

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 28 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

研究題目・活動	H27年度 (10ヶ月)	H28年度	H29年度	H30年度	H31年度	H32年度 (12ヶ月)
研究題目1 有用微細藻類の探索 研究活動 1-1 研究活動 1-2 研究活動 1-3	正式契約 への事前準備・ 全体計画作成	1-1 スクリーニングによる現地有用藻類の探索・単離・ 培養技術の確立		1-2 選定藻類種の生活史・環境制御による 有用物質生産技術の確立	1-3 実装置における藻類生産技術の確立	
研究題目2 天然成長促進物質 の探索 研究活動 2-1 研究活動 2-2 研究活動 2-3	正式契約 への事前準備・ 全体計画作成	2-1 土壌抽出物や分解液中からの天然成長促進物質の探索	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		2-3 成長促進物質を用いた実装置における藻類生産	
研究題目3 新規藻類リアクターの 開発 研究活動 3-1 研究活動 3-2 研究活動 3-3	正式契約 への事前準備・ 全体計画作成	3-1 小型リアクターを用いた各種 有用藻類の培養技術の確立	3-2 大型単位ユニットと屋外培養技術の確立		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	
研究題目4 栄養塩回収・循環 システムの構築 研究活動 4-1 研究活動 4-2	正式契約 への事前準備・ 全体計画作成	4-1 汚泥からの藻類が利用する栄養塩類の分解・ 抽出技術の確立		4-2 栄養塩抽出後の汚泥残渣の無害化と 循環利用法の確立		

(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)

特になし。

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

当該年度(平成28年度)は、カウンターパートの研究機関である、マレーシア・プトラ大学(UPM)、マレーシア・トレンガヌ大学(UMT)、およびセランゴール大学(UNISEL)との国際共同研究を本格的に実施するにあたり、平成28年8月にUPMにて第1回Joint Coordinating Committee(JCC)ミーティングを開催した。本ミーティングでは各研究グループの活動状況および今後1年間の計画や変更点について協議し、プロジェクト全体の方向性を決定および共有した。さらに当該年度は相手国実施機関へ供与機材および日本国内機材を搬入し、各機材の立ち上げに着手している。

プロジェクト全体目標は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である。そのために相手国3研究機関と協力し、1)有用微細藻類の探索、2)天然成長促進物質の探索、3)新規藻類リアクターの開発、4)栄養塩回収・循環システムの構築に取り組む。研究題目1「有用微細藻類の探索」では、マレー半島における現地藻類の採集地点を選定し、現地藻類の採集および単離株の作成に着手した。研究題目2「天然成長促進物質の探索」では、マレー半島における天然土壌の採集地点を選定し、土壌採取を行った。さらに大容量のカラムが装着可能な全自動分画装置を立ち上げた。研究題目3「新規藻類リアクターの開発」では、実験室における省エネルギーリアクターCRADLEを用い、有用藻類*Haematococcus lacustris*の連続培養実験を行った。さらに実験の効率化を図るために複数のカラムリアクターから成る室内藻類培養システムを設置した。研究題目4「栄養塩回収・循環システムの構築」では、現地養殖池の汚泥を採取し、実験室内での小型リアクターを用いた実験を立ち上げて最適栄養塩回収条件の検討に着手した。さらに、数百リットル程度の中規模の栄養塩回収装置を検討した。以上のように、当該年度計画した各研究題目の活動は順調に実施できている。

