

アニュアルレポート

RIKEN

2011-12

Annual Report



多様性を保ちながら、
知を結集させるために。

日本は昨年、東日本大震災という未曾有の災害に見舞われました。復興と再生は道半ばですが、この厳しい経験を日本新生の契機としなければなりません。

我が国の科学技術政策は、従来の科学技術「Science & Technology」の「ST」の推進と共に、新たにイノベーション「Innovation」の「I」、そして再建「Reconstruction」あるいは改革「Reform」の「R」を加えた「STIR」（かきまぜる、奮起させる）を旗印に掲げています。

「科学に国境はない。しかし、科学者には祖国がある」。パスツールの言葉は、科学技術のあり方の本質をつくものです。真理の探究に国境はありませんが、特徴ある着想の多くは科学者が生まれ育った地の文化に根ざしています。

科学の諸分野はもとより、科学界と一般社会、日本と海外など、さまざまな垣根をとりはらわねばなりません。それぞれの多様性を保ちながら均質化することなく、かきまぜ、奮起させ、知を結集させることが鍵です。

理研はこの目標達成にむかう研究機関として、先駆的役割を果たしていきます。

2012年7月

理事長 野依良治（工学博士）



RIKEN Annual Report 2011-2012

巻頭言 理事長 野依良治

理研の科学的統治 04

理研の研究拠点 06

理研の歩み 08

研究開発 10

理研の研究体制 12

■ 基幹研究事業 Advanced Science

基礎科学研究 14

グリーン未来物質創成研究 16

ケミカルバイオロジー研究 18

物質機能創成研究 20

先端光科学研究 22

■ 研究基盤事業 Research Infrastructure

加速器科学 24

バイオリソース 26

放射光科学 28

オミックス基盤 30

生命分子システム基盤 32

生命情報基盤 34

計算機科学・計算科学 36

■ 戦略研究事業 Strategic Research

脳科学 38

発生・再生科学 40

ゲノム医科学 42

免疫・アレルギー科学 44

植物科学 46

分子イメージング科学 48

生命システム研究 50

■ HPCI計算生命科学推進事業 HPCI Computational Life Sciences

HPCI計算生命科学推進 52

■ 社会知創成事業 Research Cluster for Innovation

イノベーション推進 54

創薬・医療技術基盤 56

バイオマスエンジニアリング研究 58

次世代計算科学研究開発 60

■ 新興・再興感染症研究ネットワーク推進事業 Research Network on Infectious Diseases

新興・再興感染症研究ネットワーク推進 62

理研の活動 64

研究成果・研究協力 66

技術移転・産業界との連携 68

人材育成 70

広報活動 72

受賞 74

人員 76

予算 78

組織図 80

問い合わせ先一覧

理研の科学的統治

理研(理化学研究所)は、「野依イニシアチブ」という基本方針に沿って運営されています。さらに、第三者を含む科学者や技術者の意見を取り入れながら、国の定める科学技術基本計画に基づいて科学技術政策を推進しています。

運営の柱、「野依イニシアチブ」

理研は、日本で唯一の自然科学の総合研究所として、物理学、工学、化学、生物学、医科学などにおよぶ広い分野で研究を進めています。

こうした理研の運営に関する基本方針は「野依イニシアチブ」に集約されます。第一に、人類社会存続に果たす科学技術の重要性を社会に訴え、それを実践する先駆的存在になること(見える理研)。次に、創立から続く研究精神を継承するだけでなく発展させ、質の高い研究を行うこと(科学技術史に輝き続ける理研)。研究者が分野の壁を越えて自由に発想できる場を提供すること(研究者がやる気を出せる理研)。また、産業界と融合的に連携し、研究成果を積極的に社会へ還元すること(世の中の役に立つ理研)。そして、科学の力によって豊かな文化が形成されることを目指し、人文科学や社会科学へ情報発信すること(文化に貢献する理研)。以上の5項目です。

国の科学技術政策を実現するために

理研には「国の科学技術政策を先陣を切って遂行する」という大きな責務があります。国の科学技術政策は科学技術基本法に基づき5年ごとに制定され、その詳細は中期目標という形で具体化されます。理研

は、その目標を達成するため、5年を1期とする「中期計画」を作成し、実行しています。

理研の具体的な経営方針は、理事長と理事会が決定しますが、所内外の意見を反映させるために、さまざまなしくみ(右の図)を設けています。

理化学研究所アドバイザー・カウンシル(RAC)は、ノーベル賞受賞者など国内外の有識者から、理研の研究活動と運営について国際的な観点に立った評価を受け、今後への提言を受ける会議です。

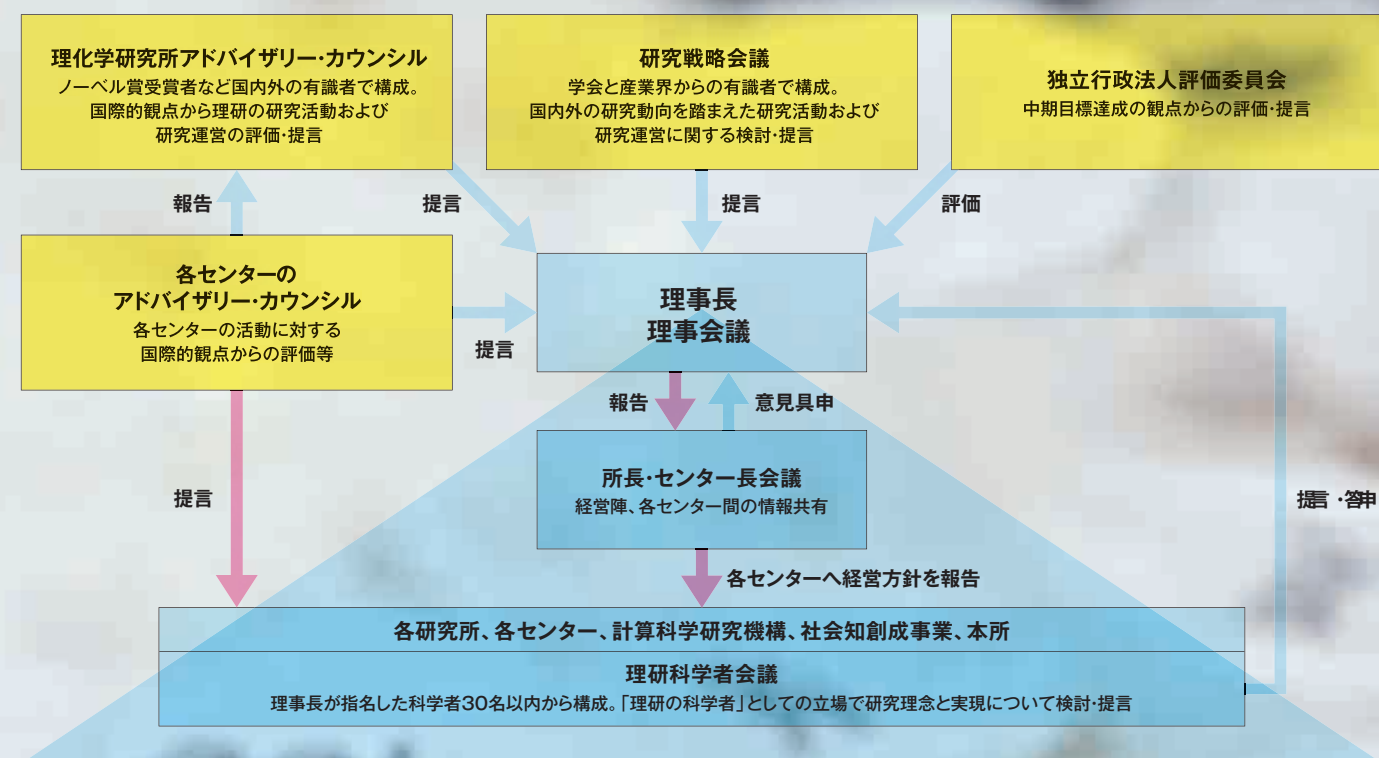
研究戦略会議は、学会と産業界からの有識者(所内研究者も含む)からなる会議で、研究活動全般について、経営陣が示した方針に対する意見をいただき、運営に反映させています。

理研科学者会議は、理事長が指名した科学者30名以内から構成される会議で、理事長からの諮問事項に対して、現場の研究者の代表として答申する一方、科学者として経営陣に対する提言を行います。

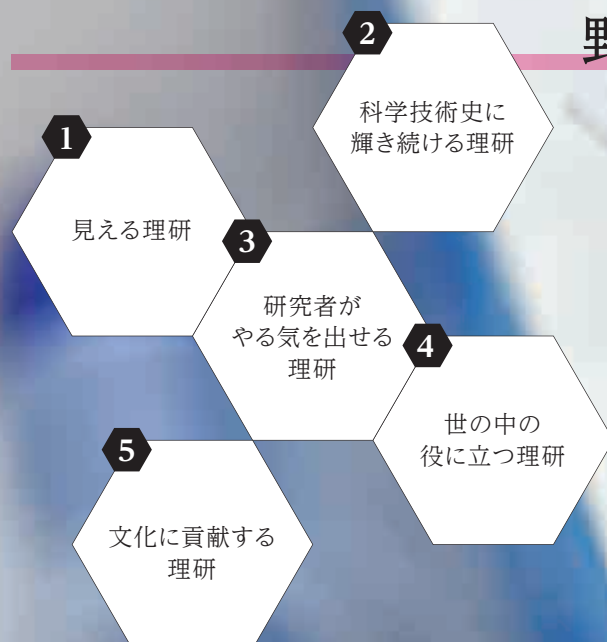
所長・センター長会議は、理研のすべての所長、センター長が集まる会議で、研究所運営の重要事項についての意見交換と連絡や調整を行っています。

こうした重層的なしくみを構築、効率的に運営し、第三者を含む科学者や技術者の意見を重視して研究の方向性を決めている点が理研の運営の特徴で、私たちはこれを「理研の科学的統治」と呼んでいます。

理研の科学的統治のしくみ



野依イニシアチブ



理研の研究拠点

理研は国内のみならず、海外にも複数の研究拠点をもち、各拠点を中心とした多彩な研究活動を展開しています。海外事務所も設置し、国際的な研究交流の拠点としています。

ダイナミックに変貌する理研

理研が現在の埼玉県和光市に本拠を置くようになったのは、1967年のことです。以来、和光の研究施設の充実を図る一方、新たな分野の研究を行うために、日本各地に研究拠点を設けてきました。

現在では、和光市のほか、茨城県つくば市、兵庫県佐用郡、神奈川県横浜市、兵庫県神戸市に研究所を置き、宮城県仙台市と愛知県名古屋市に支所を置いています。また、イギリス、アメリカなど、海外にも6カ所

の拠点を持っています。

理研の研究分野は広がり続けており、それを反映して、これまでにさまざまな研究センター等を開設してきました。さらに、研究の進展や社会の要請に応じて、研究センター等の改組や新たな組織の設立も柔軟に行っています。

2011年度は新たに、兵庫県神戸市および大阪府吹田市に「生命システム研究センター」を、兵庫県神戸市に「HPCI計算生命科学推進プログラム」を開設しました。

国内拠点

●兵庫県神戸市
神戸研究所
発生・再生科学総合研究センター
分子イメージング科学研究センター
生命システム研究センター
HPCI計算生命科学推進プログラム
計算科学研究機構

●宮城県仙台市
基幹研究所
仙台支所
●茨城県つくば市
筑波研究所
バイオリソースセンター

●東京都内
横浜研究所
新興・再興感染症研究ネットワーク推進センター
東京連絡事務所
板橋分所


●神奈川県横浜市
横浜研究所
植物科学研究センター
ゲノム医科学研究センター
免疫・アレルギー科学総合研究センター
オミックス基盤研究領域
生命分子システム基盤研究領域
生命情報基盤研究部門
社会知創成事業
創薬・医療技術基盤プログラム

●埼玉県和光市
本所
和光研究所
基幹研究所
脳科学総合研究センター
仁科加速器研究センター
社会知創成事業
イノベーション推進センター
バイオマス工学研究プログラム
次世代計算科学研究開発プログラム


●愛知県名古屋市
基幹研究所
名古屋支所

●兵庫県佐用郡
播磨研究所
放射光科学総合研究センター

海外拠点

 理研-MIT神経回路遺伝学研究中心
理研BNL研究センター

 理研RAL支所

 シンガポール事務所

 北京事務所

理研の歩み

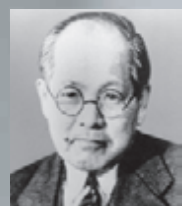
理研は、1917年に財団法人として創設され、株式会社、特殊法人を経て、2003年に独立行政法人理化学研究所となりました。

財団法人時代・株式会社時代

創設初期、第3代所長の大河内正敏は、研究室を主宰する研究者に人事や予算の権限を与える「主任研究員制度」を創設するなどして、研究を推進しました。一方、理研の発明を社会に還元するため、理化学興業株式会社を興し、陽画感光紙やピストンリングなどを生産しました。第2次世界大戦後の財閥解体指令により理研は解散し、株式会社科学研究所が設立されました。ペニシリンやストレプトマイシンの製造販売で利益をあげたものの、会社の経営はきびしい状態が続きました。



大河内正敏



仁科芳雄



湯川秀樹



朝永振一郎

特殊法人時代

1958年、理研は科学技術庁(当時)傘下の特殊法人となり、政府の出資を受けて研究を行うようになりました。1967年に拠点を駒込から和光市に移し研究領域を拡大、国内外にも研究拠点を置くようになりました。1980年代になると海外の研究機関と研究協力協定を結んで国際化を進め、また若手研究者支援制度である「基礎科学特別研究員」制度を発足させました。外部の委員から提言を受けて研究戦略を立てるため、「理化学研究所アドバイザリー・カウンシル」も設けました。

独立行政法人化から現在

2003年、理研は独立行政法人となりました。初代理事長に野依良治が就任し、国内外でも有数の優れた研究環境と、産業の発展に資する気概とをあわせもつ研究所として、新しい科学と技術を生み出し続けています。近年では、国として進めるべき研究開発を担う機関としての性格を強め、スーパーコンピュータ「京(けい)」やX線自由電子レーザー施設「SACLA(さくら)」の開発を進めています。また、社会知創成事業の創設により、イノベーションの基盤となる研究も志向しています。

沿革

- 1917 財団法人理化学研究所設立
- 1922 主任研究員制度発足
- 1927 理化学興業株式会社創設
- 1937 仁科芳雄、我が国初のサイクロトロンを作製
- 1948 (財)理化学研究所解散、(第一次)株式会社科学研究所設立
- 1949 湯川秀樹ノーベル物理学賞受賞
- 1958 特殊法人理化学研究所設立
- 1965 朝永振一郎ノーベル物理学賞受賞
- 1967 大和研究所(現 本所・和光研究所)開所
- 1984 ライフサイエンス筑波研究センター開設
- 1986 国際フロンティア研究システム(1期)を本所内に開設
- 1995 理研 RAL支所を英国ラザフォード・アップルトン研究所(RAL)に開設
- 1997 播磨研究所発足、SPring-8使用開始
脳科学総合研究センター開設
理研BNL研究センターを米国ブルックヘブン国立研究所(BNL)に開設
- 1998 ゲノム科学総合研究センター開設
- 1999 国際フロンティア研究システムをフロンティア研究システムに改称
- 2000 横浜研究所発足、植物科学研究センター、遺伝子多型研究センター開設
ライフサイエンス筑波研究センターを筑波研究所に改組
発生・再生科学総合研究センター開設
- 2001 バイオリソースセンター開設
免疫・アレルギー科学総合研究センター開設
- 2002 中央研究所、神戸研究所開設
- 2003 独立行政法人理化学研究所設立
- 2005 知的財産戦略センター開設
感染症研究ネットワーク支援センター開設
分子イメージング研究プログラム開設
放射光科学総合研究センター開設
- 2006 次世代スーパーコンピュータ開発実施本部設置
シンガポール連絡事務所設置
X線自由電子レーザー計画推進本部設置
仁科加速器研究センター開設
- 2008 ゲノム科学総合研究センター廃止
中央研究所とフロンティア研究システムを統合し、基幹研究所開設
オミックス基盤研究領域、生命分子システム基盤研究領域、生命情報基盤研究部門を開設
遺伝子多型研究センターをゲノム医科学研究センターに改称
分子イメージング研究プログラムを改組し、分子イメージング科学センターを開設
- 2010 社会知創成事業開設
感染症研究ネットワーク支援センターを新興・再興感染症研究ネットワーク推進センターに改称
計算科学研究機構開設
北京事務所設立
- 2011 生命システム研究センター開設
HPCI計算生命科学推進プログラム開設



発足当時の理研(駒込)



我が国初のサイクロトロン

Research & Development

研究開発

理研が行う研究および各研究担当組織のミッションや特徴、
2011年度の代表的な研究成果をご紹介します。

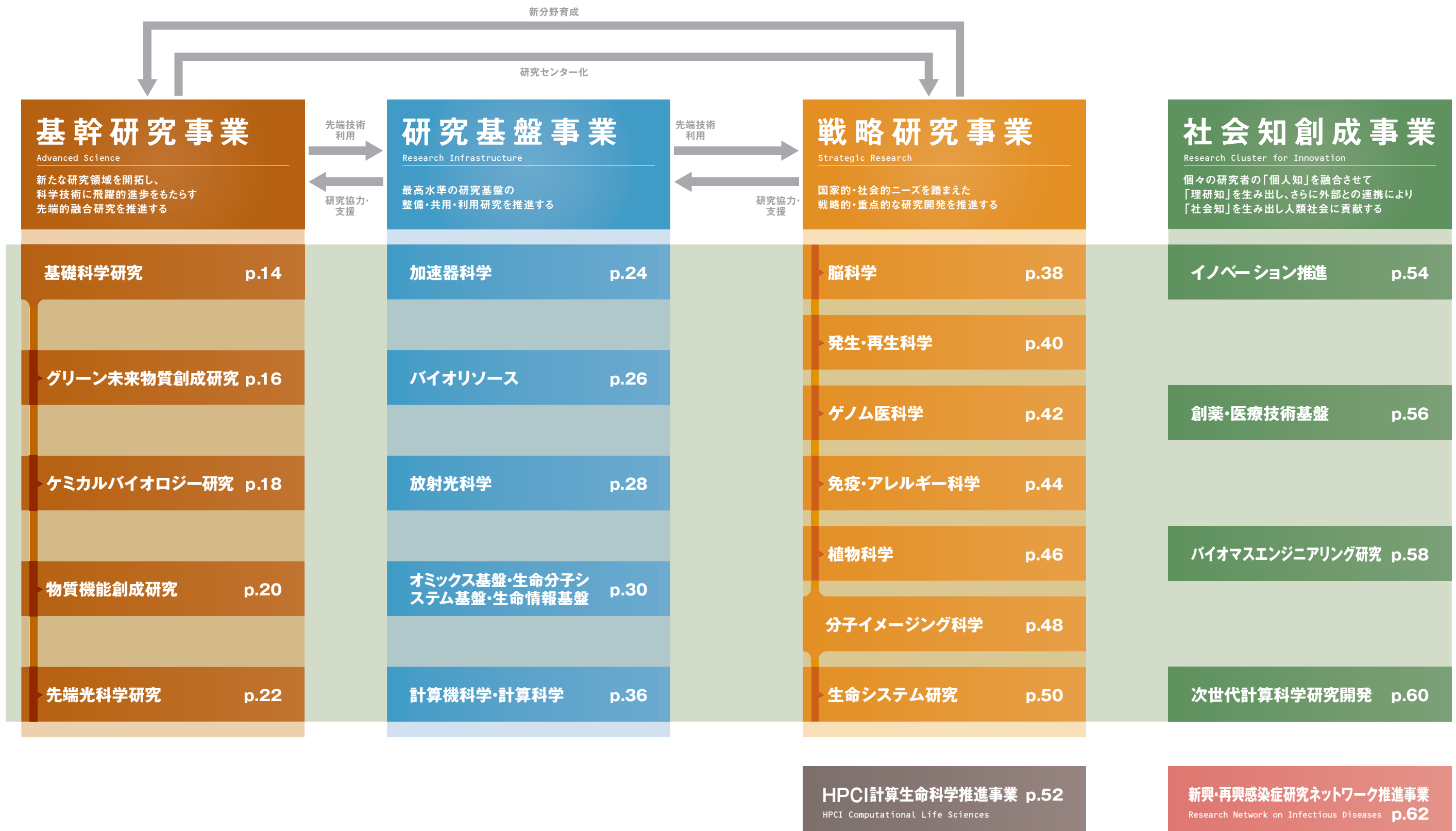
- Advanced Science
- Research Infrastructure
- Strategic Research
- HPCI Computational Life Sciences
- Research Cluster for Innovation
- Research Network on Infectious Diseases



理研には80年近い加速器科学研究の歴史があります。
写真は、和光研究所の仁科加速器研究センターにある、世界一を誇る加速器施設のコントロール室。
加速器科学研究については24ページをご覧ください。

理研の研究体制

理研の研究組織は、基幹研究事業、研究基盤事業、戦略研究事業および、それら3つの事業にまたがる横断的な組織体制をとる社会知創成事業の4つの事業からおもに構成されています。



基礎科学研究

01

研究担当組織 和光研究所

基幹研究所 (ASI)

理 研95年の歴史とともに研究者の自由な発想に基づいて多様な基礎研究を行ってきた中央研究所と、最先端研究領域の芽を育ててきたフロンティア研究システムを統合し、2008年に設立された理研の中核研究組織です。物理学、化学、工学、生物学、医科学など、すべての自然科学分野をカバーする幅広い基礎研究から新たな研究の芽を生み出して研究領域に育て、さらに中核的な研究拠点に発展させる機能を担っています。研究分野、組織、国を越え、科学・技術に飛躍的な進歩をもたらす先端的な融合研究を推進することにより、新たな知の創出に貢献しています。

研究成果

水の表面はどうなっているのか—サイエンスの本質的な疑問を解明

田原分子分光研究室

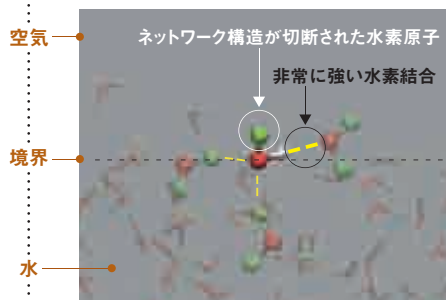
田原太平 主任研究員

水はとても身近で重要な物質であり、古来、多くの科学者たちが研究を重ねてきました。しかし、まだ多くの謎が残されています。「水の表面の構造」もそんな疑問の一つです。「水の表面には氷のように秩序だった構造があるのではなか」という仮説が出され、論争が続いてきたのです。私たちは、そんな論争に決着をつける研究成果を得ました。

成果をもたらした手法は、表面だけから発する光の波の様子から分子構造を知る「ヘテロダイナミック検出振動和周波発生分光法」と、分子間に働く力から分子の動きを調べる「分子動力学シミュレーション」です。この2つにより、水の表面にはかつて提唱された氷のように秩序だった構造はなく、活発に運動している乱雑な構造であること、そして水の構造は、水と空気の界面と、水と生体膜との界面とは異なっていることを明らかにしました。

私たちが研究を始めた約10年前、界面はあまり注目されていませんでしたが、近年、太陽電池や医用工学など、極めて多様な分野で注目されるようになりました。今回の成果はそれらの発展に貢献すると期待されます。水の表面の分子構造という基礎的な疑問に取り組むことの重要性を見極め、研究を続けてきたからこそ、成果を挙げることができたのだと思います。これからも「サイエンスにとって本質的に大切なことは何か」という視点に立ち、基礎研究に取り組んでいきます。

