

## 第4部

# 研究基盤イノベーション

- 第1章 発見・発明の礎—未来への入り口
- 第2章 生体分子から細胞へ
- 第3章 次世代シーケンサーが生物学を変える
- 第4章 タンパク質の全基本構造の解明
- 第5章 生体内の分子動態を可視化する
- 第6章 高度化技術の統合で、真の生命理解を目指す
- 第7章 スーパーコンピュータの活用とポスト「京」
- 第8章 ライフサイエンスへの計算科学活用
- 第9章 放射光とX線レーザーで見る新世界
- 第10章 加速器が解き明かす科学の謎
- 第11章 所内用の電子計算機

科学の研究を支えるためには、高度な施設、適切な試料管理、最先端の情報機器、分析装置などが必要である。理研はそのどれについても世界で最先端の研究基盤を有しており、個々の研究の成果に結び付いている。

ここには、2017年現在で五つある研究基盤センターとそこに関連する五つの組織、それに情報基盤センター（第11章）を加え、主として2004年以降の歴史と業績を記載する。基盤センターは、バイオリソースセンター（第1章）、ライフサイエンス技術基盤研究センター（第6章）、計算科学研究機構（第7章）、放射光科学総合研究センター（第9章）、仁科加速器研究センター（第10章）である。関連組織は、ゲノム科学総合研究センター（第2章）およびそこから派生したオミックス基盤研究領域（第3章）と生命分子システム基盤研究領域（第4章のタンパク3000プロジェクト）、分子イメージング科学研究センター（第5章）、HPCI計算生命科学推進プログラム（第8章）である。

# 第1章

## 発見・発明の礎 — 未来への入り口

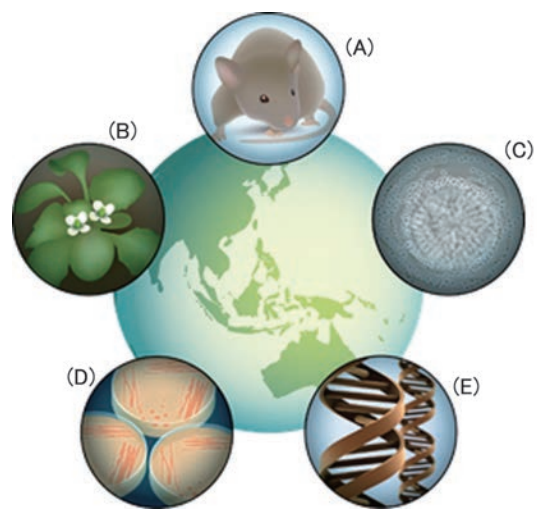
### 《バイオリソースセンター》

バイオリソースは生物遺伝資源ともよばれ、発見と発明の素材であり、基礎生物学、医学、薬学、農学などの生命科学研究にとって、必要不可欠の研究材料である。純粋な理論生物学者やバイオインフォマティクスの研究者も含め、ほとんど全ての生命学者は、バイオリソースを必要としている。

科学において、最も重要な要素の一つが、結果の再現性である。あるバイオリソースを使ってある実験結果が得られた場合、科学の発展のために別の研究者がそのバイオリソースを用いて結果を再現したり、さらにそれを一歩先に進めたりすることが保証されていなければならない。したがって、バイオリソースを開発し論文を発表した研究者が仲間の研究者へ配布することは、研究者の責務であり、研究コミュニティ内でのマナーである。しかし、個々の研究者が自ら実行することは容易ではない。バイオリソースを維持、配布するためには、研究者自身の時間と労力、そして資金を必要とするからである。負担に耐え切れず、最悪の場合、貴重なバイオリソースが消滅してしまう恐れもある。

このような事態を回避するために、自らの研究を実施するとともに、自ら開発したバイオリソースのみならず他の研究者からの寄託も受け、提供要請に応える専門的な組織・機関が世界中に設置されてきた。バイオリソースセンター、レポジトリ、もしくはコレクションとよばれる研究の基盤を担う機関である。例えば、アメリカでは、実験用マウスの遺伝学を研究するために発展したジャクソン研究所、微生物と動物・ヒト細胞株と遺伝子を専門としているAmerican Type Culture Collection (ATCC) が1920年代に設立されている。欧州では、感染病原菌の研究のために発展したパスツール研究所や微生物と動物・ヒト細胞株を専門としているDeutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen (DSMZ) が代表的な保存機関である。さらに、大航海時代に収集した植物を保存・研究している英国キュー王立植物園等も今日的な表現をすれば、植物のバイオリソースセンターである。

2001（平成13）年に筑波研究所に設立された理化学研究所（理研）バイオリソースセンター（BRC）もそのような機関の一つである。その使命は、研究ニーズ、社会ニーズに沿って、再現性を確保した真正なバイオリソースを整備、提供することにある。筑波研究所は筑波事業所へと名称は変わったが、BRCは設立以来、理研筑波における中心事業として位置付けられている。



五つのリソース ヒトのモデル生物であるマウス(A)、植物のモデル生物であるシロイヌナズナ(B)、ヒト・動物細胞(C)、微生物材料(D)、遺伝子材料(E)

