रामन अनुसंधान संस्थान

बेंगलूर

वार्षिक रिपोर्ट

2014 – 15

रामन अनुसंधान संस्थान, 2015
वार्षिक रिपोर्ट: 2014 – 2015
बेंगलूर, आरआरआई.

अधिक जानकारी के लिए लिखें:

निदेशक
रामन अनुसंधान संस्थान,
सी वी रामन अवेन्यू
सदाशिवनगर
बेंगलूर 560 080, भारत

फोन : +91 (80) 23611012
फैक्स : +91 (80) 23610492
ईमेल : root@rri.res.in
library@rri.res.in
वेबसाइट : http://www.rri.res.in
आईएसएसएन : 0972-4117

अक्टूबर 2015

वार्षिक रिपोर्ट

2014 – 15

रामन अनुसंधान संस्थान

बेंगलूर

To strive for knowledge is to struggle for freedom; for, ignorance is the worst slavery.
21st Sept. 1932
C. V. Raman

सर सी. वी. रामन

विषय-सामग्री

	पेज
निदेशक की कलम से	6
संस्थान के बारे में	
आरआरआई एक झलक में	8
संगठन चार्ट	10
अनुसंधान क्षेत्र	12
खगोलिकी एवं ताराभौतिकी	
प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी	48
मृदु संघनित पदार्थ	80
सैद्धांतिक भौतिकी	122
सुविधाएँ	140
शैक्षणिक कार्यक्रम	158
आरआरआई में व्यक्ति	160
प्रकाशन	177
अन्य गतिविधियाँ	178
आयोजित कार्यक्रम	184
परिशिष्ट	189
लेखा विवरण	278

निदेशक की कलम से

वर्ष 2014-15 सैद्धांतिक, प्रेक्षणीय एवं प्रायोगिक अनुसंधान की दृष्टि से संस्थान में खगोलिकी एवं ताराभौतिकी, प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी, मृदु एवं संघनित पदार्थ तथा सैद्धांतिक भौतिकी में निरंतर उत्कृष्टता का समय था। यह रिपोर्ट ज्ञान रचना, ज्ञान प्रसारण एवं अन्य शैक्षणिक व विकासशील गतिविधियों की रूपरेखा प्रस्तुत करती है जिसमें संस्थान के सदस्य संलग्नित रहे हैं।

वर्ष 2014 के लिए भौतिक विज्ञान में डॉ सादिक रंगवाला को "नये अतिशीत आयन-परमाणु भौतिकी के लिए ट्रेप्ड परमाणुओं के साथ संघट्य शीत आयनों पर उनके उत्कृष्ट योगदान" के लिए शांति स्वरूप भटनागर पुरस्कार से सम्मानित किया जाना आरआरआई में अनुसंधान के स्तर का एक उल्लेखनीय उदाहरण है।

पिछले वर्ष ने देखा कि अंतर्राष्ट्रीय ख्याति प्राप्त भौतिकविदों ने आरआरआई में अनुबद्ध प्रोफेसर होना स्वीकारा: प्रो कंडासामी सुब्रमणियन, आईयूसीएए, पुणे, प्रो बेरी सेंडर्स, आईक्यूसी, केलगरी, प्रो फेबियन ब्रिटेनाकर, नेशनल सेंटर फॉर साइंटिफिक रिसर्च, ओर्से एवं प्रो सत्य मजुमदार, लेबोरेटरी फॉर थियोरेटिकल फिजिक्स एंड स्टेटिस्टीकल मॉडल्स, ओर्से। इन्होंने पेरिमीटर इंस्टीट्यूट, केलगरी एवं एम मुतुकुमार, मेसाचुसेट्स यूनिवर्सिटी के साथ कार्य प्रारंभ किया, जिन्होंने आरआरआई के साथ अगले तीन वर्षों तक के लिए यह सहयोग जारी रखने में प्रसन्नता व्यक्त की। अनुबद्ध प्रोफेसर आरआरआई में वर्ष में लगभग एक माह का आगमन करते हैं और अपने साथ अंतर्राष्ट्रीय अनुभव व परिप्रेक्ष्य को संस्थान के शैक्षणिक वातावरण के लिए साथ लाते हैं।

आरआरआई खगोलिकी अन्वेषण व खोज के नवीन साहसिक कार्यों में संलग्न रहते हुए टीएमटी परियोजना में भारत की भागीदारी सुनिश्चित करने में संतुलन स्थापित करता है जिसका उद्देश्य अंतर्राष्ट्रीय प्रयास द्वारा मौना-किआ पर 30-m प्रकाशिक दूरदर्शक का निर्माण है, और भारत को एसकेए का स्थायी सदस्य बनाना है: वर्ग किलोमीटर अरे (पद्धति) रेडियो दूरदर्शक जिसे ऑस्ट्रेलिया एवं दक्षिण अफ्रीकी महाद्वीप में स्थापित किया जाना है। आरआरआई ने एसकेए-भारत संघ से हाथ मिलाया है जो रेडियो खगोलिकी में प्रभावी प्रतिभागिता की दिशा में राष्ट्रीय प्रयास का समन्वय करता है।

संस्थान के माहौल को वर्षों से चले आ रहे कई कार्यक्रमों के द्वारा जीवंत बनाए रखा गया। सांख्यिक भौतिकी में बेंगलूर स्कूल का आयोजन अप्रैल 2014 में हुआ, "प्रमात्रा माप एवं सहयोगात्मक कार्यक्रम के सूत्रीकरण पर ध्यान केन्द्रित करता प्रमात्रा मूल एवं सूचना" पर एक कार्यशाला का आयोजन जनवरी 2015 में हुआ, सामान्य सापेक्षता एवं गुरूत्वाकर्षण का भारतीय संघ (IAGRG) की 28वीं बैठक मार्च 2015 में हुई, एक नैह्बरहुड खगोलिकी बैठक का आयोजन मार्च 2015 में हुआ। ये सभी कार्यक्रम आसपास के अनुसंधान समुदायों, राष्ट्रीय संस्थानों व अंतर्राष्ट्रीय निकायों से हमारा संबंध स्थापित करने के लिए बहुत महत्वपूर्ण हैं।

रवि
अगस्त 11, 2015

एक झलक में

लक्ष्य

रामन अनुसंधान संस्थान खगोलिकी एवं ताराभौतिकी, प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी, मृदु संघनित पदार्थ तथा सैद्धांतिक भौतिकी के क्षेत्र में मूलभूत विज्ञान में अनुसंधान में संलग्न है। वर्षभर आरआरआई के सदस्य उप-परमाण्विकीय से लेकर ब्रम्हांडिकीय पैमानों तक प्राकृतिक घटनाओं पर ज्ञान वर्धन करना, व वैज्ञानिकीय समझ को संवर्धित करने के लक्ष्य के साथ कदम बढ़ाते हैं।

निदेशक

रामन अनुसंधान संस्थान के वर्तमान निदेशक हैं आर सुब्रह्मण्यन।

संस्थान

रामन अनुसंधान संस्थान एक स्वायत्त संस्थान है। यह एक ऐसा संस्थान है जो भारत के अन्य सभी अनुसंधान संस्थानों की तुलना में अपने ऐतिहासिक इतिहास पर आसीन है। आरआरआई का सर्वोच्च निकाय आरआरआई न्यास है। निदेशक प्रमुख कार्यपालक व शैक्षणिक अधिकारी है। आरआरआई न्यास के आमंत्रण पर नियुक्त, आप संस्थान के कार्यक्रमों व अनुसंधान परियोजनाओं का सामान्य पर्यवेक्षण करते हैं। प्रशासी परिषद रामन अनुसंधान संस्थान के प्रशासन व प्रबंधन के प्रति उत्तरदायी है। इसके सदस्यों का कार्यकाल पांच वर्ष का होता है। प्रशासनिक अधिकारी संस्थान के सामान्य प्रशासन के लिए उत्तरदायी है तथा विधिक एवं अन्य संबंधित मामलों में संस्थान का प्रतिनिधित्व करता है। प्रशासनिक अधिकारी की नियुक्ति प्रशासी परिषद करती है। वित्त समिति वित्तीय मामलों में परिषद की सहायता करती है।

स्थान

आरआरआई भारत की सूचना प्रौद्योगिकी राजधानी बेंगलूर शहर के उत्तर में 20 एकड़ भू-भाग में स्थापित एक अनुसंधान संस्थान है। उत्कृष्टता की पराकाष्ठा प्रदर्शित करता हरा-भरा परिसर, बाहर की महानगरीय व्यस्तता की चहल-पहल से दूर निर्मल एवं सुमनोहर वातावरण प्रदान करता है जो कि रचनात्मक अनुसंधान कार्य, जो इसके परिसर में संचालित रहते हैं, के लिए पूर्णतया अनुकूल है।

अनुसंधान क्षेत्र

खगोलिकी एवं ताराभौतिकी
प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी
मृदु संघनित पदार्थ
सैद्धांतिक भौतिकी

अनुसंधान प्रयोगशालाएँ

- रेडियो खगोलिकी प्रयोगशाला
- एक्स-किरण खगोलिकी
- आण्विक खगोलिकी
- ब्रम्हाण्डिकीय पुन:संयोजन एवं पुन:आयनीकरण
- रेडियो खगोलिकी में नीतिगत विकास
- प्रकाश-पदार्थ अभिक्रियाएँ
- लेज़र शीतलन एवं प्रमात्रा प्रकाशिकी
- अतितीव्र एवं अरैखिक प्रकाशिकी
- प्रमात्रा सूचना एवं अभिकलन (कम्प्यूटिंग)
- प्रमात्रा अभिक्रियाएँ
- वैद्यु-प्रकाशिकी
- रियोलॉजी एवं प्रकाश प्रकीर्णन
- माइक्रोस्कोपी एवं प्रकीर्णन

- जैवभौतिकी
- रासायनिकी
- वैद्युरासायनिकी एवं सतह विज्ञान
- तरल स्फटिक प्रकाशन
- माइक्रोस्कोपी एवं पारवैद्युतिक स्पेक्ट्रोस्कोपी
- मृदु एवं जीवंत पदार्थों की नैनोस्केल भौतिकी
- ब्रेन कम्प्यूटर इंटरफेस

सुविधाएँ

1. प्रयोगशालाएँ

- भौतिक माप प्रयोगशाला
- एक्स-किरण विवर्तन प्रयोगशाला
- एसईएम प्रयोगशाला
- एएफएम प्रयोगशाला
- एनएमआर प्रयोगशाला
- माइक्रो-रामन स्पेक्ट्रोस्कोपी प्रयोगशाला
- चुम्बकीय अध्ययन प्रयोगशाला
- प्रकाशभौतिक अध्ययन प्रयोगशाला

2. यांत्रिकीय अभियांत्रिकी

- यांत्रिकीय कार्यशाला
- शीट मेटल, पेंट एवं बढ़ई सुविधाएँ

3. ग्रंथालय

4. कम्प्यूटर सुविधाएँ

शिक्षा

आरआरआई निम्न शैक्षणिक कार्यक्रम आयोजित करता है:

- पीएचडी कार्यक्रम
- डॉक्टरोत्तर अध्येतावृत्ति कार्यक्रम
- आगंतुक छात्र कार्यक्रम

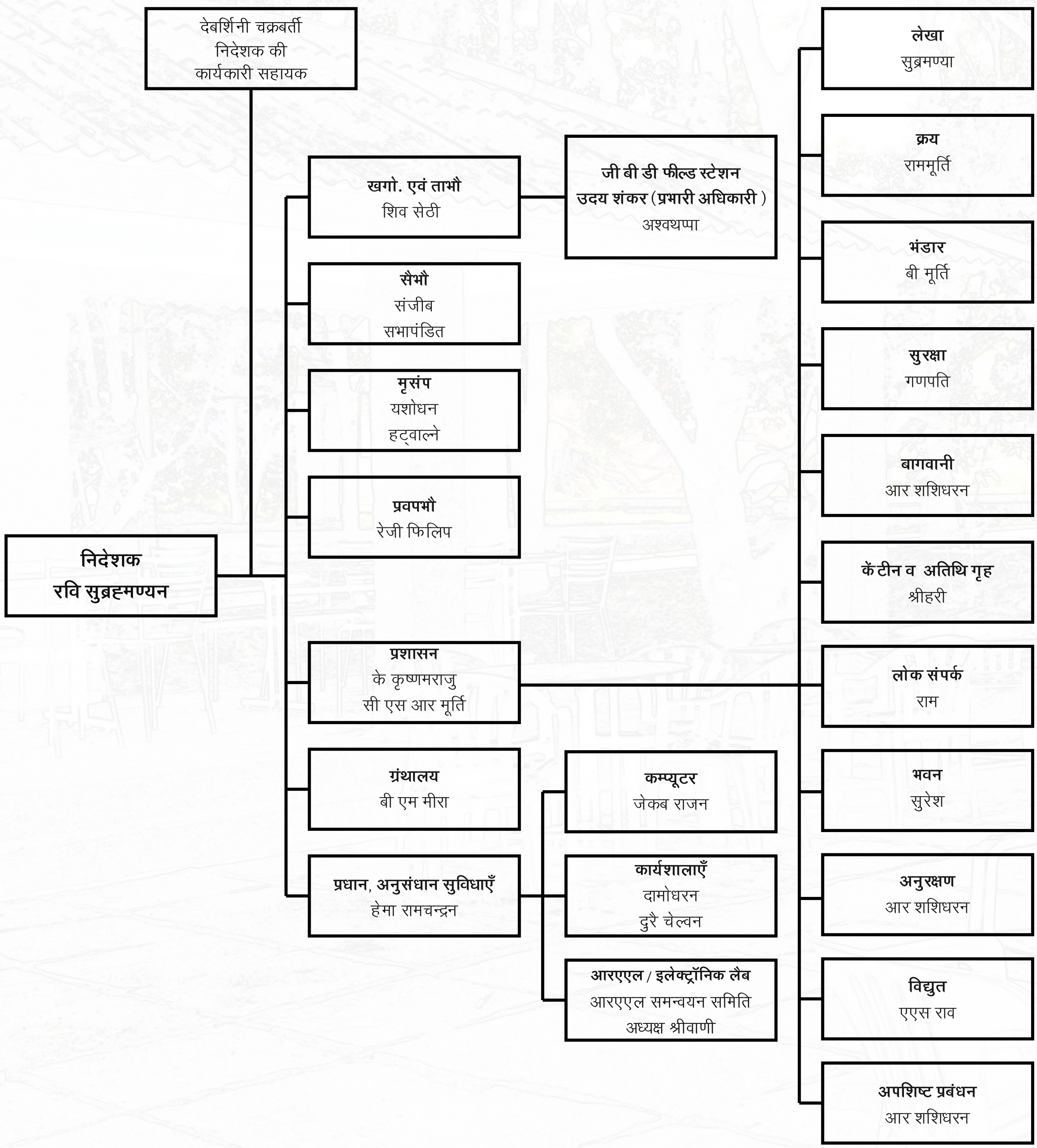
वित्त पोषण

संस्थान के अनुसंधानों का वित्त पोषण विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार के सहायता अनुदान द्वारा होता है।

रामन अनुसंधान संस्थान

सी वी रामन अवेन्यू, सदाशिवनगर

बेंगलूर 560 080



Organisation

आरआरआई साइंस फोरम	:	गौतम सोनी, अंदल नारायणन, नयनतारा गुप्ता
शैक्षणिक सम्मेलन	:	जोसेफ सेमुअल, प्रमोद पुलर्कट, सादिक रंगवाला, उर्बशी सिंहा, लक्ष्मीनारायणन वी
छात्रावास छात्रपाल (वार्डन)	:	रेजी फिलिप, अरूण रॉय, बी रमेश, उर्बशी सिंहा
प्रवेश समन्वयक	:	रंजिनी बंद्योपाध्याय, बिश्वजीत पॉल
एसएएसी	:	वी ए रघुनाथन (अध्यक्ष), सादिक रंगवाला, सुमती सूर्या, प्रमोद पुलर्कट, शिव सेठी
गृह बैठकें	:	पीएचडी छात्र :– तृतीय वर्ष
जेएपी रिपो ऑफ आरआरआई	:	एस श्रीधर
शिकायत समिति	:	श्रीवाणी (अध्यक्ष), वृंदा, के रघुनाथ, मदन राव, ममता बाई
विदेश यात्रा समिति	:	उदय शंकर (अध्यक्ष), बिश्वजीत पॉल, मदन राव
मूल्यांकन समिति	:	द्वारकानाथ के एस (अध्यक्ष), जोसेफ सेमुअल, बिमल नाथ, वी ए रघुनाथन, सादिक रंगवाला
प्रशासन समिति	:	संदीप कुमार (अध्यक्ष), हेमा रामचन्द्रन, के कृष्णमराजु, सीएसआर मूर्ति और समूह समन्वयक :– शिव सेठी, रेजी फिलिप, यशोधन हट्वाल्ने, संजीब सभापंडित
शैक्षणिक एवं अनुसंधान समिति	:	जोसेफ सेमुअल (अध्यक्ष), उदय शंकर, टीएन रूकमोंगथन* / हेमा रामचन्द्रन
आगंतुक छात्र कार्यक्रम के समन्वयक	:	अरूण रॉय
ग्रंथालय समिति	:	मीरा बी एम (अध्यक्ष), यशोधन हट्वाल्ने, सुपूर्णा सिन्हा, सादिक् रंगवाला, नयनतारा गुप्ता
आरआरआई राजभाषा कार्यान्वयन समिति	:	के कृष्णमराजु (अध्यक्ष), सीएसआर मूर्ति, पीवी सुब्रमण्या, आर रमेश, सीएन राममूर्ति, बी श्रीनिवासमूर्ति, बीएम मीरा, एम मंजुनाथ, एसआर रामसुब्रमणियन, सीएन गणपति, एम प्रेमा

* फरवरी 2015 तक

खगोलिकी एवं खगोल भौतिकी

सिंहावलोकन

खगोलिकी एवं ताराभौतिकी समूह के अनुसंधान के मुख्य रूप से तीन पहलु हैं:

सैद्धांतिक ताराभौतिकी जिसमें गतिकी को निर्धारित करता संगणकीय सांख्य अनुकरण एवं वैश्लेषिक प्रणाली का विकास, भौतिक गुणधर्म एवं खगोलिकीय तत्वों जैसे तारे, ग्रहों, मंदाकिनियों, अंतरतारकीय माध्यम इत्यादि में अंतर्निहित घटनाक्रम शामिल हैं। सिद्धांतकार (सिद्धांतवादी) ब्रम्हाण्ड, ताराभौतिकी की एक शाखा जिसे ब्रम्हाण्डिकी कहा जाता है, के प्रारूपण व उसके क्रमविकास से संबंधित आधारभूत प्रश्नों का उत्तर ढूंढने में भी प्रयासरत हैं।

प्रेक्षणीय खगोलज्ञ विश्वभर में बने दूरदर्शकों का प्रयोग संपूर्ण वैद्यु-चुम्बकीय स्पेक्ट्रम-निम्न आवृत्ति (लम्बी तरंगदैर्ध्य) रेडियो तरंगों से लेकर बहुत उच्च आवृत्ति (छोटी तरंगदैर्ध्य एवं उच्च ऊर्जावान) गामा तरंगों तक, के चारों ओर वातावरण से विकिरणों के अध्ययन के लिए करते हैं। ये प्रेक्षण विद्यमान सैद्धांतिकीय मॉडलों का परीक्षण करते हैं और साथ ही नए प्रश्नों को हवा देते हैं जिनका जवाब ढूंढा जा सके।

तीसरे पहलु में दूरदर्शक की अभिरचना, विरचना व प्रचालन निहित हैं, जो प्राय: किसी विशेष युक्ति के लिए बनाए जाते हैं और नीतिगत रूप से विश्व में और अंतरिक्ष में कहीं भी स्थापित किये जाते हैं। आरआरआई में एक खगोलिकी एवं ताराभौतिकी समूह है जो इन सभी तीनों पहलुओं पर अनुसंधान कार्य करता है।

सैद्धांतिक ताराभौतिकी

ब्रम्हाण्डिकी

ब्रम्हाण्ड में चुम्बकीय क्षेत्र का उद्भव एक अनसुलझी गुत्थी है। यह संभव है कि इनका उद्भव आदिकाल से हो और इसीलिए ये ब्रम्हाण्डिकीय प्रेक्षणकों जैसे सीएमबीआर (ब्रम्हाण्डिकीय माइक्रोवेव बैकग्राउंड रेडिएशन) एनिसोट्रोपीज तथा वृहत पैमानीय संरचना प्रारूपण को प्रभावित करते हैं। ब्रम्हाण्डिकी पिछले 20 साल में एक विशुद्ध विज्ञान में बदल गई है और इनके प्रेक्षण इन क्षेत्रों की प्रकृति को संभाव्य रूप से औजागर कर सकते हैं। विभिन्न भौतिक प्रक्रियाओं संरचनाओं व संकेतों पर चुम्बकीय क्षेत्रों के प्रभाव का अध्ययन किया जा रहा है। इनमें से कुछ हैं ब्रम्हाण्डिकीय गुरूत्वाकर्षणात्मक लेंसिंग, लैयमन-अल्फा क्लाउड्स, पुर्नआयनीकरण काल से उदासीन हाइड्रोजन संकेत तथा आण्विक हाइड्रोजन का आरंभिक गठन। इस क्षेत्र में हाल का मुख्य परिणाम जैसा कि $z > 10^6$ के रेड्शिफ्ट के पहले ब्रम्हाण्ड में घटित हो चुका है कोल्ड डार्क पदार्थ के गठन काल का पता लगाना रहा है। इस क्षेत्र में अन्य सुलझाए जा रहे महत्वपूर्ण प्रश्न हैं- आरंभिक ब्रम्हाण्ड में घनत्व गड़बड़ी के संभावित स्त्रोतों के रूप में आदिकालीन चुम्बकीय क्षेत्रों का घटक। यह दर्शाया गया है कि 0.1nG के समान छोटे से छोटे चुम्बकीय क्षेत्र का पुन:आयनीकरण के इतिहास में गहरा प्रभाव रहा होगा।

ब्रम्हाण्डीय किरणें, गामा किरणें एवं न्यूट्रीनोज

पृथ्वी में खोजे गए अति ऊर्जावान कण (फोटॉन, न्यूक्ली एवं न्यूट्रीनोज) मंदाकिनी एवं बाह्य मंदाकिनीय वातावरण में त्वरित रहते हैं। इन अति ऊर्जावान कणों के उद्भव, उत्पादन व प्रसार का सैद्धांतिक मॉडल, गामा किरण संखोजक जैसे फर्मी LAT, HESS, MAGIC, AGILE और आईसक्यूब न्यूट्रीनोज दूरदर्शक से प्राप्त प्रेक्षणों को समझने के लिए उपयोग किया जाता है। इन मॉडलों के अनुप्रयोग में शामिल हैं: मंदाकिनीय स्त्रोत, बाह्य मंदाकिनीय स्त्रोत जैसे गामा किरण विस्फोटन, तथा उत्सर्जन यांत्रिकी एवं सक्रिय मंदाकिनीय न्यूक्ली में वातावरण। वर्ष 2014-2015 के दौरान, कई पेचीदा प्रश्नों जैसे एक्स-किरण का उद्भव एवं क्वासर 3C 273 के वृहत पैमानीय जेट में गामा किरण उत्सर्जन, ब्रम्हाण्डीय किरण प्रोटॉनों की अभिक्रिया में एंटीप्रोटॉन फ्लक्स का उद्भव तथा PAMELA प्रायोगिक परिणामों को स्पष्ट करने के लिए मंदाकिनीय स्त्रोतों में शीत प्रोटॉनों के साथ न्यूक्ली, और फर्मी LAT द्वारा खोजे गए नोवा से गामा किरण स्पेक्ट्रा में प्रेक्षित स्पेक्ट्रा की सीमा का कारण आदि का अन्वेषण किया गया और अनुसंधान परिणाम के रूप में उनका हल प्रस्तावित किया गया।

मंदाकिनियाँ एवं उनका परिवेश

मंदाकिनियाँ एवं उनके परिवेश के मध्य परस्पर क्रिया मंदाकिनियों व अंतरमंदाकिनीय माध्यम के क्रमिक विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। परस्पर क्रिया में निहित है: विकिरण दबाव के चलते गैस का बहाव, ब्रम्हाण्डिकीय किरणें एवं मंदाकिनी का गुरूत्वाकर्षणीय क्षेत्र। इन जटिल प्रक्रियाओं का अध्ययन वैश्लेषिक विधि एवं जलगतिकी अनुकरण दोनों ही का प्रयोग कर किया जाता है। इसमें मंदाकिनियों से प्रचंड गैसीय बहाव अधिक रूचिकर है। खगोलिकी एवं ताराभौतिकी समूह द्वारा अनुसंधान इनके उद्भव, क्रमिक विकास, पितृ मंदाकिनी पर प्रतिक्रियात्मक प्रभाव एवं भारी तत्वों जैसे कार्बन, ऑक्सीजन का मंदाकिनी के बाह्य भागों एवं इससे परे तक परिवहन संबंधी मामलों के निपटान पर कार्य करता है। इस क्षेत्र में हाल का अनुसंधान है विशाल मंदाकिनी के हैलोज में वृहत मात्रा में गर्म गैस के कारण कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड का सनयेव-जेल्डोविच विरूपण जैसी समस्याओं का निवारण, बहु सुपरनोवा का

युग्मन एवं टकराव---एक अवधि में एक साथ विस्फोटन अथवा समय-समय पर कंपन--- और परिस्थितियाँ जिनमें वे मंदाकिनीय बहाव को बढ़ा सकती हैं, गर्म हैलो गैस के साथ आकाशगंगा (मिल्की वे) प्रकार की मंदाकिनियों से इन सुपरनोवा प्रचालित बहाव की परस्पर क्रिया एवं प्रसारण गतिकी तथा प्रेक्षित स्थानीय UV पृष्ठीय विकिरणों के संगत डिस्क मंदाकिनियों से आयनीकरण फोटॉन का पलायन और ब्रम्हाण्ड का पुन:आयनीकरण।

मंदाकिनीय न्यूक्ली में तारकीय गतिकी

मंदाकिनियों की न्यूक्ली में अतिविशाल ब्लैक होल्स (काले छिद्र) से निहित तारकीय कक्षाओं का घना समूह होता है, दो सन्निकट उदाहरण हैं मंदाकिनीय केन्द्र एवं एंड्रोमिडा मंदाकिनी का न्यूक्लियस। निकायों के मध्य गुरूत्वाकर्षण बल मुख्यतया तारकीय प्रणालियों की संरचना, गतिकी एवं क्रम विकास को प्रबंधित करता है। गतिक एवं सांख्यिक यांत्रिकीय विधियाँ दोनों ही का बड़े दायरे की अंत:क्रियाओं के साथ इन केप्लेरियन प्रणालियों के दीर्घावधिक विकास के सिद्धांत का सूत्रीकरण करने के लिए उपयोग किया जा रहा है। अध्ययन किये गए घटनाओं में शामिल है BH की अस्थायित्वता, साम्यता के लिए शिथिलीकरण एवं ईंधनीकरण, जो इसके भार एवं चक्रण में योगदान करता है।

बाह्य-ग्रहीय गतिकी

बाइनरी स्टार में अधिकतर बाह्य ग्रहीय प्रणालियाँ S-प्रकार की होती हैं जिनमें व्यापक बाइनरी तारकीय समकक्षों के साथ प्राथमिक तारों की कक्षा से युक्त एक या अधिक ग्रह अंतर्निहित होते हैं। ग्रहीय विकेन्द्रन एवं पारस्परिक झुकाव व्यापक हो सकता है, और शायद यह बाइनरी समकक्ष स्टार द्वारा आरोपित गुरूत्वाकर्षणीय बल के कारण भी हो सकता है। हालांकि, ग्रहीय क्रमविकास पर व्यापक बाइनरी स्टार की भूमिका का अन्वेषण नहीं हुआ है। आरआरआई ने एक ऐसी यांत्रिकी को प्रस्तुत करने पर कार्य किया है जिसमें बाह्य-ग्रहीय सांख्यिकी के कई प्रेक्षित गुणों को स्पष्ट करने की क्षमता है।

अशांत चुम्बकीय क्षेत्र

खगोलभौतिक निकायों (तारे व मंदाकिनियाँ) में आयनीकृत गैस प्राय: विपरीत घूर्णित होती है एवं उच्च चालक गैसों में वैद्युत धारा द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र से चुम्बकीकृत हो जाती है। चुम्बकीय क्षेत्र न केवल गैसों से दृढ़ता से युग्मित रहता है, बल्कि यह लॉरेन्ट्ज बलों के द्वारा गैस पर प्रतिक्रिया भी देता है। खगोलिकीय प्रेक्षण व्यापक पैमाने (डायनेमो एक्शन) पर चुम्बकीय क्षेत्र के उद्‌भव व विकास से एवं छोटे पैमाने (विक्षोभ) पर क्षेत्र की संरचना से संबंधित प्रश्नों को खड़ा करते हैं। कुछ रूचिकर प्रश्न हैं: 1. अशांत अपरूपण प्रवाह में डायनेमो की क्रिया, 2. चुम्बकीय-जलगतिक विक्षोभ।

प्रेक्षणीय खगोलिकी

प्रेक्षणीय ब्रम्हाण्डिकी

पिछले कुछ दशक सुदूर ब्रम्हाण्ड के प्रेक्षण एवं गैस के विकास के चलते ब्रम्हाण्ड के ब्रम्हाण्डिकीय क्रमविकास की हमारी समझ में महत्वपूर्ण प्रगति के साक्षी रहे हैं एवं मंदाकिनियों ने गुणों की शुद्धता से मापन में प्रगति पाई है जो संरचना प्रारूपण की ब्रम्हाण्डिकी तथा पैरामीटर को परिभाषित करते हैं। कॉस्मिक माइक्रोवेव पृष्ठभूमि ब्रम्हाण्ड का हमारा लक्ष्य है क्योंकि यह बिग बैंग मॉडल के विस्तारण से 4 लाख वर्ष का था; इस पृष्ठभूमि को अभी कुल तीव्रता एवं ध्रुवीकरण में स्पेक्ट्रल प्रारूप एवं कोणीय तापमान बदलाव दोनों ही के उत्तम विवरण के साथ प्रेक्षित किया गया है। अगला एकाध दशक ऐसा युग माना जाएगा जबकि हम प्रथम तारे व मंदाकिनियों

के प्रारूपण से अधिक जटिल परंतु रूचिकर क्रमविकास का अन्वेषण करेंगे। आरआरआई मर्किसन वाइडफील्ड अरे (MWA) का साझेदार है, जो कि एसकेए का अग्रगामी है जिसमें भी आरआरआई एसकेए-भारत संघ का प्रतिनिधित्व करते हुए प्रतिभागिता के लिए प्रतिबद्ध है।

इस वर्ष, मर्किसन वाइडफील्ड अरे से प्रेक्षणों के डाटा का पुन:आयनीकरण अवधि से 21-cm रेडशिफ्ट की खोज का विश्लेषण किया गया। इसके अतिरिक्त, ड्रिफ्ट स्केन नीति का उपयोग करते हुए इस सिग्नल की खोज के लिए एक नई विधि प्रस्तावित की गई। वैश्विक ईओआर संकेतों की खोज के लिए प्रणाली के विकसित करने में महत्वपूर्ण प्रगति पाई गई है और आने वाले वर्षों में वैज्ञानिकीय आंकड़ों के लिए इन्हें सुदूर प्रांतों में स्थापित (परिनियोजित) किया जाना है। ब्रम्हाण्डिकीय पुन:संयोजन से पुन:संयोजन रेखाओं की खोज की एक प्रणाली के निर्माण में पहला कदम उठाया जा चुका है; भूमि से ऐसी खोज की सुलभता का विश्लेषण पूरा हो चुका है; एक इष्टतम आवृत्ति पैमाना पहचाना जा चुका है; विश्लेषण विधि को निर्धारित किया जा चुका है, उस अग्रभाग को प्रस्तुत करने में निष्पादित अनुकरण को सैद्धांतिक तौर पर पृथक किया जा सकता है। आरआरआई में, अनुसंधानकर्ताओं ने मंदाकिनीय एवं बाह्य मंदाकिनीय स्त्रोतों से आकाशीय विकिरण उत्सर्जन की मॉडलिंग द्वारा आकाशीय स्पेक्ट्रम में विक्षोभित इन छोटे दोलनों को खोजने के लिए एक कलन विधि को प्रस्तावित किया है। इस कलन विधि में, पहल बार, उन्होंने अधिकतम सरल प्रकार्यन की अवधारणा को प्रस्तुत किया है जो कि अग्र स्पेक्ट्रम को स्पष्ट करने और रूचिकर जटिल संकेतों में भेद कर पाने में सक्षम है।

मंदाकिनीय समूहों से विसरित रेडियो उत्सर्जन

मंदाकिनीय समूह ब्रम्हाण्ड में गुरूत्वाकर्षणीय बंध वाली सबसे बड़ी संरचनाओं में से एक है। लगभग सौ मंदाकिनियों को कुछ दस लाख प्रकाश वर्ष की सीमा वाली रेखाओं के साथ बांधा जा सकता है। मंदाकिनियों एवं अंतरा क्लस्टर माध्यम (ICM) के मध्य अंतराल को प्राय: चमकीली विसरित रेडियो उत्सर्जन का स्त्रोत माना गया है। यह रेडियो उत्सर्जन गैर ऊष्मीय उद्भव के रूप में जाना जाता है और ऐसा क्लस्टर चुम्बकीय क्षेत्र में संबंधित इलेक्ट्रॉन विकिरणों के कारण होता है। मंदाकिनीय क्लस्टकरों से डिफ्यूज रेडियो उत्सर्जन के उद्भव का अवलोकन एवं स्पष्टीकरण का क्लस्टर, क्लस्टर युग्मन एवं क्लस्टर क्रमविकास में वृहत पैमानीय चुम्बकीय क्षेत्रों की समझ पर प्रभाव होता है। ये प्रेक्षण विविध रेडियो दूरदर्शक जैसे विशालकाय मीटरवेव रेडियो दूरदर्शक, वेरी लार्ज अरे एवं मर्किसन वाइडफील्ड अरे का प्रयोग करके लिये जाते हैं जिन्हें आरआरआई और सहयोगात्मक परियोजना में अंतर्राष्ट्रीय साझेदारों के साथ मिलकर बनाया गया है। आर्काइवल एक्स-किरण प्रेक्षणों को इन रेडियो प्रेक्षणों के साथ उपयोग किया जाता है ताकि रेडियो उत्सर्जन के इन अंतर्निहित स्त्रोतों को समझा जा सके। मंदाकिनी क्लस्टर का एबेल 3667 एक अच्छा उदाहरण है जिसे दोगुने रेडियो रेलिक की मेजबानी करते हुए जाना जाता है एवं फेंट रेडियो हैलो व सेतु अंतर्निहित होता प्रतिवेदित किया गया है। रेडियो हैलोस, रेलिक्स एवं सेतु का उद्भव अभी भी विवादों में है, तथापि, गैलेक्सी क्लस्टर युग्मन को एक महत्वपूर्ण कारक के रूप में अभिस्वीकृत किया गया है। वर्ष 2014-15 के दौरान, एबेल 3667 के मर्किसन वाइडफील्ड अरे प्रेक्षणों का आरआरआई के खगोलिकी एवं ताराभौतिकी समूह द्वारा विश्लेषण किया गया है।

पल्सर

पल्सर तेजी से चक्रण करते उच्च चुम्बकीय क्षेत्र वाले न्यूट्रॉन तारे हैं जिनका उद्भव सुपरनोवा में होता है। ये पल्स रेडियो तरंगें, एक्स-किरण व गामा किरणें उत्सर्जित करती हैं। पल्सर उत्सर्जन अपनी संरचना, चुम्बकीय मण्डल में उच्च ऊर्जा प्रक्रियाओं तथा इनका इनके वातावरण के साथ परस्पर क्रिया के बारे में

जानकारी प्रदान करता है, तथा इनका सामान्य सापेक्षता के लिए परीक्षण मंच की तरह भी उपयोग किया जा सकता है। मिलीसैकण्ड पल्सर ब्रम्हाण्ड में सबसे सटीक घड़ियों में से एक हैं। आरआरआई पल्सरों पर अनुसंधान में सक्रिय है एवं रेडियो संग्राहक व एक्स-किरण संसूचक विकसित करता है जो हमें उनकी प्रकृति को समझने में मदद कर सकें। विभिन्न प्रकार के पल्सरों पर समय अनुकूलता व स्पेक्ट्रल वर्गीकरण, कक्षीय विकास, एप्साइडल विकास, व उत्सर्जित एक्स-किरण की कक्षीय पुन:प्रक्रिया का अध्ययन आरआरआई में किया जा रहा है। पल्सरों से बंद पल्स रेडियो उत्सर्जन की खोज व उत्सर्जन ऊचाई पर उत्सर्जन बीम के आकार की निर्भरता का अध्ययन तथा चुम्बकीय ध्रुव से दूरी, जो वास्तव में पल्सर उत्सर्जन में अंतर्निहित केन्द्रीय ध्रुवीकरण को प्रभावित करता है, का अध्ययन किया जा रहा है।

रेडियो मंदाकिनियों का जीवनचक्र

एक विशेष प्रकार की मंदाकिनी जिसे रिस्टार्टिंग रेडियो मंदाकिनी कहा जाता है को सर्वप्रथम संस्थान के खगोलज्ञों ने खोजा था और लगभग दो दशक तक उनके अनुसंधान का केंद्र रही। ऐसा माना गया कि मंदाकिनी की नाभि में गतिविधियाँ रूक गई थी एवं फि र पुन: बहुअवधिककाल में नए सिरे से शुरू हो गई थी। संवेदनशील व उच्च रेजोल्यूशन वाले रेडियो दूरदर्शकों का प्रयोग करते हुए अब यह संभव हो पाया है कि प्रश्नों जैसे केंद्रीय इंजन ने क्यों गतिविधियों को विराम लगाया ? गतिविधि पुन:प्रारंभ होने से पहले वह कितने समय तक बंद (मृत) था, पुन:जन्म की क्या यांत्रिकी है इत्यादि का जवाब दिया जा सके। आरआरआई के खगोलज्ञ अन्य अंतर्राष्ट्रीय सहयोगियों के साथ मिलकर इन प्रश्नों पर कार्य कर रहे हैं।

रेडियो मंदाकिनी आकारिकी

रेडियो मंदाकिनियों के बीच यह रेडियो मंदाकिनी विशेष रूप से X आकार की है जिसमें X-अक्षर के समान लोबों के साथ दो विशिष्ट लोब होते हैं जिसका आरआरआई के खगोलिकी समूह के कुछ सदस्यों द्वारा अन्वेषण किया जा रहा है। कैसे उत्पादित दो अतिरिक्त लोब चर्चा का विषय हैं और सुपरमेसिव ब्लैक होल्स की संघीकरण व गुरूत्वाकर्षणीय तरंग परिप्रेक्ष्य के उत्पादन को समझने के लिए महत्वपूर्ण हैं। X-आकारीय रेडियो मंदाकिनी में दो लोब सक्रिय दिखाई देते हैं जबकि अन्य दो मुख्य अक्ष से प्लाज्मा के अवशेष अथवा प्लवन हैं। आरआरआई में एक्स-आकारीय रेडियो मंदाकिनी की संरचना व आकृति पर विविध विद्यमान सिद्धांतों का परीक्षण करने के लिए अनुसंधान चल रहा है। वर्ष 2014-2015 के दौरान, उनके निम्न कक्षीय अनुपातों के चलते चयनित 52 रेडियो मंदाकिनियों के अद्वितीय प्रतिदर्श में रेडियो मंदाकिनियों की आकारिकी का वर्गीकरण का कार्य पूर्ण हो गया। प्रतिबिम्ब विश्लेषण के आधार पर, रेडियो मंदाकिनी आकारिकी की तीन प्रमुख प्रकार की विकृतियों को पृथक्कृत किया गया। इन स्त्रोत आकृतियों के अंश को बाइनरी ब्लैक होल्स युग्मन द्वारा उत्पादित होना बताया गया जिसका उपयोग सुपरमेसिव ब्लैक होल्स के संघीकरण से उत्पन्न गुरूत्वाकर्षणीय तरंग परिप्रेक्ष्य की उम्मीदों को दबाने के लिए किया गया।

एक्स–किरण बाइनरीज

काम्पेक्ट स्टार्स (न्यूट्रान स्टार्स एवं ब्लैक होल्स) ब्रम्हाण्ड में कुछ अत्यंत विशिष्ट स्थिति निर्मित करते हैं। उनके उच्च-ऊर्जा उत्सर्जन को, अधिकतया एक्स-किरण, स्पेस एक्स-किरण वेधशालाओं का उपयोग करते हुए पाया जा सकता है। आरआरआई के खगोलज्ञ कई तरह के अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष वेधशालाओं का उपयोग करते हुए प्राप्त प्रेक्षणों का उपयोग करते हैं और विषय-क्षेत्रों जैसे बाइनरी एक्स-किरण स्टार्स का कक्षीय क्रमविकास तथा कक्षीय ग्लिचेस, एक्स-किरण पल्सरों में अर्द्ध-आवधिक उच्चावचन, एक्स-किरण पल्सरों में स्वत: अवशोषण एवं पल्स प्रोफाइल में गिरावट, एक्स-किरण पल्सरों में साइक्लोट्रोन अवशोषण रेखा, न्यूट्रॉन स्टार चुम्बकीय क्षेत्र, प्रकाशिकीय पुन:प्रक्रिया तथा

थर्मोन्यूक्लियर एक्स-किरण विस्फोटन का तापमान मापन, ग्रहण/आंशिक ग्रहण के दौरान तीव्रता व पल्सेसन विशिष्टताओं में परिवर्तन पर अन्वेषण करते हैं। हाल ही में पल्सर के सुज़ाकु अध्ययन जो उच्च अवशोष्य सुपरजायंट उच्च-भार एक्स-किरण बाइनरी (HMXB) के वर्ग से संबंधित है, जो कि अवशोषित पदार्थ की बहुत अधिक कॉलम घनत्वता द्वारा वर्गीकृत है, को इस समूह ने प्रारंभ किया है। आने वाले भारतीय बहुतरंगदैर्ध्य खगोलिकी उपग्रह (ASTROSAT) एवं भारतीय एक्स-किरण ध्रुवणमापी पोलिक्स जिसे रामन अनुसंधान संस्थान में बनाया जा रहा है, आरआरआई में एक्स-किरण बाइनरी अनुसंधानों को अत्यधिक बढ़ा देंगे।

विशालकाय रेडियो मंदाकिनियाँ

विशालकाय रेडियो मंदाकिनियाँ (GRGs) मूल रूप से लोबों अथवा प्लम्स से निहित होती हैं जो दस से लेकर सैकड़ों मिलियन वर्षों तक के विकास क्रम के लिए टाइमस्केल को लागू करने पर मेगापरसेक स्केल्स तक बढ़ायी जा सकती हैं। एक चलाई गई प्रमुख अनुसंधान परियोजना जिसे पिछले वर्ष पूर्ण कर लिया गया वह GRGs एवं उनका उनके वातावरण से दोनों स्थानीय व वैश्विक पैमानों पर अद्वितीय संबंध से संबंधित है। GRGs एवं उनके वातावरण पर यह कार्य GRGs का उपयोग करते हुए एक व्यापक लक्ष्य पर केंद्रित है ताकि इनके परिक्षेत्र में हल्के गर्म अंतरमंदाकिनीय माध्यम (WHIM) की प्रकृति को औजागर किया जा सके। ऑस्ट्रेलिया के विश्वविद्यालयों के सहयोग में आरआरआई समूह द्वारा लिये गए गहन अध्यन के परिणामस्वरूप स्थितियों का वर्गीकरण संभव हुआ जिनके अंतर्गत वे विशालकाय आकार तक बढ़ती हैं।

रेडियो एवं एक्स-किरण दूरदर्शक

खगोलिकी एवं ताराभौतिकी समूह के सदस्य संस्थान के ही रेडियो खगोलिकी प्रयोगालय के साथ मिलकर विश्वभर के विविध दूरदर्शकों से संबंधित परियोजनाओं में कार्य कर रहे हैं। पुनःआयनीकरण अवधि से रेडियो संकेत एवं क्षणिक रेडियो घटनाएँ विशेषकर तीव्र रेडियो क्षणिकता, जैसे प्रश्नों ने एक गीगाहर्ट्ज से कम के कई अगली पीढ़ी के रेडियो दूरदर्शकों को काफी संवर्धित संवेदनशीलता, वृहत बैंडविड्थ एवं व्यापक परिप्रेक्ष्य से लिये जा सकने वाली आवृत्ति सीमा को बदल के रख दिया है। आधुनिक रेडियो दूरदर्शकों को अब चरणबद्ध व्यूहों अथवा अपर्चर अरे, जहाँ बीमों की संख्या पूर्ववत रेडियो दूरदर्शकों जो एकल अथवा कम मात्रा के फीड के साथ वृहत प्रतिक्षेपकों पर आधारित थे, के विपरीत केवल और केवल उपलब्ध संसाधन शक्ति व संकेत परिवहन (स्थानांतरण) पर निर्भर करती है, के रूप में स्वीकारा जाता है। मर्किसन वाइडफील्ड अरे व इंडियन स्काई वॉच नेटवर्क ऐसे कुछ हाल के रेडियो दूरदर्शक परियोजनाओं के उदाहरण हैं जिनमें आरआरआई के खगोलज्ञ सक्रियता से कार्यरत रहे हैं।

मर्किसन वाइडफील्ड अरे (MWA)

MWA रेडियो दूरदर्शक अथवा मर्किसन वाइडफील्ड अरे रेडियो दूरदर्शक ऑस्ट्रेलिया के सुदूरवर्ती क्षेत्र मर्किसन शायर में स्थापित 80-330MHz आवृत्ति पर प्रचालित कुल 2048 दोहरे ध्रुवीकरण वाइड-बैंड 'बो-टाई आकारीय' एंटीनाओं से निहित वर्गाकार 'टाइल्स' के रूप में व्यवस्थित एंटीनाओं की एक व्यूह रचना (अरे) है। इन्हें 128 वर्गाकार 'टाइल्स' की तरह व्यवस्थित रखा गया है जिसमें प्रत्येक में एंटीनाओं के 16 युग्म होते हैं। एंटीना आवंटन की अभिरचना इस प्रकार की गई है ताकि किसी भी पल व व्यापक आवृत्ति बैंड पर सैकड़ों वर्ग डिग्री के वृहत क्षेत्र का प्रतिबिम्बन सटीकता से लिया जा सके। एंटीना डिजीटल संग्राहकों से जुड़े रहते हैं जो आंकड़ों को उच्च गति वाली फाइबर ऑप्टिक केबल से पर्थ से 800 किमी दूर स्थापित केंद्रीकृत प्रतिबिम्बन प्रणाली तक पहुँचाने के पहले उन्हें संसाधित करता है। डिजीटल संग्राहक जो एंटीनाओं से संकेतों

को ग्रहण करता है और केंद्रीय संसाधन इकाई में स्थानांतरण के पहले आंकड़ों का जटिल व उच्च गति का संकेत संसाधन करता है, जो कि प्रतिबिम्ब सूचनाओं की संगणना करता है, की अभिरचना व निर्माण आरआरआई में किया गया है। दूरदर्शक के सफलतापूर्वक स्थापन व प्रवर्तन में लाने में आरआरआई के अतिरिक्त यूएस से हार्वर्ड व एमआईटी के साथ-साथ ऑस्ट्रेलिया एवं न्यूजीलैण्ड के संस्थान भी शामिल थे। MWA का निर्माण व प्रवर्तन कार्य वर्ष 2013 के मध्य में पूर्ण हुआ।

MWA ने गहन अंतरिक्ष से कमजोर रेडियो संकेतों को एकत्रित करना शुरू भी कर दिया है जिनका आरआरआई, यूएस व ऑस्ट्रेलिया के खगोलज्ञों द्वारा विश्लेषण किया जा रहा है। इन आंकड़ों से प्रारंभिक ब्रम्हाण्ड में प्रारूपित प्रथम तारे व मंदाकिनियों की तरह आदिकालीन कॉस्मिक गैसों के नाटकीय क्रमविकास के आंतरिक परिप्रेक्ष्यों को औजागर करने की अपेक्षा है। यह एक चुनौतीपूर्ण कार्य है एवं पिछले वर्षों में इस प्रमुख विज्ञान के क्षेत्र में आरआरआई की उल्लेखनीय भूमिका के साथ निरंतर प्रगति की गई है। इसके अतिरिक्त, MWA आंकड़े हमारी आकाशगंगा मंदाकिनी व मंदाकिनियां एवं मंदाकिनियों के अतिरिक्त के क्लस्टरों में अंतरमंदाकिनीय गैस की संरचना के अध्ययन में सहायता प्रदान कर रहे हैं तथा पृथ्वी के समीप अंतर-ग्रहीय तापमान पर सूर्य का प्रभाव और अनगिनत सहयोगात्मक प्रकाशन पिछले वर्ष में सामने आए हैं।

गौरीबिदनूर रेडियो दूरदर्शक (GRT)

गौरीबिदनूर का यह डेकामीटर तरंग रेडियो दूरदर्शक भारतीय ताराभौतिकी संस्थान के सहयोग से प्रचालित होता है। 34.5 MHz पर प्रचालित इस मध्यान्ह-पारगमन उपकरण में कुछ खोजपाने की दक्षता है। इसमें अक्षर 'T' की तरह व्यवस्थित 1000 मोटे द्विध्रुव निहित हैं। इसकी बैण्डविड्थ लगभग 10 MHz है जो कि 32 MHz पर केन्द्रित है, जबकि अधिकतम प्रभावी संकलन क्षेत्र लगभग 18000 वर्ग मीटर है। बीम की N-S भुजा को -45° से 75° तक के कोण से झुकाया जा सकता है, जबकि E-W बीम को कम-से-कम 42 मिनिट तक ट्रेकिंग सुलभ बनाने के लिए देशांतर रेखा की ओर 10° के भीतर ऑवर एंगल (hour angle) में झुकाया जा सकता है। खगोलिकी समूह के सदस्य वर्तमान में पल्सरों से उत्सर्जन का अध्ययन कर रहे हैं व पल्सरों के ध्रुवीय आवरणों पर उत्सर्जन क्षेत्रों के लिए मॉडल का निर्माण कर रहे हैं। खगोलिकी के सदस्य GRT का उपयोग करते हुए इस दृष्टांत की खगोलभौतिकी का अनुमान लगाते हैं।

एक्स-किरण ध्रुवणमापी (POLIX)

ध्रुवीकृत एक्स-किरण के थॉमसन प्रकीर्णन में अपरूपता/विषमदैशिकता का प्रयोग कॉस्मिक एक्स-किरण के रैखिक ध्रुवीकरण की डिग्री व कोण को मापने के लिए किया जाता है। कई प्रकार के कॉस्मिक एक्स-किरण स्त्रोतों में कुछ स्त्रोतों जैसे संचयन प्रेरित एक्स-किरण पल्सर एवं ब्जेजर्स में ठोस ध्रुवीकरण के साथ कुछ रैखिक ध्रुवीकरण होने की अपेक्षा की जाती है। इनके एक्स-किरण ध्रुवीकरण मापनों से इन स्त्रोतों के कुछ प्रमुख वैज्ञानिकीय पहलुओं पर महत्वपूर्ण खोज की जा सकती है। इसके होते हुए भी, एक्स-किरण ध्रुवीकरण मापन अभी तक अन्वेषण का अछूता क्षेत्र है। आज तक, एक्स-किरण ध्रुवीकरण मापन के लिए केवल एक प्रयोग किया गया है और क्रेब नेबुला ही इसके ध्रुवीकरण का निश्चित ताप का एकमात्र स्त्रोत है। आरआरआई के खगोलज्ञ आकाशीय निकायों से ध्रुवीकृत एक्स-किरण को खोजने की विधियाँ विकसित कर रहे हैं तथा इन ध्रुवीकृत एक्स-किरणों को खोजने के लिए एक्स-किरण उपकरण बना रहे हैं। इसके लिए, 5-30keV के दायरे में संवेदनशील एक्स-किरण ध्रुवमापी का विकास कार्य अभी चल रहा है और इसरो के सहयोग से अंतरिक्ष में स्थापित किये जाने के उद्देश्य से प्रगतिरत है। एक प्रयोगालयी मॉडल का निर्माण व परीक्षण सफल हुआ है। अभियांत्रिक मॉडल की अभिरचना व संरचना पर अभी कार्य चल रहा है। ध्रुवमापी के विकासात्मक कार्य जो पिछले वर्ष पूर्ण

हो चुके हैं, में शामिल हैं: संधानक (कोलिमेटर) की जांच करना (कैलीब्रेशन), अंतरिक्ष योग्य अग्रांत वैद्युतिकी की संविरचना, संसाधन वैद्युतिकी अनुरक्षण एवं फोटो-इलेक्ट्रॉन ध्रुवमापी की अभिरचना।

इस परियोजना में प्राप्त उपलब्धियों व अनुसंधान संभाव्यता के आधार पर इसरो में स्मॉल सेटेलाइट प्रोग्राम के प्रोग्राम निदेशक द्वारा स्मॉल सेटेलाइट मिशन को मूर्त रूप देने के लिए एक समिति का गठन किया गया है।

पोलिक्स के अलावा, एक्स-किरण पल्सर आधारित अंतरग्रहीय नेविगेशन तंत्र के विकास के लिए प्राथमिक जांच/परीक्षण चल रहा है। वर्तमान में प्रयोग की जा रही तकनीकों के उपर ऐसे उपकरणों का फायदा होगा उनकी स्वतंत्र स्थिति एवं स्वचालित प्रचालन। दो स्त्रोतों की स्थायित्व प्रोफाइलों का इस उद्देश्य हेतु गहनता से अवलोकन किया जा रहा है।

एस्ट्रोसेट

बहु तरंगदैर्ध्य खगोलिकी के इसरो उपग्रह मिशन की अभिरचना न्यूट्रान स्टार एक्स-किरण बाइनरीज, AGNs (सक्रिय मंदाकिनीय न्यूक्ली), मंदाकिनियों के क्लस्टर, स्टेलर कोरोनी, आकाशीय सर्वेक्षण इत्यादि का अध्ययन करने के उद्देश्य से की गई है। आरआरआई दो सहयोगियों ISAC, बेंगलूर एवं SAC, अहमदाबाद के साथ मिलकर वृहत क्षेत्रीय एक्स-किरण आनुपातिक काउंटर (LAXPC) जो ASTROSAT के पेलोड में से एक है, जिसका उपयोग एक्स-किरण समयन व उच्च ऊर्जा बैण्ड पर निम्न रेजोल्यूशन स्पेक्ट्रल अध्ययन करने के लिए किया जाना है, पर कार्य कर रहा है। LAXPC की अभिरचना वृहत फोटॉन संकलन क्षेत्र प्राप्त करने के लिए की गई है ताकि एक्स-किरण स्त्रोतों से चमकीले व मध्यम तीव्रता के एक्स-किरण प्रकाश वक्र में उच्च ऊर्जा गुणधर्मों का विस्तृत अध्ययन किया जा सके। ASTROSAT-LAXPC उपकरण के समयन व स्पेक्ट्रल कैलिब्रेशन पर कार्य पूर्ण हो चुका है एवं LAXPC आंकड़ों में कमी के लिए सॉफ्टवेयर की अभिरचना पर कार्य अभी जारी है। समयन अर्हता व कैलिब्रेशन कार्य का प्रमुख उद्देश्य है LAXPC संसूचक व संसाधन इलेक्ट्रॉनिक्स के समय पर प्रतिक्रिया में क्रमिक अनिश्चितताओं को कम से कम करना।

15-मीटर फैन-बीम दूरदर्शक:

आरआरआई के खगोलिकी व ताराभौतिकी समूह के सदस्यों ने रेडियो दूरदर्शक जो फैन बीम दूरदर्शक को एक अवयव की तरह उपयोग करता है की दो नई प्रकाशीय अभिरचनाओं को प्रस्तावित किया है। वर्तमान में, आरआरआई फैन बीम दूरदर्शक निम्न आवृत्ति (FBT-LF) को बनाने में प्रयासरत है जिसका उद्देश्य इसकी कार्यपद्धति व नई अभिरचना के आशांवित लाभों को प्रस्तुत करना है। एक बार जब यह बना लिया जाता है, तब, यह उक्त दोनों प्रकाशीय अभिरचनाओं का रास्ता खोल देगा। इसके लिए 7-14 GHz दायरे पर कम प्रतिध्वनि वाले प्रवर्धक सहित, एक Ku-बैंड संग्राहक चैन का भी निर्माण किया जा रहा है। हाल ही में, एक और अनूठी विधि को प्रस्तावित किया गया है जो एकल डिश को छोटे-अंतराल वाले आंकड़ों को संश्लेषण साधन के लिए एकत्रित करने में समर्थ बनाता है। यह विधि एंटीनाओं की सतही विचलन की सटीक माप भी प्रदान करती है। इस पर हाल में किया गया कार्य एक योजना को प्रस्तुत करता है जो पारस्परिक संस्थति में दो FBTs का उपयोग करता है। यह आकाश में दो ऑर्थोगोनल फैन बीमों में प्रारुपित कर सकता है जिन्हें वृहत तात्कालिक मैप बनाने के लिए पारस्परिक-सहसंबंधित किया जा सकता है। इस विन्यास को "रेडियो खगोलिकी के लिए एक सक्षम रैखिक अरे प्रतिचित्रण" नाम दिया गया है। एक अन्य उपकरण की अभिरचना सहसंबंधन मापन के लिए की गई है जो "एक अवयवी अंतरफ्लकमापी" है जहाँ रिले की प्रावस्था स्विचन तकनीक को एकल डिश में या तो अनुकूल या प्रतिकूल संग्राहक के अनुरूप बनाया गया है।

कॉस्मिक रेडियो बैकग्राउंड डिस्टोर्शन

डिस्टोर्शन (डिटेक्शन ऑफ स्पेक्ट्रल सिग्नेचर्स ऑफ कॉस्मिक बेरयॉन इवोल्यूशन) खगोलिकी व ताराभौतिकी समूह के अंतर्गत एक संगठन है जो पुन:आयनीकरण की पूरी तरह से पुन:संयोजन अवधि से उत्पन्न कॉस्मिक रेडियो व माइक्रोवेव बैकग्राउंड में कमजोर स्पेक्ट्रल डिस्टोर्शनों (विकृतियों) को खोजने के लिए सटीक स्पेक्ट्रल रेडियोमापी बनाने के लक्ष्य में एक साथ कार्य कर रहा है। जब ब्रम्हाण्ड में प्रथम चमकीला पदार्थ उत्पन्न हुआ उस समय से न्यूट्रल हाइड्रोजन परमाणुओं से संकेतों का संसूचन एक चुनौतीपूर्ण कार्य है। संसूचन खगोलविदों को अंधकार काल के दौरान भौतिक प्रक्रियाओं को समझने में मदद करता है तथा तदनुरूप, EoR, जो कि प्रथम तारों के प्रारूपण को समझने के लिए आवश्यक हैं, एवं मंदाकिनियों के साथ-साथ का इसकी वर्तमान अवस्था तक विसरित अन्त:स्थ माध्यम के क्रमविकास को समझने में मदद करता है। वैश्विक अथवा ब्रम्हाण्डिकीय पुन:आयनीकरण से पूर्ण-आकाशीय 21 सेमी एक 10 से लेकर 100 mK संकेत तक की स्पेक्ट्रल विकृति है और यह 30-200MHz तक की आवृत्ति सीमा में खोज्य संघटक के रूप में कॉस्मिक रेडियो बैकग्राउंड में उपस्थित है। इन संकेतों को खोजने की दिशा में, आरआरआई के शोधकर्ता SARAS (शेप्ड एंटीना मेजरमेंट ऑफ दी बैकग्राउंड रेडियो स्पेक्ट्रम) प्रयोग पर कार्य कर रहे हैं जहाँ वे आवृत्ति से स्वतंत्र (आवृत्ति मुक्त) एंटीना, स्व-परीक्षण योग्य संग्राहक और एक ब्रॉडबैंड परिशुद्धता डिजीटल स्पेक्ट्रोमीटर से निहित एक स्पेक्ट्रल रेडियोमापी तंत्र/प्रणाली को निरंतर अभिरचित, परिनियोजित, परीक्षित व संवर्धित कर रहे हैं। केवल उपयोग किये जा रहे संग्राहक के वर्गीकरण-विज्ञान तक सीमित न रहते हुए रेडियो आवृत्ति मध्यस्थ वातावरण का भी उपयोग कर प्रेक्षण करना भी हमारा उद्देश्य है।

हाइड्रोजन व हीलियम में ब्रम्हाण्डिकीय पुन:संयोजन के दौरान सभी बंध-बंध परिवर्तनों के परिणामस्वरूप अवशेषी विकिरणों के स्पेक्ट्रम में स्पेक्ट्रल गुणधर्म आ जाते हैं और ब्रम्हाण्डिकीय विस्तारण के साथ ये रेडशिफ्ट आज cm व mm तरंगदैर्ध्य के रूप में दिखाई देती हैं। ये योगात्मक/संकलनी फ ोटॉन जैसा कि पुन:संयोजन की भौतिकी की हमारी समझ से अनुमान लगाया गया, सीएमबी स्पेक्ट्रम में एक 'छोटी' स्पेक्ट्रल संरचना के रूप में दिखाई देने चाहिए। पुन:संयोजन अवधि के लिए परिशुद्ध स्पेक्ट्रोमीटर अरे (व्यूह रचना) APSERs ब्रम्हाण्डिकी पुन:संयोजन अवधि से इन पुन:संयोजन रेखाओं को खोजने का एक साहसिक कार्य है।वर्ष 2014-2015 में, आरआरआई ने इन पुन:संयोजन रेखाओं के प्रायोगिक खोज के लिए संभाव्यता का अध्ययन किया और संसूचन के लिए 2-6 GHz बैंड में प्रोटोटाइप (प्राथमिक अवस्था का) स्पेक्ट्रल रेडियोमीटर की तंत्रिका अभिरचना व संविरचना का कार्य प्रारंभ किया।

SWAN: (इंडियन स्काई वॉच नेटवर्क) (भारतीय आकाश पर्यवेक्षण तंत्र)

आरआरआई ने निम्न उद्देश्यों की पूर्ति के लिए भारतभर में विस्तृत बैंड आकाश पर्यवेक्षण अरे तंत्र की अभिरचना, विकास व उपयोग को प्रस्तावित किया है:

खगोलीय स्त्रोतों से उद्भवित तीव्र (विशेष रूप से सेकण्ड के कुछ अंश तक रहने वाली) व धीमी क्षणिक रेडियो विकिरणों की खोज व अध्ययन को सुसाध्य बनाने के लिए।

निम्न रेडियो आवृत्तियों पर पृथक मंदाकिनी व बाह्य मंदाकिनीय स्त्रोतों के उच्च कोणीय रेजोल्यूशन प्रतिबिम्बन लेने व सुसाध्य बनाने के लिए।

व्यूह रचना तंत्र का उपयोग करते हुए अभिरचना स्थिति से लेकर अनुसंधान तक स्नातक व

स्नातकोत्तर छात्रों को उनकी सीधी व सक्रिय प्रतिभागिता द्वारा SWAN के सभी पहलुओं पर शामिल करने व अनुभव प्रदान करने तथा प्रशिक्षित करने के लिए।

प्रत्येक स्थान पर लगभग 1000 sqm अरे क्षेत्र का प्रस्तावित प्रतिस्पर्धी समन्वयित तंत्र 50-500 MHz से भी अधिक की आवृत्ति में दशों वर्ष के क्रियाकलाप को तीन चरणों में विकसित किया जाएगा।

पहले चरण में, औसतन रूपरचना (सेटअप) को लिये जाने की योजना है ताकि महत्वपूर्ण विशेषताओं को पहचाना व प्रस्तुत किया जा सके। वर्ष 2014-15 के दौरान, पिछली परियोजनाओं (जीबीटी संग्राहक, एमडब्ल्यूए टाइल्स व बीम-प्रारूपक) के उपलब्ध हार्डवेयरों (यंत्रोपवस्तुओं) का उपयोग करते हुए एक उभयनिष्ठ सकरे बैंड पर प्रचालित 8 स्वतंत्र स्टेशनों के साथ रूपरचना को यथार्थरूप देने पर ध्यान केंद्रित रहा है। एक बार जबकि यह रूपरचना विकसित हो जाती है व गौरीबिदनूर फील्ड स्टेशन में परीक्षण हो जाता है, तब इस तंत्र का 8 विभिन्न जगहों पर पुनःस्थापन के बारे में विचार किया जाएगा। परीक्षण प्रेक्षणों में शामिल होंगे: विशेष खगोलिकीय अभिरूचि की कुछ चयनित दिशा में रेडियो कर्मिकों के लिए लक्षित खोजें, एवं जीएमआरटी से समन्वयित प्रेक्षण।

इसका अप्रत्यक्ष उद्देश्य है SWAN को विकसित करने के लिए 40 से भी अधिक तकनीकों व विज्ञान संस्थानों जैसे IITs, NITs, IISERs & NISERs के अलावा देशभर के कई विश्वविद्यालयों, के साथ-साथ सामूहिक प्रयास की पहल करना। छात्रों की सहभागिता के लिए उपयुक्त स्कूल/कार्यशाला (विद्यमान कार्यक्रमों के समन्वयन से) की व्यवस्था की जा रही है ताकि स्नातक व स्नातकोत्तर छात्रों को रेडियो खगोलिकी, मूलभूत अवधारणाओं व उन्नत विषयों/तकनीकों से औपचारिक रूप से रूबरू किया जा सके जो प्रतिवर्ष कुछ सप्ताह के लिए इस तंत्र में प्रायोगिक अनुभव के साथ होता है। ऐसे प्रथम स्कूल का आयोजन वर्ष 2015 में हुआ। SWAN के प्रत्येक पहलुओं में छात्रों की सक्रिय प्रतिभागिता सहित खगोलिकीय स्त्रोतों के अध्ययन का अनुरोध किया जाएगा और स्पष्टतया प्रोत्साहित/सहायता की जाएगी।

रमेश बालसुब्रमण्यम के रूचिगत अनुसंधान क्षेत्र हमारी व अन्य मंदाकिनियों में विसरित पदार्थ/तत्वों (परमाण्विक, आण्विक व आयनित पदार्थ), एनालॉग व डिजीटल संकेत संसाधन, खगोलिकी के उपकरणन व तकनीक के अंतर्गत निहित हैं।

वर्ष 2014-2015 के दौरान आपकी अनुसंधान गतिविधियों को दो प्रमुख विषय वर्ग में बांटा जा सकता है जो खगोलिकी के उपकरणन व तकनीक एवं संकेत संसाधन से संबंधित हैं। उपकरणन व तकनीक के प्रथम विषयांतर्गत, उनकी प्रमुख परियोजनाओं में से दो हैं: "रेडियो खगोलिकी के लिए एक प्रभावी रैखिक अरे प्रतिबिम्बक" (RB, 2014, MNRAS 444, 2212) एवं "एकल अवयव अंतरफ्लकमापी"(RB, 2014, MNRAS 444, 2128) की विरचना। प्रकाशिक दूरदर्शकों में उनके केन्द्रक में व्यापक स्तर का सीसीडी संसूचक होता है और इसीकारण आकाश का प्रतिबिम्ब तेजी से ले सकते हैं। न्यून आवृत्तियों पर, दूरदर्शकों में अधिक प्राथमिक बीम होती हैं और वृहत क्षेत्र का तेजी से प्रतिबिम्बन के लिए संश्लेषण विधि का उपयोग करती हैं। मिलीमीटर वेव आवृत्तियों पर, छोटे दूरदर्शकों के लिए भी प्राथमिक बीम छोटी होती है और संसूचक अरे केवल छोटे मण्डल को आवरित करते हुए साधारण आकार के होते हैं, जो वृहत क्षेत्र का तेजी से प्रतिबिम्बन के लिए अनुपयुक्त होते हैं। इसके अलावा, संश्लेषित अरे में छोटे अंतराल पर प्रतिक्रिया का अभाव होता है जो उच्च आवृत्तियों पर विशेष प्रकार से विशुद्ध/सटीक बन जाती है और उन्हें विसरित, वितरित गैसों के सर्वेक्षण के लिए अनुपयुक्त बनाती हैं। पिछले दो वर्षों में, रमेश निम्न दो प्रश्नों का हल ढूंढने का प्रयास कर रहे हैं: (i) आण्विक खगोलिकी की सर्वेक्षण तीव्रता को कैसे बढ़ाया जा सकता है ? (ii) मिलीमीटर अरे दूरदर्शकों के छोटे अंतराल की प्रतिक्रिया को कैसे संवर्धित किया जा सकता है ?

जारी अनुसंधान

रेडियो खगोलिकी के एक प्रभावी रैखिक अरे प्रतिबिम्बक (RB, 2014, MNRAS 444, 2212) में, रमेश ने एक प्रकाशिक प्रयोजना को प्रस्तुत किया है जो आकाश में ऑर्थोगोनल फैन बीम के दो समुच्चय बनाते हैं जिन्हें एक वृहत तात्क्षणिक मानचित्र बनाने के लिए परस्पर सहसंबंधित किया जा सकता है। उन्होंने दिखाया कि संग्राहकों की समान संख्या को अन्य तरीके से इस्तेमाल करने की तुलना में ऐसा करने में $\sqrt{2}$ के गुणक से सर्वेक्षण तीव्रता संवर्धित होती है। यह मिलीमीटरवेव पर मुख्यतया वृहत क्षेत्रीय सर्वेक्षण को व्यवहार्य बनाएगा। उक्त पारस्परिक-दूरदर्शक में, रमेश ने क्रॉस-विन्यास में दो फैन बीम दूरदर्शकों (FBTs) का उपयोग किया है। इस आधार पर, फैन बीम दूरदर्शक की ऑफ-एक्सिस प्रदर्शन का अध्ययन महत्वपूर्ण हो गया है। पूर्व में, समूह ने केसग्रेन FBT के लिए किरण-अनुरेखण (ट्रेसिंग) अन्वेषण किया और उत्साहवर्धक परिणाम प्राप्त किया। अब वे इस अध्ययन को भौतिक प्रकाशिक अनुकरण को शामिल करन के लिए आगे बढ़ा रहे हैं।

एकल अवयव अंतरफलकमापी (RB, 2014, MNRAS 444, 2128) में, रमेश ने संगत अथवा असंगत संग्राहकों में से किसी एक के साथ फिट एकल डिश के लिए रिले की अवस्था स्विचन तकनीक को स्वीकारा है ताकि सहसंबंधन मापन संभव हो सके। यह विधि सब-अपर्चर अंतरफ्लकमापी बन गई है क्योंकि यह अपर्चर को दो संपूरक सब-अपर्चर में बांटती है और केंद्र में दो-अपर्चरों से प्राप्त क्षेत्रों के मध्य सहसंबंधन को मापती है। इसका तात्पर्य है कि एकल डिशों से विश्वसनीय सतत सर्वेक्षण किया जा सकता है। इसके अतिरिक्त, संश्लेषित अरे अवयव के रूप में जैसे दूरदर्शक अल्प अंतराल के आंकड़ों को जोड़ेगा जो मुख्यतया मिलीमीटर वेव पर वृहत पैमाने पर सहजता से वितरित उत्सर्जन का प्रतिबिम्बन लेने के लिए बहुत महत्वपूर्ण है।

हाल ही में, रमेश ने रेडियो दूरदर्शक के सतही विचलन के मापन के लिए सब-अपर्चर अंतरफ्लकमापी के सिद्धांत को भी प्रयुक्त किया है। इस विधि के अन्य पारंपरिक विधियों जैसे रेडियो-होलोग्राफी एवं फोटोग्रामेट्री की तुलना में अधिक लाभ हैं और विशिष्ट परिस्थितियों में उनकी तुलना में तीव्र भी हो सकती हैं। यह आकाशीय स्त्रोतों का उपयोग कर सकती हैं और विभिन्न ऊचाईयों पर सतही विचलन को माप सकती हैं। यह त्रुटियों/दोषों को समझने में भी जबरदस्त (सक्षम) साबित होती हैं। इस कार्य पर एक रिपोर्ट तैयार की जा रही है जिसे शीघ्र ही एक पत्रिका में प्रकाशन के लिए भेजा जाएगा।

फैन बीम दूरदर्शक के पीछे निहित सिद्धांतों को प्रस्तुत करने के व्यापक लक्ष्य के साथ, रमेश एव आदित्य पी (आगंतुक छात्र, आरआरआई) एक यूनिट भी तैयार कर रहे हैं जो Ku-band (6-16 GHz) पर प्रचालित हो सके। इसके पृष्ठ को mm पर सटीकता से स्थापित करने के लिए, उन्होंने व्यावसायिक रूप से उपलब्ध लेज़र दूरी मापक (Fluke D416) का उपयोग करते हुए कोआर्डिनेट मेज़रिंग मशीन (समायोजन मापक मशीन) का निर्माण किया है। उन्होंने एक माउंट बनाया जो एक बिन्दु तक LDM को दो ऑर्थोगोनल दिशाओं में चलाने की अनुमति देता है जबकि तीसरी दिशा लेज़र की दिशा होती है।

इसे विरचित ढ़ांचे के शीर्ष में लगाया गया है और इसका उपयोग करते हुए, वे दूरदर्शक की सतह/पृष्ठ को जल्द ही सेट कर देंगे। इस कार्य को पत्रिका में जल्द ही प्रतिवेदित किया जाएगा।

संकेत संसाधन के दूसरे विषयांतर्गत, रमेश फॉरवर्ड इरर करेक्टिंग कोड्स (FECCs) में पार्वती चन्द्रशेखरन (अनुसंधान सहायक, आरआरआई) के साथ इस कार्य के प्रमुख अंश पर कार्य कर रहे हैं। FECCs त्रुटियों के संसूचन व सुधारने के लिए आधिक्यता (redundancy) का उपयोग करते हैं जो सूचना भंडारण, पुनःप्राप्ति,व स्थानांतरण के दौरान घटित होती है। इनका उपयोग बेतार व तारीय डिजीटल संचार के साथ-साथ डाटा भंडारण व पुनःप्राप्ति में किया जाता है। विभिन्न परिस्थितियों के अंतर्गत विभिन्न कोडों की सक्षमता का अध्ययन और कोडिंग व डिकोडिंग की सटीकता (efficiency) का वर्धन इस संकेत-संसाधन डोमेन में एक महत्वपूर्ण कदम है। ये संश्लेषित अरे से संबंधित हैं जैसे SKA, जो वृहत आंकड़ों को तैयार करता है जिनका कि व्यापक स्तर पर वितरित तत्वों/अवयवों से केंद्रीय संसाधन इकाई तक उच्च गति से संचारित, भंडारित व पुनःप्राप्त किये जाने की आवश्यकता होती है। उच्च डाटा दर बेतार संचार भी अन्य आधुनिक अनुप्रयोगों के लिए महत्वपूर्ण है। इंटर सिम्बॉल इंटरफेरेंस (ISI) एवं बहुमार्ग प्रसारण के कारण फ्रिक्वेंसी सिलेक्टिव फेडिंग पर बाधा पहुँचती है। इन समस्याओं को, तथापि, ऑर्थोगोनल फ्रिक्वेंसी डिवीजन मल्टीप्लेक्सिंग (OFDM) एवं मल्टी-इनपुट मल्टी-आउटपुट (MIMO) एंटीना प्रणाली के साथ कम किया जा सकता है। विद्यमान अध्ययन विभिन्न FECCs के निष्पादनों का विश्लेषण करते हैं परंतु सामान्य लिंग संस्थति का उपयोग करते हुए कोई भी क्रमिक विश्लेषण पर ध्यान नहीं देता। हाल ही के अनुकरण अध्ययन (PC & RB, 2014, IETE-JoR, 61(1), 56-64) में, रमेश ने सामान्य MIMO-STBC-OFDM संचार लिंग का प्रयोग कर, 100 Mbps की मूल दर से डाटा स्थानांतरित करते हुए इस अंतराल को खत्म कर दिया है। वे तीन विभिन्न FECCs के निष्पादनों का प्रत्येक का 0.5 से 1 के रेंज में बहु कोड दरों, चार सिम्बॉल मैपिंग योजना के लिए AWGN की SNR के दायरे में उपर तथा दो फेडिंग प्रकारों के साथ विश्लेषण करते हैं।

वर्तमान में, वे इस कार्य को ब्लॉक प्रोडक्ट कोड्स को शामिल करने के लिए इस कार्य को बढ़ा रहे हैं। ये बहुआयामीय कोड्स हैं जो ऑर्थोगोनल दिशा में आधिक्यता बनाती है और इसी कारण FECC दक्षता का संवर्धन होता है। उन्होंने सामान्य एवं विस्तरित हेमिंग कोडों को अवयवी कोड्स की तरह उपयोग करते हुए 2 व 3 विमीय उत्पाद कोड्स का क्रमिक अध्ययन पूर्ण कर

लिया है। भले ही अभी तक उन्होंने त्रुटि संसूचन व सुधारने के लिए हार्ड-डिसीजन एप्रोच का उपयोग किया, वे अब सॉफ्ट डिकोडिंग लागू करने पर कार्य कर रहे हैं जो आगे निष्पादन दक्षता को सुधार/बढ़ा सके।

भारत में विविध अक्षमता के लगभग 2.7 करोड़ लोग हैं। इसमें से 60 लाख लोग लोकोमोटिव अक्षमता से ग्रस्त हैं। इसीलिए, यह सामाजिक उत्तरदायित्व है कि सुदृढ़, विश्वसनीय, कम खर्चीला व कम ऊर्जा खपत वाला उपकरण बनाया जाए जो उनके रहन-सहन की गुणवत्ता को सुधारने/अच्छा करने में मदद कर सके। लकवा अथवा अंग-क्षीणित रोगी अपने सामान्य दैनिक कार्यकलाप के लिए अन्य व्यक्तियों की सहायता पर पूर्णतया निर्भर हैं। यह महंगा (दूसरे व्यक्ति का समय लगाना) और रोगी के स्वाभिमान को भी ठेस पहुँचाता है। भरोसेमंद मशीनचालित पहियेदार कुर्सी (व्हीलचेयर) कुछ हद तक इस समस्या को हल करती है, कम से कम अपने घर की परिसीमा में। यदि रोगी जॉयस्टिक के प्रचालन में असमर्थ है तो ऐसी परिस्थितियों में, ध्वनि-आधारित पहियेदार कुर्सी का परिचालन आवश्यक हो जाता है। ध्वनि पहचानने वाले हार्डवेयर भी उपलब्ध हैं, परंतु सीमित सटीकता व शब्दावली के साथ। सॉफ्टवेयरगत समाधान विश्वसनीय व मापनीय हैं। मोबाईल उपकरणों की संगणनीय क्षमता में प्रगति व विश्वसनीय एवं ओपन सोर्स स्पीच रिकगनीशन इंजन जैसे Pockesphinx की उपलब्धता ने रमेश और उनके सहयोगियों जुनैद अहमद (परियोजना अभियंता, आरएएल, आरआरआई), अरासी सत्यमूर्ति (आरएएल, आरआरआई) को विश्वसनीय मजबूत एवं कम खर्चीला ओपन सोर्स वोईस कमाण्ड इंटरफेस किट को विकसित करने के लिए तत्पर किया है। उन्होंने इसके अभिविन्यास हार्डवेयर व सॉफ्टवेयर दोनों की अभिरचना पूरी कर ली है, सॉफ्टवेयर को सरल ढ़ांचे के रूप में तैयार किया गया है ताकि इसे किसी भी ध्वनि आधारित एप्लीकेशन के साथ सरलता व तेजी से अनुकूलित किया जा सके। इसकी कौशलता का परीक्षण करने के लिए, उन्होंने किट को ध्वनि-परिचालित मशीनीकृत पहियादार कुर्सी में लगाया है। हाल ही में, समूह ने एक लेख प्रस्तुत किया है जो किट, इसके व्हीलचेयर एप्लीकेशन व परिणामों (JA, AS, RB 2015, under review with IEEE Transactions on Human-Machine Systems)का विवरण/जानकारी देता है।

स्वतंत्र भरण रोबोटिक भुजा एक और एक उपकरण है जो समाज कल्याण से संबंधित है जो भारत में अंग-क्षीणित रोगियों की प्रगति में सहायक सिद्ध हो सकता है। रमेश एवं प्रेम जे (आगंतुक छात्र, आरआरआई), अदलीसन पी (SASTRA यूनिवर्सिटी, तंजोर) ने MES व RRI की सेवाओं का उपयोग करते हुए 5 डिग्री तक घूमने वाली स्वतंत्र रोबोटिक भुजा को विकसित किया है और इसे स्वतंत्र रूप से परिचालित करने के उद्‌देश्य से इसका प्रतिकूल किनेमेटिक एवं गतिक विश्लेषण किया है। वे इसे स्वतंत्र बनाने के लिए वस्तुओं को पहचानने व दृश्यात्मक प्रतिक्रिया के गुण का जोड़ने की दिशा में प्रयत्नशील हैं। इसे भी पत्रिका में जब उपकरण क्रियाशील हो जाएगा, तब प्रतिवेदित किया जाएगा।

अविनाश देशपाण्डे की अनुसंधान गतिविधियाँ रेडियो खगोलिकी, संकेत व प्रतिबिम्बन संसाधन, रेडियो चलायमान व पल्सर, ध्रुवीकरण एवं उपकरणन के अतिरिक्त EoR के वैश्विक सिग्नेचर के संसूचन में हैं।

पिछले वर्ष के दौरान, आपने कुमार रविरंजन (पीएचडी छात्र, आरआरआई) के साथ मिलकर पल्सरों से रेडियो उत्सर्जन में न आने वाली पल्स के संसूचन का अध्ययन किया। उत्सर्जन की पल्स जैसी प्रकृति (सतत उत्सर्जन के विपरीत) पल्सरों के निर्धारित गुणधर्म पर आधारित है। नकी औसतन तीव्रता, यदि उन्हें सतत उत्सर्जन की तरह स्पष्ट किया जाना है, अधिकतया अन्य सतत स्त्रोतों से संभाव्य भ्रांति की उपस्थिति में संसूचन के लिए बहुत कमजोर है। पल्सीय (स्पंदीय) उत्सर्जन का विस्तृत अध्ययन किया गया है और पल्सरों के भौतिक प्रतिचित्र की हमारी समझ का कारण बनता है। तथापि,

प्रश्न कि क्या पल्सर विकिरण में वास्तव में तात्विक सतत अवयव के अतिरिक्त खास स्पंदित सिग्नेचर है अथवा क्या आवधिक उत्सर्जन मुख्य / अंतर-पल्स विंडो से अधिक बढ़ाई जाती है, पल्सर अध्ययन के प्रारंभिक दिनों से रूचिकर विषय रहे हैं। हगनिन और अन्य (1971) एवं पेरी, लिन (1985) ने पल्सर उत्सर्जन के तथाकथित बंद-स्पंदन (पल्स)/ गैरस्पंदित / स्थिर अवयव की खोज का प्रयास किया और पल्सरों के सामान्य प्रतिबिम्ब के अनुमान पर चर्चा की। हाल ही में, बासु और अन्य (2011) ने GMRT का उपयोग करते हुए दो लम्बी-अवधि की पल्सरों से बंद-पल्स उत्सर्जन के संसूचन को प्रतिवेदित किया, जिसने बंद-पल्स उत्सर्जन की प्रकृति के संबंध मं कई प्रश्नों को उठाया, जैसे कहाँ और कैसे इनका उद्भव हुआ और संभाव्य उत्सर्जन यांत्रिकी इत्यादि (Basu et al)। इस कार्य में, देशपाण्डे ने प्रश्न किया कि इसके पल्सर से उद्भव का कारण बताने में अभी तक उपयोग किये गए मानदण्ड को संतुष्ट करता प्रत्यक्ष बंद-पल्स-उत्सर्जन सिग्नेचर क्या किसी मापन प्रणाली में अनादर्शता का परिणाम हो सकता है। अनुकरणों के द्वारा, वे यह दर्शाने में सक्षम रहे कि उपघटन से होते हुए प्रसारित बैंड में से रिसाव बंद-पल्स क्षेत्रों में आनुपातिक योगदान का परिणाम हो सकता है और उच्चतर डीएम पल्सरों के लिए ऐसा उत्तरोत्तर बढ़ा है।

करिश्मा बंसल (आईआईएसईआर, पुणे) के साथ देशपाण्डे ने RRI-GBT MBR डाटा से सक्रिय स्पेक्ट्रा को भी उद्धरित किया है। आवृत्तियों के प्रकार्यन की तरह टिमटिमाहट की विशेषता का अध्ययन करने के उद्देश्य से, एक उपयुक्त संसाधन पाइपलाइन को विकसित किया गया ताकि कुल आधिक्य सक्रिय स्पेक्ट्रा को प्राप्त किया जा सके। इसमें प्राप्त संपीड़न के प्रभाव को सुधारना, रेडियो-आवृत्ति व्यवधानों को सावधानीपूर्वक पहचानना व उन्हें दूर करना, तथा अधिकतम निर्बाध बनाना शामिल है। अभी MBR के विविध बैंडों से ऐसे स्पेक्ट्रा को प्राप्त करने की योजना है जिनसे साथ में, टिमटिमाहट के अध्ययन में, अभी तक अप्रयुक्त विमाओं को प्रदान करने की उम्मीद की जाती है।

राधाकृष्णन वे रेनकिन (1990) द्वारा यह बताया गया था कि पल्सरों में आंतरिक वृत्ताकार ध्रुवीकरण उत्सर्जन बीम के आकार पर निर्भर करता है। आवृत्ति से वृत्ताकार ध्रुवीकरण की मात्रा के क्रमिक विकास की उम्मीद का आंकलन करने के लिए, देशपाण्डे और मारिया कुरूविला (आगंतुक छात्र, आरआरआई) ने चुम्बकीय ध्रुव से दूरी के साथ-साथ उत्सर्जन ऊंचाई के प्रकार्यन के रूप में उप-बीम के आकार में संभाव्य संशोधन कर सैद्धांतिक आंकलन किया है। वे पाते हैं कि उप-बीम आकृति ऊंचाई के साथ बदलती है, परंतु आंकलित परिवर्तन कम से कम स्वीकारी गई ऊंचाई के स्तर में नगण्य सा लगता है। इसका पल्सर में आंतरिक वृत्ताकार ध्रुवीकरण के लिए महत्वपूर्ण संबंध है।

विश्वसनीय उपकरणीय ध्रुवीकरण कैलिब्रेशन का अध्ययन जारी रखते हुए, वसीम राजा (आरआरआई, कॉटन कॉलेज यूनिवर्सिटी, गुवाहाटी) एवं देशपाण्डे ने साथ में कार्य करते हुए रेडियो खगोलिकी उपकरण के ध्रुवीकरण के कैलिब्रेशन के लिए कुछ संभाव्य गैर-पारंपरिक तकनीकों का अन्वेषण किया है। उन्होंने नई पीढ़ी के दूरदर्शकों में लागू एलिगेंट फूरियर आधारित विधि को प्रस्तावित किया जिनका कि स्वतंत्रता की एक अतिरिक्त कोटि जैसे डिश के चारों तरफ घूर्णन अथवा फीड अक्ष के साथ विरचना की जा रही है। उन्होंने निश्चित उपकरणीय गुणधर्मों के वर्गीकरण में वृत्तीय रूप से ध्रुवीकृत संकेतों की उपयोगिता को भी स्पष्ट किया। क्रेब विशालकाय पल्सों में देखी गई अति क्षणिक अवधि (नैनो सेकण्ड) में विशुद्ध वृत्ताकार अवस्था की घटना ने उपकरणीय कैलिब्रेशन, विशेषकर बैण्डपास कैलिब्रेशन में उनकी उपयोगिता की ओर ध्यान आकर्षित किया है।

निशांत सिंह (जेएपी छात्र, आरआरआई एवं नॉर्दिता, स्वीडन) के सहयोग में देशपाण्डे ने रोचे पोटेंशियल में स्टेलर विंड की गतिकी का पता लगाया: खगोलिकीय मेसर्स एवं जनरेशन ऑफ बैरोक्लीनिसिटी से संबंधित बहिर्वाह एवं आवधिकताओं की उलझन। उन्होंने बाइनरी प्रणाली में से एक निकाय के तारिकीय

गैस की गतिकी का अध्ययन किया जहाँ अन्य निकाय केवल गुरूत्वाकर्षणीय रूप से ही अंत:क्रिया करते हैं। विशेष रूप से,

(i) उन्होंने मेसर तीव्रता में प्रेक्षित आवधिक विचलन के उद्भव का अध्ययन किया।

(ii) उन्होंने बाईपोलर आण्विक बहिर्वाह की प्रकृति को स्पष्ट किया। और

(iii) वे उसी स्थापित मॉडल में बैरोक्लीनिसिटी के उत्पादन को दर्शाते हैं।

सीधे सांख्य अनुकरण एवं अग्रिम सांख्य मॉडलिंग से, वे पाते हैं कि दी गई दृश्यगत रेखा में मेसर तीव्रता आवधिक रूप से पदार्थ सघनता की आवधिक मॉडुलेशन के कारण बदलती है। यह मॉडुलेशन अवधि बाइनरी अवधि के संगत है। इस मॉडल का एक अन्य गुण है गैसीय क्रमविकास की विलम्ब अवस्थाओं में समय के सापेक्ष बहाव की वेग संरचना में अपरिवर्तित रहना। इसीकारण चुनी गई दृश्य रेखा के सापेक्ष मेसिंग स्पॉट की जगह उसी स्थानिक जगह पर रहती है और इस प्रकार स्वभावत: प्रेक्षणीय तथ्यों को स्पष्ट करती है। यह मानक स्थान-वेग प्रवाह में प्रेक्षित किया गया है तथापि, अधिकतर बाह्य प्रवाह के लिए उत्तरदायी कई अन्य स्पष्ट स्थितियाँ हैं। दिलचस्प बात है कि, वे बाइनरी प्रणाली के चारों ओर प्रवाह में बैरोक्लीनिसिटी के निर्माण को भी पाते हैं जो अन्य जगह प्रस्तावित करता है जहाँ सीड चुम्बकीय क्षेत्र को मंदाकिनियों के भीतर बियरमान बैटरी यांत्रिकी के कारण निर्मित किया जा सकता है।

देशपाण्डे का एक अन्य प्रमुख अध्ययन वर्ष 2014-2015 के दौरान था जो GALFACTS सर्वेक्षण डाटा के लिए तीव्र-क्षणिक संसूचन पाइपलाइन से युक्त है। तपसी घोष, क्रिस शाल्टर (अरेकिबो ऑब्जर्वेटरी, एनएआईसी, पुटो रिको, यूएसए) और देशपाण्डे का समन्वित प्रयास एक नए एकल-पल्स-सर्च पाइपलाइन को विकसित करने में लगाया जा रहा है जो GALFACTS सर्वेक्षण से 7-बीम डाटा का तीव्र व एक समय में संसाधन इस प्रकार करे कि खोजने के दौरान किसी भी संसूचित बिखरे एकल पल्स के संभावित खगोलिकीय उद्भव का आंकलन तुरंत किया जा सके। पूर्व के पाइपलाइन एक समय में केवल एक बीम डाटा को संसाधित कर सके। नए पाइपलाइन का परीक्षण जल्द ही किया जाएगा।

इलेक्ट्रॉनिक्स के क्षेत्र में देशपाण्डे के प्रायोगिक कार्य में शामिल है RRI-GBT MBR संग्राहक बैकएंडका उपयुक्त संशोधन, जिसे वर्तमान में MWA की 8-टाईल्स के साथ-साथ, SWAN अवस्था-0 के उपयोग के समनुरूप (कांफिगर) किया जा रहा है।

के एस द्वारकानाथ की प्रमुख अनुसंधान अभिरूचियाँ मंदाकिनियों के समूह व क्लस्टरों के क्षेत्र और उच्च z पर HI रेखा के अन्वेषण पर निहित हैं।

पिछले वर्ष के दौरान, उनकी अनुसंधान गतिविधियों ने प्रमुखतया निम्न समस्याओं पर ध्यान दिया:

(i) ड्रिफ्ट स्केन के साथ पुर्नआयनीकरण काल से रेडशिफ्टेड HI 21 सेमी-रेखा का अध्ययन,

(ii) क्लस्टर पैमानीय गैर-ऊष्मीय उत्सर्जन के प्रथम मर्किसन वाइडफील्ड अरे न्यून-आवृत्ति रेडियो प्रेक्षण: एबिल 3667 की स्थिति और

(iii) मर्किसन वाइडफील्ड अरे का न्यून-आवृत्तिपरिवेश: रेडियो-आवृत्ति हस्तक्षेपी विश्लेषण और अल्पीकरण।

रेडशिफ्टेड HI 21-सेमी रेखा में पुन:आयनीकरण काल का संसूचन एक चुनौतीपूर्ण कार्य है। इस कार्य में, द्वारकानाथ और उनके सहयोगियों ने ड्रिफ्ट स्केन नीति का उपयोग करते हुए EoR संकेतों के संसूचन को सूत्रबद्ध किया। इस विधि में संभावित तौर पर बेहतर उपकरणीय स्थायित्वता है जबकि ऐसी स्थिति से तुलना की जाए जहाँ आकाश के एकल पैच को ट्रेक किया जाता है। उन्होंने बताया कि मापी गई दृश्यताओं के मध्य सहसंबंधन समय एक इंटरफेरोमीटर अरे जैसे मर्किसन

वाइडफील्ड अरे, जिसमें चौडी प्राथमिक बीम होती है, के लिए 1-2 घण्टे तक बढ़ सकता है। उन्होंने अधिक समय में दृश्यताओं के पारस्परिक संबंध पर आधारित EoR ऊर्जा का आंकलन किया और दिखाया कि ड्रिफ्ट स्केन नीति संकेत से प्रतिध्वनि के साथ EoR संकेत के संसूचन में सक्षम है जो कि ट्रेकिंग स्थितियों से तुलनीय/ तुलना में बेहतर है। उन्होंने चमकीले बिन्दु स्त्रोतों के सेट के लिए दृश्यता सहसंबंधन का भी आंकलन किया और मत रखा कि चमकीले बिन्दू स्त्रोतों की सांख्यिकीय इनहोमोजिनेटी उनको EoR संकेत (पॉल और अन्य 2014) से पृथक कर सकती है।

105 और 241 MHz के मध्य सुविख्यात एबिल 3667 (A3667) मंदाकिनियों के क्लस्टर का प्रथम मर्किसन वाइडफील्ड अरे प्रेक्षण का इस अध्ययन में विश्लेषण किया गया। A3667 ज्ञात मंदाकिनी क्लस्टरों का सबसे अच्छा उदाहरण है जो डबल रेडियो रेलिक को होस्ट करता है और इसमें फेंट रेडियो हैलो व ब्रिज निहित होना प्रतिवेदित किया गया है। रेडियो हैलोज, रेलिक्स व ब्रिजों का उद्भव अभी भी अस्पष्ट है, तथापि, मंदाकिनी क्लस्टर युग्मन एक मुख्य घटक सा लगता है। द्वारकानाथ ने हिंडसन और अन्य के साथ स्पष्टतया उत्तर-पश्चिम (NW) और दक्षिण-पूर्व रेडियो रेलिक्स का A3667 में संसूचन किया है और 120 एवं 1400 MHz के मध्य दोनों रेलिक्स के लिए -0.9 0.1 के औसतन स्पेक्ट्रल इंडेक्स के साथ 149 MHz पर क्रमशः 28.1 1.7 और 2.4 0.1 Jy इंटीग्रेटेड फ्लक्स सघनता पाई है। वे क्लस्टर के केंद्र की ओर MW रेलिक स्टीपेनिंग के चारों ओर स्पेक्ट्रल इंडेक्स में स्थानीय विचलन के साक्ष्य पाते हैं, जो एजिंग इलेक्ट्रॉन पॉपुलेशन इंगित करता है। ये गुणधर्म उच्चतर आवृत्ति प्रेक्षणों के अनुरूप हैं। उनके संसूचित उत्सर्जन को रेडिया हैलो और ब्रिज के साथ जोड़ा जा सकता है। यद्यपि, खराब तरीक से लिये गए वृहत-पैमानीय मंदाकिनी उत्सर्जन और मिश्रित बिन्दु स्त्रोतों की उपस्थिति के कारण, वे इन गुणधर्मों की यथा प्रकृति को अन्वेषण के दौरान जांचने में असमर्थ रहे। (हिंडसन और अन्य 2014)

मर्किसन वाइडफील्ड अरे एक नई निम्न-आवृत्ति इंटरफेरोमेट्रिक रेडियो टेलिस्कोप है जो भविष्य में स्क्वेयर किलोमीटर अरे के एक स्थान वेस्टर्न ऑस्ट्रेलिया में बनाया गया है। ऑफ्रिंगा और अन्य के साथ कार्य करते हुए द्वारकानाथ ने स्वचालित रेडियो-आवृत्ति इंटरफेरेंस संसूचन नीति जिसे मर्किसन वाइडफील्ड अरे में लागू किया गया, को निर्धारित किया गया, जो कि ओफ्लेगर प्लेटफॉर्म पर आधारित है, और 10 प्रेक्षणरत रातों से 72-231 MHz रेडियो-आवृत्ति इंटरफेरेंस आंकड़ों को प्रस्तुत किया। रेडियो-आवृत्ति इंटरफेरेंस संसूचन 1.1% आंकड़ों को हटाता है। कभी-कभी आयनमण्डलीय अथवा वायुमण्डलीय प्रसारण के कारण डिजीटल टीवी में से रेडियो-आवृत्ति इंटरफेरेंस को समय के 3% के बराबर प्रेक्षित किया गया। रेडियो-आवृत्ति इंटरफेरेंस संसूचन और उन्मूलन के पश्चात, लगभ सभी आंकड़ों को कैलिब्रेट किया जा सका और FM और डिजीटल TV बैंड के अंतर्गत प्रेक्षणों सहित बिना किसी अन्य रेडियो-आवृत्ति इंटरफेरेंस अल्पीकरण प्रयासों के प्रतिचित्रण किया जा सका। इसके परिणामों की पूर्व में प्रकाशित निम्न-आवृत्ति अरे रेडियो-आवृत्ति इंटरफेरेंस सर्वेक्षण के साथ तुलना की गई। मर्किसन वाइडफील्ड अरे के दूरवर्ती स्थान के परिणामस्वरूप निम्न-आवृत्ति अरे के रेडियो परिवेश की तुलना में अधिक स्पष्ट रेडिया-आवृत्ति इंटरफेरेंस परिवेश प्राप्त होता है, परंतु आंकड़ों को विश्लेषित किये जाने के पहले पर्याप्त मात्रा में रेडिया-आवृत्ति इंटरफेरेंस की अभी भी आवश्यकता है। इस कार्य में, समूह ने रेडियो-आवृत्ति इंटरफेरेंस के लिए स्क्वेयर किलोमीटर अरे को और अधिक सुदृढ़ बनाने के लिए अभिरचित विशिष्ट सिफारिशों को भी शामिल किया है। इसमें शामिल हैं: रेडियो-आवृत्ति इंटरफेरेंस संसूचन के लिए पर्याप्त कम्प्यूटिंग पॉवर की उपलब्धता, संग्राहक रचना में रेडियो-आवृत्ति इंटरफेरेंस की गणना, एक स्मूथ बैंड-पास रिस्पोंस, और उच्च समय व आवृत्ति रेजोल्यूशन (क्रमशः द्वितीय एवं kHz-पैमाना) पर रेडियो-आवृत्ति इंटरफेरेंस संसूचन की दक्षता (ऑफ्रिंगा और अन्य 2015)।

नयनतारा गुप्ता की वर्तमान पेशेवर अनुसंधान अभिरूचियों का क्षेत्र है: ब्रम्हाण्डीय (कॉस्मिक) किरणें, न्यूट्रीनोज, गामा किरण और गामा किरण विस्फोटन। इस वार्षिक प्रतिवेदन की अवधि के दौरान, उनके अनुसंधानों ने प्रमुखतया चार विषय-क्षेत्रों को अधिव्यापित किया:

i) ईशा कुन्दु (ओस्कर क्लेन सेंटर, स्टोक्होल्म यूनिवर्सिटी) के सहयोग में, 3C 273 केवृहत पैमाने के जेट में एक्स-किरण एवं गामा किरण उत्सर्जन का संभावित प्रोटॉन सिंक्रोट्रॉन उद्भव (इस कार्य को MNRAS लैटर्स में प्रकाशित किया गया है),

ii) जगदीश जोशी (पीएचडी छात्र, आरआरआई) के सहयोग से ब्रम्हाण्डिकीय गतिवर्धकों के आसपास से ब्रम्हाण्डिकीय किरण एंटीप्रोटॉन (एस्ट्रोपार्टिकल फिजिक्स में प्रकाशित),

iii) मंदाकिनीय सतह से पास भारी न्यूक्ली के फोटो-विच्छेदन से बहुत उच्च ऊर्जा के एंटीन्यूट्रिनोज और

iv) नोवा से गामा किरण स्पेक्ट्रा में स्पेक्ट्रल विच्छेदों का उद्भव।

क्वासर 3C 273 के वृहत पैमानीय जेट को गामा किरण आवृत्तियों के रेडियो आवृत्तियों के मध्य प्रेक्षितत किया गया है। पूर्व में, इस जेट के नॉट A से एक्स-किरण उत्सर्जन को जेट में शॉक एक्सिलरेटेड सापेक्षिक इलेक्ट्रॉनों द्वारा कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड विकिरणों के व्युत्क्रम कॉम्प्टन स्केटरिंग से स्पष्ट किया गया है। हाल ही में, यह दिखाया गया कि यह यांत्रिकी GeV ऊर्जा पर गामा किरण फ्लक्स को अधिक उत्पन्न करती है और फर्मी LAT के प्रेक्षणीय परिणामों का उलंघन करती है। नयनतारा और उनके सहयोगियों ने जेट में गतिवर्धक प्रोटानों के ब्रोकन पॉवर लॉ स्पेक्ट्रम से सिंक्रोट्रॉन एमिशन को स्वीकारते हुए नॉट A से गामा किरण फ्लक्स में प्रेक्षित एक्स-किरण को स्पष्ट किया है। दो परिप्रेक्ष्यों पर अपने कार्य में चर्चा की गई जब

(a) चुम्बकीय क्षेत्र अधिक हो, प्रोटोनों का सिंक्रोट्रॉन एनर्जी क्षरण समय इनके नॉट क्षेत्र से एस्केप समय तथा जेट अवधि की तुलना में कम होता है और

(b) जब इनका नॉट क्षेत्र से एस्केप समय इनकी सिंक्रोट्रॉन एनर्जी क्षरण समय तथा जेट अवधि की तुलना में कम होता है। ये परिप्रेक्ष्य डॉपलर घटक/कारक के मध्यम मान के लिए प्रेक्षित फोटॉन स्पेक्ट्रम को अच्छे से स्पष्ट कर सकते हैं। आवश्यक जेट प्रतिदीप्ति प्रथम परिप्रेक्ष्य में अधिक $\sim 10^{46}$ erg/sec रहती है और द्वितीय परिप्रेक्ष्य में मध्यम 10^{45} erg/sec रहती है, जो द्वितीय परिप्रेक्ष्य को अधिक अनुकूल बनाता है।

PAMELA प्रयोग द्वारा मापा गया एंटीप्रोटॉन फ्लक्स कॉस्मिक किरणों के मंदाकिनीय स्त्रोतों से उद्भवित हुआ हो सकता है। ऐसी उम्मीद की गई कि ये एंटीप्रोटॉन कॉस्मिक किरण प्रोटॉनों और कोल्ड प्रोटॉनों के न्यूक्ली की अंत:क्रिया में व्युत्पन्न होंगे। गामा किरण भी कुछ कॉस्मिक गतिवर्धकों के भीतर समान अंत:क्रियाओं में व्युत्पन्न होते हैं। नयनतारा और जगदीश ने फर्मी LAT द्वारा प्रेक्षित कुछ आसपास के सुपरनोवा रेम्नेंटों को स्वीकारा। उनमें से कई आण्विक बादलों से संबंधित थे। इन स्त्रोतों से गामा किरणों को संसूचित किया गया, जो मुख्यतया हैड्रोनिक अभिक्रियाओं में उत्पादित न्यूट्रल पियोन्स के क्षय में उत्पन्न होती हैं। इन SNRs से प्रेक्षित गामा किरण फ्लक्सों का उपयोग पृथ्वी के आसपास प्रेक्षित विसरित कॉस्मिक किरण एंटीप्रोटॉन फ्लक्स में इनके योगदानों को समझने के लिए किया जाता है।

कॉस्मिक किरण न्यूक्ली का स्टारलाइट द्वारा फोटोडिसइंटीग्रेशन द्वितीयक एंटीन्यूट्रीनोज और गामा किरण के उत्पादन का कारण बनता है। इस कार्य में, नयनतारा ने इस तरीके से मंदाकिनीय सतह के नजदीक ट्रेप किये अल्ट्राहाई एनर्जी कॉस्मिक किरण न्यूक्ली से उत्पादित एंटीन्यूट्रीनो फ्लक्स की गणना की जहाँ

विकिरण क्षेत्र प्रबल है। आईसक्यूब संसूचक ने TeV-PeV ऊर्जा रेंज में न्यूट्रीनो / एंटीन्यूट्रीनो फ्लक्स का मापा। 10-100 TeV की ऊर्जा रेंज में संगणित द्वितीयक एंटीन्यूट्रीनो फ्लक्स को आईसक्यूब कोलेबोरेशन द्वारा संसूचित फ्लक्स की तुलना में काफी कम पाया गया।

फर्मी LAT ने चार नोवा से 100 MeV से भी अधिक ऊर्जा के गामा किरणों को खोजा है। इन असंचेय गामा किरण का एक समान प्रकाश वक्र रहता है। गामा किरणों के गैर-ऊष्मीय परिवर्तनीय फ्लक्सों के संसूचन इन स्त्रोतों के भीतर हवा प्रचालित माध्यम में कॉस्मिक किरण त्वरण को सूचित करते हैं। इनका गामा किरण स्पेक्ट्रा कुछ GeV ऊर्जा के पास तनुकृत होता है। इस कार्य में, नयनतारा ने प्रश्न किया कि क्या ये स्पेक्ट्रल सीमाएँ युग्म उत्पादन के आंतरिक ऑप्टिकल गहराई के कारण हैं अथवा शॉक एक्सिलरेटेड इलेक्ट्रॉनों एवं प्रोटानों की अधिकतम ऊर्जा के कारण हैं, जो गामा किरण विकीर्णित करते हैं। शॉक एक्सिलरेटेड इलेक्ट्रॉनों एवं प्रोटानों के सामान्य पॉवर लॉ स्पेक्ट्रा को मानते हुए, उन्होंने लेप्टोनिक और हैड्रोनिक मॉडलों में V407 Cyg 2010 से प्रेक्षित स्पेक्ट्रम को फिट कर दिया। परिणाम बताते हैं कि प्रेक्षित स्पेक्ट्रल सीमा का अपना आरंभ नोवा के भीतर हवाई माध्यम के विकीर्णित क्षेत्र में गामा किरणों के युग्म उत्पादन में हो सकता है।

बिमन बी नाथ की वर्तमान अनुसंधान अभिरूचि के क्षेत्र मुख्य रूप से मंदाकिनियों के साथ विसरित गैस की अभिक्रिया, मंदाकिनीय बहिर्वाह, कॉस्मिक किरण और इंटराक्लस्टर माध्यम के अध्ययन पर केंद्रित हैं।

इस प्रतिवेदन वर्ष केदौरान, बिमन के अनुसंधानों ने मौटे तौर पर निम्न विषय-क्षेत्रों को शामिल किया:

i) मौलिक गैसों का विखंडन,
ii) गर्म हैलो गैस के साथ मंदाकिनीय बहिर्वाह की अभिक्रिया
iii) सनयेव-जेल्डोविक इफेक्ट ऑफ सर्कमगेलेक्टिक गैस
iv) बहु सुपरनोवा का विकास और
v) डिस्क मंदाकिनियों से आयनीकरण फोटॉनों का बचाव।

मौलिक गैस का विखंडन ब्रम्हांड में प्रथम तारों के प्रारूपण के लिए महत्वपूर्ण है। यद्यपि, इस प्रक्रिया में महत्वपूर्ण अभिक्रिया 3-बॉडी H2 प्रारूपण दर है, जो अनिश्चित रहती है। जयंत दत्ता (यूनिवर्सिटी ऑफ हैडलबर्ग, जर्मनी), पॉल सी क्लार्क (कार्डिफ यूनिवर्सिटी, यूके) और राल्फ एस क्लेसन (यूनिवर्सिटी ऑफ हैडलबर्ग, जर्मनी), के सहयोग में, बिमन ने SPH सिमुलेशन से अध्ययन किया कि कैसे यह अनिश्चितता परिणामी विखंडन में रूपांतरित होती है। परिणाम बताते हैं कि विखंडन प्रक्रिया इस 3-बॉडी अभिक्रिया पर अधिक निर्भर नहीं करती है। इस कार्य को MNRAS में प्रकाशित किया गया है।

कार्तिक सरकार (जेएपी छात्र, आरआरआई), प्रतीक शर्मा (आईआईएससी, बेंगलूर) और यूरी श्चेकिनोव (साउथर्न फेडरल यूनिवर्सिटी, रूस) के साथ कार्य करते हुए, बिमन ने गर्म हैलो गैसो के साथ मिल्की वे टाइप मंदाकिनियों से सुपरनोवा प्रचालित बहिर्वाह की अभिक्रिया, और इस गैस के माध्यम से कैसे बहिर्वाह फैलता है का अध्ययन किया । यूलेरियन कोड PLUTO से, उन्होंने इस घटनाक्रम का अध्ययन किया, और बहिर्वाह के प्रेक्ष्यों (5-10 kpc के अंदर, आंतरिक क्षेत्र में) को वायरल रेडियस पर अनुमानित व्यापक बहिर्वाह दर (जिसे प्रेक्षित नहीं किया जा सकता, परंतु कॉस्मोलॉजिकल अध्ययनों के लिए आवश्यक है) से जोड़ा। इसे भी MNRAS में प्रकाशित किया गया है।

विशाल मंदाकिनियाँ अपने हैलोज में काफी मात्रा में गर्म गैस को समाहित करे रहती हैं, और हाल के एक्स-किरण प्रेक्षण में कुछ स्थितियों में इन गैसों को खोजने में सफलता मिली है। प्रियंका सिंह (पीएचडी छात्र, आरआरआई), शुभब्रत मजुमदार

(टीआईएफआर, मुम्बई) और जोसेफ सिल्क (ऑक्सफोर्ड, यूके) के साथ बिमन ने मंदाकिनीय हैलोस में इस गैस के कारण कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड विकिरणों के अपरिहार्य SZ विरूपण पर विचार किया है। इस प्रक्रिया पर पूर्व में विचार नहीं किया गया था परंतु नई सुविधाओं के श्रृजित होने से जैसे साउथ पोल टेलिस्कोप, इस प्रभाव का पता लगा पाना संभव हो सकता है। उन्होंने थर्मल एवं किनेटिक SZ प्रभाव के कारण एनिसोट्रोपी पॉवर स्पेक्ट्रम की संगणना की और इसके विविध उपकरणों से पता लगा पाने की क्षमता पर चर्चा की। परिणामों को MNRAS में प्रतिवेदित किया गया है।

यूजीन वासिलीव (ऑक्सफोर्ड, यूके) और यूरी श्चेकिनोव, के सहयोग में, बिमन ने बहु सुपरनोवा के प्रभाव पर पिछले वैश्लेषिक परिणाम की पुष्टि के लिए हाइड्रोडायनामिकल सिमुलेशन किया। दिलचस्त बात है कि, कई सुपरनोवा के विलय के प्रभाव पर कभी भी शोध-पत्रों (लिटरेचर) में विचार नहीं किया गया है। इन 2-d और 3-d सिमुलेशनों में, उन्होंने या तो एक ही अवधि अथवा अलग समय में कई सुपरनोवा के विलय, संघट्टन के प्रभाव पर विचार किया है और ऐसी परिस्थितियाँ पाई कि जिसके अंतर्गत वे मंदाकिनीय बहिर्वाह को बढ़ावा दे सकें। वे कई प्रेक्षणीय उपचारों के विचार भी रखते हैं, जैसे इन परिस्थितियों के निर्धारण में स्टारबर्स्ट में OVII/OVIII के रेडियो का आवंटन। यह कार्य MNRAS में प्रकाशित किया गया है।

डिस्क मंदाकिनियों से आयनीकरण फोटॉनों के बचाव और इस प्रक्रिया से संबंधित OB के चारों ओर सुपरबबल्स की भूमिका पर विचार करते हुए, चूंकि O स्टार आयनीकरण फोटॉनों के प्रमुख स्त्रोत हैं, अर्पिता रॉय (जेएपी छात्र, आरआरआई) एवं प्रतीक शर्मा (आईआईएससी, बेंगलूर) के साथ बिमन ने व्यापक सिमुलेशन किया। सिमुलेशन परिणाम बताते हैं कि बचाव कारक मूलभूत डिस्क पैरामीटरों पर निर्भर करता है जैसे गैस घनत्वता और स्केल ऊंचाई। यह पाया गया कि सभी उचित डिस्क मंदाकिनियों में बचाव कारक ~5-10%, के क्रम में होते हैं, जो कि ब्रम्हाण्ड के स्थानीय UV बैकग्राउंड विकिरण और पुर्नआयनीकरण की आवश्यकता के संगत हैं। इस कार्य को MNRAS द्वारा प्रकाशित पेपर में प्रतिवेदित किया गया है।

बिश्वजीत पॉल की वर्तमान अनुसंधान अभिरूचियाँ एक्स-किरण बाइनरीज और ट्रांसिएंट्स के अंतर्गत हैं। पिछले वर्ष का उनका खगोलिकी अनुसंधान कॉम्पेक्ट एक्स-किरण स्त्रोतों के विविध पहलुओं का अन्वेषण करता है और उन्होंने एक्स-किरण बाइनरीज के कई अध्ययनों में महत्वपूर्ण योगदान दिया है।

अरू बेरी (आईआईटी-रोपड़), बिश्वजीत पॉल, मौरो ओर्लंदिनी (आईएनएएफ/ आईएएसएफ बोलोगना, इटली) और चन्द्रेयी मैत्रा (सर्विस दे एस्ट्रोफिजिक, सीईए सेक्ले, फ्रांस) ने दो उपकरणों Bep-poSAX, MECS एवं PDS से ब्रॉड बैंड डाटा का उपयोग करते हुए LMXBs में थर्मोन्यूक्लियर एक्स-किरण विस्फोटन के दौरान तापमान बढ़ने का अध्ययन किया । यद्यपि, उन्होंने नियत समय (टाइम रिजोल्व्ड) स्पेक्ट्रोस्कोपी की मानक तकनीक अपनाने के बजाए, विस्फोट उत्सर्जन और विभिन्न स्त्रोतों के विभिन्न इंटरस्टेलर अवशोषण की ब्लैकबॉडी प्रकृति मानते हुए दो उपकरणों में गणना दर के अनुपात का उपयोग कर छोटे-छोटे समय अंतराल में तापमान निर्धारित किया। छः स्त्रोंतों के कुल 12 प्रेक्षणों से आंकड़ों काा विश्लेषण किया गया जिसके दौरान 22 विस्फोटों का पता चला। स्त्रोतों के भिन्न-भिन्न ब्रॉडबैंड स्पेक्ट्रल अवस्थाओं में, उन्होंने 3.0keV तक का तापमान प्रेक्षित किया, वह भी तब जब फोटोस्फेरिक रेडियस के विस्तार के कोई साक्ष्य नहीं हैं।

नज़मा इस्लाम (पीएचडी छात्र, आरआरआई), चन्द्रेयी मैत्रा (सर्विस दे एस्ट्रोफिजिक, सीईए सेक्ले, फ्रांस), प्रगति प्रधान (नॉर्थ बंगाल यूनिवर्सिटी) और पॉल न अत्यधिक अवशोषित HMXB IGR J16393-4643 का सुज़ाकु अध्ययन भी किया है। पल्सर IGR J16393-

4643 अत्यधिक अवशोषित सुपरजायंट हाई मास एक्स-रे बाइनरीज (HMXBs) की एक कक्षा के अंतर्गत आते हैं (संबंध रखते हैं) जिन्हें अवशोषित पदार्थ के बहुत अधिक कॉलम घनत्व द्वारा वर्गीकृत किया गया है। समूह ने साथ-साथ ही इस स्त्रोत के सुज़ाकु प्रेक्षण से ब्रॉडबैंड स्पंदन और स्पेक्ट्रम विश्लेषण भी किया। स्विफ्ट बर्स्ट एलर्ट टेलिस्कोप (Swift-BAT) लाईट कर्व के साथ बनाई गई कक्षीय तीव्रता प्रोफाईल IGR J16393-4643 का एक छोटे एक्लिप्स अर्द्ध-कोण के साथ एक्लिपसिंग प्रणाली होने का संकेत करता है। भिन्न-भिन्न प्रकार के समकक्ष स्टारों, एक सुपरजायंट अथवा मुख्य अनुक्रम/परिणामी B-स्टार के लिए, यह कक्षीय धरातल के विभिन्न प्रवृत्तियों को सूचित करता है। भिन्न-भिन्न ऊर्जा बैंडों के लिए बनाई गई पल्स प्रोफाईल में जटिल आकारिकी होती है, जो कुछ ऊर्जा निर्भरता को दर्शाती है और ऊर्जा के साथ पल्स के भागों (फ्रेक्शन) में बढ़ती है । उन्होंने ब्रॉडबैंड स्पेक्ट्रल विशिष्टताओं, औसतन-अवस्था स्पेक्ट्रा और पल्स अवस्था का शीर्षस्थ बिन्दु और अवस्था गर्त में विघटन पर भी अन्वेषण किया। औसतन अवस्था स्पेक्ट्रम का बहुत अधिक कॉलम घनत्व होता है और 20 keV के उपर उच्च-ऊर्जा सीमा पर ऊर्जा नियम द्वारा निर्धारित किया जाता है। उन्होंने स्पेक्ट्रल इंडेक्स में शीर्षस्थ बिन्दु और अवस्था गर्त में परिवर्तन पाया जो स्त्रोत स्पेक्ट्रम में अंतर्निहित परिवर्तनों को सूचित करता है।

पिछले वर्ष के दौरान, नज़मा इस्लाम (पीएचडी छात्र, आरआरआई) के साथ, पॉल ने कक्षीय विकास और एक्लिपसिंग HMXB 4U 1700-37 के अर्द्धगोलाकार (एप्साइडल) प्रगति का अन्वेषण किया। अधिकतर अन्य HMXBs के विपरीत, 4U 1700-37 एक पल्सर नहीं है, जो इसे इसके कक्षीय विकास के अध्ययन के लिए कठिन बनाता है, यद्यपि, विशाल संगी स्टार और एक छोटी सी कक्षीय अवधि तटस्थ कक्षीय क्षय और 4U 1700-37 में महत्वपूर्ण अर्द्धगोलाकार प्रगति व्यक्त करते हैं। पॉल और इस्लाम ने इसके कक्षीय क्षय दर के आंकलन के लिए इस बाइनरी के सभी प्रकाशित मध्य-ग्रहण (एक्लिप्स) समय मापन के साथ कई पूर्ण आकाशीय एक्स-किरण मॉनिटरों एवं RXTE-PCA का उपयोग करते हुए प्राप्त नए आंकड़ों को मिला (जोड़) दिया है। लगभग 40 वर्षों का संयुक्त मध्य-ग्रहण समय मापन एक कक्षीय क्षय दर को व्यक्त करता है जो कि इसके पूर्व मानों की तुलना में कुछ गुणा कम है। वे इसे पोइंटेड उपकरणों जैसे EXOSAT एवं RXTE-PCA से प्राप्त आंकड़ों के प्रकाश वक्रों में एक्स-किरण चमक द्वारा उत्पन्न क्रमिक त्रुटि को कम आंकने के कारण होना मानते हैं। मध्य-ग्रहण समय मापन के साथ, उन्होंने ग्रहण अवधि मापन का भी उपयोग इस प्रणाली की अर्द्धगोलाकार प्रगति दर का अन्वेषण करने के लिए किया है।

प्रगति प्रधान (नॉर्थ बंगाल यूनिवर्सिटी), एंरिको बोज़ो (आईएसडीसी, यूनिवर्सिटी ऑफ जिनेवा, स्विट्ज़रलैंड), तोमासो बेलोनी (आईएनएएफ - ओस्सरवेटरी एस्ट्रोनॉमिको डी ब्रेरा, इटली), बी सी पॉल (एनबीयू), और पॉल ने ग्रहण/आंशिक ग्रहण के दौरान 4U 0114+65 के स्पंदनीय व स्पेक्ट्रल विशिष्टताओं का अध्ययन किया। ग्रहण समय और उसके खत्म होने के कुछ अंश को लेते हुए, कक्षीय अवस्था 0.0-0.1 के दौरान सुज़ाकु प्रेक्षण का उपयोग कर HMXB पल्सर 4U 0114+65 के समयन और स्पेक्ट्रल वर्गीकरण का इस कार्य में विश्लेषण किया है। आंकड़ों का नियत समय विश्लेषण प्रेक्षण के दौरान स्त्रोत की ओर अवशोषण कॉलम घनत्वता में केवल मामूली परिवर्तन को बताता है। ग्रहण के दौरान एक अप्रत्याशित रूप से छोटी लगभग 30eV के बराबर चौड़ी रेखा के साथ आयरन K रेखा को प्रेक्षित किया गया। ग्रहण HMXBs में समान गुणधर्मों की सामान्य बराबर चौड़ाई 400 eV से 1 keV तक रहती है। 4U 0114+65 के इस सुज़ाकु प्रेक्षण में, अन्य ग्रहण HMXBs के अनुपात से ग्रहण के दौरान और बाद में स्त्रोत गणना दर केवल 2-4 के गुणक से बदलती है, जहाँ तीव्रता को परिमाण के 2 के गुणक या अधिक तक बदलना प्रेक्षित किया गया है। 4U 0114+65 की कक्षीय तीव्रता प्रोफाइल ने कम ऊर्जा (RXTE-ASM) में ग्रहण-जैसी आकृतिप्रदर्शित की परंतु ऐसा ठोस / दृढ़ एक्स-किरण

(Swift-BAT) में यह परिवर्तन अधिक धीमे-धीमे होता है। यह अन्य HMXBs के ग्रहण होने/खत्म होने से भिन्न है, जो ठोस एक्स-किरणों में स्पष्ट ग्रहण दिखाता है और स्टेलर विंड इत्यादि में गिरने व अवशोषण के कारण मृदु एक्स-किरण में धीमे-धीमे परिवर्तन दर्शाता है। दोनों XIS एवं PIN आंकड़ों ने ग्रहण के दौरान स्पष्ट स्पंदन दर्शाया। इस परिणाम की पुष्टि भी IBIS/ISGRI और INTEGRAL ऑन-बोर्ड JEM-X उपकरण के सभी सार्वजनिक रूप से उपलब्ध आंकड़ों को उपयोग करते हुए की गई। ये सभी प्रेक्षण बताते हैं कि 4U 0114+65 के एक्स-किरण प्रतिदीप्ति में कमी शायद पूर्ण ग्रहण के कारण नहीं है।

