

## 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

### 研究課題別中間評価報告書

#### 1. 研究課題名

「水処理システムと湿式抽出法による藻類の高効率燃料化の融合と実用化」

(2016年03月～2021年03月)

#### 2. 研究代表者

2. 1. 日本側研究代表者：神田 英輝（名古屋大学 大学院工学研究科 助教）

2. 2. 相手側研究代表者：Faizal Bux（南アフリカ共和国 ダーバン工科大学 教授）

#### 3. 研究概要

本研究課題は、溶媒としてユニークな特徴をもつ液化ジメチルエーテル (DME) による油脂抽出技術により、微細藻類をバイオマス資源として省エネルギーで活用できる技術の開発を目的とする。また、抽出残渣を有効利用した緑化支援肥料の開発、ビジネスモデルや人材育成手法の構築による南アフリカでの事業化の推進も行う。

プロジェクト目標は微細藻類からのバイオ燃料生産と副産物の高効率生産プロセスと社会実装にむけた事業化へのロードマップを提供する事であり、さらに上位目標として、南アフリカの研究機関と自治政府の協力のもとバイオ燃料と副産物の実用化検討を実施し、現地企業とともに事業化を推進することで、微細藻類からバイオ燃料と副産物を生産し、二酸化炭素の排出量削減に貢献する事を目指す。

また、研究題目は以下の5つである：

- ① 微細藻類の大量培養手法の構築
- ② 微細藻類からの油脂抽出メカニズムの解明
- ③ 藻類残渣の活用方法の検討
- ④ 実証試験装置の開発および実証試験
- ⑤ 事業化・継続的運営に必要な人材の創出のための諸調査と提言

#### 4. 評価結果

総合評価：A-

(所期の計画とほぼ同等の取り組みが行われ、一定の成果が期待できる。)

プロジェクトの初期段階で日本側の研究体制及び研究内容の変更があり、進捗に遅れが発生したが、研究代表者を中心に体制および計画の見直しを進め、現在はおおむね順調に進捗していると評価できる。

下水処理水による藻類の培養、DME を溶媒とした省エネルギーでの油脂抽出、藻類残渣の肥料

マットとしての活用など様々な要素を融合させ、藻類のバイオマス活用の実用化・低炭素化への貢献を目指すユニークな研究であり、各研究題目では着実に成果が出始めている。ビジネスモデルのハンドブック作成など、南アフリカでの社会実装を見据えた取組みも進められている。

一方で、研究題目毎に学術分野が異なるためか、研究題目間の連携が十分とはいえない。相手国も含めた研究チーム全体での議論を進め、異なる分野の研究のシナジー効果を発揮し、プロジェクトとしての統一感が醸成されることを期待する。

また、社会実装に向けた具体的な検討がやや欠けていることが懸念されるため、残りの研究期間に具体的な議論を行い、エネルギー収支・経済性・低炭素化への貢献など、システム全体としての成立性が実証されることを期待する。

#### 4-1. 国際共同研究の進捗状況について

プロジェクトの初期段階で日本側の研究体制及び研究内容の変更があり、進捗の遅れが生じたが、研究代表者を中心に体制および計画の見直しを進め、現在はおおむね順調に進捗している。本プロジェクトの各研究題目の進捗状況を下記にまとめる。

##### ① 微細藻類の大量培養手法の構築

ダーバン工科大学において下水処理水を用いた緑藻の屋外培養試験を実施し、培養液 300ton 規模での培養を実証した。乾燥藻体中の油脂含有量は 29.6%に達しており、目標値の 30%に近い油脂含有量が当該規模の屋外培養で実現できたことは、大きな成果と考えられる。

##### ② 微細藻類からの油脂抽出メカニズムの解明 および ④ 実証試験装置の開発および実証試験

DME による油脂抽出は、既存の有機溶媒を用いた方法と比較し、藻類の乾燥処理が不要で抽出後の油脂から溶媒分離する際に DME が低温で揮発するため高温熱源を要しないという特徴がある。本プロジェクトでは、DME を用いた微細藻類からの油脂抽出特性を解明し、南アフリカで大型の油脂抽出装置を設置し適用することを想定し抽出温度や圧力といった操作条件の最適化を進め、日本側で設計・開発した油脂抽出装置を南アフリカへ供与し、2019 年 6 月には南アフリカでの運転を開始した。

藻類回収装置については、回収能力、費用、現地での維持管理の観点から、当初計画の磁気凝集方式からデカンタ方式に変更したが、2019 年 5 月には現地での運転を開始するなど、計画変更によるスケジュールの遅れを最小限にとどめたことは評価できる。

##### ③ 藻類残渣の活用方法の検討

藻類から油脂を抽出した残渣を有効利用した緑化支援肥料である「アグリマット」の作製においては、既存の様々な成形方法の比較を通じ、南アフリカでの低コスト化製造技術の検討を進めている。今後、現地の農業事情に適した肥料成分、耐久性や低コスト化に向けた取組みを進める予定であり、南アフリカをはじめとした半乾燥地域での実用化を見据えた成果を期待したい。

