

# 第4回戦略的創造研究推進事業 国際レビュー

評価用資料(添付資料)

2020年10月8日



## 目次

1. 戦略的創造研究推進事業の仕組み及び運営	1
1.1 各国の政策	1
1.1.1 日本における科学技術イノベーション政策の概要	1
(1) 科学技術基本計画	1
(2) 科学技術関係予算	2
(3) 競争的資金	3
1.1.2 日本における他 FA 等の概要	4
(1) JSPS（日本学術振興会）：科学研究費補助金	4
(2) NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）：ナショナルプロジェクト	5
(3) AMED（日本医療研究開発機構）	6
(4) CSTI（総合科学技術・イノベーション会議）：ImPACT、SIP、PRISM、ムーンショット	6
1.1.3 主要国の状況	7
(1) 米国の資金配分機関	7
(2) 欧州の資金配分機関	8
(3) アジアの資金配分機関	9
1.2 JST の概要	10
1.2.1 科学技術振興機構（JST）の沿革	10
1.2.2 戦略的創造研究推進事業各制度の概要（仕組み及び運営の特徴）	10
1.2.3 各制度の運営・評価プロセス	18
(1) CREST・さきがけ・ACT-I・ACT-X	18
(2) ERATO	21
(3) ACCEL	22
(4) ACT-C	24
2. 戦略的創造研究推進事業の研究成果及び波及効果	27
2.1 事業の研究成果（各分野の顕著な成果）	27
2.1.1 戦略目標の達成に資する研究領域の取組と顕著な研究成果の創出	27
2.1.2 研究課題（プロジェクト）の顕著な研究成果の創出（ナノ材料、グリーン、ライフサイエンス、ICT 分野）	32
2.2 研究論文等からみた研究成果（国内外の研究動向、影響力をもつ研究者等）	41
2.2.1 研究論文の調査・分析	41
2.2.2 科学技術的な波及において影響力を持つ研究者の例	44
2.3 事業の波及効果（科学技術イノベーション創出に向けた成果、事業から輩出された研究者等）	50
2.3.1 科学的・技術的な波及効果	50

2.3.2	社会的・経済的な波及効果.....	52
2.4	事業の波及効果（社会的・経済的な観点からの成果、社会実装への展開等）...	61
2.4.1	他ファンディング等への展開.....	61
2.4.2	共同研究・委託研究・技術移転.....	62
2.4.3	ベンチャー企業設立.....	65
2.4.4	特許の出願と活用.....	70
2.4.5	受賞 .....	72



## 1. 戦略的創造研究推進事業の仕組み及び運営

### 1.1 各国の政策

#### 1.1.1 日本における科学技術イノベーション政策の概要

##### (1) 科学技術基本計画

「日本における科学技術の水準の向上を図り、もって日本の経済社会の発展と国民の福祉の向上に寄与するとともに世界の科学技術の進歩と人類社会の持続的な発展に貢献することを目的とする」という理念の下に、1995年に科学技術基本法が制定された<sup>1</sup>。

制定の背景には、日本の経済が停滞し、円高の進行により輸出産業が打撃を受けているのに加えて、将来的な高齢化、国際競争の激化が予想される中で、日本が知的資源を活用して新産業を創出し、国を長期的な成長に向かわせ、人類が直面する諸問題の解決に寄与する「科学技術創造立国」論が活発になったことが挙げられる<sup>2</sup>。

科学技術基本法に基づき、4期20年間にわたって科学技術基本計画（以下、「基本計画」という）が策定され、日本はその実行によって、厳しい財政事情の中にあっても研究開発投資の拡充が図られ、世界をリードする研究成果や数々の実績を上げてきた。

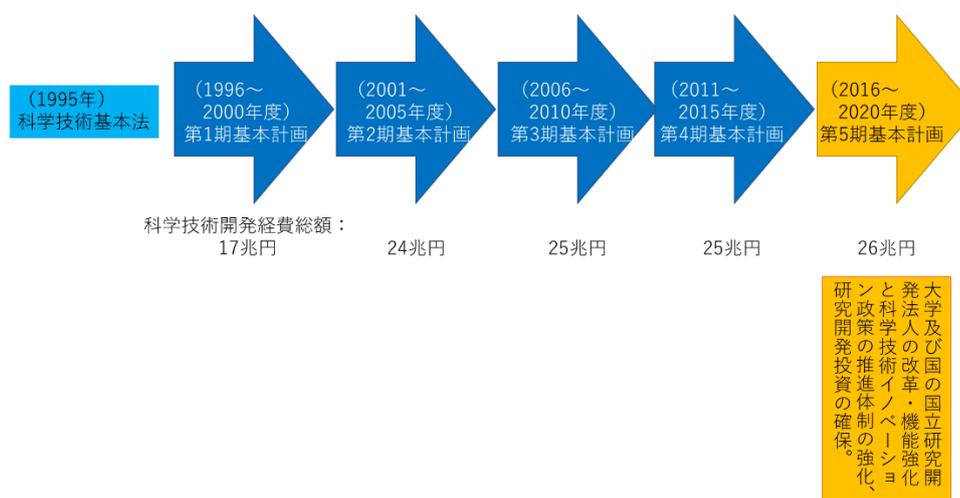


図 A1-1 科学技術基本計画の変遷<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 第4期科学技術基本計画

<sup>2</sup> CRDS-FY2013-FR-07\_研究開発の俯瞰報告書

<sup>3</sup> 内閣府 科学技術基本計画より引用 <https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5gaiyo.pdf>

第1期では概ね研究開発システムにとどまっていたが、第2期では、社会との関係が明確に意識され、日本が目指すべき3つの国の姿(新しい知の創造、知による活力の創出、知による豊かな社会の創成)を示すとともに、研究成果の社会還元を含めた科学技術システムの改革を掲げた。社会・国民との関係は第3期でより重視され、「社会・国民に支持され成果を還元する科学技術」という基本姿勢を明らかにするとともに、その際に重要となるイノベーションを明示的に取り上げ、第4期では科学技術政策の役割を、科学技術の一層の振興を図ることはもとより、人類社会が抱える様々な課題への対応を図るためのものとして捉えた。

第5期基本計画は2016年に策定され、総合科学技術・イノベーション会議(CSTI)が司令塔となり、先を見通し戦略的に手を打っていく力(先見性と戦略性)と、どのような変化にも的確に対応していく力(多様性と柔軟性)を重視する基本方針の下で、予算と直結した年間PDCAサイクルの実現、重要課題解決に向けた取組み、府省横断で基礎研究から事業化までを見込む「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」の創設、ハイリスク・ハイインパクトなイノベーション創出を目指す「革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)」、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発(ムーンショット)の創設などが実施されている。

## (2) 科学技術関係予算

政府全体の科学技術関係予算を有望な分野や政策へ重点的に配分し有効に活用するため、CSTIが科学技術イノベーション政策全体を俯瞰して、「科学技術に関する予算等の資源配分の方針(以下、「資源配分方針」という)」を策定し、関係府省の取組を主導している。2017年4月に決定した「Society 5.0の推進と政府研究開発投資目標の達成に向けて」を踏まえ、CSTIとして、各府省の概算要求のうち、新たに科学技術イノベーション関連事業として登録がなされたもの(既存の事業に科学技術イノベーションの要素を導入することにより、Society 5.0の実現を目指すものも含む。)の中からSociety 5.0<sup>\*</sup>の実現等に向け科学技術イノベーションに資することが見込まれるものを特定するとともに、それらの施策について予算編成過程において重点が置かれるよう財務省と連携している。これにより、科学技術基本計画に定められた「政府研究開発投資の目標(対GDP比1%)」を目指している。

<sup>\*</sup>Society 5.0: IoT(Internet of Things)で全ての人とモノがつながり、様々な知識や情報が共有され、今までにない新たな価値を生み出すことや、人工知能(AI)により必要な情報が必要な時に提供されるようになり、ロボットや自動走行車などの技術で、少子高齢化、地方の過疎化、貧富の格差などの課題が克服することによる社会の変革(イノベーション)を通じて、これまでの閉塞感を打破し、希望の持てる社会、世代を超えて互いに尊重し合える社会、一人一人が快適で活躍できる社会を目指す。

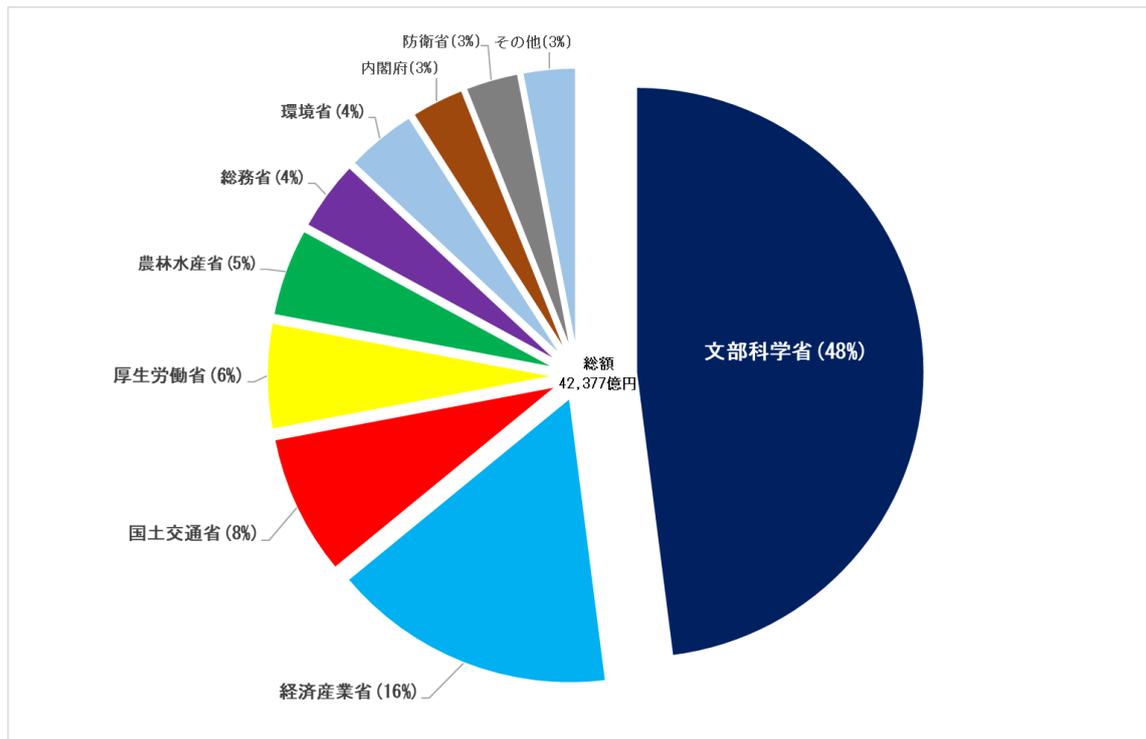


図 A1-2 科学技術関係予算（2020 年度）<sup>4</sup>

日本の 2020 年度当初予算における科学技術関係予算は図 A1-2 に示すように 4 兆 2,377 億円であり、そのうち科学技術振興の中心的な経費である科学技術振興費は 1 兆 3,639 億円となっている<sup>4</sup>。

### (3) 競争的資金

競争的資金とは、第 3 期科学技術基本計画において定義されているとおり「資源配分主体が広く研究開発課題等を募り、提案された課題の中から、専門家を含む複数の者による科学的・技術的な観点を中心とした評価に基づいて実施すべき課題を採択し、研究者等に配分する研究開発資金」のことを指す。同計画において、「研究者の研究費の選択の幅と自由度を拡大し、競争的な研究開発環境の形成に貢献する科学研究費補助金（科研費）等の競争的資金は、引き続き拡充を目指す」としており、政府としてその拡充に努めている。

一方で、「競争的資金の拡充と制度改革の推進について」（2007 年 6 月 14 日総合科学技術会議基本政策推進専門調査会）等に基づき、基礎研究の多様性・継続性の確保、シームレスな仕組みの構築、若手・女性研究者に魅力的な研究環境づくり、ハイリスクでインパクトのある研究や独創的な研究の強化、評価体制の強化、公正・透明で効率的な配分・使用システムの確立等の制度改革が進められている<sup>5</sup>。

図 A1-3 に示すように、2020 年度の競争的資金の総額は約 4,416 億円で、戦略的創造研

<sup>4</sup> <https://www8.cao.go.jp/cstp/budget/r2yosan.pdf>

<sup>5</sup> <http://www8.cao.go.jp/cstp/compefund/>

究推進事業の予算はその約12%を占めている。後に示すが、第4回国際評価の対象となる事業は戦略的創造研究推進事業のうち、CREST、さきがけ、ERATO、ACCEL、ACT-C、ACT-I、ACT-Xが該当する。

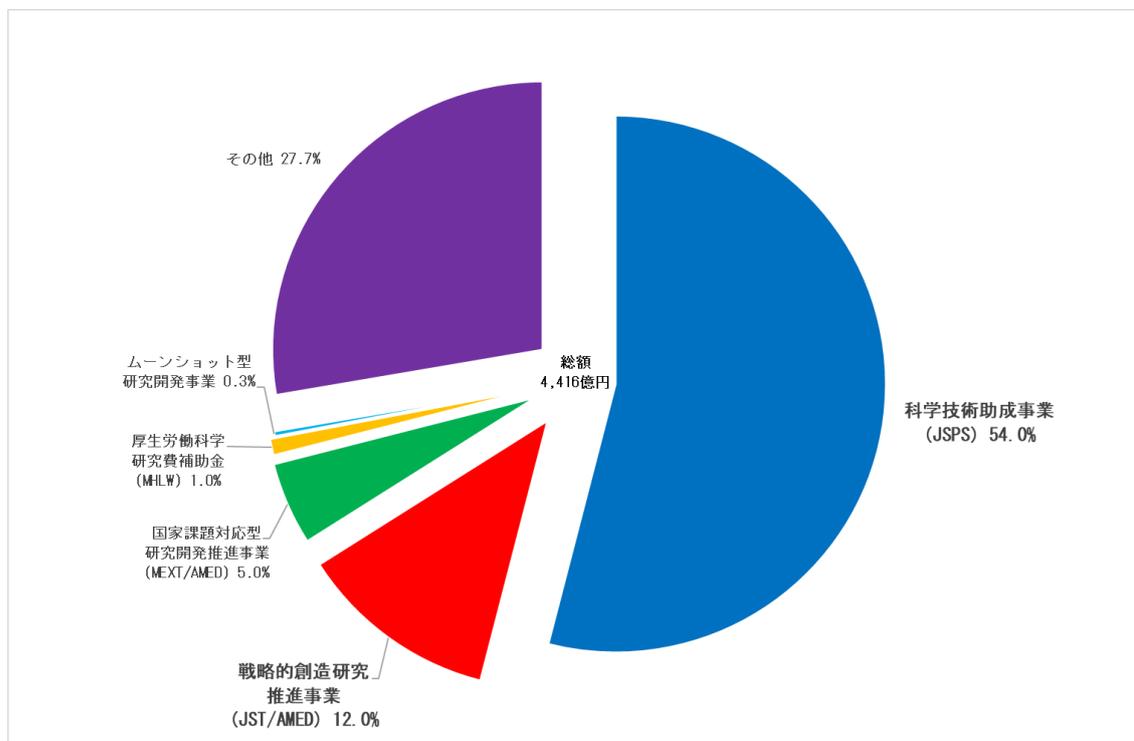


図 A1-3 2020 年度競争的資金<sup>6</sup>

### 1.1.2 日本における他 FA 等の概要

#### (1) JSPS（日本学術振興会）：科学研究費補助金

科学研究費補助金（以下、「科研費」という）は学術研究の補助金で、個々の研究者の自由な発想に基づく研究提案を受けて、学術的に優れた独創的・先駆的な研究に対して、補助金を通じて研究活動により多様な学術の振興を図ることを目的としている（2020 年度予算：2,692 億円、うち科学研究費補助金：1,394 億円）。

戦略的創造研究推進事業は科学研究費助成事業とは異なり、トップダウン型の事業である。つまり、国の政策目標、すなわち戦略目標を受けて、研究領域・研究総括を設定し、戦略目標達成に向けてイノベーションの創出に資する技術シーズを創成する研究を推進している。

<sup>6</sup> [https://www8.cao.go.jp/cstp/compefund/kyoukin\\_r12.pdf](https://www8.cao.go.jp/cstp/compefund/kyoukin_r12.pdf)

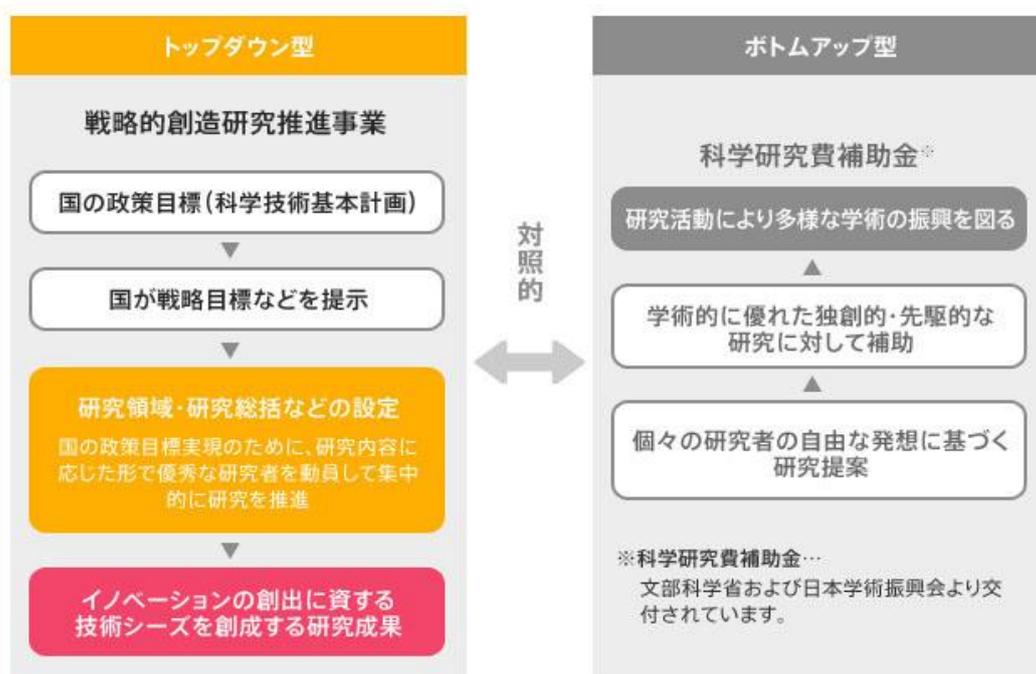


図 A1-4 戦略的創造研究推進事業と科学研究費補助金の違い<sup>7</sup>

## (2) NEDO<sup>8</sup> (新エネルギー・産業技術総合開発機構) : ナショナルプロジェクト

NEDO は日本最大級の公的研究開発マネジメント機関として、経済産業行政の一翼を担い、エネルギー・環境問題の解決および産業技術力の強化の二つをミッションとする。

### ① エネルギー・地球環境問題の解決

新エネルギーおよび省エネルギー技術の開発と実証試験等を積極的に展開し、新エネルギーの利用拡大とさらなる省エネルギーを推進し、さらに、国内事業で得られた知見を基に、海外における技術の実証等を推進し、エネルギーの安定供給と地球環境問題の解決を目指している。

### ② 産業技術力の強化

産業技術力の強化を目指し、将来の産業において核となる技術シーズの発掘、産業競争力の基盤となるような中長期的プロジェクトおよび実用化開発における各段階の技術開発を、産官学の英知を結集して高度なマネジメント能力を発揮しつつ実施することにより、新技術の市場化を図っている (2020 年度予算 : 1,589 億円)。

NEDO の事業は主に、日本の技術力強化・エネルギー問題の解決を目標として、実用化開発までの支援を目的とした開発寄りの事業を展開しており、基礎研究に軸足を置いた戦略的創造研究推進事業とは異なる。戦略的創造研究推進事業の研究成果の実用化に向けた展

<sup>7</sup> <http://www.jst.go.jp/kisoken/about/index.html>

<sup>8</sup> <http://www.nedo.go.jp/introducing/index.html>

開先の一つとして NEDO の事業とは連携している。

### (3)AMED（日本医療研究開発機構）<sup>9</sup>

医療分野の研究開発及びその環境整備の中核的な役割を担う機関として、これまで文部科学省・厚生労働省・経済産業省にて行われてきた医療分野の研究開発に関する基礎段階から実用化まで一貫した研究のマネジメントを行う機関として 2015 年 4 月に新たに設立された（2020 年度予算：1,272 億円）。

これに伴い、JST が実施していた事業のうち、医療・創薬に資する事業等の一部については AMED に移管された。JST は AMED が支援対象としない植物や農業分野の研究を推進することに加え、引き続きライフサイエンス分野において幅広い分野への貢献が期待される基礎・基盤的な研究を推進することで AMED へ JST の研究成果が引き継がれるような連携関係を構築している。

### (4)CSTI（総合科学技術・イノベーション会議）<sup>10</sup>：ImPACT、SIP、PRISM、ムーンショット

CSTI は、内閣総理大臣、科学技術政策担当大臣のリーダーシップの下、各省より一段高い立場から、総合的・基本的な科学技術・イノベーション政策の企画立案及び総合調整を行うことを目的とした「重要政策に関する会議」の一つである。CSTI では 2014 年度より新たなファンディング施策を創設、推進してきた。

「出口を見据えた研究」に係るファンディング施策としての戦略的創造研究推進事業に対して、「出口から見た研究」に係るファンディング施策として、革新的研究開発プログラム（ImPACT）、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）、官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）、ムーンショット型研究開発制度といった新たな制度が総合科学技術・イノベーション会議により創設された。

「出口を見据えた研究」(※)における「出口」のイメージ ※研究者が主体となって、研究の進展等により実現しうる未来社会の姿を見据えて行う研究		「出口から見た研究」(※)における「出口」のイメージ ※PM・PDが主体となって、現在直面している具体的課題の解決のために必要な研究	
 <p>研究者 → 「出口」= 研究の進展等により実現しうる、未来社会の姿</p>		 <p>課題解決に必要な研究 ← 「出口」= 現在直面している課題の解決 PM</p>	
<b>拡がりがある</b> <small>(未来社会のあるべき姿として設定)</small>		「出口」の 粒度	<b>シャープ</b> <small>(直面する具体的課題として明確に切り出し)</small>
出口までの時間は相対的に長い 起点から拡がっていく		「出口」の 実現	出口までの時間は相対的に短い 1 点に収束して向かっていく

図 A1-5 「出口を見据えた研究」と「出口から見た研究」

#### ①ImPACT

<sup>9</sup> <https://www.amed.go.jp/>

<sup>10</sup> <https://www8.cao.go.jp/cstp/>

大学や企業が失敗を恐れずに困難な研究開発課題に果敢に挑み（チャレンジ）、新たな成長分野を切り開いていく（イノベーション）、新たな科学技術のシステムが必要であるという問題意識の下、ハイリスク・ハイインパクトな研究開発を促進し、持続的な発展性のあるイノベーションシステムの実現を目指したプログラムとして創設されたものである。優れたアイデアを持つプログラム・マネージャー（PM）に大胆な権限を付与し、実現すれば産業や社会のあり方に大きな変革をもたらす革新的な科学技術イノベーションの創出を目指したハイリスク・ハイインパクトな挑戦的研究開発を推進している点に特徴がある（予算：550 億円【2018 年度までの基金】）。JST が管理法人として参加したが、2018 年度で事業は終了した。

#### ②戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）

SIP は、CSTI が司令塔機能を発揮し、府省の枠や旧来の分野の枠を超えたマネジメントに主導的な役割を果たすことを通じて、科学技術イノベーションを実現するため 2014 年度に創設された。CSTI が重要課題を特定し、課題ごとに PD（プログラムディレクター）を選定し、基礎研究から出口（実用化・事業化）までを見据え、規制・制度改革や特区制度の活用等も視野に入れて推進するものである。現在、第 2 期として 13 課題が設定されており、うち 2 課題（統合型材料開発システムによるマテリアル革命、IoE 社会のエネルギーシステムについて JST が管理法人となっている（2020 年度予算：325 億円（SIP 事業全体））。

#### ③官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）<sup>11</sup>

CSTI の司令塔機能強化をするために、民間研究開発投資誘発効果の高い領域または財政支出の効率化に資する領域への各府省庁施策の誘導を図ることを目的として、2018 年に創設された（予算額：100 億円）。2019 年度設定領域は、AI 技術、建設・インフラ維持管理／防災・減災技術、バイオ技術である。