गायत्री रामन (पीएचडी छात्र, आरआरआई), बिश्वजीत पॉल, दीपांकर भट्टाचार्य (आईयूसीएए) और विजय मोहन (आईयूसीएए) ने साउथर्न अफ्रीकन लार्ज टेलिस्कोप (SALT), Swift-XRT से लगभग समवर्ती प्रेक्षण, और RXTE-PCA से गैर-समवर्ती प्रेक्षण का उपयोग करते हुए LMXB पल्सर 4U1626-67 की अपनी वर्तमान चक्रण अवस्था में एक्स-किरण के प्रकाशिक पुन:संसाधन पर अन्वेषण किया। SALT के साथ तीव्र फोटोमेट्रिक प्रेक्षणों का उपयोग करते हुए, उन्होंने कुछ दिलचस्प पुन:संसाधन संकेत संसूचित किए। दोनों रातों के आंकड़ों में पॉवर स्पेक्ट्रम में ऑप्टिकल क्वासी पीरियडिक ओस्सिलेशंस (QPOs) की अनुपस्थिति अप्रत्याशित परिणाम था, स्त्रोत की चक्रण अवस्था के लक्षण, इस अवस्था के दौरान एक्स-किरण QPO के असंगत देखे गए। एक रात में प्रेक्षित प्रकाश वक्र में, उन्होंने ज्ञात चक्रण अवधि पर सुसंगत स्पंदन पाया। एक पहले से ज्ञात, थोड़ी सी डाउनशिफ्टेड साइड बैंड गुणधर्मों को भी देखा गया। अन्य रात के प्रकाश वक्रों ने कुछ मिनिट के समयपैमाने पर फ्लेयर्स के रूप में कम-समय-पैमानीय परिवर्तनों को दर्शाया। इसी रात के आंकड़ों के परिणामस्वरूप प्राप्त परतदार (फोल्डेड) स्पंद प्रोफाईलों ने स्पंद शीर्ष सीमा का समय के साथ घूमने के दिलचस्प परिणाम को दिखाया। कम-समय पैमाने में स्पंद अवस्था का घूमना निम्न कारणों से हो सकता है:

i) कम-समय पैमाना पुर्नसंसाधन कारकों में बदले, जैसे न्यूट्रॉन स्टार के आसपास एक्रीशन डिस्क वार्प की कक्षीय गति, अथवा

ii) आंतरिक स्पंद अवस्था एक्स-किरण में परिवर्तित हो। उन्होंने कुछ एक्स-किरण प्रकाश वक्रों का भी अन्वेषण किया, जिन्हें 2008-2010 में एक्स-किरण फ्लेयर्स के दौरान कम-समय पैमानें में स्पंद आकृति परिवर्तन के लिए RXTE-PCA से प्राप्त किया गया था।

नफीसा अफ्ताब (पीएचडी छात्र, आरआरआई), नज़मा इस्लाम (पीएचडी छात्र, आरआरआई) और बिश्वजीत पॉल ने HMXB पल्सर IGR 18027-2016 के समयन व स्पेक्ट्रल लक्षणों का अन्वेषण Swift-XRT से प्रेक्षणों की वृहत संख्या का गहन विश्लेषण करते हुए किया। इस स्त्रोत का लम्बी अवधि का प्रकाश वक्र स्पष्ट ग्रहण के साथ बराबर कक्षीय तीव्रता मॉडुलेशन को दर्शाता है। यद्यपि, Swift-XRT से ग्रहण के बाहर प्रेक्षण तीव्रता व स्पंदन लक्षणों में प्रबल विचलनों को दर्शाते हैं। कुछ कक्षीय अवस्थाओं में, उन्होंने कई प्रेक्षणों में फ्लक्स में वृहत भिन्नता पाई और साथ ही पल्स फ्रेक्शन व पल्स प्रोफाईल में भी वृहत भिन्नता पाई। हालांकि अधिकतर Swift-XRT प्रेक्षण छोटे (अधूरे) हैं और सीमित सांख्यिकीय गुणवत्ता रखते हैं, उन्होंने स्पेक्ट्रल मापन कर यह जानने के लिए आगे अन्वेषण किया कि क्या तीव्रता में परिवर्तन क्लम्पी स्टेलर विंड द्वारा क्षणिक अवशोषण के कारण है, जैसा कि कुछ अन्य HMXBs में देखा गया है।

पॉल की पिछले वर्ष के दौरान अनुसंधान गतिविधियों में कई प्रमुख परियोजनाओं में गहन विकासात्मक कार्यकरना जैसे एक्स-किरण ध्रुवणमापी, ASTROSAT-LAXPC और हाल ही में प्रस्तावित एक्स-किरण पल्सर आधारित अंतरग्रहीय नेविगेशन प्रणाली, भी शामिल है। इनका विवरण इस प्रकार है –

एक्स-किरण ध्रुवणमापी: ऊर्जा बैंड 5-30 keV में प्रचालित थॉमसन एक्स-किरण ध्रुवणमापी को एक छोटे खगोलिकी उपग्रह मिशन के लिए विकसित किया जा रहा है। ध्रुवीकृत एक्स-किरण के थॉमसन प्रकीर्णन में एनिसोट्रोपी का उपयोग कॉस्मिक एक्स-किरणों के रैखिक ध्रुवीकरण की कोटि व कोण को मापने के लिए किया गया। ऐसी आशा की गई कि एक्स-किरण ध्रुवीकरण मापन का उपयोग करते हुए कुछ प्रमुख वैज्ञानिकीय मुद्दों पर महत्वपूर्ण परिणाम प्राप्त होंगे। यह ध्रुवणमापी इसरो के छोटे उपग्रह खगोलिकी मिशन के लिए और प्रमुख एक्स-किरण ध्रुवणमापी प्रयोगों के बीच भी एक प्रमुख दावेदार है जिसे भविष्य में शीघ्र ही प्रक्षेपित किया जा सकता है। इस प्रतिवेदन की अवधि के दौरान, एक्स-किरण खगोलिकी प्रयोगालय के सदस्यों ने आरआरआई में निम्न विकासात्मक कार्य किये हैं:

(i) कोलिमेटर का कैलिब्रेशन: ध्रुवणमापी प्रयोग के कोलिमेटर की पतले हेक्ज़ागोनल छेदों से विशेष संरचना है जो उपग्रह के स्मॉल पोइंटिंग ऑफसेट के किसी भी प्रभाव को कम करने में अच्छी प्रतिक्रिया देता है। प्रयोगालयी एकक की FOV और कोणीय प्रतिक्रिया का मापन किया गया और फ्लाईट एकक के कैलिब्रेशन के लिए कलपुर्जों की अभिरचना की गई है। कलपुर्जों के निर्माण का कार्य प्रगति पर है।

(ii) अंतरिक्ष अर्ह इलेक्ट्रॉनिक्स: अंतरिक्ष अर्ह कार्डों को एक्स-किरण ध्रुवणमापी की इलेक्ट्रॉनिकी में उपयोग के लिए बनाया, लगाया और परीक्षित किया गया है।

(iii) अंतरिक्ष अर्हता परीक्षण (यांत्रिकीय): पॉल और उनके समूह इसकी इलेक्ट्रॉनिकी के साथ कोई एक संसूचक की अंतरिक्ष अर्हता परीक्षण करने की योजना बना रहे हैं। इसके लिए कलपुर्जों की अभिरचना व रचना की गई है।

(iv) संसाधन इलेक्ट्रॉनिक्स: संसाधन इलेक्ट्रॉनिक्स कार्डों के डिजीटल और एनालॉग पुर्जों के लिए पीसीबी लेआउट्स बनाए गए हैं; इन्हें रचित व लगाया जा चुका है। एकीकृत परीक्षण पर अभी कार्य जारी है।

(v) अनुरक्षण इलेक्ट्रॉनिक्स: अनुरक्षण इलेक्ट्रॉनिक्स की एक प्रयोगालयी ईकाइ का अभिरचित, बनाया व परीक्षित किया गया है। यह एक्स-किरण संसूचकों व इलेक्ट्रॉनिक्स के विविध अनुरक्षण पैरामीटरों का अभिलेख (रिकॉर्ड) रखता है। इसकी अभिरचना लचीली है ताकि विभिन्न डाटा दर जो कि उपग्रहीय बुस प्रबंधन यूनिट से उपलब्ध होगी, का सामना किया जा सके।

(vi) एक्स-किरण ध्रुवणमापी मिशन का अध्ययन इसरो के एक छोटे उपग्रह के रूप में स्पेसयान के लिए विशेष आवश्यकताओं जैसे स्थायी चक्रण और विभिन्न एक्स-किरण स्त्रोतों की ओर लम्बे तीन अक्ष स्थायित्व पोइंटिंग तथा चक्रीय उपग्रह पर ऊर्जा उत्पादन को ध्यान में रखते हुए पूर्ण कर लिया गया है। उपग्रह की आकृति पर इन आवश्यकताओं की पूर्ति करते हुए कार्य पूर्ण कर लिया गया है। ये कार्य इसरो सेटेलाइट सेंटर (ISAC) के साथ मिलकर किये गए हैं। मिशन के साथ प्रतिदर्श प्रेक्षण योजना भी प्रारंभिक अवधि के लिए तैयार कर ली गई है।

(vii) फोटो-इलेक्ट्रॉन ध्रुवणमापी को विकसित करना: पॉल और उनके समूह आनुपातिक काउंटर संसूचक में नेह्बरिंग नैरोली स्पेस्ड एनोड तारों में फोटोइलेक्ट्रॉन चाल के आवेश विभाजन का उपयोग करते हुए एक्स-किरण ध्रुवीकरण मापन के लिए एक नई तकनीक को विकसित करने का प्रयास कर रहे हैं। आवेश विभाजन को 6-22 keV ऊर्जा रेंज में प्राप्त कर लिया गया है और उन्हें kel-f आधारित वायरफ्रेम से अधिक लचीले

पीसीबी आधारित वायरफ्रेम में स्थानांतरित कर दिया गया है। आगे का कार्य अभी जारी है।

पी वी रिशिन, एम आर गोपालकृष्ण, और आरएएल के कई सदस्य एवं एमईएस, आरआरआई ने उक्त दर्शाए गए सभी विकासात्मक कार्य में महत्वपूर्ण योगदान दिया है। वरूण (पीएचडी छात्र, आरआरआई) ने कोलिमेटर कैलिब्रेशन कार्य और फोटोइलेक्ट्रॉन ध्रुवणमापी को विकसित करने में भाग लिया है।

इसकी अनुसंधान क्षमता, और सफ ल मिशन अध्ययन की इस परियोजना में प्राप्त प्रगति के आधार पर, इसरो की अंतरिक्ष सलाहकार समिति को इसरो के छोटे उपग्रहीय मिशन के लिए इसकी सिफारिश करने के लिए इसकी समीक्षा के लिए अनुसूचित किया गया है।

ASTROSAT-LAXPC: पॉल वर्तमान में दो टीमों ISAC, बेंगलूर और SAC, अहमदाबाद के साथ ASTROSAT-LAXPC डाटा क्षरण सॉफ्टवेयर को विकसित करने पर कार्य कर रहे हैं। लेवर-2 डाटा क्षरण सॉफ्टवेयर का विकास और परीक्षण तथा LAXPC के लिए मानक संसाधन पाइपलान को लगभग पूर्ण कर लिया गया है। उन्होंने तीन LAXPC संसूचक के भू-कैलिब्रेशन डाटा विशेषतया इनके समयन लक्षणों का अध्ययन भी किया है। पॉल ASTROSAT ग्राउंड सेगमेंट समिति में LAXPC प्रतिनिधि के रूप में सेवाएँ देते हैं जो हार्डवेयर को छोड़कर ASTROSAT गतिविधियों पर कार्य करेगा। इस मिशन की शुरूआत के बाद प्रारंभिक दिनों में इस मिशन के लिए आधारभूत विज्ञान को पहचानने के लिए ASTROSAT साइंस वर्किंग ग्रुप के सदस्य रहे हैं। विविध आधारभूत विज्ञान विषयों के अलावा, वे 'न्यूट्रॉन स्टार एक्स-किरण बाइनरीज' समूह के समन्वयक भी हैं। इस परियोजना में पॉल द्वारा स्वतंत्र रूप से किये गए कार्य हैं: डाटा क्षरण यंत्र को विकसित करना, और LAXPC समयन का विश्लेषण तथा स्पेक्ट्रल कैलिब्रेशन डाटा। जिसके परिणाम LAXPC कैलिब्रेशन के लिए बहुत उपयोगी सिद्ध हुए हैं।

एक्स-किरण पल्सर आधारित अंतरग्रहीय नेविगेशन प्रणाली: पॉल ने एक्स-किरण पल्सर आधारित अंतरग्रहीय नेविगेशन प्रणाली को विकसित करने के लिए कुछ प्रारंभिक अन्वेषणों को किया है। उन्होंने दो स्त्रोतों जिन्हें RXTE वेधशाला में बड़े पैमाने पर प्रेक्षित किया गया है, के स्पंद प्रोफाईल की स्थायित्वता का अध्ययन किया। उपयोगी नेविगेशन सूचना प्राप्त करने के लिए पेलोड्स वर्गीकरण के आंकलन पर सिमुलेशंस किया गया। वर्तमान में प्रयोग की जा रही तकनीको के स्थान पर ऐसे उपकरणों का लाभ है इनकी स्वतंत्र स्थिति और स्वप्रचालनता। भविष्य के सेटेलाइट परियोजनाओं के लिए इसरो के साथ पहले ही कुछ प्रारंभिक चर्चाएँ हो चुकी हैं।

मयूरी एस ने पिछले वर्ष के दौरान निम्न दो क्षेत्रों में प्रमुखतया अनुसंधान किया –

1) पुन:संयोजन काल से स्पेक्ट्रल संकेतों के प्रायोगिक रूप से संसूचन पर आधारित सिमुलेशन एवं व्यवहार्यता अध्ययन और
2) संश्लेषित आकाशीय स्पेक्ट्रम से 21-सेमी वैश्विक पुन:आयनीकरण काल के संकेत की पुन:प्राप्ति की दिशा में फोरग्राउंड मॉडलिंग के लिए अधिक उपयुक्त एल्गोरिथ्म का अनुप्रयोग।

प्रायोगिक रूप से ब्रम्हाण्डिकीय पुन:संयोजन काल के स्पेक्ट्रल संकेतों के प्रायोगिक रूप से संसूचन की व्यवहार्यता का अध्ययन करने पर अनुसंधान मयूरी ने रवि सुब्रह्मण्यन (आरआरआई), एन उदय शंकर (आरआरआई) और जेन्स झुबा (जॉन्स हॉप्किन्स यूनिवर्सिअी/ IoA केम्ब्रिज) के सहयोग में किया। कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड, रेलिक थर्मल विकिरण जो ब्रम्हाण्ड को भरती है, को स्टेंडर्ड कॉस्मोलॉजिकल मॉडल के अनुसार बिग बैंग के समय में इसके उद्भव को खोजते हुए, ब्रम्हाण्ड में प्रारंभिक प्रकाश के रूप में समझा गया। पुन:संयोजन काल उस अवधि को निरूपित करता है जबकि कॉस्मोलॉजिकल क्रमविकास जब प्रारंभिक ब्रम्हाण्ड के गर्म प्लाज्मा अवयव धीर-धीरे परमाण्विक

अवस्था में जैसे-जैसे ब्रम्हाण्ड विस्तारित व शीतलित हुआ, परिवर्तित हो गए। इस घटना को हाइड्रोजन के लिए रेडशिफ्ट $z \sim 1100$, HeII $\rightarrow$HeI केलिए $z \sim 2500$ और HeIII $\rightarrow$ HeII केलिए $z \sim 6000$ मानने पर, हाइड्रोजन और हीलियम का पुन:संयोजन न्यूक्ली द्वारा मुक्त इलेक्ट्रॉनों को संगठित करने के कारण होता है। इलेक्ट्रान बहु अर्द्ध-स्थायी अवस्थाओं के उपर गमन करते परमाणु की बंध प्रमात्रा अवस्था परिवर्तित करते हैं। जैसे ही परमाणु में शोषित इलेक्ट्रॉन बंध-बंध रूपांतरण बनाते हैं, परमाणु पुन:संयोजन रेखा रूपांतरण आवृत्तियों में ब्रम्हाण्ड के विकिरण अवयवों के साथ ऊर्जा का विनिमय करते हैं। परमाणु भी बहु-विखंडन और पुन:शोषण से होकर तब तक गुजरते हैं जब तक कि परमाणु या तो 2s दो फोटॉन डिके अथवा हबल प्रसारण द्वारा बैकग्राउंड रेडियेशन से उनके निष्काषन के साथ लेयमन-अल्फा फोटॉनों के उत्सर्जन के कारण पहली उत्तेजित अवस्था से ग्राउंड अवस्था तक नहीं आ जाते। सभी बंध-बंध रूपांतरण के परिणामस्वरूप अवशिष्ट विकिरण के स्पेक्ट्रम में विशेष गुणधर्म उत्पन्न हो जाते हैं और रेडशिफ्टों को सेमी और मिमी तरंगदैर्ध्य पर आज प्रेक्षित किया जा सकता है। सभी भौतिक प्रक्रियाएँ जो प्रमुख कॉस्मोलॉजिकल क्रमविकास की अवधि में घटित होती हैं कॉस्मिक बैकग्राउंड रेडिऐशन का 'चिह्न' छोड़ती हैं और इन चिह्नों को समझना ही ब्रम्हाण्ड के प्रारंभिक विकास को समझने का प्रमुख जरिया है।

मयूरी एवं उनके सहयोगियों ने ऑल स्काई स्पेक्ट्रा प्राप्त करने के लिए स्काई नोइज तापमान को रिकॉर्ड करते हुए सहसंबंधक प्रणाली के आउटपुट का सिमुलेट करने के लिए एक पाइपलाइन को विकसित किया है। सिमुलेशन के इनपुट में शामिल है पैरामीटर जैसे प्रेक्षणीय स्थान, इंटीग्रेशन समय और अभिलेखित किये जाने वाले स्पेक्ट्रा की संख्या, जिसे आदर्श आवृत्ति मुक्त एंटीना द्वारा अभिलेखित किया गया है। 408 MHz, 1420 MHz और 23 GHz पर सर्वेक्षण से उपलब्ध सभी आकाशीय प्रतिचित्रों के साथ, उन्होंने किसी भी स्तर की आवृत्तियों के बंध के मध्य अंर्तवेषित करने के लिए एक कोड को उपर दर्शाए गए मैप की सीमा में विकसित किया। इसके लिए उन्होंने आकाश के पूर्ण आकाशीय प्रतिचित्र को प्राप्त करने के लिए स्मूथिंग को ध्यान में रखकर, जबकि तीन इनपुट मैप समान रेजोल्यूशन और तापमान यूनिट में घट जाते हैं, लम्बे-लम्बे अंतराल में सीधी रेखा के अंतर्वेषण का उपयोग किया। उन्होंने जहाँ आवश्यक था CMB डाइपोल क्षरण के साथ-साथ एकसमान HEALPix कोऑर्डिनेट प्रणाली में रूपांतरण का भी ध्यान रखा। वायुमण्डलीय अपवर्तन और अग्रगमन के प्रभाव को भी संशोधित किया गया। इस प्रकार उत्पन्न स्पेक्ट्रा के लिए, उन्होंने जेन्स झुबा, जॉन्स हॉप्किन्स यूनिवर्सिटी द्वारा दिये आंकड़ों और व्युत्पन्न स्पेक्ट्रा में थर्मल नोइज से, हाइड्रोजन पुर्नसंयोजन के साथ-साथ संबंधित चैनल आवृत्तियों पर HeII $\rightarrow$ HeI और HeIII $\rightarrow$ HeII योगदानों को समाहित किया। उन्होंने संकेत से प्रतिध्वनि अनुपात का आंकलन पुन:संयोजन रेखाओं के संसूचन सहित प्रतिध्वनि जैसे CMB, गैलेक्टिक और एक्स्ट्रागेलेक्टिक बैकग्राउंड, वायुमण्डलीय प्रभाव, और आईआर डस्ट विलुप्तन के अलावा संग्राहक प्रतिध्वनि के विविध योगदानों की व्यवहार्यता का अध्ययन के लिए किया। प्रायोगिक संसूचन के लिए सबसे उपयुक्त विंडो पहचान लेने के बावजूद, उन्होंने संकेत से प्रतिध्वनि अनुपास की एक समान इकाई प्राप्त करने के लिए आवश्यक इंटीग्रेशन समय की संगणना की और स्वीकार्य संख्या को प्राप्त किया। वे 'मेक्सिमली स्मूथ' प्रकार्य का उपयोग करते हुए एक विधि तक पहुँचे हैंओर इसे सीएमबी प्लांक प्रकार्य की तरह एक मॉडल होने की दशा में फोरग्राउंड में सावधानीपूर्वक फिट किया जा सके ताकि वांछित संकेतों को फिटिंग फंक्शन द्वारा बिना फिट किये निकाला जा सके। यह खगोलिकी में अन्य कई समस्याओं में से एक चुनौतीपूर्ण समस्या रही है जिसमें स्काई स्पेक्ट्रम से एक कमजोर ब्रॉड स्पेक्ट्रल गुणधर्म प्राप्त करना शामिल है, जो कि वांछित संकेत की तुलना में कई गुना अधिक बड़ा रहता है। सांख्यिकीय परीक्षण सहित MCMC एवं बेयस फेक्टर विश्लेषण से, उन्होंने आंकलन किया कि क्रायोजेनिकली शीतित आधुनिक संग्राहकों का पयोग करते हुए 128 रेडियोमीटर के अरे

का 255 दिन लगातार प्रेक्षण करने पर अनुमानित विकृतियों का संसूचन लगभग 90% विश्वास के साथ संभव है। इन कॉस्मोलॉजिकल पुन:संयोजन संकेतों के भू-आधारित प्रायोगिक संसूचन के लिए व्यवहार्यता अध्ययन के परिणाम को एस्ट्रोफिजिकल जर्नल में प्रकाशन के लिए स्वीकार कर लिया गया है।

पुन: रवि सुब्रह्मण्यन और एन उदय शंकर के साथ-साथ जेन्स झुबा (जॉन्स हॉप्किन्स यूनिवर्सिटी / IoA केम्ब्रिज) के साथ कार्य करते हुए, मयूरी ने उक्त दर्शाई गई 'मेक्सिमली स्मूथ' कार्यप्रणाली के अनुप्रयोग को आगे बढ़ाते हुए कॉम्पलेक्स फोरग्राउंड और पुन:आयनीकरण काल से व्युत्पन्न रेडशिफ्टेड ग्लोबल 21-सेमी संकेत के मध्य अंतर प्रदर्शित किया। रेडियो फोरग्राउंड का अनुमानित EoR संकेत (~10-200 MHz) की बैंडविड्थ पर स्मूथ रहने की उम्मीद की गई। यद्यपि, फोरग्राउंड स्पेक्ट्रम की कार्यप्रणाली का प्रारूप सटीक मॉडलिंग के लिए आवश्यक परिशुद्धता में अज्ञात है। उच्च क्रम के पॉलिनोमियल्स को उपयोग करते हुए फोरग्राउंड मॉडल बनाना जैसा कि पेपरों में निर्धारित किया गया है, EoR संकेतों के महत्वपूर्ण अंश को संभावित तौर पर खोने का कारण बन सकता है। इस समूह के प्रारंभिक परिणाम बताते हैं कि 'मैक्सिमली स्मूथ' कार्यप्रणाली को स्वीकार करना EoR संकेतों को संरक्षित करता है जबकि वेनिला ग्लोबल EoR संकेतों के लिए केवल फोरग्राउंड को स्पष्टतया फिट किया गया हो। इन स्मूथ कार्यप्रणालियों के बढ़ते क्रम के साथ किसी भी अव्यवस्थित ढंग से उच्च मान में कोई भी संकेत हानि नहीं होती। समूह वर्तमान में इन परिणामों की पुष्टि के लिए अतिरिक्त परीक्षण कर रहा है।

लक्ष्मी सरीपल्ली की वर्तमान अनुसंधान अभिरूचियाँ प्रमुखतया रेडियो मंदाकिनी आकारिकी, विशालकाय रेडियो मंदाकिनियाँ और मंदाकिनीय वातावरण के अन्वेषण पर निहित हैं।

वर्ष 2014-2015 में ली व पूर्ण की गई एक प्रमुख अनुसंधान परियोजना विशालकाय रेडियो मंदाकिनियों (GRGs) और उनके अपने वातावरण (दोनों स्थानीय व वृहत पैमाने पर) से काफी अविलक्षण संबंध से संबंधित है। यह कार्य जूरेक मलरेक्की (वेस्टर्न ऑस्ट्रेलिया यूनिवर्सिटी) के पीएचडी शोध-कार्य का भाग है जिसमें लक्ष्मी पर्यवेक्षकों में से एक हैं। GRGs एवं उनके वातावरण पर कार्य अपने आसपास के क्षेत्र में एलुसिव वार्म-हॉट इंटरगेलेक्टिक माध्यम (WHIM) की प्रकृति को औजागर करने के लिए GRGs के उपयोग के वृहत लक्ष्य से प्रेरित है।

19 GRGs के एक प्रतिदर्श का उपयोग इनके समीप मंदाकिनीय परिवेश के अध्ययन में किया गया। यह अध्ययन प्रत्येक GRG होस्ट मंदाकिनी के चारों ओर 2-डिग्री क्षेत्र तक किया गया। ऑप्टिकल स्पेक्ट्रोस्कोपी डाटा 19 GRGs केप्रतिदर्श होस्ट मंदाकिनियों के चारों ओर स्थित 24726 पिण्ड/पदार्थों के लिए एंग्लो-ऑस्ट्रेलियन टेलिस्कोप से प्राप्त किया गया ताकि वृहत-पैमानीय मंदाकिनीय संरचना को खोजा जा सके जिसमें वे अंत:स्थापित थे। GRGs का चयन 0.05-0.15 के दायरे में रेडशिफ्ट प्राप्त करने के लिए किया गया था। उनके प्रस्तावित रैखिक आकार 0.8 – 3.2 Mpc के दायरे में रहते हैं। रेडशिफ्ट को 9076 मंदाकिनियों के लिए मापा जा सका। समूह द्वारा मंदाकिनी रेडशिफ्ट के समीप संबंधित प्रत्येक GRG के लिए पूर्व में प्रेक्षित 2.1 GHz रेडियो इमेजिंग डाटा का उपयोग करते हुए, लक्ष्मी और उनके सहयोगियों जुरेक मलरेक्की (यूडब्ल्यूए, ऑस्ट्रेलिया), रवि सुब्रह्मण्यन (आरआरआई, भारत), हीथ जोन्स (मोनाश यूनिवर्सिटी, ऑस्ट्रेलिया), लिस्टर स्टेवली-स्मिथ (आईसीआरएआर, यूडब्ल्यूए, ऑस्ट्रेलिया) ने GRGs के आसपास के क्षेत्र में वृहत-पैमानीय संरचना को खोजा है। व्यापक अध्ययन ने परिवेश जिसमें रेडियो मंदाकिनियाँ बढ़कर विशालकाय आकार की हो जाती हैं और इसीलिए उनके विशालकाय आकारों का कारण बनती हैं के वर्गीकरण को समर्थ बनाया।

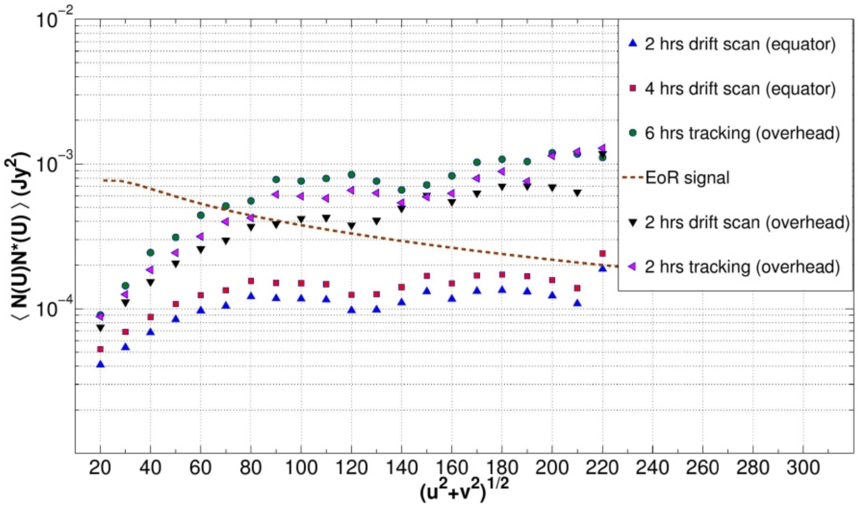
उन्होंने पाया कि माध्य गैलेक्सी संख्या GRG होस्ट गैलेक्सीज के आसपास ~700 Mpc3 आयतन में अधिक घनत्वता लगभग 70 है जो अधिकसघन परंतु गैर-वायरलाइज्ड परिवेश को इंगित करता है। मंदाकिनी आवंटन के आसपास में एनिसोट्रोपी का मात्रात्मक अध्ययन करने के लिए फूरियर कम्पोनेंट एनालिसिस का उपयोग करते हुए, उन्होंने पाया कि परिवेशी माध्यम में अधिक घनत्वता से दूर परावर्तित होते दिखाई देने वाले लोबों से GRGs पर परिवेश का स्पष्ट प्रभाव पड़ता है। इतना ही नहीं बल्कि, GRG लोब होस्ट के समीप मंदाकिनी नैह्बरहुड द्वारा निर्धारित सतह के समान होते दिखते हैं जो इंगित करता है कि लोबों की प्रवृत्ति दिशागत विशालकाय आकार में बढ़ने की होती है जो छोटे व वृहत पैमाने पर सघन क्षेत्र को रोकता है।

पिछले वर्ष, सरीपल्ली का दूसरा प्रमुख अनुसंधान विषय था न्यून एक्सियल अनुपात के कारण चयनित 52 रेडियो मंदाकिनियों के अद्वितीय प्रतिदर्शों में रेडियो मंदाकिनियों की आकारिकी का वर्गीकरण। यह कार्य प्रतिदर्श के उपलब्ध उच्चतर रेजोल्यूशन सतत डाटा (आर्काइवल VLA) के रेडियो इमेजिंग पर आधारित था। इमेज विश्लेषण के आधार पर, उन्होंने रेडियो मंदाकिनी आकारिकी के तीन प्रमुख 'विकृति' वर्गों की पहचान की जिसके परिणामस्वरूप उनका न्यून एक्सियल अनुपात होता है: लोबों (होस्ट गैलेक्सी के समीप वाला) के आंतरिक सीमांत से उद्भवित ऑफ-एक्सिस उत्सर्जन, लोबों (हॉटस्पॉट्स के समीप अथवा जहाँ जेट्स समाप्त होता है) के बाह्य सीमांत से उद्भवित ऑफ-एक्सिस उत्सर्जन, और वो जहाँ होस्ट मंदाकिनी के केंद्र में स्त्रोत के चारों ओर रेडियो उत्सर्जन की मोटी पट्टी होती है। इन तीनों विकृति प्रकारों की पहचान पृथक बनावट से होती है और इसीलिए उनके घटित होने की दर को निर्धारित किया जा सका। इस कार्य ने रेडियो मंदाकिनियों (जिनमें लोबों के बाह्य सीमांत पर ऑफ-एक्सिस उत्सर्जन होता है) को पहचाना जो ब्लैक होल एक्सिस में ड्रिफ्ट्स के स्पष्ट संकेतों को प्रदर्शित करते हैं। इस कार्य ने रेडियो मंदाकिनियों में 'वास्तविक' X-आकारीय संरचना की पहचान कराई जो कि अन्यथा पूर्व में रेडियो मंदाकिनियों के आंतरिक विचलन के कारण अस्पष्ट थी। इन स्त्रोत आकारिकियों का बाइनरी-ब्लैक होल युग्मन द्वारा उत्पन्न होना माना गया है और इसीलिए इस कार्य में अच्छी तरह से कंस्ट्रेन्ड X-आकारीय रेडियो मंदाकिनियों की घटना दर के साथ, वे ऐसे युग्मनों के फलस्वरूप गुरूत्वाकर्षणीय तरंग संकेतों की उन्नत सीमा को निर्धारित करने में सफल रहे। उन्होंने एक मान निर्धारित किया जो पिछले आंकलन से लगभग 6 गुना छोटा है। डेविड रोबर्ट्स (ब्रांदिस यूनिवर्सिटी, यूएसए), रवि सुब्रह्मण्यन (आरआरआई, भारत), जेक कोहन (ब्रांदिस यूनिवर्सिटी, यूएसए), और जिंग ल्यू (ब्रांदिस यूनिवर्सिटी, यूएसए) इस परियोजना में सरीपल्ली के सहयोगी रहे।

शिव सेठी प्रमुखतया ब्रम्हाण्डिकी, पुन:आयनीकरण काल और आरंभिक चुम्बकीय क्षेत्रों के ब्रम्हाण्डिकीय निहितार्थ में अधिक रूचि रखते हैं।

रेड्शिफ्ट HI संकेत में EoR का संसूचन अभी भी एक चुनौतीपूर्ण कार्य है। सेठी ने MWA का उपयोग करते हुए इस सकेत के संसूचन के लिए ड्रिफ्ट स्केन की प्रभावकारिता का विस्तृतता से अन्वेषण किया। ऐसी रणनीति का लाभ यह है कि तंत्रीय पैरामीटर –प्राथमिक बीम, बैंडपास, इत्यादि- ड्रिफ्ट स्केन के समय नियत/स्थिर रहते हैं। उन्होंने दिखाया कि दो भिन्न-भिन्न समय पर मापी दृश्यताएँ प्रेक्षित किये जा रहे आकाशीय क्षेत्र पर निर्भर करते हुए सशक्त रूप से सहसंबंधित हो सकती हैं। विशेषतया, यह दिखाया गया है कि भूमध्यवर्ती (इक्वेटोरियल) स्केनों के लिए, दृश्यताएँ MWA के लिए लगभग एक घण्टे तक सहसम्बद्ध हो सकती हैं परंतु, अन्य स्केन (उदाहरण के लिए MWA की अवस्थिति के लिए जेनिथ स्केन) के लिए ये अल्प अवधि (MWA के लिए 20 मिनिट तक) तक होंगी जो कि रेडियो इंटरफेरोमीटर की बेसलाइन आवंटन पर निर्भर करता है। परिणाम बताता है कि ऐसी प्रक्रिया से प्राप्त संवेदनशीलता की सामान्य ट्रेकिंग मोड में संवेदनशीलता

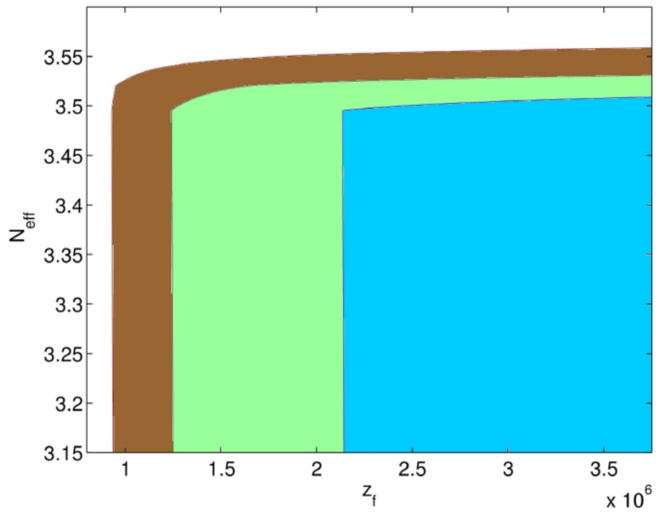
के साथ तुलना की जा सकती है (देखें चित्र 1)। इस कार्य को सौरभ पॉल (पीएचडी छात्र, आरआरआई) और आरआरआई व अंतर्राष्ट्रीय MWA EoR टीम के सहयोग से किया गया।



चित्र 1: बेसलाइन लम्बाई के फंक्शन के रूप में दृश्यता-दृश्यता सहसम्बद्धता में त्रुटि: नीला (त्रिकोण), लाल (वर्गाकार) क्रमशः दो घण्टे के भूमध्यवर्ती ड्रिफ्ट स्केन को इंगित करते हैं। काला (उल्टा त्रिकोण) चिह्न MWA की अवस्थिति पर दो घण्टे के जेनिथ ड्रिफ्ट स्केन को इंगित करता है। हरा (वृत्त) और गुलाबी (घूर्णित त्रिकोण) MWA अवस्थिति पर ± 1 और ± 3 नियमित ओवरहैड ट्रेकिंग के लिए 2 और 6 घण्टे की ट्रेकिंग चाल की अनुमानित त्रुटि दर्शाते हैं। सभी परिस्थितियों में, कुल इंटीग्रेशन 900 घण्टा है। डेश वाली ब्राउन रेखा EoR संकेतों को दर्शाती है। [चित्र का श्रेय: पॉल, एस सेठी एस और अन्य (2014): ड्रिफ्ट स्केन से पुर्नआयनीकरण काल से रेडशिफ्टेड HI का अध्ययन, ApJ, 793, 28]

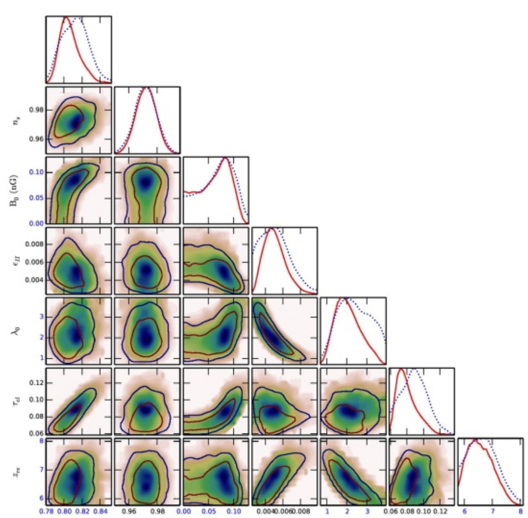
एक बार फिर सौरभ पॉल और अंतर्राष्ट्रीय MWA EoR टीम के साथ मिलकर, शिव ने MWA ट्रेकिंग और ड्रिफ्ट स्केन डाटा का विश्लेषण किया और परिणामों को समझने के लिए साइम्यूलेशन भी किया। उन्होंने हाल ही में MWA से 8 घण्टे की ट्रेकिंग का विश्लेषण पूरा किया और इसके परिणामों को नोइज एवं फोरग्राउंड के साइम्यूलेशन से तुलना की ताकि EoR संकेतों से फोरग्राउंड के अलगाव की समस्याओं को सुलझाया जा सके।

नूतन ब्रम्हाण्डिकीय डाटा ब्रम्हाण्ड में ईपोच ऑफ कोल्ड डार्क मैटर के प्रारूपण पर प्रकाश डाल सकते हैं। शिव और अबीर सरकार (पीएचडी छात्र, आरआरआई) एवं सुबिनॉय दास (आईआईए) ने कई सैद्धांतिकीय रूप से प्रेरित लेट फार्मिंग डार्क मैटर (LFDM) मॉडलों के अनुमानों की मंदाकिनी क्लस्टरिंग एवं लेयमन - α डाटा से तुलना की और बताया कि ब्रम्हाण्ड में डार्क मैटर रेडशिफ्ट $z > 10^6$ के पहले ही प्रारूपित हो चुके होंगे (देखें चित्र 2)।



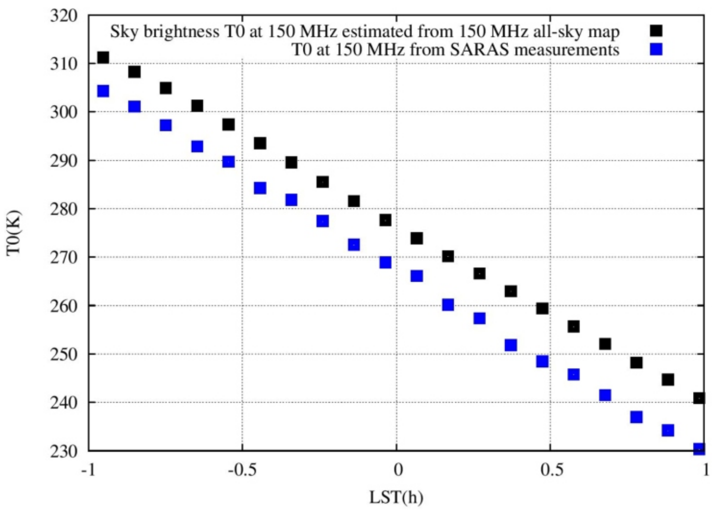
चित्र 2: डार्क मैटर Z_f के रेडशिफ्ट प्रारूपण का सतह में स्वीकार्य क्षेत्र और भाररहित न्यूट्रीनोज Z_{eff} की प्रभावी डिग्रीज को लेयमन- α डाटा के लिए दिखाया गया है। नीला, हरा और ब्राउन क्षेत्र क्रमश: 68%. 95.4% और 99.73% प्रतीति स्तरों को इंगित करते हैं। [चित्र का श्रेय: सरकार, ए. दास, एस., सेठी, एस. (2015): हमारे ब्रम्हाण्ड में डार्क मैटर कितनी देर में बन (प्रारूपित) सकते हैं।, JCAP, 03, 004]

कन्हैया पाण्डे, तीर्थांकर रॉय चौधुरी (दोनों एनसीआरए से), और एंड्रिया फेर्रारा (एसआईएसएसए, इटली) के साथ कार्य करते हुए, शिव ने रेडशिफ्ट स्तर $6 < z < 10$ में डाटा का उपयोग आरंभिक चुम्बकीय क्षेत्रों जो प्रारंभिक ब्रम्हाण्ड में घनत्वता पर्टरबेशन के संभावित स्त्रोत हैं को कैद (बलपूर्वक रोकना) करने का प्रयास करने के लिए किया। उन्होंने बताया कि प्राइमॉर्डियल चुम्बकीय क्षेत्रों का शामिल करना सैद्धांतिक मॉडल व प्रेक्षणीय डाटा के मध्य सामंजस्य को बढ़ाता है। यह दिखाया गया कि छोटे से छोटे 0.1 nGचुम्बकीय क्षेत्रों का पुन:आयनीकरण इतिहास में महत्वपूर्ण प्रभाव हो सकता है, जो कि अभी तक प्राप्त सबसे छोटी सीमा है (देखें चित्र 3)।



चित्र 3: चुम्बकीय क्षेत्र शक्ति स्पेक्ट्रम n = -2.9 के लिए प्रतीति अंतराल को पुन:आयनीकरण मॉडल में स्वीकार्य पांच पैरामीटरों के लिए दिखाया गया है।

SARAS का उपयोग करते हुए, आरआरआई में एक सहसंबद्ध स्पेक्ट्रोमीटर बनाया गया, रेडियो बैकग्राउंड को निम्न आवृत्ति (110-175 MHz) पर अप्रत्याशित सटीकता से मापा गया। इस मापन का उपयोग 150 MHz विद्यमान ऑल-स्काई मैप के कैलिब्रेशन को सुधारने के लिए किया जाता है। (देखें चित्र 4). ये मापन यह भी इंगित करते हैं कि मंदाकिनी उत्सर्जन का स्पेक्ट्रल इंडेक्स मंदाकिनीय बड्ज क्षेत्र की दिशा में सपाट रहता है। इस कार्य को निपांजना पात्रा (पीएचडी छात्र, आरआरआई), रवि सुब्रह्मण्यन (आरआरआई), उदय शंकर (आरआरआई) और ए रघुनाथन (आरएएल, आरआरआई) के सहयोग में किया गया।



चित्र 4: SARAS मापन एवं विद्यमान ऑल-स्काई 150 MHz मैप के मध्य तुलना (SARAS के कोणीय रेजोल्यूशन पर सपाट) [चित्र का श्रेय: पात्रा, एन. सुब्रह्मण्यन, आर., सेठी, एस. उदय शंकर, एन. रघुनाथन, ए. (2015): लम्बी तरंगदैर्ध्य पर रेडियो बैकग्राउंड का सरस मापन, ApJ, 801, 138]

एन उदय शंकर की वर्तमान अनुसंधान अभिरूचियाँ प्रमुखतया ईपोच ऑफ रिआयनाइजेशन (EoR) एवं रिकॉम्बीनेशन से संकेतों के संसूचन के लिए स्व-केलिब्रेटेबल प्रणाली बनाने पर केंद्रित हैं।

वर्ष 2014-2015 की अवधि के दौरान, सौरभ सिंह एवं निपांजना पात्रा (पीएचडी छात्र, आरआरआई), ए रघुनाथन (आरएएल, आरआरआई) एवं रवि सुब्रह्मण्यन (आरआरआई) के सहयोग में, उदय शंकर ने पुन:आयनीकरण अवधि से पूर्ण-आकाशीय संकेतों के संसूचन के प्रयोगों पर कार्य किया। न्यूट्रल हाइड्रोजन परमाणु से संकेतों का संसूचन, उस समय से जबकि ब्रम्हाण्ड में प्रथम प्रतिदीप्त वस्तुओं का जन्म हुआ, चुनौतीपूर्ण है। संसूचन खगोलज्ञ को अंधेरे युगों एवं अनुवर्ती EoR के दौरान भौतिक प्रक्रियाओं के उद्घाचन में सहायता करता है, जो कि प्रथम स्टार एवं मंदाकिनियों के प्रारूपण के साथ-साथ विसरित हस्तक्षेपी माध्यम का इसकी वर्तमान अवस्था में आने के क्रमविकास को समझना बहुत आवश्यक है। अंतिम वर्ष में, कॉस्मिक रेडियो बैकग्राउंड में EoR के स्पेक्ट्रल संकेतों के उपयोगी मापन के सक्षम प्रणाली को बनाने के लक्ष्य की दिशा में महत्वपूर्ण प्रगति हुई।

इस क्षेत्र में प्रोटोटाइप प्रणाली का परिनियोजन एवं आंकडों के विश्लेषण ने 110 व 175 MHz के मध्य रेडियो बैकग्राउंड के स्पेक्ट्रल इंडेक्स और निरपेक्ष प्रतिदीप्ति के सटीक मापन प्रदान किये। उन्होंने 1.2% सटीकता के निरपेक्ष आकाश प्रतिदीप्ति का मापन करने

में सफलता पाई, जो केवल नियमित त्रुटियों द्वारा सीमित है। समूह ने वाइड-कोणीय मापन का उपयोग किया जिसे SARAS द्वारा निर्धारित किया गया, जो एक सहसंबंधित स्पेक्ट्रोमीटर प्रयोजन है जिसकी लेंडेकर एवं विलेबिन्स्की के 150 MHz ऑल-स्काई मैप के लिए संवर्धित निरपेक्ष केलिब्रेशन प्रदान करने के लिए कॉस्मिक रेडियो बैकग्राउंड के सटीक मापन के लिए अभिरचित है: उन्होंने दिखाया कि 1.05 गुणक द्वारा परिणामी प्रतिचित्र का मापन एवं 21.4K के ऑफसेट को घटाना समग्र ऑफसेट त्रुटि को 8K (50K से) और स्केप त्रुटि को 0.8% (5% से) तक कम करेगा।

परिणाम वैश्विक फोरग्राउंड स्काई के मॉडल बनाने में भी लाभकारी है, जो वैश्विक EoR संकेतों के संसूचन के लिए एक महत्वपूर्ण कदम है। तापमान स्पेक्ट्रल इंडेक्स का SARAS मापन दर्शाता है कि रेडियो स्काई का स्पेक्ट्रल इंडेक्स मंदाकिनीय केंद्र क्षेत्र को स्टीपर ऑफ करता है और शायद मंदाकिनीय प्लेन को भी दूर करता है। उनके प्रेक्षण, जैसी कि एक साधारण विसरण मॉडल से उम्मीद की गई, के साथ संगत में हैं जहाँ उच्च ऊर्जा कॉस्मिक किरण इलेक्ट्रॉन्स स्टार-प्रारूपण गतिविधि और मंदाकिनी डिस्क में अनुवर्ती सुपरनोवा तथा सिंक्रोट्रोन हानियों एवं प्रतिलोम कॉम्प्टन प्रकीर्णन के कारण स्पेक्ट्रल स्टीपनिंग के साथ मंदाकिनी हैलो में विसरण में उद्भवित होते हैं। इस प्रेक्षण के परिणामों को दी एस्ट्रोफिजिकल जर्नल में प्रतिवेदित किया गया है।

डाटा विश्लेषण ने भी संकेत किया कि संग्राहकों की वर्गीकरिणिकी (सिस्टेमेटिक्स) और GBD वेधशाला में मानव निर्मित रेडियो आवृत्ति हस्तक्षेपी वातावरण के कारण प्रेक्षण संवेदनशीलता की दृष्टि से सीमित हैं। इसीलिए, एक चार-भुजा वाला दृष्टकोण अपनाया गया है:

1. एंटीना के रिटर्न क्षति के यथावत मापन को समाविष्ट करने के लिए एनालॉग संग्राहक की पुनःअभिरचना,

2. एंटीना के लिए रिटर्न क्षति के बदलाव पर केंद्रित SARAS के आवृत्ति मुक्त एंटीना की पुनःअभिरचना ताकि स्पेक्ट्रल संरचनाओं में प्रतिबिम्बन न हो जो EoR संकेतों के ही समान हैं।

3. डार्क एजेस तथा ऑनसेट एवं पुनःआयनीकरण काल के अंत की वर्तमान समझ के अनुरूप 40-200 MHz आवृत्ति दायरे को आवरित करने के लिए प्रचालित बैंडविड्थ को बढ़ाना।

4. संग्राहक के वाइड बैंडविड्थ को समाविष्ट करने के लिए स्पेक्ट्रोमीटर की अभिरचना भी प्रबल RFI के कारण चैनलों की क्षति को कम-से-कम करने के लिए उच्च गत्यात्मक दायरे का लक्ष्य रखता है।

एनालॉग संग्राहक की पुनःअभिरचना एक नियमित अभ्यास है। प्रथम कदम के रूप में, उन्होंने एंटीना रिटर्न क्षति के यथावत मापन के लिए SARAS संस्थति में एक अतिरिक्त ध्वनि स्त्रोत शामिल किया है। जब प्रयोग किये गए एंटीना की बात आती है तो उन्होंने निम्न सिद्धांतों पर आधारित कई भिन्न-भिन्न आकारों पर कार्य किया:

i) वे वास्तव में आवृत्ति मुक्त एंटीना की इच्छा रखते हैं और छोटे डाइपोल (अथवा एक मोनोपोल) उनकी आवश्यकताओं को संतुष्ट करते हैं। इसीलिए उन्होंने एंटीना का आकार प्रचालन की उच्चतम आवृत्ति की तरंगदैर्ध्य का अधिकतम आधा ही रखा।

ii) फिर, उन्होंने क्षितिज की ओर अकृत एकल प्रमुख लोब से एक एंटीना की इच्छा रखी जो रेडियो आवृत्ति हस्तक्षेपण को कम-से-कम कर सके, तंत्र/प्रणाली के शोर को कम-से-कम करने और एंटीना लाभ को अधिकतम करने के लिए ग्राउंड स्पिलओवर कर सके, संग्राहक के आउटपुट में दिखने वाले योगात्मक स्थितियों को घटाने के

लिए ओह्मिक क्षति को न्यूनतम कर सके। इन आवश्यकताओं ने उनको मोनोपोल एंटीनाओं की ओर अभिमुख कर दिया है। जबकि अधिकतर एंटीना अभिकल्पक उच्च रिटर्न क्षति को देखते हैं, उन्होंने अपनी अभिरचना में इस पैरामीटर पर अधिक आवश्यकता व्यक्त नहीं की, क्योंकि वह एंटीना तापमान है जो रूचि के आवृत्ति बैंडों में संग्राहक ध्वनि/शोर पर अधिपत्य रखता है। इस संबंध में, वे वर्तमान में मोनोपोल डिस्कोन एंटीनाओं और वोल्कानो स्मोक एंटीनाओं के संशोधित प्रारूपों पर प्रयोग कर रहे हैं।

पिछले शैक्षणिक वर्ष के दौरान, मयूरी एस, रवि सुब्रह्मण्यन और जेन्स झुबा (जॉन्स हॉप्किन्स यूनिवर्सिटी) के साथ उदय शंकर रेडियो विन्डो में पुर्नसंयोजन अवधि से पूर्ण-आकाशीय संकेतों के संसूचन के प्रयोगों की अभिरचना में भी संलग्न हैं। वर्ष 2012-13 में, आरआरआई के फ्लैगशिप कार्यक्रम के भाग के रूप में, समूह ने ब्रम्हाण्डिकीय पुर्नसंयोजन की अवधि (अधिक जानकारी के लिए देखें www.rri.res.in / DISTORTION) से पुनःसंयोजन रेखाओं के संसूचन के लिए अरे ऑफ प्रिसीजन स्पेक्ट्रोमीटर (APSERa) को बनाने का प्रस्ताव दिया।

यह सर्वविदित है कि कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड (CMB) के आवृत्ति स्पेक्ट्रम 50 अंश प्रति मिलियन की सूक्ष्मता तक एक ब्लैकबॉडी स्पेक्ट्रम है। यद्यपि 105 के एक भाग के स्तर तक छोटा तापमान उच्चावचन है जबकि आकाश में विभिन्न दिशाओं में इसे प्रेक्षित किया गया हो। इसके अतिरिक्त उच्चतर संवेदनशीलता पर सीएमबी स्पेक्ट्रम से आशा की जाती है कि वह ब्लैकबॉडी आकृति से विकृति दिखाए। इन विकृतियों में प्रारंभिक ब्रम्हाण्ड में ऊर्जा उत्सर्जन प्रक्रिया के संकेत निहित होते हैं और उनका अध्ययन प्रारंभिक ब्रम्हाण्ड की भौतिकी के नए आयामों को खोल सकता है।

आरआरआई में, वे हाइड्रोजन अवधि ($500 < z < 2000$) और हीलियम पुर्नसंयोजन अवधि (HeII से HeI के लिए $1600< z <3500$ और HeIII से HeII के लिए $5000 < z < 8000$) के दौरान फोटान उत्सर्जन द्वारा कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड के कमजोर स्पेक्ट्रल विकृति के प्रायोगिक संसूचन और अध्ययन पर बल देते हैं। वर्ष 2014-15 में, उन्होंने इन पुनःसंयोजन रेखाओं के प्रायोगिक संसूचन के लिए साध्यता अध्ययन किया। कई प्रश्न पूछे गए एवं अध्ययनों द्वारा इनका उत्तर दिए गए:

(1) भू-आधारित संसूचन प्रयोग के लिए सबसे उपयुक्त आवृत्ति दायरा क्या है ? - अध्ययन बताते हैं कि 2-6GHz विंडों में ऑक्टेव बैंड संकेत-से-नोइज अनुपात अधिकतम करने और पर्याप्त आवृत्ति स्तर प्रेक्षित करने के विचार से अनुकूलतम विकल्प हैं इस तरह से कि पर्याप्त पुर्नसंयोजन रेखा स्पेक्ट्रल संरचना शामिल की जा सके। इस सेमी-तरंगलम्बाई रेडियो बैंड में, पूर्वानुमानित संकेत आकाशीय स्पेक्ट्रम में अंतःस्थापित लगभग 8nK के परिवर्ती आयाम के एक व्यापक व कमजोर योगज अवयव के रूप में दिखाई देते हैं जो कि कुछ 8 के माप के परिमाण से चमकीला है।

(2) क्या पूर्ण आकाशीय स्पेक्ट्रम से ब्रम्हाण्डिकीय पुनःसंयोजन रेखाओं को पुनःप्राप्त करना संभव है ? - अध्ययन बताते हैं कि यह वास्तव में संभव है और वे मंदाकिनी व बाह्यमंदाकिनीय स्त्रोतों से उत्पन्न होने वाली आकाशीय विकिरणों की मॉडलिंग द्वारा आकाशीय स्पेक्ट्रम में जली हुई इन सूक्ष्म उच्चावचनों के संसूचन की कलन विधि को प्रस्तावित करते हैं। इस कलन विधि में पहली बार समूह ने अधिकतम अबाधित क्रिया की अवधारणा को प्रस्तुत किया जो कि स्पेक्ट्रम के अग्रभाग को निर्धारित करने और सम्बद्ध संकेतों में अंतर करने में सक्षम है। उन्होंने पाया कि इन

विकृतियों को रेडियोमीटर जिसमें क्रायोजेनिकली शीतित आधुनिक संग्राहकों का उपयोग होता है, के 128-अवयवी अरे के आकाश के सेंटीमीटर तरंग क्षेत्र में 255 दिन प्रेक्षण करते रहने पर 90% संसूचित किया जा सकता है। इन प्राप्तियों/खोजों को दी एस्ट्रोफिजिकल जर्नल में प्रकाशन में लिए प्रतिवेदित किया गया है।

श्रीवाणी, बी एस गिरीश (आरएएल, आरआरआई) और रवि सुब्रह्मण्यन (आरआरआई) के सहयोग में, उदय शंकर ब्रम्हाण्डिकीय अध्ययन के लिए उच्च गति व उच्च गतिक स्तर के स्पेक्ट्रोमीटर (pSPEC) की अभिरचना व स्थापना में भी शामिल रहे हैं। इस दिशा में पहले कदम के रूप में, APSERA टीम ने आधुनिक FPGA आधारित प्रिसीजन डिजीटल स्पेक्ट्रोमीटर बोर्ड (pSPEC) को अभिरचित किया जो 1 GHz से बड़ी बैंडविड्थ के एनालॉग संकेतों को डिजीटलीकृत करने में सक्षम हैं। स्पेक्ट्रोमीटर इंटरलीव्ड मोड में उच्च गति के ADC प्रकार्यन पर आधारित है ताकि वर्टेक्स6 FPGAs का उपयोग करते हुए इच्छित बैंडविड्थ और फास्ट फूरियर ट्रान्सफार्म (एफएफटी) को प्राप्त किया जा सके। हालांकि वर्ष 2013-14 में इस प्रणाली का उपयोग करते हुए सफलता का पहली बार अनुभव किया गया, इसका परिशुद्धिकरण वर्ष 2014-15 में हुआ, जिसके परिणामस्वरूप व्यापक प्रयोजन के मंच के रूप में परिशुद्ध ब्रम्हाण्डिकीय संग्राहको के लिए इसका विकास उच्च गतिक दायरे के स्पेक्ट्रोमीटर के लिए हुआ।

वर्ष 2014-15 में, इस मंच को EoR से HI संकेतों के संसूचन के प्रयोग के लिए डिजीटल बैक-एंड संग्राहक में प्रारूपित करने के लिए कंफीग्यूर किया गया। अब समूह के पास एक कार्यकारी प्रणाली है जो 10-बिट ADCs और फिर वर्टेक्स6 आधारित 8192 स्पेक्ट्रल चैनलों को प्रदान करने में सक्षम समानांतरीय FFT इंजन का उपयोग करते हुए 250 MHz एनालॉग बैंडविड्थ के प्रत्येक दो संकेतों को डिजीटलीकृत करने में सक्षम है। ऐसा प्रयोक्ता निर्धारित एकीकृत अवधियों के लिए आंकलित पारस्परिक स्पेक्ट्रल आंकलन के पश्चात होता है फिर स्पेक्ट्रा गीगाबिट ईथरनेट इंटरफेस, लगभग 2Mbytes प्रति सेकण्ड पर लगभग 67 msec की अवधि के लिए ऑन-चिप पर अंगीकृत, का उपयोग करते हुए स्ट्रीम्ड आउट होते हैं। वर्तमान में, स्पेक्ट्रोमीटर यांत्रिकीय इंक्लोजर यूनिट में अंगीकृत है। प्रणाली का एकीकरण एवं एनालॉग यूनिट के साथ परीक्षण प्रगतिरत है। प्रणाली अखंडता, स्थायित्वता, परिणामों की गुणवत्ता और सॉफ्टवेयर परिशोधन से संबंधित विविध पहलुओं पर कार्य जारी है।

पुन:संयोजन की अवधि से संकेतों के संसूचन के लिए समूह के बड़े प्रयोग के लिए pSPEC मंच को कंफीग्यूर करने में महत्वपूर्ण प्रगति हुई है। दो pSPEC यंत्रों को वर्टेक्स®-6 SXT FPGAs के साथ उपयोग के लिए पुन:कंफीग्यूर किया गया है जिन्हें ऐसी प्रणालियों के लिए ऑप्टिमाइज किया गया है जिनके लिए 6.6Gbps सीरियल कनेक्टिविटी और निम्न-ऊर्जा पर डिजीटल संकेत संसाधन के अति-उच्च निष्पादन की आवश्यकता होती है। यह चिप अधिकतम अनुपात के DSP और मैमोरी रिसोर्सेस व्युत्पन्न करती है। इस परिवर्धन के साथ, वे pSPEC मंच को 2.5 से 3 GHz की बैंडविड्थ वाले एनालॉग संकेतों के स्पेक्ट्रोमीटर की तरह कार्य करने के लिए परिशुद्धिकरण को आगे बढ़ा रहे हैं।

एस श्रीधर ने गत्यात्मक खगोलिकी के दो क्षेत्रों में कार्य किया, दोनों ही में N-निकाय गुरूत्वीय प्रणालियों की भौतिकी शामिल है। प्रथम, बाह्यग्रहीय गतिकी, कुछ-निकाय ($N <$ ten) समस्या है। दूसरा, वृहत ब्लैक होल के चारों ओर तारकीय गतिकी, कई-निकाय ($N >$ million)समस्या है।

जिहाद तौमा (अमेरिकन यूनिवर्सिटी ऑफ बेरट, लेबनान) के साथ संयुक्त कार्य में, श्रीधर ने एक नई यांत्रिकी को प्रस्तावित किया जो बाइनरी स्टारों में बहुग्रहीय प्रणालियों को प्रभावित कर सकती है। बाइनरी स्टारों में अधिकतर बाह्यग्रहीय प्रणालियाँ किया जो

बाइनरी स्टारों में बहुग्रहीय प्रणालियों को प्रभावित कर सकती है। बाइनरी स्टारों में अधिकतर बाह्यग्रहीय प्रणालियाँ S-प्रकार की होती हैं, और दूरस्थ कक्षा पर बाइनरी सहचर स्टार के साथ प्राथमिक तारे के कक्षीय ग्रह से बनी होती हैं। एक लगभग वृत्ताकार एवं सपाट ग्रहीय प्रणाली में सामान्य मोड (उत्केंद्रता) जिन्हें लाप्लेस-लागरेंज सेकुलर मोड कहा जाता है, का कक्षीय प्रक्रिया के लम्बे अक्ष के संगत दर के सापेक्ष, का एक समुच्चय होता है। यह सर्वज्ञात है कि कक्षीय अग्रगमन केपलर कक्षीय समय की तुलना में ऑर्डर्स-ऑफ –मेग्नीट्यूड धीमा है। परंतु इस बात की सराहना नहीं की गई है कि कक्षीय अग्रगमन अवधि को उस अवधि (अथवा रेजोनेंस के साथ रहने पर) जिसमें दूरस्थ बाइनरी कक्षपथ होता है से तुलना की जा सकती है। इस लेप्लेस-लेग्रेन्ज इवेक्शन रेजोनेंस (LLER) में एक या अधिक मोड़ों को केप्चर करना, और ग्रहीय माध्य-गति रेजोनेंसेस से अनुवर्ती इंटरप्ले नाटकीय परिणाम उत्पन्न कर सकते हैं। ये वृहत ग्रहीय उत्केंद्रता के उत्तेजन एवं पारस्परिक रूझान से लेकर पूर्ण विध्वंस तक के दायरे के हो सकते हैं, जैसा कि तौमा एवं श्रीधर ने भिन्न-भिन्न प्रकार के संख्यात्मक अनुकरणों, वैश्लेषिक मॉडलिंग एवं मुक्त बाह्यग्रहीय केटलॉग से डाटा के विश्लेषण के जरिए प्रस्तुत किया है। एक प्रारंभिक गैर-रेजोनेंट ग्रहीय प्रणाली को विविध प्रक्रियाओं के द्वारा रेजोनेंस में लाया जा सकता है, जिसमें से एक है प्लानेटेशिमल-प्रचालित प्लानेटरी माइग्रेशन। चूंकि इसके लिए किसी विशेष भौतिक अथवा प्रारंभिक अवस्था की आवश्यकता नहीं होती है, LLER एक जेनेरिक प्रक्रिया है। कई S-प्रकार के प्रणालियों की संरचना में परिवर्तन करने के अतिरिक्त, LLER वाइड बाइनरीज में बहुग्रहीय घटना दर को भी कमजोर कर सकता है और समीप्य बाइनरियों में ग्रहीय प्रारूपण को प्रभावित कर सकता है।

श्रीधर के प्रमुख अनुसंधान अभिरूचियों में से एक है मंदाकिनियों के केंद्र में स्थूल ब्लैक होल्स की कक्षा बनाते N (> मिलियन) स्टारों का घना क्लस्टर्स। हमारी मंदाकिनी और एंड्रोमेडा मंदाकिनी के केंद्रीय क्षेत्र के प्रेक्षण बताते हैं कि न्यूक्लियर स्टार क्लस्टरों में संबंधित किनेमेटिक्स (अग्रगमन अथवा काउंटर-घूर्णन) के साथ निम्न आकाशीय सममिति (उत्केंद्रक, लोपसाइडेड, ब्रेप्ड, थिक, ट्रायएक्सियल) की दिलचस्प आकाशीय ज्यामितियाँ हो सकती हैं। श्रीधर एवं तौमा (1999) विचार रखते हैं कि 'केपलेरियन' स्टार क्लस्टर्स में (जिसमें ब्लैक होल्स गुरूत्व सभी स्टारों की स्व-गुरूत्व पर प्रभुत्व रखता है) स्टारों की कक्षा अधिक नियमित है, और यह चाही गई निम्न आकाशीय सममिति के स्व-संगत पंथनिरपेक्ष स्व-खिंचाव साम्यता को समर्थ बना सकता है। इसमें तब से इन प्रणालियों की हमारी समालोचना में कुछ प्रगति हुई है। पिछले कुछ वर्षों से श्रीधर ने शून्य-मोटाई स्व-गुरूत्वन केपलेरियन डिस्क की संरचना व गतिकी से संबंधित विविध समस्याओं पर कार्य किया। इस कार्य को तरूण दीप सैनी (आईआईएससी, बेंगलूर), ममता गुलाटी (आईआईएसईआर, मोहाली), करमवीर कौर (पीएचडी छात्र, आरआरआई) एवं नवीन जिंगडे (आईआईएससी, बेंगलूर) के सहयोग में किया। पंथनिरपेक्ष समय क्रमविकास तारकीय प्रणालियों के छोटे स्व-गुरूत्व द्वारा प्रचालित होता है। परंतु गुरूत्वाकर्षणीय बल के लम्बी-दूरी एवं पूर्णतया आकर्षिक प्रकृति से निपटने में कठिनाइयों के कारण, एक सामान्य सैद्धांतिक ढांचा अनुपस्थित है। श्रीधर एवं तौमा (AUB) ने स्व-गुरूत्वीय केपलेरियन तारकीय प्रणाली के पंथनिरपेक्ष (अथवा लम्बी-अवधि) क्रमविकास के सिद्धांत को विकसित किया है। यह संघट्टनरहित गतिकी एवं गैर-साम्य सांख्यिकीय यांत्रिकी दोनों को निर्धारित करने के सामान्य ढ़ांचे को प्रदान करता है। वे अब निम्न को सटीकता से अंकित करते हैं: पंथनिरपेक्ष संघट्टनरहित साम्यता एवं उनकी गतिकीय स्थायित्वता और (b) पंथनिरपेक्ष-ऊष्मागतिक साम्य अवस्था की दिशा में 'रेजोनेंट शिथिलीकरण' के कारण धीमे किनेटिक क्रमविकास।

विराल पारेख मंदाकिनी क्लस्टर्स, विसरित रेडियो स्त्रोतों एवं विकसित रेडियो डाटा अपचय पाइपलाइन में अभिरूचि रखते हैं। के एस द्वारकानाथ (आरआरआई), रूटा काले (एनसीआरए-टीआईएफ आर), एवं लीजो जॉर्ज थॉमस (पीएचडी छात्र, आरआरआई) के सहयोग से पारेख MWA सातत्यक सर्वेक्षण में विसरित रेडियो स्त्रोतों पर अन्वेषण का कार्य कर रहे हैं।

रेडियो प्रेक्षणों ने अंतरा-क्लस्टर माध्यम (ICM) से विसरित वृहत-पैमानीय उत्सर्जन के अस्तित्व को दर्शाया है, जो बताता है कि गैर-ऊष्मीय घटक, चुम्बकीय क्षेत्र एवं सापेक्षकीय कण गर्म ICM से मिश्रित हैं। विसरण प्रसरित क्लस्टर-वाइड रेडियो स्त्रोतों को वर्तमान में दो वर्गों में बांटा गया है: रेडियो होल्स (RHs) एवं रेलिक्स। RHs केंद्रीय क्लस्टर क्षेत्र में पाए जाते हैं विशेष रूप से ~1 Mpc एवं स्टीप स्पेक्ट्रा (अल्फा = 1-1.8) में। रेलिक स्त्रोत अपने निम्न सतही प्रतिदीप्ति, वृहत आकार व स्टीप स्पेक्ट्रम में हैलोस के समान हैं, परंतु वे विशेष रूप से क्लस्टर के बाह्य परिधीय क्षेत्रों में पाए जाते हैं। ये स्त्रोत चुम्बकीय क्षेत्रों के आवंटन एवं सापेक्षकीय कणें, क्लस्टर की गतिकीय गतिविधि (मर्जर-हैलो संबंध), क्लस्टर इतिहास व क्रमविकास इत्यादि के अध्ययन में महत्वपूर्ण हैं। ये महत्वपूर्ण हैं क्योंकि ये ब्रम्हाण्ड में वृहत-पैमानीय संरचना के प्रारूपण के अध्ययन और ब्रम्हाण्डिकीय मॉडलों के साथ तुलना करने के तरीकों को प्रदान करते हैं। इन स्त्रोतों की न्यून सांख्यिकी के कारण, इन स्त्रोतों के उद्भव व विकास के बारे में बहुत कम ही ज्ञात है। क्लस्टरों में RH की घटनाओं के मापन और इनका क्लस्टर गुणधर्मों से संबंध कस अध्ययन एक चुनौतीपूर्ण कार्य है। वर्तमान ठोस सांख्यिकीय सूचना तत्वत: रेड्शिफ्ट की सापेक्षिक रूप से सकरी रेंज (z=0.2-0.35) और एक्स-किरण प्रतिदीप्त (और बहुत व्यापक) क्लस्टरों को निर्दिष्ट करती है। इन बाधाओं को दोनों (उच्च) रेड्शिफ्ट एवं (निम्न) भार रेंज में विस्तारित करना क्लस्टर-स्केल रेडियो उत्सर्जन के उद्भव को समझने और सैद्धांतिक मॉडलों के पूर्वानुमानों के परीक्षण के लिए लिए बहुत आवश्यकत है। Rhs के सांख्यिकीय गुणधर्मों का उपयोग मंदाकिनी क्लस्टरों में गैर-ऊष्मीय कणों के उद्भव के लिए विविध मॉडलों के मध्य अंतर करने के लिए किया जा सकता है।

इस परियोजना में, प्रमुख लक्ष्य है MWA-GLEAM (गेलेक्टिक एवं एक्स्ट्रागेलेक्टिक MWA सर्वेक्षण) डाटा का उपयोग मंदाकिनी क्लस्टरों में नए विसरित रेडियो स्त्रोतों को खोजना है। प्रारंभिक बिन्दु के रूप में, समूह MCXC (मंदाकिनियों के एक्स-किरण संसूचित क्लस्टरों का एक मेटा-केटलॉग) केटलॉग का उपयोग क्लस्टर स्थिति का पता लगाने व मंदाकिनी क्लस्टरों जैसे भार, प्रतिदीप्ति, तापमान आदि, की उपलब्ध एक्स-किरण सूचना का उपयोग करने के लिए कर रहे हैं। फिर, वे इन बाद वाले प्रेक्षणों में उपलब्ध आंकडों के अनुसार NVSS (1.4 GHz) अथवा SUMSS (843 MHz)से MWA के 150MHz आंकडों पर मंदाकिनी क्लस्टरों के केंद्रीय स्त्रोतों की फ्लक्स सघनता की तुलना करते हैं । पारेख इस कार्य के लिए TGSS (150 MHz) का भी उपयोग करते हैं। साथ-साथ, सापेक्षिक मंदाकिनी क्लस्टर की एक्स-किरण आकारिकी को ROSAT, Chandra एवं XMM-न्यूटन एक्स-किरण दूरदर्शक का उपयोग करते हुए जांचा जा रहा है। यदि मंदाकिनी क्लस्टर का केंद्रीय स्त्रोत स्टीप स्पेक्ट्रा प्रदर्शित करता है और सापेक्षिक एक्स-किरण डाटा एवं अव्यवस्थित आकारिकी दोनों होस्टिंग रेडियो हैलो के घटित होने की ओर इंगित करते हैं। फिर वे उच्चतर रेजोल्यूशन पर कार्य करते हैं और GMRT के संवेदी अनुवर्ती प्रेक्षणों का उपयोग करते हैं। वर्तमान में, वे MWA आंकडों के खराब रेजोल्यूशन (150 MHz पर ~ 3 arcmin) तक सीमित हैं। वर्तमान MWA आंकड़े विसरित रेडियो स्त्रोतों के अध्ययन के लिए पर्याप्त नहीं हैं।

पारेख के शुरूवाती कार्य में, उन्होंने रेडशिफ्ट और प्रतिदीप्ति आधारित MCXC केटलॉग से 130 मंदाकिनी क्लस्टरों को चयनित किया है। जैसा उपर बताया गया, वर्तमान MWA आंकड़ों के खराब

रेजोल्यूशन के कारण, 130 मंदाकिनी क्लस्टरों में से, उन्हें केंद्रीय स्त्रोत पर आधारित प्रतिदर्श क्लस्टरों को चयनित करना है जिसमें सापेक्षिक उच्च रेजोल्यूशन NVSS प्रतिचित्र (अन्यथा MWA प्रतिचित्र में, ये प्वाइंट स्त्रोत केंद्रीय स्त्रोत के साथ मिश्रित थे) में इसके चारों ओर बहुत अधिक प्वाइंट स्त्रोत न हों। इन प्रत्येक चयनित क्लस्टरों के लिए, उन्होंने MWA की प्राथमिक बीम संशोधित प्रतिचित्र को बनाया। फिर, उन्होंने 150MHz और 1400 MHz के मध्य क्लस्टर के इस केंद्रीय स्त्रोत के लिए स्पेक्ट्रल इंडेक्स का मापन किया। इस जारी कार्य से, उन्होंने लगभग 10 भावी प्रत्याशियों (स्टीप स्पेक्ट्रम स्त्रोत और एक्स-किरण आकारिकी पर आधारित) को GMRT के साथ अग्रिम अध्ययन के लिए चयनित किया। हाल ही में, उन्होंने विसरित रेडियो उत्सर्जन की खोज के लिए इन क्लस्टरों के निम्न आवृत्ति (610 MHz एवं 235 MHz) GMRT प्रेक्षण में समय की गणना की। वे VLA एवं GMRT आर्किवल डाटा का उपयोग करते हुए कई अन्य भावी क्लस्टरों का भी विश्लेषण कर रहे हैं।

अंत में, पारेख ईमानदार सर्वेक्षण के स्थूल व दूरस्थ क्लस्टरों (MaDCoWs) में रेडियो स्त्रोतों पर रूटा काले (NCRA-TIFR) के साथ अन्य परियोजनाओं पर भी संलग्न हैं। उन्होंने हाल ही में GMRT (610 MHz एवं 1400 MHz) का उपयोग करते हुए सात दूरस्थ क्लस्टरों ($0.7 < z < 1.3$) को प्रेक्षित करने में 40 घंटे लिये। इस परियोजना में, प्रमुख लक्ष्य है दूरस्थ क्लस्टरों में विसरित रेडियो उत्सर्जन को संसूचित करना।

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी

सिंहावलोकन

आरआरआई में प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी (LAMP) समूह प्रकाश-पदार्थ अंतःक्रिया के क्षेत्र जो एक ओर से परमाण्विक, आण्विक व प्रकाशिक (AMO) भौतिकी व दूसरी ओर से गहन लेज़र उत्पादित प्लाज्मा का संयोजन है, में अनुसंधान कर रहा है। प्रकाश-पदार्थ अंतःक्रियाओं का अन्वेषण इस समूह द्वारा प्रायोगिक तरीकों के साथ-साथ सांख्य व सैद्धांतिक विश्लेषण का उपयोग करते हुए क्लासिकल एवं प्रमात्रा दोनों परिप्रेक्ष्य से किया जा रहा है। अंतःक्रियाओं का अध्ययन बहुत उच्च प्लाज्मा तापमान, कमरे के तापमान व अतिनिम्न तापमान जो लेज़र शीतलन विधियों द्वारा प्राप्त होता है पर किया जा रहा है। उच्चतर ऊर्जा घनत्व से लेकर एकल फोटॉन क्षेत्र तक प्रकाश का उपयोग अन्वेषित किये जाने वाले ऊर्जा पैमाने के प्रभावशाली दायरे को समर्थ बनाता है।

LAMP समूह का अनुसंधान प्रकाशिक लैट्टिस में धारित अति-शीत परमाणुओं एवं विविध नैनो-ट्रेपों, विविध यादृच्छिक माध्यम में प्रकाश के स्थानांतरण व स्थानीकरण का अन्वेषण, ठोस अवयवों से अतितीव्र लेज़र प्रेरित प्लाज्मा, नैनोपदार्थों का अरैखिक प्रकाशिक गुणधर्म, लेज़र शीतलन एवं परमाणुओं का ट्रेपिंग, आण्विक स्पेक्ट्रोस्कोपी, शीत संघट्टन, चक्रण सांख्यिकी पर अन्वेषण, आयन ट्रेपिंग, केविटियों में परमाणु, बाह्य क्षेत्रों में शीतित परमाणुओं की प्रतिक्रिया, न्यूट्रल परमाणुओं के साथ प्रमात्रा प्रकाशिकी और गैर-क्लासिकल प्रकाश स्त्रोत, प्रकाश की प्रमात्रा चाल, स्वतः पैरामेट्रिक निम्नवत-रूपांतरण पर आधारित एकल फोटॉन स्त्रोतों का विनिर्माण और प्रमात्रा यांत्रिकी, प्रमात्रा सूचना तथा संगणना व प्रमात्रा संचार आदि के मूलभूत परीक्षण का उनका अनुप्रयोग, का उपयोग करते हुए प्रमात्रा लॉजिक को प्रदर्शित करने पर बल देता है। वर्तमान में, बाह्य संभाव्यता में प्रमात्रा प्रकाशिक यंत्रों की आंतरिक स्वतंत्रता के स्तर के अनुरूपण द्वारा प्रमात्रा लॉजिकल गेटों को विरचित किया जा रहा है।

वर्तमान अनुसंधान अभिरूचियाँ

प्रमात्रा प्रकाशिकी

प्रमात्रा प्रकाशिकी भौतिकी का एक अध्ययन क्षेत्र है जो घटनाओं जिनमें प्रकाश व पदार्थ के साथ इनकी अंतःक्रिया शामिल होती हैं को समझने के लिए प्रमात्रा यांत्रिकीय यंत्रों का उपयोग करती है। प्रमात्रा प्रकाशिकी में रूचि के प्रमुख क्षेत्रों में निहित हैं : अवयवीय कण जैसे परमाणु, आयन व अणुओं का परिचालन, और प्रमात्रा सूचना की हमारी वर्तमान समझ को सुदृढ़ करने के लिए प्रमात्रा प्रकाशिकी का उपयोग। प्रमात्रा कोहेरेंस का परमाणु व प्रकाश के मध्य स्थानांतरण तथा प्रकाश व पदार्थ की नवीन प्रमात्रा अवस्थाओं का निर्माण ऐसे ही कुछ अन्य प्रश्न हैं जिनका इस समय उत्तर खोजने का प्रयास किया जा रहा है। इस उद्देश्य के लिए, सुपरपोजीशन अवस्था में तैयार परमाणुओं के लिए न्यून-प्रबलता परीक्षण से निहित प्रयोगों व प्रमात्रा सुपरपोजीशन अवस्था के प्रमात्रा नॉन-डिमॉलीशन (QND) मापन की विरचना की गई है।

LAMP का प्रमात्रा प्रकाशिकी अनुसंधान समूह प्रमात्रा सहसंबंधन के निर्माण व परिचालन तथा उनका फोटॉन से पदार्थ तक स्थानांतरण पर ध्यान केन्द्रित करता है। ये पदार्थ अस्थिर बंध वाले परमाणुओं के कमजोर संकलन के साथ गैसीय अवस्था में होने से लेकर ठोस अवस्था जिसमें माइक्रोमीटर विमाएँ जैसे माइक्रोकेमिकल स्प्रिंग होती है तक के स्तर के होते हैं। पदार्थों की आकृति व अवस्था के व्यापक दायरे के अंतर्गत फोटॉन-पदार्थ अंतःक्रियाओं का गहन अध्ययन यह जानने के लिए किया गया कि ऐसी विविध प्रणालियों में कैसे प्रमात्रा गुणधर्मों का निर्माण, भंडारण व पहचान हो पाई। यह अनुसंधान पदार्थ में कमरे के तापमान पर विद्यमान मेसोकोपिक विमाओं के साथ प्रमात्रा गुणधर्मों के निर्माण में निहित मूलभूत बाधाओं को भी औजागर कर सकता है।

जैसा कि फोटॉनों से पदार्थों तक प्रमात्रा सहसंबंधन स्थानांतरित होता है, LAMP समूह भी वर्तमान में एक आवृत्ति से अन्य आवृत्ति तक प्रमात्रा सहसंबंधन के स्थानांतरण का अध्ययन कर रहा है। विशेषतया, यह पाया गया है कि रूबीडियम परमाणु जिसमें बाईक्रोमेटिक प्रकाशीय क्षेत्र वैद्युतचुम्बकीय प्रेरित पारदर्शिता (EIT) प्रभाव बनाने के लिए अंतःक्रिया करता है, में भी माइक्रोवेव परिक्षेत्र में चुम्बकीय डाइपोल ट्रांजीशन होता है। माइक्रोवेव क्षेत्र से इस ट्रांजीशन को जोड़ने पर यह डेल्टा प्रणाली जिसमें कई प्रभावशाली गुणधर्म जैसे डेल्टा प्रणाली पर बाह्य वैद्युतचुम्बकीय क्षेत्र का अवस्था संवेदनशीलता प्रवर्धन, को बढ़ावा देता है।

प्रकाश व पदार्थ में प्रमात्रा प्रभाव की चिंता ने स्वभावतः LAMP समूह को प्रमात्रा यांत्रिकी में कुछ मूलभूत प्रश्नों को अन्वेषित करने के लिए प्रेरित किया है। वर्तमान अभिरूचियों में से ऐसा ही एक क्षेत्र है प्रमात्रा मापन का क्षेत्र, जो मापन उपकरणों द्वारा बनाई गई प्रमात्रा प्रणाली पर मापन को संदर्भित करती है, जबकि प्रणाली में बहुत थोड़ा ही विचलन हो। परमाणु-फोटॉन अंतःक्रियाओं में कमजोर मापन व कमजोर मान के प्रवर्धन पर सैद्धांतिक व प्रायोगिक रूप से विविध प्रणालियों में समूह द्वारा अध्ययन किया जा रहा है, उदाहरणतया, V-स्तर संरचना के साथ परमाण्विक प्रणाली के रेजोनेंस फ्लोरेसेंस स्पेक्ट्रम में अध्ययन।

लेज़र शीतलन एवं ट्रेपिंग

लेज़र शीतलन एवं ट्रेपिंग एक अनूठी तकनीक है जिसने विश्वभर में पिछले एक दशक में भौतिकी के क्षेत्र में बहुत लोकप्रियता प्राप्त की है। वर्तमान में, परमाणुओं को अत्यधिक निम्न काइनेटिक तापमान (150microK)

तक शीतित किया जा सकता है और सेकण्डों तक की समयावधि तक ट्रेप्ड किया जा सकता है। एल्केलाइन अवयवों के परमाणुओं को शीतित व ट्रेप करने की कुछ तकनीकें हैं जिनमें से सबसे सामान्य तकनीक है डोप्लर शीतलन। डोप्लर शीतलन में, तीन पारस्परिक लम्बवत लेज़र बीमों को चेम्बर के केंद्र में प्रतिच्छेदित कराया जाता है जबकि चुम्बकीय कोईलों का एक युग्म चुम्बकीय क्षेत्र बनाता हो तथा चेम्बर के केंद्र में वह शून्य हो लेकिन बाहर की ओर त्रिज्यागत बढ़ता हो। लेज़र बीमों की तरंगदैर्ध्य व ध्रुवीकरण को समंजित करते हुए, परमाणुओं को पुनरावृत्त अवशोषण व प्रकाश उत्सर्जन द्वारा शीतित किया जा सकता है और लेज़र बीमों व स्थान की दृष्टि से बदलते चुम्बकीय क्षेत्र के संयुग्म में से निकलने वाले आगत बल द्वारा ट्रेप्ड किया जा सकता है। अन्य शब्दों में, डोप्लर शीतलन में चुम्बकीय प्रकाशिक ट्रेप (MOT) शामिल है। शीतित परमाणुओं के संकलन में वैद्युचुम्बकीय रूप से प्रेरित पारदर्शिता एवं संबंधित घटनाम्रम तथा दोलनों की प्रकृति का लेज़र शीतलन प्रयोगशाला में अध्ययन किया जा रहा है।

MOT का उपयोग करते हुए वर्तमान में एक महत्वपूर्ण प्रयोग पर कार्य किया जा रहा है जो लेज़र-शीतित परमाणुओं से उत्सर्जन की समयाविलंबित प्रबलता-अंतरफ्लकमापी से संबंधित है। इस विधि की विशेषता है इसकी प्रकाश स्त्रोत चाहे चाओटिक (ऊष्मीय) हो अथवा कोहेरेंट अथवा प्रमात्रा (स्क्वीज्ड) को निर्धारित करने की योग्यता। ऐसा ऐसे स्त्रोतों द्वारा निष्काषित फोटॉन के मध्य सहसंबंध का परीक्षण करते हुए किया जाता है। आरआरआई का LAMP समूह MOT में लेज़र-शीतित रूबीडियम परमाणुओं के संकलन से उत्सर्जन के प्रकार्यन सहसंबंध की माप द्वारा परमाण्विक निष्काषकों के वृहत ऊष्मीय संपरिधान के कोहेरेंट व इनकोहेरेंट के परीक्षण के लिए इस तकनीक का उपयोग करता है।

परमाणु व आयनों की हाइब्रिड ट्रेपिंग

हाइब्रिड ट्रेप प्रयोग एक ऐसा प्रयोग है जो शीतित परमाणुओं, आयनों व अणुओं को सम्मिश्रित करता है और अथाह सटीकता तक उनकी अभिक्रियाओं का अध्ययन करता है। आरआरआई के अनुसंधान ने ट्रेप्ड परमाणुओं के साथ ट्रेप्ड आयनों की अभिक्रिया में ऊर्जा स्थानांतरण की प्रकृति के लम्बे अरसे के विचार को बदल के रख दिया है। परमाणुओं व आयनों के मध्य संघट्टन दरों को सटीकता से मापा गया है। हाइब्रिड ट्रेप में आयनिक अणु व आयनिक परमाणु प्रक्रियाओं का भी मूलभत स्तर पर LAMP समूह द्वारा अन्वेषण किया जा रहा है और अत्यधिक विविध प्रकार के दृष्टांतों का अध्ययन किया गया। डार्क MOT के प्रायोगिक वास्तविकरण में सफलता प्राप्त हुई, जहाँ शीतित MOT परमाणु किसी विशेष प्रमात्रा अवस्था (भूगर्भीय अवस्था) में होते हैं। यह अवस्था नियंत्रण आयनों का परमाणुओं के साथ अवस्था विशेष संघट्टन को सुलभ बनाता है। दूसरी ओर, प्रकाशवान MOT के लिए, परमाणु आयन संघट्टन दर भूमि व उत्तेजित अवस्था के सम्मिश्रण में परमाणुओं की सूचना को प्राप्त करती है। इन दो संघट्टन दरों में अंतर उत्तेजित अवस्था में परमाणुओं के साथ संघट्टन दर को प्रदान करेगा। ट्रेप प्रणाली को प्राप्त करने के लिए प्रायोगिक रूप से साध्य विधिगत नीतियाँ जो आयन-परमाणु प्रणाली को प्रमात्रा संघट्टन सीमा तक पहुंचा सके को सूत्रीकरण किया जा रहा है। धारणात्मक रूप से, यह आयन-परमाणु भौतिकी जो इन प्रयोगों द्वारा अभिगम हुई है को अगले स्तर अर्थात प्रमात्रा स्तर तक बढ़ाने का संकेत देगा।

केविटी भौतिकी एवं केविटी QED:

उक्तदर्शाया गया हाइब्रिड ट्रेप प्रयोग प्रमात्रा वैद्युगतिक परिक्षेत्र तक परमाणु-वैद्युचुम्बकीय क्षेत्र अभिक्रियाओं के लिए पहुँच सकता है। शीतित आयनों का उपयोग करते हुए, उच्च Q प्रकाशिक केविटी पर

फोटॉन के साथ शीतित एवं ट्रेप्ड परमाणु एवं अणु, परमाणु-क्षेत्र अभिक्रियाओं की गैर-क्लासिकल प्रकृति को पकड़ा जा रहा है। यह स्वयं में ऐसा पहला प्रायोगिक तंत्र है जो शीतित तरल क्लासिकल एवं प्रमात्रा गैसों के अध्ययन के लिए पूर्ण प्रणाली प्रदान करता है।

उत्कृष्ट रूबीडियम वेपर से निहित स्पेक्ट्रोस्कोपी सेल के चारों ओर बनी एक प्रकाशिक फेब्री-पेरट केविटी प्रारंभिक प्रयोगों में से एक के लिए एक मंच की तरह व्यवहार करती है। निश्चित 87RB ट्रांजीशन के साथ प्रकाश रेजोनेंट को एक अन्य रेजोनेंट प्रकाश बीम द्वारा केविटी मोड के अनुप्रस्थ अंत:प्रतिच्छेदन द्वारा नियंत्रित किया जाता है। प्रकाश को एक नियंत्रक की तरह उपयोग करते हुए केविटी मोड तीव्रता की बनावट द्वारा सकारात्मक तार्किक स्विचिंग एवं संचारित प्रकाश तीव्रता के खंडन द्वारा नकारात्मक तार्किक स्विचिंग को समझाया गया है। ऐसे सर्व-प्रकाशिक-स्विच (AOS) फोटॉन के साथ संगणना संरचना के लिए एक प्रमुख अवयव हैं और कई प्रायोगिक अनुप्रयोगों के लिए संभाव्यता रखते हैं।

स्विच की कार्यप्रणाली को सैद्धांतिक रूप से समझ लिया गया है और प्रायोगिक दृष्टि से कार्यान्वित किया गया है। दो-स्तर, तीन- एवं चार- स्तरीय परमाण्विक प्रणाली के साथ इस स्विच के साथ कार्य करने से यह स्विच के प्रायोगिक कार्यान्वयन को मजबूती प्रदान करता है और स्विच के सुधार्य के लिए महत्वपूर्ण दिशा बताता है।

वैद्युचुम्बकीय रूप से प्रेरित पारदर्शिता (EIT)

EIT एक प्रमात्रा यांत्रिकीय घटना है जहाँ, विशेष परिस्थितियों में, पदार्थ की अवशोषण रेखा को उस विशेष आवृत्ति पर इसे अपारदर्शी से पारदर्शी में बदलते हुए, निष्क्रिय किया जा सकता है। EIT तब प्रेक्षित किया जा सकता है जब दो सुसंगत लेज़रों को पदार्थ के तीन अथवा चार प्रमात्रा अवस्था से अंत:क्रिया करने के लिए आबद्ध किया जाता है। आरआरआई का यह संयुक्त प्रयास इस घटना के सैद्धांतिक व प्रायोगिक दोनों पहलुओं को समझने की दिशा में है। LAMP समह ने हाल ही में EIT – संगत, न्यून तीव्रता परिक्षेत्र में अरैखिक परमाणु-प्रकाशिकी के पीछे की प्रमात्रा प्रकाशिकी के अद्वितीय गुणधर्मों को समझने के लिए EIT के अंतर्गत ही अपनी सीमाओं को विस्तारित किया है। प्रमात्रा हस्तक्षेपन द्वारा रैखिक क्रम संवेदनशीलता के निष्कासन के कारण, EIT प्रणाली में बहुत न्यून तीव्रता के साथ उच्चतर-क्रम अभिक्रियाओं को प्रेरित कर पाना संभव हो पाया है। ऐसे एक उदाहरण पर LAMP समूह द्वारा अन्वेषण किया जा रहा है, वह है उच्च-सूक्ष्मता के माइक्रोवेव केविटी के साथ रूबीडियम के डेल्टा EIT प्रणाली में माइक्रोवेवों के अरैखिक उत्पादन की संभावना।

यादृच्छिक माध्यम में प्रकाश संचारण:

यादृच्छिक माध्यम में प्रकाश का बहुविधि प्रकीर्णन, जैसे धुंध, दृश्यता को घटाता है क्योंकि यादृच्छिक माध्यम में प्रकाश का संचारण प्राक्षेपिक की अपेक्षा विसरणशील है। इसीलिए यह कुछ रूचिकर घटनाओं जैसे दर्पणरहित लेसिंग, लेवी सांख्यिकी एवं कमजोर व सशक्त स्थानीकरण का कारण बनता है। परावैद्युत अथवा चुम्बकीय सूक्ष्ममण्डल के कोलायडीय स्पंदन, सक्रिय व निष्क्रिय दोनों का उपयोग करते हुए प्रयोगों के साथ-साथ मोंटे कार्लो अनुकरण एवं सैद्धांतिक विश्लेषण अलग-अलग विधियाँ हैं जिनको कि प्रकाश संचारण की इस प्रक्रिया के परीक्षण के लिए उपयोग में लिया जा रहा है। धुंध में से तात्क्षणिक प्रतिचित्रण के लिए, आरआरआई के LAMP समूहने मानवीय आंख के पलक झपकने की गति से भी तेज दर से प्रतिचित्र प्राप्त करते हुए, वास्तविक समय में सशक्त प्रकीर्णित माध्यम से होते हुए सफलतापूर्वक ऐसा प्रतिचित्र लिया है, ताकि प्रतिचित्रों को सतत समझा जाए। सतत, फ्लिकर-मुक्त डिस्प्ले उपकरण की अभिरचना में यह अति महत्वपूर्ण

सफ्लता है जो खराब दृश्यता के समय नेविगेशन में मदद कर सकता है।

प्रमात्रा प्रकाशिकी आधारित यंत्रों का उपयोग करते हुए प्रमात्रा यांत्रिकी का मूलभूत परीक्षण

प्रमात्रा यांत्रिकी आधुनिक भौतिकी की आधारशिला है। जैसे कि 19वीं सदी को मशीन युग कहा गया और 20वीं सदी को सूचना का युग, वैसे ही 21वीं सदी में प्रमात्रा युग होने का भरोसा दिलाता है। तथापि, क्या हम वास्तव में प्रमात्रा यांत्रिकीय सिद्धांतों को पूर्णतया समझने का दावा कर सकते हैं ? जो हमें ज्ञात है उस पर हम वास्तव में कितना विश्वास करते हैं ? ऐसे प्रश्नों का उत्तर जानने के लिए हमें प्रमात्रा यांत्रिकी के मूलभूत आधारतत्वों का पुनरीक्षण करने की आवश्यकता है और सही तर्क तक पहुँचने के लिए सटीक सैद्धांतिक व प्रायोगिक अन्वेषण करने की आवश्यकता है। LAMP समूह में, एकल प्रकाश कण अर्थात एक यंत्र के रूप में एकल फोटॉन का उपयोग करते हुए ऐसे अन्वेषण करने का प्रयास करना ही प्रमुख विषय क्षेत्रों में से एक है। ऐसे परीक्षणों की वर्तमान सैद्धांतिक भौतिकी के समय में बहुत महत्ता है जहाँ प्रमात्रा यांत्रिकी एवं सामान्य संबंधता के एकीकरण को ज्यादा महत्ता दी जा रही है। ऐसा एकीकरण प्रयास तब अधिक लाभदायी होगा जबकि सभी को कम से कम एक सिद्धांतों अर्थात प्रमात्रा यांत्रिकी में निहित सिद्धांतों की अच्छी समझ हो।

LAMP एवं TP समूह का संयुक्त रुप से इस क्षेत्र में प्रमुख परिणाम रहा स्लिट आधारित हस्तक्षेपीय प्रयोगों में सुपरपोजीशन सिद्धांत के नैव अनुप्रयोग की सीमाओं की अधिक सुदृढ़ समझ । दो मुक्त स्लिट व एक समय में एक मुक्त दो विशेषिक स्लिटों के तीन विभिन्न परिप्रेक्ष्यों में तरंग कार्यप्रणाली के लिए सीमा शर्तें विभिन्न होती हैं और इस परिस्थिति में ऐसा सुपरपोजीशन सिद्धांत सीधा लागू नहीं होना चाहिए। LAMP के हाल के कार्य में, अनुसंधानकर्ताओं ने सॉर्किन गुणधर्मों जिसे 'कप्पा' के रूप में जानते हैं को सामान्यीकृत करने के उद्देश्य से प्रमात्रा हस्तक्षेपी प्रयोगों में गैर-क्लासिकल मार्ग से योगदान को जानने के लिए फैयमन पाथ एकीकृत प्रारूपण का उपयोग किया है। यह कार्य इस मात्रा पर सैद्धांतिक सीमा प्रदान करता है और सूचित करता है कि स्लिट आधारित टेबल टॉप हस्तक्षेपी व्यवस्था में गैर-क्लासिकल मार्गों का प्रायोगिक व्युत्पन्न बहुतायत संभव है।

इसी अवधारणा पर हाल ही के कार्य में, LAMP समूह के अनुसंधानकर्ताओं ने भारतीय विज्ञान संस्थान के सहयोगियों के साथ मिलकर सॉर्किन पैरामीटर के लिए एक वैश्लेषिक सूत्र का इजात किया है। वैश्लेषिक सूत्र प्रायोगिक प्रदर्शन को आसान बनाता है क्योंकि विभिन्न प्रायोगिक मात्राओं पर पैरामीटर की निर्भरता काा अब आंकलन किया जा सकता है। उन्होंने उनके वैश्लेषिक सूत्र से प्राप्त परिणाम एवं रिसोर्स संवेदनशील निश्चित भिन्न समय डोमेन अनुकरणों से प्राप्त परिणाम के मध्य सुंदर व्यतिकरण को भी दर्शाया है।

इस कार्य का प्रायोगिक परीक्षण वर्तमान में LAMP प्रयोगालय में इंफ्रारेड व माइक्रोवेव प्रकाशिकी आधारित यंत्रों दोनों ही का उपयोग करते हुए किया जा रहा है।

प्रमात्रा सूचना एवं प्रमात्रा संगणना

इसका प्रमुख उद्देश्य है प्रमात्रा सूचना एवं प्रमात्रा संगणना के प्रायोगिक व सैद्धांतिक पहलुओं पर अनुसंधान करना। चयन करने की प्रणाली कटरिट्स (त्रिआयामीय प्रमात्रा प्रणाली) है, जो एकल फोटॉन के स्थानिक स्वतंत्रता के लक्षण पर आधारित है। LAMP समूह के पास देश की ऐसी पहली प्रयोगशाला है जो जटिल व एकल फोटॉन स्त्रोतों की टेक्नोलॉजी, टाइप I एवं टाइप II दोनों, को विकसित करती है और जो

सामूहिक अरैखिक स्फटिकों में निम्नतर परिवर्तन के क्षणिक पैरामैट्रिकी पर आधारित है। एकल फोटॉन एवं उनकी स्वतंत्रता की विविध कोटि का उपयोग प्रमात्रा प्रकाशिकी, प्रमात्रा सूचना एवं प्रमात्रा संगणना के पहलुओं का अन्वेषण करने के लिए किया जाता है। फोटॉन भार, प्रभार रहित कण हैं और इस प्रकार से वे संचार के लिए उत्तम हैं। आने वाले समय में, LAMP समूह प्रमात्रा संचार के कार्यक्षेत्र में हाथ रखना चाहता है और लौकिक एवं उपग्रह आधारित तकनीकों दोनों ही को विकसित करना चाहता है।

आरआरआई में स्थापित प्रमात्रा सूचना एवं प्रमात्रा संगणना प्रयोगालय ने एकल फोटॉन स्त्रोतों से निहित नए प्रयोगों की शुरूआत कर दी है, जो कि कमजोर अंत:क्रिया की अवधारणा का उपयोग करते हुए गैर-हर्मिशियन प्रचालक के प्रत्याशित मान का अनुमान लगाएगा, इसकी संभावना को विश्लेषणात्मक रूप से इसी प्रयोगालय द्वारा सिद्ध किया जा चुका है।

अरैखिक प्रकाशिकी

पदार्थों का अरैखिक प्रकाशिकीय संचारण प्रकाशिक स्विचों, प्रकाशिक सीमांतकों व सेचुरेबल अवशोषकों में उपयोगिता सिद्ध करता है। पदार्थ ट्यूनेबल, नैनो अवस्था में संवर्धित विशेषता दर्शाते हैं, जो कि सामूहिक दृष्टि से इनके गुणधर्मों से पर्याप्त भिन्न हो सकते हैं। आदर्श नैनोकणों की प्रकाशिक अरैखिकता और नैनोसंयोजनों का LAMP समूह द्वारा अन्वेषण किया जा रहा है। अतितीव्र (100 fs) एवं छोटी (5 ns) लेज़र पल्सों को भिन्न-भिन्न समय डोमेन में अरैखिकता के गुणधर्मों को पहचानने के लिए नियोजित किया जाता है, इस दौरान Z-स्केन, चार तरंगों का मिश्रण एवं पम्प-परीक्षण स्पेक्ट्रोस्कोपी तकनीकों को अमल में लाया जाता है। आदर्श NLO उपकरणों जैसे मेसोस्कोपिक नैनोकार्बन आधारित प्रकाशिक डायोड एवं अनूठी नीली रोशनी उत्सर्जित करता ट्रक्सीन डिस्कोटिक तरल स्फटिक को समझाने के अतिरिक्त, इन अन्वेषणों ने आदर्श पदार्थों जैसे ग्रेफीन, प्रमात्रा डॉट्स (CuS), मल्टीफेरोइक नैनोकणों, बहुलक फिल्म, धातु ऑक्साइड नैनोसंरचानाओं एवं अर्धचालक-धातु नैनो-सम्मिश्रों, जैसे (ZnO:Au) के अरैखिक अवशोषण व्यवहार को निर्धारित करने में लैट्टिस दोषों की भूमिका में भी थोड़ा प्रकाश डाला है।

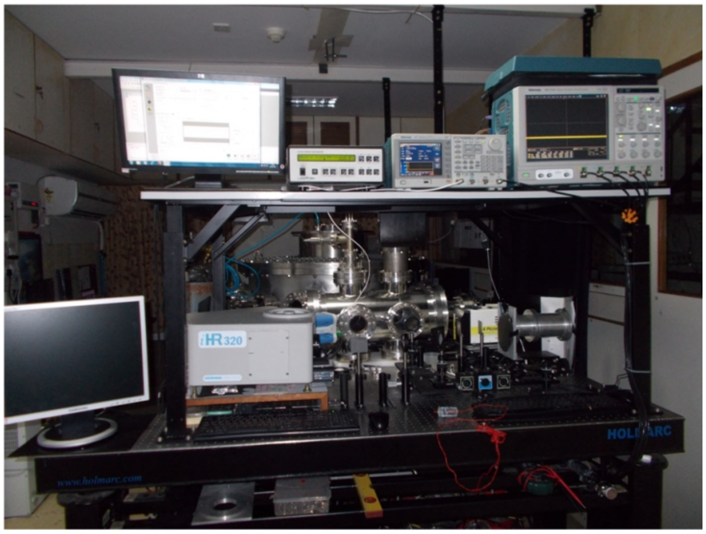
लेज़र प्रेरित प्लाज्मा

प्लाज्मा, पदार्थ की चौथी अवस्था, को LAMP प्रयोगालय में सामान्यतया सशक्त, स्पंदित लेज़रों से रेडियोधर्मी किरणों से उपचार योग्य उपयुक्त लक्ष्य (तत्व) द्वारा उत्पादित किया जाता है। इन प्लाज्मा, जो केवल कुछ माइक्रोसेकण्ड तक के लिए ही विद्यमान रहते हैं, को अल्प-आयु तारे स्वीकारा जा सकता है और इनका अध्ययन प्राय: 'प्रयोगालयी ताराभौतिकी' कहा जाता है। निर्वात में रेडियोधर्मी किरणों से उपचारित धात्विक पदार्थों (निकिल एवं जिंक) से निकलने वाले अतितीव्र लेज़र प्रेरित प्लाज्मा में इलेक्ट्रॉन, आयन, देखी जा सकने वाली विकिरण, एवं मृदु और ठोस एक्स-किरण परिक्षेत्र में उच्च-ऊर्जा फोटॉनों का होना पाया गया है। प्लाज्मा के स्पेक्ट्रोस्कोपिक अन्वेषण का उपयोग अज्ञात पदार्थों में अंतर्निहित तत्वों को पहचानने के लिए किया जा सकता है। नैनोसेकण्ड परिक्षेत्र में टाइम ऑफ फ्लाइट तकनीक का उपयोग करते हुए प्लाज्मा अध्ययन का क्षणिक उद्‌भव वेग, त्वरण एवं घटक आयनों, इलेक्ट्रॉनों व न्यूट्रल्स (पुर्नसंयोजित आयन) की पुन:संयोजन दर, की जानकारी देता है।

रेजी फिलिप की वर्तमान अनुसंधान अभिरूचियों में शामिल है लेज़र-उत्पादित प्लाज्मा, अतितीव्र घटनाएँ और अरैखिक प्रकाशिकी।

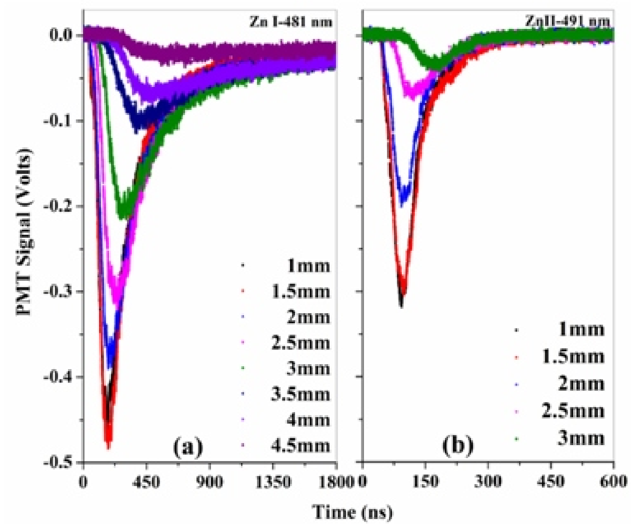
इस वर्ष रेजी एवं डॉक्टरेट और आगंतुक छात्रों की उनकी टीम ने दो प्रमुख विषयों पर कार्य किया। उसमें से पहला तो अतितीव्र लेज़र उत्पादित प्लाज्मा का स्पेक्ट्रोस्कोपिक अध्ययन से संबंधित व्यापक अनुसंधान विषय क्षेत्र है। उन्होंने धीमे न्यूट्रल्स, तीव्र न्यूट्रल्स एवं नैनोसेकण्ड तक प्रदीप्त आयनों तथा फेम्टोसेकण्ड लेज़र उत्पादित प्लाज्मा (विकिरणित निकिल व जिंक पदार्थों द्वारा निष्काषित) की प्रकाशिकीय टाइम ऑफ गतिकी का अन्वेषण किया। दूसरा विषय क्षेत्र नैनोसंरचनात्मक एवं अन्य पदार्थों में प्रकाशिक अरैखिकता के अध्ययन से संबंधित है।

प्लाज्मा टाइम ऑफ फ्लाइट के अध्ययन से यह पता चला कि जैसे जैसे आयन लक्षित सतह से दूर जाते हैं वे पुन:संयोजित होकर न्यूट्रल्स बन जाते हैं, और प्रजातियों का मापन, आगमन समय प्रायोगिक रूप से पूर्ववत हाइपोथेसिस की पुष्टि करता है कि तीव्र न्यूट्रल्स का प्रारूपण तीव्र आयनों का मुक्त इलेक्ट्रॉनों के साथ पुन:संयोजन से होता है। दोनों न्यूट्रल्स एवं आयन अपक्षरण/अपवर्तन के तुरंत बाद छोटे अंतराल के लिए त्वरित होते पाए गए हैं, जो इलेक्ट्रोस्टेटिक संभाव्यता बनाते आंतरिक कौलम्ब बल का कारण है, परिणामस्वरूप प्रभारित कण त्वरित हो जाता है। इस प्रकिया को ns उत्तेजन में लेज़र-प्लाज्मा ऊर्जा युग्मन द्वारा आगे बढ़ाया गया है। विभिन्न परिवेशी दाबों पर प्रचालित प्लाज्मा प्लम प्रतिबिम्बन निम्न बलों पर रूद्धोष्म प्रसारण तथा उच्चतर दाबों पर प्लम फ्रंट अवमंदन दर्शाता है। जबकि निम्न दाब पर, प्लम फ्रंट टाइम (R-t) प्लॉट एक रैखिक प्रसारण को दर्शाता है, शॉक वेव मॉडल प्रतिच्छेदी दाब (5 Torr) पर आंकडों के अनुकूल होता है, और उच्चतर दाब पर आंकडे ड्रेग मॉडल पर सरलता से अनुकूलित होते हैं। विशेषतया, 10 टोर्र के प्रतिच्छेदी दाब के आसपास, प्लाज्मा प्रसारण के प्रारंभिक अवस्थाओं पर शॉक वेव मॉडल में R-t प्लॉट अनुकूलित होता पाया गया है जबकि, यह बाद वाली अवस्थाओं में ड्रेग मॉडल में अनुकूलित होता है। ये अन्वेषण अतितीव्र लेज़र स्पंदनों द्वारा उत्पादित प्रसारित प्लाज्मा प्लम्स में आयनों व न्यूट्रल्स के त्वरण की महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करते हैं। प्राप्त परिणामों को प्रकाशित किया जा चुका है।

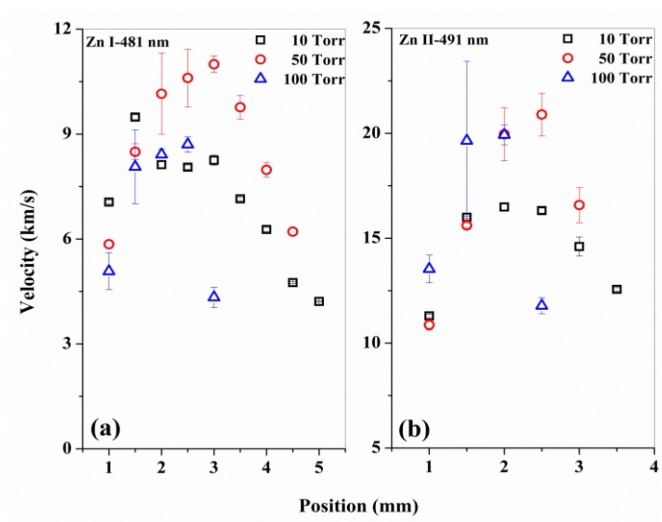


चित्र 1: अतितीव्र एवं अरैखिक प्रकाशिक प्रयोगालय में लेज़र उत्पादित प्लाज्मा निर्माण की प्रायोगिक व्यवस्था। उपकरणों में शामिल हैं अतितीव्र (फेम्टोसेकण्ड) और अल्प स्पंदित (नैनोसेकण्ड) लेज़र, निर्वात चैम्बर और पम्प, सीसीडी व पीएमटी संखोजकों के साथ स्पेक्ट्रोमीटर, आईसीसीडी प्रतिबिम्बक, लेज़र ऊर्जा मापक, कार्यप्रणाली जनरेटर और तीव्र दोलनदर्शी।

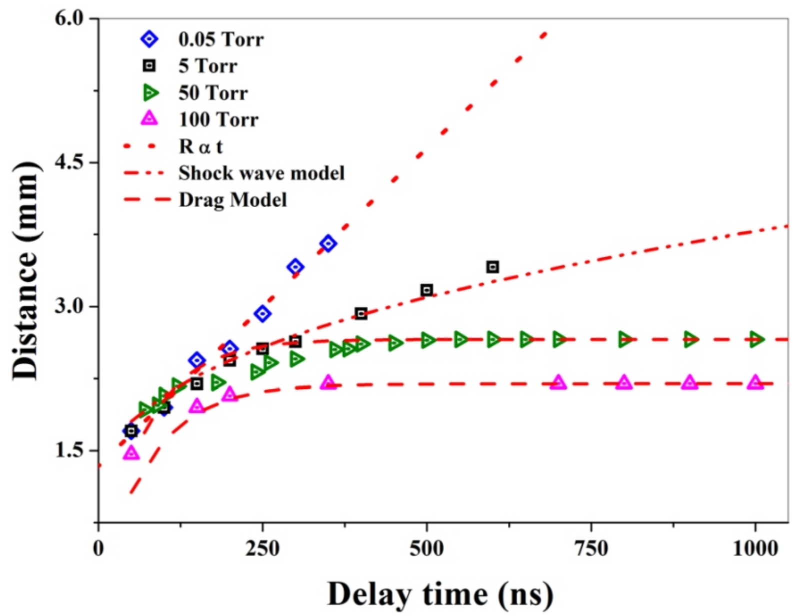
जारी अनुसंधान



चित्र 2: लेज़र अपक्षरण/अपवर्तन प्रक्रिया के दौरान लक्ष्य से निष्काषित प्रजातियों के वेग को प्रकाशिक टाइम ऑफ फ्लाइट मापन द्वारा निर्धारित किया जा सकता है। यहाँ, 100 fs लेज़र पल्सों द्वारा अपक्षरित Zn लक्ष्य से फ्लाइट ऑफ न्यूट्रल जिंक (Zn I) और अकेले आयनीकृत जिंक (Zn II) को समय में मापा गया है इसके लिए मोनोक्रोमेटर एवं पीएमटी का उपयोग किया गया। Zn I 481 nm को उत्सर्जित करता है और Zn II 491 nm को उत्सर्जित करता है। आधारभूत गैस दाब 50 टोर्र है। [चित्र का श्रेय: स्मिजेश, राव और रेजी फिलिप, (2015): अतितीव्र लेज़र उत्पादित Zn प्लाज्मा में न्यूट्रल्स एवं आयनों की गतिकी, प्लाज्मा भौतिकी 22, 033509]



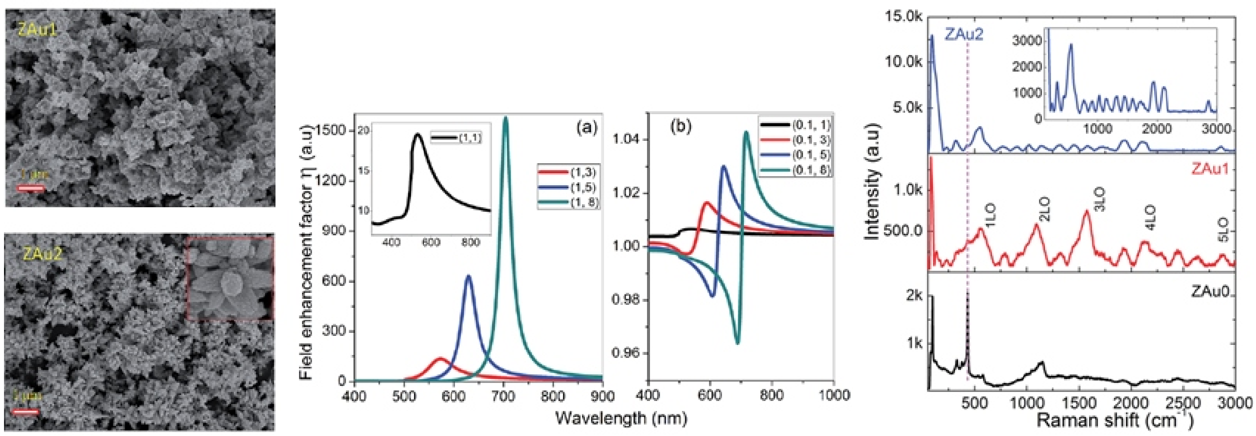
चित्र 3: Zn प्लाज्मा प्लम में (a) न्यूट्रल्स और (b) आयनों के शीर्षगत वेग, जिन्हें लक्ष्य सतह से मापित दूरी के सापेक्ष बिन्दुदार दर्शाया गया है। त्रुटि आलेख बहु मापनों द्वारा संगणित किया गया है। आयनों का लक्ष्य सतह के पास त्वरित होना पाया गया। चूंकि कुछ तीव्र त्वरित आयन प्लम में तीव्र न्यूट्रल्स उत्पादित करने के लिए मंद इलेक्ट्रॉनों के साथ पुन:संयोजित होते हैं, इसीलिए न्यूट्रल्स के त्वरण को भी प्रेक्षित किया जा सकता है। [चित्र का श्रेय: स्मिजेश, राव और रेजी फिलिप, (2015): अतितीव्र लेज़र उत्पादित Zn प्लाज्मा में न्यूट्रल्स एवं आयनों की गतिकी, प्लाज्मा भौतिकी 22, 033509]



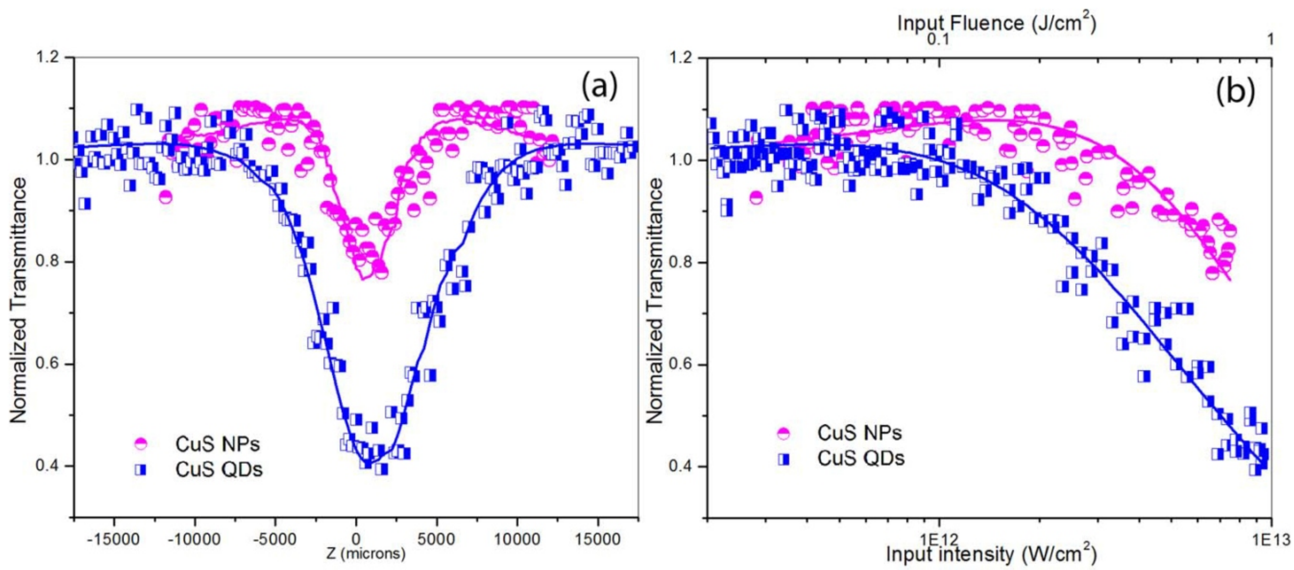
चित्र 4: आईसीसीडी प्रतिचित्रों से संगणित निम्न एवं उच्च परिवेशी नाइट्रोजन दाबों के लिए प्लम फ्रंट विरूद्ध समय (R-t) ग्राफ। चिह्न डाटा व डैश रेखा प्लम प्रसारण मॉडल को निरूपित करते हैं। मुक्त प्रसारण मॉडल 0.05 टोर्र में अनुकूलित होता है, शॉक वेव मॉडल 5 टोर्र पर, तथा ड्रेग मॉडल 50 टोर्र एवं 100 टोर्र पर अनुकूलित होता है। ड्रेग मॉडल से ≤ 400 ns के लिए 50 टोर्र पर थोड़ा सा विचलन देखा गया जो शायद प्रसारण के प्रारंभिक चरणों में उपस्थित शॉक वेव प्रभाव के कारण हो सकता है। [चित्र का श्रेय: स्मिजेश, राव और रेजी फिलिप, (2015): अतितीव्र लेज़र उत्पादित Zn प्लाज्मा में न्यूट्रल्स एवं आयनों की गतिकी, प्लाज्मा भौतिकी 22, 033509]

अर्द्धचालक-धातु (ZnO:Au) नैनो संयौगिकों में बहु-फोटॉन रामन प्रकीर्णन का घटित होने का अध्ययन बी कार्तिकेयन (एनआईटी, त्रिची) के सहयोग में किया गया। रामन प्रकीर्णन का संवर्धन व अरैखिक अवशोषण धात्विक-अर्द्धचालक नैनो संयौगिकों में स्थानिक क्षेत्र वर्धन के कारण होता है। स्थानिक क्षेत्र वर्धन कारकों की अन्वेषित ZnO:Au प्रतिदर्शों के लिए गणना की गई। CuS प्रमात्रा डॉट्स (CuS) की अतितीव्र अरैखिकता में दोष व सतही अवस्था की भूमिका पर भी एक अन्य अध्ययन किया गया। CuS में, छोटे स्फटिकीय आकार एवं प्रमात्रा डॉट प्रारूपण का उच्च-ऊर्जा उत्तेजनता व निम्न-ऊर्जा प्लाज्मीय अवशोषण बैंड में महत्वपूर्ण प्रभाव है। प्रभावी दो-फोटॉन अवशोषक गुणांकों का 100 fs लेज़र स्पंदनों का उपयोग कर 800 nm के प्लाज्मोनिक क्षेत्र में ओपन-अपर्चर Z-स्केन कार्यान्वित करने पर प्राप्त माप बतलाता है कि CuS प्रमात्रा डॉट्स CuS नैनोकणों (जो कि आकारिक तौर पर बड़े हैं) की तुलना में अच्छे अतितीव्र प्रकाशिक सीमांतक हैं। आदर्श नीला प्रकाश उत्सर्जित करता ट्रक्सीन डिस्कोटिक तरल स्फटिकों (संदीप कुमार, आरआरआई की प्रयोगशाला में तैयार किया गया) के NLO गुणधर्मों का अध्ययन किया गया। मल्टीफेर्रोइक नैनोकणों, ग्रेफीन संयौगिकों, बहुलक फिल्मों, और धात्विक ऑक्साइड नैनोसंरचनाओं का भी अन्वेषण किया गया।

अपने NLO अनुसंधान में, रेजी सामान्यतया विशेषज्ञ सहयोगियों के साथ मिलकर कार्य करते हैं जो प्रयोगालय में आदर्श पदार्थों का संश्लेषण कर सकें। इस वर्ष मार्क जी हम्फ्री (ऑस्ट्रेलियन नेशनल यूनिवर्सिटी, केनबरा), टाय जू पार्क (हेनयंग यूनिवर्सिटी, दक्षिण कोरिया), जे थॉमस (यूनिवर्सिटी ऑफ सेंट्रल फ्लोरिडा, ओर्लान्डो, यूएसए) और एन वी उन्नीकृष्णन (एम जी यूनिवर्सिटी,कोट्टायम) इनके सहयोगी थे।



चित्र 5: एक धात्विक-अर्द्धचालक नैनोसंयौगिक संवर्धित रामन प्रकीर्णन और सशक्त प्रकाशिक सीमांतन प्रदान करता है। यहाँ, SEM प्रतिचित्र ZnO:Au नैनोसंयौगिकों (ZAu1, ZAu2) की नैनोसंरचना को दर्शाता है। यह संरचना स्थानीय क्षेत्र वर्धन का परिणाम है जबकि इसमें लेज़र बीम प्रक्षेपित की जाती है, साथ ही यह संवर्धित रामन प्रकीर्णन प्रदान करता है। [चित्र का श्रेय: उदयशंकर, कार्तिकेयन, श्रीकांत एवं रेजी फिलिप, (2015): ZnO:Au नैनोसंरचनाओं में संवर्धित बहुफोनॉन रामन प्रकीर्णन एवं अरैखिक प्रकाशिक ऊर्जा सीमांतन, आरएससी एड्वांसेस 5, 13590]