⑤ 事業化・継続的運営に必要な人材の創出のための諸調査と提言

藻類培養、油脂抽出、アグリマット製作などのすべての研究題目における研究成果を統合し、具体的な提言やビジネスモデルの策定を期待したい。

#### 4-2. 国際共同研究の実施体制について

プロジェクト初期の段階で、研究体制および研究内容に変更が必要となったが、研究代表者のリーダーシップのもと、藻類回収方法の変更や研究体制の改善を進め、研究計画の遅れを最小限にとどめた事は評価できる。また、南アフリカへの機材供与の免税手続き時に発生したトラブルに際しても、現地 JICA 事務所の協力を得て適切に対処している。

両国の代表機関は、それぞれ非常に高い研究能力を備えており、各研究題目が相互補完的に進むことが期待できる反面、各研究題目の専門分野が異なるため、共著論文が出しづらい、若手研究者の交流が難しいとの懸念があった。実際、日本側1報、南アフリカ側4報の現在の論文発表実績は物足りなさを否めないが、供与機材の現地運転開始後の今後の進捗による共著論文の発表や若手研究者の人材育成に期待したい。

研究代表者が更なるリーダーシップを発揮し、プロジェクト全体で十分に議論を行い、参加メンバーや研究題目間の連携を強化することが望まれる。

#### 4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

研究の進め方は優れており、新しい油脂抽出法を含む全プロセスの利点及び課題が明確になるとともに、抽出残渣からのアグリマットやカロテノイド等の有用物質の併産に関する成果も見込まれるなど、個々の技術要素における科学技術面での成果は期待できる。

しかしながら、システム全体が社会へのインパクトを備えて成立するのか依然として不明確である。バイオ燃料生産にかかわる全体のエネルギー収支に加え、経済性や低炭素化への貢献などを含めて、社会実装面でのより具体的な検討を抜きなく進めていただきたい。

社会実装の道筋を明確化するためには、まず各研究題目において今後見込まれる成果および目標を明示し、そのうえでプロジェクト全体の成果を統合することが必要である。具体的には、藻類バイオマス生産のエネルギー収支単独で、太陽熱などをカウントしたネットのエネルギー生産が仮にマイナスとなっても、下水処理や太陽熱利用によるCO<sub>2</sub>削減効果や環境問題解決への寄与、さらには藻類残渣からの副産物生産による付加価値を考慮したシステム全体の成立性が実証されれば社会実装への道筋が描ける可能性がある。

#### 4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

両国の関係は良好と思われ、各研究題目の日本側と相手国側との人的交流は着実に進んでいる。技術移転や技術協力といった一方向ではなく、対等な研究者として相互の人的交流をさらに活発にしつつ共同研究を行うことで、持続的な研究体制を構築していただきたい。

一方で上述のとおり研究題目毎に研究者の専門性が異なるため、異なる分野の研究のシナジー

効果やプロジェクト全体の統一感が欠けている点が懸念される。プロジェクト全体で十分に議論し、研究題目間の連携を強めることで、藻類培養、油脂抽出、アグリマット製作の社会実装に向けた道筋を明確化するとともに、プロジェクト終了後の研究活動の継続発展を支える盤石な基盤を構築することを期待したい。

## 5. 今後の課題・今後の研究者に対する要望事項

今後残りの国際共同研究期間で成果目標を達成するために、下記の要望事項を参考にして今後の進め方を検討して欲しい：

- 油脂抽出過程で大量の DME を蒸発させるエネルギーを太陽熱でまかなう構想は、CO<sub>2</sub> 削減や低コスト化につながる可能性があり、実用化に向けた検証を進めていただきたい。なお、バイオ燃料生産におけるエネルギー収支の算出において、低温の太陽熱利用であっても投入エネルギーとして考慮すべきである。
- 社会実装を目指すには、システム全体としての成立性を緻密に実証することが肝要である。まずはバイオ燃料生産におけるエネルギー収支を的確に示し、さらに、下水処理や藻類残渣の活用による有用物質併産を考慮した経済性や低炭素化への貢献の観点を含めつつ検証していただきたい。
- バイオ燃料やアグリマットの実用化に向けて、相手国関係省庁との更なる連携を早期に進め、コスト評価や販売ルートの探索など、より具体的なビジネスモデルの検討が必要と考える。
- 南アフリカでの本格的な実証試験においては、残りのプロジェクト期間を有効に活用するためにも、発生が見込まれる各種トラブルにも柔軟に対応できる体制を予め検討いただきたい。
- 共著論文や日本人人材の育成について、プロジェクトの前半に十分な実績が出たとは言い難い。本プロジェクトでは主要な研究項目を両国で分担する体制になっており、やむを得ない点はあるものの、プロジェクトの後半においては、共著論文の創出や日本人人材の育成に一層の努力を期待する。
- 研究代表者がリーダーシップを発揮し、各研究題目間の連携を強化するとともに、専門の異なるメンバーが参加している利点を活かし、新たな融合による共同研究の進展を期待したい。

