

# 第 1 期中期目標期間 実績報告書

自 平成 1 5 年 1 0 月 1 日

至 平成 2 0 年 3 月 3 1 日

独立行政法人理化学研究所

## 目次

はじめに	3
<序文>	3
<前文>	3
. 中期目標の期間	4
. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項	4
1 科学技術に関する試験及び研究	4
(1) 新たな研究領域を開拓する先導的課題研究	4
独創的・萌芽的研究の推進	5
先導的・学際的研究の推進	6
(ア) 基礎科学研究	6
(イ) 国際研究協力	15
(ウ) 放射光科学研究　：　平成 19 年度計画では(オ)	17
融合的連携研究	20
(ア) フロンティア研究システム	21
分子イメージング研究	28
(イ) ものづくり技術情報統合化システム	30
(2) 社会的要請に基づく重点的プロジェクト研究	31
脳科学総合研究	32
ゲノム科学総合研究	42
植物科学研究	48
発生・再生科学総合研究	54
遺伝子多型研究	61
免疫・アレルギー科学総合研究	65
バイオリソース事業	72
(3) 上記に加え、総合研究機関としての特徴を活かすため以下について取り組む。	84
戦略的研究の推進	84
競争的かつ柔軟な研究環境の醸成	85
最先端の研究基盤の整備・活用	88
研究者の流動性の向上と任期制研究員の処遇の改善	95
外部機関との研究交流	96
2 成果の普及及びその活用の促進	97
(1) 研究成果の情報発信	98

( 2 ) 生物遺伝資源の提供 .....	100
( 3 ) 研究成果の権利化、適切な維持管理 .....	101
( 4 ) 成果の活用の促進 .....	101
( 5 ) 広報活動 .....	103
3 施設及び設備の共用 .....	104
4 研究者及び技術者の養成、及びその資質の向上 .....	106
5 特定先端大型研究施設の共用の促進に関する業務 .....	109
6 評価 .....	112
7 情報公開 .....	115
. 業務運営の効率化に関する事項 .....	116
1 . 研究資源配分の効率化 .....	116
2 . 研究資源活用の効率化 .....	118
( 1 ) 事業の効率化 .....	118
調達に関する効率化 .....	118
情報化の推進 .....	119
大型施設の運転の効率化 .....	121
省エネルギー化に向けた取り組み .....	121
( 2 ) 管理の効率化 .....	122
管理体制の改革・事務組織の効率化 .....	122
事務処理の定型化等 .....	124
職員の資質の向上 .....	124
( 3 ) 「行政改革の重要方針」(平成17年12月24日閣議決定)に基づく対応 .....	126
. 財務内容の改善に関する事項 .....	128
V . その他の業務運営に関する重要事項 .....	135
1 . 施設・設備に関する事項 .....	135
2 . 人事に関する事項 .....	137
3 . 中期目標期間を超える債務負担 .....	139

## はじめに

本実績報告書は、第1期中期目標期間（平成15年10月1日～平成20年3月31日）の終了に伴い、独立行政法人通則法（平成11年法律第103号）第34条に定める、中期目標に係る業務の実績に関する評価を受けるにあたって必要となる当該期間の業務実績を以下のとおり報告するものである。

## 第1期中期目標期間の事業及び実績

### 【中期目標】

#### <序文>

独立行政法人通則法(平成十一年法律第百三号)第二十九条の規定に基づき、独立行政法人理化学研究所（以下「理化学研究所」という。）がその達成すべき業務運営の目標（以下「中期目標」という。）を定める。

#### <前文>

理化学研究所は、我が国随一の自然科学における総合研究機関である。理化学研究所の使命は、自ら築き上げた世界有数の研究環境を活用することによって世界有数の研究成果を生み出し、また、その成果を社会に還元することによって社会に最大限の貢献を行うことである。そのため、社会の要請に基づき、新しい研究領域を開拓するとともに、特に重点的な分野へ機動的に取り組む。また、財団法人理化学研究所の設立（大正6年）を始めとして約80年にわたり最先端の研究を実施してきた成果と実績に培われた、有形無形の資産を発展させる。具体的には、海外から研究員が参集するなどの高い国際性を発展させること、競争環境の醸成により研究活動の活性を高めること、国内外の大学、研究機関、企業等との連携を図り、また地域との信頼関係を発展させることである。さらに、人材の流動化へ積極的に取り組み若手研究員を積極的に登用、優れた評価制度を導入するなど科学技術システム改革を先導し、恒常的な自己改革を行う。これらをもって試験研究を行い、理化学研究所の目的である科学技術の水準の向上を図ることを期待する。

理化学研究所は、このような役割を果たすために定められた「中期目標」に基づき、中期目標期間における中期目標を達成するための計画（以下、「中期計画」という。）を作成し、業務を実施した。

中期目標の期間及び中期目標各事項に関する主な実績は、次のとおりである。

## ・中期目標の期間

理化学研究所の第1期における中期目標の期間は、4年6ヶ月（平成15年10月～平成20年3月）とする。

## ・国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

（ ．国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとすべき措置 ： 中期計画 ）

## 1 科学技術に関する試験及び研究

### 【中期目標】

（1）研究者個々の発意に基づき、既存の研究分野・分類にとらわれない柔軟な視点を持って、世界の動向を見据え、世界の最先端を行く新たな研究領域を開拓する。

物理学、工学、化学、生物学等の幅広い分野における独創的・萌芽的研究を実施し、将来の研究開発に重要なシーズを探索する。

探索したシーズを元に、先導的かつ学際的な総合研究を競争的環境の下で実施し、新たな研究分野の創出、実用化等につながる重要なシーズを育成する。

理化学研究所の研究成果や人材、国際的な研究動向と今後の展望を踏まえ、今後の発展が期待される分野であって、産業・社会への貢献が将来期待できる課題を戦略的に設定し、産業界等との連携を図りつつ、新たな知見を発掘し発信する。

この際、現在の我が国の研究システムの状況、今後のあるべき方向を踏まえて、新しい研究運営方法の開拓を目指す。

### 【中期計画】

#### （1）新たな研究領域を開拓する先導的課題研究

幅広い研究分野において、研究者の自由な発想に基づき設定した科学技術の先端的テーマに取り組むほか、新たな研究分野を作り出すため、既存の研究分野にとらわれない複合・境界領域研究を推進する。また海外の研究機関との有機的な連携により独創的な研究を展開するほか、今後の発展が期待される分野について、予め期間を区切って目標を定め理化学研究所の内外から必要な人材を結集することにより、その可能性を開拓するプロジェクト研究を推進する。なお、本中期目標期間中に終了する課題については、外部の有識者等による厳正な評価を行うとともに、研究者の円滑な転出に努める。具体的には別紙1に記述する。

### 【中期計画】

## 独創的・萌芽的研究の推進

物理学、工学、化学、生物学、医科学等の幅広い研究分野における独創的・萌芽的研究を実施し、それらを通じて将来の研究開発のためのシーズを探索する。そのため、主任研究員研究室が長期的視野に立って追究する研究テーマや研究者個々の発想にもとづく研究テーマについて、所内の競争的な環境のもと実施する。

### 【主な実績】

- ・ 理化学研究所の研究活動を活性化し、新たな研究分野創出の潜在力を一層高めるため、主任研究員研究室等（平成 19 年度では 50 研究室等）が、長期的視野に立って追求する研究課題を推進した。
- ・ 研究者個人の発想に基づく研究課題を推進するために、中央研究所長の所長裁量経費を主な競争的研究資金の財源として、若手研究者を対象として公募する「奨励研究制度」を設け、推進した。
- ・ 中期目標期間中に取り組んだ研究課題からは、下記のような優れた成果が得られた。

#### 「深紫外半導体レーザーの開発研究」

紫外における 50% 程度の内部量子効率発光を初めて実現し、電力注入による高出力発光に成功した。（特許出願 3 件。文部科学大臣表彰若手科学者賞(H17)、国際会議での招待講演 1 件 他）

#### 「1 分子蛍光イメージング法を用いたタンパク質構造状態の新規分析法の開発」

1 分子イメージング技術を構築し、アルツハイマー病の原因物質など変性タンパク質の新規分析法の確立を進めた。

#### 「電子相転移可視化のための広温度可変走査型トンネル分光法の開発」

温度磁場を系統的に変化させた原子解像電子状態マッピングを可能にし、高温超伝導体や強相関金属の電子状態に関して新たな知見を得た。（Nature Physics 2007, Vol.3）、国際会議での招待講演 10 件 他）

#### 「自己集積プラスチックエレクトロニクス」

異なる特性を持つ単分子膜のパターニングにより基板の表面エネルギーを制御し、溶液から自己形成する有機トランジスタを実現した。（Applied Physics Letters に発表予定（表紙））

以上のとおり、「独創的・萌芽的研究の推進」において得られた優れた成果は、今後の基礎科学研究への発展や実用化へ向けた基礎研究への展開等、さらなる進展が期待できることから、「独創的・萌芽的研究の推進」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、紫外での高い内部量子効率や紫外高出力 LED の実現は、次世代の高密度光記録用の光源、各種分析装置への応用が期待される深紫外レーザーの実現に直接的に貢献することが期待され、中期計画で想定していた以上の成果が得られた。

## 【中期計画】

### 先導的・学際的研究の推進

独創的・萌芽的研究により生まれた成果等をもとに、総合研究機関としての特徴を活かした学際的研究を実施することにより、未踏の研究領域の開拓、新たな研究分野の創出を図るとともに、将来の実用化につながる重要なシーズを育成する。そのため、複数の研究室による分野横断的な協力を基本とする柔軟な研究運営のもと、また国内外の大学、研究機関、企業等との新たな協力の枠組みの構築など、新しい研究運営手法を開拓しつつ、複合領域・境界領域における先導的な研究を実施する。

### (ア) 基礎科学研究

未踏の研究領域の開拓、新たな研究分野のたゆまぬ創出を目標として、所内の競争的な環境のもと、所内外の評価も踏まえ、特別に設定した研究費により、一定期間集中的な研究を実施する。これにより、我が国の科学技術を先導するとともに、産業や社会の発展に寄与する。

### (i) 新しい機能性物質の創成や新現象の解明を目指す物質科学研究

ナノテクノロジーをはじめとする我が国の物質科学研究は現在世界的に見てトップレベルにあり、この優位性を将来にわたり維持するためには、次世代への投資として基礎研究や共通基盤的な技術開発に取り組むことが必要である。そこで、最先端の研究インフラを最大限に活用することにより、空間・時間・エネルギー各々の極限領域における計測技術を自ら開発し、これらを用いることにより物質科学における新奇な現象を発見し解明する。さらに、これらの応用として、新しい機能性物質の創成を目的に、物質の物性・構造・機能を原子・分子レベルで超精密に制御する技術を開発する。これらの研究開発を通じて、世界的に優位にあるわが国の物質科学の研究開発力と産業競争力の強化を支える基盤を築く。

具体的な例としては、物理学、化学、工学を融合した新しい研究領域において、カーボンナノチューブやフラレンなどの原子・分子を基本単位として、これらを一つずつ観測・操作・制御・加工する基盤技術を開発し、そこで作製された構造体の基本的特性や物性を解明する。また、ナノスケールでの新機能量子デバイスの開発や電子の代わりに光子を用いた新奇ナノシステム構築のための研究を行う。さらに、新しい分子性機能物質の創成を目的として、最先端の分光技術を用いた分子間相互作用の解明研究を行う。

アト秒領域に迫る極短パルスコヒーレント光源など、世界をリードするレーザー技術を開発し、これを駆使して化学反応における超高速の電子挙動や固体デバイスにおける量子遷移等の解明研究を実施する。これらを通じて物性科学、材料科学に対する基本的理解を深め、次世代デバイス開発のための基盤技術を開発する。

独自に開発した低速多価イオンビーム操作技術を駆使し、表面軽元素の超高感度検出法な

ど、物性計測や材料評価から基礎物理学に至る幅広い研究開発分野の発展を支える技術開発を行う。

### 【主な実績】

- ・ ナノスケールでの新機能量子デバイスの開発や電子の代わりに光子を用いた新奇ナノシステム構築を行う研究では、ナノプラズモニック・メタマテリアルを利用した新しい光機能素子を世界に先駆けて提案した。また、カーボンナノチューブを用いた CMOS 型単電子インバーターなどの動作確認に成功した。
- ・ 先端の分光技術を用いた分子間相互作用を解明する研究では、二成分情報伝達系複合体の低分解能（4.8 Å）の構造を明らかにした。
- ・ 世界をリードするレーザー技術を開発する研究では、高次高調波のエネルギースケール則を確立し、世界最高強度の軟 X 線レーザーの発生に成功した。また、新しいレーザー加工法を考案し、従来、加工が困難であった材料の加工を可能にした。
- ・ 低速多価イオンビーム操作技術を駆使し、幅広い研究開発分野の発展を支える技術開発を行う研究では、自己組織化帯電と放電に関する新規現象を見いだしたほか、ナノサイズのイオンビーム生成に成功し、生細胞照射実験を開始した。また、他分野への応用が期待される全く新しい陽電子蓄積法を開発し、実用機の製作を開始した。
- ・ 電子複雑系の高度な機能と物性の探索を行う研究においては、量子スピン液体、高温超伝導体の電子自己組織化、分子性結晶中のディラック電子状態、などの新奇な電子相を発見した。
- ・ 水の特異な秩序構造やダイナミクス等の解明を行う研究においては、X 線発光分光およびナノスケールの水滴のフーリエ変換赤外分光を行い、理論解析によって純水の水素結合構造・電子構造を明らかにした。

以上のとおり、「新しい機能性物質の創成や新現象の解明を目指す物質科学研究」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、中期計画で想定した以上の成果として、下記のような優れた成果が得られた。

- ・ 世界最強軟 X 線レーザーパルスを用いて、世界に先駆けて軟 X 線領域での非線形光学現象を観測した。この成果は、X 線光学の分野に革新的な計測・解析技術や新しい粒子操作技術等をもたらし、ナノテクノロジーやバイオテクノロジー等の発展を支える基盤技術となるものと期待される。（Physical Review Letters, 2005, Vol. 94、平成 17 年 2 月 2 日プレスリリース）
- ・ マンガン窒化物の巨大負熱膨張効果を発見し（特許出願 3 件、Applied Physics Letters 2005, Vol. 87）、材料の市販化に至っている。この成果は、精密光学部品や精密機械部品など、既存の負膨張材料が担っていた様々な分野での利用にとどまらず、負膨張材料の用途や可能性を大きく広げるものと期待される。
- ・ ナノビーム生成においては、生細胞内小器官の選択的照射と生物効果という全く新しい研究



分野への展開が開始され、細胞内の限られた領域にイオンビームを照射することにより、細胞の構造や機能に関する新たな情報を得られるものと期待される。

なお、「新しい機能性物質の創成や新現象の解明を目指す物質科学研究」においては、高木英典主任研究員が H. Kamerlingh Onnes 賞 (H18) を受賞したのをはじめ、古崎昭主任研究員が文部科学大臣表彰 若手科学者賞 (H17)、鈴木俊法主任研究員と田原太平主任研究員がそれぞれ日本学術振興会賞 (H16、H17) 及び日本 IBM 科学賞 (H16、H18) を受賞している。

## 【中期計画】

### (ii) 生命と環境の総合的理解と分子的制御を目指す化学・生物学研究

人類社会が今後も健全に発展していくためには、ヒトをはじめとする様々な生物の生命活動を総合的に理解し、またそれを取り巻く地球環境において生じる多種多様な現象と共生していくことが不可避である。生命の理解のためには、ゲノム情報から順次要素を積み上げていく方法論のみならず、生命の基本単位である細胞内・細胞間の実相を生きた状態でありのままに観察・理解する新しい研究領域 ~Live Cell Science ~への展開が必要となる。また、環境問題の理解・解決のためには、環境中での汚染分子の振る舞いのみならず、生きた細胞と環境分子との相互作用の解明が不可欠である。そこで、これら生命現象と環境を、分子レベルでの精緻な連携システムという観点で捉え、生物学、化学、工学、物理学の様々な形での連携により、新たな研究手法の構築・装置群の開発を行い、これらを駆使した研究を実施することにより、複雑かつ高度な生命現象と環境を総合的に理解する。さらに、これらの研究成果に基づき、産業や社会に有用となる新しい技術・機能を創出し、21世紀に人類が直面する生命・環境の諸問題の解決に寄与する基盤を築く。

具体的な例としては、細胞レベルにおける諸反応に注目し、オルガネラから細胞、細胞から組織、器官、個体へという高次の階層への構築原理や制御機構を解明するとともに、これら諸反応の統合と最適化を試みる。そのために、蛍光を利用した細胞内タンパク質動態追跡技術や特異的酵素を利用した選択的阻害技術等を開発し、それらを駆使して細胞内制御因子を同定するなど、細胞内生命現象の様々な素過程の解明研究を行う。これにより、生命現象の基本となる情報伝達、物質輸送、細胞増殖、細胞分化等について、ゲノムからの積み上げのみでは到達し得ない高次生物機能としてとらえ基本的理解を深める。

細胞内における生体高分子と低分子有機化合物との間の多種多様な相互作用を総合的に解明し、生命機能の新しい調節物質 (バイオプローブ) の探索・設計・創製を行う。また、細胞周期・分化・アポトーシスの制御機構の解明を目的に、それらの現象における細胞内標的高分子を明らかにする。有機化学と分子生物学を融合した化学生物学的手法を進展させ、創薬科学の基盤構築のための知見や技術を蓄積する。

さらに、地球環境を守るための新しい研究領域の開拓を目指し、化学的手法、生物学的手法による環境汚染分子の分解科学、生分解性高分子やバイオプラスチックなどの材料合成科学、省資源・省エネルギー等に資する環境低負荷型の反応制御科学、DNA やタンパク質などの

生体分子が持つ選択性を活かしたエコバイオセンサによる環境影響の精密分析科学などに関する基礎研究を統合的に行う。これらにより、環境の保全から修復・改善に至る幅広い応用技術を開発する。

#### 【主な実績】

- ・ 細胞レベルから生命の階層性を理解する研究においては、再構成系とライブイメージングによってオルガネラの動態を解明し、筋分化、癌、形態形成を細胞内の事象から理解した。
- ・ 新規バイオプローブの開拓および化合物アレイ技術の開発を通して、化学と生物学の融合領域の創成ならびに創薬基盤研究に資した。
- ・ 環境の保全から修復・改善に至る幅広い応用技術を開発する研究においては、ダイオキシン炭素骨格を分解する放線菌の分解関連酵素・遺伝子群と発現制御機構を解明して、選択性の幅広い分解酵素への改変に成功した。

以上のとおり、「生命と環境の総合的理解と分子的制御を目指す化学・生物学的研究」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、中期計画で想定した以上の成果として、下記のような優れた成果が得られた。

- ・ 細胞内輸送におけるステロールの多彩な機能を明らかにし、細胞核内の分子装置が染色体構築と核・細胞質間輸送の双方に寄与することを発見した。
- ・ 高い原子効率の(無駄のない)化学反応を開発する過程で、独自の開発した触媒を用いて合成したビニルアセチレン誘導体が、単一発光物質として初めて白色発光を示すEL(電気励起発光)素子であることを発見し、今までにない新しい発光メカニズムを提案(J. Am. Chem. Soc. 2006, 128)した。

なお、「生命と環境の総合的理解と分子的制御を目指す化学・生物学研究」においては、袖岡幹子主任研究員が名古屋メダル Silver Medal (H19)、侯召民主主任研究員が日本学術振興会賞(H18)を受賞したのをはじめ、前田瑞夫主任研究員、太田邦史客員主管研究員(H18まで准主任研究員)がそれぞれ文部科学大臣表彰科学技術賞(研究部門)(H19)、長田裕之主任研究員がバイオインダストリー協会賞(H19)、前田瑞夫主任研究員が高分子学会賞(H17)を受賞している。

#### 【中期計画】

##### (iii) 元素の起源から物質創成の解明を目指す物理科学研究

20世紀の物理学は、原子に始まり、原子核、核子、クォークへと、より微細な階層へその対象を拡張し、それぞれの階層において特徴的な現象を明らかにしてきた。しかし、この物質をより細分化し理解する方向性では、ビッグバンに始まる宇宙において、元素が誕生し、物質が形成され、我々人類が暮らす現在の宇宙の姿に至ったかという過程を解明することはできない。そこで、あらゆる階層の物理学はもちろんのこと、関連するX線天文学、核化学、

放射線生物学などを含む幅広い領域の研究を機動的に連携させることにより、従来の細分化の方向性を採る科学手法である Reductionism (還元主義) から、逆に物を組み立て、その成り立ちを理解することを手法とする Holism (統合主義) への変革を図る。理論、実験、観測など様々な研究手段を駆使し、真空を出発点として、クォーク、核子、原子核、原子およびそれぞれの反粒子がどのようにして形成され、元素の誕生に至り、最終的に物質が創成されていくかという過程について解明研究を行う。

具体的な例としては、すべての基本法則を一つの原理から導き出すことを目指す視点から、究極の理論といわれる超弦理論の矛盾の無い定式化を図り、真空から粒子の“素”が生成される過程解明のための知見を得る。また、高速の不安定核ビームにより、宇宙初期や恒星内部での元素合成に関わる核現象を解析し、核子からより重い原子核が形成される過程について研究する。このように様々な階層における極限状態・特殊状態を明らかにし、また異なる階層において共通な性質を見出すことで階層間の関係を明らかにし、元素の起源から物質創成に至る過程の基本的理解を深める。

また、不安定核ビームなどの粒子線をプローブとして用いることにより、物質の微視的構造の研究、マルチレーザー技術の開発による生命活動の解析研究、放射線による遺伝的影響の分子レベルでの解析研究、バイオクロストーク機能研究など様々な応用研究を行う。

#### 【主な実績】

- ・ 物質の創成を恒星内部での元素合成から分析する研究においては、爆発的水素燃焼過程を解明するための実験手法の開発に成功し、さらに RI ビームファクトリーにおいて重い元素の合成を調べるための実験を考案した。また、素粒子と原子核の階層を繋ぐ3核子力の証拠を得た。
- ・ 反陽子の操作技術を進展させ、他グループを2桁程度しのぐ( $10^7$ )大量蓄積に成功したほか、独自の反水素生成・蓄積装置を開発し、反陽子の輸送・蓄積・冷却に成功した。さらに、mK領域への反水素冷却機構を見いだした。
- ・ 自発的に進化する系としての星の一生の総合的な理解を目指す研究では、ブラックホールやX線パルサーに生じる超高温プラズマの物理状態を明らかにするなど、星の活動性を多面的に解明した。

以上のとおり、「元素の起源から物質創成の解明を目指す物理科学研究」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、中期計画で想定していた以上の成果として、研究手法の開発の途中で、中性子と陽子がほぼ独立に運動するという、今までに知られていない原子核の状態を発見した。また、太陽フレアでの粒子加速のモデルとして日本海沿岸の冬期雷雲に注目した結果、雷雲からのガンマ線放射の検出に成功した (Physical Review Letters 2007, Vol. 99)。このような観測は世界でも稀で、今後、雷の発生メカニズムの解明や、宇宙での粒子加速の仕組みを理解すること

に役立つと期待できる。

なお、「元素の起源から物質創成の解明を目指す物理科学研究」においては、牧島一夫主任研究員が日本天文学会 林忠四郎賞 (H17)、The PASJ Excellent Paper Award 2006 (H18) を受賞したほか、高峰愛子ジュニアリサーチアソシエイト (当時) がロレアル - ユネスコ女性科学者日本奨励賞 (H18) 及び東京大学総長賞 (H18) を受賞している。

## 【中期計画】

### (iv) 先端技術開発

総合研究機関として、先端的科学技術の創出を指向した研究活動の一層の推進、ならびに先導的・基盤的研究の発展を図るため、科学技術の先端領域における研究を支援する高度な基盤技術や研究機器、シミュレーション技術を活用した新たな研究手法の開発研究を行う。

具体的な例としては、細胞レベルでの生命現象の解明を目的に、タンパク質の構造変化や輸送現象など生体分子の動態を、生きたままの細胞内においてミリ秒レベルの時間分解能でリアルタイムに観測する光学顕微技術を開発する。

また、新たな超伝導デバイス技術を駆使して、多くの情報を同時に検出可能な超高感度の多次元量子検出器を開発することにより、様々な測定データの質的向上を実現して、科学技術の発展を支える基盤を築く。

さらに、数多くの原理が複雑に絡み合う自然現象について、特に生体や生命現象を対象として、異なる複数の原理を同時に取り扱う多原理連成シミュレーションを行うための要素技術開発、ソフトウェア開発等を行い、関連分野への有用な応用展開を図る。

## 【主な実績】

- ・ 生体分子の動態をリアルタイムに観測する光学顕微技術を開発する研究においては、共焦点顕微鏡の性能向上などにより、生細胞内の膜系の精密な観察や分子動態の解析を可能にした。
- ・ 多くの情報を同時に検出可能な超高感度の多次元量子検出器を開発する研究においては、物理応用を目的とした低エネルギー陽子検出のための大面積 ( $500 \times 500 \mu\text{m}^2$ ) 超伝導トンネル接合素子を開発し、均一な特性を有する複数の素子の作製に成功した。
- ・ 生体や生命現象を対象として、異なる複数の原理を同時に取り扱う多原理連成シミュレーションを行うための要素技術開発、ソフトウェア開発では、シミュレーションのための基礎データである人体の形状モデル、物性値データベースを整備した。さらに、非侵襲的な臓器、物性値の計測法を開発すると共に、筋、内臓、肺、気管支、冠状動脈の情報を取得した。また、生体試料内部の3次元構造を  $1 \mu\text{m}$  の分解能で撮影する装置を開発すると共に、代表的な系統のマウス全身アトラスの構築、血管網の数値化データを構築することに成功した。
- ・ ナノ加工薄膜を用いた高感度毒性ガス検出のためのセンサ技術を開発する研究においては、気体透過性膜へのイオン注入により種々の毒性ガス検出特性を改善する技術を確立することができ、水素や一酸化炭素センサでの実用化に向け製品試作を行っている。

- ・ 観察、加工、解析の三位一体アナライザーテクノロジーの確立を目指す研究では、キーコンポーネント開発のための基本システムであるコアファブ리케이션・ベースユニットが完成した。

以上のとおり、「先端技術開発」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、中期計画で想定した以上の成果として、下記のような優れた成果が得られた。

- ・ 硬組織対応型の3次元内部構造顕微鏡の開発においては、生体組織の解析のみならず、工業製品内部の欠陥や構成元素を自動的に解析するシステムを開発することに成功した。これは、製品開発・評価などの工業の分野での活用が期待される。
- ・ 毒ガス検知のためのセンサ膜電極の改質に伴い、塩素検出における著しく応答速度が改善する条件が見出された。実用毒性ガス検出センサの有力な改良手段と考えられ、新たな応用展開が期待される。

なお、「先端技術開発」においては、大森整主任研究員が「ELID 研削加工技術」について、精密工学会蓮沼記念賞（H15）を、姫野龍太郎ユニットリーダーが日本バイオイメージング学会ベストイメージ・晝馬賞（H17）を受賞している。

#### 【年度計画】H17～19

(v) **先端光科学研究**：（中期計画には項目なし、平成19年度計画では（ウ））

光に関する科学技術は、基礎科学から光通信、レーザー加工等、広く産業にも貢献するものに成長してきた。近年では、ナノテクノロジーの進展等に伴い、光の新たな側面が様々な領域に影響を及ぼすようになってきており、光科学技術の新たな展開が期待されている。

理化学研究所では、光科学の研究として、コヒーレント科学研究、ハイブリッドレーザー・プロセッシング研究及び生体内タンパク質分子動態観測技術開発研究等を実施してきたが、これらの研究によって培われてきた技術をさらに展開させるため、これまで積上げてきた個々の研究ポテンシャルを活かし、特徴ある光源の開発を行うとともに、幅広い科学技術分野における光利用研究を総合的に実施する。実施に当たっては、理研内部の連携のみならず大学や研究機関等の外部機関との連携を行うなど、横断的・戦略的に推進していく。

具体的には、これまで可視光領域に限られていたフェムト秒レーザーやコヒーレント制御技術等において時間的・空間的・極限的に先鋭化することにより、これまでにない新規の光源を開発し、これを用いて、より微細な構造や、より高速の現象を観測し、さらにはこれらを制御することで新しい機能や材料を創造するエクストリームフォトンクス研究を行う。

#### 【主な実績】H17～H19

- ・ 軟X線領域のアト秒パルスを観測するアト秒自己相関計を開発し、初めてアト秒パルスの直接的な観測に成功した。
- ・ 共焦点レーザー顕微鏡の高性能化を行い、多色高速で世界最高の時空間分解能を達成した。

- ・ 近接場ラマン顕微鏡による DNA 塩基の単一分子レベルの検出感度を達成し、国内外にプラズモニクスという領域を開拓した。
- ・ DNA 塩基対のモデル、7-アザインド - ル二量体の二重プロトン移動反応機構についての世界的論争に決着をつけるフェムト秒蛍光ダイナミクスを観測し報告した。

以上のとおり、「先端光科学研究」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、アト秒パルスの研究においては、30 アト秒という驚異的な分解能を達成し、アト秒パルスの電場構造を明らかにした。この成果により、物質内部の超高速現象がこのレーザー光によって解明されることが期待される (Physical Review Letters 2006, Vol. 97) 等、中期計画で想定していた以上の成果が得られた。

なお、緑川克美主任研究員が文部科学大臣賞 科学技術賞を受賞 (H18)、IEEE フェロー (H18) に選ばれたのをはじめ、河田聡主任研究員が紫綬褒章を受章 (H19)、産学官連携功労者表彰 文部科学大臣賞を和田智之研究ユニットリーダーが受賞している (H19)。

#### 【年度計画】H18～H19

(vi) 物質科学基礎研究 : (中期計画には項目なし、平成 19 年度計画では (エ))

「分子」は我々の世界を構築する最も重要な物質単位の一つであり、生命現象、化学反応、電気・磁気・光学的現象等を理解し、さらに制御するためには、「分子」及びその集合体の本質的理解が不可欠である。

このため、これまでの研究で培った基礎的理解をさらに展開し、「分子」が協奏的に作用を及ぼし合って連携する分子システムの統一的原理を構築するとともに、新奇な分子デバイスの開発や生体物質の機能の電子論的解明を目指し、分子アンサンブル研究を行う。

#### 【主な実績】H18～H19

- ・ 二成分情報伝達系ヒスチジinkinナーゼとレスポンスレギュレーター複合体の 3.7 Å 分解能の構造を決定した。
- ・ 30 種以上の蛍光タンパク質の構造を決定した。
- ・ NMR による生体高分子の構造の迅速測定法を開発した。
- ・ 分子を用いた双安定整流素子動作を世界で初めて発見し、分子性導体のデバイス化への道を拓いた。

以上のとおり、「物質科学基礎研究」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、ヒスチジinkinナーゼの触媒部位の構造が非常に柔軟である事を発見し、二成分情報伝達系における分子内および分子間情報伝達の機構を分子レベルで理解することに大きく寄与した。二成分情報伝達系は、動物には存在しない事や病原菌などの生活環に深く関わっていることなどから、副作用の無い薬の開発の基盤情報となることが期待される。また、分子結晶内

の二次元的な層の中で電子が 2 個ずつペア（対）になって規則的に整列する現象を世界で初めて発見した（J. Phys. Soc. Jpn. (2006)）。この分子結晶はわずかな圧力をかけると絶縁体から超伝導体となり、そのメカニズムが注目されている等、中期計画で想定していた以上の成果が得られた。

**【マネジメント実績】**：（上記項目 及び（ア）に対応）

上記研究活動を実施する中央研究所では、幅広い研究分野において、研究者の自由な発想に基づいた独創的研究を行う先導的研究組織としての役割を果たしてきた。今後ともその立場をさらに強固なものとする研究体制を確立すべく、特に、若く優れた研究者が自立的にはつらつと創造的研究開発を行うとともに、主任研究員が分野を代表するリーダーとしてより強固な位置づけとなるべく組織改革を進めている。具体的な取組実績は以下のとおり。

1. 人材の育成

- (i) 「准主任研究員研究室制度」：主任研究員研究室とは別途に、独立の研究室を主宰する「准主任研究員研究室制度」を平成 18 年度より開始した。長期的視野を持った若手の自律的研究者に独立した研究室を主宰させ、将来の科学技術分野のリーダーを育成することを目的としたものである。これまでに採用した准主任研究員のうち 1 名が東京大学教授として転出している。
- (ii) 「特別任期制職員」：定年制研究員としての採用に先立ち、特別任期制職員（任期 5 年、着任 3 年後に定年制移行審査を受ける）として採用する方式を平成 16 年度より導入した。既に十分な研究実績を有した人材を採用するだけでなく、優れた研究人材の確保・活用を一層図るため、将来の理研の中核を担い得る若手人材を採用し育成することや、研究・支援能力や適正を見極めることを目的としたものである。
- (iii) 「専任研究員 / 専任技師制度」：年功序列ではなく、若くても優れた個性ある研究者・技術者を登用（昇格）できるシステムとして、専任研究員 / 専任技師制度を 19 年度より開始した。従来必要としていた経験年数に満たなくても、同程度あるいはそれ以上の業績を有している者について積極的に登用することが可能であり、優れた研究人材の活用を一層進めるものである。
- (iv) 「研究ユニット制度の拡充」：外部研究資金によって自律的に研究課題を実施する研究者に対して当該研究活動を主導的に推進する場を提供し、将来独立するための研究室運営の機会を与えることを目的とした研究ユニット制度の拡充を図った。平成 20 年 3 月現在 12 ユニットの推進中である。この制度を活用したユニットリーダーは、東京大学教授 1 名、大阪大学教授 1 名等、自律的な研究職へと転出し、活躍の場を広げている。
- (v) 「研究奨励ファンド」：活気ある若手研究者を育成するため、中央研究所のみならず、仁科加速器研究センター並びに放射光科学総合研究センターとの連携により、定年制、任期制を問わず若手研究者個人の意欲的な研究を奨励することも目的とした「研究奨励ファンド」を

実施した。主任研究員のアドバイスのもと、公募から選考に至るまでの運営を若手研究者に任せることで、研究を評価する経験を積ませ、「サイエンスの目」をもつ人材を育成するものである。

## 12. 他機関との連携強化

- (i) 新分野創出のための所内外の連携推進として、フロンティア研究システムとともに、中国科学院・化学研究所との研究協力協定（H19年8月）及びハーバード大学芸術科学部と覚書を締結（H19年10月）した。
- (ii) さらに、共同研究・人材交流を通じ、新研究領域の開拓とそれを担う人材を育成するために、北海道大学電子科学研究所の連携研究室を理研内に設置した。（H19年12月）

## 3. 全所的・長期的展望の議論の場の設定

- (i) 「理研科学者会議」：主任研究員が中心となって、各研究組織にとらわれない自由な発想で議論し、長期的な視野で将来の研究の方向性を理事長に提言するシステムの構築に向け検討してきた結果、「理研科学者会議」が平成17年1月に設置された。

主任研究員だけでなく、理研の他センターのプロジェクトディレクター等も含めた中から選出された約30名のメンバーから構成されており、長期的視野に立って実施すべき研究分野の提案や研究の効率的な推進に必要な方策の立案等について、理事長への具申や理事長からの諮問に対する答申を行っている。

## 【中期計画】

### (イ) 国際研究協力

我が国の研究水準の向上と国際貢献を目的として、諸外国との科学技術協力協定等に基づき、世界有数の研究施設や高い研究ポテンシャルを有する研究機関等との有機的かつ双方向の連携により独創的な研究の実施を図る。

日米科学技術協力協定とそのもとにおいて締結された基礎科学技術分野における包括的实施取り決めのもと、米国ブルックヘブン国立研究所との国際研究協力においてスピン物理研究を実施する。また、日英科学技術協力協定のもと、英国研究評議会中央研究所（英国ラザフォード・アップルトン研究所）との国際研究協力においてミュオン科学研究を実施する。

### (i) 基本粒子の構造の解明を目指すスピン物理研究

陽子の構造、特にそのスピン構造が、現在の物理理論の破綻を直接的に示すことが明らかとなっており、基本粒子の構造の解明において、重要な問題となっている。

偏極陽子ビームを世界最高強度で衝突させることが可能な米国ブルックヘブン国立研究所の重イオン衝突型加速器 RHIC を用いて、陽子のスピン構造を明らかにする。これにより、全ての物質の根源的な理論の一つである量子色力学を検証し、基本粒子の構造の解明に必要な



知見を蓄積する。

### 【主な実績】

- ・ ビームと同方向に偏極された陽子を用いて実験を行い、90度方向に生成される中性中間子の生成ヘリシティ非対称度の測定を行った。この測定によりグルーオン偏極に関するいくつかの理論モデルを棄却する実験データを得た。
- ・ 平成15年度より行ってきた中性中間子の生成ヘリシティ非対称度の測定は、最終的にグルーオン偏極に関するいくつかの理論モデルを棄却する実験結果となり、Physical Review Letters に掲載された。
- ・ これまでの10倍に及ぶ偏極陽子衝突のデータを蓄積することに成功した。このデータにより、初めて、核子内グルーオンの偏極度が直接測定され、その結果により、いくつかの理論モデルが棄却され、陽子のスピン構造に対する重要な知見が得られた。
- ・ 偏極陽子衝突加速器としてのRHICの性能は順調に向上し、衝突エネルギー200GeVにおける平均ルミノシティとして $2 \times 10^{31} / \text{cm}^2 / \text{s}$ 、平均ビーム偏極度として60%が達成された。さらに、これまでに蓄積した積分ルミノシティは、10/pbに達した。
- ・ 中性中間子の測定で得られた結論は、グルーオンの陽子スピンへの寄与が非常に小さいというものであった。この結果は、計画を立案した時点で予想された結果を大きく覆すものである。現在、この最終結果を論文に纏める作業が進行中である。

以上のとおり、「基本粒子の構造の解明を目指すスピン物理研究」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

特に、グルーオンの陽子スピンへの寄与が非常に小さいこと及び超前方中性子生成が大きな非対称度を持っていることは、従前の予想を覆した新しい発見として特筆すべきことであり、さらに、摂動論的QCD理論計算が実験結果を見事に再現するという新しい知見も本プロジェクトで得られた重要な成果である。このように、中期計画で想定していた以上の成果が得られた。

### 【中期計画】

#### (ii) 様々な研究開発の発展に資するミュオン科学研究

世界最高強度のパルス状中性子発生装置である英国ラザフォード・アップルトン研究所の陽子加速器ISISに敷設した大強度ミュオン発生装置を用いてミュオンビーム利用技術開発を行う。これにより、機能材料や生命科学材料の電子構造等物性研究を行い、さらにミュオン触媒核融合に必要な技術開発を行う。

### 【主な実績】

- ・ 英国ラザフォード・アップルトン研究所で発生させた大強度ミュオンビームを用いて、ミ

ユーエスアール法( $\mu$ SR法)による高温超伝導体などの物性研究を実施した。

- ・ミュオン触媒核融合過程において、トリチウムの崩壊に伴って生じるヘリウムの水素標的中での蓄積効果の測定を行い、新奇な現象を観測した。
- ・2次元モット転移型有機物質、酸化物高温超伝導体、強相関系物質等の物性研究を展開するとともに、高圧下 $\mu$ SR実験装置を開発した。ミュオン触媒核融合研究では、dt系で懸案となっていた、核融合サイクル率に磁場依存性がないこと(0-3.3T)を実証した。
- ・充填型スクッテルダイト  $\text{SmRu}_4\text{P}_{12}$  において、金属 - 絶縁体転移点以下での内部磁性発生の観測により、自発的時間反転対称性の破れを明らかにし、新奇電子状態の八重極秩序発現の可能性を示した。
- ・鉄イオン電荷移動錯体中の鉄イオン間の電子移動、充填型スクッテルダイト  $\text{SmRu}_4\text{P}_{12}$  の多重極秩序状態、ランダムネスのある量子スピン系のマグノンの励起状態等を世界で初めて観測した。
- ・ミュオン触媒核融合研究では、オルソ又はパラ状態の  $\text{D}_2$  ガスを用いた d-t 系及び d-d 系の実験が行われ、これらの核融合率は理論計算と逆の依存性を示した。
- ・SR法を用いた物質内磁場構造解析による物性研究やミュオン触媒核融合現象の研究を実施するとともに、 $\mu$ SR法を用いた多重の極限状態における物性実験技法の開発を進め、世界で初めて、電荷移動型金属錯体の Fe と Fe イオン間の電荷移動のダイナミクスを観測し、電荷移動周波数を決定した。

以上のとおり、「様々な研究開発の発展に資するミュオン科学研究」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、世界最高強度のパルス状中性子発生装置である陽子加速器 ISIS に敷設した世界最大強度ミュオン発生装置を使用して酸化物超伝導材料や燃料電池材料等の機能材料に関する電子構造等物性研究においては、世界最大強度のパルス状ミュオンビーム方向の特性を十分に利用したスピンと電荷の自由度の結合に関する解明や、産業利用としての燃料電池の性能向上のための材料開発研究等、最先端の電氣的磁氣的性質の解明に大きく寄与するなど、中期計画で想定していた以上の成果が得られた。

## 【中期計画】

### (ウ) 放射光科学研究 : 平成 19 年度計画では(オ)

世界最高の輝度と干渉性を有する大型放射光施設 (SPring-8) の性能を最大に発揮することのできる分野として構造生物学を中心とした生命科学研究及び物質科学研究を実施するとともに、理研専用のビームラインの研究開発を含む先端技術開発を実施することにより、新領域・境界領域の研究を切り拓く。

#### (i) 生命科学研究

生体高分子の原子分解能構造データに基づく原子・電子レベルの化学的理解と、複合体構造に基づく細胞生物学的な機能を理解することにより、最小機能単位と複合機能構造に立脚した生命系の立体的な解明に挑む。また、各種測定解析技術を開発し、理化学研究所内外の研究者との有機的な連携を保ちつつ、その研究成果を応用した生体膜結合分子の構造と動的变化や、高度好熱菌をモデル生物とした最小単位の生命現象について解明を行う。