#### ④ムーンショット型研究開発制度<sup>12</sup>

困難だが実現すれば大きなインパクトが期待される社会課題等を対象とした野心的な目標及び構想を国が策定するもので、2019 年度に創設され、最大で 10 年間支援（予算額：1, 150 億円）。「Human Well-being」（人々の幸福）を目指し、その基盤となる社会・環境・経済の諸課題を解決すべく、7 つのムーンショット目標を決定している。

本制度は、JST も管理法人の一機関となっている。

### 1.1.3 主要国の状況

主要国の資金配分機関の中から、主要機関について示す。

#### (1) 米国の資金配分機関

米国は、目的に応じた多様な研究資金が併存するマルチ・ファンディング・システムを採

<sup>11</sup> <https://www8.cao.go.jp/cstp/prism/aboutprism.pdf> より引用

<sup>12</sup> <https://www8.cao.go.jp/cstp/moonshot/index.html>

用しており、各連邦政府機関がそれぞれの分野ごとに基礎・応用・開発研究を支援している。代表的な資金配分機関は、科学・工学分野の NSF、医学分野の NIH、エネルギー分野の DOE 科学局等であり、主にボトムアップ型の資金配分が行われている。NSF は、医療科学を除くすべての分野の基礎研究・工学を支援する連邦政府唯一の機関であり、科学・技術・工学・数学 (STEM) 教育の支援も行っている。NIH は、8 割の外部向け (extramural) 研究資金を大学等に配分する一方で、2 割の内部向け (intramural) 研究資金を、傘下の 27 研究所・センターにおける研究開発に利用している。DOE は、基礎研究、応用研究のトランスフォーマティブな進展を促し、新たなクリーンエネルギー技術の開発等を触媒する役割を担っている。具体的には、エネルギー高等研究計画局 (Advanced Research Projects Agency-Energy : ARPA-E) 等のイニシアチブを通じて、先端研究と革新的なクリーンエネルギー技術開発に資金配分を行っている。ARPA-E は、国防総省の国防高等研究計画局 (Defense Advanced Research Project Agency: DARPA) をモデルに、先端的なエネルギー研究開発を推進している。

## (2) 欧州の資金配分機関

EU (欧州連合) では加盟国自身が行える事業については EU では行わずに、加盟国が実施する施策を補完するために様々な事業を行うという原則 (補完性原則 : subsidiarity principle) がある。科学技術・イノベーションの分野でもこの原則が貫かれており、2014 年 1 月より開始されハイリスクな研究開発への投資など Horizon 2020 が取り組まれているが、このプログラムの後継として、新しい科学技術・イノベーション政策である Horizon Europe が 2021 年より開始予定であり、オープンサイエンス、グローバルチャレンジ・産業競争力、オープンイノベーションを 3 本柱として取り組む予定である。EU では研究イノベーション総局 (DGRI) が研究技術開発担当となっているほか、未来・新興技術プログラム (FET) を所管しているコミュニケーションネットワーク・コンテンツ・技術総局 (DG Connect) などもミッションに応じた資金配分等を行っている。包括的研究開発計画である「第 6 次フレームワーク・プログラム (FP)」までは基礎研究支援は構成国の役割とされ、前競争段階にある研究開発の支援が中心であったが、2007 年の第 7 次 FP からは欧州研究会議 (ERC) を通じて明示的に基礎研究を支援するようになった。欧州研究会議執行機関 (ERCEA) が資金配分等の実務を行っている。

英国では、2018 年に 7 つの分野別研究会議 (Research Councils) と、産業界や企業のイノベーション活動を支援する Innovate UK、イングランド地方の大学にブロックグラント (運営費交付金) を助成するイングランド高等教育資金会議 (HEFCE) が単一の法人組織としてまとめられ、英国研究イノベーション機構 (UK Research and Innovation: UKRI) が発足した。UKRI は、「英国を世界最大のイノベーション国家にする」という産業戦略も含む、研究開発への資金配分を行っている。

ドイツでは、代表的な資金配分機関としてドイツ研究振興協会 (Deutsche Forschungsgemeinschaft: DFG) がボトムアップで基礎的な研究を支援するとともに、様々

な科学関連の表彰、研究者招聘プログラムの実施などの業務を行う。また選ばれた少数の大学に集中的に助成を行うエクセレンス・イニシアティブの委託を連邦政府から受けて実施している。

フランスでは、国民教育・高等教育・研究省が所管する国立研究機構（Agence Nationale de la Recherche : ANR）が自然科学・工学から人文社会科学まで全分野を対象として競争的資金を配分しており、科学振興及びイノベーションを第一義的なミッションとするオールラウンド型の資金配分機関である。

スウェーデンでは、イノベーション・システム庁（VINNOVA）がニーズ主導の研究に資金を提供し、企業、大学、研究機関、公共部門間のコラボレーションを促進するなどイノベーションに係わる中心的なとりまとめ役を担っているほか、EU のフレームワークプログラムのための国の交渉機関としての役割を果たしている。

### **(3) アジアの資金配分機関**

シンガポールでは、省庁管轄の資金配分機関として、シンガポール科学技術研究庁（A\*STAR）があり、7 工学研究所と 7 バイオメディカル研究所を有し、産学連携による出口志向の強い研究開発を主導している。

中国では、中央政府の競争的資金が、主として科学技術部および国家自然科学基金委員会（NSFC）により配分される。NSFC は米国 NSF の中国版として 1986 年に設立され、基礎研究と一部の応用研究を助成している。

## 1.2 JST の概要

### 1.2.1 科学技術振興機構（JST）の沿革

JST は、科学技術振興のための基盤整備を総合的かつ効率的に行うとともに、「科学技術基本法」に位置づけられた施策を強力に推進することを目指して、日本科学技術情報センター（JICST）と新技術開発事業団（JRDC）を統合し科学技術振興事業団として1996年10月に設立された。その後、2003年10月に独立行政法人科学技術振興機構となり、2015年4月に現在の国立研究開発法人科学技術振興機構となった<sup>13</sup>。

なお、JICSTは、日本における科学技術情報に関する中枢的機関として内外の科学技術情報を迅速かつ適確に提供する事を目的に1957年8月に設立されたものであり、JRDCは、海外技術への依存から脱却し、日本の大学や国立研究所等の優れた研究成果を発掘し、その企業化を図ることを目的に1961年7月に設立され、その後の業務追加を受け、1989年に新技術事業団となったものである。

### 1.2.2 戦略的創造研究推進事業各制度の概要（仕組み及び運営の特徴）

#### ①CREST (Core Research Evolutionary Science and Technology)

##### 【目的】

我が国が直面する重要な課題の克服に向けて、戦略目標及び研究開発目標達成のための独創的で国際的に高い水準の目的基礎研究を推進し、社会・経済の変革をもたらす科学技術イノベーションに大きく寄与する、新たな科学知識に基づく創造的で卓越した革新的技術のシーズ（新技術シーズ）を創出することを目指す。

##### 【特徴】

- (i) 研究領域毎の戦略目標達成のために、1研究領域あたりの研究課題数や1研究課題あたりの予算規模の設定、研究期間中のステージゲートやチーム再編成の導入等、研究総括の裁量で柔軟な領域設計を行うことを可能としている。
- (ii) 研究総括は自らが設計した研究領域運営方針の下に研究提案を募り、1領域あたり10～20件程度の研究課題を採択する。研究総括が、複数の研究課題で、科学技術分野やサイエンス－科学技術イノベーションのバランスを見ながら、研究領域全体のポートフォリオを組み立てていく。そのために、公募は数度に分けて行っており、採択方針は都度公募要領にて明記している。研究提案募集にあたって、出口を見据えた基礎研究を進めていただくために、産業界や人文社会科学系の研究者の参画を条件としたり、より挑戦的な研究に取り組んでいただくために学際的なチーム体制を条件とする場合もある。
- (iii) 国際的に高い水準にある研究代表者が率いるベストチームを採択する。トップレベルの研究者が共同研究者を組織して成果を出せるよう、1研究課題あたり数億円規模の研究費を支援する。

<sup>13</sup> <http://www.jst.go.jp/enkaku.html>

- (iv) 研究総括は、成果を最大化するために、研究課題に対し進捗に応じて研究の変更・加速・中止を指示する等、柔軟なマネジメントを行う。研究領域運営を支えるアドバイザーを 10 名程度配置し、科学技術面のアドバイスや評価を行う有識者はもちろんのこと、出口を見据えた研究を支えるために、必要に応じて産業界の有識者や弁護士等の法的観点からのアドバイスを可能とする有識者も加えている。
- (v) 各研究課題においては、提案した内容を達成するだけでなく、チームに参加するポストドクや学生の育成も重要なミッションである。

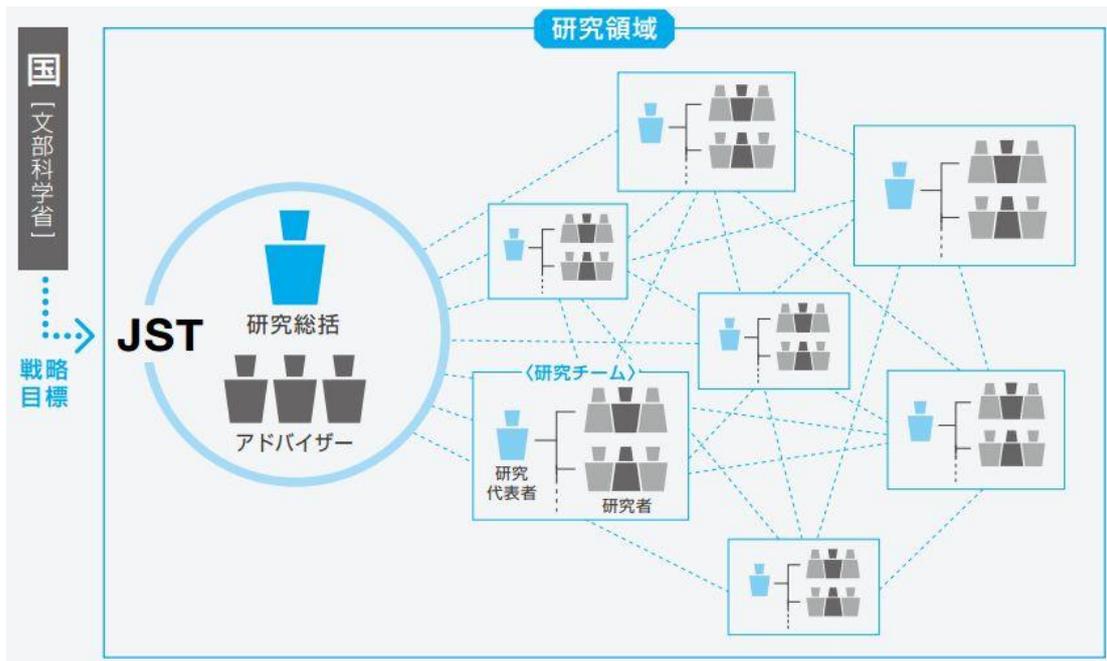


図 A1-6 CREST の仕組み

②さきがけ (Precursory Research for Embryonic Science and Technology)

【目的】

我が国が直面する重要な課題の克服に向けて、独創的・挑戦的かつ国際的に高水準の発展が見込まれる先駆的な目的基礎研究を推進し、社会・経済の変革をもたらす科学技術イノベーションの源泉となる、新たな科学知識に基づく創造的な革新的技術のシーズ（新技術シーズ）を世界に先駆けて創出することを目指す。

【特徴】

- (i) 研究総括は自らが設計した研究領域運営方針の下に研究提案を募り、1 領域あたり 30~40 件程度の研究課題を採択する。科学技術分野やサイエンスー科学技術イノベーションのバランスを見ながら、多様な研究者を採択してポートフォリオを組み立てていくことで、研究領域内および研究領域間で、多様な視点を持った研究者ネットワークを形成する。そのために、公募は数度に分けて行っており、採択方針は都度公募要領にて明記している。

- (ii) 若手研究者が個人で独立した研究を行う規模として、1 研究課題あたり総額 4 千万円程度の研究費を支援する。さらに、若手研究者の自立やそのための研究環境整備の支援も行う。
- (iii) 若手研究者が研究成果を出すことのみならず、研究者として成長することを期待する。そのために、さきがけでは年に 1、2 回開催する領域会議やさきがけ研究者の研究室を訪問するサイトビジット等を通じて、研究総括・領域アドバイザーが助言・指導を行う。さらに、必要に応じて、海外研究者交流や社会の中の科学という観点から自らの研究を振り返る機会を与えるといった、様々な研究推進サポートメニューを提供している。
- (iv) 研究総括は、成果を最大化するために、さきがけ研究者に対し進捗に応じて研究の変更・加速・中止を指示する等、柔軟なマネジメントを行う。研究領域運営を支える領域アドバイザーを 10 名程度配置し、科学技術面のアドバイスや評価を行う有識者はもちろんのこと、出口を見据えた研究を支えるために、必要に応じて産業界の有識者や弁護士等の法的観点からのアドバイスを可能とする有識者も加えている。

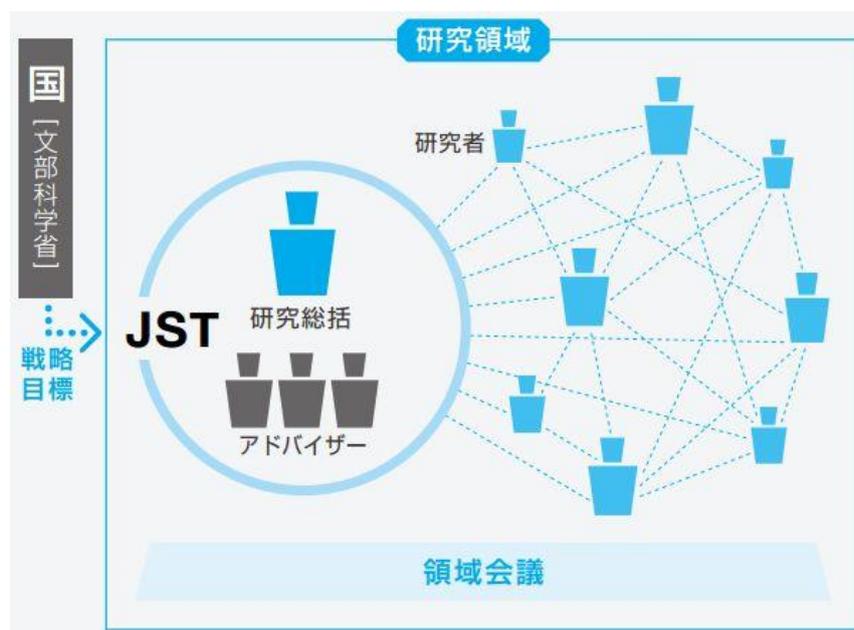


図 A1-7 さきがけの仕組み

### ③ERATO (Exploratory Research for Advanced Technology)

#### 【目的】

ERATO は、1981 年に発足した創造科学技術推進事業を前身とする歴史あるプログラムである。規模の大きな研究費をもとに既存の研究分野を超えた分野融合や新しいアプローチによって挑戦的な基礎研究を推進することで、今後の科学技術イノベーション

ンの創出を先導する新しい科学技術の潮流の形成を促進し、戦略目標の達成に資することを目的としている。そのために、総責任者である研究総括は、独創的な構想に基づく研究領域（プロジェクト）を自らデザインし、3～4 程度の異なる分野・機能からなる研究グループを様々な専門性やバックグラウンドを持つ研究者の結集により構成し、研究プロジェクトを指揮することで、新たな分野の開拓に取り組む点に特徴がある。

【特徴】

- (i) 研究総括の独創性とリーダーシップを重視しつつ、参画する若手研究者等にも一定の裁量を持たせた「人」中心の研究システムである。
- (ii) 研究総括は、独創的な構想に基づく研究領域（プロジェクト）を自らデザインし、新たな分野の開拓に取り組む。
- (iii) 既存分野・バックグラウンド・組織・国籍を超えた優秀な研究者らを集結、分野融合等の促進を重視し、研究総括を中心とした 3～4 程度の異なる分野・機能からなる研究グループを構築する。新たな分野の開拓のみならず、若手研究者の育成にも寄与しており、参画した若手研究者等は多方面で活躍している。
- (iv) JST は研究総括の所属する機関等とともに、新たな研究体制の構築、専属のスタッフによる支援により、既存組織にとらわれない研究拠点を協働で形成および運営する。
- (v) 研究進捗に応じた柔軟な運営、研究予算や計画の柔軟な変更が可能な、弾力的な研究運用を行っている。

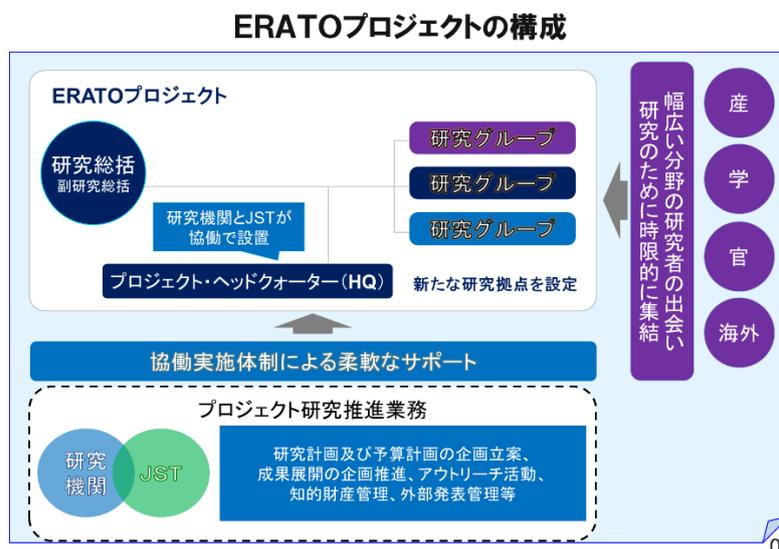


図 A1-8 ERATO の仕組み

④ACCEL (Accelerated Innovation Research Initiative Turning Top Science and Ideas into High-Impact Values)

【目的】

戦略的創造研究推進事業（CREST・さきがけ・ERATO など）で創出された世界をリードする顕著な研究成果のうち有望なもの、すぐには企業などではリスクの判断が困難な成果を抽出し、プログラスマネージャー（PM）のイノベーション指向の研究開発マネジメントにより、技術的成立性の証明・提示（Proof of Concept：POC）および適切な権利化を推進することで、企業やベンチャー、他事業などに研究開発の流れをつなげることを目指す。

【特徴】

- (i) PMを中心としたマネジメント体制
- (ii) 技術的成立性の証明・提示（Proof of Concept：POC）
- (iii) 適切な権利化

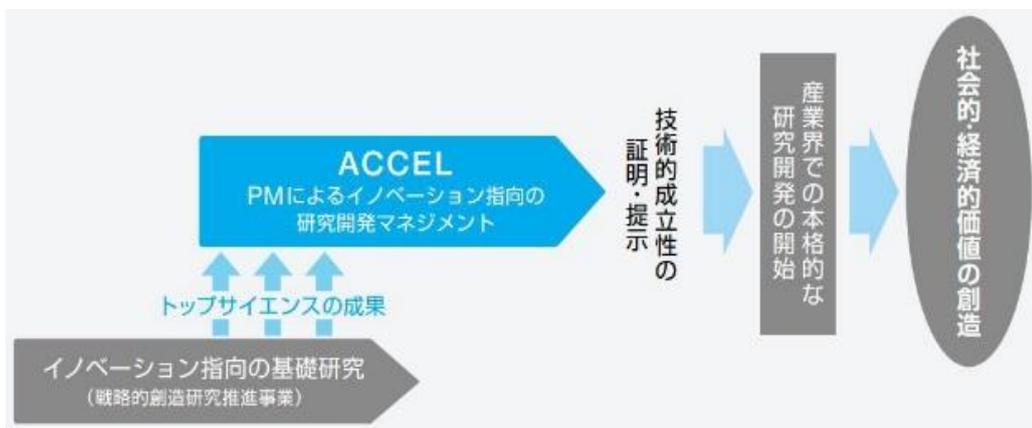


図 A1-9 ACCELの仕組み

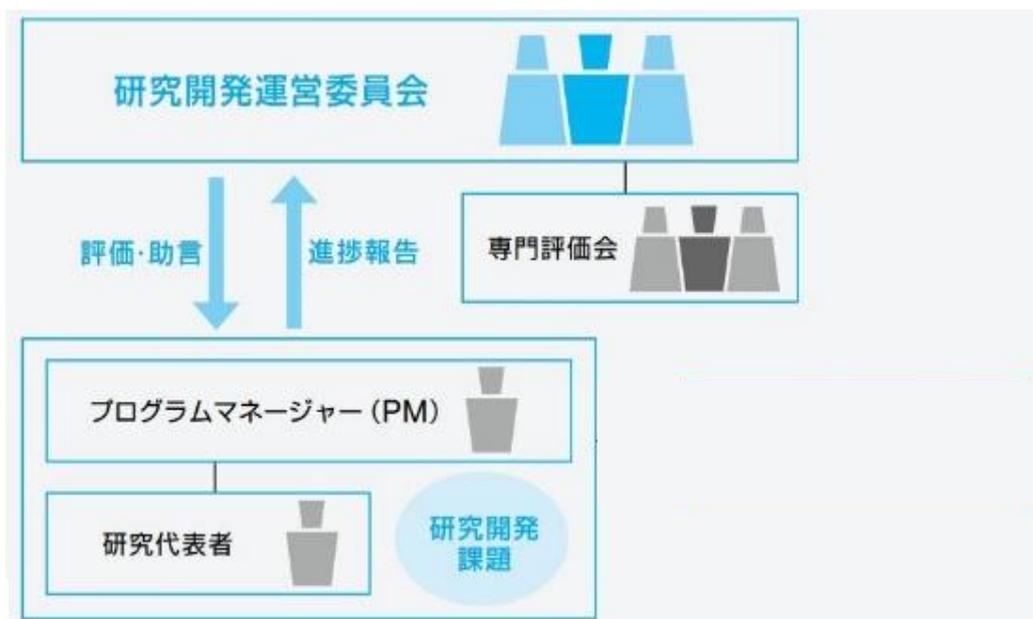


図 A1-10 ACCELの実施体制

⑤ACT-C (Advanced Catalytic Transformation program for Carbon utilization)

:低エネルギー、低環境負荷で持続可能なものづくりのための先導的な物質変換技術の創出

【目的】

低炭素社会の実現や、医薬品・機能性材料等の持続的かつ発展的な生産など、我が国のみならず世界が直面している諸課題の解決に貢献しうる、触媒による先導的な物質変換技術の創出を目指す。

【特徴】

(i) きめ細やかな研究推進フォロー

研究総括、領域アドバイザーが研究課題を分担し、研究推進にあたり様々なアドバイスを行う。また、研究進捗状況により、研究体制・資源の柔軟な見直しを行う。

(ii) 領域会議での研究成果発表およびネットワーク形成

年2回の研究報告会（領域会議）等を通じて、研究成果等の発表を行う。また、研究総括、研究総括補佐、領域アドバイザーを含む研究者との異分野交流により、横断的な研究ネットワークを構築する。

(iii) 領域内のシナジー効果の創出

領域内の各研究課題の背景を研究者間で共有化すること等により、共同研究の促進を図り、シナジー効果の創出を目指す。

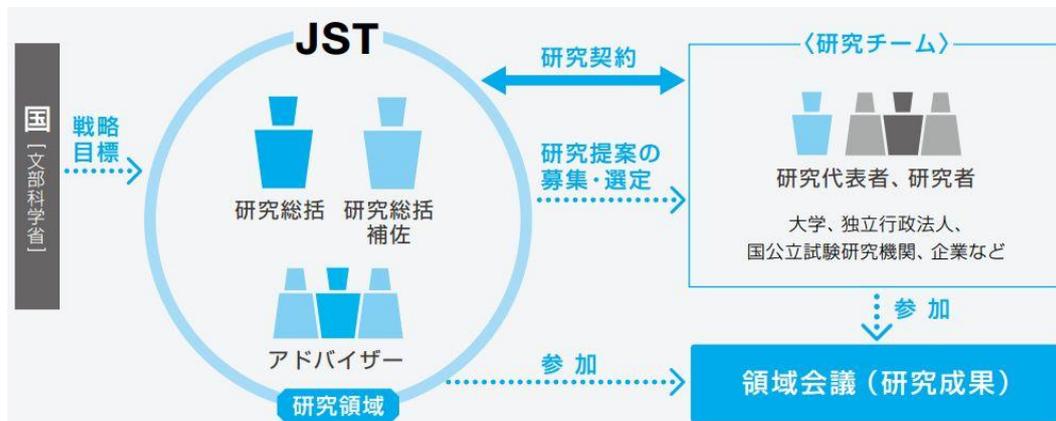


図 A1-11 ACT-C の仕組み

⑥ACT-I (Advanced information and Communication Technology for Innovation)