・プロジェクト全体のねらい

アジアには、世界の水産養殖産業の90%が集中し、世界の水産タンパク源を供給する一大基地となっている。これらの養殖域では急激に増加する食糧需要を受け、過密生産による環境汚染を引き起こし、余剰餌料や糞尿等の有機汚泥の蓄積による疾病の発生、漁場の老化が急激に進行し、緊急の対応が必要となっている。汚染源となっている有機汚泥は塩分を含み、易分解性の炭素含量が低いことから、堆肥化やメタン発酵処理などの従来技術では適応できない。さらに、従来技術では処理に必要なコストを回収できない問題がある。養殖産業の汚染源である有機汚泥を適正に処理するためには、経済性の高い新たなリサイクル技術の開発が望まれている。微細藻類は汚水の中に含まれる窒素やリンなどを栄養源とし、バイオエネルギー生産を可能にする生物資源として近年注目されている。微細藻類は、エネルギーとして利用できる炭化水素の他に、付加価値の高い不飽和脂肪酸(EPAやDHAなど)や抗酸化物質(アスタキサンチンやβカロテンなど)を生産することが可能である。養殖産業から排出される汚水や有機汚泥には、藻類の栄養源となる窒素が豊富に含まれており、効率的に有機汚泥から藻類栄養源を回収し、高付加価値の藻類を生産できれば、経済性の高いリサイクルプロセスを構築できる可能性がある。従来の非持続的養殖に代わり、高付加価値藻類の大量培養を組込んだ持続可能な熱帯水産養殖システムの開発は、科学技術・学術上、高い独創性・新規性がある。また、地球規模課題である持続可能な水産養殖業の構築に資する取り組みであると言える。

【平成28年度実施報告書】【170531】

・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)

本プロジェクトでは、4つの研究グループがそれぞれ1) 有用微細藻類の探索、2) 天然成長促進物質の探索、3) 新規藻類リアクターの開発、4) 栄養塩回収・循環システムについて研究を行っており、日本4研究機関と相手国3研究機関が参画している。両国ともに各研究機関にリサーチコーディネーターを設置するとともに、創価大学とUPMには各国の代表窓口を設置することで、円滑な情報交換および研究運営を行うことができています。

日本人若手研究者(東京大学・特任研究員)1名および大学生(創価大学)1名は、UMTならびにUPMに数ヶ月間滞在し、相手国研究者・学生らと共同研究を実施した。これらの活動を通し、各研究機関においてグローバル化を推進している。また当該年度より、日本の各研究機関の大学生(4名)および大学院生(2名)が、プロジェクト研究に参加・研究を行っている。

JICA 短期研修員受入においてUPM、UMT、UNISELの研究員3名に約1ヶ月間の研修を行った。また、平成29年度大学推薦による国費外国人留学生(SATREPS 枠)にUMT 大学院生1名が採択され、平成29年9月から平成33年3月の期間、東京大学で受け入れる。

(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)

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

現地藻類の採集を8地点より行い、これまでに単離された株のうち光学顕微鏡により同定できた藻類は、淡水性が6種(*Ankistrodesmus* sp.、*Chlorella* sp.、*Closterium* sp.、*Gyrosigma* sp.、*Haematococcus* sp.、*Scenedesmus* sp.)、海産性が4種(*Chaetoceros* sp.、*Monaphiridium* sp.、*Nannochloropsis* sp.、*Tetraselmis* sp.)である(PDM: Output 1)。

引き続き現地藻類の採集および単離株を作成し、単離された株はバイオマス生産と有用物質生産の観点から評価し、スクリーニングを行っていく(PDM: Activity 1-2)。

②研究題目1のカウンターパートへの技術移転の状況

日本研究者のマレーシア渡航時およびJICA 短期研修員受入時に、カウンターパートであるUMT 研究者・学生に対し、現地カウンターパート研究者が確実な実験操作を行えるように実験マニュアル「Protocol for Microalgae Isolation and Screening」を新規に作成し、これを用いて有用微細藻類の単離・スクリーニングの指導を行った。

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

UMT ではしばしば電圧が不安定な状況が生じるため、精密機器や試料保存用の超低温槽に対して、次年度に電圧安定機等を設置し、安定的な電力供給を図る。

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)

