

1. 案件名（国名）

国名：タイ王国（タイ）

案件名：（和名） 東南アジア広域 BCG 経済カーボンニュートラルに向けた沿岸生態系のための水熱ベースのバイオリファイナリー

（英名） The Project for Regional BCG Economy and Carbon Neutrality with Hydrothermal-Based Biorefinery for Coastal Ecosystem

2. 事業の背景と必要性

（１）当該国におけるエネルギーセクターの開発の現状・課題および本事業の位置付け

タイ政府は一層の経済成長の推進とともに、持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals：SDGs）とカーボンニュートラルを達成するため、バイオ経済、循環型経済、グリーン経済の３つを統合、2021年１月にBCG経済モデル（バイオ（Bio）・循環型（Circular）・グリーン（Green）経済モデル）を国家戦略に据えることを閣議で承認した。2022年１１月には、タイ投資委員会がBCG経済モデルを推進するための５カ年投資促進戦略を承認している。一方、2020年１０月に日本政府は2050年までにカーボンニュートラル社会を目指すことを宣言した。これらの政府方針はいずれも、バイオマス由来の燃料や化学物質を含む再生可能資源の利用を奨励している。

両国のカーボンニュートラル実現への方針において、バイオマス原料の選択とその変換技術の開発は極めて重要である。特に、ASEAN（Association of South-East Asian Nations：東南アジア諸国連合）地域においては水生および海洋生態系が豊かで、ブルーカーボン¹と呼ばれる藻類、海草、マングローブなどが豊富であり、これら水生植物に蓄積された炭素は化石燃料の代替エネルギーや高価値化学物質の代替原料として利用できる。これらの水生バイオマスの資源化は、陸上バイオマスの利用に伴う食糧安全保障や土地利用問題（農地面積の確保）を引き起こす恐れが低く、再生利用可能でカーボンニュートラルの達成に貢献できると期待される。

本事業ではタイ国の持続可能な発展に貢献するため、「水熱法」をコア技術と

¹ ブルーカーボン：沿岸・海洋生態系が光合成によりCO₂を取り込み、その後海底や深海に蓄積される炭素のこと（出所：環境省）

して藻場、浅場等の海洋生態系に取り込まれるブルーカーボンバイオマスの資源化を目指す。ブルーカーボンの高効率な培養技術を確立するとともに、マイクロ波やカーボン触媒を用いてブルーカーボンを化成品、素材、バイオ燃料へと資源化する技術体系を確立することを目指す。また社会実装に向け技術経済評価やライフサイクルアセスメントによる商業化ポテンシャル検証についても検討を行い、将来的に本事業で開発された技術を ASEAN 地域へ普及させることを目指す。

（２）エネルギーセクターに対する我が国および JICA の協力方針等と本事業の位置付け、課題別事業戦略における本事業の位置づけ

外務省が定める対タイ国別開発協力方針（2024 年 9 月）の重点分野は、① 持続的な経済の発展と成熟する社会への対応、② ASEAN 域内共通課題への対応、③ 第三国支援の実施となっている。本事業は、沿岸域のブルーカーボン資源（藻類・海藻等）を活用し、エネルギーをはじめ化成品、バイオ燃料へ転換する研究開発を通じて、国内で高価な化学物質や化石燃料輸入への依存を低減し、エネルギー自給率を高めることで、タイ経済の安定化と新規雇用創出を促進する。また、バイオマス利用技術分野における若手研究者の能力強化を通じて、長期的な科学技術発展に寄与する。加えて、JICA 国別分析ペーパーでは「環境・気候変動対策」および「産業高度化・高付加価値化」を重点分野として掲げており、特に再生可能エネルギーやカーボンニュートラルに資する技術協力を推進している。

さらに脱炭素・気候変動対応は ASEAN 諸国共通の課題であり、ブルーカーボンを活用した低炭素型技術の開発・社会実装は、域内での知見共有や波及効果が期待される。以上より、本事業は重点分野①および②に合致している。

また、JICA の資源・エネルギーグローバルアジェンダでは、その国の事情に合った、カーボンニュートラルと安価なエネルギーの安定供給の両立を目的として、次世代脱炭素技術の導入促進を支援することを掲げており、この観点においても本事業と整合する。

加えて本事業は、SDGs のうち、SDG2（飢餓撲滅および栄養改善）、SDG7（持続可能なエネルギーへのアクセス）、SDG13（気候変動への対応）に貢献する。

（３）他の援助機関の対応

アジア開発銀行はタイのエネルギートランジションを支援しており、再生可能エネルギー導入支援、送電網の強化、省エネルギー技術の普及などを実施しており、特にカーボンニュートラル目標達成に向けた政策支援や資金供与を行

