

RIKEN

2010-11

ANNUAL REPORT

アニュアルレポート

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



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 番 1 号
TEL : 048-467-9954 (ダイヤルイン)
FAX : 048-462-4715

光の位相を揃える実験装置、アンジュレータ。
X線自由電子レーザー施設「SACLA」の一部。

 独立行政法人
理化学研究所



科学技術に飛躍的進歩をもたらす理研 社会に貢献し、信頼される理研 世界的ブランド力のある理研

日本新生に向け、知の結集を

2010年から11年にかけて、わが国の科学技術にかかわる2つの大きな出来事がありました。

1つは、根岸英一、鈴木章両博士のノーベル化学賞受賞です。パラジウム触媒を使ったクロスカップリング反応を開発し、有機合成化学の新しい可能性を開いた業績が評価されました。

クロスカップリング反応の開発には、歴史的に理研基幹研究所の玉尾皓平所長をはじめ多くの先駆者たちが寄与してきました。また、直近の過去10年間の日本人ノーベル賞受賞者は南部陽一郎博士も含めて9人と、米国の38人に次ぐ多さです。このことは、わが国が自然科学の発展にいかに関与してきたかを示すものです。

言うまでもなく、資源の乏しいわが国がよって立つところは科学技術の力です。今後、理研がわが国の中核的研究所として国際的存在感を示し続けるために何をなすべきでしょうか。私たちは海外の優れた研究者を招く一方、理研で研鑽を積んだ人材を海外に送り出し、世界規模での頭脳循環の潮流を生む環境を整える必要があると考えています。

もう1つの大きな出来事は、2011年3月11日に発生した東日本大地震と津波、それらに続く福島第一原子力発電所における事故です。

人類は日々自然の恵みを享受していますが、同時にこの自然が厳しい存在であることをあらためて教わりました。また、科学者や技術者たちの災害にかかわる想像力の不足と、社会に向けた知識の表現力の欠如を思い知らされました。今回の災害は誠に辛い経験ではありますが、ぜひとも東北地方のみならず日本全体の新生への契機としなければなりません。

科学技術は人類の存続のため、国の存立と繁栄のため、そして人生の豊かさのためにあります。社会が求める課題を解決するためには、自然科学をはじめさまざまな知識や技術を組み合わせ、総合知にまとめることが必要です。いまこそ科学技術研究の体制を改革するときです。わが国の科学技術政策は、これまでのサイエンスとテクノロジー (S & T) にイノベーション (I) を加え、さらにリコンストラクション (再建) あるいはリフォーム (改革) のRを加えた“STIR”を旗印に掲げるべきと考えます。

STIRは英語で「かきまぜる」「奮起させる」という意味をもちます。科学の諸分野だけでなく、科学界と一般社会、日本と海外をかきまぜて、さまざまな連携、融合をつくったその先に、わが国の新生が待っていることでしょう。私たち理研は、そのための先駆的な研究機関としての役割を担っていきたくと考えています。

このAnnual Reportから私たちの意志をご理解いただき、皆さんからの力強いご支援を賜ればこの上ない幸いです。

2011年3月

理事長 野依良治 (工博)

野依良治

巻頭言 野依良治	2
理研のミッション	6
理研の研究拠点	8
理研の運営	10
理研の沿革	12
研究活動	14
理研における研究体制	16
■ 基幹研究事業	18
基礎科学研究	18
ケミカルバイオロジー研究	20
物質機能創成研究	22
グリーン未来物質創成研究	24
先端光科学研究	26
■ 研究基盤事業	28
バイオリソース事業	28
放射光科学研究	30
加速器科学研究	32
ライフサイエンス基盤研究	34
計算機科学・計算科学研究	38
■ 戦略研究事業	40
脳科学研究	40
植物科学研究	42
ゲノム医科学研究	44
発生・再生科学研究	46
免疫・アレルギー科学研究	48
分子イメージング科学研究	50

■ 社会知創成事業	52
イノベーション推進	52
創薬・医療技術基盤事業	54
バイオマスエンジニアリング研究	56
次世代計算科学研究開発	58
■ 新興・再興感染症研究ネットワーク推進事業	60
新興・再興感染症研究ネットワーク推進	60
社会貢献活動	62
広報活動	64
人材育成	66
研究協力	68
産業界との連携	69
FACTS & FIGURES 数字でみる理研の活動	70
研究成果	72
技術移転	73
人員	74
受賞	76
予算	78
組織図	80
問い合わせ先一覧	82

人類存続のための 課題解決を使命として



理事 藤田明博

激動する世界の中の理研

世界は今、新たな激動の時代にあります。資源やエネルギーの獲得競争が激化し、新興国の経済的台頭に伴う経済のグローバル化が進展しています。そうした激動の波の中で、少子高齢化と人口減少により社会的、経済的な活力が落ち、産業競争力の低下しつつある日本は、危機的な状況に立たされていると言えるでしょう。そうした状況に追い打ちをかけるように発生した東日本大震災の影響は、わが国の国力に大きな影を落とそうとしています。

この憂うべき状況を打破するのが、科学技術の力です。わが国で唯一の自然科学の総合研究所である理研は、国の科学技術政策を実現する機関であることを自覚し、日本が新生するための糸口を探るべく研究活動を推し進めなければなりません。

国の科学技術政策は、科学技術基本法という法律に基づいて5年ごとに制定される科学技術基本計画に示されてい

ます。2010年度は第3期科学技術基本計画の最終年度にあたり、2011年度からは新たな基本計画期間に入ることとなっています。すでに政府の総合科学技術会議が第4期科学技術基本計画の原案を取りまとめているのですが、先の東日本大震災を踏まえて、復興対応等に関して見直しがなされた上で、閣議決定されることとされています。

運営の柱、「野依イニシアチブ」

このような科学技術政策を、先陣を切って遂行する機関として、理研がどのように研究活動を展開すべきか、その運営に関する基本方針は、5項目からなる「野依イニシアチブ」に示されています。

研究者や所員が、国民の皆さんに直接、理研が行う研究活動をお知らせし、科学技術の重要性を理解していただくとともに、皆さんの声に耳を傾け科学技術の方向性を考えていくのが「見える理研」です。

文化に貢献する理研

2010年12月に横浜研究所で行われた文化の日特別講演会には、有田焼の色鍋島の窯元の1つ、「今右衛門窯」を継承する十四代 今泉今右衛門（いまいずみ・いまいもん）氏を招いた。同氏より、1920年代に理研に在籍した物理学者、中谷宇吉郎（なかや・うきちろう）の雪の結晶の研究に着想を得たという額皿「色絵薄墨墨はじき雪文額皿」が贈呈された。



野依イニシアチブ

1 見える理研

- ・一般社会での理研の存在感を高める
- ・研究者、所員は科学技術の重要性を社会に訴える

2 科学技術史に輝き続ける理研

- ・理研の研究精神の継承・発展
- ・研究の質を重視。「理研ブランド」：特に輝ける存在
- ・知的財産化機能を一層強化、社会・産業に貢献

3 研究者がやる気を出せる理研

- ・自由な発想
- ・オンリーワンの問題設定
- ・ひとり立ちできる研究者を輩出

4 世の中の役に立つ理研

- ・産業・社会との融合連携
- ・文明社会を支える科学技術（大学、産業界にはできない部分）

5 文化に貢献する理研

- ・自分自身、理研の文化度向上
- ・人文・社会科学への情報発信

「科学技術史に輝き続ける理研」とは、1917年の創設以来受け継がれてきた理研の研究精神を継承、発展させ、質の高い研究を展開して科学技術史において輝ける存在であり続けること、そして、その結果生まれる知的財産を社会や産業界に還元して貢献することを意味します。

そうした貢献も、「研究者がやる気を出せる理研」であるからこそ達成できるのです。私たちは、研究者の自由な発想を大切に、オンリーワンの問題設定と解決のための場を整えるとともに、優れた研究者を輩出していきます。

そして、社会や産業界と融合的に連携し、大学や産業界が成しえない、文明社会を支える科学技術の研究を行っていくことで「世の中の役に立つ理研」もめざします。第4期科学技術基本計画期間においては、科学技術およびイノベーションの一体的展開を図ることが期待されているため、なおいっそうの努力をしていきます。

さらに、私たちは科学が文化の一角を担う活動であることを自覚し、自分自身と理研全体の文化度を向上していかなければなりません。そして、科学の力によってより豊かな文化が形成されることを志向して、人文科学や社会科学へ情報を発信していく、それが「文化に貢献する理研」の精神です。

真に独創的な研究活動をめざす

以上のような「野依イニシアチブ」を実現し、人類存続のための課題解決に資する研究機関としての役割を果たすために、今私たちに求められているミッションは何でしょうか。

それは、世界最高レベルの研究機関としてのあるべき姿をめざす、つまり、輝き続ける理研をめざすこと以外にありません。具体的には、3つの使命が考えられます。

1つめは、オンリーワン、ナンバーワンの研究の推進です。真の卓越性と独創性を重視し、他の追随を許さない、いわば“とがった”研究課題を推進します。

2つめは、科学技術（Science and Technology, ST）にイノベーション（Innovation, I）を加えたSTIの潮流を加速することです。

3つめは、理研の活動度を倍増することです。単発的・孤立的研究は大学に任せて差別化を図り、国家戦略のもと、産業界や国外研究機関等との連携を強めた横への展開を重視していきます。そのためには、理研のブランド力のさらなる向上もめざしていかなければなりません。

以上のようなミッションを自覚し、理研は、激動する世界で日本が生き抜ける科学技術力を培っていきます。

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、神戸市、横浜市に研究所を置き、仙台市と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カ所の拠点をもっています。

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。

2010年度は、2010年4月に社会知創成事業を新たに開

設し、「イノベーション推進センター」、「創薬・医療技術基盤プログラム」、「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」の4つが活動を行っています。また、「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」に改組しました。そして、7月には、次世代スーパーコンピュータの運用と、計算機科学・計算科学の研究拠点形成を担う「計算科学研究機構」を開設しました。

このように理研が変貌を続けているのは、研究活動が活発で充実しているからにほかなりません。

※組織図は p.80 をご覧ください。

海外拠点



1 理研 RAL 支所 (イギリス)



2 シンガポール事務所 (シンガポール)

3 北京事務所 (中国)
4 理研-HYU 連携研究センター

5 理研-MIT 神経回路遺伝学研究センター (アメリカ)



6 理研 BNL 研究センター (アメリカ)



1 宮城県仙台市



基幹研究所 仙台支所

2 茨城県つくば市



バイオリソースセンター

3 埼玉県和光市



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
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

4 東京都内

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

5 神奈川県横浜市



植物科学研究センター
ゲノム医学研究センター
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
創薬・医療技術基盤プログラム

6 愛知県名古屋市



基幹研究所 名古屋支所

7 兵庫県神戸市



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*1
HPCI 計算生命科学推進プログラム*2

計算科学研究機構
次世代スーパーコンピュータ開発実施本部
*1、*2 2011年4月1日より

8 兵庫県佐用郡



放射光科学総合研究センター
X線自由電子レーザー (XFEL) 計画推進本部*3
*3 2011年3月31日まで

国内拠点

科学と社会の動きを 経営に反映させる



理事 川合真紀

理研の科学的統治

理研には、「国の科学技術政策を実現する」という大きな責務があります。その詳細な内容は「中期目標」という形で国から指示され、理研は、5年を1期とする目標を達成するために「中期計画」を作成し、実行しています。

理研の経営方針は、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、以下にあげるさまざまなしくみ（右の図も参照）を設けています。これらにより、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こと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。

2010年度、理研は「社会知創成事業」を開始しましたが、これは、「イノベーションの推進」という国の政策と、理化学研究所アドバイザー・カウンシルでの議論を踏まえ、

さらに、国のミレニアムプロジェクトでつくられた理研の生命科学系研究センターの成果をどのように社会に還元していくかという観点も加えて、理事会で議論し、決定したものです。

理化学研究所アドバイザー・カウンシル (RAC)

ノーベル賞受賞者など国内外の有識者に、理研の研究活動と運営を国際的観点から評価していただき、今後への提言を受ける会議です。各センターも、アドバイザー・カウンシルを設けて評価と提言を受けており、その結果はRACに報告されます。

RACは中期計画期間中に2回開かれ、理研が経営方針を決める大きな柱の1つとなっています。2011年10月に予定されている第8回のRACは、2013年度からの第3期中期計画における研究の方向性や具体的なテーマを決める上で重要な会議となります。

研究戦略会議

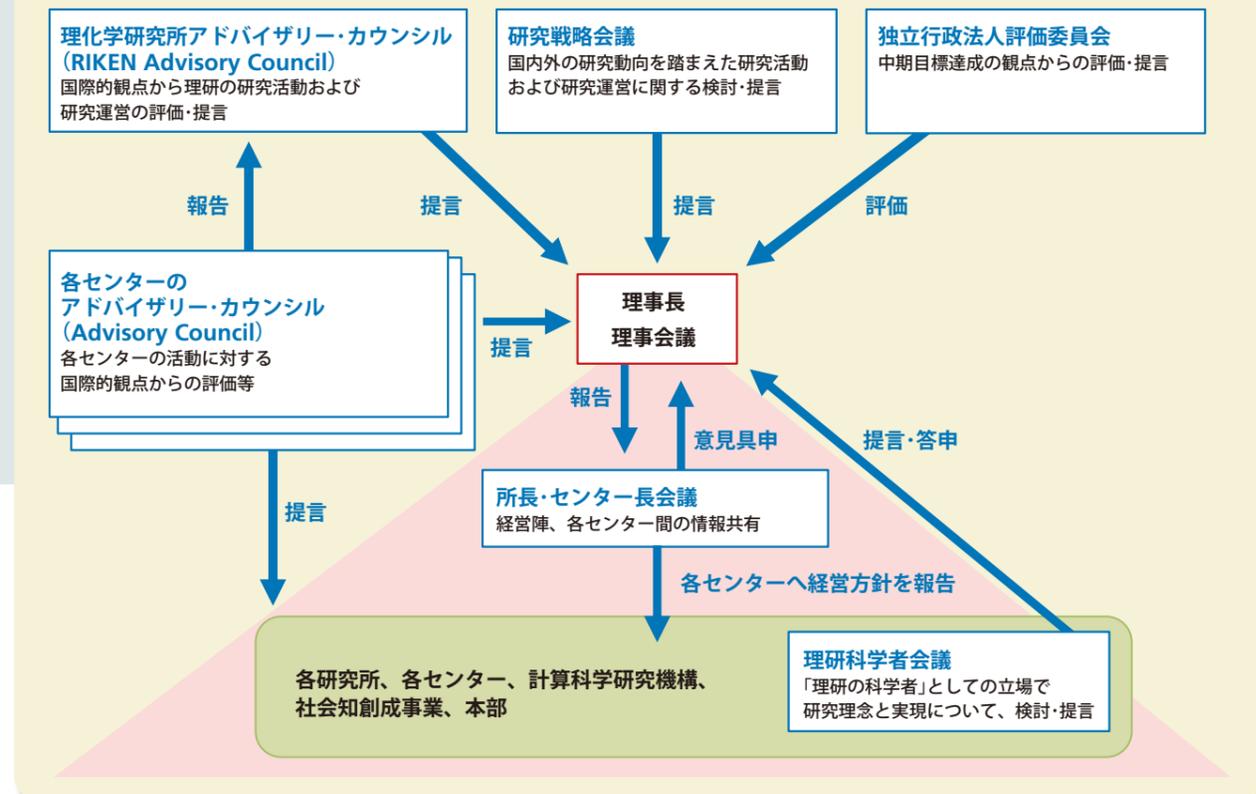
学会と産業界からの有識者（所内研究者も含む）から、研究活動全般について、経営陣が示した方針に対する意見をいただき、運営に反映させています。毎月1回開催しています。

理研科学者会議

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、毎月1回開催されています（左の写真）。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。経



理研の科学的統治のしくみ



営陣と研究者の間のキャッチボールを行う重要な場となっています。例えば、国から付託された次世代スーパーコンピュータの開発を理研が受け入れるかどうかは、理事長がこの会議に諮問し、その答申に基づいて理事会で受け入れを決定しました。

所長・センター長会議

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。毎月1回開催されています。

人を活かし、研究資金を活かす

理研の経営の基本は、優れた研究者に活躍してもらうことにあります。このため、研究室主宰者の採用は基本的に公募で行い、世界中の候補者の中から、理研が必要とする人、1つのミッションを任せられる人を選んでいきます。研究者の流動性を高めるべきという世界的趨勢の中、理研も任期制での採用を中心にしていますが、キャリアパス支援を充実させ、雇用面での不安軽減に努めています（p.74 参

照）。また、研究者の国際化、女性比率向上にも尽力しています（同ページ参照）。

もう1つ、経営上で重要なのは、研究資金の確保です。これまでは国からの運営費交付金が大きな比率を占めてきましたが、経済事情や東日本大震災の影響で国の財政はきびしくなっています。これからは民間企業の資金や一般からの寄附を受けたり、海外の科学事業に参加して資金を得ることが重要になります。民間企業や一般の方に理研の社会的な意義を理解して投資していただけるよう、理研は自分たちの価値を見だし、クオリティと活動度をあげていかなければならないと考えています。また、海外の研究機関の求めに応じて理研の研究チームを派遣したり、海外の科学事業に応募するといった、これまでになかった活動も必要になってくるでしょう。

理研がこれからどういう研究をしていくべきか、将来を考える大事な時期にきていると感じています。広報活動を通じて広く社会に理研の存在をアピールする一方で、社会の期待を把握し、社会のため、さらには人類のために役立つ研究活動を展開していきたいと思ひます。

新しい科学と技術を生み出してきた理研

理研は、1917年に現在の東京都文京区駒込に財団法人理化学研究所として創設されました。第2次世界大戦後の株式会社科学研究所を経て、1958年に特殊法人理化学研究所となり、2003年に独立行政法人理化学研究所として再発足しました。



大河内正敏 仁科芳雄 湯川秀樹 朝永振一郎

財団法人時代・株式会社時代

創設間もない時期に、理研の基礎を築いたのは第3代所長（1921～1946）の大河内正敏です。大河内は、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1922年に創設するなどして、研究を推進しました。一方、1927年には、理研の発明を事業化して社会に還元するため、理化学興業株式会社をおこし、アルマイト、陽画感光紙、ピストンリングなどを生産しました。

この当時の理研には、鈴木梅太郎、長岡半太郎、本多光太郎、寺田寅彦、仁科芳雄などの科学者が在籍し、活気にあふれていました。仁科の研究室には、湯川秀樹や朝永振一郎も在籍しました。しかし、第2次世界大戦後の財閥解体指令により、1948年に理研は解散し、株式会社科学研究所が設立されました。初代社長となった仁科は、ペニシリンやストレプトマイシンの製造販売に努力しましたが、道半ばで亡くなり、会社の経営はきびしい状態が続きました。

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、政府からの出資を受けて研究を行うようになりました。再び、理研の研究は勢いをもつようになりました。1967年には、駒込から現在の和光市に拠点を移し、研究

領域の拡大とともに、国内各地、さらには、海外にも研究拠点を置くようになりました（p.8 参照）。

また、1980年代から、海外の研究機関との間で研究協力協定を結んで国際化を進めるとともに、1989年には、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（p.66 参照）。1993年には、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」を設けました（p.10 参照）。

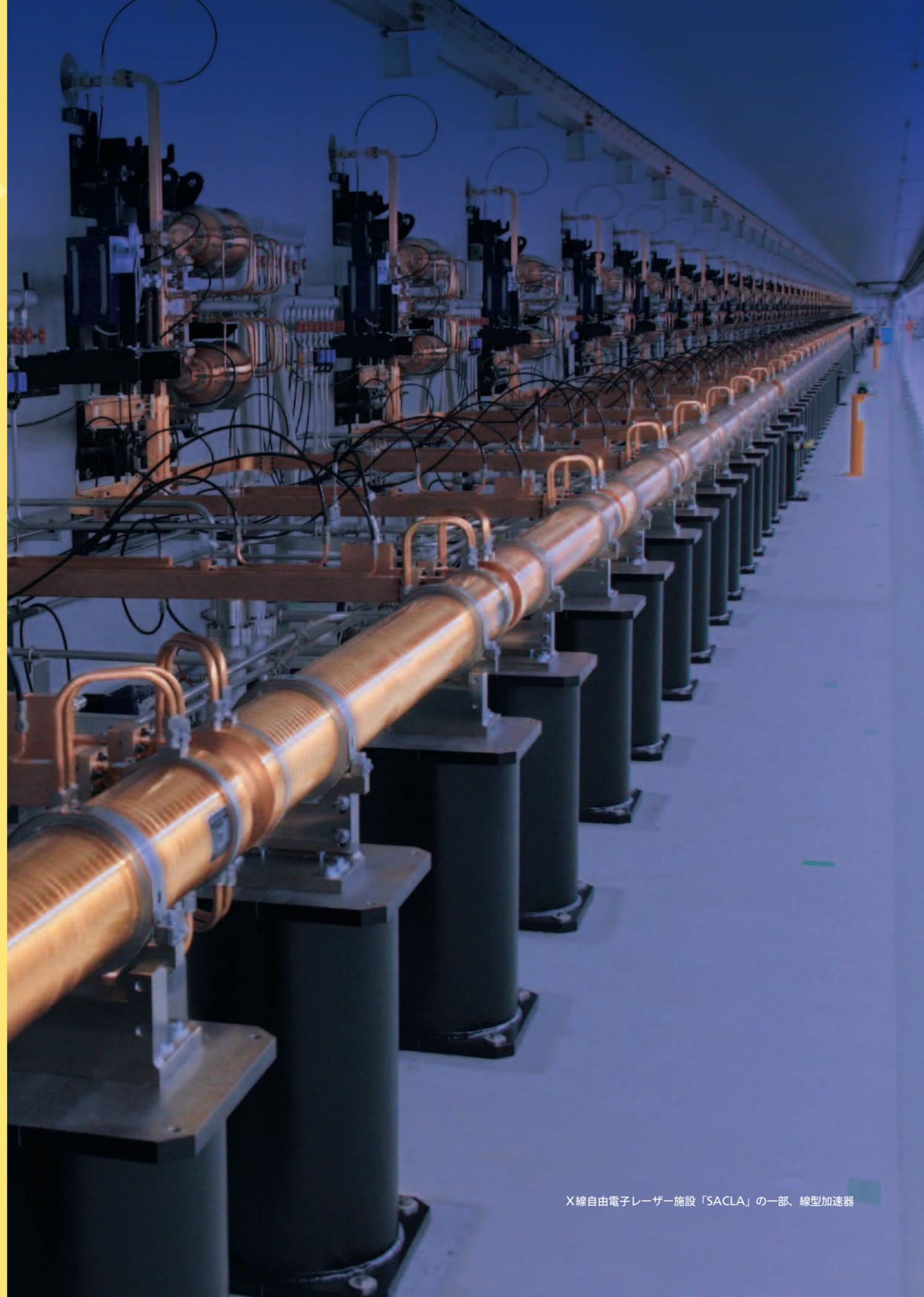
独立行政法人化から現在

2003年、行政のスリム化の一環として、特殊法人が独立行政法人に移行し、理研も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、その強力なリーダーシップのもと、理研は著名な科学者を輩出してきた研究環境と、財団法人時代から培ってきた産業の発展に資する気概とをあわせもつ研究所として、日々、新しい科学と技術を生み出してきました。さらに、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、次世代スーパーコンピュータ（「京」、p.38 参照）やX線自由電子レーザー施設（「SACLA」、p.30 参照）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社会貢献の姿勢をより強めるとともに、イノベーションの基盤となる研究を志向しています。

西暦	できごと	写真
1917年	財団法人理化学研究所設立	
1922年	主任研究員制度発足	
1927年	理化学興業株式会社創設	
1937年	仁科芳雄、わが国初のサイクロトロンを作製	
1948年	(財)理化学研究所解散、(第一次)株式会社科学研究所設立	
1949年	湯川秀樹 ノーベル物理学賞受賞	
1958年	特殊法人理化学研究所設立	
1965年	朝永振一郎 ノーベル物理学賞受賞	
1966年	160 cm サイクロトロン完成	
1967年	大和研究所（現 本所・和光研究所）開所	
1984年	ライフサイエンス筑波研究センター開設	
1986年	国際フロンティア研究システム（I期）を本所内に開設	
1987年	リングサイクロトロン完成	
1995年	理化学研究所 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年	播磨研究所発足、SPRING-8 供用開始 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年	ゲノム科学総合研究センター開設	
1999年	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年	横浜研究所発足、植物科学センター開設、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年	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年	中央研究所開設、神戸研究所開設	
2003年	独立行政法人理化学研究所設立	
2004年	113番元素の発見を発表	
2005年	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年	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 超伝導リングサイクロトロン完成	
2008年	ゲノム科学総合研究センター廃止 中央研究所、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へ改称 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研究センターを開設	
2010年	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	
2011年	生命システム研究センター開設（予定） HPCI 計算生命科学推進プログラム開設（予定）	

研究活動

理研が行う各事業のミッションや特徴、
2010年度の活動や今後の展望について
ご紹介します。



理研における研究体制



理研は、新たな研究領域を開拓し、科学技術に飛躍的進歩をもたらす、先端融合研究を推進する「基幹研究事業」、最高水準の研究基盤の整備・共用・利用研究の推進を図る「研究基盤事業」、国家的かつ社会的ニーズを踏まえて戦略的で重点的な研究開発を推進する「戦略研究事業」と、それら3つの事業にまたがる横断的な組織体制をとり、個々の研究者の「個人知」を融合させて「理研知」を生み出し、さらに外部との連携により「社会知」を創出する「社会知創成事業」の4つの事業からおもに成り立っています。

※各事業の詳細は p.18 以降をご覧ください。

社会知創成事業

個々の研究者の「個人知」を融合させて「理研知」を生み出し、さらに外部との連携により「社会知」を生み出し人類社会に貢献

- イノベーション推進 P.52
- 創薬・医療技術基盤事業 P.54
- バイオマスエンジニアリング研究 P.56
- 次世代計算科学研究開発 P.58

基礎科学研究

研究担当組織
基幹研究所 (ASI)

玉尾皓平 所長インタビュー

分野、組織、国境を越えた研究

この研究所は、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

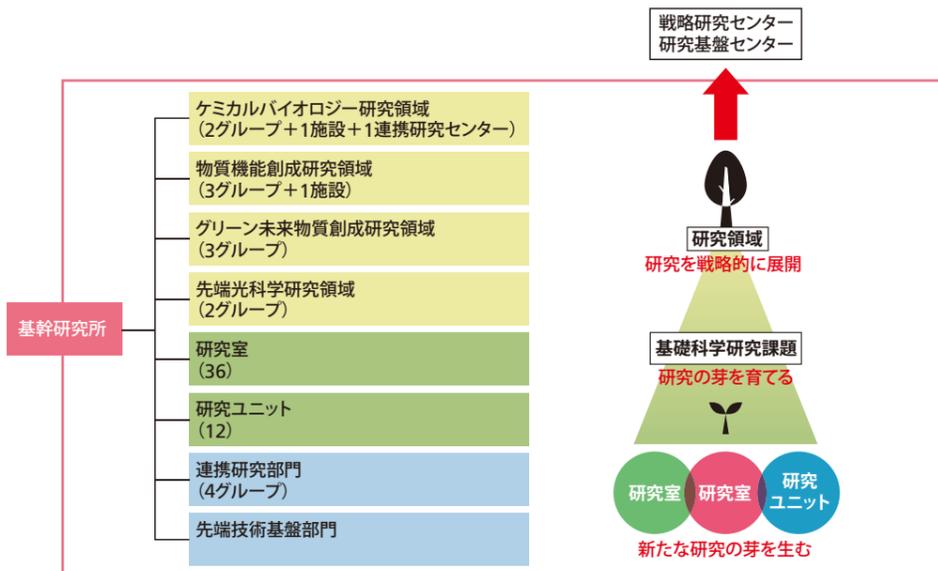
当研究所は、「活力ある知の統合による新たな科学・技術の創造と社会的価値の創出」を設立理念として掲げ、2008年4月に発足しました。理研の中核研究組織として常勤研究者約600名を擁し、物理学・化学・工学・生物学・医科学などの全自然科学分野をカバーする研究を行っています。当研究所の大きな使命は、幅広い基礎研究から新たな研究の芽を生み出し、それを新たな研究分野にまで育て上げることです。具体的には、個々の研究者が自由な発想に基づいて研究を行う「研究室」と「研究ユニット」が研究の芽を生み出し、その芽が育った新分野など境界領域・