## 第1節 BRCの使命

容易に想像がつくように、一言に生物遺伝資源といっても実にさまざまである。動植物の個体や組織から、細胞、微生物、あるいは遺伝子、タンパク質や核酸などの生体分子までである。しかも、生物種は膨大にある。となると、一つのリソースセンターが全てのリソースを整備することは不可能に近い。したがって、幾つかのジャンルやテーマに絞って収集するのが一般的である。実際、BRCでは、わが国の研究開発にとって重要である実験動物のマウス、実験植物のシロイヌナズナおよびミナトカモジグサ、ヒトおよび動物の細胞、微生物、そしてこれら由来の遺伝子を対象とし、さらにこれらのバイオリソースに関連する情報も含めて収集、整備、提供、発信する事業を展開している。

具体的なバイオリソースの収集・保存・提供にあたって、BRCは、わが国で開発されたバイオリソースを中心としつつ、世界でオンリーワンの特徴あるセンターを目指してきた。その背景には、独創的な研究や日本固有の問題解決を進めるためには、日本独自のバイオリソースが不可欠、また先行していた欧米の保存機関と重複したリソースを保有することは無駄であるという理由がある。

理研BRCは、2002（平成14）年に文部科学省が開始したナショナルバイオリソースプロジェクト（NBRP）の中核的拠点として選定されており、現在他の25種類のバイオリソースを担当する機関と連携して、プロジェクトを推進している。

16年に及ぶ活動の結果、BRCは研究コミュニティよりバイオリソースに関する国際的拠点として認知され、また高い信頼を得ることにも成功し、17万件を超えるバイオリソースを、国内延べ6700機関以上、海外68カ国4600機関以上に提供してきた。提供したバイオリソースの約10%は利用者の論文発表に、約1%は特許取得に貢献している。

BRCは2001年の設立以来、常に「信頼性」「継続性」「先導性」をモットーに事業を展開してきた。こうした活動を積み重ね、ライフサイエンス研究の発展、ひいては国民の生活の向上、そして人類の持続的発展に貢献することを目指している。それは健康増進、食料増産、エネルギー生産など、国民生活に直結した研究開発にもつながるはずであり、研究コミュニティと国民の理解や支援とを結ぶ道でもある。BRCは、視野を広げバイオリソースの整備戦略を立案、実施するとともに、事業を継続的に実施できる体制を構築することにより、今後も引き続き研究基盤として、生命科学研究のハブとして機能していく。

### 系統保存の重要性を踏まえ組織化

わが国の系統保存は、もともと農学や植物学の分野でその重要性が認識されていた。例えば、コムギの研究で有名な木原均博士が研究を始めたのは、理研創立時と同じ大正時代であるが、研究を進めるにあたって、さまざまなコムギの系統や、野生種を含む近縁種を手元に集め、交雑実験などができる環境を作る必要があったとされる。

このような歴史的背景もあって、今日的な意味での生命科学研究（ライフサイエンス）における系統保存施設の重要性は、わが国では、かなり早い段階から認識されていた。現に、日本学術会議は、1966（昭和41）年5月に「研究用生物系統保存株利用機構の整備について」という勧告を、また1968年11月には「高等生物センターの設立と個別系統保存施設の拡充強化ならびに実験動物センターの設立について」という勧告を出している。

このすぐ後から、理研におけるライフサイエンスの研究が始まっている。その経緯は、**88年史**第Ⅱ編第6章（263-292ページ）に詳しく記載されているが、大きな流れをいえば、そこから30年近い研究やプロジェクトの積み重ねを経て、脳科学総合研究センター、ゲノム科学総合研究センター、さらには2000年以降のミレニアム研究センター群へと拡大・発展していったのである。

時計をもとに戻して、理研におけるライフサイエンスの流れの中で、今日のバイオリソースセンターにつながる出来事を挙げておこう。1973年7月に、政府の科学技術会議内に設置されたライフサイエンス懇談会が報告書を出し、そこで、ライフサイエンス支援センターの新設が必要だとしている。このセンターの役割の一つに、系統生物に関する特性データ等の整備、実験生物系統の維持と管理、生産と提供が含まれていた。また、実験生物としては、動物、植物、微生物のほかに培養細胞なども対象となった。

理研は、政府方針を踏まえてライフサイエンス事業運営会議を設置し、1978年5月に、「ライフサイエンス研究推進の方策について」という報告書をまとめた。ここで、国内外の中心的機関としての役割を果たすため、系統生物に関する特性データ等の充実を図るとともに、微生物、実験動物、培養生物等の系統保存と提供、およびそれに関わる支援体制やサービスなどを充実させていくとした。

時間は前後するが、理研では、ヒトのモデルとしての新しい実験動物として、ジャコウネズミ、トガリネズミの実験動物化を目指した「実験動物の開発」を1974年度から民間研究機関等の協力を得て推進している。これらの食虫目動物は、マウスなど齧歯目動物に比べて系統発生的にヒトに近いのがその理由であった。

