

## 事業事前評価表（地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS））

国際協力機構 産業開発・公共政策部  
資源エネルギー第一チーム

### 1. 案件名

国名：インドネシア共和国

案件名：

和名 インドネシアにおける地熱発電の大幅促進を目指した蒸気スポット  
検出と持続的資源利用の技術開発プロジェクト

英名 Project for Technology Development of Steam-spot Detection and Sustainable  
Resource Use for Large Enhancement of Geothermal Power Generation in  
Indonesia

※広報目的に以下のサブタイトルも活用予定

“Beneficial and Advanced Geothermal Use System (BAGUS)”

### 2. 事業の背景と必要性

#### (1) 当該国における地熱セクターの現状と課題

インドネシアは世界有数の地熱発電の開発ポテンシャルを有している。地熱発電には、同国の今後の電力需要の増大に対処するとともに、温室効果ガス排出の削減を図る上で極めて大きな役割が期待されている。

同国政府は民間の独立系発電事業者（以下、IPP）による地熱開発を促進すべく様々な施策を講じてきたが、これまでのところ期待された進展が見られていない。この要因の一つとして、変動の少ない発電性質に伴う安定的なリターンが得られる一方で、試掘の失敗等の事業リスクが他の電源と比べて大きく、かつ、その大半のリスクを IPP が負っていることによる、事業のリスクとリターンのミスマッチが挙げられ、試掘精度の向上による事業リスクの低減が重要な課題となっている。

また、地熱開発に係る人材と技術力不足も大きな課題である。理系のトップクラス大学であり、地熱開発を管轄するエネルギー鉱物資源省（MEMR）にも多くの人材を輩出するバンドン工科大学（ITB）は、2008年に大学院修士用の地熱プログラムを創設するなど、地熱分野の教育機関・研究機関として、中心的な役割を果たすことが期待されており、同大学を核とした技術協力のニーズは大きい。

#### (2) 当該国における地熱セクターの開発政策と本事業の位置づけ

地熱発電の効果的な活用を促進すべく、インドネシア政府は2003年に地熱法を制定し、民間開発業者による開発を主体とする制度を設立した。「国家エネルギー政策に関する大統領

令(2006年5号)」では、2025年までの国家エネルギー政策の数値目標を設定し、エネルギー供給量に対する新・再生可能エネルギーの目標値を17%(うち地熱エネルギーは5%)に定めた。また、2010年の「Vision 25/25」において、新・再生可能エネルギーの目標値を25%(うち地熱エネルギーは約8%)に上方修正した。このように、今後は新・再生可能エネルギーを拡大させる方針となっており、地熱エネルギーの開発にも焦点を当てている。加えて、地熱開発にあたり、インドネシア政府は、2025年を目標年に9,500MW(既設・新設の発電設備容量の合計)の地熱発電を開発するという地熱開発ロードマップを策定している。さらに、2014年1月に策定された「国家エネルギー政策(National Energy Policy:KEN)」においても、新・再生可能エネルギーの活用を促進する方針が示されているほか、地熱エネルギー活用の持続可能性の確保、地熱探査・発電の関連産業の能力強化などが重点分野として明記されている。なお、2003年に制定された地熱法の改正案が国会で可決され(2014年8月)、地熱開発が今後さらに加速していくことが期待されている。このように、地熱開発の推進を目指した本プロジェクトは、インドネシア国の国家政策・ビジョンの内容に整合している。

### (3) 電力セクターに対する我が国及び JICA の援助方針と実績

「対インドネシア国事業展開計画」(2014年4月)では、援助重点分野として「不均衡の是正と安全な社会造りへの支援」および「アジア地域及び国際社会の課題への対応能力向上のための支援」を掲げており、各重点分野の開発課題に「①格差是正・コネクティビティ強化」および「②気候変動対策」を取り上げている。各課題に対する日本の対応方針として、①主要な地方拠点都市圏において、電力・資源確保を含む都市開発基盤整備などを支援すること、②温室効果ガスの排出抑制を目指して、高効率エネルギー・省エネルギー・代替エネルギーの促進にかかる協力を展開することとしている。具体的な協力プログラムに関しては、「①地方開発・拠点都市圏整備プログラム」および「②気候変動対策プログラム(温室効果ガス排出抑制)」を設定しており、本プロジェクトも両プログラム内に位置づけられる。なお、同分野において JICA は、地熱発電開発マスタープランの作成や試掘ファンドの制度設計などの計画・制度分野の支援から、個別の発電所建設に到る包括的な支援を長年実施している。具体的な協力内容は以下のとおりである。

