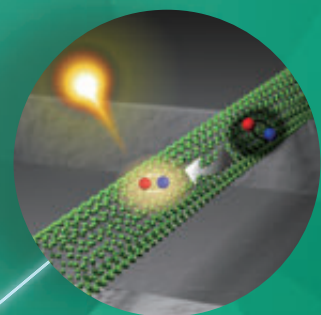


広 報 誌

RIKEN

2020

広 報 誌 RIKEN 2020

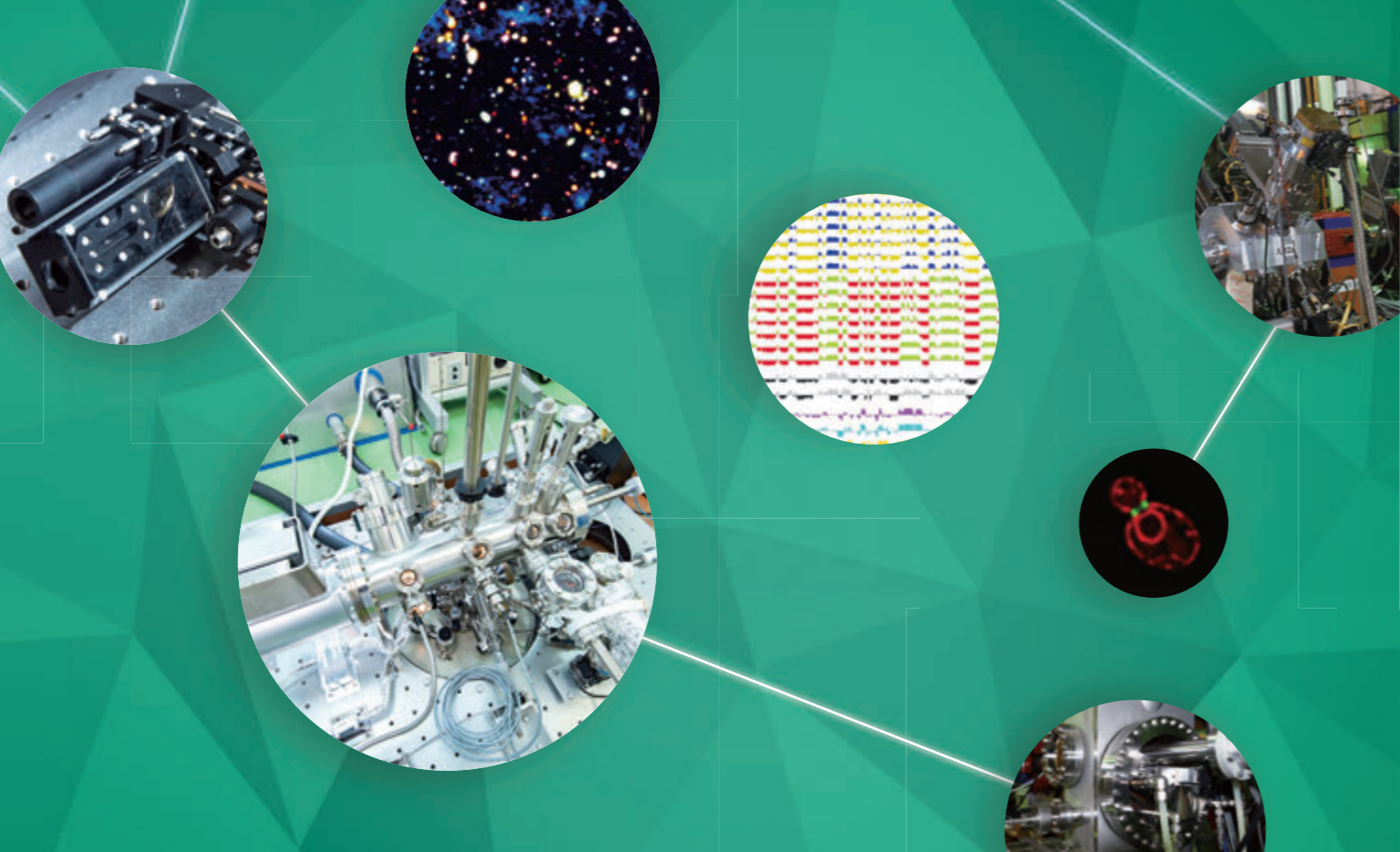


www.riken.jp

国立研究開発法人理化学研究所
〒351-0198 埼玉県和光市広沢2-1 TEL:048-462-1111 (代表)
RIKEN 2020-022 (2020年8月発行)

科学道
Dreams to the Future

 理化学研究所



ごあいさつ ————— 理事長 松本 紘

目次

広報誌 RIKEN 2020

ごあいさつ	01	計算科学研究センター	34
理研の歩み	02	放射光科学研究センター	36
至高の科学力	04	バイオリソース研究センター	38
研究開発	08	理研の活動	40
情報システム本部	10	特集	42
科技ハブ産連本部	12	研究成果で見る理研の強み	44
開拓研究本部	14	受賞	46
革新知能統合研究センター	16	戦略的な連携協力の推進	48
数理創造プログラム	18	環境問題への貢献	50
生命医科学研究センター	20	広報活動	52
生命機能科学研究センター	22	若手人材育成	54
脳神経科学研究センター	24	人員	56
環境資源科学研究センター	26	予算	58
創発物性科学研究センター	28	組織図	60
光量子工学研究センター	30	問い合わせ先一覧	
仁科加速器科学研究センター	32		

理化学研究所(理研)は、1917(大正6)年に、産業の発展のために科学研究と応用研究を行う財団法人として創立された、百年を超える歴史を持つ研究所です。
時代と国の要請に応え組織形態を変えながらも、わが国で唯一の自然科学の総合研究所として、物理学、工学、化学、数理・情報科学、計算科学、生物学、医科学など幅広い分野において先導的な研究を推進してきました。現在は特定国立研究開発法人として、国際競争の中で革新的な研究成果を創出し、日本のイノベーションシステムを強力に牽引する中核機関としての責務を果たすべく「科学道」を邁進しています。

理研は、研究所の運営および研究活動に関して国際的な観点からの評価と提言を受けるため「理化学研究所アドバイザリー・カウンシル(RAC)」を開催しています。
昨年(2020)年第11回RACでは、広範な自然科学の研究分野をカバーするため、日本をはじめ世界中から19名の著名な科学者に参集いただき、4日間にわたりディスカッションを行いました。そして、理研内のネットワークがシナジー効果を生み優れた成果を上げていること、また、理研の研究基盤は国内のみならず国際的な科学コミュニティにも大きく貢献していることなどが評価されました。世界的な研究所であり続けるためにも、理研の強みと伝統を活かしつつ、新たな研究活動・システムの開拓に挑戦し続けねばならないと、決意を新たにいたしました。

人類は今、COVID-19という瞬時に世界規模で広がった脅威にさらされ、生存をかけて戦っています。さらには、激動する国際情勢や気候変動、台風や森林火災といった自然災害など、積み重なる地球規模の課題にも向き合わねばなりません。
国連が掲げた持続可能な開発目標(SDGs)の浸透を肌で感じるのは、こうした危機が身近に迫っていることの裏返しではないでしょうか。
わが国のSociety5.0、欧州のHorizon Europeなど、各国が唱える多種多様な社会ビジョンの共通項は、科学技術イノベーションによる社会変革です。
古の人類が知恵を働かせ道具を駆使し、環境に対応して生き延びてきたように、世界の人は、これからも科学技術が人類生存の道を切り拓くことを期待しています。日本が世界で一番、世界を良くする国となれるよう、2020年も所員一丸となって、社会とつながる科学研究・技術開発を推進していく所存です。

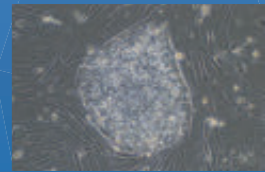
理研の歩み

理研は、1917(大正6)年に財団法人として創立され、2017年3月には創立百周年を迎えた長い歴史を持つ研究所です。
財団法人、株式会社、特殊法人、独立行政法人、国立研究開発法人、そして特定国立研究開発法人と、組織の形を変えながらも、時代と国の要請に応え、自然科学の総合研究所として、先導的な研究を推進すると同時に、わが国の産業発展のための研究開発や成果普及も推進しています。

<p>1917 財団法人理化学研究所設立</p> <p>1922 主任研究員制度が発足</p> <p>1927 理化学興業株式会社を創設</p> <p>1937 仁科芳雄、わが国初のサイクロトロンを作製</p> <p>1948 財団法人理化学研究所解散、株式会社科学研究所設立</p> <p>1949 湯川秀樹、ノーベル物理学賞受賞</p> <p>1958 株式会社科学研究所解散、特殊法人理化学研究所設立</p> <p>1965 朝永振一郎、ノーベル物理学賞受賞</p> <p>1967 東京・駒込から埼玉県大和町(現 和光市)へ本部移転し、大和研究所を開設(現 和光地区)</p> <p>1981 微生物系統保存事業(現 バイオリソース提供事業)の開始</p> <p>1984 筑波研究学園都市に研究拠点を設置(現 筑波地区)</p> <p>1986 わが国で初めて任期制研究者を採用し、国際フロンティア研究システムを開設</p> <p>1989 基礎科学特別研究員制度発足</p> <p>1990 宮城県仙台市に研究拠点を設置(現 仙台地区)</p> <p>1992 理研アドバイザー・カウンシル(RAC)を創設</p> <p>1993 なごやサイエンスパークに研究拠点を設置(現 名古屋地区)</p> <p>1995 英国ラザフォード・アップルトン研究所(RAL)にRAL支所を開設</p> <p>1996 理研ベンチャー制度による第1号企業設立</p> <p>ジュニア・リサーチ・アソシエイト(JRA)制度発足</p> <p>1997 播磨科学公園都市に研究拠点を設置(現 播磨地区)、大型放射光施設「SPring-8」供用開始</p> <p>米国ブルックヘブン国立研究所(BNL)に理研BNL研究センターを開設</p>	<p>皇室からの御下賜金、政府からの補助金、民間からの寄附金を基にわが国の産業の発展に資することを目的に、現東京都文京区本駒込の地に設立された。総裁に伏見宮貞愛親王殿下を迎え、副総裁は渋沢栄一、初代所長は菊池大麓。</p> <p>戦後、GHQ(連合国軍最高司令官総司令部)の財閥解体方針により、財団理研は解散し、株式会社となる。初代所長は仁科芳雄。</p> <p>国産の新技術を開発するため、基礎、応用、開発にわたる一貫した研究が求められ、科学技術庁所管の特殊法人理化学研究所へ改組。初代理事長は長岡治男。</p>
---	---



<p>2000 神奈川県横浜市に研究拠点を設置(現 横浜地区)</p> <p>2002 兵庫県神戸市に研究拠点を設置(現 神戸地区)</p> <p>2003 独立行政法人理化学研究所設立</p> <p>ヒトゲノム全解析の完了</p> <p>2006 シンガポールにシンガポール連絡事務所開設(現 シンガポール事務所)</p> <p>2007 RIビームファクトリー、共用運転開始</p> <p>2010 中国に北京事務所開設</p> <p>2011 大阪府吹田市に研究拠点を設置(現 大阪地区)</p> <p>2012 X線自由電子レーザー施設「SACLA」供用開始</p> <p>スーパーコンピュータ「京」共用開始</p> <p>2013 iPS細胞を用いた世界初の臨床研究を開始</p> <p>2015 国立研究開発法人に名称変更</p> <p>113番元素の命名権獲得</p> <p>2016 特定国立研究開発法人に移行</p> <p>新元素ニホニウム(Nh)の名称・記号が決定</p> <p>2017 東京都中央区に研究拠点を設置(東京地区)</p> <p>創立百周年</p> <p>2018 関西文化学術研究都市(けいはんな学研都市)に研究拠点を設置(けいはんな地区)</p> <p>ベルギーに欧州事務所を開設</p> <p>2019 株式会社理研鼎業を創設</p> <p>2020 スーパーコンピュータ「富岳」、世界ランキングで4部門制覇</p>	<p>中央省庁再編の中で独立行政法人へ移行、初代理事長は野依良治。</p> <p>研究開発成果の最大化を目指し、国立研究開発法人として新たなスタートを切る。初代理事長は、松本紘。</p>
---	---



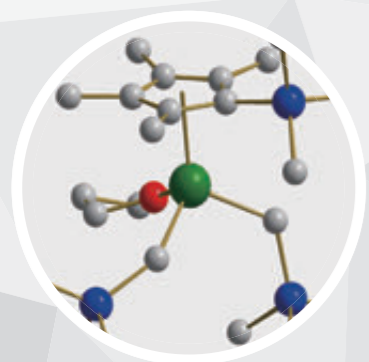
至高の科学力

ピックアップ
研究成果

厳しい環境でも使える、 新たな機能性材料を求めて

切っても自然にくっつく、しなやかでタフなポリマーを開発

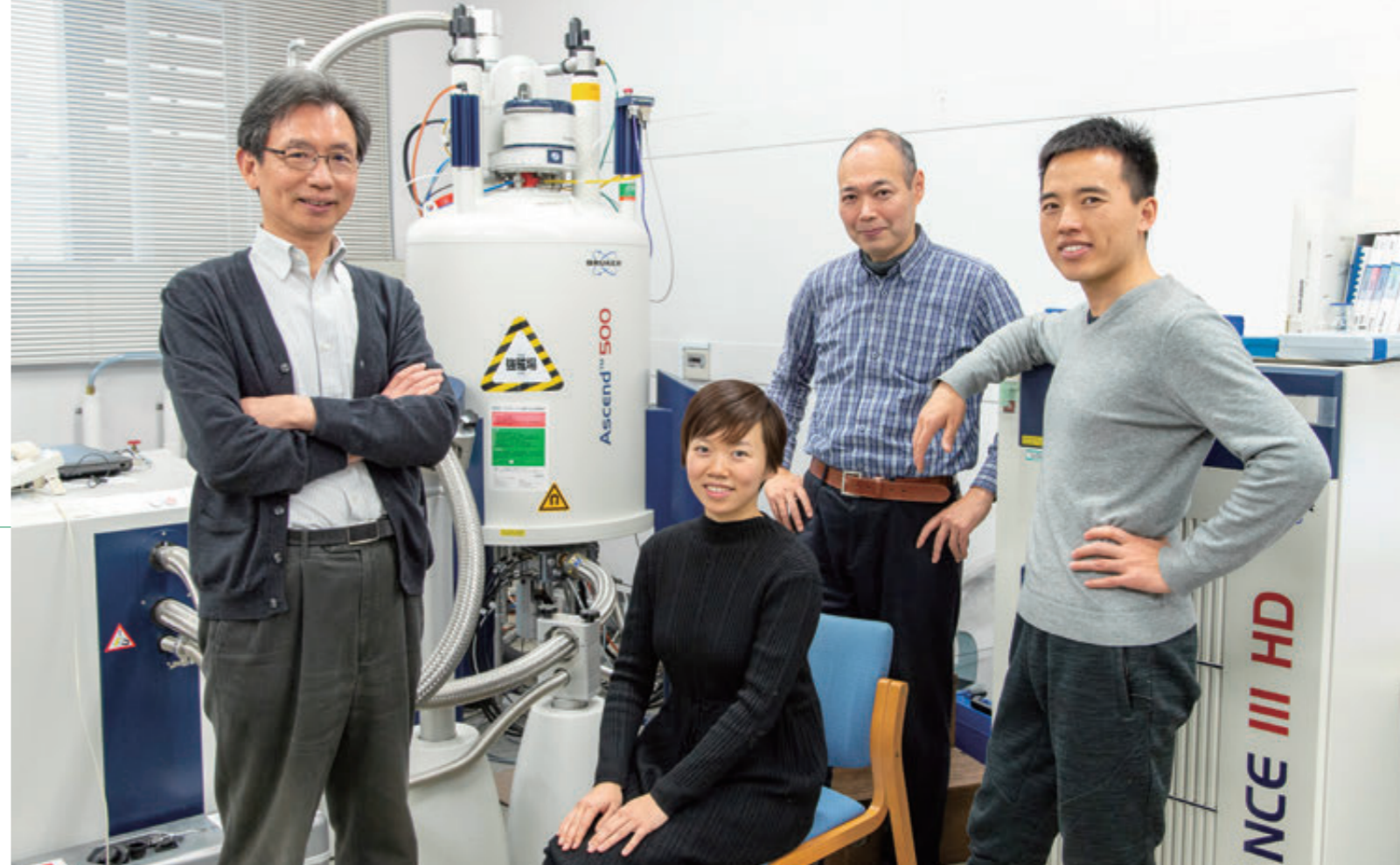
機能性材料の一つとして、損傷しても自己修復する材料の研究が進んでいます。建築物、車や航空機、通信、医療機器など、幅広い分野での応用が期待できますが、その課題は、過酷な自然環境下で機能を維持させることです。環境資源科学研究センター 先進機能触媒研究グループの侯 召民グループディレクターらは、切断した後、刺激やエネルギーを与えなくても再び結合するポリマーの開発に成功しました。このポリマーは伸縮能と形状記憶能も兼ね備え、その機能は水、酸、アルカリ水溶液中でも発揮されるため、実用性の高い新規材料開発に結びつくと考えられます。



環境資源科学研究センター 先進機能触媒研究グループ

侯 召民 グループディレクター

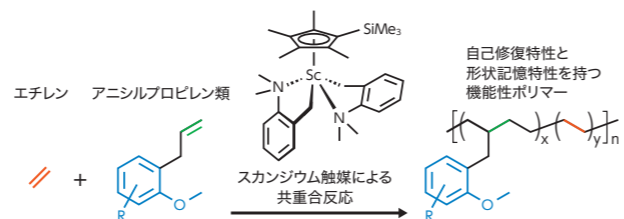
【写真左から】
侯 召民 (コウ ショウミン)
Yang Yang (ヤン ヤン) 特別研究員
西浦 正芳 (にしうら まさよし) 専任研究員
Haobing Wang (ハオピン ワン) 特別研究員



損傷を受けても自己修復できる材料として、すでに精密にデザインされた高分子材料が開発されています。ただし、その多くは水素結合やイオン相互作用などの化学的な特性を利用しており、水や酸などに弱いため、変化に富んだ自然環境ではほとんど機能しないことが課題になっていました。今回、研究グループは、これまでに開発していた特殊な触媒を用いて、エチレンと、アニシル基を持つプロピレン(アニシルプロピレン類)を精密に反応させて重合体をつくることに成功しました。

得られた重合体は、「ポリオレフィン」と総称されるポリマーの一つです。代表的なポリオレフィンには、包装材や農業用フィルムとして使われるポリエチレンがあります。ポリオレフィンに、より多くの機能性を持たせるには、酸素や硫黄などのヘテロ原子(炭素、水素以外の原子)を含むオ

スカンジウム触媒による エチレンとアニシルプロピレン類の共重合反応



スカンジウム触媒を使ってエチレンとアニシルプロピレン類を反応させると、アニシルプロピレン類の酸素原子がスカンジウムイオンへ配位し、アニシルプロピレン類の炭素-炭素二重結合の配位および挿入反応が促進される。結果として高い共重合活性を得ることができる。

レフィンとエチレンをうまく共重合させることが必要です。しかし、ヘテロ原子を含むオレフィンには電荷の偏りがあり(極性)、エチレンには偏りがない(非極性)ために触媒との相互作用が大きく異なり、十分な共重合活性を得られずにいました。

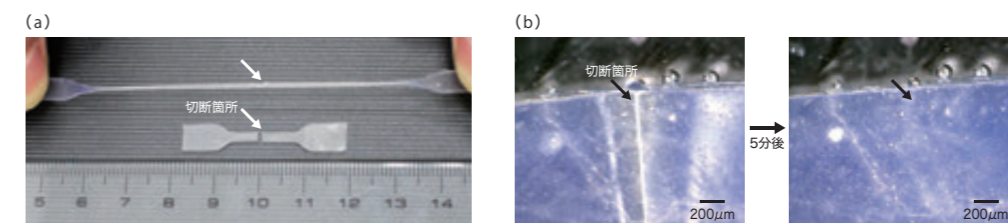
この課題に取り組んできた研究グループは、希土類金属(スカンジウムやイットリウムなど、周期表の第3族元素)と硫黄などのヘテロ原子の間に働く特殊な相互作用を利用することにより、共重合活性を大幅に増大できることなどを見だしていました。このような知見をふまえ、今回はスカンジウム触媒を利用して1気圧に制御されたエチレンとアニシルプロピレンとの共重合反応を引き起こし、一段階のみで比較的高分子量のポリオレフィンを得ることに成功しました。

さらに、得られたポリオレフィンの性質を詳しく調べたと

ころ、22倍の伸び率を持ち、かつ伸ばしても元に戻ることができるうえ、切断した際に外部からの刺激やエネルギーを与えなくても自ら結合し、その自己修復能は大気、水、酸やアルカリ性水溶液の各環境中でも発揮されることが分かりました。また、一部の化学構造を変えたポリオレフィンは室温では固いプラスチックでありながら、加熱すると柔軟性を示し、この特性を活用することにより、形状記憶能を発現させることもできました。そして、このような優れた機能性は、「アニシルプロピレンとエチレン」、「エチレンとエチレン」の各分子同士がネットワーク構造をつくり上げることでもたらされることも突き止められました。

今回開発したポリオレフィンは、過酷な環境下でも機能を発揮するタフな新材料としての可能性を秘めており、実用化に向け、さらに検証を急ぎます。

得られたポリオレフィンの大気中および水中における自己修復



(a)は、大気中においてハサミでポリオレフィンを切断した後、室温で約3分くっつけ自己修復させてから引っ張った様子。(b)左は、水に浸したポリオレフィンをナイフで切った直後の様子。右は、左のものに自己修復能が働き、切断5分後にはナイフの傷がほぼ消えている様子。