1978年には、理研はライフサイエンス研究情報室（初代室長：駒形和男）を設置し、実験動物、微生物、植物、藻類、動物培養細胞および植物培養細胞の所在と生物学的特徴に関する「実験生物情報システムNISLO（National Information System for Laboratory Organisms）」の開発を、多数の研究機関・研究者の協力を得て進めた。1989年度に菅原秀明が第2代室長に就任し、1996年度に中瀬崇培養生物部長が兼務で第3代室長に就任している。

### 微生物系統保存・提供活動

次に、微生物について触れておく。1970年代あたりまで、国内に公的な微生物の保存機関が少なかったため、わが国の微生物学者は、その研究材料や研究対象である微生物株の供給を、アメリカや欧州諸国の機関に依存している状況にあった。理研は微生物関連研究のポテンシャルが高いこともあり、微生物系統保存提供事業を和光キャンパスで進めることが重要であると判断した。そして

1979年度、1980年度予算で「微生物系統保存施設」（2階建て、延べ面積約1500m<sup>2</sup>）を整備するとともに、1981年に培養生物部（系統保存室、分類室）を設置し、微生物系統保存事業（Japan Collection of Microorganisms : JCM）として事業を開始した（初代部長：駒形）。1983年末からは微生物株カタログを発行した。発展途上国の微生物株保存施設との共同研究、研究生の受け入れなど、国の微生物株保存事業の中核機関として国際協力にも力を注いだ。

1989年4月に第2代部長として中瀬が就任し、1992年度からは従来の細菌、放線菌、酵母、糸状菌に古細菌を新たに微生物の保存株として加えるとともに、ライフサイエンス筑波研究センタージーンバンク室（1987年度開設）にバックアップ保存を持つに至った。また、1995年度からは科学技術振興調整費による多国間型国際協力プロジェクト「アジア地域の微生物研究ネットワークに関する研究」の中核的機関として、5カ年そのプロジェクトを推進するなど、国際協力、特にアジア地域に貢献した。中瀬は1992年から1996年まで世界微生物株保存連盟（World Federation for Culture Collections : WFCC）の理事を務めた。また、分類学的研究、同定サービスを実施した。2010年からは理研BRC微生物材料開発室（JCM）の伊藤隆専任研究員がWFCCの理事を務めている。

1999年度には、組織変更に伴い培養生物部は廃止され、JCM活動は生物基盤研究部（部長：中瀬）の微生物分類室、微生物系統保存室が継続担当した。2000年度には長田裕之抗生物質研究室主任研究員が兼務で、また2001年2月には、工藤俊章微生物学研究室主任研究員が兼務で部長に就任した。

#### 細胞・遺伝子保存提供活動

次に細胞や遺伝子の収集である。1983年、政府の対がん10カ年総合戦略が設定されたのを機に、日本組織培養学会等の働きかけにより、科学技術庁振興局は、「遺伝子・細胞の収集・保存・提供システム検討会」の報告書をまとめた（1984年6月）。この報告書の方針に沿って、1985年にライフサイエンス筑波研究センター（1984年開設）に、細胞・遺伝子保存施設（3階建て、延べ面積約2000m<sup>2</sup>）が建設されることになった。

1987年度から同センターにジーンバンク室（初代室長：井川洋二）を組織し、関連事業を順次開始した。順に、1988年に細胞銀行、1989年に遺伝情報銀行、1992年にDNA銀行、1994年に植物細胞材料部門である。1990年度には坂倉照好主任研究員（2代目）が、1993年2月には大野忠夫副主任研究員（3代目）がそれぞれジーンバンク室長に就任した。1999年度に、ジーンバンク室の組織変更により、細胞・遺伝子保存提供事業は、遺伝子基盤研究部（遺伝子材料開発室、細胞材料開発室、実験動物開発室、実験植物開発室）の一部として継続された。

#### バイオリソース事業の開始と中核機関としての整備・発展

1999年12月に、内閣総理大臣決定のミレニアム計画が策定され、その中で「生命科学の研究開発や事業化に必要な生物遺伝資源の収集と供給体制・機関を整備する」ことが、ライフサイエンス研究のためには欠かせないとされた。

理研は、それまでライフサイエンス筑波研究センター（2000年度に筑波研究所と名称変更）で展開していたゲノム研究など、ライフサイエンス関連研究を拡大するため、横浜研究所、神戸研究所を開設することになった。そして筑波研究所をバイオリソース事業の拠点と位置付けたのである。

このような背景から、理研は1999年12月に（財）癌研究会癌研究所名誉所長の菅野晴夫を委員長とする「バイオリソースセンター準備委員会」を設置し、2000年8月に報告書をまとめた。その中で、「理研が設立するバイオリソースセンターは、わが国のライフサイエンス研究の基盤を支え、その発展に資するために、生物遺伝資源（バイオリソース）にかかる中核機関としての役割を担うこと、遺伝子から動植物までを対象とし、国内外からの収集、国際的基準による検査・高品質管理下での維持・保存・提供、リソースにかかる普及活動や研究業務の整備を行うとともに、リソース整備については、わが国独自のリソースの確保とそれらの喪失リスクの低減に留意する」と強調された。

