वार्षिक रिपोर्ट

2012–2013

रामन अनुसंधान संस्थान
बेंगलूर

सर सी वी रामन

(होमी जहांगीर भाभा द्वारा बनाई गई आकृति)

विषय–सूची

प्रस्तावना

निदेशक की कलम से 6

संस्थान के बारे में

इतिहास 8

आरआरआई, एक झलक में 10

अनुसंधान के क्षेत्र

खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी
- परिदृश्य 14
- चालू अनुसंधान 21

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी
- परिदृश्य 46
- चालू अनुसंधान 51

मृदु संघनित पदार्थ
- परिदृश्य 58
- चालू अनुसंधान 63

सैद्धांतिक भौतिकी
- परिदृश्य 76
- चालू अनुसंधान 81

सुविधाएँ 92

शैक्षिक कार्यक्रम 99

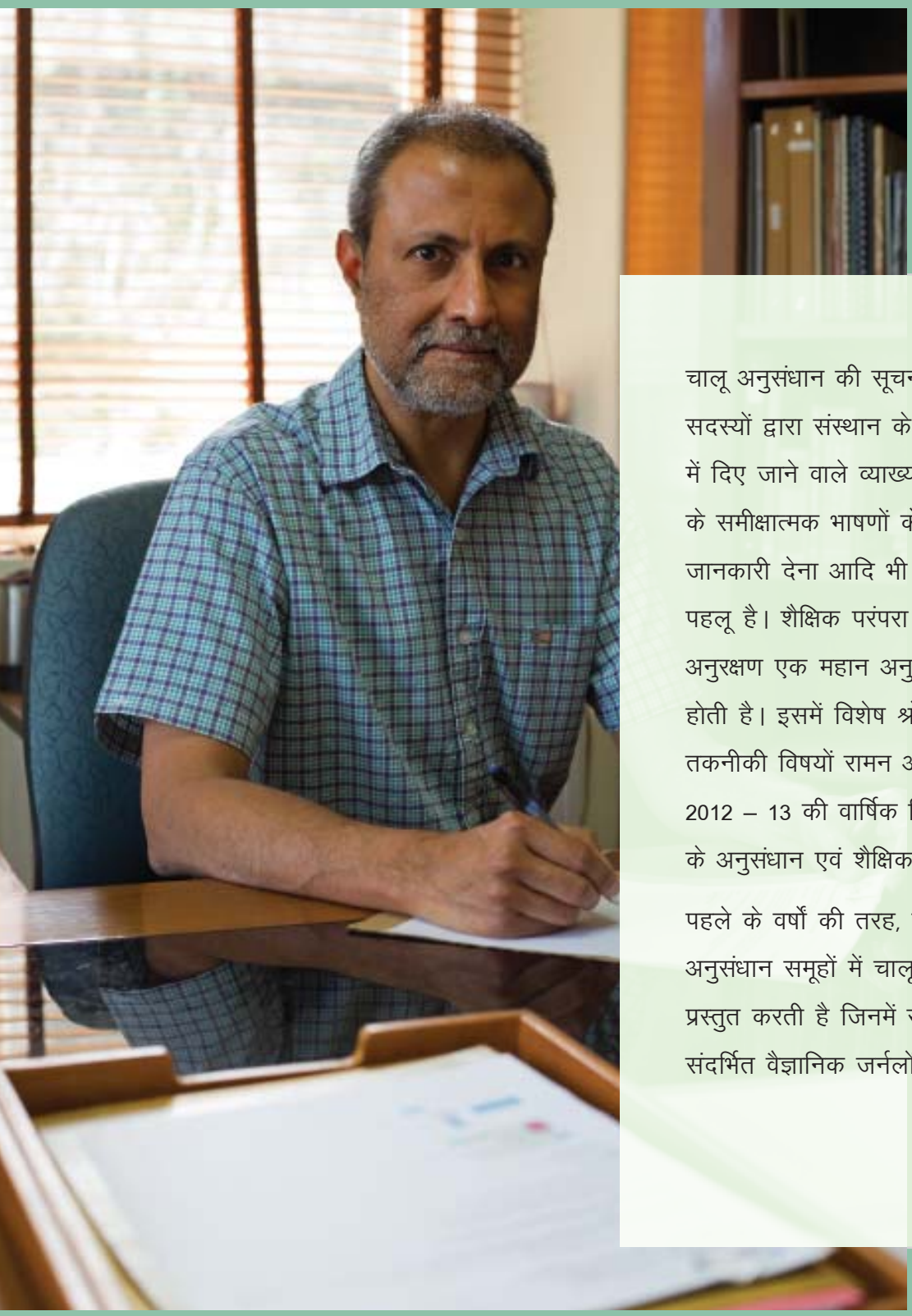
आरआरआई में व्यक्ति 101

प्रकाशन 115

अन्य क्रियाकलाप 116

अनुलग्नक 121

लेखा–विवरण 187



चालू अनुसंधान की सूचना प्रदान करना, संस्थान के सदस्यों द्वारा संस्थान के अंदर अथवा बाहर सम्मेलनों में दिए जाने वाले व्याख्यानों के जरिए अथवा जर्नल के समीक्षात्मक भाषणों के जरिए, वर्तमान अनुंधान की जानकारी देना आदि भी ज्ञान प्रसारण का एक और पहलू है। शैक्षिक परंपरा का उन्नयन एवं उसका अनुरक्षण एक महान अनुसंधान संस्थान की संस्कृति होती है। इसमें विशेष श्रोताओं को ध्यान में रखकर, तकनीकी विषयों रामन अनुसंधान संस्थान के वर्ष 2012 – 13 की वार्षिक रिपोर्ट, वर्ष के दौरान संस्थान के अनुसंधान एवं शैक्षिक क्रियाकलापों का सार है।

पहले के वर्षों की तरह, यह वार्षिक रिपोर्ट विभिन्न अनुसंधान समूहों में चालू ज्ञान–सृजन के सारांश को प्रस्तुत करती है जिनमें से प्रमुख रूप से कुछ संदर्भित वैज्ञानिक जर्नलों में प्रकाशित हो चुके हैं।

निदेशक की कलम से

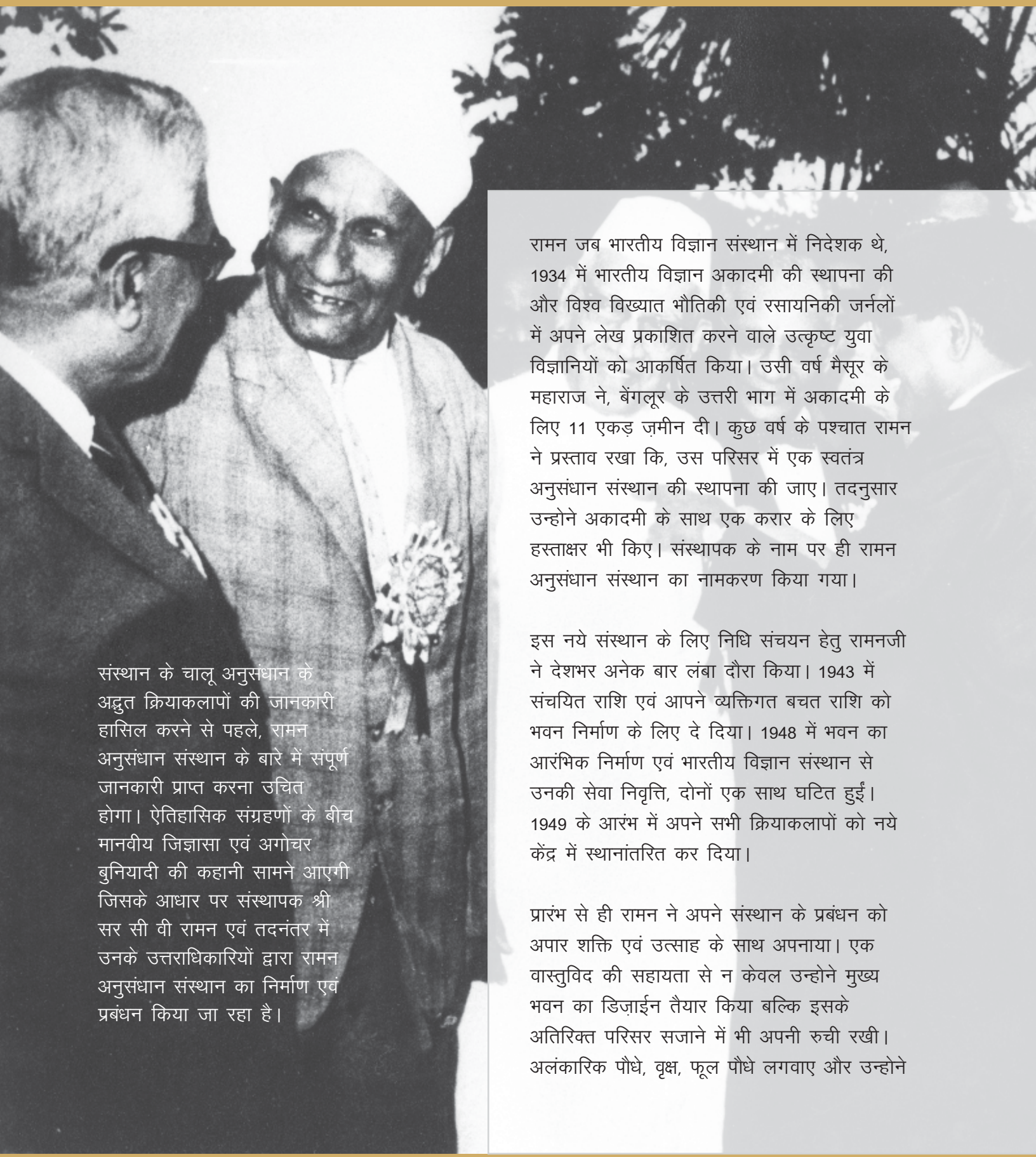
संस्थान, ज्ञान प्रसारण को एक महत्वपूर्ण क्रियाकलाप मानता है। इनमें संस्थान के पीएचडी प्रदान करने हेतु छात्रों का मार्गदर्शन एवं आगंतुक छात्र कार्यक्रम शमिल हैं, जिसके तहत देशभर के छात्र संस्थान में आकर, कुछ सप्ताहों से लेकर महीनों तक रहते हैं और, संस्थान के कई अनुसंधान क्रियाकलापों में भाग लेते हैं। विशिष्ठ संगोष्ठियों का अयोजन, विस्तृत समुदाय के लिए ज्ञान वर्धन में हुई प्रगति के बारे में गोष्ठियों का आयोजन आदि शामिल हैं।

आउटरीच क्रियाकलापों के अधीन, एक अंर्तराष्ट्रीय परियोजना के तौर पर खगौलिकी आंकडे के संचयन में स्थानीय स्कूलों के छात्रों की सहायता करना, आप्टिक टेलीस्कोप की स्थापना के लिए एक गुंबज की पुनःस्थापना हेतु, भीतरी प्रदेशों में स्थित स्कूलों की सहायता करना, लेख प्रस्तुत करना एवं प्रेरणात्मक व्याख्यान देना आदि शामिल है।

इस रिपोर्ट में 01 अप्रैल 2012 से 31 मार्च 2015 तक की अवधि में, संदर्भित जर्नलों में प्रकाशनों की सूची, सम्मेलनों की कार्यवाही एवं मोनोग्राफ, किताबें एवं पीरियाडिकल्स एवं प्रदान की गई पीएचडी उपाधि एवं वर्तमान अनुसंधान को ध्यान में रखते हुए आयोजित संगोष्ठियाँ एवं बैठकें आदि के विवरण शामिल हैं। इस अवधि के दौरान देश अथवा विदेश के वैज्ञानिक, जिन्होंने संस्थान का दौरा किया, उसकी सूची भी शामिल है।

बेंगलूर

अगस्त 31, 2013



संस्थान के चालू अनुसंधान के अद्भुत क्रियाकलापों की जानकारी हासिल करने से पहले, रामन अनुसंधान संस्थान के बारे में संपूर्ण जानकारी प्राप्त करना उचित होगा। ऐतिहासिक संग्रहणों के बीच मानवीय जिज्ञासा एवं अगोचर बुनियादी की कहानी सामने आएगी जिसके आधार पर संस्थापक श्री सर सी वी रामन एवं तदनंतर में उनके उत्तराधिकारियों द्वारा रामन अनुसंधान संस्थान का निर्माण एवं प्रबंधन किया जा रहा है।

रामन जब भारतीय विज्ञान संस्थान में निदेशक थे, 1934 में भारतीय विज्ञान अकादमी की स्थापना की और विश्व विख्यात भौतिकी एवं रसायनिकी जर्नलों में अपने लेख प्रकाशित करने वाले उत्कृष्ट युवा विज्ञानियों को आकर्षित किया। उसी वर्ष मैसूर के महाराज ने, बेंगलूर के उत्तरी भाग में अकादमी के लिए 11 एकड़ ज़मीन दी। कुछ वर्ष के पश्चात रामन ने प्रस्ताव रखा कि, उस परिसर में एक स्वतंत्र अनुसंधान संस्थान की स्थापना की जाए। तदनुसार उन्होने अकादमी के साथ एक करार के लिए हस्ताक्षर भी किए। संस्थापक के नाम पर ही रामन अनुसंधान संस्थान का नामकरण किया गया।

इस नये संस्थान के लिए निधि संचयन हेतु रामनजी ने देशभर अनेक बार लंबा दौरा किया। 1943 में संचयित राशि एवं आपने व्यक्तिगत बचत राशि को भवन निर्माण के लिए दे दिया। 1948 में भवन का आरंभिक निर्माण एवं भारतीय विज्ञान संस्थान से उनकी सेवा निवृत्ति, दोनों एक साथ घटित हुईं। 1949 के आरंभ में अपने सभी क्रियाकलापों को नये केंद्र में स्थानांतरित कर दिया।

प्रारंभ से ही रामन ने अपने संस्थान के प्रबंधन को अपार शक्ति एवं उत्साह के साथ अपनाया। एक वास्तुविद की सहायता से न केवल उन्होने मुख्य भवन का डिज़ाईन तैयार किया बल्कि इसके अतिरिक्त परिसर सजाने में भी अपनी रुची रखी। अलंकारिक पौधे, वृक्ष, फूल पौधे लगवाए और उन्होने

इतिहास

उस बंजर भूमि को एक सुंदर उद्यान में परिवर्तित कर दिया। उस उद्यान में भ्रमण करना उनके दैनिक जीवन का अभिन्न अंग था। आरंभ में संस्थान में रामनजी को मिलाकर केवल चार स्टाफ थे। आरंभिक दो साल संस्थान में बिजली नहीं थी। बिजली की कमी रामनजी के जिज्ञासा एवं प्रकृति के विस्मयों समझने के कार्य में कोई बाधा नहीं हुई। इन्ही वर्षों में कुछ लेंस एवं मानव चालित हेलियोस्टैट के उपयोग से महान वैज्ञानिक ने काम का संचालन किया। उन्होंने स्टाफ के जीवनाधार के लिए एवं संस्थान में वैज्ञानिक क्रियाकलापों के विस्तार के लिए, रामनजी सरकार से धन की सहायता नहीं लेना चाहते थे। उन्होंने अपने पुराने छात्र के साथ मिलकर रासायनिक उद्योग आरंभ किया। इससे आने वाले लाभ से वे अपने स्टाफ को भुगतान करते थे एवं अपनी प्रयोगशालाएँ तैयार करते थे। तदनंतर के वर्षों में संस्थान का विस्तार बढ़ता रहा, एक ग्रंथालय, कई अन्य भवन और एक संग्रहालय भी जुड़ गया जिसमें रामनजी के रत्न, स्फटिक एवं खनिजों का निजी संचयन भी शामिल है। 1970 में उनका देहांत होने तक रामनजी, रामन अनुसंधान संस्थान के विकास के लिए अथक परिश्रम करते रहे।

उनकी मृत्यु के पश्चात अकादमी ने एक जन दातव्य न्यास की स्थापना की, जिसका नाम है 'रामन अनुसंधान संस्थान न्यास'। अकादमी के अधीन स्थित भूमि, जमा राशि, प्रतिभूतियॉ, धन, प्रयोगशालाएँ, उपकरणों एवं अन्य सभी चर एवं अचर संपत्तियों का न्यास को हस्तांतरित कर दिया गया। रामन अनुसंधान संस्थान का अनुरक्षण, संचालन एवं संपोषण ही न्यास का प्रमुख जिम्मेदारी थी। 1972 में संस्थान को भारत सरकार के विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग से वित्तीय सहायता प्राप्त होने लगी। उस समय से संस्थान का वित्तीय स्त्रोत वही है। उसी साल वेंकटरामन राधाकृष्णन को संस्थान के निदेशक पद के लिए आह्वान किया गया। राधाकृष्णन ने संस्थान में एक प्रेक्षणालय के निर्माण के रामनजी की इच्छा को पूरा करने के अलावा खगोल विज्ञान एवं खगोल भैतिकी क्षेत्र में एक सबल समूह का गठन किया जिसके अनुसंधान कार्य की विश्व भर में प्रशंसा की जा रही है। 90 के दशक के मध्य भाग तक द्रव स्फटिक एवं खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी, दो ही अनुसंधान के प्रमुख क्षेत्र थे। संस्थान के निरंतर विकास तथा सदस्यों के अनुसंधान अभिरुचियों के विस्तारण के फलस्वरूप सैद्धांतिक भौतिकी एवं प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी भी अनुसंधान क्षेत्र में शामिल हो गए। द्रव स्फटिक समूह को मृदु संघनित पदार्थ के नाम से पुर्ननामित किया गया जिससे अर्थ की दृष्टि से अधिक निखरता प्राप्त होती है।

संस्थान के संस्थापक के उदाहरण से प्रेरणा पाकर, आज रामन अनुसंधान संस्थान के संकाय, वैज्ञानिक स्टाफ एवं छात्र उपरोक्त चारों क्षेत्रों में अनुसंधान कार्य में संलग्न हैं।

आरआरआई, एक झलक में

कार्य–लक्ष्य

संपूर्ण विश्व के बारे में मानव की समझ एवं ज्ञान विकास में वैश्विक प्रयास के तौर पर, रामन अनुसंधान संस्थान खगोल विज्ञान, खगोल भौतिकी, प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी, मृदु संघनित पदार्थ एवं सैद्धांतिक भौतिकी के क्षेत्रों में मौलिक अनुसंधान में कार्यरत है।

निदेशक

श्री रवि सुब्रमण्यन संस्थान के वर्तमान निदेशक हैं।

संगठन

रामन अनुसंधान संस्थान एक स्वायत्त संस्थान है। संस्थान का सर्वोच्च निकाय रामन अनुसंधान न्यास है। यहाँ का निदेशक मुख्य कार्यकारी अधिकारी एवं शैक्षिक अधिकारी हैं। संस्थान का प्रशासन एवं प्रबंधन की जिम्मेदारी प्रबंध परिषद की है और वित्तीय मामलों में वित्त समिति द्वारा परिषद की सहायक की जाती है।

स्थान

रामन अनुसंधान संस्थान, भारत की आईटी राजधानी बेंगलूर के उत्तरी भाग में स्थित 20 एकड जमीन पर स्थित है। यह एक विराट नगर के हलचल से एक शांति का आश्रयताण है तथा सृजनात्मक वैज्ञानिक कार्य के लिए नैसर्गिक एवं प्रेरणात्मक वातावरण प्रदान करता है।

अनुसंधान के विभन्न क्षेत्र

खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी
प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी
मृदु संघनित पदार्थ
सैद्धांतिक भौतिकी

सुविधाएँ

प्रयोगशालाएँ

आरएएल/इलेक्ट्रानिक प्रयोगशाला
क्ष–किरण खगोल विज्ञान प्रयोगशाला
क्वांटम आप्टिक्स प्रयोगशाला
लेज़र कूलिंग और लाईट प्रोपगेशन प्रयोगशाला
क्वांटम इंटरेक्शन प्रयोगशाला
नॉन लीनियर आप्टिक्स प्रयोगशाला
लेसर इंड्यूसड प्लास्मा प्रयोगशाला
रसायनिक प्रयोगशाला
भौतिक मापन प्रयोगशाला
लिक्विड क्रिस्टल डिस्प्ले प्रयोगशाला
रियोलजी एवं लाईट स्कैटरिंग प्रयोगशाला
एक्स–रे डिफ्रेक्शन प्रयोगशाला
जीवभौतिकी प्रयोगशाला
इलेक्ट्रोकेमिस्ट्री एवं सतह विज्ञान प्रयोगशाला

मैकेनिकल इंजीनियरिंग

मैकेनिकल कार्यशाला
ग्लैस ब्लोइंड सुविधा

ग्रंथालय

कंप्यूटर सुविधाएँ

शिक्षा

संस्थान निम्नलिखित शैक्षिक कार्यक्रम प्रदान करता है:
पीएचडी कार्यक्रम
डाक्टरोत्तर फेलोशिप कार्यक्रम
आगंतुक छात्र कार्यक्रम

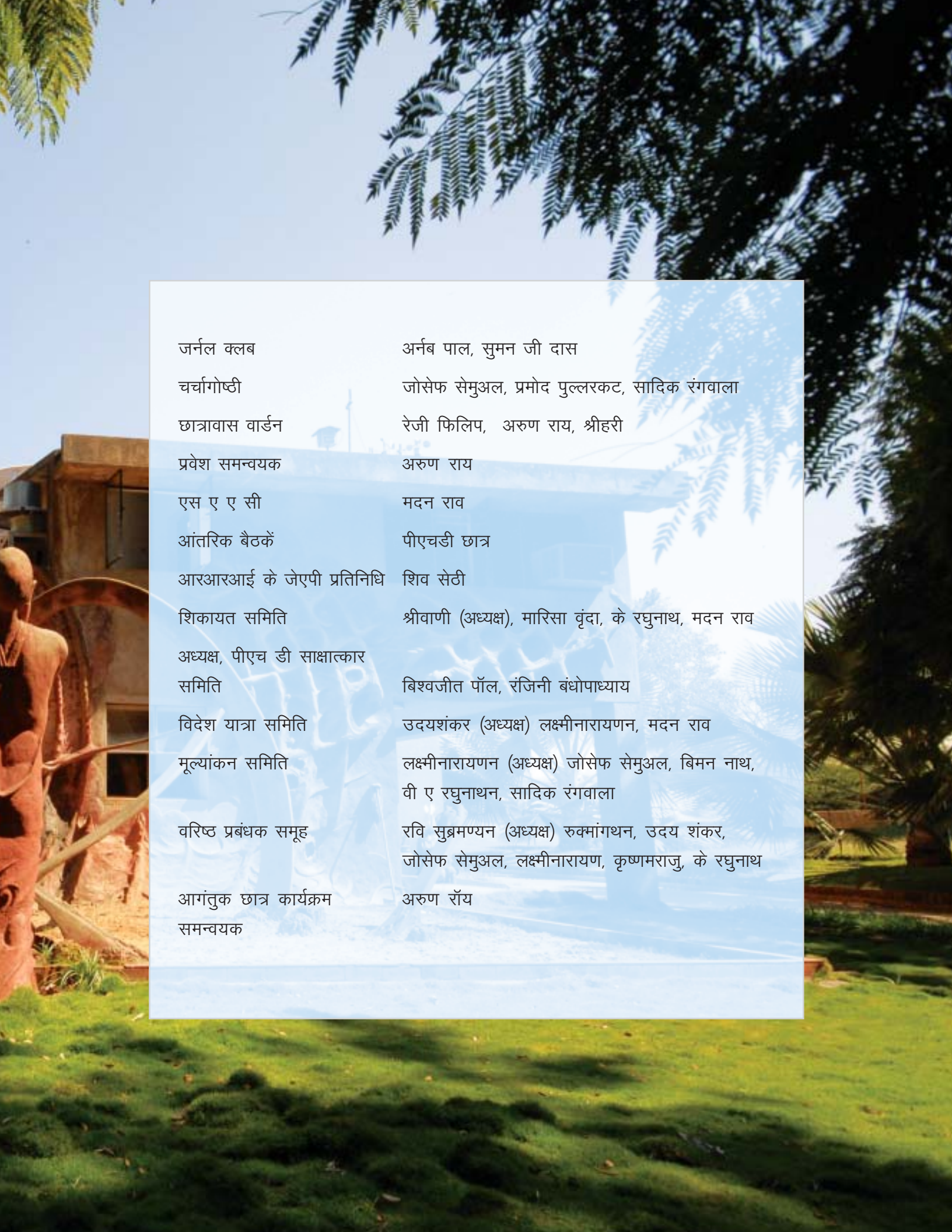
निधिकरण

अनुसंधान संस्थान के लिए निधि, भारत सरकार के विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग से प्राप्त होती है।

अनुसंधान, वैज्ञानिक/तकनीकी स्टॉफ तथा पीएचडी छात्र

अनुसंधान संकाय: 48
वैज्ञानिक/तकनीकी: 46
प्रशासनिक: 27
पीएचडी छात्र: 64

निदेशक
रवि सुब्रमण्यन
खवि व खभौ
बिश्वजीत पॉल
जीबीडी फील्ड स्टेशन
अश्वत्थप्पा
टीपी
संजीब सभापंडित
एससीएम
यशोधन हटवलने
एलएएमपी
सादिक रंगवाला
प्रशासन
कृष्णमराजु
के रघुनाथ
ग्रंथालय
बी एम मीरा
अध्यक्ष अनुसंधान सुविधाएँ
हेमा रामचंद्रन
कम्प्यूटर
जेकब राजन
कार्यशालाएँ
दामोदरन
दुरै चेल्वन
आरएएल / इलेक्ट्रॉनिक प्रयोगशाला
आरएएल समन्वयन समिति
अध्यक्ष – श्रीवाणी
लेखा
सुब्रमण्या
खरीद
राममूर्ति
भंडार
बी मूर्ति
सुरक्षा
गणपति
बागवानी
आर शशिधरन
कैंटीन व अतिथि गृह
श्रीहरि
जन संपर्क
राम
भवन
सुरेश
अनुरक्षण
आर शशिधरन
विद्युत
ए एस राव
वेस्ट मैनेजमेंट
आर शशिधरन



जर्नल क्लब	अर्नब पाल, सुमन जी दास
चर्चागोष्ठी	जोसेफ सेमुअल, प्रमोद पुल्लरकट, सादिक रंगवाला
छात्रावास वार्डन	रेजी फिलिप, अरुण राय, श्रीहरी
प्रवेश समन्वयक	अरुण राय
एस ए ए सी	मदन राव
आंतरिक बैठकें	पीएचडी छात्र
आरआरआई के जेएपी प्रतिनिधि	शिव सेठी
शिकायत समिति	श्रीवाणी (अध्यक्ष), मारिसा वृंदा, के रघुनाथ, मदन राव
अध्यक्ष, पीएच डी साक्षात्कार समिति	बिश्वजीत पॉल, रंजिनी बंधोपाध्याय
विदेश यात्रा समिति	उदयशंकर (अध्यक्ष) लक्ष्मीनारायणन, मदन राव
मूल्यांकन समिति	लक्ष्मीनारायणन (अध्यक्ष) जोसेफ सेमुअल, बिमन नाथ, वी ए रघुनाथन, सादिक रंगवाला
वरिष्ठ प्रबंधक समूह	रवि सुब्रमण्यन (अध्यक्ष) रुक्मांगथन, उदय शंकर, जोसेफ सेमुअल, लक्ष्मीनारायण, कृष्णमराजु, के रघुनाथ
आगंतुक छात्र कार्यक्रम समन्वयक	अरुण रॉय

खगोल विज्ञान एवं

रामन अनुसंधान संस्थान के खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी समूह में 20 अभिप्रेरित अनुसंधानकर्ता शामिल हैं जो, ब्रह्मांड के उदय से लेकर वर्तमान स्थिति तक का अध्ययन करते हैं। इनके मुख्य अनुसंधान क्षेत्र में सैद्धांतिक खगोल भौतिकी, प्रेक्षणात्मक खगोल विज्ञान, खगोल भौतिकीय उपकरण एवं संकेत प्रक्रियन शामिल हैं।

खगोल भौतिकी

परिदृश्य

सैद्धांतिक खगोल भौतिकी, विश्लेषणात्मक मॉडल एवं कम्प्यूटेशनल संख्यात्मक सिमूलेशन के विकास पर ध्यान देती है जो, आकाशपिंडों (तारें, ग्रह, गैलक्सियॉं, एवं इंटरस्टेल्लर माध्यम आदि) की गतिविधि, भौतिक गुण आदि का वर्णन करती है। साथ में ब्रह्मांड की रचना एवं क्रमिक विकासों से संबंधित जिज्ञासा का उत्तर देती है।

प्रेक्षणात्मक खगोल भौतिकी में, विश्व भर के अनेक दूरदर्शकों का उपयोग से, कम फ्रीक्वेन्सी (अधिक वेवलेंग्थ) रेडियों तरंगों से अधिक फ्रीक्वेन्सी (कम वेवलेंग्थ एवं अत्यंत शक्तिशाली) गामा किरणों तक की इलेक्ट्रो मैग्नेटिक विस्तार में रेडियेसन का अध्ययन किया जाता है। इन प्रेक्षणों से प्राप्त सूचनाओं को वर्तमान में प्रचलित सैद्धांतिक नमूनों के परीक्षण करने एवं अध्ययन को नयी दिशा प्रदान करने हेतु उपयोग किया जाता है। इस प्रकार के अध्ययन ही, ब्रह्मांड के बारे में हमारे संचयित ज्ञान के अधार हैं।

ब्रह्मांड के अध्ययन के लिए 17वीं शदी से दूरदर्शकों का इस्तेमाल किया जा रहा है। आज कल के परिष्कृत दूरदर्शकों की सहायता से विज्ञानी इलेक्ट्रो मैग्नेटिक विस्तार के विभिन्न फ्रीक्वेन्सी बैंडों में आकाश कायों का अध्ययन कर पा रहे हैं और ब्रह्मांड और उसकी रचना से संबंधित सवालों का जवाब दे पा रहे हैं। विश्व के कई जगहों पर ऐसे दूरदर्शकों के निर्माण एवं प्रचालन में रामन अनुसंधान संस्थान के खगोल विज्ञान उपकरण इंजीनियर जुडे हुए हैं।

आनेवाले पृष्ठों में, खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी समूह के प्रमुख अनुसंधान क्षेत्र एवं पिछले साल में प्रत्येक सदस्य के वैज्ञानिक क्रिया कलापों का सार प्राप्त होगा। इस अध्याय में वाचकों को सदस्यों के अनुसंधान क्रियाकलापों का विस्तृत एवं तकनीकी विवरण प्राप्त होगा।

खगोल भौतिकी

ब्रह्मांड से संबंधित मॉडलों का विकास : ब्रह्मांड विज्ञान, ब्रह्मांड की रचना एवं विकास को बतानेवाले भौतिकीय मॉडलों का परीक्षण एवं विकास से संबंधित है। संस्थान के अनुसंधानकर्ता रीआयनाइजेशन युग से रेडियेशन के बारे में स्प्ष्ट करने वाले मॉडल के विकास में कार्यरत है। रीआयनाइजेशन युग से मतलब ब्रह्मांड के अति प्राचीन युग से है जब, प्रथम प्रकाशीय स्त्रोतों (जैसे तारे, गैलाक्सियाँ आदि) ने तटस्थ इंटरगैलाक्टिक माध्यमों को आयनाइज किया था। इन मॉडलों से ब्रहंमांड में संरचना की रचना प्रक्रिया सूचना प्राप्त होती है तथा, इस सवाल का जवाब भी मिलेगा कि, क्या वर्तमान दूरदर्शकों से इसी रेडियेशनों को पहचान सकते हैं?

गैलाक्सियॉं एवं उनका परिवेश : गैलक्सियों का विकास अलग से नहीं होता और, गैलक्सियों और इंटरगैलक्टिक माध्यम के विकास में, गैलक्सियों एवं परिवेश के बीच का पारस्परिक व्यवहार की अत्यंत महत्वपूर्ण भूमिका है। रामन अनुसंधान संस्थान के अनुसंधानकर्ता, वैश्लेषिक एवं हाईड्रोडायनामिक सिमुलेशन के माध्यम से इन पारस्परिक व्यवहारों का अध्ययन करते हैं। विशेष रूप से वे गैलक्सियों से होनेवाले हिंसात्मक गैस आउटफ्लो के लिए जिम्मेदार विभिन्न मैकानिज्म एवं गैलक्सी क्लस्टरों के हॉट गैस में इन आउटफ्लों के प्रभाव का अध्ययन कर रहे हैं।

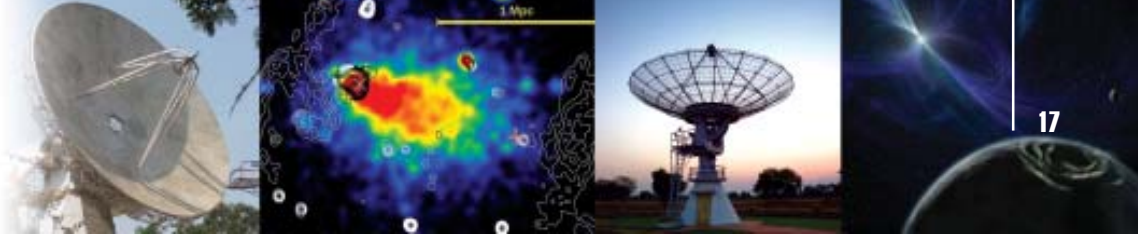
मैग्नेटोहाइड्रोडायनमिक टर्बुलेंस : भूमि पर विद्युत चालित द्रवों में टर्बुलेंस एक विरल घटना हैं जबकि, गैलक्सियों, गैलक्सियों के समूह एवं इंटरस्टेलर माध्यमों में, जहॉं पदार्थों का आयनाईज होता है, अति सामान्य घटना है। रामन अनुसंधान संस्थान के अनुसंधानकर्ता एमएचडी टर्बुलेंस के गहन सैद्धांतिक सूत्रीकरण के काम में सक्रिय हैं।

डायनमों सिद्धांत : संस्थान के खगोलभौतिकी समुदाय द्वारा, आकाशकायों (जैसे तारें, ग्रह, एवं गैलाक्यिॉं) के चारों ओर अति मैग्नेटिक क्षेत्रों का मूल एवं उसको थामने की प्रक्रिया के समझने हेतु सैद्धांतिक कार्य किया जाता है। यह एक ऐसा मैग्नेटिक क्षेत्र है जो, सौर–पवन कणों से भुमि को बचाता हैं अन्यता हमारे ग्रह में जीव जंतुओं का नष्ट हो जाता था।

गुरुत्वाकर्शण डायनमिक्स : संस्थान के अनुसंधनकर्ता ब्लैक होल के चारों ओर ब्रह्मांडीय पिंडों के पथ दर्शानेवाले माडल के निर्माण में भी व्यस्त हैं। अनेक ब्लैक होलों के चारों ओर तारों के पथ के अध्ययन से ही गुरुत्वाकर्षण लेंसिंग (गुरुत्वाकर्षणीय प्रकाश वक्रण) समझा जा सकता है जिसकी, पूर्व सूचना आइन्स्टाइन द्वारा पहले ही दी गई थी।

प्रेक्षणात्मक खगोल विज्ञान

हेलो एवं रेलिक रेडियों स्त्रोत : ब्रह्मांड में स्थित पदार्थों में गैलाक्सियों के समूह ही अत्यंत बडी संरचना हैं। इनके संरूपण, संरचना एवं गति को समझने की कोशिश से उनकी रचना से संबंधित अंर्तदृष्टि प्राप्त हो सकती है। हेलो एवं रेलिक दोनो गैलक्सी समूह में स्थित ऐसी संरचनाएॅं हैं जो, इलेक्ट्रोमैग्नेटिक युग के रेडियों भाग में तीव्र रेडियेशन छोड़ती हैं। इस रेडियेशनों का वर्णन करनेवाले अनेक मॉडल उपलब्ध हैं। संस्थान के अनुसंधानकर्ता रेडियों गैलाक्सियों के रेडियेशन से सक्रिय गैलक्टिक न्यूक्लियस से तुलना करते हैं और यह पाया गया है कि इनमें से कुछ धीरे धीरे अवसान होते जा रहे हैं। वर्तमान के दूरदर्शकों के सूक्ष्म ग्रहणशीलता की सीमाओं से कितनी ऐसी गैलक्सियॉं हमारे लिए अगोचर हैं? और सक्रिय गैलेक्टिक नयूक्लियस के अंत के बारे में हमें क्या पता चलता हैं? ऐसे कई जिज्ञासाओं में मग्न हैं।



मिल्की वे में एच आई क्षेत्र : करीब 13.7 अरब वर्षों से पहले महास्फोट के पश्चात बडी मात्रा में जलजनक का सृजन हुआ जो, तारा समूह के निर्माण के लिए आधार बना। पृथ्वी पर हम जिस हवा का सास लेते हैं उसकी तुलना में कम घनत्व के तटस्थ जलजनक, तारों के बीच की जगह भर गई। इन जलजनक क्षेत्रों के उत्सर्जन जिसे एचआई क्षेत्र कहा जाता है, से तारों की रचना से पहले की स्थिति की जानकारी प्राप्त होती है। संस्थान के अनुसंधानकर्ता देश एवं विदेश के विभिन्न रेडियो दूरदर्शकों प्रेक्षाणात्मक आंकडों की सहायता से एसे एचआई क्षेत्र का उद्‌गम एवं संरचना पर काम करते हैं।

पल्सारें : पल्सारों की खोज एक आकस्कि घटना है। ये पल्सार सुपनोवा से उत्पन्न होनेवाले न्यूट्रान तारे होते हैं जो कोणीय गति के संरक्षण के कारण तेज घूमते हैं और रेडियो तरंगों को आवधिक उत्सर्जन करते हैं। उनके आवधिक उत्सर्जन से ही पल्सारों को "ब्रह्मांड का लाईट हाउस" कहा जाता है। हम उन्ही पल्सारों की प्रेक्षण कर सकते हैं जिनके किरण पथ्वी की दिशा में हैं। पल्सार के उतसार्जनों से उनकी संरचना एवं दूर की अंर्तदृष्टि प्राप्त होती हैं। ये सामान्य सापेक्षता के परीक्षण के लिए अद्भुत प्रयोगात्मक मंच हैं। आज, ब्रह्मांड में पाये जाने वाले सटीक कालमान में मिलिसेकेंड पल्सार भी एक हैं। संस्थान द्वारा सक्रिय पल्सारों पर अनुसंधान करने के काम और उनकी प्रकृति के बारे में विवरण प्राप्त करने हेतु रिसीवरों के विकास कार्य किया जा रहा है।

रेडियो गैलाक्सियों का जीवनचक्र : रेडियो दूरदर्शकों की बढ़ती संवेदशीलता एवं दृष्टिस्थिरता से रेडियो गैलाक्सियों के लक्षण एवं आकार के प्रेक्षण को जटिल बना दिया है। यह माना जाता है कि, गैलाक्यिों की न्यूक्लियस में क्रियाएँ समाप्त होकर फिर से आरंभ हुई हैं। इस प्रकार के परिदृष्य हमारे प्रेक्षण कार्य को स्पष्ट करता है एवं रेडियो गैलाक्सियों का उद्‌गम एवं जीवनचक्र की हमारी जानकारी बढ़ाने के लिए सहायक हैं। न्यूक्लियसों का अवसान क्यों हुआ, पुनः सक्रिय होने से पहले कितनी अवधि तक वे आवसानित थे, उनके पुर्नजन्म के लिए कारणीभूत मैकानिस्म क्या हैं, – आदि कई ऐसे प्रश्नों के उत्तर ढूँढने हेतु, संस्थान के अनुसंधानकर्ता राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय सहकर्मियों के सहयोग से प्रयत्नशील हैं।

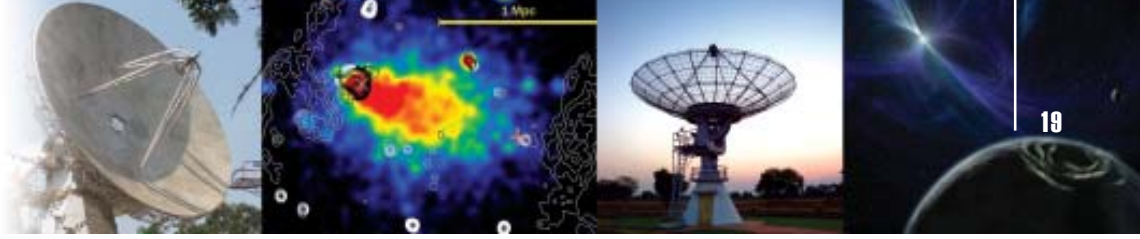
रेडियो गैलाक्सियों मार्फालजी : नवीन वर्षों में, X–आकार के रेडियो गैलाक्सियों ने खगोल विज्ञानी समुदाय की दिलचस्पी बढाई है तथा संस्थान के खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी समूह इस अनुसंधान क्षेत्र में सक्रिय हैं। X–आकार के रेडियों गैलाक्सियों में, दो लोब अन्य दो लोबों के साथ मिलकर रेडियों गैलाक्सियॉ बनती हैं और इनके लोब X–अक्षर के आकार में होते हैं। इनमें से दो लोब सक्रिय रहते हैं और, बाकी दो मरे हुए होते हैं। अतिरिक्त दो लोबों की उत्पत्ति कैसे हुई इसको समझाने हेतु अनेक सिद्धांत हैं। संस्थान के वर्तमान प्रेक्षण को इन सिद्धांतों के परीक्षण X–आकार के रेडियो गैलाक्सियों से अधिक ज्ञान प्राप्त करने के लिए इस्तेमाल किया जाता है।

एक्स–रे बायनरीज : कांपैक्ट सितारें (न्यूट्रान तारें एवं ब्लैक होल) ब्रह्मांड में कुछ चरम परिस्थितियॉ पैदा कर देते हैं और, बायनरी स्टेलर प्रणाली में इन कांपैक्टक सितारों से विकिर्णित ऊर्जा उत्सर्जन के उपयोग से, इन चरम परिस्तिथियों का पता लगाया जा सकता है। सह उच्च ऊर्जा उत्सर्जन, मुख्यतः एक्स–रे को पहचानना कई एक्स–रे प्रेक्षणालयों के लिए सुलभ हैं। रामन अनुसंधान संस्थान के खगोलविद, कई अंतर्राष्ट्रीय प्रेक्षणालयों की सहायता से किए गए प्रेक्षण को, बायनरी एक्स–रे तारों के कक्षीय विकास एवं कक्षीय खामियॉ, कई नई खोज के साथ एक्स–रे पल्सारों में अर्ध–अवधिक प्रदोलन, एक्स– रे पल्सारों में स्वयं अवशोषण एवं पल्स प्रोफाईल में गिरावट, एक्स–रे पल्सारों में साईक्लोट्रान अवशोषण लाईनें, न्यूट्रान स्टार मैग्नेटिक फील्ड़ एवं थर्मोन्यूक्लियर एक्सरें विस्फोट आदि विषय पर अन्वेषण के लिए इस्तेमाल करते हैं। संसथान में विकासाधीन आगामी इंडियन मिशन अस्ट्रोसैट एवं एक्स–रे पोलारमीटर से एक्स–रे बायनरियों के अध्ययन के प्रयास सुदृढ़ होंगे।

उपकरण–डिज़ाईन एवं विकास

विश्व भर में अनेक दूरदर्शकों के विकास कार्य में रामन अनुसंधान संस्थान शामिल है। वर्तमान की एंटेना प्रणालियॉ बडे रिफ्लेक्टरों एवं एकल अथम कम संख्या के फीड़्स पर आधारित हैं। मर्चीसन वाइडफील्ड व्यूह एवं लो फ्रीक्वेन्सी व्यूह के प्रोटोटाइपों ने अगली पीढ़ी के दूरदर्शकों के डिज़ाईन में बदलाव लाए हैं। रिआयानाइजेशन युग एवं उनके मार्गस्थ वैज्ञानिक परियोजनाओं ने, अगली पीढ़ी के कई रेडियो दूरदर्शकों के लिए एक GHz से कम फ्रीक्वेंसी में अधिक बैंडविड्थ से अधिक क्षेत्र के वीक्षण की क्षमता हासिल की है। इसका उपयोग फेसड़ एर्रे एवं अपार्चर एर्रे में किया जा सकता है, जिनके किरणों की संख्या उपलब्ध संस्करण शक्ति एवं संचार पर निर्भर हैं।

गौरीबिदनूर रेडियो टेलीस्कोप, मारिशियस रेडियो टेलीस्कोप, मर्चीसन वाइडफील्ड एर्रे एंड डेवेलपमेंट आफ ब्राडबैंड फीड फार ग्रीनबैंक रेडियो टेलीस्केप के साथ शामिल होकर रामन अनुसंधान संस्थान ने इस क्षेत्र में विशेषज्ञता हासिल की है। 50 से 1000 MHz फ्रीक्वेन्सी के रेंज में अपार्चर एर्रे तकनालजी के विकास करने के कार्यक्रम को संस्थान ने अपनाया है।



गौरीबिदनूर रेडियो टेलीस्कोप (जीआरटी) : गौरीबिदनूर (बेंगलूर के उत्तर की तरफ 100किमी दूरी) पर स्थित डेकामीटर वेव रेडियो टेलीस्कोप का प्रचालन रामन अनुसंधान संस्थान एवं भारतीय खगोलभौतिकी संस्थान की सहयोगिता से प्रचालित है।

यह 34.5 MHz में प्रचालित मेरिडियन ट्रान्सिट उपकरण है जिसमें ट्रैकिंग सुविधा भी है। इस टेलीस्कोप में T अकार में 1000 डायपोल लगाए गए हैं। डायपोल के अभिविन्यास पूर्व–पश्चिम की दिशा के लिए किया गया है और यह पूर्व–पश्चिम दिशा के घटकों का ग्रहणशील है। इसका उपयोगी बैंडविड्त 10 MHz है और यह 32 MHz में केंद्रित है जबकि, इसके लिए उपलब्ध प्रभावी ग्रहण क्षेत्र करीब 18000 वर्ग मी. हैं।

एर्रे किरणों को इसके अवयवों पर सही ढ़ंग से चलाया गया है। उत्तर–दक्षिण बीम को –45° से 75° के झुकाव रेंज में रखा गया है। पूर्व–पश्चिम एर्रे को घंटे–कोण के 10 डिग्री के आसपास रखा गया है जिससे कम से कम 42 मिनट के लिए ट्रैकिंग किया जा सकता है।

इस टेलीस्कोप को सुलभ आकाश के निरंतर सर्वेक्षण, सुपरनोवा अवशेषों का अध्ययन, बृहद पहाड़ी क्षेत्र, अबाधित सूर्य एवं सोलार विस्फोट से रेडियो उत्सर्जन आदि के अध्ययन के लिए इस्तेमाल किया जाता है। ट्रैकिंग सुविधा के उपयोग से, कई नज़दीकी पल्सारों के रेडियो रिकांबिनेशन लाईन एवं रेडियो उत्सर्जन का प्रेक्षण किया जाता है।

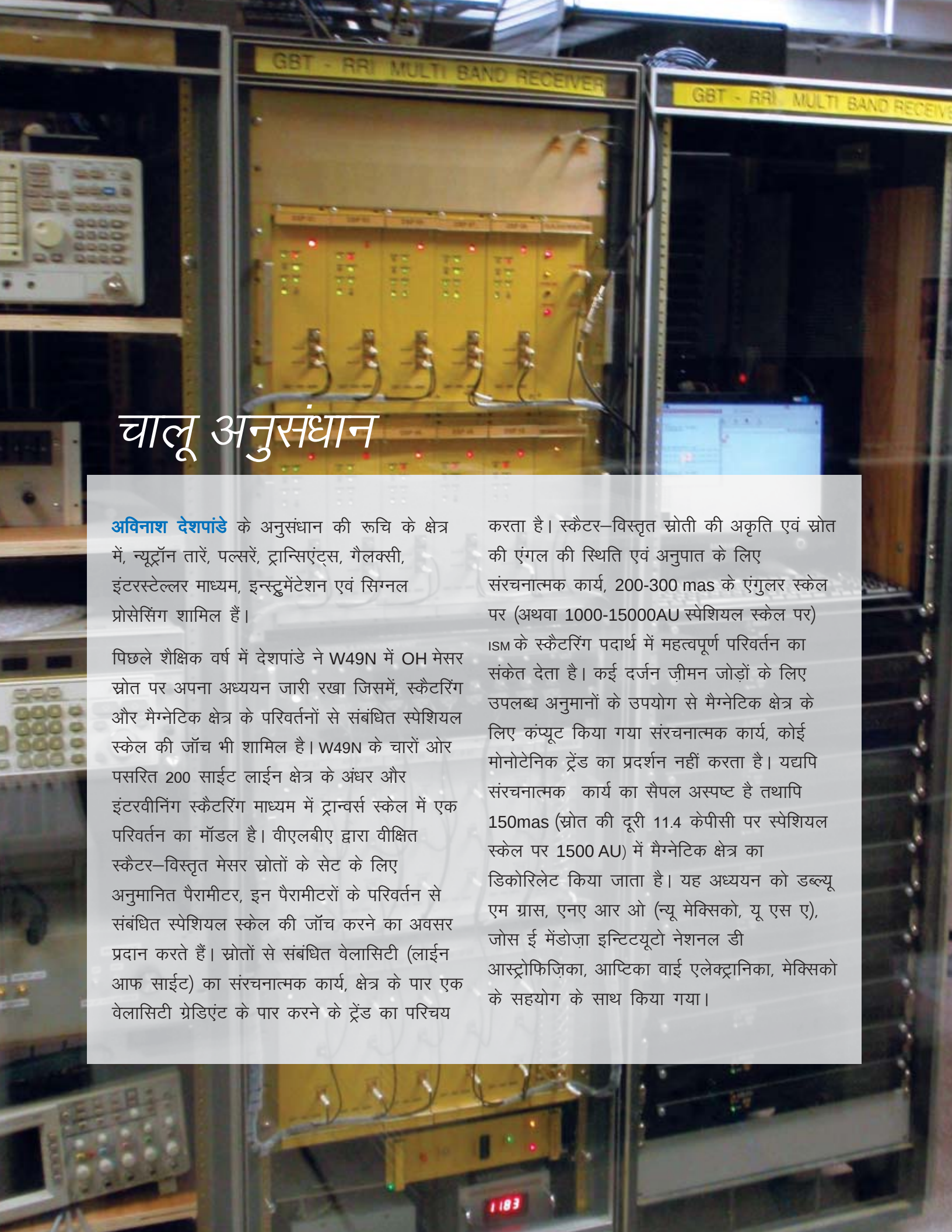
एक्स रे पोलरीमीटर : उच्च ऊर्जा खगोलभौतिकी में एक्स रे पोलरीमेट्री एक अनन्वेषित क्षेत्र है। एक्स–रे ध्रुवीकरण मापन का एकमात्र प्रयोग रहा है और क्रैब नेबुला इस मापन के अस्तित्व का स्रोत है। रामन अनुसंधान संस्थान के अनुसंधानकर्ता, आकाशकायों से ध्रुवीकृत एक्स–रे को पहचानने के विधान के विकास एवं एक्स–रे उपकरणों के निर्माण कार्य में हैं। इन उपकरणों को आकाश में भेजा जाएगा जो आकाशीय घटनाओं के लिए नई दृष्टि प्राप्त होगी।

रामन अनुसंधान संस्थान में एक्स–रे डिटेक्टरों के निर्माण एवं परीक्षण के लिए एक सुसज्जित प्रयोगशाला है। 5 से 30 keV

एनर्जी रेंज में संवेदनशील एक्स–रे पोलारीमीटर के विकास में अनुसंधानकर्ता कार्यरत हैं। इस उपकरण को इसरो के सहयोग से आसमान में उड़ाया जाएगा। एक प्रयोगशाला नमूना तैयार करके सफल परीक्षण भी कर दिया गया है। एक इंजीनियरी नमूने का डिज़ाईन एवं फैब्रिकेशन प्रगति पर है। अंतरिक्ष की योग्यता के अनुसार अपेक्षित विभिन्न मानकों को ध्यान में रखते हुए प्रयोगशाला के मॉडल को भी रिडिज़ाईन करने की जरूरत है।

आस्ट्रोसैट: यह बहु वेवलेंथ खगोल विज्ञान के लिए इसरो का एक सैटिलाईट मिशन है जिनके प्रमुख वैज्ञानिक उद्देश्य में, एक्स–रे बायनरियों के ब्राडबैंड स्टेक्ट्रोस्कोपिक अध्ययन, एजीएन, गैलक्सियों, स्टेल्लर करोने के समूह एवं सर्वेक्षण शामिल है। रामन अनुसंधान संस्थान, एक्स–रे टाइमिंग एवं विशाल एनर्जी बैंड पर लो–रेसोल्यूशन अध्ययन हेतु, आस्ट्रोसैट के एक पेलोड पर, एक विशाल क्षेत्र के एक्स–रे प्रोपोर्शनल काउंटर (एलएएक्सपीसी) के विकास कार्य में शामिल है।

फोटॉन संचयन के विशाल क्षेत्र की प्राप्ति हेतु एलएएक्सपीसी का डिजाईन किया गया है जो, अधिक एवं मध्यम तीब्रता के एक्स–रे स्त्रोतों में, अधिक फ्रीक्वेन्सी एक्स–रे प्रकाश वक्रों के अध्ययन के लिए अनुकूलकर है। फिर भी तीव्रता के परिवर्तन अध्ययन के लिए इस प्रकार के उच्च संवेदनशीलता का इस्तेमाल करने हेतु, एलएएक्सपीसी डिटक्टरों एवं संस्करण के इलेक्ट्रानिक एककों के समय प्रतिक्रिया की व्यवस्थित अनियमितताओं का समझना, और मापने की सख्त जरूरत है। रामन अनुसंधान संस्थान के खगोल विज्ञान प्रयोगशाला के अनुसंधानकर्ता वर्तमान में आस्ट्रोसैट–एलएएक्सपीसी उपकरण के समय निर्धारण एवं स्पेक्ट्रल कैलिब्रेशन एवं डेटा रिडक्शन साफ्टवेर के विकास में कार्यरत हैं।



चालू अनुसंधान

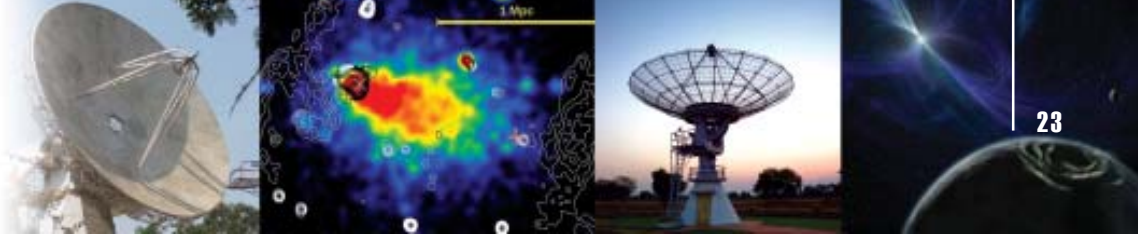
अविनाश देशपांडे के अनुसंधान की रूचि के क्षेत्र में, न्यूट्रॉन तारें, पल्सरें, ट्रान्सिएंट्स, गैलक्सी, इंटरस्टेल्लर माध्यम, इन्स्ट्रुमेंटेशन एवं सिग्नल प्रोसेसिंग शामिल हैं।