至高の科学力

ピックアップ
研究成果

脳内の物質を網羅的に解析し、創薬につなげる

エネルギー代謝という新視点が、統合失調症の新薬開発の鍵に

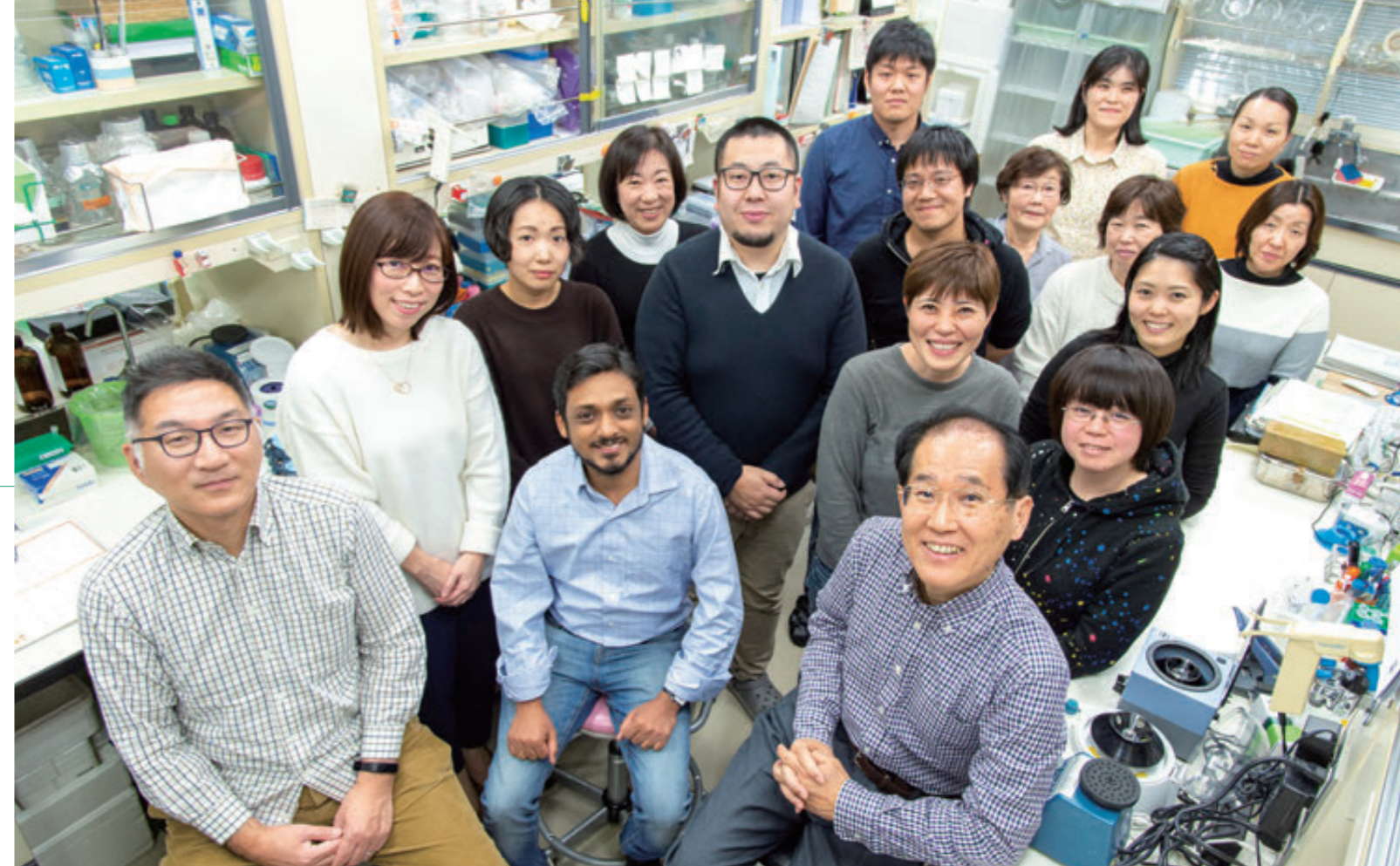
約100人に1人の割合で発症するとされる統合失調症は、決してまれな病気ではありません。しかし、治療に使われる薬の大半は神経伝達物質の受容体に作用するもので、副作用に悩まされたり、患者によっては効果がほとんどないなど、多くの課題が残されています。脳神経科学研究センター 分子精神遺伝研究チームの吉川武男チームリーダーらは、まったく新しい作用を持つ新薬の開発に向け、タンパク質や代謝物の解析による病気の解明、治療効果のある物質の探索に挑んでいます。



脳神経科学研究センター 分子精神遺伝研究チーム

吉川武男 チームリーダー

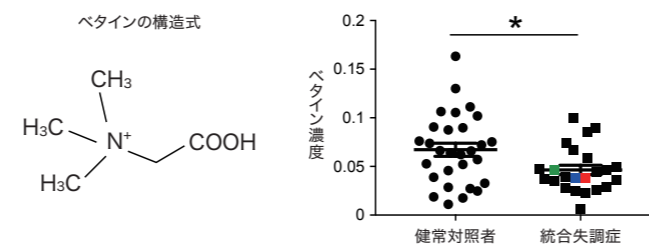
吉川 武男（よしかわ たけお：写真最前列右）と研究チームのメンバー



脳内の代謝物を調べるという、これまでにない観点から、「ベタイン（トリメチルグリシン）」という物質が統合失調症に治療効果を持つ可能性と、脳内の硫化水素の過剰産生が発症と関連する可能性を見いだしました。

ベタインは植物や海産物などにも含まれますが、体内で合成され、ホモシステインを必須アミノ酸であるメチオニンに変換する回路で酵素の基質として働きます。統合失調症患者では血液中ベタイン濃度が低いことが報告されたため、研究チームは脳におけるその量や機能を調べることにしました。結果、ベタイン合成酵素遺伝子をノックアウトしたマウスでは、行動と脳内の遺伝子の働き方の一部がヒトの統合失調症と類似すること、脳内のベタイン濃度はほぼゼロになるが、ベタインを溶かした水を与えると濃度が回復することが明らかになりました。次に、薬剤で統合失調症に似た症状を引き起こしたマウスにベタインを与えた

健常者および統合失調症患者の死後脳におけるベタインの含有量



ところ、遺伝的背景によって、症状が抑えられる群と抑えられない群に分かれました。

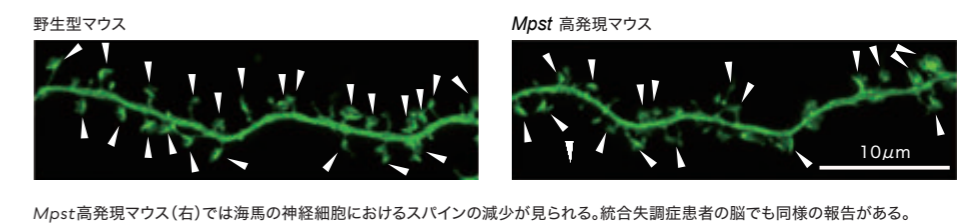
統合失調症患者の死後脳を調べると、ヒトにもベタイン濃度が低いタイプがあり、この一群では同時に酸化ストレスが高まっていました。抗酸化酵素の働きを抑えたヒトiPS細胞をつくって詳しく調べた結果、この細胞では酸化ストレスが高まり、ベタイン濃度は下がっていました。ベタインを加えると酸化ストレスは改善され、ベタインに抗酸化ストレス作用があることが示唆されました。さらに、ゲノム塩基配列の個人差（一塩基多型）を調べて得られた知見は、ベタインが効く可能性のある患者を識別する方法の考案につながりました。

もう一つの成果は、統合失調症に類似した行動を示すマウスと示さないマウスとで、脳内のタンパク質を網羅的に比べた結果もたらされたものです。類似行動を示すマウス

スでは、硫化水素をつくる酵素（Mps1やCbs）が増えており、ヒトの統合失調症患者の死後脳でもこれらの酵素が多いことが確認されました。さらに、Mps1遺伝子を活性化させたマウスでは、生物のエネルギー源であるATPが脳内で少ないこと、神経細胞同士のつなぎ目に生じる神経細胞の突起（スパイン）の密度が低いこと、出生前後に炎症を伴う微細な脳侵襲を受けるとMps1遺伝子がメチル化され働きが過剰になることなども明らかになりました。以上のような硫化水素過剰の原因や結果が、統合失調症に関与すると推定できます。

こうした研究成果は統合失調症のメカニズムの解明や創薬につながる鍵といえ、その可能性を見いだしたエネルギー代謝の視点は、統合失調症のみならず、さまざまな精神疾患の理解と治療法の開発の可能性を広げると期待されます。

Mps1高発現マウスにおける脳内の変化



死後脳の解析により、一部の統合失調症患者はベタイン濃度が明らかに低いと分かった。このことは、ベタイン合成酵素遺伝子をノックアウトしたマウスで統合失調症と類似した行動や脳内遺伝子発現が見られたことと合致し、ベタイン低下が関与するタイプの統合失調症が存在することを示唆する。青、赤、緑は、特に酸化ストレスが進んでいた一群。



研 究 開 発

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



情報システム本部

新しいウェブ技術を使って、人類の知恵の結晶となる
巨大なデータベースをつくる

- ▶ 研究開発部門 美濃導彦 部門長
- ▶ データ知識化開発ユニット 小林紀郎 開発ユニットリーダー
- ▶ データ管理システム開発ユニット 實本英之 開発ユニットリーダー

研究成果

知の源泉をつくるオープンサイエンス

研究データを集約し、実験者も気づかない新しい知識をくみ上げる

現代の生活では人の移動や運動量などの行動データや購買データを共有するなど、双方向での情報発信があり、それらの情報が蓄積したビッグデータが持つ価値は日々高まっています。研究でも同様で、論文ドラフト原稿をアーカイブサイトに公開したり、機関内データを公開する「オープンアクセス」の活動が広く推奨されたり、各機関で発信・公開の取り組みが行われています。情報システム本部 研究開発部門では、こうした公開データや日々産み出される研究者自身の実験データを組み合わせ、新しい知識を得ようとするデータ駆動型研究を「オープンサイエンス」と定義して使いやすいデータ基盤を構築すべく、オープンサイエンス事業を2019年に開始しました。

データのすべてを参照できる形にすることで、複数の研究者たちがつくり出したデータを組み合わせ、個々の研究者が予想もしなかった推論や仮説を立てられる可能性があります。そのため、個々に研究している研究者でも、人類全体による大きな「知の源泉」を共同でつくり出すことができるのです。その一歩として、理研では研究者がつくり出す実験データを大規模ストレージに集約することを目指し、そ

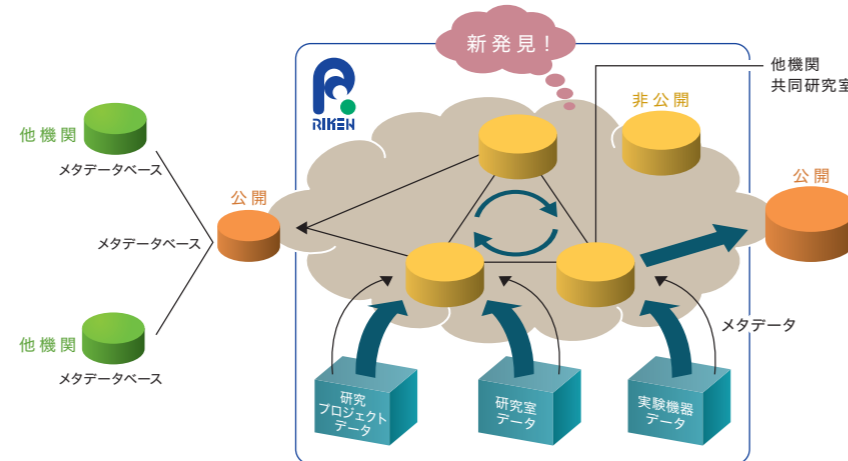
の管理システムの開発・運用を開始しました。非公開情報と公開情報をしっかり区別し、研究者や被験者の権利を守りつつ、研究者の使いやすい管理システムを構築します。そのもとで、これまでに研究者の自主的な取り組みがあったライフサイエンス分野について先行的にデータ集約を行っています。

また、得られた知見を後世に伝え、膨大な実験データから新しい知識を得るためには、実験データの内容が“使える”形であることが必要です。どのような試料を用い、どのような実験によって得られたデータであるかの付加情報(メタデータ)がないといけません。メタデータ付与により、実験データの全容をより早く見通せ、新しい視点による発見が可能になります。実験系研究者とともにメタデータ付与を行い、知識化する研究開発も行います。

オープンサイエンスは、実験系研究者のデータに対する向き合い方に大きな変革が必要となる事業です。自然科学のさまざまな研究分野で大量のデータを産み出し続ける理研だからできる先行的なオープンサイエンスの事例を提示し、他研究機関のモデルとなることを目指しています。

オープンサイエンス事業の取り組み

日々産み出される実験データ・メタデータを集約し、理研内研究の効率化と連携促進を図るとともに、使いやすいデータを世界に提供する。



(写真右から)
美濃 導彦 (みのう みちひこ)
實本 英之 (じつもと ひでゆき)
小林 紀郎 (こばやし のりお)
大浪 修一 (おおなみ しゅういち)
生命機能科学研究センター
発生动態研究チーム
チームリーダー

情報システム本部

情報システム本部は研究所全体の情報基盤の企画、構築、運用、利用者支援をミッションとしており、支援系部署である情報システム部および構築系部署である研究開発部門から構成されています。情報システム部では、情報化統合戦略会議およびその下に設置された委員会活動を通じて、理研における第4期中長期目標期間中のICT戦略を策定し、具現化に向けて活動しています。第4期のICT戦略の重点は研究所全体のセキュリティの強化で、セキュリティ・バイ・デザインによる情報基盤の再構築、およびサイバーセキュリティ対策および情報倫理の遵守に向けたポリシー・ガイドライン策定とインシデント発生時の対応業務の強化を行います。研究開発部門では、研究所全体および研究センター間、グループ間、そして分野横断のネットワーク型研究の連携で必要とされるインフォマティクス(情報学・情報処理・情報システム・計算機科学)の研究と研究支援を行っています。第4期はデータ科学に重点を置いて研究センターの研究者と連携してオープンサイエンスを推進していきます。



本部長 美濃導彦 (D.Eng.)



科技ハブ産連本部

理研の研究成果を活用した技術を実用化し、明るい未来社会を実現したい。

▶ バトンゾーン研究推進プログラム

研究成果

“バトンゾーン”の仕組みでSDGs達成に貢献する 理研の先進的研究を、企業と協力し社会実装する

SDGs(Sustainable Development Goals)は、持続可能で多様性と包摂性のある社会の実現のため、2030年を年限とした国際目標です。バトンゾーン研究推進プログラムでは、SDGs達成に向けた研究活動に積極的に取り組んでおり、企業と連携することで、さらに研究が加速することを目指しています。

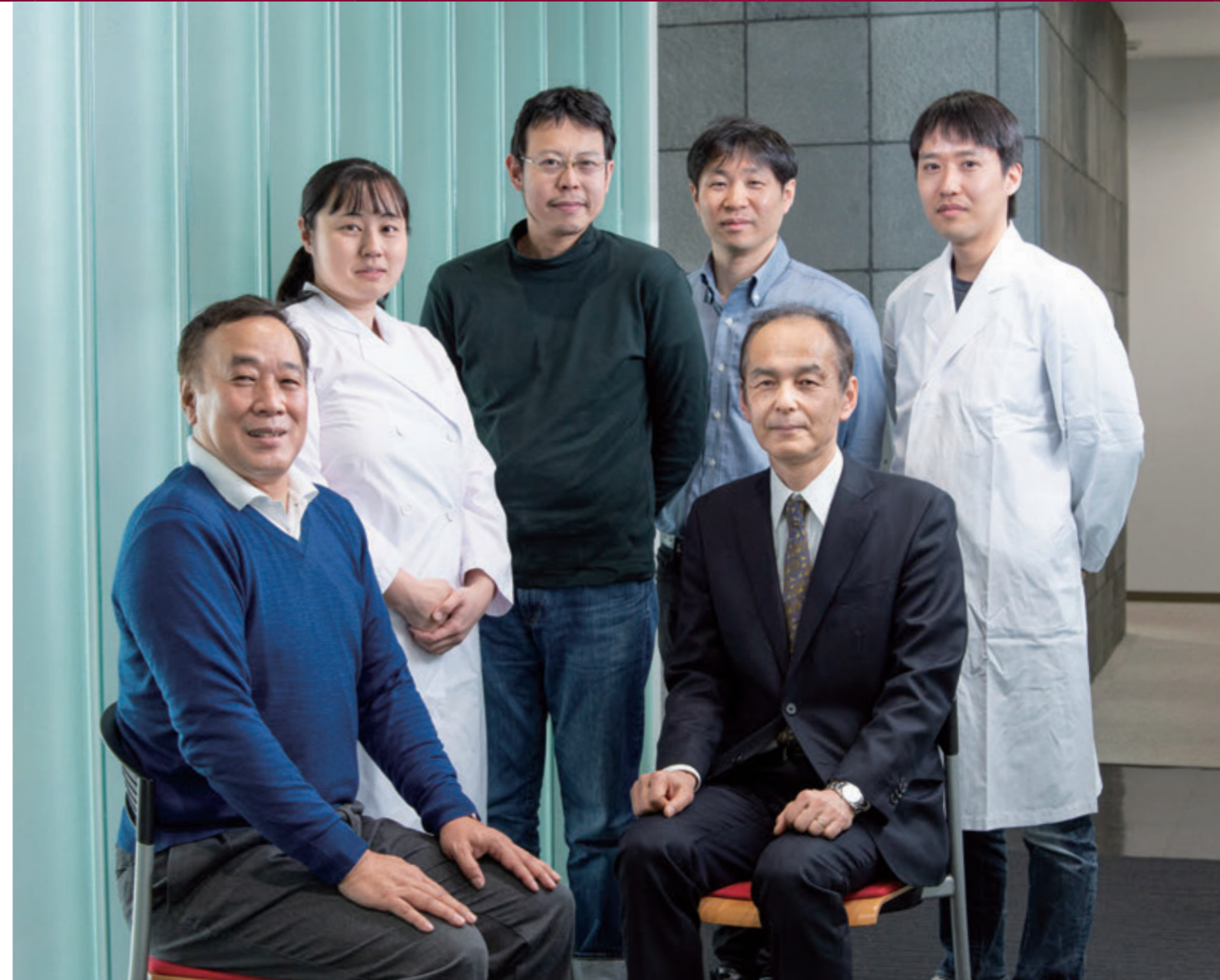
SDGsを達成するには先進的研究の成果を活用した技術が重要な鍵であり、そのような技術を社会実装するには企業との緊密な連携が欠かせません。バトンゾーン研究推進プログラムの「産業界との融合的連携研究制度」では、企業からの提案に基づいて理研と企業の双方のメンバーからなる混成チームを編成し、企業側メンバーがチームリーダーを務めて社会実装に向けた研究活動を行っています。

「水素エネルギーストレージ技術研究チーム」は株式会社アツミテックの提案で2018年に設置され、内山直樹チームリーダーのもと、SDGsの「7. エネルギーをみんなにそしてクリーンに」の達成に貢献するため、水素吸蔵合金を利用した固体電池の研究開発を進めています。理研が保有す

る世界で初めて配向を制御した高次構造制御材料を利用し、特殊な水素吸着材料から高容量水素貯蔵材料を開発しています。この材料を用いると、水素高压タンクを現在の1/2以下の容量にまで小さくすることが可能となり、実用的な固体電池の実現が期待されます。

また「植物新育種技術研究チーム」は日本たばこ産業株式会社の提案で2019年に設置され、加藤紀夫チームリーダーを中心にSDGsの「2. 飢饉をゼロに」「13. 気候変動に具体的な対策を」の達成に向けて乾燥・高温など気候変動に強い作物を育種する技術を開発し、食糧・異常気象の問題解決に貢献する研究を進めています。世界に先駆けて成功した被子植物における植物受精卵のゲノム編集技術を用いることで、従来よりも安全な遺伝子編集作物の育種技術の社会実装を目指しています。

このように「産業界との融合的連携研究制度」のもと、理研と企業が一体となって技術開発を着実に積み重ね、理研の研究成果がSDGs達成に貢献できるよう活動を進めています。



(写真前列左)
内山 直樹 (うちやま なおき)
水素エネルギーストレージ技術研究チーム チームリーダー
(写真前列右)
加藤 紀夫 (かとう のりお)
植物新育種技術研究チーム チームリーダー

科技ハブ産連本部

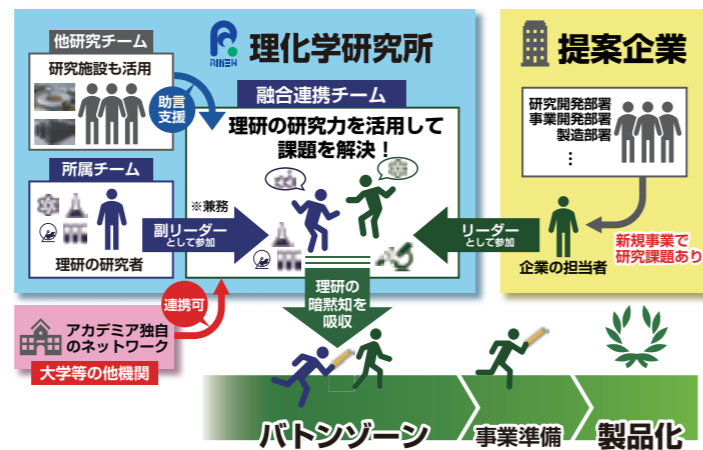
科技ハブ産連本部では、大学、研究機関や産業界と協働し、理研が科学技術におけるハブの役割を担い、研究開発のネットワークを形成および強化することにより、わが国の科学力の充実に図るとともに、イノベーションの創出を推進します。また、研究成果の最大化および社会的課題解決のため、ニーズ探索、新技術開発テーマ創出から事業化に向けて、オープンイノベーションを推進し、組織対組織の連携による産業界との共創機能を強化します。



本部長 小寺秀俊 (D.Eng.)

バトンゾーン研究推進プログラムの活動

技術移転を効果的に進めるため「理研の研究者と産業界の研究者が一定の期間、同じ方向に全力で突き進む場」であるバトンゾーンを設け、両者一体となった研究開発を実施することにより、理研の幅広い研究成果の社会への活用・実用に向けた企業などへの橋渡しを効果的に推進。





開拓研究本部

物理定数の変化を高精度測定することで、宇宙や物質の姿を明らかにする

- ▶ Ulmer基本的対称性研究室 ステファン・ウルマー 主任研究員 / クリスティアン・スモーラ 特別研究員(研究当時)
- ▶ 香取量子計測研究室 香取秀俊 主任研究員

研究成果

国際連携により新しい物理学の開拓を目指す 日本・欧州を代表する研究機関による国際的な連携協定が始動

2019年4月、理研、マックス・プランク協会(MPG)、ドイツ物理工学研究所(PTB)は、基礎物理学分野における連携に向けた三者協定に調印し、MPG-PTB-理研連携センターを設立しました。MPGは世界トップクラスの学術研究機関、PTBはドイツにある計量標準機関です。

2019年5月に、国際単位系(SI)における1キログラムの定義が、キログラム原器からプランク定数に基づくより高精度なものに変更されるなど、計測技術の高度化に伴う物理学の進展には目覚ましいものがあります。理研、MPG、PTBは、本協定に基づき今後は、それぞれ培ってきた世界トップクラスの高精度測定技術や研究成果を集結し、連携して「時間」「物理定数」「基本的対称性」などの高精度な検証に挑戦します。理研からは、開拓研究本部 Ulmer基本的対称性研究室のステファン・ウルマー主任研究員や香取量子計測研究室の香取秀俊主任研究員などが参加します。

ウルマー主任研究員らは、陽子と反陽子の磁気モーメントなどの高精度測定をもとに、物質-反物質の対称性の検証に取り組んでいます。2019年、反陽子の磁気モーメント

の時間変化を高精度測定し、反陽子とアクシオンの相互作用の強さの上限が、従来の予想よりはるかに小さいことを明らかにしました。アクシオンは、宇宙の構成要素の4分の1ほどを占める謎の物質「ダークマター」の有力候補とされている、未発見素粒子です。本連携を介して反物質の測定のさらなる高精度化を進め、物質と反物質の基本的対称性に破れがあるかどうかを検証します。

また、香取主任研究員らは、現在の秒の定義となっているセシウム原子時計より、2桁ほど時間精度の高い「光格子時計」という原子時計を開発しています。この光格子時計は極低温下でしか運用できないという課題がありましたが、2019年、室温で同程度の時間精度が得られるカドミウム原子を用いた光格子時計の研究を大きく進展させました。小型で持ち運び可能な光格子時計の実現につながる重要な成果です。今後も光格子時計による秒の再定義を目指して研究を進めていきます。