### BRCの発足と進展

このような検討等を踏まえて、全国的視点に立って国内外の研究者、さらには関連機関などとの緊密な連携の下、実験動物、実験植物、細胞材料、遺伝子材料など研究材料を中心とした生物遺伝資源および関連情報を収集、保存、提供すること、ならびに生物遺伝資源の維持、保存と利用研究のために必要な技術開発を行うことを目的とし、2001年1月にバイオリソースセンター（BRC）を開設し、バイオリソース棟（7階建て、延べ面積約9000m<sup>2</sup>）が竣工した同年4月より事業を展開した。センター内には、実験動物開発室、実験植物開発室、細胞材料開発室、遺伝子材料開発室、情報解析技術室からなるリソース基盤開発部と遺伝工学基盤技術室、任期制職員からなる開発チームが設置された。2001年4月にセンター長として森脇和郎が、リソース基盤開発部長として小幡裕一が就任した。その後、2004年7月に理研BRCはJCMを統合している。

### BRCの組織変遷・人事

2001年4月森脇センター長、小幡基盤開発部長、小林正智実験植物開発室長、大野忠夫細胞材料開発室長、横山和尚遺伝子材料開発室長がそれぞれ就任した。2002年1月、阿部訓也動物変異動態解析技術開発チームリーダー、土井貴裕生体応答情報技術開発サブチームリーダーが就任。2002年2月小倉淳郎遺伝工学基盤技術室長が就任。2002年3月中村幸夫細胞運命情報解析技術開発サブチームリーダーが就任、2003年4月に中村は細胞材料開発室長に就任した。2003年7月深海薫情報解析技術室長、三好浩之細胞運命情報解析技術開発サブチームリーダーが就任。2004年7月、理研中央研究所の微生物系統保存事業（JCM）が、中央研究所の研究センターのミッションから外れるが、BRCの事業の目的と合致するという観点から、理事会と理研BRCの交渉の末、微生物材料開発室（室長：辨野義己）として組織上BRCに移管した。2004年12月吉木淳が実験動物開発室長に就任した。2005年4月、森脇センター長が勇退し特別顧問となり、小

幡がバイオリソースセンター長に就任した。2008年4月に、阿部が副センター長に、吉木、小林、中村がコーディネーター（室長兼務）にそれぞれ就任し、また、ゲノム科学総合研究センターの改廃に伴い、動物ゲノム機能情報研究グループが理研BRCに移籍され、のちに3チーム1ユニットに再編成され、若菜茂晴マウス表現型解析開発チームリーダー、野田哲生疾患モデル評価研究開発チームリーダー、権藤洋一新規変異マウス研究開発チームリーダー、榎屋啓志マウス表現型知識化研究開発ユニットリーダーがそれぞれ就任した。2009年4月に大熊盛也が微生物材料開発室長に就任した。2012年10月、理研本部の協力も得て、和光キャンパスにあったJCMを物理的にも筑波キャンパスに移転した。これでBRCの全ての組織が同一キャンパス内に集結した。

BRCにとってリソースの品質は最重要課題である。品質管理の重要性をセンター内に徹底するために、国際標準品質マネジメントシステムであるISO9001の認証を受けることとした。そのために、2007年2月にバイオリソース品質管理支援ユニットを設置し、茂木久雄がユニットリーダーに就任した。細胞材料開発室、微生物材料開発室が2007年8月にISO9001の認証を受け、それ以降認証を維持している。加えて、認証を受けていない他の開発室の事業にもISO品質マネジメントのしくみとノウハウを浸透させるべく、研修等を行っている。

BRCの個々の所属長は、筑波大学等の客員教授等に任命され、大学院生の教育に携わってきた。また、理研の基礎科学特別研究員、大学院生リサーチ・アソシエイト（JRA）、国際プログラム・アソシエイト（IPA）等を受け入れ、教育を行ってきた。しかし、組織としての取り組みはなされていなかった。そこで、BRCが参加しているつくばライフサイエンス推進協議会と筑波大学が、ライフサイエンス分野におけるトップクラスの、高度で専門的研究能力を持つ人材を育成するため、協働大学院の設置協定を締結した（グローバル教育院）。当該協定に基づき2015年4月、ライフイノベーション学位プログラム専攻に理研BRCからは吉木、小林、中村、大熊、阿部が教授に就任し、バイオリソース概論（必修科目）を担当している。

### 研究コミュニティからの支援

事業発足の経緯と目的から、BRCは研究コミュニティの多大な支持と支援を受けてきた。運営面でも、リソースごとに産学官の有識者5-8名程度からなるリソース検討委員会を設置し、毎年度開催し、事業の運営方針、実績、計画に対する評価・助言・提言をいただいている。また、開発を主たる業務としている遺伝工学基盤技術室および開発チームについても、レビュー委員会を設置し、2-3年に一度開催し、評価・助言・提言をいただいている。さらに、国際的な視野からの評価・助言も必要であり、5-6名の国際委員と各リソース検討委員会委員長およびレビュー委員会委員長からなるバイオリソースセンターアドバイザリーカウンシルを設置し、理研全体の諮問委員会である理研アドバイザリーカウンシル会議のある年に、開催している。これらの委員会の支援と助言により、研究コミュニティと密接な連携、さらには研究の動向、シーズ、ニーズを的確に