複合領域の研究を「研究領域」が組織的・戦略的に展開しています（下の図。各研究領域の事業については p.20 以降参照）。

さらに当研究所は、この「研究領域」を大きく育て、理研の新たな「戦略研究センター」や「研究基盤センター」として送り出す機能と、既存の戦略研究センター群の再編・改廃などで生じたユニークな研究の芽を受け入れ、育てる機能もっています。このような「研究循環システム」は、理研がいつの時代にあっても社会の要請に応じた研究体制をとっていくために必要であり、当研究所はその心臓部の役割を担っているのです。

基幹研究所の成り立ち

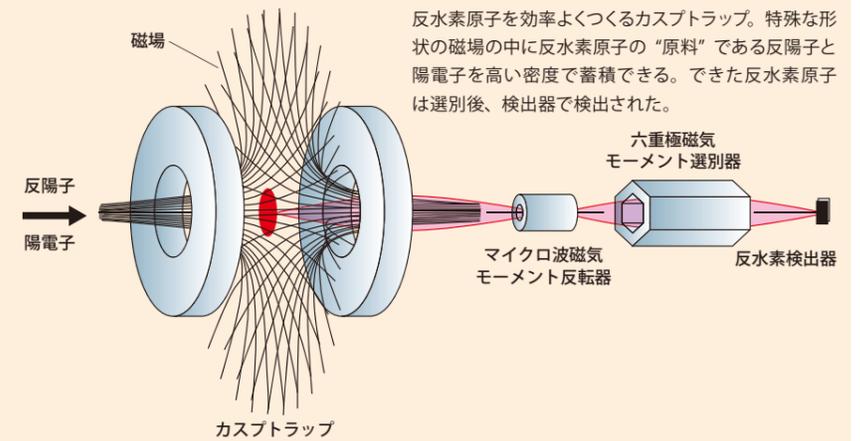
(2011年3月31日現在)



反物質の性質解明へ大きな一歩

宇宙が「物質」のみからなり、「反物質」が存在しないことの謎を解くには、反物質の性質を詳しく調べることが必要です。山崎首席研究員らは、欧州原子核研究所 (CERN) の国際共同研究グループに参加し、反物質の代表格である反水素原子を磁気瓶に38個も閉じ込めることと、反水素原子を特殊なトラップ内で効率よくつくることに成功しました。どちらも、反水素原子の性質の研究を可能にするもので、英国物理学会の学術情報誌で2010年の物理分野10大ニュースの第1位に選ばれました。

プレスリリース：2010年11月18日 / 12月6日
発表雑誌：Nature / Physical Review Letters



この研究所が行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

トレンドに流されず、あらゆる分野の基礎研究を行っており、さまざまな分野を融合して新たな研究の芽を育てるために、「基礎科学研究課題プロジェクト」というしくみもっています。研究者が自ら生んだ芽を分野融合型課題として提案し、採択されると、所内はもちろん、理研内のさまざまな分野の研究者が集まってプロジェクト研究が始まります。このプロジェクトは、新しい「研究領域」を構築できるかどうかというフィージビリティスタディにもなっています。各種融合連携研究を促進する「連携研究部門」と技術支援を強化した「先端技術基盤部門」をもつのも特長です。このような体制のもと、当研究所では分野、組織、国境を越えた幅広い研究を強力に推進しています。

2010年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

研究は「人」が行っているものですから、国内外の研究者、研究機関との連携研究のためにも、その人の顔の見える研究者情報の発信が重要だと考えています。そこで今年度は、当研究所発足以来の念願であった「研究員カタログ」を日本語と英語で発行しました。その効果も徐々にあがりつつあります。

また、当研究所は、国内外の研究機関との連携を積極的に行っています。こうした連携の1つが発展し、2011年3月に、ケミカルバイオロジー分野の「理研-マックスプランク連携研究センター」が開設されました。主要研究者が互いに訪問したり、若手研究者が相手研究所に常駐するなど、より密接な共同研究が可能になりました。

研究活動のうち、2010年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

当研究所の研究の幅広さを反映して、さまざまな分野の成果があがっています（各研究領域の成果は p.20 以降参照）。例えば、山崎原子物理研究室の山崎規規首席研究員らが反水素原子の高効率生成と閉じ込めに成功し、世界的に注目されました（上の図）。また、松本分子昆虫学研究室の松本正吾主任研究員らは、アブラムシの体色を赤色から緑色に変える共生細菌を発見しました。正常個体の体色を変えてしまう共生細菌の報告は世界で初めてです。さらに、表面化学研究室と Kim 表面界面化学研究室の研究グループは、銀単結晶の上に形成した数原子層の酸化マグネシウム (MgO) 薄膜上で、1個の水分子を移動させたり分解させたりすることに成功しました。触媒の反応機構を解明し、高機能な触媒を設計するのに役立つと期待されます。

この研究所の今後の役割や展望などについて聞かせてください。

当研究所から生まれた分野には、ナノテクノロジーのように国の施策を先導したものもあります。このような実績をあげられたのは、目的指向の研究ではなく、幅広い分野の基礎研究を行ってきたからです。今後も、日本と世界の将来のために、科学技術基盤という足腰の力を蓄える組織として貢献していきたいと思っています。

また、国際連携にもさらに力を入れていきます。特に、中国や東南アジア諸国に対して当研究所がリードする形での研究協力や、当研究所に滞在した研究者がよい印象をもって本国に帰り、当研究所との連携を深めてくれるような体制づくりが必要と考えています。

ケミカルバイオロジー研究

研究担当組織
基幹研究所ケミカルバイオロジー研究領域

長田裕之 領域長インタビュー

化学的手法を用いて 生命現象を解明する

この領域は、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

「ケミカルバイオロジー」は、化学的手法を駆使して生命現象の解明に挑む新しい研究分野です。当領域は、2008年に設立された組織で、化学、分子生物学、糖鎖生物学、構造生物学など既存の分野を融合し、タンパク質や脂質、糖鎖などの生体内分子の機能を解明して、さまざまな生命現象に迫ろうとしています。現在、私が施設長を務める「ケミカルバイオロジー研究基盤施設」、吉田 稔グループディレクター（GD）が率いる「ケミカルゲノミクス研究グループ」、谷口直之 GD が率いる「システム糖鎖生物学研究グループ」からなっています。



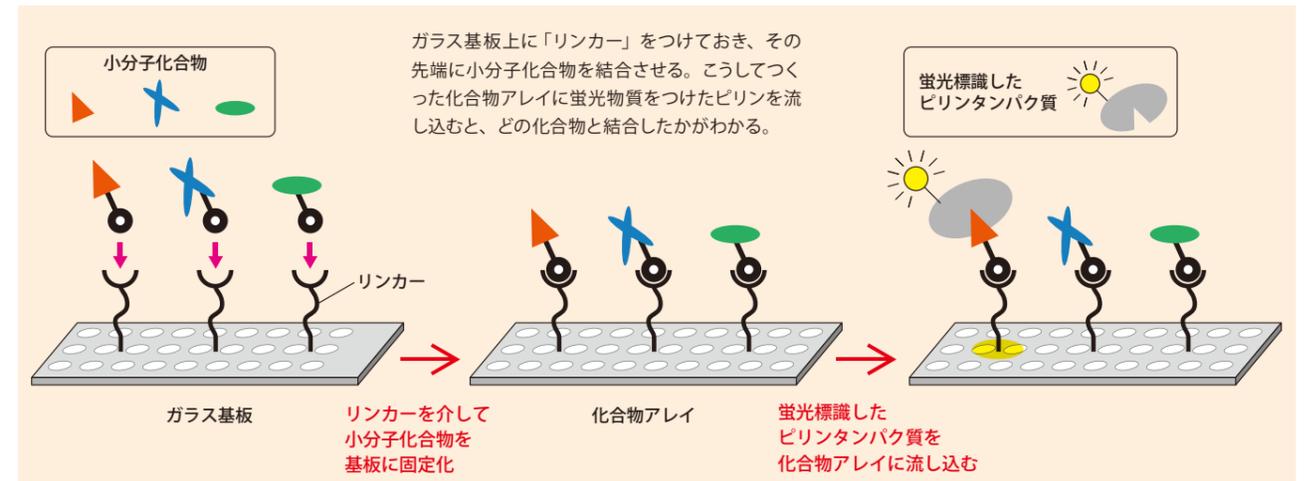
第2回ケミカルバイオロジー研究領域 ソフトボール大会

2010年10月に行われ、長田グループが、前年優勝の吉田グループを抑えて優勝しました。試合を通して、研究活動に必要なチームワークが育われます。

この領域が行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

ケミカルバイオロジーの研究では、どのような化合物を使うかによって、研究の独自性が生まれると同時に、どのような生命現象が解明できるかも決まってきます。私自身は、抗生物質をおもに使って、タンパク質の働きを調べてきました。抗生物質に限らず、生体物質に働きかけ、その作用を調べるのに使える小さな化合物を、「生命現象を探る針」という意味で「バイオプローブ」と呼んでいます。吉田グループは、新たなバイオプローブの合成と、標的となる生体物質の探索を行っており、谷口グループは生体物質のうちでも糖鎖に特化した研究を進めて医学への応用も図っています。さまざまな切り口で研究を進めていることが当領域の強みです。

私のグループでは、バイオプローブの範囲を広げるため、微生物由来の天然化合物を中心に、植物由来の化合物や合成した化合物も集めた「理研天然化合物バンク（RIKEN NPDepo）」を立ち上げました。現在、約4万種類の化合物を収蔵しています。一方、それらの中から、特定の生体物質と結合するものを効率よく見つけ出すためのツールとして、縦7.6 cm×横2.5 cmの基板に3400種もの化合物を固定した化合物アレイを開発しました。この化合物アレイに目的の生体物質を流し込めば、その生体物質と結合する化合物があるかどうかすぐにわかります。逆に、1つの化合物だけを固定したビーズ（アフィニティビーズ）を使って、その化合物と結合する生体物質を探すこともできます。こうした基盤と技術は、ほかのグループの研究にも活かされており、例えば、谷口グループで、慢性閉塞性肺



化合物アレイ実験をきっかけにピリンの機能を解明

生体内にはタンパク質が何万種類もありますが、そのうち機能が解明されているものは、ほんの一握りです。ピリンも、生体に広く存在しながら機能がわかっていないタンパク質でした。ケミカルバイオロジー研究基盤施設の研究チームは、化合物アレイを使って、2万種類の小分子化合物の中から、ピリンに結合するTPhAという化合物を発見しました。さらに、このTPhAがピリンの働きを阻害する性質をもつことを利用して、ピリンが悪性黒色腫の転移に関係していることを突き止めました。

プレスリリース：2010年8月16日
発表雑誌：Nature Chemical Biology

疾患という病気の原因タンパク質と結合する化合物を探索するのに使われています。

2010年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

創業にもつながるこの分野は、国際シンポジウムなどもさかんで、国内外の多くの研究者と交流しています。研究者の大先輩であり医学博士でもある谷口GD、私とは異なるアプローチを取る吉田GDとの間では、互いに学ぶところも多いので、2010年度も、積極的に領域内の共同研究・情報交流を行いました。また、「スポーツにまじめに取り組む人は、研究もしっかりやる」という考えで始めた領域内ソフトボール大会は、今回も盛り上がりました（左の写真）。

研究活動のうち、2010年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

私のグループでは、生体に広く存在しているながら、その役割が知られていなかったピリンというタンパク質の機能を世界で初めて明らかにしました（上の図）。吉田グループでは、海洋生物由来のセオネラミドという化合物のカビを殺すしくみが、これまでの抗カビ剤とはまったく違うものであることを明らかにしました。新しい抗カビ剤の開発に

つながると期待される成果です。また、谷口グループでは、同じ糖タンパク質でも臓器ごとに糖鎖の構造が異なることを見いだしました。いずれの研究も、遺伝子を解読しただけではわからない生命の神秘を解き明かす糸口になると思います。

この領域の今後の役割や展望などについて聞かせてください。

理研天然化合物バンクの化合物を10万種まで増やし、理研内外の研究者に提供したいと考えています。そのために、微量しか入手できない化合物の安定的な提供方法など、化合物バンクの運用について検討しています。ほかにも、研究を効率的に進められるように測定機器類開発のための専門家チームに加わってもらったり、ドイツのマックスプランク研究所との連携センターを設立するなど、ケミカルバイオロジーのさらなる発展をめざした取り組みを始めています。

ケミカルバイオロジーは創業につながる注目度の高い分野です。しかし、私たちは、創業を意識しながらも、純粋に生命現象を解明したいという気持ちを大切に、これからは基礎研究を続けていきたいと考えています。

物質機能創成研究

研究担当組織
基幹研究所物質機能創成研究領域

十倉好紀 領域長インタビュー

革新的な機能をもった物質を創り出す

この領域は、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

既存の概念を覆すような革新的な技術を意味する「ゲームチェンジング・テクノロジー」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。物質が示す性質（物性）には、「電気」「磁気」「光」「熱」「力」の5つがあり、これらを操作することで、さまざまな機能を実現できます。そして、その基礎となるのは、物質の構造です。

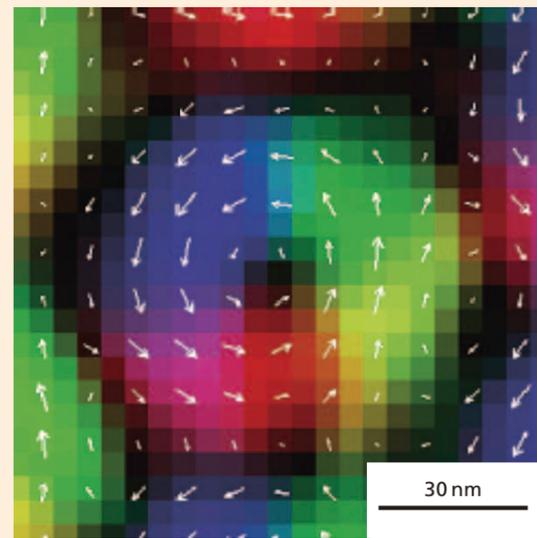
当領域では、「電子」「原子」「分子」という3つの基本要素を、「創る」「並べる」「観る」「測る」という4つの基本操作で研究することで、物質機能発現の基本原則を解明すると同時に、これまでになかった画期的なデバイスの創出を

めざしています。これにより、電力をほとんど消費しない情報処理や、光や熱の電力への変換効率の飛躍的向上などが可能となり、持続可能社会の実現に貢献できると考えています。

この目標を達成するため、当領域では、ナノサイエンスとナノテクノロジーの両面から研究を進める3つのグループを設置しています。まず、前田瑞夫グループディレクター(GD)を中心とする「次世代ナノサイエンス・テクノロジー研究グループ」では、電子、光、スピン、生体分子に基づく機能をもったナノ構造体の創出、その機能発現メカニズムの解明、さらに、機能の制御の研究を進めており、分子デバイスやバイオ素子など新しいデバイスの開発に取り組

新物性をもった材料の直接観察

十倉領域長らは、「スキルミオン結晶」の直接観察に世界で初めて成功しました。スキルミオン結晶とは、電子スピンの渦巻きが結晶のように規則的に並んだ状態のことです。この渦は少ない電流で動かすことができると考えられており、電力消費の少ない情報処理に応用できる可能性があります。今回の観察で、スキルミオン結晶の発生機構と性質が明らかになったことから、よりよいスキルミオン結晶の設計や製作が可能になることでしょう。



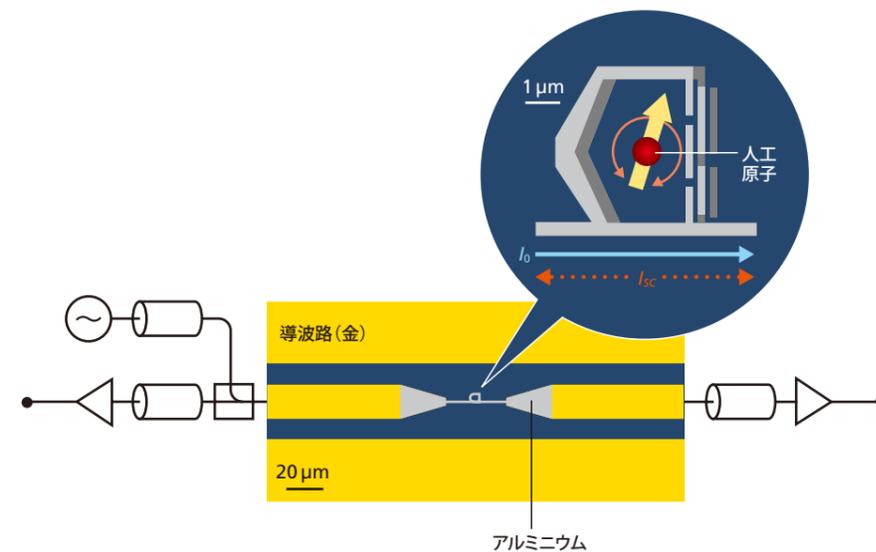
ローレンツ電子顕微鏡法により $\text{Fe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{Si}$ という物質で観察されたスキルミオン結晶

プレスリリース：2010年6月17日
発表雑誌：Nature

人工原子を使った新しい光学デバイスを開発

自然原子は光を吸収・放出するなど、光とさまざまな相互作用をします。これと同様の性質をもつ固体電子素子は、「人工原子」と呼ばれています。巨視的量子コヒーレンス研究チームの蔡 兆申(ツァイ・ツァオシェン) チームリーダーらは、超伝導回路からなる直径 $1\ \mu\text{m}$ の人工原子と導波路(マイクロ波伝送線)をつないだデバイスを開発しました。光子の増幅器や、光をオン・オフできる「光スイッチ」としての応用が期待されています。

プレスリリース：2010年5月10日
発表雑誌：Science ほか



んでいます。

次に、外村 彰 GD を中心とする「単量子操作研究グループ」では、世界最高性能の高輝度電子線を駆使した量子の観測を軸として、量子を1個1個操作する研究に取り組んでいます。その成果は、量子コンピュータなどに使われる新しいデバイスの開発や、量子の関係する物性の理解につながるものとして、国際的に高い評価を得ています。

そして、私が GD を務める「交差相関物性科学研究グループ」では、「強相関電子系」の性質を利用して、革新的な機能をもった物質を創出すべく研究を進めています。強相関電子系とは、多くの電子が強く相互作用している物質のことで、こうした物質では、電子のスピン(磁気に関係)、電荷(電気に関係)、軌道(形)が密接な関係をもって変化します。このため、上手に設計すれば、「磁場をかけると電気抵抗が激減する」といった“当たり前でない”応答を起こさせることができるのです。

この領域が行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

これまで、物質科学の研究は個人の研究室ベースが中心でした。しかし、ゲームチェンジング・テクノロジーを生み出すには、力の結集が必要です。その意味で、当領域に、理研の中からはもちろん、大学や企業からトップレベルの研究者が集まっていることは、大学では実現しえない大きな強みです。3つのグループの間の分野横断的な共同研究も活発です。播磨研究所にある大型放射光施設 SPring-8 (p.30 参照) の放射光も含めて、所内に最先端の計測機器が揃っていることも強みです。

2010年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

私たちは当領域を物質科学の理論的研究の世界的なハブにすることをめざしており、その一環として、2010年度は十数名の海外研究者を招聘した滞在型ワークショップを開催しました。また、内閣府が進める最先端研究開発支援プログラム(FIRST)の1課題として、私を中心研究者となっている「強相関量子科学」がスタートしました。そのキックオフとして、国内外の研究者が一堂に会した国際シンポジウムも開催しました。

研究活動のうち、2010年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

多くの成果があがっていますが、あえて2つあげるとすれば、まず、世界で初めて渦状スピン構造体であるスキルミオン結晶の直接観察に成功したこと(左の図)。そして、超伝導人工原子を組み込んだ「新量子光学デバイス」の開発に成功したことです(上の図)。

この領域の今後の役割や展望などについて聞かせてください。

私たちの研究が実用化されるまでには時間が必要ですが、基礎物質科学研究による革新的な機能原理の解明および機能材料の開発はきわめて重要です。理研における研究活動は、多くの分野で世界最高レベルの成果をあげています。当領域においても理研の総力を結集し、より統合的かつ戦略的な共同研究組織をつくっていかうと思います。

グリーン未来物質創成研究

研究担当組織
基幹研究所グリーン未来物質創成研究領域

玉尾皓平 領域長インタビュー

環境・エネルギー問題の解決に向けて

この領域は、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

国家戦略や社会的ニーズの観点から、環境・エネルギー問題の解決は緊急を要しています。しかし、これらの課題を解決する科学・技術が、従来の研究の延長線上に生まれる可能性は低いでしょう。そこで、既存の概念にとらわれない環境・エネルギー分野の基礎研究を推進しようと、理研は2010年度に「環境・エネルギー科学研究事業」を始めました。

「グリーン未来物質創成研究領域」は、この研究事業の柱の1つとして設けられ、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ミッションにしています。ちなみに、もう1つの柱は「バイオマス工学研究プログラム」です (p.56 参照)。

当領域は、エネルギーを効率的に利用できる材料を開発

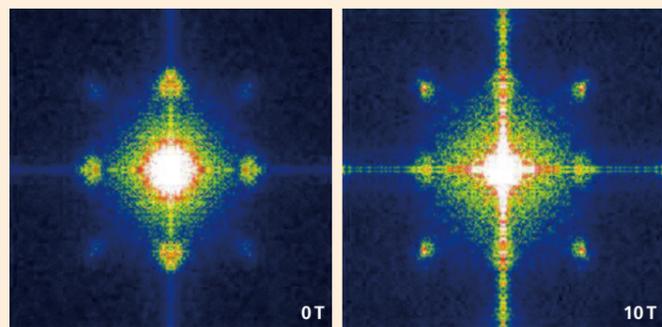
する「電子複雑系機能材料研究グループ」と、環境に負荷をかけない機能性材料の創成をめざす「機能性ソフトマテリアル研究グループ」、製造過程のクリーン化・省エネ化に取り組む「先進機能物質創製研究グループ」の3グループから構成されています。

この領域が行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

当領域の設立にあたっては、幅広い研究者を擁する基幹研究所の利点を活かし、環境・エネルギーに関係するさまざまな分野のトップレベルの研究者を結集させました。これにより、物理学から化学、ナノサイエンスまでの科学分野を融合した研究体制が実現していることが特長です。この体制を活かし、画期的な環境技術の開発につながる新学理や技術的ブレークスルーを生み出そうとしています。

超伝導のしくみを“見る”ことに成功

金属や金属を含む物質の中には、温度を下げると電気抵抗がゼロの「超伝導体」になるものがあります。超伝導を引き起こすのは「クーパー対」と呼ばれる電子のペアですが、その構造は一部の超伝導体でしかわかっていませんでした。電子複雑系機能材料研究グループの高木英典グループディレクターらは、2008年に日本で発見された鉄系超伝導体のクーパー対の独特な構造を明らかにしました。走査型トンネル電子顕微鏡/分光という新手法を開発し、「電子のさざなみ」を観察できたことによる成果です。



鉄系超伝導体の電子さざなみの磁場による変化。このような観察から、鉄系超伝導体のクーパー対の構造が明らかになった。

プレスリリース：2010年4月23日
発表雑誌：Science

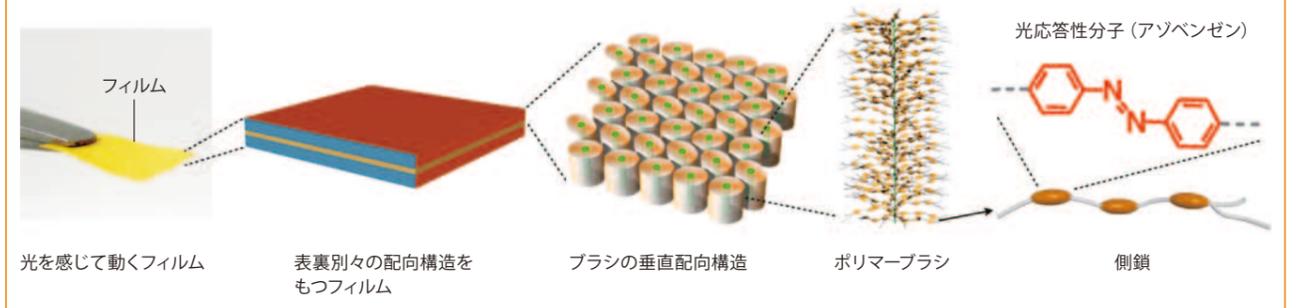
光で運動する新材料の開発

光をあてると構造が変化する分子があります。この分子を多数、規則正しく並べられれば、光をあてると動く構造体ができます。機能性ソフトマテリアル研究グループの相田卓三グループディレクターらは、この分子を組み込んだブラシ状の高分子をテフロンシート*にはさんで熱と圧力をかけ、フィルムをつくりました。すると、この簡単な方法

で分子は規則正しく並び、フィルムは光をあてると湾曲しました。この成果は、次世代の機能材料開発に革新をもたらすものとして注目されます。

* テフロン®はデュポン社の登録商標

プレスリリース：2010年11月5日
発表雑誌：Science



また私たちは、光や物質表面を制御したり、原子や分子を集積化するなどの高度な技術をもっています。このような技術を駆使して最先端の研究を行っています。

2010年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

領域の発足間もない2010年5月に、ワークショップ「基礎科学が発信する環境エネルギー材料」を開催しました。理研内外の研究者や専門家の参加を得て、課題解決型研究における連携協力のあり方や分野の拡大、若手研究者育成など取り組むべき課題についてハイレベルな意見交換を行いました。このようなワークショップは、理研内外の新たな連携につながる「研究者の出会いの場」として重要だと思っています。

研究活動のうち、2010年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

当領域に結集した研究者たちは、それぞれの専門分野でたいへんユニークな研究成果をあげています。電子複雑系機能材料研究グループは、新しい材料として注目されている「鉄系超伝導体」の電子状態を明らかにしました (左の図)。機能性ソフトマテリアル研究グループは、99%が水分という環境に優しいアクアプラスチックや光で運動する構造体 (上の図)、電子の出入りで硬さが変わる分子バネなど、おもしろい素材を次々に開発しています。先進機能

物質創製研究グループは、有機溶媒の中と同様に水の中でも働く触媒を開発しました。環境に優しい反応プロセスの実現につながることを期待されます。

この領域の今後の役割や展望などについて聞かせてください。

前述した個別の研究や技術の実用化には、ほかの技術との有機的な結びつきが必要です。そのために、これまで以上に連携研究に力を入れます。特に2011年度からは、有機薄膜系の次々世代太陽電池の開発をめざした課題解決型基礎研究をスタートさせます。太陽光エネルギーを効率的に電気に変換する太陽電池の開発に、グループ単位ではなく領域をあげて取り組もうというものです。この課題の重要性と研究ポテンシャルの高さは、政府の総合科学技術会議にも認められ、優先度判定では最高の評価を受けました。このことは、研究開発を始めるにあたり大きな弾みになっています。

領域発足1年を控えた2011年3月11日、まさに東日本大震災当日に領域全体会議が企画されていました。会議は中断となってしまいましたが、今回の複合的大災害は、人類の持続的社會を構築するために、環境・エネルギー問題の解決に向けた科学・技術の取り組みがいかに重要かを再認識する機会となりました。当領域はその取り組みの中心を担う研究部署としての決意を新たにし、全員で目標に向かって邁進していきます。

先端光科学研究

研究担当組織
基幹研究所先端光科学研究領域

緑川克美 領域長インタビュー

新しい光で新しい科学・技術を

この領域は、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

望遠鏡や顕微鏡に代表されるように、これまで“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。そして、その光のほとんどが波長 380～770 nm (ナノメートル、1 nm は 10 億分の 1 m) の可視光近辺の電磁波でした。しかし、観測に用いる光 (電磁波) の波長範囲を広げられれば、これまで見ることができなかったさまざまなものを見られるようになり、科学のさらなる発展や新たな技術の創造につながります。

そこで、当領域では、可視光よりずっと波長が短い領域の光源をおもに研究する「エクストリームフォトンクス研究グループ」と、可視光よりずっと波長が長い領域の光源

とその応用を研究する「テラヘルツ光研究グループ」の 2 グループに分かれて、光源開発に取り組んでいます。

この領域が行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

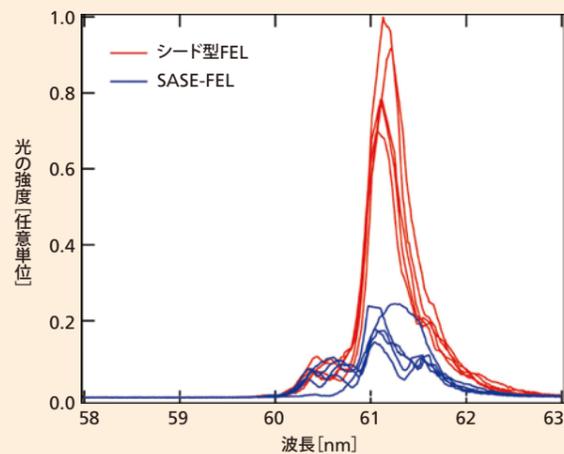
当領域の強みは、理研が長年にわたって蓄積してきたレーザーの基礎的な物理学を受け継いでいることと、生物系の研究がさかんな理研にあることです。この強みを活かして、最先端の研究を展開しています。