#### 【主な実績】

- ・ モデル生物である高度好熱菌で得られたタンパク質の構造解析データの一部を研究の幅をより一層広げるために共有し、シーケンスデータ、アノテーション情報のデータベース化し、公開した。
- ・ 生体高分子の原子分解能構造データに基づく原子・電子レベルの化学的理解と、複合体構造に基づく細胞生物学的な機能を理解することにより、最小機能単位と複合機能構造に立脚した生命系の立体的な解明を行った。
- ・ 理研ビームラインを用いて、動的結晶構造解析（小角散乱）、静的結晶構造解析（MAD法）及び活性部位観察（XAFS）等を実施し、また、それらに資するタンパク質結晶化技術の向上を図るなど、各種測定解析技術を開発した。
- ・ X線結晶構造解析に関する高い研究技術をもってタンパク質の立体構造解析を実施しただけでなく、ロボットの開発と導入によりタンパク質結晶からの回折データ取得の自動化によってタンパク3000プロジェクトにも貢献した。
- ・ これまで謎であったアクチンフィラメントと動きを調節するタンパク質との結合の様子を観測することに成功し、生体膜結合分子の動的变化の一端を解明した。
- ・ 超好熱菌由来のタンパク質「PhCutA1」が、既知のものより30 近くも高温である148.5 という熱安定性を持ち、その安定性が分子表面一面に広がったイオン結合によることを解明するなど、高度好熱菌をモデル生物とした最小単位の生命現象について解明を行った。
- ・ シトクロム P450StaP がインドロカルバゾール骨格材料のクロモピロリン酸（CPA）と結合した複合体を結晶化し、酵素がインドールカチオンラジカルという特殊な中間体を經由し、目的の骨格を作り出すことが明らかとなった。
- ・ 特に、構造生物学分野での研究成果が国際的な学術誌に多数掲載された。

以上のとおり、「生命科学研究」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、中期計画で想定した以上の成果として、炎症免疫における強い病理や生理反応を引き起こすロイコトリエン  $C_4$  合成のキー酵素であるロイコトリエン  $C_4$  合成酵素の立体構造を世界で初めて明らかにし、合成の仕組みを解明した。これによって、例えば花粉症、慢性喘息など、未だ十分な薬が無い慢性アレルギー疾患に対する、新たな作用機序を持つ抗炎症抗アレルギー創薬につながると期待される。

## 【中期計画】

### (ii) 物質科学研究

高輝度の放射光を利用した電子状態、磁性状態、ナノ物性を研究することにより新物質の探索に寄与するため、半導体、金属、超伝導、磁性などの物質の持つ多様な性質を発見・解明する。また、理化学研究所内外の研究者との有機的な連携を保ちつつ、物質の動的変化や化学反応過程、表面界面状態、触媒反応の解明をすると共に、放射光とレーザー光などを利用した複合実験による新たな研究手法を開発する。

## 【主な実績】

- ・ 理研ビームラインを利用して量子効果が顕著な磁性体についてX線磁気散乱、吸収及び発光の測定を行い、これらの磁性体における磁気構造や電子状態についての実験を行うとともに、量子材料研究に関する知見を蓄積した。
- ・ 機能性物質の電子密度レベルの精密構造解析による物質機能の解明及び時間分解構造解析に関する知見を発展させることを目指して、量子材料研究等を行った。
- ・ 38テスラの超強磁場内で線回折測定を行い、結晶格子定数が階段状に変化する現象を発見し、磁性体中原子のスピンの外部磁場に影響を受けることで、磁性体の結晶サイズが段階的に伸縮する現象を発見した。
- ・ 書き換え可能な相変化光ディスクDVD-RAMのナノ秒オーダーで生じる構造変化を観察し、物質の超高速の動的変化を明らかにした。
- ・ 量子秩序連携研究グループを発足し、所内外の研究者との有機的な連携を保ちつつ、物質の動的変化や化学反応過程、表面界面状態、触媒反応の解明をした。
- ・ 放射光とレーザー光などを利用した複合実験による新たな研究手法を開発した。
- ・ よく知られている鉄を含む物質「スピנקロスオーバー錯体」において、光と電子の新しい相互作用を発見し、世界で初めて光スイッチング素子としての可能性を見出した。
- ・ 物質の機能をつかさどる電子を選択的に可視化することに成功した。さらに、マンガン酸化物など巨大磁気抵抗効果を示す物質で電流が流れにくくなる起源を解明した。

以上のとおり、「物質科学研究」においては、十分に中期計画の目標を達成した。さらに、理化学研究所内外の研究者との有機的な連携研究の成功によって、記録媒体などの工業的利用に直結しやすい物質の研究がより推進され、報道にも多く取り上げられるなど社会的関心も集め、中期計画で想定していた以上の成果が得られた。

## 【中期計画】

### (iii) 先端技術開発

物理科学、生命科学の両分野において、革新的な成果をもたらすと期待される高輝度・高干渉性を兼ね備えた未踏領域の光源技術開発・手法開発を行うとともに、実証的な利用研究

を遂行する。また、従来の SPring-8 利用においても、放射光科学をリードする革新的な成果の輩出のため、各研究分野の要望に応える高効率、高精密な測定を行い得るビームラインを開発し、世界の研究動向を見据えた戦略的な利用研究を遂行する。

### 【主な実績】

- ・ ミニギャップアンジュレータ及び高加速勾配型・超低エミッタンス電子ビームを発生する入射用電子発生装置等の研究開発を実施した。
- ・ SASE（自己増幅自発放射）方式の超高干渉性放射光（X線自由電子レーザー）発生装置のプロトタイプ製作及びその実証実験を行った。
- ・ このプロトタイプ機において49ナノメートルの波長域でのレーザー発振に成功し、国内初の真空紫外領域の超高輝度レーザー光源を実現した。
- ・ 高コヒーレントX線用光学素子作成に関しては、非球面超平坦X線ミラーを用いた極限集光評価実験を行い、当初の目標を実現した。
- ・ 物質科学研究に必要な軟X線ビームライン（BL17SU）の研究開発を実施し、BL17SUにおいて、新型可変偏光型挿入光源からの放射光を基幹チャンネル部の蛍光板にて初めて観測できた。
- ・ SPring-8が発生する世界最高の放射光の性能を最大限に引き出し、利用することを目指してX線3次元顕微鏡実現に向けた実証データを収集した。
- ・ 硬X線領域におけるシーディングに向けて、真空紫外領域のレーザーを用いたシーディングの基盤技術開発を推進し、波長160ナノメートルでのシード型自由電子レーザーの発振に成功した。
- ・ 各研究分野の要望に応える高効率、高精密な測定を行い得るフェムト秒領域の超高速現象の検出に向けて、時間タイミングの精密制御技術の開発を行った。
- ・ 放射光戦略利用について内外の研究動向調査を実施し、その結果を踏まえて各分野における要望に応えるよう、SPring-8のさらなる可能性を開拓と優れた成果の創出を目指した。

以上のとおり、「先端技術開発」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、X線自由電子レーザー発生装置のプロトタイプ機を建設後、速やかにレーザー発振に成功させる等、中期計画で想定した以上の成果が得られた。また、東京大学等と連携して光イオン化過程の観測に成功するなど、プロトタイプ機の極めて強力な光を提供することによって、新しい分子科学の領域を拓いた。

### 【中期計画】

#### 融合的連携研究

今後の発展が期待される分野であって産業・社会への貢献が期待できる課題について、最先端の研究シーズと産業・社会のニーズを橋渡し・融合して新たな展開・応用を図るため、予め期間を限って目標を明確に定め、流動的に多分野の研究者を結集し、産業界等との連携

を図りつつ課題を推進する融合的連携研究を実施する。

また、先見性、独創性のある新たな研究運営を試行的に実施し、我が国の研究システム、産学官連携の仕組みの改革における先導的役割を果たす。このため、権利化された研究成果の実施許諾などのこれまでの連携に加え、産業・社会の要望に迅速に対応する新たな研究システムづくりに取り組む。

#### (ア) フロンティア研究システム

国際的に開かれた体制のもと、流動的に多分野の研究者を結集するとともに、地域が持つ特徴ある研究ポテンシャルと理化学研究所の先端的・総合的研究ポテンシャルの融合による相乗効果を活かし、産業界等との連携を図りつつ、以下の課題に取り組む。また、新たな研究課題については、複合・境界領域を広く俯瞰し今後の発展性を捉え、戦略性をもって設定する。

#### 【中期計画】

##### (i) 生体超分子システム研究

生物の特徴である多様性を明らかにするため、細胞を構成し、機能を支えているスフィンゴ脂質、糖複合体からなる生体超分子に着目し、生体内における情報の認識・伝達に関する機能を発揮するシステム（生体超分子システム）における形成原理及び機能等を解明する。

#### 【主な実績】

- ・ 糖鎖生物学、脂質生物学関連遺伝子のマイクロアレーを作製し、新しい情報処理法の開発をおこなった。また、それを共同研究利用に供した。
- ・ アミロイド前駆体タンパク質（APP）を切断し、アルツハイマー病の原因となる神経毒性ペプチド（A $\beta$ ）を産生するセクレターゼが、糖タンパク質のシアル酸化を調節することを見出し、セクレターゼの選択性阻害剤がアルツハイマー病治療薬となる可能性を示した。
- ・ ラダーシークエンス法を糖ペプチドに応用し、糖鎖配列、ペプチド配列、糖鎖結合位置の解析に成功した。
- ・ 脂質を見る様々な手法の一つとして、スフィンゴミエリンに特異的に結合するがその毒性が問題であったライセニンの無毒化プローブを開発した。これを用いて、スフィンゴミエリンドメインと糖脂質ドメインの細胞膜上での分布を観察した。

以上のとおり、「生体超分子システム研究」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

#### 【中期計画】

##### (ii) 時空間機能材料研究

従来の材料開発では得られない新規材料の創製を目指し、材料の構造や機能の中に、空間

的要素のみならず原子・分子が本来持つ不安定性・ゆらぎといった時間的要素を取り入れた新材料の創出に向けた要素技術を開発する。

#### 【主な実績】

- ・ 生体細胞の非線形ダイナミクスを用いて連想などの情報処理を行う実験に世界で初めて成功した。
- ・ ハニカム状高分子フィルムを用いて、簡単にマイクロレンズアレーを作製する技術確立した。
- ・ 可視光を用いて 50 ナノメートル幅の金属の微細パターンを感光性樹脂に転写することに成功した。
- ・ ナノの厚みとマクロな面積を持つ「巨大ナノ膜」の作製に成功した。

以上のとおり、「時空間機能材料研究」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、トポケミカルデザイン研究チームが開発した、高機能ナノ薄膜作製技術を燃料電池用薄膜等に実用化するため、(株)ナノメンブレン(理研ベンチャーに認定)が新たに立ち上げられることとなり、中期計画で想定していた以上の成果が得られた。

#### 【中期計画】

##### (iii) 単量子操作研究

量子力学の原理を用いた新しい材料やデバイスの開発を目指し、我が国固有の電子線技術や、理論的解析などを駆使し、ナノ領域における電子や電場・磁場の挙動(量子現象)を人為的に制御する手法を開発する。

#### 【主な実績】

##### (a) 実験系

- ・ スwitching型読み出し SQUID が直結した素子を実験・製作し、この素子での量子振動実験に成功した。
- ・ デコヒーレンスの原因を突き止め、デコヒーレンスの時間を大幅に長くすることに成功した。
- ・ 量子計算に不可欠なビット間の結合の強さの制御もいくつかの方式で達成した。
- ・ 量子ビット間を可変的に結合させることが可能な量子デバイスの作製に成功し、これによる 2 量子ビット系で簡単な量子プロトコルの実行(量子コンピュータによる演算)に成功した。
- ・ 超伝導量子ビットを共振器と強く結合させることで、たった一つの原子が発する光子をもとにレーザー発振させることに成功した。このような極めて単純なシステムを使ったレーザー発振の成功は画期的なだけでなく、超伝導量子ビットが光子を発生する「原子」として機能することを利用してレーザー発振に成功したのは世界で初の快挙である。
- ・ 電子スピンを利用した電子技術、スピントロニクスに向け重要なステップとなるスピン偏極

電子流による磁化反転実験に成功した。

- ・ 3次元スピncalent分布の数値計算手法を確立すると共に、その理論計算が予言する微小強磁性体でのスピncalentによる磁化反転を実験的に検証した。
- ・ 臨界スピncurrent以上において、磁壁状態が一様磁化状態のエネルギーを下回るということを見出した。
- ・ 微小磁性体の動的磁化挙動測定に対応できる超高感度磁化状態検出手法を開発した。
- ・ 量子ナノ磁性の研究では、電荷の流れを伴わないスピncurrentを3次元的に制御する手法を確立し、ナノスケールの微小磁性体に電流を伴わないスピncurrentによる磁化反転を誘起することに成功した。
- ・ 素子の高密度化に大変有用な手法と期待ナノリング積層構造の素子作製手法を確立し、この素子を用いてスピncurrent注入磁化反転の検証実験に成功した。
- ・ これまでに確立したスピncurrentの3次元的制御やスピncurrent蓄積の検出手法をSHE測定に適用することにより、白金がこれまでに化合物半導体において報告されているスピncurrentホール伝導度より1万倍も大きな値を室温で示すことを明らかにした。
- ・ 強磁性リング内に閉じ込められたナノ磁壁対の高速動作制御において、ナノ磁壁を消滅させずに高速回転動作させるための条件を明らかにした。これで磁気論理素子や高周波素子応用の道がひらけた。

#### (b) 観察技術系

- ・ 電子波干渉計測法の300kVホログラフィー電子顕微鏡を完成させ、試料冷却システム、磁場印加システムを開発した。
- ・ 従来の光学系にはない干渉現象取り扱いへの自由度を失わずに、結晶格子の1/100の極細干渉縞からなる高分解能ホログラムの記録・再生に成功した。
- ・ 電子顕微鏡内で個々の磁束量子の運動を制御するとともにその素過程の観察に成功した。
- ・ キュリー点 $T_c$ 以下の電流密度領域において、1)磁気構造の微小振動、2)磁壁の移動、3)磁壁の対消滅・生成を観測に成功した。
- ・ 磁束量子のラチェットシステムをもちいた運動制御の観察に成功した。
- ・ 量子現象観測技術において、ローレンツ法と電子線ホログラフィーを用い、パーマロイ細線中の磁化状態の変化が電流密度に応じ発展する様子を詳細に調べ、一様磁化と磁区状態の切り替えを自在に制御することに成功した。

#### (c) 理論系

- ・ 複数量子ビットの集積化モデルの理論を提示した。
- ・ 磁束量子の運動制御に関するラチェットシステムを提案し、ラチェットシステムによる磁束量子の動作制御、非対称ポテンシャル中の磁束量子の輸送現象など、量子磁束の運動のコントロールに関して数値シミュレーションに成功した。



- ・ コロイド粒子や超伝導磁束量子の運動制御、磁束量子からの THz 光放射、超伝導量子ビットの多状態制御、量子ビットからの単光子生成などの理論的提案を行った。
- ・ 超伝導ジョセフソン接合キュービット、拡張可能な量子回路、超伝導における渦ダイナミクス、新しいフラクストロニクスデバイス及び複雑な集団現象について、計算的手法を用いて実験的に検証可能な予測を行った。

以上のとおり、「量子コンピュータの固体 2 量子ビット素子開発と論理演算成」「超伝導量子ビットが光子を発生する ” 原子 ” として機能することを利用したレーザー発振」「磁束量子の運動制御に関するラチェットシステムの提案」「スピン流のみによるスピントルク磁化反転」「磁束量子の運動を制御しながら微視的観察」など、多くの重要なテーマにおいて世界初の成果を挙げ、量子現象を人為的に制御する方途を見つけ出すという中期計画で想定していた以上の結果が得られた。

これらは、理論系、実験系、観察技術系の緊密な連携の勝利であり、今後この分野の重要な牽引勢力となることが大きく期待される。平成18年2月に実施したフロンティア研究システムアドバイザー・カウンシルにおいても、その成果は卓越しており、単量子操作研究グループは王冠の宝石である、と高く評価されている。

## 【中期計画】

### (iv) RNA 新機能研究

理化学研究所がこれまで行なってきたマウス完全長 cDNA ライブラリーの解析から得られた RNA の新しい機能に関する知見をもとに、RNA の多様な生理機能を解明、活用する新しい研究領域の開拓を目指す。具体的には、non-coding RNA (タンパク質をコードしない RNA) 分子を探索するとともに、細胞分化などの生命現象における RNA の生理機能を予測し、詳細に解析する。

## 【主な実績】

- ・ non-coding RNA (タンパク質をコードしない RNA) を探索するために、生化学実験による探索手法と、計算機科学的解析法を開発し、tRNA に由来する新規のヒト RNA 種 (19-40 塩基) を同定した。この成果には、non-coding RNA を生成する未知の機構の存在が示唆されている。
- ・ non-coding RNA の機能研究として、特に miRNA が細胞分化過程で発揮する遺伝子発現制御機能 (特にタンパク翻訳制御機能) を計算科学的に予測し、実験的に検証した。
- ・ RNA の未知機能の探索研究として、細胞の表現型 (増殖能、浸潤能、アポトーシス) を指標とするスクリーニング系を確立し、ガン細胞に特有の表現型を誘導する miRNA の候補を同定した。

以上のとおり、「RNA 新機能研究」においては、中期計画の目標（RNA の多様な生理機能を解明、活用する新しい研究領域の開拓）を達成した。

さらに、わが国においては機能性 RNA に関する研究が活発に行われるようになり、中期計画で想定した以上に、研究領域の開拓が進んだ。特に、tRNA に由来する新規ヒト RNA 種の同定は、non-coding RNA を生成する未知の機構の存在を示唆するものであり、今後、オミックス基盤研究領域において研究を推進する転写制御ネットワークの解析において重要な役割を果たす。

#### 【中期計画】

(v) **フォトダイナミクス研究**：（【19年度計画】では「テラヘルツ光研究」という。）

光の新しい利用分野の開拓、新しい現象の発見と解明、新物質の創製等を目指し、未開拓の光領域であるテラヘルツ帯の新しい発生・計測技術の開発や、光と物質、光と生体等との相互作用に関する諸現象を解明する。

#### 【主な実績】

- ・ コヒーレント高速・ランダム波長可変光源の開発を進め、1-3THz 帯における 100MHz 以下の発振線幅を持つ波長可変光源を開発し、高分解能 THz 波分光を実現した。
- ・ 非線形光学結晶を用いた室温高感度 THz 波検出を実現した。
- ・ 約 200 種類の物質の THz 帯スペクトルデータベースを WEB 上で世界に公開した。
- ・ 違法薬物・危険物質の非開披探知装置の実用機を開発した。
- ・ 半導体大規模集積回路の検査、故障解析技術への応用を目指してレーザーテラヘルツ放射顕微鏡の開発を行った。
- ・ 酸化亜鉛系量子井戸の光学評価を行うとともに、電子線とフォトニック結晶との相互作用を解析した。
- ・ 液晶分子の傾斜配向の光制御性を実用化が視野に入るレベルにまで格段に向上することに成功した。

以上のとおり、「フォトダイナミクス研究」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、「テラヘルツ光研究」においては、開発した波長可変光源の特徴を活かしてテラヘルツスペクトルのデータベースを構築する等、中期計画で想定していた以上の成果が得られた。

#### 【中期計画】

(vi) **バイオ・ミメティックコントロール研究**

現在の最新のロボットも、環境変化への柔軟な適応力、動的かつ多様な動作においては、生物には遙かに及ばない。そこで、生物が長い期間を経て得た緻密で柔軟な運動制御機能の工学的な模倣に向け、生物が持つ柔軟性、多様性、環境適応性等の機能を実現するための要素技術を開発する。

## 【主な実績】

- ・ 生物制御の原点である細胞内でのたんぱく質反応による制御を複合制御の視点で 理論的・実験的に議論することで、複数の具体的事現象に共通する制御構造を見出した。
- ・ 脳低温療法等のシステム医療に求められる生体機能のモデル化を複合制御の枠組みで行い、それを基盤としたシステム医療の体系を展望する手法を導出した。
- ・ 人の立位時、歩行時のバランス維持能力について、制御理論モデルの構築、バランス強化トレーニング法、最適歩行動作の検討、歩行補助のためのアルゴリズムの検討を行った。
- ・ ニューロン活動を模倣した計算素子を用いることで、環境とロボットボディの相互作用を通じて行動を獲得することが可能な制御原理を、複合制御の枠組みで構築し、二足歩行ロボットの歩容を自律的に獲得することに成功した。
- ・ 人の手先のリーチング運動について、自由空間内や硬いあるいは柔らかな力学的拘束を受ける場合について総合的に解析し、運動制御モデルを明らかにした。
- ・ 身体の連続的動作と離散的切り替えが混合した一般的な運動(歩行、マニピュレーションなど)をハイブリッド制御系としてモデル化し内部モデル原理を提案した。
- ・ 強化学習法および自律分散制御の概念に基づいた多自由度ロボットの各種制御法を提案した。
- ・ 高効率な動的歩行の実現を目指して、半円足の転がり効果を利用した劣駆動仮想受動歩行やパラメータ励振歩行方式を提案し、その力学原理を解明した。
- ・ 没入型動力学シミュレーション環境を構築し、人間と接するロボットの安心・安価な設計・評価方式を提案した。
- ・ 人工筋肉として期待されている IPMC アクチュエータの線形分布定数モデルの導出や、IPMC センサの周波数応答特性を解析した。また、IPMC を多自由度構造にする手法を提案しロボット制御に応用した。
- ・ 抱え上げ動作による移乗作業を目的とした介護支援ロボット研究用プラットフォーム "RI-MAN" をチーム間連携で開発し、基本的な動作評価を行った。また、触・臭・聴のセンサや小型コントローラなど、多数の要素技術を開発した。
- ・ トモグラフィの原理を用いた感圧面に電極を持たない柔軟面状触覚センサを開発した。
- ・ 下肢麻痺者用装着型歩行補助ロボット WPAL のセンサ・情報処理系の研究開発した。
- ・ 内視鏡手術で術者をサポートするロボットを開発した。

以上のとおり、「バイオ・ミメティックコントロール研究」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、介護支援ロボット研究用プラットフォーム RI-MAN については、政府広報ビデオ、TIME 紙、新聞、テレビなどで幅広く報道され、この方向の研究の重要性を広く社会に強くアピールできた点で、中期計画で想定していた以上の成果が得られている。

なお、「バイオ・ミメティックコントロール研究」の成果を社会へ手渡し還元するため、「理研 - 東海ゴム人間共存ロボット連携センター」および「理研 BSI - トヨタ連携センター」が設置された。これは、2007年2月に理研内で制度化された「産業界との連携センター制度」に基づくものである。

## 【マネジメント実績】

### 1. 組織改革

フロンティア研究システムでは、所外有識者からの評価結果を踏まえ、随時使命を見直し、新たな組織運営、チャレンジングな研究課題に取り組み、以下のとおり、理研の組織改編に大きく貢献した。

H17年4月 「ものづくり情報技術統合化研究」「産業界との融合的連携研究」を知的財産戦略センターへ移管

H18年4月 加速器研究を前身とする「重イオ加速器科学研究」を仁科加速器研究センターへ移管

H19年4月 「分子イメージング研究」を神戸研究所へ移管

H20年4月 「RNA新機能研究」を横浜研究所へ移管

- (i) 「産業界との融合的連携研究」については、平成15～16年度にかけて、制度設計、規定の整備、産業界との連携を望む理研研究者のデータベース構築を推進し、野依イニシアチブの「見える理研」「世の中の役に立つ理研」に貢献した。
- (ii) 「分子イメージング研究」については、平成17年4月に準備室を設置し、予算獲得、拠点整備を推進した。
- (iii) 特に、中期目標の最終年度に、中央研究所との統合を決め、フロンティア研究システムのインキュベート機能をさらに強化することは、今後の理研の発展に大きく貢献しうる組織改革となった。

### 2. 人材の育成

- (i) 若手研究者の研究奨励とキャリアアップ支援のため、平成17年度にフロンティア研究システム賞を刷新し、任期制職員に対する報奨金支給に関する通達を定め、受賞者へ報奨金を支給できるよう制度化するとともに、受賞者による研究発表の場を設けた。
- (ii) 平成18年度から「独立主幹研究ユニット」をフロンティア研究システムの傘下に置き、研究を推進している。

### 3. 他機関との連携強化

- (i) 国際連携を推進し、中央研究所とともに、中国科学院・化学研究所との研究協力協定及びハーバード大学芸術科学部（米国）との覚書を締結した。
- (ii) ナノサイエンス・ナノテクノロジーからポストナノ新領域の拠点形成に向け、韓国・ハン

ヤン大学との連携を推進した。

(iii) ナノ薄膜の研究成果を理研ベンチャー「(株)ナノメンブレン」として企業化し、技術移転を図った。

(iv) 「理研-東海ゴム人間共存ロボットセンター」を設立し、研究成果の産業への橋渡しに大きく貢献した。

## 【中期計画】

### 分子イメージング研究

分子イメージング技術を用いて新しい分子プローブを創製するとともにその機能を評価する。また、前臨床段階における創薬プロセスの短縮に向けた創薬候補物質の探索を目的として、分子イメージング技術を用いて分子動態解析技術の高度化を図る。

## 【主な実績】

- 平成 17 年度に文部科学省の委託費による研究プログラムとして発足した本プログラムは、平成 18 年 10 月に、神戸市に新しい研究施設を竣工し、平成 19 年度から本格的に研究拠点を集約した。
- この新たな研究施設における本格的な研究体制の整備として、自動合成装置、サイクロトロン、マイクロ PET、動物飼育施設等施設の基盤整備を行った。立ち上げから 2 年を経過し、全体計画の半分以上の装置が整備された。
- 理研オリジナルの新規 PET プローブの創製を目指して、化合物の炭素基本骨格上に  $^{11}\text{C}$  メチル基を導入するために、その基本反応となる高速  $\text{C}$ -メチル化反応の開発に取り組んだ。その結果、有機スズ化合物や有機ホウ素化合物を前駆体とした全 4 種類の基本化学反応(高速  $\text{C}$ -メチル化反応)がほぼ完成に近づいた。これにより、ほとんどすべて化合物を PET プローブ化するための合成化学的手法を確立した。
- 短寿命かつ極微量の放射性核種を使用するため、また、高速  $\text{C}$ -メチル化反応などの精密な有機金属化学反応を行うために、それらに適応した独自の遠隔操作型 PET プローブ合成装置を開発した。本装置は、PET 条件下においてこれまで困難とされてきた脱保護反応などの連続合成操作にも対応しており、今後、理研オリジナルの新規 PET プローブの創製に威力を発揮するものと期待される。
- 大量入手が困難な微量生物活性化合物に対しても数 mg 程度の入手で必要十分な PET 研究が実施できるように、標識化学反応の反応系をマイクロ化した微小反応器(マイクロ反応器)の試作を行い、本装置の最適化に向けた運用計画および機器調整を行った。
- アルツハイマー病、神経因性疼痛及びがんなどの疾患をターゲットとした高機能分子プローブの設計と合成研究を行った。特に、本研究プログラムが独自に開発した「 $^{15}\text{R TIC}$ (脳内  $\text{IP}_2$  受容体特異的リガンド)」の  $^{11}\text{C}$ -標識 PET プローブに関しては、小動物およびサルを用いた PET 研究を経て、平成 19 年度より大阪市立大学大学院医学研究科との共同下にヒト PET

臨床研究を開始した。これまでの成果により、本化合物の薬剤としての潜在性を示すデータが積み上げられてきている。

- ・ 再生医療に伴う移植細胞の定着率を上げるため、分子イメージング研究を用いて、ES 細胞から分化させた神経細胞の移植後の細胞生着および機能評価方法の検討を行い、培養細胞及び生体への移行、発現について確認した。
- ・ 低分子化合物のみならず、ペプチド、核酸、たんぱく質等生体機能分子を分子プローブとして利用するため、ガリウム-68、フッ素-18 を用いた高分子標識法の開発を行った。
- ・ 機器開発として、分子イメージング機器の高度化と次世代・複数分子同時イメージング法の開発を行った。具体的には、マイクロ PET による計測に関する諸条件の最適化を図り、画像データ解析法を向上させるとともに、超高分解能画像の定量性確保、収集データの高品質化（散乱、ランダムノイズの減少）を行うための具体策の開発を行った。
- ・ PET 用分子プローブを用いた新機能のイメージング法として、同一動物を用いた時差複数分子イメージング法や、コンプトンカメラ方式の複数分子同時イメージング装置 GREI（ガンマ線エミッションイメージング）の開発を行い、GREI を用いてマウスの複数分子リアルタイムイメージングに世界で初めて成功した。

以上のとおり、「分子イメージング研究」においては、国際競争に十分対応可能な成果を輩出しており、中期計画の目標を十分に達成したといえる。

### 【マネジメント実績】

分子イメージング研究プログラムでは、上記研究活動を推進するにあたって、下記の運営活動を行った。

- ・ 人材育成として、文部科学省の委託研究費による大学等と連携した若手人材育成プログラムに加え、産業界との連携をより一層進めるため、人材育成プログラム「PET 科学アカデミー」を開始する等、分子イメージング研究を普及させる活動に努めた。
- ・ もう一つの分子イメージング研究拠点である放射線医学総合研究所との共催で「分子イメージング研究シンポジウム」を年 1 回開催し、企業をはじめとして毎回 400 人以上が参加した。さらに、内部の若手研究者の育成として、月 1 回程度、外部講師によるセミナーを開催した。
- ・ 一般公開を利用して、施設の公開を行い、ホームページを立ち上げる等一般への普及活動を行うとともに、プレス向けの勉強会を行い、多くの取材に対応した。文科省や財務省、研究機関等からの視察に応じ、分子イメージング技術の社会への理解増進に努めた。
- ・ 外部との連携として、大学・企業等と平成 19 年度には 20 件を超える共同研究を行った。さらに、医薬品企業との共同研究を進める上で、医薬品企業が治験に申請するために必要な体制である「信頼性保障体制」の整備を分子イメージング CRO との協力で行った。

## 【中期計画】

### (イ) ものづくり技術情報統合化システム

(【19年度計画】では「(イ) 産業界との連携の推進( ) 情報技術統合化システムの研究開発」という。)

我が国の存立基盤とも言えるものづくりの現場に革新をもたらすことを目的に、製造分野における新技術・新製品開発の高度化・効率化を目指して、物体の外形のみならず内部構造や物性値など全ての情報を一元的に管理するデータ表現形式の新しい体系を構築する。加えて、製造現場における設計・シミュレーションから加工・組立・試験に至る一連の技術情報を統合し管理・処理するシステムの構築を目的に、この形式による加工成形や製品機能などのシミュレーション技術を開発する。さらに、科学技術分野における技術情報を統合することにより、次世代の研究開発環境に必要な技術基盤を築く。

## 【主な実績】

- ・ これまで、既存のソフトウェア(CAD)では表現できなかった複雑な内部構造や物性値などの「ものの実体」を一元的に管理・表現できる「VCAD(ブイキャド)データ形式」を開発し、ものづくりの一連の流れである、設計、シミュレーション、加工、計測を同一システム内で扱うことに成功した。
- ・ VCAD データ形式に基づくソフトウェアとして、加工成形や製品機能のシミュレーションをはじめ、これまでに13本の基本ソフトウェアを開発し、インターネット上で無償公開した。

以上のとおり、「ものづくり技術情報統合化システム」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、VCAD システムの開発においては、工業製品等の人工物に加え、人体などの自然物を同じVCAD データ形式で扱うことを可能とし、VCAD システムを利用した細胞シミュレーションモデルを作成するなど、生物科学研究の基盤ツールとしての活用も期待され、中期計画で想定していた以上の成果が得られた。

また、主にメーカーから成る特定非営利活動法人(NPO 法人)VCAD システム研究会を立ち上げ、メーカーのニーズを取り込みつつ、本システムの高度化・普及を図るなど、一層の社会貢献を目指した活動を開始している。

## 【年度計画】 H16~H19

(ii) 産業界との融合的連携研究 : (16年度に項目追加。中期計画には項目なし)

産学官連携の新たな研究運営の仕組みの構築を目指し、企業が提案する研究開発課題(ニーズ)と、理研の研究ポテンシャル(シーズ)とのマッチングを行い、産業・社会への貢献が期待できる課題を選定し、企業と共同で研究計画をたて、研究を実施する。

### 【主な実績】

- ・ 企業が提案する研究開発課題（ニーズ）と理研の研究ポテンシャル（シーズ）とのマッチングを行い、産業・社会への貢献が期待できる課題を選定し、企業と共同で研究計画を立てた研究として、平成 16 年度に 7 チーム、平成 17 年度に 3 チームを設置し、各々研究開発を実施した。
- ・ 産業界との融合的連携研究制度においては、制度開始からの 4 年間で研究成果の新聞掲載が 5 回に及ぶなど、当初の想定以上に、早期かつ確実に成果が得られている。
- ・ 平成 17 年度末に 1 チーム、平成 18 年度末に 1 チーム、平成 19 年度末に 2 チームが課題を達成し、研究チームとして終了。ここで得られた成果は、それぞれの企業において、引き続き、実用化・製品化に向けた研究開発を実施している。

以上のとおり、「融合的連携研究」においては、十分に目標を達成した。

さらに、平成 19 年度からは、産業界からの提案に一層柔軟に対応する領域育成型のバトンゾーンを設け、オリンパス、東海ゴム工業及びトヨタとの間で 3 つの連携センターを理研内に組織し、より広範囲、より長期的な連携を開始した。

### 【中期目標】

（２）社会的に緊急である特定の課題について、国内外の大学、研究機関、企業等との連携を図りつつ、計画的かつ効果的に研究を実施する。特に下記の研究については、我が国における当該分野の中核的研究組織として位置づけられていることから、明確な課題設定と計画に基づき世界をリードする研究開発を実施するとともに、基礎的な研究とともにこれらの成果を産業化、医療等への応用につなぐ研究を重視し、相互の相乗効果の発揮により国民の生活の質の向上を図る。具体的には<別添>に記述する。

脳科学総合研究

ゲノム科学総合研究

植物科学研究

発生・再生科学総合研究

遺伝子多型研究

免疫・アレルギー科学総合研究

バイオリソース事業

総合研究所の特色を活かした社会的課題の解決型研究

### 【中期計画】

（２）社会的要請に基づく重点的プロジェクト研究

アルツハイマー病やアレルギー性疾患といった社会的問題を科学技術により解決する視点から政策上重要なテーマや、我が国にとって必要不可欠な知的基盤を整備する上で重要



な課題について一定の研究期間を定め、国内外から優秀な研究者を集めるとともに、国内外の大学、研究機関、企業等との密接な連携のもとに、我が国の中核的研究拠点の一つとして、計画的かつ効果的に研究開発を実施する。具体的には<別紙2>に記述する。

脳科学総合研究

ゲノム科学総合研究

植物科学研究

発生・再生科学総合研究

遺伝子多型研究

免疫・アレルギー科学総合研究

バイオリソース事業

総合研究所の特色を活かした社会的課題の解決型研究

## （【中期目標】別添・【中期計画】別紙2）

### 【中期目標】

#### 脳科学総合研究

複雑かつ高度なシステムである脳は、21世紀の自然科学に残された最大の未知領域の一つである。特に、脳の高次機能に関しては、今後、多くの画期的発見が行われ、科学そのものの枠組みを変える可能性を秘めており、脳に関する研究開発は、科学的に大きな価値を持ち、更にその成果は、社会・経済の発展に貢献するものである。

このため、「脳を知る」、「脳を守る」、「脳を創る」及び「脳を育む」という明確な領域設定の下、国内外の優れた研究者による機動的な研究推進体制により、神経・精神疾患に係る医療、福祉の面での貢献や、脳の情報処理メカニズムを応用した新技術の創出、更には教育等の分野に貢献することを目指した研究開発を実施する。

### 【中期計画】

脳科学研究は、自然科学研究における最後のフロンティアと呼ばれるように、現代の自然科学において最も未開拓、未知の部分の多い研究領域である。

脳に関する研究開発は、分子生物学などの基礎科学の急速な進歩や、高度な実験動物の作成技術、計測・分析技術、情報科学の進展等のブレークスルーにより、めざましい進歩を遂げつつある。しかしながら、脳の機能に関する統合的な理解、頻度の高い脳疾患の病因・病態機序の解明、脳神経科学と情報科学の融合分野などの新しい研究領域の開拓・強化など、これまでの知見を踏まえたより一層の研究の発展が必要である。このため、「脳を知る」領域における脳・神経系の構築原理の解明及び高次脳機能の発現メカニズムの解明、「脳を守る」領域における脳と心の疾患の病因、病態機序の解明及び診断・治療法の開発、「脳を創る」領域における脳の情報処理の計算論的解明及び脳の情報処理システムに基づく情報科学の構築、「脳を育む」領域に

おける乳幼児から青年期までの脳発達の解明、成人、高齢者の学習機能の解明及びこれらを通じての教育への貢献を目指すとともに、これらの研究開発を行う上で必要となる先端技術開発を行う。また、急速に進歩する脳科学研究を世界に伍して着実に推進するため、国内外の大学、研究機関、企業等との積極的な連携を図る。

### 【マネジメント実績】

脳科学総合研究センターでは、研究活動を推進するために、次のような運営活動等を実施した。

- ・ 高い学際性と国際性を実現するため、分子、システム、行動、情報処理、教育に至る広いレベルでの研究を総合的に推進する体制を構築し、研究を進める際には、それぞれの領域が融合的に関われるよう様々な配慮をしている。
- ・ トップダウンの方針決定のもとで、チームリーダーに大きな権限を持たせ自由に研究に専念できる体制を作るとともに、高い公平性を保つため、5年毎の国際的な研究レビュー委員会において厳しく評価し、その結果を受け研究チームの改廃を決定する体制も併せて整備している。
- ・ 世界中から優秀な研究者が研究活動に参加している。（研究系職員に占める外国人の割合は約20%）
- ・ 毎年約20%の研究系職員が内外の研究機関等へ転出しており、当センターが広く世界に認知されており、優れた研究成果を挙げている結果である。
- ・ 脳科学と脳科学総合研究センターの活動を多くの方々理解していただくため、創立からこれまでの成果をわかりやすくまとめた「脳研究の最前線」(講談社ブルーバックス)の出版、脳科学の誕生と足跡、最前線と夢を一枚に表現した「ゆめみる脳科学地図」を作成するとともに、多彩なゲスト講師と研究者を交えたトークセッションの開催(全5回)、研究者が最新の研究成果をわかりやすく直接紹介する「脳科学ひろば」の開催、学校に研究者が出向き講演を行う「出前授業」といったアウトリーチ活動を行い、大きな社会的反響を得ている。

### 【中期目標】

具体的には、次に掲げる目標の実現を目指す。

#### ・「脳を知る」領域

脳・神経系の構築原理の解明及び高次脳機能の発現メカニズムの解明

### 【中期計画】

#### (ア)「脳を知る」領域

脳の構造と活動メカニズム、認知、記憶、思考などの高次精神構造の解明に資するため、神経回路網形成機構の解明および大脳連合野における認知過程の神経メカニズムの解明に係る知見の蓄積を行う。

## 【主な実績】

- ・ 小脳は運動だけでなく思考においても重要な役割を演ずるとの内部モデル仮説を構築し、その妥当性を神経結合、小脳活動、小脳病理の3面から検証した。
- ・ マウス神経細胞遺伝子に組み込んで神経活動に応じて蛍光を変える画像プローブを開発した。
- ・ グリア細胞と神経細胞の相互作用について糖脂質の果たす重要な役割を同定した。
- ・ 大脳皮質錐体細胞上に作られる抑制性シナプスの形成が脳由来神経栄養因子により制御されていることを証明した。
- ・ 出生直後の海馬では抑制性伝達物質 GABA 系が未発達であるところ、脳に存在するマリファナ類似物質がシナプス伝達を抑制していることを明らかにした。
- ・ 自発的行動において目的のイメージからそれを実現する行動を選ぶメカニズムが前頭連合野の内側部にあることを見いだした。
- ・ 行った行為が正解または不正解であったことをそれぞれ表す神経細胞群を前頭連合野内側部に発見した。
- ・ 高磁場 fMRI を用いて、速い変化と遅い変化をそれぞれ処理する微細機能構造をヒトの第一次視覚野で発見した。
- ・ 前頭連合野外背側部の神経細胞が迷った経験を次の応答へ伝えることを見いだした。
- ・ 内因性信号による光計測法の原理を使って網膜の臨床検査を行う装置を開発した。

以上のとおり、「脳を知る」領域においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、上記の成果のうち、以下の成果については、中期計画で想定していた以上の成果である。

- ・ 小脳の内部モデル仮説に関する成果は、小脳は運動中枢であるとする従来の説を覆し、思考に対しても制御中枢として働くとの仮説を強固なものとした。
- ・ 抑制性シナプス形成の制御に関する成果は、神経回路の中でねらった単一神経細胞の特定遺伝子をロックアウトできる方法の開発につながった。
- ・ マリファナ類似物質のシナプス伝達抑制に関する成果は、これまで謎とされていた出生直後の海馬では抑制性伝達物質 GABA 系が未発達で、興奮性入力がどのように制御されているかを解く画期的な成果となった。
- ・ 目的のイメージから行動を選ぶメカニズムの部位特定の成果は、前頭連合野内側部の機能が従来考えられていた以上に広く、目的指向的行動の制御において重要な働きをしていることが示された。
- ・ 行った行為が正解不正解であったことを表す神経細胞群を前頭連合野内側部に発見した成果は、教育場面で正しいことを褒めるだけでなく、間違っただけには指摘することの重要性を脳科学から支持するものとなった。

- ・ 速い変化と遅い変化を処理する微細機能構造をヒトの第一次視覚野で発見した成果は、脳が瞬時に動きを捉えて行動するメカニズム解明に大きな進展をもたらした
- ・ 前頭連合野外背側部に関する成果は、迷いを判断するロボットの開発などに新たな手掛りを与えると期待される。
- ・ 網膜の臨床検査を行う装置を開発した成果は、脳科学で開発された方法を眼科臨床へ展開が期待されるなど、中期計画で想定していた以上の画期的技術の開発であり、企業と共同で企業化を図っているところである。

