

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究領域「生物資源研究」

研究課題名「微細藻類の大量培養技術の確立による持続可能な熱帯水産
資源生産システムの構築」

採択年度：平成 27 年度/研究期間：5 年/相手国名：マレーシア

平成 29 年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

平成 28 年 3 月 25 日から平成 33 年 3 月 24 日まで

JST 側研究期間^{*2}

平成 27 年 6 月 1 日から平成 33 年 3 月 31 日まで

(正式契約移行日 平成 28 年 4 月 1 日)

*1 R/D に基づいた協力期間 (JICA ナレッジサイト等参照)

*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=JST との正式契約に定めた年度末

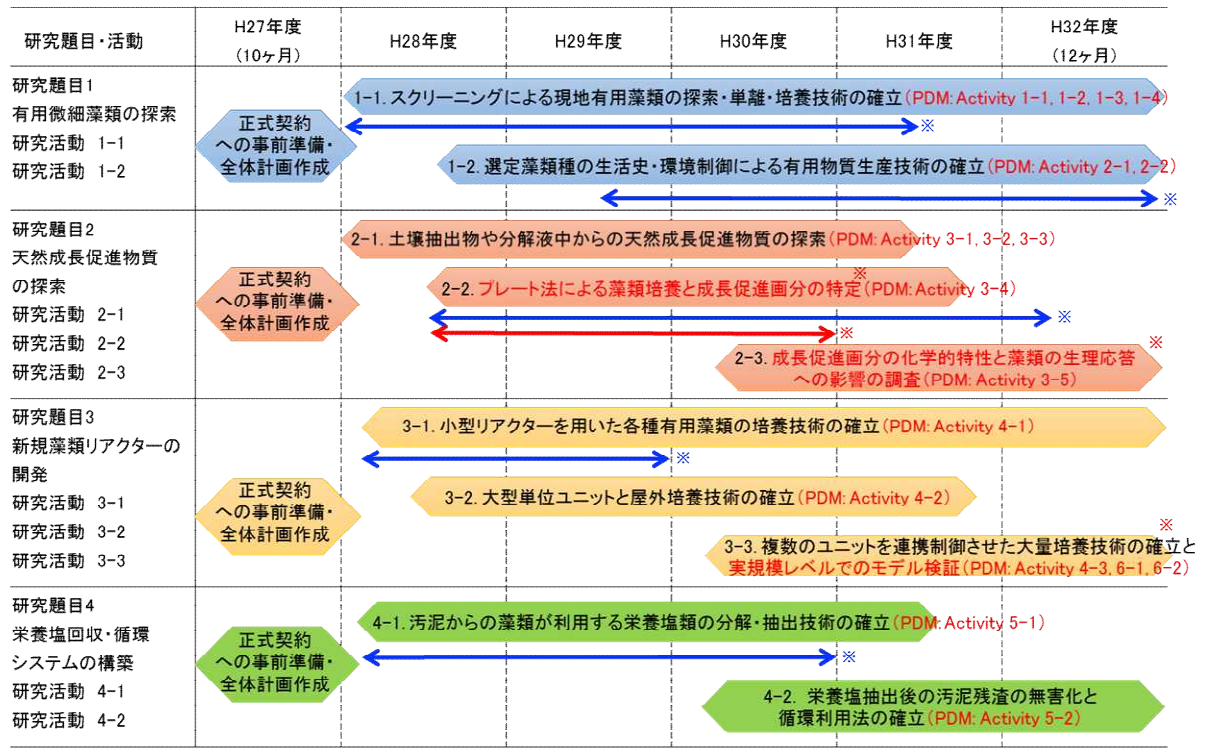
研究代表者：戸田 龍樹

創価大学理工学部・教授

I. 国際共同研究の内容 (公開)

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1) 研究の主なスケジュール



※ 矢印は直上の実施期間の変更を示す(平成29年2月24日改定)

※ 矢印は直上の実施期間の変更を、赤字は研究活動項目の変更を示す(平成30年2月9日改定)

<研究計画表の修正点>

研究活動 1-3「実装置における藻類生産技術の確立」の内容は、実質的に従来の研究活動 3-3「複数のユニットを連携制御させた大量培養技術の確立」に含まれるため、PO と併せて研究活動 3-3「複数のユニットを連携制御させた大量培養技術の確立と実規模レベルでのモデル検証」に統合することとした。

研究進捗状況を鑑み、PO と併せて、研究活動 2-2「成長促進物質を活用した生育困難種の培養手法の確立」を「プレート法による藻類培養と成長促進画分の特定」に、研究活動 2-3「成長促進物質を用いた実装置における藻類生産」を「成長促進画分の化学特性と藻類の生理応答への影響の調査」に変更することとした。

上記の変更による目標や研究内容の変更はない。

(2) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

該当しない

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) プロジェクト全体

・成果目標の達成状況とインパクト等

前年度に各研究機関へ搬入を終えた供与機材の立上げをすでに終え、各研究題目を遂行するにあた

【平成 29 年度実施報告書】【180531】

り、調査および実験を順次行っている。平成 29 年度には特注品である屋外大型藻類培養装置（単位プロセス）およびアンモニア他栄養塩回収システムをマレーシア・プトラ大学（UPM）に当初の予定通り搬入を終え、すでに稼働している。

本プロジェクトには研究題目が 4 つあり、各研究チームの進捗状況の確認と、各テーマの研究成果の統合に向けた今後の計画について定期的に情報共有を行っている。平成 29 年度 6 月 1 日に東京大学にて日本人研究者メンバーで勉強会、平成 29 年 9 月 29 日に創価大学にて若手メンバーによる勉強会、平成 30 年 2 月 27 日に東京大学にて日本人研究者による研究進捗状況報告会を開催した。また相手国研究機関とは、平成 29 年度 7 月 11 日にマレーシアトレンガヌ大学（UMT）にて第 2 回 Joint Coordinating Committee(JCC)会議を開催し、本プロジェクトの活動状況および今後 1 年間の計画について協議を行った。平成 30 年 3 月 8 日にはマレーシア・UMT プトラジャヤ分室において、平成 30 年 8 月に開催予定の本プロジェクトワークショップに関する協議を行い、その際に日本での研究進捗状況報告会（平成 30 年 2 月 27 日）の内容についても報告を行った。

日本からマレーシアへの専門家派遣によるワークショップは、平成 29 年 10 月 9～11 日の期間、創価大学の黒沢則夫教授が「Species identification and community analysis of algal samples based on the DNA sequences」を UPM にて開催し、研究者および学生らが 20 名参加した。当初予定していた脂質および脂肪酸の分析手法に関するワークショップは、予定していた専門家の健康上の問題により渡航が延期となっているが、創価大学の中國正寿助教が平成 30 年 6 月下旬に UPM にてワークショップを開催する予定で現在準備中である。

- ・プロジェクト全体のねらい（これまでと異なる点について）

特に異なる点はない。

- ・地球規模課題解決に資する重要性、科学技術・学術上の独創性・新規性（これまでと異なる点について）

特に異なる点はない。

- ・研究運営体制、日本人人材の育成（若手、グローバル化対応）、人的支援の構築（留学生、研修、若手の育成）等

日本側の研究体制にいくつか変更があった。研究題目 1) の東京大学グループリーダーであった古谷教授が H30 年 4 月に創価大学に異動し、H30 年度からは高橋准教授がグループリーダーを、片山助教がサブリーダーを担当する。古谷教授は、研究題目 1) を予定通り遂行するために、現在はアドバイザーとして携わっている。平成 29 年 9 月に東京大学の助教が香港技術大学に異動し、本プロジェクトの活動を修了した。研究題目 2) のグループリーダーである今井章雄氏は平成 29 年 4 月より国立環境研究所の琵琶湖分室室長に異動となったが、引き続きグループリーダーを担当する。研究題目 3) の土屋健司氏は平成 29 年度 4 月に国立環境研究所に異動となり、研究題目 2) のメンバーとなった。また研究題目 3) では平成 30 年度から新たに桑田客員教授と中國助教が加わる。両名には本プロジェクトが現地で開催する COSMOS ワークショップにて、それぞれ電子顕微鏡を用いた微細藻類の観察手法と、脂質脂肪酸の分析手法の講義を担当してもらう予定である。また本