このような理研が有する計測技術・知見をベースに海外機関と連携することで、物理学のフロンティアを探究していきます。

3機関が連携して技術革新と新しい物理学を開拓する



理研



MPG-PTB-理研
連携センター

- ▶ 時間・物理定数の高精度測定
- ▶ 物質と反物質の非対称性実証
- ▶ 現代物理学の再定義



MPG



超高精度光格子時計
による秒の再定義



光周波数の測定



多価イオンを用いた
基本的対称性の検証



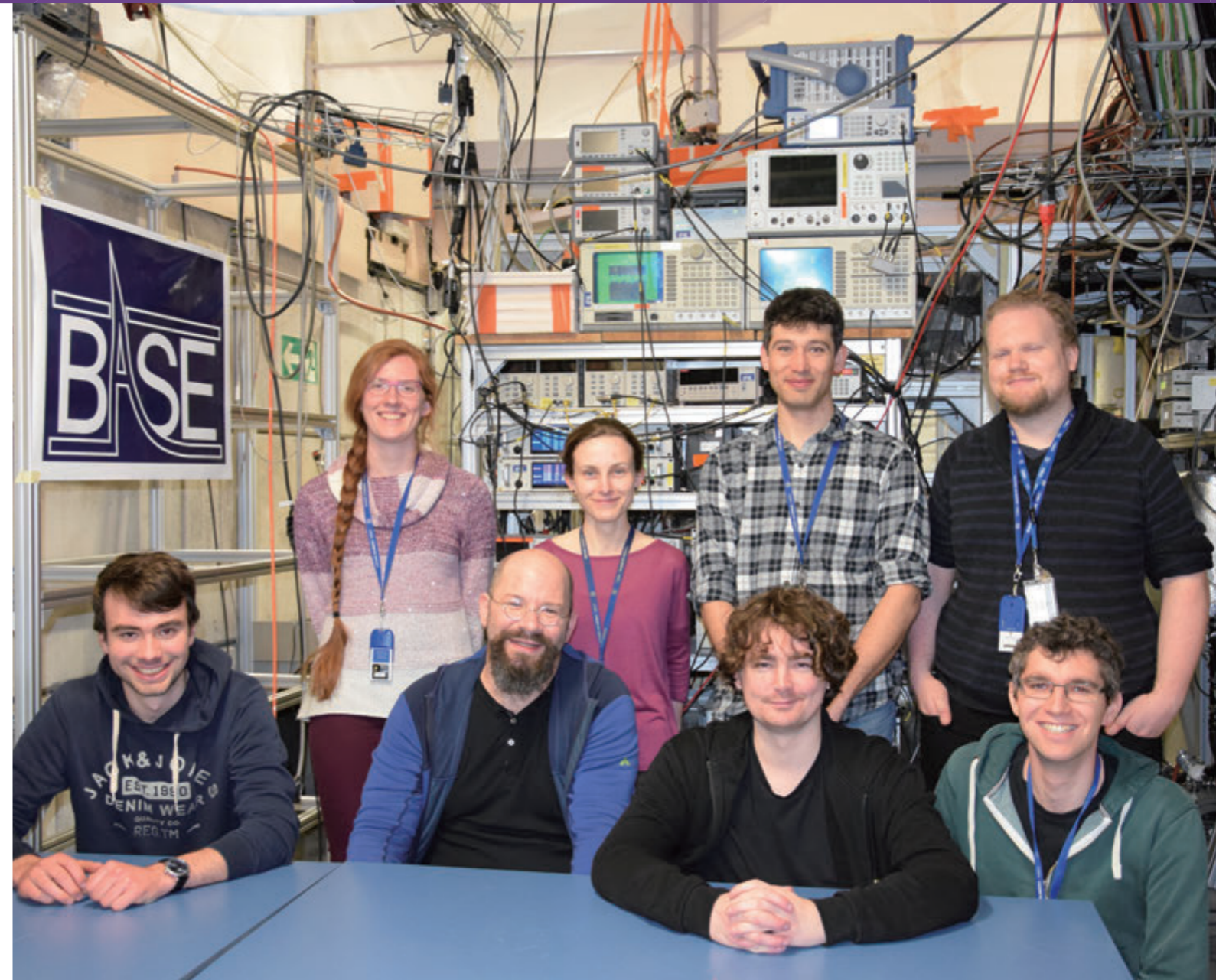
可搬型高精度時計



多価イオン時計



PTB
PTB



(写真前列左から2番目)
Stefan Ulmer (ステファン ウルマー)
と共同研究チーム

開拓研究本部

科学技術立国を目指すわが国においては、多様な科学研究を展開し、革新的な技術を開拓することが求められています。真にこれを実現するためには、国家的な科学技術政策課題を担う戦略センターでの研究推進と並んで、他に先んじた新しい科学の創成が必要不可欠です。開拓研究本部では、主任研究員と理研白眉研究チームリーダーが研究室を主宰し、抜きだした基礎研究成果を生み出すとともに、理研内外の研究者を有機的に連携する分野横断的な研究プロジェクトを推進することにより、新たな科学の創成を進め、わが国における戦略的研究プロジェクトの芽となる研究を開拓します。



本部長 小安重夫 (D.Sci.)

関連情報

- 2019年11月14日報道発表「ダークマターをアンチマターで探る」
- 2019年9月14日報道発表「カドミウム光格子時計の魔法波長を決定」



革新知能統合研究センター

疾患の未知なる特徴を明らかにし、医学の進歩に貢献する

▶ 目的指向基盤技術研究グループ 病理情報学チーム

山本陽一朗 チームリーダー

研究成果

がんに関する新しい知識をAIが発見 人とAIの協働で、より精度の高いがん診断を

医療分野への応用の期待が急速に進むAI(人工知能)。しかし、これまでの医療AI開発では、主に機械学習のための教師データとして、医師の診断情報が付いた大量の画像が必要でした。また、人が教えた診断基準以上の分類ができないという限界がありました。

理研は、日本医科大学などとの共同研究により、複数のディープラーニングと非階層型クラスタリングという機械学習の手法をベースとして、100億画素を超える複雑な病理画像から、人が直接的に理解できる情報を取得するAI技術の開発に成功しました。

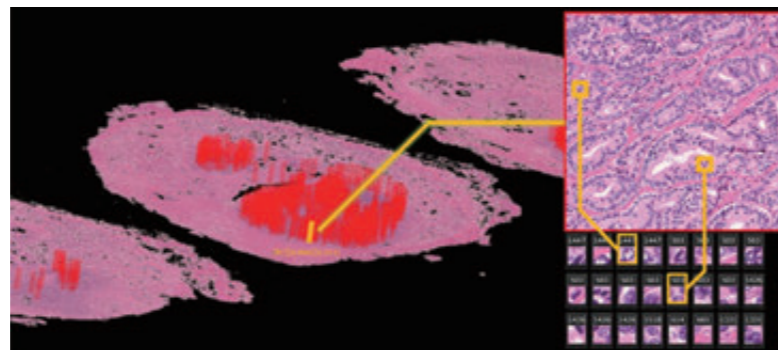
この技術を医師の診断が付いていない前立腺がんの病理画像に適用したところ、病理画像と予後情報のみから、詳細に分類されたがんの情報をAIが自力で抽出することに成功しました。これには、前立腺がんの分類において世界中で使用されている「グリソンスコア」の要素が含まれていることに加え、これまで専門家も気づいていなかったがん領域以外の間質の変化も特徴として読み取られていました。

次に、新たに見つかったこれらの特徴を検証するために、日本医科大学病院の約13,000枚の病理画像を用いてがんの予後予測を行ったところ、グリソンスコアよりも高い精度で再発予測ができることが分かりました。また、AIにより見つかった特徴と、グリソンスコアを基にした医師の診断を組み合わせると、それぞれ単独で行うよりも予測精度を上げることができました。さらに、研究チームは、この予測精度の汎用性を確認するため、前出の大学病院とは地域的にも異なる、愛知医科大学病院と聖マリアナ医科大学病院の病理画像約2,300枚を用いて検証を行いました。その結果、ほぼ同じ精度の再発予測ができることを確認しました。

このAI技術はがんの再発予測をはじめ、さまざまな希少がんについても画像から新たな知識を獲得する解析手法として期待できると同時に、AIの解析根拠を理解する一歩としても大きな意味があります。人とAIの協働により、より精度の高いがん診断の実現が期待されます。

前立腺病理標本の連続切片に対する3D病理画像

3D病理画像(左)上における赤色の領域は、AIが人に教えられることなく、がんの特徴を発見した部分。3D病理画像上の黄色の領域に対応するがんの特徴が、AIによって弱拡大画像(右上)と強拡大画像(右下)として提示されている。



関連情報

2019年12月18日報道発表「がんの未知なる特徴をAIが発見」



山本 陽一朗
(やまもと よういちろう)

革新知能統合研究センター

革新的な人工知能基盤技術を開発し、それらを活用することにより、科学研究の進歩や実社会における課題解決に貢献することを目指します。加えて、人工知能技術の普及に伴って生じる倫理的・法的・社会的問題に関する研究を行います。具体的には、①汎用基盤技術研究グループにおいて、深層学習の仕組みの解明や、新しい原理に基づく次世代人工知能技術の創出を目指し、②目的指向基盤技術研究グループにおいて、再生医療・材料開発・ものづくりなど日本が高い国際競争力を持つ分野の強化、および高齢者ヘルスケア・防災減災・インフラ管理といった社会的課題への取り組み等を進めています。また、③社会における人工知能研究グループでは、データ流通やプライバシー保護に関する技術開発や、法整備を含めた人と人工知能の関わり方について研究しています。さらに、さまざまな企業・大学・研究所・プロジェクトと連携しながら事業を推進し、世界的に不足しているAI関連人材の育成も行っています。

センター長 杉山 将 (D.Eng.)





数理創造プログラム

従来のアプローチを俯瞰することで、探し方の課題をあぶり出す

廣島 渚 客員研究員
井上 芳幸 上級研究員

研究成果

ダークマター探索の新たな戦略を探る 見えない物質を見るための方法を見つけるためのプロジェクト

宇宙の構造を解明することは科学者の夢の一つですが、観測が進めば進むほど、新しい謎が生まれています。「ダークマター（暗黒物質）」もその一つです。宇宙の構成要素を考えたとき、原子や分子などの通常の物質は全体のわずか5%にすぎません。残りの26%はダークマター、69%はダークエネルギーという正体不明のものが占めています。ダークマターについてはこれまでの観測事実から、質量をもつ、電荷をもたない、寿命が宇宙の年齢程度以上に長いといった性質が推定されています。また、宇宙論の要求から標準理論の粒子とほとんど相互作用しないという条件が課されます。これらを踏まえダークマターの候補として、ニュートリノやアクシオンなどの未知の素粒子が挙がっています。

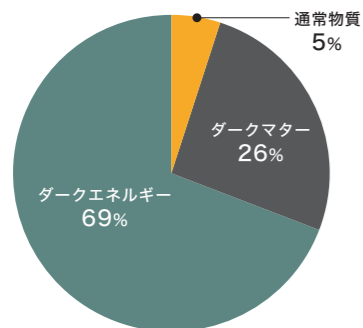
ダークマター探索の研究アプローチは、ダークマターと通常の物質の反応を検出する直接探索、ダークマター同士の反応で生じる通常の物質を観測する間接探索、加速器を使ってダークマターをつくる加速器探索の3つに大別されます。しかし、研究者たちの長年の努力にもかかわらず、いずれの実験でも正体の解明に直接つながるような兆候

は見つかっていないという現状があります。2019年8月、数理創造プログラム内に「ダークマター・ワーキング・グループ」が発足しました。分からないことが多いダークマターの研究は、これまでそれぞれの手法の研究者が個別に深めるケースがほとんどでした。ワーキング・グループでは、直接探索、間接探索、加速器探索のそれぞれのアプローチから研究する理論と実験の研究者がメンバーとなって、分野を横断した情報交換を行い、将来を見据えてダークマター探索の新しい戦略を提案することを目的としています。

ワーキング・グループでは、月に1回程度、セミナーを開催しています。参加メンバーは、理研に加え、富山大学、東京大学宇宙線研究所、カブリ数物連携宇宙研究機構、高エネルギー加速器研究機構、米国・SLAC国立加速器研究所など多彩で、今後も参加メンバーを増やし、ネットワークを広げながら活動を継続していく予定です。

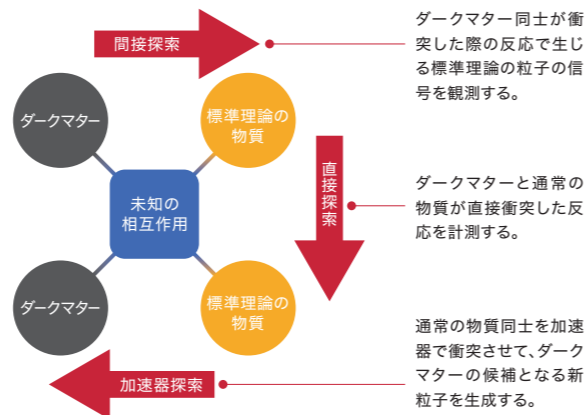
新たなダークマター探索戦略の提案を目指していく取り組みは始まったばかりですが、今後の成果が期待されます。

宇宙マイクロ波背景放射の観測から求めた宇宙の構成要素の割合



ダークマター探索の三つの戦略

ダークマターが非常に弱いながらも標準理論の粒子と相互作用を持つ場合、3種類の反応が可能で、それぞれに対応して間接探索、直接探索、加速器探索の三つの研究アプローチが考えられる。いずれの手法も強みと弱みがあり、それらを組み合わせることでダークマターの性質がよりよく理解できる。



(写真右から)
廣島 渚 (ひろしま なぎさ)
井上 芳幸 (いのうえ よしゆき)

数理創造プログラム

自然科学は、物理学、化学、生物学とさまざまな分野に分かれています。しかし数理科学によってその背後にある論理的な構造を調べてみると、共通点が見えてくる場合があります。数理創造プログラム (iTHEMS) は、理論科学・数学・計算科学の研究者が、物理学、化学、生物学、工学などさまざまな分野の研究者とともに、「数理」を軸とする手法を用いて、宇宙・物質・生命の解明や、社会における基本問題の解決を図る、新しい国際研究拠点です。さらに、分野横断型・滞在型のスクールや、さまざまな分野で第一線の基礎科学研究者を招いたワークショップ、企業や社会で数理がどう使われているかを知るための産学連携レクチャーや日常的な分野交流などを通して、ブレークスルーをもたらす研究土壌を整え、若手人材の育成を進めます。国内の大学や海外の研究機関との連携を通じ、国際頭脳交流ネットワークを構築します。

プログラムディレクター 初田 哲男 (D.Sci.)





生命医科学研究センター

ゲノムから転写されたRNAを詳細に調べ、生命現象の核心に迫りたい

▶トランスクリプトーム研究チーム

橋本浩介 専任研究員

ピエロ・カルニンチ チームリーダー

研究成果

110歳以上の超長寿者が持つ特殊な免疫細胞 T細胞のRNAを1細胞レベルで解析、見えてきた新事実

個々の細胞に含まれる核酸を高精度に読む1細胞解析により、わずかしかな細胞でも遺伝子の働きについて詳しく調べることができるようになってきました。生命医科学研究センター トランスクリプトーム研究チームは、血液中の免疫細胞で働く遺伝子を1細胞レベルで解析し、スーパーセンテナリアンと呼ばれる110歳以上の超長寿者が、特殊な免疫細胞を多く持つことを発見しました。

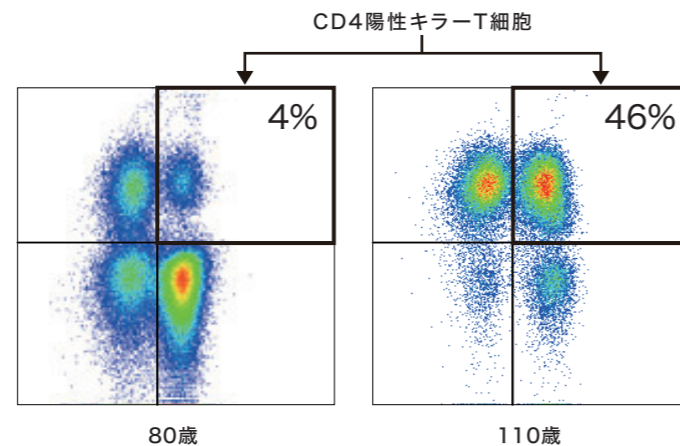
日本のような超高齢化社会において、健康長寿の実現は大きな課題です。スーパーセンテナリアンは、自律的な生活を送れる健康寿命が長く、その要因として免疫系の関与が注目されています。今回、研究チームは、慶應義塾大学百寿総合研究センターと共同で、スーパーセンテナリアン7人と、50～80歳の5人の血液から抽出した合計6万個の免疫細胞について、細胞内のメッセンジャーRNAの塩基配列を1細胞レベルで解析しました。こうすることで、免疫細胞の種類を遺伝子レベルで分類し、スーパーセンテナリアンと50～80歳被験者として、免疫細胞の構成や数の違いを浮き彫りにできます。

その結果、スーパーセンテナリアンは50～80歳被験者にくらべて、免疫の司令塔として働くT細胞の構成に違いがあることが分かりました。中でも、通常では血中にごく少量しか存在しないCD4陽性キラーT細胞が、スーパーセンテナリアンでは最大でT細胞の半分近くを占めるほど多くありました。CD4陽性キラーT細胞は、ウイルスに感染した細胞やがん細胞などを駆逐するキラーT細胞の一種です。

さらに研究チームは、スーパーセンテナリアンのCD4陽性キラーT細胞の多くが、遺伝子レベルで全く同一の受容体を持つことも解明。このことは、多くのCD4陽性キラーT細胞が特定の抗原を認識してクローン化された可能性を示しています。その抗原が何なのか、クローン化と老化にどのような関係があるのか、といったことまでは分かっていませんが、マウスではCD4陽性キラーT細胞がメラノーマという皮膚がんを排除したとの研究報告があります。今後の研究により、CD4陽性キラーT細胞と老化や病気の抑制、健康長寿との関連が明らかになることが期待されます。



(写真左から)
Piero Carninci (ピエロ カルニンチ)
橋本 浩介 (はしもと こうすけ)



80歳と110歳被験者における
T細胞の量と種類の比較

血中に含まれるT細胞を比較したところ、110歳被験者の血中量は80歳被験者に比べて顕著に多かった。中でも、CD4陽性キラーT細胞は、80歳では血中T細胞のわずか4%を占めるにすぎなかったが、110歳では46%も占めていた。

生命医科学研究センター

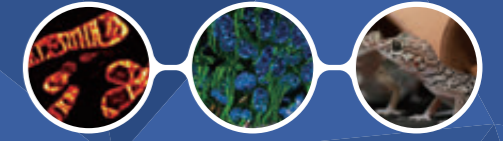
生命医科学研究センターでは、ヒトの疾患の発症機序の解明やそれに基づく新たな診断法や治療法の確立を目指して、ヒトゲノム機能と免疫機能の解明を中心に研究に取り組みます。そのために、①ゲノム機能医学研究、②ヒト免疫医学研究、③疾患システムズ医学研究、④がん免疫基盤研究、の4つの部門を設け、これらの部門が互いに連携しながら最先端の研究を進めていきます。ゲノム、遺伝子発現、タンパク質や脂質から、細胞、組織そして個体まで、各階層にまたがったマルチオミクス解析を統計学や人工知能を駆使して進めます。また、マウスなど実験動物で得られた成果をヒト免疫研究へ還元する基盤や、ヒトの病態をマウスや細胞などの実験系で再現し解明するための研究基盤を構築し、さらにこれらの基盤を活かして次世代のがん免疫研究を展開します。



センター長 山本一彦 (M.D., Ph.D.)

関連情報

2019年11月13日報道発表「110歳以上の超長寿者が持つ特殊なT細胞」



生命機能科学研究センター

専用計算機を開発し、生体内での分子の動きをシミュレーションする

▶ 計算分子設計研究チーム

泰地真弘人 チームリーダー

研究成果

創薬のための専用スパコンを開発 インシリコ創薬の可能性を大きく広げることに貢献

細胞の動きは、タンパク質などの分子が相互作用することで制御されています。この仕組みを利用するのが分子標的薬で、開発のためにはがん細胞や病原体が持つ特定のタンパク質を標的として、そこに結合し、機能を阻害する化合物(リガンド)を探索します。候補となる化合物は10億種類にもおよび、この探索手法として、近年、コンピュータ・シミュレーションによってリガンドを見つけ出す「インシリコ創薬」が注目されています。

原子間や周辺の水分子との間で働く力を繰り返し計算し、分子の動きをアニメーションのように1コマずつ追跡する分子動力学(MD)シミュレーションが1970年代から始まり、標的タンパク質の構造変化を再現することが可能になりました。しかし、タンパク質の大規模な構造変化が確認できるだけの時間スケール(100マイクロ秒間)の動きを再現するには、400億コマの計算が必要です。それは、さまざまな用途で高速計算を行えるスーパーコンピュータを用いたとしても、時間にすると1年と3カ月にもおよび現実的ではありません。

1コマをいかに短時間で計算するかが重要視される中、研究チームでは、並列による大規模計算を得意とする汎用

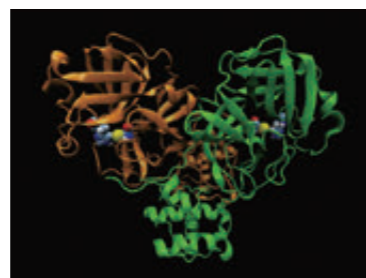
機ではなくMDシミュレーションに特化し、高速で計算を行う専用機「MDGRAPE-4A」の開発に成功。このスパコンはタンパク質と水分子からなる10万原子系の計算を、1日に最高1.1マイクロ秒間進める性能を持ち、汎用スパコンで1年3カ月かかっていたシミュレーションも、約3カ月で完了します。

研究チームはMD計算に特化した加速装置を大型集積回路(LSI)に組み込み、このLSIを512個実装することで、システム全体として約1.3ペタフロップス(1秒間に1,300兆回)の計算能力を実現しました。さらに専用計算回路だけでなく、汎用計算部分やネットワークなど計算のすべてを一つのLSIに統合した大規模な「システムオンチップ」として一層の効率化を図り、システム全体として高い性能を可能にしました。

本成果により、タンパク質の「形」だけではなく、「動き」を制御する分子の開発を可能にするなど、インシリコ創薬の有用性がさらに高まるものと期待できます。また、MD計算のさらなる加速、AI(人工知能)への応用などに向け、専用回路と汎用回路の結合による大規模システムの開発を推進していきます。

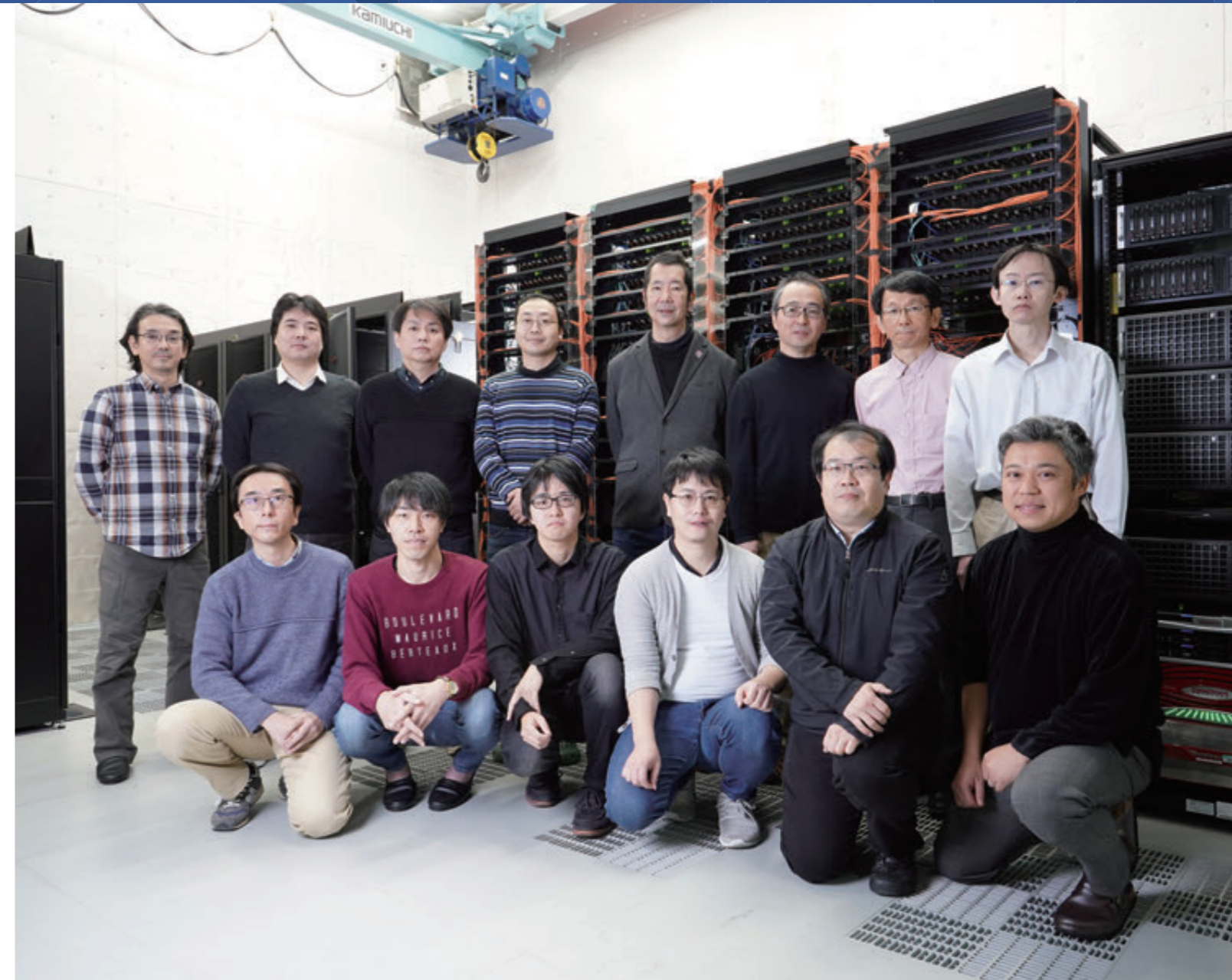
新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)メインプロテアーゼの分子動力学(MD)シミュレーション

ウイルスの増殖に必須な酵素メインプロテアーゼの10マイクロ秒間にわたる構造動態をMDGRAPE-4Aでシミュレートし、そのデータを2020年3月17日にいち早く公開した。抗ウイルス薬候補分子とメインプロテアーゼとの結合の強さを予測するなど、国内外の創薬研究の速やかな進展に寄与すると期待される。



関連情報

2020年3月23日報道発表「新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)メインプロテアーゼの分子動力学シミュレーションデータを公開」
2019年11月18日報道発表「創薬専用スパコンの開発」



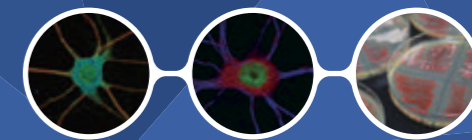
泰地 真弘人
(たいじ まこと：後列右から4番目)
と研究チームのメンバー

生命機能科学研究センター

個体の発生・誕生から死までのライフサイクルの進行を、分子・細胞・臓器の連関による調和のとれたシステムの成立とその維持、破綻に至る動的な過程として捉え、個体の一生を支える生命機能の解明に取り組みます。この目的のため、①構造分子生物学分野、②細胞システム分野、③生命モテリング分野、④細胞・臓器機構分野、⑤健康・病態科学分野、⑥成長・発達科学分野の6つの研究分野を設け、発生・成長・成熟・老化・再生など多細胞生物のライフステージに特徴的な生命現象を分子から個体レベルで観察、再現、制御する研究開発を進めます。また、得られた知見を再生医療や診断技術開発などに応用し、超高齢社会を迎えたわが国の課題である健康寿命の延伸に貢献する生命科学の発展を目指します。

センター長 西田栄介 (Ph.D.)