把握し、対応することができている。

## 第2節 高まるBRCへの信頼と期待

BRCは、発足当初より信頼性・継続性・先導性を事業のモットーとし、リソースの寄託者の知的財産権を守り、倫理問題にも対応できる体制を整え、日本の中核機関としての国際的役割を果たす機能を整備してきた。理研が100周年を迎える2017（平成29）年は、BRCは設立16年目にあたる。この16年の間、各リソースの合計提供件数は年々増加しつづけ、設立後10年を迎えた2011年には年間の提供数が1万5000件を超え毎年安定して推移している。さらに、提供したバイオリソースの約10%が利用者の発表論文、また、約1%が公開特許に大きく貢献している。設立以来、累計約17万件以上のリソースの提供を行っており、国内のみならず約2割は海外の研究機関にも提供され、BRCのリソースは国際的にも高く評価されている。事実、公的リソース機関のベンチマークを見ても、全てのリソースが世界の3大拠点の一つに成長した。特に細胞の保存数においては、世界最大規模に成長した。

BRCは、再現性を確保した真正なバイオリソースを提供することで、研究コミュニティからの信頼を得ることに最大限の努力を払ってきた。しかし、残念ながらバイオリソースそのものとそれに付随する情報の不正確さが原因で、研究成果が第三者によって再現できず、科学への信頼を失う事態が頻発している。解決策としては、研究に用いたバイオリソースを理研BRC等のリソース機関において品質の検査を十分に行うこと、また、バイオリソースの供給源、株名（系統名）、特性、操作遺伝子の詳細等を正確に記載することである。これらのことは、BRCの果たすべき役割と期待が大きくなったことを意味している。BRCは品質管理を厳格に行い、不具合を排除したバイオリソースを提供することによって、第三者による研究の再現性を向上させ、研究の効率化を高めることに貢献できると考え、実施してきた。引き続き、BRCは、国際的な研究基盤として最高品質のバイオリソースを提供することとしている。

### ナショナルバイオリソースプロジェクト（NBRP）

文部科学省は、BRCの事業開始から遅れること1年、知的基盤整備計画の「重点的に整備すべき知的基盤としての生物遺伝資源」（2001年8月）の答申に基づいて、2002年7月3日にNBRPを発足させた。NBRPは各研究室・研究機関に分散的に保存されている、あるいは全面的に海外に依存しているバイオリソースの種類ごとに中核的拠点を指定して、国家的戦略に基づき開発・収集・保存し、ゲノム情報と共に提供することが目的であった。NBRP実施の過程で、BRCの関係予算の一部が文科省の委託費に移管されるという事態もあったが、BRCはNBRPが実施する20種類のバイオリソースのうち4種類の中核的拠点として選考された。2007年からはJCMもNBRPの中核機関となり、現在は五つの開発室が

担当するリソース、すなわち実験動物マウス、シロイヌナズナ、ヒト・動物細胞、遺伝子材料、一般微生物はいずれも国の中核的拠点として活動している。また、NBRPの方針決定においても、森脇、小幡両センター長が、推進委員会の委員長もしくは副委員長として、深く関与してきた。2015年度からNBRPの運営は日本医療研究開発機構（AMED）に移管されたが、小幡センター長はNBRPのプログラムオフィサーとして、また、推進委員会副委員長、評価委員として、運営の中心的役割を担っている。施策立案等は依然文科省が中心となっている。なお、2004年以降は、BRCの5部門の予算は理研の運営費交付金により措置されている。

### 事業仕分け

2009年11月、民主党政権は、2010年度予算編成のため、行政刷新会議、いわゆる事業仕分けを行った。多くの独法の事業が対象とされ、BRCはヒアリングの対象となり、文科省と連日、徹夜に近い作業を行い、綿密な資料作りをし、ヒアリングへの準備をした。しかし、ヒアリングで意味のある質問はなく、明確な理由なしにBRCの予算を3分の1程度の縮減と宣告された。事業が途絶えざるを得ない影響を被りそうになったが、海外も含め多くの学会および個々の研究者から、BRCはライフサイエンスに必要な不可欠な基盤であり維持すべきという意見がパブリックコメントへ多数寄せられた。また、BRCの活動と予算縮減の想定されるダメージについて、NHK、TBS、『毎日新聞』、『読売新聞』、『Nature』等が大きく取り上げた。内閣府の尽力により、この年の12月30日に首相官邸にて各公的研究機関・大学が説明会を行い、理研BRCは首相をはじめ閣僚へiPS細胞を展示し重要性をアピールした。さらに、ノーベル賞受賞研究者等による科学予算縮減に反対する記者会見が行われるなどした結果、リソース事業への甚大な影響は避けることができた。

### 東日本大震災の教訓

バイオリソースの一つの特徴は、失われたら二度と復元できないことである。BRCは、2007年からバイオリソースの安全確保のため、筑波事業所から最も遠隔地にあり、かつ地盤が強固な播磨研究所の協力を得て、同研究所内に筑波から監視できるモニタリングカメラを備えた部屋に11台の液体窒素タンクを設置し、大震災に備えて動物、細胞等の凍結サンプルを1本ずつバックアップ保存する対策を行っていた。最悪の事態が発生した際は、そこからリソースを復元することとした。バックアップの設置をリードした森脇センター長の先見の明に感謝した次第である。

