

平成 22 年度

一般案件に係る円借款案件形成等調査

インドネシア・フルライス地域地熱発電開発調査

(インドネシア)

報告書要約

平成 23 年 3 月

経 済 産 業 省

委託先：新日本有限責任監査法人  
独立行政法人日本貿易振興機構  
西日本技術開発(株)

## (1) プロジェクトの背景・必要性

インドネシア政府は、急増する電力需要に対応するために電力開発を急いでいるが、電源の多様化や再生可能エネルギーの開発にも重点を置いている。再生可能エネルギーの開発のために、インドネシア政府は 10,000 MW 開発計画 Crash Program II を進めている。この計画では、全体の開発量の約 35%にあたる 3,583 MW が地熱発電で賄われる予定である。フルライス地熱発電事業は、この Crash Program II の主要な事業の一つである。インドネシア政府は本事業を ODA による支援で実現したいとしている。本地域での地熱発電開発の実現を目指し、PT. PGE は本調査の実施を要望した。当該地域の地熱発電開発の円借款事業化を円滑に進めるために、本調査で情報を収集し、地熱資源の評価、開発状況や事業概要の把握を行うこととなった。早期に支援を実現するためは、ES 借款による支援からスタートするのも一つの方法と考えられることから、これも考慮し、円借款で支援するのに適切な事業かどうか検討した。

## (2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

PT. PGE はフルライス地域での地熱発電開発を計画している。このプロジェクトでは、蒸気開発部門を PT. PGE が担当し、発電・送電部門を PT. PLN が担当する計画となっている。当該地域における地熱資源探査は PT. PGE により既に実施されている。しかし、坑井掘削の実績はなく、2010 年の 12 月に 1 本目の調査井掘削が開始された段階である。現在得られている地熱資源に関するデータには、直接的に地下貯留層の状況を示すものがないため、今回はモンテカルロ解析手法を適用した容積法により当該地点の地熱資源ポテンシャルを見積もった。その結果、確率 98% のレベルで見ると 125MWe 以上のポテンシャルを有すると判断された。ただし、プロジェクトを進めるに当たっては、複数の調査井掘削ならびに掘削結果に基づく地熱資源量評価を行うとともに当該地域における地熱資源の性状を確認し、その結果に基づく事業化可能性調査 (FS) 調査が必要と判断される。発電設備の設計に不可欠な地熱資源の性状が不明確なため、調査井掘削の結果によっては、発電所計画案は見直されることも考慮される。

## (3) プロジェクトの概要

フルライス地点に賦存されている地熱資源は 250℃以上の高温熱水が期待されることから、蒸気発電を適用することで検討した。不確定要素が多いため、発電方式を含む詳細検討は地熱資源調査ならびに地熱資源量評価の結果を待つ必要があるが、現時点で想

定されるプロジェクトの概要は以下のとおりである。

＜地熱資源開発＞

- ▶ 生産井基地および還元井基地の敷地造成
- ▶ アクセス道路の建設
- ▶ 生産井および還元井の掘削

＜地熱流体輸送設備建設＞

＜蒸気発電方式 110MW 地熱発電所建設＞

＜送電線建設＞

なお、本プロジェクトは、蒸気供給部門（地熱資源開発、地熱流体輸送設備）を PT. PGE が、発電部門（地熱発電所、送電線）を PT. PLN が行なうことで検討した。

## （４） 環境社会的側面

本プロジェクトの主な環境改善効果としては、再生可能自然エネルギー利用による発電としての二酸化炭素発生抑制効果である。本プロジェクトによって、年間 60 万トン程度の CO<sub>2</sub> 排出量削減効果が見込まれる。

	原油換算	CDM ACM0002
年間発電量 (GWh/年)	819.5	819.5
排出係数 (t-CO <sub>2</sub> /MWh)	0.818	0.743
年間排出削減量 (t-CO <sub>2</sub> /年)	670,351	608,889