脳神経科学研究センター

脳内の神経細胞の活動から、認知機能のメカニズムを明らかにしたい

▶ 時空間認知神経生理学研究チーム

藤澤茂義 チームリーダー

研究成果

海馬における記憶や場所認識の仕組みを解明

ラットの海馬の観測からイベント細胞やジョイント場所細胞を発見

日常の出来事に関する記憶は「エピソード記憶」と呼ばれ、脳の海馬が関わることが分かっています。時空間認知神経生理学研究チームの藤澤茂義チームリーダーらは、エピソード記憶には出来事の内容だけでなく、その出来事の起きた順番まで記憶されていることに着目し、それらが脳内の神経回路の中でどう表現されているかを明らかにしました。研究チームはまず、ラットに音の情報と匂いの情報を順番に与え、その組み合わせによって右レバーか左レバーかを選ばせる「組み合わせ弁別課題」を学習させました。そのときのラットの海馬における数十個の神経細胞の活動を超小型高密度電極を用いて記録したところ、それぞれの出来事の内容に対して選択的に活動する細胞を発見し、それらを「イベント細胞」と名づけました。

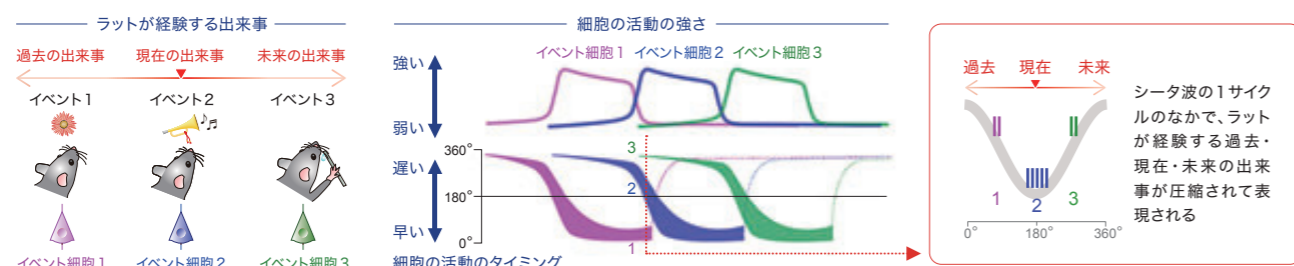
出来事の順番の記憶については、海馬で観測されるシータ波(7~11Hz程度の周波数の強い脳波)と、イベント細胞が活動するタイミングの関係を調べました。その結果、シータ波が山から谷に向かう位相での活動は過去、谷は現在、谷から山に向かう位相での活動は未来というように、

シータ波の位相によって出来事の順番を表現していることが分かりました。

ラットの海馬の研究から、自己と他者が空間のどの場所にいるかを認識する仕組みも明らかになりました。海馬には自己の空間位置を認識する「場所細胞」という神経細胞が存在しますが、自己以外の情報がどのように認識されているかについては解明されていませんでした。研究チームは、2匹のラットに自己ラットと他者ラットという役割を与え、自己ラットには、他者の動きを観察することで報酬をもらえる「他者観察課題」を学習させました。そして自己と他者、それぞれの位置を認識する神経細胞の活動を記録した結果、他者の位置を認識する場所細胞が存在することに加えて、自己と他者の場所を同時に認識する細胞を多数発見し、それらを「ジョイント場所細胞」と名づけました。

このような研究を通して海馬が出来事を記憶する神経回路の仕組みの解明が進めば、AI(人工知能)や、アルツハイマー病に対する医学などへの応用にもつながり、分野融合的な発展も視野に入れた研究の進展が期待できます。

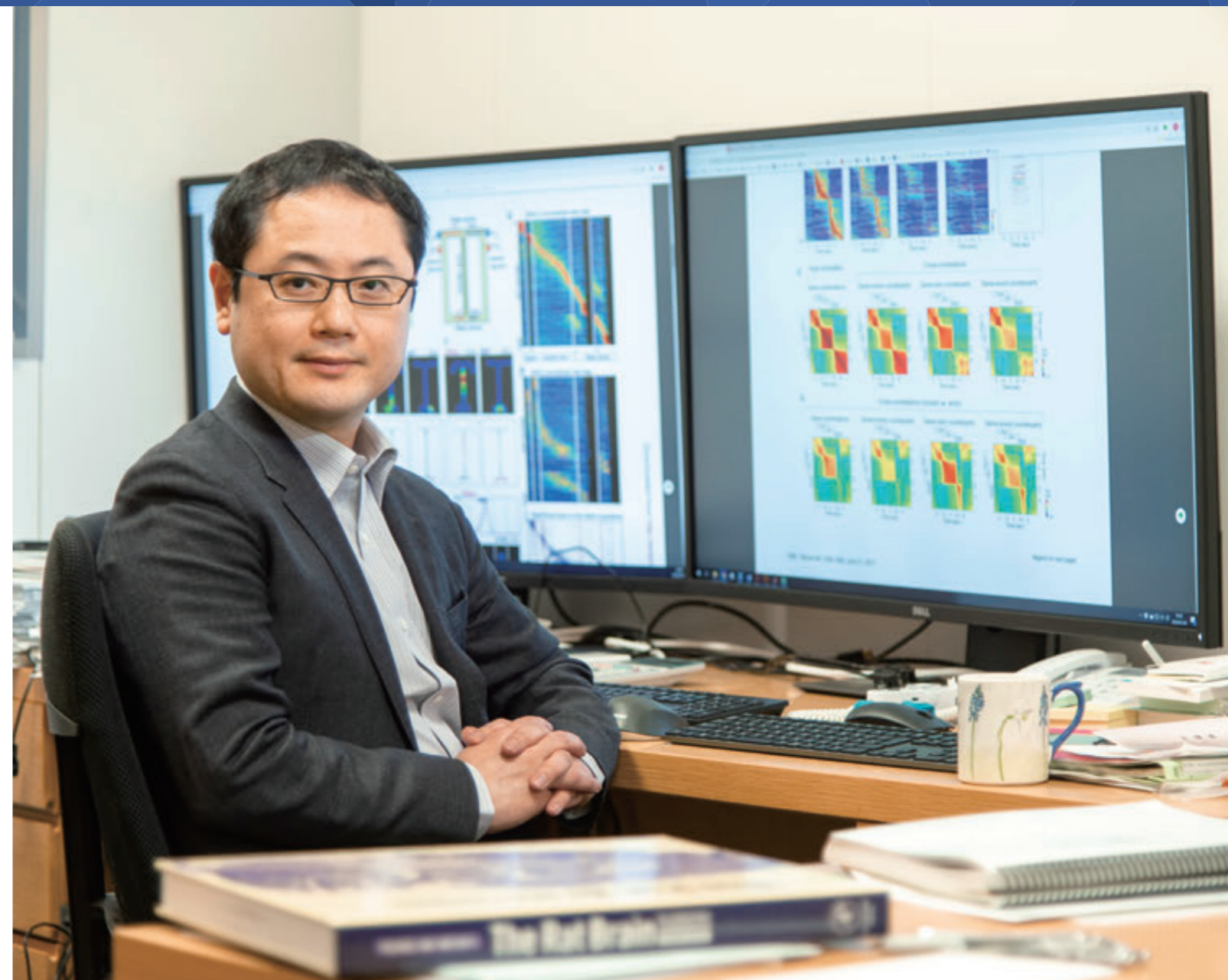
活動の強さで内容を表示し、活動のタイミングで順序を表示するイベント細胞



海馬の個々のイベント細胞は、その活動の強さによって出来事の内容を表示し、その活動のタイミングによって出来事の順序を表示している。さらに、シータ波の1サイクルの中で、過去・現在・未来の出来事の情報も表現されている。

関連情報

2018年1月12日報道発表「他者の空間位置を認識する仕組みを発見」
2017年6月9日報道発表「出来事の順序を記憶する仕組みの発見」



藤澤 茂義 (ふじさわ しげよし)

脳神経科学研究センター

心身の健康は人々の切実な願いであり、精神神経疾患の克服は高齢化社会の大きな課題であります。脳は人間が人間らしく生きるための「心」の基盤であるとともに、身体の健全なバランスを統御しています。脳神経科学研究センターは、日本の脳科学の中核拠点として、医科学・生物学・化学・工学・情報数理科学・心理学などの学際的かつ融合的学問分野を背景に、細胞から個体、社会システムを含む多階層にわたる脳と心のはたらきの基礎研究と革新的技術開発を進めています。同時に、人間の精神は自分自身が生み出した人工知能やビッグデータといった新しい情報世界とどのように対峙するのか、そして、うつ病、認知症等のさまざまな疾患をどのように克服するのか、といった現代社会が直面する課題の解決に向けた脳研究を展開していきます。



センター長代行 上口裕之 (M.D., Ph.D.)



環境資源科学研究センター

高性能・高機能バイオプラスチックの創製でSDGsに貢献する

▶ バイオプラスチック研究チーム

阿部英喜 チームリーダー
竹中康将 研究員

研究成果

化石燃料から脱却し、環境調和型プラスチック生産へ 石油からしかつくれなかったアクリル樹脂を木材のリグニン誘導体から合成

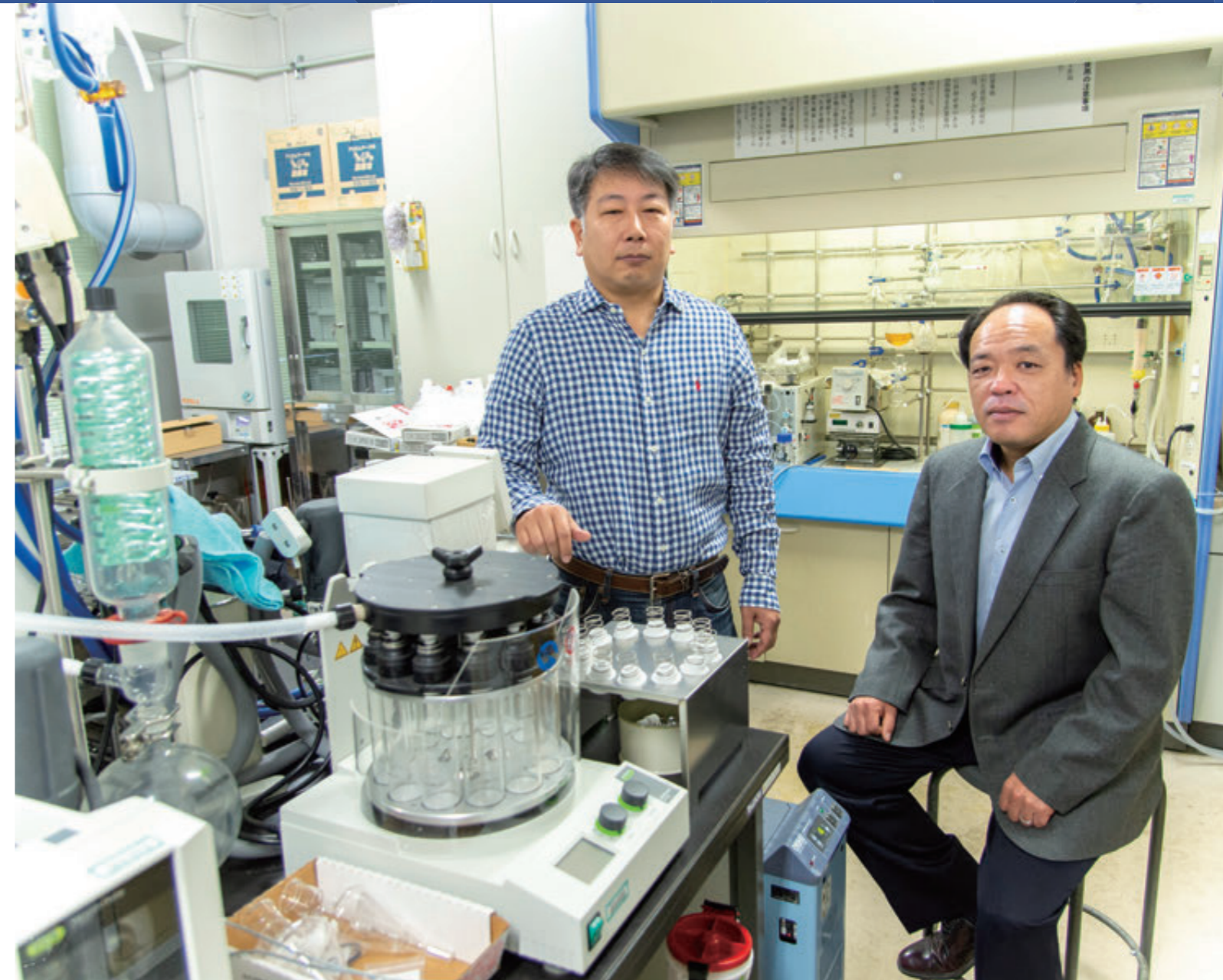
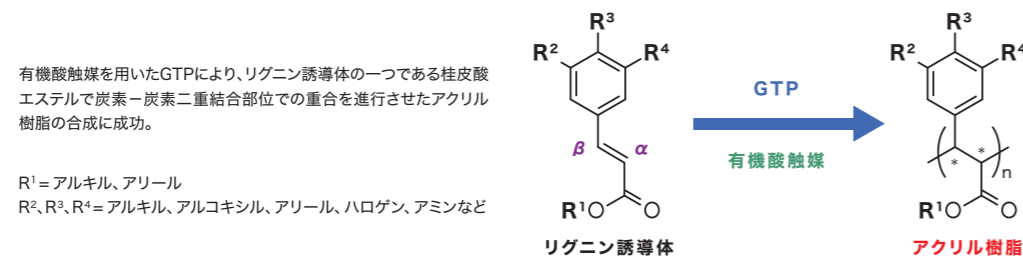
2019年のG20大阪サミットでは、2050年までに海洋プラスチックごみをゼロにする宣言がなされるなど、脱プラスチックの動きは世界的に加速し、従来のプラスチックに代わるバイオプラスチック材料への期待が高まっています。バイオプラスチック研究チームの阿部英喜チームリーダー、竹中康将研究員らによる共同研究チームは、木材の主要成分であるリグニンの分解生成物であるリグニン誘導体を原料に、これまで石油からしかつくりできなかったアクリル樹脂を開発することに成功しました。

アクリル樹脂の原料は、メタクリル酸メチル(MMA)をはじめ、 α 位にメチル基を持つ α, β -不飽和カルボン酸エステル(アクリルモノマー)です。一方のリグニン誘導体の多くは、桂皮酸やクマル酸などの β 位に芳香族置換基を持つ α, β -不飽和カルボン酸エステルです。その構造はMMAと似ていますが、MMAと桂皮酸エステルでは α 位と β 位の置換基が異なり、一般的なラジカル重合法ではアクリル樹脂の特徴であるポリマーの主鎖構造を生成する炭素-炭素二重結合部位での単独重合が困難でした。

そこで、研究チームはアクリルモノマーの重合法として知られているグループトランスファー重合法(GTP)を応用。有機酸触媒を用いたGTPによりリグニン誘導体である桂皮酸エステルなどの α, β -不飽和カルボン酸エステルを重合することで、炭素-炭素二重結合部位のみで重合が進行したリグニン誘導体の単独重合体を合成することに成功しました。この重合体は、ポリスチレンユニットとポリアクリル酸エステルユニットを同時に持つ新しいアクリル樹脂です。また、有機酸触媒を用いたGTPにより得られた桂皮酸メチルの単独重合体を分析したところ、既存のアクリル樹脂であるポリメタクリル酸メチルと同じポリマー主鎖骨格を持つことがわかりました。

この手法を用いることで、石油由来のプラスチック製品の削減だけでなく、食糧問題に影響しない非可食性バイオマスから得られる、同様の化学構造を持つアクリルモノマーを利用することが可能になります。それらの原材料から新たな機能性アクリル樹脂を製造するなど、環境調和型プラスチック生産システムの開発に大きく貢献することができます。

リグニン誘導体を原料に用いたアクリル樹脂の合成



(写真右から)
阿部 英喜 (あべ ひでき)
竹中 康将 (たけなか やすまさ)

環境資源科学研究センター

環境負荷の少ない「モノづくり」を理念に、持続的な成長および地球規模の課題に貢献する「課題解決型」研究で、人類が健康で豊かな生活を送ることのできる地球の未来をリードしていきます。国連で採択された「持続可能な開発目標(SDGs)」および温室効果ガス排出ゼロを目指す「パリ協定」を指標とし、異分野融合研究による5つのフラッグシッププロジェクト「革新的植物バイオ」「代謝ゲノムエンジニアリング」「先進触媒機能エンジニアリング」「新機能性ポリマー」「先端技術プラットフォーム」を推進します。データサイエンスや人工知能など最先端の技術を取り入れ、天然資源からの有用物質の創製・探索および利用、持続的な食料生産やバイオ生産など、これまで培ってきた基礎研究をさらに高度化し、革新的な成果を創出していきます。



センター長 齊藤和季 (Ph.D.)

関連情報

2019年10月17日報道発表「リグニン誘導体からアクリル樹脂の開発に成功」



創発物性科学研究センター

トポロジカル超伝導体においてマヨラナ粒子の制御実現の可能性を探る

▶ 創発物性計測研究チーム

町田 理 研究員
花栗 哲郎 チームリーダー

研究成果

ゼロエネルギー束縛状態の観測でマヨラナ粒子を検証 トポロジカル量子コンピュータの実現に向けた第一歩

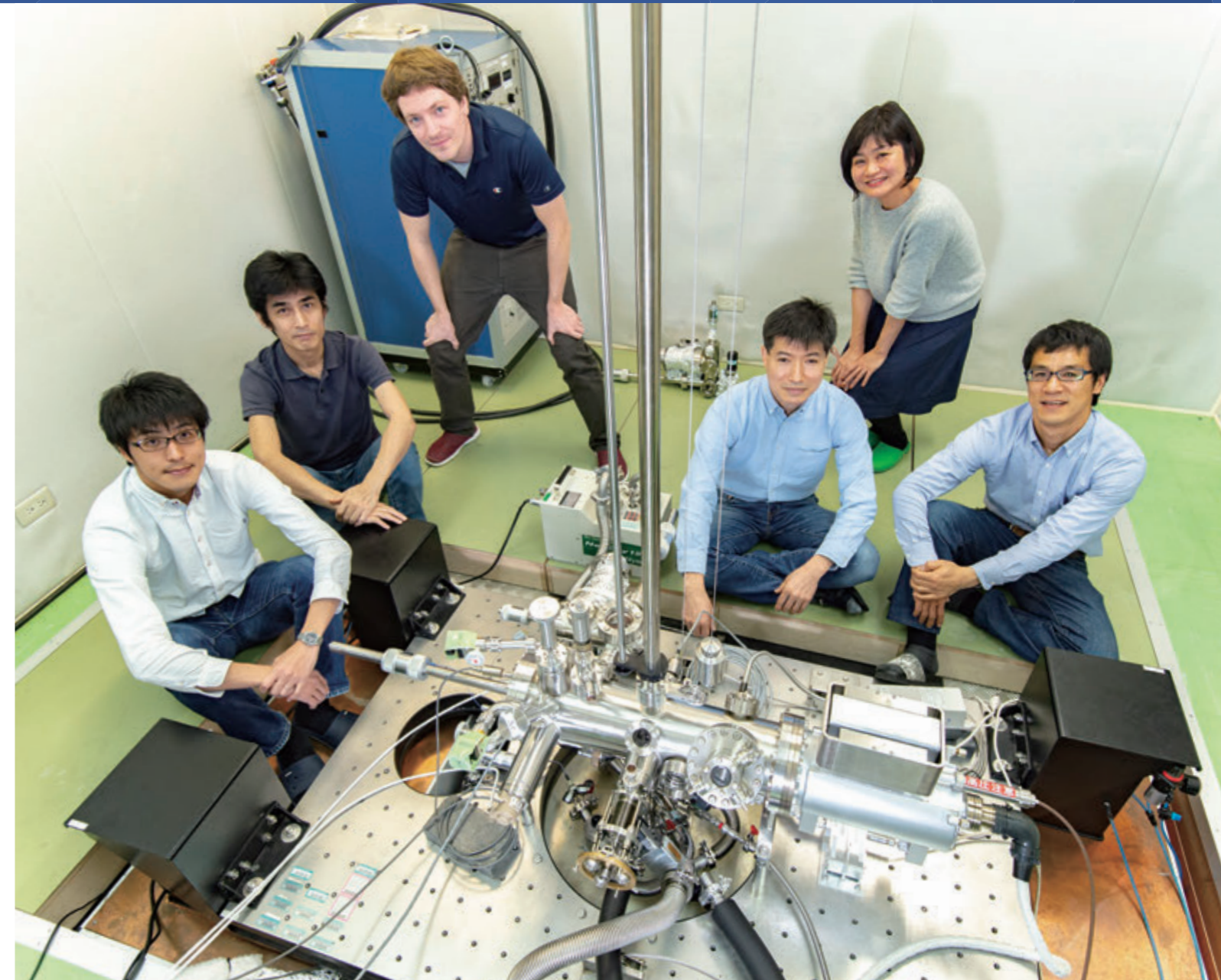
陽子や電子などの素粒子には、その粒子に対する反粒子が存在します。たとえば、負の電荷を持つ電子の反粒子は、正の電荷を持つ陽電子です。1937年、電荷を持たず、粒子と反粒子の区別がつかない素粒子の存在を、イタリアの物理学者エttore・マヨラナが理論的に予言しました。これがマヨラナ粒子です。マヨラナ粒子はエネルギーが厳密にゼロの特殊な粒子で、その性質を利用することでノイズに強い量子コンピュータが実現できると期待されています。

