

Project Research Center
for
Fundamental Sciences

基礎理学プロジェクト 研究センター

概要

大阪大学理学部・理学研究科は基礎理学を担う部局として、初代総長 長岡半太郎博士の「糟粕を嘗むる勿れ」をモットーに、世界に先駆けた基礎理学研究を行ってきました。新たな知の発見と物質観の創成を行うとともに、次世代の基礎科学を担う研究者をはじめ、理学の素養をもとに社会の様々な分野のリーダーとして国際的に活躍する人材を育成しています。それゆえ、理学研究科における研究活動は、個人の自由な考えや独創的な発想による長期的視野に立った基礎的研究や、萌芽的研究が主要なスタイルとして進められています。それらの中から大きな成果が得られ、更に発展が期待される研究は、大型の競争的資金で支えられることとなります。このような大型のプロジェクト研究は、人と設備を短期的に投入して実施する必要があるため、従来の理学研究科のスタイルには馴染みにくいものでした。

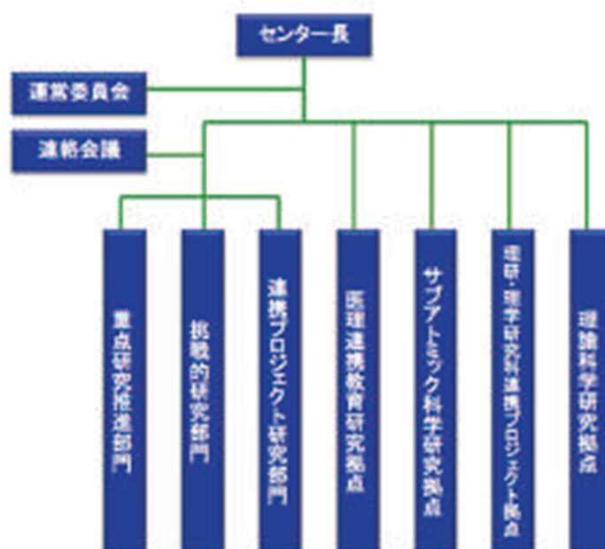
しかしながら、このようなプロジェクト研究を理学研究科で支えることは、基礎理学をさらに発展させる一つの方向であると考え、大型のプロジェクト研究等を行う施設として、オープンラボや放射線等特殊環境を擁する研究施設『基礎理学プロジェクト研究センター』を平成23年10月1日付で設立しました。

本センターでは、ERATO、ImPACT、概算要求事項「医理連携による進行がん治療のための国際医療拠点形成事業」などの大型プロジェクトや分野横断型研究が推進され、目覚ましい成果を上げてきました。

さらに、H27年7月1日付で、大型研究プロジェクトの推進のみではなく、挑戦的・独創的な研究の推進、萌芽的研究の育成、新しい連携による新領域の創出、産学共創の強化を目的に、基礎理学プロジェクト研究センターの組織改編を行いました。

この組織改編により、「重点研究推進部門」で研究科主導の中・長期的なプロジェクトを推進するとともに、新設の「挑戦的研究部門」で挑戦的・萌芽的な研究を推進する新たな枠組みを構築しました。また、部局や機関を横断した研究を自由に大きく展開させることができるように「研究拠点」も設置しました。本センターでは、このように、最先端研究を進めることができるような体制の強化とともに、将来ノーベル賞級の独創的基礎研究を生み出せるような環境の整備を行っています。

組織



センター長 [教授] 深瀬浩一(兼)
副センター長 [教授] 上田昌宏(生命)
副センター長 [教授] 豊田岐聡

重点研究推進部門

[部門長] 豊田岐聡
先端質量分析学研究グループ

挑戦的研究部門

[部門長] 近藤 忠(兼)
RoboLaboプロジェクト

連携・プロジェクト研究部門

[部門長] 村田道雄(兼)
生体分子機能解析プロジェクト
宇宙先端観測プロジェクト
最先端計測器開発プロジェクト
自然共生超分子材料創製プロジェクト

日本電子YOKOGUSHI協働研究所

質量分析オープンイノベーション共同研究プロジェクト

医理連携教育研究拠点

[拠点長] 篠原 厚(兼)

サブアトム科学研究拠点

[拠点長] 能町正治(放)

理研・理学研究科連携プロジェクト拠点

[拠点長] 梶原康宏(兼)

理論科学研究拠点

[拠点長] 橋本幸士(兼)

