

ケニア

2022 年度 外部事後評価報告書

技術協力プロジェクト「地熱開発のための能力向上プロジェクト」

外部評価者：一般財団法人 国際開発機構 濱田真由美

## 0. 要旨

本事業は、ケニアの地熱開発公社（Geothermal Development Company、以下「GDC」という）に対し人材育成を行うことにより地熱開発上の技術面のリスク低減を図り、もって GDC による電力事業者（Independent Power Producer、以下「IPP」という）への適切な蒸気供給に寄与するため実施された。地熱開発促進に資する本事業はケニアの政策及び開発ニーズ、計画時における日本の ODA 方針と合致していた。本事業と他の援助機関による支援事業との間に計画・調整された連携は認められなかったものの、他の JICA 事業との間には本事業で修得した技術を別の技協案件の調査の現場で適用し技術の定着向上を図る等の具体的な効果を意図した連携が計画され、その実施により想定された技術向上につき効果の発現が見られた。よって、妥当性・整合性は高い。事業完了時までには成果はおおむね達成され、プロジェクト目標も達成された。また、事後評価時において上位目標はおおむね達成された。本事業で向上した GDC の掘削技術はアフリカ開発銀行（AfDB）により支援された掘削機械（リグ）の十分な活用を可能とし、大きな相乗効果をもたらした。本事業により著しい能力向上を果たした掘削チームは、事後評価時には周辺国に講師として派遣されており、本事業で修得された地熱の多目的利用の知識は米国国際開発庁（USAID）が支援した多目的利用に関するパイロット事業でデモンストレーションサイト<sup>1</sup>の実施運営に活用される等、正のインパクトが発現している。よって、有効性・インパクトは高い。成果はおおむね達成されたものの、日本側事業費は計画をわずかに上回り、事業期間は計画を大幅に上回った。よって、効率性はやや低い。本事業の運営・維持管理には、技術、財務状況に一部軽微な問題が見られたが、ほぼ改善・解決した。よって、持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

---

<sup>1</sup> 地熱の多目的利用に関する投資家の理解促進のため、地熱を利用して温度管理を行うことによる温室栽培や魚の養殖等複数のパイロット事業に関し、USAID の支援（2010 年～2014 年）によりデモンストレーションサイトがメネンガイ地熱地帯に設置された。この事業はパワーアフリカ・イニシアティブ（2013 年に開始したサブサハラ・アフリカにおけるエネルギー・アクセスを改善するための米政府主導のイニシアティブ。民間部門、各ドナー国、国際金融機関等が参加）の一環として実施された（USAID インタビュー）。

## 1. 事業の概要



事業位置図（出所：JICA 提供地図を  
評価者が加工）



メネンガイ地熱地点で噴き出す蒸気  
（出所：評価者撮影）

### 1.1 事業の背景

計画時においてケニアでは、多くの開発諸国の電力セクターと同様、電力不足、低電化率、高い電力価格、頻繁な停電等、多くの問題を抱えていた。これらの課題解決には多面的な取り組みが必要であるが、なかでも電源の確保がすべての基本であり、電源開発計画が核心であるとされていた。また、ケニアは総発電容量の 70%以上を干ばつなどの天候の影響を受けやすい水力発電に依存していた。

一方、ケニアは大地溝帯上にあり、世界有数の地熱資源ポテンシャルがあるといわれていた。このような状況の下、ケニア政府は豊富な地熱資源に着目し、低炭素かつベースロード電源<sup>2</sup>として適している地熱を今後の主力電源と考え、全国の地熱資源開発を更に加速させるため、2009年にケニア発電公社から地熱部門を独立させ、GDC を設立した。GDC は、AfDB 等の融資を受け、ナイロビから北西約 150 km のメネンガイ（Menengai）地区において地熱開発を実施していた。メネンガイのカルデラ内の地熱開発（蒸気開発）に関する資金と機材は他ドナーの支援を受けおおむね充足していたが、貯留槽評価・探査/ターゲット選定等に係る能力は不足していたことから、ケニア政府は日本に対し、本事業につき要請を行った。