素粒子としてのマヨラナ粒子はまだ発見されていませんが、トポロジカル超伝導体と呼ばれる物質を使うと、マヨラナ粒子と全く同じ振る舞いをする状態を物質内部に創り出すことができます。理研および東京工業大学、東京大学の共同研究グループは、鉄、テルル、セレンからなるトポロジカル超伝導体の量子渦（超伝導電流の渦）において、マヨラナ粒子の特徴であるゼロエネルギー束縛状態の観測に成功しました。

トポロジカル超伝導体は、その特性が数学におけるトポロジーの概念を適用することで説明される特殊な超伝導体です。トポロジカル超伝導体は、トポロジカル絶縁体が内

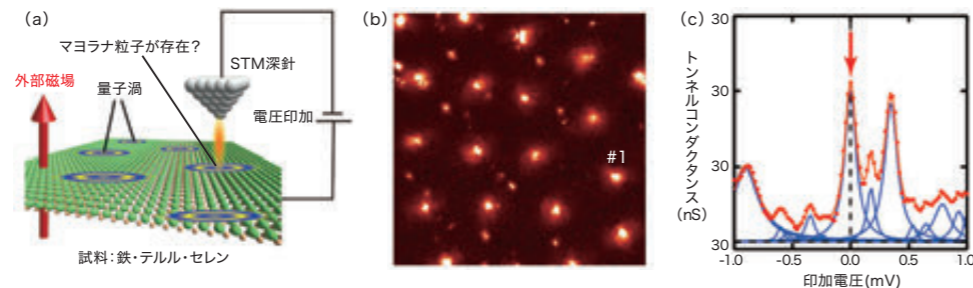
部は電気を通さない絶縁体でありながら、表面や端は電気を通すのと同じように、内部は超伝導状態でありながら、なんらかの端をつくることによって、そこにマヨラナ粒子を出現させることができると期待されます。一般に超伝導体に一定以上の磁場をかけると、その内部に磁場方向に細長く伸びた量子渦ができます。トポロジカル超伝導体では、量子渦が磁場と垂直な表面を横切る端にマヨラナ粒子が局在し、ゼロエネルギー束縛状態を形成すると考えられています（図a）。

共同研究グループは、これまでにない高いエネルギー分解能をもつ走査型トンネル顕微鏡（STM）を新たに開発し、トポロジカル超伝導体表面の量子渦の状態を詳細に調べました。エネルギーごとの電子の数（スペクトル）を測定したところ、その中にエネルギーが完全にゼロの束縛状態を観測しました（図c）。この実験結果はマヨラナ粒子の存在を強く示唆します。また、共同研究グループは、かける磁場を変化させることでマヨラナ粒子を制御できる可能性も示しました。これは、マヨラナ粒子の特性を利用したトポロジカル量子コンピュータの実現に向けた重要な知見となります。



STMを用いたトンネルスペクトル測定とその結果

(a) STMによる量子渦におけるスペクトル測定のイメージ。
(b) STMで観測された1テスラの磁場下における量子渦像。18個の明るいスポットが量子渦である。
(c) (b)の量子渦(#1)において、エネルギーごとの電子の数を示すスペクトル(トンネルコンダクタンス)。赤矢印で示したピークは、印加電圧がゼロ、すなわちマヨラナ粒子の特徴であるエネルギーがゼロの束縛状態である。



(写真前列右から2番目)
花栗 哲郎 (はなぐり てつお)
(写真前列右端)
町田 理 (まちだ ただし)
と研究チーム

創発物性科学研究センター

環境に負荷をかけずにエネルギーを効率よく作り出し、一方で、エネルギーの消費を極限にまで低減する。そのような革新的科学技術が、環境調和型持続性社会の実現のためには必須です。創発物性科学とは、膨大な数の構成要素—電子や分子などが協働することで、その個々の単なる集合としては予測不可能な、驚くべき物性や機能が発現する物質原理を探る新しい学問です。創発物性科学研究センターは、物理学・化学・エレクトロニクスの世界トップレベルの研究者が参画・連携し、エネルギー問題の解決に基盤的に資する創発物性を実現します。



センター長 十倉好紀 (D.Eng.)

関連情報

2019年6月18日報道発表「『エネルギーがゼロ』の束縛状態を観測」



光量子工学研究センター

安心・安全な社会基盤としてテラヘルツ波技術の社会実装を目指す

▶テラヘルツ光源研究チーム

縄田耕二 研究員
南出泰亜 チームリーダー

研究成果

新原理によるテラヘルツ波光源を開発 ユビキタス波長可変テラヘルツ波光源で実用化へ大きく前進

電磁波の一種であるテラヘルツ波は、波長が光と電波の境界領域にあり、両者の性質を併せ持っています。その特性を利用したセンシング技術やイメージング技術は、次世代の非破壊検査技術の有力な候補として注目されています。しかし、高出力テラヘルツ波の発生には特殊な物理や技術が必要なため、装置が大型になってしまうことが課題でした。そのため、社会実装に向けて小型で簡便なテラヘルツ波光源技術が求められていました。

そのような中、研究チームは、手のひらに載るほど超小型のデバイスによるテラヘルツ波の発振に成功。さらに、光波長変換に基づく新しい後進波発振の原理を発見しました。

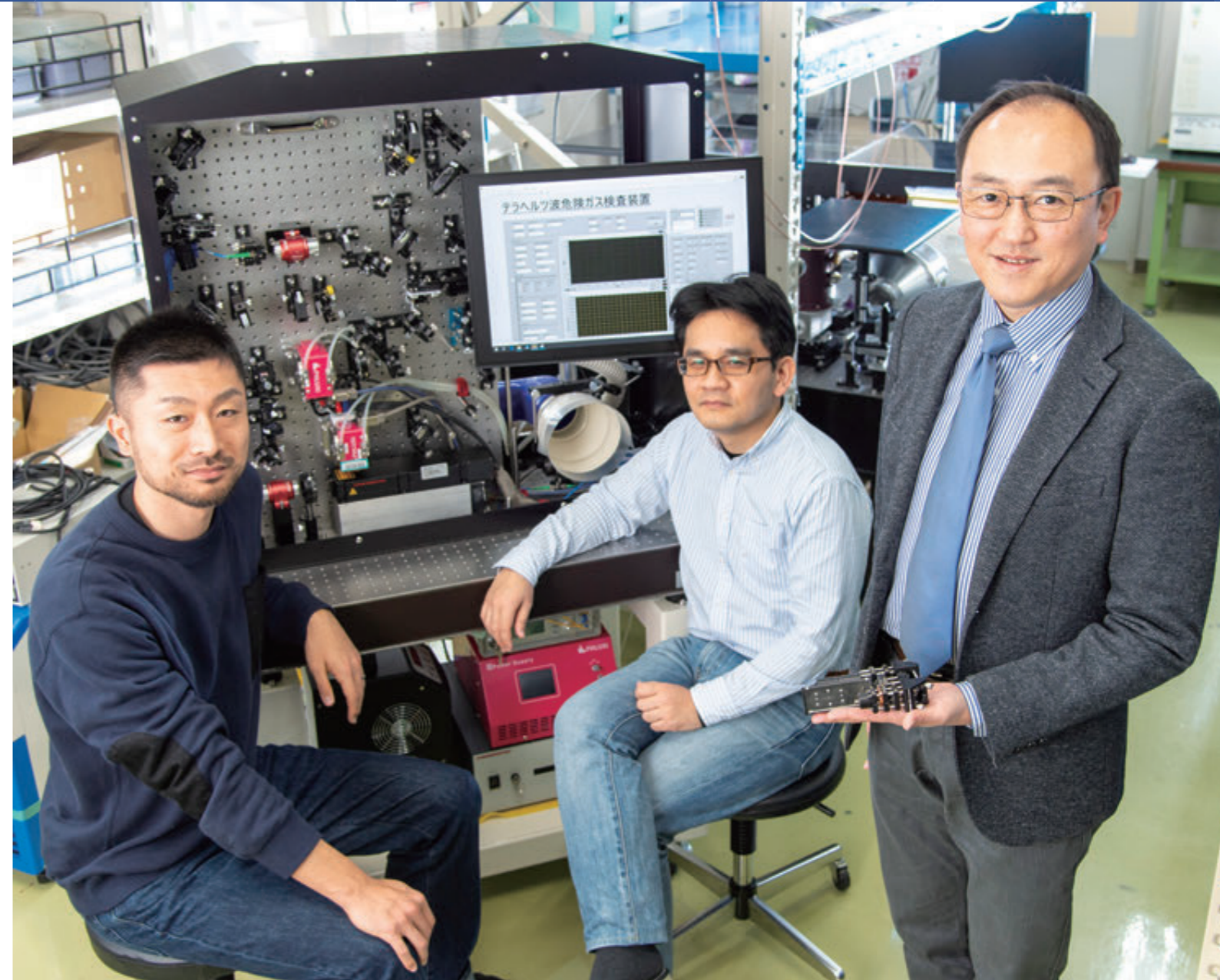
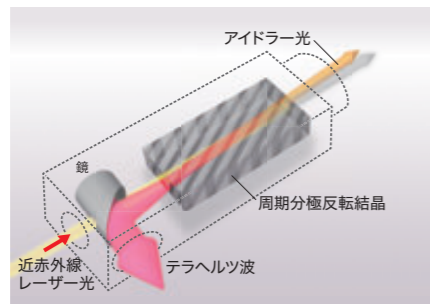
研究チームが用いた光波長変換技術は、レーザー光を特殊な非線形光学結晶に入射し、非線形光学効果によって波長を変換する方法です。この技術の核となる後進光パラメトリック発振は、1966年に基本原理が提案されたもので、複雑な共振器構造が必要ないため、小型かつ堅牢な構成で波長変換を実現します。しかし、これまでの実証例は主に近赤外光の波長域に限られており、その原理の詳細も明らかになっていませんでした。

研究チームは、非線形光学結晶として、結晶内の正負の電荷の向きを一定の周期で強制反転させた周期分極反転ニオブ酸リチウム結晶(PPLN結晶)に着目しました。この結晶を用いる手法では、波長変換に重要な条件を人工的に設計・制御することができます。その結果、これまでにない後進テラヘルツ波発振のための独自の条件を発見。実際に近赤外励起光を結晶に入射して、テラヘルツ波の発振を実現しました。特筆すべきことに、このPPLN結晶は回転させるだけで、広帯域にテラヘルツ波の波長(周波数)を制御することができます。また、共振器がない構造のため、波長を変化させても共振器長を調整する必要がなく、画期的な実用性を持っています。

安心・安全な社会を実現するための基盤技術の一つとして、非破壊検査応用など幅広く利用が期待されるテラヘルツ波。いつでもどこでも使えるユビキタス・テラヘルツ波光源開発の成果により、テラヘルツ波センシング装置のポータブル化や、ロボットや移動体への搭載などの実現が大きく前進し、テラヘルツ波技術の社会実装につながると期待できます。

PPLN結晶を用いたテラヘルツ波光源

独自設計したPPLN結晶に近赤外励起光を導入するだけで、他の光学素子を用いずにテラヘルツ波を発振させることができる。結晶を回転させれば広帯域に波長の制御が可能だ。右の写真は入射するレーザー光源を搭載した超小型のテラヘルツ波光源デバイス。



(写真右から)
南出 泰亜 (みなみで ひろあき)
野竹 孝志 (のたけ たかし)
研究員
瀧田 佑馬 (たきだ ゆうま)
研究員

光量子工学研究センター

光の可能性を極限まで追究し、今まで見えなかったものを見ようとしています。たとえば、電子の動きを捉えるアト秒パルスレーザー、可視光でナノメートルの世界を見る超解像顕微鏡、超高精度な光格子時計による相対論的な測地学、物体を透視するテラヘルツ光による非破壊検査……。見ることができれば、理解し、制御することも近づきます。そして、新しい光技術を社会に役立てていきます。光の可能性は無限で、私たちが到達できているのはほんの一部です。光量子工学研究センターは、光科学の地平を広げていきます。



センター長 緑川克美 (D.Eng.)

関連情報
2017年10月2日報道発表「光波長変換による後進テラヘルツ波発振を実現」



仁科加速器科学研究センター

世界最高峰の加速器システムを開発し、前人未踏の研究領域を切り拓く

加速器基盤研究部 福西暢尚 副部長 加速器高度化チーム 今尾浩士 専任研究員 運転技術チーム 山田一成 専任技師
 加速器基盤研究部 奥野広樹 副部長 加速器高度化チーム 長谷部裕雄 技師 イオン源開発チーム 日暮祥英 技師

研究成果

世界最強のRIビームを駆使して元素誕生の謎に迫る 進化し続ける複合加速器システムで大強度ビームの安定供給を実現

放射性同位元素(RI)を人工的に生成する実験施設、RIビームファクトリーは、この世界を構成する元素が宇宙においてどのように生み出されたのか、その謎を解明するために建設されました。2台のリニアック(線形加速器)と5台のサイクロトロン(円形加速器)、そして多数の大型実験装置で構成され、最大5台の加速器を使って次々とビームを加速するという世界に類を見ない多段式の複合加速器施設です。水素からウランまで、すべての元素を光速の70%まで加速する能力があり、ニホニウムの発見においても大きな貢献を果たしました。

研究の発展に伴い、より強いビームの安定的な供給がますます求められています。ビームのもととなるイオンを生み出すのは、世界に6台しかない28GHzのマイクロ波を使用した超伝導ECRイオン源。ビームの強度と品質を左右する重要な装置です。発生した重イオンは、リニアックで加速された後、理研リングサイクロトロン(RRC)で加速されます。RRCは30年以上前に建設された加速器で、最も重いウランイオンを加速するには性能が不足していましたが、内部の共振器に独自の改良を加えて解決し、改造前の約1.7倍という、ウラ

ニイオンの加速に十分な電圧をかけられるようになりました。効率的な加速のために上流側に設置した、イオンから電子をはぎ取る荷電変換装置のヘリウムガスストリッパも理研が独自に開発したものです。大強度ビームの加速にはより大きなビームの通り道が必要でしたが、ビームの通り道を大きくすると、RRC(図②)へと漏れ出すヘリウム量が増え、ビーム損失や故障の原因になります。この課題はエアカーテンの原理を利用し、漏れ出すガス量を抑え、排気が容易な窒素ガスへと置換できる窒素ガスジェットカーテンの発明により解決しました。

下流側には回転ディスク式荷電変換装置が設置されています。直径110mm、ビーム種に応じて厚さ2~35μmの多層グラフェンディスクを高速回転させる方式を開発した結果、大強度ビームを安定的に供給できるようになりました。

こうして機能の増強を重ねた結果、2019年には対2008年比で240倍ものウランビーム強度を実現。大型装置群の能力を絶えず向上させながら、世界最大級の大強度イオンビームのさらなる安定供給、そして元素誕生の謎解明を目指していきます。



RIビームファクトリーの施設概要

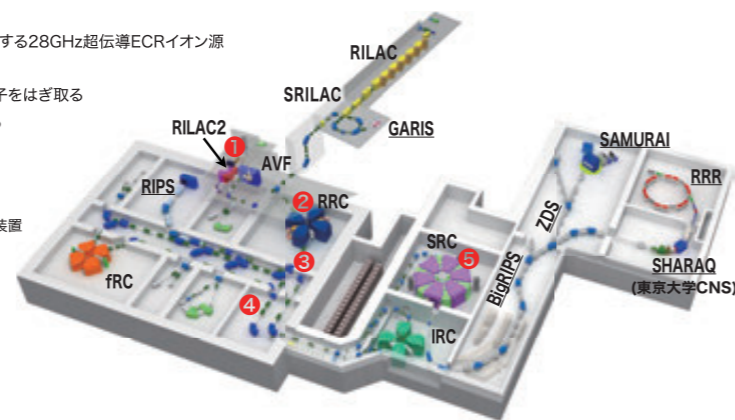
- ① ウランをはじめとするさまざまな元素からビームの原料となるイオンを大強度に生成する28GHz超伝導ECRイオン源
- ② 加速電圧を大幅に向上させたRRCで大強度ビームを加速する
- ③ 窒素ガスジェットカーテンを利用したヘリウムガスストリッパ装置でビームから電子をはぎ取る
- ④ グラフェンディスクを搭載した回転ディスク式荷電変換装置でさらに電子をはぎ取る
- ⑤ SRCは世界に1台しかない超伝導リングサイクロトロン

加速器

RILAC: 理研重イオンリニアック
 AVF: K-70 AVFサイクロトロン
 RRC: 理研リングサイクロトロン
 fRC: 固定加速周波数型リングサイクロトロン
 IRC: 中間段リングサイクロトロン
 SRC: 超伝導リングサイクロトロン
 RILAC2: 理研重イオンリニアック2
 SRILAC: 超伝導重イオンリニアック

実験装置

RIPS, BigRIPS: 超伝導RIビーム生成分離装置
 GARIS: 気体充填型反跳分離器
 ZDS: ゼロ度スペクトロメータ
 SAMURAI: 大立体角多種粒子測定装置
 SHARAO: SHRAQスペクトロメータ
 RRR: 稀少リング



(写真左から)

- 山田一成 (やまだ かずなり)
- 奥野広樹 (おくの ひろき)
- 福西暢尚 (ふくにしのぶひさ)
- 今尾浩士 (いまおひろし)
- 長谷部裕雄 (はせべひろお)
- 日暮祥英 (ひぐらしよしひで)

仁科加速器科学研究センター

理研には、仁科芳雄博士の研究室の開設以来、80余年の加速器科学の伝統があります。2006年に世界初の超伝導リングサイクロトロンSRCを擁するRIビームファクトリーが稼働を開始、この世界に冠絶する性能を誇る実験施設での研究を支える体制として、偉大な先達の名を冠した研究センターが発足しました。2016年11月に元素名が決定したニホニウム(Nh)はこの施設でつくられました。国外においては、米国ブルックヘブン研究所に理研BNL研究センターを、英国ラザフォード・アップルトン研究所に専用実験施設を設け、原子核とそれを構成する素粒子の実体を究め、物質創成の謎を解明していきます。



センター長 櫻井博儀 (D.Sci.)



計算科学研究センター

異次元の電力性能を持つ汎用CPUで新しいスタンダードを創出する

松岡 聡 センター長
新庄直樹 富士通株式会社 理事、次世代テクニカルコンピューティング開発本部長

研究成果

「富岳」の完成に向けて 新技術でスパコンの未来を変える

計算科学研究センターと富士通株式会社(以下、富士通)は、2021年度の共用開始を目指し、スーパーコンピュータ「富岳」の開発整備を進めています。

近年のスパコン開発は、CPU(中央演算処理装置)に加えて、高い電力性能をもつGPU(画像処理演算装置)搭載が主流となっていました。これに対し「富岳」は、富士通が開発した汎用CPU「A64FX」のみで構成。一般に、GPUは計算速度が速いだけでなく、データ移動が速いという特性がありますが、GPUの性能を最大限引き出すためには特殊なプログラミングが必要です。一方、汎用性の高いCPUは、プログラミングが比較的容易である代わりに、計算をつかさどるCPUとしての機能とデータを動かす能力を両立させるのは難しいと考えられてきました。

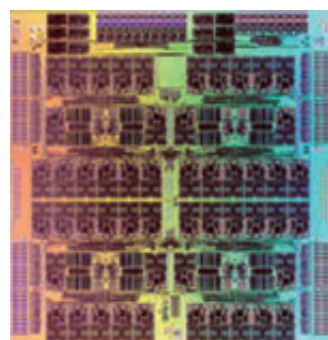
「A64FX」では、CPUの内部にデータ移動を高速化する設計を取り入れ、GPUに劣らない性能を出すことに成功しま

した。つまり「A64FX」は汎用CPUの常識を打ち破ったのです。

2020年6月、「富岳」は世界のスパコンに関するランキングにおいて、基本的な計算性能と信頼性を総合的に示す「TOP500」、産業利用など実際のアプリケーションで使われる計算手法の性能評価である「HPCG」、ビッグデータ解析において重要な指標となる「Graph500」と、今回新設された、AI(人工知能)による学習や推論の処理速度を競う「HPL-AI」の4部門において、それぞれ第2位に大きな差をつけて、第1位を獲得しました。これらは「富岳」の総合的な性能の高さを示すだけでなく、実用的な計算でも世界最高性能を持つことを実証するものです。

Society5.0が提唱される未来社会に向けて、より高速で汎用的なコンピュータが求められています。「富岳」を生み出した革新的な技術は、私たちのパートナーとなる未来のコンピュータへつながっています。

「富岳」のCPU、A64FX



提供:富士通

5月に設置完了した「富岳」



(写真左から)
松岡 聡 (まつおか さとし)
新庄 直樹 (しんじょう なおき)

計算科学研究センター

計算科学研究センターは、国際的な高性能計算科学分野の中核拠点として、「計算の科学」と「計算による科学」、両者の相乗効果による「計算のための科学」の探究とその成果であるソフトウェアなどのテクノロジーを「コア・コンピタンス」と位置づけ、それらの発展や国内外への普及を推進しています。また、わが国の計算科学および計算機科学の先導的研究開発機関として、スーパーコンピュータ「京」を運用し、2012年から2019年の共用期間中、研究機関・大学にとどまらず産業界からの利用等を通じ、幅広い分野で世界トップレベルの成果を創出しました。2014年4月からは「京」の後継機となるスーパーコンピュータ「富岳」の開発を進めており、2021年度の共用開始に向け、社会的・科学的課題の解決に貢献し、ビッグデータや人工知能など新たなIT分野も加速するシステムの構築を目指します。



センター長 松岡 聡 (Ph.D.)



