

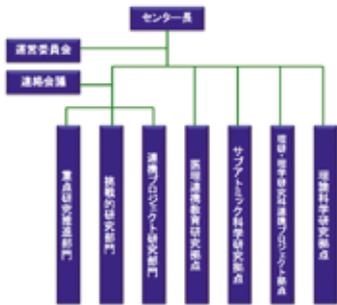
Project Research Center  
for  
Fundamental Sciences

# 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い、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として、理学の素養をもとに社会の様々な分野でリーダーとして国際的に活躍する人材を育成することを目的としています。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、概算要求事項の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学際的な研究が推進され、目覚ましい成果を上げてきました。

その中で、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、H27年7月1日付で、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] 豊田岐聡  
副センター長 [教授] 上田昌宏(生命)

### ●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

[教授] 豊田岐聡、芦田昌明(基)、栗津邦男(工)、上田昌宏(生命)、兼松泰男(e)、高尾敏文(蛋)、田中 仁(法)、寺田健太郎(兼)、深瀬浩一(兼)、村上伸也(歯)、山中 卓(兼)  
[特任教授] 花垣和則(兼)

[准教授] 石原盛男(兼)、久富 修(兼)、廣野哲朗(兼)、古谷浩志 (リノ)  
[助教] 青木 順、河井洋輔(兼)、宮永之寛(生命)

### ●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

[教授] 村田道雄(兼)、梶原康宏(兼)  
[准教授] 和泉雅之(兼)、樺山一哉(兼)  
[招へい准教授] 松岡 茂(兼)  
[特任講師] 原 利明(兼)  
[助教] 真鍋良幸(兼)、梅川雄一(兼)

### ◆宇宙先端観測プロジェクト

[教授] 常深 博(兼)、芝井 広(兼)  
[准教授] 住 貴宏(兼)、林田 清(兼)  
[助教] 中嶋 大(兼)、松尾太郎(兼)

### ◆最先端計測器開発プロジェクト

[教授] 山中 卓(兼)、芝井 広(兼)、常深 博(兼)、豊田岐聡  
[准教授] 南條 創(兼)  
[特任教授] 花垣和則(兼)  
[助教] 青木 順、外川 学(兼)、中嶋 大(兼)

### ◆有機分子アーキテクトニクスプロジェクト

[教授] 小川琢治(兼)  
[講師] 山下健一(兼)  
[助教] 谷 洋介(兼)

### ◆自然共生超分子材料創製プロジェクト

[教授] 井上正志(兼)、青島貞人(兼)、今田勝巳(兼)、鬼塚清孝(兼)、佐藤尚弘(兼)、山口浩靖(兼)、橋爪章仁(兼)  
[特任教授] 原田 明  
[助教] 片島拓弥(兼)、高島義徳(兼)

### ●医理連携教育研究拠点

[拠点長] 篠原 厚(兼)  
[教授] 篠原 厚(兼)、上田昌宏(生)、梶原康宏(兼)、豊田岐聡、深瀬浩一(兼)、村田道雄(兼)、山口浩靖(兼)、猪原秀典(医)、金田安史(医)、下瀬川恵久(医)、畑澤 順(医)、中野貞志(核)、能町正治(核)、福田光宏(核)、吉村 崇(RI)  
[招へい教授] 矢野恒夫(兼)  
[准教授] 樺山一哉(兼)、藤本仰一(兼)  
[特任准教授] 豊嶋厚史(兼)  
[講師] 笠松良隆(兼)、加藤弘樹(医)、高野 徹(医)、巽 光朗(医)  
[助教] 下山敦史(兼)、真鍋良幸(兼)、中田幸子(医)、渡部直史(医)、鈴木智和(核)  
[特任助教] 磯橋佳也子(医)、金井泰和(医)、渡辺晋一郎(医)

### ●サブアトム科学研究拠点

[拠点長] 能町正治(兼)  
[教授] 能町正治(核)、岸本忠史(兼)、久野良孝(兼)  
[准教授] 青木正治(兼)、味村周平(核)、坂口篤志(兼)、吉田 斉(兼)、嶋 達志(核)  
[助教] 佐藤 朗(兼)、菅谷頼仁(核)、高久圭二(核)  
[特任助教] 梅原さおり(核)

### ●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)  
[教授] 梶原康宏(兼)、小川琢治(兼)、久保孝史(兼)、深瀬浩一(兼)、村田道雄(兼)、山口浩靖(兼)  
[招へい教授] 林 文晶(理研)  
[助教] 岡本 亮(兼)

### ●理論科学研究拠点

[拠点長] 橋本幸士(兼)  
[教授] 橋本幸士(兼)、小川哲生(兼)、川村 光(兼)、長峯健太郎(兼)、保坂 淳(核)、細谷 裕(兼)  
[准教授] 藤本仰一(兼)

