

戦略的創造研究推進事業  
CREST・さがけ複合領域  
追跡評価用資料

研究領域  
「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」  
(2010 年度～2017 年度)

研究総括：松永 是

2024 年 3 月



国立研究開発法人  
科学技術振興機構  
Japan Science and Technology Agency



## 目次

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 本資料について .....                         | 1  |
| 第 1 章 研究領域概要.....                     | 2  |
| 1.1 戦略目標.....                         | 2  |
| 1.2 研究領域の目的.....                      | 2  |
| 1.3 研究総括.....                         | 2  |
| 1.4 領域アドバイザー.....                     | 2  |
| 1.5 研究課題および研究代表者.....                 | 3  |
| 第 2 章 追跡調査 .....                      | 10 |
| 2.1 追跡調査について.....                     | 10 |
| 2.1.1 調査の目的.....                      | 10 |
| 2.1.2 調査の対象.....                      | 10 |
| 2.1.3 調査方法 .....                      | 10 |
| 2.2 追跡調査概要.....                       | 12 |
| 2.2.1 研究助成金.....                      | 12 |
| 2.2.2 論文 .....                        | 17 |
| 2.2.3 特許 .....                        | 19 |
| 2.2.4 共同研究や企業との連携.....                | 21 |
| 2.2.5 実用化・製品化.....                    | 27 |
| 2.2.6 スタートアップ.....                    | 29 |
| 2.3 研究成果から生み出された科学技術や社会・経済への波及効果..... | 30 |
| 2.3.1 研究領域の展開状況(まとめ図).....            | 30 |
| 2.3.2 研究成果の科学技術や社会・経済への波及効果.....      | 32 |



## 本資料について

本資料は、国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)戦略的創造研究推進事業におけるCREST・さきがけ複合領域「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」(2010年度～2017年度)において、研究終了後一定期間を経過した後、副次的効果を含めて研究成果の発展状況や活用状況を明らかにし、事業および事業運営の改善等に資するため、追跡調査を実施した内容をまとめたものである。

第1章では、本研究領域の概要を記述する。

第2章では、追跡調査方法とその結果について記述する。調査は、研究期間中および研究終了後の研究助成金、発表論文、また国内外への特許出願および登録状況等を対象とした。また、研究課題に対して、科学技術や社会・経済への波及効果の調査結果をまとめた。

## 第 1 章 研究領域概要

### 1.1 戦略目標

「水生・海洋藻類等による石油代替等のバイオエネルギー創成及びエネルギー生産効率向上のためのゲノム解析技術・機能改変技術等を用いた成長速度制御や代謝経路構築等の基盤技術の創出」

本戦略目標は、水生・海洋藻類等(以下、「藻類等」)の成長や代謝を制御することにより、バイオ燃料等のエネルギー生産・有用物質生産や水質汚染浄化等に資する多様な技術の創出を目指すものである。

### 1.2 研究領域の目的

本研究領域は、藻類・水圏微生物を利用したバイオエネルギー生産のための基盤技術創出を目的とします。藻類・水圏微生物には、高い脂質・糖類蓄積能力や多様な炭化水素の産生能力、高い増殖能力を持つものがあることに着目し、これらのポテンシャルを活かした、バイオエネルギー創成のための革新的な基盤技術の創出を目指します。

具体的には、近年急速に発展したゲノミクス・プロテオミクス・メタボロミクス・細胞解析技術等を含む先端科学も活用し、藻類・水圏微生物の持つバイオエネルギーの生産等に有効な生理機能や代謝機構の解明を進めるとともに、それらを制御することによりエネルギー生産効率を向上させるための研究を対象とします。さらに、バイオエネルギー生産に付随する有用物質生産や水質浄化等に資する多様な技術の創出に関する研究も含みます。

将来のバイオエネルギー創成につながる革新的技術の実現に向けて、生物系、化学系、工学系などの幅広い分野から新たな発想で挑戦する研究を対象とします。

(2010年度募集要領より引用)

### 1.3 研究総括

松永 是 研究領域終了時：東京農工大学工学研究院 特別招聘教授／早稲田大学理工学術院総合研究所 上級研究員・研究院教授  
現：国立研究開発法人海洋研究開発機構(JAMSTEC)顧問／一般財団法人マリンオープンイノベーション機構 理事長

### 1.4 領域アドバイザー

CREST・さがけ共通の領域アドバイザーを、表 1-1 に示した。

表 1-1 領域アドバイザー一覧

| 氏名(専門分野)     | 終了時の所属                      | 終了時の役職     | 任期                         |
|--------------|-----------------------------|------------|----------------------------|
| 石倉 正治(バイオ工学) | 昭和電工株式会社事業開発センター グリーンプロジェクト | 開発グループリーダー | 2010 年 10 月～<br>2018 年 3 月 |
| 井上 勲(藻類学)    | 筑波大学                        | 名誉教授       | 同上                         |

|              |                         |      |    |
|--------------|-------------------------|------|----|
| 大倉 一郎(触媒化学)  | 東京工業大学                  | 名誉教授 | 同上 |
| 大竹 久夫(生物工学)  | 大阪大学                    | 名誉教授 | 同上 |
| 大森 正之(分子生物学) | 東京大学                    | 名誉教授 | 同上 |
| 嵯峨 直恆(大型藻類学) | 北海道大学                   | 名誉教授 | 同上 |
| 竹山 春子(分子生物学) | 早稲田大学理工学術院              | 教授   | 同上 |
| 田畑 哲之(遺伝学)   | 公益財団法人かずさ DNA 研究所       | 所長   | 同上 |
| 民谷 栄一(生物物理学) | 大阪大学大学院工学研究科            | 教授   | 同上 |
| 横田 明徳(植物生理学) | 奈良先端科学技術大学院大学           | 名誉教授 | 同上 |
| 横山 伸也(化学工学)  | 公立鳥取環境大学大学院環境<br>情報学研究科 | 特任教授 | 同上 |

また、領域運営アドバイザーを設定した。

表 1-2 領域運営アドバイザー (CREST)

| 氏名    | 終了時の所属・役職                 | 任期                    |
|-------|---------------------------|-----------------------|
| 和氣 仁志 | 東京農工大学先端産学連携研究推進センター・特任教授 | 2016 年 3 月～2018 年 3 月 |

## 1.5 研究課題および研究代表者

CREST の各研究課題と研究代表者を表 1-3 にまとめた。

表 1-3 研究課題と研究代表者

| 期<br>(採択<br>年度)     | No | 研究<br>代表者 | 研究課題名                                               | 所属                                   |                                 | 研究期間     |           |
|---------------------|----|-----------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|----------|-----------|
|                     |    |           |                                                     | 調査時点                                 | 終了時                             | 開始       | 終了        |
| 1 期<br>(2010<br>年度) | 1  | 跡見 晴幸     | 海洋性アーキアの代謝特性の強化と融合によるエネルギー生産                        | 京都大学<br>大学院<br>工学研究科<br>教授           | 京都大学<br>大学院<br>工学研究科<br>教授      | 2011/4/1 | 2017/3/31 |
|                     | 2  | 岡田 茂      | 微細緑藻 <i>Botryococcus braunii</i> の炭化水素生産・分泌機構の解明と制御 | 東京大学<br>大学院<br>農学生命科学研究科(農学部)<br>准教授 | 東京大学<br>大学院<br>農学生命科学研究科<br>准教授 | 2011/4/1 | 2016/3/31 |
|                     | 3  | 河野 重行     | 微細藻類の倍数化と重イオンビーム照射によるバイオ燃料増産株作出に関する新技術開発            | 東京大学<br>フューチャーセンター<br>推進機構<br>特任研究員  | 東京大学<br>大学院<br>新領域創成科学研究科 教授    | 2011/4/1 | 2016/3/31 |

|                     |   |            |                                                    |                                                                                                                                 |                                                       |           |           |
|---------------------|---|------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------|-----------|
|                     | 4 | 白岩 善博      | 海洋ハプト藻類のアルケノン合成経路の解明と基盤技術の開発                       | 筑波大学<br>生命環境系<br>名誉教授                                                                                                           | 筑波大学<br>特命教授                                          | 2011/4/1  | 2017/3/31 |
|                     | 5 | 早出 広司      | シアノファクトリ<br>の開発                                    | North<br>Carolina<br>State<br>University,<br>Joint<br>Department of<br>Biomedical<br>Engineering,<br>Distinguished<br>Professor | 東京農工大学<br>大学院工学<br>研究院生命<br>機能科学部門<br>教授              | 2011/4/1  | 2016/3/31 |
| 2 期<br>(2011<br>年度) | 1 | 植田 充美      | 藻類完全利用の<br>ための生物工学<br>技術の集約                        | 京都大学大学院<br>農学研究科<br>応用生命科学<br>専攻 研究員<br>(非常勤)                                                                                   | 京都大学大学院<br>農学研究科<br>応用生命科学<br>専攻 非常勤<br>研究員           | 2011/10/1 | 2017/3/31 |
|                     | 2 | 太田 啓之      | 植物栄養細胞を<br>モデルとした<br>藻類脂質生産系<br>の戦略的構築             | 東京工業大学<br>生命理工学院<br>教授                                                                                                          | 東京工業大学<br>生命理工学院<br>教授                                | 2011/10/1 | 2017/3/31 |
|                     | 3 | 小俣 達男      | ラン藻の硝酸<br>同化系変異株を<br>利用した遊離<br>脂肪酸の高効率<br>生産系の構築   | 名古屋大学<br>大学院<br>生命農学研究科<br>特任教授                                                                                                 | 名古屋大学<br>大学院<br>生命農学研究科<br>教授                         | 2011/10/1 | 2017/3/31 |
|                     | 4 | 久堀 徹       | ハイパーシアノ<br>バクテリアの<br>光合成を利用した<br>含窒素化合物<br>生産技術の開発 | 東京工業大学<br>科学技術創成<br>研究院<br>教授                                                                                                   | 東京工業大学<br>科学技術創成<br>研究院<br>教授                         | 2011/10/1 | 2017/3/31 |
|                     | 5 | 宮城島 進<br>也 | 高バイオマス<br>生産に向けた<br>高温・酸性耐性<br>藻類の創出               | 国立遺伝学<br>研究所<br>遺伝形質研究<br>系<br>教授                                                                                               | 情報・システム<br>研究機構<br>国立遺伝学<br>研究所新分野<br>創造センター<br>特任准教授 | 2011/10/1 | 2018/3/31 |
| 3 期<br>(2012<br>年度) | 1 | 石川 孝博      | 形質転換ユーク<br>レナによるバイオ<br>燃料生産基盤<br>技術の開発             | 島根大学<br>学術研究院<br>農生命科学系<br>教授                                                                                                   | 島根大学<br>生物資源科学部<br>教授                                 | 2012/10/1 | 2018/3/31 |
|                     | 2 | 中島田 豊      | 海洋微生物発酵<br>制御を基盤と<br>した大型藻類の<br>完全資源化基盤<br>技術の開発   | 広島大学<br>統合生命科学<br>研究科<br>教授                                                                                                     | 広島大学<br>大学院<br>先端物質科学<br>研究科 教授                       | 2012/10/1 | 2018/3/31 |
|                     | 3 | 花井 泰三      | 合成代謝経路<br>構築によるシアノ<br>バクテリアの<br>バイオアルコール<br>生産     | 九州大学<br>農学研究院<br>教授                                                                                                             | 九州大学<br>(連合)<br>農 学 研 究 科<br>(研究院)<br>准教授             | 2012/10/1 | 2018/3/31 |



各研究課題チームの主たる共同研究者を表 1-4 にまとめた。

表 1-4 CREST 各研究課題チームの主たる共同研究者リスト<sup>1</sup>

| 期<br>(採択<br>年度)     | No. | 研究代表者  | 主たる共同研究者(所属・役職)                                                                                                                                                           |
|---------------------|-----|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 期<br>(2010<br>年度) | 1   | 跡見 晴幸  | 三木 邦夫(京都大学大学院理学研究科・教授)<br>今中 忠行(立命館大学総合科学技術研究機構・上席研究員)<br>本田 孝祐(大阪大学大学院工学研究科・准教授)<br>蘆田 弘樹(神戸大学大学院人間発達環境学研究科・准教授)                                                         |
|                     | 2   | 岡田 茂   | 阿部 郁朗(東京大学大学院薬学系研究科・教授)<br>野口 哲子(奈良女子大学・特任教授)<br>大濱 武(高知工科大学環境理工学群・教授)                                                                                                    |
|                     | 3   | 河野 重行  | 大矢 禎一(東京大学大学院新領域創成科学研究科・教授)<br>服部 正平(早稲田大学理工学術院・教授)<br>都筑 幹夫(東京薬科大学生命科学部・教授)                                                                                              |
|                     | 4   | 白岩 善博  | 沢田 健(北海道大学理学院・准教授)                                                                                                                                                        |
|                     | 5   | 早出 広司  | 小山内 崇(明治大学農学部・専任講師)<br>日原 由香子(埼玉大学大学院理工学研究科・准教授)<br>Stefano Ferri(静岡大学大学院工学研究科・准教授)                                                                                       |
| 2 期<br>(2011<br>年度) | 1   | 植田 充美  | 柴田 敏行(三重大学大学院生物資源学研究科・准教授)<br>川口 栄男(九州大学大学院農学研究院・教授)<br>モリ テッシ(東京農工大学大学院グローバルイノベーション研究院・准教授)<br>吉川 裕之(大阪大学大学院工学研究科・助教)                                                    |
|                     | 2   | 太田 啓之  | 西田 生郎(埼玉大学大学院理工学研究科・教授)<br>和田 元(東京大学大学院総合文化研究科・教授)<br>黒川 顕(大学共同利用機関法人情報・システム研究機構国立遺伝学研究所・教授)<br>大林 武(東北大学大学院情報科学研究科・准教授)<br>佐藤 直樹(東京大学大学院総合文化研究科・教授)                      |
|                     | 3   | 小俣 達男  | 愛知 真木子(中部大学応用生物学部・講師)<br>池田 和貴(国立研究開発法人理化学研究所(理研)統合生命医科学研究センター・上級研究員, 2014 年度より慶應義塾大学に異動)<br>若山 正隆(慶應義塾大学先端生命科学研究科・特任助教)2014 年度-                                          |
|                     | 4   | 久堀 徹   | 原 亨和(東京工業大学科学技術創成研究院・教授)<br>得平 茂樹(首都大学東京理工学研究科・准教授)2015 年度-<br>増川 一(大阪市立大学複合先端研究機構・特任准教授)2015 年度-                                                                         |
|                     | 5   | 宮城島 進也 | 黒岩 常祥(日本女子大学理学部・客員研究員)<br>三角 修己(山口大学大学院創成科学研究科・准教授)<br>吉川 博文(東京農業大学応用生物科学部・教授)<br>田中 寛(東京工業大学科学技術創成研究院・教授)<br>今村 壮輔(東京工業大学科学技術創成研究院・准教授)<br>大松 勉(東京農工大学農学部附属国際家畜感染症防疫研究教育 |

|                |   |       |                                                                                                                                                                                                        |
|----------------|---|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |   |       | センター・講師)2016年度-                                                                                                                                                                                        |
| 3期<br>(2012年度) | 1 | 石川 孝博 | 田茂井 政宏(近畿大学農学部・准教授)<br>鈴木 健吾(株式会社ユーグレナ・研究本部長)-2015年度<br>中澤 昌美(大阪府立大学大学院生命環境科学研究科・助教)2016年度-<br>柏山 祐一郎(福井工業大学環境情報学部・教授)2016年度-<br>栗井 光一郎(静岡大学学術院理学領域・准教授)2016年度-<br>池袋 一典(早出 広司)(東京農工大学工学研究院・教授)2016年度- |
|                | 2 | 中島田 豊 | 秋庸 裕(広島大学大学院先端物質科学研究科・教授)<br>岡村 好子(広島大学大学院先端物質科学研究科・准教授)<br>松村 幸彦(広島大学大学院工学研究院・教授)<br>中村 暢文(東京農工大学大学院工学研究院・教授)2015年度-                                                                                  |
|                | 3 | 花井 泰三 | 本多 裕之(名古屋大学大学院工学研究科・教授)2016年度-<br>堀内 淳一(京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科・教授)2016年度-<br>村上 明男(神戸大学内海域環境教育研究センター・准教授)2016年度-<br>福崎 英一郎(大阪大学大学院工学研究科・教授)2016年度-                                                         |