放射光科学研究センター

次世代の生命科学研究を牽引する技術を目指して

▶ 利用技術開拓研究部門 生体機構研究グループ

米倉 功治 グループディレクター

研究成果

国産技術で世界最高精度の解析に成功

クライオ電子顕微鏡の高精度構造解析技術開発

タンパク質は、生命活動のほとんどすべてに関わる重要な分子です。その多様で複雑な立体構造を原子レベルで明らかにすることにより、働くしくみを理解し、それによって病気の原因特定や、新薬の開発につながるものが期待されます。

タンパク質の立体構造を調べるために、「X線結晶構造解析」が広く利用されてきました。X線結晶構造解析とは、試料の結晶にX線を照射して得られる回折像から、その立体構造を求めるものです。しかし、分子がきれいに並んだ、ある程度の大きさの結晶をつくるのは、試料によっては非常に難しいというのが大きな課題でした。

溶液中のタンパク質を凍結し電子顕微鏡でそのまま観察し得られる分子像から、その立体構造を求める「クライオ電子顕微鏡」は、技術革新で大きく発展しました。2017年には、その基礎技術開発に対してノーベル化学賞が贈られました。現在では、比較的分子量の大きなタンパク質の試料から、X線結晶構造解析をしにくく詳細な構造を得られることが示されています。分子像を用いるこの手法を「単粒子解析」と呼びます。一方、分子量の大きくないタンパク質や、さらには有機分子の微小な結晶の電子線回折からは構造

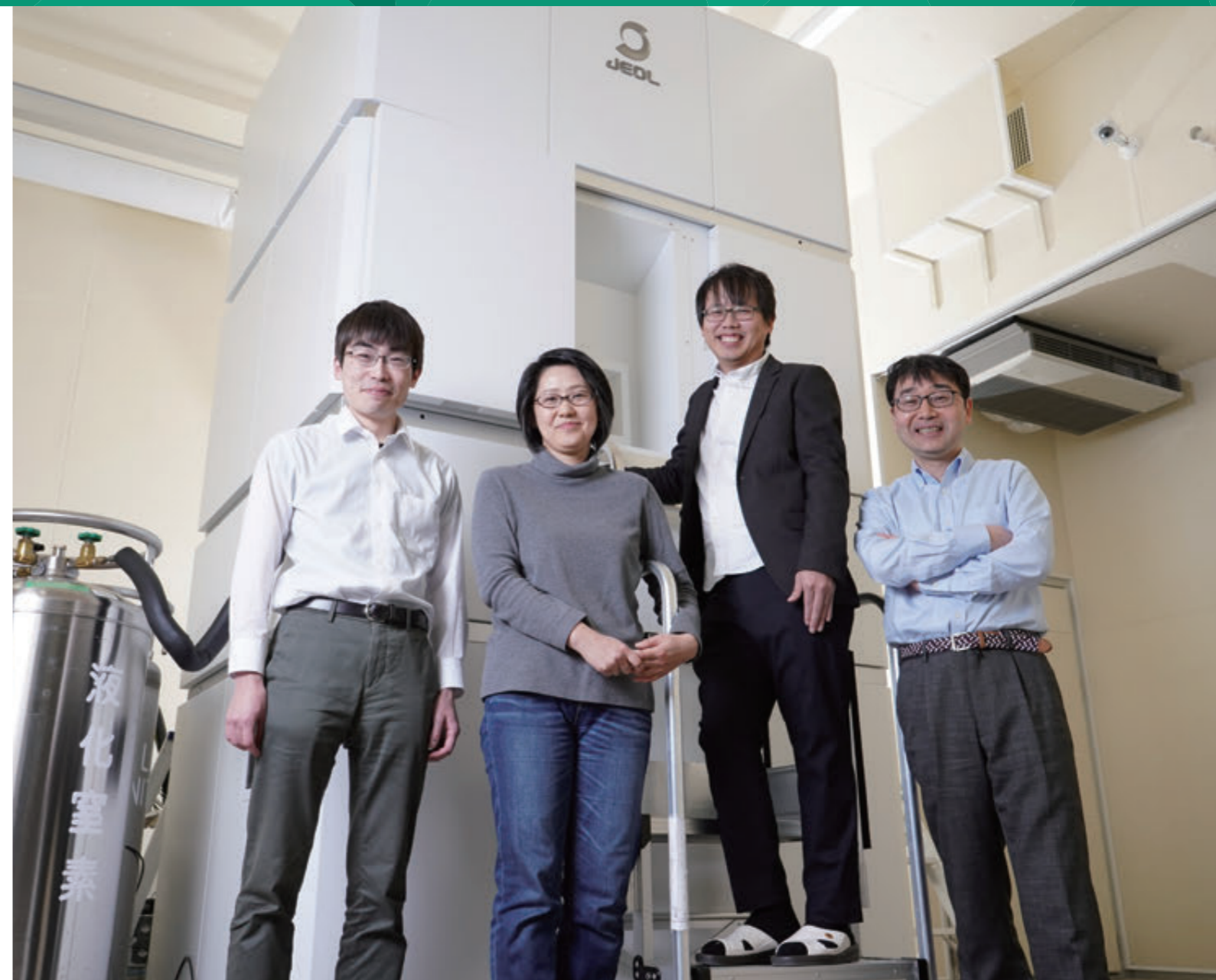
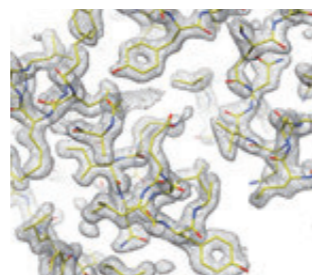
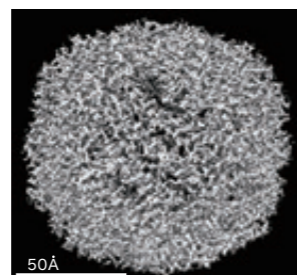
を原子レベルで明らかにすることができます。「電子線3次元結晶構造解析」や「3D ED」、「マイクロ ED」とも呼ばれるこの新しい手法は、X線の回折には小さすぎて使用できない微小で薄い結晶からデータを測定でき、生命科学に限らず広範な科学分野で注目を集めています。

放射光科学研究センター生体機構研究グループの米倉功治グループディレクターらの研究チームは、単粒子解析と3次元結晶構造解析の両方に最適な性能を発揮するように新しいクライオ電子顕微鏡システムを構築、さらに最適な装置運用を可能とするよう開発を進めました。その結果、干渉性の格段に良い電子ビームを利用することと、試料との相互作用でエネルギーを失った電子を除くことのそれぞれが、単粒子解析と3次元結晶構造解析に、非常に有効であることを示しました。両手法において、現在、世界最高精度の構造解析が達成できています。

薬の作用機構の解明には高い精度のタンパク質の構造が必要になるため、今後、これらの技術の創薬への本格的な応用が期待されます。また、この成果は海外の1社にほぼ独占されてきたクライオ電子顕微鏡に対して国産技術の優位性を示し、普及への大きな原動力ともなっています。

ヒトのアポフェリチンの構造

新しいクライオ電子顕微鏡システムによって得たヒトのアポフェリチン(生体内で鉄を貯蔵する役割を持つタンパク質)の構造。左が全体構造。一部をクローズアップした右図で、アミノ酸側鎖の芳香環中央に穴が開いているのがきれいに解像できる。黄、赤、青は、それぞれ炭素、酸素、窒素の原子を表す。



米倉 功治
(よねくら こうじ: 写真右端)
と研究グループのメンバー

放射光科学研究センター

放射光科学研究センターは、大型放射光施設「SPring-8」およびX線自由電子レーザー施設「SACLA」の安定した運転に責任を持ちながら、大学・研究機関・産業界を含む幅広い利用者に世界最高水準の高輝度X線を提供することを目的に活動しています。また、最先端の光源・利用テクノロジーの開発に取り組むとともに、両施設の相乗効果も生かしながら高エネルギー光科学の創出を行います。さらに、放射光と相補的な構造解析手法であるクライオ電子顕微鏡および高性能NMRの開発にも取り組みます。



センター長 石川 哲也 (D.Eng.)

関連情報

2019年5月21日報道発表「タンパク質やその複合体の高分解能・高精度解析に成功」



バイオリソース研究センター

データ駆動生命科学の時代に向けて、情報インフラを革新したい

▶ 統合情報開発室

榎屋啓志 室長

研究成果

情報統合の力でバイオリソースの価値を高める 生物の特性と「利活用の言葉」で生物材料を検索可能に

バイオリソースとは、生命科学研究やバイオ産業において必要とされる実験材料(生物遺伝資源)であり、無限の可能性と価値を秘めています。そして、その価値を伝えるのは情報です。「情報なくしてリソースの価値なし」。そう言われるほど、学術研究の世界では情報の重要性が高まっています。統合情報開発室では、情報と一体化した高付加価値リソースの創出をミッションに三つの柱で事業を推進しています。

第一の柱は、メタデータ統合、国際標準化、横断検索です。バイオリソースには固有のIDを付与し、ゲノム情報などの生物特性情報(メタデータ)と関連づけて扱えるようにします。IDに紐づく情報はオープンデータとして活用できるように、他研究機関と連携して国際標準化を進めています。そのための技術としてWorld Wide Webコンソーシアムが策定した「RDF」という枠組みを採用。共通フォーマットによって多様な情報を一元的に扱い、横断検索が可能となります。メタデータを構造化し、知識のモデル化を行うことで、コンピュータが膨大なデータから自動で知識発見をするため

の研究開発も行っています。これらは国際団体が提唱する「FAIR原則(Findable、Accessible、Interoperable、Reusable)」に則って進めています。

第二の柱は、公開コンテンツの充実です。上記のメタデータ統合の技術を駆使し、当センターのウェブサイトを更新し、ユーザーが必要な情報を簡単に検索できるようにします。

第三の柱は、大規模データ解析技術とデータ可視化技術です。ビッグデータを解析することで、情報からさらに新たな価値を持つ情報を生み出すことを目指します。現状、データ解析は人に委ねられていますが、コンピュータによる独自解釈も可能にしたいと考えています。

当センターは、マウス・植物・細胞・遺伝子・微生物という多様な生物種を扱う世界でも稀有な研究拠点です。統合情報開発室の取り組みは、貴重なバイオリソースの利活用を促進し、生命科学の発展に貢献するものであると同時に、その情報を固有IDを使って世界中に流通させるといふ、情報学としても非常に先進的なものです。

情報統合開発のミッション達成のための三つの柱



(1) 情報発信の基盤技術の高度化、(2) 既存の情報発信基盤の運用、(3) 新たな価値の創出、を目的とする三つの異なる研究プロジェクトを有機的に連携させて、最終的に情報と一体化した高付加価値リソースの創出を目指す。

バイオリソース研究センターの新しいウェブサイト



バイオリソースをより検索しやすく紹介するとともに、当センターが有する多様なバイオリソースと、ゲノム情報や疾患病態といったメタデータを一体化して提供することで、人類の諸課題解決研究への新たな活用法を示すことを目指す。



榎屋 啓志
(ますや ひろし: 写真右から2番目)
と開発室のメンバー

バイオリソース研究センター

わが国のみならず、世界のバイオリソースに関する中核的拠点として、研究動向を的確に把握し、社会ニーズ・研究ニーズに応え、世界最高水準のバイオリソースを収集、保存し、提供する事業を実施します。また、バイオリソースの利活用に資する研究を推進します。事業の実施にあたっては、わが国の最先端研究で作出されるバイオリソースと関連情報を優先して整備するとともに、国際的な品質マネジメント規格に準拠した品質管理を行い、再現性を確保した真正なバイオリソースを提供します。さらに、事業を効果的・効率的に実施するための保存・利用技術等の開発と喫緊の社会的課題解決のために必要なバイオリソースの研究開発を行います。加えて、バイオリソース事業に関わる人材の育成、研究コミュニティへの技術移転のための技術研修や普及活動も行います。

センター長 城石俊彦 (Ph.D.)





理研の活動

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

特集 株式会社理研鼎業を設立

株式会社理研鼎業を設立

理研は2019年、研究開発成果を活用したイノベーション創出の新たな方策として、株式会社理研鼎業を設立しました。これは、研究開発力強化法の改正法として「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」が施行されたことにより、国立研究開発法人が自らの研究開発成果を活用するため、民間事業者への出資や人的・技術的援助を行うことが可能となり、実現したものです。企業が持つ独自の技術やノウハウと、理研が有する知見や研究成果とが連携することで、これまでにない市場を開拓するような、ブレイクスルーが生まれることを期待しています。

"鼎(かなえ/てい)"という文字は古代中国において三本脚の金属製の祭器を意味します。①理研が有する技術を、②理研鼎業の経営により、③社会貢献につなげる、という意味を込めてこの字を社名に採用しました。

理研の創成期には、大河内正敏第3代所長が提唱する「科学工業主義」のもと、理研で発明・開発された研究成果・技術を社会実装する企業を次々と設立しました。最盛期には63社121工場を誇る、いわゆる「理研産業団」を形成し、研究成果を社会に役立てる仕組みを有していました。理研鼎業の設立により、理研は産業界との連携・協業をこれまで以上に強化し、研究成果をいち早く社会的価値に還元、そして我が国のイノベーション創出にますます貢献していきます。

理研は特定国立研究開発法人として、わが国のイノベーションを牽引する中核機関の役割を果たすとともに、研究成果の普及とその活用をさらに促進することが求められています。理研鼎業の設立が、国立研究開発法人によるイノベーション創出のモデルともなるよう、より高度な科学技術を社会実装すべく努めて参ります。



松本理事長(左)と油谷好浩理研鼎業社長。理研 第3代所長の大河内正敏博士の銅像の前で。



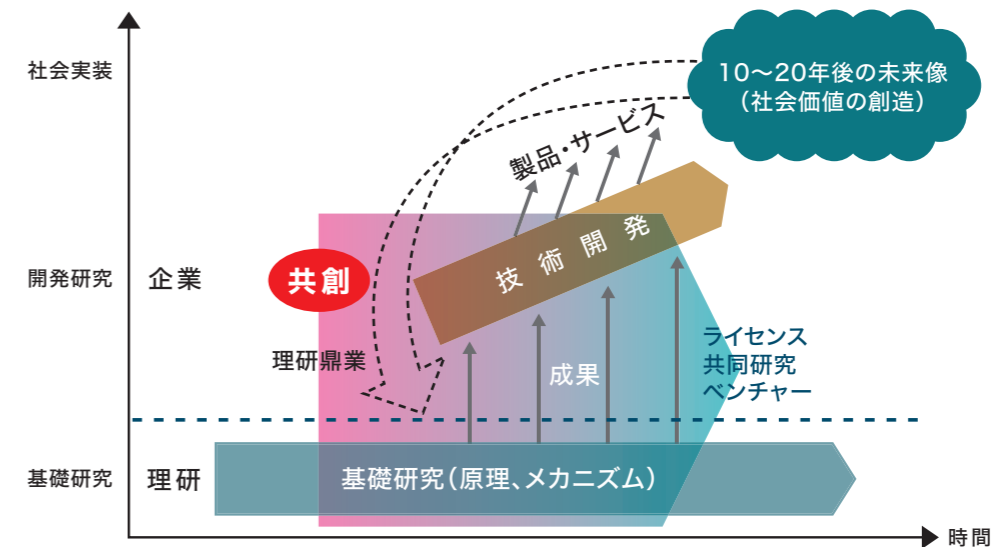
理研の全研究室とその研究テーマ、連携の可能性や関連特許などをカタログ化した「RIKEN 研究・研究室総覧」。理研鼎業は、理研と産業界との連携を効果的かつ効率的に促進すべく、理研の動向をいち早く情報提供します。

企業共創プラットフォームの形成

理研の研究基盤を使ってイノベーションの種を育てる「共創プラットフォーム」として、各企業とのパートナーシップを結んでいきます。企業とともに10~20年後の未来

像を見据えながら、いま着手すべき研究テーマを共に創り出すことで社会に貢献することを目指しています。

企業共創のイメージ図



2019年度にパートナーシップを締結した企業共創

創薬	Bayer	世界的な医薬品メーカーであるドイツ・バイエル社とともに創薬基盤技術や新たな医療技術の創出、理研が有する疾患メカニズムに関する新たな知見を活用した病態メカニズムの解明、革新的な創薬標的を探索。
光学・工学	ZEISS Seeing beyond	高精度な顕微鏡などの光学機器メーカーとして国際的に知られるCarl Zeiss 株式会社 (ZEISS) の技術と、理研が有する計算科学分野やライフサイエンス分野の知見の融合により、ヘルスケア分野における医療工学のイノベーションを促進。
ヘルスケア	sysmex	検体検査関連技術、高度検査薬や診断薬を手掛けるシスメックス株式会社と理研のライフサイエンス研究の相乗効果により、新たな検査・診断技術を創出し、グローバルな医療課題の解決や個別化医療の実現に貢献する。

研究成果で見る理研の強み

理研の研究成果は論文や学会発表という形で、研究者コミュニティに向けて発信され、その高いクオリティは被引用状況に表れています。また、研究成果の実用化のため戦略的に特許を取得しています。

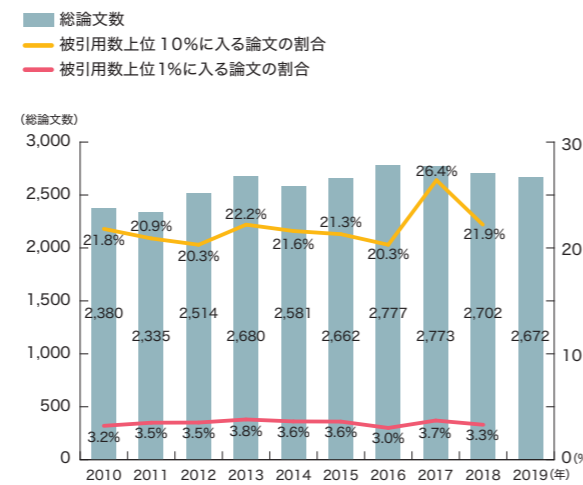
研究成果で見る理研の強み

年間論文数とそれらの被引用状況

理研は2010年以降、年間2,200報以上の論文発表を続けており、2019年は2,672報を発表しました。また、それらの論文のうち、被引用数が世界で上位10%に入る論文の割合は2割程度を維持しています。

これは、理研の論文が、多くの研究者に引用される、質の高いものであることを示しています。2018年の被引用数上位10%の論文の割合は21.9%で、国内外の主要な研究機関と比較しても、優れた数字となっています。現状に満足することなく、今後も、研究のレベルと論文の質をさらに高めていきます。

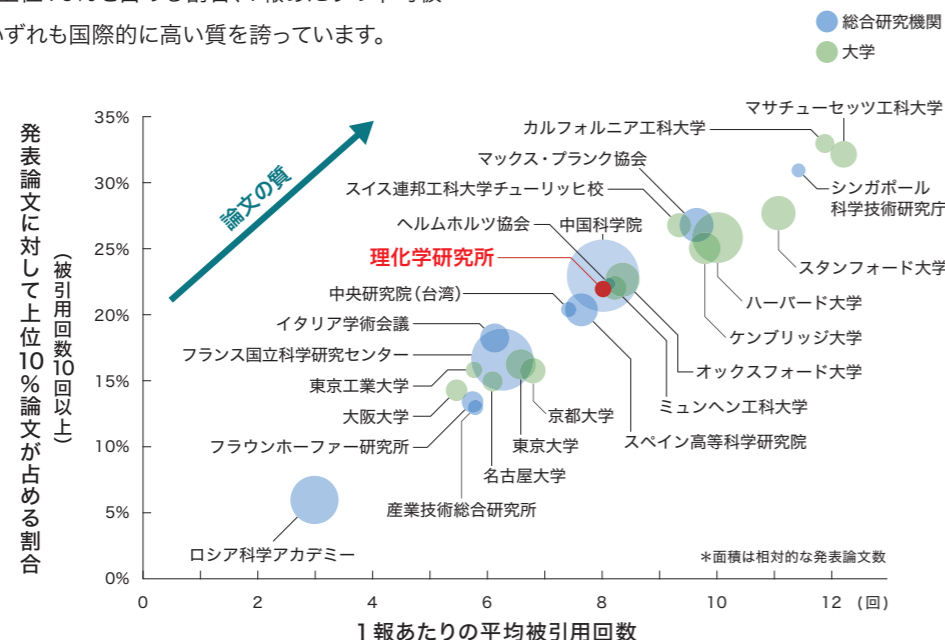
理研の年間論文数とそれらの被引用状況



クラリベイト・アナリティクス社のデータベースを基に作成(2020年5月28日時点)
※ドキュメントタイプはArticle、Reviewに限定

理研の発表論文の質と量：主な総合研究機関・大学との国際比較

理研は、世界最高水準の論文成果を創出しています。被引用回数が上位10%を占める割合、1報あたりの平均被引用回数、いずれも国際的に高い質を誇っています。



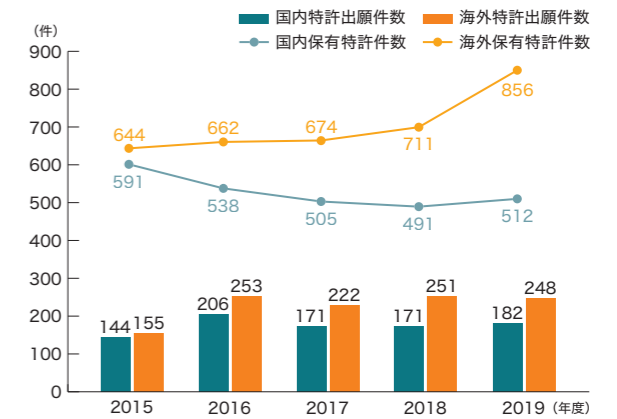
※InCites Dataset, Web of Science Core Collection, ESIより算出, Article, Reviewに限定(2020年5月28日時点)

技術移転活動

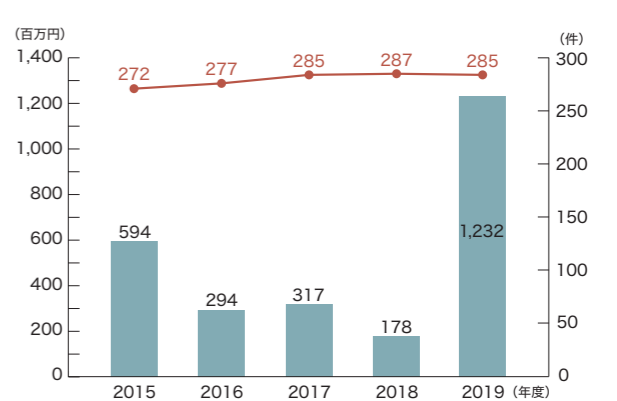
研究成果の社会実装を促進するため、理研は知的財産を取得するとともに、企業への積極的な技術移転活動を行っています。

特許出願にあたっては、戦略的な特許出願を行う出願担当と、技術移転のプロである実用化担当が、案件ごとにチームを組み、発明者からのヒアリングを行っています。研究成果をより確実に実施につなげるため、追加データの取得による特許の強化に努めるとともに、海外での実施の可能性を精査し外国特許出願を行っています。また、保有する特許は一定期間ごとに実施の可能性を検討し、権利維持の必要性を見直すことにより、効率的な管理を行っています。さらに、企業に特許を利用してもらうことで研究成果を社会に還元するために、企業への技術紹介、セミナーでの研究成果発表、保有特許情報をウェブサイトで公開するなど、さまざまな技術移転活動を行っています。

特許出願件数と保有件数の推移



特許料収入の推移



新しいSaFE農薬「ベミデタッチ®」

2019年6月、新しいSaFE農薬「ベミデタッチ®」が上市されました。

「SaFE(Safe and Friendly to Environment)農薬」とは、昔から食品や食品添加物として使用されてきたものを有効成分とする農薬のことです。「ベミデタッチ®」は、理研の有本裕特別招聘研究員(研究当時)と石原産業株式会社が共同で見いだした、コナジラミ類という害虫を殺さずに、飛来、吸汁や交尾を阻害する行動抑制剤です。トマト・ミニトマトの栽培でコナジラミ類やウイルス病の被害を大きく軽減する効果が期待できます。本製品の開発には、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「次世代農林水産業創造技術」(管理人:生物系特定産業技術研究支援センター)の研究成果が活用されています。



受賞

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

受賞

理研では研究者などの活発な活動、活躍により多くの受賞者が生まれており、2019年度は共同受賞を含め全体でのべ156名が受賞しました。
科学技術に関する研究開発、理解増進などにおいて顕著な成果を収めた者を表彰する
文部科学大臣表彰については、科学技術賞4名、若手科学者賞9名が選出されました。
個々の研究者の受賞以外では、2018年に引き続き、スーパーコンピュータ「京」が国際的な性能ランキングで世界第1位を獲得しました。
また、後継機「富岳」のプロトタイプが、スパコンの消費電力性能を示すランキングであるGreen500において、世界1位を獲得しました。

文化勲章

科学技術や芸術などの文化の発展や向上にめざましい功績を挙げた者に授与される勲章。文部科学大臣からの推薦を受け、閣議決定される。理研からは、第1回(1937年)に長岡半太郎、本田光太郎両博士の受賞に続き、これまで合計18名が受賞。



甘利 俊一
(あまり しゅんいち)

栄誉研究員
(元 脳科学総合研究センター長)

世界に先駆けて情報幾何学を創始するとともに、神経回路網理論研究でも数多くの卓越した業績を挙げ、計算論的神経科学や数理工学の発展に貢献しました。

フンボルト賞

ドイツの博物学者アレクサンダー・フォン・フンボルトに由来するアレクサンダー・フォン・フンボルト財団が創設した学術賞。基本的な発見、新しい理論や洞察によって、将来、重大かつ革新的な影響を及ぼすと期待される成果を対象として、化学・物理学・工学・生物学などの分野ごとに、毎年世界から100人弱が選出される。



十倉 好紀
(とくら よしのり)

