

革新的 GX 技術創出事業(GteX) チーム型研究
「バイオものづくり」領域
年次報告書

令和 6 年度
研究開発年次報告書

令和 5 年度採択研究開発代表者(チームリーダー)

[研究開発代表者(チームリーダー)名:野村 暢彦]

[筑波大学生命環境系・教授]

[研究開発課題名:GX を駆動する微生物・植物「相互作用育種」の基盤構築]

実施期間 : 令和 6 年 4 月 1 日～令和 7 年 3 月 31 日

§1. 研究開発実施体制

(1)「微生物相互作用イメージング」グループ

① グループ参画者:

グループリーダー:野村 暢彦 (筑波大学生命環境系、教授)

主たる研究者:豊福 雅典 (筑波大学生命環境系、准教授)

② 研究項目

- ・MV 生産技術の開発
- ・微生物間相互作用の可視化技術の開発
- ・MV の細胞特異性因子の探索と解析
- ・MV を利用した細胞活性化技術の実証

(2)「植物-微生物相互作用技術開発」グループ

① グループ参画者:

グループリーダー:白須 賢 (理化学研究所環境資源科学研究センター、副センター長)

主たる研究者:市橋 泰範 (理化学研究所環境資源科学研究センター、チームディレクター)

② 研究項目

- ・共生生合成系の開発
- ・カーボンファーミング農地の CO₂ 固定と土壌炭素安定化に関わる生物間相互作用の予測
- ・大気 CO₂ 固定や土壌炭素安定化に寄与する複合微生物のスクリーニング技術の開発
- ・共生物質の生産性・機能性の評価および向上
- ・共生生物制御物質の生産制御系開発とその実証

(3)「根圏相互作用技術開発」グループ

① グループ参画者:

グループリーダー:杉山 暁史 (京都大学生存圏研究所、教授)

主たる研究者:棟方 涼介 (京都大学生存圏研究所、助教)

主たる共同研究者:峯 彰 (京都大学大学院農学研究科、准教授)

② 研究項目

- ・根圏細菌の新規代謝経路の同定
- ・相互作用育種による植物生育促進効果
- ・植物二次代謝産物の生物活性を高める酵素遺伝子の探索
- ・複合微生物培養系を用いた有用物質の創成
- ・葉圏細菌による気孔機能拡張技術の開発

(4)「生物間相互作用開拓」グループ

① グループ参画者:

グループリーダー: 玉木 秀幸 (産業技術総合研究所生物プロセス研究部門、副研究部門長)

主たる研究者:

草田 裕之 (産業技術総合研究所生物プロセス研究部門、研究員)

西岡 友樹 (産業技術総合研究所生物プロセス研究部門、研究員)

② 研究項目

- ・微生物・微生物間相互作用の開拓
- ・微生物・植物間相互作用の開拓

(5)「微生物コンソーシア解析」グループ

① グループ参画者:

グループリーダー: 西村 祐貴 (東京大学新領域創成科学研究科、助教)

主たる共同研究者: 松井 求 (京都大学化学研究所、助教)

② 研究項目

- ・新規系統プロファイリング法の開発
- ・プラスミドの宿主域を決める遺伝因子の解析
- ・スペクトラルグラフ理論に基づく微生物相互作用解析手法の開発と圃場データへの適用
- ・表現型データに基づく微生物相互作用解析手法の開発

§2. 研究開発成果の概要

微生物や植物は個別に孤立しているのではなく、相互に影響を及ぼし合い、まるで一つの大きな生命体のような振る舞いを見せる。このような相互作用があるからこそ、単独の微生物や植物では困難だった物質の生産や効率的な成長が実現可能である。本研究開発課題では、これらの生物間の関係性を解析・改善する「相互作用育種」という新規なアプローチを導入し、従来の個体単位での改良の限界を超える革新的なバイオ生産技術の発展を目指す。また、それによって環境負荷の低減と持続可能性を追求する「グリーントランスフォーメーション」の実現に資することを目的とする。

当該年度では、膜小胞(MV)の相互作用への応用を目指し、微生物が作るMVに物質を封入する技術を開発した。また、相互作用解析に必要な細菌間コミュニケーションを可視化する手法を確立した。植物と協力する微生物を活用することで、高温下での生育促進やCO₂固定能力の向上が実証され、生物炭と堆肥の組み合わせによる土壌炭素蓄積も明らかになった。微生物群の捕食・被捕食システムを解明し、農地の炭素循環を制御する技術の基盤を築いた。さらに、微生物ゲノムデータから進化や機能のネットワークを解析する手法を開発し、環境応答性の高い微生物のスクリーニングに活用した。

これらの成果をさらに推し進め、相互作用のメカニズム解明と技術の実用化を行い、GXを駆動する微生物・植物「相互作用育種」の基盤構築を目指す。

【代表的な原著論文情報】

1. De Novo Production of the Bioactive Phenylpropanoid Artepillin C Using Membrane-Bound Prenyltransferase in *Komagataella phaffii*. Takahiro Bamba, Ryosuke Munakata, Yuya Ushiro, Ryota Kumokita, Sayaka Tanaka, Yoshimi Hori, Akihiko Kondo, Kazufumi Yazaki, Tomohisa Hasunuma, ACS Synth Biol, 2024 Dec 20;13(12):4040-4049.
2. Decoding in-cell respiratory enzyme dynamics by label-free in situ electrochemistry. Yoshihide Tokunou, Tomohiko Yamazaki, Takashi Fujikawa, Akihiro Okamoto, Proc Natl Acad Sci U S A. 2025 Mar 25;122(12):e2418926122.