

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「生物資源の持続可能な生産・利用に資する研究」

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 30 年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

平成 28 年 3 月 25 日から令和 3 年 3 月 24 日まで

JST 側研究期間^{*2}

平成 27 年 6 月 1 日から令和 3 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

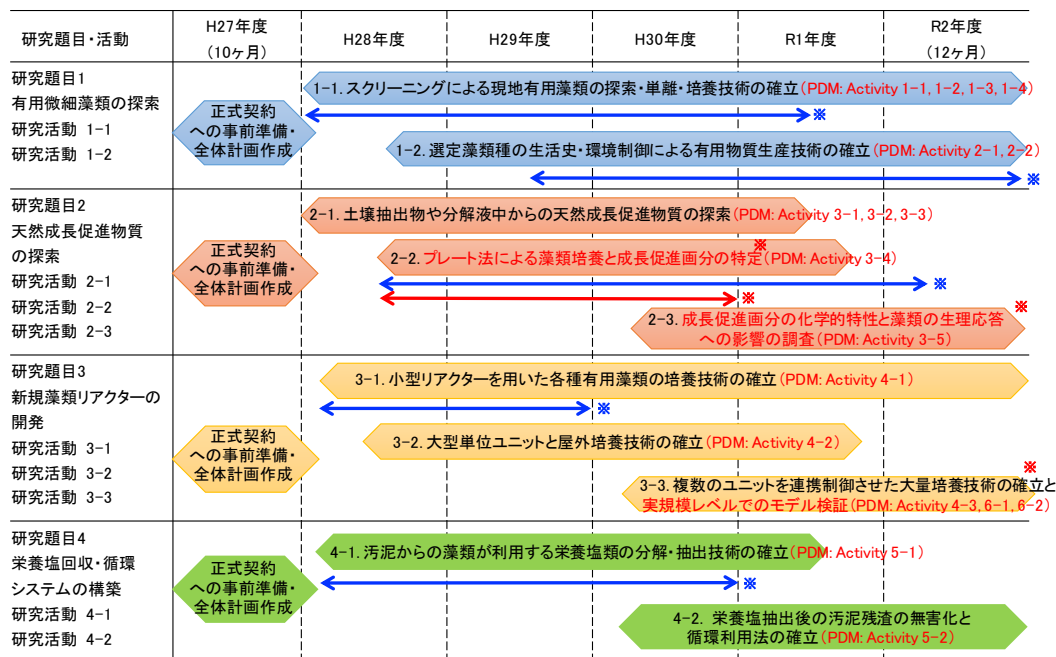
研究代表者： 戸田 龍樹

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



※ PO (Plan of Operation) にもとづいて実施期間を変更 (平成29年2月24日改定)

※ PO にもとづいて研究活動項目および実施期間を変更 (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 に従い、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 に従い、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制」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

平成 30 年度は、プロジェクト後半のメインパートである、社会実装化を検証するためのデモンストラレーションサイトの建設がカウンターパートの UPM キャンパスにおいて進められている。現在

【平成 30 年度実施報告書】【190531】

までに研究題目 3)が開発しているフォトバイオリアクターを浮かべるポンドや、各種機器が設置されるエリアのコンクリートの整備工事が終了している。令和 1 年 9 月までに実証実験を開始するべく、現在、電源や配管の設置、施設の設計など、マレーシア側研究者や工事業者と週に 1 回打合せを行って進めている。

プロジェクト後半に差し掛かる平成 30 年度は、各研究題目間での連携を強化するために定期的な情報共有を行った。平成 30 年 6 月には、東京大学にて日本人研究者メンバーで勉強会、同月に両国研究者メンバーでの Project Management Committee (PMC)ミーティング、8 月には第 3 回 Joint Coordinating Committee (JCC)ミーティングを開催した。当該年度は、第 4 回 International Postgraduate Conference on Biotechnology (IPCB)を JCC ミーティングに合わせて同時開催し、本プロジェクトのワークショップを設け、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った。

- ・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

研究運営体制は、研究題目 1)の東京大学におけるグループリーダーが、平成 30 年度から古谷教授から高橋教授に変更となり、片山特任助教がサブリーダーを担当することとなった。古谷教授は研究題目 1)を遂行するために、アドバイザーとして携わることとなった。研究題目 3)では、平成 30 年度から新たに桑田正彦客員教授と中國正寿助教が加わった。中國助教は、平成 30 年 8 月に現地で開催した COSMOS ワークショップにおいて、脂質・脂肪酸の分析手法について講義・実習を実施した。桑田客員教授は平成 31 年 1 月に現地において、電子顕微鏡を用いた微細藻類の観察手法に関するワークショップを実施した。

本プロジェクトのリサーチアシスタント (RA)であった岸正敏氏と平原南萌氏が博士学位を取得し、それぞれ平成 30 年 4 月、平成 31 年 4 月より創価大学 助教に採用され、本プロジェクトに参画することとなった。研究題目 4) では東京工業大学の小山光彦博士がポスドクから助教に採用され、引き続きサブリーダーを担当している。東京工業大学では平成 30 年 4 月に本プロジェクト予算で、Dr. Tran Ngoc Minh Quyen をポスドク研究員として雇用した。

人的支援の構築に関しては、平成 30 年 9 月に UNISEL の講師である Ms. Emi Fazlina Hashim が創価大学の博士後期課程に入学し、研究題目 2) の分画された土壌抽出物質の微細藻類への効果をテーマとして学位の取得を目指している。本プロジェクトの短期研修員として、平成 30 年 9 月に UNISEL の講師である Mr. Mohd Fadzli Ahmad を国立環境研究所に約 1 か月間招聘し、研修題目「土

壤抽出液中における溶存有機物の分画技術及びプレート培養技術の取得」を行った。

上述したように、平成 30 年度は、本プロジェクトの RA2 名が博士学位を取得したことや若手メンバー 3 名が創価大学、東京工業大学の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国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みられた。

(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：平成 29 年度実施報告書 表 1 を参照)からアスタキサンチンやルテインを生産する *Haematococcus* 属や *Chlorella* 属を有する緑藻類、フコキサンチンならびに EPA を生産する珪藻類などの微細藻類をターゲットとして、現地藻類を採集し、212 の単離株を作成した (PDM: Output 1)。

作成した単離株に対し、バイオマス生産能と高付加価値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た。有用藻類の選定には、①エイコサペンタエン酸 (EPA)、ドコサヘキサエン酸 (DHA)などの多価不飽和脂肪酸の生産能、②アスタキサンチンやフコキサンチンなどの有用カロテノイド色素の生産能を選定基準とした。高付加価値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、高付加価値物質生産量を評価した。その結果、212 株の内 9 株を有用藻類の候補株として絞り込んだ (緑藻 *Chlamydomonas* sp., *Chlorella sorokiniana*, *Oocystis* sp., 珪藻 *Nitzschia* sp., *Thalassiosira* sp.など)。これら有用藻類候補株の高濃度アンモニア耐性能を調べるため、塩化アンモニウムを窒素源とした培地と硝酸ナトリウムを窒素源とした培地での増殖能を比較した。その結果、9 株中 4 株が高濃度アンモニア耐性能を有することが明らかとなった (PDM: Output 1)。また、研究題目 3)が開発する藻類大量培養装置を用いた有用藻類生産を目指すためには、高密度培養の可能な藻類を選定する必要がある。そこで、温度、攪拌強度、CO₂添加量などが制御されたカラムリアクターで有用藻類候補株を培養したところ、現在 5 株において高密度培養を行えることが確認された。残り 4 株の候補株に対しても高密度培養の可否を調べる。さらに、GC や HPLC を用いて高付加価値物質含量の正確な定量を現在進めており、高付加価値物質生産性の観点から最終的な有用藻類株を選定する (PDM: Activity 1-3)。これにより選定された有用株については、顕微鏡下と分子生物学的手法により種レベルまでの同定を行う。

選定藻類種の高付加価値物質生産速度を向上させる環境制御技術を確立するため、これまで UMT がプロジェクト開始前より所有している既存の現場有用藻を対象に、増殖や高付加価値物質蓄積に係る生活史や環境因子を調べてきた。その結果、脂質含量を 40%以上まで向上させる環境条件を特定することができた。現在は上記有用藻類候補株に対して同様の実験を行っており、塩分、温度、光強度といった環境因子が有用物質生産に与える影響を明らかにしていく。

② 研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況

平成 30 年 7 月、UMT の研究者・学生に対し、当研究グループが開発したマニュアルを用いて有用微細藻類の第 2 次スクリーニング法の指導を実施した。UMT の博士前期課程修了後、平成 30 年度秋季より東京大学の博士後期課程に入学した Ms. Norazira Binti Abdu Rahman は、本研究題目に関連した「有用藻類の抗酸化活性特性」をテーマとして学位の取得を目指している。

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 該当しない。

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 地点から、現地藻類の採集および単離株の作成を当該年度に完遂した (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。

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グを行なった (PDM: Activity 1-2)。スクリーニングによって絞り込まれた現地有用藻類候補株に対し、培養容積を大きくさせたボトルでの培養実験を行い、GC や HPLC を用いて有用物質生産量の正確な定量を行なっている (PDM: Activity 1-3)。これにより最終的に選定された有用藻類株について、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 1-4)、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