【平成 29 年度実施報告書】【180531】

プロジェクトのリサーチアシスタント (RA) であった岸正敏氏が、博士号を取得し、平成 30 年 4 月より助教として本プロジェクトに参画する。研究題目 4) を担当する東京工業大学では小山研究員が助教となり、引き続きサブリーダーを担当している。また東京工業大学では平成 30 年度 4 月より本プロジェクト予算にて、ポスドク研究員 1 名を雇用する予定である。

人的支援の構築に関しては、SATREPS 枠の国費留学生としてマレーシア人学生が東京大学に入学し本プロジェクトの新メンバーとなった。また、本プロジェクトの受入研修員として平成 29 年 4 月に UPM から研究員 1 名が東京工業大学に、同年 6 月に UMT から研究員 1 名が創価大学に、同じく 6 月から 7 月にかけて UPM から研究員 1 名が創価大学に、短期研修のため約 1 ヶ月の期間滞在した。また本プロジェクト第 2 期 (平成 29 年 7 月 26 日～) では、平成 30 年 1 月にマレーシアセラランゴール大学 (UNISEL) から研究員 2 名が国立環境研究所に、同年 3 月に UMT から研究員が創価大学に、同年 3 月～4 月にかけて、UPM の研究員 2 名が東京工業大学に、それぞれ約 1 ヶ月程度滞在し研修を行った。

上述したように、平成 29 年度は本プロジェクトの RA が博士号を取得したことや、若手メンバー 3 名が助教として採用されたこと、また外国人留学生と外国人研究員が日本側研究チームに加入したことなど、日本国側若手メンバーの育成、およびグローバル化において一定の成果が見られた。

(2) 研究題目 1 : 「有用微細藻類の探索」(研究グループ : 東京大学、リーダー : 高橋一生)

①研究題目 1 の当初の計画 (全体計画) に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

当研究グループならびに UMT は、これまでに水塊の異なる 25 地点 (沿岸、サンゴ礁、マングローブ、河川、湖沼、養殖池、農業排水路など : ⑤研究実施方法を参照) から現地藻類を採集し、150 の単離株を作成した。UMT では、東京大学で短期研修を行った研究員を中心とし、現地藻類の単離株作成を進展させた (**PDM: Output 1**)。

作成した単離株に対し、バイオマス生産能と有用物質生産能の面からマイクロプレートリーダーを用いた有用藻類のスクリーニングを行ってきた。有用物質である不飽和脂肪酸を含む脂質や抗酸化物質のカロテノイドを染色するナイルレッド試薬を用い、有用物質生産量を評価した。これまで単離した 150 株の内、89 株のスクリーニングを実施し、内 9 株を有用藻類の候補株として選定し、これら 9 株のうち高濃度アンモニア耐性能を有する株は 4 株であった (**PDM: Output 1**)。残りの単離株についても順次スクリーニングを進めている。選定有用株については、今後顕微鏡下と分子生物学的手法により同定を進める。さらに、研究題目 3) が開発する藻類大量培養装置を用い、探索された藻類の生産性を評価する必要があるため、上記候補株を数リットル規模で培養し、有用藻類株をさらに絞り込んでいく。また、UMT が所有している既存の現地有用藻類を対象に、増殖や有用物質蓄積に係る生活史や環境因子を特定する実験にも着手し、得られた試料の分析および解析を進めている。

②研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況

現地藻類種の単離およびスクリーニングに関するマニュアルを作成し、そのマニュアルにもとづき、現地にてマイクロプレートリーダーを用いた有用藻類のスクリーニング技術に関する指導を行った。平成 30 年度 5 月には UMT 研究者を JICA 短期受入研修員として受け入れ、当技術の向上を目的とした指導を行う。

【平成 29 年度実施報告書】【180531】

③研究題目1の当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし。

④研究題目1の研究のねらい（参考）

マレー半島で採取される現地藻類種の単離株を確立し、それら単離株の増殖能力や、不飽和脂肪酸や抗酸化物質の高付加価値物質生産能力の面から機能評価を行い、スクリーニングを行う。大量培養対象種を複数選択し、それらの増殖や高付加価値物質蓄積に係る生活史や環境因子を明らかにし、藻類および高付加価値物質生産速度を効率化する環境制御技術を確立する。

⑤研究題目1の研究実施方法（参考）

H28年度に選定した25地点（表1）から、当該年度は17地点から現地藻類を採取し、単離株を作成した（PDM: Activity 1-1）。スクリーニングに使用する培養液には研究題目4より回収されるアンモニアを考慮に入れ、窒素源として硝酸ナトリウムの他に塩化アンモニウムを使用した培地を作成した。

表1 現場藻類採集地点

| No | Station | Location | Latitude/longitude | Type of water sources |
|----|---------|----------------------------------|--------------------|-----------------------|
| 1 | KDH 1 | Langkawi Island, Kedah | N06° 20' E99° 42' | Seawater |
| 2 | KDH 2 | Singa Island, Kedah | N06° 11' E99° 44' | Seawater |
| 3 | KDH 3 | Payar Island, Kedah | N06° 03' E100° 02' | Seawater |
| 4 | PRK 1 | Banding Lake, Perak | N05° 32' E101° 20' | Freshwater |
| 5 | PRK 2 | Bukit Merah Reservoir, Perak | N05° 01' E100° 39' | Freshwater |
| 6 | TRG 1 | Kenyir Lake, Terengganu | N04° 51' E102° 45' | Freshwater |
| 7 | TRG 2 | Redang Island, Terengganu | N05° 45' E103° 00' | Seawater |
| 8 | TRG 3 | Kapas Island, Terengganu | N05° 12' E103° 15' | Seawater |
| 9 | TRG 4 | Bidong Island, Terengganu | N05° 37' E103° 03' | Seawater |
| 10 | TRG 5 | Perhentian Island, Terengganu | N05° 54' E102° 44' | Seawater |
| 11 | TRG 6 | UMT Pond, Terengganu | N05° 24' E103° 05' | Freshwater |
| 12 | TRG 7 | Tok Jembal Beach, Terengganu | N05° 23' E103° 06' | Seawater |
| 13 | TRG 8 | Teluk Ketapang Beach, Terengganu | N05°23' E103°06' | Seawater |
| 14 | TRG 9 | Shrimp Pond, Terengganu | N05°38' E102°45' | Seawater |
| 15 | TRG 6 | Setiu Wetland, Terengganu | N05° 39' E102° 45' | Seawater |
| 16 | PHG 1 | Chini Lake, Pahang | N03° 26' E102° 55' | Freshwater |
| 17 | PHG 2 | Bera Lake, Pahang | N03° 07' E102° 39' | Freshwater |
| 18 | JHR 1 | Johor Strait, Johor | N01° 17' E103° 35' | Seawater |
| 19 | JHR 2 | Gunung Ledang, Johor | N02° 20' E102° 37' | Freshwater |
| 20 | JHR 3 | Pulai River, Johor | N01° 23' E103° 32' | Freshwater |
| 21 | SLG 1 | Agriculture Waterway, Selangor | N02° 50' E101° 37' | Freshwater |
| 22 | SLG 2 | Langat River, Selango | N02° 48' E101° 25' | Seawater |
| 23 | SLG 3 | Shrimp Pond, Selangor | N03°21' E101°15' | Seawater |
| 24 | SLG 4 | Remis Beach, Selangor | N03°12' E101°18' | Seawater |
| 25 | SLG 5 | UPM Pond, Selangor | N02°59' E101°44' | Freshwater |

数多くの単離株から有用藻類を探索するため、48穴マイクロプレートのウェル内で単離株を培養し、プレートリーダーを用いて増殖能と有用物質生産能を評価することで、高効率なスクリーニン

【平成29年度実施報告書】【180531】

グを実施している (PDM: Activity 1-2)。これにより選定された現地有用藻類に対し、増殖や有用物質蓄積に係る生活史や環境因子を明らかにし (PDM: Activity 1-3, 1-4)、バイオマス及び有用物質生産速度を向上させる環境制御技術を確立していく (PDM: Activity 2-1, 2-2)。