●分子動力学シミュレーションから得たある瞬間の水表面の分子構造



水の内部では、隣り合う水分子が水素結合と呼ばれる強い相互作用のネットワークを形成して水全体を安定化している。一方、表面に存在する分子は自分より上に分子が存在しないためネットワーク構造が切断されてしまう。今回の実験と理論計算で、表面には強い水素結合で結ばれた水分子のペアがあることが見いだされた。

● 酸素原子 ● 重水素原子 ○ 軽水素原子

Satoshi Nihonyanagi, Tatsuya Ishiyama, Touk-kwan Lee, Shoichi Yamaguchi, Mischa Bonn, Akihiro Morita, and Tahei Tahara. *Journal of The American Chemical Society*, 2011, doi: 10.1021/ja2053754

My Laboratory

レーザーを使って分子の振舞いを調べています。世界各国から集まったメンバーがいろいろなアイデアを出し、これまで観ることのできなかった現象を観ようと夢中になっています。写真のような装置で新しい光を作り、組み合わせ、操作して研究しています。

田原太平
Tahei Tahara

Profile

東京大学の理学系大学院で博士課程修了。東京大学の化学教室で一年間助手をした後、5年任期の神奈川科学技術アカデミーの研究員。日本の任期制研究員の始めでした。その後、分子科学研究所の助教授として自分の研究室をスタート、2001年から理研の主任研究員。

- Q. 一番大切なものは？
信頼。
- Q. 休日の過ごし方は？
まず寝る。元気がたら運動したり(特に剣道)、映画を見たりします。
- Q. 科学者にならなければ？
何だろう？ いずれにせよ今の家族と楽しくやっているといます。

グリーン未来物質創成研究 02

研究担当組織 和光研究所

基幹研究所グリーン未来物質創成研究領域

環境・エネルギー問題の解決につながる、革新的な機能材料や高効率反応系をつくり出すことを目的として、エネルギーを効率的に利用できる材料を開発する「電子複雑系機能材料研究グループ」、環境に負荷をかけない機能性材料を創成する「機能性ソフトマテリアル研究グループ」、製造過程のクリーン化・省エネ化に取り組む「先進機能物質創製研究グループ」の3グループから構成される領域です。具体的には、高効率熱電変換材料や高温超電導体、99%以上の水でできた環境負荷の小さいソフトマテリアル、原子効率100%物質変換プロセスを実現する高効率触媒反応系などを創出し、地球規模の課題の克服に貢献することを目指しています。

研究成果

人体に有害なPCBを数秒で完全処理するマイクロチップを開発

先進機能物質創製研究グループ グリーンナノ触媒研究チーム

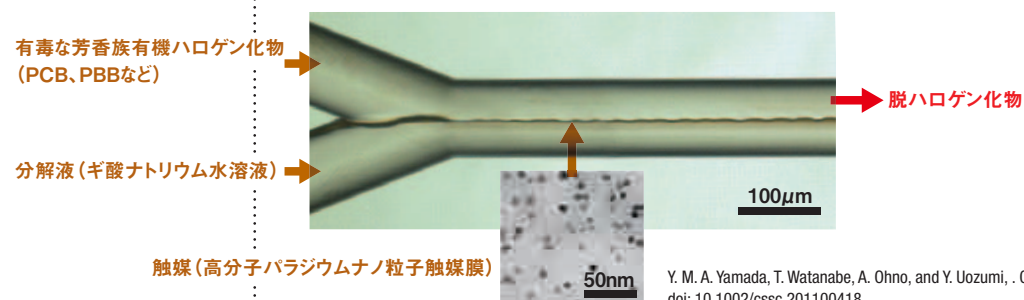
魚住泰広 チームリーダー

芳香族有機ハロゲン化物と呼ばれるPCB(ポリ塩化ビフェニル)やPBB(ポリ臭化ビフェニル)は、かつては電気機器の絶縁油や熱交換機の熱媒体として広く使われていた物質です。その後人体への毒性が指摘され、生産・輸入ともに禁止されましたが、処理施設の設置が進まず、そのほとんどが長期貯蔵されたままになっているのが現状です。しかも最近になって、本来はPCBが含まれるはずのない絶縁油などに、数ppmレベルの超低濃度のPCBが含まれていることが分かり、それらを安全、簡便、安価、短時間、そして完全に処理する方法が望まれています。

現在、低濃度のPCBの化学処理法として注目されているのが、ギ酸ナトリウム水溶液を使って分解する「水素化脱ハロゲン化反応」という方法ですが、濃度がppmレベルまで低いと化学反応が遅くなるという問題がありました。

化学反応を促進するためには、適切な触媒と、反応物質の密度を上げることが必要です。そこで私たちは、新たな触媒として高分子パラジウムナノ粒子触媒膜を開発、反応器としてマイクロチップを採用しました。マイクロチップのY字状の流路(径0.1mm)内にこの触媒膜を作製し、一方から超低濃度のPCB溶液を、もう一方からギ酸ナトリウム水溶液を流すと、約8秒という短時間で完全にPCBが分解され、安全な脱ハロゲン化物を得ることに成功しました。

●開発したマイクロチップ



Y. M. A. Yamada, T. Watanabe, A. Ohno, and Y. Uozumi, ChemSusChem, 2012, 5, 293-299
doi: 10.1002/cssc.201100418

My Laboratory

和光研究所ではごく平均的な化学系の実験室ですが、個性的な7人のスタッフのユニークでオリジナルな研究によって、それぞれの実験台から日々新しいことが発見されています。私の右側にある装置はマイクロリアクターで、この実験には欠かせないものです。

魚住泰広

Yasuhiro Uozumi

Profile

北海道大学大学院薬学研究所修士課程修了。同大触媒化学研究センター、コロンビア大学、京都大学、名古屋市立大学を経て2000年から分子科学研究所教授。2007年に理研へ。有機化学にはまだまだ広大・深遠な未踏の領域があります。お楽しみはこれからです！

- ❶ 一番大切なものは？
誇り。
- ❷ 休日の過ごし方は？
寝る。食べる。寝る。ギターの練習。そして寝る。
- ❸ 科学者になっていなければ？
ジャズミュージシャンとして、NY在住。のはず……かな？

ケミカルバイオロジー研究 03

研究担当組織 和光研究所

基幹研究所ケミカルバイオロジー研究領域

「ケミカルバイオロジー」は、化学的手法を駆使して生物学に挑む新しい研究分野です。当領域では、化学、分子生物学、糖鎖生物学、構造生物学との融合により、タンパク質や脂質、糖鎖などの生体内分子や生理活性小分子の機能を解明・制御し、さまざまな生命現象に迫ろうとしています。そのため、微生物由来の天然化合物を系統的に収集した化合物バンクを構築し、それを基盤として大量かつ高速なスクリーニングに対応可能な化合物アレイを作製します。また、タンパク質の翻訳後修飾ならびに品質管理のメカニズムを解明し、さらにはその制御を目指します。

研究成果

微生物が生み出す有用物質の生合成メカニズムを解明

ケミカルバイオロジー研究基盤施設 化学情報・化合物創製チーム

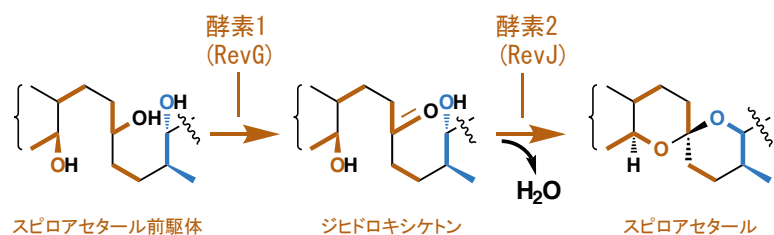
高橋俊二チームヘッド

人類は、アオカビが生み出すペニシリンをはじめとして、土壌中に存在する微生物が生み出す代謝物質のなかから、抗生物質や抗がん剤といった薬の種となるものを探し出し、利用してきました。一方、微生物を単離して試験管内で純粋に培養すると有用物質を生産しなくなる現象も知られています。「微生物がどのように有用物質を作るのか」、その生合成メカニズムの解明は、薬の安定生産やより効果のある薬の創製に向けてとても重要です。

私たちは、抗生物質を生産する微生物として知られる放線菌の仲間が、骨粗しょう症やがんの骨転移を抑える薬の候補として注目されている「リベロマイシンA」を生合成するメカニズムを、世界で初めて遺伝子レベルで明らかにしました。これまでに、トマトの果実から抽出したトマトエキスを含む培養液で放線菌を培養するとリベロマイシンAの生産量が増えることを見いだしていました。そこで、トマトエキスを添加した時に特異的に発現が誘導される放線菌の遺伝子を探索して、21個のリベロマイシンAの生合成遺伝子を突き止めました。さらに、これらの遺伝子から産出される酵素の機能を解析して、リベロマイシンAの構造中において生理活性に重要な「スピロアセタール環」の生合成に関わる2つの新たな酵素を発見しました(下図)。

このスピロアセタール環の生合成メカニズムを応用すれば、薬の材料となる物質群と酵素を混ぜるだけで、効率的・選択的に有用物質を作り出すことができるようになりますと期待されます。

●スピロアセタール生合成メカニズム



Shunji Takahashi, Atsushi Toyoda, Yasuyo Sekiyama, Hiroshi Takagi, Toshihiko Nogawa, Masakazu Uramoto, Ryuichiro Suzuki, Hiroyuki Koshino, Takuto Kumano, Suresh Panthee, Tohru Dairi, Jun Ishikawa, Haruo Ikeda, Yoshiyuki Sakaki & Hiroyuki Osada. Nat. Chem. Biol. 7: 461-468, 2011, doi: 10.1038/nchembio.583.

高橋俊二

Shunji Takahashi

Profile

千葉大学大学院博士課程修了。東京大学にて日本学術振興会研究員、千葉大学大学院医学研究院助手、米国ケンタッキー大学博士研究員を経て、理研長田抗生物質研究室協力研究員、現在に至る。微生物二次代謝物の生合成に興味があり、新しい生理活性物質を創製したいと考えています。

❶ 一番大切なものは？
健康。

❷ 休日の過ごし方は？
熱帯魚水槽のアレンジ、たまに映画鑑賞、ジョギング、ゴルフ。

❸ 科学者になっていなければ？
中学が高校の先生。

My Laboratory

我々は、微生物からの贈り物である有用化合物の単離を行っています。また、遺伝子操作により、通常では生産が困難な化合物の創製も行っています。写真の装置はエバポレーターで、微生物の代謝産物を含んだ抽出液を濃縮するために欠かせないものです。

物質機能創成研究

04

研究担当組織 和光研究所

基幹研究所物質機能創成研究領域

既 存の概念を覆すような革新的な機能を、物質科学という研究分野から生み出すのが、当領域の使命です。ナノメートルサイズの物質材料の機能創出には、微細加工による方法に加えて、原子・分子単位でさまざまな機能を実現する概念を取り入れる必要があり、その基礎となるのが物質の構造です。そこで当領域では、「電子」「原子」「分子」の3つの基本要素を、「創る」「並べる」「観る」「測る」の4つの基本操作で研究することで、物質機能発現の基本原則を解明すると同時に、分子デバイスや量子コンピュータなど新しいデバイスの創出を目指しています。

研究成果

電場で磁性を制御できる可能性を秘めた新材料を開発

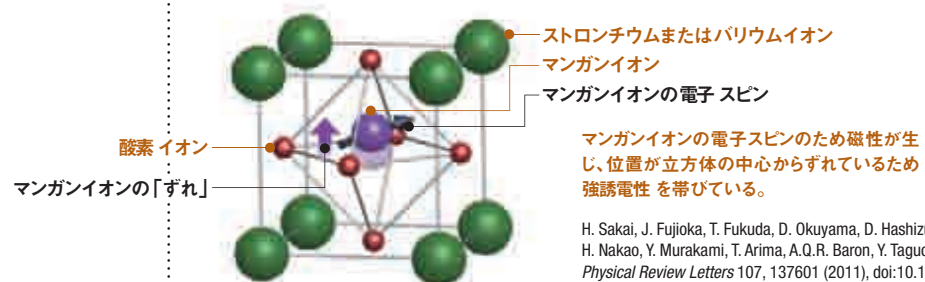
交差相関物性科学研究グループ 交差相関物質研究チーム

田口康二郎 チームリーダー

現在、メモリデバイスなどには磁石の性質を持つ磁性体材料が使われています。電場をかけるのをやめても分極が持続する強誘電性を持ち、磁性体でもある材料を「マルチフェロイック材料」と言いますが、さらに分極と磁化が強く結合しているものだと、電場をかけて磁性を制御するなど、画期的デバイスを実現する新材料となります。しかし、既存のマルチフェロイック材料は、強誘電性と磁性の結合は強いが分極は小さいか、分極は大きいが強誘電性と磁性の結合は弱いかのどちらかでした。

私たちは、強い結合と大きな分極の両方を持つ材料「ストロンチウム-バリウム-マンガン酸化物 (Sr_{0.5}Ba_{0.5}MnO₃)」を発見しました(下図)。この材料は、バリウムの比率を高めることができれば、マンガニオンが単位構造の中心からややずれることによって強誘電性が生じることが予想されていましたが、従来の作製方法ではバリウムとストロンチウムの比率が1:4までしか作製できませんでした。私たちは、新しく開発した二段階成長法によってこの比率を1:1まで高め、強誘電性を得ることに成功しました。この物質においては、マンガニオンが磁性と強誘電性の両方を担っていることから、大きな分極と、強誘電性と磁性の強い結合の両者が実現されています。今後も、室温で機能させることなどの課題に取り組み、実用化に向けた研究を進めていきます。

●ストロンチウム-バリウム-マンガン酸化物の構造



H. Sakai, J. Fujioka, T. Fukuda, D. Okuyama, D. Hashizume, F. Kagawa, H. Nakao, Y. Murakami, T. Arima, A.Q.R. Baron, Y. Taguchi & Y. Tokura. *Physical Review Letters* 107, 137601 (2011), doi:10.1103/PhysRevLett.107.137601

田口康二郎
Yasujiro Taguchi

Profile

東京大学大学院理学系研究科博士課程中退。東京大学大学院工学系研究科助手、東北大学金属材料研究所准教授を経て、2007年に理研へ。強相関電子が示すさまざまな創発現象はとて奥が深く、その魅力の虜になっています。

- ❶. 一番大切なものは？
信頼関係。
- ❷. 休日の過ごし方は？
寝てるか、軽いスポーツ。
- ❸. 科学者になっていなかったら？
会社員(子供のころは警察官かスポーツ選手になりたかったけど)。



My Laboratory

世の中を変える革新的な機能性材料につながるような新しい物質を発見することを究極の目標として、日々研究しています。私の右側にある装置は超高压合成装置で、新物質探索には欠かせない装置です。

先端光科学研究

05

研究担当組織 和光研究所

基幹研究所先端光科学研究領域

望 遠鏡や顕微鏡に代表されるように、“光”による観測や計測は、科学の発展に大きく寄与してきました。しかし、これまでの光科学技術の開発は、可視光を中心とする電磁波で行われてきており、観測に用いる光の波長範囲を広げられれば、さまざまな未知の現象の解明を可能にするものと期待されています。そこで当領域では、理研が独自に開発を進めてきた軟X線アト秒パルスレーザーや近接場ナノ光源、テラヘルツ光源等に関する技術ポテンシャルをさらに高め、分子から原子・電子の計測・分析・評価・操作のための新しいツールとして未踏の光領域の光源を開発することを目指しています。

研究成果

アト秒=(100京分の1秒)領域の光で重水素の原子核の超高速振動を観測

エクストリームフォトリクス研究グループ 高強度軟X線アト秒パルス研究チーム

鍋川康夫 専任研究員

シャッタースピードの限界を超えた超高速の動きも、物体に光を「ほんの一瞬だけ」あてれば記録できます。原子レベルの世界では、そうした超高速現象が起きていることが予測されていますが、それを実際に観測できるほど短時間の光が実現できていません。そこで、超短時間だけ光るパルス光の開発が進められてきました。私たちはすでに、レーザー光をキセノンなどのガスに集めると波長の極めて短いパルス光が発生することを利用して、450アト秒(100京分の450秒)という極めて短い時間幅のパルス光、「アト秒パルス」光源の開発に成功しています。

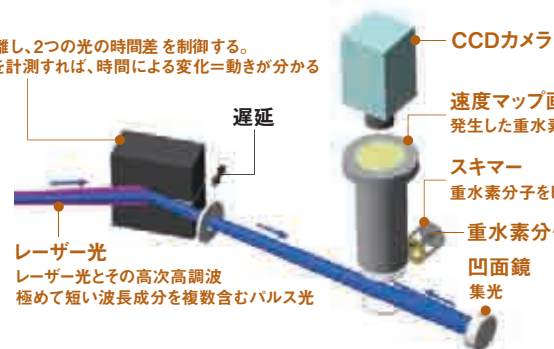
そしてこのほど、このアト秒パルスを用いて、重水素分子の原子核の動きの観測に成功しました。重水素分子は重水素原子2つがある力でつながってできており、2つの原子を引っ張って放すと原子核が振動します。その振動の最短周期は約22フェムト秒(1000兆分の22秒)と理論的に予想されていましたが、アト秒パルスでこれを確かめた人はいませんでした。私たちは、アト秒パルスを重水素分子ビームに照射することで、原子核が理論通りに動いていることを、世界で初めて観測したのです。

この成果は、アト秒パルスが超高速現象の観測に役立つことを改めて証明するものです。今後は、より短いパルス光を開発し、原子核よりもさらに速い電子の動きの観測に挑んでいきます。

●アト秒領域の光を用いた水素原子核の振動の観測装置

高調波分離ミラー

レーザー光を2つに分離し、2つの光の時間差を制御する。時間差を変えて信号を計測すれば、時間による変化＝動きが分かる



Yusuke Furukawa, Yasuo Nabekawa, Tomoya Okino, A. Amani Eilanlou, Eiji J. Takahashi, Pengfei Lan, Kenichi L. Ishikawa, Takeshi Sato, Kaoru Yamanouchi, and Katsumi Midorikawa, Opt. Lett., in press

My Laboratory

レーザーには、物理・化学のみならずさまざまな分野が関連しています。共同研究者の方々も多彩なバックグラウンドを持っており、私の横の計測装置類も彼らが開発したものです。これらと最新のレーザー光源との組み合わせで、新たな研究成果を目指します。

鍋川康夫

Yasuo Nabekawa

Profile

早稲田大学理工学研究科物理および応用物理専攻博士課程前期(修士)修了。博士(工学)。修士修了後、東京大学物性研究所に技官として就職し、レーザー開発のイロハを現場で叩き込まれる。学位取得後、2001年2月からは理研で引き続きレーザー開発の日々を送る。

- ❶ 一番大切なものは？
家族。子供の寝顔を見ていると癒されます。
- ❷ 休日の過ごし方は？
掃除、子供との遊び、ラグビー観戦。
- ❸ 科学者になっていなければ？
ラグビー専門誌またはジャズ専門誌の編集者。

加速器科学

01

研究担当組織 和光研究所

仁科加速器研究センター(RNC)

湯 川秀樹博士や朝永振一郎博士を育てた仁科芳雄博士以来、80年の歴史がある理研の原子核物理学研究の伝統を受け継ぐ研究センターとして、2006年に設立されました。世界最多となる約4,000種の放射性同位元素を生成可能な重イオン加速器「RIビームファクトリー(RIBF)」を中心に、原子核とそれを構成する素粒子の実体と本質を追究し、宇宙開闢以来の物質創成の謎を解明すること、さらに、RIBFを農業や医療などの産業に応用する技術を開発することが使命です。2012年、欧州の大型ゲルマニウム半導体検出器を招致、国際共同研究「EURICA」プロジェクトを開始しました。

研究成果

金の原子核同士を超高速で衝突させ宇宙創成直後の状態を再現・測定

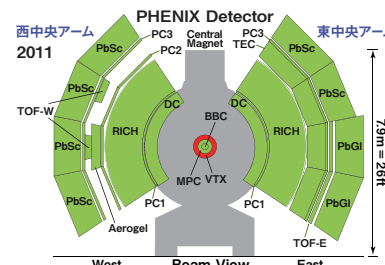
素粒子物性研究部門 理研BNL研究センター 実験研究グループ

秋葉康之 グループリーダー

約137億年前、ビッグバン直後の数万分の1秒間は、陽子や中性子を構成するクォークやグルーオンなどの素粒子がばらばらに存在するクォーク・グルーオン・プラズマ(QGP)だったと考えられており、そのときの温度は2兆度と推定されています。金などの重い原子核同士を限りなく光速に近い速度で衝突させると、QGPと似た高温・高密度の状態が生み出すことができます。私たちは、米国ブルックヘブン国立研究所(BNL)の重イオン衝突型加速器「RHIC」を用いたPHENIX実験に参加し、金の原子核同士を衝突させた直後にできるQGPの膨張の仕方を調べ、QGPが従来予想された気体ではなく液体に近い性質を持つことを発見しました。さらに、光が一定のエネルギーを超えるとある確率で電子と陽電子に変わる現象を用いて、QGPの温度を測定する方法を開発。その温度が約4兆度であることを確認し、2兆度を超えていたことからRHICの衝突実験でQGPが実現されていることを裏付けました。

PHENIX実験は世界10カ国以上から400名以上が参加する大型国際共同実験です。私は、副実験代表者として上記の成果を生み出す主導的役割を果たしてきた点が評価され、2011年度の仁科記念賞を受賞しました。とてもうれしく、名誉に思います。実験ではこのほか、チャームやボトムと呼ばれる重いクォークのふるまいについて、従来の常識を覆す結果も得られました。受賞を機に、今後もさらに革新的な発見をもたらすべく実験に取り組んでいきます。

●BNLにあるPHENIX実験に用いる装置



縦、横、長さがそれぞれ10m、10m、20mくらいあり、総重量3000トンの測定器。図はビーム軸方向から見たもので、ビームは、図の中心付近にある丸の真ん中で衝突する。衝突の結果生じる粒子を、その左右にある西中央アームと東中央アームで測定する。金と金との正面衝突の場合は、それぞれのアームに数百個の衝突発生粒子が入るが、それを同時に測定することができる。

秋葉康之

Yasuyuki Akiba

Profile

東京大学大学院理学系研究科物理学専攻。理学博士。東京大学原子核研究所、高エネルギー加速器研究機構を経て2003年から理研へ。「宇宙初期に存在した高温物質QGPを原子核衝突で作れる」と大学院生の時に聞いて以来、BNLで原子核衝突実験を続けています。

- ❶ 一番大切なものは？
家族。
- ❷ 休日の過ごし方は？
読書。
- ❸ 科学者にならなければ？
考えたことがないので分かりません。

My Laboratory

腕の横にあるのはシリコン飛跡測定器のラダーです。荷電粒子の位置を50ミクロンの精度で測れる装置で、開発に5年以上かかりました。このラダー30本と別種のラダー40本でRHICのビーム衝突点を囲み、チャームとボトムクォークの精密測定を始めました。

バイオリソース

02

研究担当組織 筑波研究所

バイオリソースセンター(BRC)

ラ イフサイエンス研究とイノベーションの推進のための研究基盤である生物研究材料(バイオリソース)を整備する国の中核的拠点として、「信頼性」「継続性」「先進性」をモットーに、事業を展開しています。世界の関連機関や研究者コミュニティとの連携の下、最も主要なバイオリソースである実験動物マウス、シロイヌナズナ等植物材料、ヒト・動物由来の細胞株、微生物株およびヒト・動物・微生物由来の遺伝子材料を収集、品質を管理、保存し、これらバイオリソースに関する情報とともに提供しています。また、バイオリソースの取扱い技術に関する研修事業も行っています。