国立環境研究所では、UNISEL において作成された全ての土壌抽出液 (PDM: Activity 3-1, 3-2) を正式な手続きを通じて輸入した。それらを利用して培養実験を進め、藻類成長の促進効果をもたらす土壌抽出液の探索作業を進めている (PDM: Activity 3-4)。対象とした藻類は研究題目 1) で選定されたマレーシアの現地株 9 種である。その結果、例えば Chini Forest Reserve で採取された土壌の抽出液を添加すると、TRG10-p105 株の培養実験において比増殖速度が 3 倍になる一方、Royal Belum Forest Reserve の土壌を用いた抽出液では 1.3 倍程度にしかないなど、土壌抽出液の種類と対象とする藻類種によって成長促進効果に相違が見られた (PO: Output 3-4)。また土壌抽出液の有機物

特性評価も進めている (PDM: Activity 3-5)。このように培養実験を順次進めているところであるが実験の条件数が非常に多いため、進行表の作成と担当者間での共有、作業の優先順位付け等を通じて、その効率化に努めている。大容量カラムが装着可能な全自動分画装置については特許出願を行った (PO: Output 3-3)。

② 研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

JICA 短期研修においてカウンターパートである UNISEL の講師 Mr. Mohd Fadzli Ahmad に対し 2018 年 9 月、マイクロプレートを用いた培養の指導を詳細に行った。平成 30 年度秋季より、研究題目 2)に関連し前述した UNISEL の講師である Ms. Emi Fazlina Hashim を博士後期課程の大学院生として受け入れた。なお、国立環境研究所には大学院後期課程制度がないため、創価大学の大学院生として学内予算で受け入れて、本研究題目に関連する研究の遂行による学位取得を目指すこととなった。

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

研究題目 1)で選定された有用藻類株だけでなく、培養困難株であるとされた藻類株も対象とすることで土壌抽出液の添加による成長促進効果を検証することとなった。またリファレンスとして藻類研究分野で広く用いられている国立環境研究所の藻類株も対象とすることとなった。

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、マイクロプレートを用いた培養法を確立し、適用した。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)の他、限外ろ過での分画、微量金属濃度分析の適用を予定している。

(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)

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

熱帯の強光 (最大 $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)・高温 (最大 34°C)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て、現地有用海産微細藻類 *Chaetoceros carcitrans*, *Isochrysis galbana* を対象種として増殖特性および有用物質生産性を評価するための室内培養実験を行った。*Chaetoceros carcitrans* の培

養実験では $25 \text{ g-dw m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (光強度 $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)、*Isochrysis 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 (PO: Output 4-1, PDM: Activity 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。研究題目 4)から回収されるアンモニアを主な窒素源として利用した屋外での微細藻類生産技術を確立するため、熱帯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て回分培養による現地有用藻類 *Chlorella vulgaris* や *Isochrysis galbana* のアンモニア耐性の評価実験を行った。*Chlorella vulgaris* は先行研究で報告されている他の微細藻類種と比較して、高アンモニア濃度下でも高い活性 (Fv/Fm)を示し (PO: Output 4-1, PDM: Activity 4-1)、研究題目 4)からのアンモニアを効率的に利用可能であると考えられた。本プロジェクトの最終的なプロセスフローでは、アンモニアガスを吸収剤 ($\text{H}_3\text{PO}_4\text{aq}$)で回収して、リン酸態アンモニウムの形態で微細藻類に添加することを想定している。現在、研究題目 4)と連携を取りながら、最適なリン酸態アンモニウム添加量を見積もっており、有用微細藻類を用いて随時培養実験にて検証する。

省エネルギー型閉鎖系リアクター (CRADLE)で課題となった、培養液中の過剰な溶存酸素の残留を解決し、生産性を向上させるため、新規に研究開発したリアクターは微細藻類を培養する受光槽とは別に調整槽を設けて培養液を間欠的に交換し、溶存酸素除去と攪拌を同時に行えるプロセスを考案した (特許申請中)。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、このアイデアを取りこんだベンチスケールリアクターの設計・製作を行った。新型のベンチスケールリアクターでは、CRADLE による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た (PO: Output 4-2, PDM: Activity 4-2)。本ベンチスケールリアクターをスケールアップする際には、安価なバグリアクターを連結することで容易に、かつ低コストでスケールアップが可能となり、社会実装化に向けて大きく前進した。

複数のユニットを連携制御させた微細藻類大量培養技術の確立と実規模レベルでのモデル検証を行うため、UPM キャンパスにデモンストレーションサイトを建設している。本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、平成 30 年度までにバグリアクターを浮かべるポンドや各種機器を設置するためのコンクリートの整備が終了した。

② 研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

微細藻類の有用性を評価する項目のひとつである脂質・脂肪酸の分析において、英語マニュアルを作成した。本マニュアルを元に UPM にて脂質・脂肪酸の抽出および分析のセットアップを日本側のリサーチアシスタントが現地に出向いてマレーシア側研究者と協力して行い、現地での分析準備が整った。平成 30 年 6 月には、創価大学の中國正寿助教が UPM にて分析化学に関する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った。平成 31 年 1 月には、創価大学の桑田正彦客員教授が、電子顕微鏡を用いた微細藻類の観察手法に関するワークショップを、作成した英語マニュアルを用いて UPM の学生および若手研究者を対象に行い、微細藻類の生理状態について知見を得るための技術移転を行った。

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

長崎県の自治体 (新上五島町)より本プロジェクトに協力の打診、依頼があり、当該自治体が平成 30 年度内閣府地方創生推進交付金に微細藻類大量培養を利用した事業の応募申請を行った (事業名「高付加価値微細藻類の大型培養による 6 次産業化プロジェクト」)。その結果、特色ある取り組み事例と評価され、本年 3 月に正式採択された。今後、本プロジェクトの成果 (特に、バイオリアクター)を導入しつつ、自治体を支援していく予定である。

④ 研究題目 3 の研究のねらい (参考)

熱帯地域において付加価値の高い微細藻類を大量培養可能な新規のフォトバイオリアクターを研究開発する。高付加価値微細藻類の培養は、コンタミネーションのリスクが高いため、閉鎖系リアクターを使用する必要がある。しかし閉鎖系リアクターは、高価でエネルギー消費が極めて大きく、高付加価値物質を生産可能なごく限られた微細藻類種に利用されてきた。また本技術開発の対象となる熱帯地域では、日中の培養液の温度が 50℃を超えることがあり、水温上昇の問題を解決することも開発のポイントとなる。熱帯地域における微細藻類生産の既往研究では、高温耐性のある種の利用が行われてきたが、本プロジェクトでは、色素や不飽和脂肪酸といった付加価値の高い物質を生産する微細藻類を、種の温度耐性に関係なく、培養・生産することができるフォトバイオリアクターを開発する必要がある。そこで本研究では、(1) 水中にリアクターを設置することで過剰な温度上昇を防止し、(2) 水平方向にスケールアップすることで、熱帯の光エネルギーを効率的に利用可能で、(3) 低コスト・省エネルギーの新規バイオリアクターの開発を実施する。

⑤ 研究題目 3 の研究実施方法 (参考)

マレーシア現地の屋外環境を模した強光 (最大 1000 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$)、高温 (最大 30℃)条件下で有用物質を生産する現地微細藻類 *Chaetoceros caritrans* や *Isochrysis galbana* の高密度培養実験など、大型装置で生産される最適種の選定ならびに有用物質の生産を最大化する培養条件の調査を行った (PDM: Activity 4-1, Output 4-1)。また、有用物質の分析には、機材供与を行った LCMS で 14 種の色素分析手法を確立し、脂肪酸分析には、日本側リサーチアシスタントによる GCMS セットアップ完了の後、専門家によるワークショップを開催し、現地若手研究者ならびに大学院生が分析できる環境を整備した。

新規の間欠運転型バッ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。開発技術は、課題となっていた酸素除去効率を向上させるため、攪拌を行う調整槽を分離し、日本国内のエンジニアリング会社の協力を得て、装置の開発および、UPM への設置を行った (PDM: Activity 4-2)。くわえて、バッグの素材に酸素を透過する素材を活用し、バッグリアクター内で培養中に酸素除去を行う技術についても検討を行った。容積 1.9 L の小型装置を製作し、培養が簡便で、かつ成長速度が速い *Arthrospira platensis* (スピルリナ)を使って連続培養実験を行った (PDM: Activity 4-2)。

プロジェクト最終段階においては、開発されたバイオリアクターを用いて、研究題目 1)で単離・選別された微細藻類種による有用物質の生産性を評価するために、温度・光量・攪拌量・CO₂添加量

などを調節して培養する。そこで研究題目 1)と連携し、バブルカラムリアクターを利用して、単離された微細藻類の成長速度ならびに有用物質生産性を評価する実験を行った。

研究題目 4)では、藻類の栄養源としてアンモニアを回収し、微細藻類の生産に利用する。アンモニアはある濃度以上になると微細藻類の成長を阻害するため、本研究題目では、属が異なる現地微細藻類 *Chlorella vulgaris*、*Tetraselmis tetrathele*、*Isochrysis galbana* の 3 種を用い、アンモニア耐性を評価した (PDM: Activity 4-1, Output 4-1)。

(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

底質の異なる 3 種類の養殖池の汚泥 (A: ライナー無、B: ライナー有・池から排出された汚泥の水路 (ライナー無) から採取、C: ライナー有・池内から採取) を採取し、組成分析をおこなった結果、有機物量ならびに窒素含有量がそれぞれ 2-4 倍ならびに 2-9 倍異なった。このことから、汚泥の種類の違いがアンモニア回収量に影響を及ぼすと考えられたため、ラボスケール (100 mL 装置)において、各汚泥の高温好気発酵 (コンポスト化) 実験を実施した。汚泥の組成とアンモニア回収量の相関解析の結果、汚泥の有機物含有率が高いほどアンモニア回収量が増加することが明らかとなり (図 1)、無機物 (土壌) が混入しない養殖池システムの汚泥がアンモニア回収に適していることがわかった (PDM: Output 5-1)。

