

未培養微生物（微生物ダークマター）の 培養，解析，利用に関する研究開発の最前線と展望

特集によせて

青柳 秀紀¹・青井 議輝²

近年、従来の微生物培養法では、自然界に存在する微生物の1%程度しか培養できないことが明らかとなり、その限界が指摘されている。残された99%の未培養微生物は、“微生物ダークマター（Microbial Dark Matter）”と呼ばれ、国内外で学術面、産業面での利活用が期待されている。“微生物ダークマター”が生み出す課題や学術的な問いは、生物工学のみならず、農学、環境、食品、薬学、医学など幅広い微生物関連分野で共通して直面している。また、未培養微生物（微生物ダークマター）資源の利活用により、新たな医薬品、食品や化成品の生産、環境低負荷型の肥料や農薬、環境浄化、環境低負荷型バイオ燃料生産など、微生物関連産業の活性化や、人類が対峙している諸問題[人口増加に伴うエネルギーや食糧問題、種々の汚染や（地球）環境問題、医療問題、グローバル化の問題など]の解決や持続可能な開発目標（SDGs）の達成にも大きな貢献が期待できる。このような背景から、国内外で次世代シーケンサーなどを用いた網羅的かつ大規模な菌叢解析や環境ゲノム解析が活発に行われ、それらに基づく微生物の生態および機能の解明が進んでいる。

しかしながら、塩基配列だけでは分からない未知の微生物機能や生態の解明や、実用的な利用を考えた場合、生物工学的視点から、微生物ダークマターの解析、探索、分離・単離、培養、評価、機能解析、保存および利用に関する新たな技術開発や、これまで得られたビッグデータとの有機的連携が必要である。上述の課題に関連する研究や基盤技術開発の活性化を目指し、2016年度より、日本生物工学会未培養微生物（微生物ダークマター）資源工学研究部会¹⁾が設立され、活動中である。本特集では、未培養微生物の培養、解析、利用に関するさまざまな分野の研究者の成果および最新の研究動向を紹介する。

本特集で、木村は、未知微生物資源探索に活用するファンクショナルメタジェノミクス法の技術開発の現状と課題について述べている。青井は、多くの微生物が培養困難である一つの理由について、休眠と覚醒という現象が関与している可能性について言及し、難培養性微生物の資源として開拓する価値とそのため必要な分離培養手法の革新、そしてその方向性について述べている。坂元と土戸は、食品を主とする微生物制御分野で注目されつ

つある損傷菌の問題を紹介し、培養困難性の点で共通する培養不能生存（VBNC）菌および未培養菌との比較からそれらの生態学的位置づけを提示している。高橋と青柳は、未培養微生物の培養化を行うための一つの考えとして、これまで微生物学を支えてきた基本的な考え方や手法を見直すことで、新たな考え方や手法を提案できるのではないかと考え、国内外でこれまで広く微生物培養に使用されている、フラスコ振盪培養の特性の解析と提案について述べている。中尾らは共生微生物叢を反映すると考えられる海綿の二次代謝産物プロファイルの比較について述べている。藤江は未培養微生物（微生物ダークマター）を創薬資源に活用するときの課題、AMEDにおける取組みの現状、そして、今後の研究展開への期待を述べている。

従来法では培養できなかった“微生物ダークマター”を取り扱うためには、これまで受け継がれてきた手法や考え方のみでは対応できないため、これまで蓄積してきた知見を活かすとともに、異分野融合により新たな視点・発想を創成し、有効な方法論を開発・活用する、全体を俯瞰する生物工学的アプローチが必要となる。また現在、時を同じくして微生物の課題に限らず、生命科学分野でも分子や遺伝子、細胞、組織、個体、集団、生態系のいずれのレベルにおいても、近年になり、未解明で全容がわからない“ダークマター”的な課題が多いことも改めて認識されている。

本特集がきっかけとなり、本学会を構成している多様な生物学関連分野の研究者が、未培養微生物（微生物ダークマター）資源関連の研究や技術開発に興味をもってくださり、融合的に活動することで、「我が国独自の微生物ダークマターの全容の解明や利活用が推進し、新たな生物関連産業の持続的発展や地球規模の課題の解決に貢献し、次世代に環境や生物資源を持続的に渡していける」未来社会が創造されることを祈念している。

- 1) 未培養微生物（微生物ダークマター）資源工学研究部会：
https://www.sbj.or.jp/division/division_mdarkmatter.html (2019/8/27).

著者紹介 ¹筑波大学 生命環境系（教授） E-mail: aoyagi.hideki.ge@u.tsukuba.ac.jp

²広島大学大学院統合生命科学研究所（准教授） E-mail: yoshiteruaoi@hiroshima-u.ac.jp