【目的】

我が国が直面する重要な課題の克服に向けて、優れた若手研究者を発掘し育成することを目的とし、そのために、研究総括が定めた研究領域運営方針の下、独創的・挑戦的なアイデアをもつ研究者を見出し、科学技術イノベーションにつながる新しい価値の創造を目指す。

【特徴】

- (i) 独創的な発想で人類が現在および未来に直面する問題を解決し、未来を切り拓こうとする ICT 分野の若手研究者を見いだして育成し、研究者としての個の確立を支援する。募集年の 4 月 1 日時点で 35 歳未満の若手研究者を対象とする。学生（大学院生に限る）や企業の研究者の参画も可能としている。
- (ii) 若手研究者が個人で独立した研究を行う規模として、1 研究課題あたり 300 万円程度の研究費を支援している。
- (iii) ACT-I 研究者は、研究総括が運営する研究領域の中で、自ら立案した研究課題を責任もって推進する。研究推進にあたっては、領域会議（研究報告会）で研究総括や領域アドバイザーからさまざまな助言・指導を得ることができることに加え、担当アドバイザー制度を導入し研究を強力にサポートする。
- (iv) 年 2 回の合宿形式の領域会議で研究総括、領域アドバイザーおよび同じ研究領域の異分野を含む研究者との議論等によって研究構想の深化・発展を図り、ACT-I 研究終了後も続くネットワークを形成する。
- (v) 研究期間終了後も引き続き支援することでより一層大きな成果になることが期待される研究課題については、加速フェーズとして年間最大 1,000 万円程度の研究費を最長 2 年間支援する。

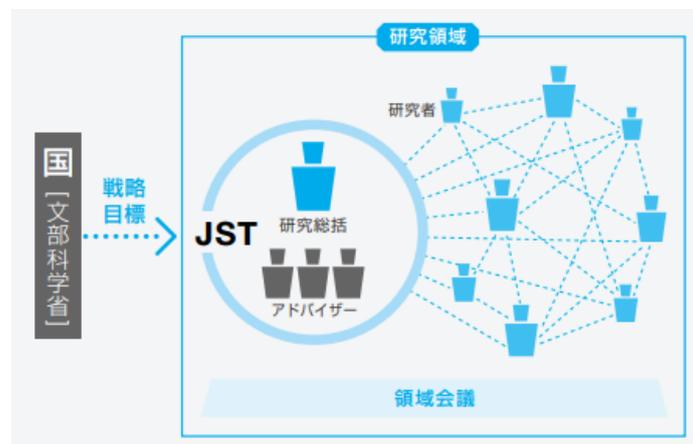


図 A1-12 ACT-I の仕組み

#### ⑦ACT-X

##### 【目的】

我が国が直面する重要な課題の克服に向けて、優れた若手研究者を発掘し育成することを目的とし、そのために、研究総括が定めた研究領域運営方針の下、独創的・挑戦的なアイデアをもつ研究者を見出し、科学技術イノベーションにつながる新しい価値の創造を目指す。

##### 【特徴】

- (i) 博士の学位取得後 8 年未満（博士の学位未取得の場合は学士の学位取得後 13 年

未満。いずれの場合も産休・育休の期間を除く。)の若手研究者(大学院生を含む。)を対象として支援する。

- (ii) 研究総括は自らが設計した研究領域運営方針の下に研究提案を募り、1領域あたり60~90件程度の研究課題を採択する。科学技術分野のバランスを見ながら、多様な研究者を採択することで、研究領域内および研究領域間で、多様な視点を持った研究者ネットワークを形成することを支援する。そのために、公募は数度に分けて行い、採択方針は都度公募要領にて明記している。若手研究者が個人で独立した研究を行う規模として、1研究課題あたり300万円程度の研究費を支援する。
- (iii) 若手研究者が独創的・挑戦的なアイデアをスモールスタートにより自らの研究として確立していく規模として、1研究課題あたり数百万円程度の研究費を支援する。
- (iv) 研究総括は、成果を最大化するために、ACT-X研究者に対し進捗に応じて研究の変更・加速・中止を指示する等、柔軟なマネジメントを行う。研究領域運営を支える領域アドバイザーを10名程度配置し、科学技術面のアドバイスや評価を行う有識者はもちろんのこと、多様な観点からのアドバイスを行うために、産業界等の有識者も加えている。若手研究者が研究者としての個を確立するために、ACT-X研究者それぞれに対してメンターの役割をも担う担当の領域アドバイザーを配置している。さらに、年に1、2回開催する領域会議やACT-X研究者の研究室を訪問するサイトビジット等を通じて、研究総括・領域アドバイザーが助言・指導を行う。

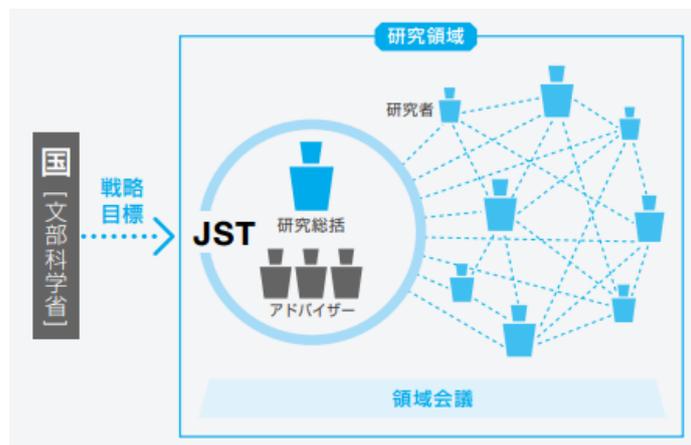


図 A1-13 ACT-X の仕組み

### 1.2.3 各制度の運営・評価プロセス

#### (1) CREST・さきがけ・ACT-I・ACT-X

##### ①研究領域および研究総括の決定（領域の事前評価）

JST 実施規則に基づき、研究主監会議が事前評価を行い、JST 理事会議で決定する。

##### 【評価の基準】

###### (i) 研究領域

- ・戦略目標の達成に向けた適切な研究領域であること。
- ・日本の研究の現状を踏まえた適切な研究領域であり、優れた研究提案が多数見込まれること。

###### (ii) 研究総括

- ・当該研究領域について、先見性及び洞察力を有していること。
- ・研究課題の効果的・効率的な推進を目指し、適切な研究マネジメントを行う経験、能力を有していること。
- ・優れた研究実績を有し、関連分野の研究者から信頼されていること。
- ・公平な評価を行いうること。

##### 【研究領域および研究総括の決定プロセス】

###### (i) 戦略目標の検討状況を踏まえた、JST における事前調査

- ・JST は、戦略目標の検討段階から文部科学省より情報提供を受け、研究領域設定および研究総括決定のための事前調査を行う。
- ・JST の事前調査は、以下の手法による。
  - \* 文部科学省における検討に際しても参照されている、各種の審議会からの報告等や JST の CRDS の戦略プロポーザル等の報告書等を参照するとともに、関連分野に関する研究動向・技術動向や関連学会の状況等の情報の収集と分析を行う。
  - \* 関連分野における有識者へのインタビュー調査を行う。
- ・上記の事前調査の進捗を、戦略目標ごとに定めた担当研究主監に報告し、議論を深める。
- ・文部科学省からの戦略目標の正式通知を受け、さらに調査（領域調査）を進める。

###### (ii) 研究領域および研究総括の事前評価と決定

- ・研究主監会議にて研究領域および研究総括の事前評価を行う。
- ・事前評価結果を受け、JST 理事会議にて研究領域および研究総括を決定する。

##### ②課題の選考（課題の事前評価）

課題の選考は、実施規則に基づき、研究総括が領域アドバイザー等の協力を得て選考し、JST 理事会議にて決定する。

##### 【評価の基準（CREST）】

- ・戦略目標の達成に貢献するものであること。

- ・研究領域の趣旨に合致していること。
- ・独創的であり国際的に高く評価される基礎研究であって、今後の科学技術イノベーションに大きく寄与する卓越した成果が期待できること。

以下の条件をいずれも満たしていること。

- ・研究提案者は、研究遂行のための研究実績を有していること。
- ・研究構想の実現に必要な手掛かりが得られていること。
- ・研究提案書において、①研究構想の背景（研究の必要性・重要性）、②研究提案者の実績（事実）、および③研究構想・計画の3者を区別しつつ、それぞれが明確に記述されていること。
- ・最適な研究実施体制であること。研究提案者がチーム全体を強力に統率して責任を負うとともに、主たる共同研究者を置く場合は研究提案者の研究構想実現のために必要不可欠であって、研究目的の達成に向けて大きく貢献できる十分な連携体制が構築されること。
- ・研究提案者の研究構想を実現する上で必要十分な研究費計画であること。
- ・研究提案者および主たる共同研究者が所属する研究機関は、当該研究分野に関する研究開発力等の技術基盤を有していること。

#### 【評価の基準（さきがけ）】

- ・戦略目標の達成に貢献するものであること。
- ・研究領域の趣旨に合致していること。
- ・独創的・挑戦的かつ国際的に高水準の発展が見込まれる基礎研究であって、科学技術イノベーションの源泉となる先駆的な成果が期待できること。
- ・研究提案者は、提案研究の内容、研究姿勢や他の研究者との議論・相互触発の取り組みを通じて、当該さきがけ研究領域全体の発展ならびに関係研究分野の継続的な発展への貢献が期待できる存在であること。

以下の条件をいずれも満たしていること。

- ・研究提案の独創性は、研究提案者本人の着想によるものであること。
- ・研究構想の実現に必要な手掛かりが得られていること。
- ・個人型研究として適切な実施規模であること。

#### 【評価の基準（ACT-I）】

- ・戦略目標の達成に貢献するものであること。
- ・研究領域の趣旨に合致していること。
- ・独創的・挑戦的なアイデアに基づく提案で有り、国際的に高水準の発展が将来的に見込まれる研究開発であって、科学技術イノベーションの創出につながる新しい価値の創造が期待できること。
- ・研究提案者は、提案研究の内容、研究姿勢や他の研究者との議論・相互触発の取り組みを通じて、当該ACT-I研究領域全体の発展ならびに関係研究分野の継続的な発展への貢献が期待できる存在であること。

以下の条件をいずれも満たしていること。

- ・研究提案の独創性は、研究提案者本人の着想によるものであること。
- ・個人型研究として適切な実施規模であること。

#### 【評価の基準 (ACT-X)】

- ・戦略目標の達成に貢献するものであること。
- ・研究領域の趣旨に合致していること。
- ・独創的・挑戦的なアイデアに基づく提案であり、国際的に高水準の発展が将来的に見込まれる基礎研究であって、科学技術イノベーションの創出につながる新しい価値の創造が期待できること。
- ・研究提案者は、提案研究の内容、研究姿勢や他の研究者との議論・相互触発の取り組みを通じて、当該 ACT-X 研究領域全体の発展ならびに関係研究分野の継続的な発展への貢献が期待できる存在であること。

以下の条件をいずれも満たしていること。

- ・研究提案の独創性は、研究提案者本人の着想によるものであること。
- ・個人型研究として適切な実施規模であること。

#### 【評価のプロセス】

- ・選考の基本的な考え方について、研究総括が領域アドバイザー等の協力を得て検討し、研究総括と領域アドバイザーの意識合わせを行う（選考方針検討会）。
- ・研究提案について、各領域アドバイザーが査読を行う。
- ・書類査読結果をもとに、研究総括が領域アドバイザー等の協力を得て書類選考を行い、面接選考対象者を決定する（書類選考会）。
- ・面接選考対象者に対して、研究総括が領域アドバイザー等の協力を得て面接選考を実施し、研究総括が採択候補を決定する（面接選考会）。
- ・研究主監会議に採択候補課題を報告する。
- ・JST 理事会にて採択課題を決定する。

### ③課題の中間評価、事後評価

#### (i) 課題の中間評価

研究課題の進捗状況や研究成果を把握し、これを基に適切な資源配分、研究計画の見直しを行う等により、研究運営の改善及び機構の支援体制の改善に資することを目的として、研究総括、領域アドバイザー等が面接形式で行う。研究予定期間が原則5年以上を有する研究課題を対象に研究開始後3年を目安として実施する。

#### 【評価の基準】

- ・研究課題等の目的達成に向けた研究の進捗状況及び今後の見込
- ・研究課題等の目的達成に向けた研究実施体制及び研究費執行状況

#### (ii) 課題の事後評価

研究課題等の研究目的の達成状況、研究実施状況、波及効果等を明らかにし、今後の研究成果の展開及び事業運営の改善に資することを目的として、研究総括が領域

アドバイザー等の協力を得て行う。研究の特性や発展段階に応じて、研究終了後できるだけ早い時期又は研究終了前の適切な時期に実施する。

**【評価の基準】**

- ・ 研究課題等の研究目的の達成状況
- ・ 研究実施体制及び研究費執行状況
- ・ 研究成果の科学技術及び社会・経済への波及効果

**④領域の中間評価、事後評価**

**(i) 領域の中間評価**

戦略目標の達成に向けた状況や研究マネジメントの状況を把握し、これを基に適切な資源配分を行う等により、研究運営の改善及び機構の支援体制の改善に資することを目的として、JST が選任する外部の専門家が行う。研究課題の研究予定期間が5年以上を有する研究領域について、研究開始後3～4年程度を目安として実施する。

**【評価の基準】**

- ・ 研究領域としての戦略目標の達成に向けた状況
- ・ 研究領域としての研究マネジメントの状況

**(ii) 領域の事後評価**

戦略目標の達成状況や研究マネジメントの状況を把握し、今後の事業運営の改善に資することを目的として、JST が選任する外部の専門家が行う。研究領域の終了後できるだけ早い時期又は研究終了前の適切な時期に実施する。

**【評価の基準】**

- ・ 研究領域としての戦略目標の達成状況
- ・ 研究領域としての研究マネジメントの状況

**⑤追跡評価**

副次的効果を含めて研究成果の発展状況及び活用状況並びに研究の波及効果等を明らかにし、事業及び事業運営の改善等に資することを目的として、JST が選任する外部の専門家が、研究終了後一定期間を経過後に行う。

**【評価の基準】**

- ・ 研究成果の発展状況や活用状況
- ・ 研究成果の科学技術や及び社会・経済への波及効果

**(2) ERATO**

**①研究プロジェクト及び研究総括の決定（事前評価）**

研究領域及び研究総括の設定については、パネルオフィサーがパネルメンバーの協力を得て評価を行う。

**【評価の基準】**

- ・ 革新的な科学技術の芽あるいは将来の新しい流れを生み出す可能性のあるものであること。

- ・戦略目標から見て適当なものであること。
- ・外国の研究機関等と共同して研究を実施するものは、共同研究相手機関と研究能力を結集することにより、革新的な科学技術の芽の創出や国際研究交流に資することが期待できるものであること。

以下の条件をいずれも満たしていること

- ・当該研究領域の指揮を委ねるに相応しい優れた研究者であること。
- ・指導力及び洞察力を備え、若い研究者を触発し得る研究者であること。
- ・適切な研究実施体制、実施規模であること。

## ②事後評価（予備評価）、事後評価（最終評価）

### (i) 事後評価（予備評価）

研究領域ごとに、研究目的の達成状況、研究実施状況、波及効果等を明らかにし、今後の研究成果の展開及び事業運営の改善ならびに次の研究助成等の事前評価等への活用を目的として、JST が選任する外部の専門家が必要に応じてパネルオフィサーの意見を聴き行う。研究開始後 4 年を目安として実施する。

#### 【評価の基準】

- ・研究領域の研究目的の達成状況
- ・研究実施体制及び研究費執行状況
- ・研究成果の科学技術及び社会・経済への波及効果

### (ii) 事後評価（最終評価）

研究領域ごとに、研究目的の達成状況、研究実施状況、波及効果等を明らかにし、今後の研究成果の展開及び事業運営の改善に資することを目的として、JST が選任する外部の専門家が行う。研究領域の終了後できるだけ早い時期又は研究終了前の適切な時期に実施する。

#### 【評価の基準】

- ・研究領域の研究目的の達成状況
- ・研究実施体制及び研究費執行状況
- ・研究成果の科学技術及び社会・経済への波及効果

## ③追跡評価

副次的効果を含めて研究成果の発展状況及び活用状況並びに研究の波及効果等を明らかにし、事業及び事業運営の改善等に資することを目的として、JST が選任する外部の専門家が研究終了後一定期間を経過後に行う。

#### 【評価の基準】

- ・研究成果の発展状況や活用状況
- ・研究領域の科学技術や社会・経済への波及効果

## (3) ACCEL

### ①選考（事前評価）

研究開発課題、PM 及び研究代表者の選定については、研究開発運営委員会が専門評価会の協力を得て行う。

**【評価の基準】**

(i) 研究開発課題

- ・戦略的創造研究推進事業等における研究推進の結果、世界をリードする顕著な研究成果が出ていること。
- ・戦略的創造研究推進事業等で得られた研究成果を発展させ、社会的期待に応え、産業競争力強化、さらには社会変革に繋げていくシナリオを描くことができること。
- ・研究期間終了時点で、企業等に研究開発が継承されることが期待できること。
- ・企業等へ具体的な技術的成立性の証明・提示を行うための、適切な研究計画であること。
- ・ACCEL 終了後も研究開発を継続できる人材育成、企業連携やベンチャー起業などの出口、グローバル人材の取り込みにつながる取り組みを計画していること。

(ii) PM

- ・研究開発、製品開発、権利化等に携わった経験及び専門的な知識を有すること。
- ・技術移転、起業、製品化等における経験及び実績を有すること。
- ・事業運営に関するプロジェクトマネジメントの経験又はその素養を十分に有すること。
- ・研究開発課題ごとに必要と認められる実務経験及び専門知識等を有すること。

(iii) 研究代表者

- ・優れた研究実績を有し、研究チームの責任者として研究開発課題の研究全体に責務を負うことができる研究者であること。

② 中間評価、事後評価、追跡評価

(i) 中間評価

研究開発課題ごとに、研究の進捗状況や成果を把握し、これを基に適切な予算配分及び研究計画の見直しや研究の中止を行う等により、研究運営の改善等に資することを目的として、専門評価会の協力を得て、研究開発運営委員会が行う。原則として、研究開発課題の3年度目を実施する（研究開発運営委員会の判断により、実施時期を変更する場合がある）。

**【評価の基準】**

- ・研究の進捗現状と研究期間終了時の見込み
- ・研究成果の現状と研究期間終了時の見込み

(ii) 事後評価

研究の実施状況及び研究成果等を明らかにし、今後の成果の展開及び事業運営の改善に資することを目的として、専門評価会の協力を得て、研究開発運営委員会が行う。研究終了後できるだけ早い時期又は研究終了前の適切な時期に実施する。

**【評価の基準】**

- ・技術的成立性証明・提示（Proof of Concept）の実施状況とそれともなう企業との連携状況
- ・産業財産権等の権利化状況

(iii) 追跡評価

副次的効果を含めて研究成果の発展状況及び活用状況並びに研究の波及効果等を明らかにし、事業及び事業運営の改善等に資することを目的として、JST が選任する外部の専門家が研究終了後一定期間を経過後に行う。

**【評価の基準】**

- ・研究成果の発展状況や活用状況
- ・研究課題等の科学技術や社会・経済への波及効果

**(4) ACT-C**

① 研究領域および研究総括の決定（領域の事前評価）

JST 実施規則に基づき、研究主監会議が事前評価を行い、JST 理事会議で決定する。

**【評価の基準】**

(i) 研究領域

- ・戦略目標の達成に向けた適切な研究領域であること。
- ・我が国の研究の現状を踏まえた適切な研究領域であり、優れた研究提案が多数見込まれること。

(ii) 研究総括

- ・当該研究領域について、先見性及び洞察力を有していること。
- ・研究課題の効果的・効率的な推進を目指し、適切な研究マネジメントを行う経験、能力を有していること。
- ・優れた研究実績を有し、関連分野の研究者から信頼されていること。
- ・公平な評価を行いうること。

**【研究領域および研究総括の決定プロセス】**

(i) 戦略目標の検討状況を踏まえた、JST における事前調査

- ・JST は、戦略目標の検討段階から文部科学省より情報提供を受け、研究領域設定および研究総括決定のための事前調査を行う。
- ・JST の事前調査は、以下の手法による。
  - \* 文部科学省における検討に際しても参照されている、各種の審議会からの報告等や JST の CRDS の戦略プロポーザル等の報告書等を参照するとともに、関連分野に関する研究動向・技術動向や関連学会の状況等の情報の収集と分析を行う。
  - \* 関連分野における有識者へのインタビュー調査を行う。
- ・上記の事前調査の進捗を、担当研究主監に報告し、議論を深める。
- ・文部科学省からの戦略目標の正式通知を受け、さらに調査（領域調査）を進める。

(ii) 研究領域および研究総括の事前評価と決定

- ・ 研究主監会議にて研究領域および研究総括の事前評価を行う。
- ・ 事前評価結果を受け、JST 理事会議にて研究領域および研究総括を決定する。

② 研究課題の選考（課題の事前評価）

研究課題及び研究代表者の選定に資することを目的として、研究総括が領域アドバイザー等の協力を得て選考し、JST 理事会議にて決定する。

【評価の基準】

- ・ 戦略目標の達成に貢献するものであること。
- ・ 研究領域の趣旨に合致していること。
- ・ 先導的・独創的であり国際的に高く評価される基礎研究であって、今後の科学技術に大きなインパクトを与え得ること。
- ・ 革新的技術シーズの創出に貢献し、科学技術イノベーションの創出への手掛かりが期待できること。
- ・ 研究提案者は、研究遂行のための研究実績と、研究チーム全体についての責任能力を有していること。
- ・ 研究実施が適切な実施規模であること。
- ・ 研究実施が適切な実施期間であること。
- ・ 最適な研究実施体制であること。研究提案者の研究室以外の主たる共同研究者などは研究提案者の研究構想を実現するために必要であること。
- ・ 研究提案者および主たる共同研究者が所属する研究機関は当該研究分野に関する研究開発力などの技術基盤を有していること。
- ・ 研究提案者の研究構想を実現する上で適切な研究費計画であること。研究のコストパフォーマンスが考慮されていること。

③ 課題の中間評価、事後評価

(i) 課題の中間評価

研究課題等ごとに、研究の進捗状況や研究成果を把握し、これを基に適切な資源配分、研究計画の見直しを行う等により、研究課題等の目的達成に向けたより効果的な研究推進に資することを目的とし、研究総括が領域アドバイザー等の協力を得て行う。原則、全ての研究課題について、研究開始後3年を目安として実施する。

【評価の基準】

- ・ 研究の進捗状況及び今後の見込み
- ・ 研究実施体制及び研究費執行状況

(ii) 課題の事後評価

研究課題の研究目的の達成状況、研究実施状況、波及効果等を明らかにし、今後の研究成果の展開及び事業運営の改善に資することを目的として、研究総括が領域アドバイザー等の協力を得て行う。研究終了後できるだけ早い時期又は研究終了前の適切な時期に実施する。

**【評価の基準】**

- ・研究課題の研究目的の達成状況
- ・研究実施体制及び研究費執行状況
- ・研究成果の科学技術及び社会・経済への波及効果

④領域の中間評価、事後評価

(i)領域の中間評価

戦略目標の達成に向けた状況や研究マネジメントの状況を把握し、これを基に適切な資源配分を行う等により、研究運営の改善及び機構の支援体制の改善に資することを目的として、JST が選任する外部の専門家が行う。研究開始後 3～4 年程度を目安として実施する。

**【評価の基準】**

- ・戦略目標の達成に向けた状況
- ・研究マネジメントの状況

(ii)領域の事後評価

戦略目標の達成状況や研究マネジメントの状況を把握し、今後の事業運営の改善に資することを目的として、JST が選任する外部の専門家が行う。研究領域の終了後できるだけ早い時期又は研究終了前の適切な時期に実施する。

**【評価の基準】**

- ・戦略目標の達成状況
- ・研究マネジメントの状況

⑤追跡評価

副次的効果を含めて研究成果の発展状況及び活用状況並びに研究の波及効果等を明らかにし、事業及び事業運営の改善等に資することを目的として、JST が選任する外部の専門家が研究終了後一定期間を経過後に行う。

**【評価の基準】**

- ・研究成果の発展状況や活用状況
- ・研究課題等の科学技術や社会・経済への波及効果

## 2. 戦略的創造研究推進事業の研究成果及び波及効果

### 2.1 事業の研究成果（各分野の顕著な成果）

#### 2.1.1 戦略目標の達成に資する研究領域の取組と顕著な研究成果の創出

##### ・CREST「分子技術」研究領域（2011～2019年）（研究総括：山本 尚）

「環境・エネルギー材料や電子材料、健康・医療用材料に革新をもたらす分子の自在設計『分子技術』の構築」という戦略目標に対して、目的を持って分子を設計・合成し、分子レベルで物質の物理的・化学的・生物学的機能を創出することによって、従前の科学技術を質的に一変させる一連の技術である「分子技術」という新たな学理を構築したことで、戦略目標の達成に貢献したと領域事後評価委員会（JSTが外部パネルを設置して評価）に高く評価された。以下、達成に資する成果創出に向けた取組および研究成果等を記載する。

