

国名 インドネシア	地熱開発技術力向上プロジェクト
--------------	-----------------

I 案件概要

事業の背景	インドネシア政府が2010年に発表した「ファスト・トラック・プログラム」（クラッシュプログラム2、早期電源開発計画）では、2014年までに約10,000MWの新規電源開発を目標としており、そのうち3,977MWを地熱発電によりまかなう計画であった。インドネシアはおよそ29,000MWという世界有数の地熱発電の開発ポテンシャルが見込まれていたが、2010年現在1,200MW程度の開発にとどまっており、地熱発電開発の促進が急務となっていた。地質庁（GA）地下資源局（CGR）が有望地域選定のための広域・詳細資源調査を担っているが、CGRは、統一データフォーマットの活用、高精度な資源調査データの収集、地熱貯留層の定量的評価に関して問題を抱えていた。												
事業の目的	CGRの地熱資源開発に関する能力向上を通じて、本事業はCGRが地熱発電開発を行う政府と企業の両者に対し地熱資源情報を提供できるよう支援し、もってインドネシアにおける地熱発電開発を加速化させることを目指した。 1. 上位目標：インドネシアの地熱発電開発を加速化する 2. プロジェクト目標：政府と地熱発電開発企業の両者のために、地質庁（GA）地下資源局（CGR）は地熱資源情報を提供する												
実施内容	1. 事業サイト：CGR（バンドン） 2. 主な活動：地熱資源調査、貯留層評価のための地熱資源探査、地熱井の地熱資源探査技術に関する研修・セミナー、資源データベースの開発等 3. 投入実績 <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">日本側</td> <td style="width: 50%;">相手国側</td> </tr> <tr> <td>(1) 専門家派遣 20人</td> <td>(1) カウンターパート配置 29人</td> </tr> <tr> <td>(2) 研修員受入（本邦・第三国） 12人</td> <td>(2) 施設・資機材の提供 オフィススペース、研修室、車両等</td> </tr> <tr> <td>(3) 機材供与 同位体分析装置、水質検査キット、PC、貯留層モデリング・リモートセンシング用ソフトウェア、イオン・クロマトグラフ等</td> <td>(3) 探査及び分析用機材</td> </tr> <tr> <td>(4) 在外事業強化費</td> <td>(4) ローカルコスト</td> </tr> </table>			日本側	相手国側	(1) 専門家派遣 20人	(1) カウンターパート配置 29人	(2) 研修員受入（本邦・第三国） 12人	(2) 施設・資機材の提供 オフィススペース、研修室、車両等	(3) 機材供与 同位体分析装置、水質検査キット、PC、貯留層モデリング・リモートセンシング用ソフトウェア、イオン・クロマトグラフ等	(3) 探査及び分析用機材	(4) 在外事業強化費	(4) ローカルコスト
日本側	相手国側												
(1) 専門家派遣 20人	(1) カウンターパート配置 29人												
(2) 研修員受入（本邦・第三国） 12人	(2) 施設・資機材の提供 オフィススペース、研修室、車両等												
(3) 機材供与 同位体分析装置、水質検査キット、PC、貯留層モデリング・リモートセンシング用ソフトウェア、イオン・クロマトグラフ等	(3) 探査及び分析用機材												
(4) 在外事業強化費	(4) ローカルコスト												
協力期間	2010年10月～2013年9月	協力金額	（事前評価時）360百万円、（実績）298百万円										
相手国実施機関	地質庁（GA）地下資源局（CGR）、エネルギー鉱物資源省（MEMR）												
日本側協力機関	西日本技術開発株式会社												

II 評価結果

<事後評価における留意点>

- 終了時評価での提言に基づいて、CGRとプロジェクトチームの同意のもと2013年8月に上位目標の指標が改訂された。しかしながら、改訂された7つの指標のうち、指標3、6、7はそれぞれ指標1、4、5を集約したものであった。よって、上位目標の達成は指標1、2、4、5を用いて検証した。当初設定されていた指標は、その他のインパクトとして検証した。
- プロジェクト目標の指標2は「新規入札候補地点（地熱ワーキング地点）（WKP）設定用に用いられたデータの種類と数」であった。WKPの設定には様々な調査が行われるため、データ数をカウントすることは困難であり、終了時評価でこの指標は使用されず、代わりに「WKP設定に用いられたフィールド数」が使用されたことから事後評価でも同指標を用いた。
- プロジェクト目標の4つの指標には目標数値が設定されていなかった。事後評価では改善や増加があれば「達成」と判断することとした。