पिछले शैक्षिक वर्ष में देशपांडे ने W49N में OH मेसर स्रोत पर अपना अध्ययन जारी रखा जिसमें, स्कैटरिंग और मैग्नेटिक क्षेत्र के परिवर्तनों से संबंधित स्पेशियल स्केल की जॉच भी शामिल है। W49N के चारों ओर पसरित 200 साईट लाईन क्षेत्र के अंधर और इंटरवीनिंग स्कैटरिंग माध्यम में ट्रान्वर्स स्केल में एक परिवर्तन का मॉडल है। वीएलबीए द्वारा वीक्षित स्कैटर–विस्तृत मेसर स्रोतों के सेट के लिए अनुमानित पैरामीटर, इन पैरामीटरों के परिवर्तन से संबंधित स्पेशियल स्केल की जॉच करने का अवसर प्रदान करते हैं। स्रोतों से संबंधित वेलासिटी (लाईन आफ साईट) का संरचनात्मक कार्य, क्षेत्र के पार एक वेलासिटी ग्रेडिएंट के पार करने के ट्रेंड का परिचय करता है। स्कैटर–विस्तृत स्रोती की अकृति एवं स्रोत की एंगल की स्थिति एवं अनुपात के लिए संरचनात्मक कार्य, 200-300 mas के एंगुलर स्केल पर (अथवा 1000-15000AU स्पेशियल स्केल पर) ISM के स्कैटरिंग पदार्थ में महत्वपूर्ण परिवर्तन का संकेत देता है। कई दर्जन ज़ीमन जोड़ों के लिए उपलब्ध अनुमानों के उपयोग से मैग्नेटिक क्षेत्र के लिए कंप्यूट किया गया संरचनात्मक कार्य, कोई मोनोटेनिक ट्रेंड का प्रदर्शन नहीं करता है। यद्यपि संरचनात्मक कार्य का सैपल अस्पष्ट है तथापि 150mas (स्रोत की दूरी 11.4 केपीसी पर स्पेशियल स्केल पर 1500 AU) में मैग्नेटिक क्षेत्र का डिकोरिलेट किया जाता है। यह अध्ययन को डब्ल्यू एम ग्रास, एनए आर ओ (न्यू मेक्सिको, यू एस ए), जोस ई मेंडोज़ा इन्टिटयूटो नेशनल डी आस्ट्रोफिज़िका, आप्टिका वाई एलेक्ट्रानिका, मेक्सिको के सहयोग के साथ किया गया।

रेडियो पल्सरों में ड्रिफ्टिंग–सबपल्स फेनोमिना का नवीनतम अध्ययन, एक्सिलरेशन जोन में उत्सर्जन को एक रोटेटिंग स्पार्क पैटर्न से बीजांकित उत्सर्जन कलम प्रणाली के रूप में संगठित करने का प्रस्ताव रखता है (रुडरमन एवं सूदरलैंड 1975)। योगेश मान के सहयोग से देशपांडे ने, उके सब–बीम परिक्रमण अवधि को प्रमाणित करने एवं विद्यमान पेक्षणात्मक आंकड़े के उपयोग से, उसके विभिन्न कोनल उत्सर्जन रिग के बीच पारस्परिक संबंध को ढूँढने हेतु, B1237+25 एक प्रकाशमान पल्सार (मल्टी कांपोनेट प्रोफाईल के साथ) सब–पल्स फलक्चुएशन अध्ययन किया (कृपा : वारमाउंट विश्वविद्यालय के जोअन्न रैंकिन)। इस विश्लेषण से यह संकेत मिलता है कि, किभिन्न रेडि में कोनल उत्सर्जन के बीच परस्पर संबंध है और विभिन्न कोनल रिंग के उत्सर्जन के लिए एक सामान्य पेटर्न ही जिम्मेदार है। रोटेटिंग स्पार्क माडेल से जो अपेक्षा थी उसकी तुलना में इस पल्सर में कुछ विशिष्ट गुण असंगत है और इस संबंध में अध्ययन जारी है।

देशपांडे ने केप्लर इनिस्टट्यूट ऑफ आस्ट्रानमी, पोलैंड के स्नेहा होन्नप्पा, डब्ल्यू लेवंडोस्की एवं जे किजक, तथा मैक्स प्लैंक इन्स्टिट्यूट फार रेडियो अस्ट्रोनमी, जर्मनी के ए जेसनर के सहयोग के साथ हाई फ्रीक्वेन्सी वीक्षण में रेडियो पल्सर से सिंगल पल्स विश्लेषण किया। सात अत्यंत शक्तिशाली पल्सरों से 40000 विशिष्ठ पल्सों का विश्लेषण करने का सफल प्रयत्न किया गया। 100 मीटर एफेल्सबर्ग रेडियो टेलीस्कोप के जरिए वीक्षण किया गया। एक पल्सर के लिए 2.63 GHz फ्रीक्वेन्सी पर हाई रेजोल्यूशन (100 माईक्रो सेकेंड) के आंकडे लिए गए जबकि, बाकी का वीक्षण 8-35 GHz हाई फ्रीक्वेन्सी पर लो रेजोल्यूशन के साथ किया गया। पल्सों के बीच उत्कटता एवं फेस माडयुलेशन की जॉच करने हेतु, लांगिट्यूड–रिसाल्वड एवं हार्मोनिक–रिसाल्वड फ्लक्चुएशन स्पेकट्रल विश्लेषण किया गया। कई पल्सरों में सब–पल्स ड्रिफ्टिंग से संबंधित माड्युलेशन के लक्षणों को पहचाना गया जो, कम फ्रीक्वेन्सी वीक्षण अध्ययन के परिणामों से संगत हैं। ड्रिफ्ट संबंधित आकृतियों की खोज वीक्षण के निर्दिष्ट अंतराल में की गई जिससे, रुडरमन एवं सूदरलैंड माडल के लिए पुष्टी मिलती है। बाकी के समय अंतराल में ड्रिफ्ट संबंधित आकृतियों की अगोचरता भौतिक पैरामीटरों के परिवर्तन (जैसे कि, समानांतर पर रखे गए सब बीम) से हो सकता है। इस मामले में ड्रिफ्ट संबंधित स्पेक्ट्रल आकृति की खोज मुश्किल ही नहीं न मुमकिन है।

एक सामान्य मूल प्रक्रिया को स्पष्ट करनेवाली परस्पर असंबंद्ध रैंडम घटनाओं के परीक्षण को, उसके एक अथवा अधिक महत्वपूर्ण गुणों के कार्य के रूप में उसके घटित होने की आवृत्ति की दृष्टि से की जाती है। जैसे कि, ऊर्जा कार्य के रूप में फोटान स्पेक्ट्रम का मापन। परस्पर पृथक घटनाओं के गुण सिद्धांतों की वीक्षण से प्राप्त अनुपात वितरण, सही वितरण के अनुरूप तभी हो सकता है जब, घटनाएँ परस्पर निवारक हो। फिर भी इस प्रकार के नाम में नियत रेजोल्यूशन की वजह से, घटनाओं की संख्या का बढ़ जाना न केवल अपरिहार्य है बल्कि, घटनाओं की आवृत्ति भी बढ़ जाती है। यद्यपि वीक्षित रेट वितरण पाईल अप से उत्पन्न विकृति का अंदाज लगाने एवं पाईल–अप के प्रभाव के मॉडलिंग इनकार्पोरेटिंग कंप्यूटिंग के लिए व्यापक सिमुलेशन उपलब्ध हैं, तथापि कोई बहाली अथवा उलटाव प्रकार का प्रस्ताव नहीं है। हरीश रायचूर के साथ देशपांडे ने सही वितरण को पुनःस्थापित करने हेतु एक दिलचस्प विश्लेषणात्मक समाधान प्रस्तुत किया है। पोइसन स्टैटिस्टिक्स एवं फोरिआर ट्रान्सफार्मर्स पर आधारित यह तरीका, पईल–अप से विकृत वितरणों पर आधारित अपेक्षानुसार प्रभाव डालती है। यह



तरीका हाई एनर्जी भौतिकी से लेकर चिकित्सा डायग्नोस्टिक्स तक तथा काउंटरेट नाम और/अथवा चार्जे कपल्ड डिवाइसस अथवा समान डिवाइसस के इस्तेमाल से इन्सिडेंट रेडियेशन के स्पेक्ट्रा में जगह पाने की संभावना है।

देशपांडे एवं निशांत सिंह ने मेसरों से संगत पिरयाडिसिटीस एवं आउटफ्लो के लिए बाइनरी प्रणाली एवं उनके प्रभाव पर अध्ययन किया। मेथनाल मेसरों के आधुनिक वीक्षण के अनुसार, बाईपोलार फ्लोस तथा मेसर उत्कटन में परिवर्तनशीलता पर विनिर्दिष्ट ध्यान देने के साथ साथ, बायनरी प्रणाली में सिमेट्रिक विंड के विकास को (पीएलयूटीओं कोड के प्रयोग के साथ) 3 डी सिमुलेशन के माध्यम से मॉनीटर किया जा रहा है। बायनरी के जी–जोन एवं विभिन्न कक्षीय पहलुओं में वेलासिटी संरचना के साथ डेन्सिटी मैप को प्राप्त करने हेतु उनका अध्ययन जारी है। अध्ययन की प्रमुख जिज्ञासा यह है कि, क्या वेलासिटी संरचना कक्षीय गति से स्वतंत्र है? और वीक्षित परिवर्तनशीलता के लिए क्या केवल डेनिसटी परिवर्तन ही जिम्मेदार है?

देशपांडे एवं एन कुमार ने एक चार्ज किए हुए पार्टिकल के क्लासिकल डिसीपेटीव डायनमिक्स के न्यूमेरिक सिमिलेशन को रिपोर्ट किया है जो, नान–मार्कोवियन स्टॉकासिटक फार्सिंग पर निर्भर है। इसमें यह पाया गया कि इस प्रणाली ने स्थिर मैग्नेटिक फील्ड की उपस्थिति में भी एक स्थिर कक्षीय मैग्नेटिक का संचार को विकसित किया। प्रमुखतः बहुपरिवर्तनशील पैरामीटरों के विकल्प के आधार पर कक्षीय मैग्नेटिक संचार भी एक पैरामैग्नेटिक निकला। इसे क्यूबो आंडरसन प्रकार के नान मारकोवियन्नाइस के शास्त्रीय गतिशीलता के लिए प्रदर्शित किया गया। (1) एक नरम (लयबद्ध) कनफाईनिंग पोटैन्शियल एवं (2) रिफलेक्टिंग दीवार की तरह एक सघन पोटेंशियल के माध्यम से एक नैसर्गिग सीमा को थोपा गया। इससे कोई भी दर्शनीय गुणात्मक परिवर्तन नहीं देखा गया। पाए गए कक्षीय मैग्नेटिक प्रभाव के लिए चुने गए ड्राइविंग नायस के नान मारकावियन पदार्थ महत्वपूर्ण लगता है। इन परिणामों के निहितार्थ का भी अध्ययन जारी है।

बृहद मीटरवेव रेडियो टेलिस्कोप (जीएमआरटी) के जरिए देशपांडे एवं वसीम राजा द्वारा यह देखा गया कि, कम रेडियो फ्रीक्वेन्सी (319.5MHz) पर सुपरनोवा रेमनंट कैसियोपिआ के लीनियर पोलराईजेशन कमजोर लेकिन महत्वपूर्ण है। स्पेक्ट्रो पोलारीमेट्रिक आंकडे का विश्लेषण नयी तकनीक आरएम सिंथेसिस द्वारा किया गया जिसका सबसे पहले 1966 में बर्न द्वारा प्रस्ताव किया गया था। किसी बचे इन्स्ट्रमेंटल पोलराईसेशन रिसाव से कमजोर स्कई पोलाराईसेशन पर प्रकाश डाला गया। इन्स्ट्रमेंटल लीकेज होते हुए भी, स्रोत के लिए नवीन पॉलराईजेशन के होने के तथ्य को प्रमाणित करने हेतु, एक्स–रे डेटा के उपयोग करके एक नवीन तकनीक को दिखाया गया। स्टोक–I पोलराईजेशन लीकेज से रेमनंट दूषण एवं तीव्र ध्रुवीकरण का अनुमान होने के बावजूद, जीएमआरटी डाटा के कम फ्रीक्वेन्सी विश्लेषण से यह पता चलता है कि, (कमजोर होने पर भी) अनुमान के अनुसार पॉलरीज्ड उत्सर्जन को साफ्ट एक्स–रे उत्साजन के साथ परस्पर संबंध विरोध को देखा जा सकता है। डेटा में एंगुलर एवं आर एम रेजोल्यूशन देकर, अधिक फ्रीक्वेन्सी से जुड़े ध्रुवीकरण के वीक्षित मात्र से यह मतलब निकलता है कि, स्रोत के अंधर स्पेशियल

स्केल के 1000AU पर तापीय एवं गैर तापीय प्लैस्मा का मिश्रण होते हैं जो, ध्रुवीकरण की स्थिति के एक रैंडम सूपरपोजिशन का रूप धारण करता है। कई अन्य आरएम–प्लेन में पालराइसड उत्सर्जन के अस्तित्व निर्धारण का कार्य जारी है।

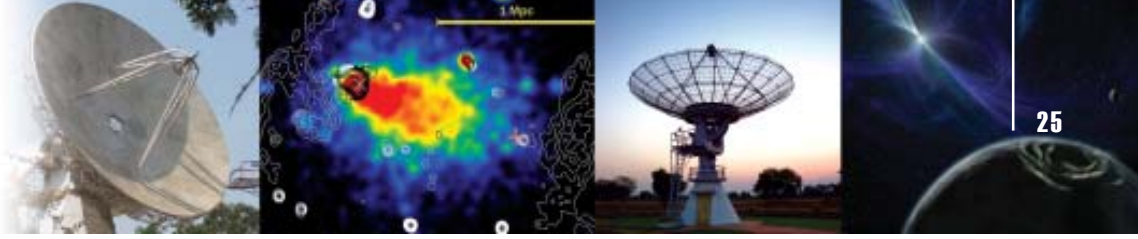
देशपांडे एवं उनके सहयोगी टी प्रभु, श्रीवाणी, कामिनी एवं माधुरी ने प्रधान इमेजिंग मोड के लिए लक्षित वीक्षण के लिए वर्तमान में इस्तेमाल किए जानेवाले 30MHz बैंडविड्थ के बदले में WMA के पूरे 300MHz बैंडविड्त के मोड के इस्तेमाल का प्रस्ताव रखा हैं। इसमें प्रत्येक केंद्र के अधर संपूर्ण गोचर क्षेत्र के ऐसे आठ टाइलों का फेसिंग, एवं रा कांप्लेक्स डाटा के रूप में 16 केंद्रों में डाटा रिकार्ड करना आदि शामिल है। इस तरीके को लागू करने हेतु आवश्यक फर्मवेर का विकास किया गया है और वह फील्ड टेस्ट के लिए तैयार है।

कर्टिन विश्वविद्यालय के स्टीव ऑर्ड, रमेश भट्ट और स्टीवन ट्रेम्ब्ली एवं रामन अनुसंधान संस्थान के टी प्रभु के साथ WMA के हाई–टाईम रेजोल्यूशन की जॉच करने हेतु सीमित बैंडविड्थ पर वीक्षण किया गया।

योगेश मान, एच ए अश्वत्थप्पा और देशपांडे ने फेर्मी लार्ज एरिया टेलीस्कोप पल्सर जे1732–3131 से 34.5MHz पर अवधिक रेडियो पल्सर की साध्यता को देखने की रिपोर्ट की है। गौरिबिदनूर में लो फ्रीक्वेन्सी एर्रे के साथ कई सत्र के वीक्षण में, एक ही सत्र में देखा गया, अन्य समय में शायद रेडियो पल्सर शायद कई गुन प्रकाशमान हो गए होंगे। ~20 मिनट के डेटा से विशाल अवधिक प्रोफाईल पर आधारित साईट लाईन के साथ कैंडिडेट डिस्परशन उपाय 15.44+/-0.32 pc/cc होने का अनुमान है। सिंगल पल्स खोज के माध्यम से देखे गए कुछ प्रकाशमान सिंगल पल्स, औसत प्रोफाईल के कोने में पाया गया जो, हाई–एनर्जी उत्सर्जन से संबंधित पल्स गति से मेल खाते हैं। ये परिणाम पल्सर एवं इंटरविनिंग माध्यम दोनों के लिए निहित है। जे 1732 के मामले में, कई युगों के आंकडे को संबद्ध करने से प्राप्त प्रोफाईल औसत डिटेक्शन युग के प्रकाश मान काल में प्राप्त औसत से स्थिर पाई गई है।

वर्ष के दौरान रेडियों अस्ट्रानमी क्षेत्र के कार्य में ऑन लाईन स्पेक्ट्रल एंड स्टोक पैरामीटर कंप्यूटेशन करने हेतु एफपीजीए–बैकएंड के लिए द्वितीय स्तर का फर्मवेर लगानाः कम की गई बूम लेंग्थ के साथ लाग–पीरियाडिक एलिमेंट का डिज़ाईन एवं परीक्षणः एंटीना प्रतिक्रियाओं के माध्यम से शामिल RFI अस्वीकृति क्षमता के रोचक तरीके : आकाश के प्रकाश वितरण के शून्य–स्पेशियल कांपोनेंट के मापन के लिए गैर पारंपरिक मार्ग का पता लगानाः यदि आरएफआई के लिए प्रतिरोधक क्षमता सुनिश्चित करने पर 16–बिट डिजिटलीकरण का उपयोग से सीमित गतिशील रेंज वाले एनालॉग चेन के साथ मिलकर बढ़ी हुई गतिशील रेंज का निर्धारणः आदि शामिल है। यह अध्ययन सी विनुता, आर दुरैचेलवन, पी संध्या, टी एस ममता और निवेदिता (वीएसपी) के सहयोग के साथ किया गया।

बिमन बी नाथ के वर्तमान व्यावसायिक अनुसंधान के रुचि के क्षेत्र में, कास्मालजी, संरचना बनावट एवं एक्स्ट्रा गैलक्टिक अस्ट्रानमी शामिल है। पिछले वर्ष के दौरान, नाथ के अनुसंधान के विषय में, सुपरनोवा और एजीएन प्रेरित हवा क्यूएसओ साईट लाईन में MgII लाईन, सिग्नेचर ऑफ आऊटफ्लोस, स्पाईरल गैलक्सी से सूपरबबल का फटना और गैलेक्टिक हवा, इंट्राक्लस्टर गैस के एंट्रोपी प्रोफाईल, गैलक्टिक हवा एवं फर्मी बबल से गामा रेस आदि शामिल है।



नाथ और उनके शिष्य महावीर शर्मा ने एजीएन एवं सुपरनोवा से प्रेरित गैलक्टिक हवा की गतिशीलता पर विश्लेषणात्मक काम किया। इसके पहले का काम एवं बिना गुरुत्वाकर्षण के और एजीएन रेडिएशन से किसी चलन के इंजेक्शन रहित, सूपरसोनिक हवा के लिए सीमित रहा जो, पहले के सभी वीक्षण एवं तुलना का आधार बना। नए विधान से अधिक सामान्य परिणाम प्राप्त हुए हैं। इनमें से पुराने परिणामों को उपविद बताया गया है जो, कुछ नए परिणाम भी दिए हैं। इसमें अधिक महत्वपूर्ण परिणाम यह है कि, सुपरनोवा से प्रोरित हवा की गति 1000 किमी/प्रति सेंकंड से अधिक नहीं हो सकती, और इसे एजीएन और सुपरनोआ प्रेरित हवा के डयोग्नोस्टिक के रूप में उपयोग किया जा सकता है। नवीतम वीक्षण से इस परिणाम के लिए समर्थन मिलता है यह भी पाया गया है कि, निष्क्रिय तारे का रूप धारण एवं मिल्की वे जैसे इटरमीडिएट मास गैलाक्सियों से हवा, हेलो में बहुत भारी गैस का भंडार हो सकता है। रसायनिक विकास मॉडल के साथ मिलकर यह नया रीतिवाद, विभिन्न गैलक्सियों के वीक्षित हेलो मास एवं स्टेलर के अनुपात के सही विवरण देता है।

सबल MgII अब्जार्पशन लाईन के साथ क्यूएसओं के लिए एसडीएसएस–डीआर7 डेटा का इस्तेमाल करके, यह देखा गया कि, इन लाईनों के वेलासिटी आफसेट एवं बैक्ग्राउंड क्वासर के बयोमेट्रिक लुमिनासिटी के बीच परस्पर संबंध है। एआरआईईएस के महावीर शर्मा एवं हेमचंद के साथ नाथ ने 1/4 स्लोप सहित एक पावर–ला में लुमिनासिटि के साथ वेलासिटी ऑप्टिक स्केल, एक समान रेडिएशन प्रेरित हवा के लिए स्थिर है। उनके अनुसंधान के परिणाम यह दिखाते हैं कि, सबल MgII लाईन का महत्वपूर्ण भाग क्वासर से ही संबंधित है नाकि, इंटरगैलक्टिक माध्यम से।

स्पाईरल गैलक्सी से गैलक्टिक हवा के आरंभ को समझने हेतु, मल्टिपल सुपरनोवा से प्रेरित सुपर बबलों का अध्ययन एवं वे कैसे फटकर गैलक्टिक हवा के लिए बीज बन जाते हैं, इसका विश्लेषणात्मक एवं संख्यात्मक अध्ययन किया गया। विश्लेषणात्मक एवं संख्यात्मक कार्य से यह सिद्ध होता है कि, एक गैलाक्टिक हवा के बीजांकुर होने के लिए कम से कम 0.1 सोलार मास प्रतिवर्ष एवं प्रति वर्ग केपीसी के स्टार फारमेशन दर आवश्यक है जो, प्रोक्षणीय परिणामों में स्थिर हैं। यह भी पाया गया कि, सूपर बबल शेल के फटने के लिए पहले की सोच रेलाई–टेलर अस्थिरता से तापीय अस्थिरता महत्वपूर्ण है। यह गैलक्सियों के आयनाइसिंग से बचने और ब्रह्मांड के रिआयनाईजेशन के लिए विवक्षित है। यह काम जेएपी के छात्र अर्पिता राय और भारतीय विज्ञान संस्थान के प्रतीक शर्मा के सहयोग में किया गया।

30 नज़दीकी गैलक्सी क्लस्टरों (रेक्सेस सैंपल) के एंट्रोपी प्रोफाईल पर काम को जारी रखते हुए, उसे क्लस्टरों के अंधरुनी रेडाई पर भी विस्तश्त किया और इन क्लस्टरों के इंट्रा क्लस्टर माध्यम (आईसीएम) में जमा कुल ऊर्जा का संगणन भी किया गया। नाथ और सहयोगियों ने इन क्लस्टरों में केंद्रीय स्रोतों के रेडियो लुमिनोसिटीस का अनुमान किया एवं जमा कुल ऊर्जा के साथ तुलना भी की। यह भी पाया गया कि, कुल जमा ऊर्जा एक तिहाई तक रेडियों गैलक्सी को देखा जा सकता है। साथ में यह भी देखा गया कि, नान कूल कोर एवं कूल कोर क्लस्टरों की ऊर्जा जमा प्राफाईलों में अंतर है,

और कूल कोर क्लस्टरों के डयोग्नोस्टिक के लिए, पहले के डेन्सिटी प्रोफाईल के बदले एंट्रोपी प्राफाईल को बेहतर पाया गया। यह काम टीआईएफआर के चौधुरी एवं एस मजुमदार के सहयोग के साथ किया गया।

नवीनतम वीक्षण में गैलक्टिक केंद्र क्षेत्र 130Gev के समीप एक गामा रे का गुण पाया गया। अद्यतन अधिकांश बयान डार्क मैटर विध्वंस से आरंभ लाईन पर केंद्रीकृत थे। नाथ ने, एन गुप्ता (आरआारआई) पी बीएरमन (एमपीएलएफआर) एन–सुक–सिओ (मेरीलैंड विश्वविद्यालय), टोडोर स्टेनेव (डेलावेर विश्वविद्यालय) और जूला बेकर त्जुस (रुहर विश्वविद्यालय, जर्मनी) के साथ इस साध्यता का अध्ययन किया कि, यह गुण गैलक्टिक कास्मिक रेसे से उत्पन्न हो सकते हैं। उनका वाद है कि, कास्मिक रे एलेक्ट्रान 1Tev के पास दुरारोह होते हैं और 130Gev में प्रेक्षित गुण, 1 Tev के समीप गैलेक्टिक कास्मिक रेस के इनफ्रारेड में, इंटरस्टेलर के इन्वर्स कांप्टन स्कैटरिंग से बढ़ते हैं।

विकास कार्य के अधीन इन्होने भविष्य के छोटे अस्ट्रनमी सैटिलाईट मिशन के लिए एक्स–रे पोलारीमीटर के विकास कार्य शामिल है। एक्स–रे पालाराइजेशन माप का एक ऐसा अनन्वेषित क्षेत्र है जो, कई प्रमुख हाई एनर्जी खगोल भौतिकी समस्याओं को समझने में अधिक सामर्थ्य रखता है। वर्ष के दौरान विशिष्ट विकास कार्य हैं:

- एक्स–रे पोलरीमीटर के एक इंजिनियरी मॉडल का फैब्रिकेशन काम अंतिम चरण पर है। दो डिटेक्टर यूनिटों का फैब्रिकेशन, वाइरिंग एवं असेंब्ली हो गया है और एक सफल परीक्षण भी किया गया है। दो और डिटक्टरों के लिए फैब्रिकेशन पूरा हो चुका है।
- एक कोलीमेटर के विकास जिसका डिजाईन, संस्थान में ही किया गया एवं सीएनसी मशीनिंग एवं वाईर कटिंग से फैब्रिकेशन का महत्वपूर्ण कार्य पूरा हुआ है। इसमें टैपरड स्लैट्स हैं जो, फ्लैट टॉपड रेस्पान्स के लिए अग्रमुख हैं जो

बिश्वजीत पॉल के वर्तमान अनुसंधन की रूचि के क्षेत्र में एक्स–रे बायनरीस, ट्रान्सिएंट्स, एक्स–रे इन्स्ट्रूमेंटेशन और सिग्नल प्रासेसिंग शामिल है। वर्ष के दौरान उनके अनुसंधान क्रियाकलापों में एक्स–रे पोलारीमीटर का विकास कार्य, आस्ट्रोसैट और कांपैक्ट एक्स–रे स्रोत के विभिन्न पहलुओं की खोज आदि शामिल हैं।

उपग्रह के किसी भी छोटे पाईंटिंग अफ्सेट को न्यूट्रलाईस करता है।

- इवेंट प्रासेसिंग इलेक्ट्रानिक्स का विकास कार्य पूरा होने की स्थिति में है और सफलतापूर्वक व्यापक परीक्षण किए गए है। सामान्य इलेक्ट्रानिक्स यूनिटों पर भी महत्वपूर्ण विकास कार्य संपन्न हुए है और परीक्षण भी किए गए हैं।
- एक्स–रे पोलरीमीटर के हाउस कीपिंग एलेक्ट्रानिक्स पर महत्वपूर्ण विकास कार्य किया गया।
- एक्स–रे डिटक्टरों के फ्रंट एंड इलेक्ट्रानिक्स के लिए स्पेस क्वालिफाईड लेआउट का सृजन किया गया और प्रयोगालय में उनका परीखण भी किया गया।

इन परियोजनाओं के लिए पी वी रिशिन, एम आर गोपालकृष्ण, आर दुरैचेल्वन, सीएम अतीकुल्ला एवं आरएएल एवं एमईएस के कई सदस्यों का भारी योगदान है।

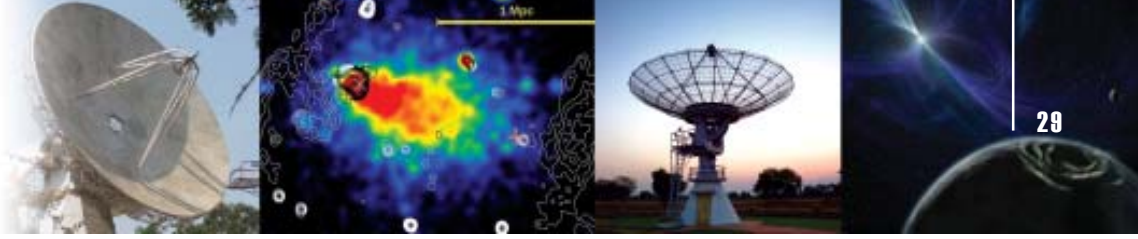
पॉल ने अस्ट्रोसैट–एलएएक्सपीसी डेटा रिडक्शन साफ्टवेर के विकास कार्य में, कुछ समय के लिए आईएसएसी बेंगलूर और एसएसी अहमदाबाद के दो समूहों के साथ काम किया है। इस अवधि के दौरान उन्होने अस्ट्रोसैट ग्राउंड सेग्मेंट समिति, जो हार्डवेर किवकास को छोड़कर अन्य विषयों में अस्ट्रोसैट का ध्यान रखती है, में एलएएक्सपीसी के प्रतिनिधि के रूप में काम किया। वे अस्ट्रोसैट विज्ञान कार्य समूह के सदस्य भी रहे और उसके उड़ान के आरंभिक दिनों में किए जानेवाले वैज्ञानिक कार्यों को पहचानने में जुड़े थे। पॉल ने डेटा रिडक्शन पैकेजों का विकास भी किया और एलएएक्सपीसी टाईमिंग डेटा विश्लेशण भी किया जिसके परिणामों ने, प्रोसेसिंग इलेक्ट्रानिक्स में हार्डवेर सुधार को आवश्यक बताया। अस्ट्रोसैट में आरआरआई के पात्र के बारे में, इसरो एवं टीआईएफआर के साथ समझौता ज्ञापन के पश्चात एलएएक्सपीसी और अस्ट्रोसैट पर काम को आगे बढ़ाया जाएगा।

वर्ष के दौरान एक्स–रे बायनरी के अध्ययन में महत्वपूर्ण योगदान दिए गए है।

चंद्रेयी मैत्रा एवं पॉल ने सुजाकु वीक्षण के उपयोग से दो Be/एक्स–रे पल्सर एवं एक विंड अक्रेटिंग एचएमएक्सबी पल्सर के साईक्लोट्रान रेसोनैंट स्कैटरिंग फीचर्स (सीआरएसएफ) का पल्स फेस रिसाल्वड स्पेक्ट्रम का विस्वश्त विश्लेषण किया। यह पाया गया कि, सीआरएस पैरामीटर पल्स फेस में बदलते हैं और उन्हे मैग्नेटिक फील्ड के मैप के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है। और स्रोतों के डाइपोल जॉमिट्री के उल्लंघन की साध्यता भी पाई गई है। यह अक्रेशन कलम की स्थिति और बदले हुए दृश्य कोण में स्थानीय परिसर को भी दर्शाता है। पल्स फेस के साथ परिवर्तन के नमूने को, प्रत्येक स्रोत के लिए एक से अधिक निरंतर स्पेक्ट्रम मॉडल के साथ प्राप्त किया गया। इन सभी में स्थिर परिणाम पाए गए। केवल देखने के कोण के बदलने से ही परिणाके परिवर्तन को सुनिश्चित करने हेतु, स्थिर दृश्य गुण एवं लुमिनासिटी युक्त व्यापक विश्लेषण पर विशेष ध्यान दिया गया। दो ठम/एक्स–रे पल्सरों के लिए जो, अपनी ऊर्जा अपने पल्स प्रोफाईल पर अवलंबित है, इन स्थितियों में लाईन ऑफ साईट को बंद करनेवाला स्ट्रीम/कलम द्वारा एक अतिरिक्त अवशोषण को मानने हेतु, निरंतर स्पेक्ट्रम माडल में एक आंशिक कवरिंग आब्जार्बर को जोड़ा गया।

पॉल, मैत्रा, सचिन नायक और पीआरएल के गौरव के जैसवाल नू सुजाकु वीक्षण तरीके के जरिए हाई मास एक्स–रे बायनरी पल्सर के ब्राडबैंड टाईमिंग एवं स्पेक्ट्रल प्रापर्टी का अध्ययन किया। KeV100 तक 41.41s अवधि के साथ पल्सेशन एवं सबल ऊर्जा अवलंबित पल्स प्रोफाईल को सुस्पष्ट देखा गया। प्रोफाईल में ~70Kev तक संकीर्ण डिप को देखा गया। ऐसे हाई–एनर्जी रेंजों में प्रोफाईल के कई स्तरों में इस प्रकार के प्रमुख डिप की उपस्थिति को, इसके पहले कभी नहीं देखा गया था। हायर एनर्जी की स्थिति में, ये डिप धीरे धीरे अदृश्य हो जोती है और प्रोफाईल सिंगल–पीकड जैसे दिखते हैं। 1.0-200.0 keV बा्रडबैंड स्पेक्ट्रम सही वर्णन, पार्शियल कवरिंग हाई–एनर्जी कट–ऑफ पावर–ला मॉडल से मिलता है। पल्सर स्पेक्ट्रम में कई लो–एनर्जी उत्सर्जन भी देखे गए। वे समान पैरामीटर मूल्य देनेवाले निरंतर मॉडल के साथ तटस्थ एवं आंशिक अयोनाइसड अब्जार्बरों के उपयोग से स्पेक्ट्रम को समा देते हैं। आंशिक आयोनाइज्ड अब्जार्बरों के साथ पार्शियल कवरिंग से और अधिक समा जाता है। उत्कृष्ट फिट–मॉडल में स्पेक्ट्रल फिटिंग के लिए, किसी साईक्लोट्रान का गुण अपेक्षित नहीं है। डिपों में स्पेक्ट्रल पैरामीटरों में परिवर्तन को खोजने हेतु, इस समूह ने प्लस–फेस–रिसाल्वड स्पेक्ट्रोस्कोपी को भी अपनाया। डिप के दौरान अतिरिक्त कालम डिन्स्टिी का मूल्य अन्य पल्स की अवस्थाओं की तुलना में अधिक होने का अनुमान लगया गया। अतिरिक्त तौर पर अयानाइस किया हुआ अब्जार्बरों के इस्तेमाल के दौरान, डिपों में आयोनाईजेशन पैरामीटर का मूल्य भी अधिक था। इसका यह मतलब निकाला गया कि, हायर एनर्जी तक डिपों की उपस्थिति के लिए यही कारण है। अन्य किसी स्पेक्ट्रल पैरामीटर ने, पल्सरों के पल्स फेस के साथ किसी क्रमबद्ध परिवर्तन को नहीं दिखाया।

एक्सएमएम–न्यूटॉन प्रेक्षण के जरिए पॉल और नायक ने एक्लिप्स, एक्लिप्स–एग्रास एवं एक्लिप्स की स्थिति के बाहर, हाई मास एक्स–रे बाईनरी पल्सर सेंटरॉस एक्स–3 में अयन उत्सर्जन लाईनों की परिवर्तनशीलता को खोज निकाला है। संपूर्ण प्रेक्षणावधि में विभिन्न बायनरी फेसों पर विचार किए बिना 6.4 keV, 6.7 keV और 6.97 keV पर, पल्सर स्पेक्ट्रम में तीन अयन उत्सर्जन लाईन को स्पष्ट देखा गया। इन उत्सर्जन लाईनों के गुणों को विभिन्न इंटेनिस्टी स्तर पर देखा गया। तीन कक्षीय



गतियों के दौरान इन उत्सर्जन लाईनों के फ्लक्स स्तर एवं सरिसमान चौडाई भी बदल गई। टाईम रिसाल्वड स्पेक्ट्रल विश्लेषण से प्राप्त परिणामों से यह समझा गया कि, अधिक संभावित उत्सर्जन क्षेत्र 6.4 keV के फलोरोसेंट लाईन, न्यूट्रान स्टार के बहुत समीप है जबकि, अन्य दो लाईनों का विकास न्यूट्रान स्टार से बहुत दूर, प्रायः कंपानियन स्टार के अधिक फोटो–अयानाईसड हवा में अथवा अक्रेशन डिस्क करोना में हो सकता है।

मैत्रा, पॉल, प्रगति प्रधान और नार्थ बंगाल विश्वविद्यालय के बिकाश सी पॉल ने बीएटी गैलाक्टिक प्लेन सर्वेक्षण में खोजे गए एक ठम/एक्स–रे बाईनरी का विस्तश्त टाईमिंग एवं स्पेक्ट्रल विश्लेषण किया। छः महीनों के अंतराल में किए गए दोनों सुजाकु वीक्षणों ने ~890s में पल्सेशन को प्रकट किया जिसमें, दूसरें वीक्षण में पल्स का खंड अधिक कमजोर दिखा। दोनों वीक्षण मे >1keV ऊर्जा पर सुस्पष्ट पल्सेशन देखने को मिला और दूसरे वीक्षण में 40 KeV मे हाई एनर्जी पर। ब्राडबैंड एक्स–रे स्पेक्ट्रम, हॉट ब्लैक्बॉडी कांपोनेंट सहित एक पावर ला और हाई एनर्जी कट ऑफ मॉडल के साथ स्थिर रहा। दो वीक्षण के बीच स्पेक्ट्रल पैरामीटर में कोई परिवर्तन नहीं देखे गए। उन्होने स्विफ्ट/एक्सआरटी के माध्यम से स्रोतों का कई अल्पकालिक वीक्षणों का विश्लेषण भी किया और फ्लक्स में अत्यल्प प्रतिशत परिवर्तन को भी खोज निकाला। परिणाम यह सूचित करता है कि, Be/एक्स–रे बाईनरी उन दृढ़ Be/एक्स–रे बाईनारियों का ही सदस्य हैं जो, स्रोत के सरिसमान विशाल गुण युक्त हैं।

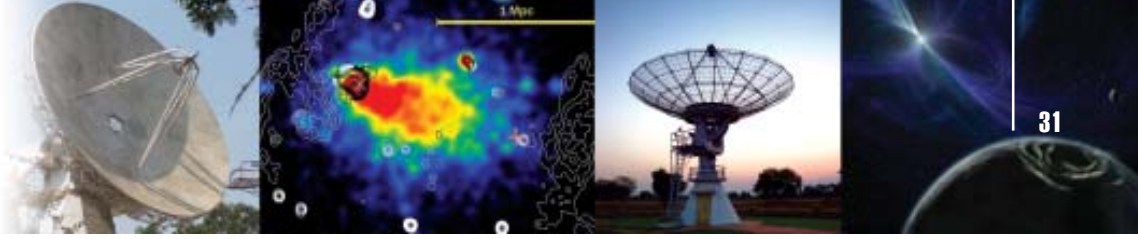
निर्दिष्ट एचएमएक्सबी में वीक्षित कक्षीय अवधि में अधिक परिवर्तन यह प्रस्ताव रखता है कि, नज़दीकी एचएमएक्सबी में परस्पर टाईडल व्यवहार अधिक सक्रिय हैं। कंपानियन–रेडियस–सेमिमेजर–एक्सिस अनुपात पर टाईडल विकास के दर के एक्स्ट्रीम पावर ला अवलंबन, केवल <10d से अत्यल्प कक्षीय अवधि के प्रणालियों में, इस प्रभाव को प्रमुख बनाता है। अधिकांश प्रणालियॉ वृत्ताकार के होने के कारण परस्पर टाईडल व्यवहार स्पिन–आर्बिट सिंक्रोनाईजेशन के माध्यम से होते हैं। पॉल और हर्शल भडकमर ने एचएमएक्सबी के विकास में परस्पर टाईडल व्यवहार की खोज की है। डायनमिक टाईड के माध्यम से टाईडल परस्पर व्यवहार के मानक फ्रेमवर्क को इस्तेमाल करके उन्होने, उसके पैरामीटर रेंज की खोज की है जिस पर, यह प्रक्रिया सक्रिय है। तीन विशिष्ट एचएमएक्सबी के लिए भविष्य के विकास की संगणना की गई और यह दिखाया गया है कि, सक्रिय टाईम स्केल गणनीय मात्रा में घटता है। एचएमएक्सबी को न्यूट्रान स्टार द्वय प्रणालियों के पूर्वज माना जाता है जो गामा रे बर्स्ट की ओर अग्रसर हैं। न्यूट्रान द्वय तारों को भी गुरुत्वाकर्षण तरंगों के उत्सर्जक माने जाते हैं। एचएमएक्सबी फेस में सक्रिय टाईम स्केल का घटाव, इन प्रणालियों के जनन मात्रा के संगणन पर गणनीय प्रभाव डालता है। अनुसंधानकर्ताओं ने एक साध्यता को ढूँढ निकाला है जिसमें, एचएमएक्सबी के फेस में परस्पर टाईडल व्यवहार के कारण इन सनन की मात्रा को बदला जा सकता है। उन्होने उन एचएमएक्सबी के परिमाणात्मक अंदाज भी किया है जिनमें, यह प्रभाव प्रमुख हैं और दर्शनीय हैं।

पॉल, नायक और जयसवाल ने सुजाकु वीक्षण के डेटा का इस्तेमाल करते हुए, एक हाई मास एक्स–रे बाइनरी पल्सर के विस्तश्त टाईमिंग और ब्राडबैंड स्पेक्ट्रल अध्ययन किया। यह पया गया कि, पल्स प्रोफाईल ऊर्जा पर अधिक अवलंबित हैं। विभिन्न पल्स फेसों में कई अवशोषण गुणों की उस्थिाति, सॉफ्ट एक्स–रे पल्स प्रोफाईलों को जटिल बनाती है। लेकिन हाई एनर्जी में पल्स प्रोफाईल को सिंगल पीकड पाया गया। उन्होने कट–ऑफ पावर ला, हाई एनर्जी कट–ऑफ पावर–ला, नेगेटीव एंड पाजिटीव ला विद एक्सपोनेन्शियल कट–ऑफ आदि जैसे अनेक प्रवाह माडेल, एक सरल अवशोषण कांपोनेंट और एक पार्शियल कवरिंग अब्जार्प्शन के साथ, 1-70 keV फेस में पल्सर के औसतन स्पेक्ट्रम को समाने की कोशिश की है। लेकिन यह पाया गया कि, ब्लैकबॉडी कांपोनेंट के साथ पार्शियल कवरिंग एनपीईएक्स प्रवाह माडेल ने डेटा को अधिक समाया। स्पेक्ट्रम क s6.4 keV में एक कमजोर अयन फ्लूरोसेन्स उत्सर्जन लाईन को देखा गया। स्पेक्ट्रल फिटिंग के शेष में ~44keV पर अवशोषण समान गुण की उपस्थिति हमें उपरोक्त एनर्जी पर, एक साईक्लोट्रान रेसोनैन्स स्कैटरिंग फीचर (सीआरएसएफ) को जोड़ने पर मज़बूर करती है जिससे, स्पेक्ट्रम के समा देने में और सुधार हुआ। उन्होने पल्सर संबंधित सर्फेस मैग्नेटिक फील्ड का 3.8×10^{12} गाउस होने का अंदाज भी किया है।

गैलक्टिक एक्स–रे बाईनरियों के परिवर्तनशीलता को ध्यान में रखते हुए, पॉल और नज़मा इस्लाम ने, एक्स–रे लुमिनासिटी फंक्शन के निर्माण के लिए, आल स्काई एक्स–रे मानिटर से प्राप्त हमारे गैलक्सी के एक्स–रे बाईनरियों के दीर्घकालिक लाईट–कर्व का इस्तेमाल किया। विभिन्न प्रकार के गैलक्सियों के एक्स–रे बाईनरियों के एक्सएफएल को, स्टार फार्मेशन रेट एवं गैलक्सी के स्टेल्लर मास जैसे, गैलक्सी पैरामीटर के संकेतक होने के कारण और, टाईम–स्केल के विशाल रेंज में एक्स–रे बाईनरीस स्वाभाविक तौर पर अधिक परिवर्तनशील होने के कारण, एक्सएफएल के स्नैपशाट में एक्स–रे बाईनरियों की परिवर्तनशीलता के प्रभाव को समझना अत्यावश्यक है। आरएक्सटीई आल स्काई मानीटर में, 2-12 KeV एनर्जी बैंड पर प्राप्त किए गए स्रोतों के दीर्घकालिक लाईट–कर्व को इस्तेमाल करके, पॉल ने हमारी गैलक्सी के एक्स–रे लुमिनासिटी के माल्टिपल रियलाइजेशन का निर्माण किया है। गैलक्टिक एचएमएक्सबी के लिए 10^{35-39} erg/sec में निर्मित एक्सएफएल में पावर ला इंडेक्स –0.5 है और विभेद 0.05 हैं जबकि, 10^{35-39} erg/sec लुमिनासिटी रेंज में निर्मित गैलक्टिक एलएमएक्सबी एक्सएफएल का पावर ला इंडेक्स 0.2 है और विभेद 0.02 है। इन लुमिनासिटी फंक्शन एवं गैलक्टिक एक्स–रे बाईनरियों के लिए निर्मिन उनके विभेदों को, स्नैपशाट चंद्रा एवं साहित्य में उपलब्ध नजदीकी गैलक्सियों में एक्स–रे लुमिनासिटी के एक्सएमएम न्यूटॉन मेजरमेंट की तुलना के लिए इस्तेमाल किया जाता है।

के एस द्वारकानाथ के अनुसंधान की रुचि के क्षेत्र में, एक्स्ट्रागैलक्टिक अस्ट्रानमी, गैलक्सी क्लस्टर्स, हेलो और हेलो रेडियो स्रोत, गैलक्सी और इंटरस्टेल्लर माध्यम शामिल हैं।

गत वर्ष के दौरान, द्वारकानाथ के अनुसंधान में जीएमआरटी के उपयोग से, DEEP2 गैलक्सी से $z\simeq1.3$ पर HI के संभावित खोज शामिल है। DEEP2 गैलक्सियों का प्रेक्षण 610MHz फ्रीक्वेन्सी बैंड पर जैंट मीटरवेर रेडियों टेलीस्कोप के जरिए किया गया। रेडशिफ्ट रेंज $1.24 < z < 1.36$ में और जीएमआरटी डिश के ~44arcnm दृश्य क्षेत्र में



करीब 400 गैलक्सियों की उपस्थिति को देखा गया। द्वारकानाथ और उनके सहयोगी सेठी और मुरुगेसन ने इन DEEP2 गैलक्सियों के स्थान पर HI 21 सेमी लाईन उत्सर्जन को जोड़ा है। उन्होने तीन डेटा क्यूब– प्राइमरीबीम करेक्टेड, प्राईमरी बीम अनकरेक्टेड और प्रामरी बीम करेक्टेड (आप्टिक वेइंग) में स्कैटरिंग को लागू किया है। उन्होने 270–810 किमी/सेक) वेलासिटी चौडाई रेंज के लिए, 8-23 μJy/बीम रेंज में अत्युत्कृष्ट सिग्नल प्राप्त किए। सिग्नल में छूट को बूटस्ट्रैपिंग माध्यम से संगण्न किया गया जो 2.5-6 μJy/बीम के रेंज में हैं, मतलब 2.5–4.7 सिग्नल की खोज ≃1.3 में हुई। इन परिणामों को ≃1 में सिग्नल के वर्तमान सिमुलेशन के साथ तुलना की गई और एक विवेकी करार ढूँढे गए। शेष प्रवाह और सिस्टमैटिक्स के प्रभाव पर भी नज़र डाला गया है।

लो फ्रीक्वेन्सी प्रकाशमान रेडियो उत्सर्जन (हेलोस और रेलिक्स) के इमेज करने की दृष्टि से जिस गैलक्सी क्लस्टर में आज तक अनदेखी हुई थी, मर्चीसन वाईड फील्ड अर्रे के जरिए गैलक्सी क्लस्टर के इमेजिंग के प्रयास जारी है। विस्तारित काम में सतहवाले प्रकाशमान गुणों के लिए उत्कृष्ट संवेदनशीलता के साथ डब्ल्यूएमए के जरिए गैलक्सी क्लस्टरों में कई हेलों और रेलिक्स देखने की आशा है। इस अध्ययन से गैलक्सी क्लस्टरों में इन दुर्लभ हेलो और रेलिक्सों का मूल और विकास से संबंधित प्रश्नों का उत्तर मिलता है। वर्तमान में डब्ल्यूएमएम के कमिशनिंग फेस डेटा का विश्लेषण को प्रवाह के इमेंजिंग में किया जा रहा है, और आगे के विश्लेषण एवं व्याख्यान के लिए प्रवाह–रहित क्यूब का। द्वारकानाथ, लिजो जार्ज,सौरभ पॉल, शिव सेठी और उदय शंकर द्वारा डेटा विश्लेषण विधान का विकास किया जा रहा है।

लक्ष्मी सरिपल्ली के वर्तमान व्यावसायिक अनुसंधान रुचि के क्षेत्र में, जैंट रेडियो गैलक्सियों के माध्यम से इंटरगैलक्टिक माध्यम की जाँच, रेडियो गैलक्सियों के मूल का ज्ञान, रेडियो गैलक्सियों का परिसर, रेडियो गैलाक्सियों के रेडियो एवं आप्टिक वीक्षण आदि शामिल हैं।

वर्ष 2012–13 में, सरपल्लि के काम में, आस्ट्रेलिया टेलीस्कोप लो ब्राइटनेस सर्वे (एटीएलबीएस) के 1.4 GHz संवेदनशील रेडियो सर्वेक्षण में मैप किए गए 119 विस्तारित रेडियो स्रोतों का कैरक्टराइसेशन शामिल हैं। काम का प्रमुख विषय फ्लक्स डेन्सिटी के साथ रेडियो स्रोत में विकास था जो, सर्वेक्षण के एक अद्वितीय हाई सर्फेस ब्राइटनेस संवेदनशीलता से साध्य है। रेडियो स्रोत मार्फालजियों का परीक्षण किया गया एवं विकास के सक्रिय, मृत और पुनरारंभित चरणों के रूप में, रेडियो गैलक्सियों के सैपल को चुनने एवं संकलन करने हेतु उपयोग किया गया। इसे उन रेडियो गैलाक्सियों के लिए जहॉ रेडियो स्रोत का एक प्रासंगिक दौर होता है जैसे, पहले सक्रिय अवस्था तदनंतर मत्रत अवस्था जिसका अंत प्रमुख व्यवहारों के पुनरारंभ से होता है, के लिए एक मॉडल को सूचित करने हेतु इस्तेमाल किया गया। बृहद अंडाकार भी इस प्रकार के क्रियावृत्त को पार करता है और वहॉ की पार्श्वस्थ घटनाओं से सम्मिलित होकर एक रेडियो स्रोत का गठन होता है। उनके काम में, हाई रेडशिफ्ट में कई रेडियो गैलक्सियों की खोज तथा रेडिशिफ्ट z>0.5

पहली बार लो पावार एफआर–। रेडियो गैलक्सियों का बडा सैंपल की खोज को भी प्रस्तुत किया है। इस काम को आर सुब्रमण्यन (आरआरआई) के तोरत (भाविसं व आरआरआई) आर डी एकर्स; सीएएसएस, आस्ट्रेलिया और आर डब्ल्यू हन्स्टैड, एच एम जान्सटन और ई एम सैडलर (सिडनी इन्स्टिट्यूट ऑफ आस्ट्रॉनमी, स्कूल ऑफ फिजिक्स, सिडनी विश्वविद्यालय, आस्ट्रेलिया) के सहयोग में किया गया।

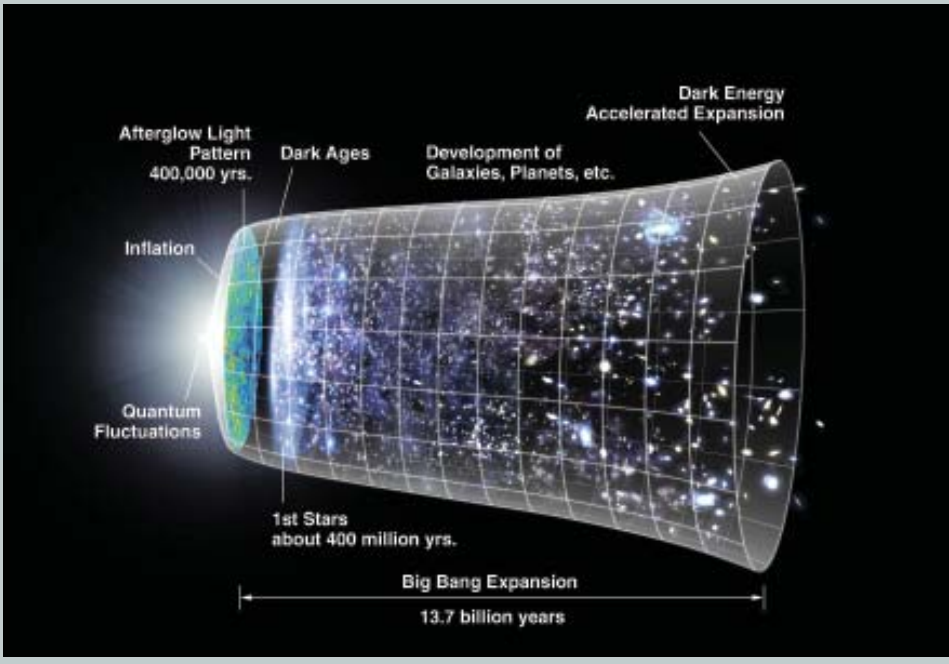
एटीएलबीएस रेडियो सर्वेक्षण, अन्य दो परियोजनाओं का विषय रहा हे जिसे आर सुब्रमण्यम (आरआरआई) के तोरत (भाविसं व आरआरआई) के सहयोग में किया गया। एक परियोजना में रेडियो स्रोत काउंट्स के अध्ययन के लिए एटीएलबीएस क्षेत्र के हाई रेजोल्यूशन इमेजिंग का इस्तेमाल किया गया और दूसरी में चुन गए रेडियो गैलक्सियों के सैंपल विस्तारित संरचनाओं में डाइपोल ओर क्वार्डरपोल फोरियर कांपोनेंट के नये विधान से परीक्षण किया गया।

सरीपल्ली ने रेडियो गैलाक्सी समुदाय में सुज्ञात एफआरआई–एफआरआईआई मार्फालाजिकल विभजन की समस्या पर भी काम किया। उन्होंने प्रमुख रूप में, रेडियो–पावर–आब्सोल्यूट–मैग्निट्यूड संबंध पर डिकोटमी रेस्टिंग को समझने हेतु, एक फ्रेमवर्क प्रस्तुत किया। साथ में, उन्होंने पहली बार डस्ट–होस्ट मेजर एक्सिस और रेडियो एक्सिस के रिलेटीव ओरिएंटेशनों के साथ, दोनो एफआर श्रेणी के डस्ट प्रापर्ट्रीज को भी प्रस्तुत किया है।

जुरेक मलरेक्की (आईसीआरएआर, यूडब्ल्यूए, पर्थ, आस्ट्रेलिया) रवि सुब्रमण्यम (आरआरआई), लिस्टर स्टावेली स्मित (आईसीआरएआर, यूडब्ल्यूए, पर्थ, आस्ट्रेलिया) और हीत जोन्स (मोनाश विश्वविद्यालय, आस्ट्रेलिया) के सहयोग में उन्होने एक परियोजना में भी शामिल थी जहॉ वार्म–हॉट रेडियो गैलक्सियों के परीक्षण माध्यम के रूप में जैंट रेडियो गैलक्सियों का उपयोग किया गया। लोब प्रेशन और डब्ल्यूएचआईएम गैस के नवीनतम सिमुलेशन के उपयोग से सीआरजी के डब्ल्यूएचआईएम परिसर (तापमान) के संलक्षणीकरण करने में सफल हुए।

एससीआरजी के सैंपल का संगठन का अध्ययन अलग इमेजिंग से किया गया और इसका अध्ययन जुरेक मलरेक्की (आईसीआरएआर, यूडब्ल्यूए, पर्थ, आस्ट्रेलिया) रवि सुब्रमण्यम (आरआरआई), लिस्टर स्टावेली स्मित (आईसीआरएआर, यूडब्ल्यूए, पर्थ, आस्ट्रेलिया) और हीत जोन्स (मोनाश विश्वविद्यालय, आस्ट्रेलिया) के सहयोग में किया गया।