चित्र 6: अर्द्धचालक प्रमात्रा डॉट्स एवं नैनोकण भिन्न-भिन्न NLO व्यवहार प्रदर्शित करते हैं। यह चित्र 800 nm की प्लाज्मोन अनुनाद तरंगदैर्ध्य पर अतितीव्र (100 fs) लेज़र स्पंदन द्वारा उत्तेजित NPs (5-11 nm डायमीटर) एवं CuS QDs (2-4 ns डायमीटर) में मापे गए ओपन अपर्चर Z-स्केन वक्र को दर्शाता है। जबकि QDs मुख्यत: प्रकाशिक सीमांकन व्यवहार को प्रदर्शित करता है और NPs संयत आगत तीव्रताओं पर अवशोषण परिपूर्णता के पश्चात उच्चतर तीव्रताओं पर सीमांतन प्रदर्शित करता है। [चित्र का श्रेय: मैरी, उन्नीकृष्णन एवं रेजी फिलिप, (2014): CuS प्रमात्रा डॉट्स के अतितीव्र अरैखिक प्रकाशिक गुणधर्मों में सतही अवस्था एवं दोष की भूमिका, एपीएल मटेरियल्स 2, 076104]

पिछले वर्ष के दौरान, रेजी और उनकी टीम ने कुछ बार FESEM एवं एक बार रामन स्पेक्ट्रोमीटर का उपयोग किया। चूंकि रामन कार्बन एलोट्रोपों के वर्गीकरण के लिए आवश्यक है, वे रामन प्रणाली को भविष्य में अधिकतया उपयोग करने की आशा रखते हैं। आरआरआई निधि से खरीदे गए अतितीव्र एवं छोटे स्पंदनों वाले लेज़र व संबंधित उपकरण जो इनकी प्रयोगशाला में हैं, का निम्न प्रकार से गहन उपयोग किया गया:

- ☛ अतितीव्र लेज़र प्रणाली (100 fs, Ti:Sapphire): (1) ठोस जिंक पदार्थ में से अतितीव्र लेज़र उत्पादित प्लाज्मा का स्पेक्ट्रोस्कोपिक अध्ययन, और (2) CuS प्रमात्रा डॉट्स में अतितीव्र प्रकाशिक अरैखिकताओं, के लिए

- ☛ अल्प स्पंदन (5 ns, Nd:YAG) लेज़र प्रणाली: कई नैनोपदार्थों में प्रकाशिक अरैखिकता

अंदल नारायणन की वर्तमान पेशेवर अनुसंधान अभिरूचियों में निहित हैं परमाणुओं व प्रकाश के साथ प्रमात्रा प्रकाशिकी और परमाणु-प्रमात्रा प्रकाशिकी में प्रमात्रा मापन।

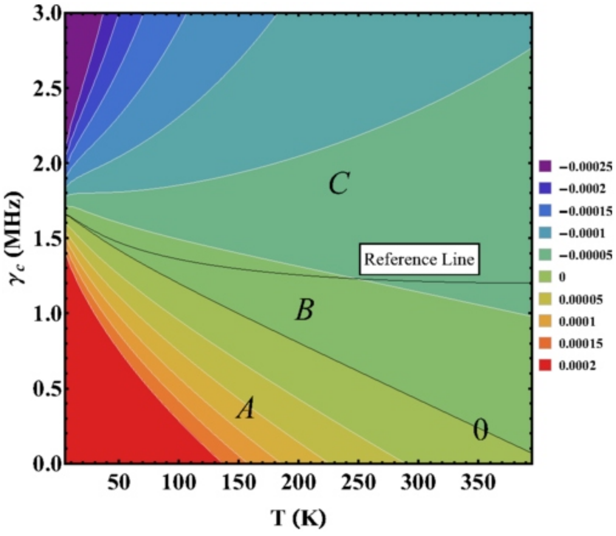
पिछले वर्ष के दौरान उनका पहला अनुसंधान विषय डेल्टा परमाण्विक प्रणाली में संवर्धन व प्रवर्धन का अध्ययन, वैद्युचुम्बकीय रूप से प्रेरित पारदर्शिता (EIT) प्रभाव पर आधारित पिछले अनुसंधान विषयों का प्रसारण, EIT प्रभाव पर आधारित एक आवृत्ति से दूसरी आवृत्ति तक प्रमात्रा सहसंबंधनों का एक बिल्कुल नए क्षेत्र में स्थानांतरण। ऐसा संभव हो पाया क्योंकि, रूबीडियम परमाणु जिनके साथ में बाई-क्रोमेटिक प्रकाश क्षेत्र EIT प्रभाव बनाने के लिए अभिक्रिया करता है में माइक्रोवेव प्रक्षेत्र में चुम्बकीय द्विध्रुव रूपांतरण होता है। इस रूपांतरण को माइक्रोवेव क्षेत्र से जोड़ने पर डेल्टा प्रणाली उत्पन्न होती है। इस प्रणाली में कई रूचिकर गुणधर्म मौजूद हैं। उनमें से एक है डेल्टा प्रणाली के साथ एक या अधिक क्षेत्रों की अभिक्रिया की प्रक्रिया का प्रवर्धन। यह प्रवर्धन प्रक्रिया अवस्था संवेदी है और माइक्रोवेव से प्रकाशिक आवृत्तियों के अवशोषण एवं रूपांतरण के अवस्था नियंत्रण को प्रदान करने में सक्षम होगी।

नारायण अपने सहयोगी सत्य सांईनाध (ग्रिफिथ यूनिवर्सिटी, ब्रिस्बेन), मनु कुमार एम (आगंतुक छात्र, आरआरआई), बैरी सेंडर्स (IQST, केल्गारी, कनाडा) एवं आशा के (संयुक्त डॉक्टरेट छात्र, कुवेम्पु यूनिवर्सिटी) के साथ मिलकर एक या दो वैद्युचुम्बकीय क्षेत्रों का डेल्टा प्रणाली के साथ परस्परक्रिया में प्रवर्धन का प्रायोगिक जांच करने पर कार्यरत हैं। उन्होंने डेल्टा प्रणाली में परमाणु-क्षेत्र अभिक्रिया पर ऊष्मीय/तापीय प्रक्षालन के प्रभाव को समझाते एक सिद्धांत को भी विकसित किया।

वैद्युचुम्बकीय तरंगों एवं चक्रीय रूपांतरण से संबंधित प्रेरित परमाण्विक द्विध्रुवों के मध्य लूपबंद अभिक्रियाएँ कई रूचिकर प्रभावों को उत्पन्न करती हैं। उनमें से एक है प्रवर्धन, जिसे तीन अभिक्रियात्मक क्षेत्रों में से एक या दो में देखा जा सकता है। प्रवर्धन को एक प्रक्रिया की तरह परिभाषित किया गया है जहाँ क्षेत्र की परिणामी तीव्रता लगाई गई तीव्रता से अधिक होती है। अभी तक संचालित प्रयोगों में, युग्मन व माइक्रोवेव क्षेत्रों की उपस्थिति में प्रकाशिकीय परीक्षण क्षेत्र के संवर्धन को देखा गया, परंतु, परीक्षण क्षेत्र का वास्तविक प्रवर्धन नहीं देखा गया। कमरे के तापमान पर प्रवर्धन की अनुपस्थिति के पीछे को कारण का समझने के लिए, नारायणन डेल्टा परमाण्विक प्रणाली के लिए प्रणाली-प्रक्षालन मॉडल को विकसित करना चाहती हैं, जो न केवल तीन वैद्युचुम्बकीय क्षेत्रों बल्कि 300K तापमान पर थर्मल बाथ के साथ भी परस्परक्रिया करेगा। आशा यह थी कि बाथ फोटान माइक्रोवेव प्रक्षेत्र में आने के लिए अधिकतम डिकोहेरेंस को प्रस्तुत करेंगे, और वही प्रकाशिकीय परीक्षण क्षेत्र में प्रवर्धन की अनुपस्थिति के पीछे का कारण होगा। घनत्वता मैट्रिक्स रीतिवाद का उपयोग करते हुए, उन्होंने बाथ के साथ मार्कोवियन अभिक्रिया को प्रस्तुत

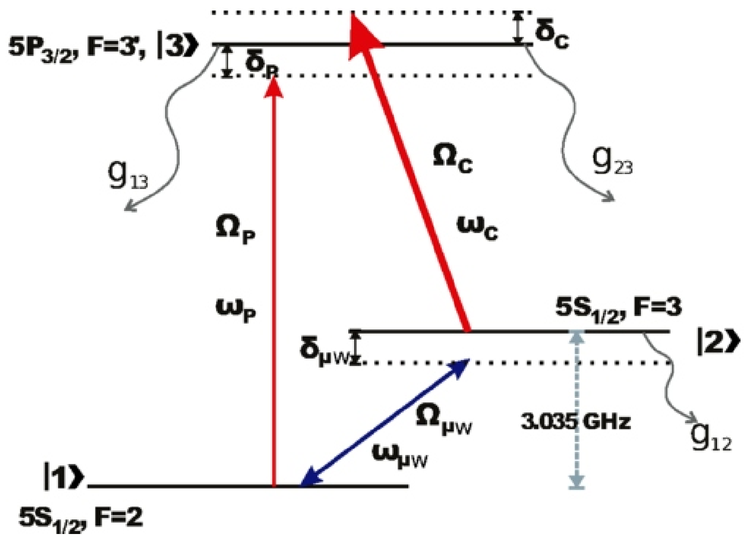
किया और तीन EM क्षेत्रों के साथ विभिन्न बाथ तरीको के साथ डेल्टा प्रणाली से अभिक्रिया के वास्तविक मॉडल को विकसित किया।

चित्र 1 पृष्ठीय अवस्था (gc) चरों के मध्य तापमान (T) एवं विघटन के साथ अवस्था वक्र को दर्शाता है, इस दौरान यह माइक्रोवेव क्षेत्र की उपस्थिति में प्रकाशिकीय परीक्षण क्षेत्र के संवर्धन के परिक्षेत्रों एवं परीक्षण प्रवर्धन के परिक्षेत्रों को पहचानता है। A प्रवर्धन क्षेत्र, B संवर्धन क्षेत्र एवं C माइक्रोवेव क्षेत्र की उपस्थिति में प्रकाशिकीय परीक्षण क्षेत्र के अवशोषण क्षेत्र को दर्शाता है।



चित्र 1 [चित्र का श्रेय: मनुकुमार मंजप्पा, सत्य सांईनाध उंदुर्ती, आशा करिगौडा, अंदल नारायणन, और बैरी सी सेंडर्स, (2014): ⊿ परमाण्विक प्रणाली में संवर्धन व प्रवर्धन में निहित पृष्ठीय अवस्था का विघटन और तापमान का प्रभाव, फिज. रिव. ए 90, 043859]

निम्न तीव्रता वाले प्रक्षेत्र में अंतर्निहित अरैखिक परमाणु-प्रकाशिकी एक ऐसा गुण है जो वैद्युचुम्बकीय रूप से प्रेरित पारदर्शिता (EIT) की प्रमात्रा प्रकाशिकी के लिए अद्वितीय है। प्रमात्रा व्यवधानों के कारण रैखिक क्रम की संवेदनशीलता के निष्कासन की वजह से बहुत निम्न तीव्रताओं के साथ EIT प्रणालियों में उच्चतर क्रम की अभिक्रियाओं को प्रवृत करना संभव हो पाया है। वर्ष 2014-2015 के दूसरे प्रमुख अनुसंधान विषय में, Rb परमाणुओं (चित्र 2) में स्तरों की डेल्टा परमाण्विक संस्थिति का गहन विश्लेषण जारी रखते हुए, नारायणन एवं उनका समूह बहुत पतले माइक्रोवेव केविटी के अंदर दो प्रकाशिक क्षेत्रों (Wp) एवं (Wc) की अभिक्रियाओं से उत्पादित कोहेरेंट माइक्रोवेव का प्रायोगिक परीक्षण करना चाहता है। इस दिशा में, ए रघुनाथन (रेडियो खगोलिकी प्रयोगालय, आरआरआई) की मदद से एक बहुत उच्च कोटि का Q माइक्रोवेव केविटी बनाया गया।



चित्र 2 [चित्र का श्रेय: मनुकुमार मंजप्पा, सत्य सांईनाथ उंदुर्ती, आशा करिगौडा, अंदल नारायणन, और बैरी सी सेंडर्स, (2014): ⊿ परमाण्विक प्रणाली में संवर्धन व प्रवर्धन में निहित पृष्ठीय अवस्था का विघटन और तापमान का प्रभाव, फिज. रिव. ए 90, 043859]

EIT दर्शाते डेल्टा प्रणाली में माइक्रोवेव उत्पादन के कई मूलभूत रूप से आदर्श पहलु हैं। अंधेरी अवस्था के प्रारूपण के दौरान ऐसा कोई भी उत्पादन पृष्ठीय अवस्था 1 एवं 2 (चित्र में दिखाए अनुसार) की परमाण्विक सुपरपोजीशन का परिणाम होगा। ऐसी सुपरपोजीशन पृष्ठीय अवस्था द्वारा साझा की गई संख्याओं से राबी दोलन बनेगा। राबी दोलन लगभग 10 सेमी (3GHz के संगत आवृत्ति) की तरंगदैर्ध्य के साथ दोलित चुम्बकीय द्विध्रुवों से (जैसे 1 एवं 2 चुम्बकीय द्विध्रुव रूपांतरण द्वारा जुड़े हैं) जुड़े होते हैं। एक अच्छा प्रश्न जिसका कि अभी तक उत्तर नहीं खोजा गया वह है प्रकाशिक क्षेत्र जिनकी तरंगदैर्ध्य लम्बाई में लगभग एक माइक्रोमीटर रहती है, कैसे अरैखिक अभिक्रियाएँ लगभग 10 सेमी लम्बाई के कोहेरेंट मैक्रोस्कोपीय चुम्बकीकरण को गति दे सकती हैं। आशा के (संयुक्त पीएचडी छात्र, कुवेम्पु यूनिवर्सिटी) एवं हरीकृष्णन ए (आगंतुक छात्र, आरआरआई) सहित नारायणन उम्मीद करती हैं कि बहुत पतले माइक्रोवेव केविटी के भीतर प्रकाशिकीय क्षेत्रों का उपयोग करते हुए Rb परमाणुओं में डार्क अवस्था प्रवृत करने पर इस प्रणाली/तंत्र में माइक्रोवेवों का उत्पादन दिखाई देगा।

पिछले वर्ष के दौरान नारायणन के अनुसंधान का तीसरा प्रमुख विषय था अनुनादी प्रतिदीप्ति में कमजोर-मानों का प्रवर्धन। कमजोर मापन जिस दौरान प्रणाली बहुत कम विचलन (पर्टरबेशन) का अनुभव करती है उस समय पर मापन उपकरण द्वारा प्रमात्रा प्रणाली पर मापन प्रक्रिया की ओर इंगित करती है। अहारोनोव, एल्बर्ट एवं वैदमान ने पहली बार इस अवधारणा को प्रस्तुत किया। बाद में यह पाया गया कि, उपयुक्त परिस्थितियों के अंतर्गत, अभिक्रिया के परिणाम का परिनियोजित पोस्ट-सिलेक्शन मापे जाने वाले अवशोष्य के मान को बिना पोस्ट-सिलेक्शन द्वारा मापन से प्राप्त मान को बदल सकता है। लगभग प्रारंभिक व अंतिम ऑर्थोगोनल अवस्थाओं के लिए, कमजोर अभिक्रिया से संबंधित अवशोष्य के कमजोर मान को वास्तव में प्रवर्धित किया जा सकता है। पोस्ट-सिलेक्शन के कारण अवशोष्य के मापित परिणाम के ऐसे प्रवर्धित मान को कमजोर मान प्रवर्धन से इंगित किया गया है।

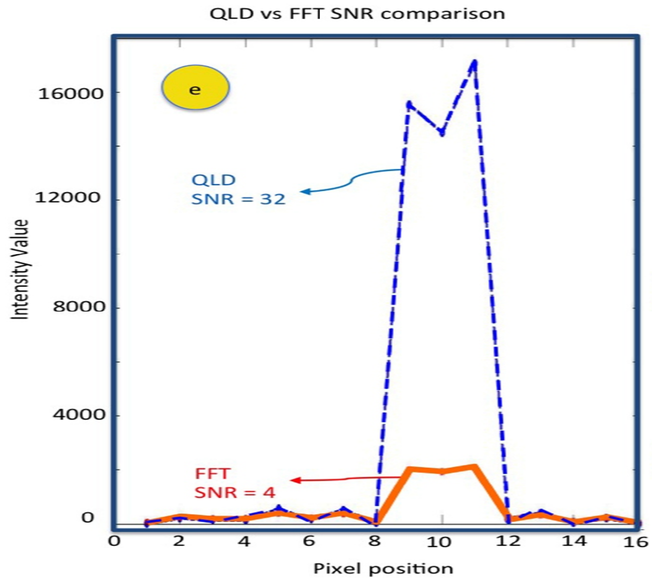
सटीक अभिप्राय को स्पष्ट करने के उद्देश्य से,आई शॉमरोनी, ओ बेचलर, एस रोसनब्लम, एवं बी दयान द्वारा संचालित एक प्रयोग में जिसमें V परमाण्विक

तंत्र से अनुनादी प्रतिदीप्त स्पेक्ट्रम में कमजोर मान प्रवर्धन प्रभाव देखा, नारायणन ने सत्य सांईनाध यू, एस एन संध्या (मिरांडा हाउस, नई दिल्ली) एवं राधिका वात्सन (बिट्स पिलानी, गोवा परिसर, गोवा) के साथ कार्य करते हुए परमाणुओं के माध्य रूपांतरण समय को निर्धारित किया जबकि स्वतः उत्सर्जन के सुविख्यात विस्कोफ -विंगर सिद्धांत का उपयोग करते हुए परमाणु प्रारंभिक उत्तेजित अवस्था से निर्दिष्ट अंतिम अवस्था में जाते हैं। इस सिद्धांत का उपयोग करते हुए, वे बताते हैं कि शॉमरोनी और अन्यद्वारा किये गए प्रयोग में पाई गई विस्तारित उत्तेजित अवस्था का जीवनचक्र एक समय है जो उत्तेजित अवस्था के प्रारंभिक सुपरपोजीशन अवस्था संस्थिति से अन्य उत्तेजित अवस्था संस्थिति जो प्रारंभ में लगभग ऑर्थोगोनल होती है, तक बदलते परमाणु से जुड़ा हुआ है। चूंकि, यह एक प्रत्यास्थ प्रकीर्णन घटना है, यह संस्थिति परिवर्तन पृष्ठीय अवस्था में बिना किसी परमाण्विक ह्रास (कमी) के घटित होता है। बिना पोस्ट-सिलेक्शन के सामान्य अनुनादी प्रतिदीप्ति मापन में, उत्तेजित अवस्था से पृष्ठीय अवस्था तक कमी होते परमाणु प्रकीर्णन में प्रभुत्व रखते हैं। हम इसीलिए दर्शाते हैं कि अनुनादी प्रतिदीप्ति का यह प्रत्यास्थ प्रकीर्णन प्रक्षेत्र में, कमजोर मान प्रवर्धन प्रभाव ने दुर्लभ घटनाओं को अभिग्रहित किया है, जिनको अन्यथा प्रेक्षित कर पाना संभव नहीं होता। सिद्धांत की सरलता बहु (दो से अधिक) उत्तेजित अवस्थाओं की प्रणाली पर लागू हो जाती है और उत्तेजित अवस्था की संस्थितीय परिवर्तनों के प्रायोगिक प्रेक्षणों की अनुमति देती है।

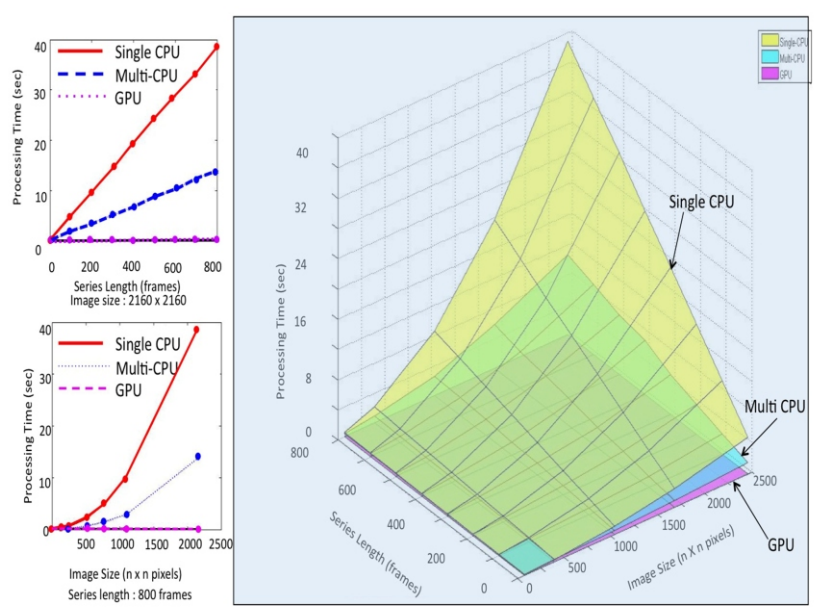
हेमा रामचन्द्रन की वर्तमान पेशेवर अनुसंधान अभिरूचियों में शामिल हैं: यादृच्छिक माध्यम में प्रकाश संचारण, कुछ-परमाणु एवं कुछ-फोटॉन तंत्र एवं ब्रेन-कम्प्यूटर अंतरापृष्ठ। उक्त में से पहले अनुसंधान विषय के अंतर्गत, पिछले वर्ष के दौरान उनके अनुसंधान में धुंध में से समयोचित प्रतिचित्रण पर कार्य के महत्वपूर्ण भाग से निहित है।

यादृच्छिक दिशा में प्रकाश प्रकीर्णन प्रकाश की तरंगदैर्ध्य की लम्बाई के पैमाने पर, पारदर्शी माध्यम के परावैद्युत नियतांक में इनहोमोजिनेटी के कारण होता है। ऐसी इनहोमोजिनेटी की अधिक मात्रा में उपस्थिति यादृच्छिक बहु प्रकीर्णन का कारण बनती है, जो बेलिस्टिक के बजाय विसरित जैसे माध्यम से होकर प्रकाश संचरण को प्रतिपादित करती है। यही वह है जो टिशुओं से प्रतिचित्रण में और धुंध में देखने में बाधा उत्पन्न करता है। प्रकीर्णन की उपस्थिति में प्रतिबिम्बो/प्रतिचित्रों को अलग-अलग करने की कई तकनीकों को निर्धारित किया गया – परंतु वे सभी या तो परिष्कृत उपकरणों जैसे स्ट्रीक कैमरा और फ`म्टो सेकण्ड स्पंदित प्रकाश स्त्रोत की आवश्यकता से झूझते हैं अथवा संगणकीय रूप से तीव्र हैं। खराब दृश्यता में नेविगेशन की स्थिति में, कोई भी व्यक्ति ऐसे उपकरणों से प्रतिबिम्बन लेना चाहेगा जो कि मंहगा न हो और सुवाह्य हो तथा कोई भी प्रतिबिम्बों को वास्तविक समय में ही देखना चाहेगा। नियमित फ्लिकर-मुक्त (टिमटिमाहट मुक्त) दिखावट के लिए, कम से कम 30 फ्रेम प्रति सेकण्ड प्रदर्शित करने की आवश्यकता होगी, ऐसा करते हुए, एक प्रतिचित्र/प्रतिबिम्ब का डाटा अर्जन, संसाधन, दिखावट एवं भंडारण 30 मिलीसेकण्ड के अंदर ही पूर्ण हो जाना चाहिए। ऐसा आज तक संभव नहीं हो पाया। श्रीराम सुदर्शनम (आगंतुक छात्र, आरआरआई), एम एस मीना (आरआरआई), स्वप्नेश पाणिग्राही (रेन्नेस यूनिवर्सिटी, फ्रांस), जूलियन फेड (रेन्नेस यूनिवर्सिटी, फ्रांस), एवं मेहदी एलूनी (रेन्नेस यूनिवर्सिटी, फ्रांस), के साथ RITFOLD परियोजना, इंडो-फ्रेंच सेंटर फॉर प्रोमोशन ऑफ एड्वांस्ड रिसर्च द्वारा आंशिक रूप से निधित, में काम करते हुए हेमा ने वास्तविक समय में सशक्त प्रकीर्णन माध्यम से होते हुए सफलतापूर्वक प्रतिबिम्ब लिया, प्रतिबिम्बों को मानव आँख के पलक झपकने की आवृत्ति की तुलना में अधिक तेज आवृत्ति की दर से प्राप्त किया गया, ताकि प्रतिबिम्ब सतत समझी जाएं। ऐसा सॉफ्टवेयर आधारित क्वाडरेचर-लॉक-इन डिस्क्रीमिनेशन स्कीम के उपयोग और संगणनीय कर्मकों के प्रभावी समानांतरीकरण द्वारा

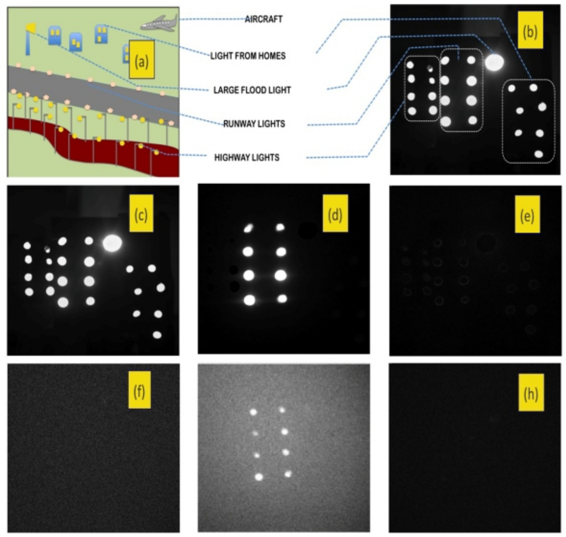
संभव हुआ। दो टेबलटॉप प्रयोगों ने धुंध में नेविगेशन के उपयोग के लिए इस तकनीक की उपयोगिता का परिमाण दिया। परिणाम जैसा कि नीचे दिये चित्रों में समझाया गया है, को प्रकाशन के लिए प्रस्तुत कर दिया गया है।



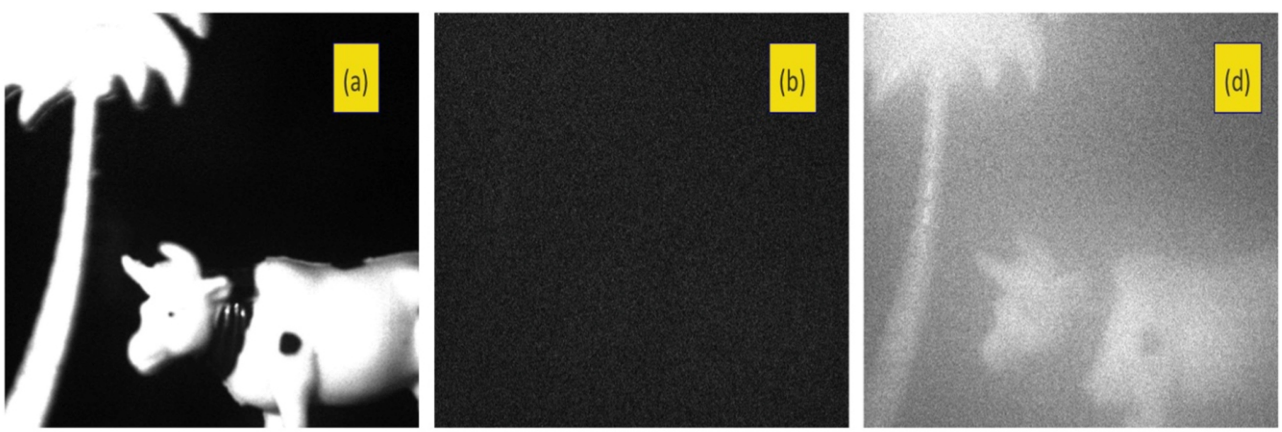
चित्र 1: संसाधित प्रतिबिम्ब प्राप्त करने के लिए क्वाडरेचर-लॉक-इन डिस्क्रीमिनेशन एवं फास्ट फूरियर ट्रांस्फॉर्म का 256 रॉ फ्रेमों पर की गई तुलना। QLD द्वारा एक अच्छा संकेत-से-ध्वनि अनुपात प्राप्त किया गया।



चित्र 2: संगणना के लिए एकल सीपीयू, बहु-सीपीयू और जीपीयू का उपयोग करते हुए QLD के लिए संसाधन समय की तुलना



चित्र 3: (a, b) प्रायोगिक रूप से अनुरूपी बनाए जा रहे दृश्य एक ऐसे दृश्य हैं जिसमें विविध प्रकाशीय स्त्रोत हैं। (c) दृश्य ऐसा है जैसा कि एक साफ रात में अवतरण के लिए आनेवाले पायलट को दिखाई देगा। (d) QLD द्वारा लिया गया प्रतिचित्र, जहाँ केवल व्यवस्थित विमानधावनी वाली रोशनी को लिया गया है। (e) जब गलत आवृत्ति पर QLD का प्रयास किया गया तब कोई भी प्रकाश स्त्रोत दिखाई नहीं दिया। (f) घनी रात का प्रतीकात्मक दृश्य। (g) सही आवृत्ति पर QLD रनवे रोशनी को दिखाती है। (h) QLD गलत आवृत्ति पर प्रकाश स्त्रोत को नहीं दिखाती है।



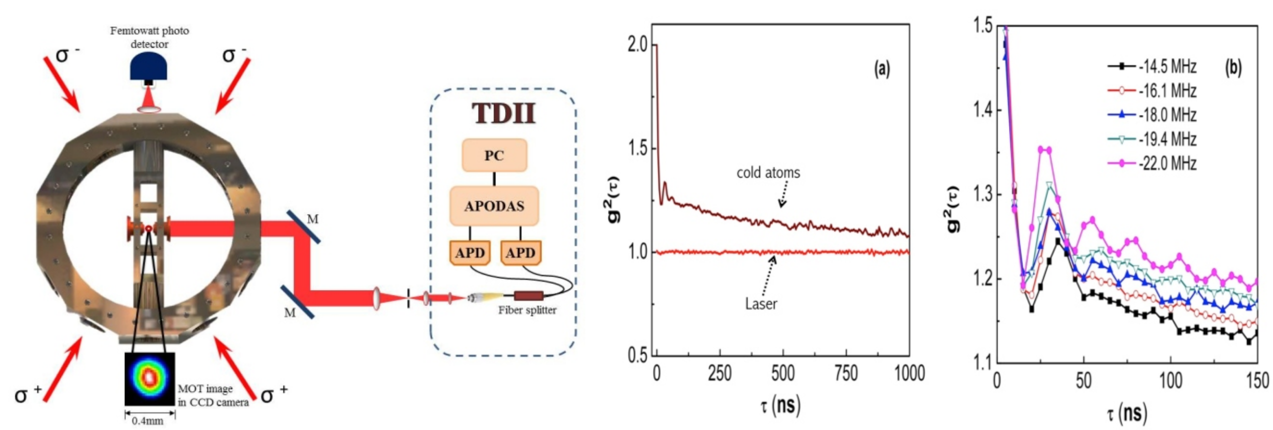
चित्र 4: (a) दृश्य क्षेत्र में एक पेड़ व गाय का मॉडल। (b) दृश्य एवं प्रेक्षक के मध्य सशक्त इंटरस्पेरस्ड प्रकीर्णित माध्यम द्वारा जब पेड़ व गाय दुरूह हों तब उस समय का कैमरा द्वारा प्रारूपिक प्रतिचित्र (c) QLD पर पेड़ व गाय दिखाई देने लगते हैं।

पिछले वर्ष के दौरान रामचन्द्रन का दूसरा व्यापक अनुसंधान विषय था लेज़र-शीतित परमाणुओं से उत्सर्जन की समय-विलंबित तीव्रता-इंटरफेरोमेट्री का अध्ययन।

यह निर्धारित करना संभव है कि प्रकाश स्त्रोत का कारण गड़बड़ (ऊष्मीय), अथवा अनुकूल, अथवा प्रमात्रा (उदा. दाब) है। इसके लिए फोटॉनों के आगमन समय का परीक्षण किया जाना चाहिए। प्रकाश के ऊष्मीय स्त्रोत का रूख सहसम्बद्ध तरीके से फोटॉनों को उत्सर्जित

करना होता है - अर्थात यह फोटॉनों का गुच्छ दिखाता है। अनुकूल स्त्रोत, जैसे लेज़र, दूसरी ओर, यादृच्छिक तरीके से फोटॉन उत्सर्जित करता है। प्रमात्रा स्त्रोत फोटॉनों का अगुच्छन दर्शाता है। फोटॉनों के सहसंबंधन को समय-विलंबित तीव्रता इंटरफेरोमेट्री तकनीक द्वारा मापा जाता है। स्त्रोत से फोटॉनों को बीम-विखंडक के जरिए दो में से एक संसूचक (A, B) की ओर भेजा जाता है और फोटॉन के संसूचक A के पास पहुँच जाने के पश्चात एक अंतराल, t के बाद संसूचक B के पास फोटॉन के पहुंचने की संभाव्यता को मापा जाता है। शून्य विलम्ब (t = 0) पर सहसंबंधन स्त्रोत की प्रकृति को निर्धारित करने में मदद करता है जबकि अशून्य-विलम्ब पर सहसंबंधन गुप्त आवधिकता को औजागर करता है।

रामचन्द्रन ने मुहम्मद शफी (परियोजना सहायक, आरआरआई), दीपक पाण्डे (बोर्डक्स यूनिवर्सिटी) एवं जी एस अगरवाल (ओक्लाहोमा स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए) के साथ मिलकर चुम्बकीय-प्रकाशिक चाल में लेज़र द्वारा शीतित परमाणुओं रूबीडियम के समूह से उत्सर्जन की सहसंबंधन कार्यप्रणाली को सटीकता से मापने का कार्य किया। 5-नैनोसेकण्ड के समय रेजोल्यूशन के साथ की गई समय-विलंबित-तीव्रता-इंटरफेरोमेट्री (TDII) ने द्वितीय क्रम की तीव्रता सहसंबंधन कार्यप्रणाली को औजागर किया जिसका शून्य विलंबन पर आदर्श मान 2 है, और जो लगभग 5 पूर्ण अवधियों - रूबीडियम के उत्तेजित अवस्था के क्षणिक उत्सर्जन चक्र से अधिक लम्बे अंतराल, के कोहेरेंट राबी दोलनों को दर्शाता है। दोलन ~150 ns से अवमंदित हो जाते हैं, और इसके पश्चात, जैसा कि ऊष्मीय स्त्रोतों से आशा की गई, एक घातांकीय विलंबन प्रेक्षित किया गया जो परमाण्विक समष्टि के तापमान के निर्धारण को सुलभ बनाता है। प्रेक्षित मानों की मानक तकनीकों के द्वारा निर्धारित मानों के साथ तुलना की गई। TDII इसीकारण कोहेरेंट एवं इनकोहेरेंट (अनुकूल व प्रतिकूल) गतिकी के परिमाणात्मक अध्ययन को साध्य बनाती है, भले ही चाहे वह परमाण्विक उत्सर्जकों के वृहत ऊष्मीय समूह का हो। इस कार्य को प्रकाशन के लिए सूचित कर दिया गया है।



चित्र 5: [चित्र का श्रेय: मुहम्मद शफी, दीपक पाण्डे, और हेमा रामचन्द्रन, (2014): लेज़र-शीतित परमाणुओं से प्रकाश के साथ समय-विलंबन तीव्रता-इंटरफेरोमेट्री, 12वां इंटरनेशनल कांफरेंस ऑन फाइबर ऑप्टिक्स एंड फोटोनिक्स, OSA टेक्निकल डायजेस्ट (ऑनलाइन) (ऑप्टिकल सोसायटी ऑफ अमेरिका। पेपर S5 A.83.]

ब्रेन कम्प्यूटर इंटरफेस रामचन्द्रन का तीसरा प्रमुख अनुसंधान विषय है। हमारी सभी स्वैच्छिक गतिविधियाँ दिमाग में एक इलेक्ट्रिक संकेत को जन्म देती हैं। इसीलिए, EEG (इलेक्ट्रो-इंसीफे लोग्राम) को हमें परतंत्र की गतिविधियों के उद्देश्य का संकेत (इशारा) देना चाहिए। इस सूचना को बढ़ाते हुए एवं इस पर आधारित उपकरणों को संचालित करने पर यह तब दिमागी संकेतों का उपयोग करते हुए मशीन के परिचालन को समर्थ बनाएगा। यह अध्ययन का नया उभरता हुआ क्षेत्र है – जिसे ब्रेन-कम्प्यूटर इंटरफेस कहते हैं। वैसे तो इस अध्ययन क्षेत्र की शुरूआत लकवा ग्रसित एवं पक्षाघात हुए व्यक्तियों की सहायता करने के एक साधन के रूप में हुई थी, इसकी अपार संभावनाओं ने रक्षा, नेविगेशन, सर्जरी, रोबोटिक्स, उद्योग, इत्यादि के अनुप्रयोगों के लिए अनुसंधान को प्रेरित किया है। आरआरआई में, हमने इसकी शुरूआत सामाजिक दृष्टिकोण की परियोजना के लिए की थी, जहाँ BCI का उपयोग लकवाग्रस्त, कमजोर, बीमार अथवा अपंग व्यक्तियों में कुछ हद तक स्वतंत्रता की भावना लाने (अपना कार्य स्वयं करने के संबंध में) के लिए किया गया।

आमतौर पर सबसे आसानी से खोजे गए संकेतों में से एक है स्टेडी-स्टेट विजुअली इवोक्ड पोटेंशियल (SSVEP) – 10 से 20 Hz के दायरे में सतत आवृत्ति के बाहरी दृश्य संबंधी उद्दीप्त दोलनों द्वारा उत्तेजित पश्चकपाल (आक्सीपाइटल) क्षेत्र में संभाव्यता। SSVEP-आधारित BCI सर्वाधिक अध्ययन वाला विषय है। इनमें सामान्यतया विभिन्न आवृत्तियों पर झपकती हुई कई LEDs होती हैं और प्रत्येक LED को निश्चित कार्य के लिए निरूपित करने पर, यह तंत्र किसी एक LEDs की ओर ध्यान देने पर, संबंधित कार्य को आरंभ कर सकता है।

हेमा एवं उनके सहयोगी- बी रमेश, एस सुजाता, श्रीराम सुदर्शनम, सोमशेखर, के बी आर राव (सभी आरआरआई से) एवं आरआरआई के आगंतुक छात्र, ने मिलकर संस्थान में ही एक पूर्ण SSVEP-BCI तंत्र को बनाया, जो 3 सेकण्ड के अंदर कर्ता के प्रयोजन को पहचानता है जिसकी सटीकता लगभग 90 प्रतिशत से भी अधिक रहती है। सभी अवयवों – इलेक्ट्रोडों, जैव-प्रवर्धकों, डिजीटाइजेशन मॉड्यूल, संकेत संसाधन की कलन विधि तथा उपकरण चालकों को संस्थान में ही बनाया गया है। सम्पूर्ण प्रणाली को एक 6" x 4" x 2" के बॉक्स में रखा जा सकता है जिसमें प्रणाली को चलाने वाली बैटरी भी शामिल है। समूह वर्तमान में इसे जेब में रखे जा सकने वाले आकार का बनाने का प्रयास कर रहा है, और इसे अज़माइस के लिए लेने से पहले 95 प्रतिशत से अधिक की सटीकता पर कार्य कर रहा है। इस कार्य का शोध-पत्र वर्तमान में प्रकाशन के लिए तैयार किया जा रहा है।

सादिक रंगवाला की पेशेवर अनुसंधान अभिरूचियों में निहित हैं: शीतलता में लम्बी दूरी की अभिक्रियाएँ, विरल गैस समष्टियाँ, फंसे हुए सम्मिश्रों की अभिक्रिया, परमाणु एवं अणुओं के मध्य बह संघट्टन भौतिकी, प्रकाश से संघट्टन, परमाणु-केविटी अभिक्रियाएँ एवं केविटी QED प्रकियाएँ। उनका वर्तमान प्रयोग अणु-प्रकाश एवं अणु-अणु अभिक्रियाओं, परमाणु-केविटी भौतिकी तथा अतिशीत आयन परमाणु संघट्टन पर ध्यान देता है।

पिछले वर्ष के दौरान, उनकी अनुसंधान गतिविधियों में निहित है एक प्रयोग जो जटिल ज्यामिति में फंसे आयनों की व्यापक स्पेक्ट्रोस्कोपी तथा अवस्था संवेदी रेडियल संकर्षण पर आधारित है। इस कार्य, एप्लाइड फिजिक्स बी में प्रकाशित, को ज्योति एस एवं त्रिदिब रे (पीएचडी छात्र, आरआरआई) के साथ किया गया। इस शोध-पत्र में, रूबीडियम के ट्रेप्ड परमाण्विक एवं आण्विक आयनों का, संकर्षण द्वारा, पूर्व में समूह द्वारा अभिरचित थिनवायर इलेक्ट्रोड संवर्धित स्फेरिकल पॉल ट्रेप से, विस्तारपूर्वक चर्चा की गई है। जटिल

ज्यामिति आयनों के प्रभावशाली संकर्षण एवं विश्वसनीय संसूचन के गंभीर चुनौतियों व बाधाओं को सामने लाती है। ट्रेप्ड आयनों की गणना के साथ न्यूनतम संचयन क्षति सहित संसूचन जो विश्वसनीय भार संकर्षण स्पेक्ट्रोस्कोपी की अनुमती देता है, की दोहरी चुनौती के हल को इस कार्य में प्रायोगिक रूप से कार्यान्वित किया गया है। आयन संकर्षण प्रक्रिया की जानकारी को सांख्य अनुकरण द्वारा समझा गया। प्रायोगिक व सांख्य आंकड़ों की तुलना की गई और परस्पर सहमति के अनुकूल पाया गया। भविष्य के लिए इस तकनीक की विश्वसनीयता, बहुप्रकारीय प्रयोगों को स्थापित किया गया है और संभावित सुधारों पर चर्चा की गई।

एक अन्य प्रमुख कार्य में, रंगवाला ने अरिजीत शर्मा, त्रिदिब रे, राहुल वी सावंत, जी शैखोलेस्लामी एवं डी बुदकर के सहयोग से संपन्न रूबीडियम वेपर से निहित स्पेक्ट्रोस्कोपी सेल के चारों ओर बने प्रकाशिक फेब्री-पेरट केविटी से होते हुए संचारित प्रकाश के परिचालन को समझाया। 87Rb D2 (F=2/F=1) $\leftrightarrow$ F बहुसंख्यक के साथ प्रकाशीय रेजोनेंट को एक अन्य प्रकाशीय रेजोनेंट बीम द्वारा केविटी मोड के अनुप्रस्थ प्रतिच्छेदन द्वारा नियंत्रित किया जाता है। केविटी संचरण को प्रतिच्छेदी बीमों के कारण परमाण्विक अवस्थों के युग्मन के आधार पर छिपाया अथवा बढ़ाया जा सकता है। केविटी मोड नियंत्रण की चरम अभिव्यक्ति शीघ्र विखंडन (नकारात्मक लॉजिक स्विचिंग) अथवा केविटी मोड के साथ अनुप्रस्थ नियंत्रण बीम के प्रतिच्छेदन पर संचारित प्रकाश तीव्रता को बढ़ाना (सकारात्मक लॉजिक स्विचिंग) है। दोनों ही स्थिर अवस्था एवं क्षणिक प्रतिकिया का प्रायोगिक रूप से अन्वेषण किया गया तथा केविटी संचरण में परिवर्तन के पीछे की यांत्रिकी पर इस कार्य में चर्चा की गई जिसे प्रकाशन के लिए फिज. रिव. ए द्वारा स्वीकार कर लिया गया है।

राहुल सावंत (पीएचडी छात्र, आरआरआई) के साथ रंगवाला ने परमाणु-केविटी प्रणाली के लिए प्रकाशीय रेजोनेंट संचरण के प्रकाशिकीय द्विस्थिरता समर्थ नियंत्रण का भी सैद्धांतिक रूप से अन्वेषण किया है। यह परमाणु निहित फेब्री-पेरट केविटी के जरिए प्रकाश संचरण के नियंत्रण को स्पष्ट करता है, जबकि केविटी मोड बीम एवं एक प्रतिच्छेदी नियंत्रण बीम दोनों ही विशेषिक परमाण्विक रेजोनेंसेस के समीप होती हैं। एक चार-स्तरीय परमाण्विक तंत्र पर विचार किया गया और इसके केविटी मोड के साथ अभिक्रिया का अध्ययन समय आश्रित केविटी क्षेत्र एवं परमाण्विक अवस्था संख्या को हल करते हुए किया गया। परमाणु-केविटी तंत्र की प्रकाशिकीय द्विस्थिरता की शर्तों को स्थिर अवस्था सीमा में प्राप्त किया गया। केविटी मोड में परमाणुओं के समूहन के लिए, प्रतिच्छेदी रेजोनेंट बीम के लिए अंतरा-केविटी प्रकाश तीव्रता की प्रतिक्रिया को स्थायी परमाणु (बंद तंत्र) एवं अस्थायी परमाणु (मुक्त तंत्र) के लिए समझा गया। मुक्त तंत्र को फिर ऊष्मीय वातावरण में केविटी मोड में परमाणुओं के विनिमय को निरूपित करने के लिए परमाण्विक अवस्था संख्या को सामंजस्य करते हुए तैयार किया गया। मॉडल के परिणामों को गुणात्मक तरीके से केविटी मोड में प्रकाश के प्रायोगिक रूप से प्रेक्षित स्थिर स्थायी अवस्था एवं क्षणिक व्यवहार को समझाने के लिए उपयोग किया गया, शर्मा और अन्य में दिखाया गया। तीन- एवं दो- स्तरीय परमाण्विक तंत्र के साथ परमाणु-केविटी तंत्र पर भी विचार किया गया और बंद एवं मुक्त परमाण्विक तंत्र के साथ बहुस्तरीय परमाण्विक तंत्र में से जन्म लेने वाली समृद्ध भौतिकी पर चर्चा की गई।

इसके अतिरिक्त, निरांजन मैनेनी (पीएचडी छात्र, आरआरआई) एवं रंगवाला ने समस्याओं की एक श्रेणी में भी कार्य किया है:

i) बहुध्रुव आयन ट्रेपों के वायरियल प्रमेय विश्लेषण - उन्होंने वायरियल प्रमेय का उपयोग आयन ट्रेपिंग एवं संकर ट्रेपिंग प्रयोगों की एक मुख्य समस्या को हल करने के लिए किया। जिस प्रश्न का वे उत्तर देते हैं वह, न्यूनतम आयन गतिक ऊर्जा प्राप्त करने के लिए इष्टतम आयन ट्रेप

अभिरचना कौन सी है, से संबंधित है। इसका उत्तर सीधे ही वायरियल प्रमेय के साथ-साथ संख्यात्मक अनुकरण का उपयोग कर सीधा तथ्य देते हुए दिया गया। वायरियल विश्लेषण को प्रचालित एवं अवमंदित आयन परमाणु तंत्र में सहज ही लागू होता पाया गया। यह विश्लेषण ट्रेप्ड आयनों के साथ विविध अनुप्रयोगों में उपयोग होने वाली उपयुक्त ट्रेप संस्थितियों को पहचानता है।

(ii) आयन परमाणु संघट्टन में S तरंग सीमा तक पहुंचने के उद्देश्य के साथ अतिशीत आयन-परमाणु संघट्टनों का प्रायोगिक अध्ययन करने की नीति विकसित करने के लिए कई विस्तृत संख्यात्मक अध्ययन किये गए। इन अध्ययनों के आधार पर, एक प्रायोगिक उपकरण नई प्रयोगशाला, जिसे बनाया जा रहा है, में निर्मित करने की कगार पर है। यह कार्य आयन-परमाणु तंत्र की दिशा में पूर्णतया मूल दृष्टिकोण को निरूपित करता है जहाँ प्रायोगिक कार्यान्वयन की मूल अवधारणा को आरआरआई में पूरा किया जाएगा।

इन समस्याओं के अलावा, दो अन्य परियोजनाओं के लिए शोधपत्रों (मैनुस्क्रिप्ट्स) को तैयार किया जा रहा है जिसमें रंगवाला पिछले शैक्षणिक वर्ष के दौरान शामिल रहे हैं।

(i) एस ज्योति, त्रिदिब रे, सौरव दत्ता (आरआरआई), राहुल सावंत, निरंजन मैनेनी एवं ओलिवर दुलियूके सहयोग से शीत आण्विक आयन का निर्माण एवं विखंडन। इस प्रयोग में, उन्होंने अत्यधिक उत्तेजित स्पंदनीय पृष्ठीय इलेक्ट्रॉनिक आण्विक अवस्थाओं से दो फोटॉनों के उत्तेजन द्वारा Rb परमाणु के चुम्बको-प्रकाशिक ट्रेप से Rb2+ के लम्बे बंध वाले आविण्क आयन को बनाया है। यह पाया गया कि परिणामी आण्विक आयन संकर ट्रेप में काफी तेजी से कम होते हैं, जबकि आशा यह होगी कि वे पर्याप्त स्थायी हों। ऐसा फिर प्रायोगिक रूप से निर्धारित किया गया कि आयनों का विखंडन MOT प्रकाश की उपस्थिति के कारण है। प्रक्रियाएँ जो शायद आण्विक आयन के फोटो-अवखण्डन का कारण बनें पर विचार किया गया और संभाव्य यांत्रिकियों को निर्धारित किया जा रहा है। एक बार जब यांत्रिकी का पता चल जाता है तब वे उनके ट्रेप में शीतित परमाणुओं सहित स्थिर रूप से आण्विक आयनों को कैसे ट्रेप किया जाए की योजना रखते हैं।

(ii) निरंजन मैनेनी, सौरव दत्ता, त्रिदिब रे, राहुल सावंत एवं एस ज्योति के सहयोग से युग्मित परमाणु-केविटी तंत्र में उच्च दर्जे के केविटी मोड के लिए सामान्य मोड का पृथक्करण।

सौरव दत्ता के साथ, आयन-परमाणु सम्मिश्रण में अवस्था चयनित संघट्टन दर मापन पर एक अन्य प्रयोग जारी है, जहाँ वे शीतित MOT परमाणुओं के साथ संपर्क में आने पर Rb+ आयनों के अस्तित्व का मापन करते हैं। प्रतिदीप्ति MOT में, परमाणु पृष्ठीय एवं उत्तेजित अवस्थाओं में सम्मिश्रण में रहते हैं। वर्तमान प्रयोग में, उन्होंने डार्क MOT को बनाया, जो कि तब परिणाम देता है जब शीतित परमाणु प्रकाशिक रूप से पृष्ठीय अवस्था, जो MOT शीतलन चक्र में नहीं है, में छोडे जाते हैं। ऐसी स्थिति में, परमाणु एक विशेषिक प्रमात्रा अवस्था में होते हैं और परमाणुओं के साथ संघट्टन में आयनों का शीतलन अवस्था प्रवृत्य संघट्टन है। दूसरी ओर, प्रकाशवान MOT के साथ आयनों का संघट्टन पृष्ठीय एवं उत्तेजित अवस्थाओं के मिश्रण में परमाणु के साथ आयन के संघट्टन पर जानकारी देता है। डार्क MOT एवं प्रकाशवान MOT के मध्य संघट्टन दर में अंतर उत्तेजित अवस्था में परमाणुओं के साथ संघट्टन दर बताएगा।

उर्बशी सिन्हा की पेशेवर अनुसंधान अभिरूचियों में शामिल है: प्रमात्रा सूचना, प्रमात्रा संगणना एवं एकल फोटॉन का उपयोग करते हुए प्रमात्रा संवाद तथा आधारभूत प्रमात्रा पर प्रयोग। पिछले वर्ष के दौरान, आपने अपने कार्य के चार प्रमुख अंशों पर अनुसंधान पूर्ण किया जो मुख्यतया आधारभूत प्रमात्रा एवं प्रमात्रा सूचना सिद्धांत के विषय से संबंधित हैं।

उनके समूह से पहला प्रमुख परिणाम था स्लिट आधारित इंटरफेरेंस प्रयोगों में सुपरपोजीशन सिद्धांत के अनुप्रयोगों की सीमाओं की अधिक परिपक्व समझ। इस कार्य को इसी वर्ष फिजिकल रिव्यू लैटर्स में प्रकाशित किया गया एवं भौतिकी में इसे एक प्रमुख लेख स्वीकारा गया।

दोहरे स्लिट इंटरफेरेंस प्रयोग में, दोनों मुक्त स्लिटों के साथ स्क्रीन पर तरंगों की कार्यप्रणाली एक बार में एक मुक्त स्लिट की तरंग कार्यप्रणालियों के योग के पूर्णतया बराबर नहीं है। तीन परिदृश्य तीन भिन्न-भिन्न सीमा शर्तों को निरूपित करते हैं और उसी प्रकार, सुपारपोजीशन सिद्धांत भी सीधा लागू नहीं होना चाहिए। यद्यपि, अधिकतर जानी मानी प्रमात्रा यांत्रिकी की पुस्तकें अस्पष्ट रूप से और/अथवा स्पष्टतया इस पूर्वानुमान का उपयोग करती हैं कि यह केवल लगभग सही है। अपने हाल के कार्य में, राहुल सावंत, जे सेमुअल एवं एस सिन्हा (आरआरआई) तथा ए सिन्हा (भाविसं., बेंगलूर) के सहयोग से, उर्बशी ने प्रमात्रा इंटरफेरेंस प्रयोगों में गैर-क्लासिकल मार्गों से परिणाम निर्धारित करने के लिए फैय्मन पाथ इंटीग्रल रीति का उपयोग किया जो सुपरपोजीशन सिद्धांत के नैव अनुप्रयोग से गौर करने लायक विचलन प्रदान करता है। हालांकि इन गैर-क्लासिकल मार्गों के अस्तित्व का सीधा प्रायोगिक प्रदर्शन वर्तमान में कठिन है, वे पाते हैं कि ऐसे मार्ग से योगदान महत्वपूर्ण हो सकता है और सीधे उनके अस्तित्व की पुष्टि के लिए तीन-स्लिट इंटरफेरेंस के सरल प्रयोग को प्रस्तावित कर सकता है। ऐसे मार्गों के योगदान को सॉर्किन पैरामीटर के सामान्यीकरण प्रारूप के संबंध में मापा जा सकता है तथा यह कार्य इस मात्रा पर प्रथम सैद्धांतिक सीमा प्रदान करता है। गणना भी यह सूचित करती है कि विचलन को स्लिट आधारित टेबलटॉप प्रयोगों में मापा जा सकता है।

दूसरा परिणाम है उक्त समस्या की वैश्लेषिक समझ। PRL पेपर ने पाथ इंटीग्रल रीतियों पर आधारित सांख्यिकीय अनुकरणों को स्वीकारा। उनके नूतन कार्य में, उर्बशी सामान्यीकृत सॉर्किन पैरामीटर के लिए एक वैश्लेषिक सूत्र निर्धारित करने में सफल हुई हैं, जिसे वह 'कप्पा' कहती हैं। यह वैश्लेषिक बंद प्रारूप अभिव्यक्ति न केवल सिद्धांतवादियों के दृष्टिकोण से महत्वपूर्ण है, बल्कि प्रायोगिक रूप से भी उन्हें कप्पा निर्धारित करने के लिए पैरामीटरों पर एक परिचालक देता है। यह वैश्लेषिक परिचालक (हैंडल) अब प्रयोगों की 'अभिरचना' करने में इसे आसान बनाता है जिसमें कप्पा बड़ा भी हो सकता है, और इसीलिए मापा जा सकता है। इस वैश्लेषिक सूत्र की प्रमुख बात यह है कि इस परियोजना में उर्बशी एवं उनके सहयोगियों, अनिन्द सिन्हा (आईआईएससी, बेंगलूर) एवं अरविंद एच वी, को फाइनाइट डिफरेंस टाइम डोमेन (FDTD) अनुकरण का उपयोग करते हुए मैक्सवेल समीकरण अनुकरण के साथ एक शानदार मैच देता है। जिस समय FDTD अनुकरण कुछ निश्चित पैरामीटर प्रक्षेत्र में पूर्व में प्रकाशित हुआ तब उसने सुपरकम्प्यूटिंग फेसिलिटी में टेराबाइट मैमोरी व संगणना के लिए कुछ दिन लिए, उनका वैश्लेषिक सूत्र लैपटॉप में मैथामेटिका जैसे मानक सॉफ्टवेयर का उपयोग करते हुए कुछ सेकण्ड में संगणना कर सकता है। इस कार्य को नेचर साइंटिफिक रिपोर्ट्स में प्रकाशित किया गया।

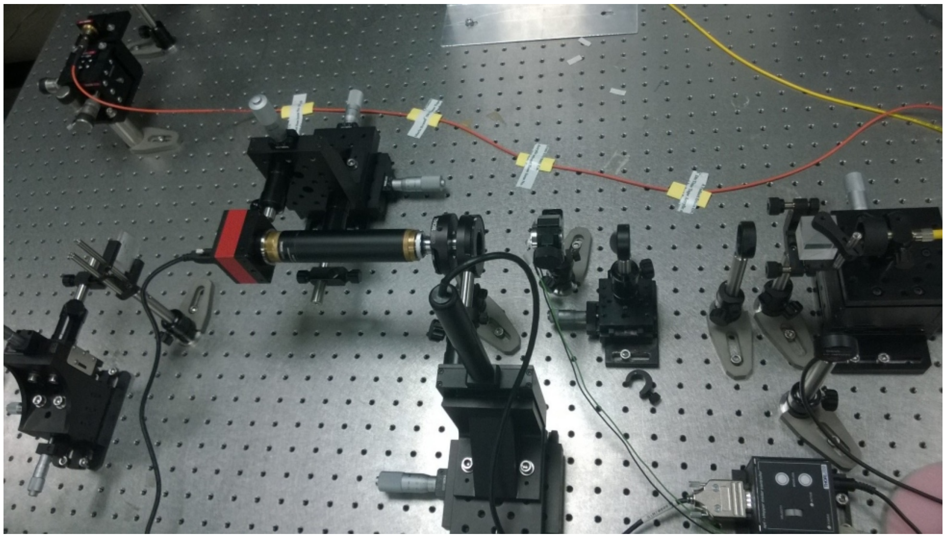
तीसरे परिणाम में इंस्टीट्यूट फॉर क्वांटम कम्प्यूटिंग (IQC), वाटर्लू, कनाडा का सहयोग शामिल है। प्रयोग को IQC में किया गया। अविविधता, अथवा वातावरण आधारित अविविधता, प्रमात्रा मापन विशेषकर बोर्न नियम की समझ के लिए महत्वपूर्ण जटिलताओं के

साथ प्रमात्रा सिद्धांत में ज्यादा से ज्यादा जटिल अवस्थाओं के लिए हाल ही में पहचानी गई सममिति है। इस कार्य में, उर्बशी एवं उनके सहयोगियों, IQC से लीडिया वर्मेडेन, ज़ियान मा, जोनाथन लेवोई, मेडलीन बोन्स्मा, रेयमण्ड लाफ्लेम एवं केविन रेश्च, ने जटिल फोटॉन युग्म का उपयोग करते हुए एक डिग्री (सीमा) को स्थापित किया जिस हद तक प्रकृति इस सममिति को सहमत करती है। परिणाम दर्शाता है कि पूर्णतया जटिल प्रणाली के साथ तुलना पर जो कि किसी भी मापन में 100 प्रतिशत माप देगा, प्रमात्रा अवस्था 99.66(4) प्रतिशत जटिल हो सकती है जैसा कि प्रमात्रा अनुरागिता का उपयोग करते हुए मापा गया, एवं 99.963(5) प्रतिशत जैसा कि संशोधित भट्टाचार्य गुणांक के उपयोग द्वारा मापा गया। फोटॉन युग्म में अधिकतम से छोड़ी कम जटिलता का प्रयोग ही प्रेक्षित विचलन का कारण है। इस कार्य को फिजिकल रिव्यू ए में प्रकाशित किया गया है।

चौथा परिणाम कमजोर मापन की अवधारणा पर सैद्धांतिक कार्य से निहित है। प्रमात्रा सिद्धांत में, एक हार्मिशियन प्रचालक भौतिक रूप से प्रेक्षण योग्य तत्वों को निरूपित करता है, जैसे कि वह वास्तविक आइगनमान की अनुमति देता हो। यह स्टेम तथ्य स्वीकारता है कि कोई भी माप वाला उपकरण/प्रणाली जिसे भौतिक रूप से प्रेक्षण योग्य तत्वों को मापना है, हमेशा एक वास्तविक संख्या प्रदान करेगा। हालांकि, एक प्रचालक की आइगनमान की वास्तविकता का यह मतलब नहीं है कि वह आवश्यक रूप से हर्मिशियन हो। कुछ ऐसे भी गैर-हर्मिशियन प्रचालक के उदाहरण हैं जो कुछ सममिति की परिस्थितियों में वास्तविक आइगनमान को स्वीकार सकते हैं। कोई भी आश्चर्यचकित रह सकता है यदि गैर-हर्मिशियन प्रचालकों को मापने का कोई तरीका हो, उदाहरण के लिए, प्रमात्रा अवथा में गैर-हर्मिशियन प्रचालक का औसत। इस कार्य में, उर्बशी ने अरूण पती एवं उत्तम सिंह (एचआरआई, इलाहाबाद) के साथ कार्य करते हुए दिखाया कि प्रमात्रा सिद्धांत किसी भी गैर-हर्मिशियन प्रचालक के कमजोर अभिक्रियाओं के द्वारा आशांवित मान के अनुमान की सहमति देता है। विशुद्ध अवस्था में गैर-हर्मिशियन प्रचालक का औसत गैर-हर्मिशियन प्रचालक के सकारात्मक अर्द्धनिश्चिक भाग के कमजोर मान का जटिलतम बहुगुणक है। वे किन्हीं भी दो गैर-हर्मिशियन प्रचालकों के लिए नई अनिश्चितता संबंध भी सिद्ध करते हैं और इसकी निर्माणकारी व विनाशकारी प्रचालक तथा क्रॉउस प्रचालकों के लिए इसे स्पष्ट भी करते हैं। यह कार्य फिजिकल रिव्यू ए में प्रकाशन के लिए विचाराधीन है।

जहाँ तक प्रयोगों का सवाल है, उर्बशी ने आरआरआई में प्रमात्रा सूचना व संगणना प्रयोगालय/वेधशाला को सफलतापूर्वक स्थापित कर दिया है, जिसमें हमारे देश में पहली बार किसी प्रकाशिकी प्रयोगालय की स्थापना शामिल है और जिसमें 'स्वच्छ कक्ष' वातावरण की पैरवी होती है। प्रकाशिकी प्रयोगालय में 10000 स्वच्छ कक्ष वातावरण संवर्ग है जिसमें तापमान, आद्रता व धूल के स्तर को सटीक वायु नियंत्रक प्रणाली के जरिए नियंत्रित करना शामिल है ताकि हेराल्डेड एकल फोटॉन स्त्रोत एवं फोटॉन स्त्रोतों के जटिल युग्म के उत्पादन व अनुप्रयोग तथा इंटरफेरोमेट्री पर आधारित परिशुद्ध प्रयोग किया जा सके।

सिन्हा एवं उनके समूह ने हाल ही में कोहेरेंट इंक से ट्यूनेबल Ti-सेफायर लेज़र प्रणाली को भी प्राप्त किया है। यह आरआरआई में इस प्रकार का मात्र दूसरी ही प्रणाली है। वे वर्तमान में इसका उपयोग अपने प्रयोगों द्वारा गैर-क्लासिकल मार्गों को खोजने के लिए कर रहे हैं। इस प्रायोगिक व्यवस्था को चित्र 1 में दिखाया गया है। सिन्हा और देबद्रिता घोष (परियोजना सहायक, आरआरआई) तथा सूर्य नारायण साहू (पीएचडी छात्र, आरआरआई) इस प्रयोग पर कार्य कर रहे हैं।



चित्र 1: प्रमात्रा इंटरफेरेंस प्रयोग में गैर-क्लासिकल मार्गों को खोजने की प्रायोगिक व्यवस्था का चित्र

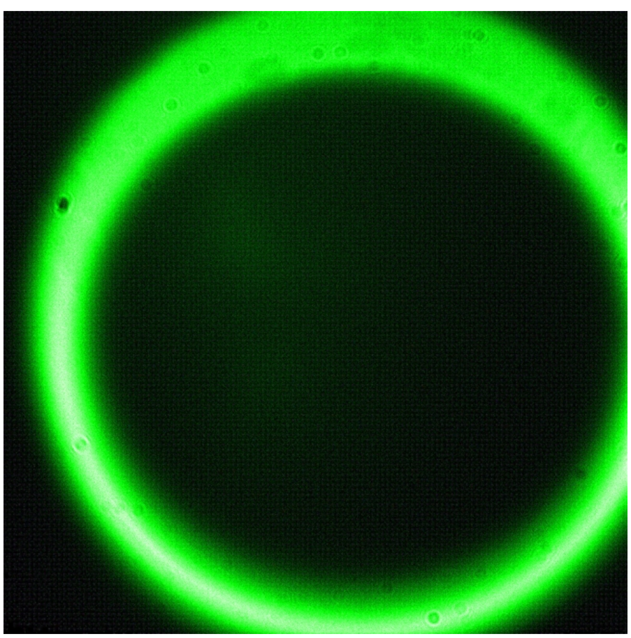
अन्य प्रमुख प्रयोग जिन पर सिन्हा इस वर्ष कार्य कर रही हैं उनमें आरआरआई के रेडियो-खगोलिकी प्रयोगालय के रवि सुब्रह्मण्यन एवं उदय शंकर का सहयोग शामिल है। यह उक्त प्रयोग का सूक्ष्मतरंग (माइक्रोवेव) प्रारूप है जिसमें हॉर्न एंटीना, स्पेक्ट्रम विश्लेषक तथा संस्थान में ही बनाए गए स्लॉट व स्लॉट स्टैंड का उपयोग शामिल है। इस प्रयोग को आंशिक रूप से आरआरआई व संस्थान के ही गौरीबिदनूर फील्ड स्टेशन में किया जा रहा है। प्रयोग के वर्तमान प्रारूप, जो कि ध्वनि व त्रुटि विश्लेषणों के कई चरणों के पश्चात आया, को रंगराज अपरिजतन (आगंतुक छात्र, आरआरआई) जो वर्तमान में IISc में परियोजना सहायक हैं के सहयोग में संचालित किया जा रहा है। इस प्रयोग व्यवस्था के प्रारूप को चित्र 2 में दर्शाया गया है।

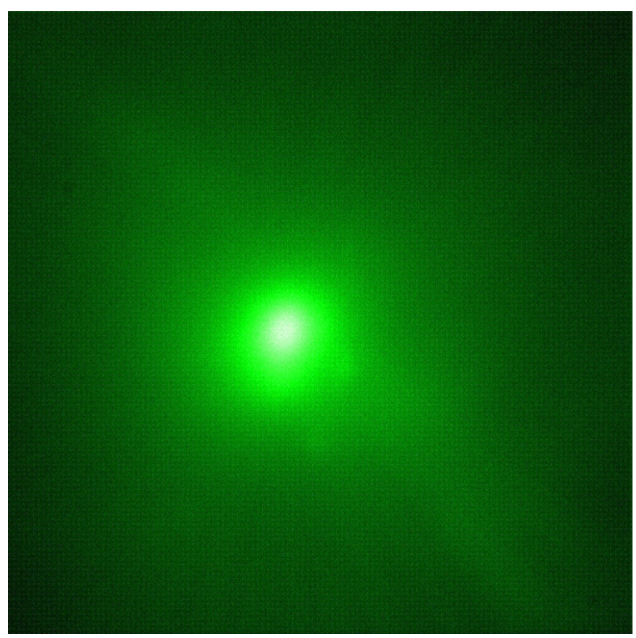
चित्र 2: इंटरफेरेंस प्रयोगों में गैर-क्लासिकल मार्गों को खोजने के लिए प्रयोग के माइक्रोवेव प्रारूप की प्राथमिक व्यवस्था।

शैक्षणिक वर्ष 2014-2015 में प्रयोगालय की एक प्रमुख प्रायोगिक उपलब्धि टाइप I एवं टाइप II एकल फोटॉन स्त्रोत दोनों की स्थापना रही है। एकल फोटॉन स्त्रोत ऐसे स्त्रोत हैं जो एकल कण अथवा फोटॉन की तरह प्रकाश उत्सर्जित करते हैं। यद्यपि, कमजोर लेज़र प्रकाश कुछ फोटॉनों के स्त्रोतों का कारण हो सकता है, परंतु ये क्षणिक गुणधर्मिक निम्न रूपांतरण (एसपीडीसी) पर आधारित एकल फोटॉन स्त्रोतों से सांख्यिकीय रूप से भिन्न होते हैं। ये स्त्रोत प्रभावी रूप से एकल-फोटॉन संख्या अवस्था को बढ़ावा देते हैं और इसीलिए वास्तव में प्रमात्रा विशेषताओं को प्रदर्शित करते हैं। एकल फोटॉन स्त्रोत प्रमात्रा यांत्रिकी, प्रमात्रा सूचना व प्रमात्रा संचार के प्रयोगों में अपने अनुप्रयोगों में सर्वव्यापी होते हैं। प्रयोगालय का ज्यादा जोर ऐसे उद्देश्यों के लिए विभिन्न प्रकार के स्त्रोतों को विकसित करने पर रहा है।

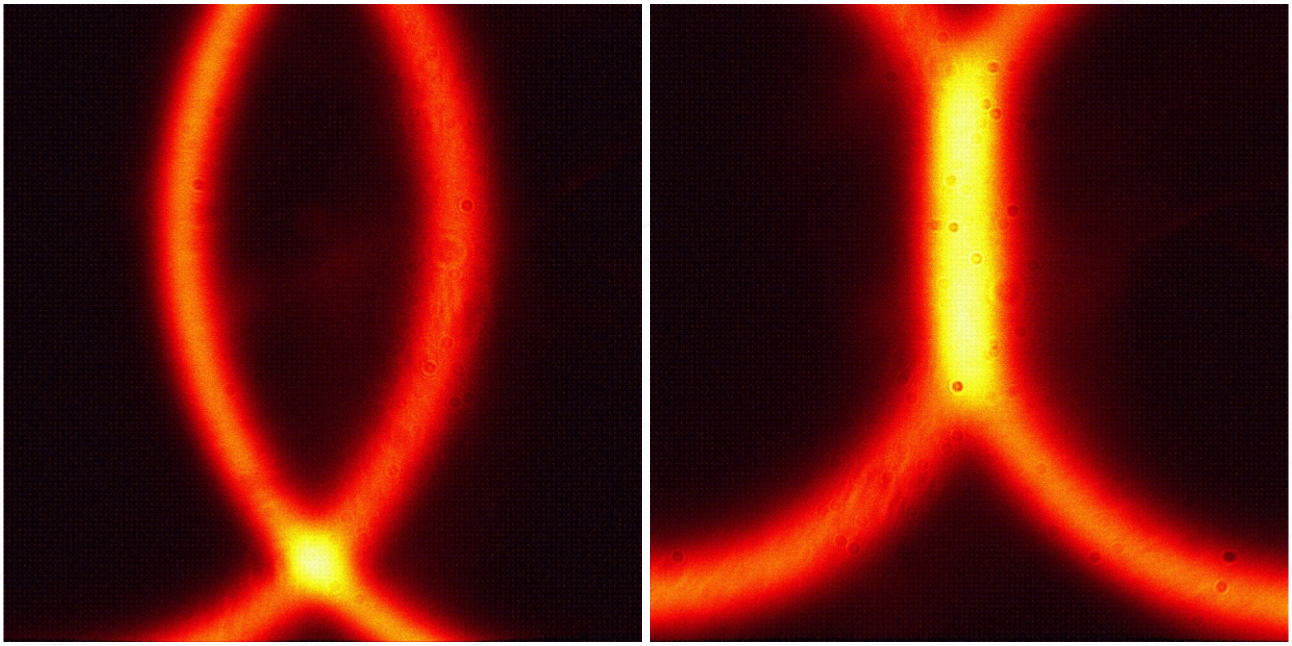
ये विभिन्न प्रकार के SPDC स्त्रोत हैं, जो उन पर आश्रित होते हैं जिन्हें अवस्था अनुकूलन स्थितियाँ कहते हैं। फोटॉन एक युग्म में उत्सर्जित होते हैं और समीकरण, जो SPDC द्वारा प्रबंधित होते हैं, निर्धारित करते हैं कि उत्सर्जित फोटॉनों में प्रक्षेपपथ होते हैं जो शंकुओं के भीतर ही निरूद्ध रहते हैं।यदि युग्म के रूप में उत्सर्जित दोनों फोटॉनों में समान ध्रुवीकरण (पम्प फोटॉन के विपरीत) होता है तो यह टाइप I स्त्रोत में प्रारूपित होता है। टाइप I स्त्रोत में द्विफोटॉन अवस्था एक निश्चित बेल अवस्था को निरूपित करती है। तत्पश्चात, फोटॉन व्यापित शंकुओं की तरह उत्सर्जित होते हैं। पुनः इस पर आश्रित रहते हुए कि क्या ये फोटॉन संरेखी अथवा असंरेखी ज्यामिति का अनुसरण करते हैं, शंकुओं को एक निश्चित बिन्दु तक संकुचित किया जा सकता है अथवा नहीं। उर्बशी की प्रयोगशाला का टाइप I SPDC शंकु चित्र 3 में दर्शाया गया है।

जब दोनों फोटॉनों में एक दूसरे के विपरीत ध्रुवीकरण होता है, तब वे टाइप II स्त्रोत बनाते हैं। टाइप II स्त्रोत में द्विफोटॉन अवस्था भिन्न-भिन्न बेल अवस्था को निरूपित करती है। शंकुओं के प्रतिच्छेदन बिन्दु पर फोटॉन किसी भी शंकु से संबंधित हो सकते हैं और इसलिए उत्पादन अवस्था, जो जटिल अवस्था की जगह प्रारूपित होती है, द्वारा निरूपित नहीं किये जा सकते। टाइप II SPDC शंकुओं को चित्र 4 में दर्शाया गया है।





चित्र 3: सिन्हा की प्रयोगशाला में टाइप I स्त्रोत से निम्नवत रूपांतरित चक्रीयपथ (रिंग)। बाई ओर का चित्र अरैखिक संस्थिति को जबकि दाई ओर का चित्र संरेखी संस्थिति को दर्शाता है।



चित्र 4: सिन्हा की प्रयोगशाला में टाइप II स्त्रोत से निम्नवत रूपांतरित चक्रपथ (रिंग)। बाई ओर का चित्र अरैखिक संस्थिति को दर्शाता है। दाई ओर का चित्र संरेखी संस्थिति को दर्शाता है। दो शंकुओं का प्रतिच्छेदी बिन्दु एक जटिल अवस्था को प्रकट करता है।

अंतिम प्रायोगिक परियोजना जिसे सिन्हा एवं उनके समूह द्वारा पिछले वर्ष प्रारंभ किया गया, वह है कमजोर अभिक्रिया की अवधारणा का उपयोग करते हुए गैर-हर्मिशियन प्रचालकों का अनुमानित मान का तर्क करना। यह उक्त उल्लेखित सैद्धांतिक प्रस्ताव की प्रायोगिक प्रस्तुति है जिसे सिन्हा ने अरूण पती (एचआरआई, इलाहाबाद) और अपने छात्र उत्तम सिंह के साथ विकसित किया। परियोजना में निहित है स्थायी मेक ज़ेन्डर इंटरफेरोमीटर की स्थापना तथा इसमें विविध कार्यों का निष्पादन। इस प्रयोग को सुधी ओबेरॉय (आगंतुक छात्र, आरआरआई) एवं देबद्रित घोष (परियोजना सहायक, आरआरआई) के सहयोग से किया जा रहा है।

सौरव दत्ता का अनुसंधान विषय अतिशीत परमाणुओं, आयनों व अणुओं का शीतलन एवं ट्रेपिंग; अतिशीत होमोन्यूक्लियर एवं हीटरोन्यूक्लियर अणुओं का फोटोअसोसिएशन; परमाणुओं, आयनों व अणुओं का प्रकाशिक परिचालन; केविटी आधारित अंत:क्रियाओं का संसूचन जैसे विषयों पर ध्यान केन्द्रित करता है।

सौरव प्रमुखतया अतिनिम्न तापमानों पर परमाणुओं, आयनों व अणुओं की भौतिकी एवं रासायनिकी में रूचि रखते हैं। उनका कार्य निम्न तापमानों पर शीत संघट्टन एवं अभिक्रियाओं के अध्ययन हेतु परमाणुओं, आयनों व अणुओं के शीतलन व ट्रेपिंग पर केन्द्रित है। अतिनिम्न तापमान पर, प्रमात्रा यांत्रिकीय प्रकीर्णन के अध्ययन के लिए शीतित संघट्टन को आदर्श मानते हुए, संघट्टन को पारंपरिक रूप से अब और व्याख्यित नहीं किया जा सकता। वे और उनके सहयोगियों ने हाल ही में फोटोअसोसिएशन द्वारा अतिशीत अणुओं तथा बहु-फोटोनाइजेशन द्वारा आण्विक आयनों को बनाया, तथा अब वर्तमान में ट्रेप्ड आण्विक आयनों के गुणधर्मों का अध्ययन कर रहे हैं। वे परमाणुओं, अणुओं व आयनों के मध्य अभिक्रिया के संसूचन व परिचालन के लिए नई प्रायोगिक तकनीक का तैयार करने में भी रूचि रखते हैं - ऐसी ही एक

तकनीक विशेष तौर पर तैयार की जा रही है वह है केविटी आधारित आयन-परमाणु अभिक्रिया का संसूचन।

वर्ष 2014-2015 की अवधि के दौरान, दत्ता का अनुसंधान निम्न मूल-विषयों पर केन्द्रित था:

i) रेजोनेंस इन्हेंस्ड मल्टी फोटॉन आयनाइजेशन (REMPI) द्वारा Rb2+ का उत्पादन: फोटोअसोसिएशन (PA) के जरिए उत्पादित Rb2 अणुओं के आयनीकरण द्वारा Rb2+ के निर्माण पर पूर्व में सादिक रंगवाला की प्रयोगशाला में प्रयास किया गया था। यद्यपि, ये प्रयास असफल थे क्योंकि Rb2 D2 एसिम्पटोट के आसपास के फ ोटोअसोसिएटेड Rb2 अणुओं का पूर्वपृथक्करण से प्रेरित थे, इस तथ्य की पुष्टि GHz के आसपास प्रेक्षित PA रेखा चौडाई से होती है। दत्ता और उनके सहयोगियों ने Rb2+ के उत्पादन के लिए एक अलग विधि का प्रयास किया। Rb चुम्बको-प्रकाशिक ट्रेप (MOT) में, PA द्वारा Rb ट्रेपिंग लेज़र के साथ-साथ क्षणिक विघटन के कारण कुछ पृष्ठ अवस्था के Rb2 अणु बनते हैं। इन अतिशीत Rb2 अणुओं को Rb2+ आयन बनाने के लिए स्पंदित डाय लेज़र के साथ आयनीकृत किया जा सकता है। स्पंदित लेज़र को जब किसी विशेष तरंगदैर्ध्य (λ = 602 nm) पर लाया जाता है तो वह Rb2 अणुओं के REMPI द्वारा प्रभावी रूप से Rb2+ आयनों को उत्पादित करती है। यह Rb2+ आयनों को उत्पादित करता है और आरआरआई में पहली बार इसे संसूचित किया गया। ये परिणाम "फेस सेंसिटिव रेडियल एक्स्ट्रेक्शन एंड मास स्पेक्ट्रोमेट्री ऑफ ट्रेप्ड आयन्स इन ए कॉम्पेक्ट जियोमेट्री" शीर्षक वाले पेपर के अत्यंत महत्वपूर्ण अंग हैं। इस पेपर को एस ज्योति, टी रे (पीएचडी छात्र, आरआरआई) और एस ए रंगवाला (आरआरआई) द्वारा लिखा गया।

ii) ट्रेप्ड Rb2+ आण्विक आयनों पर MOT शीतलन प्रकाश का प्रभाव: दत्ता एवं उनके सहयोगियों ने पाया कि Rb MOT की अनुपस्थिति में Rb2+ आयन को >10 सेकण्ड के लिए आयन ट्रेप में ट्रेप्ड किया जा सकता है। यद्यपि, Rb2+ आयनों का जीवनचक्र Rb MOT की उपस्थिति में 500 ms से भी कम था। आगे की जांच ने औजागर किया कि जीवनचक्र अतिशीत Rb परमाणुओं के उपस्थिति पर अधिक निर्भर नहीं करता बल्कि Rb शीतलन लेज़र बीम के उपस्थिति पर अधिक निर्भर करता है। उन्होंने प्रेक्षित किया कि Rb शीतलन लेज़र बीम की उपस्थिति Rb2+ आयनों के जीवनचक्र को नाटकीय रूप से कम करती है। एक संभावित स्पष्टीकरण है कि Rb शीतलन प्रकाश Rb2+ आयन को पृथक कर देती है। Rb2+ आयन का फोटोडिसअसोसिएशन एकल फोटॉन अथवा बहुफोटॉन प्रक्रिया के जरिए प्रवृत्त हो सकता है। तीन संभावित रास्तों/तरीकों पर विचार किया जा रहा है: (i) एकल 780 nm फोटॉन अलग होने वाली इलेक्ट्रॉनिक अवस्था में Rb2+ आयन को उत्तेजित करता है, (ii) दो 780 nm फोटॉनों का एक साथ अवशोषण जो फोटॉनडिसअसोसिएशन का कारण बनता है, और (iii) फोटॉनों का स्वत: उत्सर्जन एवं बारंबार ऑफ –रेजोनेंट अवशोषण जो संख्या को उच्चतर स्पंदित स्तरों तक पहुंचाता है, जो अंततः Rb2+ आण्विक आयनों के पृथक्करण का कारण बनता है। इस कार्य को एस ज्योति एवं एस ए रंगवाला के सहयोग से पूर्ण किया गया, और परिणाम को प्रतिवेदित करता शोध-पत्र (एस ज्योति और अन्य) अभी तैयार किया जा रहा है।

iii) डार्क Rb MOT का कार्यान्वयन और आयन-परमाणु संघट्टनों पर इलेक्ट्रॉनिक रूप से उत्तेजित Rb परमाणुओं के प्रभाव का अध्ययन: पारंपरिक चमकदार Rb MOT में, परमाणुओं के वृहत अंश (~15-20%) उत्तेजित 5p अवस्था में

रहते हैं जबकि बाकी सभी पृष्ठीय 5s अवस्था में रहते हैं। दत्ता ने डार्क स्पॉट Rb MOT के कार्यान्वयन पर कार्य किया है जिसमें अधिकतर Rb परमाणु (99%) पृष्ठ 5s (F=2) अवस्था और नगण्य संख्या उत्तेजित 5p अवस्था में रहती है। इसके अतिरिक्त, प्रयोग में विभिन्न पैरामीटरों को बदलने पर परमाणुओं की उत्तेजित अवस्था के भाग को नियंत्रित किया जा सकता है। यही Rb+ आयनों का जीवनचक्र क्या अतिशीत Rb परमाणुओं की उपस्थिति में ट्रेप होता है या नहीं का अन्वेषण करता है जो कि Rb परमाणुओं की इलेक्ट्रॉनिक अवस्था पर निर्भर करता है। वृहत परमाण्विक घनत्वता पर, उन्होंने Rb परमाणुओं की इलेक्ट्रानिक अवस्था पर केवल नगण्य निर्भरता को प्रेक्षित किया। यह उस धारणा के विपरीत है कि 5p अवस्था के उच्चतर प्रतिच्छेदी अनुभाग अधिक समय तक विद्यमान रहने चाहिए। यद्यपि, निम्न परमाण्विक घनत्वता पर, उन्होंने, जैसी उम्मीद थी, Rb परमाणुओं की इलेक्ट्रॉनिक अवस्था पर Rb+ आयन जीवनचक्र की महत्वपूर्ण निर्भरता को प्रेक्षित किया है। वर्तमान में, वे इस घनत्वता निर्भरता के मॉडल को बनाने व उसे समझने का प्रयास कर रहे हैं। एक संबधित कार्य में, उन्होंने पहले से ही प्रेक्षित कर लिया कि कुछ निश्चित स्थितियों (वृहत परमाण्विक घनत्वता एवं आयनों की कम संख्या) पर आयन एक मिनिट से भी अधिक अवधि के लिए प्रभावी रूप से ट्रेपित रह सकते हैं – यह अत्यधिक निम्न तापमान पर आयनों के शीतलन की सलाह देता है। इस कार्य को एस ए रंगवाला के सहयोग में पूर्ण किया गया और कार्य को प्रतिवेदित करता शोध-पत्र (एस दत्ता और अन्य) अभी तैयार किया जा रहा है।

iv) डार्क MOT में निर्वात राबी स्प्लिटिंग(VRS) मापन: डार्क MOT के कार्यान्वयन ने अतिशीत परमाणुओं जो फेब्री-पेरट केविटी से युग्मित हैं पर नियमित VRS मापन करने की संभावनाओं को खोला है। पिछले सभी VRS मापनों में, शीतलन/ट्रेपिंग लेज़रों को बंद किया जाना था जिससे ट्रेप से परमाणुओं की क्षति होती थी और प्रत्येक अनुवर्ती मापन के लिए एक नया प्रतिदर्श नियोजित किया जाना था। डार्क MOT अत्यधिक तीव्रता से डाटा लेने में समर्थ बनाते हुए उसी ट्रेप्ड परमाणु के प्रतिदर्श पर नियमित व बारंबार VRS मापन सुलभ बनाता है। दत्ता एवं रंगवाला की प्रयोगशाला ने केविटी मोड से युग्मित परमाणुओं की संख्या को निर्धारित करने के लिए VRS पर आधारित एक नई तकनीक को भी प्रस्तुत किया। यह डार्क MOT के लिए विशेषरूप महत्वपूर्ण है क्योंकि MOT प्रतिदीप्ति (विशेष रूप से परमाणु संख्या निर्धारण में उपयोग की जाती है) विश्वसनीय मापन के लिए बहुत कम है। उन्होंने प्रायोगिक रूप से भी उच्चतर केविटी मोडों पर VRS की निर्भरता को प्रस्तुत किया।

विभिन्न जांच संबंधी प्रकाश तीव्रताओं के साथ VRS मापन का गहराई से अध्ययन यह दर्शाता है कि बढ़ते प्रोब इंटेंसिटी के साथ VRS घटता है। मापन भी निर्वात-राबी शीर्ष के रेखाकार की असममिति को दर्शाता है – प्रकाशिक द्विस्थिरता का एक संभाव्य संकेत । दत्ता ने अवलोकन किया कि निर्वात-राबी शीर्ष अदृश्य (अथवा तीव्रता की दृष्टि से बहुत छोटी हो जाती है) हो जाती है जब $\sim 15\ \mu W$ का प्रकाश ($F = 3 \rightarrow F' = 3$ से 29 MHz पर नीले रंग में बदल जाना) अनुप्रस्थ दिशा से परमाणुओं पर आकस्मिक पड़ती है। यह घटना बिल्कुल वैसी ही है जैसी कि प्रकाशिक स्विच की और यह प्रयोग को आगे बढ़ाने के लिए रूचिकर हो सकती है।

v) उच्च सहज प्रकाशिक केविटी पर लेज़र का स्थिरीकरण दत्ता ने उच्च सहज प्रकाशिक केविटी पर स्थिर करते हुए लेज़र (852 nm टोप्टिका DL-pro) के स्थिरीकरण पर भी कार्य किया है

इसके लिए उन्होंने पाउंड-ड्रेवर-हॉल विधि का उपयोग किया। केविटी संचारण की रेखा की चौडाई का मापन लगभग 600kHz के आसपास किया गया और स्थिरता को 10 मिनिट तक रखा जा सका। इसी तकनीक का उपयोग 780 nm लेज़र को केविटी तक निर्वात चैम्बर के भीतर स्थिर (लॉक) रखने के लिए किया गया। इस तकनीकी विकास से नए अनुसंधान के रास्ते खोलने की उम्मीद की गई है।

vi) फोटोअसोसिएशन (PA) द्वारा त्रिक पृष्ठीय अवस्था में अतिशीत LiRb अणुओं की विरचना : इस कार्य को दत्ता ने अदील अल्ताफ , जॉन लॉरेंट्ज, जेसस पेरेज़-रियोस, यंग पी चेन एवं डेनियल एस एलियट (पुर्दे यूनिवर्सिटी, यूएसए) के सहयोग में किया। इस कार्य में, जर्नल ऑफ केमिकल फिजिक्स 142, 114310 (2015) में प्रकाशित, उन्होंने फोटोअसोसिएशन (PA) द्वारा त्रिक पृष्ठीय अवस्था में अतिशीत LiRb अणुओं की विरचना और उनके रेंजोनेंटली वर्धित मल्टीफोटॉन आयनीकरण (REMPI) के जरिए संसूचन को प्रतिवेदित किया। उन्होंने REMPI स्पेक्ट्रोस्कोपी का उपयोग त्रिक a3 + अवस्था और उत्तेजित इलेक्ट्रॉनिक 3 3 और 4 3 + अवस्था की जांच करने के लिए किया।पूर्व में प्रेक्षित इलेक्ट्रॉनिक अवस्थाओं पर ये स्पेक्ट्रोस्कोपिक अध्ययन PA से होकर इलेक्ट्रॉनिक पृष्ठ अवस्था के गहन स्पंदनीय बंध स्तरों द्वारा बनाए गए अतिशीत LiRb अणुओं के संचालन के लिए परिचालन मार्गों को खोजने के लिए महत्वपूर्ण हैं।

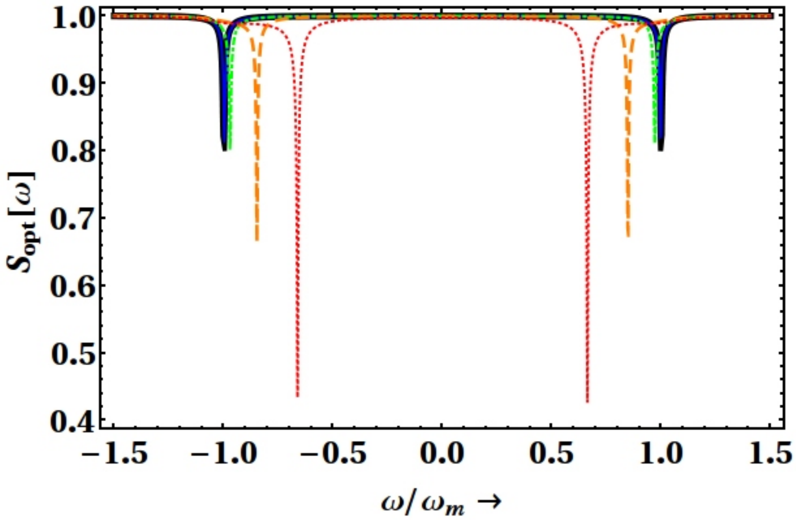
vii) Li $2S_{1/2}$ + Rb $5P_{3/2}$ एसिम्प्टोट के समीप फोटोअसोसिएशन द्वारा गहनता से बंधे अतिशीत LiRb अणुओं की विरचना: जॉन लॉरेंट्ज, अदील अल्ताफ, योंग पी चेन एवं डेनियल एस एलियट (पुर्दे यूनिवर्सिटी) के सहयोग से किया गए इस कार्य को फिजिकल रिव्यू ए 90, 062513 (2014) में प्रकाशित किया गया है। पेपर कमजोर बंध वाले फोटोअसोसिएटेड अणुओं के क्षणिक क्षति से विरचित अपनी इलेक्ट्रॉनिक पृष्ठ $X^1\Sigma^+$ अवस्था में LiRb अणुओं की स्पेक्ट्रा को प्रस्तुत करता है। दोहरे वर्ण के चुम्बको-प्रकाशिक ट्रेप (MOT) में परमाणुओं से शुरू करने पर, कमजोर बंध वाले अणु 4(1) इलेक्ट्रॉनिक अवस्था में विरचित होते हैं। इन अणुओं की इलेक्ट्रॉनिक पृष्ठ $X^1\Sigma^+$ अवस्था में क्षणिक क्षति होती है और फिर पुन: वे REMPI विधि का उपयोग $X^1\Sigma^+$ अवस्था में स्पंदनीय संख्या को निर्धारित करने के लिए करते हैं। यह प्रेक्षित किया गया कि स्पंदनीय प्रमात्रा संख्या ν'' जो $\nu'' = 2$ जितनी कम हो, सहित गहन बंध वाले स्पंदनीय स्तरों को पाया गया। गहन बंध वाले ध्रुवीय अणु, विशेषतया $\nu'' = 0$ में, प्रमात्रा अनुकरण और प्रमात्रा संगणना के लिए अत्यधिक रूचिकर हैं। उन्होंने LiRb+ आण्विक आयनों की पृथक्कृत ऊर्जा के लिए 3900 cm^{-1} के निम्नतम बंध की भी उत्पत्ति का अनुमान लगाया है।

viii) LiRb की दो-फोटॉन फोटोअसोसिएशन: इस पेपर में, दत्ता ने जेसस पेरेज़-रियोस, योंग पी चेन और क्रिस ग्रीन (पुर्दे यूनिवर्सिटी) के साथ मिलकर LiRb अणुओं के दो-फोटॉन PA के दौरान प्राप्त प्रेक्षणों को समझने व उनकी व्याख्या करने पर कार्य किया है। परिणाम को हाल ही में फोकस इश्यू ऑफ दी न्यू जर्नल ऑफ फिजिक्स 17, 045021 (2015) में प्रकाशित किया गया है। यह कार्य द्विध्रुव आघूर्ण के साथ हीटरोन्यूक्लियर एल्काली अणुओं में दो-फोटॉन PA की प्रथम प्रस्तुती है और यह भी बताता है कि ऐसे स्पेक्ट्रा को समझने के लिए बहुचैनल प्रमात्रा अभाव सिद्धांत बहुत उपयोगी उपकरण है।

xi) अपूर्ण स्पेक्ट्रोस्कोपिक सूचना से आण्विक सामर्थ्यता का पता लगाना: इस कार्य को ज़ुआन ली (लॉरेंस बर्कले नेशनल लेबोरेटरी, यूएसए) के सहयोग से किया गया। मॉलेक्यूलर फिजिक्स में प्रकाशन के लिए स्वीकृत इस कार्य में, दत्ता एवं ली ने हाल ही में विकसित इनवर्जन विधि को आगे बढ़ाया ताकि प्रतिदीप्ति रेखा स्थितियों और रेखा के गुणों से उत्तेजित अवस्था संभाव्यता का पता लगाया जा सके। उन्होंने अपर्याप्त इनपुट आक़ड़ों के कारण पूर्व की सीमाओं को स्वीकारा जहाँ पर भी संबंधित तौर पर कमजोर उत्सर्जन आंकड़े प्रायोगिक दृष्टि से उपलब्ध नहीं हैं। आदर्श संभाव्यता अर्थात मोर्से संभाव्यता को लागू करते हुए इन कमजोर परिचालन रेखाओं का "पुन:उत्पादन" इस समस्या के हल का कारण बनता है। इस प्रक्रिया की विशेषता को भी मापी गई रेखा प्रबलता में सांख्यिकीय त्रुटियों को स्वीकारते हुए, पेपर में समझाया गया है।

एम अनिल कुमार के वर्तमान के प्रमुख रूचिकर अनुसंधान विषय क्षेत्र हैं: प्रमात्रा प्रकाशिकी, प्रकाशयांत्रिकी और प्रमात्रा यांत्रिकी के मूल सिद्धांत। पिछले वर्ष के दौरान, उनकी अनुसंधान गतिविधि प्रकाशयांत्रिकी प्रणाली को स्वीकारती है और सैद्धांतिक तौर पर अन्वेषण कर पता लगाती है कि कैसे पारंपरिक रैखिक प्रकाशयांत्रिकीय युग्मन (LOC) के साथ द्विघाती प्रकाशयांत्रिकीय युग्मन (QOC) की उपस्थिति प्रकाशीय क्वाड्रेचर स्क्वीजिंग, मिकेनिकल ओस्सिलेटर स्क्वीजिंग, केविटी व यांत्रिकीय मोड के मध्य पेंच, नॉर्मल मोड स्प्लिटिंग तथा प्रकाशयांत्रिकीय शीतलन को प्रभावित करती है। इस परियोजना में उनके सहयोगी यू सत्य सांईनाध (ग्रिफ्थ यूनिवर्सिटी, ब्रिस्बेन) थे।

माप-पद्धति के क्षेत्र में प्रकाशिक क्वाड्रेचर स्क्वीजिंग के महत्व को देखते हुए, इस उत्तर खोजना बहुत आवश्यक है कि साथ में ये युग्मन (LOC एवं QOC) इसे कितना प्रभावित करते हैं। अनिल कुमार और सांईनाध ने प्रकाशयांत्रिकीय प्रणाली के लिए हेमिल्टोनियन को बनाया, जहाँ केविटी के भीतर प्रकाशिक क्षेत्र रैखिक और द्विघाती प्रतिस्थापन के जरिए यांत्रिकीय दोलक से युग्मित होता है और प्रणाली में प्रकाशयांत्रिकीय युग्मन LOC (g_1) और QOC (g_2) उत्पन्न हो जाता है। इस हेमिल्टोनियन का उपयोग करते हुए, उन्होंने फिर गति का समीकरण तैयार किया जो कि जब नियमित अवस्था की स्थिति में हल किया जाता है तो केविटी में फोटॉनों की माध्य संख्या (I) की अभिव्यक्ति को उत्पन्न करता है। उन्होंने थोड़ी सी अस्थिरता के लिए भी गति का समीकरण तैयार किया, जिसके उपयोग द्वारा कोई भी प्रणाली की स्थायित्वता के साथ-साथ प्रकाशिक क्वाड्रेचर स्क्वीजिंग (S_{opt}) के लिए अभिव्यक्ति की उत्पत्ति का पता लगा सकता है। चित्र 1 दर्शाता है कि प्रकाशिक क्वाड्रेचर स्क्वीजिंग स्पेक्ट्रम (S_{opt}) संक्षालन तापमान 1 mK और पम्प पॉवर 100 माइक्रो वॉट पर सामान्यीकृत आवृत्ति (w/w_m) की कार्यप्रणाली के रूप में कैसे बदलता है। काला वक्र अकेले LOC के कारण स्क्वीजिंग को निरूपित करता है जबकि, नीला, हरा, नारंगी और लाल भिन्न-भिन्न QOC के कारण संबंधित स्क्वीजिंग को दर्शाते हैं। LOC की तुलना में QOC की उपस्थिति में उच्चतर स्क्वीजिंग प्राप्त हुई और यह प्रेक्षित किया गया कि जिस आवृत्ति पर स्क्वीजिंग होती है उस पर वह QOC मानों को बदल देती है।



चित्र 1: विभिन्न QOC के साथ प्रकाशयांत्रिकीय प्रणाली के लिए सामान्यीकृ त आवृत्ति (ω/ω_m) की कार्यप्रणाली के रूप में आरेखित प्रकाशिक क्वाड्रेचर क्षेत्र का स्क्वीजिंग स्पेक्ट्रम। प्रणाली के पैरामीटर हैं $\Delta = \omega_m$, T=1mk, और P = 100 माइक्रो वॉट। QOC के संगत काला, नीला, हरा नारंगी व लाल वक्र g_1 = 1351.38 Hz पर क्रमश: $\frac{g2}{g1} = 0, -10^{-4}, -10^{-3}, -5 \times 10^{-3} \& -10^{-2}$ हैं।

उन्होंने प्रेक्षित किया कि QOC का प्रभाव LOC के 1/100 गुना कम मान पर भी उल्लेखनीय है और यह अपने LOC समकक्ष (~20%) की तुलना में स्क्वीजिंग को तीन गुना (~60%) बढ़ाने में मदद कर सकता है। उन्होंने LOC मात्र की प्रणाली के लिए LOC व QOC दोनों से निहित केविटी प्रकाशयांत्रिकीय प्रणाली की तुलना की और विश्लेषण किया। ऐसा करते हुए, उन्होंने पाया कि पारंपरिक LOC प्रकाशयांत्रिकीय प्रणाली में QOC का समावेशन स्थायी दायरे को संकुचित कर देता है और कम पॉवर व उच्चतर संक्षालन तापमानों पर उच्चतर स्क्वीजिंग को बढ़ावा दे सकता है। उन्होंन यह भी पाया कि एक विशेष संक्षालन तापमान पर, QOC का उच्चतर मान होना साध्य स्क्वीजिंग के उच्चतर प्रतिशत को प्राप्त करने का आवश्यक कारण नहीं है। QOC और स्थायित्वता दायरें के मध्य एक दुविधा होनी चाहिए जैसे के कोई स्क्वीजिंग को अधिकतम सीमा तक बढ़ा सके। हाइब्रिड-प्रकाशयांत्रिकीय प्रणाली के विपरीत, अध्ययन की रही प्रणाली अधिक उपयोगी है क्योंकि बिना किसी अतिरिक्त स्वतंत्रता कोटि को लाते हुए स्क्वीजिंग के स्तर को नियंत्रित करने की सभी क्षमताओं को सुरक्षित रखा जा सकता है। QOC व LOC दोनों अभिक्रियाओं की प्रणाली उच्चतर स्क्वीजिंग प्राप्त करने का एक अच्छा मंच साबित हो सकती है और अच्छे प्रमात्रा यांत्रिकीय उपकरणों को समझने में उपयोगी हो सकती है।

मृदु संघनित पदार्थ

सिंहावलोकन

मृदु पदार्थ, कमजोर अंतर-मैक्रोआण्विक बलों द्वारा बंधे अणुओं से बने होते हैं, को जटिल संरचनाओं एवं अवस्था व्यवहार के द्वारा वर्गीकृत किया गया है। कलिलीय प्रलंबन एवं पायस जैसे कि दूध और पेंट, पॉलिमेरिक एवं जैविकीय पदार्थ, फॉम और तरल स्फटिक कुछ ऐसे सामान्य उदाहरण हैं। अणुओं का आकार जो इन पदार्थों को बनाते हैं आमतौर पर कुछ नैनोमीटर और कुछ माइक्रोमीटर के आकार के होते हैं। परमाण्विक प्रणालियों के विपरीत जिनका शिथिलन समय पीकोसेकण्ड तक होता है, मृदु पदार्थ 10-8 और 103 सेकण्ड के समय पैमाने में सामान्यतया शिथिल रहते हैं। इन पदार्थों की संरचना व गतिकी का इसीलिए आसानी से अपेक्षाकृत साधारण प्रयोगालयी तकनीकों का उपयोग करते हुए अध्ययन किया जा सकता है। प्रत्यास्थ नियतांकों जो पारंपरिक परमाण्विक ठोसों की तुलना में कई दशक नीचे होते हैं द्वारा वर्गीकृत मृदु पदार्थ श्यानप्रत्यास्थ (विस्कोइलास्टिक) होते हैं और इन्हें कई प्रकार के गैर-साम्य घटनाओं के अध्ययन में उपयोग किया जा सकता है। मृदु पदार्थों में अंतर-घटक अभिक्रियाओं को आसानी से बदला जा सकता है; मृदु पदार्थ मुख्यतया एक गुणधर्म जो नए रूचिकर व उपयोगी गुणधर्मों वाले नए पदार्थों के निर्माण के लिए विशेष रूप से उपयुक्त हैं। उनकी संरचनात्मक जटिलता और यांत्रिकीय लचीलापन मृदु पदार्थों को कई अनुप्रयोगों के लिए आदर्श बनाता है। इतना ही नहीं बल्कि, मृदु पदार्थ प्रणाली सांख्यिकीय भौतिकी के मॉडल व सिद्धांतों के परीक्षण की पृष्ठभूमि है।

आरआरआई का मृदु संघनित पदार्थ समूह तरल स्फटिकों और उनके रासायनिक संश्लेषण, कलिलीय, बहुलक, नैनो-सम्मिश्रण, एम्फीफि लिक प्रणाली, भौतिक और रासायनिक सतह तथा जैविक भौतिकी पर अनुसंधान में कार्यरत है।

तरल स्फटिक, नैनो-सम्मिश्रण और पॉलिइलेक्ट्रोलाइट्स

आरआरआई में मृदु पदार्थों जिन्हें आसानी से बाह्य दाब, इलेक्ट्रिक व चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा विरूप्य किये जा सकते हैं, की संरचना गुणधर्म संबंधों को समझने के लिए प्रायोगिक एवं सैद्धांतिक अध्ययन किया जाता है। इन मृदु पदार्थों के अलावा, थर्मोट्रोपिक तरल स्फटिक जिनमें अधिक एनिस्ट्रोपिक ऑर्गेनिक अणु होते हैं, नैनो-सम्मिश्र पदार्थ, बहुलक और जैवपदार्थ जैसे जैवअणु और कोशिकाओं का अध्ययन विविध प्रायोगिक तकनीकों का उपयोग करते हुए किया गया। इन प्रणालियों में उपस्थित विविध अवरोधों और स्वतंत्रता की भिन्न कोटियों के मध्य अन्योन्यक्रिया प्राय: सुदृढ़ और जटिल व्यवहार को बढ़ावा देती है जिसे संभाव्य प्रौद्योगिकीय अनुप्रयोग के लिए उपयोग किया जा सकता है।

मृदु संघनित पदार्थ समूह का रासायनिक स्कंध अनूठे तरल स्फटिकीय पदार्थों जो उल्लेखनीय इलेक्ट्रॉनिक व प्रकाशइलेक्ट्रॉनिक गुणधर्म प्रदर्शित करते हैं, की अभिरचना, संश्लेषण व वर्गीकरण पर कार्य करता है। कई मोनोमेरिक, ओलिगोमेरिक, पॉलिमेरिक और आयनिक तरल स्फटिकीय पदार्थों का संश्लेषण किया गया। माइक्रोवेव हीटिंग का उपयोग करते हुए तरल स्फटिकीय पदार्थों का भी संश्लेषण इस दृष्टिकोण से किया गयाकि तीव्र और पर्यावरणके अनुकूल कृत्रिम/संश्लेषित रास्तों को खोजा जा सके।

नैनोपदार्थों जैसे धात्विक-नैनोकणों, प्रमात्रा डॉट्स, तरल स्फटिकों के सुपरामॉलेक्यूलर क्रम में कार्बन नैनोट्यूबों और ग्रेफीन का समावेशन कई अनुप्रयोगों के लिए आदर्श पदार्थ बनाने का कारण बन सकता है। इस मत से, एक अनुसंधान कार्यक्रम की शुरूआत की गई जोडिस्कॉटिक के साथ साथ अन्य अणुओं के इन नैनोपदार्थों को तैयार कर क्रियान्वित कर सके और उन्हें मोनोमेरिक, ओलिगोमेरिक तथा पॉलिमेरिक डिस्कॉटिक तरल स्फटिकों में विसरित कर सके। कॉलुम्नार मैट्रिक्स में ऐसे क्रियान्वित नैनोपदार्थों का विसरण से भौतिक गुणधर्मों जैसे चालकता और प्रकाशचालकता का महत्वपूर्ण रूप से संवर्धन होता पाया गया है।

एससीएम समूह की अनुसंधान अभिरूचियों में से एक विद्युत क्षेत्र प्रेरित एकिरल अणुओं से बने तरल स्फटिक में किरल सममिति नष्ट करने पर अन्वेषण है। इलेक्ट्रो प्रकाशिक स्विचनीय मैक्रोस्कोपिक किरल डोमेन से बने आदर्श क्षेत्र प्रेरित डार्क मेसोफेस की संरचना और गुणधर्मों का अध्ययन विविध तकनीकों जैसे प्रकाशिक माइक्रोस्कोपी, डायइलेक्ट्रिक स्पेक्ट्रोस्कोपी तथा एक्स-किरण विवर्तन का उपयोग करते हुए किया जा रहा है। क्षेत्र आश्रित आकार परिवर्तन, जो कि किरल डोमेनों को पृथक करने पर प्रदर्शित होता है, जो इन मेसोफेसों को धारित करता है, का भी अध्ययन किया जा रहा है ताकि प्रेक्षित इनेंटियोसिलेक्टीविटी को समझा जा सके। कोअर्सेनिंग में बढ़ती आकारिकी की भूमिका का अध्ययन किरल एवं इलेक्ट्रोस्टेटिक अभिक्रियाओं के प्रभाव में अंतर्निहित भौतिकी को जानने के लिए किया जा रहा है। किरल थिन फिल्म संसाधित ट्यून करने योग्य इनेंटियोसिलेक्टीविटी भी प्रौद्योगिकीय रूप से रूचिकर है, क्योंकि उनमें किरोप्टीकल और NLO अनुप्रयोगों की संभावनाएँ हैं।

एक अन्य रूचिकर क्षेत्र है डायइलेक्ट्रिक स्पेक्ट्रोस्कोपी का उपयोग करते हुए पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों की संरचना व गतिकी को समझना। काउंटर आयनों और ध्रुवीय पक्ष श्रृंखला से निहित ध्रुवीकरण यांत्रिकी से उत्पन्न होने वाले बहुत निम्न

वर्तमान अनुसंधान अभिरूचियाँ

शिथिलीकरण मोड प्राय: प्रायोगिक रूप से काफी चुनौतीपूर्ण रहते हैं, और इसीलिए गहनता से अन्वेषित नहीं किये गये। विस्तृत डायइलेक्ट्रिक अध्ययन को कुछ जलीय पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों पर किया गया है, उनमें से कुछ कोएसर्वेशन को प्रदर्शित करते हैं।

आयनिक आद्रकों का अवस्था व्यवहार

आयनिक आद्रकों के अवस्था व्यवहार पर काउंटेरियन्स और पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों के अवशोषण के प्रभाव का अन्वेषण विविध प्रायोगिक तकनीकों का प्रयोग करते हुए किया जा रहा है। इन अध्ययनों का प्रमुख उद्देश्य है ऐसी परिस्थितियों को पाना जिनके अंतर्गत अनूठी सम्पूर्ण आकारिकी और अवस्थाओं को इन प्रणालियों में स्थायी किया जा सके। इन प्रणालियों की सैद्धांतिक मॉडलिंग की भी योजना बना ली गई है।

DNA–आद्रक सम्मिश्रकों की संरचना

DNA-केटियोनिक आद्रक सम्मिश्रकों की संरचना का अन्वेषण एक्स-किरण विवर्तन का उपयोग करते हुए किया जा रहा है। अध्ययन का मुख्य उद्देश्य है पैरामीटर जैसे आद्रक अणुओं का आकार और इसके काउंटेरियनों की प्रकृति को बदलते हुए इन सम्मिश्रकों की विभिन्न संरचनाओं को स्थिर करना।

झिल्लियों में स्टेरॉलों की रचना

भिन्न-भिन्न स्टेरॉल अणुओं से निहित लिपिड झिल्लियों का अवस्था व्यवहार का अध्ययन झिल्लियों में इन जैविकीय रूप से महत्वपूर्ण अणुओं की रचना को समझने के उद्देश्य से किया जा रहा है। झिल्लियों में इन अणुओं के अभिविन्यास का परीक्षण करने के प्रयोग जारी हैं।

कलिलीय और मिश्रित तरल पदार्थ

गैर-न्यूटोनियन तरल पदार्थों की संरचना, गतिकी और रियोलॉजीऔर मिश्रित तरल पदार्थों में प्रौढ़ प्रलंबन, मृदु कांचीय रियोलॉजी, प्रवाह संरचना सहसंबंधन, रियोलॉजिकल चाओस तथा अपरूपीय प्रवाह की अरैखिक गतिकी, अंतरफलकीय प्रलंबन, कोलाइडल जेल्स का सेडिंटेशन, मिसेलर पैकिंग्स, कोपॉलिमर मिसेलों का उपयोग करते हुए नियंत्रित, लक्षित ड्रग डिलीवरी का ड्रग डिलीवरी के वाहन के रूप में, ग्रेनुलर माध्यम की भौतिकी का प्रायोगिक अन्वेषण किया जा रहा है।

प्रायोगिक यंत्रों जैसे स्थायी एवं गतिक प्रकाश प्रकीर्णन, रियोलॉजी, अल्ट्रासाउंड क्षीणन स्पेक्ट्रोस्कोपी तथा उच्चगति वाला प्रतिचित्रक/प्रतिबिम्बक का उपयोग इन अध्ययनों के लिए गहनता से किया जा रहा है। इन अन्वेषणों में से कई में सांख्यिकीय यांत्रिकी और पदार्थ विज्ञान के क्षेत्र में कार्यरत अभियंताओं और सैद्धांतिक भौतिज्ञों का सहयोग शामिल रहा है।

जैवभौतिकी

आरआरआई में जैवभौतिकी समूह विविध जैविकीय प्रणालियों का प्रायोगिक, सैद्धांतिक और संगणकीय अध्ययन करता है।

जैविकीय प्रणालियों में एक भौतिज्ञ का दृष्टिकोण एक आदर्श परिप्रेक्ष्य को प्रदान करता है कि कोशिकीय निर्माणी के भीतर कैसे जीवित मशीनरी कार्य करती है। आरआरआई का यह समूह विभिन्न स्तरों पर कोशिकाओं में घटित होने वाले गतिकीय घटनाओं का मात्रात्मक भौतिक विवरण को प्राप्त करने का उद्देश्य रखता है। वे नैनोस्केल आण्विक संरचनाओं में अधिक रूचि रखते हैं जो सक्रिय कोशिकीय गतिकी की सहायता से DNA में अभिक्रियाओं, प्रोटीन प्रथक्करण और कोशिका

झिल्लियों में संकेतन पर प्रभुत्व रखते हैं। वे न्यूरोनल कोशिकाओं जिनके कारण आकार परिवर्तन और सक्रिय यांत्रिकीय प्रतिक्रियाएँ होती हैं, में गतिकीय घटनाओं का भी अन्वेषण करते हैं। इन अध्ययनों का परिमाण निर्धारित करने के लिए, अनूठे आधुनिक तकनीकों को संस्थान में ही विकसित किया जा रहा है: उदाहरण के लिए, एकल आण्विक रेजोल्यूशन नैनो-उपकरण जो जैविकीय रूप से नैनो जगत के गूढ़ रहस्य को प्रकट करने में सहायता करता है और अतिसंवेदी बल मापन विधि जो एकल कोशिकाओं की यांत्रिकीय प्रतिक्रियाओं का परीक्षण करती है। सैद्धांतिकीय एवं संगणकीय दृष्टिकोण का उद्देश्य न केवल परिमाणात्मक प्रयोगों को प्रकट करना है बल्कि आदर्श यंत्र-रचनाओं/प्रक्रियाओं का भी अनुमान लगाना है। यह आरआरआई में सबसे तेजी से बढ़ता हुआ अनुसंधान क्षेत्र है और अन्य पारंपरिक विषयों जैसे सांख्यिकीय यांत्रिकी, झिल्ली- एवं बहुलक भौतिकी को अतिव्यापित करता है।

सैद्धांतिक अध्ययन

एससीएम समूह में सैद्धांतिक अन्वेषण प्रमुखतया मृदु पदार्थ में प्रत्यास्थता और सांस्थितीय (टोपोलॉजिकल) दोषों के सिद्धांत पर ध्यान केन्द्रित करता है। तीन विमाओं में विभाज्य द्विविमीय झिल्लियों पर अभिविन्यासित (जैसे निमेटिक, सदिश, हेक्ज़ेटिक) स्पर्शी-सतह क्रम वक्रित झिल्लियों पर कुंठा ग्रस्त रहती है। यह कुछ निश्चित स्मेक्टिक तरल स्फटिकों और थिन क्रिस्टेलाइन लेमेल्ले के साथ भी होता है। उदाहरण के लिए, सांद्र- और पिघलते बहुलक क्रिस्टेलाइट व्यापक आकारिकी को प्रदर्शित करते लेमेल्ले के रूप में बढ़ती है जैसे हेलिकोईडल-, टेंट- और स्क्रोल संरचनाएँ। प्रेक्षित आकारिकियों की स्थायित्वता को स्पष्ट करने के लिए प्रत्यास्थता और संस्थति दोषों के मध्य अंत:क्रियाओं पर आधारित फिनोमिनोलॉजिकल सिद्धांत को सूत्रबद्ध करने के प्रयास किये जा रहे हैं।

रंजिनी बंद्योपाध्याय की पेशेवर अनुसंधान अभिरूचियाँ वर्तमान में गैर-न्यूटोनियन तरल पदार्थों की संरचना, गतिकी व रियोलॉजी, एजिंग व सॉफ्ट ग्लासी रियोलॉजी, जटिल तरल पदार्थों में प्रवाह-संरचना सहसंबंधन, मिसेलर पैकिंग, ड्रग डिलीवरी के लिए वाहक के रूप में कोपॉलिमर मिसेल्स का उपयोग करते हुए नियंत्रित व लक्षित ड्रग डिलीवरी, अंतरफलकीय अस्थायित्वता, जटिल प्रवाहों के मापन के लिए श्यानमापक की अभिरचना, कोलाइडल प्रलंबन की स्थायित्वता और सेडिमेंटेशन तथा ग्रेनुलर मीडिया (दानेदार स्त्रोतों) की भौतिकी, पर केन्द्रित हैं।

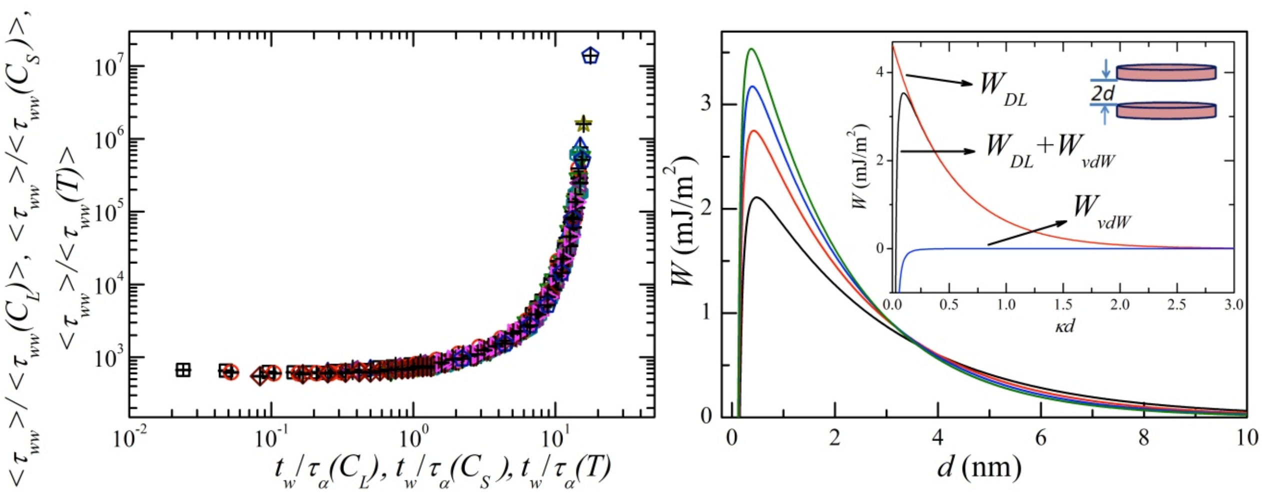
वर्ष 2014-2015 की अवधि के दौरान, रंजिनी ने राजीब बसक (पीएचडी छात्र, आरआरआई) के साथ मिलकर Ca^{2+} प्रेरित पेक्टिन जैवबहुलक जैल के प्रारूपण और अलगाव का अध्ययन किया। जब पॉलिसेक्कराइड पेक्टिन के जलीय विलयन में केल्शियम नमक को मिलाया जाता है, तब पेक्टिन चैनों के मध्य आयनिक क्रॉसलिंग बनता है जो पतले विलयन में जैल नेटवर्क को बढ़ावा देता है। इस कार्य में, गतिक प्रकाश प्रकीर्णन (DLS) का प्रयोग फ्रेक्टल एग्रीगेटों (फ्लोक्स) का माइक्रोस्कोपिक गतिकी का अध्ययन करने के लिए किया गया जो जैलों का बनाती है, जबकि रियोलॉजिकल मापनों का उपयोग जैल भंगन की प्रक्रिया के अध्ययन के लिए किया गया। जैसे ही केल्शियम नमक की सांद्रता बढ़ती है, DLS प्रयोग बताता है कि जैल नेटवर्क की वैशेषिक शिथिलीकरण समय के साथ-साथ फ्लोक्स की बहुप्रसारणता बढ़ती है। नमक सांद्रता के एक विशेष स्तर के उपर, फ्लोक्स सीमित प्रतिक्रिया वाला फ्रेक्टल जैल नेटवर्क बनाने के लिए जुड़ता चला जाता है। रियोलॉजिकल अध्ययन बताते हैं कि रैखिक रियोलॉजिकल प्रतिक्रियाओं की सीमाएँ और महत्वपूर्ण दाब दोनों ही बढ़ते व घटते नमक सांद्रता के साथ इन नेटवर्कों को भंग करने के लिए आवश्यक होते हैं। ये गुणधर्म संकेत करते हैं कि इस कार्य में अध्ययन किये गए आयन-मध्यस्थ पेक्टिन जैल 'सशक्त संबंध' प्रक्षेत्र में रहते हैं जो कि इंटरफ्लोक लिंक द्वारा चित्रित किया जाता है और जो इंटरफ्लोक लिंकों की तुलना में अधिक मजबूत हैं। प्रायोगिक आंकडों का पैमानिक विश्लेषण बताता है कि वैयक्तिक फ्रेक्टल फ्लोक्स की प्रस्यास्थता मिश्रित नमक सांद्रता पर आश्रित ऊर्जा नियम को प्रदर्शित करती है। हम निष्कर्ष निकालते हैं कि जब दोनों ही पेक्टिन व नमक सांद्रता बढ़ती है, तब पेक्टिन की फ्रेक्टल फ्लोक्स की संख्या क्रॉसलिंक की घनत्वता के साथ-साथ बढ़ती है, जो ढ़ेर सारे प्रत्यास्थ मॉडुलस के बहुत बड़े मानों में वृद्धि करता है।

पिछले वर्ष के दौरान, रंजिनी का दूसरा व्यापक अनुसंधान विषय रहा - गतिक प्रकाश प्रकीर्णन अध्ययन और आवेशित डिस्कों के कोलाइडल प्रलंबन में भौतिकरासायनिक अभिक्रियाओं का DLVO विश्लेषण - एक ऐसा कार्य जिसमें उन्होंने देबाशीष साहा, (पीएचडी छात्र, आरआरआई) और योगेश एम जोशी (आईआईटी कानपुर) के साथ मिलकर कार्य किया। इस अध्ययन में, उन्होंने गतिक प्रकाश प्रकीर्णन (DLS) और डर्जेजियन-लेंदेउ-वर्वे-ओवरबीक (DLVO) सिद्धांत का उपयोग करते हुए जल में लेपोनाइट मिट्टी के आवेशित डिस्कों के कोलाइडल प्रलंबन में अंतर-कणीय अंभिक्रियाओं का अन्वेषण किया। मिट्टी सांद्रता (C_L), बाह्य रूप से मिलाए नमक की सांद्रता (C_S) और मिट्टी प्रलंबन की माइक्रोस्कोपिक गतिकी पर तापमान (T) के प्रभाव का अध्ययन किया गया।

लेपोनाइट के प्रलंबन का तेज व धीमा शिथिलीकरण समय, (संश्लेषित मिट्टी) को प्रतिदर्श तैयारी के समय से भिन्न-भिन्न प्रतीक्षा समय (t_w) पर मापे गए तीव्रता स्वत:संबंधन प्रकार्यन से उद्धृत किया गया है। C_L, C_S, T और t_w के साथ मिट्टी प्रलंबन के