### 【中期目標】

- ・ 「脳を守る」領域

脳と心の疾患の病因、病態機序の解明及び診断、治療法の開発

### 【中期計画】

#### (イ)「脳を守る」領域

アルツハイマー病等社会問題となりつつある、精神・神経疾患の原因解明とその根絶のための新しい原理に基づく治療法や予防法の開発に寄与する基礎的知見の発掘に資するため、ゲノム解析などを基礎とした病因・病態機序の解明、老化及び精神・神経疾患を対象とする病態研究および再生医療、遺伝子治療による新しい治療法を開発を促す知見の蓄積および要素技術の開発を行う。

### 【主な実績】

- ・ ポリグルタミン病において、分子安定化効果のあるトレハロースがマウスモデルで発病抑制効果を持つことを見だし、遺伝子発現の異常に凝集体結合蛋白である NF-Y の果たす役割を解明した。
- ・ ALS におけるアストロサイトとミクログリアの病気の進行への関与を解明した。
- ・ 若年性ミオクロニーてんかん(JME)の新しい原因遺伝子として EFHC1 を発見した。
- ・ 難治性てんかんで見いだされた SCN1A 遺伝子変異を導入したマウスを作成し、病態をよく反映するてんかん発作を起こすことを確認した。
- ・ ショウジョウバエの神経系を用いて、樹状突起の形態形成に、Cut タンパク質、Knot タンパク質、疾患関連分子 Spast in タンパク質の3つのタンパク質が関わっていることを発見した。
- ・ ネプリライシン遺伝子を人工的に発現することによって、アルツハイマー病の実験的遺伝子治療に成功した。
- ・ MRI でアミロイド斑の可視化に成功し、アルツハイマー病の早期診断を可能にした。
- ・ ソマトスタチンがアミロイド ペプチド分解酵素のネプリライシンを増加させることを発見した。
- ・ 躁うつ病(双極性障害)にミトコンドリア機能障害が関連していることを明らかにした。

- ・ 自閉症で CAPS2 遺伝子のスプライシング異常を発見した。
- ・ 過剰にリン酸化したタウタンパク質が脳老化の記憶障害に関与することを実証した。
- ・ ゼブラフィッシュの大規模変異スクリーニングにより得られた突然変異体の解析から、神経細胞移動と神経上皮細胞における平面細胞極性遺伝子群の関わりを明らかにするとともに、神経軸索誘導因子受容体の役割を明らかにした。
- ・ ゼブラフィッシュの脳で、情動系神経回路の中継核である手綱核から脚間核への投射に、左右差が有ることを発見した。
- ・ 幹細胞の分化に重要な Notch シグナルの中枢神経系特異的な基質分子 DNER を同定し、そのニューロンおよびグリア細胞の機能維持における役割を解明した。
- ・ 脳皮質形成過程におけるニューロン移動の分子機構を解析し、核と中心体は独立の微小管骨格に結合して異なるダイナミクスで移動することを明らかにした。
- ・ 膜蛋白質の細胞内への取り込みを制御する酵素を同定した。
- ・ 神経突起の伸長方向を制御する脂質分子群を発見し、神経回路の発生再生機構の理解に重要な新たな研究領域を開拓した。
- ・ 神経突起が伸長方向を転換するためには細胞膜の非対称性輸送が必須であることを証明し、神経突起ガイダンスの駆動機構の一端を解明した。

以上のとおり、「脳を守る」領域においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、上記の成果のうち、以下の成果については、中期計画で想定していた以上の成果である。

- ・ ポリグルタミン病モデルマウスにおけるトレハロースの効果に関する研究は、薬剤効果検定の系を細胞レベルで確立し、多くの薬剤の効果を効率よく検定する方法を提供した。
- ・ 若年性ミオクロノーてんかん原因遺伝子発見に関する成果は、従来確認されていたイオンチャンネルと全く異なる分子が原因であることがわかり、てんかんの病態研究に新たな展開をもたらした。
- ・ 難治性てんかんの変異遺伝子導入マウスの解析に関する成果は、原因分子である Nav1.1 が発現する抑制神経細胞の種類とその発現部位を特定し、当該細胞の機能不全がてんかん発症の原因であることを見だし、治療開発の方向性を示した。
- ・ ネプリライシン遺伝子の人工発現に関する成果はアルツハイマー病の遺伝子治療の効果を見いだしたものであり、ソマトスタチンと酵素ネプリライシンの増加に関する成果は、アルツハイマー病の新たな治療標的の発見であり、世界的にも画期的な成果である。
- ・ 躁うつ病(双極性障害)とミトコンドリア機能障害の研究で用いたモデルマウスは、躁うつ病の治療薬開発に利用可能な初めてのモデル動物となる可能性を秘めている。
- ・ ゼブラフィッシュの脳における投射への左右差に関する成果は、脳の機能的左右差の神経回路基盤を研究することを可能にしたものである。
- ・ ニューロン移動の分子機構の解析に関する成果は、ニューロンの核と中心体は独立に移動す

ることを示し、核は中心体に牽引され連動して移動するというこれまでの定説を覆す発見である。

- ・ 膜蛋白質の細胞内への取り込み制御に関する成果は、細胞生物学全般に影響を与えうる新たなメカニズムを発見したものである。

### 【中期目標】

- ・ 「脳を創る」領域

脳の情報処理の計算論的解明及び脳の情報処理原理に基づく情報科学の構築

### 【中期計画】

#### (ウ)「脳を創る」領域

脳の高度な働きを人工的に再現して、脳を知るための研究に理論的知見を与えるとともに、知情意を備えたコンピュータやロボットの開発に資するため、脳の原理に基づくロボット工学と人工知能との融合、脳の計算を支える神経回路、細胞、シナプス等の理解を計算論として確立、および脳における計算の基本原則を応用する新しい数理情報科学の構築を促す知見の蓄積および要素技術の開発を行う。

### 【主な実績】

- ・ 大脳皮質局所回路の発達プロセスにおける神経配線の生成規則を、実験データに基づいてモデル化することに成功した。
- ・ 大脳皮質ニューロンの不規則発火と情報表現の関係についての新しい仮説を、情報幾何学に基づいて提案し、さらに実験的に検証することに成功した。
- ・ 大脳皮質の同期発火の性質が、皮質の 2/3 層と 5 層で、認知的に重要なガンマ周波数において、質的に異なることを解明した。
- ・ 認知、判断、意思決定に欠かせない、外部入力の時積分の新しい神経回路メカニズムを提案した。さらに、サルの前部帯状皮質において実験的検証に成功した。
- ・ 大脳皮質の non-REM 睡眠中の自発発火構造を、神経回路モデルで自己組織化することに世界で初めて成功した。
- ・ 動物の報酬に基づく意思決定行動をモデル化し、選択行動に広範に見られるマッチング法則の神経基盤を解明できた。
- ・ 脳波計と fMRI を同時に用いて、暗算課題において脳の大域的な振動ネットワークが形成され、認知に関係していることを解明した。
- ・ 認知が困難な弱い視覚刺激でも、適度なノイズが存在する場合には認知可能になることを示し、確率共振が認知的機能を果たしていることを解明した。
- ・ Blind Source Separation の方法を利用して、脳波の異常のみによってアルツハイマー病の早期発見を可能にする、新しい診断方法を提案した。

- ・ 情報幾何学の理論体験を整備し、マルチ・ニューロン活動のデータや、遺伝子アレイの解析への応用を開くことに成功した。
- ・ 人間とロボットの模倣学習の実験をおこない、共同注意、ターンテイキングなどの現象を再構成することに成功した。
- ・ メモリーを持たせた新しい強化学習スキームを提案し、目的指向型の行動の学習における大脳基底核の神経活動の変化を説明することに成功した。

以上のとおり、「脳を創る」領域においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、上記の成果のうち、以下の成果は、中期計画で想定していた以上の成果である。

- ・ 大脳皮質局所回路の発達プロセスのモデル化に関する成果は、シナプス可塑性を超える、シナプス生成の規則についての世界的で初めての理論的成果である。
- ・ 大脳皮質ニューロンの不規則発火と情報表現の関係に関する成果は、ニューロンの不規則発火の機能的意義について、数理情報論の成果に基づいて初めて言及した成果である。
- ・ 確率共振が認知的機能を果たしていることを解明した成果は、ノイズを信号伝達に積極的に利用する確率共振という新しい概念が、ヒトの認知過程においても利用されていることを示した。
- ・ アルツハイマー病の早期発見を可能にする新しい診断方法に関する成果は、従来法に比べ80-90%という驚異的な診断精度の向上を達成した。また、最近注目を集めているブレイン・マシン・インタフェースの中核技術になり得るものである。
- ・ 情報幾何学の理論体系に関する成果は、脳に限らず遺伝子アレイの解析など広い対象に適用可能であることがわかった。

#### 【中期目標】

##### ・「脳を育む」領域

乳幼児から青年期までの脳発達の解明、成人・高齢者の学習機能の解明及びこれらを通じての教育への貢献

#### 【中期計画】

##### (エ)「脳を育む」領域

最新の脳神経科学や発達認知科学等の成果を活用し、人間の誕生から生涯にわたる脳の学習機構をはじめとした脳の発達機能の解明に資するため、発生発達研究、発達脳可塑性の臨界期及びその終止メカニズムの解明、ヒトの高次脳機能の発達過程の解明および生後環境が高次脳機能発達に及ぼす影響の解明に係る知見の蓄積を行う。

#### 【主な実績】

- ・ マウス小脳発達ステージの遺伝子発現プロファイルを体系化したデータベース(オンライン

公開版)のプログラム開発を行った。

- ・ 視覚系における視神経の線維走行を Zic2 遺伝子が決定していることを発見した。
- ・ 新規 IP3 レセプター 結合蛋白質を発見し、IRBIT と命名した。
- ・ CADPS2 遺伝子の欠損マウスは、神経栄養因子 BDNF の分泌低下を引き起こし、小脳の低形成、ニューロンの形態形成不全とアポトーシスの亢進、シナプスの発達と可塑性の障害、大脳皮質と海馬の抑制性介在ニューロンの著減を呈して、社会性行動の減少、母性・養育行動の欠損、睡眠障害などの自閉症様の行動形質を発症することを明らかにした。
- ・ ヒトの発達障害である自閉症の患者において、BDNF などの分泌を調節する CADPS2 遺伝子の選択的スプライシング異常と一塩基多型を発見した。
- ・ ヒトで乾燥した口、目(ドライ・アイ)の症状を起こすシェーグレン症候群のモデル動物( IP3 レセプター-2,3 欠損マウス)の作製に成功した。
- ・ 大脳の形成に必要な臨界期の引き金となる神経回路網の働きの同定に成功した。
- ・ 視覚体験によって大脳皮質の形態が変化し始める現象を捉えることに成功するとともに、この発達「臨界期」に限った形態変化に必須のタンパク質(細胞外プロテアーゼ)を同定した。
- ・ 可塑性の低下に注目し、臨界期の終了と共に現れる、神経成長を阻害するいくつかのミエリン要因を確認するとともに、成熟動物に発達期の可塑性を取り戻すことに初めて成功した。
- ・ パルバルブミン陽性抑制性細胞の投射を受ける錐体細胞の細胞体における GABA 受容体が調度良い数になることが、生後発達の「臨界期」の開始に重要であることを明らかにした。
- ・ 臨界期の形成に重要と考えられる、やわらかな脳を保つために必要なタンパク質「テレンセファリン」を同定するとともに、テレンセファリンが終脳特異的に発現するためのエンハンサーを及び樹状突起選択的に輸送されるための局在化シグナルを同定した。
- ・ 脳の神経ネットワーク形成の分子メカニズムの解明の足がかりとなる嗅覚神経ネットワークの形成に必須な遺伝子(Arx 遺伝子、Robo2 遺伝子、Cxcr4 遺伝子)を同定するとともに、嗅球における正確な「匂い地図」を形成するために必要な神経軸索ガイド分子「BIG-2」を発見した。
- ・ 鳥の歌学習の臨界期において発生中枢の RA という核でのシナプス前細胞からの伝達物質の放出が 50%減少することを見だし、シナプス前細胞要素の臨界期への関与を示した。
- ・ サルの道具使用訓練により、上側頭溝視覚性連合野から頭頂葉への神経投射が新たに生じることを発見した。また、神経結合が新生される頭頂側頭結合部の神経回路が、ヒトが 3 人称視点に立って自己を客観化する認知機能の発動によって賦活されることを発見した。
- ・ 複数のサル頭頂葉からの同時記録により、社会的関係性の変化に相互依存して身体表象の様式が動的に変化することを発見した。
- ・ 齧歯類デグーで前肢による道具使用行動の実験モデルの確立に成功し、高次認知能力が基本的な神経機能の組み合わせで実現可能なことを明らかにした。
- ・ ヒト成人の脳波から連続した聴覚刺激の分節化と密接な相関を見せる成分を抽出し、その過程で活動する部位を光トポグラフィで特定した。



- ・ 日本人の韻律的マザリーズ（母親特有の話し方）と語彙的マザリーズの聴覚刺激によって、母親群のみでブローカ野に有意な反応を見出した。

以上のとおり、「脳を育む」領域においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、上記の成果のうち、以下の成果は、中期計画で想定していた以上の成果である。

- ・ IRBIT を発見した成果は、IRBIT が IP3 と同じ部位に結合して、IP3 レセプターの働きを調節することを証明するとともに、膜型 Na<sup>+</sup>-HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> co-transporter (pNBC) N-末に直接結合し、pNBC の transporter 活性を顕著に上昇させて酸塩基平衡を調節することも明らかにした。
- ・ 視覚系における視神経の線維走行を Zic2 遺伝子が決定していることを発見した成果により、今まで手のつけられなかった立体視の遺伝学的解析が可能となった。
- ・ ヒトの発達障害である自閉症の患者において、BDNF などの分泌を調節する CADPS2 遺伝子の選択的スプライシング異常と一塩基多型を発見した成果は、CADPS2 遺伝子変異が自閉症感受性に関連する可能性について示唆した。また、小脳プルキンエ細胞の機状突起形成に BDNF が関わること、そして BDNF の分泌に IP3 レセプターが関わっていることも発見した。
- ・ ヒトのシェーグレン症候群[乾燥した口、目(ドライマウス、ドライアイ)の症状]のモデル動物の作製に成功した成果は、その原因分子である IP3 レセプターの特定につながり、その抗体が患者血清中にあることから、抗体を用いてヒトで診断することが可能となった。又はじめて IP3 レセプターが外分泌機能に関わることを証明した。
- ・ 発達「臨界期」における大脳皮質の形態変化を明らかにした成果は、大脳の発達への理解が進むとともに臨界期の可塑性低下が原因と考えられる神経疾患の治療の糸口となることが期待される。
- ・ サルの道具使用訓練により、上側頭溝視覚性連合野から頭頂葉への神経投射が新たに生じることを発見した成果は、道具使用に留まらず、模倣や自己客観化などのヒトの知的脳機能の創発や文化形成、およびそれらの進化の生物学的メカニズム解明に繋がる可能性を開いた成果である。
- ・ 社会的関係性の変化に相互依存して身体表象の様式が動的に変化することを発見した成果は、頭頂葉に留まらず、前頭前皮質や運動前皮質に亘る全脳的ネットワークの大規模な変調を反映していることが示唆された成果である。
- ・ 齧歯類での道具使用行動の実験モデルを確立した成果は、高次認知機能を分子レベルで解明する道が開けた成果であり、高次認知機能がどのように進化したかの神経生物学的なメカニズムを解明する研究の推進が期待されている。
- ・ 連続した聴覚刺激の分節化の過程で活動する部位を特定した成果は、言語起源解明の糸口としての音声分節構造化の神経メカニズム解明につながることを期待されている成果である。
- ・ 母親群のみでブローカ野に有意な反応を見出した成果は、言語発達における養育者側の脳神経メカニズムに着目した、全く新規の研究パラダイムの開拓につながることで注目される成

果である。

### 【中期計画】

脳科学研究を積極的に推進するため、先端技術開発支援として、研究開発の基盤となる高度かつ先端的な計測・解析・データベース技術の開発や研究目的に適合したトランスジェニックマウス、ノックアウトマウス等の実験動物、培養細胞系等の開発等を実施する。

### 【主な実績】

- ・ 蛍光プローブ Fucci を開発し、がん細胞の浸潤・転移や、マウスの胚で起こる神経細胞の分化、移動などにおける細胞周期進行の時空間パターンをリアルタイムで観察することに成功した。
- ・ Radial Glial Cell という神経幹細胞の出す突起がねじれた形態をとることに注目し、ライブイメージングの技術を用いて、このねじれによって張力が発生することを証明し、神経上皮における神経細胞の分化について新説を示した。
- ・ 沖縄で採集したコモンサンゴを材料にして、世界で一番大きなストークスシフト(励起極大波長と蛍光極大波長の差)を示す蛍光タンパク質 "Keima" を開発した。
- ・ ニューロインフォマティクス基盤プラットフォーム:XoonIps を開発しフリーウェアとして公式サイトに公開した (<http://xoonips.sourceforge.jp/>)
- ・ キッカサンゴからクローニングした蛍光蛋白質からフォトクロミックな性質を持つ変異体 Dronpa を開発した。

以上のとおり、「先端技術開発支援」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、上記の成果のうち、以下の成果は、中期計画で想定していた以上の成果である。

- ・ 神経上皮における神経細胞の分化について新説を示した成果は、神経幹細胞の3次元的挙動に関する基礎知見に寄与し、神経幹細胞を用いた脳組織の再生医療の開発に貢献した。
- ・ 開発した蛍光タンパク質 "Keima" と他の蛍光蛋白質を組み合わせ、高効率の FCCS (fluorescence cross-correlation spectroscopy) が達成された。
- ・ 開発した XoonIps は、大学や公的機関における機関リポジトリシステムとして利用されている。
- ・ 開発した Dronpa は、蛍光光学顕微鏡の空間分解能を改善する蛍光色素として有用であることがわかり、現在米国や欧州にて、超分解能の顕微鏡システムが、Dronpa を用いて開発されている。

### 【その他の業績】 : 教育への貢献、国内外の大学、研究機関、企業等との連携等

- ・ サマープログラムや IBRO(International Brain Research Organization)アドバンスドスクールの充実を図るほか、ハーバード大学からのインターンシップを受け入れるなど、国際的

な若手脳科学人材の育成に取り組んでいる。

- ・ チュートリアルシリーズ(脳科学の入門講座)が早稲田大学理工学術院の2007年度後期の正規大学院講座科目として新設・単位化されている。
- ・ 国際的なネットワークをさらに強化するため、マサチューセッツ工科大学、ハーバード大学、カロリンスカ研究所等の各国のトップレベルの研究機関と協力協定を締結している。
- ・ 国内の大学や研究機関との連携を強化するため、東京大学、早稲田大学等と連携協定を締結するとともに、共同研究も活発に行っている。
- ・ 企業との連携を強化するため、活発に共同研究を進めるとともに、理研初の産業界との連携センターである「理研BSI-オリンパス連携センター」を設置するとともに、11月には「理研BSI-トヨタ連携センター」を設置し、企業との関係を強化した。

## 【中期目標】

### ゲノム科学総合研究

1990年代に大きく進展したゲノム解析に基づくゲノム科学の発展は、生命への理解を一層深め、生物学への基本的命題を分子レベルから解き明かすとともに、多様な生物が共生する生態系への理解を深め、今世紀の重要課題である疾患問題等への確かな基盤を形成すると期待される。

一方、ヒトゲノム多様性の解明の進展は、今後の医学、医療の更なる発展に直結するとともに、創薬を通じた産業の発展にも資するなど、ゲノム研究全体の大きな牽引役となり、その技術や方法論は、農業や産業上重要な生物のゲノム解析にも威力を発揮することが期待される。

このため、2003年4月にヒトゲノム解読が完了したことを踏まえ、ゲノム情報を活用した研究開発に積極的に取り組み、国際競争の側面も十分認識しながらゲノム、トランスクリプトーム、プロテオーム、メタボローム、フェノームまでの体系的、総合的解析、生物種の比較ゲノム解析、次世代のゲノム解析技術の開発、遺伝子の発現制御、タンパク質の相互作用等の網羅的解析等を通じて、生命現象の解明とその医療や産業等への応用に向けた研究開発を推進する。

## 【中期計画】

ゲノムは、生命が突然変異と自然淘汰によって40億年の歳月をかけて作成した巧妙な分子機械の設計書であり、そこには、生命が多様な地球環境下にあって、生きかつ繁栄するために獲得した戦略(自然の巧妙なメカニズム)「生命戦略」が書き込まれている。そして、このゲノムの製品である生命体は、ミクロ(生体分子の構造・機能、物理・化学回路)とマクロ(生物個体の構造・機能)の領域を連続的かつ階層的に結ぶ巧妙・精緻なネットワークのメカニズムを実現している。

これまで実施してきたDNA(ゲノム、遺伝子)、タンパク質の構造と機能に関する知見の集積等を踏まえ、また、世界的に有数の解析機器・施設とそれを高度のレベルで駆使する研

究者・技術者集団を有するデータドリブンライフサイエンスの国際的拠点としての実績を踏まえ、ゲノム/フェノームを総合して生命戦略を解明するための基盤とその応用展開のための基盤を構築することとする。

さらに個別の生命現象の分子ネットワークを解明し、生命をひとつの統合したシステムとして捉えた「ゲノムネットワーク」を解明することが重要である。そのために必要な機能に関わる基盤データを創出するゲノム機能情報の集中解析を行う。

### 【主な実績】

ゲノム科学総合研究センターでは、生命戦略解明の第一段階としてのゲノムからフェノームに至る各階層での要素の解明においてゲノム、遺伝子、タンパク質、動物個体と各階層において世界最先端の成果を挙げ、またこれらを統合するデータベースの研究を推進した。また、要素の解明を進めつつ、生命戦略解明の第二段階である生命システムの解明に向けての準備を整えてきた。

具体的な成果は後出のとおりである。

### (ア) 生命戦略の解明研究

ゲノムからのアプローチによる生命戦略の解明においては、ゲノムの基礎情報・構造を明らかにし、cDNA を経てタンパク質に至るトランスクリプトームの研究を行うことで機能要素間相互作用の解明を目指す。その後、プロテオームにおいて情報ネットワーク、構造ネットワーク、機能ネットワーク等につなげる研究・技術基盤を構築する。

フェノームからのアプローチによる生命戦略の解明においては、モデル動植物の変異個体を利用するフェノーム研究を実施し、プロテオームにおける情報ネットワーク、構造ネットワーク、機能ネットワーク等につなげる研究・技術基盤を構築する。

### 【主な実績】

#### (i) ゲノムレベル

- ・ ヒト 21 番染色体に相当するチンパンジー 22 番染色体の解読を終了し、ヒトとチンパンジーの遺伝子の差が予想より大きいことを発見した。(2004.5 Nature)
- ・ 糖尿病や白血病など疾患関連性が高いヒト 11 番染色体について、さらに高精度の解析を続け、1,524 個の遺伝子産物の構造と種類などの情報を網羅したカタログを作成した。本成果は、病気の診断と治療などの医学研究に応用されることが期待される。(2006.3 Nature)

#### (ii) 遺伝子レベル

- ・ DNA サンプルを紙の上に貼り付け、書籍として移送、流通させることを可能にした DNA ブックを開発した。また、それぞれの DNA ブックに収録されている 6 万 5312 種の DNA の情報をデータベース化し、インターネットから内容の検索や閲覧ができるシステムを開発した。

- ・ 一塩基多型 (SNP) を検出する新技術、SMAP (Smart Amplification Protocol) を開発した。本成果は、S/N 比が非常に高く、短時間 (30 分) で間便に SNP を検出することが出来る汎用性の高い技術であり、シンガポール等と臨床応用に向けた共同研究を開始している。

#### (iii) タンパク質レベル

- ・ コンピュータを用いたホモロジーモデリングという手法で、タンパク質の立体構造の予測が可能なデータベースを公開した。本成果は、創薬研究の活性化に大きく貢献するものである。(タンパク 3000 プロジェクトの一環)
- ・ タンパク質の立体構造に基づいて、コンピュータ上で結合のシミュレーションを行い、SARS ウイルスの増殖を阻害する候補化合物を発見した。

#### (iv) 動物個体

- ・ *Disc1* 遺伝子に発見した 2 つの変異系統のうち、1 系統はうつ病を、もう 1 系統は統合失調症を示すことが判明した。本成果は、複雑なヒト精神疾患の発症メカニズムや診断・治療などの開発に応用できる可能性がある。(トロントマウントシナイ病院研究所との共同研究) (2007.10 Science)
- ・ ヒト変形性関節症(OA: osteoarthritis)の原因遺伝子 *Gdf5* (growth differentiation factor 5) の変異によって、重度の変形性関節症症状を早期に示す疾患モデルマウスを開発した。本成果は、未解決な部分の多い関節の形成機構研究に対しても、新たな研究材料を提供することになる。

#### (v) 全体の統合化のためのバイオインフォマティクス研究

- ・ 1 ペタ FLOPS (1 秒間に 1,000 兆回の演算を行う能力) を実現する分子動力学シミュレーション専用コンピュータ「MDGRAPE」の構築に成功し、新薬の開発期間の短縮化とタンパク質の働きの高度なシミュレーションを可能にした。
- ・ 遺伝子などの様々な情報に関する多数の情報データベース群を同時に検索して可視化することが可能な検索ソフト「オミックブラウズ」を無償公開した。本成果により、従来よりもデータ統合化機能が強化され、病気の原因遺伝子を探る研究が加速される。(2007.10 Bioinformatics)

以上のとおり、「生命戦略の解明研究」においては、十分に、中期計画の目標を達成した。

さらに、トランスクリプトーム研究においては、膨大な非タンパクコード RNA を発見し、タンパク質がゲノムにコードされている最終機能物質であるという常識を覆し、従来のセントラルドグマを書き換え、新しい研究分野を切り開くなど、中期計画で想定していた以上の成果が得られている。

さらに、トランスクリプトーム研究においては、従来 100 個ぐらいしか知られていなかった

「非タンパクコード RNA (Non-coding RNA; ncRNA)」が、23,000 個以上存在することを突きとめた。この成果は、タンパク質がゲノムにコードされている最終機能物質であるという常識を覆し、予想を凌ぐトランスクリプトームの複雑さを認識させるもので、「RNA 新大陸」を発見したと言える。これにより、ゲノムというもののなかに遺伝子がオアシスのように散在するという旧来のゲノム観から、かつてジャンク DNA と呼ばれていた領域は実際には機能しており、ゲノムは総体として働いているという新しいゲノム観が生じた。さらに、本研究における「RNA 大陸」の発見は、「タンパク質が最終生理活性物質であり、遺伝子とは、単にタンパク質をコードするもの」であるという既成概念を崩す結果となった。遺伝子から、表現形質を分子レベルで説明するネットワークの中に、新たに ncRNA が登場することとなり、RNA がいろいろなレベルで遺伝子の発現を調節する新たなメカニズムの研究分野を開拓した。本研究成果の詳細は、米国の科学雑誌『Science』に 2 報連続で掲載されるなど、世界にも大きなインパクトを与えた。

## 【中期計画】

### (イ) 先端技術開発・応用展開

幅広い科学技術分野の研究者・技術者を結集して、生体内分子計測技術等の生命戦略解明のための先端技術・ツールを開発・整備し、運用・活用していくとともに、その応用展開のための基盤を構築する。

## 【主な実績】

幅広い科学技術分野の研究者・技術者を結集して、タンパク質の構造・機能解明のための NMR 装置の運用・保守を行うとともに、大規模ゲノム解析のための計算機の運用・保守を行い、生命戦略解明のための先端技術開発・応用展開に向けて活用を推進した。

具体的には、タンパク質の NMR 解析適合性の判定、安定同位体標識試料の調製、多次元 NMR データの測定、これに基づくタンパク質の立体構造決定などをスルーして行う NMR 構造解析パイプラインの構築により、年間 600 以上の構造解析を可能にした。

以上のとおり、「先端技術開発・応用展開」においては、十分に、中期計画の目標を達成した。

さらに、理研のタンパク質研究の成果をパートナー制度参加企業に公開することにより、研究成果を産業界に効率よく移転する新規プロテオーム創薬共同研究制度（パートナー制度）を創設し、また、平成 19 年度より NMR 解析施設の一般公開利用を本格的に開始することにより、他の研究機関、産業界との連携を促進することで、中期計画で想定していた以上の成果が得られている。

## 【中期計画】

### (ウ) 各種ヒト疾患モデル動物の開発

ゲノム科学研究の応用展開を図るため、ヒト疾患モデル動物を開発し、開発したモデル動

物から疾患の原因となる遺伝子の同定および機能解析を行う。

#### 【主な実績】

- ・ ENU による点突然変異誘発のための至適条件を確立し、最適なミュータジェネシスプロトコールを構築した。
- ・ 生活習慣病関連の表現型を含む 400 項目以上の表現型アッセイ型から構成される体系的で網羅的な表現型解析プラットフォームを構築した。
- ・ 遺伝性テストおよびハイスループットな遺伝子マッピングシステムを開発した。その結果、「各種ヒト疾患モデル動物の開発」における成果として平成 14 年度より累計でマウス突然変異体 397 系統を開発し、順次、理研バイオリソースセンターへ寄託している。質的な面においても、特定の疾患に偏ることなく、広範なヒト疾患に対応するモデルマウスを開発することができた。生活習慣病を例に取れば、糖尿病、高血圧、高脂血症、がん、認知症など、数多くの系統が樹立されている。

以上のとおり、「各種ヒト疾患モデル動物の開発」においては、十分に、中期計画の目標を達成した。

さらに、遺伝性テストに伴う解析により得られた情報から、これらのモデルマウスには、全く新規の遺伝子が責任遺伝子であるマウスや、既知の遺伝子の新たな変異が原因となっているものなどがあり、その発症メカニズムの点でも多彩な構成となっていることが分かった。本成果は、今後の医学生命科学の研究における貴重なバイオリソースとなることが期待され、中期計画で想定していた以上の成果が得られている。

#### 【中期計画】

##### (エ) ゲノム機能情報集中解析

ゲノムネットワークの解明に必要な基盤データを創出するため、遺伝子発現情報、遺伝子発現調節情報、タンパク質 - タンパク質相互作用情報等に関する網羅的な解析を行い、ゲノム機能情報の集中解析を推進する。

#### 【主な実績】

- ・ ゲノムネットワークプロジェクトの中核機関として、精確な遺伝子発現量の測定法として定量的 RT-PCR アッセイシステムの確立、タンパク質間相互作用解析のパイプライン構築、Perturbation 実験系及び Chip-chip 技術の確立を行い、データを産出し、プロジェクトの参加機関の研究をサポートする基盤リソースの整備および個別の依頼解析を実施した。
- ・ 上記で産出されたデータから情報を抽出し、遺伝子発現制御ネットワークを解明する遺伝子発現クラスターワークショップを推進し、動的遺伝子発現制御ネットワークの解明のための技術基盤を確立した。

- ・ 解析手法の組み合わせによる新規アプローチを確立し、あらゆる転写制御ネットワークの解析に適用し得る解析パイプラインのプロトタイプを開発した。

以上のとおり、「ゲノム機能情報集中解析」においては、十分に、中期計画の目標を達成した。

さらに、ヒトおよびマウスのトランスクリプトーム解析を行い、遺伝子のオン・オフ（RNA生成のタイミングと量）を決めるスイッチの役割をする遺伝子調節領域（プロモーター）がこれまでに知られていた数の10倍に及ぶ数を同定するとともに、高等動物においては、多くの場合、転写開始点は曖昧で、ある程度の長さの領域のさまざまな場所から始まっていること（ブロード型）を突き止めた。本成果は、非タンパクコード RNA の発見とともに、あらゆる生命現象を分子レベルで説明するために必須の研究対象となり、中期計画で想定していた以上の成果が得られている。

### 【マネジメント実績】

- ・ 理研のタンパク質研究の成果をパートナー制度参加企業に公開することにより、研究成果を産業界に効率よく移転する新規プロテオーム創薬共同研究制度（パートナー制度）を創設した。
- ・ 平成19年度からは、NMR解析施設の一般公開利用を本格的に開始することにより、他の研究機関、産業界との連携を促進した。
- ・ 報奨金制度を実施し、センターの活動に対し顕著に貢献した者に対しインセンティブを行った。
- ・ 研究成果の拡大と研究基盤の強化のため、海外研究機関との研究者交流に関する取り扱いを定め、センター長裁量経費での研究者受け入れ、または海外派遣を可能にすることで国際交流の推進に努めた。
- ・ 構造プロテオミクスの分野において、Korea Basic Science Institute(KBSI)と包括的な協定書を締結した。
- ・ 東京大学大学院新領域創成科学研究科との連携大学院をを開始。システムバイオロジー分野の若手研究者をより長期的な観点で育成することが可能にした。
- ・ エジンバラ大学バイオインフォマティクスセンターとの包括的な連携・協力協定を締結。積極的な情報交換、研究者交流を行っている。
- ・ バイオインフォマティクス研究の強化のため、インドの有力情報処理企業である TATA Consultancy Services Ltd. と研究者交流、シンポジウムの共催、情報交換、共同研究等について定めた合意書を締結した。
- ・ バイオインフォマティクスの強化を図るため、平成19年4月にオミックス情報統合化研究チームを立ち上げた。
- ・ センターとしての総合力を生かし、各グループの連携を推進するため、平成17年度より2年間にわたりセンター長裁量費により研究課題を募集し、複数チームによる連携研究を行った。



その結果、PLoS One に論文が掲載された。

- ・国際 RTK (膜型リセプターキナーゼ) コンソーシアム共催のワークショップを ICSB2007 カリフォルニア ロングビーチ会議で開催。海外共同研究者らとの RTK のシステム生物学に関する共同プロジェクトをさらに推進。細胞運命決定過程における RTK の重要性を転写解析および数理モデルを用いて示した。
- ・国立科学博物館との共同主催で、企画展「DNA の先へ！生命の暗号・ゲノム解読の歴史と未来」を開催。
- ・旧文部省庁舎 (東京・霞ヶ関) に設置された展示スペース「情報ひろば」にある科学技術・学術展示室において、企画展示「ゲノムから情報を引き出す～RNA 新大陸からオーダーメイド医療まで～」を開催。
- ・弁理士による知財発掘インタビューを行い、特許出願の可能性についてディスカッションを行った。
- ・運営会議でのグループ報告を英語にて提出、発表するよう義務づけ、国際化の促進に努めた。
- ・地域、社会への貢献の一環として、神奈川県内の高校教員に対してライフサイエンス分野の研修を行った。また、中学校・高校への出張授業を行い、実験と講演を行った。
- ・10年にわたるセンターの歴史を振り返り、社会に向けて研究功績を発信するため、ゲノム科学総合研究センター10周年記念講演会を開催した。研究成果物の展示等も行い、430名が参加した。
- ・これまでに蓄積したデータやノウハウを引き続き活用するとともにゲノム科学関係者の緊密な連携を継続するための仕組みとして、新たにバーチャルな形でゲノム科学総合研究組織 (GSC: Genome Sciences Research Complex) を発足させた。旧GSC在籍者、関係者等約100名が参加している。(平成20年4月1日現在)

## 【中期目標】

### 植物科学研究

植物は、地球環境の維持や安全な食料の保障や豊かな生活水準の確保並びに資源の有効利用にとって重要である。これらに資するため、植物の有する機能を向上させ、将来の地球規模の問題解決に役立つ基盤技術の確立に向けた研究開発を実施する。

このため、植物の高次機能と遺伝子及び生物分子の挙動との関連性に関する研究に取り組み、植物の制御機構の解明を目指すとともに、植物機能活用に向けた基盤研究を推進する。

## 【中期計画】

植物は自然界の一次生産者であり、化石エネルギーの生産者でもある。このため、植物は、食料、環境、エネルギー、医薬など社会の様々な面において欠かせない存在である。植物がもつ独自の機構を解明することは、「食べる」「生きる」「暮らす」といった基礎的な必須分野を視野に入れた、より安全でより豊かな人間社会を実現するために必要である。

これまでの研究により、分子生物学を基礎とした、植物機能に関わる生理素過程で起こる

分子レベルでの生命現象、それらが統合的かつ階層的に組み合った器官分化、生長、生殖等の複雑な個体生命現象、更には、群落の形成や生態系の構築に関わる生命現象の高秩序系のメカニズム等の理解が進められるようになった。しかし、動物とは異なる独自の機構を持つ植物機能の解明は始まったばかりであり、植物の有する機能を向上させ、将来の地球規模の問題の解決に必要な技術の開発並びに実用化を図るためには、基盤的な研究を強力に推進することが急務である。

植物科学研究センターは、植物科学における日本で唯一の研究拠点として、このような現状を踏まえ、食料問題や環境問題などの地球規模の問題解決と物質生産機能向上に資するため、植物共通の基礎的メカニズムの解明とその応用技術開発を実施する。そのために、モデル植物を中心にして最先端ゲノム科学技術を駆使し、基盤研究のために「植物に学ぶ」研究領域を設定し植物機能の解明を進め、応用研究のために「植物を活かす」研究領域を設定し基盤研究の成果を活かした実用化に資する研究開発を実施する。

また、研究の着実な推進に当たり、国内外の大学、研究機関、企業等と連携したネットワークを築くことにより植物科学研究の強力な推進を図る。

(ア)「植物に学ぶ」領域：（【19年度計画】では「メタボローム基盤研究」という。）

これまでの成果を活かし、植物に固有な機能を遺伝子やタンパク質などの生体分子レベルで研究し、植物の形態形成・分化全能性のしくみ、植物の環境応答機能などを調節・制御している生体分子（植物ホルモン等）と植物機能発現との関係、代謝における細胞機能とその制御機構のしくみなど、植物特有な制御・応答メカニズムの解明研究を実施する。

#### 【主な実績】

(i) 植物の代謝制御に関わるメタボローム解析研究

- ・ 植物の生産力向上に関わる代謝を研究するためのメタボローム解析基盤を構築した。
- ・ 植物特有の多様な代謝産物を解析するための質量分析器、NMRを設置して、代謝物の解析、プロファイル解析、データ解析に関する技術を開発した。
- ・ 国内外の研究機関や企業と連携して、メタボローム解析基盤の整備と新規技術開発を進めた。
- ・ メタボローム解析における大量のサンプルの処理プロセスの確立及び微量分析技術の改良を進めた。
- ・ 多次元 NMR 法を用いて、作物や樹木の非破壊での代謝プロファイル解析術の開発を進めた。
- ・ 栄養ストレス条件下のシロイヌナズナのメタボロームとトランスクリプトームを経時的に測定し、統合することにより、健康機能成分として注目されているグルコシノレート類、フラボノイド類の生合成遺伝子群やそれらの合成を制御する転写制御因子遺伝子などを同定した。
- ・ 解析基盤を用いて、シロイヌナズナや重要作物、イネ、コムギなどの実用植物の代謝産物

のメタボローム解析に関する共同研究を農業生物資源研究所や木原生物学研究所と進めた。

(ii) データベースの構築と利用の推進

- ・ メタボローム解析のための植物代謝産物のクロマトグラフィー、NMR および質量分析データのデータベース並びにバイオインフォマティクスツールを集合させ、トランスクリプトーム・メタボローム解析環境「PRIME」の開発を進め、チュートリアルを追加等、利便性の向上を図った。
- ・ 多次元 NMR スペクトルから半自動的に物質同定を行なうプログラム「SpinAssign」のウェブブラウザ版を追加公開した。
- ・ モデル植物シロイヌナズナのゲノムリソースの整備と利用を進め、完全長 cDNA の収集を基盤とした遺伝子の機能解析を効率化する FOX hunting system (完全長 cDNA 過剰発現植物を用いた遺伝子探索システム) を開発した。
- ・ メタボローム関連のデータについて、マックスプランク研究所、ライプティヒ研究所とのデータベースの共有と利用を進めた。

(iii) 変異体リソースの収集と表現型解析

- ・ ゲノム情報を用いた遺伝子解析、ゲノム解析のための変異体リソースの作成と解析を行った。
- ・ 遺伝子破壊変異体コレクションと合わせて植物の表現型解析(フェノーム解析)により遺伝子機能解析を進め、表現型データベースを構築した。

(iv) 形態形成と環境応答

- ・ 養分吸収を促進する根の根毛形成、根毛分化に関わる遺伝子、光屈性のシグナル伝達機構、根が環境刺激に応答して働く遺伝子、重力屈性のシグナル伝達に関わる遺伝子を同定した。
- ・ 光合成制御につながる青色光情報伝達のしくみを一部解明し、さらにそれらの機能分担を解明した。さらに、これらの環境応答因子を用いて発芽、開花などの制御を進めている。

以上のとおり、「植物に学ぶ」領域においては、植物ゲノム解析やメタボローム解析のための研究基盤を構築し、大学や農水省研究機関などとの共同研究や研究支援を進め、ゲノム機能解析の拠点としてオールジャパンでの植物科学プロジェクト「グリーンテクノ計画」の推進に大きく貢献した。さらに、植物の代謝制御や環境応答などの生理機能や形態形成に関わる重要な制御因子や遺伝子を明らかにする等、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、データベースに関しては、トランスクリプトーム・メタボローム解析環境「PRIME」、多次元 NMR スペクトルから半自動的に物質同定を行なうプログラム「SpinAssign」、約 18,000 のイネ FOX シロイヌナズナ植物体についての観察情報を収録したデータベースを公開し、研究成果の社会還元を積極的に行った。これらのデータベースは、植物の代謝産物やその制御経路

や遺伝子機能と表現型の関係に関する重要な基盤情報として研究推進に役立つことが期待されるものであり、中期計画で想定していた以上の成果が得られた。

#### 【中期計画】

(イ)「植物を活かす」領域 : 19年度計画では「メタボリック機能探索研究」という。

上記の「植物に学ぶ」の研究を進めつつ、植物の機能を活かすため、例えば、植物ホルモン機能を利用した植物のポジティブ制御に関する基盤技術、植物の環境適応能力・物質生産能力などの植物機能を強化・改変する基盤技術等の開発を目指し、環境浄化、有用物質生産や食料の安定供給に資する研究開発を実施する。

