

## 事業事前評価表

国際協力機構産業開発・公共政策部  
資源・エネルギーグループ第一チーム

## 1. 案件名（国名）

国名： マレーシア

案件名： マレーシアにおける革新的な海洋温度差発電（OTEC）の開発による低炭素社会のための持続可能なエネルギーシステムの構築

（英名） The Project for Development of Advanced Hybrid Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) Technology for Low Carbon Society and Sustainable Energy System: First Experimental OTEC Plant of Malaysia

## 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・課題及び本事業の位置付け

マレーシアの2014年のエネルギー供給量は、89.703百万石油換算トン(Mtoe)（国際エネルギー機関、2016）であり、その内訳は石炭 15.268 Mtoe、石油 33.059 Mtoe、天然ガス 38.352 Mtoe、水力 1.151 Mtoe、その他再生可能エネルギー1.873 Mtoe と、石油・天然ガスが全体の80%近くを占めている。マレーシアは、マレー半島東側沖合とボルネオ島沖合で石油・ガスの生産・輸出を行っており、エネルギー自給率は1980年代には200%を超えていたが、経済成長とともにエネルギー消費量も増加したことから、2014年には100%をわずかに超える程度（エネルギー生産量は94.641Mtoe）まで減少している。そのため、マレーシア政府は輸出資源としての石油・ガスの有効活用を図るため、国内供給用のエネルギー源として輸入石炭や再生可能エネルギーの利用拡大を図ってきた。

さらに、マレーシア政府は2016年に国連気候変動枠組み条約に基づき提出したNationally Determined Contribution (NDC)において、2030年までに、対GDPあたりの温室効果ガス（GHG）排出原単位を、2005年を基準として35%～40%削減することとしている。2015年時点では、発電部門がGHGの最大（総排出量の約3割）の排出源であり、その低炭素化のため、再生可能エネルギーを、従来型エネルギー資源（石油・天然ガス、石炭）を補完する「第5の燃料」と位置づけ、その利用促進に取り組んでいる。既に2011年には再生可能エネルギー電源（太陽光、小水力、バイオマス、バイオガス）の固定価格買取制度が導入されており、2030年には再生可能エネルギー電源を、全発電量の17%に相当する4,000MWまで導入する方針である。

2020年に先進国入りすることを目指した「第11次マレーシア計画」（2016年～2020年）においては、再生可能エネルギーの導入を柱としたグリーン成長の促進が掲げられている。その中では、新たな再生可能エネルギー技術開発が

重要なテーマとされており、中でも海に囲まれた同国の地理的特性から海洋エネルギー技術開発の促進がうたわれている。

マレーシアにおける海洋エネルギー利用については、2006年～2008年にかけて、「マレーシア海洋調査」が実施され、その中で海洋温度差発電のポテンシャルは50,000MWにのぼることが確認された。その後、2012年にはマレーシア海事研究所に海洋温度差発電のための法的・政策的枠組みを策定する権限が付与され、2013年にマレーシア工科大学に海洋温度差エネルギー研究センターが設立されるなど、本分野の研究開発が進んでいる。

本事業は、海洋温度差発電分野の研究で世界をリードする佐賀大学が中心となり、マレーシア工科大学をはじめとするマレーシア側研究機関と共に、海洋温度差発電と海水淡水化を同時に行うハイブリッドモデルの実用化に向けた共同研究を行うものであり、マレーシアの政策に合致する。

(2) エネルギーセクターに対する我が国及び JICA の協力方針等と本事業の位置付け

我が国の対マレーシア 国別開発協力方針（2017年5月）では、基本方針として「協力パートナーとしての関係構築」を掲げ、「先進国入りに向けた均衡のとれた発展の支援」を援助重点分野としている。また、「対マレーシア事業展開計画（2017年7月）」においても、「2020年を目標とした先進国入りのために解決すべき課題への取組の中で依然として重要な開発課題となっている、環境・エネルギー、社会的弱者支援、税務行政、中小企業振興並びに職業訓練および社会基盤整備等の分野について協力を実施する」としており、本事業はこれらの方針、分析に合致する。