(兼)・・・理学研究科所属 兼任教員

(生命)・・・生命機能研究科所属 兼任教員

(放)・・・放射線科学基盤機構所属 兼任教員

Project
Research
Center
for
Fundamental
Sciences

重点研究推進部門

先端質量分析学研究グループ

研究テーマ

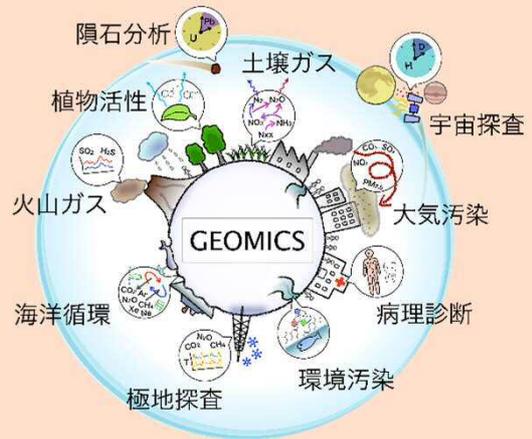
- 1.最先端質量分析装置の開発
- 2.開発した質量分析装置を核とした分野横断型融合研究

専攻・部局および大学の枠を超えた新たな学際的研究を行なうことを目指した研究グループです。理学研究科では、1930年代後半に国内初の質量分析装置を製作して以来、世界最先端の様々な独創的な質量分析装置の開発を行ない、物理、化学、生物、地球惑星科学、ライフサイエンス、環境科学などの様々な分野に応用してきました。

中でも、近年開発したマルチターン飛行時間型質量分析計(MULTUM)は、小型でありながら非常に高い質量分解能を得ることが可能な装置です。

MULTUMにより、これまで不可能であった「現場(オンサイト)での高分解能質量分析」が可能となり、大きな発展が期待されています。

環境汚染原因の究明、医療診断、惑星探査機への搭載などを旨として、小型・軽量の独創的な質量分析装置や関係する技術の開発を行い、分野横断型の学際融合研究を主導し、新しいサイエンスを切り拓いてゆきます。

Project
Research
Center
for
Fundamental
Sciences

挑戦的研究部門

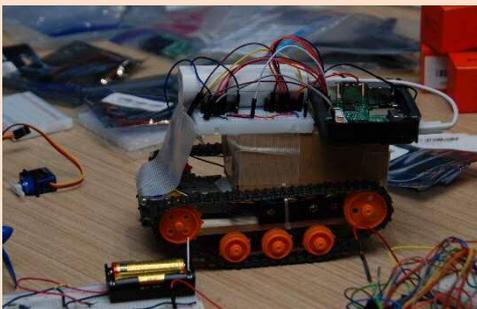
RoboLaboプロジェクト

基礎理学の魅力を高めるパイロットプロジェクトとして、2018年度に本プロジェクトを発足させました。

先端装置・機器の集団的プロトタイプングを通して、装置開発スキルのレベルアップを図り、挑戦的研究の土台を築きます。

電子回路技術、高低温技術、真空技術、機械工作、プログラム開発などは、これまで、研究室として継承がなされてきましたが、それが困難になりつつあります。これを、現代的なものづくり手法を取り入れて、復活させることを目指しています。

オンサイト環境分析ロボット、惑星探査機、モバイルラボ、リモートラボなど、RoboLaboプロトタイプの製作を行います。



学生・院生が主体となってディスカッションし、実機のイメージを具体化し、必要な技術について情報を集めます。本やインターネットからの活字や図面情報だけではなく、エキスパートである教員・企業研究者・技術者から、理論的かつ実践的に、技術を学びます。

数々の失敗を乗り越え、実機製作を楽しみ、切磋琢磨しながら、熱中しつつ、成長する「自立的な学び」の場を形成します。

Project
Research
Center
for
Fundamental
Sciences

連携・プロジェクト研究部門

生体分子機能解析プロジェクト

研究テーマ

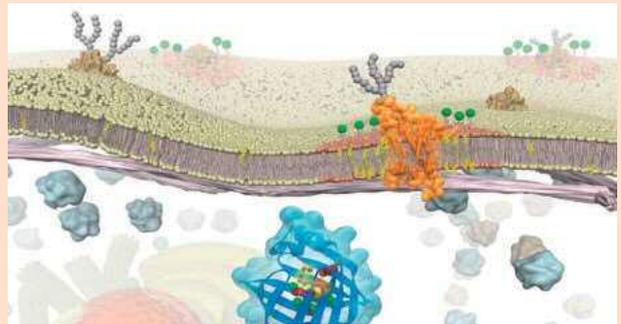
1. 膜タンパク質の構造と機能に影響する脂質の構造解明
2. 脂質二重膜における生体分子複合体の構造と動態の解明
3. 脂質リガンドと可溶性タンパク質の相互作用の分子基盤構築