まず、エクストリームフォトンクス研究グループでは、「高強度軟 X 線アト秒パルスレーザー」の研究開発を行っています。軟 X 線とは波長が 10 nm 前後の X 線で、アト秒とは、100 京分の 1 秒 (10^{-18} 秒) のことです。光の波長が短

X 線自由電子レーザーの“種”をつくる

緑川領域長らは、理研内の研究者や東京大学などのグループと共同で、極端紫外光領域 (波長 40～100 nm) の高次高調波光を自由電子レーザー (FEL) で増幅することに成功しました。アト秒パルスをつくる時に使う技術を開発させて「高次高調波」を高効率で発生させ、これを「シード光」として X 線自由電子レーザー (XFEL) 装置 (p.30 参照) のプロトタイプ機に入射したところ、強度が 650 倍に増幅されました。波長も、波の山と谷も揃った (コヒーレントな) 強い光を、短い波長で得られたことは、XFEL の実現に向けた大きな一歩です。

増幅された極端紫外光のスペクトル。高次高調波をシード光とすることで、従来方式 (SASE) よりも波長範囲が狭く、強い光が得られた。



プレスリリース: 2011 年 1 月 12 日
発表雑誌: Optics Express

電子の“雲”の形をとらえた



分子反応ダイナミクス研究チームの鈴木俊法チームリーダーらは、原子や分子の中で電子が存在する範囲を表す「電子軌道」の形を観測する手法を開発しました。レーザー光を利用して、いつも動いている分子の向きを揃えた上で、別のレーザー光をあてて電子を放出させ、得られた平面画像から 3 次元像を構築しました。化学反応の進行を決める電子の“雲”の形を観測できたことは、反応の研究にとって非常に大きな成果です。

発表雑誌: Physical Review Letters

© American Physical Society

いほど、より短いパルスをつくることができ、より速い現象が見えるようになります。1990 年前後に、可視光で最短 5 フェムト秒 (1 フェムト秒は 1000 兆分の 1 秒、 10^{-15} 秒) のパルスがつくられましたが、可視光ではそれが限界です。パルスの長さがその 1000 分の 1 の「アト秒パルス」ができれば、原子の中の電子の運動が見えるようになりますが、そのために、私たちは可視光ではなく、軟 X 線でアト秒パルスをつくることに挑戦してきました。それと同時に、アト秒パルスを計測する新しい技術も開発し、アト秒パルス列の電場波形を明らかにしました。

また、フェムト秒パルスレーザー技術を蛍光顕微鏡などに応用し、細胞内の小器官の動きを見るなど、顕微鏡の極限的な性能を実現するための研究開発も進めています。生きている生物試料の観察のため、波長が 2～4 nm の X 線をつくる技術も開発しました。この波長領域は、水には吸収されず、炭素や窒素の原子には吸収されるため「水の窓」と呼ばれ、水を含んだ生物試料でタンパク質などを観察するのに適しています。早く顕微鏡を完成させたいと思っています。

一方、仙台にあるテラヘルツ光研究グループでは、テラヘルツ光を使ったセンシング技術やイメージング技術に関する基礎研究を行っています。テラヘルツ光は物質を透過しますが、X 線と違って人体に優しいので、がんの診断や空港における金属探知など幅広い分野に利用できます。すでに、郵便物中の違法薬物検査の装置開発や半導体集積回路の断線検査技術の開発に成功しており、物質ごとの吸収スペクトルのデータベースも公開しています。

2010 年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

国内のシンポジウムは年 2 回、国際的なシンポジウムも年 1～2 回開催しています。また、中国との交流もさかんです。当領域で学んだ中国人留学生が、帰国後、母国で光科学のリーダーとなって活躍しています。逆に私自身も、中国の大学で客員教授として教鞭をとっています。

研究活動のうち、2010 年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

従来の 100 倍の強度をもつ孤立したアト秒パルスを発生させるめどがたちました。アト秒パルスが使えるようになったことで、これまでより短い時間の現象を観測できると期待されます。また、高効率で「高次高調波」を発生させ、極端紫外光領域の自由電子レーザーの実現に貢献しました (左の図)。原子や分子の中の電子軌道の形を観測することにも成功し、注目を集めました (上の図)。

この領域の今後の役割や展望などについて聞かせてください。

光科学における日本の拠点、世界の拠点としての役割を果たしていきたいと思っています。また、例えば、1 つの細胞を見るにしても、X 線、可視光、テラヘルツ光のどれで見るかによって、見える像も得られる情報も違ってきます。当領域の各チームはすばらしい技術をもっていますから、それらをすべて合わせて観察することで、細胞の真の機能に迫れると考えています。そうした研究を実現することが究極の目標です。

バイオリソース事業

研究担当組織

バイオリソースセンター (BRC)

小幡裕一 センター長インタビュー

研究開発に不可欠の生物材料を整備

このセンターは、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

ライフサイエンス研究やバイオ産業においては、生物研究材料（バイオリソース）が必要不可欠な研究基盤であり、これらを研究者の間で共有することが研究開発を加速しま



アジアのバイオリソースネットワークを構築

2010年10月、アジア13カ国からバイオリソース整備に携わる研究機関の代表が集まって、筑波で当センター主催のANRRC第2回会議が開かれました。ここでバイオリソースの学術利用や発表の自由と生物多様性条約の遵守等について参加各国が合意し、憲章が制定されました。バイオリソースが産業に直結する昨今、世界の国の中には自国のバイオリソースを囲い込む動きもあることから、学術研究においてはこうした合意がぜひとも必要でした。

す。当センター(BRC)は、2001年の設立以来、バイオリソースの収集・保存・提供を通じて、研究者のハブとして活動してきました。こうした事業を通じて、基礎研究ばかりでなく、病気治療、健康増進、食料生産、環境保全などさまざまな分野の課題への挑戦を支えています。当センターのモットーは「信頼性」、「継続性」、「先導性」です。

このセンターが行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

世界には信頼されるリソースバンクがいくつもあります。米国 Jackson Laboratory (実験動物マウス)、American Type Culture Collection (細胞・微生物)、英国 Nottingham Arabidopsis Stock Centre (モデル植物のシロイヌナズナ) などです。その中で当センターの特長は、ヒト試料、モデル動植物個体、細胞、遺伝子、微生物、情報と、幅広い対象を取り扱っていることです。2011年1月末現在、細胞保有数は世界最多、マウスの冷凍胚・精子の保有数は公的機関で世界第2位、微生物の新種登録株数も世界第2位であり、シロイヌナズナと遺伝子材料は世界3大拠点の1つに数えられるようになりました。

2010年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

2010年は国連の定める「国際生物多様性年」でした。10月には名古屋で生物多様性条約の第10回議定書締約国会議(COP10)が開催されました。筑波では当センターの主催により、アジア圏のバイオリソース整備に携わる機関のネットワークである“Asian Network of Research

マウス体細胞クローンの出生効率を大幅に改善

体細胞クローン技術は、ドナーと同じ遺伝情報をもつクローン動物を生産する方法として、畜産や製薬・医療などの分野で求められています。しかし、クローン動物の生産効率は数%ときわめて低く、実用化の障害になってきました。遺伝工学基盤技術室の小倉淳郎室長は、その原因がX染色体上のXistという遺伝子の異常発現にあることを突き止め、これを正常化することによってクローンマウスの出生効率を10倍近く改善できることを見つけました。



プレスリリース：2010年9月17日
発表雑誌：Science

Xist 遺伝子の働きを抑えた体細胞からつくったクローンマウス。出生効率が10倍近くになった。

Resource Centers (ANRRC)”の第2回会議を開催しました(左の写真)。

研究活動のうち、2010年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

2011年1月に設立10周年を迎えたことが、いちばん大きい“成果”と言えます。当センターの設立以前、日本の研究者は、早くから整備された欧米のバイオリソースに頼っていました。しかし、10年後の現在、当センターは日本を代表するリソースバンクとして国内外から信頼され、2010年度の提供件数は、国外への提供分も含め、マウスが2836件、実験植物が1962件、細胞材料が4628件、遺伝子材料が1307件、微生物材料が3234件にのぼっています。また、10周年を記念して、2011年7月1日には、「バイオリソースが拓く生命科学～健康・食料・環境～」と題して公開シンポジウムを開催します。これまでの10年間の活動を集大成し、次の10年につなげるための重要な機会になると考えています。

特筆すべき研究業績の例には、マウス体細胞クローンの出生効率を10倍も改善したことがあげられます(上の写真)。哺乳類の体細胞クローン出生効率は、クローンヒツジ「ドリー」の誕生から10年以上経た現在も数%と低く、これが実用化の妨げとなっています。今回の成果は、実用化への足がかりになると期待されています。

なお、当センターは、京都大学の山中伸弥教授が樹立し

たiPS細胞の提供を世界で初めて開始した機関であり、10周年記念公開シンポジウムでは山中教授にも講演していただきます。その一方、今年度、当センターは独自にウサギiPS細胞を開発しました。これは実験動物由来の世界初のヒト型iPS細胞であり、今後の研究開発に貢献すると期待されています。

このセンターの今後の役割や展望などについて聞かせてください。

21世紀の最初の10年間、ゲノム研究の急速な進展がライフサイエンスのあり方を変えてきました。ライフサイエンスの本来の目的である「人類の存続と生命の謎の解明」のために、ゲノム研究の成果に基づいてさまざまなバイオリソースがつくられるようになりました。今後10年はそれらの特性や機能の解析が着々と進むと思われます。当センターも、国際的な枠組みの中で新たにつくられたバイオリソースとそれらの情報を整備し、発信していくつもりです。

バイオリソースは一度絶えると二度と復元できない貴重な存在です。東日本大震災においても、生物材料の寄託と安全保管の重要性が痛感されました。保存技術をさらに向上させると同時に、今後ともバイオリソースの収集・保存・提供体制の充実を図り、国内外の研究コミュニティーに信頼される知的基盤として、確かな歩みを印していきたいと決意を新たにしています。

放射光科学研究

研究担当組織
放射光科学総合研究センター (RSC)



石川哲也 センター長インタビュー 世界一の光を提供し続ける

このセンターは、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

放射光施設 SPring-8*1 の建設は 1991 年に始まり、97 年 10 月から実験に使えるようになりました。当初からその目的は、高エネルギー光科学の拠点を日本につくることでした。そして、フランス・グルノーブルの ESRF、米国・シカゴの APS と並ぶ世界三大拠点の 1 つとなり、最も電子エネルギーが高く、非常に強い放射光が得られました。以来、世界一の光を出すことと、その光を世界中の科学技術の研究開発に役立ててもらうことをミッションとしてきました。事業としては、SPring-8 施設の包括的運営を行うと同時に、光の質の改善にたゆまず努めています。また、

国家基幹技術の 1 つである X 線自由電子レーザー (XFEL) 装置の開発に取り組んできました。XFEL は、短波長で光の波が揃っている究極の光です。

このセンターが行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

15 年間、世界一の光を出し続けたことでしょう。どんな先端施設も、つくった当時のままでは陳腐化するので、私たちは常に新しいアイデアを出して前に進んでいます。SPring-8 では、世界最長のビームラインやアンジュレータの開発などによって、より位相の揃った、より輝度の高い「きれいな光」を安定して提供してきました。そして、これ

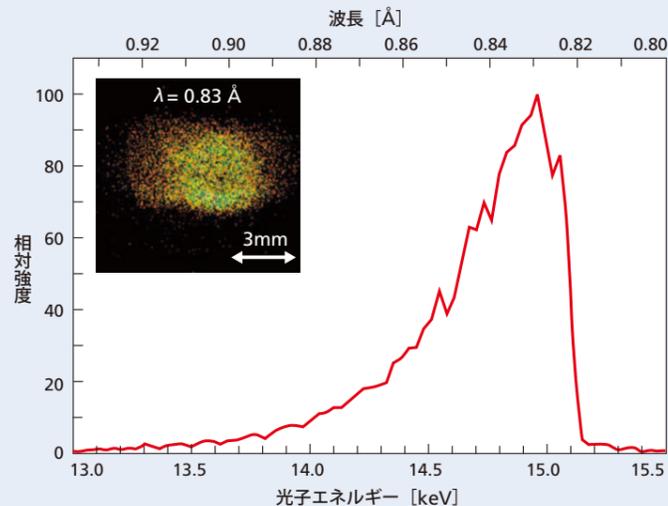
XFEL 施設の名前は「SACLA (さくら)」

XFEL 施設の名前が「SACLA」に決まりました。この愛称は SPring-8 Angstrom Compact Free Electron Laser を略したものです。Angstrom (オングストローム) は長さの単位 (1 億分の 1m、記号は Å) で、ほぼ原子 1 個の大きさにあたり、原子レベルの微細な構造を観測できることを象徴しています。2011 年 3 月 23 日には、電子を 80 億電子ボルト (8 GeV) まで加速することに成功し、波長 0.8 Å の X 線の発生を確認しました。

プレスリリース：2011 年 3 月 29 日



SACLA のロゴマーク



が XFEL の開発につながりました。

2010 年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

施設面では、タンパク質の結晶構造解析用として世界最高の性能をもつビームライン 2 本が 2010 年 5 月に完成しました。従来は不可能だった 10 μm (マイクロメートル、1 μm は 100 万分の 1 m) サイズの結晶を用いてタンパク分子の構造を解析できます。また、SPring-8 をネットワークによって遠隔操作し実験を行うシステムの構築を進め、その試験運用に成功しました。いずれは、施設にこなくても、さまざまな実験ができるようになるでしょう。

XFEL に関しては、2010 年 9 月に「第 6 回 X 線自由電子レーザーシンポジウム」を開催し、2011 年 3 月には XFEL 利用装置提案課題の募集を始めました。4 月に非公開シンポジウム形式で審査会を開催し、5 月に採択課題を決定します。

理研には、産業界が中・長期的な目標を設定して提案を行い、これを理研の各研究センターと協力して遂行していく「産業界との連携センター制度」(p.69 参照) がありますが、当センターも (株) リガクとの「理研 RSC ーリガク連携センター」を 2010 年 12 月に開設しました。ここでは、実験室レベルから XFEL までの X 線を利用する研究のために、新規計測機器の技術開発を行います。

研究活動のうち、2010 年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

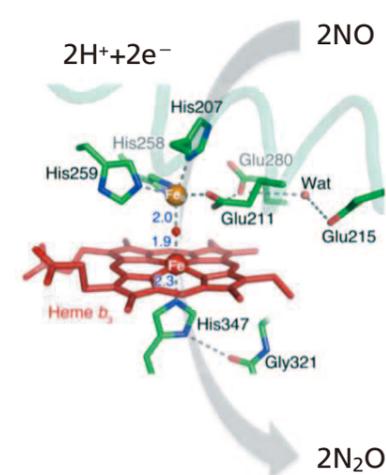
何と云っても XFEL 施設の完成です。2011 年 3 月末には X 線の発生を確認し、愛称とロゴも決定しました (左の図)。夏までにはレーザー発振を実現します。短い直線加速器と真空封止アンジュレータという私たちの技術を組み合わせれば、欧米で計画されている装置の 3 分の 1 から 4 分の 1 の大きさで XFEL が実現できると確信し、2000 年ごろから検討を始めましたが、それが完成したわけです。

SPring-8 の放射光 X 線を使った成果としては、さまざまな分子の構造が解析され、機能のしくみが解き明かされています (上の図)。溶液中での分子軌道の観測に世界で初めて成功したという成果もあります。

このセンターの今後の役割や展望などについて聞かせてください。

放射光 X 線では、タンパク分子を結晶化しないと、その

NOR の活性中心の構造。2 個の鉄原子 (赤とオレンジの球) があり、ここで NO (一酸化窒素) が N₂O に変換される。



温室効果ガスを生む呼吸酵素の解明

N₂O (亜酸化窒素) は CO₂ (二酸化炭素) の 300 倍もの温室効果があり、土壌や海中にいる微生物の呼吸で生じます。これは酸素ではなく窒素酸化物を用いる呼吸です。城体金属科学研究室の城宜嗣主任研究員らは、そのときに働く呼吸酵素 (NOR) の立体構造を SPring-8 による X 線結晶構造解析で明らかにし、反応のしくみを突き止めました。窒素肥料の使用増加に伴い N₂O の排出量は増えていることから、この成果は温暖化解消の 1 つの基礎になると期待されます。

プレスリリース：2010 年 11 月 26 日
発表雑誌：Science

構造を見ることはできませんが、XFEL を使えば、1 個の分子でもその複合体でも、そのまま見られるようになります。また、パルス長が 100 フェムト秒 (1 フェムト秒は 10⁻¹⁵ 秒) 以下と非常に短いので、超高速ストロボ写真のように、非常に速い反応をとらえることができるようになります。そうすると、私たちの科学についての認識は大きく変わってくるでしょう。XFEL は、教科書を書き換えるほどの成果をもたらすと思っています。

また、SPring-8 の次期計画も始まっています。2019 年の実現を目標としており、その中心は究極の光源をつくること、つまり、光源の大きさを量子力学的な回折限界にまで絞りこむことです。これを、建屋はそのままに、安価に実現しようとしています。大きなブレークスルーが 3 つくらい必要ですが、みんなの“頭”が可能にしてくれると信じています。

*1 理研が所有する大型放射光施設。加速した電子を強力な磁石で曲げるときに得られる放射光 (おもに X 線) を用いてさまざまな実験ができる。

加速器科学研究

研究担当組織
仁科加速器研究センター (RNC)



延與秀人 センター長インタビュー

世界に誇る加速器で 重元素の起源を探る

このセンターは、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

原子核とそれを構成する素粒子の姿を追究し、宇宙開闢以来の歴史の中で物質がどのようにつくられてきたかを解き明かすことが使命です。和光にある重イオン加速器 RI^{*1} ビームファクトリー (RIBF) では、宇宙を構成している元素の原子核がどのようにできてきたかを探っています。米国ブルックヘブン国立研究所には理研と共同で建

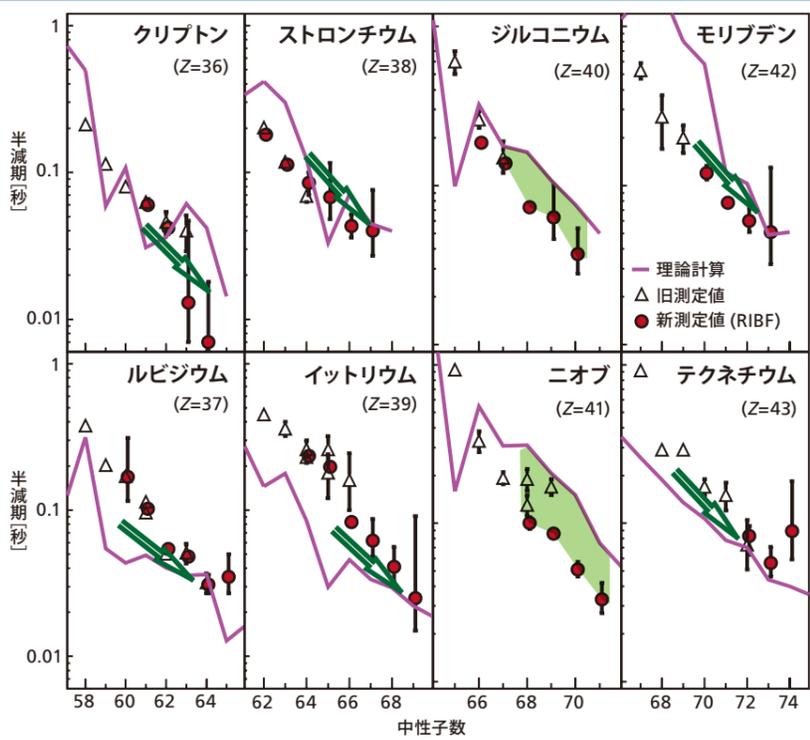
設した偏極陽子衝突型加速器 (RHIC) があります。同研究所に置いた理研 BNL 研究センターは、この加速器を使う国際プロジェクトに参加しており、陽子をつくらせているクォークやグルーオンなどの素粒子の性質を調べ、陽子の成り立ちを追究しています。また、英国ラザフォード・アップルトン研究所に置いた理研 RAL 支所では、同研究所の ISIS 陽子シンクロトロンを用いて素粒子ミュオンについての国際協力研究を行っています。

超新星爆発での 元素合成スピードを追う

櫻井 RI 物理研究室のメンバーたちは、RIBF でクリプトン (Kr:陽子数 36) からテクネチウム (Tc:陽子数 43) までの RI をつくりだし、38 個もの中性子過剰な RI の寿命測定に成功しました。そのうち 18 個は世界初のデータでした。そして、質量数 110 近くの中性子過剰な RI は、標準的な理論の予想値に比べ、2~3 倍も速く崩壊するという驚くべき結果を得ました。これは、超新星爆発での元素合成が、想像以上に速く進むことを示唆します。太陽系の重元素の量を理論から導くと、観測データに比べて低くなる「重元素生成量の不足問題」がありますが、これを解く糸口が初めて見つかったのです。

プレスリリース: 2011 年 2 月 1 日
発表雑誌: *Physical Review Letters*

クリプトンからテクネチウムまでの原子核の中子数と寿命 (半減期) の関係。
Z は陽子数



このセンターが行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

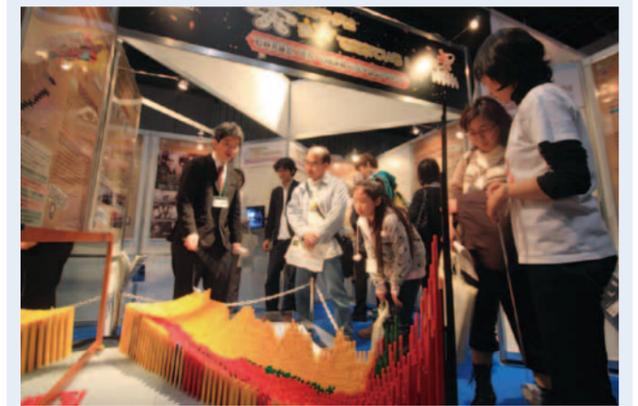
理研の加速器研究には、湯川秀樹博士や朝永振一郎博士を育てた仁科芳雄博士以来、80 年の歴史があり、その上に築かれた RIBF は原子核の研究で世界トップの性能を誇っています。そして、その RIBF の実験は国内外に開かれています。外部委員からなる審査委員会が、実験提案書を理研内からのものも含めてすべて同じ土俵で審議し、実験計画を定めています。一方、ブルックヘブンの RHIC は、スピンの向きを一方に揃えた陽子を加速できる世界唯一の衝突型加速器です。加速器にはそれぞれ個性があり、また高価でもあるため、この分野の研究は非常にオープンです。私たちもそれにのっとり、自らが原子核分野で最強の加速器をつくらせて世界に開放し、同時に世界の加速器の中で自分たちの研究に最も合ったものを使っています。このように、実験対象に応じて最適な体制をつくり、最先端の研究を行っていることが当センターの強みです。

2010 年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

RIBF をより便利に使えるように、ユーザーオフィスを設けました。実験提案書の受付から宿泊所の手配に至るまで、さまざまなニーズに応じています。また、理研 RAL 支所開設 20 周年式典を催し、ミュオン科学協力協定を 2018 年 3 月まで延長しました。4 種類の RI 医療用トレーサーの製造・頒布も始めました。従来、日本では輸入に頼っており、海外から航空機で輸送できない時もあったので、国内での安定供給体制を整えることはとても重要です。一般向けの活動としては、サイエンスアゴラで展示や実験を行いました (右上の写真)。

研究活動のうち、2010 年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

宇宙では、超新星爆発の超高温・超高压の中で、原子核が中性子を吸収して中性子過剰な RI となり、その中の中性子が陽子に変わることを繰り返しながら重い原子核ができてとされています。「r プロセス」と呼ばれるこの過程を究めるため、RIBF の実験ではウランやカルシウムの原子核を高速で標的にあて、さまざまな中性子過剰 RI をつくり出してきました。そうした研究の中で、新たに 45 種類の RI を発見し、また、18 種類の RI の寿命測定にも世界で初めて成功しました (左の図)。



レゴで原子核の世界を体感

2010 年 11 月に東京・お台場の国際研究交流大学村で開かれた「サイエンスアゴラ 2010」に出展しました。なかでも、約 3 万個のレゴブロックでつくった「核図表」は注目を集めました。この図表は存在しうるすべての原子核を表し、縦軸 (観覧者から見て) が陽子数、横軸が中性子数、高さが核子の結合エネルギーで、赤は既発見、黄色は未発見の原子核を示しています。宇宙で重元素ができたときの r プロセスでは、黄色の急な壁 (中性子の多い原子核にあたる) を、写真の右から左に向かってスキーの斜滑降のようになるべく斜めに長くたどり、赤い谷の左端 (陽子数の多い重い原子核にあたる) に達するような反応が起こったと考えられています。

ブルックヘブンの実験では、約 4 兆度のクォーク・グルーオンプラズマをつくることに成功しています。クォークとグルーオンがばらばらになった宇宙の初期状態の再現です。また、スピンの向きを揃えた陽子どうしを衝突させて W ボソンという素粒子を生成しました。これは陽子のスピンの源を突き止めるために重要な成果です。

このセンターの今後の役割や展望などについて聞かせてください。

今年度、RIBF 内に、新たな入射器 RILAC2 (理研リニアックツ) が完成しました。これにより、重い原子核をさらにたくさん加速し、実験に使えるようになります。存在しうるすべての原子核の合成を山の頂上とすれば、今は 2 合目あたりにいます。ここまで順調にきましたが、今後は RI をつくるだけでなく、その質量や寿命などをより精密に測定することが重要です。より精密な測定法を導入し、精緻なデータを積み上げれば、5 合目あたりで r プロセスの全容が見えるのではないかと感じています。

*1 radioisotope (放射性同位元素) の略。原子核物理学では、RI を「不安定核」と呼ぶことが多い。

ライフサイエンス基盤研究



研究担当組織

オミックス基盤研究領域 (OSC) / 生命分子システム基盤研究領域 (SSBC) / 生命情報基盤研究部門 (BASE)

林崎良英 OSC 領域長インタビュー

細胞内の遺伝子ネットワークを解明する

この領域は、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

私たちの体を構成する細胞の中では、DNA や RNA をはじめ、さまざまな分子が複雑に働きかけ合っています。こうした分子のデータを網羅的に収集・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めざすのが「オミックス」という学問です。当領域では、次世代シーケンサー*1 をベースにオリジナルの技術を開発し、細胞内の遺伝子ネットワークの解明に挑んでいます。これは、再生医療や医薬品開発につながる研究です。また、開発した技術や設備を他の研究者に広く提供し、日本のライフサイエンス研究の「基礎体力」になることもめざしています。

この領域が行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

当領域は、医学という「出口」を明確に意識し、基礎研究の段階から企業と連携するなどして「利用される基礎研

究」を推進しています。人材の育成・獲得にも力を入れ、生物学、統計学、化学、工学など広範な分野の専門家が集まって学際的な研究を展開しています。長年培った海外研究者との協力関係がある上に、当領域の研究者の外国人率が45%を超えていることも強みです。世界中へのコネクションを容易に築くことができるようになりました。

技術開発力と蓄積したノウハウも強みの1つであり、これを産学官の研究者に広く提供することにも力を入れています。次世代シーケンス技術による解析を受託する「GeNAS」事業は、その一例です。

2010 年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

当領域で開発した独自技術の1つに、目的の遺伝子だけをすばやく増やせる SmartAmp 法があります。2009 年から、この方法を応用して新型インフルエンザウイルスの迅速検出キットの開発に取り組んできました。完成後、理研



FANTOM5 が始動

FANTOM (Functional Annotation of the Mammalian Genome) は、当領域が主催する国際研究コンソーシアムで、私たちのゲノムにどのような遺伝子があり、それらがどのように相互作用しているのかを解明し、国際標準データをつくるために2000年に結成されました。これまでに、マウスの遺伝子の塩基配列と機能注釈、「RNA 新大陸」の発見、転写因子のネットワークの解明と、次々に成果をあげてきました。FANTOM5 の国際会議は2011年2月に開催され、19カ国51機関から約180名の研究者が理研に集まって解析結果や今後の方針について議論しました。