(3) 研究題目 2 : 「天然成長促進物質の探索」(研究グループ : 国立環境研究所、リーダー : 今井章雄)

①研究題目 2 の当初の計画 (全体計画) に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

昨年度、UNISEL において作成された土壌抽出液 (PDM: Activity 3-1, 3-2) のうち、Puchon 及び Raja Musa forest で採取された土壌の抽出液 (以下、それぞれ SE-P, SE-R と称する) と国立環境研究所 (NIES) で利用している土壌抽出液 (以下、SE-N と称する) を培養実験で使用した。7 種類の藻類を対象に 2 つの温度条件でマイクロプレート培養実験を行ったところ (PDM: Activity 3-4)、藻類種と培養温度によって成長促進作用をもたらす土壌抽出液は異なることが明らかとなった。しかし全体を通じて SE-R が最も効果的であり、次に SE-N の効果が強かった。この理由としては、SE-R は有機物濃度が高かったため、SE-N は特異的な有機物特性を持っているためであると示唆された (PDM: Output 3-2)。今後は有機物濃度による影響の程度を確認するとともに、UNISEL と協力して多くの条件下において培養実験を進めていきたい。同時に、成長促進作用をもたらす有機物の特性評価については NIES 主導で研究を進めたいと考えている (PDM: Activity 3-5)。

なお昨年度開発した大容量カラムが装着可能な全自動分画装置については NIES において職務発明として認定され、特許申請の手続きを進めているところである (PDM: Output 3-1)。

②研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

日本側研究者のマレーシア渡航時においてカウンターパートである UNISEL の博士課程・修士課程の学生に対し、有機物分画・測定 of 指導を行った。また、H30 年 1 月～2 月に行った短期受入研修時には、カウンターパートである UNISEL 研究者に対し、マイクロプレートを用いた培養の指導及び分画に使用する樹脂洗浄の指導を行った。さらにメールを通じた質問への回答等により、随時指導を行っている。

③研究題目 2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

2017 年 10 月、マレーシアにおいて「生物資源へのアクセス及び利益の配分に関する法律」が裁可された。そのため、マレーシアで作成した土壌抽出液を日本に送付する際、今後は同法に準じた措置をとる必要がある。

④研究題目 2 の研究のねらい (参考)

マレー半島各地で土壌を採取し、様々な抽出法により土壌抽出液を作成する。それらを用いて、研究題目 1 でスクリーニングされた有用藻類株を培養し、藻類の成長を促進させる土壌抽出画分を探索する。得られた成長促進画分についてその特性評価を詳細に行い、藻類成長促進との関連性を探ることにより、より促進効果の高い画分の探索に役立てる。

⑤研究題目 2 の研究実施方法 (参考)

多条件下での藻類培養を効率的に行うため、96 穴マイクロプレートを用いた培養法を応用した。また大量の土壌抽出画分を回収するため、マニュアル操作による分画に代わる全自動分画装置を開発し、導入した。得られた成長促進画分の特性については、これまで本研究グループで開発を進めてきた分子サイズ測定や蛍光分析(EEM-PARAFAC 法)等の適用を予定している。

【平成 29 年度実施報告書】【180531】

(4) 研究題目 3 : 「新規藻類リアクターの開発」(研究グループ : 創価大学、リーダー : 戸田龍樹)

①研究題目 3 の当初の計画 (全体計画) に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

研究は大きく分けて (1) 熱帯の強光・高温下での屋外培養を想定した、バブルカラムリアクターを用いた室内培養実験、(2) ベンチスケールの省エネルギー型バググリアクターの製作を行った。(1) 強光 (最大 $2500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)・高温 (最大 34°C)下を模したバブルカラムリアクターを用いた室内培養実験では、現地有用海産微細藻類 *Chaetoceros carcitrans*, *Isochrysis galbana* を対象種とし、その増殖特性を調査した。*C. calcitrans* の培養実験では $25 \text{ g-dw m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (光強度 $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)、*I. galbana* では $4.0 \text{ g-dw m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (光強度 $300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) を達成した (PDM: Activity 4-1, Output 4-1)。これら 2 種の現地藻類株は、共に高付加価値の色素フコキサンチンおよび多価不飽和脂肪酸の生産性に優れており、今後はより高い光強度を用いた培養実験を実施し、有用物質生産性を評価する。(2) 省エネルギー型閉鎖系リアクターCRADLEによる、単位投入エネルギー (GJ) あたりのバイオマス生産性 (kg-ds GJ^{-1}) は、既存のレースウェイリアクターの 20 倍、チューブラーリアクターの 100 倍以上の効率を示した。これは従来のリアクターが培養液を絶えず攪拌する必要があったのに対し、本リアクターでは、30~60 分に 1 回の間欠的な攪拌でも、 $5\sim 10 \text{ g-ds m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ という比較的高い面積生産性を得られることによると考えられた。その一方で、CRADLE は、1 回の攪拌では十分な酸素除去が困難で、常に培養液内には過剰な酸素が存在し藻類の増殖を阻害していることが課題となった。生産性を向上させるためには、より効率的に酸素を除去可能な仕組みを、ベンチスケールリアクターに組込む必要があった。そこで、新型リアクターでは、①受光槽とは別に②調整槽を別途設け、この 2 槽間で間欠的に培養液を交換しながら藻類生産を行う培養方法を考案 (特許申請中) し、マレーシア側の研究者、日本のエンジニアリング会社と共同でベンチスケールリアクターの設計・製作を行った。ベンチスケールリアクターでは、CRADLE で証明された間欠攪拌技術の有効性にくわえ、課題となっていた酸素除去能が飛躍的に向上していると考えられる。改良型の新リアクターは、安価なバググリアクターを連結することで容易にスケールアップが可能となる。また、吸引・加圧によるシンプルな液輸送によって、間欠的な培養液の攪拌が実施可能で、システムに別途付属する調整槽では、最小限の曝気で酸素除去および CO_2 添加が可能となる。今後は、本リアクターを用いて、現地有用微細藻類の高密度培養に着手する。低動力の溶存酸素除去法として、拡散により溶存酸素を除去可能な、疎水性多孔質膜のバググリアクターへの応用についても検討した。本多孔質膜は、シリコンやその他多孔質膜と比較して、約 3000 倍高い酸素透過性と 80%以上の高い光反射性を持つことが明らかとなり、片側を透明、片側を多孔質膜の薄型バググリアクター形状が新規リアクターへの応用に適していると示された。

②研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

JICA 短期研修員受入時にカウンターパートとなる UPM 研究者に対し、脂肪酸および色素の抽出処理、分析技術の習得を目的とした指導を行った。作成した英語マニュアルを元に、本研修員が UPM にて抽出・分析のセットアップを行い、現地での分析準備が整った。今後、創価大学の中國正寿専門員が UPM にてワークショップを開催し、現地の専門員や学生に技術移転を行う。

③研究題目 3 の当初計画では想定されていなかった新たな展開特になし。

【平成 29 年度実施報告書】【180531】

④研究題目3の研究のねらい（参考）

熱帯地方で利用可能な微細藻類の大量培養技術を確立するために、(1) 水中に設置可能で、(2)スケールアップが容易であり、(3) 安価でエネルギー消費が少ない、新規のバイオリアクターの開発を実施している。既に、UPM では、受光部と酸素除去を行う調整槽を分離し、CRADLE リアクターの欠点であった低い酸素除去能を改善した新型の間欠攪拌式バグリアクターを開発・設置済みである。開発された本装置を用いて、すでにバブルカラムリアクターで、有用物質を生産することがわかっている現地有用種を用いて、培養実験を行い、スケールアップに必要な設計データを取得する予定である。

同時に、バブルカラムリアクターを用いて、高密度培養時の増殖速度や高付加価値物質生産効率などの基本的な生理学的特徴を把握する研究を実施し、将来的に大型装置で利用する際の最適運転条件の検討を行う。