- ( 兼 )・・・理学研究科所属 兼任教員
- ( 核 )・・・核物理研究センター所属 兼任教員
- ( 基 )・・・基礎工学研究科所属 兼任教員
- ( 工 )・・・工学研究科所属 兼任教員
- ( 医 )・・・医学系研究科所属 兼任教員
- ( 法 )・・・法学研究科所属 兼任教員
- ( 歯 )・・・歯学研究科所属 兼任教員
- ( 生命 )・・・生命機能研究科所属 兼任教員
- ( RI )・・・ラジオアイソトープ総合センター所属 兼任教員
- ( リノ )・・・科学機器リノベーション工作支援センター所属 兼任教員
- ( e )・・・産学連携本部 e-square 所属 兼任教員
- ( 蛋 )・・・蛋白質研究所所属 兼任教員
- ( 理研 )・・・理化学研究所所属 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部門です。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ってきました。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」が可能となります。しかし、この領域はまだ未開拓であり、サイエンスとしても大きな発展が期待されています。

本部門では、温室効果ガスモニタリング、危険物や違法薬物などの検知、医療診断、惑星探査機への搭載などの目

的のために、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し、医学、歯学、薬学、環境科学などの様々な分野のニーズをもった部門構成員、理学研究科に所属する教職員、さらには他部局、他大学の研究者、ならびに産業界との密な連携により、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くことを目指しています。

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

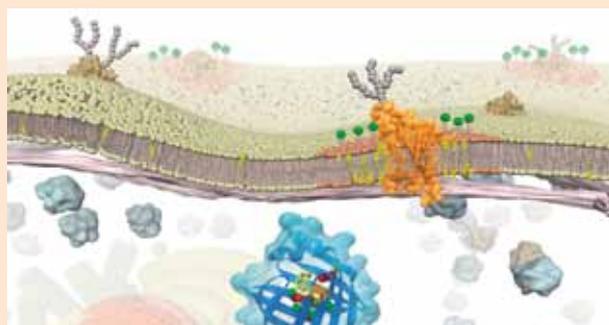
**膜タンパク質の構造と機能に影響する脂質の構造解明  
脂質二重膜における生体分子複合体の構造と動態の解明  
脂質リガンドと可溶性タンパク質の相互作用の分子基盤構築**

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ことから、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

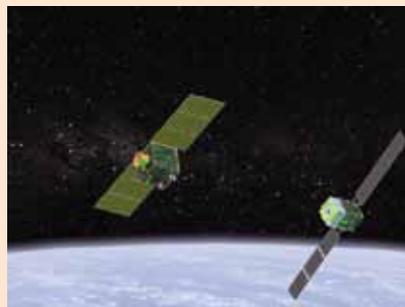
## 連携・プロジェクト研究部門 宇宙先端観測プロジェクト

・世界一の解像度を持つ遠赤外線干渉計FITEを大気球に搭載、系外惑星研究を進める

この部門は、大阪大学大学院理学研究科において、私たちの力で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。その一つに硬X線で広い天空を走査観測するFFAST計画を我々の部門を中心に進めています。名古屋大学ではスーパーミラーと呼ばれる硬X線領域を集光する望遠鏡を開発中で、大阪大学では硬X線領域で高い性能を発揮する検出器を開発しています。そこで、二機の小型衛星に望遠鏡と検出器とを搭載し、焦点距離12mの硬X線望遠鏡を形成する予定です。二機の衛星を一定距離に保持し、編隊飛行を実現するための装置はJAXAで開発が進んでいます。我々は、この編隊飛行する二機の小型科学衛星により、ビッグバン以降の宇宙の進化を観測的に解明することを目指しています。

衛星を使った最先端研究よりも、さらに機動的に観測す

るために、大気球を使った実験も推進しています。気球観測は、比較的高頻度で再観測できるなど、たくさんのメリットがあります。私たちは世界一の解像度を持つ遠赤外線干渉計FITEを作り、大気球を使って系外惑星研究を新しい視点で進めます。これにより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ようとしています。

Project  
Research  
Center  
for  
Fundamental  
Sciences

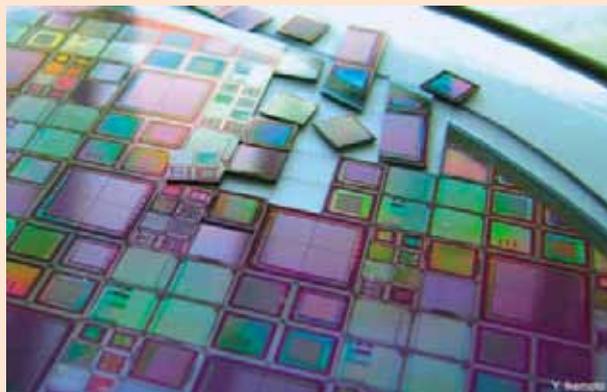
## 連携・プロジェクト研究部門 最先端計測器開発プロジェクト

近年、計測器に対する要求は急速に高度化している。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ある。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、高対放射線耐性が要請される。宇宙観測用赤外線センサーには、極低温で動作するASICが必要である。質量測定器開発でも半導体センサーを用いる試みもある。

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る。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ある。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る。