研究成果

赤血球を産生可能な不死化細胞株の樹立方法を開発

細胞材料開発室

中村幸夫 室長

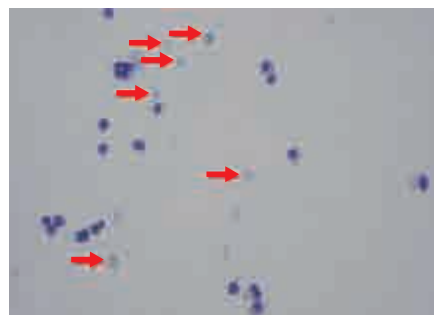
バイオリソースセンターでは、他機関の研究者が開発したバイオリソースの収集・保存・提供のみならず、独自にもバイオリソースを開発することで、バイオリソースを用いた基礎研究や応用研究の先導役を果たすことも目指しています。

その一環として、細胞材料開発室では、最終分化した機能細胞を産生可能な前駆細胞レベルでの不死化細胞株の樹立を目指しています。たとえば、成熟した赤血球や血小板を産生可能な不死化細胞株を樹立できれば、細胞分化に係る基礎研究から誘導した細胞を臨床に応用する研究にいたるまで、幅広い研究に有用な細胞材料となります。

赤血球輸血は標準的かつ日常的な治療法として確立されていますが、その供給は献血に依存しています。少子高齢化が進むなか、需要と供給のバランスは大きく崩壊し始めており、供給量の絶対的な不足の到来が懸念されています。また、献血に依存した輸血体制では、肝炎ウイルス等の感染源伝播のリスクをゼロにすることはさきめて困難です。

細胞材料開発室では、胚性幹細胞(ES細胞)や人工多能性幹細胞(iPS細胞)を用いて、成熟赤血球(核を有さない脱核赤血球)を産生可能な不死化細胞株の樹立に成功しました。

● 赤血球前駆細胞株からの赤血球産生



試験管の中で脱核赤血球の産生に成功した。

赤い矢印の先は脱核赤血球を示している

My Laboratory

細胞材料開発室の通称は細胞バンク。私の周りには大型液化窒素タンクです。このタンクが現在約50個あり、四半世紀の時をかけて即時提供可能な状態に整備してきた細胞が眠っています。数十年あるいは数百年後の研究者にも使われる細胞たちです。

中村幸夫

Yukio Nakamura

Profile

長野県上田市出身。新潟大学医学部卒業。信州大学、自治医大等で4年間は内科臨床に従事。その後、理研筑波研究所で基礎研究を開始。筑波大学、オーストラリア・メルボルン市 Walter and Eliza Hall Institute (WEHI) 留学を経て、2002年から理研筑波に再就職。

- ❶ 一番大切なものは？
信念。信念を貫くことはそう容易ではないですが。
- ❷ 休日の過ごし方は？
2時間の散歩。散歩後にビール。
- ❸ 科学者になっていなければ？
宗教家。御経を聞いても聖歌を聞いても心が洗われる(気がする)。

放射光科学

03

研究担当組織 播磨研究所

放射光科学総合研究センター(RSC)

大型放射光施設「SPring-8」を中心に、フランスのESRF、アメリカのAPSと並ぶ高エネルギー光科学の拠点を日本につくすることを目的として、2005年に設立されました。2011年には5年計画で開発を続けてきた国家基幹技術の一つ、X線自由電子レーザー(XFEL)施設「SACLA(さくら)」を完成させ、世界最短波長のX線レーザーを発生する施設として2012年3月より供用を開始しています。今後は理研の持つもう一つの国家基幹技術である「京(けい)」との連携を進め、新しいサイエンスを開拓していきます。SPring-8とSACLAという2つの世界一の施設を同じ場所に持つ利点を最大限に活かし、世界最高品質の光を生み出すこと、その光を利用して新しい科学技術を切り開くことをミッションとして活動しています。

研究成果

X線自由電子レーザー施設SACLAが今年3月7日から供用運転を開始

ビームライン研究開発グループ

矢橋牧名グループディレクター

X線自由電子レーザー(XFEL)は、X線とレーザーの特性を併せ持つ光です。X線は波長が短く小さな物質を観察するのに適した光で、原子・分子レベルでの構造や性質を解明するのに有効。一方レーザーは、光の波が完全にそろって指向性と集光性に優れており、微細加工や測定、CD・DVDなどの読み書きに用いられています。この両方の特性を併せ持つ優れた光、XFELを利用するために、日・米・欧の3カ所でそれぞれの施設建設が進められてきました。私たちは「コンパクトなXFEL施設」の計画を考案し、電子銃、線型電子加速器、アンジュレータの主要3要素に私たちの独自の技術を盛り込むことによって、全長約700m、欧米の約1/3という大幅な小型化を実現しました。そして、ビーム運転開始からわずか3カ月の短期間で当時の世界最短波長となる0.12nmのX線レーザーの発振に成功(2011年6月)、その後も順調に調整を進め、現在は0.063nmを達成しています。

SACLAの発生するXFELの特徴は、①極めて明るいこと ②発光時間が10兆分の1秒と極めて短いこと ③波が完全にそろっていることです。この特徴により、これまでだれも捉えることができなかった世界を解き明かすことが可能になり、たとえば化学反応における超高速反応の解析や、タンパク質など生体分子の構造解析によって、燃料電池や新薬の開発が大きく進展するものと期待されます。

●X線自由電子レーザー施設「SACLA」



大型放射光施設SPring-8に隣接して建設された「SACLA」。両施設ともに特定放射光施設として広く研究者などに提供することが義務づけられており、SACLAも2012年3月から供用が始まっています。

矢橋牧名

Makina Yabashi

Profile

東京大学大学院工学系研究科博士課程中退。1996年高輝度光科学研究センターに着任、SPring-8のビームライン建設のかたわら、X線光学の研究を行う。徐々に後者に専念のつもりが、程なくXFELプロジェクトがスタートし、またもや建設の日々。2007年から理研に。

①一番大切なものは？

家族。

②休日の過ごし方は？

ピアノの練習、家庭菜園、クッキング。

③科学者にならなければ？

芸術関係の仕事。

My Laboratory

数百メートルの大規模光源からオンストロームの世界まで体験できるこんな研究室は、なかなかありません。3月からSACLAがいよいよ利用運転を開始し、スタッフ一同充実した日々が続きます。

オミックス基盤

04

研究担当組織 横浜研究所

オミックス基盤研究領域 (OSC)

「オミックス」とは生物の体を構成する細胞の中にある、DNAやRNAをはじめとする分子全体を網羅的に収集・解析し、生命現象を分子レベルの全体システムとして理解することを目指す学問です。当領域では、次世代シーケンサーをベースにオリジナルの技術を開発し、再生医療や医薬品開発につながることを目指して、細胞内の遺伝子ネットワークの解明に挑んでいます。こうした研究を国際コンソーシアムで取り組んでいるのが「FANTOMプロジェクト」です。2000年の結成からこれまでに多くの成果をあげ、現在、FANTOM5の活動が進行しています。また、ノンコーディングRNA (タンパク質をコードしないRNA) の新しい機能を発見し、生命活動におけるその重要性を解明しています。

研究成果

世界最先端の技術を産学官の研究者に幅広く提供するGeNAS技術支援

LSAシステム構築グループ

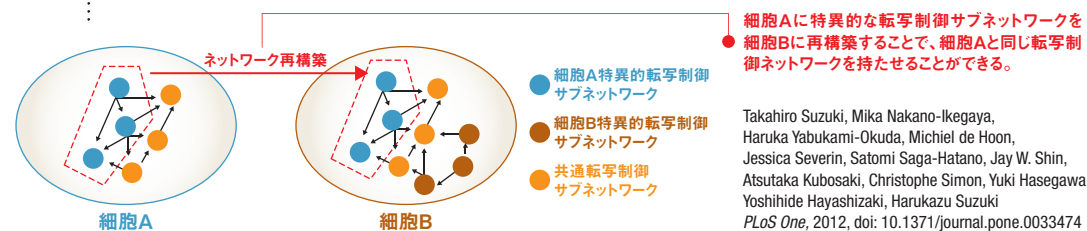
河合 純 プロジェクトディレクター

最先端の遺伝子ネットワーク解析システムを、よりたくさんの研究者に活用してほしい——そんな願いから私たちが実施しているのが、技術支援事業「GeNAS」です。

私たちはこれまで、遺伝子発現ネットワークを網羅的に解析するCAGE、細胞内の情報ネットワークを解析するLSAパイプラインなどの独自技術と、日本最大の次世代シーケンサーなどの設備に基づく遺伝子ネットワーク解析システムを構築し、世界の最先端に行く研究成果を次々ともたらしてきました。2011年には、ヒト単球細胞 (血液中を移動する免疫細胞の一種) のプログラミングにかかわる転写制御サブネットワークを解明し、それを容易に得られる細胞であるヒト線維芽細胞 (真皮などに散在シコラーゲンなどを生産する細胞) に再構築して、直接、単球細胞に似た細胞を作製することに成功しました。この画期的成果は、容易に得られる細胞からiPS細胞を経ずに目的の細胞を作製する道を開くものと注目されています。

こうした研究成果を支える最先端の遺伝子ネットワーク解析システムを、産学官の幅広い研究者にも、技術支援という形で活用していただいているのです。たとえば文部科学省のセルイノベーションプロジェクトや国際共同研究組織FANTOMなどの支援を実施しています。利用者数は年々、増えつつあり、2011年度には、東日本大震災で多大な被害を受けた東北地方の研究者を対象に、ネット経由での遺伝子解析環境の無償提供などの支援も行いました。今後も、最先端の遺伝子ネットワークシステムを多くの研究者に開き、標準化と普及に努めていきます。

●細胞内の転写制御サブネットワーク再構築の概念図



My Laboratory

OSCでは、私の後ろにあるいろいろな種類の次世代シーケンサーを使い、遺伝子やノンコーディングRNAの研究を進めています。研究の過程で開発された最先端技術やノウハウを提供し、日本のライフサイエンスを底上げすることを目指しているのがGeNASです。



河合 純
Jun Kawai

Profile

京都大学の理学部で細胞性免疫を勉強した後、塩野義製薬に入社し遺伝子の研究を始めました。その過程で、現在のボスの林崎さんと共同研究をしたのがきっかけで、理研に転職しました。理研ではずっと、シーケンス解析のパイプラインを構築し、大規模データを出していくという、いわゆるゲノム科学の基盤になっています。

❶. 一番大切なものは?

家族は大切ですね。

❷. 休日の過ごし方は?

最近、週末にサイクリングします。

❸. 科学者になっていなければ?

子供と遊ぶのが好きなので、小学校の先生になりたいと思ってました。モラトリアム的に大学院に進んで、現在に至ってます。

生命分子システム基盤

05

研究担当組織 横浜研究所

生命分子システム基盤研究領域(SSBC)

複 雑な生命現象を担う遺伝情報発現システムや、細胞情報伝達システムにおけるタンパク質や核酸等の分子間の相互作用を、立体構造レベルで解明することをミッションとしています。さらに、これらの知見を膜タンパク質等の合成技術や、人工的な遺伝情報システムの構築等に適用し、分子システム機能を試験管内に再現することによって、さらに深く生命を理解します。また、システムの異常に起因するさまざまな疾患に関して、立体構造レベルでの解明に取り組んでいます。構築した研究基盤は内外の研究機関等へ提供し、効果的な成果移転を行っています。2011年度は、免疫系細胞が刺激にตอบสนองし動く仕組みを原子レベルで解明するなど多数の成果をあげています。

研究成果

X線結晶構造解析の情報を基礎に抗がん剤の開発へ

システム研究チーム

ロリエン・ジェーン・パーカー 客員研究員

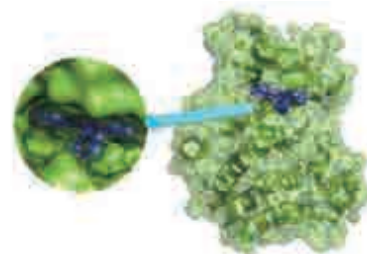
がんを含む多くの疾患の発症にはタンパク質が深く関わっており、そのタンパク質がどのような化合物とどのように結合するかが分かってくると、創薬開発は飛躍的に加速します。残念ながら、いろいろな疾患の治療薬で原因タンパク質との特異性が低いために、副作用や毒性の問題が生じることがあります。結晶構造解析は、それらの問題を克服するのに有効です。私たちは、立体構造情報から薬と標的タンパク質の相互作用を詳しく調べ、標的タンパク質に特異的に結合する化合物を探索し、効果的で安全な薬を設計することを目指しています。

私が現在研究対象にしているのは、「セリン/スレオニンキナーゼの1種であるPim1キナーゼ」という細胞増殖を促す酵素(タンパク質)です。この酵素が膵臓がんなどの細胞で過剰発現することにより、がん化が起こります。もし、この活性を阻害できれば、正常細胞のがん化を抑制できる可能性があります。

私たちは、この酵素に結合してその働きを阻害、または過剰発現を抑える化合物を探索し、薬剤候補化合物のデザインを目指しました。Pim1キナーゼと薬剤候補化合物の結晶をいくつも作り、立体構造情報を確認していく過程を繰り返して、薬剤候補化合物-酵素の複合体が、形状的にも電荷的にも強く結合しあっていることを確認しました。

この結果は大変良好で、医薬品化学研究の共同研究関係を結んだ東京大学と共に、Pim1キナーゼ阻害剤の実用化を進めています。臨床試験を経て市販されるまでは、10年がかりのプロジェクトですが、きっと達成できると信じています。

●薬剤候補化合物(青)が結合したPim1キナーゼの立体構造(緑)



X線構造解析により原子レベルでタンパク質の構造を見ることができます。構造解析によって得られた詳細な情報を基にすれば、タンパク質と薬剤候補化合物との結合を正確に知ることができるので、ジグソーパズルのように、タンパク質の結合ポケットにぴったりはまる阻害剤の形をデザインすることができます。

1) Hirofumi Nakano, Nae Saito, Lorien Parker, Yukio Tada, Masanao Abe, Keiko Tsuganezawa, Shigeyuki Yokoyama, Akiko Tanaka, Hirotsu Kojima, Takayoshi Okabe and Tetsuo Nagano, J. Med. Chem., 55, 5151-5164 (2012). doi: 10.1021/jm3001289
2) Lorien Parker et al., Biological Crystallography, in press.

ロリエン・ジェーン・パーカー
Lorien Jane Parker

Profile

メルボルン生まれ。メルボルン大学医・歯・健康学部卒業後、同大学より博士号取得(主にセントビンセント医療研究所で研究)。2009年来日、理研生命分子システム基盤研究領域で博士研究員として研究を始める。同年、日本学術振興協会の外国人特別研究員となるとともに、オーストラリア国立健康医療研究会議の海外博士研究員フェローシップ(2014年まで)も取得。

- ❶ 一番大切なものは?
チャンスを生かすこと。生活のバランスを保つことも重要。仕事と家庭のバランスが保たれていれば意欲が湧いてくる。
- ❷ 休日の過ごし方は?
日本は見るべきところがたくさんあって素晴らしい国です。毎週違うところを観光したり、日本料理を楽しんだりしています。
- ❸ 科学者になっていなければ?
獣医。動物が大好きなので(誰でも一度はそう思ったのでは?)。

My Laboratory

私の研究室では薬剤とタンパク質の相互作用を、X線結晶学的手法で研究しています。私の後ろの装置で小さなタンパク質の結晶にX線を照射し、得られる情報を記録します。薬剤のデザインは、ピースの大きさと形と色を合わせて完成するジグソーパズルに似ていますが、結晶の情報を基にすれば副作用が無い薬剤を開発できます。

生命情報基盤

06

研究担当組織 横浜研究所

生命情報基盤研究部門 (BASE)

生 命の総合的理解を深めるため、ライフサイエンス分野における情報科学研究を推進しています。これからのライフサイエンス研究では、日々生産される膨大なデータを、既存データと合わせて統合解析することが不可欠です。当研究部門では、この既存/新規データを整理し共有するためのデータベース公開基盤を提供し、さらにデータの大規模な統合解析によって、生物学的な機能の解明、ゲノム設計を行うためのインフォマティクス研究を行っています。また、その知識を活用する人材の育成、データ解析やゲノム設計を高度化する研究も進めています。2011年度は、既存の方法に比べ次世代シーケンサーのデータ解析精度を飛躍的に向上させる新手法を開発しました。

研究成果

RNA分子の全長構造を再構築する新しいプログラムを開発

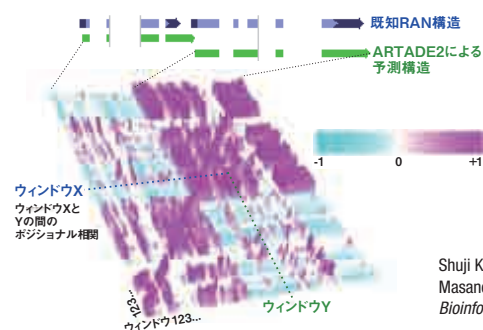
飯田 慶・川口修治 研究員

近年、RNAがにわかに注目されています。RNAの状態は疾患との関連が深く、がんなどの疾患では特異的なRNAの発現パターンや選択的スプライシングが生じることが分かってきて、また、この変化は疾患に先駆けて生じると考えられるので、疾患の予兆となるような変化を探することで疾患を未然に防ぐ「先制医療」にもつながると期待されるからです。そこで、細胞内にあるRNAのセット「トランスクリプトーム」を正確に捉えることでRNAの構造や働き方を理解しようという試みが、各国でさかんに行われるようになりました。

トランスクリプトームの解析で力を発揮するのが次世代シーケンサーですが、解読できるRNA分子の長さが100塩基以下と短いため(ヒトの場合1,000塩基を超えるRNAが全体の80%以上)、断片化されたRNAの配列情報を正確に再構築して全長RNAの情報にするプログラムが求められていました。

私たちは、同一のゲノムにおける異なる2点間のRNA発現活性の相関を網羅的に調べる「ポジショナル相関解析」(下図)を考案し、ゲノム配列情報と併せて全長RNAを予測するプログラム[ARTADE2]を開発することで、全長RNAの情報を高い精度で再構築することを可能にしました。性能を評価するための実験では、予測したRNA全長構造の92.6%を正しく再構築することに成功、既存の米国のソフトウェアの78.6%を上まわる結果となりました。

●ポジショナル相関解析結果



横・縦軸は共にゲノムの位置を示しており、ポジショナル相関が高いほど赤く、高い四角柱で表示されている。「ARTADE2」はこの情報と配列情報を統合的に解析し、RNA分子の全長構造を再構築します。

Shuji Kawaguchi, Kei Iida, Erimi Harada, Kousuke Hanada, Akihiro Matsui, Masanori Okamoto, Kazuo Shinozaki, Motoaki Seki, and Tetsuro Toyoda
Bioinformatics, 2012, doi:10.1093/bioinformatics/BTS065

川口修治

Shuji Kawaguchi

Profile

九州大学大学院数理学府博士後期課程修了。九州大学大学院数理学府21世紀COE研究員を経て今に至る。

- ❶.一番大切なものは?
自由時間。
- ❷.休日の過ごし方は?
車もしくは徒歩にて散歩。
- ❸.科学者になっていなければ?
考えたことがなかったです。

Our Laboratory

生物学のみならず、物理、化学、情報学、数学等幅広い分野出身の研究者が所属しているため、各個人の机に並ぶ書物のラインナップもさまざまな、雑多なオフィススペースで日々仕事をしています。手元にはラップトップしか写っていませんが、ほとんどの計算は計算機室にある計算機を使っており、リモートでも仕事ができます。

飯田 慶

Kei Iida

Profile

名古屋大学大学院生命科学研究修士課程修了、同大学にて博士(理学)取得。理研GSC植物ゲノム機能情報研究グループ、長浜バイオ大学、University of California, Riversideを経て、2008年に理研BASEへやってきました。

- ❶.一番大切なものは?
気ままな時間。
- ❷.休日の過ごし方は?
自己研鑽。
- ❸.科学者になっていなければ?
考えたことがないです。

計算機科学・計算科学

07

研究担当組織

計算科学研究機構(AICS)・次世代スーパーコンピュータ開発実施本部

計 算科学研究機構は、コンピュータ・シミュレーションにより、科学的に未来を見通す「予測の科学」の確立を目指し、2010年7月に発足しました。そのために、スーパーコンピュータ「京(けい)」の運用を行い、ユーザーに対して使いやすい計算環境を提供するとともに、「京」を中核として計算科学分野と計算機科学分野を連携させた研究を行い、先進的成果を創出します。「京」は「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」に基づく共用施設として、2012年秋から一般ユーザーに対し供用を開始します。2011年度はスーパーコンピュータの性能ランキングTOP500において世界一を連覇しましたが、今後は世界トップレベルの成果創出を目指します。

研究成果

「京」を用いた研究成果が ゴードン・ベル賞(最高性能賞)を受賞

開発グループ アプリケーション開発チーム

長谷川幸弘 開発研究員

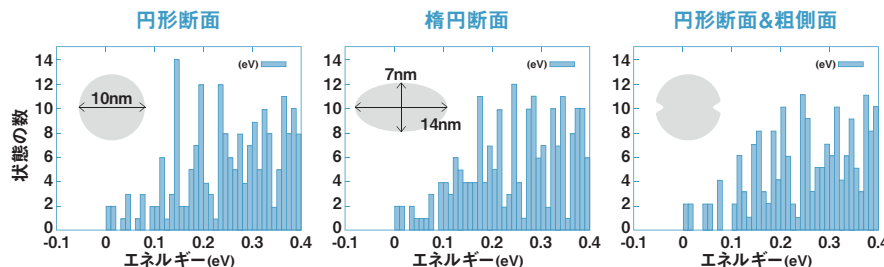
スーパーコンピュータを高度に利用するためには、「計算科学」と「計算機科学」の共働作業が不可欠です。計算機科学側に立つ私たちは、アプリケーションが「京」の性能を引き出すための最適な計算手法と高度化技術の開発を担当し、これまでに物質のエネルギー状態や電子状態を求めることができるアプリケーションの高度化を行いました。そのアプリケーションを用いて「シリコン・ナノワイヤ」の電子状態を「京」で計算した研究成果が、ハイパフォーマンス・コンピューティング分野において最も優れた成果を上げた論文に与えられる「ゴードン・ベル賞」の最高性能賞を受賞しました。

シリコン・ナノワイヤはシリコン原子からなる微小な線材で、次世代半導体の基幹材料として注目されています。受賞対象となった成果は、現実の材料サイズに近い10万原子規模(直径20nm、長さ6nm)のナノワイヤの電子状態について、計算性能を確認するための量子力学的計算を世界で初めて行ったもので、実効性能3.08ペタフロップス*を達成しました。また、10,000個から40,000個の原子規模からなるシリコン・ナノワイヤの電子状態を詳細に計算した結果、断面の形状によって電子輸送特性が変化することを明らかにしました(下図)。

この成果は、ナノレベルの高精度シミュレーションが可能であることを示したもので、「京」が行う先端的物質科学計算が、次世代ナノデバイスの設計指針に大きく貢献することを証明しています。

*ペタフロップス:1秒間に1,000,000,000,000回の足し算や掛け算をすること。

●シリコン・ナノワイヤの伝道電子の状態数とエネルギーの関係



長谷川幸弘
Yukihiro Hasegawa

Profile

(財)原子力データセンター(現、(財)高度情報科学技術研究機構)に入社後、日本原子力研究開発機構へ出向。約14年間お世話になる間に数多くの原子力関係のアプリケーションの高速化を経験。2006年の9月から理研の次世代スーパーコンピュータ開発実施本部へ。

❶ 一番大切なものは?

家族。5歳の息子と2歳の娘、かわいい盛りです。

❷ 休日の過ごし方は?