⑤ 研究題目3の研究実施方法（参考）

ラボスケールでは、強光・高温条件を模したバブルカラムリアクター（有効容積 1.2 L、計 12 本）を用いて、強光（最大 $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ）、高温（最大 34°C ）条件下で現地海産微細藻類 *Chaetoceros carcitrans*, *Isochrysis galbana* の高密度培養実験を行った（PDM: Activity 4-1, Output 4-1）。また、これらの有用物質生産性を明らかにするために、HPLC で色素組成を、GCMS で脂肪酸組成を分析した。新規の間欠運転型バグリアクターの開発では、相手国側研究者と共同で、装置の基本設計・特許申請を実施した。開発技術を装置化するために、日本国内のエンジニアリング会社の協力を得て、装置の開発・UPM への設置を行った（PDM: Activity 4-2）。

(5) 研究題目4：「栄養塩回収・循環システムの構築」（研究グループ：東京工業大学、リーダー：中崎清彦）

① 研究題目4の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

ラボスケールにおいては、現地の養殖池汚泥を用いて異なる発酵温度において好気発酵実験を実施し、発酵温度がアンモニア回収に及ぼす影響を評価した。60°Cならびに70°Cにおけるアンモニア回収率は15-16%であり、50°Cの9%と比べて顕著に高い値を示した。発酵温度が好気発酵の各プロセスに及ぼす影響を明らかにするため窒素収支を解析した結果、汚泥の窒素可溶化率は60°Cならびに70°Cにおいて高く、蛋白質の分解活性が向上することがわかった（PDM: Output 5）。微生物群集構造解析をおこなったところ、60°C以下では *Bacillus* 属細菌が優占していたが70°Cでは *Geobacillus* 属細菌が優占していた。70°Cにおける全細菌数は60°C以下と比較して約1/10であるにも関わらず、60°Cと同程度に高い窒素可溶化率を示したことから、70°Cで検出された *Geobacillus* 属細菌が高温環境で汚泥の可溶化に有用な微生物である可能性が示唆された（PDM: Output 5）。今後は、*Geobacillus* 属細菌を単離・同定するとともに、種菌として汚泥の好気発酵に用いて汚泥可溶化の促進を試みる。

併せて、ベンチスケール（200L）好気発酵装置を製作して、現地にて養殖池汚泥の好気発酵実験をおこない、汚泥の自己昇温ポテンシャルを検討した。

② 研究題目4のカウンターパートへの技術移転の状況

現地にて、カウンターパートである UPM 研究者に対し、ベンチスケール好気発酵装置の操作方法、各種分析方法について指導をおこなった。また、短期研修員受入時に UPM 研究者に対し、好気発酵

【平成29年度実施報告書】【180531】

実験の実験操作、各種化学分析の方法、汚泥からの DNA 抽出方法、塩基配列データの解析手法の習得を目的とした指導をおこなった。これらの実験についてそれぞれ詳細な運転マニュアルならびに分析マニュアルを作成し、カウンターパートと共有した。

③ 研究題目 4 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

現地における汚泥採取時に、養殖池においてエビの病気 (Early Mortality Syndrome (EMS), Acute hepatopancreatic necrosis disease) が発生したためにエビ養殖を急遽中断していたため、養殖池から排出された直後の汚泥を得ることができなかった。そこで、現場で分解が進行した汚泥を用いてベンチスケール (200L) において好気発酵実験をおこなったところ、運転期間を通して好気発酵槽内の温度は最高で 36°C までしか上昇せず、汚泥の有機物濃度が約 30% と低いために有機物の微生物分解に伴う発熱量が十分でなかったと考えられた。アンモニアガスの発生もみられず、その原因として、温度が低いためにアンモニアガスが揮発せずにアンモニア態窒素として汚泥内に留まるとともに、硝化菌が増加して硝酸・亜硝酸に変換された可能性が示唆された。これらの結果から、十分な自己発熱とアンモニアの放出を達成するには有機物量が豊富な汚泥の回収が必須であることが確認された。今後、カウンターパートと協力して、養殖池稼働時に排出直後の有機物量が豊富な汚泥の採取をおこなう予定である。有機物量が豊富な汚泥のアンモニア回収特性ならびに自己昇温ポテンシャルについて検討する。

④ 研究題目 4 の研究のねらい (参考)

有機物の分解率向上ならびに分解過程における窒素中間生成物のバクテリアへの取込みの抑制により、窒素源となるアンモニアの生成を促進する養殖池汚泥の生物分解技術の開発を行う。

⑤ 研究題目 4 の研究実施方法 (参考)

ラボスケール：汚泥を通気性改良材、微生物資材と乾燥重量比 5:14:1 で混合し、100mL コンポスト化ミニリアクターを使用して汚泥の好気発酵実験を行った。排気ガスを捕集して汚泥の炭素除去量ならびにアンモニア発生量を定量した。コンポスト試料中の各窒素成分ならびに菌体数の経時変化を測定し、コンポスト内の窒素動態を解析した。(PDM: Activity 5-1)

ベンチスケール：汚泥を通気性改良材と乾燥重量比 5:14 で混合し、200L コンポスト化ドラム型リアクターを使用して汚泥の好気発酵実験を行った。槽内の温度分布の経時変化をオンラインモニタリングした。排気ガスを捕集して汚泥の炭素除去量ならびにアンモニア発生量を定量した。コンポスト試料中の各窒素成分ならびに菌体数の経時変化を測定し、コンポスト内の窒素動態を解析した。

(PDM: Activity 5-1)

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し (公開)

今後のプロジェクトの進め方および留意点

当該年度は、単位プロセス型屋外大型藻類培養装置と中規模アンモニア他栄養塩回収システムを導入し、機材供与の搬入を予定通り遂行した。専門家の派遣と短期研修員の受入れを行い、技術移転および共同研究を実施した。次年度からは各研究課題間の連携が求められ、各研究題目で得られた研究成果の摺り合わせを行う。各研究課題において、進捗状況の確認と課題を明確にすることに留意してプロジェクトを進行する。相手国研究機関とは密に連絡を取り合いながら活動を進め、両国共催の

【平成 29 年度実施報告書】【180531】

会議を年度毎に開催し、円滑にプロジェクトを進めていく。

成果達成の見通し

プロジェクト全体目標である「持続可能な熱帯水産資源の生産システムを確立し、社会実装化を目指す」ことに対し、当該年度までに、研究題目1では計150株の現地微細藻類株の単離に成功し、研究題目2では、開発された全自動分画装置を用いて、マレーシア国内2地点から得られた土壌の天然成長促進物質の抽出が行われた。今後、研究題目1と研究題目2の間で、各種微細藻類に成長促進物質を添加して、高い増殖速度が得られる組み合わせを明らかにするとともに、培養困難種における必要不可欠な成長促進物質を特定する。研究題目3においては、受光部と酸素除去を行う調整槽を分離し、CRADLEリアクターによる実験で明らかとなった低い酸素除去能を改善した新型の間欠攪拌式バグリアクターを設計・製作し、UPMに設置した。研究題目4でベンチスケール(200L)好気発酵装置を製作して、現地にて養殖池汚泥の好気発酵実験を行った。今後は、研究題目1から4までの成果の統合を目指し、各研究課題間の連携を密に進めていく予定である。

上位目標に向けての貢献や成果の社会的なインパクトの見通し

JST上位目標「多様な有用藻類の生産技術が確立され、世界の熱帯途上国の養殖産業において活用・持続可能な生産を可能にする」に対し、まず、第1フェーズ(事業化フェーズ:プロジェクト終了後5年以内)である「研究開発された大量培養技術の実規模レベルでのスケールアップ・事業化」達成のための取り組みに着手している。社会実装化を達成するためには、養殖業者などの事業主やベンチャーキャピタルに対して、実規模レベルで生産プロセスの経済性を示すことが極めて重要となる。UPMでは、養殖業者や事業の出資者に対して、実際の生産に基づいたデータから計算された経済性を示すために、デモンストレーションサイトを整備する予定である。サイトの建設には、マレーシア高等教育省(MOHE)が出資したマッチングファンドが利用され、そこに総面積20m²バグリアクターが本年度中に設置される予定である。UPMの農学部水産科と繋がりのある複数のマレーシア養殖業者に汚泥調達の協力体制が築けており、サイトで実証を通して、社会実装化を進めていく予定である。

III. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など(公開)