最もアンモニア回収量の多い汚泥について、好気発酵前後の窒素収支を解析したところ、非溶存態窒素画分 (=可溶化されていない窒素画分、すなわちタンパク質) が 60%以上を占めており、非溶存態窒素の可溶化過程が発酵のボトルネックであることが明らかとなった。そこで、汚泥のタンパク質の分解促進を目的として、好熱性タンパク質分解菌の単離を様々なコンポスト試料を用いて試みた。その結果、60°Cにおいてタンパク質を分解する *Bacillus* sp. R2 株が単離された。R2 株を好気発酵下の養殖池汚泥に接種したところ、非溶存態窒素量が 62% (無添加区) から 55% (R2 株添加区) へと顕著に減少し、アンモニアガス回収量が無添加区と比較して約 60%増加し (図 2)、タンパク質分解菌による汚泥の易分解化が示唆された (PDM: Output 5-1)。今後は、汚泥の主成分と考えられる細菌細胞壁を分解する微生物の単離・接種と組み合わせることによりさらなる汚泥分解率向上に取り組むとともに、スケールアップ時のこれら接種微生物の挙動を明らかにする。

また、窒素収支解析の結果、アンモニアガスとして揮発した量と同程度かそれ以上の量のアンモニア態窒素が固形残渣中に残存しており、発生したアンモニアの大半がコンポスト内の原料や水分にトラップされたためと考えられた。そこで、アンモニアガスの揮発促進を目的としてアルカリ剤 (消石灰) を好気発酵期間中に添加することとした。消石灰の添加時期 (発酵 2、5、9 日目にそれぞれ添加) ならびに pH 条件 (約 10-12) がアンモニア回収効率ならびに微生物活性に及ぼす影響を嫌気汚泥を原料に用いてラボスケール実験で評価した。消石灰添加によりアンモニアガス発生量は最大約 70%増加したが (図 3)、コンポスト中の pH は消石灰添加直後に有機物分解過程で排出される炭酸ガスと中和して速やかに元の値に戻り、いずれの添加時期 / pH 条件においても微生物活性への阻害は見られなかった。これらの結果から、消石灰添加により微生物活性 (ならびに有機物分解) に悪影

響を与えることなくアンモニア回収率を向上できることが明らかとなった (PDM: Output 5-1)。

ベンチスケール (200L 装置)では、現地にて新しく採取した養殖池汚泥の好気発酵実験をおこない、汚泥の自己昇温能を検討した (図 4 (a))。平成 29 年に採取した汚泥は好気発酵槽内の温度は最高で 36℃までしか上昇しなかったのに対し、平成 30 年に新しく採取した汚泥は 50℃まで上昇し (図 4 (b))、有機物の微生物分解に伴う発熱が十分であると考えられた (PDM: Output 5-1)。今後は、通気流量を最適化して有機物分解が最もよく進行する 60℃前後を維持するとともに、ラボスケール実験の知見 (汚泥分解菌の接種と消石灰の添加)を組み合わせることにより、アンモニア回収システムの最適化に取り組む。

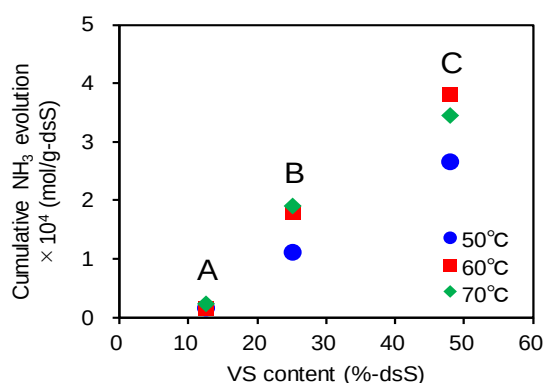


図 1. 養殖池汚泥の有機物含有量と好気発酵におけるアンモニアガス回収量の関係。

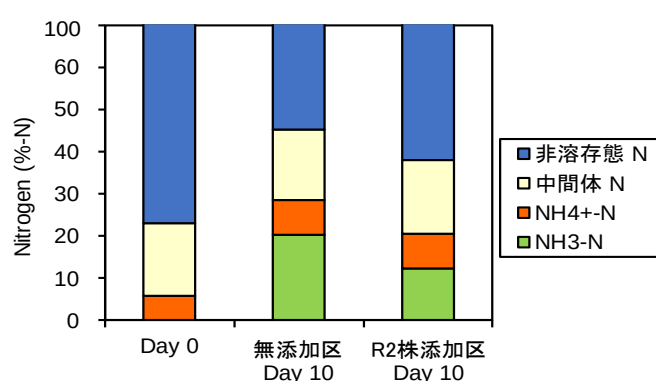


図 2. 養殖池汚泥 (C 汚泥) の好気発酵における *Bacillus* sp. R2 株の接種による窒素収支の変化。

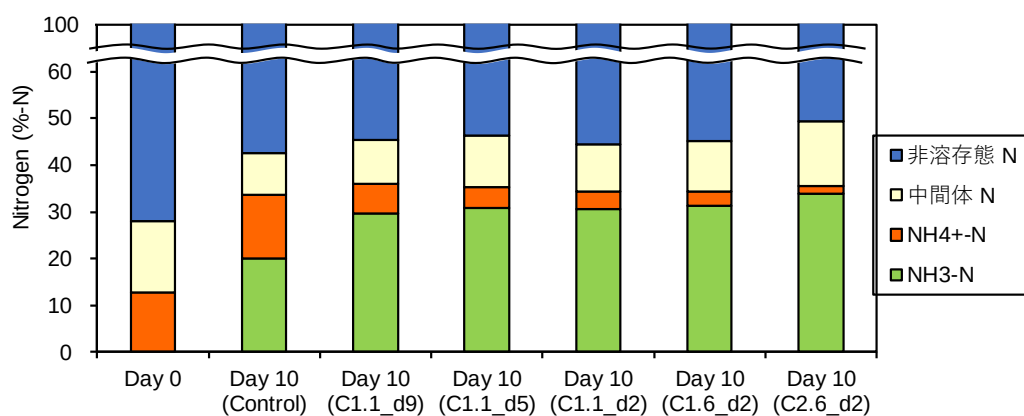


図 3. 嫌気汚泥の好気発酵における消石灰の添加による窒素収支の変化。
Day0 および Day10 は好気発酵日数を示す。各括弧内の C1.1、C1.6、C2.6 はそれぞれ消石灰を 1.1, 1.6, 2.6 mM/batch 添加したことを示し、d2、d5、d9 は 10 日の好気発酵期間において消石灰を添加した日数を示す。

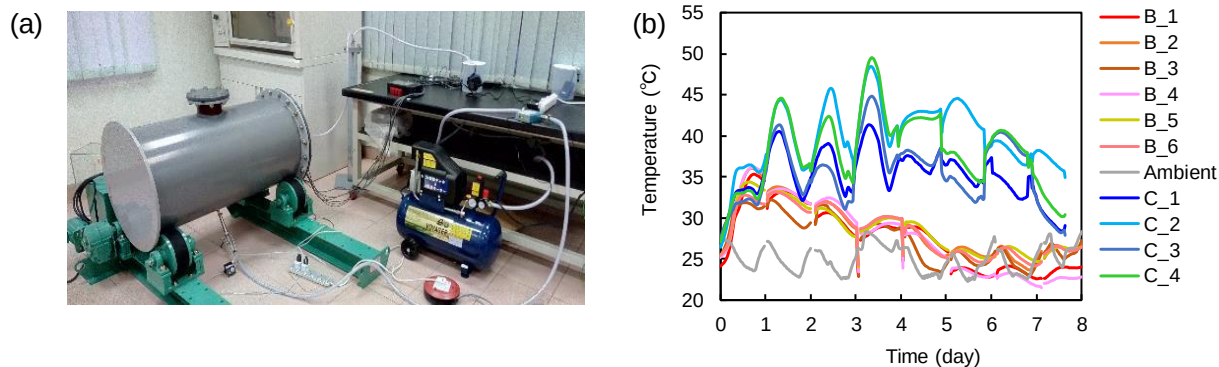


図 4. 養殖池汚泥のベンチスケール好気発酵装置 (a) ならびに好気発酵における 2 種類の汚泥 (B 汚泥 vs C 汚泥) の自己昇温能の比較 (b).

