

高精細微生物利用・制御イノベーションの革新

① ビジョンの概要

微生物を対象とする研究領域は、環境保全、生物多様性、バイオテクノロジー、食の安全、感染症など人類の安心・安全と生活の質の向上にとって重要である。本事業では(1)高精細微生物利用研究、(2)高精細微生物制御研究の拠点を構築する。真菌、アーキア、細菌等、対象とする微生物ごとに進められてきた研究を集積し、異分野研究者の密接な連携により、微生物機能のイノベーションに関する分野横断的な大規模研究を進める。

② ビジョンの内容

21世紀に入り、人動物の腸内細菌、植物/作物の根圏微生物の研究が進み、人間の健康、動植物(昆虫含)の多様性維持、作物の生育促進などに、微生物が重要かつ必須であることが明らかになってきた。また、人・動物に関わる微生物、植物/作物に関わる微生物、環境(物質循環)に関わる微生物を統合的に理解し、微生物の利用または制御が重要となってきた。

従来の研究は、主にゲノム解析などのオミクス

ス技術により進められてきたが、微生物学の進展により、同種の微生物でも一部の細胞は異なった機能・性質を持ち、それが微生物の集団全体の挙動に影響することがわかってきた。この微生物の細胞集団の不均一性は、微生物と共生する人間・動物・植物/作物への正負の影響しており、従来のオミクス技術では解決できないボトルネック課題である。そこで、本計画では、細胞集団の不均一性までテクノロジーを用いた高精細微生物解析に基づいた新たな微生物利用・制御を可能にし、そして微生物に関わる研究課題全てに革新的イノベーションを発動させる。また、微生物研究を、医歯薬学、理学、工学分野とのオープンイノベーションによる技術革新に導くことが重要である。そこで、本事業は、日本の微生物分野の優れた個別研究さらにそれを推進するテクノロジー(量子・情報)などの最先端研究を学際的な大規模ネットワーク拠点として連結することで、優れた研究開発成果を世界に発信する。具体的には、光量子イメージング、セルソーティング、マイクロデバイス等の近年の革新技術を取り入れることにより、高精細微生物解析技術を構築する。このために高精細微生物研究開発センターを設立し、ネットワーク拠点の研究者へ革新探索技術を提供することで、基礎研究とイノベーションの革新を導く。

③ 学術研究構想の名称

高精細微生物利用・制御イノベーションの革新

④ 学術研究構想の概要

本計画では、光量子イメージングやセルソーティング、マイクロデバイスなどの革新技術を活用し、細胞レベルの不均一性を解析する高精細微生物解析技術を構築する。これにより、微生物の新たな利用・制御を可能にし、健康維持や生物多様性保全、作物生育促進に革新をもたらす。本事業は、日本の優れた微生物研究と量子・情報技術などの先端分野を結集し、学際的ネットワーク拠点を形成する。高精細微生物研究開発センターを設立し、基礎研究と応用技術の両面でオープンイノベーションを推進することで、バイオマスやエネルギー生産、環境浄化、創薬など幅広い分野に波及効果をもたらし、世界に先駆けた研究成果を発信することを目指す。

⑤ 学術的な意義

自然界では、微生物やその機能は様々な物理化学的環境下に置かれ、同種異種の微生物、動植物などとの相互作用により多様な生理的機能を発揮する。この詳細な機構が明らかになれば、生命・環境・食料に関する多くの社会問題の解決に資する微生物の有用機能が現前すると期待される。微生物研究は、幅広い領域と密接に関わっていることから、これらの地球規模での課題解決にも重要である。同じ遺伝子からなる細胞集団でも不均一な遺伝子発現そして異なった重要な性質を有する細胞が少数存在することを高精細に解析する



図1 ビジョンの概要

技術を汎用化することが出来れば、これまでの微生物学のみならず動物・植物を含む全生物学に寄与する。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