एक एंगल के सहारे अलग हुए दो लोब पेयर के साथ जीआरजी बी0707–359, एक असमान्य रेडियो

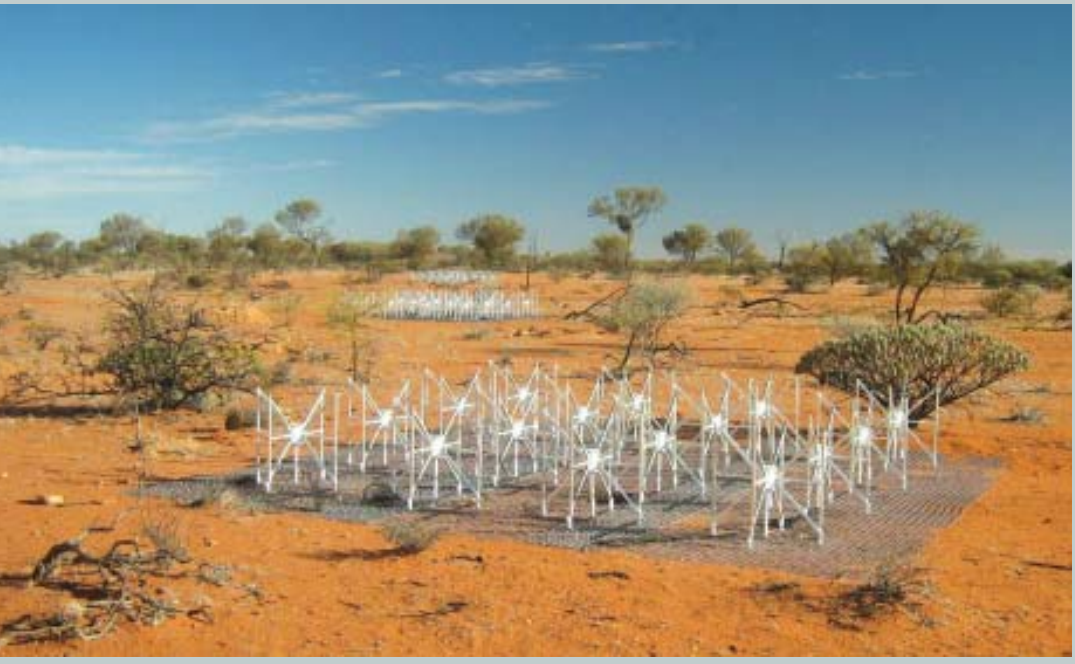


संरचना को बनावट को समझाने हेतु केस स्टडी का विषय रहा। कई एजीएन माडलों की खोज के पश्चात, एक परिवर्तित ब्लैकहोल स्पिन युक्त माडल को समुचित पाया गया, जो सेंट्रल इंजन बीम के अंत में 1–मेगापरसेक रेडियो मार्फालजी को स्थिर किया जो एक रेलिक डबल रेडियो स्रोत की रचना की। इस रूकावट के साथ सेंट्रल इंजन के एक्सिस के कई डिग्री मिर–1 के दर पर चलन किया गया।

उन्होंने आरआरआई के बिश्वजीत पॉल और एम अर्चना के सहयोग के साथ एलएमएक्सबी इएक्सओ 0748.676 में थर्मो न्यूक्लियर बर्स्ट के आप्टिकल वीक्षण एवं सिमूलेशन एक्स–रे पर काम किया।

एन उदय शंकर के वर्तमान अनुसंधान के क्षेत्र में, गैलक्टिक और एक्स्ट्रा गैलक्टिक अस्ट्रानमी, रेडियो सर्वेक्षण, इन्स्ट्रुमेंटशन और सिग्नल प्रोसेसिंग शामिल है।

शैक्षिक वर्ष के दौरान रीअयोनाईजेशन युग (ईओआर) से सिग्नल खोजने हेतु, 80 MHz से 300 MHz की फ्रीक्वेन्सी रेंज में प्रचालित एक लो–फ्रीक्वेन्सी प्रदर्शक, मर्चीसन वाईडफील्ड अर्रे पर अपना काम जारी रखा। वे और उनके सहयोगी नित्यानंदन, त्यागराजन और रवि सुब्रमण्यन ने, ईओआर विंडो में फोरग्राउंड प्रदूषण को कम करने के लिए, इसके पहले विकसित फ्रेमवर्क को और विस्तार करने का कार्यारंभ किया है। इसमें अनिर्दिष्टता के चार मूलभूत स्रोतों के तुलनात्मक मैग्नीट्यूड का अंदाज किया जा सकता है। वे चार अनिर्दिष्टता हैं: क्लासिकल सोर्स कन्फ्यूशन, साईडलोब कन्फ्यूशन, थर्मल नाईस और ईओआर से एचआई पावर स्पेक्ट्रम की खोज में नमूना विभेद हैं। उन्होने यह दिखाया कि, बचे हुए इमेजों के सांख्यिकी प्रतिनिधित्व और इंटरफरोमीटर कान्फिगरेशन को, एक उपकरण की संवेदनशीलता पर मूलभूत सीमा को हासिल करने के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है। उन्होने पावर स्पेक्ट्रम में, फोरग्राउंड की प्राधान्यता के क्षेत्र के लिए एक अभिव्यंजना हासिल की जो, नया

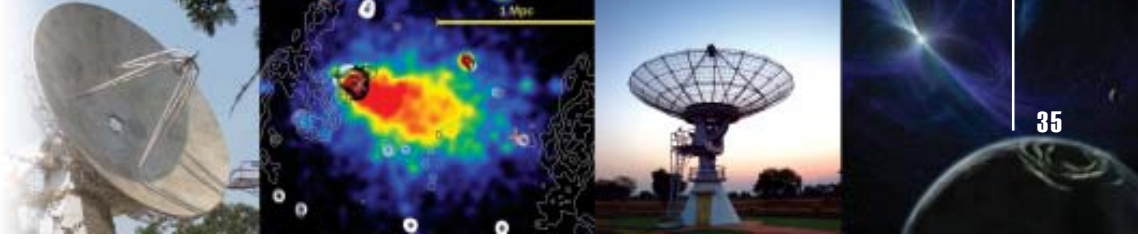


फ्रेमवर्क का एक स्वाभाविक परिणाम था। उन्होने यह भी पाया कि, जब पावर स्पेक्ट्रम में स्रोत एवं साईडलोब के कन्फ्यूशन, थर्मल नाईस से भी प्रधान होते हैं तब, बैंडपास शेपिंग अत्यावश्यक होता है। उदयशंकर और उनके सहयोगियों ने पहली बार एक आप्टिमल ईओआर को तीन–आयाम के पावर स्पेक्ट्रम से एक–आयामीय पावर स्पेक्ट्रम में सिमटने के विचार पर परिमाणत्मक खोज की। ईओआर पावर स्पेक्ट्रा की के खोज के लिए, 128–टाइल, डब्ल्यूएमएम की संवेदनशीलता का अंदाज किया गया और, यह पाया गया कि, 1,000 घंटे के एकीकरण से ही देखने की साध्यता है। बड़े और छोटे स्केलों में क्रमशः विभेद के नमूने और थर्मल नाइस सीमा की संवेदनशीलता, अपेक्षित स्पेशियल स्केल में संवेदनशीलता को अधिक करने हेतु, आप्टिमल अब्जर्वेशन स्ट्रैटजी (ड्रिफ्ट स्केल की अपेक्षा लक्षित वीक्षण) की खोज को मज़बूर करती है। उन्होने यह प्रस्ताव रखा कि, अधिक ग्रहण क्षेत्र युक्त एक कांपैक्ट अर्रे द्वारा भविष्य के उपकरणों की सहायता से ईओर की खोज में सुधार हो सकता है।

आरआरआई 21सेमी ग्लोबल आल स्काई सिग्नल को नापने के एक प्रयोग पर काम कर रहा है। वर्ष के दौरान कास्मिक रेडियो बैकग्राउंड में, ईओआर के स्पेक्ट्रल सिग्नेचर के उपयोगी मेजरमेंट के लिए, सिस्टम को सक्षम बनाने के कार्य में, महत्वपूर्ण प्रगति की गई है। यह निपंजन पात्रा के पीएचडी शोध प्रबंध का विषय है और, वी ए रघुनाथ और उदयशंकर के सहयोग में किया जा रहा है। सिस्टम डिजाईन के तौर पर उन्होने, 87.5–175 MHz की फ्रीक्वेन्सी पर कास्मिक बैकग्राउंड के संपूर्ण स्पेक्ट्रम के मेजरमेंट के लिए एक कोरिलेशन–स्पेक्ट्रोमीटर का डिज़ाईन किया। इस सिस्टम को शेप्ड एंटेन्ना मेजरमेंट ऑफ दी बैकग्राउंड स्पेक्ट्रम अथवा एसएआरएएस कहा जाता है। इसको बेंगलूर के उत्तर में 80 मिमी दूरी पर स्थिति गौरीबिदनूर प्रेक्षणालय में लगाया गया है। डिज़ाईन स्ट्रैटजी और कैलिबरेशन रीति पर केंद्रित यह डिज़ाईन आधुनिक है और बैकग्राउंड स्पेक्ट्रा के वाईडबैंड मेजरमेंट के लिए उपयोगी है। इस काम में, सभी पावर स्पेक्ट्रम को समझने हेतु एक जटिल कोरिलेशन पद्धति का उपयोग किया जाता है। इसके फ्रेमवर्क का विकास विभिन्न स्तर पर हुआ। वे स्तर इस प्रकार हैंः संपूर्ण सिस्टम के सरलीकृत उपचार से प्रारंभ होकर, बढती हुई जटिलता के अपरिपूर्ण वर्तन को ध्यान में रखकर समझ का विकास करते हुए अंत में एसएआरएएस डेटा का माडेलिंग में एक उत्कृष्ट पद्धति को अपनाना।

उन्होंने 87.5-175 MHz ओक्टीव बैंड पर फ्रीक्वेन्सी इंडिपेंडेंट निष्पादनयुक्त सिसोईडल प्रोफाईल के साथ एक वाईड बैंड फैट एंटेन्ना का भी डिज़ाईन किया, यह 15 कठ से अधिक रिटर्न लॉस को सह सकता है और रेडियेशन पावर पैटर्न में कोई विभेद नहीं हैं और अपेक्षित ओक्टीव बैंडविड्त में कासाईन स्केल के समान है।

कास्मोलाजिकल रीकांबिनेशन युग से रीकांबिनेशन लाईनों को खोजने हेतु, प्रिसिशन स्पेक्ट्रोमीटर के एक अर्रे का निर्माण (एपीएसईआर), आरआरआई के फ्लैगशिप कार्यक्रम में उदय शंकर भी लगे हुए हैं। बहु पुरातन ब्रह्मांड पूर्णतः अयानाईस हुआ था। जैसे जैसे उसका विस्तार होता गया और शीतल होता गया वह, रीकांबिनेशन के कई स्तर से गुजरा। इस युग में फोटान का विमोचन, कास्मिक रेडियो बैकग्राउंड के बाईडबैंड स्पेक्ट्रा में छोटी लहरों जैसे दिखता हैं जो, एक परिपक्व ब्लैकबॉडी स्पेक्ट्रम से कास्मिक माईक्रोवेव स्पेक्ट्रम के अलग होने के लिए कारक बनते हैं। संपूर्ण आकाश में स्पेक्ट्रल गुण आईसोट्रोपिक होने की आशा है। एपीएसईआरए



परियोजना के एक अर्रे में 128 छोटे टेलीस्कोप हैं जो, 2-6 GHz के रेंज में, रेडियो स्काई के कास्मोलाजिकल रीकांबिनेशन के, पार्श्वस्थ लाईन सेट को खोजने के लिए बनाए गए हैं। आरआरआई में स्टेट–ऑफ–दि–आर्ट–लो–नाईस–हाई डायनमिक रेंज इंटरफियरेंस टालरेंट रेडियो रिसीवरों का डिज़ाईन करके निर्माण किया गया और उसे समीप के रेडियो–क्वाईट स्थान पर परीक्षण किया गया और रीकांबिनेशन से उत्पन्न कास्मिक रेडियो बैकग्राउंड में सूक्ष्म गुणों को खोजने हेतु, दीर्घकालिक एक्सपोजरों के लिए सुदूर स्थान के लिए स्थानांतरित किया गया। पहले कदम के तौर पर एपीएसईआर टी ने, एक स्टेट–ऑफ–दि–एफपीजीए आधारित (फील्ड प्रोग्रामेबल ग्रट अर्रे) प्रिसिशन डिजिटल स्पेक्ट्रोमीटर बोर्ड (पीएसपीईसी) का डिज़ाईन किया गया जो, 1 GHz से अधिक सशक्त अनलॉग सिग्नल को डिजिटाइस करके गिगा हर्डज बैरियर को तोड देता है। स्पेक्ट्रोमीटर के प्रथम प्रकाश चित्र, 156.25 MHz की फ्रीक्वेन्सी जिसका 1.25 GHz में डिजिटाइज करने के साथ सिग्नल टोन के फ्रीक्वेन्स़ी डोमाईन में, गुणों को देखा जा सकता है, उसके 4096 आउटपाईंट को कंप्यूटर में ग्रहण किया गया और परिवर्तित किया गया। डिजिटाईजड टोन के नाइस फ्लोर और हार्मोनिक्स स्पेक्ट्रम में, अपेक्षित स्तर पर ही है। फिलहाल पीएसपीईसी बोर्ड के डायनमिक पैरामीटरों के विकास का कार्य चल रहा है। इस परियोजना को टीम लीड के रूप में श्रीवाणी, बी एस गिरीष, ए रघुनाथन, आर सोमशेखर, मयूरी और रवि सुब्रमण्यन के सहयोग में किया जा रहा है।

एस श्रीधर के वर्तमान व्यावसायिक अनुसंधान की रुचि के क्षेत्र में, मैग्नेटोहाईड्रोडायनमिक्स, डायनमों सिद्धांत, अक्रेशन डिस्क और गुरुत्वाकर्षण डायनमिक्स शामिल हैं।

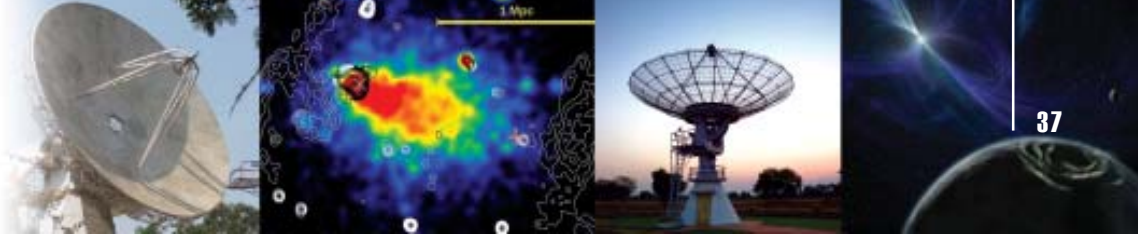
वर्ष के दौरान उनके अनुसंधान क्षेत्र में, नेशनल सेंटर फॉर रेडियो आस्ट्रोफिसिक्स के राजाराम नित्यानंद के साथ किए गए लाईट बीमों एवं उनके जामितीय फेसों के ग्लोबल डिस्क्रिप्शन शामिल हैं। उन्होंने सभी दिशाएँ, पोलाराईजेशन फेस एवं तीव्रता के साथ प्लेन मानोक्रोमैटिक लाईट तरंगों के परिवार के बृहत डिस्क्रिप्शन तैयार किया है। संपूर्ण आकाश के S^2 दिशाओं में मान्य, पोलराईजेशन ने सरल वर्णन, प्रत्येक दिशा के लिए जटिल पोलराइजेशन वेक्टर; के आर्थोजनिकल आधारित निर्माण के जरिए किया है। इसमें किसी भी लाईट बीम को उसकी दिशा एवं दो आंप्लीट्यूड को देकर उन्हे अनन्य तरीके से विनिर्दिष्ट किया जा सकता है। इससे यह मतलब निकलता है कि, लाईट बीम (अनट्विस्टेड) कार्टिसन है जो, एक स्थिर और एक दो–आयामीय वेक्टर स्पेस का उत्पाद है। यह इसके पहले के एक स्फियर पर दो अनार्डरड पाईंट को एक क्वांटम सिस्टम के स्पिन की स्थितियों के मेजोराना के मैपिंग तरीके का है। सह अजग मैनिफोल्ड CP^2 है, दो–आयामीय जटिल प्रोजेक्टिव– स्पेस है जो, आकाश की सभी दिशाएँ एवं पोलराईजेशनों का प्रतिनिधित्व नहीं करता। इस मानक फ्रेमवर्क को जारी रखते हुए श्रीधर ने एक फाईबर बंडल का प्रदर्शन किया है, जिसका कुल आकाश नॉन–जीरो तीव्रता के सभी लाईट बीम समूह और, उसका बेस स्पेस $S^2 \times C^2$ है। उन्होने $U(1)$ का संबंध की सूचना दी है जो, संपूर्ण आकाश के बंद वक्र के

साथ, एक फार्म के लाईन इंटिग्रल के रूप में ज्यामितीय फेस को निर्धारित करता है। आधारों को ग्लोबली स्मूत, ग्लोबल लेकिन सिंगुलर और स्थानीय के रूप में वर्गीकृत किया गया है और अंतिम वर्गीकरण दिए हए प्रणाली में वक्र के पार होने से ही साध्य है। इस सकल फ्रेमवर्क में ज्यामितीय फेस के लिए वर्तमान में विद्यमान एवं नया फार्मूला पेश किए गए हैं।

वर्ष के दौरान श्रीधर के अन्य अनुसंधानों में, इंटर यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर आस्ट्रोनमी एंड आस्ट्रोफिजिक्स के निशांत के सिंह के साथ किए गए शियर फ्लोस में टर्बुलेंस के कारण डयनमों एक्शन : आरआरआई के ममता गुलाटी एवं भारतीय विज्ञान संस्थान के दीप सैनी के सहयोग में किए गए गैलक्टिक न्यूक्लाई में स्टेल्लर डायनमिक्सः और अमेरिकन यूनिवर्सिटी ऑफ बैरूत (लेबनान) के जिहाद ताउमा के साथ के साथ किए गए गैलक्टिक नुक्लाई में स्टेल्लर डायनमिस आदि शामिल हैं।

नयनतारा गुप्ता के वर्तमान व्यावसायिक अनुसंधान की रुचि के क्षेत्र हैं: कॉस्मिक रेस, न्यूट्रान्स, गामा रेस और गामा रेस बर्स्टस।

गत वर्ष के दौरान, गुप्ता ने, जगदीश सी जोशी के साथ मिलकर सेन ए कोर पर गामा रेस उत्पादन के हैड्रोनिक मॉडलों के परीक्षण पर काम किया। पीएर्रे ऑगर प्रयोग के जरिए सेन ए कोर की दिशा से, 55 EeV के ऊपर कुछ कास्मिक रेस को देखा गया, जिनका उगम सेन ए कोर से ही हो सकता है। एचईएसएस द्वारा, रेडियो कोर एवं सेन ए के इन्नर केपीसी जेट से हाई एनर्जी गामा रेस के उत्सर्जन का वीक्षण किया गया। गुप्ता और जोशी यह परीक्षण कर रहे हैं कि, क्या प्रोटॉन अथवा हेवी नयूक्लाई का कोर के पदार्थ अथवा हेवी न्यूक्लाई के फोटो डिसिंटिग्रेशन के साथ परस्पर व्यवहार से कोर से कास्मिक रे एवं हाई एनर्जी गामा रे प्रेक्षण का वर्णन मिलता है। फोटो–पियोन डिकै बाद में फोटान–गामा का परस्पर व्यवहार का परीक्षण पहले ही किया गया था और, प्रेक्षण परिणामों के साथ स्थिर पाया गया। अन्य साध्यताओं पर भी विचार किया गया। वे साध्यता इस प्रकार हैं: (i) सेन ए के कोर पर प्राइमरी कास्मिक रेस प्रोटान हैं और पीपी परस्पर के परस्पर व्यवहार से हाई एनर्जी गामा रेस उत्पन्न होते हैं। (ii) प्राइमरी कास्मिक रेस एफई न्यूक्लाई है और हाई एनर्जी गामा रेस एफईपी के परस्पर व्यवहार से उत्पन्न होते हैं और (iii) प्राइमरी कास्मिक रे एफई न्यूक्लाई है और वे कोर पर फोटो डिसिंटिग्रेड हैं। डाटर न्यूक्ली डी–एक्साईट होते हैं और हाई एनर्जी गामा रेस उत्पन्न होते हैं। इन प्रत्येक मालों में प्रत्याशित हाई एनर्जी गामा रेस फ्लक्स को, कोर पर प्राइमरी कास्मिक रेस के स्पेक्ट्रम को नार्मलाईस करने हेतु, एचईएसएस के प्रयोग से प्रेक्षित फ्लक्स के साथ तुलना की गई। पियर्रे–आगर प्रयोग वीक्षण के साथ विभिन्न सिनारियों के सामंजस्य के सत्यापन हेतु, इन प्रत्येक मामलों में कास्मिक रे न्यक्लियान इवेंट की संगणना 55 EeV और 150 EeV के बीच की गई। यह पाया गया कि, शुद्ध पीपी और एफईपी के परस्पर व्यवहार के मामलें में अनुमानित इवेंट का दर पिएर्रे ऑगर प्रयोग के वीक्षण से सामंजस्य नहीं रखता। फोटो–एफई न्यूक्लाई के सिनारियों में एचईएसएस के वीक्षण परिणाम का वर्णन करना अपेक्षित है और, पीएर्रे ऑगर प्रोटान–गामा का परस्पर व्यवहार मॉडल में, कास्मिक रे, प्रोटान की लुमिनासिटी से अधिक हैं और, एडिंगटन लुमिनासिटी से भी 10 गुना अधिक हैं। लेकिन स्रोत पर फोटान की डेन्सिटी के निर्धारण में कई अनिश्चितता हैं। स्रोत पर फोटान की अधिक डेन्सिटी होने से फोटो–डिसिंटिग्रेशन का दर बढ़ता है और, कास्मिक रेस का लुमिनासिटी बजट को पार



किए बिना, पिएर्रे ऑगर और एचईएसएस के परिणामों का वर्णन करता है।

गुप्ता ने बिमन बी नाथ, पीटर एल बियरमन, इयन–सुकसियों, टोडर स्टेनेव और जुलिया बेक्कर त्जुस के साथ मिलकर गैलक्टिक विंड हेज और उसके γ–स्पेक्ट्रम का भी अध्ययन किया। गैलक्टिक केंद्र क्षेत्र से फेर्मी–एलएटी द्वारा वीक्षण किया गया स्पेक्ट्रम130 GeV के समीप गामा रेस के गुण को दिखाता है जो, अन्य विश्लेषण में संभावित लाईन के रूप में प्रकट होता है। इस अध्ययन में, इस गामा रेस गुण में कास्मिक रे के मूल की साध्यता पर ध्यान दिया गया। यह भी सुझाव दिया गया कि ~130 GeV में प्रेक्षित गुण ~130 GeV के रे स्पेक्ट्रम के शार्प टर्न–ऑफ में अनिवार्य तौर पर एक नाईस फीचर हो सकता है। इस मैच से यह सुझाव मिलता है कि सामान्य कास्मिक रेस का घुटन गैलक्सी के हर जगह समान हैं। यह मानकर चल रहें हैं कि, कामन स्टेल्लर प्रापर्टियों से दिए गए नी फीचर के साथ सभी सुपरनोआ समान कास्मिक रे को देते हैं। वास्तव में, यह बिस्नोवत्यी–कोगन (1970) में प्रस्तावित सुपरनोवा सिद्धांत जिसमें कहा गया है कि, बृहद तारों के फटने से पहले, रोटेशन और मैग्नेटिक फील्ड के रूप में कामन प्रापर्टियों को कवरेज देता है, को स्थिर करता है।

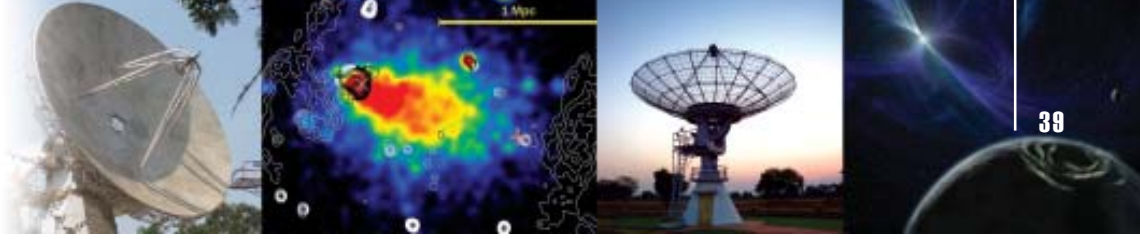
गैलक्टिक PeV न्यूट्रान वर्ष के दौरान गुप्ता के अनुसंधान के अन्य क्षेत्र है। आईसक्यूब प्रयोग ने 1-10 PeV के बीच के एनर्जी के दो न्यूट्रान को देखा गया। इस काम में, हमारी गैलक्सी के अंदर इंटरस्टेल्लर मैटर के साथ अत्यधिक एनर्जी के कास्मिक रेस को विस्तार करने वाले हाडरोनिक परस्पर व्यवहार, आइसक्यूब में देखे गए PeV न्यूट्रान इवेंट का वर्णन करता है। प्रेक्षित PeV न्यूट्रॉन का उद्गम हमारे गैलक्सी के हाडरोनिक इंटरेक्शन के अंदर होने पर, PeV गामा रे इवेंट्स को PeV न्यूट्रान इवेंट के साथ साथ प्रत्याशा की जाती है। मिल्की वे के बाहर के स्रोत से PeV गामा रेस हमारे तक पहुंच नहीं सकते। भविष्य में, PeV गामा रेस और न्यूट्रिनोस के समकालिक खोज से, अत्यधिक एनर्जी के गैलक्टिक और एक्स्ट्रा गैलक्टिक मूलों के अंतर निर्धारण साध्य हो सकता है।

एस मयूरी ने रवि सुब्रमण्यम के साथ, प्रायोगिक तौर पर 2 और 6 GHz. के बीच कास्मालाजिकल रिकांबिनेशन युग के स्पेक्ट्रल सिग्नेचर को खोजने का काम किया। कास्मिक माईक्रोवेव बैकग्राउंड रेलिक थर्मल रेडियेशन ब्रहमांड में भरा है जिसे ब्रह्मांड के पहला लाईट माना जाता है, स्टैडर्ड कास्मोलाजिकल मॉडल के अनुसार इसका मूल बिंग बैंग तक जाता है। रिकांबिनेशन युग उस कास्मोलाजिकल विकास के युग को इशारा करता है जब पहले के ब्रह्मांड के गरम प्लास्मा वस्तुओं का, ब्रह्मांड के विस्तार होते होते और शीतल होते होते आटमिक स्थिति में धीरे धीरे परिवर्तित होते हैं। यह समझा गया कि, जलजनक के लिए यह रेडशिफ्ट z=1100 में और एचई।।–> एचई। के लिए z=2500 और एचई।।।–> z=6000 में हुआ होगा और जलजनक एवं हेलियम का रिकांबिनेशन न्यूक्लाई द्वारा मुक्त एलेक्ट्रान को कैप्चर करने के माध्यम से होता है। एलेक्ट्रान, लगभग स्थिर स्थिति के लिए अग्रसर अणुओं को बाउंड क्वांटम स्थिति को टिकल डाउन कर देते हैं। जैसे अणुओं से ग्रहित एलेक्ट्रान बाउंड–बाउंड परिवर्तित होते हैं, रीकांबिनेशन–लाईन

के परिवर्तन फ्रीक्वेन्सी में आटम, ब्रह्मांड के रेडियेशन वस्तुओं से ऊर्जा विनमय करते हैं। आटम भी, 2s दो फोटान डिकै अथवा लाइमन–फोटान उत्सर्जन के कारण, एक्साईटेड स्थिति से ग्रउंड स्थिति में पहुंचने तक, डबल विस्तारण से उनको बैकग्राउंड रेडियेशन से निकाले जाने के साथ कई डिससोसियेशन और रीकैप्चर की स्थिति से गुजरते हैं। स्पेक्ट्रम के स्पेक्ट्रल फीचर एवं इन रेडशिफ्ट में 1100 कारक के परिणामों से प्राप्त बाउंड–बाउंड परिवर्तनों को, आज सेमी एवं मिमी वेवलेंग्थ पर देखा जा सकता है। कास्मालाजिकल विकास के महान युग के दौरान संपन्न भौतिक प्रकियॉएं, कास्मिक बैकग्राउंड रेडियेशन में एक छाप छोडके गए हैं और, इन छापों को समझना ब्रहमांड के पूर्व के ब्रह्मांड को समझाने का मार्ग है। मयूरी, संपूर्ण आकाश के स्पेक्ट्रा को प्राप्त हरने हेतु, स्काई नाइस टेंपरेचर को रेकार्ड करने वाले कोरिलेटर सिस्टम के आउटपुट को सिमुलेट करने हेतु एक पाईपलाईन के विकास में लगी हुई हैं।

वर्ष के दौरान रवि सुब्रमण्यन और एन उदय शंकर के साथ मिलकर ली गई परियोजना, रीकांबिनेशन युग से स्पेक्ट्रल सिग्नेचर की खोज के लिए रिसीवरों का डिज़ाईन तैयार करने पर भी मयूरी ने काम किया है। वे कोरिलेशन रिसीवर के डिजाईन के एक नमूने के साथ सभी रेडियोमीटर की तुलना करते हुए रिसीवरों के विभिन्न कान्फिगरेशन का अन्वेषण कर रही हैं। वे एक कोरिलेशन रिसीवर के नमूने के निष्पादक को एक 180 डिग्री और एक 90 डिग्री हाइब्रिड के सथ भी तुलना कर रहे हैं। इस प्रयोग का मुख्य उद्देश्य, रिकांबिनेशन युग के अत्यंत कमजोर स्पेक्ट्रल सिग्नेचर को खोजने हेतु, एक सुविधाजनक सिस्टम कानफिगरेशन को पहचानना है। सुविधाजनक रीसिवर कानफिगरेशन का विकल्प का मार्ग उप–प्रणालियों के डिज़ाईन तक भी ले जाता है।

बिश्वजीत पॉल के साथ मूयूरी ने, विभिन्न ब्राडबैंड स्पेक्ट्रा स्थिति में, कुछ एलएक्सएमबी के पावर डेन्सिटी स्पेक्ट्रा (पीडीएस) और केएचज़ड क्वासी पीरियाडिक ऑसिनेशन (केक्यूपीओ) की खोज की है। उन्होने आम तौर पर केक्यूपीओ को दिखानेवाले मीडियम एनजी बैंड (आरएक्सटीई–एएसएम) और हार्ड एक्स–रे बैंड (स्विफ्ट–बैट) पर, जिनका लाग टर्म लाईट कर्व, बडे टाईम स्केल पर महत्वपूर्ण स्पेक्ट्रल परिवर्तन दिखाते हैं, उन्ही स्रोतों को चुना है। वे उनके ब्राडबैंड स्पेक्ट्रल व्यवहार के साथ, केक्यूपीओ का अस्तित्व, उनकी फ्रीक्वेन्सी आरएसएम क्वालिटी फैक्टर, क्यूपीओ की उुर्जा अवलंबन आदि के बीच परस्पर संबंध का अध्ययन कर रहे हैं। ब्राडबैंड स्पेक्ट्रा स्थिति पर, पावर स्पेक्ट्रा का अवलंबन, कालिक व्यवहार के सुराग देते हैं।



फिलहाल फरवरी 15, 2005 से अप्रैल 18, 2010 की समयावधि से मीडियम एनर्जी बैंड (आरएक्सटीई–एएसएम) और हार्ड एक्स–रे बैंड (स्विफ्ट–बैट) में लांग टर्म लाईट कर्व को देखकर 4यू 1608-52 और 4यू 1636-54 में दो पावर स्पेक्ट्रा स्रोतों को निकाला गया है। उन्होने सभी प्रेक्षण पर ध्यान दिया जो, केक्यूपीओ को देखने हेतु अपेक्षित टाईम रेसोल्यूशन रखते हैं, तथा जिनके पास अपेक्षित एनर्जी बैंड पर पावर स्पेक्ट्रा निकालने में, लचीलापन हैं। इस प्रयास से 1000 वीक्षण किए गए जिनके लिए सफलतापूर्वक स्पेक्ट्रा निकाले गए। यह सावधानी बरती गई कि, लाईश्ट कर्व में यदि टाईम अंतराल डेटा में टाइप–I बस्ट्र न होने पर उसे शामिल न किया जाए। वे आरएक्सटीई–एएसएम और स्विफ्ट–बैट से देखने के अनुसार, केक्यूपीओ का अस्तित्व और उनकी स्पेक्ट्रल स्टेट के बीच परस्पर संबंध को देखने में लगे हुए हैं। इससे केक्यूपीओ के उगम को सही समझने में अधिक विवक्षता होती है। इस अध्ययन का और एक उद्देश्य यह है कि, भविष्य में कोई भी विज्ञानी अपने अनुसंधान में केक्यूपीओ की खोज अपेक्षित हो तो वह इस अपेक्षित विंडो का इस्तेमाल कर सकते हैं।

गत वर्ष के दौरान **नित्यानंदन त्यागराजन** ने, एन उदय शंकर, रवि सुब्रमण्यन और एमडब्ल्यूए परियोजना समूह के सहयोग के साथ, मर्चीसन वाईडफील्ड एर्रे के जरिए रिअयोनाइसेशन युग का अध्ययन किया।

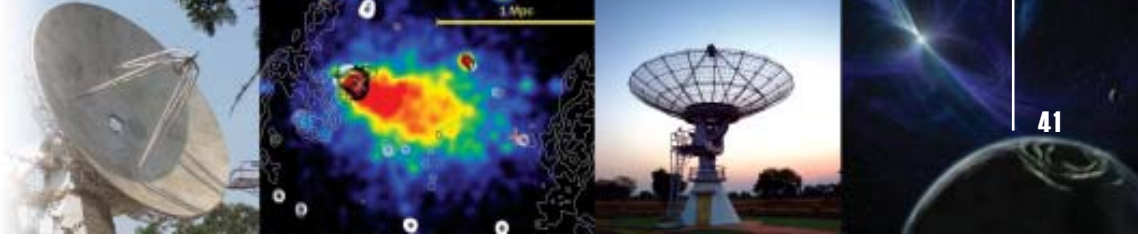
तटस्थ जलजनक रेडशिफ्टेड 21 सेमी स्पिन परिवर्तन के सीधे प्रेक्षण को, हाई रेडशिफ्ट में कास्मालाजिकल गैस को खोजने की उपयोगी विधान के रूप में पहचाना गया है। निअयनाईजेशन इतिहास की जॉच के लिए रेडशिफ्टेड 21 सेमी लाईन का टोमोग्रफी अत्यंत पुमुख साबित होता है। सीएमबी तापमान से संबंधित अधिक मात्रा में तटस्थ जलजनक तापमान के अस्थिरता के वितरित, तीन–आयामीय इमेजों के वीक्षण से, एओआर एवं रिअयनाइजेशन का विस्तृत वर्णन मिलता है। लेकिन पहले यह बताया जा रहा था कि, इस प्रकार के इमेजिंग के लिए स्क्वेर किलोमीटर एर्रे की संवेदनशीलता की जरूरत है। फिर भी ईओआर हाई पावर स्पेक्ट्रम की खोज के लिए, पर्याप्त संवेदनशीलता के साथ कई फर्स्ट जनरेशन रेडियोटेलीस्कोपों

का डिजाईन किया गया है। जैसे, मर्चीसन वाईडफील्ड एर्रे, लो फ्रीक्वेन्सी एर्रे, प्रिसिशन एर्रे फॉर प्रोबिंग ईओर, आदि। हाईपावर स्पेक्ट्रम और उसके कास्मालाजिकल विकास का मापन, ईओआर में स्ट्रक्चर फारमेशन आदि खगोल भौतिकी को समझने का पहला कदम हैं। ईओआर से रेडशिफ्ट 21 सेमी का पावर स्पेक्ट्रम कस मापन कठिन है। ईओर सिग्नल गैलक्सी और एक्स्ट्रा गैलाक्टिक स्रोतों के उत्सर्जन की तुलना मे कमजोर हैं और संपूर्ण सावधानी के साथ किए गए माडलिंग एवं फोरग्राउंडस के सिग्नेचरों को अलग करने के बावजूद, अवशेष गलतियों से इन सिग्नेचरों को अलग करने हेतु
अधिक प्रयास करने पड़ते हैं। यह दिखाया गया है कि, फ्रीक्वेन्सी और स्पेशियल वेव संख्या के स्पेस में, समाहित ईओआर सिग्नल की आईसोट्रोपी और सिमेट्री, दूषित स्रोतों जिसमें सिमेटी नहीं है से, अलग होने मे सक्षम हैं, लेकिन, यह चेतावनी देती है कि, इस प्रकार के सिमेट्री विचार केवल सिग्नल से फोरग्राउंड दूषण अलग करने की जगह देती है लेकिन यह गारंटी नहीं है कि, फेरग्राउंड दूषण नगण्य हो जाते हैं। यह भी दर्शाया गया है कि, प्राथमिक एवं सितेसाईसड बीम के फ्रीक्वेन्सी अवलिंबित संरंचना (क्रोमोसिटी) के माध्यम से, फोरग्राउंड दूषण का एक अंधरूणी दूषण है जो, ईओआर से संबंधित लार्ज बैडविड्त (~8 MHz) का महत्वपूर्ण अपेक्षा करती है। प्राईमरी एवं सिंतेसाईसड बीम के क्रोमैटिक स्वभव, प्रवाह फोग्राउंड को फ्रीक्वेन्सी डोमाईन में अलग करने के पश्चात भी, अवशेषों के कारण ट्रान्सवर्स संरचना को लाता है। इसको मोड मिक्सिंग कहा जा सकता है। इसके पहले के अनुसंधानों ने लाईट ऑफ साईट दिशा में, स्पेशियल स्केल पर अवशेषों के फोरग्राउंड दूषण के स्थानीयकरण समझने हेतु एक फ्रेमवर्क दिखाया है। उन्होने बैंडपास विंडो फंकशन एवं इमेजिंग लगरदेमस के उन उचित विकल् को भी दिखाया जो, के स्पेस के विनिर्दिष्ट क्षेत्र में, दूषण स्तर को काफी कम करता है। इसको ईओआर विंडो कहा जाता है। इसके पहले के काम ने प्रकाशमान रेडियो स्रोतयुक्त स्काई माडेलों का सिमुलेशन किया और यह दिया था कि, स्रोत को अलग करने के पश्चात, स्पेस पोदिशन की गलती एवं कैलिबरेशन गलती से बचे अवशेषों के स्पेस के वेड्ज समान क्षेत्र में, स्थानीयकरण किया गया है।

त्यागराजन ने इस काम के लिए वेदांतन एट अल (2012) द्वारा प्रदत्त एक–आयामीय फ्रेमवर्क का इस्तेमाल किया है। क्लासिकल स्रोत कनफ्यूशन, साइडलोब कनफ्यूशन, थर्मल नाईस और सैंपल परिवर्तन नाम के चार अनिश्चितताओं के स्रोत के वितरण के लिए, विस्तृत सांख्यिक अनुमान भी प्रस्तुत किया है। इस अनुमान में एमडब्लयूए के लिए प्रस्तावित 128 टाइल एर्रे कानफिगरेशन का इस्तेमाल किया गया है। इन अनिश्चितताओं की विभिन्न स्रोतों से संबंधित मैग्निटयूडों की तुलना की गई और मेशरिंग उपकरण के ईओआर पावर स्पेक्ट्रम संवेदनशीलता लक्षण के संपूर्ण दृष्टिकोण प्राप्त किए गए।

इस अध्ययन के कुछ नवीतनम परिणाम इस प्रकार हैं:

- ईओआर से हाईपावर स्पेक्ट्रम खोजते समय, पहली बार, अनिश्चितताओं के चार मूलभूत स्रोतों (क्लासिकल स्रोत कनफ्यूशन, साइडलोब कनफ्यूशन, थर्मल नाईस और सैंपल परिवर्तन) का अनुमान किया गया।
- उपकरणों की संवेदनशीलता के मूलभूत सीमाओं को प्राप्त करने हेतु अवशेष इमेजों एवं इंटरफिरोमीटर एर्रे कानफिगरेशन को सांख्यिकी प्रतिनिधित्व का इस्तेमाल किया जा सकता है।



- के–स्पेस के किसी भी क्षेत्र में, साईडलोब और फ्रीक्वेन्सी अवलंबित प्रभावों से होनेवाले दूषणों के अंदाज करने हेतु, एक फ्रेमवर्क जैसे काम करनेवाला एक नवीनतम तकनीक (सिंतेसाईसड बीम डिकंपोसिशन) प्रस्तुत किया है।
- के–स्पेस में फोरग्राउंडस से डामिनेटेड क्षेत्र के लिए अभिव्यंजना, इस फ्रेमवर्क के स्वाभाविक परिणाम के रूप में हैं।
- जब स्रोतों एवं उनके साईडलाबों से कनफ्यूशन, के–स्पेस में थर्मल नाईस से अधिक होने पर, एक बहु मुख्य बैंडपास शेपिंग अनुमान किया गया। पहली बार एक फ्रेमवर्क दिया गया एवं अप्टिमल ईओआर विंडों की खोज की गई।
- विभिन्न एकीकरण समय में, ईओआर हाईपावर स्पेक्ट्रम खोज के लिए संवेदनशीलता का अनुमान किया गया।

के एस द्वाराकानाथ और कालटेक विश्वविद्यालय के श्री कुलकर्णी के सहयोग में, त्यागराजन ने रेयियो ट्रान्सिएंटस एवं वेरियबलों के अध्ययन किया। डयनमिक रेडियो स्काई का अध्ययन खगोल भौतिकी के नई एवं अभी तक समझ में न आए दृगविषयों की खोज के लिए एक आशादायक विषय के रूप में माना गया है। कल परसों तक ट्रान्सिएंटस और वेरियबलों की कुछ ही खोज हुई है। वास्तव में यह एलओएफएआर, एसकेएपी, एमडब्ल्यूए जैसे नेक्स्ट जनरेशन रेडियों टेलीस्कोपों का लक्ष्य है, अंत में एसकेए रेडियो ट्रान्सिएंट का अध्ययन भी शामिल है।

डयनामिक फेंइट रेडियो स्रोतों के अनुसंधान ने, अल्प क्षेत्र में खोज एवं अधिक समय के एकीकरण की अपेक्षा के कारण, अत्यल्प परिणाम आए हैं। गैलक्सी में, पार्कस मलटीबीम पल्सर सर्वे से खोजे गए सिंगल रेडियो बर्स्ट, असंख्य न्यूट्रान तारोंः रोटेटिंग रेडियो अनामलस ट्रान्सिएंट की अपस्थिति को दर्शाता है। गैलक्टिक सेंटर रेडियो ट्रांसिएट में भिन्न भिन्न प्रकार के आउट बस्ट्र की अवधि के साथ लाईट कर्व है और बर्स्ट की अवधि मिनटों से महीने तक हैं। अन्य वेवलेंग्थों एवं उनके मेजबान में प्रतिरूप की कमी, शामिल किए गए भौतिक मैकानिस्म आदि अभी रहस्य ही रहा है। हाल ही मे रेडियो ट्रानिसएंट की खोज के लिए, 944 स्वतंत्र इपोह के साथ 22 साल स्पैनिंग वीएलए कैलिबरेटर प्रेक्षण का इस्तेमाल किया गया। उन्होंने सिंगल इपोह में आठ ट्रान्सिएंटों की खोज की और डेटा के दो महीने के औसत में दो ट्रानिस्एंटों की खोज की। दो ट्रान्सिएंटों को आरएसएनई के रूप में पहचाना गया और अन्य में, अप्टिकल प्रतिरूप की अनुपस्थिति कई प्रकारी की साध्यताओं का प्रस्ताव रखा है जैसे कि, आर्फनड जीआरबी आफ्टरग्लोस, स्टेल्लर स्रोत, प्रोपगेशन प्रभाव, माईक्रोलेन्सिंग इवेंट्स अथवा आज तक अनदेखी कुछ मैकानिक्स आदि। यह वाद प्रस्तुत किया है कि, अप्टिकल काउंटरपार्ट रहित ये टान्सिएंट गैलिक्टक मूल के हो सकते हैं और ये न्यूट्रॉन स्टार होने की संभाव्यता हैं। साथ में यह भी पता चलता है कि, किसी भी समय 370 μJy (5 और 8.4 GHz के बीच) स्रोत डिटेक्शन त्रेशहोल्ड के लिए, आकाश पर रेडियो ट्रान्स्एंटिस की एरिल डेन्सिटी ~1.5 डिग्री-2 हैं जो अन्य असंचय ज्ञात रेडियो ट्रान्सिएंट स्रोतों से एक आर्डर ऑफ मैग्निट्यूड से भी अधिक है।

रेडियो वेवलेंग्थों मे दो बृहद संवेदशीलन बाईडफील्ड सर्वेक्षण उपलब्ध हैं। वे हैं– एनआरएओ वीएलए

स्काई सर्वे और 21सेमी सर्वे पर रेडियो स्काई की दो फेईंट इमेज। इन सर्वेक्षण को उनके पार होने के क्षेत्र में, रेडियो ट्रानिसएंटों की खोज के लिए इस्तेमाल किया जाता है। ये अध्ययन बेमेज रेसोल्यूशन और एनवीएसस और एफआईआरएसटी सर्वेक्षण के फलक्स डेन्सिटी संवेदनशीलता से और भी जटिल हो गए हैं।

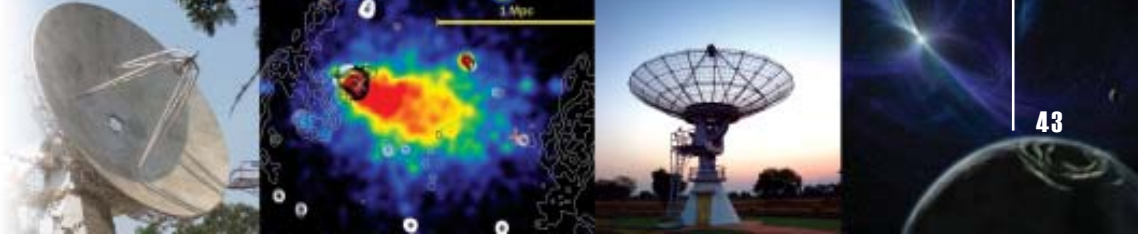
आज के अनुसार, फर्स्ट सवेक्षण द्वारा वेरियेबल रेडियो स्रोतों के एक बृहद एवं सुस्पश्ट सृजन के लिए त्यागराजन द्वारा ~55,000 स्नैपशाट इमेजों का पूर्ण विश्लेषण किया गया है। इस सैंपल में, कुछ एमजेवाई कम फलक्स डेन्सिटी और टाइमस्केल में मिनटों से वर्षों तक वेरियेबिलिटी पायी गई है। विभिन्न मानदंडों के आधार पर 1627 परिवर्तनशील स्रोतों को पाया गया है। ये मानदंड इस प्रकार है– लाइट कर्व में वीक्षित परिवर्तन, लाईट कर्व में न्यूनतम एवं अधिकतम डेटा पाईंट में उल्लंघन और सिंगल मोस्ट डीविएंट पाइंटस आदि। इसके पश्चात प्रतिरूप को पहचानने हेतु उन्हे बहु वेवलेंग्थ केटलॉग के साथ मेल किया गया।

पिछले वर्ष के दौरान, कालटेक विश्वविद्यालय के समूह के सहयोग में, त्यागराजन ने पालोमीटर ट्रान्सिएंट फैक्टरी के उपयोग से अप्टिकल प्रतिरूप की सूचना प्राप्त करने पर ध्यान दिया है। साथ ही साथ, जीएमआरटी के जरिए 20 ट्रान्सिएंटों के वीक्षण का प्रस्ताव भी रखा। होस्ट गैलक्सी में फेइंट और संभवतः विस्तारित संरचनाओं को पहचानने के लिए अधिक संवेदनशीलता (~50 μJy) अनिवार्य है। इसलिए प्रत्येक स्रोत और प्रत्येक इपोह के लिए दो घंटे का समय भी अपेक्षित है। इस तरह 20 स्रोतों के लिए 80 घंटे का समय अपेक्षित है। पिछले वर्ष के दौरान त्यागराजन ने इन वीक्षणों के डेटा का विश्लेषण किया है और यह पाया है कि 20 में से 13 स्रोतों की खोज दानो इपोह मे हुई। एक स्रोत ने एक ईपोह में ट्रानिसएंट–समान 5σ स्तर से अधिक व्यवहार का प्रदर्शन किया और दूसरे ईपोह में नहीं। दो स्रोतों ने 3σ स्तर से अधिक परिवर्तनशीलता का प्रदर्शन किया है। संभावित कैलिबरशन की गलतियों के सुधारने के लिए डेटा विश्लेषण जारी है।

शिव सेठी के अनुसंधान की रुचि के क्षत्र, कास्माजली एवं स्ट्रक्चर फारमेशन, रिआयनाईजेशन युग और कस्मालाजिकल मैग्नैटिक फील्ड हैं।

पिछले वर्ष के दौरान सेठी के अनुसंधान में, लाईमन–अल्फा क्लाउड्स और प्रैमार्डियल मैग्नेटिक फील्ड और हाई रेडशिफ्ट में एचआई की खेज शामिल थी। लाइमन–आल्फा क्लाउड्स को डेन्सिट परटर्बेशन का माइल्ड नान लीनियर मैनफेस्टेशन के रूप में जाना जाता है और इसलिए, उनको कई सैकडो किलोपरसेक से कईएमीसी तक की रेंज स्केल पर, हाई रेडशिफ्ट्स (z<2) पर इन परटर्बेशन की अच्छी जॉच के बारे में दर्शाया गया है। यह ज्ञात है कि, इस प्रकार के स्केलों पर, पैमार्डियल मैग्नैटिक फील्ड, डेन्सिटी परटर्बेशन का उत्पादन करती है। सेठी और कन्हैया लाल पांडे ने मैग्नेटिक फील्ड प्रेरित परटर्बेशन के प्रभाव के साथ, लाईमन–आल्फा का सिमुलेशन किया,और वर्तमान में विद्यमान लाईमन–आल्फा क्लाउड्स के सोच विचारों के साथ तुलना की। उन्होंने दिखाया कि, ये विचार प्रिमार्डियल मैग्नैटिक फील्ड के बल में और कठिन बाउंड लगाने पर मजबूर करते हैं।

जीएमआरटी 610 MHz बैंड के जरिए, सेठी, के द्वारकानाथ और चंद्रशेखर मुरुगेसन ने एक रेडशिफ्ट z' 1:3 पर दो DEEP2 क्षेत्र की खोज की। इस प्रकार के एक क्षेत्र में करीब 500 DEEP2 स्रोतों के स्पेक्ट्रा को जोड़कर, उन्होने इस रेडशिफ्ट में (2 और 4.5 के बीच) एचआई सिग्नल की चौकस खोज



का भी रिपोर्ट किया है। अधिक डेटा का विश्लेषण किया जा रहा है।

बी रमेष की अनुसंधान की रुचि, 1 से 1000 GHz रेंज फ्रीक्वेन्सी के रेडियो सबमिलिमीटर विंडों में अकाशीय स्रातों से उन्पन्न प्रकाश के उपयोग से संबंधित मालेक्यूलर अस्ट्रानमी में हैं। यह प्रकाश ब्रह्मांड को शीतल और छितराव करने की सूचना देता है और हमारे एवं अन्य गैलक्टियां में कास्मिक माईक्रोवेव बैकग्राउंड में संरचना को ढूंढने के साथ साथ, स्टार फारमेशन और उसके विनियमों को समझने में सहायता करता है। रमेश के काम में बेहतर टेलीस्कोप के निर्माण भी शामिल है।

वर्ष के दौरान उनका अनुसंधान, एसकेए–हाई के लिए उचित एंटेन्ना, दक्ष लीनियर–एर्रे इमेजर पर ही केंद्रीत था। खगोल विज्ञान को सही समझने के लिए बृहद पैमाने पर सर्वेक्षण ही एक अनिवार्य माध्यम है और उस सर्वेक्षण को स्पेस और ग्राउंड टेलीस्कोपों द्वारा किया जाता है। सर्वेक्षण की गति के निर्धारण में दृश्य का तात्कालिक क्षेत्र अत्यंत महत्व रखता है। इसको बडे सीसीडी कैमेरा, सिंतेसिस इमेंजिग के साथ लो फ्रीक्वेन्सी रेडियो टेलीस्कोप के माध्यम से अप्टिकल टेलिस्कोपों, जिनके लिए बहु रिसीवरों की आवश्यकता हो, से उपलब्ध कराया जाता है। अभी भी मिलीमीटर वेवलेंग्थ पर गैलक्सी–वाईड सर्वेक्षण कम हैं और, उनको विशाल तात्कालिक दृश्य क्षेत्र प्रदान करने वाले बहु रिसीवरों से अधिक लाभ नहीं हैं। एक में यदि अधिक संख्या में मिलीमीटर वेव रिसीवर हों तो प्रश्न यह उठता है कि, अपेक्षित संवेदनशीलता को प्राप्त करने हेतु सर्वेक्षण की गति को बढ़ाते हेतु उन्हे कैसे लागया जाए। इसका अन्वेषण किया गया। परिणाम स्वरूप एक नया टेलीस्कोप का मिश्र कानफिगरेशन' एफिशिएंट लीनियर–एर्रे इमेजर' जो एक अभीष्टित समाधान का प्रदर्शन हुआ।

हाल ही में एएलएमए ने साइंस प्रचालन शुरु कर दिया है और स्क्वेर किलोमीटर एर्रे के निर्माण कार्य को गति दी है। इस संदर्भ में, रमेश और उनके समूह ने, एसकेए–हाई के लिए ईएलआई को एंटेन्ना के रूप में इस्तेमाल करने पर ध्यान दिया है और यह पाया गया है कि, एक इंटरफेरोमीटर एलिमेंट के रूप में, ईएलआई, अपने आप बंद होती है और स्पेशियल फिल्टरिंग निष्पादन के लिए अल्प एवं दीर्घ कालिक विसिबिलिटीस का मिश्रण करती है जो, स्क्वेर किलोमीटर एर्रे जैसे हाई–फ्रीक्वेनसी एर्रे के लिए अपेक्षित हैं। भविष्य के अध्ययन में एस्के–हाई एलिमंट के रूप में ईएलआई का उपयोग और उचित यूवी कान्फिगरेशन का अध्ययन शामिल होंगे।

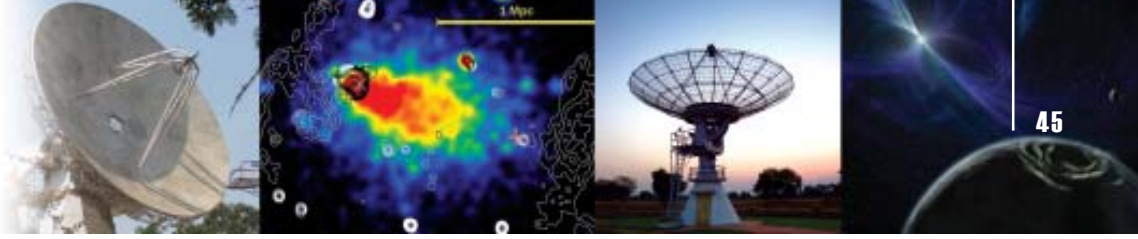
रमेश ने फैन–बीम टेलीस्कोप पर ऑफ–अक्सिस निष्पादन सिमुलेशन को भी चलाया। डिश एंटनाओं से बना टिपिकल रेडियो टेलीस्कोप, आसमान पर वृताकार के पेन्सिल बीम का रूप धारण कर लेते है। वृत्ताकार न होने पर उसे विकार माना जाता है। इस प्रकार के एंटेनाओं को सिथेसिस एर्रे के रूप में इस्तेमाल किया जाता है और, उनके बीम का वृत्ताकार बहुमूल्य होता है। कम फ्रीक्वेन्सी में, वृत्ताकार रहित बीमों को बहुत कुछ सामना करना पडता है। जैसे कि, मिल्स क्रास टेलीस्कोप की तरह लो फ्रीक्वेन्सी एर्रे में सृजित फैन–बीम। अधिक रेडियो फ्रीक्वेन्सी में सृजित फैन–बीमों का उपयोग