ベンチャー (p.69 参照) に技術移転し、今年度、厚生労働省から体外診断薬として認可を得ることができました。医学応用をめざす私たちの技術開発が目に見える形で結実したよい例です。

また、今年度は、実業家の方から研究のためにと多額の寄附を受けました。このような期待に応えるべく、ライフサイエンス分野では最大規模の国際研究コンソーシアム FANTOM の第5フェーズを開始しました (左の写真)。個人個人の細胞の働きの違いを、遺伝子ネットワークに基づいて理解することをめざしています。

研究活動のうち、2010 年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

2010 年末に米科学雑誌 *Science* が、過去10年間で進展した科学研究分野のトップ10を発表し、そのうちの「ゲノムの暗黒部分の研究」で、当領域による RNA 新大陸の

発見が紹介されました。さらに、GeNAS が国際標準化機構が定める国際規格、ISO9001 を取得し、名実ともに品質保証体制の整ったサービスとなりました。

この領域の今後の役割や展望などについて聞かせてください。

FANTOM の活動は、研究成果が世界で認められているだけでなく、国際的な人的交流や若い研究者と著名な研究者とのディスカッションの場となり、人材育成にも寄与しています。今後も、独自の技術開発と国際協力を柱とし、企業とも連携しながら医療応用に向けて基礎研究を精力的に進めていくと同時に、提供するサービスの洗練にも努めていきたいと思っています。

*1: DNA の塩基配列を高速で読み取る装置。

横山茂之 SSBC 領域長インタビュー

分子の言葉で生命現象を読み解く

この領域は、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

生命は、さまざまな分子からなるシステムととらえることができます。分子のふるまいを司る化学や物理の法則に基づいて、複雑な生命現象を解明し、ライフサイエンスの基盤とすることが、当領域のミッションです。なかでも、基盤性の高い「遺伝」と「細胞」を2大テーマとしています。遺伝については、DNA の塩基配列に基づいてタンパク質がつくられ、働いて、分解されるまでを、細胞については、細胞が外界から受け取った情報が核内にいたまでの情報伝達のしくみや、それらによって起こる機能発現のしくみをおもに研究しています。

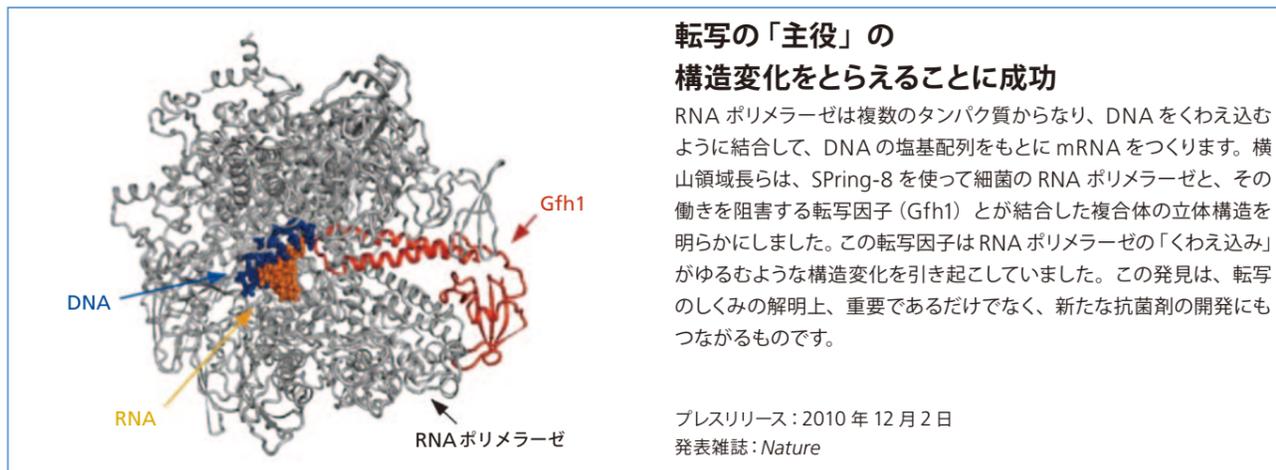
また、病気とは生命の分子システムに変化が加わった状態と考えられます。変化の原因となるタンパク質などの分子の立体構造がわかれば、その働きを調節する薬を合理的に設計することができるようになります。システムの状態を元に戻すことが可能になります。そこで私たちは、理研内外の専門家グループとの共同研究により、重要疾患 (免疫疾

患・アレルギー、神経疾患、がん、メタボリックシンドローム、感染症) や難病を対象として、メカニズムの解明や薬の候補物質の設計に取り組んでいます。

この領域が行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

タンパク質の立体構造・機能解析を行う基盤を、文部科学省の「タンパク3000プロジェクト」により構築し、その後も、発展させてきました。X線結晶構造解析法とNMR (核磁気共鳴) 法を両輪として、いまでは、どんなタンパク質にも取り組めると自負しています。一方で、同省の「ターゲットタンパク研究プログラム」を通じ、合成や結晶化の難しい高難度なタンパク質の機能と構造を知る上での革新的な要素技術の開発に成功しています。

また、人工塩基対と非天然アミノ酸を組み込む技術をもっていることも強みです。これにより、例えば、DNA やタンパク質の特定の場所だけを蛍光で光らせ、動きや変化を追跡することができます。



転写の「主役」の構造変化をとらえることに成功

RNAポリメラーゼは複数のタンパク質からなり、DNAをくわえ込むように結合して、DNAの塩基配列をもとにmRNAをつくります。横山領域長らは、SPRING-8を使って細菌のRNAポリメラーゼと、その働きを阻害する転写因子(Gfh1)とが結合した複合体の立体構造を明らかにしました。この転写因子はRNAポリメラーゼの「くわえ込み」がゆるむような構造変化を引き起こしていました。この発見は、転写のしくみの解明上、重要であるだけでなく、新たな抗菌剤の開発にもつながるものです。

プレスリリース：2010年12月2日
発表雑誌：Nature

2010年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

創薬・医療技術基盤プログラム (p.54 参照) に参加したことです。基盤技術プラットフォームを構成する9つの創薬基盤ユニットのうち、4つを当領域で担当することになりました。すでに、「白血病治療薬」の創薬テーマにかかわるなど、活発に活動しています。

研究活動のうち、2010年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

DNAの塩基配列をmRNAに写し取る「転写」の際には、RNAポリメラーゼが働きます。この巨大なタンパク質の働きが阻害されるしくみを明らかにし、高く評価されました(上の図)。また、mRNAをもとにタンパク質がつくられる「翻訳」の際には、tRNAがアミノ酸を運びます。tRNAとアミノ酸の結合は、私たちが長年研究してきたテ-

マの1つで、今年度もグルタミンとtRNAのペアができるしくみなど多くの発見をし、Natureなどに発表しました。

この領域の今後の役割や展望などについて聞かせてください。

当領域は、NMR施設の外部ユーザーへの開放を通年で行っています。一方、共同研究を拡大して日本のライフサイエンス研究全体に貢献するという観点から、地域的配慮を踏まえたNMR装置の一部移設、あるいは研究員の交流を含む大学・企業等研究機関との連携拠点の構築を進めています。また、従来の限界を超える威力をもつ次世代NMRの技術開発を、物質・材料研究機構とともに進めています。生命分子システムのより深い理解をめざすとともに、こうした活動や創薬に向けた研究により、社会に貢献したいと思っています。

豊田哲郎 BASE 部門長インタビュー

資源と健康を情報から創り出すための基盤

この部門は、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

バイオマーカー探索による先制医療の実現や、バイオマス工学による「創資源」の実現をめざして、データ解析やゲノム設計の高度化研究を行っています。創資源とは、ゲ-

ノム情報から植物資源をデザインし、創り出していくということです。

私たちのミッションは、情報技術の強みを活かし、各研究センターの実験ラボが生み出すデータから、期待以上の発見をすることです。そのためにデータベースの高度化も

不可欠です。当部門では、ネット上にある計算資源を利用する「クラウドコンピューティング」の中で無数のデータベースを扱える情報基盤(理研サイネス)を提供しています。サイネスでは国内外から多くの方がウェブ経由でデータ編さんや連携研究を行っています。将来は在宅勤務で通勤時間ゼロの仮想研究所をつくりたいです。

この部門が行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

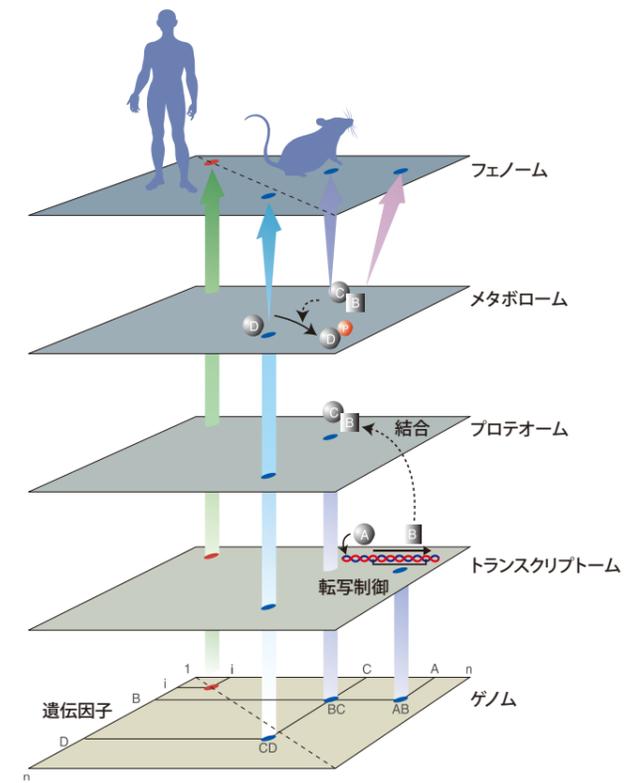
まず、次世代シーケンサーのデータやイメージングデータの統合解析に強みがあります。例えば、RNA塩基配列の網羅的解析や、DNAチップによる遺伝子発現解析などの膨大なデータからノイズを除去し、RNAの構造や発現・代謝の動態を精度よくセンシングするための情報処理技術を開発しました。また、細胞のイメージングデータを画像処理することにより細胞の動態を自動的に追いかける定量化する技術も開発しました。さらに、世界が注目するデータベース基盤技術として、上述のサイネスがあります。ウェブページに表示されるデータに意味情報を付加し、データの統合や階層化を可能にするセマンティックウェブ技術と、クラウドコンピューティング技術を活用しているのが特徴です。サイネスには、公開データ、未公開データも含めさまざまな大規模データベースを仮想ラボとして包含でき、現在約400件もの仮想ラボが統合されています。

2010年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

サイネスの仮想ラボを使って、ネット上で国際科学コンテストを開催しました。ゲノム設計基盤を一般に開放し、ゲノムの塩基配列を合理的に設計する技術を競うもので、GenoCon といいます。参加者は、ウェブブラウザ上でプログラミングを行いゲノムの一部を設計しました。優れた設計は理研が実験的に検証して実用化につなげます。社会的課題解決と人材育成がねらいで、このコンテストを通じて、若い人が先端科学に触れ、将来のゲノム研究者に育ってくれたらと願っています。

研究活動のうち、2010年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

私たちが独自開発した情報技術が米国特許を取得しました。それら成果をもとに、マウスとヒトの生命情報を中心とした大規模な哺乳類統合データベースを構築しました



生命の階層性を体系化した哺乳類統合データベース

生命の階層性(和田昭允・元理研ゲノム科学総合研究センター長の「オミック・スペース構想」)に基づいて、マウスの系統、遺伝子、表現型など、理研に蓄積されている大量のデータを体系化した統合データベースをサイネスで実現しました。ヒト、ラットなどのさまざまな生命情報データベースをオントロジー(概念どうしの相互関係)で体系的に統合できる技術基盤は世界的にもサイネスだけです。プログラムによる自動探索が可能であり、人工知能技術を応用しています。

発表雑誌：Nucleic acids research

(上の図)。この成果は、生命科学の研究はもちろんのこと、創薬や治療法研究に役立つと期待されています。

この部門の今後の役割や展望などについて聞かせてください。

データそのものが社会的なイノベーションを直接生み出す時代になりました。データが富を生み出すしくみをLinked Open Data (LOD) といい、世界的な市場規模は数年以内に50兆円を超えと言われています。これまでの理研は工業社会に貢献して発展してきました。これからは情報社会に向けて、「モノづくり」の一步先をいく「システム(しくみ)づくり」の研究が必要です。理研と社会のコラボレーションで新しい価値を創造するしくみをLODで実現します。

計算機科学・計算科学研究

研究担当組織
計算科学研究機構 (AICS)

平尾公彦 機構長インタビュー

「京」が築く連携の拠点

この機構は、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

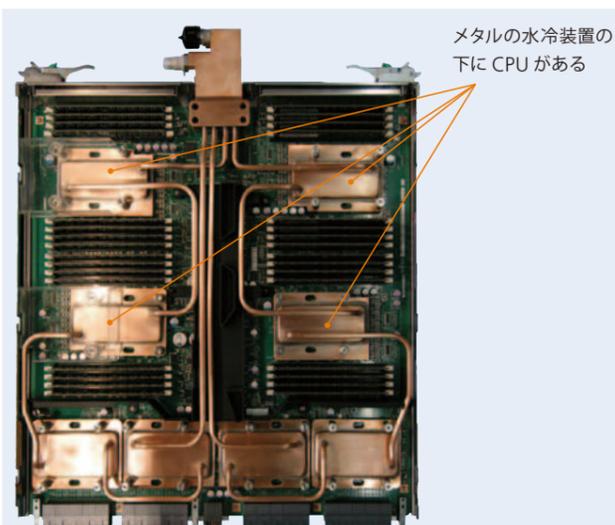
次世代コンピューティング技術は、第3期科学技術基本計画で「国家基幹技術」と位置づけられており、理研は文部科学省の指導のもと、京速コンピュータ「京」の開発整備を進めています*1。当機構は、2012年6月に完成予定の「京」の管理・運用と研究開発を行うため、2010年7月に発足しました。「京」が完成すると、1秒間に 10^{16} (=1

京) 回という、世界最高レベルの計算性能が実現し、多くの分野で活用される高度な基盤技術となることが期待されます。2012年の秋から「京」の共用を開始し、サイエンスやエンジニアリングにブレークスルーを起こす国際的な研究拠点の確立をめざします。

この機構が行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

「京」は、1つの計算を細かく分けて処理する超並列システムを採用しています(左の写真)。しかし、このような高度な計算機を扱うのは、容易ではありません。計算機シミュレーションを研究手法とする「計算科学」が目的の計算を行うためには、計算機の開発を担う「計算機科学」のサポートが必要になります。このため当機構では、計算科学と計算機科学が連携しながら研究を推進する体制を整えました。このように密な連携の中で、計算機科学の研究者は、計算科学の研究者、すなわちユーザーが求める計算機の仕様を汲み取ることができます。

また、当機構では、計算科学の研究者間での連携も重要だと考えています。これまで、計算科学の研究は、物理学、化学、生物学など、各分野で独立して行われてきました。しかし、計算に使用される方程式やアルゴリズムは、似通ったものです。ある分野の計算手法が、他の分野でも役立つ場合が多々あると考えられます。幅広い分野から計算科学の研究者が集まり、ともに研究活動を行う当機構では、異分野の研究者間の連携により研究が加速されることも、強みの1つです。



メタルの水冷装置の下にCPUがある

システムボード

1枚のシステムボードには、4個のCPU(中央演算処理装置)が搭載され、1つの筐体にはシステムボードが24枚入っています。「京」全体では、CPUは約8万個となります。これらを並列で使うことで、1秒間に1京回の計算性能を実現します。

AICS 組織体制 (2011年3月31日現在)

機構長	平尾公彦
副機構長	米澤明憲
統括役	松岡 浩/渡邊 貞(技術担当)
研究部門	部門長 米澤明憲
	システムソフトウェア研究チーム 石川 裕
	プログラミング環境研究チーム 佐藤三久
	プロセッサ研究チーム 泰地真弘人
	連続系場の理論研究チーム 蔵増嘉伸
	量子系分子科学研究チーム 中嶋隆人
	量子系物質科学研究チーム 柚木清司
	粒子系生物物理研究チーム 杉田有治
	複合系気候科学研究チーム 富田浩文

2010年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

2011年3月に「第1回 AICS 国際シンポジウム」を開催しました。現在、当機構では、計算機科学3分野、計算科学5分野の8つの研究チームが発足しています。シンポジウムでは、これら8つの分野において海外で活躍する第一線の研究者の講演と、研究チームリーダーによる研究テーマについての発表が行われました。シンポジウムでは、高性能な計算機をどのようにつくっていくかという計算機科学から、タンパク質、ナノテクノロジー、気象など、多分野にわたる計算科学の話題までが議論され、連携を進める当機構の方向性を内外にアピールすると同時に、国際的な研究協力体制を確立するキックオフとなりました。

研究活動のうち、2010年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

当機構の発足とほぼ同時に、次世代スーパーコンピュータの愛称が「京」と決定しました。開発目標計算性能が1秒間に1京回であることにちなんで愛称ですが、「京」はもともと大きな門を表すので、「計算科学の新しい門」を表現する名称ともいえます。英語表記は「K computer」。語感がよく発音しやすいためか、海外の研究者にも覚えてもらいやすいようです。さらに、著名な書家である武田双雲氏の書で、日本の科学技術を支える「京」を表現していただき、日本発のスーパーコンピュータを印象づける、力強いロゴマークも完成しました(右上の写真)。



AICSの建物の玄関に掲げられている「京」のロゴマーク

「京」は、最終的に800台以上の筐体をつなぎ合わせた構成になりますが、2010年9月末に、最初の8台が当機構に搬入されました。この8台だけでも、すでに、1秒間に40兆回の計算ができる海洋研究開発機構の「地球シミュレータ」の2倍近い計算能力があります。しかも、スーパーコンピュータの世界的な省電力ランキング「グリーン500」で世界4位を獲得し、環境性能の高さが示されました。完成前ですが、2011年4月から一部の稼働が始まり、処理速度を競う「トップ500」にも本格的に参加する予定です。

この機構の今後の役割や展望などについて聞かせてください。

今後、新たな研究チームを迎え、当機構の研究組織を拡充したいと考えています。現在の8チームに加え、「京」による大規模な並列計算を行うためのデータ処理やアルゴリズムを検討するチーム、「京」を利用するアプリケーションを開発するため、細胞や器官の生命現象、医療分野での活用、工業的な応用、防災・減災などを検討するチームが必要だと考えています。最終的には、約20チームによる研究体制を整える計画です。

わが国のハイパフォーマンス・コンピューティング技術を飛躍的に発展させ、世界をリードする研究成果をあげるべく、「京」の能力を最大限に引き出す融合と連携を推進していきます。

*1 「京」の開発は次世代スーパーコンピュータ開発実施本部が担当。

脳科学研究

研究担当組織
脳科学総合研究センター (BSI)



利根川 進 センター長インタビュー

世界の脳科学研究の中核として

このセンターは、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

当センター (BSI) は、日本における脳科学の中核研究拠点をめざして 1997 年に設立されました。これまでに、脳科学の最先端の課題に取り組み、歴史的な発見を生み出す一方、世界の研究の基盤となる技術の開発、人材育成への貢献により、世界でもトップクラスの脳科学の研究拠点として信頼を得ています。文部科学省に設置された脳科学委員会の第 1 次答申 (2009 年 6 月) において、政策に基づき基礎研究を推進するために機動的かつ大規模な研究体制の構築を行う中核機関と位置づけられています。

このセンターが行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

医学や生物学にとどまらず、工学や心理学など各分野を網羅しており、学際的かつ融合的な研究体制をもつことが特長です。

BSI には、さまざまな分野の研究者や技術者が世界中から集結し、脳のミクロな分子機構に始まり、神経細胞と神経回路、よりマクロな現象である認知や記憶と学習のしくみ、さらには言語の獲得、脳とコンピュータなどまで理論と実験を交えながら幅広い研究を推進しています。アルツハイマー病や精神疾患など脳機能障害の原因究明も大きな

「理研 BSI サマープログラム」の開催

2010 年 7 月から 8 月にかけて、約 2 ヶ月間のインターンシップ・レクチャーコースと約 10 日間のレクチャーコースが行われました。テーマは "Network Interactions" で、国内外から 13 名の講師を招きました。センター設立当初から始めたこのプログラムも、今や受講者の 8 割以上は海外からです。プログラムがきっかけで、共同研究が始まったり、卒業生が数年後に PI (研究室主宰者) として BSI で研究をスタートしたりするまでになりました。

※ 2011 年度は東日本大震災の影響で中止となりました。



2010 年度サマープログラムでの 1 コマ。講演する利根川センター長 (中央)。

将棋棋士の直観的思考を解明

認知機能表現研究チームの田中啓治チームリーダーらは、プロとアマチュアの棋士が、詰将棋の問題を見て瞬時に次の一手を選ぶときの脳の活動を fMRI (機能的核磁気共鳴画像) で測定しました。その結果、プロでは、大脳基底部の尾状核という部分が活動し、また、尾状核と楔前部 (けっせんぶ) という部分が相関して働くことを突き止めました。これにより、次の一手を決めるとき、プロの脳では、アマチュアでは使われない神経回路が働いている可能性が示されました。

プレスリリース: 2011 年 1 月 21 日
発表雑誌: Science



羽生名人の脳活動も計測した。

責務と考え、精力的に研究しています。

さらに、基礎研究で得られた多くの成果や最先端技術の中長期的な視野で社会につなげることを重視し、産業界との連携にも取り組んでいます。トヨタやオリンパスと連携センターを設けており (p.69 参照)、社会に貢献する研究も積極的に進めています。

2010 年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

BSI の研究が世界のトップレベルであり続けるために、活力あふれる若手研究者をチームリーダーとして積極的に採用しています。若手研究者に裁量とチャンスを与えることで、独創的な研究が生まれることを期待しているからです。2010 年度は、海外で成果をあげた 2 名の 30 代前半の研究者をチームリーダーとして採用しました。

また、次世代の脳科学を担う人材を育てることも BSI の使命であり、特に力を入れています。若手研究者が海外の一流研究者と接する機会を提供する「理研 BSI セミナーシリーズ」や大学院生・ポスドクが短期間 BSI に滞在して研究を行う「理研 BSI サマープログラム」(左の写真) を行ったほか、2010 年度から、大学との協力のもと、「脳科学トレーニングプログラム」をスタートさせました。これは、大学院生を対象にした 1 年間にわたる基礎トレーニングです。選抜制、少数精鋭のプログラムで、みな積極的に参加しています。このほかにも、どちらかというと内向きといわれる日本の若手研究者の意識改革を図るため、内外の研究者と交流を深める場を数多く提供しました。

研究活動のうち、2010 年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

50 を超える研究室が互いに切磋琢磨し、またセンターの総合性を活かし、高い成果をあげています。代表的なものとして、発生遺伝子制御研究チームでは、ゼブラフィッシュを使って、恐怖反応を制御するための進化的に保存されたしくみを解明しました。神経成長機構研究チームは、神経回路の再生を妨げる分子の作用機序を解析し、再生阻害因子が神経細胞の突起をはねのけるしくみを発見しました。また、2007 年から始まった「将棋思考プロセス研究プロジェクト」の成果も注目されました (上の写真)。これは、BSI の認知機能表現研究チームなどと富士通、富士通研究所、日本将棋連盟との共同プロジェクトです。羽生善治・第 68 期名人などプロ棋士にも実験に参加してもらい、将棋における局面の状況判断や指し手の決定など、直観的思考にかかわる脳の活動の一端を明らかにしました。

このセンターの今後の役割や展望などについて聞かせてください。

脳科学への期待と要請、社会に対する責任が増大するなか、BSI の果たす役割は一段と大きくなっています。まずは、今後 10 年間で最も重要なテーマといわれる「神経回路」の機構を明らかにする基礎研究に力を入れます。2010 年度は、神経回路遺伝学研究棟が完成し、新たな研究チームもつくりました。世界の神経回路遺伝学の研究拠点として、この分野の研究を強力に推進します。センター長に就任して 3 年目となりました。常に革新し続け、活気あふれるセンターとしてますます発展するよう取り組んでいきます。

植物科学研究

研究担当組織
植物科学研究センター (PSC)



篠崎一雄 センター長インタビュー

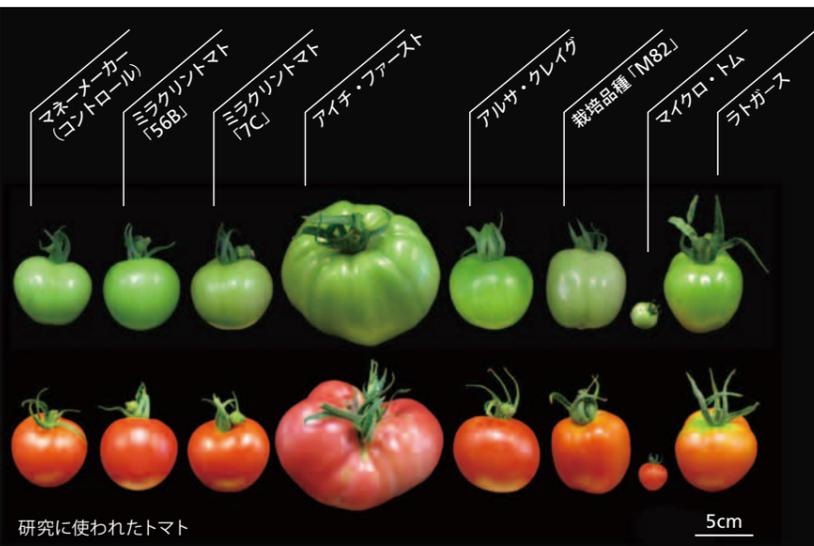
国内外を代表する 植物研究機関として

このセンターは、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

当センターは、「未来を拓く、植物の知から」を合言葉に、植物科学の観点から、地球規模の環境問題や食糧問題の解決に貢献するための研究を進めています。植物は光合成により、地球温暖化の原因となる二酸化炭素を、食糧や木材・繊維、エネルギー資源となるバイオマス、薬用成分などに変換してくれています。急速な工業化や人口の増加により、食糧価格の高騰やエネルギー問題が起こっていますが、それらを解決し、未来を切り拓くには、植物科学の活用が必須です。このため、当センターでは、植物の生産力と質を高めるための基礎研究に取り組んでいます。

このセンターが行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

当センターはミレニアムプロジェクトで2000年に設立され、当初の5年間は、おもにモデル植物のゲノム解析を進めてきました。2005年の改組後は、植物の代謝産物を網羅的に解析する「メタボローム」を1つの柱にしています。植物の代謝経路を操ることで、目的とする薬用成分や健康増進成分だけを多く産生することが可能になります。メタボロームの解析基盤を構築し、多様な分野の人材を集め、代謝研究の国際的拠点として大きな成果をあげています。もう1つの柱は、生産力増強にもつながる植物ホルモンの解析設備



遺伝子組換え作物を客観的に評価

メタボローム研究推進部門の草野 都 研究員らは、メタボロームの解析技術と、新たに開発した統計解析手法を組み合わせ、遺伝子組換え作物の成分評価手法を確立することに成功しました。酸味を甘みに変える物質「ミラクリン」をつくる遺伝子を導入したミラクリントマトについて、同じ遺伝背景の非組換え栽培品種（マネーメーカー）と代謝産物を比較すると、92%以上の類似性が確認されました。この手法は、他の組換え作物にも応用することができます。

プレスリリース：2011年2月17日
発表雑誌：PLoS ONE

を整え、2008年には新しい植物ホルモン、ストリゴラクトンを発見しました。さらに3本目の柱として、植物に乾燥・冷害や病虫害への耐性をもたせるための研究にも重点をおき、それらの耐性に関連する重要な遺伝子も多数発見しています。

日本は植物科学の研究レベルが高く、なかでも当センターは、植物科学に特化した日本で唯一の研究所です。さらに、論文の被引用度（トムソン・ロイター社による）では、2009年までの過去10年間で、植物関連分野において理研が世界第2位につくなど、国際的に見て植物科学の代表的な研究機関としての地位を確立しています。

2010年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

2010年6月に、理研が中心となって第21回国際シロイヌナズナ研究会議（ICAR2010）を横浜で開催しました。シロイヌナズナのゲノム解読から10年という節目の年に、日本で初めてICARを開催したことで、植物基礎研究への日本の貢献度の高さを改めて国際的に印象づけられたと思っています。参加者は過去2番目に多い約1300名（海外からの参加者は約700名）で盛況でした。