<sup>2</sup> コストが安く、昼夜を問わず安定的に発電できる電力源。

## 1.2 事業の概要

上位目標		GDC が電力事業者に対して適切に蒸気供給を行うことができる。
プロジェクト目標		地熱開発上の技術面でのリスクが低減されるべく、GDC の人材が育成される。
成果	成果 1	GDC 職員の能力開発に必要なトレーニングプログラムが構築される。
	成果 2	貯留層の概念モデル <sup>3</sup> の開発や適切な掘削地点を選定する能力が改善される。
	成果 3	掘削ターゲットを掘り当てる能力が改善される。
	成果 4	坑井データの解析、貯留層モデルの構築・校正及び貯留層評価に関する能力が改善される。
	成果 5	蒸気供給者として経済面や環境面から適切な事業計画を策定する能力が向上する。
	成果 6	地熱エネルギーの多目的利用事業実施に関する能力が向上する。
	成果 7	GDC 内部に継続的に研修を実施・改善する体制が整う。
日本側の事業費		1,954 百万円
事業期間		2013 年 9 月～2020 年 3 月 (うち延長期間：2017 年 9 月～2020 年 3 月)
事業対象地域		ナイロビ (GDC 本部)、ナクル、ナイバシヤ、メネンガイ (地熱地点) シラリ、パカ、アルス、コロシ、チェプチャク、ススワ
実施機関		GDC
その他相手国 協力機関など		エネルギー省
わが国協力機関		西日本技術開発株式会社
関連事業		<p>【技術協力事業】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ GDC の地熱開発戦略更新支援プロジェクト (2014 年～2017 年)</li> <li>・ 地熱発電事業における蒸気供給管理能力向上プロジェクト (2022 年 3 月～2025 年 2 月)</li> </ul> <p>【他の国際機関、援助機関等】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ AfDB : Menengai Geothermal Development (2011 年～2019 年)、PRG for 3 Menengai IPP Geothermal companies (2014 年)、Quantum Power Menengai (IPP) (2017 年)</li> <li>・ USAID 等 : Power Africa (2013 年～)</li> </ul>

<sup>3</sup> 物理探査や地化学調査で得られたデータを元に、地下にある熱と水の流れの構造を推定したものの。

### 1.3 終了時評価の概要

#### 1.3.1 終了時評価時のプロジェクト目標達成見込み

プロジェクト目標は達成されたと評価された。主な理由として、掘削技術のみならず幅広い分野で能力開発が成功し、GDC の技術力はプロジェクト目標を満たすと判断された。一方、内部人材育成の仕組み造りに関する活動の一部は未完了のため、残りの期間で活動実施を加速させることによりプロジェクト目標の達成度向上を図ることが期待された<sup>4</sup>。

#### 1.3.2 終了時評価時の上位目標達成見込み

事業完了後 3 年から 5 年で上位目標を達成することは可能性があると評価された。その理由として、IPP との契約のみならず発電所の施設建設の面からも、終了時評価時点で蒸気供給事業の開始準備はほぼ整っているとされた<sup>5</sup>。

#### 1.3.3 終了時評価時の提言内容

事業完了時までの GDC 及び JICA プロジェクトチームへの提言として、1) 残りの活動の実施 (①ハンドブックの最終化、②蒸気レポート (Steam Report) 2 の最終化、③人材育成システム向上のためのメモ案完成、④内部統制、調達、ミクロ地震解析研修、⑤事業完了報告書のプレゼンテーション)、2) キャリア開発プログラム案 (成果 7) の検討、3) 掘削管理の継続的向上 (インベントリー、維持管理、ロジスティクスの見直しと完了報告書への反映)、4) 機材維持管理とソフトウェアライセンス更新の計画、5) 開発された 18 種のハンドブックに関する保管、管理、更新が挙げられた。

また、事業完了後の GDC への提言として、研修予算の確保、東アフリカ諸国での地熱人材育成と学会への貢献の継続、環境マネジメントシステムの認定に向けた予算確保と認定プロセスの完了が挙げられた<sup>6</sup>。

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

濱田 真由美 (一般財団法人 国際開発機構)