(1) プロジェクト全体

プロジェクト全体としては概ね計画通りの進捗状況であるが、研究課題2の相手国側研究機関であるUNISELの研究体制において、一部の研究メンバーを入れ替え強化した。また、UNISELでは研究進捗状況に遅れがあったが、国立環境研究所のグループリーダーおよびサブリーダーが訪問し、実験環境の改善対策を講じるなど、研究進捗における遅れを取り戻しつつある。

研究題目1の「有用微細藻類の探索」においては現在150株が単離されており、順次スクリーニングを進めているが作業にマンパワーと効率化が求められている。また、研究題目2の「天然成長促進物質の探索」においても、選定した有用藻類株を用いた成長促進物質の特性評価においても作業の効率化が求められている。今後スケジュールに遅れをきたすことなく、多数の培養実験を行うためには、外注によるスクリーニング作業および成長促進物質の特性評価の実験を行うことを現在検討中である。

【平成29年度実施報告書】【180531】

研究題目 3 では、プロジェクト立ち上げ時に開発された、省エネルギー型閉鎖系リアクター CRADLE は連続運転を実施した際に、攪拌が十分でなく、pH の上昇や溶存酸素の蓄積が問題となることが分かり、CRADLE の改良版として、間欠攪拌式バグリアクターを設計・製作した。

研究題目 4 で使用する汚泥を提供してくれる養殖場が、エビの病気発生のため養殖を中断していたために、想定していた汚泥を回収することができないことがあった。今後は、複数の養殖場に汚泥提供のお願いをするなどの対策が必要である。

- ・ **各種課題を踏まえ、研究プロジェクトの妥当性・有効性・効率性・インパクト・持続性を高めるために実際に行った工夫。**

初年度受け入れた短期研修員の選択を相手国側研究機関に委任したところ、異分野の研究者が短期研修員として選択されるケースがあった。このようなケースを防ぎ、研究分野がマッチした受入研修員を選ぶために、日本側の各研究機関で研修内容に関する詳細な情報を記載したシートを作成し、マレーシア側研究機関での人選の際に活用してもらった。また候補者が複数いた場合には、候補者の CV を提出してもらい、日本側のカウンターパートとなる各研究グループのリーダーに人選をお願いした。これにより、短期研修員と研修分野とのマッチングがうまくいくようになった。

相手国側研究機関において、本プロジェクトの推進を円滑にするために、相手国側での人材育成が必要であると考えられ、本プロジェクトの第 2 期（平成 29 年 7 月 26 日～平成 30 年 7 月 25 日）に受入予定であった短期受入研修員の人数を当初予定よりも 2 名多く受け入れることとした。

相手国側実験施設では、停電の発生により実験機器に支障をきたすことがしばしば起こったが、安定化電源の導入により、停電によるトラブルを回避することが可能となった。

相手国側の研究者は女性の割合が非常に高く、短期研修直前に妊娠が判明したなどのケースがあったが、その場合は研修員を他の人に入れ替えてもらうことや、研修の日程を延期するなどの処置を取った。

- ・ **プロジェクトの自立発展性向上のために、今後相手国（研究機関・研究者）が取り組む必要のある事項。**

技術移転成功のためには、専門家の派遣だけでなく、相手国側の研究者が短期受入研修で習得した内容を、帰国後にワークショップの開催や研修等などにより情報の共有を行う必要がある。

相手国側研究者の中には、学位を取得していない研究者も多々見受けられ、今後自立した研究活動を支援するためには、彼らの学位取得に向けた取り組みが必要である。

- ・ **諸手続の遅延や実施に関する交渉の難航など、進捗の遅れた事例があれば、その内容、解決プロセス、結果。**

研究題目 1 と 2 はマレーシア現地でのサンプリングが必要であったため、天候による藻類株採取の遅延や、土壌サンプル採取の許可を得るまでに時間を要するなどした。また、相手国側への技術共有の一環として、専門家派遣によるワークショップを企画していたが、専門家の健康上の理由等でワークショップの開催が遅れている。H30 年度に別の専門家を派遣し、ワークショップを開催することが決まっており、現在は相手国側カウンターパートとの調整等の準備を進めている。

(2) 研究題目 1 : 「有用微細藻類の探索」(研究グループ : 東京大学、リーダー : 古谷研)

マレー半島の特に東部ではモンスーン期間にしばしば洪水が起こることが知られている。昨年度モンスーン期間明けに UMT 研究員が現場調査を行ったが、悪天候により交通機関が一時機能しない事態が発生した。これを踏まえ、非モンスーン期間に採集を効率的に行えるよう計画を練り直し、天候や安全に十分に配慮し、細心の注意のもと現場採集を行ってきた。その結果、当初予定していた採集地点の調査を全て遂行することができた。

(3) 研究題目 2 : 「天然成長促進物質の探索」(研究グループ : 国立環境研究所、リーダー : 今井章雄)

UNISEL では分析機器の機材等の設置も完了し、立ち上げも順次行っている。また分画や培養について、研修を通じた指導が進められているが未だ十分でないところがあるように思われる。再研修の実施とメールやスカイプを通じた情報の交換・共有を継続的に進めていく必要がある。また試料の共有も重要で、特に土壌抽出液の共有については ABS 関連法に留意しながら進めていく必要がある。

(4) 研究題目 3 : 「新規藻類リアクターの開発」(研究グループ : 創価大学、リーダー : 戸田龍樹)

プロジェクトを進めていく中で、マレーシア養殖業者は数年単位で事業を休止、または新規業者が参入するなど、入れ替わりが激しいことが分かった。将来的に本プロセスの設置を現地養殖業者に依頼する際に、いつ撤退するかわからない特定の業者と共同研究を行うのではなく、より多くの養殖業者と具体的な事業計画を立てられるよう、デモンストレーションサイトを本年度中に建設し、そこに大型のバグリアクターを設置する。

プロジェクト立ち上げ時に開発された、省エネルギー型閉鎖系リアクター CRADLE は連続運転を実施した際に、攪拌が十分でなく、pH の上昇や溶存酸素の蓄積が問題となることが分かった。そこで、高 pH に耐性を持つ微細藻類を探索しつつ、CRADLE の改良版として、間欠攪拌式バグリアクターを設計・製作した。本リアクターは、吸引・加圧によるシンプルな液輸送によって、間欠的な培養液の攪拌が実施可能で、システムに別途付属する調整槽では、最小限の曝気で酸素除去および CO₂ 添加が可能となる。そのため、pH 上昇や溶存酸素蓄積の問題を回避でき、省エネルギーでの連続運転が期待される。また、安価なバグリアクターを連結することで容易にスケールアップが可能となる。

(5) 研究題目 4 : 「栄養塩回収・循環システムの構築」(研究グループ : 東京工業大学、リーダー : 中崎清彦)

ベンチスケール実験を実施している現地実験施設では、落雷等による停電が頻繁に発生し、通気装置(エアーコンプレッサー)やデータロガーが停電により停止して酸素供給や温度データの記録に支障が発生することがしばしばあった。この問題に対し、カウンターパートと協力して、安定化電源を導入するとともに、停電時のみ起動する補助通気システムを設計・製作し、停電時においても通気ならびにデータ記録が維持されるよう対策した。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

文部科学省、平成 29 年度私立大学研究ブランディング事業計画に採択された。アフリカエチオピアの現地植物プランクトン由来の有価物の商品化による産業基盤の形成を目指し、および現地住民への環境教育・経済教育を実施、また持続可能な循環型社会の構築を目指している。事業名「途上国における持続可能な循環型社会の構築に向けた適正技術の研究開発と新たな地域産業基盤の形成」(H29～H33)。

(2) 社会実装に向けた取り組み

平成 30 年度マレーシアトレンガヌ州で開催予定の国際会議、第 4 回 International Postgraduate Conference on Biotechnology (IPCB)2018 にて、本プロジェクトのワークショップを開催予定である。また IPCB2018 の会議では、本プロジェクトのセッションを設ける予定であり、東南アジアの若手研究者および学生に向け、本プロジェクトのアピールを行う予定である。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