【主な実績】 中期目標期間の主な実績は、以下のとおりである。

##### (i) 環境修復

- ・ 世界の農業における多量の抗生物質投与量の軽減を目指して、病原菌感染により穀類に生成される内分泌攪乱物質や毒素など汚染有害物質を解毒しうる GMO を作出した。この成果は、トウモロコシの穀粒中において、十分な解毒活性が見出され、GMO を利用する事で天然の環境毒汚染からの被害を解決できることが示された。
- ・ 植物と根圏微生物の共生によるレメディエーション技術開発では、残留性人口化学物質である PCB や PCNB を分解する技術開発に成功した。
- ・ 重金属ストレス応答機能の解明研究においては、水銀イオンが、細胞内カルシウムイオン濃度の上昇と活性酸素分子種の生成を介して植物に防御応答反応を誘導することを明らかにした。
- ・ 環境ストレス応答に関わる転写因子やシグナル伝達因子を同定し、それらの遺伝子を形質転換して乾燥耐性の付与に関する技術開発と知財の獲得を行った。
- ・ 鉛を吸収するコケを発見して、鉛を吸収して廃液の浄化に役立てるコケの培養システムを構築した。この成果は、DOWA (株) との共同研究に発展した。

##### (ii) 作物の生産力向上

- ・ 作物の多収性、背丈などに量的形質 (QTL) や発芽や植物の大きさに関わる遺伝子を同定して、それらが植物ホルモンの代謝に関わる遺伝子であることを明らかにした。これらの成果は、イネ等の育種に利用されている。
- ・ 植物細胞のサイズの決定に関わる変異体を解析して、核内倍加が重要でありその過程に関わる遺伝子の機能を解析した。作物の種子などのサイズを大きくすることで収量の向上に利用を進めている。
- ・ 木部形成へのマスター遺伝子群を同定した。このような制御遺伝子を利用して、地球最大のバイオマスであるリグノセルロースの生産性の向上を進めている。

(iii) 植物ホルモン制御と生産性向上

- ・ 植物ホルモンであるブラシノステロイド及びオーキシンのシグナル伝達系の相互作用を解析し、オーキシン応答性転写調節系とタンパク質分解系が2つのホルモンに共有の信号伝達系路となっていることを明らかにした。また、ステロイド配糖体である‘サポニン’を産生する配糖化酵素を世界で初めて単離した。
- ・ 穂発芽の防止の技術開発につながる、生合成酵素遺伝子の制御機構を明らかにした。さらに、植物ホルモン・アブシジン酸を介した環境依存的なシロイヌナズナ種子発芽制御のメカニズムの解明し、種子休眠解除遺伝子(CYP707A2)を発見し、作物の生産調節への利用を進めた。
- ・ 育種上有用な半矮性に関わる植物ホルモンのジベレリンの新規の合成系を明らかにした。
- ・ 植物ホルモンサイトカイニンの生合成およびシグナリング因子を解析して種子の生産性に関わることを明らかにした。
- ・ 多様な植物ホルモンの一斉解析技術(ホルモノーム解析)の開発を行い、サイトカイニン、オーキシン、ジベレリンなどの生長に関わるホルモンの解析に利用した。さらに、アブシジン酸、ジャスモン酸などを微量での定量が可能になった。
- ・ 乾燥や低温ストレス応答に関わるアブシジン酸の生合成、分解に関わるマスター遺伝子を明らかにしてそれらを利用してストレス耐性の付与に関わる分子育種に展開した。

(iv) 代謝ネットワークと物質生産の向上

- ・ 植物の毛状根によるステロイド系物質の産出系の開発に成功し、植物による物質生産の基盤を構築した。さらに、ステロイド及びトリテルペノイドの合成の分岐点での重要遺伝子がラノステロール合成酵素遺伝子であることを明らかにした。
- ・ 植物の栄養同化代謝系に関する研究では、土壌からのアンモニア態窒素の吸収にAMT1型アンモニウムトランスポーター群が必要であることを明らかにした。さらに、硫酸イオン、アンモニウムイオン輸送系を解析した。その結果、これらのトランスポーターは植物の土壤栄養の吸収の向上と生長向上に関わっていることが分かった。
- ・ 健康向上に関わる成分の合成に関わるフラボノイド配糖化酵素遺伝子の機能を網羅的に推定し、逆遺伝学手法によりその機能を確定した。
- ・ シロイヌナズナの根でアンモニウム同化に主要な役割を果たすグルタミン合成酵素遺伝子すべてについて酵素特性、細胞局在性、窒素応答性の解明とともにサイトカイニンが窒素栄養の内部シグナルであることを明らかにし、個体での情報伝達のメカニズムをほぼ解明した。
- ・ 二次代謝産物生産用の根培養システムやシロイヌナズナの分化転換培養系を開発し、それらを利用した詳細な遺伝子発現プロファイルを作成した。

(v) 耐病性、環境ストレス耐性の改良

- ・ 植物の耐病性に関わるシグナル伝達因子の中心複合体 RAR1-SGT1-HSP90 の形成の様式を同定した。さらに、リン酸化プロテオーム解析を進めて植物のチロシンリン酸化プロファイル

を始めて示した。

- ・ コムギにカビ由来の遺伝子を発現させることでトリコセシン毒素を分泌する赤かび病菌の感染を低減できることが明らかとなり、農薬として投与される抗生物質量の軽減につながる成果を挙げた。
- ・ 乾燥耐性植物や耐病性作物の開発に役立つ遺伝子を多数同定した。遺伝子導入による乾燥ストレス耐性や耐病性の付与への応用に展開している。

以上のとおり、「植物を活かす」領域においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、イネの QTL 解析においては、育種に利用されてきた植物ホルモン関連の生合成や代謝に関わる遺伝子の機能解明に寄与する等イネの生産性向上に大きく貢献する成果が上げられた。また、バイオマス生産に関わる樹木研究に関しても木質形成に関わる重要な制御因子を世界に先駆けて明らかにして、木質形成に関する基から応用展開へ向けた研究で目に見える成果が上げられた。

また、理研の植物科学は論文の引用度に関しては、世界トップクラスのレベルであることが ISI Thomson のデータ解析から明らかになった。例としては植物・動物科学 (Plant & Animal Science) 分野における過去 10 年間 (1997 年 1 月 1 日 ~ 2007 年 2 月 28 日) の総引用回数が 6055 回で、篠崎センター長が世界トップ 1 にランキングされたことを始め、メタボローム基盤研究グループおよび基礎代謝研究チームの論文が植物科学のトップジャーナルの一つである The Plant Journal の過去 3 年間に当該ジャーナルに掲載された論文の引用回数で最頻度引用論文にランクされるなど、世界トップクラスの研究成果を上げた。

また、弁理士による研究者を対象とした知財発掘インタビューを実施した結果、特許数が増加し、さらに乾燥耐性・塩耐性に関する特許は実施化に繋がった。

このように中期計画で想定していた以上の成果が得られている。

### 【マネジメント実績】

植物科学研究センターでは、上記研究活動を推進するにあたって、下記のとおり運営活動を行った。

- ・ メタボローム解析基盤 (代謝産物の網羅的な解析) やトランスクリプトーム解析基盤 (転写産物である mRNA や noncoding RNA などの解析) そしてホルモノーム研究 (ホルモンの網羅的解析) などを構築して大学の研究者との連携を進めた。
- ・ 国際会議の開催、国際的な連携のためのワークショップなどを開催して国際的な研究活動を展開した。また、著名な研究所との連携を進めて、センターの国際的に見える活動を進めた。
- ・ 外部資金の獲得に努め、毎年 40 件前後の外部資金を獲得した。また、センター長ファンドを創設して、準備研究や外部との連携研究を推進した。
- ・ 若手研究者育成のため、海外での成果発表や国際会議の開催、英語での成果報告会を実施するなどして語学力向上に努めた。

- ・ 海外の著名な研究者を招聘してセミナー、研究室訪問を実施し、研究の議論の場を設けた。これらの活動は、国際的に見える活動として発展している。
- ・ 国内のいくつかの大学において、客員教授等のポジションを活用して教育・研究活動に貢献した。
- ・ 男女共同参画部会、情報発信部会、国際化部会を立上げ、横浜研究所および理化学研究所全体に対して改革案を提案し、センター運営の改革を進めた。
- ・ 女性リーダー、外国人リーダーの採用を進め、国際化、男女共同参画の実現に向けて改革を進めて、国際基準のセンター構築に努力した。
- ・ 内外の研究機関との連携を推進し、作物研究への展開や遺伝子組み換え作物研究の発展に貢献した。
- ・ 植物ゲノム機能解析のためのリソース整備と分譲をバイオリソースセンターと協力して進めた。
- ・ 国際農業研究協議グループ(CGIAR)の研究センター(IRRI, CIAT, CIMMYT)との連携により有用作物の開発を進め、食糧問題の解決により人類の持続的社会の構築に貢献した。
- ・ 弁理士による研究員への知財インタビューの成果が上がり、特許申請数が飛躍的に増加した。

## 【中期目標】

### 発生・再生科学総合研究

発生現象のメカニズムの解明及び再生過程に特有な仕組みの解明を集中的に推進するとともに、医療への応用を目指した研究開発を実施する。

このため、初期発生、細胞の分化、組織・器官の形成等の解明及び組織再生能力の解明、幹細胞システム制御機構等の解明を目指した研究を国内外の大学、研究機関、企業等との連携のもと、一貫して体系的に実施するとともに、細胞治療の基盤技術の開発等を進め、医療への応用を図る。

## 【中期計画】

生物が持っている数万の遺伝子はどのように協調しあって体を造り上げるのか - この疑問に答えることは、生物学における中心課題の一つであり、その中核を担うのが発生生物学の研究である。発生生物学は基礎科学的にも、また医学・農学等、人類の福祉に関係する応用科学的にも大きな価値をもつのみならず、大きな成果が期待されている。

これまでの研究により、発生にとって重要な遺伝子・タンパク質などが多数同定され、さらに様々な生物種のゲノムプロジェクトにより、膨大な発生関連遺伝子情報が得られる見通しである。しかしながら、これらの情報が具体的に生物のどのような時期・場所等で使用され、個体という高度に複雑な多細胞体制を実現するのは、いまだほとんど理解されていない。また、現存生物種の膨大な多様性がいかなる発生様式の違いに基づき育まれてきたかといった、極めて基本的な問題は謎のままである。さらに、近年全世界的に発生生物学の医療

への応用性の認識が高まったとはいえ、その実現はまさにこれからである。

このような情勢を踏まえ、発生・再生現象を含めた発生生物学の新たな展開やそれらをもとにした医療応用(特に再生医療分野)への学術基盤の確立に貢献するため、そしてこれらの総合的な基礎研究成果を的確に効率よく応用研究・産業化につなげていくため、「発生のしくみの領域」、「再生のしくみの領域」、「医療への応用の領域」の3領域を設定してそれぞれの側面から総合的にアプローチし、また国内外の大学、研究機関、企業等とのさらなる有機的な連携を図っていく。

今後は既存の研究実施体制を研究の進展に応じ適宜見直した上で、ヒトへの臨床応用への直結をも具体的視野に入れた基盤研究など、近未来的に社会希求性の高い、または高まることの予想される新たな基礎研究分野を取り入れることを検討し、既存の研究分野とのバランスを取りつつ総合的に研究を実施し、発生生物学や再生医学などの基盤となる知見を集約するとともに、得られた成果の産業化への展開を図る。

なお、発生・再生科学総合研究センターでは高い国際競争力を有する研究リーダーにより主宰される「中核プログラム」、若手を中心とした研究リーダーの独創性を重視して実施される「創造的研究推進プログラム」、2つのプログラムと協力し発生・再生現象の基礎研究および再生医学につながる技術基盤の開発・支援を行う「先端技術支援・開発プログラム」の3つのプログラムにより3領域の研究を推進する。

#### (ア) 発生のしくみの領域

発生生物学をもとに、生物がたった一つの細胞である卵から、組織、器官、そして個体を形作るまでの発生現象を様々な次元から解明する。その推進においては、従来の学問の単なる継続ではなく、新概念の発見や新しいテクノロジーの創出のために新しい視点を積極的に取り入れることを奨励しながら、発生に関連する遺伝子・タンパク質のスクリーニングおよびその機能解析、発生現象を制御する機構の究明、生物多様性の発生機構の解明、新しいモデル動物や研究法の開発を実施する。

#### 【主な実績】

- ・ 線虫を用いた研究で、NDPアーゼによるADAMプロテアーゼの糖鎖修飾が、器官形成における細胞異動の調節のために必須であることを明らかにした。本成果は、ADAMプロテアーゼに関連する様々な疾患や病態のメカニズムを明らかにする重要な手がかりになることが期待される。(Nature Cell Biology 平成16年1月)
- ・ 細胞接着に重要な働きをもつ分子として知られるNカテニンがシナプスの安定性を制御することを発見し、これがシナプス形成のダイナミクスに関与していることを明らかにした。(Nature Neuroscience 平成16年4月)
- ・ 顎をもたないヤツメウナギにも顎口類と同様のHoxコードが共有され、顎の進化におけるHox遺伝子の機能に新たな知見を加えた。Hox遺伝子群は器官形成の初期に、体の前後軸に



沿って「どこに何をもちたすか」を決めているマスターコントロール遺伝子で、この仕組みは無脊椎動物から我々脊椎動物まで広く保存されている。(Nature 平成 16 年 5 月)

- ・ アフリカツメガエルを用いた研究で、頭部形成を誘導する新規のタンパク質「Shisa」(沖縄で見られるシーサーから名づけられた)を同定し、Shisa がシグナルネットワーク分子(Wnt、FGF)の活性を制御することを明らかにした。また、この遺伝子がマウスやゼブラフィッシュ、ヒトに至るまでの脊椎動物にも存在することを確認した。(Cell 平成 17 年 1 月)
- ・ ゼブラフィッシュの神経ストライプが作られる仕組みを解明し、原神経領域の形成という神経の初期パターンニングが起こるメカニズムの一端を明らかにした。(Development 平成 17 年 2 月)
- ・ 受精卵や神経幹細胞が多様な細胞を作り出すためには、分裂した細胞がそれぞれ違うものになる「非対称分裂」の仕組みが必須であるが、線虫を用いた研究により、タンパク質 カテニンが細胞極性を形成し、多くの細胞で非対称細胞分裂を制御する仕組みを明らかにした。(Genes&Development 平成 17 年 8 月)
- ・ 細胞の多様性を生み出す非対称細胞分裂において、Wnt シグナルが非対称性を生み出す細胞の極性を直接的に決めていることを明らかにした。(Developmental Cell 平成 18 年 3 月)
- ・ ショウジョウバエを用いた実験で、細胞分裂の際に Mud と呼ばれるタンパク質が細胞内の因子の偏りと分裂の方向の関係を決定付け、増殖(対称分裂)か分化(非対称分裂)かを切り替えるしくみを明らかにした。(Nature Cell Biology 平成 18 年 4 月)
- ・ 線虫の受精卵において、アクチン骨格の調整因子が PAR タンパク質複合体の非対称分裂を誘導することを証明し、細胞極性が確立されるメカニズムの一端を解明した。(Nature Cell Biology 平成 18 年 8 月)
- ・ 細胞接着分子であるカドヘリンが、細胞骨格と連動して一定の方向に流動する現象を確認し、細胞の接着のみでなく移動の促進にも重要な役割を果たすことを示した。(Nature Cell Biology 平成 18 年 12 月)
- ・ 間葉系幹細胞の起源解明のため独自の方法を開発し、発生過程で最初に生じる間葉系幹細胞の一部が、体幹部の神経上皮に由来していることを明らかにした。(Cell 平成 19 年 6 月)

以上のとおり、「発生のしくみの領域」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、中期計画で想定した以上の成果として、下記のような優れた成果が得られた。

- ・ 卵の入手が非常に困難であり、発生過程を研究するための手がかりがなかったヌタウナギについて、人工飼育環境下での産卵、受精、発生に世界で初めて成功し、原始的な生物として知られるヌタウナギが脊椎動物を特徴付ける発生プログラムを備えていることを確認した。(Nature 平成 19 年 3 月)
- ・ 細胞の接着構造が安定化するのには、カドヘリン カテニン複合体とアクチン骨格の結合によることが知られていたが、EPLIN と呼ばれるタンパク質がこれらを結び付けていることを発見した。(PNAS 平成 19 年 12 月)

## 【中期計画】

### (イ) 再生のしくみの領域

いくつかの生物種において発生が完了した後の発生現象の繰り返しとも考えられている、失われた組織・器官等の再生現象のシステム解明などの基礎研究を行う。一般の発生機構の研究ではカバーできない再生特有の問題に焦点を合わせて、将来的に再生医学への応用へとつなげるため、組織再生・修復機構の解明、幹細胞システム制御機構の解明のための研究開発を実施する。

## 【主な実績】

- ・ 体内時計の遺伝子が織り成す複雑な転写制御ネットワークの構造を同定し、そのネットワークの心臓部と思われる転写制御機構を明らかにした。本成果は、システムバイオロジーのモデルケースとして生命科学のパラダイムシフトに大きく貢献するものと期待される。(PNAS 平成 16 年 8 月)
- ・ 多くの生物種で早い段階に形成され、あらゆる種類の細胞に分化する能力を持つ生殖細胞が、どのように運命を決定され、機能を確立するののかについては未解明な点が多い中、生殖細胞の運命決定を行う最も初期の因子 Blimp1 を同定した。(Nature 平成 17 年 6 月)
- ・ マウス ES 細胞から臓側内胚葉が、中内胚葉を経由して胚体内胚葉と中胚葉が分化する過程を遺伝子レベルで明らかにした。(Development 平成 17 年 10 月, Nature Biotechnology 平成 17 年 11 月)
- ・ 哺乳類の発生における細胞の最初の分化である栄養外胚葉と内部細胞塊の形成が、Cdx2 と Oct3/4 と呼ばれる 2 つの分子の相互作用によりコントロールされていることを明らかにした。(Cell 平成 17 年 12 月)
- ・ Np95 と呼ばれるタンパク質が重要な役割を果たすことで、個体発生の段階で確立された転写制御パターンが、細胞分裂の過程を通じ、次世代の細胞でも維持されることを明らかにした。(Nature 平成 19 年 11 月)

以上のとおり、「再生のしくみの領域」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、中期計画で想定した以上の成果として、下記のような優れた成果が得られた。

- ・ 繁殖障害を示すミュータント系統のマウスを高効率に生産する技術を開発した。これにより、不妊系統のマウスの生産及び不妊の原因究明が可能となり、その医療応用に新たな学術的知見を加えた。(PNAS 平成 17 年 1 月)
- ・ マウスを用いた実験で、受精能のない卵子からクローン胚由来の ES 細胞を樹立することに成功した。廃棄の対象であった卵子を活用していることから、作出したクローン胚は個体に発生する能力を持たず、ヒトへの応用に向けて可能性が広がった。(Current Biology 平成 19 年 2 月)

## 【中期計画】

### (ウ) 医療への応用の領域

前述二つの領域による研究成果をも活用しつつ、医学的応用につながる幹細胞の分化・未分化維持機構の解明、組織構造と機能形成の解明、細胞治療技術基盤開発など基礎的・モデル的研究を効率的に実施する。あわせて、社会の福祉に速やかに役立てるために、本研究で得られた成果を応用するため医療機関等と連携する。

## 【主な実績】

- ・ サルなどの ES 細胞から、脳幹や脊髄の運動ニューロンや底板をはじめとする広範囲の中枢神経系細胞を分化誘導させることに成功した。(PNAS 平成 15 年 5 月)
- ・ マウス ES 細胞から大脳前駆細胞の分化誘導に成功した。マウス ES 細胞の細胞塊を無血清培地で浮遊培養させることで、効率よく神経細胞に分化させる系を世界で初めて樹立した(SFEB 法)。また、培養を続けることにより、ハンチントン病やパーキンソン病、さらにアルツハイマー病などと深くかかわる神経細胞なども効率的に産生できることを確認した。(Nature Neuroscience 平成 17 年 2 月)
- ・ マウス ES 細胞から神経網膜前駆細胞および視細胞を分化誘導することに世界で初めて成功した。(PNAS 平成 17 年 8 月)
- ・ 従来、約 2%を上回ることはなかった体細胞クローンマウスの成功率が、核移植後の卵細胞をヒストン脱アセチル化酵素の阻害剤であるトリコスタチン A (TSA) で処理することで、約 6%にまで向上することを明らかにした。また、TSA 処理によって胚盤胞への試験管内発生率が向上することや、クローン胚からの ES 細胞の樹立成功率が向上することも示した。(Biochemical and Biophysical Research Communications 平成 17 年 12 月)
- ・ ヒト羊膜成分が ES 細胞を分化させる因子として働くことを発見し、実際に動物由来の培養成分を完全に除去した環境で、神経前駆細胞、さらにドーパミン神経細胞、運動神経細胞、網膜組織などを効率良く分化誘導することに成功した。(PNAS 平成 18 年 6 月)
- ・ 既知成分のみを用いることで、移植に伴うマウス由来の未知のウイルス感染や異種タンパク質による免疫反応の可能性を回避しながら、ヒト ES 細胞から視細胞を高効率に分化誘導する手法を確立した。(Nature Biotechnology 平成 20 年 2 月)

以上のとおり、「医療への応用の領域」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、中期計画で想定した以上の成果として、下記のような優れた成果が得られた。

- ・ ROCK という酵素が、ヒト ES 細胞培養中の細胞死を引き起こすことを明らかにし、ROCK 阻害剤の投与という簡単な薬剤処理により細胞死を抑制することで、ヒト ES 細胞の大量培養に成功した。(Nature Biotechnology 平成 19 年 5 月)

## 【マネジメント実績】

発生・再生科学総合研究センター（CDB）では、上記研究活動を推進するにあたって、下記の運営活動を行った。

### (i) 研究体制の整備

研究組織をグループディレクターが構成する「中核プログラム」、チームリーダーが構成する「創造的研究推進プログラム」、支援、技術開発を担う室長およびユニットリーダーで構成する「先端技術支援・開発プログラム」の3つの部門で構成し、すべての研究グループ、チームが独立しており階層性をとらず、各チームの独自性を重視する体制により、独創的研究の創出の基盤を確立した。

### (ii) 外部資金の獲得

文部科学省より、研究開発委託事業のリーディング・プロジェクト「再生医療の実現化プロジェクト（幹細胞操作技術開発領域）」第1期を委託されたほか、平成20年度からの第2期においてもiPS細胞等研究拠点として採択されている。

科学研究費補助金、戦略的創造研究推進事業、各種民間助成金等への申請も奨励しており、外部資金の獲得率は高水準にある。

### (iii) チームリーダーの登用

広く国内外へ向けた公募を行い、積極的に若手・女性研究者・外国人研究者を登用に努めた。さらに、大学の講座制と異なり、博士課程終了直後の若い研究者にも独立したチームを与え、独創的な成果を挙げた。

### (iv) 若手研究員のトレーニング

研究員については、週1回開催するLuncheon Forum等において、若手による発表の機会を多く設ける等、若手育成を常に意識している。また、若手研究者の国際的なプレゼンテーション能力を身に付けさせるため、バイリンガルのスタッフによる英語プレゼンテーションのトレーニングを実施している。自由な発想・独創性に基づく研究を最も重視しており、ポスドクに該当する研究員についても、チームリーダーの裁量の下、それぞれに独自の研究テーマが割り振られ、独立を目指したトレーニングが日常的に行われている。

### (v) 大学院教育への貢献

大学院生の教育も重要であると考え、関西地域5大学8研究科との連携大学院の枠組みで各研究室で大学院生を受け入れたほか、毎年夏に2日間をかけて、CDB研究者による講義と実習、研究室訪問を通じて研究現場を紹介する「集中レクチャー・プログラム」を実施した。参加者は年々増えており、平成19年度は、連携大学院の学生と一般参加の学生を含めて約160

名が参加した。

(vi) アジア・太平洋地域の若手研究者の研究活動支援

アジア・太平洋地域における発生生物学の分野での情報交換や研究活動を促進するために設立されたアジア・太平洋発生生物学ネットワーク (APDBN) の活動拠点として、同地域の若手研究者の研究活動支援を積極的に行ってきた。APDBN では UK-APDBN ジョイントミーティング等を開催するほか、同地域内の若手研究者に対し国外学会等への旅費の補助を行う「Travel Awards Program」(寄付金による)を運用している。

(vii) 学術集会

国内外の研究者との交流を促進することを目的として数多くの学術セミナーを積極的に実施した。外部との交流を促進するための「CDB Seminar」(年 50 回程度)や、生物学に限らず様々な分野の第一人者を招く「CDB 懇話会」(どちらも不定期)を実施しているほか、特定のテーマにフォーカスした小規模の「CDB Meeting」(国際会議、年 4 回程度)や「CDB Symposium」(国際シンポジウム、年 1 回)を開催しており、世界の一流研究者に CDB を紹介し、交流する上で極めて有効な機会となっている。特に CDB Symposium については、参加者を一般募集により募っているが、海外からの一般参加者は、平成 19 年度では全体の 3 割近くにのぼった。海外からこれだけの参加があるのは、CDB がこの分野における国際的認知度を高めている現状を表していると言える。

(xiii) 広報・国際化室と広報活動の充実

CDB では、生命科学の研究成果を一般の人々にも分かりやすいかたちで国内外へ向けて情報発信する努力をしている。一般に対しては、CDB 一般公開、研究成果の記者会見開催、その他新聞や雑誌、テレビのニュース番組などからの取材の随時受け付けなど、様々なメディアを通しての研究内容や成果の発信に努めている。高校の理科教育への貢献としては、「高校生のための生命科学体験講座」や高校理科教員向けの研修を実施している。また、広報や国際化に関する CDB の専門部門として、発生生物学の専門知識を持つスタッフやバイリンガルのスタッフを集めた広報・国際化室を設置し、国内外に向けた各種広報活動、外国人研究スタッフのヘルプデスク、日本人研究スタッフの英語指導等を行っている。

(ix) 研究倫理委員会

神戸研究所研究倫理委員会には、生物学や生命倫理を専門としない一般の立場からの委員を複数名加えており、一般社会の意見を反映する上でよく機能している。

(x) 地域との連携と再生医療への貢献

CDB は、「神戸医療産業都市構想」及び神戸地域における「知的クラスター創成事業」の一

翼を担ってきた。これらの構想や事業において、CDB 自体は基礎研究を行うことを最大の特徴としながらも、隣接した神戸市先端医療センターとの連携により応用を目指した研究を推進しており、また同地区に立地している製薬企業や医療機器メーカー、ベンチャー企業との交流を図っている。

(xi) 研究分野での国際貢献

CDB は国際発生生物学会 (ISDB・会長：竹市センター長)、アジア太平洋発生生物学ネットワーク (APDBN・委員長同じ) および日本発生生物学会 (会長：相澤副センター長) の事務拠点として機能しており、この研究分野の国際交流を牽引する立場として国際的に大きな役割を担っている。

(xii) 政府委員会や他分野への貢献

複数のグループディレクター等が内閣府、文部科学省、厚生労働省、経済産業省等の委員会委員としても活動しているほか、哲学・社会学等の他研究分野の学会からも招待講演を受けているなど、研究分野を限らない幅広い活動を行っている。

**【中期目標】**

**遺伝子多型研究**

高齢化社会に対応し、薬剤による副作用のリスクの回避及び効果的な投与、並びに個人の遺伝情報に応じた革新的な医療 (テーラーメイド医療) の実現に資するための研究開発を実施する。

このため、標準多型データベースを活用して、有用遺伝子部分全ての SNP (一塩基多型) について、疾患関連遺伝子の探索、疾患と SNP との関連性、薬剤感受性と SNP との関連性について体系的に研究し、新しい治療法と創薬に結び付く研究を実施するとともに、データベースを整備し、医療検査機関への技術移転を進めることなどにより、テーラーメイド医療への応用を目指す。

**【中期計画】**

人の遺伝子は、個人個人が特異なもので、この違いを遺伝子多型という。遺伝子多型の解析には、従来から幾種かの方法がとられていたが、マーカーとしては不足であり、生活習慣病などの解析が不可能であったため、その後より詳細な解析法として SNP 解析が提案、採用されるに至った。遺伝子多型研究は、遺伝子多型と、病気に対するかかりやすさや薬剤に対する反応の強弱の関連を明らかにして、生活習慣病を中心とする病気の予防や治療の方策を、今までの標準的な治療や予防の対策レベルから、個々の人、あるいは病気の特性的に対応したテーラーメイド医療実現のための基礎を構築することを目的とする。

遺伝子多型タイピング研究においては、大量・高速 SNP タイピングシステムの構築によ

り、現在年間1億SNPタイピングが可能となり、ゲノムワイドな疾患関連遺伝子研究が展開されている。この方法で心筋梗塞の高危険度遺伝子が同定され、世界で初めてのゲノムワイドSNP利用による生活習慣病関連遺伝子同定の有効性が実証されている。また薬理ゲノム学的研究基盤整備のために、薬物代謝酵素及び関連遺伝子群のSNPデータベースの構築を行い、SNP検索を行った対象遺伝子領域の高密度SNP地図の作製が進んでいる。さらにSNPタイピング技術の国内技術移転も進んでいる。

今後、さらに他の疾患関連遺伝子を同定し、新たな治療法や創薬に結びつけテーラーメイド医療の実現に資するため、「遺伝子多型タイピング研究」において疾患関連遺伝子研究に必要な遺伝子多型データの取得、および遺伝子発現動態の解析を行い、「疾患関連遺伝子研究」において各疾患に関する遺伝子を探索、特定し、その機能を解析する。

次いで、上記の成果及びそれに対する評価を踏まえ、さらなる高速・大量・高精度のSNPタイピング法を開発し、日本人の特性に着目して、新たな疾患関連遺伝子を同定していくとともに、SNPが当該遺伝子の機能に与える影響、及びSNPと疾患や薬剤感受性との関連性に関する研究を実施する。

また、日米英加中5カ国の国際協力研究のハプロタイプ計画により作製される高密度ハプロタイプ地図の成果を、研究に応用していく。

さらに、機能解析や薬剤開発に繋がるプロテオミクス、生物界における比較ゲノム研究に関して、国内外の大学、研究機関、企業等との密接な連携を図る。

## 【主な実績】

- ・ 疾患関連遺伝子研究に必要な遺伝子多型データの取得などを行い、疾患に関する遺伝子の同定と機能解析を行った。
- ・ 高精度・高速SNPタイピング法の開発を行い、SNPと疾患や薬剤との関連性について研究を行った。
- ・ 国際ハップマッププロジェクトにおいて作製された高密度ハプロタイプ地図の成果を疾患関連遺伝子の同定などに活用して研究を行った。
- ・ 国内外の大学や研究機関、民間企業と、それぞれの研究分野において連携し研究を行う体制を構築した。

具体的な研究実績等は、後出のとおりである。

## 【中期計画】

### (ア) 遺伝子多型タイピング研究

世界最速のSNP解析技法を駆使し、各疾患関連遺伝子研究に必要な遺伝子多型データを大量かつ高速に供給する。さらに、遺伝子発現動態解析研究を行い、疾患発症機構を解明すべく体制を整える。

また、SNPの大規模収集とその情報を基礎とするゲノム解析に基づく薬理ゲノム学的研

究の基盤整備のため、薬物代謝酵素及び関連遺伝子群のSNPデータベースの構築を行って  
いく。

今後、現在既知のSNPデータに基づいて日本人の特性、疾患関連遺伝子の解析のデータ  
ベースや基本ソフトの構築を行うとともに、この領域の研究者の育成に取り組む。

また、高速・大量・高精度のSNPタイピング法の開発により、さらなるゲノムワイドの  
SNPを解明し、さらにSNPデータベースの充実と解析技術の向上、ゲノムワイド解析技  
術の向上を図る。

### 【主な実績】

- ・ 疾患関連遺伝子研究チームに対し、高精度な遺伝子多型データを大量に供給した。
- ・ 薬剤代謝酵素、トランスポーター、レセプター等薬剤の代謝に関連する遺伝子上に存在する  
1,536 SNP について約6万サンプルのタイピングを行い、データベース化した。
- ・ Invader 法を用いる大量高速タイピングシステムを改良し、人的ミスをほぼ100%回避できる  
システムを構築した。
- ・ 既知の SNP データに基づいて日本人の特性や疾患関連遺伝子の解析を行い、データベース  
や基本ソフトの構築を行った。
- ・ 薬効や、副作用発現、疾患候補遺伝子など大量・高速 SNP タイピングの解析の結果同定され  
た遺伝子について SNP を同定しデータベースを構築した。
- ・ 精度の高いインベダー法を応用した臨床応用が可能な SNP タイピングシステムの開発や  
新たな DNA 多型であるコピー数多型等のタイピングシステムの開発を行った。

以上のとおり、「遺伝子多型タイピング研究」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、中期計画で想定した以上の成果として、下記のような優れた成果が得られた。

- ・ 国の委託事業により、国際 HapMap プロジェクトに参画し、単一機関として世界最大の貢献  
を果たした。本プロジェクトにおいて完成したヒト全染色体のハプロタイプ地図により、世  
界的に疾患や薬剤応答性に関連する遺伝子の研究が効率的に行われる基盤技術となり、疾患  
関連遺伝子研究の推進に大きく貢献した。
- ・ 病院などの臨床現場で迅速かつ簡便に遺伝子多型を検出する目的で、インベダー法による  
自動化 SNP タイピングシステムの開発を民間企業等と共同で行った。
- ・ 高度な SNP タイピング技術の社会への普及することを目指して、SNP タイピング実施部門を  
理研ベンチャーとして企業化し、技術移転を行った。
- ・ 日本人一般集団 934 例における 515,286SNP の頻度情報をデータベースを通じて広く公開し  
た。

### 【中期計画】

#### (イ) 疾患関連遺伝子研究



疾患の予防、診断、治療への実用化に向けて、各々の疾患の原因と考えられる遺伝子の同定を進め、技術移転等を実施する。

今後、ハプロタイプ地図の成果等も利用し、遺伝子機能の解析を深めて診断薬、創薬への応用を図っていくとともに、既存の体制を見直しつつ、新たな疾患にも対応していく。

また、薬剤の使い分けへの貢献を図るために、薬剤代謝酵素・トランスポーターに関して、薬物動態関連遺伝子多型の頻度解析を行う。

さらに、オーダーメイド医療の充実に貢献するために、従来の薬剤代謝酵素・トランスポーター以外にも種々の薬効に関連する新規遺伝子に関する研究を行う。

### 【主な実績】

- ・ 関節リウマチ、椎間板ヘルニア、心筋梗塞、糖尿病性腎症、糖尿病、喘息、肥満、変形性関節症、クローン病、川崎病などの疾患の発症に関連する遺伝子、及び肝炎患者のインターフェロン治療の有効性に関与する遺伝子を合計 30 以上同定した。一部はトップレベルの雑誌に発表した。
- ・ 同定された遺伝子について、ハプロタイプ計画により作製された高密度ハプロタイプ地図を活用しつつ、機能解析などを行った。一部はトップレベルの雑誌に発表した。
- ・ それぞれの遺伝子のノックアウトマウスやトランスジェニックマウスの作製を行い、*in vivo*における遺伝子機能を解析した。
- ・ 薬剤応答性関連遺伝子研究においては、重篤な副作用の症例数が多い 19 の抗癌剤について関連解析を行い、副作用関連 SNP を同定した。成果の一部は Nature Genetics などの雑誌に発表した。
- ・ 薬剤代謝酵素・トランスポーターに関しては、薬物動態関連遺伝子多型の頻度解析を行った。上記の成果は特許出願済であり、一部については診断薬、創薬への応用の端緒とするべく、民間企業とライセンスの交渉を行っている。

以上のとおり、「疾患関連遺伝子研究」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、重篤な副作用の症例数が多い抗癌剤について関連解析を行い、投薬開始前に副作用のリスク診断が可能となる予測システムの開発を行なうなど、中期計画で想定していた以上の成果が得られている。

### 【マネジメント実績】

- ・ 遺伝医学研究に対する理解を深めてもらうことを目的に、外部の医薬系研究者を対象に、東大医科研と合同で「医薬系関係者のための遺伝医学夏期集中セミナー」(2007/8/24-26)を開催した。
- ・ “Pharmacogenomics in Drug Development” と題し、製薬企業、研究者、病院関係者を対象として、疾患関連遺伝子の多型情報の医薬品開発への応用やファーマコゲノミクス研究に対

する関心と理解増進のため、NIH PGRN、日本薬物動態学会と合同でワークショップを開催した。

- ・ 高度な SNP タイピング技術の社会へ普及を目指して、SNP タイピング実施部門を理研ベンチャーとして企業化し、技術移転を行った。(株式会社理研ジェネシスの設立)
- ・ 網羅的な血清プロテオミクス研究により、病気の早期発見や、未病の段階での病気の予防・診断につながるバイオマーカーの探索及び同定を行うため、民間企業や大学との連携体制を構築した。
- ・ アジアを中心とする海外の研究機関(マレーシア・マラヤ大学、タイ・NIH及びTCELS、ブルガリア・ソフィア大学、韓国・国立がんセンター)と連携して、各国にとって重要な疾患や薬剤に関連する遺伝子研究を実施した。また、これらの機関から多数の若手研究者を受け入れ育成を図った。19年度は、タイのマヒドン大学との共同研究により、HIV 治療薬ネビラピンによる皮疹関連遺伝子の同定を行った。また、肺線維症のリスク要因を同定した。
- ・ 「薬剤の有用性や副作用と個人の遺伝的要因との関係解明における協力のための“国際薬理遺伝学研究連合(Global Alliance for Pharmacogenomics : GAP)”の創立」に向けて、平成19年2月4-5日の2日間、米国国立衛生研究所薬理遺伝学研究ネットワーク(NIH PGRN)およびNIHとの研究会議を行った。なお、本会議の結果、ファーマコゲノミクス研究によるオーダーメイド医療の早期実現を目指して、今後、乳がん治療薬の有効性に対する遺伝的要因の影響や、乳がんや膵がん等の抗がん剤治療薬に関連する遺伝的要因の解明等の研究を協力して実施することになった。

## 【中期目標】

### 免疫・アレルギー科学総合研究

国民の約1/3が罹患し、21世紀の国民病とも指摘される花粉症をはじめとするアレルギー疾患、高齢化社会の生活設計に多大な影響を及ぼすリウマチなどの自己免疫疾患、高額な医療費負担を抱える臓器移植など、免疫難病と呼ばれ、現状では解決の糸口が見いだせないでいる免疫疾患の克服を目指した研究開発を実施する。

このため、基礎研究を強力に推進し、免疫系の形成・維持・破綻のメカニズム解明を目指すとともに、免疫・アレルギー疾患の制御法および治療・予防の基盤技術を開発し、臨床応用につなげ、免疫・アレルギー疾患の根治的治療法の開発を目指す。

## 【中期計画】

免疫系は脳や肝臓のような特別な臓器構造を持たないにもかかわらず、1兆個にもおよぶ免疫細胞が調和のとれた相互作用を行い、免疫機能を発現する。機能の異なる免疫細胞がどのように協調しあってシステムを作り、それを維持し、どのようなメカニズムでシステム維持が破綻するのかといった疑問に答えることは、医学・生命科学における中心課題の一つであり、その中核を担うのが免疫・アレルギー研究である。そのため、免疫・アレルギー研究

の知見を蓄積することは新たな生命現象の基本原理の発見につながるとともに、免疫・アレルギー疾患の制御法および治療・予防の基盤技術開発などの医学応用に大きな成果が期待されている。

これまでの研究により、免疫現象の発現にとって重要な細胞、遺伝子・タンパク質などが多数同定され、膨大な免疫機能関連情報が得られている。しかしながら、これらがどのようにして免疫システムという高度に複雑な多細胞系を作り、維持し、統合的な機能を発現するのか、といった生命科学にとって重要な問題はいまだほとんど理解されていない。また、どのようにして免疫システムが破綻し、疾患の発症に繋がるのかといった極めて基本的な問題は謎のままである。

このような情勢をふまえ、将来を見据えた免疫・アレルギー領域の新たな学問的・応用的展開に貢献するため、免疫現象を分子レベルで解析する「免疫を知る領域」、免疫系の構築原理を研究する「免疫を創る領域」および免疫系の制御により花粉症等の免疫・アレルギー疾患克服を目指す「免疫を制御する領域」を設定し、クローン技術、トランスジェニック技術等の革新的技術、遺伝子・タンパク質の情報、膨大な免疫・アレルギー関連情報を用いて研究を推進し、これらの遺伝子やタンパク質等がシステム機能の発現においてどのように使われ、いかに免疫系という高度に複雑な多細胞系を作り、どのような機能が破綻した結果疾病を発症するかといった基本原理を明らかにしていく。

なお、免疫・アレルギー総合科学研究センターでは高い国際競争力を有する研究リーダーにより主宰される「中核研究プログラム」、若手の研究リーダーを中心に実施される「創造的研究推進プログラム」、これら2つのプログラムと協力して免疫・アレルギーの臨床医学応用につなげていく「連携研究プログラム」等により上記領域の研究を実施する。

#### (ア) 免疫を知る領域

免疫・アレルギー疾患の発症・制御が行われている機構をタンパク質・遺伝子レベルで理解するため必要な物質的・技術的基盤を整備するとともに、抗原情報の免疫システムへの伝達とシステムとしての機能発現に至るまでの機構解明をめざし、免疫系遺伝子収集や解析等を実施する。

#### 【主な実績】

- ・ 免疫ゲノミクスリファレンスデータベース( Reference immunogenomics Database of Immune Cells, : <http://www.refdic.rcai.riken.jp/> )を開発し、一般公開を平成 18 年度半ばより開始した。この一般公開により、国内外の研究機関の研究促進と連携の強化が期待され、理研免疫・アレルギー科学総合研究センターの情報基盤発信の端緒となった。
- ・ 生きた細胞から、生体分子の 3 次元空間における位置と分子数情報、時間的な変化、多種分子の働きを加えた 5 次元の数値情報として得ること可能とする顕微鏡技術を開発した。  
( *Nature Methods* 2008 )