1) 終了時点

また、さきがけの各研究課題と研究者を表 1-5 にまとめた。

表 1-5 さきがけ研究課題と研究者<sup>1</sup>

| 期<br>(採択<br>年度)    | No | 研究者   | 研究課題名                                                                | 所属                              |                                     | 研究期間     |           |
|--------------------|----|-------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------|-----------|
|                    |    |       |                                                                      | 調査時点                            | 研究終了時                               | 開始       | 終了        |
| 1期<br>(2010<br>年度) | 1  | 朝山 宗彦 | 自己溶菌藻と発現ベクターを組み合わせた有用物質生産・回収による排気 CO <sub>2</sub> ガス再利用資源化のための基盤技術創成 | 茨城大学<br>農学部 教授                  | 茨城大学<br>農学部 教授                      | 2011/4/1 | 2014/3/31 |
|                    | 2  | 蘆田 弘樹 | バイオ燃料高生産のための炭素固定能を強化したスーパーシアノバクテリアの創成                                | 神戸大学<br>人間発達環境学<br>研究科<br>准教授   | 神戸大学大学院<br>人間発達環境学<br>研究科<br>准教授    | 2011/4/1 | 2014/3/31 |
|                    | 3  | 天尾 豊  | 藻類由来光合成器官の電極デバイス化とバイオ燃料変換系への展開<br>【5年型】                              | 大阪公立大学<br>人工光合成<br>研究センター<br>教授 | 大阪市立大学<br>複合先端研究<br>機構<br>教授        | 2011/4/1 | 2016/3/31 |
|                    | 4  | 小山内 崇 | 糖代謝ダイナミクス変化によるラン藻バイオプラスチックの増産                                        | 明治大学<br>農学部<br>専任講師             | 理化学研究所<br>環境資源科学<br>研究センター<br>客員研究員 | 2011/4/1 | 2014/3/31 |
|                    | 5  | 神田 英輝 | 乾燥・細胞壁破壊・有毒抽剤使用を不要にする藻類からの燃料抽出技術の創出                                  | 名古屋大学<br>大学院<br>工学研究科<br>助教     | 名古屋大学<br>大学院<br>工学研究科<br>助教         | 2011/4/1 | 2016/3/31 |

|                     |        |                                     |                                                |                                                             |           |           |
|---------------------|--------|-------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------|-----------|
|                     |        | 【ライフイベントによる実施期間変更：2013年度－2015年度】    |                                                |                                                             |           |           |
| 6                   | 梶 達也   | 暗所で光合成を行う藻類の創生                      | 東京理科大学<br>教養教育<br>研究院<br>神楽坂キャンパス<br>教養部 教授    | 東京理科大学<br>理学部<br>教授                                         | 2011/4/1  | 2014/3/31 |
| 7                   | 中村 友輝  | 真核藻類のトリグリセリド代謝工学に関する基盤研究            | 理化学研究所<br>環境資源科学研究センター<br>植物脂質研究チーム<br>チームリーダー | 台湾・中央<br>研究院<br>植物暨微生物學研究所<br>副研究員                          | 2011/9/15 | 2014/3/31 |
| 8                   | 蓮沼 誠久  | 高増殖性微細藻の合成を目指した微細藻代謝フラックス制御機構の解明    | 神戸大学<br>先端バイオ工学<br>研究センター<br>教授・<br>センター長      | 神戸大学<br>自然科学系<br>先端融合研究環<br>准教授                             | 2011/4/1  | 2014/3/31 |
| 9                   | 日原 由香子 | グリコーゲンから油脂へ：シアノバクテリア変異株の代謝改変        | 埼玉大学<br>理工学研究科<br>教授                           | 埼玉大学<br>大学院<br>理工学研究科<br>准教授                                | 2011/4/1  | 2014/3/31 |
| 10                  | 本田 孝祐  | バイオマス高度利用を志向した人工代謝システムの創出           | 大阪大学<br>生物工学<br>国際交流センター<br>教授                 | 大阪大学大学院<br>工学研究科<br>准教授                                     | 2011/4/1  | 2014/3/31 |
| 11                  | 増川 一   | ラン藻の窒素固定酵素ニトロゲナーゼを利用した水素生産の高効率化・高速化 | nd <sup>1)</sup>                               | 大阪市立大学<br>複合先端研究<br>機構<br>特任准教授                             | 2011/4/1  | 2014/3/31 |
| 2 期<br>(2011<br>年度) | 1      | ラン藻由来アルカン合成関連酵素の高活性化                | 東京大学<br>大学院<br>総合文化研究科<br>教授                   | 東京大学<br>大学院<br>総合文化研究科<br>准教授                               | 2011/10/1 | 2015/3/31 |
|                     | 2      | 微細藻におけるオイル産生代謝機構の解明                 | 鶴岡工業高等<br>専門学校<br>准教授                          | 慶應義塾大学<br>先端生命科学<br>研究所<br>特任助教                             | 2011/10/1 | 2015/3/31 |
|                     | 3      | 水圏生物のマイクロミラーによるエネルギー変換伝達機能の獲得       | 広島大学<br>ナノデバイス<br>研究所<br>教授                    | 広島大学<br>ナノデバイス<br>・バイオ融合<br>科学研究所<br>分子生命情報<br>科学研究部門<br>教授 | 2011/10/1 | 2015/3/31 |
|                     | 4      | 超高効率でイソプレノイド燃料をつくる藻類の創製             | 早稲田大学<br>理工学術院<br>教授                           | 千葉大学大学院<br>工学研究科<br>准教授                                     | 2011/10/1 | 2015/3/31 |

|                     |    |        |                                                                 |                                   |                                          |           |           |
|---------------------|----|--------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|
|                     | 5  | 得平 茂樹  | 糸状性シアノバクテリアを用いた細胞間分業による効率的バイオアルコール生産                            | 東京都立大学<br>理 学 研 究 科<br>准教授        | 首都大学東京<br>大学院<br>理工学研究科<br>准教授           | 2011/10/1 | 2015/3/31 |
|                     | 6  | 田村 隆   | 好気条件下で水素(H <sub>2</sub> )製造反応を触媒する[NiFeSe]型ヒドロゲナーゼの分子構築         | 岡山大学<br>グローバル<br>人材育成院<br>教授      | 岡山大学大学院<br>環境生命科学<br>研究科 教授              | 2011/10/1 | 2015/3/31 |
|                     | 7  | 富永 基樹  | 生物界最速シャジクモミオシンを利用した植物成長促進システムの開発                                | 早稲田大学<br>教育・総合科学<br>学術院 教授        | 早稲田大学<br>教育・総合科学<br>学術院<br>生物学専修<br>専任講師 | 2011/10/1 | 2015/3/31 |
|                     | 8  | 中澤 昌美  | 微細藻類ユーグレナの新規形質転換法の開発と応用                                         | 大阪公立大学<br>大学院<br>農 学 研 究 科<br>講師  | 大阪府立大学<br>大学院<br>生命環境科学<br>研究科 助教        | 2011/10/1 | 2015/3/31 |
|                     | 9  | 成川 礼   | 多様な光スイッチの開発による細胞外多糖生産の光制御                                       | 東京都立大学<br>理学部<br>生 命 科 学 科<br>准教授 | 静岡大学<br>学術院<br>理学領域<br>講師                | 2011/10/1 | 2015/3/31 |
|                     | 10 | 蓑田 歩   | 循環型エネルギーを利用した硫酸性温泉紅藻によるレアメタル回収システムの開発                           | 筑波大学<br>生命環境系<br>助教               | 筑波大学<br>生命環境系<br>助教                      | 2011/10/1 | 2015/3/31 |
| 3 期<br>(2012<br>年度) | 1  | 栗井 光一郎 | ラン藻ポリケチド合成酵素を用いた脂質生産                                            | 静岡大学<br>電子工学研究所<br>教授             | 静岡大学学術院<br>理学領域<br>准教授                   | 2012/10/1 | 2016/3/31 |
|                     | 2  | 岩堀 健治  | 藻類由来フェリチンの機能強化によるナノマテリアル生産システムの創成                               | 大阪大学<br>大学院工学<br>研究科 助教           | JST<br>さきがけ研究者                           | 2012/10/1 | 2016/3/31 |
|                     | 3  | 遠藤 博寿  | 高脂質含有円石藻 <i>Pleurochrysis carterae</i> の形質転換技術の確立と有用脂質高生産に向けた応用 | 鶴岡工業高等<br>専門学校<br>特命准教授           | JST<br>さきがけ研究者                           | 2012/10/1 | 2016/3/31 |
|                     | 4  | 柏山 祐一郎 | クロロフィルの光毒性を利用した植食性原生動物の繁殖抑制農薬の開発                                | 福井工業大学<br>環境情報学部<br>教授            | 福井工業大学<br>環境情報学部<br>准教授                  | 2012/10/1 | 2016/3/31 |
|                     | 5  | 木村 浩之  | 付加帯エネルギー生産システム創成に向けた基盤技術開発                                      | 静岡大学<br>グリーン科学<br>技 術 研 究 所<br>教授 | 静岡大学<br>学術院<br>理学領域<br>准教授               | 2012/10/1 | 2016/3/31 |
|                     | 6  | 斉藤 圭亮  | 藻類の光吸収制御のための理論的基盤の確立                                            | 東京大学<br>先端科学技術<br>研究センター<br>准教授   | 東京大学<br>先端科学技術<br>研究センター<br>講師           | 2012/10/1 | 2016/3/31 |

|  |   |       |                                      |                                          |                        |           |           |
|--|---|-------|--------------------------------------|------------------------------------------|------------------------|-----------|-----------|
|  | 7 | 塚谷 祐介 | 巨大光捕集器官クロロソームを利用した生理活性物質・脂質の大量蓄積系の構築 | 海洋研究開発機構, 超先鋭研究開発部門(超先鋭研究開発プログラム) 副主任研究員 | 東京工業大学 地球生命研究所 WPI 研究員 | 2012/10/1 | 2016/3/31 |
|--|---|-------|--------------------------------------|------------------------------------------|------------------------|-----------|-----------|

1) nd は不明

2022 年 8 月調査

なお、本研究領域における戦略目標の達成のための研究内容を以下にまとめた<sup>1)</sup>。

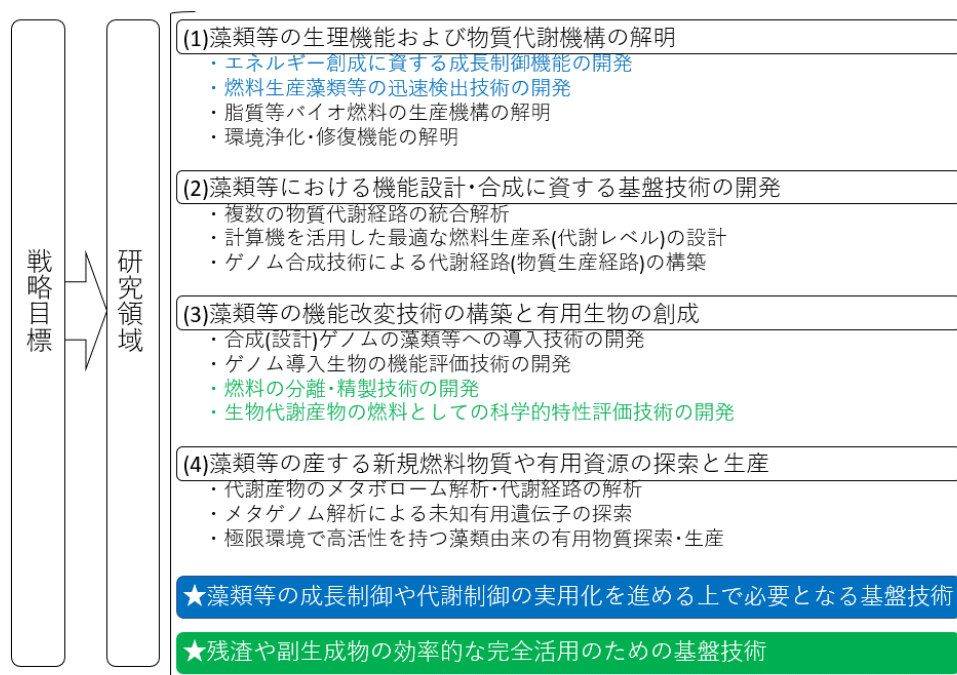


図 1-1 戦略目標達成のための研究内容<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 領域事後評価用資料の図を一部改変

