



手法、生物種を特定しないとともに、多様な研究分野の研究者を巻き込み新たなアプローチによる研究開発を推進する。

革新的な細胞操作技術の開発と細胞制御機構の解明

背景・目的

本戦略目標では細胞制御機構に関する新たな知見の創出と革新的な操作技術等の開発を両輪として進めることで、両者の需要・課題等を補えるような融合研究や研究課題の大胆な見直しによる成果の最大化を促す。

これまでにない新たなアプローチによる研究開発を推進するため、手法、生物種を特定しないとともに、多様な研究分野の研究者を巻き込む。

細胞制御機構
新たな知見の創出

革新的な
操作技術
等の開発

達成目標

1 細胞制御機構の知見に基づく革新的な細胞操作技術の開発

細胞制御機構に関する知見などを基盤として、遺伝子発現やタンパク質機能など操作の手段を問わず、あらゆるアプローチを対象に生命科学をはじめとする様々な分野で応用される細胞操作を目的とした革新的な基盤技術の開発を目指す。

2 細胞操作技術を用いた細胞制御機構の解明

既存技術の改良や組み合わせ、あるいは新規の細胞操作技術を用い、技術ノウハウ等の知見を蓄積するとともに、細胞制御機構の解明を目指す。

3 個体レベルで細胞操作可能な技術の開発

細胞操作技術の活用において、個体レベルでの操作における課題を明らかにし、実装可能な技術へのブラッシュアップや必要な技術開発に取り組む。将来的には、個体レベルへ応用できるという可能性にとどまらず、積極的な研究交流や共同研究により、個体レベルで細胞操作可能な技術の開発を達成目標とする。



これまでと全く異なるメカニズムによる
・農産物の生産効率上昇
・物質循環効率改善や、・医薬品創成に寄与し、
安全安心で持続可能な社会を実現



環境問題の解決

疾患メカニズムの解明や
新たな治療法の開発



令和5年度戦略目標

1. 目標名

革新的な細胞操作技術の開発と細胞制御機構の解明

2. 概要

近年、細胞操作技術の開発や細胞制御に関わる新たなメカニズムの解明は、我が国においても急速に進展している。特に、細胞操作技術に関しては、例えばゲノム編集技術のように、生命科学のみならず、医療や農業等の分野でも活用され、社会に大きく貢献しうるものであるため、我が国としても重点的に取り組む必要がある。また、細胞操作技術の開発にはその基礎として細胞制御機構を十分理解することが重要であるため、本戦略目標では、細胞制御機構の解明と細胞操作技術の開発を両輪として進めることとする。これまでにない新たなアプローチによる研究開発を推進するため、手法、生物種を特定せずに、多様な研究分野の研究者を巻き込むことで、革新的な細胞操作技術の開発や、細胞操作技術の開発を通じた細胞制御機構に関する新たな知見やイノベーションの創出等を目指す。

3. 趣旨

これまで JST-CREST「生体制御の機能解明に資する統合1細胞解析基盤技術の創出」（平成26年度-令和3年度）や JST-CREST「生命科学分野における光操作技術の開発とそれをを用いた生命機能メカニズムの解明」（平成28年度-）等において、1細胞レベルの計測技術の開発や、オプトジェネティクスといった特定の生命現象の解明・操作技術の開発を目的とした研究を支援しており、細胞制御に関わる新たなメカニズムの解明や細胞操作技術の開発について、我が国においても推進してきた。

革新的なゲノム編集技術である CRISPR-Cas9 の開発が遺伝子研究を加速させたように、革新的な細胞操作技術は、生命科学研究の加速をもたらすとともに、医療などをはじめ関係する分野の研究開発を進展させ、社会に大きく貢献してきた。

近年においても、エピゲノムの編集技術や RNA 編集技術、細胞内の生体分子分解誘導技術など、細胞操作に関する新しい技術が次々と生まれてきている。革新的な細胞操作技術を開発することができれば、社会に対する大きな波及効果が期待され、国際的にも非常に活発に研究が行われているため、我が国としてもこれまで以上に重点的に取り組むべき分野といえる。