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、バイオリソースを守り、稼働中の事業を継続するためには、より堅固な防御体制が必要であることを明らかにした。BRCの施設そのものには大きな被害はなかったが、停電、断水が発生した。遺伝子材料の多くは-80℃のフリーザーで保存しており、マウスの胚や細胞リソースを保存している大型液体窒素タンクは、電気で常時液体窒素を補充するシ

ステムである。幸い停電は短時間で復旧したが、当時のBRCは、数時間自家発電できる燃料備蓄施設しか保有しておらず、長期に及んだらリソースを失うことになりかねない事態だった。一方、断水による水の供給不足は、マウスや植物を死滅させる要因になる。幸いに筑波大学の協力を得て同大学から水を運び入れ、数日にわたった断水を乗り切ることができた。さらに千葉の液体窒素の製造施設が被災し、液体窒素の供給が停止した。通常購入している液体窒素製造会社の尽力により、2週間後に別の施設から液体窒素が供給されたため危機を免れたが、これら一連の出来事は、貴重なバイオリソースを安全に保存するためには、当時の施設では極めて不十分であることを浮き彫りにした。加えて、大震災直後は、鉄道、高速道路の閉鎖、ガソリン不足で外部からの支援はまったく期待できないことも明らかになった。

これを受けて、理研は政府に補正予算を要求し、政府は約8億5000万円の補正予算を措置した。まず、少なくとも1週間自家発電できる重油および軽油を備蓄できるタンクをキャンパスの地下に埋設し停電時の対策を行った。マウスや植物の維持に水は欠かすことができないため、構内に井戸を掘削した。現在筑波事業所では、通常時もこの井戸水を利用している。また、災害時には地域住民にも給水できるよう研究所の外側にも給水所を設けた。液体窒素は、マウス胚・精子、細胞、微生物の凍結保存に不可欠なため、液体窒素製造装置の整備も行った。

震災当日、交通網、連絡手段等が完全に麻痺し、ライフラインがストップした。本震後、すぐに職員に対し管轄部署の点検を指示した。研究所に大きな破損がなかったことを確認した後、職員等に対し家族の安否確認のための帰宅を許可した。幸い職員の家屋に大きな被害はなく、また、家族の安全も確認できた。しかし、地震後10日程度は、つくば市近辺は孤立無援であり、常磐線とつくばエクスプレスの不通、ガソリンの欠乏等が発生し、交通網の完全回復までは、通勤困難者には、自宅待機の指示が出た。また、固定電話および携帯電話の音声連絡手段が途絶えたが、メールは可能であることが判明し、メールでの緊急連絡手段の整備を早急に行った。しばらく給水もなく研究所は不自由であったが、食堂での食事提供については、当時の食堂業者が独自の流通手段を持っており、1週間は提供可能との回答がなされた。そして日常生活が平常に近づいた3月末になって、ようやくリソースの提供再開にこぎつけたのである。

地震そのものに加え、福島第一原子力発電所事故による放射性物質の飛散の影響も懸念された。モニタリングの結果から、筑波研究所においても放射性物質の飛散が確認された。職員の不安は募る一方であったが、情報はほとんどなく、しばらくの間不安を解消することはできなかった。つくば市は2011年12月放射性物質汚染対処特措法に基づく汚染状況重点調査地域として環境省より指定を受け、市内全域において汚染状況調査を行った。幸いにも筑波研究所敷地内は線量率が低かったため、つくば市の定める除染実施区域には該当しなかった。しかし、そのことが判明したのは、原発事故より9カ月後のことである。

震災後は震度4以上の余震が頻発し、発生の都度、放射線管理区域や高圧ガス設備等の点検に追われた日々であったが、設備等に異常はなかった。また、遺伝

子組み換え生物等を含む全ての実験材料について、震災の影響による環境中への拡散はなかった。

2011年夏には、首都圏の電力需要が供給量を上回ったため、輪番停電（いわゆる計画停電）が実施され、田中正朗理研理事と小幡センター長が政府のヒアリングを受け電力の必要性を訴えた。不幸中の幸いとなるが、茨城県は被災地域に認定されたため、輪番停電は免れた。

未曾有の大震災に遭遇したことにより、BRCとしてまた筑波地区として、職員とその家族、そして事業を守るためにどのような備えと体制が必要なのか明らかになった。筑波地区では緊急対策本部を設置し、緊急時に対する行動マニュアルを作成し、全役職員等に周知を行っている。

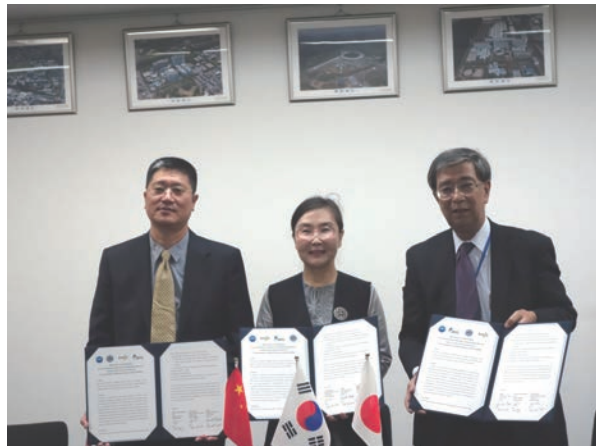
### 国際貢献

BRCは、バイオリソースにおける国際的な共同活動を積極的に行っている。研究開発に必要とされるバイオリソースの種類と量は、一国、一機関の収容能力を凌駕しているため整備に関する国際協調が必要になった。