- 開発調査:地熱発電開発マスタープラン調査(2006年~2007年)
- 技術協力:地熱開発技術力向上支援プロジェクト(2010年~2013年)
- 技術協力:PPPネットワーク機能強化プロジェクト(2011年~2014年)
- 技術協力:地熱開発における中長期的な促進制度設計支援プロジェクト(2014年~2018年)
- 円借款:ラヘンドン地熱発電所拡張事業(2003年度)
- 円借款:ウルブル地熱発電所建設事業(2004年度)
- 円借款:ルムットバライ地熱発電事業(2010年度)
- 円借款:地熱開発促進プログラム「トゥレフ地熱発電事業(E/S)」(2012年度)

このうち、本年度より開始された「地熱開発における中長期的な促進制度設計支援プロジェクト」においては、エネルギー・鉱物資源省地質庁地下資源局(CGR)の地熱資源探査能力の向上を目標の一つに掲げており、本科学技術プロジェクトで得られた成果をCGRが活用することで、更なる能力向上につながるとともに、本科学技術プロジェクト成果の社会実装の促進にもつながることといった相乗効果も期待される。

#### (4) 他の援助機関の対応

世界銀行は2011年7月にインドネシアの地熱発電拡張プロジェクトに3億ドルの融資を発表しており、プルトミナ地熱エネルギー(PGE)による南スマトラ州と北スラウェシ州における150MW規模のプロジェクトを支援している。また、ニュージーランド政府からは6.95百万ドルの技術支援がPGEに対して行われている。アジア開発銀行(ADB)は、インドネシアの温室効果ガス排出削減の支援と気候変動の回復力強化に1億ドルの融資を決定(2011年11月)しているが、この中には地熱発電開発の環境整備への支援が含まれている。本事業成果により、試掘精度の向上が実現すれば、上記のような他ドナーの個別案件の促進が可能となる。

### 3. 事業概要

#### (1) 事業目的(協力プログラムにおける位置づけを含む)

本事業は、地熱発電に最適な蒸気スポットを検出できる技術の開発、リモートセンシングを利用した環境モニタリング技術の開発、地熱発電の最適化制御システムの確立、及び地熱科学技術に携わるITB研究者・学生の能力向上を図り、これらの技術・システムの適用性をモデルサイト<sup>1</sup>で検証することを目的とし、もって地熱発電所予定地における探査ボーリング掘削費の削減に寄与するものである。

#### (2) 事業スケジュール(協力期間)

2015年4月1日から2020年3月31日を予定(計60か月)

#### (3) 本事業の受益者(ターゲットグループ)

直接裨益対象者は、ITBの研究者 20名。

また、本研究協力を通じた研究・開発上の成果により、試掘精度の向上、効果的な環境モニタリング、高効率な地熱プラント設計が可能となった場合、地熱開発・運営事業者も裨益を受けることが期待される。

#### (4) 総事業費(日本側)

<sup>1</sup> モデルサイトのWayang Winduには、Star Energy社が所有する稼働中地熱発電プラントが存在する。

約 3.0 億円（概算額）

(5) 相手国側実施・協力機関

実施機関：バンドン工科大学（ITB: Institut Teknologi Bandung）

協力機関：地下資源局（CGR:Center for Geological Resource）、Star Energy 社

(6) 国内協力機関

京都大学

(7) 投入（インプット）

1) 日本側

- ・ 専門家派遣：プロジェクト・リーダー、地質、地熱工学、地球化学、リモートセンシング、業務調整など
- ・ 本邦研修
- ・ 機材供与：プロジェクト活動に必要な資機材の供与（携帯型反射スペクトル測定装置、ラドン濃度測定システムなど）
- ・ 現地活動費

2) インドネシア国側

- ・ カウンターパート配置（ITB 研究者 20 名の予定）
- ・ プロジェクト用執務室：プロジェクト実施に必要な執務室および施設設備の提供
- ・ 研究活動で必要となる資料および文書の提供
- ・ 運営・経常経費：電気、水道、通信、カウンターパートの国内旅費など