1	妥当性	<p>【事前評価時・事業完了時のインドネシア政府の開発政策との整合性】 インドネシア政府は、2004年、2005年に「地熱ロードマップ」を作成し、2025年までに地熱発電による発電量を9,500MWまで増加させるという地熱発電計画を発表した。また、2010年には「ファスト・トラック・プログラム」（クラッシュプログラム2）において、2014年までに地熱発電量を3,977MWを目指すとしており、本事業はインドネシア政府の開発政策と合致していた。この計画は事業完了時点でも有効なものであった。</p> <p>【事前評価時・事業完了時のインドネシアにおける開発ニーズとの整合性】 インドネシアでは高度経済成長に伴ってエネルギー消費量が急速に増加していた。およそ29,000MWという世界有数の地熱ポテンシャルが見込まれていたが、2010年現在1,189MW程度の開発にとどまっており、事前評価時、事業完了時ともに地熱開発に関する能力向上へのニーズが高く、本事業はインドネシア側の開発ニーズと合致していた。</p> <p>【事前評価時における日本の援助方針との整合性】 「対インドネシア国別援助計画」（2004年）では、重点分野の一つが民間主導の持続的な成長の実現のための支援となっていた。この重点分野における課題の一つが経済インフラの整備であり、電力供給能力の向上が強調されていた。このように、本事業は事前評価時における日本のODA政策と合致していた。</p> <p>【評価判断】 以上より、本事業の妥当性は高い。</p>
2	有効性・インパクト	<p>【プロジェクト目標の事業完了時における達成状況】 事業完了時までにプロジェクト目標はおおむね達成された。本事業で実施された活動や調達された機材を用いて、CGRは地熱資源の詳細調査と総合的解釈の能力を向上させた。この結果、CGRはより多くのフィールドの調査を行い（指標1）、よ</p>

り多くのフィールドを WKP 設定に用いるようになり（指標 2）、新たに認定されたワーキング地点数は増加した（指標 3）。このように、CGR は地熱資源の情報やデータを提供できるようになった。しかしながら、2012 年に WKP の入札が中断されたことから、民間地熱開発業者からの CGR データへのアクセス数は増加しなかった（指標 4）。この中断は、再生可能エネルギーの固定価格買取制度に関する新たな規定が定められる計画があったためである。

【事業効果の事後評価時における継続状況】

以下の理由から、本事業の効果は部分的に継続していると判断される。第一に、事業完了以降、探査件数は予算および 3G（地質学、地球化学、地球物理学）や小口径浅部掘削に関するデータに左右されるものの、CGR は探査を継続しており、WKP 設定に用いられた地点数は安定している。民間地熱開発業者からの CGR データへのアクセスは増加した。これは、MEMR が発行した「地熱ポテンシャルのプロファイル」（2012 年）が事業者の地熱開発への関心を高めたことによる。第二に、他方、過去 3 年間、新たに認定されたワーキング地点数はほとんどない。これは見込みのある地点の幾つかは事前調査が行われたものの WKP の承認を得るための地球科学的な基準を満たさなかったためである。しかしながら、事後評価時点で入札待ちの WKP が 20 以上もあった。言い換えると、もし入札件数が限られた中で WKP の承認が増加すると、パイプラインで待機する WKP が増加してしまう。このため、CGR は年間 3~4 件の WKP 設定能力があるものの、MEMR は WKP の新規認定を制限している¹。

【上位目標の事後評価時における達成状況】

上位目標は一部達成された。具体的には、WKP の承認と推定地熱資源量の達成レベルは部分的であった。上位目標の検証に設定された指標が全て達成されたのは 2014 年のみ達成となっている。第一の課題として、CGR や他機関によって設定された WKP は計画どおりには MEMR に承認されていない。これは既述のように、買取制度に関する規定の制定待ちのために多くの入札が中止されていることによる。第二の課題として、承認された WKP の推定地熱資源量も計画どおりには増加していない。その主な理由は、承認された WKP の数が限定的であること、土地収用の問題があること、予算の制約のような非技術的な問題があること等である。