（成果創出に向けた取組）

- ・「ライジング・スター賞」の設立：10年、20年後の分子技術を担う若手人材育成を目的として、CREST若手研究者とさきがけ研究者との協働研究を積極的に支援。助教（受賞時）から教授（2020年3月時点）にキャリアアップした受賞者もいる。
- ・目標達成状況の明確化・共有：研究の進捗や成果、戦略目標の達成状況等が一目で分かるよう領域会議での発表資料構成を統一した。議論の活性化につながり、領域全体として戦略目標達成に向けた向けて研究が加速された。
- ・ネットワーク型研究所としての連携強化：さきがけとの合同シンポジウムに加え、パリで公開シンポジウムを開催するなど、CREST・さきがけ・SICORP（JST戦略的国際共同研究プログラムにおける日仏共同研究「分子技術」分野。研究総括はSICORPの研究主幹を兼任）が一体となり、事業の枠を超えて研究を一体的に推進する体制を構築した。

（研究成果事例）

- ・浜地 格（京都大学 教授）は、亜鉛イオン周辺のタンパク質をタグ付けできる「亜鉛応答分子」を開発し、その分子を用いて亜鉛関連タンパク質を一挙に同定・解析する全く新しい分子技術を開発した。本研究成果により、脳内虚血やアルツハイマー病といった亜鉛イオン濃度の変化に関わる生理現象や疾患の解明が期待される。成果をあげた研究者はERATOの研究総括に採択された。

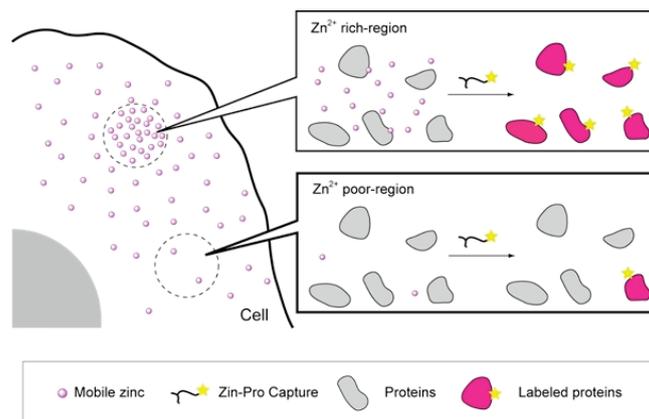


図 A2-1 Zn-Pro Capture による細胞内のタンパク質標識の様子<sup>14</sup>

- 前田 理（北海道大学 教授）は、反応物同士を押しつけて強制的に反応させ反応過程を素早く探索する人工力誘起反応法を拡張し、様々な化学（触媒・表面等）反応に応用できるよう汎用化に成功した。本研究成果により、未知の反応ルートや目的とする物質生成の最適な化学反応を発見することを通じて材料や創薬の開発スピードが飛躍的に向上することが期待される。なお、同研究者が提案した化学反応創成研究拠点（ICReDD）は、WPI（世界トップレベル拠点研究プログラム）に採択され、同研究者が拠点長を務めている。さらに ERATO 研究総括にも採択された。

### Global Reaction Route Mapping (GRRM)

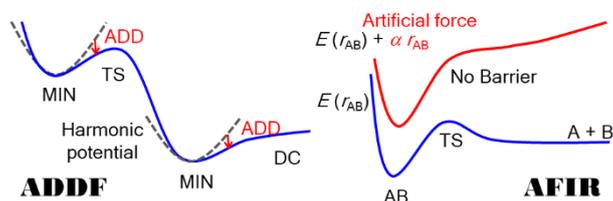


図 A2-2 応経路自動探索プログラム GRRM の概念図

- 菅 裕明（東京大学 教授）は、製薬メーカーからの資本参加を得て研究代表者自らが設立した医薬技術の実用化を目指す大学発バイオベンチャー企業「ペプチドリーム株式会社」と基礎研究成果についての共同研究を進めており、基本特許のライセンス、また実用化に向けて多くの製薬会社と共同研究を推進している。

<sup>14</sup> <https://www.funakoshi.co.jp/contents/80823>

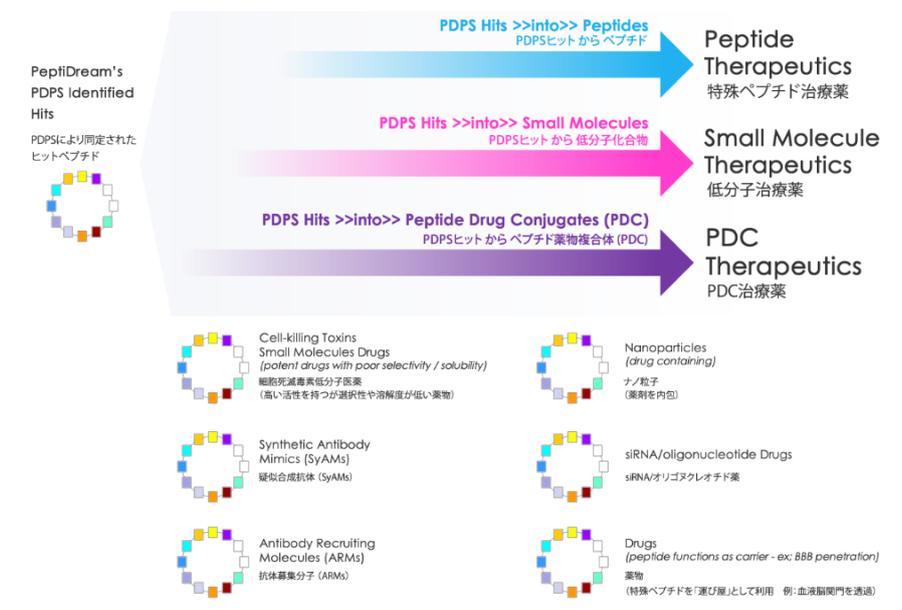


図 A2-3 ペプチドリーム株式会社の創薬開発プラットフォームシステム<sup>15</sup>

(新学術の構築・発信)

- ・日本発の「分子技術」という新学術を戦略事業により研究分野として確立した。さらに、CREST・さきがけ日仏共同研究チームを巻き込み、世界トップの科学出版社である Wiley 社から分野のバイブルとなり得る「Molecular Technology 全4巻」を出版し、「分子技術」を世界に発信した。

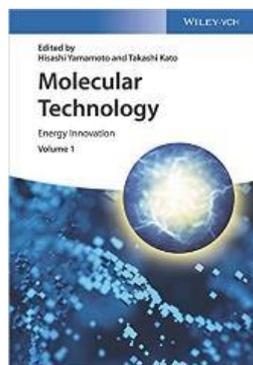


図 A2-4 2018年にWiley社から出版された「Molecular Technology: Volume 1」

- ・さきがけ「社会と調和した情報基盤技術の構築」研究領域（2013～2020年）（研究総括：安浦 寛人）

「人間と機械の創造的協働を実現する知的情報処理技術の開発」、「分野を超えたビッグデータ利活用により新たな知識や洞察を得るための革新的な情報技術及びそれらを支える数理的手法の創出・高度化・体系化」という戦略目標に対して、近年の急速なデータ科学や

<sup>15</sup> <https://www.peptidream.com/discovery/#technology>

人工知能の技術の発展の中で、従来の延長線上にない新しい発想と研究成果が創出された。戦略目標の達成に貢献したと領域事後評価委員会に高く評価された。以下、達成に資する成果創出に向けた取組および研究成果を記載する。

(成果創出に向けた取組)

- ・海外ショートビジットの実施：領域発足時から毎年度行い、米国やシンガポール、台湾のベンチャーキャピタル、企業等を訪問し、スピード感のある現場を体感させることで、若手研究者に新たな気付きやアイデアを与えた。また、起業勉強会や訪問先の有識者を招へいしてワークショップを開催、JST 未来社会創造事業に採択といった波及効果も確認された。
- ・対話イベントの開催：一般の方々とのトークイベントを開催するとともに、日本科学未来館のトークセッションに 20 名以上の研究者が参加し、子供を含めた一般の方へ分かりやすくプレゼンすることや、参加者との交流を通じて、社会的ニーズの確認や新たなビジネス等への展開につながった。
- ・政策立案者との意見交換：内閣府や総務省等の政策立案者との意見交換会を実施した。研究者にとっては研究活動の幅を広げることにつながり、また、省庁担当者にとっては政策立案等の参考となり、双方にとって有意義な会合となった。

(研究成果事例)

- ・玉城 絵美（早稲田大学 准教授）は、筋電刺激で触覚を再現することで高い没入感を得られる仮想現実（AR）/バーチャル・リアリティ（VR）システムを開発し、同研究者が創業者の一人であるベンチャー企業 H2L 株式会社で AR/VR 製品を上市した。在宅リハビリなどの外出困難者と他者やロボットが、身体感覚を相互に伝達することで、室内にいても外出している感覚を共有できるシステムの実現が期待されている。



図 A2-5 外出困難者が遠隔での他者やロボットと固有感覚を共有するための2つの基礎技術

- ・飛龍 志津子（同志社大学 教授）は、コウモリが互いの超音波の周波数を変えて混信を回避することを発見した。コウモリが群行動の新たなモデル動物になることが示され、コウモリの超音波運用から混信に強いセンシング設計や将来的には自律センシングロボットの群制御などの技術シーズの着想につながることを期待される。さきがけらしい独創的な成果である。

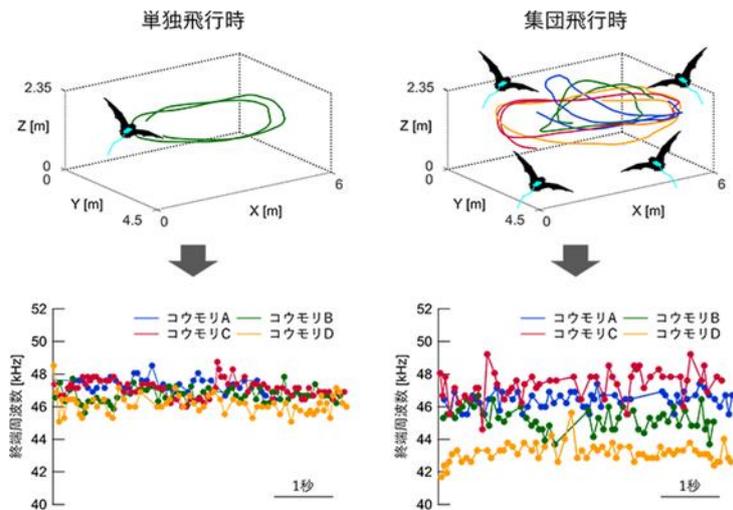


図 A2-6 上図：集団飛行中のコウモリの飛行軌跡、下図：超音波の終端周波数の時間変化  
 (左)：類似した終端周波数を使用、(右)：終端周波数が重畳しないように調整

・さきがけ「超空間制御と革新的機能創成」研究領域 (2013～2018 年) (研究総括：黒田一幸)

「選択的物質貯蔵・輸送・分離・変換等を可能とする革新的な空間空隙制御材料の創製」、  
 「空間空隙構造制御技術に係る技術体系の構築」という戦略目標中の達成目標に資する研究成果として領域事後評価委員会による評価で高く評価され、世界的に見ても類を見ない研究成果や実用化に向けた取組が確認された。

(研究成果事例)

・分子レベルで制御された次世代キラル超空間の創製と機能開拓

生越 友樹 (京都大学 教授) は、多様なさきがけ研究者等との共同研究により、独自開発の、空孔サイズを自在に変化させることができ、そのサイズに合った分子を選択的に取り込む機能を有するリング状有機空間材料 (ピラー[n]アレーン) を1つの大きな学術分野として高めることに成功した。本成果により、この領域を開拓した第一人者として科学コミュニティでも高く評価され、その後さきがけネットワークおよびCREST に採択された。電極材料や分離膜など産業的にも広範な分野で有用な基幹材料として発展が大いに期待されている。

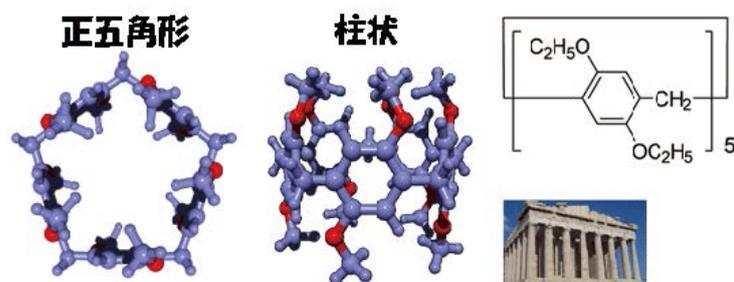


図 A2-7 ピラー[n]アレーン

・がん転移メカニズム解明にむけた人工超空間の創製

安井 隆雄（名古屋大学 准教授）は、ナノワイヤと呼ばれる素材を用いて、尿中の細胞外小胞体を捕捉する新技术を構築した。更にその技術を発展させ、尿 1mL から、がん（肺、膵臓、肝臓、膀胱、前立腺）を特定する新しい技術を確立した。研究成果をもとにベンチャー企業 Icaria 株式会社（現 Craif 株式会社）を設立し、JST のベンチャー企業支援プログラムである出資型新事業創出支援プログラム (SUCCESS) による出資が実行された。非侵襲かつ簡便な疾病診断健康診断法の実現は困難だと考えられていたが、本技術の活用により、健康診断の尿でがんを発見できるといった、尿を使った非侵襲がん診断・特定の実現が期待されている。また、2019 年度大学発ベンチャー表彰で表彰された。



図 A2-8 ナノワイヤを用いた尿中細胞外小胞体の捕捉とそこに内包されるマイクロ RNA

2.1.2 研究課題（プロジェクト）の顕著な研究成果の創出（ナノ材料、グリーン、ライフサイエンス、ICT 分野）

【ナノ材料分野】

・摺動部品に基礎研究から一大改革を

ACCEL 研究開発課題「濃厚ポリマーブラシのレジリエンシー強化とトライボロジー応用」（2015～2020 年）、研究代表者：辻井 敬旦（京都大学 所長・教授）、プログラムマネージャー：松川 公洋（科学技術振興機構）

開発に成功した、材料の表面に長いひも状の高分子を高密度で固定させて覆う技術「濃厚ポリマーブラシ」の実用化を推進した。この技術により実現した材料をすべり軸受に応用すると摩擦が低減され、トルク 1/10、最低回転数 1 桁低下等の効果が得られた。参画企業同士でのオープンイノベーションの活用（1 企業 1 アプリケーションを想定）、応用に向けて企業連携の体制を整えるなど、PM による適切なマネジメントにより研究が進展した。

実現可能性の判断基準として提示された 1,000 時間の稼働もクリア、スピーカーなどへの実用見通しは既に立っており、最終的には自動車部材への適用を目指している。濃厚ポリマーブラシで摩擦を低減すれば、あらゆる機械製品が小型・軽量化し、燃費向上や省エネによる環境負荷低減に貢献することが期待される。摩擦を制する夢の材料を実現し、技術での差別化が困難である成熟市場に基礎研究からイノベーションの創出を目指している。

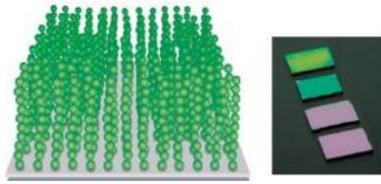


図 A2-9 濃厚ポリマーブラシのイメージ

### ・電流励起型有機半導体レーザーダイオードの実現

ERATO 研究領域「安達分子エキシトン工学プロジェクト」(2013～2019年)、研究総括：安達千波矢（九州大学 センター長・教授）

世界で初めて有機材料を用いた半導体レーザーダイオードの電流励起発振に成功した。最適な光共振器の導入、先端レーザー分子の分子設計による低閾値電流発振、積層構造の最適化、光損失の抑制により実現した。

有機材料の分子設計により任意の発振波長（可視光から赤外域まで）が期待でき、比較的安価・容易な製造プロセスのため、無機半導体レーザーに比べ実装自由度が高い。また、有機薄膜によるレーザー発振のため、実装面で有機デバイスとの親和性が高く、例えば有機 EL と有機レーザーが統合されたディスプレイデバイスなど、新たな有機発光デバイスの開拓が期待される。

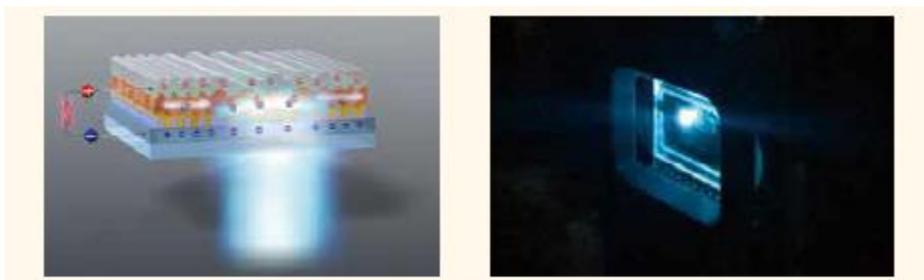


図 A2-10 電流励起型有機薄膜半導体レーザーの動作イメージ（左）と発振の様子（右）

実用化を目的として、九州大学発ベンチャー（株）KOALA Tech (Kyushu Organic Laser Technology) を 2019 年に設立した。有機半導体レーザーダイオードの特性、安定性を改善し、その性能を実用レベルへ引き上げ、情報セキュリティ、ディスプレイ、バイオセンシング、ヘルスケア、光通信など新しい応用展開と実用化を目指している。

### ・夢の筒状炭素分子「カーボンナノベルト」の合成

ERATO 研究領域「伊丹分子ナノカーボンプロジェクト」(2013～2018年)、研究総括：伊丹 健一郎（名古屋大学 教授）

世界中の化学者が合成に挑戦してきた夢の分子「カーボンナノベルト」の合成に世界で初めて成功した。ひずみのない環状分子を筒状構造に変換する方法で、安価な石油成分であるパラキシレンを炭素原料に用い、11段階で「カーボンナノベルト」の合成に

成功した。さらに、各種分光学的分析を行い、合成された「カーボンナノベルト」がカーボンナノチューブと非常に近い構造や性質を持つことも確認した。単一構造のカーボンナノチューブ合成の実現や新しい機能性材料の開発など、「分子ナノカーボン科学」という新分野の確立が期待されている。

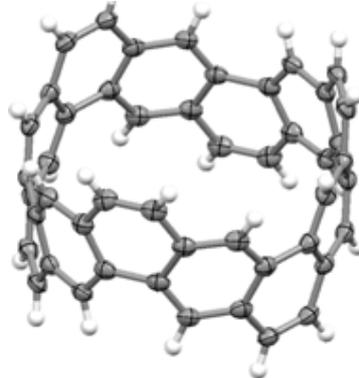


図 A2-11 カーボンナノベルトの構造解析図

#### ・洗濯可能な超薄型有機太陽電池

さがけ「素材・デバイス・システム融合による革新的ナノエレクトロニクスの創成」研究領域、研究代表者：福田 憲二郎（理化学研究所 研究員）（2014～2017年）

高エネルギー変換効率、伸縮性、耐水性という3つの重要な要素を同時に達成した超薄型の有機太陽電池の開発に成功した。極薄の基板の上に新しい半導体ポリマー膜を形成し、ゴムで挟み、厚さはわずか3マイクロメートルで、曲げたりつぶしたりしても動作する。最大エネルギー変換効率10%を達成し、120分間水中に置いた後も変換効率の低下は5%程度であった。生体継続モニタリング可能なウェアラブルセンサーなどを駆動する電源として期待される。



図 A2-12 衣服上に貼り付けた超薄型有機太陽電池の洗濯

### ・ナノ合金の画期的な結晶構造制御法

ACCEL「元素間融合を基軸とする物質開発と応用展開」(2015～2020年)、研究代表者：北川宏(京都大学 教授)、プログラマネージャー：岡部 晃博(科学技術振興機構)

バルクでは混ざらない金とルテニウムの組合せにおいて、一般的なナノ合金粒子の合成方法である化学的還元法の特徴を利用し、固溶体ナノ合金合成し、さらに同一組成でも異なる結晶構造の固溶体ナノ合金の作り分けに成功した。本手法は、ナノ合金の画期的な結晶構造制御法であるとともに、触媒や磁性材料など工業的に広く用いられているナノ合金材料の触媒性能の向上が期待される。

また、本研究ではこれまで安定量産化が困難だった数 nm の固溶合金の連続合成が可能となる量産化技術を企業と共同開発した。これまでにない金属の組合せの新たな固溶ナノ合金材料の開発が可能となり、また、排ガス浄化触媒や各種化学プロセス触媒として評価も進行している。量産化技術がなかった固溶ナノ合金材料の実用化が期待される。

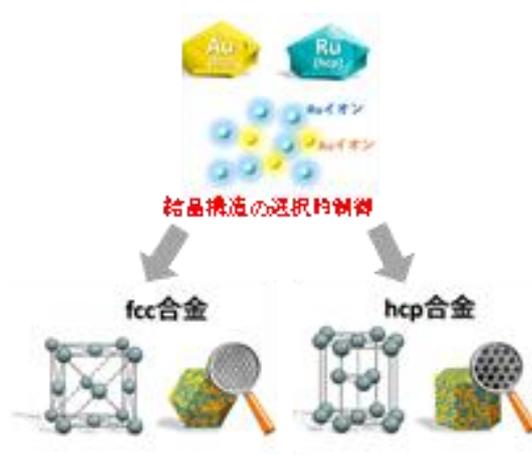


図 A2-13 ナノ合金の画期的な結晶構造制御法

### 【グリーン分野】

#### ・縦型トランジスタで IoT 機器に革新を～超低リーク電流とチップ面積削減～

ACCEL 研究開発課題「縦型 BC-MOSFET による三次元集積工学と応用展開」(2014～2018年) 研究代表者：遠藤 哲郎(東北大学 教授)、プログラマネージャー：政岡 徹(科学技術振興機構)

「縦型ボディチャネル BC-MOSFET」による周辺回路を搭載した G ビット級 DRAM テストチップの試作・評価を実施し、高速動作を維持しながら 0.8V という低電源電圧動作の実証に成功した。また縦型 BC-MOSFET によるレイアウトルールを適用することで SRAM を例に素子面積をほぼ半分に削減できることを実証した。また素子の性能向上により従来の平面型素子に比べリーク電流が約 10 分の 1 になることを確認した。これら飛躍的な性能の向上により大容量、高速、低消費電力のワーキングメモリーの実現を含め IT 機器の小型低消費電力化など未来の省エネ社会に大きく貢献することが期待される。

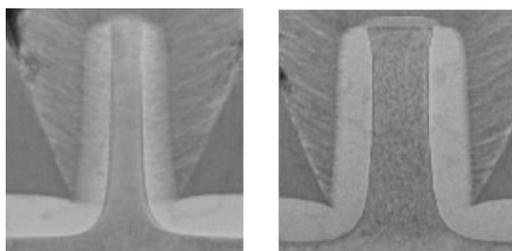


図 A2-14 Si ピラー断面 TEM 写真<sup>16</sup>

### ・低温・低圧条件下で高効率のアンモニア合成

ACCEL 研究開発課題「エレクトライドの物質科学と応用展開」(2013～2017 年)、研究代表者：細野 秀雄 (東京工業大学 栄誉教授)、プログラスマネージャー：横山 壽治 (科学技術振興機構)

電子が陰イオン (アニオン) として働く化合物であるエレクトライドを活用し、低温・低圧条件下で高効率のアンモニア合成が可能な触媒を開発した。この研究成果をもとに、味の素株式会社らと東京工業大学発のベンチャー企業である「つばめ BHB 株式会社」を設立し、2017 年 4 月 25 日から事業を開始した。高エネルギー負荷、高物流コスト等の課題解決に資する、世界初のオンサイトアンモニア生産の実現を目指して、年間数 10 トンの生産を可能とするパイロットプラントを竣工し、連続試験運転を実施中である。