### 2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2022 年 11 月～2024 年 2 月

現地調査：2023 年 3 月 14 日～3 月 21 日、2023 年 7 月 2 日～7 月 8 日

<sup>4</sup> Terminal Evaluation Report p. 21

<sup>5</sup> Terminal Evaluation Report p. 21

<sup>6</sup> Terminal Evaluation Report pp. 29-31

### 3. 評価結果（レーティング：A<sup>7</sup>）

#### 3.1 妥当性・整合性（レーティング：③<sup>8</sup>）

##### 3.1.1 妥当性（レーティング：③）

###### 3.1.1.1 開発政策との整合性

計画時において、ケニア国家開発計画「Vision2030」（2007年策定）は2030年までに中所得国入りをめざし、電力料金の低減による産業競争力強化に向けた電源開発の必要性を強調し、優先事業の一つとして地熱開発を挙げた<sup>9</sup>。また、電力開発計画「最小費用電源開発計画」（「Least Cost Power Development Plan」、以下「LCPDP」という）（2011年）は、地熱エネルギーの発電量を2030年までに5,530 MWまで引き上げることを掲げた<sup>10</sup>。

事業完了時においても、「Vision2030」は有効であった。また、事業実施中に策定された「国家エネルギー政策」（2014年）は、地熱発電容量の引き上げとGDCの役割の重要性を強調し<sup>11</sup>、「国家エネルギー政策」（2018年）は、地熱発電量の引き上げと地熱分野の投資推奨、直接利用の促進を謳った<sup>12</sup>。

よって、本事業は計画時から完了時までを通じて地熱発電促進をめざすケニアの開発政策と合致していた。

###### 3.1.1.2 開発ニーズとの整合性

計画時において、経済成長と人口増加により、ケニアのピーク電力需要は2010年の1,227 MWから20年後には12,738～22,985 MWへと大幅に増加すると予測されていた。これに対し発電設備容量は、2011年の段階で1,593 MWであり、今後大規模な電源開発が必要であった<sup>13</sup>。また、水力発電に発電設備容量の約半分を依存しているため、電力供給は旱魃など天候の影響を受けやすい不安定な状況にあった。一方、ケニアは豊富な地熱資源を有し、そのポテンシャルは7,000 MWと言われていた<sup>14</sup>。しかし、本事業開始前、GDCは適切な掘削地点を選定できない、狙ったターゲットを掘り当てられない、地熱資源評価<sup>15</sup>を適切に実施できない等の技術的課題が指摘されていた<sup>16</sup>。AfDB等の主要ドナーはGDCにリグの調達支援を行っていたが、時間と手間のかかる掘削に係る人材育成への支援は行われていなかった。GDCはAfDBの支援により本事業開始前にリグを所有していたが、それをを用いて地熱資源の存在する地中のポイントまで確実にかつ経済的に掘削できる能力は十分有していな

<sup>7</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>8</sup> ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

<sup>9</sup> 事前評価表 p. 2

<sup>10</sup> 事業評価表 p. 1

<sup>11</sup> Terminal Evaluation Report pp. 22-23

<sup>12</sup> National Energy Policy 2018, p. 11

<sup>13</sup> 事前評価表 p. 1

<sup>14</sup> 事前評価表 p. 1

<sup>15</sup> 地熱システムの性質およびエネルギー生産能力の評価を目的とした調査や研究 (<https://geo-science.co.jp/resource-assessment/#:~:text=>)