## 第 2 章 追跡調査

### 2.1 追跡調査について

#### 2.1.1 調査の目的

追跡調査は研究領域終了後、一定期間を経過した後、副次的効果を含めて研究成果の発展状況や活用状況を明らかにし、JST 事業および事業運営の改善に資するために行う。

#### 2.1.2 調査の対象

本追跡調査は、CREST・さきがけ複合領域「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」(2010 年度～2017 年度)を対象とし、CREST およびさきがけの各研究課題について研究期間中/研究終了後から調査時点(2022 年 8 月末)までを調査対象期間とした(表 1-1 を参考)。

#### 2.1.3 調査方法

##### (1) 研究者アンケート

研究代表者/研究者に、研究終了後の研究成果の発展状況や波及効果等についてアンケートを送付した。CREST:回収 13 名/13 名(回収率:100%)、さきがけ:回収 25 名/28 名(回収率:89%)

##### (2) 研究助成金

研究終了後からの研究助成金の獲得状況についての研究者アンケート回答をもとにした。調査対象期間は、各研究課題の研究期間中を含めて調査対象とし、その中から研究代表者/研究者が当該研究の代表を務める研究助成金、また原則、研究助成金の総額が1千万円/件以上のものを抽出した。

ただし、各研究課題の開始後に研究助成を受け、当該研究課題が終了する前にその助成期間が終了してしまう事案および当該研究課題終了と同年度に助成期間が終了する事案に関しては対象外とした。

なお、研究代表者/研究者の研究助成資金の獲得状況の調査については、主に以下の WEB サイトも利用した。

- ・調査対象研究代表者/研究者所属大学の研究者データベース
- ・調査対象研究代表者/研究者の所属する研究室、本人の WEB サイト
- ・科学研究費助成事業データベース
- ・researchmap (<https://researchmap.jp/>)

### (3) 論文

論文の抽出は、文献データベースとして Scopus を用い、文献タイプは、Book (Book chapter, Book review)、Editorial、Erratum を除く全文献タイプを対象とした。研究期間中から調査時点まで、研究代表者/研究者が著者になっている論文を著者名より検索し出力した。各著者名から論文リストを作成し、①CREST/さきがけの成果(期間中に JST に報告があったもの、および助成金情報もしくは対象者の所属機関に本調査対象となるプロジェクト/プログラム名が入っていた場合)、②CREST/さきがけの発展(研究終了以降で①の論文を引用しているもの)、および③CREST/さきがけの展開(研究終了以降で前記②以外)ものに分類し、論文数を求めた。また、各論文については評価指標 FWCI<sup>2</sup>および FWCI TopX<sup>3</sup>、および Journal の指標となる CiteScore についても収集した。

### (4) 特許

PatentSQUARE および補完的に Espacenet を利用し検索を行い、研究代表者/研究者が発明者になっており、出願日(もしくは優先権主張日)が研究開始以降の特許を収集した。その後、期間中は、研究期間中に JST に報告があったもの、また終了報告書との照らし合わせを行い不足分については追加、また終了後は研究終了後のものでリストを作成した。

### (5) 共同研究や企業との連携等

研究代表者/研究者へのアンケートにより情報を収集した。

### (6) 受賞

研究代表者/研究者へのアンケートにより収集した。

---

<sup>2</sup> FWCI(Field-Weighted Citation Impact): 1 文献あたりの被引用数を世界平均(年別・分野別・文献タイプ別に算出)で割った数値。

<sup>3</sup> FWCI が全論文の中で上位 X%以内に含まれる論文。

## 2.2 追跡調査概要

### 2.2.1 研究助成金

CREST の各研究代表者が研究開始以降、獲得した助成金のリストを表 2-1 に示した。

表 2-1 CREST 研究代表者の研究助成金獲得状況

| 採択年度 | No | 研究代表者 | 研究種目/事業                            | 研究期間(年度)  | 研究課題                                                                                      |
|------|----|-------|------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2010 | 1  | 跡見 晴幸 | 科研費(基盤研究(A))                       | 2018-2020 | 始原微生物における基盤生体分子の生合成機構の解明                                                                  |
|      |    |       | 科研費(新学術領域研究(研究領域提案型))              | 2019-2023 | ポストコッホ・アーキア学：第3の生命の姿                                                                      |
|      |    |       | 科研費(基盤研究(B))                       | 2022-2024 | アーキアを対象とした transportome 解析                                                                |
|      | 2  | 岡田 茂  | 科研費(基盤研究(B))                       | 2019-2021 | 石油産生緑藻 <i>Botryococcus braunii</i> の群体形成機構の解明                                             |
|      |    |       | 科研費(基盤研究(B))                       | 2022-2024 | 石油産生緑藻 <i>Botryococcus braunii</i> の脂質分泌機構の解明                                             |
|      | 3  | 河野 重行 | JST 大学発新産業創出プログラム(START)           | 2015-2016 | クロレラによる複数色のカロテノイドと長鎖不飽和脂肪酸の大量生産                                                           |
|      |    |       | 科研費(基盤研究(B))                       | 2017-2019 | 性決定領域の起源と進化：原始的な多細胞海産藻類アオサ・アオノリの系統を探索                                                     |
|      | 4  | 白岩 善博 | —                                  |           |                                                                                           |
| 2011 | 1  | 植田 充美 | 科研費(基盤研究(B))                       | 2021-2023 | 海綿動物内の細菌叢から有用細菌を予測・特定可能な新規細菌形質解明システムの開発                                                   |
|      |    |       | JST 創発的研究支援事業                      | 2021-2027 | 難培養微生物の完全利用に向けた生細胞特異的識別・培養基盤技術の開発                                                         |
|      |    |       | 科研費(基盤研究(B))                       | 2018-2020 | 海綿動物内の有用化合物産生菌獲得・保存に向けた新規種特異的生細胞染色識別技術開発                                                  |
|      | 2  | 太田 啓之 | 科研費(基盤研究(A))                       | 2018-2022 | 光合成生物に広く保存された栄養欠乏時の脂質転換制御とその応用の分子基盤                                                       |
|      |    |       | JST 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム(OPERA) | 2016-2021 | OPERA 「ゲノム編集による革新的な有用細胞・生物作成技術の創出」における「ゲノム編集による革新的な有用細胞・生物作成技術の創出に関する国立大学法人東京工業大学による研究開発」 |
|      | 3  | 小俣 達男 | JST 未来社会創造事業(探索研究)                 | 2017-2021 | ミルキング法によるバイオ燃料生産の高効率化と安定化                                                                 |



|      |   |        |                       |           |                                     |
|------|---|--------|-----------------------|-----------|-------------------------------------|
|      | 4 | 久堀 徹   | 科研費(基盤研究(B))          | 2015-2017 | 光合成生物のレドックスネットワークを支える還元力分配ルールの解明    |
|      |   |        | 科研費(新学術領域研究(研究領域提案型)) | 2016-2020 | ATP 合成酵素によるプロトン駆動力制御                |
|      |   |        | 科研費(基盤研究(B))          | 2021-2023 | 光合成生物のレドックス制御系は in situ でどのように働くか   |
|      | 5 | 宮城島 進也 | 科研費(基盤研究(A))          | 2017-2019 | 光合成酸化ストレスへの対処機構の進化による細胞内共生成立過程の解明   |
|      |   |        | JST 未来社会創造事業(探索研究)    | 2017-2021 | 弱酸性化海水を用いた微細藻類培養系及び利用系の構築           |
|      |   |        | 科研費(基盤研究(A))          | 2020-2023 | 光合成を基盤とした細胞内共生進化の初期における宿主細胞の進化過程の解明 |
|      |   |        | JST 未来社会創造事業(本格研究)    | 2022-2026 | 酸性水を用いた微細藻類の培養および利用形態の革新            |
| 2012 | 1 | 石川 孝博  | —                     |           |                                     |
|      | 2 | 中島田 豊  | JST 未来社会創造事業(探索研究)    | 2018-2022 | 再生可能エネルギーを活用した有用物質高生産微生物デザイン        |
|      | 3 | 花井 泰三  | 科研費(基盤研究(B))          | 2020-2022 | 物質生産のための人工複合微生物系培養システムの構築           |

「—」該当なし

2022 年 8 月調査

多くの CREST 研究代表者は、研究終了後に新たな研究助成金を獲得し、CREST の研究成果を展開させている。具体例として、科研費の基盤研究(A)(跡見、太田、宮城島)、また基盤研究(B)(跡見、岡田、河野、早出、植田、久堀、花井)によりそれぞれ研究成果を展開している。JST の未来社会事業(探索研究)には小俣、宮城島また中島田が採択され、このうち宮城島は本格研究へ移行し、研究を展開させている。その他、JST の START(河野)や OPERA(河野、太田)で、産学連携により研究を展開している。

また、さきがけ研究者が、本研究領域の研究課題開始以降、獲得した助成金のリストを表 2-2 に示した。

表 2-2 さきがけ研究者の研究助成金獲得状況

| 採択年度 | No | 研究者   | 研究種目/事業      | 研究期間(年度)  | 研究課題                            |
|------|----|-------|--------------|-----------|---------------------------------|
| 2010 | 1  | 朝山 宗彦 | —            |           |                                 |
|      | 2  | 蘆田 弘樹 | 科研費(基盤研究(B)) | 2017-2019 | C02 固定酵素ルビスコの機能発現最適化による光合成の機能改良 |

|   |       |                                     |           |                                                                  |
|---|-------|-------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------|
|   |       | NEDO ムーンショット型研究開発事業                 | 2020-2022 | 「電気エネルギーを利用し大気 CO2 を固定するバイオプロセスの研究開発」内「CO2 取込み・濃縮能の付与」（委託先大学代表者） |
| 3 | 天尾 豊  | 科研費(新学術領域研究(研究領域提案型))               | 2018-2019 | 色素・半導体光触媒・生体触媒ハイブリッド型革新的二酸化炭素光還元系の設計と創製                          |
|   |       | 科研費(国際共同研究強化(B))                    | 2019-2023 | 二酸化炭素利用のための光触媒・生体触媒複合材料の創製に関する国際共同研究                             |
|   |       | 科研費(新学術領域研究(研究領域提案型))               | 2020-2021 | 二酸化炭素をメタノールに光還元する光触媒・生体触媒複合系の創製                                  |
|   |       | 科研費(基盤研究(B))                        | 2022-2024 | 複合触媒系による可視光を利用した二酸化炭素を原料とした生分解性高分子モノマー合成                         |
| 4 | 小山内 崇 | JST ALCA                            | 2018-2022 | ラン藻の発酵代謝工学—光合成を基盤としたコハク酸・乳酸生産                                    |
|   |       | 科研費(基盤研究(B))                        | 2020-2022 | 低酸素シグナルによる糖異化制御メカニズムの解明                                          |
| 5 | 神田 英輝 | ERCA 環境研究総合推進費                      | 2022-2024 | 微細藻類からの油脂抽出におけるポリマー系凝集剤の影響の解明                                    |
|   |       | JST SATREPS                         | 2015-2021 | 水処理システムと湿式抽出法による藻類の高効率燃料化の融合と実用化                                 |
| 6 | 輿 達也  | 科研費(新学術領域研究(研究領域提案型))               | 2018-2020 | 水分解反応を形成する高電位形成の解明とエネルギー創生                                       |
|   |       | 科研費(新学術領域研究(研究領域提案型))               | 2019-2020 | 新規クロロフィルを用いた生体人工光合成                                              |
| 7 | 中村 友輝 | ライジングスターアワード(科技部、台湾)                | 2017-2022 |                                                                  |
|   |       | Career Developemnt Award (中央研究院、台湾) | 2018-2022 | 植物の膜脂質にみられる概日リズムとその生理学的意義                                        |
| 8 | 蓮沼 誠久 | NEDO 戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業       | 2012-2015 | 海洋性緑藻による油脂生産技術の研究開発                                              |
|   |       | 内閣府 ImPACT                          | 2016-2018 | 動的代謝解析による海洋性緑藻の油脂生合成発動メカニズムの解明と油脂高生産技術開発への応用                     |
|   |       | 科研費(若手研究 A)                         | 2015-2017 | 海洋性ラン藻における人工転写調節システムの開発とイソプレノイド生産への応用                            |
|   |       | NEDO スマートセルプロジェクト                   | 2016-2021 | 高生産性微生物創製に資する情報解析システムの開発                                         |
|   |       | JST 未来社会                            | 2019-2023 | 細胞分裂制御技術による物質生産特化型ラン藻の創製と光合成的芳香族生産への応用                           |

|      |      |        |                           |           |                                          |
|------|------|--------|---------------------------|-----------|------------------------------------------|
|      |      |        | 創造事業(探索研究)                |           |                                          |
|      |      |        | 科研費(基盤研究(B))              | 2021-2024 | 鉄利用メカニズムの解明と制御による代謝経路の再編                 |
|      | 9    | 日原 由香子 | —                         |           |                                          |
|      | 10   | 本田 孝祐  | JST A-STEP                | 2015-2018 | 耐熱性酵素を用いたL-システイン製造技術の開発                  |
|      |      |        | JST 未来社会創造事業(探索研究)        | 2017-2019 | 複合微生物群集の合理的設計による有機性廃棄物の二次資源化             |
| 11   | 増川 一 | —      |                           |           |                                          |
| 2011 | 1    | 新井 宗仁  | 科研費(新学術領域研究(研究領域提案型))     | 2015-2016 | マイコプラズマ滑走タンパク質の構造ダイナミクス解析                |
|      |      |        | 科研費(基盤研究(B))              | 2019-2023 | 軽油相当のバイオ燃料を大量生産可能な高活性型アルカン合成関連酵素の創出      |
|      | 2    | 伊藤 卓朗  | —                         |           |                                          |
|      | 3    | 岩坂 正和  | 科研費(基盤研究(B))              | 2016-2018 | 医療用微細マイクロミラーを高機能化するグアニン結晶                |
|      |      |        | JST CREST                 | 2016-2021 | 魚のバイオリフレクターで創るバイオ・光デバイス融合技術の開発           |
|      | 4    | 梅野 太輔  | 科研費(新学術領域研究(研究領域提案型))     | 2016-2020 | 二次代謝経路の一次代謝化技術による稀少機能分子の高効率生産系の構築        |
|      |      |        | 科研費(基盤研究(B))              | 2018-2020 | ランダム変異蓄積によるスイッチ機能の創発と高度化                 |
|      |      |        | 科研費(基盤研究(B))              | 2021-2023 | 酵素安定化の可視化機構を利用した生合成工学・宿主工学技術の開発          |
|      | 5    | 得平 茂樹  | 発酵研究所大型研究助成               | 2017-2018 | 酸素発生型光合成により駆動する嫌気発酵プロセス                  |
|      | 6    | 田村 隆   | —                         |           |                                          |
|      | 7    | 富永 基樹  | JST ALCA                  | 2014-2019 | 原形質流動の人工制御:植物バイオマス増産の基盤技術としての確立          |
|      | 8    | 中澤 昌美  | 科研費(基盤研究(B))              | 2020-2023 | バイオ燃料と有用物質の同時生産を目指したユーグレナの複合的バイオリファイナリー化 |
|      | 9    | 成川 礼   | 科研費(基盤研究(B))              | 2022-2024 | 色素結合タンパク質と色素合成酵素の協奏的改変による多彩なオプトツールの開発    |
|      |      |        | 東京都立大学若手研究者等選抜型研究支援(重点研究) | 2022-2024 | シアノバクテリアの光応答戦略の解明とその応用利用                 |
|      | 10   | 養田 歩   | —                         |           |                                          |
| 2012 | 1    | 栗井 光一郎 | —                         |           |                                          |
|      | 2    | 岩堀 健治  | —                         |           |                                          |

