

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5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 5 年 10 月 1 日～令和 6 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)

サブグループリーダー: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)

#### ② 研究項目

- ・共生合成系の開発
- ・カーボンファーミング農地の大気 CO<sub>2</sub> 固定と土壤炭素安定化に関わる生物間相互作用の予測
- ・大気 CO<sub>2</sub> 固定や土壤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)

サブグループリーダー:棟方 涼介 (京都大学生存圏研究所、助教)

#### ② 研究項目

- ・根圏細菌の新規代謝経路の同定
- ・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

### (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)

サブグループリーダー:草田 裕之 (産業技術総合研究所生物プロセス研究部門、主任)

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:岩崎 渉 (東京大学新領域創成科学研究科、教授)

②研究項目

- ・物質生産に資する生物間相互作用の解析手法開発
- ・生産量拡大に寄与する生物間相互作用の解析手法展開
- ・生物間相互作用のデータサイエンスのプラットフォーム実証

## §2. 研究開発成果の概要

微生物や植物はそれぞれ単独で存在しているのではなく相互作用を及ぼしながら、一つの生命体のように存在している。このような微生物同士あるいは微生物・植物間の相互作用によって単一の微生物・植物のみでは困難な物質生産・生育が可能になり得ることが示唆されている。本研究開発課題では、相互作用を理解し改良する「相互作用育種」というこれまでにない新たな視点で、個々の生物の改良を超えたバイオものづくり技術の向上とそれによるグリーントランスフォーメーションを目的とする。当該年度では相互作用の検出、解析、利用の基盤技術の構築とともに、バイオものづくり、グリーントランスフォーメーションに資する新たな相互作用が見出された。

基盤技術として、自家蛍光を利用して環境サンプルを直接観察しながら大気 CO<sub>2</sub> 固定や土壤炭素安定化に寄与する微生物群を分離することができる系を構築し、同様の仕組みをマイクロドロップレット自動分注装置に実装した。また、植物の表現型に対して有益な作用をもたらす土壤微生物叢を開拓する技術を確立し、微生物叢が植物に及ぼす影響を評価可能な手法を策定した。さらに、グラフフーリエ変換に基づいて形質情報と進化情報とを紐づける NeTaGFT を開発し、圃場のマルチオミクスデータへの適用から相互作用ネットワーク解析の基盤技術としての有効性を確認した。細胞間相互作用制御に重要な MV 生産技術についても基盤技術の構築ができた。相互作用においても、植物と共生する細菌における共生系で生合成される抗菌活性の同定や土壤細菌の MV による増殖促進効果、大豆根圏細菌によるイソフラボン代謝クラスターの発見などバイオものづくりへの活用が期待される相互作用が見出された。

これらの成果を基に、今後さらに相互作用のメカニズム解明と技術の実用化を進めるこ

とで、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. Nagakubo N., Nishiyama T., Yamamoto T., Nomura N., Toyofuku M., (2024) Contractile injection systems facilitate sporogenic differentiation of *Streptomyces davawensis* through the action of a phage tapemeasure protein-related effector, *Nature Communications*. in press.
2. Aoki N., Shimasaki T., Yazaki W., Sato T., Nakayasu M., Ando A., Kishino S., Ogawa J., Masuda S., Shibata A., Shirasu K., Yazaki K., Sugiyama A. (2024) An isoflavone catabolism gene cluster underlying interkingdom interactions in the soybean rhizosphere. *ISME Communications* 4, 052
3. Morigasaki S., Matsui M., Ohtsu I., Doi Y., Kawano Y., Nakai R., Iwasaki W., Hayashi H., Takaya N., (2024) Temporal and fertilizer-dependent dynamics of soil bacterial communities in buckwheat fields under long-term management. *Scientific Reports* 14