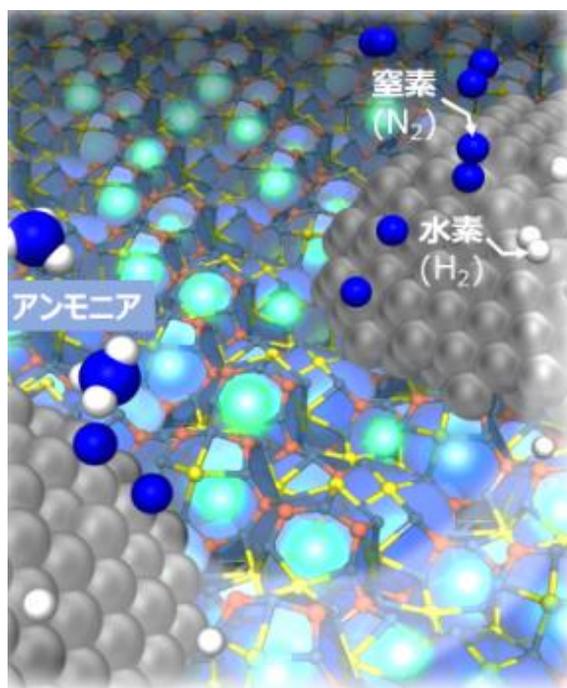


図 A2-15 エレクトライド触媒によるアンモニア生成の模式図<sup>17</sup>

<sup>16</sup> e-J. Surf. Sci. Nanotech. Vol. 15 (2017) 127-134

<sup>17</sup> <https://tsubame-bhb.co.jp/technologies/electride/>

## 【ライフサイエンス分野】

### ・医薬品作用のデータベース

ERATO 研究領域「佐藤ライブ予測制御プロジェクト」(2013～2019年)、研究総括：佐藤 匠徳 ((株) 国際電気通信基礎技術研究所 佐藤匠徳特別研究所 所長)

研究成果の展開として設立されたベンチャー企業 Karydo TherapeutiX 株式会社が、医薬品作用のデータベースを開発した。世界的にメジャーな医薬品の全身に対する作用をデータ化し、このデータから、医薬品の未知の効能や隠れた副作用リスクの発見が期待でき、創薬分野のオープンサイエンスを推進している。

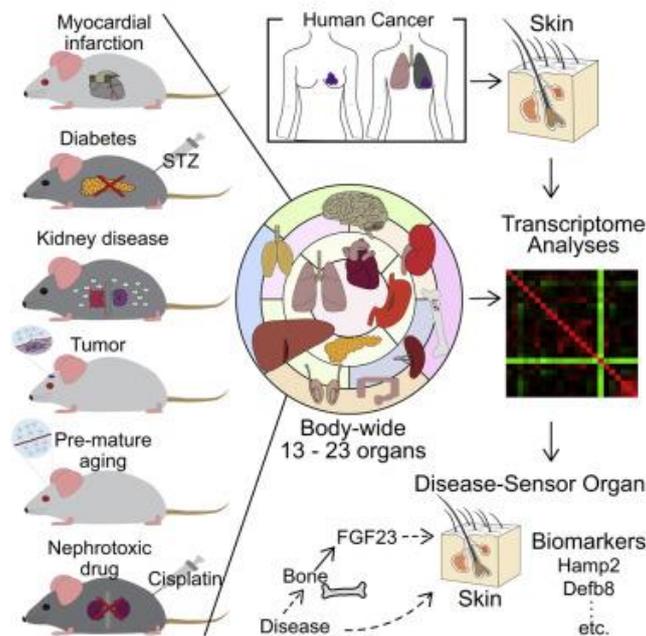


図 A2-16 医薬品作用の全身網羅データベース<sup>18</sup>

### ・DNA を切る「はさみ」の構造を解明

さきがけ「ライフサイエンスの革新を目指した構造生命科学と先端的基盤技術」研究領域、(2013～2016)、研究者：西増 弘志 (東京大学 大学院理学系研究科 准教授)

Cas9<sup>19</sup>によるゲノム編集に広く利用されている化膿レンサ球菌由来の CRISPR-Cas9 (SpCas9) とガイド RNA、標的 DNA からなる三者複合体の結晶構造を世界で初めて解明した。また、SpCas9 にアミノ酸変異を導入し、NGG ではなく NG という塩基配列 (PAM 配列) を認識する SpCas9 改変体 (SpCas9-NG) を開発し、ゲノム編集の標的領域の拡張、精度の向上にも成功した。細胞への導入効率の改善を図るため、SpCas9 に比べ小さく、細胞への導入効率が高い黄色ブドウ球菌由来の Cas9 (SaCas9) の複合体構造を明らかにし、狙った遺伝子を活性化させる機能をもつ Cas9 も開発した。

<sup>18</sup> <https://karydo-tx.com/>

<sup>19</sup> Cas9 は、ガイド RNA と結合し、ガイド RNA の一部(ガイド配列)と相補的な DNA を選択的に切断する機能を持つ。

同じ領域の「さきがけ」研究者であった金沢大学の古寺哲幸准教授らと高速 AFM<sup>20</sup>を用いた一分子解析に取り組み、2017年、Cas9によるDNA切断の一部始終を動画として撮影することに成功し、本研究成果に関する論文は2018年のNature Blogs “Our 10 most popular CRISPR papers of 2017”の第2位を獲得するなど、世界的にも大きな反響をよんだ。

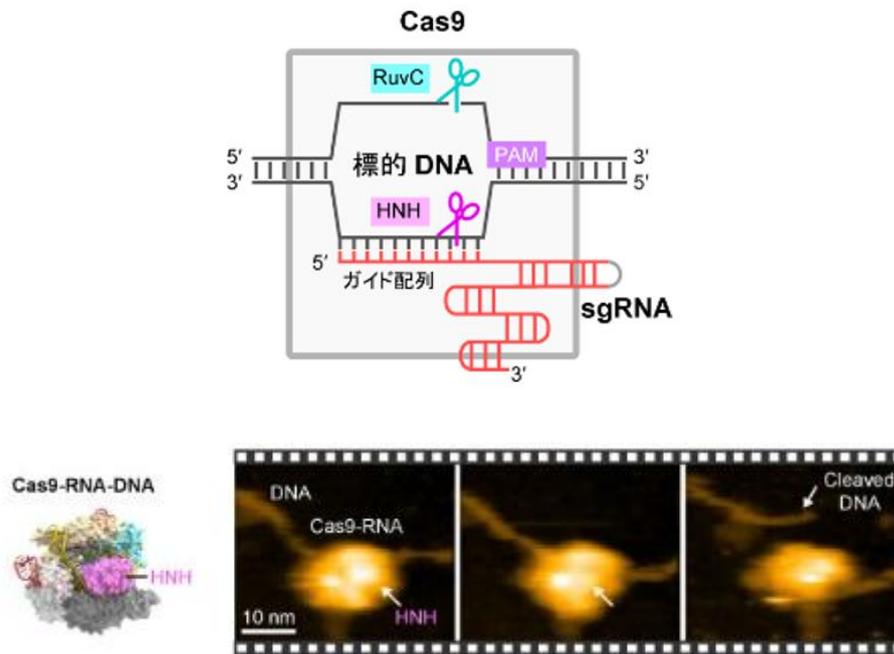


図 A2-17 Cas9-ガイド RNA 複合体による二本鎖 DNA 切断機構（上図）、Cas9-ガイド RNA 複合体による DNA 切断の様子（下図）。矢印で示す部分が「はさみ」としてはたらく。

#### ・ iPS 細胞から卵子を実験室培養で大量生成

さきがけ「エピジェネティクスの制御と生命機能」研究領域（2011～2014）、研究者：林 克彦（九州大学 大学院医学研究院 教授）

種々の培養条件を検討することにより、世界で初めて、多能性幹細胞から卵子までのすべての過程を培養皿上で行う卵子産生培養システムを構築し、成体マウスの尻尾の組織由来の iPS 細胞から培養皿上で卵子を得ることに成功した。またこれらの卵子産生培養システムで作られた卵子からは健康なマウスが得られた。今回の培養方法により機能的な卵子が培養下で作製できるようになったことから、卵子形成の謎の解明につながり、不妊原因の究明や治療法の開発が期待される。

本研究成果は、米国科学誌「サイエンス」誌が選ぶ 2016 年 10 大成果の 1 つとして「Mouse egg cells made entirely in the lab give rise to healthy offspring (培養したマウス卵子から健康なマウスが誕生)」として取り上げられた。

<sup>20</sup> 高速原子間力顕微鏡：水溶液中の生体分子をナノメートルサイズでリアルタイムに動画撮影ができる。

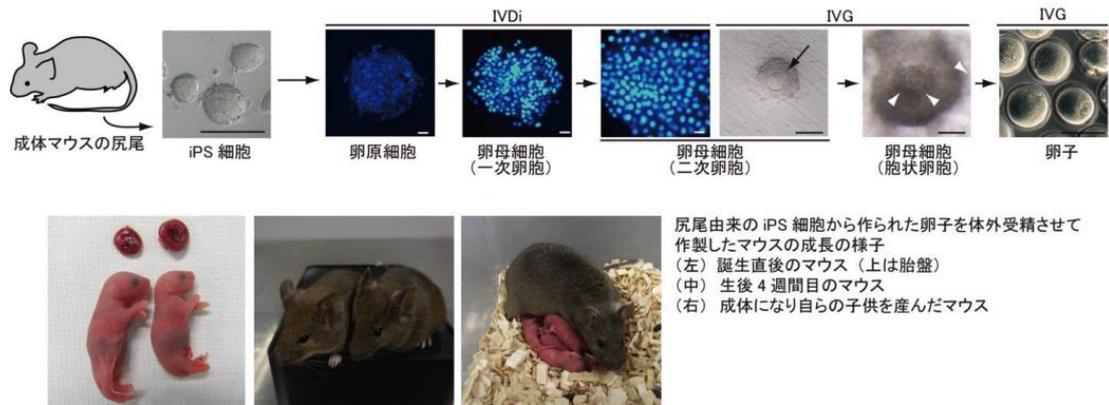


図 A2-18 卵子産生培養システムにより作られた卵子とそれらを体外受精して得られたマウス

【ICT 分野】

・内閣府の総合防災情報システムの一部機能「津波浸水被害推計システム」への採用  
 CREST「科学的発見・社会的課題解決に向けた各分野のビッグデータ利活用推進のための次世代アプリケーション技術の創出・高度化」研究領域 (2014～2019 年)、研究代表者：越村俊一 (東北大学 教授)

津波波源域からの津波の伝播、陸上への遡上、建物・人的被害を「フォワード型」で計算、配信することで、巨大地震発生直後に津波浸水被害をリアルタイム予測する「リアルタイム津波被害予測システム」を実用化した。本システムは、内閣府の総合防災情報システムの一部機能「津波浸水被害推計システム」として採用され、2018 年 4 月より本格運用を開始した。本システムをもとに、東北大学発ベンチャー株式会社 RTi-cast を設立し、また第 1 回日本オープンイノベーション大賞総務大臣賞 (2019 年) を受賞した。



図 A2-19 リアルタイム津波被害予測システムの出力結果(例：浸水開始時間)

### ・10分ごとに更新する気象予測

CREST「科学的発見・社会的課題解決に向けた各分野のビッグデータ利活用推進のための次世代アプリケーション技術の創出・高度化」研究領域（2013～2018年）、研究代表者：三好健正（理化学研究所 チームリーダー）

ひまわり8号から観測される雲域の赤外放射輝度データを、数値天気予報に直接利用することに成功し、10分ごとに更新する気象予測手法「3D降水ノウキャスト手法」を開発した。洪水や豪雨による災害リスクの大幅な低減や水力発電所の生産性向上につながるスマートオペレーションの実現が期待されている。

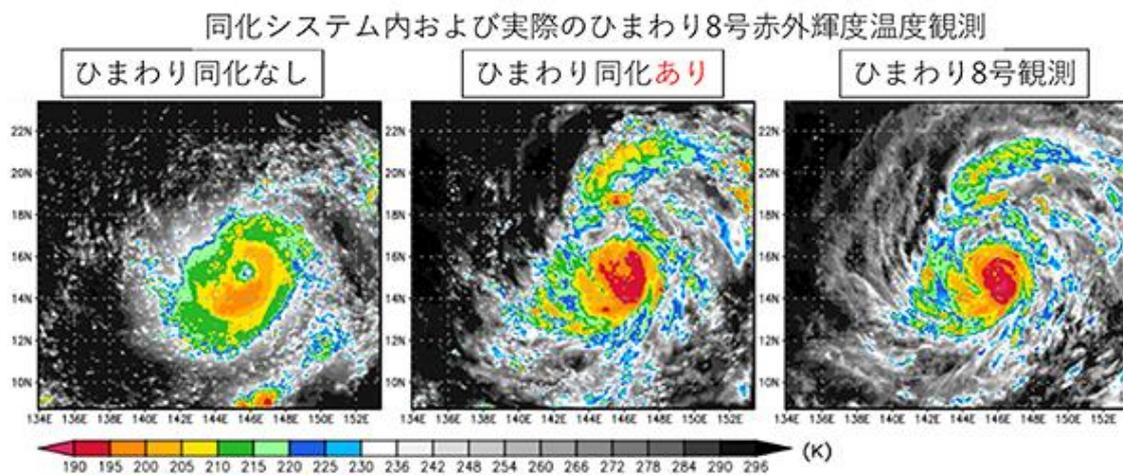


図 A2-20 10分ごとに更新するひまわり8号の全天候赤外放射輝度データ同化技術のイメージ

## 2.2 研究論文等からみた研究成果（国内外の研究動向、影響力をもつ研究者等）

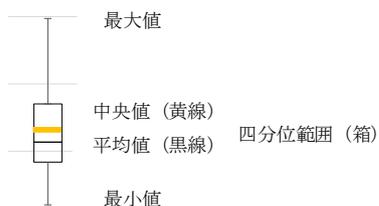
### 2.2.1 研究論文の調査・分析

戦略的創造研究推進事業（CREST、さきがけ、ERATO）の各プログラムにおける研究成果等についての評価を、海外を含む他機関との比較等もあわせ、研究文献に関して調査・分析を行った。

研究期間中あるいは研究期間中から調査時点において、各研究課題の研究成果、また発展・展開概要を把握するため各研究課題の論文について、外部論文データベースから抽出・集計したデータを用い、論文数、被引用数（該当分野における Top 0.1%, 1%, 10% 10%圏外のランク情報を含む）及びFWCI（Field Weighted Citation Impact）について各プログラムおよび領域全体について調査・分析した結果を以下に示す。

戦略的創造研究推進事業（グリーンイノベーション・ナノテクノロジー分野/ライフイノベーション分野/ICT 分野で「CREST」、「さきがけ」、「ERATO」の計 19 領域/プロジェクト、ノート表 AN2-1 および 2 を参照）<sup>21</sup>と、科学研究費助成事業（類似の分野、同時期で類似の助成金規模の新学術領域研究（研究領域提案型）、若手研究（A）、基盤研究（S）（A）、（B）、特別推進研究、以下、科研費）との比較を行った<sup>22, 23</sup>。

なお、箱ひげグラフの凡例は以下のとおりである。



研究期間中研究者あたり論文数の比較では、「CREST」及び「ERATO」での値が高く、科研費と比較しても高い値となっている。

<sup>21</sup> 研究成果が論文発表されてから引用されるまでタイムラグがあること考慮し、2017 年度あるいはそれ以前に研究期間終了の領域/プロジェクトを調査・分析の対象とした。

<sup>22</sup> 2019 年 7 月調査

<sup>23</sup> Web of Science のデータを基に JST が分析

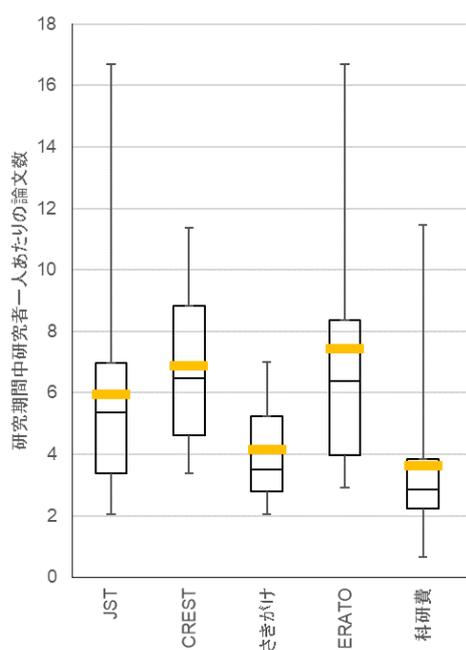


図 A2-21 研究期間中研究者あたり論文数

期間中研究者あたり Top10%文献数は、「CREST」、「さきがけ」、「ERATO」の3プログラムの値が全般的に高い。箱ひげ図の箱部分の値が高いことから、特定の領域に依らず全般的に値が高いことが分かる。なお、Top10%は同一の種類・出版年・分野内での評価値であるため、文献の種類の違い、分野の違い、及び経過年数による被引用数への影響は排除されている。

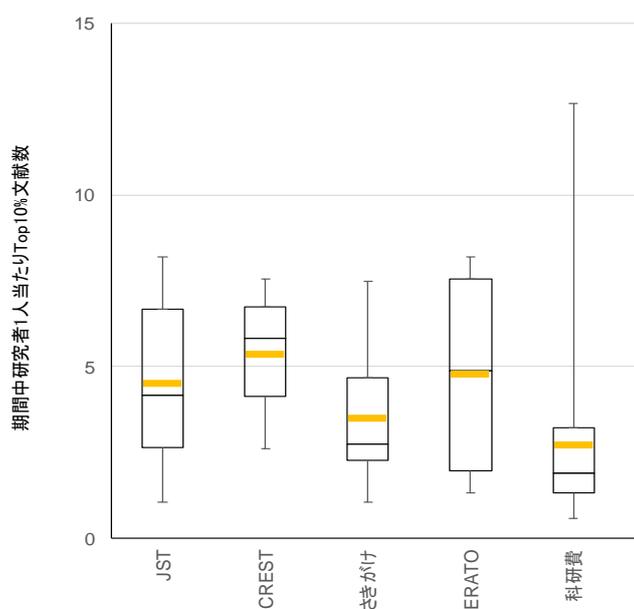


図 A2-22 期間中研究者あたり Top10%文献数

さらに、戦略的創造研究推進事業（CREST、さきがけ、ERATO 計 19 領域/プロジェクト、別紙、表 A2-1 および 2 を参照）と国内外の大学・研究機関（別紙、表 3-を参照）の論文<sup>24</sup>で、研究（代表）者あたりの平均 Field-Weighted Citation Impact (FWCI)<sup>25</sup>、および Top10%論文数の割合を比較した<sup>26</sup>。

・「CREST」および「さきがけ」との比較

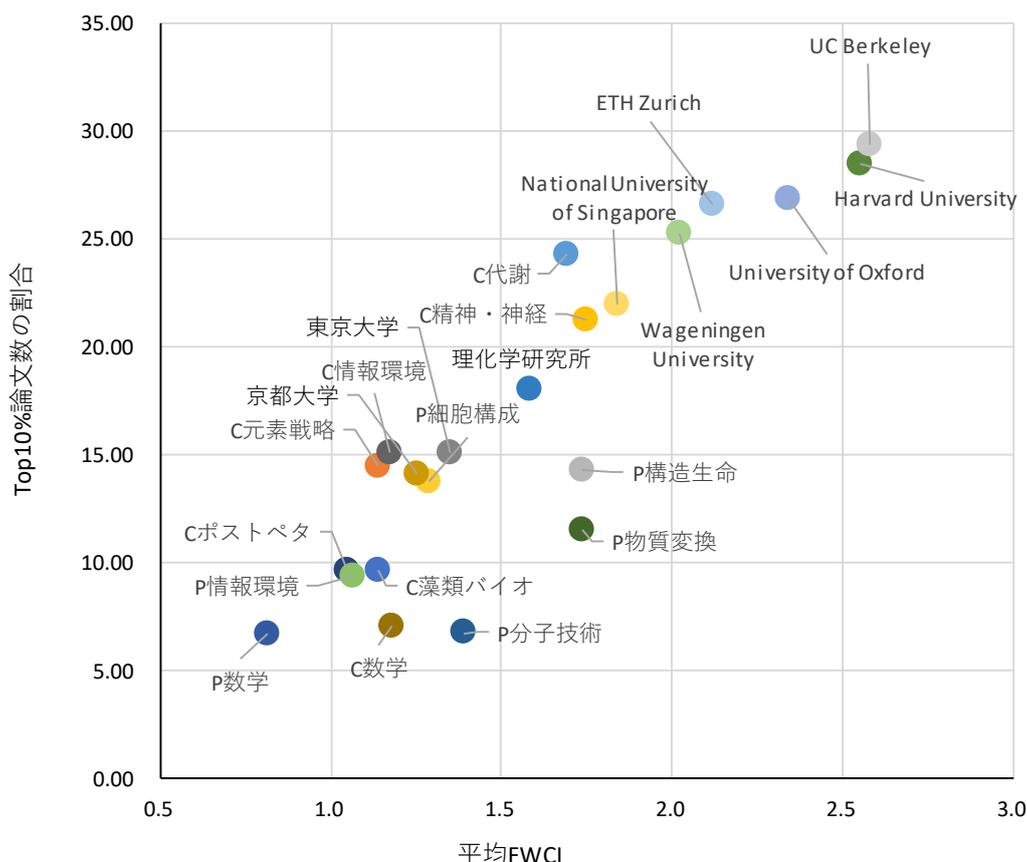


図 A3-13 戦略的創造研究推進事業（CREST, さきがけ）と国内外の大学・研究機関における研究（代表）者あたりの平均 Field-Weighted Citation Impact (FWCI)、および Top10%論文数の割合（データラベルの C は CREST、P は PRESTO（さきがけ））

<sup>24</sup> <https://www.ruconsortium.jp/site/tf/248.html>（対象とした論文の発表期間：2011-2015 年で、2017 年 2 月 1 日現在）および Scopus データを基に JST が分析（2019 年 11 月現在）

<sup>25</sup> Field Weighted Citation Impact [FWCI]：当該文献の被引用数を、同じ出版年・同じ分野・同じ文献タイプの文献の世界平均で割った値。類似の論文と比較してどの程度引用されているかを示す指標で、FWCI 値が 1 を上回る論文は、平均よりも多く引用されていることを意味する。

<sup>26</sup> 2019 年 12 月調査

「CREST」では、平均 FWCI および Top10%論文の割合は東京大学あるいは京都大学と同程度かそれ以上である領域が多い。「さきがけ」では、平均 FWCI が比較的高い領域もみられる。

一方、国外の大学・研究機関は、平均 FWCI や Top10%論文の割合が高い。

なお、ICT 分野などは論文発表を必ずしも積極的に行わない傾向もあるので、研究分野の特性や影響については考慮する必要がある。

#### ・「ERATO」 との比較

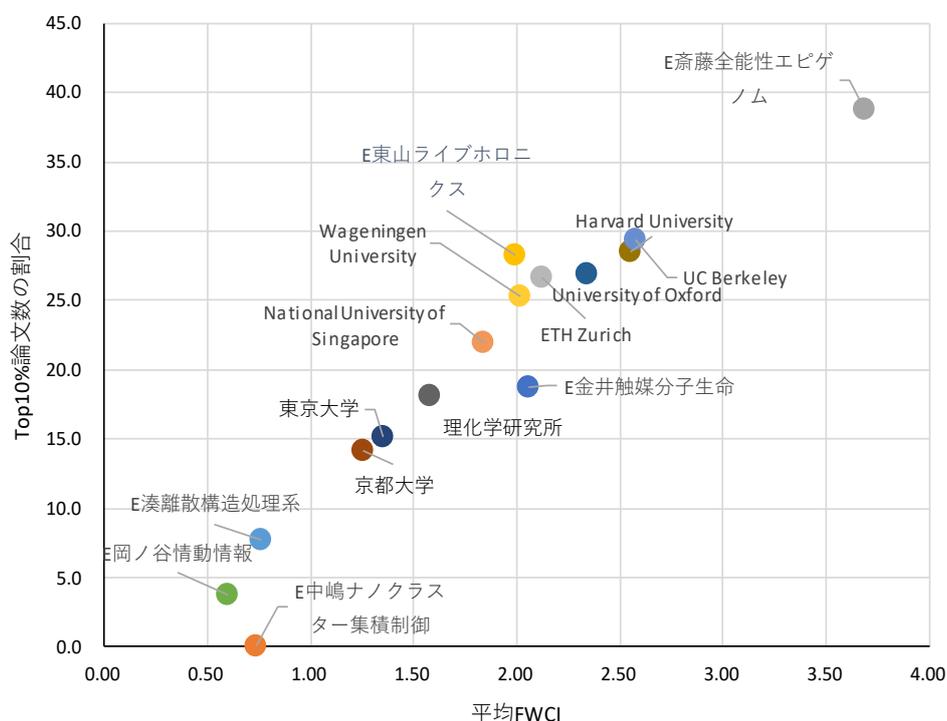


図 A3-24 戦略的創造研究推進事業（ERATO）と国内外の大学・研究機関における平均 Field-Weighted Citation Impact (FWCI) および Top10%論文数の割合（データラベルの E は ERATO）