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、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、JICA 短期研修員受入時に、カウンターパートに対し、好気発酵実験の実験操作、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

アンモニア回収に用いる汚泥の現場調査を行った結果、手作業で汚泥を回収する粗放的な養殖池と比較して、パドルを用いて池の中心部に汚泥を集約・回収する先端的な養殖池の方が、汚泥の有機物量が高いことが明らかとなった。今後、先端的な養殖池に本プロジェクトのシステムを導入することにより、効率的なアンモニアの回収が期待されるため、現地養殖業者への交渉を検討する。

④ 研究題目 4 の研究のねらい (参考)

汚泥に含まれる難分解性有機態窒素の可溶化率向上ならびに有機態窒素の分解物であるアンモニア態窒素の揮発促進により、藻類培養の窒素源となるアンモニアガス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 (Nakasaki et al. 2009) 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ならびに微生物資材 (コンポスト) と乾燥重量比 5:14:1 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)

プロジェクト後半に差し掛かる本年度は、各研究題目間での連携を強化するために定期的な情報共有を行った。各研究題目において、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スカイプミーティングなどを有効活用して、月 1 回以上密に連絡を取り合いながら活動を進め、両国共催の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。

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 212 株の現地微細藻類株の単離に成功し、そのうち 9 株を現地有用藻類種として選定した。現在、この 9 株を対象に研究題目 3) が設計・製作したカラムリアクターを用いた培養実験を実施しており、最終的な有用藻類 2 種を絞り込んでいる。研究題目 2) では、研究題目 1) から選定された現地有用藻類 9 株の土壌抽出物添加実験が概ね終了している。くわえて、開発された全自動分画装置を用いて、マレーシア国内から得られた土壌の天然成長促進物質の抽出が行われており、各分画（低分子/高分子、親水性/疎水性など）の抽出物添加実験を随時予定している。研究題目 1) と研究題目 2) 間の連携については、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) のバググリアクターについては、省エネルギー型閉鎖系リアクター CRADLE の間欠攪拌技術を基本デザインとして、課題となっていた過剰な溶存酸素の残留を解決するために、受光部と酸素除去を行う調整槽を分離したシステムを設計・製作し、UPM に設置して運転を開始している。さらに、屋外のデモンストレーションサイトに設置する複数のユニットを連携制御させた大型バググリアクターシステムの設計・開発を進めており、本年夏には現地に導入予定である。研究題目 4) では、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。研究題目 3) と研究題目 4) の連携については、研究題目 3) の大型バググリアクターと研究題目 4) の大型アンモニア回収装置の連結や両装置の運転条件、デモンストレーションサイトにおける配置などを UPM、創価大学、東京工業大学の 3 者で週に 1 回定期的に協議しており、本年 9 月に立ち上げを行う。

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、研究題目 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た。さらには本プロジェクトの研究代表者が平成 31 年 4 月よりマレーシアに滞在し、UNISEL に対する研究指導および論文執筆のために週に 1 回定期的に訪問し、研究進捗における遅れを取り戻している。

(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: 高橋一生)

本研究テーマについては、相応の成果が輩出されており、特段の課題はない。

(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と立上げが完了した。また、研修を通じた指導もほぼ完了した。現在、UNISEL は国立環境研究所以外にも UMT、UPM、創価大学との連携も強化しており、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、微細藻類の光合成で CO₂ が減少することによる 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。

(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)

汚泥の提供先であるエビ養殖場が、エビの疾病発生で事業を中断したために、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依頼をするなどの対策が必要である。

IV. 社会実装 (研究成果の社会還元) (公開)

(1) 成果展開事例

長崎県新上五島町より本プロジェクトに協力の打診、依頼があり、当該自治体が平成 30 年度内閣府地方創生推進交付金に微細藻類大量培養を利用した事業の応募申請を行った (事業名「高付加価値微細藻類の大型培養による 6 次産業化プロジェクト」)。その結果、特色ある取り組み事例と評価され、本年 3 月に正式採択された。今後、本プロジェクトの成果 (特に、バイオリアクター) を導入し、日本国内で実規模プラントの社会実装化が実施され、十分なコストダウンを実施した後、人件費の安いマレーシアを含めた熱帯諸国に生産拠点を移動していきたい。

(2) 社会実装に向けた取り組み

カウンターパートの UPM にはマレーシア水産学会の副理事を務める Dr. Natrah Ikhsan が在籍しており、本学会は会員の半数以上が漁民や養殖業者で構成されている。本学会は機関紙「Fish Mail」を刊行しており、また、漁民や養殖業者のみを対象としたワークショップを定期的に行っている。そのため、本プロジェクトの技術が確立した後、Dr. Natrah を中心にマレーシア水産学会員に対する技術の普及や宣伝を行っていくことを検討している。

研究題目 4)で実際に用いている養殖池の汚泥は、現地の養殖業者であるブルーアキペラーゴ社に協力を仰ぎ、採取を行っている。今後、ブルーアキペラーゴ社のような養殖業者に本システムを導入することを検討している。

V. 日本のプレゼンスの向上 (公開)

平成 30 年度マレーシアトレンガヌ州で国際会議、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し、本プロジェクトのセッションを設けた。関連する様々な研究分野 (天然有用物質、水圏バイオテクノロジー、生物学的汚水処理など)のマレーシア研究者が参加した。本会議では本プロジェクトのセッションにくわえ、両国のプロジェクト参加メンバーが研究発表を行い、東南アジアの若手研究者・学生、さらには各研究分野で世界的に著名な研究者に本プロジェクトの内容やこれまでの共同研究の成果を紹介できる機会となった。本会議およびプロジェクトのワークショップの開催は現地の英文紙に取り上げられ、日本からマレーシアへの科学技術外交のひとつとして広く国民に周知されるに至っている。

水圏環境分野で世界的評価の高い International Water Association (IWA)が主催の IWA Conference on Algal Technologies and Stabilization Ponds for Wastewater Treatment and Resource Recovery (IWAAlgae 2019) に本 SATREPS プロジェクトの成果 5 件を本年 7 月にスペインのバリャドリード大学にて発表予定である。多くの著名な研究者が参加する本国際会議で、SATREPS による日本とマレーシアの共同研究成果を紹介することは、当該分野における日本のプレゼンス向上と SATREPS の認知度を上げることに繋がるはずである。

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

【平成 30 年度実施報告書】【190531】

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。)
2017	Rahman, N.A., Khatoon, H., Yusuf, N., Banerjee, S., Haris, N.A., Lananan, F., Katayama, T. "Tetraselmis chuii biomass as a potential feed additive to improve survival and oxidative stress status of Pacific white-leg shrimp Litopenaeus vannamei postlarve". International Aquatic Research, 2017, 9: 235–247.		国際誌	発表済	
2018	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 Chlorella vulgaris". Journal of Environmental Biology, 2018, 39(5(SI)): 843–848.		国際誌	発表済	
2018	Kishi, M., H. Takee, M. Kawai, N. Nagao, T. Toda. Sequential high rate algal ponds operation for enhanced treatment of organic wastewater. Journal of Environmental Biology, 2018, 39(5S): 835–842.		国際誌	発表済	
2018	Koyama, M., N. Nagao, F. Syukri, A. A. Rahim, M. S. Kamarudin, T. Toda, T. Mitsuhashi, K. Nakasaki. "Effect of temperature on thermophilic composting of aquaculture sludge: NH3 recovery, nitrogen mass balance, and microbial community dynamics." Bioresource Technology, 2018, 265: 207–213.	https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.05.109	国際誌	発表済	分野トップレベル雑誌への掲載 (IF 5.807)
2018	Komatsu K., Imai A., Kawasaki N. (2018) Comparison between "humic-like" peaks in excitation emission matrix spectra and resin-fractionated humic substance in aquatic environments. Limnology, 27: 1–12.		国際誌	accepted	
2018	Katayama T., Nagao N., Goto M., Yusoff F.M., Banerjee S., Sato M., Takahashi K., Furuya K. (2018) "Growth characteristics of shade-acclimated marine Chlorella vulgaris under high-cell-density conditions". Journal of Environmental Biology, 39: 747–753.		国際誌	発表済	
2018	Hirahara, M., F. Md. Yosoff, T. Toda. "High tolerance of the calanoid copepod Acartia steueri to the abrupt food concentration changes in an embayment", Regional Studies in Marine Science. 2018. 24: 40–47.		国際誌	発表済	

論文数 7 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 7 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。)
2017	Danish-Daniel, M., M.E.M. Noor, N.A. Saari, M.H.M. Zainudin, Y.Y. Sung, G. Usup. "Diversity of bacterial communities associated with toxic and non-toxic dinoflagellates from Malacca", Malaysia. Aquatic 12 (1): 1–11.		国際誌	発表済	
2017	Laith, A.A., A.G. Mazlan, A.W. Effendy, M.A. Ambak, W.W.I. Nurhafizah, A.S. Alia. "Effect of Excoecaria agallocha on non-specific immune responses and disease resistance of Oreochromis niloticus against Streptococcus agalactiae", Research in veterinary science 112: 192–200.		国際誌	発表済	

2017	Khatoon, H., N. Haris, S. Banerjee, N.A. Rahman, H. Begum, S. Mian. "Effects of different salinities on the growth and proximate composition of <i>Dunaliella</i> sp. isolated from South China Sea at different growth phases", <i>Process Safety and Environmental Protection</i> 112: 280-287.		国際誌	発表済	
2017	Yunos, F.H.M., N.M. Nasir, H.H.W. Jusoh, H. Khatoon, S.S. Lam, A. Jusoh. "Harvesting of microalgae (<i>Chlorella</i> sp.) from aquaculture bioflocs using an environmental-friendly chitosan-based bio-coagulant", <i>International Biodeterioration & Biodegradation</i> 124: 243-249.		国際誌	発表済	
2018	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	
2018	Kishi, M., M. Kawai, K. Tsuchiya, M. Koyama, N. Nagao, and T. Toda. "Enhancement of microalgal production through bacterial mineralization of ethylene glycol", <i>Journal of Environmental Biology</i> , 2018, 39(5S): 725-731.		国際誌	発表済	
2018	Hirahara, M., Toda, T. "Starvation tolerance of extraordinarily heavy embayment copepod <i>Acartia steueri</i> in Sagami Bay, Japan", <i>Plankton and Benthos research</i> , 2018, 13(3): 95-103.		国際誌	発表済	
2018	Aziza, A., M. S. A. Bustamam, M. Maulidiani, K. Shaari, I. S. Ismail, N. Nagao, F. Abas. "Metabolite profiling of the microalga diatom, <i>Chaetoceros calcitrans</i> and correlation with antioxidant and nitric oxide inhibitory activities via 1H NMR-based metabolomics", <i>Marine Drugs</i> , 2018, 16: 1-19.		国際誌	発表済	
2018	Mohamed R.N., C. Giatsis, F. Md Yusoff, J. Verreth, M. Verdegem. "Resistance and resilience of small-scale recirculating aquaculture systems (RAS) with or without algae to pH perturbation", <i>PLoS ONE</i> , 2018, 13(4): 1-17.		国際誌	発表済	
2018	Wee, W. C., C. H. Mok, N. Romano, M. Ebrahimi, N. Ikhsan, "Dietary supplementation use of <i>Bacillus cereus</i> as quorum sensing degrader and their effects on growth performance and response of Malaysian giant river prawn <i>Macrobrachium rosenbergii</i> juvenile towards <i>Aeromonas hydrophila</i> ", <i>Aquaculture nutrition</i> .		国際誌	in press	