जारी अनुसंधान

विसरणशील गतिकी समय पैमाने के व्यापक अतिव्यापन को तेज व धीमे दोनों शिथिलीकरण समय पैमाने के लिए प्राप्त किया गया। इस कार्य में प्रतिवेदित परिणाम जब CL, CS और T बदलते हैं तब लेपोनाइट प्रलंबनों की ऊर्जा प्रकृति के स्वत:समान प्रकृति को औजागर करते हैं। प्रतीक्षा समय के साथ सोडियम आयन की सांद्रता के क्रमिक विकास को भी CL, CSऔर T के मई मानों के लिए मापा गया। DLVO सिद्धांत को लेपोनाइट प्रलंबन की मुक्त ऊर्जा की गणना करने के लिए लागू किया गया ताकि शिथिलीकरण समयपैमाने के प्रेक्षित स्वत:समान क्रमिक विकास को समझा जा सके। प्रतिकारक अंतर-कण अभिक्रियाओं के अतिरिक्त, इस कार्य में अध्ययन किये गए यंगर क्षणिक रूप से प्रकट लेपोनाइट प्रलंबन के लिए आकर्षक अभिक्रियाओं के प्रभाव को भी स्पष्टतया प्रेक्षित किया गया।

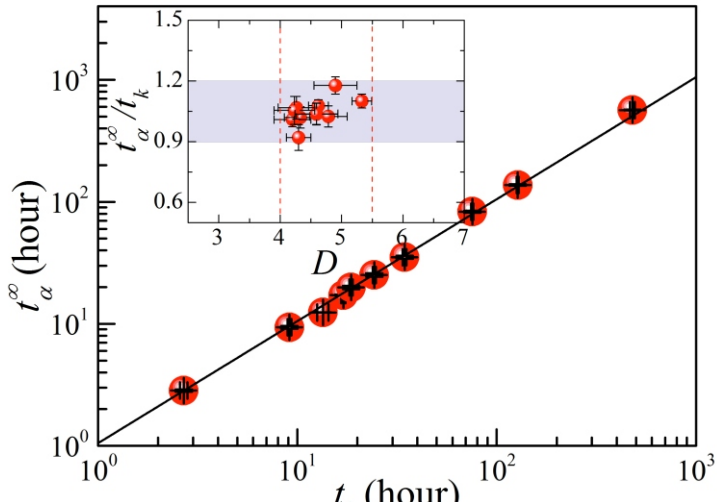


चित्र 1: [चित्र का श्रेय: साहा डी, बंद्योपाध्याय आर, जोशी वाई एम (2015): गतिकीय प्रकाश प्रकीर्णन अध्ययन और आवेशित डिस्कों की कोलाइडल प्रलंबन में भौतिकरासायनिक अंत:क्रियाओं का DLVO विश्लेषण, लेंगमीर 31 (10), 3012-3020]

रंजिनी बंद्योपाध्याय ने शमीम अली (पीएचडी छात्र, आरआरआई) के साथ मिलकर जलीय विसरण में प्राकृतिक मिट्टी के अपपर्णन और स्थायित्वता के क्रमिक विकास पर भी कार्य किया। जलीय विसरण में, प्राकृतिक मिट्टी के पाउडर युक्त खनिज पदार्थ जल के अवशोषण पर फूलते हैं और छोटे-छोटे तत्वों में अपनी सतह पर इलेक्टिक दोहरी परत के साथ अपपर्णित होते जाते हैं, जिन्हें टेक्टॉइड्स के नाम से जाना जाता है। अपपर्णन प्रक्रिया का समय व सांद्रता पर निर्भरता मिट्टी के प्रसरण व्यवहार में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है और पूर्ववर्ती लेख [लेंगमीर, 2013, 29, 12663-12669] में इसी समूह द्वारा प्रायोगिक रूप से इसका अध्ययन किया है। यह अध्ययन स्क्रीन्ड कॉलम्ब अपकर्षण और प्राकृतिक मिट्टी टेक्टोइड्स के अपपर्णन पर Na+समकक्षों का ओस्मोटिक दाब के प्रभाव पर केन्द्रित है। अल्ट्रासाउंड अटेनुएशन स्पेक्ट्रोस्कोपी का उपयोग करते हुए, भिन्न-भिन्न मिट्टी सांद्रता पर टेक्टोइड्स की अपपर्णन (प्रसरणता) की कोटि, मिश्रित नमक और मिट्टी प्रलंबन की अवधि का आंकलन किया गया। कॉलुम्ब रिपल्सन और विपरीत ओस्मोटिक दाब के मिश्रित प्रभाव के कारण बढ़ते मिट्टी सांद्रता के साथ प्रसरणता घटती है। यद्यपि, जैमिंग रूपांतरण पर, स्क्रीन्ड कॉलुम्ब रिपल्सन अधिक प्रभावशाली बन जाता है। साथ ही साथ, भिन्न-भिन्न आयनिक स्थितियों पर बनी घेरी हुई अवस्थाओं के प्रलंबन स्थायित्वता के व्यवहार पर मिट्टी प्रसरणता के प्रभाव का अध्ययन अल्ट्रासाउंड प्रेरित कोलाइडल

वाइब्रेसन करेंट का मापते हुए किया गया।

देबाशीष साहा (पीएचडी छात्र, आरआरआई) और योगेश एम जोशी (आईआईटी कानपुर) के साथ रंजिनी ने फ्रेजिल मृदु कोलाइडल प्रलंबन के कांचीय रूपांतरण की गतिकी का भी अन्वेषण किया। माइक्रोस्कोपिक शिथिलन के समय का आंकलन भिन्न-भिन्न सांद्रताओं (C_L), मिश्रित नमक सांद्रता (C_S) और तापमान (T) के साथ लेपोनाइट प्रलंबन के लिए गतिकीय प्रकाश प्रकीर्णन प्रयोगों द्वारा प्राप्त स्वत:सहसंबंधन प्रकार्यन से किया गया। इस समूह ने पूर्व के एक कार्य [सॉफ्ट मैटर 10, 3292 (2014)] में दिखाया है कि कोलाइडल कांचों के शिथिलन समय के क्रमिक विकास की आण्विक कांच प्रारूपक से तुलना की जा सकती है इसके लिए पूर्व वाले के प्रतीक्षा समय (t_w) के विपरीत बाद वाले के ऊष्मागतिकी तापमान का व्युत्क्रम (1/T) होना चाहिए। वर्तमान कार्य में, भंगुरता (fragility) पैरामीटर D, जो अर्‌हेनियस व्यवहास से विचलन को प्रकट करता है, को संरचनात्मक शिथिलन समय के सामयिक क्रमविकास से व्यवस्थित करते हुए प्राप्त किया गया है। लेपोनाइट प्रलंबन के लिए, D को C_L. और C_S से स्वतंत्र होना देखा गया है, परंतु T पर दुर्बल रूप से निर्भर करता है। दिलचस्प बात है कि D के व्यवहार को समान चरों के सापेक्ष आण्विक कांच प्रारूपकों में भंगुरता के व्यवहार की पुष्टि करने के लिए प्रेक्षित किया गया है। साथ ही साथ, स्ट्रेचिंग प्रतिपादक (β) जो संरचनात्मक शिथिलन समय के स्पेक्ट्रम की चौड़ाई w को इंगित करता है को t_w पर आश्रित होता पाया गया है। जैसा कॉजमान तापमान को आण्विक कांचों के लिए परिभाषित किया गया है, वेसे ही हाइपोथेटिकल कॉजमान टाइम स्केल (t_k) को परिभाषित किया गया है जिस पर w भिन्न होता है। साथ ही, जैसा कि वोगल तापमान आण्विक कांचों के लिए परिभाषित है, वैसे ही हाइपोथेटिकल वोगल टाइम स्केल t_α^∞ भी परिभाषित है। दिलचस्प बात यह है कि t_k और t_α^∞ के मध्य एक सहसंबंध प्रेक्षित किया गया, जो उल्लेखनीय रूप से भंगुर आण्विक कांच प्रारूपक के लिए ज्ञात संबंध के समान है। स्ट्रेचिंग मॉडल की t_w के साथ निर्भरता के एक युग्मन मॉडल का उपयोग t_k और t_α^∞ के मध्य सहसंबंध का विश्लेषण करने के लिए किया गया।



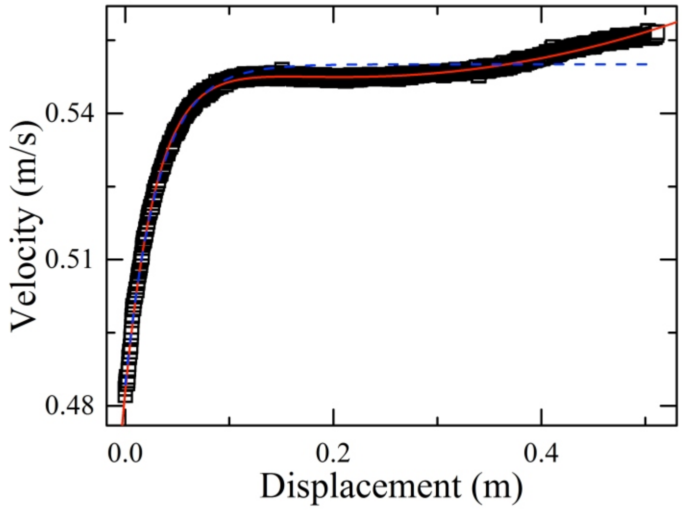
चित्र 2: भंगुर आण्विक कांच प्रारूपकों की तरह व्यवहार दर्शाते लेपोनाइट प्रलंबन में कॉजमान टाइम स्केल और वोगल टाइम स्केल के मध्य सहसंबंध दर्शाती खंडाकृति।

रंजिनी का पिछले वर्ष लिया गया पांचवा प्रमुख अनुसंधान विषय था नमक की उपस्थिति में जलीय माध्यम में एनिसोट्रोपिक आवेशित क्ले कोलाइडों के सामूहिक एवं स्थायित्व गुणधर्मों का अन्वेषण। इस कार्य में शमीम अली (पीएचडी छात्र, आरआरआई) उनके सहयोगी थे। Na- मोंटमोरिलोनाइट नैनोक्ले एक सिलिकेट खनिज पदार्थ की परत वाला एक कोलाइड है। जब जल में विसरित किया जाता है, तब ये खनिज पदार्थ जल के अवशोषण के कारण फूल जाते हैं और अपनी सतहों पर दोहरी वैद्युत परतों के साथ प्लेटलेट्स में अपपर्णित हो जाते हैं। जलीय विसरण मुक्त प्रवाहित द्रवों से गैर साम्यों तक अवस्था रूपांतरण को नष्ट करते हुए क्षणिक एर्गोडिसिटी जो गतिकीय रूप से अवरूद्ध और अव्यवस्थित अवस्थाओं जैसे निम्न कणिक सांद्रता पर जैल एवं कांच, को प्रदर्शित कर सकते हैं। इन आवेशित प्लेटलेट्स के मध्य अंत:क्रियाएँ और इसीलिए उनकी समूहन व स्थायित्वता का व्यवहार, को बाह्य रूप से माध्यम में नमक मिलाते हुए नियंत्रित किया जा सकता है। प्रकाशिकीय एवं इलेक्ट्रोअकॉस्टिक विधियां का उपयोग करते हुए, उन्होंने दिखाया कि Na-मोंटमोरिलोनाइट प्लेटलेट्स के कोलाइडल जैल स्थायी नहीं होते हैं तब जबकि मिट्टी के खनिज पदार्थों को विसरित करने के पहले ही विलयन में नमक घोला जाता है। दूसरी ओर, खनिज पदार्थों के विसरण के पश्चात नमक का घोलना एक कमजोर जैल को उत्पादित करता है। ये कमजोर जैल गुरूत्वाकर्षण के अधीन क्षणिक गिरावट के पहले एक परिमित विलंबित समय तक स्थायी रहते हैं। इतना ही नहीं, क्षणिक गिरावट के दौरान वेग को रैखिक रूप से बढ़ता हुआ देखा गया है। ऐसा जैल संघनन प्रक्षेत्र के पश्चात होता है जहाँ जैल-अंतरफलक का वेग तेजी से घटता है। क्षणिक गिरावट का विलंबन समय बढ़ती नमक सांद्रता के साथ घटता है और अंत में बहुत अधिक नमक सांद्रता पर अदृश्य हो जाता है। अल्ट्रासाउंड अटेनुएशन स्पेक्ट्रोस्कोपी, रियोमेट्री और क्रायोजेनिक स्केनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी का उपयोग करते हुए, उन्होंने पुष्टि की है कि जैल नेटवर्क समूहन के आकारिकीय परिवर्तन के कारण गिरावट की गति में प्रेक्षित बढ़त में योगदान करने वाले समानांतरित-अभिमुख प्लेटलेट्स के संग्रह में वृद्धि के साथ क्षणिक गिरावट (लोप) होती है । चूंकि, मिट्टी के खनिज पदार्थों का उपयोग बहुलक नैनो-सम्मिश्रों में रियोलॉजिकल संशोधक की तरह अधिकतया उपयोग किया जा रहा है, स्थिरक एवं गैस अवशोषक के रूप में, इस कार्य में प्रतिवेदित परिणाम कई प्रायोगिक अनुप्रयोगों के लिए बहुत उपयोगी है साथ ही भूभौतिक घटनाओं जैसे बलुआ पांक (क्विकसेंड) का गिरना, को समझने में भी उपयोगी है।

वर्ष 2014-2015 के दौरान रंजिनी के समूह द्वारा विचार किया गया रूचिकर प्रयोग है एजिंग लेपोनाइट कोलाइडल प्रलंबन पर गेंद का गिरना। वस्तु का गैर-न्यूटोनियन एजिंग प्रलबंन से होते हुए गिरना बहुत दिलचस्प परिदृश्य जैसा कि कोई भी बिना किसी अंतिम वेग के स्टोकेसियन प्रवाह के प्रदर्शन को प्रेक्षित कर सकता है, का कारण बनता है। शमीम अली, देबाशीष साहा और रंजिनी ने गिरती गेंद के प्रयोग को लेपोनाइट के ऐजिंग कोलाइडल प्रलंबन पर किया। भिन्न-भिन्न आकार की गेंदों को संरचना के भिन्न-भिन्न प्रारंभिक अवस्थाओं के प्रलंबन के साथ छोड़ा जाता है। यह वृद्धि बड़ी गेंदों एवं निम्नतर ऐजिंग अथवा प्रलंबन के प्रतीक्षा समय के लिए अधिक सुस्पष्ट है। निम्न को लेते हुए एक साधारण रियोलॉजिकल मॉडल बनाया गया:

(i) पुन:संरचना एवं विसंरचना प्रक्रिया और

(ii) प्रायोगिक परिणामों को स्पष्ट करने के लिए संरचना पैरामीटर पर प्रलंबन की श्यानता की निर्भरता और अपरूपण दर।



चित्र 3: प्रतीक्षा समय tw = 30 मिनिट के 3.5% (w/v) के लेपोनाइट प्रलंबन से होते हुए 4 mm व्यास की स्टील की गिरती गेंद के वेग को ट्यूब के मुक्त सतह से विस्थापन का ग्राफ लाल रंग की ठोस रेखा और नीले रंग की बिन्दुदार रेखा क्रमशः (1) और (3) समीकरण के लिए उपयुक्त हैं।

चित्र 4: गिरती गेंद का श्यानमापी

जहाँ तक आरआरआई के प्रमुख उपकरणों के उपयोग का सवाल है, रंजिनी और उनके समूह ने निम्न अध्ययनों के लिए क्रायोजेनिक मोड में स्केनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप का उपयोग किया है:

1) हाइड्रोजेल आकारिकी को समझना (सॉफ्ट मैटर, 10 (37), 72257233, 2014)

2) लेपोनाइट एवं Na- मोंटमोरिलोनाइट क्ले जैल को समझना (अभी प्रकाशित किया जाना है)

यशोधन हट्वाल्ने की अनुसंधान अभिरूचियों में निहित हैं: तरल स्फ टिकों के घटनाप्रधान सिद्धांत, झिल्लियों एवं बहुलकों को स्फटिकीकरण। पिछले वर्ष के दौरान, आपके अनुसंधान ने चार विशेष विषयों पर ध्यान दिया:

जय कुमार ए (पीएचडी छात्र, आरआरआई) और मुतुकुमार (मेसेचुसेट्टस यूनिवर्सिटी, अम्हेर्स्ट) के साथ मिलकर आपने बहुलक स्फटिकों की आकारिकी पर कार्य किया। बहुलक स्फटिक विविध आकारिकियों को प्रदर्शित करते हैं। पिघलकर बने एकिरल बहुलकों के स्फटिक जैसे पॉलिऐथिलीन की गोलकाकार संरचना होती है जो हेलिकोइडल लेमेले से बनी होती है और किरल सममिति को तोड़ती है। वाई हट्वाल्ने एवं मुतुकुमार ने इसके लिए घटनाप्रधान सिद्धांत दिया। (फिजि. रिव. लैट. 105, 107801 (2010))। इस आकारिकी के अतिरिक्त, बहुलक स्फटिक टेंट, कुर्सी और स्क्रोलों के रूप में बढ़ते हैं। इन सरंचनाओं के स्थायित्व को समझा नहीं जा सका है और सभी प्रेक्षित आकारिकियों को स्पष्ट करता कोई भी संगठित सैद्धांतिक कार्यप्रणाली विद्यमान नहीं है। यह बहुलक भौतिकी में लम्बे अरसे से चली आ रही समस्या है। (उदाहरण के लिए देखें, बी लॉट्ज एवं एस चेंग, बहुलक 46, 577 (2005)और उनमें दिये गए संदर्भ)

इनका अनुसंधान का दूसरा विषय (जय कुमार ए (आरआरआई) एवं बुद्धप्रिया चक्रबर्ती (डरहम यूनिवर्सिटी, यूके) के साथ) तरल पदार्थों की झिल्लियों की साम्यता से संबंधित है जिसमें स्पर्शी सतह क्रम होता है (जैसे निमेटिक-, सदिश-, और हेक्ज़ेटिक क्रम)। तीन विमाओं में विभाज्य द्वि-विमीय झिल्लियों पर स्पर्शी-सतह क्रम (TPO) वक्राकार झिल्लियों पर TPO की निष्फलता का कारण बनता है। नेल्सन एवं पेलिटी (ज. फिजिक् 48, 1085 (1987)) ने ऐसी झिल्लियों (दी "स्पिन-कनेक्शन" प्रारूपण) की कोवेरिएंट प्रत्यास्थता सिद्धांत को तैयार किया। इस सिद्धांत का प्रयोग करते हुए, हट्वाल्ने एवं उनके सहयोगियों ने मुक्त सीमा स्थितियों के साथ साम्यता के समीकरण को प्राप्त किया। TPO के साथ थर्मोट्रोपिक और लियोट्रोपिक स्मेक्टिक तरल स्फटिकों तक चक्रण संबंध सिद्धांत को विस्तारित करने पर, उन्होंने दिखाया कि किरल स्मेक्टिक-C* के लिए यह सामान्यीकरण समान परिमाण परंतु असंगत संकेत के टोपोलॉजिकल इंडाइसेस वाले डेस्पिरेशंस के फलस्वरूप प्रायोगिक रूप से परीक्षणीय परिणाम निकलते हैं।

जय कुमार ए (आरआरआई) के साथ हट्वाल्ने ने ग्रेफीन नैनोटोरी के संरचनात्मक वर्गीकरण पर कार्य किया है।

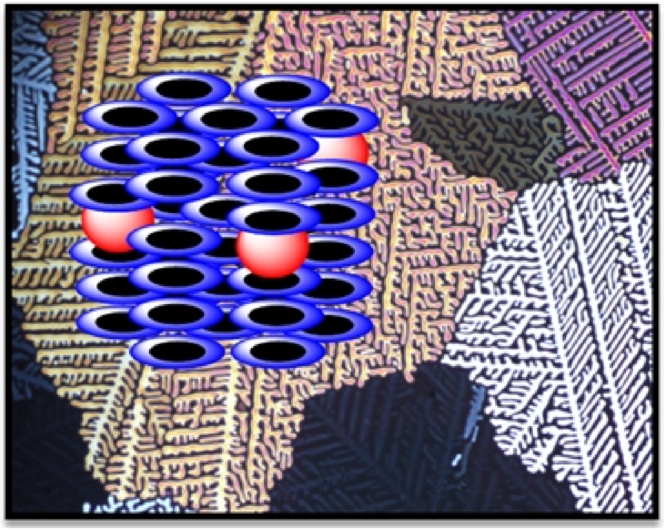
पिछले वर्ष आपका चौथा अनुसंधान विषय क्षेत्र लियोट्रोपिक स्मेक्टिक-A तरल स्फ टिकों में टोपोलॉजिकल अस्थायित्वता का अध्ययन रहा (जय कुमार ए (आईआईएससी) एवं राहुल पंडित (आईआईएससी) के सहयोग में)।

संदीप कुमार के प्रमुख अनुसंधान क्षेत्र तरल स्फटिक नैनोविज्ञान और तरल स्फ टिकों का संश्लेषण एवं भौतिकीय अध्ययन था।

पहले विषय क्षेत्र तरल स्फटिक नैनोविज्ञान के अंतर्गत, कुमार ने वर्ष 2014-2015 की अवधि के दौरान निम्न परियोजनाओं की शुरूआत की जिनका विवरण नीचे दिया गया है:

(i) प्रकाशवैद्युत अनुप्रयोगों के लिए डिस्कोटिक तरल स्फ टिकों के कॉलुम्नार मैट्रिक्स में बंधे प्रतिदीप्त CdTe प्रमात्रा डॉट्स। मनीष कुमार के साथ मिलकर कार्य करते हुए, उन्होंने पहली बार प्रकाशिक, वैद्युत, एवं ऊष्मीय गुणधर्मों तथा डिस्कोटिक तरल स्फ टिक (DLC) के अतिआण्विक क्रम पर अति प्रतिदीप्त एल्काइलेमाइन-केप्ड अर्द्धचालक केडमियम टेलुराइड क्वांटम डॉट (CdTe QD) विसरण के

प्रभाव को समझाया। कॉलुम्नार मेसोफेस में CdTe प्रमात्रा डॉट्स का समावेशन व गुणधर्मों का अध्ययन UV- जैसे स्पेक्ट्रोस्कोपी, फोटोलूमिनोसेंस स्पेक्ट्रोस्कोपी, ध्रुवीकृत प्रकाशिक माइक्रोस्कोपी, अवकल स्केनिंग केलोरीमेट्री, एक्स-किरण विवर्तन तथा DC चालकता द्वारा किया गया। इसके परिणाम मेसोफेस को बिना किसी खलल में डालते हुए कॉलुम्नार मैट्रिक्स में CdTe QD के एक समान विसरण को की ओर इशारा करते हैं परंतु, प्रणाली की चालकता को बहुत अधिक बढ़ा देते हैं।



चित्र 1 (चित्र का श्रेय: मनीष कुमार एवं संदीप कुमार, (2015): "प्रकाशवैद्युतिकीय अनुप्रयोगों के लिए डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल के कॉलुम्नार मैट्रिक्स में बंधे "ग्राफिकल एब्स्ट्रेक्ट", प्रतिदीप्त CdTe प्रमात्रा डॉट्स, आरएससी एड., 5, 1262)

(ii) मनीष कुमार के साथ प्रकाशवैद्युतिकीय अनुप्रयोगों के लिए सुपरआण्विक संरचनाओं में अत्यधिक - पतले दुर्बल ग्रेफीन ऑक्साइड नैनोकणों का संग्रहन पर कार्य किया। ऑक्टाडेसिलेमाइन कार्यप्रणाली वाले अत्यधिक पतले दुर्बल ग्रेफीन ऑक्साइड नैनोंकणों का संश्लेषण किया गया और पहली बार डिस्कोटिक तरल स्फटिलों के सुपरआण्विक क्रम में विसरित किया गया। कॉलुम्नार मेसोफेस में ग्रेफीन नैनोकणों का निवेशन और गुणधर्मों का अध्ययन क्षेत्रीय उत्सर्जन स्केनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रो स्कोपी, परमाण्विक बल माइक्रोस्कोपी, रामन स्पेक्ट्रोस्कोपी, UV- जैसे स्पेक्ट्रोस्कोपी, फोटोलूमिनोसेंस स्पेक्ट्रोस्कोपी, ध्रुवीकृत प्रकाशिक माइक्रोस्कोपी, अवकल स्केनिंग कैलोरीमापी, एक्स-किरण विवर्तन और डीसी चालकता का उपयोग करते हुए किया गया। प्रायोगिक अध्ययन कॉलुम्नार मेसोफेस के सुपरआण्विक क्रम में दो-विमीय ग्रेफीन नैनोकणों के समूहन की ओर संकेत करते हैं। ग्रेफीन नैनोकणों का विसरण कॉलुम्नार अवस्था में क्रमों को सुदृढ़ करता है और इसीलिए प्रणाली की चालकता को बढ़ाता है।

(iii) आर के गुप्ता के साथ अंतरफलकों पर TiO_2 नैनोकणों की अतिपतली फिल्मों पर कार्य किया। स्केलिंग विमाओं के परिणामस्वरूप पदार्थों के गुणधर्म उल्लेखनीय रूप से बदलते हैं। लेंगमीर-ब्लॉडगेट (LB) फिल्म निक्षेपण तकनीक को फिल्म की मोटाई और अंतरकण पृथक्करण पर अच्छे नियंत्रण प्रदान करने के लिए जाना जाता है।

सुव्यवस्थित LB फिल्म बनाने के लिए, वायु-जल अंतरफलक पर एक स्थायी लेंगमीर फिल्म बनाना बहुत आवश्यक है। इस कार्य में, वे वायु-जल एवं वायु-ठोस अंतरफलकों पर TiO_2 नैनोकणों की अतिपतली फिल्मों पर अपने अध्ययन को प्रतिवेदित करते हैं। वायु-जल अंतरफलक पर TiO_2 नैनोकणों की लेंगमीर फिल्म को बहुत स्थायी पाया गया, और यह लूज-पैकिंग तथा क्लोज-पैकिंग अवस्थाओं को प्रदर्शित करते हैं। LB फिल्मों को ठोस सब्स्ट्रेटों पर लाक्षणिक वर्णन और अनुप्रयोग के लिए स्थानांतरित किया गया। LB फिल्म की सतही आकारिकी को फील्ड एमिशन स्केनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप द्वारा प्राप्त किया गया। TiO_2 नैनोकणों की LB फिल्मों के प्रकाशिक एवं इलेक्ट्रॉनिक गुणधर्मों का UV जैसे स्पेक्ट्रोस्कोपी और धारा-वोल्टेज मापन का क्रमशः उपयोग करते हुए अध्ययन किया गया। TiO_2 नैनोकणों की LB फिल्म को ईथेनॉल गैस संवेदन के लिए लागू किया गया, और संवेदन की निष्पादनता की तुलना विस्तृत पदार्थों की संवेदनता से की गई। सतह और आयतन अनुपात में अत्यधिक वृद्धि और TiO2 नैनोकणों की अतिपतली LB फिल्ममें क्रिस्टेलाइन दोष घनत्वता में बढ़त के कारण, LB फिल्म को विस्तृत पदार्थों की तुलना में ईथेनॉल संवेदनता के लिए एक संभावित कार्यकारी लेयर होना पाया गया।

(iv) आर धर के साथ मिलकर कॉलुम्नार अवस्था दर्शाती डिस्क-आकारीय तरल क्रिस्टेलाइन पदार्थों की ऊष्मागतिकी, इलेक्ट्रिकल एवं प्रकाशिक गुणधर्मों पर कॉपर नैनोकणों का प्रभाव का अध्ययन किया गया। ऊष्मागतिकी, इलेक्ट्रिकल एवं प्रकाशिक अध्ययन को डिस्कोटिक तरल स्फटिक (DLC) जैसे 2, 3, 6, 7, 10, 11-हेक्साब्यूटीलॉक्सीट्राइफिनाइलीन (कॉलुम्नान अवस्था धारित) और इसके कॉपर नैनोकणों (0.6 wt%) आधारित संयौगिक पर किया गया। DLC-कॉपर नैनोसंयौगिक की आयनिक चालकता विशुद्ध प्रणाली की तुलना में परिमाण दो कोटि तक बढ़ जाता है। अपरिचालकता की सीमा में भी वृद्धि हो गई। विशुद्ध एवं नैनोसंयौगिकों की अवशोषण स्पेक्ट्रा का अध्ययन UV-जैसे स्पेक्ट्रोफोटोमीटर द्वारा किया गया। प्रकाशिक अध्ययन बताता है कि सतही प्लाज्मोन रेजोनेंस DLC में कॉपर नैनोकणों को लाने के कारण उत्पन्न हो जाता है। यह प्रेक्षित किया गया कि नैनोकणों की उपस्थिति प्रकाशिक बैंड अंतराल को 4.2 eV से 3.3eV तक घटा देती है। वर्धित गुणधर्म एक-विमीय चालकता और फोटोवोल्टेक अनुप्रयोगों के लिए उपयोगी हैं।

(v) आर धर के संयोजन में कॉलुम्नार डिस्कोटिक तरल स्फटिक के इलेक्ट्रिकल गुणधर्मों पर विसरित कोलाइडल गोल्ड नैनो कणों के प्रभाव का अध्ययन किया गया। ट्राइफिनाइलीन आधारित डिस्कोटिक तरल स्फटिक (DLC) जैसे 2, 3,6,7,10,11-हेक्साब्यूटीलॉक्सीट्राइफिनाइलीन (HAT4),जिनमें हेक्सेटिक प्लास्टिक कॉलुम्नार अवस्था (Col_{hp}) होती है, में कोलाइडल गोल्ड नैनोकणों (GNPs) के विसरण का अध्ययन अवकल स्केनिंग कैलोरीमापी, ध्रुवीकृत प्रकाश माइक्रोस्कोपी, UV-जैसे अवशोषण स्पेक्ट्रोस्कोपी, एक्स-किरण विवर्तन तथा अपरिचालक स्पेक्ट्रोस्कोपी द्वारा किया गया। विशुद्ध HAT4 में GNPs को तीन भिन्न-भिन्न सांद्रताओं के साथ विसरित किया गया है जैसे 0.2, 0.6 और 1.2wt%। यह प्रेक्षित किया गया कि GNPs सांद्रता के बढ़ने के साथ, Col_{hp}-समस्थानिक तरल परिवर्तन तापमान बहुत तेजी से घट जाता है परंतु स्फटिक - Col_{hp} परिवर्तन तापमान ज्यादा तेजी से नहीं बदलता। विशुद्ध पदार्थ अर्थात HAT4 की तुलना में उच्चतम सांद्रता वाले GNPs (1.2 wt%) में वैद्युत

चालकता का परिमाण कम से कम 5 के क्रम से बढ़ जाता है। प्रेक्षित परिणाम बताते हैं कि यद्यपि GNPs के बहुत निम्न सांद्र अधिक उपयोगी नहीं है, परंतु एक मध्यम सांद्रता Col_{hp} अवस्था की चालकता बढ़ाने के लिए अधिक उपयोगी है और साथ ही सतही प्लास्मोन रेजोनेंस विकसित करने में भी उपयोगी है। इन परिणामों को HAT4-GNPs संयौगिकों का उपयोग करते हुए वैद्यु-प्रकाशिक उपकरणों की दक्षता को संवर्धित करने के लिए उपयोग किया जा सकता है।

(vi) आर धर के साथ मिलकर CdSe प्रमात्रा डॉट्स एवं 6CHBT तरल स्फटिक संयौगिकों के वैद्युत -प्रकाश एवं परावैद्युत गुणधर्मों का अध्ययन किया गया। उन्होंने कमरे के तापमान पर निमेटिक तरल स्फटिक के संयौगिकों जैसे 4-(trans-4-n-hexylcyclohexyl) isothiocyanatobenzoate (6CHBT) एवं केडमियम सेलेनाइड प्रमात्रा डॉट्स (CdSe-QDs) को तैयार किया और इनके वैद्युत -प्रकाश एवं परावैद्युत गुणधर्मों का अन्वेषण किया। परिचारक तरल स्फटिकीय पदार्थ के विविध वैद्युत -प्रकाश एवं परावैद्युत गुणधर्मों पर CdSe-QDs के विसरण के प्रभाव का अध्ययन किया गया। भौतिक गुणधर्म जैसे स्विचिंग थ्रेसहोल्ड वोल्टेज और स्प्ले प्रत्यास्थ नियतांक को संयोजन के लिए प्रबलता से बदला गया है। तरल स्फ टिक माध्यम में QDs का विसरण परिचारक के निमेटिक क्रम का अस्थायी कर देता है और निमेटिक से आइसोट्रोपिक रूपांतरण तापमान को घटा देता है।

(vii) आर के गुप्ता के साथ तरल स्फटिक के प्रत्यास्थ नियतांक और वैद्युत-प्रकाशिक प्रतिक्रिया पर ऑक्टाडेसिलेमाइन कार्यकारी SWCNTs के प्रभाव पर कार्य किया। नैनोपदार्थों जैसे कार्बन नैनोट्यूब (CNTs), ग्रेफीन एवं प्रमात्रा डॉट्स के समावेशन से LC पदार्थों के भौतिक गुणधर्मों को सुविधानुसार परिवर्तित करने पर, अधिक दक्ष एवं उच्च-निष्पादन वाले तरल स्फटिक (LC) उपकरणों की अभिरचना की जा सकती है। वर्तमान कार्य में, अपने भौतिक गुणधर्मों में निमेटिक एवं स्मेक्टिक अवस्था प्रदर्शित करते LC में ऑक्टाडेसिलेमाइन कार्यकारी एकल-परतीय कार्बन नैनोट्यूब (ODA-SWCNT) समावेशन के प्रभाव का अन्वेषण किया गया। LC के ODA-SWCNT नैनोसंयौगिक की निमेटिक अवस्था में वैद्युत-प्रकाशिक थ्रेसहोल्ड वोल्टेज विशुद्ध LC की तुलना में बढ़ जाता है। घटते तापमान की कार्यप्रणाली में परावैद्युत अपररूपता (एनिसोट्रोपी) ODA-SWCNT की सांद्रता बढ़ने पर घटती है। LC के ODA-SWCNT नैनोसंयौगिक की बेंड से स्प्ले प्रत्यास्थ नियतांक का अनुपात निम्न तापमान पर विशुद्ध LC की तुलना में काफी बढ़ जाता है। ODA-SWCNT की उच्चतर सांद्रता पर वैद्युत-प्रकाशिक प्रतिक्रिया बढ़ने का समय घट जाता है और क्षीणन (अपकर्ष) समय बढ़ जाता है। स्मेक्टिक अवस्था के तापमान का दायरा ODA-SWCNT की सांद्रता बढ़ने के साथ बढ़ जाता है। ODA-SWCNT निम्नतर सांद्रता (0.05 wt%) पर, LC-इलेक्ट्रोड अंतरफलक पर नैनोट्यूबों का रूकना संभव होता है। ODA-SWCNT उच्चतर सांद्रतापर, अंतरफलक में ठहराव के अतिरिक्त, LC माध्यम में विसरित नैनाट्यूब अभिविन्यासित क्रमों में वृद्धि करता है।

(viii) आर के गुप्ता के साथ मिलकर प्रमात्रा डॉट डोप्ड निमेटिक तरल स्फटिक पर वैद्युत-प्रकाशिक एवं परावैद्युत गुणधर्म के अध्ययन पर कार्य किया। तरल स्फ टिक आकारिक अपररूप कार्बनिक पदार्थ हैं जो विविध क्षेत्रों में कई उपयोग में आते हैं जैसे प्रदर्शन प्रौद्योगिकी, जैवविज्ञान, एवं सतही विज्ञान। तरल स्फ टिकों का नैनोपदार्थों जैसे नैनोकणों अथवा कार्बन नैनोट्यूबों के साथ

अपमिश्रण करने पर, स्विचिंग गुणधर्मों को परिवर्तित किया जा सकता है। इस प्रतिवेदन में, केडमियम सेलेनाइड प्रमात्रा डॉट (CdSe QDs) अपमिश्रित निमेटिक तरल स्फटिक (NLC) के वैद्युत-प्रकाशिक एवं परावैद्युत गुणधर्म को प्रस्तुत किया गया है। निमेटिक तरल स्फटिक (NLC) को अर्द्धचालक QDs की विभिन्न सांद्रताओं के साथ अपमिश्रित किया गया। अपमिश्रित प्रतिदर्श के लिए निमेटिक से आइसोट्रोपिक (N-I) रूपांतरण तापमान की तुलना विशद्ध NLC के साथ की जा सकती है। अपमिश्रित प्रतिदर्श में विशुद्ध NLC की तुलना में निम्नतर थ्रेसहोल्ड वोल्टेज हाना पाया गया। थ्रेसहोल्ड वोल्टेज का मान QDs की सांद्रता के बढ़ने के साथ घटता है। परावैद्युत स्वीकार्यता को प्लेनर व होमियोट्रोपिक ज्यामिति दोनों में तापमान के प्रकार्यन के रूप में आंकलित किया गया है। विशुद्ध तरल स्फटिक में की तुलना में QDs का अपमिश्रण परावैद्युत अपररूपता में बढ़त का एक कारण है। परिणामों ने दर्शाया कि NLC में QDs का समावेशन LC आधारित उपकरणों की निष्पादनता को संवर्धित करने के तरीकों को औजागर करता है।

(ix) CdSe प्रमात्रा डॉट विसरित फेर्रोइलेक्ट्रिक तरल स्फटिक में घटता आयनिक सम्मिश्रण और इनके अनुप्रयोग पर राजीव मनोहर के साथ कार्य किया। ऑक्टाडेसिलेमाइन टोपित केडमियम सेलेनाइड प्रमात्रा डॉट्स (CdSe QDs) को फेर्रोइलेक्ट्रिक तरल स्फटिक (FLC) FELIX 16/100 में विसरित किया गया। QD विसरित FLC प्रणाली का अन्वेषण प्लेनर आबद्ध सेल में किया गया। विशुद्ध FLC में QDs के विशेष सांद्र का मिश्रण गोल्डस्टोन शिथिलीकरण मोड के साथ-साथ एक नई शिथिलीकरण मोड को प्रवृत्त करता है। QDs द्वारा प्रमात्रा दोलन संभवत: QDs विसरित FLC प्रणाली में इस नए शिथिलीकरण मोड के अस्तित्व के लिए उत्तरदायी है। FLC पदार्थों से जड़े हुए आयनिक सम्मिश्रण को QDs के आयन-ट्रेपिंग विशेषता के कारण QDs की सतह पर फंसाया गया। आयनिक सम्मिश्रण को फंसाने की पुष्टि ए.सी. चालकता मापन द्वारा की गई। विशुद्ध एवं विसरित FLC के भौतिक गुणधर्मों का अध्ययन QDs, तापमान एवं आवृत्ति के अपमिश्रण सांद्र की कार्यप्रणाली की तरह किया गया।

(x) राजीव मनोहर के साथ मिलकर फेर्रोइलेक्ट्रिक तरल स्फटिक के परावैद्युत व भौतिक गुणधर्मों पर केडमियम सेलेनाइड प्रमात्रा डॉट्स के प्रभाव पर कार्य किया। इस कार्य में, फेर्रोइलेक्ट्रिक तरल स्फटिक (FLC) के परावैद्युत शिथिलीकरण एवं पदार्थ नियतांक पर केडमियम सेलेनाइड प्रमात्रा डॉट्स (CdSe QDs) के प्रभाव का अन्वेषण किया गया। गोल्डस्टोल मोड की विशिष्टताओं के साथ-साथ नए शिथिलीकरण मोड को CdSe QDs की उपस्थिति के कारण FLC पदार्थ में प्रवृत्त किया गया। नया शिथिलीकरण मोड CdSe QDs की सांद्रता पर मजबूती से निर्भर करता है परंतु बाह्य पक्षपाती वोल्टेज व तापमान से मुक्त होना पाया गया है। पदार्थ नियतांकों को भी CdSe QDs की उपस्थिति के कारण उल्लेखनीय रूप से परिवर्धित किया गया है। इस नए शिथिलीकरण घटना की संभावना को CdSe QDs एवं FLC अणुओं के मध्य सांद्रता आधारित अभिक्रिया के कारण होना बताया गया है।

तरल स्फटिकीय पदार्थों की अभिरचना, संश्लेषण और भौतिक अध्ययनों के दूसरे अनुसंधान विषय क्षेत्र के अंतर्गत, कुमार ने पिछले वर्ष के दौरान निम्न परियोजनाओं पर कार्य किया:

(i) रेजी फिलिप के साथ कमरे के तापमान पर अनूठा नीला प्रकाश उत्सर्जित करता ट्रक्सीन डिस्कोटिक तरल स्फटिक के संश्लेषण, वर्गीकरण और अरैखिक प्रकाशिक अध्ययन पर कार्य किया।

ट्रक्सीन कोर पर आधारित डिस्कोटिक तरल स्फटिक की नई श्रेणी का संश्लेषण स्वसमूहन गुणधर्म के परिप्रेक्ष्य से संरचना-गुणधर्म संबंध और उनके रैखि व अरैखिक प्रकाशिक गुणधर्म के अध्ययन के लिए किया गया। ये सभी शाखित एल्काइल चैन ट्रक्सीन व्युत्पन्न कमरे के तापमान पर कॉलुम्नार हेक्सागोनल रूप में मेसोजेनिक गुणधर्म दर्शाते हैं, जिसका कि विभिन्न तकनीकों के संवर्ग से अध्ययन किया गया है। नया संश्लेषित ट्रक्सीन डिस्कोटिक 7a समाशोधन तापमान 117°C धारित करता है, जो ट्रक्सीन डिस्कोटिक तरल स्फटिक में ज्ञात सबसे निम्नतम समाशोधन तापमान है। हमने खोजा है कि कोर के आसपास शाखाओं को भले ही छोटे एल्काइल चैन के रूप में बनाना आइसोट्रोपिक तापमान को अत्यधिक घटा देता है। अपनी C3 सममिति के कारण और अपने व्यापक प्रथम हाइपर पोलराइजेबिलिटी के कारण, ये ट्रक्सीन व्युत्पन्न कमरे के तापमान पर विलयन अवस्था में बहुत समय तक रहने वाले उत्सर्जनों को दर्शाते हैं। समूह 532 nm पर नैनोसेकण्ड लेज़र पल्स उत्तेजनता के अंतर्गत इन पदार्थों में प्रभावी तीन-फोटॉन अवशोषणता को भी प्रतिवेदित करता है, जो इन्हें प्रकाशिकीय सीमांतक अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त उम्मीदवार बनाता है।

(ii) एस के पाल के साथ अनूठे एजोबेंजीन आधारित मेसोजेन्स और उनके वायु-जल व वायु-ठोस अंतरफलक पर संगठन के संश्लेषण व वर्गीकरण पर कार्य किया। आठ नए ओलिगोमेरिक मेसोजेन्स को प्रतिवेदित किया गया, जो ऐजोबेंजीन आधारित कोर से निहित हैं जिनमें से चार फ्लेक्जिबल एल्काइल स्पेसर्स (n = 5-12) के माध्यम से 4-स्यानोबाइफिनाइल इकाई हैं।1H NMR, 13C NMR, IR, UV-Visऔर रामन स्पेक्ट्रोस्कोपी तथा अवयवीय विश्लेषण ने उनकी रासायनिक संरचना को निर्धारित किया। POM, DSC एवं XRD प्रयोगों का इन पदार्थों की थर्मो ट्रोपिक तरल स्फटिकीय गुणधर्मों का अन्वेषण करने के लिए उपयोग किया गया। ओलिगोमर्स जिसमें n = 8 व n = 10 है को मोनोट्रोपिक निमेटिक (N) अवस्था प्रदर्शित करता पाया गया जबकि अन्य गैर-मेसोमोर्फिक अवस्था प्रदर्शित करते हैं। नैनो संयौगिकों (n = 10) की लेंगमीर मानोलेयर्स व लेंगमीर-ब्लॉडगेट फिल्म का अध्ययन वायु-जल अंतरफलक (लेंगमीर फिल्म) और वायु-ठोस अंतरफलक पर किया गया। लेंगमीर मोनोलेयर पर सर्फेस मोनोमेट्री अध्ययना बताता है कि फिल्म में एक बड़ क्षेत्र में प्रति अणु (Am $\geq$0.55 nm^2) सतही दाब लगभग शून्य था। फिल्म संकुचन पर सतही दाब की धीमी-धीमी बढ़त दर्शाती है और अंत में लगभग पतन दाब 60mNm^{-1} पर Am के लगभग 0.15 nm^2 मान पर खत्म हो जाती है। ब्रेव्स्टर एंगल माइक्रोस्कोपी (BAM) प्रतिचित्रों (संकुचन के दौरान) ने दर्शाया कि वृहत क्षेत्र में भूरे धब्बों के साथ विद्यमान काला क्षेत्र सतही घनत्वता के बढ़ने पर एक समान भूरे क्षेत्र में परिवर्तित हो गया और अंत में चमकीले क्षेत्रों को दिखाना बंद कर दिया। LB फिलमों पर परमाण्विक बल माइक्रोस्कोपी अध्ययन (AFM), हाल में विभाजित हाइड्रोफिलिक मीका सब्स्ट्रेटों में परिवर्तित, ने लगभग ~4 nm से 8 nm के मध्य बदलती फाइबर की ऊचाई के साथ पतले फाइबर के नेटवर्क को प्रदर्शित किया जो p-p स्टेकिंग एवं स्यानोबाइफिनाइल एककों से जुडी द्विध्रुव अभिक्रियों के कारण हो सकता है। हाइड्रोफोबिक सिलिकॉन सब्स्ट्रेट पर, LB रूपांतरण ने बहुपरत फिल्म प्रदान की, जिसने नैनोड्रोप्लेट्स बनाने के लिए डिवेट किया। हमने निमेटिक संयौगिकों का तापमान आधारित AFM अध्ययन किया, जिसने मेसोफेस में संरेखित फाइबर (~20 से 40 nm) के उत्क्रमणीय प्रारूपण को दर्शाया। संक्षेप में, हमारा अध्ययन सुव्यवस्थित (क्रमिक) अवस्थाओं के एनिसोट्रोपिक गुणधर्मों

को नियंत्रित करने के नए सार्थक दृष्टिकोणों को प्रदान करता है।

(iii) मोहम्मद लुत्फ ोर रहमान के सहयोग में म्यो-इनोसिटॉल से बने तरल स्फटिकों के संश्लेषण व फ ोटोस्विचिंग गुणधर्मों पर कार्य किया। म्यो-इनोसिटॉल कोर से बने गैरपारंपरिक तरल स्फटिक अणुओं की एक नई श्रेणी का संश्लेषण, म्यो-इनोसिटॉल से पॉलिमराइजेबल प्रकार्यन समूह की तरह सीमावर्ती दोहरे बंध वाले छः एजोबेंजीन एककों के साथ जोड़ते हुए, किया। इन पदार्थों में मेसोमॉर्फिज्म निर्धारित करने के लिए अवकल स्केनिंग कैलोरीमापी, पोलराइजिंग ऑप्टिक माइक्रोस्कोपी एवं एक्स-किरण विवर्तन अध्ययन किया गया। सभी संयौगिकों ने चैन लम्बाई एवं चैन युग्मता से मुक्त स्थायी एनांटियोट्रोपिक SmA अवस्था का दर्शाया। विलयन में इन अणुओं के फोटोस्विचिंग व्यवहार ने 8-10 s में E से Z आइसोमराइजेशन दर्शाया, जबकि व्युत्क्रम प्रक्रिया ने लगभग 270-305 मिनिट लिया। ठोस फिल्म में, E-Z फोटो आइसोमराइजेशन ने 5 s लिया, जबकि Z-E अवस्था से व्युत्क्रम रूपांतरण ने 120 मिनिट लिया। इन पदार्थों का फोटोस्विचिंग व्यवहार ऐसे पदार्थों में अभी तक प्रेक्षित सबसे तेज स्विचिंग समय को निरूपित करता है और, इसी कारण, ये आण्विक स्विच के लिए अच्छे कारक हैं।

(iv) आर के गुप्ता के साथ ट्राइसाइक्लो-क्वीनेजोलाइन आधारित डिस्कोटिक तरल स्फ टिक अणुओं की लेंगमीर-ब्लॉडगेट फि ल्मों में पैटर्न प्रारूपण पर कार्य किया। सतह पर अणुओं के समूहन ने पदार्थ की फीजिकोकेमिकल, इलेक्ट्रॉनिक, और चुम्बकीय गुणधर्मों को परिवर्तित करने की इसकी क्षमता के कारण काफी ध्यान आकर्षित किया। अणुओं के समूहन की संरचना को आण्विक अभिक्रियाओं और बाह्य पैरामीटरों जैसे तापमान, दाब व आयन तत्वों द्वारा प्रभावित किया जा सकता है। उन्होंने एम्फिफिलिक ट्राइसाइक्लोक्वीनेजोलाइन आधारित डिस्कोटिक तरल स्फटिक (AmTCQ) अणुओं की स्थायी लेंगमीर मोनोलेयर को वायु-जल अंतरफलक पर प्राप्त किया। मोनोलेयर गैस अवस्था, निम्न घनत्वता की तरल अवस्था व उच्च घनत्वता की तरल अवस्था को प्रदर्शित करती है। लक्षित सतह दाब की कार्यप्रणाली के रूप में AmTCQ अणुओं की लेंगमीर-ब्लॉडगेट फिल्मों में संरचनात्मक विकास का अध्ययन परमाण्विक बल माइक्रोस्कोप का उपयोग करते हुए किया गया। डिस्कोटिक अणुओं के समूहन को निम्नतर सतही दाब पर केंद्रक स्थल के कारण बनना पाया गया। बढ़ते सतही दाब के साथ, प्रत्येक केंद्रक स्थल स्थायी त्रिकोणीय संरचना प्राप्त करने के लिए बढ़ता है। त्रिकोणीय संरचना की आकृति व आकार तब तक स्थायी रहती है जब तक कि LB फि ल्म डिपोजीशन के लिए लक्षित सतही दाब AmTCQ अणुओं की साम्य सतही दाब से अधिक नहीं हो जाता। फिल्म में त्रिकोणों की संख्या एलबी डिपोजीशन के लक्षित सतही दाब के बढ़ने के साथ बढ़ती है। एलबी डिपोजीशन का लक्षित सतही दाब फिल्म में त्रिकोणीय डोमेनों की ऐच्छिक संख्या प्राप्त करने के लिए एक नियंत्रक पैरामीटर की तरह व्यवहार करता है।

(v) मोहम्मद लुतफोर रहमान के साथ नेफ्थेलीन-आधारित केला-आकारीय तरल स्फटिक फोटोस्विचन गुणधर्मों के संश्लेषण व वर्गीकरण पर कार्य किया। केंद्रीय इकाई के रूप में नेफ्थेलीन, भुजाओं के रूप में ऐजोबेंजीन और अंतिम छोर एल्कीन्स से निहित केला-आकारीय मोनोमर्स की एक श्रेणी का संश्लेषण व वर्गीकरण किया गया। प्रकाशिक माइक्रोस्कोपी का ध्रुवीकरण करते हुए, DSC व X-किरण विवर्तन

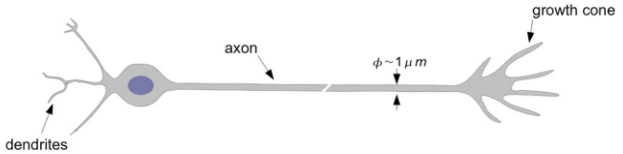
मापन बताता है कि एक संयौगिक निमेटिक अवस्था को संसाधित करता है जबकि अन्य चार संयौगिक B6 अवस्था को प्रदर्शित करते हैं। ट्रान्स-एजोबेंजीन का अवशोषण स्पेक्ट्रम 365 nm पर उच्च-तीव्रता $\pi-\pi^*$ रूपांतरण व 450 nm पर निम्न-तीव्रता n-π^* रूपांतरण प्रदर्शित करता है। ये अणु विलयन जिसमें ट्रान्स से सिस आइसोमराइजेशन 55 सेकण्ड लेता है जबकि व्युत्क्रम प्रक्रिया लगभग 32 घण्टे लेती है में सशक्त फोटोआइसोमराइजेशन व्यवहार प्रदर्शित करते हैं। इतना लम्बा ऊष्मीय व्युत्क्रम शिथिलीकरण प्रकाशिक प्रतिचित्र संग्रहण उपकरण को बनाने के लिए उपयोगी है।

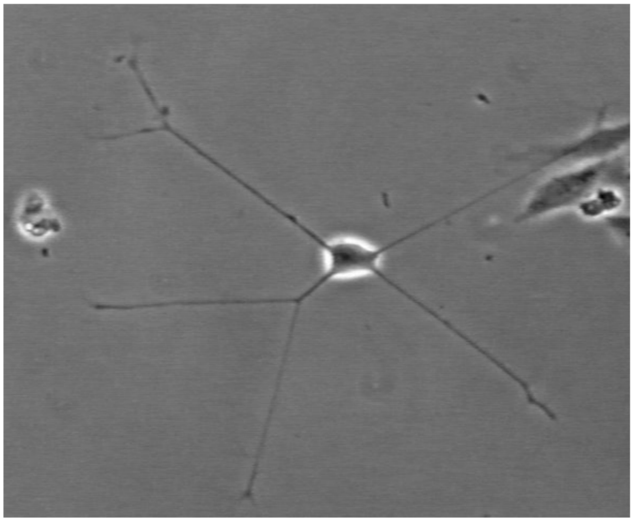
(vi) आर प्रतिभा एवं के के रैना के साथ डिस्कोटिक तरल स्फटिक के अभिमुखी क्रम पैरामीटर मापन पर कार्य किया। IR डिक्रोइजम तकनीक एक सुविधाजनक विधि है जिसका उपयोग IR बैंड के संगत आण्विक क्रम पैरामीटर के मापन में किया जा सकता है जो विशेषकर डिस्कोटिक तरल स्फटिक (DLC) में डिस्क आकार के अणुओं में उपस्थित रहते हैं। अभिमुखी क्रम पैरामीटर को मापने के लिए, डिस्कोटिक तरल स्फटिक के होमियोट्रोपिक संरेखण को असंसाधित सपाट CaF_2 सब्स्ट्रेट पर आइसोट्रोपिक अवस्था से मिले प्रतिदर्श के धीमे शीतलन द्वारा प्राप्त किया गया। होमियोट्रोपिक संरेखण इसी कारण प्राप्त हुआ और ऊष्मागतिकीय रूप से डिस्कोटिक मेसोफेस में स्थायी रहना पाया गया। IR स्पेक्ट्रा को DLC के लिए भिन्न-भिन्न तापमानों पर रिकॉर्ड किया गया। डिस्कोटिक अवस्था की स्पेक्ट्रा का आइसोट्रोपिक अवस्था के स्पेक्ट्रा के तुलनात्मक अध्ययन द्वारा क्रम पैरामीटर की गणना की गई। क्रम पैरामीटर को DLC में उपस्थित विभिन्न महत्वपूर्ण IR बैंडों के लिए तापमान की कार्यप्रणाली के रूप में प्रस्तुत किया गया है।

(vii) आर के गुप्ता के साथ वायु-जल अंतरफलक पर H-प्रकार के तरल स्फटिक डिमर के प्रारूपण पर कार्य। उन्होंने वायु-जल अंतरफलक पर H-आकारीय Azo से जुड़े तरल स्फटिक डिमर अणु के लेंगमीर मोनोलेयर को प्रारूपित किया। अणुओं के समचक्रण (आइसोसाइकल) ने प्रारूपित मोनोलेयर की अव्युत्क्रमणीय प्रकृति को इंगित करते हुए हिस्टैरेसिस को दर्शाया। सिलिकॉन जल में संग्रहित पतली फिल्म का वर्गीकरण परमाण्विक वबल माइक्रोस्कोपी (AFM) और फील्ड एमिशन स्केनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी (FESEM) का उपयोग करते हुए किया गया। प्रतिचित्रों ने डिमर अणु के एक समान डोमेन को दिखाया। वे प्रस्तावित करते हैं कि ये अणु तरल अवस्था में बुकशेल्फ संस्थिति लेने को अग्रसर होते हैं।

प्रमोद पुलर्कट की वर्तमान पेशेवर अनुसंधान अभिरूचियों में निहित हैं: अक्षतंतुवीय एंट्रॉपी के कारण अक्षतंतुओं में आकारीय अस्थायित्वता का अध्ययन, अक्षतंतुओं के यांत्रिकीय गुणधर्म का अध्ययन और स्टेम कोशिकाओं में विभेदन के पैटर्न प्रारूपण का अध्ययन।

अक्षतंतु इलेक्ट्रिकल संकेत उत्पन्न करने के क्रम में तंत्रिकीय कोशिकाओं द्वारा उत्पादित पतले ट्यूबनुमा संतति के होते हैं।





चित्र 1: तंत्रिकीय कोशिका का योजनाबद्ध आरेख और प्रयोगशाला में विकसित की गई कोशिका का माइक्रो फोटोग्राफ

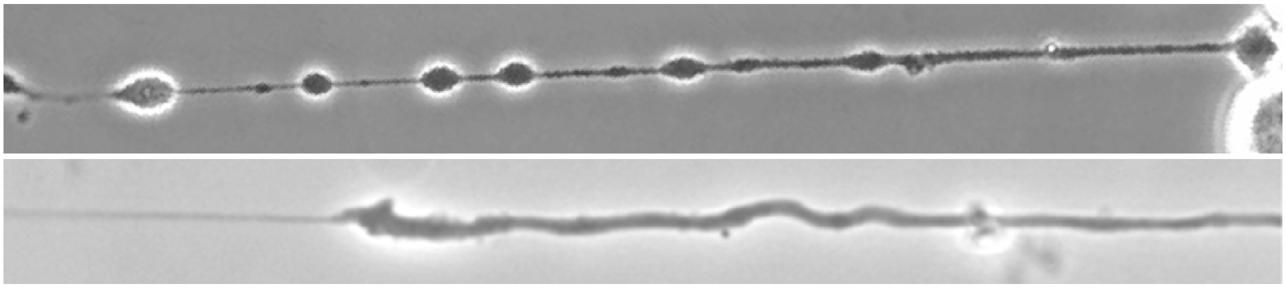
अक्षतंतु मानव शरीर में बहुतायत होते हैं। वे कुछ दश एक माइक्रोन्स (दिमाग में) से लेकर एक मीटर लम्बे (निचले अंगों तक विस्तारित नसों में) कुछ भी हो सकते हैं। अक्षतंतुओं का व्यास केवल एक माइक्रोन के बराबर होता है और सामान्य कोशिका में यह लगभग संपूर्ण लंबाई पर नियत रहता है। यह स्थायित्व शायद व्यास के विरोधात्मक भौतिक कारकों की अंत:क्रियाओं के कारण स्थापित होने के कारण रहता है। उदाहरण के लिए, अक्षतंतु झिल्ली तनाव जो व्यास को घटाने का प्रयत्न करता है और बहुलक जैल के कारण एंट्रॉपिक आंतरिक दाब जो आंतरिक भाग (साइटोस्केल्टन) को भरता है। एक समान व्यास का अनुरक्षण संकेत संचारण के लिए महत्वपूर्ण है। इतना ही नहीं, अक्षतंतुवीय प्रत्यास्थता को बनाए रखने के लिए आवश्यक है कि तंत्रिकीय कोशिका संबंध को छोडने व खींचने में सक्षम हों। यहाँ यह संदेह है कि आण्विक मशीन कार्य पर है जैसे कि वे सक्रिय दाब उत्पन्न कर सकते हैं। इस दृष्टि से एक रूचिकर प्रश्न है : अक्षतंतु इतनी लम्बी लम्बाई तक इस नियत व्यास को कैसे बनाए रखते हैं ? अक्षतंतुवीय विकास के दौरान अवयवों के प्रजनन व वितरण को कौन निर्धारित करता है ? अक्षतंतुवीय पुन:प्रजनन के दौरान अक्षतंतुओं की वापसी को कौन प्रचालित करता है ? तंत्रिकीय निरूत्पादन स्थिति के फलस्वरूप अक्षतंतुवीय एंट्रॉफी को कौन प्रचालित करता है।

आरआरआई का समूह प्रश्नों/समस्याओं को मुख्यतया जैवरासायनिक परीक्षण, प्रतिचित्र विश्लेषण तकनीकओं एवं कोनफोकल फ्लोरोसेंस माइक्रोस्कोपी तकनीकों को विकसित कर उत्तर खोजने का प्रयास करता है। ये कोशिका झिल्ली के यांत्रिकीय गुणधर्मों के मापन के लिए प्रकाशिक ट्वीजर्स विधि का भी उपयोग करते हैं। लेज़र प्रेरित पृथक्करण में अक्षतंतुओं के खिंचाव व तनाव शिथिलीकरण प्रतिक्रिया का परीक्षण एक अन्य तकनीक है जिसे नियोजित किया गया।

तीन तकनीकों का उपयोग करते हुए, समूह सदस्य अनघ दातर, रोली श्रीवास्तव और अल्का भट ने दिखाया कि अक्षतंतुवीय हानि दो विभिन्न तरीकों द्वारा घटने वाले प्रेरित विकृति के फलस्वरूप है:

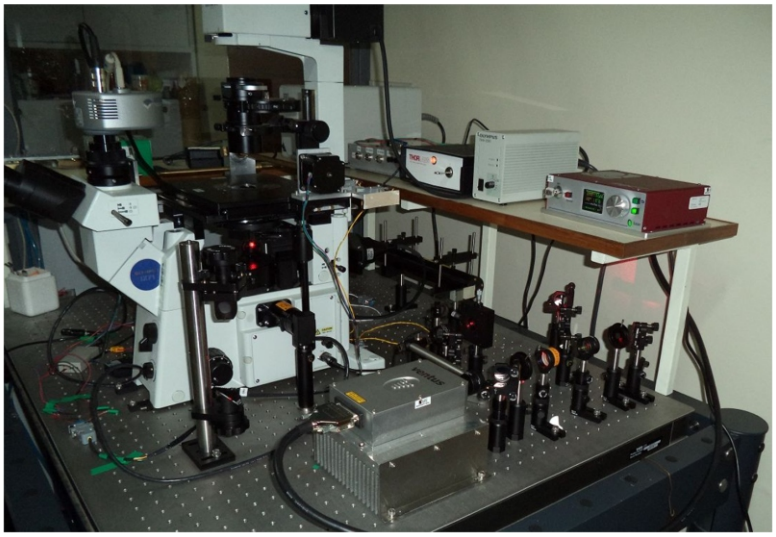
(I) पेरिस्टेल्टिक मोड जो समय के सापेक्ष भ्रमण करता है और भद्दा होता है फलस्वरूप अक्षतंतुवीय एट्रॉपी होती है तथा,

(ii) एकल भाग पर भ्रमण द्वारा वर्गीक्रत रिट्रेक्शन मोड।



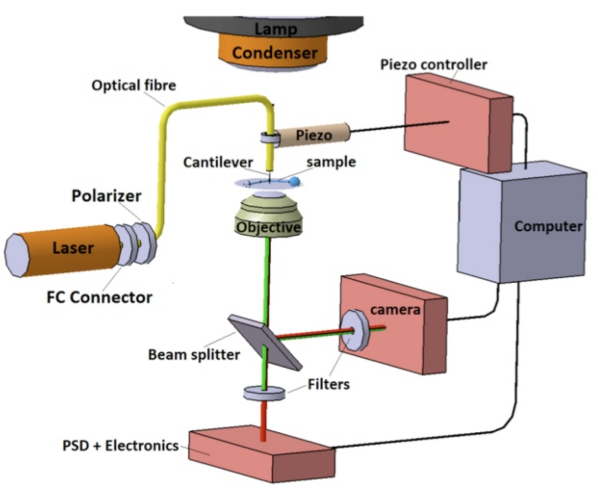
चित्र 2: जैवरासायनिक रूप से प्रेरित विकृति के फलस्वरूप अक्षतंतुवीय एट्रोपी के दो विभिन्न मोड। आंतरिक कोशिका मैट्रिक्स नोक (बांई ओर) से कोशिकीय अंग (दाहिने ओर) प्रवाहित होती है जिसके कारण तांत्रिकीय निष्क्रियता होती है।

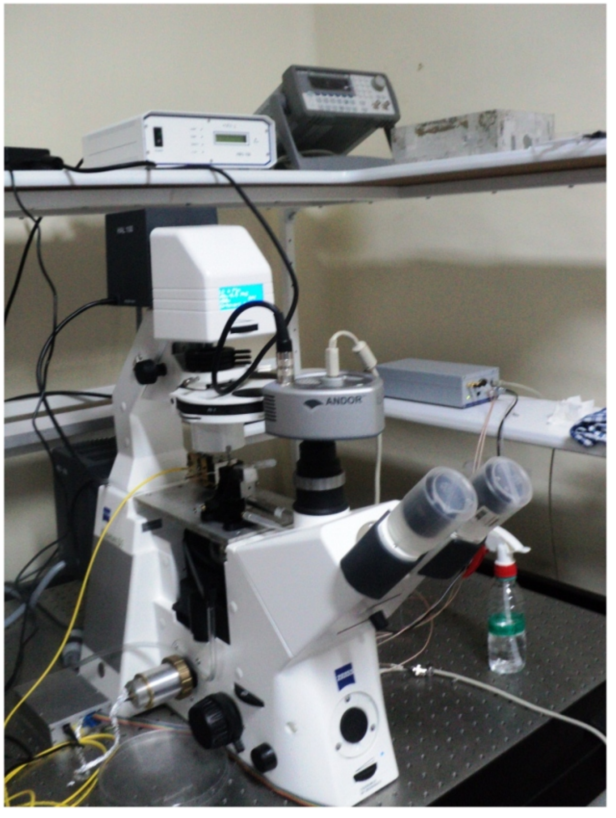
समूह ने दिखाया है कि ये आकारीय अस्थायित्वता कोशिका झिल्लियों की प्रत्यास्थता व आंतरिक कोशिकीय साइटोस्केल्टन में बने तनाव - जटिल, गतिक, जैवबहुलक नेटवर्क जो कोशिका में यांत्रिकीय स्थायित्वता बनाते हैं, के संयुक्त भौतिकीय प्रभाव के द्वारा प्रचालित होती है। इसने पूर्व में अन्य अनुसंधानकर्ताओं द्वारा दिये प्रस्तावों को भी असत्य प्रमाणित किया है कि अक्षतंतुवीय परिवहन का अवरोध आकार परिवर्तन का प्रमुख कारक है। इस प्रक्रिया का सैद्धांतिकीय विश्लेषण प्रो. जेक्स प्रोस्ट, इंस्टीट्यूट क्यूरी, पेरिस द्वारा किया जा रहा है। ऐसी आशा की जाती है कि इस प्रक्रिया के आगे विस्तृत अन्वेषण से तांत्रिकीय विकृति की यांत्रिकी व अक्षतंतुवीय हानि से बचने की संभाव्य नीतियों की हमारी समझ को बल मिलेगा।



चित्र 3: प्रकाश का प्रयोग करते हुए बल मापना: ऑप्टिकल ट्रेप सेटअप जिसे संस्थान में ही बनाया गया है, केंद्रित लेज़र बीम का उपयोग प्रकाशीय क्षेत्र में माइक्रोन आकार के परावैद्युत बीडों को फंसने के लिए करता है। आसक्त बीड पर कोशिका झिल्ली द्वारा आरोपित बल का उपयोग पीको न्यूटन संवेदनशीलता के साथ झिल्ली यांत्रिकीय प्रतिक्रिया ज्ञात करने के लिए किया जाता है।

अक्षतंतुवीय प्रत्यास्थता (विकास एवं प्रत्याहार) का अनुरक्षण एवं लम्बी दूरी तक फैलने की योग्यता के लिए अद्वितीय यांत्रिकीय गुणधर्मों की आवश्यकता होती है। पूर्व सदस्यों (शेषागिरी राव एवं चिराग कलेल्कर) के साथ मिलकर प्रयोगशाला ने ऑप्टिकल फाइबर आधारित पीको-न्यूटन संवेदनशीलता, नैनोमीटर स्थिति रेजोल्यूशन तथा प्रतिक्रिया नियंत्रण के साथ बल उपकरण (यंत्र) की अभिरचना व निर्माण किया है। यह बल उपकरण एक कैंटिलिवर का उपयोग करता है जिसमें एक समान रूप से उकेरा हुआ पीजो नियंत्रित कम्प्यूटर से जुडा ऑप्टिकल फाइबर होता है जो बल लगाने व मापने के लिए प्रचालित होता है। अक्षतंतु के आंतरिक संगठन में परिवर्तन को बल मापन के साथ-साथ फ्लोरेसेंस माइक्रोस्कोपी द्वारा प्रतिचित्रित किया जा सकता है। एक प्रतिक्रियात्मक चक्र बल अथवा विस्तारण के स्वतंत्र नियंत्रण को समर्थ बनाता है। पिछले वर्ष के दौरान, सुशील दुबे (पीएचडी छात्र, आरआरआई), अर्नब घोष (आईआईएसईआर, पुणे) एवं एंड्रयू केलन जोन्स (यूनिवर्सिटी-पेरिस, डिडरॉट) के सहयोग में, समूह ने अक्षतंतुओं पर नियत-दाब मोड का उपयोग करते हुए रियोलॉजिकल मापन का निष्पादन किया जो कि बल उलकरण में से कार्यान्वयित किया गया था। आंकड़े बताते हैं कि प्रोटीन के पारस्परिक संबंधों की विच्छेद गतिकी अक्षतंतुओं में क्षणिक व्यवहार का केंद्रक है।





चित्र 4: आरआरआई में अभिरचित व बनाए गए ऑप्टिकल फाइबर बल उपकरण का ढ़ांचागत स्वरूप व प्रतिचित्र जो अक्षतंतुओं (पेटेंटेड) की यांत्रिकीय प्रतिक्रियाओं (रियोलॉजी) का अन्वेषण करता है।

मूल कोशिकाओं के विभेदन पर प्रयोगालयी परियोजना की शुरूआत कोशिका ज्यामिति व कोशिका-सब्स्ट्रेट अभिक्रियाओं के नियामन में भौतिक बलों की भूमिका को समझने के लिए की गई। रेणु विश्वकर्मा के लिए की गई। रेणु विश्वकर्मा के साथ, प्रमोद ने यह दिखाया कि कोशिका नाभि में चलने वाले एक्टिन केबल्स कोशिका आकार को निर्धारित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं और सब्स्ट्रेट गुणों जैसे कठोरता व चिपकनता

की कार्यप्रणाली के स्वरूप में कोशिका आकार में परिवर्तन को स्पष्ट कर सकते हैं। रेणु ने फ्लोरेसेंस माइक्रोस्कोपी के साथ कार्य करते हुए कोशिका पर अपररूप तनाव के प्रभाव के अध्ययन के लिए अपररूप उपकरण को भी विकसित किया है। उन्होंने दिखाया कि यह उपकरण आसंजन (चिपकाव) में परिवर्तन में भेद निकाल सकता है और इसे स्पष्टतया परिभाषित कोशिकीय ज्यामिति बनाने के लिए माइक्रोपैटर्निंग के साथ भी उपयोग किया जा सकता है।

समूह ने ऑप्टिकल ट्वीजर्स विधि का उपयोग करते हुए कोशिका झिल्ली भौतिकी का भी अध्ययन किया। फ्रेंच वैज्ञानिकों के साथ एक सहयोगात्मक कार्य ने दिखाया कि ट्वीजर्स का उपयोग करते हुए कोशिका से बाहर खींची गई कोशिका झिल्लियाँ एक गैर-घातांकीय बल शिथिलीकरण व्यवहार को प्रदर्शित करती हैं जिसे अवरोधक प्रसार उत्पन्न करते हुए एक सामान्य मॉडल द्वारा स्पष्ट किया जा सकता है। झिल्लियों की सक्रिय कांट्रेक्टाइल प्रतिक्रियाओं का भी अध्ययन किया गया और यह आरआरआई में सुसव प्रधान द्वारा विकसित ऑप्टिकल ट्वीजर्स का उपयोग करते हुए वर्तमान अनुसंधान का विषय है, यह एक ऐसी समस्या है जिसे अभी तक पूर्णतया समझा नहीं जा सका है। प्रो. सत्यजीत मेयर, एनसीबीएस के प्रयोगालय और उनके छात्र जोसेफ तोट्टाचेरी के सहयोग में, रेणु ने रासायनिक रूप से माइक्रो-पैटर्न वाले सतहों का उपयोग करते हुए झिल्लीगत तनाव पर कोशिका प्रसरण के प्रभाव का भी अध्ययन किया है।

प्रतिभा आर प्रमुखतया तरल स्फटिकों में कीरेलिटी, तरल स्फटिकों में वैद्युत क्षेत्र प्रेरित अवस्था परिवर्तन, पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों के परावैद्युत गुणधर्म तथा तरल स्फटिक-नैनो कण संयौगिक में रूचि रखती हैं। पिछले वर्ष के दौरान, उनका कार्य कई व्यापक अनुसंधान विषय-क्षेत्रों का केंद्र रहा जैसे

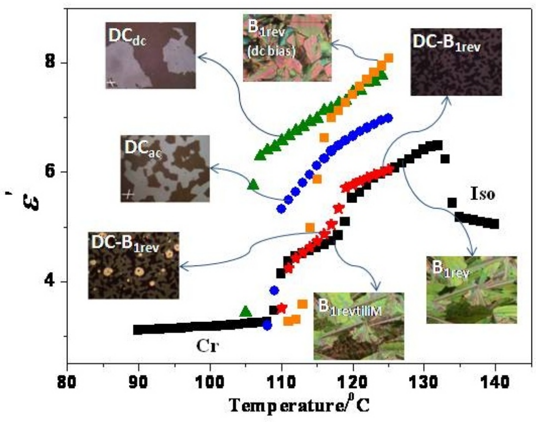
i) परत विरूपण का प्रभाव एवं सघन संपीडित तरल स्फटिक में परावैद्युत मोड पर किरल प्रथक्करण,
ii) पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों में परावैद्युत विसरण,
iii) बेंट-कोर तरल स्फटिक में दोनों एंटीफेर्रोइलेक्ट्रिक क्रम के साथ दो लेमलर SmCP अवस्थाओं के मध्य रूपांतरण, और
iv) बेंट-कोर तरल स्फटिकों में अनुप्रयुक्त इलेक्ट्रिक क्षेत्रों के अंतर्गत ध्रुवीय क्रम का स्थायीकरण।

i) बेंट-कोर तरल स्फटिक (BCLCs) पदार्थों के अद्वितीय वर्ग में से हैं जिसमें किरेलिटी एकिरल अणुओं द्वारा उत्पन्न की जाती है। ध्रुवीय क्रम की उपस्थिति, किरल सुपरसंरचना प्रारूपण की योग्यता, क्षणिक ध्रुवीकरण का उच्च मान और इलेक्ट्रो-ऑप्टिक स्विचिंग प्रदर्शित करने की संभाव्यता, इन तरल स्फटिकों को इलेक्ट्रो-ऑप्टिक एवं NLO अनुप्रयोगों के लिए आदर्श कारक बनाती है। BCLCs लेमलर और कॉलुम्नार अवस्थाओं दोनों ही को प्रदर्शित करती है, जिसमें से लेमलर डार्क कांग्लोमेरेट (DC) अवस्था को मेक्रोस्कोपिक किरल सममिति विच्छेदक द्वारा वर्गीकृत, अधिक रूचिकर हैं। ऑप्टिकल टेक्स्चर, इस अवस्था में पूर्णतया डार्क होते हैं जब इन्हें पारस्परिक ध्रुवकों व व्युक्रम किरेलिटी के डोमेन के मध्य प्रेक्षित किया गया, जो एकांतर से डार्क और ब्राइट दिखाई देते हैं, एनालाइजरों के कुछ कोटि तक घूर्णन द्वारा सामने आते हैं। यह प्रस्तावित किया गया है कि यह अवस्था मेक्रोस्कोपिक रूप से आइसोट्रोपिक है और लेयर अवसाद सेडल स्प्ले लेयर विरूपण द्वारा छोड दी जाती है। DC अवस्था में होमोजिनस डार्क अथवा ब्राइट डोमेन का क्षणिक प्रारूपण मोनो-डोमेन संरेखण परिक्षेत्र प्रारूपण के कठिन कार्य को खत्म कर देता है, जो कि प्रदर्शन अनुप्रयोगों के लिए महत्वपूर्ण आवश्यकता है। DC अवस्था में आकार का नियंत्रण व डोमेन की किरल समझ एक अनूठे किरो-ऑप्टिकल प्रभाव का कारण बन सकती है।

तथापि, प्राय:कर DC अवस्था बाह्य क्षेत्र पर कोई प्रतिक्रिया नहीं देती है। जी बी दीपा (पीएचडी छात्र, आरआरआई) के साथ प्रतिभा ने हाल ही में BCLC में DC अवस्था की परिवर्तनीयता (स्विचेबल) को प्राप्त करने में सफलता पाई है, 2,7-नेफ्थेलीन बिस[4-3-मेथाइल-4-n टेट्राडेसीलॉक्सीबेंजोयलॉक्सी] बेंजोएट जो सामान्यतया दो प्रकार के व्युत्क्रम कॉलुम्नार अवस्थाओं जैसे B_{1rev} और $B_{1revtiltM}$ को प्रदर्शित करता है, जिसमें दोनों में ही, घनत्वता अधिमिश्रण ध्रुवीकरण सदिश के सतही लम्बवत उपस्थित है। DC अवस्थाओं को दो विधियों द्वारा प्रारूपित किया गया (1) B_{1rev} अवस्था में उच्च आवृत्ति के ac इलेक्टिक क्षेत्र के अनुप्रयोग जिसके परिणामस्वरूप DC-B_{1rev} अवस्था बनी अथवा (2) dc अथवा ac क्षेत्र से क्रमश: बनने वाले DCdc अथवा DCac अवस्थाओं के अंतर्गत आइसोट्रोपिक अवस्थाओं से शीतलन । इतना ही नहीं, उन्होंने यह भी समझाया कि इस क्षेत्र से प्रवृत्त DC अवस्थाअें में इनेंटियोसिलेक्टिविटी और स्विचिंग ध्रुवीकरण में भिन्नता हो सकती है। परिवर्तनीय DC अवस्थाओं के वर्गीकरण और प्रायोगिक उपकरणों में अंगीकृत करने के लिए इलेक्ट्रो-ऑप्टिक प्रतिक्रियाओं पर अच्छा नियंत्रण पाने क्रम में, विभिन्न प्रकार की DC अवस्थाओं में आण्विक गति और किरल पृथक्करण की सीमा और संरचनात्मक विवरण को समझना आवश्यक है।

परावैद्युत स्पेक्ट्रोस्कोपी एक परिवर्तनशील तकनीक है जिसका उपयोग BCLCs में संरचनात्मक व आण्विक गतिकी पर सूचना को प्राप्त करने के लिए किया गया जाता है जहाँ विभिन्न अवस्थाओं में विशेष प्रकार की ध्रुवीय अणुओं की पैकिंग परावैद्युत स्पेक्ट्रम को आविण्वक पुर्नअभिविन्यास तथा ध्रुवीय सुपर संरचनाओं की गतिकी के बारे में जानकारी देते हुए प्रभावित करती है साथ ही यह भी बताता है कि कैसे कुछ गतियाँ अड़चन बनती हैं। तथापि, परावैद्युत व्यवहार का BCLCs द्वारा प्रदर्शित कई लेमलर अवस्थाओं में अन्वेषण किया गया, DC अवस्थाओं में विस्तृत अध्ययन को प्रतिवेदित नहीं किया गया है। प्रतिभा ने दोनों अचल व आवृत्ति आश्रित परावैद्युत अध्ययन को विविधि DC अवस्थाओं के मध्य अंतर का परीक्षण करने के लिए अपने हाथों में लिया जो स्विचिंग गुणधर्मों के समंजन में सहायक हो सकता है। इसके परिणामों की इलेक्ट्रिक क्षेत्र के अनुप्रयोग के पहले प्रारूपित उसी यौगिक में कॉलुम्नार B1rev एवं B1revtiltM अवस्थाओं में परावैद्युत व्यवहार के साथ तुलना भी की गई। B1revtiltM अवस्थाओं में परावैद्युत व्यवहार अधिमिश्रित लेयर संरचना के साथ नियत है जिसे इस समूह ने एक्स-किरण विवर्तन अध्ययन पर आधारित इस अवस्था के लिए पूर्व में प्रस्तावित किया था, जो कि आगे पुष्टि करता है कि यह एक व्युत्क्रम कॉलुम्नार अवस्था के एक अनूठा प्रकार है जिसे पूर्व में कभी प्रेक्षित नहीं किया गया।

क्षेत्र प्रवृत्त DC अवस्था में अध्ययन बताता है कि सपाट लेयर संरचनाओं के साथ विशिष्ट SmCP अवस्थाओं में प्रेक्षित इलेक्ट्रो-ऑप्टिक प्रतिक्रियाओं के समान होने के बावजूद, परावैद्युत शिथिलीकरण मोड अवमंदित हैं और उसी श्रेणी के निम्नतर होमोलॉग द्वारा प्रारूपित गैर-परिवर्तनीय DC अवस्था में अथवा व्युत्क्रम कॉलुम्नार अवस्था के साथ तुलनीय है। इसीलिए यह प्रस्तावित किया गया कि आण्विक पुन:अभिविन्यास लेयर विरूपण के कारण रूकावट पैदा करते (उलझाते) हैं फ्लस्वरूप, स्थैतिक अनुज्ञा व परावैद्युत तीव्रता न्यून कर देती हैं, जबकि, ध्रुवीय डोमनों का सामूहिक उच्चावचन अधिक विशिष्ट बन जाता है। वे यह भी पाते हैं कि बेंट-कोर अणुओं की गठनात्मक किरेलिटी और क्षेत्र के अधीन नाभिकीकरण डोमेनों की आकारिकी किरल पृथक्करण को प्रभावित करती है, जिसके परिणामस्वरूप परावैद्युत गुणधर्म प्रभावित होते हैं।



Temperature variation of real part of permittivity in the reverse columnar and field induced DC phases

चित्र 1: व्युत्क्रम कॉलुम्नार एवं क्षेत्र प्रवृत्त DC अवस्थाओं में ऊर्जा संकलन की क्षमता के वास्तविक अंश का तापमान परिवर्तन [चित्र का श्रेय: दीपा जी बी, राधिका एस, सदाशिव बी के और प्रतिभा आर (2015): लेयर विरूपण एवं डार्क कोंग्लोमेरेट तरल स्फटिक में परावैद्युत मोड पर किरल पृथक्करण के संभाव्य प्रभाव, केमफिजकेम, 16,825]

ii) पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों में कार्यकारी कोलाइडों से लेकर जैवअनुकूल उपकरणों तक के विविध अनुप्रयोगों में उपयोग में लिये जाने की संभावना रहती है। पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों के जटिल गुणधर्म व प्रारूपण को समझना अनुसंधान का बहुत सक्रिय एवं चालु क्षेत्र है। जलीय पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों के परावैद्युत गुणधर्म न्यूट्रल मेक्रोआण्विक अथवा निम्न आण्विक भार वाले इलेक्ट्रोलाइटों की तुलना में काफी भिन्न होते हैं। परावैद्युत प्रतिक्रियाओं ने उच्च एवं निम्न आवृत्ति प्रक्षेत्रों दोनों में ही अलग शिथिलीकरण दर्शाया है। GHz क्षेत्र में घटित होने वाली उच्च आवृत्ति शिथिलीकरण जल के अणुओं के अभिमुखीय ध्रुवीकरण के संगत है जबकि निम्न आवृत्ति शिथिलीकरण काउंटेरियन्स से अपने उद्भव पर निर्भर करता है। उन्हें पॉलिइलेक्ट्रोलाइट चैन के संगत आवेश वितरण के साथ संबंधित किया जा सकता हे, जिसे काउंटेरियन्स के संघनन द्वारा निर्धारित किया जाता है। यह काउंटेरियन्स के दो प्रकारों वे जो आवेशित पॉलिमर के नजदीक रहते हैं और मुक्त काउंटेरियन्स जो पॉलिमर चैन से संबंध तोड़ देते हैं, के मध्य भेद निश्चित करने में भी मदद कर सकता है।

प्रमोद तडापत्री (आरआरआई) एवं एम मुतुकुमार (मेसेचुसेट्स यूनिवर्सिटी) के साथ मिलकर प्रतिभापॉलिइलेक्ट्रोलाइटों अर्थात पॉलि (एलाइलेमाइन हाइड्रोक्लोराइड) (PAH) एवं पॉलि (एक्रायलिक एसिड) (PAA) एवं संबंधित कोएसर्वेट्स पर परावैद्युतीय अध्ययन कर रही हैं और अत्यधिक निम्न आवृत्ति पर शिथिलीकरण प्रक्रिया के कुछ साक्ष्यों का पाया। यद्यपि बहुत निम्न आवृत्ति प्रक्षेत्र में जलीय पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों के परावैद्युत गुणधर्म जल की उच्च आयनिक चालकता के कारण अत्यधिक प्रभावित हो सकते हैं, जो इसे बहुलकों से परावैद्युत स्पेक्ट्रम के योगदानों को अलग करने के लिए कठिन बनाता है। अन्य अवरोध कारक है सशक्त इलेक्ट्रोड ध्रुवीकरण। इसीलिए, प्रायोगिक रूप से पॉलिइलेक्ट्रालाइटों के परावैद्युत स्पेक्ट्रम की निम्न आवृत्ति प्रक्षेत्र का

परीक्षण बहुत कठिन है। वर्तमान में, वे धीमे शिथिलीकरण प्रक्रियाओं को वर्गीकृत करने के उद्देश्य से चालकता, परावैद्युत संवृद्धि और शिथिलीकरण समय के व्यापक मापन करने की प्रक्रिया में संलग्न हैं। विलेय सांद्रता, pH एवं तापमान के प्रभाव का भी अध्ययन किया जा रहा है। उन्होंने संश्लेषित एकल फंसे हुए DNA पर परावैद्युत प्रकीर्णन अध्ययन को भी अपने हाथों में लिया, क्योंकि इस परिस्थिति मं बहुलकीकरण की लम्बाई व कोटि अच्छी तरह से निर्धारित हैं और लम्बाई वितरण से संबंधित संदिग्धता से पार पाया जा सकता है।

iii) बेंट-कोर तरल स्फटिकों (BCLCs) द्वारा प्रदर्शित ध्रुवीय अवस्थाएँ मूलभूत एवं प्रौद्योगिकीय दोनों परिप्रेक्ष्य से काफी दिलचस्प हैं और इसीलिए संयौगिकों की अभिरचना के लिए कई नीतियों को अपनाया गया जो रोचक अवस्था परिणामों को प्रदर्शित करते हैं। घटक जैसे अंतरआण्विक अभिक्रियाएँ, किरेलिटी अनुरूपता, स्टेरिक प्रभाव और ध्रुवीय क्रम BC अणुओं द्वारा बने विविध लेमलर एवं कॉलुम्नार मेसोफेस के प्रारूपण एवं स्थायीकरण के लिए उत्तरदायी हैं। बेंट कोर अणु के केंद्रीय कोर अथवा भुजाओं में से किसी में भी प्रतिस्थापियों को लाना मेसोफेसों की प्रकृति को उल्लेखनीय ढंग से बदल सकता है। लेमलर SmCP अवस्था में, एरो अक्ष के आसापास प्रत्येक लेयर व आण्विक टिल्ट में ध्रुवीय अनुक्रम के परिणामस्वरूप लेयर किरेलिटी होती है। अंतरपरत (इंटरलेयर) अनुक्रम फेर्रो अथवा एंटीफेर्रोइलेक्ट्रिक हो सकते हैं और अणुओं का अभिविन्यास आसन्न परतों के मध्य या तो सिंक्लीनिक अथवा एंटीक्लीनिक हो सकता है। SmCP अवस्थाओं के प्रकार की अभिरचना सामान्य सूत्र $Sm_{CS,A}P_{F,A}$ द्वारा होती है जहाँ, अधोलिखित S एवं C का A क्रमशः सिंक्लीनिक एवं एंटीक्लीनिक अभिविन्यास के हैं तथा अधोलिखित F एवं P का A क्रमशः फेर्रोइलेक्ट्रिक एवं एंटीफेर्रोइलेक्ट्रिक प्रारूप हैं। SmC_SP_A एवं SmC_AP_F प्रकारों में लेयर किरेलिटी परतवार बदलती रहती है और संरचना रेसमिक रहता है, जबकि SmC_AP_A एवं SmC_SP_F प्रकार में संरचना होमोकिरल रहती है। एस राधिका (आरआरआई) और बी के सदाशिव (आरआरआई) के साथ प्रतिभा ने हाल ही में 2,7-डायहाइड्रोक्सीनेफ्थेलीन द्वारा व्युत्पन्न बीसी संयौगिकों की दो होमोलोगस श्रेणी के मेसोमोर्फिक गुणधर्मों का अन्वेषण किया जिसमें गौण प्रतिस्थापियों के इलेक्ट्रॉन अवशोषण व इलेक्ट्रॉन मुक्त करने के प्रभाव का परीक्षण किया गया। ये अध्ययन स्पष्टतया बताते हैं कि डाइपोलर प्रभाव महत्वपूर्ण हैं। बेंट कोर के भुजा के मध्य में फिनाइल रिंग पर गौण प्रतिस्थापियों की इलेक्ट्रॉन अवशोषण व इलेक्ट्रॉन मुक्त करने की दो श्रेणियाँ एक-दूसरे से भिन्न हैं। परस्पर विरोधी परिणाम प्राप्त किये गए जिसमें कि ध्रुवीय अवस्थाएँ संयौगिकों के रूप प्रेक्षित की गई जिनमें क्लोरो प्रतिस्थापी व अध्रुवीय स्मेक्टिक C निहित रहते हैं और निमेटिक अवस्थाओं को तब प्राप्त किया गया जब कि मेथाइल समूह इस प्रतिस्थापी को प्रतिस्थापित करते हैं। मेसोफेसों का वर्गीकरण ध्रुवीकृत प्रकाश प्रकाशिक माइक्रोस्कोपी, अवकल स्केनिंग कैलोरीमेट्री, एक्स-किरण विवर्तन मापन, इलेक्ट्रो-प्रकाशिक तथा परावैद्युत अध्ययनों के समुच्चय के उपयोग द्वारा किया गया है।

क्लोरो प्रतिस्थापी के साथ इस श्रेणी में उल्लेखनीय रूप से, जब एल्काइल चैन लम्बाई n = 16 अथवा 18 होती है, तब सिंक्लीनिक टिल्ट एवं एंटीफेर्रोइलेक्ट्रिक दोनों क्रमों से निहित दोनों लेमलर पोलर अवस्थाओं के मध्य अवस्था रूपांतरण को निमेटिक अवस्था के अतिरिक्त प्रेक्षित किया जा सकता है। SmCP अवस्था को

इसीकारण SmC_SP_A और SmC'_SP_A का नाम दिया गया है। दो ऐसी एंटीफेर्रोइलेक्ट्रिक अवस्थाओं के मध्य अवस्था रूपांतरण कभी-कभार ही होते हैं। दो ऐसी अवस्थाओं जिनकी बहुत समान अवस्था संरचना होती है के मध्य अंतर निकालने के लिए, तापमान का मापन एवं आवृत्ति आश्रित परावैद्युत पैरामीटर को स्वीकार किया गया। 10 kHz की आवृत्ति पर मापी गई स्टेटिक परमिटिविटी (ε') ने प्रारंभ में रूपांतरण प्रारूप N से SmC_SP_A में तेज वृद्धि को औजागर किया जो लेमलर अवस्था में धनात्मक डाइपोल सहसंबंधन में वृद्धि के कारण हो सकता है। तापमान में आगे कमी पर, SmC'_SP_A अवस्था पर रूपांतरण को में स्पष्ट कमी के साथ चिन्हित किया गया जिसे निम्न तापमान पर वहाँ समग्र संरचना में बिना किसी भारी परिवर्तन के, डाइपोल-डाइपोल सहसंबंधन में कमी के लिए जिम्मेदार माना जा सकता है। आण्विक रचना में परिवर्तन अथवा तापमान में कमी पर टिल्ट कोण डाइपोल मूल्य की आंशिक पूर्ति में योगदान कर सकते हैं। वस्तुतः एक्स-किरण विवर्तन अध्ययन बताते हैं कि SmC'_SP_A अवस्था में लेयर अंतराल बढ़ता है, जो यह दर्शाता है कि टिल्ट कोण में कमी हुई है। आवृत्तियों की प्रतिक्रिया लम्बे अक्ष के आसपास आण्विक अभिविन्यास से संबंधित सामान्यतया प्रेक्षित मोड की तुलना में काफी निम्न शिथिलीकृत आवृत्ति के साथ kHz क्षेत्र में उपस्थित एकल मोड को दर्शाती है। ऐसा मेटा स्थिति पर Cl के द्वारा अधिक स्पष्ट अवरूद्ध घूर्णन के कारण होता है। जैसे कि अणु सममित होते हैं, छोटी अक्ष के चारों ओर घूर्णन की संभावना से इनकार किया जा सकता है। कोल-कोल प्रक्रिया का उपयोग करते हुए परावैद्युत प्रतिक्रिया का एक विश्लेषण बताता है कि परावैद्युत शक्ति $\delta\varepsilon$ प्रारंभ में SmC_SP_A अवस्था में बढ़ती है, फिर अधिकतम पँहुचती है और बाद में प्रतिदर्श के तापमान में कमी आने पर घटने लगती है। यह पुनः पुष्टि करता है कि दो एंटीफेर्रोइलेक्ट्रिक अवस्थाओं के मध्य रूपांतरण के डाइपोल सहसंबंधन में कमी आती है।

iv) बेंट कोर अणुओं द्वारा प्रारूपित लेमलर SmCP अवस्थाओं में सामान्यतया परतों के भीतर सुव्यवस्थित पोलर क्रम निहित होता है। साधारणतया क्षणिक इलेक्ट्रिक ध्रुवीकरण आसन्न परतों में अणुओं की एंटीफेर्रोइलेक्ट्रिक व्यवस्था द्वारा प्रतिपूरित हो जाता है। एक अन्य तरीका जिससे कि अधिकांश क्षणिक ध्रुवीकरण को टाला जा सकता है वह है 2D आवधिक संरचनाएँ, जिसमें परतें टूटी होती हैं। यही टूटे हुए रिबन्स अथवा स्मेक्टिक परतों के डोमेन का कारण है जो ऐसे संगठित करते है जैसे कि आसन्न रिबनों में अणुओं की बेंड दिशाएँ असमानांतर हों, इसके फलस्वरूप मेक्रोस्कोपिक ध्रुवीकरण से छुटकारा मिलता है। इनमें से, B_1 अवस्था, जिसमें घनत्व मॉडुलन ध्रुवीकरण वेक्टर के सतही रूप से समानांतर रहता है, बेंट-कोर अणुओं द्वारा प्रदर्शित सर्वाधिक रूप से प्रेक्षित कॉलुम्नार अवस्था है। यह अवस्था इलेक्ट्रिक क्षेत्रों के प्रति कोई प्रतिक्रिया नहीं देती क्योंकि कॉलम सीमाओं के मध्य अभिक्रियाओं के कारण स्टेरिक हिंडरेंस आण्विक घूर्णन को सीमित रखते हैं। घनत्व मॉडुलन प्रतिलोम कॉलुम्नार B_{1rev} और $B_{1revtilt}$ अवस्थाओं के समान ध्रुवीकरण वेक्टर के लम्बवत सतह में उपस्थित रह सकता है। क्षेत्र के अंतर्गत स्विचन के लिए इन अवस्थाओं में कॉलुम्नार संरचाना को तोड़ने की आवश्यकता नहीं होती। इसीलिए, इन्हें वैद्युत रूप से स्विच किया जा सकता है और इनमें B_1 अवस्था से स्पष्टतया भिन्न ध्रुवीय व प्रकाशिक गुणधर्म होते हैं। प्रायः BCLCs में समान संयौगिक में या तो लेमलर अथवा कॉलुम्नार अवस्था रहती है और दोनों के मध्य अवस्था रूपांतरण विरलय ही होते हैं क्योंकि इसके लिए कठिन संरचनात्मक पुनःव्यवस्था की

आवश्यकता होती है। यद्यपि उच्च इलेक्ट्रिक क्षेत्र के प्रभाव में, परतों के भीतर ध्रुवीय क्रम को संवर्धित होने की उम्मीद की जा सकती है, जिसके फलस्वरूप कॉलुम्नार संरचना अस्थायी हो जाती है और परिणामस्वरूप स्मेक्टिक लेमलर अवस्थाओं का प्रारूपण होता है। तथापि, ऐसी अवस्था रूपांतरण की बहुत कम ही रिपोर्ट हैं।

इस प्रकार के अवस्था रूपांतरणों का अन्वेषण करने के लिए, और ध्रुवीय क्रम पर वैद्युत क्षेत्र के प्रभाव के अध्ययन के लिए, प्रतिभा आर एवं प्रमोद तडापत्री (आरआरआई) वर्तमान में 5-मेथॉक्सीआइसोफ्थेलिक एसिड से निर्धारित विशेष BCLC का अन्वेषण कर रहे हैं जो स्विचनीय लेमलर एंटीफेर्रोइलेक्ट्रिक अवस्था एवं स्विचनीय कॉलुम्नार फेर्रोइलेक्ट्रिक अवस्था के मध्य अवस्था रूपांतरण को प्रदर्शित करता है। एक सशक्त dc धारा क्षेत्र के अधीन, उन्होंने SmCP अवस्था के स्थायित्व के दायरे में बढ़त एवं कॉलुम्नार अवस्था के उन्मूलन के कुछ साक्ष्यों को संकलित किया है। अनुप्रयुक्त क्षेत्रों के अंतर्गत संरचनात्मक परिवर्तन निर्धारित करने की दिशा में परावैद्युत एवं एक्स-किरण विवर्तन का व्यापक अध्ययन किया जा रहा है।

वी ए रघुनाथन मुख्य रूप से मेक्रोअणुओं के बंध से प्रवृत्त झिल्लियों के आकारीय परिवर्तन, स्टेरॉल्स एवं अवशोषित बहुलकों द्वारा लिपिड झिल्ली गुणधर्मों का रूपांतर, लिपिड-स्टेरॉल झिल्लियों के यांत्रिकीय गुणधर्म एवं अवस्था व्यवहार तथा आयनिक एम्फिफाइलों का अवस्था व्यवहार के साथ साथ मृदु संघनित पदार्थ भौतिकी में सशक्त रूप से बंधे काउंटरआयन्स एवं पॉलिइलेक्ट्रोलाइट से संबंधित प्रश्नों पर रूचि रखते हैं। पिछले वर्ष के दौरान, उनके अनुसंधानों ने निम्न पर अधिक ध्यान दिया :

i) बुटी सूर्यब्राह्मम एवं एसक मधुकर (पीएचडी छात्र, आरआरआई) के सहयोग में लिपिड वेसिल्स के ऊष्मीय अस्थिरता से झिल्ली की दृढ़ता/कठोरता का निर्धारण,

ii) मीरा थॉमस (पीएचडी छात्र, आरआरआई) के सहयोग में आवेशित सतहों पर पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों का अवशोषण, और

iii) श्रीजा शशिधरन (पीएचडी छात्र, आरआरआई) के सहयोग में लिपिड बाइलेयर की सहायता से ट्रेसर विसरण

I) प्रथम कार्य में, लिपिड झिल्लियों की बेंडिंग दढ़ता को विशाल यूनिलेमलर वेसिल्स के ऊष्मीय अस्थिरता के विस्तृत विश्लेषण से निर्धारित किया गया है। इसमे उठाए गए कदम हैं :

a) प्रकाशिक माइक्रोस्कोपी आंकड़ों से वेसिल्स की रूपरेखा प्राप्त करना, जिन्हें बाद में विविध उच्चावचन मोडों में अपघटित किया जाता है,

b) झिल्ली दृढ़ता को फिर इन मोडों के माध्य वर्ग आयाम (एम्प्लीट्यूड) से आंकलित किया जाता है। प्रारंभिक परिणाम संबंधित क्षेत्र में पूर्व की रिपोर्ट के संगत हैं।

ii) प्रतिलोमत: आवेशित आर्द्रक बाइलेयर पर पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों के अवशोषण पर नमक के प्रभाव का अध्ययन किया गया। निम्न नमक सांद्रता पर पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों को बाइलेयरों के आसन्न पतली लेयर सेंडविचिंग प्रारूपित करते पाया गया। जैसे ही नमक सांद्रता बढ़ती है अचानक ही पहले तो पॉलिइलेक्ट्रोलाइट फिल्म की मोटाई बढ़ती और और फिर बहुत धीरे-धीरे घटती जाती है। इस व्यवहार का कारण का अभी अन्वेषण किया जा रहा है।

iii) इस तीसरी परियोजना में, लिपिड बाइलेयर सहायक ट्रेसर विसरण में सब्स्ट्रेट के प्रभाव का अध्ययन फ ोटोब्लीचिंग तकनीक के पश्चात फ्लोरेसेंस रिकवरी का उपयोग करते हुए किया गया। यह पाया गया कि सब्स्ट्रेट पर पॉलिमर कुशन की उपस्थिति हमेशा ही बाइलेयर की

तरलता को नहीं बढ़ाती है, जैसा कि प्राय: पूर्व में माना गया है। इन प्रणालियों में ट्रेसर विसरण को समझने की दिशा में लिपिड बाइलेयर के साथ बहुलक कुशन की अभिक्रिया को जांचने के लिए गहन प्रयोग किये जा रहे हैं।

अरूण रॉय की मृदु संघनित पदार्थ भौतिक, अवस्था परिवर्तन, तरल स्फटिकों की वैद्यु-प्रकाशिकी, तरल स्फटिक-नैनो-कण संयौगिक, माइक्रो रामन स्पेक्ट्रोस्कोपी एवं तरल स्फटिकों के घटनाप्रधान सिद्धांत में प्रमुख अभिरूचि है। अवस्था परिवर्तन एवं तरल स्फटिक की वैद्यु-प्रकाशिकी के व्यापक कार्यक्षेत्र के अंतर्गत, पिछले वर्ष के दौरान अरूण ने निम्न समस्याओं पर अनुसंधान कार्य किया :

i) सुरजीत धारा समूह (हैदराबाद यूनिवर्सिटी, हैदराबाद) एवं डब्ल्यू हासे (डर्मस्टेड्ट यूनिवर्सिटी ऑफ टेक्नोलॉजी, जर्मनी) के सहयोग में निमेटिक तरल स्फटिक में असतत एंकरिंग रूपांतरण पर स्मेक्टिक शॉर्ट-रेंज क्रम का प्रभाव

सीमान्त सब्स्ट्रेट पर अणुओं का संरेखण कई तरल स्फटिक अनुप्रयोगों के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। सामान्यतया, दोनों LCDs एवं भौतिक मापनों जिसे प्लेनर व होमियोट्रोपिक कहते हैं के लिए दो प्रकार के अभिविन्यासों को अधिमान्य किया जाता है। प्लेनर अवस्था में, निर्वाहक (आण्विक अभिविन्यास की औसतन दिशा) समानांतर है और होमियोट्रोपिक अवस्था में निर्वाहक सब्स्ट्रेटों के लम्बवत है। सब्स्ट्रेटों पर तरल स्फटिक अणुओं के संरेखण की कई तकनीकें हैं। एक सामान्य और मितव्ययी तकनीक है वांछित संरेखण (प्लेनर अथवा होमियोट्रोपिक) को प्राप्त करने के लिए उपयुक्त पॉलिमाइडों को कोटित करना। यह ज्ञात है कि तरल स्फटिक अणुओं का संरेखण सतहों की टोपोग्राफी, तरल स्फटिकों की रासायनिकी, संरेखण कारक, संसाधन तापमान और रबिंग शक्ति पर निर्भर करते हैं। व्यवसायिक रूप से संरेखण कारक उस तथ्य कि यह तापमान के साथ आण्विक अभिविन्यास परिवर्तित नहीं करता है में स्थायी निर्वाहक संरेखण प्रदान करते हैं। यद्यपि, ऐसी कुछ रिपोर्ट हैं जो बताती हैं कि कुछ गैर-पारंपरिक संरेखण लेयर पर, निर्वाहक इसके अभिविन्यास को प्लेनर से होमियोट्रोपिक और इसके विपरीत दिशा में भी सतत अथवा असतत रूप से परिवर्तित कर सकता है। ऐसा एंकरिंग रूपांतरण का पुन:लेखन मैमोरी उपकरणों, वेव गाइडिंग ट्यूनेबल डायइलेक्ट्रिक एवं सुचालक प्रणाली में रूचिकर अनुप्रयोग हो सकता है। तथापि, इन प्रणालियों में असतत एंकरिंग रूपांतरण का कारण अज्ञात रहा । अरूण और उनके सहयोगियों ने परफ्लूरोपॉलिमर-कोटेड सब्स्ट्रेट पर CCNs तरल स्फ टिकों की होमोलोगस श्रेणी के संरेखणीय गुणधर्मों का अध्ययन किया। दिलचस्प बात है कि, उन्होंने पाया कि दो संयौगिक कोई भी एंकरिंग रूपांतरण को प्रदर्शित नहीं करते हैं। बाकी के चार संयौगिक बढ़ते ऊष्मीय हिस्टैरिसीस के साथ निमेटिक अवस्था में सुदृढ़ असतत एंकरिंग रूपांतरण दर्शाते हैं। प्रायोगिक परिणाम बताते हैं कि स्मेक्टिक शॉर्ट-रेंज क्रम का प्रभाव और निमेटिक की तापमान सीमा प्रेक्षित असतत एंकरिंग रूपांतरण के लिए महत्वपूर्ण हैं। उन्होंने सब्स्ट्रेटों पर शॉर्ट-रेंज स्मेक्टिक क्रम लेते हुए एक सरल सिद्धांत भी विकसित किया है जो प्रायोगिक परिणामों को समझाता है। परिणाम को ज. केम. फिज., 141 044706 (2014) में प्रकाशित किया गया है।

ii) टी नरसिम्हास्वामी के समूह (सेंट्रल लेदर रिसर्च इंस्टीट्यूट, चेन्नई), के वी रामनाथन (भारतीय विज्ञान संस्थान, बेंगलूर) एवं बी जचिंता (अनुसंधान सहायक, आरआरआई) के सहयोग में XRD, NMR एवं ध्रुवीकरण मापन द्वारा रेसोर्किनॉल आधारित सममितीय बनाना मेसोजेन्स का संरचनात्मक अन्वेषण।

बनाना मेसोजेन्स आण्विक पदार्थों का एक विशिष्ट वर्ग है जो आकर्षक तरल स्फटिकीय गुणधर्मों

को प्रदर्शित करते हैं। सुपरा-आण्विक संगठन जिनके कारण अवस्था आकारिकी का उल्लेखनीय दायरा बनता है और क्षणिक सममिति विच्छेदन द्वारा मेक्रोस्कोपिक किरेलिटी का प्रारूपण बनाना मेसोजेन्स के दो सबसे महत्वपूर्ण गुणधर्म हैं। बनाना मेसोजेन्स के निर्माण में प्रमुख आण्विक अभिरचना पैरामीटरों में निहित है केंद्रीय भागों, लेटरल सब्स्टीट्यूंट, लिंकिंग ग्रुप, टर्मिनल चैन एवं रिंगों की संख्या के साथ-साथ विंग्स के मध्य बेंट-कोण का संरचनात्मक विचलन। इसके परिणामस्वरूप, मेसोअवस्था गुणधर्मों पर इनके प्रभाव और संरचनात्मक विचलनों से संबंधित व्यापक कार्य को लिटरेचर में प्रतिवेदित किया गया है। स्थापित आण्विक गुणों के संदर्भ में, आण्विक स्तर के संगठन एवं नए अणुओं के संश्लेषण के अलावा इनके आण्विक संरचना से संबंध पर वर्तमान में अधिक बल दिया गया है। इस कार्य में, एक्स-किरण विवर्तन, एनएमआर, ध्रुवीकरण प्रकाशिक माइक्रोस्कोपी एवं इलेक्ट्रो-प्रकाशिक मापन का उपयोग करते हुए सीमांत डोडेसाइल/डोडेसीलॉक्सी चैन्स के साथ सममितीय सात फिनाइल रिंग बनाना मेसोजेन्स पर आधारित रेसोर्किनॉल के संरचनात्मक विशेषता एवं संश्लेषण को प्रतिवेदित किया गया है। यह प्रेक्षित किया गया कि संरचनात्मक समरूपता होने के बावजूद, मेसोजेन्स किसी भी पक्ष में केवल एक ऑक्सीजन परमाणु को लेने के कारण कई अंतरों को औजागर करता है। इसके परिणाम को फिज. केम. केम. फिज., 17 5236-5247 (2015) पर प्रकाशित किया गया है।

iii) दीपशिखा मल्कर (पीएचडी छात्र, आरआरआई) के साथ रॉय ने हॉकी छड़ के आकार वाले अणुओं के बेंट कोर द्वारा प्रदर्शित विचित्र स्मेक्टिक अवस्था का प्रायोगिक अध्ययन किया है।

प्रारूपिक बेंट कोर अणु में अपेक्षाकृत कठोर केंद्रीय भाग होता है जिसमें दो रॉड जैसी भुजा सिरों से मिलती है जो इनके मध्य लगभग 120 डिग्री का कोण बनाती है। इसके अतिरिक्त, लोचदार एलिफेटिक चैन सामान्यतया अणुओं के रिजिड कोर के एक या दोनों सिरों से जुड़ी रहती है। सममित बेंट कोर अणु में, दोनों भुजा व चैन समान होते हैं, जो अणुओं की C2v बिन्दु सममिति को बढ़ावा देते हैं। हाल ही में, असममित बेंट कोर अणुओं जिनमें दो भुजा अथवा चैन अणु के सीमांत से जड़े रहते हैं, अलग होते हुए भी, एक नई LV अवस्था को प्रदर्शित करते पाए गए हैं। तथापि, इन अधिकतर असममित BC अणुओं में, अणु में असममिति को, तुलना किये जा रहे BC अणु के दो भुजाओं की लम्बाई के साथ, BC अणुओं की दो भुजाओं में पृथक चैन लम्बाई अथवा पृथक लिंकेज समूह का उपयोग करते हुए लाया गया है। केवल कुछ अध्ययनों को प्रतिवेदित किया गया है जिनमें एक भुजा अणु की अन्य भुजा से अपेक्षाकृत छोटी है। इस प्रकार के बेंट कोर अणुओं को बेंट-कोर हॉकी स्टिक (BCHS) आकारीय अणुओं के समान निर्दिष्ट किया जाता है। अरूण एवं दीपशिखा ने एक्स-किरण विवर्तन, पोलराइजिंग ऑप्टिकल माइक्रोस्कोपी एवं इलेक्ट्रोऑप्टिक मापन का उपयोग करते हुए प्रायोगिक तौर पर ऐसे BCHS अणुओं द्वारा प्रदर्शिति दो असामान्य स्मेक्टिक अवस्थाओं का अन्वेषण किया है। प्रायोगिक परिणामों के आधार पर, वे अब परतों (लेयरों) में आण्विक संगठन को समझने का प्रयास कर रहे हैं।

iv) हर्षा मोहन परूर (डॉक्टरोत्तर अध्येता, आरआरआई) के सहयोग में आइसोट्रोपिक तरल से प्राप्त डार्क कोंग्लोमिरेट अवस्था के न्यूक्लियेशन व विकास आकारिकी पर प्रायोगिक अन्वेषण किया।

हाल ही में, विविध प्रकार के सामान्य बेंट-कोर अणुओं को डार्क कोंग्लोमिरेट (DC) अवस्था के नाम से ज्ञात मैक्रोस्कोपिक रूप से आइसोट्रोपिक तरल पदार्थ को प्रदर्शित करने के लिए दिखाया गया जिसमें केवल शॉर्ट-रेंज ओरियंटेशनल एवं पॉजीशनल ऑर्डर रहते हैं। DC अवस्था को मैक्रोस्कोपिक रूप से टूटे किरल सममिति के प्रक्षेत्रों द्वारा वर्गीकृत किया गया है- भले ही संघटक अणु एकिरल हों। उनका कोंग्लोमिरेट प्रक्षेत्र प्रकाशिक घूर्णक ऊर्जा को प्रदर्शित करते हैं जो किरल

के आइसोट्रोपिक तरल पदार्थों के लिए आज तक प्राप्त अधिकतम ऊर्जा के तुलनीय है। हालांकि, इन अवस्थाओं की कुछ संरचनात्मक विशेषताओं को प्रतिवेदित किया गया है, इस प्रक्षेत्र की गतिक व बढ़ती आकारिकी का अभी तक अन्वेषण नहीं किया गया है। पोलराइजिंग ऑप्टिकल माइक्रोस्कोपी, एवं उच्च रेजोल्यूशन प्रतिचित्रण का उपयोग करते हुए, अरूण एवं हर्षा आइसोट्रोपिक अवस्था से शीतलन पर इन DC प्रक्षेत्रों के न्यूक्लियेशन एवं बढ़ती आकारिकी का प्रायोगिक रूप से अन्वेषण कर रहे हैं।

अरूण का पिछले वर्ष का दूसरा अनुसंधान विषय-क्षेत्र सतह वर्धित रामन स्पेक्ट्रोस्कोपिक अध्ययन के लिए वैद्युरासायनिक रूप से बढ़े मेसोपोरस धात्विक थिन फिल्म की संविरचना के अंतर्गत रहा है। उन्होंने इस परियोजना में अनु रेंजित (पीएचडी छात्र, आरआरआई) एवं वी लक्ष्मीनारायणन (अवकाश प्राप्त प्रोफे सर, आरआरआई) के साथ कार्य किया है। उन्होंने डीप यूटेक्टिक सॉल्वेंट्स (DES) में अनूठे धात्विक नैनोकणों के थिन फिल्म प्रारूपण की सामान्य इलेक्ट्रो-डिपोजीशन प्रक्रिया को विकसित किया। प्रस्तावित विधि DES माध्यम की अंतर्निहित क्षमताओं का उपयोग संक्षरण माध्यम के रूप में व्यवहार करने के लिए करती है और प्रारूपित नैनोकणों को भी स्थायी करती है। मेसोपोरस धातु फिल्म को SEM, XRD एवं वैद्युरासायनिक तकनीकों द्वारा वर्गीकृत किया गया है। सतह वर्धित रामन स्पेक्ट्रोस्कोपी (SERS) में इन सब्स्ट्रेटों के संभाव्य अनुप्रयोगों का भी अन्वेषण किया गया। एनालाइट के रामन संकेत का वृहत वर्धन निस्तापन द्वारा सतह से सभी स्थायीकारी अणुओं को हटाने के बाद मेसोपोरस सिल्वर सब्स्ट्रेट पर पाया गया। इस कार्य के कुछ अंश को ज. कोलाईड इंटरफेस साइं. 426 270-279 (2014) में प्रकाशित किया गया।

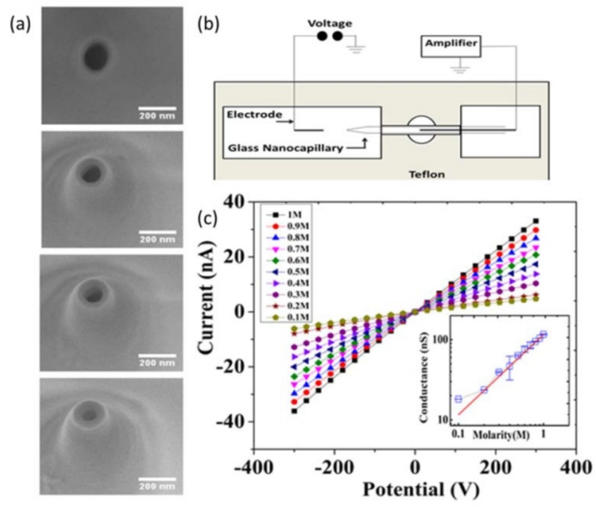
गौतम विवेक सोनी की प्रमुख अनुसंधान अभिरूचियाँ निम्न पर केंद्रित हैं: जैविकीय तंत्रों में सिनर्जी की संरचनाओं एवं उनके प्रकार्यन गतिकी की पहेली। आप आदर्श नैनो-प्रौद्योगिकीय तंत्रों को विकसित करने के साथ-साथ इसे प्रोटीनों के स्वसमूहन के प्रबंधन के लिए जैवभौतिकीय सिद्धांतों तथा DNA-प्रोटीन जटिलताएँ जैसे क्रोमेटिन फाइबरों को समझने के लिए उपयोग भी करते हैं।

आप अपनी प्रयोगशाला में शरण्या, अद्वैत, मणी, अरविंद एवं सौरभ (आगंतुक छात्र, आरआरआई) के सहयोग से संस्थान में ही बनाए गए नैनोपोर प्लेटफार्म को स्थापित करने में सफल रहे। आपके समूह ने कांचीय नैनो-पोर को विकसित किया, जो विश्वभर में ऐसा करने वाला पहला समूह है। उनमें अब 800-8nm आकार के बहुत क्षीण ध्वनि नैनोपोरों को नियमित रूप से निर्मित करने की क्षमता है। वर्तमान में, वे इन नैनोपोरों को इनकी चालकता गुणधर्म के लिए वर्गीकृत कर रहे हैं। उन्होंने नैनोपोर के विस्थापन के जरिए वैशेषिक DNA अणुओं की एकल अणु संखोजन पर भी कार्य प्रारंभ किया है।

सोनी वर्तमान में सीज़ डेक्कर, काव्ली इंस्टीट्यूट ऑफ नैनोसाइंस, डिपार्टमेंट ऑफ बायो-नैनोसाइंस, टीयू डेल्फ एवं डॉन क्लेवलेंड, लुडविग इंस्टीट्यूट फॉर केंसर रिसर्च, ला जोल्ला सीए के साथ दीर्घावधिक सहयोग में कार्य कर रहे हैं।

आगे प्रदर्शित चित्र निम्न को दर्शाता है:

(a) सोनी की प्रयोगशाला में बनाया गया कांचीय नैनो पोर (विभिन्न व्यास का),
(b) प्रायोगिक इलेक्ट्रिकल व्यवस्था, और
(c) इन नैनोपोरों का चालकता मापन।



पिछले वर्ष के दौरान, आपने निम्न की सेवाओं का लाभ उठाया
(a) फैराडे बॉक्स निर्मित करने के लिए आरआरआई यांत्रिकीय वर्कशॉप (शिल्पशाला) की सेवा जिसका कि बहुत संवेदी नैनोपोरों पर आधारित मापन के लिए गहनता से उपयोग किया जाएगा।
(b) आरआरआई एसईएम सुविधाओं का लाभ क्वार्ट्ज ट्यूबों का उपयोग करते हुए नैनो-केपिलरीज के वर्गीकरण एवं प्रतिचित्रण के लिए, तथा
(c) आरआरआई एएफम सुविधाओं उपयोग व्यापक रूप से उनके DNA प्रतिदर्शों के वर्गीकरण के लिए।

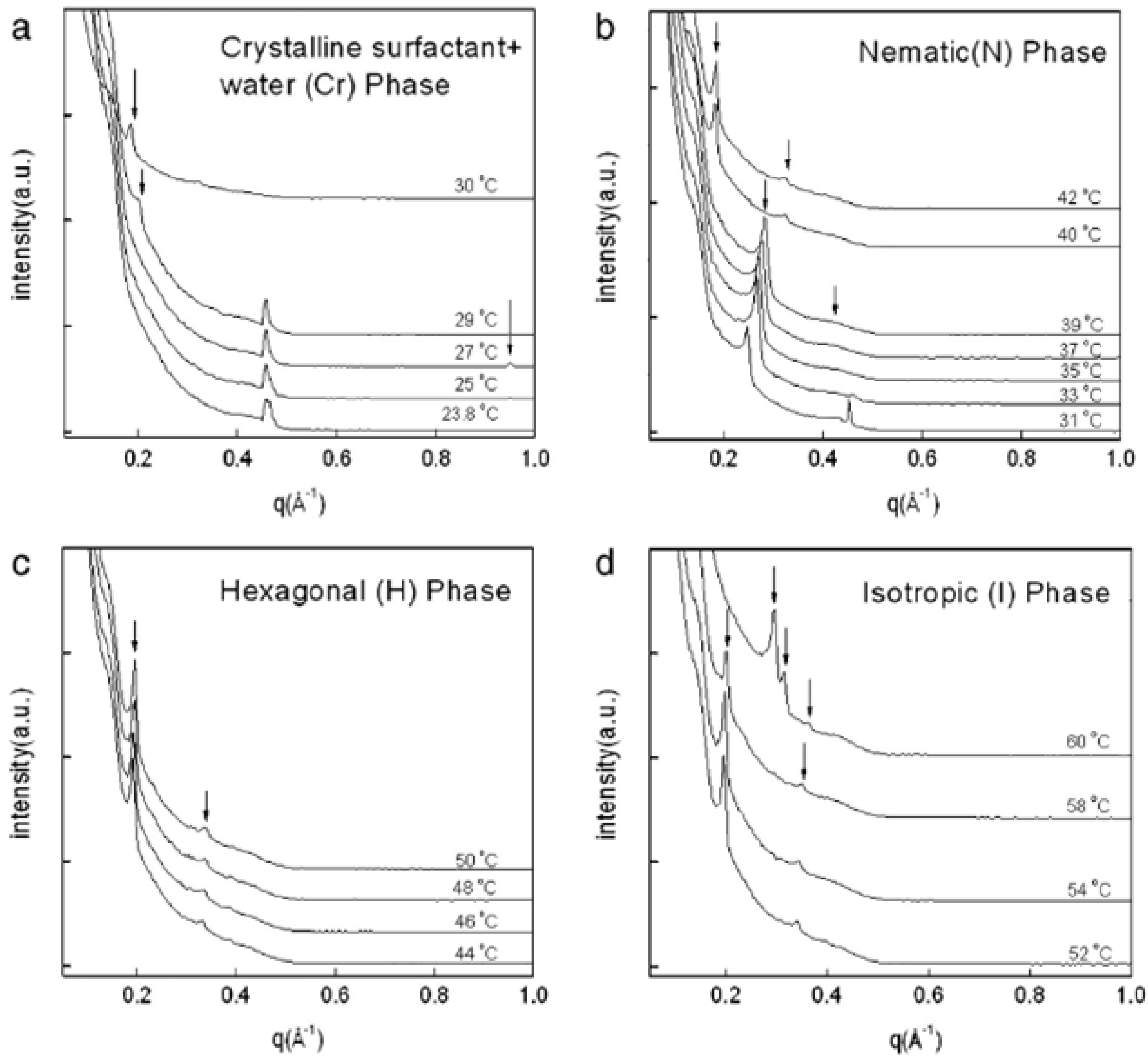
भविष्य में, आप शहर में स्थापित किये जाने वाली उप-माइक्रोन रेजोल्यूशन माइक्रोफ्लूडिक्स संविरचना सुविधाओं के नियमित उपयोगकर्ताओं में से एक होंगे।

डी विजयराघवन की अनुसंधान अभिरूचियाँ प्रमुखतया निम्न पर आधारित हैं: लियोट्रोपिक तरल स्फटिकों की वैद्युत, प्रकाशिक एवं प्रतिचुम्बकीय गुणधर्म, तरल स्फटिक-नैनोकण यौगिक एवं तरल स्फटिकों में नैनोसंरचनाओं का स्वसमूहन। पिछले वर्ष के दौरान, उनका अनुसंधान क्षेत्र लियोट्रोपिक तरल स्फटिकों में एकल-परतीय कार्बन नैनोट्यूबों के स्वसमूहन क्रम के अन्वेषण पर आधारित था।