おもに家族サービス、近所の海岸まで散歩するのが神戸に来てからのお気に入り。

❸ 科学者になっていなければ?

現実主義者なので想像できない。何であつてもプロフェッショナルを目指す。

My Laboratory

世界一速いスーパーコンピュータ「京」の優れた能力を用いてアプリケーションの性能を最大限に引き出すのが私の所属するチームのテーマです。チームリーダーの熱い指導のもと、5名のメンバーがそれぞれの個性を発揮して仕事を進めています。

脳科学

01

研究担当組織 和光研究所

脳科学総合研究センター(BSI)

目 本における脳科学の中核研究拠点として1997年に設立されました。国際性豊かな研究環境、医学や生物学に加え、工学や心理学等の各分野を網羅する学際的・融合的な研究体制のもと、脳科学の最先端課題に取り組んでいます。歴史的発見を生み出す一方、研究を遂行するうえで基盤となる技術の開発や若手研究者育成に力を注いでおり、世界でもトップクラスの研究拠点として信頼を得ています。2011年には行動解析を重視した動物実験施設を備える神経回路遺伝学研究棟が完成し、新たな研究チームにより神経回路機構を明らかにする基礎研究にも力を入れています。

研究成果

嗅覚神経細胞分化の新たなメカニズムの一端を解明

疾患メカニズムコア Moore研究ユニット

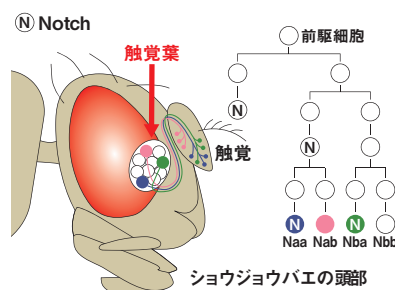
エイドリアン・ムーア ユニットリーダー

生物は膨大な嗅覚神経細胞を持っており、それぞれの嗅覚神経細胞が特定の匂いに対応することで匂いを嗅ぎ分けています。前駆細胞が複数の細胞分裂を繰り返して多種類の嗅覚神経細胞に分化する過程で、「Notch」という細胞内シグナル伝達因子が関与していることは知られていましたが、そのメカニズムは明らかになっていませんでした。

そこで私たちは、前駆細胞が分裂するたびに生み出される娘細胞について、Notchシグナルの活性化の有無を調べました。その結果、さまざまな細胞分裂の段階でNotchシグナルの活性化が繰り返し起こっていること、そして同じ親細胞から生まれた2つの娘細胞のうち、一方のみNotchシグナルが活性化していることを発見(下図)。次にNotchシグナルの標的遺伝子領域を含むクロマチン(細胞核内のDNAとヒストンとの複合体)の構造を調べ、「Hamlet」という神経細胞の分化に関与する核内因子が活性化すると、そのクロマチンが凝集し同領域の遺伝子の発現が抑制されることを発見しました。つまり、Notchシグナルが活性化した嗅覚神経細胞では、次の細胞分裂後にHamletが活性化して、Notchシグナルの標的遺伝子の発現がいったんリセットされていたのです。

今回新たに発見したNotchシグナルの制御機構は、再生医療分野に不可欠な細胞分化機構の基礎的な理解を大きく前進させるものです。

● 前駆細胞が細胞分裂を繰り返して多様な嗅覚神経細胞を生み出す系譜



同じ世代の娘細胞ではNotchシグナルが活性化している細胞(N)と活性化していない細胞(O)があり、その結果、多種類の嗅覚神経細胞が生み出される。

Keita Endo, M. Rezaul Karim, Hiroaki Taniguchi, Alena Krejci, Emi Kinameri, Matthias Siebert, Kei Ito, Sarah J. Bray, Adrian W. Moore. *Nature Neuroscience*, 2011 doi: 10.1038/nn.2998

エイドリアン・ムーア

Adrian Moore

Profile

イギリス、ケンブリッジ生まれ。ケンブリッジ大学卒業後、エジンバラ大学で博士課程を修める。カリフォルニア大学サンフランシスコ校での博士研究員を経て、2003年から脳科学総合研究センターにてユニットリーダー。

Q. 一番大切なものは?

人生を素晴らしい有意義に過ごすようにすること。

Q. 休日の過ごし方は?

最近は、生まれたばかりの息子と過ごす時間を楽しんでいます。

Q. 科学者になっていなかったら?

科学者になることしか考えていませんでしたが、若かった頃は、自然が好きだったのでエコロジストにもなりたかったです。

My Laboratory

私の後ろに並んでいる試験管には、遺伝的系列が異なるショウジョウバエが入っています。その多くは、神経の配線を研究するために遺伝子が人工的に変異されていて、特殊な光を当てると神経が緑色の蛍光色に光ります。ショウジョウバエを使って複雑な実験をすれば、もっと大きくて複雑な人間の脳についても理解が進みます。

発生・再生科学

02

研究担当組織 神戸研究所

発生・再生科学総合研究センター(CDB)

動 物の発生や再生のメカニズムを解明し、再生医療の実現に向けた基礎研究を行うための国際的研究センターとして、2000年に設立されました。多様な実験動物を用い、発生過程における細胞の増殖や分化の仕組み、さらには細胞が集団として複雑な組織や臓器を形成する仕組みを研究しています。また、そうした研究から得られた知見をもとに、ES細胞やiPS細胞などの幹細胞から有用な細胞や組織をつくりだし、再生医療に応用するための研究も進めています。2011年は、生殖細胞の形成に関する重要な発見や、ES細胞から下垂体様組織の形成に成功するなど、数多くの研究成果を発信しました。

研究成果

マウスES細胞から下垂体組織を試験管内で立体形成することに成功

幹細胞研究支援・開発室 立体組織形成・解析ユニット

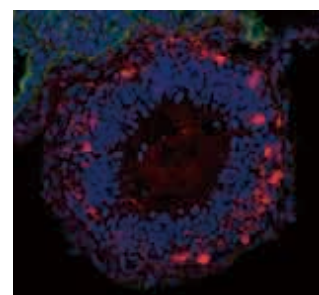
須賀英隆 研究員

いま、幹細胞を使って、さまざまな細胞に分化させる研究が進んでいます。そういった研究では、発生中の胎児生体内の環境を、幹細胞の培養条件に反映させることが基本になります。しかし、立体的な組織や臓器を形成するとすると、それを試験管内で再現することは容易ではありません。生体内では組織間の複雑な相互作用を経て立体的な組織や臓器が発生しており、これを細胞培養で真似るのは容易ではないからです。

その一方で、ES細胞やiPS細胞のような多能性幹細胞が特定の条件下で生体と似た組織構造を自律的に形成することが報告され、分化のパターンが自然に生じるといふ「自己組織化」の概念が、立体組織形成のメカニズムとして注目されています。

当研究室ではこれまで、ES細胞から神経系の細胞を効率よく分化させることが可能な「無血清凝集浮遊培養法(SFEBq)」を開発し、いろいろな神経細胞の分化・誘導に成功しています。この培養法を応用して立体組織形成に挑戦し、生体内と同様の層構造を持つ大脳皮質や網膜組織を試験管内で構築することに成功、今回は、ホルモン分泌の制御中枢として知られ、全身の恒常性維持に極めて重要な働きを持つ「下垂体」の組織形成に成功しました。

この成果は、ES細胞が高い自己組織化能を持つことを改めて示したものであると同時に、SFEBq法が、脳や網膜といった神経系だけでなく、内分泌器官のような神経以外の組織構築にも有用だと示したことで、応用面での意義も大きいと考えられます。



●ES細胞由来の袋状のラトケ嚢

SFEBq法の培養条件を検討した結果、口腔外胚葉形成→視床下部組織との相互作用→ラトケ嚢の自己形成→下垂体への成熟、という、生体と同じ発生過程を、試験管内で再現することに成功しました。

Hidetaka Suga, Taisuke Kadoshima, Maki Minaguchi, Masatoshi Ohgushi, Mika Soen, Tokushige Nakano, Nozomu Takata, Takafumi Wataya, Keiko Muguruma, Hiroyuki Miyoshi, Shigenobu Yonemura, Yutaka Oiso & Yoshiki Sasai
Nature 480, 57–62 (01 December 2011) doi:10.1038/nature10637

My Laboratory

当ユニットでは、幹細胞などから機能的な立体組織を試験管内で構築する理論と技術の開発を目指しています。たとえば、大きな組織の4次元解析に必要な技術や装置の開発を行います。また、この分野で内外の研究者をサポートし共同研究を推進していきます。

須賀英隆

Hidetaka Suga

Profile

名古屋大学医学部卒業後、内分泌代謝科を専門として臨床をしていました。教授の命で大学に戻り博士号取得。お役御免になるかと思いきや、引き続き研究を指示され、2009年に理研へ。今までの基礎研究で得られた知見を使って何かを作ること、医療に貢献したいと思っています。

- ❶ 一番大切なものは？
世のため人のためと、誇りとのバランス。
- ❷ 休日の過ごし方は？
休みません。
- ❸ 科学者にならなければ？
なまぐさ坊主しつつ、庭で町工場やりたいです。

ゲノム医科学

03

研究担当組織 横浜研究所

ゲノム医科学研究センター(CGM)

た たとえば同じ薬を服用したときに、その効果や副作用に個人差があるのは、遺伝子型の違いが影響することが分かってきています。当センターは、多くの患者さんから提供された試料をもとにした膨大なゲノムデータと臨床データを突き合わせることで、個人の遺伝子型の違いと、病気のかかりやすさや薬の反応性との関連を明らかにしています。医学、薬学や数学など各分野のスペシャリストを結集し、一人ひとりに合った予防・治療を提供する「オーダーメイド医療」の実現を目指しています。また昨年度から、「オーダーメイド医療」の実現に向けて、遺伝子型を用いた前向き臨床研究を開始しました。

研究成果

国際がんゲノムコンソーシアムに参画 肝臓がんの全ゲノム解析データを公開

基盤技術開発グループ バイオマーカー探索・開発チーム

中川英刀 チームリーダー

“がん”という病気のひとつは、遺伝子の設計図であるゲノムに異常(変異)が生じ、正常な分子経路が破綻した結果、無秩序な細胞増殖をもたらすものであることが分かっています。すなわち、がんは「ゲノムの病気」であるといえます。さらに、特定のがんの病態では、特徴的なゲノム変異が認められることも明らかになっているため、それぞれのがんに生じたゲノム変異を網羅的に同定し、カタログ化することが、新しい治療、診断、予防戦略を開発する研究の基盤になると期待されています。

このような状況のもと、2008年4月、臨床的に重要な50種類以上のがんを選定し、それぞれのゲノム変異の姿を明らかにする国際共同プロジェクト「国際がんゲノムコンソーシアム(ICGC)」が発足しました。私たちのチームは当初からこのプロジェクトに参画し、肝臓がんを中心とした国際共同研究を行っています。27症例の肝臓がんについて次世代シーケンサーで全塩基配列を解読し、これら大量のデータをスーパーコンピュータで解析してがん特異的なゲノム変異を明らかにしました。

昨年7月には、「第5回 国際がんゲノムコンソーシアムワークショップ」が京都で開催されました。ICGCは世界中の研究者がデータを迅速かつ自由に活用できるよう、解析したがんゲノムデータをホームページで公開しています。私たちが解析した肝臓がんのデータもそこで公開されています。

●第5回 国際がんゲノムコンソーシアムワークショップ



ICGCでは、20種類のがん腫(膀胱がん、血液腫瘍、骨腫瘍、脳腫瘍、乳がん、大腸がん、頭頸部がん、腎臓がん、肝臓がん、肺がん、口腔がん、膵臓がん、前立腺がん、直腸がん、軟部腫瘍、胃がん、子宮がんなど)について47のプロジェクトが進行中です。

My Laboratory

スパコンと直結する左の次世代シーケンサー数台を、スタッフと共に休みなく稼働させ、情報解析チームの面々と一丸となってがんのゲノム解読に励んでいます。数カ月ごとに技術革新が起こるこの分野は、非常にダイナミックであり、毎日が競争です。

中川英刀

Hidewaki Nakagawa

Profile

大阪大学医学部卒業。外科医として大阪の病院に勤務し、患者さんのベッドに寄り添う生活を送る。オハイオ州立大学(アメフトの強豪)での研究生活を経て、2003年に東京大学医学部研究所の助手、准教授。2008年に理研へ移籍。患者さんの顔を思い浮かべながらのがんゲノム研究を心掛けています。

- ❶ 一番大切なものは?
家族。中学生と小学生の子供2人との駆け引きを毎日楽しんでいきます。
- ❷ 休日の過ごし方は?
大学時代はアメフト選手+コーチだったため、大学アメフトの観戦と評論にはまっていた。
- ❸ 科学者になっていなければ?
病院勤務の消化器外科医。

免疫・アレルギー科学

04

研究担当組織 横浜研究所

免疫・アレルギー科学総合研究センター(RCAI)

花 粉症などのアレルギー疾患、がん、自己免疫疾患などの治療法の開発や臓器移植拒絶反応制御などを視野に、免疫・アレルギーに関わる課題の基本的、総合的解明を目指した研究を行っています。新しい生命科学研究領域を開拓し科学を進展させること、発見した原理を活かして技術基盤や医療を革新する基盤を生み出すこと、そしてその基盤を外部の大学や企業、研究者に提供し、最終的には社会や医療の現場に還元していくこと、この3要素を組み合わせることで免疫制御の研究を進め、医療や医学に貢献することが使命です。2011年度には、分野融合的な研究をリードする若手育成のため、理研知融合領域リーダー育成プログラムを創設しました。

研究成果

Bリンパ球の免疫応答の様子をリアルタイムで可視化

免疫細胞動態研究ユニット

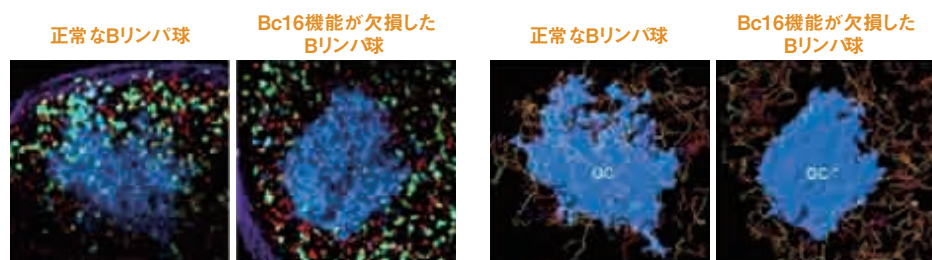
岡田峰陽 ユニットリーダー

Bリンパ球やTリンパ球が細菌やウイルスなどの抗原に遭遇するとリンパ節中に胚中心という場をつくり、抗体遺伝子に変異を起こし、抗原とより親和性のある抗体をつくろうとします。この免疫応答を胚中心反応と言い、生体を防御するうえで重要であることが分かってきました。ところが、胚中心反応を担うBリンパ球やTリンパ球の細胞分化が、いつ、どこで起こり、どのように胚中心に移動するかが解明されていませんでした。

私たちは、胚中心反応に必要な転写因子である「Bc16」に注目しました。まず組織切片の観察などによって、Bリンパ球が胚中心の外側にある濾胞外縁部という場所でBc16の発現を開始していること、次に、Bc16機能が欠損したBリンパ球と正常なBリンパ球の細胞移動の違いを、二光子励起レーザー顕微鏡を用いた最新の生体ライブイメージングで観察し、Bc16を発現したBリンパ球が濾胞外縁部から胚中心に移動していることを発見しました(下図)。さらにTリンパ球も同様に解析した結果、Bc16の発現が上昇して細胞分化した後、胚中心に入ると逆にBc16の発現を低下させ、免疫記憶をつかさどるメモリーT細胞に似た特徴を備え始めることも発見しました。

このような胚中心反応を制御できれば、抗体の長期産生や免疫記憶形成を促進する、新しいワクチンの開発も可能になってきます。

●二光子励起レーザー顕微鏡による生体ライブイメージング



二光子励起レーザー顕微鏡によるイメージング像(青が胚中心領域、緑が免疫応答中のBリンパ球)

胚中心領域の3D再構成(青い部分)とBリンパ球の移動の軌跡

Bc16が欠損したBリンパ球は胚中心の中に移入することができない。

My Laboratory

イメージングを使って、免疫のダイナミズムを研究しています。科学者の大部分が感じることもだとは思いますが、誰も観たことのなかったものを、自分(と、もしかすると世界の数人)だけが観ている状況というのは、本当にエキサイティングなものです。そういう状況を経て得たものを、できるだけ自分の納得のいく形で、社会に還元したいと思っています。私の後にある装置は二光子レーザー顕微鏡で、私たちのイメージング実験には欠かせないものです。

岡田峰陽
Takaharu Okada

Profile

京都大学工学研究科修士課程で高分子化学をかけた後、岡崎市の生理学研究所で博士後期課程を修了しました。その後、関西医科大学との共同研究で免疫学に触れ、カリフォルニア大学サンフランシスコ校の免疫学研究科に6年留学。京都大学に1年程勤める機会を頂いた後、理研へ。

- ❶ 一番大切なものは？
家族と友人、と言いたいところですが、友人は少ないです。
- ❷ 休日の過ごし方は？
ゴルフとキャンプが趣味ははずなのですが、なかなか行けません。代わりに近所のジムに行っています。
- ❸ 科学者になっていなければ？
難しいですが、翻訳家を目指したかもしれません。

植物科学

05

研究担当組織 横浜研究所

植物科学研究センター(PSC)

植物は光合成によって、大気中の二酸化炭素を、食糧や木材、繊維、エネルギー資源となるバイオマス、薬用成分などに資源化します。当センターは2000年の設立以来、植物科学の観点から、地球規模の環境問題や食糧問題、エネルギー問題の解決に貢献するための研究を進め、植物の生産力と質を高める基礎研究に取り組んでいます。当初は主にモデル植物のゲノム解析を進めてきましたが、2005年以降は、植物の代謝産物を網羅的に解析する「メタボロミクス」を研究の柱に据え、作物への橋渡し研究を進めています。2011年度には、70年以上の論争が続いた植物ホルモン「オーキシン」の生合成経路を明らかにしました。

研究成果

植物ホルモン「オーキシン」生合成の主経路の解明に成功

生長制御研究グループ

笠原博幸 上級研究員

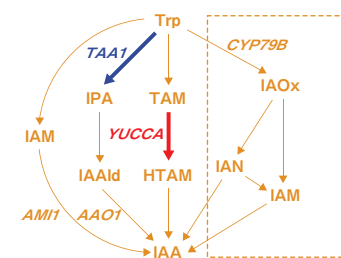
植物の成長や環境適応において重要な役割を果たす植物ホルモンの一種にオーキシンがあります。1930年代にインドール-3-酢酸(IAA)が最初のオーキシンとして同定されて以来、IAAを中心としてオーキシンの生理作用に関するさまざまな研究が行われてきました。しかし、IAAの生合成についてはこれまでに複数の予想経路が提唱されており、植物がどのようにIAAを合成しているのかは謎でした。

私たちは、IAA生合成の過程で生成し、植物にごく微量存在する物質(生合成中間体)を高感度の質量分析装置で分析しました。その結果、これまで異なるIAA生合成経路に存在すると考えられていたTAA1とYUCCAという2つの重要な酵素が、実際は同じ経路に存在することをモデル実験植物のシロイヌナズナで示しました。植物は、アミノ酸の一種であるトリプトファン(Trp)から、主にこの2つの酵素の働きによりIAAを合成していたのです(下図)。

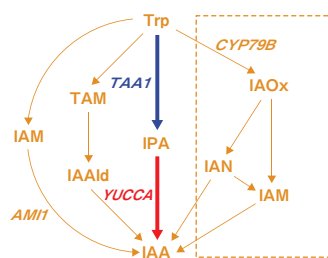
この成果により、IAAによる成長制御の仕組みをさらに詳しく調べることが可能になります。また、これまで人工的に合成されたオーキシンが植物成長調整剤として広く用いられており、今後も農作物やバイオマスなどの増収研究に貢献すると期待されます。

●植物のIAA生合成経路

これまでの推定オーキシン生合成経路



本研究で提案されたオーキシン生合成経路



シロイヌナズナに存在するアブラナ科固有の経路

IAAが主にTAA1とYUCCAにより合成されることを示した。

Kiyoshi Mashiguchi, Keita Tanaka, Tatsuya Sakai, Satoko Sugawara, Hiroshi Kawaide, Masahiro Natsume, Atsushi Hanada, Takashi Yaeno, Ken Shirasu, Hong Yao, Paula McSteen, Yunde Zhao, Ken-ichiro Hayashi, Yuji Kamiya and Hiroyuki Kasahara
Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2011, 108 (45), 18512-18517. doi:10.1073/pnas.1108434108

笠原博幸

Hiroyuki Kasahara

Profile

1997年に近畿大学大学院工学研究科博士後期課程を修了。ワシントン州立大学生物化学研究所を経て2000年から理研植物科学研究センターに。植物ホルモン「ジベレリン」研究の第一人者である神谷勇治グループディレクターとの出会いがきっかけで植物ホルモン研究の世界へ。

❶ 一番大切なものは?

家族。

❷ 休日の過ごし方は?

ジョギング、テニス、少年サッカー観戦。

❸ 科学者になっていなければ?