|   |        |              |           |                                        |
|---|--------|--------------|-----------|----------------------------------------|
| 3 | 遠藤 博寿  | 科研費(基盤研究(B)) | 2022-2024 | 新規エピゲノム編集技術を用いた脂質高生産藻類の作出              |
| 4 | 柏山 祐一郎 | —            |           |                                        |
| 5 | 木村 浩之  | 科研費(基盤研究(B)) | 2016-2019 | 地下圏微生物による窒素循環：付加体の地下水流動と微生物脱窒のリンケージ解明  |
|   |        | 科研費(基盤研究(B)) | 2020-2023 | 付加体の深部帯水層の地下温水と微生物群集を活用したメタン・水素生成リアクター |
| 6 | 斉藤 圭亮  | 科研費(基盤研究(B)) | 2018-2021 | 水素結合ネットワーク構造に基づく蛋白質内プロトン移動の予測          |
| 7 | 塚谷 祐介  | 科研費(基盤研究(B)) | 2019-2021 | 長波長吸収型光合成への進化再現によるレッドエッジ変化の実験的検証       |

「一」該当なし

2022年8月調査

さきがけ研究者のほとんどが、研究終了後に新たな研究助成金を獲得し、研究成果を展開させている。このうち、科研費の基盤研究(B) また新学術領域研究(研究領域提案型)で研究展開している研究者が多い。また、JST 未来社会創造事業(探索加速型)(蓮沼、本田(静岡大学の木村および京都大学の跡見とのチーム))、ALCA(富永)、あるいは NEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)や ERCA(独立行政法人環境再生保全機構)での各事業で研究成果の展開を進めている。

## 2.2.2 論文

CREST 研究代表者の論文を、①CREST の成果、②CREST の発展、また③CREST の展開に分類し、それぞれについての領域全体の論文数および Top10%以内の論文数を表 2-3 と図 2-1 にまとめた。

表 2-3 CREST の成果、発展および展開の論文数<sup>1-3</sup>

| CREST 全体 | ①CREST の成果 |           | ②CREST の発展 |           | ③CREST の展開 |           |
|----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
|          | 論文数        | Top10%論文数 | 論文数        | Top10%論文数 | 論文数        | Top10%論文数 |
|          | 411        | 37        | 167        | 8         | 204        | 16        |

1) 各研究代表者の論文数は重複論文を含む。

2) Top%値は FWCI 値ベースとする。また Top%論文は「論文数」でリストアップした論文を対象とする。

3) 各 Top%論文数は“以内”を意味し、例えば Top10%の欄には 1%以下も含む件数がカウントされる。

2022 年 9 月調査

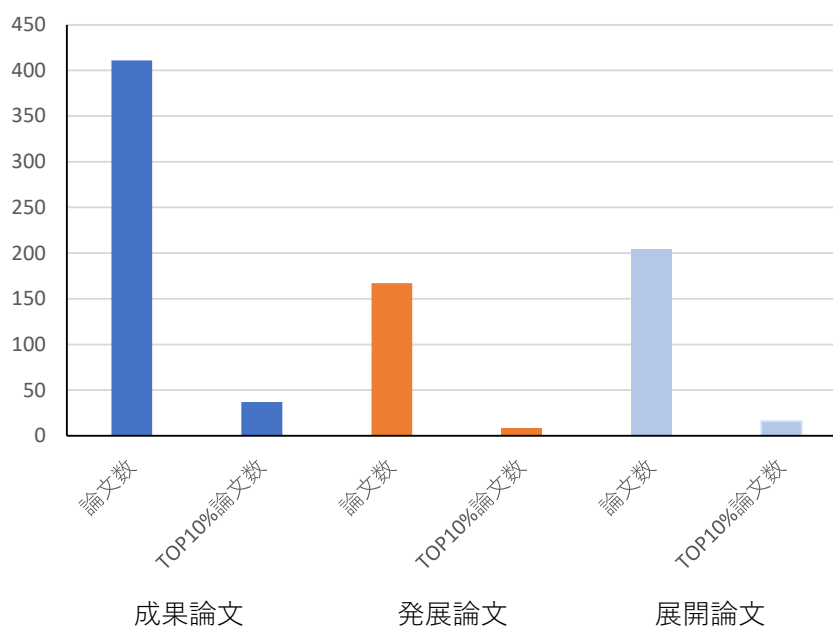


図 2-1 CREST 領域全体の論文数および Top10%以内の論文数

CREST 全体では、CREST の成果論文数は 411 報(このうち Top10%以内は 37 報)であり、CREST の発展論文数は 167 報(このうち Top10%以内は 8 報)、CREST の展開論文は 204 報 (このうち Top10%以内は 16 報)であった。

研究代表者別では、ばらつきはあるが、CREST の発展論文に関しては、跡見、植田、久堀が 20 報以上であり、展開論文では、岡田、河野、早出、植田が 20 報以上である。

また、さきがけ研究者の論文を、①さきがけの成果、②さきがけの発展、また③さきがけの展開に分類し、それぞれについての領域全体の論文数および Top10%以内の論文数を表 2-4 と図 2-2 にまとめた。

表 2-4 さきがけの成果、発展および展開論文数<sup>1-3)</sup>

| さきがけ全体 | ①さきがけの成果 |           | ②さきがけの発展 |           | ③さきがけの展開 |           |
|--------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
|        | 論文数      | Top10%論文数 | 論文数      | Top10%論文数 | 論文数      | Top10%論文数 |
|        | 172      | 22        | 381      | 23        | 427      | 39        |

2022 年 9 月調査

1) 各研究代表者の論文数は重複論文を含む。

2) Top%値は FWCI 値ベースとする。また Top%論文は「論文数」でリストアップした論文を対象とする。

3) 各 Top%論文数は“以内”を意味し、例えば Top10%の欄には 1%以下も含む件数がカウントされる。

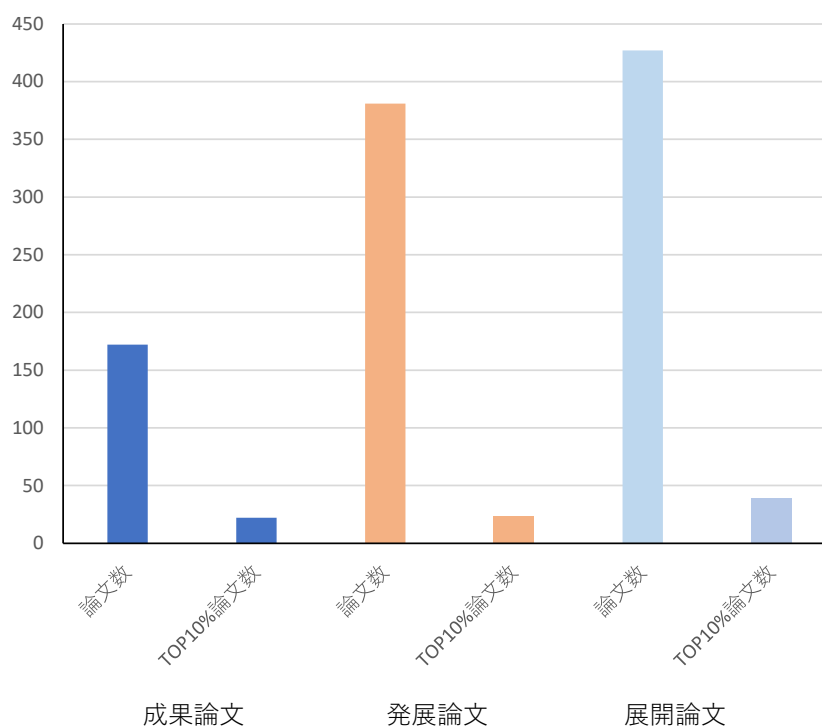


図 2-2 さきがけ領域全体の論文数および Top10%以内の論文数

さきがけ全体では、さきがけの成果論文数は 172 報(このうち Top10%以内は 22 報)であり、さきがけの発展論文数は 381 報(このうち Top10%以内は 23 報)、展開論文は 427 報(このうち Top10%以内は 39 報)であった。研究終了後の論文数また Top10%以内の論文数の大きく増加が確認できる。

研究者別では、ばらつきはあるが、さきがけの発展論文に関しては、天尾、小山内、神田、中村、蓮沼、および岩坂が 30 報以上である。また展開論文は、天尾、神田、靱、蓮沼、伊

藤、および田村が 20 報以上である。

### 2.2.3 特許

表 2-5 に CREST 研究代表者の研究期間中・終了後の特許の出願と成立状況の一覧表、また図 2-3 に研究期間中・終了後の特許の出願状況をまとめた。

表 2-5 CREST 研究代表者の研究期間中・終了後の特許の出願と成立状況

|     | 出願件数 |        | 登録件数 |        |
|-----|------|--------|------|--------|
|     | 国内   | (国際)海外 | 国内   | (国際)海外 |
| 期間中 | 51   | 16     | 28   | 7      |
| 終了後 | 17   | 9      | 2    | 0      |

2022 年 8 月調査

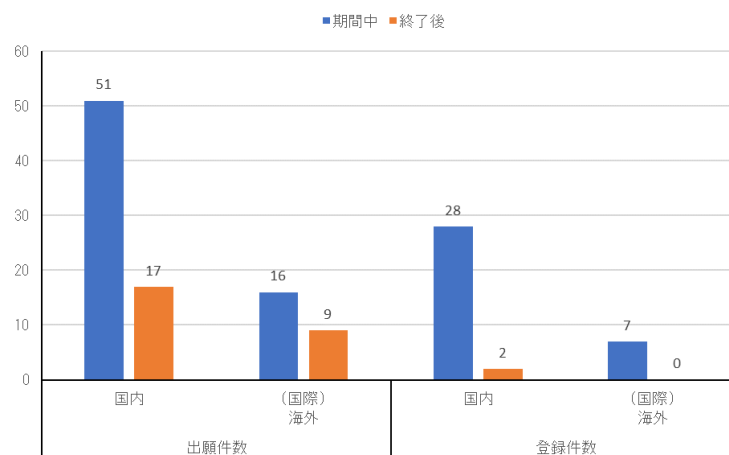


図 2-3 CREST 研究期間中・終了後の特許の出願と成立状況

領域全体では、研究期間中に対し出願件数および登録件数のいずれも研究終了後では減少している。なお、研究者別で終了後の出願数は、太田、植田が 3 件、宮城島が 5 件である。

また、表 2-6 にさがけの研究者の特許の出願や登録数を一覧表にまとめた。また図 2-4 に研究期間中・終了後の特許の出願状況をまとめた。

表 2-6 さがけ研究者の研究期間中・終了後の特許の出願と成立状況

|     | 出願件数 |        | 登録件数 |        |
|-----|------|--------|------|--------|
|     | 国内   | (国際)海外 | 国内   | (国際)海外 |
| 期間中 | 11   | 7      | 8    | 3      |
| 終了後 | 71   | 30     | 24   | 3      |

2022 年 8 月調査

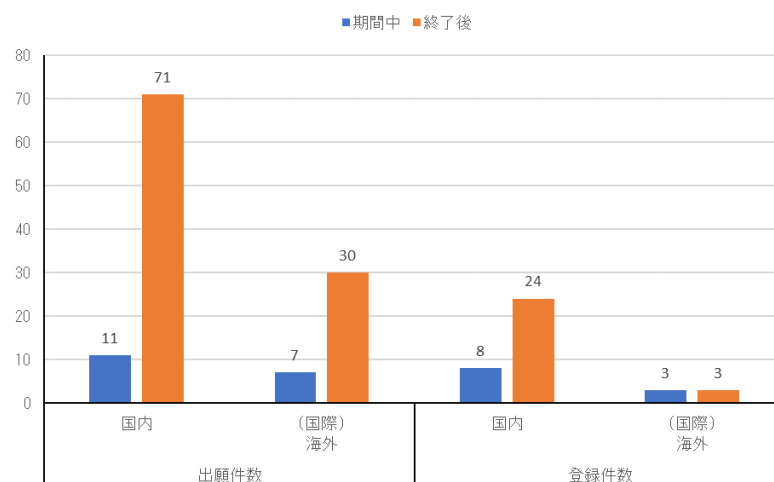


図 2-4 さきがけ研究期間中・終了後の特許の出願と成立状況

さきがけ全体では、研究期間中に対し出願件数および登録件数はいずれも研究終了後では大きく増加が見られる。研究者別では、ばらつきはあるが、研究終了後、蓮沼は国内特許出願 25 件(海外出願は 15 件)以上と多く、天尾、小山内、神田らは国内特許出願 5 件以上である。



## 2.2.4 共同研究や企業との連携

CREST 研究代表者およびさがけ研究者へのアンケートをもとに、大学/研究機関や民間企業との共同研究、また国際共同研究について、それぞれ表 2-7 および 8 に示した。