「ERATO」では、平均 FWCI および Top10%論文の割合が国内の大学・研究機関に対して多いプロジェクトが多い。また、国外の大学・研究機関に対して平均 FWCI あるいは Top10%論文の割合でも同程度かそれよりも高いプロジェクトもある。

#### 2.2.2 科学技術的な波及において影響力を持つ研究者の例

論文に関するメトリクスより科学技術的な波及効果について、数例をあげ、調査・分析した<sup>27</sup>。

<sup>27</sup> 2020年7月調査

・「光格子時計」の開発

香取 秀俊（東京大学 教授／理化学研究所 主任研究員）は、さきがけ～CREST～ERATO において、光格子時計に係る先端的・独創的な研究成果を継続して創出し、「光格子時計」という分野を創出し、精密計測の精度向上に寄与した。2005 年に香取が Takamoto, M., Hong, F.-L. Higashi, R., Katori, H. “An optical lattice clock”, Nature 2005, 435, 321-324. を発表以来、「光格子時計」を含む論文数は増え、新たな学術領域を創出・確立した様子が見て取れる。

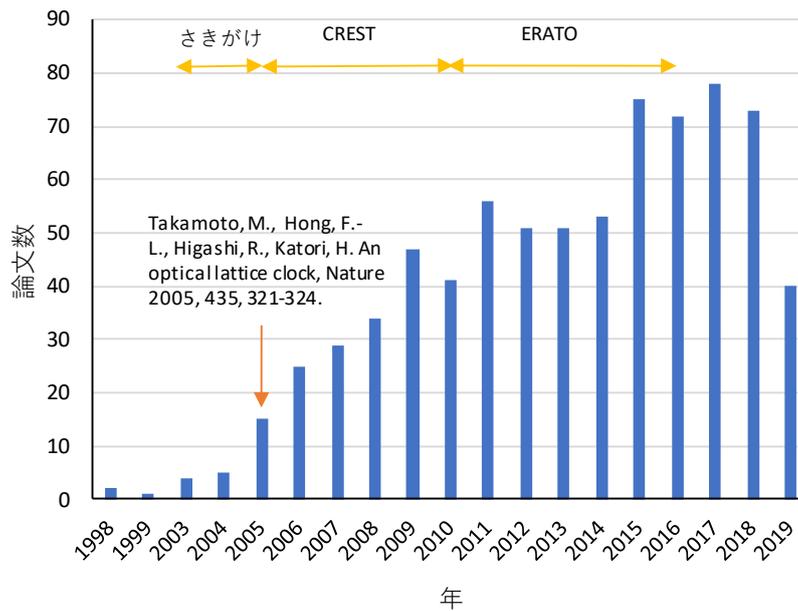


図 A3-25 「光格子時計」を含む論文数の経時変化

・肺がんの原因となる新規融合遺伝子 EML4-ALK

間野 博行（国立がん研究センター 理事）は、肺がんの原因となる新規融合遺伝子（EML4-ALK）を発見した。この発見についての論文、“Identification of the transforming EML4-ALK fusion gene in non-small-cell lung cancer”, Nature, 2207, 448, 561-U3. の被引用数の経時変化を示した。総引用数は 3135 であり、Top%としては 0.01 である。

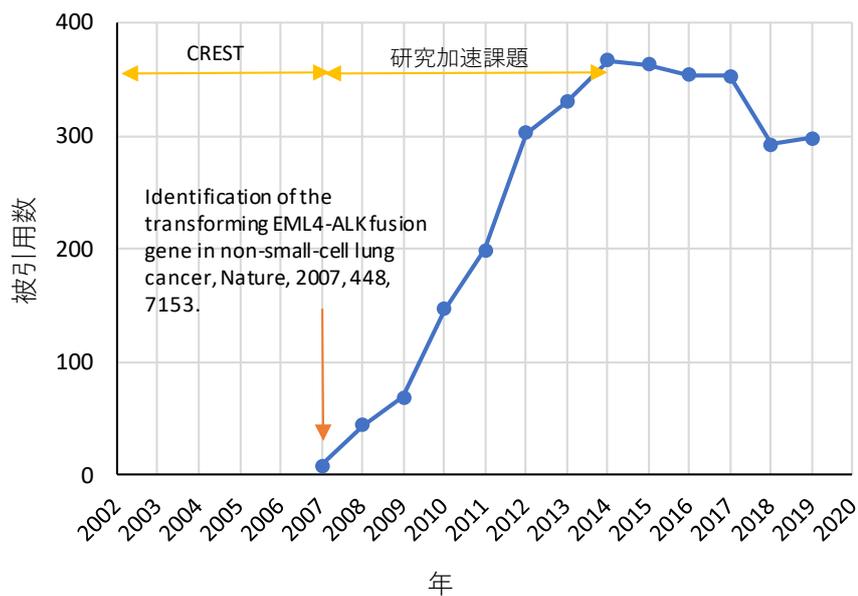


図 A3-26 “Identification of the transforming EML4-ALK fusion gene in non-small-cell lung cancer”, Nature, 2207, 448, 561-U3. の被引用数の経時変化

・解毒・抗酸化における転写因子 Nrf2

山本 雅之(東北大学大学院医学系研究科 教授)は解毒・抗酸化における転写因子 Nrf2 の関与を見出し、その制御タンパク質として Keap1 を世界で初めて発見した。その後、「転写因子 Nrf」をキーワードとする論文数の増加から、環境ストレスに対する生体応答という研究領域が発展している様子が見えてくる。

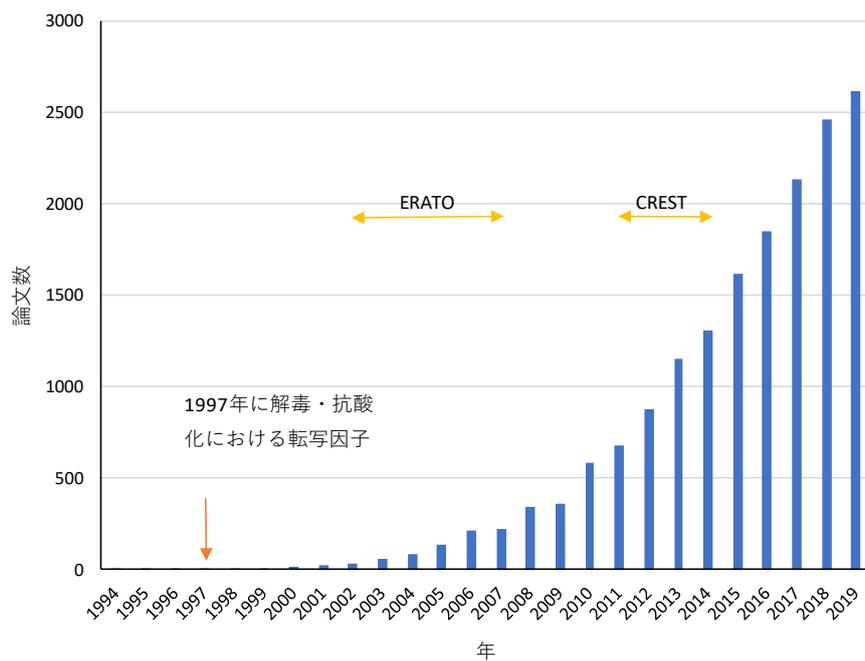


図 A2-27 「転写因子 Nrf2」をキーワードとする論文数の経時変化

ノート)

表 AN2-1 比較対象とした戦略的創造研究推進事業の19領域/プロジェクト

事業	分野	領域	事業期間	
			開始年度	終了年度*
CREST	グリーンイノベーション分野、ナノテクノロジー分野	藻類・水圏微生物の機能解明と制御によるバイオエネルギー創成のための基盤技術の創出	2010	2017
	グリーンイノベーション分野、ナノテクノロジー分野	元素戦略を基軸とする物質・材料の革新的機能の創出	2010	2017
	ライフイノベーション分野	精神・神経疾患の分子病態理解に基づく診断・治療へ向けた新技術の創出	2007	2014
	ライフイノベーション分野	代謝調節機構解析に基づく細胞機能制御基盤技術	2005	2012
	情報通信技術分野、数理科学・計算機科学分野	ポストペタスケール高性能計算に資するシステムソフトウェア技術の創出	2010	2017
	情報通信技術分野、数理科学・計算機科学分野	共生社会に向けた人間調和型 情報技術の構築	2009	2016
	情報通信技術分野、数理科学・計算機科学分野	数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索	2007	2015
さきがけ	グリーンイノベーション分野、ナノテクノロジー分野	分子技術と新機能創出	2012	2017
	グリーンイノベーション分野、ナノテクノロジー分野	光エネルギーと物質変換	2009	2016
	ライフイノベーション分野	ライフサイエンスの革新を目指した構造生命科学と先端的基盤技術	2012	2017
	ライフイノベーション分野	細胞機能の構成的な理解と制御	2011	2017
	情報通信技術分野、数理科学・計算機科学分野	情報環境と人	2009	2016
	情報通信技術分野、数理科学・計算機科学分野	数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索	2007	2012
ERATO	グリーンイノベーション分野、ナノテクノロジー分野	金井触媒分子生命プロジェクト	2011	2017
	グリーンイノベーション分野、ナノテクノロジー分野	中嶋ナノクラスター集積制御プロジェクト	2009	2015
	ライフイノベーション分野	斎藤全能性エピゲノムプロジェクト	2011	2017

事業	分野	領域	事業期間	
			開始年度	終了年度※
	ライフイノベーション分野	東山ライブホロニクスプロジェクト	2010	2016
	情報通信技術分野、数理科学・計算機科学分野	湊離散構造処理系プロジェクト	2009	2015
	情報通信技術分野、数理科学・計算機科学分野	岡ノ谷情動情報プロジェクト	2008	2014

表 AN2-2 国内外の大学・研究機関

東京大学

京都大学

理化学研究所

Harvard University

University of Oxford

University of California at Berkeley

National University of Singapore

ETH Zurich

Wageningen University and Research Center

## 2.3 事業の波及効果（科学技術イノベーション創出に向けた成果、事業から輩出された研究者等）

戦略的創造研究推進事業の研究（代表）者の中で、特に科学技術イノベーションの創出に貢献していると思われる研究者を、領域評価、成果展開調査、追跡調査、アドホックな波及効果の調査から抽出し、さらに、その具体的な科学的・技術的あるいは社会的・経済的な波及効果について、研究者へのインタビュー調査とあわせ、文献や特許のデータベース調査等を実施した。

### 2.3.1 科学的・技術的な波及効果

#### ・分子触媒を利用した革新的アンモニア合成及び関連反応の開発

CREST「再生可能エネルギーからのエネルギーキャリアの製造とその利用のための革新的基盤技術の創出」研究領域（2015～2020年）、研究代表者：西林仁昭（東京大学 教授）

肥料等の原料となるアンモニアの合成には、地球上で人類が消費しているエネルギーの数%以上を費やされているとされ、大量のCO<sub>2</sub>を発生するといった問題点も抱えている。特に化石燃料からの水素製造に掛かるエネルギーはアンモニア製造全体の80%を占めており、水素ガスに代わる水素源への原料変換が望まれている。

本研究では、窒素ガスを窒素源、水を水素源とし、常温・常圧の反応条件下で触媒とともにフラスコの中で混ぜるだけでアンモニアを合成する合成法を開発した。

本研究成果は、NHK ニュースや全国紙を複数含む10紙以上の新聞で取り上げられ、また、Nature 誌で解説記事が組まれるなど、国内外から多くの注目を浴びた。100年以上続く製法（ハーバー・ボッシュ法）にブレークスルーをもたらす合成法として、環境・エネルギー問題の解決に大きく寄与することが期待され、エネルギー資源のパラダイムシフトを起こす可能性も秘めている。

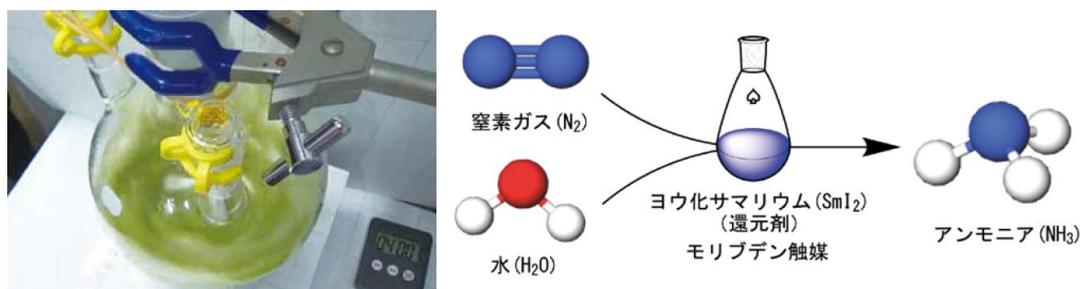


図 A2-28 モリブデンを含む触媒と還元剤のヨウ化サマリウムの中に窒素と水を入れ、フラスコの中で混ぜるだけでアンモニアを合成（左：反応中の写真、右：反応式の模式図）

#### ・時計の概念を変える光格子時計の開発

さきがけ「光と制御」研究領域（2002～2005年）、CREST「量子情報処理システムの実現を目指した新技術の創出」研究領域（2005～2010年）、ERATO 研究領域「香取創造時空間プロジェクト」

エクト」(2010～2016年)、研究代表者：香取 秀俊(東京大学 教授/理化学研究所 主任 研究員)

「光格子時計」という新たな分野を創出し、次世代周波数標準として、精密計測の精度向上に寄与した。現在の「秒」は、およそ $10^{-15}$ 精度(3,000万年に1秒狂う精度:15桁)で、世界中で共有されているが、低温動作光格子時計2台の相互比較を行うことにより、ERATO期間中に18桁の精度(138億年で1秒以下のずれ)を達成、さらに、相対論的測地により高低差を数センチメートルの精度で観測することに成功した。2018年よりJST未来社会事業(大規模プロジェクト型)に採択され、研究を進展させており、2026年度予定の「秒の再定義」に大きく寄与することなどが期待されている。

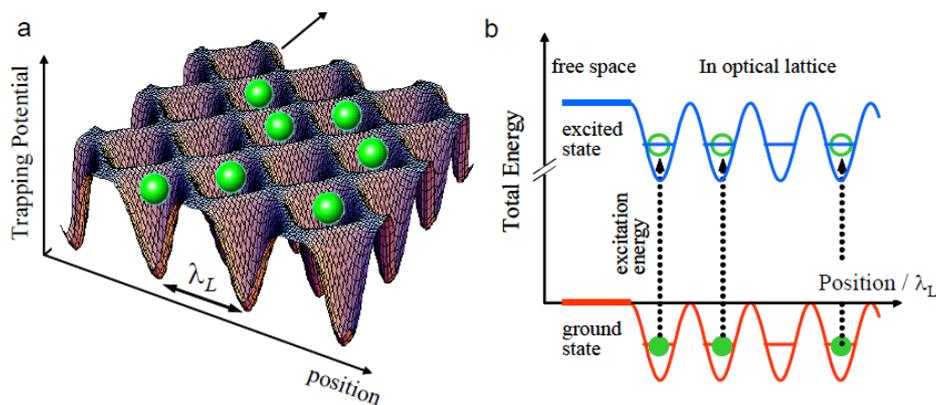


図 A2-29 光格子時計の概念図

・実際に広範囲に使用できる組込みシステム向けのOSやディペンダブルな情報システムを構築するための基盤技術を領域一体となり開発

CREST「実用化を目指した組込みシステム用ディペンダブル・オペレーティングシステム」研究領域(2006～2013年)、研究総括：所真理雄

2013年に「一般社団法人ディペンダビリティ技術推進協会(DEOS協会)」を発足させ、プロジェクトで研究開発された成果が広く利用されることを通して世の中のシステムのディペンダビリティ向上に貢献する活動の一環として、国際標準化を推進した。2018年には、国際標準「IEC 62853 OSD (Open systems dependability<sup>28</sup>)」が制定された。実際のシステムにおける適用例として、最も複雑なシステムである小型人工衛星があげられ、衛星の信頼性向上など、「解決の難しい問題」への有効なアプローチになることが期待されている。

<sup>28</sup> Open Systems Dependability: コンピュータシステムが長期間サービスを提供するために生じる問題(利用者の期待や環境、未知の障害など常に生じる様々な変化)に直面した際の対応力。開放系総合信頼性。

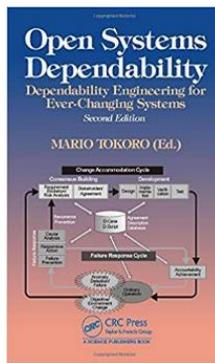


図 A2-30 DEOS プロジェクトの成果である、情報システムの信頼性を達成する方法について解説した書籍（CRC Press 社から 2015 年に出版）

## 2.3.2 社会的・経済的な波及効果

### 【ナノ材料分野】

#### ・ TMR 素子の開発

さきがけ「ナノと物性」研究領域（2002～2006 年）、研究者：湯浅新治（産業技術総合研究所スピントロニクス研究センター センター長）

トンネル磁気抵抗（TMR (Tunnel Magneto Resistance)）素子の磁気抵抗効果の発生メカニズムの解明と高出力化に取り組み、TMR 素子の HDD ヘッドや磁気センサの高精度化と MRAM の高集積化につながった。2007 年に本技術が実用化され、2017 年において、TMR 素子は HDD 磁気ヘッド世界シェア 100%の搭載率となっている。



図 A2-31 ハードディスクの内部構造

#### ・ 透明酸化半導体の開発（IGZO）

ERATO 研究領域「細野透明電子活性プロジェクト」、総括責任者：細野秀雄（東京工業大学 名誉教授）（1999～2004 年）

透明酸化半導体を用いて、薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor: TFT）として使用されている poly-Si 並みの特性をもつ透明電界効果型トランジスタ（Field Effect

Transistor: 透明 FET) を開発した。開発したアモルファス In-Ga-Zn-O 材料系 (IGZO) は、実際にシャープ、ジャパンディスプレイ、LG Display 社、Samsung Electronics 社をはじめとした国内外のパネルメーカーで液晶パネルや有機 EL パネルとして製品化されている。アモルファス透明酸化物トランジスタについては、日韓のディスプレイメーカー大手 3 社をはじめ 9 社に対してライセンスが行われた。アモルファス透明酸化物半導体 (ターゲット材料用) については、日系企業を中心にライセンスが行われた、

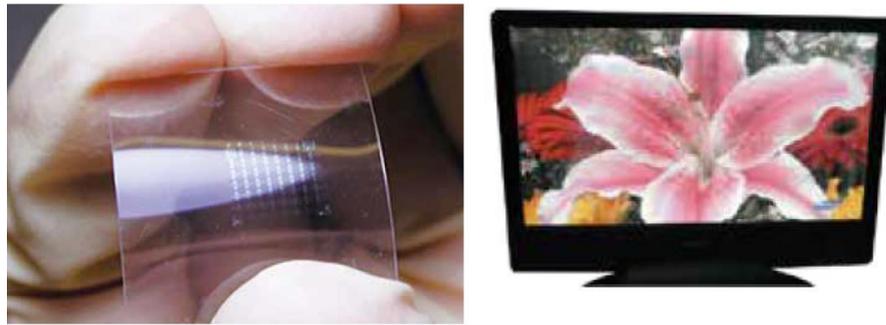


図 A2-32 透明な酸化物の半導体 IGZO-TFT

#### 【グリーン分野】

##### ・低消費エネルギーマルチ/メニーコア向けリアルタイム OS 技術の開発

CREST「情報システムの超低消費電力化を目指した技術革新と統合化技術」研究領域 (2005～2010 年) 研究代表者: 高田 広章 (名古屋大学 教授)

2015 年に車載ソフトウェアの標準仕様「AUTOSAR」に基づく車載制御向けソフトウェアプラットフォーム (SPF: 広い意味での OS) の開発などを行うベンチャー企業である APTJ 株式会社を設立した。2018 年には AUTOSAR 準拠の SPF の正式発売を開始した。2020 年中には、一部の国内自動車メーカーから本 SPF を使用した ECU (電子制御ユニット) を搭載する車両が 100 万台オーダーで市場に出る見込みである。

SPF を海外企業に寡占されることで、国内の自動車産業の国際競争力の低下や車載組み込みソフトウェア産業の縮小につながることを懸念されていたが、この国産 SPF の開発・発売により産業の縮小などに歯止めをかけることが期待される。メモリ効率や処理速度の向上にも配慮されており、領域評価において外部有識者に高く評価され、自動車産業全体の競争力向上に貢献している。

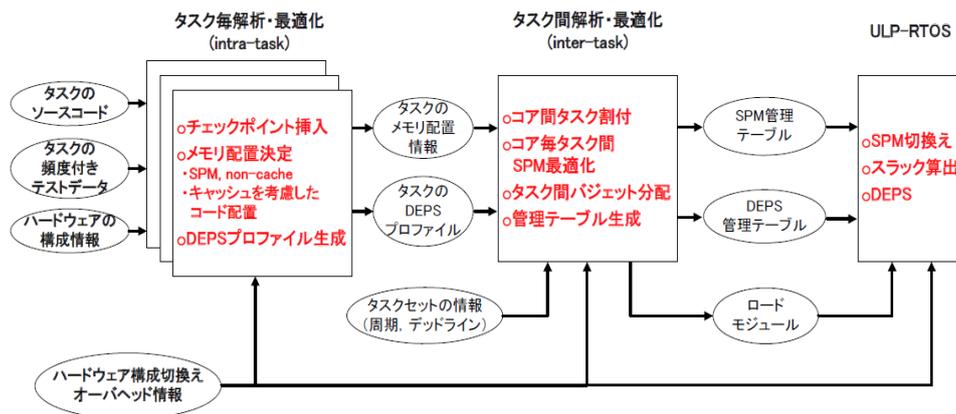


図 A2-33 ULP ソフトウェア開発環境の全体像

### ・生分解性プラスチックの開発・実用化

CREST「環境低負荷型の社会システム」研究領域（1995～2000年）、発展研究（SORST）（2000～2004年）、独創的シーズ展開事業「委託開発」（2008～2013年）、  
 研究代表者：土肥 義治（公益財団法人高輝度光科学センター 理事長）

遺伝子組み換え微生物を用いて植物油等から高効率（80wt%）でバイオプラスチックを生産する基盤技術をもとに引張強度に優れ、延伸処理の加工に適したポリエステルを生産プロセスを開発した。

株式会社カネカと実用化に取り組み、年間 1,000t の生分解性プラスチック生産体制を確立した。2019 年度には「カネカ生分解性ポリマーPHBH<sup>®</sup>が欧州連合の全食品接触用途で使用可能に」、「PHBH 製ストローが国内約 10,000 店のコンビニエンスストアで導入」といった多くの実用化につながった。今後のグローバル展開が大いに期待される。

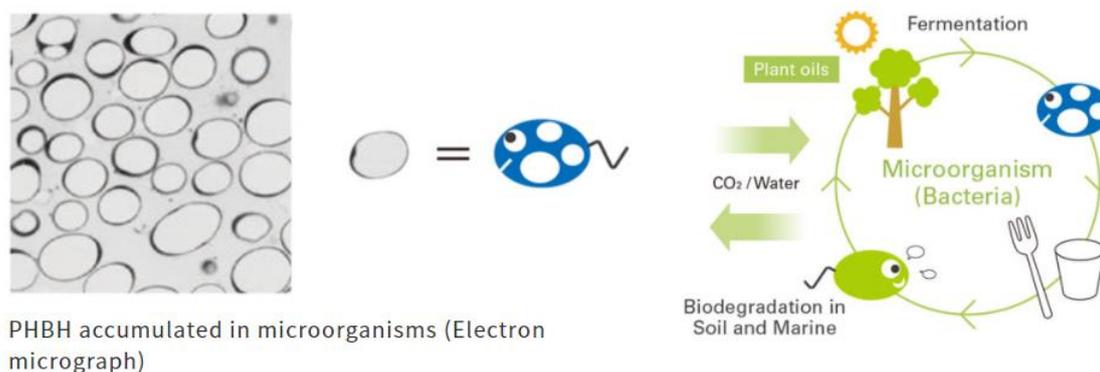


図 A2-34 PHBH プラスチックの特徴とライフサイクル<sup>29</sup>

### 【ライフ】

#### ・がんの原因となる融合遺伝子の発見とがん診断法、治療薬の開発

CREST「テーラーメイド医療を目指したゲノム情報活用基盤技術」研究領域、研究課題「遺

<sup>29</sup> <https://www.kaneka.co.jp/en/esg/feature/case1/>

伝子発現調節機構の包括的解析による疾病の個性診断」(2002～2007年) および研究加速課題「新規がん遺伝子同定プロジェクト」(2008～2014年)、研究代表者：間野 博行(国立がん研究センター 理事)