現地調査結果、プロジェクトの特徴等を踏まえてプロジェクトが事業化される際に、環境社会配慮が適切に行われるために現時点で想定される調査項目を選定した。

現時点で考えられる本調査の後の開発調査で必要な環境社会配慮項目を以下に示す。

項目	地熱資源	発電所	送電線
大気汚染	-B	-A	N
騒音・振動	-B	-A	N
水質汚染	-A	-A	-A
土壌汚染	-B	N	N
廃棄物	-A	-A	N
地盤沈下	-A	N	N
悪臭	-B	-A	N
地形・地質	-A	-A	N
生物・生態系	-A	-A	-A
水利用	-B	-A	N
住民の移転	N	N	N
少数民族・先住民	C	C	C
文化遺産	N	N	N
景観	N	N	N

雇用や生計手段等の地域経済	+A	+A	+A
土地利用や地域資源利用	+A	+A	+A
社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	C	C	C
既存の社会インフラや社会サービス	+A	+A	+A
先住民の貧困	C	C	C
被害と便益の偏在	C	C	C
地域内の利害対立	C	C	C
ジェンダー	N	N	N
子どもの権利	N	N	N
HIV/AIDS等の感染症	N	N	N
温室効果ガス	N	+A	N

+ : 正の影響

- : 負の影響

A : 深刻な影響が予想される

B : 軽微な影響が予想される

C : 影響の有無が不明

N : 影響が予想されない

本プロジェクトについて、実施機関である PT. PGE、PT. PLN の実施責任者、自治体関係者および住民への聞き取り調査を行った。PT. PGE は既に環境影響評価 (AMDAL) を実施しており、環境影響評価書 (AMDAL)、環境管理計画 (RKL)、環境モニタリング計画 (RPL) はレボン県から 2009 年 12 月 19 日付で承認されている。また、地域社会への説明は 2008 年 10 月 19 日に実施されている。本プロジェクトにおける計画規模は以下に示す通りであり、環境省大臣令 No. 11 (2006) に指定された規模より発電所は大きく、AMDAL 対象事業に該当するが、送電線は該当しない。

地点名	計画規模	AMDAL 対象規模
フルライス	発電所 2 × 55MW 送電線 150kV	≥55MW >150kV

環境配慮に関して実施機関が今後なすべき事項は PT. PLN が下流開発 (発電所建設) に必要な環境影響評価を実施し、利害関係者への周知と情報公開を行うことである。また、風向や風速などの気象データは、発電所の概念設計だけでなく、硫化水素の拡散予測にも必要なので、建設予定地点で最低 1 年間は観測する必要がある。

## (5) 実施スケジュール

下図に JICA との ES 借款契約調印後からプロジェクト完了までの実施スケジュールを示す。コンサルタントが選定され、生産井および還元井の掘削、地熱流体輸送設備の建設 (PT. PGE 担当)、地熱発電所建設、送電線建設 (PT. PLN 担当) などのサブ・プロジェクトの調達と同時に開始され、コントラクターが決定される。各サブ・プロジェクトのコントラクターとの契約発効後、直ちに設計・製作、輸送、建設工事、試運転が実行され、プロジェクトが完成、営業運転が開始される。

ES 借款契約から 2 号機営業運転開始までは 62 カ月となる。

ACTIVITY	No. of Months	2010				2011				2012				2013				2014				2015				2016			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Loan Application						▼ ES L/A				▼ Project L/A																			
Pre-Construction Work (Incl. FS)																													
PT. PGE	14																												
PT. PLN	23																												
Procurement																													
Engineering Consultant for PT. PLN	9																												
Engineering Consultant for PT. PGE	9																												
Contractor for PT. PGE	9																												
Contractor for PT. PLN	9																												
Consulting Service																													
PT. PGE	40																												
PT. PLN	66																												
Construction																													
PT. PGE																													
PT. PLN																													
Drilling & Testing	23																												
F CRS	24																												
Power Plant	38																												
Transmission Line	22																												
Warranty Period	26																												