विरल है। यह इसलिए होता है कि, वेवलेंग्न छोटा है और उच्च फ्रीक्वेन्सी डिशों को एक सिंगल टेलिस्कोप के रूप में अथवा एक एर्रे एलिमेंट के रूप में उपयोग करने को मजबूर करती है। अनिवार्यतः ये वृत्ताकर पेन्सिल बीम बना लेते हैं।

लेकिन फिलहाल एफबीटी के दा हाई फ्रीक्वेन्सी अप्लिकेशन का प्रस्ताव किया गया हैः (अ) एक एफोकल बीम विस्तारण के लिए एफबीटी का रेट्रो–फिट करने हेतु, जो बीम को फिर परिचालित करता है तब एफबीटी को उसके फोकल लाईन के ऊपर घुमाकर, प्राइमरी और सेंकेंडरी के घुमाए बिना अंतिम वृत्ताकार के बीम को घुमाया जा सकता है; इससे मितव्ययता के साथ बृहद मिलीमीटर वेवलेंग्थ टेलीस्कोप का निर्माण किया जा सकता है। (आ) फोकल मिल्स क्रास हाई फ्रीक्वेन्सी टेलीस्कोप के दा एफबीटी को क्रास कान्फिगरेशन में इस्तेमाल करना; इससे अधिक अनुकूल होने की संभावना है। इस बैकग्राउंड में एफबीटी के आफ–अक्सिस निष्पादन बहु प्रमुख होता है। रमेश ने कैसगाईन एफबीटी के लिए इस प्रकार का अन्वेषण किया और यह पाया है कि, 3 सेमी में प्रचालित 15 फीड लीनियर एर्रे में, एंड बीम में होनेवाली विकृति नगण्य है। उच्चतर फ्रीक्वेन्सियों में विकार और भी कम हो सकता है। वे फिलहाल एक ग्रगारियन सेकेंडरी और 3 मिमी वेवलेग्थ का अन्वेषण कर रहे हैं।

टेलीस्कोप के विकास की अभिरुचि के अधीन रमेश ने प्राटोटाईप उपकरणों के निर्माण कार्य को अपनाया है, और पिछले सालों में उन्होने रेडियो टेलीस्कोप के लिए प्रमुख सुझाव भी दिए हैं। दोनों में अपने अप्टिकल स्कीम के अधीन एफबीटी का इस्तेमाल किया है। उन्होने प्रारंभ में 2010–11 में, एम टेक छात्र अरुण के साथ काम करते हुए, एक सब मिलीमीटर उपकरण के लिए एक प्रोटोटाइप एफबीटी के विषय पर ध्यान दिया था। बैक–अप संरचना और एलिवेषन रेल का निर्माण हो चुका है पैनलो का निर्माण एवं सेटिंग और सेकंडरी का निर्माण बाकी है। लेकिन हाई फ्रीक्वेन्सी पर काम करने के लिए परिशुद्ध विनिर्माण एवं मापन की आवश्यकता है जो, असाानी से उपलब्ध नहीं है अथवा पहुँच से बाहर है। इसलिए 2011 के अंत में वे एक लो–फ्रीक्वेन्सी एफबीटी प्रोटोटाईप बनाने लगे। जून 2012 तक बीएमएसई के बीई परियोजना के छात्रों की सहायता से कैड मॉडल और एल्यूमिनियम प्लेट पर प्रोफाइल्स का लेसर कटिंग पूरा हो चुका है। बाद में एमईएस के पूल और मोहम्मद इब्राहिम और बीएपी छात्र अभिजित वेंकटेश की सहायता से, कापोनेंट्स को लिंक और आसेंम्ब्ली का काम किया गया है। वर्तमान के काम में, एक तह का निर्माण खामिल है, जिसके लिए 1 एमएम के सटीक स्वचालित मापन की सख्त जरूरत है। वीएसपी छात्र श्याम नंबियार के साथ मिलकर रमेश ने, 3डी पाईंट क्लाउड के लिए संरचित लाईट तकनीक के उपयोग पर काम किया है। लेकिन कई मीटरों की दूरी पर 6मिमी से अधिक यथार्थता हासिल नहीं हो पाया। फिलहाल वे कंप्यूटर नियंत्रित लेसर डिस्टैन्स मीटर पर काम कर रहे हैं जो, अपेक्षानुसार दूरी को प्राप्त करने के लिए ट्रिग्नामिट्री का इस्तेमाल करता है।

जब सर्फेस का सेटिंग और मेजरमेंट पूरा हो जाएगा, सेकेंडरी सीएनसी मशीन के जरिए मिलिंग के पश्चात चडा दिया जाएगा और, दो मिरर असेम्ब्ली को, डीटीएच एलएनबीसी से सजा जाएगा और कुछ ही दिनों में सूर्य और चंद्र, बीम को पार करने पर मेजरमेंट के लिए तैयार हो जाएगा। बाद में एक अक्सिस रोटेशन को जोड़ दिया जाएगा। आक्सियल मोशन सिस्टम के निर्माण को एक बाहरी एजेंसी को दिया जाएगा। क्यू–बैंड विज्ञान के अध्ययन के लिए, वीएसपी छात्रों एवं आरएल के सदस्यों की सहायता से, एक प्रोटोटाइईप क्यू –बैंड रिसीवर श्रृंखला का



निर्माण किया जा रहा है। इसमें एक यूएसबी 3 डिजिटाईसर शामिल है जो, 16 चैनलों का सैंपल कर सकता है और एक डेस्कटॉप की मेमोरी में डेटा को डंप कर सकता है जो, डेटा का प्रोसेस करके इमेज का निर्माण कर सकता है। इसका विकास एक एमटेक छात्र सबीना के साथ किया जा रहा है। भविष्य के काम में (अ) उसके काय्र के प्रदर्शन (आ) गैलक्टिक प्लेन के केयू–बैंड लाईन सर्वेक्षण करने हेतु, केयू–बैंड पर प्रचालित एक ईएलआई का निर्माण आदि शामिल है।

हेमा रामचंद्रन के साथ मिलकर अंगहीन व्यक्तियों के लिए रोगी सहायता प्रणाली के विकास के उद्देश्य से रमेश एक ब्रैन कंप्यूटर इंटरफेस के विकास कार्य में लगे हैं।

वर्ष के दौरान **हर्षा रायचूर** के काम में, एम दास और पी शास्त्री (आईआईएससी, बेंगलूर), ए एलोन्सो हेरेरो (सीएसआईसी, यूसी, सैनटेंडर) और एन जी कांतरिया (एनसीआरए, पुणे) के सहयोग में, किए गए जैंट एक्स–रे फ्लेर गैलाक्सी एनजीसी 5905 का मल्टी–वेवलेंग्त प्रेक्षण शामिल है। एनजीसी 5905, उन कई गैलक्सियों में एक है जिनमें, रोसैट आल स्काई सर्वेक्षण (आरएएसएस) के जरिए एक्स–रे चमक को खोजा गया था और यह माना जाता है कि, यह चमक केंद्रीय ब्लैक होल द्वारा एक तारे के टाईडल विघटन के कारण होता है। इस काम में, चंद्रा एक्स–रे प्रेक्षणालय, स्पिट्जर और जैंट मीटरवेव रेडियो टेलीस्कोप से प्राप्त किए गए डेटा का उपयोग करके क्रमशः एक्सःरे मिड–इंन्फ्रारेड और रेडियों में किए गए मल्टी वेवलेंग्थ की अनुवर्ती प्रेक्षण के विश्लेषण प्रस्तुत करते हैं। चंद्रा 2007 का ऐतिहासिक प्रेक्षण से यह पता चलता है कि, 1990 में 0.5–2.0 keV एनर्जी बैंड में प्रेक्षित अत्यधिक एक्स–रे लुमिनासिटी 200 फैक्टर में घट गई है। एक्स–रे इमेज यह दिखाते हैं कि, एजीएन की उपस्थिति में मध्य भाग का काई ब्राईट कोर प्रत्याशित नहीं है। सर्कम–न्यूक्लियर स्टार फार्मिंग रिंग के समीप एक्स–रे एमिशन डिफ़्यूस देखा गया।

जीएमआरटी डेटा के साथ प्रेक्षित रेडियो फ्लक्स डेन्सिटी, 1997 में वीएलए फर्स्ट के जरिए निश्चित डेन्सिटी के समान है, जो यह सूचित करता है कि, 1990 के एक्स–रे चमक से रेडियो एमिशन प्रभावित नहीं हुए। ऐतिहासिक स्पिट्जर 2006 मिड–इन्फ्रारेड स्पेक्ट्रम न्यूक्लियर स्टार फारमेशन की सबूत देते हैं, लेकिन एजीएन के व्यवहारों की कोई सूचना नहीं मिलती। इसलिए यह निश्चित किया गया कि, एनजीसी 5905 में कोई केंद्रीय एजीएन नहीं है और इस बात की पुनःपुष्टी होती है कि 1990 में प्रक्षित एक्स–रे चमक एक टाईडल डिसरप्शन था और वह एजीएन के परिवर्तनशीलता के कारण नहीं हुआ था! एनजीसी 5905 नान–अक्रेटिंग ब्लैक होल की उपस्थिति के साक्ष्यों का प्रतिनिधित्व करते हैं और इस तरह जैंट लो सर्फेस ब्राइटनेस के न्यूक्यिस में टाईडल डिसरप्शन के आउटबर्स्ट के अंतर विकास के अध्ययन के लिए एक अवसर प्रदान करता है।

प्रकाश एवं पदार्थ

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी समूह में बेहद प्रेरित पांच संकाय सदस्य एवं उनके शिष्य वृंद शामिल है। इस समूह के सदस्य, एक तरफ प्रकाश– पदार्थ के परस्पर क्रिया जो ऑटमिक, मालेक्यूलर एवं ऑपटिकल भौतिकी का संयोजन है और दूसरी तरफ प्लास्माओं के लेसर फील्ड के गहन अध्ययन में लगे हुए हैं। यह समूह उस समग्र वैज्ञानिक दृष्टिकोण को अपनाया है, जिसमें, सैद्धांतिक, सांख्यिक एवं प्रयोगात्मक अनुसंधान परस्पर प्रतिपूरक है।

भौतिकी

परिदृष्य

इसके चार प्रयोगशालाएँ हैं जो समूह के सदस्यों की आवश्यकताओं की पूर्ति करती है:

- लेज़र कूलिंग, लाईट स्कैटरिंग प्रयोगशाला
- अल्ट्राफास्ट एवं नानलीनियर ऑप्टिक्स प्रयोगशाला
- क्वांटम ऑप्टिक्स प्रयोगशाला
- क्वांटम इंटरेक्शन्स प्रयोगशाला

इनके अलावा हाल ही में क्वांटम सूचना एवं कंपयूटिंग प्रयोगशाला का भी आरंभ किया गया है।

आनेवाले पृष्ठों में इस समूह के प्रमुख अनुसंधान क्षेत्रों का संक्षिप्त परिचय है। अगले अध्याय में समूह के हर एक सदस्य के कार्य के विवरण उपलब्ध हैं जिसमें, उनके अनुसंधान क्रियाकलाप से संबंधित तकनीकी विवरण भी शामिल हैं।

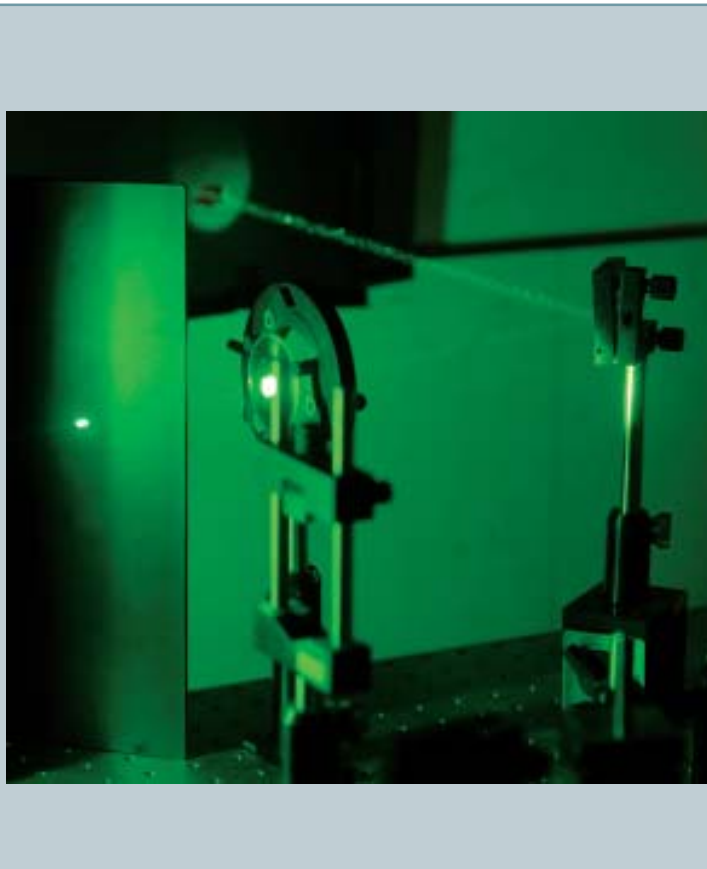
क्वांटम ऑप्टिक्स

क्वांटम ऑप्टिक्स, भौतिकी का एक ऐसा क्षेत्र है जो, प्रकाश एवं पदार्थ के साथ उसके क्रियाकलापों के अध्ययन में क्वांटक मैकानिक्स को लागू करता है। 1899 में प्राप्त पहला संकेत– प्रकाश का क्वांटाइस किया जा सकता है, ने हमारे क्वांटम ऑपटिक्स क्षेत्र के प्रकाश–पदार्थ के पारस्परिकता एवं माइक्रोस्कोपिक प्रणाली में महत्वपूर्ण विकास दिखाया है। एटम, आयन और मालेक्यूलों जैसे मौलिक कणों का जोड–तोड़ करना एवं क्वांटम सूचना के लिए क्वांटम आप्टिक्स का इस्तेमाल करना क्वांटम आप्टिक्स के प्रमुख उद्देश्यों में शामिल हैं। परमाणु और प्रकाश के बीच के क्वांटम अंतरण की संसक्तता और प्रकाश एवं पदार्थ की नई क्वांटम स्टेट का सृजन आदि प्रश्नों का समाधान ढूँढा जा रहा है। सुपरपोजिशन स्थिति में तैयार किए गए एटम के लिए कम तीव्रता की जॉच आदि भी प्रयोग में शामिल हैं। क्वांटम सुपरपेजिशन स्थिति के क्वांटम नान–डेमालिशन मापन का प्रायोगिक एवं सैद्धांतिक तौर पर पता लगाया जा रहा है।

लेज़र कूलिंग एवं ट्रैपिंग

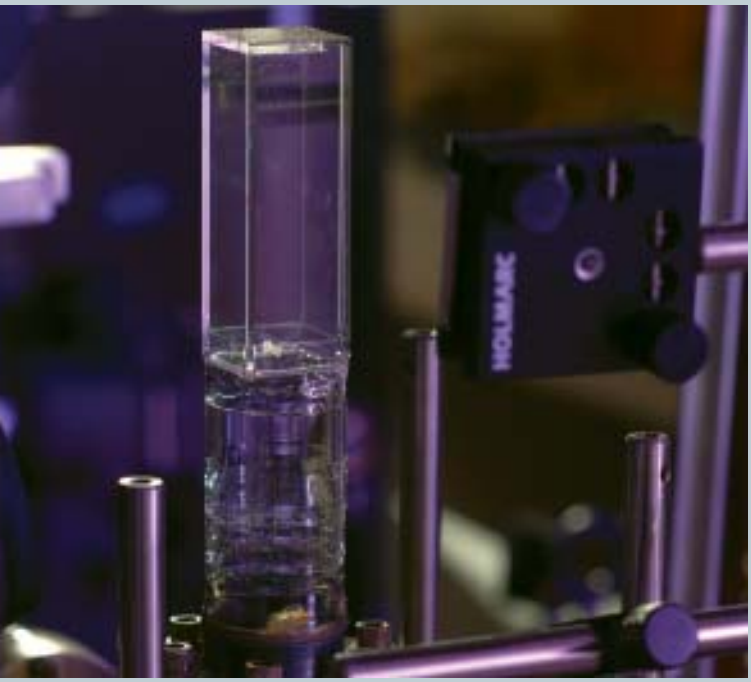
लेज़र कूलिंग एवं ट्रैपिंग भौतिकी का ऐसा एक क्षेत्र है जिसका विस्तार पिछले दशक में अधिक मात्रा में बढ़ी है। वर्तमान में, आटम को कम से कम काईनेटिक तापमान तक (150 माईक्रो के तक) कूलिंग किया जा सकता है और सेकंड़ों की इकाई तका उसको ट्रैप किय जा सकता है। इस प्रकार के एटम की गति पर के नियंत्रण से उनके वर्तन की जॉच, अनुसंधानकर्ताओं को पहले से बेहतर कर पा रहे हैं। अल्काली अवयव के एटमों को कूल करने एवं ट्रैप करने के अनेक विधान है जिसमें, डोप्लर कूलिंग विधान अति सामान्य है। इसमें तीन सीधे लेज़र बीम चेंबर के मध्य भाग में परस्पर प्रतिच्छेदित होते हैं। चेंबर के मध्य भाग में मैग्नेटिक कायल के एक जोडा मैग्नेटिक फील्ड का उत्पादन करता है जो शून्य पर होता है और वह बाहर की तरफ तीव्र गति से वर्धित होता है। उपयुक्त वेवलेंग्थ एवं लेज़र बीमों के ध्रुवीकरण का इस्तेमाल करके, प्रकाश के पुनरावर्तित अवशोषण एवं उत्सर्जन से एटमों का कूलिंग किया जा सकता है और ध्रुवीकृत प्रकाश के किरणें एवं स्थानिक बदलती मैग्नेटिक फील्ड के संयोग से उत्पन्न होने वाले आवक बल से ट्रैप किया जा सकता है। (मैग्नेटो ऑप्टिकल ट्रैप अथवा एम ओ टी)

लेज़र कूलिंग प्रयोगशाला में, शीतल एटम के इलेक्ट्रोमैग्नेटिकली प्रेरित पारदर्शिकता एवं संबंधित घटनाओं का अध्ययन किया जाता है। इस प्रकार की परस्पर क्रियाओं से सृजित एटमिक सीपीटी स्थिति की प्रगृति एवं गहराई के सहसंबंध पर ही वर्तमान अनुसंधान केंद्रित है। संचत शीतल एटम में उतार–चढाव की प्रकृति के अध्ययन भी वर्तमान अध्ययन क्षेत्र है।



आटम एवं आयनों का हैब्रिड ट्रैपिंग

कोल्ड आटम, अयान और मालेक्यूल सहित हाइब्रिड ट्रैप प्रयोग भौतिकी में एक नवीनतम श्रेणी के प्रयोगों को आरंभ करता है। इस प्रकार के प्रयोगों में इनके बीच के पारस्परिक व्यवहार को उच्चतम नियंत्रण एवं यथार्थता के सथ अध्ययन किया जा सकता है। आरआरआई में किए गए अध्ययनों ने ट्रैप किए गए अयनों का ट्रैप किए गए आटमों के साथ पारस्परिक प्रतिक्रियाओं में ऊर्जा अंतरण के स्वभाव के संबंध में बहुत पहले से विद्यमान दृष्टि को बदल दिया है। आटम एवं आयनों के बीच के टक्कर को यथार्थ ढंग से मेजर किया गया और एक कदम में, अयन–मालेक्यूल प्रक्रियाओं का भी मापन किया गया जो, विभिन्न प्रकार के अति दिलचस्प विषयों को दिखाता है। इन प्रयोगों की संभाव्यता अत्यधिक हैं और लगभग अनंत हैं!



कैविटी फिजिक्स और कैविटी क्यूईडी

हाईब्रिड ट्रेप प्रयोग में यह उछाल आटम–इलेक्ट्रो मैग्नेटिक फील्ड इंटरैक्शन के लिए एक अभिगम्य क्वांटम इलेक्ट्रो–डयनमिक व्यवस्था है। आटम फील्ड इंटरैक्शन के नान–क्लासिकल स्वभाव को प्रदर्शित करनेवाले कई मेजरमेंट किए गए हैं। प्रणाली का निर्माण किया जा चुका है ताकि कोल्ड आयन, आटम और मालेक्यूलों को एक उच्च कोटि के अप्टिकल कैविटी में, फोटानों के साथ एक साथ ट्रैपिंग और कूलिंग किया जा सके। यह, संपूर्ण विश्व में इस प्रकार का प्रथम प्रयत्न है और कोल्ड डाइल्यूट, क्लासिकल और क्वांटम गैस का गहन अध्ययन प्रणाली है! कई अशावादी विचारों का अन्वेषण किया जा रहा है।

इलेक्ट्रो मैग्नेटिक प्रेरित पारदर्शिकता (ईआईटी)

ईआईटी एक ऐसी मेकानिकल घटना हैं जिसमें, एक विनिर्दिष्ट स्थिति में, एक विशिष्ट फ्रीक्वेन्सी पर उसके पारदर्शिकता को बंद करते हुए एक सामग्रि के अवशोषण लाईन को रदद किया जा सकता है। ईआईटी के प्रेक्षण के लिए, सामग्री के तीन अथवा अधिक क्वांटम स्थिति के सामग्रियों के साथ इंटरोक्शन के लिए दो कोहेरेंट लेजरों को ट्यून करना पड़ता हैं। इस विषय पर काफी अनुसंधान चल रहा है और संस्थान के अनुसंधानकर्ता सैद्धांतिक और प्रायोगिक विधानों के जरिए इस विषय के सशक्त मूलभूत ज्ञान प्राप्त करने के प्रयासरत हैं।

प्रकाश का क्वांटम चलन

यह रैंडम चाल प्रक्षेपण पथ का एक गणितीय विवरण हैं जहॉ, उनके परिवर्ती चाल रैंडम होता है। पारंपरिक रैंडम चाल का उपयोग, अन्वेषण परिकलन में तब किया जाता है जब अन्वेषित प्रचाल स्थान रैंडम होता है। संगणना विज्ञान, भौतिकी, परिस्थितिकी, अर्थशास्त्र तथा मनोविज्ञान आदि क्षेत्रों में इसके उपयोग को पाया गया है। ये क्वांटम चाल, क्वांटम कंप्यूटिंग में रैंडम चाल के सरिसमान होते हैं, तथा वे प्रमात्रा परिकलन के अंश बन सकते हैं। अब इस प्रभाग के सदस्य आवृत्ति स्थान के प्रकाश के क्वांटम चाल का अन्वेषण कर रहें हैं।

रैंडम माध्यम में प्राकश का प्रसारण

कोहेर जैसे रैंडम माध्यम में, प्रकाश के बहु प्रकीर्णन पर्याप्त मात्रा में दृष्टिगोचरता को कम कर देता हैं। रैंडम मीडिया में प्रकाश का प्रसारण सामान्यतः, विसरणशील होता है न कि प्रक्षेपिक। इससे दर्पणरहित लेज़र प्रेरित सांख्यिकी तथा निर्बल एवं सबल स्थानीकरण जैसी विभिन्न रोचक परिघटनाओं का मार्ग प्रसस्त होता है, जो एलएमपी समूह के हाल ही के अध्ययन के विषय बन जाते हैं। इस कार्य में, डैएलेकिट्रक कोलाइडल सस्पेंशन अथवा मैग्नेटिक माईक्रोस्कोप दोनों आक्टीव और पैसीव शामिल हैं। मांटे कारलो अनुरूपणों तथा इस प्रकार के प्रकाश प्रसारण सैद्धांतिक विश्लेषणों द्वारा इसके लिए समर्थन प्राप्त हैं। इस प्रकार की परिघटना को समझने से भविष्य के नवीनतम प्रकाशकीय साधनों के लिए मुक्त अवसर मिलेंगे।

नानलीनियर आप्टिक्स

पदार्थ प्रणालियों के नानलीनियर अप्टिक प्रसारणों को प्रकाशीय स्विचों, संतृप्त अधिशेषों तथा प्रकाशीय सीमांतकों में अन्वयन प्राप्त है। रामन अनुसंधान संस्थान के अनुसंधानकर्ताओं ने नैनोपार्टिकलों एवं नैनोकांपोसिटों के साथ, पदार्थो के विभिन्न् प्रकारों के नानलीनियर गुणधर्मों का अन्वेषण किया है। इन पदार्थो का संश्लेषण एलएएमपी समूह के रासायनिक कक्ष में किया जाएगा, नैनोफेस में सामग्रियॉ ट्यूनेबल गुणों का प्रदर्शन करती हैं जो, बल्क फार्म की स्थिति से भिन्न है! इन माध्यमों में पिकोसेकेंड टाईमस्केल पर नानलीनियर अप्टिकल प्रतिक्रिया के विकास को अल्ट्राफास्ट (100fs) लेजर पल्सों के उपयोग से अन्वेषित किया गया। प्रयुक्त प्रयोगातमक तंत्र है–स्पंदित लेजर जड स्कैन अपविकसित चार तंरग मिश्रक (डीएफडब्ल्यूएम) तथा फेमटोसेकंड पंप शेध स्पेक्ट्रम। श्वेत प्रकाश जड स्कैन निम्न शक्ति जड स्कैन तथा अति रेलिंग प्रकीर्णन में प्रयोग जारी है।

लेजर प्रेरित प्लास्मा

प्लास्मा, जो पदार्थ की चौथी स्थिति है, उसे प्रयोगशाला में, शक्तिशाली पल्सड लेजरों के उपयोग से उचित लक्ष्य के इरेडियेशन से उत्पादन किया जा सकता है। इस प्रकार के प्लास्मा केवल कुछ ही माईक्रो सेंकेंड ही रह सकते हैं। उन्हे 'अल्पायु तारे' कहा जाता है और उसके अध्ययन को 'लैबोरेटरी अस्ट्रोफिसिक्स'। एलएमपी के अनुसंधानकर्ताओं ने वैक्यूम परिसर में रखे गए लोह लक्ष्य से अति गतिशील लेजर उत्पादित प्लास्माओं का अध्ययन किया। उत्सर्जन के साफ्ट और हार्ड एक्स–रे रिजीम में इलेक्ट्रान, आयन, विजिबल रेडियेशन और हाई एनर्जी पोटान पाए गए। प्लास्मा एमिशन स्पेक्ट्रल लाईन को एक अज्ञान लक्ष्य में विद्यमान संगठम एलिमेंटों को पहचानने के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है और, उनके टेंपोरल विश्लेषण प्लास्मा में स्थित आयन और इलेक्ट्रान की मात्रा की वेलासिटी एव रिकांबिनेशन की सूचना प्रदान करता है।

चालू अनुसंधान

अंदल नारायणन के अनुसंधान की रूचि के क्षेत्र हैं:– क्वांटम अप्टिक्स और लेजर कूलिंग, ओर आटमों का ट्रैपिंग। वर्ष के दौरान उनके काम में, कैलगेरी (केनडा) के इंस्टिट्यूट फार क्वांटम सईन्स एंड टेकनोलाजी के आर कुमार और ए ल्वेवस्की के साथ मिलकर डाउन कान्वर्टेड फोटान जोडों के साथ क्वांटम स्टेट टोमोग्रफी प्रयोग आरंभ शामिल हैं।

उन्होंने एक माध्यम से पार करते लेजर बीम की अप्टिकल गति के परिवर्तन की खोज के लिए एक माइक्रोवेव–आधारित क्वांटम नान–डेमोलिशन प्रयोगशाला लगाने पर भी काम किया। यह माध्यम हाई– फ्रीक्वेन्सी माईक्रोवेव कैविटी के अंधर कमरे के तापमान में ग्रहित अलकाली अणुआं का संग्रहण है। यह माध्यम लो लाईट प्रोरित केर्र नान लीनियारिटी युक्त है जो, लेजर बीम के साथ बंद लाम्ब्डा कान्फिगरेशन युक्त, उसके आटमिक स्तरों के काहेरेंट पापुलेशन ट्रैपड के फारमेशन के लिए कारण बनता है। वास्तव में इस वर्ष, कैविटी के अंदर माईक्रोवेव कप्लिंग की दक्षता को बढ़ाने हेतु एक माईक्रोवेव कप्लर के पुर्ननिर्माण का काम किया है। पुर्नडिज़ाईन किया हुआ नया कप्लर का प्रयोग लगाया गया है। इस अध्ययन के लिए सहयोगी हैं:– एस अनंत सुब्रमण्यन, आरएएल स्टाफ और वीएसपी के छात्र, एस रावत और आशा के।

कैविटी आप्टो–मैकानिक्स वह क्षेत्र है जहॉ, हाई क्वालिटी आप्टिकल कैविटी को हाई क्वालिटी मैकानिकल स्प्रिंग के साथ कपलिंग किया जाता है। सामान्यतः इसे एक मैकानिकल रिसोनेटर के लिए एक कैविटी मिरर को जोड़कर किया जाता है। कैविटी के अंदर का लाईट रेडियेशन प्रेशर रेसोनेन्सस को मैकानिकल और आप्टिकल दोनो

पैरामीटरों पर अवलंबित करा देता है। नारायणन और वीएसपी छात्र एस साईनाथ ने, आप्टो–मैकानिकल्ली प्रोरित पारदर्शिता (ओएमआईटी) प्रभाव का अध्ययन किया। वे एक डुएल कैविटी–स्प्रिंग कान्फिगरेशन का सैद्धांतिक अन्वेषण रहे हैं जो, आप्टिकल और माइक्रोवेव कैविटी के बीच में एक रोबस्ट इंटरफेस के सृजन का अवसर देता है। यह इंटरफेस एक डार्क स्टेट के उत्पादन के माध्यम से, क्वांटम स्टेट को एक अप्टिकल से मैक्रोवेव कैविटी में स्थानांतर करने का अवसर देता है जिसमें, मैकानिकल डिग्री स्वतंत्र नहीं होता। इसके लिए, एक डुएल कैविटीस के डबल् लाम्बडा, कान्फिगरेशन और एक डुएल स्प्रिंग सिस्ट को सेट अप किया गया है और, समय मूल्यांकन का अध्ययन किया जा रहा है। अध्ययन के हिस्से के तौर पर वे, समांतर आटम–क्वांटम सिस्टम में घटित प्रभाव को पुर्नसृजित करने के प्रयास करेंगे।

हेमा रामचंद्रन के अनुसंधान की रुचि में, क्वांटम इन्फोरमेशन, आटमों का लेजर कूलिंग और ट्रैपिंग, बोस–आइंस्टीन कंडेन्सेशन ओर स्कैटरिंग शामिल है।

क्वांटम तत्व पर उनके अध्ययन की दो दिशाएँ हैं, एक प्रकाश के उपयोग से और दूसरा परमाणुओं के उपयोग से। इसका उद्देश्य सिंगल आटम और सिंगल फोटान का जोड़–तोड करना है। इसके लिए अपने सहयोगी बी गिरीष, डी पांडे और और बी सुब्रमण्यम के साथ रामचंद्रन, फोटान काउंटिंग और कोरिलेशन मेजरमेंट के लिए, नावल फोटान डिस्ट्रिब्यूशन के साथ प्रकाश स्रोत के सृजन के लिए टूल्स के विकास कर रहे हैं। पिछले साल के दौरान उन्होने, एक लैब व्यू परिसर में, एनआई–डीएक्यू का इस्तेमाल करके एक फोटो कोइन्सिडेन्स काउंटर का निर्माण किया। उस समय अध्ययन किए गए टाइलरड लाईट स्रोत के लिए 30एमएस का टाईम प्रिसिशन प्रर्याप्त था, वर्तमान के अध्ययन के विषय के लिए (थर्मल इक्वलिब्रियम में आटमों का संग्रहण) नैनोसेकंड टाइमिंग की यथार्थता अपेक्षित है। उन्होने एक टाईम्–टैगड– फोटान काउंटिंग माड्यूल का डिजाईन, निर्माण,अभीष्टित और स्थापना भी कर दी है जो, चार विभिन्न् डिटेक्टरों में प्राप्त सिंगल फोटान के डेटा को, प्रसेसिंग के पश्चात कोरिलेशन प्राप्त करने हेतु, एक पीसी में स्टोर करने में सक्षम है। यह सिस्टम 5ns की टैमिंग यथार्थता है और वर्टिक्स 5 एफपीजीए कार्ड पर आधारित है। यह 4 एपीडी से डेटा प्राप्त करता है, टाईम स्टैंप करके एक गिगाबाईट एतरनेट लिंग द्वारा पहँच समय डेटा को पी सी में भेजता है। थर्मल स्रोतों को कमरे को तापमान और् 100 माईक्रोकेल्विन पर, सेंकड आर्डर डेन्सिटी कोरिलेशन प्राप्त करने हेतु, इसका उपयोग किया जाता है। प्राप्त किए गए काहेरेन्स टाईमिंग्स, सैद्धांतिक पूर्वानुमान के साथ मेल खाता है और एपीओडीएएस के निष्पादन को प्रमाणित करता है।

अकस्टो–आप्टिक इंटरेक्शन के जरिए लाईट को, फेस जंप देने के तकनीक का इस्तेमाल करके, रामचंद्रन, दीपक पांडे, नंदन सतपति, बी सुब्रमण्यम और सोलमन इवान ने, हर्इली कोरिलेटेड फोटानों के कमज़ोर स्रोतों के सृजन का एक विधान का प्रस्ताव किया है। लाईट को इंटेन्सिटी फ्लक्चुयेशन देने हेतु अकाउस्टो–आप्टिक्स माड्युलेशन का इस्तेमाल करके उन्होने, अर्बिटरी फोटान नंबर डिस्ट्रिब्यूशन के साथ क्लासिकल लाईट स्रोत के

सृजन का प्रदर्शन भी किया। इस तरीके से उन्होने क्लासिकल नान–गाजियन स्रोतों का सृजन किया।

पिछले साल रामचंद्रन ने आरआरआई में समाजिक परियोजना ब्रैन कंप्यूटर इंटरफेस पर काम शुरु किया है। इससे अगहीतना अथवा पार्श्ववायु पीडितों को सहायता देने का लक्ष्य है। ब्रैन कंपयूटर इंटरफेस क्षेत्र एक उभरता हुआ क्षेत्र हैं जिसमे, केवल सोचों एवं ड्राइव डिवाईसों से संचार करने हेतु मस्तष्कि का मानिटरिंग और वर्णन किया जाता है। हाल ही में इस प्रकार के कुछ डिवाईसेस अत्याधिक दाम पर वाणिज्यिक तौर पर उपलब्ध है। रामन अनुसंधान संस्थान, इस प्रकार के सिस्टम को विनिर्दिष्ट उद्देश्य के लिए विकास करना चाहता है और, एक कान्सेप्ट माडल को किसी संगठन को देकर जरुरतमंद व्यक्तियों तक पहुँचाना चाहता है। इस पर भी कही पहलुओं में काम चल रहा है। चार डिवाययससों को चार एलईडी लगाकर (चार भिन्न फ्रीक्वेन्सी मे फलैश होनेवाला) उन्होने, ईईजी से निर्धारित एसएसवीईपी के आधार पर डिवाययसस का नियंत्रण किया। एक बायस आक्टिवेटेड मूविंग प्लैटफार्म का भी डिज़ाईन किया गया और परीक्षण भी किया गया। नियंत्रणों का पहचान की यथार्थता ~80% है और, इसको सुधारने के प्रयास जारी है। एक ईईजी आप्लिफायर का निर्माण भी किया गया है और इसके निश्पादन को वाणिज्यिक ईईजी के साथ तुलना भी जारी है।

रेजी फिलिप के अनुसंधान की रुचि के क्षेत्र में, नानलीनियर आप्टिकल मटीरियलस और लेजर प्रेरित प्लास्मास शामिल हैं। नानलीनियर आप्टिकल ट्रान्समिशन को आप्टिकल स्विचो, सैचुरेबल अब्जार्बर्स और आप्टिकल सीमा में लगाया जा सकता है। वे और उनको सहयोगियो ने विभिन्न सामग्रियों में विशेषतः, नैनो–पार्टिकलों और नैनो–कांपोसिटों में नानलीनियारिटी का स्वाभाव व टेंपोरल विकास का अन्वेषण कर रहे हैं। प्लास्मा अध्ययन में, हाई वैक्यूम में रखे गए लिक्विड एंड सॉलिड लक्ष्य से, अल्ट्रा फास्ट लेजर प्रेरित प्लास्माओं का एवं व्यापक दबाब का अध्ययन किया जा रहा है। प्लास्मा स्मेक्ट्रम के साफट् और हार्ड एक्स–रे रिजीम में हाई एनर्जी फोटान साथ में एलेक्ट्रान्स और ऑयन्स उपलब्ध हैं। प्रयोगशाला का वर्कहार्स एक सीपीए टीआई:सफाइर लेज़र सिस्टम हैं जो, 10mj के अधिकतम ऊर्जा पर 100fs लेज़र पल्स का उत्पादन करता है।

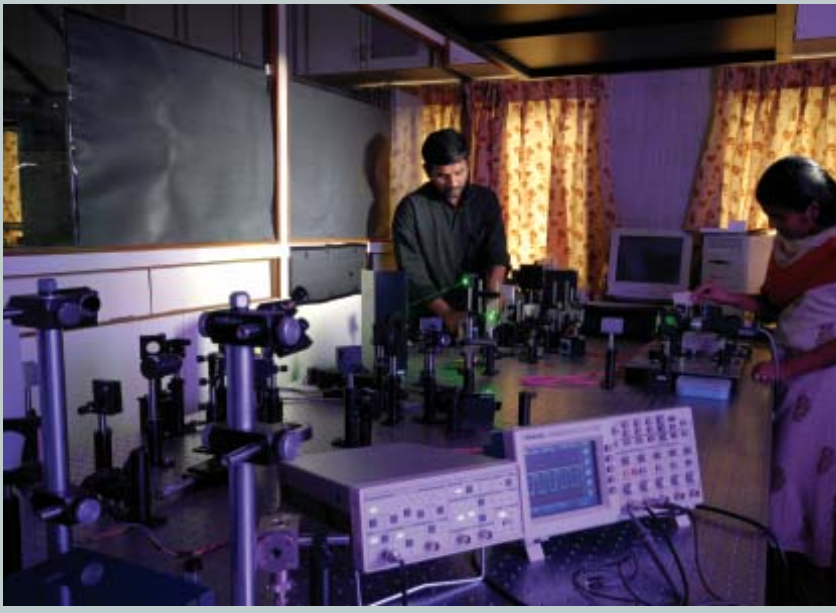
गत वर्ष के दौरान रेजि फिलिप ने, औद्योगिक एवं अन्य उपयोगों को ध्यान में रखकर, नैनोस्ट्रक्चरड सामग्रियों में आप्टिककल नानलीनियारिटी पर अन्वेषण जारी रखा। उनके इस कार्य को, क्लेमसन यूनिवर्सिटी (यूएसए) के जयन थॉमस; हान्यंग विश्वविद्यालय (दक्षिण कोरिया) के टे जू पार्क; इंडियन इंस्टिट्यूट आफ टेक्नोलाजी, मद्रास (भारत) के सी विजयन और केरल विश्वविद्यालय, तिरुवनंतपुरम (भारत) के वीपीएम पिल्लै के सहयोग में किया गया। उन्होने सोने के अटॉमिक क्लस्टर में आप्टिक नानलीनियारिटी के आकार आधारित

विकास का अध्ययन किया। उन्होंने फ्लोरिनेटेड ग्राफीन आक्साईड, फंक्शनल हैड्रोजन एक्सफोलिएटेड गाफीन नैनोराडस, नैनोसाइसड मिक्सड जिंक फेरैटस, ZnO नैनटेट्रोपाडस और AgVO3 नैनोबेल्टस का भी अन्वेषण किया। उनके अध्ययन में शामिल हैं: (i) हैड्रोजन एक्सफोलियेटेड ग्रफीन और उसके हैब्रिड में आप्टिकल नानलीनियारिटी के दोष का प्रभाव (ii) फलोरीनेटेड ग्रफीन आक्साईड और (iii) नैनो मिक्सड जिंक फेराईट और जेडएनओ संशोधित MoO3 नैनोस्ट्रक्चरों में वृद्धित आप्टिकल पावर लिमिटिंग।

फिलिप ने सालिड लक्ष्य के अल्ट्राफास्ट लेजर–प्रेरित प्लास्माओं का स्पेक्ट्रास्कोपिक अध्ययन किया उन्होने स्पेक्ट्रोस्कोपिक और टाई आफ फलाईट विधान से, 100 फेम्टोसेंकेंड लेज़र पल्स के साथ एक Zn लक्ष्य के इर्रेडियेशन से उत्पन्न प्लास्मा प्ल्यूम में, तटस्त Zn के टाईम और स्पेस रिसाल्वड मेजरमेंट भी किया। अलग अलग टाईम स्केल में, रिकांबिनेशन और अटमिक प्रभाव से तीव्र एवं मंद गति की अत्यधिकता को देखा गया। डबल पल्स एक्साइटेशन कान्फिगरेशन में, आयनाइजेशन और रीकांबिनेशन की गति तेज होती है और सशक्त भी होती है। फास्ट आटमिक स्पीसीस वेलासिटी की औसत बैग्राउंड से स्वतंत्र है,जो आगे की ओर निर्देशित सबल पार्टिकलों की उपस्थिति कोसुनिश्चित करता है, जो डबल पल्स एक्साइटेशन से प्रभावित नहीं हैं। आप्टिकल उत्सर्जन स्पेक्ट्रा मूल्यांकन किया गया और एक प्रधान गुणयुक्त उत्सर्जन त्रय को पाया गया। परिणामों को प्रकाशन के लिए दिया गया है।

सादिक रंगवाला के वर्तमान अनुसंधान में, अल्ट्रा कोल्ड मालेक्युल्स और क्वांटम इंटरेक्शंस शामिल हैं।

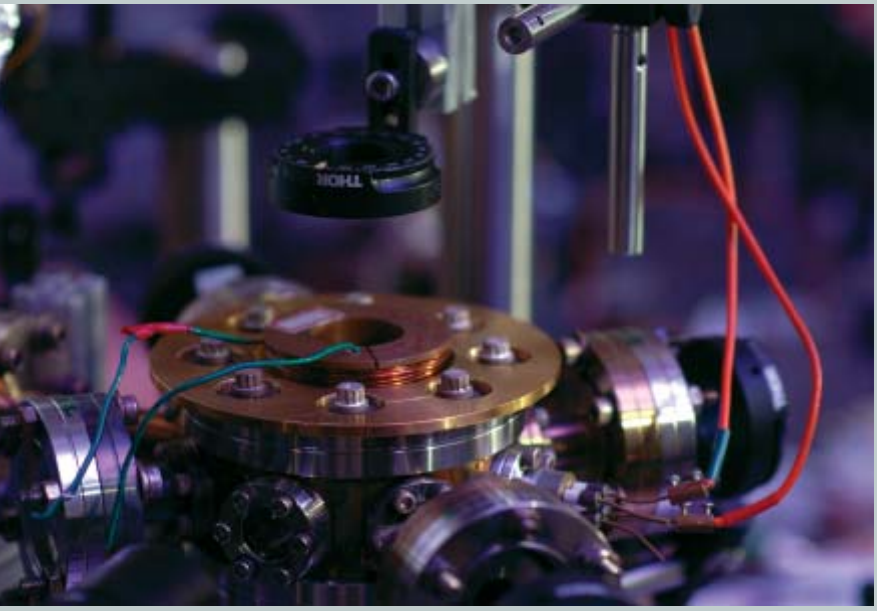
पिछले वर्ष के दौरान, उनके काम में, एक प्रायोगिक उपकरण एवं तकनीकों का रिपोर्ट किया है जो, स्पेशियल ओवरलैप के साथ, आयन और कोल्ड आटमों को ट्रैप कर सकता है। उपकरण की प्रेरणा, हाट से अल्ट्रा कोल्ड तक के रेंज के तापमान में, आयन–आटम प्रक्रिया के अध्ययन से प्राप्त हुई है। कोल्ड ट्रैपड आटम फिसिक्स के डोमाइन में यह अनन्वेषित क्षेत्र है। लेख में, इन दोनों ट्रैपों को जोडने हेतु, समान्य डिजाईन का वर्णन है साथ में, एक प्रायोगिक सेट अप भी प्रस्तुत किया है। आयन ट्रैप ओर आटम ट्रपों को स्वतंत्र रूप से पारस्पिरिक कैरक्टराइजेशन किया है। दोनों के समकालिक प्रचालन का वर्णन किया गया है और, आयन और कोल्ड आटम के परस्पर प्रभावों का भी प्रायोगिक निशानों को भी प्रस्तुत किया गया है। भौतिकी एवं रसायन शास्त्र के अनेक समस्याओं के लिए इस प्रकार के उपकरणों के उपयोग के बारे भी चर्चा की



गई है। रामन अनुसंधान संस्थान के के रवि, सेंयूंग्यून ली, अजित शर्मा, इन्स्टिट्यट फार फिजिक्स के जी वेर्त और जर्मनी, यूनिवर्सिटेट मेन्ज़ जोहान्नेस–गंटेन्बर्ग इस काम के लिए सहयोगी हैं।

इस अध्ययन में, मैग्नेटो–आप्टिकल ट्रैप (एमओटी) में लेजर–कूलड रुबिडियम आटम और ओवरलैपिंग पॉल ट्रैप मे, आप्टिकली डार्क Rb+ आयनों के बीच टक्कर के गुणांक का मापन किया गया। इस मिश्रण में, एमओटी आटमों से आयनों का स सृजन किया गया और अयन ट्रैप में संचयन होने दिया गया। परिणाम स्वरूप, स्टडी–स्टेट एमओटी आटमों की संख्या में महत्वपूर्ण कटौती हुई। आयनाइजेशन और आयन–आटम के टक्कर एमओटी आटमों की संख्या का मूल्यांकन के लिए एक सैद्धांतिक टेट–ईक्वेशन मॉडल तैयार किया गया है और, आयन–आटम टक्कर–दर गुणांको को अभिव्यक्त किया गया हैं। एमओटी आटमों के नष्ट कर प्रयोगों में क्रमिक तौर पर विभिन्न् मैकानिस्मों के जरिए व्यवस्थित अध्ययन किया गया। मॉडलों में मेजरमेंटों को मिलाने से आयन–आटम टक्कर–गुणांक का निर्धारण सीधा किया जा सकता है। प्रायोगिक तकनीक के विकास की चर्चा की जा रही है। फिजिकल रिव्यू ए मई 2013 में प्रकाशित। ली और रवि इसके लिए सहयोगी हैं।

रंगवाला और उनके सहयोगी त्रिदेब रे, अरिजित शर्मा और एस ज्योति ने, वैक्यूम राबी स्पिलटिंग के जरिए लेजर– कूलड आटमों का तापमान के मापन का अध्ययन किया। रुबिडियम आटमों को, फेब्री–पेरोट कैविटी के अंदर मैग्नेटो–आप्टिकल रूप धारण करने के लिए लेजर–कूलिंग किया गया और कैविटी के लिए कोल्ड आटमों के सशक्त कप्लिंग का प्रदर्शन किया गया। कप्लिंग की बढी हुई क्षमता का मापन, अवशेष आटमों पर कैविटी सीएमजे लाईट के माध्यम से किया गया। वीआरएस का मेजरमेंट दो अथवा तीन स्तरीय आटमिक सिस्टमों के लिए किया जाता है और, प्रत्येक सिस्टम के लिए आटम–कैविटी–कप्लिंग क्षमता का निर्धारण किया जाता है। लेजर–कूलड आटम को अलग अलग समय के लिए विस्तारित होने देकर, और संबंधित वीआरएस का मापन करके, फंक्शन आफ टाईम के निर्धारण से आटमों की संख्या, कैविटी मोड से ओवरलैप करती है। ये कैविटी के टाई–आफ–



फ्लैट आटम, लेजर कूल आटमों के तापमान को मापने की अनुमति देती है। अध्ययन में इस तकनीक की आवश्यकता एवं उपयोग पर भी ध्यान दिया गया। फिजिकल रिव्यू ए मई 2013 में प्रकाशित।

अल्ट्रा–कोल्ड तापमान में ट्रैप किए गए डयल्यूट अपार गैस विनिर्दिष्ट स्टेट प्रिपरेशन करा सकता है और, परिणाम स्वरूप सिस्टम में होने वाले विकास का ट्रैक किया जा सकता है। ट्रैप से यह सुनिश्चित होता है कि, काफी कमजोर एवं अल्प इंटरेक्शन (टक्कर) भी लांग होल्ड टाईम्स के कारण सही वीक्षण किया जा सकता है। हाल ही में पता चला है कि, इस प्रकार का आयन–आटम मिश्रण रसाययिनयक प्रक्रिया एवं इंटरेक्शनों की जाँच कर सकता है जो, पहले असाध्य था। क्योंकि, अयानों की उस्थिति एक आकर्षक बल (1/r^5) देता है, और वह बल तटस्थ स्पीसीस और गैस सिस्टम में प्रेरित प्रतिक्रियाओं के बीच वान डेर वाल इंटरेक्शन से अधिक है। हाल ही में, इनेलास्टिक और त्री–पार्टिकल प्रकिया के अन्वेषण को भी रिपोर्ट किया है। वर्तमान के कार्य में, रंगवाला और उनके सहयोगियों ने, फोटोअसोसिएशंस से, हाईली वैब्रेशनली एक्साईटेड अल्ट्रा–कोल्ड रुबिडियम का विनिर्माण किया है और, ट्रैप किए गए आयान के साथ उनके व्यवहार का अध्ययन भी किया है। आयन और आटम के संयुक्त ट्रैप में प्रयोग किया गया। मैग्नेटो आप्टिकल्ली ट्रैपड आटक मालक्यूल, एमओटी से सृजित ट्रैप्ट आरबी आयन के साथ ओवरलैप होते हैं। यह दिखाया गया कि, अयान के साथ ओरलैप होने पर मालेक्यूल अलग हो जाते हैं और, मुक्त आटमों को एमओटी हटा देता है। परिणामस्वरूम एमओटी के फलूरोसेंस की वृद्धी होती है। एक आयन के साथ टक्कर से बैब्रेशनली हाइली एक्साईटेड मालेक्यूलों का अलग होने के मैकानिज्म के बारे में भी चर्चा की है। इस प्रयोग में, मालेक्यूल के फोटोअसोसियेशन का अध्ययन,एक त्रि–पार्टिकल प्रक्रिया के जरिए किया जाता है जो, और एक त्रि–पार्टिकल प्रक्रिया से साध्य हुआ है। प्राप्त परिणामों से संयुक्त ट्रैप सिस्टम की समृद्धता का उदाहरण मिलता है जिसका, आज तक पता नहीं था। इस प्रकार के प्रयोगों को ऊपरी परिसर और आकाश में टक्कर की स्थिति का सामना करना पडता है। इस अध्ययन में, ली, ज्योति और भारतीय विज्ञान कृषि संघ के आगंतुक विज्ञानी के राय दस्तीदर ने भी काम किया है।

चालू अन्य काम में, आटम की कैविटी में अयान ट्रैपिंग का प्रयोग शामिल है। इसका उद्देश्य एक सशक्त इंटरेक्टिंग रूप में, आयन, आटम, मालेक्यूल और लाईट को एक साथ ट्रैप करना है। एक दृष्टि से यह एएमओ भौतिकी में एक संपूर्ण प्रयोग होगा जिसमें, सभी तात्विक संघटकों को एक ही प्रयोग में एकत्रित किया जाता है।

उर्वशी सिन्हा के गत वर्ष के अनुसंधान में, क्वांटम आप्टिक्स और नैनोटेक्नालजी के दो प्रमुख कार्य शामिल हैं।

क्वांटम आप्टिक अध्ययन में, संस्थान के उनके सहयोगी केनडा के वाटरलू के साथ, क्वांटम कंप्यूटिंग के लिए एक ट्रिपल स्लिट आधारित क्यूरिट सिस्टम का प्रदर्शन शामिल है। इस सिस्टम को पहली बार अहरोन बैडमन क्वांटम गेम के प्रायोगिक प्रदर्शन के लिए इस्तेमाल किया गया। इस कार्य को आईक्यूसी के पी कोलेंडेरस्की, एल यूनिंग, टी झाओ, एम वोल्पिनी, आर लाफलेम और टी जेन्नेवीन और स्पैन के यूनिवर्सिडाड डी सेविल्ला के ए कैबेल्लो के सहयोग में किया गया। इस काम को फिसिकल रिव्यू ए में प्रकाशित भी किया गया।

अन्य अनुसंधान परियोजना के लिए, आईक्यूसी सहयोगियों के साथ आइएनएएस नैनोवेयर में तापमान आधारित इलेक्ट्रान की मोबिलिटी का मापन किया गया। क्लीन रूम सुविधा के इस्तेमाल से, नैनोवेयर मेजरमेंट के लिए, उपकरणों का फैब्रिकेशन, इसके लिए उर्वसी सिन्हा का महत्वपूर्ण योगदान हैं। इस काम को आईक्यूसी के एन सांग जी डब्यू ए होल्लेवे और जे बाग और मैकमास्टर विश्वविद्यालय के हापामाकी और आर ला पिएरे के सहयोग में किया गया। इस काम को नैनोटेक्नालजी में प्रकाशित किया गया है।

भार्गव राम के पिछले वर्ष के अनुसंधान में, सादिक रंगवाला, सियुंग्यून ली, त्रिदेब राय और ज्योति एस के सहयोग में ट्रैप किए गए आटम और आयन मिश्रण में, टक्कर का कैरक्टराईजेशन का अध्ययन शामिल है। रे, ज्योति और रंगवाला के साथ नया अयान ट्रैप, मैग्नेटो–आप्टिकल ट्रैप और फेबरी पिरोट कैविआ के उपयोग से कैरक्टराइजेशन और प्रयोग का काम जारी है।

मृदु संघनित

विगत कुछ दशक में, मृदु संघनित पदार्थ विज्ञान अंतरविषयी अनुसंधान का एक महत्वपूर्ण क्षेत्र बनकर उभरा है।

पदार्थ

परिदृष्य

मृदु संघनित पदार्थ समूह के सदस्यों के प्रमुख अनुसंधान क्षेत्रों को आगे संक्षिप्त में बताया गया है। अंतिम वर्ष के दौरान, प्रत्येक सदस्य के व्यक्तिगत कार्यों की अधिक विस्तृत एवं उनकी संदर्भित अनुसंधान गतिविधियों की तकनीकी जानकारी को पाठकों के लिए अगले भाग में बताया गया है।

लिक्विड क्रिस्टल्स

एससीएम समूह का रसायनिक विंग, अणुओं बेंट कोर मेसोजेन, डिस्काटिक मेसोजेन और नैनोकांपोसिट के संश्लेषण और लक्षणीकरण में भी शामिल है। मेसोजेन से 700 से अधिक मेलोमार्फिक, केले के आकार का अथवा बेंट–कोर आटम को संश्लेषित किया गया है। कई नए मेसोजेन के अतिरिक्त, ये यौगिक सहज पोलराईजेशन और कैरल और अकैरल संरचनाओं के रूप में, दिलचस्प अवशेषों को दर्शाते हैं। कई नए लिक्विड र्किस्ट फेस और फेस अनुक्रमों को हासिल कर लिया गया है।