- ・ 1分子顕微鏡 (TRIFM) を用いて、T細胞の抗原認識にともなう活性化が、TCR ミクロクラスタで起こることを発見し、それを制御する co-stimulation シグナル (CD28 および LFA-1) も同様に時空間制御されていることを発見した。 (*Nature Immunol.* 2005) また、T細胞初期分化において抗原認識をとまなわない TCR の自動的な信号送信システムの分子メカニズムを明らかにした。 (*Nature Immunol.* 2005)
- ・ T細胞獲得免疫伝達系と自然免疫の活性化機構のクロストークを初めて発見した。 (*Science* 2006)
- ・ Bリンパ球の免疫応答を BANK が抑制することを解明し (*Immunity* 2006)、さらに B細胞の分化と増殖をタンパク質リン酸化酵素 Erk1、Erk2 が制御することを発見した。 (*Immunity* 2008).
- ・ STIM1 がレセプター刺激に伴う細胞外から細胞内へのカルシウムの流入に重要な役割を担っていることを初めて明らかにし、さらにこの経路がアレルギー反応の制御に関与することを明らかにした。 (*PNAS* 2006; *Nature Immunology* 2007)
- ・ Tリンパ球、Bリンパ球活性の要「NF- $\kappa$ B」の活性化シグナルを増幅する機構を発見した。 (*Nature Immunol.* 2007; *J.Exp. Med.* 2007)
- ・ Tリンパ球活性を司る抗原提示機能に関わるクラス II 主要組織適合抗原複合体の量を調節する酵素 MIR を発見した。 (*EMBOJ.* 2007)

以上のとおり、「免疫を知る領域」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、抗原情報の免疫システムへの伝達と機能発現に至る機構の解明に向け重要な発見が相次ぎ、また、1分子顕微鏡を用いた新たな学際領域を開拓した。さらに、免疫ゲノミクスリファレンスデータベースにおいては、国際的に前例のないデータベースを提供する等、中期計画で想定していた以上の成果が得られた。

## 【中期計画】

### (イ) 免疫を創る領域

免疫系は機能の異なる多細胞系からなるが、どのようにしてシステムが構築され、維持されているか知ることが重要である。したがって、この領域では免疫システム形成・維持のメカニズムを遺伝子レベル・分子レベルで理解し、正常な免疫システムの構築原理解明および免疫システム破綻のメカニズム解明につながる免疫細胞内の機能分子同定を行う。

### 【主な実績】

- ・ エピジェネティックな遺伝情報発現においては、DNA のメチル化の調節が重要であることから、DNA 二重鎖メチル化での Dnmt1 酵素の役割を解明した。 (*Nature* 2008)
- ・ 自然免疫系は、免疫システムの初動に必須であり、この過程で樹状細胞は、種々の免疫アジュバントを認識して、 $\alpha$ 型インターフェロン等の炎症性サイトカイン、共刺激分子の発現を増強する。この経路の活性に、IKK と IRF-7 との相互作用が必要であることを解明した。

(*Nature* 2007) また、活性経路は、PDLIM2 により終息されることが証明された。( *Nature Immunol.* 2007) さらに、形質細胞様樹状細胞からの抗ウイルス反応を増強する重要分子「PDC-TREM」を発見し、PDC-TREM が多量の型インターフェロンの産生増幅に必須の分子であることを明らかにした。( *PNAS* 2008)

- Runx 転写因子がアレルギー疾患発症制御に関与する Th1 細胞の分化を制御することを明らかにし ( *J. Exp. Med.* 2007)、さらに Runx が病原体感染細胞やがん細胞を直接攻撃するキラーT 細胞の分化に必須であることを明らかにした。( *Science* 2008)
- 非免疫系細胞への gp130 信号が、IL-7 の産生を介して CD4 陽性 T 細胞のホメオスタシス増殖に重要であることから、その信号伝達系の過剰な活性化が自己免疫疾患の発症に関与する可能性を明らかにした。( *J. Exp. Med.* 2007)
- 亜鉛がカルシウムのようにセカンドメッセンジャーとして機能し、樹状細胞の成熟化過程と T 細胞活性化に関与することを発見した。( *Nature Immunology* 2006) また、この経路は、肥満細胞における脱顆粒制御に関与し、アレルギー発症に重要な役割を果たす事を明らかにした。( *J. Cell. Biol.* 2007)
- 骨髄には造血幹細胞、長期抗体産生細胞が局在し、免疫系のニッチとして極めて重要な役割を果たす。骨格の形成には糖鎖の代謝が重要な役割を果たし、糖ヌクレオチド輸送体 SLC35D1 が必須であることを明らかにした。( *Nature Medicine* 2007)
- ENU ミュータジェネシスで作成した変異マウスより、160 系統の免疫異常マウスを発見し、このうち乳児型のヒトアトピー性皮膚炎と酷似するアトピー性皮膚炎モデルマウスの変異遺伝子の同定に成功し、さらに疾患発症に至るメカニズム、原因細胞、疾患過程で変動する分子群を明らかにした。
- 免疫・アレルギー学的異常を呈する変異マウスを多数系統化し、新たに 4 系統について遺伝子変異の同定に成功した。

以上のとおり、「免疫を創る領域」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、自然免疫系の活性増幅、収束に関わる機構に関わる主要分子を発見し、大きな進展を得、また亜鉛による情報伝達経路の発見においては、民間企業と提携して亜鉛シグナル制御剤を開発する等、中期計画で想定していた以上の成果が得られている。

## 【中期計画】

### (ウ) 免疫を制御する領域

免疫系の破綻が何らかの遺伝素因・環境因子の働きにより誘発されると、難治免疫疾患が発症するため、人為的に免疫系を制御できるようになれば、将来的に花粉症等の免疫・アレルギー疾患の発症を予防することが可能となる。このことから、この領域では免疫系のシステム破綻の機構と外来性または内在性の病因との相互作用、遺伝・環境因子を明らかにしていくとともに、疾患発症を人為的に制御できる実験系の確立を目指し、将来的な疾患予防技

術開発の基盤を構築する。また、基礎的研究成果を的確に効率よく臨床研究につなげていくため、治療技術開発を目指し、大学・病院との連携等を進めていく。

#### 【主な実績】

- ・重症糖尿病治療方法である膵島細胞移植の拒絶反応のしくみを解明し、NKT細胞の活性化物質を使用した拒絶反応の制御に成功した。( *J. Exp. Med.* 2005)
- ・免疫機能を制御する樹状細胞「制御性樹状細胞」を創成し、この細胞が、マウス異系骨髄移植モデルで制御性T細胞の誘導を介して、慢性移植片対宿主病の抑制治療効果をもたらした( *Blood* 2006)、さらにマウスアレルギー喘息モデルで疾病の発症を抑制することに成功した。( *J. Allergy and Clinical Immunol.* 2008)
- ・アレルギー制御の抑制に働く新しいT細胞亜集団を発見した。( *Immunity* 2006)
- ・結核菌ワクチン「BCG」がアレルギーを抑制する機構を解明し、衛生仮説によるアレルギー増加を実験的に証明した。( *J. Exp. Med.* 2007)
- ・死細胞の貪食により自己抗原に対する免疫寛容が誘導されことを明らかにし、この機構を利用し、自己免疫病モデルマウスにおける疾患発症の抑制に成功した。( *J. Clin. Invest.* 2007)
- ・コラーゲンスポンジとストローマ細胞および抗原を感作した樹状細胞とを組み合わせ、マウスリンパ節に類似した構造と正常な免疫能を持つ人工リンパ節構築技術を開発し( *Nature Biotechnology* 2004)、免疫療法への人工リンパ節の応用の可能性を明らかにした。( *J. Clin. Invest.* 2007)
- ・急性骨髄性白血病の患者から白血病幹細胞を採取し、重篤な免疫不全マウスに移入することで患者の白血病状態を再現する「白血病ヒト化マウス」の確立に成功し、白血病幹細胞をターゲットとした根治治療に向けた基盤技術の開発への取り組みを可能にした。
- ・スギ花粉症予防治療法の開発を目的に、スギ花粉症ボランティアを対象としたBCG投与大規模臨床試験を実施し、データマイニングソフトを開発しワクチン効果と因果関係を示すマーカーの探索を行った。
- ・アナフィラキシーショックを誘発する危険性の極めて少ないスギ花粉症舌下減感作療法のために、Cry j1/2 融合ワクチンを開発した。このワクチンのマウスモデルにおける予防的投与と治療的投与により、IgE 抗体産生が顕著に抑制されることを確認し、前臨床試験を目的としたGMP製造に用いる組換えCry j1/2 融合タンパク質改変体を作製した。
- ・NKT細胞を活性化するリガンドと組換えCry j1/2 融合タンパク質が包含されるスギ花粉治療用リポソームワクチンのプロトタイプを作製した。このワクチン投与により、マウスIgE抗体産生モデルではIgE抗体産生の著しい抑制効果と長期間に渡る免疫寛容誘導効果が確認され、さらにノースカロライナ州立大学との共同研究で、スギ花粉抗原感作アレルギー犬モデルでIgE抗体産生の抑制が認められた。
- ・NKT細胞標的治療による肺がん患者を対象とした第2相臨床試験の実施を千葉大学医学部

呼吸器外科/先端医学との連携研究協定に基づく共同研究として行い、NKT 細胞が認識するリガンド(α-GalCer)を患者樹状細胞に添加し投与すると、生存期間が通常の化学療法と比較し著しく延長し、効果に極めて高い治療法である事が判明した。また、マウスモデルを用い、NKT 細胞が認識するリガンド(α-GalCer)をがん細胞に添加し投与すると、抗腫瘍効果はさらに増強することを明らかにした。( *J. Exp. Med* 2007 )

- ・ 原発性免疫不全症(PID)の診断や病態解明を目的とし、全国 13 大学(厚生労働省「原発性免疫不全症候群に関する調査研究」とかずさ DNA 研究所と共同研究プロジェクトを開始し、早期診断治療に有用な遺伝子構造解析、免疫学的解析結果と臨床結果の統合的データベースの構築を行った。この体制が、世界での PID 発症予防、診断治療の促進を目的として活動するアメリカの患者団体であるジェフリー・モデル 基金から極めて高い評価を得て、理研ジェフリー・モデル原発性免疫不全症診断・研究センターを開所した。

以上のとおり、「免疫を制御する領域」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、原発性免疫不全症の統合データベースにおいては、ジェフリー・モデル基金の支援を受け、国際的認知度を高め、理研ジェフリー・モデル原発性免疫不全症診断・研究センターを開所する等、中期計画で想定していた以上の成果が得られている。

#### 【マネジメント実績】

- ・ 優れた業績に対する昇給や報奨金制度 Outstanding Contribution of the Year 賞などのインセンティブ、中央支援施設の設備の充実による小規模ラボへの支援を行った。
- ・ Distinguished International Research Unit として、外国人を PI とする 4 チーム(人工胸腺、幹細胞、核移植、パイオインフォマティクス)を設置した。
- ・ 国際共同研究プログラム(H16 年度から 14 件)を推進し、「世界中の研究所でも試されていない独創的な仕組み」と AC から高い評価を受けた。海外共同研究チームをセンター内に設置し、共同研究を推進した。論文発表:H16 年度: *Dev Cell* (IF:13.5) 1 報 / H17 年度: *Nature Immunol* (27.0) 1 報 / H18 年度: *Immunity* (15.2) 1 報 / *Development* (7.6) 2 報 / H19 年度: *Nature Cell Biol* (18.5), *Mol Cell Biol* (6.8) 2 報 合計 7 報
- ・ 米国ジェフリー・モデル基金の支援を受け、「理研ジェフリー・モデル原発性免疫不全症診断・研究センター」を開所した。
- ・ 若手研究者の論文のサイエンススキル指導のため、米国アラバマ大現役教授をサイエンス・アドバイザーに採用した。
- ・ 国際免疫サマープログラムを開催し、H19 年に 16 カ国 43 人の外国人を招聘した。海外からの応募倍率は定員の約 3 倍となった。
- ・ RCAI/JSI 共催の国際免疫シンポジウムを開催し、H19 年は 400 名強参加、うち外国人参加者 23%となった。
- ・ 海外研究所との連携を構築した。(独 MPI、仏 CNRS/Pasteur、米 LIAI、シンガポール A\*STAR,

インド BI)

- ・ユニークな2重構造外部評価システムを採用し、外国人13名/日本人7名：毎年8ブロックの年次評価と、3年毎の総合評価を実施した。これにより若手研究者の業績が飛躍的に伸びた。(2007年度 Science、Nature 関連誌だけで14報掲載/約半数が若手)
- ・原発性免疫不全症13大学ネットワーク及び全国7大学基礎/臨床アレルギーネットワークを構築した。
- ・免疫系ヒト化マウスの開発計画を促進するために、連携研究チーム(CDB、BRC)構築し、理事長ファンドを獲得した。
- ・世界拠点(WPI)サテライトセンターへ採択された。
- ・日本初の相互勤務可能な連携協定で、連携研究ラボを大学に設置し、基礎異分野研究交流、臨床への基盤技術還元の仕事を作った。
- ・免疫センターオリジナルの民間事務所を活用する特許支援システムを構築した(2005:47件/2006:47件/2007年:82件)
- ・理研ベンチャー企業として2社が認定された。(Regimmune社, AAC Labo社)
- ・市民公開の花粉症シンポジウム(2007年282名参加)、センター業績に関する理研科学講演会(2008年450名参加)、芥川賞作家平野啓一郎と公開対談、スーパーサイエンスハイスクール(2007年23名参加)を開催した。

#### <参考>

#### 【横浜研究所(上記の研究活動を実施)のマネジメント実績】

- ・将来計画検討委員会を設置し、第2期中期計画に向けた検討を行い、横浜研究所の組織改革を行った。同時に研究計画と中期計画との整合を図った。また、任期制職員への周知徹底を図るための説明会を開催した。
- ・所長裁量経費を用いて、横浜研究所内で連携課題の公募を行い、センター間の研究連携を促進した。
- ・共同研究、知財を中心としたラボマネジメントセミナーを実施し、意識の醸成を図った。
- ・特に初めて研究室の運営を行う研究室長を対象に、研究室の運営を網羅的に解説した「ラボマネジメントブック」を発刊し、各研究室長へ配布した。これにより研究室運営の効率化に貢献した。
- ・横浜研究所の研究成果に関する知的財産の根拠を明確化するため、研究者が使用するラボノートに関する規程を制定し、ラボノートそのものを印刷物として統一化・配布した。
- ・特に研究室長以外の外国人研究者に対しては、Welcome Guideを作成し、理研での研究生活の開始を支援した。
- ・ポスドククラスの研究者の身分制度を設置するとともに、身分制度全体の基本的な統一化を図った。
- ・データの持ち出し等、情報セキュリティの強化を図るため、職員の入所・退所時の書面確認



を実施した。

- ・ 任期制職員のキャリア相談のための体制を整備した。
- ・ 研究スペースの拡充・有効利用を図り、将来の拡張性を確保するため、横浜市と協議して、隣接の水再生センターの屋上を利用したレンタルラボを計画した。
- ・ 地元自治体（神奈川県、横浜市、川崎市）との連携協定を基に、地元バイオ関連団体への参加、展示会・イベントへの参加、中小企業への研究機器ニーズ提供・製品化など各種施策への協力を行った。
- ・ 横浜国立大学との間で連携協定を締結するとともに「市大理研連携協議会」を設置して連携協力を強化させた。
- ・ 将来を担う科学者等の人材育成を促進するため、横浜サイエンスフロンティア高校と職員の講師派遣等に関する協定を締結した。
- ・ 高校生向け実験講座を開催した（H17年から開催、マウスの解剖、細胞染色による観察等 RCAI が実践）。
- ・ 職員のメンタルヘルスに対応するため、ストレスサーベイを実施するとともに、管理職の気付き研修を行った。また、心療内科の専門の産業医を委嘱するとともに、臨床心理士による相談室（1回/週）を設け、体制の充実を図った。
- ・ 事業所における男女共同参画の実現を目指し、部会を設置し検討を進め、勤務時間の柔軟な運用、託児所の計画立案（設計完了）を行った。
- ・ 平成18年から研究者と芸術の異文化交流を目的として、武蔵野美術大学と連携し、絵画や彫刻などの芸術作品を研究所構内に展示した。
- ・ 職員がリフレッシュ、交流を盛んにし、文化の向上を目指した、サロンコンサートを開催。平成16年からこれまで20回を超えるコンサートを開催した。
- ・ 国内外で活躍する著名人を招待し、科学から文化に至るまでの幅広い観点で講演いただく横浜サイエンス・サロンを開催した（5回開催）。
- ・ 理研内の他の事業所および研究室間との連携（研究）を促進させるため、話題となる研究を行なっている研究室のキーパーソン等を招請し、サイエンス・トークを行なった。5年間で、11回開催した。

## 【中期目標】

### バイオリソース事業

ライフサイエンス研究の推進にとって必要不可欠である、実験動物（疾患及び機能モデルマウス等）、実験植物（モデル植物（シロイズナズナ）の種子等）、細胞材料（ヒト及びマウス細胞等）、遺伝子材料（DNA等）等及びそれら関連情報のバイオリソースの整備並びに提供を行うとともに、これらのバイオリソースの収集・保存・提供体制の整備に資する各種関連研究開発・技術開発並びにこれらの技術を活用した人材育成等を行うことにより、我が国のバイオリソースの中核機関としての基盤構築を図ることを目指す。

このため、常にユーザー側の視点に立った最新の社会ニーズに迅速かつ効果的に対応するとともに、信頼性、継続性及び先導性の確保に努める。また、バイオリソースの品質管理等に係る国際的な動向にも適切に対応し、国際的な水準での品質管理により、適切にバイオリソースの保存、提供体制の整備等を行う。

### 【中期計画】

バイオリソースセンターは、国内外の大学、研究機関、企業等と緊密な連携のもと、我が国のライフサイエンス研究にとって重要、かつそれを必要とする利用者集団が存在するバイオリソース（以下「リソース」という。）に焦点を当て、実験動物、実験植物、細胞材料、遺伝子材料及びそれら関連情報の収集・保存・提供並びに以下の技術開発、リソース研究開発、技術研修を行う。また、リソースの先導性を確保するため、各種リソースが有する特性情報等のバイオインフォマティクスの整備も含め、リソースの高付加価値化を行う。

### 【主な実績】

- ・ 我が国で初めて設立されたバイオリソースの中核的機関として、「信頼性」「継続性」「先導性」を事業のモットーに、健康、食料、環境といった人類が直面する課題の解決に有用なバイオリソース及び国の利益に繋がる研究及び産業の振興に不可欠なバイオリソースの整備を行った。
- ・ 独法第1期中に、マウスについては系統保有数世界第2位の保存機関、シロイヌナズナ、細胞材料、遺伝子材料はそれぞれ世界3大拠点の一つとなり、また微生物材料も新種登録株数において世界第2位の機関となった。期間中に、累計約50,000件のリソースを国内4,300、国外2,100の研究機関に提供し、生命科学の研究開発に大きく貢献した。これらの活動により、世界有数のバイオリソースセンターとして国際的にも認知され、「理研ブランド」、「理研BRCブランド」が国内外の研究コミュニティに急速に浸透しつつある。
- ・ バイオリソースの整備戦略及び目標は、科学技術基本計画等の国の方針、研究動向、研究シーズ・ニーズを踏まえ設定した。センターの整備戦略、目標、目標達成度については国内外の有識者で構成されるバイオリソースセンター・アドバイザーカOUNシル(10名、2~3年毎に開催)に、各リソースの整備戦略、目標及び目標達成度については各々の研究コミュニティの代表者で構成されるリソース検討委員会(6委員会、産官学から5~8名、毎年度開催)に諮り、助言・提言・評価を受け、事業を展開した。いずれのリソースも、設定した目標を上回る成果を得ている。
- ・ 文部科学省第1期ナショナルバイオリソースプロジェクト(NBRP：平成14~18年度)においては、当センターはマウス、シロイヌナズナ、ヒト・動物細胞、動物・微生物DNAの中核的拠点として、また第2期NBRP(平成19~23年度/継続中)においては、上記の4種に加えて、一般微生物の中核的拠点として選定された。NBRPにおいても、年度目標を設定し活動しており、NBRP評価委員会にて評価も受けている。いずれのリソースも、極めて高い評価を得

ている。

- ・ 文部科学省 NBRP の他の中核的拠点、大学、研究機関、企業等と緊密な連携のもと、また他省の関連機関とも分担と連携を図り、我が国のバイオリソースの整備を進めた。
- ・ 量的観点のみならず質的観点も踏まえて世界最高水準の基盤を整備するために、また、リソースの信頼性並びに先導性を確保するために、品質管理、保存技術、特性解析技術及び新規リソース等を開発し、バイオリソースの品質と利便性の向上を実現した。
- ・ 利用者がバイオリソースを有効活用できるように、当センターの持つ高度な取扱い技術や特性解析技術等を利用者に移転する研修事業を実施した。22 回の研修を行い、100 名を超える産官学の研究者が受講した。
- ・ バイオリソースは、今後のライフサイエンス研究の発展に必要不可欠な資源として、欧米のみならずアジア、アフリカ諸国も戦略的に整備しており、リソースの確保と利用には厳しい国際的な競争が存在するが、国際的な協力も重要であることから、世界のリソース機関と連携してリソース整備に対する国際的協力ネットワークの構築に積極的に関与し、イニシアティブを確保した。
- ・ アジア諸国との交流とアジアの科学の底上げを目指し、中国、韓国、シンガポール、台湾等のアジアのリソース関連機関とのアジアネットワーク構築及び 2 機関間の協力覚書の締結を行い、人材の交流・育成、情報交換に貢献した。

## 【中期計画】

### (ア) リソースの整備並びに提供

国内外の大学、研究機関、企業等の研究者の多様なニーズに応えるべく、生命科学の研究開発等に必要なマウス、シロイヌナズナ等の実験動植物、動物・ヒト由来細胞（幹細胞等）等の細胞材料、遺伝子材料、微生物材料等及びこれらリソースが有する特性情報の収集・検査・保存を行うとともに、高品質のリソースの提供を行う。

## 【主な実績】

- ・ 我が国の研究者が開発した独自性の高いリソースを中心に、利用者の多い、集約化・大規模化が効率的なリソースに焦点を当て整備し、国内外の研究者に広く提供した。
- ・ バイオリソースは一度途切れたら再現不可能なかけがえのない資産である。また、我が国の貴重な資源であり、先達の英知の結晶、科学研究費の投資の成果でもある。そこで、大学等の運営方針の変更や担当教官の退官により、存亡の危機に瀕したリソースを当センターに移管することにより救済、確保し、持続的に利用可能とした。
- ・ 自然災害等の不可抗力によるバイオリソースの消滅のリスクを分散するために、理化学研究所播磨研究所内にバイオリソースのバックアップ貯蔵施設（液体窒素タンク施設）を新たに設置した。
- ・ ヒト由来試料の研究利用における倫理的課題、組換え生物拡散防止及び実験動物福祉等につ

いて、透明性と公開性を確保し適正に実施し、収集と提供を行った。また、これらの課題に関して、利用者に対する啓発活動を行った。

- 平成 19 年度末現在における NBRP の各リソース収集株の累計目標値と実績値は、以下の通りである。

	目標	実績
実験動物	3,050 系統	3,172 系統+89 系統(内約済) +369 遺伝子トラップ ES 細胞株
実験植物	410,185 株	544,235 株
細胞材料	4,970 株	5,299 株 +約 2,868 株使い切り試料
遺伝子材料	1,009,148 株	1,605,396 株
微生物材料	16,860 株	17,667 株

- 平成 15 年度～19 年度末現在における各リソースの累計提供件数の目標値と実績値は、以下の通りであり、国内 4,300、国外 2,100 の機関に提供した。

	目標	実績
実験動物	3,600 件	6,674 件
実験植物	2,015 件	2,352 件
細胞材料	20,400 件	24,972 件
遺伝子材料	-	2,599 件
	230,000 クローン	314,877 クローン
微生物材料	-	12,911 件
	(19 年度目標 : 3,200 件)	(19 年度実績 : 3,567 件)

各リソースの整備及び提供に関する主な実績は、以下の通りである。

#### (i) 実験動物

- バイオリソースセンターは、国内では最大、世界でも 80 余年の歴史を有するジャクソン研究所(米国)に次ぐ第 2 位のマウス系統保有機関となり、世界有数のマウスリソースセンターとして位置づけられている。
- 疾患及び生体機能解明に寄与するモデルマウスとして、ENU による網羅的突然変異により作出されたヒト疾患モデルマウスをはじめ、近交系、遺伝子導入、遺伝子欠損、野生由来系統及び遺伝子トラップ ES クローンの収集・保存・提供を実施し、国内外の研究機関へ提供した。
- マウスリソースのグローバルな利用を目的として、国際的なマウスリソースセンターである国内外の 16 の機関と連携して、国際的マウスリソースネットワーク連盟 (Federation of

International Mouse Resources : FIMRe) を結成した。

- ・ 情報解析技術室の協力を得て、FIMRe で構築した世界中のマウスリソースを 1 ヶ所で閲覧・検索できる One-stop-shop データベース (International Mouse Strain Resource: IMSR) に主導的に関わり、IMSR を介してバイオリソースセンターに寄託されたマウスを世界に発信した。
- ・ アジアにおけるリソース整備等の底上げを目指し、アジアの 9 機関と Asian Mouse Mutagenesis and Resource Association を立ち上げ、その中心的役割を担っている。第 1 回会合を平成 18 年 11 月上海にて、第 2 回会合を平成 19 年 11 月南京にて開催した。また、機関間の協力覚書に基づいて、台湾国家実験動物センターへ平成 19 年 12 月に講師 2 名を派遣した。

#### (ii) 実験植物

- ・ 英国ノッティンガム大学や米国オハイオ大学と並ぶシロイヌナズナに関する世界の 3 大拠点の一つとなった。
- ・ シロイヌナズナリソースの整備への貢献が認められ、平成 17 年 9 月にバイオリソースセンター実験植物開発室は、日本植物学会特別賞を受賞した。
- ・ 理化学研究所で作製したシロイヌナズナのトランスポゾンタグライン(日本オリジナルのリソース)、完全長 cDNA クローン (世界標準のリソース) 及び完全長 cDNA 強制発現系統である FOX ライン等のシロイヌナズナのゲノムリソースを中心に収集、保存し、国内外の研究者に提供した。加えて、シロイヌナズナ野生株や植物培養細胞株を収集・増殖・保存・提供した。
- ・ 教官の退職により散逸の恐れがあった大学等が保有するシロイヌナズナ野生株や植物培養細胞株を収集し、増殖・保存・提供を行った。
- ・ シロイヌナズナ以外の有用モデル植物であるタバコ、ヒメツリガネゴケ、ポプラ、キャッサバの完全長 cDNA を収集し、提供を開始した。

#### (iii) 細胞材料

- ・ 国内では最大、世界でも米国 ATCC に次ぐ第 2 位の細胞保有機関となり、世界の主要リソースセンターとしての位置づけを得るに至っている。
- ・ 生命科学の広範な分野の研究で必要とされており、また需要の多いヒト及び動物由来の培養細胞株 (癌細胞、初代培養株等) を中心に、収集・保存・提供事業を実施した。
- ・ 今後の再生医学の研究に不可欠な万能 (iPS) 細胞、胚性幹 (ES) 細胞、研究用ヒト臍帯血、研究用ヒト間葉系幹細胞等、幹細胞に焦点をあてて整備と提供を行った。特に、京都大学・山中教授が樹立したマウス iPS 細胞を提供しているのは、世界でも当センターのみであり、ヒト iPS 細胞に関しても受け入れ準備を行った。
- ・ 昭和 59 年より細胞バンク事業を行ってきた東北大学加齢医学研究所・医用細胞資源センタ

- ・一の医学・生物学上極めて貴重な癌細胞株を当センターへ移管し、提供を開始した。
- ・ 園田鹿児島大学名誉教授と田島愛知県がんセンター研究所長が、長年に亘り癌研究のために収集した環太平洋のアジア系民族・モンゴロイド中心の血液細胞(約 5,000 人分)を移管し、未来永劫使用可能なように、培養株化し、その提供を開始した。
- ・ 後藤桐蔭横浜大学教授が長年に渡り収集した早老症(ウェルナー症候群等)患者由来の細胞を移管し、初代培養又は培養株化の作業を進め、提供を開始した。
- ・ 日本人の疾患感受性等のゲノム医科学・創薬の研究に必要な日本人健常人 200 名及び乳癌患者 50 名由来の血液細胞を不死化した細胞株を収集し、提供を開始した。

#### (iv) 遺伝子材料

- ・ 国内では最大、世界でも German Resource Center for Genome Research (ドイツ) に次ぐ第 2 位の遺伝子材料保存機関となり、世界有数の遺伝子リソースセンターとして位置付けられている。
- ・ 遺伝子導入用ベクター、日本人遺伝形質関連遺伝子材料、プロモーターバンク及び研究テーマ別遺伝子機能解析用遺伝子材料の整備を行い提供した。
- ・ 組換えウイルス遺伝子導入ベクターのコレクションを整備している世界で唯一の機関であり、Science 誌で取り上げられた。
- ・ 文部科学省のナショナルプロジェクトと連携して、ヒト及び霊長類の染色体別 BAC ライブラリー、ネッタイツメガエル *X. tropicalis* EST 整列化ライブラリー、分裂酵母の二つの追加ライブラリー、ラット BAC ライブラリー等を整備した。

#### (v) 微生物材料

- ・ 理化学研究所の中央研究所において、昭和 55 年より展開していた微生物系統保存事業 (Japan Collection of Microorganism: JCM) を一層強化するため平成 16 年 7 月にバイオリソースセンターの微生物材料開発室として併合した。
- ・ 新属新種を学術発表する場合に義務づけられている公的バンクへの寄託登録件数において、バイオリソースセンターの「寄託証明書」の発行数は世界第 2 位であり、研究者に信頼される世界的拠点として認知されている。
- ・ 健康及び環境の研究に資する研究基盤用微生物株、特に体内常在嫌気性細菌、極限環境細菌、耐熱性酵母、糸状菌等の研究基盤用微生物株に焦点をあて、収集・品質管理・保存・提供を行った。
- ・ 東京大学分子細胞生物学研究所(旧応用微生物学研究所)において 50 年に亘り収集・保存されてきた微生物 IAM コレクションの持続的利用を可能とするために、微細藻類を除いた全ての微生物 3,700 株を 18 年度に当センターに移管し、提供を開始した。
- ・ 微生物ゲノム DNA、特に難培養微生物の DNA の整備を遺伝子材料開発室と共同で行い、提供を開始した。

(vi) 情報

- ・ 当センターより提供する各リソースの特性情報データベースの整備を行い、オンライン検索システムを開発し、情報の提供を行った。また継続してデータベースの内容の充実を図った。
- ・ リソースの寄託と提供に必要な手続きの案内、リソースに関するお知らせ、実験マニュアル等、リソースに関する情報を提供するウェブページの作成やメールニュースの発信を行った。
- ・ 利用者情報登録システム、リソース提供業務管理システムなど、リソース利用を簡便化し促進するためのシステムの開発・運用を行った。
- ・ 当センターから提供したリソースを用いて、利用者が発表した論文を検索するシステムを開発した。本システムはリソースの有用性の具体例を追跡調査するとともに、その情報をリソースに付加することで付随情報を豊かにし、付加価値を高め、更なる利用を促進した。

以上のとおり、「リソースの整備並びに提供」においては、世界有数のリソースバンクの地位を築き、国際的な「理研 BRC ブランド」を確立するなど、研究コミュニティの信頼性を獲得し、中期計画の目標を大きく上回る成果を得た。

さらに、今後の大きな需要が予想される iPS 細胞の提供開始に関して、京都大学との連携等により迅速に対応したことは、社会的功績も大きく特筆すべきことである。

**【中期計画】**

**(イ) 収集・保存・提供に資する品質管理及び大量培養等の技術開発**

これらのリソースの信頼性並びに先導性を確保するため、実験の再現性を確保する遺伝的に均一な系統作出等の開発、保存・増殖に伴う劣化防止等を考慮し、特性維持を目的とした高度な品質管理技術及び高付加価値化に資する解析技術等各種関連技術を開発する。

**【主な実績】**

- ・ 適正に品質管理され、由緒正しいバイオリソース、遺伝的に均一なバイオリソース、また病原微生物等に汚染されていないバイオリソースを提供することは、実験の再現性を高め、研究開発の質と効率化を高めるものである。しかし、これらの重要性が残念ながら我が国の研究コミュニティで十分に認識されておらず、投資された研究費、開発費が無駄になることも大学等では散見されている。量的観点のみならず質的観点も踏まえて世界最高水準の基盤を整備するために、バイオリソースの品質の向上と徹底管理を実施した。厳格に管理された高品質のバイオリソースを提供するに留まらず、品質に関する啓発活動を行い、我が国の研究開発の質を高める牽引的役割を果たした。
- ・ 品質向上を促進するため、バイオリソース品質管理支援ユニットを創設した。

- ・ 産業界への提供が多い細胞材料及び微生物材料については、国際的な品質マネジメント規格 ISO9001 ( ISO : 国際標準化機構、International Organization for standardization ) の認証を受け、それに則った品質管理を行い、顧客満足度の向上に努めた。
- ・ 急増するバイオリソースに対応するために、効率的な保存法の開発を重点課題として実施した。

各リソースの品質管理、収集・保存・提供の効率化及び大量培養等の技術開発に関する主な実績は、以下のとおりである。

(i) 実験動物

- ・ 遺伝的検査として生化学的標識検査及びマイクロサテライトマーカー検査を実施し、PCR 法による遺伝子操作マウスの確認を行って遺伝的品質の高い系統を整備した。
- ・ 遺伝品質向上を目指した遺伝背景に関する遺伝子多型情報の解析成果が研究コミュニティに評価され、平成 19 年日本疾患モデル学会にて優秀発表賞を受賞した。
- ・ 遺伝的背景を標準系統に入れ替えたコンジェニック系統の開発を実施した。
- ・ 遺伝子材料開発室及び筑波大学と連携し、ユーザーからの要望が多かった Cre-トランスジェニックマウスを開発した。
- ・ 人獣共通感染症の一つであるリンパ球性脈絡髄膜炎ウイルスについて高感度で正確な IFA 法及び RT-PCR 法を確立し、論文発表すると共にホームページで公開することにより、国内外の微生物検査の高度化に貢献した。
- ・ 実験動物マウスを安全かつ安価に利用者に届ける輸送システムの開発を実施した。

(ii) 実験植物

- ・ タバコ BY-2 培養細胞、シロイヌナズナ T87 培養細胞の超低温保存技術を確立した。
- ・ タバコ BY-2 培養細胞の超低温保存技術を報告した論文が日本植物細胞分子生物学会論文賞を受賞した。(平成 18 年 7 月)
- ・ Simple Sequence Length Polymorphism 解析技術を用いた保有株の系統解析を進め、品質管理に貢献する情報として活用した。
- ・ 遺伝子材料開発室と共同で DNA 材料の長期保存技術の開発を開始した。

(iii) 細胞材料

- ・ 培養細胞株を用いた実験の再現性に大きな影響を与えるマイコプラズマ微生物汚染について、検出感度向上のための技術開発を行い、検査を実施した。寄託された細胞株の約 30% がマイコプラズマに汚染されており、汚染を除去し、汚染のない細胞の提供を実現した。また、汚染の状況と汚染除去の方法を研究コミュニティに発信した。
- ・ 異種細胞混合汚染の検出に係わる技術開発を行い、遺伝子多型に基づく DNA プロファイリング解析法の一つである Short Tandem Repeat -PCR 多型解析法を用いて保有する全ヒト



由来細胞株の検査を実施した。寄託された細胞の約 10%が他の細胞の混入や取違えられた誤った細胞株であることが判明し、この事実と検査方法をホームページを介して発信するとともに、由緒正しい細胞株を研究に用いることの重要性・必要性について啓発活動を行った。

- ・ 造血幹細胞及び間葉系幹細胞等の体性幹細胞及び胚性幹細胞を効率良く大量培養するための技術開発等を行い、着実な進展を得た。
- ・ iPS 細胞の大量培養法を確立し、マウス iPS 細胞の提供の開始を可能とした。
- ・ マウス ES 細胞から赤血球前駆細胞株を世界で初めて樹立した。この成果は、NHK ニュース（「ES 細胞を使い貧血のマウス治療に成功」）、朝日新聞夕刊他に掲載（平成 19 年 2 月 6 日）された。

#### (iv) 遺伝子材料

- ・ 遺伝子材料では、遺伝子導入時における導入ベクターのプロモーターの特異性を解析し各細胞での標的化を行った。
- ・ 効率的な保存方法を確立するために、半永久保存用としてプラスチックプレートのシール法の開発及び大腸菌凍結保存用の各種分散媒の検討を行った。
- ・ 遺伝子機能検索のためのツールとして、修飾酵素をコードする遺伝子群を用いた Two Vector 発現システムを開発し、リン酸化酵素遺伝子やアセチル化酵素遺伝子を用いた系を確立し情報を公開した。

#### (v) 微生物材料

- ・ 高度嫌気性を要求する細菌及び極限環境微生物の分離法の開発や保存及び凍結乾燥が困難な微生物株に対する保存法の開発を行った。
- ・ 健康や環境の研究に資する新規微生物株の開発を行い、これまでに 35 種の新規微生物を命名提案した。
- ・ 健康や環境の研究に重要な常在菌叢の多様性解析に関するデータベースの構築を行い、解析ソフトの開発を行った。

#### (vi) 情報

- ・ リソースの特性情報について、共通的項目の設定並びにデータベース化した。
- ・ リソース利用文献検索システムを開発した。
- ・ 細胞材料開発室と共同で、STR-PCR 法を用いたヒト由来細胞株の品質管理検査結果の解析を行った。

その他の各種関連技術等の開発実績は、次の通りである。

#### (vii) 遺伝工学基盤技術

- ・ 精子は雄個体の冷凍保存により 15 年間個体発生能を保つことを明らかにした。

- ・ 顕微授精技術を応用して凍結精巣による系統受入を実用化した。
- ・ 未成熟雄の円形精子細胞を用いて従来の約 1/2 の期間でコンジェニックマウス系統を樹立する技術を開発した。
- ・ 各近交系マウスの卵子凍結保存法を確立するとともに、新生仔卵巢 1 匹分あたり約 800 個の卵子を成長させる技術を開発した。
- ・ マウスの卵巢内で性ホルモンを産生している莢膜細胞の幹細胞を分離・培養し、世界で初めて、卵巢由来の幹細胞を分離することに成功した。

#### (viii) 動物変異動態解析技術

- ・ 生体イメージングの基盤技術開発を行い、生体マウスから、より高解像度の画像取得に成功した。
- ・ 単一細胞レベルのエピジェネティクス解析技術を開発し、マウス発生過程においてゲノム再プログラム化が開始する時期を特定した。
- ・ 確立した DNA メチル化可視化技術を応用し、マウス生体内でのメチル化観測を可能とする新規リソースの開発を行った。
- ・ BAC トランスジェネシスの手法を利用した解析技術を確立し、ES 細胞の分化・増殖に重要な働きを持つ新規遺伝子を同定した。

#### (ix) 生体応答情報技術

- ・ 転写因子群 NF- $\kappa$ B ファミリーの RelA 及び c-Rel を欠損するマウスの解析から、免疫生体応答反応に関する多様な情報伝達系において RelA 及び c-Rel が極めて重要な中枢的な役割を果たすことを明らかにした。
- ・ 遺伝子欠損マウスの解析から 転写因子群 NF- $\kappa$ B ファミリーの RelA 及び c-Rel が造血過程において不可欠な働きを担っていること、 RelA、c-Rel がそれぞれ特異的にサイトカインの産生能を制御していること、 腫瘍壊死因子が NF- $\kappa$ B ファミリーの活性化に中枢的役割を果たすことによって炎症反応を制御していることを明らかにした。

#### (x) 細胞運命情報解析技術

- ・ 基礎研究に幅広く使用できるレンチウイルスベクターを開発し、国内外の約 300 名の研究者に提供するとともに、共同研究により 35 報の論文を発表した。
- ・ 遺伝子欠損マウスを作出する目的で、レトロウイルスベクターよりも遺伝子トラップ効率が約 1.4 倍高いレンチウイルスベクターを開発した。
- ・ ストローマ細胞株のマイクロアレイ解析により選択した候補遺伝子の中から、造血幹細胞の体外維持増幅を促進する活性のある新規の遺伝子を同定し、特許申請を行った。

以上のとおり、「収集・保存・提供に資する品質管理及び大量培養等の技術開発」においては、

中期計画の目標を十分に達成した。さらに、バイオリソースセンターから提供するリソースの高品質化に貢献するとともに、当センターが扱う各種リソースの効率的な保存方法の確立等にも深く貢献する等、世界最高水準の基盤を整備するために必須な技術を開発した。

#### 【中期計画】

##### (ウ) 目的型横断的プログラムによるリソース研究開発

我が国のバイオテクノロジー戦略及び最新の社会的ニーズに対応すべく、重要テーマとして位置づけられている「医療・健康」、「食料」、「環境・エネルギー」の各テーマに関し、各技術開発室、開発チームが持つ高い開発ポテンシャルを融合しそれを最大限に活用した横断的プログラムを実施し、特定疾患、環境耐性等、共通の目的に対応する新たなリソースの開発等を行う。

#### 【主な実績】

- ・ 実験動物開発室と細胞材料開発室が連携し、社会的緊急性の高いアスベスト誘発中皮腫の診断治療法の開発に有用なマウスモデルを作出した。
- ・ 情報解析技術室と実験植物開発室が共同でゲノム情報を軸に植物リソースを串刺しにするデータベース (SABRE: Systematic consolidation of Arabidopsis and other Botanic REsources) を構築し、公開した。
- ・ 情報解析技術室と実験植物開発室が共同でシロイヌナズナ野生株のマーカ情報と環境耐性を中心とした表現型の情報をユーザーに公開するためのデータベースの開発を行った。

以上のとおり、「目的型横断的プログラムによるリソース研究開発」においては、中期計画の目標を達成し、緊急性の高い社会ニーズに応えるリソース整備を行った。

#### 【中期計画】

##### (エ) リソースにかかる高度な技術の普及を目的とした技術研修

提供するリソースのうち、最新のリソースについては、その利用が難しいものが多いことから、これらの価値・有効性・利便性を最大限に高めるため、国内外の大学、研究機関、企業等の研究者に対し、高度な技術の普及を目的とした技術研修を行う。