ほぼすべての研究代表者あるいは研究者において、国内外の大学/研究機関あるいは民間企業との共同研究、また国際共同研究が行われている。

表 2-7 CREST 研究代表者の大学/研究機関また民間企業との共同研究、国際共同研究の状況<sup>1</sup>

| 採<br>択<br>年<br>度 | N<br>o | 研<br>究<br>代<br>表<br>者 | 他<br>の<br>研<br>究<br>機<br>関<br>と<br>の<br>共<br>同<br>研<br>究<br>(受託を含む)                                                                                                       | 民<br>間<br>企<br>業<br>と<br>共<br>同<br>研<br>究<br>(受託を含む)                                                                                   | 国<br>際<br>共<br>同<br>研<br>究<br>(人事交流、論文等の共<br>著を含む)                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------|--------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 201<br>0         | 1      | 跡見<br>晴幸              | 微生物代謝研究領<br>域の海洋研究開発<br>機構と炭酸固定経<br>路・新規代謝酵素<br>の同定を目指した<br>共同研究<br>ケミカルバイオロ<br>ジー研究領域の大<br>阪大学とアーキア<br>核酸代謝の解明を<br>目指した共同研究                                              | 1 社と酵素工学に関<br>連する共同研究                                                                                                                  | バイオインフォマティクス研究領域の米<br>国・NIH と新規代謝酵素の同定、機能<br>未知遺伝子の機能解明を目指した共同<br>研究(論文 1 報発表)<br>ケミカルバイオロジー研究領域のイタ<br>リア・ナポリ大学とアーキア細胞表層<br>構造の解明を目指した共同研究<br>微生物生理学研究領域のポルトガル・<br>新リスボン大学と糖代謝制御機構の解<br>明を目指した共同研究(論文 1 報投稿<br>中)<br>腸内細菌研究領域の米国・イリノイ大<br>学と腸内細菌の炭素代謝の解明を目指<br>した共同研究(論文 1 報発表) |
|                  | 2      | 岡田<br>茂               | 大阪工業大学の河<br>村耕史准教授と炭<br>化水素高生産<br><i>Botryococcus<br/>braunii</i><br>新規株の探索につ<br>いて共同研究                                                                                   | —                                                                                                                                      | 米国・Texas A&M 大学の Devarenne 博<br>士らと、 <i>Botryococcus braunii</i> の品種<br>の炭化水素生産能について共同研究投<br>稿準備中                                                                                                                                                                               |
|                  | 3      | 河野<br>重行              | JST・OPERA で国立環<br>境研究所・微生物系<br>統保存施設(NIES コ<br>レクション)と東京<br>大学との共同研究<br>で、3,000 株のライ<br>ブラリーから選抜<br>した微細藻類によ<br>る、有用物質生産<br>とバイオ燃料生産<br>を統合し CO2 削減<br>に貢献することを<br>目指している | OPERA で民間/東京<br>大学の<br>共同研究「甜菜糖蜜<br>による油脂生産に資<br>する微細藻類株と<br>従属栄養培養法の<br>開発」や「微細藻<br>類の従属栄養大量<br>培養による甜菜糖<br>蜜から油脂へのバ<br>イオマス転換」な<br>ど | チェコ・チェコ科学<br>アカデミー微生物研究所と共同研究                                                                                                                                                                                                                                                   |

|  |          |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                     |
|--|----------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | 4        | 白岩<br>善博   | —                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 株式会社太洋サー<br>ビス、富士通株式<br>会社、パナック株<br>式会社とのアルケ<br>ノン産生藻の生産<br>性向上技術とその<br>利用に関する共同<br>研究(筑波大学鈴木<br>石根(本 CREST 共同<br>研究者))                                                                                                                                   | ハプト藻類の形質転換技術で日独共同<br>研究(筑波大学・ドイツ・ドレスデン工科大<br>学)を開始<br>韓国・漢陽大学校との共同<br>研究により共著論文を発表                  |
|  | 5        | 早出<br>広司   | —                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | —                                                                                                                                                                                                                                                         | 米国・カリフォルニア大学デービス校<br>との共同研究と国際共著<br>ドイツ・ルール大学との共同研究と国<br>際共著<br>米国・ノースカロライナ大学チャペル<br>ヒル校との共同研究と国際共著 |
|  | 201<br>1 | 1 植田<br>充美 | ・柴田<br>三重大学の伊藤智<br>広准教授とフロロ<br>タンニン類の抗メ<br>ラニン形成につい<br>て共同研究(論文 1<br>報発表、Nat.<br>Prod. Commun.,<br>16(5): 1-9, 2021)<br>愛知医科大学の松<br>井卓哉講師とフロ<br>ロタンニン類の抗<br>アレルギー性につ<br>いて共同研究で論<br>文 1 報発表(Food<br>Chem., 377:<br>131992, 2022)<br>名城大学の井藤千<br>裕教授とフロロタ<br>ンニン類の構造解<br>析について共同研<br>究で論文 1 報発表<br>(Nat. Prod.<br>Commun. 17, in<br>press.)<br>・モリ<br>産業技術総合研究<br>所/筑波大学と膜透<br>過性ペプチドを用<br>いた導入技術の開<br>発について共同研<br>究 | ・柴田<br>カイゲンファーマ<br>株式会社と「アル<br>ギン酸不飽和単糖<br>とフロロタンニン<br>類の食品・化粧品<br>分野での利用」に<br>ついて共同研究<br>みえぎょれん販売<br>株式会社と「フロ<br>ロタンニン類の食<br>品分野での<br>利用」について共<br>同研究<br>一正蒲鉾株式会社<br>と「アルギン酸不<br>飽和単糖とフロロ<br>タンニン類の食品<br>分野での利用」に<br>ついて共同研究<br>・モリ<br>民間企業 2 社と共<br>同研究 | —                                                                                                   |
|  |          | 2 太田<br>啓之 | 広島大学 OPERA、<br>COI-NEXT の研究プ<br>ロジェクト形成<br>京都大学、かずさ<br>DNA 研究所、東北大<br>学、国立遺伝学研                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | マツダ株式会社、<br>日本フィルター株式<br>会社、株式会社島津<br>製作所、癸巳化成<br>株式会社、三菱化<br>工機株式会社等                                                                                                                                                                                     | —                                                                                                   |

|      |       |                                                                      |                                                                                                                                                                                                   |                                                                            |                                                                                                   |
|------|-------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |       |                                                                      | 研究所                                                                                                                                                                                               |                                                                            |                                                                                                   |
| 3    | 小俣達男  | 埼玉大学、中部大学、かずさ DNA 研究所との共同研究                                          | 大成建設株式会社                                                                                                                                                                                          | —                                                                          |                                                                                                   |
| 4    | 久堀徹   | —                                                                    | —                                                                                                                                                                                                 | ドイツ・ハインリヒ・ハイネ大学植物学教室 Andreas Weber 教授とゲノム編集技術を用いた植物レドックス制御系関連タンパク質の機能解析を実施 |                                                                                                   |
| 5    | 宮城島進也 | 神戸大学と単細胞紅藻イデユコゴメ類のメタボロームについて共同研究<br>理化学研究所と単細胞紅藻イデユコゴメ類の細胞構造について共同研究 | 1 社とイデユコゴメ類の超高密度閉鎖培養技術の開発で共同研究<br>1 社とイデユコゴメ類の超高密度屋外開放培養設備の開発で共同研究<br>2 社とイデユコゴメ類を用いた化粧品原料開発で共同研究<br>1 社とイデユコゴメ類を用いた色素生産で共同研究<br>1 社とイデユコゴメ類を用いた機能性飼料添加物開発で共同研究<br>1 社とイデユコゴメ類の用いた水産養殖用飼料の開発で共同研究 | ポーランド・ワルシャワ大学と単細胞紅藻イデユコゴメ類を用いた光発電素子の作出に関する研究で論文を共著                         |                                                                                                   |
| 2012 | 1     | 石川孝博                                                                 | 静岡大学大学院理学領域と革新的バイオ燃料生産技術開発について共同研究                                                                                                                                                                | 株式会社 MOZU-Energy と株式会社 MOZU-Foods とユーグレナ有用機能物質に関して共同研究を実施                  | 2020 年に Euglena International Network を設立Science Committee として、多様なユーグレノイドのゲノム解析をはじめユーグレナ研究の国際化を推進 |
|      | 2     | 中島田豊                                                                 | —                                                                                                                                                                                                 | 磐田化学工業株式会社と耐塩性メタン発酵技術を用いた食品系廃棄物および海洋藻類廃棄物の処理およびエネルギー回収技術に関する共同研究 (2018-現在) | —                                                                                                 |
|      | 3     | 花井泰三                                                                 | —                                                                                                                                                                                                 | —                                                                          | —                                                                                                 |

「-」は該当なし

表 2-8 さきがけ研究者の大学/研究機関また民間企業との共同研究、国際共同研究の状況<sup>1</sup>

| 採択<br>年度 | No | 研究者      | 他の研究機関との<br>共同研究(受託を含む)                                                                                                                                                  | 民間企業と共同研究<br>(受託を含む)                                                                                                              | 国際共同研究<br>(人事交流、論文等の<br>共著を含む)                       |
|----------|----|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 2010     | 1  | 朝山<br>宗彦 | 複数の国立大学                                                                                                                                                                  | BioX 化学工業株式会社<br>その他、複数の民間企業                                                                                                      | —                                                    |
|          | 2  | 蘆田<br>弘樹 | 神戸大学、国立遺伝学<br>研究所、東京工業大学、理<br>化学研究所とシアノバクテ<br>リアを用いた芳香<br>族プラスチック生産に<br>ついて<br>産業技術総合研究所、東京<br>工業大学と微生物への CO2<br>固定能付与・強化<br>北海道大学と大腸菌を<br>用いた CO2 からのバイオポ<br>リマー生産      | 株式会社 IHI と藻類を<br>用いたバイオジェット燃<br>料生産について共同研究                                                                                       | —                                                    |
|          | 3  | 天尾<br>豊  | —                                                                                                                                                                        | 株式会社本田技術研究所<br>と異種生体触媒を利用<br>した二酸化炭素の電気<br>化学的還元に関する共同<br>研究                                                                      | 台湾・国立台湾大学<br>との共同研究が科研費<br>(国際共同研究強化<br>(B))         |
|          | 4  | 小山内<br>崇 | —                                                                                                                                                                        | —                                                                                                                                 | —                                                    |
|          | 5  | 神田<br>英輝 | 東京農工大学/愛知淑徳大学<br>/ 南 ア フ リ カ 共 和 国<br>eThekwiní 自治政府/<br>同 ダーバン工科大学/<br>同 ARC 農業研究機構(JST<br>SATREPS)京都大学(ERCA)岐<br>阜大学/産業技術総合研究<br>所<br>/ 九州大学/京都工芸繊維<br>大学/東京工業大学(NEDO) | 株式会社リコー、DIC株式<br>会社、オルガノ株式会社、<br>株式会社日本水産、<br>味の素株式会社、株式<br>会社日立製作所、株式<br>会社ファンケル、株式<br>会社 J オイルミルズと<br>油脂抽出や液化 DME 抽出<br>技術を共同研究 | インドネシア共和国・<br>スラバヤ工科大と高圧<br>流体に関する共著論文<br>を 60 報以上発表 |
|          | 6  | 輿<br>達也  | —                                                                                                                                                                        | —                                                                                                                                 | ロシア、カザフスタン<br>の研究者と共同で光合<br>成エネルギー変換の<br>論文を発表した     |
|          | 7  | 中村<br>友輝 | —                                                                                                                                                                        | —                                                                                                                                 | シンガポール国立大<br>学、ドイツ・ボン大学<br>との共同研究を論文<br>発表           |

|      |    |           |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                               |                                                                                                                              |
|------|----|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | 8  | 蓮沼<br>誠久  | 理化学研究所、産業技術総合研究所、東京大学、京都大学、東京工業大学、大阪大学、九州大学、新潟薬科大学、筑波大学、九州大学、岡山大学、明治大学、静岡大学、大阪府立大学、茨城大学、東北大学、福井工業大学、石川県立大学、東京農業大学、広島大学、徳島大学、千葉大学、早稲田大学、鹿児島大学、信州大学、東京女子大学、埼玉大学、群馬大学、島根大学、宮崎大学、国立遺伝学研究所、基礎生物学研究所等と共同研究 | 40 社以上                                                                                        | 米国・イリノイ大学、テキサス大学、シンガポール・シンガポール国立大学、南アフリカ共和国・西ケープ大学ステレンボッシュ大学、フランス・ツール大学、ポルトガル・ミンホ大学、中国・上海交通大学、清華大学、南京大学、大連理工大学、台湾・成功大学等と共同研究 |
|      | 9  | 日原<br>由香子 | 東京農工大学の早出とCREST「シアノファクトリの開発」について共同研究(研究分担者)                                                                                                                                                          | 花王株式会社とシアノバクテリアの代謝改変に関する共同研究                                                                  | —                                                                                                                            |
|      | 10 | 本田<br>孝祐  | 京都大学・跡見らと好熱菌由来酵素の特性評価に関する共同研究を実施<br>産業技術総合研究所・油谷幸代らとの共同研究                                                                                                                                            | JST : A-STEP シーズ育成タイプ「耐熱性酵素を用いた L-システイン製造技術の開発」(連携先企業 : 興人ライフサイエンス株式会社)<br>その他の民間企業との共同研究 1 件 | ドイツ・ビーレフェルト大学、インドネシア共和国・バンドン工科大学などから大学院生の交換留学による共同研究 (Extremophiles, 25, 393-402 (2021))                                     |
|      | 11 | 増川<br>一   | NA                                                                                                                                                                                                   | NA                                                                                            | NA                                                                                                                           |
| 2011 | 1  | 新井<br>宗仁  | 東京大学と植物が持つタンパク質についての共同研究<br>東京大学と光遺伝学用タンパク質についての共同研究<br>大阪市立大学とマイコプラズマが持つタンパク質についての共同研究<br>埼玉大学とシアノバクテリアのタンパク質についての共同研究<br>帝京平成大学と NMR を用いたタンパク質の構造解析についての共同研究<br>東北大学・理研とタンパク質の構造ダイナミクスについての共同研究    | キューピー株式会社との共同研究<br>PRISM BioLab との共同研究<br>他 2 社との共同研究                                         | 米国・スクリプス研究所との共同研究の成果を共著論文として出版(論文 3 報)                                                                                       |
|      | 2  | 伊藤<br>卓朗  | —                                                                                                                                                                                                    | —                                                                                             | —                                                                                                                            |
|      | 3  | 岩坂<br>正和  | NA                                                                                                                                                                                                   | NA                                                                                            | NA                                                                                                                           |
|      | 4  | 梅野<br>太輔  | 神戸大学と遺伝子スイッチ(センサ)開発で共同研究<br>東京大学と酸化酵素の機能                                                                                                                                                             | K 社と化成品バイオ生産株開発で共同研究<br>C 社とバイオセンサー                                                           | 米国・エモリー大学のトリテルペン研究室に酵素スクリーニング                                                                                                |