っている。また世界銀行はタイ政府（自然資源環境省等）および他の機関と協力し、クリーンエネルギー導入、気候変動緩和・適応策のための政策対話、環境規制強化に関する支援を行っている。加えて、海草・マングローブ・藻類を含むブルーカーボン資源を対象とした国際的な協力枠組みである国際ブルーカーボン・イニシアティブは、マングローブ、海草床、潮間帯湿地などの沿岸生態系を「ブルーカーボン生態系」と位置づけ、その保全・修復・持続的管理を通じて、気候変動の緩和・適応、生物多様性保全、地域コミュニティの生計安定を図る国際協働プログラムをタイを含む東アジア沿岸部で実施している。

3. 事業概要

（１）事業目的

本事業は、タイにおいて、沿岸生態系を活用した水熱ベースバイオリファイナリー技術の構築を行うことにより、第三世代の代替エネルギーおよび生化学物質の効率的な合成を図り、もってカーボンニュートラル促進のため沿岸生態系を活用した水熱ベースバイオリファイナリー技術が、タイの政策や産業で採用されることに寄与するもの。

（２）プロジェクトサイト／対象地域名

バンコク都、チャンタブリー県、ナコーンパトム県

（３）本事業の受益者（ターゲットグループ）

直接受益者：チュラロンコン大学約 7 名、シルパコーン大学約 8 名、ブラパ大学約 8 名などの研究員ならびに学生

最終受益者：タイ全国民

（４）総事業費（日本側）

約 3 億円

（５）事業実施期間

2026 年 4 月～2030 年 3 月を予定（計 60 カ月）

（６）相手国実施機関

【研究代表機関】チュラロンコン大学/ Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University

【共同研究機関】シルパコーン大学/ Silpakorn University、ブラパ大学/ Burapha University、タイ国立科学技術開発庁/ National Science and

(7) 国内実施機関

【研究代表機関】 熊本大学

【共同研究機関】 名古屋産業科学研究所、東北大学

(8) 投入（インプット）

1) 日本側

① 在外研究員派遣：

- 水熱技術
- 抽出技術
- 化合物精製技術
- 技術経済評価、ライフサイクルアセスメント
- 長期在外研究員（業務調整員）

② 短期外国研究員受入：

（本事業開始後に受入分野を決定）

③ 機材供与：

- C.vulgaris（微細藻類）および U.rigida（大型藻類）の藻類培養施設（ラボスケール PBR 反応器、室内温室など）
- C.vulgaris（微細藻類）および U.rigida（大型藻類）の藻類培養施設（大規模スケール PBR 反応器、屋外温室、統合型 RAS/PBR など）
- 抽出施設（藻類細胞の前処理、超臨界二酸化炭素（scCO₂）抽出、製品精製など）
- 水熱反応器および関連設備
- 技術経済評価（TEA）プログラムおよび機材設備

2) タイ国側

①カウンターパートの配置

②専門家執務室、研究設備・施設、維持管理費用、その他現地経費の提供

(9) 他事業、他開発協力機関等との連携・役割分担

1) 我が国の援助活動：本事業に関連する我が国援助活動は以下のとおり。

・「タイ国バイオマス・廃棄物資源のスーパークリーンバイオ燃料への触媒転換技術の開発」（2017 年 8 月～2022 年 8 月）

当該事業は、チュラロンコン大学理学部化学工学科 バイオマス燃料エネルギーセンターにおいて実施された SATREPS プロジェクトである。タイに豊富に賦存しているバイオマス資源から、各種バイオ燃料・化学品を製造する触媒転換技術の開発が行われた。本事業においても、成果 3 にて「水熱バイオリフ

アイナリーや触媒を用いた変換技術の高度化」を行う計画となっている。当該事業で研究された固体触媒の選定・評価、生成物の品質、コスト・環境負荷と本事業で実施をする成果 3 の活動の比較が可能であり、当該事業で得られた成果を藻類および海藻バイオマスに応用できる可能性があると考えられる。

・「生物循環グリーン経済実現に向けたウキクサホロビオン資源価値の包括的開拓プロジェクト」（2021 年 10 月～2026 年 10 月）

当該事業は、ウキクサ（duckweed）など水生植物を利用し、微生物資源との共存／発酵やバイオ化学品等への応用を探る研究を内容としている。ウキクサは藻類同様に水生バイオマスであり、培養方法、変換プロセス、コスト・環境負荷の観点で本事業の内容と共通点を有しており、当該事業の知見は本事業の更なる成果創出に役立つと期待される。

2）他の開発協力機関等の援助活動

本事業と今後連携が見込まれる他の開発協力機関等による活動は現時点では確認されていない。事業を実施していく過程で、成果達成および事業効果拡大のために関係当局や民間企業を含むステークホルターと協働・連携を図るものとする。