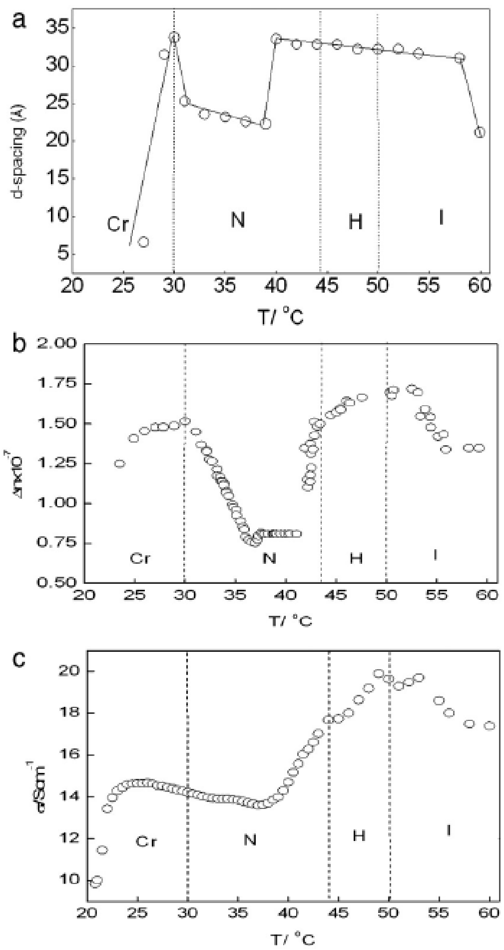
कार्बन नैनोट्यूब उच्च अभिमुखता अनुपात युक्त होते हैं और उच्च तन्यता शक्ति तथा एनिसोट्रोपिक इलेक्ट्रिकल व ऊष्मीय चालकता प्रदर्शित करते हैं। अपने अनोखे गुणधर्म के कारण, उनसे सोलर सेल, सेंसर्स एवं इलेक्ट्रिकल तथा यांत्रिकीय नैनो उपकरणों में अनुप्रयोग होने की आशा की जाती है। तथापि, इनमें से कई अनुप्रयोगों को समझने के लिए, कार्बन नैनोट्यूबों का एक समान संरेखण आवश्यक है। कार्बन नैनोट्यूबों के संरेखण का एक तरीका है उन्हें तरल स्फटिकों में ऐसे विसरित करना जैसे कि उनसे उम्मीद की जाए कि तरल स्फटिक CNT कारकों पर उनके अभिमुखी क्रम में प्रभाव डालते हैं। एक समान नैनोट्यूब संरेखण को थर्मोट्रोपिक तरल स्फटिकों में CNT विसरित करने पर, प्रतिवेदित किया गया। यद्यपि, थर्मोट्रोपिक LC में विशिष्ट नैनोट्यूबों का विसरण CNTs के हल्के सांद्रण पर भी CNTs के पुलिन्दों व समुच्चयन के कारण सीधा-सादा नहीं है। दूसरी ओर, जल आधारित LLCs की स्थिति में, CNTs की पर्याप्त मात्रा को विसरित व संरेखित किया जा सकता है। LLCs में CNTs के प्रभावी विसरण एवं संरेखण को शोधपत्रों में व्यापकता से प्रतिवेदित किया गया है। वीज और अन्य ने हेक्ज़ागोनल LLC में CNTs के अंतर्वेशन को प्रतिवेदित किया और लाइट माइक्रोस्कोपी प्रतिचित्रण तथा अल्प-कोण

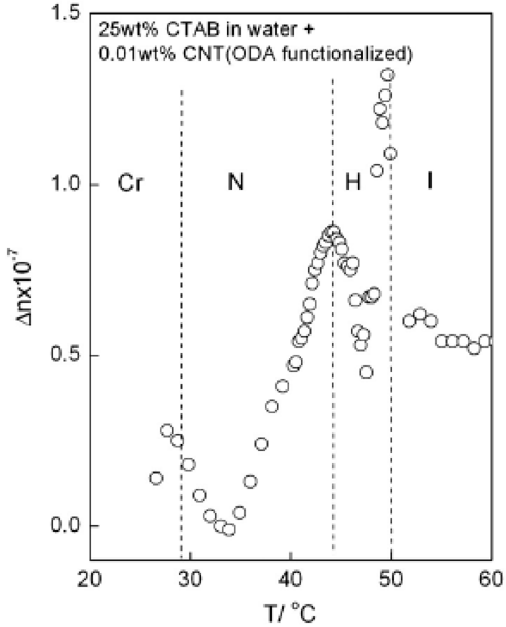
एक्स-किरण प्रकीर्णन तकनीकों का उपयोग करते हुए LLC में CNTs के संरेखण का अध्ययन किया। लेगरवाल और अन्य ने दोनों छड़ आकारीय एवं डिस्क आकारीय मिसेल्स के द्वारा प्रारूपित लियोट्रोपिक निमेटिक लिक्वि क्रिस्टल में CNTs को संरेखित किया है। उनका ध्रुवीकृत रामन स्पेक्ट्रोस्कोपी मापन बताता है कि नैनोट्यूब LC निर्वाहक के सापेक्ष संरेखित होता है। नोटिव-रोथ और अन्य ने CTAB/जल लियोट्रोपिक लिक्विड क्रिस्टल तंत्र में SWCNTs को विसरित किया। उन्होंने विसरण पर SAXS एवं cryo-TEM अध्ययन किया। मौसा और अन्य ने SWCNTs के उच्च अभिमुखी क्रम को प्रतिवेदित किया जबकि निमेटिक क्रोमोनिक लिक्विड क्रिस्टल में विसरण हो।

दिलचस्प बात है कि, निमेटिक क्रोमोनिक LLC में SWCNTs विसरण की स्थिति को छोड़कर, SWCNTs-LLC विसरणों पर प्रतिवेदित अध्ययन केवल कमरे के तापमान पर ही किये गए। LLC मेट्रिक्स में CNT संरेखण की तापमान निर्भरता अथवा गतिकी को अभी तक विस्तृत रूप से अन्वेषित नहीं किया गया है। यह माना गया है कि विभिन्न LLC अवस्थाओं में तापमान तथा समान LLC तंत्रों का अवस्था संक्रमण (रूपांतरण) क्षेत्रों की कार्यप्रणाली की तरह LLC में CNT संरेखण का अन्वेषण आकर्षित परिणाम देंगे। (संयोग से, ऐसा प्रतिवेदित किया गया है कि बहुपरतीय CNTs विसरित थर्मोट्रोपिक LCs की स्थिति में, संयौगिक का प्रकाशीय रूपांतरण NI रूपांतरण तापमान पर क्रमवार परिवर्तन प्रदर्शित करता है, जिसे संयौगिकों में नैनोट्यूबों की कुछ संरचनात्मक व्यवस्था के कारण माना गया है)। आगे, यह ज्ञात है कि आर्द्रक/जल/CNTs तंत्रों की स्थिति में, उच्च आर्द्रक सांद्रण पर, आर्द्रक मिसेल्स नैनोट्यूबों के समूहन को प्रवृत्त करते हैं जो कि अवक्षय आकर्षण (डिप्लीशन एट्रेक्शन) नाम से ज्ञात दिलचस्प अभिक्रिया के कारण होता है। यह आर्द्रक मिसेल्स द्वारा प्रारूपित ओस्मोटिक दाब से उत्पन्न होती है। ऐसा माना गया कि ये दिलचस्प अभिक्रियाएँ LLC में नैनोट्यूबों की क्रम-व्यवस्था के प्रति उत्तरदायी हो सकती हैं। उक्त से प्रेरित होकर, विजयराघवन ने LLC-SWCNTs (0.01 wt%) संयौगिक पर तापमान के कृत्य की तरह SAXS, ऑप्टिकल बायरफ्रिंजेंस और वैद्युतीय चालकता मापन पर कार्य किया। उनके LLC तंत्र में जल में 25 wt% सिटाइलट्राइमेथाइलअमोनियम ब्रोमाइड (CTAB) निहित रहता है। यह LLC तंत्र तापन पर क्रिस्टेलाइन आर्द्रक + जल (Cr), निमेटिक (N), हेक्ज़ागोनल (H), और आइसोट्रोपिक (I) अवस्था प्रदर्शित करता है। उनका SAXS अध्ययन LLC मैट्रिक्स की अवस्थाओं पर आधारित SWCNTs की क्रम-व्यवस्था अथवा विभिन्न स्व-समूहन संरचनाओं को औजागर करता है। LLC की आर्द्रक स्फटिक + जल अवस्था में, द्रव्य CNTs 1-D क्रम-व्यवस्था प्रदर्शित करते हैं। LLC की निमेटिक एवं हेक्ज़ागोनल अवस्था में, CNTs 2-D हेक्ज़ागोनल क्रम-व्यवस्था प्रदर्शित करते हैं। आइसोट्रोपिक अवस्था में, CNTs के कई प्रक्षेत्र होते हैं और प्रत्येक प्रक्षेत्र के अंतर्गत, नैनोट्यूब 1-D क्रम-व्यवस्था को प्रदर्शित करते हैं। CWSNTs की d-अंतराल की तापमान निर्भरता ने LLC के अवस्था रूपांतरण तापमानों के आसपास शीर्षस्थ बिन्दु को दर्शाया। दिलचस्प था कि, संयौगिक के प्रकाशिक बायरफ्रिंजेंस एवं वैद्युतीय चालकता की तापमान निर्भरता ने भी अवस्था रूपांतरण तापमानों पर शीर्ष बिन्दु दर्शाया। यह संकेत करता है कि SWCNTs के d-अंतराल के मध्य सहसंबंधन एवं प्रेक्षित विसंगतियाँ अवस्था रूपांतरण तापमानों पर संयौगिक की बायरफ्रिंजेंस एवं चालकता में बढ़ जाती हैं।



चित्र 1. तापमान के कृत्य की तरह होस्ट LLC की विभिन्न अवस्थाओं में SWCNT-LLC संयौगिकों के SAXS पैटर्न। a) क्रिस्टेलाइन + जल (Cr) में, b) निमेटिक (N), c) हेक्ज़ागोनल (H), एवं d) आइसोट्रोपिक (I) अवस्थाएँ । तीर के निशान शीषस्थ स्थितियों को इंगित करते हैं। [चित्र का श्रेय: डी विजयराघवन, (2014): लियोट्रोपिक तरल स्फटिक तंत्र में एक-परतीय कार्बन नैनोट्येबों की स्व-समूहन व्यवस्था, जे. मॉल. लिक्. 199, 128-132]





चित्र 1. तापमान के कृत्य की तरह होस्ट LLC की विभिन्न अवस्थाओं में SWCNT-LLC संयौगिक के SAXS पैटर्न। a) क्रिस्टेलाइन + जल (Cr) में, b) निमेटिक (N), c) हेक्ज़ागोनल (H), एवं d) आइसोट्रोपिक (I) अवस्थाएँ । तीर के निशान शीषस्थ स्थितियों को इंगित करते हैं। [चित्र का श्रेय: डी विजयराघवन, (2014): लियोट्रोपिक तरल स्फ टिक तंत्र में एक-परतीय कार्बन नैनोट्येबों की स्व-समूहन व्यवस्था, जे. मॉल. लिक्. 199, 128-132]

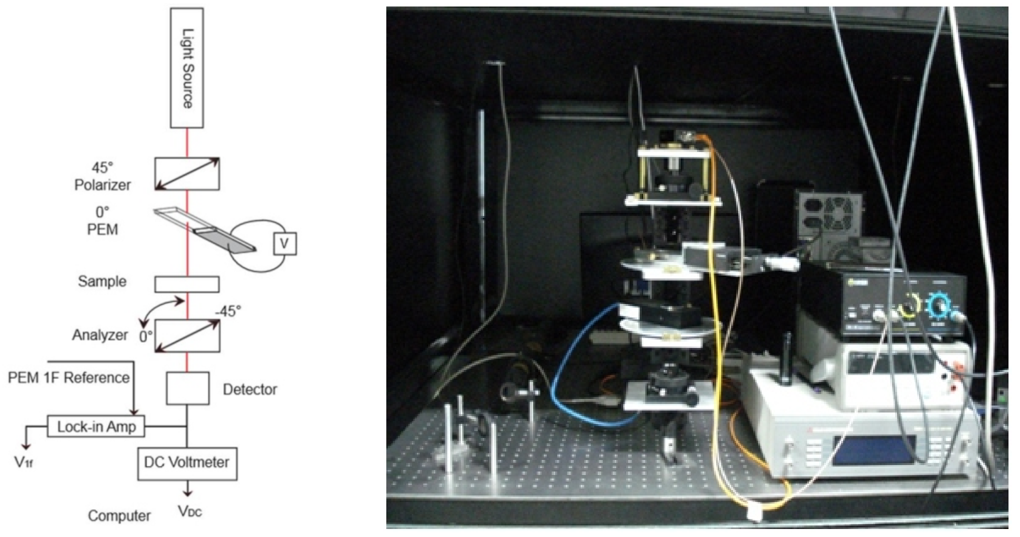
चित्र 3 ऑक्टाडेसिलेमोनियम (ODA) क्रियाशील SWCNTs विसरित LLC के प्रकाशिक बायरफ्रिंजेंस (△n) की तापमान निर्भरता । अवस्था रूपांतरण तापमानों के आसपास तीन भिन्न-भिन्न शीर्षस्थ बिन्दु (क्रिस्टल से निमेटिक, निमेटिक से हेक्ज़ागोनल एवं हेक्ज़ागोनल से आइसोट्रोपिक अवस्था रूपांतरण के संगत) देखे गए। [चित्र का श्रेय: डी विजयराघवन, (2014): लियोट्रोपिक तरल स्फटिक तंत्र में एक-परतीय कार्बन नैनोट्येबों की स्व-समूहन व्यवस्था, जे. मॉल. लिक्. 199, 128-132]

हर्षा मोहन परूर की प्रमुख वर्तमान पेशेवर अनुसंधान अभिरूचियाँ निम्न में हैं: प्रायोगिक मृदु पदार्थ भौतिकी - अंतरफलकों पर गतिकी, अवस्था पृथक्करण, आर्द्रक प्रणाली, माइक्रोइमल्शन, कोलाइडों की रियोलॉजी, बायोमिमेक्टिक्स एवं तरल स्फटिक।

वर्ष 2014-2015 की अवधि के दौरान, रंजिनी बंद्योपाध्याय एवं अरूण रॉय (आरआरआई) के साथ मिलकर कार्य करते हुए, उन्होंने जलीय मिट्टी प्रलंबन में प्रेक्षित अंतरफलक प्रवृत्त अनिसोट्रोपी पर बायरफ्रिंजेंस अध्ययन किया। इस कार्य में, उन्होंने अवरूद्ध जलीय मिट्टी प्रलंबन के वायु-जल अंतरफलक पर घटित होने वाले बायरफ्रिंजेंस व्यवहार का अध्ययन किया। लेपोनाइट, एक संश्लेषित मिट्टी, 25-30 nm व्यास और 1 nm मोटी डिस्क-आकारीय नैनोकणों से बना है। लेपोनाइट का जलीय प्रलंबन मृदु ठोस प्रारूपित करता है जो ऊष्मागतिकीय साम्य में नहीं होता। कई दिनों के प्रयास के पश्चात, उन्होंने वायु अंतरफलक के समीप में प्रकाशिकीय बायरफ्रिंजेंस को विकसित किया जो आकार में बढ़ता जाता है। बायरफ्रिंजेंस दूर तक फैलता जाता है जो कि कणिक लम्बाई के पैमाने की तुलना में कई गुना होता है। कई समूहों ने जलीय मिट्टी प्रलंबन में अनुस्थितीय क्रम को प्रेक्षित किया है परंतु उन्होंने मुख्यतया सामूहिक व्यवहार को अन्वेषित किया। एक महत्वपूर्ण प्रश्न जो अभी तक हल नही किया गया, वह है: क्या केवल वायु अंतरफलक ही है जो अंतरफलक पर मिट्टी कणों की अनुस्थिति की पहल करता है ? क्या अन्य अनुसंधान समूहों के विपरीत, प्रतिदर्श के बायरफ्रिंजेंस को सीधे ही मापा जा सकता है ? हर्षा एवं उनके सहयोगियों ने अपने कार्य द्वारा इन प्रश्नों का उत्तर पाने के लिए प्रयास किया है।

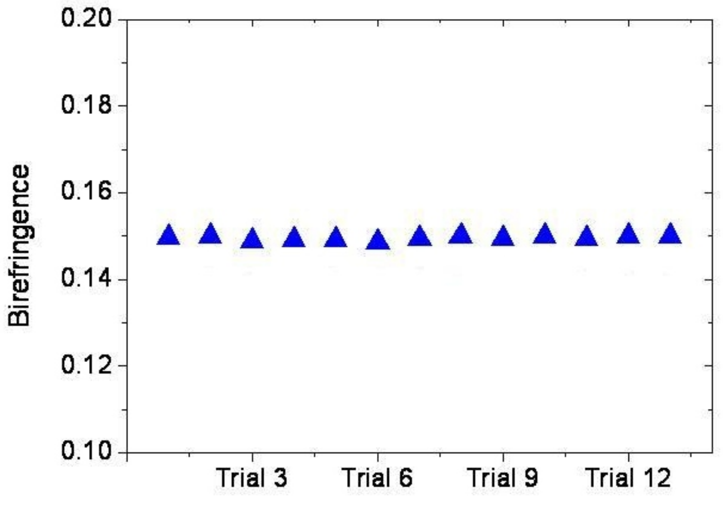
हर्षा का दूसरा प्रमुख कार्य है अरूण रॉय (आरआरआई) के साथ, एकिरल बेंट-कोर तरल स्फटिक अणुओं द्वारा प्रारूपित डार्क-कोंग्लोमिरेट (DC) अवस्थाओं के अवस्था रूपांतरण गुणधर्मों का अध्ययन। उन्होंने एकिरल बेंट-कोर तरल स्फटिक अणुओं द्वारा प्रारूपित डार्क-कोंग्लोमिरेट (DC) अवस्थाओं के अवस्था रूपांतरण गुणधर्मों का अध्ययन प्रायोगिक तौर पर किया। DC-अवस्था जो आइसोट्रोप अवस्था के ठीक नीचे दिखाई देती है, प्रकाशिक तौर पर आइसोट्रोपिक है और क्षणिक मेक्रोस्कोपिक किरेलिटी को प्रदर्शित करती है। प्रयोग आइसोट्रोपिक अवस्था से DC अवस्था और इसके विपरीत भी अवस्था रूपांतरण के दौरान अनूठे व अद्वितीय गुणधर्मों को औजागर करते हैं। यह अवस्था जिसमें कि विशेषिक प्रकृति होती है, पारस्परिक ध्रुवीकारकों के अंतर्गत आइसोट्रोपिक लगते हैं और बांई- एवं दांई-भुजा वाले किरल प्रक्षेत्र को औजागर करते हैं (सापेक्षतया काले व सफेद लगते हैं) जबकि ध्रुवीकारक गैर-पारस्परिक हों। (चित्र 6)

प्रथम परियोजना के लिए, हर्षा ने संस्थान में ही तैयार सेटअप का उपयोग प्रतिदर्श की मध्यम बायरफ्रिंजेंट गुणधर्म को मापने के लिए किया। यह मध्यम बायरफ्रिंजेंस को मापने के लिए लॉक-इन संसूचन पर आधारित था और इसीलिए क्ले प्रलंबन के संगत था। इसे फोटो प्रस्यास्थ मॉडुलेटर (PEM) के उपयोग द्वारा प्राप्त किया गया, जिसकी गतिरोधी अक्ष इस व्यवस्था की समन्वय प्रणाली के लिए 0° को निर्धारित करती है। (चित्र 1)



चित्र 1:जलीय लेपोनाइट प्रलंबन में अभिविन्यासित व्यवस्था के ऊंचाई आश्रित विस्तारण के अध्ययन के लिए संस्थान में ही बनाया गया वास्तविक सेटअप (दाहिनी ओर) एवं स्कीमेटिक डायग्राम (बांई ओर)।

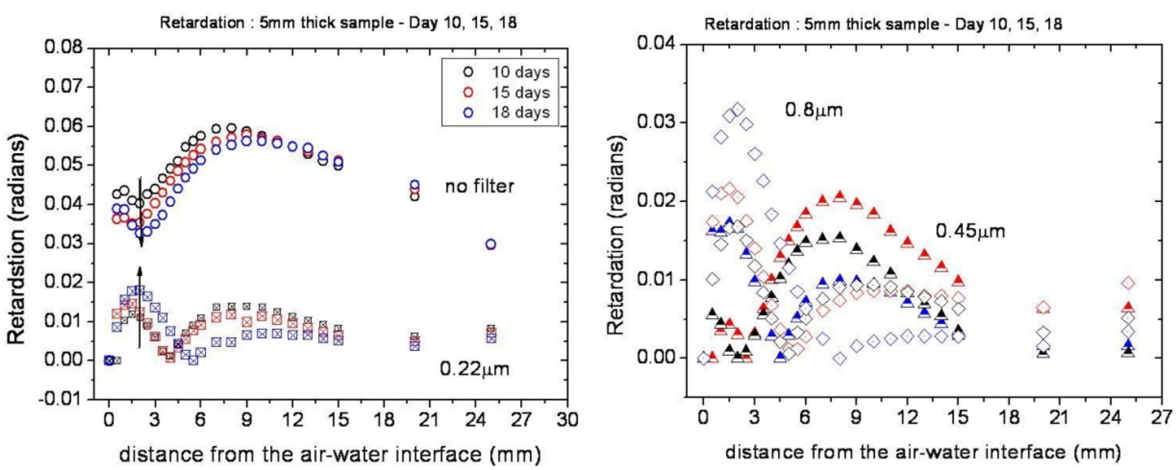
इस संस्था में निर्मित प्रायोगिक सेटअप को ज्ञात तरल स्फटिकीय प्रतिदर्श, 5CB का उपयोग करते हुए अंशांकित किया गया है। 5CB का बायरफ्रिंजेंस 0.15 है। विभिन्न परीक्षणों के लिए इस सेटअप का उपयोग करते प्रेक्षित प्रतिदर्श के बायरफ्रिंजेंस आंकडे को चित्र 2 में दर्शाया गया है। आंकड़े हमारे सेटअप का उपयोग करते हुए मापों की उच्च पुन:उत्पादनता को दर्शाते हैं।



चित्र 2: संस्थान में ही बने सेटअप का उपयोग करते हुए विभिन्न परीक्षणों पर मापे गए 5CB का बायरफ्रिंजेंस नीले रंग के त्रिकोणों के रूप मे दर्शाया गया है।

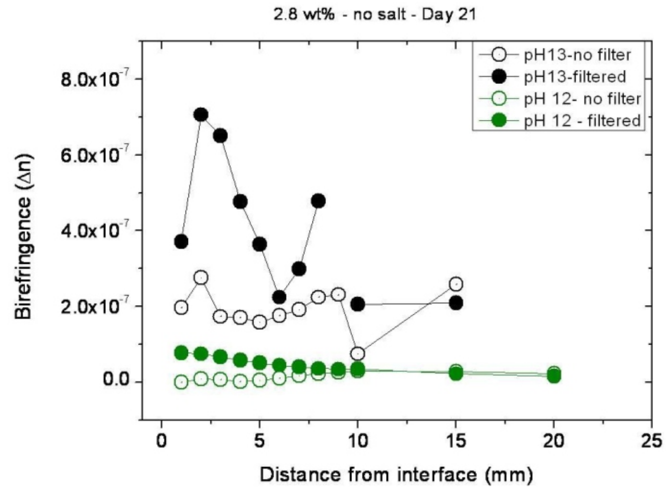
जलीय लेपोनाइट प्रलंबन आदर्श क्ले प्रलंबन है जिन्हें प्रयोगों के लिए उपयोग किया जा रहा है। प्रतिदर्श में भिन्न-भिन्न pH, भिन्न-भिन्न क्लस्टर आकार एवं वायु के विलय द्वारा अभिविन्यासित क्रम पर प्रभाव का अन्वेषण किया गया है। प्रतिदर्श के वायु-जल अंतरफ्लक से दूरी के विरूद्ध अवरोधी गुणधर्मों के अंतिम आंकड़ों में से कुछ को नीचे दर्शाया गया है।

प्रतिदर्श के अवरोधी गुणधर्मों का अध्ययन क्ले (चित्र 2), pH (चित्र 3) एवं वायु का विलय (चित्र 4) के बदलते क्लस्टर आकार के साथ किया गया है। चित्र 3 में, उन्होंने भिन्न-भिन्न क्लस्टर आकार के चार प्रतिदर्शों के साथ अध्ययन किया है। 10 दिन, 15 दिन व 18 दिनों की भिन्न-भिन्न अवधि के संगत सभी प्रतिदर्शों के अवरोधन को मापा गया। चार भिन्न-भिन्न प्रतिदर्शों के लिए वायु-जल अंतरफ्लक से अवरोधन ने समान परिवर्तन दिखाया। लेकिन, अंतरफ्लक से दूरी के साथ-साथ अवधि के संगत आंकड़ों का नॉन-मोनोटोनिक व्यवहार प्रेक्षित किया गया।

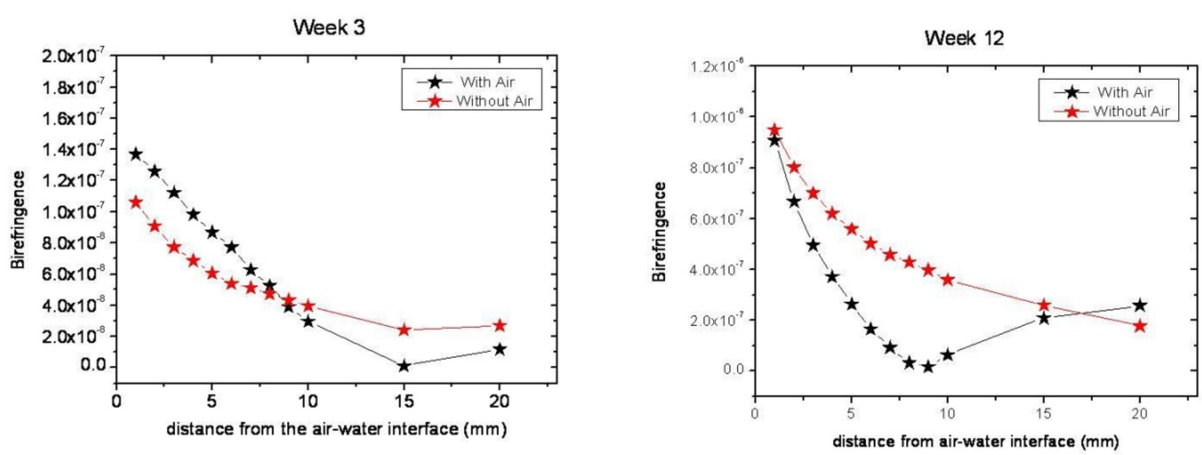


चित्र 3: जलीय लेपोनाइट प्रलंबन का क्लस्टर आधारित प्रतिदर्श अवरोधन। आंकड़ों को प्रतिदर्श लम्बाई के सापेक्ष वायु-जल अंतरफ्लक से लिया गया है। 10 दिन (काला), 15 दिन (लाल) और 18 दिन (नीला) की अवधि के अवरोधन को भी रिकॉर्ड किया गया।

चित्र 4: दो भिन्न pH मान 12 एवं 13 के लेपोनाइट प्रतिदर्श के लिए बायरफ्रिंजेंस आंकड़ों को दर्शाता है। बढ़ते pH मान पर बायरफ्रिंजेंस के मान में बढ़त प्रेक्षित की गई। हालांकि चित्र 4 में दर्शाया गया आंकड़ा उच्चतर pH प्रतिदर्श के लिए बिखरा हुआ लगता है



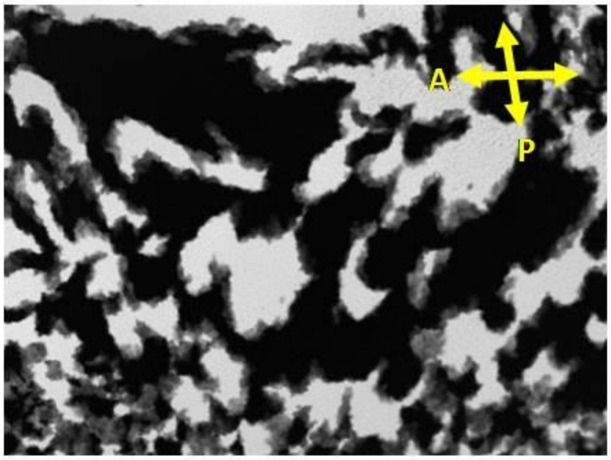
चित्र 4: जलीय लेपोनाइट प्रलंबन का pH आश्रित प्रतिदर्श अवरोधन। pH मान 12 (हरा) एवं pH मान (काला) के फिल्टर किये हुए (काले गोले) के साथ-साथ गैर-फिल्टरित (खाली गोले) प्रतिदर्शों का उपयोग किया गया है ।

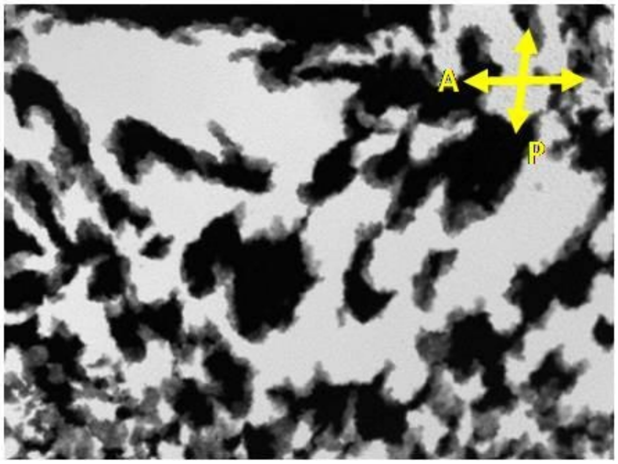


चित्र 5: जलीय लेपोनाइट प्रलंबन के प्रतिदर्श अवरोधन के प्रति प्रतिदर्श में घुली हुई वायु का प्रभाव। वायु सहित (काला सितारा) एवं वायु रहित (लाल सितारा) के प्रतिदर्श के लिए बायरफ्रिंजेंस को दिखाया गया है।

चित्र 5 में घुली वायु के प्रतिदर्श के प्रभाव को दिखाया गया है। इसमें निर्वात चेम्बर का उपयोग करते हुए वायु सहित व वायु रहित घुली वायु के प्रतिदर्शों को तैयार किया गया है। प्रारंभ में (तीसरा सप्ताह) वायु-सहित प्रतिदर्श वायु रहित प्रतिदर्श (बांया) की तुलना में अंतरफलक पर अधिक बायरफ्रिंजेंट थे। बाद में (बारहवें सप्ताह), वायु रहित प्रतिदर्श अधिक बायरफ्रिंजेंट बन गए जैसा कि चित्र 5 में दिखाया गया है।

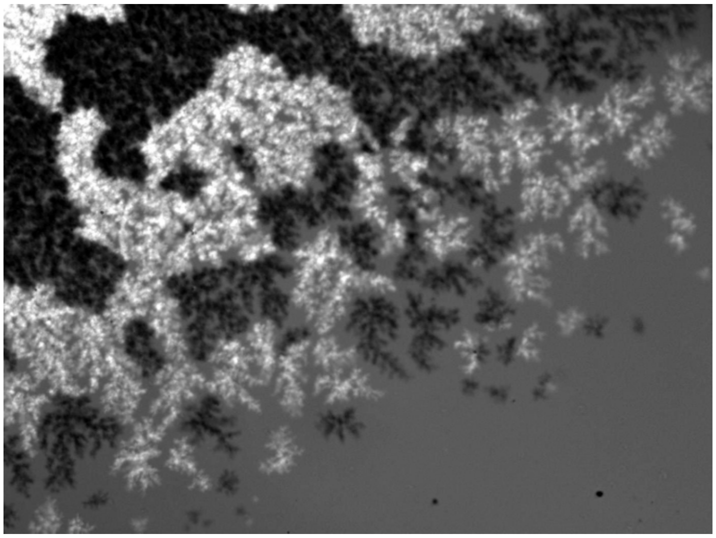
यद्यपि जैसा उपर दिखाया गया है, वे क्ले प्रलंबन के बायरफ्रिंजेंस के मापन में सक्षम रहे हैं, क्ले प्रलंबन से आंकड़ों के नॉन-मोनोटोनिक व्यवहार को अभी भी समझना बाकी है।





चित्र 6 शीतलन पर गैर-पारस्परिक ध्रुवीकारकों से प्रेक्षित बांए- व दांए भुजा वाले किरल डोमेनों की प्रकृति ।

अपनी दूसरी परियोजना में, हर्षा के प्रयोग आइसोट्रोपिक अवस्था से DC अवस्था और इसके विपरीत भी अवस्था रूपांतरण के दौरान अद्वितीय गुणधर्मों को प्रतिवेदित करते हैं (चित्र 7)। आइसोट्रोपिक से DC अवस्था में रूपांतरण नाभिकीकरण एवं काले व सफेद्द प्रक्षेत्रों के साथ घटित होता है (चित्र 7)। DC अवस्था बीज के समान नाभिक बनाती है और फ्रेक्टलों के समान विकसित होती है, जैसा अन्य तरल स्फटिकों में नहीं होता है। हर्षा एवं रॉय अब अवस्था रूपांतरण के दौरान फ्रेक्टल विकास की गतिकी का अन्वेषण कर रहे हैं। प्रतिचित्र एवं वीडियो को CCD संलग्न निकॉन पोलराइजिंग माइक्रोस्कोप के द्वारा लिया गया है। DC अवस्था के काले व सफेद प्रक्षेत्र का विश्लेषण प्रेक्षत्रों के एक समान योगदान को दर्शाता है। इस विलक्षण गुणधर्म का अग्रिम अन्वेषण जारी है और कई संभावनाओं भरा है।



चित्र 7: तापमान स्तर 133°C से 108°C में बेंट-कोर अणुओं में तापमान-आधारित अवस्था रूपांतरण के प्रतिचित्र। आइसोट्रोपिक अवस्थाओं का शीतलन DC अवस्था में परिणत होता है जिसमें फ्रेक्टलों के अंतरफलक होते हैं। (बांया चित्र)

प्रमोद तडापत्री की अनुसंधान अभिरूचियाँ प्रमुखतया तरल स्फटिकों के वैद्युतीय क्षेत्र प्रभाव तथा पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों के प्रकाशिक व परावैद्युत अध्ययन के अधीन हैं।

प्रतिवेदित वर्ष के दौरान, आर प्रतिभा (आरआरआई) के सहयोग में उन्होंने बेंट कोर तरल स्फटिक में क्षेत्र प्रवृत्त अवस्था रूपांतरण का अन्वेषण किया। तरल स्फटिक अनुसंधान के पिछले दो दशक प्रमुखतया केला अथवा बेंट-कोर अणुओं के असामान्य अवस्था व्यवहार से संबंधित रहे। यह अनोखा क्षेत्र इन अणुओं की सघन पैकिंग व्यवस्था से उत्पन्न होता है जो अणुओं को तरल स्फटिकीय अवस्थाओं के अनोखे प्रकार को निर्मित करने में सक्षम बनाते हुए घूर्णीय स्वतंत्रता को सीमित करता है। वोर्लेन्डर ऐसे प्रथम व्यक्ति थे जिन्होंने बेंट-कोर अणुओं का संश्लेषण किया। चूंकि कोई मानक छड़ नहीं थी, उन्हें वर्णित नहीं किया गया। तथापि, एक महत्वपूर्ण खोज 1996 में सामने आई जब नियोरी और अन्य ने एकिरल बेंट-कोर अणुओं से बने यौगिक में फेर्रोइलेक्ट्रिक स्विचन व्यवहार को प्रतिवेदित किया। बेंट कोर अणु दृढ़पूर्वक ध्रुवीय एवं आकार में द्विअक्षीय होते हैं और इसी कारण बेलनाकार सममिति से दृढ़ता से विचलित होते हैं। बेंट-कोर अणुओं द्वारा प्रारूपित तरल स्फटिकीय अवस्थाएँ निमेटिक, लेमलर एवं कॉलुम्नार अवस्थाएँ होती हैं। ये अवस्थाएँ उन अवस्थाओं से भिन्न होती हैं जो छड़-जैसे अथवा डिस्क-जैसे अणुओं को प्रदर्शित करती हैं। उत्कृष्ट निमेटिक एवं स्मेक्टिक अवस्थाओं के साथ-साथ, इन बेंट-कोर तरल स्फटिकों को कई नए मोसो अवस्थाओं जैसे B1, B2....B8 के नाम से जानी जाने वाली जहाँ B का अर्थ बेंट-कोर अथवा बनाना (banana) अणु है को प्रदर्शित करता हुआ जाना जाता है। कुछ दिलचस्प अवस्थाएँ हैं पोलर स्मेक्टिक अवस्था (SmCP), ऑर्थोगोनल स्मेक्टिक अवस्था (SmAP), व्युत्क्रम कॉलुम्नार अवस्था (B1rev एवं B1revtilt) तथा डार्क कांग्लोमिरेट (DC) अवस्थाएँ। ये अवस्थाएँ अपने आण्विक संरचनाओं से लेकर कई अन्य गुणधर्मों के लिए अनोखी हैं।

BC अणुओं में उत्पन्न हुई क्षेत्र प्रवृत्त अवस्थाओं ने इस क्षेत्र में हाल ही में अनुसंधानकर्ताओं का ध्यान आकर्षित किया है। शोध-पत्रों में अनुप्रयुक्त वैद्युत क्षेत्र के अंतर्गत लेम्लर से कॉलुम्नार अवस्थाओं में रूपांतरण दिखाते कई उदाहरण हैं। परंतु, कॉलुम्नार से लेमलर अवस्था में रूपांतरण के विरलय ही कोई उदाहरण हैं। ये रूपांतरण अवस्थाओं की आधारभूत संरचना का ज्ञान प्रदान करते हैं। ऐसी दिलचस्प रूपांतरण की खोज में, तडापत्री एवं प्रतिभा ने 5-मेथॉक्सीआइसोप्थेलिक एसिड (SRC14) जो स्विचनीय लेमलर B2 (SmCP) अवस्था से स्विचनीय कॉलुम्नार B1rev अवस्था में क्षेत्र-मुक्त रूपांतरण को दर्शाता है, से व्युत्पन्न एकिरल सात-रिंग बेंट कोर यौगिक के अध्ययन को अपने हाथों में लिया। कॉलुम्नार अवस्था में, टूटी-परत में क्षणिक ध्रुवीकरण की दिशा कॉलम अक्ष (B1 अवस्था) के लम्बवत अथवा कॉलम के संगत (B1rev अवस्था) कुछ भी हो सकती है। कॉलम के साथ ध्रुवीकरण की B1rev अवस्था स्विचिन घटना को प्रदर्शित करती है। विशेषतया, इस अवस्था में ध्रुवीकरण मान पूर्व अध्ययनों की तुलना में बहुत कम ($< 100\ nC/cm^2$ रहता है। इन स्विचन विशेषताओं को एक प्रतिरोधक के साथ युग्मित त्रिकोणीय तरंग वैद्युत क्षेत्र के साथ प्रतिदर्श को जोड़ने पर निर्धारित किया जाता है। तत्पश्चात सर्किट में प्रतिरोधक द्वारा उत्पन्न संबंधित वर्तमान शीर्ष बिन्दु की ओस्सिलोस्कोप (Agilent 54621A) में निगरानी की जाती है। दो अवस्थाओं के चारों ओर परावैद्युत स्वीकार्य मानों पर dc bias के प्रभाव का अन्वेषण किया जा रहा है।

पिछले वर्ष के दौरान तडापत्री की दूसरी प्रमुख परियोजना एकल असहाय DNA का परावैद्युत अध्ययन था। पूर्व के ज्यादातर अध्ययन बताते हैं कि जलीय विलयन में पॉलिआयनों (यहाँ जैसे DNA) के चारों ओर आयन परिमण्डल दो भागों से निहित है, जैसे संघनित और विसरित अवस्थाएँ। काउंटेरियन्स विसरित होते हैं और आसपास के इलेक्ट्रोलाइट विलयन से बंधे होते हैं ताकि नकारात्मक रूप से आवेशित फॉस्फेट समूहों के मध्य दृढ़ कॉलम्ब अपकर्षण/विकर्षण को कम किया जा सके, परिणामस्वरूप संघनित अवस्था बनती है। इसके अतिरिक्त, ढ़ीले बंधे काउंटेरियनों की विसरित अवस्था संघनित अवस्था के आसपास ऐसे बनती है ताकि अवशिष्ट फॉस्फेट समूहों के आवेशों को रोका जा सके। पॉलिइलेक्ट्रोलाइट विलयन का डाइइलेक्ट्रिक विसरण ध्रुवीकृत आयन परिमण्डल के शिथिलीकरण में आरंभ होता है। डाइइलेक्ट्रिक स्पेक्ट्रोस्कोपी के माध्यमों से पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों के काउंटेरियन सिद्धांतों के परीक्षण में कठिनाई को अत्यधिक पतले विलयन के लिए छोटी डाइइलेक्ट्रिक वृद्धि के संसूचन में संवेदनशीलता की कमी को बताया कया है जिसमें पॉलिआयनों के बीच में अभिक्रिया नगण्य रूप से छोटी रहती है। आगे, इन घटना से संबंधित सिद्धांत संघनित काउंटेरियनों के ध्रुवीकरण अथवा पतली द्वि-परत सन्निकटन के साथ ढ़ीले बंधे काउंटेरियनों के ध्रुवीकरण से सरोकार रखते हैं और विसरित अवस्था के स्थानिक स्तर के प्रभाव की प्रायोगिक रूप से कोई नियमबद्ध जांच नहीं की गई। इसी कारण, क्रमिक रूप से विलेय एवं नमक सांद्रता में परिवर्तन करआयन परिमण्डल की मोटाई को नियंत्रित करते हुए, पॉलिआयनों के डाइइलेक्ट्रिक गुणधर्मों पर काउंटेरियनों के स्थानिक वितरण के प्रभाव का परीक्षण करना दिलचस्प होगा। 60 एवं 100 आधार की लम्बाई वाले संश्लेषित एकल-असहाय DNA (ss-DNA) को खरीदा गया। अन्य अधिकतर प्रतिवेदनों में लगभग 0.1 g/1 तक की सांद्रता तक डाइइलेक्ट्रिक प्रयोगों को किया गया। अधिक पतले विलयन (<0.1 g/l) पर डाइइलेक्ट्रिक व्यवहार का पता लगाने के लिए, तडापत्री और उनके सहयोगी आर प्रतिभा (आरआरआई) एवं एम मुतुकुमार (मेसेचुसेट्स यूनिवर्सिटी) ने प्रारंभिक सांद्रता की पुष्टि नैनोड्रॉप प्रयोग करते हुए कर दी है। साथ ही, उन्होंने लगभग ~260 nm पर मानक UV अवशोष्यता के शीर्ष बिन्दु को प्रेक्षित किया है। ZG4 अंतरफलक से जुड़े नोवोकंट्रोल अल्फा-A एनालाइज़र का उपयोग करते हुए डाइइलेक्ट्रिक स्पेक्ट्रा को रिकॉर्ड किया गया। इसका लाभ यह है कि नोवोकंट्रोल एनालाइज़र μHz आवृत्ति तक सटीकता से जा सकता है। समानांतर प्लेटिनम इलेक्ट्रोडों वाला तरल डाइइलेक्ट्रिक सेल का उपयोग किया गया। तीसरे संदर्भित इलेक्ट्रोड (Ag/AgCl electrode) को इलेक्ट्रोडों के ध्रुवीकरण प्रभाव की पूति के लिए लगाया गया। मजे की बात यह है कि, 3 सांद्रताओं पर प्रयोग बहुत निम्न आवृत्तियों (<1Hz)पर अनदेखे शिथिलीकरण मोडों को औजागर करता है। विभिन्न नमक सांद्रताओं पर शिथिलीकरण आवृत्तियों के विचलन को भविष्य में अन्वेषित किया जाएगा।

सैद्धांतिक भौतिकी

सिंहावलोकन

सैद्धांतिक भौतिकी (TP) समूह द्वारा किये जा रहे प्रमुख अनुसंधान क्षेत्रों में शामिल हैं: सांख्यिकीय भौतिकी, मृदु पदार्थ भौतिकी (जैविकी में भौतिकी सहित), गुरूत्वाकर्षणीय तरंगें, प्रमात्रा गुरूत्व एवं सामान्य संबंधता तथा प्रमात्रा यांत्रिकी की आधारशिला। संस्थान के भीतर व बाहर प्रमात्रा भौतिकी एवं जैवभौतिकी में आधारभूत प्रश्नों के क्षेत्र में कार्य कर रहे प्रयोगकर्ताओं के साथ सहयोग एवं LAMP तथा SCM समूहों के मध्य अंतरसंबंध है।

सांख्यिकीय भौतिकी

मेसोस्कोपिक (एकल परमाणु के आकार का कुछ माइक्रोन हिस्सा) पैमाने के तंत्र में ऊष्मा एवं इलेक्ट्रॉन परिवहन प्रक्रिया को सैद्धांतिकीय एवं प्रायोगिक दृष्टि से समझना आधारभूत रूप से नैनो-उपकरणों के निष्पादन में सुधार एवं उनके अनुप्रयोगों के लिए आवश्यक है। इस परिप्रेक्ष्य से, TP समूह द्वारा लेंगविन समीकरण एवं प्रकीर्णन दृष्टिकोणों का उपयोग करते हुए ऊष्मा एवं विद्युत परिवहन पर अनुसंधान किये गए। ऐसे तंत्रों के परिवहन गुणधर्मों पर विकार (अव्यवस्था), अरैखिकता एवं अपव्यय की भूमिका का भी अन्वेषण किया जा रहा है। एमॉर्फस एवं स्फटिकीय ठोसों (प्रत्यास्थ माध्यम) से लेकर वृहत विरूपण, नाभिकीय गतिकी एवं ठोस-ठोस परिवर्तनों की गतिकी की यांत्रिकीय प्रतिक्रिया को समझने के लिए प्रथम सिद्धांत से शुरू करते हुए वैश्लेषिक कार्य भी आरआरआई में इस समय किया जा रहा है। बहुलकों का साम्य एवं गतिकीय गुणधर्म मृदु संघनित पदार्थ अनुसंधान का एक अन्य क्षेत्र है जिसमें TP समूह वर्तमान में व्यस्त है। इस क्षेत्र में, कई प्रायोगिक समूह हैं जो DNA अणुओं को उनके प्रत्यास्थ गुणधर्मों के अध्ययन के लिए मोड़ व मरोड़ सकते हैं। कोशिका के नाभिक में DNA की पैकेजिंग अध्ययन के प्रेरणा स्त्रोतों में से एक है। TP समूह के कार्य कई तरह के कठोरता वाले बहुलकों में से अर्द्धलचीले बहुलकों के प्रत्यास्थ गुणधर्मों की गुत्थी पर काम करते हैं। ज्यामिति अवस्था की अवधारणा का उपयोग करते हुए, एक सरल सैद्धांतिकीय मॉडल आया जो DNA से लेकर एक्टिन तक बहुलकों में आण्विक प्रत्यास्थ गुणधर्मों के दायरे को अधिव्यापित करता है। इसी प्रकार, मुड़ें एवं मरोड़े हुए रिबनों की प्रत्यास्थ प्रतिक्रिया पर ऊष्मीय अस्थिरता (उतार-चढ़ाव) की भूमिका से DNA लूपिंग "जे फेक्टर" एवं मरोड़े हुए ग्रेफीन रिबनों की मुड़ी प्रत्यास्थता पर प्रकाश डालने (स्पष्ट करने) की उम्मीद की जाती है। उपरोक्त अध्ययनों को सैद्धांतिकीय भौतिकी से जैविकी की विधियों के अनुप्रयोग के रूप में देखा जा सकता है।

गैर-साम्य सांख्यिकीय यांत्रिकी TP समूह का एक अन्य दिलचस्पी वाला क्षेत्र है। दुर्लभ एवं अतिवादी घटनाओं अथवा प्रचालित प्रणालियों की व्यापक विचलनता, संभाव्यता एवं सांख्यिकी कुछ ऐसी समस्याएँ हैं जिनका वर्तमान में इस क्षेत्र के अंतर्गत अन्वेषण किया जा रहा है। पिछले एक वर्ष से अन्वेषित की जा रही कुछ ऐसी समस्याओं के उदाहरण हैं: एकल-फाइल गति में टैग किये कण का सार्वभौमिक वृहत विचलन, हेमिल्टोनियन गतिकी के अंतर्गत विकसित प्रतिच्छेदन बिन्दु कणों की एक विमीय प्रणालियों में टैग किये कणों का विसरण तथा स्थिर अवस्था में दिये गए समय अंतराल में ब्राउनियन कणों पर बाह्य सहसंबंधित यादृच्छिक बलों द्वारा किये गए कार्य की अस्थायित्वता (उतार-चढ़ाव)। प्रचालित अप्रत्यास्थ मैक्सवेल गैसों, जिनमें केवल अपने वेगों की विशेषता वाले कणों का संकलन निहित रहता है, और बाइनरी संघट्टन एवं बाह्य प्रचालन के जरिए विकसित होती हैं, का भी वर्ष 2014-2015 के दौरान TP समूह द्वारा अन्वेषण किया जा रहा है। प्रणाली कुछ विशेष परिस्थितियों जैसे प्रचालन का प्रकार, प्रचालित गैसीय कणों के मध्य संघट्टन के लिए पुनरागमन के गुणांक का मान, के अधीन एक स्थिर अवस्था तक पहुँचती दिखाई देती हैं।

स्टोकेस्टिक प्रक्रिया, जबकि नियत दर पर अपनी प्रारंभिक स्थिति पर पुन: लाने के अधीन रहती है, सामान्यतया गैर-साम्य स्थिर अवस्था तक पहुँचती है। TP समूह वैश्लेषिक तौर पर पुन:स्थापन स्थिति के अधीन विभिन्न स्टोकेस्टिक प्रक्रियाओं का अध्ययन कर रहे हैं। इस दौरान समझे जाने वाले अन्वेषण के विशेष प्रश्न हैं पुन:स्थापन स्टोकेस्टिक प्रणाली द्वारा समय पर कैसे स्थिर अवस्था तक पहुँचा गया और इष्टतम खोज

वर्तमान अनुसंधान अभिरूचियाँ

समय के संगत दोलन कैसे स्थापित किया गया जो सफल खोज में समर्थ बनाते हुए इष्टतम पैरामीटरों में उल्लेखनीय प्रथम-क्रम रूपांतरण दर्शाता है। पूर्व मामले में, अनुसंधानकर्ता इन प्रणालियों की शिथिलीकरण यांत्रिकी में घटित गतिकीय रूपांतरण को पाते हैं। इनके अलावा, ग्रेनुलर पदार्थ की जैमिंग और जीवाणुवीय प्रक्षालन में अपरूपण तरंगों का प्रक्षेपण पर भी प्ररूपी से लेकर गैर-साम्य सांख्यिकीय भौतिकी तकनीकों का उपयोग करते हुए अन्वेषण किया जा रहा है।

जैविक भौतिकी

मृदु संघनित पदार्थ एवं सैद्धांतिकीय भौतिकी समूह के सदस्य जैवभौतिकी के क्षेत्र में विभिन्न विषयों पर किये जा रहे कार्य में शामिल हैं परंतु प्रमुखतया विभिन्न पैमानों पर जीवित तंत्रों (कोशिकाओं, ऊतकों इत्यादि) की यांत्रिकी को समझने और कैसे ये होमियोस्टेटिक (समस्थापनिक) नियंत्रण के लिए समेकित प्रभाव के साथ अणुओं के संगठन व कोशिकाओं के व्यवस्थापन इत्यादि में सहायता करते हैं, पर अधिक ध्यान देते हैं। इन समस्याओं में निहित हैं: वेसिकल प्रारूपण का अध्ययन एवं उनका कोशिकाओं में परिवहन, माइटोकांड्रियल वितरण गतिकी, DNA का खींचना तथा मोड़ना, कोशिकाओं में स्त्रावी (नि:सारक) मार्ग से आण्विक परिवहन, सक्रिय संयौगिक कोशिका सतह, सक्रिय ऊतक यांत्रिकीय, गैर-साम्य भौतिकी मॉडलों का उपयोग करते हुए जीवजनन का ऑर्गेनेलिस, बहुलक, तरल पदार्थ, ठोसों, अर्द्धठोस इत्यादि। सूचना संसाधन एवं संगणना के परिप्रेक्ष्य से कोशिका यांत्रिकी एक अन्य दिलचस्प जैविकीय समस्या को सम्मिलित करते हैं जिसमें कोशिका यांत्रिकी के क्यों और कैसे के पीछे निहित कई अधिस्थापित विचारों को अधिव्यापित करने की क्षमता है। आरआरआई में जैवभौतिकी अनुसंधान में न केवल संस्थान के भीतर ही सक्रिय सहयोग शामिल है बल्कि नेशनल सेंटर फॉर बायोलॉजिकल साइंसेस, बेंगलूर, टीसीआईएस-टीआईएफ आर, हैदराबाद, आईआईटी मद्रास एवं कई विदेशी संस्थानों का सहयोग निहित है।

प्रमात्रा गुरूत्व

आरआरआई का TP समूह दो विशिष्ट परिप्रेक्ष्य लूप प्रमात्रा गुरूत्व (LQG) एवं कॉजल सेट थियोरी (CST) से प्रमात्रा गुरूत्व पर अनुसंधान करता है।

LQG एक विधि है जहाँ परिमाणीकरण के मानक हेमिल्टोनियन तरीकों को व्यतिक्रम (विचलन) सिद्धांतों को बिना प्रयोग किये क्लासिकल गुरूत्वाकर्षणीय क्षेत्र में प्रयुक्त किया जाता है। LQG में स्थानिक ज्यामिति की अनुवर्ती अनुपस्थिति की जांच कुछ नए विचारों व यंत्रों द्वारा TP समूह ने की, जबकि पृष्ठीय समय की अनुपस्थिति और क्लासिकल सीमा में स्पेस-टाइम सातत्य की समग्र पुन:प्राप्ति ऐसे दो मुद्दे हैं जिनका वर्तमान में अध्ययन किया जा रहा है। होमोजिनस के ट्रंकेटेड स्पेस एवं आइसोट्रोपिक (ब्रम्हाण्डिकीय) गुरूत्वाकर्षणीय क्षेत्रों की गुत्थी को सुलझाने के लिए LQG विचारों का अनुप्रयोग भी सिम्पलर कोवेरिएंट टॉय मॉडल के अध्ययन द्वारा सक्रिय रूप से किया जा रहा है। हाल ही में, कोस्लोव्स्की-शह्लमान (KS) प्रतिरूपों का TP समूह द्वारा गहनता से अध्ययन किया गया। KS प्रतिरूपण विशेष रूप से सपाट स्थानिक ज्यामिति द्वारा वर्गीकृत अवस्थाओं को समाहित करने के लिए LQG की डिस्क्रीट स्थानिक ज्यामिति के अंतर्निहित प्रतिरूपणों का सामान्यीकरण है। TP समूह द्वारा बताया गया कि KS प्रतिरूपण न केवल होलोनॉमी एवं फ्लक्स प्रचालकों की सहायता करता है बल्कि 'बैकग्राउंड एक्स्पोनेन्शियल ऑपरेटर' के नाम से कहे जाने वाले वैद्युत क्षेत्र "SU(2)" आश्रित संबंध के जो प्रमात्रा प्रतिस्थानी/प्रतिरूप हैं, की भी सहायता करता है। आरआरआई द्वारा इस क्षेत्र में हाल ही का योगदान उक्त प्रतिरूपों का उपयोग करते हुए अंत:स्पर्शी रूप से सपाट स्पेस-टाइम्स के लिए प्रमात्रा किनेमेटिक्स (शुद्ध गति विज्ञान) को स्पष्ट करना रहा है।

प्रमात्रा गुरूत्व के CST दृष्टिकोण में, दूसरी ओर, असतत उपसंरचना द्वारा सतत स्पेसटाइम को प्रतिस्थापित किया जाता है, जो कि स्थानिक रूप से सीमित है, आंशिक रूप से क्रमबद्ध सेट और कॉजल सेट है। जहाँ आंशिक क्रम कॉजल लॉरेंटज़ियन स्पेसटाइम की अंतर्निहित कॉजल संरचना को निरूपित करता है, स्थानिक सीमितता कोवेरिएंट असतत सीमा की परिकल्पना को कोडबद्ध करती है। CST दृष्टिकोण में सांतत्यता एक सीमा की तुलना में सन्निकटन/समीपता की तरह रहती है क्योंकि सीमा गणितीय उपयुक्तता के बजाए भौतिकीय इनपुट है जैसा कि अन्य असतत दृष्टिकोणों में होता है। आरआरआई में, कॉजल सेट सिद्धांत में दिशाओं के एक व्यापक स्तर पर अध्ययन किया गया। इनमें शामिल हैं कॉजल सेट किनेमेटिक्स का स्पष्ट परीक्षण जिसमें सतत मात्रओं जैसे टोपोलॉजी, परिमाप, वक्रता एवं ज्यामिति को विशुद्ध क्रम सैद्धांतिकीय मान्यताओं से पुनर्निर्मित किया गया है। सांख्यिक MCMC विधि के साथ-साथ प्रमात्रा मापन दृष्टिकोणें दोनों ही के उपयोग से प्रमात्रा गतिकी पर सक्रिय रूप से कार्य किया गया है। दोनों ही प्रकरणों में, प्रेक्षण योग्य प्रमात्रा का निर्माण कॉजल सेट किनेमेटिक्स पर पिछले कार्य पर आधारित रहता है। आरआरआई क्लस्टर का उपयोग करते हुए पूर्ण 2D कॉजल सेट प्रमात्रा गुरूत्व के लिए सांख्य अनुकरण में एक महत्वपूर्ण परिणाम है स्पेसटाइम सांतत्यता का अस्तित्व में आना। हाल ही में, इन विषयों पर आरआरआई के अनुसंधानों ने निम्न तापमान पर स्पेस-लाइक हाइपर-सतह के डिस्क्रीट एनालॉग के उपर CST के लिए हर्टल-हॉकिंग नो-बाउंडरी तरंग कार्यप्रणाली के स्थानिक होमोजिनेटी जैसी कुछ महत्वपूर्ण जानकारियों को प्राप्त किया, जो प्रेक्ष्य ब्रम्हाण्ड के आकार में प्रमात्रा गुरूत्व की संभाव्य भूमिका को दर्शाता है।

कॉजल सेट एवं प्रमात्रा ब्रम्हाण्डिकी मान्यताओं से प्रेरित एक अन्य अन्वेषण है प्रमात्रा आधारशिला के प्रमात्रा मापदण्ड दृष्टिकोण। यहाँ, स्टोकेस्टिक भौतिकी को इसके संबंधित ांधित विवेचनीय सामान्यीकरण के साथ समानांतर में प्रमात्रा सिद्धांत को रखा जाता है। इस कार्यप्रणाली को प्रमात्रा गुरूत्व में कोवेरिएंट प्रेक्ष्य को प्राप्त करने के लिए कैसे उपयोग किया जा सकता है को समझने के लिए आरआरआई में कार्य चल रहा है।

TP समूह द्वारा किये जा रहे बहु-पक्षीय अनुसंधान के उदाहरण स्वरूप, हमारी अनुसंधान की एक समस्या है जो प्रमात्रा गुरूत्वाकर्षण प्रभावों के मध्य एनालॉगी को विस्तृत रूप से स्पष्ट करती है परंतु इसके लिए अधिक लागत और ऊर्जा की आवश्यकता होती है और इसीलिए साधारण प्रयोगशाला में माइक्रोन आकार के तरल पदार्थीय झिल्लियों के सतही तनाव की अस्थिरता के साथ इसका परीक्षण करना व्यावहारिक नहीं है। इस समस्या के मूल तथ्य हैं ब्रम्हाण्डिकीय नियतांकों का छोटा होना, अथवा डार्क एनर्जी जो विस्तृत ब्रम्हाण्ड को प्रचालित करती है। यह मत दिया गया है कि प्रमात्रा गुरूत्वाकर्षण अस्थिरता इस छोटेपन का कारण हो सकती है और इसीलिए अधिक समीपता से प्रमात्रा गुरूत्व प्रभावों को प्रायोगिक रूप से परीक्षित करने की आवश्यकता है। यह सतही तनाव के उक्त दर्शाए गए एनालॉगस अध्ययन को इस क्षेत्र में मूलभूत महत्व का विषय बनाता है।

प्रमात्रा मापन एवं प्रमात्रा उलझन

वर्ष 2014-2015 के दौरान, आरआरआई का TP समूह समय के मापन एवं सटीकता की कोटि में दूरगामी परिणामों के एक अतिमहत्वपूर्ण परिणाम तक पहुँचा है जिसे इसके मापन द्वारा प्राप्त किया जा सकता है। यह बतलाता है कि समय के मापन में एक मूलभूत सीमा होती है, जिसे तीन मूल भौतिकीय सिद्धांतों - अनिश्चितता संबंध, गुरूत्वाकर्षणीय रेड्शिफ्ट एवं आपेक्षिकीय समय वृद्धि का प्रभाव के संयोजन से स्थापित किया गया है। इस परिणाम से अच्छी घड़ी की अभिरचना में वृहत-पैमानीय अनुप्रयोगों को प्राप्त करने की आशा की जाती है जो कि खगोलिकी, माप-पद्धति एवं ग्लोबल पोजीशनिंग प्रणाली के क्षेत्र में महत्वपूर्ण हैं।

स्टर्न-गर्लेच प्रयोग के संदर्भ में सिल्वर परमाणु के चक्रण को एक प्रमात्रा प्रणाली की तरह लेने पर एक वैश्लेषिक अध्ययन में, आरआरआई के TP समूह ने कोअर्स प्रमात्रा मापन की अवधारणा को प्रस्तावित किया। ऐसा लगता है कि प्रमात्रा मापन परिबद्ध संसाधनों के कारण अपनी विचार में सीमित हैं, जिसके परिणामस्वरूप एक गैर-संगठित प्रणाली के विकास पर प्रश्न चिह्न लगा है, जो कि स्क्रोडिंगर समीकरण पर मान्य नहीं है। यह प्रस्तावित किया गया कि संसूचन प्रक्रिया की स्थूलता (कोअर्सनेस) वह है जो प्रमात्रा प्रणाली को गैर-संगठित बनाती है।

सामान्य सापेक्षता

लेज़र अंतरफ्लकमापी गुरूत्वाकर्षणीय तरंग संसूचक जैसे LIGO एवं VIRGO के साथ-साथ उनकी सुदूर खगोलभौतिकीय स्त्रोतों से तरंग संकेतों की उल्लेखनीय संवेदनशीलता ने इंस्पायरेलिंग सुपर मेसिव ब्लैक होल बाइनरी से गुरूत्वाकर्षणीय तरंगों रूपों की गणना में समर्पित अनुसंधान शुरू किया है। LIGO एवं VIRGO द्वारा प्राप्त तरंग संकेत, यद्यपि, कमजोर व भारी ध्वनि-पूर्ण होते हैं, जिनके परिणामस्वरूप तुलनात्मक अध्ययन के लिए सटीक टेम्प्लेट्स की आवश्यकता बढ़ती है और आंकड़ों को परस्पर-संबंधित करता है। आरआरआई का TP समूह भविष्य के अंतरिक्ष आधारित गुरूत्व-तरंग संसूचक जैसे LISA का उपयोग करते हुए इन संसूचित संकेतों का परीक्षण करता है एवं संपूर्ण तरंगरूपों का विस्तृत व पूर्ण अध्ययन करता है। संपूर्ण तरंगरूप का लेना सुपर मेसिव ब्लैक होल बाइनरी के लिए बेहतर कोणीय अवस्थिति को सुनिश्चित करता है एवं प्रेक्षित डाटा अवस्था के डार्क एनर्जी समीकरण के कुछ प्रतिशत में संगतता/अनुरूपता प्राप्त करने में सक्षम है।

सैद्धांतिज्ञों की प्रयोगशाला

यह सैद्धांतिज्ञों का एक मंच है जो साधारण टेबल पर रखने वाले प्रयोगों के साथ अपने कृत्य करने का अवसर देता है और ऐसे प्रयोगों की अभिरचना व उनके निष्पादन के जरिए सैद्धांतिकीय भौतिकी के निश्चित मूलभूत पहलुओं को स्पष्टतया समझने का मौका देता है। इसके अंतर्गत वाइब्रेटैड ग्रेन्स की यांत्रिकी, दो अभिक्रियाशील तरल पदार्थों के मध्य मरनगोनी प्रभाव और दूध के बूंद में ब्राउनियन गति के अध्ययन के प्रयोग रहे हैं। सामान्य पदार्थों जैसे घूर्णित घनाकार टुकड, आर्किमिडियन स्क्रू पम्प, सोप फिल्म्स एवं सोप बबल्स तथा निम्न रेनॉल्ड संख्या का प्रभाव, सतही तनाव इत्यादि अवधारणों का उपयोग करते हुए कई प्रस्तुतियाँ सैद्धांतिज्ञों की प्रयोगशाला में दी गई। हाल ही में, इसमें आरआरआई शिल्पशाला की मदद से तैयार सेटअप का उपयोग करते हुए थेराबेंड स्ट्रिप्स के साथ कुछ बहुलक तनन प्रयोग भी रहे जिनका उद्देश्य ऐसे प्रयोगों एवं आण्विक पैमाना जैवबहुलक तनन प्रयोगों के मध्य समानता समझना था। आरआरआई के सैद्धांतिज्ञ प्रयोशाला का कुल मिलाकर उद्देश्य है प्रमुख सैद्धांतिकीय अवधारणाओं को समझने के लिए एक मंच तैयार करना।

बाला अय्यर की अनुसंधान अभिरूचियाँ प्रमुखतया सामान्य सापेक्षता एवं गुरूत्वाकर्षणीय तरंगों में निहित है। इस प्रतिवेदन वर्ष की अवधि के दौरान, अय्यर ने अर्द्ध-वृत्तीय कक्षाओं में सघन बाइनरियों के इंस्पाइरेलिंग के लिए 3.5PN सटीक गोलीय हार्मोनिक मोड की गणना पर अनिल तोलामट्टी (आगंतुक छात्र, आरआरआई) के साथ मिलकर कार्य किया है। इस संदर्भ में, अर्द्ध-वृत्तीय कक्षाओं में जाते इंस्पाइरेलिंग सघन बाइनरियों के लिए बहुध्रुवों को सीमित रखते हुए 3.5PN के आयाम क्रम की गणना के लिए कार्य प्रारंभ किया गया गया है जिसके लिए केवल 1.5PN क्रम अर्थात 1=5 से 1=9 के संगत बहुध्रुव क्रम तक विकिरणशील गति की आवश्यकता होती है।

नरेन्द्र कुमार की अनुसंधान अभिरूचियाँ सामान्यतया एंटरसन स्थानीकरण, अतिचालकता, यादृच्छिकता एवं जटिलता, अस्थिरता-अपव्यय, तथा संघनित पदार्थ-प्रमात्रा के साथ-साथ क्लासिकल में असंबद्धता पर हैं।

पिछले वर्ष के दौरान, वी रंजीत (आरआरआई) के साथ, नरेन्द्र ने एक अति-धीमे-तरंग प्रकाशिक माध्यम से प्रकाश पारगमन का अध्ययन किया और यह पूर्णतया अवरोधन का परिणाम देता है। इस अध्ययन के भाग के रूप में, प्रकाश-तरंग पारगमन – इसका संपीड़न, प्रवर्धन, और प्रकाशीय ऊर्जा संचयन - एक अति धीमे तरंग माध्यम (USWM) में, का विश्लेषणात्मक रूप से अध्ययन किया गया है। डिराक डेल्टा-कार्यप्रणाली के प्रकाशिक ऊर्जा फ्लक्स एवं सुज्ञात वितरण-उत्पाद गुणधर्म के लिए पूर्णतया सांतत्य समीकरण पर आधारित घटना प्रधानिक व्यवहार को इस समस्या के निवारण के लिए प्रयुक्त किया गया है। इस तरह प्राप्त परिणाम प्रकाश पारगमन एवं इसका USWM में पूर्णतया अवरोधन पर कुछ हाल के प्रयोगों को स्पष्ट करता है।

रंजीत एवं कुमार ने टाइट-बाइंडिंग मॉडल पर भी कार्य किया जो बोलने वाला 'क्वांटम फर्स्ट पैसेज टाइम' प्रस्तुत करता है। फर्स्ट पैसेज टाइम की संगणना (और इसकी संभावना गहराई) को प्रमात्रा यांत्रिकी (QM) के प्रक्षेत्र में बीमारी के समक्ष रखी समस्याओं की तरह सामान्यतया देखा गया। इसका कारण प्राय: QM में संभावनाओं के लिए कोल्मोगोरोव योग निमय के उल्लंघन के समान माना गया है। स्पेस टाइम के दिये क्षेत्र में फेयमन मार्ग के प्रवेशन व गैर-प्रवेशन की संभाव्यता, सामान्य तौर पर, दो के मध्य व्यवधानीय प्रभाव के कारण नहीं बढ़ती है। यहाँ, हम 1D टाइट-बाइंडिंग हेमिल्टोनियन प्रणाली नामक प्रमात्रा प्रणाली के एक परिवार को प्रस्तुत करते हैं जिसमें, यह व्यवधान शर्त नहीं रहती, जिसके फलस्वरूप फर्स्ट-पैसेज टाइम समस्या 'बोलने योग्य' बन जाती है। इस परिसर में, हमने हमारे मॉडल प्रणाली के लिए वस्तुत: फर्स्ट-पैसेज टाइम आवंटन की गणना के लिए एक विधि को उपयुक्त रूप से प्रयोग किया जो मूल रूप से श्रोडिंगर (1915 में) के कारण बनी। यह बहुत दिलचस्प है विशेष रूप से इस तथ्य को देखते हुए कि टाइट-बाइंडिंग मॉडल संघनित पदार्थ में वास्तविक घटनाओं को स्पष्ट करने के लिए बड़े पैमाने पर उपयोग किये जाते हैं।

शांतनु दास (आरआरआई) के साथ, कुमार ने क्लासिकल हार्मोनिक गतिकी के असतत, सतत और 'मूर्त' (ठोस) पहलुओं पर अध्ययन किया। रैखिक (1D) अरे के समान बिन्दु-समान भार सहित समान युग्मन (प्रत्यास्थ स्प्रिंग नियतांक) के क्लासिकल हार्मोनिक गतिकी के प्राथमिक व्यवहार को तीन भिन्न-भिन्न सीमाओं में पुन:मान्यता दी गई - असतत, जहाँ भार-बिन्दु समान व समान-स्थानी हैं जबकि स्प्रिंग भाररहित हैं; सतत, जहाँ बिन्दु भार-पूर्ण हैं और 1D प्रत्यास्थ माध्यम में समान रूप से बंटे हुए हैं; और 'मूर्त' लेट्टिस जो सतत रूप से आवंटित अशून्य भार-घनत्वता के प्रत्यास्थ युग्मन

जारी अनुसंधान

(प्रति लम्बाई) से निहित है और समान-स्थानी के समान भार-बिन्दु से अंत:स्थापित हैं – सभी 1D प्रणाली के सापेक्ष। वैश्लेषिक अभिव्यक्तियाँ कुछ आरंभिक स्तर की परंतु भौतिक अभिरूचियों की सूक्ष्म मात्रा – विशेष रूप से, किसी भी चयनित कक्षा के चारों ओर परिवहित यांत्रिकीय ऊर्जा, एवं जाहिर तौर पर सरल विशुद्ध रूप से दोलायमान 1D हार्मोनिक प्रणाली के साथ संबंधित यांत्रिकीय गति को प्रेक्षित किया गया। इस कक्षा (अध्ययन कक्ष) वाले अभ्यास का निष्कर्ष एक संभावना वाली सलाह के साथ होता है कि 'मूर्त' प्रकरण 1D सांतत्यता, उदाहरण के लिए स्पाइडर ड्रेगलाइन सिल्क, जो डायमण्ड की तुलना में अपनी असाधारण रूप से तीव्र स्पंदनीय ऊर्जा परिवहन के लिए जाना जाता है, से अंत:स्थापित ठोस नैनोकण स्फटिकों के अधिक अनुरूप हो सकता है।

मदन राव की वर्तमान अनुसंधान अभिरूचियाँ गैर-साम्य सांख्यिकीय यांत्रिकी, मृदु एवं जैविकीय पदार्थ, जैविकी एवं सूचना सिद्धांत व नियंत्रण सिद्धांत में हैं।

पिछले शैक्षणिक वर्ष के दौरान, राव का अनुसंधान व्यापक रूप से दो वर्गों के अंतर्गत था:

1) प्रथम सिद्धांत से प्रत्यास्थ माध्यों (आकारहीन एवं क्रिस्टलीय ठोस) के यांत्रिकीय व्यवहार को समझना।
2) विभिन्न पैमानों पर जीवंत तंत्रों (कोशिका एवं ऊतक)की यांत्रिकी को समझना, जैसे यह अणुओं के व्यवस्थापन में कैसे मदद करती है, और सूचना एवं होमियोस्टेटिक नियंत्रण के प्रबंधन में इनका प्रभाव।

प्रथम विषय-क्षेत्र के अंतर्गत, राव ने निम्न पर कार्य किया:

(i) अनाकार एवं क्रिस्टलीय माध्यमों से वृहत विरूपण की यांत्रिकीय प्रतिक्रियाओं को समझना और
(ii) नाभिकीय गतिकी एवं ठोस-ठोस रूपांतरण की गतिकी। इस कार्य को सुरजीत सेनगुप्ता (टीसीआईएस-टीआईएफ आर, हैदराबाद) के सहयोग से किया गया।

दूसरे विषय-क्षेत्र के अंतर्गत, राव ने निम्न प्रमुख समस्याओं पर कार्य किया:

(i) कोशिकाओं में स्त्रावी मार्गों से होते हुए आण्विक परिवहन का अध्ययन (पिर्रे सेन्स, ईएसपीसीआई, पेरिस के साथ),
(ii) गैर-साम्य भौतिक मॉडलों के उपयोग के साथ ऑर्गेनल्स का जीवजनन (मस्तांसिर बर्मा, टीआईएफआर, मुम्बई),
(iii) विखंडन एवं संलयन की सक्रिय अभिक्रियाओं द्वारा साम्यावस्था में से प्रचालित ऑर्गेनल्स की आकारिकी की गतिकी (सुनील कुमार, आईआईटी-मद्रास एवं पिर्रे सेन्स, ईएसपीसीआई, पेरिस के साथ पृथक सहयोग)।
(iv) झिल्लियों, बहुलकों, तरल पदार्थों, ठोसों इत्यादि की सक्रिय यांत्रिकी (कुछ में श्रीराम रामस्वामी, टीसीआईएस-टीआईएफ आर, हैदराबाद का सहयोग शामिल)।
(v) सक्रिय यौगिक कोशिका सतह (सत्यजीत मेयर, एनसीबीएस के साथ),
(vi) कोशिकय यांत्रिकी, सूचना संसाधन एवं संगणना (गरूण अय्यंगर, कोलम्बिया यूनिवर्सिटी, यूएसए, संदीप कृष्णा, एनसीबीएस, सत्यजीत मेयर, एनसीबीएस के साथ) एवं
(vii) सक्रिय ऊतक यांत्रिकी (थॉमस लेकिट, मार्सिलेस यूनिवर्सिटी, फ्रांस)।

राव एवं उनके समूह ने आरआरआई कम्प्यूटर समूह का उपयोग सक्रिय यौगिक कोशिका सतह मॉडल पर अपने कुछ विचारों के परीक्षण के लिए बहुअवयवी झिल्लियों के परमाण्विक MD अनुकरणों को करने के लिए किया है। ये अनुकरण बहुत ही ज्ञानवर्धक रहे हैं

और इन्होंने महत्वपूर्ण प्रकाशनों को दिलवाया। समूह ने आरआरआई कम्प्यूटिंग सुविधाओं का उपयोग संघनित कोशिकीय वातावरण में परिवहन समस्याओं का अध्ययन करने (मोंटे कार्लो अनुकरण) एवं आंशिक अवकल समीकरणों को हल करने में जो कि सक्रिय तरल पदार्थ व सक्रिय प्रत्यास्थकों की गतिकी से बनते हैं, के लिए भी किया।

संजीब सभापंडित की अनुसंधान अभिरूचि सांख्यिकीय भौतिकी में रही है। पिछले वर्ष के दौरान, उनके अनुसंधानों ने प्रमुखतया निम्न विषय-क्षेत्रों पर ध्यान दिया –

1) अंजन रॉय (पीएचडी छात्र, आरआरआई), अभिषेक धर (आईसीटीएस, टीआईएफआर), एवं ओणुत्तम नारायण (केलिफोर्निया यूनिवर्सिटी, सांता क्रूज) के सहयोग से हेमिल्टोनियन गतिकी के साथ एक-विमीय प्रणाली में टेग किये गए कणों का विसरण,
2) चैत्रा हेग्डे (पीएचडी छात्र, आरआरआई) एवं अभिषेक धर के साथ एकल-फाइल मोशन में टैग किये कणों के लिए सार्वभौमिक वृहत विचलन,
3) अर्नब पाल (पीएचडी छात्र, आरआरआई) के साथ, सहसंबंधित बाह्य यादृच्छिक बल द्वारा प्रचालित ब्राउनियन कणों की दोलनीय (उतार-चढ़ाव) कार्यप्रणाली।
4) वी वी प्रसाद (पीएचडी छात्र, आरआरआई) एवं अभिषेक धर के सहयोग में, अप्रत्यास्थ प्रचालित मैक्सवेल गैसें,
5) लुकास्ज कुस्मीर्ज (इंस्टीट्यूट ऑफ फिजिक्स, क्राकोव, पौलेण्ड), सत्य एन मजुम्दार, एवं ग्रेगरी श्केर्र (पेरिस-सूड यूनिवर्सिटी, सीएनआरएस, एलपीटीएमएस, ओर्से) के साथ, पुन:स्थापना से लेवी उड़ानों के इस्टतम खोज समय के लिए प्रथम क्रम परिवर्तन और
6) सत्य एन मजुम्दार एवं ग्रेगरी श्केर्र के सहयोग में, पुन:स्थापना के अंतर्गत स्टोकेस्टिक संसाधनों में गतिकीय परिवर्तन ।

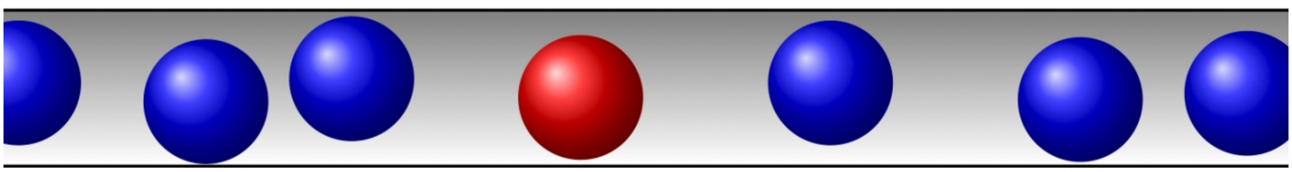
विषय क्षेत्र

(1) के अंतर्गत, संजीब ने अपने सहयोगियों के साथ मिलकर हेमिल्टोनियन गतिकी से विकसित हुए परस्पर प्रभाव डालते कणों की एक-विमीय प्रणाली में टैग किये कण की विविध क्षणिक सहसंबंधन कार्यप्रणाली का अध्ययन किया। कणों की प्रारंभिक स्थिति का चयन केनोनिकल ऊष्मीय वितरण से किया गया है। सहसंबंधन कार्यप्रणाली का अध्ययन परिमित प्रणाली में किया गया और उनके प्रारूपों को अल्प एवं लम्बी अवधि पर परीक्षित किया गया। कई एक-विमीय प्रणालियों का अध्ययन किया गया। फर्मी-पास्ता-उलम चैन के लिए संख्यात्मक अनुकरण का परिणाम गुणता की दृष्टि से वैसा ही है जैसा हार्मोनिक चैन का और अप्रत्याशित रूप से ध्वनि तरंगों के लिए रैखिककृत हाइड्रोगतिक समीकरण के अनुसार एक सरल व्याख्या के संगत है। एकांतर भारी ठोस कण गैस के अनुकरण का परिणाम बताता है कि विसरण नियतांक धीरे-धीरे नियत मान की ओर ऐसे अभिमुख होता है जैसे वह मोड-कप्लिंग सिद्धांत के संगत हो। अनुकरण यह भी बताता है कि लेनार्ड-जोन्स गैस का व्यवहार इसकी घनत्वता पर निर्भर करता है। कम घनत्वता पर, यह ठोस-कण गैस के समान व्यवहार करता है, और उच्च घनत्वता पर प्रतिकूल (एनहार्मोनिक) चैन के समान। अध्ययन किये गए सभी प्रणालियों में, टैग किये गए कण को उपगामी रूप से (एसिम्प्टोटिकली) अध्ययन किये जा रहे प्रणाली पर आश्रित अभिसरण समय के साथ सामान्य विसरण करता पाया गया। परिमित आकार प्रभाव ध्वनि चक्रमण समयों की तुलना में उनकी प्रकृति प्रणाली-विशेषिक होने पर, समय पैमाने पर अधिक स्पष्ट होता है।

(2) सकरे चैनल में कणों की गति जहाँ कि कण एक-दूसरे के आगे न निकल सकें, को एकल-फाइल गति के नाम से संबोधित किया गया है। ऐसे एकल-फाइल प्रणाली में टैग किये कणों की गति का अध्ययन बहुत रूचिकर है। पिछले सैद्धांतिकीय कार्यों से यह ज्ञात

हुआ है कि हेमिल्टोनियन गतिकी से विकसित कणों की गैस में, एक टैग किया कण समय के साथ रैखिक रूप से बढ़ते माध्य वर्ग विस्थापन (MSD) से विकीर्ण करते चलता है, जबकि ब्राउनियन कणों की गैस के लिए, टैग किये कण समय-वर्गमूल के बढ़ते MSD के साथ सह-विसरण दिखाता है। टैग किये कण के विसरण में अभिरूचियों का पुनःजन्म हुआ, क्योंकि कई प्रयोग कोलाइडल एवं परमाण्विक एकल-फाइल प्रणाली दोनों ही में ऐसा दिखाने में सक्षम रहे हैं और कुछ सैद्धांतिक पूर्वानुमानों को परीक्षित किया गया।

संजीब के हाल के कार्य में, उन्होंने हार्ड-कोर अंतर-कण अभिक्रिया से एक-विमीय चैनल में चलते बिन्दु कणों की गैस के एकल-फ इइल प्रणाली को स्वीकारा जो कणों के पारगमन को रोकता है। प्रारंभिक साम्य अवस्था से शुरू करते हुए उन्होंने टैग किये कण की गतिकी को प्रेक्षित किया। उन्होंने टैग किये कण के विस्थापन के सटीक वृहत विचलन की गणना की और दिखाया कि यह सावैभौमिक है और विशिष्ट गतिकी से स्वतंत्र है।

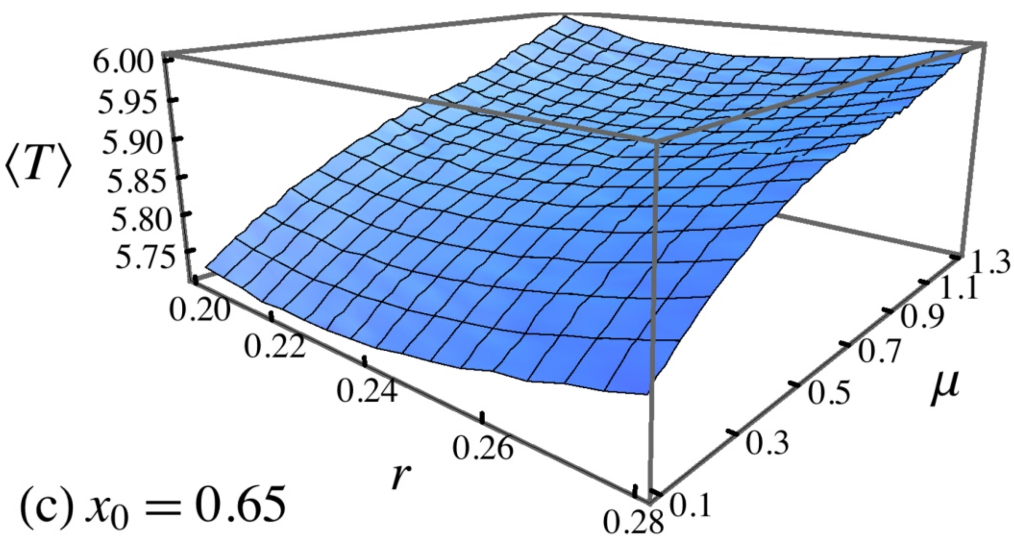


चित्र 1: सकरे चैनल में कणों की एकल फाइल गति जहाँ वे एक-दूसरे के आगे न निकल सकें, का योजनाबद्ध आरेख। एकल टैग किये कण की गति (मान लीजिए, लाल वाले) का ही अध्ययन किया गया। [चित्र का श्रेय: चैत्रा हेग्डे, संजीब सभापंडित, और अभिषेक धर, (2014): एकल फाइल गति में टैग किये कण का सार्वभौमिक वृहत विचलन, फिजि. रिव. लैट. 113, 120601]

विषय-क्षेत्र (3) के अंतर्गत, संजीब ने अपने सहयोगियों के साथ मिलकर सहसंबंधित बाह्य यादृच्छिक बल की उपस्थिति में ब्राउनियन कण की अवमन्दनाधीन गति को स्वीकारा। बल को ऑर्नस्टीन-अह्लेनबेक प्रक्रिया द्वारा प्रतिस्थापित किया गया। वे स्थिर अवस्था में दिये समयांतराल पर ब्राउनियन कण कें बाह्य बल द्वारा किये गये कार्य के उच्चावचनों (उतार-चढ़ाव) का अन्वेषण करते हैं और वृहत विचलन कार्यप्रणाली के साथ-साथ निष्पादित कार्य की संभाव्यता घनत्वता कार्यप्रणाली के पूर्ण अनंतस्पर्शी प्रारूप की गणना करते हैं। उन्होंने इस प्रणाली में वृहत विचलन कार्यप्रणालियों की सममितीय गुणधर्मों पर भी चर्चा की। अंत में, संख्यात्मक अनुकरणों को वैश्लेषिक परिणामों के अधिक संगत पाया गया।

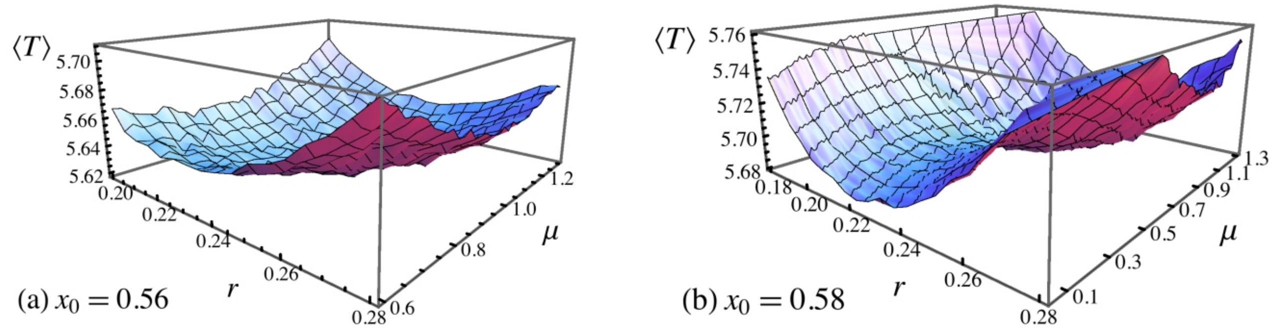
विषय-क्षेत्र (4) के अंतर्गत, अप्रत्यास्थ प्रचालित मैक्सवेल गैस ऐसे कणों के संकलन से निहित होती है जिन्हें केवल उनके वेग से वर्गीकृत किया जा सकता है और बाइनरी संघट्टन व बाह्य प्रचालनों के कारण विकसित होती हैं। कई अवसरों पर, एक कण बाकी के किसी भी कणों से समान रूप से संघट्ट करने वाला होता है। यह प्रणाली सतत समय के साथ-साथ पारस्परिक संघट्टन और क्रमशः τ_c^{-1} और τ_w^{-1} दर से स्थल क्रियाओं होने पर प्रचालन में विकसित होती है । पारस्परिक संघट्टन आवेग को संरक्षित रखता है और प्रत्यास्थापन गुणांक r से अप्रत्यास्थ होते हैं वेग v से कण के वेग में परिवर्तन, प्रचालन के कारण, को स्पंदित दीवार के साथ संघट्टन का अनुकरण करते हुए $\Delta v = -(1 + r_w)v + \eta$, होना लिया गया है, जहाँ r_w 'दीवार' के साथ कण का प्रत्यास्थापन गुणांक एवं η गॉजियन व्हाईट ध्वनि है। $\frac{dv}{dt} = -\Gamma v + \eta$ द्वारा दी गई ऑर्नस्टीन-अह्लेनबेक प्रचालन यांत्रिकी

को एक स्थल क्रिया के प्रचालन प्रतिरूपों की एक विशेष स्थिति होना पाया गया है। सतत व असतत दोनों ही संस्करणों का उपयोग करते हुए, हमने बताया कि एक ओर जबकि एक-कण एवं दो-कण वेग वितरण कार्यप्रणाली के समीकरण बंद नहीं होते हैं, वहीं विचलन का संयुक्त विकास समीकरण एवं दो-कण वेग सहसंबंध कार्यप्रणाली बंद होती है। विचलन के सटीक समीकरण/सूत्र के साथ, हम पाते हैं कि $r_w \neq -1$, के लिए, प्रणाली एक स्थिर अवस्था तक चली जाती है। दूसरी ओर, $r_w = -1$ के लिए प्रणाली में स्थिर अवस्था नहीं रहती है। इसी प्रकार, यह प्रणाली $\Gamma \neq 0$ के साथ ऑर्नस्टीन-अह्लेनबेक प्रचालन के लिए स्थिर अवस्था तक जाती है, जबकि विशुद्ध रूप से विसरणशील प्रचालन ($\Gamma = 0$) के लिए, प्रणाली में स्थिर अवस्था नहीं होती है।



(c) $x_0 = 0.65$

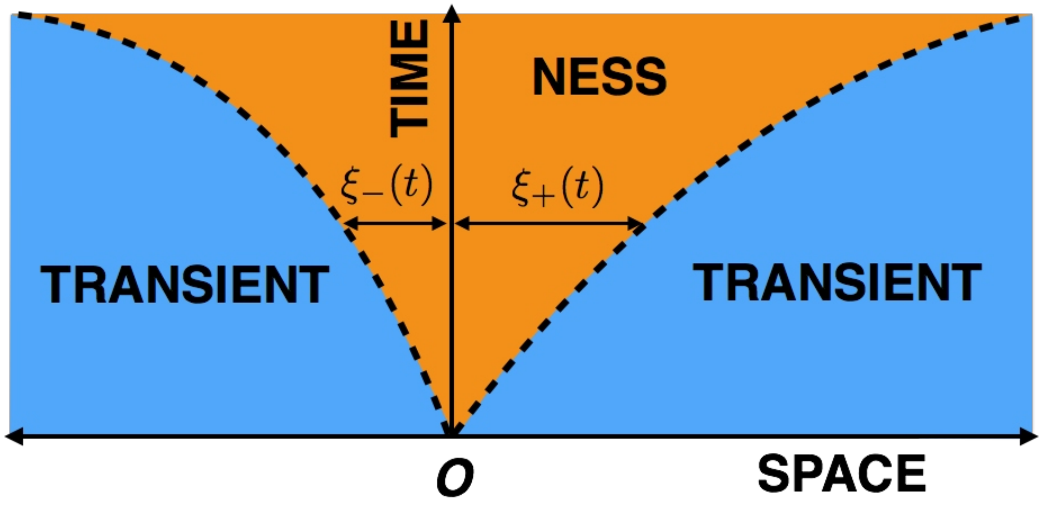
विषय-क्षेत्र (5) के अंतर्गत, संजीब ने लुकास्ज कुस्मेरिज (#), सत्या एन मजुम्दार ($), एवं ग्रेगरी श्केर्र के साथ मिलकर एक विमा में अनिरंतर (रूक-रूक कर चलने वाली) खोज प्रक्रिया का विश्लेषणात्मक अध्ययन किया है। इसके मूल में एक स्थिर लक्ष्य होता है और खोजकर्ता $x_0 > 0$ पर असतत समय वृद्धि प्रक्रिया से होकर गुजरते हैं, जहाँ अनुवर्ती वृद्धि को मनमानी वृद्धि आवंटन $f(\eta)$ से स्वतंत्ररूप से तैयार किया जाता है। इसके अतिरिक्त, $0 \leq r < 1$ संभाव्यता के साथ, खोजकों की स्थिति को इसके प्रारंभिक स्थिति x_0 पर पुनःस्थापित किया जाता है। खोज नीति की निपुणता (सामर्थ्य) को माध्य समय द्वारा उद्भव से लक्ष्य अर्थात माध्य प्रथम अवतरण समय (MFPT) पाने के लिए वर्गीकृत किया गया है। मनमानी वृद्धि आवंटन $f(\eta)$, स्थिति x_0 एवं पुनःस्थापन संभाव्यता r के लिए MFPT को विश्लेषणात्मक रूप से संगणित किया जाता है। लेवी इंडेक्स $0<\mu<2$ द्वारा वर्गीकृत हैवी-टेल्ड लेवी स्थायी वृद्धि आवंटन के लिए, हम बताते हैं कि किसी भी x_0 के लिए, MFPT में $(\mu^*(x_0); r^*(x_0))$ पर (μ, r)सतह में वैश्विक न्यूनता है। [देखें चित्र 2]। जैसे ही x_0 एक महत्वपूर्ण मान x_0 जिस पर इष्टतम पैरामीटर असतत रूप से बदलते हैं, को पार करता है तब वे एक उल्लेखनीय प्रथम-क्रम अवस्था रूपांतरण (परिवर्तन) प्राप्त करते हैं। विश्लेषणात्मक परिणाम भी संख्यात्मक अनुकरणों के संगत हैं।



चित्र 2: प्रारंभिक स्थिति χ_o : (i) x_0 = 0:56 < x_0*, (ii) x_0=x_0* ≅ 0.58 एवं (iii) x_0= 0.65 > x_0* के भिन्न-भिन्न मानों के लिए(μ, r)सतह में संख्यात्मक अनुकरणों का उपयोग करते हुए संगणित औसतन खोज समय < Tx_0 (μ, r)>का आरेख। [चित्र का श्रेय: लुकास्ज कुस्मेरिज, सत्या एन मजुम्दार, संजीव सभापंडित, एवं ग्रेगरी श्केर्र, (2014): पुर्नस्थापन पर लेवी फ्लाईट के ईष्टतम खोज समय का प्रथम क्रम परिवर्तन, फिजि. रिव. लैट. 13, 220602]

विषय-क्षेत्र (6) के अंतर्गत, एस स्टोकेस्टिक प्रक्रिया, जब एक नियत दर से इसकी प्रारंभिक स्थिति में पुन:स्थापित करने के अधीन रहती है, सामान्य रूप से गैर-साम्य स्थिर अवस्था तक पहुँचती है। संजीब एवं उनके सहयोगियों ने विश्लेषणात्मक रूप से अन्वेषण किया कि कैसे स्थिर अवस्था तक समय पर पहुँचा जाता है और उन्होंने इन प्रणालियों में असामान्य शिथिलीकरण यांत्रिकी को पाया है।

जैसे-जैसे समय बढ़ता है, पुन:स्थापन बिन्दु के आसपास एक आंतरिक कोर स्थिर अवस्था तक पहुँच जाती है, जबकि कोर के बाहर का क्षेत्र फिर भी अस्थायी रहता है। कोर क्षेत्र की सीमाएँ नए घातांक से लेट समय पर ऊर्जा नियम अनुसार समय के साथ बढ़ती हैं (देखें चित्र 3)। वैकल्पिक रूप से, स्थायी स्थानिक बिन्दु पर, प्रणाली विशेषिक स्थान आश्रित समयपैमाने t*(x) पर क्षणिक से सतत अवस्था तक गतिकीय रूपांतरण से होकर गुजरती है। उन्होनें वैश्लेषिक रूप से कई उदाहरणों में स्थानिक-क्षणिक उच्चावचनों से संबंधित वृहत विचलन कार्यप्रणाली में संगणना की है और बताया है कि सामान्य रूप से, आंतरिक कोर के कोनों के वर्गीकरण में महत्वपूर्ण बिन्दुओं के युग्म पर द्वितीय क्रम की असांतत्यता होती है। ये विलक्षणता विशिष्ट व असामान्य प्रक्षेप पथ के मध्य अलगावकारी के रूप में व्यवहार करती हैं। सभी परिणामों को संख्यात्मक अनुकरणों द्वारा भी जांचा गया है।



चित्र 3: गैर-साम्य स्थिर अवस्था (NESS) पुनःस्थापन केंद्र O के चारों ओर कोर क्षेत्र में स्थापित होती है जिसके दाहिने व बाहिने सीमांत $\xi_\mp(t)$ समय के साथ बढ़ते हैं। कोर क्षेत्र के बाहर, प्रणाली अस्थायी है। [चित्र का श्रेय: सत्या एन मजुमदार, संजीब सभापंडित, एवं ग्रेगरी श्केर्र, (2015): पुनःस्थापन के अधीन स्टोकेस्टिक प्रक्रियाओं के क्षणिक शिथिलीकरण में गतिकीय रूपांतरण, फिज. रिव. ई 91, 052131]

जॉसेफ सेमुअल की पेशेवर अनुसंधान अभिरूचियाँ हैं: ज्यामितीय अवस्थाएँ, सामान्य सापेक्षिकता, प्रमात्रा मापन एवं प्रमात्रा उलझन। पिछले वर्ष 2014-2015 के दौरान, सेमुअल ने कई विषय-क्षेत्रों पर अनुसंधान किया, उनमें से एक व्यापक विषय-क्षेत्र है "मोविंग वॉल्स एंड जियोमेट्रिक फे सेस" (चलती दीवार/परत और ज्यामिति अवस्थाएँ) जिस पर उन्होंने पाओलो फेची एवं गियानकार्लो गार्नेरो, (INFN, बेरी, इटली) एवं गिसेप मार्मो, (INFN, नेपोली, इटली) के साथ मिलकर कार्य किया। यह कार्य बेरी एवं विल्किनसर के पूर्व के लेख डायबोलिकल प्वाइंट्स फॉर ए क्वांटम सिस्टम इन ए कंफाइन्ड रीजन हूज शेप केन बी वेरीड से प्रेरित है। उन्होंने खोजा कि ऐसा आकृति परिवर्तन तरंग कार्यप्रणाली के चिह्नों को परिवर्तित कर सकती है जो कि आण्विक भौतिकी में संसूचित परिवर्तनों के बहुत समान है। सेमुअल और अन्यद्वारा किया गया यह कार्य अधिक सामान्य सीमा स्थितियाँ केंद्रीकरण व स्केल परिवर्तनों के अनुकूल/संगत हैं की तरह व्यवहार करता है। वे चलती दीवार के एक बॉक्स में प्रमात्रा कण की गतिकी से संबंधित नॉन-ट्राइवल बेरी अवस्था के अस्तित्व का विश्लेषण करते हैं। वे बेरी कर्वेचर को पाते हैं और प्वाइनकोर मेट्रिक से इसके संबंध को सूचित करते हैं। इतना ही नहीं, यह दिखाया गया कि, उपयुक्त सीमा शर्तों का चयन केंद्रीकरण को संरक्षित रखने के क्रम में होना चाहिए। प्रणाली को स्पष्ट करते हेमिल्टोनियन असीमनता से सीमाओं से उत्पन्न विभिन्न योगदानों के पुनःसामान्यीकरण के निर्धारण का प्राकृतिक कारण होने की आशा की गई।

पिछले वर्ष में सेमुअल द्वारा किये गए अनुसंधान के प्रमुख परिणाम अनिरूद्ध रेड्डी, कुमार शिवम (पीएचडी छात्र, आरआरआई) एवं सुपूर्णा सिन्हा (आरआरआई) के साथ मिलकर काम करते हुए "कोअर्स क्वांटम मेजरमेंट" (अपरिष्कृत प्रमात्रा मापन) में रहा। वे स्टर्न-गर्लेच प्रयोग के संदर्भ में प्रमात्रा मापन प्रक्रिया के वैश्लेषिक अध्ययन को प्रस्तुत करते हैं। प्रमात्रा प्रणाली के रूप में सिल्वर परमाणु के चक्रण एवं इसकी मापक उपकरण से स्थिति के संबंध में, उन्होंने दोनों ही प्रणालियों व मापक उपकरण को स्क्रोडिंगर समीकरण द्वारा एकात्मक विकास का उपयोग करते हुए यांत्रिकीय

रूप से प्रमात्रा की तरह लिया है। उन्होंने उस विचार कि परीक्षण जो सिल्वर परमाणु की स्थिति निर्धारित करता है बंधित स्त्रोतों द्वारा रेजोल्यूशन में सीमित है को लागू करते हैं। इसके परिणामस्वरूप चक्रण का स्पष्ट गैर-एकात्मक विकास होता है, ताकि विशुद्ध घनत्व मैट्रिक्स संसूचन प्रक्रिया के अपरिष्कृतता के कारण एक अशुद्ध वाला क्रम विकसित करता दिखाई दे। अपरिष्कृत मापन चक्रण अवस्था के बारे में जानकारी प्रदान करता है।

यह कार्य प्रमात्रा मापन प्रक्रिया को समझने की इच्छा से प्रेरित था। ऐसा लगता है कि प्रमात्रा मापन में पतन व गैर-एकात्मक विकास शामिल है, जो एक प्रक्रिया है जिसे स्क्रोडिंगर समीकरण में नहीं लिया गया है। आगे रखा गया स्पष्टीकरण यह है कि संसूचन की अपरिष्कृतता ही वह है जो इस स्पष्ट गैर-एकात्मकता का कारण है।

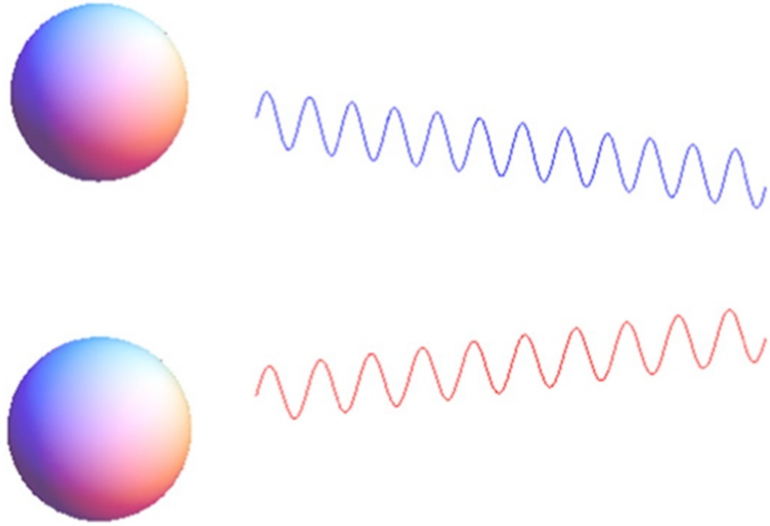
सेमुअल का पिछले वर्ष के दौरान अंतिम अनुसंधान विषय क्षेत्र स्पर्शी स्थान में विक घूर्णन को समझने के अंतर्गत रहा है। यूक्लीडियन विधि सफलतापूर्वक एंट्रोपी व ब्लैक होल्स का तापमान पुन:उत्पादित करती है जिसे पूर्णतया अलग विधि द्वारा प्राप्त किया गया है, के तथ्य से प्रेरित होकर, विक घूर्णन प्रक्रिया की सफलताओं को बरकरार रखते हुए सिर्फ समय की दिखा को घूर्णित करने पर, उन्होंने वास्तविक यूक्लीडियन मैट्रिक्स का प्रतिपादन किया । इस परिणाम को मानक विक घूर्णन समय समकक्षों को घूर्णित करता है के तथ्य के बावजूद भी प्राप्त किया गया, जो कि कुछ प्रकरणों में जटिल मैट्रिक्स का कारण बनता है।

इस कार्य में सेमुअल ने प्रत्येक स्पर्शी जगहों पर विक घूर्णन की स्थानीय धारणाओं का अन्वेषण किया है। शून्य कोणीय क्षति की स्थिति को लगाने के लिए तुच्छ होलोनॉमी के विचार का उपयोग किया गया है। इसके परिणामस्वरूप एक सूत्र प्रतिपात होता है जिसमें घूर्णित ब्लैक होल्स को भी वास्तविक यूक्लीडियन मैट्रिक द्वारा वर्णित किया जा सकता है।

सुपूर्णा सिन्हा के पेशेवर अनुसंधान अभिरूचियाँ सैद्धांतिक भौतिकी के व्यापक परिप्रेक्ष्यों को आवरित करती हैं, विशेषतया साम्य व गैर-साम्य सांख्यिकीय यांत्रिकी, मृदु संघनित पदार्थ और हाल ही में प्रमात्रा मापन, प्रमात्रा सीमाएँ तथा क्लासिकल व प्रमात्रा उलझन के विषय। पिछले वर्ष के दौरान सिन्हा ने राहुल सावंत, जोसेफ सेमुअल, उर्बशी सिन्हा (रामन अनुसंधान संस्थान) एवं अनिन्द सिन्हा (सेंटर फॉर हाई एनर्जी फिजिक्स, भारतीय विज्ञान संस्थान) के सहयोग में "प्रमात्रा हस्तक्षेपण प्रयोग: एक अभिन्न मार्ग परिप्रेक्ष्य " पर कार्य किया। एक द्वि-स्लिट हस्तक्षेपण प्रयोग में, दोनों स्लिट मुक्त वाली स्क्रीन पर तरंग प्रकार्यन एक समय में मुक्त स्लिट के तरंग प्रकार्यनों के योग के बराबर नहीं है, क्योंकि तीन परिदृश्य तीन भिन्न भिन्न सीमा अवस्थाओं को प्रस्तुत करते हैं ।

वर्तमान अध्ययन में, प्रमात्रा हस्तक्षेपण प्रयोग में गैर-क्लासिकल मार्गों से योगदानों की गणना करने के लिए फैय्मन पाथ इंटीग्रल सूत्र का उपयोग करते हुए, सिन्हा एवं उनके सहयोगियों ने सुपरपोजीशन सिद्धांत के नैव अनुप्रयोग के परिणाम में मापनीय विचलन पाया। उन्होंने पाया कि ऐसे पथों से योगदान महत्वपूर्ण हो सकता है और इस कार्य का प्रकाशन उनके अस्तित्व की सीधी पुष्टि के लिए सरल 3-स्लिट हस्तक्षेपण प्रयोग को प्रस्तावित करता है।

जोसेफ सेमुअल (आरआरआई) के सहयोग में, सिन्हा ने गुरूत्वीय क्षेत्र में समय मापन की प्रमात्रा सीमा का भी अन्वेषण किया। सटीक घड़ियाँ मूलभूत भौतिकी व खगोलिकी, मैट्रोलॉजी एवं वैश्विक स्थिति निर्धारण प्रणाली (ग्लोबल पोजीशनिंग सिस्टम) में अनुप्रयोगों दोनों ही के लिए महत्वपूर्ण हैं। यह पूर्णतया सामान्य प्रश्न है कि क्या समय मापन में कोई आधारभूत सीमा है। इस महत्वपूर्ण कार्य में, सिन्हा ने बताया कि गुरूत्व व प्रमात्रा यांत्रिकी समय मापन पर आधारभूत सीमा निश्चित करते हैं। यह सीमा अनिश्चितता संबंध, गुरूत्वाकर्षणीय रेड्शिफ्ट तथा सापेक्षिक समय क्षरण प्रभाव के संयोजन से बनती है।



चित्र 1. गुरूत्वाकर्षणीय क्षेत्र g में परमाण्विक घड़ी। चित्र ऊचाई पर दो भिन्न स्थितियों से ट्रेप उत्सर्जन में एक परमाणु दर्शाता है। निम्न स्थिति से प्राप्त संकेत उच्च स्थिति से रेड शिफ्टेड से संबंधित लगता है। दिखाई गई दो स्थितियाँ घड़ी की लम्बवत स्थितियों में प्रमात्रा अनिश्चितता के अंतर्गत हैं। [चित्र का श्रेय: सुपूर्णा सिन्हा व जोसेफ सेमुअल (2015): गुरूत्वाकर्षणीय क्षेत्र में समय मापन पर प्रमात्रा सीमा, क्लास.क्वांटम ग्रेव. 32, 015018 (7pp)]

सुमति सूर्या की अनुसंधान अभिरूचियाँ गुरूत्वाकर्षण के क्लासिकल एवं प्रमात्रा पहलुओं पर आधारित हैं। पिछले वर्ष के दौरान उनके अनुसंधान का मुख्य लक्ष्य कई परियोजनाओं पर केंद्रित हुआ जिनमें से एक था 2D कॉजल सेट प्रमात्रा गुरूत्वाकर्षण में हॉकिंग-हर्टले तरंग प्रकार्य का उपयोग करते हुए प्रमात्रा गुरूत्वाकर्षण में होमाजिनेटी का अन्वेषण करना। इसमें उन्होंने लीसा ग्लेसर (नील ब्होर इंस्टीट्यूट, कोपनहेगन, नॉट्टिंघम यूनिवर्सिटी, यूके) के साथ मिलकर कार्य किया। उन्होंने असतत एनालॉग के स्थान जैसे हाइपर सतहों के उपर कॉजल सेट सिद्धांत (CST) के लिए हर्टले-हॉकिंग अ-सीमा तरंग प्रकार्य को निर्धारित किया। मार्कोव चैन मोंटे कार्लो एवं संख्यात्मक एकीकरण विधियों का उपयोग करते हुए, उन्होंने फिर गैर-उद्विग्न (पर्टरबेटिव) 2d CST में तरंग प्रकार्य का विश्लेषण किया। निम्न तापमान प्रक्षेत्र में, तरंग प्रकार्यों पर कॉजल सेट का अधिकार होना पाया गया, जिसमें कोई भी सांतत्यता समकक्ष नहीं होते। ये कॉजल सेट उचित समय के सापेक्ष तेजी स्थानिक विस्तारण प्रदर्शित करते हैं और स्थानिक रूप से सजातीय (होमोजिनस) हैं। इसके परिणाम प्रेक्ष्य ब्रम्हाण्ड में प्रमात्रा गुरूत्व की संभावित भूमिका पर नई अंर्तदृष्टि प्रदान करते हैं।

पिछले वर्ष के दौरान सूर्या की एक अन्य परियोजना रही जो कि लगभग 76 तत्वों के साथ पोसेट्स है। जॉय हेनसन (इम्पीरियल कॉलेज), डेविड राइडआउट (UCSD, सेन डियागो) एवं रॉफेल सॉर्किन (पेरिमीटर इंस्टीट्यूट) के सहयोग में, सूर्या ने मार्कोव-चैन-मोंटे-कार्लो कलन विधि (एल्गोरिथ्म) को निर्धारित किया, जिसे किसी भी पसंदीदा संभाव्यता आवंटन के साथ यादृच्छिकता पर प्राकृतिक रूप से लेबल वाले n-तत्व पोसेट्स को निर्मित करने के लिए उपयोग किया जा सकता है। एकसमान आवंटन के लिए इस कलनविधि को कार्यान्वित करते हुए, उन्होंने उपगामी प्रक्षेत्र के दृष्टिकोणों का पता लगाया जिसमें लगभक प्रत्येक पोसेट क्लेटमान एवं रोथ्सचाइल्ड (KR) द्वारा निर्धारित तीन-परतीय संरचना संभालता है। कई क्रम-अचलों की n-निर्भरता को देखते हुए, उनमें से पोसेट की ऊचाई, उन्होंने उच्चावचनीय (उतार-चढ़ाव) व्यवहार प्रेक्षित किया, जो कि KR प्रक्षेत्र के मोनोटोनिक दृष्टिकोण के

बहुत विपरीत है। केवल n = 40 के आसपास ही ऐसा करते हैं। "फाइनाइट साइज डांस" एसिम्प्टोपिया को धीरे-धीरे पारगमित करने का रास्ता देता दिखाई देता है जो कि n=82 तक रहता है, यह ही अधिकतम n है जिसका उन्होंने अनुकरण किया।

पिछले वर्ष के दौरान सूर्या द्वारा तीसरे प्रमुख प्रश्न कॉजल सेट के लिए गिब्बन्स हॉकिंग सीमा शर्तों पर कार्य किया। इस कार्य को उन्होंने माकल बक, फेय डॉकर एवं ईयान जब (इम्पीरियल कॉलेज, लंदन) के साथ किया। इस कार्य में, उन्होंने कॉजल सेट की स्थान सदृश सीमा के साथ अभिक्रिया के लिए सीमा शर्तों को प्रस्तावित किया। वे दर्शाते हैं कि सांतत्य सीमा में, कोई भी माध्य में गिब्बन्स-हॉकिंग-यॉर्क सीमा शर्त को वापिस पाता है।

माधवन वरदराजन की अनुसंधान अभिरूचियाँ प्रमुखतया क्लासिकल व प्रमात्रा गुरूत्व में हैं। पिछले वर्ष में, मिगुल केम्पिग्लिया (डॉक्टरोत्तर अध्येता, आरआरआई) के साथ मिलकर किये उनके कार्य ने कोस्लोव्स्की एवं शह्लमान द्वारा प्रस्तावित प्रमात्रा गुरूत्व के लिए नई अभिव्यक्ति पर केंद्रित दो प्रमुख पेपर दिये।

कोस्लोव्स्की-शह्लमान (KS) अभिव्यक्ति लूप प्रमात्रा गुरूत्व (LQG) की असतत स्थानिक ज्यामिति में अंतर्निहित सामान्यीकृत अभिव्यक्ति है जो सपाट स्थानिक ज्यामितियों द्वारा लेबल किये गए अवस्थाओं को समाहित करता है।

जैसा कि 2013 में वरदराजन द्वारा दिखाया गया कि, KS अभिव्यक्ति होलोनॉमी एवं फ्लक्स प्रचालकों की क्रिया के अतिरिक्त, बैकग्राउंड एक्सपोनेशियल के नाम से ज्ञात प्रकार्य पर आधारित निश्चित संबंधों के प्रमात्रा समकक्ष प्रचालकों की क्रियाओं की सहायता करता है।

केम्पिग्लिया के साथ पहले पेपर "कोस्लोव्स्की-शह्लमान (KS) अभिव्यक्ति: प्रमात्रा संस्थिति स्थान" (क्लास.क्वांट.ग्रेव. 31 (2014) 175009) में, वरदराजन ने दर्शाया कि KS अभिव्यक्ति निम्न गुणधर्मों को प्रदर्शित करती है, जो कि वस्तुत: LQG के समकक्ष हैं:

(i) SU(2) होलोमनीज की अबेलियन * अल्जेब्रा एवं 'U(1)' बैकग्राउंड एक्सपोनेंशियल को C* अल्जेब्रा में पूर्ण किया जा सकता है।

(ii) अर्द्ध-विश्लेषक SU(2) कनेक्शन का अंतराल इस अल्जेब्रा के स्पेक्ट्रम में सांस्थितिकी रूप से घना है।

(iii) इस स्पेक्ट्रम में एक मापन विद्यमान है जिसके लिए KS हिल्बर्ट स्पेस को स्पेक्ट्रम में स्क्वेयर इंटीग्रेबल प्रकाय के स्पेस के रूप में माना गया है।

(iv) स्पेक्ट्रम SU(2) एवं U(1) की प्रतियों की निश्चित संख्या की प्रस्तावित सीमा के समान एक लक्षण स्वीकारते हैं

(v) KS अभिव्यक्ति के अधीन अल्जेब्रा को सिलेन्ड्रिकल प्रकार्यों से एवं LQG अल्जेब्रा की तरह समान तरीके से इसके व्युत्पन्नों से बनाया गया है। यहाँ केवल एक मात्र अतिरिक्त गुणधर्म है कि KS सिलेन्ड्रिकल प्रकार्य होलोनॉमि एवं बैकग्राउंड एक्सपोनेंशियल पर निर्भर करते हैं, और अतिरिक्त निर्भरता KS व LQG अल्जेब्रा के मध्य अंतर के कारण होती है। हालांकि ये परिणाम कॉम्पेक्ट स्पेसों से प्राप्त किये गए, इनसे उपगामी रूप से सपाट अवस्था में KS अभिव्यक्ति के निर्माण में भी उपयोगी होने की उम्मीद की गई।

पिछले वर्ष के दौरान वरदराजन का दूसरा पेपर (पुन: केम्पिग्लिया के सहयोग से) कोस्लोव्स्की-शह्लमान (KS) अभिव्यक्ति पर आधारित उपगामी रूप से सपाट स्पेस-टाइम के लिए प्रमात्रा किनेमेटिक्स के निर्माण पर रहा। उक्स दर्शाए अनुसार KS अभिव्यक्ति लूप प्रमात्रा गुरूत्व (LQG) के अंतर्गत अभिव्यक्ति का सामान्यीकरण है जो सामान्य LQG प्रचालकों के अतिरिक्त, बैकग्राउंड एक्सपोनेंशियल ऑपरेटरों की क्रिया का समर्थन करता है जो कि बैकग्राउंड SU(2)

वैद्युत क्षेत्र द्वारा लेबल किये कनेक्शन आश्रित प्रचालक हैं। KS अवस्था में तीनों में से एक विमीय उत्तेजनता के संगत LQG अवस्था लेबल के अतिरिक्त, बैकग्राउंड इलेक्ट्रिक क्षेत्र जो तीनों की त्रिविमीय उत्तेजनता को निर्धारित करता है के संगत एक लेबल होता है। प्रमात्रा सिद्धांत में उपगामी व्यवहार को बैकग्राउंड इलेक्ट्रिक क्षेत्रों पर उपगामी स्थितियों के जरिए नियंत्रित किया जाता है, जो अवस्थाओं का लेबल करते हैं, और बैकग्राउंड इलेक्ट्रिक क्षेत्रों जो प्रचालकों का लेबल करते हैं। तीनों पर उपगामी स्थितियाँ बैकग्राउंड इलेक्ट्रिक क्षेत्र अवस्था लेबल की तरह लगाई जाती हैं जबकि LQG चक्रण कुल ग्राफ का सीमाबद्ध करना कॉम्पेक्ट सेटों को लेबल करता हो। वरदराजन और केम्पेगिलिया ने बताया कि KS अवस्था को सामान्यीकृत कनेक्शनों के प्रमात्रा संस्थिति स्पेस पर तरंग प्रकार्यों की तरह प्राप्त किया जा सकता है और ऐसे सभी सामान्यीकृत कनेक्शनों का उपगामी व्यवहार का निर्धारण बैकग्राउंड इलेक्ट्रिक क्षेत्रों के द्वारा किया जाता है, जो कि बैकग्राउंड एक्सपोनेंशियल प्रचालकों का लेबल करता है।स्थानिक रूप से कॉम्पेक्ट के समान प्रकरणों में, गॉस लॉ एवं डिफेमॉर्फिज्म बाधाएँ को फिर ग्रुप एवरेजिंग तकनीकों द्वारा लगाया जाता है ताकि गॉज अचल अवस्था का वृहत क्षेत्र प्राप्त किया जा सके। यह बताया गया कि यह क्षेत्र उपगामी घर्णनों एवं रूपांतरणों के समूह के एक समान क्रिया का समर्थन करता है और जैसा उपयुक्त स्थानिक टोपोलॉजी के लिए फ्रेडमान व सॉर्किन द्वारा अपेक्षित किया गया, यह क्षेत्र अवस्थाओं से निहित है जो 2 घूर्णनों के अंतर्गत फर्मियानिक व्यवहार प्रदर्शित करता है। इस कार्य को प्रकाशन के लिए भी प्रस्तुत किया जा चुका है।

आरआरआई में उपलब्ध अनुसंधान सुविधाओं में 5 अनुभाग निहित हैं – इलेक्ट्रॉनिक्स प्रयोगालय, मृदु संघनित पदार्थ समूह प्रयोगालय, यांत्रिक अभियांत्रिकी अनुभाग, ग्रंथालय और संगणक अनुभाग। इनका उद्देश्य संस्थान में चलाई जा रही विविध अनुसंधान परियोजनाओं के लिए विशिष्ट सेवाएँ प्रदान करना है।

रेडियो खगोलिकी प्रयोगालय

आरएएल अथवा रेडियो खगोलिकी प्रयोगालय में कुशल इलेक्ट्रॉनिक्स अभियंता हैं जो जटिल सर्किटों, विशिष्ट रूप से विशेष अनुसंधान आवश्यकता की पूर्ति के लिए निर्मित, की संकल्पना, अभिरचना, विकास व परीक्षण में सक्षम हैं। आरएएल की प्रमुख गतिविधियों में से एक है रेडियो खगोलिकी के लिए संग्राहकों की अभिरचना, विकास व परीक्षण करना। विविध एनालॉग व डिजीटल प्रणाली (संग्राहक, स्पेक्ट्रोमीटर, सहसंबंधक) की अभिरचना व विकास में आरआरआई का लम्बा इतिहास रहा है जिसने राष्ट्रीय व अंतर्राष्ट्रीय दूरदर्शक सुविधाओं की क्षमताओं को प्रवर्धित किया है। समूह ने फीड, ब्रॉडबैण्ड एंटीना के साथ-साथ मानक व विशेष उद्देश्य वाले सीमान्त संग्राहक प्रणालियों को अभिरचित व बनाया है। वर्षों के अथक प्रयास से, अभियंताओं ने एफपीजीए आधारित डिजीटल प्रणालियों के विकास में विशेषज्ञता अर्जित की है।

आरएएल एनालॉग और डिजीटल इलेक्ट्रॉनिक्स के लिए आधुनिक मापन एवं परीक्षण उपकरणों से सुसज्जित है। इसमें आरएफ प्रणाली के लिए विरचना और परीक्षण सुविधाएँ,एक पीसीबी उत्कीर्णक और एफ पीजीए प्रणाली के विकास के लिए आधुनिक सीएडी अभिरचना पैकेज उपलब्ध है। आरएएल एक्स-किरण खगोलिकी उपकरणन के विकास और परीक्षण से भी पूर्णतया सुसज्जित है। आधारिक संरचना में शामिल हैं एक स्वच्छ कक्ष, एक्स-किरण उत्पादक, बीमलाइन, पोलराइजर और मोनोक्रोमेटर, निर्वात प्रणाली, एक्स-किरण खोजकों की कार्य निष्पादन के मूल्यांकन के लिए माउंट्स और इलेक्ट्रॉनिक्स और संबंधित उपकरण।

बीते वर्षों में आरएएल का निम्न प्रमुख परियोजनाओं में योगदान रहा है:

- एपीएसईआरए
- ब्रेन कम्प्यूटर इंटरफेस
- जैव-भौतिकी
- एलएएमपी परियोजनाएँ
- नीतिगत विकास
- स्टेप-15 मीटर
- एक्स-किरण ध्रुवणमापी
- अभियांत्रिक विकास

एपीएसईआरए

रवि सुब्रह्मण्यन, उदय शंकर एन, मयूरी एस राव, रघुनाथन ए, सोमशेखर आर, श्रीवाणी के एस, गिरीश बी एस एवं पीएचडी व आगंतुक छात्र।

ईपोच ऑफ रिकॉम्बिनेशन के लिए सूक्ष्म स्पेक्ट्रोमीटर अरे - ईपोच ऑफ कॉस्मोलॉजिकल रिकॉम्बीनेशन से रिकॉम्बीनेशन रेखाओं के संसूचन के लिए एक परियोजना है। यह परियोजना 2-6 गीगाहर्ट्ज स्तर में रेडियो स्काई की स्पेक्ट्रम में कॉस्मोलॉजिकल रिकॉम्बिनेशन से संलग्न रेखाओं के समुच्चय को खोजने के लिए उद्देश्य पूरक छोटे दूरदर्शक के एक अरे से समाविष्ट है। एपीएसईआरए के अंश के रूप में, वाइड बैंड एंटीना, सीमांत संग्राहक और फास्ट फूरियर ट्रांस्फॉर्म आधारित सूक्ष्म स्पेक्ट्रोमीटर (pSPEC)का निर्माण लगभग 2 GHz की बैंडविड्थ के एनालॉग संकेतों के प्रतिदर्श और संसाधन के लिए किया जा रहा है।