2018	Ma, N.L., A. Aziz, K.Y. Teh, S.S. Lam, T.S. Cha. "Metabolites re-programming and physiological changes induced in <i>Scenedesmus regularis</i> under nitrate treatment", Scientific reports, 8 (1): 9746.		国際誌	発表済	
2018	Khatoon, H., H. Haris, N.A. Rahman, M.N. Zakaria, H. Begum, S. Mian. "Growth, proximate composition and pigment production of <i>Tetraselmis chuii</i> cultured with aquaculture wastewater", Journal of Ocean University of China 17 (3): 641-646.		国際誌	発表済	
2018	Khatoon, H., L.K. Leong, N.A. Rahman, S. Mian, H. Begum, S. Banerjee. "Effects of different light source and media on growth and production of phycobiliprotein from freshwater cyanobacteria", Bioresource technology 249: 652-658.		国際誌	発表済	

論文数 13 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 13 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	
2017	研究題目4「栄養塩回収・循環システムの構築」のカウンターパートであるUniversiti Putra Malaysiaの研究者・学生に対し、開発したマニュアルを用いて現地にて汚泥のベンチスケール栄養塩回収実験の指導を実施(平成30年1月)。	Bench scale composting reactor experiment Operation manual and protocol	
2017	研究題目1「有用微細藻類の探索」の共同研究先であるUniversiti Putra Malaysiaの研究者・学生に対し、作成したマニュアルを用いて栄養塩自動分析の指導を実施(平成29年11月)。	Method for Autoanalyzer of Macro Nutrients	

2018	研究題目3「新規藻類リアクターの開発」のカウンターパートであるUniversiti Putra Malaysiaの研究者に対し、開発したマニュアルを用いて創価大学で藻類培養方法の短期研修を実施（平成29年4月）。	Algal Culturing Manual (Marine Species)	
2018	研究題目3「新規藻類リアクターの開発」のカウンターパートであるUniversiti Putra Malaysiaの学生・研究者に対し、開発したマニュアルを用いて現地で脂質抽出およびGCMS利用のワークショップを実施（平成29年6月）。	Extraction of fatty acids and GCMS usage	
2018	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第2次スクリーニング法の指導を実施（平成30年7月）。	Protocol for Second Screening of High-value Microalgae	
2018	研究題目4「栄養塩回収・循環システムの構築」のカウンターパートであるUniversiti Putra Malaysiaの研究者に対し、開発したマニュアルを用いて本邦研修において東京工業大学にて栄養塩回収実験の指導を実施（平成30年4月）。	Sludge composting experiment protocol	

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), T. Katayama (東大), A. Imai (国環研), K. Komatsu (国環研), K. Nakasaki (東工大), V.S. Kuwahara (創価大), F.M. Yusoff (UPM), M.E.A. Wahid (UMT), M.K.M. Rajuddin (UNISEL). The SATREPS project for continuous operation system for microalgae production optimized for sustainable tropical aquaculture (COSMOS). 3rd International Postgraduate Conference on Biotechnology. Indonesia. August 2016.	ポスター発表
2016	国際学会	Imai, A. (国環研), K. Komatsu (国環研), T. Sato, N. Kawasaki (UNISEL), 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. Italy. August 2016.	口頭発表
2016	国際学会	Nagao, N (UPM), FM Yusoff (UPM), Y Imaizumi (UPM), 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. Vietnam. October 2016.	口頭発表
2016	国際学会	Yusoff, F.M. (UPM), N.F.M. Ikhsan (UPM), N. Nagao (UPM), T. Toda (創価大). Use of microalgae in enhancing live-feed in aquaculture industry. 2016 Vietnam Fisheries International Exhibition. Vietnam. October 2016.	口頭発表
2016	国際学会	Natrah, I. (UPM), N.A. Yahya (UPM), A.Z. Abidin (UPM), F.M. Yusoff (UPM), M.H. Zakaria (UPM), N. Nagao (UPM). Quorum Quenching Activities from Microalgae and Macroalgae as Potential Disease Control in Aquaculture. 2016 Vietnam Fisheries International Exhibition. Vietnam. October 2016.	口頭発表
2016	国際学会	Kuwahara, V. S. (創価大), T. Toda (創価大), K. Furuya (東大), A. Imai (国環研), K. Nakasaki (東工大), F.M. Yusoff (Universiti Putra Malaysia), M.E.A. Wahid (UMT), M.K.M. Rajuddin. Innovative recycling application for sustainable tropical aquaculture using high-value tropical microalgae biomass production. International Conference on Life Sciences Revolution 2016. Malaysia. November 2016.	口頭発表
2016	国際学会	Kawasaki, N. (UNISEL), M. R. M. Kushairi (UNISEL), A. H. Sharr (UNISEL), I. Abdul Latif (UNISEL), 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. Malaysia. November 2016.	招待講演
2017	国際学会	Komatsu, K. (国環研), T. Onodera (国環研), A. Kohzu (国環研), K. Syutsubo (国環研), A. Imai (国環研), N. Kawasaki (UNISEL). 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. Malaysia. September 2017.	口頭発表
2017	国際学会	Katayama, T. (東大), K. Takahashi (東大), K. Furuya (東大), N.A. Rahman (東大), M.E.A. Wahid (UMT), H. Khatoon (UMT), N.A. Kasan (UMT). Efficient isolation of lipid-rich marine microalgae by flow cytometry. The 3rd Asian Marine Biology. Japan. November 2017.	口頭発表
2017	国際学会	Rahman, N.A. (東大), H. Khatoon (UMT), N. Yusuf (UMT), T. Katayama (東大), K. Takahashi (東大). The efficacy of marine microalgae with high antioxidant activity on growth, survival and oxidative stress of Litopenaeus vannamei postlarvae. The 3rd Asian Marine Biology. Japan. November 2017.	口頭発表

2017	国際学会	Katayama, T. (東大), K. Takahashi (東大), K. Furuya (東大), N.A. Rahman (東大), M.E.A. Wahid (UMT), H. Khatoon (UMT), N.A. Kasan (UMT). 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. Australia. December 2017.	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。東京。2017年9月。	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。愛知。2017年9月。	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。北海道。2018年3月。	口頭発表
2017	国際学会	Kamarudin, I. H. (UMT), T. Katayama (東大), M. E. A. Wahid (UMT). 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. Malaysia. December 2017.	ポスター発表
2017	国際学会	Akizuki, S. (創価大), N. Nagao (UPM), T. Toda (創価大). A multifunctional single-stage process for the effective methane recovery and denitrification of intermittently discharged wastes. Proceedings of The 15th International Waster Association (IWA) World Congress of Anaerobic Digestion. China. October 2017.	ポスター発表
2017	国際学会	Goto, M. (創価大), N. Nagao (UPM), F.M. Yusoff (UPM) and T. Toda (創価大). Ammonia utilization as nitrogen source for cultivation of marine microalga <i>Chlorella vulgaris</i> . Asian-Pacific Aquaculture 2017. Malaysia. July 2017.	ポスター発表
2017	国際学会	Kamarudin, I. H. (UMT), Katayama, T. (東大), Wahid, M. E. A. (UMT). 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. Malaysia. December 2017.	ポスター発表
2018	国内学会	小山光彦(東工大)、長尾宣夫(UPM)、F. Syukri (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)。アンモニア回収を目的としたエビ養殖池汚泥の好気発酵における発酵温度の影響。平成30年度廃棄物資源循環学会春の研究発表会。神奈川。2018年6月。	ポスター発表
2018	国際学会	Rahman, N.A. (東大), T. Katayama (東大), M.E.A. Wahid (UMT), H. Khatoon (UMT), N.A. Kasan (UMT), K. Takahashi (東大). Screening of tropical marine microalgae as potential natural source of antioxidant. 4th International Postgraduate Conference on Biotechnology. Malaysia. August 2018.	ポスター発表
2018	国際学会	Jusoh, M. (UMT), T. Katayama (東大), K. Takahashi (東大), K. Furuya (東大), T. S. T. Muhammad (UMT), Y. Y. Sung (UMT), T. S. Cha (UMT), H. Khatoon (UMT), N. A. Kasan (UMT), B. H. R. Othman (UMT), M. A. W. Effendy (UMT). Bioprospecting of High-value Native Microalgae from Malaysia. 4th International Postgraduate Conference on Biotechnology. Malaysia. August 2018.	口頭発表