#### 【主な実績】

- ・ 外部研究機関の研究者に対し、マウス精子・胚の凍結保存方法、植物細胞培養法・保存法、シロイヌナズナの取り扱いに関する基礎技術の研修、シロイヌナズナ T87 細胞株の維持及び形質転換に関わる技術研修、タバコ BY-2 細胞株の超低温保存に関わる技術研修、組換えアデノウイルスの取扱い法、微生物の培養保存法の研修及び RFLP 法による腸内菌叢の多様性解析に関する技術研修等、延べ 22 回合計 103 名 (内企業 22 名、大学 81 名)

の研修者を対象に実施した。

- ・ アジアからの研修生の受け入れを開始し、台湾国家実験動物センターの3名及び中国蘭州生物製品研究所の指導者1名にそれぞれ1ヶ月、技術者2名にそれぞれ3ヶ月胚操作技術の活用によるマウスの生産技術、遺伝子操作マウスの品質管理、施設運営に関する技術及び病原微生物の培養、検出及び保存について研修を実施した。
- ・ 当センターの職員2名が、台湾国家実験動物センターに出向いて授業および実地技術指導を行うとともに、台湾国家実験動物学会において講演を行った。

以上のとおり、「リソースにかかる高度な技術の普及を目的とした技術研修」においては、国内に留まらず、国外をも対象に研修事業を実施しており、中期計画の目標を十分に達成した。当センターの持つ技術は大学等の学術機関のみならず産業界でも活用されており、アジアの科学技術の底上げにも貢献した。さらに、技術の普及のみならず、「理研 BRC ブランド」の普及、理研の外部「応援団」の形成にも貢献した。

さらに、研修事業に加えて、人材育成や社会への発信の観点から、下記の活動を行った。

- ・ 基盤整備に携わる人材は、一般の研究に携わる人材とは異なるモチベーション、異なるキャリアパスの形成が必要であり、センター内で「業務報告会」を隔週実施し、センターとして On the job training と支援を行っている。また、外部より講師を招聘し、職員の教育を目的とした理研筑波・BRC セミナーを中期計画の期間中に43回開催した。
- ・ 理研全体として、実験動物施設連携推進協議会の下で、実験動物懇談会及び生殖工学実務者会議を開催し、技術者のスキルアップ・キャリアアップを図っている。
- ・ 中・高校生等の理科離れの防止として、積極的に施設等の見学を受け入れた。独法第1期中に174校4,020名の見学があり、生徒、学生から礼状も送付されている。
- ・ 「つくばちびっこ博士」に平成17年度より毎年参加しており、例えば、19年度は「DNAってどんなもの～見て触れて、DNAストラップを作ろう」と「マウス体外受精について」を開催し、84名の児童が参加した。
- ・ 「霞ヶ関子供見学デー」に平成17年より毎年参加している。
- ・ 毎年度、一般市民を対象に、研究所の一般公開・特別公開を科学技術週間に催し、当センターのみならず、科学技術への理解増進に努めた。
- ・ バイオリソースセンターの活動を研究コミュニティに周知するために、公開シンポジウムを中期計画期間中に6回主催した。また、多数のユーザーが参加する国内外の学会等で、54回ものパネル展示やリソースの実物展示を行い、啓発・広報活動を活発に行った。さらに、年報の発刊、ホームページ、ウェブページ・カタログの充実・改訂、メールニュースの発信を頻繁に行った。当センターの活動は、日刊工業新聞に6週間に渡って連載記事として、広く社会に紹介された。
- ・ 細胞材料開発室がiPS細胞を提供することになり、NHK「おはよう日本」中継で「ふやせ！

万能細胞」として、平成 19 年 2 月 7 日放映された。

## 【中期計画】

(3) 上記に加え、総合研究機関としての特徴を活かすため以下について取り組む。

### 戦略的研究の推進

理化学研究所内に研究所をより戦略的に運営するための「研究プライオリティー会議」を設置する。世界の科学技術の動向、研究の先見性、研究成果の期待度、社会的要請、有用性等の多面的な要素を研究プライオリティー会議が調査・分析し、理化学研究所が重点的に進めるべき試験及び研究を理事長に提言する。この提言を参考に理事長が予算、人員等研究資源を配分する。

また、戦略的研究展開事業により、幅広い研究分野・多様な研究アプローチを有する所内の各組織間で連携を図り、異なる研究分野、研究手法等が融合することで次代の科学技術の重点領域となるべき研究を推進するとともに、研究システムのあり方や研究資源の配分についても研究の性格に合わせて柔軟に対応する。さらに全所的な観点から緊急に着手すべき研究や早期に加速することが必要な研究、萌芽的な研究についても迅速かつ柔軟に対応する。

## 【主な実績】

### (i) 研究プライオリティー会議

- ・ 研究プライオリティー会議については、上席研究政策審議員、外部審議員の増員を漸次実施して、メンバーの強化を行った。
- ・ 効率的な議論を行うために、理研の事業運営に合わせて集中的に審議する事項と時期をあらかじめ設定して審議する事項に分け議題を設定した。今期は 51 回開催し、議論を行った。代表的な議事は以下のとおり。
  - 理研のあり方に関する自由討議・・・7 回（集中審議）
  - 次期中期計画について・・・5 回（集中審議）
  - 大型基盤施設について・・・8 回（集中審議は 2 回）
  - バトンゾーン・・・5 回（集中審議は 2 回）
- ・ 次期中期計画は議論を 5 回連続して実施したが、これ以外の議事は、期間を開けて、議事を設定しており、フォローアップが可能な会議運営とした。上記以外にも、各センターの将来構想や新規の研究課題などについても議論を行った。
- ・ 本会議が保持する調査分析機能により、調査分析を実施し、理化学研究所における運営体制や方針の議論を強力かつ効率的に推進することができた。

### (ii) 戦略的研究展開事業

- ・ 戦略的研究展開事業については、3 つのカテゴリーを設定し、課題を公募した。

- 連携型は、異なる研究センターや研究分野（「物理」、「化学」、「生物学」及び「医科学」）の間を連携する課題
  - 戦略型は、新規性が高いため、リスクが高いが、新領域創出等、大きな成果が期待できるチャレンジングな課題
  - 準備調査型課題は、連携型や戦略型を本格的に開始する前段階として実施する課題
- 戦略的研究展開事業を推進する戦略的研究展開事業推進委員会は、応募された研究課題に対して、「科学的視点」、「先見性」及び「独創性」の観点、さらに、連携型は「研究セクター間、研究分野間の連携性」の観点を加えて、厳正な書類審査、ヒアリング審査による評価を行った。この評価を受け、理事会議において決定した。（今期に選定した課題件数は、連携型 23 件、戦略型 76 件、準備調査型 19 件）
  - 本事業から、113 番目元素の発見やフロンティア研究システムでプログラム化した課題（RNA 新機能研究）、バイオインフォマティクスの統合データベースとして、現在 87 種類のデータベースが一つのポータルサイト上で閲覧可能となった課題などがある。科学に飛躍的進歩を与え、新たな研究分野を拓き、複数のセクターが一体となった研究や複数の研究室が連携した研究及び複数の研究分野にまたがる研究が実施されることで、分野を越えた研究成果や新たな研究分野の開拓につながった。

以上のとおり、「戦略的研究の推進」においては、中期計画の目標を十分に達成した。

さらに、計画には含まれていないが、平成 17 年 1 月に科学者が分野横断的に議論できる場として設置された理研科学者会議は、理事長の諮問に応じて、長期的視野にたって実施すべき研究分野、効率的な研究推進施策などについて議論・検討し、理事長に答申するとともに、研究所が実施する社会との係わりの深い研究プロジェクトについて、社会への啓蒙及び理解増進を図る方策を検討し、その結果を理事長に提言している。特に、平成 17 年度には、「科学研究における不正行為とその防止に関する声明」を発表する他、平成 19 年度には 8 回の会議を開催し、理研に来年度設置予定の研究所や基盤研究領域の構想及び理事長諮問事項「エネルギー問題への基礎科学の貢献のあり方について」を中心とした議論を行った。上記諮問事項に関しては 3 名の外部有識者を招聘して当該分野に係る最新の研究情報を収集し、ワーキンググループを設置して議論を行った。

## 【中期計画】

### 競争的かつ柔軟な研究環境の醸成

より競争的な研究環境を醸成するため、研究成果について公正かつ透明性の高い評価を実施し、その結果を所内競争的資金など研究資源の配分に反映するよう努める。また、外部の競争的資金の積極的な獲得に努める。さらに、外国人や女性研究者等が活動しやすい環境作りを行い、多様性に富んだ構成となるよう配慮する。

## 【主な実績】

### (i) 所内競争的資金

- ・ 競争的研究環境の醸成としても実施している戦略的研究展開事業については、理研内外の委員から構成される戦略的研究展開事業推進委員会により厳正な事前評価を行った。理事会において選定した。
  - ・ 所内組織間や研究分野間の連携により、領域を超えた新たな研究分野や相乗効果が発揮できる連携型の課題（23 課題）
  - ・ 将来的に社会的要請が高まる可能性のある研究課題や萌芽的研究課題及び緊急性の高い戦略型の研究課題（76 課題）
  - ・ 研究の前段となる準備調査研究を行う課題（19 課題）
- ・ 上記事業を行う中で、理化学研究所内部で既に実施されている萌芽的研究能力又は潜在的研究能力や研究者の意欲を引き出し、理化学研究所の幅広い研究ポテンシャルを活用する観点から、重点化すべき領域を定めて公募を行った。7 領域で公募を行い、主な領域は以下。（16 課題を選定）
  - ・ グリーンケミストリー
  - ・ 生命科学のための先端技術開発
  - ・ 次世代ナノバイオロジー
- ・ 公募することにより、工学と生命科学の連携、基礎物理学と生命科学の連携やこれまでにない化学プロセスの研究のような萌芽的研究を引き出すことができた。
- ・ より積極的な掘り起こしを行うべく、設定したテーマに関係する研究者を集めたワークショップを開催した。各ワークショップのテーマは、理研全体で取り組むべき事項とした。（7 回開催：平成 19 年度より開始）ワークショップの主なテーマは以下
  - ・ バイオインフォマティクス統合データベース
  - ・ BNL-RIKEN ワークショップ（国際的な機関連携の議論）
  - ・ 創薬基盤プラットフォーム
- ・ ワークショップを踏まえて、理研の創薬研究基盤プログラムの立ち上げを行うことができ、戦略的研究展開事業の課題でもあるバイオインフォマティクス統合データベースは、一般公開するまでの成果を得ることができた。

### (ii) 外部の競争的資金獲得

- ・ 外部資金の獲得の方策・取り組みとして、外部の競争的資金各々について、申請状況の所内ホームページでの周知、申請書の書き方講習会の開催を実施するなど、積極的な獲得に務めた。
- ・ 外部資金の獲得実績は、平成 15 年度から 19 年度までの 5 年間で 26,650 百万円（2,967 件）となる。各年度の実績は、次のとおり件数及び金額とも着実に増加している。

平成 15 年度 金額 4,201 百万円、件数 462 件  
平成 16 年度 金額 4,718 百万円、件数 516 件  
平成 17 年度 金額 5,239 百万円、件数 576 件  
平成 18 年度 金額 5,126 百万円、件数 669 件  
平成 19 年度 金額 7,484 百万円、件数 753 件

(iii) 外国人研究者のための環境作り

- ・ 外国人研究者及びその家族に対して、所内で日本語教室（入門、初級レベル）を継続的に提供している。
- ・ 外国人研究者及びその家族の生活支援や悩み相談のために、所内に IC0 (International Cooperation Office) ルームを常時設置して対応している。また、外国人の身近な生活情報紙として、平成 2 年 2 月の創刊以来 IC0 ニュースを発行している。（当初は不定期だったが現在は毎月発行）
- ・ 日本での生活ガイドブックとして平成 2 年 4 月に Life in RIKEN を発行して以来、随時改訂し内容の充実を図っている。
- ・ 和光地区の海外交流特区の実現に関しては、埼玉県・和光市共同申請による地域再生計画が採択され、「外国人研究者の入国・在留申請の認定手続き迅速処理化」が実現した。また、インターナショナルスクール設立に向けて埼玉県に引き続き働きかけを行った結果、県から積極的な設置意向が表明された。
- ・ 外国人研究者にも日本人と同様の情報や環境を提供するために、平成 19 年度に総務課にネイティブのスタッフを中心として結成された「翻訳チーム」は、日常的に提供される情報の英訳（平成 19 年度の翻訳依頼件数は約 1,700 件）や、英文資料の作成を支援するとともに、外国人を対象とした各種オリエンテーションや英文メールの書き方のセミナー、英文メディアのチェック等、幅広く所内のバイリンガル化を推進している。

(iv) 女性研究者のための環境作り

- ・ 男女共同参画をより積極的に推進するための計画立案や計画の実施に関する重要事項を審議するための男女共同参画推進委員会を設置（各事業所において男女共同参画推進を担当する事業所部会も設置）した。
- ・ 平成 19 年度には、「埼玉県子育て応援宣言企業」に登録するとともに、NPO 法人による「お父さん応援プログラム」の研修等、男女共同参画推進に積極的に取り組んだ。
- ・ 男女共同参画を推進した個人又は団体を「男女共同参画推進大賞」として表彰した。
- ・ 出産・育児期にある任期制職員の「産前産後休業・育児休業分の契約期間延長」を奨励した。
- ・ 裁量労働制職員を対象とする「育児期における出勤免除の制度（在宅勤務）」を導入した。
- ・ 人事部キャリアサポート室にコーディネーターを配置し、妊娠・出産・育児期の職員が持つ個別の問題や悩みに応じた支援を実施した。



- ・ 「男女共同参画だより」, 「理研子育て応援ハンドブック」を発行するとともに、「男女共同参画ホームページ」を開設し、情報提供に努めた。
- ・ 始業終業時刻を30分単位・最大1時間シフトする「育児及び介護期における始業及び終業時刻の変更制度」を導入した。
- ・ 代替要員雇用経費を100万円まで研究所が助成する「妊娠、育児中の研究系職員の支援者にかかる経費助成」を施行した。
- ・ 女性研究者等の活動しやすい環境作りの一環として、和光構内に託児所を整備した。研究所勤務者の子女を対象として、平成16年4月から定員20名で運営を開始し、平成17年度に拡張工事を行い、平成18年4月に9名の定員増を行った。
- ・ 研究所のある市内の保育園は、定員不足の状態にあり、特に0歳児においては、入園に至るまでには相当の待機期間が必要であることから、女性研究者等の職場復帰の障害となっていた。構内託児所の存在は、女性研究員の職場復帰への大きな支援となった。
- ・ 平成17年4月から、就労のために、乳幼児または小学校低学年の児童の家庭内での保育あるいは保育所等への送迎を行うベビーシッターサービスを利用する場合のベビーシッター補助制度を継続して実施した。
- ・ 女性科学者への理解増進の一環として平成18年度に作成されたビデオ「道もなき道ふみわけて - 女性科学者の100年 -」は、所内外で上映されるとともに、第17回TEPIA(財団法人機械産業記念事業財団)ハイテク・ビデオ・コンクールで特別賞を受賞した。

以上のとおり、「競争的かつ柔軟な研究環境の醸成」においては、種々の取り組みを行い、中期計画の目標については、ほぼ達成したものと見える。

特に、外部の競争的資金の獲得においては、平成14年度実績(4,338百万円、434件)と比較して、金額、件数ともに70%近い増加となり、中期計画で想定していた以上の成果が得られた。

また、日本における女性研究者比率(11~12%)を常に4~6%程度上回る女性研究者在籍率を、テクニカルスタッフまで含めると35%前後を維持するに至った。

## 【中期計画】

### 最先端の研究基盤の整備・活用

科学技術の水準の向上には最先端の研究基盤の整備と活用が重要であることから、重イオン加速器施設、大型放射光施設(SPring-8)、X線自由電子レーザー(XFEL)等の研究施設・設備、大型計算機や情報ネットワーク等の研究環境の整備・活用を進め、国内外の大学、研究機関、企業等との共同研究を推進するとともに、独創的かつ先端的な研究を実施する。具体的には<別紙3>に記述する。

最先端研究基盤の整備・活用 : 別紙3

## 【中期計画】

### (i) 重イオン加速器施設の整備と利用環境の向上

ウランまでの全元素の未知の RI（不安定核）を創成し、これまで説明できなかった物質創成の基本原理解明等を目指して、重イオン加速器施設の整備を行う RI ビームファクトリー計画を推進する。

平成 18 年度までに超伝導リングサイクロトロン等の整備を進め、ウランを加速して生成される RI ビームの発生を目指す。平成 18 年度までに整備される加速器等により、水素からウランまでの全元素の RI の存在限界を探り、基礎物理学や RI 利用研究の推進基盤である核図表の拡大を図る。

さらに、新たに生成された寿命の短い不安定核の質量、寿命、大きさ、形状や励起状態等の特性を効率的に明らかにする散乱装置や計測装置を開発・整備することで、原子核構造の基本原理解明や宇宙における重元素合成過程を再現して元素誕生の謎の解明に資するとともに、RI を工業・医療等の応用に資するための新規実験手法を開拓する計画について、国際的な学術評価等を経て推進する。

本施設については、既設の重イオン加速器を含め、わが国における基礎科学研究や加速器科学研究の推進、原子・原子核物理から生物や材料などの広範な分野における重イオン加速器の利用研究の一層の発展に資するため、大学等との連携を強化しつつ、重イオン、RI ビームについて、新たなビーム技術の創出等により、大強度化や高品質化などの高度化を図るなど、引き続き世界最高レベルの性能維持と利用環境の確保に努める。

## 【主な実績】

- ・ 超伝導リングサイクロトロン（SRC）、中間段リングサイクロトロン（IRC）の総合（組立）調整を実施した。
- ・ RI ビーム生成分離系（BigRIPS）の製作据付とともに、ビーム入射効率増加装置の製作、共通設備として冷却系及び変電設備の整備を行った。
- ・ RIPS 入射系、ビーム入射効率増加装置、RIPS 補器類及び変電設備の整備行なった。
- ・ 超伝導リングサイクロトロン（SRC）の総合（組立）調整を実施し、その 6 台の超伝導セクター電磁石が完成した。
- ・ 施設全体の安全管理系、冷却・制御・ユーティリティ系、BigRIPS 後段のビームラインである照射 BT 系の整備を実施した。
- ・ 安全管理系では、放射線遮蔽ブロックを整備するとともに、入退室管理システム等を整備した。
- ・ ファーストビーム取出しに成功するとともに、日本初のウランイオン加速による RI ビーム生成に成功した。
- ・ RI ビームファクトリー計画の基幹実験設備の一つであるゼロ度スペクトロメータの整備を行った。

- ・ RI ビームファクトリーを使った実験では、平成 19 年 6 月に中性子過剰領域に存在することが予想されている未知の元素の一つパラジウム(元素番号 46)-125(質量数)の発見に成功した。
- ・ RI を工業等の応用に資するために、例えばシリコン太陽電池材料の中に RI をインプラントしてその RI から発する放射線を測定することで不純物等の材料特性を評価する(インビームメスバウアー法)等の新規実験手法を開拓する計画については、国際実験課題採択委員会で高い評価を得て推進することになった。
- ・ 平成 18 年 8 月に理論研究を中心とした原子核物理研究を国際的に展開するため、東京大学大学院理学系研究科と共同で「東大 理研共同核物理国際プログラム」を発足した。
- ・ 平成 18 年 11 月に日中双方の研究機関で RI ビームファクトリーを有効に利用し、研究や実験等の研究活動を促進するため中国核物理協会と「日中核物理共同促進協議会」に関する覚書を締結した。
- ・ 平成 20 年 1 月に日仏でも積極的に研究協力を推進するために仏の原子核物理の研究機関である国立科学研究センター(CNRS)の国立核物理・素粒子物理研究所(IN2P3)、原子力庁(CEA)の宇宙物理・素粒子物理・核物理・機器製作部門(DAPNIA)、国立重イオン加速器研究施設(GANIL)と理研仁科加速器研究センター(RNC)の間で研究協力を推進することになった。

以上のとおり、「重イオン加速器施設の整備と利用環境の向上」においては、重イオン加速器施設の整備を着実に進め、ファーストビームの取り出し、ウランイオン加速による RI ビーム生成、未知の元素の一つパラジウム 125 の発見等、重イオン加速器施設の能力を十分に発揮し、未知の RI 発見、究極の原子核モデルの構築に寄与する環境を整備し、利用環境の向上を図ったことから、中期計画の目標を十分に達成した。その結果、RIBF は現時点で世界最高レベルの性能を示し、広く世界中の研究者の利用に供する施設となっている。

## 【中期計画】

### (ii) 大型放射光施設(SPring-8)の運転・整備等

放射光は、物質の解析、分析及び反応などの画期的な手段として、材料科学、地球科学、生命科学、環境科学などの幅広い研究分野への応用が期待されている。

「本格利用期」に至った世界最高性能を有する大型放射光施設(SPring-8)において、世界をリードし得る放射光科学の革新的成果の創出を誘導するべく、「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、施設の安定稼働及び安全の確保、性能の維持・向上、共用ビームラインの供用、整備等を行うと同時に、世界の放射光施設との連携・競争を通じて、先端的・革新的な利用研究を推進する体制及び環境を確保する。

## 【主な実績】

- ・ 安全で安定した加速器及びビームラインの運転・維持管理とそれらの高度化を実施し、利用

者に高性能の放射光の提供を行うとともに、高度化にあわせた安全管理並びにその他の運営業務を実施し、利用者本位の考え方に立脚した運営を行った。

- ・ H18年7月には、「特定放射光施設の供用の促進に関する法律」が「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」として改正され、従来SPring-8の供用業務及び支援業務並びに共用ビームラインの維持管理及び運転業務その他の業務を全国唯一の「放射光利用研究促進機構」が実施する制度から、一定の条件を満たした「登録施設利用促進機関」の内の一者が利用促進業務を実施する制度に移行したときも、理化学研究所から登録施設利用促進機関である財団法人高輝度光科学研究センターに委託して行った共用施設の維持管理及び運転を行う業務に関しては、毎月開催のSPring-8運営会議において施設運営の基本方針、綿密な協議を行い、利用者には影響を与えることなく対応した。
- ・ SPring-8施設の運転に関しては、蓄積リング加速器のトップアップ運転（高精度電流一定運転）を実現し、世界の大型放射光施設の中でも、最高性能の定常運転化に成功した。また、このトップアップ運転により、放射光性能の高性能化・高安定化、利用実験の高精度化を実現した。これは実質的には運転時間の30%増に相当する。
- ・ 年間を通して加速器等施設のダウンタイム（運転停止時間）約1%と、極めて安定的かつ安全運転を実現するなどSPring-8施設の運転に関しては着実に業務を実施した。（H15年度からH19年度まで、台風被害によって屋根が破損したH16年度を除き、5,000時間以上/年の運転を達成した。）
- ・ SPring-8施設の整備等に関しても、共用ビームラインとしては産業利用BL14B2を建設し、供用を開始した。また、専用ビームラインにおいては兵庫県の専用ビームラインを設置し、利用開始した。理研ビームラインであるターゲットタンバクビームライン（BL32XU）の建設も開始した。
- ・ SPring-8施設が今後も世界最高性能を維持するため、放射線劣化に伴うアブソーバーの交換などの経年劣化対策を実施したり、放射線管理区域入退室管理システムの改修を実施したりするなど、SPring-8施設の整備に関しても着実に業務を実施した。
- ・ また、H19年10月には、海外放射光施設関係者も迎えて供用開始10周年記念式典及び記念シンポジウムを開催し、これまでの10年を振り返るとともに、今後も先端的利用研究を推進するための講演・議論を行った。

以上のように、「大型放射光施設（SPring-8）の運転・整備等」に関しては、計画通り業務を実施するとともに、共用の促進に寄与し、十分に中期計画の目標を達成した。

なお、SPring-8の運営業務は、(財)高輝度光科学研究センター（JASRI）へ委託して実施した。

## 【中期計画】

### (iii) 大型計算機・情報ネットワークの整備・活用等

情報技術は、いまや全ての研究分野、研究開発のあらゆる段階において必要不可欠な基盤

となっている。そこで、世界トップレベルの能力を有する計算機ハードウェア、ソフトウェア群を整備し活用することにより、新しい研究環境の構築を図る。

また、他機関との協力のもと、高度なネットワークによって複数の研究機関を結び、物理的に離れている有能な人材を結集し、かつ目的に応じて柔軟に体制を変えられる機動的な研究体制の構築を目標として、ITBL (IT-Based Laboratory) 開発研究を実施することにより、ネットワーク上の仮想研究環境の構築に必要な知見・技術の蓄積を行う。

### 【主な実績】

#### (a) ハード及びソフト群の整備状況・研究環境の構築

- ・ 平成 15 年度にスーパーコンピュータシステムの更新を行い、旧システムに比べ演算性能で 33 倍、メモリ容量で 10 倍のハードウェアとソフトウェアによる新しい計算環境を整備した。
- ・ 新スーパーコンピュータシステム(RSCC)は、平成 16 年 6 月時点の LINPACK ベンチマーク実行性能で国内第 2 位、世界第 7 位であり、本研究所の実施する最先端の科学技術研究開発を支えるに相応しい計算機環境を実現した。
- ・ RSCC を利用する研究者の利便性を向上し、より使いやすいシステムとするために、Grid 技術、Web 技術を用いた HPC ポータルサイトを構築した。特に、バイオポータルサイトはライフサイエンス分野の研究者の計算機利用拡大に大きく貢献した。
- ・ RSCC は、PC クラスタを中核にベクトル型計算機と理研で開発した分子動力学専用計算機を接続した複合型システムで、世界中の研究所・大学等から高い評価を受け、「次世代の大型計算機センターのモデル」として平成 17 年 4 月に第 34 回日本産業技術大賞・文部科学大臣賞を受賞し、多くの大型計算機センターに影響を与えた。
- ・ 計算機資源を有効活用するためのメタジョブスケジューラの開発を始め、大規模システムを効率よく運用するための技術を開発した。
- ・ RSCC 利用者教育を始め並列計算とベクトル計算のためのプログラミング講習、利用者プログラムの高速化、並列化支援等を実施し、人材育成と利用拡大を図った。
- ・ RSCC は、ライフサイエンス、高エネルギー物理学をはじめ、計算化学、物性物理、工学など多岐にわたる広い分野で活用された。利用人数は毎年増加し、19 年度には約 350 人となり、15 年度から比べると約 1.8 倍となった。
- ・ 分子動力学専用計算機部を理研が新たに開発した MDGRAPE-3 に更新することで、導入時に比べて 37 倍の性能向上を図り、ライフサイエンス分野でのより一層の環境改善を図った。
- ・ RSCC を利用した成果としては、理研・川合理論物理学研究室と名古屋大学、米国コーネル大学の共同研究グループが微細構造定数を世界最高精度で決定し、その結果、理科年表をはじめ各教科書の値が変更されるという大きな成果が発表された。

#### (b) ITBL (IT-Based Laboratory) の開発研究

- ・ 安価な高速 VPN(Virtual Private Network、仮想専用ネットワーク)装置の開発を行い、1Gbps

の性能を実証した。

- ・ 仮想研究環境実現の一つとして、各種アプリケーション等をネットワーク経由で外部から利用できるポータルサイトを構築し一般公開実験を実施した。
- ・ ネットワーク上に配置された各種装置の履歴情報等の集積システム「PitSaw」を開発した。
- ・ ネットワーク上に分散配置された侵入検知システムと PitSaw システムを接続した分散侵入検知システムを開発し、研究所内ネットワークで実験運用を実施した。
- ・ 他機関との協力のもとに進めてきた ITBL 研究開発は、当初の予定どおり目標を達成して平成 17 年度に終了した。
- ・ 研究開発の中で構築した 5 機関による Grid 技術を利用した仮想研究環境は、当面の間維持することとし、このための協力協定を延長した。
- ・ ITBL 構築基盤である SuperSINET ノードを和光研究所に誘致し、外部機関との連携基盤を強化した、さらに、SuperSINET の SINET3 への改新に対応し、国立情報学研究所が実施するサイバーサイエンスインフラストラクチャー計画と理研が実施する次世代スーパーコンピュータ開発計画他の連携基盤としての活用を開始した。

以上のとおり、「大型計算機・情報ネットワークの整備・活用等」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

#### 【中期計画】

##### (iv) ナノサイエンス研究の環境整備・活用等

ナノサイエンスは、幅広い研究分野を飛躍的に発展させる可能性を有しているとともに、IT、バイオ、エネルギーなどの様々な産業を発展させる生命線となっている。また、世界的に見てわが国が革新的かつ優位にある研究分野であり、理化学研究所はこれまでその先導的な役割を担ってきた。

そこで、幅広い分野の研究ポテンシャルを結集することにより、複合領域・境界領域におけるナノサイエンス研究を総合的に推進し、先導的・革新的な成果を創出するために、極微細領域における実験等に欠くことができない最先端の装置群と、防振・防塵・電磁波遮蔽など高度な機能を持つ研究環境を整備・活用する。

#### 【主な実績】

- ・ 除振、電磁シールドを施した極微細構造実験室及び電子顕微鏡室、極・超低温化での実験が可能な低温実験室、JIS クラス 5 のクリーンレベルを保有するクリーンルーム、ケミカルルームを整備し、それぞれ利用者部会を設けて利用に供した。また、約 50 のナノサイエンス棟共同利用機器を整備し活用した。
- ・ 研究技術・開発支援チームを設置し、最先端ナノ技術の開発及びそれをういた技術支援、ナノサイエンス実験棟の管理運営を行った。

- ・ ナノサイエンス実験棟のポテンシャルを最大限に活用するため、利用研究チームを設置し、所内公募によって採択された 29 課題の研究を実施した。

以上のとおり、「ナノサイエンス研究の環境整備・活用等」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

## 【中期計画】

### (v) X線自由電子レーザー施設の整備等

X線自由電子レーザーは、放射光とレーザーの特徴を併せ持つ光であり、従来の計測技術では得られない成果が期待されている。諸外国に先駆けた成果の創出が望まれ、その社会的・経済的効果は高い。

そこで、大型放射光施設（SPring-8）で培ってきたポテンシャルを結集し、原子レベルの超微細構造、化学反応の超高速動態・変化を瞬時に計測・分析することを可能とする「X線自由電子レーザー」施設の整備を図る。これにより、ライフサイエンス分野やナノテクノロジー・材料分野など、様々な科学技術分野に新たな研究領域を開拓する。

## 【主な実績】

- ・ H18年度から、整備プロジェクトに着手した。（H18年度からH22年度までの5年プロジェクト）
- ・ 大型放射光施設（SPring-8）で培ってきたポテンシャルを結集し、理研及び財団法人高輝度光科学研究センターとX線自由電子レーザー計画合同推進本部を設置し、作業分担と調整プロセスを確立し、計画通り「X線自由電子レーザー」施設の整備を進めた。
- ・ H18年度には線型加速器収納部建屋、アンジュレータ収納部建屋、入射器、加速器 などの機器についても設計を進め、線型加速器収納部建屋、入射器、加速器 について、建設及び製作を開始した。
- ・ H19年度には、前年度契約分に加えて、アンジュレータ収納部建屋、加速器 について建設及び製作を開始した。
- ・ H19年度補正予算の取得によって、計画を一部前倒し、電子ビーム制御系の製作に着手するとともに、XFELの線型加速器で加速した電子ビームをSPring-8へ運ぶ電子ビーム輸送系並びに電子ビーム輸送系トンネルの設計、製作に着手した。さらに、ビームライン製作についても一部前倒して着手するとともに、共同実験棟・共同研究棟の設計に着手した。
- ・ H18年度以降、H19年度末までに3回のXFELシンポジウムを開催し、産学官及び一般にプロジェクトの概要、進捗状況等を紹介した。
- ・ 国が実施しているX線自由電子レーザー利用技術開発プロジェクトと連携し、WS、シンポジウムを開催した。

以上のとおり、「X線自由電子レーザー施設の整備等」においては、H22年度の完成を目指す

当初の計画通り整備を進め、中期計画の目標を達成した。

## 【中期計画】

### 研究者の流動性の向上と任期制研究員の処遇の改善

一定の期間を定めて実施する研究プロジェクト等については、優れた任期制研究員を効率的に結集し、研究に集中的に取り組むことによって、競争的な研究環境を構築し、効果的な研究成果の創出を図るとともに、我が国の研究者の流動性向上に主要な役割を果たす。

また、長期在職権付研究員制度等により、任期制研究員の処遇の改善と活性化を図るなど先駆けて機動的な人事システムを構築する。

さらに、定年制研究者についても試験的に年俸制を導入するなど一層の流動性の向上を図る。

## 【主な実績】

### (i) 研究者の流動性の向上

- ・ 平成 18 年 1 月に人事部キャリアサポート室を設置し、
  - ・ 個人のニーズに基づいた就職相談（出張相談・夜間相談も実施）
  - ・ 自身のキャリアを見つめて考える意識を植え付けるキャリア講演会
  - ・ 就職活動の支援として人材サービス専門機関及び企業の採用担当を招いたジョブフェア
  - ・ 任期終了後の多様な進路選択(キャリアパス及びキャリアチェンジ)を可能とするためのキャリアアップ研修(特許講座、英語プレゼンテーション・論文ライティング講座、マネジメントスキルやコミュニケーションスキルを高めるための研究プロフェッショナルセミナーなど)
  - ・ 求人情報の充実、キャリアサポート室が支援して就職した者を追跡取材し、その体験談等をまとめた転身事例集の作成等、多様なキャリアパスの実現に向けた情報提供等を実施し、各種支援活動を積極的に展開した。
- ・ ジョブフェア・キャリアアップ研修等の実施にあたっては、事前にアンケート調査を実施し、カリキュラム内容等について参加者のニーズを把握した。
- ・ 就職後も、本人の希望や能力がどのように活かされているかを探り、コンサルティング業務の一層の充実に活用した。
- ・ 就職活動の支援のため、任期制職員就業規程を改正して、契約最終年度の任期制職員が就職活動を行う場合、特別有給休暇を 5 日以内付与する制度を導入した。
- ・ 四機関連絡会議(東京大学、産業技術総合研究所、科学技術振興機構、理化学研究所)を開催して情報交換を行ったり、企業訪問を行って連携を強化したりして、我が国の研究者の流動性向上に主要な役割を果たした。〔キャリアサポート室の事業は、文部科学省「科学技術関係人材のキャリアパス多様化促進事業」(平成 18 年 5 月 1 日から平成 21 年 3 月 31 日まで)



に採択されている。]

(ii) 任期制研究員の処遇の改善と活性化

任期制研究者に対しては次のような施策を講じ、機動的な人事システムを構築した。

- ・ 特に優れた任期制研究者には、原則 5 年間の雇用期間を保証する「長期在職権付研究員制度」を導入した。
- ・ グループディレクター、チームリーダー等の任期制管理職職員から、下位職位者を指導しつつ、研究開発を進める立場にある研究員・技師クラスまでを対象にした複数年度契約を導入した。
- ・ 研究意欲の向上を図るため、重要な業績を挙げた者、研究室等の運営において著しい功績があった者等に報奨金を支給する制度を導入した。
- ・ 1 事業年度を評価対象期間として、この間における業績、仕事への取り組み姿勢等をセンター毎に独自に制定した評価基準に基づき、直属の所属長が総合的に判断して評価し、その評価結果により、契約更新及び年俸額を決定する仕組みを導入した。

(iii) 定年制研究者の処遇の改善と活性化

定年制研究者についても、次のような施策を講じ、一層の流動性の向上を図った。

- ・ 主任研究員及び准主任研究員のみならず、平成 20 年 4 月 1 日以降、新たに定年制研究者として採用する者からは、全員を対象とする年俸制を導入した。
- ・ 顕著な業績を報酬の面でも適切に報いる仕組みとして報奨金制度を導入した。
- ・ 長期的視野を持って、次世代の科学技術分野を構築できる若手の自律的研究者に、独立した研究室を創成・主宰させ、将来の科学技術分野のリーダーを育成することを目的とした、准主任研究員制度を導入した。
- ・ 若くても優れた個性ある活気に満ちた研究者 / 技術者の登用に門戸を開くことを目的として、一定の経験年数を満たさなくとも、同程度或いはそれ以上の業績を有している者については選考対象となる専任研究員 / 専任技師制度を導入した。

以上のとおり、「研究者の流動性の向上」においては、十分に中期計画の目標を達成した。また、「任期制研究員の処遇の改善」においては、制度の充実を図り機動的な人事システムを構築してきたところだが、引き続き充実を図ってゆく。

**【中期計画】**

**外部機関との研究交流**

国内外の大学、研究機関、企業等との研究交流を積極的に進めるため、国内外の研究動向等の把握や自らの研究活動に関する情報発信等により、共同研究など多様な研究交流を図る。

## 【主な実績】

### (i) 共同研究等

- ・ 国内外の大学・公的研究機関との共同研究契約等については、中期計画期間を通じ、件数にして3倍増となった。一方、民間企業との共同研究契約等については、中期計画期間を通じて毎年度330件程度を推移している。

#### < 大学・公的機関との共同研究契約実績 >

平成15年度219件、平成16年度277件、平成17年度372件、平成18年度563件、平成19年度651件

#### < 民間企業との共同研究契約実績 >

平成15年度334件、平成16年度359件、平成17年度340件、平成18年度328件、平成19年度304件

- ・ 従来個別研究課題の共同研究形態に加え、平成16年度から「産業界との融合的連携研究制度」を開始し、これまでに、企業と理研の研究者からなる混成の研究チームを10チーム設置し、企業のニーズに基づき、より実用化・製品化に近い共同研究を推進し、早期の成果創出を実現している。
- ・ 平成19年度からは、「産業界との連携センター制度」を新設し、包括的な枠組みによる大型共同研究を推進した。(平成19年度には、「理研BSI-オリンパス連携センター」「理研-東海ゴム 人間共存ロボット連携センター」及び「理研BSI-トヨタ連携センター」の3センターを設立した。

### (ii) 国際協力協定・覚書

- ・ 主要な研究機関間での包括的な協定として、平成15年10月以前では、パスツール研究所、仏国立科学研究センター(仏)、マックスプランク研究所(独)、中国科学院、韓国科学研究院など13件と研究協力関係を有していたが、中期計画期間を通じてカロリンスカ研究所(スウェーデン)、シンガポール科学技術研究庁、韓国生命工学研究院、インド科学技術省・科学技術部、上海交通大学等との協力関係を結び、平成20年3月末時点で合わせて20件の包括的協力関係を有するまでに広げた。
- ・ 平成15年度10月期で128件あった海外協力協定・覚書等の件数は、その間、いくつかの新規案件の締結や、失効を経て、平成20年3月末で145件となっている。地域的には、この間、欧米を中心に、さらにアジア・中東、ロシア圏、オセアニア、一部南米を含んで29の国・地域から、現在では38の国・地域に関係が広がってきている。

以上のとおり、「外部機関との研究交流」においては、中期計画の目標を達成した。

## 2 成果の普及及びその活用の促進

### 【中期目標】

理化学研究所における研究成果、生物遺伝資源について、知的財産権による保護が可能な知的財産について必要に応じて権利化を図るとともに、論文の投稿、研究集会等における口頭発表、プレス発表、広報誌、施設公開等を通じ積極的に発信・提供を行う。

研究成果の実用化を効率的に行うための体制を整備し、研究成果の適切な管理、産業界との積極的な交流と有機的連携を通じ研究成果の活用を図る。この際、理化学研究所の有する知見を有効に活用し、研究成果を社会に還元するための効果的な方策の確立を図る。

## 【中期計画】

### (1) 研究成果の情報発信

科学ジャーナルへの研究論文の投稿、シンポジウムでの口頭発表など研究成果の普及を図る。

また、原著論文の論文誌への掲載数として、理化学研究所全体として毎年度において1,820報以上(平成14年度実績は、1,796報)を維持することを目標とする。そのうち理化学研究所の研究分野において重要かつ共通性の高いジャーナルへの掲載を5割以上とすることを目標とし、論文の質を確保する。また、国際会議、シンポジウム等での口頭発表を、国内のみに留まらず、海外においても積極的に行う。

このほか、理化学研究所主催の国際会議、シンポジウム等を開催するとともに、ホームページ等での成果発表など広く研究成果を発信する。

## 【主な実績】

- ・ 研究成果の普及を図るため、科学ジャーナルへの研究論文の投稿、シンポジウムでの口頭発表等を積極的に行った。
- ・ 特に、原著論文の科学ジャーナルへの掲載については、毎年度において1,820報以上を、さらに、掲載された論文のうち、理化学研究所の研究分野において重要かつ共通性の高いジャーナルへの掲載を5割以上とすることを目標とし、論文の量及び質を確保した。
- ・ 原著論文の各年度における掲載数等の実績は、次のとおりである。

< 原著論文への掲載数 >

年度	H15	H16	H17	H18	H19
目標数	1,800	1,800	1,800	1,820	1,820
掲載数	1,850	2,124	2,062	2,087	2,085

< 重要かつ共通性の高いジャーナルへの掲載数及び掲載率 >

年 度	H15	H16	H17	H18	H19
掲載数	855	967	967	889	967
掲載率 目標 5 割	46%	46%	44%	43%	46%

- ・ 国際会議、シンポジウム等での口頭発表については、国内はもとより、海外において積極的に行った。

< 国際会議・シンポジウム等での発表数 >

年度	H15	H16	H17	H18	H19
国内	3,205	3,586	3,815	3,479	4,062
海外	1,876	2,269	1,981	2,441	2,121
合計	5,081	5,855	5,796	5,920	6,183

- ・ 平成 19 年度における上記の口頭発表において、外部から講演を依頼された学会等への招待講演数は 1,733 件（内、国際的な学会等への招待講演は 726 件）となり、外部機関が当所の研究活動に高い関心を寄せていることが示された。
- ・ 理化学研究所が主催するシンポジウム等については、学会、産業界で特に関心を寄せているテーマに関し、理研主催又は関連学会等と共催する理研シンポジウムを随時開催した。
- ・ 理研シンポジウムは、広く社会に当所の成果を普及することを目的とするため、公開かつ参加費無料を原則として開催した。
- ・ 理研シンポジウムの開催実績は、次のとおりである。