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す。



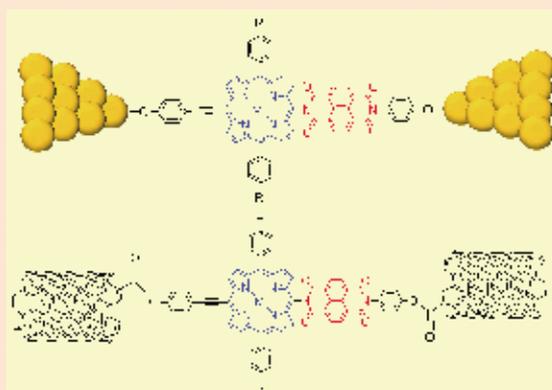
Project  
Research  
Center  
for  
Fundamental  
Sciences

## 連携・プロジェクト研究部門 有機分子アーキテククスプロジェクト

本プロジェクトでは、有機分子がもつ電子機能を最大限に発揮させる手法として、単一分子電子機能の合目的設計指針の確立と、それらの集積化による高次機能の発現を目指した研究を行います。

- (1) 単一分子で、整流、増幅、負の微分抵抗、積分型閾値機能、ヒステリシス、磁気抵抗効果などの非線形・非対称電子機能を実現する分子の設計、合成、単一分子電気特性計測を行い、分子構造・電子構造と単一分子電子機能の相関を明らかにします。
- (2) それらの分子の固体表面上での自己組織化制御について研究を行います。
- (3) トンネル領域を超える長距離の電荷輸送を担う炭素材料として、(m, n) 指数が揃った単層カーボンナノチューブ、グラフェンナノリボンなどと有機物の複合化に必要な基礎理学的な研究と、それらの電子機能の研究を行います。

- (4) 非線形・非対称電子機能を持つ分子の集積化を行うことで、確率共鳴による微小信号検出、神経様ノイズ・パルス発振器、電子粘菌などの高次の電子機能を実現することを目指します。

Project  
Research  
Center  
for  
Fundamental  
Sciences

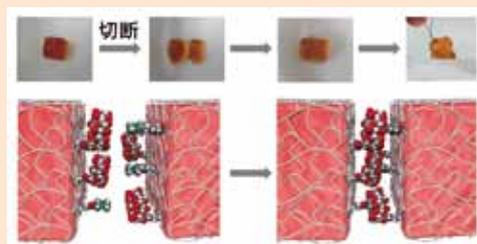
## 連携・プロジェクト研究部門 自然共生超分子材料創製プロジェクト

### 超分子材料のタフネス化と自己修復 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するにより、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。



ホストゲスト相互作用を利用した自己修復性超分子材料

Project Research Center for Fundamental Sciences

## 医理連携教育研究拠点

理学研究科、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実施します。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することを目的としています。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年相対生存率が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、 $\alpha$ 線放射性核種を投与し、体内からがんを $\alpha$ 線を照射して治療するという $\alpha$ 線内用療法を開発します。この療法は、高エネルギーで短射程という $\alpha$ 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。その実現に向けて、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、 $\alpha$ 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、 $\alpha$ 線内用療法の治験、治療に結びつけることを目指します。本準備室は、多様な研究形態の下で学際的・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。将来的には国際的な標準治療拠点として医理連携研究センターの設立を目指しています。



Project Research Center for Fundamental Sciences

## サブアトミック科学研究拠点

サブアトミック科学は「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・

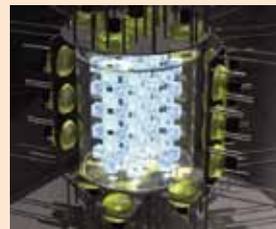
バリオン共鳴など、クォーク閉じ込め機構を解明する糸口）、レプトン数非保存研究（2重ベータ崩壊におけるレプトン数の保存則の破れの発見を目指す）を中心に研究を進めています。基礎理学研究プロジェクトセンターではこのうち「レプトン」の研究を進めます。

### 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。 $^{48}\text{Ca}$  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

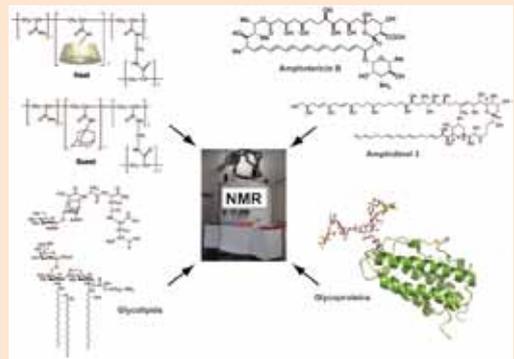
## 理研・理学研究科連携プロジェクト拠点

## 【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おります。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

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あるが、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る。

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く。

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ある。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する。科学の大きな発展は無数の小さな芽から生まれる。本プロジェクトは、あるspecificな科学目標を達成するためのものではなく、新しい科学の芽を生む土壌を、特に理論研究の観点から、理学研究科に提供育成することが、その主たる趣旨である。

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する。更に、独立行政法人理化学研究所との連携によるセミナー・交流会等を開催する。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った）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すが、更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する。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す。