また、文部科学省の「最先端研究基盤事業」の1つとして、グリーンイノベーションに向けて植物科学研究を推進する最先端機器を整備することができました。この事業には9つの機関が参加し、当センターは事務局として植物研究ネットワークのホスト役を務めています。現在、整備した機器をベースに、新しいプロジェクトが次々と立ち上がり、そこでも植物研究コミュニティの拠点となっています。

研究活動のうち、2010年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

「遺伝子伝播」という珍しい現象の発見がありました。通常、遺伝子は親から子へと受け継がれますが、親子関係のない個体間でも遺伝子が伝播することがあり、これを「遺伝子伝播」といいます。微生物で起こることは知られていましたが、高等植物間でも起こることを初めて発見し、*Science*に掲載されました。

また、メタボローム解析技術をもとに、遺伝子組換え作物の代謝変化を評価する手法を確立しました（左の写真）。遺伝子組換え作物の安全性を客観的に評価できる汎用性の高い手法として注目されています。

さらに、2008年に発見した植物ホルモン「ストリゴラク

コケ植物でグリーンイノベーション

生産機能研究グループの井藤賀 操（いとうが・みさお）研究員らは、2007年にヒョウタンゴケが鉛を蓄積することを発見しました。鉛は水質汚染物質の1つで、人体に有害な影響をもたらします。そこで、このコケを利用して鉛を除去する排水浄化装置の開発を、DOWAホールディングス株式会社とともに進めています。さらに、貴金属やレアメタルを高濃度で蓄積する変異体も見つけており、現在、検証実験を進めています。



大牟田市の廃棄物処理場に繁殖していたヒョウタンゴケ

トン」が、光と同じように種子発芽を刺激することを発見しました。今回の知見をもとに、アフリカや東南アジアで穀物に甚大な被害をもたらす寄生植物「ストライガ」を駆除する新手法を開発することが期待できます。

実用的な面では、コケを用いた「水質浄化システム」や「金などの金属回収技術」に社会的な注目が集まっています（上の写真）。

このセンターの今後の役割や展望などについて聞かせてください。

2005年の改組以降、植物の代謝機能、生長制御、環境適応の研究を中心に多くの成果があがりました。大学や企業との連携も進み、また異分野の連携（p.56のバイオマス工学研究プログラムを参照）も始まっているので、今後ますます研究活動の幅が広がり、これまでの成果をもとに応用展開が期待されます。国内外で一丸となって、環境や食糧という大きな問題に立ち向かう植物科学を築いていきたいと考えています。

ゲノム医科学研究

研究担当組織
ゲノム医科学研究センター (CGM)



鎌谷直之 センター長インタビュー

オーダーメイド医療の実現をめざして

このセンターは、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

同じ薬を同じように服用しても、効き目や副作用の出方は人によって違います。こうした個人間の差は「体質の違い」と言われてきましたが、いまでは「遺伝子の違い」によることがわかっています。当センターでは、多くの患者さんから提供された膨大なゲノム*1 データと臨床データを突き合わせ、個人ごとの遺伝子の違いと、各種疾患のかかりやすさや薬への反応性との関連を明らかにすることで、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」の実現をめざしています。

このセンターが行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

遺伝子の違いと疾患との関連を明らかにするために、^{スニップ}SNP (一塩基多型) を利用する方法があります。SNP とは、ゲノムの DNA 塩基配列の個人差のうち、特定箇所の一塩基が人によって違うものを言います。当センターは、2000 年 4 月に「遺伝子多型研究センター」として発足し、ゲノム全体の SNP を目印とする「ゲノムワイド関連解析 (GWAS)」という手法を開発し、2002 年に、生活習慣病に関連する遺伝子を世界で初めて報告しました。GWAS は画期的な手法で、現在では世界中で使われるようになりましたが、当センターは開発者として優位に立っています。

また、こうした解析には、多様性と確率を前提とする遺伝学の手法、特に統計学的手法が欠かせません。医学や薬学、生物学だけでなく、数学や物理学など各分野のスペ

シャリストを結集し、高速のコンピュータを用いてきわめて正確にデータを解析する能力を備えていることも当センターの強みです。

2010 年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

オーダーメイド医療の 1 つとして、「ゲノム薬理学 (pharmacogenomics)」という考え方が登場しました。個人個人の遺伝子の違いに基づいて、薬を使い分けたり、投与量を調節したりしようというものです。2008 年 4 月に当センターは、米国国立衛生研究所 (NIH) の薬理遺伝学研究ネットワーク (PGRN) のグループと国際薬理遺伝学研究連合 (GAP) を創設し、ゲノム薬理学研究の促進と臨床応用の加速を図っています。現在、すでに認可されている 19 の薬について、順次 PGRN が疫学研究を行い、そのサンプルを当センターが GWAS で解析しています。今年度も、GAP の会合を開き、解析結果を議論しました。

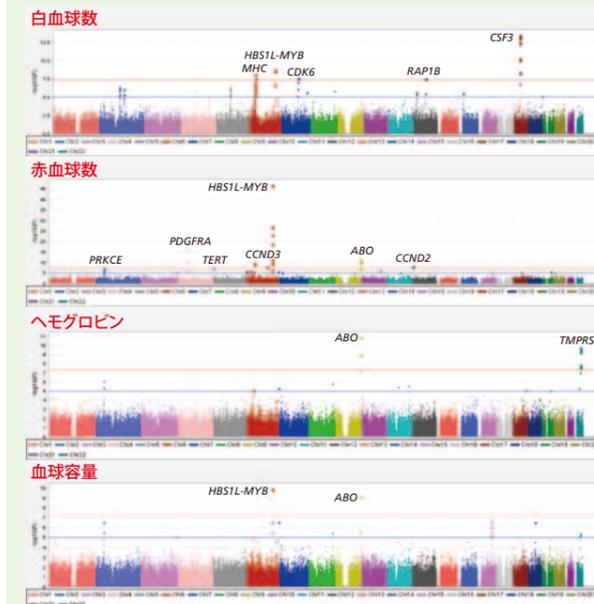
また、タイ、マレーシア、ジンバブエ、ベトナム、中国などの研究者とも連携し、エイズ、結核、マラリアなどの病気の薬の有効性や副作用について、SNP を利用した解析を行っています。国内では、一般向けのシンポジウムを積極的に開催し、研究成果を社会に広報しました。

研究活動のうち、2010 年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

GWAS を用いて、関節リウマチ、子宮内膜症、前立腺がん、ケロイド、糖尿病、肺がん、身長などに関連する遺伝子を

血液検査に関係する 46 の遺伝子を発見

約 20 万人の患者さんの臨床情報と血液・DNA サンプルが、東京大学医科学研究所内のバイオバンク・ジャパンに保管され、オーダーメイド医療の実現に向けた研究に利用されています。今回、1 万 4700 人分のサンプルを用いて、50 万カ所の SNP を GWAS で解析した結果、血液検査と関連する 46 個の新しい遺伝子を一度に発見しました。これらは、白血球数などにかかわる重要な遺伝子で、病気の予防や治療に役立つほか、個人ごとの基準値設定が可能になり、不要な精密検査を受けなくてすむことなどが期待されます。



白血球数などの検査値と遺伝子の関連を解析した結果 (マンハッタンプロット)。図中の斜体文字は遺伝子の名称。

プレスリリース: 2010 年 2 月 8 日
発表雑誌: *Nature Genetics*

発見し、*Nature Genetics* をはじめとする主要科学誌に多くの論文を発表しました。また、血液検査に関連する 46 の遺伝子を発見しました (上の図)。この研究では B 型女性は貧血になりやすいといった知見も明らかになりました。

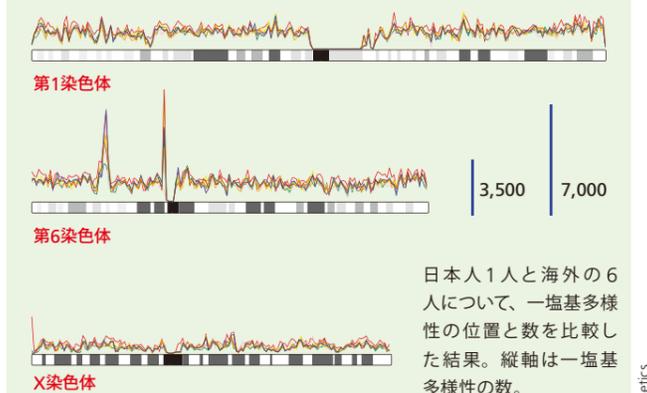
次世代シーケンサー*2 を用いた論文もいくつか発表しました。国際共同プロジェクト「国際がんゲノムコンソーシアム (ICGC)」で当センターが担当しているウイルス性肝炎について、生殖細胞と体細胞のゲノム配列の違いを網羅的に解析しました。また、日本人の全ゲノム配列を初めて網羅的に解析しました (右上の図)。

このセンターの今後の役割や展望などについて聞かせてください。

1950 年代から、生命現象を分子レベルで理解する「分

日本人で初めて全ゲノム配列を解析

GWAS に続く方法として、次世代シーケンサーを用いた「全ゲノム配列解析」が期待されています。海外が先行して、ヒトの全ゲノム配列解析を行っていますが、精度が十分とは言えません。今回、当センターでは、日本人男性 1 人の全ゲノム配列解析を行いました。これにより、約 313 万個の一塩基多様性 (SNP のほかに、一塩基の挿入や欠失を含む) を約 99.9% の高精度で検出したほか、これまで未発掘であったゲノムの多様性の特徴をいくつも見いだしました。海外の結果との比較から新たな知見も得ています。ゲノム多様性の研究と日本人の病気の研究に貢献すると期待されます。



日本人 1 人と海外の 6 人について、一塩基多様性の位置と数を比較した結果。縦軸は一塩基多様性の数。

プレスリリース: 2010 年 10 月 25 日
発表雑誌: *Nature Genetics*

子生物学」が発展し、日本は世界の先頭を走ってきました。しかし、2003 年にヒトゲノムが解読されて以降、ゲノム配列と表現型*3 の関連を明らかにするために、統計学をはじめとする数学的手法が重要な役割を果たすようになりました。その根本には、分子から細胞、臓器、人間へと統合的に扱う遺伝学の考え方が必要ですが、日本では、生物の各階層を別々に教えるという教育背景もあり、分子のデータを人間のレベルで統合する論理にきわめて弱いのが現状です。創薬も、これまでの「ものづくり」の考え方からゲノム薬理学へと転換期を迎えています。遺伝学を最大限に活かし、世界に先駆けて GWAS を開発した当センターは、こうした状況下で果たすべき役割を自覚し、今後も世界の主導的立場にある機関として、オーダーメイド医療への変革をめざして研究を進めていきます。

* 1 1 個体の生物がもつ遺伝情報の総体。全 DNA の塩基配列の形で表されている。
* 2 DNA の塩基配列を高速で読み取る装置。
* 3 遺伝情報に基づいて現れる生物の形や性質。

発生・再生科学研究

研究担当組織

発生・再生科学総合研究センター (CDB)



竹市雅俊 センター長インタビュー

発生現象のさらなる理解と再生医療の実現に向けて

このセンターは、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

当センターは、動物の発生や再生のシステムの解明および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所として2000年4月に設置され、2010年度、10周年を迎えました。マウスやショウジョウバエなどいろいろな実験動物を使って、受精卵から体ができるまでの発生のしくみを、細胞や遺伝子、タンパク質とあらゆる面から研究しています。また、ES細胞やiPS細胞などの幹細胞（どんな細胞にもなれる細胞）を再生医療に応用するための基礎研究を行っています。発生や再生のときに細胞が分化する、つまり形や性質が変わっていくしくみがわからないと、幹細胞をきちんと扱うこともできません。ですから、発生

や再生を研究することと幹細胞を医療に応用することは、密接につながっているのです。

このセンターが行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

基礎的な研究から、医学などへの応用を意識した研究まで、発生と再生を総合的に研究しているところが、当センターの特長です。研究目的に合わせて、あらゆる研究分野から人材を発掘し、最適な研究体制を整えています。特に、最近進めているのが物理学や数学など異分野との融合研究です。近年、分析機器の進歩によって、遺伝子に関する情報や、生きた細胞の挙動などについてのデータが大量に得られるようになりました。それらの情報から、「京」コン

CDB シンポジウムの開催

2011年3月に開催されたCDBシンポジウムのテーマは「Epigenetic Landscape in Development and Disease」でした。生物の発生や病気を、遺伝情報の使われ方を決める「エピジェネティクス」の観点から理解しようとするものです。東日本大震災の影響で開催日程に変更があったものの、16ヵ国、約200名の研究者が参加し、活発な議論を交わしました。生物学にも精通している建築家の荒川修作さんがデザインしたポスターも評判になりました。



ピュータ (p.38 参照) などを用いて新たな理論モデルを構築し、より複雑な生命現象の理解へつなげようとしています。今年度は、若手が率いる3つの新たな研究チームが始動し、神経回路形成、組織形成、生物現象の数理解析に挑んでいます。

また、当センターが神戸市の「神戸医療産業都市構想」の中核機関の1つとして、産官学のネットワークを形成していることは、大きな強みです。隣接する先端医療センターと連携して基礎研究の成果を臨床応用へ展開したり、製薬会社から人が派遣されて共同研究を進めたりしています。1つの地域として産官学の連携がこれだけうまくいっている例はあまりないと思います。

2010年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

当センターでは、毎年、発生や再生に関するテーマを選んでCDBシンポジウムを開催しています。研究者どうしの交流を深め、研究を発展させることをめざしており、今年度も2011年3月に行われました(左の写真)。このシンポジウムの評価は高く、海外からの参加者も増えています。また、創立10周年を迎えたのを記念し、冊子『これは何? から始まる発生学』を制作しました。この冊子では、発生生物学や幹細胞研究の魅力と最新の成果をわかりやすく紹介しています。市民向けの一般公開に加え、高校生のための生命科学体験講座や高校理科教員を対象とするワークショップなども例年通り行いました。

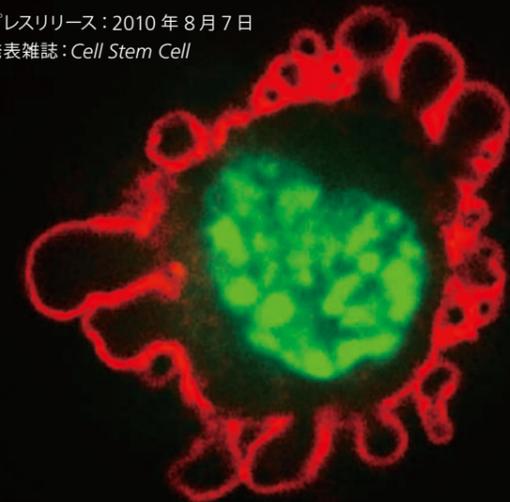
研究活動のうち、2010年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

今年も幅広い分野で多くの研究成果をあげることができました。器官発生研究グループの笹井芳樹グループディレクターらは、ヒトES細胞の細胞死のメカニズムを解明しました(右上の図)。ヒトES細胞をばらばらにして培養すると、高い頻度で自殺することが知られていました。そのメカニズムを明らかにしたばかりでなく、自殺を食い止めて培養の効率を大幅に改善する方法も開発しました。また、多能性幹細胞研究プロジェクトの丹羽仁史プロジェクトリーダーらは、マウスのES細胞では、細胞の運命を決めるようなDNAの化学的変化(エピジェネティックな変化)はほとんど見られず、分化に関する情報が白紙状態である可能性を示しました。このように、幹細胞の研究の成果が着々とあがっています。一方、電子顕微鏡解析室の米村重

ヒトES細胞の細胞死のメカニズムを解明

ヒトES細胞を1個ずつばらばらにして培養すると、高い頻度で細胞死が起こります。笹井グループディレクターらは、細胞がばらばらになったことによって、過剰に活発化したミオシン(細胞の運動を引き起こすタンパク質)が細胞を激しく運動させ、やがて細胞死に至らせることを解明しました。また、細胞死シグナルの活性化と細胞の生存シグナルの抑制の相乗作用により、細胞死が高頻度に行われることがわかりました。この成果は、ヒトES細胞の培養の効率化や品質管理に大きく貢献します。

プレスリリース: 2010年8月7日
発表雑誌: Cell Stem Cell



激しい運動(プレビング)を起こすヒトES細胞(核と細胞膜をそれぞれ緑、赤で標識)

信室長らは、隣り合う細胞どうしを接着させて結合させるαカテニンという分子に物理的な力を検知する機能があることを明らかにしました。細胞が引っ張られたとき、引っ張り返すしくみを示した研究として注目されています。

このセンターの今後の役割や展望などについて聞かせてください。

新しい研究の方法や体制を積極的に導入し、より複雑な発生機構の解明に向けて、研究を進めます。神戸の理研では、「京」コンピュータの整備が進み、さまざまな研究者が集まってきています。そこに集まる内外の研究者と協力し、あらゆる分野と融合した新たな発生生物学の研究を行います。また、その成果を再生医学へどんどん応用していきたいと思います。例えば、網膜再生医療研究チームの高橋政代チームリーダーらは、サルにiPS細胞から網膜色素上皮細胞をつくり、サルに移植して経過を観察しています。このような実用化に近い研究にも力を入れていくつもりです。

免疫・アレルギー科学研究



研究担当組織
免疫・アレルギー科学総合研究センター (RCAI)

谷口 克 センター長インタビュー 科学への貢献と社会への還元

このセンターは、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

当センターは、理研というユニークな立場を活かして、大学や企業ではできないタイプの研究を行っています。すなわち、新しい生命科学研究領域（新しいパラダイム）を創り出し科学を飛躍的に進展させること、新しく発見した原理を活かし技術基盤や医療を革新する基盤を生み出すこと（研究基盤の構築）、その基盤を外部の大学・企業・研究者や医師などに提供し最終的に社会や医療の現場、ひいては国民へ還元していくこと（社会還元）、この3要素を



RCAI インターナショナル・サマー・プログラム

2010年8月22～27日に神戸で開かれた国際免疫学会議に先立ち、8月17～20日に、当センターでインターナショナル・サマー・プログラムが開かれました。海外から141名の若手研究者の応募があり、24ヵ国42名を招聘しました。参加者は、当センターの研究者や海外の著名な研究者から、免疫学の最新の知見と技術を学びました。

※ 2011年度は東日本大震災の影響で中止となりました。

組み合わせて免疫制御の研究を進め、医療や医学に貢献することが私たちの使命です。

このセンターが行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

小規模な若手チームでも競争力をもてるよう、最先端の研究機器をセンターで集中管理し、最新技術や実験サービスを研究室に提供する中央技術支援を充実した点が特長です。その結果、新しい概念に基づく研究成果が生まれました。具体的には、新しいパラダイムの創出として、生きた細胞で1分子を観察できる顕微鏡を開発し、免疫反応のスタートポイントを発見したこと、免疫環境構築の過程を可視化し、腸管粘膜で細菌を認識し免疫を誘導する受容体を世界に先駆けて発見したことがあげられます。研究基盤の構築では、人間の免疫系をマウスの体内に構築した「免疫系ヒト化マウス」の開発を進めています。これまで不可能だった人間の免疫系研究、感染症研究、新薬開発などに活用できるマウスです。

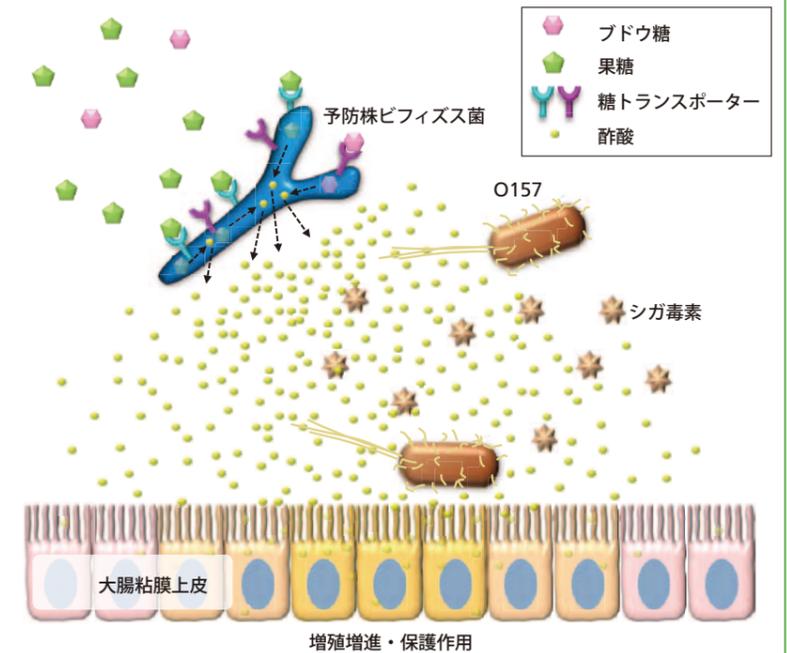
社会還元としては、まず、花粉症ワクチンの開発があげられます。患者の皆さんのQOL (Quality of Life) 向上に貢献できるよう、RCAIが開発した花粉症ワクチンの2018年の上市（商品として市場に出すこと）をめざし、鳥居薬品と共同で、作用機序、薬理作用、安全性・有効性、工業化で起こりうる問題解決などの研究を進めています。また、新しい概念に基づくがん免疫細胞治療法を開発しています。進行性肺がんや再発肺がんを対象にした臨床試験で、初回治療のみで長期生存期間延長が認められ、厚生労働省

善玉菌が O157 の感染を抑えるしくみを解明

腸内の善玉菌として知られるビフィズス菌には、大腸菌 O157 の感染を抑える働きもありますが、そのしくみは不明でした。免疫系構築研究チームの大野博司リーダーらは、従来の免疫学的な手法に加え、ゲノミクス、トランスクリプトミクス、メタボロミクスなど最新の手法を取り入れ、ビフィズス菌の中でも果糖を取り込めるものが、果糖から酢酸をつくって感染を抑えることを明らかにしました。プロバイオティクスを健康増進や予防医学に応用するのに役立つ成果です。

プレスリリース：2011年1月27日
発表雑誌：Nature

O157の感染を抑えるビフィズス菌は、果糖を取り込むトランスポーターをもっており、ブドウ糖の少ない大腸下部でも酢酸をつくることのできる。



が定める高度医療への登録を共同研究相手である千葉大学病院から申請中です。

2010年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

国際的な免疫研究者の育成に力を入れ、毎年、海外の若手研究者や大学院生を対象として RCAI インターナショナル・サマー・プログラムを開催しています。特に2010年は、27年ぶりに日本で行われた国際免疫学会議と連動して開催し、反響がありました（左の写真）。また、ハーバード大学学部生を対象とした「ハーバード・サマースクール」も毎年開催し、RCAIでの免疫基礎講義と1ヵ月のインターン研究がハーバード大学の単位として認定されています。

研究活動のうち、2010年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

2010年度で特筆すべきは、近年注目を集める腸管免疫研究の進展です。2つの目覚ましい成果を出しました。まず、腸内ビフィズス菌がつくる酢酸が、大腸菌 O157 による感染死を防ぐことを発見し、Nature に発表しました（上の図）。また、腸内環境が腸内の抗体 (IgA) 産生に与える影響を解析し、Immunity に発表しました。今後、腸内環境と免疫との相互作用を明らかにし、健康・医療へ貢献したいと

考えています。さらに、Tリンパ球分化を決定する遺伝子を発見し Science に発表したことも特筆すべき成果です。

一方、理研の社会知創成事業や融合領域研究を重点化する方針に沿い、これらに向けたシーズを生み出すため、当センター内に競争グラントを設置。2010年度は社会知のシーズ3課題、融合領域育成8課題を進めました。

このセンターの今後の役割や展望などについて聞かせてください。

「理研は新しい研究領域を創り出すためにあるべき」という信念のもと、若手研究者の育成に力を注いでいます。融合領域を創成する若手リーダーを育成するために、キャリアパスと一体化した「理研知融合領域リーダー育成プログラム」を設立しました。40歳以下の優秀な若手研究者を抜擢し、独立して研究を進められるリーダーを育成する制度です。理研内の複数領域の専門家がメンターとして指導にあたります。海外を含む20名の応募者から、幹細胞エージェンダ、計算生命科学、環境エピジェネティクスの各分野で活躍する3名の若手を選抜しました。また、2010年度には、若手リーダー3名が九州大学、北海道大学、東京理科大学に教授として転出し、3名が大阪大学、岡山大学、東京薬科大学の教授に内定しました。これで、当センター出身の教授は合計9名となりました。

分子イメージング科学研究

研究担当組織
分子イメージング科学研究センター (CMIS)



渡辺恭良 センター長インタビュー

創薬と医療の革新をめざす

このセンターは、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

生命現象の理解には、分子や細胞といった生物の構成要素が巧みに相互作用をしている、生きた (=ライブ) 状態を知ることが欠かせません。分子イメージング技術を用いれば、生物の体内で、まさにその時 (=ライブ) に何が起きているのかを追跡することができます。

当センターでは、これまでのライフサイエンスの先に「ライブ」サイエンスを切り拓く、新たな分子イメージング技術の創成と応用に挑戦し、創薬や医療といった応用へつなげることを目的としています。そのために、化学合成や機器開発から、動物実験、臨床研究まで一貫貫貫型の研究体制を構築しています。

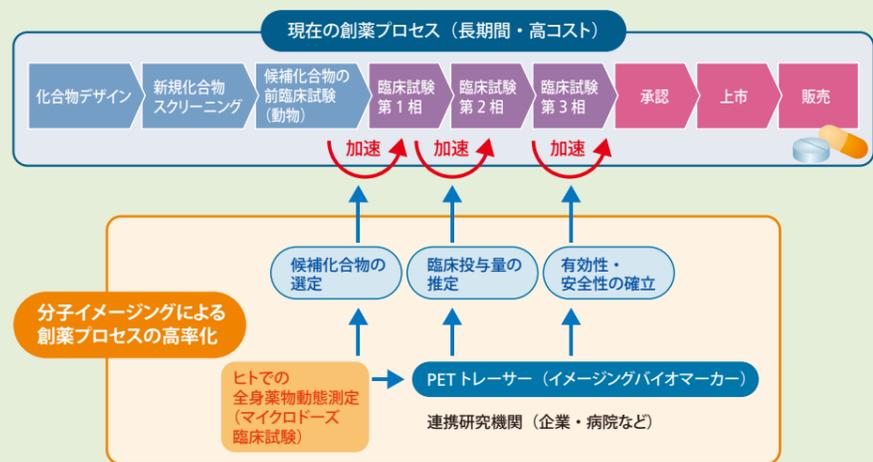
このセンターが行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

生体を傷つけずに内部を観察できる分子イメージングは、ヒトならではの生命現象を調べ、応用していく際に、大きな力を発揮します。とりわけ、創薬プロセスに取り入れることで、新薬の開発を大幅に高率化できると期待されています (下の図)。

新薬の候補化合物は、前臨床試験の動物実験で安全性が確認されても、臨床試験 (治験) 中にヒトへの毒性が新たに判明するケースが多く、上市に至る治験薬は、わずか 8% 程度です。この現状を打破すべく注目されているのが、マイクロドーズ臨床試験です。大規模な臨床試験を始める前に、ごく微量の候補化合物を安全にヒトに投与し、分子イ

分子イメージングが創薬プロセスを高率化する

「マイクロドーズ臨床試験」では、薬物動態の情報を得て臨床開発に進む候補物質を選択することを目的に、臨床試験の第 1 相試験よりも前の段階で、薬効発現量の 1/100 以下、もしくは 100 μg 以下をヒトに投与します。これは、分子イメージングの発展によって、薬物動態を定量的に解析できるようになったことから実現した手法であり、今後の医薬品開発を大きく変革すると期待されています。その後の臨床試験でも、分子イメージングは投与量の推定や有効性・安全性の確立を加速するのに貢献します。