本プロジェクトは、細胞膜の脂質分子の構造解析により、細胞機能に重要な役割を果たしている膜タンパク質の本当の姿を解明する事を、大きな目的としています。

細胞は、外部と内部を隔てる脂質二重膜に包まれています。最近、ただの膜成分だと考えられてきた脂質が、膜タンパク質と相互作用するなど、生物活性の発現に重要な分子であることが分かってきました。しかし、脂質のどの位置で、どのような構造で、膜タンパク質と相互作用しているかは未だ詳細が不明です。これは脂質の結晶化が難しく、従来の科学的手法が適応できないため、従って新たな技術や方法論の開拓が必要となります。

本研究では、固体NMR測定法や高分解能X線結晶構造解析法に改良を加え、さらに精密有機合成化学や計算

化学など、幅広い最先端科学技術を駆使して、脂質の構造解析を行い、膜タンパク質との相互作用の解明を行っています。更に、これらの研究過程で得られた結果を基に、膜タンパク質の構造機能解析も同時に行っています。それらの研究成果は、同時に他の科学的課題の解決法へ向けた基盤技術にもなり、また病気の原因解明や新薬の研究開発に大きな寄与が期待されます。

Project
Research
Center
for
Fundamental
Sciences

連携・プロジェクト研究部門

宇宙先端観測プロジェクト

私たちは最先端技術を利用して宇宙観測装置を開発し、私たちの手で実際に観測運用することを目標としています。宇宙X線観測においては、ひとみ衛星に続くX線天文衛星の製作を始めました。この衛星にも、大阪大学が中心となって開発したX線CCDが搭載される予定です。また、国内の他機関や、NASAゴダード宇宙飛行センターと共同で、高角度分解能で高エネルギーX線を観測するFORCE計画を進めています。FORCE計画の主目的の一つは宇宙X線背景放射の起源の解明であり、それによって巨大ブラックホールの成長の様子がわかることが期待されます。宇宙赤外線観測においては、日本、欧州、米国、アジア諸国と協力して宇宙赤外線望遠鏡衛星SPICA計画、米国主導の広視野赤外線望遠鏡衛星WFIRST計画を、日本の研究者のとりまとめ役としてリードしています。ビッグバンによる宇宙誕生後に銀河や恒星、惑星系が生まれてきた過程が解明されると期待されています。一方で、大学独自で実現できる小型衛星や気球搭載望遠鏡などの研究も進めています。

大気球に望遠鏡を搭載する方法なら、比較的高頻度で再観測できます。私たちは、FITE（世界唯一の遠赤外線干渉計望遠鏡）を打ち上げようとしています。これは恒星の周りで惑星がどんな材料から作られるのか直接撮像して調べるものです。そのために私たちの手で世界一の解像度を持つ遠赤外線干渉計を作り、私たちの手で観測します。



Project
Research
Center
for
Fundamental
Sciences

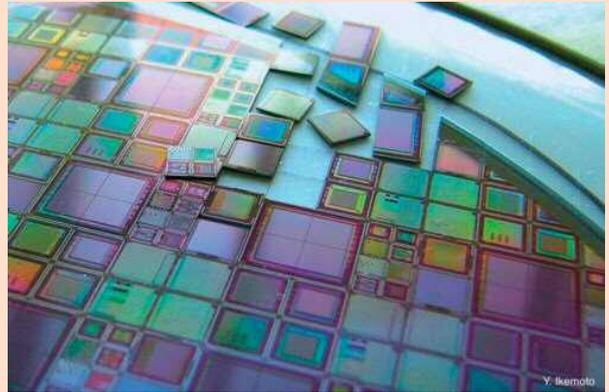
連携・プロジェクト研究部門

最先端計測器開発プロジェクト

近年、計測器に対する要求は急速に高度化しています。素粒子物理学実験では、高い放射線環境でも安定して荷電粒子に対して高い位置分解能が得られる半導体検出器や、感度の高いガンマ線検出器が必要です。宇宙観測の分野では、科学衛星に搭載される観測装置やエレクトロニクスに対して、軽量、低消費電力、高放射線耐性が要請されます。宇宙観測用赤外線センサーには、極低温で動作するASICが必要です。質量測定器開発でも半導体センサーを用いる試みもあります。