<sup>16</sup> Terminal Evaluation Report p. 23

かった<sup>17</sup>。

ケニアのピーク電力需要は、事業開始時（2013年）から完了時（2020年）まで増加している（図1）。

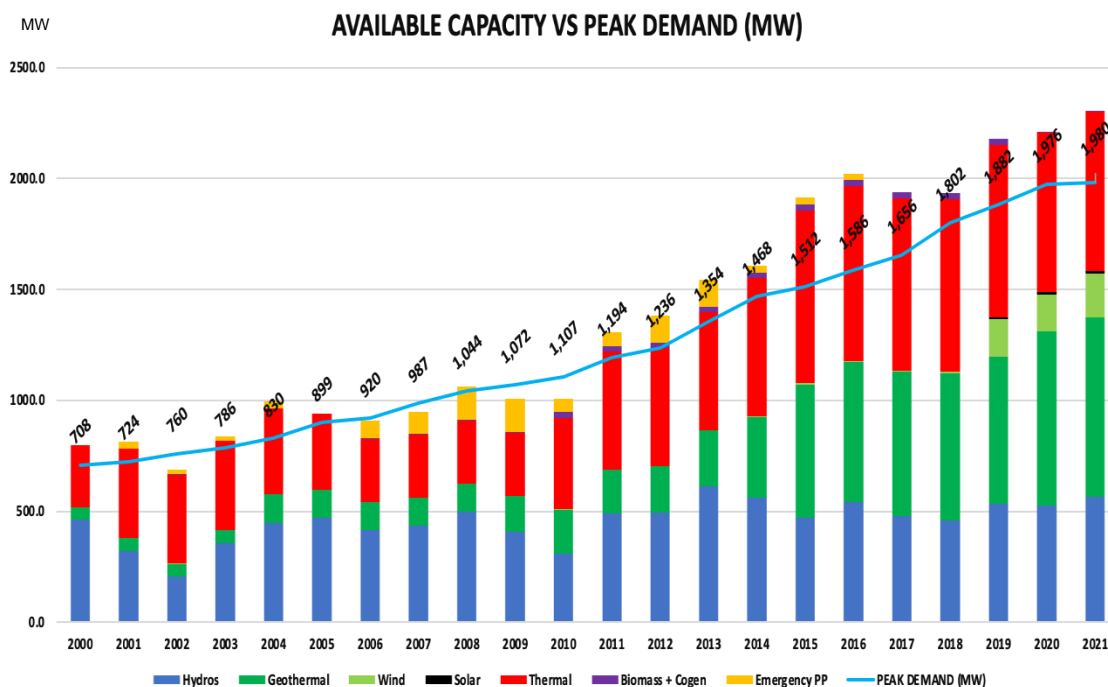


図1 電力供給とピーク電力需要

出所：ケニアエネルギー省

注：ピーク電力需要は水色線。地熱は棒グラフの濃緑色。赤は火力、青は水力、黄緑は風力。

以上より、地熱発電の促進は、計画時から完了時までを通じてケニアの開発ニーズと合致していた。

### 3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ

本事業における PDM の改訂は 1 回のみで、当初計画の PDM（2013 年 6 月）が 2018 年 4 月に改訂された。上位目標、プロジェクト目標、成果に変更はないものの、各目標の指標が改訂された。主な改訂点は表 1 のとおり。上位目標の「指標 2 実発電容量」は目標に照らしより適切なレベルとなり、プロジェクト目標・成果の指標の多くが、より具体的な指標に変更（または追加）された。よって、PDM の改訂はおおむね適切といえる。ただし、プロジェクト目標は実際には 2 つの内容（「地熱開発上の技術面でのリスク低減」及び「GDC の人材育成」）を含んでいる。文章としては後者の「人材育成」がプロジェクト目標と読める