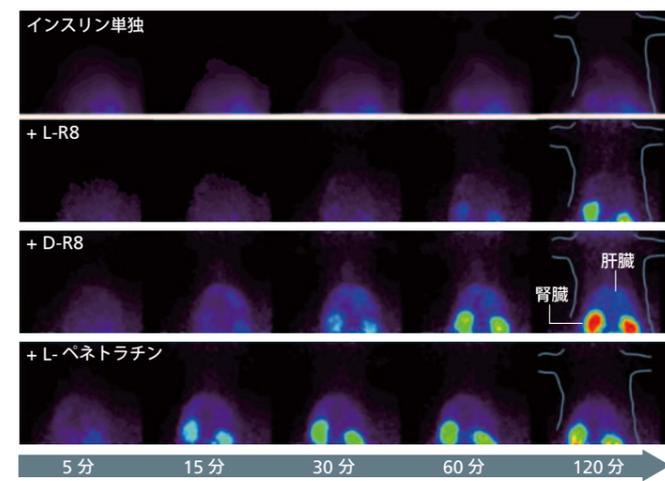


インスリンの経口投与につながる研究

インスリンは、膜透過ペプチドがいっしょにあると腸から吸収されやすくなります。このことを発見した星薬科大学の森下真莉子准教授と、当センターの複数分子イメージング研究チームの金山洋介研究員および分子プローブ動態応用研究チームの長谷川功紀研究員らは、ポジトロン放出核種で目印をつけたインスリンを 3 種類の膜透過ペプチドとともにマウスに投与し、インスリンの動きを PET で可視化しました。この画像と他の測定結果からインスリンの吸収や体内分布を解析し、膜透過ペプチドの効果を定量的に明らかにしました。

発表雑誌: *Journal of Controlled Release* (表紙にも採択)

投与後のインスリンの分布の変化。L-R8 などは、膜透過ペプチドの名称。



イメージングを用いて体内での化合物の動きを追跡します。もし仮に、薬の標的以外、とりわけ肝臓や腎臓に化合物が集まるようなら、毒性を発現する可能性が示唆されます。このような薬物動態を把握した上で、臨床試験にもちこむ候補化合物を選別すれば、上市率を大きくあげることができます。

さらに、分子イメージングは治験薬の有効性を検証する手段としても有効です。例えば、これまで、アルツハイマー病の治験薬の有効性は、被験者に対する認知機能テストによって評価されていましたが、分子イメージングを用いて、脳内に蓄積する β アミロイド (アルツハイマー病の原因とされるタンパク質) を可視化することに成功しているのです。その変化量からアミロイド減少薬の薬効を定量的に評価できます。しかも、β アミロイドのように発病にかかわる特異分子を可視化できれば、発病の可能性を知って未然に防ぐ「先制医療」にもつながるのです。

2010 年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

当センターがボードメンバーとなり、2010 年 9 月に第 3 回となる国際会議を京都で開催しました。世界各国の分子イメージング学会が参加し、広範な分野の研究者が一堂に会する、非常に大きな規模の会議です。さまざまな分野の研究者が専門の枠を越えて活発に議論を交わし、研究のヒントを得る貴重な機会となりました。

研究活動のうち、2010 年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

当センターではおもに、PET (陽電子放射断層撮影法)

による分子イメージングを用いて、創薬に関係する分子の生体内での動きを探っています。その 1 つとして、分子プローブ動態応用研究チームの高島忠之研究員らは、薬物が胆汁中に排泄されるときに働く薬物運搬分子の機能を解析する手法を確立しました。この手法は、薬の排泄のされ方や飲み合わせの影響を予測するのに役立つと期待されています。また、別のグループは、インスリンの体内での動きを追跡する手法を開発し、これを用いて、インスリンが膜透過ペプチドといっしょに存在したときに、腸管から吸収され、さまざまな臓器に広がるようすを世界で初めて解析しました (上の図)。インスリンは腸から吸収されにくいため、経口投与ができず、糖尿病の患者さんは自分で注射をしていますが、この成果は経口投与の実現に向けて大きく貢献することでしょう。

凝集すると発光する蛍光色素分子の開発や、生きた細胞をわずか数分間の化学反応で蛍光標識する技術の開発など、分子に目印をつける技術でも成果があがっています。

このセンターの今後の役割や展望などについて聞かせてください。

基礎研究の成果を速やかにヒトでの応用につなげるため、臨床研究を行う連携研究センターを新たに構築したいと考えています。神戸市の「神戸医療産業都市構想」により、病院や医療関連企業が多数進出しているポートアイランドに当センターがあることは、連携に有利といえるでしょう。広範な分野の研究者が集い、連携することで、創薬や医療への応用は加速されます。今後も、分子イメージング研究ネットワークの中核拠点として、オールジャパン体制の研究を推進していきたいと考えています。

イノベーション推進

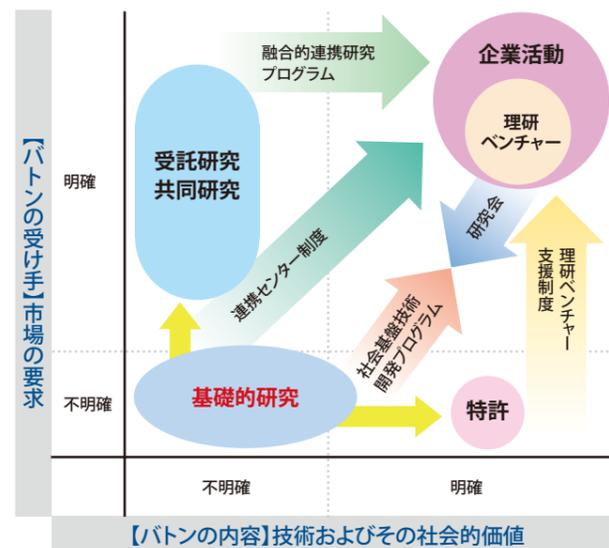
研究担当組織
イノベーション推進センター

齋藤茂和 センター長*1 インタビュー

理研の研究成果を社会へ

このセンターは、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

野依イニシアチブの1つである「世の中の役に立つ理研」を実現するため、2005年に「知的財産戦略センター」が設置されました。2010年4月の改組で、このセンターの役割のうち、研究開発の部分を引き継いだのが、当センター



理研のバトンゾーン

基礎的研究の性格によって、企業活動にまで成長させるのに必要なサポート内容は異なるため、社会知創成事業では、それぞれに対応する制度を設けて支援しています。図中の「融合的連携研究プログラム」と「社会基盤技術開発プログラム」が当センターの運営する制度(p.69も参照)。

です。

研究成果を効率的に実用化するには、研究開発のある時期に、基礎的研究を担当する理研の研究者と、実用化を進める企業側の研究者が、同じ目的に向かって共同研究する“場”が必要です。私たちは、この“場”を「バトンゾーン」と呼んでいます。理研から企業に移転される研究成果をバトンにたとえ、理研と企業の研究者が同じ方向に全力疾走しながら、バトンを渡すゾーンと表現したのです。当センターは、社会知創成事業・連携推進部の協力を得てバトンゾーンに関するさまざまな制度(左の図)を運営して、理研と産業界(企業)との連携を促進しています。特に、産業界が事業化を目論むような理研技術を選び出して検証すること、事業化の可能性のある理研技術を企業に移転できるレベルにまで成熟化させることに力を入れています。

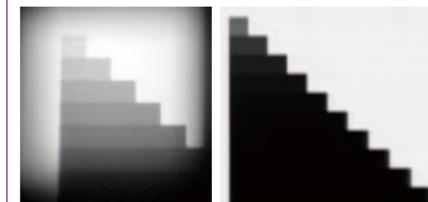
このセンターが行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

特に成果をあげているのが、「融合的連携研究プログラム」です。理研から企業への技術移転のために3~5年の共同研究を行うもので、開発側である企業のイニシアチブを重視するために、研究課題の提案とチームリーダーを企業から受け入れています。このしくみが好評で、終了したものを含めてこれまでに18テーマが実施され、2011年4月からは新たに6テーマが加わります。

また、この連携は、技術移転だけでなく、人材育成という効果もあげています。理研の研究者は実用化という視点で研究に携わることで、自分の研究テーマに新機軸を見い

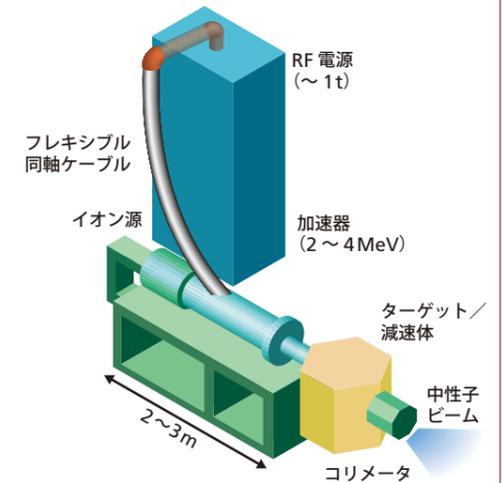
中性子による橋の透視

橋など大型構造物の健全性を確認するためには、構造物を壊すことなく内部の劣化の程度を調べる非破壊検査が必要です。そのための有力な手段として、中性子ビームを用いた透視観察に期待が寄せられています。しかし、現在中性子源は原子炉や大型加速器などで、橋のある場所にもっていくことができません。シンポジウムでは、VCADシステム研究プログラム加工応用チーム(2011年4月から基幹研究所先端技術基盤部門)の山形 豊チームリーダーから、小型中性子源の開発とそれを用いた橋の内部観察の可能性が示されました。



中性子ビーム(左)とX線(右)によるスチール製ピラミッド(底辺5cm)の透過画像。中性子ビームでは、下のほうに奥行きがあることがわかる。

想定される小型中性子源の概略図



だしています。一方、企業から派遣された研究者は、理研という研究環境の中でさまざまな刺激を受けます。興味深い研究テーマがあれば、それに取り組む過程で将来が期待される人材が自然に育つのです。

2010年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

2001年に牧野内昭武プロジェクトリーダー(当時)が研究開発を始めたVCADシステム研究で、イノベーションを起こそうとしています。VCADシステムは、理研オリジナルの情報処理技術(4次元イメージデータのデジタル解析技術)で、従来のソフトウェアでは扱えなかった物体の複雑な内部構造を表現できます。このシステムを生物現象のモデル化に使ってもらおうと、理研の4事業所(和光、筑波、神戸、横浜)で生物学研究者を対象に実演講習を行いました。理研内での試験使用を終え、システムが十分成熟したと判断した暁には、理研ベンチャーなどを通して広く普及させる予定です。これは、理研で生まれた技術を積極的に育てて実用化する、新たなチャレンジです。

研究活動のうち、2010年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

当センターには、「特別研究室プログラム」という研究制度があります。理研の研究活動を活発にし、産業における基礎研究を推進するために、優れた研究者を招聘し、企業などからの資金を受け入れて運営するものです。2010年

度は、環境に優しい農薬の開発をめざす「有本裕特別研究室」と、生き物がもつ効率のよい化学反応システムを解明し、模擬する「中村振一郎特別研究室」を新設しました。

また、独立行政法人土木研究所と協力協定を結び、2010年6月に共催で「中性子による橋の透視への挑戦」と題するシンポジウムを開催しました(上の図)。500名を超す聴衆が参加し、この分野への関心の高さが伺えました。

このセンターの今後の役割や展望などについて聞かせてください。

既存のプログラムは、かつての理研が実施した自動車産業に車体技術を提供するような「今ある産業に必要な技術」への対応、すなわち問題解決力を移転するバトンゾーンを対象としています。これに加えて、「新しい産業を興す技術開発」のための制度の必要性を感じ、2011年4月に「社会基盤技術開発プログラム」を新設します。企業から提案される受け身的な連携ではなく、理研が新たに問題を設定し、関係する複数の企業を理研がリードすることで、産業界をあげた産々連携をめざします。このプログラムの研究テーマとして、理研内公募により、前出の中性子ビームによる非破壊検査と、塗布型デバイス、イオンビーム照射による育種技術の3つが選ばれました。これらの研究テーマから、どのような新しい展開が生まれるか、今後が注目されます。

*1 2011年4月よりセンター長は土肥義治。

創薬・医療技術基盤事業

研究担当組織
創薬・医療技術基盤プログラム (DMP)

後藤俊男 プログラムディレクターインタビュー 基礎研究の成果を創薬へつなぐ

このプログラムは、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

わが国は生命科学の基礎研究では質の高い成果を生み出していますが、大学等の成果を創薬につなげる力が欧米に比べて弱いと言われています。創薬のプロセスには、下の図に示したように、多くのステージがあります。薬の開発候補化合物を見いだしても、薬効や安全性を調べる試験、臨床試験に合格して薬として市販されるものは、その1割程度にすぎません。再生医療に用いる細胞や組織の作製な

おもな創薬プロジェクト・創薬テーマとそのステージ



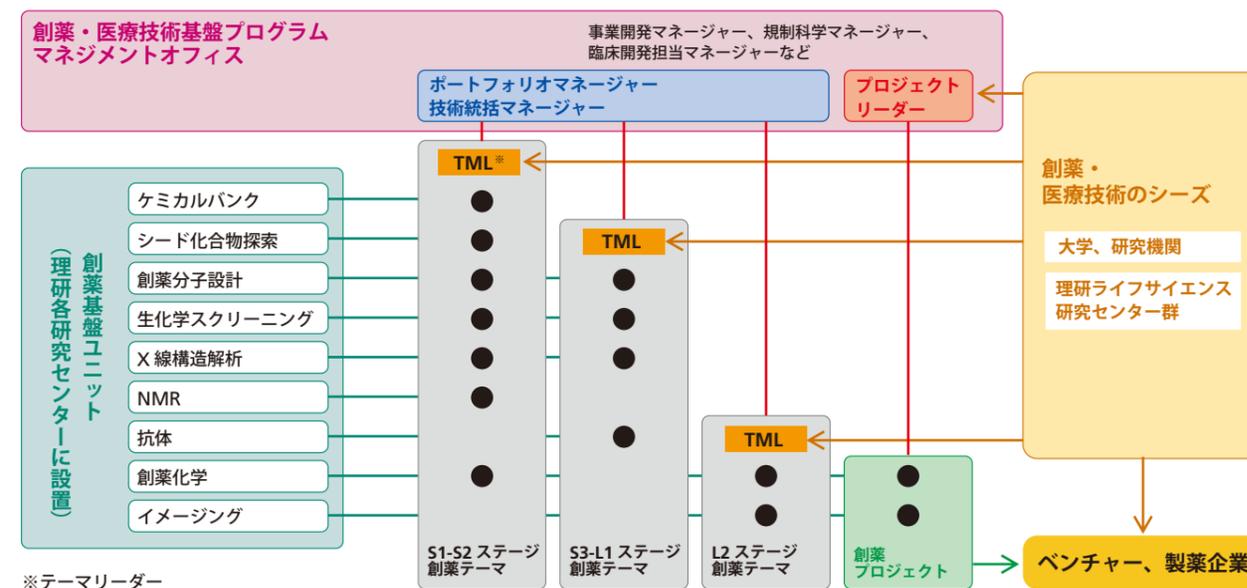
ど、医療技術の開発での成功はさらに困難です。このため、基礎研究で画期的な成果があがっても、なかなか事業化には進んでいません。

そこで、理研が培ってきた生命科学分野の基盤技術を創薬基盤プラットフォームとして整備・活用し、基礎研究の成果を創薬・医療技術開発につなぐ橋渡しの役割を担うため、当プログラムは2010年4月に10年間の期限で発足しました。2010年度には理研の4つの研究センターに9つの創薬基盤ユニットが立ち上がり、これらの技術基盤を活用して、理研の各研究センターや大学・研究機関から選抜、導入した創薬プロジェクト・創薬テーマに取り組んでいます。2010年度末現在、その数は22にのぼります。また、理研は病院をもたないため、プログラムの出口を企業や医療機関とのアライアンス (提携) に設定し、そのための協力関係を構築しています。

このプログラムが行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

イノベーションで世界と競っていくためには、マネジメントが重要です。当プログラムではマトリクス・マネジメントを行っています (右の図)。横軸となるのは、創薬基盤ユニットです。他方、縦軸として、創薬テーマごとにテーマリーダーのもと創薬基盤ユニットのメンバーが参加するチームを編成し、マネジメントオフィスからポートフォリオマネージャーがこれを支援します。このほかに臨床開発や規制、事業開発に精通したマネージャーが配置され、マトリクス・マネジメントの核として機能しています。

当プログラムのマトリクス・マネジメント (2011年3月31日現在)



このように、当プログラムの特長は、「研究開発を牽引するマネジメントチーム」、「革新的な創薬・医療技術をめざすパイプライン (創薬テーマ・創薬プロジェクト)」、「創薬・医療技術研究に特化した基盤技術のプラットフォーム」の3つが有機的に連携して機能していることです。

2010年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

今年度はプログラムの発足の年ですので、システムの立ち上げに力を入れて取り組みました。イノベーションをめざすマネジメントでは、研究開発の進捗をリアルタイムで把握し、効果的にリソース配分を行っていかねばスピードがあがらず、競争に勝てません。そこで、プログラム運営委員会を意思決定機関として、全理研のリソースを集め、効果的に活用するシステムを立ち上げました。

また、理研の各研究センターと大手製薬企業との包括的連携に道筋をつけたり、中堅企業やバイオベンチャーとの共同研究をアレンジするなど、企業等との間で多角的な協力関係を構築できました。

研究活動のうち、2010年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

当プログラムでは、製薬企業が取り組みにくい疾患の治療薬開発を中心に、患者数の少ない希少疾患にも取り組んでいます (左の図)。創薬プロジェクトでは、ナチュラルキ

ラー T (NKT) 細胞*¹を用いたがん治療薬、タウタンパク質を標的としたアルツハイマー治療薬などを取り上げており、なかには臨床試験に進んだものもあります。創薬テーマとしては、白血病幹細胞を標的とした治療薬、神経膠腫治療抗体や希少疾患である FOP (進行性骨化性線維異形成症) 治療薬などがあります。

このプログラムの今後の役割や展望などについて聞かせてください。

健康な社会の実現に向けてイノベーションを起こしたいと思います。創薬のスタートから市販に至るまでには10年以上かかります。特に、大学や研究機関の基礎研究の成果を創薬につなげる橋渡しの段階は、成功率が低く時間もかかります。欧米ではバイオベンチャーがその役割を担っていますが、わが国ではそうしたバイオベンチャーが育たず、薬をつくる力が落ちていきます。当プログラムはその役割を担い、補強することをめざしていきます。

しかし、実際にイノベーションを起こすのは企業ですから、理研の特徴である「世界に勝る創薬技術基盤」を強化し、テーマを多様化させることにより橋渡しを進めます。また、理研の創薬バイオベンチャーを育てるしくみをつくり、10年後には当プログラムのような役割を担えるバイオベンチャーを誕生させたいと考えています。

*1 免疫細胞の一種。理研免疫・アレルギー科学総合研究センターの谷口克センター長が発見した。

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)



篠崎一雄 プログラムディレクターインタビュー

バイオマス生産と活用の技術革新をめざして

このプログラムは、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

人類が化石資源をエネルギー源や製品の原料に利用してきた結果、大気中の二酸化炭素は増加し、地球温暖化が進行しています。この問題を解決するため、当プログラムは植物バイオマスに着目しました。植物は光合成により、大気中の二酸化炭素を資源として、糖や脂質、セルロースなどのバイオマスを生産します。このバイオマスの生産性な

どを高め、石油に代わる資源として燃料やプラスチックなどの化成品の材料を効率的につくるバイオプロセスの確立をめざすのが、「バイオマスエンジニアリング研究」です。当プログラムは、バイオマスエンジニアリング研究を推進する研究組織として2010年4月に設立されました。社会知創成事業のプログラムの1つとして、持続型社会への転換をめざすグリーンイノベーションに貢献することを最も重要なミッションに掲げています。

ロゴマークに込めた思い

当プログラムは箱根駅伝の山登りに似ています。基礎研究者にとって製品をつくることは、未知への挑戦であり、険しい道のりです。それぞれの研究者が持ち前の力を発揮し、生物学から物質科学や化学工学へとたすきをつなぐことでゴールをめざします。ロゴマークの青い三角は、プラスチック(青)と山(三角)を表し、緑色の道はゴールに向かって進む「植物の芽」を、そして緑色の球は「緑の地球」をイメージしています。



このプログラムが行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

理研は、バイオマスエンジニアリング研究において十分なポテンシャルをもっています。当プログラムは、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、国内外の大学や研究機関と協力してバイオマスエンジニアリング研究を推進するのが役割です。実際の研究を行う組織は、全部で5つの研究チームから構成されています。

「セルロース生産研究チーム」は、バイオプラスチックの主要な出発材料となるセルロースの生産性をあげることや、分解のしやすさ、乾燥耐性などを樹木に付与する「スーパー樹木」の開発に取り組んでいます。また、「合成ゲノミクス研究チーム」は、バイオプラスチックなどの物質を植物内で生産するために、どのような代謝経路が必要なのか、その経路を植物内に導入するにはどのような遺伝子が必要なのかということ、多様な生物のゲノム情報から探索しています。さらに、生命情報基盤研究部門の協力のもと、最適な代謝経路をコンピュータデザインし、新しいバイオマス資源の創出をめざしています。

「バイオマス研究基盤チーム」は、植物や微生物のリソース、ゲノム情報などの基盤整備を行っています。特に、セルロース増産研究の新しいモデル植物である「ブラキボディウム」(イネ科植物の一種)のゲノム解析を行い、バイオマスの生産性向上に有効な遺伝子を探索しています。

一方、バイオマスを利活用するための研究も重要です。「酵素研究チーム」は、セルロースを分解する酵素や、バイオマス由来のモノマーを有用な高分子に変換する酵素の構造や機能を解明し、古紙セルロースの分解や、バイオプラスチックの製造に役立つ酵素の創出に挑んでいます。また、「バイオプラスチック研究チーム」は、微生物がつくる「ポリヒドロキシアルカン酸 (PHA)」をターゲットとし、

PHAからつくられるバイオプラスチックの機能を高める研究を進めるとともに、新たなバイオプラスチックの開発にも取り組んでいます。

これらの研究チームの間では、積極的に情報が交換され、研究分野を越えて、それぞれの特徴を活かした新しいアイデアが生まれています。例えば、「合成ゲノミクス研究チーム」と「酵素研究チーム」は協力して、植物にバイオプラスチックの合成経路を導入する研究を進めています。

2010年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

当プログラムは、理研内の異分野連携だけでなく、外部の研究所や大学、企業、海外とも積極的に連携しています。例えば、スーパー樹木の研究では、中国の南京林業大学やベトナム森林研究所と協力して、セルロースの生産性を高めたポプラとユーカリをそれぞれ育て、有用性などを試験しています。また、マレーシア科学大学とはバイオプラスチックにかかわる研究を進めています。さらに、バイオマスの産生からバイオプラスチックなどの最終製品につなげるには、企業の視点と協力が不可欠です。国内の製紙会社や化学メーカーとも連携し、実用化に向けてバイオマスエンジニアリング研究を加速させています。

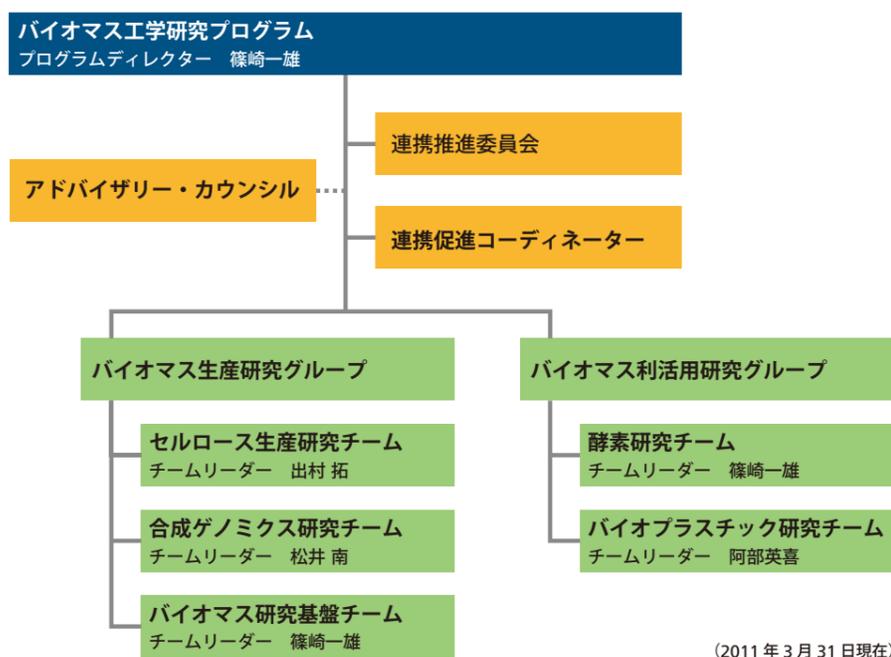
このプログラムの今後の役割や展望などについて聞かせてください。

当プログラムでは、1期5年間、2期10年間でめざす3つの戦略を立てています。1つめは、前述のスーパー樹木を中心とした「スーパー植物」の開発、2つめは、バイオテクノロジーを活用し、バイオマスを用いた化学製品原料等の効率的な生産をめざした「一気通貫合成技術」の確立、3つめは、ポリ乳酸やPHAに次ぐ新たなバイオプラスチックの探求です。そして、最終的に得られた成果や技術を企業等へ橋渡ししていきます。

基礎研究では「解析し理解する」ことが重要ですが、研究成果を社会に還元するためには「設計し創る」ことが求められます。今は、遺伝情報などをもとにゲノムをデザインして、付加価値をつけた生物をつくることのできる時代です。合成ゲノミクスの技術を使って、植物内でバイオプラスチックをつくらせることは、決して夢ではないのです。当プログラムは、これまでになかった新たな研究領域を切り拓き、持続型社会の構築をめざし、未知への挑戦をしていきます。

異分野をつなぐ研究体制

当プログラムは、5つのコア研究チームを中心に、理研内外の研究組織と協力してバイオマスエンジニアリング研究を推進しています。



(2011年3月31日現在)

次世代計算科学研究開発

研究担当組織
次世代計算科学研究開発プログラム

茅 幸二 プログラムディレクターインタビュー

「京」で生命現象を再現するために

このプログラムは、どのようなミッションのもと、どのような事業を行っていますか。

実験や理論と並んで、今や科学技術の発展に欠かせないのが計算科学です。スーパーコンピュータの発達により、計算科学は、より大規模で複雑な現象を対象とできるようになってきました。わが国では、国家基幹事業の1つとして、理研が京速コンピュータ「京」(p.38 参照)の開発整備を

進めています。その一方で、「京」が2012年に完成した際に、その性能を最大限に活用して計算科学の研究を行うための応用ソフトウェア(グランドチャレンジ・アプリケーション)開発も、2006年から行われています。

このうちライフサイエンス分野の拠点に理研和光研究所が選定され、「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」を進めてきました。2008年、担当

部門が基幹研究所先端計算科学研究領域となり、これが2010年に改組され、現在は当プログラムが担当しています。

このプログラムが行う研究事業には、どのような特長や強みがありますか。

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では、生命活動の分子基盤であるタンパク質などの生体高分子スケールから、細胞スケール、臓器全身スケールに至るまでの各スケールで起こっている生命現象のシミュレーションソフトを、それぞれの研究開発チームに分かれて開発しています。そして、それらを連結することで、生命現象を統合的に理解できるようにすることをめざしています。また、各スケールで起こっている現象を制御している脳神経系の研究開発チームも設置しているほか、各分野の研究者どうしが横断的に情報交換をしながら研究開発を進められるような体制を取っています。

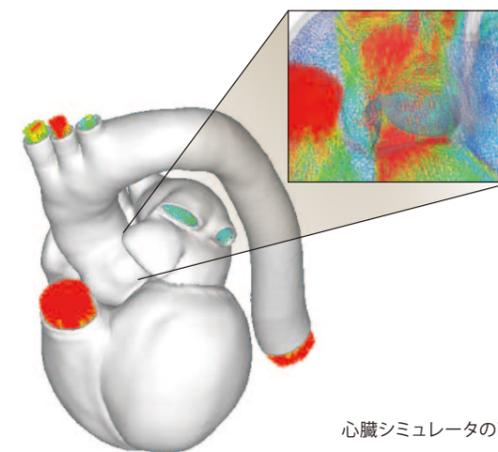
これまで日本は、ナノテクノロジーなどマテリアルサイエンス分野の計算科学では世界最先端を走ってきましたが、ライフサイエンス分野の計算科学は、より高性能なコンピュータが必要ということもあって、あまり進んでいませんでした。そこで、本プログラムでは、上述の研究開発チームに加え、データ解析融合研究開発チームと生命体基盤ソフトウェア開発・高度化チームを設置しています。これまで、ソフトウェア開発・高度化といった計算機科学の研究者は、どちらかという支援部門に属していましたが、当プログラムでは、「京」を最大限に活用できるよう、むしろ彼らに先頭に立ってプロジェクトを推進してもらっています。