また、本事業は、マレーシアモデル（H-OTECによる発電・造水およびマレーシア地域に適した海洋深層水複合利用形態の事業モデル）が確立されることにより、海洋温度差発電が、持続可能な開発目標（SDGs）の目標7「信頼できる持続可能な近代的エネルギーへのアクセス」及び目標9「包摂的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進」に貢献するとともに、海洋深層水の複合利用が、目標8「包摂的かつ持続可能な経済成長及び生産的な雇用」及び目標14「海洋資源を保全し持続可能な形での利用」に貢献する。

(3) 当該セクターにおける他の援助機関の対応

国際再生可能エネルギー機関（IRENA）は、マレーシア国内の太陽光、風力の開発促進のため、適地選定にかかる情報データベースを作成、提供している。

### 3. 事業概要

(1) 事業目的

本事業は、マレーシアにおける H-OTEC 技術の開発並びに海洋深層水の複合活用方法の構築と人材育成を行うことにより、持続的な運用が可能なマレーシアモデルの確立を図り、もってマレーシアモデルの事業化に寄与するもの。

本事業で使用されるキーワードの定義：

- ・ 海洋深層水：資源利用を意図した呼称であり、およそ 200m 以深の海水全体に対して深海にある海水（OTEC では 600~1,000m の海洋深層水を利用する）。
- ・ 海洋深層水の複合利用：OTEC のために汲み上げた海洋深層水を水産業、農業、空調など発電以外の利用に使用する利用形態。
- ・ H-OTEC：Hybrid-OTEC の略で、クローズド式海洋温度差発電(OTEC) とフラッシュ式海水淡水化を組み合わせたプロセスであり、且つ OTEC の蒸発と淡水化の凝縮を 1 つの共通の熱交換器で実施する発電・造水装置。
- ・ マレーシアモデル：H-OTEC による発電・造水およびマレーシア地域に適した海洋深層水複合利用形態の事業モデル。

(2) 本事業の受益者（ターゲットグループ）

直接受益者：マレーシア工科大学 OTEC 研究センター(UTM-OTEC)、プトラマレーシア大学水産・海洋科学研究センター(UPM I-AQUAS)、マラヤ大学(UM)、マレーシア国民大学 (UKM)、マレーシア工科大 (UMT) の研究者/技術者

最終受益者：マレーシアにおいて OTEC および海洋深層水複合利用に関係する研究者、企業

(3) 総事業費（日本側）：3 億円

(4) 事業実施期間：2019 年 4 月～2024 年 3 月（計 60 ヶ月）

(5) 相手国実施機関

UTM-OTEC、UPM I-AQUAS、UM、UKM、UMT

(6) 国内協力機関

佐賀大学 海洋エネルギー研究センター (IOES)

東京大学

産業技術総合研究所

(7) 投入（インプット）

1) 日本側

① 在外研究員派遣

長期専門家（プロジェクト業務調整）1名（60M/M）

短期専門家（OTEC技術、OTEC関連技術、海洋環境評価技術、Life Cycle Assessment (LCA)評価技術、他）約7名

② 招へい外国研究員受け入れ：

③ 機材供与：H-OTECシステム、海洋環境データサーバー

## 2) マレーシア国側

① カウンターパートの配置

- ・プロジェクト・ディレクター(Project Director)
- ・プロジェクトマネージャー (Project Manager)
- ・プロジェクト共同マネージャー (Project Co-manager)
- ・プロジェクトコーディネーター (Project Coordinator)
- ・研究スタッフ