प्रयोगशाला द्वारा उन नए डिस्काटिक लिक्विड क्रिस्टल को अभिकल्पित और संश्लेषित किया गया है जो, उल्लेखनीय इलेक्ट्रानिक और आप्टोइलेक्ट्रानिक गुणों का प्रदर्शन करते हैं जिसमे, विभिन्न मोनोमेरिक, आलिगोमेरिक, पालिमरिक और अयानीय लिक्विड क्रिस्टल की तरह मेसोमार्फिक इकाईयुक्त सामग्री सम्मिलत है। पर्यावरण अनुकूल सिंथेटिक मार्ग को ज्ञात करने के लिए लिक्विड क्रिस्टल सामग्रियों का संश्लेषण, माईक्रोवेव हीटिंग उपकरण द्वारा किया जाता है।

नैनो सामग्रियों का समावेष, सोने का नैनोपार्टिक्लस और लिक्विड क्रिस्टल के पूर्व–अण्विक क्रम से कई अनुप्रयोजनों के लिए समाग्रियों के अन्वेषण के लिए सहायता मिलती हैं। इस प्रकार के नैनोकांपोसिटों का विनिर्माण किया गया है और उनके कैरक्टराइजेशन का काम जारी है।

एससीएम समूह, लिक्विड क्रिस्टलों में चरण संक्रमण, संरचना और थर्मोट्रापिक लिक्विड क्रिस्टल, क्रिस्टल और उनके मिश्रण के भौतिक गुणों के रूप में, लिक्विड क्रिस्टल में सांस्थितिक दोष और पैटर्न के विभिन्न प्रकार के अध्ययन भी करता है। पिछले कई वर्षों में कई नई लिविकड क्रिस्टल के फेस जैसे कि, अनड्यूलेटिंग ट्विस्ट ग्रैन बाउंडरी फेस और बैआक्सियल–स्मेटिक ए फेस, देखे गए हैं। अनुसंधान की अभिरुचि के अन्य क्षेत्र में, अस्थिरता और शियर प्रवाह, और बाह्य विद्युत क्षेत्र के अंतर्गत थर्मोट्रापिक लिक्विड क्रिस्टल

में पैटर्न का गठन आदि शामिल है। लिक्विड क्रिस्टलों में सर्फेस आधारित प्रभाव का भी अध्ययन किया जा रहा है।

पैसीव मैट्रिक्स लिक्विड क्रिस्टल डिस्प्ले में, पावर डिसिपेशन और ड्राइव एलेक्ट्रानिकस की हार्डवेर जटिलता को कम करने पर भी अनुसंधान जारी है।

कोलाईड्स

सिंथेटिक क्ले के जलीय निलंबन के रूप में कोलाइड प्रणाली, जरण गतिशीलता में अनुसंधान किया जा रहा है। रियालाजिकल तकनीकों का अध्ययन, तनाव इतिहास और उनके कूलिंग स्पेक्ट्रा पर नमूना आयु के प्रभाव को समझने हेतु किया जा रहा है।

परिणामों से यह पता चलता है कि, तनाव मुक्त माप को, इन सैंपलों के कूलिंग समय का अनुमान लगाने हेतु प्रभावी ढंग से इस्तेमाल किया जा सकता है। इन कांप्लेक्स फलूईडों के डायनमिक्स के अध्ययन के लिए डायनमिक लाईट स्कैटरिंग (डीएलएस) और डिफ्यूसिंग वेव स्पेक्ट्रोस्कोपी (डीडब्ल्यूएस) प्रयोगों को स्थापित किया जा रहा है।

एससीएम समूह ने जरण मिट्टी निलंबन और एक न्यूटानियन फ्लूईड के बीच क्वासी इंटरफेस के दो आयामों में फिंगरिंग अस्थिरता के अध्ययन के लिए एक हेलो–शाव प्रकोष्ट स्थापित किया है। फिंगरिंग अस्थिरता में दो फ्लूइडों के डेन्सिटी और विस्कोसिटी के अंतर के अध्ययन भी किया जा रहा है।

एंफिफिलिक सिस्टम

मिसेल्लार साफ्ट–सालिड की रियालजी : प्लूरोनिक ट्रैब्लाक कोपालिमर, उनके एंफिफिलिक प्रकृति के परिणाम के रूप में जलीय समाधान में मिसेल्लस के रूप में स्वयं को एकत्रित करते हैं। इस सिस्टम में तापमान एकाग्रता का चरण आरेख, जो रियालाजिकल डेटा से व्युत्क्रम क्रिस्टलीकरण की पेंचीदा घटाना को निर्धारित

करते हैं। ये अध्ययन स्पश्ट रूप से इन सामग्रियों की नरम टोस स्वभाव को प्रदशित करते हैं।

मैग्नेटिक संवेदनशीलता अध्ययन : मिसेल्ट्रार समाधान और लयोट्रोपिक नेमाटिक लिक्विड क्रिस्टल के मैग्नेटिक संवेदनशीलता का अध्ययन इन विधानों में जुडे पानी और अटमिक संगठन की भूमिका की जानकारी प्रदान करता है। वर्तमान में व्युत्क्रम मिसेलल्र सिस्टम पर इस प्रकार का अध्ययन किया जा रहा है।

आयनिक सर्फाक्टेंटों का फेस बिहेवियरः एक्स–रे डिफ्रैक्शन और पोलराइसिंग लाईट मैक्रोस्कोपी के उपयोग से आयन सर्फाक्टेंट फेस बिहेवियर का सुदृढ़ जोड और काउंटरआयन के प्रभाव का अन्वेषण किया जा रहा है। इस अध्ययन का उद्देश्य यह है कि, नये सर्फाक्टेंट सकल मार्फालजी और इन काउंटर आयन से प्रेरित नए फेसों की जानकारी हासिल करना है।

डीएनए–सर्फेक्टेंट कांपलेक्स की संरचनाः एक्स–रे डिफ्रैक्शन तकनीक के जरिए डीएनए–कैटानिक सर्फक्टेंट कांप्लेक्सों की संरचना पर, काउंटरआयन के विभिन्न प्रकार के प्रभाव का अध्यन किया जा रहा है। इन कांप्लेक्सों की नवीन संरचना, सुदृढ़ जोड काउंटआयन की उपस्थिति में होते हुए पाए गए हैं।

मेंब्रेन्सों में स्टिरोल की रचनाः विभिन्न स्टेरोल मालेक्यूलयुक्त लिपिट मेंब्रेन्सों के फेस बिहेवियर का अध्ययन , एक्स–रे डिफ्रैक्शन और फ्लूरोसेंट माइक्रोस्कोपी तकनीकों के उपयोग से किया जा रहा है। इस अध्ययन को मेंब्रेन्सो में जैविक अणुओं की रचना को समझने की दृष्टि से किया जा रहा है।

पालिमर भौतिकी

पालिइतैलिन सिंगल क्रिस्टल के मार्फालजी का अन्वेषण किया जा रहा है। घलन अथव विलयन से उच्च अण्विक वजन पालितैलिन के क्रिस्टलीकरण टेंट–समान संरचना के गठन होता है। इन संरचनाओं की स्थिरता की जॉच एक मुक्त ऊर्जा अभिव्यक्ति तकनीक से की गई है। टेंट समान संरचनाओं का गठन, सामान्य लेयर के पालिमर चैन के टिल्ट के कारण होता है।

जैविक भौतिकी

समूह का सेल्लुलर डायनामिक्स का अध्ययन, न्यूरान्स् सहित कोशिकाओं का बल जनन, गति और परिवहन प्रक्रियाओं को समझने की प्राथमिक रुचि से संचालित है। इसके लिए उन्होने, सरलीकृत एक सेल प्रणाली के एक किस्म पर क्वांटिटेटीव मेजरमेंट करने हेतु नये प्रयोगों का डिजाईन किया है। स्टेम सेल डिफरेन्शिएशन और पैटर्निंग के अन्वेषण के लिए प्रयोग तैयार किए हैं। यह एक इंटरडिसिप्लिनरी अप्रोच है जिसमें, स्थानीय एवं अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर जैविकीय और सैद्धांतिक भौतिक विज्ञानियों का सहयोग शामिल हैं।

सतह की भौतिकी रसायन

इस क्षेत्र के मुख्य अनुसंधान के विषयों में ऊर्जा भंडारण उपकरणों के रूप में सुपर कैपासिटर्स, विद्युत जमाव पर लागू मैग्नेटिक क्षेत्र का प्रभाव, अटामिक उत्कृष्ट धातु सतहों पर जैविक थियोल अणुओं का सेल्फ असेंब्ली पर अध्ययन और इलेक्ट्रान अंतरण में कार्बन नैनोट्यूबों का अध्ययन एवं कैमिकल सेन्सर आदि शामिल है।

चालू अनुसंधान

अरुण राय के अनुसंधान की अभिरुचि में, फेस परिवर्तन, लिक्विड क्रिस्टलों के इलेक्ट्रो–आप्टिक गुण, मीनफील्ड फेनोमिनालाजिकल माडेलिंग, नैनो–मटीरियलों एवं नैनो–कांपोसिटों की भौतिकी शामिल है।

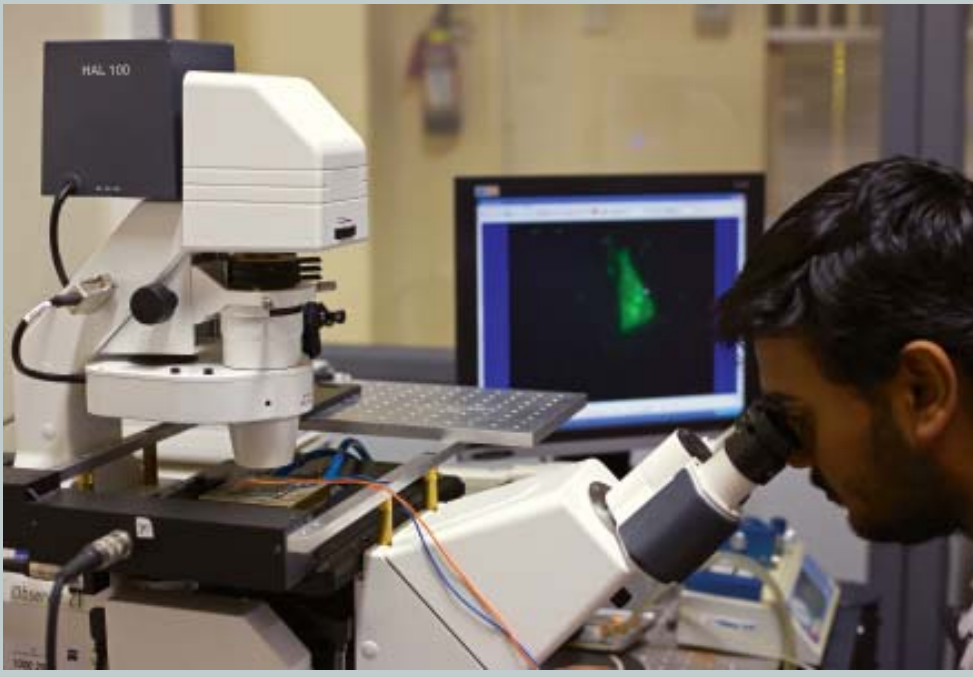
गत वर्ष में, राय ने आर प्रतिभा, मीनल गुप्ता, बी के श्रीवास्तव और एस राधिका के साथ संयुक्त रूप में, बेंट–कोर हाकी स्टिक आकार के मालिक्यूलों द्वारा प्रदर्शित अकैरल ट्रैक्लिनिक लामेल्लार फेस पर दो प्रायोगिक अध्ययन किया। हायर टेंपरेचर लामेल्लार फेस को एंटिक्लीनिक और अपोलार फेस के रूप में संलक्षणीकरण किया गया है। कम तापमान के फेस में प्रायोगिक वीक्षण से ट्रैक्लिनिक पाईंट सिम्मेट्री युक्त एक नया फ्लूईड लामेल्लार फेस का संकेत मिलता हैं, जिसका पूर्वानुमान पहले ही जिन्नेस द्वारा किया गया था। यह शायद न्यूनतम सिमेट्री कैरल फ्लूइड लामेल्लार केस की पहली रिपोर्ट है। इन लेयरों मे, इन बेंट–कोर हाकी स्टिक आकार के मालिक्यूलों को पैक करने से, इन टिल्टेड स्मेरिक फेस पर अपेलार इंटरकेलेटेड स्ट्रांग्ली बैअक्सियल लेयर का उदय होता है।

अण्णा विश्वविद्यालय, चेन्नै (भारत) के रसायन शास्त्र विभाग के एम विजय, श्रीनिवासन और पी कण्णन के साथ राय ने, पेंडेंट बेंट–कोर लिक्विड क्रिस्टलीन मोनोमेरस (एज़ेडबीएम 1,2 व 3) और उनके पालिमर (एज़डबीपी 1,2 व 3) युक्त नई श्रेणि के फोटो और इलेक्ट्रिकली स्विचेबल एज़ोबेन्ज़ीन को रिपोर्ट किया है। उन्होने प्रीकर्सरों, मोनोमेरों का संश्लेषण किया और पालिमरों का कैरक्टराइजेशन, एफटी–आईआर, 1एच और 13 सी एनएमआर स्पेक्ट्रोस्कोपी के माध्यम से किया है। थर्मोगाविमेट्रिक विश्लेषण के जरिए पालिमरों की स्थिरता का परीक्षण किया गया और पता चला कि, 26 डिग्री सेंटिग्रेड तक वह स्थिर है। मोनोमरों एवं पलिमरों के मसोफेस परिवर्तन का वीक्षण पोलाराईसड आप्टिकल माईक्रोस्कोपी (पीओएम) द्वारा किया गया और, उसकी पुष्टि डिफरेन्शियल स्कैटरिंग कैलरीमीटरी (डीएससी) द्वारा की गई। मोनोमेरों एवं उनके पालिमरों के

इलेक्ट्रिकली स्विचिंग गुण का अध्ययन, एलेक्ट्रो आप्टिकल विधान से किय गया। तीन मोनोमेरों में, एज़ेडबीएम 1 और 2 ने एंटिफेरोएलेक्ट्रिक (एएफ) स्विचिंग और एजेड़बीएम 3 फरोएलेक्ट्रिक स्विचिंग (एफ) व्यवहार का प्रदर्शन मिला हैं। दूसरी तरफ लो मालेक्युलर वेईट पालिमरों ने (एज़डएमपी 1,2 व 3) ने एएफ एवं एफ का कमजोर व्यवहार दिखाया बेंट–कोर अज़ो पालिमरों के फोटो–स्विचिंग गुणों का अन्वेषण, यूवी–विस स्पेक्ट्रोस्कोपी के उपयोग से किया गया। एज़ेडबीपी 1 करीब 25एस पर क्लोरोफार्म में आईसोमैरैसेशन को पार करता है और एज़ेडबीपी 2 ओर 30एस पर, जबकि उल्टी प्रकिया में, 80 और 90एस के बीच पार करता है।

राय ने श्रीनिवास और कण्णन के साथ फोटो और एलेक्ट्रिकल्ली स्विचेबल असिमेट्रिक बेंट–कोर लिक्विड क्रिस्टलों का अन्वेशण किया। संरचनात्मक तौर पर नान सिमेट्रिकल राड–समान मेसेजोन को 1, 2 फिनैलिन यूनिट के साथ जोड़कर एक फाईव रिंग प्रणाली के साथ लिक्विड क्रिस्टलों का एक होमोलोगोस सीरीस का निर्माण किया गया। संश्लेषित प्रीकर्सर और बेंट–कोर लिक्विड क्रिस्टलों का कैरक्टराईजेशन एफटी–आईआर 1एच एनमर और 13सी एनएमआर सपेक्ट्रोस्कोपी के माध्यम से किया गया। असिमिट्रिक बेंट–कोर लिक्विड क्रिस्टलों को मेसोफेस कैरक्टराइजेशन को, पोलराईज्ड आप्टिकल मैक्रोस्कोपी, डिफरेन्शियल स्कैटरिंग कैलोरीमीटरी, और एक्स–रे डिफ्रैक्शन अध्ययन इस्तेमाल करके किया गया। मेसोजेन के टाइल् लेंग्थ (आलकैल चैन) और स्वभाव का महत्व का अन्वेषण किया गया। शार्टर एलकाईल चैन के बेंट–कोर मिश्रण ने, नान स्विचेबल रेक्टैंगुलर कालम्नर बी1 फेस का प्रदर्शन किया। जबकि, लांगर आलकाईल चैन ने, स्विचेबल लामेल्लार बी2 फेस। लेयरों में एंटिफेरोएलेक्ट्रिक आटिक्लिनिक संगठन का प्रदर्शन करते हैं। बेंट–कोर अज़ो मालेक्यूलों का अनवेषण, यूवी–विस स्पेक्ट्रोस्कोपी के उपयोग से किया गया और, 30एस में से फोटोआइसोमेशन को पार करते देखा गया। जबकि, उल्टी प्रक्रिया में क्लोरोफार्म में 40एस पर देखा गया।

और एक अध्ययन में, ईक्वल और अनीक्वल टर्मिनल आप्टिकल चैन के साथ, अजो लिंकेज का उपयोग करके असिमिट्रिक बेंट–कोर मिश्रण के एक नई सीरीस का संश्लेषण किया गया और, उनके फोटो और इलेक्ट्रिकल स्विचिंग गुणों का अन्वेषण किया गया। पोलराईसड आप्टिकल माईक्रोस्कोपी, एक्स–रे डिस्काटिक स्कैनिंग कैलोरीमीटरी का इस्तेमाल करके, मेसोमार्फिक गुणों का संलक्षीकरण किया गया। मिश्रणों की सीरीस के लोअर होमलोग ने, बी1 फेस का प्रदर्शन किया जबकि, बी2 फेस ने,



इलेक्ट्रो–आपिटक मेजरमेंट के दौरान एक एंटिक्लिनिक– एंटिफेरोइलेक्ट्रिक स्विचिंग वर्तन का प्रदर्शन किया। बेंट–कोर मालेक्यूलयुक्त अज़ोबेंन्ज़ीन के फोटो–स्विचिंग गुणों का अन्वेषण, अल्ट्रावयोलेट–विसिबल स्पेक्ट्रोस्कोपी के उपयोग से किया गया। 25एस में सिस फोटोआइसोमेशन को पार करते हुए देखा गया और उल्टी प्रतिक्रिया में क्लोरोफार्म में वह 14एच लिया।

डी विजयराघवन के वर्तमान व्यावसायिक अनुसंधान में, नैनोपार्टिकल–लिक्विड क्रिस्टल कंपोजिटस, मैग्नेटिक गुण और साफ्ट कंडेन्स्ड पदार्थ का भौतिक अध्ययन शामिल है।

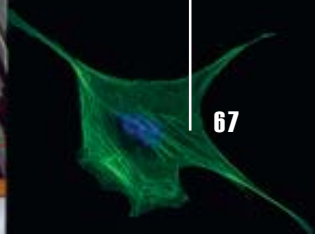
गत वर्ष के दौरान विजयराघवन ने, फेरोफ्लूइड डोपड लयोट्रोपिक लिक्विड क्रिस्टल सिस्टमों पर, मैग्नेटिक की अति संवेदनशीलता का अध्ययन किया। लयोट्रोपिक लिक्विड क्रिस्टलों (एलएलसी) का बेसिक यूनिट, अनिसोट्रोपिक मिसेलस हैं। एलएलसी के डयामैग्नेटिक गुण मिसेलों की संरचना एवं अनुक्रम पर आधारित है। मिसेल्स सोल्यूशनों को मैग्नेटिक फ्लूइडस जोड़ने से मिसेलस के मैग्नेटिक गुणों में परिवर्तन की प्रत्याशा की गई है और, मैग्नेटिक फील्ड की उपस्थिति में, मिसेलों को एक पंक्ति में लगाने में सहायक होगा। इस दृष्टि में, उन्होने (अ) राड–समान और (आ) डिस्क–समान मिसेलस युक्त, जल आधारित फेरोफलूईड डोपड (1µl/मिली) बयनरी लयोट्रोपिक लिक्विड क्रिस्टल (एलएलसी) सिस्टमों पर, साथ ही साथ फंकशन टेंपरेचर के रूप में राड–समान मिसलेस युक्त एक टर्नर लयोट्रोपिक लिक्विड क्रिस्टल पर, फैराडे बैलेन्स् के इस्तेमाल से, मास मैग्नेटिक संवेदनशीलता का अध्ययन किया। फरोफ्लूइड डोपड डिस्कोटिक एलएलसी के मामले में, मैग्नेटिक संवेदनशीलता सकारात्मक रही और, यह पाया गया किया कि, अनडोपड की तुलना में एक मैग्निट्यूड अनुक्रमांक में वृद्धि पाई गई और मैग्नेटिक नैनोपार्टिकल और डिस्काटिक् मिसेलेस के बीच सशक्त कप्लिंग का संकेत भी प्राप्त हुए। लेकिन राड–समान सिलसयुक्त एलएलसी सिस्टम के लिए, डोपिंग पर संवेदनशीलता की अत्यल्प वृद्धि पाई गई जिसका, संबंध मिसेलर आकार से किया जा सकता है। टर्नरी एलएलसी सिस्टम के लिए, डोपड और अनडोपड सैंपल के लिए, तापमान आधारित मैग्नेटिक संवेदनशीलता की वृद्धि देखी

गई। वीक्षित हिस्टेरेसिस सिस्टम में फ्लोरोफ्लूइड के कांन्सेंट्रेशन की वृद्धि के साथ बढ़ती है।

उन्होंने शुद्ध एवं पानी में फंकशन ऑफ टेंपरेचर के रूप में, (0- 01wt%) डिस्पर्सड 25wt% सिराईलयुक्त लयोट्रोपिक लिक्विड क्रिस्टल ट्रमेतैलम्मोनियम ब्रोमाईड (सीआईएबी) पर आप्टिकल बाईरेफ्रिंजेन्स अध्ययन किया। शुद्ध एलएलसी क्रिस्टल (क्रिस्टलीन सर्फक्टेंट +जल) नेमाटिक, आइसोट्रोपिक और हेक्सागोनल फेसस को फंक्शन आफ टेंपरेचर के रूप में प्रदर्शित किया है। बैरिफ्रिंजेन्स का तापमान अवलंबन द्वारा, शुद्ध और एसडब्ल्यूसीएनटी डिस्पर्सड एलएलसी के फेस ट्रोजिशन टेंपरेचर में, क्रमशः रुकरुकर परिवर्तन एवं पीक का प्रदर्शन करते पाया गया। इस सिस्टम के मास मैग्नेटिक संवेदनशीलता का तापमान अवलंबन और इलेक्ट्रो कंडक्टिविटी ने भी इस प्रकार के व्यवहार को दिखाया है। यह अनुमान किया गया है कि, वीक्षित ब्रिफ्रिंजेन्स पीक, मेजबान एलएलसी मैट्रिक्स में एसडव्ल्यूसीएनटी के संरचनात्मक अनुक्रम से संबंधित हो सकता है। शुद्ध सैंपल में 2 टेस्ला मैगनेटिक फील्ड का अनुप्रयोजन से, तापमान को उस स्तर तक पहुँचाता हैं जहॉ, बैरिफ्रिन्जेन्स में रुकरुककर परिवर्तन होता है और कांपोसिट के मामले में लागू फील्ड से पीक की नई स्थिति प्राप्त होती है।

विजयराघवन ने सिंगल –वालयुक्त कार्बन–नैनोटयूब युक्त एक आक्वियस सर्फक्टंट सोल्यूशन, और कार्बन नैनोटयूब के सेल्फ असेंब्लड स्ट्रक्चर के सहयोगी जल का पात्र पर 1एच एनएमआर अध्ययन किया। इसमें 10एमएम सीटीएबी अक्यूएस (D_2O) सोल्यूशन में 0-1 wt% सिंगल वाल नैनोपार्टिकल का गलन शामिल है जो, कार्बन–नैनोटयूब के सेल्फ असेंब्लड स्ट्रक्चर का सुराग देता है। इस सिस्टम में तापमान के बढ़ने पर, एक नैनोटयूब बंडल लीनियर श्रृंखला, ओरिएंटेड चैन फ्रैगमेंट्र और नैनोट्यूबों के छोटे और बडे पूर्णयोग का प्रदर्शन होता है। इस सिस्टम के डीएससी थर्मोग्राम में भी, तापमान के परिवर्तन में पीक को देखा गया। उन्होंने इन बायनरी और टर्नरी सिस्टमों पर 1 एच एनएमआर अध्ययन किया। यह पाया गया कि, तापमान के रुकरुककर परिवर्तन पर, बल्क वाटर के 1एच शिफ्ट में तापमान का काफी अवलंबन देखा गया जिसमें, नैनोट्यूबों की संरचना में भी परिवर्तन को देखा गया। नैनोट्यूबों के बडे पूर्णयोग के मामले में, पूर्णयोग के दरार क्षेत्र में वाटर मालक्यूलों का ट्रैप होता है। लेकिन नैनोट्यूबों के छोटे योग में, नैनोट्यूबों के साथ वाटर मालेक्यूल का कोई सहयोग नहीं है।

संदीप कुमार द्वारा प्रदत्त सैंपल के अधार पर, विजयराघवन ने, एक नेमाटिक लिक्विड क्रिस्टल में,



क्लीनिंग पाईंट के समीप, सिंगल–वालड कार्बन नैनोट्यूबों के वर्धिन अनुक्रम के साक्ष्य पर भी काम किया है। नेमाटिक लिक्विड क्रिस्टलो को, सिंगल वालड कार्बन नैनोटयूबों के लिए अलाइनिंग एजेंट के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है। कांपोसिट के डयामैग्नेटिक अनिस्ट्रोपी भी, एनआई परिवर्तन तापमान के समीप वर्धन को दिखाता है। एलसी मैट्रिक्स में, सीएनटीस का वर्धित अलाईनमेंट एनआई परिवर्तन तापमान के आसपास में सीएनटी के परिवर्तन के साथ हो सकता है।

प्रमोद पुल्लारकाट के अनुसंधान अभिरुचि में, सेल डयनमिक्स मे बयोफिसिक्स, लोकोमोशन, सेल सेटोकेलिटन, आक्सनों में डायनामिक्स एवं परिवहन आदि शामिल हैं। नये बल उपकरणों के उपयोग से उनके निष्क्रिय मैकानिकल प्रतिक्रियाओं की जॉच करने हेतु, आक्सनों पर प्रयोग किए गए। एक नानलीनियर विसोलिस्टिक प्रभाव को देखा गया जिसका अनुमान नहीं था। अधिक प्रयोगों से यह सुझाव मिलता है कि, साईटोस्केलिटन क्रास–लिंकिंग प्रोटीनों के लिए बल– आधारित डिससोयेशन दर के कारण होता है। सैद्धांतिक मॉडलों का विकास हो चुका है और प्रयोगिक परिणामों से तुलना करने के प्रयास जारी हैं। विद्यमान मेजरमेंटों का विश्लेषण और फीडबैक कंट्रोल से आगे के प्रयोग प्रगति पर है। इस काम को अइआइएसईआर–पुणे के अर्नब घोष, और जागृति पट्टदकल, पैरीस विश्वविद्यालय के आंड्रू कालन जोन्स, मौंट पोल्ल्यिर विश्वविद्यालय के आंड्रिया परेमकियानी के सहयोग से किया गया।

अनघा दातर, रोली श्रीवात्सव, अर्नब घोष , पेट्रीसिया बरसेय (दन्स्टिष्ट क्यूर, पैरीसद्ध के साथ मिलकर पुल्लारकाट ने, फ्लूरोसेंट प्रोटीन के अक्सनल बीडिंग के दौरान, उसके संगठन के परिवर्तन के देखने हेतु, माईक्रोट्यूबुल पर उनके न्यूरानल सेलों का, अनुवंशिक संशोधन की तकनीक का विकास किया है। यह और अन्य फ्लूरोसेन्स और लाईट माईक्रोस्कोपी काम, जैसे, अनुवंशिक के इस्तेमाल से, बीडेड आक्सन परिवहन आदि पूरा हो चुका है। न्यूरो फिलमेंटस पर फलूरोसेंट टैग को दिखाने का प्रयास अधिक सफल नहीं रहा और इस प्रयास को, अर्नब घोष के प्रयोगशाला के सहयोग से किया जा रहा है। पेट्रीसिया बस्सेरू के प्रयोगशाला के सहयोग में, जेसर ट्रैप के इस्तेमाल से आक्सनों पर मेंब्रेनस् टेन्शन के मापन के लक्षित अन्य प्रयोग भी पूरे हो चुके हैं। डेटा विश्लेषण जारी है। आक्सन को अब्लेट करके, उनकी मैकानिकल प्रतिक्रिया और आक्सोक्टमी के लिए

प्रतिक्रिया का अध्ययन करने हेतु, यूवी लेज़र के उपयोग से प्रयोग अधिकांश पूरा हो चुका है ।

रेणु विश्वकर्मा ओर ज्योत्स्ना धवन के सहयोग में पुल्लारकाट ने बिखरे हुए मेसेचैमल स्टेम सेल में न्यूक्लियर डिफारमेशन को समझने के काम को पूरा किया है।

आर प्रतिभा के अनुसंधान की अभिरुचि का क्षेत्र हैं: लिक्विड क्रिस्टलों का नैनो कांपोजिट्स।

उनका काम, बेंट–कोर लिक्विड क्रिस्टलों (बीसीएलसीस) में, कैरालिटी और पोलारिटी के इंटरप्ले के परिणाम स्वरूप कई दिलचस्प फेनोमेना और लोवेल फेस परिवर्तन के प्रायोगिक अन्वेषण पर केंद्रित है।

प्रतिभा ने अप्टिकल मैक्रोस्कोपी, एक्स–रे डिफ्रैक्शन, हाई एलेक्ट्रिक अध्ययन को शामिल करके, बेंट–कोर (बीसी) कांपाउंड 2,7-दंचीजीलसमदम bis[4-(3-methyl-4-n- टेट्राडेसाइक्लोक्साईबेन्जोयोजली)] बेन्जाईट (एनएमटीबी) द्वारा प्रदर्शित कालम्नर फेसों का विस्तृत अध्ययन किया। दो फेसस के बीच टेक्सचरल अध्ययन से, कालम्नर टेक्सचर के सकल गुणों में, महान परिवर्तन नहीं देखे जोन पर भी, लोवर टंपरेचर फेस मे एक आंटिक्लिनिक टिलिटंग के साक्ष्य को देखा गया है। परिणामस्वरूप एक $B1_{Revtilt\ M}$ का सृजन हुआ साथ में, उसमें टिल्टेड मालेक्यूल्स होते हैं लेकिन एक अप्टिक लैटीस के साथ होता है।

इन अध्ययनों की दृश्टि से, $B1_{rev}$ और टिल्टेड रिवर्स कालम्न फेस का नया प्रकार $B1_{Revtilt}$ प्रदर्शित करने वाले बीसीएलसी के कालम्नर फेसों पर एकएसी इलेक्ट्रिक प्रभाव के विषय पर भी अन्वेषण किया गया। एक बार (इलेक्ट्रिक फील्ड के स्विचिंग अलग करने के बाद) डीसी फेस स्थिर होने के पश्चात सैंपल को, फिर से आईसोट्रोपिक फेस के लिए गरम करके, फील्ड की अनुपथिति में उसको शीतल करने से, रिवर्स कालम्नर फेसों को ठीक किया जा सकता है। आप्टिकल वीक्षण और एलेक्ट्रो–आप्टिक डयएलेक्ट्रिक अध्ययनों में, यह देखा जाता है कि, दोनों डीसी फेस स्विचेबल हैं और अधिक तापमान रेंज में यह एक स्थानीय एसएमसीएसएफ का अधिग्रहण करता है। लेकिन वाश्तव में, कैरल डोमाइन फील्ड के अनुप्रयोजन के अधीन होने के कारण यह दिखता है कि, डिस्टार्षन लेयर को अलग नहीं किया गया है। दोनो डीसी फेसों में तापमान के घटते घटते, स्विचिंग व्यवहार भी फेरोएलेक्ट्रिक से आंटिफेरोएलेक्ट्रिक प्रकार में बदलते हैं। इस परिवर्तन की घटनाएं जिस तापमान में होती हैं, वह एंटिक्लिनिक टिल्ट के विकास के तापमान के समान होता है और, एक अनुप्रयोज्य फील्ड की अनुपस्थिति में, $B1_{rev}$ और $B1_{Revtilt}$ फेस का परिवर्तन होता है। इससे यह पता चलता है कि, स्विचिंग व्यवहार का परिवर्तन फील्ड प्रेरित डीसी फेसों में भी आंटिक्लिनिक टिल्टिंग टेंडेन्सी से संबंध रखता है। तापमान को और भी कम करने से, डिस्टारटेड होमोकैरल संरचनाएं अस्थिर होने लगते हैं और, डीसी टेक्सचर में, न्यू क्लिएट करनेवाले एक प्रकाशमान क्षेत्र के रूप में, एक एसएमपीए संरचना के साथ एक फलैट लेयर में परिवर्तन को देखा जा सकता है।

डिस्काटिक लिक्विड क्रिस्टल, फोटोवोल्टाइक उपयोग के लिए एक आशादायक सामग्री है। इन लिक्विड क्रिस्टलों में, अरोमैटिक कोरों के ओवरलैप से बनी कालम्नर संरचना, कालम्नर आक्सिस के साथ एक–आयामीय परिवर्तन के लिए माध्यम बनती है। इस प्रकार के सिस्टमों में निष्पादन विकास के उपकरणों में, अलग एलेक्ट्रान और छेद परिवहन चैनल होते हैं। इसकी उपलब्धि के लिए, कई कार्यतंत्र के प्रयोग किए जा रहे हैं। प्रतिभा और उनके सहयोगियों ने डिस्क–समान मालेक्यूल के साथ कांपाउंडों के मिश्रण का अध्ययन को अपनाया है। टीएनएफ की समाहृतता के बढाने से यह पाया गया कि, एक बखूब निर्मित आप्टिकल संरचना में फोकल कोनिक टेक्सचर एकरूपता रखती हैं। यह भी पाया गया कि, टीएनएफ और नान मेसोमार्फिक

कांपाउंड के मिश्रण में, एक्सःरे डिफ्रैक्षन अध्ययन से स्माल एंगल क्षेत्र में प्रतिबिंब के साक्ष्य मिलते हैं जो, लामेल्लार संरचना से संबंध रखता है। इस कारण से एक विशिष्ट प्रकार का नैनोफेस पृथककरण होता है और इसके परिणाम स्वरूप डिस्क्–समान मालेक्यूल के संगठन से एक लामेल्लार संरचना बनती है, नाकि, कालम्नर संरचना। यह माना गया है कि, नैनो फेस पृथककरण से बने सही अनुक्रम में लामेल्लार फेस का प्रथम वीक्षण है जो, स्मेक्टिक फेसों के अप्टिकल टेक्सचर का प्रदर्शन करता है।

रंजिनी बंधोपाध्याय के अनुसंधान की अभिरुचि, इक्वलिब्रियम से दूर स्थित जटिल फ्लेइड की संरचना, डायनामिक्स और रियोलॉजी में है।

पिछले वर्ष के दौरान, प्रख्यात हेजमाडी के साथ मिलकर उन्होने, ग्रैनुलर कन्वेक्शन से प्रेरित एक क्वासी 2डी ग्रैनुलर बेड में एक इंट्रूडर के उदय का अध्ययन किया। सरसों के बीज के साथ पैक किया हुआ एवं वर्टिकली एवं सिनुसाईडिकली वाइब्रेटेड क्वासी दो आयामीय रेक्टांगुलर सल के नीचे, एक सिंगल लार्ज इंट्रूडर का उदय ऊपर की तरफ होता है। रिलेटीव डेन्सिटी अनुपात के रंज के लिए इंट्रूडर के आकार, बेड की ऊँचाई, इंट्रूडर के उदय का समय τ, को कई एंगुलर फ्रीक्वेन्सी ω और पीक–टु–पीक आंप्लीट्यूड से मेजर किया गया जा $\sim(v-v_c)^{-2}$, भिन्न होता हैं जहॉ, सरसों के बीज के कान्वेक्टीव चलन के आरंभ के लिए $v=a\omega$ और अब को क्रिटिकल वाइब्रेषन वेलासिटी के रूप में पहचाना गया है। दीवारों पर सरसों के बीजों के कान्वेक्शन वेलासिटी का, डिजिटल वीडियों ट्रैकिंग के जरिए अंदाज किया गया और यह पाया गया कि, इसके पहले प्राप्त वीसी मूल्य के साथ मेल खाता हैं। प्रयोगों से यह सुस्पष्ट साबित होता है कि, क्वासी दो–आयामों में, इंट्रूडर का उदय के लिए सीमा–प्रेरित ग्रैनुलर कन्वेक्शन और पीक–टु–पीक त्वरण से ज्यादा पीक–टु–पीक शेकिंग वेलासिटी जिम्मेदार हैं। यह परिणामों के वर्णन के लिए पैरामीटर हैं।

उन्होने पीएचडी छात्र राजीब बासक के साथ मिलकर, टेंपरेचर और हाइड्रोफोबिसिटी के प्रभाव के लिए आईबुप्राफिन, एरित्रोमिसिन और आस्प्रिन ड्रग के प्लूरोनिक एफ127 मिसेलस के हाइब्राफोबिक कोर में, अपटेक और रिलीज़ का अध्ययन किया। इन तीन औषधियों को वृत्ताकर प्लूमेरिक एफ 127 मिसेल्ल्स में एन्कैप्सूलेट किया गया। डाइल्यूट जलीय सोल्यूशन में मिसेल्लस के बाह्यकार और आकार के विरण का निर्धारण, क्रमशः सैरो–स्कैनिंग एलेक्ट्रान मैक्रोसेपी और डयनामिक लाईट स्कैटरिंग प्रयोगों से किया गया। मिसेल्ल्सों के एनकैप्सूलेशन से केवल उस परिस्थिति में डाईल्यूट मिसेल्लर सोल्यूशन के क्रिटिकल मिसेलाइसेशन के तापमान को कम करता हैं जब, ड्रग कान्सेंट्रेशन त्रेशहोल्ड मूल्य से अधिक हो और वह ड्रग के हाईग्राफोबिसिटी पर निर्भर करता है। फलोरोसेन्स मेषरमेंटों के जरिए, कम तामान में मिसेल्लार कोर में हाइड्रेषन का सत्यापन किया गया। pH सोल्यूषन को बढ़ाने से मिसेल्लार कोर में संयोजित ड्रगों का अयानाइसेषन हो जाता है।

कोलाइडल ग्लास के लेपोनाइट की प्राथमिक एवं माध्यमिक प्रक्रिया को डायनमिक लाईट स्कैटरिंग (डीएलएस) प्रयोग से प्राप्त इंटेनिस्टी आटोकोरिलेशन फंक्शन्स से लिया गया है। एक सूपरकूलड लिक्विड के थर्मोडायनमिकटेंपरेचर (आई/टी) के इन्वर्स और एक पुराने होते हुए लेपोनाईट सस्पेंशन की प्रतीक्षा काल के बीच मैपिंग का प्रस्ताव रखा गया है। इस फ्रेमवर्क में α और β रिलाक्सेषन प्रक्रियाओं में एक कपलिंग और परिवर्तनशील लेपोनाईट कान्सेंट्रेशन पर

इन डायनामिक्सों का स्व–समान स्वभाव का भी रिपोर्ट किया गया है। इसके अनुवर्ती उपलब्धि को रिलाक्सेषन प्रक्रियाएं चौडाई पैरामीटर ,नान गासियन डयनमिक हेटरोजेनियिटी जो, a– रिलाक्सेशन के वितरण है, से संबंधित उचित ऊर्जा का परिकलन से हासिल की गई है।

बंधोपाध्याय ने देबाशीष साहा एवं प्रख्यात हेजमाडी के सहयोग में, एक एजिंग नान–न्यूटानियन फ्लूइड और एक न्यूटानियन फ्लूइड के बीच, क्वासी 2डी इंटरफेस पर अस्थिरताओं का अध्ययन किया। लेपानाईड संस्पेंशन के एज में परिवर्तन के अनुसार, पैटर्न के फ्रैक्टल डायमेन्शन में भी महत्वपूर्ण परिवर्तन देखने को मिलता हैं और, सेल के दूसरे फेस में पानी को इंजेक्ट किए जाने पर, प्रयोग में दरारयुक्त पैटर्न की उपस्थिति को भी देखा गया।

शमीम अली के साथ बंधोपाध्याय ने, अल्ट्रासाउंड स्पेक्ट्रोस्कोपी के जरिए, क्ले प्लेटलेटों के साईजिंग पर भी ध्यान दिया है। कई कान्संट्रेशनों के क्ले सस्पेंशनों द्वारा अकास्टिक वेवस के अटेनुएशन मॉडलिंग के जरिए, पुराने होते हुए क्ले का अध्ययन किया गया।

संदीप कुमार के अनुसंधान की अभिरुचि, विभिन्न लिक्विड क्रिस्टलीन पदार्थों का डिज़ाईन, विश्लेषण और उपयोग के विषय में है। वे इन लुभावनी सेल्फ–असेंब्लड सुपरा–मालेक्यूलों में संरचना–गुण संबंध को समझने के इच्छुक हैं।

गत वर्ष के दौरान कुमार का काम लिक्विड क्रिस्टल नैनोसाइंस पर केंद्रित था:

(अ) यह दिखाया गया कि, सोने के नैनो राडों (जीएनआर) को, निदेशक के साथ डिस्कटिक लिक्विड क्रिस्टलों के (डीएलसी) के सूपरमालेक्यूलर अनुक्रम में, उनके मेसोमार्फिज्म को बाधा न पहूँचाते हुए, घुसाया जा सकता है। जीएनआर एंबेडेड डिस्काटिक नैनोरिबन्स, थिन फिल्म टान्सिस्टरस, सेन्सरस आदि उपकरणों के निर्माण के लिए उपयोगी है जिसे, जीएनआर–डीएलसी नैनोकांपोसिटों के सरल सोल्यूशन प्रक्रिया से तैयार किया जाता है। इस काम को वी लक्ष्मीनारायणन और जेके विज के सहयोग में किया गया।

(आ) कैड्मियम सेलेनाईड क्वांटम डाट (CdSeQD) को, फेरोएलेक्ट्रिक लिक्विड क्रिस्टल (एफएलसी) 2–मीथाइलबुतिल 4–(4–डीसाइक्लोक्सीबेन्जैली डिनेयामिनो) सिन्नामेट (DOBAMBC) में डोपेंट के रूप में इस्तेमाल किया जा रहा है। DOBAMBC में उसके विभिन्न इलेक्ट्रो–आप्टिकल (ई–ओ) गुणों पर CdSe QD के प्रभाव का SmC फेस में अध्ययन किया। इसे आर मनोहर, एस के गुप्ता, डी पी सिंह, पी त्रिपाठी, एम वारिया एवं एल के सागर के सहयोग में किया गया।

(इ) आर प्रतिभा, आर सुप्रीत और के के रैना के साथ, एक डिस्काटिक लिक्विड क्रिस्टल के कालम्नर मैट्रिक्स में ZnO नैनो पार्टिकलों (NPs) के डिस्पर्शन का प्रायोगिक संलक्षणीकरण किया गया।

(ई) इलेक्ट्रो–आप्टिक रिस्पान्स और लिक्विड क्रिस्टलों के हाइड्रोएलेक्ट्रिक मेजरमेंट पर, आक्टाडिसिलमाइन फंक्शनलाइज्ड कार्बन नैनोट्यूब (ODACNT) के प्रभाव का अध्ययन किया गया। ODACNT डोप किया हुआ LC का त्रेषहोल्उ इलेक्ट्रिक फील्ड, शुद्ध LC की तुलना में कम है जबकि, हाइइलेक्ट्रिक एनिसोट्रोपी बाधित होती है।

वी मंजूलादेवी और राजकुमार गुप्ता इस काम के लिए सहयोगी है।

(उ) अनडोप किया हुआ एवं गोल्ड क्लोराईड के नैनोस्ट्रक्चर को डोप किया हुआ हेक्सा–एल्काक्सीट्राइफिनाइलिन सीरीज (HAT4, HAT5 और HAT6) की फोटोकंडक्टिविटी का अध्ययन किया गया। गोल्ड क्लोराइड में डोप होने के पश्चात HAT4 और HAT5 में, फोटोकंडक्टिविटी 10 गुना बढ़ गई लेकिन, HAT6 में नहीं। इस अध्ययन के लिए सहयोगी, सी कविता, और वी लक्ष्मीनाराणन हैं।

नोवल लिक्विड क्रिस्टलीन सामग्रियों का डिज़ाईन और संश्लेषण के अधीन कुमार के निम्नलिखित काम शामिल हैं:

(अ) नोवल एल्काक्सीएनोबैफिनाइल–सब्स्टिट्यूटेड रफिगल्लोल के संश्लेषण को, सिस्टमैटिक तौर पर एक, दो, चार, पांच और छः साइनोबाइफिनाइल–टेर्थड एल्काक्सी श्रेणी को बदलकर किया गया। इस कार्य को शांतनु कुमार पाल के साथ किया गया।

(आ) दो नवीन ट्रिफेनाइलिन–अमोनियम–अमोनियम–ट्रिफेनाइलिनेडियाड का संश्लेषण किया गया। लिक्विड क्रिस्टल के वर्तनों पर, पैरिफेरल चैन की लंबाई एवं अमोनियम मोइटी के साथ, लिंकर कनेक्टिंग ट्राइफिनाइलिन की लंबाई के प्रभाव का भी अध्ययन किया गया।

(इ) नये गैर पारंपरिक टी–आकार के नॉन–सिमेट्रिकल हाइमेट्रिक लिक्विड क्रिस्टल कंपाउंडों का संश्लेषण किया गया और पालराइजिंग मैक्रोस्कोपी के हॉट–रेंज पर उनक थर्मोट्रोपिक गुणों का अध्ययन किया गया।

(ई) H-आकार के सिमेट्रिकल डैमरस के दो मेसोजेनिक होमोलोगस सीरीस का संष्लेशण किया गया और उनके थर्मोट्रोपिक गुणों का अध्ययन किया गया।

लिक्विड क्रिस्टलीन सामग्रियों पर भौतिकी अध्ययन में निम्नलिखित शामिल हैं :

(अ) राज कुमार गुप्ता के साथ मिलकर कुमार ने, वायु–जल और वायु–ठोस इंटरफेसों में ट्राई साइक्लोकिनेजोलीन आधारित डिस्क–आकर (TCQCB) के मॉलेक्यूलों के मोनोलेयरों का अध्ययन किया। TCQCB मालेक्यूल, एयर–वाटर इंटरफेस में एक स्थिर लांगमुइर मोनोलेयर की रचना करती है। मानोलेयर में गैस, लो डेन्सिटी लिक्विड (एल1) और हाई डेनिस्टी लिक्विड (एल2) फेस देखने को मिलते हैं।

(आ) एक तकनीक जो पार्श्व विश्लेषण एवं ध्रुवीकरण प्रकाशिक माइक्रोस्कोप (पीओएम) का प्रयोग डीएलसी के भौतिक अन्वेषण के लिए किया गया। यह कार्य एसएस शास्त्री के साथ किया गया।

टी एन रुक्मोंगतन के वर्तमान अनुसंधान की अभिरुचि का क्षेत्र, ड्राविंग एलसीडी के लिए सिग्नल प्रोसेसिंग का उपयोग और डिस्पले उकरण है। गत वर्ष के दौरान रुक्मोंगतन के अनुसंधान में ड्राइव डिस्प्ले के लिए माइक्रो–पल्स विड्त माड्युलेशन की संभाव्यता, जिसका प्रस्ताव हाल ही में (एसआरइडी 2012) में किया गया है, उसका अन्वेषण शामिल है। उन्होंने ड्राईविंग डिस्प्ले के लिए एक गहन सेन्सिंग के उपयोग पर भी अन्वेषण किया है।

वी लक्ष्मीनारायणन के अनुसंधान की अभिरुचि के क्षेत्र में,सेल्फ–असेंब्लड मानोलेयरों एवं अन्य थिन फिल्मों से रचित सर्फेसस और इंटरफेसस, इलेक्ट्रोड सतहों पर बायोमालेक्यूल में इलेक्ट्रान अंतरण प्रक्रियाएँ, लियोट्रोपिक लिक्विड क्रिस्टलीन सिस्टमों में इलेक्ट्रोकेमिस्ट्री, इलेक्ट्रिकल कंडक्टिविटी डोप्ड डिस्काटिक लिक्विड क्रिस्टलिन सिस्टम्स और कंडक्टिंग पालिमर नैनो स्ट्रक्चरस आदि शामिल हैं।

गत वर्ष के दौरान उन्होंने, डीप यूटेक्टिक सालवेंटस (डीईएस) नामक आयनिक लिक्विड की नयी श्रेणी पर कार्यारंभ किया हैं जो, हाइड्रोजन से बांडेड है और, क्वांटमरी अमोनियम साल्ट (क्यूएसएस) और हाइड्रोजन बांड डोनर (एचबीडी) का कांप्लेक्स है। इन कंपाउंडों मे अनेक दिल्चस्प गुण हैं। वे हैं, अच्छी स्थिरता, संभावित विशाल विंडो और बैमालिक्यूलर सक्षमता इत्यादि। अनुसंधान स्कॉलर अनु रंजित के साथ उन्होंने, इस माध्यम में कुछ मानक प्रकारों का इलेक्ट्रान अंतरण प्रक्रिया का अध्ययन किया और यह पाया गया कि, आक्वियर माध्यम की अपेक्षा इस माध्यम के रेडाक्स संभावित शिफ्ट हैं, जिसे अक्वियस माध्यम में अयानिक लिक्विड माध्यम की तुलना के साथ रोडाक्स स्पीसीसों के हाइड्रेशन के थर्मोडायनामिक्स के साथ कोरिलेशन हो सकता है। उन्होंने यह भी पाया कि, Pd और Ag नैनोपार्टिकलों के विकास के लिए डीईएस माध्यम एक परिपूर्ण माध्यम है जिसमें, आम इलेक्ट्रोलाइटस की अपेक्षा अत्यल्प करेंट डेन्स्टी में इलेक्ट्रोडिपासिट किया जा सकता है। रामन, डीएससी, एफटीआईआर, एसईएम, टीईएम और एक्सआरडी के जरिए, Pd और Ag नैनोपार्टिकलों का संलक्षणीकरण किया गया। यह दिखया गया है कि, Pd नैनोपार्टिकल सुजुकी–मियायूरा कपलिंग रियाक्शन में एक कैटलिस्ट के रूप में काम करते हैं। इलेक्ट्रो कैटलिस्टिक उपयोगों की दृष्टि से, इलेक्ट्रोडिपाजिटेड मेसोपोरस Pd फिल्म का अध्ययन किया गया और यह पाया गया कि, यह इथेनॉल और मिथेनॉल अक्सीडेशन प्रतिक्रिया और हाइड्रोजन विकास प्रतिक्रिया के लिए अच्छा कैटलिस्ट है।

सेल्फ–असेम्बल्ड फास्फोलिपिड मेंब्रेन्सस के माध्यम से इलेक्ट्रान अंतरण का अध्ययन, समान्यतः जैविक माध्यम में और विशेषतः सेल मेंब्रेन्स में, इलेक्ट्रान अंतरण एवं अयान अंतरण फेनोमेना को समझने में अति प्रमुख है। इसी उद्देश्य से घन सतह (आईटीओ) आधार के लिपिड बैलेयर मेंब्रेन्स की रचना विधान का विकास किया गया। इस लिपिड इम्मोबलाइज्ड प्लैन्नर सर्फेस को एक कार्यरत इलेक्ट्रोड के रूप में इस्तेमाल किया गया और साईक्लिक वोल्टामेट्री और स्वतंत्र स्पेक्ट्रोस्कोपी जैसे, इलेक्ट्रोकेमिकल तकनीकों के माध्यम से, मानक रेडाक्स स्पीसीस का इस्तेमाल करके, इलेक्ट्रान अंतरण प्रक्रिया का अध्ययन किया गया। परिणामों ने यह दिखाया कि, रेडाक्स स्पीसीस फिल्म में समाविष्ट है और, इलेक्ट्रान अंतरण प्रक्रिया का नियंत्रण, फिल्म के माध्यम से स्पीसीस के डिफ्यूजन से होता है। इस काम को अनुसंधन स्कालर आर बी जगदीष के सहयोग में किया गया।

लक्ष्मीनारायण ने दूघ की गुणवत्ता सेन्सर पर भी काम किया है। दूध को एक इलेक्ट्रोलाईट के माध्यम के रूप में, पिछले वर्ष के उनके द्वारा किए गए अध्ययन के अधार पर, इलेक्ट्रानिक सिस्टम इंजीनियरी विभाग, भा. वि.सं के सहयोग में, डेरी उद्योग में देध की गुणवत्ता का सामंजस्यता एवं शुद्धता के निर्धारण के लिए प्रतिबाधाओं के मापन पर आधारित, एक दूध की क्वालिटी टेस्टिंग उपकरण का विकास किया है। पहले स्तर की स्क्रीनिंग में, दूध में किसी भी बाह्य वस्तु अथवा मिलावटों की उपस्थिति के निर्धारण के लिए, इसका इस्तेमाल किया जा सकता है। अन्य टेस्टिंग किट, केवल विनिर्दिष्ट मिलावट जैसे यूरिया आदि को खोज सकते हैं और मापन के पहले उनके लिए कुछ केमिकल की आवश्यकता होती है। इस सेन्सर में महत्वपूर्ण सुधार हुआ है। यह यूनिट दूध की मूल स्थिति पर, उसके संगठकों को प्रभावित न करते हुए, और सैंपल प्रिपरेशन के बिना उसकी शुद्धता की जॉच की जा सकती है। इस सेन्सर का विकास वीएसपी छात्र किसाले किशोर और भा वि सं के एन एस दिनेश के सहयोग में किया गया।

वी ए रघुनाथन के अनुसंधान की रुचि के क्षेत्र में, एंफिफिलिक सिस्टम, मेंब्रेन्सस, सर्फेक्टेंट पॉली इलेक्ट्रोलाइट कांप्लेक्सो की सेल्फ असेंब्ली और फेस बिहेवियर शामिल हैं।

गत वर्ष के दौरान रघुनाथन ने, पीएचडी छात्र संतोष प्रसाद गुप्ता के साथ मिलकर, काउंटरआयन के सशक्त बाइंडिंग के साथ् एक कैटियोनिक एंफिफाइल–वाटर सिस्टम में, मध्यांतर फेसों का र्मोडायनामिक स्थिरता के नियंत्रण पर काम किया। कैटियोनिक सर्फेक्टेंट सिटाइलपिरिडिनियम क्लोराइड के कान्सेंट्रेटड अक्वियस सोल्यूशनों के फेस बिहेवियर पर 2–सोडियम–3 हैड्राक्सी नाफ–तोएट (सीएचएन) और 1–सोडियम–2–हैड्राक्सी नाफ्तोएट (सीएचएन1) नामक दो संरचनात्मक अइसोट्रोपिक नपकों के इन्सूएशन का अध्ययन किया है। पोलराइसिंग आप्टिकल माईक्रोस्कोपी और एक्स–रे डिफ्रैक्शन तकनीकों के अपयोग से, दो सिस्टमों के आंशिक डायग्राम तैयार किए गए हैं। दोनों सिस्टमों में साल्ट कान्सेंट्रेशन के रेंज के लिए कई प्रकार के मध्यंतर फेसों को देखा गया। सीपीसी–एसएचएन वाटर सिस्टम, रैंडम मेश फेस के साथ, रामबोहेड्रल और अेट्रागनल मेश फेस को दिखाते हैं जबकि, सीपीसी–एसएचएन1 सिस्टम केवल टेट्रागनल एवं रैंडम मेशफेस को दिखाता है। सीपीसी–एसएचएन–वाटर सिस्टम भी, परस्पर कम एवं अधिक साल्ट कान्सेंट्रेशन में क्रमशः सिलिंड्रिकल ओर डिस्क–समान मिसेल्लस के दो नेमेटिक फेसों का भी प्रदर्शन करती है। इन परिणामें से यह पता चलता है कि, आर्गेनिक साल्ट से प्रदत्त काउंटाआयन बाउंड कान्सेंट्रेशन को, एंफिफिलिक–वाटर सिस्टमों के