2010年度、研究、イベント、国際シンポジウムなど、特に力を入れて取り組んだ活動について教えてください。

2010年は東京でバイオスーパーコンピューティングの国際会議を開催しました。「京」が完成すれば、今後いくつかの国際連携が本格化するでしょう。特に、英国エジンバラ大学では医療のプロジェクトを推進しており、私たちもそれに参加して連携を図っています。また、本分野は新しい分野だけに研究者が不足気味で、人材育成が課題となっています。そのため、60~70名いる若手の博士研究員のグループをつくり、彼らが自主的に運営し、連携研究をめざすためのサマースクールとウィンタースクールを毎年開催しています。

「京」の中で心臓を動かす

臓器全身スケール研究開発チームの一員である東京大学大学院新領域創成科学研究科の久田俊明教授(理研客員研究員)は、長年、心臓シミュレータの開発を行ってきました。心臓を領域に分けて拍動と血液の流れを再現しているだけでなく、細胞モデルとの統合もされており、細胞内の分子が心臓の機能に及ぼす影響まで解析できます。このシミュレータを「京」に実装することにより、心臓疾患の原因究明や新たな治療法の開発に貢献することが期待されています。



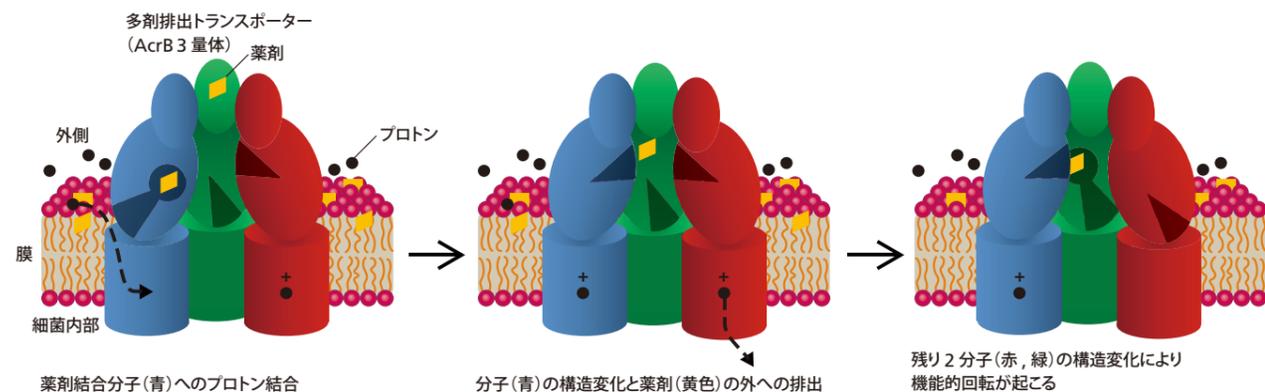
心臓シミュレータの画像の例

研究活動のうち、2010年度における特筆すべき業績や成果の具体例を教えてください。

大きな成果としては、院内感染などを引き起こす多剤耐性菌の「多剤排出トランスポーター」の機能を、分子シミュレーションによって初めて解明したことがあげられます(左の図)。これは分子スケール研究開発チームの高田彰二・京都大学准教授(理研客員研究員)らによるもので、この成果により、今後、多剤排出トランスポーターの働きを抑える薬剤の開発などが期待できます。このほかにも、心臓シミュレータを「京」に実装することをめざす研究(上の図)など、各チームの研究が着々と進んでいます。

このプログラムの今後の役割や展望などについて聞かせてください。

当プログラムの最終目標は生命機能の解明です。細胞が分化増殖して臓器になるメカニズムとはいかなるものかなど、生命現象の根本的な謎はいまだに解明されていません。それらを、コンピュータシミュレーションを使って解明することは当プログラムの大きな目標です。しかし、そのためには、まず生命現象の観測が必要です。そこで、今後は観測データの蓄積とそれに基づく数理モデルの構築を進めていきます。



薬を排出するタンパク質の動きを解明

院内感染は、多剤耐性、つまり、さまざまな薬に対する抵抗性を獲得した細菌によって起こります。細菌が多剤耐性化するおもな原因は、細胞膜に存在して薬を菌外に排出するタンパク質である「多剤排出トランスポーター」の量が増えることだと考えられています。しかし、その作動原理は提唱されていたものの検証実験は難しく、仮説を実証できませんでした。今回、高田准教授らは、「生体分子の粗視化分子シミュレーション技法」を用いて排出過程を再現し、作動原理の実証に成功しました。

計算機中で再現された多剤排出トランスポーターの薬剤排出過程。「京」により高精度計算が可能になると、さらに詳細な動きが解明できると期待される。

プレスリリース: 2010年11月17日
発表雑誌: Nature Communications

新興・再興感染症研究ネットワーク推進

担当組織

新興・再興感染症研究ネットワーク推進センター (CRNID)

永井美之 センター長インタビュー

「顔の見える」感染症の研究と対策で国際貢献

2005～2009年度の第1期に、日本の8大学、2研究機関が8カ国（アジア6、アフリカ2）に12の感染症研究拠点を設置しました（右上の図）が、これをネットワーク（NW）として推進するためにCRNIDが設置されました。感染症研究のための新しいプラットフォームができたこととなります。第2期の初年度である2010年度の活動について教えてください。

このNW活動の名称がJ-GRID（Japan Initiative for Global Research Network on Infectious Disease = 「感染症研究国際ネットワーク推進プログラム」）と改められました。外国人にも親しまれる名称で、J-GRIDは外国からも注目される存在になりました。第2期は、①拠点において研究実績をあげる、②相手国とのより深い信頼関係を構

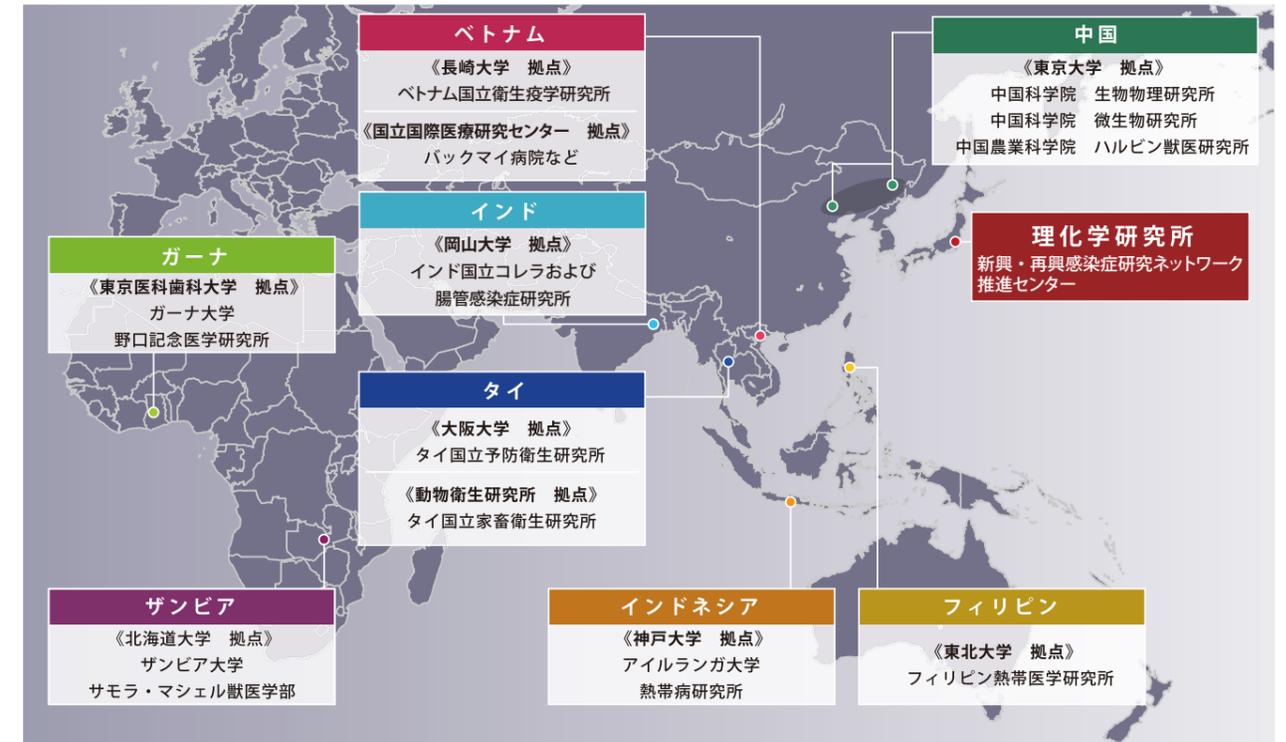
築する、③相手国ならびに日本の人材を育成する——の3つを焦点に、事業の充実を図ります。そのために、PD（プログラムディレクター）1名（私が併任）とPO（プログラムオフィサー）2名（鈴木 宏・新潟青陵大学教授と神田忠仁 CRNID 業務展開チームリーダー）という指導部が選出されました。両POとCRNIDスタッフは精力的に各拠点を視察し、学術面のみならず運営上の諸問題の把握に努めました。その上で、参加大学・研究機関から、成果や今後の展開方針について入念なヒアリングを行いました。これにより、相互の意思疎通は格段に密になり、関係者の参加意欲の向上、J-GRIDの一体感の形成に大いに役立ちました。また、拠点内外の研究者がコンソーシアムを形成してインフルエンザ研究を行う新たな枠組みも構築しました。研究の飛躍的發展が期待できます。

海外拠点の研究成果をあげてください。

インド拠点では下痢症の積極的疫学調査を展開し、コレラ患者数の正確な把握や下痢原因病原体の同定に大きな成果をあげました（左の写真）。ベトナムの拠点病院では鳥インフルエンザウイルスに感染し、絶望的と見なされた重症肺炎患者を救命することができ、病院側から感謝状（右の写真）が授与されました。また、次世代シーケンサーとバイオインフォマティクスを組み合わせた病原体迅速同定システム（RAPID）を開発しました。原因不明の異常事態に、患者検体から全DNAや全RNAを抽出し、その塩基配列を既存のデータベースと照合し、原因病原体を短時間でいち早く絞り込むことができます。こうしたハイテク



国立コレラおよび腸管感染症研究所（インド、コルカタ市）での共同研究



12の感染症研究拠点

タイ（2拠点）、ベトナム（2拠点）、中国（3拠点）、ザンビア、インド、インドネシア、フィリピン、ガーナに設けられている。

型のものだけではなく、古典的、オーソドックスな感染症研究も着実に展開しています。

J-GRIDの推進役としての具体的な活動を教えてください。

2010年度にはJ-GRIDの年會を初めて海外（ハノイ）で開催し、好評を博しました。広報活動としてJ-GRIDの詳細を紹介するパンフレットを改訂するとともに、一般市民向けのリーフレットを新規に発行しました。後者では、日本を取り巻く感染症の状況や感染症研究はホットゾーンに身を置くことが大切であることを強調しました。また、ホームページ（<http://www.crnid.riken.jp/jgrid/index.html>）は、J-GRID内外から自由に持論を提起していただき、それへの反論なども開陳できる「持論、輿論」というサイトを設けるなど、体裁、内容を一新しました。各拠点の発表論文要旨、世界の研究トレンドとアウトブレイク情報を掲載したメールマガジンは専門家からも重宝だと言われている、読者も約1000名に達し、そのアーカイブは貴重な資産になっています。

ベトナムの拠点病院から送られた感謝状



今後の役割や展望について聞かせてください。

東日本大震災に対して、これまで苦楽をともにしてきた各国拠点の研究者からたくさんのお悔やみやお見舞いの言葉をいただきました。ベトナムの国立衛生疫学研究所（NIHE）の500名ほどのスタッフは、数日のうちに各1日分の給与相当額を集め、日本大使館へ届けてくださいました。1日分とは、びっくりするような高額です。このような支援は、長崎大学の研究者たちがNIHEで「顔の見える」交流を5年にわたり展開してきたからであったと思います。J-GRIDを堅持し、さらに発展させなくてはならないと決意を新たにしています。

社会貢献活動

社会と理研をつなぐ広報活動や、
理研独自の人材育成、
所外研究機関や産業界との研究協力活動について
ご紹介します。



サイエンスセミナー



ソウル大学校との協定調印



和光研究所一般公開



リハビリ大学との協定調印



介護支援ロボット「RIBA」

広報活動

理研をより広く知っていただくために

理研が5つの野依イニシアチブを実践する中で、「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増進し、信頼関係を構築するため、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をキャッチする努力もしています。

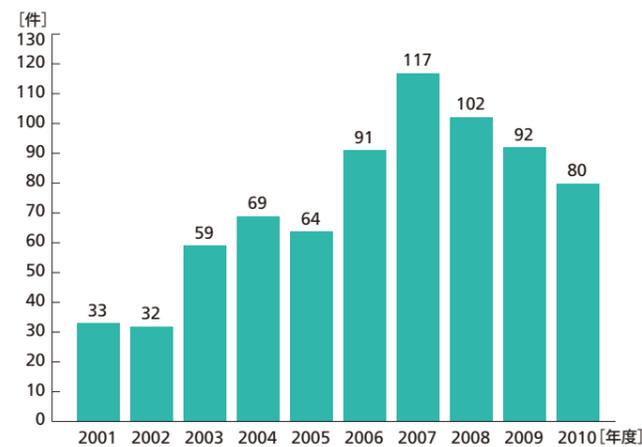
プレスリリース

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、プレスリリースを行っています。2008年度以降は、メディアが取り上げやすく、読者も興味をもつ内容のものに絞り込んでいます（下のグラフ）。

一般公開

年に一度、各研究所を一般に公開し、講演会、体験型イベント、研究室の公開などを行っています。おもに近隣から、幅広い年代の方が来訪します。2010年度の来場者数は、和光研究所が降雪の影響を受けた以外は、すべての研究所で来場者が増えました（右下のグラフ）。

プレスリリース数の推移



※ 他機関主導の共同発表を除く



YouTube RIKEN Channel



理研マンガ「113」

YouTube RIKEN Channel の開設

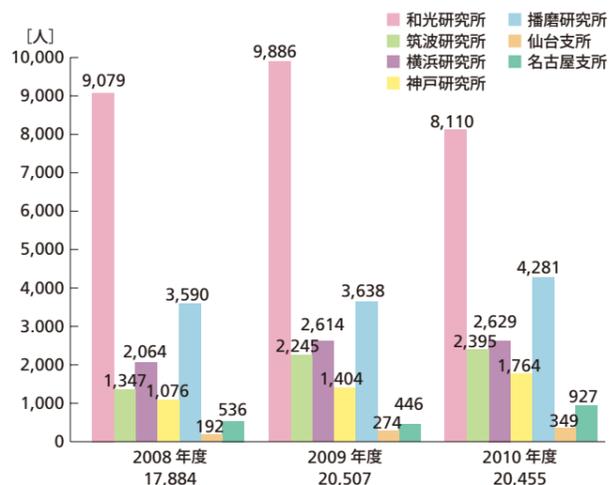
2010年4月1日に、YouTubeに公式チャンネルを設けました。講演会やシンポジウムの動画のほか、研究者によるオリジナル映像も配信しています。

理研マンガ「113」の発行

2004年7月に新元素「113番」を発見した森田浩介・准主任研究員（仁科加速器研究センター森田超重元素研究室）の生い立ちから113番元素発見に至るまでの道のりをマンガで紹介したものです。携帯サイト「RIKEN Mobile」での連載を単行本化し、2011年3月25日に発行しました。

※ 2011年5月2日よりiPhoneとiPadのアプリケーション（無料）も配信開始

一般公開来場者数の推移



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。2010年度は、これらのほか、市制施行40周年を記念して和光市が主催した特別講演会を含め、さまざまな講演会で、野依良治理事長が講演しました。

国外広報イベント

海外での理研のプレゼンスを高めることをおもな目的として、American Association for the Advancement of



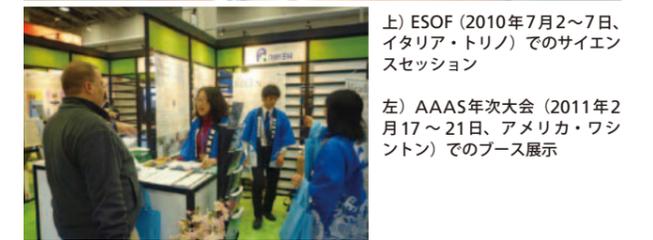
上) 科学講演会（2010年10月9日、丸ビルホール）、テーマ：人類社会と科学～低炭素・持続的社會を目指すグリーンイノベーションへ、来場者数：354名
中左) サイエンスセミナー（2011年3月30日、ハービスENT会議室）、テーマ：「こころ」の疲れと癒しの話、来場者数：87名
※ 2010年度に予定されていたほかの2回は東日本大震災の影響により次年度に延期
中右) サイエンスアゴラ（2010年11月19～21日、国際研究交流大学村）、来場者数：約6000名
下) 和光市制施行40周年記念講演会（2010年10月16日、和光市民文化センター）、来場者数：約280名

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) に出席しています。

2010年度は、7月にイタリアのトリノで行われた ESOF で、ブース展示と倉谷 滋グループディレクター（発生・再生科学総合研究センター形態進化研究グループ）らによるサイエンスセッションを行いました。2011年2月に行われた AAAS 年次大会では、ジャパンプースでポスターなどの展示を行ったほか、記者向けの説明会も開催しました。

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』と英文広報誌 RIKEN RESEARCH 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。



上) ESOF (2010年7月2～7日、イタリア・トリノ)でのサイエンスセッション

左) AAAS年次大会(2011年2月17～21日、アメリカ・ワシントン)でのブース展示



理研ニュースと RIKEN RESEARCH

人材育成

次代の研究者を育てる

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、連携大学院制度、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、こうした制度以外でも、理研は、多くの学生を研修生として受け入れ、指導を行っています。それに伴って、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2010年度末で約1300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、国際特別研究員（FPR）制度、国際主幹研究員（IRU）制度があります。理研のさらなる国際化をめざすため、外国人向け制度としてIRUとFPRを推進しています。

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、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、2010年度末までの累計はのべ約2600名（うち、

博士課程のべ約1400名）にのぼります。2010年度末現在、国内の34大学との間で連携大学院の協力を行っています（下の表）。

2010年度受け入れ数：約210名
（うち、博士課程 約110名）

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、上述の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年間で、その間に博士号の取得をめざします。

2010年度新規採用者数：54名
在籍者数：のべ131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33大学（右の表）、および国内の連携国際スクール覚書締結校（2010年度末現在、東京大学、東京工業大学など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年間で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、2010年度末までの累計は約80名です。その中から博士号取得者も出ています。

2010年度在籍者数：のべ67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）日本人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、

2010年度新規採用者数：37名
在籍者数：のべ122名

国際特別研究員（FPR）制度

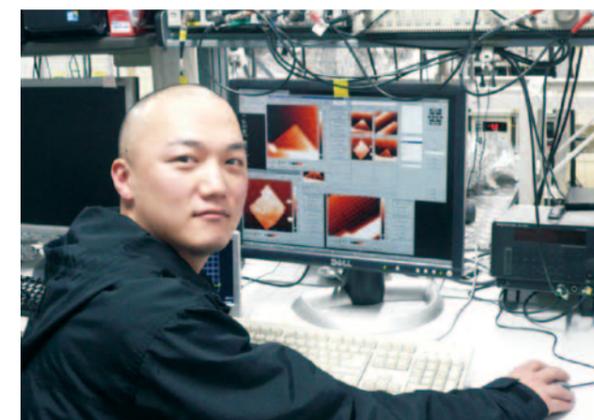
自然科学の博士号を取得した（見込みを含む）外国籍の若手研究者を理研の任期制研究員として採用し、理研が推進している研究課題を創造的かつ独創的な発想で研究してもらう制度です。世界に開かれた研究所として、積極的に外国籍研究者を受け入れ、国籍を超えて互いに切磋琢磨する研究環境を実現することをめざして2007年度に創設されました。FPRは公募・選考により採用され、契約期間は最長3年間で、

2010年度新規採用者数：20名
在籍者数：のべ54名

国際主幹研究員（IRU）制度

国際的に優れた研究業績をもつ若手研究者に、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。

2010年度採択数：2名、在籍者数：1名
独立主幹研究員在籍者数：5名（うち外国籍3名）



IPAとして理研で研究する外国籍大学院生

国内連携大学院一覧（2011年3月31日現在）

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

国際連携大学院協定校（2011年3月31日現在）

国/地域	大学	国/地域	大学
タイ	カセサート大学*	台湾	国立清華大学
中国	蘭州大学		国立陽明大学
	南京大学		国立交通大学
	北京科技大学	韓国	浦項工科大学校
	大連理工大学		成均館大学校
	湖南大学		漢陽大学校
	中国農業大学	インドネシア	パジャジャラン大学
	上海交通大学	ルーマニア	ガラーチ大学
	華中科技大学	ロシア	カザン大学
	復旦大学	スウェーデン	カロリンスカ医科大学
	東北林業大学	イギリス	リバプール大学
	華東理工大学	フランス	レンヌ第一大学
	吉林大学	ドイツ	テュービンゲン大学
	北京大學	イタリア	ローマ第2大学
	西安交通大学	ブラジル	ブラジル連邦セアラ大学
マレーシア	マレーシア科学大学	メキシコ	メキシコ国立自治大学
インド	インド工科大学ボンベイ校		

* IPAの前身制度（APA）による協定校

研究協力

世界と手をつなぐ

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.66 参照）も含まれます。

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

界における理研のプレゼンスを高めることにもつながっています。

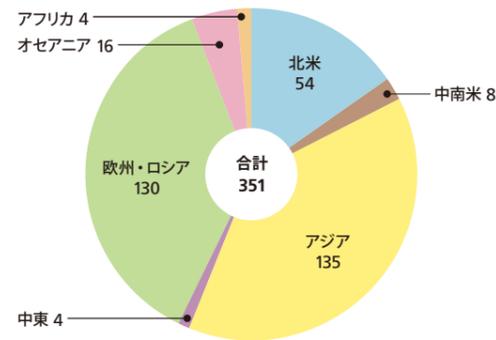
2010年度は、海外では韓国の国立ソウル大学校、中国の西安交通大学、カナダのマギル大学、イギリスのリバプール大学、国内では大阪大学との間で、包括的な協定（または覚書）を締結しました（下の表）。このほかにも、研究センターレベルの協定や連携大学院協定が新たに結ばれ、2010年度末現在、海外41カ国・地域との間で、のべ351の協定や覚書等を締結しています（下のグラフ）。

2010年度に締結した包括協定・覚書

相手機関	種類	発効年月
国立ソウル大学校 (韓国)	研究学術協力・交流包括協定	2010年5月
西安交通大学 (中国)	包括協力協定	2010年5月
マギル大学 (カナダ)	学術研究協力・交流覚書	2010年7月
リバプール大学 (イギリス)	学術研究協力・交流包括協定	2010年10月
大阪大学	基本協定書	2010年10月

※ 2011年3月31日現在、包括協定・覚書を締結した機関は、海外15カ国25機関、国内7機関

締結協定・覚書等の数の地域分布 (2011年3月31日現在)



イギリス・リバプール大学との協定調印式

産業界との連携

バトンゾーンを具現化する

理研は、産業界へ効率的に技術移転するためのモデルとして、「バトンゾーン」という概念（p.52 参照）を提唱しており、それを具現化する6つの制度・プログラムを運用しています（下の表）。これらは、イノベーション推進センターのもと研究チームを設置して実施するものと、全所的な制度として各研究センターにおいて実施するものに分けられます。ここでは、後者の3つの制度を取り上げます。

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。「産業界との融合的連携研究プログラム」が企業の課題を理研の研究成果を活かして解決することを目的としているのに対し、本制度は、企業が新たな事業を開拓するときに、理研の力を活かしていただくことを目的としています。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。応募は随時受け付けており、2010年度末現在、次の4センターが活動しています。

理研 BSI- オリンパス連携センター（p.41 参照）

理研 - 東海ゴム 人間共存ロボット連携センター（右の写真）

理研 BSI- トヨタ連携センター（p.41 参照）

理研 RSC- リガク連携センター（p.31 参照）

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・研究チーム

で受け入れることにより、企業の研究開発力を高めるとともに、理研と企業との交流を深め、「産業界との融合的連携研究プログラム」など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。連携促進研究員の人件費は企業が負担しますが、研究費は理研が負担します。毎年1～2回、募集を行っており、2011年4月現在、10社から14名が在籍しています。

理研ベンチャー支援制度

理研ベンチャーとは、理研の研究者が、自らの研究成果を普及・実用化するためにおこなった企業群のうち、一定の要件を満たすことにより認定を受けたものをいい、実用化を効率的に進められるようにするため、理研は、この制度に基づいて支援を行っています。具体的には、特許権などの実施許諾や共同研究に際して優遇措置をとっており、また、研究者が理研ベンチャーの役員になることを認めています。2011年4月現在、24社が理研ベンチャーとして活動しています。



理研-東海ゴム 人間共存ロボット連携センターが開発中の介護支援ロボット「RIBA（リーバ）」

産業界との連携制度

名称	概要	実施部署
産業界との連携センター制度	企業の中・長期的なテーマに取り組む制度で、連携センター名には企業名を冠することが可能	基幹研究所および各研究センター
産業界との融合的連携研究プログラム	企業のイニシアチブを重視して、企業研究者をチームリーダーとする研究チームを理研に設置して共同研究を実施するプログラム	イノベーション推進センター（p.52 参照）
連携促進研究員制度	企業の優秀な研究者を理研の研究室に受け入れ、新たな連携の可能性を追求する制度	基幹研究所および各研究センター
特別研究室プログラム	優れた研究者を招聘し、企業からの研究資金で運営するプログラム	イノベーション推進センター（p.52 参照）
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をめざしたプログラム	イノベーション推進センター（p.52 参照）
理研ベンチャー支援制度	理研の研究成果の普及または研究活動の活性化に有意義であると期待される企業を「理研ベンチャー」と認定し、支援する制度	基幹研究所および各研究センター

※ 2011年4月1日より

数字でみる理研の活動

2010年度のおもな数字

2759
発表論文数 2759 報
(2010 年)

23
被引用数上位 10% の
論文の割合 23%
(2009 年)

276
特許出願件数
276 件

715
許諾特許件数
715 件

3339
常勤職員数
3339 人

2814
研究系職員数
2814 人

95689000000
収入予算
956 億 8900 万円

36
女性職員比率
36%

568
海外からの
スタッフ受け入れ数
568 人

159
受賞件数
159 件

60.9
収入予算に占める
運営費交付金の比率
60.9%

18838000000
外部資金獲得額
188 億 3800 万円

研究成果

優れた論文を発表し続ける理研

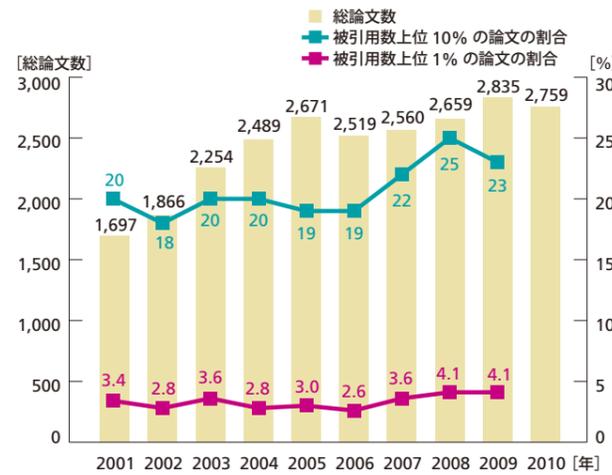
理研は、研究成果を論文や学会発表という形で、研究者コミュニティに向けて発信しています。理研の研究活動のレベルの高さは、論文発表数と被引用数のデータにはっきりと現れています。2010年の論文の被引用数は世界で

もトップクラスであり、研究機関ランキング*¹の順位も上がりました。

*1 トムソン・ロイター社プレスリリース (2011年4月13日付)

年間論文数とそれらの被引用状況

理研は2005年以降、年間2500報以上の論文発表を続けており、2010年は2759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2001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。2009年の被引用数上位10%の論文の割合は23%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。



出所：トムソン・ロイター社 Science Citation Index Expanded (2011年4月6日付)

論文の被引用数

理研の過去11年間の論文数は1万9414報で、これらの被引用数はのべ36万2564にのぼります。近年の特徴は、論文数の増え方に比べて被引用数の増え方が大きいことで、総被引用数のランキングでは、国内6位、世界110位と昨年より順位をあげました。

理研は、ライフサイエンス系の研究センターを多くもつことから、分野別の論文被引用数では、MOLECULAR BIOLOGY & GENETICS (分子生物学・遺伝学)、BIOLOGY & BIOCHEMISTRY (生物学・生化学)をはじめ、ライフサイエンス系の分野が多く登場しています。1論文あたりの被引用数は、分野の性格による違いがあるので一概には比較できませんが、IMMUNOLOGY (免疫学) や PLANT & ANIMAL SCIENCE (植物学・動物学) で高い数字が出ています。