肺がんの原因となる新規融合遺伝子 EML4-ALK を発見した。これに着目したファイザー社は、同社が開発中であった抗がん剤 Crizotinib の治験に ALK 陽性肺がん症例を新たに登録して実施し、成果発表のわずか4年後の2011年に米国での上市に至った。本剤の2017年度における全世界売上は594M\$である。この研究を契機として、現在では複数の次世代 ALK 阻害薬が上市されている。このうち2014年に上市された Alectinib のピークセールスは1751M\$ (2024年) とされている。また、発見した ROS1 融合遺伝子や RET 融合遺伝子を標的とする抗がん剤も承認あるいは開発されている。以上の研究から、融合遺伝子という抗がん剤標的の大きな潮流の一つを生み出した。

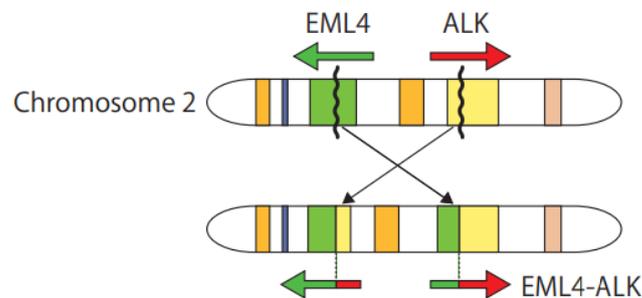


図 A2-35 EML4-ALK 融合遺伝子

#### ・ Keap1-Nrf2 系の作用機序の解明及び Nrf2 活性化剤等の医薬品開発

ERATO「山本環境応答プロジェクト」(2002～2007年) および CREST「炎症の慢性化機構の解明と制御に向けた基盤技術の創出」研究領域の研究課題「環境応答破綻がもたらす炎症の慢性化機構と治療戦略」(2011～2014年)、2015年からAMEDに移管、研究代表者：山本 雅之(東北大学大学院医学系研究科 教授)

解毒・抗酸化における転写因子 Nrf2 の関与を見出し、その制御タンパク質として Keap1 を世界で初めて発見した。さらに、Keap1-Nrf2 系が酸化ストレス応答の中心を担っているとするとする新理論を提唱し、環境ストレスに対する生体応答という研究領域にフロンティアを形成した。Nrf2 活性化剤は創薬の視点からも注目され、米国 Biogen Idec Inc. 社が開発したフマル酸ジメチルは、2013年に再発寛解型多発性硬化症患者に対するファーストラインの経口治療薬として上市された。フマル酸ジメチル(商品名：テクフィデラ)の2017年売上は4214M\$である。また、ERATOで検討した Nrf2 活性化化合物であるバルドキシロンメチルは、糖尿病性腎臓病治療薬として協和キリン株式会社などが現在 Phase3 治験を実施中であり、上市すれば2024年のピークセールスは781M\$とされている。

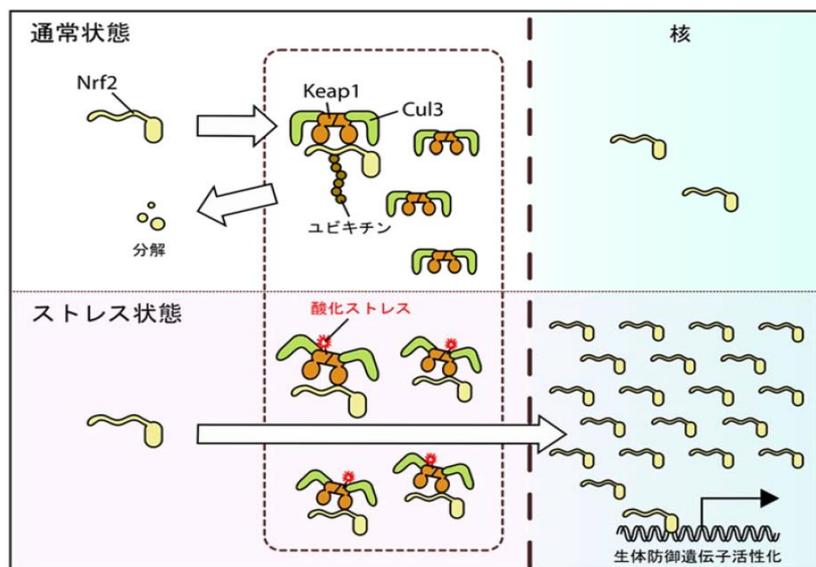


図 A2-36 ストレス応答における Nrf2-Keap1-Cul3 複合体の制御機構

・睡眠覚醒を制御する神経伝達物質「オレキシン」の発見とスボレキサントの上市

ERATO「柳沢オーファン受容体プロジェクト」(2001～2006年)およびCREST研究領域「光の特性を活用した生命機能の時空間制御技術の開発と応用(オプトバイオ)」の研究課題「光を用いた睡眠の機能と制御機構の統合的解析」(2016～2021年)、研究代表者:柳沢 正史(筑波大学国際統合睡眠医科学研究機構 機構長/教授)

G タンパク質共役型受容体(GPCR)のリガンドであるオレキシンを発見し、その機能解析を進め、オレキシンが摂食に加え、睡眠・覚醒の中枢抑制の両方に深く関わっていることを世界で初めて明らかにした。これにより、オレキシン受容体の阻害によって不眠症を治療できることが明らかとなり、新規不眠症治療薬の創出につながった。この作用機作による治療薬で最初に上市された suvorexant は、Merck 社によって開発されて2014年に上市され、ピークセールスは675M\$ (2024年)とされている。一方で、柳沢らは過眠症治療の可能性のあるオレキシン受容体作動薬(アゴニスト)に関する研究開発も進めている。柳沢は、2013年に文部科学省の世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)に採択された筑波大学国際統合睡眠医科学研究機構の拠点長を務め、睡眠覚醒機構の解明を目指し、基礎から臨床までを見据えた世界トップレベルの睡眠医科学研究拠点を標榜している。

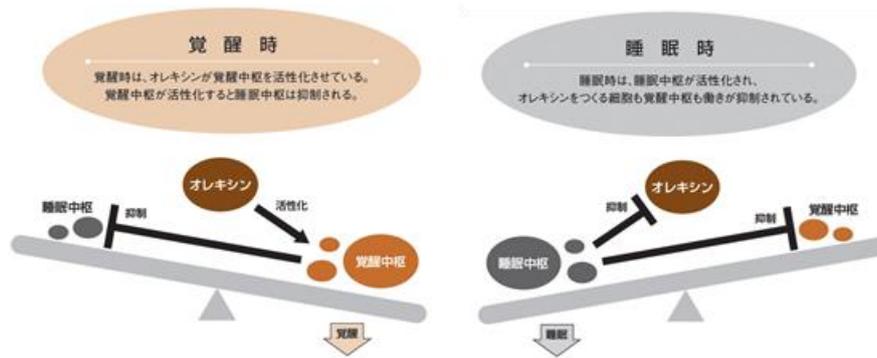


図 A2-37 覚醒と睡眠のスイッチングとオレキシンの機能

## 【ICT 分野】

### ・触った感覚も伝わるテレグジスタンスシステムの開発

CREST「共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築」研究領域（2009～2014年）、ACCEL 研究開発課題「触原色に立脚した身体性メディア技術の基盤構築と応用展開」（2014～2019年）、研究代表者：舘 暲（東京大学 名誉教授）、プログラマネージャー：野村 淳二（科学技術振興機構）

人間が今いる場所と異なる場所で自在に行動できることを目指したテレグジスタンス（1980年提唱）実現の先駆的な研究を推進し、バーチャルリアリティ技術とロボット技術を統合したアバターロボットのテレグジスタンスシステム TELESAR V を開発した。ロボットの接触センサ情報を「触原色」として伝送することで、物体の把持感覚や温冷感、布の手触りなどの細かな触感が自分の感覚のように操作者に伝達されることを世界に先駆けて実証し、ベンチャー企業 TELEXISTENCE 株式会社を立ち上げた。2017年には JST のベンチャー企業支援プログラムである出資型新事業創出支援プログラム（SUCCESS）による出資が実行された。このシステムは進化を続け、最近では遠隔操作時に問題となるロボットのカメラと操作者のディスプレイ間の映像などの低遅延化が進んだ。その結果、操作者の VR 酔いが低減されて長時間の遠隔操作が可能となるだけでなく、動きの速い対象に対する正確な操作が容易となる効果も期待される。

米国の非営利組織「X プライズ (XPRIZE) 財団」が 2016 年 10 月、「Visioneers Summit」で「世界で最も進んでいるアバターのテレサファイブ (TELESAR V) を、サミットで実演してほしい」と依頼され、プレゼンテーションしている。また、XPRIZE は「人類に利益を与える技術開発」をテーマにした賞金レースであるが、次期テーマとして ANA チームが提案した「ANA AVATAR XPRIZE」が採用された。

2020 年夏には TELEXISTENCE 株式会社は大手コンビニエンスストア 2 社との協業で、店舗での商品棚への陳列業務を行う遠隔操作型のヒューマノイドロボットの導入がアナウンスされている。

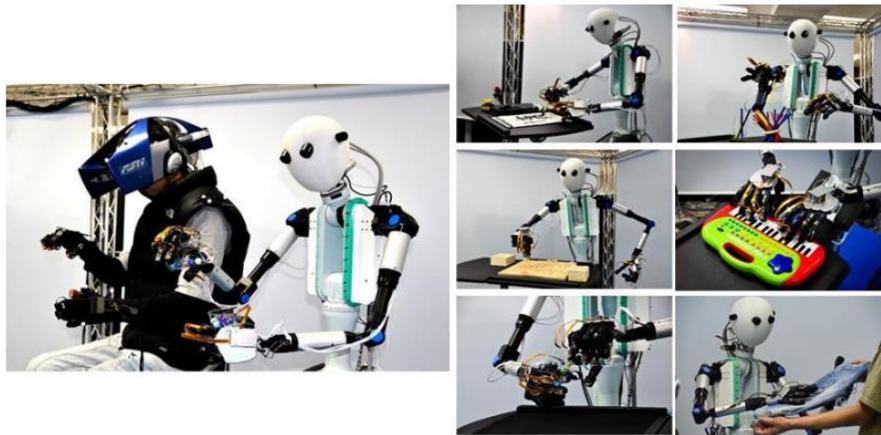


図 A2-38 分身ロボット、テレイグジスタンスシステム TELESAR V

### ・人間行動を補助するマッスルスーツの開発・販売

さきがけ「相互と賢さ」研究領域（2000～2005年）、研究代表者：小林 宏（東京理科大 教授）

さきがけではマッスルスーツの概念を提案し、着用者が意のままに制御できるマッスルスーツの開発に向けた要素技術を確立した。2013年に東京理科大学発ベンチャー「株式会社イノフィス」を設立し、翌年に腰補助用マッスルスーツを販売した。その後も腰と腕を補助するモデルや電気を一切使用しないモデル等の製品を販売し、2019年には機体の素材変更等によりコストダウンと量産化に成功した「マッスルスーツ Every」を販売開始した。既存モデルの1/3以下の価格（10万円台）を実現し、販売と同時にCMの放映も行った。

2020年にはマッスルスーツ Every が ISO13482<sup>30</sup>認証を取得、更に累計販売台数が10,000台を突破した。

力仕事から在宅介護、働く現場のサポートなど、社会課題の解決が大いに期待される。



図 A2-39 マッスルスーツ Every

<sup>30</sup> 生活支援ロボットの安全性に関する唯一の国際規格

## 【その他：新型コロナウイルス関連】

### ・迅速・高精度・網羅的な病原微生物検出による水監視システムの開発

CREST「持続可能な水利用を実現する革新的な技術とシステム」研究領域（2011～2016年）、研究代表者：大村 達夫（東北大学 教授）

病原微生物の網羅的同定及び絶対定量技術を開発し、現行の医療機関の報告に基づく監視システムよりも、下水監視システムの方が早期に感染性胃腸炎の流行を検知できる可能性を示した。さらに、地域で発生した感染性胃腸炎患者から検出された遺伝子型との比較では、下水中には患者と同一の株や遺伝子型が含まれ、それが経時的に変化していたことが判明した。下水中のウイルス濃度という量的な情報に加えて、株や遺伝子型という質的な情報が得られ、これが処理区域内で発生した感染性胃腸炎の流行状況を把握するのに有用であることが示唆された。

この手法を展開し、最近問題となっている新型コロナウイルスの感染状況を下水監視システムによって早期に検知する検討を水環境学会 COVID-19 タスクフォースを主導して進めている。2次感染、3次感染が発生してしまった際の拡散状況把握に貢献するものとしてメディアにも大きく取り上げられており、大きな社会的関心や期待を呼び起こしている。

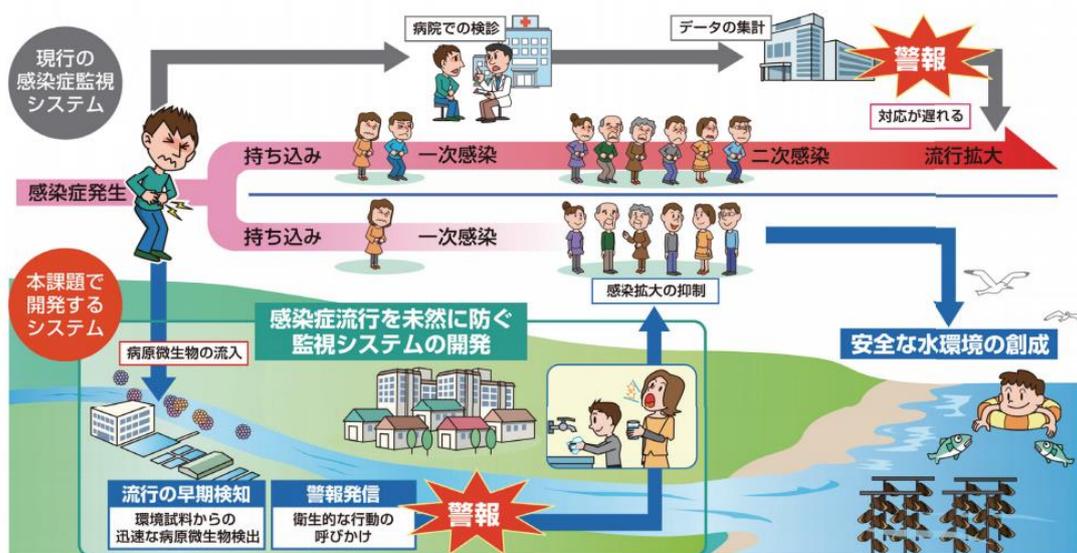


図 A2-40 感染症監視システム

### ・数理モデルによる感染症予測

CREST「科学的発見・社会的課題解決に向けた各分野のビッグデータ利活用推進のための次世代アプリケーション技術の創出・高度化」研究領域（2014～2019年）、研究代表者：西浦博（北海道大学 教授）

パンデミックの予兆および流行予測に、ヒトの感染から発病までや重症化などのプロセスを数式で記述する感染症数理モデルの導入し、またリアルタイムでの流行状況や機械学習手法を用いた疫学データと遺伝子データのデータ同化により、風疹や麻疹（はし

か)、エボラ出血熱やジカ熱、中東呼吸器症候群 (MERS) の流行予測をリアルタイムで実施した。この感染症数理モデルは、最近の新型コロナウイルス (COVID-19) の感染防止策にも応用され、厚生労働省クラスター対策班メンバーとして様々な科学的データを提供し、政府による「人との接触の 8 割の削減」の方針の参考とされた。

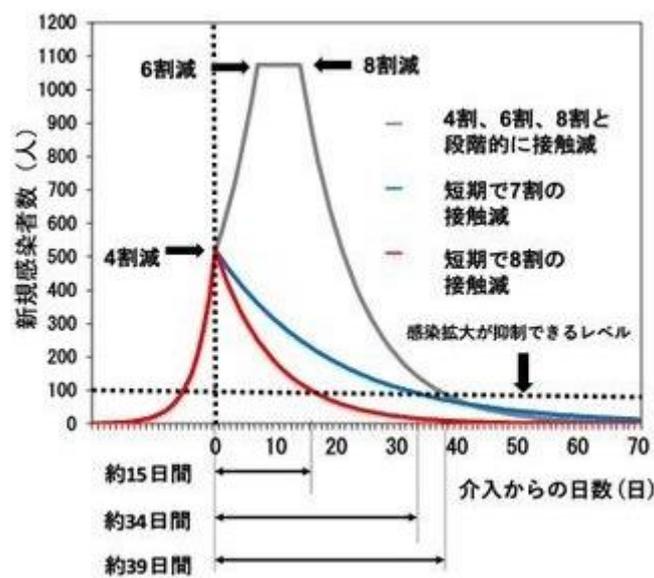
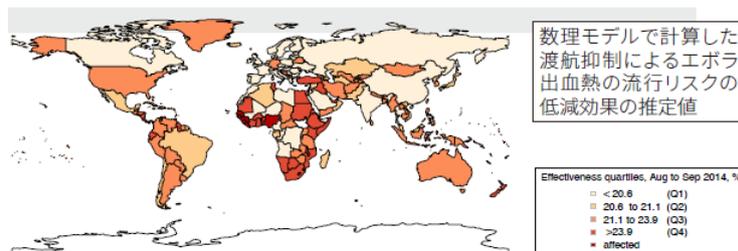


図 A2-41 数理モデルで計算した渡航抑制によるエボラ出血熱の流行リスクの低減効果の推定値 (上)、新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の感染対策における接触機会の削減の度合いと新規感染者数の推移を示したグラフ (下)<sup>31</sup>

<sup>31</sup> 厚生労働省 Twitter より

## 2.4 事業の波及効果（社会的・経済的な観点からの成果、社会実装への展開等）

以下は、研究課題終了1年後に各研究者に対して実施した「成果展開調査」の結果を基にして、各プログラム別の発展状況に関してまとめたものである。

### 2.4.1 他ファンディング等への展開

終了1年後の調査時点においてプログラム別に集計した結果、表 A2-1 の通りとなった。研究成果の他ファンディング等への展開は ERATO において高く、2017 年度において 100%、2018 年度において 80%が他のファンディングへ展開した。CREST では、2017 年度において 80%程度、2018 と 2019 年度において 50%程度となった。さきがけでは、2017 年度において 70%程度、2018 と 2019 年度において 40%前後となった。

表 A2-1 他ファンディングプログラム等への展開

調査年度	プログラム名	獲得した他のファンディング数	獲得した研究者数 (割合)	全体研究者数
2017 年度	CREST	96	39 名 (79.6%)	49 名
	ERATO	20	5 名 (100%)	5 名
	さきがけ	436	170 名 (74.9%)	227 名
	小計	552	214 名 (76.2%)	281 名
2018 年度	CREST	16	10 名 (34.5%)	29 名
	ERATO	9	4 名 (80.0%)	5 名
	さきがけ	53	33 名 (33.0%)	100 名
	ACT-C	46	27 名 (54.0%)	50 名
	ACT-I	14	11 名 (36.7%)	30 名
	小計	138	85 名 (39/7%)	214 名
2019 年度	CREST	25	21 名 (46.7%)	45 名
	ERATO	1	1 名 (50.0%)	2 名
	さきがけ	68	55 名 (44.0%)	125 名
	ACT-C	0	0 名 (0%)	1 名
	ACT-I	8	8 名 (27.6%)	29 名
	小計	102	85 名 (42.1%)	202 名
合計		792	384 名 (55.1%)	697 名

他ファンディングプログラムへの展開数をファンディング別に集計した結果は図 A2-42 の通りであるが、約半分は科研費であり、20%程度が JST 関係となっている。

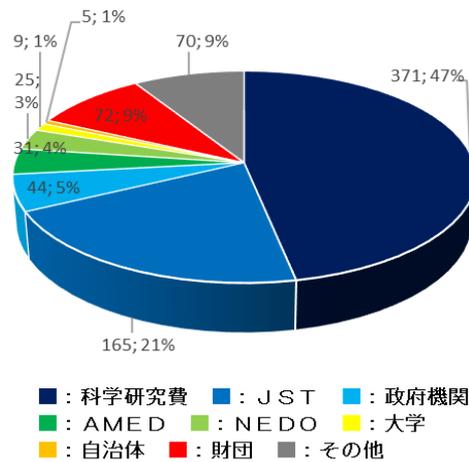


図 2A-42 ファンディング別の回答数

#### 2.4.2 共同研究・委託研究・技術移転

プログラム別に企業との共同研究・委託研究へ展開した件数を集計した結果、表 A2-2 の通りとなった。また、図 A2-42 に研究者が共同研究・委託研究に関与した割合を示した。

この割合は ERATO において高く、2017 年度、2018 年度において 5 名中全員が共同研究・委託研究に関与する結果となった。CREST、さきがけでは、2017 年度において 70～85%程度となったが、2018 年度では 50%程度、2019 年度は 40%程度に留まった。

因みに、プロジェクト終了後に本件のような成果が指標として顕著になるには時間がかかる場合が多いため、年度別の比較はあくまで参考として記載した。

表 A2-2 共同研究・委託研究への展開

調査年度	プログラム名	展開した研究者数 (割合)	全体研究者数
2017 年度	CREST	36 名 (73.5%)	49 名
	ERATO	5 名 (100%)	5 名
	さきがけ	179 名 (78.9%)	227 名
	小計	251 名 (89.3%)	281 名
2018 年度	CREST	16 名 (55.2%)	29 名
	ERATO	5 名 (100%)	5 名
	さきがけ	47 名 (47.0%)	100 名
	ACT-C	39 名 (78.0%)	50 名
	ACT-I	20 名 (66.7%)	30 名
	小計	178 名 (83.2%)	214 名
2019 年度	CREST	19 名 (42.2%)	45 名
	ERATO	1 名 (50.0%)	2 名

	さきがけ	49名(39.2%)	125名
	ACT-C	0名(0%)	1名
	ACT-I	7名(24.1%)	29名
	小計	76名(37.6%)	202名
合計		505名(72.5%)	697名

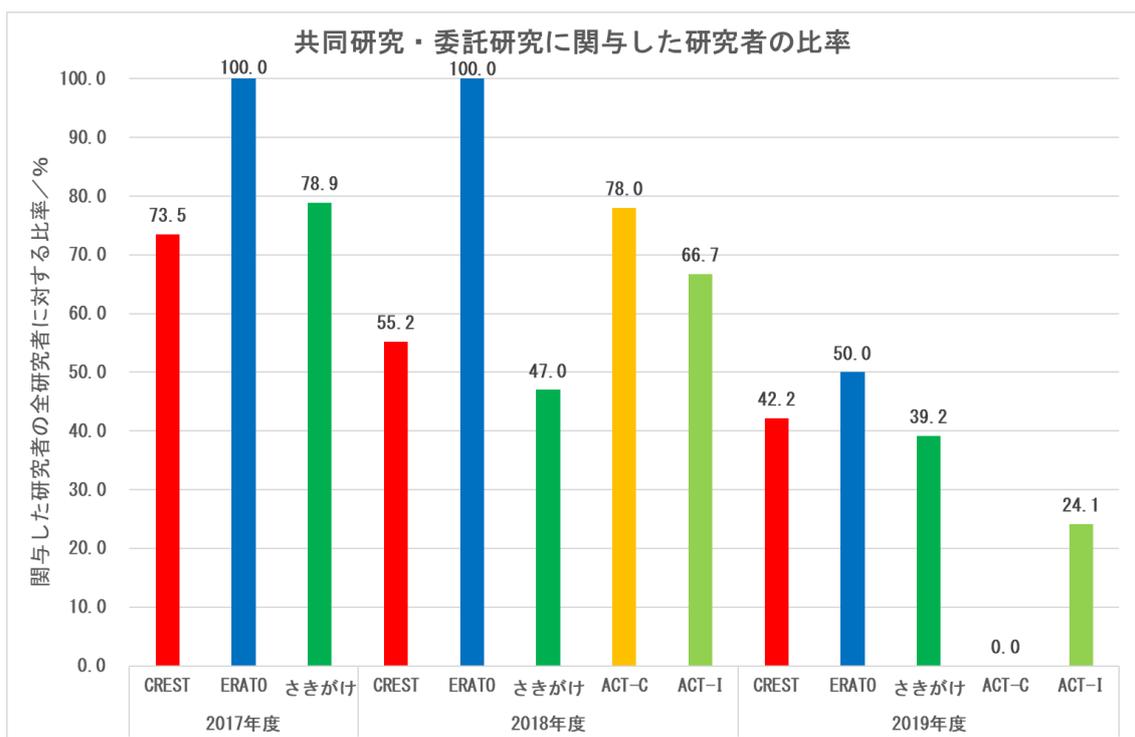


図 A2-43 共同研究・委託研究に関与した研究者の割合

次に、技術移転展開の件数をプログラム別に集計した結果、表 A2-3 の通りとなった。また、図 A2-44 に研究者が技術移転に関与した割合を示した。

この割合も ERATO において比較的高く、2017 年度において 5 名中全員、2018 年度において 5 名中 3 名が研究成果の技術移転に関与する結果となった。ただし、2019 年度には技術移転はなかった。共同研究・委託研究と比較すると、すべてのプログラムにおいて技術移転に発展した件数が少ない傾向にある。