Asian Network of Research Resource Centers (ANRRC) は、21世紀における継続的な生物遺伝資源の利用と新規のリソースの開発を促進することにより、科学技術およびイノベーションを推進し、アジア地域の科学の発展および人類の繁栄に貢献し、アジアの欧米に対する相対的地位を向上するために、2009年9月に、BRC、韓国国家研究素材研究センター（KNRRC、韓国）、中国科学院微生物研究所（IM-CAS、中国）の三つの機関の協力により設立された。2015年末の時点で、14の国と地域から97の機関が参加している。BRCはANRRCにおいて中心的な役割を果たしており、2010年つくばで開催された第2回国際会議においては、「分担と連携」、「学術利用・発表の自由の確保」、「生物多様性条約の遵守」等をうたう憲章の制定に大きく貢献した。さらに、2012年から2016年ま



第5回ANRRC国際会議（2013年10月30日-11月1日） 理研BRC主催



理研BRC、韓国国家研究素材研究センター（KNRRC）、中国科学院微生物研究所（IM-CAS）との3者MOU再締結式（2015年10月28日）

で、小幡センター長が議長を務めている。これまでに8回の国際会議を開催しており、2013年および2016年は日本で開催された。なお、ANRRCは、The International Society for Biological and Environmental Repositories (ISBER) と2013年11月より相互協力のための協定を結んでいる。

アジアマウス開発リソース連盟（Asian Mouse Mutagenesis and Resource Association：AMMRA）は、ミュータントマウス開発とマウスリソース利用のアジア・オセアニア連携を目的として、2006年に設立された。BRCはコアメンバーとして活動し、小幡センター長が2014年から2016年まで議長を務めた。2013年にアジアマウス表現型解析コンソーシアム（Asian Mouse Phenotyping Consortium：AMPC）と合同で運営会議を主催した。さらに、第10回



AMMRA/AMPC合同会議（2013年5月18日） 理研BRC主催

AMMRA・AMPC会議を2016年5月20-21日にBRC主催により箱根で開催した。

国際的な協力・分担でマウス表現型を解析し『哺乳類遺伝子機能百科事典』の作成を目指す取り組みとして、2011年9月にInternational Mouse Phenotyping Consortium (IMPC) が設立された。理研BRCはこれに参画し、Steering Committee (運営委員会) のメンバーでもある。2012年9月、2015年11月にはBRC主催のシンポジウムを行った。IMPCの成果により遺伝子機能の解明、高次生体機能解明、疾患に関する理解の進展、さらに創薬に多大な貢献をすることが期待されている。2015年現在、日本、中国、台湾、韓国、オーストラリア、アメリカ、カナダ、英国、フランス、スペイン、ドイツ、イタリア、チェコ等の五つの研究費支援機関を含めた18の研究機関が加盟している。2016年9月には、IMPCとしての最初の論文を*Nature*に発表した。その後も網羅的遺伝子欠失マウスの国際標準の表現型解析によって、初めて明らかにされた生命現象に関する論文が次々と発表されている。

植物科学に関わる国際連携の枠組みとしては、シロイヌナズナ (*Arabidopsis*) の全ゲノム塩基配列の解析とそれに続くゲノム機能の解析プロジェクトを Multinational Arabidopsis Steering Committee (MASC) がけん引してきた。特に2001年より開始されたThe Multinational Coordinated Arabidopsis thaliana Functional Genomics Project (2010 Project) においては、2010年までにシロイヌナズナが持つ全遺伝子の機能を解明することを目標として、解析を助けるリソース、技術、情報を国際連携で整備する取り組みが進められた。このMASCによるイニシアチブを背景として、BRCはわが国で作製されたシロイヌナズナの遺伝子破壊系統や完全長cDNAなどの網羅的なリソースを国内外に提供することにより、欧米のリソースセンターと連携して国際プロジェクトの推進に貢献してきた。2011年からはMASCのメンバーに小林実験植物開発室長が加わり、現在の目標である“From bench to bountiful harvests”の実現に向けて活動している。MASCのもう一つの役割はシロイヌナズナの国際会議、International Conference on Arabidopsis Research (ICAR) の開催である。2010年6月6-10日にはバシフィコ横浜において第21回のICARが開催されている。この時はBRCと植物科学研究センター (PSC) が組織委員会の中核となり、歴代2番目の規模を誇る会議を成功へと導いた。