【平成28年度実施報告書】【170531】

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、培養液には研究題目 4 より回収される主な窒素源であるアンモニアを考慮に入れた。現地藻類の採集地点として水塊の異なる全 20 地点（海水、汽水、淡水、マングローブ、サンゴ礁、湖沼等）を選定し、当該年度は次の 8 地点より採集を行い、単離株を作成した：セランゴール州の Banting (N02° 85' E101° 63') および Langat River (N02° 81' E101° 42')、トレンガヌ州の Bidong Island (N05° 37' E103° 04')、Kapas Island (N05° 13' E103° 16')、Kenyir Lake (N05° 00' E102° 48')、Setiu Wetland (N05° 39' E102° 45') および UMT 周辺 2 地点 (N05° 41' E103° 08')。(PDM: Activity 1-1)

(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

マレー半島における天然土壌の採集地点として国立公園や森林保護区など、人為的影響が少ないと思われる場所を全 8 地点選定した。天然土壌の他に、エビ養殖池の汚泥からの成長促進物質の有無を調べるため、3 月にセランゴール州のエビ養殖場から汚泥を採取した。また、抽出方法についての情報収集、本研究での適用について検討した（PDM: Activity 3-1, 3-2）。抽出物を効率的に分画できる大容量カラムが装着可能な全自動分画装置を開発し、マニュアル分画装置との比較を通じて基礎的なデータを収集した（PDM: Output 3）。またマイクロプレートによる培養手法を確立した。

今後は、開発した様々な手法を適用し、有用藻類の成長を促進させる土壌抽出画分の探索を進めていく（PDM: Output 3）。同時に土壌抽出液の化学的特性も調べていく予定である（PDM: Output 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

日本研究者のマレーシア渡航時および JICA 短期研修員受入時に、カウンターパートである UNISEL 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「Auto Fractionation System Operation Manual」を用いて有機物分画の指導を行った。さらにマイクロプレートによる培養の指導も行った。

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

土壌採取においては、相手国政府や各州の関連機関から採取許可証を入手する必要があるが、その許可証の入手にかなりの時間を要したが、ほとんどの採取地点での許可証を入手することができた。

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

研究は、大きく分けて (1) 省エネルギー型のバイオリアクター CRADLE を用いた研究、(2) 複数のカラムリアクターから成る室内藻類培養システムを利用した研究を実施した。CRADLE を用いた研究では、高抗酸化物質のアスタキサンチンを産生する有用藻類 *Haematococcus lacustris* の連続培養実験を行った。*H. lacustris* は、前年度実施された *Spirulina platensis* と比較し、6g-乾重量/m²/day 程度の比較的高い面積生産速度を得るためには、より高い攪拌頻度が必要であることが明らかとなった。その一方で、細胞密度は 1.6g-乾重量/L の高い値まで上昇した。一般に *Haematococcus* 属は強い攪拌に弱く、1g-乾重量/L を超えることは珍しい。CRADLE システムの攪拌は、攪拌頻度を上げたとしても、エアレーションなどによる攪拌よりも物理的ストレスが小さいため、強い攪拌に弱い *Haematococcus* 属の藻類でも高い生産性が得られた可能性がある。室内藻類培養システムを用いた培養実験では、高密度培養における微細藻類の増殖特性を海洋性緑藻 *Chlorella vulgaris* を用いて調査した。その結果、高密度条件では光量が制限されるため、微細藻類細胞が暗適応することが明らかとなった。この結果から研究題目 1 の微細藻類探索において、暗適応状態でも光合成効率の高い株を選定する必要があることが示唆された。また、日本でもインキュベーターを用いた培養実験において、高密度培養時に顕著に増加する溶存酸素が高付加価値物質アスタキサンチンの生産に与える影響を評価した。その結果、低度の過飽和溶存酸素濃度がアスタキサンチン生産量を増加させることが明らかとなった。このことから適度な溶存酸素除去の必要性が確認された (PDM: Output 4)。今後は光条件・攪拌条件・培地供給条件等の検討 (PDM: Activity 4-1) と共に、新規バグリアクターの特許出願やプロトタイプ制作を行う (PDM: Activity 4-2)。