2018	国際学会	Tachihana, S. (創価大), N. Nagao (UPM), T. Katayama (The University of Tokyo), F. M. Yusoff (Universiti Putra Malaysia), S. Banerjee (Universiti Putra Malaysia), T. Toda (創価大) and K. Furuya (創価大), High biomass productivity of the marine diatom <i>Chaetoceros gracilis</i> under high irradiance. International Postgraduate Conference on Biotechnology (IPCB) 2018. Malaysia. August 2018.	口頭発表
2018	国際学会	Koyama M. (東工大), N. Nagao (UPM), F. Syukri (UPM), A. A. Rahim (UPM), M. S. Kamarudin (UPM), T. Toda (創価大), K. Nakasaki (東工大). Effect of Ca(OH) ₂ addition on NH ₃ recovery from sludge during thermophilic composting. 4th International Postgraduate Conference on Biotechnology. Malaysia. August 2018.	口頭発表
2018	国際学会	Teh, KY, Loh, SH, Cha, TS (UMT), Takahashi, K. (東大). High Oil Accumulation in <i>Chlorella vulgaris</i> (UMT-M1) Induced Under Lowered Salinity. 4th International Postgraduate Conference on Biotechnology. Malaysia. August 2018.	口頭発表
2018	国内学会	片山智代 (東大), 高橋一生 (東大), 古谷研 (東大), M.A.W. Effendy (UMT), M. Jusoh (UMT), H. Khatoon (UMT), N.A. Kasan (UMT) マレーシア養殖池から得られたアンモニア耐性を有する高脂質含有微細藻類の探索. 2018年度日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会. 東京. 2018年9月.	ポスター発表
2018	国内学会	小山光彦 (東工大), 長尾宣夫 (UPM), F. Syukri (UPM), A. A. Rahim (UPM), M. S. Kamarudin (UPM), 戸田龍樹 (創価大), Tran Ngoc Minh Quyen (東工大), 中崎清彦 (東工大). 有機性汚泥のコンポスト化における消石灰添加によるアンモニア回収. 第29回廃棄物資源循環学会年会. 愛知. 2018年9月.	口頭発表
2018	国内学会	小山光彦 (東工大), 長尾宣夫 (UPM), F. Syukri (UPM), A. A. Rahim (UPM), M. S. Kamarudin (UPM), 戸田龍樹 (創価大), 中崎清彦 (東工大). 汚泥の種類が高温固体発酵に与えるアンモニア発生に与える影響. 化学工学会第50回秋季大会. 鹿児島. 2018年9月.	口頭発表

招待講演	1 件
口頭発表	17 件
ポスター発表	9 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	Ikhsan, N. F. M. (UPM), Y. N. Ain (UPM), A. Z. Abidin (UPM), F. M. Yusoff (UPM), M. H. Zakaria (UPM), N. Nagao (UPM). Quorum quenching activities from microalgae and macroalgae as potential disease control in aquaculture. 2016 Vietnam Fisheries International Exhibition. Vietnam. October 2016.	口頭発表
2016	国際学会	Kishi, M. (創価大), Y. Yamada (創価大), T. Katayama (東大), T. Toda (創価大). 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. Indonesia. August 2016.	口頭発表
2016	国内学会	片山智代 (東大), 堀正成 (東大), 佐藤光秀 (東大), 高橋一生 (東大), 古谷研 (東大). 明暗周期条件における珪藻 <i>Phaeodactylum tricornutum</i> の脂質生産応答. 日本藻類学会第41回大会. 高知. 2017年3月.	ポスター発表
2016	国際学会	Toda, T. (創価大), M. Koyama (東工大), M. Fujiwara (創価大), S. Akizuki (創価大), S. Yamamoto (創価大), K. Ishikawa (琵琶湖研), S. Ban (滋賀県大). Biogasification potential of harvested submerged macrophytes. 33rd SIL Congress (SIL 2016). Italy. July-August 2016.	口頭発表

2016	国際学会	Tsuchiya, K. (創価大), T. Toda (創価大), T. Sano (国環研), N. Tomioka (国環研), A. Imai (国環研), N. Kawasaki (UNISEL), H. Fukuda (東大), K. Hamasaki (東大), Y. Tada (東大), S. Shimode (横国大). Comparison between [15N]-deoxyadenosine method and [3H]-thymidine method for measuring bacterial production in aquatic environments. 33rd SIL Congress (SIL 2016). Italy. July–August 2016.	口頭発表
2016	国際学会	Kishi, M. (創価大), Y. Yamada (創価大), T. Katayama (東大), T. Toda (創価大). Two-phase bicarbonate-based CO ₂ recovery system using <i>Arthrospira platensis</i> : recovery efficiencies and carbon mass flux. 3rd International Postgraduate Conference on Biotechnology (IPCB 2016). Indonesia. August 2016.	口頭発表
2016	国際学会	Taira, H. (創価大), M. Koyama (東工大), S. Akizuki (創価大), K. Ishikawa (琵琶湖研), S. Ban (滋賀県大), T. Toda (創価大). Anaerobic digestion of thermochemically pre-treated submerged macrophyte under mesophilic and thermophilic conditions. 3rd International Postgraduate Conference on Biotechnology (IPCB 2016). Indonesia. August 2016.	口頭発表
2016	国際学会	Akizuki, S. (創価大), T. Matsuyama (創価大), T. Toda (創価大). An anaerobic-aerobic sequential batch system using simultaneous organic and nitrogen removal to treat intermittently discharged organic solid wastes. 3rd International Postgraduate Conference on Biotechnology (IPCB 2016). Indonesia. August 2016.	口頭発表
2016	国際学会	Kurita, R. (創価大), T. Iga (新上五島町), T. Aketo (太平洋セメント), K. Tsuchiya (創価大), V. S. Kuwahara (創価大), T. Toda (創価大). Growth evaluation of the red algae <i>Gelidium elegans</i> by nutrient enrichment from a calcium silicate-based phosphorus adsorbent. 3rd International Postgraduate Conference on Biotechnology (IPCB 2016). Indonesia. August 2016.	口頭発表
2016	国際学会	Tsuchiya, K. (創価大), T. Toda (創価大), T. Sano (国環研), N. Tomioka (国環研), A. Imai (国環研), N. Kawasaki (UNISEL), H. Fukuda (東大), K. Hamasaki (東大), Y. Tada (東大), S. Shimode (横国大). Measuring bacterial production without radioisotopes in aquatic environments. 3rd International Postgraduate Conference on Biotechnology (IPCB 2016). Indonesia. August 2016.	口頭発表
2016	国際学会	Hirahara, M. (創価大), L. Xin (滋賀県大), S. Ban (滋賀県大), T. Toda (創価大). New method to quantify respiration rates of calanoid copepod <i>Acartia steueri</i> by using optical oxygen sensor spots. 3rd International Postgraduate Conference on Biotechnology (IPCB 2016). Indonesia. August 2016.	口頭発表
2016	国際学会	Kaneta, K. (創価大), M. Koyama (創価大), S. Akizuki (創価大), K. Ishikawa (琵琶湖研), S. Ban (滋賀県大), T. Toda (創価大). Removal of Lignin from Lignin-Containing Wastewater by Electro-Coagulation. 3rd International Postgraduate Conference on Biotechnology (IPCB 2016). Indonesia. August 2016.	口頭発表
2016	国際学会	Kodera, T. (創価大), S. Akizuki (創価大), T. Toda (創価大). Formation of simultaneous methanogenesis and denitrifying granular sludge from anaerobic and anoxic sludge. 3rd International Postgraduate Conference on Biotechnology (IPCB 2016). Indonesia. August 2016.	口頭発表
2016	国際学会	Watanabe, K. (創価大), M. Koyama (東工大), J. Ueda (創価大), K. Ishikawa (琵琶湖研), S. Ban (滋賀県大), N. Kurosawa (創価大), T. Toda (創価大). Anaerobic digestion of submerged macrophytes: alkaline pre-treatment enhances the methane conversion efficiency. 33rd SIL Congress (SIL 2016). Italy. July–August 2016.	ポスター発表

2016	国内学会	小寺敏光 (創価大), 秋月真一 (創価大), 戸田龍樹 (創価大). 浮遊汚泥からのメタン発酵・脱窒素グラニュールの形成. 第27回廃棄物資源循環学会研究発表会. 和歌山. 2016年9月.	口頭発表
2016	国内学会	尾内秀美 (創価大), 関根睦実 (創価大), 菅井洋太 (創価大), 土屋健司 (創価大), 戸田龍樹 (創価大). レースウェイ型微細藻類培養槽 (HRAP) の大型動物プランクトン除去による污水处理性能および微細藻類への影響. 第27回廃棄物資源循環学会研究発表会. 和歌山. 2016年9月.	口頭発表
2016	国内学会	岸正敏 (創価大), 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. 2017年3月.	口頭発表
2016	国内学会	戸田龍樹 (創価大). 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. TAMA-TLO産学連携事業発表会2016. 東京. 2016年12月.	招待講演
2016	国内学会	岸正敏 (創価大), 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). 熊本. 2017年3月.	口頭発表
2016	国際学会	Natrah, F. M. I. (UPM), N. A. Yahya (UPM), A. G. Nurarina (UPM), I. M. K. Aishatul, (UPM), M. Karim (UPM), C. C. Min (UPM), F. Md. Yusoff (UPM). Quorum Sensing Inhibitors from Malaysian Indigenous Microalgae as Disease Control in Aquaculture. 7th International Agriculture Congress. Malaysia. 4-6th October 2016.	口頭発表
2016	国際学会	Natrah, F. M. I. (UPM) Quorum sensing: Eavesdropping on bacterial communication in marine environments. 2nd International Conference on Marine, Ocean and Environmental Sciences and Technologies. Indonesia.	口頭発表
2017	国際学会	Akizuki, S. (創価大), T. Toda (創価大). An anaerobic-aerobic sequential batch system for the treatment of intermittently-discharged wastes. Proceedings of The 7th International Water Association (IWA)-Asian Pacific Regional Group (ASPIRE) Conference. Malaysia. September 2017.	口頭発表
2017	国際学会	Fujiwara, M. (創価大), M. Koyama (東工大), S. Akizuki (創価大), K. Watanabe (創価大), K. Ishikawa (琵琶湖研), S. Ban (滋賀県大), T. Toda (創価大). Continuous Co-digestion of Aquatic Weeds with Food Waste and the Availability of Digested Effluent. 7th IWA-ASPIRE Conference 2017. Malaysia. September 2017.	口頭発表
2017	国際学会	Sekine, M. (創価大), S. Akizuki (創価大), M. Kishi (創価大), T. Toda (創価大). Acclimatization of nitrifying sludge to sulfide under actual wastewater supply. The 7th International Water Association (IWA)-Asian Pacific Regional Group (ASPIRE) Conference. Malaysia. September 2017.	ポスター発表
2017	国際学会	Iweh, N. S. (創価大), M. Koyama (創価大), S. Akizuki (創価大), T. Toda (創価大). Enhancing anaerobic digestibility of aquatic plant biomass by wet-solid states serial digestion process - in comparison with conventional single stage digestion. The 7th International Water Association (IWA)-Asian Pacific Regional Group (ASPIRE) Conference. Malaysia. September 2017.	ポスター発表
2017	国際学会	Kodera, T. (創価大), S. Akizuki (創価大), T. Toda (創価大). Formation mechanism of simultaneous denitrifying and methanogenesis (SDM) granular sludge from dispersed sludges. IWA Granular Sludge conference. Netherland. March 2018.	ポスター発表
2017	国内学会	秋月真一 (創価大), 戸田龍樹 (創価大). メタン発酵-亜硝酸型脱窒素共生プロセスを用いた間欠的に発生する有機性廃棄物の処理. 第28回廃棄物資源循環学会研究発表会. 東京. 2017年9月.	口頭発表