(8) 環境社会配慮・貧困削減・社会開発

1) 環境に対する影響/用地取得・住民移転

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) ジェンダー平等推進・平和構築・貧困削減

特に該当なし

3) その他

特になし

(9) 関連する援助活動

- 1) 我が国の援助活動
  2. (3) に記載の通り
- 2) 他ドナー等の援助活動
  2. (4) に記載の通り

#### 4. 協力の枠組み

##### (1) 協力概要

###### 1) 上位目標

開発された技術の適用によって、地熱発電所の予定地における探査ボーリング掘削費が減少する。

###### (指標)

- 1: 開発された技術を適用した、地熱開発予定地の数が増加する。
- 2: 地熱発電所予定地における、単位メガワットあたりの探査ボーリング掘削費が減少する。

###### 2) プロジェクト目標と指標

プロジェクトで開発された技術の適用性が、モデルサイトにおいて検証される。

###### (指標)

- 1: 蒸気スポットを有する可能性が高いと評価された領域(最大値の  $XX\%^2$  を超える)に、モデルサイトの実際の生産井が存在する<sup>3</sup>。
- 2: 同技術に関する研究成果が、インパクト・ファクター<sup>3</sup>を有する国際学術誌に受理される。

###### 3) 成果

成果 1: リモートセンシング、数理地質学、地球化学および鉱物学での各種手法を統合して、地熱発電に最適な蒸気スポットを検出できる技術が開発される。

成果 2: 地熱発電所運転の影響を確認するため、リモートセンシングを利用した環境モニタリング技術が開発される。

成果 3: 地熱資源の長期利用に向けて、地熱発電の最適な運用を行うための制御システムが確立される。

成果 4: 地熱科学技術に携わる ITB 研究者・学生の能力が向上する。

#### 5. 前提条件・外部条件

##### (1) 前提条件

- 1) ITB と京都大学間の共同研究同意書が締結される。

<sup>2</sup> プロジェクト開始後、第一回合同調整委員会 (JCC) 会議を目的に確定させる。

<sup>3</sup> 試掘を始め多額の費用をかけて掘り当てた、実際の生産井の位置が、本プロジェクトで確立した評価手法によっても高い評価となることを確認することで、技術の適用性を検証する。

<sup>3</sup> 学術雑誌の重要度を示す尺度。ある学術雑誌に掲載された論文が引用された回数に基づく。

2) ITB と CGR 間の協力同意書 (JCA) が締結される。

3) ITB と Star Energy 社間の覚書 (MOA) が本プロジェクトの実施に向けて締結される。

## (2) 外部条件 (リスクコントロール)

### 1) プロジェクト目標達成のための外部条件

Star Energy 社による地熱資源調査報告書、環境調査報告書および運転データが利用可能な状態である。

### 2) 上位目標達成のための外部条件

国家地熱政策の方針が継続的に維持される。

## 6. 評価結果

本事業は、インドネシア国の開発政策、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。

## 7. 過去の類似案件の教訓と本事業への活用

### (1) 類似案件の評価結果

インドネシア国における科学技術協力の先行案件である「生命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構築プロジェクト」の中間レビューでは、「プロジェクト運営の視点から、事業の効率的かつ有効なモニタリング・評価を実施するため、プロジェクト形成時に指標の選択を慎重に行う必要があり、かつ、その運用については JICA により適切なモニタリング、助言が必要である。」との教訓が得られている。

また、同じくインドネシア国における科学技術協力の先行案件である「泥炭・森林における火災と炭素管理プロジェクト」の中間レビューでは、「プロジェクト目標の明確な記述、的確な指標の設定、平易な用語の使用などに特に留意することで、関係者間の共通理解の促進を図っていくことは、科学技術協力案件の効果的实施・効率的運営にとって有益である」との結果が得られている。

### (2) 本事業への教訓

上述の評価結果を受けて、詳細計画策定調査時に PCM ワークショップを実施し、同国関係者とのプロジェクト枠組みに関する協議を通じて、プロジェクト目標やアウトプットを明確に設定し、その内容の共通理解を深めた。また、各目標値の達成状況を的確に測定するための指標を設定し、半年ごとに計画されているモニタリング活動でその達成状況をレビューする。加えて、プロジェクト活動の進捗状況を確認するため、モニタリング計画を含む活動計画表 (PO: Plan of Operations) を作成し、PO に関する共通理解の促進を図った。このように、半年ごとのモニタリング活動によって、各目標値の達成状況およびプロジェクト活動の進捗状況をレビューしていくことから、プロジェクト活動の効果的实施・効率的運営に寄与することが期待される。