विभिन्न मध्यंतर फेसों की स्थिरता को ट्यून करने हेतु, नियंत्रण पैरामीटर के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है।

पीएचडी छात्र अंतरा पाल के सहयोग में रघुनाथन ने, अकैरल और कैरल सेल्फ–असेंब्लड पालिमरों के हेक्साटिक फेसस का भी अध्ययन किया। पहली बार एंफिफिलिक मालेक्यूलों के सेल्फ–असेंब्लड पालिमर–समान मिसेल्लस से रचित, एक थर्मोडायनामिक तौर पर स्थिर लाईन हेक्साटिक फेस को देखा गया। सैद्धांतिक पूर्वानुमान के अनुसार यह फेस एक नेमाटिक फेस और एक द्विआयामीय हेक्जागोनल फेस के बीच में घटित होता है। एक कैरल मालेक्यूल के साथ डोप करके प्राप्त किए गए, कैरल लाईन हेक्साटिक फेस की संरचना, सैद्धांतिक तौर पर संभावित मोइर स्टेट से सामंजस्य रखती है। इसमें पालिमर बंडल होते हैं और प्रत्येक बंडल के अंदर बांड ओरिएंटेशन आर्डर के साथ होता हैं जो, औसतन पालिमर दिशा के समांतर एक्सिस के ट्विस्ट किया हुआ होता है। दो आयामीय मेल्टिंग के मौलिक सिद्धांतों के पूर्वानुमान की पुष्टि के साथ साथ, ये परिणाम भौतिकी एवं जैविक विज्ञान के विभिन्न परिस्थितियों के लिए उपयुक्त हैं जहॉ, पालिमर–समान वस्तुओं का समांतर पैकिंग का सामना करना पड़ता है।

यशोदन हटवालने के अनुसंधान की अभिरुचि का क्षेत्र, लिक्विड क्रिस्टल, मेंब्रेन्सस एवं पालिमर क्रिस्टलेशन के फेनोमेनल सिद्धांत है।

गत वर्ष के दौरान, उनके अनुसंधान कार्य में, तृप्ता भाटिया और एन वी मधुसूदन के साथ किए गए लयोट्रोपिक सिस्टमों में कुछ नई अस्थिरताओं का प्रयोगिक अध्ययन शामिल है। ड्राई लिपिड के तत्काल हाइड्रेशन पर देखी गई अस्थिरता पर काम पूरा हो चुका है। इस काम का आंशिक लेख तैयार हो चुका है जिसे, यूरोफिसिक्स लेटरस को जल्द ही प्रस्तुत किया जाएगा। उन्होने पी आर वेंकटरामन और टीसी लुबेन्स्की के साथ मिलकर, डिस्लोकेशन एर्रे की संरचना एवं एनेर्जेटिक्स, स्मेक्टिक्स की सीमाऍं और टीजीबीए फेस का अध्ययन भी किया है। स्मेक्टिक–ए लिक्विड क्रिस्टल में संभावित सभी एर्रे और Sm। लिक्विड क्रिस्टल के ट्विस्ट गैन सीमा फेस के जामिट्री टोपोलाजी और एनर्जेटिक विश्लेषण पूरा हो चुका है। इससे कंडेन्सड मैटर सिस्टम में टोपोलाजिकल त्रुटियों के कांप्लेक्शन का उचित वर्णन की खोज की राह मिली है। टीजीबीसी फेस की संरचना पर भी ध्यान दिया गया। ट्विस्ट गैन सीमा सी फेस के लिए लोअर क्रिटिकल कैरालिटी (सूपर कंडक्टर में, अब्रिकोसोव फेस के लिए लोअर क्रिटिकल फील्ड के लिए एनालोग्स) का परिकलन पूरा हो चुका है।

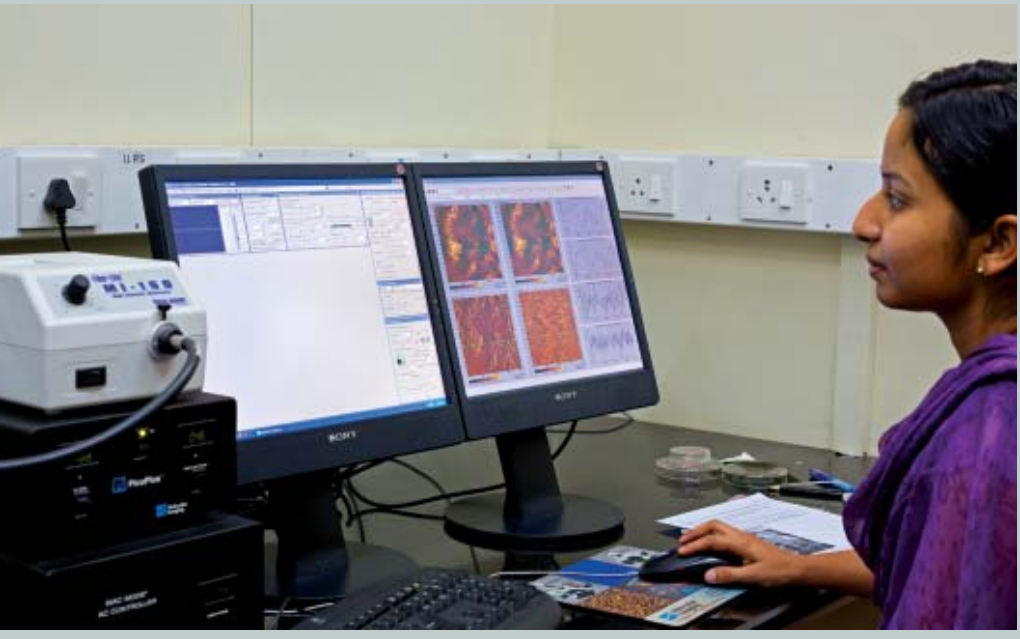
वेंकटरामन और मधुसूदन के साथ उन्होंने समेक्टिक–सी लिक्विड क्रिस्टल के नये माडलेटेड फेस पर काम किया। स्मेक्टिक सी लिक्विड

क्रिस्टलों के को–वेरिएंट एलासिटसिटी के आधार पर, लिक्विड क्रिस्टलों के नए माडुलेटेड फेसों का पूर्वानुमान किया गया है। यह फेस, अकैरल स्मेक्टिक्स के असमान्य कांटेक्स्ट में, कोवेरिएट इलास्टिसिटी का मेनिफेस्टेशन है।

हटवालने ने, ए जयकुमार और एम मुत्तुकुमार के साथ में, पालिमर स्पिरुलैट में कैरल सिमेट्री के बेकडाउन का भी अध्ययन किया। यह काम पूरा हो चुका है और प्रकाशन के लिए लेख तैयार हो रहा है। इस समस्या को पालिमर फिजिक्स के लिए स्टब्बर्न चेलेंज के रूप में वर्णन किया गया है पालिमर क्रिस्टलाईट के टेंट और स्क्रोल मार्फालजी की संरचना एवं एनर्जेटिक के काम को जारी रखा है। इस संदर्भ में, हटवालने और उनके सहयोगियों ने दो दिलचस्प सोल्यूशन का वर्णन करने वाला, दो आयामीय (एलिप्टिकल) साइन–गोर्डोन इक्वेशन के लिए एक सिंगल सोल्यूशन की खोज की। यह सोल्यूशन (वास्तव में किंक) टेंट संरचनाओं का एड्ज बनते है। ये एड्जस उनके इंटरसेक्शन–टेंट का अपेक्स मे डिस्लोकेशन युक्त दो दीवार हैं। उपरोक्त कैरल सिमेट्री ब्रेकिंग के साथ, इस काम भी पालिमर क्रिस्टलाईट के भिन्न भिन्न मार्फोलाजी के एकीकृत वर्णन की राह दिखाती है।

महेश कुमार वारिया के अनुसंधान की अभिरुचि के क्षेत्र में, ब्लयू फेस फार्मिंग सामग्रियॉ, पेरि–डोडिका सब्स्टिट्यूटेड हेक्साबेन्जीनकोरोनीन, ट्रक्सीन आदि लिक्विड क्रिस्टलीन पीएएच और न्यू कोर फॉर लिक्विड क्रिस्टलीन सामग्रिया शामिल हैं।

पिछले वर्ष के दौरान वारिया के अनुसंधान में, संदीप कुमार के साथ किए गए विभिन्न डिस्काटिक लिक्विड क्रिस्टलों का संश्लेषण शामिल है; एच टी श्रीनिवास के साथ, कोलेस्ट्राल बेन्जोएट डेरिवेटिव्स और लिथोकोलिक एसिड डेरिवेटिव्स का विश्लेषण; बरोडा विश्वविद्यालय के प्रजापति के साथ केलमिटिक और बेंट कोर एलसी का संश्लेषण; लखनऊ विश्वविद्यालय के राजीब मनोहर के साथ, एलसी और उनके नैनोकंपोसिटों के विभिन्न भौतिकी अध्ययन; और बिट्स पिलानी के राजकुमार गुप्ता के साथ, एज़ो–आधारित मालेक्यूल के लेंगमूइर–ब्लागजेट फिल्म का अध्ययन; आदि।



सैद्धांतिक

1995 में सैद्धांतिक भौतिकी समूह की स्थापना की गई जिसमे, अनुसंधान संकाय, डाक्टरोत्तर फेलो एवं छात्र शामिल हैं जो, गणित और भौतिकी इंटरफेस पर काम कर रहे हैं।

भौतिकी

परिदृष्य

समूह के अनुसंधान के चार मुख्य क्षेत्र हैं – सांख्यिकीय भौतिकी, मृदु पदार्थ भौतिकी (जीव विज्ञान में भौतिकी भी शामिल है) और क्वांटम मैकानिक्स का फाउंडेशन। स्टैटिस्टिकल मैकानिक्स के अभिरुचि के क्षेत्र में, मेसोस्कोपिक भौतिकी, नॉन इक्वलिब्रियम भौतिकी साफ्ट कंडेन्सड मैटर भौतिकी और जीवभौतिकी शामिल हैं। जनरल रिलेटिविटी अनुसंधान के अंतर्गत, ग्रैविटेशनल वेव एवं क्वांटम ग्रैविटी भी शामिल हैं। इस समूह के सदस्य, समूह के अंदर अथवा अन्य समूहों के साथ परस्पर मेलमिलाप के साथ प्रयोगात्मक भौतिकी क्रियाकलापों में सक्रिय रहते हैं। इस समूह द्वारा, सिद्धांतियों के लिए अपनी परिकल्पना के विचारों को अभिव्यक्त करने हेतु एक टेबल–टॉप प्रयोग के लिए एक फोरम भी बनाया गया है।

आने वाले कुछ पृष्ठों में समूह के मुख्य अनुसंधान क्षेत्रों का संक्षिप्त परिचय है। उसके बाद गत वर्ष के दौरान किए गए व्यक्तिगत अनुसंधान कार्यों के विवरण भी दिए गए हैं। इससे पाठकों को उनके अनुसंधान कार्य से संबंधित विस्तृत एवं तकनीकी विवरण प्राप्त होते हैं।

स्टैटिस्टिकल मैकानिक्स

जब एक माइक्रोस्कोपिक उपकरण या बल्क सामग्री के नमूने का माईक्रोस्कोपिक आकार पर स्केलडाउन किया जाता है (सिंगल एटम के कुछ ही मैक्रान का आकार) तब वे क्वांटम मैकानिक्स के प्रभाव को प्रकट करते हैं। इसके परिणाम स्वरूप उनके गुण अपनी मूल सामग्रियों से अलग हो जाते हैं।

इस क्षेत्र का अनुसंधान, लांग्विन समीकरण एवं स्कैटरिंग पैटर्न द्वारा हीट और इलेक्ट्रिसिटी ट्रान्स्पोर्ट के लिए नियमों को विकसित करने में अधिक केंद्रित है। इसमें अनियमितता (स्थानीयकरण सहित) नॉनलीनियारिटी एवं परिवहन गुणों के डिस्पेन्शन की जॉच की जा सकती है। अधिक परिवर्तन तथा नानइक्वलिब्रियम फ्लक्चूएशन थियोरम्स के साथ साथ एक्टीव इवेंटों के स्टैटिस्टिक्स क्षेत्र के अंतर्गत ग्रेनुलर मैटर का जैमिंग तथा बैक्टीरियल बाथ के शीयर फ्रीक्वेन्सियों के आनसेट से संबंधित मामलों को भी सम्मिलित किया है। इसमें पालिमरों के इक्वलिब्रियम एवं डायनेमिकल गुणों को पहचानने का अध्ययन भी शामिल है।

सामग्रियों के परिवहन गुण के मूलभूत पहचान के विकास के मेसोस्कोपिक स्केल सिस्टमों हीट एवं इलेक्ट्रान परिवहन के सैद्धांतिक तथा परीक्षणात्मक शोध का महत्वपूर्ण स्थान है जो, नैनो डिवाइस का उपयोग एवं टेक्नोलॉजी का निष्पादन के सुधार के लिए अपेक्षित नींव डालता है।

विरल इवेंटों की प्रोबेबिलिटी के अनुमान के लिए फास्ट एल्गोरिथम्स का विकास, नानइक्वीलिब्रियम स्टैटिस्टिकल मैकानिक्स क्षेत्र के वर्तमान शोध का एक भाग है। भौतिकी के इस संदर्भ में विकसित एल्गोरिथम, वित्त एवं बायोलाजी के सेल्लयूलार प्रक्रियन में मायने रखते है।

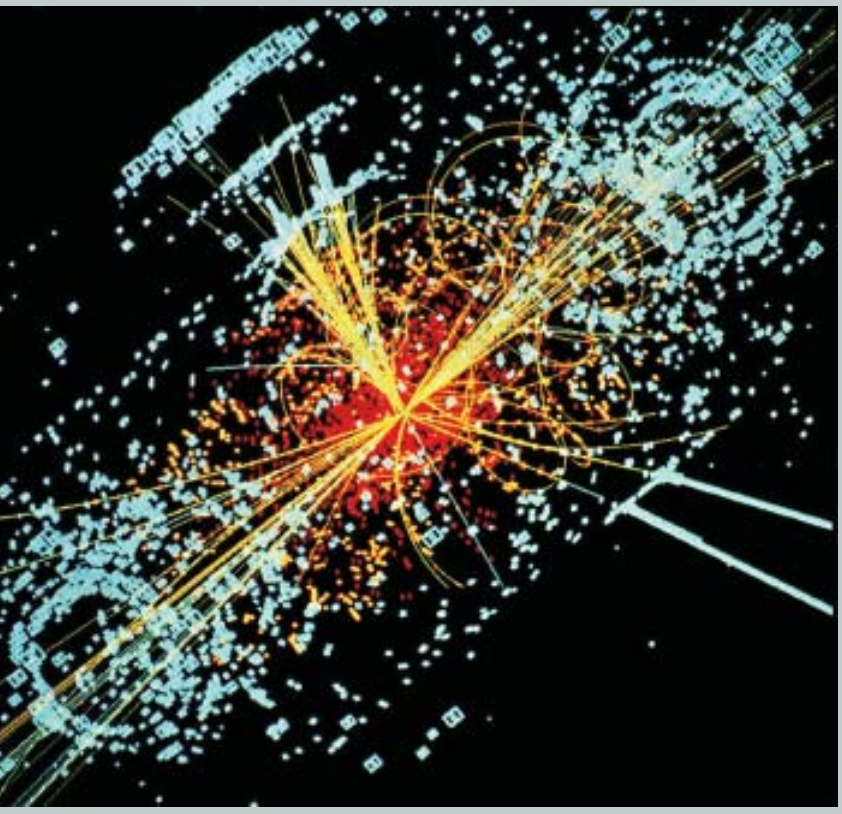
जैविक भौतिकी

जैविक भौतिकी के कई विषयों ने सैद्धांतिक भौतिकी एवं एससीएम समूह की अभिरुचि को आकर्षित किया है। अनुसंधान की महान अभिरुचि रखने वाले, अपेक्षतया छोटी संस्थाओं तथा संबंधित क्षेत्र में, अपने अनुभवों को इस्तेमाल करते हुए नए क्षेत्र की ओर अग्रसर होनेवाले खुला मस्तिष्क युक्त विज्ञानियों

के लिए यह क्षेत्र अच्छा उदाहरण है। जैविक भौतिकी के वर्तमान अनुसंधान कार्य में बेसिकल फारमेशन एवं परिवहन, माईटोकान्ट्रियल वितरण डायनेमिक्स नथा डीएनए स्ट्रेचिंग एवं ट्विस्टिंग के परीक्षणें से संबंद्ध फिक्सिंग शामिल है। जैविक भौतिकी के अनुसंधान कार्य में, कैंपस के परीक्षणात्मक समूह तथा राष्ट्रीय जीव विज्ञान केंद्र की सक्रिय सहभागिता है।

जनरल रिलेटिविटी

इन्स्पाइरलिंग बायनरियों से अपेक्षित ग्रैविटेशनल वेवफार्म के सही अनुमान पर शोध कार्य किया गया। इस समस्या का तत्कालीन महत्व है क्योंकि, एलआईजीओ और वीआरईआरजीओ जैसे लेसर इन्फेरोमीटर ग्रेविटेशनल वेव डिटेक्टर ऑनलाईन में उपलब्ध हैं। साथ में इन डिटेक्टरों ने अपना डिज़ाईन सेन्सिटिविटी प्राप्त किया है। लेकिन सिग्नल कमजोर है और नाइस के अंदर गुम हो जाते हैं, एस्ट्रोफिजिकल स्रोतों से ग्रैविटेशनल वेव सिग्नल को देखने के लिए एक एक्युरेट टेंपलेट की आवश्यकता है जिससे, डेटा का क्रास–कोर्रिलेट किया जा सकता है। संस्थान के इस समूह के अनुसंधान कार्य में, एलआईएसए जैसे ग्रैविटी–वेव डिटेक्रों पर आधारित फ्यूचर स्पेस के साथ सिग्नल डिटेक्शन भी शामिल है और इससे, वेवफार्मों का संपूर्ण उपचार के साथ डिटेक्शन सीमा में सुधार संभव है। संपूर्ण वेव फार्म सूपर मैसीव ब्लैक होल बयनरियों के संशोधित कोणीय रेजोल्यूशन की ओर ले जाता है तथा, एलआइएसए से प्राप्त डेटा के डार्क एनर्जी समीकरण को कुछ प्रतिशत तक रोका जा सकता है, जिसकी तुलना, डार्क एनर्जी मिशन से अपेक्षित लेवल से की जा सकती है। जनरल रिलेटिविटी के रिक्की फ्लो के भौतिक उपयोग पर भी अनुसंधान जारी है।



रिक्की फ्लो मैट्रिक्स का हीट इक्वेशन जो, जियोमिट्री को सरल बनाता है और प्रारंभिक मेमोरी को निकाल देता है।

ब्लैक होल एंट्रोपी को पहचानने के लिए रिक्की फ्लो तथा थर्मल इक्विलिब्रियम पर फिजिकल सिस्टम के एप्रोच के बीच के एनालॉजी का अध्ययन किया जा रहा है।

क्वांटम ग्रैविटी

आरआरआई में क्वांटम ग्रैविटी के दो डिस्टिंक्ट एप्रोचों पर शोध कार्य किया गया है। इसमें प्रथम लूप क्वांटम ग्रैविटी है जो, पर्टर्बेशन सिद्धांत की सहायता के बिना क्लासिकल ग्राविटेशनल क्षेत्र के क्वांटाइजेशन पर मानक हैमिल्ओनियन विधान द्वारा किया गया एक अनुप्रयोजन है। इसमें विशेषतः बैकग्राउंड स्पेस–टाईम की अनुपस्थिति में, जियोमेट्री फील्ड सिद्धांत के क्वांटाइजेशन के ज्ञान की आवश्यकता होती है। बैकग्राउंड स्पेशिल जियोमेट्री की अनुपस्थिति का सामना करने हेतु एलक्यूजी में नए टूल्स एवं उपयोगों को विकसित किया गया है जबकि, क्लासिकल टाईम लिमिट में बैकग्राउंड टाइम की अनुपस्थिति तथा कंटिन्नुएम स्पेस–टाइम्स जियोमेट्री से संबंधित समस्याएँ महत्वपूर्ण अनुसंधान क्षेत्र के रूप में उभरकर आ रहा है। होमोजीनियस एवं आइसोट्रोपिक(कास्मोलाजिकल) ग्रैविटेशनल फील्ड के साथ–साथ सरल एवं सामान्य तकनीकी कोवेरिएंट टॉय मॉडल पर एलक्यूजी के उपायों का अनुप्रयोजन, इससे संबंधित अन्य अनुसंधान क्षेत्र है।

इसका दूसरा विधान कॉसल सेट सिद्धांत है जिसमें, स्पेस–टाइम् कंटिन्नुएम विस्तापित लोकली सांतत्य आंशिक सेट अर्थात कॉसल सेट के रूप में डिस्क्रीट सबस्ट्रक्चर लगाया जाता है। वास्तव में इस नियम कंटिन्नूएम स्पेस–टार्इम मात्रा का मूल तत्व यह है कि, इसमें मूल स्पेस–टाईम एलिमेंटों की निश्चित संख्या निहित है जो, आकस्मिकतया परस्पर संबद्धित हैं। कॉसल सेट शोध क्षेत्र में क्लासिकल स्टॉकास्टिक ग्रोथ मॉडल, कॉसल सेट टोपोलाजी, क्वांटम कॉसल सेट डायनामिक्स के टॉय मॉडल्स तथा कॉसल सेट के स्थिर क्वांटम सिद्धांत की संरचना आदि का अन्वेषण शामिल हैं। इसके साथ क्वांटम सिद्धांत के ऑब्जर्वर–इंडिपेंडेंट वैकल्पिक फार्मुला का भी अन्वेषण किया जा रहा है।

कास्मोलाजिकल कांस्टैंट का छोटापन तथा ब्रह्मांड को नियत्रित करने वाला डार्क एनर्जी, कास्मोलाजी की एक पहेली है। यह सुझाव दिया गया है कि, क्वांटम ग्रैविटी की अस्थिरता के कारणा ढूँढने के लिए कास्मोलाजिकल कान्स्टैंट का निरीक्षण करना है। इस आशय के अनुक्रम में, फ्लूइड मेंब्रेन्स के कास्मोलाजिकल कान्स्टैंट एवं सर्फेस टेन्शन के बीच की एनोलॉजी की गई। एनोलॉजी से यह पता चलता है कि, सामान्य भौतिकी से संबंद्ध ऊर्जा पर इसोटेरिक क्वांटम ग्रेविटी का प्रभाव अत्यधिक है जिसे, जिसकी जॉच प्रयोगशालाओं में की जा सकती है। यह माइक्रोन साईज के फ्लूइड मेंब्रेन्स से अस्थिर सर्फेस टेन्शन की परख के लिए एनोलॉजी क्वांटम ग्रैविटी टेस्ट का सुझाव देता है। यह एक संस्थान के विभिन्न अनुसंधान क्षेत्रों के अनुसंधानकर्ताओं के बीच परस्पर वार्तालाप से उभरकर आनेवालें विषयों के लिए एक उदाहरण है।

सैद्धांतियों की प्रयोगशाला

यह सरल टेबल टॉप प्रयोगों के लिए बनाया गया सिद्धांतियों का फोरम है। इसके अंतर्गत वाइब्रेटेड ग्रेइन्स, मरंगोनी प्रभाव एवं मिल्क ग्लोबलों में ब्रोवनियन अध्ययन आदि किए गए हैं। रोटेटिंग क्यूब, आर्किमिडियन स्क्यू पंप, एक रेनाल्डस नंबर इफेक्ट्स और सोप फिल्प एवं सोप बब्लों द्वारा परिकल्पित बिंदुओं का प्रदर्शन आदि से संबंधित कई प्रदर्शन इस फोरम द्वारा विकसित किए गए हैं। यह फोरम शिक्षण के साथ साथ पारस्परिक समझौते के सहायक के रूप में भी सेवारत है।

चालू अनुसंधान

बाला आर अय्यर के वर्तमान व्यावसायिक अनुसंधान की अभिरुचि, जनरल रिलेटिविटी और ग्रैविटेशनल वेव में है।

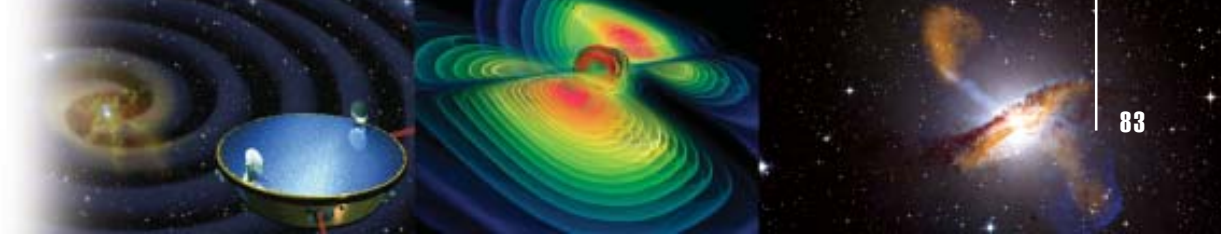
गतवर्ष के दौरान, सी के मिश्रा और अरुण के जी (सीएमआई, चेन्नै) के साथ अय्यर ने, जनरल आर्बिट के इस्पिरलिंग कांपैक्ट बैनरीस के लिए, तृतीय पेस्ट–न्याटानियन ग्रविटेशनल वेवफार्म के स्फेरिकल हार्मोनिक मोड के इन्स्टंटेनियस टर्म्स का अध्ययन किया। अधिकांश प्रोटोटिपिकल इन्स्पिरलिंग कांपैक्ट बैनरियों में, अपने अंतिम चरण में, सर्क्युलाइस होने की प्रत्याशा हेने पर भी, कुछ अन्य श्रेणी के स्रोत भी हैं जहॉ , टेरेस्ट्रियल जीडब्यू डिटेक्टरों के सेन्सिटीव बैंडविड्त में प्रवेश करते पर बायनरियों को महत्पूर्ण सनक होता है। यह काम, इस प्रकार के सनक सिस्टम के लिए 3pn यथार्थता पर, ग्रैविटेशनल वेवफार्म के स्फेरिकल हारमोनिक मोड का परिकलन करता है। इसमें लाईट कोन पर फलनेवाले सभी वेवफार्मों के टर्मों पर काम किया जाता है और, उसको ही इन्स्टंटेनियस टर्म कहा गया है। मल्टिपोलार पोस्ट मिकोवस्किन (एमपीएम) फार्मालिस्म के उपयोगों से, दो कन्नोनिकल चलन में जाकर, रेडियेटीव चलन में सभी इन्स्टंटेनियस टर्म और छःस्रोत चलन के साथ उनके संबंध को प्राप्त किया गया। एसटीएफ रेडियेटीव चलन द्वारा, ग्रैविटेशनल वेवफार्म के स्फेरिकल हार्मोनिक डीकंपोजीशन का परिकलन किया जा सकता है। बाद में मोड़ को, एलिप्टल आर्बिट फेस के लिए, 3पीएन जनरलाइसड, क्वासी–केप्लेरियन रेप्रेसेंटेशन के उपयोग से अभिव्यक्त किया जाता है।

अय्यर ने, क्वासी एलिप्टिकल आर्बिट में, इन्स्पिरलिंग कांपैक्ट बयनरियों के लिए, तृतीय–पोस्ट न्यूटानियन ग्रैविटेशनल वेवफार्म के स्फरिकल हार्मोनिक मोड में, वंशवाही योगदान को, स्माल एक्सेंट्रिसिटी अप्राक्सिमेशन नाम से अध्ययन किया। सुपूर्ण स्फेरिकल हार्मोनिक मोड में, वंशवाही शब्द का उदय, स्रोत के स्थिर क्षेत्र के रेडिएशन के बैक स्कैटर से

हुआ हैं जो, अनंत तक फैलता है। परिकलन में इन टर्मो को इसलिए आधिक शामिल किया गया है कि, वे स्रोत के सुपूर्ण इतिहास के एकीकरण पर निर्भर करते हैं। सर्क्युलर आर्बिट फेस की तरह, जनरल आर्बिट फेस में, वंशवाही योगदान के क्लोसड फार्म अभिव्यक्ति असाध्य है। लेकिन क्वासी–केप्लेरियन रेप्रेजंटेशन के उपयोग से, समय–सनक विस्तारण के रूप में, अनेलेटिकल उपचार साध्य है। सनक शक्तियों के किसी भी अनुक्रम में किस्तारण किया जा सकता है, परिणामस्वरूप वर्तमान परिणामों के साथ, इन्स्टंटेनियस टर्मस के लिए अतिरिक्त परिणाम होते हैं। एलेप्टिकल आर्बिट बयनरियों के लिए, 3पीएन यथार्थ स्फेरिकल मोड डीकंपोसिषन की परिपूर्ण अभिव्यक्ति हासिल कर ली गइ है। ये मोड, इलेक्ट्रिक बयनरी के न्यूमेरेटिक सिमूलेशन परिणामों के साथ तुलना के लिए उपयोगी है। साथ में, ये परिणाम जीडब्ल्यू पोलराइजेशन के परिकलन के समान होने के कारण, सनक बयनरियों के जीडब्ल्यू डेटा विश्लेषण के लिए उपयोगी है। इस अध्ययन को सी के मिश्रा और जी फाये (इन्स्टिट्यूट डी आस्ट्रोफिसिक डे पैरिस, फ्रांस) के सहयोग के साथ किया गया।

एक्स्ट्रीम मास रेशियो इन्स्पिरल के लि, पोस्ट–न्यूटानियन टेंप्लेटों की तुलना भी पिछले साल की गई। एक्स्ट्रीम मास रेषियो इन्स्पिरल्स (ईएमआरआई) जो सुपरमास्सीव ब्लैक होल के कांपैक्ट पदार्थों के इन्स्पिरल हैं, लेज़र इंटरफेरोमीटर स्पेस एंटेन्ना (एलआइएसए) के लिए ग्रैविटेशनल वेव के बहु प्रमुख स्रोत हैं। हाई प्रिसिसीव वेवफार्म से संबंधित, विभिन्न पोस्ट–न्यूटानियन (पीएन) टेंप्लेट परिवार के निष्पादन का अन्वेषण, एलआईएसए के साथ ईएमआरआई पैरामीटरों के जरिए किया गया। श्वार्जचैल्ड ब्लैक होल के पास एक सर्क्युलर आर्बिट में, एक टेस्ट पार्टिकल के टाइम डोमाइन वेवफार्म टेलर टी1, टेलर टी2, टेलर टी3, टेलर टी4 और टैलर ईटी की अभिव्यक्ति को, न्यूटानियन टर्म के बाहर 22पीएन के अनुक्रम में प्राप्त किया गया। दो–वर्ष इन्स्पिरल के दौरान, 0.0001 और 0.00001 के मास रेशियो के साथ, दो प्रोटोटिपिकल ईएमआरआई के लिए, 22पीएन से अधिक वेवफार्म परिवार और न्यूमेटिकल वेवफार्मों के फेस अंतर का मूल्यांकन किया गया। और मास रेशियो 0.0001 (0.00001) में टेलर टी1 और टेलर टी2 के लिए क्रमशः 10^{-9} (10^{-2}) और 10^{-9} (10^{-3}) के करीब डीफेस पाए गए। इससे यह सुझाव मिलता है कि, ईएमआरआई पैरामीटर एस्टिमेशन के लिए 22पीएन टेलर टी1 अथवा टेलर टी2 वेवफार्म के उपयोग से यथार्थ परिणाम मिलते हैं जो, अधिकांश एलआईएसए पैरामीटर स्पेस के न्यूमेरिकल वेवफार्म के साथ तुलनीय है। साथ में, डीफेस परिणामें से यह पाया गया है कि, उनके अंतिम स्थिर कक्ष में पहुँचने के कारण, टेलर टी3, टेलर टी4 और टेलर ईटी अन्यों की अपेक्षा कम सक्रिय होते हैा। इससे यह अनुमान किया जा सकता है कि, 3.5पीएन वेवफार्म फेस युक्त तुलनीय मास बायनरियों और 22 पीएन टेलर टी3 और टेलर टीईटी अ्रपाक्सिमेट ईएमआरआई में, पर्याप्त मात्र में काम नहीं करते। टेलर टी1 और टेलर टी2 की अपेक्षा टेलर टी3, टेलर टी4 और टेलर ईटी के कमज़ोर निष्पादन के कारणों का अध्ययन किया गया। इस काम को बिटस मिलानी के वी वी वर्ष; युनिव. डे`स इल्लोस बलियार्स (स्पैन) के आर फुजिता, और भाविशिअसं, पुणे के ए चौधुरी के सहयोग में किया गया।

जोसेफ सामुएल के अनुसंधान की अभिरुचि, भौतिकी में जामेट्री ओर टोपोलाजी के उपयोग पर है। उनका दिलचस्पी क्वांटम मैकानिक्स और अप्टिक्स में जामिट्रिक फेस, जनरल रिलेटिविटी और



हालही में डीएनए इलास्टिसिटी पर हैं। उनका नवीनतम काम क्वांटम ग्रैविटेशन और लिपिड मेंब्रेन्स की भौतिकी से संबंधित है जो, सर्फेस टेन्शन और कास्मालाजिकल कान्सेंट के बीच संबंध स्थापित करता है।

गत वर्ष के दौरान सुपुर्णा सिन्हा के सहयोग में, सैमुएल ने, बैपालिमर एलास्टिसिटी के मैकानिकल एवं थर्मल अस्थिरता का अध्ययन किया। सेमि–फ्लेक्सिबल पालिमरों की तापीय अस्थिरता की समस्याओं के समाधान के लिए, उन्होंने सेमिक्लासिकल विधान को अपनाया है। इनका प्रस्ताव मैकानिक्स और स्टैटिस्टिकल मैकानिक्स के बीच में है और, इस विधान से उन्होने डीएनए के एलास्टिक गुणों का निर्धारण किया है।

दक्षिण कोरिया के केमिकल और बयोमालेक्यूलर इंजिनियरी विभाग के अभिजित घोष और सुपुर्णा सिन्हा के सहयोग में, स्फियर पर फैलाव के अध्ययन के लिए एक 'गासियन' पर भी काम किया।

उन्होने एक अनलेटिकल क्लोसड फार्म की अभिव्यक्ति प्राप्त की हैं जो, स्फियर पर फैलाव के लिए एक अत्यंत समीपस्थ प्रोपगेटर प्रदान करती है। इसका सूत्र, प्लेन पर गासियन प्रोपगेटर फॉर डिफ्यूशन का स्फेरिकल काउंटरपार्ट है। इस सूत्र को अल्प समय के लिए सैडल पाईंट विधान से प्राप्त किया गया है। फिर भी यह मध्यवर्ती समय पर भी उत्तम काम करता है। यह अध्ययन, स्फियर पर डिफ्यूशन ईक्वेशन के सांख्यिक एकीकरण के लिए एक दक्ष अलगोरतेम का प्रस्ताव करता है। उन्होंने नये अलगरदेम की सांख्यिक दक्षता की पुराने गासियन के साथ तुलना करने के हेतु, मोंटे कार्लो संश्लेषण किया है।

अनिर्बन पाल्ली और सुपुर्णा सिन्हा के सहयोग में सैमुएल ने, मैक्रोमालेक्यूलों की बेंडिंग एलास्टिसिटी का भी अध्ययन किया। उन्होने वर्म समान चैन मॉडल में, कम और मध्यवर्ती लंबाई के सेमि फ्लेक्सिबल पालिमरों के बेंड एंगल वितरण की अध्ययन किया। इससे उनको एक स्टिफ मालेक्यूल के बेंडिंग मोमेंट के लिए एलास्टिक रेस्पान्स के परिकलन के लिए सहायता मिली। परिणाम हूकियन युग से बाहर जाती है और एक सिंगल मालेक्यूल के नानलीनियर एलास्टिक बिहेवियर प्रकट होता है। यह काम बेंड एंगल वितरण एवं मोमेंट एंगल रिलेशन के लिए एक अनलेटिकल सूत्र का प्रस्ताव रखता है। इस एनालेटिकल अध्ययन की तुलना न्यूमेरिकल मोंटे कार्लो सिमुलेशन के साथ की जाती है। इससे प्राप्त फंक्शनल फार्मो को एक्शन और डीएनए पर फ्लूरोसेन्स माईक्रोस्कोपी अध्ययन में उपयोग किया जा सकता है। परिणाम डीएनए स्ट्रैंड के कम एवं मध्यवर्ती लंबाई के किंक्स और सइक्लाइजेशन के नवीन अध्ययन से संबंधित हैं।

सैमुएल और सिन्हा ने बेंट ट्विस्टेड रिब्बनों में स्टैटिस्टिकल मैकानिक्स का भी अध्ययन किया। उन्होने पहले एक मैकानिक फ्रेमवर्क के साथ रिब्बनों के इलास्टिक रेस्पान्स का वर्णन करते हुए, बेंट ट्विस्टेड रिब्बनों का अनलेटिकल अध्ययन प्रस्तुत किया। बाद में, उन्होने उसके इलास्टिक रेस्पान्स का संशोधन करके, थर्मल फ्लकचूएशन का भी अध्ययन किया। उन्होने बेंट और ट्विस्टेड रिब्बनों के मोमोंट एंगल संबंध का पूर्वानुमान किया है। इस प्रकार का अध्ययन, डीएनए लूपिंग 'जे' फैक्टर में ट्विस्ट का पात्र और ट्रिस्टेड ग्रैफीम रिब्बनों में बेंडिंग इलास्टिसिटी पर प्रकाश डालता है।

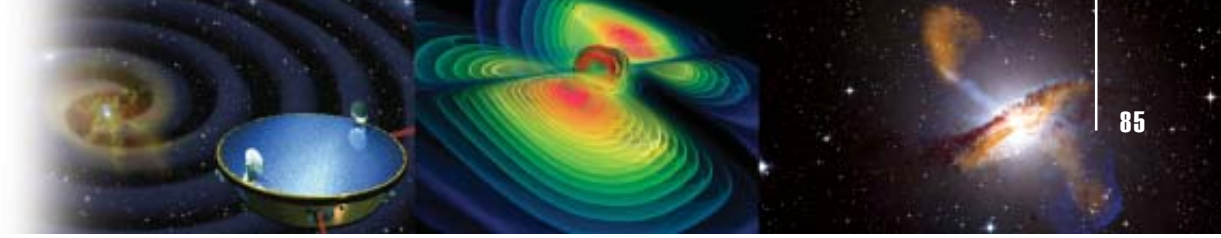
आरआरआई के राहुल सावंत, ऊर्बसी सिन्हा और सुपुर्णा सिन्हा और भा वि सं के सेंटर फॉर हाई एनर्जी फिसिक्स के अनिंदा सिन्हा के सहयोग में सैमुएल ने, एक पात इंटिग्रल परिप्रेक्ष्य पर आधारित त्री–स्लिट प्रयोगों पर भी काम किया। एक एन–स्लिट प्रयोग में, प्रत्येक स्लिट या बंद हो सकते हैं। ¼2^n½&1 कान्फिगरेशन संभावित है। स्क्रोडिंजर की दृष्टि से, उनकी विभिन्न सीमा स्थितियों के अनुरूप होने के कारण इन प्रयोगों के परिणामों के बीच कोई संबंध नहीं हैं। लेकिन, फेन्नीमन पान इंटेग्रल फार्म प्रस्ताव रखता है कि, एक एप्राक्सिमेट सेन्स में ये परिणाम संबंध रखते हैं। इस अध्ययन की सीमा वहॉ तक गई जहॉ इस अप्राक्सिमेशन को त्री–स्लिट प्रयोग से किया गया।

माधवन वरदराजन के व्यावसायिक अनुसंधान की अभिरुचि में, क्लासिकल और क्वांटम ग्रैविटी शामिल है।

गत वर्ष के दौरान पेन्न स्टेट विश्वविद्यालय के सी टामलिन के साथ, यूक्लिडियन ग्रैविटी की कमज़ोर कप्लिंग सीमा के लिए तारत्मय रहित डयनमिक्स और उसके डिफियोमार्फिस्म कोवेरिएन्स पर भी काम किया। स्मोलिन द्वारा पेश किए गए यूक्लियन ग्रैविटी की G—>0 सीमा का वर्णन्य सामान्य कोवेरिएंट U(1)xU(1)xU(1) गेज सिद्धांत के जरिए किया गया। इसके पहले के लेख में, टामलिन और वरदराजन ने, इस U(1)xU(1)xU(1) सिद्धांत के लिए, दो हैमिलटोनियन बनावटों के बीच पाईस्सन ब्रैकेट नॉन–टाइवियल, तारतम्य रहित, एलक्यूजी प्रकार के रेप्रेजेंटेशन के सृजन के लिए, डेन्सिटी वजन B का एक क्वांटम हैमलटोनियन बनावट का निर्माण किया। इस निर्माण में समन्वयक पैचों के विनियंत्रण के विकल्प भी है। इस समन्वयक पैचों का उपयोग, स्पेशियल डिफियोमार्फिस्म कोवेरिएन्स के लिए स्पष्ट विरोधी है। इस वर्तमान काम में उन्होने यह दिखाया है कि, तारतम्य रहित कंटिन्नुएम लिक्विड एक्शन पदार्थ को, कम्यूटरों से परिरक्षित करते समय, निर्माण में उचित संशोधन के साथ, उचित समन्वयक पैच के विकल्प से, किस प्रकार से हैमिल्टोनियन कन्टैंट आपरेटर के कंटिन्नुएम लिमिट एक्षन के डिफियोमार्फिस्म कोवेरिएन्स होता है।

कोस्लोवस्की–सहलमन्न रेप्रेजेंटेशन A पर काम जारी रहा। स्मूत स्पेशियल जामिट्री से लेबलीकृत स्टेटों को समायोजित करने हेतु, कोस्लोवस्की द्वारा, लूप क्वांटम ग्रैविआी के डिस्क्रीट स्पेशियल जामिट्री रेप्रेजेंटेशन के जनरलाइसेशन का शोध किया और सहलमन्न ने इस अध्ययन को जारी रखा। वरदराजन के काम में यह दिखाया गया है कि, इस रेप्रेजेंटेशन में, उचित संपर्क एवं ट्राइडिपेंडेंट आपरेटरों से, डिफियोमार्फिस्म कान्स्ट्रैंट का निर्माण कैसे किया जाता है। यह भी दिखाया गया है कि, होलोनमी–फ्लक्स अपरेटरों की अपेक्षा, आज तक अनदेखी बैक्रग्राउंड एक्स्पोनेन्शियल आपरोटरों के काम का समर्थन करता है जो, स्थितियों के स्मूत स्पेशियल जामेट्री लेबल को बदल देता है। इन ऑपरेटरों के निर्दिष्ट संपर्क अवलंबित फंक्शनों का क्वांटाइसेशन के रूप में दिखाया है और डिफियोमार्फिस्म कान्स्टैट आपरेटर के निर्माण में उनका महत्वपूर्ण योगदन है।

आरआरआई के मिगुएल कंपिग्लिया के साथ वरदराजन ने, कोस्लोवस्की –सहलमन्न रेप्रेजेंटेशन AA SU¼2½ और डिफियोमार्फिस्म इन्वेरिएन्स का आरोपण का भी अध्ययन किया। इसके पहले के काम में, अन्वेशित बैकग्राउंड एक्स्पोनेन्षियल, केएस रेप्रेजेंटेशन में, SU¼2½ गॉस ला और स्पेशियल डिफियोमार्फिस्म, बनावट के आरोपण में महत्वपूर्ण पात्र निभाते हैं। गूप अवरेजिंग तकनीकों को बनावटो के आरोपण करते हेतु सही उपयोग करने से उत्पन्न



अतिरिक्त फेस के कारण से, सहलमन्न के पहले के काम की गलतियों का सुधार हुआ है। काम प्रगति पर है और जल्द पूरा हो जाएगा।

कोस्लोवस्की–सहलमन्न रेप्रेजेंटेशन AAA केएस रेप्रेजेंटेशन को, एक स्पेस जनरलाईज्ड कनेक्शन पर स्कवेयर इंटरग्रेल फंक्शनों के रूप में मानने के लिए है। बैकग्राउंड एक्स्पोनेन्शियलों के साथ लूप क्वांटम ग्रैविटी अंतर्निहित हालोनमी–फ्लेक्स आलजेब्रा की वृद्धि से, लार्जरआलजेब्रा तक ले जाती है। उसके हालोनमी–एकग्राउंड एक्ग्रउंड एक्स्पोनेन्शियल कम्युटेटीवसबालजीब्रा के ध्यान को प्रतिबंधित करने से, जेल फैंड सिद्धांत का उपयोग होता है जो, जनरलाईसड कन्नेक्शन का कान्फिगरेशन प्राप्त करता है। वरदराजन, कैंपीग्लिया और सीएमआई, चेन्नै के अलोक लड्ढा, कोस्लोवस्की–सहल्मन्न हिलबर्ट स्पेस को, इन जनरलाइसड कनेक्शनों के स्क्वेयर इंटेग्रेबल कनेक्शन के स्पेस के रूप में स्वीकार करने की साध्यता का अन्वेषण कर रहे हैं।

नरेंद्र कुमार के अनुसंधान की अभिरुचि, रैंडमनेस, कंडेन्सड मैटरों में डिसिपेशन और डिकोहेरेन्स–क्वांटम एवं क्लासिकल है।

गत वर्ष के दौरान, कमल शर्मा के साथ उन्होने, लैट्टीस वर्सस कंटिन्नुएम के लैट्टीस के फर्स्ट पैसेज टाईम का अध्ययन किया। कंटिन्नुएम के क्लासिकल डिफ्यूशन के लिए फर्स्ट पैसेज प्राबबिलिटी डेन्सिटी के परिकलन की समस्या के लिए, स्क्रोडिंजर इंटेग्रल इक्वेशन पर आधारित एक प्रप्रथम प्रस्ताव को, एक डिस्क्रीट लैटीस पर हापिंग के माध्यम से डिफ्यूस के मामले में पुनः प्रस्तावित किया गया। इससे यह अभिमत निकला कि, इंटेग्रल इक्वेशन के समाधान के लिए निद्रिष्ट सीमा के केंद्र की स्थिति जिसको, पहले स्क्रो डिंजर और भौतिकी चर्चाओं के बाद अन्यों से इन्वोक किया गया था, डिस्क्रीट मामलों के लिए उनका संशोधन जरूरी है। वास्तव में, फर्स्ट पैसेज प्राबेबिलिटी डेन्सिटी के लिए अपेक्षित सीमा स्थिति का निर्धारण, पूर्णतः नार्मलाइसेशन कंडीशन द्वारा किया जाना होगा। एक अवरोध पर एक त्री–साईट प्राब्लेम माडेलिंग एस्केप के लिए फर्स्ट पैसेज डेन्सिटी की एक स्पष्ट अनेलिटिकल अभिव्यक्ति प्राप्त की गई। इससे संबंधित क्वांटम फर्स्ट पैसेज समस्या पर भी संक्षिप्त टिप्पणी की गई।

शर्मा और कुमार ने, मैकानिकी तौर पर गियर और वील को समझने की कोशिश की। पासिटीव कपलिंग के साथ, स्लिप और प्ले रहित एक बील अथवा गियर के जोड़े के लिए, जब उनके डयनमिक्स को मैकानिक्स के तौर पर ट्रीट किए जाने से कुछ एंगेजमेंट नियम प्रभावित हो जाते हैं। उन्होने इसमें समाहित प्रधान विचारों को एक प्रारंभिग स्तर के उदाहरण दिया है, जिसका समाधान न केवल रोचक है बल्कि सृजनशील भी है। इन सरल प्रयासों का, अविश्वसनीय और डूबते हुए नैनो संसार के साथ संबंध को भी सूचित किया है।

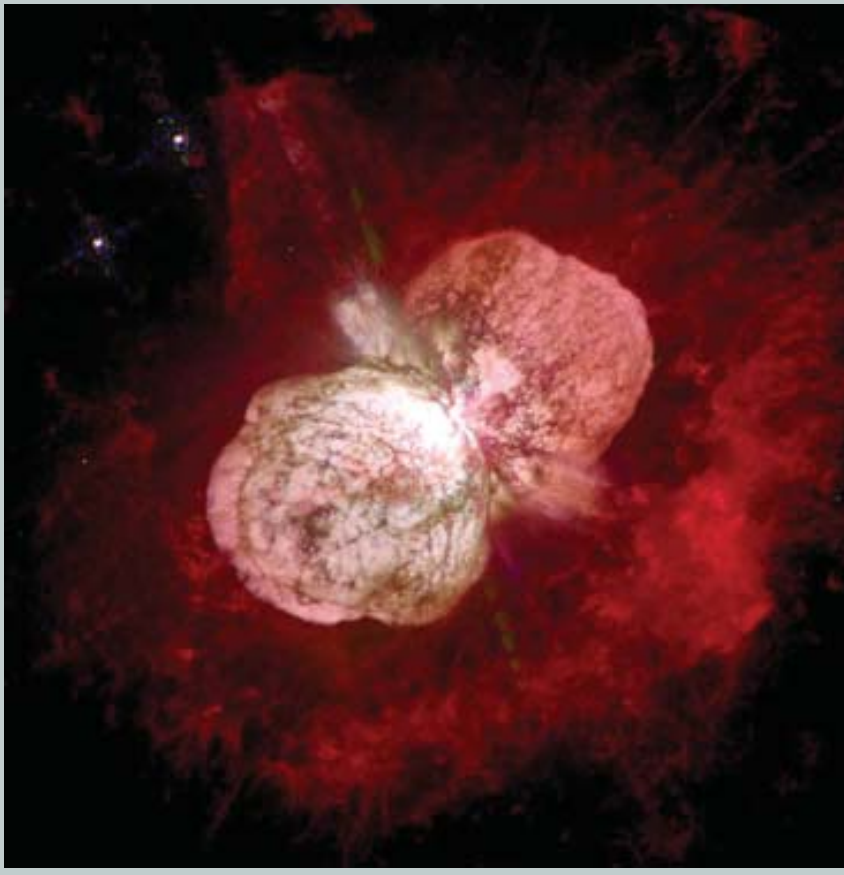
वी रंजित और कुमार ने, टाईट बाईंडिंग हैमिलटोनियन सिस्टमों की एक श्रेणी के लिए उचित समाधान पेश किया है। क्लासिकल फर्स्ट –पैसेज टाईम (बचिज) प्राबेबिलिटी डेन्सिटी के परिकलन के स्क्रो डिंजर इंटेग्रल–इक्वेशन पद्धति को क्वांटम फर्स्ट टाईम (फचिज) के मामले के लिए भी विस्तारित किया गया। इस विस्तारण के उपयोग से उन्होंने कुछ साईट/स्टेट टाईट–बाईंडिंग

हैमिल्टोनियन सिस्टम जैसे एक क्युबिट और एक अनंत 1डी लैटीस, के लिए फचिज प्राबेबिलिटी डेन्सिटी का अनालेटिकल परिकलन किया। इस सिस्टम को स्पष्ट करनेवाली बात यह है कि, एक सबस्पेस (ω) और उसका समपूरक (ω) के बीच की सीमा के पैसेज एक डोर–वे साईट के अनन्य जोड से होकर है जो, पहले प्रस्थान (आगमन) ω पहले आगमन (प्रस्थान) के अनुरूप है । प्राप्त फचिज डेन्सिटी समयंतराल में पाजिटीव रहती है जिसमे, एकता के लिए नार्मलाईस हो जाता है। ये पाजिटिविटी और नार्मलाईसेशन फचिज समस्या के किफसिकल टाई डोमेइन को स्पष्टता देता है। इस टाईम डोमाइन को, यह विचार किए गए कुछ–साईट1 स्टेट हैमिल्टोनियन सिस्टमों के लिए नियम पाया गया जो, डिफ्यूसीव बचिज समस्याओं के लिए नहीं होता। यहाँ पर प्राप्त डोर–वे साईटस और उनके सहयोगी फचिज प्राबाबिलिटी डेन्सिटी इंटरबयोमालेक्युलर/नैनो स्ट्रक्चरल एलेक्ट्रान ट्रान्समोर्ट फेनोमिना के लिए उपयोगी है।

संजीब सभापंडित के अनुसंधान की अभिरुचि स्टैटिस्टिकल फिजिक्स है।

पिछले वर्ष के दौरान अर्नब पाल के साथ फ्लक्चुएटिंग स्थानों के साथ अहरमोनिक ट्रैप में, एक बोवनियन पार्टिकल के लिए वर्क फ्लक्चुएशनों का अध्ययन किया। उन्होंने ऑर्नस्टियन–अहलेनबेकप्रोसेस के अनुसार ट्रैप को माड्युलेशन करने वाले स्थान युक्त एक हार्मोनिक ट्रैप में, ब्रेवनियन पार्टिकल का विचार किया। उन्होने ब्रोवनियन पार्टिकल पर, माड्युलेटेड ट्रैप द्वारा किए गए फ्लक्चुएशन का अन्वेषण, स्थिरता की स्थिति में प्रदत्त समय अंतराल में किया। किए गए काम का बडा विचलन और प्राबबिलिटी डेन्सिटी फंक्षन के संपूर्ण एसिम्प्टोटिक फार्म का परिकलन किया। प्राबेबिलिटी डेन्सिटी फंक्शन के सैद्धांतिक एसिम्प्टोटिक फार्म्स, न्यूमेरिक्स के साथ सहमति प्रदर्शित करते हैं। इस सिस्टम के जिए फ्लक्चूएशन थियोरम की वैद्यता की भी चर्चा की गई।

आरआरआई के अंजन राय, कैलिफोर्निया विश्वविद्यालय के ओनुट्टम नारायण और सेंटर फॉर थियरेटिकल फिसिक्स, टीआाईएफआर, बेंगलूर के अभिषेक धर के सहयोग में सभापंडित ने, हैमिल्टोनियन डयनामिक्स के साथ एक–आयामीय गैस में, टैगड पार्टिकल डिफ्यूजन पर ध्यान दिया। उन्होने थर्मल इक्विलिब्रियम में स्थित और हैमिलटोनियन डयनमिक्स में विकसित होनेवाले एक



नियत पेटी में, हाई पाइंट पार्टिकलों के एक एक–आयामीय गैस पर भी ध्यान दिया। टैग्ड कणों के मध्यस्थ कणों के लिए कोर्रिलेशन फंक्शन का अध्ययन किया। विशेष मामलों में जहॉ, सभी कणों में समान मास होने पर तथा, जब नियत नियत–आकार प्रभाव उपयुक्त होते हैं, अल्प–कालिक डिफ्यूजन रिजीम तथा सैचुरेशन मूल्य के लिए दीर्घ–कालिक एप्रोचों में, वेलासिटी कोर्रिलेशन फंक्शन के परिणाम प्राप्त कर लिए गए हैं। उस मामलें में जहाँ मास असमान हैं, न्यूमेरिकल सिमुलेशन्स से, टैग्ड कणों के स्क्वेयर डिस्प्लेसमेंट की औसत के साथ t/1n(t) के रूप में रिमेट के साथ बढते हुए डिफ्यूजन बिहेवियर का संकेत मिलता है, और टैग्ड पार्टिकल की वेलासिटी और पोजिशन सहित कई कोर्रिलेशन फंक्शन डैंपड ऑसिलेशन लांगटाइम् को प्रकट करते हैं जो अन्य समान मास के मामले में नहीं है।