陶芸家か漆芸家になりたかった。

My Laboratory

生化学や分子遺伝学などさまざまなバックグラウンドを持つ研究者が生長制御研究グループに集まっています。大発見に繋がるアイデアは仲間たちとの何気ない話からも。私の左にある装置は人工気象器で、シロイヌナズナなどモデル実験植物の栽培に役立ちます。

分子イメージング科学

06

研究担当組織 神戸研究所

分子イメージング科学研究センター(CMIS)

生物は、個体の内部状態を刻一刻と変化させつつ、全体としてバランスを保って生きています。生体を傷つけずに分子動態を観察する分子イメージングは、ヒトを含めた動物の体内で起きていることを、経時的なライブ画像で追跡する技術です。内部状態の乱れを察知し、健康の回復に必要なことが正確に分かれれば、画期的な診断法や創薬プロセスの革新が可能になります。当センターは2008年の設立以来、実験動物からヒトへ、基礎医学から創薬科学・臨床医学まで一貫した方法論で、「ライブサイエンス」という新領域を切り拓く研究を行っています。

研究成果

脳の活動を分子レベルで測定し 機能回復や再生医療研究に貢献

分子プローブ機能評価研究チーム

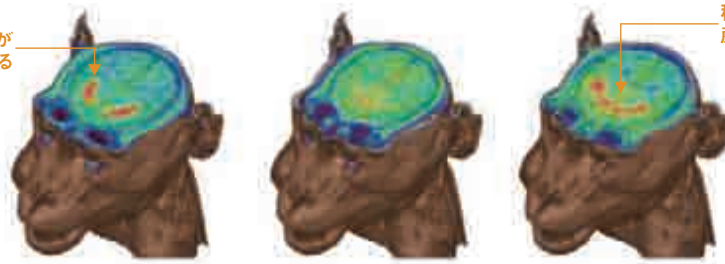
尾上浩隆 チームリーダー

脳の機能回復や再生医療の研究では、特定の分子が動いている様子を画像化する「分子イメージング」が大きく寄与すると期待されます。その有力な方法の一つがPET(陽電子放出断層画像法)ですが、PETを行うには被験者を静止させる必要があります。たとえばサルを調べる場合、麻酔をかけたり器具で頭を固定したりすれば画像は得られますが、ストレスなどが脳の活動に影響を及ぼし、本来の脳機能を測ることができません。そこで私たちは、サルとの信頼関係を築くことから始めて、無麻酔下のサルでのPET測定法を確立、この方法を用いて次々と画期的な研究成果を生み出しています。

最近では、リハビリによって運動機能が回復する時、やる気や報酬に関係する大脳辺縁系の側坐核などが活動することを発見しました。また、ヒトのES細胞やiPS細胞からつくった神経細胞をパーキンソン病モデルのサルに移植したところ、正常なサルと同等のドーパミン産生機能が回復し、治療効果を確認できました(下図)。他の動物でも無麻酔下のPET測定法を確立し、認知症モデルの遺伝子改変マウスの脳では側坐核の活動が低下していることを明らかにしました。さらに、マーモセットを使って脳の高次機能の研究も開始しています。このように、無麻酔下での測定法を幅広くさまざまな形で応用することで、脳の活動を分子レベルで明らかにし、脳の機能回復や再生医療研究へ貢献することを目指しています。

●細胞移植を行ったパーキンソン病モデルサル

ドーパミンが作られている部位が赤色で示されている



正常

パーキンソン病モデルサル

細胞移植12ヵ月後

移植治療によりドーパミン産生機能が回復。

尾上浩隆

Hirohisa Onoe

Profile

大阪大学薬学部生物薬学科修士課程修了。製薬会社、大学助手、国立研究所などを経て2006年から理研。薬理学、睡眠、脳神経行動科学などを経験するなか、いつのまにかサルと研究人生を歩むことに……。PETによる分子イメージングが専門になった今もサルに学ぶ毎日です。

❶ 一番大切なものは？
今、この瞬間。

❷ 休日の過ごし方は？
休日？ 理研に来てからそんな日はないような。映画鑑賞。たまに気晴らしにテニス。

❸ 科学者になっていなければ？
田舎町の薬局のフルーツ吹きのおじさん。

My Laboratory

動物の生きた体の中から本来の姿のままの分子情報を得るためには、常に動物の心に耳を傾けながら研究することが大事。私の横にある装置はPETスキャナーと呼ばれるもので、非侵襲的に体内の僅かな放射線の位置と量を的確に画像化するための装置です。

生命システム研究

07

研究担当組織 神戸研究所

生命システム研究センター(QBiC)

これまでの生命科学は生命を構成する要素に関する研究が中心でしたが、2011年に設立された当センターでは、それら要素が時空間的に複雑に絡み合って構成する「生命動態システム」の理解を目指しています。「細胞まるごとモデリング」を中心テーマとし、生体分子や細胞の動態計測、モデル化とシミュレーション、分子複合体や遺伝子ネットワークのデザインなど、最先端技術と理論を組み合わせ細胞システムの動態に迫ります。これによって細胞で起こる現象を予測できるようになり、細胞とその集団を自在に操ることが可能になるでしょう。2011年度には、一分子イメージングや一細胞質量分析など世界最先端の技術によって生命システムの動態を詳細に捉えました。

研究成果

ヒトの細胞1個の薬物代謝を10分以内に網羅的に分析

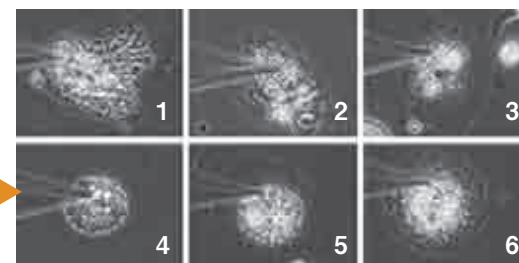
一細胞質量分析研究チーム

升島 努 チームリーダー

2008年に私たちは、一つの生きた細胞の変化を顕微鏡で見ながら、その細胞内の分子群をリアルタイムかつ網羅的に検出する「一細胞質量分析」に初めて成功しました。細胞中の分子成分を知りたい場合、通常たくさんの細胞をすりつぶしたものを質量分析計にかけるので、得られた結果はたくさんの死んだ細胞の平均値となります。この従来法に比べ、一細胞質量分析は、高速、高精度かつ低コストの解析が可能であるばかりか、たった一つの生きた細胞の分子変化を正確に検出することができます。

今回、私たちはこの分析手法を用いて、たった一つのヒト肝臓初代培養細胞の薬物代謝を、わずか10分で分析することに成功しました。肝臓は薬物を異物として捉え、さまざまに分子変化させることで、体内に入った薬物を無毒化しようとする薬物代謝機能を持ちます。しかし、この薬物代謝が薬物を副作用の強い分子に変えてしまうこともあるため、新薬開発ではその解析が欠かせません。私たちは、緑内障の治療薬であるタフルプロストの薬物代謝を調べました。まず、顕微鏡下でターゲットの細胞の挙動を見ながら、見たい瞬間に先端口径が数 μm のナノスプレーチップという細管で細胞内成分を吸い上げます(下図)。その超微量の成分をほぼリアルタイムに質量分析計にイオン化して注入し、細胞内成分の分子を網羅的に検出しました。その結果、中間代謝物も含めて多種類の薬物代謝物を発見すると同時に、同じ種類の細胞でもそれぞれに薬物代謝が異なる、いわゆる“ゆらぎ”があることを発見することができました。

●細胞質から薬物や代謝物などの成分を吸い上げる様子



Yasufumi Fukano, Naohiro Tsuyama, Hajime Mizuno, Sachiko Date, Mikihisa Takano, Tsutomu Masujima, *Nanomedicine*, 2012 doi:10.2217/NNM.12.34

升島 努

Tsutomu Masujima

Profile

広島大学大学院理学研究科博士課程修了。同医学部総合薬学科薬品分析化学教室に助手から教授まで新生命分析法の開発を、物理分野ではX線光音響法の創始で放射光を利用しSPRING-8立ち上げにも関与。併任で2011年から理研。世界唯一の手法で生命がどう見えるか楽しみ。

- Q. 一番大切なものは？
やはり「夢」、研究の夢、人生の夢。
- Q. 休日の過ごし方は？
夢実現の特許書き、柔らかなEVの製作、友人とのゴルフ、日本画。
- Q. 科学者になっていなかったら？
マツダで自動車開発、あるいは日本画家。

My Laboratory

顕微鏡下、自作のナノスプレー細管を生きた細胞に刺し吸引、そのまま改良した最先端質量分析計に導入し細胞内のさまざまな分子群変化を即座に捉えます。私の前にある開発装置はその細胞捕捉ロボットで3 μm の細管先端を狙った細胞付近にすぐ誘導します。



HPCI計算生命科学推進

研究担当組織 神戸研究所

HPCI計算生命科学推進プログラム

文 部科学省が推進するHPCI戦略プログラム5分野の一つ、「予測する生命科学・医療および創薬基盤」の戦略機関として、スーパーコンピュータ「京(けい)」を用いた研究開発および計算科学技術推進体制を構築することを目的に、2011年に設立されました。I.細胞内分子ダイナミクスのシミュレーション、II.創薬応用シミュレーション、III.予測医療に向けた階層統合シミュレーション、IV.大規模生命データ解析などを課題として、ライフサイエンス分野で世界最高水準の研究成果を生み出し、革新的な創薬・医療のデザイン実現を目指します。

研究成果

細胞内でのタンパク質の構造変化を計算で知る新技術の端緒を開く

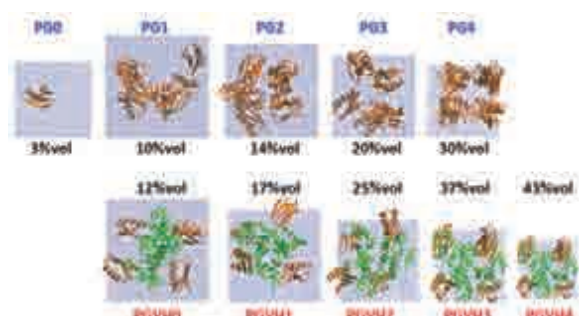
課題1 細胞内分子ダイナミクスのシミュレーション

杉田有治代表

タンパク質の立体構造の解明は、医療など、さまざまな分野への応用が期待される重要な研究分野の一つです。立体構造決定の主役といえるX線構造解析では、タンパク質が整然と並んだ結晶の中での立体構造を原子レベルで明らかにすることができます。しかし、実際にタンパク質が細胞内で働く時には、比較的大きな揺らぎや構造変化を伴うことが知られています。こうしたタンパク質の分子運動や構造変化は、計算機を用いた「分子シミュレーション」技術を用いることで、原子レベルの解像度で予測解析することができます。

これまでの分子シミュレーションでは、溶液中あるいは脂質二重膜中にタンパク質が一つだけあるというようなモデル系で計算が行われてきました。しかし、実際の細胞内は、70%を占める水分子のほかに、タンパク質や核酸などの分子がひしめいています。近年の研究で細胞内部でのタンパク質の安定性や構造が明らかになってくると、これまでのような単純なモデルで理解されてきたものとは異なる現象があることが分かってきました。そこで私たちは、共同研究者であるミシガン州立大学のマイケル・ファイグ教授らとともに、細胞内と同様に複数のタンパク質が混雑したモデル系の分子シミュレーションを開始。タンパク質のみならず水分子までも含むシミュレーションを行い、従来のモデルでは解明できなかった現象を明らかにしました。この研究は、細胞環境を原子レベルで取り扱ったほぼ最初の例であり、新しい分子シミュレーションの端緒を開くものです。

●「混み合った」状態が水分子に与える影響



細胞質内でのタンパク質分子などが混雑した環境を分子シミュレーションで再現した。図中で、右にいくほど混み合った環境になっている。計算の結果、細胞質内と同じ程度に混み合った環境ではタンパク質の周囲に存在する水分子の性質が大きく異なっていることが明らかになった。それによって、タンパク質間の相互作用も変化して、溶液中と異なる振る舞いをしている可能性が示唆された。

Ryuhei Harada, Yuji Sugita, Michael Feig, Protein Crowding Affects Hydration Structure and Dynamics, J.Am.Chem.Soc. 2012, 134, 4842-4849. doi:10.1021/ja211115q

My Laboratory

HPCI計算生命科学推進プログラムでは、スーパーコンピュータ「京」を用いた分子シミュレーション技法の開発と応用研究に取り組んでいます。これまで利用可能であった数百の並列計算から、「京」で初めて可能になる数千から数万の並列計算を実現するために研究員一同切磋琢磨しています。単純に大きな計算をするということではなく、新しい研究課題の創出を常に視野に入れながら日常の研究活動を行っています。

杉田有治
Yuji Sugita

Profile

京都大学大学院理学研究科博士課程修了(博士(理学))。その後、理研、分子科学研究所、東京大学を経て、2007年に理研へ。学生時代から計算機を用いた分子シミュレーションを行ってきましたが、計算機の性能はどんどん向上してきたので数年前にはまったく不可能だと思えるような問題に挑戦することができるようになりました。今後の発展がとても楽しみです。

- Q.一番大切なものは?
家族と過ごす時間。
- Q.休日の過ごし方は?
ジムで運動するなど、できるだけ体を動かすようにしています。
- Q.科学者になっていなければ?
普通に会社に就職しているか、学校の先生とかでしょうか。

イノベーション推進

01

研究担当組織

イノベーション推進センター

理 研と産業界との連携促進を使命として、2010年に設立されました。基礎研究の成果を社会に役立つ科学技術に発展させるためには、理研と企業の研究者が同じ目的に向かって並走しながら技術移転を行う「バトンゾーン」が必要です。当センターでは、この「バトンゾーン」の概念を具現化した、「産業界との融合的連携研究プログラム」「社会基盤技術開発プログラム」「特別研究室プログラム」などの制度を運用して、理研から企業への技術移転を推進しています。さらに、事業化に向けた理研技術の選別、検証、成熟化にも力を入れています。2011年度は有本特別研究室の有本裕特別招聘研究員が、産学官連携功労者表彰で文部科学大臣賞を受賞しました。

研究成果

有効成分が可食な「SaFE農薬」完成に近づく

特別研究室プログラム 有本特別研究室

有本 裕 特別招聘研究員

私たちは、食品や食品添加物として長年使われてきた可食なものを植物病虫害の防除に用いるというコンセプト「SaFE (Safe and Friendly to Environment)」のもと、SaFE農薬の開発を進めてきました。1970年代半ば、ふくらし粉や医薬の成分として一般的に使われている重曹に高い抗菌効果があることを発見し、カビの一種が引き起こすうどんこ病に対して、効果的な防除効果を示すことが分かったのが始まりです。その後、理研と民間企業が一緒になって「重曹農薬研究会」を結成し、SaFE農薬の実用化を目指して本格的な研究開発をスタートさせました。

最初に開発したのは重曹を主成分とする農薬でしたが、乾燥した場所で散布すると水分が蒸発して重曹が結晶化し、それが夜露に溶けたときに葉害を起こすことがわかりました。その克服に10年以上を費やし、重曹と同様にうどんこ病に防除効果のある重カリを主成分とするSaFE農薬「カリグリーン水溶剤」を開発、1993年ようやく発売に至りました。

その後は、うどんこ病以外の病虫害を防除するSaFE農薬の開発を進めてきました。従来の化学農薬を併用することなく、SaFE農薬だけで安心・安全な農作物を作ることができれば目的を達成したとは言えないからです。現在は、申請中のものも含めて6種類のSaFE農薬により、17種類の病虫害の防除ができるようになりました。SaFE農薬は、ほぼ完成に近づいたと考えています。

●開発したSaFE農薬

■主な適用病虫害

- ① うどんこ病など
- ② 軟腐病など
- ③ うどんこ病など
- ④ ハダニ類
- ⑤ ハダニ類
- ⑥ コナジラミ類(農薬登録申請中)
- ⑦ 開発中のアブラムシ防除剤



有本 裕
Yutaka Arimoto

Profile

大学卒業と同時に理研に入り、ずっと植物病原菌がなぜ植物に感染するのかということと、その防除のための農薬の開発を行ってきました。家が農業だったのである程度農家の気持ちや植物の状態の分かることが仕事のうえで非常に役に立っています。

❶ 一番大切なものは？

やはり家族です。

❷ 休日の過ごし方は？

数年前までは毎日昼休みグラウンドでサッカーをしていました。またしたいですね。

❸ 科学者になっていなければ？

梅農家です。梅を作っていたと思います。

My Laboratory

理研では極めて珍しい大きな植物を使う研究室です。農薬の開発は「万が一」といわれるように実用になるものを見つけるのは難しいものです。しかし、可能性のあるものを見つけた時は本当にうれしくなります。今、私の目の前にあるのがそれです。

創薬・医療技術基盤

02

研究担当組織

創薬・医療技術基盤プログラム(DMP)

我が国は、基礎研究の成果を創薬につなげる力が弱いと言われています。近年、基礎研究で画期的な成果が得られても、事業化に至る成功例はほとんどありません。当プログラムは2010年の設立以降、基礎研究の研究者をリーダーとし、プログラムのマネジメントチームが専門的支援を行い、理研が培ってきた基盤技術を活用して研究を進め、知財を取得後に生産や医療の現場につなぐ橋渡し役を担っています。現在、5つの研究センターに設置した10の創薬基盤ユニットで、20超の創薬・医療技術テーマ等に取り組んでいます。

研究成果

各分野の専門家の叡智を結集させ 白血病根治の新薬候補を開発

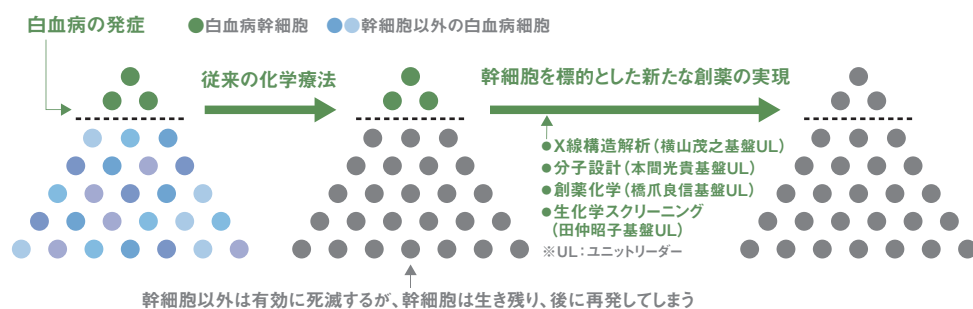
ヒト疾患モデル研究グループ

石川文彦 グループディレクター

私は以前、臨床医として急性骨髄性白血病に取り組んでいた際、現在の治療法の限界を痛感しました。抗がん剤によって症状が改善しても、再発して命を落とす患者さんが少なくなかったのです。何とかしてこの病気を根治させたい——そんな思いから基礎研究の世界に飛び込みました。そして、ヒトの免疫系をマウスの体内で再現した“免疫系ヒト化マウス”を開発し、研究を進めた結果、抗がん剤では死滅せず、白血病細胞を生み出す元となる「白血病幹細胞」の存在を明らかにし、存在する場所や死滅しない理由を解明。死滅させるための標的とすべき分子の候補も突き止めました。

この成果を一日も早く治療の現場に活かすため、2010年より創薬・医療技術基盤プログラムの支援を受けています。このプログラムには、標的に対して有効な化合物を見つけ出す「生化学スクリーニング」、立体構造に基づいて薬を設計する「分子設計」、実際に薬を創る「創薬化学」、薬が効くしくみを構造から明らかにする「X線構造解析」など、創薬に必要な各分野の専門家が集まっています。彼らは、「白血病を根治させたい」という私たちの思いを受け止め、真摯に、迅速に研究に取り組んでくれています。その結果、あるタイプの白血病幹細胞を死滅させる薬の候補を創り、その効果が免疫系ヒト化マウスでも確かめられつつあります。今後も力を結集して取り組めば、白血病を根治できる日も近い——私はそう確信しています。

●白血病幹細胞を標的とした治療の確立



石川文彦

Fumihiko Ishikawa

Profile

1997年九州大学医学部卒業。九州大学病院内科研修後、サウスカロライナ医科大学にて造血幹細胞研究。帰国後、九州大病態修復内科学教室にてヒト化マウス研究の基礎を築き、2006年、理研に赴任。

❶ 一番大切なものは?

毎日全力を発揮する姿勢、それを支える情熱。

❷ 休日の過ごし方は?

子供とジョギング、読書、ピアノ。

❸ 科学者になっていなければ?

臨床医として、患者さん一人ひとりと向き合い、ともに病気と戦う。

My Laboratory

ヒト疾患を再現したヒト化マウスを、患者さんと思って助ける、それが私たちの研究です。疾患克服の鍵を握るヒト化マウスと免疫。ヒト化マウスを助けた先に、きっと患者さんを助けられる、そう信じる研究室のスタッフが、力と知恵を出して、夢を叶えます。

バイオマスエンジニアリング研究

研究担当組織

バイオマス工学研究プログラム(BMEP)

バイオテクノロジーを駆使して、植物バイオマスの生産から、化学製品材料、バイオプラスチックにつながる“一貫貫通型”のバイオプロセスの確立を目指すのが「バイオマスエンジニアリング研究」です。当プログラムでは、理研が培ってきた植物科学や微生物学、酵素学、高分子科学、バイオリソースなどを横断的につなぎ、国内外の大学・研究機関、企業と協力して、バイオマスエンジニアリング研究を推進します。そして、化石資源を利用した「消費型社会」から、再生可能なバイオマスを利用した「持続型社会」への転換実現に貢献します。

研究成果

クモの糸の主成分の合成に成功 人工シルクの実現に一步

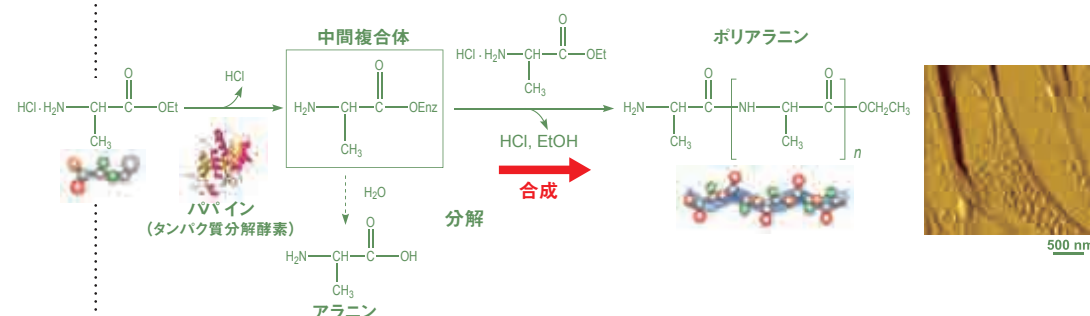
酵素研究チーム

沼田圭司 チームリーダー

バイオプラスチックは、石油由来のプラスチックとは異なり、二酸化炭素の増加につながらない材料として期待され、実用化に向けた研究が進んでいます。しかし、ひと口にプラスチックといってもビニール袋やペットボトルなど用途はさまざま、石油由来のプラスチックは、それぞれの用途に適した特性を持つ、多様な材料が開発されています。バイオプラスチックが石油由来のプラスチックに取って代わるには、同様にさまざまな種類の材料を開発しなければなりません。そこで私たちは、新たなバイオポリマー材料の一環として、人工シルクおよびペプチドポリマーの開発に取り組んでいます。

タンパク質分解酵素は、タンパク質やペプチドをアミノ酸へと分解します。私たちは、この反応の環境を変え、反応の向きが分解とは逆の合成へと進むようにすることで、特定のアミノ酸から成る新たなバイオポリマーを合成できると考えました。そこで、代表的な疎水性のアミノ酸であり、かつクモの糸の主成分であるアラニンに着目し、ポリアラニンの合成に成功したのです(下図)。今後、研究を進めてアミノ酸配列の制御も可能になれば、人工シルク、つまり人工のクモ糸の開発につながると考えています。さらに、開発した人工シルクを用いたサンゴ礁の再生などの研究も進め、私たちの生活のさまざまな場面で活躍し、二酸化炭素の資源化にもつながるバイオポリマーの開発を進めています。

●疎水性アミノ酸の酵素重合



沼田圭司

Keiji Numata

Profile

東京工業大学高分子工学科卒業、スウェーデン王立工科大学留学等を経て東京工業大学大学院物質科学創造専攻にて、バイオポリマーの酵素反応に関する内容で博士(工学)取得。日本学術振興会海外特別研究員としてTufts大学において、シルクの研究に従事。2010年に理研へ。

① 一番大切なものは?

奥さん、家族。

② 休日の過ごし方は?

できるだけ運動するようにしています。

③ 科学者になっていなければ?