② 案件実施のためのサービスや施設、現地経費の提供

<UTM-OTEC>

- ・事務所・打ち合わせスペース

<UPM I-AQUAS>

- ・H-OTEC試験設備（および主要ユーティリティー）
- ・海水取水設備

(8) 他事業、他援助機関等との連携・役割分担

1) 我が国の援助活動：特になし

2) 他援助機関等の援助活動：特になし

(9) 環境社会配慮・貧困削減・社会開発

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」（2010年4月公布）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：本事業は、H-OTECの導入により、GHG排出削減が期待できるため、気候変動対策（緩和策）に資する。

3) ジェンダー分類：対象外

<活動内容／分類理由>

(10) その他特記事項：マレーシアモデルの事業化の見通し

沖縄県久米島では、OTEC（100kW）による発電及び同地域に適した海洋深層水複合利用形態の事業モデル（通称：久米島モデル）が確立している。OTECの核となる蒸発/凝縮熱交換器は本邦企業が製造しており、本事業においても共同研究機関として、久米島のOTECの運転実績等を踏まえマレーシアモデルの実

用機的设计、製造を行う予定である。海洋深層水の複合利用については、マレーシアの関係省庁から高い関心が表明されており、海洋深層水を活用した漁業、水産業、農業の地域産業や飲料水販売などが期待されている。本事業ではFSレベルの検討が含まれていることから、候補地であるサバ州にてローカル企業の参入の可能性を確認するとともに、技術面、経済面、環境面等から実現可能性を評価し、事業化を図る計画である。

#### 4. 事業の枠組み

##### (1) 上位目標：

マレーシアモデルの事業化が開始される。

指標及び目標値：

- ・ マレーシアモデルがx社に採用される

##### (2) プロジェクト目標：

マレーシアモデルが確立される

指標及び目標値：

- ・ 1MW以上の実機規模でのマレーシアモデルの実現可能性が確認される
- ・ マレーシアモデルの事業化を検討する企業が現れる

##### (3) 成果

成果1：マレーシアの環境条件に適したH-OTEC試験装置が完成する

成果2：H-OTECの実験により、マレーシアに最適な条件・仕様が特定される

成果3：H-OTECを用いたマレーシアにおける海洋深層水活用方法が構築される

成果4：マレーシアモデルにおける環境影響およびCO2排出量削減への効果が明らかになる

成果5：OTEC技術および海洋深層水利活用に関する人材が育成される

#### 5. 前提条件・外部条件

##### (1) 前提条件

- ・ 施設場所の確保
- ・ 施設建屋の確保(新設)、施設ユーティリティーが確保される。

##### (2) 外部条件

プロジェクト目標：

マレーシア政府のエネルギー計画（特に海洋エネルギーについて）の政策変更がない

成果/活動：

- ・設置先の制約条件（敷地、電力、水等のユーティリティー）に変更が無い
- ・機器の盗難や事故などが無い
- ・マレーシア側の海洋環境データおよび海底・沿岸地形が入手できる

## 6. 過去の類似案件の教訓と本事業への適用

### (1) 類似案件の評価結果

インドネシア共和国において実施された技術協力プロジェクト（科学技術協力）「生物科学研究及びバイオテクノロジー促進のための国際標準の微生物資源センターの構築プロジェクト」の終了時評価（2015年）では、インドネシア側関係省庁の高官をプロジェクト期間中に日本に招聘し、彼らが日本の先進的な研究設備の視察を通して、その重要性を認識したことが、研究施設建設のための予算確保に影響したことから、予算配分に影響力を持つ政府関係者をプロジェクト開始早期から巻き込むことが重要とされている。

### (2) 本事業への教訓

本事業では、プロジェクト開始直後に、マレーシア側関係者を日本に招聘し、佐賀大学の海洋エネルギー研究センターや同大学が沖縄県久米島で実証実験を行っている海洋温度差発電のデモプラントの視察を行うこととする。

## 7. 評価結果

本事業は、マレーシア国の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、また計画の適切性が認められることから、実施の意義は高い。

## 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

事業完了3年後      事後評価

以 上