ब्राजिल–नट एफेक्ट में, एक बड़े इंट्रूडर पार्टिकल को छोटे पार्टिकलों के शेकन बेड में डुबाने पर, उसके अधिक घनत्व के बवजूद वह ऊपर उठता है। इन प्रयोगों का वर्णन करने का सामान्य तरीका, शेकिंग का आयामारहित त्वरण क उपयोग के जरिए है। सरसों के बीज के एक वैब्रेटेड क्वासी दो–आयामीय बेड को ध्यान में रखकर, यह दिखाया गया है कि, त्वरण की अपेक्षा पीक–टु–पीक वेलासिटी को उस रिजीम के लिए उपयोगी पैरामीटर है जिसमें, बाउंडरी ड्रिवन ग्रैनुलर कन्वेक्शन, प्रमुख ड्राईविंग मैकानिज्म हो। सभापंडित और उनके सहयोगी पी हेजमाडी और बंधोपाध्याय और ए धर ने पाया कि, एक इंट्रूडर के राईस–टाइम का वर्णन एक स्केलिंग नियम के जरिए किया जा सकता हैं जिसमे, एंप्लिट्यूड और वाइब्रेशन की एंगुलर फ्रीक्वेन्सी, डयामीटर एवं इंट्रूडर की डेन्सिटी का एक विशाल रेंज हो।

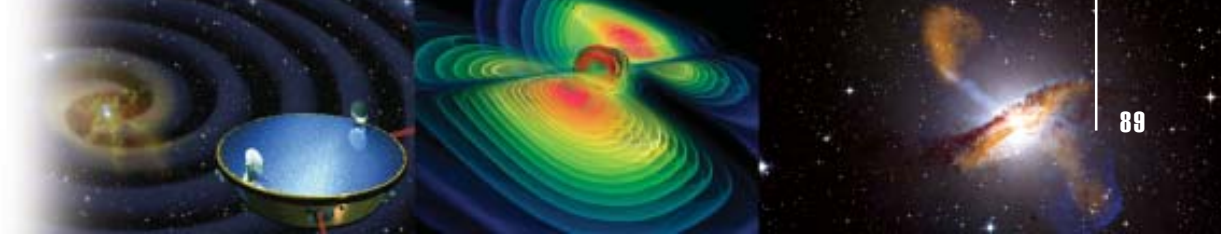
सुमती सूर्या, ग्रैविटी के क्लासिकल और क्वांटम दोनो पहलुओं पर काम करती है। उनका वर्तमान अनुसंधान क्वांटम ग्रैविटी के लिए एक कारणात्मक विधान का अन्वेषण में केंद्रित है। इस विधान में, स्पेस–टाईम कंटिन्नुएम को डिस्क्रीट संरचना से बदल दिया गया है, और यह कारणात्मक विधान एक स्थानीय नियत पोसेट है। वे क्वांटम कास्मालजी के

संदर्भ में क्वांटम इंटरप्रिटेशन के प्रश्न पर भी दिलचस्पी रखती है।

पिछले वर्ष के दौरान आरआरआई के वीएसपी छात्र सुरभी खेत्रपाल के साथ एक छोटे कारणात्मक डायमंड के लिए बाउंडरी टर्म का योगदान का अध्ययन किया। एक छोटे अलेक्सांड्रोव इंटरवल को चार–आयामीय कर्वड स्पेस टाईम में, स्पेस–टाईम मात्रा का परिकलन को पहले मिरहेइम द्वारा निश्चित किया गया था वह अभी कर्वेचर का प्रमुख अनुक्रम बन गया है। मिरहेइम ने अपने काम में, सर्फेस इंटीग्रल कहलाने वाले एक टर्म का परिचित कराया, जिसका मूल्यांकर वर्तमान काम तक ओपेक रहा। इससे अन्य लेखकों को कुछ कड़ी तकनीकों के उपयोग से मूल्यांकन की राह मिली। वर्तमान के काम में, इस इंटीग्रल का स्पष्ट मूल्यांकन किया गया और यह दिखाया गया कि, यह कर्वड और फ्लैट स्पेस–टाईम इंटरवलों के फ्लैट–स्पेस– टाईम मात्रा के अंतर से उठता है। फर्स्ट आर्डर डीजनरेट पट्र्युबेशन सिद्धांत के जरिए एक स्पष्ट मूल्यांकन किया गया और यह दिखाया गया कि, मिरहेइम टर्म, फ्लैट स्पेस–टाईम मात्र को, न्यूनतम आर्डर करेक्शन के रूप में एक आयामरहित फैक्टर को जोड़ता है। सूर्या के विश्लेषण में, उसी डोमाइन पर, जनरल इंटेग्रल को एक सरल विस्तारण का अवसर दिया गया। तकनीकों के नए संयोजन से उन्होने लुप्त मात्र को नेक्स्ट आर्डर करेक्शन को दिखाया है।

मृगेंको रॉय और देबदीप सिन्हा ने, एक छोटे कारणात्मक डायमंड का डिस्क्रीट जामेट्री पर भी ध्यान दिया। कारणात्मक सेट सिद्धांत का एक प्रमुख प्रश्न यह है कि, अंतर्निहित डिस्क्रीट सबस्ट्रक्चर के फारमेशन से कांटिन्नुएम को कैसे ठी किया जाए? इस दिशा में काफी प्रगति हुई है, लेकिन फ्लैट सेट स्पेस सेट द्वारा एप्रक्सिमेट किए गए कारणात्मक सेट के लिए कर्वेचर प्रभाव को शामिल करना आसान नहीं रहा। इस काम में, एक कर्वड स्पेस–टाईम में एक छोटा कारणात्मक डायमंड का अध्ययन, एलिमेंट चैन के अवरेज अबंडेन्स अथवा अंतर्निहित कारणात्मक सेट सी के टोटल आर्डर के व्यापक उपयोग से किया जा सकता है। आधिक्य के फश्लैट–टाईम अभिव्यक्ति के लिए फर्स्ट आर्डर कर्वेचर सुधार को पहले रीम्मन नार्मल समन्वयकों के इस्तेमाल से प्राप्त किया गया। फिक्सड–टाईम आयाम के लिए सार्या और उनके टीम को इससे, डिस्क्रीट स्केलार सी कवेचर के साथ उसके रिक्की टेन्सर के टाईम–टाईम कांपोनेंअ को के–चैन्स की अधिक्यता शब्द में एक नयी अभिव्यक्ति हो पाई। इसके अलावा जेनेरिक कर्वड सपेस–टाईम्स में फ्लैट स्पेस–टाईम मिरहेम–मेयर एस्टिमेट को बदलकर सी के एक नये डाइमेन्शन एस्टिमेटर को प्राप्त किया गया। यह काम डिस्क्रीट कर्वेचर स्केलर को एक शुद्ध स्थनीय परिभाषा ढूँढने का बडा कदम उठाता है।

एफआर डब्लयू स्पेस टाईम में पार्टिकलों का फेस स्पेस डिफ्यूजन, वर्ष के दौरान उन्की अन्य एक परियोजना है जिसका, मुख्य उद्देश्य, लारेंट्ज इन्वेरिएंट फेस स्पेस डिफ्यूजन से एफआरडब्ल्यू स्पेस–टाइम तक फ्लैट–टाईम विश्लेषण को बढ़ावा देता है। कारणात्मक फिनेमिनालजी और प्रश्न : क्या कास्मोलाजिकल स्केल पर स्पेस टाईम की संरचना अपने विकास को व्यक्त करती है?–के लिए यह अति प्रधान है। परियोजना में, मॉडल के लिए एक मूल एनालेटिकल इक्वेशन सेट अप किए गए हैं और स्टॉकैस्टिक इक्वेशन पर विश्लेषण को भी आरंभ किया है। न्यूमेरिकल सिमुलेशन में आरंभिक प्रयास उपयोगी परिणाम नहीं दिए, इसलिए नई तकनीकों का उपयोग किया जा रहा है। यह काम चुनौतिपूर्ण है और लारेंट्ज इनवेरिएंट फिनामिनालजी से कम मान्य नहीं है, इसलिए इसको आगे बढाया जा रहा



है। इस अध्ययन को वीएसपी छात्र मसूमा अलि के साथ में किया।

नील्स बोर इन्स्टिट्यूट,कोपनहेगन के लीस ग्लेसर के साथ सूर्या ने, एक मैनिफोल्ड–समान कॉसल सेट में लोकालिटी की परिभाषा पर भी काम किया। लारेंट्ज़ इन्वेरिएन्स का परीक्षण करते हुए, कॉसल डिस्क्रिटाइजेशन से एक निर्दिष्ट प्रकार (कॉसल) नान–लोकालिटी बनती है जो, उत्कृष्ट नान–टाइवियल मैनिफोल्ड–समान संरचना का पुनःनिर्माण करता है। 2डी कॉसल सेट क्वांटम ग्रैविटी अवलोकनीय विश्लेषण के पहले के काम में, न्यूमरिक रूप में यह पाया गया कि, एक नियत N(>k) कॉसल सेट के अंतरालों के साथ के एलिमेंट की अत्याधिकता A(k,N), की अधिकता के अनुसार एक निर्दिष्ट और विशिष्ट संलक्षणात्मक फाल–ऑफ का अनुसरण करता है। इस काम में, एक एनालिटिकल परिकलन किया गया और यह दिखाया गया कि, सभी स्पेस टाईम डायमेन्शनों में A(k,N), एक जनरलाइज्ड फंक्शन के समानुपाती है। यह व्यवहार एक मैनिफोल्ड कॉसल सेट के 'फिंगर प्रिंट' संलक्षणीकरण है, क्योंकि उसमें कुछ लोकल क्षेत्र हैं जो तकरीबन फर्लट स्पेस–टाईम के समान हैं। व्यापक न्यूमेरिकल विश्लेषण किया गया और यह दिखाया गया कि, एक कॉसल परिसर का निर्धारण करने में सफल है। इसका लेख तैयार किया जा रहा है।

चार–आयामों में पूर्ण कॉसल सेट क्वांटम ग्रैविटी की समस्या का समाधान के लिए , एक अनिर्बंधित कॉसल सेट के स्पेस का उपयोग करता है। इस स्पेस को, स्पेस टाईम के असमान कॉसल सेट से डामिनेटेड जाना जाता है, और सीएसटी में एक बडा प्रश्न उठता है कि, क्या इस एंट्रोपी को समुचित डायनामिक्स द्वारा सुधारा जा सकता है? 4डी मामले के महले अध्ययनों में हमने, मार्कोव चैन को इन एट्रोपिकल्ली डमिनेंट कान्फिगरेशन में, दीर्घ सिमुलेशन समय के लिए अटका हुआ पाया। यह उपयोगित मार्कोव चैन चलन के विशिष्ट विकल्प के लिए अत्याधिक अस्वीकृति से भी संबंधित है। चलन में अल्प संशोधन करके इस्तेमाल करने पर भी परिणामों में कोई महत्वपूर्ण अंतर देखने को नहीं मिला। लेकिन हाल ही में, कॉसल सेट के स्पेस को मैट्रिक्स रिप्रेजेंटेशन में बदलने का मार्ग को खोजा गया जो, अधिक योग्य आईसिंग–समान चलन सेट के लिए अवसर देता है। आरंभिक परिणाम भरोसेदायक है और आशा है कि इसे 4डी कॉसल सेट क्वांटम ग्रैविटी की विभिन्न पहलुओं के अनुसंधान के लिए उपयोगी होगा। इस काम को यूसी सैनडिएगो के डेविड राइडआउट और मेरमीटर इन्स्टिट्यूट के राफेल सोर्किन के सहयोग में किया गया।

सुपर्णा सिन्हा के अनुसंधान की अभिरुचि इक्विलिब्रियम और नान इक्विलिब्रियम स्टैटिस्टिकल मैकानिक्स और साफ्ट कंडेन्सड मैटर में है। पिछले वर्षों से उनका अध्ययन सेमि–फ्लेक्सिबल पालिमर इलास्टिसिटी पर केंद्रित है। नान इक्विलिब्रियम स्टैटिस्टिकल मैकानिक्स क्षेत्र में, उनको ग्रैनुलर मैटर और बैक्टीरियल बात को अनुप्रयोजित हाइड्रोनामिक्स के नियत वेव–वेक्टर विस्तरण पर विशेष अभिरुचि है। उन्होंने एनालॉग क्वांटम ग्रैविटी और कास्मोलाजी के कुछ विषयों को समझने हेतु, लपिड मेंब्रेन्सस के

लिए स्टैटिस्टिकल मैकानिक विधानों का उपयोग किया।

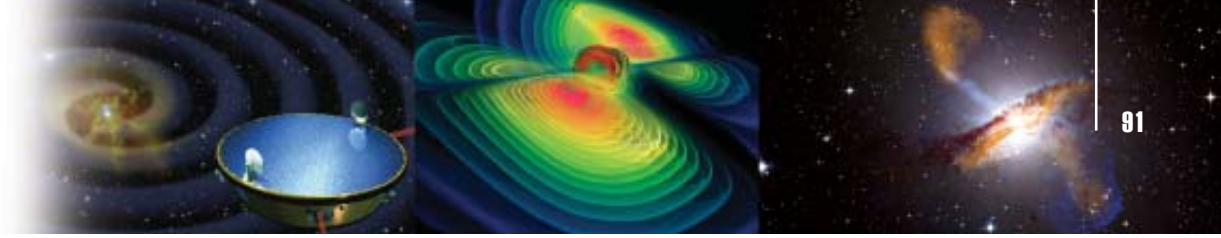
पिछले वर्ष के दौरान, जोसेफ सैमुएल के सहयोग में सेमि फ्लेक्जिबल पालिमर मालेक्युलर के एलास्टिक गुणों के शेपिंग में तापीय अस्थिरता के पात्र का एनालिटिकल अध्ययन किया गया। वे एक नियंत्रित तरीके से मैकानिक्स और स्टैटिस्टिकल मैकानिक्स का अध्ययन करते हैं और तापीय अस्थिरता से बायोपालिमरों के इलास्टिक गुणों में होनेवाले संशोधन को दिखाते हैं। उनके अनुसंधान में निम्नलिखित शामिल हैं:

1 स्ट्रेचड ट्विस्टेड पालिमरों के फ्री एनर्जी के लिए एप्राक्सिमेट अनालिटिकल फार्मुला के साथ न्यूनतम ऊर्जा कान्फिगरेशन का अध्ययन। नैनोपर्टुबेटीव रिदिंग फैमिली सोल्यूशन के चारों और फ्री एनर्जी के बायोपालिमर कान्फिगरेशन के लिए, प्रमुख तापीय अस्थिरता का सुधार की अभिव्यक्ति उनके अध्ययन का नया मुख्य परिणाम है। सिमुलेशन और प्रयोगों के साथ तुलना करने हेतु, प्राप्त किए गए फार्मुला से मालेक्युलर एलास्टिसिटी के वर्म समान चैन मॉडल (डब्ल्यूएलसी) का पूर्वानुमान किया जा सकता है।

2 दक्षिण कोरिया के केमिकल और बायोमालेक्यूलर इंजिनियरी विभाग के अभिजीत घोष और जोसेफ सैमुअल के सहयोग में, स्फियर पर फैलाव के अध्ययन के लिए एक 'गासियन' पर भी काम किया। उन्होंने एक एनालिटिकल क्लोज्ड फार्म की अभिव्यक्ति प्राप्त की हैं जो, स्फियर पर फैलाव के लिए एक अत्यंत समीपस्थ प्रोपगेटर प्रदान करती है। इसका सूत्र, प्लेन पर गासियन प्रोपगेटर फॉर डिफ्यूजन का स्फेरिकल काउंटरपार्ट है। इस सूत्र को अल्प समय के लिए सैडल पाईंट विधान से प्राप्त किया गया है। फिर भी यह मध्यवर्ती समय पर भी उत्तम काम करता है। यह अध्ययन, स्फियर पर डिफ्यूजन ईक्वेशन के सांख्यिक एकीकरण के लिए एक दक्ष एल्गोरिथम का प्रस्ताव करता है। उन्होंने नये एल्गोरिथम की सांख्यिक दक्षता की पुराने गासियन के साथ तुलना करने के हेतु, मोंटे कार्लो संश्लेषण किया है।

3 अनिर्बन पाल्ली और जोसेफ सैमुएल के सहयोग में सिन्हा ने, वर्म समान चैन माडेल में, कम और मध्यवर्ती लंबाई के सेमि फ्लेक्सिबल पालिमरों के बेंड एंगल वितरण की अध्ययन किया। इससे उनको एक स्टिफ मालेक्यूल के बेंडिंग मोमेंट के लिए एलास्टिक रेस्पान्स के परिकलन के लिए सहायता मिली। परिणाम हूकियन युग से बाहर जाती है और एक सिंगल मालेक्यूल के नानलीनियर इलास्टिक बिहेवियर प्रकट होता है। उन्होंने बेंड एंगल वितरण एवं मोमेंट एंगल रिलेशन के लिए एक एनालिटिकल सूत्र का प्रस्ताव किया है। इससे प्राप्त फंक्शनल फार्मो को एक्शन और डीएनए पर फ्लूरोसेन्स माईक्रोस्कोपी अध्ययन में उपयोग किया जा सकता है। परिणाम डीएनए स्ट्रैंड के कम एवं मध्यवर्ती लंबाई के किंक्स और साइक्लाइजेशन के नवीन अध्ययन से संबंधित हैं।

4 सैमुअल के सहयोग में सिन्हा ने, बेंट ट्विस्टेड रिब्बनों में स्टैटिस्टिकल मैकानिक्स का भी अध्ययन किया। उन्होने पहले एक शुद्ध मैकानिक फ्रेमवर्क के साथ रिब्बनों के इलास्टिक रिस्पान्स का वर्णन करते हुए, बेंट ट्विस्टेड रिब्बनों का एनालिटिकल अध्ययन प्रस्तुत किया। बाद में, उन्होंने उसके इलास्टिक रिस्पान्स का संशोधन करके, थर्मल फ्लकचूएशन का भी अध्ययन किया। उन्होंने बेंट और ट्विस्टेड रिब्बनों के मोमोंट एंगल संबंध का पूर्वानुमान किया है। इस प्रकार का अध्ययन, डीएनए लूपिंग 'जे' फैक्टर में



ट्विस्ट का पात्र और ट्विस्टेड ग्रैफीम रिब्बनों में बेंडिंग एलास्टिसिटी पर प्रकाश डालता है।

आरआरआई के राहुल सावंत, जोसेफ सैमुअल और ऊर्बसी सिन्हा और भा वि सं के अनिंदा सिन्हा के त्री–स्लिट पयोग में उनका भी भागीदारी है। एक पात इंटिग्रल परिप्रेक्ष्य पर आधारित त्री–स्लिट प्रयोगों पर भी काम किया। एक एन–स्लिट प्रयोग में, प्रत्येक स्लिट खुला या बंद हो सकते हैं। (2^n).1 कान्फिगरेशन संभावित है। स्क्रोडिंजर की दृष्टि से, उनकी विभिन्न सीमा स्थितियों के अनुरूप होने के कारण इन प्रयोगों के परिणामों के बीच कोई संबंध नहीं हैं। लेकिन, फेन्नीमन पान इंटीग्रल फार्म प्रस्ताव रखता है कि, एक एप्राक्सिमेट सेन्स में ये परिणाम संबंध रखते हैं। इस अध्ययन की सीमा वहॉ तक गई जहॉ इस अप्राक्सिमेशन को त्री–स्लिट प्रयोग से किया गया।

संदीपन सेनगुप्ता के व्यावसायिक अनुसंधान के वर्तमान अभिरुचि के क्षेत्र में ग्रैविटेशनल फिजिक्स शामिल है।

गत वर्ष के दौरान सीमा सहित स्पेस टाईम में, टोपोलाजिकल पैरामीटरों का अध्ययन किया। चार–आयामीय ग्रैविटी सिद्धांत में, बार्बेरो–इम्मिर्जी पैरामीटर में टोपोलाजिकल विकास है और, उसको लैंग्रेरियन (डेन्सिटी) में नीह–यन टोपोलाजिकल डेन्सिटी के मल्टिप्लाइंग के लिए कोएफिशिएंट के रूप में पहचाना जा सकता है। इस तथ्य के अधार पर सीमा सहित स्पेस टाईम के लिए फर्स्ट आर्डर ऑफ फार्मुलेशन की शुरुवात हुई। नीह–यन टोपोलाजिकल डेन्सिटी युक्त बल्क लैंग्रेरियन (डेन्सिटी) को एक सुविधाजनक बाउंडरी टाईम्स को जोड़ना है ताकि, वह खूब परिभाषित वेरिएशनल सिद्धांत के रूप में उबरे। इस सामान्य फ्रेमवर्क के अंदर उन्होने, डीरिचलेट और आंटाइड सिट्टर (अथवा डीसिट्ट) असिंप्टोटिया के साथ स्पेसटाईम्स का विश्लेषण किया।

एंसिप्टिकल्ली लोकली डी सिट्टर जामिट्रियों के एक्शन सिद्धांत में कुछ नॉन–ट्राईवियल उलझन है। यह इस प्रकार के अधिकतम सोल्यूशनों को स्वीकार कर सकते हैं, बशर्ते कि उसमें SO(3,1) पांट्रिजिन और यूलर टोपोलाजिकल डेन्सिटी को उसके निश्चित कोएफिशिएंट में जोडा जाए। परिणाम स्वरूप उत्पन्न तीन टोपोलाजिकल डेन्सिटीस युक्त लैंग्रेरियन में केवल एक स्वतंत्र टोपोलाजिकल कपलिंग स्थिर है। वह है बार्बेरियन–इम्मिर्जी पैरामीटर। अंतिम विष्लेशण में वह SO(3,2) अथवा SO(4,1) के कोएफिशिएंट के रूप में उबरता है और वह उन्ही मैनिफोल्डों के एक्शन मे रहते हैं जिनके समतुल्य टोपोलाजिकल इंडेक्स शून्य नहीं हो।

माधवन वरदराजन के साथ सेनगुप्ता ने पैरामीटराईसड फील्ड सिद्धांत और क्वांटम ग्रैविटी का अध्ययन किया। पैरामीटराईसड फील्ड सिद्धांत, दो स्पेसटाईम आयाम में एक फ्री स्केलर फील्ड सिद्धांत है जिसे, डिफियोमार्फिस्म इन्वेरिएंट तरीखे से लिखा गया है और वह, ग्रैविटी के लिए एक अच्छा टॉय मॉडल है। यह एक डिफियोमार्फिस्म इनवेरिएंट सिद्धांत भी है। इस परियोजना का विषय है, इस माडेल को एक बैकग्राउंड स्पेस–टाईम में क्वांटाइस करना है। इससे प्राप्त ज्ञान चार–आयामीय ग्रैविटी सिद्धांत के लूप क्वांटिस्म में एक कल्पित बर्कग्राउंड संरचना पर काम करने के लिए उपयोगी है।

प्रयोगशालाएँ

रेडियो खगोल विज्ञान प्रयोगशाला

संस्थान की रेडियो खगोल विज्ञान प्रयोगशाला (आरएएल) के तीन प्रभाग हैं – डिजिटल सिग्नल प्रोसेसिंग (डीएसपी), मिलीमीटर वेव एवं आरएफ, और एक्स–रे खगोल विज्ञान ।

डीएसपी प्रयोगशाला

डीएसपी प्रयोगशाला, खगोल विज्ञान के लिए डिजिटल रिसीवरों के डिज़ाईन, विकास एवं परीक्षण के काम में लगी हुई है। डीएपी प्रयोगशाला के टीम में डिजिटल सर्क्युट डिजाईन और डिजिटल सिग्नल प्रोसेसिंग का विशेषज्ञान प्राप्त कुशल इंजीनियर हैं। रामन अनुसंधान संस्थान का विभिन्न डिजिटल प्रणालियों (रिसीवर, स्पेक्ट्रामीटर, कोरिलेटर) के डिजाइन करने और विकास करने में लंबा इतिहास है, जो राष्ट्रीय एवं अंर्तराष्ट्रीय टेलिस्कोप सुविधाओं की योग्यता में सुधार लाया है। एफपीजीए–आधारित डिजिटल सिस्टम के विकास के लिए संस्थान के पास आधुनिक सीएडी डिज़ाईन पैकेज उपलब्ध है।

सुविधाएँ

मिलिमीटर वेव और आरएफ प्रयोगशाला

आर एफ प्रयोगशाला के इंजीनियर, मिलिमीटर वेव और आरएफ प्रणालियों के डिज़ाईन करने और उनके विकास करने में बहु कुशलता एवं प्रवीण हैं। प्रयोगशाला आरएफ सिस्टमस कैरक्टराइजेशन के लिए आपेक्षित फैब्रिकेशन और परीक्षण सुविधाओं के साथ सुसज्जित है। समूह ने फीड्स, ब्राडबैंड एंटेना और डेकामीटर से मिलीमीटर तक के वेवलेंग्त में प्रचालित मानक एवं विशिष्ट उददेश्य के फ्रंट एंड रिसीवर सिस्टमों का निर्माण किया है।

एक्स–रे खगोल विज्ञान प्रयोगशाला

यह प्रयोगशाला एक्स–रे खगोलिकी इन्स्ट्रुमेंटेशन के विकास एवं परीक्षण के लिए सज्जित है। इसके आधारिक संरचना में एक साफ कक्ष, एक्स–रे जनरेटर, बीम लाईन, पोलराईजर, और मानोक्रोमेटर, वाक्यूप सिस्टम्स, माउंट्स और एक्स–रे डिटेक्टरों के निष्पादन मूल्यांकन के लिए अपेक्षित इलेक्ट्रानिक्स शामिल हैं।

एलएएमपी समूह प्रयोगशालाएं

संस्थान में एलएएमपी समूह के प्रत्येक संकाय सदस्य अपने व्यक्तिगत अनुसंधान के अनुसार प्रयोगशाला की सुविधा प्राप्त करते हैं। वे हैं

- लेज़र कूलिंग, लाइट स्कैटरिंग प्रयोगशाला
- अल्ट्राफास्ट और नानलीनियर आप्टिक्स प्रयोगशाला
- क्वांटम आप्टिक्स प्रयोगशाला
- क्वांटम इंटरेक्शनस प्रयोगशाला
- क्वांटम इन्फारमेशन और कंप्यूटिंग प्रयोगशाला

सुस्थापित परमाणुओं का लेजर कूलिंग और ट्रैपिंग सुविधाओं में, वाक्यूम सिस्टम, वाणिज्यिक एवं अपेक्षानुसार बनाए गए लेज़र, स्पेक्ट्रोस्कोपी उपकरण, मानक इलेक्ट्रानिक्स एवं अपेक्षित प्रचालन प्रणालियाँ शामिल हैं। यह प्रयोगशाला क्वांटम लाईट वाक को खोजने हेतु, तीन माइकेलसन आप्टिकल इंटरफिरोमीटर, विभिन्न आप्टिकल वस्तुएं और अकास्टिक माड्युलेटर युक्त एक प्रयोगिक प्रणाली को होस्ट करती है। दो और प्रयोगशालाएँ जेजर प्रेरित

प्लास्मा के स्पेक्ट्रल व्यवहार तथा नैनो कंपोसिटों तथा नानलीनियर गुणधर्मो पर प्रयोगात्मक अनुसंधान के लिए निर्मित हैं। इस प्रयोगशाला में मानक एवं अपेक्षानुसार निर्मित सुविधाओं में, वर्धक सहित फेम्टो सेकंड सिस्टम, नैनो सेकंड एनडी:वाईएजी लेज़र, स्पेक्ट्रल मानोक्रोमेटर, लेजर किरण पार्श्वदर्शक, हाई वाक्यूम कक्ष, एक्स–रे अथवा गामा किरण इंडिकेटर, ज़ड–स्कैन के लिए प्रयोगात्मक संरचना तथा पंप प्रोब मेजरमेंट और अधिक शामिल हैं।

एससीएम समूह प्रयोगशाला

रसायनिकी प्रयोगशाला

इस प्रयोगशाला में लिक्विड क्रिस्टल का संश्लेषण और संरचना संलक्षण आदि के लिए अपेक्षीत नवीनत सुविधाएँ उपलब्ध हैं। प्रयोगशाला के प्रमुख उपकरणों में, पोलाराईजिंग आप्टिक माईक्रोस्कोप, हाई परफारमेन्स लिक्विड क्रोमाटोग्राफ, डिफरेंशियल स्कैनिंग कैलोरीमीटर, एलिमेंट अनालाईसर, इन्फ्रारेड और यूवी के देखने योग्य स्पेक्ट्रोफोटोमीटर आदि शामिल हैं। संस्थान के सावयव रसायनिक प्रयोगशाला में करीब 700 से अधिक मेसोमार्फिक मालेक्यूलों का संश्लेषण एवं संलक्षणीकरण किया गया।

भौतिक मापन प्रयोगशाला

यह भौतिका मापन प्रयोगशाला, लिक्विड क्रिस्टल, लिक्विड क्रिस्टल नैनो कांपोसिट और विभिन्न मिसेल्लर मिश्रणों के परिवर्तन के स्तर के अध्ययन के लिए अपेक्षित सुविधाओं से सुसज्जित है। प्रयोगशाला के सदस्य परिवर्तन की अवस्था की विभन्नता के मापन के लिए एक नई तकनीक के विकास में सक्रिय रूप से लगे हुए हैं। उपलब्ध उपकरणों में एक पोलराईसिंग आप्टिकल माईक्रोस्कोप, डाईइलेक्ट्रिक इंडीपेंडेन्स एनालाइजर और कानफोकल माईक्रोस्कोप शामिल हैं। फिलहाल कानोस्कोपिक, स्विचिंग करेंट और विभिन्न इलेक्ट्रो–आप्टिकल मापन के लिए प्रायोगिक सेट अप उपलब्ध है।

लिक्विड क्रिस्टल डिस्पले प्रयोगशाला

लिक्विड डिस्पले प्रयोगशाला में, लिक्विड क्रिस्टल लिक्विड क्रिस्टल डिस्पले प्रयोगशाला में, लिक्विड क्रिस्टल के फैब्रिकेशन एवं (100mmx100mm) में प्रदर्शन के साथ परीक्षण के लिए अपेक्षित सुविधाएँ उपलब्ध हैं। प्रयोगशाला के सदस्य द्वारा, स्पिन कोटिंग सिस्टम, वाक्यूम डिस्पोजिशन यूनिट, रबिंग मशीन और ताप नियंत्रणयुक्त चूल्हे का इस्तेमाल किया जाता है।

रियालजी एवं लाईट स्कैटरिंग प्रयोगशाला

इस प्रयोगशाला में रियालजी एवं लाईट स्कैटरिंग तकनीकों को साफ्ट ग्लैसी पदार्थों एवं आंफिफिलिक सिस्टमों के अध्ययन के लिए इस्तेमाल किया जाता है। इस प्रयोगशाला के अत्यधिक महत्वपूर्ण उपकरणों में, एक डायनामिक स्कैटरोमीटर और एक रियोमीटर शामिल हैं। प्रयोगशाला में रियालजी, डायनामिक लाईट स्कैटरोमीटरी और डिफ्यूसिंग वेव स्पेक्ट्रामीटरी आदि मापन तकनीक का इस्तेमाल किया जाता है।

एक्स–रे डिफ्राक्टिंग प्रयोगशाला

एक्स–रे डिफ्रेक्शन प्रयोगशाला का उपयोग विभिन्न् सर्फाक्टेंटों के प्रावस्था व्यवहार के अन्वेषण हेतु स्थापना की गई है। पोलाराईजिंग लाईट माईक्रोस्कोपिक तकनीक के साथ अल्प कोणीय एक्स–रे स्कैटरिंग तकनीका उपयोग परिशुद्ध मापन के लिए किया जाता है। इस प्रकार के मापन के लिए प्रयोगशाला कानफोकल माईक्रो स्कोप, एक्स–रे डीफ्रेक्टोमीटर और एक स्माल एंग्ल स्कैटरोमीटर से सुसज्जित है।

जैव भौतिकी प्रयोगशाला

जैवभौतिकी प्रयोगाशाला एक ऐसी आत्मनिर्भर प्रयोगशाला है जिसमें, अनेक प्रकार की कोशिकाओं को उत्पन्न, परिचालित एवं विश्लेषण किया जा सकता है। इस प्रयोगशाला में, दो पूर्ण रूप से यंत्रचालित माईक्रोस्कोप हैं जिससे फलूरोसेन्स और फेस कांट्रास्ट माईक्रोस्कोपी मेजरमेंट कर सकते हैं, कानफोकल माईक्रोस्कोप, कोशिकाओं के विकास के लिए बायोसुरक्षित कैबिनेट, इन्क्युबेटरस, डिसेक्शन के लिए सेंट्रिफुग एवं 3डी माईक्रोस्कोप से सुसज्जित है।

इलेक्ट्रो केमिस्टी एवं सतह विज्ञान प्रयोगशाला

इस प्रयोगशाला में, फीक्वेन्सी प्रोसेस एनालाईजर एवं लाक इन एंफिलफियर जैसे इलेक्ट्रो केमिकल उपकरणों के उपयोग से इलेक्ट्रोकेमिकल कोशिकाओं में सर्फेस परीक्षण पर प्रयोगों का नियत्रण किया जाता है। मास परिवर्तन के मापन के लिए एक इलेक्ट्रोकेमिकल क्वार्डज क्रिस्टल माईक्रोस्कोप का इस्तेमाल किया जाता है। थिन फिल्म संलक्षण वर्णन का काम को स्कैनिंग टनलिंग माईक्रोस्कोपी, आटमिक फोर्स माईक्रोस्कोपी और अन्य स्कैनिंग प्रोब तकनीक के जरिए किया जाता है।

वर्ष के दौरान एससीएम समूह के संरक्षण में, दो प्रयोगात्मक अनुसंधान सुविधाओं के सेट अप किया गया है। पहला क्रयोजनिक सुविधायुक्त स्टेट–ऑफ–आर्ट फील्ड एमिशन माईक्रोस्कोप और दूसरा रामन स्पेक्ट्रोग्राफ, दोनों उत्तम काम कर रहें हैं।

फील्ड एमिशन स्कैनिंग एलेक्ट्रान माईक्रोसेप (एफईएसएम), एक स्कैटरी टाईप फील्ड एमिटर द्वारा उत्पन्न, नैर्रो फोकसड, एलेक्ट्रान बीम के साथ 0.89nm से उत्तम रेजोल्यूशन में इमेज कर सकता है, और उसमें साफ्ट मैटर के अध्ययन की अतिरिक्त सुविधाएं हैं। उपकरण में एक चेंबर माउंटेड डिटेक्टर के साथ एक इन–लेन्स सेकेंडरी इलेक्ट्रान डिटेक्टर भी है। केमिकल कांट्रास्त के लिए इमेजिंग अध्ययन हेतु एक बैक स्कैटरड एलेक्ट्रान डिटेक्टर भी हैं। एफईएसएम में एक स्कैनिंग ट्रान्समिशन इलेक्ट्रान माईक्रोस्कोप है जिसे, नैने मटीरियालों का इमेंजिंग और एनजी डिस्पर्सीव एक्स रे स्पेक्ट्रोस्कोप में एलिमंट और उसके सर्फेस कापोजिशन को पहचानने हेतु इस्तेमाल किया जा सकता है। एफईएसएम का विशेष गुण, नान कंडक्टिंग सर्फेस और अर्गेनिक के लोवोल्टेज प्रचालन का लोकल कांपेन्जेशन मोड है।

मैकानिकल इंजीनियरी

संस्थान की मैकानिकल कार्यशाला संस्थान के प्रयोगात्मक क्रियाकलापों की मैकानिकल डिजाईन एवं संरचनाओं की जरूरतों को पूरा करती है। प्रयोगशाला में आवश्यक यंत्र और कुशलकर्मियों का दल उपलब्ध है जो, इलेक्ट्रानिक उपकरणन के साथ साथ सहायक उपकरण तथा प्रणाली रैक जैसे शीटमेटल के विभिन्न परिष्कृत मैकानिकल हार्डवेयर घटको की संरचना का कार्य करते हैं। मैकानिकल कार्यशाला के दल की विशेषज्ञता का उपयोग मारिशस रेडियो टेलिस्कोप के डिजाइन, फेब्रिकेशन, जीएमआरटी के फीड सिस्टम के 1100 हेलिकल एंटनना की स्थापना, पश्चिम वजीनिया के ग्रीन बैंक टेलीस्कोप के लिए मल्टी–बैंड फीड फैब्रिकेशन आदि के लिए किया गया है। एलएएमपी एवं एससीएम समूह क निखर अरूढ़ स्थानीकारक एवं शीतलन अवस्थाओं के फैब्रिकेशन जैसे विशिष्ट प्रयास मैकानिकल कार्यशाला दल द्वारा किया जाता है।

ग्रंथालय

संस्थान के ग्रंथालय की स्थापना सर सी वी रामन द्वारा अपने व्यक्गित संचयन के किताब एवं जर्नलों से की गई थी। ग्रंथालय प्रिंट एवं इलेक्ट्रानिक सूचना स्रोतों के साथ एक हाइब्रिड लाईब्रेरी के रूप में विकसित हुआ है। तब से लेकर अब तक यह ग्रंथालाय, अपने उपयोगर्ताओं को विशिष्ट एवं सामान्य दोनो ज्ञानों के लिए निरंतर स्रोत रहा है। ग्रंथालय का वर्तमान सकल संग्रहण 67,689 है और इनमें 27,395 किताबें, और 40,294 बाउंड जर्नलों का वाल्यूम हैं। इनके अलावा 1640 पुस्तकेतर सामग्रियॉ हैं जिनमें वैज्ञानिक स्लाईड, सीडी रोम, डीवीडी, और आडियो/विजुअल टेप शामिल हैं। इस साल संग्रह के लिए 31 ई–बुक को जोडा गया है। आरआरआई ग्रंथालय 138 जर्नलों के लिए चंदादार है।

ग्रंथालय ने राट्रीय ज्ञान संसाधन महासंघों के साथ सहभागिता को जारी रख है। ग्रंथालय के उपयोगकर्ताओं के वर्तमान पहुँच 15 प्रकाशों के 4,594 जर्नलों तक विस्तारित किया गया है। इन आनलाईन स्रोतों को सिंगल विंडो पहुँच प्रदान करने हेतु ग्रंथालाय के वेब पेज का अपग्रेडेशन निरंतर चलता रहता है।

डिजिटल ग्रंथालय के क्रियाकलाप

वर्ष के दौरान अभिलेखागारीय सामग्रियों तस्वीरों एवं दृष्य/श्रव्य का डिजिटाईजेशन जारी रहा। सामग्रियों को आरआरआई डिजिटल संग्रहालय नामक संग्रहालय में अपलोड किया गया है। वर्तमान के अनुसंधान प्रकाश, आरआरआई को पेश किए गए अनुसंधान प्रबंध और ऑडियो वीडियों फाईलों को इस संग्रहालय में जोडा जा रहा है! इस संग्रहालय में वर्गो की संख्या 10 से 17 तक और रिकार्डों का अपलोड 4,320 से 5,594 तक बडा है! सर सी वी रामनजी के 100 तस्वीरों को अपलोड किया गया! इससे उनकी कुल संख्या 400 तक पहुँची है!

अनुसंधानकर्ता आईडी बागदे तामसन रीयूटर द्वारा प्रदान किए गए वेब ज्ञान से, बौद्धिक संपत्ति के प्रबंधन में, आरआरआई के सभी संकाय सदस्यों के लिए एक उपयोगी टूल का सृजन किया है।

संस्थान के ग्रंथालय ने, बेंगलूर विश्वविद्यालय, कुवेंपु विश्वविद्यालय और महिला पालीटेक्निक बेंगलूर के 12 ग्रंथालय छात्रों को उनके इंटर्नशिप कार्यक्रम के अधीन प्रशिक्षित किया है।

संस्थान के ग्रंथालय ने उसके आउटरीच कार्यक्रम के अधीन उत्तर भारत के विभिन्न पांच विभिन्न संस्थानों

को हिंदी किताबों एवं मल्टीमीडियां के सी डी एवं डीवीडी प्रदान किया है, ताकि उनका संग्रहण बढ़े और ज्ञान प्रसार सुदूर क्षेत्र तक हो।

कंप्यूटर सुविधाएँ

संस्थान विभिन्न अनुसंधान एवं विकास समूह और ग्रंथालय के लिए कंप्यूटर सुविधा प्रदान करने का कार्य, कंप्यूटर प्रभाग दल द्वारा देखा जाता है। परिसर के डेस्क्टॉपों के लिए फाईबर तथा वाइरे से गिगाबाईट बैकग्रउंड पर 10/100 एमबीपीएस इथरनेटस नेटवर्क द्वारा जोडा गया है।

कैंपस 1जीबीपीएस के हाई स्पीड लिंक के माध्यम से इंटरनेट एवं नेशनल नॉलेड्ज नेटवर्क से जुडा है। एक 10एमबीपीएस लिंक के जरिए भी इंटरनेट से संपर्क है। एक 2एमबीपीए लीसड लाईन के माध्यम से संस्थान गौरिबिदनूर वीक्षणालय से जुडा है। कैंपस के नेटवर्क को अपग्रेड करने की आशा है जिसके लिए प्रक्रिया आरंभ हो चुकी है। कैंपस के प्रांगण में उपलब्ध एक सेक्यूरड नेटवर्क के माध्यम से माबिलिटी भी उपलब्ध कराया गया है।

इन कंप्यूटर सुविधाओं में, हाई स्पीड इंटरनल लैन द्वारा उपभोगताओं के अपने डेस्कटापों द्वारा अभिगम युक्त मल्टी–सीपीयू मल्टी कोर प्रणालियाँ शामिल हैं। इन प्लैटफार्म पर विकासातमक उपकरणों के साथ अनुप्रयोग विशिष्ट साफ्टवेर पैकेज भी उपलब्ध हैं। 16 नोड के एक क्लस्टर कंप्यूटर, 32 इंटेल जेएन एक्स 5570 प्रोसेसरस, 256जीबी रैम और32 टीबी स्टोरेज कैटर आदि अपेक्षितों को कंप्यूटर सुविधा प्रदान कर रहे हैं। स्टोरेज को 8 टीबी से 32 टीबी में बढाया गया।

गत वर्ष के दौरान कैंपस में कंप्यूटर सुविधाओं में अपग्रेडेशन एवं सुधार के काम को जारी रखा गया। स्टारेज बढाने की अपेक्षा को पूर्ति करने हेतु बैक अप और स्टोरेज का समाधान किया गया है। प्रमुख सर्वरों के लिए ऑपरेटिंग सिस्टम की तथा हार्डवेर को अपग्रेडेशन किए गए है तथा वैज्ञानिक एवं अनुप्रयुक्त पैकेजों की खरीदी की गई है तथा अपग्रेडेशन किया गया है। अन्य सुविधाओं के साथ इस समूह द्वारा ईमेल, वेब, प्रिंटिंग, वीपीएन, डिजिटल संग्रहालय आदि सुविधाएँ प्रदान की जा रही है।

कैंपस

रामन अनुसंधान संस्थान का कैंपस, बेंगलूर शहर के उत्तरी भाग में स्थित है। यह कैंपस 20 एकड क्षेत्र में विस्तारित है और, बढ़ती हुई महानगरों के हलचल से हटकर प्रकृति की प्रशांत

ध्वनियों से युक्त हैं तथा, सृजनात्मक और अनुसंधानात्मक कार्यों के लिए अपेक्षित शांतिपूर्ण परिसर प्रदान करता है। इस कैंपस में कार्यालय भवन, प्रयोगशालाएँ, एक कैंटीन, अतिथि–गृह तथा 10.4 मी एक टेलीस्कोप आदि हैं। परंतु यहाँ भ्रमण करने वालों को यह लगेगा कि, यहाँ के नैसर्गिक उद्यान में ये सब भवन अत्यंत छोटे हैं।

अधिकांश लैंड–स्केप का निर्माण सर सी वी रामन द्वारा ही किया गया है तथा रामन अनुसंधान संस्थान के ट्रस्ट को यह गर्व है कि, वह अनुपम प्राकृतिक पर्यावरण के सुरक्षण से संबंधित नीतियों को अपनाया है। कैंपस में स्थित एक अतिथि गृह में ऐसी सभी सुविधाएँ उपलब्ध हैं जो, अति विशिष्ट आगंतुकों, आगंतुक शैक्षिको एवं आगंतुक छात्रों के लिए आरामदायक है। कैंपस में एक कैंटीन भी उपलब्ध है जो, सभी अतिथियों को भेजन तथा संस्थान के सभी कर्मचारियों एवं भारतीय विज्ञान अकादमी के कर्मचारियों के लिए भोजन व अल्पाहार भी उपलब्ध कराता है। विभिन्न प्रकार के समावेश, आगंतुक व्याख्यान, अनौपचारिक बैठकें, संगीत सभाएँ तथा प्रीतिभोज ग्राम नाम उस स्थान पर आयोजित होते हैं जो, मानवीयता से अभिकल्पित क्षेत्र है, जो परिसर पर पूर्ण रूप से स्वागतार्ह ग्रामीण वातावरण प्रदान करता है।

कैंटीन के समीप स्थित भवन में एक छोटा चिकित्सालय है जहाँ पर परामर्शी चिकित्सक स्पताह के प्रायः सभी दिनों पर निश्चित समय पर उपस्थित रहते हैं। टेलीस्कोप भवन एवं मैकानिकल कार्यशाला भवन के बीच दो बैडमिंटन मैदान हैं जो, संकाय सदस्य एवं छात्रों के खेल संबंधित क्रियाकलापों के लिए हैं तथा उन्होने परिसर जीवन के महत्वपूर्ण अंश के रूप में अनुदर्शित किया गया है। गत दो वर्षों के दौरान कैंपस के भवनों एवं सुविधाओं के नवीकरण के लिए गहन कार्य किया गया है।

पीएचडी कार्यक्रम

रामन अनुसंधान संस्थान इस प्रकार के पीएचडी कार्यक्रम प्रदान करता है जो, उत्साही एवं प्रेरित छात्रों को वैश्विक अनुसंधान समुदाय में सम्मिलित होने का अवसर प्रदान करता है। यहाँ का बौद्धिक स्वतंत्रता का अनुपम वातावरण, छात्रों को संस्थान में संचालित अनुसंधान के विशाल क्षेत्र में, अपनी वैज्ञानिक अभिरुचियों के अनुसरण के लिए प्रोत्साहित करता है। इसके परिणामस्वरूप, छात्रों को यह चुनौती दी जाती है कि, वे स्वतंत्र रूप से अनुसंधान संचालित करने हेतु अपनी योगयता मे विकास लाएँ और अपनी संपूर्ण सृजनात्मक क्षमता उसमें अन्वयित करें। संकाय एवं अन्य छात्रों के साथ निरंतर औपचारिक एवं अनौपचारिक वार्तालाप कक्षा के बाहर एवं अपने अपने कार्यक्रम के स्थान से हटकर बाहर सीखने की प्रक्रिया को प्रेरणा देती है। इससे छात्रों को विचार करने और अन्यों से तथा अपनी समझ और अपने ज्ञान से क्रंतिक रूप में प्रश्न करने के लिए बाध्यता होती है। ऐसे परस्पर वार्तालाप विज्ञान एवं अनुसंधान के प्रति मुक्त मन की मनोवृत्ति को बढाते हैं। राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलनों में उनकी उपस्थिति से, आरआरआई के छात्रों को अधिक विशाल एवं विभिन्न प्रकार के अनुसंधान समुदायों के प्रति उन्मुक्त कर देता है ताकि, वे अपने अनुसंधान के क्षेत्रों के बारे में अपने अपने मन मं , उस परिदृश्य के संदर्भ में किस प्रकार का महान चित्र उपस्थित हैं और उसमें वे कहाँ और किस हद तक समाहित हो सकते हैं। रामन अनुसंधान संस्थान के विद्यार्थी अपने पीएचडी के लिए जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय, नई दिल्ली में पंजीकरण करवाते हैं। रामन अनुसंधान संस्थान भारतीय विज्ञान संस्थान, बेंगलूर के साथ ज्वाइंट एस्ट्रानमी कार्यक्रम (जे ए पी)

शैक्षिक कार्यक्रम

और नेशनल सेंटर फॉर बायोलाजिकल साइंस, बेंगलूर के साथ फिजिक्स इन बायोलजी कार्यक्रम के लिए भागीदार हैं। पीएचडी कार्यक्रम के लिए प्रवेश की अपेक्षताएँ आदि के संबंधित अधिक जानकारी हमारे वेबसाईट से प्राप्त कर सकते है।

वर्तमान में पूरे भारत से पीएचडी कार्यक्रम के लिए कुल 62 छात्र नामित है, तथा वे संस्थान के एक समूह अर्थात खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी, प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी, मृदु संघनित पदार्थ तथा सैद्धांतिक भौतिकी के संकाय सदस्यों के साथ अनुसंधान चला रहे हैं। पिछले वर्ष के दौरान पांच पीएचडी उपाधि प्रदान की गई तथा छः व्यक्तियों ने अपने शोध प्रबंध समीक्षा के लिए प्रस्तुत किए हैं।

डाक्टरोत्तर फेलोशिप कार्यक्रम

रामन अनुसंधान संस्थान डाक्टरोत्तर फेलोशिप कार्यक्रम प्रदान करता है, जिसके लिए साल भर आवेदन दिया जा सकता है। इस डाक्टरोत्तर फेलोशिप की आरंभिक अवधि दो वर्षों के लिए होती है और उसे संभवतः तीन वर्षों के लिए बढ़ाया जा सकता है। यह डाक्टरोत्तर फेलोशिप के सदस्य, स्वंतंत्र रूप में काम करते हैं और अनुसंधान क्षेत्र एवं सहयोग का चयन में भी शैक्षिक स्वंतंत्रता होती है। यद्यपि डाक्टरोत्तर सदस्यों से यह अपेक्षा नहीं की जाती कि, वे संस्थान के किसी विशिष्ट अनुसंधान कार्यक्रम में अथवा किसी भी विशिष्ट अनुसंधान स्टॉफ के साथ काम करें, तथापि उनसे यह अपेक्षा की जाती है कि, उनके पास व्यावसायिक अनुसंधान की अभिरुचि हो और वे संस्थान में चल रहे और संस्थान द्वारा विचारित कार्यक्रमों में महत्वपूर्ण सहचर्य हो और प्रमाणित खोज अभिलेख हो। संस्थान के शैक्षिक क्रियाकलापों में सह मार्गदर्शक के रूप में, छात्रों के पर्यवेक्षण के रूप में तथा अन्य अनुसंधान स्टाफ के साथ सहयोग में डाक्टरोत्तर फेलो की प्रतिभागिता को अत्यधिक प्रेरणा दी जाती है।

ऐसे अभ्यर्थी जिनके पास डाक्टरोत्तर अनुसंधान के रूप में काम से कम एक पद हो, वे भी रामन अनुसंधान संस्थान मे पंचरत्नम फेलोशिप के सीमित संख्या में आवेदन दे सकते हैं। इसके लिए वर्ष भर आवेदन स्वीकृत किए जाते हैं और उन पर कार्रवाई प्रक्रिया के लिए चार से छः महीने का समय लगता है। चुने गए सदस्यों को पंचरत्नम फेलोशिप तीन साल की अवधि के लिए दिया जाता है। रामन अनुसंधान संस्थान के डाक्टरोत्तर एवं पंचरत्नम फेलोशिप के बारे में अधिक जानकारी के लिए हमारा वेबसाईट www.rri.res.in देखें।

वर्तमान मेंसंस्थान में देश और विदेश के कुल 8 डाक्रोत्तर सदस्य हैं। उनके अनुसंधान का बैकग्राउंड, विभिन्न वैज्ञानिक अभिरुचियॉ, और उनका भविष्य का लक्ष्य सभी संस्थान के उत्कृष्ट शैक्षिक एवं अनुसंधान गतिकी में महत्वपूर्ण पात्र लेते हैं।

आगंतुक छात्र कार्यक्रम

अत्यंत प्रेरितस्नातक एवं स्नातकोत्तर छात्रों को अनुसंधान का अनुभव प्रदान करनेवाला आगंतुक छात्र कार्यक्रम इस वर्ष भी जारी रहा।

उनके दौरे की अवधि में ये छात्र साथ एक सुविधाजनक परियोजना अथवा उसका हिस्सा जैसे भी हो। संस्थान के कम से कम एक स्टाफ सदस्य के काम करते हैं। संस्थान में छात्र का काम, स्टाफ एवं स्नातक छात्रों के बीच का वर्तालाप से उनको अनुसंधान की रुचि प्राप्त होती है और अनुसंधान कार्य में एक प्रथम अनुभव होता है।

एक समय के लिए आगंतुक छात्रों की कुल संख्या को उपलब्ध परियोजना, परामर्शक तथा संगत साध्यताओं तक सीमित किया जाता है। वर्ष के दौरान देश के विभिन्न भागों से कुल 124 छात्रों ने छः सप्ताह से लेकर छः महीने तक के अवधि तक भाग लिया।

आरआरआई में व्यक्ति

अनुसंधान संकाय

खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी

रवि सुब्रमण्यन (निदेशक)
अनुसंधान की अभिरुचियाँः ऑब्जर्वेशनल कॉस्मोलाजी, एक्स्ट्रागैलक्टिक एस्ट्रोनामी, एंटीना एवं सिग्नल प्रोसेसिंग
ईमेलः *rsubrahm@rri.res.in*

एन उदय शंकर
अनुसंधान की अभिरुचियाँः स्काई सर्वेस, इओआर की खोज, इन्स्ट्रुमेंटेशन और सिग्नल प्रोसेसिंग फॉर रेडियो एस्ट्रोनामी
ईमेलः *uday@rri.res.in*

बिमन नाथ
अनुसंधान की अभिरुचियॉः कॉस्मोलाजी एंड स्ट्रक्चर फार्मेशन एक्स्ट्रागैलक्टिक एस्ट्रोनामी
ईमेलः *biman@rri.res.in*

अविनाश ए देशपांडे
अनुसंधान की अभिरुचियाँः न्यूट्रान स्टार्स, पल्सर एंड ट्रांसिएंट्स, इन्स्ट्रुमेंटेशन और सिग्नल प्रोसेसिंग स्ट्रक्चर
ईमेलः *desh@rri.res.in*

बी रमेश
अनुसंधान की अभिरुचियॉः अपनी और अन्य गैलक्सियों में डिफ्यू मैटर, एनालॉग् एंड डिजिटल सिग्नल प्रोसेसिंग, (विषय) मिलिमीटरवेव टेलिस्कोप
ईमेलः *ramesh@rri.res.in*

एस श्रीधर
अनुसंधान की अभिरुचियॉः शियर फ्लो में टर्बुलेंस के कारण डायनेमो एक्शन, एमएचडी टर्बुलेंस, स्टेल्लर डायनामिक्स इन गैलक्टिक न्यूक्ली
ईमेलः *ssridhar@rri.res.in*

सी आर सुब्रमण्या (आगंतुक प्रोफेसर)
अनुसंधान की अभिरुचियॉः कॉस्मोलाजी, एक्स्ट्रा गैलक्टिक रेडियो स्रोत, सर्वेक्षण इन्स्ट्रुमेंटेशन और सिग्नल प्रोसेसिंग
ईमेलः *crs@rri.res.in*

बिश्वजीत पॉल (समन्वयक)
अनुसंधान की अभिरुचियाँः एक्स–रे बाईनरियाँ, न्यूट्रान स्टार, इन्स्ट्रुमेंटेशन और डेटा विश्लेषण
ईमेलः *bpaul@rri.res.in*

शिवकुमार सेठी
अनुसंधान की अभिरुचियाँः कॉस्मोलाजी एंड स्ट्रक्चर फारमेशन, रिआयनाईजेशन एरा, कॉस्मोलाजिकल मैग्नेटिक फील्ड
ईमेलः *sethi@rri.res.in*

के एस द्वारकानाथ
अनुसंधान की अभिरुचियॉः एक्स्ट्रा गैलक्टिक एस्ट्रानमी, गैलक्सियों का क्लस्टर, हेलो और रेलिक रेडियो स्रोत
ईमेलः *dwaraka@rri.res.in*