2017	国内学会	関根睦実 (創価大), 岸正敏 (創価大), 秋月真一 (創価大), 戸田龍樹 (創価大). メタン発酵消化液を用いた順次回分式硝化プロセスにおける硫化物添加の影響. 第28回廃棄物資源循環学会研究発表会. 東京. 2017年9月.	口頭発表
2017	国内学会	秋月真一 (創価大), G. C. Rodríguez(Guanajuato University), 戸田龍樹 (創価大). 微細藻類-硝化共生系プロセスを用いたメタン発酵消化液の省エネルギー処理-メキシコ・グアナフアト州における自生藻類の利用可能性. 第52回日本水環境学会年会. 北海道. 2018年3月.	口頭発表
2017	国内学会	関根睦実 (創価大), 秋月真一 (創価大), 岸正敏 (創価大), 戸田龍樹 (創価大). 硝化細菌・硫酸化細菌共存系を用いた高濃度窒素・硫化物含有廃水の順次回分式処理. 第52回日本水環境学会年会. 北海道. 2018年3月.	口頭発表
2017	国内学会	夏元君 (創価大)・菅井洋太 (創価大)・岸正敏 (創価大)・井田旬一 (創価大)・戸田龍樹 (創価大). 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. 北海道. 2018年3月.	口頭発表
2017	国内学会	平原南萌 (創価大)・山本修一 (創価大)・戸田龍樹(創価大)、内湾性かいあ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. 東京. 2018年3月.	口頭発表
2017	国内学会	Iweh, N. S. (創価大), M. Koyama (創価大), S. Akizuki (創価大), T. Toda (創価大). Enhancing anaerobic digestibility of aquatic plant biomass by wet-solid states serial digestion process. 第28回廃棄物資源循環学会研究発表会. 東京. 2017年9月.	ポスター発表
2017	国際学会	Yuan, G. T. G. Y. (UPM), S. Banerjee (UPM), H. Khatoon (UPM), M. S. M. Din (UPM), F. M. Yusoff (UPM). Effect of different light spectrums on growth and protein content of <i>Cheatocecos calcitrans</i> . Asia-pacific aquaculture 2017. Malaysia. July 2017.	口頭発表
2017	国際学会	Khaw, Y. S. (UPM), N. M. H. Khong (UPM), F. M. Yusoff (UPM). Distinct bacterial community associated with <i>Microsystis aeruginosa</i> , cultured in different culture media affects the cyanobacterium colony and morphological properties. Asia-pacific aquaculture 2017. Malaysia. July 2017.	口頭発表
2017	国際学会	Ridzua, M. A. R (UPM), F. M. Yusoff (UPM), Y. S. Khaw (UPM), F. M. I. Matrah (UPM). Effect of microalgae-associated bacteria on the growth of <i>Botryococcus braunii</i> . Asia-pacific aquaculture 2017. Malaysia. July 2017.	ポスター発表
2017	国際学会	Ramli, N. M. (UPM), C. Giatsis (UPM), F. M. Yusoff (UPM), J A. J. Verreth (UPM), M. C. J. Verdengem (UPM). Microalgae inclusion affects bacterial community composition in recirculating aquaculture system. Asia-pacific aquaculture 2017. Malaysia. July 2017.	口頭発表
2017	国際学会	Latib, N. L. (UPM), F. M. Yusoff (UPM), N. Nagao (UPM), N. Hamadon (UPM). Culture of tropical zooplankton species, <i>Moina micrura</i> with different types of diets. Asia-pacific aquaculture 2017. Malaysia. July 2017.	ポスター発表
2017	国際学会	Lim, K. C. (UPM), F. M. Yusoff (UPM), M. Shariff (UPM), M. S. Kamarudi (UPM). Accumulation of astaxanthin in chlorophytes under culture medium starved condition. Asia-pacific aquaculture 2017. Malaysia. July 2017.	口頭発表

2017	国際学会	Ain, Y. N. (UPM), F.M.I. Natrah (UPM). Inhibition of quorum sensing by bacteria from marine microalgae. Asian-Pacific Aquaculture Conference. Malaysia. July 2017.	口頭発表
2017	国際学会	N. A. A. Halim (UPM), A. Z. Zainol (UPM), N. A. Ghazali (UPM), Y. N. Ain (UPM), A. I. M. Khirulthzam (UPM), F.M.I. Natrah (UPM). Isolation and Identification of Microalgae and Cyanobacteria from Shrimp Pond with Quorum Quenching Properties. International Conference on Advances in Fish Health. Malaysia. April 2017.	ポスター発表
2017	国際学会	Kamaradin, I. H. (UMT), Katayama, T. (UMT), M.E.B.A. Wahid (UMT). Exopolysaccharide extracted from <i>Chlorella</i> sp., as adjuvant for <i>Mannheimia haemolytica</i> A2 vaccine. International Congress of the Malaysian Society for Microbiology. Malaysia. December 2017.	ポスター発表
2018	国際学会	Kodera, T. (創価大), S. Akizuki (創価大), K. Watanabe (創価大), N. Kurosawa (創価大), T. Toda (創価大). Formation of simultaneous denitrification and methanogenesis granular sludge from dispersed anaerobic digested and denitrifying sludges. 4th International Postgraduate Conference on Biotechnology (IPCB2018). Malaysia. August 2018.	口頭発表
2018	国際学会	Kikuchi, T. (創価大), Y. Takayama (創価大), N. Natori (創価大), M. Hirahara (創価大), S. Shimode (横国大), S. Yamamoto (創価大), T. Toda (創価大), 2018. Effect of lipid component on egg production of a calanoid copepod <i>Acartia steueri</i> . 4th International Postgraduate Conference on Biotechnology 2018 (IPCB 2018), Malaysia. August 2018.	口頭発表
2018	国際学会	Yasuda, M. (創価大), M. Hirahara (創価大), M. Ohtake (創価大), M. Kishi (創価大), T. Toda (創価大), K. Furuya (創価大). Isolation and screening of marine diatoms in coastal waters of Goto Islands, Japan. 4th International Postgraduate Conference on Biotechnology 2018 (IPCB 2018). Malaysia. August 2018.	口頭発表
2018	国際学会	M. Tagawa (創価大院), M. Kishi (創価大), V. S. Kuwahara, (創価大院)T.Toda(創価大院) Importance of dissolved oxygen on the growth and astaxanthin accumulation of green algae <i>Chromochloris zofingiensis</i> . 4th International Postgraduate Conference on Biotechnology 2018 (IPCB 2018). Malaysia. August 2018.	口頭発表
2018	国際学会	Ohtake, M. (創価大), Y. Sugai (創価大), N. Natori (創価大), K. Tsuchiya (創価大), G. N. Nishihara (長崎大), T. Aketo (太平洋セメント), T. Toda (創価大). "Growth and nutrient uptake characteristics of brown seaweed <i>Sargassum macrocarpum</i> cultivated with bio-filtered wastewater." 4th International Postgraduate Conference on Biotechnology 2018 (IPCB 2018). Malaysia. August 2018.	口頭発表
2018	国際学会	Takayama, Y. (創価大), T. Toda (創価大). Reproductive strategy of <i>Acartia japonica</i> using three types of eggs in Sagami Bay, Japan. 4th International Postgraduate Conference on Biotechnology 2018 (IPCB 2018). Malaysia. August 2018.	口頭発表
2018	国際学会	Ru, I.T.K, Nagappan, T, Sung YY, Wahid, MEA (Universiti Malaysia Terengganu). Antioxidant Capacity and Effects on Heat Shock Proteins (HSP70) by Six Malaysian Indigenous Strains of Microalgae. 4th International Postgraduate Conference on Biotechnology. Malaysia. August 2018.	口頭発表
2018	国際学会	Yusoff, NS, Zakeri, HA, Saidin, J, Nagappan, T, Sung YY, Yusuf, N (Universiti Malaysia Terengganu). "Assessment of Antioxidants Activity in Selected Indigenous Microalgae". 4th International Postgraduate Conference on Biotechnology. Malaysia. August 2018.	口頭発表