こうした測定器の開発は高度に専門化と細分化が進んでいます。世界と伍して研究競争を続けるためには、分野を横断して共通の基盤技術を開発し、その基盤技術を応用して各研究グループが次世代測定器を開発するのが効率的です。こうして開発される測定器技術は、素粒子実験、宇宙観測、質量分析、化学や生物の分野でのイメージングなど、広く他の分野にも利用できます。

本プロジェクトで開発される新しい測定器技術が、理学研究科の他の分野においても活用され、新たな時代を切り開いていける礎となることを目指します。

Project
Research
Center
for
Fundamental
Sciences

連携・プロジェクト研究部門

自然共生超分子材料創製プロジェクト

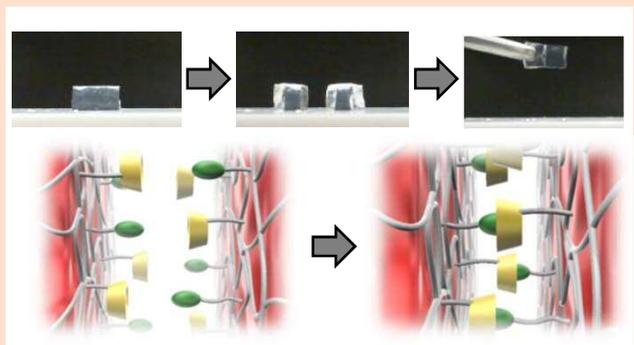
研究テーマ

1. 超分子材料のタフネス化と自己修復
2. 新しい材料接着技術の創成

合成高分子や生体高分子、界面活性剤や分子集積体からなるソフトマテリアルは、今や食品・製品・材料として我々の身の回りで活躍していますが、今後さらに高性能の材料の開発・実用化が期待されています。ソフトマテリアルの一つ「ゲル」は、刺激・環境に迅速に応答するもの、ゴムのような弾性を有するもの、自己修復機能を持つものなど、興味深い材料が続々と開発されています。

本プロジェクトでは、従来の高分子材料に「機械結合」などの柔らかい部分を組み込むことにより、破壊につながる外力を吸収し分散させ、強靱で破壊しにくい材料、さらに自己修復機能を持った材料を開発します。高分子をタフにし、破壊しにくいものにより、製品の軽量化や信頼性、安全性を飛躍的に向上させることができ、さらに機能の高性能化を実現することができます。

また、従来、材料同士を接着する際には、接着剤を用いてきました。この方法は間接的な方法で、物と物との間に接着剤が介在するために強度が弱くなり、また有機溶媒などで接着剤が溶かし出されるために、容易にはがれることがあります。本プロジェクトでは接着剤を用いずに、材料と材料とを反応により直接接合する方法を開発します。さらに分子認識を利用して、特異的に「相手を見分けて」材料接着する方法論を開発します。



Project
Research
Center
for
Fundamental
Sciences

連携・プロジェクト研究部門

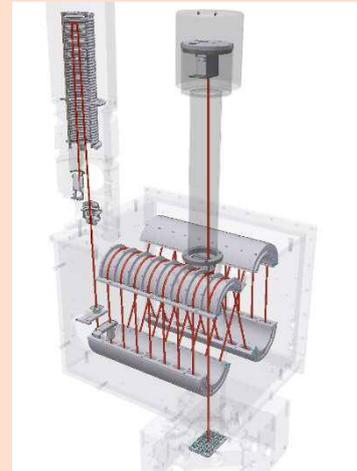
日本電子YOKOGUSHI協働研究所
質量分析オープンイノベーション共同研究プロジェクト

日本電子YOKOGUSHI協働研究所は、2017年4月に発足した質量分析オープンイノベーション共同研究講座を発展的に解消し、日本電子と大阪大学の間で進行していた他の共同研究と統合・再編し、大阪大学の協働研究所制度により、大阪大学生命機能研究科に新たに設置したものです。本プロジェクトは、日本電子YOKOGUSHI協働研究所の理学研究科基礎理学プロジェクト研究センター質量分析オープンイノベーション共同プロジェクトとして2018年4月からスタートし、質量分析関連研究のみならず、電子顕微鏡や核磁気共鳴などの日本電子のコア技術と連携して新たな応用分野を開拓することを使命として活動しています。