|   |          |                                                                                                                                                                                             |                                                                     |                                                                                                                                                                                  |
|---|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |          | 改良研究で共同研究<br>千葉大学と膜タンパク質の改良研究で共同研究<br>千葉大学とヒ素センサの開発で共同研究<br>新潟大学と香料テルペンの生合成経路開発で共同研究<br>九州大学と診断酵素開発で共同研究<br>九州大学と薬物除放技術開発で共同研究<br>東京大学とテルペン生産藻類の開発で共同研究<br>石川県立大学とカロテノイドまたアルカロイド生合成における共同研究 | 開発に関する共同研究<br>E 社と揮発テルペン類のバイオ生産に関する共同研究                             | 技術指導                                                                                                                                                                             |
| 5 | 得平<br>茂樹 | —                                                                                                                                                                                           | —                                                                   | JSPS の二国間交流事業において、微細藻類をテーマとするドイツと日本による二国間セミナーを主催                                                                                                                                 |
| 6 | 田村<br>隆  | —                                                                                                                                                                                           | 住友林業株式会社、湧永製薬株式会社、大建工業株式会社、旭化成株式会社                                  | フランス CRNS- IPREM (生物無機化学・環境科学部門)との共同研究、[NiFeSe]ヒドロゲナーゼの ICP-MS 解析                                                                                                                |
| 7 | 富永<br>基樹 | 名古屋大学と気孔開度強化株における高速型ミオシン発現に関する共同研究<br>産業総合研究所と木質強化株における高速型ミオシン発現に関する共同研究<br>筑波大学とカメラナ高速型ミオシン発現株の屋外での成長解析に関する共同研究                                                                            | 株式会社日本たばこ産業とトウモロコシにおける高速型ミオシン発現に関する共同研究<br>株式会社 00 との資源植物増産に関する共同研究 | —                                                                                                                                                                                |
| 8 | 中澤<br>昌美 | 福井工業大学の柏山祐一郎とユーグレナを含む藻類の葉緑体代謝に関する共同研究、島根大学の川向誠と嫌氣的呼吸鎖を構成するキノン化合物に関する共同研究                                                                                                                    | 1 社と共同研究および特許出願                                                     | Euglena International Network の Science Committee として参画<br>イギリス、チェコ、ポーランド、ベルギーの研究者と交流さらにベルギー・リエージュ大学の研究者とは JSPS-FNRS 二国間交流事業で 2022 年度から共同研究<br>チェコ・チャールズ大学からの博士課程学生インターンシップの受け入れ |

|      |    |           |                                                        |                                                                            |                                                                                                                                                                                |
|------|----|-----------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | 9  | 成川<br>礼   | 東北大学とビリベルジン<br>結合型蛍光プローブの利用<br>についての共同研究               | —                                                                          | 米国・カリフォルニア<br>大学デービス校と光受<br>容体に関する共同研究<br>で論文を共著 (PNAS) 短<br>期滞在し共同研究<br>米国・オレゴン州立大<br>学とビリベルジン結合<br>型光受容体に関する共<br>同研究で論文を共著<br>(IJMS など)<br>ドイツ・カイザーテル<br>ン工科大学に短期滞在<br>し共同研究 |
|      | 10 | 養田<br>歩   | —                                                      | —                                                                          | —                                                                                                                                                                              |
| 2012 | 1  | 栗井<br>光一郎 | —                                                      | —                                                                          | —                                                                                                                                                                              |
|      | 2  | 岩堀<br>健治  | —                                                      | —                                                                          | —                                                                                                                                                                              |
|      | 3  | 遠藤<br>博寿  | 筑波大学、秋田県立大学、<br>関東学院大学、宇部工業高<br>等専門学校と微細藻類に関<br>する共同研究 | —                                                                          | ドイツ・ドレスデン工<br>科大学<br>の Andre Scheffell<br>教授と微細藻類に関す<br>る共同研究                                                                                                                  |
|      | 4  | 柏山<br>祐一郎 | NA                                                     | NA                                                                         | NA                                                                                                                                                                             |
|      | 5  | 木村<br>浩之  | 大阪大学の本田孝祐と共同<br>研究                                     | 株式会社エコアドバンス<br>とメタン・水素ガス生成<br>リアクターの開発<br>株式会社明電舎と温泉<br>メタンガス発電システム<br>の開発 | —                                                                                                                                                                              |
|      | 6  | 斉藤<br>圭亮  | —                                                      | —                                                                          | —                                                                                                                                                                              |
|      | 7  | 塚谷<br>祐介  | さががけ終了後、共同研究<br>を続けている                                 | —                                                                          | 米国・南イリノイ大学<br>と、新種単離および<br>光捕集器官の性質解析<br>で論文共著                                                                                                                                 |

「-」は該当なし、「NA」はアンケート回答なし

2022 年 8 月調査

## 2.2.5 実用化・製品化

CREST 研究代表者およびさががけ研究者へのアンケートをもとに、知的財産に関して実施  
許諾や技術移転、成果物の利用あるいは提供について表 2-9 にまとめて示した。

多くの研究(代表)者は、実用化また製品化に向け、積極的に企業への知的財産の実施許諾  
や技術移転また成果物の利用あるいは提供を行っている。

表 2-9 知的財産に関して実施許諾や技術移転、成果物の利用あるいは提供<sup>1</sup>

| 採択<br>年度 | 研究<br>(代表)者 | 知的財産に関して実施許諾                                                                        | 技術移転                                                                                                                          | 成果物の利用あるいは<br>提供                            |
|----------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| CREST    |             |                                                                                     |                                                                                                                               |                                             |
| 2010     | 河野 重行       | カロテノイドの大量生産<br>方法、特許第 6847389 号<br>長鎖脂肪酸生産藻類及び<br>それを用いた長鎖脂肪酸<br>生産方法、特許第 6721807 号 | 重イオンビームで作出<br>した株、数十株をアル<br>ガルバイオ株式会社に<br>提供                                                                                  | 企業へのサンプル提供                                  |
| 2011     | 植田 充美       | カイゲンファーマ株式会<br>社へ商標「マリンポリフェ<br>ノール®」を使用許諾                                           | カイゲンファーマ株式<br>会社へフロロタンニン<br>類の抽出ノウハウを<br>提供                                                                                   | カイゲンファーマ株式<br>会社へサンプルとして<br>フロロタンニン類を<br>提供 |
|          | 太田 啓之       | 特許譲渡「株式会社ファイ<br>トリピッドテクノロジーズ」                                                       | —                                                                                                                             | —                                           |
|          | 小俣 達男       | —                                                                                   | —                                                                                                                             | 遊離脂肪酸生産株を、<br>企業に<br>研究用として供与した             |
|          | 宮城島 進<br>也  | イデユコゴメ類 1 倍体の<br>培養技術を実施許諾                                                          | —                                                                                                                             | 作出したイデユコゴメ<br>類 1 倍体を各企業に提<br>供             |
| 2012     | 中島田 豊       | —                                                                                   | 磐田化学工業株式会<br>社に耐塩性メタン発酵に<br>関わる成果/ノウハウ<br>を提供                                                                                 | —                                           |
| さががけ     |             |                                                                                     |                                                                                                                               |                                             |
| 2010     | 朝山 宗彦       | —                                                                                   | —                                                                                                                             | 一部製品化(機能性食<br>品)                            |
|          | 神田 英輝       | 名古屋大学が株式会社リ<br>コーに特許を売却                                                             | —                                                                                                                             | 株式会社アルビオンが<br>事業化を進めている                     |
|          | 蓮沼 誠久       | 3 社に権利譲渡                                                                            | 20 社以上の民間企業<br>に技術指導実施                                                                                                        | 細胞育種システム、代謝<br>物解析システム等                     |
|          | 本田 孝祐       | —                                                                                   | —                                                                                                                             | 耐熱性酵素遺伝子の<br>一部を企業に提供                       |
| 2011     | 新井 宗仁       | —                                                                                   | 3 社に技術指導                                                                                                                      | —                                           |
|          | 梅野 太輔       | —                                                                                   | C 社へテルペン微生物<br>育種に関する技術指導<br>D 社に改変型の炭化<br>水素合成酵素の創出の<br>技術指導<br>K 社にバイオセンサー<br>の製作技術の技術指導<br>T 社に微生物発現調節<br>系のインストール技術<br>指導 | 安全な誘導剤を使った<br>遺伝子誘導系の提供(企<br>業 3 件)         |
|          | 富永 基樹       | 日本たばこ産業株式会<br>社へ実施許諾                                                                | 日本たばこ産業株式会<br>社へ技術指導実施                                                                                                        | 日本たばこ産業株式会<br>社へ高速型ミオシン遺<br>伝子の提供           |



|      |       |   |                  |                                                          |
|------|-------|---|------------------|----------------------------------------------------------|
|      | 中澤 昌美 | — | 特許を共同出願し、共同利用を予定 |                                                          |
| 2012 | 木村 浩之 | — | —                | 静岡県島田市の川根温泉にて温泉メタンガスによる電熱供給システム<br>焼津市の焼津温泉にて温泉メタンを都市ガス化 |

「-」は該当なし

2022年8月調査

さらに実用化また製品化については以下が挙げられる。

CREST 植田らによる海藻ポリフェノールのフロロタンニン類は、美容補助食品「ソルプロプリウス」が商品化された。

CREST 中島田らは、耐塩性メタン発酵技術を用いた食品系廃棄物および海洋藻類廃棄物の処理およびエネルギー回収技術に関する実用化研究を企業と行っている。

さきがけ神田らが開発した亜臨界 DME (ジメチルエーテル) 抽出技術が企業において化粧品原料抽出技術として開発を進められているまた、南アフリカにて抽出槽 30L の世界最大規模の DME 抽出装置を建造し運転を開始した。

蓮沼らが開発した「代謝物抽出トータルシステム」と「ハイスループット評価システム」を含むパイロットラボが神戸大学内に設置され、企業と研究を進めている。

木村らの開発した静岡県島田市の川根温泉にて温泉メタンガスによる電熱供給システムおよび焼津市の焼津温泉にて温泉メタンを都市ガス化が、それぞれ社会実装された。

## 2.2.6 スタートアップ

CREST研究代表者およびさきがけ研究者によるスタートアップの設立例を表2-10に示した。

表2-10 スタートアップの設立例

| 採択年度  | No | 研究(代表)者 |                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------|----|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CREST |    |         |                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2010  | 3  | 河野 重行   | 数千種類の微細藻類の株から効率的に機能性を持つ脂肪酸やカロテノイドを生産させ、食品、医療、燃料など様々な分野への応用を行う株式会社アルガルバイオを2018年3月に起業                                                                                                                                              |
|       | 5  | 早出 広司   | 研究分担者、明治大学准教授・小山内崇がシアノバクテリア関連研究をもとに株式会社シアノロジー ( <a href="https://www.cyanobacteria.biz/">https://www.cyanobacteria.biz/</a> ) を起業<br>2022年6月2日設立 資本金300万円微細藻類を始めとする微生物の研究および培養、研究用試薬・器具・装置の製造、販売、教育、研究、新規事業に関する情報提供とコンサルティング業務など |
| 2011  | 1  | 植田 充美   | Barcodebody社設立 <a href="https://www.barcodebody.co.jp/">https://www.barcodebody.co.jp/</a> (京都大学内大学発ベンチャー) 2019年11月22日登記、動物個体を用いないVHH抗体生産、AMED-COVID-19関連の本庶佑先生主宰のプロジェクトでの抗体産生に                                                  |

|      |    |       |                                                                                                                                                                         |
|------|----|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |    |       | 貢献                                                                                                                                                                      |
|      | 2  | 太田 啓之 | 株式会社ファイトリピッドテクノロジーズ、2021年4月設立 資本金1800万円、従業員数4名これまでの研究実績の高い専門性、優位性を生かして、植物や藻類などに含まれる天然の脂質、それらを改変した化合物の有効利用またそのような有効成分を含む植物や藻類などを活用した有用物質の生産などの研究開発、新品種の分子育種、有用成分の製造などを実施 |
| さきがけ |    |       |                                                                                                                                                                         |
| 2010 | 4  | 小山内 崇 | 2022年6月2日、株式会社シアノロジー設立小山内が代表取締役資本金300万円、従業員1名企業との研究開発支援                                                                                                                 |
|      | 8  | 蓮沼 誠久 | バックス・バイオイノベーション社の設立                                                                                                                                                     |
| 2011 | 10 | 蓑田 歩  | 2015年度 NEDOスタートアップイノベーション事業「硫酸性温泉紅藻を利用した低濃度の貴金属回収システムの事業化」3,500万円、株式会社ガルデリア代表者（筑波大学再委託分 846万円）                                                                          |