（10）環境社会配慮・横断的事項・ジェンダー分類

1）環境社会配慮

① カテゴリ分類：C

② カテゴリ分類の根拠：本事業は、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2022 年 1 月）上、環境への望ましくない影響は最小限であると判断されるため。

2）横断的事項

2022 年 11 月に改訂された「タイ長期低排出開発戦略（Thailand LT-LEDS）」では、2050 年までにネットゼロ温室効果ガス排出を実現することが目標として掲げられている。また、タイ国首相が国連気候変動枠組条約第 26 回締約国会議（COP26、2021 年）において表明したように、2065 年までのカーボンニュートラル達成が国家目標として定められている。さらに「代替エネルギー開発計画（Alternative Energy Development Plan：AEDP）」や「電力開発計画（Power Development Plan：PDP）」においては、2037 年までに再生可能エネルギーの割合を 30%以上に拡大することが明記されている。

同国家方針の実現に向け、沿岸域バイオマス（藻類・海藻等）の培養・転換

技術を中核とする本事業の研究内容は、低炭素社会の構築に資する重点研究領域に位置付けられる。本事業は、タイ国家戦略と整合しているのみならず、エネルギー分野における世界的潮流である低炭素化・カーボンニュートラルに資する国際的にも意義のある取り組みである。そのため、気候変動対策（緩和）に資する案件である。

また、本事業は化石燃料の代替燃料（再生可能エネルギー）としての利用が促進されるという観点から 2030 年までに温室効果ガス（GHG）排出量を BAU 比 20%削減、国際的な支援を受けることで、この削減目標を最大 25%まで引き上げるという同国のパリ協定に基づく自国が決定する貢献（NDC）における目標と整合するものである。

3) ジェンダー分類：【ジェンダー案件】■GI(S) (ジェンダー活動統合案件)
＜分類理由＞ 詳細計画策定調査にて、ジェンダー分析を行ったところ、同国の研究機関に於ける女性の参画は確保されているものの、エネルギーセクターや運輸・貯蔵セクターにおける女性従事者の割合が少なく（2020 年度の統計で前者は 29%、後者は 19%）、本研究事業による成果が社会実装された場合、関連する雇用機会が男性に集中し、女性を取り残される懸念が明らかになった。そこで、本事業で実施する人材育成に対し、女性の参加を推奨することで、当該分野の女性のエンパワーメントを推進する提案がタイ側からなされた。これに対し、水熱バイオリファイナリー技術の研修/ワークショップ/セミナーへの女性の参加を促進することとし、参加者の女性比率が、初年度 1 年間と比較して少なくとも 30%以上増加することを指標とする。

（11）その他特記事項
特になし

4. 事業の枠組み

（1）上位目標

カーボンニュートラル促進のため沿岸生態系を活用した水熱ベースバイオリファイナリー技術が、タイの政策や産業で採用される。

指標および目標値：

指標1 本プロジェクトで開発された技術が、関連する民間企業などで実際に導入された事例が確認される。

指標2 タイ政府の BCG 経済モデル関連計画やカーボンニュートラルに関連する政策において、本プロジェクトで開発された技術が言及または採用される。

(2) プロジェクト目標：

沿岸生態系を活用した水熱ベースバイオリファイナリー技術が構築される。

指標および目標値：

指標1 本プロジェクトの各技術が統合されたプロセスフローが確立する。

指標2 技術経済評価に基づく開発した水熱ベースバイオリファイナリー技術の社会実装の提案モデルが作成される。

(3) 成果：

成果1： 沿岸域における藻類培養技術が開発・確立される。

成果2： 藻類/海藻から高付加価値生理活性物質の抽出技術が確立される。

成果3： 水熱ベースバイオリファイナリー技術が触媒やマイクロ波などによって高度化される。

成果4： 技術・経済・環境面からの統合評価に基づき、統合型バイオマスエネルギー/再生可能エネルギーネットワークの最適化モデルが構築される。

成果5： 水熱ベースの技術について関係者との連携および人材育成が行われるとともに、技術の社会実装が促進される。

(4) 主な活動

1) 藻類培養：小スケールの光バイリアクターを用いて藻類培養条件の最適化を行い、基礎的データを取得する。その結果を基に、プロジェクトサイトにおいて中規模から大型のプロトタイプ培養システムを構築し、*C.vulgaris*（微細藻類）および *U.rigida*（大型藻類）の培養技術の実証を行う。また、従来型レースウェイ培養槽との比較評価を通じ、CO₂固定量、生産コスト、安定的運転条件を検証する