スイミングスクールで水泳を教えていたと思います。

My Laboratory

改変酵素を用いた高分子合成を行うため、化学系と生物系が融合したような実験室です。国際色豊かなメンバーの研究背景は多種多様ですが、上手く融合することで新たな発見を積み重ねていきたいと思っています。

次世代計算科学研究開発 04

研究担当組織

次世代計算科学研究開発プログラム

スーパーコンピュータ「京(けい)」の性能を最大限に活用し、ライフサイエンス分野における計算科学技術を進めるため「次世代生命体統合シミュレーションソフトウェアの研究開発」を2006年から行っています。分子、細胞から全身、そして脳神経系まで生体内で起こるさまざまな現象を統合的に理解するため、基礎原理に基づいて現象に迫る「解析的アプローチ」と大量の実験データから未知の経路と法則に迫る「実験データから解析へのアプローチ」によって各研究開発を統合的に進め、大規模並列計算シミュレーションソフトウェアの開発に挑戦しています。

研究成果

スーパーコンピュータ「京」が快適に動作するための基盤を整備

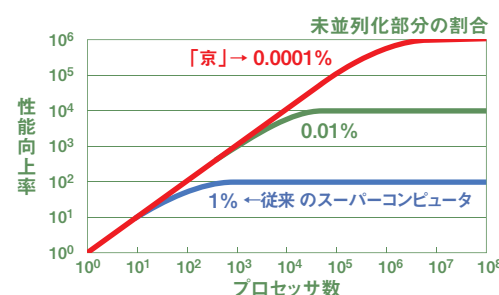
生命体基盤ソフトウェア開発・高度化チーム

泰地真弘人 チームリーダー

問もなく運用を開始するスーパーコンピュータ「京」は、プロセッサ数8万個以上で、コア数は64万個を超える、これまでにない大規模な並列計算機です。並列計算機の性能向上率を表すモデルに「アムダールの法則」(下図)があります。この法則では、プロセッサが1,000個の場合、並列化(複数のプロセッサが均等に演算処理を実行すること)できない割合が0.1%を超えると性能が低下しますが、「京」の場合、未並列化部分の割合が0.0001%あっただけで性能が落ちてしまうことを示しています。つまり、「京」の可能性を最大限に引き出すためには、大規模並列化への対応としてのコアソフトウェアの開発、あるいはソフトウェアの並列環境への最適化が重要であり、私たちのチームでは、こうした課題を解決するための開発を進めています。

「京」には、コア間の同期を高速にとる「VISIMPACT」という並列計算モデルが導入されています。そのため、通常はより大きな処理ごとに行われるコア間の並列化が、より細かい単位で行えるという特徴があります。これを利用し「京」の上で高い並列性能を実現するためのプログラムのやり方も分かってきました。これだけ大規模な計算機は、実際に使ってみなければ何が起きるかわかりません。しかし、試験運用の段階で私たちは「京」の測り知れないほど大きな可能性を実感しています。運用開始後にそのポテンシャルを存分に発揮できるよう、これからは基盤整備に務めていきます。

●アムダールの法則



プロセッサ数が増えるにつれ、わずかな未並列化でも性能に大きな影響を及ぼす。

My Laboratory

社会知創成事業では「京」コンピュータを使った研究ですが、生命科学のための専用計算機的设计・開発もしています。私の後ろにあるのは、研究室で開発した専用計算機「MDGRAPE-3」です。これを使った計算は米国の学会で表彰されました。



泰地真弘人

Makoto Taiji

Profile

東京大学大学院理学系研究科博士課程修了。東京大学教養学部、統計数理研究所を経て2002年から理研へ。計算機設計を武器に、物理・天文・数学・生物の分野を渡り歩いてきました。これからのスーパーコンピュータの発展を見届けてたいです。

- ❶ 一番大切なものは？
家族。明るく楽しくを目指しています。
- ❷ 休日の過ごし方は？
山歩きとかのはずが、最近は仕事・ごろ寝に……。
- ❸ 科学者になっていなければ？
やっぱり、どこかで機械とか作ってそうですね。

新興・再興感染症研究ネットワーク推進

研究担当組織 横浜研究所

新興・再興感染症研究ネットワーク推進センター(CRNID)

文 部科学省が推進している「感染症研究国際ネットワーク推進プログラム(J-GRID)」により、日本の8大学、2研究機関が、新興・再興感染症が発生あるいはその恐れのある8カ国(アジア6カ国、アフリカ2カ国)に13の感染症研究拠点を設置し、研究者を常駐させて、相手国研究者との共同研究を進めています。当センターは、本プログラムを総合的に推進するため、拠点間連携研究の構築支援、ネットワーク内外の共同研究の調整、研究動向調査、研究シンポジウムの開催、アウトリーチ活動など、さまざまな活動を展開しています。

研究成果

拠点間の連携を強化しネットワークの研究を推進

永井美之センター長

当センターの取り組みとしては、拠点間連携を強化しネットワークの研究を活性化するために、課題別研究コンソーシアムを立ち上げました。プログラムディレクター(PD)、プログラムオフィサー(PO)とともに、このコンソーシアムの推進を行っています。その他、パンフレット、リーフレット、論文集(Publications)といった冊子の発行、ウェブサイト、メールマガジンなどによる広報活動に力を入れています。

「感染症研究国際ネットワーク推進プログラム(J-GRID)」の成果としては、2010年度から第二期に入り、インパクトの高い研究成果が次々と発表されています。2010年から2011年の2年間で379報の論文が発表されました。

代表例として、「Lancet」に掲載された「タイにおける新規血清型ブタレンサ球菌感染症の2症例」を挙げたいと思います。これは、これまでに世界で報告のない血清型によるブタレンサ球菌感染症の2例を報告したものです。この研究を主導した大阪大学大石和徳教授(現、国立感染研・感染症情報センター長)は、タイ国政府から公衆衛生へ多大なる貢献があったとして表彰を受けました(2012年4月23日)。大阪大学タイ拠点は、コレラ迅速診断キットによるコレラアウトブレイク対策に貢献があったとして、2011年にもタイ国王女から賞牌が授与されています。

●新しくなったJ-GRIDのホームページ



<http://www.crnid.riken.jp/jgrid/index.html>

My Laboratory

ご覧のとおり、ウエットの仕事はしない。感染症情報の収集と発信、海外拠点の視察と助言、理研とJ-GRIDの研究連携など科学的コーディネーション、国内外へのJ-GRID事業の普及、宣伝など。

永井美之

Yoshiyuki Nagai

Profile

1965年名古屋大学医学部卒業、終始ウイルスを研究。名古屋大学医学部教授、東京大学医科学研究所教授、国立感染症研エイズ研究センター長、富山県衛生研究所長を経て、2005年理研へ。各地を転々としたために、「定年」退職の経験が一度もない不思議な存在であることに最近気づく。

❶ 一番大切なものは？

普段考えていないので大上段に問われると困る。「感性」と「想像力」が大切な。

❷ 休日の過ごし方は？

土曜は書き物。日曜は早朝テニス。時々コンサートへ。先日(6月7日)の「ローエン格林」とても良かった。活字も好き。文庫化「1Q84」(6冊)を読了。高野和明「ジェノサイド」には感服。

❸ 科学者になっていなければ？

学生時代、斉藤秀雄の「指揮法」を独習、売れないヘボ指揮者か。





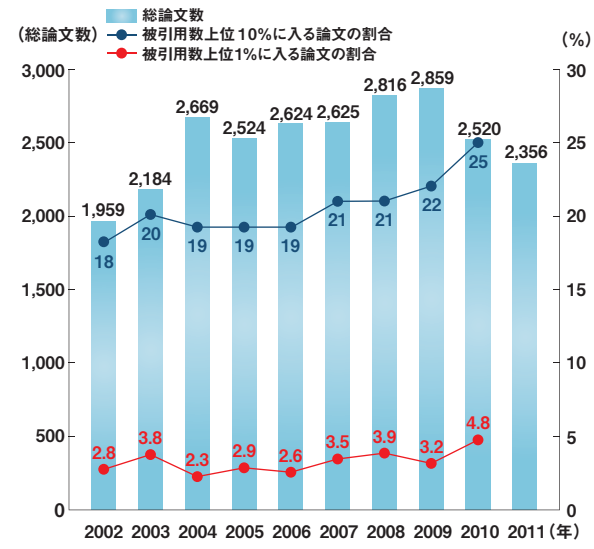
理研の活動

研究成果を産業界とつなぐ技術移転、社会と理研をつなぐ広報活動など、研究開発以外の理研の活動についてご紹介します。

研究成果・研究協力

国内各地の拠点で精力的に研究を進める一方、国内外の研究機関・大学とも手をつなぎ、理研の研究の効果的な推進に努めています。

理研の年間論文数とそれらの被引用状況



出典:トムソン・ロイター社 Science Citation Index Expanded (2012年4月2日付)

理研の論文の被引用数に関するデータ

(対象期間:2001年1月~2011年12月)

分野	論文数	被引用数	1論文あたりの被引用数
免疫学	468	20,839	44.53
分子生物学・遺伝学	2,400	90,726	37.80
植物学・動物学	1,216	36,655	30.14
臨床医学	1,355	31,673	23.37
神経科学・行動科学	1,395	31,697	22.72
生物学・生化学	2,833	57,786	20.40
微生物学	456	6,251	13.71
化学	2,501	30,842	12.33
物理学	5,811	65,495	11.27
材料科学	419	4,572	10.91
工学	1,263	7,218	5.71
コンピュータ科学	208	1,088	5.23
上記分野も含む全分野	21,245	398,453	18.76

出典:トムソン・ロイター社 Essential Science Indicators

理 研は、研究成果を論文や学会発表という形で、研究者コミュニティに向けて発信しています。理研の研究活動のレベルの高さは、論文発表数と被引用数のデータにはっきりと現れています。また、2011年に最も注目を集めた研究者の世界5位に篠崎一雄植物科学研究センター長が選ばれました*。最も注目を集めた研究者とは、2011年にホットペーパーとしてノミネートされた論文数が多い研究者のことで、篠崎センター長の論文については、専門である植物のゲノム機能研究ならびに植物の環境ストレス応答、耐性獲得に関する分子生物学的研究に関するもの11報がホットペーパーとして選ばれています。

*トムソン・ロイター社プレスリリース(2012年4月12日付)

年間論文数と被引用状況

理研は2003年以降、年間2,000報以上の論文発表を続けており、2011年は2,356報を発表しました。また、それらの論文のうち、被引用数が世界で上位10%に入る論文の割合は2002年以降、20%程度を維持しています。

これは、理研の論文が、多くの研究者に引用される、質の高いものであることを示しています。2010年の被引用数上位10%の論文の割合は25%で、国内外の主要な研究機関と比較しても、優れた数字となっています。

理研は現状に満足することなく、今後も、研究のレベルと論文の質をさらに高めていきます。

論文の被引用数

理研の過去11年間の論文数は21,245報で、これらの被引用数はのべ約40万回にのぼります。1論文あたりの平均被引用数は、18.76回であり、世界的にみても高い回数となっています。

2003年の総被引用数のランキング*では、国内6位、世界110位と昨年の順位を維持しています。

日本で唯一の自然科学の総合研究所である理研は、「Essential Science Indicators」で定義されている22分野のうち12分野が、世界で理研が強みを発揮している分野となっています。物理学、化学、生物学・生化学、コンピュータ科学等々と、幅広い分野で研究成果をあげています。

*トムソン・ロイター社プレスリリース(2012年4月17日付)

理 研は国内外の研究機関・大学とさまざまなレベルの研究協力協定・覚書、共同研究契約等を結んでいます。その内容は研究者・学生等の交流やセミナー・シンポジウムの開催、あるいは共同研究などで、連携大学院協定(p.70参照)も含まれます。

包括協定・覚書の締結

これまでに、ドイツのマックスプランク研究所、フランスのパスツール研究所をはじめ、世界トップクラスの研究機関・大学との間で研究協力協定・覚書等を締結して理研の研究の効果的な推進に努めています。これらを通じて世界における理研の存在感を高めることにもつながっています。

2011年度は、海外ではシンガポールの南洋理工大学、シンガポール国立大学、マレーシアのマラヤ大学、国内では国立病院機構との間で、主要な協定(または覚書)を締結しました(右の表)。このほかにも、研究センターレベルの協定や連携大学院協定が新たに結ばれ、2011年度末現在、海外42カ国・地域との間で、のべ405の協定や覚書等を締結しています(右のグラフ)。

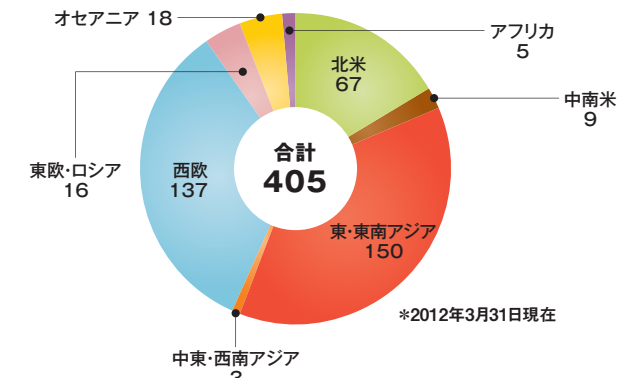
これらの協定・覚書をもとに、ドイツのマックスプランク研究所とは双方に連携研究センターを設置し、韓国の生命工学研究院(KRIBB)、およびマレーシアのマレーシア科学大学には連携研究室が、また、中国の西安交通大学内には理研との連携研究センターが設置される等、グローバルな研究ネットワーク・拠点が拡大しています。

2011年度に締結した主要な協定・覚書

相手機関	種類	発効年月
南洋理工大学 (シンガポール)	学術研究協力・交流包括協定	2011年9月
マラヤ大学 (マレーシア)	学術研究協力・交流包括覚書	2011年9月
シンガポール国立大学 (シンガポール)	学術研究協力・交流包括協定	2012年1月
国立病院機構	基本協定書	2012年3月

*2012年3月31日現在、主要な協定・覚書を締結している機関は、海外15カ国・地域の27機関、国内8機関

海外締結協定・覚書等の数の地域分布

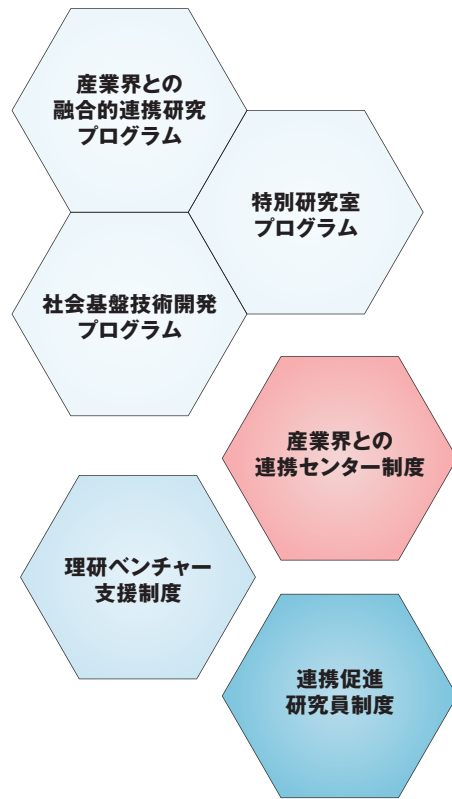


シンガポール・南洋理工大学との調印式での、野依理事長(右)とアンダーソン校長(シンガポール・南洋理工大学での協定調印式~2011年9月20日)。

技術移転・産業界との連携

理研の成果を社会に活かすために、特許出願に力を入れると同時に、産業界への技術移転の具現化を目指したプログラムを運用しています。

産業界との連携を具現化する制度・プログラム



成果例



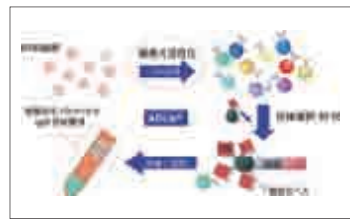
「介護支援ロボットRIBA-II」
 床上で寝ている人の抱き上げ移乗を世界で初めて実現しました。(産業界との連携センター制度:理研-東海ゴム人間共存ロボット連携センター)



「仁科膏」
 重イオンビームによる変異誘発技術を用いて吟醸酒用の新しい酵母の開発に成功しました。(社会基盤技術開発プログラム:イオンビーム育種研究 チーム)

「ADLib®システム」

理研ベンチャー「株式会社カイオム・バイオサイエンス」の事業の核となる、理研の研究成果から生まれた抗体作製法。



産 産業界へ効率的に技術移転するためのモデルとして、理研は、「バトンゾーン」という概念を提唱しており、それを具現化する次の6つの制度・プログラムを運用しています。

■産業界との融合的連携研究プログラム

チームリーダーを企業から受け入れて時限的研究チームを編成するという企業側のイニシアチブを重視した研究プログラムで、企業と理研が一体となって研究開発を進めていきます。

■特別研究室プログラム

優れた研究者を招聘し、特別に研究を推進するため、企業等から受け入れる研究資金で運営するプログラムです。

■社会基盤技術開発プログラム

社会基盤の構築・維持に必要となる革新的技術の創出に向けて、理研のアクティビティを核として産業界・公的研究機関・大学等の能力を糾合することにより、必要とされる調査研究もしくは技術の実証を行うプログラムです。

■産業界との連携センター制度

企業からの提案をもとに、理研の各研究センター内に「連携センター」を設置し、中・長期的なテーマに取り組む制度です。連携センターの名称には企業名を冠することができます。

■連携促進研究員制度

企業の若手研究者・技術者を理研の研究室・チームで受け入れることにより、理研と企業との新たな連携に発展する可能性を追求することを目的としています。

■理研ベンチャー支援制度

理研ベンチャーとは、理研の研究成果を中核技術として起業し、一定の要件を満たすことで理研から認定を受けた企業群です。理研は認定した理研ベンチャーに対し、一定期間さまざまな支援を行うための「理研ベンチャー支援制度」を設けています。

これらの支援措置は理研ベンチャーの事業の推進力となり、研究成果の迅速な実用化と普及に役立っています。2011年12月20日、理研ベンチャーの「株式会社カイオム・バイオサイエンス」が、東京証券取引所マザーズ市場に上場しました。理研ベンチャーでは上場第1号です。

理 研の基礎研究で生まれた発見や発明は、画期的な製品開発につながる「社会知」となる可能性を持っています。このため理研では、論文発表だけでなく、特許出願にも力を入れています。特許を出願し、それを社会で活用していただくことは、野依イニシアチブの一つ「世の中の役に立つ理研」を実現するための重要な活動となっています。

■特許の取得

特許出願にあたっては、戦略的な特許出願を行うパテントリエゾンスタッフと、技術移転のプロである実用化コーディネーターが、案件ごとにチームを組み、発明者からのヒアリングを行っています。

研究成果をより効率的に実施化につなげるため、追加データを取得することにより特許の強化に努め、海外における実施可能性を精査し、外国特許出願も行っています。また、保有する特許についても一定期間ごとに実施可能性を検証し、当該特許の維持の必要性を見直すことにより、効率的な維持管理を実施しています。

その結果、2011年度の特許出願件数は国内、海外合わせて253件となり、実施率*は28%と、中期計画の目標である20%を上回りました。

*実施率=実施特許件数/(保有件数+出願中の件数)

■技術移転活動

保有する特許を企業に実施許諾し、社会に還元するため、理研では、実用化コーディネーターが企業に直接働きかけたり、展示会等で研究成果を説明するなどの技術移転活動を行っています。

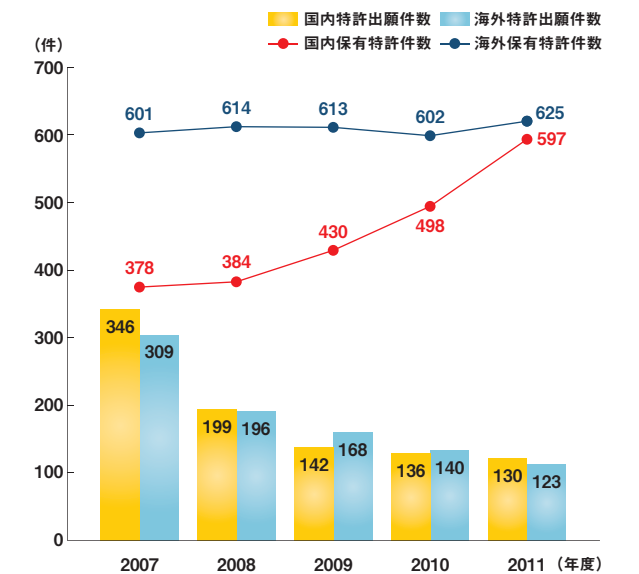
また、理研が保有する特許情報等をホームページ上で公開し、企業が理研の特許情報を入手できるように工夫しています。

「産学連携メールマガジン」配信中

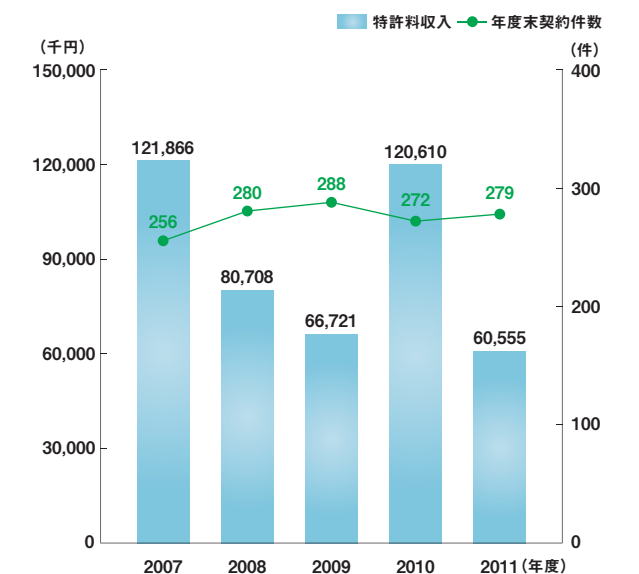
産業界の皆様とのより密接な連携を図るため、理研の産学連携・知的財産に関する情報のメール配信を行っています。

<http://www.riken.jp/renkei/>

特許出願件数と保有件数の推移



特許料収入の推移



人材育成

理研は次代の研究を担う有為な人材の育成を大きなミッションと考え、そのためのさまざまな制度を設けています。



「Noyori Summer School」の参加者。

国際連携大学院協定校一覧

・中国	・ベトナム
蘭州大学／北京大学	ハノイ科学大学
南京大学／北京科技大学	ベトナム農業科学院
大連理工大学／湖南大学	・ロシア
中国農業大学／上海交通大学	カザン大学
華中科技大学／西安交通大学	・リトアニア
復旦大学／東北林業大学	ピリニウス工科大学
華東理工大学／吉林大学	・スウェーデン
浙江大學	カロリンスカ医科大学
・韓国	・イギリス
浦項工科大学校／成均館大校	リバプール大学
漢陽大校／国立ソウル大校	・フランス
高麗大校	レンネ第一大学
・台湾	・ドイツ
国立清華大学／国立陽明大学	テュービンゲン大学
国立交通大学	・イタリア
・マレーシア	ローマ第二大学
マレーシア科学大学	ハレルモ大学
・インド	・スイス
インド工科大学・ボンベイ校	スイス連邦工科大学・チューリッヒ校
・インドネシア	・ブラジル
バジャジャラン大学	連邦セララ大学
・シンガポール	・メキシコ
南洋理工大学	メキシコ自治大学

*2012年3月31日現在



国際プログラム・アソシエイト (IPA) として研鑽を積む。

理 研は、次代の研究を担う有為な人材の育成を大きなミッションと考え、そのためのさまざまな制度を設けています。学生向けの制度としては、大学院生リサーチ・アソシエイト (JRA) 制度、国際プログラム・アソシエイト (IPA) 制度があります。また、理研には連携大学院制度があり、大学からの学生の受け入れと理研の研究者への教育経験の支援を行っています。こうした制度以外でも、多くの学生を研修生として受け入れ、指導を行っており、理研が国内外の大学・大学院から受け入れている学生数は2011年度末で約1,350名にのぼっています。若手研究者向けの制度としては、基礎科学特別研究員 (SPDR) 制度があり、さらなる国際化を目指すため、国際特別研究員 (FPR) 制度、国際主幹研究員 (IRU) 制度を推進しています。

■ 大学院生リサーチ・アソシエイト (JRA) 制度

大学院博士課程在籍者を理研に受け入れ、理研の研究者とともに研究する機会を設けることにより、次代を担う研究者を育成する制度です。1996年度にジュニア・リサーチ・アソシエイト制度として創設され、2009年度に現在の制度に変わりました。JRAは、連携大学院および研究協力等の協定、もしくは共同研究契約を締結している大学院の在籍者から公募・選考・採用されます。契約期間は最長3年間 (標準修了年限が4年の場合は4年間) で、その間に博士号の取得を目指します。