## 2.3 研究成果から生み出された科学技術や社会・経済への波及効果

### 2.3.1 研究領域の展開状況(まとめ図)

本研究領域では、2010年から2017年にかけてCREST13件、さきがけ28件の研究課題を採択し、「水生・海洋藻類等による石油代替等のバイオエネルギー創成及びエネルギー生産効率向上のためのゲノム解析技術・機能改変技術等を用いた成長速度制御や代謝経路構築等の基盤技術の創出」の戦略目標の下で研究を遂行した図2-5に展開と発展のまとめを示した。

| 戦略目標、達成目標                                                                                                                                                                                                                                    | インプット                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | アクティビティ/アウトプット                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | アウトカム（short/mid-term）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                     | アウトカム（long-term） / インパクト |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ～追跡調査時点                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 今後予想される展開                                                                           | 今後想定される波及効果              |
| <p>戦略目標：<br/>水生・海洋藻類等による石油代替等のバイオエネルギー創成及びエネルギー生産効率向上のためのゲノム解析技術・機能改変技術等を用いた成長速度制御や代謝経路構築等の基盤技術の創出</p> <p>(1)藻類等の生理機能および物質代謝機構の解明</p> <p>(2)藻類等における機能設計・合成に資する基盤技術の開発</p> <p>(3)藻類等の機能改変技術の構築と有用生物の創成</p> <p>(4)藻類等の産する新規燃料物質や有用資源の探索と生産</p> | <div>研究総括：<br/>松永 是</div> <div>CREST研究代表者</div> <div>さがけ研究者</div> <div>跡見 晴幸</div> <div>岡田 茂</div> <div>河野 重行</div> <div>白岩 善博</div> <div>早出 広司</div> <div>植田 充美</div> <div>太田 啓之</div> <div>小俣 達男</div> <div>久堀 徹</div> <div>宮城島 進也</div> <div>石川 孝博</div> <div>中島田 豊</div> <div>花井 泰三</div> <div>13名</div> <div>28名</div> | <div>研究成果</div> <div>CREST</div> <div>論文</div> <div>①CREST研究成果の論文数</div> <div>②CREST研究成果の発展の論文数</div> <div>411 (37)</div> <div>167 (8)</div> <div>( )の値はTop10%以内論文数</div> <div>特許申請・登録</div> <div>期間中</div> <div>終了後</div> <div>出願</div> <div>国内</div> <div>51</div> <div>17</div> <div>海外</div> <div>16</div> <div>9</div> <div>登録</div> <div>国内</div> <div>28</div> <div>2</div> <div>海外</div> <div>7</div> <div>0</div> <div>さがけ</div> <div>論文</div> <div>①さがけ研究成果の論文数</div> <div>②さがけ研究成果の発展の論文数</div> <div>172 (22)</div> <div>381 (23)</div> <div>( )の値はTop10%以内論文数</div> <div>特許申請・登録</div> <div>期間中</div> <div>終了後</div> <div>出願</div> <div>国内</div> <div>11</div> <div>71</div> <div>海外</div> <div>7</div> <div>30</div> <div>登録</div> <div>国内</div> <div>8</div> <div>24</div> <div>海外</div> <div>3</div> <div>3</div> | <div>科学技術的および社会・経済的な波及効果</div> <div>始原微生物の代謝機構の解明、微生物のC1代謝関連酵素と経路の同定(C跡見)<br/>ルビスコのCO2識別能力(さ蘆田)<br/>光合成主要色素の機能解明(さ靱)<br/>トリアシルグリセロール (tag) を合成する新しい代謝経路(さ中村)</div> <div>クロレラによるカロテノイドと長鎖不飽和脂肪酸の大量生産方法(C河野)<br/>1細胞フェノーム解析技術(C植田)<br/>藻類のオイル生産を制御する因子を同定(C太田)<br/>ミルキング法を用いたミルキング法(C小俣)<br/>代謝物抽出・トータルシステム」、「ハイスループット評価システム」の開発(さ蓮沼)<br/>高効率なテルペン酵素の発現毒性を用いた育種技術(さ梅野)</div> <div>イデコゴメ類の海水を用いた超高密度開放培養系C宮城島)<br/>種子植物の栄養欠乏応答性における膜脂質代謝の役割 (さ中村)<br/>高速型ミオシンXIIによる植物の成長促進(さ富永)<br/>遊離脂肪酸の生産(さ日原)<br/>貴金属を吸着可能な単細胞性紅藻(さ蓑田)</div> <div>Gas to Lipidsバイオプロセス(C中島田)<br/>青色素タンパク質（フィコシアニン）等の効率的な生産と回収並びに加工製造法の開発(さ朝山)<br/>ラン藻のコハク酸生産量を増大(さ小山内)<br/>DME抽出技術(さ神田)<br/>温泉メタンガスによる電熱供給システム 都市ガス化(さ木村)</div> <div>展開</div> <div>CREST<br/>科研費 基盤研究(A)、基盤研究(B)10件<br/>科研費 新学術領域研究<br/>JST 未来社会事業<br/>JST CREST</div> <div>さがけ<br/>科研費 基盤研究(B)15件<br/>科研費 新学術領域研究<br/>JST 未来社会事業<br/>JST ALCA<br/>ERCA</div> <div>スタートアップ</div> <div>(株)アリガバイオ(C河野)<br/>(株)シアノロジー(C早出、さ小山内)<br/>(株) Barcodebody(C植田)<br/>(株)ファイトリッドテクノロジー(C太田)<br/>(株)バックス・バイオイノベーション(さ蓮沼)</div> <div>実用化・製品化</div> <div>マリンポリフェノール(C植田)<br/>DME抽出装置(さ神田)<br/>細胞育種システム、代謝物解析システム(さ蓮沼)<br/>温泉メタンガスによる電熱供給システム、都市ガス化(さ木村)</div> <div>・藻類等の成長制御や代謝制御の実用化</div> <div>・残渣や副生成物の効率的な完全活用</div> <div>有用遺伝子と新種の探索・分類・同定・改変・機能解析</div> <div>標的藻類等の培養・中間体に生産・分離</div> <div>標的有用物質の大量生産・分離・回収・精製・改質→産業化</div> | <p>バイオDX</p> <p>バイオエネルギー創成の革新的技術</p> <p>→ 省エネ・カーボンニュートラル脱炭素社会の実現</p> <p>食料問題の解決</p> |                          |

図 2-5 まとめ図

### 2.3.2 研究成果の科学技術や社会・経済への波及効果

研究終了後も各研究(代表)者はそれぞれ異なるアプローチにより、藻類等の機能の把握・制御、効率的なバイオ燃料生産をはじめとする藻類等の機能を利用した基盤的な技術シーズの創出に取り組んだ以下、CRESTとさがしに分け、研究成果の展開と科学技術や社会・経済への波及効果について記述する。

(CREST)

跡見らは、超好熱性アーキアを含む始原微生物において、アミノ酸や補酵素・補因子などの基盤生体分子の生合成や分解に関与する酵素・遺伝子を同定し、代謝機構を明らかにした。また、南部沖縄トラフの熱水活動域から採取した試料から単離した細菌が、アミノ酸などの化合物生合成に不可欠な TCA(クエン酸)回路の中でも、最も始原的な形態の回路を有することを発見した<sup>4</sup>。また、微生物の C1 代謝関連酵素と経路の同定に関し、二酸化炭素、ホルムアルデヒド、ギ酸などの C1 化合物の変換に関与する酵素、あるいはメチル基、ヒドロキシメチル基等の C1 基の転移に関与する酵素とそれらが関与する代謝機構を明らかにした。これらの成果は、始原微生物における基盤生体分子の生合成機構の解明、またバイオマス(特にヘミセルロース)の利用や二酸化炭素の濃度を上昇させた条件などにおいて、二酸化炭素の資源化を実現できる可能性がある。

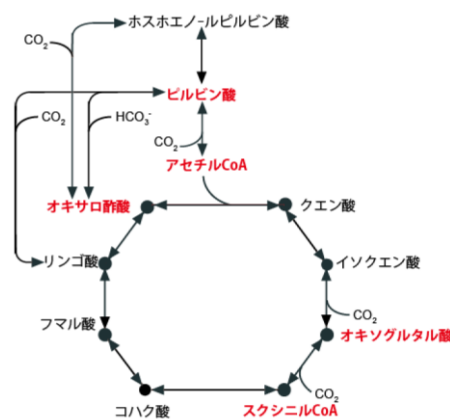


図 2-6 TCA 回路とピルビン酸、アセチル CoA、オキサロ酢酸、オキシグルタル酸、スクシニル CoA の関係<sup>4</sup>

河野らは、クロレラによるカロテノイドと長鎖不飽和脂肪酸の大量生産方法の検討を行い事業化の目処を付けた長鎖不飽和脂肪酸に関しては重イオンビームで新たな突然変異体を単離してエルカ酸やネルボン酸の生産を誘導できるようになった。また、数千種類の微細藻類の株から効率的に機能性を持つ脂肪酸やカロテノイドを生産させ、食品、医療、燃料など様々な分野への応用を行う株式会社アルガルバイオを 2018 年 3 月に起業した<sup>5</sup>。

植田らは、細胞が 1 細胞ずつ配置されたその場でダイナミクスを捉えるナノバイオセンシングとマイクロ流体デバイスを活用した。1 細胞フェノーム解析技術の創成、ペプチドバーコードを用いた抗体ライブラリの構築を行い、企業との共同研究を行っている。また、海藻ポリフェノールのフロロタンニン類(商標：マリンポリフェノール)についてカイゲンファーマ株式会社と共同で、「抗糖化活性」と「抗メラニン形成」、ヒト臨床試験により「抗紫

<sup>4</sup> <https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/2018-02-27-1>

<sup>5</sup> <https://algalbio.co.jp/>

外線効果」を明らかにし、カイゲンファーマ株式会社からフロロタンニン類が配合された美容補助食品「ソルプロプリュス」<sup>6</sup>が製品化された。

太田らは、ナンノクロロプシスのゲノム情報や遺伝子オントロジー情報をもとに、油脂の量的および質的改変にかかる標的遺伝子の探索と選抜、さらに標的遺伝子の改変を行いその効果を検証、高付加価値性脂質を生産する植物の創出とその評価を行った。また、バイオ燃料をはじめとする有用脂質生産に活用が期待される藻類の一種「クラミドモナス」で、リンや窒素の栄養欠乏時に起こるオイルの蓄積を制御する因子の同定に成功し、またこの制御因子は特に栄養欠乏時の細胞内にオイルが大量に蓄積する時期に機能する主要な制御因子であることも突き止めた<sup>7</sup>。明らかになった脂質蓄積の制御の機構や制御因子自体を、藻類で生産する有用脂質の種類や生産の時期を自在にコントロールすることが期待される。これらの成果は、JST 共創の場形成支援プログラム (COI-NEXT) の研究プロジェクトにつながっている。

小俣らは、高い脂肪酸合成活性を有するラン藻 *Synechococcus elongatus* を利用し、バイオ燃料の原料となる遊離脂肪酸 (FFA) を継続的に細胞外に放出させて回収する「ミルクィング方式」により、CREST 終了時には  $180 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$  だった限界を  $1,000 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$  に高め、生産速度も CREST 研究終了時に比べて倍増させた。屋外で光合成微生物を用いてバイオ燃料を大量生産するためには、 $1,000$  から  $2,000 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$  の強光に耐える生産系を構築する必要があるが、微細藻類を用いたバイオ燃料生産において実用レベルのエネルギー収支比を実現するために生産物を細胞外に排出させる「ミルクィング法」が有用であることを示した。また、味の素株式会社との共同研究により、ラン藻 *Synechocystis sp. PCC 6803* を用いたグルタミン酸および2種の芳香性物質の生産系を構築した。

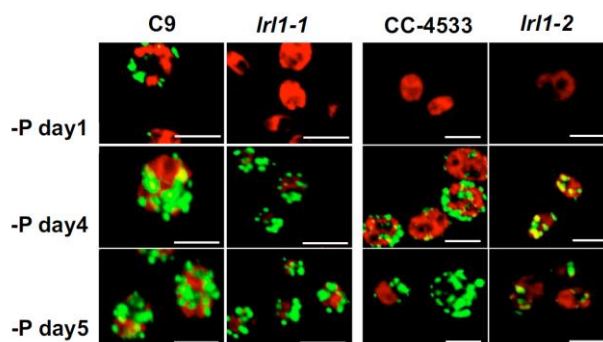


図 2-7 LRL1 の二つの変異体のオイルの蓄積と細胞サイズの変化<sup>7</sup>  
赤：葉緑体のクロロフィル蛍光 緑：油滴リン欠乏条件 (-P) への移行後、野生型 (C9 と CC4533) では細胞のサイズが肥大し、オイルの蓄積に伴い油滴の肥大や数の増加が起こるが、二つの変異体 lr11-1, lr11-2 では、オイルの蓄積が抑制され、細胞のサイズも小さい。

<sup>6</sup> <https://www.kaigen-pharma.co.jp/product/type03/282/>

<sup>7</sup> [https://www.nig.ac.jp/nig/ja/2019/07/research-highlights\\_ja/pr20190731.html](https://www.nig.ac.jp/nig/ja/2019/07/research-highlights_ja/pr20190731.html)



宮城島らは、強固な細胞壁を持ち内容物の抽出や動物による消化が困難であった単細胞紅藻イデユコゴメ類から、細胞壁を持たない形態を誘導し、培養する技術を開発した。また、細胞壁のないイデユコゴメ類を、海水ベースの培地の屋外開放条件での純粋培養、さらに糖を含む培地を用いることで、既存技術の25倍以上の高密度まで増殖させることが出来た。さらに、タンパク質および各種ビタミンの含有量が高い藻体であったイデユコゴメ類の海水を用いた超高密度開放培養系の開発により、淡水が得られないような場所での生産や藻体の生産コストの大幅削減が可能となった<sup>8</sup>。イデユコゴメ類においてセルフクローニング(non-GMOの遺伝的改変)を含む遺伝的改変技術を開発し、本方法によりビタミン類を増量できた他、家畜用の胃酸耐性の「食べるワクチン」となりうる藻類株を作出した。これにより、DNAワクチン含有飼料微細藻類の機能性飼料、飼料としての利用の可能性が高まった。また、微細藻類の利用規模拡大、その有効活用によるCO<sub>2</sub>削減、安定した食糧生産が期待されるJST 未来社会事業「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域における本格研究でさらに展開を進めている。

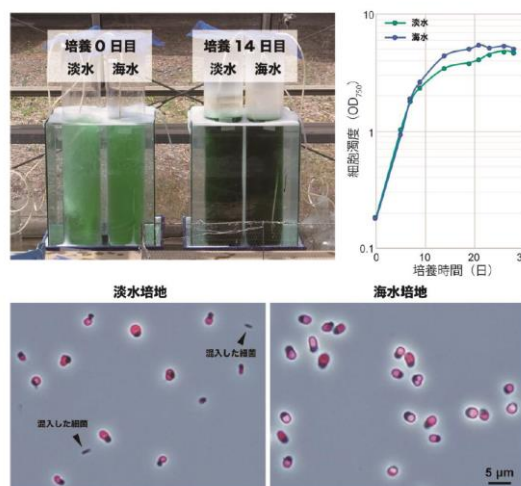


図 2-8 淡水培地と天然海水培地におけるシズンの屋外開放培養とその比較<sup>8</sup>

それぞれ7リットルの淡水培地と天然海水培地に塩耐性を強化したシズンを植え、14日間屋外開放培養した結果を示す。シズンが、海水培地でも淡水培地と同等の速度でまた同等の密度まで増殖したことが分かる。一方で、海水培地では細菌が混入していない。