## (6) 円借款要請・実施に関するフィージビリティ

本プロジェクトは大統領発令の Crash Program II にも含まれた国家プロジェクトであり、電力需要が逼迫しているスマトラにおける重要な電力開発プロジェクトであるとともに、インドネシア固有のエネルギーである貴重な地熱資源を有効に利用し、輸出に回される化石燃料を節約し、環境的にも優れたプロジェクトである。また、下記経済・財務総括表の通り、円借款を使うことによる財務的・経済的な実行可能性が高く示されており、インドネシア国として実施すべき優良プロジェクトであると判断される（ただし、本経済財務評価に用いた各種パラメータ；55 MW×2の地熱発電を維持する生産井、還元井本数、所内比などは現在 PT. PGE にて掘削中の調査井の噴出試験結果により変化する可能性があり、その結果に基づいた詳細な再検討が必要である）。

事業名	フルライス 55MW×2 地熱発電事業	
区分	蒸気供給事業	地熱発電事業
事業者	PT. PGE	PT. PLN
事業費 百万円 (MUS \$)	17,693 百万円 (194.64 M\$)	21,562 百万円 (237.21 M\$)
総事業費百万円 (MUS \$)	39,255 百万円 (431.85 M\$)	
発電量	819.5 GWh/年	
石炭燃料節約量	424 百万 kg, 29.71 M\$	
CO <sub>2</sub> 年間排出削減量	608,889 t-CO <sub>2</sub> /年	

蒸気・売電単価* 1	4.3 cent/kWh	8.9 cent/kWh
機会費用：FIRR (WACC)	10.71% (2.61%)	8.09% (2.34%)
社会的割引率：EIRR* 2	14.67%	
キャッシュフローNPV	68.96 M\$	50.44 M\$
財務 BC レシオ (12%)	1.48	1.33
経済 BC レシオ (12%)	1.14	

\* 1：投資額および30年間の年間運転維持経費より初年度の平均 kWh 単価と算定

\* 2：代替火力を70 MW×2石炭火力として算定

## (7) 我が国企業の技術面での優位性

本プロジェクトでは、地熱資源の調査・開発から発電所建設までの支援をインドネシア側は要望している。本邦企業の地熱発電開発分野での競争力は高く、事業計画が円滑に進めば、地熱資源調査・資源（蒸気）開発・発電所建設・発電機器納入等の受注に繋がる可能性は高い。本プロジェクトの最初の段階である資源調査・資源開発では、本邦企業はコンサルタント業務を受注できる可能性がある。発電機器の納入・発電所建設はEPCとして発注されることから、機器メーカー・商社が受注する可能性がある。地熱発電プラントの分野では、日本のメーカー（三菱重工、富士電機システムズ、東芝）は、発電機器の開発から建設・運転・保守点検の分野において多くの実績を有しており、世界をリードしている。日本製地熱発電プラントは世界規模で70%を越える高いシェアを有している。

インドネシア国内の既存地熱発電プラントは、合計18ユニットあるが、そのうち6割以上に当たる11ユニット、また、総設備容量の7割以上に当たる690 MWの地熱発電設備を日本の重電メーカーが受注している。最近のもの（1995年以降）だけに限れば、本邦製はユニット数比でほぼ9割、設備容量比では9割5分以上に達し、本邦製機器の独占に近い状態にある。本邦企業は、地熱発電事業では他の先進諸国に比して優位にある。

## (8) 案件実現までの具体的スケジュール及び実現を阻

### むリスク

円借款による発電所建設のための支援を実現するには、FSの実施が不可欠である。このための地熱資源に関する情報はPT. PGEの調査井掘削により収集される予定である、FSはES借款や自己資金等により、PT. PLNやPT. PGEによりそれぞれ早期に実施する必要がある。

ある。ES 借款を利用して FS を考慮した、今後のアクションとしては

- ① ES 借款の締結もしくはインドネシア側調査資金の準備
- ② FS のためのコンサルタント選定
- ③ FS の実施
- ④ 調査結果を用いた円借款審査準備
- ⑤ 円借款審査 (JICA)
- ⑥ 円借款締結

となる。この一連のアクションは、2011 年末までに実施される円借款審査以前に行う必要がある。

現在掘削作業中の PT. PGE による 3 本の調査井によって地熱資源の確認や特性（蒸気条件）データ取得ができなかった場合には、円借款の実現が発電所建設工事等の全体のスケジュールが遅れることとなる。また、FS が資金的や技術的な理由により実施出来なかった場合にも、事業化できなかつたり、スケジュールが遅れたりすることになる。