<sup>17</sup> JICA 関係者質問票

ものの、これは各成果を一言で表したものと理解でき、指標も知識・技術を用いて達成する結果を示している点でロジックに課題がある。

表1 PDM改訂と指標の主な変更点

目標	当初計画のPDMの指標	改訂版PDMの指標
<b>上位目標</b> GDCが電力事業者に対して適切に蒸気供給を行うことができる。	蒸気供給契約の数	1. 表面で得られる蒸気 2. 実発電容量 (Actual generation capacity)
<b>プロジェクト目標</b> 地熱開発上の技術面でのリスクが低減されるべく、GDCの人材が育成される。	1. 蒸気開発の成功率 2. 蒸気開発工程に関する工期の短縮	1. 蒸気開発の成功率 (Well targeting) (蒸気排出に成功した坑井の数が少なくとも10ポイント <sup>18</sup> 向上する (2014年までと2015年以降の比較)) 2. 蒸気開発の成功率 (Well drilling) (目標とした深度に達した坑井の数が少なくとも10ポイント向上する (2015年までと2018年の比較)) 3. 掘進率 (Drilling rate) の速度の向上 (総掘進率 (Gross Rate of Penetration) が少なくとも15%向上する (2015年と2018年の比較)) 4. リグ・クルーのうち外国人掘削専門家が少なくとも50%減少 (2015年までと2018年の比較)
<b>成果</b> 1. GDC 職員の能力開発に必要なトレーニングプログラムが構築される。 2. 貯留層の概念モデルの開発や適切な掘削地点を選定する能力が改善される。 3. 掘削ターゲットを掘り当てる能力が改善される。 4. 坑井データの解析、貯留層モデルの構築・校正及び貯留層評価に関する能力が改善される。 5. 蒸気供給者として経済面や環境面から適切な事業計画を策定する能力が向上する。 6. 地熱エネルギーの多目的利用事業実施に関する能力が向上する。 7. GDC 内部で研修を改善・継続する体制が整う。	・能力チェックリストで目標レベルに達したGDC職員数 (成果2、3、4、5、6)	・能力チェックリストで達成された目標レベル ・指標の追加 (2-3、3-2~3-5、4-3~4-5、7-2、7-4、7-5): チェックリストによる研修を通じた能力向上の評価のみならず、実際に能力向上を示す内容の具体化や指標の目標値の設定が行われた。 追加指標の例: 2-3: 研修により修得した知識に基づき開発/改善された概念モデル 3-2: 機材の故障による停止時間の減少 (総掘削時間における修理待ちの時間が、少なくとも15%以上減少する (2015年と2018年の比較))

出所: 完了報告書、詳細計画策定調査報告書、Terminal Evaluation Report をもとに評価者作成

<sup>18</sup>「ポイント」とは、増減前と増減後の数値の差を表すための単位50%から60%に増加した場合、数値の差は10上がっているので10ポイント増となる。同じ例でパーセントの場合は、 $0.50 + (0.50 \times 0.20) = 0.6 = 60\%$ となり、50%から20%増加して60%となったことになる ([https://enjoy.sso.biglobe.ne.jp/archives/percent\\_point/](https://enjoy.sso.biglobe.ne.jp/archives/percent_point/))。

なお、計画時において、本事業の対象地域はメネンガイのみならず、シラリ、パカ、アルス、コロシ、チェプチャク、ススワも含まれていた。事業開始後、当該地域の治安悪化によりこれら地域での活動が困難となった結果、メネンガイ以外の6カ所でのオンザジョブ・トレーニング（OJT）<sup>19</sup>は実施されなかった。従って、対象地域の面では計画は一部達成されていない。しかし、メネンガイ地域においては予定されていた技術の研修は全て実施され、技術の向上がみられる。また、メネンガイ以外のサイトでの応用力を養うまでには至らなかったとしても、想定されていた技術レベルの修得は一定程度なされたと考えられる<sup>20</sup>。よって、実質的にはプロジェクト目標の達成を阻害する程の影響はなく、その影響は軽微であった。

本事業の実施中に「蒸気レポート」（メネンガイ地熱地点における貯留層評価報告書）の作成が成果4（坑井データの解析、貯留層モデルの較正、貯留層評価に関する能力向上）の活動として追加された。この貯留層評価に係る調査と報告書作成は多くの時間を要するものであったため、本事業の期間延長の一因になった。一方、蒸気供給出力の安定性等に対するIPP出資元の懸念（3.2.2.1 上位目標達成度参照）を払拭し、発電所建設への投資の決断につながった。このことから、同活動追加の意義は大きい。

過去の類似案件の教訓として、本事業では「GDCが開発した蒸気で発電・売電しようとする電力事業者の事業リスクを低減させるため、蒸気データの品質管理の仕組みを作る。また、電力事業者のニーズを把握できるよう意見交換の場を設ける」ことが想定されていた。前者については実施中に統一データベースの作成・運用に関する研修が実施されたが、事後評価時の活用状況は確認できなかった。後者の意見交換の場は事業実施中から事後評価時に至るまで随時設けられ、ニーズ把握に役立った。