日本のプレゼンス向上に寄与する事例として、相手国の主要機関紙である Utusan Malaysia, Utusan Borneo Sabah, Sinar Harian (Johor) , Sinar Harian (Kelantan), Sinar Harian (Melaka and Negeri Sembilan), Sinar Harian (Terengganu), Sinar Harian (Utara)の計 7 機関紙に平成 29 年 7 月 13 日付けで本プロジェクトの記事が掲載された。

インターネットニュースサイト Bernama に平成 29 年 7 月 12～13 日付けで、本プロジェクトの目的や相手国の研究機関での取り組みが掲載された。

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

VIII. その他（非公開）

以上

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 原著論文(相手国側研究チームとの共著)

| 年度 | 著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ | DOIコード | 国内誌/ 国際誌の別 | 発表済 /in press /acceptedの別 | 特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載 など、特筆すべき論文の場合、ここに明記く ださい。) |
|------|---|--------------------|---------------|---------------------------------|--|
| 2016 | Shimotori, K., Satou, T., Imai, A., Kawasaki, N., Komatsu, K., Kohzu, A., Tomioka, N., Shinohara, R., Miura, S. "Quantification and characterization of coastal dissolved organic matter by high-performance size exclusion chromatography with ultraviolet absorption, fluorescence, and total organic carbon analyses". <i>Limnology and Oceanography: Methods</i> , 2017, 14: 637-648. | 10.1002/lom3.10118 | 国際誌 | 発表済 | |
| 2017 | Goto, M., Nagao, N., Yusoff, F.M., Kamarudin, M.S., Katayama, T., Kurosawa, N., Koyama, M., Nakasaki, K. and Toda, T. "High ammonia tolerance on growth rate of marine microalga <i>Chlorella vulgaris</i> ". <i>Journal of Environmental Biology</i> , 2018, 39. | | 国際誌 | in press | |
| 2017 | Katayama, T., Nagao N., Goto, M., Yusoff, F.M., Banerjee, S., Sato, M., Takahashi, K., Furuya, K. "Growth characteristics of shade-acclimated marine <i>Chlorella vulgaris</i> under high-cell-density conditions". <i>Journal of Environmental Biology</i> . | | 国際誌 | accepted | |
| 2017 | Rahman, N.A., Khatoun, H., Yusuf, N., Banerjee, S., Haris, N.A., Lananan, F., Katayama, T. " <i>Tetraselmis chuii</i> biomass as a potential feed additive to improve survival and oxidative stress status of Pacific white-leg shrimp <i>Litopenaeus vannamei</i> postlarvae". <i>International Aquatic Research</i> , 2017, 9: 235-247. | | 国際誌 | 発表済 | |

うち国内誌 0 件
 うち国際誌 4 件
 公開すべきでない論文 0 件

② 原著論文(上記①以外)

| 年度 | 著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ | DOIコード | 国内誌/ 国際誌の別 | 発表済 /in press /acceptedの別 | 特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載 など、特筆すべき論文の場合、ここに明記く ださい。) |
|------|---|---------------------------|---------------|---------------------------------|--|
| 2016 | Kawasaki, N., M.R.M., Kushairi, A.H. Sharr, I. Abdul Latif, A. Imai, K. Komatsu. "Study of Soil Extracts Which May Enhance Microalgal Growth". <i>Proceedings in 2016 International Conference on Life Sciences Revolution</i> , 2016, 2: 23. | | 国際誌 | 発表済 | |
| 2017 | Kishi, M. and T. Toda. Carbon fixation properties of three alkalihalophilic microalgal strains under high alkalinity. <i>Journal of Applied Phycology</i> , 2018, 30,1,401-410 | 10.1007/s10811-017-1226-z | 国際誌 | 発表済 | |
| 2017 | Kishi, M., H. Takee, M. Kawai, N. Nagao and T. Toda. Sequential high rate algal ponds operation for enhanced treatment of organic wastewater. <i>Journal of Environmental Biology</i> . | | 国際誌 | in press | |
| 2017 | Kishi, M., M. Kawai, K. Tsuchiya, M. Koyama and T. Toda. Enhancement of microalgal production through bacterial mineralization of ethylene glycol. <i>Journal of Environmental Biology</i> . | | 国際誌 | in press | |
| 2017 | Hirahara, M., Toda, T. "Starvation tolerance of extraordinarily heavy embayment copepod <i>Acartia steueri</i> in Sagami Bay, Japan". <i>Plankton and Benthos reserach</i> . | | 国際誌 | accepted | |

うち国内誌 0 件
 うち国際誌 5 件
 公開すべきでない論文 0 件

③その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

| 年度 | 著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年 | 出版物の種類 | 発表済 /in press /acceptedの別 | 特記事項 |
|----|-------------------------|--------|---------------------------------|------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

著作物数 0 件
公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

| 年度 | 著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ | 出版物の種類 | 発表済 /in press /acceptedの別 | 特記事項 |
|----|------------------------------------|--------|---------------------------------|------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

著作物数 0 件
公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

| 年度 | 研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数 | 開発したテキスト・マニュアル類 | 特記事項 |
|------|---|---|------|
| 2016 | 研究題目1「有用微細藻類の探索」のカウンターパートである Universiti Malaysia Terengganuの研究者・学生に対し、開発したマニュアルを用いて有用微細藻類の単離・スクリーニングの指導を実施(平成28年10月,平成29年2月)。 | Protocol for Microalgae Isolation and Screening | |
| 2016 | 研究題目2「天然成長促進物質の探索」のカウンターパートである Universiti Selangorの研究者等に対し、開発したマニュアルを用いて有機物分画の指導を実施(平成29年2月)。 | Auto Fractionation System Operation Manual | |

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

| 年度 | 国内/ 国際の別 | 発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等 | 招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別 |
|------|-------------|--|----------------------------|
| 2016 | 国際学会 | Toda, T (創価大), K Furuya (東大), K Takahashi (東大), M Sato (東大), <u>I Katayama</u> (東大), A Imai (国環研), K Komatsu (国環研), K Nakasaki (東工大), VS Kuwahara (創価大), FM Yusoff (Universiti Putra Malaysia), MEA Wahid (Universiti Malaysia Terengganu), MKM Rajuddin (Universiti Selangor). "The SATREPS project for continuous operation system for microalgae production optimized for sustainable tropical aquaculture (COSMOS)." 3rd International Postgraduate Conference on Biotechnology. August 2016. Indonesia. | ポスター発表 |
| 2016 | 国際学会 | <u>Imai A</u> (国環研), K Komatsu (国環研), T Sato, N Kawasaki (Universiti Selangor), A Kohzu (国環研), K Shimotori (国環研). "Characterization of extracellular dissolved organic matter released by cyanobacteria dominant in a shallow eutrophic lake". SIL XXXIII Congress, August 2016. Italy. | 口頭発表 |
| 2016 | 国際学会 | <u>Yusoff, FM</u> (Universiti Putra Malaysia), NFM Iksan (Universiti Putra Malaysia), N Nagao (Universiti Putra Malaysia), T Toda (創価大). "Use of microalgae in enhancing live-feed in aquaculture industry." 2016 Vietnam Fisheries International Exhibition. October 2016. Vietnam. | 口頭発表 |
| 2016 | 国際学会 | <u>Kuwahara, VS</u> (創価大), T Toda (創価大), K Furuya (東大), A Imai (国環研), K Nakasaki (東工大), FM Yusoff (Universiti Putra Malaysia), MEA Wahid, MKM Rajuddin. "Innovative recycling application for sustainable tropical aquaculture using high-value tropical microalgae biomass production." International Conference on Life Sciences Revolution 2016. November 2016. Malaysia. | 口頭発表 |
| 2017 | 国際学会 | <u>Komatsu K</u> (国環研), Onodera T (国環研), Kohzu A (国環研), Syutsubo K (国環研), Imai A (国環研), Kawasaki N (Universiti Selangor). "Characterization of dissolved organic matter (DOM) during the processes of advanced wastewater treatment plant and evaluation of the effect of its effluent on river water quality". 7th IWA-ASPIRE Conference, September 2017. Malaysia. | 口頭発表 |