2011年度新規採用者数：62名
在籍者数：のべ134名

■ 国際プログラム・アソシエイト (IPA) 制度

国際連携大学院協定を結んでいる海外の40大学 (左の表)、および国内の連携国際スクール覚書締結校 (9大学) を通じて、外国籍を有する大学院博士後期課程履修予定・在籍者を受け入れ、理研の研究者が博士課程研究を指導する制度です。IPAは理研から、原則3年間を上限として滞在費や宿泊費等の支給・補助を受けることができます。2006年度に開始され、これまでの累計は約89名で、そのなかから博士号取得者も出ています。また、2010年度から、理研としてさらなる国際化を進めるために、短期の学生受け入れプログラムも充実させています。

2011年度新規採用者数：15名
在籍者数：のべ69名

■ 連携大学院制度

理研の研究者が大学の研究者との間で研究協力を行うとともに、大学から大学院生を受け入れ、指導教員として博士課程や修士課程の研究指導を行う制度です。実質的なスタートは1989年度で、2011年度末現在、国内の38大学との間で連携大学院の協力を行っています (右の表)。

2011年度受け入れ数：約380名 (うち、博士課程 約150名)

■ 基礎科学特別研究員 (SPDR) 制度

自然科学の博士号を取得した (見込みを含む) 若手研究者を理研の任期制研究員として採用し、本人が希望する研究課題と理研の研究領域を勘案して設定した研究課題を、自由な発想で主体的に研究できる場を提供する制度です。1989年度に創設されました。SPDRは公募・選考により採用され、契約期間は最長3年間です。

2011年度新規採用者数：35名
在籍者数：のべ106名

■ 国際特別研究員 (FPR) 制度

自然科学の博士号を取得した (見込みを含む) 外国籍の若手研究者を理研の任期制研究員として採用し、理研が推進している研究課題を創造的かつ独創的な発想で研究してもらう制度です。世界に開かれた研究所として、積極的に外国籍研究者を受け入れ、国籍を超えて互いに切磋琢磨する研究環境を実現することを目指して2007年度に創設されました。FPRは公募・選考により採用され、契約期間は最長3年間です。

2011年度新規採用者数：18名
在籍者数：のべ61名

■ 国際主幹研究員 (IRU) 制度

国際的に優れた研究業績を持つ若手研究者に、研究室を主宰して研究を推進する機会を提供し、国際的視野に立った学際的な研究分野を開拓してもらう制度です。2001年度に、研究者の国籍を問わない独立主幹研究員制度として創設され、2008年度から外国籍研究者を対象とするIRU制度がスタートしました。IRUは理研の戦略的な特定分野を対象として国際的に公募します。

2011年度採択数：1名、在籍者数：3名
独立主幹研究員在籍者数：3名 (うち外国籍3名)

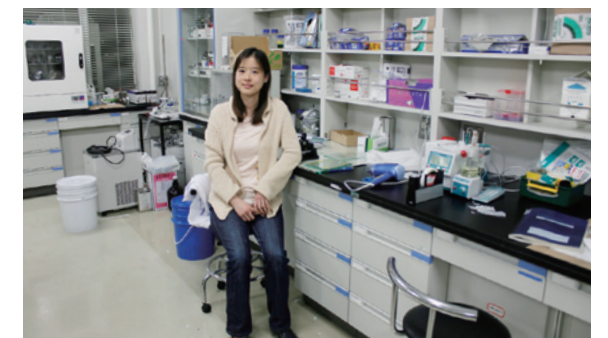
国内連携大学院一覧

埼玉大学大学院	東京医科歯科大学大学院
筑波大学大学院	長岡科学技術大学大学院
東京理科大学大学院	大阪大学大学院
東洋大学大学院	北海道大学大学院
東京工業大学大学院	立命館大学大学院
東北大学大学院	首都大学東京大学院
立教大学大学院	早稲田大学大学院
千葉大学大学院	群馬大学大学院
兵庫県立大学大学院	芝浦工業大学大学院
東京電機大学大学院	名古屋大学大学院
東京大学大学院	慶應義塾大学大学院
横浜国立大学大学院	広島大学大学院
九州工業大学大学院	同志社大学大学院
神戸大学大学院	岐阜大学大学院
京都大学大学院	岡山大学大学院
奈良先端科学技術大学院大学	東京農工大学大学院
東邦大学大学院	神戸学院大学
関西学院大学大学院	徳島大学大学院
新潟大学大学院	和歌山大学大学院

*2012年3月31日現在



活躍する国際特別研究員 (FPR)。

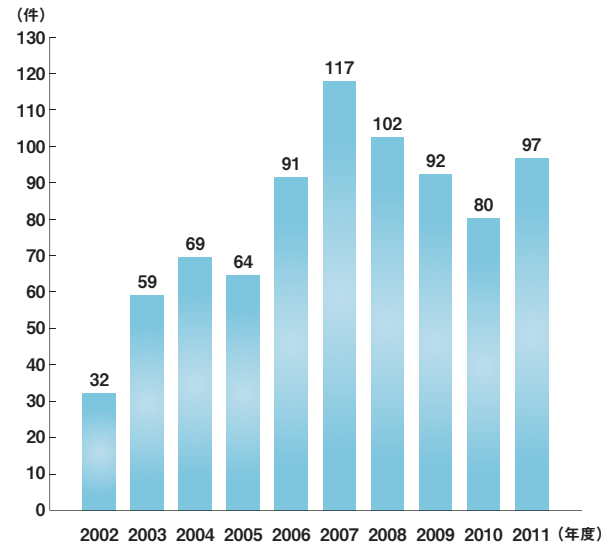


国際主幹研究員 (IRU) として研究室を主宰。

広報活動

理研の研究活動を広く国民にご理解いただき、一般社会と理研との信頼関係を構築するため、絶えず情報発信を行っています。

プレスリリース数の推移



*他機関主導の共同発表を除く



(左上)科学講演会開催(2011年11月26日、丸ビルホール)、テーマ「脳と心臓」、来場者数336名。
(左中)サイエンスアゴラ出展(2011年11月19日~20日、国際研究交流大学村)、来場者数約7,000名。



(左下)サイエンスセミナーV第1回開催(2012年1月20日、六本木アカデミーヒルズ)、テーマ「1千分の2秒のいのち~BiとZnから生まれた113番~」、来場者数約80名。



(右上)岡本太郎生誕100周年記念展「芸術と科学の婚姻 虚舟一私たちは、何処から来て、何処へ行くのか」への協力(2011年10月15~2012年1月9日、岡本太郎美術館)、来場者数約16,800名。
(右中)日本舞踊協会新作公演「かぐや」への協力(2011年7月15日~18日、国立劇場)、「かぐやリミックスヴァージョン」の和光市民文化センターでの上演(2012年3月21日)、来場者数405名。
(右下)映画「TAKAMINE」試写会(2011年5月17日、スペースFS汐留)、来場者数165名。



理 研が5つの野依イニシアチブを実践するなかで、「1.見える理研」「5.文化に貢献する理研」を中心的に実行するのが広報活動です。一般社会と理研との相互理解を深め、信頼いただけるよう、理研の研究活動や成果を発信するさまざまな活動を行い、それらを通じて、科学リテラシーの向上にも貢献しています。イベント開催などの機会をとらえ、国民の理研に対する要望もお聞きし、活動につなげています。また、社会への知の還元の一つとして地域貢献活動にも積極的に取り組み、科学が「文化」の重要な要素の一つであることが実感できるような双方向のコミュニケーション活動を進めていきます。

■ プレスリリース

新聞などのメディアを通じて理研の活動を知っていただくために、最新の研究成果を中心にプレスリリースを行っています。2011年度は、スーパーコンピュータ「京(けい)」の演算速度10.51ペタフロップス達成、X線自由電子レーザー施設SACLA(さくら)の世界最短波長となる0.063nmのX線レーザー発振の成功などといったニュースを中心に、97件の研究成果を配信しました(左のグラフ)。

研究成果以外にも、イベントのお知らせや協定の締結なども発信しています。

■ 国内広報イベント

健康・環境・エネルギーなど社会の関心の高い問題に対して、理研が行っている研究の成果をより幅広い層に発信する「科学講演会」と、理研の科学者と文化人の対話をメインに若年者層や働く女性をおもなターゲットとする「サイエンスセミナー」を毎年開催しているほか、科学を伝えるイベントが集中的に行われる「サイエンスアゴラ」に毎年ブースを設けています。

2011年度はこれらのほか、岡本太郎生誕100周年記念展「芸術と科学の婚姻 虚舟一私たちは、何処から来て、何処へ行くのか」展示物制作への協力、日本舞踊協会新作公演「かぐや」(国立劇場)への映像提供と制作協力を行いました。「かぐや」は短縮版を制作し、「かぐやリミックスヴァージョン」として和光研究所のある和光市の市民文化センターでも上演しました。さらに、理研の設立を提唱した化学者、高峰譲吉を描いた映画「TAKAMINE」の試写会を開催しました。

■ 海外広報イベント

海外での理研のプレゼンスを高め、さらに、質の高い研究成果を発信することで優秀な研究者のリクルートにつなげることをおもな目的として、American Association for the Advancement of Science(AAAS、米国科学振興協会)の年次大会と、全欧の科学とイノベーションの会議であるEuroScience Open Forum(ESOF)に出展しています。

2011年度は、2012年2月にカナダのバンクーバーにて行われたAAAS年次大会にて、ジャパンプースでポスター展示などを行いました。「Science for a connected world」をテーマとし、「Health」「Food」「Environment」の3つのカテゴリーを設定し、関連する理研の最新の研究成果を、世界中からの参加者に対し発信しました。

■ 一般公開

年に一度、各研究所を公開し、広く一般の方に研究施設を見ていただき、研究内容について研究者と直接話す機会を設けています。

2011年度に全所で開催した一般公開への来場者は16,155名(前年度20,455名)。あいにく和光研究所の公開日は悪天候でしたが、約5,500名が来場されました。なお、震災の影響により筑波研究所と仙台支所は開催を中止しました。

■ YouTube RIKEN Channel

動画配信サイト「YouTube」に開設した公式チャンネルです。理研の最先端科学を分かりやすく解説した広報ビデオ「科学のフロンティアシリーズ」や講演会、研究者がつくったオリジナル映像など、さまざまな動画を掲載しています。

<http://www.youtube.com/user/rikenchannel>

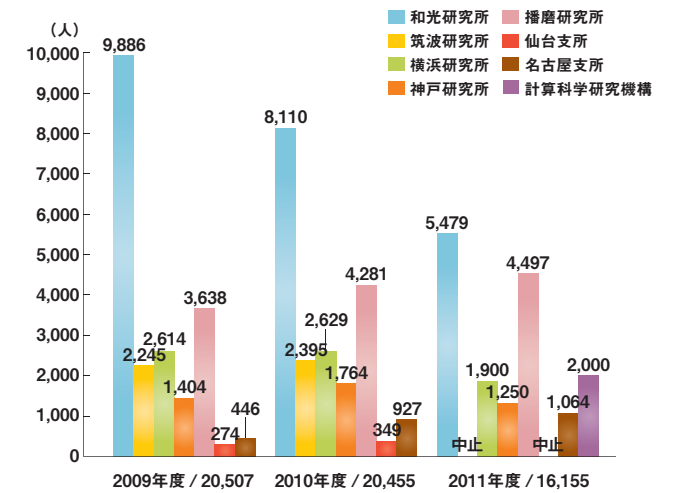
■ 広報出版物

研究活動や成果をわかりやすく伝える出版物として、和文広報誌『理研ニュース』(発行部数9,500部/月)と英文広報誌『RIKEN RESEARCH』(発行部数3,500部/月)を発行するほか、各種パンフレットやアニュアルレポートを制作しています。記事はウェブサイトでも読むことができます。



AAAS年次大会でのブース展示。(2012年2月16日~20日、カナダ・バンクーバー)

一般公開来場者数の推移



一般公開(2011年4月23日、和光研究所)、来場者数約5,500名。



YouTube RIKEN Channel

受賞

理研の研究者は、毎年、国内外のさまざまな賞を受けています。このことも、論文発表と並んで、理研の研究レベルの高さを示しています。

松尾財団宅間宏記念学術賞

〔冷反水素の生成・制御と反物質科学の展開〕

東レ科学技術賞

〔エキゾチックなビームによる原子物理学と反物質科学の開発的研究〕

文部科学大臣表彰(科学技術賞)

〔反水素による反物質科学の研究〕



Profile

大阪大学大学院工学研究科応用物理学専攻博士課程修了(工学博士)。東京工業大学原子炉工学研究所助手、東京大学教養学部物理学教室教授、理化学研究所基幹研究所山崎原子物理研究室主任研究員などを経て、東京大学名誉教授(現在)。

科学技術への著名な貢献2011

(ナイス ステップな研究者)

〔革新的な研究情報基盤を活用したオープン形式のゲノム設計コンテストの開催〕



Profile

東京大学大学院薬学系研究科博士課程修了(薬学博士)。医薬分子設計研究所生命情報研究グループリーダー、理化学研究所ゲノム科学総合研究センターチームリーダーなどを経て現職。

理

研の受賞件数は毎年数を増やしており、2011年度は、共同受賞を含めて264名が受賞しました。主な賞としては谷口直之グループディレクター(基幹研究所)が日本学士院賞を、甘利俊一特別顧問(脳科学総合研究センター)が瑞宝中綬章を受けたほか、玉尾皓平所長(基幹研究所)が文化功労者に選ばれました。また、十倉好紀領域長(基幹研究所)、相田卓三グループディレクター(基幹研究所)が藤原賞を、河田聡主任研究員(基幹研究所)が江崎玲於奈賞を、矢野安重特別顧問(仁科加速器研究センター)がGersh Budker賞を受賞しました。英国物理学会誌「Physics World」が選定した物理学分野の10大ニュース(Physics World, top 10 breakthroughs for 2011)にFranco Noriチームリーダー(基幹研究所)、国際的に評価の高いカロリンスカ研究所Honorary Doctor of Medicineに御子柴克彦チームリーダー(脳科学総合研究センター)が選ばれたことも大きなニュースです。

■ 山崎泰規 上席研究員

基幹研究所山崎原子物理研究室

山崎泰規氏はエキゾチックなビームによる原子物理学研究を進展させ、特に自然界の最も基本的なCPT対称性の精密なテストを目指した反水素合成とその操作により冷反物質科学に貢献しました。山崎氏はカスプトラップ法の原理を提案し装置開発を進めることで、反水素のマイクロ波分光を現実のものとししました。同時に八重極磁気瓶と自動共鳴法を組み合わせることにより冷反水素の捕捉を実現しました。これはレーザー分光に向けた大きな一歩です。以上の成果は、世界の研究者、さらには一般社会からも高い関心を惹きました。人類の自然理解を深め、知の向上に貢献すると期待されます。

■ 豊田哲郎 部門長

生命情報基盤研究部門

豊田哲郎氏は、世界に先駆けて開発した、多様で膨大なデータを自動整理して幅広い利用者に分かりやすく提供する研究情報基盤(サイネス:SciNetS)を活用、ウェブを通じて新しい機能を持つ植物のゲノムを創造的に提案してもらうという、先端科学とオープンな国際科学技術コンテストを融合した取り組みである「国際合理的ゲノム設計コンテストGenoCon」を2010年から開始しました。高校生9名を含む66名の参加者が与えられた課題のゲノム設計に挑戦しました。

本取り組みは、将来の科学技術人材の育成等にもつながることが期待されます。

■ 有本 裕 特別招聘研究員

社会知創成事業イノベーション推進センター有本特別研究室

有本 裕氏は、石原産業株式会社や大塚アグリテクノ株式会社らと連携し、食品や食品添加物として長年食べ続けてきた化合物を植物病害虫の防除に用いるというコンセプトをSaFE(Safe and Friendly to Environment)と名付け、消費者・環境に優しい農薬(SaFE農薬)の開発を行いました。

SaFEのコンセプトを達成するため、従来の農薬を併用することなく、あらゆる病害虫に対応するSaFE農薬に置き換えるべく開発を進めています。

消費者の高い安全性の要求を満たすことが農産物の市場確保につながることから、国内に限らず、国際的に広くSaFE農薬が販売され、さらに登録国を拡大しています。

■ 秋葉康之 グループリーダー

仁科加速器研究センター理研BNL研究センター実験研究グループ

秋葉康之氏は、米国ブルックヘブン研究所(BNL)の衝突型重イオン加速器(RHIC)・PHENIX 実験グループの副スポークスマンとして、重イオン衝突で作られる高温高密度物質の性質の解明につながるいくつかの重要な発見を行いました。グループは、高温のハドロン物質が、事前にまったく予想なかった完全流体に近い液体状になっていることを発見しました。

さらに秋葉氏が主導したレプトン対の測定装置を用いて、不変質量分布を利用した独創的な手法により、初めて初期状態の温度測定に成功し、クォーク・グルーオンプラズマが生成されているという傍証を得ました。

■ 次世代スーパーコンピュータ開発実施本部

富士通株式会社との共同で開発中のスーパーコンピュータ「京(けい)」の性能が、第38回スーパーコンピュータランキングTOP500リストにおいて、LINPACK性能10.51ペタフロップスを登録し、第37回に引き続き2期連続で計算速度世界第1位となりました。また、スパコンの総合的な性能を評価するベンチマークプログラムであるHPCチャレンジ賞において、4部門全てで第1位を受賞、さらに実用アプリケーションにおいて高いコストパフォーマンスを達成した研究に与えられるゴードン・ベル賞最高性能賞を受賞しました。2012年9月末に予定している「京」の供用開始後、さまざまな分野で科学的成果の早期創出が期待されます。

産学官連携功労者表彰(文部科学大臣賞)

〔「有効成分が可食なSaFE農薬」の開発〕



Profile

東京理科大学理学部卒業、農学博士。理化学研究所に入所後、研究員、作物保護研究ユニット、研究ユニットリーダーを経て現職。

仁科記念賞

〔衝突型重イオン反応の諸研究、特にレプトン対生成による高温相の検証〕



Profile

東京大学大学院理学系研究科物理学専攻・博士課程修了(理学博士)。日本学術振興会特別研究員(DC)、東京大学原子核研究所助手、高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所助手などを経て、理化学研究所仁科加速器研究センター副主任研究員(現職)。

日本産業技術大賞 文部科学大臣賞*

第37回、第38回

スパコンランキングTOP500世界第一位*

HPCチャレンジ賞“4部門”第1位*

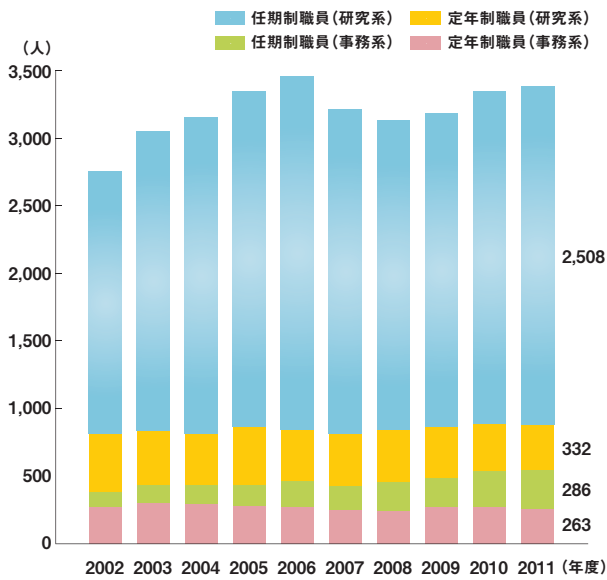
ゴードン・ベル賞“最高性能賞”*など。*印は共同受賞



人員

最高の研究成果を生み出すことを目指して、
多様な人材をよりよく活かすための人材制度の確立に努めています。

理研の人員の推移



若手研究者らと話す野依理事長。

理 研では、さまざまな研究を行う研究センター等に定年制職員(定年まで雇用)および任期制職員(年限を区切って雇用)として、研究者および技術者を配置しています。多様な人材を活かすため、キャリアサポートや男女共同参画、国際化の推進にも力を入れています。

人員構成

2011年度末の常勤職員数は3,389人で、その84%にあたる2,840人が研究系職員、さらに、その88%にあたる2,508人が任期制職員です。任期制研究系職員の比率が高いのが特徴です。前年度に比べて、定年制の研究系職員が減りましたが、任期制の研究系職員と事務系職員が増え、全体では50人の増となっています。

センター別常勤職員数

センター名	人数
基幹研究所	697
脳科学総合研究センター	480
仁科加速器研究センター	180
次世代計算科学研究開発プログラム	22
バイオリソースセンター	126
放射光科学総合研究センター	115
植物科学研究センター	113
ゲノム医科学研究センター	83
免疫・アレルギー科学総合研究センター	201
オミックス基盤研究領域	96
生命分子システム基盤研究領域	139
生命情報基盤研究部門	18
新興・再興感染症研究ネットワーク推進センター	5
発生・再生科学総合研究センター	272
分子イメージング科学研究センター	85
生命システム研究センター	91
HPCI計算生命科学推進プログラム	7
情報基盤センター	25
次世代スーパーコンピュータ開発実施本部	17
計算科学研究機構	67
社会知創成事業	6
イノベーション推進センター	44
創薬・医療技術基盤プログラム	7
バイオマス工学研究プログラム	25
役員・その他事務等	468
総計	3,389

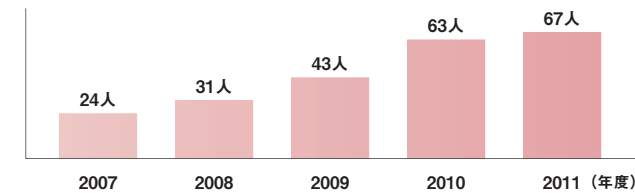
*2012年3月31日現在。各センターに所属する基礎科学特別研究員(合計84人)、国際特別研究員(合計50人)を含む。

男女共同参画

理研では、全常勤職員のうち女性が36%、研究系職員(PI*、研究員、テクニカルスタッフなど)では37%、PIでは10%を占めています。法律で定められた産前産後休業(産休)、育児休業(育休)などの制度だけでなく、育児や介護との両立を支援する相談窓口を設置し、さまざまな付加的な施策を行い、職員が働きやすい環境を整備しています。和光、横浜、神戸の3事業所には託児施設を設けているほか、妊娠、育児または介護中の研究系職員が、従来の業務を維持できるよう支援者を雇う場合は、その人件費を負担する制度があります(下の表)。また、小児救急医療、介護、タイムマネジメント、ライフプランに関する研修を行い、職員のワーク・ライフ・バランスを推進し、「くるみんマーク」を取得しています。

*PI=Principal investigatorの略で、研究室の主催者のこと。

妊娠、育児中の研究系職員の支援者にかかる経費助成利用者数(のべ人数)



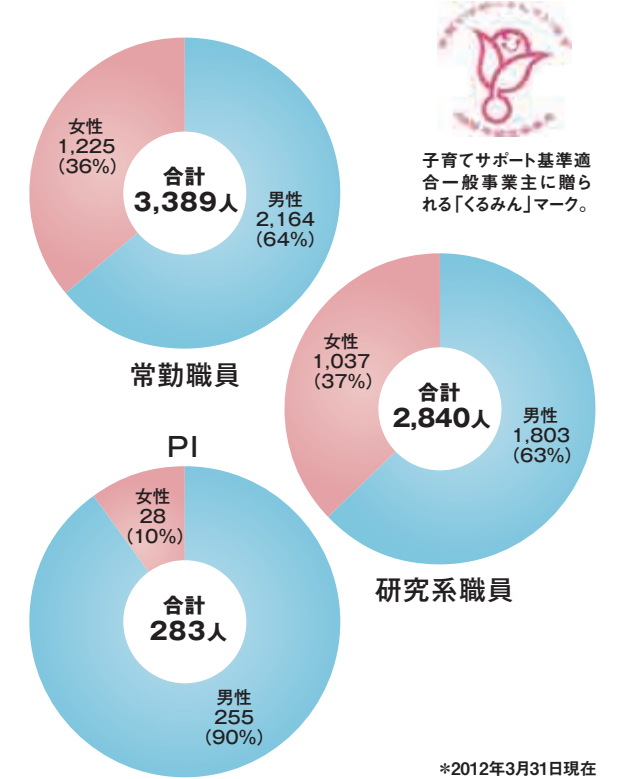
国際化の推進

理研は、国際協力を研究推進の大きな柱と認識しており、世界各国から研究者や技術者、学生を積極的に受け入れています。海外からの研究スタッフは、2011年10月1日現在、599人で、前年より35人(前々年よりは110人)増えました。また、職員研究員は、317人が在籍しており、研究室の主宰者やチームリーダーにも外国人が増えています。