これまでの国策は、微生物が関わる個別の課題に対する支援に留まっている。諸外国では、微生物学部が俯瞰的な視野で研究を担うのに対し、我が国には微生物学部が存在しないために、農・医歯薬・理・工学部がばらばらに微生物を研究しており、分野間の情報は寸断されている。海外では米国微生物学連盟や欧州微生物学連盟などの大組織を中心とした微生物関連の大規模研究（バイオ燃料やシステム生物学等）が国策として推進されており、我が国の新たな学術大型研究として微生物学領域の体制を構築することは重要である。

⑦ 社会的価値

本計画は、微生物の高精細解析技術を基盤とし、人間・動植物の健康や多様性維持、作物の生育促進に革新をもたらすものである。微生物の不均一性に着目し、従来のオミクス技術では解明困難であった課題に挑み、生命科学の新たな地平を切り拓く。食の安全、感染症対策、環境浄化など生活に直結する課題の解決に貢献し、安心・安全な社会の実現に寄与する。経済的・産業的には、バイオマス、創薬、農業技術など多分野への応用が可能であり、新産業創出の基盤となる。さらに、SDGsの「健康と福祉」「飢餓の撲滅」「環境保全」等の目標達成にも資する。学際的ネットワーク拠点の構築により、国内外の研究連携を強化し、日本発のイノベーションを世界に発信する。

⑧ 実施計画等について

・実施計画・スケジュール

1. 研究推進

以下の計画に従い、各拠点をコアとした有用物質生産、環境浄化、食料増産、健康に関わる研究を行う。
令和8年度～15年度：「高精細微生物利用研究」拠点と「高精細微生物制御研究」拠点では、(1)開発すべき有用機能の調査、(2)未培養微生物・遺伝子・酵素資源の調査・探索、(3)微生物の動態解析と環境モニタリング系の構築、(4)複合微生物・微生物・タンパク質・遺伝子・生体低分子の機能解明、(5)複合微生物解析・制御・利用技術の構築の基礎研究を推進する。「微生物機能開発センター」では、高精細な微生物の培養環境制御と精密発酵の技術の開発を目指し、(1)先進顕微鏡（超解像度、ラマン分光等）とイメージング技術、(2)マイクロ流体デバイスによる微生物の微小培養系、(3)各種セルソーティング技術を微生物のスクリーニング用にチューンし活用することを目指す。

令和15年度～27年度：「高精細微生物利用研究」拠点と「高精細微生物制御研究」拠点では引き続き基礎研究を推進する。イノベーションに資するバイオテクノロジー開発の研究もあわせて推進する。

2. 微生物ネットワーク構築推進

微生物の機能・構造上の多様性を反映して、個々の微生物の解析・利用技術も多様であることから、これらを補い合うための研究者間のネットワークが極めて重要である。高精細微生物開発センターは、このためのハブとして機能させる。

令和8年度～15年度：(1)センターの設置準備・建設、(2)ネットワーク事務局の設置、(3)微生物機能研究設備の導入、(4)共同研究体制の構築・教員研究員の配置支援

令和8年度～27年度：(5)国際協力・評価体制の構築、(6)共同研究推進

・実施機関と実施体制

筑波大学生命環境系/微生物サステナビリティ研究センター（MiCS）を中心とし、山口大学中高温微生物研究センター、国立遺伝学研究所とともに実施する。また、参画機関として、金沢大学ナノ生命科学研究所、北海道大学低温科学研究所、宇都宮大学、茨城大学、産業技術総合研究所、企業コンソーシアムが参画する。

・総経費 134 億円

・所要経費

(1) 高精細微生物開発センターの建設 35 億円（筑波大学）、(2) 高精細微生物開発設備・備品 35 億円、(3) 人件費 27 億円、(4) 消耗品費 36 億円、(5) その他 1 億円

⑨ 連絡先

野村 暢彦（筑波大学生命環境系、微生物サステナビリティ研究センター、高等研究院）