口頭発表 4 件
ポスター発表 1 件

② 学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

| 年度 | 国内/ 国際の別 | 発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等 | 招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別 |
|------|-------------|---|----------------------------|
| 2016 | 国際学会 | <u>Nagao, N</u> (Universiti Putra Malaysia), FM Yusoff (Universiti Putra Malaysia), Y Imaizumi (Universiti Putra Malaysia), T Toda (創価大). "Control of light intensity per cell in high cell density continuous culture for high microalgae production." 2016 Vietnam Fisheries International Exhibition. October 2016. Vietnam. | 口頭発表 |
| 2016 | 国際学会 | <u>Iksan, NFM</u> , YN Ain, AZ Abidin, FM Yusoff, MH Zakaria, N Nagao (Universiti Putra Malaysia). "Quorum quenching activities from microalgae and macroalgae as potential disease control in aquaculture." 2016 Vietnam Fisheries International Exhibition. October 2016. Vietnam. | 口頭発表 |
| 2016 | 国際学会 | <u>Kawasaki, N</u> (Universiti Selangor), MRM Kushairi (Universiti Selangor), AH Sharr (Universiti Selangor), I Abdul Latif (Universiti Selangor), A Imai (国環研), K Komatsu (国環研). "Study of Soil Extracts Which May Enhance Microalgal Growth." 2016 International Conference on Life Sciences Revolution. November 2016. Malaysia. | 招待講演 |
| 2016 | 国際学会 | <u>Kishi, M.</u> , Y. Yamada (創価大学), T. Katayama (東京大学), T. Toda (創価大学). Two-phase bicarbonate-based CO ₂ recovery system using <i>Arthrospira platensis</i> : Recovery efficiencies and carbon mass flux. International Post-graduate Conference on Biotechnology. August 2016. Indonesia. | 口頭発表 |
| 2016 | 国内学会 | 片山智代, 堀正成, 佐藤光秀, 高橋一夫, 古谷研(東大). "明暗周期条件における珪藻 <i>Phaeodactylum tricorutum</i> の脂質生産応答." 日本藻類学会第41回大会, 2017年3月, 高知. | ポスター発表 |
| 2016 | 国内学会 | 岸正敏, 戸田龍樹(創価大). "異なる好アルカリ性微細藻類を用いたCO ₂ 回収プロセスの比較検討." 第51回日本水環境学会年会(熊本大学), 2017年3月, 熊本. | 口頭発表 |
| 2017 | 国際学会 | <u>Goto, M</u> (創価大), N. Nagao (Universiti Putra Malaysia), F.M. Yusoff (Universiti Putra Malaysia) and T. Toda (創価大). "Ammonia utilization as nitrogen source for cultivation of marine microalga <i>Chlorella vulgaris</i> ". Asian-Pacific Aquaculture 2017. July 2017. Malaysia. | ポスター発表 |
| 2017 | 国際学会 | <u>Katayama, T.</u> , Takahashi, K, Furuya, K, Rahman, NA (東大), Wahid, MEA, Khatoon, H, Kasan, NA (Universiti Malaysia Terengganu). "Efficient isolation of lipid-rich marine microalgae by flow cytometry". The 3rd Asian Marine Biology. November 2017. Japan. | 口頭発表 |
| 2017 | 国際学会 | <u>Rahman, NA</u> (東大), Khatoon, H, Yusuf, N (Universiti Malaysia Terengganu), Katayama, T, Takahashi, K, (東大). "The efficacy of marine microalgae with high antioxidant activity on growth, survival and oxidative stress of <i>Litopenaeus vannamei</i> postlarvae". The 3rd Asian Marine Biology. November 2017. Japan. | 口頭発表 |

| | | | |
|------|------|--|--------|
| 2017 | 国際学会 | Kamarudin, IH (Universiti Malaysia Terengganu), Katayama, T (東大), Wahid, MEA (Universiti Malaysia Terengganu). "Exopolysaccharide (EPS) extracted from <i>Chlorella</i> sp. as adjuvant for <i>Mannheimia haemolytica</i> A2 Vaccine". International Congress of the Malaysian Society for Microbiology 2017. December 2017. Malaysia. | ポスター発表 |
| 2017 | 国際学会 | Katayama, T, Takahashi, K, Furuya, K, Rahman, NA (東大), Wahid, MEA, Khatoon, H, Kasan, NA (Universiti Malaysia Terengganu). "Screening for the isolation of lipid-rich marine microalgae by flow cytometry". Climate Change Cluster (C3) Colloquium 2017 AQUAFLUO II: Chlorophyll Fluorescence in Aquatic Sciences. December 2017. Australia. | ポスター発表 |
| 2017 | 国内学会 | 小山光彦(東工大)、長尾宣夫(UPM)、A. A. Rahim(UPM)、M. S. Kamarudin(UPM)、戸田龍樹(創価大)、中崎清彦(東工大)。有機性汚泥のコンポスト化プロセスにおける窒素の動態解析。第28回廃棄物資源循環学会研究発表会。2017年9月。東京。 | 口頭発表 |
| 2017 | 国内学会 | 小山光彦(東工大)、長尾宣夫(UPM)、A. A. Rahim(UPM)、M. S. Kamarudin(UPM)、戸田龍樹(創価大)、三橋拓也(東工大)、中崎清彦(東工大)。エビ養殖池汚泥の好気発酵にともなうアンモニアの発生。化学工学会第49回秋季大会。2017年9月。愛知。 | 口頭発表 |
| 2017 | 国内学会 | 小山光彦(東工大)、長尾宣夫(UPM)、A. A. Rahim(UPM)、M. S. Kamarudin(UPM)、戸田龍樹(創価大)、三橋拓也(東工大)、中崎清彦(東工大)。エビ養殖池汚泥の好気発酵におけるアンモニア回収特性と窒素収支の評価。第52回日本水環境学会年会。2018年3月。北海道。 | 口頭発表 |
| 2017 | 国内学会 | 夏元君・菅井洋太・岸正敏・井田旬一・戸田龍樹(創価大学大学院工学研究科)、微細藻類凝集沈殿におけるカチオン、pH、細菌産生EPSの影響。第52回水環境学会年会。2018年3月。北海道。 | ポスター発表 |
| 2017 | 国内学会 | 平原南萌・山本修一・戸田龍樹(創価大学大学院工学研究科)、内湾性かいし類はエネルギー蓄積を行うか?、海洋生物シンポジウム2018。2018年3月。東京。 | 口頭発表 |

| | | |
|------|----|---|
| 招待講演 | 1 | 件 |
| 口頭発表 | 10 | 件 |

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 国内出願

| | 出願番号 | 出願日 | 発明の名称 | 出願人 | 知的財産権の種類、出願国等 | 特許出願権限の共有者への参加の有無 | 登録番号 (未登録は空欄) | 登録日 (未登録は空欄) | 出願特許の状況 | 関連する論文のDOI | 発明者 | 発明者所属機関 | 関連する外国出願※ |
|------|-------------|------------|-------------|----------|---------------|-------------------|------------------|-----------------|---------|------------|----------|----------|-----------|
| No.1 | 2017-207419 | 2017/10/26 | 光合成微生物用培養容器 | 学校法人創価大学 | 国内 | 無 | | | | | 岸正敏、戸田龍樹 | 創価大学理工学部 | |
| No.2 | | | | | | | | | | | | | |
| No.3 | | | | | | | | | | | | | |

国内特許出願数 1 件
公開すべきでない特許出願数 0 件

② 外国出願

| | 出願番号 | 出願日 | 発明の名称 | 出願人 | 知的財産権の種類、出願国等 | 特許出願権限の共有者への参加の有無 | 登録番号 (未登録は空欄) | 登録日 (未登録は空欄) | 出願特許の状況 | 関連する論文のDOI | 発明者 | 発明者所属機関 | 関連する国内出願※ |
|------|------|-----|-------|-----|---------------|-------------------|------------------|-----------------|---------|------------|-----|---------|-----------|
| No.1 | | | | | | | | | | | | | |
| No.2 | | | | | | | | | | | | | |
| No.3 | | | | | | | | | | | | | |