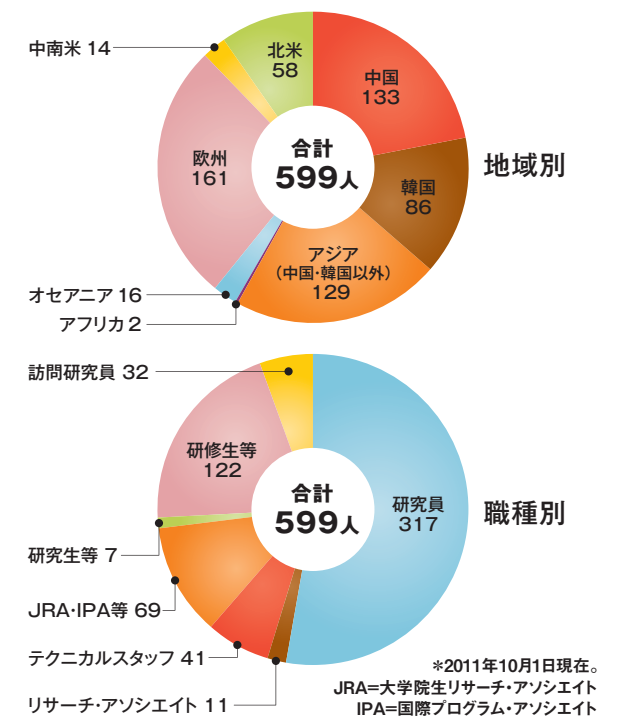
キャリアサポート

理研は、職員を対象とし、理研での経験を将来のキャリアパスにつなげる取り組みとして、カウンセリング、スキルアップのための研修、キャリア意識啓発のためのセミナー、ライフプランセミナーなどを実施しています。また、メールマガジンや転身事例集などの情報媒体も活用しています。特に、研究系職員に対しては、アカデミアにこだわらない多様なキャリアパスを視野に入れた、きめ細かい対応をしています。

研究職員の男女比



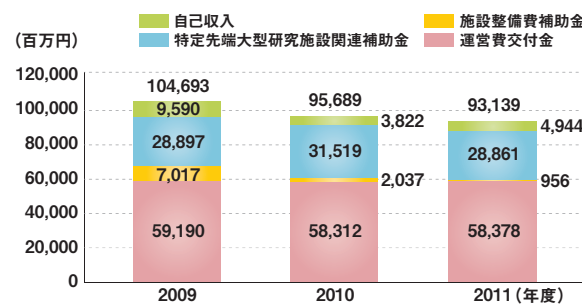
海外からの研究スタッフの受け入れ



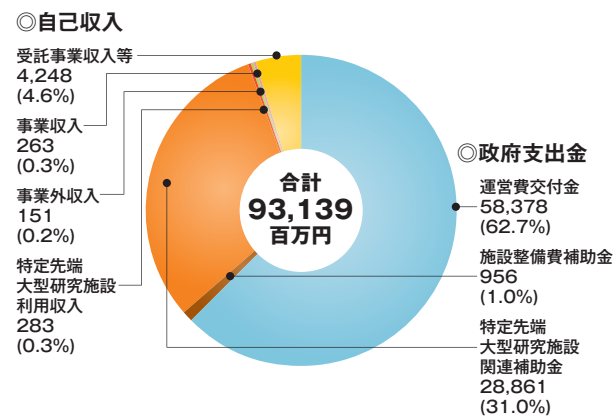
予算

独立行政法人である理研の主な収入は国からの運営費交付金ですが、さまざまな研究資金の獲得に努力しています。

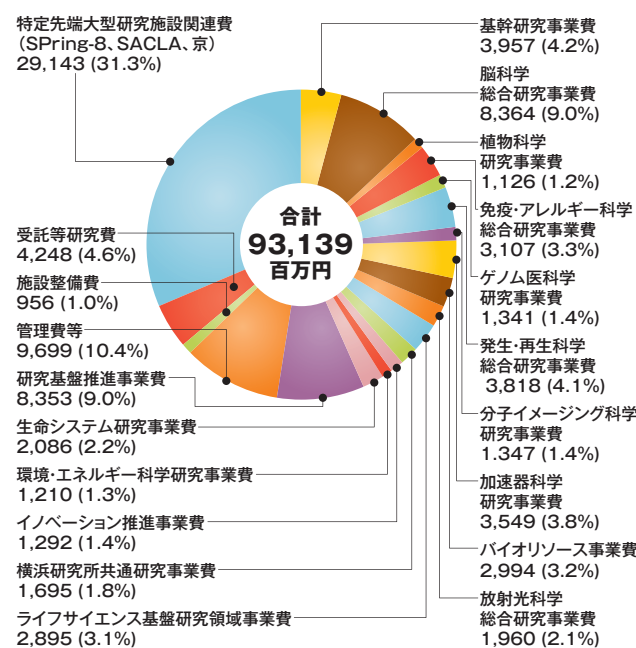
最近3年間の収入予算の推移(当初予算)



2011年度 収入予算の内訳(当初予算ベース)



2011年度 支出予算の内訳(当初予算ベース)



理 研は大きく分けて、「政府支出金」と、競争的資金や受託研究収入などの「自己収入」を財源として運営されています。「政府支出金」は、理研が事業を実施するうえで必要な運営費・施設等の維持費などを国が毎年度算定し交付されます。国からの資金は経営の効率化等の観点から、新たな業務を行う場合を除き、一定割合で削減されることとなっていますが、理研では業務の合理化や競争的資金の獲得などにより研究活動をより高めていけるよう努力を続けています。

■ 収入について

「政府支出金」のうち運営費交付金とは、独立行政法人の自主性・自律性のある業務運営の財源として、用途の内訳を特定せずに交付される資金です。運営費交付金の使用の適否については、事後評価において研究所の運営が適切になされたかという観点でチェックされます。

施設整備費補助金は、土地や建物整備などのために国から用途を明示されて手当てされる財源です。

特定先端大型研究施設関連補助金は、「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」に基づき、「SPRing-8」、「SACLA(さくら)」、および「京(けい)」の整備および維持管理を行うとともに、研究者等への共用を促進するための経費です。

上に述べたように独立行政法人が自ら獲得した収入を「自己収入」と呼びます。自己収入には以下を計上しています。

1. 事業収入：特許権収入、寄附金、研究材料分譲収入等
2. 事業外収入：家賃収入、利息収入等
3. 受託事業収入等：研究業務の受託者としての収入
4. 特定先端大型研究施設利用収入：SPRing-8利用料収入

■ 支出について

基幹研究事業費や脳科学総合研究事業費などの各事業費は、それぞれの研究センターに配分され、センター長の裁量の下、研究を行うための費用として使われます。

「研究基盤推進事業費」は、若手研究者の支援、情報環境の整備・維持、研究成果の普及など、研究活動を推進・支援するために必要な経費です。

「管理費等」には、人件費などの組織を運営するための費用が含まれています。

理研では、計画的に効率的に研究が実施できるよう柔軟な予算配分により事業の見直しや重点化を進めています。2011年度からは、生命科学と数理・計算科学の融合により生命現象をシステムとして理解する「生命システム研究事業」を開始しました。

■ 外部資金について

外部資金とは、政府関係機関、公益法人、企業等から受け入れている研究資金のことです。理研では、毎年、ほぼすべてのセンターが外部資金を獲得しています(右表)。

下の表の推移をみると、競争的資金では、科学研究費補助金(科研費)が件数、金額ともに着実に伸びています。また、先端研究助成基金関係は、最先端研究開発支援プログラム(FIRST)で、理研が中心のものが2課題あり、最先端・次世代研究開発支援プログラム(NEXT)を獲得している研究者も多く、大きな額になりました。

なお、民間受託金については、創薬・医療技術基盤プログラムが各研究センターと連携して企業等から受託された2.8億円を含め、約16億円に増加しました。

2011年度 外部資金のセンター別獲得状況(民間受託金は含まず)

センター名	金額(百万円)	件数
基幹研究所	4,571	329
脳科学総合研究センター	2,372	209
仁科加速器研究センター	573	55
バイオリソースセンター	393	45
放射光科学総合研究センター	442	42
植物科学研究センター	486	65
ゲノム医科学研究センター	1,300	33
オミックス基盤研究領域	313	27
生命分子システム基盤研究領域	1,124	32
生命情報基盤研究部門	77	3
免疫・アレルギー科学総合研究センター	834	99
新興・再興感染症研究ネットワーク推進センター	100	1
発生・再生科学総合研究センター	1,184	81
分子イメージング科学研究センター	303	38
生命システム研究センター	429	21
HPCI計算生命科学推進プログラム	235	1
イノベーション推進センター	34	11
創薬・医療技術基盤プログラム	0	0
バイオマス工学研究プログラム	36	8
次世代計算科学研究開発プログラム	380	2
計算科学研究機構	117	5
次世代スーパーコンピュータ開発実施本部	0	0
本所	600	2
合計	15,307	1,109

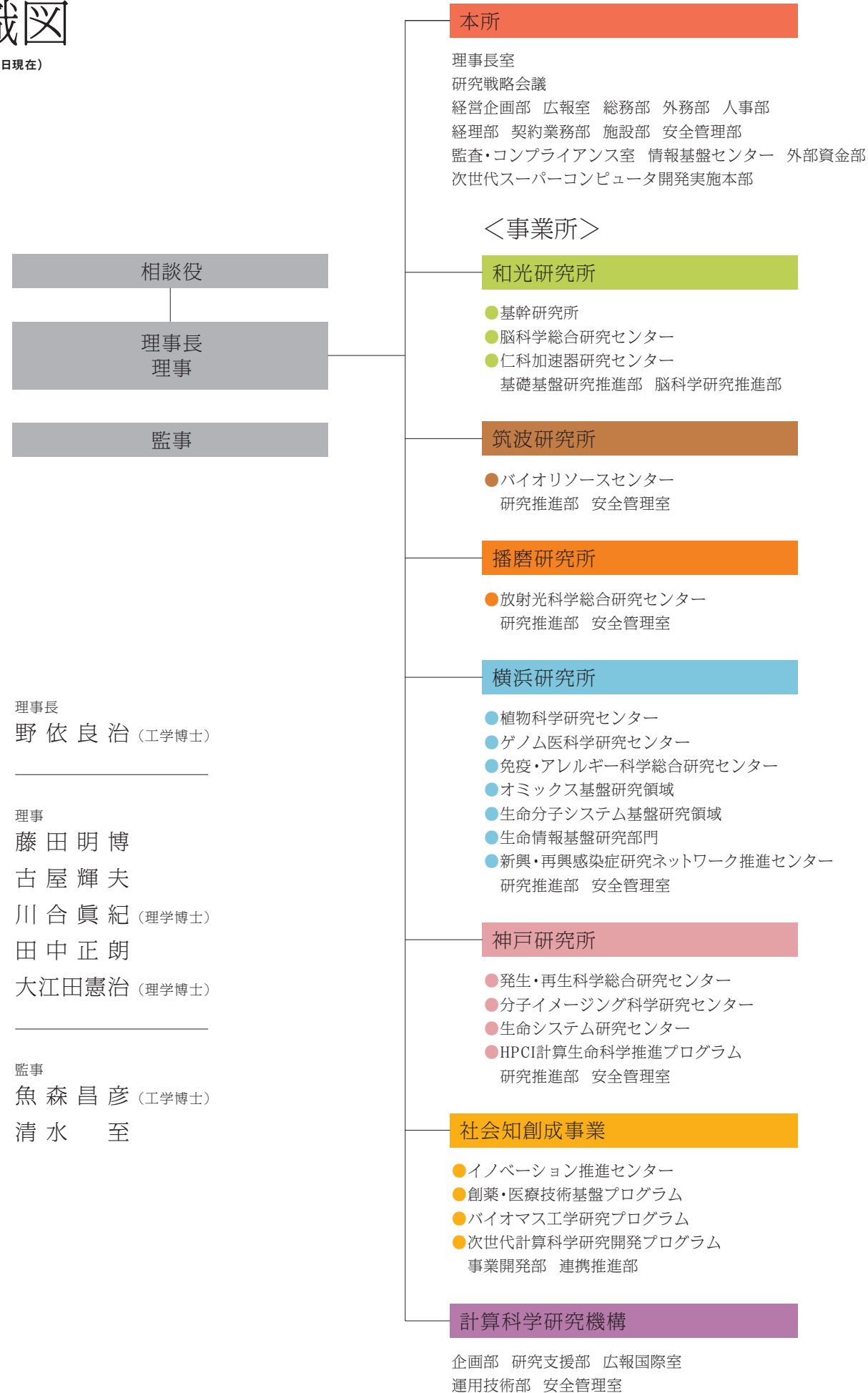
最近3年間の外部資金の獲得状況

項目	2009年度		2010年度		2011年度		
	金額(百万円)	件数	金額(百万円)	件数	金額(百万円)	件数	
1. 競争的研究資金	科学研究費補助金	3,790	656	4,015	703	4,129	709
	厚生労働省・環境省科学研究費補助金	229	6	109	2	85	3
	科学技術振興調整費	55	2	210	5	-	-
	補助金	9	1	-	-	-	-
	委託費	-	-	-	-	-	-
	科学技術振興機構実施関連事業	2,535	114	2,325	104	2,343	123
	キーテクノロジー研究開発の推進等(文部科学省系事業)	6,193	30	2,257	32	1,376	28
その他(その他の府省系事業)	484	25	556	31	552	26	
先端研究助成基金関係	565	2	1,777	12	1,840	12	
小計	13,861	836	11,249	889	10,325	901	
2. 非競争的研究資金	受託	2,685	14	2,178	14	1,787	13
	政府受託研究	246	43	254	35	492	49
	助成	29	12	60	26	71	23
	政府関係助成金	152	31	65	19	52	16
	共同研究	509	7	3,654	14	2,349	21
補助金	-	-	-	-	-	-	
小計	3,622	107	6,211	108	4,751	122	
3. 海外助成および国内財団等助成金	273	81	330	104	231	86	
4. 民間受託	968	111	1,047	109	1,562	128	
合計	18,725	1,135	18,838	1,210	16,870	1,237	

*p.78~79のデータは、四捨五入のため合計が合わないところがある。

組織図

(2012年3月31日現在)



理事長
野依良治 (工学博士)

理事
藤田明博
古屋輝夫
川合真紀 (理学博士)
田中正朗
大江田憲治 (理学博士)

監事
魚森昌彦 (工学博士)
清水 至

問い合わせ先一覧

国内拠点

	本所	
埼玉県和光市	和光研究所 ●基幹研究所 ●脳科学総合研究センター ●仁科加速器研究センター	
	社会知創成事業 ●イノベーション推進センター ●バイオマス工学研究プログラム ●次世代計算科学研究開発プログラム 〒351-0198 埼玉県和光市広沢2-1	TEL:048-462-1111 FAX:048-462-1554
茨城県つくば市	筑波研究所 ●バイオリソースセンター 〒305-0074 茨城県つくば市高野台3-1-1	TEL:029-836-9111 FAX:029-836-9109
兵庫県佐用郡	播磨研究所 ●放射光科学総合研究センター 〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1	TEL:0791-58-0808 FAX:0791-58-0800
神奈川県横浜市	横浜研究所 ●植物科学研究センター ●ゲノム医科学研究センター ●免疫・アレルギー科学総合研究センター ●オミックス基盤研究領域 ●生命分子システム基盤研究領域 ●生命情報基盤研究部門	
	社会知創成事業 ●創薬・医療技術基盤プログラム 〒230-0045 神奈川県横浜市鶴見区末広町1-7-22	TEL:045-503-9111 FAX:045-503-9113
	神戸研究所 ●発生・再生科学総合研究センター ●生命システム研究センター ●HPCI計算生命科学推進プログラム 〒650-0047 兵庫県神戸市中央区港島南町2-2-3	TEL:078-306-0111 FAX:078-306-0101
兵庫県神戸市	●分子イメージング科学研究センター 〒650-0047 兵庫県神戸市中央区港島南町6-7-3 神戸MI R&Dセンター内	TEL:078-304-7111 FAX:078-304-7112
	計算科学研究機構 〒650-0047 兵庫県神戸市中央区港島南町7-1-26	TEL:078-940-5555 FAX:078-304-4956
	横浜研究所 ●新興・再興感染症研究ネットワーク推進センター 〒101-0051 東京都千代田区神田神保町1-101 神保町101ビル	TEL:03-3518-2952 FAX:03-3219-1061
東京都内	東京連絡事務所 〒100-0011 東京都千代田区内幸町2-2-2 富国生命ビル23階 2311号室	TEL:03-3580-1981 FAX:03-3580-1980
	板橋分所 〒173-0003 東京都板橋区加賀1-7-13	TEL:03-3963-1611 FAX:03-3579-5940
宮城県仙台市	和光研究所・基幹研究所仙台支所 〒980-0845 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉519-1399	TEL:022-228-2111 FAX:022-228-2122
愛知県名古屋市	和光研究所・基幹研究所名古屋支所 〒463-0003 愛知県名古屋市守山区大字下志段味字穴ヶ洞2271-130 なごやサイエンスパーク研究開発センター内	TEL:052-736-5850 FAX:052-736-5854

海外拠点

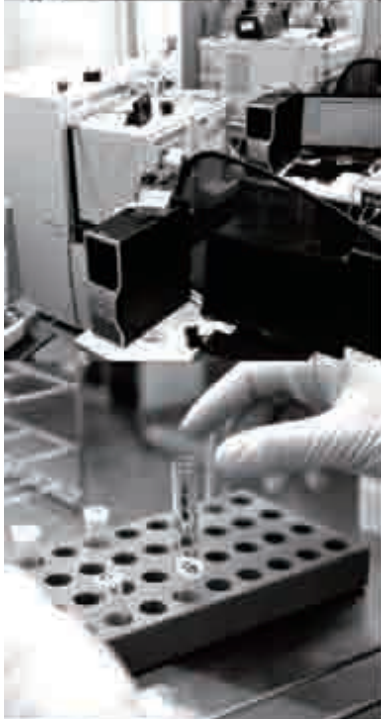
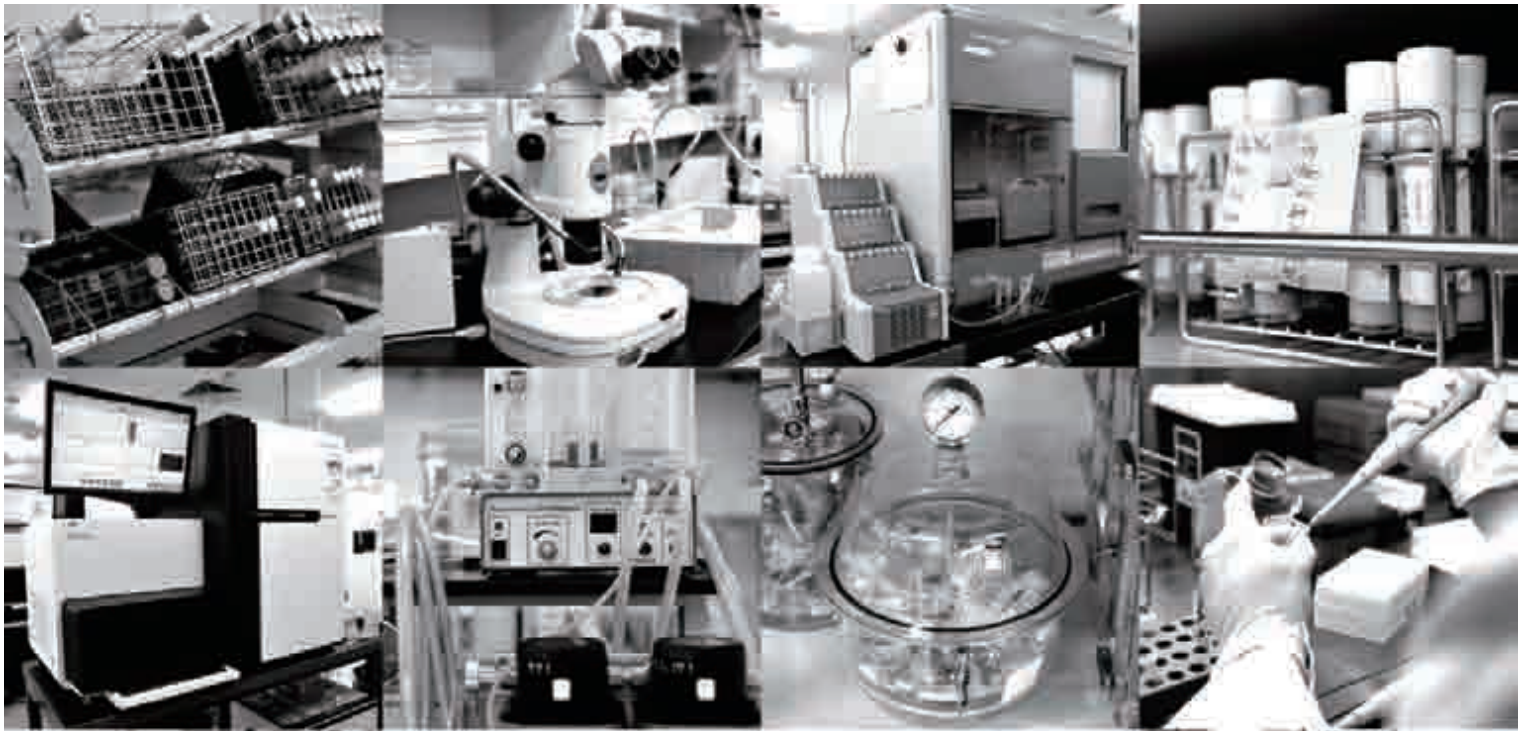
理研RAL支所 UG17 R3, Rutherford Appleton Laboratory, Harwell Science and Innovation Campus, Didcot, Oxon OX11 0QX, UK
TEL: +44-1235-44-6802 FAX: +44-1235-44-6881

理研BNL研究センター Bldg. 510A, Brookhaven National Laboratory, Upton, NY 11973, USA
TEL: +1-631-344-8095 FAX: +1-631-344-8260

理研-MIT神経回路遺伝学研究センター MIT 46-2303N, 77 Massachusetts Avenue, Cambridge, MA 02139, USA
TEL: +1-617-324-0305 FAX: +1-617-324-0976, +1-617-452-2588

シンガポール事務所 11 Biopolis Way, #07-01/02 Helios 138667, Singapore
TEL: +65-6478-9940 FAX: +65-6478-9943

北京事務所 #1121B Beijing Fortune Bldg, No.5, Dong San Huan Bei Lu, Chao Yang District, Beijing 100004, China
TEL: +86-10-6590-8077 FAX: +86-10-6590-8270



独立行政法人 理化学研究所 広報室

〒351-0198 埼玉県和光市広沢2-1

TEL:048-467-9954 (ダイヤルイン)

FAX:048-462-4715

<http://www.riken.jp/>

RIKEN 2012-026 RIKEN Annual Report 2011年度日本語 (2012.7.6.発行)