産学連携のコアとして質量分析に関わる技術開発・応用開発を進め、さまざまな分野の研究者・企業との連携を進めます。医歯薬から環境まで幅広いテーマを取り扱い、日本電子YOKOGUSHI協働研究所の一翼を担い横断的な研究を推進します。

研究開発テーマとしては、歯周病のオンサイト診断装置・手法の開発を行い、より短時間で分析可能な手法開発と同時に、ベースとなる病態を知るための代謝物分析技術開発を行っています。

また、新規のイオン化技術開発や細胞検出・同定技術開発、PM_{2.5}分析・解析手法開発を行っています。さらに、研究開発とならんで基盤技術の継承、人材の開発・育成を掲げて活動を行っています。



阪大で開発されたMULTUMイオン光学系を応用して市販化されたJMS-S3000のイオン光学系

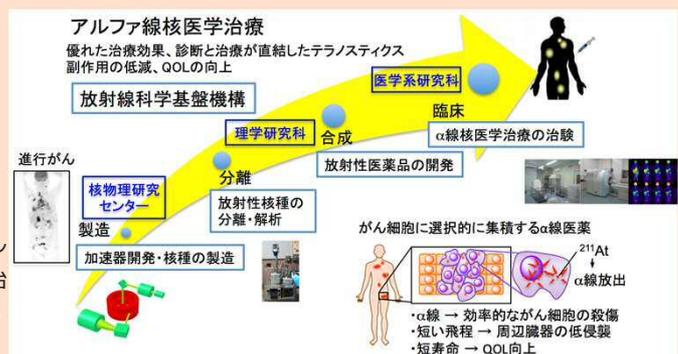
Project
Research
Center
for
Fundamental
Sciences

医理連携教育研究拠点

理学研究科は、核物理研究センター、医学系研究科の協力のもとに、加速器を用いた放射性核種の製造と医療応用について共同研究を行っています。本拠点は、学際的・融合領域研究を推進することにより、基礎研究の成果を基盤にして臨床応用を実現することを目指しており、新規イノベーションの創出とともに知の創造に繋げるものです。なお大阪大学は放射線科学関連の新しい研究教育を全学的に機動的に行えるよう、平成30年4月1日に放射線科学基盤機構を設置しました。同機構の放射線科学部門と連携して、核物理学、核化学、生体分子化学、核医学を融合することにより始めて実現可能な医理連携研究を推進するとともに、そのための研究教育を実施しています。

がん患者の1/3は初診時に隣接臓器浸潤、遠隔転移などの進行がんであり、5年相対生存率15%以下と生存率は低く、新しい治療法の開発が望まれています。そこで進行がんに対する副作用の低い治療法として、α線放射性核種を投与し、体内からがんをα線を照射して治療するというα線核医学治療を開発します。この療法は、高エネルギーで短飛程という

α線の性質と短寿命核種という特徴を利用することで、高いがん細胞殺傷能力と周辺臓器の侵襲が少ないなど副作用の低減を同時に実現します。そのために高ビーム強度、省電力のスケルトン・サイクロトロンの開発や、α線放射性核種の多量製造法と生成核種の自動分離法の開発に取り組んでいます。さらに放射性核種をがん標的剤と結合させて放射線医薬候補を製造し、治療効果と副作用の検証を行い、α線核医学治療の治験、治療に結びつけることを目指しています。



Project
Research
Center
for
Fundamental
Sciences

サブアトム科学研究拠点

サブアトム科学は「宇宙誕生直後から宇宙の晴れ上がりまでを解明する」事を目的とした研究であり、レプトンフレーバー混合研究（標準理論では説明できない荷電レプトン混合現象の発見をめざす）、ハドロンの存在形態研究（通常のハドロンとは異なるペンタクォークやメソン・バリオン共鳴など、

クォーク閉じ込め機構を解明する糸口）、レプトン数非保存研究（2重ベータ崩壊におけるレプトン数の保存則の破れの発見を目指す）を中心に研究を進めています。基礎理学研究プロジェクトセンターではこのうち「レプトン」の研究を進めます。

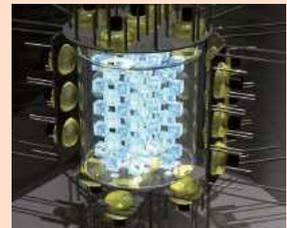
MUSIC



なぜクォークやレプトンの種類が3世代12種類なのか？標準理論を超える現象を探る。期待されるミュオン収量 0.4 kW の陽子ビームで約109 muons/sec (世界最高値)