創発物性科学研究センター
センター長

長年にわたり、強相関電子系の幅広い分野において新物質と新現象の発見によって新しい研究分野を開拓してきました。代表的な例は「十倉ルール」と呼ばれる銅酸化物高温超伝導体の物質設計指針の提唱、電子型銅酸化物高温超伝導体の発見、マンガン酸化物における超巨大磁気抵抗効果の発見と臨界競合状態の外場制御による巨大応答発現の解明、磁気秩序によって強誘電分極が生じるマルチフェロイック物質の発見と電場による磁化制御・磁場による分極制御、非共面的スピン構造やトポロジカルなバンド構造を有する強磁性体中でのトポロジカル輸送現象の開拓などです。

藤原賞

製紙王の異名をもつ故藤原銀次郎氏による寄附を基金として1959年に創設された藤原科学財団が1960年に創設した賞で、日本国籍を有し、科学技術の発展に卓越した貢献をした個人に贈られる。

[受賞テーマ]
MAPキナーゼ並びに関連シグナル伝達経路の分子機構と生理機能



西田 栄介
(にしだ えいすけ)

生命機能科学研究センター
センター長

細胞の増殖を制御する酵素を見つけ、細胞内の情報伝達の仕組みを解明するなどの業績が評価されました。

報公賞

セイコーホールディングス株式会社の創業者・故服部金太郎氏が私費を投じて設立した服部報公会が、工学に関する研究を奨励・助成し、学術および科学技術の振興と進歩発展に寄与することを目的とした賞。

[受賞テーマ]
伸縮性エレクトロニクスの先駆的研究



染谷 隆夫
(そめや たかお)

開拓研究本部 染谷薄膜素子研究室
主任研究員

ナノスケールの分子の配向性や分散性を制御することにより、電気的な機能に優れ、伸縮性も備えた大面積有機超薄膜とその積層化技術を先駆的に開拓しました。それを基に、柔軟性や伸縮性をフルに活用し、生体やロボットの手など、変形が大きな部位の形状変化に追従できる面触覚センサーシステム(人工皮膚)を開発するとともに、生体への埋め込みが可能なバイオセンサーの実現に向けて、生体との化学的親和性に秀でた素子技術も実現し、有機素子技術に新たな展望を拓きました。

日本学術振興会賞

我が国の学術研究の水準を世界トップレベルに発展させるため、創造性に富み優れた若手研究者を顕彰し、研究の発展を支援する趣旨から、日本学術振興会が創設した賞。

[受賞テーマ]
海馬における時間・空間情報の記憶メカニズムの研究



藤澤 茂義
(ふじさわ しげよし)

脳神経科学研究センター
時空間認知神経生理学研究チーム チームリーダー

空間・時間・事物に関する記憶が脳内に統合されて定着する機序を研究し、時間記憶については、海馬の個々のイベント細胞が、その活動の強さによって出来事の内容を表現し、その活動のタイミングによって出来事の順序を表現していることを明らかにした。さらに海馬から自発的に発生する脳波のリップル波が、睡眠中にシナプスの結合強度を減弱させ、必要な情報を確保しながら不要なシナプス結合を弱めることによって記憶容量を確保するという、睡眠による記憶の定着と忘却の機構の一端を明らかにしました。

仁科記念賞

財団法人理化学研究所の第4代所長であり、株式会社科学研究所の初代社長を務めた、故仁科芳雄博士の功績を記念し、仁科記念財団が毎年、原子物理学とその応用において優れた研究業績を挙げた若手研究者を表彰するもの。

[受賞テーマ]
電界誘起2次元超伝導の発見



岩佐 義宏
(いわさ よしひろ)

創発物性科学研究センター
創発デバイス研究チーム チームリーダー

電気化学の原理を利用した電界効果デバイスを開発し、原子層からなる2次元超伝導を実現するとともに、2次元特有の新物性を次々に解明し、物質科学分野を牽引したことが評価されました。今後も新規超伝導体の開発や2次元物質の機能開拓など、量子マテリアル分野への展開が期待されます。

戦略的な連携協力の推進

理研は国内外の研究機関・大学や産業界とも連携し、理研の研究の効果的な推進に努めています。

戦略的な連携協力の推進

理研は国内外の研究機関・大学などと研究協力協定、覚書、共同研究契約などを結び、研究者・学生との交流やセミナー・シンポジウムの開催、共同研究などを推進しています。「科学力展開プラン」のもと、大学・研究機関・産業界と協働し、研究開発のネットワークを形成・強化することで、理研が「科学技術ハブ」の役割を担っていきます

戦略的な国際連携

ドイツのマックス・プランク研究所や中国科学院をはじめ世界トップクラスの海外研究機関や大学、各国の政府機関などとの間で研究協力協定・覚書などを締結し、相補的・効果的な連携研究の実施、事務レベルも含む国際的な人材交流の拡大、世界における理研の存在感の向上につなげています。

2018年度より、理研の本部と各研究センターなどが協力して国際連携をさらに強化するための取り組みを行っており、2019年度も新たな研究機関・大学などとの連携を構築しました(右表)。この他にも、ルクセンブルク大学等との研究協力覚書を締結した他、マレーシア科学大学とのワークショップ(写真左)などを通じて研究交流の拡大を図るなど、さまざまな国際協力を推進しており、2019年度末時点で、35の国と地域(国際組織含む)との間で、のべ263件の協定や覚書などを締結しています(下図)。

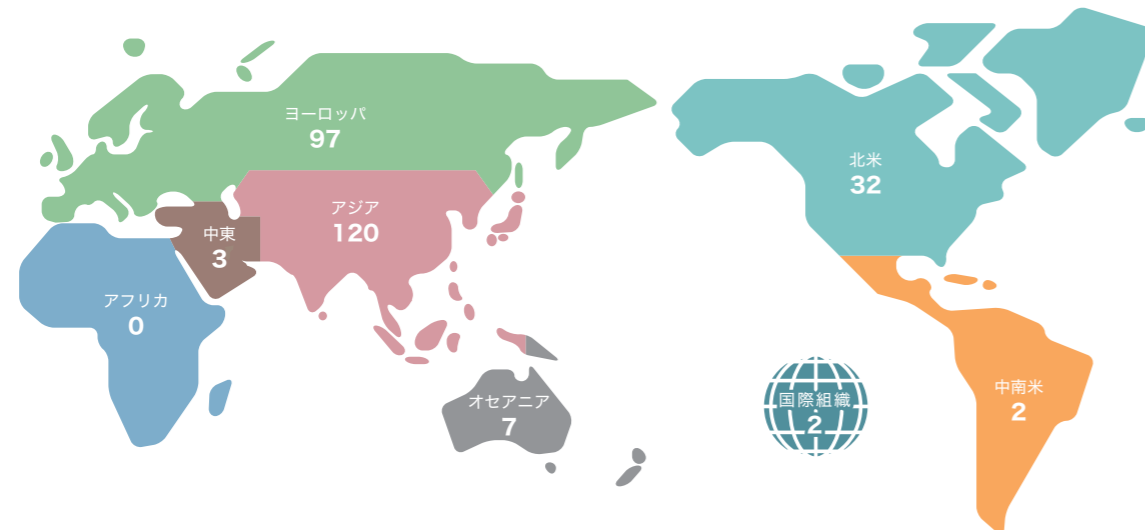
また、海外拠点を通じた研究協力の拡大も進めてお

り、シンガポール、北京の両事務所に続き、欧州連合(EU)ならびに欧州各国との連携強化、そして科学技術の政策動向収集などを目的に2018年度に開所した欧州事務所は、2019年12月にブリュッセルにおいて開所1周年記念シンポジウムを開催しました(写真右)。欧州の行政機関、研究機関、大学や助成機関などから140名以上の方々に参加いただきました。

戦略的な研究パートナーとの国際連携 (2019年度)

理研	相手機関など(国名)
生命機能科学研究センター	南洋理工大学(シンガポール)
開拓研究本部	GSIヘルムホルツ重イオン科学研究センター(ドイツ)
数理創造プログラム	カリフォルニア大学バークレー校/ローレンス・バークレー国立研究所(米国)
環境資源科学研究センター	浙江省常青藤生命科学・物理化学研究院(中国)

海外研究協力協定・覚書などの締結状況(件数) ※2020年3月31日現在



マレーシア科学大学とのワークショップ
(2019年11月25-26日開催)



欧州事務所開所1周年記念シンポジウム
(2019年12月2日開催)

戦略的な国内連携

国内では、東京理科大学、沖縄科学技術大学院大学、宇宙航空研究開発機構と基本協定を締結するとともに、すでに基本協定が締結されている九州大学および広島大学にそれぞれ九大・理研連携研究拠点、広大・理研連携研究拠点を設置し、機関レベルでの連携を推進しています。

また、理研の研究成果を医療応用に結び付けることを目的とした医療機関との連携や、地方創生に関わる地方自治体との連携なども推進しています。

2019年度に締結した主要な国内協定・覚書

相手機関	種類	発効年月
九州大学	覚書(科技ハブの設置)	2019年5月
広島大学	覚書(科技ハブの設置)	2019年6月
東京理科大学	基本協定(連携・協力の推進)	2019年9月
沖縄科学技術大学院大学	基本協定(科学・学術協力)	2020年3月
宇宙航空研究開発機構	基本協定(連携・協力)	2020年3月

産業界への効率的な技術移転モデルとして、理研は「バトンゾーン」という概念を提唱し、それを具現化する以下の制度を運用しています。

さまざまな制度で産業界との連携を促進



理研では、企業と理研が基礎研究から実用化研究まで一体となって研究開発を推進する場「バトンゾーン」を設け、その一環として、産業界と共に研究に取り組むためのさまざまな制度を用意しています。

「産業界との融合的連携研究制度」は、企業からの提案を受け、チームリーダーを企業から受け入れて時限的研究チームを編成し、開発側のイニシアチブを重視して共同研究を実施する制度です。産業・社会のニーズと理研が有する最先端の研究シーズを融合した研究を進めており、2020年4月現在11チームが活動しています。

本制度は、企業と理研が一体となることで理研の研究成果に基づく形式知(特許・論文)のみならず暗黙知(ノウハウなどの幅広い研究知見)を効率的に企業に移転し、研究成果の早期実用化・次世代の技術基盤の創造を図るとともに、幅広い分野に及ぶ理研の総合的な研究力

で研究開発を加速させ、日本の産業技術の新しい展開に貢献することで研究成果の社会還元を目指します。

「連携センター制度」は企業からの提案をもとに、企業名を冠した連携センターを設置し、中・長期的なテーマに取り組む制度です。2020年4月現在11センターが活動しています。

このほか、優れた研究者を招聘し、企業等から受け入れる研究資金で運営する「特別研究室制度」や、外部研究資金を活用して、産業界などとの連携により実用化を目指した研究開発を行う「特別ユニット制度」があります。

また、理研の研究成果の社会実装を主たる目的として設立され、一定の条件を満たした企業を、「理研ベンチャー」として認定しています(認定中16社、累計49社)。「理研ベンチャー」認定は、企業にとって推進力となり、研究成果の迅速な実用化と普及に役立っています。

環境問題への貢献

理研は、地球環境および食糧問題を克服するための研究に積極的に取り組むほか、環境に配慮した研究所運営を行っています。

環境問題への貢献

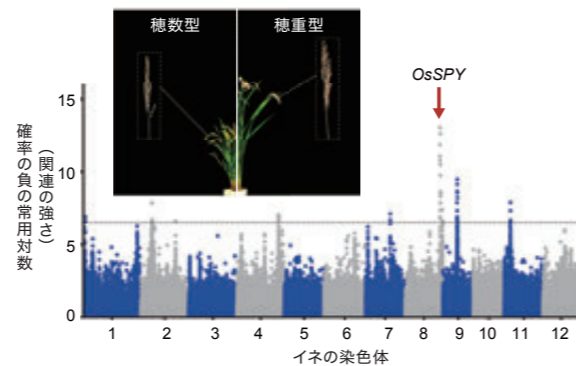
機械学習とゲノムワイド関連解析を駆使して、イネの収量に関わる遺伝子を同定

1株のイネからとれるコメの量は、草丈や穂の数などが複雑に関与して決まります。革新知能統合研究センターの遺伝統計学チームは、AI(人工知能)による機械学習と従来の遺伝子同定手法を組み合わせた新手法で、これらの要素の関係性を総合的に解析し、収量に関わる遺伝子を見つけることに成功しました。

一般的に、イネの地上部の形態は、穂の数は多いが小さい穂をつける穂数型と、穂の数は少ないが大きい穂をつける穂重型の2つに大別されます。研究チームは、日本で育成された169品種を対象に、草丈や穂の数など8形質を計測し、機械学習の一手法である主成分分析によって形質の特徴を要約した値(特徴量)を抽出。各特徴量とDNA配列の関連は、ゲノムワイド関連解析(GWAS)により同定しました。すると、14の候補遺伝子が見つかり、その中に、草丈に関わる植物ホルモンのシグナル制御に関わるOsSPY遺伝子が含まれていることが判明。分子遺伝学的実験による検証の結果、この遺伝子は草丈のほか穂の数、穂の構造と多面的に関わることが分かりました。

この成果は、イネの収量増加に貢献するだけでなく、従来ヒトの疾患の関連遺伝子の解析に用いられてきたGWASを植物へ応用した新たな手法としても大きな意味を持っています。

ゲノムワイド関連解析(GWAS)の結果



本研究で同定した収量に関わるゲノム領域を示している。この領域には、14の候補遺伝子が見つかり、その中にOsSPYが含まれていた(赤矢印)。

関連情報

2019年10月17日報道発表「イネの収量に関わる遺伝子の同定」

アフリカを襲う寄生雑草ストライガの全ゲノムを解読

ストライガは、穀物の根に寄生して水分や養分を横取りし、収穫量を大幅に減らす有害植物で、アフリカで深刻な被害をもたらしています。環境資源科学研究センター植物免疫研究グループは、その全ゲノムを解読することに成功しました。

1株に10万個以上もできる微小な種子は、風で遠くまで飛散し、宿主となる植物が見つかるまで数十年でも休眠します。そして宿主の根から出る植物ホルモン(ストリゴラクトン)を感知して自らの根を伸ばし、特殊な器官(吸器)を侵入させて水と栄養分を奪い取ります。独自の寄生システムを巧みに適応進化させてきたストライガを撲滅するため、全ゲノム情報の解読が求められていました。

解読によって、ストライガが進化過程で全ゲノムを倍に増やす2倍化を2回起こしていることが判明。これにより適応の自由度が増し、吸器の獲得、遺伝子の削減による寄生への特化、多様な宿主に対応するためのストリゴ

ラクトン受容体の増幅などが可能になったと考えられます。ゲノム中には、宿主から取り込まれた遺伝子情報も見つかりました。

こうした知見は、寄生メカニズムの解明による除草剤の開発など、ストライガによる農業被害の撲滅に生かされると期待できます。

ケニアに生育するストライガ



関連情報

2019年9月13日報道発表「病害寄生雑草ストライガの全ゲノム解読に成功」

研究活動においても環境に配慮

理研では、「国等における温室効果ガス等の排出の削減に配慮した契約の推進に関する法律」に基づき、電気 の供給などを受ける際にも環境配慮契約の締結に努めています。また、地球温暖化の防止に向けて、エネルギー使用合理化委員会を設置するなど、エネルギー使用量やCO₂排出量の削減にも全力で取り組んでいます。フロン排出抑制法に基づくフロン類算定漏洩量の報告は、2019年度において前年比98.5%となっています。

廃棄物の管理と削減

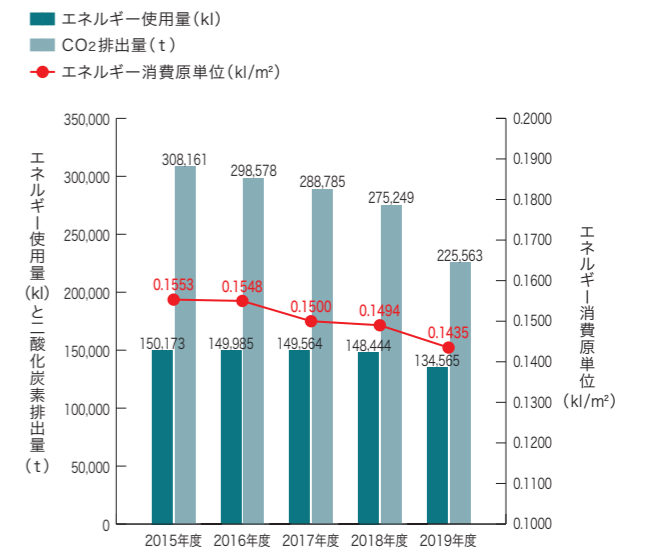
中長期的な観点で環境負荷の低減に資する物品やサービスを選択し、グリーン購入法の対象分野全品目について、物品などの調達率100%を目標に掲げています。2019年度には紙類ではすでに99.3%、全件では89.9%の調達割合に達しました。

研究活動に伴って発生する廃棄物の種類は多岐にわたります。それぞれの有害性や危険性などによって分別収集し、専門の処理業者に委託して処理・処分を行うのは言うまでもありませんが、研究室で不要となった試薬で再利用可能なものについてはリサイクルし、他の研究室で活用するように努めています。放射性廃棄物についても廃棄物の性状により分別収集し法律に基づいて処分し、保管中も容器の破損や劣化などの異常の有無を常に点検しています。ポリ塩化ビフェニル(PCB)を含有する廃棄物については、理研で保管していたすべての処理・処分が2018年度に完了しました。

排水管理・節水対策

研究活動に欠かせない水も、貴重な資源として適切な水質管理およびリサイクルによって無駄なく使用しています。各事業所では、実験室系排水の処理施設を備え、有害物質や汚濁負荷物質などを吸着する装置をはじめ、分解、酸化、凝集沈殿、活性汚泥、砂ろ過、消毒・滅菌、pH調整など、事業所の排水の特性に合わせて処理しています。水の使用量が多い和光事業所では、逆浸透膜を利用した中水化システムで実験排水の一部を処理し、大型の加速器施設で冷却水として再利用しています。

理研のエネルギー使用量と二酸化炭素排出量の推移



研究系廃棄物の収集、保管、管理



水質自動監視装置



広報活動

理研の取り組みや研究活動を広く国民の皆さまにご理解いただき、国民の皆さまと理研との信頼関係を構築するため、積極的に情報発信を行っています。

広報活動

プレスリリースやウェブサイトなどによる研究成果の発信のほか、イベント開催などの双方向でのコミュニケーションができる機会においては、皆さまの理研に対する要望もお聞きして、活動につなげています。

プレスリリース

新聞などのメディアを通じて理研の活動を知っていただくために、最新の研究成果を中心にプレスリリースを行っています。2019年度は、「初期宇宙で見つかった宇宙網」(10月4日)、「110歳以上の超長寿者が持つ特殊なT細胞」(11月13日、P.20-21参照)、「がんの未知なる特徴をAIが発見」(12月18日、P.16-17参照)などの研究成果を発信しました。

イベント

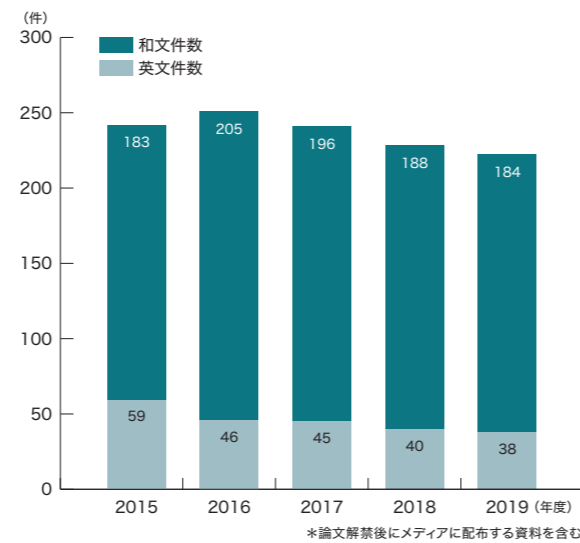
理研が推進している最先端の科学研究を紹介し研究の意義などを伝える「科学講演会」や、科学技術館(東京都千代田区)で「理研DAY:研究者と話そう」を開催しています。このほか、各事業所、センターにおいてシンポジウムやサイエンスカフェ、サマースクールなどの実施、各種展示会への出展を行っています。

また、2014年度から、広報活動の一環として「理研グッズ」の販売を開始しました。科学講演会などのイベントで職員による販売を行うほか、科学技術館ミュージアムショップ、和光市福祉会館売店、科学技術広報財団のウェブサイトでも販売しています。理研グッズは、理研と多くの方々の結びつきがより広く、深く、強くなることを目指しています。

一般公開

各地区で年に一度、施設を公開し、広く国民の皆さまに研究現場を見ていただき、研究内容について研究者と直接話す機会を設けています。2019年度に全8カ所で開催した一般公開への来場者はのべ26,939人でした。

プレスリリース数の推移



科学講演会in静岡
2019年9月14日(土)に静岡県男女共同参画センター「あざれあ」で開催



一般公開(和光地区 2019年4月20日)

YouTube「RIKEN Channel」

動画配信サイト「YouTube」に開設している公式チャンネルです。プレスリリースを分かりやすく解説した動画

や理研の歴史を紹介する映像など、さまざまなコンテンツを掲載しています。

広報出版物

研究活動や成果を分かりやすく伝える出版物として、年に一度発行する『広報誌RIKEN』のほか、月刊広報誌『理研ニュース』、子ども向け冊子『理研の博士に聞いて

みよう!』を発行するほか、各種パンフレットを制作しています。これらはウェブサイトでもご覧いただけます。

科学道100冊

科学を担う理研の姿勢を「科学道」と表現し、さまざまな広報活動を進めています。

「科学道100冊」は、書籍を通じて科学者の生き方・考え方、科学の面白さ、深さや素晴らしさを伝える事業で、書店、図書館、教育機関でフェアを開催しました。

また、2019年からは、中学生・高校生を中心とした幅広い層に科学の魅力をより継続的に伝えるべく、毎年その年ならではの100冊を選書することにしました。2019年に発表した「科学道100冊2019」は、「元素ハンター」「美しき数学」「科学する女性」の3つのテーマによる50冊と、時代を超えて読みついでほしい科学道クラシックス50冊で構成されています。



国際広報

研究レベルの高さや充実した研究環境など、理研が魅力ある研究機関であることを海外の方々にも知ってもらえるよう、国際広報活動も積極的に行っています。

具体的には、英文でのプレスリリース、季刊広報誌『RIKEN Research』やパンフレット『At a Glance』の発行、ブログ「It Ain't Magic」(右写真)の配信、YouTubeなどのソーシャルメディアを通じて、研究成果や社会への貢献、日本での生活情報についての積極的な発信を行っています。また、海外ジャーナリストとのネットワーク構築のため、アメリカ科学振興協会などが開催する国際的な科学イベントへの参加や科学セッションの提案、海外メディア向けのプレスツアーなどを企画しています。



若手人材育成

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

若手人材育成

理研は、若手研究者を育てるさまざまな制度を設けています。

大学院生向けの制度としては、大学院生リサーチ・アソシエイト(JRA)制度、国際プログラム・アソシエイト(IPA)制度があります。

また、理研では連携大学院を設置しており、大学からの学生の受け入れと大学の研究者との交流により、

理研・大学双方の研究活動の活性化を図っています。こうした制度以外でも、多くの学生を受け入れ、指導を行っています。

若手研究者向けには、基礎科学特別研究員(SPDR)制度および理研白眉制度を整備しています。

大学院生リサーチ・アソシエイト(JRA)制度

大学院博士後期課程在籍者を理研に受け入れ、理研の研究者とともに研究する機会を提供することにより、次代を担う研究者を育成する制度です。1996年度にジュニア・リサーチ・アソシエイト制度として創設され、2009年度に現在の制度に変わりました。

JRAは、連携大学院および研究協力などの協定もしく

は共同研究契約を締結している大学院の在籍者から公募・選考を経て採用されます。契約期間は最長3年間(標準修了年限が4年の場合は4年間)で、その間に博士号の取得を目指します。2019年度は新規に59名を採用し、147名が在籍しました。