2018	国際学会	Wan Afifudeen, CL, Loh, SH, Aziz, A, Cha, TS (Universiti Malaysia Terengganu). "Physiological Assessments of Ankistrodesmus gracilis under Nitrate Starvation and Induction Culture Conditions". 4th International Postgraduate Conference on Biotechnology. Malaysia. August 2018.	口頭発表
2018	国際学会	Rejab, ASM, Wahid, MEA (Universiti Malaysia Terengganu). "Extraction of Extracellular Polysaccharides (EPS) from Freshwater Microalgae". 4th International Postgraduate Conference on Biotechnology. Malaysia. August 2018.	ポスター発表
2018	国際学会	Ahmed, M. (創価大), G. Niguse (ジンマ大学), B. Belay (バハルダール大学), T. Kodera (創価大), N. Mizuno (創価大), S. Akizuki (創価大), T. Toda (創価大), S. Sato (創価大). Local organic wastes treatment by using simple anaerobic bag digester under ambient temperature in Ethiopia. 2nd International Conference on Bioresource Technology for Bioenergy, Bioproducts & Environmental Sustainability. Spain. September 2018.	ポスター発表
2018	国内学会	大竹正弘 (創価大), 伊賀剛 (新上五島町), 大崎幸一 (長崎大), 井上幸男 (長崎大), G. N. Nishihara (長崎大), 戸田龍樹 (創価大). 冬季から春季における褐藻ノコギリモクのアンモニアおよび硝酸の吸収・要求速度の変動. 2018年度日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会. 東京. 2018年9月. [学生優秀発表賞(口頭発表部門)受賞]	口頭発表
2018	国内学会	尾内秀美 (創価大), 岸正敏 (創価大), 戸田龍樹 (創価大). 下水汚泥由来のメタン発酵消化液を用いた <i>Chlorella sorokiniana</i> の培養条件の検討. 第20回 マリンバイオテクノロジー学会宮崎大会 (フェニックス・シーガイア・リゾート). 東京. 2018年5月.	口頭発表
2018	国内学会	尾内秀美 (創価大), 岸正敏 (創価大), 田中健児 (創価大), 吉田あかり (創価大), 戸田龍樹 (創価大). メタン発酵消化液およびバイオガス由来のCO2ガスを用いた微細藻類生産. 2018年度日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会. 東京. 2018年9月.	ポスター発表
2018	国内学会	菊池利典 (創価大), 高山佳樹 (創価大), 名取則明 (創価大), 平原南萌 (創価大), 下出信次 (横国大), 戸田龍樹 (創価大). かいあし類 <i>Acartia steueri</i> の卵生産に及ぼす脂質組成の影響. 2018年度日本プランクトン学会・日本ベントス学会 合同大会. 東京. 2018年9月.	ポスター発表
2018	国内学会	後藤緑 (創価大), 長尾宣夫 (UPM), 岸正敏 (創価大), ファティマ ユソフ (UPM), 古谷研 (創価大), 戸田龍樹 (創価大). マレーシア沿岸から単離された強アンモニア耐性を有する海産緑藻I. 2018年度日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会. 東京. 2018年9月.	口頭発表
2018	国内学会	高山佳樹 (創価大), 下出信次 (横国大), 戸田龍樹 (創価大). 海産浮遊性カイアシ類の新規培養装置の開発. 2018年度 プランクトン学会・ベントス学会 合同大会. 東京. 2018年9月.	ポスター発表
2018	国内学会	平原南萌 (創価大), 下出信次 (横国大), 戸田龍樹 (創価大). 相模湾真鶴港に優占する内湾性かいあし類 <i>Acartia steueri</i> のエネルギー蓄積特性. 2018年度 プランクトン学会・ベントス学会 合同大会. 東京. 2018年9月.	口頭発表
2018	国内学会	角石由美 (創価大), 平原南萌 (創価大), 名取則明 (創価大), 谷内由貴子 (北水研), 山本修一 (創価大), 戸田龍樹 (創価大). 2018. 親潮域におけるかいあし類 <i>Neocalanus cristatus</i> の孵化成功率と卵脂質量の変動. 2018年度日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会. 東京. 2018年9月. [ベストポスター賞受賞]	ポスター発表
2018	国際学会	Natori, N. (創価大), T. Toda (創価大). Food concentration as an explanatory variable for naupliar ingestion rates. North Pacific Marine Science Organization (PICES)-Annual Meeting 2018. Japan. 25 October-4 November 2018.	ポスター発表

2018	国際学会	Hirahara, M. (創価大), T. Toda (創価大). Can an embayment copepod <i>Acartia steueri</i> accumulate in the body? North Pacific Marine Science Organization (PICES)-Annual Meeting 2018. Japan.25 October-4 November 2018.	ポスター発表
2018	国際学会	Toda, T. (創価大). Novel aquatic ecosystem management by sustainable harvesting and effective utilization of aquatic weed system. 4th Biennial Camanava Studies Conference o Quality Education for Sustainable Development. Phillipine. February 2019.	招待講演
2018	国内学会	高山佳樹、戸田龍樹 (創価大). 高密度培養がカイアシ類 <i>Acartia steueri</i> の卵生産に与える影響. 日本海洋学会海洋生物研究会海洋生物シンポジウム2019. 東京. 2019年3月.	口頭発表
2018	国内学会	飯豊亜美、平原南萌、戸田龍樹 (創価大). Winkler法、電極法、光学法を用いた動物プランクトンの呼吸速度測定法の比較. 日本海洋学会海洋生物研究会海洋生物シンポジウム2019. 東京. 2019年3月.	口頭発表
2018	国内学会	沖田一弥 (創価大)、高山佳樹 (創価大)、下出信次 (横国大)、戸田龍樹 (創価大). 餌料藻類が浮遊性かいあし類 <i>Acartia steueri</i> 幼生期の発達に与える影響. 日本海洋学会海洋生物研究会海洋生物シンポジウム2019. 東京. 2019年3月.	口頭発表

招待講演	2 件
口頭発表	47 件
ポスター発表	18 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	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	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	2018-34214	2018/2/28	メタン発酵生成物の処理方法	学校法人創価大学	国内	無					関根睦実 岸正敏 秋月真一 戸田龍樹	創価大学理工学部	
No.3	2018-194446	2018/10	フミン物質の分画方法及び分画装置	小松一弘	国内	無					小松一弘 今井章雄	国立環境研究所	

国内特許出願数 3 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	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	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	
2016	2016/8/26	ITS Young Scientist Award	Formation of simultaneous methanogenesis and denitrifying granular sludge from anaerobic and anoxic sludge	小寺敏光	International Postgraduate Conference on Biotechnology	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
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	
2017	2017/9/14	Best Poster Award	Enhancing anaerobic digestibility of aquatic plant biomass by wet-solid states serial digestion process-in comparison with conventional single stage digestion	Iweh, N. S.	The 7th International Water Association (IWA)-Asian Pacific Regional Group (ASPIRE)	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
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	
2018	2018/9/11	学生優秀発表賞(口頭発表部門)	冬季から春季における褐藻ノコギリモクのアンモニアおよび硝酸の吸収・要求速度の変動	大竹正弘	日本ベントス学会	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2018	2018/9/11	ベストポスター賞	親潮域におけるかいあし類 <i>Neocalanus cristatus</i> の孵化成功率と卵脂質の変動	角石由美	日本プランクトン学会	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2018	2019/3/5	笹川科学研究助成金	海産浮遊性カイアシ類の継代・大量培養に用いる新規培養装置の開発	高山佳樹	財団法人日本科学協会	2.主要部分が当課題研究の成果である	

9 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	8月29日	Utusan Malaysia	ALGA MIKRO PACU INDUSTRI		1.当課題研究の成果である	
2017	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	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	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	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	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	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	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	7月12日	Bernama (インターネットニュースサイト)	Unkown		1.当課題研究の成果である	
2017	7月12日	World Aquaculture Society Magazine	Transforming the aquaculture industry in Malaysia	48(2): 16-23	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2017	7月12日	FISHMAIL, Malaysian Fisheries Society Magazine	Uses and prospects of microalgae in aquaculture	23:26-29	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2017	7月12日	ISHMAIL, Malaysian Fisheries Society Magazine	Role of probiotic, prebiotic and synbiotic in Macrobrachium rosenbergii culture	23: 23-25	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2018	8月18日	New Straits Times	Malaysia taps into RM5bil microalgae market		1.当課題研究の成果である	
2018	10月1日	クアラルンプール日本人会 ニュースレター10月号	微細藻類で海と人を救おう	p. 5	1.当課題研究の成果である	

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「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	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。
2018	2018年6月27日 ～6月29日	ガスクロマトグラフィーを用いた脂質分析講習会	UPM (マレーシア)	13人(相手国13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。
2018	2018年8月27日	第1回COSMOS-SATREPS国際シンポジウム	UMT (マレーシア)	149人(相手国91人、他国24人)	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。
2018	2018年8月29日	ワークショップ「3分ピッチとは」	UMT (マレーシア)	91人(相手国67人、他国12人)	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。
2018	2018年8月29日	ワークショップ「科学論文の書き方」	UMT (マレーシア)	91人(相手国67人、他国12人)	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。
2018	2018年8月29日	ワークショップ「科学論文の構成」	UMT (マレーシア)	91人(相手国67人、他国12人)	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。

11 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	Management Committee(PMC) meeting for 2nd JCCmeeting	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。
2017	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。

2018	2018年6月28日	Management Committee(PMC) meeting for 3rd JCCmeeting	25	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8月27日	第3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。
6 件				

成果目標シート

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～令和3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	- 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	- 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	- 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	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	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)	- 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。

