

「藻類・水圏微生物の機能解明と制御によるバイオエネルギー創成のための基盤技術の創出」

H27 年度
実績報告書

平成23年度採択研究代表者

太田 啓之

東京工業大学大学院生命理工学研究科
教授

植物栄養細胞をモデルとした藻類脂質生産系の戦略的構築

§ 1. 研究実施体制

(1)「太田」グループ（東京工業大学）

- ① 研究代表者:太田 啓之（東京工業大学大学院生命理工学研究科、教授）
- ② 研究項目:
 - ・植物葉での栄養飢餓による脂質蓄積機構解明
 - ・藻類での栄養飢餓による脂質蓄積機構解明
 - ・モデル藻類共発現情報の取得
 - ・マスター制御因子の同定
 - ・有用藻類共発現情報の取得
 - ・有用脂肪酸高生産系構築
 - ・バイオディーゼル生産技術基盤構築

(2)「西田」グループ（埼玉大学）

- ① 研究代表者:西田 生郎（埼玉大学大学院理工学研究科、教授）
- ② 研究項目
 - ・藻類小胞体膜脂質合成と貯蔵脂質合成の分配機構解明
 - ・藻類における貯蔵脂質蓄積機構の解明と制御
 - ・小胞体脂質合成の改変に基づく有用藻類貯蔵脂質の高生産化
 - ・*Synechocystis* 細胞内での TAG 高生産系の構築(日原サブグループ担当)

(3)「和田」グループ（東京大学）

- ① 研究代表者:和田 元（東京大学大学院総合文化研究科、教授）

② 研究項目

- ・藻類脂肪酸合成制御機構の解明
- ・特殊脂肪酸合成藻類の脂肪酸合成機構解明
- ・有用脂肪酸高生産系構築
- ・バイオディーゼル生産技術基盤構築

(4)「黒川」グループ（東京工業大学）

① 研究代表者:黒川 顕（東京工業大学地球生命研究所、教授）

② 研究項目

- ・有用藻類の網羅的ゲノム解読
- ・藻類比較ゲノムデータベース(Algaenome)の構築

(5)「大林」グループ（東北大学）

① 主たる共同研究者:大林 武（東北大学大学院情報科学研究科、准教授）

② 研究項目

- ・モデル藻類共発現データ作成法の開発
- ・植物-モデル藻類比較共発現データベースの構築
- ・藻類比較共発現データベースの構築

(6)「佐藤」グループ（東京大学）

① 主たる共同研究者:佐藤 直樹（東京大学大学院総合文化研究科、教授）

② 研究項目

- ・モデル藻類脂質代謝フローの解析
- ・モデル代謝情報データベース構築
- ・有用藻類脂質代謝フローの解析と代謝情報データベース構築

(7)「萩原」グループ（花王株式会社）

① 主たる共同研究者:萩原 浩（花王株式会社生物科学研究所、室長）

② 研究項目

- ・有用脂肪酸高生産藻類の探索・選定
- ・各種脂肪酸合成遺伝子の同定
- ・有用脂肪酸高生産系構築

§ 2. 研究実施の概要

本研究課題では、太田、西田、和田らによる植物脂質代謝研究の最先端の知見を黒川、大林、佐藤らの最先端ゲノムインフォマティクス研究と融合することで、藻類の脂質生産機構を解明する。また植物栄養細胞のこれまでの知見を基に、TAG を高生産する *Nannochloropsis* と、モデル藻類として用いる *Chlamydomonas*、*Klebsormidium* をゲノム規模で網羅的に比較解析し、TAG 生産との相関性から、TAG の高生産を担う主要因子を網羅的に同定する。さらに、研究代表者らが同定したペラゴ藻や黄金色藻などの特殊脂肪酸を高生産する新規有用藻類とモデル藻類との比較ゲノム解析から、特殊脂肪酸高生産に関わる因子の同定を行う。これらの結果から得られた TAG 高生産、特殊脂肪酸の合成、増産に関わる因子を統合することで、萩原（H26年度まで尾崎）、太田を中心として、化学原材料やバイオ燃料として有用な種々の脂肪酸を TAG として高生産するスーパー脂肪酸産生藻類を戦略的に創出することを目指している。平成27年度は、モデル藻類の基盤情報をさらに整備しつつ、その情報を有用藻類の基盤情報整備、有用藻類での生産系構築に活用し、計画全体を推進した。

黒川ら大林らは、藻類ゲノム情報やRNAseqなどによる発現情報のデータの閲覧が可能なデータベースの整備を進め、ALCOdbについては論文化も行った[1]。また佐藤らは、高等植物においてTAG合成の前駆体となるホスファチジルコリン(PC)を持つ *Chlamydomonas* 類に関する代謝フロー解析を進め、*Chlamydomonas* NIES-2212株は、窒素飢餓にしくなくても、定常期で大量のTAGを蓄積すること、しかもTAGを含む脂質顆粒が葉緑体の外側の細胞膜の直下に大量に蓄積することを発見した[2]。

太田、西田、和田の脂質代謝解析チームは、平成26年度に引き続き、モデル藻類と有用藻類での脂質代謝系の全容解明と有用脂質生産系の構築を推進した。特に太田らは、緑藻 *Chlamydomonas* から取得したリン欠乏応答性の糖脂質合成遺伝子プロモーターと油脂合成遺伝子を結合して *Nannochloropsis* NIES-2145 に導入し、脂質の蓄積を増強させるとともに、脂肪酸の組成を改変することに成功した[3]。萩原グループではこれまでに、特殊脂肪酸(水酸化脂肪酸、エポキシ化脂肪酸)を生産する藻類株を見出し特許出願しているが、平成27年度は脂肪酸生産性向上遺伝子に関する特許1件を出願した。

【主要論文】

[1] Aoki Y, Okamura Y, Ohta H, Kinoshita K, Obayashi T. ALCOdb: Gene Coexpression Database for Microalgae. *Plant Cell Physiology*, 57, e3 (2016)

[2] M. Toyoshima and N. Sato, "High-level accumulation of triacylglycerol and starch in photoautotrophically grown *Chlamydomonas debaryana* NIES-2212", *Plant Cell Physiol.*, vol. 56, pp. 2447-2456, 2015

[3] Iwai, M., Hori, K., Sasaki-Sekimoto, Y., Shimojima, M., and Ohta, H. Manipulation of oil synthesis in *Nannochloropsis* strain NIES-2145 with a phosphorus starvation-inducible promoter from *Chlamydomonas reinhardtii*. *Frontiers in microbiology*, 6, 2015