ब्रेन कम्प्यूटर इंटरफेस

हेमा रामचन्द्रन, बी रमेश, सुजाता एस, अरासी सत्यमूर्ति, सोमशेखर आर, राघवेन्द्र राव के बी, मोहम्मब इब्राहिम, जुनैद अंसारी एवं आगंतुक छात्र।

इस सामाजिक दृष्टि से संबंधित परियोजना का उद्‌देश्य शारीरिक असामान्य लोगों के लिए ऐसे उपकरण को विकसित कर सहायता करना है जिसे दिमागी संकेतों (EEG) से संचालित किया जा सके। एक छोटी बहुमुखी आवाज सक्रियित नियंत्रक इकाई (VACU) को विकसित किया गया है जिसका कि आवाजीय निर्देशों द्वारा उपकरण को नियंत्रण करने के लिए उपयोग किया जा सकता है। इसमें एक ऑन-बोर्ड कम्प्यूटर होता है और बैटरी द्वारा प्रचालित होता है, जो कि एक पोर्टेबल यूनिट बनाता है जिसे आसानी से कई तरह की प्रणालियों के साथ कार्य के लिए कांफिगर किया जा सकता है जैसे व्हीलचेयर की मोटर, इलेक्ट्रॉनिक उपकरण, इत्यादि।

एक पूर्ण SSVEP आधारित BCI प्रणाली को भी संस्थान में विकसित किया गया जिसमें EEG इलेक्ट्रोड्स, जैवप्रवर्धक, डिजीटाइजर, सिग्नल प्रोसेसर एवं डिवाइस ड्राइवर रहते हैं। इसका उपयोग EEG को अभिलेखित करने, SSVEP संकेतों को निकालने व संसूचित आवृत्ति पर आधारित बाह्य उपकरणों के प्रचालन के लिए किया गया।

जैवभौतिकी

प्रमोद पुलर्कट, रिशिन पी वी, गोपाल कृष्ण एम आर, दुरैचेल्वन आर, मोहम्मद इब्राहिम, राजगोपाल जी, नारायणस्वामी, सुशील दुबे।

पिछले वर्षों के दौरान आरएएल द्वारा कार्य किये जा रहे जैवभौतिकी प्रयोगालय की विशेष परियोजना में थी: एक्सन पुलर अवस्था को विकसित करना। इस परियोजना में निहित था अति-धीमी गतिक अवस्था की अभिरचना व विकसित करना जो कुछ नैनोमीटर प्रति सेकण्ड की गति से चलती है, जिसे कि जैवभौतिकी प्रयोगों में उपयोग किया जाना है जिनके लिए एक्सन्स का नियंत्रित तनन आवश्यक होता है। पिछले शैक्षणिक वर्ष के दौरान, यांत्रिकीय घटकों को प्रारूपित व आंशिक रूप से विरचित किया गया। अवस्था/प्रक्रम को संयोजित व ऑप्टिमाइज किया गया और फिर स्टेपर मोटर ड्राइव के साथ संबंध स्थापित कराया गया। इस यूनिट का प्रारंभ में रैखिक इनकोडर द्वारा मापित और इसके बाद माइक्रोस्कोप के अधीन प्रकाशिक माध्य्य द्वारा मापे गए अति-मंद चाल/गति से परीक्षण किया गया।

एलएएमपी (लेम्प)

(I) स्लिट आधारित हस्तक्षेपी प्रयोग :
उर्बशी सिन्हा, सोमशेखर

मैक्रोस्कोपिक आर्किटेक्चर एवं माइक्रोवेव स्त्रोत का उपयोग करते हुए, स्लिट आधारित हस्तक्षेपी प्रयोग को नॉन-क्लासिकल मार्गों की उपस्थिति के संसूचन के लिए चलाया जा रहा है। माइक्रोवेव पहलुओं में सहायता जैसे न्यूनतम प्रतिबिम्बन के साथ स्थान की पहचान, परीक्षण-सेटअप का सूत्रपात तथा प्रेषण व संग्राहक होर्न एंटीनाओं की संस्थापना को आरएएल समूह द्वारा प्रदान किया जा रहा है।

(ii) वैद्युचुम्बकीय रूप से प्रवृत्त पारदर्शिता प्रभाव को समझाने के लिए उच्च Q रेजोनेंट केविटी का विकास :
अंदल नारायणन, रघुनाथन ए

वैद्युचुम्बकीय रूप से प्रवृत्त पारदर्शिता (EIT) एक तकनीक है जिसका उपयोग एक परमाण्विक माध्यम के प्रकाशिक प्रतिक्रियाओं को महत्वपूर्ण रूप से परिवर्तित करने के लिए किया जाता है। यह प्रमात्रा हस्तक्षेपी प्रभाव है जो एक माध्यम से होते हुए प्रकाश के

प्रसारण को सहज बनाता है, जो अन्यथा सामान्य परिस्थितियों में इसमें अपारदर्शी होता। इसमें त्रिअवस्था प्रणाली के दो पारगमन आवृत्तियों के संगत दो क्षेत्र शामिल होते हैं। परमाण्विक माध्यम द्वारा मध्यस्थ इन दो क्षेत्रों के मध्य अभिक्रिया को ही ईआईटी घटनाक्रम का कारण समझा जाता है। इसे सरल बनाने के लिए, समूह ने एक उच्च-Q केविटी का निर्माण रेडियो खगोलिकी प्रयोगशाला में 3.035732 GHz पर स्पंदन करने के लिए किया है। संरचना को WIPL-D में ऑप्टिमाइज किया गया है, जो कि रेजोनेंट आवृत्तियों से दूर सभी डिजनरेट मोडों के विस्थापन द्वारा अधिकतम गुणवत्ता फेक्टर लाने के लिए त्रिविमीय तत्वों/पदार्थों के लिए एक वैद्युचुम्बकीय अनुकरण सॉफ्टवेयर है। केविटी को वर्तमान में इसके वैद्युतीय निष्पादन के लिए वर्गीकृत किया जा रहा है। प्रेक्षित प्रारंभिक परिणाम दर्शाते हैं कि अनलोडेड क्वालिटी फेक्टर 10,000 से 14,000 के दायरे में रहते हैं। आगे, केविटी निष्पादन पर केविटी के भीतर परमाण्विक प्रतिदर्शों के लोडिंग प्रभाव का अन्वेषण किया जा रहा है।

नीतिगत विकास

अविनाश ए देशपाण्डे, विनुता सी, ममता टी एस, संध्या पी, राघवेन्द्र राव के बी, नागराज एच एन, प्रभु टी, श्रीवाणी के एस, कामिनी पी ए, माधवी एस एवं आगंतुक छात्र।

(i) SWAN के लिए GBT-RRI MBR पूरक प्रणाली का उपयोग

GBT-RRI MBR एक स्वयं-धारित संग्राहक प्रणाली है जो अपने स्पेक्ट्रल प्रतिक्रिया (100-1500 MHz) के व्यापक क्षेत्र को आवरित करते डुअल-पोलराइजेशन फीड से बना है, और इसकी अभिरचना GBT के प्रमुख फोकस पर उपयोग के लिए की गई है। सम्पूर्ण प्रणाली को ग्रीन बैंक, डब्ल्यूवी, यूएसए में वर्ष 2009 के दौरान स्थापित किया गया था, और इसे GBT के साथ पल्सर एमिशन कोन्स के टोमोग्राफिक अध्ययन के लिए सफलतापूर्वक उपयोग किया गया । ग्रीन-बैंक पर प्रगति और अगली परियोजना, SWAN, के लिए संग्राहक की आवश्यकता को ध्यान में रखते हुए, इस पूर्ण पूरक प्रणाली को SWAN के अवस्था-0 के साथ-साथ 8 MWA टाइल्स के लिए उपयोग किया जाना प्रस्तावित किया गया है। इस उद्देश्य हेतु, प्रणाली को ग्रीनबैंक, यूएसए से आरआरआई में विस्थापित कर दिया गया। संग्राहकों को खोला गया और इनके कार्यचालन की जांच की गई तथा 10 वैयक्तिक 6U सब-रैक्स में अभी स्थापित किया गया, जो कि आगे के प्रेक्षणों के लिए 10 भिन्न स्टेशनों को सेवाएँ देगा।

(ii) एनालॉग डुअल मिनिएचर रिसीवर का विकास (140 MHz एवं बैंडविड्थ 16 MHz पर आईएफ के साथ) कार्य पिछले वर्ष जारी रहा। परिवर्ती तनुकारी (अटेनुएटर) एवं स्थानीय दोलित्र को अब यूएसबी पोर्ट द्वारा नियंत्रित किया जा रहा है। डिजीटल संग्राहक में कम ऊर्जा, 100 मेगा प्रतिदर्श प्रति सेकण्ड की दर से प्रतिदर्श प्रदान करने में सक्षम 8-बिट डुअल-चैनल एडीसी (AD9288) निहित होते हैं। स्ट्रोब के साथ 8-बिट डुअल चैनल प्रतिदर्श समय बहुचक्र हैं और AgFo बोर्ड जो वर्टेक्स-5 FPGA से बना होता है, से होकर गुजरते हैं। लगभग 66 मेगा-प्रतिदर्श प्रति सेकण्ड की दर से 8-बिट के समानांतर निवेशी धारा, जो दो ऑर्थोगोनल ध्रुवीकरण चैनलों में से बहुचक्र रॉ वोल्टेज प्रतिदर्शों को निरूपित करते हैं, को प्राप्त किया गया और बाद में उपयुक्त पैकेटीकरण के पश्चात डाटा को पीसी में गीगाबिट ईथर्बनेट (GbE) चैनल पर GBT-RRI MBR के समान फॉर्मेटिंग की तरह, प्रेषित किया गया। इस उद्देश्य के लिए FPGA फर्मवेयर को VHDL में विकसित किया गया। प्रणाली की सेटिंग में किया गया कोई भी परिवर्तन तुरंत ही अर्जित डाटा के साथ जुडे हैडर में दिखाया जाता है।

(iii) 16-बिट ADC (AD 9650) परिगणन:

AD9650 एक डुअल, 16-बिट, 105 MSPS एनालॉग-से-डिजीटल परिवर्तक (ADC) है जिसकी अभिरचना वाइड बैंड, 300 MHz तक की आगत आवृत्तियों के उच्च गतिक स्तर के संकेतों के डिजीटलीकरण के लिए की गई। ADC परिणामी डाटा को दो बाह्य 16-बिट आउटपुट पोर्ट अथवा एकल 16-बिट बुस पर मल्टीप्लेक्स्ड को सीधे ही निर्देशित किया जा सकता है। इन आउटपुट को या तो 1.8 V CMOS या LVDS पर सेट किया जा सकता है। AD9650 की प्रोग्रामिंग एवं नियंत्रण कार्य 3-वायर, एसपीआई-कम्पेटिबल सीरियल इंटरफेस का उपयोग करते हुए पूर्ण कर लिया गया है। अब, ADC बोर्ड के परिगणन के लिए एक डाटा केप्चर बोर्ड की आवश्यकता है। HSC-ADC-EVALCZ-FPGA-आधारित डाटा केप्चर किट (आईआईए से उधार ली गई) का उपयोग इस नए ADC बोर्ड के परिगणन के लिए किया गया। विजुअल एनालॉग सॉफ्टवेयर का उपयोग ADC से प्राप्त डाटा को केप्चर करने के लिए किया गया। 80MHz की प्रतिदर्शी आवृत्ति के साथ एक ज्ञात एकल टोन आवृत्ति 10.625MHz को ADC चैनल में इनपुट की तरह भेजा गया और रॉ डाटा का विश्लेषण मैटलैब का उपयोग करते हुए किया गया। यह आंकलन किया गया कि ADC SNR 68 fBFS है और ENOB को 11 बिट्स होना पाया गया।

आगे व्यावसायिक FPGA बोर्ड को पूर्व में अभिरचित वर्टेक्स-5 FPGA बोर्ड (Agfo बोर्ड को MWA परियोजना के लिए अभिरचित किया गया था) से प्रतिस्थापित करने के लिए, ADC एवं FPGA बोर्ड के इनपुट व आउटपुट को सुमेलित करने के लिए एक इंटरफेस कार्ड को अभिरचित किया गया। एक VHDL फर्मवेयर को ADC डाटा के विश्लेषण हेतु अर्जित करने के लिए विकसित किया जा रहा है।

(iv) निम्नतर आवृत्तियों पर रोटमन लेंस :

12 GHz पर प्रचालित प्रोटोटाइप रोटमन लेंस के निष्पादन से उत्साहित होकर, ऐसे लेंसों की निम्नतर आवृत्ति संस्करणों (छोटी-GHz आवृत्तियाँ) को अभिरचित व विरचित किया गया। यह लेंस उल्लेखनीय ढंग से भौतिक आकार में बड़ा है और इसके EM निष्पादन के लिए परीक्षित किया जा रहा है।

(v) MWA के लिए अवस्थागत व्यूह रचना:

हाल ही में आरएएल में पूरी की गई परियोजना थी **मर्किसन वाईडफील्ड अरे** (MWA) के लिए डिजीटल संग्राहक को विकसित करना। कुछ वर्ष पहले, आरआरआई ने मर्किसन शायर, ऑस्ट्रेलिया में स्थित 3 किमी क्षेत्र में फैले 80-330 MHz की आवृत्ति में प्रचालित 2048 डुअल-पोलराइजेशन वाइडबैंड 'बोव-टाई' एंटीनाओं के लिए डिजीटल संग्राहक की अभिरचना व निर्माण के उत्तरदायित्व को स्वीकारते हुए MWA सांझेदारी में प्रवेश लिया था। आरआरआई ने सफलतापूर्वक पिछले समीक्षा वर्ष के दौरान डिजीटल संग्राहक को तैनात कर दिया। MWA अब पिछले दो वर्षों से वैज्ञानिकी मोड में सफलतापूर्वक प्रचालित हो रहा है - यह एक तथ्य है जो आरआरआई द्वारा अभिरचित, बनाए, संश्लेषित व तैनात इलेक्ट्रॉनिक्स प्रणालियों की गुणवत्ता, विश्वसनीयता तथा अपरिष्कृतता के बारे में बतलाता है। उदयशंकर एन, अनीष रोशी डी, अविनाश ए देशपाण्डे ने आरआरआई के प्रयासों का नेतृत्व किया और प्रभु टी, श्रीवाणी के एस, कामिनी पी ए, माधवी एस, गोपालकृष्ण एम आर प्रमुख आरएएल प्रतिभागी रहे हैं।

वर्तमान में आरएएल मर्किसन वाइडफील्ड अरे डिजीटल संग्राहक के लिए पूर्ण-बैंड वोल्टेज बीम-प्रारूपित मोड को कार्यान्वयन में शामिल है। डिजीटल संग्राहक की अभिरचना 80-300 MHz के मध्य बैंड के लिए आठ MWA टाइल्स से संकेतों के संसाधन के लिए की गई है। डिजीटलीकृत आउटपुट को पॉलिफेस

फिल्टर बैंक का उपयोग करते हुए 1.28 MHz वाइड सब-बैंड प्राप्त करने के लिए डिजीटल संग्राहक में संसाधित किया जाता है। सामान्य प्रचालन के दौरान, 24 ऐसे उप-बैंड (30.72 के संगत) का चयन किया जाता है और FX कोर्रिलेटर में संसाधन के लिए भेजा जाता है। MWA से तीव्र क्षणिक प्रेक्षण और अधिक संवेदी लक्षित खोजों को सरल बनाने के लिए, डिजीटल संग्राहक को एक नए मोड के साथ संवर्धित किया जा रहा है, जहाँ वोल्टेज बीम 80-300 MHz बैंड के चारों ओर बनती है। डिजीटल संग्राहक के डाटा मार्ग व फर्मवेयर लॉजिक को इस मोड की प्राप्ति के लिए बढ़ाया गया है। संवर्धित डिजीटल संग्राहक आठ टाइल्स से प्रत्येक स्टेशन पर वोल्टेज बीम बनाने के लिए पूर्ण बैंड संकेतों की अवस्था बना सकता है। वर्तमान में, MWA डिजीटल संग्राहक में इस बीम निर्माणक मोड को विकसित करने का कार्य पूर्ण हो गया है, और प्रयोगालय में नई कार्यप्रणालियों का परीक्षण किया जा रहा है।

15 मीटर स्टेप

बी रमेश, ममता टी एस, कस्तूरी एस, अरासी सत्यमूर्ति, के बी राघवेन्द्र राव एवं आगंतुक छात्र

इस परियोजना के अंतर्गत वर्ष 2014-2015 के दौरान, आरएएल प्रमुखतया Ku-बैंड संग्राहक को विकसित करने में शामिल रहा है। Ku-बैंड संग्राहक के अधिकतर कलपुर्जों की अभिरचना व परीक्षण संतोषजनक निष्पादन के साथ की जा चुकी है। संग्राहक को अधिक कॉम्पेक्ट बनाने के लिए अवयवों के लघुकरण व संयोजन पर कुछ प्रयास को आंशिक सफलता के साथ पूरा कर लिया गया है। आगंतुक छात्रों के साथ अति निम्न-ध्वनि को विकसित करने की दिशा में USB-डिजीटाइजर के साथ पूर्णतया तक पहुँचने में भी और कार्य किये जाने की आवश्यकता है। हमारा परम लक्ष्य है विभिन्न अवयवों को पूर्ण रूप से तैयार संग्राहक में अंगीकृत करना और उसके पश्चात इसका परीक्षण करना।

एक्स–किरण पोलरीमीटर परियोजना

बिश्वजीत पॉल, रिशिन पी वी, गोपाल कृष्ण एम आर, दुरैचेल्वन आर, चन्द्रेयी मैत्रा, राजगोपाल जी, संध्या पी, ममता टी एस, अरासी सत्यमूर्ति, नागराज एच एन एवं आगंतुक छात्र।

वर्तमान में आरएएल एक्स-किरण प्रयोगशाला में दो एक्स-किरण पोलरीमीटर के विकास संबंधी गतिविधियाँ चल रही हैं। ये हैं:

(i) एक्स-किरण पोलरीमीटर - पोलिक्स एवं

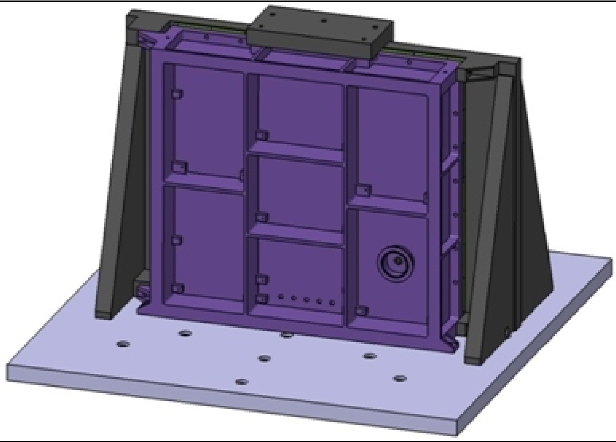
(ii) फोटो-इलेक्ट्रॉन पोलरीमीटर

(I) एक्स-किरण पोलरीमीटर - पोलिक्स :

यह एक उपकरण है जिसे 5-30 keV ऊर्जा बैंड के लिए अभिरचित किया गया है, जो कि थॉमसन प्रकीर्णन के सिद्धांत पर कार्य करता है। इस उपकरण का आशय इसरो के छोटे उपग्रहीय खगोलिकी मिशन के लिए पेलोड बनना है।

एक्स-किरण संसूचक से निहित पोलरीमीटर की यांत्रिकीय संस्थति (आकृति) को चार तरफ से प्रकीर्णित अवयवों पर रखी गई है। कॉस्मिक स्त्रोतों से एक्स-किरणों को एक कोलीमेटर, जो उपकरण के दृश्य क्षेत्र को सीमित रखता है, से होते हुए प्रकीर्णक पर गिरने दिया जाता है। वर्तमान में, अधिकतर उपकरण उप-प्रणालियाँ अभियांत्रिक मॉडल के विकासात्मक अवस्था में हैं।

संसूचक के अग्रभाग पर, दो और संसूचक वायरफ्रेम्स के यांत्रिकीय विरचना को इसी अवधि के दौरान लिया गया। संसूचकों व वायरफ्रेमों के स्पंदन परीक्षण के लिए, एक टेस्ट जिग की विरचना इस प्रकार से की गई कि स्पंदित टेबल पर संसूचक को थामे रखा जा सके।



कोलिमेटर केलिब्रेशन के लिए प्रक्रिया स्थापित करने के क्रम में, क्रमशः पतले होते छेदों क साथ कोलिमेटर के प्रयोगालयी इकाई की कोणीय प्रतिक्रिया का परीक्षण किया गया। यह पाया गया कि सेटेलाइट के किसी भी प्वाइंटिंग ऑफ सेट को कम करने के लिए सपाट उपरी प्रतिक्रिया होना आवश्यक है। अभियांत्रिक मॉडल कोलिमेटर के केलिब्रेशन के लिए, एक केलिब्रेशन जिग अभिरचित किया गया, जो कि विभिन्न कोणों से एक्स-किरण स्त्रोत के सामने कोलिमेटर की स्केनिंग को सरल बनाएगा।

इलेक्ट्रॉनिक्स परिप्रेक्ष्य से, प्रयोगालयी मॉडल संस्करण को प्रोसेसिंग इलेक्ट्रॉनिक्स (PE) के पूर्व-अभियांत्रिक मॉडल संस्करण में बदलने का कार्य लिया गया। इसमें ब्रेड बोर्डेड प्रयोगालयी एकक को एकीकृत प्रणाली में बदलना शामिल है। फ्रंट-एंड इलेक्ट्रॉनिक्स (FE) के संबंध में, अभियांत्रिक मॉडल पूर्ण हो गया है और आगे अब इसे अंतरिक्ष अर्हता परीक्षण से गुजरना है। विभिन्न कार्डों के लिए अंतरिक्ष अर्हता लेआउट्स को इस उद्देश्य के लिए बनाया गया है। हाउस कीपिंग इलेक्ट्रॉनिक्स (HK) महत्वपूर्ण पेलोड पैरामीटर अर्जित व संवीक्षित करती है, इसे पैकेटीकृत करती है और इन्हें टेलि-कमाण्ड प्रणाली को भेजती है। HK के लिए, इस अवधि के दौरान एक प्रयोगलयी मॉडल विकसित किया गया। इस प्रणाली में 32 एनालॉग मॉनिटरिंग चैनल अर्जित करने का प्रावधान है जिनकी अर्जनता को प्रोग्रामेबल अर्जन प्रवर्धक (PGA) द्वारा सेट किया जा सकता है। चैनलों को 12-बिट ADC के जरिए डिजीटलीकृत किया जाता है और वर्तमान में PC में अर्जित किये जा रहे हैं।

पोलिक्स से पोलराइजेशन मापन के लिए प्रत्येक फोटॉन के समय स्टाम्प की आवयश्कता होती है। 48-बिट चौड़ा समय आधारित जनरेटर (उत्पादक) विकसित किया जा चुका है और स्थानीय दोलित्र के साथ GPS से प्रेक्षित निरपेक्ष समय के विपरीत परीक्षित किया गया तथा समय की बढ़ती अवधि पर स्थायित्वता के लिए जांचा गया। इस समय आधारित जनरेटर, जब तापमान प्रतिपूरित दोलित्र के सहयोग में उपयोग किया जाता है, से पोलिक्स के लिए आवश्यक समयगत स्थायित्वता प्रदान करने की उम्मीद की जाती है।

इस परियोजना में कार्यरत सदस्य हैं: बिश्वजीत पॉल, रिशिन पी वी, गोपाल कृष्ण एम आर, वरूण बी, दुरैचेल्वन आर, मोहम्मद इब्राहिम, राजगोपाल जी, संध्या पी, ममता टी एस, अरासी सत्यमूर्ति, नागराज एच एन।

(ii) फोटो-इलेक्ट्रॉन पोलरीमीटर :

इस परियोजना के अंतर्गत पोलराइजेशन मापन की एक नई तकनीक को विकसित करना निहित है। यह उपकरण उस सिद्धांत पर आधारित है कि दिशा, जिसमें फोटोइलेक्ट्रॉन गैस के रूप में निकलते हैं, फोटॉन के ध्रुवीयकरण (पोलराइजेशन) के प्रति संवेदनशील है,

जो कि इसका कारण है।

फोटो-इलेक्ट्रॉन पोलरीमीटर के लिए, एक नई PCB आधारित संसूचक वायर फ्रेम, पिछले वर्ष 3.2mm की अंतर-वायर दूरी के साथ अभिरचित का विभिन्न दाब स्तरों पर परीक्षण किया गया। यह तंत्र पूर्व में विकसित KEL-F आधारित वायरफ्रेमों के समान परिणाम देता है;

इसी कारण, यह अंतर-वायर पृथक्करण को कम करने के लिए PCB आधारित वायर-फ्रेमों के उपयोग की संभावना खुल जाती हैं। इस संसूचक की लम्बी-आवधिक स्थायित्वता को स्थापित किया जा चुका है। घटते अंतर-वायर दूरी 2.4 mm और 1.6 mm के साथ संसूचक PCBs की लेआउट अभिरचना पर वर्तमान में कार्य चल रहा है।

इस परियोजना पर कार्यरत सदस्य हैं: बिश्वजीत पॉल, रिशिन पी वी, गोपाल कृष्ण एम आर, वरूण बी, दुरैचेल्वन आर, मोहम्मद इब्राहिम, राजगोपाल जी, संध्या पी, नागराज एच एन, अचन कुन्जु ।

अभियांत्रिक विकास

सुप्राविका हेग्डे एम आर, ए रघुनाथन, एन उदय शंकर

प्लेनर फैट सिनूसोईडल टूथ संरचना का विकास

न्यूट्रल हाइड्रोजन की 21सेमी रेखा को पुन:आयनीकरण अवधि से संकेतों के संसूचन के लिए एक अद्भुत यंत्र की तरह स्वीकारा गया है। इस समूह ने प्लेनर फैट सिनूसोईडल टूथ संरचना को अभिरचित व विकसित किया है जिसे इन संकेतों के सटीक मापन के लिए उपयोग किया जा सकता है। यह एक पूर्ण-आकाशीय गुण है जिसे रेड शिफ्टेड 21सेमी रेखा पर देखा जा सकता है और इसके अधिकतम 20-30mK होने की कल्पना की गई है। ऐसे कमजोर संकेतों को प्रबल मंदाकिनीय व अतिमंदाकिनीय पृष्ठभूमि की उपस्थिति में संसूचित करना एक चुनौतीपूर्ण कार्य है। इसके सटीक मापन के लिए संसूचन उपकरण जैसे एंटीना की आवश्यकता होती है ताकि आवृत्ति मुक्त विकिरण पैटर्न एवं परिणामी हानि के लक्षणों को प्राप्त किया जा सके। किसी भी आवृत्ति की निर्भरता EoR संकेतों के सदृश मापे गए स्पेक्ट्रम में अनचाहे स्पेक्ट्रल गुणधर्मों को व्युत्पन्न करते हैं।

समूह ने व्यापक वैद्युचुम्बकीय अनुकरणों को संचालित किया और दिखाया कि सिनुसोईडल रूप से प्रोफ़ाइल की संरचना वाले एंटीना आवृत्ति स्वतंत्र विकिरण और प्रतिबाधित लक्षणों दोनों ही को प्रदर्शित करते हैं। एक व्यापक बैंडविड्थ में से इन दोनों लक्षणों को प्राप्त करने के लिए, डाइपोल्स सामान्यतया बहुत

स्थूल बनाए जाते हैं। यद्यपि, इस व्यवस्था के साथ, एंटीना को अभिरचित करना बहुत मुश्किल है,जो कि एक ही साथ दो ऑर्थोगोनल ध्रुवीकरणों पर प्रतिक्रिया दे सके। इसे विशेष तौर पर व्यापक बैंडविड्थ में से आवृत्ति स्वतंत्र विकिरण एवं सरल प्रतिबाधित लक्षणों के साथ पाने के लिए, प्लेनर फैट सिनुसोईडल टूथ संरचना की अभिरचना 100-1000 MHz आवृत्तियों पर प्रचालित करने के लिए की गई। ऑप्टिमाइज्ड संरचना के साथ अनुकरण परिणाम इंगित करते हैं कि i) परिणामी हानि 1:3 बैंडविड्थ तक रेजोनेटिंग नोचेस से मुक्त रह सकती है और ii) 10dB बैंडविड्थ 10-15% के अधिकतम विचलन के साथ सभी बैंडविड्थ के लिए एक समान रह सकती है।

एससीएम समूह प्रयोगालय

रासायनिकी प्रयोगालय

प्रयोगालय में तरल स्फटिक पदार्थों, नैनोकणों एवं अन्य जैविक व जैवधात्विक संयौगिकों के संश्लेषण के लिए आवश्यक आधुनिक सुविधाएँ उपलब्ध हैं। प्रयोगालय के प्रमुख उपकरण हैं: सूक्ष्मतरंग संश्लेषक (माइक्रोवेव सिंथेसाइज़र), घूर्णी वाष्पक (रोटरी इवेपोरेटर्स) निर्वात पम्प, गर्म प्लेट सहित चुम्बकीय उत्तेजक इत्यादि। रासायनिकी प्रयोगालय में कई सैकड़ों अणुओं का संश्लेषण किया जा चुका है।

वैश्लेषिक (विश्लेषणात्मक) प्रयोगालय

इस प्रयोगालय में पदार्थों के वर्गीकरण के लिए आवश्यक कई आधुनिक सुविधाएँ उपलब्ध हैं। प्रयोगशाला के प्रमुख उपकरण हैं: ध्रुवीकरण प्रकाशिक माइक्रोस्कोप, अवकल स्केनिंग कैलोरीमापी, अवयवी विश्लेषक, थर्मोग्रेवीमेट्रिकएनालाइज़र, इंफ्रारेड एवं UV-दृश्य स्पेक्ट्रोफोटोमीटर, माइक्रो-संतुलन।

माइक्रोस्कोपी एवं परावैद्युत स्पेक्ट्रोस्कोपी प्रयोगालय

यह प्रयोगालय तरल स्फटिकों व पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों के ब्रॉडबैंड परावैद्युत स्पेक्ट्रोस्कोपी के अध्ययन के लिए उच्च वोल्टेज बूस्टर एवं मल्टी इलेक्ट्रोड परीक्षण अंतरफलकों के साथ-साथ उच्च निष्पादन परावैद्युत मापन प्रणाली से सुसज्जित है। वैद्युत-प्रकाशिक अध्ययन के प्रायोगिक सेटअप और स्पेक्ट्रोमीटर से अंगीकृत प्रकाशिकीय ध्रुवीकरण माइक्रोस्कोप का उपयोग अवस्था परिवर्तन, दोष, गुणधर्मों का बदलना और तरल स्फटिकों में क्षेत्र प्रतृत्त प्रभाव तथा तरल स्फटिकीय-नैनोकण संयौगिकों के अन्वेषण के लिए किया गया। इन अध्ययनों को संनाभि (कोनफोकल) माइक्रोस्कोप का उपयोग करते हुए त्रिविमीय प्रतिचित्रण के साथ संयुक्त किया जा सकता है।

तरल स्फटिक प्रदर्शक प्रयोगालय

LCD प्रयोगालय में तरल स्फटिक कोशिकाओं एवं छोटे आकार के (100mmX100mm) प्रदर्शकों के साथ-साथ मानक इलेक्ट्रॉनिक्स उपकरण की रचना के परीक्षण की आधारभूत सुविधाएँ उपलब्ध हैं। स्पिन कोटिंग प्रणाली, निर्वात निक्षेपण इकाई, घर्षण मशीन एवं तापमान नियंत्रित ओवनों का प्रयोगालय सदस्यों द्वारा नियमित रूप से उपयोग किया जाता है।

रियोलॉजी एवं प्रकाश प्रकीर्णन प्रयोगालय

प्रयोगालय मृदु कांचीय सामग्रियों व एम्फिफिलिक प्रणालियों की गतिकी के अध्ययन के लिए रियोलॉजी व प्रकाश प्रकीर्णन तकनीकों का उपयोग करता है। प्रयोगालय में ज्यादातर उपयोग किये जाने वाले उपकरणों में शामिल हैं: गतिकीय प्रकाश प्रकीर्णन सेटअप, ध्वनिक एवं वैद्यु-ध्वनिक स्पेक्ट्रोमीटर, उच्च

गति वाला CMOS कैमरा एवं रियोमीटर। रियोलॉजी, गतिक प्रकाश प्रकीर्णन, उच्च-गति का प्रतिचित्रण, अल्ट्रासाउंड संकीर्णता एवं कोलाइड स्पंदन धारा मापन कुछ ऐसी मापन तकनीकें हैं जिनका प्रयोगालय में उपयोग किया जाता है।

एक्स-किरण विवर्तन प्रयोगालय

एक्स-किरण प्रयोगालय मृदु पदार्थ प्रणालियों की संरचना के अध्ययन के लिए सुसज्जित है। इसमें उलब्ध सुविधाओं में शामिल हैं: पाउडर डिफ्रेक्टोमीटर एवं अल्प-कोणीय प्रकीर्णन उपकरण। आंकड़ों को $0^{\circ}C$ से $250^{\circ}C$ तापमान के दायरे में उन्मुखी व पाउडर प्रतिदर्श दोनों ही से लिया जा सकता है।

जैवभौतिकी प्रयोगालय

जैवभौतिकी प्रयोगालय स्व-पूर्ण (स्वयं में संपूर्ण) प्रयोगशाला है जहाँ विविध कोशिकाएँ विकसित, संवर्धित व विश्लेषित की जा सकती हैं। यह दो पूर्ण मशीनचालित माइक्रोस्कोपों से सुसज्जित है जो प्रतिदीप्ति व अवस्था-तुलनीय माइक्रोस्कोपी मापन, संनाभि माइक्रोस्कोप, विकसित कोशिकाओं की जैवसुरक्षा केबिनेट, उष्मायित्रक, अपकेन्द्रण यंत्र एवं श्वच्छेदन के लिए 3D माइक्रोस्कोप को समर्थ बनाता है। इनके अलावा, तंत्रिकीय कोशिकाओं के यांत्रिक गुणधर्मों के अध्ययन के लिए अति-संवेदी बल मापन सेटअप हैं जैसे लेज़र आधारित प्रकाशिक ट्वीजर्स एवं संस्थान में ही निर्मित ऑप्टिकल फाइबर आधारित बल उपकरण।

मृदु एवं जैव पदार्थ का नैनोस्केल भौतिकी प्रयोगालय

यह प्रयोगालय मृदु पदार्थों के साथ-साथ जैविकीय प्रणालियों में अंतरआण्विक अभिक्रियाओं की भूमिका के अध्ययन के लिए नैनोस्केल उपकरणों की रचना करता है। हमारा उद्देश्य एकल अणु रेजोल्यूशन पर उनकी संरचना-प्रकार्यन संबंध को समझना है। प्रयोगालय में निर्मित सामान्य उपकरण हैं: आधुनिक नैनोपोर रिग जो नैनोपोर उपकरणों से होते हुए एकल जैवअणुओं के विस्थापन का मापन करता हे, जैल इलेक्ट्रोफोरेसिस प्रणाली, विजुलाइजेशन इंवर्टेड माइक्रोस्कोप एवं एक बायो-क्लीन DNA तथा प्रोटीन वर्कस्टेशन । यह प्रयोगालय दो और प्रकाशिक सेटअप को तैयार करने की दिशा में तेजी से आगे बढ़ रहा है; एक तो नेनोपोर प्लेटफार्म से युग्मित कम-ध्वनि वाला लेज़र ऑप्टिकल ट्वीजर्स और दूसरा एकल आण्विक रेजोल्यूशन TIRF माइक्रोस्कोपी सेटअप है।

वैद्युरासायनिकी एवं सतह (पृष्ठ) विज्ञान प्रयोगालय

प्रयोगालय वैद्युरासायनिक उपकरणों जैसे पोटेंशियोस्टेट्स, फ्रिक्वेंसी रिस्पोंस एनालाइज़र एवं लॉक-इन एम्प्लीफायर का उपयोग करते हुए वैद्युरासायनिक कोशिका की सतहों के परीक्षण पर नियंत्रित प्रयोग निष्पादित करता है। एक वैद्युरासायनिक क्वार्ट्ज स्फटिक माइक्रोबेलेंस का उपयोग सतही स्थानस्थ पर भार परिवर्तन के मापन के लिए किया जाता है। ऑर्गेनिक थिन फिल्म का वर्गीकरण अध्ययन विविध प्रकार के सतही परीक्षण तकनीकों जैसे स्केनिंग टनलिंग माइक्रोस्कोपी, परमाण्विक बल माइक्रोस्कोपी, स्केनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी इत्यादि के साथ किया गया।

एसईएम प्रयोगालय

एसईएम प्रयोगालय एक फील्ड एमिशन स्केनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोरकोप (FESEM) से सुसज्जित है। FESEM में एक स्केनिंग ट्रांसमिशन इलेक्ट्रॉन माइक्रोरकोप (STEM) संलग्न है जिसे नैनोपदार्थों के प्रतिचित्रण के साथ-साथ एक ऊर्जा विक्षेपी एक्स-किरण स्पेक्ट्रोस्कोपी (EDX) को अवयवों की पहचान व सतही संयोजन के लिए उपयोग किया जा सकता है। FESEM में एक स्थानीय आवेश कम्पन्जेशन मोड होता है जो

अचालक सतहों के प्रतिचित्रण तथा ऑर्गेनिक थिन फिल्म अध्ययनों के लिए बहुत निम्न वोल्टेज प्रचालन मोड को समर्थ बनाता है। माइक्रोस्कोप में क्रायो-माइक्रोस्कोपी जुड़ा रहता है जो तरल नाइट्रोजन तापमान पर फ्रीज-फ्रेक्टर विधि द्वारा मृदुपदार्थ प्रतिचित्रण को समर्थ बनाता है।

एएफएम प्रयोगालय

एएफ एम प्रयोगालय कई अतिरिक्त गुण जैसे STM, चालक AFM. चुम्बकीय बल वाले परमाण्विक बल माइक्रोस्कोप तथा मापमान नियंत्रक व पर्यावरणीय चैम्बर के अविच्छित भाग वाले वैद्युत बल माइक्रोस्कोप से सुसज्जित है। इस माइक्रोस्कोप का उपयोग ऑर्गेनिक थिन फिल्म, तरल स्फटिकों, ग्रेफीन पदार्थों, नैनोसंयौगिकों एवं चालक व अचालक आर्द्रकों वाले मृदु पदार्थों के सतही अध्ययन के लिए किया जाता है।

एनएमआर प्रयोगालय

एनएमआर प्रयोगालय एक तापमान नियंत्रक से अविच्छित 500 MHz उच्च रेजोल्यूशन (ब्रूकर) न्यूक्लियर चुम्बकीय रेसोनेंस स्पेक्ट्रोमीटर से सुसज्जित है। इस स्पेक्ट्रोमीटर का प्रमुखतया ^{1}H एवं ^{13}C NMR रसायनिक परिवर्तन का उपयोग करते हुए आण्विक संरचनाओं को पहचानने के लिए किया जाता है। तापमान के एक प्रकार्य के रूप में नैनोसंरचनाओं से जुडे जल अणु का भी अध्ययन इसी स्पेक्ट्रोमीटर का उपयोग करते हुए किया गया। 2D NMR एवं स्पिन-लेट्टिस शिथिलीकरण समय प्रयोग को भी किया जा सकता है।

माइक्रो-रामन स्पेक्ट्रोस्कोपी प्रयोगालय

माइक्रो-रामन स्पेक्ट्रोस्कोपी प्रयोगालय IR से UV तक के दायरे की तरंगदैर्ध्यों के विभिन्न लेज़र स्त्रोतों का आधुनिक त्रिपक्षीय रामन स्पेक्ट्रोमीटर से सुसज्जित है। यह सेटअप 180°C से 300°C तक के विभिन्न तापमानों पर प्रतिदर्शों के अध्ययन के लिए माइक्रोस्कोप हॉटस्टेज से भी सुसज्जित है। XYZ नैनोपोजीशनिंग अवस्था का उपयोग करते हुए प्रतिदर्शों की माइक्रो-रामन मैपिंग की जा सकती है। रामन स्पेक्ट्रोस्कोपी एक संवेदी व गैर-उत्तेजी तकनीक है जो प्रतिदर्शों के भीतर रासायनिक पदार्थों को पहचानती व वर्गीकृत करती है। प्रतिदर्शों के छोटे परिमाण को विशिष्ट रासायनिक बंधों की उपस्थिति के प्रबल यौगिकों की उपस्थिति के संसूचन के लिए विश्लेषित किया जा सकता है। माइक्रो-रामन स्पेक्ट्रोमीटर का उपयोग नैनोपदार्थों, बहुलकों, तरल स्फटिकों, नैनोसंयौगिकों, जैवपदार्थों व अन्य मृदु पदार्थों के अध्ययन के लिए किया जा रहा है।

चुम्बकत्व अध्ययन प्रयोगालय

चुम्बकत्व अध्ययन प्रयोगालय समायोजित होने वाले पोल अंतराल के 2 टेस्ला इलेक्ट्रोमेग्नेट और तापमान नियंत्रक निहित फैराडे संतुलन प्रणाली से सुसज्जित है। फैराडे संतुलन का उपयोग थर्मोट्रोपिक व लियोट्रोपिक तरल स्फ टिकों की प्रतिचुम्बकीय अतिसंवेदनशीलता ($\sim 10^{-7}$ cgs), मिसेलर विलयन तथा तापमान के प्रकार्यन के रूप में तरल स्फटिक नैनोसंयौगिकों के अध्ययन के लिए किया जाता है। संस्थान में निर्मित उच्च-रेजोल्यूशन ऑप्टिकल बायरफ्रिंजेंस (10^{-7} रेडियन्स) सेटअप का इलेक्ट्रोमेग्नेट के संबंध से उपयोग मृदु पदार्थों के चुम्बकीय बायरफ्रिंजेंस के अध्ययन के लिए किया जाता है। इस प्रयोगशाला में मेग्नेटो इलेक्ट्रोकेमिस्ट्री मापन भी किया जाता है।

फोटोफिजिकल अध्ययन प्रयोगालय

फोटोफिजिकल अध्ययन प्रयोगालय में दो प्रमुख उपकरण हैं: सोलर अनुकारी एवं फोटोइलेक्ट्रोकेमिकल वर्कस्टेशन। इन उपकरणों का उपयोग पदार्थों के फोटोफिजिकल गुणधर्मों के अध्ययन के लिए किया जाता है।

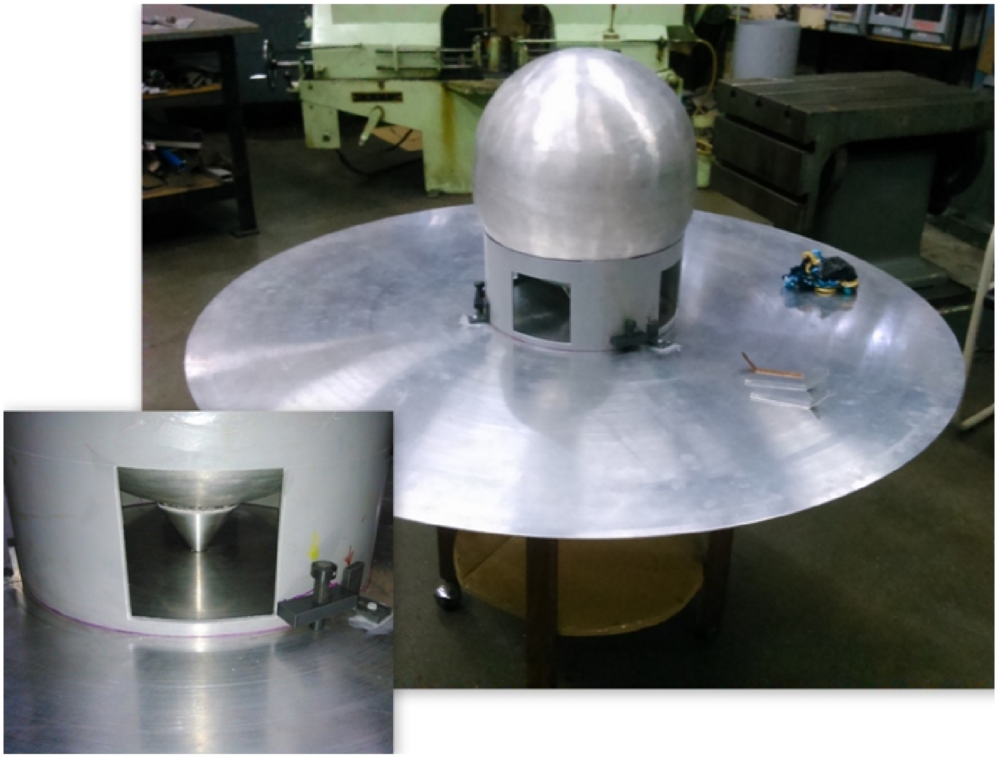
यांत्रिक अभियांत्रिकी सेवाएँ (MES)

आरआरआई में यांत्रिक अभियांत्रिकी सेवाएँ (MES) सुविधाएँ मशीन शॉप एवं शीट मेटल, पेंट तथा कारपेंट्री शॉप से निहित हैं। एक साथ में ये रामन अनुसंधान संस्थान के विभिन्न अनुसंधान समूहों की उत्पाद अभिरचना, ड्राफ्टिंग, यांत्रिकीय अभियांत्रिकी, शीट मेटल रचना, कारपेंट्री, पेंट कार्य, इंडस्ट्रियल कोटिंग, पीसीबी उत्कीर्णन एवं खरीदी से संबंधित आवश्यकताओं का प्रबंधन करते हैं। वर्कशॉप में काफी उन्नत मशीनरी उपलब्ध हैं और एक कुशल कारीगरों की टीम है जो विविध परिष्कृत यांत्रिकीय घटकों, अनुलग्नक, मॉड्यूल्स व रैक्स की रचना व अभिरचना करती है।

पिछले कई वर्षों से, प्रमुख यांत्रिकीय अभिकल्पन व रचना के कार्य जिन्हें MES टीम द्वारा आरआरआई के विभिन्न अनुसंधान प्रयोगालयों के लिए किया गया को नीचे दिखाया गया है:

(i) रोटमन लेंस - अविनाश देशपाण्डे

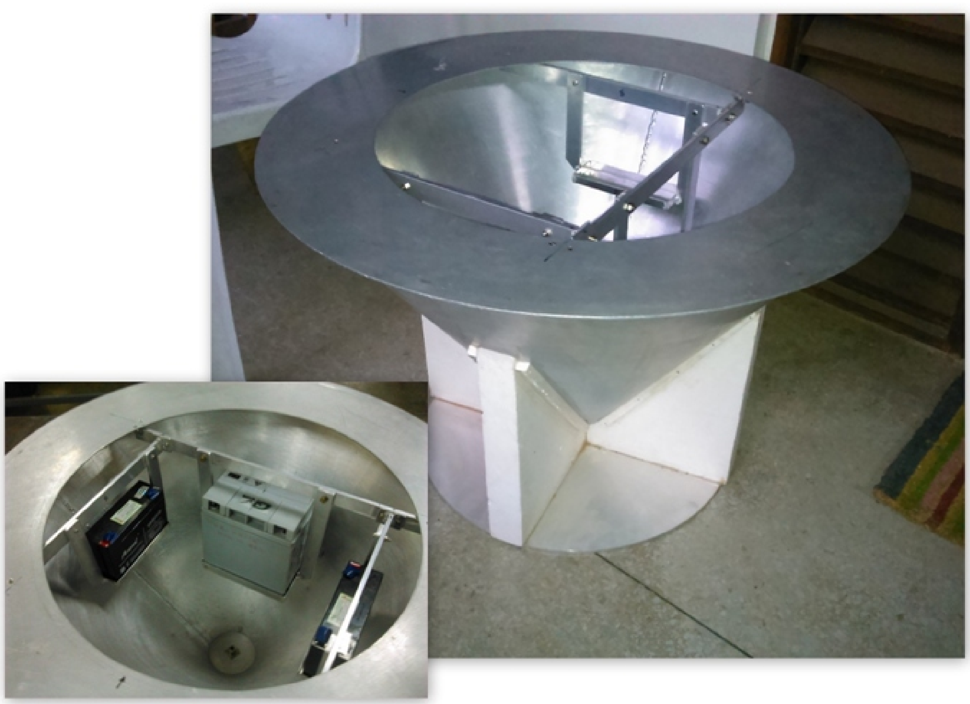
(ii) गोलाकार एकलध्रुवी एंटीना - ए रघुनाथन



(iii) आरएफआई अनुवीक्षण के लिए ब्रॉडबैंड डिस्क कोन एंटीना

डिस्क कोन एंटीना प्रायोगिक सेटअप

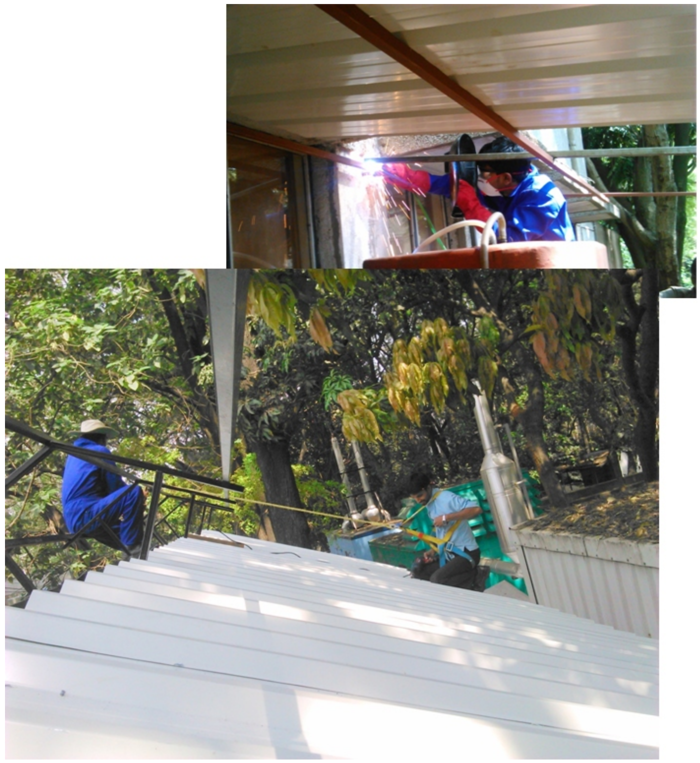
iv) EoR संसूचन के लिए निम्न आवृत्ति डिस्क कोन एंटीना – रवि सुब्रह्मण्यन, एन उदय शंकर



(v) सरस डिजीटल संग्राहक चेसिस – रवि सुब्रह्मण्यन, एन उदय शंकर

(vi) बहुलक कोशिका रंजक (डाइ) - गौतम सोनी

(vii) शेड्स का निर्माण



ग्रंथालय

सर सी वी रामन द्वारा स्थापित आरआरआई ग्रंथालय के कामकाज की शुरूआत उनके स्वयं के पुस्तक व पत्रिकाओं के संकलन से हुई। ग्रंथालय उस समय से बढ़ते हुए अब एक आधुनिक ग्रंथालय बन गया है जिसमें मुद्रित व इलेक्ट्रॉनिक सूचना संसाधन उपलब्ध हैं। ग्रंथालय के सभी कार्यकलाप LIBSYS – लाइब्रेरी ऑटोमेशन सॉफ्टवेयर के उपयोग से पूर्णतया स्वचालित हैं। ग्रंथालय अपने उपयोक्ताओं के लिए सामान्य व विशिष्ट सूचनाओं दोनों का एक नियत स्त्रोत रहा है। वर्तमान में, ग्रंथालय में पुस्तकों व पत्रिकाओं के बाउंड वॉल्यूम्स का कुल 69078 संकलन है। इस संकलन में 28372 पुस्तकें और 40706 पत्रिकाओं के बाउंड वॉल्यूम्स हैं। ग्रंथालय 94 ई-पत्रिकाओं, 54 मुद्रित व 6 मुद्रित + ऑनलाइन पत्रिकाओं का भी अभिदाता है। इसके अतिरिक्त, ग्रंथालय में 1772 गैर-पुस्तकीय सामग्रियाँ/पाठ्य भी हैं जिसमें वैज्ञानिकीय स्लाइड्स, सीडी-रोम, डीवीडी व ऑडियो/वीडियो टेप्स शामिल हैं।

पिछले वर्ष के दौरान, ग्रंथालय ने नेशनल नॉलेज रिसोर्स कंसोर्टियम के साथ सांझेदारी को जारी रखा। परिणामस्वरूप, आरआरआई उपयोक्ता 13 प्रकाशकों की लगभग 3594 पत्रिकाओं के प्रकाशनों को पढ़ सकते हैं। ग्रंथालय वेब पेज को नियमित रूप से अद्यतित किया जाता है ताकि इन कंसोर्टियम ऑनलाइन रिसोर्सों तक पहुँचने के लिए एकल विंडो प्रदान किया जा सके।

डिजीटल ग्रंथालय गतिविधियाँ

आर्क्राईवल सामग्रियों, फोटोग्राफ एवं ऑडियो/वीडियो के डिजीटलीकरण का कार्य पिछले वर्ष के दौरान जारी रहा। उन्हें संस्थागत रिपोजिटरी जिसे आरआरआई डिजीटल रिपोजिटरी कहा जाता है, में अपलोड किया जाता रहता है। वर्तमान अनुसंधान प्रकाशनों, आरआरआई में प्रस्तुत शोधपत्र, फ़ोटो, आरआरआई में होने वाले कार्यक्रमों के ऑडियो/वीडिया को इस रिपोजिटरी में शामिल किया जाता रहता है। अपलोडों की संख्या 6750 से बढ़कर 7172 हो गई है। गांधी स्मारक व्याख्यान की 200 फोटो को भी शामिल किया गया है, इस प्रकार बढ़ी हुई कुल फोटो की संख्या 1400 हो गई है। इम्प्रिंट्स कलेक्शन सेक्शन ने इस अवधि के दौरान तीन प्रोफाईलों को भी जोड़ा है।

आरआरआई ग्रंथालय बेंगलूर विश्वविद्यालय, कुवेम्पु विश्वविद्यालय, शिमोगा एवं श्री जयचामराजेन्द्र (सरकारी) महिला पॉलिटेक्निक के छात्रों को इंटर्नशिप प्रशिक्षण देकर मानव संसाधन विकास कार्यक्रम में सहायता करता है। वर्तमान वर्ष के दौरान, ग्रंथालय विज्ञान विभाग से 10 छात्रों को प्रशिक्षण दिया गया।

इस अवधि के दौरान आरआरआई ग्रंथालय द्वारा आयोजित कार्यक्रमों में "बुक एंड टेबलेट्स" पर कर्नाटक स्टेट लाइब्रेरी असोसिएशन के सहयोग में ग्रंथपाल दिवस मनाने के लिए 12 अगस्त 2014 को एक पैनल चर्चा, डॉ रमेश गौर, ग्रंथपाल, जेएनयू द्वारा तुर्नितिन प्लेगिरिज्म सॉफ्टवेयर की 20 अक्टूबर 2014 को प्रस्तुती, वार्षिक पुस्तक प्रदर्शिनी 24-25 नवम्बर 2014, EBSCO डिस्कवरी सिरीज प्रस्तुती 16 दिसम्बर 2014 और अंत में 12 जनवरी 2015 को "बिग डाटा एंड ई-साइंस" पर पैनल चर्चा शामिल थे। अंतिम कार्यक्रम के आयोजक सांझेदार थे: ग्रंथालय एवं सूचना विज्ञान विभाग, मैसूर विश्वविद्यालय, MILAN – मैसूर इंफोर्मेशन एंड लाइब्रेरी साइंस एलुम्नी नेटवर्क एवं रामन अनुसंधान संस्थान।

कम्प्यूटर सुविधाएँ

कम्प्यूटर प्रभाग की टीम अनुसंधान एवं विकास समूह तथा रामन अनुसंधान संस्थान के ग्रंथालय की विभिन्न कम्प्यूटिंग संबंधी आवश्यकताओं को संभालती है।

पिछले वर्ष के दौरान, परिसर नेटवर्क अपग्रेड कार्य, जिसकी शुरूवात वर्ष 2013-2014 में हुई, समाप्ती की ओर अग्रसर हुआ। कॉपर एवं फाइबर केबल बिछाने का कार्य पूर्ण कर लिया गया। बेतार LAN कंट्रोलर आधारित डुअल-बैंड, 802.11b/g/n वायरलेस एक्सेस प्वाइंट और 10G एवं 1G पोर्ट्स के एड्ज स्विचेस की तैनाती कर दी गई। कोर स्विच, फायरवॉल, नेटवर्क मैनेजर, लिंक लोड बेलेंसर को कंफीग्यूर कर दिया गया और इसकी तैनाती पर कार्य चल रहा है। नए नेटवर्क में भवनों के मध्य फाइबर इंटरकनेक्ट 10Gbps और कम्प्यूटरों में 1Gbps ईथरनेट कनेक्शन, नवीनतम एवं तीव्र 802.11 n स्तर की सहायता से परिसर में वायरलेस नेटवर्क होगा। नया नेटवर्क IPv6 एड्रेसिंग का उपयोग करेगा और डुअल-स्टेक मोड में कार्य करेगा।

परिसर में उपलब्ध इंटरनेट और नेशनल नॉलेज नेटवर्क उच्च गति के 1Gbps लिंक का है। यहां इंटरनेट डेडिकेटेड 10Mbps लिंक में भी उपलब्ध है। एक 2Mbps लीज्ड लाइन संस्थान को गौरीबिदनूर वेधशाला से जोड़ती है। उपयोक्ताओं को LAN से जुड़ने के लिए VPN एक्सेस भी प्रदान किया गया है।

कम्प्यूटिंग सुविधाएँ मल्टी-सीपीयू मल्टी-कोर सिस्टम से निहित हैं जिसे प्रयोक्ता उच्च गति के आंतरिक LAN के जरिए अपने डेस्कटॉप से एक्सेस कर सकते हैं। इस प्लेटफार्म पर एप्लीकेशन-विशिष्ट सॉफ्टवेयर पैकेजों के साथ-साथ डेवलपमेंट टूल भी उपलब्ध हैं। 16 नोड्स, 32 इंटेल ज़ियान X5570 प्रोसेसर, 256 GB RAM एवं 32TB स्टोरेज वाला एक क्लस्टर कम्प्यूटर प्रयोक्ताओं की हैवी कम्प्यूटेशन की आवश्यकताओं की पूर्ति करता है।

परिसर की कम्प्यूटिंग सुविधाओं को पिछले वर्ष के दौरान नियमित रूप से उन्नत (अपग्रेड) व बेहतर (इम्प्रूव्ड) बनाया जा रहा है। डिबायन लाइनेक्स (ओपन सोर्स) पर KVM का उपयोग करते हुए सर्वर वर्जुअलाइजेशन का कार्य संसाधनों के प्रभावी उपयोग व सर्वरों की संख्या को कम से कम करने के लिए किया गया। DNS/NIS/DHCP सर्वर एवं LibSys (Library management software) सर्वर को वजुअल सर्वरों की तरह तैनात किया गया है।

बैकअप व स्टोरेज आवश्यकताओं पर भी बढ़ती स्टोरेज आवश्यकता की पूर्ति के लिए कार्य किया गया। प्रमुख सर्ववरों के लिए ऑपरेटिंग सॉफ्टवेयर एवं हार्डवेयर अपग्रेड्स किये गए, और वैज्ञानिकीय व अन्य एप्लीकेशन पैकेजों को खरीदा व अपग्रेड किया गया। यह समूह ईमेल, वेब, प्रिंटिंग, वीपीएन व डिजीटल रिपोजिटरी आदि कई सेवाएँ प्रदान व प्रबंधित भी करता है।

परिसर

रामन अनुसंधान संस्थान का परिसर बेंगलूर शहर के उत्तरी भाग में स्थित है। परिसर पेड़ व पौधों से परिपूर्ण 20 एकड़ के क्षेत्रफल में फैला हुआ है। जैसे ही कोई संस्थान के द्वार के अंदर आता है तो बाह्य महानगरीय व्यस्तता की चहल-पहल को पीछे छोड़ आता है। संस्थान का वातावरण अंदर से उतना ही निर्मल व मनोहर है जैसा कि परिसर से उम्मीद की जाती है जिसमें विभिन्न भवन व प्रयोगशालाओं के साथ-साथ बहुत हरियाली भी समाहित है। यह निर्मल व शांत वातावरण रचनात्मक कार्य व अनुसंधान गतिविधियाँ जो कि परिसर में चलती रहती हैं के लिए आदर्श परिवेश बनाता है।

परिसर सभी कार्यालयी भवनों, प्रयोगालयों, एक भोजनालय और अतिथिग्रह का एक समूह है। तथापि, जब कोई एक बार अंदर प्रवेश करता है तो वह किसी विख्यात अनुसंधान संस्थान के परिसर में है भूलकर यह अभिकल्पना करता है कि मानो वह किसी प्राकृतिक बगीचे में हो। सर सी वी रामन ने परिसर के अधिकांश लैंडस्केप का निर्माण किया और आरआरआई न्यास गर्व करता है कि उसने ऐसी नीतियों को अपनाया है जो इस अविलक्षण, प्राकृतिक वातावरण को संरक्षित रखती है।

परिसर में स्थित एक अतिथि गृह में ऐसी सभी आधुनिक सुविधाएँ उपलब्ध हैं जो अतिविशिष्ट आगंतुकों, आगंतुक शैक्षिकों एवं आगंतुक छात्रों को

आराम से स्थान देता है। परिसर में एक भोजनालय भी है जो सभी अतिथियों को भोजन तथा संस्थान व भारतीय विज्ञान अकादमी के सभी कर्मचारियों के लिए भोजन व अल्पाहार भी उपलब्ध कराता है। विभिन्न प्रकार के सम्मिलन, अनौपचारिक बैठकें, संगीत सभाएँ तथा प्रीतिभोज सामान्यतः ग्राम पर आयोजित होते हैं जो मानवीयता से अभिकल्पित क्षेत्र है, जो परिसर पर पूर्ण रूप से स्वागतार्ह ग्रामीण वातावरण प्रदान करता है।

भोजनालय के नजदीक के भवन में एक छोटा चिकित्सालय है जहाँ परामर्शी चिकित्सक सप्ताह के अधिकतम कार्यदिवसों में निश्चित समय पर उपस्थित रहते हैं। खेल गतिविधियाँ परिसर जीवन का अभिन्न अंग हैं और दो बैडमिंटन कोर्ट अनुसंधान संकाय, कर्मचारी और छात्रों के लिए उपलब्ध है। फुटबॉल भी आरआरआई समुदाय के सदस्यों के लिए दैनिकचर्या का अंग है। आरआरआई में टेबल टेनिस और क्रिकेट प्रतियोगिताओं का नियमित आयोजन किया जाता है जिसमें छात्रों, और संकाय के सदस्यों तथा कर्मचारियों की अच्छी प्रतिभागिता रहती है।

पीएचडी कार्यक्रम

आरआरआई में गहन पीएचडी कार्यक्रम है जो उत्साहित एवं प्रेरित छात्रों को अत्यधिक प्रतिस्पर्धात्मक वैश्विक अनुसंधान समुदाय से जुड़ने का अवसर प्रदान करता है। पीएचडी पाठ्यक्रम एक सावयव प्रक्रिया है जो युवा स्नातक छात्रों को उनके पूर्ण सृजनात्मक क्षमता को बाहर लाने और स्वतंत्र अनुसंधान संचालित करने की दक्षता को विकसित करने की चुनौती से अभिरचित है। आरआरआई छात्रों को संस्थान में संचालित अनुसंधान के चार वृहत क्षेत्रों के अंतर्गत अपनी वैयक्तिक रूचियों के अनुसार बौद्धिक स्वतंत्रता प्रदान करता है। इस तरह की स्वतंत्रता संकाय के साथ नियमित औपचारिक और अनौपचारिक अंत:क्रिया के रूप में उचित सलाह देते हुए प्रदान की जाती है और अन्य छात्रों को न केवल उन्हें स्वयं के बारे में सोचने बल्कि दूसरों को भी आलोचनात्मक रूप से प्रश्न करने के लिए प्रोत्साहित किया जाता है। एक नियमित विचार विनिमय और ज्ञान विज्ञान के प्रति ओपन-माइंडेड एप्रोच को बढ़ावा देता है और सोचने की इच्छाशक्ति, जैसा कि सभी जगह स्वीकारा गया है, शैक्षणिक क्षेत्र में सफलता के लिए अत्यधिक महत्वपूर्ण है। संस्थान के अंदर ही शैक्षणिक सदस्यों के अलावा भी, पीएचडी कार्यक्रम के अंतर्गत स्नातक छात्रों को संबंधित राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलनों और कार्यशालाओं में भाग लेने के जरिए वृहत एवं अधिक विविध वैज्ञानिक समुदायों से मिलने का अवसर दिया जाता है जहाँ वे अनुसंधान के अपने क्षेत्र में विशाल दृष्टिकोण के परिपेक्ष्य को प्राप्त करते हैं।

आरआरआई के छात्र अपनी पीएचडी उपाधि के लिए जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय, नई दिल्ली से पंजीकृत हैं। आरआरआई संयुक्त खगोलिकी कार्यक्रम (जेएपी) के लिए भारतीय विज्ञान संस्थान, बेंगलूर और जैविकी में भौतिकी कार्यक्रम के लिए राष्ट्रीय जैविकीय विज्ञान केंद्र के साथ भी प्रतिभागी है। पीएचडी कार्यक्रम के अतिरिक्त जानकारी, प्रवेश आवश्यकता और प्रक्रिया को संस्थान की वेबसाइट से पाया जा सकता है।

वर्तमान में, पीएचडी कार्यक्रम में 68 छात्र नामांकित हुए और संस्थान के चार वृहत अनुसंधान समूह में से अनुसंधान संकाय सदस्यों के साथ अनुसंधान संचालित कर रहे हैं। पिछले वर्ष 7 पीएचडी उपाधियाँ प्रदान की गई और 8 पीएचडी शोध पत्र को समीक्षा के लिए प्रस्तुत किया गया।

डॉक्टरोत्तर अध्येतावृत्ति कार्यक्रम

आरआरआई डॉक्टरोत्तर अध्येतावृत्ति कार्यक्रम चलाती है जिसका वर्षभर आवेदन स्वीकार किया जाता है। अध्येतावृत्ति प्रारंभ में दो वर्ष की अवधि के लिए प्रदान की जाती है और सामान्यत: तीन अनुगामी समीक्षा के लिए बढ़ायी जाती है। डॉक्टरोत्तर अध्येताओं से स्वतंत्र रूप से कार्य करने की उम्मीद की जाती है और इस आशय से पूर्ण शैक्षणिक स्वतंत्रता है कि वे स्वयं अपनी अनुसंधान समस्याओं और समन्वयक का चयन कर सके: यह आवश्यक नहीं है कि डॉक्टरोत्तर अध्येता आरआरआई के चार वृहत अनुसंधान क्षेत्रों में से किसी भी कार्यक्षेत्र के अंतर्गत कार्य करें अथवा संस्थान के किसी विशेष अनुसंधान संकाय से संलग्नित हों। तथापि, यह उम्मीद की जाती है कि उनकी पेशेवर अनुसंधान रूचियाँ और अनुसंधान में पिछले अनुभवों में संस्थान के जारी और संभावित अनुसंधान योजना के साथ महत्वपूर्ण अधिव्यापन रहे। इसका कारण यह है कि आरआरआई नहीं चाहता कि डॉक्टरोत्तर अध्येता अलक रहकर कार्य करें। बल्कि, संकाय सदस्यों के साथ एक अच्छी पारस्परिक लाभकारी बातचीत होना अपेक्षित है ताकि आपसी सहयोग बना रहे। भले ही कोई शिक्षण का

शैक्षणिक कार्यक्रम

उत्तरदायित्व नहीं हैं फिर भी संस्थान की शैक्षणिक गतिविधियों में अध्येताओं की प्रतिभागिता और सह-परिदर्शक के रूप में छात्र पर्यवेक्षण को प्रोत्साहित किया जाता है।

आवेदक जिन्हें कम से कम एक वर्ष का डॉक्टरोत्तर अनुसंधान का अनुभव है और मूलभूत और स्वतंत्र अनुसंधान संचालित करने में सक्षम होने का प्रमाणित पिछला रिकॉर्ड हो, आरआरआई द्वारा प्रदान की जाने वाली पंचरत्नम अध्येतावृत्तियों की सीमित संख्या के लिए आवेदन प्रस्तुत कर सकते हैं। इसके भी आवेदन वर्षभर स्वीकार किये जाते हैं और इसकी प्रक्रिया में 4 से 6 माह लगते हैं। यह अध्येतावृत्ति 3 वर्ष की होती है। डॉक्टरोत्तर और पंचरत्नम अध्येतावृत्तियों के बारे में अधिक जानकारी वेबसाइट www.rri.res.in से प्राप्त की जा सकती है।

वर्तमान में देश और विदेश से आरआरआई में कुल 6 डॉक्टरोत्तर एवं पंचरत्नम अध्येता हैं।

आगंतुक छात्र कार्यक्रम (वीएसपी)

वर्तमान में अत्यंत प्रेरित स्नातक एवं स्नातकोत्तर छात्रों को अनुसंधान का अनुभव प्रदान करने वाला आगंतुक छात्र कार्यक्रम इस वर्ष भी रामन अनुसंधान संस्थान में जारी रहा। यह आगंतुक छात्र कार्यक्रम वर्ष भर चलता है।

अपने दौरे की अवधि के दौरान, ये छात्र संस्थान के कम से कम एक कर्मचारी सदस्य के साथ उपयुक्त परियोजना अथवा परियोजना के अंश में, जैसा उपयुक्त हो, पर निकटता से काम करते हैं। छात्रों का अनुसंधान कार्य और उनका कर्मचारियों के साथ वार्तालाप (प्रयोग कार्य) तथा संस्थान के विद्यमान पीएचडी छात्र उन्हें आरआरआई के जारी विभिन्न अनुसंधानों से अवगत कराने के साथ-साथ अनुसंधान कार्य में प्रथम अनुभव उपलब्ध कराता है। यह प्रायःकर छात्रों का मूलभूत अनुसंधान के क्षेत्र में आने के लिए प्रथम अनुभव का आधार बनता है।

एक समय में आगंतुक छात्रों की कुल संख्या को उपलब्ध परियोजना, परामर्शक तथा संगत स्त्रोतों तक सीमित है। वर्ष 2014-2015 के दौरान, देश के विभिन्न भागों से कुल 158 छात्रों ने छः सप्ताह से लेकर छः माह (जिसे एक वर्ष तक बढ़ाया जा सकता है) की अवधि तक के अपने दौरे के लिए इस कार्यक्रम में भाग लिया। आरआरआई में वर्ष 2014-2015 की आगंतुक छात्रों की सूची को परिशिष्ट VI में दिया गया है।

Photo by Raju V RRI In-house on 17th April 2015

राअसं. में लोग

खगोलिकी एवं तारा भौतिकी

रवि सुब्रह्मण्यन (निदेशक)
अनुसंधान रूचि: प्रेक्षणीय ब्रम्हांडिकी, अतिमंदाकिनीय खगोलिकी, एंटीना और संकेत संसाधन
ईमेल: rsubrahm@rri.res.in

शिव कुमार सेठी (समन्वयक)
अनुसंधान रूचि: ब्रम्हांडिकी
ईमेल: sethi@rri.res.in

एन उदय शंकर
अनुसंधान रूचि: 1. पुन:आयनीकरण के काल की खोज (ईओआर), 2. पुन:आयनीकरण के काल की खोज के लिए एक सारणी (व्यूह रचना), 3. रेडियो खगोलिकी के लिए संकेत संसाधन और उपकरणन
ईमेल: uday@rri.res.in

बिमन नाथ
अनुसंधान रूचि: गैलेक्सियों के साथ विसरित गैस की अभिक्रिया, मंदाकिनीय बर्हिवाह, अंतरिक्षी किरणें, अंतरागुच्छ (इंटराक्लस्टर) माध्यम
ईमेल: biman@rri.res.in

अविनाश देशपाण्डे
अनुसंधान रूचि: रेडियो खगोलिकी, संकेत और प्रतिचित्र संसाधन, रेडियो चलायमानक, पल्सर्स, ध्रुवीकरण, उपकरणन
ईमेल: desh@rri.res.in

बी रमेश
अनुसंधान रूचि: हमारी एवं अन्य मंदाकिनियों में विसरित पदार्थ (परमाण्विक, आण्विक और आयनिक), एनालॉग एवं डिजीटल संकेत संसाधन, खगोलिकी के लिए तकनीक एवं उपकरणन
ईमेल: ramesh@rri.res.in

एस श्रीधर
अनुसंधान रूचि: मंदाकिनीय न्यूक्ली में बाह्य ग्रहीय गतिकी एवं तारकीय (स्टेलर) गतिकी
ईमेल: ssridhar@rri.res.in

सीआर सुब्रह्मण्या (आगंतुक प्रोफेसर)
अनुसंधान रूचि: ब्रम्हांडिकी, अतिमंदाकिनीय रेडियो स्त्रोत, सर्वेक्षण, उपकरणन और संकेत संसाधन
ईमेल: crs@rri.res.in

बिश्वजीत पॉल
अनुसंधान रूचि: एक्स-किरण ध्रुवमापी के लिए विकासात्मक कार्य, एस्ट्रोसेट, और एक एक्स-किरण पल्सर आधारित अंतरग्रहीय नौपरिवहन (नेविगेशन) तंत्र तथा सघन एक्स-किरण स्त्रोतों के विभिन्न पहलुओं का अन्वेषण
ईमेल: bpaul@rri.res.in

केएस द्वारकानाथ
अनुसंधान रूचि: मंदाकिनियों का गुच्छ एवं समूह, उच्च z पर HI
ईमेल: dwaraka@rri.res.in

अनुसंधान सुविधाएँ

लक्ष्मी सरीपल्ली (आरआरआई न्यास निधियत पद)
अनुसंधान रूचि: रेडियो मंदाकिनी आकृतिविज्ञान, विशाल रेडियो मंदाकिनियाँ, मंदाकिनीय परिवेश
ईमेल: lsaripal@rri.res.in

नयनतारा गुप्ता
अनुसंधान रूचि: न्यूट्रीनो एवं गामा किरण खगोलिकी, ब्रम्हांडिकीय किरणों का उद्भव एवं प्रसार, खगोलकण भौतिकी
ईमेल: nayan@rri.res.in

जिहाद आर तौमा (आगंतुक प्रोफेसर)
अनुसंधान रूचि: तारकीय काले छिद्र न्यूक्ली में अस्थायित्वता से लेकर ग्रहीय तंत्रों के प्रारूपण एवं क्रमविकास (अस्तव्यस्त) और स्वार्मों (swarms) का स्व-संगठन तक से संबंधित दायरों में फैला गत्यात्मक तंत्र। आप वर्तमान में अतिविशाल काले छेद के चारों तरफ स्व-गुरूत्वीय तंत्र की सांख्यिकीय यांत्रिकी पर कार्य कर रहे हैं। विशेष रूप से, आप प्रो. एस श्रीधर (आरआरआई) को ऐसी प्रणालियों में प्रतिध्वनित (रेजोनेंट) नियामन के सिद्धांत पर सहयोग कर रहे हैं।
ईमेल: jihad.touma@gmail.com

मयूरी एस (अनुसंधान सहयोगी)
अनुसंधान रूचि:
i) पुन:संयोजन के काल से प्रायोगिक रूप से खोज्य वर्णक्रम सिग्नेचर्स का अनुकरण एवं साध्य अध्ययन
ii) संश्लेषित आकाशीय वर्णक्रम से पुन:आयनीकरण संकेत के 21-cm वैश्विक काल की पुन:प्राप्ति की दिशा में अग्रिम मॉडलिंग के लिए अधिकतम स्पष्ट एल्गोरिथ्म (कलनविधि) का अनुप्रयोग
ईमेल: mayuris@rri.res.in

विराल पारेख (डॉक्टरोत्तर अध्येता)
अनुसंधान रूचि: मंदाकिनी समूह, विसरित रेडिया स्त्रोत, विकसित रेडिया डाटा न्यूनीकरण पाइपलान
ईमेल: viral@rri.res.in

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी

रेजी फिलिप (समन्वयक)
अनुसंधान रूचि: अरैखिक प्रकाशिकी, लेज़र प्रजनित प्लाज्मा और अतितीव्र घटनाएँ
ईमेल: reji@rri.res.in

सादिक रंगवाला
अनुसंधान रूचि: शीत, जलमिश्रित गैस टुकड़ियों में प्रमात्रा अभिक्रियाएँ, परमाणु-केविटी अभिक्रियाएँ, केविटी QED
ईमेल: sarangwala@rri.res.in

हेमा रामचन्द्रन
अनुसंधान रूचि: यादृच्छिक माध्यम में प्रकाश, कुछ-परमाणु एवं कुछ-फोटोन प्रणाली, दिमाग-कम्प्यूटर अंतरफलक
ईमेल: hema@rri.res.in

अंदल नारायणन
अनुसंधान रूचि: परमाणु एवं प्रकाश के साथ प्रमात्रा प्रकाशिकी, परमाणु-प्रमात्रा-प्रकाशिकी में प्रमात्रा मापन
ईमेल: andal@rri.res.in

उर्बशी सिन्हा
अनुसंधान रूचि: प्रमात्रा सूचना, प्रमात्रा संगणना और एकल फोटोनों का उपयोग करते हुए प्रमात्रा संचार, प्रमात्रा स्थापन में प्रयोग।
ईमेल: usinha@rri.res.in

मुतुकुमार एम (आगंतुक प्रोफेसर)
अनुसंधान रूचिः सांख्यिकीय भौतिकी सहित जैव भौतिकी और बहुलक भौतिकी, गतिकी एवं तापगतिकी, महत्वपूर्ण घटना एवं अवस्था परिवर्तन के कई क्षेत्र। विशेष क्षेत्रों में शामिल हैं- बहुलक स्फटिकीकरण, जैव खनिजीकरण, पॉलिइलेक्ट्रोलाइट भौतिकी, वायरसों का एकत्रण, नैनोपोर के जरिए डीएनए/प्रोटीन स्थानांतरण, और मानव दृष्टि का स्थूलआण्विक आधार।
ईमेलः muthu@rri.res.in

सौरव दत्ता (पंचरत्नम अध्येता)
अनुसंधान रूचिः अतिशीत परमाणुओं, ऑयनों एवं अणुओं का शीतलन एवं ट्रेपिंग, अतिशीत होमोनाभिकीय और हीटरोनाभिकीय अणुओं का प्रतिचित्रारूपण (फोटोसोसिएशन), परमाणुओं, ऑयनों एवं अणुओं का प्रकाशिकीय संशोधन, केविटी आधारित अभिक्रियाओं की खोज
ईमेलः sourav@rri.res.in

अनिल कुमार एम (डॉक्टरोत्तर अध्येता)
अनुसंधान रूचिः प्रमात्रा प्रकाशिकी, प्रकाश-यांत्रिकी, प्रमात्रा यांत्रिकी के मूलाधार
ईमेलः anilk@rri.res.in

मृदु संघनित पदार्थ
यशोधन हट्वाल्ने (समन्वयक)
अनुसंधान रूचिः तरल स्फटिकों का दृश्य घटनात्मक सिद्धांत, पॉलिक्रिस्टेलाइट्स और झिल्लियाँ
ईमेलः yhat@rri.res.in

संदीप कुमार
अनुसंधान रूचिः तरल स्फटिक नैनोविज्ञान, तरल स्फटिकों का संश्लेषण और भौतिक अध्ययन
ईमेलः skumar@rri.res.in

रघुनाथन वी ए
अनुसंधान रूचिः लिपिड बाइलेयर्स, मजबूत पॉलिइलेक्ट्रोलाइट बंध की उपस्थिति में एम्फीफाइल्स, लिपिड स्टेरॉल झिल्लियों का यांत्रिकीय गुणधर्म और अवस्था व्यवहार
ईमेलः varaghu@rri.res.in

अरूण रॉय
अनुसंधान रूचिः मृदु संघनित पदार्थ भौतिकी, अवस्था परिवर्तन, तरल स्फटिकों की वैद्युत-प्रकाशिकी, तरल स्फटिकों का नैनो-कण सम्मिश्रण, माइक्रो रामन स्पेक्ट्रोस्कोपी, तरल स्फटिकों का दृश्य घटनात्मक सिद्धांत
ईमेलः aroy@rri.res.in

प्रतिभा आर
अनुसंधान रूचिः तरल स्फटिकों में कीरेलिटी, तरल स्फटिकों में वैद्युत क्षेत्र प्रेरित अवस्था परिवर्तन, पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों का द्विवैद्युत गुणधर्म, तरल स्फटिक-नैनो कण सम्मिश्रण
ईमेलः pratibha@rri.res.in

विजयराघवन डी
अनुसंधान रूचिः वैद्युत, लियोट्रोपिक तरल स्फटिक का प्रकाशिक एवं प्रतिचुम्बकीय गुणधर्म और तरल स्फटिक-नैनोकण सम्मिश्रण, तरल स्फटिकों में नैनोसंरचनाओं का स्वसमूहन
ईमेलः vijay@rri.res.in

लक्ष्मीनारायणन वी
अनुसंधान रूचिः आयनिक तरलों के समान गाढ़ा गलनक्रांतिक विलयन, सिलेन विधि आईटीओ सतह
ईमेलः narayan@rri.res.in

रंजिनी बंघोपाध्याय
अनुसंधान रूचि: संरचना, गैर-न्यूटोनियन द्रवों (तरल पदार्थों) की गतिकी और रियोलॉजी, एजिंग एवं सॉफ्ट ग्लासी रियोलॉजी, संकर तरल पदार्थों में बहाव-संरचना सहसंबंध, मिसेलर पैकिंग, ड्रग डिलीवरी के लिए वाहक की तरह कोपॉलिमर मिसेल्स का उपयोग करते हुए नियंत्रित, लक्षित ड्रग डिलीवरी, अंतरफ लकीय अस्थायित्वता, संकर बहावों को मापने के लिए श्यानमापी की अभिकल्पना (रूपांकन), कलिलीय (कोलाइडल) प्रलंबन की स्थायित्वता और अवसादन (सेडिमेंटेशन), ग्रेनुलर मीडिया (दानेदार पदार्थों) की भौतिकी
ईमेल: ranjini@rri.res.in

रूक्मों गतन टी एन (28 फरवरी 2015 तक)
अनुसंधान रूचि: प्रदर्शन उपकरण और एलसीडी प्रचालन में संकेत संसाधन का अनुप्रयोग
ईमेल: ruck@rri.res.in

प्रमोद पुलर्कट
अनुसंधान रूचि: मृदु संघनित पदार्थ, विशेषतया अक्षतंतुओं (एक्सन्स) का यांत्रिकीय गुणधर्म और अस्थायित्वता तथा स्टेम कोशिकाओं के अंतरण में पैटर्न प्रारूपण
ईमेल: pramod@rri.res.in

गौतम सोनी
अनुसंधान रूचि: क्रोमेटिन की नैनो-जैव-भौतिकी
ईमेल: gvsoni@rri.res.in

एन वी मधुसूदन (सेवामुक्त प्रोफेसर)
अनुसंधान रूचि: मृदु संघनित पदार्थ, तरल स्फटिक
ईमेल: nvmadhu@rri.res.in

प्रमोद तडापत्री (डॉक्टरोत्तर अध्येता)
अनुसंधान रूचि: तरल स्फटिकों का वैद्युत क्षेत्र प्रभाव, बहुवैद्युतअपघट्यों का प्रकाशिक व परावैद्युत अध्ययन
ईमेल: tad@rri.res.in

हर्ष मोहन परूर (डॉक्टरोत्तर अध्येता)
अनुसंधान रूचि: प्रायोगिक मृदु पदार्थ भौतिकी - अंतरफलकों में गतिकी, अवस्था पृथक्करण, आर्द्रक (पृष्ठसंक्रियक) तंत्र, माइक्रोइमल्सन, कलिलों की रियोलॉजी, बायोमिमेक्टिक्स, तरल स्फटिक
ईमेल: paroor@rri.res.in

अनुराधा भट्टाचार्य (डॉक्टरोत्तर अध्येता)
अनुसंधान रूचि: एकल आण्विक बल मापन तकनीक जैसे एएफएम और प्रकाशिक ट्वीजर्स, नैनोप्रौद्योगिकी यंत्रों द्वारा आण्विक जैविकीय घटनाओं का अध्ययन
ईमेल: anuradha@rri.res

सैद्धांतिक भौतिकी

संजीब सभापंडित (समन्वयक)
अनुसंधान रूचि: सांख्यिकीय भौतिकी
ईमेल: sanjib@rri.res.in

जोसेफ सेमुअल
अनुसंधान रूचि: ज्यामितिक अवस्था, सामान्य संबंधता प्रमात्रा मापन प्रमात्रा उलझनें
ईमेल: sam@rri.res.in

मदन राव
अनुसंधान रूचि: गैरसाम्य सांख्यिकीय यांत्रिकी, मृदु पदार्थ, जैविकी, सूचना सिद्धांत, नियंत्रण सिद्धांत
ईमेल: madan@rri.res.in

बी आर अय्यर (31-12-2014 तक)
अनुसंधान रूचि: सामान्य संबंधता और गुरूत्वाकर्षणीय तरंगें
ईमेल: bri@rri.res.in

सुमती सूर्या
अनुसंधान रूचि: उत्कृष्ट एवं प्रमात्रा गुरूत्वाकर्षण
ईमेल: ssurya@rri.res.in

माधवन वरदराजन
अनुसंधान रूचि: उत्कृष्ट एवं प्रमात्रा गुरूत्वाकर्षण
ईमेल: madhavan@rri.res.in

एन कुमार (प्रतिष्ठित सेवामुक्त प्रोफेसर)
अनुसंधान रूचि: प्रमात्रा प्रथम-निर्गम समय (Q-FPT) मॉडल, उत्कृष्ट हार्मोनिक गतिकी विशेषतया स्पाइडर ड्रेगलाइन सिल्क फाइबर में प्रत्यास्थ (इलास्टिक) ऊर्जा परिवहन, ब्होर-वेन ल्यूवेन प्रमेय
ईमेल: nkumar@rri.res.in

अभिषेक धर (आगंतुक प्रोफेसर)
अनुसंधान रूचि: गैर-साम्य सांख्यिकीय यांत्रिकी के क्षेत्र, वर्तमान अभिरूचियों में से एक है निम्न विमीय प्रणाली में ताप (ऊष्मा) परिवहन का उचित जलगतिक सिद्धांत विकसित करने का प्रयास, जहाँ यह प्रतीत होता है कि फूरियर नियम वैध नहीं है। आप छोटे तंत्रों में ऊष्मा व कण परिवहन को समझने के सैद्धांतिक पहलुओं को विकसित करने का भी प्रयास कर रहे हैं। कुछ अन्य वर्तमान अभिरूचियाँ हैं: चिन्हित कण विसरण (टेग्ड पार्टिकल डिफ्यूज़न), गैर-साम्य तंत्र में दोलन, और प्रमात्रा यांत्रिकी में आगमन समय समस्या
ईमेल: dabhi@rri.res.in

सुपूर्णा सिन्हा
अनुसंधान रूचि: सैद्धांतिक भौतिकी
ईमेल: supurna@rri.res.in

वैज्ञानिकीय/तकनीकी कर्मचारी

रेडियो खगोलिकी प्रयोगालय

के एस श्रीवाणी (अध्यक्ष, आरएएल समन्वयन समिति)
vani4s@rri.res.in

एम एस एज़िलारासी
arasi@rri.res.in

बी एस गिरीश
bsgiri@rri.res.in

एम आर गोपाल कृष्णा
gkrishna@rri.res.in

पी ए कामिनी
kamini@rri.res.in

एस कस्तूरी
skasturi@rri.res.in

एस माधवी
madhavi@rri.res.in

सी विनुता
vinutha@rri.res.in
kbrrao@rri.res.in

एच एन नागराज
nraj@rri.res.in

टी प्रभु
prabu@rri.res.in

के बी राघवेन्द्र राव
kbrrao@rri.res.in

ए रघुनाथन
raghu@rri.res.in

पी संध्या
sandhya@rri.res.in

जी सरबगोपालन
gopal@rri.res.in

आर सोमशेखर
som@rri.res.in

एस सुजाता
sujathas@rri.res.in

टी एस ममता
mamatha@rri.res.in

के आर विनोद
vinod@rri.res.in

पी वी रिशिन
rishinpv@rri.res.in

प्रकाश और पदार्थ भौतिकी

एम एस मीणा
meena@rri.res.in

मृदु संघनित पदार्थ

ए धासन (सतर्कता अधिकारी)
dhas@rri.res.in

मोहम्मद इशाक्
ishaq@rri.res.in

एच टी श्रीनिवास
seena@rri.res.in

के एन वसूधा
vasudha@rri.res.in

डी विजयराघवन (वैज्ञानिकीय अधिकारी)
vijay@rri.res.in

यांत्रिकीय अभियांत्रिकी सेवाएँ

वी दामोधरन, प्रभारी, सामान्य वर्कशॉप
आर दुरई चेल्वन, प्रभारी, बेसमेंट वर्कशॉप
एम अचनकुंजु
आई चार्ल्स पॉल (31.12.2014 तक)
आर एलुमलई
के ओ फ्रांसिस
वी गोकुल चंद्रन
एम मणी
एन नारायणस्वामी
टी पुट्टस्वामी
डी सुनंद (31.10.2014 तक)
एम सुरेश कुमार
पी श्रीनिवास
शिवशक्ति

कम्प्यूटर

जेकब राजन, प्रभारी
jacobr@rri.res.in

बी श्रीधर
sridhar@rri.res.in

एस कृष्ण मूर्ति
skmurthy@rri.res.in

गौरीबिदनूर दूरदर्शक

एच ए अश्वथप्पा

ग्रंथालय

तकनीकी

बी एम मीरा, ग्रंथपाल
एस गीता
एम मंजुनाथ
एम एन नागराज
वृंदा जे बेनेगल (31.7.2014)

सहायक कर्मचारी

राजु वर्घीस, ग्राफिक आर्ट्स
के चौडासेट्टी (18.8.2014)
सी एलुमलई

पीएचडी छात्र

खगोलिकी एवं ताराभौतिकी

जगदीश चंद्र जोशी
अनुसंधान रूचि: खगो-कण भौतिकी
ईमेल jagdish@rri.res.in
सलाहकार: नयनतारा गुप्ता

अबीर सरकार (जेएपी छात्र)
अनुसंधान रूचि: ब्रम्हाण्डिकी, विशेष रूप से गहरे रंग के पदार्थ और उनका उद्भव
ईमेल: abir@rri.res.in
सलाहकार: शिव सेठी

कार्तिक सरकार (जेएपी छात्र)
अनुसंधान रूचि: मंदाकिनी और ब्रम्हांडिकी – विषय – मंदाकिनियों से भारी एवं धात्विक बर्हिवाह
ईमेल: kcsarkar@rri.res.in
सलाहकार: बिमन नाथ

अर्पिता रॉय (जेएपी छात्र)
अनुसंधान रूचि: मंदाकिनीय अध्ययन
ईमेल: arpita@rri.res.in
सलाहकार: बिमन नाथ

करमवीर कौर
अनुसंधान रूचि: न्यूक्लियर स्टार क्लस्टरों की निर्पेक्ष गतिशीलता
ईमेल: karamveer@rri.res.in
सलाहकार: एस श्रीधर

प्रियंका सिंह
अनुसंधान रूचि: ब्रम्हांडिकी और आकाशगंगा भौतिकी
ईमेल: priyankas@rri.res.in
सलाहकार: बिमन नाथ

नफ़ीसा अफ्ताब
अनुसंधान रूचि: अभिवृद्धि जनित बाइनरी एक्स-किरण पल्सर्स
ईमेल: nafisa@rri.res.in
सलाहकार: बिश्वजीत पॉल

लीजो थॉमस जॉर्ज
अनुसंधान रूचि: आकाशगंगा क्लस्टरों से विसरित उत्सर्जन
ईमेल: lijo@rri.res.in
सलाहकार: शिव सेठी और के एस द्वारकानाथ

नज़मा सैयद (जेएपी छात्र)
अनुसंधान रूचि: एक्स-किरण बायनरीज
ईमेल: nazma@rri.res.in
सलाहकार: बिश्वजीत पॉल

सौरभ पॉल
अनुसंधान रूचि: पुन:आयनीकरण काल, ब्रम्हांडिकी
ईमेल: sourabh@rri.res.in
सलाहकार: शिव सेठी, के एस द्वारकानाथ, एन उदय शंकर, रवि सुब्रहमण्यन

गायत्री रामन
अनुसंधान रूचि: एक्स-किरण खगोलिकी
ईमेल: graman@rri.res.in
सलाहकार: बिश्वजीत पॉल

कुमार रविराजन
अनुसंधान रूचि: पल्सरों से रेडियो संकेतों की टिमटिमाहट (सिंटीलेशन)
ईमेल: raviranjan@rri.res.in
सलाहकार: अविनाश देशपाण्डे

जानकी रास्ते (जेएपी)
अनुसंधान रूचि: ब्रम्हांडिकी
ईमेल: janakee@rri.res.in
सलाहकार: शिव सेठी

वरूण
अनुसंधान रूचि: एक्स-किरण उपकरणन
ईमेल: varun@rri.res.in
सलाहकार: बिश्वजीत पॉल

सौरभ सिंह
अनुसंधान रूचि: रेडियो खगोलिकी, विशेषतया पुन:आयनीकरण काल और सरस (SARAS) प्रयोग
ईमेल: saurabhs@rri.res.in
सलाहकार: रवि सुब्रहमण्यन, शिव सेठी, एन उदय शंकर

राज प्रिंस (3.7.2014 **से**)

संदीप कुमार कटारिया (जेएपी) (1.9.2014 **से**)

अविनाश सिंह (जेएपी) (1.9.2014 **से**)

प्रकाश और पदार्थ भौतिकी

ज्योति एस
अनुसंधान रूचि: शुष्क परमाणु एवं अणु
ईमेल: jyothi@rri.res.in
सलाहकार: सादिक् रंगवाला

राहुल सावंत वैजनाथ
अनुसंधान रूचि: अतिशुष्क तनुकृत गैसों में अभिक्रियाएँ
ईमेल: rahuls@rri.res.in
सलाहकार: सादिक् रंगवाला

कार्तिक एचएस
अनुसंधान रूचि: प्रमात्रा सूचना, प्रमात्रा मूलसिद्धांत
ईमेल: karthik@rri.res.in
सलाहकार: अंदल नारायणन

मुहम्मद शफी ओल्लाखाँ
अनुसंधान रूचि: गहन प्रकाश-पदार्थ अभिक्रियाएँ
ईमेल: ollakkans@rri.res.in
सलाहकार: रेजी फिलिप

निरंजन मैनेनी
अनुसंधान रूचि: प्रमात्रा अभिक्रियाएँ (आयन-परमाणु अभिक्रियाएँ और परमाणु-कैविटी युग्मन)
ईमेल: niranjan@rri.res.in
सलाहकार: सादिक् रंगवाला

आशुतोष सिंह
अनुसंधान रूचि: प्रमात्रा सूचना
ईमेल: ashutoshs@rri.res.in
सलाहकार: उर्बशी सिन्हा

सिमनराज साधना
अनुसंधान रूचि: प्रमात्रा सूचना और संगणना
ईमेल: simanraj@rri.res.in
सलाहकार: उर्बशी सिन्हा

राजश्री बशक
अनुसंधान रूचि: शुष्क परमाणु, आयन और अणु
ईमेल: rajarshi@rri.res.in
सलाहकार: सादिक् रंगवाला

अतुल वीणु (30.6.2014 **से**)

सुमंत कुमार (30.6.2014 **से**)

सागर सूत्रधर (1.7.2014 **से**)

सुबोध (2.7.2014 **से**)

सूर्य नारायण साहू (2.7.2014 **से**)

अजय कुमार (2.7.2014 **से**)

अय्यप्पन जे (7.7.2014 **से**)

श्रेयश पी दिनेश (11.7.2014 **से**)

गौरव तिवारी (10.7.2014 **से**)

मृदु संघनित पदार्थ

राजीव बशक
अनुसंधान रूचि: मृदु कांचीय पदार्थों की गतिकी एवं रियोलॉजी
ईमेल: rajib@rri.res.in
सलाहकार: रंजिनी बंदोपाध्याय

अनु रेंजीत
अनुसंधान रूचि: वैद्यु-रासायनिकी
ईमेल: anu@rri.res.in
सलाहकार: वी लक्ष्मीनारायणन

देबाशीष साहा
अनुसंधान रूचि: कोलाइडीय कांचों एवं जैल का अध्ययन
ईमेल: debasish@rri.res.in
सलाहकार: रंजिनी बंदोपाध्याय

रेणु विश्वकर्मा
अनुसंधान रूचि: जैवभौतिकी
ईमेल: renuv@rri.res.in
सलाहकार: प्रमोद पुलर्कट Advisor: Pramod Pullarkat

शेषागिरी राव
अनुसंधान रूचि: जैवभौतिकी
ईमेल: giri@rri.res.in
सलाहकार: प्रमोद पुलर्कट

पी के शबीब
अनुसंधान रूचि: स्टेरॉल्स एवं अवशोषित बहुलकों द्वारा लिपिड झिप्ली के गुणधर्मों में परिवर्तन
ईमेल: shabeeb@rri.res.in
सलाहकार: वी ए रघुनाथन

अविनाश बी एस
अनुसंधान रूचि: सतह एवं अंतरफलकों की वैद्यु-रासायनिकी, इलेक्ट्रॉन स्थानांतरण प्रक्रियाएँ
ईमेल: avinash@rri.res.in
सलाहकार: संदीप कुमार

शमीम अली
अनुसंधान रूचि: कोलाइडीय विज्ञान और ग्रेनुलर (बीजाकार/दानेदार) पदार्थ
ईमेल: samim@rri.res.in
सलाहकार: रंजिनी बंदोपाध्याय

स्वामीनाथन के
अनुसंधान रूचि: तरल स्फटिकों की रासायनिकी
ईमेल: swamynathan@rri.res.in
सलाहकार: संदीप कुमार

वी मारीचंद्रन
अनुसंधान रूचि: तरल स्फटिकों की रासायनिकी
ईमेल: vmchandru@rri.res.in
सलाहकार: संदीप कुमार

आर वी जगदीश
अनुसंधान रूचि: वैद्यु-रासायनिकी
ईमेल: jagadeeshrv@rri.res.in
सलाहकार: वी लक्ष्मीनारायणन, अरूण रॉय

सुशील दुबे
अनुसंधान रूचि: जैवभौतिकी
ईमेल: dubeys@rri.res.in
सलाहकार: प्रमोद पुलर्कट

मीरा थॉमस
अनुसंधान रूचि: ऑयनिक एम्फीफाइल तंत्रों में एक्स-किरण अध्ययन
ईमेल: meerathomas@rri.res.in
सलाहकार: वी ए रघुनाथन

बुटी सूर्यब्राह्मम
अनुसंधान रूचि: एम्फ ीफि लिक तंत्रों का अवस्था परिवर्तन
ईमेल: suryabrahmam@rri.res.in
सलाहकार: वी ए रघुनाथन

मधुकर एस
अनुसंधान रूचि: छोटे-कोणीय एक्स-किरण विवर्तन अध्ययन
ईमेल: madhukar@rri.res.in
सलाहकार: वी ए रघुनाथन

संजय कुमार बेहरा
अनुसंधान रूचि: कांच परिवर्तन और कालिक कोलाइडल स्पंदन
ईमेल: sanjay@rri.res.in
सलाहकार: रंजिनी बंद्योपाध्याय

दीपशिखा मल्कार
अनुसंधान रूचि: प्रायोगिक मृदु संघनित पदार्थ - बेंट कोर हॉकी स्टिक लिक्विड क्रिस्टल्स
ईमेल: deepshika@rri.res.in
सलाहकार: अरूण रॉय

अश्वथनारायण गौडा
अनुसंधान रूचि: टीसीक्यू और अन्य डिस्कोटिक तरल स्फटिकों का संश्लेषण एवं वर्गीकरण
ईमेल: ashwathgowda@rri.res.in
सलाहकार: संदीप कुमार

श्रीजा शशिधरन
अनुसंधान रूचि: लिपिड बाईलेयर
ईमेल: sreeja@rri.res.in
सलाहकार: वी ए रघुनाथन

अनिन्द्य चौधुरी (14.7.2014 **से**)

सैद्धांतिक भौतिकी

अंजन रॉय (27.2.2015 **से**)
अनुसंधान रूचि: सांख्यिकीय यांत्रिकी
ईमेल: anjanroy@rri.res.in
सलाहकार: अभिषेक धर

चैत्रा श्रीपद हेगडे
अनुसंधान रूचि: गैर-साम्य सांख्यिकीय यांत्रिकी: मुख्य क्षेत्र हैं- एकल फाइल्स में चिन्हित कण विसरण
ईमेल: hegde@rri.res.in
सलाहकार: अभिषेक धर

प्रसाद वी वी
अनुसंधान रूचि: सांख्यिकीय भौतिकी
ईमेल: prasadvv@rri.res.in
सलाहकार: संजीब सभापंडित

सुमन गौरब दास
अनुसंधान रूचि: एकविमीय तंत्रों में ऊर्जा परिवहन
ईमेल: suman@rri.res.in
सलाहकार: अभिशेक धर

अर्नब पाल
अनुसंधान रूचि: गैर-साम्य सांख्यिकीय भौतिकी, स्टोकेस्टिक प्रक्रियाएँ
ईमेल: arnab@rri.res.in
सलाहकार: संजीब सभापंडित

कुमार शिवम
अनुसंधान रूचि: प्रमात्रा उलझन
ईमेल: kshivam@rri.res.in
सलाहकार: सुपूर्णा सिन्हा, जोसेफ सेमुअल

अनिरूद्ध रेड्डी
ईमेल: anirudhr@rri.res.in
सलाहकार: सुपूर्णा सिन्हा

देब शंकर बेनर्जी
अनुसंधान रूचि: जैव-भौतिकी
ईमेल: debsankar@rri.res.in
सलाहकार: मदन राव

राज होसैन
अनुसंधान रूचि: जैवभौतिकी
ईमेल: rajhossein@rri.res.in
सलाहकार: मदन राव

दीपक गुप्ता
अनुसंधान रूचि: गैर-साम्य सांख्यिकीय यांत्रिकी
ईमेल: deepakg@rri.res.in
सलाहकार: संजीव सभापंडित

अमित कुमार
अनुसंधान रूचि: जैवभौतिकी
ईमेल: amit@rri.res.in
सलाहकार: मदन राव

मृगांको मृनमॉय रॉय
ईमेल: mriganko@rri.res.in
सलाहकार: सुमती सूर्या

शांतनु दास
अनुसंधान रूचि: सांख्यिकीय यांत्रिकी
ईमेल: santanu@rri.res.in
सलाहकार: संजीव सभापंडित

सैयद नोमान अहमद (8.7.2014)

डी अभिषेक (1.7.2014 **से**)

अल्केश यादव
अनुसंधान रूचि: जैवभौतिकी, विशेषतया - गोल्गी कॉम्प्लेक्स के नाम से ज्ञात ऑर्गेनेल वाली यूकार्योयिक कोशिका। गोल्गी कॉम्प्लेक्स एक झिल्लीनुमा संरचना है जो कई सिस्टर्न के नाम से ज्ञात कई फ्लेटेन्ड सेक्स (कोश) से बनी होती है। यह एंडोप्लास्मिक रेटिकुलम के आसपास स्थित होती है। इस प्रश्न का उत्तर खोजा जा रहा है कि गोल्गी के प्रकार्यन के आधार पर गोल्गी कॉम्प्लेक्स में खंडों की संख्या कौन निर्धारित करता है।
ईमेल: alkesh@rri.res.in
सलाहकार: मदन राव
E-mail: alkesh@rri.res.in
सलाहकार: मदन राव

आगंतुक वैज्ञानिक

खगोलिकी और खगोलभौतिकी
सुब्रह्मण्या सी आर
जिहाद आर तौमा

सैद्धांतिक भौतिकी
अभिषेक धर

अनुबंधित प्रोफेसर
मुतुकुमार एम

परिषद

डॉ के कस्तूरीरंगन अध्यक्ष	कुलाधिपति, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय नया महरौली मार्ग, नई दिल्ली 110 067
प्रो पी के काव	निदेशक, प्लाज्मा अनुसंधान संस्थान गांधीनगर 382 428
प्रो आशुतोष सिंह	सचिव, विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय, नई दिल्ली 110 016
प्रो रवि सुब्रह्मण्यन	निदेशक, रामन अनुसंधान संस्थान बेंगलूर 560 080 (पदेन सदस्य)
श्री जे बी मोहपात्रा	संयुक्त सचिव एवं वित्तीय सलाहकार विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय, भारत सरकार, नई दिल्ली 110 016
प्रो ए के सूद	भौतिक एवं गणितीय विज्ञान प्रभाग भारतीय विज्ञान संस्थान, बेंगलूर 560012
प्रो पी सी अग्रवाल	डीएई-यूएम (परमाणु ऊर्जा विभाग – मुम्बई विश्वविद्यालय) सेंटर फॉर एक्सलेंस इन बेसिक साइंसेस मुम्बई विश्वविद्यालय परिसर, विद्यानगरी स्वास्थ्य केंद्र, कलीना सांता क्रूज (पूर्व) मुम्बई 400 098
प्रो आर राजारामन	सेवामुक्त प्रोफेसर, सैद्धांतिक भौतिकी स्कूल ऑफ फिजिकल साइंसेस, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय नई दिल्ली 110 067

वित्तीय समिति

डॉ के कस्तूरीरंगन अध्यक्ष	कुलाधिपति, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय नया महरौली मार्ग, नई दिल्ली 110 067
श्री जे बी मोहपात्रा	संयुक्त सचिव एवं वित्तीय सलाहकार विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय भारत सरकार, नई दिल्ली 110 016
प्रो रवि सुब्रह्मण्यन	निदेशक, रामन अनुसंधान संस्थान बेंगलूर 560 080 (पदेन सदस्य)
प्रो आर राजारामन	सेवामुक्त प्रोफेसर, सैद्धांतिक भौतिकी स्कूल ऑफ फिजिकल साइंसेस, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय नई दिल्ली 110 067

अन्य कर्मचारी

प्रशासन

के कृष्णम राजु
प्रशासनिक अधिकारी
krishna@rri.res.in

के रघुनाथ (31.5.2014 तक)
उपप्रशासनिक अधिकारी
kraghu@rri.res.in

सी एस आर मूर्ति (12.5.2014 से)
सहायक प्रशासनिक अधिकारी
csrmurthy@rri.res.in

एस आर रामसुब्रमणियन
लोक संपर्क अधिकारी
ram@rri.res.in

मरीसा डी'सिल्वा
marisa@rri.res.in

वी एस शैलजा
svs@rri.res.in

के राधा
kradha@rri.res.in

वी रवीन्द्रन
ravee@rri.res.in

आर गणेश
ganeshr@rri.res.in

जी वी इंदिरा

समूह सचिव

खगोलिकी और खगोलभौतिकी

विद्यामणी वी
vidya@rri.res.in

मृदु संघनित पदार्थ
राधाकृष्ण के
krk@rri.res.in

प्रकाश और पदार्थ भौतिकी
एस हरिणी कुमारी
harini@rri.res.in

सैद्धांतिक भौतिकी
जी मंजुनाथ
manju@rri.res.in

आरएएल प्रयोगशाला
ममता बाई आर
mamta@rri.res.in

लेखा
पी वी सुब्रमण्या, लेखाधिकारी
आर रमेश, आंतरिक लेखापरीक्षक
वी रघुनाथ

क्रय
सी एन राममूर्ति, क्रयाधिकारी
एम प्रेमा
जी गायत्री

भंडार
बी श्रीनिवास मूर्ति, भंडार अधिकारी
एम वी सुब्रमण्यम

रखरखाव
हनुमंत
जयम्मा
के एन कवलप्पा
सी लक्ष्मम्मा
टी मुरली
नारायण
सिद्दे गौडा
वी वेंकटेश
रमण्णा
वरलक्ष्मी

संपत्ति एवं भवन
जी बी सुरेश, सिविल अभियंता
आर शशिधरन, पर्यवेक्षक
एस अनंत रामन
के भूपालन
गुणशेखर
सी हरिदास
के एन श्रीनिवास
के पलानी
एम राजगोपाल
के जी नरसिम्हलु
एम रमेश
ए रामण्णा

सुरक्षा
सी एन गणपति, प्रभारी (परामर्शदाता)
बी एम बशवराजय्या
यू ए ईरप्पा
एच गंगैया
केशवमूर्ति
सुरेश
के कृष्णप्पा
के पुष्पराज
ओ एम रामचन्द्र
जी रामकृष्ण
एम सण्णय्या
एच वडेरप्पा

परामर्शदाता
एस नागराज

परिवहन
एम के राजु कुट्टी (31.5.2014 तक)
एम बलराम
सी के मोहनन
जी प्रकाश
रहमत पाशा
जी राजा
एम वेंकटेशप्पा

सुविधाएँ (अतिथि गृह और छात्रावास)
श्रीहरी प्रहलाद, कैंटीन/अतिथि गृह प्रबंधक
एन नारायणप्पा, प्रभारी
शिवमल्लु
मंगल सिंह
मुनीरत्न
टी नागण्णा
डी बी पद्मावती
पी सी प्रभाकर
एन पुट्टस्वामी
ए राजु
उमा
शारदम्मा
यशोधा

बागवानी
बैलप्पा
लिंगेगौडा
डी महालिंग
मैलारप्पा
मारप्पा
डी मुनीराज
एस मुनिराजु
रहमतुल्ला खान (28.2.2015 तक)
रंगलक्ष्मी
डी कृष्णा
टी महादेव

चिकित्सा

परामर्शक बाल रोग विशेषज्ञ: डॉ एम आर बालिगा

परामर्शक चिकित्सक: डॉ बी वी संजय राव

परामर्शक: डॉ पी एच प्रसाद

तकनीशियन: आर शांतम्मा

बढ़ई कार्य

एम गोपीनाथ

गौरीबिदनूर दूरदर्शक

सहायक कर्मचारी

भीम नायक

गंगाराम

पापण्णा

आर पी रामजी नायक

राणोजी राव

शिवरूद्राराध्या

वेंकटस्वामी

एन आर श्रीनाथ

प्रकाशन

रामन अनुसंधान संस्थान के सदस्यों एवं छात्रों ने वर्ष के दौरान अपनी संचालित अनुसंधान गतिविधियों को कई राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय समकक्षकों द्वारा समीक्षित पत्रिकाओं में प्रकाशित किया। आरआरआई के प्रत्येक चार अनुसंधान समूह अपने कार्यों को विख्यात पत्रिका (जर्नल) जो उनके विशेष अनुसंधान क्षेत्र पर केंद्रित होती हैं, में प्रकाशित करते हैं।

खगोलिकी और ताराभौतिकी समूह के लिए, ये हैं, दी मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी, एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, एस्ट्रोफिजिकल जर्नल लेटर्स, एस्ट्रोनॉमिकल जर्नल, एनल्स ऑफ फिजिक्स, एक्स्पेरिमेंटल एस्ट्रोनॉमी, रिसर्च इन एस्ट्रोनॉमी और एस्ट्रोफिजिक्स, एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, एक्सपेरिमेंटल एस्ट्रोनॉमी, जर्नल ऑफ कॉस्मोलॉजी एंड एस्ट्रोपार्टिकल फिजिक्स, आईईईई ट्रांजेक्शंस ऑन एंटीनाज एंड प्रोपगेशन, पब्लिकेशंस ऑफदी एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ ऑस्ट्रेलिया और अन्य, परंतु ये इन्हीं तक सीमित नहीं हैं।

आरआरआई का मृदु संघनित पदार्थ समूह पत्रिकाओं जैसे लिक्विड क्रिस्टल्स, लेंग्म्यूर, सॉफ्ट मैटर, प्रोसीडिंग्स ऑफ दी नेशनल अकेडमी ऑफ साइंसेस, फिजिकल रिव्यू, रिव्यू ऑफ साइंटिफिक इंस्ट्रूमेंट्स, जर्नल ऑफ फिजिक्स: कंडेंस्ड मैटर, एआईपी एड्वांसेस, बायोफिजिकल जर्नल, प्लॉस वन, आरएससी एड्वांसेस, जर्नल ऑफ एप्लाइड फिजिक्स, करेंट साइंस, प्रमाणा, केमिकल कम्यूनिकेशंस, जर्नल ऑफ कोलाइड एंड इंटरफेस साइंस, जर्नल ऑफ केमिकल फिजिक्स, फिजिक्स एंड केमिस्ट्री ऑफ लिक्विड्स और कई अन्य पत्रिकाएँ, में अपने कार्यों को प्रकाशित करता है।

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी समूह के प्रकाशनों को फिजिकल रिव्यू, एप्लाइड फिजिक्स, जर्नल ऑफ ऑप्टिकल सोसायटी ऑफ अमेरिका, एप्लाइड ऑप्टिक्स, एप्लाइड फिजिक्स लेटर्स, जर्नल ऑफ एप्लाइड फिजिक्स, नैनोटेक्नोलॉजी, नैनो लेटर्स, नैनोस्केल, ऑप्टिक्स लेटर्स, यूरोपियन फिजिकल जर्नल, जर्नल ऑफ एलॉयस एंड कंपाउंड्स, जर्नल ऑफ हाई एनर्जी फिजिक्स, जर्नल ऑफ मटेरियल्स केमिस्ट्री, मटेरियल्स केमिस्ट्री एंड फि जिक्स, ऑप्टिकल मटेरियल्स, प्लाज्मोनिक्स, फिजिक्स ऑफ प्लाज्मा, बुलेटिन ऑफ इंडियन लेज़र असोसिएशन, सुपरकंडक्टर साइंस एंड टेक्नोलॉजी, केमिकल फिजिक्स लैटर्स इत्यादि में देखा जा सकता है।

आरआरआई के सैद्धांतिकीय भौतिज्ञ पत्रिकाओं जैसे फिजिकल रिव्यू,फिजिकल रिव्यू लैटर्स,रिव्यू ऑफ मॉडर्न फिजिक्स, प्रोसीडिंग्स ऑफ दी नेशनल अकेडमी ऑफ साइंसेस, जर्नल ऑफ फिजिक्स: कंडेंस्ड मैटर, क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी, यूरोफिजिक्स लेटर्स, जर्नल ऑफ स्टेटिस्टीकल मिकेनिक्स, करेंट ओपीनियन इन सेल बायोलॉजी, जर्नल ऑफ फिजिकल केमिस्ट्री और अन्य पत्रिकाओं का प्रयोग अपने ज्ञान को राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय वैज्ञानिकीय समुदायों से सांझा करने के लिए एक माध्यम के रूप में प्रयोग करते हैं।

वर्ष 2014-2015 के दौरान आरआरआई सदस्यों द्वारा लेखक और/अथवा सहलेखक के रूप में 153 पेपरों का प्रकाशन किया गया। 18 प्रकाशन सम्मेलन प्रोसीडिंग्स में और 23 प्रकाशन (20 पत्रिकाओं में और 3 सम्मेलन प्रोसीडिंग्स में) प्रेस में हैं।

संस्थान के सदस्य विशिष्टीकृत तकनीकी और वैज्ञानिकीय पत्रिकाओं से हटकर वृहत दर्शकों/पाठकों तक पहुंचने के लिए नियमित रूप से पुस्तक और/अथवा लेख को जनप्रिय विज्ञान मैगजीनों में भी प्रकाशित करते हैं। आरआरआई सदस्यों ने 6 पुस्तकीय चैप्टर एवं 1 पुस्तक समीक्षा को पिछले वर्ष मेंऔर 2 जनप्रिय विज्ञान लेखों को प्रकाशित किया। 4 पुस्तकीय चैप्टर अभी भी प्रेस में हैं।

संस्थान के प्रत्येक सदस्यों के प्रकाशनों की पूर्ण सूची परिशिष्ट I में दी गई है।

सम्मेलन

संस्थान के सदस्य नियमित रूप से देश व विदेश के विविध संस्थानों में सम्मेलन व कार्यशाला में भाग लेने के लिए दौरा करते हैं। ये कार्यक्रम वैज्ञानिकीय समुदायों के समक्ष विचारों को आदान-प्रदान करने का अवसर प्रदान करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं और इस प्रकार भारत एवं विदेशों के विभिन्न संस्थानों के अनुसंधानकर्ताओं के साथ भविष्य के फलप्रद सहयोगों के आरंभिक केंद्र होते हैं। पिछले वर्ष संस्थान के संकाय सदस्यों एवं छात्रों ने भारत, अमेरिका, यूरोप, रूस, इज़रायल, ऑस्ट्रेलिया, जापान, चीन, कोरिया, सिंगापोर, थाईलैण्ड, दक्षिण अमेरिका और कनाडा में कई सम्मेलनों में भाग लिया।

इसके अलावा, संस्थान के अनुसंधान संकाय सदस्यों ने विविध प्रकार की कार्यशालाओं, अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलनों, बहुराष्ट्रीय परियोजना बैठकों तथा प्रशिक्षण कार्यक्रमों में भाषण एवं अतिथि व्याख्यान दिए । आरआरआई की आउटरीच गतिविधियों के भाग के रूप में, संस्थान के सदस्यों ने देशभर के कॉलेजों में दौरा कर वहाँ विभिन्नअनुसंधान विषयों पर, व्याख्यान, भाषण और प्रस्तुती का आयोजन किया।

संस्थान के सदस्यों द्वारा भाग लिये गए सम्मेलनों की पूर्ण सूची परिशिष्ट II में दी गई है।

संगोष्ठी और शैक्षणिक सम्मेलन (कोलोक्या)

संस्थान में संगोष्ठियों का आयोजन नियमित रूप से सभी सदस्यों को नवीनतम, विशेष अनुसंधान विषय पर किये गए कार्यों से अवगत रखने के लिए किया जाता है। इनमें व्याख्याता आगंतुक संकाय सदस्य और अन्य संस्थानों से अनुसंधानकर्ता होते हैं और ये आरआरआई सदस्यों की विशेष रूचियों के विषय पर चर्चा कराने से अभिप्रेत होते हैं तथा आरआरआई और आगंतुक के संस्थान के मध्य सहयोगिक परियोजना की पहल करना भी है।

गुरूवार की औपचारिक वार्ता संस्थान का एक अनूठा कार्यक्रम है जो न केवल आरआरआई के भिन्न-भिन्न अनुसंधान सदस्यों के मध्य बल्कि आरआरआई और आमंत्रित वक्ता और उनके संबंधित संस्थान के मध्य अग्रिम अंत:क्रिया को बढ़ावा देने के लिए आयोजित किया जाता है। यद्यपि, संगोष्ठी के विपरीत, वार्ता में आवरित विषय आरआरआई में जारी वर्तमान अनुसंधानों के विषय से वास्तव में जुडे नहीं होते। वार्ता का उद्देश्य नए विज्ञान विषयों को आवरित करना है और कार्यक्रम में आरआरआई समुदाय के सदस्यों को कई अन्य विषय क्षेत्रों में से किसी विषयक्षेत्र को प्रस्तावित कर अंर्तविषयी रूचि लाना है।

पिछले वर्ष के दौरान, आरआरआई ने विश्वभर से गुरूवार वार्ता को संबोधित करने के लिए वक्ताओं को आमंत्रित किया। इसमें आवरित विषय क्षेत्रों में शामिल है: 'ग्लोबल एंड नेशनल पर्सपेक्टिव्स ऑन लैड प्वाइजनिंग', 'एक्टिव मिकेनिक्स एंड डायनेमिक्स ऑफ एपिथेलिया ड्यूरिंग मोर्फोजिनेसिस, 'क्वांटम कम्यूनिकेशन नेटवर्क्स', 'के एस कृष्णन: हिज लाइफ एंड वर्क', 'ब्लैक होल्स एंड न्यूट्रॉन स्टार्स इन अवर गैलेक्सी एज़ लेबोरेटरीज फॉर स्ट्रोंग ग्रेविटी', 'ड्रॉप्स बिहेविंग बेडली', 'सेल्फ-असेम्ब्ली ऑफ कोलाइडल राफ्ट्स', 'ट्रीज ऑफ बेंगलूर', 'ए जरनी फ्रॅम एस्ट्रोनॉमी टू विजन साइंस', 'डिफ्यूजन विथ स्टोकेस्टिक रीसेटिंग', 'गांधीज इंडिया: गांधी मेमोरियल लेक्चर' और अन्य।

वक्ताओं की सूची और उनके व्याख्यान विषयों एवं उनके आरआरआई आगमन की तिथि की पूर्ण सूची परिशिष्ट III में दी गई है।

अन्य गतिविधियाँ

आगंतुक विद्वान

संस्थान मानता है कि यह अत्यावश्यक है कि विचारों के विनिमय और अधिक सहयोग के लिए आवश्यक वातावरण को राष्ट्रीय व अंतर्राष्ट्रीय मंच के लिए खुला रखा जाए। संस्थान के सदस्यों और अन्य संस्थानों का प्रतिनिधित्व करते विद्वानों के मध्य अंतःक्रियाओं को आगे बढ़ाने के उद्देश्य से, आरआरआई सक्रिय रूप से अधिक संख्या में वैज्ञानिकों, अनुसंधानकर्ताओं और अभियंताओं के आगमन को बढ़ावा देता है। ये विद्वान संस्थान आते हैं और नए विचार और कुशलता को सांझा करते हैं जबकि आरआरआई के सदस्यों के अनुभवों से भी लाभांवित होते हैं। आरआरआई में आगमन कुछ दिनों से लेकर कई माह तक हो सकता है और प्रायः संस्थान के लिए लाभदायी सहयोग, और नए, रूचिकर परियोजना को बनाने में मददगार होता है।

पिछले वर्ष भारतीय और अंतर्राष्ट्रीय संस्थानों से कुल मिलाकर 120 विद्वानों ने आरआरआई में आगमन किया। आरआरआई कई मित्रों को पाकर प्रसन्न है और उन सभी को धन्यवाद देता है जिन्होंने संस्थान में आश्चर्यजनक विविधता और अनुसंधान वातावरण की गतिकता में योगदान दिया।

आगंतुकों की सूची जिसमें वे कहाँ से आए और आरआरआई में कब आए, को परिशिष्ट V में देखा जा सकता है।

प्रदत्त पीएचडी

वशीम राजा: फेराडे स्लाइसिंग पोलराइज्ड रेडियो सोर्सेस

दीपक पांडे: मेनिपुलेशन ऑफ कोहेरेंट लाइट एंड कोहेरेंट लाइट मेनिपुलेशन ऑफ एटम्स।

सेनघुन ली: दी स्टडी ऑफ ट्रेप्ड आयन कालीजंस विथ कोल्ड एटम्स एंड कोल्ड मॉलेक्यूल्स।

प्राज्ञा श्रीवास्तव: एक्टिव मिकेनिक्स ऑफ कॉर्टिकल एक्टिन: जियोमेट्री एंड शेप डिफॉर्मेशन

कन्हैया लाल पांडे: प्राइमोर्डियल मेग्नेटिक फील्ड्स एंड अर्ली स्ट्रक्चर फॉर्मेशन इन दी यूनिवर्स

महावीर शर्मा: ए स्टडी ऑफ गेलेक्टिक आउटफ्लो

अनिर्बन पॉली: मॉलेक्यूलर आर्गेनाइजेशन ऑफ एक्टिव राफ्ट्स एंड फेज सेग्रीगेशन

प्रस्तुत पीएचडी

संतोष प्रसाद गुप्ता: स्टडीज ऑन नोवल फेज बिहेवियर ऑफ आयनिक एम्फीफिल-वाटर सिस्टम

राजीव बासक: डायनामिक लाइट स्केटरिंग एंड रियोलॉजिकल स्टडीज ऑफ सम माइसेल्लर कोपॉलिमर सॉल्यूशंस, बायोपॉलिमर जेल्स एंड कॉन्संट्रेटेड कोलाइडल सस्पेंशन