国際プログラム・アソシエイト(IPA)制度

国際連携大学院協定を結んでいる海外の62大学(2020年3月末日現在)、および国内の連携国際スクール覚書締結校(9大学)を通じて、外国籍を有する大学院博士課程履修予定・在籍者を受け入れ、理研の研究者が博士課程研究を指導する制度です。IPAは理研から、原則3年間で上限として滞在費や宿泊費などの支給・補

助を受けることができます。このプログラムは2006年度に開始され、修了者から順次博士号取得者が出ています。また、2010年度から、国外からの招聘者の受け入れ機会をより増やすため、短期間の受け入れプログラムの運用を始めました。2019年度は新規に20名を採用し、69名が在籍しました。



JRAやIPAなど若手研究者が一堂に会するサマースクールの様子(2019年10月7・8日開催)

連携大学院制度

理研の研究者が国内の大学の教員との間で研究協力を行うとともに、客員(連携)指導教員となって大学から受け入れた大学院生の研究指導を行っています。実質的

なスタートは1989年度で、2020年4月1日現在、国内の42大学との間で連携大学院を運用しています。

基礎科学特別研究員(SPDR)制度

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

され、契約期間は3年間です。国籍にかかわらず応募が可能で、国内外から国際的に優秀な研究者の受け入れを目指します。2019年度は新規に55名を採用し、155名が在籍しました。

理研白眉制度

並外れた能力を持つ若手研究者に研究室主宰者(理研白眉研究チームリーダー)として独立して研究を推進する機会を提供し、理研白眉研究チームリーダー間の積極的な交流を促すことで、広い視野を持つ国際的な次世代リーダーの養成を目指し、2017年に創設されました。さらに女性研究室主宰者の制度として2018年度から加藤セチプログラムを開始しました。研究分野としては、人文社会

科学との境界領域を含む自然科学全般(数理科学を含む)で、未着手の研究領域や人類社会が直面する課題など、科学的あるいは社会的にインパクトの高い野心的な領域を対象としています。任期は7年で、長期的に自由な研究環境を提供するとともに、広い層からの逸材を得るため、博士号の学位取得は応募要件としていません。2019年度の新規採用3名を加え、在籍者数は計6名となりました。

大学生・大学院生向けプログラム

生命医科学研究センター、生命機能科学研究センター、脳神経科学研究センター、計算科学研究センター、バイオリソース研究センターなどでは、研究者を本格的に志す学部生・修士課程・博士課程・ポスドクをサポートし将来の人材育成につなげるサマースクールや集中レクチャーなどのプログラムを主催しています。専門の研究分野を深めるだけでなく、国際的、分野横断的な視点で研究者に求められる幅広いスキルを身につけることができます。



「大学生のためのBDRサマースクール」の様子(2019年9月2~6日開催)

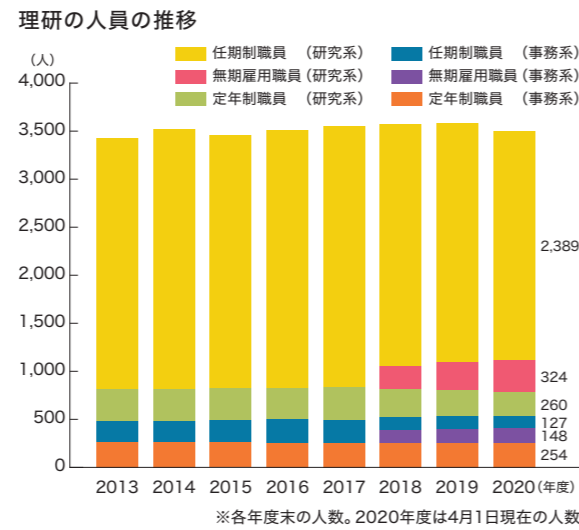
人員

研究成果の最大化を目指して、多様な人材を積極的に採用し、それぞれが活躍できる環境を整え、流動性と安定性の双方を兼ね備えた人事制度の確立に努めています。

理研では、さまざまな研究を行う研究センターなどにおいて、定年まで雇用される長期雇用者、あるいは年限を区切って雇用される任期制職員として、多くの研究者や技術者が働いています。多様な人材を受け入れ、サポートするために、ダイバーシティや国際化の推進、キャリアサポートにも力を入れています。

人員構成

2020年4月1日の常勤職員数は3,502人で、その85%にあたる2,973人が研究系職員、さらに、その80%にあたる2,389人が任期制職員です。また、研究系常勤職員のうち長期雇用者は584人となっており、研究所が中長期的に進めるべき分野などを考慮し、公正かつ厳正な評価を行ったうえで、長期雇用者の割合を4割程度まで拡充することを目指しています。



国際化の推進

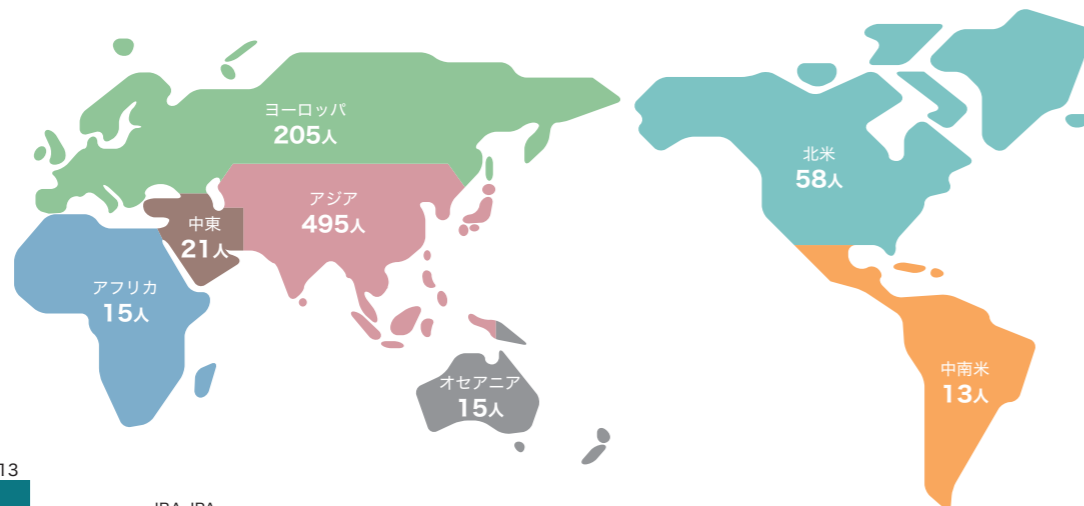
理研は、国際協力を研究推進の大きな柱と認識しており、世界各国から研究者や技術者、学生を積極的に受け入れています。外国籍のそれら研究系スタッフは、2019

年10月1日現在で822人に達しており、そのうち、研究員(非常勤を含む)として451人が在籍しています。

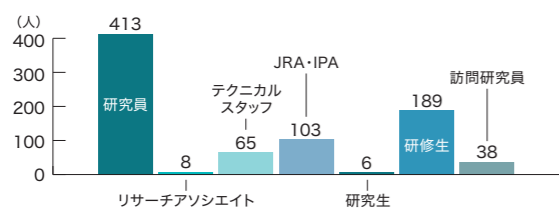
外国籍の研究スタッフの受け入れ

合計 **822人**
*2019年10月1日現在

地域別



職種別



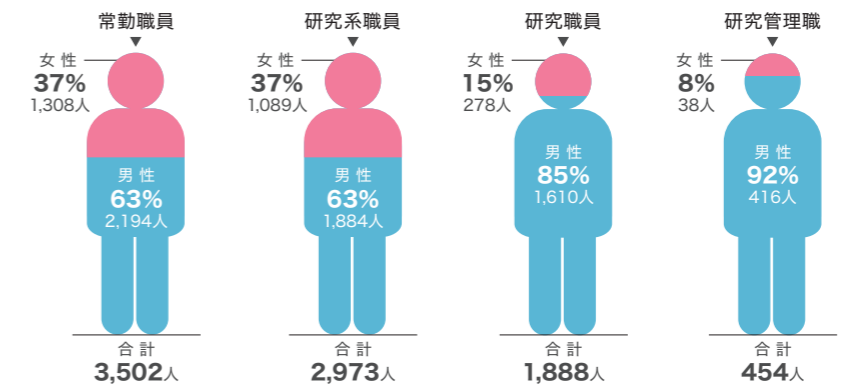
ダイバーシティの推進

理研では、全常勤職員のうち女性が37%、研究系職員では37%、研究職員では15%、研究管理職では8%を占めています。法律で定められた産前産後休業(産休)、育児休業(育休)などの制度だけでなく、育児や介護との両立を支援する相談窓口を設置し、さまざまな付加的な施策を行い、職員が働きやすい環境を整備しています。和光、横浜、神戸の3事業所には託児施設を設けているほか、研究系職員が妊娠、育児または介護中、従来の業務を維持できるように、支援者の人件費を助成する制度があり、多くの職員が利用しています(下のグラフ)。ま

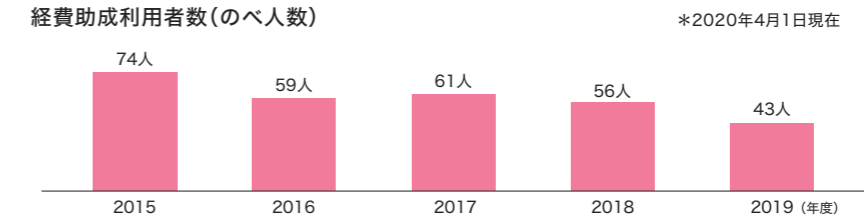
た、仕事と生活の両立に資する研修を行い、職員のワーク・ライフ・バランスも推進しています。

優れた女性研究者を支援する取り組みとして加藤セチプログラムを設け、女性研究管理職の登用促進を図っています。加藤セチプログラム理研白眉制度として並外れた能力を持つ若手女性研究者に、研究室主宰者(理研白眉研究チームリーダー)として独立して研究を推進する機会を提供するほか、新任の女性研究室主宰者に採用インセンティブ経費助成により、初年度研究費を追加で配賦しています。

研究職員の男女比



妊娠、育児中の研究系職員の支援者にかかる経費助成利用者数(のべ人数)



キャリアサポート

理研は、全職員を対象に、理研での経験を将来のキャリアパスにつなげる取り組みとして、キャリア・コンサルティング、応募書類・面接などの対策支援、キャリア自律促進のためのワークショップ、ライフプランセミナーなどを

実施しています。また、メールマガジンや転身事例集などの情報媒体も活用しています。研究系職員に対しては、研究職以外の多様な選択肢も視野に入れた、きめ細かい対応をしています。

予 算

国立研究開発法人である理研の主な収入は国からの運営費交付金ですが、財源の多様性と安定性を確保するために、さまざまな研究資金の獲得に努力しています。

予 算

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

収入について

「政府支出金」のうち運営費交付金とは、国立研究開発法人の自主性・自律性のある業務運営の財源として、使途の内訳を特定せずに交付される資金です。運営費交付金の使用の適否については、事後評価において研究所の運営が適切になされたかという観点でチェックされます。施設整備費補助金は、土地や建物整備などのために国から使途を明示されて手当てされる財源です。特定先端大型研究施設関連補助金は、「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」に基づき、大型放射光施設「SPring-8」、X線自由電子レーザー施設

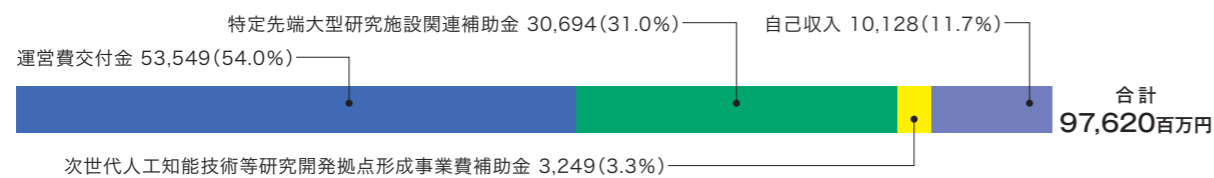
「SACLA」、スーパーコンピュータ「京」の整備・維持管理、研究者などへの共用を促進するとともに、「京」の後継機「富岳」の開発・整備をするための経費です。次世代人工知能技術等研究開発拠点形成事業費補助金は、革新的な人工知能(AI)に関する基盤技術の基礎的研究からAIによる科学研究の加速、社会課題の解決に資する応用までを一貫して実施するための経費です。受託研究収入などの国立研究開発法人が自ら獲得した収入を「自己収入」と呼びます。自己収入には、受託事業収入、SPring-8利用料収入、特許権収入などが含まれます。

支出について

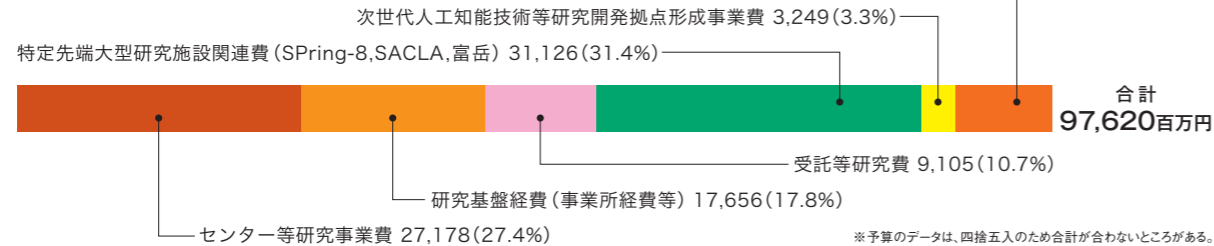
「センター等研究事業費」は、各研究センターなどに配分され、センター長などの裁量の下、研究を行うための費用として使われます。「研究基盤経費」は、各事業所における研究環境の維持管理、若手研究者の支援、情報環境の整備・維持、研究成果の普及など、研究活動を推進・

支援するために必要な経費です。「管理費等」には、人件費などの組織を運営するための費用が含まれています。理研では、計画的・効率的に研究が実施できるよう柔軟な予算配分により事業の見直しや重点化を進めています。

2020年度 収入予算の内訳(当初予算)



2020年度 支出予算の内訳(当初予算)



※予算のデータは、四捨五入のため合計が合わないところがある。

外部資金について

外部資金とは、政府機関、公益法人、企業などから受け入れている研究資金と、個人・法人を問わずに受け入れている3種類の寄附金を指します。このうち、金額・件数ともに最も多いものは科学研究費助成事業(科研費)です。科研費は、人文・社会科学から自然科学まで全ての分野にわたり、基礎から応用まで

のあらゆる研究者の自由な発想に基づく研究を格段に発展させることを目的とする競争的資金で、専門家による審査を経て、独創的・先駆的な研究を助成しているものです。外部資金の過去3年度の実績は、下の表のとおりです。

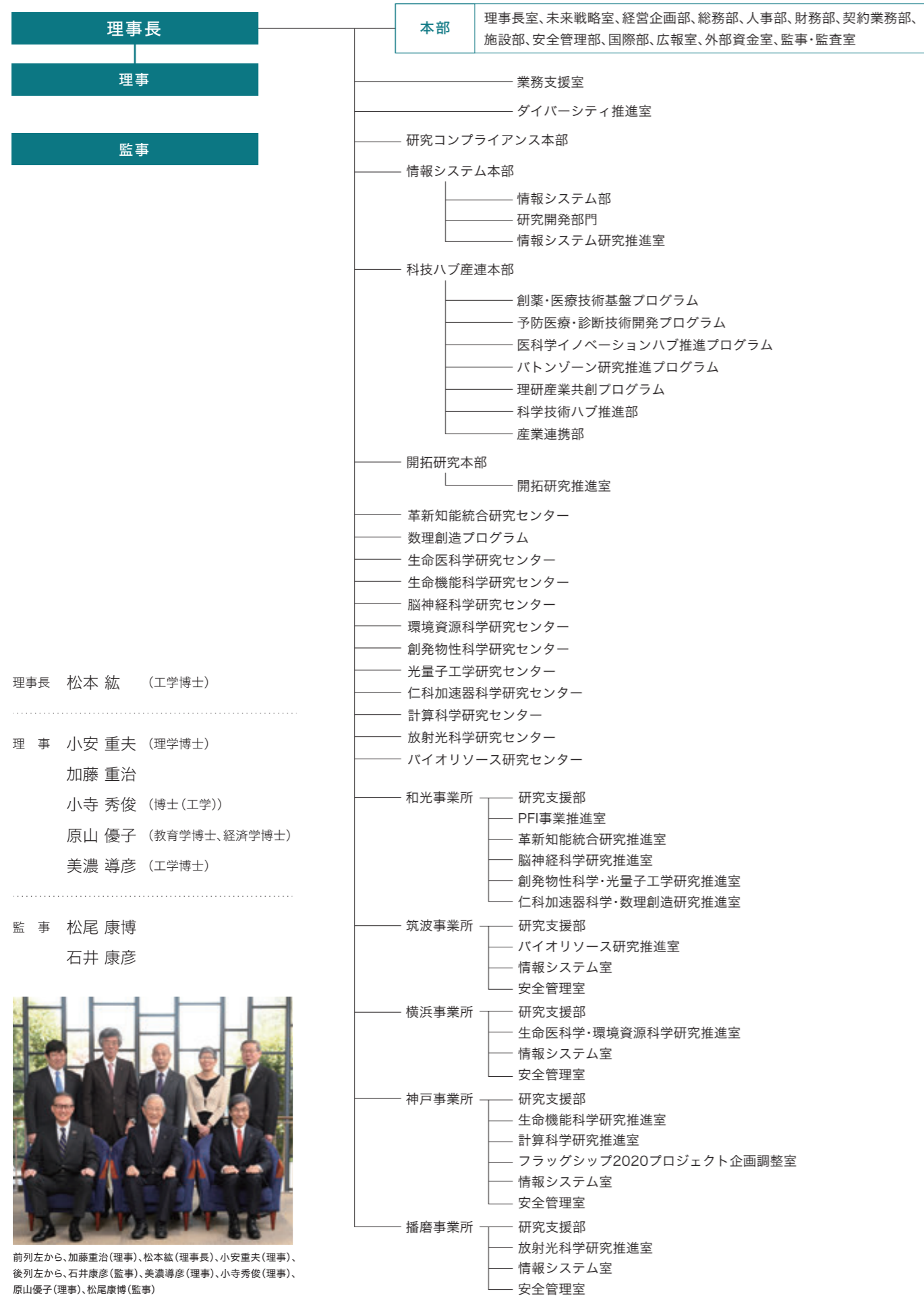
最近3年間の外部資金の獲得状況

項 目	2017年度		2018年度		2019年度			
	金額(百万円)	件数	金額(百万円)	件数	金額(百万円)	件数		
1.競争的資金	科学研究費助成事業(科研費)*	3,810	799	4,605	1,236	4,692	1,402	
	科学技術振興機構(JST)関連事業	2,767	119	2,469	125	2,664	139	
	文部科学省系事業	128	3	357	7	464	6	
	その他の府省系事業	94	15	175	13	178	12	
	日本医療研究開発機構(AMED)関連事業	3,274	87	4,192	96	3,157	100	
小 計	10,072	1,023	11,798	1,477	11,155	1,659		
2.非競争的資金	受託	政府受託研究	529	11	654	26	713	23
		政府関係受託研究	3,319	156	2,483	147	2,042	114
	助成	政府関係助成金	102	51	47	32	49	22
		負担金	109	30	193	47	215	50
	補助金	政府補助金事業	1,627	18	459	18	375	17
小 計	5,685	266	3,836	270	3,394	226		
3.海外助成および国内財団等助成金	445	128	468	148	502	126		
4.民間受託	2,795	341	2,928	366	2,412	279		
合 計	18,998	1,758	19,030	2,261	17,463	2,290		

募集特定寄附金	支援をお願いしたいテーマや事業を理研があらかじめ用意したもの	64	254	8	37	25	380
使途特定寄附金	応援したい研究テーマなどを寄附者が特定するもの	71	60	83	60	47	54
一般寄附金	研究活動全般を支援するもの	1	9	17	116	16	124
寄附金合計		136	323	108	213	88	558

※P.58-59のデータは、四捨五入のため合計値が合わないところがある。
*2018年度より集計対象に分担課題を含む。

組織図 (2020年6月1日現在)



問い合わせ先一覧

日本で唯一の自然科学の総合研究所として、各地に拠点をもち広い分野での研究を進めています。

和光地区(本部所在地・埼玉県和光市)

TEL:048-462-1111 / FAX:048-462-1554 (本部代表)

- ▶ 本部
- ▶ 情報システム本部
- ▶ 科技ハブ産連本部
 - ▶ 予防医療・診断技術開発プログラム
 - ▶ バトンゾーン研究推進プログラム
 - ▶ 理研産業共創プログラム
- ▶ 開拓研究本部
- ▶ 数理創造プログラム
- ▶ 脳神経科学研究センター
- ▶ 環境資源科学研究センター
- ▶ 創発物性科学研究センター
- ▶ 量子工学研究センター
- ▶ 仁科加速器科学研究センター

神戸地区(兵庫県神戸市)

TEL:078-306-0111 / FAX:078-306-0101 (神戸事業所代表)

- ▶ 生命機能科学研究センター
- ▶ 計算科学研究センター

仙台地区(宮城県仙台市)

TEL:022-228-2111 / FAX:022-228-2122 (仙台研究支援室)

- ▶ 量子工学研究センター

筑波地区(茨城県つくば市)

TEL:029-836-9111 / FAX:029-836-9109 (筑波事業所代表)

- ▶ バイオリソース研究センター

東京地区(東京都中央区)

TEL:03-3271-7101 / FAX:03-3271-7100 (東京連絡事務所)

- ▶ 未来戦略室
- ▶ 科技ハブ産連本部
 - ▶ 医科学イノベーションハブ推進プログラム
- ▶ 革新知能統合研究センター

横浜地区(神奈川県横浜市)

TEL:045-503-9111 / FAX:045-503-9113 (横浜事業所代表)

- ▶ 科技ハブ産連本部
 - ▶ 創業・医療技術基盤プログラム
 - ▶ 医科学イノベーションハブ推進プログラム
 - ▶ バトンゾーン研究推進プログラム
- ▶ 生命医科学研究センター
- ▶ 生命機能科学研究センター
- ▶ 環境資源科学研究センター
- ▶ 放射光科学研究センター

名古屋地区(愛知県名古屋市)

TEL:048-462-1111 / FAX:048-462-1554 (本部代表)

けいはんな地区(けいはんな学研都市)

TEL:0774-73-2001 / FAX:0774-73-1607 (けいはんな研究支援室)

- ▶ 科技ハブ産連本部
 - ▶ ロボティクスプロジェクト
- ▶ 革新知能統合研究センター
- ▶ バイオリソース研究センター

大阪地区(大阪府吹田市)

TEL:06-6155-0111 / FAX:06-6155-0112 (大阪研究支援課)

- ▶ 生命機能科学研究センター

播磨地区(兵庫県佐用郡)

TEL:0791-58-0808 / FAX:0791-58-0800 (播磨事業所代表)

- ▶ 放射光科学研究センター

海外拠点

▶ RAL支所(イギリス)

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

▶ 理研 BNL 研究センター (アメリカ)

Building 510A, Brookhaven National Laboratory, Upton, New York 11973, USA
TEL:+1-631-344-8095
FAX:+1-631-344-8260

▶ シンガポール事務所

11 Biopolis Way, #07-01/02 Helios 138667, Singapore
TEL:+65-6478-9940
FAX:+65-6478-9943

▶ 北京事務所

1008, Beijing Fortune Building, No.5, Dong San Huan Bei Lu, Chao Yang District, Beijing, 100004, China
TEL:+86-(0)10-6590-9192
FAX:+86-(0)10-6590-9897

▶ 欧州事務所

Office 608, Regus EU Square de Meeus, Square de Meeus 37, 1000 Brussels, Belgium
TEL: +32-2-791-7613