CANDLES

宇宙は物質で出来ていて反物質は無い。これを示すには粒子数が保存しない事と、CP が破れている（物質と反物質の世界は異なる）事を示す必要がある。⁴⁸Caの二重ベータ崩壊測定により粒子数が保存しないことをしめす。



Project
Research
Center
for
Fundamental
Sciences

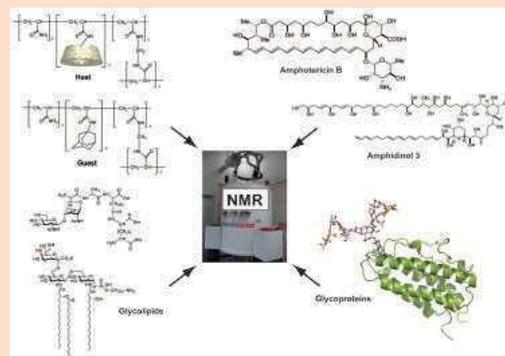
理研・理学研究科連携プロジェクト

研究テーマ

- 1.核磁気共鳴装置を用いたホスト-ゲスト分子の相互作用の解析
- 2.膜上での脂溶性物質、糖タンパク質、糖脂質の核磁気共鳴装置を用いた解析

本プロジェクトでは、独立行政法人理化学研究所が蓄積した大型核磁気共鳴装置によるタンパク質や大型分子の構造解析技術と大阪大学理学研究科の研究者が蓄積してきた有機化合物の合成技術、単離精製技術、解析技術を連携させ、最先端理学研究を推進させます。理化学研究所横浜研究所では、世界的な核磁気共鳴装置の施設を整備し、これまで数多くの重要タンパク質の構造、機能を解明してまいりました。この技術、成果は、基礎研究のみならず創薬分野において多大な貢献をし、今後、様々な生体分子、機能性化合物の構造解析等に利用されることが期待されています。大阪大学理学研究科ではこれまで入手が困難であった機能性化合物、糖類、天然物、糖タンパク質などを合成する技術を蓄積してきました。例えば、合成したホスト分子とゲスト分子をそれぞれ導入した高分子ゲルを振動させ

るだけで、ホスト分子とゲスト分子間の分子認識によりそれらゲルが結合・集積できる機能性化合物。ヒトの免疫機能に深く関与する糖脂質、細胞膜と相互作用する抗生物質、糖タンパク質などです。今後、これら分子を理化学研究所横浜研究所の協力を得て解析することで、ホスト-ゲストによるゲル状態や細胞内外で機能する有機化合物の解析が詳細に実施できるようになることが期待できます。



Project
Research
Center
for
Fundamental
Sciences

理論科学研究拠点

研究テーマ

- 1.理論科学における研究者のアカデミックな交流
- 2.理論研究の統合と応用の開拓

理論科学は、その基礎に数理構造を存し、本来的に理論科学分野全てにおいて共通の礎を共にするものですが、一方で成果主義の横行により科学社会の細分化が進み各研究室間ですら新しい科学の芽を育てる意思疎通を損する状況となっています。

そこで、本プロジェクトは、共通の数理やオブザーバブルに関心を寄せる理論研究者を結集し、理論研究に横串を入れることによって、研究の新しい芽を生み、また各研究対象の問題点を多角的に検討し突破口を開くことを目標に置いています。

理論研究の基礎は、研究者間のアカデミックな交流が本質です。基礎理学コロキウム等を主催することにより、研究上の交流を大幅に促進し、理学研究科内の、大学院生や学部生を含んだ科学交流を実施します。本プロジェクトは発足後、毎月もしくは隔月程度で「南部コロキウム」を開催し、理論・物理学を中心とした理学部での研究者と学生の交流を促進します。

さらに、独立行政法人理化学研究所との連携によるセミナー・交流会等を開催します。2013年度には、著名なJona-Lasinio氏（南部陽一郎特別教授がノーベル賞を受賞した際の共同研究者であり、南部氏のノーベル賞講演を行いました）を迎えて第一回の南部コロキウムを開催することをアクティビティの皮切りとしました。南部コロキウムはまず理学研究科内の研究者の交流の場を作ることを目指しますが、さらにトピックを絞ったミニ交流会、国際研究会等も随時開くことで、研究交流を加速的に促進します。特に、コロキウムや交流会等から共同研究の芽が育つ可能性がある場合は、そのトピックを重点的に採り上げ、関連分野の連携研究会を主催し発展を促します。

