

ERATO 野村集団微生物制御プロジェクト事後評価報告書

【研究総括】 野村 暢彦（筑波大学 生命環境系／教授）

【評価委員】（敬称略、五十音順）

落谷 孝広（東京医科大学医学総合研究所／教授）

近藤 昭彦（神戸大学大学院科学技術イノベーション研究科／教授）

中野 明彦（理化学研究所光量子工学研究センター／副センター長・チームリーダー）

南澤 究（委員長；東北大学大学院生命科学研究科／特任教授）

宮 晶子（水ing株式会社 グループ管理本部法務コンプライアンス統括／参与）

【全体構想】

ERATO 野村集団微生物制御プロジェクトは、多様な微生物の集団における1細胞の振る舞いや微生物間相互作用の解明に取り組み、微生物の集団とその周りの環境や他の生物との相互作用にも焦点を当て、微生物が集団を形成することでどのように環境に適応するかを明らかにすることを目標としたものである。未解明な点が多い微生物の集団の全貌解明を目指すという極めて挑戦的で、これまで分離・培養を主たる解析アプローチとしてきた既存の微生物研究とは一線を画しており、環境中に存在する微生物の99%を占めるとされる培養困難な微生物群（微生物ダークマター）や希少微生物群にもアクセスが可能となる画期的な構想である。我々の生活圏にはあらゆる場面で微生物が関係しており、本プロジェクトから得られる研究成果は基礎的知見の獲得のみに留まらず、食品、医療、環境の分野など幅広く人間社会の質向上に貢献すると期待される。

【運営体制】

本プロジェクトでは、先述の全体構想に従って、「相互作用」「不均一性」「デバイス開発・イメージング」「ゲノム生化学」「シミュレーション」の各主要なテーマに関するグループを設置し、筑波大学 TARA センターをコアの研究拠点として集約することで、グループ間の密な連携を図った点は高く評価できる。特に、各グループリーダーには国内外の優秀な若手研究者を抜擢し自由な裁量のもと効果的に運営するとともに、研究員は自らの独創的なアイデアのもとにグループを横断した研究テーマにも取り組み、自然発生的に分野融合が起き得るような研究環境を構築した。結果的にプロジェクト全体として研究総括の強力なリーダーシップのもと、集団微生物に係る不均一性等に関しての“サイエンス”の研究とそれを解析するための革新的なイメージング技術やデバイス開発等といった“テクノロジー”の探究という両輪が見事に噛み合っただけでなく、本プロジェクトが進展したことは特筆に値する。

【研究成果の科学技術への貢献】

本プロジェクトで目標に掲げていた集団微生物学の基礎となる、学術的にも技術的にも優れた研究成果が得られている。メンブレンベシクル (MV) 形成機構の解明や非破壊的な自家蛍光シグネチャー解析技術の開発などの成果に加えて、糸状菌の菌糸成長ダイナミクス、微生物の空間認識、微生物集団形成に必須な細胞外マトリクスの同定とそれを使用した制御技術の構築、植物・動物と微生物集団の相互作用機構、細菌と糸状菌の相互作用、温度に応答したバイオフィルム形成、植物免疫系の不均一性、共生抑制の植物ペプチドの解明など、先導的・独創的な成果を多数発表している。特に MV 形成機構の研究では今までの常識を覆す発見を行い、細胞間コミュニケーションの新しい概念である「デジタルなシグナル伝達」を提唱し、世界のバイオフィルム研究者や微生物生態学研究者等に多大なインパクトを与えたことは高く評価できる。

また、深部地下圏から「ゲノムを包む膜」をもつ新規のバクテリアを分離し、新学名が国際命名委員会で認定されたことも特筆に値する。さらに、本プロジェクトにおける MV 研究成果については、微生物に留まらず哺乳類への本格的な展開も想定され、今後がんや脳神経疾患等を含めた多くの疾患領域への貢献も期待される。

【研究成果の社会・経済への貢献】

本プロジェクトは様々な社会的な課題解決や新産業の創出への手がかりとなる成果をもとに、既に多種多様な企業との共同研究が行われている。特に、本プロジェクト独自の 1 細胞の性質を非破壊・非侵襲で分析できるイメージング技術 (CRIF) は、微生物細胞だけでなく動植物細胞の評価にも適用できるため、医薬品を含む薬剤や有用物質生産菌のスクリーニングなどの細胞評価技術に革新的な変化をもたらすことが予想される。さらに CRIF は国内・米国の特許が成立しており、我が国発の先端的技術としても期待できる。また、バイオフィルムの形成・分散機構に関する理解が進むことで、水処理膜の汚染や金属腐食による社会的な損失を軽減することが可能になる。バイオフィルムの制御技術は環境分野のみならず、医薬、化粧品等の幅広い産業に適用可能であり、社会的・経済的インパクトは極めて大きいものと考えられる。

【その他 特記事項】

本プロジェクト進行中に ERATO 終了後を見据え、継続的かつ発展的な微生物研究の拠点を学内に新設すべく、研究総括とヘッドクォーターの二人三脚で各所調整のうへ「微生物サステイナビリティ研究センター (MiCS)」を立ち上げ、既に当該センターを全国級研究拠点に学内評価を経て昇格させている点は高く評価できる。また、アウトリーチ活動として、MV をテーマに 2021 年 11 月に欧州分子生物学機構 (EMBO) のワークショップをつくばに誘致し、そこで本プロジェクトでの MV 研究成果を国際的にも PR することに成功した。

以上を総合し、本プロジェクトは戦略目標「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」の達成に資する十分な成果が得られていると評価する。

〔総合評価〕 A+ (十分な成果が得られている)

以上