शेषागिरी राव: एन ऑप्टिकल फाइबर बेस्ड फोर्स अपारेटस एप्लीकेशंस टू सॉफ्ट एंड लिविंग मैटर

अनघ दातर: मिकेनिज्म्स ऑफ शेप ट्रांस्फॉर्मेशन एंड रिट्रेक्शन इन एक्जंस

त्रिदिब रे: प्रोग्रेशन टुवर्ड्स स्टडी ऑफ इंटरेक्शंस विथ कम्पोजिट सिस्टम्स एट अल्ट्रा-कोल्ड टेम्परेचर

जयकुमार ए: इंटरप्ले बिटवीन शेप, ऑर्डर, एंड टोपोलॉजिकल डिफेक्ट्स: इलास्टिसिटी ऑफ सम सॉफ्ट मैटर सिस्टम्स

अंजन रॉय: अंडरस्टेंडिंग डिफ्यूजन थ्रू माइक्रोस्कोपिक मॉडल्स

अर्नब पाल: अंडरस्टेंडिंग फ्लक्चुएशन इन नो-इक्वीलिब्रियम सिस्टम्स

Photo by Raju V RRI In-house on 17th April 2015

सामान्य

वर्ष 2014-2015 के दौरान विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग से प्राप्त अनुदान का विवरण:

	(राशि लाख में)
योजनागत (आवर्ती एवं अनावर्ती)	3140.65
योजनेतर (आवर्ती)	76.28
कुल योग	3216.93 लाख

जर्नल क्लब

प्रत्येक वर्ष बहुत अधिक प्रकाशित पेपरों की संख्या के कारण, इन दिनों वैज्ञानिकों के लिए यह लगभग असंभव हो गया है कि वे अपने विषय-क्षेत्र के बाहर चल रहे अनुसंधानों पर ध्यान केंद्रित कर सकें। इस परिस्थिति से आंशिक रूप से निपटने के लिए, आरआरआई विज्ञान फोरम पर विचार किया गया और आरआरआई में पहली बार यह 2014 में अस्तित्व में आया। इसका लक्ष्य था परिसर के सभी शैक्षणिक सदस्यों को एक मंच प्रदान करना जहाँ वे विविध विषयों में चल रहे अनुसंधानों पर चर्चा कर सकें। इस नियमित कार्यक्रम के आयोजक हैं: गौतम सोनी, अंदल नारायणन एवं नयनतारा गुप्ता। आरआरआई विज्ञान फोरम अब दो सप्ताह में एक बार गुरुवार को अपरान्ह 3:30-4:30 बजे तक आयोजित किया जाता है।

इस फोरम के व्याख्यानों को 2 भागों में बांटा जाता है, पहला 20 मिनिट का परिचयात्मक व्याख्यान (जहाँ संकाय सदस्य अथवा डॉक्टरोत्तर अध्येता द्वारा गैर-विशेषज्ञों को संबंधित विषय-क्षेत्र की आधारभूत जानकारी दी जाती है) और इसके पश्चात "विज्ञान व्याख्यान" (जहाँ पीएचडी छात्र द्वारा चयनित पेपर की प्रस्तुति दी जाती है)।

विशेष रूप से, आरआरआई विज्ञान फोरम बैठक के भाग के रूप में, उल्लेखनीय परिणामों वाले पेपर जिन्हें प्राय: उस विशेष विषय-क्षेत्र की ऐतिहासिक घटना माना जाता है को वृहत व अधिक सामान्य श्रोताओं के समक्ष प्रस्तुत किया जाता है। प्रस्तुती के आधार पर, अनौपचारिक चर्चा, प्रश्नों व प्रदर्शनों/प्रस्तुतियों को अधिकतया प्रस्तुत कार्य की अंतर्निहित अवधारणाओं का बेहतर ढ़ंग से समझने की दिशा में प्रोत्साहित किया जाता है। इसके परिणामस्वरूप प्राय: आरआरआई वैज्ञानिक समुदायों के सदस्यों को नए विचार व नई अनुसंधानात्मक समस्याएँ (विषय) कार्य करने के लिए मिलते हैं।

प्रथम आरआरआई विज्ञान फोरम (RSF) बैठक वर्ष 2014 में एस्ट्रोफिजिकल न्यूट्रीनोज पर हुई जिसके वक्ता नयनतारा गुप्ता और जगदीश जोशी थे। वर्ष 2014-2015 से, आरआरआई में किये गए अनुसंधानों की व्यापकता/विस्तृतता को जानने व सराहने का आरएसएफ एक अच्छा मंच बन गया है।

पिछले वर्ष आरआरआई विज्ञान फोरम बैठक के दौरान समीक्षित पेपरों की सूची को इस वार्षिक प्रतिवेदन के परिशिष्ट IV में दिया गया है।

राजभाषा गतिविधियाँ (2014-15)

संस्थान भारत सरकार द्वारा वर्ष 2014-15 के लिए राजभाषा कार्यक्रम के अंतर्गत निर्धारित लक्ष्यों को प्राप्त करने के लिए निरंतर प्रयत्नशील रहा है। इसके अनुपालन में, सदस्य कर्मचारियों को आवश्यक प्रशिक्षण कार्यशालाओं/कक्षाओं के माध्यम से प्रदान किया गया। आरआरआई ने प्रतिवेदित वर्ष के दौरान चार कार्यशालाओं का संचालन किया। संस्थान में सितम्बर 2014 के दौरान हिन्दी सप्ताह भी मनाया गया। ये सभी कार्यक्रम, पहले की तरह, भारतीय विज्ञान अकादमी जो कि इसी परिसर में स्थित है, के सहयोग से आयोजित किये गए।

प्रतिवेदित वर्ष के दौरान, आरआरआई में कनिष्ठ हिन्दी अनुवादक के पद को भी भर लिया गया है।

आरक्षण

यह संस्थान भारत सरकार के अन्य वैज्ञानिकीय विभागों जैसे अंतरिक्ष विभाग और परमाणु ऊर्जा विभाग के समान आरक्षण नीति का अनुसरण करता है।

अन्य

वर्ष 2014-2015 की अवधि के दौरान, आरआरआई समुदाय ने कई विशेष सम्मेलनों, बैठकों और कार्यशालाओं को आयोजित किया जिनका विस्तृत विवरण अगले भाग में 'आयोजित कार्यक्रम 2014-2015' शीर्षक अंतर्गत दिया गया है। आरआरआई के अन्य वार्षिक कार्यक्रम एवं गतिविधियों में शामिल हैं संस्थानीय बैठकें, औपचारिक संकाय सदस्य विदाई भोज, पीएचडी छात्रों के नए बैच का स्वागत कार्यक्रम, महाविद्यालयी दौरा, और महाविद्यालयी छात्रों को परिसर में बुलाना। आमंत्रित विशेषज्ञ और स्वयं आरआरआई सदस्यों दोनों के साथ औपचारिक और अनौपचारिक भोज एवं चाय, खेल प्रतियोगिता, संगीत गोष्ठी, और विविध सांस्कृतिक कार्यक्रम आरआरआई परिसर के नियमित कार्यक्रम हैं।

पब्लिक आउटरीच

प्रोफेसर हैरी मेसेल अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान विद्यालय (आईएसएस) का आयोजन साइंस फाउंडेशन फॉर फिजिक्स, यूनिवर्सिटी ऑफ सिडनी, ऑस्ट्रेलिया (http://www.physics.usyd.edu.au/foundation/Outreach/ISS/intro.htm) वर्ष 1962 से किया गया। यह विश्वभर से लगभग 140 छात्रों को दो सप्ताह के लिए आधुनिक विज्ञान के विषयों पर अध्ययन के लिए आमने-सामने लाता है। इस कार्यक्रम का आयोजन दो साल में एक बार किया जाता है। प्रति एकान्तर वर्ष में आयोजित इस कार्यक्रम में कई देशों से छात्र भाग लेते हैं। इस कार्यक्रम का आयोजन जुलाई 2015 में प्रथम दो सप्ताह

के दौरान सिडनी, ऑस्ट्रेलिया में होना है। आईएसएस सभी चयनित छात्रों के लिए छात्रवृत्ति प्रदान करता है और समन्वयकों की सहायता भी करता है। भारतीय छात्रों के लिए पांच छात्रवृत्ति रखी गई है। रामन अनुसंधान संस्थान वर्ष 2007 से भारत में छात्र चयन प्रक्रिया का समन्वयन कर रहा है। आरआरआई की आईएसएस के लिए पांच छात्रों के चयन की गहन चयन प्रक्रिया है जिसमें साक्षात्कार भी शामिल है। वर्ष 2015 के लिए आईएसएस का प्रसंग है BIG – big experiments, big discoveries, big ideas (बड़े प्रयोग, बड़ी खोज, बड़े विचार)। यह आईएसएस अपने क्रम में पांचवा होगा जबकि भारतीय उच्च विद्यालय के छात्र इस स्कूल में भाग लेंगे।

वर्ष 2015 के लिए पांच चयनित छात्र विज्ञान स्कूल में 2 सप्ताह का समय गुजारेंगे जहाँ वे प्रमुख अंतर्राष्ट्रीय व ऑस्ट्रेलियन विशेषज्ञों सहित विज्ञान के सभी क्षेत्रों के विशेषज्ञों से व्याख्यान सुनेंगे। जिनमें शामिल हैं: कॉस्मोलॉजिस्ट लॉरेंस क्रॉस, अरिज़ोना स्टेट यूनिवर्सिटी, नैनोवैज्ञानिक माइकल रूक्स, केलटेक एवं खगोलभौतिज्ञ नाओमी मिक्लारे-ग्रिफ्थ, एएनयू। वे वैज्ञानिकों के साथ चर्चा भी करेंगे और विज्ञान संबंधी चुनौतीपूर्ण परियोजनाओं में भी हाथ अजमाएंगे।

इसके अतिरिक्त वर्ष 2014-2015 के दौरान, आरआरआई संकाय के बहुत से सदस्य विविध प्रकार की पब्लिक आउटरीच गतिविधियों में शामिल थे, जिनका विवरण इस प्रकार है:

लक्ष्मी सरीपल्ली, आरआरआई, दिल्ली में मार्च 18-22, 2015 को आयोजित "फ्यूचर ऑफ लिबरल आर्ट्स इन इंडिया" सम्मेलन की आयोजन समिति की सदस्या, ने "स्टूडेंट पर्सपेक्टिव्स: व्यू फ्रॉम दी फिजिकल साइंसेस" पर एक व्याख्यान दिया।

सुमती सूर्या ने "मेंटरिंग इन इंडिया" पर "इंडो-यूएस वर्कशॉप: एड्वांसिंग वूमेन फेकल्टी इन साइंस, टेक्नोलॉजी, इंजीनियरिंग एंड मेथमेटिक्स (STEM), शैक्षणिक मार्ग चुनने में लिंग की भूमिका" में 15 नवम्बर 2014 को दिल्ली में एक आमंत्रित व्याख्यान दिया। उन्होंने इंटरनेशनल ट्रेनिंग प्रोग्राम ऑन लीडरशिप एंड केरियर डेवलपमेंट फॉर वूमेन साइंटिस्ट एंड टेक्नोलॉजिस्ट में 8-12 सितम्बर 2014 के दौरान "डिस्कशन ऑन केरियर बेलेंस एंड इंटरेक्शन विथ रोल मॉडल्स" में पैनल सदस्या के रूप में भी भाग लिया।

वी ए रघुनाथन ने स्नातकोत्तर स्तर के छात्रों को सेंट जोसेफ कॉलेज, बेंगलूर में मृदु पदार्थ भौतिकी पर छ: परिचयात्मक व्याख्यान दिये।

रेजी फिलिप ने एमवीजे कॉलेज, व्हाईटफील्ड, बेंगलूर, एमईएस डिग्री कॉलेज, मल्लेश्वरम, बेंगलूर, एनआईटी केलिकट के साथ-साथ ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक्स विभाग, केरल यूनिवर्सिटी, त्रिवेंद्रम का अनुबद्ध संकाय के रूप में UGC ENCORE कार्यक्रम के अंतर्गत दौरा किया जहाँ आपने

(i) मूलभूत लेज़र
(ii) अल्ट्राफास्ट लेज़र
(iii) नॉनलीनियर ऑप्टिक्स
(iv) नैनोफोटोनिक्स एवं
(v) लेज़र प्रोड्यूस्ड प्लाज्मा पर व्याख्यान दिया।

माधवन वरदराजन ने सेंट स्टीफन कॉलेज, नई दिल्ली में अपने "फेय्मन क्लब" व्याख्यान श्रेणी के अंतर्गत स्नातकीय छात्रों के लिए प्रमात्रा गुरूत्व पर एक आमंत्रित व्याख्यान दिया।

जोसेफ सेमुअल ने गणित विभाग, क्राइस्ट कॉलेज में 21 नवम्बर 2014 को "डाइवर्जेन्ट सिरीज एंड एप्लीकेशंस इन फिजिक्स" पर व्याख्यान दिया जो कि स्नातक स्तर के प्रथम वर्ष के छात्रों के लिए विज्ञान

अकादमियों का लेक्चर वर्कशॉप ऑन एलिमेंटरी मेथमेटिक्स के अंतर्गत था।

इसी प्रकार, रंजिनी बंद्योपाध्याय ने महाविद्यालय शिक्षकों को बेंगलूर विश्वविद्यालय, बेंगलूर में भौतिकी के पुनश्चर्या पाठ्यक्रम के अंतर्गत "मृदु पदार्थ" के बारे में प्रशिक्षण दिया और यूनिलीवर रिसर्च एंड डेवलपमेंट सेंटर, बेंगलूर में "दी क्यूरियस केस ऑफ सॉफ्ट मैटर" शीर्षक पर आमंत्रित संगोष्ठी में भी व्याख्यान दिया।

सुपूर्णा सिन्हा ने क्राइस्ट यूनिवर्सिटी, बेंगलूर का दौरा करते हुए "रेंडम वॉल्स इन फिजिक्स" पर प्रि-यूनिवर्सिटी स्तर के छात्रों को एक घण्टे का व्याख्यान दिया।

इसके अलावा, आरआरआई के कई अन्य संकाय सदस्यों जैसे बिमन नाथ, सुपूर्णा सिन्हा, जोसेफ सेमुअल एवं अन्य नियमित रूप से रेजोनेंस और करेंट साइंस जैसी पत्रिकाओं जो आम जनता के लिए हैं, में लोकप्रिय विज्ञान लेख प्रकाशित करते रहते हैं। पिछले वर्ष के दौरान, बिमन नाथ ने "केल्कुलस एंड इंडिया" नाम से जनवरी 7, 2015 को एक लोकप्रिय लेख दी फ्रंटियर मैगज़ीन में प्रकाशित किया। सुपूर्णा सिन्हा ने भी "रिमेम्बरिंग सत्येन्द्रनाथ बोस" नाम से एक लेख IISERTVM मैगज़ीन 'सोपानम 2013-2014' पेज 10 में प्रकाशित किया। जोसेफ सेमुअल ने प्रो. एन मुकुन्दा के सम्मान में "नाइन परश्यूट इन साइंस" पर एक दिवसीय सम्मेलन कार्यवाही, जिसका आयोजन आईएमएससी, चेन्नई में हुआ, में "दी जियोमेट्रिक फेस" पर एक लेख दिया। हेमा रामचन्द्रन ने लेसिंग इन रेंडम एम्प्लीफाइंग मीडिया टू दी बुक ऑन लेज़र फिजिक्स एंड टेक्नोलॉजी, स्प्रिंगर प्रोसीडिंग्स इन फिजिक्स, 160, चैप्टर-8 (p 165-180), संपादक: पी के गुप्ता और आर खरे, स्प्रिंगर, 2015 पर एक पुस्तकीय अध्याय का योगदान दिया। पुस्तकीय अध्याय के अतिरिक्त, उन्होंने एनुअल रिव्यू ऑफ कोल्ड एटम्स एंड पुस्तकीय अध्याय का योगदान दिया। पुस्तकीय अध्याय के अतिरिक्त, उन्होंने एनुअल रिव्यू ऑफ कोल्ड एटम्स एंड (2014) में प्रकाशित किया।

पब्लिक आउटरीच गतिविधियों के भाग के रूप में, आरआरआई ने 8-इंच मीड ऑप्टिकल टेलिस्कोप को भी डॉ नरसिम्हय्या नेशनल हाई स्कूल, होस्सूर, गौरीबिदनूर तहसील को उपहार स्वरूप दिया है। टेलिस्कोप को 1 फरवरी 2015 के दिन एन उदय शंकर द्वारा स्कूल को उपहार स्वरूप देकर स्थापित (इंस्टॉल) किया गया। यह उपहार स्कूल की स्वर्ण जयंती समारोह के उपलक्ष्य में दिया गया।

वर्ष 2014–2015 के दौरान आरआरआई द्वारा आयोजित कार्यक्रम

1. बेंगलूर स्कूल ऑन स्टेटिस्टीकल फिजिक्स–V

यह अग्रवर्ती स्तर का स्कूल की सर्वप्रथम शुरूआत रामन अनुसंधान संस्थान, बेंगलूर में 2010 में हुई। पहली चार ऐसी स्कलों का आयोजन "आरआरआई स्कूल ऑन स्टेटिस्टिकल फिजिक्स" के नाम से हुआ। पांचवे स्कूल का नाम बदलकर बेंगलूर स्कूल ऑन स्टेटिस्टीकल फिजिक्स रखा गया जिसका आयोजन संयुक्त रूप से आरआरआई और इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरेटिकल साइंसेस (ICTS) बेंगलूर द्वारा रामन अनुसंधान संस्थान में मार्च 31 - अप्रैल 12, 2015 के दौरान किया गया।

इस शैक्षणिक स्कूल का उद्देश्य है स्नातकोत्तर स्तर के पाठ्यक्रमों और वर्तमान अनुसंधानों की मुख्यधारा में सांख्यिकीय भौतिकी के विषय-क्षेत्रों के मध्य अंतराल के बीच सेतु का काम करना (अंतराल को मिटाना)। इसे पीएचडी छात्रों, डॉक्टरोत्तर अध्येता एवं कॉलेज व यूनिवर्सिटी के इच्छित संकाय सदस्यों के अभिप्राय से बनाया गया है।

स्कूल के पांचवे संस्करण में, बेंगलूर व अन्य जगहों से 100 से भी अधिक चयनित प्रतिभागियों ने भाग लिया। दो सप्ताह की अवधि के दौरान, भारतीय व विदेशी प्रशिक्षकों द्वारा निम्न पाठ्यक्रम संचालित किये गए:

1) इंट्रोडक्शन टू फ्लड डायनामिक्स एंड टर्बुलेंस - जयंत कुमार भट्टाचार्जी, एचआरआई, इलाहाबाद
2) क्वांटम डिसीपेटिव सिस्टम्स – सुशांत दत्तगुप्ता (विश्व-भारती, शांतिनिकेतन)
3) स्टेटिस्टीकल फील्ड थियोरी – सुमित आर दास (केन्टकी, यूएसए)
4) इंट्रोडक्शन टू स्टोकेस्टिक प्रोसेस - अभिषेक धर (आईसीटीएस) एवं संजीब सभापंडित (आरआरआई)
5) रेंडम मैट्रिक्स थियोरी – सत्य एन मजुमदार (एलपीटीएमएस, ओर्से, फ्रांस)
6) बेटे अंसट्ज : टेक्नीक एंड एप्लीकेशंस – किरोन मल्लिक (सेक्ले, फ्रांस)

गहन पाठ्यक्रम में एक सप्ताह में 18 व्याख्यान हुए जिसमें प्रत्येक व्याख्यान देढ़ घंटे लम्बा था। इसके अतिरिक्त, दिन के अंत में समस्या/प्रश्न निवारण सत्र भी रखा गया था। स्कूल में दिये गए कुछ व्याख्यानों को सभी के लाभ हेतु ऑनलाइन उपलब्ध कराया गया है। संबंधित लिंक है: https://www.icts.res.in/additional_page/641/. इसके अतिरिक्त, व्याख्यानों की वीडियो रिकॉर्डिंग https://www.icts.res.in/program/all/talks_tab/345/ पर उपलब्ध है।

2. "क्वांटम फाउंडेशन एंड इनफॉर्मेशन विथ ए फोकस ऑन दी क्वांटम मेजर एंड कोइवेंट फॉर्मूलेशन" पर वर्कशॉप

"क्वांटम फाउंडेशन एंड इनफॉर्मेशन विथ ए

फोकस ऑन दी क्वांटम मेजर एंड कोइवेंट फॉर्मूलेशन" पर वर्कशॉप का आयोजन सुमती सूर्या, रामन अनुसंधान संस्थान द्वारा 5-9 जनवरी 2015 को किया गया। यह वर्कशॉप प्रमुखतया गहन चर्चा बैठक के अभिप्राय से आयोजित हुई जहाँ कुछ प्रमुख वैज्ञानिक प्रमात्रा मापन सिद्धांत के क्षेत्र में नूतन प्रगति व विचारों का विनिमय करते हैं।

इस क्षेत्र के कई प्रमुख विशेषज्ञों जैसे फेय डोवकर, इम्पीरियल कॉलेज, लंदन, रॉफेल सॉर्किन, पेरीमीटर इंस्टीट्यूट फॉर थियोरेटिकल फिजिक्स, वाटर्लू, कनाड़ा, जो हेनसन, यूनिवर्सिटी ऑफ ब्रिस्टल, यूके, डेविड रिडॉट, यूसी सेन डियागो, यूएसए, पेट्रोस वाल्डेन, यूनिवर्सिटी ऑफ एडिनबर्ग, यूके एवं ग्राहम ब्राइटवेल, एलएसई, लंदन, के अतिरिक्त आरआरआई व विदेश के कई स्नातक छात्रों ने इस वर्कशॉप में भाग लिया।

बैठक के पांचों दिनों में, प्रत्येक व्याख्यान देढ़ घंटे का रहता था जिसके बाद संबंधित विषय-क्षेत्र जैसे क्वांटम रेंडम वाल्क पर दिन के अंत में चर्चा होती थी।

स्थानीय प्रतिभागियों जिन्होंने बैठक के दौरान व्याख्यान दिया, वे हैं: उर्बशी सिन्हा, प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी समूह, आरआरआई, जिन्होंने "ट्रिपल स्लिट एक्सपेरिमेंट्स" पर व्याख्यान दिया और सुमती सूर्या जिनके व्याख्यान का शीर्षक "दी एक्सटेंशन क्वेश्चन: व्हेयर आर वी ?" था। बैठक का मुख्य आकर्षण केन्द्र था रॉफेल सॉर्किन द्वारा "हाउ इंटरकन्नेक्टेड इज दी क्वांटम वर्ल्ड ?" पर दिया गया व्याख्यान। उन्होंने बताया कि कैसे सामान्यीकृत संभाव्यता मापन की तरह अभिन्न पथ को व्याख्यित किया जाए, एक तो निर्विवाद है कि शून्य मापन की घटना घटित नहीं होती (एक घटना जिसने इतिहास रचा)। क्योंकि प्रमात्रा आयाम प्रकृति से वैश्विक हैं, इस प्रकार के निवारण से तात्पर्य है कि वास्तविकता (स्पेसटाइम, सबसिस्टम्स, डॉट्स के क्षेत्रों) के कोई भी दो अंश/भाग पूर्णतया स्वतंत्र नहीं हो सकते जो कि अत्यधिक आकर्षक अवियोज्यता का कारण बने कि अस्पष्ट प्रमात्रा उलझन जैसी दिखाई दे।

3. फ्यूचर ऑफ लिबरल आर्ट्स एंड साइंस एजुकेशन इन इंडिया 2015

जनवरी 2014 में आरआरआई में "वाइड स्पेक्ट्रम एजुकेशन: ए फोकस ऑन लिबरल आर्ट्स एंड साइंसेस इन इंडिया" पर आयोजित 2014 के सम्मेलन की सफलता की नींव पर, अशोका यूनिवर्सिटी, ओ.पी. जिंदल ग्लोबल यूनिवर्सिटी एवं शिव नादर यूनिवर्सिटी ने उक्त सम्मेलन के द्वितीय चरण की "फ्यूचर ऑफ लिबरल आर्ट्स एंड साइंस एजुकेशन इन इंडिया 2015" शीर्षक के साथ मार्च 19-21, 2015 के दौरान नई दिल्ली में सह-मेजबानी की। इस सम्मेलन, कार्लटन कॉलेज, येले-एनयूएस, क्लारेमोंट मेक्केन्ना कॉलेज, पोमोना कॉलेज, रामन अनुसंधान संस्थान और यूनिवर्सिटी ऑफ शिकागो सेंटर, नई दिल्ली के सहयोग में आयोजित, ने वरिष्ठ विशेषज्ञों और देश एवं विदेश के संस्थानों के उच्चतर शिक्षा के संकाय सदस्यों को उच्च गुणवत्तापूर्ण शिक्षण, छात्रवृत्ति एवं भारत में लिबरल आर्ट्स और विज्ञान की चुनौती तथा अवसरों पर चर्चा करने के लिए एक मंच पर साथ लाया।

भारत में लिबरल आर्ट्स शिक्षा के भविष्य पर मुक्त चिंतन को बरकरार रखते हुए, बैठक ने शैक्षणिक विशेषज्ञों, प्रोफेसर और सामाजिक उद्यमियों को एक नई सांझेदारी बनाने के लिए एक मंच पर लाया जो भारत के भविष्य को सामने लाने में सक्षम छात्रों को विकसित करने के लिए भारत की सृजनात्मकता एवं ऊर्जा का कवच बन सके। अशोका यूनिवर्सिटी एवं ओ.पी.जिंदल ग्लोबल यूनिवर्सिटी जैसे सक्रिय नए संस्थानों में विद्यमान नई शिक्षा प्रणाली से उम्मीद की जाती है कि वे ऐतिहासिक परिवर्तन प्रदान करें कि कैसे भारत में युवा अपना दिमाग तैयार करें ताकि वे वर्ष 2015 और उसके बाद में भारत व विश्व के सामने खड़ी भयावह चुनौतियों

का मार्गनिर्देशन कर सकें। शिक्षण की नई प्रणाली, नया पाठ्यक्रम, प्रशिक्षण के नए तरीके, सामाजिक व अंतरविषयी छात्रवृत्तियों को बैठक के दौरान उन रास्तों के रूप में प्रस्तुत किया गया जो उच्चतर शिक्षा में नई कार्यप्रणाली पर विचारों का विनिमय करने की अनुमति देते हैं।

तीन-दिवसीय सम्मेलन, 100 से भी अधिक भारतीय व अंतर्राष्ट्रीय प्रतिभागियों ने भाग लिया, का संचालन क्राउन प्लाजा होटल, रोहिणी, नई दिल्ली में हुआ। दिन भर चलने वाले सत्रों की बैठक मार्च 19 को अशोका यूनिवर्सिटी में और मार्च 20 को ओ.पी. जिंदल ग्लोबल यूनिवर्सिटी, दोनों ही नई दिल्ली के उत्तर में लगभग एक घण्टे दूर, में आयोजित हुई। सम्मेलन ने उपस्थित सदस्यों को यह देखने का एक मौका दिया कि भौतिक धरातल पर लिबरल आर्ट्स शिक्षा का भविष्य कैसा लगता है- इन दोनों नए संस्थानों के दौरों से, और भारत के विशेषज्ञों की प्रस्तुतियों व वार्तालापों से जो नई चुनौतियों से निपटने के लिए उच्चतर शिक्षा को नया-आयाम (आकार) देने में मदद कर रहे हैं। बैठक के तीसरे दिन का कार्यक्रम यूनिवर्सिटी ऑफ शिकागो नई दिल्ली सेंटर में हुआ, जिसमें देश व विदेश से आए विविध विषयों के विशेषज्ञों का व्याख्यान था।

चर्चा किये गए विषयों में से कुछ थे: 'कल्चरल ट्रेन्ड्स इन इंडिया – रिकंसाइलिंग ट्रेडीशनल एंड मॉडर्न इंडिया', 'इनोवेटिव एप्रोचेस टू हायर एजुकेशन इन दी ह्यूमेनिटीज एंड आर्ट्स', 'इनोवेटिव करिकुलम इन सोशियल साइंस एंड सस्टेनिबिलिटी', 'इनोवेटिव पेडागोजी इन साइंस एंड इंजीनियरिंग', 'हाव लिबरल आर्ट्स केन फॉस्टर ग्लोबल कनेक्शंस एंड कोलेबोरेशन', 'प्रोबेबल पास्ट्स एंड पॉसिबल फ्यूचर्स ऑफ लिबरल आर्ट्स इन इंडिया' और 'एप्रोचेस ऑफ टीचिंग एंड लर्निंग इन रिसर्च यूनिवर्सिटीज इन इंडिया'।

सम्मेलन के वक्ता थे: सी राजकुमार (कुलपति, जिंदल ग्लोबल यूनिवर्सिटी), रूद्रांगशु मुखर्जी (कुलपति, अशोका यूनिवर्सिटी), शिव विश्वनाथन (ओ.पी.जिंदल ग्लोबल यूनिवर्सिटी), रूपमंजरी घोष (निदेशक, स्कूल ऑफ नेचुरल साइंसेस एवं डीन, रिसर्च एंड ग्रेजुएट स्टडीज, शिव नादर यूनिवर्सिटी), स्टीव पोस्केंज़र (अध्यक्ष, कार्लटन कॉलेज), ब्रयान पेनप्रेस (आगंतुक प्रोफेसर, येले-एनयूएस एवं अध्यक्ष, फिजिक्स डिपार्टमेंट, पोमोना कॉलेज) और आयोजकों में से एक, लक्ष्मी सरीपल्ली (खगोलभौतिज्ञ, रामन न्यास अध्येता, रामन अनुसंधान संस्थान), अर्जेन्दु पटनायक (प्रोफेसर, कार्लटन कॉलेज), शैलेन्द्र राज मेहता (कुलपति, अहमदाबाद यूनिवर्सिटी) और गैरी तुब (प्रोफेसर, साउथ एशियन लेंग्वेजेस, यूनिवर्सिटी ऑफ शिकागो एवं निदेशक, यूनिवर्सिटी ऑफ शिकागो सेंटर इन दिल्ली)।

तीसरे दिन, यूनिवर्सिटी ऑफ शिकागो दिल्ली सेंटर में, लक्ष्मी सरीपल्ली, रामन अनुसंधान संस्थान ने "स्टूडेंट पर्सपेक्टिव्स – व्यू फ्रॉम दी फिजिकल साइंसेस" शीर्षक पर व्याख्यान दिया था।

आरआरआई में आयोजित जनवरी 2014 बैठक के बाद के इस सफल संस्करण को भारत में शिक्षा के नए प्रारूपों को बनाने के तरीके तलाशने की दिशा में सार्थक प्रयास के रूप में निष्कर्षित किया जा सकता है जो सामाजिक न्याय, लोक सेवाएँ, और पर्यावरणीय स्थिरता को बढ़ाए जबकि भारत व विदेश से शैक्षणिक विशेषज्ञों व व्यापक विषयों के प्रोफेसरों के मध्य असल दिमागी बैठक के जरिए भारत में बढ़ते व बदलते युग का नेतृत्व करने वाले छात्रों को भी विकसित किया जा सके। जिसे कि बैठक के इन तीन दिनों ने सुलभ बनाया।

*संदर्भ –

1.http://news.ashoka.edu.in/news/ashoka-o-p-jindal-global-and-shiv-nadar-university-hosted-conference-on-the-future-of-the-liberal-arts-in-india-2015/

2.http://www.uchicago.in/events/show/future_of_the_liberal_arts_in_india_2015_meeting

4. IAGRG 2015

इंडियन असोसिएशन फॉर जनरल रिलेटिविटी एंड ग्रेविटेशन (IAGRG) प्रमुखतया दो से तीन दिन की अवधि का लगभग दो वर्ष में एक बार राष्ट्रीय स्तर की बैठक का आयोजन करता है। इन बैठकों का उद्देश्य है समुदायों को अपने नूतन कार्यों को प्रस्तुत करने के साथ-साथ इस क्षेत्र के भारतीय अनुसंधानकर्ताओं के मध्य पारस्परिक संबंध स्थापित करने का एक मंच प्रदान करना है। इसके प्रारूप में शामिल है: प्रमुख भाषण, परिपूर्ण व्याख्यान, लिखे गए प्रपरों की प्रस्तुती के वर्कशॉप सत्र, वैद्य-रेचौधुरी एंडोमेंट अवार्ड लेक्चर, वीवीएन सर्वश्रेष्ठ शोध-पत्र अवार्ड व्याख्यान और नए संस्थापित एनआर सेन युवा शोधकर्ता अवार्ड के विजेता का व्याख्यान। IAGRG की आमसभा बैठक भी इसी दौरान आयोजित होती है।

इस वर्ष IAGRG की 28वीं बैठक रामन अनुसंधान संस्थान में मार्च 18-20, 2015 को हुई। वर्ष 2015 एल्बर्ट आइंस्टाइन की परशियन अकादमी को सामान्य सापेक्षिकता के पूर्ण सिद्धांत की प्रस्तुती का शताब्दी वर्ष होने के कारण, IAGRG की 28वीं बैठक का विषय "सामान्य सापेक्षिकता का शताब्दी वर्ष समारोह" था। सम्मेलन का आयोजन संयुक्त रूप से आरआरआई, आईआईएससी, बेंगलूर, आईयूसीएए, पुणे, आईएमएससी, चेन्नई, आईआईए, बेंगलूर एवं एसआईएनपी, कोलकाता द्वारा किया गया। सौ से थोड़े अधिक प्रतिभागियों के साथ, दो प्रमुख भाषण, पांच परिपूर्ण व्याख्यान, जीआर शबाब्दी को समर्पित एक विशेष सत्र और "प्रमात्रा गुरूत्व", "ब्रम्हाण्डिकी" और "सामान्य सापेक्षिकता व सापेक्षिक खगोलभौतिकी" पर तीन भिन्न-भिन्न वर्कशॉप सहित लगभग 12 मौखिक प्रस्तुती और लगभग 10 पोस्टर प्रस्तुती के साथ IAGRG 2015 बैठक जबरदस्त सफ्ल रही। रमेश नारायण (हार्वर्ड यूनिवर्सिटी, यूएसए) और वरूण साहिनी (आईयूसीएए, पुणे) ने क्रमश: "सामान्य सापेक्षिकता और खगोलभौतिकीय ब्लैक होल्स" और "ब्रम्हाण्डिकी में पुराने व नए विचार" पर प्रमुख भाषण दिया। पांच परिपूर्ण व्याख्यान के वक्ता थे केजी अरूण (चेन्नई मेथमेटिकल इंस्टीट्यूट), तरूण सौरादीप (आईयूसीएए), माधवन वरदराजन (आरआरआई), समीर माथुर (ओहियो स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए) और सी एस उन्नीकृष्णन (टीआईएफआर, मुम्बई)।

जीआर शताब्दी के उपलक्ष्य में ढ़ाई घंटे लम्बा सत्र विशेष आकर्षण केंद्र था। नरेश दधिच, जे वी नार्लिकर और सी वी विश्वेश्वरा ने विविध विषयों पर व्याख्यान दिया जो जीआर अनुसंधान पर भारतीय योगदानों को औजागर करते हैं जैसे "भारतीय स्वतंत्रता के पश्चात जीआर: योगदान एवं संभावना", "भारत में जीआर के प्रारंभिक दिन" और "ब्लैक होल भौतिकी की शुरूवात"।

वैद्य-रेचौधुरी एंडोमेंट अवार्ड लेक्चर 2015 ICTS के बाला अय्यर ने दिया। "चिपिंग इन टू डिटेक्ट एंड लोकेट दी एलुसिव ग्रेविटेशनल वेव सोर्सेस: लुकिंग बैक एंड लुकिंग फॉर्वर्ड" पर उनके व्याख्यान ने श्रोताओं को स्पष्ट किया कि गुरूत्वाकर्षणीय तरंग संसूचन अब भी एक अनूठा विषय है। अर्चना पाई, आईआईएसईआर-टीवीएम और संदीपन सेनगुप्ता, आईयूसीएए, पुणे को एन.आर. सेन युवा शोधकर्ता अवार्ड दिया गया जबकि सुप्रीत सिंह और आदित्य रोट्टी, दोनों ही आईयूसीएए से, को वीवीएन सर्वश्रेष्ठ शोध-पत्र अवार्ड के लिए चुना गया। जैसी प्रथा है, IAGRG आमसभा बैठक भी इसी कार्यक्रम का एक भाग थी, जहाँ सदस्यों ने IAGRG सदस्यों व गैर-सदस्यों की इस बैठक में उत्साहपूर्ण प्रतिभागिता को स्वीकार किया और आईआईएसईआर, मोहाली में दिसम्बर 2015 में होने वाली 8वीं ICGC (इंटरनेशनल कांफरेंस ऑन ग्रेविटेशन एंड कॉस्मोलॉजी) बैठक के बारे में चर्चा की।

सभी व्याख्यानों का सारांश एवं पोस्टर शीर्षकों को http://www.rri.res.in/BookletAbstractslist.pdf में देखा जा सकता है जबकि मूलपाठ प्रारूप में प्रस्तुतियाँ http://www.rri.res.in/IAGRG2015TALKS.html

लिंक पर उपलब्ध हैं। सभी प्रमुख प्रस्तुतियों के वीडियो को भी जल्द ही उपलब्ध कराया जाएगा।

5. नैह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग (NAM), 2015

जून 2014 में, आरआरआई व आईआईए के निदेशकों क्रमशः रवि सुब्रह्मण्यन व पी श्रीकुमार ने नैह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग, बेंगलूर की अवधारणा को पुर्नजीवित करने का निर्णय लिया। आरआरआई से शिव सेठी एवं एन उदय शंकर और आईआईए से गजेन्द्र पाण्डे एवं प्रवाबती चिंगंगबम की एक कोर समिति का गठन इस प्रयोजन से किया कि वर्ष 2014 में ही तीसरी तिमाही में एक बैठक आयोजित की जाए। समिति ने तुरंत ही कार्रवाई की और नैह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग में प्रतिभागिता के लिए आईआईएससी, आईएसआरओ, जवाहरलाल नेहरू प्लानेटेरियम, बेंगलूर और भौतिकी विभाग, बेंगलूर विश्वविद्यालय, सभी के बेंगलूर में खगोलिकी और/अथवा खगोलभौतिकी संस्थान अथवा विभाग होने के नाते, आमंत्रण भेजने का निर्णय लिया। आयोजन समिति को भी छः सदस्यों आईआईएससी से प्रतीक शर्मा और इसरो से एस सीता के जुड़ने के साथ बढ़ाया गया। समिति ने उक्त संस्थानों के सभी संकाय सदस्यों को सक्रिय रूप से नैह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग को पुर्नजीवित करने के प्रयास की दिशा में भाग लेने के लिए आमंत्रण भेजा। आयोजकों ने अपना इरादा सांझा करते हुए उनसे कहा कि वे बेंगलूर के विभिन्न संस्थानों के खगोलिकी व खगोलभौतिकी के क्षेत्र में कार्यरत सहकर्मियों को अपने साथ लाएं और उन्होंने दो दिवसीय बैठक में 90 मिनिट के चार सत्र प्रति दिन का प्रस्ताव रखा। यह भी सहमति बनी कि ऐसे छात्र जो अपने शोध-कार्य के अंतिम पड़ाव पर हैं,को अपना कार्य प्रस्तुत करने का एक अवसर प्रदान किया जाए। प्रतिक्रिया बहुत जबरदस्त थी और दो-दिवसीय बैठक का आयोजन सितम्बर 8-9, 2014 को आईआईए में आयोजित की गई। NAM को नया रूप देने का अंतिम सत्र एक पैनल चर्चा को समर्पित था जो NAM बैठकों के भविष्य का आयाम निर्धारित कर सके। उपस्थित सदस्यों ने निर्णय लिया कि NAM की एक दिवसीय बैठक प्रत्येक छःमाह में प्रतिभागी संस्थानों में बारी-बारी से आयोजित होगी। सहमत मॉडल के अनुसार, द्वितीय NAM बैठक मार्च 27, 2015 को आरआरआई में आयोजित हुई।

आरआरआई में आयोजित मार्च की NAM बैठक में प्रतिभागी संस्थान थेः जेएनपी, आईआईए, आईआईएससी, इसरो, आईसीटीएस, आरआरआई और बीयू। लगभग प्रत्येक दो घण्टे के चार सत्र दिनभर में संचालित किए गए जिसमें कुल मिलाकर 20 वक्ताओं को 20 मिनिट का वक्त दिया गया। आरआरआई वक्ताओं में शामिल थे रवि सुब्रह्मण्यन, ए ए देशपाण्डे और बी रमेश के साथ-साथ कुछ छात्र। व्याख्यानों का विषय-क्षेत्र विविध था, जो प्रेक्षणीय खगोलिकी, खगोलभौतिकी, उपकरणन एवं सामान्य परिप्रेक्ष्य पर भी आधारित था। उदाहरण के लिए "डिटेक्टिंग सिग्नेचर्स ऑफ कॉस्मोलॉजिकल रिकॉम्बीनेशन एंड रिआयनाइजेशन इन दी कॉस्मिक रेडियो बैकग्राउंड", "ओएच मेज़र सोर्सेस इन W49N: प्रोबिंग डिफरेंशियल एनिसोट्रोपिक स्केटरिंग विथ जीमन पेयर्स", "टेलिस्कोप सर्फेस मेजरमेंट यूजिंग सब-अपर्चर इंटरफेरोमेट्री" और "एन ओवरव्यू ऑफ दी एक्टिविटीज ऑफ दी जवाहरलाल नेहरू प्लानेटेरियम, बेंगलूर"। बैठक का समापन सभी प्रतिभागियों के लिए सांस्कृतिक कार्यक्रम और रात्रि-भोज के साथ हुआ।

पत्रिकाओं में प्रकाशित शोध-पत्र (पेपर)

1 हाउ लेट केन दी डार्क मेटर फार्म इन अवर यूनिवर्स ?
सरकार, आबिर, दास, सुबिनॉय, सेठी, शिव के
जर्नल ऑफ कॉस्मोलॉजी एंड एस्ट्रोपार्टिकल फिजिक्स 03, 004, 2015

2 दी स्पेक्ट्रल वेरिएबिलिटी ऑफ दी ghz-पीक्ड स्पेक्ट्रम रेडियो सोर्स pks 1718-649 एंड ए कम्पेरिजन ऑफ एब्जॉर्पशन मॉडल्स
तिंगे एसजे*, देशपाण्डे ए ए, प्रभु टी, शंकर, उदय एन, श्रीवाणी के एस, सुब्रहमण्यन रवि, +30को-ऑथर्स
एस्ट्रोनॉमिकल जर्नल 149, 74, 2015

3 इंटर-रिलेशनशिप बिटवीन दी टू एमिशन कोन्स ऑफ B1237+25
मान, योगेश, देशपाण्डे ए ए
एस्ट्रोनॉमिकल जर्नल 792, 130, 2014

4 स्टडी ऑफ रेडशिफ्टेड HI फ्रॅम दी ईपोच ऑफ रिआयनाइजेशन विथ ड्रिफ्ट स्केन
पॉल, सौरभ*; सेठी एस के; सुब्रहमण्यन, रवि; शंकर, उदय एन; द्वारकानाथ के एस; देशपाण्डे ए ए; श्रीवाणी के एस; +25को-ऑथर्स
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल 793, 28, 2014

5 SARAS मेजरमेंट ऑफ दी रेडियो बैकग्राउंड एट लांग वेवलेंथ्स
पात्रा, निपांजना; सुब्रहमण्यन, रवि; सेठी, शिव; शंकर, उदय एन; रघुनाथन ए
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल 801, 138, 2015

6 मॉर्फोलॉजी पैरामीटर्स: सबस्ट्रक्चर आइडेंटिफिकेशन इन एक्स-रे गैलेक्सी क्लस्टर्स
पारेख वी, वेन डर हैडन के, फेर्रारी सी, अंगस जी, होल्वर्डा बी
एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, 575, ए127, 2015

7 ए डिजीटल-रिसीवर फॉर दी मर्किशन वाइड फील्ड अरे
प्रभु टी, श्रीवाणी के एस, रोशी अनीश डी*, कामिनी पी ए, माधवी एस, देशपाण्डे ए ए, शंकर उदय एन, सुब्रहमण्यन रवि, गोपालकृष्ण एम आर, +40 को-ऑथर्स
एक्सपेरिमेंटल एस्ट्रोनॉमी, 39, 73, 2015

8 पॉशिबल प्रोटॉन सिंक्रोट्रोन ओरिजिन ऑफ एक्स-रे एंड गामा रे एमिशन इन लार्ज स्केल जेट ऑफ 3सी 273
कुंदु, ईशा; गुप्ता, नयनतारा
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 444, एल16-एल19, 2014

आर आर आई प्रकाशन

9 टोर्क रिवर्सल्स एंड पल्स प्रोफाईल ऑफ दी पल्सर 4U 1626-67
बेरी, अरू*; जैन, चेतना*; पॉल, बिश्वजीत; रायचुर, हर्षा
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 439, 1940, 2014

10 हाउ मेनी ऑफ दी ऑब्जर्व्ड न्यूट्रीनो इवेन्ट्स केन बी डिस्क्राइब्ड बाय कॉस्मिक रे इंटरेक्शंस इन दी मिल्की वे ?
जोशी, जगदीश सी; विंटर, वाल्टर*; गुप्ता, नयनतारा
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 439, 3414, 2014

11 फोटो-डिसइंटीग्रेशन ऑफ हैवी न्यूक्ली एट दी कोर ऑफ Cen A
कुंदु, ईशा ए*; गुप्ता, नयनतारा
जर्नल ऑफ कॉस्मोलॉजी एंड एस्ट्रोपार्टिकल फिजिक्स 04, 030, 2014

12 HI एब्जॉर्पशन फ्रॉम दी ईपोच ऑफ रिआयनाइजेशन एंड प्राइमॉर्डियल मेग्नेटिक फील्ड्स
वाशिलीव; इव्गेनी ओ*; सेठी एस के
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल 786, 142, 2014

13 कॉस्मिक बैकग्राउंड्स ड्यू टू दी फॉर्मेशन ऑफ दी फर्स्ट जनरेशन ऑफ सुपरमेशिव ब्लैक होल्स
बियरमान, पीटर एल*; नाथ, बिमन बी; केरामेटे, ल्यूरेंटियू आई*; हार्म्स, बेंजामिन सी*; स्टानेव, टोडोर*; ट्जस, जूलिया बेकर*
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 441, 1147, 2014

14 इंटरेक्शन ऑफ ए गैलेक्टिक विंड विथ हैलो गैस एंड दी ओरिजिन ऑफ मल्टीफेज एक्स्ट्राप्लेनर मटेरियल
शर्मा, महावीर; नाथ, बिमन बी; चट्टोपाध्याय, इंद्रनील*; श्चेकिनोव, यूरी*
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 441, 431-441, 2014

15 वेरिएशंस इन दी पल्सेशन एंड स्पेक्ट्रल केरेक्टरिस्टिक्स ऑफ OAO 1657-415
प्रधान, प्रगति*; मैत्रा, चंद्रेयी; पॉल, बिश्वजीत; इस्लाम, नज़मा; पॉल बी सी*
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 442, 2691-2700, 2014

16 इन ए हॉट बबलः वाय डज़ सुपरबबल फीडबैक वर्क, बट आइसोलेटेड सुपरनोवा डू नॉट ?
शर्मा, प्रतीक*; रॉय, अर्पिता*; नाथ, बिमन बी; श्चेकिनोव, यूरी
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 443, 3463-3476, 2014

17 वन-एलिमेंट इंटरफेरोमीटर
बालसुब्रमण्यम आर
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 444, 2128-2132, 2014

18 एन इफीसिएंट लीनियर-अरे इमेजर फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी
बालसुब्रमण्यम आर
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 444, 2212, 2014

19 HI इन दी आर्प 202 सिस्टम एंड इट्स टाइडल ड्वार्फ कैंडिडेट
सेनगुप्ता, चंद्रेयी*; स्कॉट टी सी*; द्वारकानाथ के एस; साईकिया डी जे*; शॉन बी डब्ल्यू*
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 444, 558-565, 2014

20 ऑर्बिटल फेज रिजॉल्व्ड स्पेक्ट्रोस्कोपी ऑ GX 301-2 विथ MAXI
इस्लाम, नज़मा; पॉल, बिश्वजीत
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 441, 2539, 2014

21 p गामा इंटरेक्शंस इन गेलेक्टिक जेट्स एज ए प्लॉजिबल ओरिजिन ऑफ दी पोजिट्रॉन एक्सेस
गुप्ता, नयनतारा; टोर्रेस, डिएगो एफ*
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 441, 3122, 2014

22 WSCLEAN: एन इम्प्लीमेंटेशन ऑफ ए फास्ट, जेनेरिक वाइड-फील्ड इमेजर फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी
ऑफ्रिंगा ए आर*; मिक्किन्ले बी*; हर्ली-वाल्कर एन*; देशपाण्डे ए ए; प्रभु टी; शंकर, उदय एन; श्रीवाणी के एस; सुब्रहमण्यन, रवि; +25 को-ऑथर्स
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 444, 606-619, 2014

23 डीप सर्चेस फॉर डेकामीटर वेवलेंथ पल्स्ड एमिशन फ्रॉम रेडियो-क्वाइट गामा-रे पल्सर्स
मान, योगेश; अश्वथप्पा एचए
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 445, 3221-3228, 2014

24 दी फर्स्ट मर्किशन वाइड फील्ड अरे लो-फ्रीक्वेंसी रेडियो ऑब्जर्वेशंस ऑफ क्लस्टर स्केल नॉन-थर्मल एमिशन: दी केस ऑफ एबिल 3667
हिंडसन एल*; जॉन्स्टन-हॉलिट्ट एम*; द्वारकानाथ के एस; देशपाण्डे ए ए; प्रभु टी; शंकर, उदय एन; श्रीवाणी के एस; सुब्रहमण्यन, रवि; +30 को-ऑथर्स
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 445, 330-346, 2014

25 लार्ज-स्केल डायनेमो एक्शन ड्यू टू फ्लक्चुएशंस एन ए लीनियर शियर फ्लो
श्रीधर एस; सिंह, निशांत के
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 445, 3770-3787, 2014

26 इवोल्यूशन ऑफ मल्टीपल सुपरनोवा रेम्नेंट्स
वाशिलीव, इव्गेनी ओ*; नाथ, बिमन बी; श्चेकिनोव, यूरी
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 446, 1703, 2015

27 लिमिट्स ऑन लो-फ्रिक्वेंसी रेडियो एमिशन फ्रॉम साउथर्न एक्सोप्लानेट्स विथ दी मर्किशन वाइड-फील्ड अरे
मर्फी, तारा*; देशपाण्डे एए; प्रभु टी; शंकर, उदय एन; श्रीवाणी के एस; सुब्रहमण्यन, रवि; +25 को-ऑथर्स
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 446, 2560, 2015

28 मॉडलिंग ऑफ दी स्पेक्ट्रल एनर्जी डिस्ट्रीब्यूशन ऑफ फॅनेक्स ए: लेप्टोनिक एंड हाड्रोनिक प्रोडक्शन ऑफ हाई-एनर्जी एमिशन फ्रॉम दी रेडियो लोब्स

मिक्केन्ले बी*; यंग आर*; देशपाण्डे ए ए; शंकर, उदय एन; श्रीवाणी के एस; सुब्रहमण्यन, रवि; +40 को-ऑथर्स

मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 446, 3478-3491, 2015

29 ए सुज़ाकु व्यू ऑफ IGR J16393-4643

इस्लाम, नज़मा; मैत्रा, चंद्रेयी*; प्रधान, प्रगति*; पॉल, बिश्वजीत

मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 446, 4148, 2015

30 दी लार्ज ऑब्जर्वेटरी फॉर एक्स-रे टाइमिंग

एम फेरोकी, एट अल (344 ऑथर्स)

SPIE, 9144, 2T, 2014

31 एस्ट्रोसेट मिशन

सिंह के पी, एट अल (49 ऑथर्स)

SPIE, 9144, 1S, 2014

32 सेरेंडिपीशियस डिस्कवरी ऑफ ए डायिंग जायंट रेडियो गेलेक्सी असोसिएटेड विथ एनजीसी 1534, यूजिंग दी मर्किशन वाइड-फील्ड अरे

हर्ले-वाल्कर, नताशा*; देशपाण्डे ए ए; प्रभु टी; शंकर, उदय एन; श्रीवाणी के एस; सुब्रहमण्यन, रवि; +25 को-ऑथर्स

मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 447, 2468-2478, 2015

33 लोंग वे टू गो: हाव आउट फ्लोज फ्रॉम लार्ज गेलेक्सीज प्रोपगेट थ्रू दी हॉट हैलो गैस

सरकार, कार्तिक चंद्र*; नाथ। बिमन बी; शर्मा, प्रतीक*; श्चेकिनोव, यूरी*

मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 448, 328-342, 2015

34 ए सिस्टमेटिक स्टडी ऑफ कोडिंग पर्फोर्मेंस इन ए MIMO-STBC-OFDM लिंक

चंद्रशेखरन पी; बालसुब्रमण्यम आर

IETE-JoR, 61(1), 56, 2015

35 पॉसिबल प्रोटॉन सिंक्रोट्रॉन ओरिजिन ऑफ एक्स-रे एंड गामा-रे एमिशन इन लार्ज-स्केल जेट ऑफ 3C 273

कुंदु, ईशा*; गुप्ता, नयनतारा

मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी लेटर्स 444, L16-L19, 2014

36 दी हाई टाइम एंड फ्रिक्वेंसी रिजोल्यूशन केपेबिलिटीज ऑफ दी मर्किशन वाइड-फील्ड अरे

ट्रेम्ब्ले एसई*; ऑर्ड एस एम*; देशपाण्डे ए ए; प्रभु टी; शंकर, उदय एन; श्रीवाणी के एस; सुब्रहमण्यन, रवि; +25 को-ऑथर्स

पब्लिकेशंस ऑफ दी एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ ऑस्ट्रेलिया 32, e005, 2015

37 दी मर्किशन वाइड फील्ड अरे कोर्रिलेटर
ऑर्ड एस एम*; देशपाण्डे ए ए; प्रभु टी; शंकर, उदय एन; श्रीवाणी के एस; सुब्रहमण्यन, रवि; +30 को-ऑथर्स
पब्लिकेशंस ऑफ दी एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ ऑस्ट्रेलिया 32, e006, 2015

38 दी मर्किसन वाइड फील्ड अरे कमीशनिंग सर्वे: ए लो-फ्रिक्वेंसी केटलॉग ऑफ 14 110 कॉम्पेक्ट रेडियो सोर्सेस ओवर 6100 स्क्वेयर डिग्रीज
वाल्कर, नताशा हर्ले*; देशपाण्डे ए ए; प्रभु टी; शंकर, उदय एन; श्रीवाणी के एस; सुब्रहमण्यन, रवि; +30 को-ऑथर्स
पब्लिकेशंस ऑफ दी एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ ऑस्ट्रेलिया (पीएएसए) 31, e045, 2014

39 दी KaVA एंड KVN पल्सर प्रोजेक्ट
डॉडसन, रिचर्ड*; किम, चंगली*; शॉन, बोंगवॉ*; रोजा, मारिया जे*; जंग तेह्यून*; सेयमोर, एंड्रयू*; राजा, वसीम
पब्लिकेशंस ऑफ दी एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ जापान 66, 1-13, 2014

40 दी लो-फ्रिक्वेंसी इंवायरमेंट ऑफ दी मर्किसन वाइड फील्ड अरे: रेडियो-फ्रिक्वेंसी इंटरफेरेंस एनालिसिस एंड मिटिगेशन
ऑफ्रिंगा एआर*; वैथ आरबी*; देशपाण्डे एए; पॉल एस; प्रभु टी; शंकर, उदय एन; सेठी एस के; श्रीवाणी के एस; सुब्रहमण्यन, रवि
पब्लिकेशंस ऑफ दी एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ ऑस्ट्रेलिया 32, e008, 2015

41 वेरिएशंस ऑफ दी हार्मोनिक कम्पोनेंट्स ऑफ दी एक्स-रे पल्स प्रोफाइल ऑफ पीएसआर बी1509-58
प्रधान, प्रगति*; पॉल, बिश्वजीत; रायचुर, हर्षा; पॉल, चंद्र, बिकास*
रिसर्च इन एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स 15, 28-36, 2015

42 दी लो-फ्रिक्वेंसी केरेक्टरिस्टिक्स ऑफ पीएसआर J0437-4715 ऑब्जर्व्ड विथ दी मर्किसन वाइड-फील्ड अरे
भट एनडीआर*; ऑर्ड एस एम*; ट्रेम्ब्ले एस ई*; देशपाण्डे ए ए; प्रभु टी; शंकर, उदय एन; श्रीवाणी के एस; सुब्रहमण्यन, रवि; +25 को-ऑथर्स
दी एस्ट्रोफिजिकल जर्नल लैटर्स 791, एल32, 2014

43 इलेक्ट्रो-ऑप्टिकल एंड डायइलेक्ट्रिक प्रोपर्टीज ऑफ CdSe क्वांटम डॉट्स एंड 6CHBT लिक्विड क्रिस्टल्स कम्पोजिट्स
सिंह यूबी*; धर आर*; पाण्डे ए एस*; कुमार, संदीप; देबरोस्की आर*; पाण्डे एम बी*
एआईपी एड्वांसेस 4, 117112, 2014

44 अल्ट्राथिन फिल्म्स ऑफ TiO2 नैनोपार्टिकल्स एट इंटरफेसेस
चौधरी, कीर्ति; मंजुलादेवी, वी; गुप्ता राज; भट्टाचार्या, पार्थ; हज़रा, अर्नब; कुमार, संदीप
लेंगमीर, 31, 1385, 2015

45 सिंथेसिस एंड केरेक्टराइजेशन ऑफ नोवल एज़ोबेंजीन-बेस्ड मेसोजेन्स एंड देयर ऑर्गेनाइजेशन एट एयर-वाटर एंड एयर-सॉलिड इंटरफेसेस
गुप्ता, मोनिका; अगरवाल, निष्ठा; अरोरा, आशिमा; कुमार, संदीप; शीत, गौतम; कुमार पाल, शांतनु
आरएससी एड्वांसेस 4, 41371-41377, 2014

46 ग्रफीन-प्लेटिनम नैनोकम्पोजिट एज ए सेंसिटिव एंड सिलेक्टिव वोल्टामेट्रिक सेंसर फॉर ट्रेस लेवल आर्सेनिक क्वांटिफिकेशन
केम्पेगौडा आर; एंथनी, धासन; मलिंगप्पा पी
इंटरनेशनल जर्नल ऑफ स्मार्ट एंड नैनो मटेरियल्स, 5, 17-32, 2014

47 डायनामिक्स ऑफ मेम्ब्रेन टीथर्स रिवील नोवल आस्पेक्ट्स ऑफ साइटोस्केल्टन-मेम्ब्रेन इंटरेक्शंस इन एक्सोन्स (axons)
दातर, अनघ; बोर्नस्कोगोल, थॉमस*; बेस्सेरीयू, पेट्रिका*; प्रोस्ट, जेक्स*; पुलर्कट, प्रमोद ए
बायोफिजिकल जर्नल 108, 489-497, 2015

48 इफेक्ट ऑफ केडमियम सेलेनाइड क्वांटम डॉट्स ऑन दी डायइलेक्ट्रिक एंड फिजिकल पैरामीटर्स ऑफ फेरोइलेक्ट्रिक लिक्विड क्रिस्टल
सिंह डीपी*; गुप्ता एसके*; मनोहर आर*; वारिया एमसी; कुमार, संदीप; कुमार ए
जर्नल ऑफ एप्लाइड फिजिक्स 116, 034106, 2014

49 इफेक्ट ऑफ स्मेक्टिक शॉर्ट-रेंज ऑर्डर ऑन दी डिस्कंटीन्यूअस एंकरिंग ट्रांजीशन इन निमेटिक लिक्विड क्रिस्टल्स
सांई, डी वेंकट*; कुमार, अरूण टी*; हासे डब्ल्यू*; रॉय, अरूण*; धर, सुरजीत
जर्नल ऑफ केमिकल फिजिक्स 141, 044706, 2014

50 इन सिटू फेब्रिकेशन ऑफ इलेक्ट्रोकेमिकली ग्रोन मेसोपोरस मेटालिक थिन lms बाय एनोडिक डिस्सॉल्यूशन इन डीप यूटेक्टिक सॉल्वेन्ट्स
रंजीत, अनु; रॉय, अरूण; लक्ष्मीनारायणन वी
जर्नल ऑफ कोलाइड एंड इंटरफेस साइंस 426, 270-279, 2014

51 पैटर्न फॉर्मेशन इन लेंगमीर-ब्लॉडगेट lms ऑफ ट्राइसाइक्लोक्वीनेज़ोलाइन बेस्ड डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल मॉलेक्यूल्स
कार्तिक सी*; मंजुलादेवी वी*; गुप्ता आर के*; कुमार, संदीप
जर्नल ऑफ मॉलेक्यूलर स्ट्रक्चर 1070, 52-57, 2014

52 सेल्फ-असेम्बल्ड ऑर्डरिंग ऑफ सिंगल-वॉल्ड कार्बन नैनोट्यूब्स इन ए लियोट्रोपिक लिक्विड क्रिस्टल सिस्टम
विजयराघवन डी
जर्नल ऑफ मॉलेक्यूलर लिक्विड्स 199, 128-132, 2014

53 4-[2-(ट्राइमेथाइलसिलाइल)एथिनाइल]बेंजोएट्सः सिंथेसिस एंड इवेलुएशन फॉर मेसोमोर्फिक प्रोपर्टीज ऑफ सम नोवल केलामिटिक मॉलेक्यूल्स
श्रीनिवास एचटी; हरीप्रसाद एस*
जर्नल ऑफ ऑर्गेनोमेटालिक केमिस्ट्री 774, 19-25, 2014

54 6-स्यानोनेफ्थेलीन-2-yl 4-हेक्सिलबेंजोएट
रहमान, एमएल; श्रीनिवास, एचटी; मशिताह एमवाई; क्वोंग एचसी; क्वाह सीके
एक्टा क्रिस्ट ई70, ओ620, 2014

55 6-(हेक्स-5-एनिलोक्सी)नेफ्थेलीन-2-कोर्बोक्सीलिक एसिड
रहमान, एमएल; श्रीनिवास, एचटी; मशिताह एमवाई; क्वोंग, एचसी; क्वाह सीके
एक्टा क्रिस्ट ई70, ओ696, 2014

56 वन स्टेप प्रिपरेशन ऑफ "रेडी टू यूज" Au@Pd नैनोपार्टिकल मोडिफाइड सर्फेस यूजिंग डीप यूटेक्टिक सॉल्वेंट्स एंड ए स्टडी ऑफ इट्स इलेक्ट्रोकेटालिटिक प्रोपर्टीज इन मेथेनॉल ऑक्सीडेशन रिएक्शन
रंजीत, अनु; लक्ष्मीनारायणन वी
जर्नल ऑफ मटेरियल्स केमिस्ट्री ए3, 3019, 2015

57 एंटी-फॉलिंग रिस्पोंस ऑफ गोल्ड-कार्बन नैनोट्यूब्स कम्पोजिट फॉर इंहेंस्ड ईथेनॉल इलेक्ट्रोऑक्सीडेशन
सिद्धार्थ, सांई आरएस*; कुमार, मण्णे अनुपम*; लक्ष्मीनाराणन वी; राममूर्ति, सांई सतीश*
जर्नल ऑफ पॉवर सोर्सेस 271, 305-311, 2014

58 इफेक्ट ऑफ लेटरल सब्स्टीट्यूएंट एंड चैन लेंथ ऑन मेसोमोर्फिक प्रोपर्टीज ऑफ नोवल एल्कोक्सी बेंजीलोक्सी बेंजोएट्स ऑफ स्यानोफिनाइल रॉड-शेप्ड कम्पाउंड्स
श्रीनिवास एचटी; वेंकटेश एमए*; मधुसूदन, रेड्डी एमबी*
जर्नल ऑफ थर्मल एनालिसिस एंड केलोरीमेट्री 119, 1887, 2015

59 सिंथेसिस एंड केरेक्टराइजेशन ऑफ नेफ्थेलीन-बेस्ड बनाना-शेप्ड लिक्विड क्रिस्टल्स फॉर फोटोस्विचिंग प्रोपर्टीज
रहमान, मोहम्मद लुफ्तर*; यूसो मशिताह, मोहम्मद*; हेग्डे, गुरूमूर्ति*; मलिक एम एन एफए*; समाह एनए*; श्रीनिवास एचटी; कुमार, संदीप
जर्नल ऑफ दी चाइनीज केमिकल सोसायटी 61, 571-577, 2014

60 रिड्यूस्ड ऑयनिक कंटेमिनेशंस इन CdSe क्वांटम डॉट डिस्पर्स्ड फेर्रोइलेक्ट्रिक लिक्विड क्रिस्टल एंड इट्स एप्लीकेशंस
सिंह, धर्मेन्द्र प्रताप*; गुप्ता, स्वदेश कुमार*; त्रिपाठी, प्राची*; वारिया एमसी; कुमार, संदीप; मनोहर, राजीव*
लिक्विड क्रिस्टल्स 41, 1356, 2014

61 इफेक्ट ऑफ डिस्पर्सन ऑफ गोल्ड नैनोपार्टिकल्स ऑन दी ऑप्टिकल एंड इलेक्ट्रिकल प्रोपट्रीज ऑफ डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल
सुप्रीत; प्रतिभा आर; कुमार, संदीप; रैना केके*
लिक्विड क्रिस्टल्स 41, 933-939, 2014

62 बायरफ्रिंजेंस ऑफ ए नॉर्मल ह्यूमन रेड ब्लड सेल एंड रिलेटेड ऑप्टोमिकेनिक्स इन एन ऑप्टिकल ट्रेप
नागेश बीवी; योगेश; प्रतिभा आर; प्रवीण पी; श्रुति एसएल; सरबरी बी; शरत ए
जर्नल ऑफ बायोमेडिकल ऑप्टिक्स 19, 115004, 2014

63 पॉसिबल इंफ्लुएंस ऑफ लेयर डिफॉर्मेशन एंड किरल सेग्रीगेशन ऑन डायइलेक्ट्रिक मोड्स इन दी डार्क कांग्लोमिरेट लिक्विड क्रिस्टल
दीपा जीबी; राधिका एस; सदाशिव बीके; प्रतिभा आर
केमफिजकेम 16, 825, 2015

64 इफेक्ट ऑफ ऑक्टाडेसिलेमाइन-फंक्शनलाइज्ड SWCNTs ऑन दी इलास्टिक कान्स्टेंट्स एंड इलेक्ट्रो-ऑप्टिक रिस्पोंस ऑफ ए लिक्विड क्रिस्टल
कुमार, जितेन्द्र*; मंजुलादेवी वी*; गुप्ता आरके*; कुमार, संदीप
लिक्विड क्रिस्टल्स 42, 361-369, 2015

65 रोल ऑफ एक्टिन फिलामेंट्स इन कोर्रिलेटिंग न्यूक्लियर शेप एंड सेल स्प्रेडिंग
विश्वकर्मा, रेणु; राघवन, श्वेतावली; कुय्यामुडी, चंद्रशेखर; मजुमदार, अभिजीत*; धवन, ज्योत्स्ना*; पुलर्कट, प्रमोद ए
प्लोस वन 9, 107895, 2014

66 स्ट्रक्चरल इंवेस्टीगेशन ऑफ रिसॉर्किनॉल बेस्ड सिम्मेट्रिकल बनाना मेसोजेन्स बाय एक्सआरडी, एनएमआर एंड पोलराइजेशन मेजरमेंट्स
रेड्डी, एम केशव*; वरथन ई*; जचिंता बी*; लोबो, नितिन पी*; रॉय, अरूण; नरसिम्हास्वामी टी*; रामनाथन केवी*
फिजिकल केमिस्ट्री केमिकल फिजिक्स 17, 5236-5247, 2015

67 किरल सिम्मेट्री ब्रेकिंग डिक्टेटेड बाय इलेक्ट्रिक-फील्ड-ड्रिवेन शेप ट्रांजीशंस ऑफ न्यूक्लिएटिंग कांग्लोमिरेट डोमेन्स इन ए बेंट-कोर लिक्विड क्रिस्टल
दीपा जीबी; प्रतिभा आर
फिजिकल रिव्यू ई 89, 042504, 2014

68 कमेंट ऑन 'ओरिजिन ऑफ टिल्टेड-फेज जनरेशन इन सिस्टम्स ऑफ एलिप्सोइडल मॉलेक्यूल्स विथ डाइपोलर इंटरेक्शंस'
मधुसूदन एन वी
फिजिकल रिव्यू ई 89, 046501, 2014

69 सिंथेसिस एंड फोटोस्विचिंग प्रोपर्टीज ऑफ लिक्विड क्रिस्टल्स डिराइव्ड फ्रॉम म्यो-आइनोसिटॉल
रहमान, मो लुत्फोर*; यूसो, मशिता मोहम्मद*; कुमार, संदीप
आरएससी एडवांसेस 4, 35089, 2014

70 इफेक्ट ऑफ डिस्पर्सड कोलाइडल गोल्ड नैनोपार्टिकल्स ऑन दी इलेक्ट्रिकल प्रोपर्टीज ऑफ ए कोलुम्नार डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल
मिश्रा, मुकेश*; कुमार, संदीप; धर, रविन्द्र*
आरएससी एडवांसेस 4, 62404, 2014

71 स्टेकिंग ऑफ अल्ट्रा-थिन रिड्यूस्ड ग्रेफीन ऑक्साइड नैनोपार्टिकल्स इन सुपरामॉलेक्यूलर स्ट्रक्चर्स फ ॉर ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक एप्लीकेशंस
कुमार, मनीष; कुमार, संदीप
आरएससी एडवांसेस 5, 14871, 2015

72 लूमिनेसेंट CdTe क्वांटम डॉट्स इंकार्सेरेटेड इन ए कॉलुम्नार मेट्रिक्स ऑफ डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल्स फॉर ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक एप्लीकेशंस
कुमार, मनीष; कुमार, संदीप
आरएससी एडवांसेस 5, 1262-1267, 2015

73 इंवेस्टीगेशन ऑफ दी डायनेमिकल स्लोविंग डाउन प्रोसेस इन सॉफ्ट ग्लासी कोलाइडल सस्पेंशन्स: कम्पेरिजंस विथ सुपरकूल्ड लिक्विड्स
साहा, देबाशीष; जोशी, योगेश एम*; बंद्योपाध्याय, रंजिनी
सॉफ्ट मैटर 10, 3292-3300, 2014

74 फॉर्मेशन एंड रप्चर ऑफ Ca2+ इंड्यूस्ड पेक्टिन बाइपॉलिमर जेल्स
बासक आर; बंद्योपाध्याय, रंजिनी
सॉफ्ट मैटर 10, 7225-7233, 2014

75 ए डायनेमिक लाइट स्केटरिंग स्टडी एंड DLVO एनालिसिस ऑफ फिजिकोकेमिकल इंटरेक्शंस इन कोलाइडल सस्पेंशंस ऑफ चार्ज्ड डिस्क्स
साहा डी; बंद्योपाध्याय आर; जोशी वाई एम
लेंगमीर 31 (10), 3012-3020, 2015

76 डिस्लोकेशंस एंड मेटास्टेबल शेवरॉन्स इन दी इलेक्ट्रोकन्वेक्टिव इनप्लेन नॉर्मल रोल स्टेट ऑफ ए बेंट कोर निमेटिक लिक्विड क्रिस्टल
कृष्णमूर्ति, कनकपुरा एस*; तडापत्री, प्रमोद; विश्वनाथ पी*
सॉफ्ट मैटर 10, 7316-7327, 2014

77 साइक्लोडेक्सट्रिन इंक्लूजन कॉम्प्लेक्सेस विथ थियोकोलेक्ट्रॉल एंड देयर सेल्फ-असेम्ब्ली ऑन गोल्ड: ए कम्बाइन्ड इलेक्ट्रोकेमिकल एंड लेटरल फोर्स माइक्रोस्कोपी एनालिसिस
पाण्डे, राकेश के*; लक्ष्मीनारायणन वी
थिन सॉलिड फिल्म्स 562, 367-371, 2014

78 थिन फिल्म ऑफ पेलेडियम नैनोडेन्ड्राइट्स सपोर्टेड ऑन ग्रेफाइट इलेक्ट्रोड फॉर केटालाइजिंग दी ऑक्सीडेशन ऑफ स्मॉल ऑर्गेनिक मॉलेक्यूल्स
पाण्डे, राकेश के; पटनायक एस; लक्ष्मीनारायणन वी
केटालिसिस लैटर्स 144, 965-970, 2014

79 सिंथेसिस, केरेक्टराइजेशन एंड नॉनलीनियर ऑप्टिकल स्टडीज ऑफ नोवल ब्लू-लाइट एमिटिंग रूम टेम्परेचर ट्रक्सीन डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल्स
विनयकुमार; कुमार, मनीष; श्रीकांत पी; फिलिप, रेजी; कुमार, संदीप
आरएससी एडवांसेस, 5, 26596, 2015

80 डायनामिक्स ऑफ न्यूट्रल्स एंड आयन्स इन एन अल्ट्राफास्ट लेज़र प्रोड्यूस्ड Zn प्लाज्मा
स्मिजेश एन; राव, काव्या एच; फिलिप, रेजी
फिजिक्स ऑफ प्लाज्मास 22, 033509, 2015

81 कम्पोजीशन-स्ट्रक्चर-फिजिकल प्रोपर्टी रिलेशनशिप एंड नॉनलीनियर ऑप्टिकल प्रोपर्टीज ऑफ मल्टीफेरोईक हेक्सागोनल $ErMn_{1-x}Cr_xO_3$ नैनोपार्टिकल्स
रनीष बी; नंदकुमार के; साहा ए; दास डी; सौम्या एच; फिलिप जे; श्रीकांत पी; फिलिप, रेजी
आरएससी एडवांसेस 5, 12480, 2015

82 फोटोरिफ्रेक्टिव पर्फोर्मेन्सेस ऑफ ए ग्रेफीन डोप्ड PATPD/7-DCST/ECZ कम्पोजिट
चंतरासुपवोंग पी; क्रिस्टेंशन सीडब्ल्यू; फिलिप, रेजी; झाई एल; विनियार्ज जे; यमामोटो एम; टेतार्ड एल; नायर आर आर; थॉमस जे
जर्नल ऑफ मटेरियल्स केमिस्ट्री सी2, 7639, 2014

83 रोल ऑफ सर्फेस स्टेट्स एंड डिफेक्ट्स इन दी अल्ट्राफास्ट नॉनलीनियर ऑप्टिकल प्रोपर्टीज ऑफ CuS क्वांटम डॉट्स
मैरी, एन्न केए; उन्नीकृष्णन एन वी; फिलिप, रेजी
एपीएल मटेरियल्स 2, 076104, 2014

84 लोंग-रेंज पोलरीमेट्रिक इमेजिंग थ्रू फॉग
फेड, जूलियन*; पाणिग्राही, स्वपनेश*; रामचन्द्रन, हेमा; +5को-ऑथर्स
एप्लाइड ऑप्टिक्स 53, 3854, 2014

85 फेज-सेंसिटिव रेडियल एक्स्ट्रेक्शन एंड मास स्पेक्ट्रोमेट्री ऑफ ट्रेप्ड आयन्स इन ए कॉम्पेक्ट जियोमेट्री
ज्योति एस; रे, त्रिदिब; रंगवाला एस ए
एप्लाइड फिजिक्स बी118, 131-138, 2015

86 स्विचिंग ऑफ एब्जॉर्पटिव नॉनलीनिएरिटी फ्रॉम रिवर्स सेचुरेशन टू सेचुरेशन इन पॉलिमर-No नैनोटॉप कम्पोजिट्स lms
हरीपद्मम पीसी*; जॉन, हनी*; फिलिप, रेजी; गोपीनाथ, प्रमोद*
एप्लाइड फिजिक्स लैटर्स 105, 221102, 2014

87 ट्रांजीशन मेटल (Fe, Co एंड Ni) ऑक्साइड नैनोपार्टिकल्स ग्राफ्टेड ग्रेफाइटिक कार्बन नाइट्राइड्स एज इफीसिएंट ऑप्टिकल लिमिटर्स एंड रिसाइक्लेबल फोटोकेटालिस्ट्स
श्रीधरन, किशोर*; कुरियाकोस, टिंटु*; फिलिप, रेजी; पार्क, टे जू*
एप्लाइड सर्फेस साइंस 308, 139-147, 2014

88 एन एक्सपेरिमेंटल टेस्ट ऑफ इनवेरिएंस
वर्मीडेन एल; मा एक्स; लेवोई जे; बोन्स्मा एम; सिन्हा यू; लाफ्लामे आर; रेश्च के
फिजिकल रिव्यू ए, 91 012120, 2015

89 ग्रोथ, स्ट्रक्चरल एंड मिकेनिकल एनालिसिस ऑफ ए सिंगल क्रिस्टल ऑफ L-प्रोलीनियम टारट्रेटः ए प्रोमिसिंग मटेरियल फॉर नॉनलीनियर ऑप्टिकल एप्लीकेशंस
ठकराल, कणिका*; विजयन, एन*; सिंह, बुधेन्द्र; ब्डिकिन, ईगोर*; श्रीकांत पी; +5 को-ऑथर्स
क्रिस्टल इंजीनियरिंग कम्यूनिकेशंस 16, 9245-9254, 2014

90 क्लासिकल लाइट सोर्सेस विथ ट्यूनेबल टेम्पोरल कोहेरेंस एंड टेलर्ड फोटोन नम्बर डिस्ट्रीब्यूशंस
पाण्डे, दीपक; सतपती, नंदन; सूर्यब्राह्मम, बूटी; ईवान, जे सोलोमन; रामचन्द्रन, हेमा
यूरोपियन फिजिकल जर्नल प्लस 129, 115, 2014

91 बॉन्डिंग इफेक्ट ऑफ प्लाज्मा-इर्रेडिएटेड पीईटी फिल्म्स केन बि प्रिजर्व्ड आफ्टर सोकिंग इन वेरियस लिक्विड रीएजेंट्स
योकुरा, मियोशी*; येहारा, केनिची*; हनद, काजुया*; फिलिप, रेजी; +7 को-ऑथर्स
जापानीज जर्नल ऑफ एप्लाइड फिजिक्स 53, 05FB21, 2014

92 एनोमलस ग्रोथ ऑफ मल्टी-फेज्ड एंड मल्टी-डायमेंशनल मेंगनीज ऑक्साइड-मेटल (Fe, Co एंड Ni) ऑक्साइड नैनोस्ट्रक्चर्सः सिंथेसिस एंड ऑप्टिकालिमिटिंग प्रोपर्टीज
श्रीधरन, किशोर*; रॉय, निव्या*; फिलिप, रेजी; पार्क, टे जू
जर्नल ऑफ एलॉयस एंड कम्पाउंड्स 611, 82-90, 2014

93 टाइम ऑफ फ्लाइट एमिशन स्पेक्ट्रोस्कोपी ऑफ लेज़र प्रोड्यूस्ड निकिल प्लाज्माः शॉर्ट-पल्स एंड अल्ट्राफास्ट एक्साइटेशंस
रिमजेश एन*; चंद्रशेखरन के*; जोशी, जगदीश सी; फिलिप, रेजी
जर्नल ऑफ एप्लाइड फिजिक्स 116, 013301, 2014

94 जनरलाइज्ड कॉजल सेट डि'एलम्बर्टेन्स
असलनबेगी, सियावश*; सरवणी, मेहदी*; सोर्किन, रॉफेल डी
जर्नल ऑफ हाई एनर्जी फिजिक्स 06, 24, 2014

95 इन्हेंस्ड ऑप्टिकल लिमिटिंग एंड केरियर डायनामिक्स इन मेटल ऑक्साइड-हाइड्रोजन एक्सफोलिएटेड ग्रेफीन हाइब्रिड्स
आनंद, बिनॉय; कणियूर, आदर्श; स्वैन, देबाशीष; फिलिप, रेजी; +4 को-ऑथर्स
जर्नल ऑफ मटेरियल्स केमिस्ट्री सी2, 10116, 2014

96 एनर्जी डिपेंडेंट सेचुरेबल एंड रिवर्स सेचुरेबल एब्जॉर्पशन इन क्यूब-लाइक पॉलिएनिलाइन/पॉलिमिथाइल मेथेक्राइलेट फिल्म
ठेक्केयिल, रेम्यामोल*; फिलिप, रेजी; गोपीनाथ, प्रमोद*; जॉन, हनी*
मटेरियल्स केमिस्ट्री एंड फिजिक्स 146, 218-223, 2014

97 स्ट्रक्चरल एंड ऑप्टिकल स्टडीज ऑफ Zn1-xCdxS क्वांटम डॉट्स सिंथेसाइज्ड बाय इन सिटू टेक्नीक इन PVA मेट्रिक्स
विनीषकुमार टीवी*; राज, रितेश डी*; प्रशांत एस*; उन्नीकृष्णन एन वी*; फिलिप, रेजी; सुदर्शनकुमार सी*
ऑप्टिकल मटेरियल्स 37, 439-445, 2014

98 स्पेक्ट्रल, थर्मल एंड ऑप्टिकल प्रोपर्टीज ऑफ N, N'-Bis (4-क्लोरोबेंजीलाइडीन)-3, 3'-डायमेथॉक्सीबाइफिनाइल-4, 4'-डायएमाइन
सुभाषिनी ए*; रोज, प्रिया; फिलिप, रेजी; स्टोक्ली-ईवन्स, हेलन*; राममूर्ति, के*; बाबू, रमेश आर*
ऑप्टिक्स एंड लेज़र टेक्नोलॉजी 66, 22-27, 2015

99 डिफेक्ट इंजीनियरिंग इन No नैनोकोन्स फॉर विजिबल फोटोकंडक्टिविटी एंड नॉनलीनियर एब्जॉर्पशन
कविता एमके*; जिनेश केबी*; फिलिप, रेजी; गोपीनाथ, प्रमोद*; जॉन, हनी*
फिजिकल केमिस्ट्री केमिकल फिजिक्स 16, 25093, 2014

100 दी रोल ऑफ डिफेक्ट्स इन दी नॉनलीनियर ऑप्टिकल एब्जॉर्पशन बिहेवियर ऑफ कार्बन एंड ZnO नैनोस्ट्रक्चर्स
आनंद, बिनॉय*; कृष्णन एस आर*; पोडिला, रामकृष्ण*; सांई, एस शिव शंकर*; राव, अप्पाराव एम*; फिलिप, रेजी
फिजिकल केमिस्ट्री केमिकल फिजिकल 16, 8168, 2014

101 क्वांटम विच-वे इंफॉर्मेशन एंड फ्रिंज विजिबिलिटी वेन दी डिटेक्टर इज इंटेंगल्ड विथ एन एंसिला
तेज, जे प्रभु*; ऊषा, देवी एआर*; कार्तिक एच एस; सुधा*; राजगोपाल ए के*
फिजिकल रिव्यू ए 89, 062116, 2014

102 इफेक्ट्स ऑफ टेम्परेचर एंड ग्राउंड-स्टेट कोहेरेंस डिके ऑन इंहेंस्मेंट एंड एम्प्लीफिकेशन इन ए डेल्टा एटॉमिक सिस्टम
मंजप्पा, मनुकुमार; उन्दूर्ती, सत्य सांईनाथ; कारीगौडा, आशा; नारायणन, अंदल; सेंडर्स, बेरी सी
फिजिकल रिव्यू ए90, 043859, 2014

103 फॉर्मेशन ऑफ डीप्ली बाउंड अल्ट्राकोल्ड LiRb मॉलेक्यूल्स वाया फोटोअसोसिएशन नियर दी Li 2S1/2+Rb 5P3/2 एसिम्प्टोट
लॉरेंज, जॉन*; अलफ, अदील*; दत्ता, सौरव; चेन, यंग पी*; एलियट डीएस*
फिजिकल रिव्यू ए90, 062513, 2014

104 जोइंट मेजरेबिलिटी, स्टीयरिंग एंड एंट्रोपिक अनसर्टेनिटी
कार्तिक एचएस; देवी, ऊषा एआर*; राजगोपाल एके*
फिजिकल रिव्यू ए 91, 012115, 2015

105 एक्सपेरिमेंटल टेस्ट ऑफ इंवायरमेंट-असिस्टेड इंवेरिएंस
वर्मिडेन, एल*; एमए एक्स*; लेवोई जे*; बोन्स्मा एम*; सिन्हा, उर्बशी; ला अम्मे आर*; रेश्च के जे*
फिजिकल रिव्यू ए 91, 012120, 2015

106 केरेक्टराइजेशन ऑफ क्वांटम डायनामिक्स यूजिंग क्वांटम इरर करेक्शन
ओम्कार एस*; श्रीकांत आर; बेनर्जी, सुभाशीष
फिजिकल रिव्यू ए 91, 012324, 2015

107 एक्सीलरेशन ऑफ न्यूट्रल्स इन ए नैनोसेकण्ड लेज़र प्रोड्यूस्ड निकल प्लाज्मा
श्मिजेश एन; चन्द्रशेखरन के*; फिलिप, रेजी
फिजिक्स ऑफ प्लाज्मास 21, 123507, 2014

108 ऑप्टिकल एंड सेचुरेशन बिहेवियर ऑफ थर्मेली सर्फेस प्लाज्मोन-ट्यून्ड cu नैनोरॉड कम्पोजिट ग्लासेस
उदयभास्कर आर*; कार्तिकेयन बी*; ओल्लाखाँ, मुहम्मद शफी
प्लाज्मोनिक्स 9, 553, 2014

109 टू-स्टेप ऑर्थोगोनल-स्टेट-बेस्ड प्रोटोकॉल ऑफ क्वांटम सिक्योर डायरेक्ट कम्यूनिकेशन विथ दी हेल्प ऑफ ऑर्डर-रिअरेंजमेंट टेक्नीक
यादव, प्रीति*; श्रीकांत आर; पठान के, अनिर्बन
क्वांटम इंफॉर्मेशन प्रोसेसिंग 13, 2731-2743, 2014

110 सॉल-जेल प्रिपेयर्ड Cu2O माइक्रोस्फेयर्स: लीनियर एंड नॉनलीनियर ऑप्टिकल प्रोपर्टीज
कार्तिकेयन बी*; उदयभास्कर आर*; रोज, प्रिया; पंडियाराजन टी*; फिलिप, रेजी
आरएससी एडवांसेस 4, 39541, 2014

111 क्यूबिक टू एमोर्फस ट्रान्सफार्मेशन ऑफ Se इन सिलिका विथ इम्प्रूव्ड अल्ट्राफास्ट ऑप्टिकल नॉनलीनिएरिटी
मैरी, अण्णा केए*; उन्नीकृष्णन एनवी*; फिलिप, रेजी
आरएससी एडवांसेस 5, 14034, 2015

112 इंहेरेन्ड मल्टी-फोनोन रामन स्केटरिंग एंड नॉनलीनियर ऑप्टिकल पॉवर लिमिटिंग इन ZnO: Au नैनोस्ट्रक्चर्स
उदयभास्कर आर*; कार्तिकेयन बी*; श्रीकांत पी; फिलिप, रेजी
आरएससी एडवांसेस 5, 13590, 2015

113 एक्सट्रीम वेल्यू स्टेटिस्टिक्स ऑफ कोर्रिलेटेड रेंडम वेरिएबल्स
मजुम्दार, सत्या एन*; पाल, अर्नब
आर्काइव, 1406.6768, 2014

114 ग्रेविटेशनल वेव्स फ्रॉम नोन पल्सर्स: रिजल्ट्स फ्रॉम दी इनीशियल डिटेक्टर ईरा
आशी जे*; अबेदी जे*; एबट्ट बीपी*; अय्यर बीआर; +150 को-ऑथर्स
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, 785, 119, 2014

115 दी कोश्लोव्स्की-शाह्लमान रिप्रजेंटेशन: गॉज एंड डिफ्फोमोर्फिज्म इंवेरिएंस
केम्पिग्लिया, मिगुल; वरदराजन, माधवन
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी 31, 075002, 2014

116 एसिम्प्टोटिक फ्लेटनेस एंड क्वांटम जियोमेट्री
सेनगुप्ता, संदीपन
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी 31, 085005, 2014

117 एप्लीकेशन ऑफ ए हॉफ सर्च फॉर कंटीन्यूयस ग्रेविटेशनल वेव्स ऑन डाटा फ्रॉम दी फिफ्थ लीगो साइंस रन
आशी जे*; अबाद्ली जे*; एबट बीपी*; अय्यर बीआर; +150 को-ऑथर्स
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी 31, 085014, 2014

118 दी निन्जा-2 प्रोजेक्ट: डिटेक्टिंग एंड केरेक्टराइजिंग ग्रेविटेशनल वेवफार्म्स मॉडल्ड यूजिंग न्यूमेरिकल बाइनरी ब्लैक होल साइम्यूलेशंस
आशी जे*; एबट बीपी*; एबट आर*; अय्यर बीआर; +200 को-ऑथर्स
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी 31, 115004, 2014

119 इम्प्लीमेंटेशन ऑफ एन F-स्टेटिस्टिक ऑल-स्काइ सर्च फॉर कंटीन्यूयस ग्रेविटेशनल वेव्स इन विग्रो VSR1 डाटा
आशी जे*; एबट बीपी*; एबट आर*; एबट टी*; अय्यर बीआर; +250 को-ऑथर्स
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी 31, 165014, 2014

120 ए डायरेक्ट सर्च फॉर ग्रेविटेशनल वेव्स फ्रॉम स्कोर्पियस X-1 विथ इनीशियल लीगो
अय्यर बी आर
फिज. रिव. डी91, 062008, 2015

121 दी कोस्लोव्स्की-शह्लमान रिप्रजेंटेशन: क्वांटम कंफीग्यूरेशन स्पेस
केम्पिग्लिया, मिगुल; वरदराजन, माधवन
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी 31, 175009, 2014

122 क्वांटम लिमिट ऑन टाइम मेजरमेंट इन ए ग्रेविटेशनल फील्ड
सिन्हा, सुपूर्णा; सेमुअल जे
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी 32, 015018, 2015

123 नॉन-लीनियर मल्टीपोल इंटरेक्शंस एंड ग्रेविटेशनल-वेव ऑक्टुपोल मोड्स फॉर इंस्पिरेलिंग कॉम्पेक्ट बाइनरीज टू थर्ड-एंड-ए-हाफ पोस्ट-न्यूटोनियन ऑर्डर
फेय, गिलॉमे*; ब्लेंचेट, ल्यूक*; अय्यर बीआर
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी 32, 045016, 2015

124 1डी टाइट-बाइंडिंग मॉडल्स रेंडर क्वांटम फर्स्ट पेसेज टाइम "स्पीकेबल"
रंजीत वी; कुमार एन
इंट. ज. थियोर. फिज., 2385, 2014

125 एक्टिव ऑर्गेनाइजेशन ऑफ मेम्ब्रन कंस्टीट्यूएंट्स इन लिविंग सेल्स
राव, मदन; मेयर, सत्यजीत
करेंट ओपीनियन इन सेल बायोलॉजी 29, 126-132, 2014

126 इन विट्रो रिकंस्टीट्यूशन ऑफ रिमॉडलिंग एक्टिन एस्टर्स – स्टेप्स टुवर्ड्स ए मिनिमल एक्टिव एक्टोम्योसिन कर्टेक्स
कोस्टर; डेरियस वी; हुसैन, कबीर; इल्जाज़ी, इल्दा; हेंसन, स्कॉट; मुलिन्स, डायचे; राव, मदन; मेयर, सत्यजीत; बायोफिजि. जे. 106, 170ए, 2014

127 नैनोसेकेण्ड एंड अल्ट्राफास्ट ऑप्टिकल पॉवर लिमिटिंग इन लूमिनेसेंट Fe2_O3 हेक्सागोनल नैनोमोर्फोटाइप
थॉमस, पॉलोस*; श्रीकांत पी; अब्राहम केई*
जर्नल ऑफ एप्लाइड फिजिक्स 117, 053103, 2015

128 बाइलेयर रजिस्ट्री इन ए मल्टीकम्पोनेंट एसिम्मेट्रिक मेम्ब्रेन: डिपेंडेंस ऑन लिपिड कम्पोजीशन एंड चैन लैंथ
पॉली, अनिर्बन; मेयर, सत्यजीत*; राव, मदन
जर्नल ऑफ केमिकल फिजिक्स 141, 064903, 2014

129 सर्च फॉर ग्रेविटेशनल वेव रिंगडाउन्स फ्रॉम पर्टर्ब्ड इंटरमीडिएट मास ब्लैक होल्स इन लीगो-वर्गो डाटा फ्रॉम 2005-2010
आशी जे*; एबट बीपी*; एबट आर*; अय्यर बीआर; +150 को-ऑथर्स
फिजिकल रिव्यू डी 89, 102006, 2014

130 सर्च फॉर ग्रेविटेशनल रेडिएशन फ्रॉम इंटरमीडिएट मास ब्लैक होल बाइनरीज इन डाटा फ्रॉम दी सेकेण्ड लीगो-वर्गो ज्वाइंट साइंस रन
आशी जे*; एबट बीपी*; एबट आर*; अय्यर बीआर; +250 को-ऑथर्स
फिजिकल रिव्यू डी 89, 122003, 2014

131 मेथड्स एंड रिजल्ट्स ऑफ ए सर्च फॉर ग्रेविटेशनल वेव्स असोसिएटेड विथ गामा-रे बर्स्ट यूजिंग दी GEO 600, लीगो, एंड वर्गो डिटेक्टर्स
आशी जे*; एबट बीपी*; एबट आर*; अय्यर बीआर; +250 को-ऑथर्स
फिजिकल रिव्यू डी 89, 122004, 2014

132 फर्स्ट ऑल-स्काई सर्च फॉर कंटीन्यूअस ग्रेविटेशनल वेव्स फ्रॉम अननोन सोर्सेस इन बाइनरी सिस्टम्स
आशी जे*; एबट बीपी*; एबट आर*; अय्यर बीआर; लीगो साइंटिफिक कोलेबोरेशन; +250 को-ऑथर्स
फिजिकल रिव्यू डी 90, 062010, 2014

133 मल्टीमेसेंजर सर्च फॉर सोर्सेस ऑफ ग्रेविटेशनल वेव्स एंड हाई-एनर्जी न्यूट्रीनोज: इनीशियल रिजल्ट्स फॉर लीगो-वर्गो एंड आईसक्यूब
अर्तसेन एमजी*; अक्करमान एम*; अय्यर बीआर; + आईसक्यूब कोलेबोरेशन; +लीगो साइंटिफिक कोलेबोरेशन; +250 को-ऑथर्स
फिजिकल रिव्यू डी 90, 102002, 2014

134 एसिम्प्टोटिक सिम्मेट्रीज एंड सबलीडिंग सॉफ्ट ग्रेविटन थियोरम
केम्पिग्लिया, मिगुल; लद्‌ढा, अलोक*
फिजिकल रिव्यू डी 90, 124028, 2014

135 टोर्सिनल इंस्टेंटन इफेक्ट्स इन क्वांटम ग्रेविटी
कॉल, रोमेश के*; सेनगुप्ता, संदीपन
फिजिकल रिव्यू डी 90, 124081, 2014

136 सर्चिंग फॉर स्टोकेस्टिक ग्रेविटेशनल वेव्स यूजिंग फ्रॉम दी टू कोलोकेटेड लीगो हेनफोर्ड डिटेक्टर्स
आशी जे*; अबेदी जे*; अय्यर बीआर; लीगो साइंटिफिक कोलेबोरेशन; +842 को-ऑथर्स
फिजिकल रिव्यू डी 91, 022003, 2015

137 नेरो-बैंड सर्च ऑफ कंटीन्यूअस ग्रेविटेशनल-वेव सिग्नल्स फ्रॉम क्रेब एंड वेला पल्सर्स इन वर्गो VSR4 डाटा
आशी जे*; एबट बीओ*; अय्यर बीआर; +842 को-ऑथर्स
फिजिकल रिव्यू डी 91, 022004, 2015

138 न्यूमेरिकल टेस्ट ऑफ हाइड्रोडायनामिक फ्लक्चुएशन थियोरी इन दी फर्मी-पास्ता-उलम
चयन दास, सुमन जी; धर, अभिशेक; सैतो, कीजी*; मेंड्ल, क्रिश्चियन बी*; श्पॉन, हर्बर्ट*
फिजिकल रिव्यू ई 90, 012124, 2014

139 वर्क फ्लक्चुएशंस फॉर ए ब्राउनियन पार्टिकल ड्रिवेन बाय ए कोर्रिलेटेड एक्सटर्नल रेंडम फोर्स
पाल, अर्नब; सभापंडित, संजीब
फिजिकल रिव्यू ई 90, 052116, 2014

140 ड्रिवेन इनिलास्टिक मैक्सवेल गैसेस
प्रसाद वीवी; सभापंडित, संजीब; धर, अभिशेक*
फिजिकल रिव्यू ई 90, 062130, 2014

141 यूनिवर्सल लार्ज डेविएशंस फॉर दी टेग्ड पार्टिकल इन सिंगल फाइल मोशन
हेग्डे, चैत्रा; सभापंडित, संजीब; धर, अभिशेक
फिज. रिव्यू. लैटर्स 113, 120601, 2014

142 डिफ्यूशन इन ए पोटेंशियल लेंडस्केप विथ स्टोकेस्टिक रीसेटिंग
पाल, अर्नब
फिजिकल रिव्यू ई 91, 012113, 2015

143 कॉन्स्ट्रेन्ट्स ऑन कॉस्मिक स्ट्रिंग फ्रॉम दी लीगो-वर्गो ग्रेविटेशनल-वेव डिटेक्टर्स
आशी जे*; अबेदी जे*; एबट बीपी*; एबट आर*; अय्यर बीआर; +120 को-ऑथर्स
फिजिकल रिव्यू लैटर्स 112, 131101, 2014

144 एक्टिवेटिंग मेम्ब्रेन्स
मैत्रा, अनन्यो*; श्रीवास्तव, प्रज्ञा; राव, मदन; रामस्वामी, श्रीराम*
फिजिकल रिव्यू लैटर्स 112, 258101, 2014

145 सर्च फॉर ग्रेविटेशनल वेव्स असोसिएटेड विथ गामा-रे बर्स्ट डिटेक्टेड बाय दी इंटरप्लानेटरी नेटवर्क
आशी जे*; एबट बीपी*; एबट आर*; एबट टी*; अय्यर बीआर; +250 को-ऑथर्स
फिजिकल रिव्यू लैटर्स 113, 011102, 2014

146 नॉनक्लासिकल पाथ्स इन क्वांटम इंटरफेरेंस एक्सपेरिमेंट्स
सावंत, राहुल; सेमुअल जे; सिन्हा, अनिन्दा*; सिन्हा, सुपूर्णा; सिन्हा, उर्बशी
फिजिकल रिव्यू लैटर्स 113, 120406, 2014

147 फर्स्ट ऑर्डर ट्रांजीशन फॉर दी ऑप्टिमल सर्च टाइम ऑफ Lvy फ्लाईट्स विथ रीसेटिंग
कुसमीर्ज, लुकास्ज*; मजुमदार, सत्य एन*; सभापंडित, संजीब, श्केर, ग्रेगरी*
फिजिकल रिव्यू लैटर्स 113, 220602, 2014

148 इम्प्रूव्ड अपर लिमिट्स ऑन दी स्टोकेस्टिक ग्रेविटेशनल-वेव बैकग्राउंड फ्रॉम 2009-2010 लीगो एंड वर्गो डाटा
आशी जे*; एबट बीपी*; एबट आर*; अय्यर बीआर; लीगो साइंटिफिक कोलेबोरेशन; +842 को-ऑथर्स
फिजिकल रिव्यू लैटर्स 113, 231101, 2014

149 ए सेलुलर सॉल्यूशन टू एन इंफोर्मेशन-प्रोसेसिंग प्रोब्लम
अय्यंगर, गरूड*; राव, मदन
प्रोसीडिंग्स ऑफ दी नेशनल अकादमी ऑफ साइंसेस ऑफ दी यूएसए 111, 12402, 2014

150 दी डिस्क्रीट एंड दी कंटीन्यूअस एंड कंक्रीट क्लासिकल हार्मोनिक डायनामिक्स
शांतनु, दास; कुमार एन
रेजोनेंस 19, 764, 2014

151 ऑर्गेनेल मॉर्फोजिनेसिस बाय एक्टिव मेम्ब्रेन रिमॉडलिंग
रामकृष्णन एन*; इप्सन, जॉन एच*; राव, मदन; सुनील पीबी*
सॉफ्ट मैटर 11, 2387, 2015

152 सिंथेसिस एंड स्पेक्ट्रोस्कोपिक केरेक्टराइजेशन ऑफ कॉपर जिंक एलुमीनियम नैनोफेर्राइट पार्टिकल्स
लक्ष्मी रेड्डी एस*; रविन्द्र रेड्डी टी*; रॉय, निव्या*; फिलिप रेजी; मोंटेरो, ओविदियो अल्मांजा*; एंडो, तामियो*; फ्रॉस्ट, रे एल*
स्पेक्ट्रोकिमिका एक्टा पार्ट ए: मॉलेक्यूलर एंड बायोमॉलेक्यूलर स्पेक्ट्रोस्कोपी 127, 361, 2014

153 लाइव सेल प्लाज्मा मेम्ब्रेन्स डू नॉट एक्ज़िबिट ए मिसिबिलिटी फेस ट्रांजीशन ओवर ए वाइड रेंज ऑफ टेम्परेचर्स
ली, इल-ह्यूंग; साहा, सुव्रजीत; पॉलि, अनिर्बन, हुआंग, हेक्टर; मेयर, सत्यजीत; राव, मदन; ग्रोव्स जेटी
जे. फिज. केम. बी 119, 4450-4459, 2015

पेपर्स इन कांफरेंस प्रोसीडिंग्स

1 लेटेस्ट रिजल्ट्स ऑफ पल्स फेस रिजॉल्व्ड स्पेक्ट्रोस्कोपी ऑफ साइक्लोट्रॉन लाइन्स इन एक्रीशन पावर्ड पल्सर्स
मैत्रा, चंद्रेयी; पॉल, बिश्वजीत
कांफरेंस प्रोसीडिंग्स ऑफ फिजिक्स एट दी मेग्नेटोस्फेरिक बाउंड्री हेल्ड एट जिनेवा, स्विट्ज़रलैण्ड, जून 25-28, 2013; ईपीजे वेब ऑफ कांफरेंसेस 64, 06008, 2014

2 एवरेज स्पेक्ट्रल प्रोपर्टीज ऑफ गेलेक्टिक एक्स-रे बाइनरीज विथ 3 ईयर्स ऑफ मेक्सी डाटा
इस्लाम, नज़मा; मिहारा टी*; सुगीज़ाकी एम*; पॉल, बिश्वजीत; नाथ, बिमन बी
एएसआई कांफरेंस सिरीज, वॉल. 8, पेज 109-113, रीसेंट ट्रेन्ड्स इन दी स्टडी ऑफ कॉम्पेक्ट ऑब्जेक्ट्स: थियोरी एंड ऑब्जर्वेशन, हेल्ड एट आईआईटी गुवाहाटी, असाम, इंडिया; मार्च 11-13, 2013, 2014

3 सुपरनोवा ड्रिवेन गेलेक्टिक आउटफ्लो
नाथ, बिमन बी
प्रोसीडिंग्स ऑफ दी आईएयू सिम्पोजियम वॉल.9, एस206, सुपरनोवा इंवायरमेंटल इम्पेक्ट, 253-259, एडिटेड बाय अलक रे, एंड रिचर्ड ए मिक्गे, 2014

4 डिटेक्शन ऑफ लीनियर पोलराइजेशन फ्रॉम एसएनआर केसियोपिया ए एट लो रेडियो फ्रिक्वेंसीज
राजा, वसीम; देशपाण्डे, अविनाश ए
हाइलाइट्स ऑफ एस्ट्रोनॉमी, इंटरनेशनल एस्ट्रोनॉमिकल यूनियन, 16, 397, 2015

5 ऑल-स्काई सिग्नल्स फ्रॉम रिकॉम्बीनेशन टू रिआयनाइजेशन विथ दी एसकेए (आर्काइव: 1501.04340)
सुब्रह्मण्यन, रवि; उदयशंकर एन; प्रिट्चर्ड, जोनाथन; वेदांतम, हरीश
प्रोसीडिंग्स ऑफ साइंस; एड्वांसिंग एस्ट्रोफिजिक्स विथ दी स्क्वेयर किलोमीटर अरे एएएसकेए14, 9-13 जून, 2014 गियार्दिनी नक्सोस, इटली

6 एंटीनाज़, स्पेस बीम स्प्लिटर्स एंड रिसीवर्स फॉर प्रिसीजन रेडियोमीटर्स एक्सप्लोरिंग दी रिआयनाइजेशन एंड रिकॉम्बीनेशन ईपोच
उदयशंकर एन; सुब्रह्मण्यन, रवि; महेश, निवेदिता; रघुनाथन ए; पात्रा, निपांजना
आईईईई कांफरेंस प्रोसीडिंग्स फॉर जनरल असेम्बली एंड साइंटिफिक सिम्पोजियम (यूआरएसआई जीएएसएस), 2014 XXXIवीं यूआरएसआई, 16-23 अगस्त 2014 बीजिंग, चीन

7 सिग्नेचर्स इन दी कॉस्मिक रेडियो बैकग्राउंड फ्रॉम स्पिन फ्लिप एंड रिकॉम्बीनेशन इन कॉस्मोलॉजिकल हाइड्रोजन
सुब्रह्मण्यन, रवि; उदयशंकर एन; पात्रा, निपांजना; मयूरी एस; महेश, निवेदिता; रघुनाथन ए
आईईईई कांफरेंस प्रोसीडिंग्स फॉर जनरल असेम्बली एंड साइंटिफिक सिम्पोजियम (यूआरएसआई जीएएसएस), 2014 XXXIवीं यूआरएसआई, 16-23 अगस्त 2014 बीजिंग, चीन

8 ए प्रिसीजन स्पेक्ट्रोमीटर फॉर मेजरिंग सिग्नल्स फ्रॉम दी ईपोच ऑफ कॉस्मोलॉजिकल रिकॉम्बीनेशन

श्रीवाणी केएस; गिरीश बीएस; उदयशंकर एन; सुब्रह्मण्यन, रवि

आईईईई कांफरेंस प्रोसीडिंग्स फॉर जनरल असेम्बली एंड साइंटिफिक सिम्पोजियम (यूआरएसआई जीएएसएस), 2014 XXXIवीं यूआरएसआई, 16-23 अगस्त 2014 बीजिंग, चीन

9 एड्रेसिंग टेक्नीक्स ऑफ लिक्विड क्रिस्टल्स डिस्प्ले

रूक्मोंगतन टी एन

विले पब्लिशर्स आईएसबीएन: 978-1-119-94045-6, 2014

10 ओरिएंटेशनल ऑर्डर पैरामीटर मेजरमेंट्स ऑफ लिक्विड क्रिस्टल

कौर, सुप्रीत; रैना के के*; कुमार, संदीप; प्रतिभा आर

प्रोसीडिंग्स ऑफ दी 58वीं डीएई सॉलिड स्टेट फिजिक्स सिम्पोजियम; थापर यूनिवर्सिटी, पटियाला, पंजाब, इंडिया, 17-21 दिसम्बर 2013

एआईपी कान्फ्रेंस प्रोसीडिंग्स 1591, 180, 2014

11 फॉर्मेशन ऑफ एच-टाइप लिक्विड क्रिस्टल डिमर एट एयर-वॉटर इंटरफेस

कार्तिक सी; गुप्ता, अद्भुत; जोशी, आदित्य; मंजुलादेवी वी; गुप्ता, राज कुमार; वारिया, महेश सी; कुमार, संदीप

एआईपी कान्फ्रेंस प्रोसीडिंग्स 1591, 1036, 2014

12 मेथमेटिक्स इन-फॉर्म्स फिजिक्स एंड फिजिक्स पर-फॉर्म्स मेथमेटिक्स: कमेन्ट्स

कुमार एन

बुक्स चेप्टर फ्रॉम नेचर्स लोंगेस्ट थ्रेड्स न्यू फ्रंटियर्स इन दी मेथमेटिक्स एंड फिजिक्स ऑफ इंफ ोर्मेशन इन बायोलॉजी

एडि. बाय जानकी बालकृष्णन एंड बी वी श्रीकांतन, वर्ल्ड साइंटिफिक, पेज.1, 2014

13 2.5PN किक फ्रॉम ब्लैक-होल बाइनरीज इन सर्कुलर ऑर्बिट: नॉनस्पिनिंग केस

मिश्रा सी के; अरूण के जी; अय्यर बी आर

प्रोसीडिंग्स ऑफ रिलेटिविटी एंड ग्रेविटेशन – 100 ईयर्स आफ्टर आइंस्टीन इन प्रेग

एडि. जे बिकाक एंड टी लेड्विंका

स्प्रिंगर प्रोसीडिंग्स इन फिजिक्स, 157, 169-175, 2014

14 थर्मो-ऑप्टिक नॉनलीनिएरिटी ऑफ दी लेज़र डाय एलडीएस 867 अंडर लो पॉवर सीडब्ल्यू लेज़र एक्साइटेशन

मैरी एन्न केए; मैरी, सोनिया ईजे; विद्याधरन, वीजी*; फिलिप, रेजी; उन्नीकृष्णन, एन वी*

आईओपी कान्फरेंस सिरीज: मटेरियल्स साइंस एंड इंजीनियरिंग 73 पी012055, 2015

15 टाइम-डिलेयड इंटेंसिटी-इंटरफेरोमेट्री विथ लाइट फ्रॉम लेज़र-कूल्ड एटम्स
शफी, मुहम्मद; पाण्डे, दीपक; रामचन्द्रन, हेमा
12वीं इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑन फाइबर ऑप्टिक्स एंड फोटोनिक्स, खड़गपुर, इंडिया, 13-16 दिसम्बर 2014
कांफरेंस प्रोसीडिंग्स फ्रॉम ऑप्टिकल सोसायटी ऑफ अमेरिका, 2014, एस5ए.83

16 टाइम-रिज़ोल्व्ड स्पेक्ट्रोस्कोपी ऑफ Cl एंड CII लाइन एमिशंस फ्रॉम एन अल्ट्राफास्ट लेज़र इंड्यूस्ड सॉलिड ग्रेफाइट प्लाज्मा
श्मिजेश, एन; चंद्रशेखरन के; फिलिप, रेजी
लाइट एंड इट्स इंटरेक्शंस विथ मैटर; एआईपी कांफरेंस प्रोसीडिंग्स 1620, 517, 2014

17 यूनीक् ऑथर आइडेंटिफायर्स: एन इंट्रोडक्शन
अंगादी, मंजुनाथ; मीरा बी एम
प्रोसीडिंग्स ऑफ 2री सोफेरेंस 2013 कांफरेंस; टीसीएस, बेंगलूर फ्रॉम 19-20 अक्टूबर 2013; पेज 111, एडिटेड बाय नागप्पा वी ब्राक्कण्णानावर एंड राजेन्द्र बाबू एच, 2014

18 स्मार्ट फोन्स एंड लाइब्रेरी सर्विसेस: एन इवेलुएटिव स्टडी एट रेवा इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी एंड मेनेजमेंट लाइब्रेरी एंड इंफोर्मेशन सेंटर
वसंत बी’ मीरा बी एम
प्रोसीडिंग्स ऑफ 2री सोफेरेंस 2013 कांफरेंस हेल्ड एट टीसीएस, बेंगलूर फ्रॉम 19-20 अक्टूबर 2013; पेज 285, एडिटेड बाय नागप्पा वी ब्राक्कण्णानावर एंड राजेन्द्र बाबू एच, 2014

बुक चैप्टर्स/रिव्यू

1. डिजाइन कांसेप्ट्स एंड सिंथेसिस ऑफ डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल्स इन दी हेंडबुक ऑफ लिक्विड
   कुमार, संदीप
   क्रिस्टल, विले-वीसीएच, वॉल. 4, पेज 467-520, 2014
2. आयनिक डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल्स: रीसेंट एड्वांसेस एंड एप्लीकेशंस
   पाल एस के; कुमार, संदीप
   बायोसेंसर्स नैनोटेक्नोलॉजी, विले स्क्रीवनर पब्लिशिंग एलएलसी, चैप्टर 9, 2014
3. लिक्विड क्रिस्टलेलाइन 1डी एंड 2डी कार्बन मटेरियल्स
   बिसोयी, हरी के; कुमार, संदीप; ली क्वान
   नैनोसाइंस विथ लिक्विड क्रिस्टल्स: फ्रॉम सेल्फ-ऑर्गेनाइज्ड नैनोस्ट्रक्चर्स टू एप्लीकेशंस (स्प्रिंगर), चैप्टर 3, 2014
4. एक्टिव सेलुलर मिकेनिक्स एंड इंफोर्मेशन प्रोसेसिंग इन दी लिविंग सेल
   राव, मदन
   पेज. 47-52 इन नेचर्स लोंगेस्ट थ्रेड्स: न्यू फ्रंटियर्स इन दी मेथमेटिक्स एंड फिजिक्स ऑफ इंफोर्मेशन इन बायोलॉजी, एडि. जे बालकृष्णन एंड बी वी श्रीकांतन, वर्ल्ड साइंटिफिक, सिंगापोर, 2014
5. एनुअल रिव्यू ऑफ कोल्ड एटम्स एंड मॉलेक्यूल्स
   एडि. के डब्ल्यू मेडिसन एट अल
   वर्ल्ड साइंटिफिक, हेमा रामचन्द्रन
   करेंट साइंस, 107, 902, 2014
6. कंसोर्टियम एप्रोच टू रिसोर्स शेयरिंग इन एन ई-इंवायरमेंट बाय वाई एम पाटिल
   साइंटिफिक पब्लिशर्स, इंडिया, 2014
   मीरा बी एम
   बुक रिव्यू इन करेंट साइंस, 107, 308, 2014
7. लेसिंग इन रेंडम एम्प्लीफाइंग मीडिया
   रामचन्द्रन, हेमा
   लेज़र फिजिक्स एंड टेक्नोलॉजी, स्प्रिंगर प्रोसीडिंग्स इन फिजिक्स, 160, चैप्टर-8
   पेज. 165-180, एडि. पी के गुप्ता एंड आर खरे, स्प्रिंगर, 2015

लोकप्रिय लेख (पॉपुलर आर्टिकल्स)

1. रिमेम्बरिंग सत्येन्द्रनाथ बोस
   सिन्हा, सुपूर्णा
   आईआईएसईआरटीवीएम मैगज़ीन, सोपानम 2013-15
2. दी रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट
   चक्रबर्ती, देबर्शिनी
   एशिया पेसिफिक फिजिक्स न्यूजलैटर, अगस्त 2014, वोल. 03, नं. 02, पीपी 60-62

इन प्रेस

इन जर्नल्स

1. जायंट रेडियो गैलेक्सीज – II. ट्रेसर्स ऑफ लार्ज-स्केल स्ट्रक्चर
मलरेकी, जुरिक*; जोन्स, हीथ*; सरीपल्ली, लक्ष्मी; स्टावेली-स्मिथ, लिस्टर*; सुब्रह्मण्यन, रवि
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 449, 955, 2015

2. कॉस्मिक रे एंटीप्रोटॉन्स फ्रॉम नियरबाय कॉस्मिक एक्सीलरेटर्स
जोशी, जगदीश सी; गुप्ता नयनतारा
एस्ट्रोपार्टिकल फिजिक्स 65, 108-110, 2015

3. दी रोल ऑफ थ्री-बॉडी H_2 फॉर्मेशन इन दी फ्रेग्मेंटेशन ऑफ प्राइमोर्डियल गैस
दत्ता,जे; नाथ, बिमन बी; क्लार्क पीसी; क्लेसन आरएस
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 450, 202, 2015

4. सीएमबी डिस्टॉर्शन फ्रॉम सर्कमगेलेक्टिक गैस
सिंह, पी; नाथ बिमन बी; मजुमदार एस; सिल्क जे
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 448, 2384, 2015

5. एन एनालिसिस ऑफ दी हेलो एंड रेलिक एमिशन फ्रॉम एबिल 3376 फ्रॉम मर्किसन वाइडफील्ड अरे ऑब्जर्वेशंस
जॉर्ज एलटी; द्वारकानाथ केएस; एमडब्ल्यूए कोलेबोरेटर्स
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी, 2015

6. दी थर्ड पोस्ट-न्यूटोनियन ग्रेविटेशनल वेवफार्म्स फॉर कॉम्पेक्ट बाइनरी सिस्टम्स इन जनरल ऑर्बिट्स: इंन्स्टेंटेनियस टर्म्स
मिश्रा सी के; अरूण केजी; अय्यर बीआर
फिजि. रिव. डी 91, 084040, 2015

7. एड्वांस्ड लीगो
अय्यरबीआर; दी लीगो साइंटिफिक कोलेबोरेशन
क्लास. क्वांट. ग्रेव, 32, 074001, 2015

8. टेग्ड पार्टिकल डिफ्यूशन इन वन-डायमेंशनल सिस्टम्स विथ हेमिल्टोनियन डायनामिक्स-II
रॉय, अंजन; धर, अभिशेक; नारायण, ओणुत्तम; सभापंडित, संजीब
जे. स्टेट. फिज., 160, 73-88, 2015

9. ए क्वांटम किनेमेटिक्स फॉर एसिम्प्टोटिकली फ्लेट स्पेसटाइम्स
केम्पिग्लिया, मिगुल; वरदराजन, माधवन
क्लास. क्वांट. ग्रेव., 32, 135011, 2015

10. ट्रान्सबाइलेयर लिपिड इंटरेक्शंस मीडिएट नैनोक्लस्टरिंग ऑफ लिपिड एंकर्ड प्रोटीन्स
रघुपति, रिया; अम्बिका अनिलकुमार, अनुपमा; पॉलि, अनिर्बन; पाल सिंह, परविंदर; यादव, माहीपाल; जॉनसन, चार्ल्स; सूर्यवंशी, शरद; सैकम, वर्मा; सावंत एसडी; गुआ, झोंग्वू; विश्वकर्मा, राम ए; राव, मदन; मेयर, सत्यजीत मेयर
सेल 161, 581-594, 2015

11. प्रि-यील्ड नॉन-एफाइन फ्लक्चुएशंस एंड ए हिडेन क्रिटिकल प्वाइंट दइन स्ट्रेन्ड क्रिस्टल्स
दास, तमोघना; गांगुली, सास्वती; सेनगुप्ता, सुरजीत, राव, मदन
साइंटिफिक रिपोर्ट्स 5, 10644, 2015

12. ऑप्टिकल कंट्रोल ऑफ रेजोनेंट लाइट ट्रांस्मीशन फॉर एन एटम-केविटी सिस्टम
अरिजीत शर्मा, त्रिदिब रे, राहुल वी सावंत, जी शेखोलेस्लामी, डी बुद्कर, एस ए रंगवाला
फिज. रिव. ए, 91, 043824, 2015

13. I-फिनाइलएलानाइन फंक्शनलाज्ड सिल्वर नैनोपार्टिकल्स: फोटोकेटालिटिक एंड नॉनलीनियर ऑप्टिकल एप्लीकेशंस
एम निद्या; एम उमादेवी; पी शंकर; आर फिलिप; बीजेएम राजकुमार
ऑप्टिकल मटेरियल्स 42, 152, 2015

14. साइज डिपेंडेंट नॉनलीनियर ऑप्टिकल एब्जॉर्पशन इन BaTiO3 नैनोपार्टिकल्स
टी वोल्डु; बी रनीष; पी श्रीकांत; एम वी आर रेड्डी; आर फिलिप; कलरिक्कल एन
केमिकल फिजिक्स लैटर्स 625, 58, 2015

15. क्वांटम डिफेक्ट थियोरी डिस्क्रिप्शन ऑफ वीक्ली बाउंड लेवल्स एंड फेसबेच रेजोनेंसेस इन LiRb
जीसस पेरिज़-रियोस*; सौरव दत्ता, योंग पी चेन* एंड क्रिश एच ग्रीन*
फोकस इश्यू: फोकस ऑन न्यू फ्रंटियर्स ऑफ कोल्ड मॉलेक्यूल्स रिसर्च
न्यू जर्नल ऑफ फिजिक्स 17, 045021, 2015

16. ज्वाइंट मेजरेबिलिटी एंड टेम्पोरल स्टीरिंग
एच एस कार्तिक; जे प्रभु तेज; ए आर उषा देवी; ए के राजगोपाल
जे. ऑप्टि. सोस. एम. बी 32, ए34-ए39, 2015

17. ऑन दी सुपरपोजीशन प्रिंसिपल इन इंटरफेरेंस एक्सपेरिमेंट्स
सिन्हा ए; विजय ए एच; यू सिन्हा
नेचर साइंटिफिक रिपोर्ट्स, 2015

18. इफेक्ट्स ऑफ कॉपर नैनोपार्टिकल्स ऑन दी थर्मोडायनामिक, इलेक्ट्रिकल एंड ऑप्टिकल प्रोपर्टीज ऑफ ए डिस्क-शेप्ड लिक्विड क्रिस्टेलाइन मटेरियल शोविंग कॉलुम्नार फेज
प्रीति यदुवंशी; संदीप कुमार; रविन्द्र धर
फेज ट्रांजीशन, 88, 1-5, 2015

19. दी इंफ्लूएंस ऑफ लेटरल सब्स्टीट्यूएंट्स ऑन दी अकरेंस ऑफ ए ट्रांजीशन बिटवीन अ पोलर स्मेक्टिक फेजेस विथ एंटीफेर्रो इलेक्ट्रिक प्रोपर्टीज
राधिका एस, केशव मूर्ति आरएन, सदाशिव बी के एंड प्रतिभा आर
एक्सेप्टेड इन लिक्विड क्रिस्टल्स

20. इवेलुएशन ऑफ दी एक्सफोलिएशन एंड स्टेबिलिटी ऑफ Na-मोंट्मोरिलोनाइट इन एक्वस डिस्पर्शन्स
शमीम अली एंड रंजिनी बंद्योपाध्याय, एप्लाइड क्ले साइंस, 114, पीपी 85-92, 2015

इन कांफ्रेंस प्रोसीडिंग्स

1. इलेक्ट्रो-ऑप्टिक एंड डायइलेक्ट्रिक स्टडीज ऑन क्वांटम डॉट डोप्ड निमेटिक लिक्विड क्रिस्टल
जितेन्द्र कुमार, आर के गुप्ता; संदीप कुमार एंड वी मंजुलादेवी,
मैक्रोमॉलेक्यूलर सिम्पोजिया इंटरनेशनल कांफरेंस ऑन सॉफ्ट मटेरियल्स - आईसीएसएम2014; एडिटर: कमलेन्द्र अवस्थी

2. प्रोडक्टिविटी ऑफ इंडियन टेलिस्कोप्स: इम्पेक्ट एनालिसिस थ्रू साइंटोमेट्रिक मैथड्स
मीरा बी एम; मंजुनाथ एम
एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ दी पेसिफिक कांफ्रेंस सिरीज, वॉल. 492, 2015

3. इंहेंसिंग एक्सेस टू ऑडियो एंड वीडियो कलेक्शंस ऑफ रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट लाइब्रेरी थ्रू डिजीटाइजेशन
नागराज एमएन; बेनेगल वृंदा जे; भंडी एम के
एएसपी कांफ्रेंस सिरीज 492, 212, 2015 एडिटेड बाय ए हॉल एट अल
प्रोसीडिंग्स ऑफ लीसा VII ऑन ओपन साइंस: एट दी फ्रंटियर्स ऑफ लाइब्रेरियनशिप हेल्ड एट आईएनएएफ - एस्ट्रोनॉमिकल ऑब्जर्वेटरी ऑफ केपोडिमोंटे, नेप्लिस, इटली, फ्रॉम 17-20 जून 2014