International Stem Cell Forum (ISCF) は幹細胞研究分野の世界的な連携協力に基づいた発展を目指して、世界11カ国が参加し、2003年に設立された国際組織である。ISCF傘下において、多能性幹細胞 (ES/iPS細胞) の培養技術、応用技術等に関する世界的な標準化を図ることを目的として、International Stem Cell Initiative (ISCI) が設立され、また、多能性幹細胞のバンク事業の標準化を目的にInternational Stem Cell Bank Initiative (ISCBI) が設立された。BRCはISCIおよびISCBIにその発足当初から参画し、共同作業の成果を著書・論文等として研究コミュニティに発信し、多能性幹細胞研究の発展および標準化に貢献している。

International Cell Line Authentication Committee (ICLAC) は、誤認細

胞を使用した研究が研究コミュニティから撲滅されることを目的に、2012年に発足した国際組織である。BRC、米国ATCC、英国ECACC、ドイツDSMZなどの世界の主要細胞バンク機関が参画し、誤認細胞と判明した細胞を研究コミュニティに発信するためのホームページの作成・運用等の活動を行っている。また、*Nature*誌等に関連記事を掲載し、研究コミュニティへの啓発活動を継続して実施している。

前述の理研ライフサイエンス研究情報室は、1986（昭和61）年から1996年まで世界微生物データセンター（World Data Center for Microorganisms：WDCM）を担当していた。その後、WDCMは国立遺伝学研究所に移管され、2011年からはIM-CAS（中国）が担当している。BRCはWDCMの微生物リソースの全世界データベース（Global Catalogue of Microorganisms）の設立やリソースを利用した成果の検索プログラムの開発に貢献した。また、原核微生物における全ての種の系統を明確にする国際連携であるAll species living tree projectにBRCは貢献し、原核微生物全ての種のゲノム情報を整備する提案 Genomic Encyclopedia of Bacteria and Archaeaにも参画した。

AMMRAメンバーである南京大学モデル動物研究センター（Model Animal Research Center：MARC）のDr. Xiang Gaoセンター長と小幡センター長は、若い学生に向けた国際マウスサマーコースを共同開催することに合意し、第1回は2012年8月27-29日にBRCが主催し、つくばで開催した。以後、毎年南京大学MARCとBRCが交互にホストを務めている。第5回となる南京大学MARC／理研BRC国際マウスサマーコースは、マウスリソースワークショップと名称を変更して、BRCをホストとして、2016年7月25日から27日にかけて行い、12カ国32名の学生が参加した。第6回からは、韓国国立ソウル大学が主催機関として参加する予定である。



第5回マウスリソースワークショップ（2016年7月25-27日）理研BRC主催

BRCは人材交流・育成、情報交換等を主な目的として、下記のアジアのリソース機関と協力協定を締結してきた。

2005年8月-現在：台湾国家実験研究院 国家実験動物センター (National Laboratory Animal Center, National Applied Research Laboratories)

2006年10月-2016年10月：中国蘭州生物製品研究所 (Lanzhou Institute of Biological Products)

2007年11月-現在：韓国生命工学研究所 (Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology) 生物評価研究所 (Bio Evaluation Center) および微生物ゲノム応用研究所 (Microbial Genomics and Applications Center)

2009年9月-2014年9月：国立陽明大学生物薬学研究所新薬研究中心 (Research Center for Drug Discovery, Institute of Biopharmaceutical Science, National Yang-Ming University)

2009年9月-現在：韓国国家研究素材研究センター (KNRRC)、中国科学院微生物研究所 (IM-CAS) との3者協力協定

2014年5月-現在：タイ Biodiversity-Based Economy Development Office (BEDO)



理研BRCとタイBEDOとのRecord of Discussion締結式 (2014年5月22日)

### iPS細胞にまつわる歴史

2003年度から始まった文部科学省「再生医療の実現化プロジェクト」には、理研も主要機関として参画していたが、2006年に同プロジェクトの主要メンバーであった京都大学の山中伸弥博士がマウスiPS細胞の樹立を発表した（当該成果により2012年ノーベル生理学・医学賞を受賞）。山中博士はマウスiPS細胞およびヒトiPS細胞（2007年発表）を早々にBRCへ寄託し、BRCはマウスiPS細胞を2008年3月から、ヒトiPS細胞を2009年3月から提供を開始した。現時点でもBRCは、山中博士が樹立したiPS細胞を提供する世界唯一のリソース機関である。政府は国家戦略として、iPS細胞を活用した再生医療研究および疾患研究を強力



に推進することを目的として、各種プロジェクト等を支援し、その一環として2011年3月、BRCに「細胞研究リソース棟」(6階建て、延べ面積約6900m<sup>2</sup>)が竣工した。特に、疾患患者から樹立したiPS細胞(疾患特異的iPS細胞)を活用した研究は、従来には不可能であった疾患研究、創薬研究を可能とし、難治性疾患の研究を中心として、その活用が大いに期待されている。BRCは世界に先駆けて2012年12月から疾患特異的iPS細胞の整備・提供を開始した。また、文部科学省と厚生労働省の共同事業である「疾患特異的iPS細胞を活用した難病研究」プロジェクトが2013年2月から始まり、同プロジェクトにおいて樹立された疾患特異的iPS細胞の全てがBRCに寄託されており、BRCは世界を代表する疾患特異的iPS細胞バンク機関となっている。



細胞研究リソース棟 (2011年3月竣工)



筑波キャンパス全景