理研の論文の被引用数に関するデータ

分野	論文数	被引用数	1論文あたりの被引用数
MOLECULAR BIOLOGY & GENETICS	2,255	82,696	36.67
BIOLOGY & BIOCHEMISTRY	2,724	58,639	21.53
PHYSICS	4,932	56,360	11.43
PLANT & ANIMAL SCIENCE	1,111	32,303	29.08
NEUROSCIENCE & BEHAVIOR	1,292	29,462	22.80
CHEMISTRY	2,350	27,905	11.87
CLINICAL MEDICINE	1,151	27,750	24.11
IMMUNOLOGY	417	17,285	41.45
ENGINEERING	1,226	6,710	5.47
MICROBIOLOGY	454	6,083	13.40
MATERIALS SCIENCE	385	3,763	9.77
ALL FIELDS*	19,414	362,564	18.68

* 上記11分野以外の分野も含む全分野
出所：トムソン・ロイター社 Essential Science Indicators (対象期間 2000年1月～2010年12月)

技術移転

理研の成果を社会に活かすために

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有用な「社会知」となる可能性をもっています。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

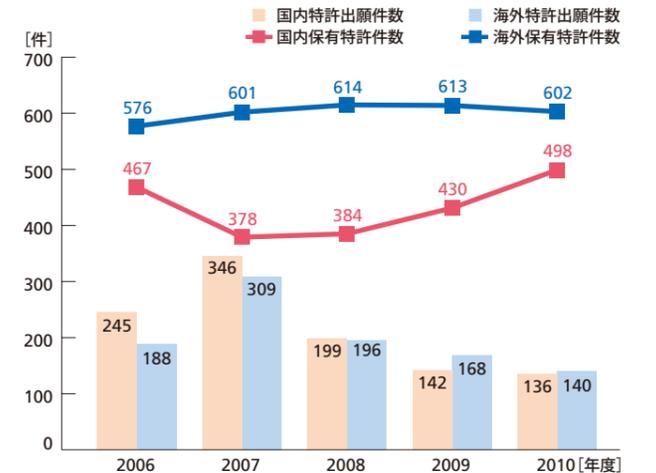
用していただくことは、イノベーション推進センター (p.62) や産業界との連携のための諸制度 (p.69) と並んで、野依イニシアチブの「4. 世の中の役に立つ理研」を実現するための重要な活動となっています。

特許出願件数と保有件数の推移

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に加え実用化コーディネーターが案件ごとにチームを組み、出願の段階から実施化の可能性等を検討しつつ、発明者との協議を行っています。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記載内容を強化することもあります。

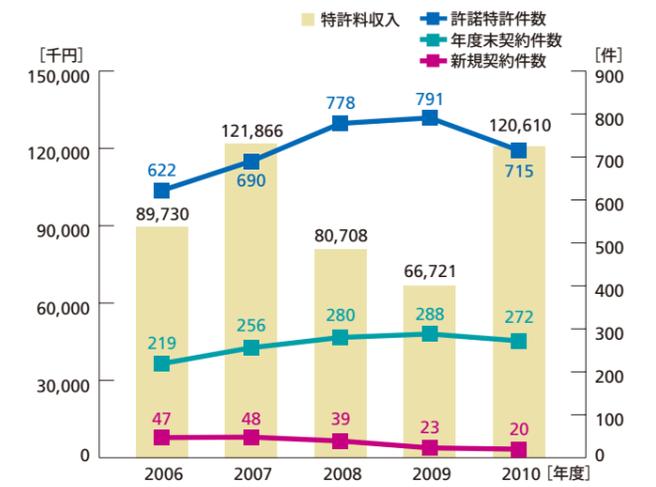
その結果、2010年度の特許出願件数は276件となり、実施化率*¹は26%と、中期計画の目標である20%を上回りました。

*1 実施化率=実施特許件数 / (保有件数+出願件数+審査中の件数)



実施特許件数と特許料収入の推移

保有する特許を企業に実施特許し、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。



実施特許の例
サフィニアローズ

人員

多様な人材を活かす理研

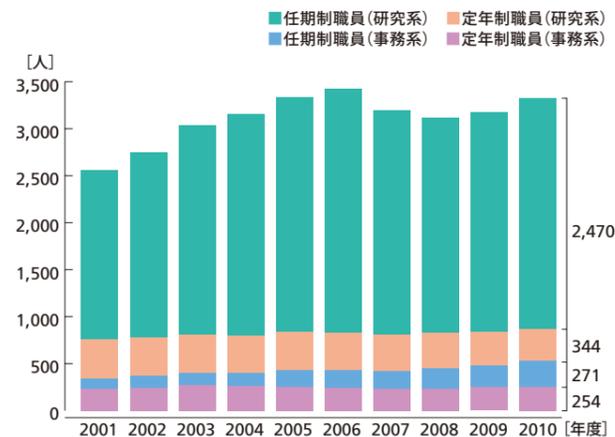
理研では、研究者の自由な発想に基づき研究を実施する主任研究員の研究室には定年制職員（定年まで雇用）をおもに配置し、年限を区切って集中的に取り組む研究センターなどには任期制職員をおもに配置しています。野依イ

ニシアチブの「3. 研究者がやる気を出せる理研」を実現するために、報奨金制度の導入など、さまざまな施策を行っています。また、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

2010年度末の常勤職員数は3339人で、その85%にあたる2814人が研究系職員、さらに、その85%にあたる2470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152人の増となっています。

理研の人員の推移



センター別常勤職員数※ (2011年3月31日現在)

センター名	人数 (人)
基幹研究所	679
バイオリソースセンター	121
放射光科学総合研究センター	98
仁科加速器研究センター	179
オミックス基盤研究領域	88
生命分子システム基盤研究領域	150
生命情報基盤研究部門	17
計算科学研究機構	27
脳科学総合研究センター	485
植物科学研究センター	124
ゲノム医科学研究センター	89
発生・再生科学総合研究センター	282
免疫・アレルギー科学総合研究センター	195
分子イメージング科学研究センター	84
計算生命科学センター設立準備室	50
社会知創成事業	1
イノベーション推進センター	66
創薬・医療技術基盤プログラム	5
バイオマス工学研究プログラム	21
次世代計算科学研究開発プログラム	35
新興・再興感染症研究ネットワーク推進センター	6
次世代スーパーコンピュータ開発実施本部	22
X線自由電子レーザー計画推進本部	43
情報基盤センター	25
その他事務等	447
総計	3339

※各センターに所属する基礎科学特別研究員(合計114人)、国際特別研究員(合計47人)を含む。

職員の資質向上につながるキャリアサポート

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、転身活動マニュアル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。

研究系職員の転身事例

Aさん	大学院で博士号取得	→	大学助手	→	理研協力研究員	→	機械部品メーカー研究開発部門
Bさん	大学院で博士号取得	→	国内外の大学・研究所	→	理研基礎科学特別研究員	→	大学講師
Cさん	大学院で博士号取得	→	国のプロジェクト	→	理研研究員	→	国際特許事務所
Dさん	大学院で修士号取得	→	理研テクニカルスタッフ	→	治験受託会社で品質管理		
Eさん	大学卒業	→	薬品会社	→	理研テクニカルスタッフ	→	研究職人材派遣会社で研究技術指導

男女共同参画

理研では、女性が全常勤職員のうち36%、研究系職員(PI*¹、研究員、テクニカルスタッフなど)でも36%を占めていますが、PIについては9%となっています。

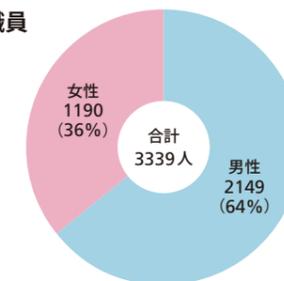
女性が働きやすい環境を整備するため、理研は法律で定められた産前産後休業(産休)、育児休業(育休)などの制度だけでなく、付加的な施策を行っています。和光、横

浜、神戸の3事業所に、託児施設を設けているほか、妊娠、育児中の研究系職員が支援者を雇う場合、その人件費を理研が負担する制度があり、多くの職員が利用しています(下の表)。

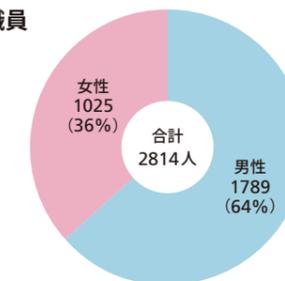
*1 principal investigatorの略で、研究室の主宰者のこと。

理研職員の男女比 (2011年3月31日現在)

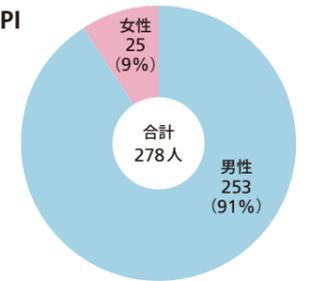
常勤職員



研究系職員



PI



和光事業所内にある託児施設「りけんキッズわこう」

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)

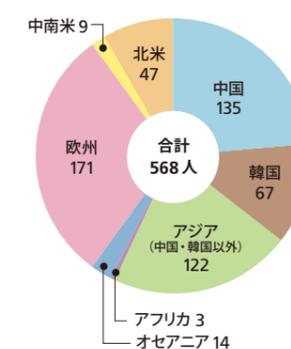
年度	2007	2008	2009	2010
利用者(人)	24	31	43	63

国際化の推進

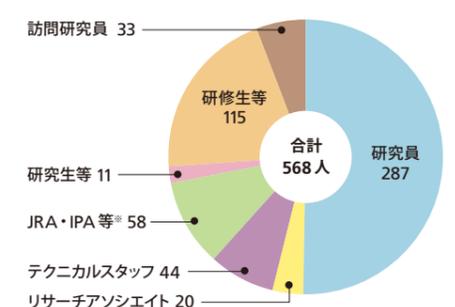
理研は、国際協力を研究推進の大きな柱と認識しており、世界各国から研究者や技術者、学生を積極的に受け入れています。海外からの研究スタッフは、2010年10月1日現在、568人で、前年より75人も増えました。特に、職員研究員が247人から287人へと大幅に増え、研究室の主宰者やチームリーダーにも外国人が増えています。

海外からの研究スタッフ受け入れ (2010年10月1日現在)

地域別



職種別



※JRA:大学院生リサーチ・アソシエイト
IPA:国際プログラム・アソシエイト

受賞

国際的な評価の高まりと若手の台頭

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。

2010年度は、のべ159件221名の受賞がありました。山崎敏光・研究嘱託（基幹研究所岩崎先端中間子研究室）が2010年秋の瑞宝重光章を、相田卓三グループディレクター（同研究所機能性ソフトマテリアル研究グループ）が2010年秋の紫綬褒章を受けたほか、林崎良英領域長（オミックス基盤研究領域）が先端的な研究に対して2つの賞を受けました。また、文部科学大臣表彰では8名が科学技術賞を受賞しました。

2010年度は、国際的に評価の高い賞も受けました。甘利俊一チームリーダー（脳科学総合研究センター脳数理研究チーム、理研特別顧問）が国際ニューラルネットワーク学会のGabor Award（毎年1名）を受賞し、北川進チームリーダー（放射光科学総合研究センター空間秩序研究

チーム）がトムソン・ロイター引用栄誉賞を受賞しました。川合眞紀理事、緑川克美領域長（基幹研究所先端光科学研究領域）、山崎泰規上席研究員（同研究所山崎原子物理研究室）、高木英典グループディレクター（同研究所電子複雑系機能材料研究グループ）が同時に、アメリカ物理学会のフェローに選ばれたことも大きなニュースです。

また、若手研究者も数々の賞を受賞しました。45歳以下を対象とする日本IBM科学賞と日本学術振興会賞を、平山秀樹チームリーダー（基幹研究所テラヘルツ量子素子研究チーム）と上田泰己プロジェクトリーダー（発生・再生科学総合研究センターシステムバイオロジー研究プロジェクト）がそれぞれ受賞し、若山照彦チームリーダー（同センターゲノム・リプログラミング研究チーム）が山崎貞一賞を受賞しました。文部科学大臣表彰の若手科学者賞も5名が受賞しました。

おもな受賞業績



林崎良英 領域長
(オミックス基盤研究領域)

日本遺伝学会木原賞 (2010年9月21日)
「大規模遺伝子解析による多様なRNAの発見と機能解析」

持田記念学術賞 (2010年10月22日)
「高等生物の全トランスクリプトーム解析によるRNA大陸の発見と医療データ基盤の構築」

生物の遺伝情報はDNAの塩基配列として保持されており、その配列がRNAに転写されて使われています。林崎領域長は、高等生物の全トランスクリプトーム（転写でできたすべてのRNA）をもう一度DNAに戻す（完全長cDNAとする）ことで解読しました。この結果をデータベース化した「遺伝子エンサイクロペディア」は、世界中で行われている遺伝子機能研究に貢献しています。さらに、従来は、哺乳類ゲノム（全DNA）のうち2%の領域しか機能していないと考えられていたのに対し、実際には70%以上がRNAに転写されていることや、タンパク質に翻訳されないノンコーディングRNAも従来知られていた数百種類だけではなく、転写でできたRNAの半数以上を占めることを明らかにしました。これらの発見は、RNAが情報伝達役にすぎないとされてきたこれまでの常識を覆し、解明されるべき未知の機能をもっていることを示すものです。



若山照彦
チームリーダー
(発生・再生科学総合研究センター
ゲノム・リプログラミング研究チーム)

山崎貞一賞
バイオサイエンス・バイオテクノロジー分野
(2010年11月19日)
「生殖工学を用いた新たな動物繁殖技術の開発」

若山チームリーダーは、哺乳動物の繁殖技術の研究に取り組み、体細胞の核を直接卵子へ注入するクローン動物作製法を考案し、マウスのクローン個体を世界ではじめて作製することに成功しました。現在、世界中のほぼすべてのクローンマウスは、若山チームリーダーの開発した方法でつくられています。さらに、若山チームリーダーは、この方法にさまざまな工夫を加えて、体細胞クローンES細胞を樹立する技術を開発しました。これにより、高齢不妊マウスからの子孫の作出、長期間凍結保存されていたマウス死体からのクローン個体の作出という画期的な成果をあげたほか、凍結乾燥した精子を用いた産仔の作出にも成功しています。一連の成果は、動物繁殖の基礎技術を確認するものであり、ライフサイエンスの基礎研究への貢献はもちろんのこと、遺伝子資源保全や優良家畜の産出など畜産業の発展への貢献が期待されています。



平山秀樹
チームリーダー
(基幹研究所テラヘルツ量子素子研究チーム)

日本IBM科学賞 エレクトロニクス分野
(2010年11月29日)
「AlGaN系半導体結晶の高品質化と深紫外LEDの先導的開発」

LED（発光ダイオード）は、半導体素子の一種で、電流を流すと発光します。このうち、波長220～350nm（1nmは10億分の1m）の深紫外光を発する深紫外LEDは、殺菌・浄水、各種医療分野、高密度光記録、公害物質の高速分解処理など、幅広い分野への応用が期待されています。しかし、従来の深紫外LEDは発光効率が低く、実用レベルの紫外光出力が得られていませんでした。そのおもな原因は、LEDに使われるAlGaN（窒化アルミニウムガリウム）系半導体材料の結晶に欠陥が多いことにありました。平山チームリーダーは、AlGaN系材料の高品質な結晶を成長させる独創的な技術を開発するとともに、素子構造にも独自の工夫を加えることで、実用レベルの高出力で連続動作する深紫外LEDを世界に先駆けて実現しました。これにより、深紫外LEDの実用化が進み、広範な応用が開かれるものと期待されます。



上田泰己
プロジェクトリーダー
(発生・再生科学総合研究センター
システムバイオロジー研究プロジェクト)

日本学術振興会賞 (2011年3月3日)
「哺乳類概日時計システムの設計原理の解明」

多くの生物には約1日の周期をもつ概日時計が備わっており、その周期は温度には依存しないことが知られています。上田プロジェクトリーダーは、マウスやヒトの細胞を用いて、この概日時計を構成する遺伝子ネットワークの設計原理を分子生物学と数理科学の手法を駆使して研究してきました。それにより、哺乳類の概日時計が20個以上の時計遺伝子からなる精緻なネットワークを構成することで発振し、朝、昼、夜の3つのタイミングをつくり出していることを明らかにしました。また、概日時計周期が温度に依存しないという性質は、特定の酵素が温度に依存しないで働くことに由来することを示唆しました。さらに、概日時計が停止する現象は、個々の時計細胞の同調が失われるために起こることを解明しました。これらの成果は、睡眠障害や時差症候群（時差ぼけ）の治療や、生体リズムに合わせて薬を投与する「時間治療」などへの貢献が期待されます。

予算

自己収入を増やし、メリハリのある支出を

収入について

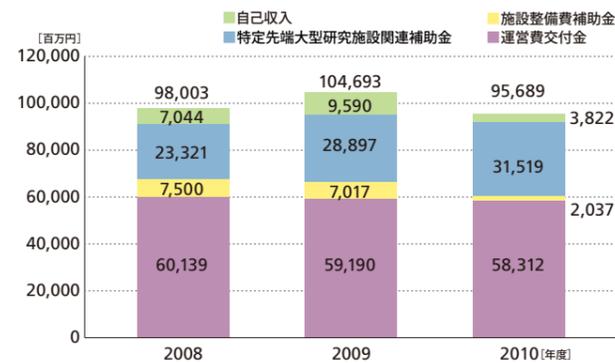
運営費交付金とは、独立行政法人の自主性・自律性のある業務運営の財源として、国としては使途の内訳を特定せず、独立行政法人の自己責任下における裁量を認めている資金のことです。運営費交付金の使用の適否については、事後評価に委ねられています。

施設整備費補助金は、土地・建物などの財産的基礎を構築するために国から使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、および京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。

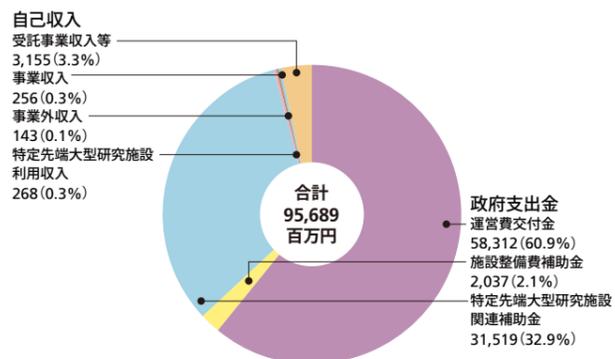
理研は、国からの財源措置だけでなく、自らが収入を獲得する努力を行っています。このように独立行政法人が自ら獲得した収入を自己収入と呼びます。自己収入には以下を計上しています。

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

最近3年間の収入予算の推移（当初予算）



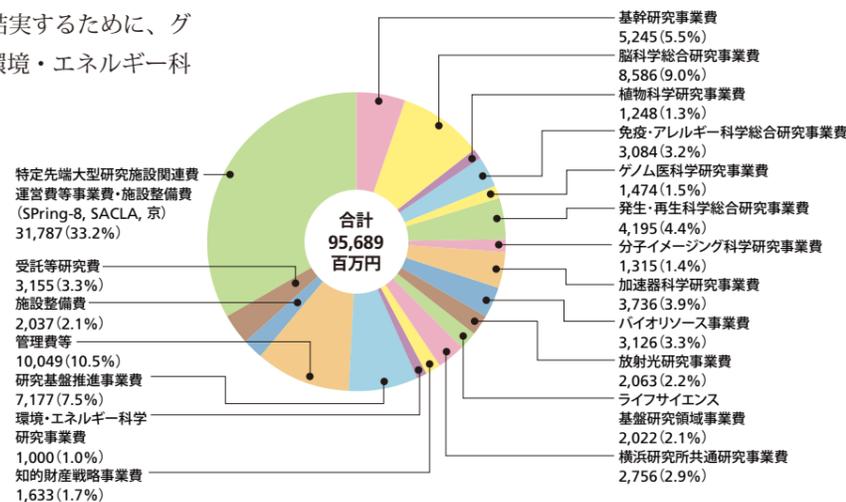
2010年度 収入予算の内訳（当初予算ベース）



支出について

運営費交付金が減額される中、理化学研究所では、さまざまな科学の知を集約して社会知へと結実するために、グリーンイノベーション達成に資する「環境・エネルギー科学研究事業」（社会知創成事業のバイオマス工学プログラムと基幹研究所のグリーン未来物質創成領域）を開始しました。また、ライフイノベーションの実現に向け、理研が生命科学を中心とする研究で培ってきた基盤技術をもとに創薬基盤プラットフォームを構築し、理研内外の創薬研究を支援する「創薬・医療技術基盤プログラム」（社会知創成事業）の予算を拡充しました。

2010年度 支出予算の内訳（当初予算ベース）



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、2010年度、本格的に開始された最先端研究開発支援プログラム（FIRST）は、理研が中心のものが2課題あり、ほかの課題に参加している研究者もいるため、大きな額になりました。

2010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	4,678	331
バイオリソースセンター	336	38
放射光科学総合研究センター	788	45
仁科加速器研究センター	287	55
オミックス基盤研究領域	262	28
生命分子システム基盤研究領域	1,331	36
生命情報基盤研究部門	74	4
計算科学研究機構	10	2
脳科学総合研究センター	3,191	219
植物科学研究センター	1,225	61
ゲノム医科学研究センター	1,054	21
発生・再生科学総合研究センター	1,085	83
免疫・アレルギー科学総合研究センター	784	102
分子イメージング科学センター	307	35
計算生命科学センター設立準備室	1,469	9
イノベーション推進センター	68	17
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	19	5
次世代計算科学研究開発プログラム	655	1
新興・再興感染症研究ネットワーク推進センター	145	1
その他*	23	8
合計	17,790	1,101

* 次世代スーパーコンピュータ開発実施本部、X線自由電子レーザー計画推進本部など

最近3年間の外部資金の獲得状況

項目	2008年度		2009年度		2010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	3,728	639	3,790	656	4,015	703
	厚生労働省・環境省科学研究費補助金	82	2	229	6	109	2
	科学技術振興調整費	-	-	55	2	210	5
	科学技術振興調整費 補助金	37	2	9	1	-	-
	科学技術振興機構実施関連事業	1,711	86	2,535	114	2,325	104
	キーテクノロジー研究開発の推進等 (文部科学省系事業)	2,925	22	6,193	30	2,257	32
	その他 (その他の府省系事業)	393	25	484	25	556	31
最先端研究開発支援プログラム関係	-	-	565	2	1,777	12	
小計	8,876	776	13,861	836	11,249	889	
2. 非競争的研究資金	受託	3,682	27	2,685	14	2,178	14
	政府受託研究	-	-	-	-	-	-
	政府関係受託研究	238	34	246	43	254	35
	助成	19	9	29	12	60	26
	政府関係助成金	167	24	152	31	65	19
共同研究	-	-	509	7	3,654	14	
補助金	-	-	-	-	-	-	
小計	4,106	94	3,622	107	6,211	108	
3. 海外助成および国内財団等助成金	375	94	273	81	330	104	
4. 民間受託	1,178	133	968	111	1,047	109	
小計	14,534	1,097	18,725	1,135	18,838	1,210	

* 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

(2011年3月31日現在)

理事長

野依良治 (工博)

理事

藤田明博

武田健二 (工博) ※2011年3月31日まで

古屋輝夫

川合真紀 (理博)

田中正朗

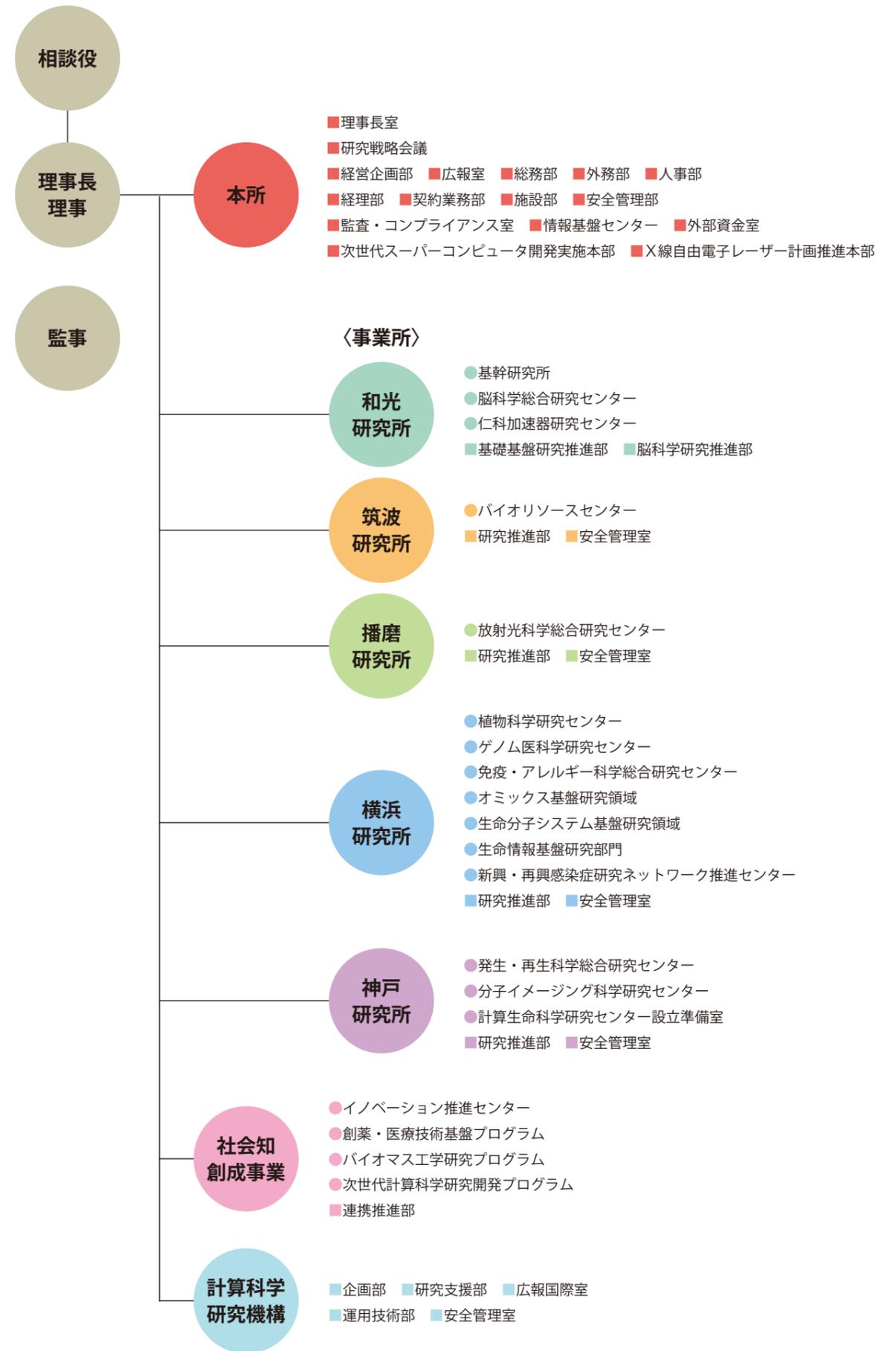
大江田憲治 (理博) ※2011年4月1日より

監事

廣川孝司

魚森昌彦 (工博)

左から、魚森昌彦 (監事)、大江田憲治 (理事)、川合真紀 (理事)、藤田明博 (理事)、野依良治 (理事長)、古屋輝夫 (理事)、田中正朗 (理事)、廣川孝司 (監事)



国内拠点

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
- 〒 351-0198 埼玉県和光市広沢 2-1
TEL : 048-462-1111 FAX : 048-462-1554

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**
 - 創業・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

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
 - **本所**
 - X線自由電子レーザー (XFEL) 計画推進本部 ※ 2011年3月31日まで
- 〒 679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1
TEL : 0791-58-0808 FAX : 0791-58-0800

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
 - 生命システム研究センター ※ 2011年4月1日より
 - HPCI 計算生命科学推進プログラム ※ 2011年4月1日より
- 〒 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
- 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

- **本所**
 - 次世代スーパーコンピュータ開発実施本部
- 〒 657-0047 兵庫県神戸市中央区港島南町 7-1-26
TEL : 078-940-5555 FAX : 078-304-4956

東京都内

- **横浜研究所**
 - 新興・再興感染症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

理研 -HYU 連携研究センター

Fusion Technology Center 5F, Hanyang University, 17 Haengdang-dong, Seongdong-gu, Seoul 133-791, South Korea
TEL : +82-(0)2-2220-2728 FAX : +82-(0)2-2220-2729

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