बुक चैप्टर्स

1. डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टेलाइन डिमर्स: केमिस्ट्री एंड एप्लीकेशंस
शिल्पा सेटिया, संदीप कुमार एंड शांतनु कुमार पाल
एडवांस्ड मटेरियल्स बुक सिरीज, विले-स्क्रीवनर पब्लिशर

2. नैनोपार्टिकल्स इन डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल्स
संदीप कुमार
इन "लिक्विड क्रिस्टल्स विथ नैनो एंड माइक्रोपार्टिकल्स", वर्ल्ड साइंटिफिक

3. लिक्विड क्रिस्टेलाइन पॉलिमर्स ड्राइव्ड फ्रॉम डिस्क-शेप्ड मॉलेक्यूल्स इन इंसाइक्लोपीडिया ऑफ पॉलिमर्स एंड कम्पोजिट्स,
संदीप कुमार
स्प्रिंगर

4. डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टेलाइन पॉलिमर्स: इमर्जिंग एप्लीकेशंस
लिक्विड क्रिस्टेलाइन पॉलिमर्स: एड्वांसेस एंड एप्लीकेशंस, स्प्रिंगर्स
सिंह, हरप्रीत; कुमार, संदीप; पाल, शांतनु कुमार

*सह लेखक को इंगित करता है जो आरआरआई से नहीं हैं।
+सहलेखक को इंगित करता है जो आगंतुक प्रोफेसर हैं।

प्रतिभागित सम्मेलन एवं दौरा किए गए संस्थान

नाम	प्रतिभागित सम्मेलन/ दौरा किए गए संस्थान	पेपर/व्याख्यान का शीर्षक
आबिर सरकार	33वीं मीटिंग ऑफ दी एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ इंडिया नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 17-20 फरवरी 2015	हाव लेट केन दी डार्क मैटर फॉर्म इन अवर यूनिवर्स ?
	आईएजीआरजी 2015 रामन अनुसंधान संस्थान बेंगलूरू 18 – 20 मार्च 2015	हाव लेट केन दी डार्क मैटर फॉर्म इन अवर यूनिवर्स ?
अंदल नारायणन	यूनिवर्सिटी ऑफ विंडसर, कनाडा 17 अप्रैल 2014	केविटी ऑप्टो-मिकेनिकल सिस्टम्स: ए न्यू पैराडिज्म फॉर रियलाइजिंग क्वांटम इफेक्ट्स विथ लाइट एंड मिकेनिकल फोर्सेस
	कोनकोर्डिया यूनिवर्सिटी, कनाडा 5 मई 2014	केविटी ऑप्टो-मिकेनिकल सिस्टम्स: ए न्यू पैराडिज्म फॉर रियलाइजिंग क्वांटम इफेक्ट्स विथ लाइट एंड मिकेनिकल फोर्सेस
	डिस्कशन मीटिंग ऑन क्वांटम मेज़रमेंट इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस बेंगलूरू 22 – 24 अक्टूबर 2014	वीक वेल्यु एम्प्लीफिकेशन इन रेजोनेंस फ्लोरेसेंस
अनु रंजीत	इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑन इलेक्ट्रोकेमिकल साइंस एंड टेक्कनोलॉजी 2014 इलेक्ट्रोकेमिकल सोसायटी ऑफ इंडिया बेंगलूरू 7 – 9 अगस्त 2014	इलेक्ट्रोकेमिकल प्रिपरेशन ऑफ नैनोपार्टिकल मोडिफाइड सब्स्ट्रेट्स इन डीप यूटेक्टिक सॉल्वेंट्स एंड देयर एप्लीकेशंस

अर्पिता रॉय	1ली नेह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स बेंगलूरू 8 – 9 सितम्बर 2014	सुपरबबल: गेलेक्टिक आउटफ्लोज़ एंड इस्केप ऑफ आयनाइज़िंग फोटोन्स
	स्कूल ऑन दी सेंट्रल रीजन ऑफ स्पाइजर गेलेक्सीज इंटर-यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स 12 – 13 जनवरी 2015	सुपरबबल: गेलेक्टिक आउटफ्लोज़ एंड इस्केप ऑफ आयनाइज़िंग फोटोन्स
अरूण रॉय	इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी खड़गपुर 9 जुलाई 2014	फेज़ बिहेवियर ऑफ बेंट-कोर लिक्विड क्रिस्टल्स
	इंटरनेशनल कांफरेंस ऑन फ्रंटियर्स इन नैनो साइंस टेक्नोलॉजी एंड एप्लीकेशंस श्री सत्य सांई इंस्टीट्यूट ऑफ हायर लर्निंग, पुट्टपर्थी 20 – 22 दिसम्बर 2014	लिक्विड क्रिस्टल्स एज़ सॉफ्ट ऑर्गेनिक नैनो मटेरियल्स (इंवाइटेड)
आशुतोष सिंह	वर्कशॉप ऑन रीसेंट डेवलपमेंट इन क्वांटम थियोरीज बनारस हिन्दु यूनिवर्सिटी वाराणसी 19 – 24 फरवरी 2015	
	कांफरेंस ऑन यंग क्वांटम 2015 हरीश-चन्द्र रिसर्च इंस्टीट्यूट, इलाहाबाद 24 – 26 फरवरी 2015	

अविनाश देशपाण्डे	एसएएसटीआरए यूनिवर्सिटी तांजावुर 7 अप्रैल 2014	प्रोबिंग दी रेडिया स्कोईः टेक्नीक्स एंड चैलेंजेस (केएलएफ लेक्चर)
	इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ स्पेस साइंस एंट टेक्नोलॉजी त्रिवेंद्रम 16 – 17 अप्रैल 2014	फेसिनेटिंग लाइफ-स्टोरीज़ ऑफ पल्सर्स
	इंडिया-एसए फ्लेगशिप मीटिंग इंटर-यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 19 सितम्बर 2014	स्काई वाच अरे नेटवर्क - एसडब्ल्यूएएन (इंवाइटेड)
	अरेकिबो ऑब्जर्वेटरी पुअर्टो रीको 7 नवम्बर – 7 दिसम्बर 2014	ओएच मेज़र सोर्सेस इन W49N: प्रोबिंग डिफरेंशियल एनिसोट्रोपिक स्केटरिंग विथ ज़ीमान पेयर्स
	इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी कानपुर 9 – 11 जनवरी 2015	फेसिनेटिंग लाइफ-स्टोरीज़ ऑफ पल्सर्स
	प्रि-एएसआई वर्कशॉप ऑन ट्रांसिएंट्स नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स पुणे 16 फरवरी 2015	इंडियन एसडब्ल्यूएएन (स्काई वॉच अरे नेटवर्क) इनीशिएटिव (इंवाइटेड)
	33वीं मीटिंग ऑफ दी एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ इंडिया नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 17 – 20 फरवरी 2015	
	होमी भाभा सेंटर फॉर साइंस एजुकेशन मुम्बई 21 फरवरी 2015	फेसिनेटिंग लाइफ-स्टोरीज़ ऑफ पल्सर्स

	नेबरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट बेंगलूरू 27 मार्च 2015	ओएच मेज़र सोर्सेस इन W49N: प्रोबिंग डिफ रेंशियल एनिसोट्रोपिक स्केटरिंग विथ ज़ीमान पेयर्स (इंवाइटेड)
बाला अय्यर	इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, भोपाल 4 – 5 अप्रैल 2014	1. रिलेटिविस्टिक ग्रेविटेशन: फ्रॉम इंसाइट अू इंस्पीरेशन 2. लीगो-इंडिया: लोकेटिंग आइंस्टीन'स मेसेंजर्स एंड इनॉगरेटिंग ग्रेविटेशनल वेव एस्ट्रोनॉमी 3. फ्रॉम जीडब्ल्यू डिटेक्शन जीई एस्ट्रोनॉमी
	जवाहरलाल नेहरू प्लेनेटेरियम बेंगलूरू 21 मई 2014	1. फ्रॉम न्यूटोनियन ग्रेविटी टू जनरल रिलेटिविटी 2. लीगो-इंडिया: इनॉगरेटिंग ग्रेविटेशनल वेव एस्ट्रोनॉमी
	केएलईएन कॉलेज बेंगलूरू 26 जुलाई 2014	
	केलिफोर्निया इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, यूएसए 19 अगस्त 2014	दी डिटेक्शन ऑफ ग्रेविटेशनल वेव्स एंड दी टू बॉडी प्रोब्लम इन जनरल रिलेटिविटी
	लीगो-वर्गो कोलेबोरेशन मीटिंग स्टेनफोर्ड यूनिवर्सिटी, स्टेनफोर्ड 25 – 28 अगस्त 2014	रिपोर्ट ऑन लीगो-इंडिया (इंवाइटेड)
	जैन यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू 13 सितम्बर 2014	वॅाट इज़ आइंस्टीन'स जनरल रिलेटिविटी ?
	ऑल इंडिया साइंस कांग्रेस 2014 ब्रेकथ्रू साइंस सोसायटी केईबी इंजीनियर्स असोसिएशन हॉल बेंगलूरू 18 अक्टूबर 2014	

बिमन नाथ	वर्कशॉप ऑन गेलेक्सीज एंड कॉस्मोलॉजी नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 7 – 18 जुलाई 2014	फीडबैक एंड गेलेक्सी इवोल्यूशन (3 लेक्चर्स)
	गुरूचरन कॉलेज असाम 27 दिसम्बर 2014	बेसिक्स ऑफ स्टेलर स्ट्रक्चर
	वर्कशॉप ऑन ऑब्जर्वेशनल एंड कम्प्यूटेशनल एस्ट्रोफिजिक्स सेंट ज़ेवियर'स कॉलेज, कोलकाता 4 जनवरी 2015	मिल्की वे: अवर गेलेक्सी (इंवाइटेड)
	सिम्पोजियम ऑन स्ट्रक्चर एंड इवोल्यूशन ऑफ गेलेक्सीज इंटर-यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 22 जनवरी 2015	गैसीयस आउटफ्लोज़ फ्रॉम सेंटर्स ऑफ स्पाइरल गैलेक्सीज (इंवाइटेड)
	वर्कशॉप ऑन स्टेटिस्टिकल एप्लीकेशन टू कॉस्मोलॉजी एंड एस्ट्रोफिजिक्स 2015 इंडियन स्टेटिस्टिकल इंस्टीट्यूट, कोलकाता 12 फरवरी 2015	ग्रोथ ऑफ स्ट्रक्चर्स इन दी यूनिवर्स (इंवाइटेड)
	33वीं मीटिंग ऑफ दी एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ इंडिया नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 17 – 20 फरवरी 2015	
बिश्वजीत पॉल	40वीं कोस्पर साइंटिफिक असेम्ब्ली लोमोनोसोव मॉस्को स्टेट यूनिवर्सिटी, मोस्को 2 – 10 अगस्त 2014	टाइमिंग एंड स्पेक्ट्रल स्टडीज ऑफ दी अल्ट्रा-कॉम्पेक्ट बाइनरी 4U 1626-67

	कांफरेंस ऑन एक्स-रे पोलराइजेशन इन एस्ट्रोफिजिक्स - ए विंडो अबाउट टू ओपन ? अल्बनोवा यूनिवर्सिटी सेंटर, स्टोकहोल्म 25 – 28 अगस्त 2014	थॉमसन एक्स-रे पोलरीमीटर फॉर ए स्मॉल सेटेलाइट मिशन
	पहला नेह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स, बेंगलूरू 8 – 9 सितम्बर 2014	
	इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स, बेंगलूरू 21 अक्टूबर 2014	इंटरप्लानेटरी स्पेस नेविगेशन विथ एक्स-रे पल्सर्स
	वर्कशॉप ऑन न्यूट्रॉन स्टार्स नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 20 – 21 नवम्बर 2014	डीप स्पेस नेविगेशन विथ एक्स-रे पल्सर्स
	नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 24 नवम्बर 2015	बर्थ पेंग्स ऑफ एक्स-रे पोलरीमेट्री
	वर्कशॉप ऑन साइंस विथ LAXPC-एस्ट्रोसेट टीआईएफआर बलून फेसिलिटी हैदराबाद 15 – 17 दिसम्बर 2014	पल्स प्रोफाइल स्टेबिलिटी ऑफ एक्स-रे पल्सर्स एंड इट्स एप्लीकेशंस
	कांफरेंस ऑन रोबोपोल एंड पोलरीमेट्री इन एस्ट्रोनॉमी इंटर-यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 6-7 जनवरी 2015	पोलिक्स: एन एक्स-रे पोलरीमीटर

	33वीं मीटिंग ऑफ दी एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ इंडिया नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 16 – 20 फरवरी 2015	हाई एनर्जी काउंटरपार्ट्स ऑफ जायंट रेडियो पल्सेस
	कांफरेंस ऑन मॉडर्न ट्रेन्ड्स इन सोशियल एंड बेसिक साइंसेस अलिपुर्दुआर कॉलेज, नॉर्थ बंगाल यूनिवर्सिटी 27 – 28 मार्च 2015	दी यूनिवर्स एज़ सीन इन एक्स-रे
देबाशीष साहा	9वीं एनुअल यूरोपियन रिह्योलॉजी कांफरेंस, कार्लश्रुहे कन्वेंशन सेंटर, जर्मनी 9 – 11 अप्रैल 2014	इंवेस्टीगेशन ऑफ दी डायनामिकल स्लोविंग डाउन प्रोसेस इन सॉफ्ट ग्लासी कोलाइडल सस्पेंशंस: कम्पेरिजन्स विथ सुपरकूल्ड लिक्विड्स
	ओआईएसटी वर्कशॉप: डायनामिक्स एट इंटरफेसेस ओआईएसटी ग्रेजुएट यूनिवर्सिटी, ओकिनावा 9 – 13 जून 2014	इनस्टेबिलिटीज एट इंटरफेसेस बिटवीन ए न्यूटोनियन फ्लूअड एंड एन एजिंग नॉन-न्यूटोनियन फ्लूअड इन क्वासी-2डी जियोमेट्री
	जवाहरलाल नेहरू सेंटर फॉर एड्वांस्ड साइंटिफिक रिसर्च, बेंगलूरू 8 – 9 अगस्त 2014 27 – 28 मार्च 2015	इंवेस्टीगेशन ऑफ दी डायनामिकल स्लोविंग डाउन प्रोसेस इन सॉफ्ट ग्लास कोलाइडल सस्पेंशंस: कम्पेरिजन्स विथ सुपरकूल्ड लिक्विड्स (इंवाइटेड)
देबशंकर बेनर्जी	इंस्टीट्यूट दे बायोलॉजी दू डेवलपमेंट दे मार्सिल्ले फ्रांस 8 अप्रैल – 14 जून 2014	

द्वारकानाथ के एस	कांफरेंस ऑन अर्ली साइंस फ्रॉम लो-फ्रिक्वेंसी रेडियो टेलिस्कोप्स अरिज़ोना स्टेट यूनिवर्सिटी यूएसए 8 – 12 दिसम्बर 2014	क्लस्टर एंड सुपरक्लस्टर ऑब्जर्वेशंस विथ एमडब्ल्यूए
	33वीं मीटिंग ऑफ दी एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ इंडिया नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 16 – 20 फरवरी 2015	1. प्रोबिंग क्लस्टर एंड सुपर-क्लस्टर स्केल रेडियो एमिशन विथ दी एमडब्ल्यूए 2. एमडब्ल्यूए ऑब्जर्वेशंस ऑफ दी गेलेक्सी क्लस्टर ए3376
गायत्री रामन	33वीं मीटिंग ऑफ दी एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ इंडिया नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 16 – 20 फरवरी 2015	एसएएलटी ऑब्जर्वेशन ऑफ एक्स-रे पल्स रिप्रोसेसिंग इन 4U 1626-67
	नेह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट बेंगलूरू 27 मार्च 2015	एक्स-रे एंड ऑप्टिकल ऑर्बिट मॉडुलेशन ऑफ ईएक्सओ 0748-676: ए कोवेरिएबिलिटी स्टडी यूजिंग एक्सएमएम-न्यूटन
	पल्सर कम्यूनिटी मीट इन दी एसकेए वर्कशॉप नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 20 – 21 नवम्बर 2014	एसएएलटी ऑब्जर्वेशन ऑफ एक्स-रे पल्स रिप्रोसेसिंग इन 4U 1626-67
गीता एस	वर्कशॉप ऑन सिक्स सिग्मा फॉर एलआईएस प्रोफेशनल्स रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट बेंगलूरू 28 जून 204	

	इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स बेंगलूरू 30 जुलाई 2014	
	पैनल डिस्कशन: बुक्स एंड टेब्लेट्स – लाइब्रेरियन्स डे रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट बेंगलूरू 12 अगस्त 2014	
	नेशनल सेमिनार ऑन इंहेंसिंग एक्सेस टू लाइब्रेरी रिसोर्सेस जैन यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू 14 अक्टूबर 2014	
	इनॉगरेशन ऑफ नेशनल लाइब्रेरी वीक मैक्स म्यूलर भवन, बेंगलूरू 14 नवम्बर 2014	
	पूर्ण प्रज्ञना एजुकेशन सेंटर बेंगलूरू 17 नवम्बर 2014	
	बेंगलूर यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू 19 नवम्बर 2014	
	सेमिनार ऑफ बिग डाटा एंड ई-साइंस रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट बेंगलूरू 12 जनवरी 2015	
	डॉ एस आर रंगनाथन मेमोरियल लेक्चर्स ऑन डिजीटल लाइब्रेरीज: रिडिफाइनिंग बाउंड्रीज एंड पर्सेप्शंस पीईएस यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू 3 फरवरी 2015	

हेमा रामचन्द्रन	यूनिवर्सिटी ऑफ रेन्नेस 8 – 16 सितम्बर 2014 19 – 25 सितम्बर 2014	
	इंस्टीट्यूट ऑफ नैनो साइंसेस, पेरिस 18 सितम्बर 2014	
	इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, कोलकाता 6 दिसम्बर 2014	
	12वीं इंटरनेशनल कांफरेंस ऑन फ इबर ऑप्टिक्स एंड फोटॉनिक्स इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी खड़गपुर 13 – 16 दिसम्बर 2014	1. टेलरिंग फोटॉन नम्बर डिस्ट्रीव्यूशंस इन क्लासिकल लाइट सोर्सेस (इंवाइटेड) 2. टाइम-डिलेय्ड इंटेंसिटी-इंटरफेरोमेट्री विथ लाइट फ्रॉम लेज़र-कूल्ड एटम्स
जेकब राजन	कांफरेंस ऑन IPv6 फॉर इंटरप्राइजेस सेंटर फॉर डेवलपमेंट ऑफ एड्वांस्ड कम्प्यूटिंग नॉलेज पार्क, बेंगलूरू 8 अगस्त 2014	
जगदीश राचुरी	इंटरनेशनल कांफरेंस ऑन इलेक्ट्रोकेमिकल साइंस एंड टेक्नोलॉजी 2014 इलेक्ट्रोकेमिकल सोसायटी ऑफ इंडिया बेंगलूरू 7 – 9 अगस्त 2014	इलेक्ट्रोकेमिकल स्टडीज ऑन लिपिड मॉडिफाइड फिल्म ऑन आईटीओ

जगदीश सी जोशी	पहली नैह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफि जिक्स बेंगलूरू 8 – 9 सितम्बर 2014	हाव मेनी ऑफ दी ऑब्जर्व्ड न्यूट्रीनो इवेंट्स एट आईस क्यूब केन बी डिस्क्राइब बाय कॉस्मिक रे इंटरेक्शंस इन दी मिल्की वे
जोसेफ सेमुअल	यूनिवर्सिटी ऑफ बोलोग्ना इटली 28 अप्रैल – 2 मई 2014	सर्फेस टेंशन एंड दी कॉस्मोलॉजिकल कांस्टेंट
	यूनिवर्सिटी ऑफ नेप्लेस इटली 2 – 10 मई 2014	सर्फेस टेंशन एंड दी कॉस्मोलॉजिकल कांस्टेंट
	यूनिवर्सिटी ऑफ डरहम यूनाइटेड किंग्डम 10 – 17 मई 2014	सर्फेस टेंशन एंड दी कॉस्मोलॉजिकल कांस्टेंट
	मीटिंग ऑफ दी क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी एडिटोरियल बोर्ड लंदन 30 जून 2014	
	क्राइस्ट कॉलेज बेंगलूरू 21 नवम्बर 2014	डाइवर्जेंट सिरीज एंड एप्लीकेशंस इन फिजिक्स
करमवीर कौर	पहली नैह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफि जिक्स बेंगलूरू 8 – 9 सितम्बर 2014	
	विंटर स्कूल ऑन दी सेंट्रल रीजन्स ऑफ गेलेक्सीज इंटर-यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स पुणे 12 – 23 जनवरी 2015	

	नैह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट बेंगलूरू 27 मार्च 2015	
कार्तिक चन्द्र सरकार	33वीं मीटिंग ऑफ दी एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ इंडिया नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 17 – 19 फरवरी 2015	आउटफ्लो फ्रॉम डिस्क गेलेक्सीज: इफेक्ट ऑफ हॉट हैलो एंड राइज ऑफ फर्मी बबल्स
	नैह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट बेंगलूरू 27 मार्च 2015	हाव डू सुपरनोवा ड्रिवेन आउटफ्लोज वेड थ्रू दी गैस इन दी गेलेक्टिक्स हैलो ?
कार्तिक एच एस	इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस बेंगलूरू 22 – 24 अक्टूबर 2014	इक्वीवेलेंस बिटवीन ज्वाइंट अनशार्प मेज़रमेंट्स एंड पोजिटिविटी ऑफ मोमेंट मेट्रिक्स
	यंग क्वांटम 2015 हरीश-चन्द्र रिसर्च इंस्टीट्यूट, इलाहाबाद 24 – 26 फरवरी 2015	ज्वाइंट मेजरेबिलिटी, स्टीयरिंग एंड एंट्रोपिक अनसर्टेनिटी
कृष्णमूर्ति एस	कांफरेंस ऑन IPv6 फॉर इंटरप्राइजेस सेंटर फॉर डेवलपमेंट ऑफ एड्वांस्ड कम्प्यूटिंग नॉलेज पार्क, बेंगलूरू 8 अगस्त 2014	
लक्ष्मी सरीपल्ली	ब्रांडिस यूनिवर्सिटी, यूएसए 22 – 30 अक्टूबर 2014	जायंट्स अमंग रेडियो गेलेक्सीज

	ऑस्ट्रेलियन नेशनल यूनिवर्सिटी ऑस्ट्रेलिया 13 – 23 नवम्बर 2014	
	येल-एनयूएस लिबरल आर्ट्स कॉलेज सिंगापोर 1 – 7 मार्च 2015	1. इंटरकनेक्शंस - एन एस्ट्रोनॉमर्स डायरी 2. रेडियोगेलेक्सीज
	कांफरेंस ऑन फ्यूचर ऑफ लिबरल आर्ट्स क्राउन प्लाज़ा होटल इन रोहिनी न्यू दिल्ली 18 – 22 मार्च 2015	स्टूडेंट पर्सपेक्टिव्स : व्यू फ्रॉम दी फिजिकल साइंसेस
लीजो जॉर्ज थॉमस	पहली नैह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स बेंगलूरू 8 – 9 सितम्बर 2014	
	33वीं मीटिंग ऑफ दी एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ इंडिया नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 17 – 20 फरवरी 2015	एमडब्ल्यूए ऑब्जर्वेशंस ऑफ दी गेलेक्सी क्लस्टर एबिल 3376
मदन राव	यूनिवर्सिटी ऑफ एईक्स-मार्सिल्लेस मार्सिल्लेस 12 मई 2014	एक्टिव मिकेनिक्स ऑफ सेल सर्फेस कम्पोजीशन
	यूनिवर्सिटी ऑफ एईक्स-मार्सिल्लेस मार्सिल्लेस 26 मई 2014	एक्टिव मिकेनिक्स ऑफ इंफोर्मेशन प्रोसेसिंग एट दी सेल सर्फेस

	जॉर्डन रिसर्च कांफ्रेंस ऑन बायोइंटरफेसेस रेनैसेंस ट्यूसकेनी Il कियोक्को लूका (बार्गा), इटली 15 – 19 जून 2014	
	IUPAP इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑन बायोलॉजिकल फिजिक्स इंस्टीट्यूट ऑफ फिजिक्स, बीजिंग 20 – 22 जून 2014	एक्टिव मिकेनिक्स ऑफ इंफोर्मेशन प्रोसेसिंग एंड कम्प्यूटेशन एट दी सेल सर्फेस
	सीएसआरसी वर्कशॉप – स्टेटिस्टीकल फिजिक्स ऑफ एक्टिव मैटर कम्प्यूटेशनल साइंस रिसर्च सेंटर, बीजिंग 24 – 25 जून 2014	एक्टिव मिकेनिक्स ऑफ सेलुलर कम्प्यूटेशन
	सिमन्स मानसून स्कूल नेशनल सेंटर फॉर बायोलॉजिकल साइंसेस, बेंगलूरू 21-26 जुलाई 2014	सॉफ्ट बायोलॉजिकल मैटर: फिजिक्स ऑफ लिविंग मैटर
	इंटरनेशनल कांफरेंस ऑन सॉफ्ट मटेरियल्स मालविय नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, जयपुर 6 – 10 अक्टूबर 2014	एक्टिव कम्प्यूटेशनल फ्लूअड्स
	सॉफ्टकॉम्प टॉपिकल वर्कशॉप: प्रोटीन्स एंड नैनोपार्टिकल्स @ मेम्ब्रेन्स फोर्श्चुन्गश्जेन्ट्रम ज्लिच जर्मनी 19 – 22 अक्टूबर 2014	एक्टिव कम्पोजिट सेल सर्फेस: एक्टिव क्लस्टरिंग एंड एक्टिव मेम्ब्रेन डिफॉर्मेशन
	एएससीबी/आईएफसीबी 2014 मीटिंग अमेरिकन सोसायटी फॉर सेल बायोलॉजी फिलाडेल्फिया 6 दिसम्बर 2014	1. एक्टिव कम्पोजिट सेल सर्फेस एंड इट्स इम्प्लीकेशंस 2. फिजिकल मॉडल्स फॉर ऑर्गेनेल बायोजिनेसिस एंड मॉर्फोलॉजी

	इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे 15 दिसम्बर 2014	एक्टिव बायोलॉजिकल मैटर: फिजिक्स ऑफ लिविंग मैटर (लेक्चर सिरीज)
	प्रो. संजय के बिश्वास मेमोरियल लेक्चर इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस बेंगलूरू 24 जनवचरी 2015	मिकेनिक्स ऑफ इंफोर्मेशन प्रोसेसिंग इन दी सेल
	नेशनल सेंटर फॅार बायोलॉजिकल साइंसेस, बेंगलूरू 4 – 6 फरवरी 2015	एक्टिव कंट्रोल ऑफ क्लस्टरिंग एंड सेग्रीगेशन एट दी सेल सर्फेस
माधवन वरदराजन	सेंट स्टीफन कॉलेज दिल्ली 26 – 30 सितम्बर 2014	क्वांटम ग्रेविटी
	जवाहरलाल नेहरू सेंटर फॉर एड्वांस्ड साइंटिफिक रिसर्च बेंगलूरू 21 अक्टूबर 2014	क्वांअम ग्रेविटी: ए व्यू फ्रॉम जनरल रिलेटिविटी
	आईएजीआरजी 2015 रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट बेंगलूरू 18 – 20 मार्च 2015	केनोनिकल ग्रेविटी: स्पेसटाइम कोवेरिएंस, क्वांटाइजेशन एंड ए न्यू क्लासिकल आइडेंटिटी (इंवाइटेड, प्लेनरी)
मंजुनाथ एम	वर्कशॉप ऑन प्रजेंटेशन स्किल्स फ ॉर लाइब्रेरी एंड इंफोर्मेशन प्रोफे शनल्स कर्नाटक स्टेट लाइब्रेरी असोसिएशन, बेंगलूरू 26 – 27 सितम्बर 2014	

	KanOE: सेंटर फॉर नॉलेज एनालिटिक्स एंड ओंटोलॉजिकल इंजीनियरिंग वर्कशॉप शारदा रंगनाथन सेंटर फॉर इंफ र्मेशन स्टडीज, बेंगलूरू 3 फरवरी 2015	
मयूरी एस	ऑस्ट्रेलियन नेशनल यूनिवर्सिटी ऑस्ट्रेलिया 26 जून 2014	ऑन दी डिटेक्शन ऑफ स्पेक्ट्रल रिप्पल्स फ्रॉम दी ईपोच ऑफ रिकाम्बीनेशन
	हार्ली वूड विंटर स्कूल सिडनी 17 – 20 जुर्ला 2014	
	सीएएसएस रेडिया एस्ट्रानॉमी स्कूल ऑस्ट्रेलिया टेलिस्कोप कॉम्पेक्ट अरे, नर्राब्री 29 सितम्बर – 3 अक्टूबर 2014	
	माउंट स्ट्रोम्लो क्रिस्मस सेमिनार्स माउंट स्ट्रोम्लो ऑब्जर्वेटरी ऑस्ट्रेलिया 13 – 14 नवम्बर 2014	दी हिडेन मेसेज फ्रॉम दी फर्स्ट एटम्स
	अर्ली केरियर रिसर्चर'स वर्कशॉप यूनिवर्सिटी ऑफ क्वीन्सलैंड ऑस्ट्रेलिया 18 नवम्बर 2014	
	CAASTRO एनुअल रिट्रीट 2014 एआरसी सेंटर ऑफ एक्सीलेंस फ ॉर ऑल-स्काई एस्ट्रोफिजिक्स, ऑस्ट्रेलिया 19 – 21 नवम्बर 2014	ऑन दी डिटेक्शन ऑफ स्पेक्ट्रल रिप्पल्स फ्रॉम दी ईपोच ऑफ रिकाम्बीनेशन

	नेह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट बेंगलूरू 27 मार्च 2015	
मीना एस	एन आई डेज - टेक्निकल सेमिनार ऑन लैब व्यू एंड ग्राफिकल सिस्टम डिजाइन निम्हान्स कंवेन्शनल हॉल बेंगलूरू 17 सितम्बर 2014	
	अल्नेट एक्स-फेस्ट 2014 अल्नेट इंडिया बेंगलूरू 9 दिसम्बर 2014	
मीरा बी एम	इंटरनेशनल कांफरेंस ऑन लाइब्रेरी एंड इंफोर्मेशन सर्विसेस इन एस्ट्रोनॉमी VII: ओपन साइंस एट दी फ्रंटियर्स ऑफ लाइब्रेरियनशिप आईएनएएफ- एस्ट्रोनॉमिकल ऑब्जर्वेटरी ऑफ केपोडिमोंटे इटली 17 – 20 जून 2014	प्रोडक्टिविटी ऑफ इंडियन टेलिस्कोप: इम्पेक्ट एनालिसिस थ्रू साइंटोमेट्रिक मेथड्स
	स्प्रिंगर ई-बुक समिट, हिल्टन होटल, गोवा 21 – 23 सितम्बर 2014	चेंजिंग डायमेंशंस ऑफ लाइब्रेरियनशिप एंड लाइब्रेरी सर्विसेस विथ डिजीटल कंटेंट (इंवाइटेड)
	कांफरेंस ऑन ओपन एक्सेस सार्क सीएसआईआर – यूआरडीआईपी, पुणे 13 – 14 अक्टूबर 2014	इम्प्रिंट्स कलेक्शन: ए वेल्यू एडिशन टू ओपन एक्सेस रिसोर्सेस ऑफ आरआरआई

	इनॉगरेशन ऑफ नेशनल लाइब्रेरी वीक मैकस म्यूलर भवन, बेंगलूरू 14 नवम्बर 2014	
	पीईएस इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी बेंगलूरू 4 फरवरी 2015	
मीरा थॉमस	कांफरेंस ऑन न्यूट्रॉन स्टार फिजिक्स विथ दी स्क्वेयर किलोमीटर अरे नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 20 – 21 नवम्बर 2014	ऑर्बिटल इवोल्यूशन ऑफ दी इक्लिप्सिंग HMXB 4U 1700-37
	33वीं मीटिंग ऑफ एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ इंडिया नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 17 – 20 फरवरी 2015	लोंग टर्म एवरेज्ड एंड कम्पोजिट स्पेक्ट्रम ऑफ एक्स-रे बाइनरीज
	पहली नेह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स बेंगलूरू 8 – 9 सितम्बर 2014	इफेक्ट ऑफ वेरिएबिलिटी ऑफ एक्स-रे बाइनरीज ऑन एक्स-रे लूमिनोसिटी फंक्शंस ऑफ मिल्की वे
नफीसा अफ्ताब	पहली नेह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स बेंगलूरू 8 – 9 सितम्बर 2014	

	नेह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट बेंगलूरू 27 मार्च 2015	
नागराज एम एन	इंटरनेशनल कांफरेंस ऑन लाइब्रेरी एंड इंफोर्मेशन सर्विसेस इन एस्ट्रोनॉमी VII: ओपन साइंस एट दी फ्रंटियर्स ऑफ लाइब्रेरियनशिप आईएनएएफ-एस्ट्रोनॉमिकल ऑब्जर्वेटरी ऑफ केपोडिमोंटे, इटली 17 – 20 जून 2014	इन्हेंसिंग एक्सेस टू ऑडियो एंड वीडियो कलेक्शन ऑफ रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट लाइब्रेरी थ्रू डिजीटाइजेशन
	वर्कशॉप ऑन प्रजेंटिंग स्किल्स शारदा रंगनाथन एंडोमेंट फॉर लाइब्रेरी साइंस, बेंगलूरू 26 – 27 सितम्बर 2014	
	इंटरेक्टिव लाइब्रेरी इवेन्ट होटल ले मेरिडियन, बेंगलूरू 21 नवम्बर 2014	
	डॉ एस आर रंगनाथन मेमोरियल लेक्चर ऑन डिजीटल लाइब्रेरीज: रिडिफाइनिंग बाउंडरीज एंड परसेप्शंस पीईएस यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू 3 फरवरी 2015	
नयनतारा गुप्ता	नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 18 अगस्त 2014	इलेक्ट्रॉन्स, पोजिट्रॉन्स एंड फर्मी बबल्स

नज़मा इस्लाम	पहली नेह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफि जिक्स बेंगलूरू 8 – 9 सितम्बर 2014	इफेक्ट ऑफ वेरिएबिलिटी ऑफ एक्स-रे बाइनरीज ऑन एक्स-रे लूमिनोसिटी फंक्शंस ऑफ मिल्की वे
	कांफरेंस ऑन न्यूट्रान स्टार फि जिक्स विथ दी स्क्वेयर किलोमीटर अरे नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफि जिक्स, पुणे 20 – 21 नवम्बर 2014	ऑर्बिटल इवोल्यूशन ऑफदी इक्लिप्शिंग HMXB 4U 1700-37
	33वीं मीटिंग ऑफ एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ इंडिया नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफि जिक्स, पुणे 17 – 20 फरवरी 2015	लोंग टर्म एवरेज्ड एंड कम्पोजिट्स स्पेक्ट्रम ऑफ एक्स-रे बाइनरीज
प्रमोद पुलर्कट	इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस बेंगलूरू 7 अगस्त 2014	एक्टिव मिकेनिक्स एंड स्पेस इनस्टेबिलिटीज इन एक्ज़ंस
	नेशनल वर्कशॉप ऑन फ्लोरेसेंस एंड रामन टेक्नीक्स इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे 14 – 22 दिसम्बर 2014 अक्टूबर एंड नवम्बर 2014	रिह्योलॉजिकल स्टडीज ऑन एक्ज़ंस यूजिंग ए होम-डेवलप्ड माइक्रो-एक्सटेंसन रिह्योमीटर (इंवाइटेड)
	काम्पलेक्स फ्लूअड्स सिम्पोजियम कॉम्प्फ्लू 2014 जवाहरलाल नेहरू सेंटर फॉर एड्वांस्ड साइंटिफिक रिसर्च बेंगलूरू 22 – 24 दिसम्बर 2014	रिह्योलॉजिकल स्टडीज ऑन एक्ज़ंस यूजिंग ए होम-डेवलप्ड माइक्रो-एक्सटेंसन रिह्योमीटर (इंवाइटेड)

	मीटिंग ऑन इंटरडिसीप्लीनरी एप्रोच टू बायोलॉजिकल साइंसेस इंडियन असोसिएशन फॉर दी कल्टीवेशन ऑफ साइंस, कोलकाता 2 – 3 फरवरी 2015	हाव एक्टिन साइटोस्केल्टन कपल सेल स्प्रेडिंग टू न्यूक्लियर जियोमेट्री ? (इंवाइटेड)
	मीटिंग ऑन करेंट ट्रेंड्स इन कंडेंस्ड मैटर फिजिक्स, नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, भुवनेश्वर 19 – 22 फरवरी 2015	हाव एक्टिन साइटोस्केल्टन कपल सेल स्प्रेडिंग टू न्यूक्लियर जियोमेट्री ? (इंवाइटेड)
	इमर्जिंग कंसेप्ट्स ऑफ न्यूरोनल साइोस्केल्टन चिली 22 – 26 मार्च 2015	शेप डायनामिक्स एंड मिकेनिकल रिस्पोंसेस ऑफ एक्ज़ांस
प्रसाद वी वी	वर्कशॉप ऑन एड्वांसेस इन नॉनइक्वीलिब्रियम स्टेटिस्टिकल मिकेनिक्स गेलीलियो गेलीली इंस्टीट्यूट फॉर थियोरेटिकल फिजिक्स, फ्लोरेंस 25 मई – 5 जुलाई 2014	हाई-एनर्जी टेल ऑफ दी विलोसिटी डिस्ट्रीब्यूशन ऑफ ड्रिवेन इनइलास्टिक मैक्सवेल गैसेस
	स्टेटफिज - कोलकाता VIII एस एन बोस नेशनल सेंटर फॉर बेसिक साइंसेस, कोलकाता 1 – 5 दिसम्बर 2014	ड्रिवेन इनइलास्टिक मैक्सवेल गैसेस
	इंडियन स्टेटिस्टिकल फिजिक्स कम्यूनिटी मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस बेंगलूरू 13 – 15 फरवरी 2015	
प्रतिभा आर	इंस्टीट्यूट एट जोज़फ स्टीफन, स्लोवेनिया 1 – 11 अप्रैल 2014	

	21वीं नेशनल कांफरेंस ऑन लिक्विड क्रिस्टल्स सीएसजेएम यूनिवर्सिटी, कानपुर 10 – 12 नवम्बर 2014	किरल सेग्रीगेशन इंड्यूस्ड बाय इलेक्ट्रिक फ ील्ड्स इन दी डार्क कांग्लोमिरेट लिक्विड क्रिस्टल (इंवाइटेड)
प्रियंका सिंह	वर्कशॉप ऑन गेलेक्सीज एंड कॉस्मोलॉजी नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 7 – 18 जुलाई 2014	
	समर स्कूल ऑन कॉस्मोलॉजी इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरेटिकल फिजिक्स, त्रिस्ते 4 – 15 अगस्त 2014	सेकण्डरी सीएमबी डिस्टोर्शन फ्रॉम सर्कम-गेलेक्टिक मीडियम
	पहला नैह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स, बेंगलूरू 8 – 9 सितम्बर 2014	
	टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुम्बइ्र 5 – 14 जून 2014 18 – 31 दिसम्बर 2014	
	33वीं मीटिंग ऑफ दी एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ इंडिया नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 27 मार्च 2015	सीएमबी डिस्टोर्शन सर्कम-गेलेक्टिक मीडियम फ्र ॉम एंड इट्स डिटेक्टेबिलिटी
	नेह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट बेंगलूरू 27 मार्च 2015	

रघुनाथन वी ए	मैक्रो 2015 इंटरनेशनल सिम्पोजियम ऑन पॉलिमर साइंस एंड टेक्नोलॉजी 23 – 26 जनवरी 2015	ट्यूनिंग दी आर्किटेक्चर ऑफ डीएनए-एम्फिफिले कॉम्प्लेक्सेस विथ काउंटेरियन्स (इंवाइटेड)
राहुल सावंत	20वीं नेशनल कांफरेंस ऑन एटॉमिक एनर्जी एंड मॉलेक्यूलर फिजिक्स इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ स्पेस साइंस एंड टेक्नोलॉजी, त्रिवेंद्रम 9 – 12 दिसम्बर 2014	ऑप्टिकल बाइस्टेबिलिटी इन ए सिस्टम इफ मल्टी-लेवल एटम्स एंड केविटी
	विज़मान इंस्टीट्यूट ऑफसाइंस इज़रायल 10 – 13 मार्च 2015	
राज होसैन	दी इंडियन स्टेटिस्टिकल फिजिक्स मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस बेंगलूरू 13 – 15 फरवरी 2015	डिफ्यूज़न ऑफ पेसिव पार्टिकल्स इन एन एक्टिव मीडियम
राजऋषि बासक	आईसीटीएस लाइट-मैट 2014 इंडियन असोसिएशन फॉर दी कल्टीवेशन ऑफ साइंस, कोलकाता 8 – 22 दिसम्बर 2014	
रंजिनी बंद्योपाध्याय	बेंगलूरू यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू 2 अप्रैल 2014	सॉफ्ट मैटर (इंवाइटेड)
	9वां एनुअल यूरोपियन रिह्योलॉजी कांफरेंस कार्लश्रुहे कन्वेंशन सेंटर, जर्मनी 21 – 24 मई 2014	स्केलिंग लॉ इन कन्वेक्शन-ड्रिवेन ब्राजील नट इफेक्ट (इंवाइटेड)

	इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस बेंगलूरू 7 अगस्त 2014	एक्सपेरिमेंट्स विथ राइजिंग ब्राजील नट्स एंड एजिंग कोलाइडल सस्पेंशंस (इंवाइटेड)
	डिस्कशन मीटिंग ऑन ग्लासेस एंड ग्लोस फॉर्मर्स जवाहरलाल नेहरू सेंटर फॉर एड्वांस्ड साइंटिफिक रिसर्च बेंगलूरू 8 – 9 अगस्त 2014	
	नागोया यूनिवर्सिटी, जापान 26 सितम्बर 2014	दी डायनामिकल स्लोविंग डाउन प्रोसेस इन सॉफ्ट कोलाइडल ग्लासेस ऑफ चार्ज्ड डिस्क
	कॉम्पलेक्स फ्लुअड्स सिम्पोजियम जवाहरलाल नेहरू सेंटर फॉर एड्वांस्ड साइंटिफिक रिसर्च बेंगलूरू 24 दिसम्बर 2014	एक्सपेरिमेंटल स्टडीज ऑफ दी एजिंग डायनामिक्स ऑफ कोलाइडल क्ले सस्पेंशंस (इंवाइटेड)
	दी इंडियन स्टेटिस्टीकल फिजिक्स मीटिंग्स इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस बेंगलूरू 13 फरवरी 2015	डायनामिक्स ऑफ ए सस्पेंशन ऑफ चार्ज्ड डिस्क
	यूनिलीवर रिसर्च एंड डेवलपमेंट, बेंगलूरू 27 फरवरी 2015	दी क्यूरियस केस ऑफ सॉफ्ट मैटर (इंवाइटेड)
रवि सुब्रह्मण्यन	ऑस्ट्रेलियन नेशनल यूनिवर्सिटी, ऑस्ट्रेलिया 17 मार्च – 13 अप्रैल 2014 13 – 23 नवम्बर 2014	एक्स्ट्रागेलेक्टिक बैकग्राउंड लाइट एट लोंग वेवलेंथ्स: ए ट्रेसर ऑफ कॉस्मिक इवोल्यूशन
	यूनिवर्सिटी ऑफ वेस्टर्न ऑस्ट्रेलिया, ऑस्ट्रेलिया 14-18 अप्रैल 2014	एक्स्ट्रागेलेक्टिक बैकग्राउंड लाइट एट लोंग वेवलेंथ्स: ए ट्रेसर ऑफ कॉस्मिक इवोल्यूशन

	यूआरएसआई-जीए 2014 मीटिंग चीन 18 – 23 अगस्त 2014	सिग्नेचर्स इन दी कॉस्मिक रेडियो बैकग्राउंड फ्रॉम स्पिन फ्लिप एंड रिकॉम्बीनेशन इन कॉस्मोलॉजिकल हाइड्रोजन
	एस्ट्रोनॉमी इंस्टीट्यूट नीदरलैण्ड इंस्टीट्यूट फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी दी नीदरलैण्ड 8 – 10 अक्टूबर 2014	
	ब्रांडिस यूनिवर्सिटी बोस्टन 21 – 30 अक्टूबर 2014	इवोल्यूशन ऑफ दी यूनिवर्स स्केच्ड इन दी लाइट ऑफ दी नाइट स्काई
	यूनिवर्सिटी ऑफ सिडनी ऑस्ट्रेलिया 13 – 23 नवम्बर 2014	
रेजी फिलिप	कांफरेंस ऑन रीसेंट एड्वांसेस इन ऑप्टिकल साइंसेस यूनिवर्सिटी ऑफ हैदराबाद 26 – 27 अप्रैल 2014	दी इफेक्ट ऑफ फिजिकल फिनोमिना ऑन ऑप्टिकल नॉनलीनियरिटी इन नैनोस्ट्रक्चर्ड मटेरियल्स (इंवाइटेड)
	नेशनल सेमिनार ऑन नैनोफ ोटॉनिक्स एम जी यूनिवर्सिटी, कोट्टायम 26 जून 2014	नैनोफोटॉनिक्स टेक्नोलॉजीस (इंवाइटेड)
	फेकल्टी डेवलपमेंट प्रोग्राम नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी केलिकट 2 जुलाई 2014	नैनोफोटॉनिक्स टेक्नोलॉजीस
	स्टेट लेवल साइंस फेस्टिवल ऑफ दी ब्रेकथ्रू साइंस सोसायटी एमईएस डिग्री कॉलेज बेंगलूरू 26 जुलाई 2014	प्लाज्मास फ्रॉम लेज़र्स

	नेशनल सेमिनार ऑन करेंट ट्रेन्ड्स इन मटेरियल्स साइंस एक्विनास कॉलेज, ईडा कोचीन 13 – 14 अगस्त 2014	नैनोफोटॉनिक्स (इंवाइटेड)
	दूसरा डीएई-बीआरएनएस थीम मीटिंग आून अल्ट्राफास्ट साइंस मणिपाल यूनिवर्सिटी, मणिपाल 30 अक्टूबर – 1 नवम्बर 2014	1. टाइटल: एक्सीलरेशन ऑफ न्यूट्रल्स इन एन अल्ट्राफास्ट लेज़र प्रोड्यूस्ड Zn प्लाज्मा (इंवाइटेड) 2. टाइटल: स्पेक्ट्रल डिस्पर्शन ऑफ अल्ट्राफास्ट ऑप्टिकल लिमिटिंग इन रिड्यूस्ड ग्रेफीन ऑक्साइड
	नेशनल सेमिनार ऑन फेसिट्स ऑफ फिजिक्स प्रोविडेंस कॉलेज, केलिकट 6 – 7 नवम्बर 2014	नैनोफोटॉनिक्स (इंवाइटेड)
	स्वदेशी साइंसेस कांग्रेस मलयालय यूनिवर्सिटी केरल 6 – 8 नवम्बर 2014	ऑप्टिकल टाइम ऑफ फ्लाइट मेज़रमेंट्स ऑफ लेज़र प्रोड्यूस्ड मेटल प्लाज्मास: शॉर्ट-पल्स एंड अल्ट्राफास्ट एक्साइटेशंस (इंवाइटेड)
	एनर्जी मटेरियल्स नैनोटेक्नोलॉजी 2014 फॉल मीटिंग, हिल्टन होटल, यूएसए 22 – 25 नवम्बर 2014	नॉनलीनियर ऑप्टिकल एब्जॉर्पशन प्रोपर्टीज ऑफ LBMO/ZnO/LAO थिन फिल्म्स (इंवाइटेड)
	29वीं नेशनल सिम्पोजियम ऑन प्लाज्मा साइंस एंड टेक्नोलॉजी एम जी यूनिवर्सिटी, कोट्टायम 7 – 11 दिसम्बर 2014	1. एक्सपेंशन डायनामिक्स ऑफ ए लेज़र प्रोड्यूस्ड Zn प्लाज्मा: शॉर्ट-पल्स एंड अल्ट्राफास्ट एक्साइटेशंस (इंवाइटेड) 2. नैनोसेकण्ड एंड फेम्टोसेकण्ड लेज़र प्रोड्यूस्ड एलुमीनियम प्लाज्मास: ए कम्पेरेटिव स्टडी 3. एक्साइटेशन एनर्जी डिपेंडेंस ऑफ डाइ फ्लोरेसेंस लाइफटाइम इन दी प्रजेंस ऑफ मेटल नैनोपार्टिकल्स

	इंटरनेशनल कांफरेंस ऑन फ्रंटियर्स इन नैनोसाइंस टेक्नोलॉजी एंड एप्लीकेशंस SSSIHL प्रशांति निलयम 20 – 22 दिसम्बर 2014	अल्ट्राफास्ट लेज़र-इंड्यूस्ड प्लाज्मास फॉर नैनोपार्टिकल जनरेशन: कम्पेरिजन विथ कंवेंशनल केमिकल रूट्स (इंवाइटेड, कीनोट)
	एम वी जे कॉलेज बेंगलूरू 27 फरवरी 2015	लेज़र्स एंड देयर एप्लीकेशंस
	केरल यूनिवर्सिटी त्रिवेंद्रम 2 – 6 मार्च 2015	1. लेज़र बेसिक्स 2. अल्ट्राफास्ट लेज़र्स 3. नॉनलीनियर ऑप्टिक्स 4. नैनोफोटॉनिक 5. लेज़र प्रोड्यूस्ड प्लाज्मास
रिशिन पी वी	स्पेस एस्ट्रोनॉमी ग्रुप इंडियन स्पेस रिसर्च ऑर्गेनाइजेशन, बेंगलूरू 2 मई 2014	एक्स-रे पोलरीमीटर – पोलिक्स डिजाइन एंड डेवलपमेंट स्टेटस (इंवाइटेड)
सादिक रंगवाला	557 विल्हेल्म अंड एल्स हिरॉस – सेमिनार - ट्रेप्ड आयन्स मीट कोल्ड एटम्स विल्हेल्म अंड एल्स हिरॉस फाउंडेशन, जर्मनी 27 – 29 मार्च 2014	केविटी इन्क्लोज्ड हाइब्रिड ट्रेप फॉर आयन्स, एटम्स एंड मॉलेक्यूल्स
	डिस्कशन मीटिंग ऑन क्वांटम मेज़रमेंट्स इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस बेंगलूरू 22 – 24 अक्टूबर 2014	
	इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी चेन्नई 29 अक्टूबर 2014	डान्स ऑफ आयन्स एंड एटम्स इन ए हॉल ऑफ मिरर्स

	आईसीटीएस लाइट-मैट 2014 इंडियन असोसिएशन फॉर दी कल्टीवेशन ऑफ साइंस, कोलकाता 19 – 22 दिसम्बर 2014	हाइब्रिड ट्रेप्स फॉर आयन्स, एटम्स एंड लाइट फ ॉर दी स्टडी ऑफ इंटरेक्शंस
	11वीं एशियन एटॉमिक एंड मॉलेक्यूलर फिजिक्स सेमिनार सेनडई यूनिवर्सिटी, जापान 5 – 10 अक्टूबर 2014	
	पंजाब यूनिवर्सिटी, चंडीगढ़ 25 फरवरी 2015	चेसन
	वैज़मान इंस्टीट्यूट, इज़रायल 10 – 13 मार्च 2015	कपल्ड एटम-केविटी फिजिक्स: डिफरेंट क्लोज्ड एंड ओपन सिस्टम्स
	वर्कशॉप ऑन क्वांटम इंफोर्मेशन एंड क्वांटम डायनामिक्स इन आयन ट्रेप्स कार्लटन होटल, इज़रायल 14 – 19 मार्च 2015	
शमीम अली	88वां एसीएस कोलाइड्स एंड सर्फेस साइंस सिम्पोजियम, यूनिवर्सिटी ऑफ पेन्सिलवानिया, यूएसए 22 – 25 जून 2014	यूजिंग अल्ट्रासाउंड मेथड फॉर दी इवेलुएशन ऑफ डिस्पर्सिबिलिटी एंड स्टेबिलिटी ऑफ क्ले कोलाइड्स इन एक्वस सस्पेंशंस
	आईआरटीजी-4थी सोमास स्कूल "सॉफ्ट मटेरियल्स अंडर एक्सटर्नल कांस्ट्रेन्ट्स" इंटरनेशनल रिसर्च ट्रेनिंग ग्रुप फ्र ांस 6 – 11 जुलाई 2014	एक्वस सस्पेंशंस ऑफ चार्ज्ड क्ले मिनरल्स: डिस्पर्सिबिलिटी, स्टेबिलिटी एंड रिह्योलॉजिकल रिस्पोंस
	जॉर्ज-अगस्त-यूनिवसिटेट गोटिंघन जर्मनी 14 जुलाई 2014	नेचुरल क्ले सस्पेंशंस: डिस्पर्सिबिलिटी, स्टेबिलिटी एंड रिह्योलॉजिकल बिहेवियर

	मोंटपेलियर यूनिवर्सिटी 2 फ्रांस 17 जुलाई 2014	एक्वस सस्पेंशंस ऑफ चार्ज्ड क्ले मिनरल्स: डिस्पर्सिबिलिटी, स्टेबिलिटी एंड रिह्योलॉजिकल रिस्पोंस
	लिक्विड्स 2014 – 9वां लिक्विड मैटर कांफ्रेंस यूनिवर्सिटी ऑफ लिस्बन, पुर्तगाल 21 – 25 जुलाई 2014	1. लिंकिंग माइक्रोस्ट्रक्चर्स टू दी बल्क मिकेनिकल बिहेवियर्स ऑफ कोलाइडल जेल्स 2. यूजिंग अल्ट्रासाउंड मेथड फॉर दी केरेक्टराइजेशन ऑफ एक्वस सस्पेंशंस ऑफ क्ले-कोलाइड्स
संदीप कुमार	यूनिवर्सिटी ऑफ इलाहाबाद, इलाहाबाद 15 अप्रैल 2014 4 अगस्त 2014	
	इंस्टीट्यूट ऑफ एड्वांस्ड स्टडी इन साइंस एंड टेक्नोलॉजी गुवाहाटी 24 जून 2014	
	यूनिवर्सिटी ऑफ मेंगलूर मेंगलूर 13 जनवरी 2015	
	डिपार्टमेंट ऑफ इलेक्ट्रॉनिक्स एंड इंफोर्मेशन टेक्नोलॉजी न्यू दिल्ली 10 फरवरी 2015	
	नेशनल कांफरेंस ऑन लिक्विड क्रिस्टल्स 2014 सीएसजेएम यूनिवर्सिटी, कानपुर 8 नवम्बर 2014	डिस्कोटिक फोटोवोल्टैक्स (इंवाइटेड)
	जवाहरलाल नेहरू यूनिवर्सिटी दिल्ली 15 दिसम्बर 2014	डिस्पर्शन ऑफ ज़ीरो-, वन- एंड टू-डायमेंशनल नैनोपार्टिकल्स इन दी सुपरामॉलेक्यूलर ऑर्डर ऑफ डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल्स

	कांफरेंस ऑन रीसेंट ट्रेन्ड्स इन एड्वांस्ड मटेरियल्स एंड नैनोटेक्नोलॉजी सीएमआर इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी बेंगलूरू 23 जनवरी 2015	लिक्विड क्रिस्टेलाइन नैनोकम्पोजिट्स एज़ एड्वांस्ड मटेरियल्स फॉर ऑप्टो-इलेक्ट्रॉनिक्स (इंवाइटेड)
	नेशनल कांफरेंस ऑन करेंट पर्सपेक्टिव्स ऑन रिसर्च ऑन केमिकल साइंसेस 2015 असाम यूनिवर्सिटी, सिल्चर 25 – 26 मार्च 2015	सुपरामॉलेक्यूलर नैनोकम्पोजिट्स एज़ एड्वांस्ड मटेरियल्स फॉर ऑप्टो-इलेक्ट्रॉनिक्स (प्लेनरी)
	क्यूशु इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी जापान 9 जनवरी 2015	डिस्कोटिक नैनोकम्पोजिट्स: ए न्यू क्लास ऑफ ऑर्गेनिक सेमिकंडक्टर्स (इंवाइटेड)
	सेंटर फॉर नैनोसाइंस एंड सॉफ्ट मैटर, बेंगलूरू 20 जनवरी 2015	रीसेंट एड्वांसेस इन डिस्कोटिक सॉफ्ट मैटर्स एंड नैनोसाइंस (इंवाइटेड)
	इंडियन असोसिएशन फॉर दी कल्टीवेशन ऑफ साइंस, कोलकाता 24 मार्च 2015	सुपरामॉलेक्यूलर नैनोकम्पोजिट्स एज़ एड्वांस्ड मटेरियल्स फॉर ऑप्टो-इलेक्ट्रॉनिक्स (इंवाइटेड)
संजय कुमार बेहेरा	कॉम्फ्लू – 8वां सिम्पोजियम ऑन कॉम्पलेक्स फ्लुअड्स जवाहरलाल नेहरू सेंटर फॉर एड्वांस्ड साइंटिफिक रिसर्च बेंगलूरू 22 – 24 दिसम्बर 2014	
संजीब सभापंडित	लेबोरेटरी दे फिजिक् थियोरीक् एट मॉडल्स स्टेटिस्टिक्स, फ्रांस 21 अप्रैल – 5 मई 2014 31 मई – 3 जून 204	हाई-एनर्जी टेल ऑफ दी विलोसिटी डिस्ट्रीब्यूशन ऑफ ड्रिवेन इनइलास्टिक मैक्सवेल गैसेस

	वर्कशॉप ऑन एड्वांसेस इन नॉनइक्वीलिब्रियम स्टेटिस्टीकल मिकेनिक्सः लार्ज डेविएशंस एंड लोंग-रेंज कोर्रिलेशंस, एक्स्ट्रीम वेल्यू स्टेटिस्टिक्स, एनॉमलस ट्रान्स्पोर्ट एंड लोंग-रेंज इंटरेक्शंस गेलीलियो गेलिली इंस्टीट्यूट फॉर थियोरेटिकल फिजिक्स, फ्लोरेंस 5 मई – 4 जुलाई 2014	हाई-एनर्जी टेल ऑफ दी विलोसिटी डिस्ट्रीब्यूशन ऑफ ड्रिवेन इनइलास्टिक मैक्सवेल गैसेस (इंवाइटेड)
	इंडो-ब्रिटिश फ्रंटियर्स ऑफ साइंस सिम्पोजियम होटल ड्यूक्स रिट्रीट, खंडाला 9 – 12 अक्टूबर 2014	लार्ज डेविएशंस, एक्स्ट्रीम इवेन्ट्स एंड सर्च प्रोब्लम्स (इंवाइटेड)
	इंडो-इज़रायली मीटिंग ऑन फ्रंटियर्स इन कंडेंस्ड मैटर फिजिक्स इज़रायल अकेडमी ऑफ साइंसेस एंड ह्यूमानिटीज, इज़रायल 8 – 11 दिसम्बर 2014	यूनिवर्सल लार्ज डेविएशन फॉर दी टेग्ड पार्टिकल इन सिंगल फाइल मोशन (इंवाइटेड)
	स्टेटफिज - कोलकाता VIII एस एन बोस नेशनल सेंटर फॉर बेसिक साइंसेस, कोलकाता 1 – 5 दिसम्बर 2014	यूनिवर्सल लार्ज डेविएशन फॉर दी टेग्ड पार्टिकल इन सिंगल फाइल मोशन (इंवाइटेड)
	टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुम्बई 22 – 31 दिसम्बर 2014	यूनिवर्सल लार्ज डेविएशन फॉर दी टेग्ड पार्टिकल इन सिंगल फाइल मोशन
	इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी मुम्बई 31 दिसम्बर 2014 – 2 जनवरी 2015	फ्लक्चुएशंस एंड लार्ज डेविएशन इन नॉन-इक्वीलिब्रियम सिस्टम्स
	इंडियन स्टेटिस्टीकल फिजिक्स कम्यूनिटी मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस बेंगलूरू 13 – 15 फरवरी 2015	यूनिवर्सल लार्ज डेविएशन फॉर दी टेग्ड पार्टिकल इन सिंगल फाइल मोशन

सौरभ सिंह	33वीं मीटिंग ऑफ दी एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ इंडिया नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 17 – 20 फरवरी 2015	प्रिसीजन रिसीवर फॉर डिटेक्शन ऑफ रेडशिफ्ट 21सेमी सिग्नल फ्रॉम दी ईपोच ऑफ रिआयनाइजेशन
सौरभ पॉल	1ला नेह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स बेंगलूरू 8 – 9 सितम्बर 2014	स्टडी ऑफ रेडशिफ्ट HI फ्रॉम दी ईपोच ऑफ रिआयनाइजेशन
	33वीं मीटिंग ऑफ दी एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ इंडिया नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 17 – 20 फरवरी 2015	21सेमी ईपोच ऑफ रिआयनाइजेशन एंड फोरग्राउंड्स स्टडी विथ मर्किसन वाइडफील्ड अरे
श्रीनिवास एच टी	वर्कशॉप ऑन क्रिस्टलोग्राफी इन दी साइंसेस: ए सेलिब्रेशन ऑफदी इंटरनेशनल ईयर ऑफ क्रिस्टलोग्राफी 2014 बेंगलूरू यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू 16 – 17 अक्टूबर 2014	
	नेशनल कांफ्रेंस ऑन प्योर एंड एप्लाइड केमिस्ट्री 2014 मैसूर यूनिवर्सिटी, मैसूर 29 – 31 दिसम्बर 2014	हीटरोसाइकल्स विथ लिक्विड क्रिस्टेलाइन प्रोपर्टीज: सिंथेसिस एंड केरेक्टराइजेशन ऑफ सिम्मेट्रिकल 3,5-पिराज़ोल्स एंड आइसोक्ज़ाजोल्स पजेसिंग सेंट्रल बेंट-कोर यूनिट

सुमती सूर्या	वर्कशॉप ऑन फाउंडेशंस ऑफ क्वांटम मिकेनिक्स एंड क्वांटम ग्रेविटी इम्पीरियल कॉलेज, लंदन 25 – 26 अप्रैल 2014	क्वांटम मेज़र फॉर्मुलेशन (इंवाइटेड)
	इंटरनेशनल वर्कशॉप ऑन रिलेटिविस्टिक क्वांटम इंफोर्मेशन यूनिवर्सिटी ऑफ सियोल, कोरिया 30 जून – 3 जुलाई 2014	कोवेरिएंस एंड क्वांटम थियोरी: ए मेजर थियोरेटिक पर्सपेक्टिव (इंवाइटेड)
	इंटरनेशनल ट्रेनिंग प्रोग्राम ऑन लीडरशिप एंड केरियर डेवलपमेंट फ ॉर वूमन साइंटिस्ट्स एंड टेक्नोलॉजिस्ट्स नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ एड्वांस्ड स्टडीज, बेंगलूरू 8 – 12 सितम्बर 2014	
	सेंटर फॉर हाई एनर्जी फिजिक्स बेंगलूरू 7, 10 नवम्बर 2014	एन इंट्रोडक्शन टू कॉजल सेट क्वांटम ग्रेविटी
	इंडो-यूएस वर्कशॉप: एड्वांसिंग वूमेन फेकल्टी इन साइंस, टेक्नोलॉजी, इंजीनियरिंग एंड मेथमेटिक्स होटल ललित, न्यू दिल्ली ---- नवम्बर 2014	मेंटरिंग इन इंडिया (इंवाइटेड)
	वर्कशॉप ऑन क्वांटम फाउंडेशंस एंड इंफोर्मेशन विथ ए फोकस ऑन दी क्वांटम मेजर एंड कोइवेंट फ ॉर्मुलेशन रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट बेंगलूरू 5 – 9 जनवरी 2015	दी एक्स्टेंशन क्वस्चन : व्हेयर आर वी ?
	चेन्नई मेथमेटिकल इंस्टीट्यूट, चेन्नई 23 फरवरी 2015	दी गिब्बंस-हॉकिंग-यॉर्क बाउंड्री टर्म इन ए कॉजल सेट

	आईएजीआरजी 2015 रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट बेंगलूरू 18 – 20 मार्च 2015	
सुपूर्णा सिन्हा	यूनिवर्सिटी ऑफ बोलोग्ना, इटली 28 अप्रैल – 2 मई 2014	स्टेटिस्टीकल मिकेनिक्स ऑफ सेमीफ्लेक्सिबल रिबन्स
	यूनिवर्सिटी ऑफ नेप्लेस, इटली 2 – 10 मई 2014	स्टेटिस्टीकल मिकेनिक्स ऑफ सेमीफ्लेक्सिबल रिबन्स
	यूनिवर्सिटी ऑफ डरहम यूनाइटेड किंग्डम 10 – 17 मई 2014	इंटेंगलमेंट कंट्रोल वाया जियोमेट्रिक फेस
	डिस्कशन मीटिंग ऑन क्वांटम मेजरमेंट इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस बेंगलूरू 22 – 24 अक्टूबर 2014	
	क्राइस्ट यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू 10 जनवरी 2015	रेंडम वॉल्क्स इन फिजिक्स
सुशील दुबे	बेंगलूरू माइक्रोस्कोपी कोर्स 2014 नेशनल सेंटर फॉर बायोलॉजिकल साइंसेस, बेंगलूरू 21 – 28 सितम्बर 2014	एक्टिव एंड पेसिव रिस्पोंसेस ऑफ एक्ज़ोनल साइटोस्केलटन
	कांफरेंस ऑन इंटरडिसीप्लीनरी एप्रोच टू बायोलॉजिकल साइंसेस इंडियन असोसिएशन फॉर दी कल्टीवेशन ऑफ साइंस, कोलकाता 2 – 3 फरवरी 2015	एक्टिव एंड पेसिव रिस्पोंसेस ऑफ एक्ज़ोनल साइटोस्केलटन
उदय शंकर	थर्ड वर्कशॉप फॉर पल्सर ऑब्जर्वेटरी फॉर स्टुडेंट्स रेडियो एस्ट्रोनॉमी सेंटर, ऊटी 14 – 17 जुलाई 2014	फंडामेंटल ऑफ सिंथेसिस इमेजिंग टेलिस्कोप्स

	यूआरएसआई-जीए 2014 मीटिंग चीन 16 – 23 अगस्त 2014	एंटीनास, स्पेस बीम स्प्लिटर्स एंड रिसीवर्स फॉर प्रिसीजन रेडियोमीटर्स एक्स्प्लोरिंग दी रिआयनाइजेशन एंड रिकाम्बीनेशन ईपोच
	इंटरनेशनल स्कूल फॉर यंग एस्ट्रोनॉमर्स नेशनल एस्ट्रोनॉमिकल रिसर्च इंस्टीट्यूट ऑफ थाइलैण्ड, थाइलैण्ड 14 नवम्बर – 12 दिसम्बर 2014	रेडियो एस्ट्रोनॉमी: पास्ट, प्रजेन्ट एंड फ्यूचर (3 टाल्क्स)
	कांफरेंस ऑन अर्ली साइंस फ्रॉम लो-फ्रिक्वेंसी रेडियो टेलिस्कोप्स एरिज़ोना स्टेट यूनिवर्सिटी यूएसए 8 – 10 दिसम्बर 2014	1. ए न्यू जनरेशन डिजीटल रिसीवर फॉर दी मर्किसन वाइडफील्ड अरे 2. सॉफ्टवेयर कोर्रिलेटर 3. स्टडी ऑफ दी 21सेमी ईपोच ऑफ रिआयनाइजेशन एंड फोरग्राउंड्स विथ मर्किसन वाइडफील्ड अरे 4. ए डुअल रोल फॉर एमडब्ल्यूए इन दी डिटेक्शन ऑफ सिग्नल्स फ्रॉम ईओआर
	इंटरेक्टिव वर्कशॉप ऑन थर्स्ट एरियाज़ इन रेडियो एस्ट्रोनॉमी लेडी डॉक कॉलेज, मदुरै 2 मार्च 2015	
उर्बशी सिन्हा	निकोलस कोपरनिकस यूनिवर्सिटी पोलैण्ड 12 नवम्बर 2014	नॉन क्लासिकल पाथ्स इन क्वांटम इंटरफेरेंस एक्सपेरिमेस्स
	आईसीटीएस डिस्कशन मीटिंग ऑन लाइट-मैटर इंटरेक्शंस इंडियन असोसिएशन फॉर दी कल्टीवेशन ऑफ साइंस, कोलकाता 19 – 22 दिसम्बर 2014	नॉन क्लासिकल पाथ्स इन क्वांटम इंटरफेरेंस एक्सपेरिमेस्स

	आईईईई फोटॉनिक्स सोसायटी वर्कशॉप ऑन क्वांटम कम्प्यूटेशन एंड क्वांटम कम्यूनिकेशन इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस बेंगलूरू 8 जनवरी 2015	1. क्वांटम एक्सपेरिमेंट्सः इंटेंगलमेंट, कम्प्यूटेशन एंड इंटरफेरेंस
	डिस्कसन मीटिंग ऑन क्वांटम मेज़र थियोरी रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट बेंगलूरू 5 – 9 सितम्बर 2015	थ्री स्लिट एक्सपेरिमेंट्स
यशोधन हट्वाल्ने	यूनिवर्सिटी ऑफ डरहम यूनाइटेड किंग्डम 18 जून – 17 अगस्त 2014	

शैक्षणिक सम्मेलन एवं संगोष्ठियाँ

नाम	विषय	दिनांक
पीटर हेफ्टबर्गर यूनिवर्सिटी ऑफ ग्रेज, ऑस्ट्रिया	दी इवोल्यूशन ऑफ ए हाई रिजोल्यूशन ग्लोबल एसएएक्सएस डाटा एनालिसिस फॉर मल्टीलेमिलर लिपिड वेसिल्स	9 अप्रैल 2014
बेंजामिन कोलमिट्जर यूनिवर्सिटी ऑफ ग्रेज, ऑस्ट्रिया	प्रोटीन पार्टीशनिंग इन लिक्विड-ऑर्डर्ड (Lo) लिक्विड-डिस्आर्डर्ड (Ld) डोमेन्स डिपेंड्स ऑन लिपिड कम्पोजीशन एंड प्रोटीन शेप	9 अप्रैल 2014
आदित्य शर्मा टेल अवीव यूनिवर्सिटी, इज़रायल	इज़ दी फेर्रोमेग्नेट ऑन ए काव्ली ट्री ए क्लोज्ड प्रोब्लम ?	15 अप्रैल 2014
पोट्र कोलेंदर्सकी निकोलस कोपरनिकस यूनिवर्सिटी पोलैंड	सिंगल फोटोन्स फॉर क्वांटम कम्यूनिकेशन	15 अप्रैल 2014
अमिताव सेन गुप्ता काउंसिल ऑफ साइंटिफिक एंड इंडस्ट्रियल रिसर्च- नेशनल फिजिकल लेबोरेटरी, नई दिल्ली	डेवलपमेंट ऑफ एटॉमिक क्लॉक्स एट दी सीएसआईआर-नेशनल फिजिकल लेबोरेटरी	29 अप्रैल 2014
पल्लव बाग्ला नई दिल्ली टेलिवीजन, नई दिल्ली	हाउ केन साइंटिस्ट्स कम्यूनिकेट बेटर विथ दी पब्लिक ? इंसाइट्स एंड एक्सपीरिएंसेस ऑफ ए न्यूज रिपोर्टर	8 मई 2014
सुशान कोनार नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	रेडियो पल्सर रिसाइक्लिंग: कनेक्टिंग दी डॉट्स	14 मई 2014
पवन कुमार छल्ला केंट स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए	ऑप्टिकल स्टडीज ऑन लिक्विड क्रिस्टल्स मेड ऑफ कॉम्प्लेक्स शेप्ड मॉलेक्यूल्स अंडर हाई मेग्नेटिक फील्ड्स	21 मई 2014
पेट्रिक हेयर एंटन पार जर्मनी GmbH जर्मनी	एन इंहेंस्ड रोटेशनल रिहयोमीटर सिस्टम विथ टू मोटर्स फॉर पॉलिमर रिहयोलॉजी	26 मई 2014

लेस बट्लर लूसियाना स्टेट यूनिवर्सिटी यूएसए	एक्स-रे टोमोग्राफी/इंटरफेरोमेट्री विथ सिंक्रोट्रोन एंड लैब। सोर्सेस: मटेरियल्स साइंस वर्कफ्लोज	26 मई 2014
रूक्मिनी डे हरीश चंद्र रिसर्च इंस्टीट्यूट इलाहाबाद	जियोमेट्रिक क्वांटाइजेशन एंड कोहेरेंट स्टेट्स	27 मई 2014
आर्य धर यूनिवर्सिटी ऑ आल्टो, फिन्लैंड	क्वासी-एडियाबेटिक डायनामिक्स इन वन-डायमेंशनल ऑप्टिकल सुपरलेट्टिसेस	28 मई 2014
रूक्मिनी डे हरीश चंद्र रिसर्च इंस्टीट्यूट इलाहाबाद	कांस्टेंट मीन कर्वेचर सर्फेसेस	29 मई 2014
विराल पारेख यूनिवर्सिटी ऑ केपटाउन साउथ अफ्रीका	मोर्फोलॉजिकल क्लासिफिकेशन एंड डायनामिक्स ऑफ एक्स-रे गेलेक्सी क्लस्टर्स	13 जून 2014
मोहिउद्दीन अज़हर मैक्स प्लांक इंस्टीट्यूट फॉर दी साइंस ऑफलाइट, जर्मनी	गैस फिल्ड फोटोनिक क्रिस्टल फाइबर एज ए ट्यूनेबल "व्हाईट लाईट" सोर्स	13 जून 2014
विजय कृष्णमूर्ति मैक्स प्लांक इंस्टीट्यूट फॉर दी फिजिक्स ऑफकॉम्प्लेक्स सिस्टम्स ड्रेस्डन	मिकेनोबायोलॉजिकल पैटर्न्स इन मॉर्फोजिनेसिस	16 जून 2014
तुप्पिल वेंकटेश सेंट जॉन्स मेडिकल कॉलेज, बेंगलूरू	ग्लोबल एंड नेशनल पर्सपेक्टिव्स ऑफलीड पोइजनिंग	19 जून 2014
निर्मल त्यागु एन मैक्स-प्लांक इंस्टीट्यूट फॉर डायनामिक्स एंड सेल्फ आर्गेनाइजेशन, जर्मनी	ग्रेनुलर स्लिप इवेंट्स, इलेक्ट्रीकल प्रिकर्सर्स, एंड दी रोल ऑफपार्टिकल शेप इन जेमिंग ट्रांजीशन	19 जून 2014

सुप्रोमणी स्वामी साउथ वेस्टर्न रेल्वे, बेंगलूरू	हिन्दी वर्कशॉप	27 जून 2014
नित्यानंदन टी अरिज़ोना स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए	केरेक्टराइजिंग फोरग्राउंड सिग्नेचर्स इन दी ईओआर पॉवर स्पेक्ट्रम	1 जुलाई 2014
मृगांको मृन्मॉय रॉय रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट बेंगलूरू	स्टडींग दी स्पेस ऑफ कॉउज़ल सेट्स यूजिंग मार्कोव चैन मोंटे कार्लो मेथड्स	10 जुलाई 2014
दिब्येंदु रॉय लॉस एलामोस नेशनल लेबोरेटरी यूएसए	स्ट्रोंग्ली इंटरेक्टिंग फोटोन्स इन वन-डायमेंशनल फ्री स्पेस	15 जुलाई 2014
परमप्रीत सिंह लूसियाना स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए	ऑन सम रीसेंट डेवलपमेंट्स ऑन सिंगुलारिटी रेजोल्यूशन इन लूप क्वांटम कॉस्मोलॉजी	16 जुलाई 2014
डॉमिनिक् होमबर्गर और रवि राउ लूसियाना स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए	ए पेयर साइंटिफिक सबबेटिकल	16 जुलाई 2014
राउ ए आर पी लूसियाना स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए	क्वांटम स्पिंस, स्पिंस, रियल रोटेशंस, एंड ए 1913 रामानुजन कंजेक्चर	17 जुलाई 2014
हू बी लोक यूनिवर्सिटी ऑफ मेरीलैंड, यूएसए	स्टोकेस्टिक ग्रेविटी थियोरी एंड एप्लीकेशंस टू अर्ली यूनिवर्स, ब्लैक होल एंड क्वांटम इंफोर्मेशन प्रोब्लेम्स	22 जुलाई 2014 और 25 जुलाई 2014
शामिक गुप्ता यूनिवर्सिटी पेरिस, फ्रांस	सिंक्रोनाइजेशन इन कपल्ड ओस्सिलेटर सिस्टम्स इन प्रेजेंस ऑफ इनर्टिया एंड नोइज़	31 जुलाई 2014
अभिराम सूरी इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफसाइंस बेंगलूरू	कंडक्टेंस इन क्वांटम वायर सिस्टम्स विथ रेजिस्टेंसेस	1 अगस्त 2014

आदित्य शर्मा टेल अवीव यूनिवर्सिटी, इज़रायल	एवेलेंचेस एंड हिस्टेरेसिस इन फ्रस्ट्रेटेड सुपरकंडक्टर्स एंड XY स्पिन ग्लासेस	4 अगस्त 2014
वैभव वाश्निक सिमन फ्रेज़र यूनिवर्सिटी, कनाडा	सेल्फ ऑर्गेनाइजेशन इन बायोलॉजिकल सिस्टम्स	6 अगस्त 2014
निरूपम रॉय मैक्स प्लांक इंस्टीट्यूट फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी, जर्मनी	रेडियो इवोल्यूशन ऑफ नोवे: रिजल्ट्स फ्रॉम मल्टी-फ्रिक्वेंसिंग मॉनिटरिंग	6 अगस्त 2014
सुमन आचार्या फिजिकल रिसर्च लेबोरेटरी अहमदाबाद	मास्टर स्टेबिलिटी एनालिसिस ऑफ सिंक्रोनाइजेशन इन कपल्ड नियर्ली आइडेंटिकल ओस्सिलेटर्स	7 अगस्त 2014
अभिशेक माझी साहा इंस्टीट्यूट ऑफ न्यूक्लियर फिजिक्स कोलकाता	एनर्जी स्पेक्ट्रम ऑफइक्वीलिब्रियम ब्लैक होल्स इन एलक्यूजी	12 अगस्त 2014
राकेश जोशी यूनिवर्सिटी ऑफओकायामा, जापान	एप्लीकेशन ऑफ नैनो एंड 2डी मटेरियल्स	13 अगस्त 2014
ज़ोल्टन हैमन कोलम्बिया यूनिवर्सिटी, यूएसए	कॉस्मोलॉजी फ्रॉम नॉन-गॉज़ियन वीक लेंसिंग स्टेटिक्स	18 अगस्त 2014
अमिताभ नंदी मैक्स-प्लांक इंस्टीट्यूट फॉर दी फिजिक्स ऑफकॉम्प्लेक्स सिस्टम्स, जर्मनी	एक्टिव मिकेनिक्स एंड डायनामिक्स ऑफ एपिथेलिया ड्यूरिंग मोर्फोजिनेसिस	21 अगस्त 2014
मनोज पूर्वांकर टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुम्बई	ऑब्जर्विंग प्लानेट फॉर्मेशन इन एक्शन: स्पिट्ज़र इंफ्रारेड स्पेक्ट्रोग्राफ सर्वे ऑफ प्रोटोप्लोनेटरी डिस्क इन दी नियरबाय स्टार फार्मिंग रीजंस	22 अगस्त 2014

मनप्रीत सिंह इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स बेंगलूरू	क्वांटम फेज़ ट्रांजीशंस ऑफ बोसंस इन टू कपल्ड 1डी चैन्स	26 अगस्त 2014
अभिजीत घोष वैज़मान इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस इज़रायल	एक्टिव डायनामिक्स ऑफ बायोपॉलिमर्स लाइक क्रोमेटिन	1 सितम्बर 2014
शिव विश्वनाथन ओ पी जिंदल ग्लोबल यूनिवर्सिटी सोनपेट	इम्मीडिएट एन्काउंटर्स: साइंस एंड डेमोक्रेसी इन इंडिया	2 सितम्बर 2014
यूरी श्चेकिनोव साउथर्न फेडरल यूनिवर्सिटी रूस	एक्सटेंडेड ओवीआई होल्स अराउंड स्टार-फॉर्मिंग गेलेक्सीज	3 सितम्बर 2014
अनुपम कुंदु यूनिवर्सिटी ऑफपेरिस, पेरिस	स्टोकेस्टिक थर्मोडायनामिक्स ऑफ ए पेयर ऑफ मेग्नेटिक कोलाइड्स, एस्टिमेशन ऑफ डिस्सीपेशन एंड फीडबैक कंट्रोल	9 सितम्बर 2014
स्मिजेश एन नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी केलिकट	स्पेक्ट्रोस्कोपी एंड ऑप्टिकल टाइम ऑफ फ्लाइट स्टडीज ऑफलेज़र प्रोड्यूज्ड मेटल प्लाज्मास: शॉर्ट-पल्स एंड अल्ट्राफास्ट एक्साइटेशंस	10 सितम्बर 2014
गौतम मेनन दी इंस्टीट्यूट ऑफ मेथमेटिकल साइंसेस, चेन्नै	क्रोमोसोम पोजीशनिंग एंड एक्टिव मैटर	11 सितम्बर 2014
उज्जवल सेन हरीश चंद्र रिसर्च इंस्टीट्यूट इलाहाबाद	रेजोनेटिंग वेलेंस बॉन्ड स्टेट्स: ए क्वांटम इंफोर्मेशन पर्सपेक्टिव	12 सितम्बर 2014
प्रभु आर हरीश चंद्र रिसर्च इंस्टीट्यूट इलाहाबाद	क्वांटम कम्यूनिकेशन नेटवर्क	18 सितम्बर 2014

महादेव जी सवदत्ती	एक्सप्लोरिंग हिन्दी इन साउथ इंडियन लेंगुएजेस	23 सितम्बर 2014
रेयमंड लाफ्लेम यूनिवर्सिटी ऑफ वॉटर्लू कनाडा	क्वांटम इंफोर्मेशन: फ्रॅाम प्योर साइंस टू टुडेज टेक्नोलॉजीस	16 अक्टूबर 2014
त्रिदिब साधु इंस्टीट्यूट दे फिजिक् थियोरीक फ्रांस	मेक्रोस्कोपिक फ्लक्चुएशन थियोरी एंड इट्स एप्लीकेशन	20 अक्टूबर 2014
उन्नीकृष्णन टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुम्बई	न्यूटन्स लॉ ऑफ मोशन – इट्स ओरिजिन, कंटेंट एंड 'ऑप्टिक्स'	20 अक्टूबर 2014
मल्लिक डी सी वी इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स बेंगलूरू	के एस कृष्णन: हिज लाइफ एंड वर्क	6 नवम्बर 2014
जॉर्ज जॉन यूनिवर्सिटी ऑफ न्यूयार्क, यूएसए	फंक्शनल मटेरियल्स - बायोमास एज ए प्लेटफार्म फॉर मॉलेक्यूलर डिजाइन	19 नवम्बर 2014
निशांत के सिंह नोर्डिक इंस्टीट्यूट फॉर थियोरेटिकल फिजिक्स, स्वीडन	सोलर सर्फेस वेव प्रोपर्टीज इन दी प्रेजेंस ऑफ हाइड्रोमेग्नेटिक टर्बुलेंस	21 नवम्बर 2014
आदित्य चोपड़ा ऑस्ट्रेलियन नेशनल यूनिवर्सिटी ऑस्ट्रेलिया	दी हेबिटेबिलिटी ऑफ अवर अर्थ एंड अदर अर्थ्स	24 नवम्बर 2014
बिजय कुमार अगरवल्ला यूनिवर्सिटी ऑफ केलिफोर्निया, यूएसए	काउंटिंग स्टेटिस्टिक्स इन हीट ट्रांस्पोर्ट एंड फ्लक्चुएशन थियोरम्स	25 नवम्बर 2014

शिवकुमार एम यूनिवर्सिटी ऑफ हैदराबाद हैदराबाद	हायर स्पिन थियोरीज: फ्रॉम डिराक टू वासिलीव	26 नवम्बर 2014
टोमासो बेल्लोनी आईएनएएफ - ऑब्जरवेटोरियो एस्ट्रोनोमिको डी ब्रेरा, इटली	टाइम वेरिएबिलिटी एंड स्पेक्ट्रल प्रोपर्टीज ऑफ ब्लैक होल बायनरीज	1 दिसम्बर 2014
अरविन्द नटराजन यूनिवर्सिटी ऑफ पिट्सबर्घ, यूएसए	दी एंड ऑफ दी डार्क एजेस	2 दिसम्बर 2014
टोमासो बेल्लोनी आईएनएएफ - ऑब्ज़रवेटोरियो एस्ट्रोनोमिको डी ब्रेरा, इटली	ब्लैक होल्स एंड न्यूट्रॉन स्टार्स इन अवर गेलेक्सी एज़ लेबोरेटरीज फॉर स्ट्रोंग ग्रेविटी	3 दिसम्बर 2014
अनुराधा भट्टाचार्या साहा इंस्टीट्यूट ऑफ न्यूक्लियर फिजिक्स कोलकाता	एएफएम बियोंड टोपोग्राफी एंड अदर एप्रोचेस इन इमर्जिंग बायोफिजिक्स	4 दिसम्बर 2014
वेंकटरामन वी इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंसस, बेंगलूरू	लाइट एमिशन फ्रॉम सेमीकंडक्टर्स: फ्रॉम इंफ्रारेड टू ब्लू	5 दिसम्बर 2014
कोलिन बेन डरहम यूनिवर्सिटी, यूनाइटेड किंगडम	ड्रॉप्स बिहेविंग बेडली	12 दिसम्बर 2014
रंजिनी वैद्यनाथन जॉर्जिया इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, यूएसए	थर्मोस्टेटेड केक मॉडल	16 दिसम्बर 2014

सिबेश्चियन वूस्टर मैक्स-प्लांक इंस्टीट्यूट फॉर फिजिक कॉम्प्लेक्सर सिस्टम, जर्मनी	टुवर्ड्स क्वांटम साइम्यूलेशंस ऑफ केमिकल एंड बायोलॉजिकल प्रोसेस यूजिंग अल्ट्रा-कोल्ड रिड्बर्ग एटम्स	16 दिसम्बर 2014
हूगो टूचेट्टे स्टेल्लनबोश्च यूनिवर्सिटी, साउथ अफ्रीका	ग्रेनुलर ब्राउनेनियन मोशन विथ सॉलिड फ्रिक्शन	17 दिसम्बर 2014
सुश्मिता चक्रवर्ती इंस्टीट्यूट दे प्लानिटोलॉजी एट दी एस्ट्रोफिजिक् दे ग्रेनोबल	विंड्स फ्रॉम दी क्लोज नेबरहुड्स ऑफ ब्लैक होल्स	5 जनवरी 2015
सबीता मोहन मार्टिन-लूथर यूनिवर्सिटी, जर्मनी	थर्ड-ऑर्डर ऑप्टिकल नॉनलीनिएरिटीज ऑफ ग्लास मेटल नैनोकम्पोजिट्स	13 जनवरी 2015
अरिजीत साहा यूनिवर्सिटी ऑफ बेसल, स्विट्ज़रलैंड	ट्रांस्पोर्ट सिग्नेचर्स ऑफ फ्रेक्शनल फर्मियन्स इन नैनोवायर्स	16 जनवरी 2015
जगदीश के विज यूनिवर्सिटी ऑफ डब्लिन, आयरलैंड	ट्विस्ट बेंड निमेटिक फेज़ एंड इट्स फास्ट इलेक्ट्रोक्लीनिक इफेक्ट	16 जनवरी 2015
यशवंत गुप्ता नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	फ्रॉम दी जीएमआरटी टू स्क्वेयर किलोमीटर अरेः करेंट स्टेटस एंड प्लांस फॉर दी फ्यूचर	20 जनवरी 2015
प्रेरणा शर्मा इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलूरू	सेल्फ असेम्ब्ली ऑफ कोलाइडल राफ्ट्स	23 जनवरी 2015
गुएंतर वर्थ जोहान्नेस गुतेनबर्ग यूनिवर्सिटी जर्मनी	ए सिंगल ऑयन इन ए पेन्निंग ट्रेपः टेस्ट ऑफ क्यूईडी एंड ए न्यू वेल्यू फॉर दी इलेक्ट्रॉन्स एटामिक मास	23 जनवरी 2015

सुनील कुमार मैक्स प्लांक इंस्टीट्यूट फॉर न्यूक्लियर फिजिक्स, जर्मनी	एक्सपेरिमेंटल/थियोरेटिकल इंवेस्टिगेशंस ऑफ एटॉमिक/मॉलेक्यूलर कोलिजंस विथ फोटोन्स/चार्ज्ड पार्टिकल्स	27 जनवरी 2015
विजय तिरूवादी बेंगलोर इंवायरमेंट ट्रस्ट बेंगलूरू	ट्रीज ऑफ बेंगलोर	29 जनवरी 2015
गोपालकृष्ण गांधी	गांधी'ज इंडिया - गांधी मेमोरियल लेक्चर	30 जनवरी 2015
जॉर्डन लव डरहम यूनिवर्सिटी, यूनाइटेड किंगडम	ए जर्नी फ्रॉम एस्ट्रोनॉमी अू वीजन साइंस	5 फरवरी 2015
एलेन ओमन्ट इंस्टूट डी एस्ट्रोफिजिक् डे पेरिस, सीएनआरएस एंड यूनिवर्सिटी पियर्रे एट मैरी क्यूरी, फ्रांस	मिलीमीटर/सबमिलीमीटर फोलो-अप ऑफ हर्षचेल हाई-z गेलेक्सीज। H_2O, ए न्यू डायग्नोसिस ऑफ देयर डेंस कोर्स	11 फरवरी 2015
माइकल लेड्यूक फ्रांसीलियन इंस्टीट्यूट फॉर रिसर्च ऑन कोल्ड एटम्स, फ्रांस	कोल्ड एटम्स फॉर प्रिसीजन मेट्रोलॉजी एंड इंस्ट्रूमेंट्स	11 फरवरी 2015
जेफ वेग्ग स्क्वेयर किलोमीटर अरे ऑर्गेनाइजेशन, जॉड्रेल बैंक	ऑन दी रोड टू फेज़ 1 ऑफ दी स्क्वेयर किलोमीटर अरे	13 फरवरी 2015
सत्या मजुमदार लेबोरेटरी दे फिजिक् थियोरीक् एट मॉडल्स स्टेटिस्टिक्स, फ्रांस	डिफ्यूज़न विथ स्टॉकेस्टिक रीसेटिंग	19 फरवरी 2015
होल्ज़र स्कोन्हेर्र यूनिवर्सिटी ऑफ सीजेन, जर्मनी	ए क्लोज़र लुक एट मॉलेक्यूलर स्केल प्रोसेसेस इनसाइड पॉलिमेरिक वेसिल्स बाय कम्बाइन्ड एएफएम एंड फ्लूरेसेंस लाइफ्टाइम इमेजिंग माइक्रोस्कोपी	24 फरवरी 2015

विशाल गज्जर जिनजियांग एस्ट्रोनॉमिकल ऑब्जर्वेटरी चीन	ऑन दी एब्सेंस ऑफ पल्सेस फ्रॉम पल्सर्स	27 फरवरी 2015
नयन मणि दास इंडियन स्कूल ऑफ माइन्स धनबाद झारखंड	लेयर-बाय-लेयर इंवेस्टीगेशन ऑफ नैनो-थिन फिल्म्स ऑफ सम एम्फीफिलिक मॉलेक्यूल्स बाय लेंग्मूर-ब्लॉडगेट्ट टेक्नीक	6 मार्च 2015
सिबेश्चियन वूस्टर मैक्स-प्लांक इंस्टीट्यूट फॉर दी फिजिक्स ऑफ कॉम्प्लेक्स सिस्टम्स, जर्मनी	एक्सप्लोरिंग लिंक्स बिटवीन केमिकल एंड बायोलॉजिकल प्रोसेसेस एंड अल्ट्रा-कोल्ड रिड्बर्ग एटम्स	11 मार्च 2015
एनियो अरिमोंदो यूनिवर्सिटी ऑफ पीसा, इटली	अल्ट्राकोल्ड रूबीडियम एटम्स एक्साइटेड टू रिडबर्ग लेवल्स	18 मार्च 2015
एनियो अरिमोंदो यूनिवर्सिटी ऑफ पीसा, इटली	सुपरडायबेटिक क्वांटम ड्राइविंग प्रोटोकॉल्स फॉर टू एंड थ्री लेवल सिस्टम्स	19 मार्च 2015
ईकर्स आरडी सीएसआईआरओ एस्ट्रोनॉमी एंड स्पेस साइंस ऑस्ट्रेलिया	इनेब्लिंग टेक्नोलॉजीस फॉर मॉडर्न रेडियो एस्ट्रोनॉमी: एएसकेएपी एंड दी फेज्ड अरे फीड्स	26 मार्च 2015
थॉमस जेन्नवीन यूनिवर्सिटी ऑफ वॉटर्लू, कनाडा	फोटोनिक क्वांटम इंटेंगलमेंट फॉर टेक्नोलॉजीस एंड एप्लीकेशंस, टूल्स फॉर दी क्वांटम इंटरनेट	26 मार्च 2015

क्र. सं.	द्वारा चर्चा की गई	चर्चित पेपर	दिनांक
1	नयनतारा गुप्ता और जगदीश सी जोशी	एस्ट्रोफिजिकल न्यूट्रिनोस साइंस 343, (2013); एंड अर्काइव: 1405.5303	04/09/2014
2	रेजी फिलिप और काव्या एच राव	प्रेसर ब्रॉडेनिंग एंड लाइन नेरोविंग इन अल्ट्राफास्ट लेज़र प्रोड्यूस्ड प्लाज्मास 1. जर्नल ऑफ मॉलेक्यूलर स्पेक्ट्रोस्कोपी 122, 16 (1987) 2. प्रिंसिपल्स ऑफ प्लाज्मा स्पेक्ट्रोस्कोपी हेन्स आर ग्रीम (क्केम्ब्रिज यूनिवर्सिटी प्रेस (1997)) 3. स्टार्क ब्रॉडेनिंग स्टडीज ऑन न्यूट्रल एंड ऑयन ट्रांजीशन इन एन अल्ट्राफास्ट लेज़र प्रोड्यूस्ड जिंक प्लाज्मा काव्या एच राव, एन स्मिजेश और रेजी फिलिप (परिणाम अभी प्रकाशित होना है)	18/09/2014
3	सुपूर्णा सिन्हा और कुमार शिवम	थर्मोडायनामिक्स ऑफ क्वांटम मेजरमेंट नोएम ईरेज़, फिजि. स्क्री. T151 014028 (2012) iopscience.iop.org/1402-4896/2012/T151/014028	30/10/2014
4	अंदल नारायणन और नागेन्द्र जी एम	क्वांटम मेमोरी डिवाइसेस नेचर फोटोनिक्स 8, 287-291 (2014)	13/11/2014
5	जोसेफ सेमुअल और वी वी प्रसाद	ऑब्जर्वेशन ऑफ सेल्फ-एम्प्लीफाइंग हॉकिंग रेडिएशन इन एन एनालॉग ब्लैक होल लेज़र नेचर फिजिक्स, 12 अक्टूबर, 2014, ऑथर: जेफ स्टीन्हॉर	27/11/2014
6	रघुनाथन वी ए और मीरा थॉमस	फेर्रोमेग्नेटिज्म इन सस्पेंशंस ऑफ मेग्नेटिक प्लेटलेट्स इन लिक्विड क्रिस्टल 504, 237 (2013): ऑथर: ए मेर्टेज, डी लिस्जेक, एम ड्रोफेनिक, और एम सी ओपिक	11/12/2014
7	विजयराघवन डी और मंजुनाथ एम	मेग्नेटिकली ड्रिवेन सिंगल डीएनए नैनोमोटर स्मॉल, 7,601 (2011) ऑथर: एस बमरूंगसेप, जे ए फिलिप्स, एक्स ज़ियोंग, वाई किम, एच वांग, एच ल्यू, ए हेबार्ड और डब्ल्यू तेन	08/01/2015
8	प्रमोद तदापत्री	कोलुम्नार लिक्विड क्रिस्टल एज़ ए यूनीक् फेर्रोइलेक्ट्रिक लिक्विड क्रिस्टल फूमितो एराउका और हिदेयो ताकेजो jpn. J. App. Phys. 45] 597 (2006)	12/02/2015

आगंतुक

नामऔरसंस्थान	ठहरनेकीअवधि
पीटरहेफ्टबर्गर यूनिवर्सिटीऑफग्रेज़,ऑस्ट्रिया	1 – 14 अप्रैल 2014
बेंजामिनकोलमिट्ज़र यूनिवर्सिटीऑफग्रेज़,ऑस्ट्रिया	1 – 14 अप्रैल2014
नायकएस फिजिकलरिसर्चलेबोरेटरी,अहमदाबाद	8 – 10 अप्रैल2014
पोट्रकोलिंदर्सकी कोपरनिकसयूनिवर्सिटी,पोलैंड	11 – 17 अप्रैल2014
कन्हैयालालपाण्डे नेशनलसेंटरफॉररेडियोएस्ट्रोफिजिक्स,पुणे	14 – 20 अप्रैल2014
सांईमुतुकुमारवी श्रीसत्यसांईइंस्टीट्टयूटऑफहायरलर्निंग आंध्रप्रदेश	2 – 24 अप्रैल2014
आदित्यशर्मा टेलअवीवयूनिवर्सिटी,इज़रायल	15 अप्रैल2014 1 – 5 अगस्त2014
प्रगतिप्रधान सेंटजोसेफकॉलेज,दार्जिलिंग	20 अप्रैल– 11 मई2014 20 सितम्बर– 12 अक्टूबर 2014 18 दिसम्बर– 20 फरवरी2015
अलेक्ज़ेंडरमाट्ज्की यूनिवर्सिटीऑफसेर्जी-पोंटोयस,फ्रांस	22 – 27 अप्रैल2014 17 – 24 अगस्त2014
अरूबेरी इंडियनइंस्टीट्यूटऑफटेक्नोलॉजी,रोपड़	30 अप्रैल– 30 जून2014 22 नवम्बर– 8 दिसम्बर2014 30 जनवरी– 30 अप्रैल2015
राहुलनिगम बिड़लाइंस्टीट्यूटऑफटेक्नोलॉजीएंडसाइंस हैदराबाद	15 – 17 मई2014
निसिमकणेकर नेशनलसेंटरफॉररेडियोएस्ट्रोफिजिक्स,पुणे	15 – 18 मई2014 24 – 28 नवम्बर2014
हरीपद्ममपीसी इंडियनइंस्टीट्यूटऑफस्पेससाइंसएंटटेक्नोलॉजी,त्रिवेंद्रम	20 – 22 मई2014

कमलशर्मा भाभाएटॉमिकरिसर्चसेंटर,मुम्बई	8 – 22 मई2014
प्रीतपालकौरसंधु इंडियनइंस्टीट्यूटऑफटेक्नोलॉजी,इंदौर	12 मई– 30 जून2014
पवनकुमारछल्ला केंटस्टेटयूनिवर्सिटी,यूएसए	21 मई2014
सुशानकोनार नेशनलसेंटरफॉररेडियोएस्ट्रोफिजिक्स,पुणे	12 – 15 मई2014
निमिशाकंथारिया नेशनलसेंटरफॉररेडियोएस्ट्रोफिजिक्स,पुणे	19 – 26 मई2014
रूक्मणीडे हरीश-चंद्ररिसर्चइंस्टीट्यूट,इलाहाबाद	25 मई– 6 जून2014
योगेशमान नेशनलसेंटरफॉररेडियोएस्ट्रोफिजिक्स,पुणे	25 मई– 10 जून2014 2 – 9 दिसम्बर2014
लेसबट्लर यूसियानास्टेटयूनिवर्सिटी,यूएसए	26 मई2014
पेट्रिकहेयर एंटनपारजर्मनी GmbH,जर्मनी	26 मई2014
आर्यधर आल्टोयूनिवर्सिटी,फिन्लैंड	28 मई2014
जितोथॉमस इंस्टीट्यूटऑफप्लाज्मारिसर्च,अहमदाबाद	28 – 30 मई2014
शेषाद्रीटीआर दिल्लीयूनिवर्सिटी,न्यूदिल्ली	14 – 16 अप्रैल2014 30 मई 2014
विरालपारेख यूनिवर्सिटीऑफकेपटाउन,साउथअफ्रीका	1 – 30 जून2014
चिरागकालेल्कर इंडियनइंस्टीट्यूटऑफटेक्नोलॉजी,खड़गपुर	2 – 22 जून2014

निर्मलत्यागु मैक्स-प्लांकइंस्टीट्यूटफॉरडायनामिक्सएंडसेल्फ-ऑर्गेनाइजेशन,जर्मनी	19 जून2014
रूटाकाले आईएनएएफ-इंस्टीट्यूटीदीरेडियोएस्ट्रोनॉमिया,इटली	22 – 30 जून2014
सिद्धार्थमालु इंडियनइंस्टीट्यूटऑफटेक्नोलॉजी,इंदौर	22 जून– 10 जुलाई2014
नित्यानंदनटी एरिज़ोनास्टेटयूनिवर्सिटी,यूएसए	22 जून– 7 अगस्त2014
निद्याराजेशऔररीता डॉककॉलेज,मदुरै	24 – 25 जून2014
स्वपनेशपणिग्राही इंस्टीट्यूटऑफफिजिक्स,फ्रांस	6 – 27 जुलाई 2014
रऊएआरपी लूसियानास्टेटयूनिवर्सिटी,यूएसए	11 – 18 जुलाई2014
दिब्येन्दुरॉय सेंटरफॉरनॉन-लीनियरस्टडीज,यूएसए	14 – 19 जुलाई2014
जूलियनफेड इंस्टीट्यूटऑफफिजिक्स,फ्रांस	14 जुलाई– 1 अगस्त2014
परमप्रीतसिंह लूसियानास्टेटयूनिवर्सिटी,यूएसए	16 – 17 जुलाई2014
बी-लोकहू यूनिवर्सिटीऑफमेरीलैण्ड,यूएसए	19 – 26 जुलाई2014
गोविंदस्वरूप नेशनलसेंटरफॉररेडियोएस्ट्रोफिजिक्स,पुणे	31 जुलाई– 1 अगस्त2014
शामिकगुप्ता यूनिवर्सिटीपेरिस,फ्रांस	31 जुलाई2014

उत्तमसिंह चंद्ररिसर्चइंस्टीट्यूट,इलाहाबाद	31 जुलाई– 15 अगस्त2014
अभिरामसूरी इंडियनइंस्टीट्यूटऑफसाइंस,बेंगलूरू	1 अगस्त2014
निरूपमरॉय मैक्सप्लांकइंस्टीट्यूटफॉररेडियोएस्ट्रोनॉमी जर्मनी	6 अगस्त2014
वैभववाश्निक सिमनफ्रेज़रयूनिवर्सिटी,कनाड़ा	5 – 8 अगस्त2014
सुमनआचार्य फिजिकलरिसर्चलेबोरेटरी अहमदाबाद	6 – 9 अगस्त2014
अभिषेकमाझी साहाइंस्टीट्यूटऑफन्यूक्लियरफिजिक्स कोलकाता	11 – 14 अगस्त2014
राकेशजोशी यूनिवर्सिटीऑफओकायामा,जापान	13 अगस्त2014
अरूणकेपति हरीश-चंद्ररिसर्चइंस्टीट्यूट,इलाहाबाद	12 – 15 अगस्त2014
यूरीश्चेकिनोव साउथर्नफेडरलयूनिवर्सिटी,रूस	13 अगस्त– 9 सितम्बर2014
दीपांकरहोम बोसइंस्टीट्यूट,कोलकाता	17 – 26 अगस्त2014
ज़ोल्टमानहैमन कोलम्बियायूनिवर्सिटी,यूएसए	18 अगस्त2014
अमिताभनंदी मैक्स- प्लांकइंस्टीट्यूटफॉरदीफिजिक्सऑफकॉम्प्लेक्ससिस्टम्स,जर्मनी	20 – 22 अगस्त2014

मनोजपूर्वांकर टाटाइंस्टीट्यूटऑफफंडामेंटलरिसर्च मुम्बई	22 अगस्त2014
यूजीनवासिलीव साउथर्नफेडरलयूनिवर्सिटी,रूस	25 अगस्त– 25 सितम्बर2014
अभिजीतघोष वैजमानइंस्टीट्यूटऑफसाइंस,इज़रायल	31 अगस्त– 3 सितम्बर2014
संजयपुरी जवाहरलालनेहरूयूनिवर्सिटी,न्यूदिल्ली	1 – 2 सितम्बर2014
उत्कर्षमिश्रा हरीश-चंद्ररिसर्चइंस्टीट्यूट इलाहाबाद	7 – 16 सितम्बर2014
शेवगांवकरआरके इंडियनइंस्टीट्यूटऑफटेक्नोलॉजी,दिल्ली	11 सितम्बर2014
अनुपमकुंदु यूनिवर्सिटीपेरिस,फ्रांस	9 सितम्बर2014
उज्जवलसेन हरीश-चंद्ररिसर्चइंस्टीट्यूट इलाहाबाद	11 – 14 सितम्बर2014
सुरजीतधरे यूनिवर्सिटीऑफहैदराबाद,हैदराबाद	16 – 18 सितम्बर2014
प्रभुआर हरीश-चंद्ररिसर्चइंस्टीट्यूट इलाहाबाद	16 – 19 सितम्बर2014
अदितीसेनडे हरीश-चंद्ररिसर्चइंस्टीट्यूट इलाहाबाद	16 – 19 सितम्बर2014
आशाके कुवेम्पुयूनिवर्सिटी,शिमोगा	22 – 24 सितम्बर2014

ममतागुलाटी इंडियनइंस्टीट्यूटऑफसाइंसएजुकेशनएंडरिसर्च,मोहाली	25 सितम्बर– 3 अक्टूबर2014 20 – 28 फरवरी 2015
अनलभरॉय इंस्टीट्यूटऑफन्यूक्लियरफिजिक्स,कोलकाता	28 सितम्बर– 1 अक्टूबर2014
रेयमण्डलेफ्लाम्मे यूनिवर्सिटीऑफवॉटर्लू,कनाड़ा	14 – 18 अक्टूबर2014
त्रिदिबसंधु इंस्टीट्यूटडेफिजिक्थियोरीक्सीईए/सेक्ले फ्रांस	18 – 22 अक्टूबर2014
सुशीलमजुम्दार टाटाइंस्टीट्यूटऑफफंडामेंटलरिसर्च मुम्बई	19 – 20 अक्टूबर2014
उन्नीकृष्णनसीएस टाटाइंस्टीट्यूटऑफफंडामेंटलरिसर्च मुम्बई	20 – 24 अक्टूबर2014
तीर्थांकररॉयचौधुरी नेशनलसेंटरफॉररेडियोएस्ट्रोफिजिक्स,पुणे	19 – 22 अक्टूबर2014
अनुषातिलकन यूनिवर्सिटीऑफहैदराबाद	12 – 14 नवम्बर2014
जॉर्जजॉन यूनिवर्सिटीऑफन्यूयार्क,यूएसए	19 नवम्बर2014
निशांतकेसिंह एनओआरडीआईटीए,स्वीडन	20 – 27 नवम्बर2014
आदत्यचौपड़ा ऑस्ट्रेलियननेशनलयूनिवर्सिटी,ऑस्ट्रेलिया	23 – 24 नवम्बर2014
राघविंदरसिंह इंडियनइंस्टीट्यूटऑफफिजिक्स,मद्रास	24 – 30 नवम्बर2014
बिजयकुमारअगरवल्ला यूनिवर्सिटीऑफकेलिफोर्निया,यूएसए	25 नवम्बर2014

शिवकुमारएम यूनिवर्सिटीऑफहैदराबाद,हैदराबाद	26 नवम्बर2014
सीजीनरेंद्रन नेशनलइंस्टीट्यूटऑफटेक्नोलॉजी,केलिकट	27 – 28 नवम्बर2014
टोमोसोबेलोनी ऑब्जर्वेटीरियोएस्ट्रोनॉमिकोडीब्रेरा,इटली	28 नवम्बर– 5 दिसम्बर2014
अरविंदनटराजन यूनिवर्सिटीऑफपिट्सबर्ग,यूएसए	2 दिसम्बर2014
अनुराधाभट्टाचार्य साहाइंस्टीट्यूटऑफन्यूक्लियरफिजिक्स,कोलकाता	4 दिसम्बर2014
रॉफेलसोर्किन पेरीमीटरइंस्टीट्यूटफॉरथियोरेटिकलफिजिक्स कनाडा	10 दिसम्बर2014 – 13 जनवरी2015
कोलिनबेन डरहमयूनिवर्सिटी,यूनाइटेडकिंगडम	12 दिसम्बर2014
जिंतोथॉमस इंस्टीट्यूटऑफप्लज्मारिसर्च,अहमदाबाद	15 – 16 दिसम्बर2014
रंजिनीवैद्यनाथन जॉर्जियाइंस्टीट्यूटऑफटेक्नोलॉजी,यूएसए	16 दिसम्बर2014
हूगोटोचेट्टे स्टेलनबोचयूनिवर्सिटी,साउथअफ्रीका	16 – 19 दिसम्बर2014
सुश्मिताचक्रवर्ती जोसेफफूरियरयूनिवर्सिटी,फ्रांस	4 – 8 जनवरी2015
सबितामोहन मार्टिन-लूथरयूनिवर्सिटी,जर्मनी	11 – 14 जनवरी2015
पेट्रोसवॉल्देन यूनिवर्सिटीऑफएडिन्बर्ग,यूनाइटेडकिंगडम	11 – 17 जनवरी2015
डेविडरिदेउट यूनिवर्सिटीऑफकेलिफोर्निया,यूएसए	11 – 18 जनवरी2015

ईयेनजब्ब इम्पीरियलकॉलेज,लंदन	11 – 24 जनवरी2015
जगदीशकेविज यूनिवर्सिटीऑफडब्लिन,आयरलैंड	14 – 16 जनवरी2015
अरिजीतसाहा यूनिवर्सिटीऑफबेसल,स्विट्ज़रलैंड	13 – 17 जनवरी2015
यशवंतगुप्ता नेशनलसेंटरफॉररेडियोएस्ट्रोफिजिक्स,पुणे	18 – 20 जनवरी2015
गुएंतरवर्थ जोहेन्नेसगुथेनबर्गयूनिवर्सिटी,जर्मनी	21 – 25 जनवरी2015
लीलाऔरराकेशकुमार यूनिवर्सिटीऑफहैदराबाद,आंध्रप्रदेश	28 – 30 जनवरी2015
गोर्डनलव डरहमयूनिवर्सिटी,यूनाइटेडकिंगडम	5 – 12 फरवरी2015
मिचेललेड्यूक फ्रांसीलियनइंस्टीट्यूटफॉररिसर्चऑनकोल्डएटम फ्रांस	10 – 11 फरवरी2015
एलनओमंत सीएनआरएसऔरयूनिवर्सिटेपिर्रेएटमेरीक्यूरी फ्रांस	10 – 12 फरवरी2015
जीनमिचेलचेस्सेरियाक्स लिसोसपब्लिकअफेयर्स,पेरिस	10 – 11 फरवरी2015
सत्यामजुमदार एलपीटीएमएस,फ्रांस	11 – 20 फरवरी2015
जेफ़वेग स्क्वेयरकिलोमीटरअरेऑर्गेनाइजेशन यूनाइटेडकिंगडम	13 फरवरी2015
मुतुकुमारएम यूनिवर्सिटीऑफमेसेचुसेट्टस,यूएसए	15 – 20 फरवरी2015
सत्पत्रऋषिचौधुरी नेशनलयूनिवर्सिटीऑफसिंगापोर,सिंगापोर	18 – 20 फरवरी2015

निपांजनापात्रा यूनिवर्सिटीऑफकेलिफोर्निया,यूएसए	21 – 26 फरवरी2015
होल्ज़रस्कोन्नर यूनिवर्सिटीऑफसीजन,जर्मनी	24 फरवरी2015
दिव्याफिलिप्स नेशनलइंस्टीट्यूटफॉरइंटरडिसीप्लीनरीसाइंसएंडटेक्नोलॉजी,त्रिवेंद्रम	25 – 26 फरवरी2015
विशालगज्जर जिनझियांगएस्ट्रोनॉमिकलऑब्जर्वेटरी,चीन	27 फरवरी2015
अर्निबनसैन इंडियनइंस्टीट्यूटऑफटेक्नोलॉजी,मुम्बई	4 – 5 मार्च2015
नयनमणिदास इंडियनस्कूलऑफमाइन्स,धनबाद	4 – 6 मार्च2015
दीपांकरहोम बोसइंस्टीट्यूट,कोलकाता	17 – 24 अगस्त2014 6 – 13 मार्च2015
सिबेश्चियनवूस्टर मैक्स-प्लांक-इंस्टीट्यूटफॉरफिजिककॉम्प्लेक्सरसिस्टम,जर्मनी	11 – 14मार्च2015
रॉनईकर्स ऑस्ट्रेलियाटेलिस्कोपनेशनलफेसिलिटी ऑस्ट्रेलिया	11 – 27 मार्च2015
इन्नियोअरोमोंदो यूनिवर्सिटीऑफपीसा,इटली	15 – 20 मार्च2015
मारियाअल्लेग्रीनी यूनिवर्सिटीऑफपीसा,इटली	15 – 20 मार्च2015
विक्रमव्यास दिल्लीयूनिवर्सिटी,दिल्ली	15 – 21 मार्च2015
अरूणकेसिंह पीईसीयूनिवर्सिटीऑफटेक्नोलॉजी,चंडीगढ़ी	17 – 20 मार्च2015
किशोरश्रीधरन हेंगयांगयूनिवर्सिटी,साउथकोरिया	19 – 20 मार्च2015
थॉमसजेन्नेवीन यूनिवर्सिटीऑफवॉटरलू,कनाडा	25 – 29 मार्च2015

आगंतुक छात्र कार्यक्रम

क्र.सं.	छात्र	सलाहकार
1	गुरूप्रसाद ए आर	प्रभु टी
2	कृष्ण प्रिया एस आर	अंदल नारायण
3	स्वपना टी	प्रतिभा आर
4	धर्मेन्द्र प्रसाद शुक्ला	रंजिनी बंदयोपाध्याय
5	श्रेया राय	उर्बशी सिन्हा
6	चित्रा जी वी	श्रीवाणी के एस
7	भार्गवी एम	श्रीवाणी के एस
8	जेक कोहेन	लक्ष्मी सरीपल्ली
9	अश्विनी जी	रवि सुब्रहमण्यन
10	रश्मी एम आर	हेमा रामचन्द्रन
11	चंदन के जे	सोमशेखर आर
12	निखिल बी वी	सोमशेखर आर
13	मधु के	रमेश बी
14	सतीश के टी	प्रभु टी
15	संदीप पी	प्रभु टी
16	सुप्रविका हेग्डे एम आर	रघुनाथन ए
17	राशि श्रॉफ	देशपाण्डे ए ए
18	प्रणिता शंकर	रेजी फिलिप
19	सौम्या हेग्डे	देशपाण्डे ए ए
20	कश्यप एन	उदय शंकर एन
21	अक्षय जी एच	उदय शंकर एन
22	किरण कुमार बी एम	रमेश बी
23	जयशील आर	उदय शंकर एन

24	करिश्मा बंसल	देशपाण्डे ए ए
25	श्याम नारायण एस	प्रभु टी
26	अश्विनी आर	प्रभु टी
27	अश्विनी एस	प्रभु टी
28	सचिन बी एस	उदय शंकर एन
29	इशानी सलरिया	देशपाण्डे ए ए
30	रिश्याश्रिंगा जे एस	विजयराघवन डी
31	चित्तस्पंदिनी कुलकर्णी	रघुनाथन वी ए
32	सेबंती चट्टोपाध्याय	सुपूर्णा सिन्हा
33	हफ्सा सैयद	रंजिनी बंदयोपाध्याय
34	सोनाक्षी सचदेव	जोसेफ सेमुअल
35	सुमित हल्दार	अरूण रॉय
36	एलिजाबेथ नोबल	रेजी फिलिप
37	सुप्रिया डी एम	प्रतिभा आर
38	नेहा महेंदरकर वी	रूक्मोंगथन टी एन
39	श्रीकांत पी	रेजी फिलिप
40	बोईना श्रीलक्ष्मी	गौतम सोनी
41	दिनेश राउत	शिव के सेठी
42	नागेन्द्र जी एम	अंदल नारायणन
43	अंजली पी एस	उर्बशी सिन्हा
44	राजशेखर दास	रंजिनी बंदयोपाध्याय
45	सौविक बिश्वास	रवि सुब्रहमण्यन
46	पवन सी एम	रूक्मोंगथन टी एन
47	अपूर्वा जोशी	रवि सुब्रहमण्यन

48	मारिया कुरूविला	देशपाण्डे ए ए
49	सिमिन मेश्क	अरूण रॉय
50	सन्नी सौरभ	हेमा रामचन्द्रन
51	निधिन पी	श्रीकांत आर
52	प्रवीण कुमार एम	हेमा रामचन्द्रन
53	नीतु वर्गिस	गौतम सोनी
54	बाला विग्नेश	उदय शंकर एन
55	पृथ्वीराज यू	उदय शंकर एन
56	हिमांशु बधानी	जोसेफ सेमुअल
57	शशांक गुप्ता	प्रतिभा आर
58	आनंद सहाय	लक्ष्मी सरीपल्ली
59	भूषण एस शेन्वी	शिव के सेठी
60	स्नेहलता टीकेएसी	रमेश बी
61	निरंजन वी के	रमेश बी
62	दुर्वासा गुप्ता वाई	गौतम सोनी
63	कार्तिगेयन आर	रमेश बी
64	कुलकर्णी अभय प्रकाश	रमेश बी
65	गणेश बी जी	जेकब राजन
66	प्रतीक सोलंकी	संदीप कुमार
67	जेलिना डिसोज़ा	सुपूर्णा सिन्हा
68	सरायू शशिधरन के	रेजी फिलिप
69	अश्विनी पुरोहित	हेमा रामचन्द्रन
70	अरूण एम	शिव के सेठी
71	जयेश ए बाफ्ना	गौतम सोनी

72	विनय कुमार डी आर	संदीप कुमार
73	अमित कुमार	प्रमोद पुलर्कट
74	प्रवीण एम एन	सोमशेखर आर
75	ईशा कोटेचा	सुमती सूर्या
76	अश्विनी जी	द्वारकानाथ के एस
77	रेंगराज जी	उर्बशी सिन्हा
78	आदित्य पी एम	रमेश बी
79	लक्ष्मी सिंधू	हेमा रामचन्द्रन
80	युवराज जोशी	गौतम सोनी
81	रंजना दोड्डमणी पी	प्रतिभा आर
82	विष्णु एम	हेमा रामचन्द्रन
83	दिब्याश्री कौशिक	रेजी फिलिप
84	प्रदीप कुमार एन	उर्बशी सिन्हा
85	अनिमेश आर्यन	उर्बशी सिन्हा
86	सौरभ टी टी	गौतम सोनी
87	दिव्या ए पी	हेमा रामचन्द्रन
88	काव्या एच राव	रेजी फिलिप
89	अनिल कुमार टोलमत्ती	बाला आर अय्यर
90	श्रुति सुधाकर	देशपाण्डे ए ए
91	दीपा ए	गौतम सोनी
92	राजाराम के	बाला आर अय्यर
93	राज बिश्वास	देशपाण्डे ए ए
94	सांई कृष्णा	देशपाण्डे ए ए
95	पियूष कुमार सिन्हा	हेमा रामचन्द्रन

96	राधिका जोशी	देशपाण्डे ए ए
97	जूही तिवारी	देशपाण्डे ए ए
98	अमन चौक्सी	रवि सुब्रहमण्यन
99	पृथ्वीराज यू	उदय शंकर एन
100	बालविग्नेष	उदय शंकर एन
101	अविनाश	शिव के सेठी
102	सुप्रीत कुलकर्णी	गौतम सोनी
103	स्वप्निल नार्के	देशपाण्डे ए ए
104	मंजुनाथ एम	विजयराघवन डी
105	अक्षित कुमार	हेमा रामचन्द्रन
106	सुसव प्रधान	प्रमोद पुलर्कट
107	श्रीराम सुदर्शनम	हेमा रामचन्द्रन
108	प्रदीप सिंह	श्रीवाणी के एस
109	दीपक कुमार देव	लक्ष्मी सरीपल्ली
110	अनिता रोज़ थॉमस	रेजी फिलिप
111	प्रणव आर सघ्वी	देशपाण्डे ए ए
112	नेहा तनुश्री	गौतम सोनी
113	ईशा कोटेचा	सुमती सूर्या
114	मनीष कुमार	संदीप कुमार
115	सिंधाना सेल्वी पी एस	सुपूर्णा सिन्हा
116	श्री वाणी जे	द्वारकानाथ के एस
117	मनीष कुमार	संदीप कुमार
118	सुधी ओबेरॉय	उर्बशी सिन्हा
119	शिवी शेट्टी	सादिक् रंगवाला

120	अल्का भट	प्रमोद पुलर्कट
121	श्री वाणी जे	द्वारकानाथ के एस
122	स्वाती कौशिक	गौतम सोनी
123	मनसा मंजुनाथ	सुमती सूर्या
124	संतोष हरीष	उदय शंकर एन
125	हरिकृष्णन ए	अंदल एन
126	राहुल एस किंगर	देशपाण्डे ए ए
127	सनल वी	हेमा रामचन्द्रन
128	मौमिता अधिकारी	गौतम सोनी
129	शिवा प्रद्युम्न	उर्बशी सिन्हा
130	सोहम कुमार दत्ता	अरूण रॉय
131	अद्वैत पी सूरतकर	गौतम सोनी
132	भरत कृष्णन	रमेश बी
133	मधुरिमा चौधुरी	देशपाण्डे ए ए
134	मनिकंदन के	गौतम सोनी
135	प्रेम जे	रमेश बी
136	अंजली शर्मा	प्रतिभा आर
137	गायत्री पटेल	देशपाण्डे ए ए
138	मंजुनाथ ए एस	विजयराघवन डी
139	अश्विनी मोहन	रेजी फिलिप
140	लक्ष्य खुराना	हेमा रामचन्द्रन
141	रोज़ मार्टिन पी ए	हेमा रामचन्द्रन
142	श्वेता जी एस एम	हेमा रामचन्द्रन
143	अश्वनी आई सी	हेमा रामचन्द्रन

144	कृष्णप्रसाद सी	लक्ष्मी सरीपल्ली
145	शंकर एम जे	हेमा रामचन्द्रन
146	सिराज उद्दिन अंसारी	हेमा रामचन्द्रन
147	शरण्या ए	गौतम सोनी
148	प्रियंका भट्ट	सादिक् रंगवाला
149	अविनाश	शिव के सेठी
150	सिंधाना सेल्वी पी एस	सुपूर्णा सिन्हा
151	भाग्यश्री देवरू भट	अरूण रॉय
152	फाल्गुनी माथुर	रमेश बी
153	अरविंद कुमार	गौतम सोनी
154	किरण नारायण हेग्डे	सोमशेखर आर
155	मीनु	प्रतिभा आर
156	पूजिता सी जी	विजयराघवन डी
157	जूही तिवारी	शिव के सेठी
158	सौरभ टी टी	गौतम सोनी

किसी राष्ट्र की सम्पत्ति उसके पास जमा सोना–चांदी नहीं अपितु, उसके लोगों की बौद्धिक व शारीरिक क्षमता होती है।