【事後評価時に確認されたその他のインパクト】

以下の正のインパクトが確認された。第一に、地熱発電量が 2013 年の 1,341MW から 2017 年（7 月現在）は 1,838MW に増加した。この増加は既存の WKP の拡大と新たな開発によるものである。第二に、本事業の経験に基づいて、CGR はアイソトープの利用、三次元電磁法探査測定（3-D MT）、貯留層分析といった地熱探査の新たな手法を改善した。自然環境面で負のインパクトはなかった。

【評価判断】

以上より、本事業の実施により、プロジェクト目標はおおむね達成され、その効果は部分的に継続している。正のインパクトが確認されたが、上位目標は部分的な達成であった。よって、本事業の有効性・インパクトは中程度である。

プロジェクト目標及び上位目標の達成度

目標	指標	実績																		
(プロジェクト目標) 政府と地熱発電開発企業の両者のために、地質庁 (GA) 地下資源局 (CGR) は地熱資源情報を提供する	1. CGR によって調査された地点数	達成状況：達成（一部継続） （事業完了時） - CGR によって調査された地点数は増加した：14（201 年）、16（2011 年）、17（2012 年）、19（2013 年）。 （事後評価時） - 調査地点は減少傾向にある：26（2014 年）、22（2015 年）、18（2016 年）、22（2017 年 7 月現在）。																		
	2. WKP 設定に用いられたデータの種類の数	達成状況：達成（継続） （事業完了時） - WKP 設定に用いられたフィールド数は 2（2010 年）から 4（2013 年）に増加した。 （事後評価時） - WKP 設定に用いられたフィールド数はほぼ一定である：3（2014 年）、4（2015 年）、3（2016 年）、3（2017 年 7 月現在）。																		
	3. 新たに認定されたワーキング地点数	達成状況：達成（継続していない） （事業完了時） - 新たに認定されたワーキング地点数は 0 から 2012 年までに 5 に増加した。 （事後評価時） - 新たに認定されたワーキング地点数は減少している：11（2014 年）、0（2015 年）、4（2016 年）、1（2017 年 7 月現在）。																		
	4. CGR データへのアクセス数	達成状況：一部達成（継続） （事業完了時） - 民間事業者の CGR データへのアクセス数は増加した後、減少した：45（2010 年）、50（2011 年）、36（2012 年）、30（2013 年）。 （事後評価時） - 民間事業者の CGR データへのアクセス数は増加している：30（2014 年）、65（2015 年）、107（2016 年）、135（2017 年 7 月現在）。																		
(上位目標) インドネシアの地熱発電開発を加速化する	1. (CGR、他機関により設定され) MEMR に承認された WKP の数	達成状況：一部達成 （事後評価時） - (CGR、他機関により設定され) MEMR に承認された WKP の数は、2014 年のみ計画に達している。 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>2013 年</th> <th>2014 年</th> <th>2015 年</th> <th>2016 年</th> <th>2017 年(7 月まで)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>計画</td> <td>7</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>実績</td> <td>0</td> <td>11</td> <td>0</td> <td>3</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年(7 月まで)	計画	7	5	5	5	5	実績	0	11	0	3	0
	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年(7 月まで)															
計画	7	5	5	5	5															
実績	0	11	0	3	0															

¹ MEMR の WKP 承認に関連する意思決定への介入は本事業の範囲には含まれていない。

2. CGR により設定され、MEMR に承認された WKP の数	達成状況：一部達成 (事後評価時) - CGR により設定され、承認された WKP の数は、2014 年のみ計画に達している。		2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年(7月まで)
		計画	5	4	4	4	4
		実績	0	7	0	2	1
4. (CGR、他機関により設定され) 承認された WKP の推定地熱資源量	達成状況：一部達成 (事後評価時) - (CGR、他機関により設定され) MEMR に承認された WKP の推定地熱資源量は、2014 年及び 2016 年に計画に達している。		2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年(7月まで)
		計画	300	370	340	370	319
		実績	0	1,340	60	665	97
5. (CGR により設定され) 承認された WKP の推定地熱資源量	達成状況：一部達成 (事後評価時) - (CGR により設定され) MEMR に承認された WKP の推定地熱資源量は、2014 年、2017 年に計画に達し、2016 年はほぼ計画に達した。		2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年(7月まで)
		計画	270	70	160	220	274
		実績	0	487	0	213	274