लक्ष्मी सरिपल्ली (आरआरआई ट्रस्ट वित्तपोषित पद)
अनुसंधान की अभिरुचियॉः मार्फालजी और रेडियो गैलक्सियों का लाईफ साईकल, सर्वेक्षण
ईमेलः *lsarapalli@rri.res.in*

नयनतारा गुप्ता
अनुसंधान की अभिरुचियॉः कास्मिक रेस, न्यूट्रांस, गामा रेस और गामा रेस बर्स्टस
ईमेलः *nayan@rri.res.in*

मयुरी एस (अनुसंधान सहयोगी)
अनुसंधान की अभिरुचियॉः रेडियो अस्ट्रानमी के लिए एंटेन्ना डिज़ाईन, फिलहाल एक्स्–रे एस्ट्रानमी के लिए इन्स्ट्रुमेंटेशन पर खोज चल रही है।
ईमेलः *mayuris@rri.res.in*

शरण्या सुर (अनुसंधान सहयोगी) 10.09.2012 तक
अनुसंधान की अभिरुचियॉः एस्ट्रोफिजिकल टर्बुलेंस और मैगनेटिक फील्ड, स्टार फारमेशन
ईमेलः *ssur@rri.res.in*

हर्शल भडकमकर (अनुसंधान सहयोगी)
अनुसंधान की अभिरुचियॉः एक्स्–रे बाईनरियों का विकास, एक्स–रे बाईनरियों का कलेक्टिव प्रापर्टीस, बाईनरी स्टार इवेल्यूशन
ईमेलः *harshalhb@rri.res.in*

हर्षा रायचूर (डाक्टरोत्तर फेलो)
अनुसंधान की अभिरुचियॉः एक्स–रे एस्ट्रानमी
ईमेलः *harsha@rri.res.in*

नित्यानंदन टी (पंचरत्नम फेलो)
अनुसंधान की अभिरुचियॉः आब्जर्वेशनल कॉस्मोलाजी, एक्स्ट्रागैलक्टिक एस्ट्रानमी, डायनमिक रेडियो स्काई, एस्ट्रानमी में स्टैटिस्टिकल मेथड एंड माडलिंग
ईमेलः *t_nithyanadan@rri.res.in*

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी

रेजी फिलिप
अनुसंधान की अभिरुचियॉः नॉनलीनियर आप्टिक्स, इंटेन्स लेसर फील्ड इंटरेक्शन्स, लेजर इंड्यूस्ड प्लाजमा
ईमेलः *reji@rri.res.in*

हेमा रामचंद्रन
अनुसंधान की अभिरुचियॉः क्वांटम कंप्यूटिंग, रैंडम मीडिया में लाईट प्रोपगेशन, नैनो पदार्थो के नवीन आप्टिकल एप्लिकेशन
ईमेलः *hema@rri.res.in*

सादिक रंगवाला (समन्वयक)
अनुसंधान की अभिरुचियॉः अल्ट्रा कोल्ड मालेक्यूलस, अयन ट्रैपिंग, बाहरी क्षेत्र में आटम एवं मालेक्यूल्स
ईमेलः *sarangwala@rri.res.in*

अंदल नारायणन
अनुसंधान की अभिरुचियॉः क्वांटम आप्टिक्स, मैग्नेटो–आप्टिकल ट्रैप्स, इलेक्ट्रोमैग्नेटिकली इंड्यूस्ड ट्रान्सफरेन्सी
ईमेलः *andal@rri.res.in*

ऊर्बसी सिन्हा
अनुसंधान की अभिरुचियॉः क्वांटम इन्फारमेशन, क्वांटम कंप्यूटिंग, क्वांटम आप्टिक्स, सूपरकंडक्टिविटी और नेनोटेक्नोलाजी
ईमेलः *usinha@rri.res.in*

सोलोमन इवान (डाक्टरोत्तर फेलो) 30.09.2012 तक
अनुसंधान की अभिरुचियॉः क्वांटम इन्फारमेशन सिद्धांत एवं इंटेंगलमेंट सिद्धांत
ईमेलः *solomon@rri.res.in*

प्रिया रोस (डाक्टरोत्तर फेलो)
अनुसंधान की अभिरुचियॉः लिक्विड ड्यूप्लेट्स में अल्ट्राफास्ट लेसर इंड्यूसड प्लास्मा
ईमेलः *priya@rri.res.in*

भार्गव राम एन (पंचरत्तनम फेलो) 18.10.2012 से
अनुसंधान की अभिरुचियॉः हाईब्रिड ट्रैप्स में कोल्ड कोलिशन्स
ईमेलः *nram@rri.res.in*

साफ्ट कंडेन्सड पदार्थ

यशोदन हटवाल्ने (समन्वयक)
अनुसंधान की अभिरुचीः लिक्विड क्रिस्टलों का फिनोलाजिकल सिद्धांत, मेंब्रान्सस और पालिमर क्रिस्टलाईजेशन
ईमेलः *yhat@rri.res.in*

संदीप कुमार
अनुसंधान की अभिरुचियॉः लिक्विड क्रिस्टलों का केमिकल सिंतेसिस और उनका एप्लिकेशन
ईमेलः *skumar@rri.res.in*

रघुनाथन वी ए
अनुसंधान की अभिरुचियॉः एंफीबिलिक सिस्टम्स मेंम्ब्रेन्सस, सर्फाक्टेंट पालीइलेक्ट्रोटाईप कांप्लेक्सों का फेस बिहेवियर
ईमेलः *varaghu@rri.res.in*

अरुण राय
अनुसंधान की अभिरुचियॉः लिक्विड क्रिस्टलों का फेस ट्रान्जेक्शन्स और इलेक्ट्रो ऑप्टिक प्रापर्टियॉ, नेनोकांपोजिट एवं नेनोमटेरियल्स की भौतिकी
ईमेलः *aroy@rri.res.in*

प्रतिभा आर
अनुसंधान की अभिरुचियॉः लिक्विड क्रिस्टलस, नेनोकांपोजिट्स
ईमेलः *pratibha@rri.res.in*

लक्ष्मीनारायण वी
अनुसंधान की अभिरुचियॉः इलेक्ट्रो केमिस्ट्री ऑफ सर्फेसस एंड इंटरफेसस, इलेक्ट्रान ट्रान्सफर प्रोसेस
ईमेलः *narayan@rri.res.in*

रंजिनी बंधोपाध्याय
अनुसंधान की अभिरुचियॉः कोपालीमर सर्फेक्टेंट इंटरेक्शन्स, ड्रग डिलीवरी सिस्टम्स, नान न्यूट्रान फलोस, जेल, साफट ग्लेसस और ग्रैनुअल मीडिया
ईमेलः *ranjini@rri.res.in*

रुक्मांगदन टी एन
अनुसंधान की अभिरुचियॉः लिक्विड क्रिस्टल डिस्प्लेस, एड्रेसिंग, कंट्रोलरस
ईमेलः *ruck@rri.res.in*

प्रमोद पुलारकट
अनुसंधान की अभिरुचियॉः बायोफिजिक्स इन सेल डायनामिक्स, सेल साईटोस्केलिटन, ट्रान्सपोर्ट और डायनमिक्स इन एक्संस
ईमेलः *pramod@rri.res.in*

बी के सदाशिव (आईएनएसए विज्ञानी)
अनुसंधान की अभिरुचियॉः केमिस्ट्री ऑफ लिक्विड क्रिस्टलाईन मटेरियल्स, इंटेलिजेंट डिज़ाईन एंड सिंथेसिस ऑफ मेसोजिनस
ईमेलः *sadashiv@rri.res.in*

एन वी मधुसूदन (एमिराईटस प्रोफेसर)
अनुसंधान की अभिरुचियॉः साफ्ट कंडेन्सड मैटर, लिक्विड क्रिस्टल्स
ईमेलः *nvmadhu@rri.res.in*

महेश कुमार वारिया (डोक्टरोत्तर फेलो)
अनुसंधान की अभिरुचियॉः ब्लू फेस फार्मिंग पदार्थो का सिंथेसाईस करना और
डोडिका–सब्स्टिट्यूटेड–हेक्साबेंजीनकोरोनीन डिस्काटिक्स
ईमेलः *varia@rri.res.in*

सैद्धांतिक भौतिकी

अभिषेक धर
अनुसंधान की अभिरुचियॉः नानइक्वीलिब्रियम स्टैटिस्टिकल मेकानिक्स, साफ्ट कंडेन्सड मैटर फिजिक्स
ईमेलः *dabhi@rri.res.in*

संजीब सभापंडित (समन्वयक)
अनुसंधान की अभिरुचियॉः स्टैटिस्टिकल फिजिक्स, एक्स्ट्रीम वैल्यू स्टैटिस्टिक्स
ईमेलः *sanjib@rri.res.in*

जोसेफ सामुएल
अनुसंधान की अभिरुचियॉः जनरल रिलेटिविटी, आप्टिक्स, साफ्ट कंडेन्सड मैटर फिजिक्स
ईमेलः *sam@rri.res.in*

मदन राव
अनुसंधान की अभिरुचियॉः साफ्ट कंडेन्सड मैटर
ईमेलः *madan@rri.res.in*

बी आर अय्यर
अनुसंधान की अभिरुचियॉः जनरल रिलेटिविटी, ग्रेविटेशनल वेवस
ईमेलः *bri@rri.res.in*

सुमती सुर्या
अनुसंधान की अभिरुचियॉः क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रैविटी
ईमेलः *ssurya@rri.res.in*

माधवन वरदराजन
अनुसंधान की अभिरुचियॉः क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रैविटी
ईमेलः *madhavan@rri.res.in*

एन कुमार (प्रतिष्ठित एमिराईट प्रोफेसर)
अनुसंधान की अभिरुचियॉः रैंडमनेस, डिसिपेशन, एंड डिकोहरेंस इन कंडेन्सड मैटर
ईमेलः *nkumar@rri.res.in*

सुपुर्णा सिन्हा
अनुसंधान की अभिरुचियॉः नानइक्वीलिब्रियम स्टैटिस्टिकल मेकानिक्स, साफ्ट कंडेन्सड मैटर फिजिक्स
ईमेलः *supurna@rri.res.in*

संदीपन सेनगुप्ता (डाक्टरोत्तर फेलो)
अनुसंधान की अभिरुचियॉः ग्रैविटेशनल फिजिक्स– गेज थियोरेटिक फार्मूलेशंस आफ ग्रैविटी, कैनोनिकल क्वांटाइजेशन ऑफ ग्रैविटी, कॉस्मोलाजी
ईमेलः *sandipan@rri.res.in*

मिगुएल कंपिग्लिया (अनुसंधान सहयोगी)
18.02.2013 से
अनुसंधान की अभिरुचियॉः क्लासिकल और क्वांटम ग्रैविटी
ईमेलः *miguel@rri.res.in*

वैज्ञानिक / तकनीकी स्टाफ

रेडियो एस्ट्रानमी प्रयोगालय

पी जी अनंतसुब्रमणियन
ananth@rri.res.in

एम एस एजिलरसी
arasi@rri.res.in

बी एस गिरीश
bsgiri@rri.res.in

एम एस गोपालकृष्णा
gkrishna@rri.res.in

पी एस कामिनी
kamini@rri.res.in

एस कस्तूरी
skasturi@rri.res.in

एस माधवी
madhavi@rri.res.in

सी विनुता
vinutha@rri.res.in

एच एन नागराज
nraj@rri.res.in

टी प्रभु
prabhu@rri.res.in

के बी राघवेंद्र राव
raghu@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

के एस श्रीवाणी
vani_4s@rri.res.in

वी पी रिशिन
rishinpv@rri.res.in

पी एस शशिकुमार
sasi@rri.res.in

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी

एम एस मीना
meena@rri.res.in

साफ्ट कंडेन्सड मैटर

मोहम्मद इशाक
ishaq@rri.res.in

एन रविशंकर
ravisank@rri.res.in

एच टी श्रीनिवास
seena@rri.res.in

के एन वसुधा
vasudha@rri.res.in

डी विजयराघवन
vijay@rri.res.in

ए दासन
dhas@rri.res.in

मिकेनिकल इंजीनियरिंग सेवाएँ

वी दामोधरन, सामान्य कार्यशाला प्रभारी

आर दुरै चेल्वन, प्रभारी, बेसमेंट कार्यशाला

एम अचंकुंजु
आई चार्ल्स पॉल
आर एलुमलै
के ओ फ्रान्सिस
वी गोकुल चंद्रन
एन गोपाल
एन मणी
वी नागराजन
एन नारायणस्वामी
टी पुट्टस्वामी
डी सुनंद
एम सुरेश कुमार

कम्प्यूटर

जेकब राजन, प्रभारी
jacob@rri.res.in

ई श्रीधर
sridhar@rri.res.in

एस कृष्ण मूर्ति
kmurthy@rri.res.in

गौरिबिदनूर टेलिस्कोप

एच ए अश्वथप्पा

ग्रंथालय

तकनीकी

बी एम मीना
एस गीता
एन मंजुनाथ
एम एन नागराज
वृंदा जे बेनेगल

सहायक स्टाफ

राजु वर्गीस, ग्राफिक आर्ट
के चौडाशेट्टी
सी ईलुमलै

पीएचडी छात्र

खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी

वसीम राजा
अनुसंधान की अभिरुचिः न्यूट्रान स्टार्स, पल्सर्स और ट्रांसिएंट्स, इन्स्ट्रूमेंटेशन और सिग्नल प्रोसेसिंग
ईमेलः *wasim@rri-res-in*
सलाहकारः ए ए देशपांडे

योगेश मान (जेएपी छात्र)
अनुसंधान की अभिरुचिः न्यूट्रान स्टार्स, पल्सर्स और ट्रांसिएंट्स, इन्स्ट्रूमेंटेशन और सिग्नल प्रोसेसिंग
ईमेलः *yogesh@rri-res-in*
सलाहकारः ए ए देशपांडे

ममता गुलाटी (जेएपी छात्र)
अनुसंधान की अभिरुचिः डिस्कों में वेव्स एंड डायनामिक्स
ईमेलः *mgulati@rri-res-in*
सलाहकारः एस श्रीधर

निशांत कुमार सिंह (जेएपी छात्र)
अनुसंधान की अभिरुचिः एस्ट्रोफिजिकल फ्लोस
ईमेलः *nishant@rri-res-in*
सलाहकारः एस श्रीधर

कन्हैया लाल पांडे
अनुसंधान की अभिरुचिः कॉस्मोलाजी और स्ट्रक्चर फारमेशन, रिआयनाईजेशन युग
ईमेलः *kanhaiya@rri-res-in*
सलाहकारः शिव सेठी

जगदीश चंद्र जोशी
अनुसंधान की अभिरुचिः क्वांटम केमिस्ट्री
ईमेलः *jagadish@rri-res-in*
सलाहकारः नयनतारा गुप्ता

श्रीहरि एच (जेएपी छात्र)03.09.2012 से
अनुसंधान की अभिरुचिः रेडियो एस्ट्रोनामी
ईमेलः *sreehari_h@rri.res.in*

अबीर सरकार (जेएपी छात्र) 03.09.2012 से
अनुसंधान की अभिरुचिः कॉस्मोलाजी स्ट्रक्चर फारमेशन
ईमेलः *abir@rri-res-in*
सलाहकारः शिव सेठी

सौमवो घोष (जेएपी छात्र) 03.09.2012 से
ईमेलः *souvavo@rri-res-in*

कार्तिक सरकार (जेएपी छात्र) 03.09.2012 से
अनुसंधान की अभिरुचिः गैलक्टिक आउटफ्लोस एवं गैलक्टिक हेलो के साथ उनका परस्पर व्यवहार
ईमेलः *kcsarkar@rri-res-in*
सलाहकारः बिमन नाथ

अर्पिता राय (जेएपी छात्र) 01.08.2012 से
अनुसंधान की अभिरुचिः गैलक्टिक अध्ययन
ईमेलः *arpita@rri-res-in*
सलाहकारः बिमन नाथ

करमवीर कौर – 01.08.2012 से
अनुसंधान की अभिरुचिः अक्रेशन फ्लोस का अध्ययन
ईमेलः *karmveer@rri-res-in*
सलाहकारः एस श्रीधर और बिश्वजित पॉल

प्रियंका सिंह – 13.07.2012 से
अनुसंधान की अभिरुचिः गैलक्टिक आउटफ्लोस से एस–ज़ड प्रभाव
ईमेलः *priyanka@rri-res-in*
सलाहकारः बिमन नाथ

नफीसा अफताब – 16.07.2012 से
अनुसंधान की अभिरुचिः एक्स–रे बाइनरियॉ
ईमेलः *nafisa@rri-res-in*
सलाहकारः बिश्वजीत पॉल

निपंजना पात्र (जेएपी छात्र)
अनुसंधान की अभिरुचिः कॉस्मोलाजी, ग्लोबल 21 सेमी, इओआर
ईमेलः *nipanjana@rri-res-in*
सलाहकारः रवि सुब्रमण्यन

चंद्रेयी मैत्रा (जेएपी छात्र)
अनुसंधान की अभिरुचिः एक्स–रे पोलराईजेशन, पोलरीमीटर, बाइनरियों का स्पेक्ट्रल अध्ययन
ईमेलः *cmaitra@rri-res-in*
सलाहकारः बिश्वजीत पॉल

क्षितिज तोरट (जेएपी छात्र)
अनुसंधान की अभिरुचिः रेडियो एस्ट्रोनामी, आप्टिकल एस्ट्रोनामी, एक्टिव गैलक्टिक न्यूक्लियस इवेल्यूशन
ईमेलः *kshitij@rri-res-in*
सलाहकारः रवि सुब्रमण्यन/लक्ष्मी सरीपल्ली

महावीर शर्मा
अनुसंधान की अभिरुचिः कॉस्मोलाजी एवं स्ट्रक्चर फारमेशन, एक्स्ट्रा गैलक्टिक एस्ट्रोनामी
ईमेलः *mahavir@rri-res-in*
सलाहकारः बिमन नाथ

लिजो थॉमस जॉर्ज
अनुसंधान की अभिरुचिः कॉस्मोलाजी –बारयोन अकास्टिक ऑसिलेशन
ईमेलः *lijo@rri-res-in*
सलाहकारः शिव सेठी

नज़मा सैयदा (जेएपी छात्र)
अनुसंधान की अभिरुचिः एक्स–रे बाईनरीज और गैलक्सियों के लुमिनासिटी फंक्शंस
ईमेलः *nazma@rri-res-in*
सलाहकारः बिश्वजीत पॉल

सौरभ पॉल
अनुसंधान की अभिरुचिः कॉस्मोलाजी, सैद्धांतिक खगोल भौतिकी, एमडब्ल्यूए
ईमेलः *sourabh@rri-res-in*
सलाहकारः शिव सेठी, के एस द्वारकानाथ, एन उदय शंकर

गायत्री रामन
अनुसंधान की अभिरुचिः एक्स–रे बाईनरियों के आप्टिकल एवं एक्स–रे पदार्थों में, एक्सएमएम डेटा आक्राइव के साथ विशिष्ट विश्लेषण के साथ एक्स–रे एस्ट्रोनामी
ईमेलः *graman@rri-res-in*
सलाहकारः बिश्वजीत पॉल

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी

सेंग्यून ली
अनुसंधान की अभिरुचिः आटम–आयन इंटरेक्श्न
ईमेलः *lee@rri-res-in*
सलाहकारः सादिक रंगवाला

दीपक पांडे
अनुसंधान की अभिरुचिः लेजर कूलिंग ऑफ आटम्स, क्वांटम कंप्यूटेशन
ईमेलः *deepak@rri-res-in*
सलाहकारः हेमा रामचंद्रन

ज्योति एस
अनुसंधान की अभिरुचिः आटम, मालेक्यूल्स एवं आयन का क्वांटम इंटरेक्शंस
ईमेलः *jyothi@rri-res-in*
सलाहकारः सादिक रंगवाला

त्रिदिब रे
अनुसंधान की अभिरुचिः आटम, मालेक्यूल्स एवं आयन का क्वांटम इंटरेक्शंस
ईमेलः *tray@rri-res-in*
सलाहकारः सादिक रंगवाला

राहुल सावंत वैजनाथ
अनुसंधान की अभिरुचिः क्वांटम इन्फारमेशन, क्वांटम आप्टिक्स
ईमेलः *rahuls@rri-res-in*
सलाहकारः ऊर्बसी सिन्हा

कार्तिक एच एस
अनुसंधान की अभिरुचिः क्वांटम सिद्धांत का आधारभूत विचार, क्वांटम इन्फारमेशन सिद्धांत, क्वांटम आप्टिक्स
ईमेलः *karthik@rri-res-in*
सलाहकारः अंदल नारायणन

मोहम्मद शफी ओल्लक्कन
अनुसंधान की अभिरुचिः लेसर उत्पन्न प्लास्मा स्पेक्ट्रोस्कोपी और नानलीनियर आप्टिक्स
ईमेलः *ollakkans@rri-res-in*
सलाहकारः रेजी फिलिप

बूटी सूर्यब्राह्मण
अनुसंधान की अभिरुचिः क्वांटम आप्टिक्स
ईमेलः *suryabrahman@rri-res-in*
सलाहकारः हेमा रामचंद्रन

अमृता गाडगे
अनुसंधान की अभिरुचिः कोल्ड ऑटम प्रयोग, बोस–आइंस्टीन कंडेन्सेशन
ईमेलः *amruta@rri-res-in*
सलाहकारः हेमा रामचंद्रन

माधुरी कुमारी
अनुसंधान की अभिरुचिः रैंडम मीडिया में लाईट स्कैटरिंग
ईमेलः *madhuri@rri-res-in*
सलाहकारः हेमा रामचंद्रन

निरंजन म्याएनी –12.07.2012 से
अनुसंधान की अभिरुचिः कोल्ड आटम और आयन के साथ कैविटी क्यूईडी
ईमेलः *niranjan@rri-res-in*
सलाहकारः सादिक रंगवाला

कुमार रविरंजन –12.07.2012 से
ईमेलः *raviranjan@rri-res-in*
सलाहकारः ऊर्बसी सिन्हा

साफ्ट कंडेन्सड मैटर

ए जयकुमार
अनुसंधान की अभिरुचिः लिक्विड क्रिस्टल सिद्धांत
ईमेलः *jkumar@rri.res.in*
सलाहकारः यशोधन हटवलने

एस मधुकर
अनुसंधान की अभिरुचिः सर्फेक्टेंट्स एंफीफिलिक सिस्टम्स
ईमेलः *madhukar@rri.res.in*
सलाहकारः वी ए रघुनाथन

राजीब बसक
अनुसंधान की अभिरुचिः साफ्ट ग्लासी पदार्थों की रियालजी एवं डायनामिक्स
ईमेलः *rajib@rri.res.in*
सलाहकारः रंजिनी बंधोपाध्याय

अनु रंजित
अनुसंधान की अभिरुचिः इलेक्ट्रोकेमिस्ट्री ऑफ सर्फेसस एंड इंटरफेसस, थिन फिल्मों के इलेक्ट्रान ट्रान्सफर प्रोसेस
ईमेलः *anu@rri.res.in*
सलाहकारः वी लक्ष्मीनारायणन

देबाशीष साहा
अनुसंधान की अभिरुचिः कोलायड्स के स्ट्रक्चर एंड डायनामिक्स, रियालजी ऑफ साफ्ट ग्लासी मटेरियल् और फलो बिहेवियर ऑफ साफ्ट सालिड्स
ईमेलः *debasish@rri.res.in*
सलाहकारः रंजिनी बंधोपाध्याय

रेणु विश्वकर्मा
अनुसंधान की अभिरुचिः बायोफिजिक्स
ईमेलः *renuv@rri.res.in*
सलाहकारः प्रमोद पुलारकट

संतोष गुप्ता
अनुसंधान की अभिरुचिः सर्फक्टेंट्स, एंफीफिलिक सिस्टम्स
ईमेलः *santosh@rri.res.in*
सलाहकारः वी ए रघुनाथन

शेशगिरि राव
अनुसंधान की अभिरुचिः बायोफिजिक्स
ईमेलः *giri@rri.res.in*
सलाहकारः प्रमोद पुलारकट

अनघा दातर
अनुसंधान की अभिरुचिः बायोफिजिक्स
ईमेलः *anagha@rri.res.in*
सलाहकारः प्रमोद पुलारकट

पी के शबीब
अनुसंधान की अभिरुचिः रियालजी ऑफ साफ्ट मैटर सिस्टम्स
ईमेलः *shabeeb@rri.res.in*
सलाहकारः वी ए रघुनाथन

अविनाश बी एस
अनुसंधान की अभिरुचिः इलेक्ट्रोकेमिस्ट्री ऑफ सर्फेसस एंड इंटरफेसस, थिन फिल्मों के इलेक्ट्रान ट्रान्सफर प्रोसेस
ईमेलः *avinash@rri.res.in*
सलाहकारः संदीप कुमार

शमीम अली
अनुसंधान की अभिरुचिः रियालजी ऑफ साफ्ट मैटर सिस्टम्स
ईमेलः *samim@rri.res.in*
सलाहकारः रंजिनी बंधोपाध्याय

स्वामीनाथन के
अनुसंधान की अभिरुचिः लिक्विड क्रिस्टल की केमिस्ट्री
ईमेलः *swamynathan@rri.res.in*
सलाहकारः संदीप कुमार

वी मारिचंद्रन
अनुसंधान की अभिरुचिः लिक्विड क्रिस्टल की केमिस्ट्री
ईमेलः *vmchandru@rri.res.in*
सलाहकारः संदीप कुमार

आर वी जगदीश
अनुसंधान की अभिरुचिः लिक्विड क्रिस्टल सिंथेसिस
ईमेलः *jagadeeshrv@rri.res.in*

सुशील दुबे –27.07.2012 से
अनुसंधान की अभिरुचिः फोर्स डिवाइस एवं पालिमर रियालजी के उपयोग से एक्सान का मैकानिकल पुल्लिंग
सलाहकारः प्रमोद पुलारकट

मीरा थॉमस – 25.07.2012 से
अनुसंधान की अभिरुचिः एंफीफिलिक मालेक्यूल्स का सेल्फ असेम्बल्ड स्ट्रक्चर
सलाहकारः वी ए रघुनाथन

आशीष कुमार 24.07.2012 से 5 जुलाई 2013

सैद्धांतिक भौतिकी

अनिर्बन पोल्ली
अनुसंधान की अभिरुचिः साफ्ट कंडेन्सड मैटर
ईमेलः *anirban@rri.res.in*
सलाहकारः मदन राव

अंजन राय
अनुसंधान की अभिरुचिः स्टैटिस्टिकल मैकानिक्स
ईमेलः *anjanroy@rri.res.in*
सलाहकारः अभिषेक धर

चैत्रा श्रीपाद हेगडे
अनुसंधान की अभिरुचिः सैद्धांतिक भौतिकी, स्टैटिस्टिकल मैकानिक्स
ईमेलः *hegde@rri.res.in*
सलाहकारः अभिषेक धर

प्रसाद वी वी
अनुसंधान की अभिरुचिः सैद्धांतिक भौतिकी, स्टैटिस्टिकल मैकानिक्स
ईमेलः *prasadvv@rri.res.in*
सलाहकारः संजीब सभापंडित

सुमन गौरब दास
अनुसंधान की अभिरुचिः सैद्धांतिक भौतिकी, स्टैटिस्टिकल मैकानिक्स
ईमेलः *suman@rri.res.in*
सलाहकारः अभिषेक धर

अर्णब पॉल
अनुसंधान की अभिरुचिः सैद्धांतिक भौतिकी, स्टैटिस्टिकल मैकानिक्स
ईमेलः *arnab@rri.res.in*
सलाहकारः संजीब सभापंडित

कुमार शिवम – 11.07.2012 से
अनुसंधान की अभिरुचिः क्वांटम एंटांगलमेंट
ईमेलः *kshivam@rri.res.in*
सलाहकारः सुपुर्णा सिन्हा, जोसेफ सेमुअल

अनिरुद्ध रेड्डी – 12.07.2012 से
ईमेलः *anirudhr@rri.res.in*
सलाहकारः सुपर्णा सिन्हा

देब शंकर बैनर्जी – 13.07.2012 से
अनुसंधान की अभिरुचिः टिश्यू डायनामिक्स, फिलहाल ड्रोसोफिला जर्म – बैड विस्तार के लाए एक सक्रिय हाइड्रोडायनामिक माडल के विकास में लगे हैं।
ईमेलः *debsankar@rri.res.in*
सलाहकारः मदन राव

राज हुसैन – 12.07.2012 से
अनुसंधान की अभिरुचिः रैंडम फील्ड ग्लास सिद्धांत, इस सिद्धांत के जरिए हम क्राउडेड मैटर सिस्टम में मालेक्यूल के डायनामिक्स की खोज करना चाहते हैं
सलाहकारः मदन राव

अभिजित पेंडसे– 16.07.2012 से
अनुसंधान की अभिरुचिः कास्मिक माईक्रोवेव बेकग्राउंड में इनहोमोजिनेटीस का अध्ययन कर रहे हैं।
ईमेलः *abhijitsp@rri.res.in*
सलाहकारः शिव सेठी

आगंतुक विज्ञानी

खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी

पी श्रीकुमार (31.12.2012 तक)

तरुण दीप सैनी (30.09.2012 तक)

विनोद क्रिशन

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी

आर श्रीकांत

आर श्रीनिवासन

दिव्या शर्मा (31.05.2012 तक)

रवि गोपाल वर्मा

कृष्णराय दस्तीदार

साफ्ट कंडेन्सड मैटर

वेंकटेश गोपाल

रेडिया एस्ट्रोनामी प्रयोगशाला

ए कृष्णन

सहायक प्रोफेसर

रमानाथ कौशिक

एंडर्स कैस्टबर्ग

रोन एकर्स

गिरीश ए अग्रवाल

राफेल डी सोरकिन

विल्लियम बान

परिषद

के कस्तूरीरंगन	सदस्य, योजना आयोग अध्यक्ष
प्रो पी के काव	निदेशक, इंस्टीट्यूट ऑफ प्लाज्मा रिसर्च गांधीनगर 382 428
डॉ. टी रामसामी	सचिव, विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय नई दिल्ली 110 016
प्रो.रवि सुब्रमण्यन	निदेशक, रामन अनुसंधान संस्थान बेंगलूर 560 80 (पदेन सदस्य)
प्रो ओ सिद्दिकी	नेशनल सेंटर फॉर बायोलाजिकल साइंस टाटा इन्स्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च बेंगलूर 560 065
श्रीमती अनुराधा मित्रा	संयुक्त सचिव एवं वित्तीय सलाहकार विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय भारत सरकार, नई दिल्ली 110 016
प्रो ए के सूद	फिसिकल एंड मैथमेटिकल साइंसेस डिवीजन भारतीय विज्ञान संस्थान, बेंगलूर 560 012
प्रो पी सी अग्रवाल	डीएई–यूएम (एटामिक एनर्जी विभाग– मुंबई विश्वविद्यालय) सेंटर फार एक्सिलेंस इन बेसिक साइंसेस मुंबई विश्वविद्यालय कैंपस, विद्यानगरी हेल्थ सेंटर कलीना, सांता क्रूज (पूर्व), मुंबई 40098

वित्तीय समिति

के कस्तूरीरंगन	सदस्य, योजना आयोग अध्यक्ष
श्रीमती अनुराधा मित्रा	संयुक्त सचिव एवं वित्तीय सलाहकार विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय भारत सरकार, नई दिल्ली 110 016
प्रो ओ सिद्दिकी	नेशनल सेंटर फॉर बायोलाजिकल साइंस टाटा इन्स्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च बेंगलूर 560 065
प्रो रवि सुब्रमण्यन	निदेशक, रामन अनुसंधान संस्थान बेंगलूर 560 080 (पदेन सदस्य)

अन्य स्टाफ

प्रशासन

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

के रघुनाथ
उप प्रशासनिक अधिकारी
kraghu@rri.res.in

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

मारिसा डि'सिल्वा
marisa@rri.res.in

के राधाा
radha@rri.res.in

वी रवींद्रन
ravee@rri.res.in

आर गणेश
ganeshr@rri.res.in

वी एस शैलजा
svs@rri.res.in

जी वी इंदिरा

समूह सचिव

खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी

विद्यामणी वी
vidya@rri.res.in

साफ्ट कंडेन्सड मैटर

राधाकृष्णन के
krk@rri.res.in

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी

एस हरिणी कुमार
harini@rri.res.in

सैद्धांतिक भौतिकी

जी मंजुनाथ
manju@rri.res.in

आर ए एल प्रयोगशाला

ममता बाई आर
mamta@rri.res.in

लेखा

पी वी सुब्रमण्या, लेखा अधिकारी
वी रघुनाथ
आर रमेश, आंतरिक लेखा परीक्षक

खरीद

सी एन राममूर्ति, खरीद अधिकारी
एम प्रेमा
जी गायत्री

भंडार

बी श्रीनिवास मूर्ति, भंडार अधिकारी
एम वी सुब्रमण्यम

अपकीप

हनुमंता
जयम्मा
के एन कवलप्पा
डी कृष्णा
सी लक्ष्मम्मा
टी महादेव
टी मुरली
नारायण
सिद्दे गौडा
वी वेंकटेश

संपदा एवं इमारतें

जी बी सुरेश, सिविल इंजीनियर
आर शशिधरन, पर्यवेक्षक
आर अनंत सुब्बा राव, परामर्शदाता
एस अनंत रामन
के भूपालन

गुणशेखर
सी हरिदास
श्रीनिवास
के पलानी
एम राजगोपाल
के जी नरसिंहलु
एम रमेश
ए रामण्णा

सुरक्षा

सी एन गणपति, प्रभारी (परामर्शदाता)
बी एम बसवराजय्या
यू ए ईरप्पा
एच गंगय्या
केशवमूर्ति
सुरेश
के कृष्णप्पा
के पुष्पराज
ओ एम रामचंद्रा
जी रामकृष्णा
एम सण्णय्या
एच वडेरप्पा

परामर्शक

एस नागराज

परिवहन

एम के राजु कुट्टी
एम बलराम
सीके मोहनन
जी प्रकाश
रहमत पाशा
जी राजा
एम वेंकटेशप्पा

सुखसुविधाएँ (अतिथि गृह एवं हॉस्टल)

श्रीहरि प्रह्लाद, कैंटीन/अतिथि गृह प्रबंधक (अस्थाई)
एन नारायणप्पा, प्रभारी
शिवमल्लु
मंगला सिंह
मुनिरत्ना
टी नागण्णा
डी बी पद्मावती

पीसी प्रभाकर

एन पुट्टस्वामी
ए राजु
उमा
शारदम्मा
यशोदा

बागवानी

बैलप्पा
लिंगेगौडा
डी महालिंगा
मैलारप्पा
मारप्पा
डी मुनिराजा
एस मुनिराजु
रहमतुल्ला खॉ
रंगलक्ष्मी

वरलक्ष्मी

चिकित्सा

कन्सल्टेंट पेडियाट्रिशियन : डॉ एमआर बालिगा
कन्सल्टेंट फिजीशियन : डॉ बीवी संजय राव
तकनीशियनः आर शांतम्मा

कार्पेंट्री

एम गोपीनाथ

गौरिबिदनूर टेलीस्कोप सहायक स्टाफ

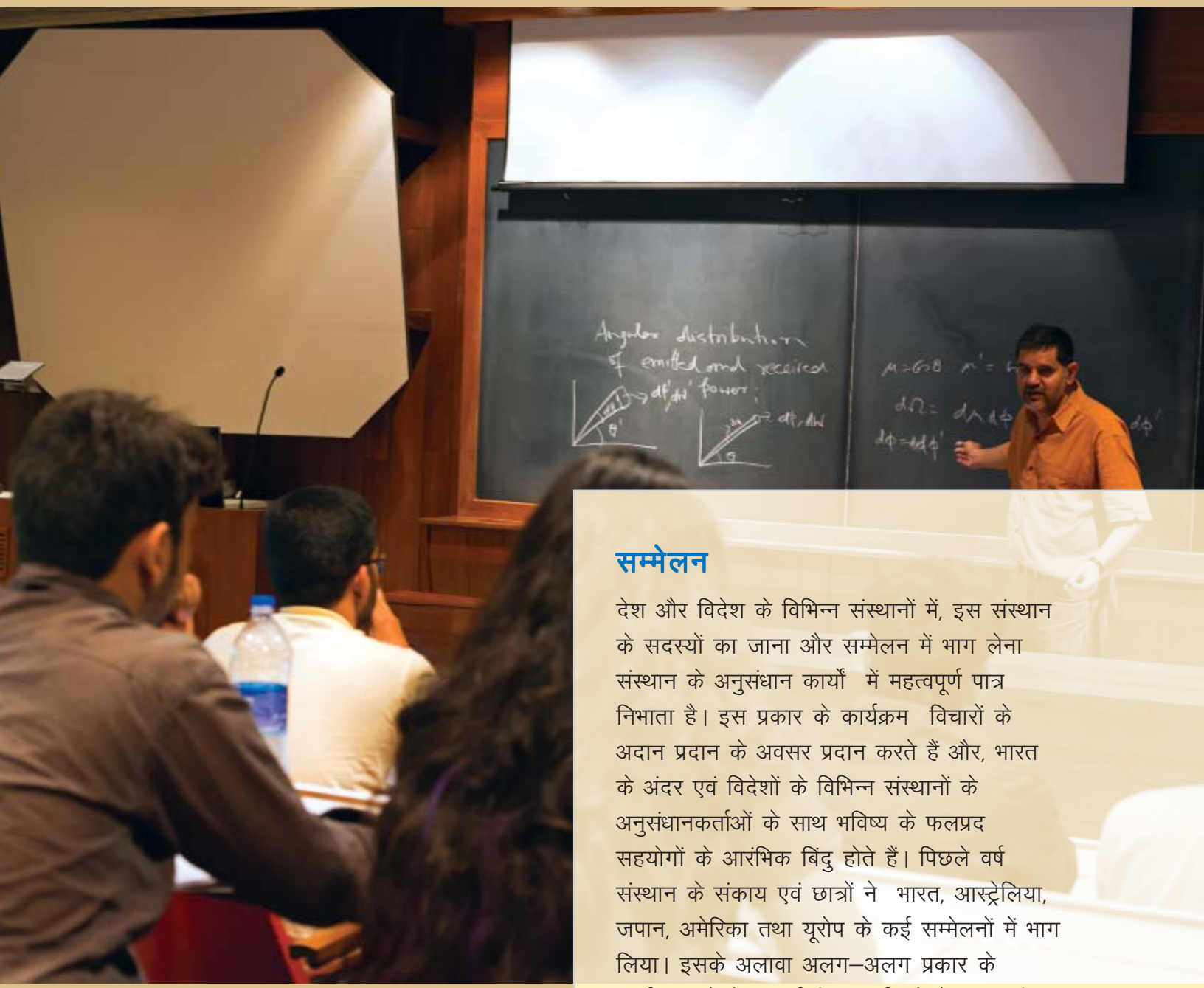
भीमा नायक
गंगाराम
एम मुनियप्पा
पापण्णा
आरपी रामजी नायक
राणोजी राव
शिवरुद्राराध्या
तिप्पण्णा
वेंकटस्वामी
एनआर श्रीनाथ

प्रकाशन

रामन अनुसंधान संस्थान, वर्ष भर में किए गए अपने अनुसंधान क्रियाकलापों को राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय अभिजात वर्ग द्वारा समीक्षित जर्नलों में प्रकाशित करवाता है। संस्थान के चारों अनुसंधान समूहों के प्रत्येक समूह के अपने विशिष्ट अनुसंधान क्षेत्र पर केंद्रीकृत करते हुए, विशिष्ट पत्रिकाओं में प्रकाशन करवाते हैं। सैद्धातिक भौतिकी समूह में निम्नलिखित जर्नल शामिल हैं: *फिसिकल रिव्यू, क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रैविटी, जर्नल ऑफ फिसिक्स, जर्नल ऑफ स्टैटिस्टिकल मिकेनिक्स* और *बायोफिजिक्स जर्नल*। लेकिन केवल इन्हीं के लिए सीमित नहीं है। मृदु संघनित पदार्थ समूह के संकाय एवं छात्रों द्वारा अपने कार्य/लेखों को *फिसिकल रिव्यू, लिक्विड क्रिस्टल्स, जर्नल ऑफ फिजिकल केमिस्ट्री, जर्नल ऑफ केमिकल साइंसेस, जर्नल ऑफ एप्लाइड फिजिक्स, यूरोपियन फिजिकल जर्नल, जर्नल ऑफ नैनोसाइंस और नैनोटेक्नोलाजी* आदि में प्रकाशित करवाए जाते हैं।

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी समूह के प्रकाशन को फिजिकल *रिव्यू, जर्नल ऑफ नैनोफिजिक्स, आप्टिकल एक्सप्रेस और कैनेडियन जर्नल ऑफ फिजिक्स* में देखा जा सकता है। खगोल विज्ञानी एवं खगोलभौतिकी विज्ञानी अपने काम को विश्व के साथ शेयर करने हेतु *फिजिकल रिव्यू, मंतली नोटिसेस ऑफ रॉयल एस्ट्रोनामिकल सोसाईटी, एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, जर्नल ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स एंड एस्ट्रोनामी* और अन्य जर्नलों में पाया जा सकता है। वर्ष के दौरान लेखक अथवा सहलेखक के रूप में कुल 138 लेख प्रकाशित हुए हैं। सम्मेलन कार्यवाहियों में 20 प्रकाशित हुए हैं और 33 (31 जर्नलों में और 2 सम्मेलन कार्यवाही में) लेख प्रेस में हैं। संस्थान के सदस्य अपने पुस्तक और/कृतियों को उत्कृष्ट एवं विशिष्ट जर्नलों के विस्तार से बाहर, लोकप्रिय वैज्ञानिक मैगजीनों में प्रकाशित करवाकर विविधता प्राप्त कर रहें हैं।

संस्थान के प्रत्येक सदस्य द्वारा किए गए प्रकाशनों की सूची अनुबंध 1 में दी गई है।



सम्मेलन

देश और विदेश के विभिन्न संस्थानों में, इस संस्थान के सदस्यों का जाना और सम्मेलन में भाग लेना संस्थान के अनुसंधान कार्यों में महत्वपूर्ण पात्र निभाता है। इस प्रकार के कार्यक्रम विचारों के अदान प्रदान के अवसर प्रदान करते हैं और, भारत के अंदर एवं विदेशों के विभिन्न संस्थानों के अनुसंधानकर्ताओं के साथ भविष्य के फलप्रद सहयोगों के आरंभिक बिंदु होते हैं। पिछले वर्ष संस्थान के संकाय एवं छात्रों ने भारत, आस्ट्रेलिया, जपान, अमेरिका तथा यूरोप के कई सम्मेलनों में भाग लिया। इसके अलावा अलग–अलग प्रकार के कार्यशालाओं में, अंतर्राष्ट्रीय कार्यक्रमों में, बहुराष्ट्रीय परियोजना बैठकों में तथा प्रशिक्षण कार्यक्रमों में भाषण एवं अतिथि व्याख्यान दिए गए। संस्थान के सदस्यों ने देश भर के कॉलेजों में जाकर वहाँ आयोजित विशेष कार्यक्रमों में विभिन्न प्रकार के विज्ञान और अनुसंधान के विषयों पर, व्याख्यान, भाषण और प्रस्तुतीकरण किया।

अन्य क्रियाकलाप

उन सभी सम्मेलनों की सूची जिसमें संस्थान के सदस्यों ने भाग लिया था, अनुबंध 2 में दी गई है।

संगोष्ठियाँ एवं चर्चा गोष्ठियाँ

गुरुवार का विचार विमर्श का सत्र, संस्थान के उन असंख्य क्रियाकलापों में से एक है जो विभिन्न अनुसंधान समूहों, रामन अनुसंधान संस्थान के सदस्यों, आमंत्रित वक्ता एवं उनके संस्थानों के साथ परस्पर विचार विमर्श के लिए एक मंच प्रदान करता है। इसके अलावा इस सत्र में प्रस्तुत किए गए संगत विषय, अक्सर विज्ञान के अन्य विभिन्न शाखाओं के लिए नवीन एवं रोचक विषयों का परिचय मिलता है जो हमारे समाज के लिए महत्वपूर्ण तात्कालिक चुनौतियों के संगत होते हैं।

गत वर्ष के दौरान गुरुवार की चर्चा गोष्ठी के व्याख्यान प्रस्तुत करने हेतु विश्व भर के वक्ता पधारे थे। सत्र के विषयों में, 'पालिमर ट्रांसलोकेशन थ्रू एक्टिव एंड पैटर्नड नैनो पोरस ; "बेल्ट्रामी स्टेट्स इन प्लास्मास"; "ए क्वांटम डॉट क्लोस टु स्टोनर इंस्टेबिलिटी"; "द रोल ऑफ बेर्रीस फेस"; "हाउ डू इन्सेक्ट फ्लाई"; "डिस्कवरी ऑफ हिग्स बोसन एंड कान्सीक्वेन्सस" और "कोहेरेंट परफेक्ट अब्जार्प्शन मीडियेटेड बेंडिंग ऑफ लाईट द रांग वे" आदि कई विषय सम्मिलित थे।

वक्ताओं का नाम, संस्थान में उनके दौरे का समय की संपूर्ण सूची अनुबंध 3 में दी गई है।

आगंतुक संकाय एवं अनुसंधानकर्ताओ की संस्थान में संगोष्ठियॉ आयोजित की जाती है। चर्चा गोष्ठी से अलग हटकर , संगोष्ठियों का उद्देश्य गहन ज्ञान की वृद्धि एवं विनिर्दिष्ट अनुसंधान विषयों पर चर्चा करना है। सामान्यतः संगोष्ठी के विषय, आरआरआई और आगंतुक के संस्थान के बीच सहयोगी परियोजनाओं की वर्तमान प्रगति, अथवा संस्थान के सदस्यों की विशिष्ट अभिरुचि होता है।

पिछले वर्ष के दौरान आरआरआई में आगंतुक संकाय एवं अनुसंधानकर्ताओं की सूची अनुबंध 2 में दी गई है।

आगंतुक विद्वान

संस्थान में आगंतुक विद्वानों के समूह की वृद्धि के लिए अधिक प्राथमिकता दी जाती है। ग्लोबल कनेक्टिविटी के आज के विश्व में, शैक्षिक एवं अनुसंधान समुदाय पहले की अपेक्षा मुक्त है। प्रत्येक संस्था को अपनी सफलता के लिए राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीयय तौर पर मुक्त वातावरण बनाए रखना बहुत जरूरी है।

इस बात को ध्यान में रखकर आरआरआई के सदस्य अधिक संख्या में विज्ञानियों, अनुसंधानकर्ताओं और इंजीनियरों को संस्थान का दौरा करने के अवसर देने एवं संस्थान के विशिष्ट ज्ञान प्राप्त सदस्यों के ज्ञान का लाभ उठाते हुए, नए विचार एवं कुशलता का योगदान का अवसर प्रदान करने हेतु संस्थान के सदस्य अथक प्रयास कर रहे हैं। संस्थान का दौरा कई कुछ दिनों से कई महीनों तक हो सकता है और इससे कई सहयोगात्मक परिणाम और/अथवा नये और दिलचस्प परियोजनाओं की परिकल्पना होती है। पिछले वर्ष दर्जनों भारतीय एवं अंतर्राष्ट्रीय संस्थाओं के 117 विद्वानों ने रामन अनुसंधान संस्थान का दौरा किया है। इतने मित्रों को पाकर संस्थान हर्षित है और संस्थान के वातावरण को वैविध्यपूर्ण , गतिशील और स्पंदनात्मक बनाने के लिए हम उनके आभारी हैं।

सभी आगंतुक, और वे कहॉ से आए हैं और आरआरआई में उनके दौरे की अवधि आदि की सूची अनुबंध 4 में दी गई है।

अन्य क्रियाकलाप

प्रदत्त पीएचडी

पियूश प्रसादः ए नेटवर्क सेंट्रिक रिसीवर अर्किटेक्चर फॉर लो फ्रीक्वेन्सी एर्रेस।

मो.अरीफ कमल : इन्फ्लुएन्स ऑफ सम मेंब्रेन्स एक्टीव बायोमालेक्यूल्स ऑन दि फेस बिहेवियर ऑफ मॉडल लिपिड मेंब्रेन्सस।

अंतरा पालः स्टडीज ऑन द सेल्फ–असेब्लड स्ट्रक्चर्स ऑफ आयनिक एंफिफाइल इन वाटर–इन्फ्लूएन्स ऑफ स्ट्रंगली बाईंडिंग काउंटीरियन्स एंड पालिमर्स।

तृप्ता भाटियाः एक्स्पेरिमेंटल स्टडीज ऑन स्टैटिस्टिक्स एंड डायनामिक्स ऑफ सम नावेल इन्स्टेबिलिटीज इन लैसोट्रोपिक सिस्टम्स।

ए वी राधाकृष्णा : इन्वेस्टिगेशन ऑन द पालिमार्फिज्म ऑफ सर्फक्टेंट–डीएनए कॉप्लेक्सेस

पीएचडी के लिए प्रस्तुत

नंदन सतपति : इन्वेस्टिगेशन टुवर्ड्स क्वांटम वाक इन आप्टिकल एंड कोल्ड एटामिक सिस्टम्स।

वेंकटरामन पी आर : दि स्ट्रक्चर ऑफ टीजीबी ए एंड टीजीबी सी फेसस नियर दि लोअर क्रिटिकल ट्विस्ट।

राधिका एसः इन्वेस्टिगेशन ऑन दि सिंथेसिस एंड स्ट्रक्चर–प्रापर्टी रिलेशनशिप ऑफ नोवल मेसोजेनिक बेंट कोर कंपाउंडस।

अजित शर्मा : एटम कैविटी इंटरेक्शंस विद हॉट एंड कोल्ड एटामिक वेपर्स।

रवि केः ट्रैपिंग और कूलिंग ऑफ आयन्स एंड स्टडी ऑफ आयन एटम्स इंटरेक्शंस।

तृप्ता भाटियाः एक्स्पेरिमेंटल स्टडीस ऑन स्टैटिस्टिक्स अंड डायनमिक्स ऑफ सम नावेल इन्स्टेबिलिटीस इन लैसोट्रोपिक सिस्टम्स।

समान्य

वर्ष के दौरान विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग से प्राप्त अनुदानः

	(रुपये लाखों में)
योजना (आवर्त एवं अनावर्त)	रु. 3,480.00
योजनेतर (आवर्त)	रु. 107.10
कुल	रु. 3,587.10

जर्नल क्लब

आरआरआई का जर्नल क्लब 1981 में आरंभ हुआ और उसका उद्देश्य, वैज्ञानिक साहित्यों में प्रकट होने वाले रोचक एवं दिलचस्प पेपरों पर संस्थान के सदस्यों का ध्यानाकर्षित करना है। अपने अनुसंधान क्षेत्र से बाहर के विकासों का ट्रैक रखना असंभव है। जर्नल क्लब, सामान्य अभिरुचि के अनेको प्रकार के नवीन पेपरों की प्रस्तुती से इस परिस्थिति का आंशिक समाधान की कोशिश करता है।

जर्नल क्लब के वर्ष के अंतिम स्लाट को उस साल में नोबेल पुरस्कार प्राप्त भौतिकी के विषय की समीक्षा के लिए आरक्षित रखा गया है। जब वक्ता अपने चुने हुए पेपर को प्रस्तुत करते हैं, अनौपचारिक चर्चाएँ, प्रश्न और प्रदर्शनों को प्रोत्साहित किए जाते है क्योंकि, ये समझ के बीच और उत्कृष्ट गुण के अनुसंधान के मार्ग बन सकते हैं।

पिछले वर्ष में जर्नल क्लब की बैठकों में समीक्षा किए गए पेपरों की सूची अनुबंध 5 में दी गई है।

हिंदी अनुभाग

संस्थान की राजभाषा कार्यान्वयन समिति के मार्गदर्शन में, भारत सरकार गृह मंत्रालय द्वारा निर्धारित लक्ष्यों को प्राप्त करने के प्रयास किए जा रहे हैं। इस दिशा में, प्रशासन के सभी कर्मचारियों को अनुदेश दिया गया है कि, राजभाषा के उपयोग का संवीक्षण करें। कंप्यूटर पर हिंदी में काम करने का प्रशिक्षण देने हेतु संस्थान में कार्यशालाएँ आयोजित की गई। हिंदी के उपयोग में कुशलता को बढ़ाने की दृष्टि से 'राजभाषा प्रशिक्षण कार्यक्रम' चलाया जा रहा है। इसके अलावा, हिंदी दिवस के अवसर पर 'हिमालय की तीन महान नदियाँ' विषय पर एक भाषण आयोजित किया गया था। वर्ष के दौरान अधिकांश लक्ष्य प्राप्त कर लिए गए।

आरक्षण

भारत सरकार के वैज्ञानिक विभाग जैसे अंतरिक्ष विभाग, परमाणु ऊर्जा विभाग आदि के आरक्षण नियमों के समान नियमों का संस्थान द्वारा अनुपालन किया जा रहा है।

अन्य

आरआरआई समुदाय कई क्रियाकलापों जैसे, विशेष सम्मेलन का अयोजन, बैठकें और कार्यशालाएँ, कैंपस के लिए छात्रों को आमंत्रित करना, औपचारिक और अनोपचारिक भोज, स्पोर्ट्स टूर्नामेंट, आमंत्रित कलाकरों और स्वयं आरआरआई सदस्यों द्वारा अनेक प्रकार के सांस्कृतिक कार्यक्रम आदि शामिल है। ये क्रियाकलाप संस्थान में सदस्यों के अनुभवों का एक अभिन्न अंग हैं। आंतरिक बैठकें, संगीत कार्यक्रम, संकाय के लिए औपचारिक विदाई भोज, और कॉलेज दौरा आदि अनेक संस्थान के क्रियाकलाप रामन

अनुसंधान संस्थान के वातावारण को शैक्षिक वैविध्यपूर्ण बना देते हैं।

पब्लिक आउटरीच

ग्लोबल जेट वाच

आरआरआई एक इंटरनेशनल इनीशिएटिव का भागीदार है और उसमें जवाहर नवोदय विद्यालय, दोड्बल्लापुर, जो बेंगलूर से एक घंटे की ड्राइविंग दूरी पर है, के छात्र भी शामिल हैं। आरआरआई के सदस्यों ने एक 20 इंच का ऑप्टिकल टेलिस्कोप का सेटअप किया है। ग्लोबल जेट वाच का उद्देश्य, प्रोटोटिपिकल माईक्रो–क्वासर एसएस 433 जिसे 'कास्किम कार्कस्क्रू' के नाम से जाना जाता है, के लिए विश्व की प्रथम चौबीस घंटे निरंतर संवीक्षण करने वाली प्रणाली बनाना है। इस परियोजना का कार्यारंभ अंतिम चरण पर है और इस परियोजना में भाग लेने के संबंध में संस्थान और विद्यालय काम कार रहे हैं।

इंटरनेशनल साइंस स्कूल

प्रोफेसर हैरी मेस्सेल इंटरनेशनल साइंस स्कूल : इसका संचालन साइंस फाउंडेशन ऑफ फिजिक्स, यूनिवर्सिटी ऑफ सिडनी, आस्ट्रेलिया द्वारा किया जा रहा है।

आरआरआई 2007 से भारत की तरफ से इस कार्यक्रम का समन्वयन कर रहा है। 2012 में राष्ट्रीय स्तर की एक चयन प्रक्रिया के जरिए, क्लास XI और XII के पांच छात्रों को इस स्कूल में भाग लेने के लिए चुना गया। यह जून–जुलाई 2013 के दौरान संपन्न हुआ।