さらに、CRISPR-Cas9 は、ファージ感染に対する細菌の免疫システムを明らかにする研究の中で生まれたように、細胞制御機構の解明は新しい細胞操作技術の開発につながるものである。一方で、光遺伝学（オプトジェネティクス）の進展により、特定の細胞や神経経路のみを光によって活性化する操作技術が開発されたことで脳機能の解明につながっているように、新たな細胞操作技術の開発が新たな細胞制御機構の解明につながる側面もある。このように、細胞操作技術の開発と細胞制御機構の解明はお互いに密接に関わっている。

このため、本戦略目標では、細胞制御機構の解明と細胞操作技術の開発を両輪として一体的に進めることで、両者の需要・課題等を補えるような融合研究や、研究課題の大胆な見直しによる成果の最大化を促す。また、本戦略目標においては、これまでにない新たなアプローチによる研究開発を推進するため、手法、生物種を特定しないとともに、生命科学以外の多様な研究分野の研究者を巻き込むことで、医療への応用や、農作物の生産性向上・環境負荷の低減など多様な分野につながる革新的な技術シーズの開発を目指す。なお、細胞操作に関する技術シーズを社会実装する際には、個体における操作技術が不可欠となるため、個体への応用を見据えた研究開発が進むよう、取組を進める。

4. 達成目標

本戦略目標では、細胞制御機構の新たな操作技術や操作技術の開発を通じて細胞制御機構に関する新たな知見の創出等を目指す。具体的には、以下の達成を目指す。

(1) 細胞制御機構に関する知見などを基盤とした革新的な細胞操作技術の開発

細胞制御機構に関する知見などを基盤として、遺伝子発現やタンパク質機能など操作の手段を問わず、あらゆるアプローチを対象に生命科学をはじめとする様々な分野で応用される細胞操作を目的とした革新的な基盤技術の開発を目指す。

(2) 細胞操作技術を用いた細胞制御機構の解明

既存技術の改良や組み合わせ、あるいは新規の細胞操作技術を用い、技術ノウハウ等の知見を蓄積するとともに、細胞制御機構の解明を目指す。

(3) 個体レベルで細胞操作可能な技術の開発

細胞操作技術の活用において、個体レベルでの操作における課題を明らかにし、実装可能な技術へのブラッシュアップや必要な技術開発に取り組む。将来的には、個体レベルへ応用できるという可能性にとどまらず、積極的な研究交流や共同研究により、個体レベルで細胞操作可能な技術の開発を達成目標とする。

5. 見据えるべき将来の社会像

革新的な細胞操作技術の開発を行うことで、これまでと全く異なるメカニズムによる植物の品種改良や新しい創薬モダリティにつながる事が期待される。また、細胞操作技術を用いた細胞制御機構の解明に関しても、生命科学の発展に寄与するだけでなく、創薬ターゲットの同定や新たな細胞操作技術の開発への貢献等により、社会への貢献が期待される。

これらの研究開発を通じて、最終的には農産物の生産効率上昇・物質循環効率改善や医薬品創成等に寄与し、安全安心で持続可能な社会の実現を目指している。

6. 参考

6-1. 国内外の研究動向

(国内動向)

JST-CREST「生体制御の機能解明に資する統合1細胞解析基盤技術の創出」（平成26年度-令和3年度）やJST-CREST「生命科学分野における光操作技術の開発とそれを用いた生命機能メカニズムの解明」（平成28年度-）等において研究が進められ、1細胞オミクスの計測技術の開発や、オプトジェネティクスに関して様々な成果をあげている。

例えば、エピゲノムの精緻な解析および操作が世界的に大きな注目を集める中、我が国においては、1細胞レベルでのエピゲノムの解析、dCas9を活用したエピゲノムの精緻な改変技術の開発に成功するなど、世界をリードする研究成果を挙げている。