< 理研シンポジウム開催数 >

年度	H15	H16	H17	H18	H19
開催数	39	40	40	34	38

- ・ 上記理研シンポジウム以外にも、各センター、研究室等においてもシンポジウム、セミナー等を主催している。（参考：平成 18 年度 741 件、19 年度 737 件）
- ・ さらに、ホームページで理研研究者の掲載論文リストを毎週更新して掲載する RIKEN Publication、Thomson ISI Data に基づいた Citation 及び国際共同研究の現状の国際ベンチマークを開始した。
- ・ その他、ホームページ等での成果発表については、後出の（5）広報活動の項を参照。

以上のとおり、「研究成果の情報発信」においては、ほぼ目標を達成した。

特に、研究論文における情報発信においては、ISI Thomson のデータ解析によると、植物科学研究センターの篠崎センター長が、植物・動物科学分野における過去 10 年間（1997 年 1 月～2007 年 2 月）の総引用回数で世界第 1 位となるという快挙を成し遂げるなど、極めて高い質の論文が発信されている。

## 【中期計画】

### (2) 生物遺伝資源の提供

理化学研究所が開発・集積した生物遺伝資源を適切な取り決めのもと、国内外の大学、研究機関、企業等の研究者に提供する。

## 【主な実績】

実験動物（疾患及び機能モデルマウス等）、実験植物（シロイヌナズナの種子等）、細胞材料（癌細胞株等のヒト培養細胞、動物培養細胞、日本人由来不死化細胞、正常幹細胞等）、微生物材料（細菌、酵母等）、遺伝子材料（動物及び微生物由来 DNA 等）及びそれら関連情報の収集、保存及び提供を行い、累計約 50,000 件のバイオリソースを 6,400 の国内外の機関に提供し、「理研ブランド」を研究コミュニティに浸透させた。平成 19 年度の収集、提供数は、以下のとおりである。

	収集数	提供件数
実験動物：	3,172 系統	2,408 件
実験植物：	544,235 系統	607 件
細胞材料：	5,299 株	4,161 件
使い切り試料：	2,868 株	
遺伝子材料：	1,605,396 クローン	647 件
微生物材料：	17,667 株	3,567 件

〔中期目標期間中のバイオリソースの収集・提供の目標値及び実績値については、前出「(ア) リソースの整備並びに提供」P.75 参照〕

- ・ バイオリソースの収集・提供にあたっては、寄託者の知的財産権等を保護し、同時に利用を促進するため、寄託・利用条件を明記した生物遺伝資源寄託同意書・提供同意書（Material Transfer Agreement：MTA）を制定し、寄託者及び利用者と締結している。また、海外との機関とも、派生物に関する権利、準拠法・管轄裁判所に関して、我が国及び寄託者の権利を譲歩することなく交渉し、MTA を締結している。種々の機会に MTA の重要性に関する啓発活動を行い、当センターが作成した MTA は他の機関により模範として利用されており、指導的役割を果たした。
- ・ 相互にバイオリソースの活発な交換が予測される米国・National Institute of Health (NIH) とは、MTA の条項に関して交渉を行い、理研 NIH でリソースを相互に移転する際は、同一の MTA を用いることで合意した。合意された MTA を用いて、NIH 参加の研究所とリソースの授受が行われている。
- ・ バイオリソースセンターが大学等で開発された生物遺伝資源を一括管理し、学術利用のみな

らず産業利用が円滑に進むシステムの構築を大阪大学、九州大学と検討を行い、産業利用に対して大学等がライセンス使用料等を徴収する仕組みの雛型を作成した。

以上のとおり、「生物遺伝資源の提供」においては、適切な取り決めのもとで研究者へバイオリソースを提供し、中期計画の目標を十分に達成した。この結果、国際的にも感謝される「理研ブランド」を確立することができた。

## 【中期計画】

### (3) 研究成果の権利化、適切な維持管理

知的財産の質の向上に留意しつつ、特許等の出願・取得を積極的に行う。平成19年度において、610件/年の出願（平成14年度実績は、493件）を目標とする。さらに、取得特許等については、一定期間毎にその実施可能性を検証し、維持の必要性を見直すといった効率的な維持管理を行う。

## 【主な実績】

- ・ 特許等の出願・取得の取り組みについては、パテントリエゾンスタッフを交えた特許等の掘り起こしや発明相談、特許セミナーの開催などを、各事業所・プロジェクトの現状に即した内容及び方法により、継続的に実施したほか、重要性の高い分野での特許の出願・取得の促進を図った。
- ・ 特許出願実績については、平成15年度449件、平成16年度570件、平成17年度583件、平成18年度433件、平成19年度655件（他育成者権4件）となり、数値目標を達成した。
- ・ 保有特許については、実施可能性を検証して当該特許の維持の必要性を見直すといった効率的な維持管理を実施した。中期計画期間当初は、登録後一定期間が経過した特許権を検討対象としていたが、平成18年度より、対象を保有特許全てに広げ、より一層効率的な維持管理を図った。

以上のとおり、「研究成果の権利化、適切な維持管理」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

## 【中期計画】

### (4) 成果の活用の促進

研究成果の実用化を積極的に進めるため、理化学研究所の研究成果をホームページや情報誌等を活用して広く発信するとともに、市場調査に努め、研究成果に関心を寄せる企業等に積極的に技術紹介活動を行う。また、企業等との共同研究、特許権等の実施許諾を通じて、技術移転機能の拡充を図るとともに、企業等で実施が困難な先端的な成果等については、研究者自らがその成果の実用化を図るために設立する企業を理研ベンチャーとして認定し、優

先的な特許実施許諾を行うなど必要な支援を実施し、実用化を推進する。

これらの活動を通じて、出願件数に見合う特許権等の実施件数を増大することにより、平成19年度において、実施化率12%（平成10～14年度の平均実績は、10%）を目標とする。

（実施化率とは、実施許諾件数について、出願係属件数と保有件数の和で除したものの。）

### 【主な実績】

- ・ 情報の発信については、理研の保有する特許情報を「理研特許情報公開データベース・検索システム」によりホームページ上で公開し、企業が容易に理研の特許情報を検索及び入手できるよう運用した。
- ・ 技術移転活動については、従来一般的な講演会や展示会とは異なり、理研の未公開特許や最新の研究成果を企業の技術導入担当者等を対象に、理研の研究者が個別面談形式によって紹介する新しい試みとして、産業界連携に関する「技術移転懇話会」を開催した。平成17年度より、計8回（平成17年度1回、平成18年度5回、平成19年度2回）実施した。
- ・ 技術移転機能を拡充するため、総合商社を通じて、理研が保有する特許のライセンス先や共同研究相手先探索を行うとともに、平成19年度からは新たに仲介企業を活用した技術移転活動を取り入れた。
- ・ 産業界との連携の新しい試みとして、平成19年度より産業界との連携センター制度を設置し、「理研 BSI - オリンパス連携センター」「理研 - 東海ゴム 人間共存ロボット連携センター」「理研 BSI - トヨタ連携センター」を新設した。
- ・ 理研、埼玉県、和光市及び中小企業基盤整備機構の四者が共同事業主体となるインキュベーション施設事業に取り組み、平成18年度に用地取得、平成19年度に施設を竣工、平成20年度の本格事業開始を目指し、平成19年12月までに募集・選考した理研ベンチャー10社を含む17社が順次入居を開始した。今後は、当該17社との研究交流を計画している。  
理研ベンチャーについては、中期目標期間中、平成15年度1社、平成16年度2社、平成17年度4社、平成18年度4社、平成19年度2社の計13社を理研ベンチャーと認定し、平成19年度末時点で、計23社の理研ベンチャーが各々の事業を行っている。
- ・ その他研究成果の事業化としては、SPring-8 を利用したタンパク質結晶構造解析に関する包括受託契約、変異マウス作製に関する包括受託契約、分子イメージングに関するCRO（医薬品開発業務受託機関）との包括受託契約、RIBF を利用したRI 頒布に関する研究成果物提供契約等、多様化する事業枠組みに対応して新しい研究契約形態を確立し、事業化による成果普及に努めた。
- ・ 以上の活動を通じて、特許の実施化率は、平成15年度12.7%、平成16年度12.5%、平成17年度15.1%、平成18年度17.8%、平成19年度19.5%と推移し、目標（中期計画：平成19年度末において12%以上）を上回る高い実施化率を達成した。

以上のとおり、「成果の活用の促進」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

## 【中期計画】

### (5) 広報活動

国民の科学技術への理解増進を図り、理化学研究所の優れた研究成果を積極的に発信するため、プレス発表、広報誌、研究施設の公開、ホームページなどによって理化学研究所の研究成果等を普及する。プレス発表については年40回（平成14年度実績は、32回）、広報誌である理研ニュースを年12回（平成14年度実績は、12回）発行することを目標とする。さらに、研究所の一般公開、科学講演会等を実施するとともに、サイエンスキャンプなど国等が主催する国民向け理解増進活動に積極的に協力する。

## 【主な実績】

- ・ 広報活動の受け手を「一般市民層」、「科学に関心がある層」及び「専門家層」の3つの層に分類し、それぞれの受け手を意識し、国民に分かりやすく伝えるための広報活動を実施した。
- ・ プレス発表については、目標数値である年40回以上を下記のとおり大幅に上回った。

### < プレス発表数 >

年 度	H15	H16	H17	H18	H19
目標数値	32	32	40	40	40
実績	60	69	73	91	117

さらに、プレス発表した成果については、ホームページにその解説及び英文のプレス発表を掲載した。

- ・ 広報誌である理研ニュースの発行については、目標のとおり毎年12回発行した。
- ・ 情報発信活動の一環として、マスコミからの取材（H19：315件）を積極的に受け、記者向けメールマガジンの発行（H19：37回）、記者及び論説委員向け懇談会・勉強会の開催（H19：2回）、国民に対し研究成果を分かりやすく伝えるために、理研研究者を対象としたメディア対応法に関する講習会を開催した。
- ・ 研究成果の情報発信については、理研ニュースをメールマガジンとして配信、研究活動・研究成果を効果的に発信する「Annual Report」の発行、研究所の成果を内外に発信する「RIKEN RESERCH」のWeb上での公開及び冊子体の発行（H19：12回）等を行った。
- ・ 科学技術週間等を活用した一般公開を、4月から10月にかけて各研究所で開催し、平成19年では計約15,000名の来場者があった。これは平成15年から約1.25倍となっている。
- ・ 科学の理解増進を目的として、理研の研究成果等の常設展示（北の丸科学技術館、つくば



エキスポセンター、大阪科学技術館の3館に出展) 各種展示会への出展(H19:国内6件、国外3件) 一般の人が集まる場所でのギャラリー展示、研究所内の展示施設・記念史料室の公開・整備を実施した。

- ・ 科学技術等に関する各種ビデオを制作し(H19:4本)、制作ビデオについて多数の賞を受賞した。(受賞実績:H15制作(2件) H16制作(4件) H17制作(3件) H18制作(2件):受賞例)TEPIAハイテク・ビデオ・コンクール最優秀作品賞・映像文化制作者連盟会長賞、科学技術映像祭・文部科学大臣賞【科学技術部門】等)
- ・ 科学講演会や科学以外分野の第一人者と理研の研究者の対談形式で行う理研サイエンスセミナーを実施した(H19:3回)
- ・ 和光研究所の見学・体験実習・講演依頼等の受入れ人数は、2,711名であった。さらに、子供向け「プラネタリウム工作教室」など一般向けの公開イベントを実施した。
- ・ 人材募集、イベント情報、子供をはじめとする一般向けコンテンツなど研究所の最新の動向を分かりやすくホームページで紹介した。
- ・ 各センター等においても、各センター等の研究活動の内容等に応じた理解増進等に向けた取り組みを積極的に行っている。

以上のとおり、「広報活動」においては十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、様々な方法により情報発信を行い、国民の科学技術への理解増進に広く寄与する等、中期計画で想定していた以上の成果が得られた。

### 3 施設及び設備の共用

#### 【中期目標】

外部研究者等との有機的な連携により有益な研究成果が期待できる場合、これらの研究者と共同研究を進める上で理化学研究所が有する施設・設備の共用を促進する。

#### 【中期計画】

##### (1) 利用の機会の増加

理化学研究所は、自ら質の高い研究を実施するための研究基盤として、高性能な大型の研究施設・設備を有している。これらのうち外部の研究者等との有機的な連携により有益な研究成果が期待できる場合については、共同研究により外部の研究者の利用に供することで、研究水準のより一層の向上を図るとともに、そのための手続き等について整備する。具体的には、重イオン加速器施設について、研究室、研究者レベルでの共同研究による施設の利用に加え機関レベルでの施設の利用についても、検討することにより利用機会の増加を図る。課題募集については年2回公募を行う。

## 【主な実績】

- ・ 利用の機会の増加・中期目標期間中の実験参加者の合計は、3,306人となった。参加者の内訳は以下のとおり。

年 度	15 年度	16 年度	17 年度	18 年度	19 年度	合 計
理研外	203	645	528	312	197	1,885
理研内	128	443	414	227	209	1,421
合 計	331	1,088	942	539	406	3,306

- ・ 平成 18 及び 19 年度については、参加者の数が減少しているが、これは RI ビーム発生系施設完成に伴う調整運転等で実験に配分できるマシンタイムが減少したためである。今後は国際課題採択委員会で採択された実験課題を実施するために実験者の数は増加する見込みである。
- ・ 平成 17 年には、外部有識者による「RI ビームファクトリー共用促進検討委員会」を設置し、大学等の外部機関が独自の研究を遂行するために、重イオン加速器施設の共同利用の現状と問題点、新しい共用促進体制の構築、共用施設の整備充実について検討した。本検討委員会では、RIBF では、理研研究者と外部の研究者とを区別しないパブリックな運営体制を構築する、外部研究者に対して研究支援体制を充実する等の答申を頂いた。
- ・ 平成 18 年には、「RI ビームファクトリー共用促進検討委員会」での RIBF における共用の進め方等に関する答申をもとに仁科加速器研究センターの運営の透明性を高めるために、センターの共用制度、研究戦略や重要施策への助言を行う外部有識者による「仁科加速器研究センター共用促進委員会」を設置し、施設運営の透明性を確保するとともに大学等の外部機関が独自の研究を遂行するために必要な利用体制の構築について検討した（研究連携制度）。
- ・ 実験課題については、平成 17 年度までは年 4 回、平成 18 年度は年 2 回、平成 19 年度は年 4 回公募した。

以上のとおり、「利用の機会の増加」においては、平成 18 年度から広く国際的に実験課題を公募する方式を導入し、国内外広く利用の機会の増大を図ることにより、中期計画の目標を十分に達成した。

## 【中期計画】

### (2) 利用の手続き

上記の共同研究課題の選定は、透明性と公正を期するため、外部の有識者を含む課題選定委員会により行う。

### 【主な実績】

- ・外部有識者を含む「原子核課題選択委員会」及び「非原子核課題選択委員会」を開催し、実験課題を選定した。選定の実績は次表のとおり。

年 度	15 年度	16 年度	17 年度	18 年度	19 年度	合 計
理研外	9	10	12	19	19	69
理研内	15	10	3	15	10	53
合 計	24	20	15	34	29	122

- ・平成 18 年度から、国際的に実験課題を公募するため、国内外の有識者にて構成され、英語での審査を基本とする「国際実験課題採択委員会」を新たに設置した。
- ・平成 18 年度に設置した「国際実験課題採択委員会」は、研究分野ごとに「原子核実験課題採択委員会」及び「物質生命科学実験課題採択委員会」を設けて、平成 18 年度は各 1 回ずつ、平成 19 年度は各 2 回ずつ開催し、国際的に広く実験課題を公募した。

以上のとおり、「利用の手続き」においては、実験課題を年 2 回公募するほか、課題の選定においても、透明性と公平性を期するために国内外の外部の有識者による課題選定委員会で行う方式を確立するなど、中期計画の目標を達成している。

## 4 研究者及び技術者の養成、及びその資質の向上

### 【中期目標】

博士研究員等の若手研究者・大学院生等を積極的に受け入れ、理化学研究所において研究を行わせることにより、次世代を担う研究者及び技術者を育成するとともに、研究所内の活性化を図る。

また、任期を付した契約に基づく若手および中堅研究員制度により、研究所の研究環境において、適切な支援体制の下に自ら研究を行わせることにより優れた研究能力を有する研究者としての資質の向上を図る。

### 【中期計画】

#### (1) 大学・企業等からの研究者・技術者の受け入れ

柔軟な発想に富み活力のある大学院生を、連携大学院制度、ジュニア・リサーチ・アソシエイト制度等を活用して積極的に受け入れ、理化学研究所の研究活動に参加させることで、将来の研究人材の育成に資するとともに、研究所内の活性化を図る。ジュニア・リサーチ・アソシエイトについては年間 140 人程度（平成 14 年度実績は、139 人）に研究の機会を提供することにより、若手の研究人材を育成する。また、企業等からの研究者、技術者を

積極的に受け入れ、理化学研究所からの円滑な技術移転を図るとともに、研究者、技術者の養成に貢献する。

### 【主な実績】

#### (i) 連携大学院制度

- ・ 国内の連携大学院協定は、平成 15 年度初めに 15 大学院であったが、平成 19 年度末までの間で 12 校増加して、27 大学院と連携協定を締結し、累計 1,055 名(大学院博士課程前期 538 名、同後期課程 517 名)の大学院生を受入れて理研で研究指導を行った。

#### (ii) ジュニア・リサーチ・アソシエイト(JRA)制度

- ・ 受け入れの数値目標が年間 140 人程度であるところ、平成 15 年度 141 名、平成 16 年度 139 名、平成 17 年度 142 名、平成 18 年度 144 名、平成 19 年度 135 名(中期目標期間中の年間平均受入人数：約 140 名)を受け入れ、目標を達成した。
- ・ 受け入れた JRA からは、研究所での活動により、所属大学、国内外の学会、財団、民間等の賞を受賞した旨の報告があった。

#### (iii) 委託研究生制度

- ・ 研究機関又は事業会社等からの依頼により技術者等を受け入れ、その研究室等の主任研究員、チームリーダー等の指導のもとに、特定の事項の研究又は技術習得させることを目的とした委託研究生制度については、平成 15 年度 37 人、平成 16 年度 38 人、平成 17 年度 24 人、平成 18 年度 22 人、平成 19 年度 25 人の研究者・技術者を企業から受け入れた。

#### (iv) 国際プログラム・アソシエイト(IPA)

- ・ 国内外の大学院との連携により外国籍の博士課程大学院生(後期課程)の優秀な学生を受入れて博士号研究を理研で行わせる IPA(国内の JRA 制度(後出)に対比されるもの)を設置し、平成 18 年度下期から受け入れを開始した。これまでに国内 4 大学院、海外 7 大学院と連携協定を締結し、19 年度末で 7 名の外国籍大学院生を受入中である。

#### (v) アジア連携大学院

- ・ 研究所と連携するアジア地域の大学の大学院博士課程に在籍する若手研究者に博士号の学位取得のための研究等を指導し、博士号の学位審査を連携大学と共同で実施するアジア連携大学院制度を設置(平成 13 年度)し、平成 19 年度末までに、6 大学(韓国、タイ、台湾、ベトナム、中国、マレーシア)からのべ 14 名の学生を受け入れた。

以上のとおり、「大学・企業等からの研究者・技術者の受け入れ」においては、中期計画の目標を達成した。

## 【中期計画】

### (2) 独立した研究者の養成

博士号取得の若手研究者に3年間独立して研究する環境を提供する基礎科学特別研究員制度、5年間自らの研究計画に沿って研究ユニットを運営しマネジメント能力の向上をも目指す独立主幹研究員制度を推進し、研究者の独立性や自律性を含め、その資質の向上を図り、また理化学研究所として新たな研究領域の開拓を図る。基礎科学特別研究員については年間200人程度(平成14年度実績は、199人)の受け入れ、独立主幹研究員については平成19年度までに10人(平成14年度末現在、4人)とすることを目標とする。

## 【主な実績】

- 基礎科学特別研究員の受け入れに関しては、下記のとおり、中期計画の数値目標をほぼ達成した。

### < 基礎科学特別研究員の受入実績 >

年 度	H15	H16	H17	H18	H19
目標数値	200	190	190	190	180
実 績	205	208	206	195	177

- 平成15年度から19年度に任期を終了した基礎科学特別研究員のうち、約4割は国内外の大学に助教授(准教授)・講師・助手(助教)等として転出、約2割は国内外の公的機関に研究員等として転出、約1割は民間企業の研究員等として転出しており、国内の研究・教育機関だけに留まらず、広く国外そして産業界へ向けても有用な人材を多く輩出している。

### (ii) 独立主幹研究員制度

- 独立主幹研究員の受け入れに関しては、下記のとおり、中期計画の数値目標をほぼ達成した。

### < 独立主幹研究員の受入実績 >

年 度	H15	H16	H17	H18	H19
目標数値	6	8	10	10	10
実 績	5	6	9	11	8

- 平成18年4月に組織改編を行い、学際的新プロジェクトのインキュベーター機能を有し、時限付研究プログラムを推進している「フロンティア研究システム」に、独立主幹研究プログラムとして、組織編入し、より効率的な研究室運営を目指した一体的な環境整備を行い、若手研究者の育成・向上を図った。
- 研究所での研究活動により、文部科学大臣表彰の若手科学者賞を2名(平成15年度・平成19年度各1名)が受賞した。
- 平成13年度に発足した本制度は、これまでに5名の独立主幹研究員が任期を満了し、国立大学法人の教授等の職に転出している。
- 平成19年度からは、理研の戦略・重点分野を特定し、広く海外から若手研究者を求める国

際公募に制度を見直し、2名の外国籍研究者を独立主幹研究員として受け入れることを決定し、そのうち1名が着任している。

## 5 特定先端大型研究施設の共用の促進に関する業務

### 【中期目標】

特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律（平成六年法律第七十八号）第5条に規定する業務（登録施設利用促進機関が行う利用促進業務を除く。）を行うことにより、研究等の基盤の強化を図るとともに、研究等に係る機関及び研究者等の相互の間の交流による研究者等の多様な知識の融合等を図り、もって科学技術の振興に寄与する。

### 【中期計画】

#### （1）特定放射光施設

##### （ア）放射光共用施設の維持管理

放射光共用施設の維持管理を行う。

### 【主な実績】

- ・ H17年9月までは日本原子力研究所と共同で、「特定放射光施設の共用の促進に関する法律」に基づき、加速器及びビームライン等の安全で安定した運転・維持管理業務及びそれらの保守改善等を実施することにより、利用者に必要な高性能で安定した放射光を提供し、供用業務を行った。
- ・ H17年9月末に日本原子力研究所が運営から離れた後も、H18年6月までは「特定放射光施設の共用の促進に関する法律」、7月以降は新たに施行された「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、加速器及びビームライン等の安全で安定した運転・維持管理業務及びそれらの保守改善等を実施することにより、利用者に必要な高性能で安定した放射光を提供し、供用業務を行った。
- ・ ユーザー利用時間は台風被害のあったH16年度以外はおよそ4,000時間/年を達成し、安定した運転を実施した。

以上のとおり、「放射光共用施設の維持管理」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

### 【中期計画】

#### （イ）放射光共用施設の研究者等への供用

放射光共用施設を研究者等へ供用する。（登録施設利用促進機関が行う利用促進業務を除く。）

## 【主な実績】

H17年9月末までは日本原子力研究所と共同で以下の業務を行い、H17年10月以降は理化学研究所単独で業務にあたった。

- ・ SPring-8をおよそ5,000時間/年で運転し、ユーザーにおよそ4,000時間/年のユーザー利用時間を提供し、共用施設を共用に供した。
- ・ 登録施設利用促進機関(平成18年7月以前は放射光利用研究促進機構)により課題選定業務と支援業務が実施された結果、広範な分野の産学官のユーザー、約14,000人(H19年度の年間のべ総数)が利用する状況となっている。また、ユーザー数は毎年増加しており、新規ユーザーが毎年1,000名以上利用している。
- ・ アンケートや意見箱を通して、ユーザーに対する供用業務向上に活かしている。
- ・ 施設者である理研が施設を共用に供し、登録施設利用促進機関が課題選定と利用者支援を実施した結果、SPring-8を用いた成果がScience、Nature、Physical Review Letters等の国際的な学術誌に多数掲載され、生命科学、ナノテクノロジー・物質科学、地球科学、環境科学等広い分野の研究に寄与し、査読あり学術誌発表の総数として年間500件近い研究成果が発表されている。
- ・ 産業利用割合は年々増加し、利用課題の約2割を占めるようになり、アカデミックに限らない多数の研究者等へ共用施設を共用に供した。

以上のとおり、「放射光共用施設の研究者等への供用」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、年間2万人以上の見学者が訪れ、研究施設としての認知度及び期待が高まっている。

## 【中期計画】

### (ウ) 放射光専用施設利用者への必要な放射光の提供その他の便宜供与

放射光専用施設を設置してこれを利用する者への必要な放射光の提供その他の便宜の供与を行う。(登録施設利用促進機関が行う利用促進業務を除く。)

## 【主な実績】

H17年9月までは日本原子力研究所と共同で、その後は理化学研究所単独で、以下の業務を実施した。

- ・ 「特定放射光施設の共用の促進に関する法律」に定めるところにより、蛋白質構造解析コンソーシアム等が専用施設(49本のビームラインのうちの14本が専用ビームライン)を設置し、これら専用施設への放射光の提供その他の便宜の供与を行った。
- ・ H19年度には、専用ビームラインとして、フロンティアソフトマター開発産学連合(BL03XU)、東京大学物質科学アウトステーション(BL07LSU)、豊田中央研究所(BL33XU)のビームライン建設が開始された。

- ・ H19年度には、播磨研究所内に、兵庫県が兵庫県専用ビームラインをより有効に活用するために兵庫県ナノテクセンターを設置した。
- ・ 航空・電子等技術審議会第20号答申に示された考えに沿って、成果を公開しない成果専有課題に関しては、利用料を取ることにしており、H19年度は302,721千円の利用料収入があった。以上のとおり、「放射光専用施設利用者への必要な放射光の提供その他の便宜供与」においては、十分に、中期計画の目標を達成した。

さらに、産業界の利用が着実に増加し、H19年度には利用課題の2割が産業利用となっている。成果の社会還元も促進されており、中期計画で想定していた以上の成果が得られている。

## 【中期計画】

### (2) 特定高速電子計算機施設

超高速電子計算機の開発及び特定高速電子計算機施設の整備を推進する。

また、優れた成果が創出されるように利用者等と積極的に情報交換を行う等共用の促進に向けた活動を行う。

## 【主な実績】

### (i) 超高速電子計算機の開発

- ・ 次世代スーパーコンピュータにおけるアーキテクチャ検討・評価（H18年度）  
プロジェクトの推進に有効となる共同研究を実施すると共に、それにより提案されたアーキテクチャについて検討、絞り込み等を行い、概念設計を実施した。
- ・ 演算部（スカラ部・ベクトル部）詳細設計及びコネクト部基本設計（H19年度）  
次世代スーパーコンピュータのシステム構成は、文部科学省の次世代スーパーコンピュータ概念設計評価作業部会及び総合科学技術会議の評価を経て決定した。これに基づき、各演算部においては詳細設計として論理LSI等の方式検討、システム全体の設計及びソフトウェアの設計等を実施した。また、コネクト部においては、トータルシステムソフトウェア、共有ファイルシステム及びユニット間プロセス通信に関する基本設計を行った。さらに、月例会（1回/月）及び技術検討会（2回/月）を実施し、設計の進捗状況管理を行った。
- ・ アプリケーションプログラムの高並列化及び高性能化に向けた基本設計（H19年度）  
当開発実施本部に設置されている「アプリケーション検討部会」において選定したターゲット・アプリケーションについて、次世代スーパーコンピュータ上での実行可能とするために、個々のアプリケーションプログラムの特性について解析するとともに、高並列化及び高性能化に対応するためのプログラムコードの基本設計を行った。
- ・ グリッドミドルウェアの開発（H19年度）  
全国の大学・研究機関の計算機資源を有機的に連携した仮想組織からなる最先端学術情報基盤を形成するためのグリッドミドルウェアの研究開発（グリッド連携・運用を主眼とした



ミドルウェア・プログラミング環境・アプリケーション等のグリッド化対応ツール及びグリッド対応ネットワーク応用技術の研究開発等)を実施した。

- ・海外におけるスーパーコンピュータ開発状況調査 (H18 年度・H19 年度)

次世代スーパーコンピュータ開発におけるターゲット性能の推定のため、各国政府やマスメディア等、発表情報からの情報収集を定期的を実施するとともに、スパコン関係者との人的ネットワークを通じた情報収集を実施した。

(ii) 特定高速電子計算機施設の整備について

- ・立地地点の選定 (H18 年度)

施設の立地地点選定を客観的・科学的な観点から検討するため、次世代スーパーコンピュータ開発戦略委員会に外部有識者から成る「立地検討部会」を設置し、15 の候補地について評価を行い、最終的に神戸 (ポートアイランド第 2 期) を選定した。

- ・次世代スーパーコンピュータ施設の設計及び建設工事 (H18 年度・H19 年度)

公募型プロポーザル方式により設計業者を選定し、建屋等の設計に係る業務を実施した。また、計算機棟及び熱源機械棟等の建設工事に着手した。

(iii) 共用の促進に向けた活動について

- ・COE 形成に係る国内ヒアリング及び海外状況調査 (H18 年度・H19 年度)

次世代スーパーコンピュータの利活用について、国内計算機ユーザー等からのヒアリングを実施した。また海外状況における情報収集も実施した。

以上のとおり、「特定高速電子計算機施設」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

## 6 評価

### 【中期目標】

研究所における研究課題、研究運営について世界的基準からの評価を受け、その結果を研究資源の配分、研究運営の改善に活かすとともに、結果を公表する。

### 【中期計画】

研究所の研究運営や実施する研究課題に関する評価を国際的水準で行うため、世界的に評価の高い外部専門家等による評価を積極的に実施する。

研究所全体の研究運営の評価を行うために「理化学研究所アドバイザー・カウンシル」(RAC) を定期的を開催するとともに、研究センター等毎にアドバイザー・カウンシルを設置し、各々の研究運営などの評価を行う。また、原則として、研究所が実施する全ての研究課題について、事前評価及び事後評価を実施するほか、5 年以上の期間を有する研究課題については、例えば 3 年程度を一つの目安として定期的に中間評価を実施する。

評価結果は、研究室等の改廃などを含めた予算・人材等の資源配分に反映させるとともに、研究活動を活性化させ、さらに発展させるべき研究分野を強化する方策の検討等に積極的に活用する。

### 【主な実績】

#### (i) 理研アドバイザー・カウンシル (RAC)

- ・ 理化学研究所では、独立行政法人化される以前から、研究所全体の研究運営等の評価を行うために理研アドバイザー・カウンシル(RAC)を設置(第1回は平成5年に開催)し、外部の委員による国際水準による絶対的評価を実施している。
- ・ 過去6回のRAC全てを外国人議長の下で開催しており、評価報告書・提言はRAC委員のみで作成され、客観性及び公平性を確保している。
- ・ RACの委員は、半数以上を外国人とし、ノーベル賞学者、国立大学学長経験者など各分野の世界的レベルの研究者及び各研究センター等のアドバイザー・カウンシル(AC:後出)の議長から構成されている。
- ・ 原則として、RACは中期計画期間中に2回開催し、1回目のRACにおいては、新しい中期計画期間を迎え、新理事長(理事会)が経営方針を開示し、これにRACが助言するものとし、第2回目のRACにおいては、第1回目のRACで示された経営方針に関する助言が経営や研究にどのように活かされたかについて評価するとともに、次期中期計画で改組、新設されるプロジェクト等への検討事項を諮問し、その提言を次期中期計画策定に活かすものとしている。
- ・ RACの提言は、「評価・提言 対応 報告 評価・提言・・・」のループを通して経営改革大きくに寄与している。
- ・ 第5回RAC(議長:ヘンリー・フリーセン教授(ゲノムカナダ議長(当時)))は、平成16年6月7~9日に、総勢18名(うち外国人11名)の委員により実施され、理化学研究所の研究水準は世界トップクラスであるとの評価とともに、野依理事長の経営の根幹となる「野依イニシアティブ」を中心に据えた議題に対して「科学的統治の強化」等の提言を受け、経営重点10項目の策定、RIKEN Advisory Boardの構築等の対応を図った。
- ・ 第6回RAC(議長:ザック・ホール教授(カリフォルニア再生医科学研究所長(当時)))は、2年後の平成18年6月7~9日に、総勢21名(うち外国人13名)の委員により実施され、「科学的統治」がどう進展したか、理研の科学研究の質、国際的地位等が評価されるとともに、野依イニシアティブに沿って構成された提言を受けた。
- ・ 次回第7回RACを平成21年4月に開催することとし、委員の選出等を含めた開催準備を進めている。

#### (ii) 各センター等のアドバイザー・カウンシル (AC)

- ・ 理研全体を対象とした機関評価であるRAC(前出)の前段階及び各センター長の必要に応じ、理研の各研究センター等の機関評価(AC:アドバイザー・カウンシル)を実施した。

- ・ AC の結果は、各センター長等に報告され、予算や人員等の資源配分等に活用される他、AC の委員長が RAC（前出）のメンバーになることにより、RAC における運営評価にも反映された。
- ・ 各 AC の実施実績は、下記〈参考〉のとおりである。

(iii) 研究課題等評価

- ・ 国の大綱的指針に基づき、理化学研究所が実施する全ての研究課題等について、事前評価及び事後評価を実施するほか、5 年以上の期間を有する研究課題等については、3 年程度を目安として定期的に中間評価を実施した。
- ・ 研究課題等評価の結果は、各センター長等に報告され、予算要求・研究計画等へ反映された。
- ・ 各課題等評価の実施実績は、下記〈参考〉のとおりである。

〈参考：AC 及び課題等評価の実績〉

年 度		H15	H16	H17	H18	H19
開催数	A C	5	4	8	3	1
	課題等評価	21	25	58	36	37

(iv) 評価結果の活用

各評価報告書は、各センターにおける研究運営の改善や研究計画の見直し等に活用される他、研究プライオリティー会議（前出）等で分析され、資源配分や発展させるべき研究分野を強化する方策の検討等に積極的に活用された。特に、第 6 回 RAC で得られた提言は、第 2 期中期計画に反映されるなど、理化学研究所の将来計画の策定において大きな役割を果たした。

(v) その他（評価活動等に対する取り組み）

文部科学省評価 WS 等、評価に関するセミナー等に積極的に参加した。

平成 19 年度には、内閣府、文部科学省、経済産業省等が主催する国際シンポジウム「イノベーション政策と評価」を共催（参加人数 170 名）するとともに、総合科学技術会議評価専門部会調査会及び東京で開催された G8 の評価ワーキンググループで理研の研究評価制度について発表した。

さらに、中国からの研修団「中国国際科学技術プロジェクト評価」及び韓国政策研究所から評価に関する視察訪問を受け入れた。

以上のとおり、「評価」においては、各組織や評価対象に対して、各レベルに応じた評価体制を構築するとともに、外部委員による客観的かつ透明な評価を実施していること、さらに、評

価結果を有効に活用していることから、十分に目標を達成した。

また、各評価における評価報告書は、研究所の HP（下記 URL 参照）で広く公開する他、第 6 回 RAC 報告書については印刷物を作成し、配布している。

(<http://www.riken.jp/r-world/riken/info/jigyuu.html>)

## 7 情報公開

### 【中期目標】

公正で民主的な運営を実現し、法人の活動を国民に説明する責務を全うすることで、法人に対する国民の信頼を確保するという観点から、情報の公開に適切に対応する。

### 【中期計画】

独立行政法人等の保有する情報の公開に関する法律（平成十三年法律第百四十五号）に定める「独立行政法人等の保有する情報の一層の公開を図り、もって独立行政法人等の有するその諸活動を国民に説明する責務が全うされるようにすること」を常に意識し、積極的な情報提供を行う。

### 【主な実績】

(i) 情報公開の実績は、次のとおりである。

- ・ 平成 15 年度：2 件の請求があり、2 件について開示を行った。
- ・ 平成 16 年度：26 件の請求があったうち、21 件について開示を行い、1 件は取り下げられ、4 件は次年度に継続とした。
- ・ 平成 17 年度：6 件の請求があり、16 年度からの継続案件と合わせて 10 件の開示を行った。
- ・ 平成 18 年度：5 件の請求があり、5 件について開示を行った。
- ・ 平成 19 年度：5 件の請求があったうち、4 件について開示を行い、1 件について次年度に継続とした。

(ii) 情報提供の推進について

- ・ 「独立行政法人等の保有する情報の公開に関する法律」に基づき、法人の組織、業務、財務等に関する情報をホームページ上で公開するとともに、各研究所にも備え付け、一般の閲覧に供した。さらに、法人文書ファイル管理簿を調製してホームページ上で公開するとともに、定期的に管理簿を更新し、法人文書の特定や検索に資する情報の提供を行った。
- ・ ホームページ等の改訂を定期的に行い、公開情報等の内容の充実化を図った。
- ・ 研究成果の発表や財務・契約情報についても、ホームページ等を通じて、積極的に情報提供を行った。特に、入札応札業者の機会拡大を図るために、政府調達対象外の入札公告を掲載するとともに、随意契約理由の記述を平易な表現に改善した。

以上のとおり、情報公開においては、法令に基づき対応するとともに、公開情報を適切に管理することにより、中期計画の目標を達成した。

#### ・業務運営の効率化に関する事項

( ・業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき措置 : 中期計画)

#### 【中期目標】

理事長の裁量の拡大に伴い、より効率的な研究費等の資源配分システムを構築するとともに、さらなる情報化を推進するなど資源活用のあり方を恒常的に見直す。また、法人の行う業務について既存事業の徹底した見直し、効率化を進め、一般管理費（人件費を含む。なお、公租公課を除く）について、中期目標期間中にその15%以上を削減するほか、その他の事業費について、中期目標期間中、毎事業年度につき1%以上の業務の効率化を図る。受託事業収入で実施される業務についても業務の効率化を図る。

#### 【中期計画】

##### 1. 研究資源配分の効率化

理事長の裁量の拡大に伴い機動的な意思決定メカニズムを確立するとともに、全所的な観点から研究費等の研究資源を効率的に活用する。

具体的には、外部の専門家を含む評価者による透明かつ公正な評価を実施し、その評価結果や研究プライオリティー会議等の意見を踏まえて、理化学研究所の全所的な観点から推進すべき事業について重点的に資源配分を行う。これにより、理化学研究所のポテンシャルや特徴を活かした効率的な事業展開を図る。

#### 【主な実績】

- ・ 独法化に伴い、経営全般における機動的な意思決定メカニズムを確立するため、事業所における理事兼務を原則廃止し、理事は理事長を補佐し、経営に専念できる体制を整備した。
- ・ 理事打ち合わせ会議、所長・センター長会議の内容を見直し、役員との間で経営に関わる重要事項の検討を効率的に行えるような体制を整備した。
- ・ 理化学研究所が重点的に進めるべき試験及び研究に関し、理事長に提言する組織として「研究プライオリティー会議」を設置した。
- ・ 外部専門家による理研全体の評価（機関評価）として実施する理研アドバイザリー・カウンシル（RAC）を平成16年6月及び平成18年6月に実施し、全所的観点からの研究資源配分の効率化について議論した。
- ・ 研究資源配分の効率化に関する個々の取り組みは、以下のとおりである。

(i) 配分方針の策定

- ・ 研究運営システムの改革の方向性や理研が取り組むべき重要な研究領域に関する「研究プライオリティー会議」、「理事打ち合わせ会議」及び「所長・センター長会議」における所長、センター長又は各推進部門と役員との間で経営に関わる重要事項の検討、理事長が提唱した経営重点 10 項目について項目ごとに若手職員を中心とする検討チームにおける議論等を踏まえ、国から示された予算を骨格としつつ、平成 17 年度に初めて「研究開発に関する予算、人材等の資源配分方針」を策定し、経営と研究運営等の改革を推進した。
- ・ 資源配分方針においては、各センターや事業所の予算規模の一定額を留保し、この財源により理事長裁量経費と所長・センター長裁量経費を設け、理事長裁量経費は、研究所として重点化・強化すべき研究運営上の項目に、所長・センター長裁量経費は、各センター・事業所の重点研究課題の推進、外部競争的資金獲得の意欲醸成を図るための各センター・事業所のマッチングファンドなどに活用した。

(ii) 理事長裁量経費

理事長裁量経費の各年度における配分実績は、次のとおりである。

- ・ 平成 16 年度
  - 重点化・強化すべき研究運営上の重点項目に対して戦略的に配分
- ・ 平成 17 年度
  - ・ 播磨研究所における X 線自由電子レーザーのプロトタイプ開発促進費により、平成 18 年 6 月のレーザー発振に向け調整が進められ、これらの成果が一助となり、X 線自由電子レーザーが国家基幹技術として選定された。
  - ・ 分子イメージング研究の基盤的整備を進め、国の競争的資金において、「創薬候補物質探索」研究拠点として選定した。
  - ・ 植物科学研究センターにおけるメタボローム研究のための基盤的整備を進め、慶応大学との連携拠点を形成した。
- ・ 平成 18 年度
  - ・ 情報発信機能の強化のための主に外国人研究者を対象とした英文広報誌「RIKEN RESEARCH」の発行により、国際化に向けた 1 つの広報手段を整備した。
  - ・ 分子イメージング研究の基盤的整備を進め、平成 19 年 1 月に神戸市に研究拠点を開所した。
- ・ 平成 19 年度
  - ・ ライフサイエンス研究の成果を社会に還元するバトンゾーンの構築を図るため、強い創薬特許獲得に向けた取り組みを実施した。
  - ・ セキュリティ強化と IT 環境の整備に向け、「認証基盤システム」の構築を促進した。
  - ・ グループディレクター、チームリーダー等の管理職への複数年雇用契約締結の推奨、

理研フェロー制度の導入、報奨金制度の導入を進め、研究者人事システムの改革を実施した。

- 相談員を増員し、相談コンサルティング体制を整備することにより、研究者等へのキャリアサポートの促進と女性研究者の支援システムの改革を実施した。
- 産業界、大学等外部機関との連携を促進するため、分子情報生命科学に関する民間企業との連携構築を推進した。

