

ゲノムスケールの DNA 設計・合成による細胞制御技術の創出
2020 年度採択研究代表者

2021 年度 年次報告書

鈴木 志野

宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
准教授

超還元環境ゲノムの代謝・遺伝機能再現から紐解く初期生命進化

§ 1. 研究成果の概要

本研究においては、初期地球類似環境に生きる微生物群集のゲノム情報に基づき、遺伝子機能を再現することで、初期的なエネルギー代謝システム、遺伝システムの理解を深化させることを目指している。昨年度、初期地球類似環境から得られた Methanosarcinales ゲノム情報から、超還元環境における電気駆動型のエネルギー代謝システムの代謝再構築を行った。その中で、このエネルギー代謝で重要な役割を担う電子授受タンパク質の機能解析を行った結果、既知の電気微生物より高い電子授受活性を有することが明らかとなった。この高活性電子授受微生物を用い、社会的ニーズの高いコハク酸産生を行った結果、既知の電気微生物の 2-3 倍のコハク酸を産生することが明らかとなった。

また、遺伝子複製システム・転写システムの機能モジュールの合成および機能解析については、Candidate Phyla Radiation (CPR)のゲノム進化学的解析、CPR の転写機構に関する機能再現実験による解析、また、大腸菌のリボソームの効率的実験室内再現実験を推し進めている。CPR のゲノム進化学的解析は、リボソーム関連遺伝子群に着目し、その網羅的解析を行い、その特性を明らかにした。転写システムの機能モジュール合成に関しては、シグマ因子およびコア酵素の活性の測定が可能となる無細胞翻訳系 PURE system と転写システムを融合させた系の構築に成功し、現在、CPR 由来のシグマ因子・コア酵素の活性測定を行っている。翻訳システムの機能モジュールの合成および機能解析については、大腸菌リボソームの再構成研究をベースとした研究を進展させている。昨年度、生理的な条件下でのリボソーム再構成条件の探索を行い、目的に合致するリボソーム形成を促進する条件を見出した。よって、今年度は本条件下で構成されるリボソームの機能的・構造的な特性解析を推し進めた。

§ 2. 研究実施体制

(1) 鈴木グループ

① 研究代表者:鈴木 志野 (宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 准教授)

② 研究項目

1. 機能再現から紐解く始原的エネルギー代謝機構

1-1) 始原的エネルギー代謝システムの機能モジュールの合成および機能解析

1-2) 蛇紋岩化反応に依存した生命のゲノム情報の取得

2. 機能再現から紐解く始原的遺伝システム

2-1) ナノ微生物のセントラルドグマの多様性解析

(2) 清水グループ

① 主たる共同研究者:清水 義宏 (理化学研究所生命機能科学研究センター チームリーダー)

② 研究項目

2. 機能再現から紐解く始原的遺伝システム

2-2) 遺伝子複製システム・転写システムの機能モジュールの合成および機能解析

2-3) 翻訳システムの機能モジュールの合成および機能解析

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Serpentinimonas gen. nov., Serpentinimonas raichei sp. nov., Serpentinimonas barnesii sp. nov. and Serpentinimonas maccroryi sp. nov., hyperalkaliphilic and facultative autotrophic bacteria isolated from terrestrial serpentinizing springs” Vol.71 (8) Int J Syst Evol Microbiol, 2021
- 2) “In vitro reconstitution of functional small ribosomal subunit assembly for comprehensive analysis of ribosomal elements in E. coli”, Commun. Biol., vol. 3, pp. 142, 2020
- 3) “The ribosomal exit tunnel functions as a discriminating gate”, Cell, vol. 108, pp. 629-636, 2002