それぞれ7リットルの淡水培地と天然海水培地に塩耐性を強化したシズンを植え、14日間屋外開放培養した結果を示す。シズンが、海水培地でも淡水培地と同等の速度でまた同等の密度まで増殖したことが分かる。一方で、海水培地では細菌が混入していない。

中島田らは、好熱性の化学合成独立栄養細菌の一種を代謝工学により改変し、CREST 研究期間中に見いだした。高付加価値脂質生産オーランチオキトリウムの酢酸資化能を活用し、CO<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>から酢酸を生成、酢酸から高付加価値脂質の生産、またこの経路を改変することで同様の原料からアセトンを生産する菌の開発<sup>9</sup>等、「Gas to Lipids バイオプロセス」の開発を行っている。また、耐塩性メタン発酵技術を用いた食品系廃棄物および海洋藻類廃棄物の処理およびエネルギー回収技術に関する実用化研究を企業と行っている。

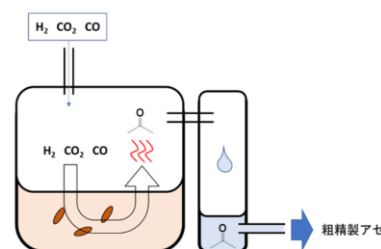


図 2-9 好熱菌を用いたアセトン生産プロセス<sup>9</sup>

<sup>8</sup> <https://www.jst.go.jp/pr/announce/20200824/index.html>

<sup>9</sup> <https://www.hiroshima-u.ac.jp/research/news/64825>

(さきがけ)

朝山は、糸状性シアノバクテリアによるバイオ燃料・青色素タンパク質(フィコシアニン)等の効率的な生産と回収並びに加工製造法を開発した。

蘆田は、生物の光合成能力差に大きく影響を与える、CO<sub>2</sub> 固定酵素ルビスコの CO<sub>2</sub> 識別能力に活性部位表面の電荷分布が関与していることを明らかにした<sup>10</sup>。

小山内は、ラン藻(シアノバクテリア)を発酵させることにより、カルボン酸が放出されることを発見した。カルボン酸の中でもコハク酸は、バイオプラスチック原料として知られる物質である。これまでに遺伝子改変や培養方法の改良によって、ラン藻のコハク酸生産量を増大させることに成功し、企業との共同研究を進めている。また企業との研究開発支援する株式会社シアノロジーを 2022 年 6 月に設立した。

神田が開発した亜臨界 DME(ジメチルエーテル)抽出技術が、リコーとアルビオン(その後アルビンが権利取得)で化粧品原料抽出技術として開発を進められている<sup>11</sup>。また、南アフリカにて抽出槽 30L の世界最大規模の DME 抽出装置を建造し運転を開始した企業数社と情報交換や共同研究を実施しており、太陽熱温水を DME の沸騰熱源に利用することで、抽出油脂の燃焼に伴う CO<sub>2</sub> 排出量よりも少ないエネルギーで、油脂を抽出できる見込みを得た。

柄は、光合成主要色素であるクロロフィル a より長波長側に吸収極大をもつクロロフィルの光化学系複合体内における局在部位および機能を明らかにした。

中村は、リンや窒素欠乏において、膜脂質がその組成をダイナミックに変化させながら欠乏状態に応答する仕組みを明らかにした。モデル植物のシロイヌナズナを用いて、リン欠乏状態の地上部と根において、リン脂質の代謝がどのように変化するか包括的に調べ、最も主要なリン脂質であるホスファチジルコリン(PC)が合成される際に働く PMT 酵素に着目した。ホスホコリンの合成能力が低下した植物体を作製しリン欠乏状態にしたところ、野生株と比較して根が短く

なること、そこにホスホコリンを与えると根の長さが回復し、同様の効果は葉の成長にも見られた。このことから、リン欠乏状態の植物はホスホコリンの合成を促すことで、成長を維持している可能性が明らかにし

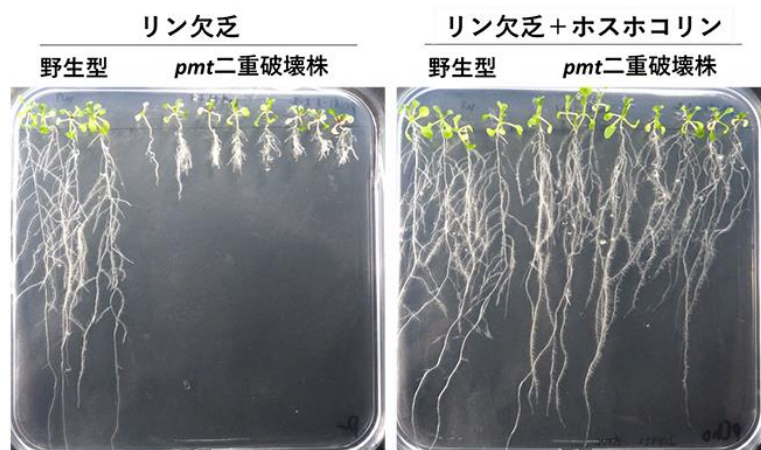


図 2-10 リン欠乏下とホスホコリン添加後の pmt 二重破壊株の根の変化<sup>12</sup>

<sup>10</sup> [https://www.kobe-u.ac.jp/research\\_at\\_kobe/NEWS/news/2019\\_03\\_25\\_01.html](https://www.kobe-u.ac.jp/research_at_kobe/NEWS/news/2019_03_25_01.html)

<sup>11</sup> <https://kokusaishogyo-online.jp/2020/03/38583>

た<sup>12</sup>。また、種子の油の主成分であるトリアシルグリセロール(tag)を合成する新しい代謝経路を発見した<sup>13</sup>。

蓮沼は、植物や微生物を用いた高機能品生産技術の開発(スマートセルプロジェクト)に取り組んでおり、これまでに開発した微生物細胞自動前処理技術に加え、水溶性代謝物など186種類の細胞代謝物を一斉分析できる「代謝物抽出トータルシステム」と、有望なスマートセルの候補となる細胞を最短1日で見つけられる「ハイスループット評価システム」を開発した。これらのシステムを用いて、細胞の特性を示す膨大なデータを高精度に高速で取得し、より適切な代謝経路を設計することで、これまでの20倍の選抜効率でスマートセル候補細胞が得られた。これまで長い期間を要していたスマートセルの開発を圧倒的に短縮できることから、高機能な物質の大量生産も可能となる<sup>14</sup>。なお、本システムを含むパイロットラボを神戸大学

内に開設した。また、ラン藻代謝改変株の代謝解析とコハク酸・乳酸生産プロセスの検討、また新規に単離した海洋性緑藻の代謝メカニズムを明らかにするとともに、屋外大量培養を実施してバイオ燃料生産能力を評価、それぞれ企業との共同研究を進めている。

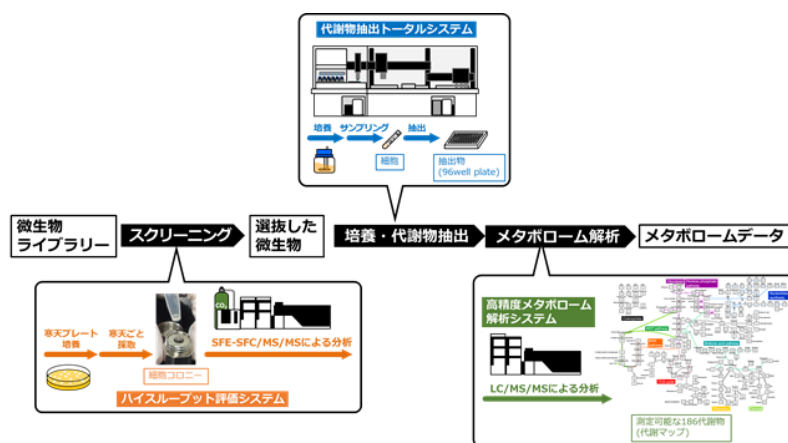


図 2-11 メタボローム解析システムの概要<sup>14</sup>

本田は、静岡大学の木村および京都大学の跡見(CREST)とチームを組み、メタン発酵菌叢を利用し下水汚泥等の有機性廃棄物を高付加価値な化学品へと転換するための新規技術を開発することを目的として、JST 未来社会創造事業 探索加速型「複合微生物群集の合理的設計による有機性廃棄物の二次資源化」を進めた。

<sup>12</sup> [https://www.riken.jp/press/2021/20211023\\_1/index.html](https://www.riken.jp/press/2021/20211023_1/index.html)

<sup>13</sup> [https://www.riken.jp/press/2022/20220404\\_1/index.html](https://www.riken.jp/press/2022/20220404_1/index.html)

<sup>14</sup> [https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101406.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101406.html)



富永は、バイオディーゼルに有用な原料植物として期待されるカメリナ (*Camelina sativa*) に、シロイヌナズナミオシン XI 由来の高速型ミオシン XI 遺伝子を異種発現させ、カメリナの茎や葉の成長が促進されるとともに、早期花成を促し種子の収量が野生株と比べて約 2 倍に増加した<sup>15</sup>。また、高速型ミオシンの 3 倍の速度を発生する超高速型ミオシンを開発した高速型ミオシン XI による植物の成長促進は、モデル植物であるシロイヌナズナ以外でも有効なことも明らかにし、トウモロコシやイネ、サトウキビ、ヤトロファなど資源植物の増産が期待される。



図 2-12 高速型ミオシン XI によるカメリナの成長促進と種子数の増加<sup>15</sup>

新井は、軽油相当のアルカンを合成可能な酵素 AAR と ADO のさらなる高活性化に向けて、実験と理論を併用して研究を進めている。また、創薬に有用なタンパク質の開発を目指して、タンパク質間相互作用 (PPI) を阻害するタンパク質の設計を理論と実験を併用して進めている。

梅野は、高効率なテルペン酵素の発現毒性を用いた育種技術を開発し、これを用いて非メバロン酸経路の力価をおよそ 200 倍まで高めた企業との共同研究などを行っている。

養田は、強酸性条件でも貴金属を吸着可能な単細胞性紅藻 *Galdieria sulphuraria* を実験対象とし、一つ一つの細胞が吸着した貴金属量 (金、白金、パラジウム) を直接測定するシングルセル解析を行った結果、反応条件によって 1 細胞あたりの貴金属吸着量は異なることを見出した。さらに、細胞が貴金属を吸着する仕組みを調べ、吸着する金属種と *Galdieria* を入れた反応溶液の違いによって貴金属と細胞表層の相互作用が変化し、1 細胞あたりの貴金属吸着量も変わることを明らかにした<sup>16</sup>。

木村らの開発した、静岡県島田市の川根温泉にて温泉メタンガスによる電熱供給システム<sup>17</sup>および焼津市の焼津温泉にて温泉メタンを都市ガス化<sup>18</sup>が、それぞれ社会実装された。また、企業との共同研究で静岡県内の大深度掘削井から温泉 (非火山性温泉) を採取し、そこに含まれる微生物群集に食品廃棄物を添加してメタンおよび水素ガスを生成するバイオリクターの開発を行っている。

<sup>15</sup> <https://www.jst.go.jp/pr/announce/20200616-3/index.html>

<sup>16</sup> <https://www.tsukuba.ac.jp/journal/biology-environment/20220308141500.html>

<sup>17</sup> <https://www.city.shimada.shizuoka.jp/gyosei-docs/metanngasuhatuden.html>、[https://www.nikkei.com/article/DGXLASF07HJB\\_X00C17A4L61000/](https://www.nikkei.com/article/DGXLASF07HJB_X00C17A4L61000/)、<https://energy-forum.co.jp/online-content/3788/>

<sup>18</sup> <http://kimura-lab.sci.shizuoka.ac.jp/news.html>、<https://www.nikkei.com/article/DGXZQ0CC299H30Z20C22A3000000/>

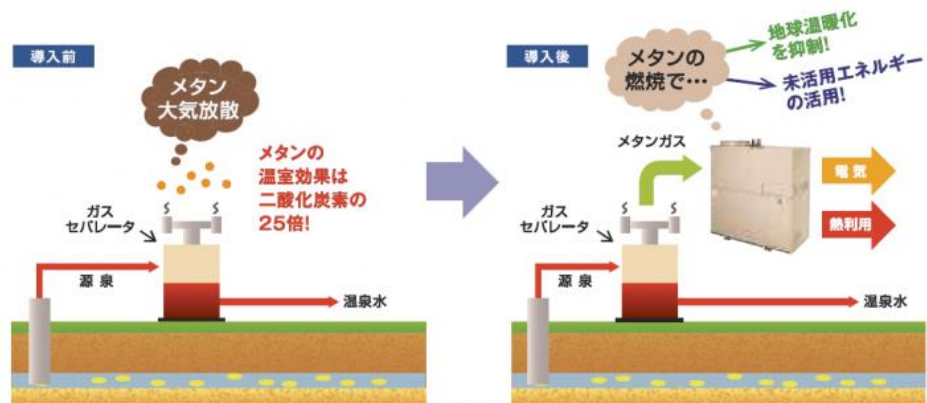


図 2-13 温泉メタンガスによる電熱供給システムの概略図<sup>17</sup>

また、2.2.5 で取り上げたように、多くの研究(代表)者は、積極的に企業との共同研究、知的財産の実施許諾や技術移転、成果物の提供を行っている。なお、実用化また製品化は、CREST 植田らによる海藻ポリフェノールのフロロタンニン類、CREST 中島田らの耐塩性メタン発酵技術、さきがけ神田らが開発した DME 抽出技術、さきがけ蓮沼らが開発した「代謝物抽出トータルシステム」と「ハイスループット評価システム」を含むパイロットラボの設置、また木村らの温泉メタンガスによる電熱供給システムおよび温泉メタンの都市ガス化の社会実装等、があげられる。

CREST 研究代表者およびさきがけ研究者によるスタートアップとしては、CREST 河野らの株式会社アルガルバイオ、CREST 早出/さきがけ小山内らの株式会社シアノロジー、CREST 太田らの株式会社ファイトリピッドテクノロジーズ、さきがけ蓮沼らの株式会社バックス・バイオイノベーション社、さきがけ蓑田の株式会社ガルデリアがある。