### (iii) 所長・センター長裁量経費

所長・センター長裁量経費は、中央研究所、仁科加速器研究センター、放射光科学総合研究センター、脳科学総合研究センター等で、競争的資金のマッチングファンドとして活用され、外部競争的資金獲得のインセンティブ付与につながった。

以上のとおり、「研究資源配分の効率化」においては、予算の効率的な運用に努めるとともに、機動的、弾力的に資源配分を行うことにより、独立行政法人の理事長に委ねられた裁量的な経営責任を果たしており、十分に中期計画の目標を達成している。

## 【中期計画】

### 2. 研究資源活用の効率化

理化学研究所全体の業務の効率化を達成するとともに、その業務の質の向上を図るため、理事長のもとにチームを設置し、民間の知見を積極的に取り入れたアクションプランの作成及び同プランの進行工程管理を行う。

#### (1) 事業の効率化

##### 調達に関する効率化

スケールメリットを活かした消耗品等の一括購入の推進や競争性を確保した契約等をさらに進めることにより、調達経費を毎年度2%以上軽減することを目指す。

## 【主な実績】

- スケールメリットを活かした消耗品等の一括購入の推進については、これまで単価契約により液体窒素、汎用試薬、汎用理化学器材、コピー用紙等の一括購入を行ってきた。本中期計画期間においては、DNAチップ、マウス・ラット用飼料、ブラインシュリンプ等の購入契約や、受精胚の作成及び冷凍保存や染色体の検査等の役務契約等計24件を、随時購入から単価契約に移行し、その内10件について随時購入時の単価と比して2%以上軽減した。また、同一品目の購入予定調査を実施し、顕微鏡、サーキュレーター等を一括購入したり、新研究室立ち上げに伴う基本装置類、什器類を一括購入し、調達経費を削減する成果をあげた。

- ・ 競争性を確保した契約等をさらに進めることについては、仕様を見直すとともに、随意契約から一般競争入札への移行を積極的に促進した(16年度492件、17年度500件、18年度522件、19年度620件、計2134件もの競争入札を実施)。
- ・ 入札応札業者の機会拡大を図るために、政府調達対象外の入札公告について所内掲示の他、ホームページへの掲載を行い、政府調達について国の調達総合情報システムからもリンクを張って調達情報の入手が容易にできるよう情報システムの整備を図った。さらに、10月には、HPの随意契約理由の記述を平易な表現に改善した。
- ・ 全省庁統一資格取得者(物品及び役務)、文部科学省資格取得者(建設工事及び設計・コンサルティング業務)についても競争契約参加資格者とし、入札応札業者の拡大並びに競争契約参加資格審査事務の効率化を図った。
- ・ 脳科学総合研究センターの情報センターにおける管理・運用及びリサーチリソースセンターにおける実験動物飼育管理等支援業務に関しては、財団法人脳科学・ライフテクノロジー研究所を適切な業務委託先として随意契約してきたが、随意契約の見直しを踏まえ、平成19年度には情報センターにおける管理・運用支援業務について一般競争入札を実施した。さらに、平成20年度にはリサーチリソースセンターにおける実験動物飼育管理等支援業務に関しても一般競争入札を実施する予定である。
- ・ 平成20年度からは、国の少額随意契約の基準に従って対応することとしている。

以上のとおり、「調達に関する効率化」においては、中期計画の目標を達成した。

## 【中期計画】

### 情報化の推進

情報化を推進する組織として情報基盤センターを整備することにより、情報管理にかかるオペレーション体制の一元化を図る。また、研究事業や事務の効率化を図るため、セキュリティに留意しつつ、用途に応じた所内外のネットワークの活用を図る。

## 【主な実績】

- (i) 情報管理等(情報管理にかかるオペレーション体制の一元化)
- ・ 国内全拠点のネットワーク運用や情報セキュリティ対策を情報基盤センターの業務とすることで情報管理にかかるオペレーション体制の一元化を図った。
  - ・ 国内の理研拠点を繋ぐ全理研ネットワークを構築し、その上に用途に応じた仮想ネットワークを展開することで情報セキュリティ管理効率の改善を図った。特に、国内拠点に跨る事務部門の仮想ネットワークでは、事務情報の管理の一元化を実現した。
  - ・ 情報の安全対策として、ネットワーク不正アクセス監視、公開サーバーのセキュリティ監査、ウイルス対策ソフトウェアの配布、メールサーバーでのウイルス駆除等を実施した。
  - ・ 役職員等の情報セキュリティ意識の向上を図るために、情報セキュリティセミナーの開催



- (H16-19:7 回)、情報基盤センターニュースでの広報、注意文書の配布、一斉同報メールでの注意喚起、ホームページでのセキュリティ情報の発信等の啓蒙活動を実施した。
- ・ 不正アクセス監視方法の見直し及びファイル交換ソフトウェア利用検知システムの導入を行い、情報セキュリティ対策の改善を図った。
  - ・ 情報セキュリティについての体制等を明確にするために情報セキュリティ規程を平成 19 年 10 月に策定し、施行した。さらに、情報セキュリティ規程に基づいた e - ラーニング用コンテンツを日本語と英語で作成し公開した。
  - ・ 全理研ネットワークを利用した事業所間の内線電話化を実施し、利便性の向上と電話料金の節減（年約 200 万円:H16 年 4,5 月利用実績から試算）を図った。

(ii) 所内外ネットワークの活用（認証基盤システム等）

- ・ 外部のコンサルタント会社を活用し、理研情報システムのあり方を分析・協議した結果、理研の業務システムを横断的に統括するための体制として民間人材を積極的に組み入れた「情報システム室」を新設、情報化推進部門としての体制を整えた。
- ・ 「独立行政法人等の業務・システム最適化実現方策（各府省情報化統括責任者連絡会議）」に基づき、情報化による研究所の業務システムの最適化を図るため、平成 17 年 3 月に情報化統括責任者（CIO）及びその補佐、ならびに情報セキュリティ統括責任者（CISO）を決定し、情報化推進の意思決定フローを整備、あわせて情報化統合戦略会議、情報システムセキュリティ検討委員会を発足するとともに IT ロードマップ等の整備を実施した。
- ・ IT 化によるセキュリティの強化及び管理業務の効率化の具体策として「認証基盤システム」（Air100）を構築、理研業務システムへの適用を平成 19 年から開始した。
- ・ 理研 ID カードを兼ねた IC カードによる和光 IC 入退場管理システム的全館整備を実施した。
- ・ 理研所外からの PC アクセス情報漏洩防止ソリューションとしてシンクライアント（ディスクレス PC）の利用貸出サービスを開始した。
- ・ 所内情報伝達の仕組みを再検討し、総務担当理事、総務次長を中心とした担当者会議を設置（週 1 回）することにより、所内統合イントラネットホームページ「Common」の掲載内容等について審議し、掲載内容の充実を図っている。

(iii) 研究情報データベースの整備

- ・ 所内での研究活動情報の共有・研究促進等への情報利活用を図るために、研究情報の体系化とデータベース化に着手し、基本部分となる研究室単位でのデータベース化を H19 に完了した。
- ・ 横断的な情報検索等により、研究室毎の研究概要や内容、研究分野・キーワード、論文情報、人員、受賞やプレスリリースの情報を体系的に取得することが可能となった。
- ・ 月間平均 5,000 人(のべ)の利用により、研究部門では共同研究の促進、事務部門においては所外からの問合せ等への活用がされている。

- ・ 論文や科学研究費補助金情報をもとにした外部機関との比較など、研究戦略立案への寄与を進めるべく機能の充実を図っている。

以上のとおり、「情報化の推進」においては、中期計画の目標を達成した。

#### 【中期計画】

##### 大型施設の運転の効率化

大型の研究基盤施設については、稼働とメンテナンスの効率化を図り、同一種類の装置についてのメンテナンスの一元化などに取り組む。また、定型的な業務に関してはアウトソーシング等を行う。

#### 【主な実績】

- ・ 大型施設の運転の効率化の一つとしては、加速器施設にかかる定型的な業務である運転及び保守管理業務のアウトソーシングに加え、コジェネレーションシステムについても引続きアウトソーシングを実施した。

以上のとおり、「大型施設の運転の効率化」においては、加速器装置、ヘリウム液化装置等のメンテナンスの一元化、運転等の定型的業務のアウトソーシングを行い、十大型ヘリウム冷凍機運転監視のために業務委託についてRIBFを含めた和光地区のヘリウム液化装置運転業務の見直しで人員削減を図り、人件費を削減（平成19年度において4百万円削減）する等、中期計画の目標を達成した。

#### 【中期計画】

##### 省エネルギー化に向けた取り組み

恒常的な省エネルギー化に対応するため、光熱水使用量の節約に努めるとともに、省エネルギー化のための環境整備を進める。

#### 【主な実績】

施設設備・エネルギーに関する基本方針の策定、省エネ推進のための強化策の策定により、恒常的な省エネルギー化の実現のため、これに基づいた施策、啓発活動、省エネ対応工事を実施した。具体的な取り組み内容については、以下のとおりである。

- ・ 省エネルギー化のための施策を理研内全職員に幅広く認識・協力を促すため、省エネ推進連絡会を組織した。
- ・ 電力メーター等の計測機器の設置を推進した。
- ・ エネルギー（電気）使用状況調査を実施した（和光研究所）。
- ・ 空調設定温度・不使用室の空調・照明・機器の停止の通知、室内温度管理用ステッカーの配布、節電協力依頼の構内放送の実施、省エネ情報の提供を行った。

- ・ 省エネルギー化を図る改修のための調査を実施し、トップランナー機器・高効率機器への更新、エネルギー損失の削減、新エネルギーの有効利用のための整備を推進した。
- ・ 光熱水使用量は、研究活動の変動による影響が避けられないが、これらを勘案したエネルギー消費原単位では概ね削減傾向となった。

以上のとおり、「省エネルギー化に向けた取り組み」においては、ほぼ中期計画の目標を達成した。

### 【中期計画】

これらの取り組み等により、一般管理費を除いた既定経費について毎年度1%以上削減を達成する。受託事業収入で実施される事業についても業務の効率化を図る。

### 【主な実績】

中期計画期間中においては、

予算編成時において、一般管理費を除いた既定経費については1%の削減を行ないつつも、当該中期計画期間中の目標を達成していることから、「事業の効率化」においては、中期計画の目標を達成したといえる。

具体的には、調達物品の一括購入の促進、競争入札の推進、入札応札業者の拡大等により、調達経費の削減に努めた。

### 【中期計画】

#### (2) 管理の効率化

##### 管理体制の改革・事務組織の効率化

理事長補佐機能の強化を図るとともに、管理体制の改革に併せて事務組織の効率化を図る。具体的には、権限を明確化した上で、本部機能から事業所に権限の委譲を行うことにより思決定の迅速化を図る。

また、受託研究や時限的なプログラムについては、効率的に事業を展開しかつ適切な事務処理を行うため、理化学研究所全体に占める当該事業の規模や事業の性格に留意しつつ、恒常的な組織の増加に繋がらないように実施する。

### 【主な実績】

- ・ 独立行政法人化に伴い、より戦略的かつ自律的・自発的な運営を行うため、法人としての経営能力を強化するとともに、円滑な事業運営を実施する体制を整備した。
- ・ 独法化に伴い、理事長補佐機能の強化のため、理事長室を設置した。その後、政策機能の整理・充実を図るため、理事長室を廃止し、研究所の研究戦略に関する企画・立案機能を経営企画部に統合した。

- ・ 特殊法人時代の規程を総括的に見直し、規程等の種類については、4種類から3種類に簡素化して再整理を行った。特に独立行政法人化に伴い組織体制に柔軟に対応できるように組織規程の体系を大幅に見直した。
- ・ 中期計画に掲げられた業務運営の効率化を達成するために、内部に総括担当理事を委員長とした業務効率化委員会を設置するとともに、アクションプランを作成した。
- ・ 契約業務部を3課から2課に整理を行った。
- ・ 知的財産部門を強化し戦略的に施策を実施するため、知的財産戦略センターを設置した。
- ・ 研究調整部を廃止し、事務組織のスリム化を図った。
- ・ 監査・コンプライアンスにかかる業務の強化及び窓口の一元化のため、監査・コンプライアンス室を設置した。
- ・ 監査・コンプライアンス室では、指名職員による相談員制度に加え、新たに弁護士による相談室を全事業所を対象として開設し、所内における諸問題の発生を未然に防ぐためのコンプライアンス研修を実施するとともに、問題が発生した場合は、迅速にその解決を図るための体制を整備した。
- ・ 良好な研究環境等を維持する取り組みの一環として、利益相反委員会を設置し、自己申告調査の定期的な実施（原則年1回）、利益相反に関するセミナーの開催等を行った。
- ・ 情報システムの統一化のため、横断的に統括する室を時限的に設置した。
- ・ 理研が抱える多くの任期制研究員のキャリアアップを支援するため、キャリアサポート室を人事部に設置した。
- ・ 情報化の推進のため、情報化統括責任者を設置した。
- ・ 設置した監査・コンプライアンス室やキャリアサポート室の機能面の強化を図るべく、人員の拡充を行い、コンプライアンスに係る研修や、キャリアアップにかかるセミナー等の開催を充実させた。
- ・ 所内の事務文書のパイリンガル化を充実する体制を強化し、研究所の国際化を効率的に促進することに努めた。
- ・ 法律及び法令により実施が義務づけられた安全保障輸出管理への対応として、専門家の効率的な活用により法令遵守が可能となる体制を構築した。
- ・ 第一期中期計画期間中に整備してきた事務体制の整備をはかるとともに、改革に向けては、組織に加えて人事制度改革が必要であるとの検討結果から人事制度改革推進室を時限的に設置した。
- ・ 次期中期計画期間における事務体制の検討を行い、特に国際化の強化に向けた体制を検討しグローバルリレーションを担う室を設置することを決め、準備を進めた。

以上のとおり、「管理体制の改革・事務組織の効率化」においては、ほぼ中期計画の目標を達成した。

## 【中期計画】

### 事務処理の定型化等

経理や人事関連業務等のより一層の定型化を図り、情報の共有化を進める。また、アウトソーシングを活用することなどにより効率的な事務処理を行なう仕組みを構築する。

## 【主な実績】

- ・ 物品管理についてマニュアルを作成し、物品管理に対する認識を徹底させるために、全事業所を対象として所内説明会を開催した。さらに、物品管理簿、物品使用簿がリアルタイムに検索できる新しいシステムを整備した。
- ・ 事務組織について、民間の知見を取り入れ客観的に業務分析を行い、その分析結果をもとに事務組織を改正した。
- ・ 経理や人事関連業務等のより一層の定型化を図り、情報の共有化を進めるための検討を行った。
- ・ アウトソーシング業務の適否・コスト分析を実施し、実施すべき対象業務のプライオリティ付けを行った。
- ・ 研究所が作成した経費効率化のアクションプランについて外部コンサルタント会社による評価を実施した。
- ・ 本所と各事業所との共通の標準化による効率アップについては、人事業務にかかる一部の権限を本所から事業所に権限委譲することにより、事務処理の効率化を図った。
- ・ 平成 18 年 10 月に、これまで準備を進めてきた給与業務のアウトソーシングを実行した。これにより平成 18 年度において 10 百万円の経費が削減された。アウトソーシングによる民間企業のノウハウを活用することが目的であるが、期待する業務水準に達するには時間がかかることを経験した。

以上のとおり、「管理体制の改革・事務組織の効率化」においては、ほぼ中期計画の目標を達成した。

## 【中期計画】

### 職員の資質の向上

研究所で働く者として必要な、服務、会計、契約、資産管理、知的財産権及び各種の安全管理等に関する法令・知識の習得のための研修を実施する。また、雇用の機会均等に配慮した良好な職場環境を維持するための研修を実施する。さらには研究倫理に関する基本的な事項等に関する研修等を行い、職員の資質の向上に努める。特に、管理職については、労務管理、予算管理等の法律的な知識の習得をはじめ、研究マネジメント全般に関する研修等を実施する。

### 【主な実績】

- ・ 中期計画期間中、毎年度、新入職員を対象に、服務、会計、契約、資産管理、知的財産権及び各種の安全管理等に関する法令・知識の習得のための研修を実施し、研究所での活動において必要な基礎的知識が得られるよう努めたため、各種業務が円滑に推進された。
- ・ セクシャルハラスメントに関する研修を実施し、意識啓発に努めたため、良好な職場環境が維持された。
- ・ 人を対象とする研究等における研究倫理に関する研修等を行い、意識の向上を図ったため、倫理的妥当性のある研究が推進された。
- ・ 特に管理職については、パワーハラスメント防止、メンタルヘルス等の研修、マネジメント研修の他、コンプライアンス（法令遵守）の理解と実践のための研修等を実施し、管理職として必要な知識を滋養する機会を設けたため、適切な研究室等の運営が図られた。
- ・ 研究不正防止のための講演会、弁護士による法律セミナー、相談担当者等のカウンセリング・マインド研修を実施した。

以上のとおり、「職員の資質の向上」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

さらに、良好な研究環境を維持する取り組みの一環として、法令や所内の規定に違反するものではないが、産学官連携活動が活発になるに伴い、役職員が得ることとなる個人的利益や負うこととなる責務によって、役職員の本務が十分に果たされていないのではないか、また、公的機関としての研究所の役割が十分に果たされていないのではないかという疑義が生じる状況を回避し、役職員が安心して活動するための環境を整備するために、利益相反委員会を設置するとともに、「利益相反問題に関する基本的対応方針」を決定した。また、外部の専門家である利益相反カウンセラーの設置、利益相反に関する自己申告調査の定期的な実施（原則年1回）、利益相反に関するセミナーの開催等を行っている。

### 【中期計画】

これらの取り組み等により、一般管理費（人件費を含む。なお、公租公課を除く）について、中期目標期間中にその15%以上を削減する。受託事業収入で実施される事業についても管理の効率化を図る。

### 【主な実績】

一般管理費の15%削減についての取り組みは、次のとおりである。

- ・ 平成15年度には、一般管理費削減にむけたアクションプランを作成した。
- ・ 平成16年度には、41.6百万円を削減した。具体的な内容は、次のとおり。
  - ・ 共済事業の見直しによる事業規模の縮小：14.2百万円削減
  - ・ 役員用の自動車の台数ならびに運用の見直し：5.5百万円削減
  - ・ 清掃業務の見直し：6.6百万円削減

- 警備体制の見直し：4.9 百万円削減
  - その他、振り込み手数料、備品等のリサイクルの促進：8.7 百万円削減
- ・ 平成 17 年度には、30.2 百万円を削減した。具体的な内容は、次のとおり。
  - 食堂経費の見直し：8.3 百万円削減
  - 保険の複数年契約：7.5 百万円削減
  - 清掃業務の見直し：3.5 百万円削減
  - IP 電話の導入や電話契約の見直しによる電話料金：1.2 百万円削減
  - 備品等のリサイクル等の推進：9.7 百万円削減
- ・ 平成 18 年度には、29.7 百万円を削減した。具体的な内容は、次のとおり。
  - 食堂経費の見直し：9.7 百万円削減
  - 職員の借上げ住宅の縮小：10 百万円削減
  - 健康管理費の見直し：2 百万円削減
  - 備品等のリサイクル等の推進：8 百万円削減
- ・ 平成 19 年度には、37.8 百万円を削減した。
  - 食堂経費の見直し：21 百万円削減
  - 職員の借上げ住宅の縮小：9 百万円削減
  - 電話交換業務の見直し：4.4 百万円削減
  - 備品等のリサイクル等の推進：3.4 百万円削減

以上のような管理の効率化に向けた取り組みによる 139.3 百万円の減、及び人件費削減の取り組みによる 509.3 百万円の減を合わせて、一般管理費（人件費を含む。なお、公租公課を除く）の 15%以上となる 648.7 百万円の削減が達成され、十分に中期計画の目標を達成した。

## 【中期計画】

### (3) 「行政改革の重要方針」(平成 17 年 12 月 24 日閣議決定)に基づく対応

「行政改革の重要方針」(平成 17 年 12 月 24 日閣議決定)を踏まえた人件費削減の取組については、退職に伴う補充の抑制や研究推進業務体制の合理化等により、平成 22 年度の人員数を平成 17 年度の人員数に比較して 5%以上削減するとともに、中期計画期間の最後の事業年度において、平成 17 年度に比較して概ね 0.8%の人員数を削減する。なお、人員の範囲は、任期制を含み、競争的研究資金により雇用される職員を除く常勤役職員とする。

また、国家公務員の給与構造改革を踏まえた取り組みについては、本給の改定、各種手当の見直し等を実施する。

## 【主な実績】

「行政改革の重要方針」を踏まえた人件費削減の取組については、平成 22 年度の常勤役職員数（競争的研究資金により雇用される職員を除く。）を平成 17 年度の常勤役職員数に比較

して5%以上削減するとともに、中期計画期間の最後の事業年度において、平成17年度と比較して概ね0.8%の常勤役職員数を削減するという中期計画で定めた計画を達成するため、人事担当理事を委員長とした総人件費改革対応委員会を設置し、各センター等の状況及び問題点の把握、目標達成に向けた各センター等への指導・調整を行い、各センター等では退職に伴う補充の抑制などの対応策を講じてきた。

平成19年度末において、平成17年度と比較して9.9%の常勤役職員数を削減することができ、中期計画期間の最後の事業年度について定めた計画のみならず、平成22年度末の削減率を上回る結果となったが、これは今後、次世代スーパーコンピュータ、X線自由電子レーザー等の国家基幹技術等に関するプロジェクトを推進する人員を確保する必要性から一時的な削減となったものである。

さらに、国家公務員の給与構造改革を踏まえた取り組みについては、平成18年2月から労働組合に対し給与改定の主旨を説明し、交渉を開始した。平成18年11月には改めて組合に対し改定方針を提示して平成19年度の実施に向け、団体交渉等の場を通して研究所の考え方、研究所を取り巻く諸般の事情等を、平成19年3月30日まで説明し理解を求めてきたが、労組とは合意に至らなかった。

しかしながら、研究所は、国家公務員の給与構造改革を踏まえた給与改定等については、平成19年度から実施しなければならないものと考え、下記のとおり実施した。

## 1. 定年制職員給与規程の改正

### (1) 本給の改定

平均 4.8%の引下げ。

若年層の引下げ率緩和、管理職層の引下げ率は平均をやや超える率。初任給は据置。

・経過措置（現給保障の導入）

### (2) 特別都市手当の廃止と特別地域手当の新設

現行特別都市手当を廃止し、新たに民間賃金の地域間格差が適切に反映されるよう、民間賃金の高い地域に勤務する職員に対し支給する特別地域手当を新設した。

### (3) 広域異動手当の新設

広域異動した職員の給与水準を調整するため、異動距離に応じ、異動後3年間広域異動手当を新設した。

### (4) 役職手当の定額化

役職手当は、現行の本給に対する定率支給を改め、管理職員（課長級以上の管理職）の職務・職責に応じ、定額で支給することとした。（激減増緩和の経過措置を導入）

課長代理に対する役職手当については、25,500円とした。

## 2. 昇給抑制措置の導入

55歳昇給停止措置を廃止し、55歳以上の昇給を通常の4号俸昇給の半分（2号俸昇給）と



する昇給抑制措置を導入した。ただし、58歳を超える職員は昇給しない。

### 3. 定年制職員退職金規程の改正

国家公務員の退職手当法の改正に準じ、在職期間の各月毎に、その者が属していた職員の区分（等級区分）に応じて定める額（調整月額）を支給する調整額を導入した。

### 4. その他

少子化対策による国家公務員の扶養手当の改正に準じ、家族手当の改定を行った。

3人目以降：現行5,000円 6,000円に引上げ

なお、役員の給与月額については、平成18年4月から国家公務員の給与構造改革における指定職の改定に準じ、本給月額の平均6.6%のマイナス改定を実施している。

以上のとおり、「行政改革の重要方針」（平成17年12月24日閣議決定）に基づく対応においては、十分に中期計画の目標を達成した。

また、国家公務員の給与構造改革を踏まえた取組みにおいては、国家公務員が平成18年度から実施したこと比べ、労組との交渉等の関係から1年遅れた実施となったものの中期計画の目標を達成した。

#### 【中期目標】

##### ・財務内容の改善に関する事項

##### (1) 予算の適正かつ効率的な執行

予算の執行に関して、適正かつ効率的に執行する仕組みの構築を図る。

##### (2) 固定的経費の節減

効率的な施設運営を図り、経費の節減に努める。

#### 【中期計画及び実績】

- ・予算（人件費の見積もりを含む。） 収支計画及び資金計画  
別紙4参照

#### <別紙4> 予算（人件費の見積もりを含む。） 収支計画及び資金計画

##### 1. 予算（中期計画の予算）及び決算額

平成15年10月～平成19年度

（単位：百万円）

区 分	計画額	決算額	差引増 額
収入			
運営費交付金	296,460	307,517	11,057
施設整備費補助金	14,316	22,106	7,790
特定先端大型研究施設整備費補助金	1,928	4,331	2,403
特定先端大型研究施設運営費等補助金	7,398	14,450	7,052
雑収入	1,937	4,639	2,702
特定先端大型研究施設利用収入	38	408	370
受託事業収入等	41,169	71,206	30,037
目的積立金取崩額	-	22	22
計	363,247	424,678	61,431
支出			
一般管理費	27,265	24,969	2,296
(公租公課を除いた一般管理費)	(17,625)	(17,334)	(291)
うち、人件費(管理系)	13,447	13,136	311
物件費(任期制職員給与を含む)	4,178	4,198	20
公租公課	9,640	7,635	2,005
業務経費	271,133	284,830	13,697
うち、人件費(事業系)	22,054	22,219	165
物件費(任期制職員給与を含む)	249,079	262,611	13,532
施設整備費	14,316	22,091	7,775
特定先端大型研究施設整備費	1,928	4,330	2,402
特定先端大型研究施設運営等事業費	7,436	14,858	7,422
受託事業等	41,169	70,878	29,729
計	363,247	421,975	58,728

各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

【人件費(任期制職員を含み、競争的研究資金により雇用される職員を除く常勤役職員)の見積り】

期間中総額 93,081 百万円を支出する。

但し、上記の額は、常勤役職員(任期制職員を含み、競争的研究資金により雇用される職員を除く)の役員給与、職員給与及び退職者給与に相当する範囲の費用である。なお、競争的研究資金により雇用される職員の給与に相当する範囲の費用として見込まれる期間中総額は 554 百万円である。(競争的研究資金に係る費用の総額は、競争的研究資金の獲得の状況により増

減があり得る。)

【注釈1】運営費交付金の算定ルール

毎事業年度に交付する運営費交付金 ( A ) については、以下の数式により決定する。

$$A(y) = \{ (C(y) - T(y)) \times 1(\text{係数}) + T(y) \} + \{ (R(y) + Pr(y)) \times 2(\text{係数}) \} + (y) - B(y) \times (\text{係数})$$

$$R(y) = R(y-1) \times (\text{係数}) \times (\text{係数})$$

$$C(y) = Pc(y-1) \times (\text{係数}) + E(y-1) \times (\text{係数}) + T(y)$$

$$B(y) = B(y-1) \times (\text{係数})$$

$$P(y) = Pr(y) + Pc(y) = \{ Pr(y-1) + Pc(y-1) \} \times (\text{係数})$$

各経費及び各係数値については、以下の通り。

B(y) : 当該事業年度における自己収入の見積り。B(y-1)は直前の事業年度におけるB(y)。

C(y) : 当該事業年度における一般管理費。

E(y) : 当該事業年度における一般管理費中の物件費。E(y-1)は直前の事業年度におけるE(y)。

P(y) : 当該事業年度における人件費(退職手当を含む)。P(y-1)は直前の事業年度におけるP(y)。

Pr(y) : 当該事業年度における事業経費中の人件費。Pr(y-1)は直前の事業年度におけるPr(y)。

Pc(y) : 当該事業年度における一般管理費中の人件費。Pc(y-1)は直前の事業年度におけるPc(y)。

R(y) : 当該事業年度における事業経費中の物件費。R(y-1)は直前の事業年度におけるR(y)。

T(y) : 当該事業年度における公租公課。

(y) : 当該事業年度における特殊経費。重点施策の実施、事故の発生、退職者の人数の増減等の事由により当該年度に限り時限的に発生する経費であって、運営費交付金算定ルールに影響を与えうる規模の経費。これらについては、各事業年度の予算編成過程において、人件費の効率化等一般管理費の削減方策も反映し具体的に決定。

1 : 一般管理効率化係数。中期目標に記載されている一般管理費に関する削減目標を踏まえ、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

2 : 事業効率化係数。中期目標に記載されている削減目標を踏まえ、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

- : 消費者物価指数。各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。
- : 業務政策係数。各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。
- : 自己収入政策係数。過去の実績を勘案し、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。
- : 収入調整係数。過去の実績における自己収入に対する収益の割合を勘案し、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。
- : 人件費調整係数。各事業年度予算編成過程において、給与昇給率等を勘案し、当該事業年度における具体的な係数値を決定。

**【中期計画予算の見積りに際し使用した具体的係数及びその設定根拠等】**

上記算定ルール等に基づき、以下の仮定のもとに試算している。

- ・ 運営費交付金の見積りについては、（特殊経費）は勘案せず、1(一般管理費効率化係数)を各事業年度3.98%(平成15年度予算額を基準額として中期計画期間中に15%縮減)の縮減、2(事業効率化係数)を各事業年度1.0%の縮減とし、（収入調整係数）を一律1として試算。
- ・ 事業経費中の物件費については、（消費者物価指数）は変動がないもの(±0%)とし、（業務政策係数）は一律1として試算。
- ・ 人件費の見積りについては、（人件費調整係数）は変動がないもの(±0%)とし、退職者の人数の増減等がないものとして試算。
- ・ 自己収入の見積りについては、（自己収入政策係数）は据え置き(±0%)として試算。
- ・ 受託事業収入等の見積りについては、過去の実績を勘案し、一律据え置きとして試算。

## 2. 収支計画及び決算額

平成15年10月～平成19年度

(単位：百万円)

区 分	計画額	決算額	差引増 額
費用の部			
經常経費	300,495	365,066	64,571
一般管理費	27,265	24,905	2,360
うち、人件費（管理系）	13,447	13,136	311
物件費	4,178	4,136	42
公租公課	9,640	7,633	2,007
業務経費	183,548	237,634	54,086
うち、人件費（事業系）	22,054	22,219	165
物件費	161,494	215,415	53,921
受託事業等	41,169	68,770	27,601
減価償却費	48,513	33,758	14,755
財務費用	-	488	488
臨時損失	-	595	595
収益の部			
運営費交付金収益	202,106	259,532	57,426
研究補助金収益	6,732	9,626	2,894
受託事業収入等	41,169	71,042	29,873
自己収入（その他の収入）	1,975	3,156	1,181
資産見返運営費交付金戻入	48,360	24,568	23,792
資産見返補助金等戻入	154	925	771
資産見返物品受贈額戻入	0		
臨時収益	-	1,210	1,210
純利益	-	3,909	3,909
目的積立金取崩額	-	19	19
総利益	-	3,928	3,928

各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

### 3. 資金計画及び決算額

平成15年10月～平成19年度

(単位：百万円)

区 分	計画額	決算額	差引増 額
資金支出	363,247	760,013	396,766
業務活動による支出	346,974	348,305	1,331
投資活動による支出	16,272	383,364	367,092
財務活動による支出	-	9,369	9,369
次期中期目標の期間への繰越金	-	18,976	18,976
資金収入	363,247	760,013	396,766
業務活動による収入	347,001	406,314	56,313
運営費交付金による収入	296,460	307,517	11,057
国庫補助金収入	7,398	15,295	7,897
受託事業収入等	41,169	64,256	23,087
自己収入(その他の収入)	1,975	19,247	17,272
投資活動による収入	16,245	337,651	321,406
施設整備費による収入	16,245	27,101	10,856
定期預金解約による収入	-	310,550	310,550
財務活動による収入	-	0	0
無利子借入金による収入	-	0	0
前期中期目標の期間よりの繰越金	-	16,048	16,048

各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

#### 【中期計画】

##### ・短期借入金の限度額

短期借入金は220億円を限度とする。

想定される理由：運営費交付金の受入れの遅延

受託業務に係る経費の暫時立替 等

#### 【中期実績】

中期計画期間中に、短期借入は行わなかった。

#### 【中期計画】

##### ・重要な財産の処分・担保の計画

重要な財産を譲渡、処分する計画は無い。

#### 【中期実績】

中期計画期間中に、重要な財産の譲渡又は処分は行わなかった。

#### 【中期計画】

##### ・ 剰余金の使途

決算において剰余金が生じた場合の使途は以下のとおりとする。

- ・ エネルギー対策に係る経費
- ・ 知的財産管理、技術移転に係る経費
- ・ 職員の資質の向上に係る経費
- ・ 研究環境の整備に係る経費 等

#### 【中期実績】

平成 18 年度決算において経営努力認定を受けた目的積立金 21,844,611 円については、平成 19 年度に中期計画の剰余金の使途に定めるところの知的財産管理・技術移転にかかる経費として全額を支出した。

目的積立金の執行による成果について

##### ( 1 ) 創薬候補化合物の創製業務

創薬支援プログラムの活動において、計算機上での設計により、当初想定していた以上に薬剤としての高い活性が期待できる化合物の設計に成功したことから、目的積立金により、その設計構造式から化合物の合成経路の開拓業務を委託した。

これにより合成経路の開拓に成功したことから、製造方法を補強した創薬候補化合物の強い特許として早い段階で出願することができ、加えて、開拓した経路にしたがって合成した化合物を用いて、実験動物による薬効・薬理試験を実施することが可能となった。

##### ( 2 ) 国際ナノテク総合展の出展模型の作成

ナノテクノロジー分野では最大規模の展示会である nano tech2008 において、理研の研究成果を分かりやすく説明するための模型を、目的積立金により作成し、出展した。

それまでのパネルのみによる展示に比べ、理研ブースに立ち寄る来客者が増えたのみならず、展示会開催中に理研として単独にマスコミの取材を受けるなど、強い関心が示され、展示会終了後も研究室への問い合わせが急増するなど、理研の研究成果を強くアピールすることができた。

**【中期目標】****V. その他の業務運営に関する重要事項****1. 施設・設備に関する事項**

既存の研究スペースを有効活用するとともに、将来の研究の発展と需要の長期的展望に基づき、良好な研究環境を維持するため、老朽化対策を含め、施設・設備の改修・更新・整備を計画的に実施する。

**【中期計画】**

理化学研究所の試験及び研究の水準の向上を図るため、常に良好な研究環境を維持、整備していくことが重要であることから老朽化対策を含め、施設・設備の改修・更新・整備を計画的に実施する。

中期目標期間中に整備する施設・設備は次のとおりである。

**(1) 新たな研究の実施のために行う施設の新設等**

施設・設備の名称	予定額 (百万円)	財源
RI ビームファクトリー計画による施設整備	10,573	施設整備補助金
和光地区用地取得費	538	施設整備補助金
筑波地区用地取得費	959	施設整備補助金

**【主な実績】****(1) 新たな研究の実施のために下記の施設を整備した。**

施設・設備の名称	予算額 (百万円)	財源
RI ビームファクトリー計画による施設整備	10,849	施設整備補助金
和光南地区用地取得費	958	施設整備補助金
筑波地区用地取得費	380	施設整備補助金
理研ビームライン整備	200	施設整備補助金
高性能汎用計算機システム整備費	3,435	特定先端大型研究施設整備費
放射光共用施設整備費	2,039	特定先端大型研究施設整備費



RI ビームファクトリー計画による施設整備  
 次世代スーパーコンピュータ施設整備  
 X線自由電子レーザー施設（XFEL 光源収納部）整備

**【中期計画】**

(2) 既存の施設・設備の改修・更新・整備

施設・設備の名称	予定額 (百万円)	財 源
研究本館耐震工事	2,246	施設整備補助金
その他施設・設備の改修・更新等		運営費交付金

注) 金額については見込みである。

なお、上記のほか、中期目標を達成するために必要な施設の整備、用地取得や加速器などの大規模施設の改修、高度化等が追加されることがあり得る。

また、施設・設備の老朽度合等を勘案した改修(更新)等が追加される見込みである。

**【主な実績】**

(2) 既存の施設・設備を下記のとおり改修・更新・整備した。

施設・設備の名称	予算額 (百万円)	財 源
研究本館耐震工事	2,246	施設整備補助金
微生物系統保存棟耐震工事	219	施設整備補助金
蓄積リング棟の復旧工事	795	施設整備補助金
放射光施設の経年劣化対策工事	939	施設整備補助金
X線自由電子レーザー施設整備費	10,084	施設整備補助金
その他施設・設備の改修・更新等	1,460	運営費交付金等

研究本館耐震工事

蓄積リング棟復旧工事

微生物系統保存棟耐震工事

横浜研究所交流棟改修工事

蓄積リング棟防災対策工事

南地区土地購入に伴うインキュベーション施設建設用地の造成

X線自由電子レーザー施設（XFEL マシン収納部）整備

その他施設・設備の改修・更新等

・既存施設有効活用対策

外壁補修( RI 実験棟・医務棟・生物科学研究棟・工学実験棟・研究本館・研究基盤技術棟・サブエネルギー棟・図書館・テラヘルツ光研究プログラム)、特高変電所3号高压配電盤更新、工学実験棟廊下共用部改修、特高変電所建屋屋根防水更新、施設維持管理システムの構築・運用、脳科学西研究棟大型動物飼育室・実験室改修、線型放射光実証実験室整備工事、改修工事(テラヘルツ光研究プログラム・事務棟・正門・仁科ロジ・フロンティア材料科学実験棟、フロンティア・ライフサイエンス実験棟)、研究本館廊下実験盤・低压配電盤改修、図書館アスベスト除去他、仁科センターRIBF棟大型実験装置用架台の施工、ケミカルバンク施設整備、研究本館廊下実験盤更新、工学実験棟便所改修、正門周辺整備

・バリアフリー対策

事務棟トイレ改修、エレベーター改修(生物科学研究棟・脳科学西研究棟・フロンティア中央研究棟・フロンティア材料科学実験棟・微生物系統保存棟・リニアック棟・レーザー研究棟)、統合支援施設内部建具他改修、生物科学研究棟東側エントランス改修、スロープ設置(生物科学研究棟西側エントランス・インキュベーション施設建設用地北側)、筑波研究所食堂入口自動ドア設置、播磨研究所身体障害者用駐車場カーポート設置、物理科学研究棟及びハイスループット棟前インターロッキング敷設

・環境問題対策

省エネルギー対応工事前調査、環境対応工事前調査

国際交流会館変電設備環境対応更新、レーザー棟チラー更新、共用部照明器具更新(仁科記念棟・リニアック棟・レーザー研究棟・フロンティア中央研究棟・材料科学実験棟・脳科学東研究棟・脳科学中央研究棟)、統合支援施設屋上環境整備、工学実験棟変電設備改修、太陽光発電設備設置(横浜研究所交流棟改修工事・仁科ロジ改修工事)、太陽電池及び風力発電によるハイブリッド型外灯設置(和光研究所)、実験棟及び研究棟空調用冷凍機更新(筑波研究所)、研究棟空調機更新(筑波研究所)

## 2. 人事に関する事項

### 【中期目標】

多様な研究者が活躍するために各研究者の能力、業績を公正・適切に評価し、処遇に反映するシステムを構築するとともに、我が国の研究者の流動性の向上のために、任期制等の研究者の処遇の改善を図る。

また、理化学研究所は、「行政改革の重要方針」(平成17年12月24日閣議決定)において示された国家公務員の定員の純減目標及び給与構造改革を踏まえ、平成18年度からの

5年間に於いて国家公務員に準じた人件費削減の取組を行うとともに、国家公務員の給与構造改革を踏まえた給与体系の見直しに取り組む。

## 【中期計画】

### (1) 方針

業務運営の効率的、効果的の推進を図るため、優秀な人材の確保、適切な職員の配置、職員の資質の向上を図る。

研究の活性化と効果的な推進を図り、研究者の流動性の向上に貢献するため、任期付職員制度等を活用するとともに、処遇の改善を図るべく新たな制度の導入に取り組む。

### (2) 人員に係る指標

業務の効率化等を進め、常勤職員数（任期制職員を除く）については抑制を図る。

#### (参考1)

期初の常勤職員数	685名
期末の常勤職員数の見込み	675名(3,254名)

( )内は、任期制職員を含み、競争的研究資金により雇用される職員を除く常勤役員数

なお、平成17年度末の常勤職員数は681名(3,280名)。

中期目標期間中の各年度における任期制職員数は、年度計画において見込み人数を明記する。ただし、業務の規模等に於じた必要最小限の人員の増減があり得る。

#### (参考2)

中期目標期間中の常勤役員(任期制を含み、競争的研究資金により雇用される職員を除く)の人件費総額見込み 93,081百万円

ただし、上記の金額は、役員給与、職員給与、及び退職者給与に相当する範囲の費用である。

なお、競争的研究資金により雇用される職員の給与に相当する範囲の費用として見込まれる期間中総額は554百万円である。(競争的研究資金に係る費用の総額は、競争的研究資金の獲得の状況により増減があり得る。)

## 【主な実績】

- ・ 定年制常勤職員数は、平成19年度末時点で610名
- ・ 任期制常勤職員数は、平成19年度末時点で2,338名(競争的研究資金により雇用される職員を除く。このうち、運営費交付金及び特定先端大型研究施設運営費等補助金及び特定先端大型研究施設整備費補助金により雇用される者は2,225名)

以上のとおり、「人員に係る指標」においては、十分に中期計画の目標を達成した。

### 3. 中期目標期間を超える債務負担

中期目標期間を超える債務負担については、研究基盤の整備等が中期目標期間を超える場合で、当該債務負担行為の必要性及び資金計画への影響を勘案し合理的と判断されるものについて行う。

#### 【中期実績】

中期目標期間を超える重要な債務負担行為は以下のとおりである。

(単位：円)

X線自由電子レーザー施設整備費	18,191,398,911
高性能汎用計算機システム設計費	10,134,802,000
放射光共用施設整備費	3,197,925,000