外国特許出願数 0 件
公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①受賞

| 年度 | 受賞日 | 賞の名称 | 業績名等 (「〇〇の開発」など) | 受賞者 | 主催団体 | プロジェクトとの関係 (選択) | 特記事項 |
|------|-----------|---|-------------------------------------|-----|--------------------------|--------------------|------|
| 2016 | 2016/5/20 | 2016 Mary Rosenthal Memorial Student Travel Grant | | 岸正敏 | Algae Biomass Foundation | 2.主要部分が当課題研究の成果である | |
| 2017 | 2017/4/21 | 笹川科学研究助成金 | 気体透過型バグリアクターを用いた微細藻類によるCO2回収プロセスの確立 | 岸正敏 | 財団法人日本科学協会 | 1.当課題研究の成果である | |

2 件

②マスコミ(新聞・TV等)報道

| 年度 | 掲載日 | 掲載媒体名 | タイトル/見出し等 | 掲載面 | プロジェクトとの関係 (選択) | 特記事項 |
|------|------------|---|---|-----|--------------------|------|
| 2016 | 2016年8月29日 | Utusan Malaysia | ALGA MIKRO PACU INDUSTRI | | 1.当課題研究の成果である | |
| 2017 | 2017年7月13日 | Utusan Malaysia | UMT, Utokyo Collaborate To Unlock Potential Of Microalgae | | 1.当課題研究の成果である | |
| 2017 | 2017年7月13日 | Utusan Borneo Sabah | UMT, Utokyo Collaborate To Unlock Potential Of Microalgae | | 1.当課題研究の成果である | |
| 2017 | 2017年7月13日 | Sinar Harian (Johor) | UMT, Utokyo Collaborate To Unlock Potential Of Microalgae | | 1.当課題研究の成果である | |
| 2017 | 2017年7月13日 | Sinar Harian (Kelantan) | UMT, Utokyo Collaborate To Unlock Potential Of Microalgae | | 1.当課題研究の成果である | |
| 2017 | 2017年7月13日 | Sinar Harian (Melaka and Negeri Sembilan) | UMT, Utokyo Collaborate To Unlock Potential Of Microalgae | | 1.当課題研究の成果である | |
| 2017 | 2017年7月13日 | Sinar Harian (Terengganu) | UMT, Utokyo Collaborate To Unlock Potential Of Microalgae | | 1.当課題研究の成果である | |
| 2017 | 2017年7月13日 | Sinar Harian (Utara) | UMT, Utokyo Collaborate To Unlock Potential Of Microalgae | | 1.当課題研究の成果である | |
| 2017 | 2017年7月12日 | Bernama (インターネットニュースサイト) | | | 1.当課題研究の成果である | |

9 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

| 年度 | 開催日 | 名称 | 場所 (開催国) | 参加人数 (相手国からの招聘者数) | 公開/ 非公開の別 | 概要 |
|------|------------------------|---|----------------------|----------------------|--------------|---|
| 2016 | 2016年5月10日 | 講演タイトル「微細藻類の大量培養技術の確立による持続可能な熱帯水産資源生産システムの構築」 | 創価大学 (日本) | 30人 (相手国0人) | 公開 | 創価大学にてマスコミ懇談会を開催し、報道関係者の皆様へ創価大学についての説明を行いました。SATREPSに採択されたことから、マスコミ懇談会の中で戸田龍樹教授がSATREPSについてのプレゼンを行いました。 |
| 2016 | 2016年12月13日 | 講演タイトル「循環型社会形成のための要素技術としてのメタン発酵処理技術と微細藻類培養」 | 八王子スクエアビル11階 (日本) | 20人 (相手国0人) | 公開 | 「TAMA-TLO産学連携事業発表会2016」にて、戸田龍樹教授(創価大学)が発表。 |
| 2016 | 2017年2月20日 | 講演タイトル「名古屋議定書遵守の観点からみた遺伝資源の正しい利用の仕方」 | 創価大学 (日本) | 40人 (相手国0人) | 公開 | 創価大学理工学部講演会にて、森岡一博士(元 国立遺伝学研究所 知的財産室 ABS学術対策チーム)を招いて講演。 |
| 2017 | 2017年8月14日～ 8月17日 | LC-MS講習会 | UPM (マレーシア) | 12人(相手国9人) | 非公開 | 供与機材「LC-MS」の分析方法について、片山智代特任助教(東京大学)がマレーシア研究者・大学院生に対して分析原理の説明およびデモンストレーションを行った。 |
| 2017 | 2017年11月15日 ～11月17日 | 栄養塩オートアナライザー講習会 | UPM (マレーシア) | 10人(相手国8人) | 非公開 | 供与機材「栄養塩オートアナライザー」の分析方法について、片山智代特任助教(東京大学)がマレーシア研究者・大学院生に対して分析原理の説明およびデモンストレーションを行った。 |
| 2017 | 2017年10月9日 ～10月11日 | ワークショップ「DNAシーケンスによる微細藻類の種同定解析および群集構造解析」 | UPM (マレーシア) | 20人(相手国18人) | 非公開 | 創価大学 黒沢則夫教授による、DNAを用いた微細藻類の種同定および群集構造解析の技術習得を目的としたワークショップが開催された。 |

6 件

② 合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

| 年度 | 開催日 | 議題 | 出席人数 | 概要 |
|------|------------|---|------|---|
| 2016 | 2016年8月15日 | 第1回JCC会議 | 34 | 本プロジェクトの進捗状況の確認と今後の計画について協議。 |
| 2017 | 2017年7月10日 | 1st Project Management Committee(PMC) meeting | 37 | 本プロジェクトの進捗状況と今後の計画について、研究内容を主に協議 |
| 2017 | 2017年7月11日 | 第2回JCC会議 | 30 | 本プロジェクトの進捗状況の確認と今後の計画について協議。 |
| 2018 | 2018年3月8日 | Progress Meeting | 13 | JST・JICAによる中間評価(2018年8月予定)のための日程調整および対策を協議。 |

4 件

成果目標シート

公開資料

| | |
|------------------|--|
| 研究課題名 | 微細藻類の大量培養技術の確立による持続可能な熱帯水産資源生産システムの構築 |
| 研究代表者名 (所属機関) | 戸田龍樹(創価大学理工学部) |
| 研究期間 | 平成27年6月～平成33年3月 |
| 相手国名／主要相手国研究機関 | マレーシア/プトラ大学(UPM)、トレンガヌ大学(UMT)、セランゴール大学(UNISEL) |

付随的成果

| | |
|-------------------------------|---|
| 日本政府、社会、産業への貢献 | <ul style="list-style-type: none"> 藻類生産に関わる新産業創出 CDM事業への展開 熱帯養殖産業におけるデフォルト技術の確立 |
| 科学技術の発展 | <ul style="list-style-type: none"> 革新的藻類生産技術 成長促進物質による培養困難有用種の培養技術 生物多様性の保全 持続可能な水産技術 |
| 知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等 | <ul style="list-style-type: none"> 熱帯の多様な有用藻類の単離と生産技術 藻類生産技術 藻類生産のための廃棄物からの栄養塩回収技術 |
| 世界で活躍できる日本人人材の育成 | <ul style="list-style-type: none"> 国際的に活躍可能な日本若手研究者の育成、若手研究者の国際ネットワークの構築 |
| 技術及び人的ネットワークの構築 | <ul style="list-style-type: none"> アフリカ諸国、インドネシアの既存ネットワークを利用した、他の熱帯諸国との新たなネットワークの構築 |
| 成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど) | <ul style="list-style-type: none"> 査読論文多数、啓蒙書発刊 熱帯種の培養液作成方法 熱帯藻類生産マニュアル |

上位目標

多様な有用藻類の生産技術が確立され、世界の熱帯途上国の養殖産業において活用・持続可能な生産を可能にする

- 藻類生産技術のマレーシア国内での社会実装、コストダウン、他の熱帯途上国への普及
- 熱帯養殖産業へのデフォルト技術としての組み込み、技術の熟成
- 多様な藻類バイオマスの機能解明、生産技術の確立、市場の拡大

プロジェクト目標

熱帯の多様な有用藻類を探索し、バイオマス収率が現状の10倍(1トン/GJ)となる革新的な藻類大量培養技術を確立する。