②研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

オートアナライザー、LC-MS、室内藻類バイオリアクター等のプロジェクト供与機材の設置が完了し、現在使用を開始している。今年度は現地において、松山教授の指導でバイオリアクター設計製作指導を 8 月に実施し、黒沢教授の指導で分子生物学的手法を用いた微生物群集解析法の指導を 10 月に実施する。更に脂肪酸分析講習も今後実施予定である。

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

これまで創価大学工学研究科が別案件で共同研究を行ってきた長崎県新上五島町役場に本プロジェクトの内容を説明したところ、微細藻類を用いた高付加価値物質生産技術に対して意欲的であった。SATREPS プロジェクトで培った技術を日本へフィードバックさせ、将来的に我が国において社会実装化ができるよう、今後、実現可能性を調査する予定である。

④研究題目 3 の研究のねらい (参考)

微細藻類由来の高負荷価値物質生産を効率化させるため、エネルギー効率の高い新規バグリアクターを設計開発し、この大型化を行う。同時に、バブルカラムリアクターなどの既知のリアクターを用いて、高密度培養時の増殖速度や高負荷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、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)

UPM において、温度・曝気量・光量などを調整可能な 12 台のバブルカラムリアクターを設置し、高密度条件における有用現地株の増殖速度や高負荷価値物質生産効率を検証した (PDM: Activity 【平成 28 年度実施報告書】【170531】)

4-1)。また、新規バグリアクターの設計開発と材料の選定を行った (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

養殖池汚泥からのアンモニア回収を最大化する操作因子を推定するため、メタン発酵汚泥を用いて好気発酵実験を実施した。発酵温度の影響を検討し、発酵温度 60°C において汚泥の有機物分解率ならびにアンモニアガス発生量が最大となることが明らかとなった。一方で、アンモニアガス発生量と等量以上のアンモニア態窒素が揮発せずに固相・液相に残存した (PDM: Output 5)。よって今後は、残存アンモニアの揮発率の向上についても検討する必要がある。

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たところ、いずれの温度条件においてもアンモニア発生量が顕著に低い値を示した。養殖池汚泥の有機物量が乾燥重量の 13% と非常に少なかったが、その原因の一つとして、養殖池から集積された汚泥が長期間野積みされたものを採取したため、有機物分解がすでに進行していた可能性が考えられる。

②研究題目 4 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、カウンターパートである UPM 研究者に対し、コンポスト反応の実験操作、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行った。

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

今回採取された現地養殖池汚泥は長期間野積みされていたものであるため、本来の養殖池汚泥から組成が変化し、サンプルとして適正ではなかった可能性がある。そのため、カウンターパートと協力して、養殖池から取り出した直後の汚泥について検討する。汚泥の組成分析は当研究グループが行う。また、集積直後の汚泥の好気発酵・確認実験を現地にてカウンターパートと共同実施することも検討する。

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)

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)

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）

プロジェクトの進め方および留意点

当該年度は相手国 3 研究機関に研究用機材の供与を行った。次年度は、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するが、計画した機材供与を予定通り完了できるよう引き続き注力する。日本では、年度毎に進捗状況の確認と課題の分析、次年度計画策定のための会議を開催する。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

JICA 側支援の初年度であった当該年度は機材供与が中心であったが、上述の通り、各研究題目において研究が予定通り進行した。次年度は供与機材を用いた共同研究を進める重要な年であり、より積極的な専門家派遣と受け入れを行い、プロジェクトの促進を図る。各研究題目で掲げた活動項目を PO 通りに実施することで、各題目のアウトプットを達成できるものと考えられ、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。