(出所) 終了時評価調査報告書、事業完了報告書、MEMR 提供データ。

3 効率性

事業費は計画内に収まったが(計画比 83%)、機材供与が遅れたこと、CGR の要請に基づいて技術移転が追加で行われたことから事業期間が計画を超えた(計画比 120%)。よって、本事業の効率性は中程度である。

4 持続性

【政策制度面】

地熱開発は「2025 年までのエネルギー・ミックス(最適電源構成)のための国家エネルギー政策ロードマップ」の中で優先付けられており、MEMR にとっても優先度の高い事業である。

【体制面】

CGR の地熱開発に関する役割は事業期間中と同様である。つまり、地熱資源の調査、地熱資源の利用可能性に関する情報提供、地熱探鉱調査地点の評価、国内データベースの管理等である。CGR の担当グループ(Functional Group)に 43 人の職員がいるが、これらの役割を果たすには十分ではない。CGR は追加職員の配置を MEMR に要請しているが、特に、若手の地球化学者、地熱物理学者、掘削技術者が不足している。しかし、中央政府は公務員数を増加させない方針であるため、近い将来の若手職員増加の見込みは厳しい。そのため、CGR は実地調査を外注している。

【技術面】

CGR は問題なくデータ収集・処理・解釈を行っており、職員の地熱開発に関する知識と技術は十分であると評価している。職員が新規に配置される際は MEMR により技術訓練が実施される。本事業により作成された地熱資源に関するハンドブックは CGR の職員によって活用されている。

【財務面】

CGR の財源は中央政府からの配分である。CGR の予算は、2014 年は 470 億ルピアであったが 2017 年は 260 億ルピアに減少した。政府はインフラ開発により重点を置いているためである。CGR によると、2018 年も予算の減少が見込まれており、全ての役割を果たすには十分ではない。措置予算の中で業務を制限している。

【評価判断】

以上より、実施機関の体制面と財務面に一部問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

5 総合評価

本事業では、プロジェクト目標はおおむね達成され、その効果は部分的に継続している。具体的には、本事業の活動により CGR は地熱資源情報を提供する能力を向上させ、事業完了後の民間地熱業者による CGR データへのアクセス数が増加していることに加え、WKP の設定にかかる調査業務も安定的に実施がされている。一方、MEMR によって WKP 承認数が制限されたことから、上位目標として目指された地熱発電開発の促進は部分的な達成であった。持続性について、CGR は技術系職員(特に若手職員)と予算の不足から、求められている業務の全てを実施できていない。効率性については、事業期間が計画を超えたが事業費は計画内に収まった。

以上より、総合的に判断すると、本事業は一部課題があると評価される。

III 提言・教訓

実施機関への提言：

- CGR は質の高い地熱資源情報を民間地熱業者に提供しても、MEMR が地熱探鉱業許可取得のための入札を設定しない限りは、地熱発電開発につながらない。CGR の職員配置の予算に加えて、MEMR が安定的に WKP 承認及び入札を進めることを MEMR に提言する。

JICA への教訓：

- CGR は WKP 設置のための調査や地熱資源情報の提供のための能力を向上させた。しかしながら、地熱開発許可取得のための入札が中断されているため、MEMR によって承認された WKP は少ない。この結果、地熱発電開発は限定的である。案件形成段階においては、事業の焦点とスコープを明確にすることが必須である。もし事業が特定の部署や組織の能力向上を目指し、そのインパクト発現にその他の組織や政府の介入やコミットメントが求められる場合、その事業では技術移転や機材供与だけでなく、実施機関や関連する政府機関に必要な予算と人員を配置するよう促して、インパクト発現・継続のために政策・制度面での向上に働きかけることもすべきである。他方、もし事業がプロジェクト目標としてある特定

の部署や組織の能力向上を目指し、事業の範囲の中でその部署や組織のみを巻き込む場合、上位目標とその指標はインパクト発現に責任を持つ部署や組織に関連したものとすべきである。



本事業の供与機材（MT/時間領域電磁探査・MTの測定機材）



本事業の供与機材（イオンクロマトグラフィー機材）