2) 抽出技術：藻類・海藻から得られる生理活性化合物について、scCO₂、亜臨界水、DME など環境負荷の低い手法を用いた抽出条件の最適化を実施する。さらに、500mL 規模からパイロットスケールの抽出装置により実証試験を行い、産業応用可能性を評価する。併せて、抽出収率、純度、エネルギー効率を指標とし、LCA や TEA の基礎データを整備する。

3) 水熱技術：藻類・海藻バイオマスを原料とした連続式水熱反応装置を設計・製作し、温度・圧力・滞留時間・触媒種・CO₂供給条件などのパラメータ最適化を行う。さらに、マイクロ波加熱装置や CO₂供給系を統合し、制御系・計測系を実装する。生成されたバイオオイルについては、タイ国内の企業やエネルギー部門の助言を受けつつ、燃料特性を評価し、バイオディーゼル燃料および合成燃料としての規格適合性を確認する。また、生

成物の収率・組成・エネルギー効率を定量化し、TEA および LCA に活用するデータを得る。

4) 技術経済評価：藻類培養（成果 1）、抽出技術（成果 2）、水熱技術（成果 3）で得られた技術データを統合し、物質・エネルギーバランスモデルを構築する。その上で、プロセスの技術経済的評価を実施し、さらに CO₂ 排出削減効果の定量化および環境影響評価を行う。加えて、カーボンクレジット創出の可能性を含む包括的評価を実施し、社会実装に向けた有効性を検証する。

5) 人材育成および社会実装：研究成果をタイ国内外の大学・研究機関・企業と共有し、技術移転・人材育成を進める。若手研究者・大学院生を対象とした研修、ワークショップ、共同研究を実施し、化学工学・バイオマス利用分野の専門性向上を図る。さらに、民間企業との連携により、成果技術の実証・産業応用を推進し、社会実装を推進する。

5. 前提条件・外部条件

（1）前提条件：なし

（2）外部条件：

- ・上位目標の外部条件：

タイ政府による BCG 経済モデルに大幅な変更がない。

- ・プロジェクト目標の外部条件：

生物多様性、BCG 経済モデルに影響を与えるエネルギー政策およびバイオマス利用に大きな変化がない。

- ・成果 1 の外部条件：

沿岸地域の気象条件が急激に変化しない。

6. 過去の類似案件の教訓と本事業への適用

「インドにおける低炭素技術の適用促進に関する研究」（2010 年 5 月～2014 年 3 月、インド、終了時評価：2013 年）から得られた教訓と本事業への適用を以下に示す。

【教訓】

- ・ 適切なプロジェクトデザインとモニタリング体制を構築することにより成果の実効性や普及性が確保される。
- ・ 指標設定は定性的なものにとどまらず、可能な限り定量的に行うことが望ましい。

【本事業への適用】

- 本事業では、CO₂削減量、バイオ燃料収率、コスト指標などの定量的指標を設定し、進捗を JCC で定期的にモニタリングする。また、LCA や TEA による客観的データを活用し、政策提言などに役立てていく。

7. 評価結果

詳細計画策定調査の結果、本事業実施の妥当性、整合性は高いと判断される。タイの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、計画の適切性が認められることから、実施の意義は高い。有効性については、成果で示した技術開発、人材育成、社会実装、政策連携が実施・達成されることによりプロジェクト目標の達成が見込まれる。また、効率性については、今まで先方実施機関（チュラロンコン大学）および日本側実施機関（熊本大学）の共同研究を通じ構築された協力関係を最大限活用し効率的に活動が実施される計画となっていることから高いと判断される。インパクトについては、今までの我が国の気候変動対策に関する取り組みも含め、本事業の成果が認知されることにより、上位目標が達成されるものと見込まれる。また本事業の成果が多く社会に活用されることにより多くの正のインパクトが発現することが期待される。政策・制度面の持続性については、本事業がタイの BCG 経済モデルに沿った内容であることから、担保されるものと評価される。また、技術面および組織・財政面での持続性に関しては、タイ政府からの安定的な予算配賦を基に持続性は確保され则认为る。

8. 今後の評価計画

（１） 今後の評価に用いる主な指標

4. のとおり。

（２） 今後の評価スケジュール

事業開始後 3 か月 ベースライン調査

事業終了後 3 年目 事後評価

以 上

別添資料

「タイ国 東南アジア広域 BCG 経済カーボンニュートラルに向けた沿岸生態系のための水熱ベースのバイオリファイナリー」地図

タイ全体地図



(出所: HISTORIX 資料を調査団が加工)

本事業対象位置図



(出所 ; <http://thailandinfo.zening.info/map/index.htm>
データを詳細計画策定調査団が加工)