上位目標に向けての貢献・成果の社会的インパクトの見通し

研究期間終了から 5 年から 10 年後の科学技術の発展、新産業創出、および社会貢献等に関する社会的インパクトは 3 つのフェーズに分けられる。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）では、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・事業化が行われる。薬品原料、健康食品、エビや魚等への機能性飼料としての利用・販売が開始される。第 2 フェーズ（マレーシアでの普及期：プロジェクト終了後 5-7 年）では、技術の熟成、装置のコストダウンが進み、マレーシア国内の養殖池に普及させる。経済効果は極めて高く、国内全養殖場面積 22,000 ha の 5% に普及すると仮定すると、付加価値の低い機能性飼料生産でも市場価格で 20 億 US\$ を超える試算となる。本循環型管理型生産システムは、日本が JICA などを通して水産養殖技術を輸出する際のデフォルト技術となり、日本の科学技術外交の展開に貢献することができる。第 3 フェーズ（世界低緯度地域への普及期：プロジェクト終了後 7-10 年）では、本システムのアフリカや中南米諸国などへの普及によって、藻類バイオマスがより低コストで生産されるようになる。養殖池汚泥だけでなく、排出量の多い有機性廃棄物からの再生栄養塩を用いた藻類生産技術が確立される。

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

プロジェクト全体の現状と課題

本プロジェクトの PO に従い、当該年度は研究題目 1 中の 2 つの項目、研究題目 2 の 2 つの項目、研究題目 3 の 2 つの項目、および研究題目 4 の 1 つの項目に取り組んだ。それぞれに Output に直結するものであり、第一段階としての成果が得られている。また、相手国側への供与機材において、機材の輸出手続きに必要な書類の準備に想定外の時間を要し、当初の計画よりも数ヶ月遅延することとなったが、当該年度に予定されていた機材供与を全て完了することができた。このようにプロジェクト全体としては順調に進んでおり、相手国側研究機関との協力は密に図られており問題はない。

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

当該年度から本格的な共同研究の実施にあたり、相手国側の研究者が独自で利用可能な研究費の取得が緊急の課題であった。昨年度より相手国側研究代表者を中心に MOHE からのマッチングファンドを早期に取得することを目指してきた結果、本プロジェクトならびに発展的な関連研究を含む 9 つの研究提案書（総額 2 億円程度/5 年）が採択され、平成 28 年 10 月より相手国の各研究機関へ予算配分され、既に研究を開始している。

(2) 研究題目 1 : 「有用微細藻類の探索」

UMT の実験室は電源・給排水を整備する必要があったため、当該年度に実験室の改善工事を完工し、分析機器等の機材が設置され、順次立ち上げを行っている。また、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ため、現地微細藻類の採集を基本的に行わない。モンスーン期間が明けから 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となった。今後、天候や安全には十分に配慮し、細心の注意のもと現場採集を行うと同時に、非モンスーン期間における効率的な採集計画を練る必要がある。

(3) 研究題目 2 : 「天然成長促進物質の探索」

UNISEL の実験室は電源・給排水を整備する必要があったため、当該年度に実験室の改善工事を行った。その後、分析機器等の機材が設置され、順次立ち上げを行っている。また、UNISEL の研究チームをより強化するためチームの再編成を行った。土壌採取においては、相手国政府の環境省や森林保全局、また各州の機関等から採取許可証を入手する必要があり、その許可証の入手にかなりの時間（3, 4 ヶ月）を要したが、ようやくほとんどの採取地点での許可証を入手することができ、順次試料採取を行う予定である。今後、計画地点以外の地点でも採取を行う必要がある時は、事前の対応を行う必要がある。

(4) 研究題目 3 : 「新規藻類リアクターの開発」

本プロジェクトは、最終的に経済性評価、環境影響評価を実施する。経済性の高いシステムが構築されれば、現地で社会実装化に着手する予定で、現地企業体との協力による商業規模でのスケールアップが必要となる。そのためには現地政府機関が供与するテクノファンドなどのスタートアップのための助成金を獲得し、企業化させる必要がある。

【平成 28 年度実施報告書】【170531】

(5) 研究題目 4 : 「栄養塩回収・循環システムの構築」

今回採取された現地養殖池汚泥は長期間野積みされていたものであるため、本来の養殖池汚泥から組成が変化し、サンプルとして適正ではなかった可能性がある。養殖池汚泥は採取可能な時期が限定されているため、汚泥が取り出される時期にあわせて採取し、好気発酵実験の予定を立てる必要がある。カウンターパートと密に連携をとり、取り出した直後の汚泥を採取する。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