以上

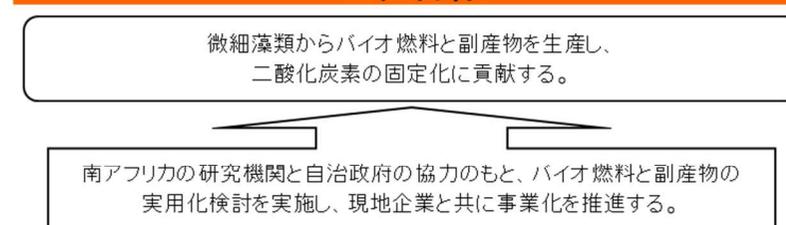
# 成果目標シート

研究課題名	水処理システムと湿式抽出法による藻類の高効率燃料化の融合と実用化
研究代表者名 (所属機関)	神田 英輝 (名古屋大学大学院工学研究科 助教)
研究期間	H27採択(平成27年6月1日～平成33年3月31日)
相手国名／主要相手国研究機関	南アフリカ共和国／ダーバン工科大学(DUT)、エティクニ自治政府、農業研究機構(ARC)、技術革新機構(TIA)

## 付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> <li>・二酸化炭素の大幅な固定化</li> <li>・世界初の藻類由来バイオ燃料の高効率抽出法の開発</li> <li>・藻類残渣によるアフリカの農業の発展</li> <li>・成果活用による日本の産業の国際競争力の向上</li> </ul>
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> <li>・微細藻類からのバイオ燃料抽出技術の開発</li> <li>・微細藻類残渣を用いた保水・栄養維持可能なアグリマット生産技術の開発</li> </ul>
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"> <li>・太陽エネルギーを利用した微細藻類からのバイオ燃料生産技術</li> <li>・微細藻類、下水汚泥、木質チップを用いた農業マット生産技術</li> </ul>
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>・南アフリカでの共同研究活動を通じた日本人若手研究者の国際研究活動能力の育成</li> </ul>
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日本と南アフリカの若手研究者や技術者の人材交流を中心とした技術及び人材ネットワークの構築。</li> </ul>
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"> <li>・国際会議での発表</li> <li>・国際的なレビュー付雑誌への共著論文の掲載</li> <li>・ビジネスモデルや技術に関するハンドブック</li> </ul>

## 上位目標



## プロジェクト目標

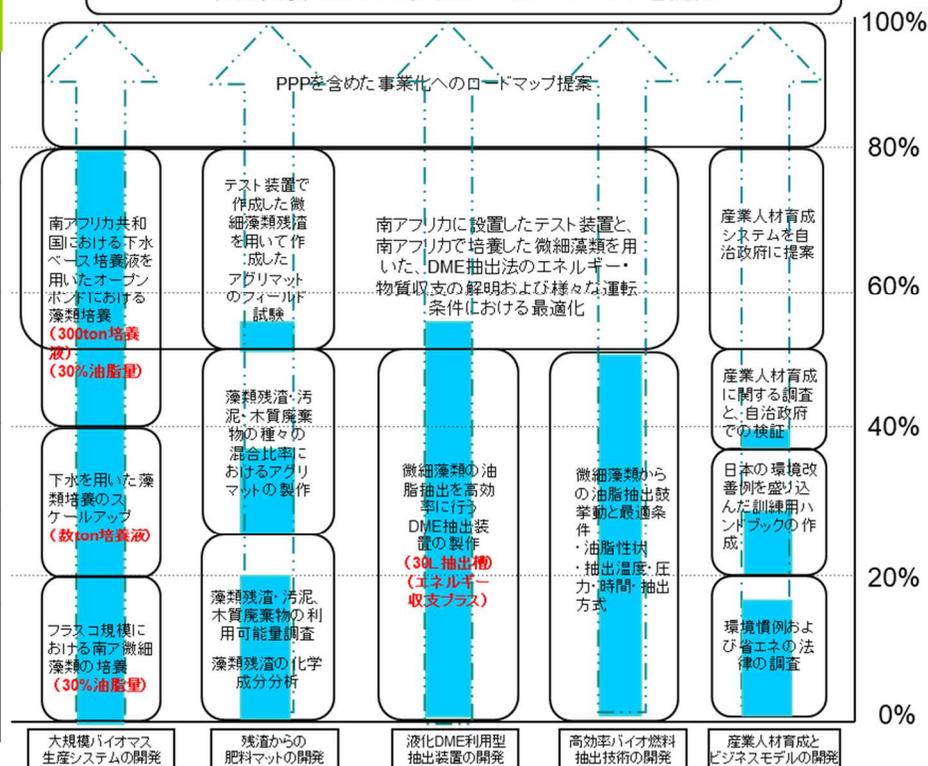
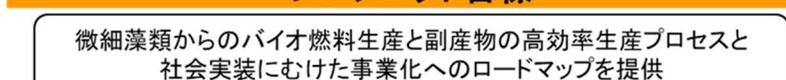


図1 成果目標シートと達成状況 (2019年5月時点)