（国外動向）

米国DOEのBER組織内の生物システム科学チームは、2021年に研究目標として5つの領域（①Bioenergy Research、②Biosystems Design、③Environmental Microbiome Research、④Enabling Capabilities、⑤User Facility Integration）を掲げており、現象の理解とツールの開発を一体的に進めている。

また前述のCRISPR-Cas9は2020年にノーベル化学賞を受賞しているなど、世界的に非常に注目されている領域である。さらに最近の動向として、例えば、既知のメカニズムを利用して、特定の遺伝子発現を感知し、発現した細胞で任意の外来遺伝子等を発現させることが可能となる技術等、既知の現象や様々な技術を組み合わせることにより、新しい細胞操作技術が生まれている例がある。

6-2. 検討の経緯

「戦略目標の策定の指針」（令和元年7月科学技術・学術審議会基礎研究振興部会決定）に基づき、以下のとおり検討を行った。

1. 科学研究費助成事業データベース等を用いた国内の研究動向に関する分析及び研究論文データベースの分析資料を基に、科学技術・学術政策研究所科学技術予測センターの専門家ネットワークに参画している専門家や科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター（CRDS）の各分野ユニット、日本医療研究開発機構（AMED）のプログラムディレクター等を対象として、注目すべき研究動向に関するアンケートを実施した。
2. 上記アンケートの結果及び有識者ヒアリング等を参考にして分析を進めた結果、細胞制御・操作に関わる新たなメカニズムの解明と技術そのものを開発する土壌が整いつつあり、これらの技術開発は全く異なるメカニズムの農産物の生産効率上昇・物質循環効率改善、医薬品創成に寄与し、重要な社会課題の解決に直結するとの認識を得て、注目すべき研究動向「細胞恒常性維持機構の理解と細胞操作技術の開発を特定した。
3. 令和4年12月に、文部科学省とJSTは共催で、注目すべき研究動向「細胞恒常性維持機構

の理解と細胞操作技術の開発」に関係する産学の有識者が一堂に会するワークショップを開催し、注目すべき国内外の最新の研究動向、融合研究の可能性、細胞レベルでの成果をどうやって個体レベルでの成果まで繋げていくか等について議論を行い、ワークショップにおける議論や有識者ヒアリング等を踏まえ、本戦略目標を作成した。なお、ワークショップの指摘も踏まえ、戦略目標名は、「細胞制御機構の解明と細胞操作技術の開発」とした。

6-3. 閣議決定文書等における関係記載

「経済財政運営と改革の基本方針 2022」（令和4年6月7日閣議決定）

第2章 新しい資本主義に向けた改革

1. 新しい資本主義に向けた重点投資分野

(2) 科学技術・イノベーションへの投資

社会課題を経済成長のエンジンへと押し上げていくためには、科学技術・イノベーションの力が不可欠である。特に、量子、AI、バイオものづくり、再生・細胞医療・遺伝子治療等のバイオテクノロジー・医療分野は我が国の国益に直結する科学技術分野である。このため、国が国家戦略を明示し、官民が連携して科学技術投資の抜本拡充を図り、科学技術立国を再興する。

第3章 内外の環境変化への対応

1. 国際環境の変化への対応

(4) 食料安全保障の強化と農林水産業の持続可能な成長の推進

我が国の食料・農林水産業が輸入に大きく依存してきた中で、世界の食料需給等を巡るリスクが顕在化していることを踏まえ、生産資材の安定確保、国産の飼料や小麦、米粉等の生産・需要拡大、食品原材料や木材の国産への転換等を図るとともに、肥料価格急騰への対策の構築等の検討を進める。今後のリスクを検証し、将来にわたる食料の安定供給確保に必要な総合的な対策の構築に着手し、食料自給率の向上を含め食料安全保障の強化を図る。

7. その他

本戦略目標は手法等を特定しないことから、生命科学系の研究者や化学系の研究者など幅広い研究者が関与しうる目標である。また、分野融合や手法の組み合わせにより、多様な成果の可能性のあることから、本戦略目標を通じた新たな連携により、革新的な研究課題の提案及び成果の創出を期待する。