特になし。

(2) 社会実装に向けた取り組み

・国際会議「3rd International Postgraduate Conference on Biotechnology」（平成 28 年 8 月 24 日～26 日：インドネシア・スラバヤ工科大学）において、ポスター展示を実施し、本プロジェクトに関する宣伝を当該分野の関係者やアジア太平洋地域における研究者に行った。

・「TAMA-TLO 産学連携事業発表会 2016」（平成 28 年 12 月 13 日：八王子スクエアビル）にて、当該分野の関係者 20 名に対し、当プロジェクトの説明を行った。

・ホームページ・パンフレットの作成

本プロジェクトの内容・進捗状況・成果等を紹介するため、本プロジェクト専用の日本語版ホームページ（<http://www.cosmos-satreps.org>）を作成・公開した（図 1）。次年度は英語版のホームページを完成させる予定である。また、本プロジェクトのパンフレットを作成し（図 2）、各研究機関や国際シンポジウムにて配布し、本プロジェクトの取り組みを広く発信している。



図 1 ホームページの表紙とプロジェクト概要

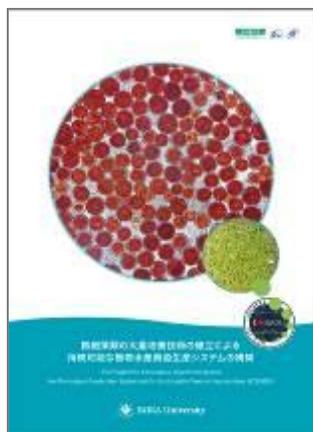


図 2 パンフレット表紙

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、相手国および日本のメディアに取り上げられた記事を以下に記述する。

(1) 相手国メディア

平成 28 年 8 月 29 日に、相手国の主要機関紙の一つである Utusan Malaysia に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などが掲載された。

(2) 日本メディア

平成 28 年 5 月に、創価大学にてマスコミ懇談会を開催し、報道関係者（朝日、毎日、読売、日経等）へ本プロジェクトについて説明した。

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。)
平成28	Shimotori K., Satou T., Imai A., Kawasaki N., Komatsu K., Kohzu A., Tomioka N., Shinohara R., Miura S. (2016) "Quantification and characterization of coastal dissolved organic matter by high-performance size exclusion chromatography with ultraviolet absorption, fluorescence, and total organic carbon analyses". Limnology and Oceanography: Methods, 14, 637-648.	002/lom3.10	国際誌	発表済	

論文数 1 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 1 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。)
平成28	Kawasaki N., MRM Kushairi, AH Sharr, I Abdul Latif, A Imai, K Komatsu. 2016. "Study of Soil Extracts Which May Enhance Microalgal Growth." Proceedings in 2016 International Conference on Life Sciences Revolution, 2: 23.		国際誌	発表済	

論文数 1 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 1 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
平成28	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	
平成28	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
平成28	国際学会	Toda, T (創価大), K Furuya (東大), K Takahashi (東大), M Sato (東大), <u>T 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
平成28	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
平成28	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, 2016. Italy.	口頭発表

招待講演 0 件
口頭発表 2 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
平成28	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
平成28	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
平成28	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
平成28	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
平成28	国内学会	片山智代, 堀正成, 佐藤光秀, 高橋一生, 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. 2017年3月. 高知.	ポスター発表
平成28	国内学会	岸正敏, <u>戸田龍樹</u> (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

招待講演 1 件
口頭発表 4 件
ポスター発表 1 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													
No.2													
No.3													

国内特許出願数 件
公開すべきでない特許出願数 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 件
公開すべきでない特許出願数 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

0 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
平成28	2016年8月29日	Utusan Malaysia	ALGA MIKRO PACU INDUSTRI		1.当課題研究の成果である	

1 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)	概要
平成28	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)	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。
平成28	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)	「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。
平成28	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)	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。

3 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
平成28	2016年8月15日	第1回JCC会議	36	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。

1 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～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。