表 A2-3 技術移転への展開

調査年度	プログラム名	関与した研究者数(割合)	全体研究者数
2017 年度	CREST	28 名(57.1%)	49 名
	ERATO	5 名(100%)	5 名

	さきがけ	78名(34.4%)	227名
	小計	111名(39.5%)	281名
2018年度	CREST	8名(27.6%)	29名
	ERATO	3名(60.0%)	5名
	さきがけ	19名(19.0%)	100名
	ACT-C	11名(22.0%)	50名
	ACT-I	6名(20.0%)	30名
	小計	47名(22.0%)	214名
2019年度	CREST	4名(8.9%)	45名
	ERATO	0名(0%)	2名
	さきがけ	10名(8.0%)	125名
	ACT-C	0名(0%)	1名
	ACT-I	2名(6.9%)	29名
	小計	16名(7.9%)	202名
合計		174名(25.0%)	697名

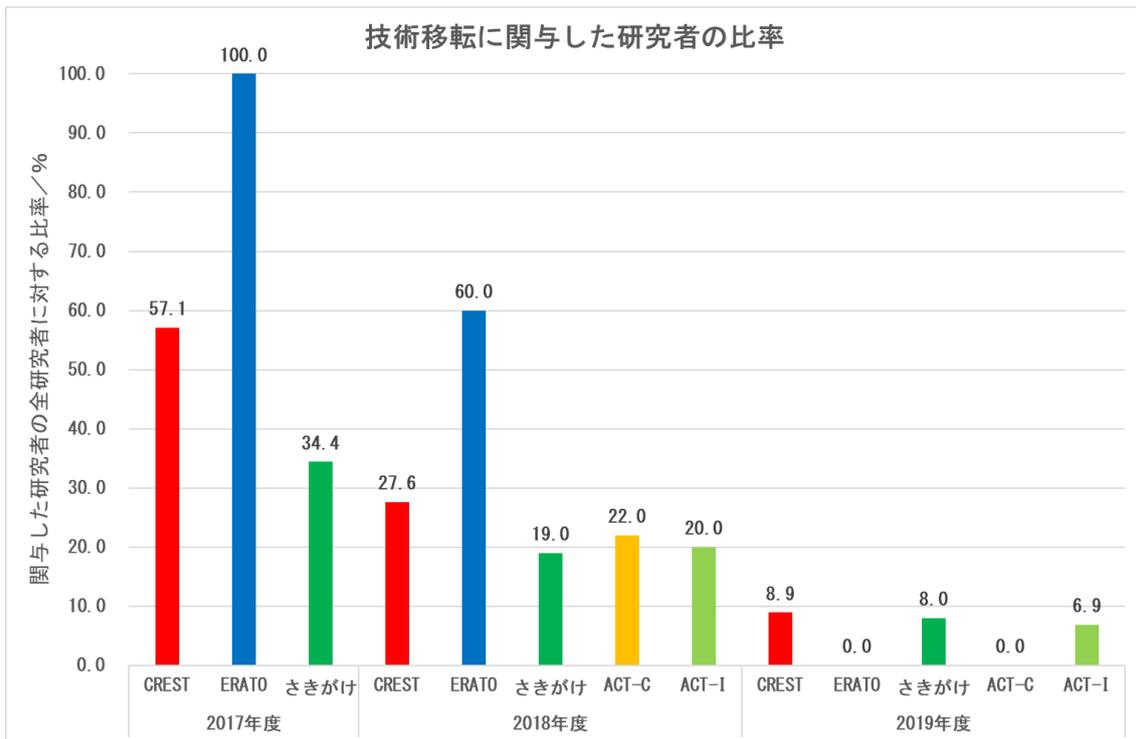


図 A2-44 技術移転に関与した研究者の割合

### 2.4.3 ベンチャー企業設立

終了1年後の調査時点においてプログラム別に集計したところ表 A2-4 の通りとなった。研究者がベンチャー企業の設立に関与した割合は、ERATO において高く、2017 年度は5名中2名(竹内 昌治、東山 哲也)、2018 年度は5名中2名(染谷 隆夫、秋吉 一成)がベンチャー企業設立に関与している。

表 A2-4 ベンチャー企業設立への関与

調査年度	プログラム名	起業した会社数	起業に関与した研究者数(割合)	全体研究者数
2017 年度	CREST	8 社	7 名(14.3%)	49 名
	ERATO	2 社	2 名(40.0%)	5 名
	さきがけ	4 社	4 名(1.8%)	227 名
	小計	14 社	13 名(4.6%)	281 名
2018 年度	CREST	2 社	2 名(6.9%)	29 名
	ERATO	3 社	2 名(40.0%)	5 名
	さきがけ	1 社	1 名(1.0%)	100 名
	ACT-C	0 社	0 名(0%)	50 名
	ACT-I	0 社	0 名(0%)	30 名
	小計	6 社	5 名(2.3%)	214 名
2019 年度	CREST	2 社	2 名(4.4%)	45 名
	ERATO	0 社	0 名(40.0%)	2 名
	さきがけ	3 社	3 名(2.4%)	125 名
	ACT-C	0 社	0 名(0%)	1 名
	ACT-I	0 社	0 名(0%)	29 名
	小計	5 社	5 名(2.5%)	202 名
合計		25 社	23 名(3.3%)	697 名

研究者が設立に関与したベンチャー企業について、表 A2-5 の通りまとめた。中でも、小早川高が関わった脳科学香料(株)は、すでに数千万円の売上有るとの報告がある<sup>32</sup>。また、売上は不明なもの、順調に資金調達を進めている企業がいくつか見られ、例えば染谷隆夫が実質的に設立に関わった(株)Xenoma は2億円以上の資金調達に成功している。

<sup>32</sup> 日本経済新聞「脳科学香料」(2019年10月12日)

<https://www.nikkei.com/article/DGKKZ050913620R11C19A0LKB000/>(2020年3月17日閲覧)

表 A2-5 ベンチャー企業一覧 (25 社)

氏名(所属)	戦略事業(領域)名	ベンチャー企業名	設立年	研究者との関係	事業概要	資本金	従業員数
小池 康晴 (東京工業大学 ソリューション研究機構)	CREST(共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築)	リバーフィールド(株)	2014	創設者	手術支援ロボット等の医療機器研究開発および販売	100,000 千円	23 名
武田 一哉 (名古屋大学 大学院情報科学研究科)	CREST(共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築)	(株)ティアフォー	2015	代表取締役社長	自動運転技術コンサルティング、講習会、公道実証、ライドシェアソリューション等	100,000 千円	160 名
舘 暲 (慶應義塾大学 大学院メディアデザイン研究科)	CREST(共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築)	トレイグジスタンス(株)	2017	会長	ロボットが活用可能なあらゆる領域において、ロボットの設計・製造・オペレーションを行う	不明	21 名
相澤 清晴 (東京大学 情報学環)	CREST(共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築)	foo.log(株)	2005	不明	FoodLog の提供・カスタマイズ・開発、健康管理情報システムの開発、カスタマイズ、提供 等	32,000 千円	約 15 名
石黒 浩 (株)国際電気通信基礎技術研究所 社会メディア総合研究所)	CREST(共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築)	テレノイド計画	2015	不明	コミュニケーションロボット『テレノイド™』を用いた介護施設向け人材育成研修『テレノイドケア』の提供及び、システム運用アプリケーションの開発。	32,250 千円	2 名
石黒 浩 (株)国際電気通信基礎技術研究所 社会メディア総合研究所)	CREST(共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築)	ヴイストーン(株)	2000	不明	ロボット関連製品の開発・製造・販売 ロボット関連イベントの企画・実施 全方位センサ関連製品の開発・製造・販売 センサネットワーク関連製品の開発・製造・販売	100,000 千円	不明

氏名(所属)	戦略事業(領域)名	ベンチャー企業名	設立年	研究者との関係	事業概要	資本金	従業員数
伊勢 史郎 (京都大学工学研究科建築学専攻)	CREST(共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築)	(株)カスクアコーステイクス	2016	不明	不明	1,000千円	不明
都留 稔了 (広島大学大学院工学研究院)	CREST(持続可能な水利用を実現する革新的な技術とシステム)	広島大学のインキュベーションオフィスにイーセップ(株)のランチとして設立	2018	不明	不明	不明	不明
重岡 成 (近畿大学農学部)	CREST(二酸化炭素資源化を目指した植物の物質生産力強化と生産物活用のための基盤技術の創出)	(株)MeDream	2019	取締役	① 生物資源の有効活用に関する研究・機能探索・開発 ② バイオ燃料の研究開発・生産・販売及び輸出入 ③ バイオエネルギーの供給事業とこれに関連する装置及びプラント設計・製造・施工及び販売 ④ 健康食品の製造・販売・輸出入・流通及びコンサルティング	20,000千円	不明
小松 輝久 (横浜商科大学 商学部)	CREST(海洋生物多様性および生態系の保全・再生に資する基盤技術の創出)	(株)ディープ・センシング・イニシアティブ	2017	創設者	① 生体情報計測器の開発、設計、製造、輸出入、レンタル及び販売業 ② 電子計測機器の開発、設計、製造、輸出入、レンタル及び販売業 ③ センサやディープラーニングおよび各種データ処理におけるコンサルタント、受託研究業など ④ 東京工業大学の教員や	不明	不明

氏名(所属)	戦略事業(領域)名	ベンチャー企業名	設立年	研究者との関係	事業概要	資本金	従業員数
					東工大発ベンチャー企業との連携 ⑤医療画像や脳計測分野への応用研究		
洪 実 (慶應義塾大学 医学部)	CREST(生命動態の理解と制御のための基盤技術の創出)	Elixirgen Scientific 社	不明	創業者、最高科学責任者(CSO)、暫定最高経営責任者(暫定CEO)	不明	不明	不明
横田 隆徳 (東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科)	CREST(新機能創出を目指した分子技術の構築)	レナセラピューティクス株式会社	2015	不明	第3のプラットフォーム技術で実現する新しい核酸医薬品の創製	100,000 千円	11 名
竹内 昌治 (東京大学生産技術研究所)	ERATO(竹内バイオ融合プロジェクト)	(株)セルファイバ	2015	創業者	細胞を含む生体材料およびソフトマテリアルを用いた研究、開発、生産、販売	11,000 千円	不明
東山 哲也 (名古屋大学 トランスフォーメティブ生命分子研究所)	ERATO(東山ライブホロニクスプロジェクト)	グランドグリーン(株)	2017	技術顧問	接木マイクロチップを用いた自動接木装置の開発	不明	不明
染谷 隆夫 (東京大学大学院工学系研究科)	ERATO(染谷生体調和エレクトロニクスプロジェクト)	サイントル(株)	2018	不明	生体情報などの計測機器、開発、製造、販売、測定情報を活用した情報サービスの提供	10,000 千円	不明
染谷 隆夫 (東京大学大学院工学系研究科)	ERATO(染谷生体調和エレクトロニクスプロジェクト)	(株)Xenoma	2015	不明	スマートアパレル「e-skin」の開発・販売	292,650 千円	28 名

氏名(所属)	戦略事業(領域)名	ベンチャー企業名	設立年	研究者との関係	事業概要	資本金	従業員数
秋吉 一成 (京都大学)	ERATO(秋吉バイオナノトランスポータープロジェクト)	ユナイテッド・イムニティ(株)	2017	不明	がん免疫療法を中心とする医薬品の研究・開発・製造・販売、戦略	不明	不明
狩野 芳伸 (静岡大学 情報学研究科 情報学専攻)	さきがけ(情報環境と人)	(株)アラヤ	2013	不明	AI アルゴリズム・プロダクト開発(ディープラーニング事業・エッジAI 事業・自律AI 事業)	不明	41 名
藤原 航三 (東北大学 金属材料研究所)	さきがけ(太陽光と光電変換機能)	パンソリューションテクノロジー(株)	2017	不明	太陽電池用材料及び半導体用材料検査装置の製造・販売 太陽電池用材料及び半導体用材料技術のコンサルティング及びライセンス事業 太陽電池用材料及び半導体用材料の製造・販売	67,750 千円	不明
若宮 淳志 (京都大学 化学研究所)	さきがけ(太陽光と光電変換機能)	(株)エネコートテクノロジー	2018	共同創業者 取締役 最高技術責任者	ペロブスカイト太陽電池(PSCs)およびその関連材料の製造・販売等	90,000 千円	15 人
小早川 高 (大阪バイオサイエンス研究所 神経機能学部門)	さきがけ(脳神経回路の形成・動作と制御)	脳科学香料(株)	2010	創業者	不明	13,000 千円	4 人
坂本 一憲 (情報・システム研究機構 国立情報学研究所)	さきがけ(社会と調和した情報基盤技術の構築)	WillBooster 合同会社	2018	代表取締役社長	教育・ヘルスケアサービスの開発および提供 教育・ヘルスケア分野のコンサルティング 各種イベントの企画・運営	500 千円	1 名

氏名(所属)	戦略事業(領域)名	ベンチャー企業名	設立年	研究者との関係	事業概要	資本金	従業員数
玉城 絵美 (早稲田大学大学院創造理工学研究科)	さきがけ(社会と調和した情報基盤技術の構築)	H2L 株式会社	2012	共同創業者 技術責任者	人間の能力を引き出すための支援ツール(ハードウェア、ソフトウェア、サービスを含む)の企画、研究、設計、開発、製造、販売、ライセンス、輸出及びサポート 身体動作の伝達装置による体験を提供するサービスに係る事業	326,950 千円	8名
細川 正人 (早稲田大学理工学術院)	さきがけ(統合1細胞解析のための革新的技術基盤)	bitBiome 社	2018	創業者 取締役 CSO	シングルセル技術を用いた微生物のゲノム解析	100,000 千円	6名
安井 隆雄 (名古屋大学大学院工学研究科)	さきがけ(超空間制御と革新的機能創成)	Icaria 株式会社	2018	技術顧問・共同創業者	検査による「痛みのない高精度ながん早期発見」	500,000 千円	10名

#### 2.4.4 特許の出願と活用

研究者一人当たりが出願した特許の出願数を図 A2-45 から A2-47 にまとめた。ERATO(図 A2-45)の場合では、プロジェクト当たりの出願件数が年度によって大きく変動し、2018 年度では 2.5 件であったのに対して、2017 年度では 33.3 件に達した。プロジェクトの分野や特許戦略の違いが特許出願数に多大な影響を与えている。CREST の場合(図 A2-46)、研究課題あたりおおよそ 2 件から 5 件、さきがけ(図 A2-47)では、各年度とも 1 件前後であった。

また、2.4.3 で述べた小早川高は、ベンチャー企業(脳科学香料(株))を権利者とする特許を 3 件成立させ、これらが数千万円の売上の原資となっている。この他にも、さきがけ研究者の湯浅新治が共同研究先の企業と磁気抵抗素子及び磁気メモリに関する特許を共願し、6 件成立させた。細野秀雄(ERATO)は、アモルファス透明酸化物トランジスタの特許を日韓のディスプレイメーカー大手 3 社をはじめ 9 社に対してライセンスした。

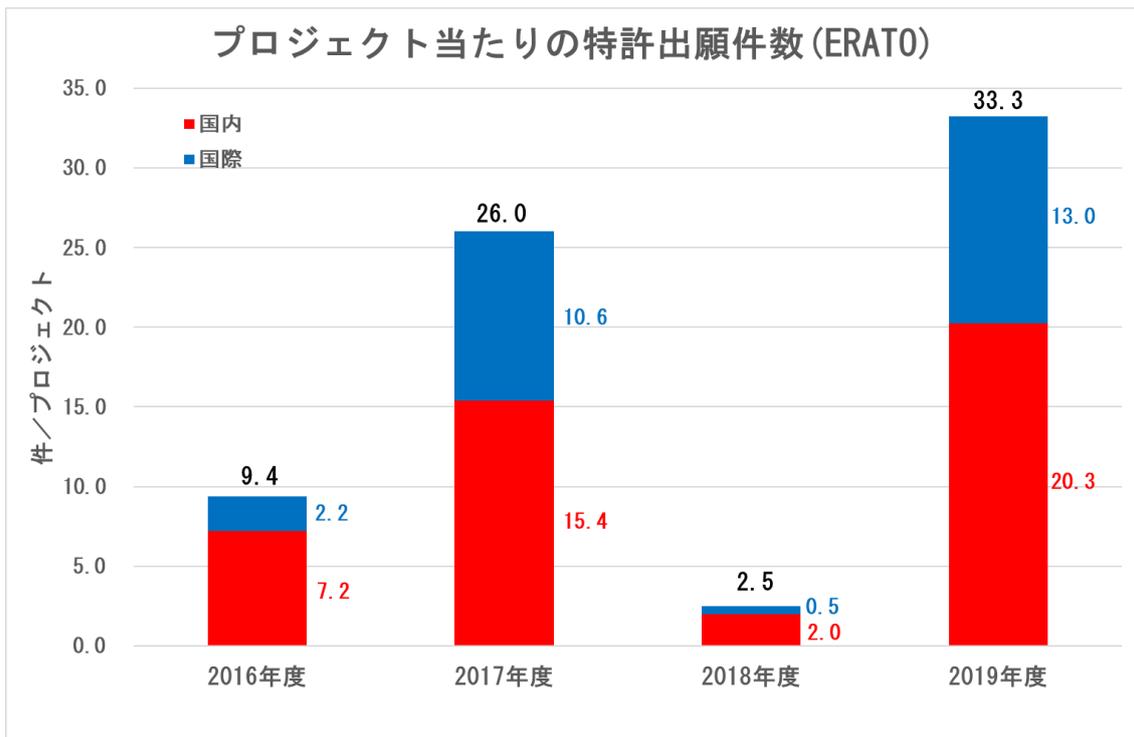


図 A2-45 ERATO におけるプロジェクト当たりの特許出願件数の推移

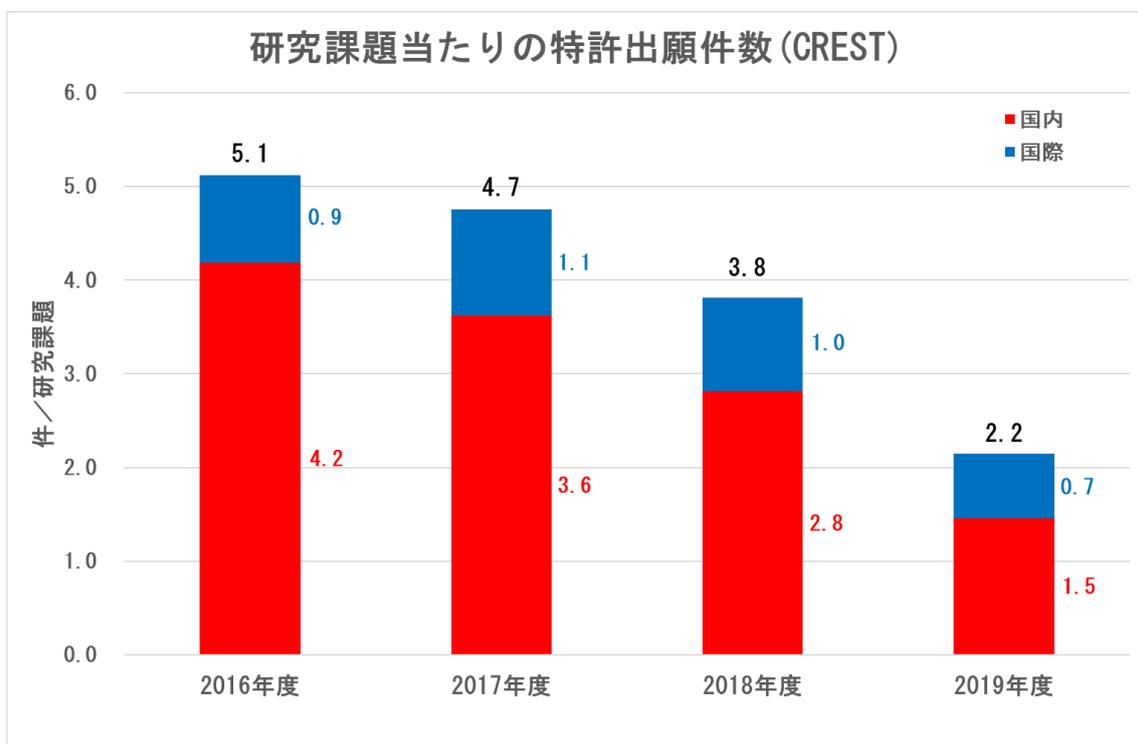


図 A2-46 CREST における研究課題当たりの特許出願件数の推移

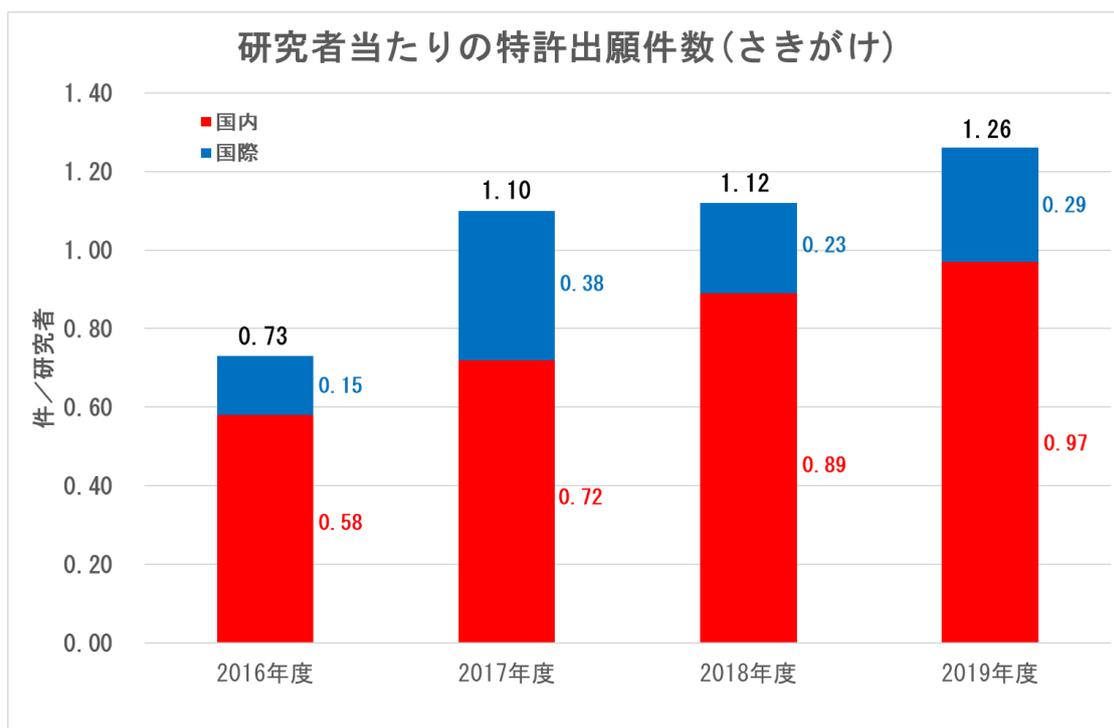


図 A2-47 さきがけ研究者一人当たりの特許出願数

#### 2.4.5 受賞

調査対象期間中に各プログラムに研究者が受賞した顕著な賞を表 A2-6 にまとめた。

表 A2-6 受賞

受賞年度	賞	受賞者	プログラム
2016年度	ベルツ賞	大野博司	CREST
	ベルツ賞	竹田潔	CREST
	ベルツ賞	長谷耕二	さきがけ
	ベルツ賞	本田賢也	CREST
	上原賞	一條秀憲	CREST
	上原賞	小川誠司	CREST
2017年度	ベルツ賞	柳沢正史	ERATO
	ロジャー・アダムス賞	山本尚	ACT-C
	ソルベイ賞	北川進	ERATO
	上原賞	松本邦弘	CREST
	紫綬褒章	貝渕弘三	CREST
	紫綬褒章	高木信一	CREST
	紫綬褒章	森郁恵	CREST
2018年度	ウルフ賞	藤田誠	CREST
	ファンヒッペル賞	細野秀雄	ERATO
	紫綬褒章	影山龍一郎	CREST