### 3.1.1.2 整合性（レーティング：③）

#### 3.1.1.2.1 日本の開発協力量針との整合性

計画時において、我が国の「対ケニア国別援助方針」（2012年）の5つの重点分野のうち「経済インフラ整備」において「電力アクセス改善」が開発課題として挙げられている。本事業は、協力プログラム「発電・送電能力向上プログラム」に位置づけられていた<sup>21</sup>。よって、本事業は計画時において日本のODA方針に合致していた。

<sup>19</sup> 職場の上司や先輩が、部下や後輩に対して実際の仕事を通じて指導し、知識、技術などを身につけさせる教育方法。

<sup>20</sup> 計画時において、まずメネンガイをモデルとした基本技術の研修を実施し、その後メネンガイ以外のサイトで既に得た知識・技術を適用することが想定されていた。ただし、この概念は3G（地質、地化学、物理探査）貯留層工学、環境においてはあてはまるものの、本事業の広範囲にわたる研修全体からみると一部にとどまる。また、メネンガイサイト自体が地熱貯留層特有の非常に複雑な構造を有しており、研修地として有効に活用できると判断された。よって、メネンガイ以外の地域で研修が実施できなかったことが本事業の研修効果に大きく影響したとは考えにくい（事後評価時の専門家への質問票より）。

<sup>21</sup> 事前評価表 p.2



### 3.1.2.2 内的整合性

計画時において、本事業と技協「GDCの地熱開発戦略更新支援プロジェクト」(2014年～2016年)を並行して実施することにより、本事業でGDC職員が修得した技術を同事業の活動の一部である地熱地点の有望性評価で実際に活用させ、GDCの技術の定着・向上という相乗効果が期待されていた<sup>22</sup>。ただし、具体的な目標レベル等の設定はなされていない<sup>23</sup>。また、課題別研修や「資源の絆プログラム」等の本邦研修との組合せによる相乗効果発現が計画されていた<sup>24</sup>。

実施段階では、これらの計画された連携により相乗効果が発現した。具体的には、本事業で能力強化されたGDCスタッフが(技協)「GDCの地熱開発戦略更新支援プロジェクト」でプレFS<sup>25</sup>レベルの貯留層評価等を行うことにより、本事業の研修効果を高める結果となった<sup>26</sup>。本事業により修得された掘削技術は戦略策定のための情報収集(蒸気井による具体的な蒸気性状の把握等)に不可欠なため、相乗効果は高かったとみられる<sup>27</sup>。また、「資源の絆プログラム」(3年間2名、4年間1名)、「地熱資源エンジニア研修」(2016年より毎年約6カ月)、「地熱エグゼクティブプログラム」(2016年より毎年約10日)、「掘削マネジメント」(2016年より毎年約1カ月)等の本邦研修が実施され、修得した技術の帰国後の活用、管理職の戦略レベルの対話の円滑化に貢献した<sup>28</sup>。

### 3.1.2.3 外的整合性

計画時において、多くの主要ドナーがGDCに対し試掘のための融資を行っており、本事業でもGDCがAfDBから受けた試掘のための融資の中で調達されたリグ等の資機材を活用し掘削のOJTを行った<sup>29</sup>。しかし、計画時・実施時においてこれらドナーとは特段調整が行われていないため、連携があるとはいえない。

妥当性について、地熱開発促進はケニアの開発政策及び開発ニーズと合致している。治安悪化等により対象地域が計画より狭い範囲となったが、研修効果発現やプロジェクト目標達成を阻害しなかったことから、計画やアプローチの適切さに大きな問題はなかった。整合性については、計画時の日本の援助方針に合致しており、他のJICA事業との連携がなされ、効果が発現した。外的整合性については計画時の調整・連携はなく、結果にもつながらなかった。以上より、妥当性・整合性は高い。

---

<sup>22</sup> 技協「GDCの地熱開発戦略更新支援プロジェクト完了報告書」p.1

<sup>23</sup> JICA関係者質問票

<sup>24</sup> JICA関係者質問票

<sup>25</sup> フィージビリティ(実行可能性)調査の前段階で行われる調査

<sup>26</sup> Terminal Evaluation Report p.24

<sup>27</sup> JICA関係者質問票

<sup>28</sup> JICA関係者質問票、GDCインタビュー

<sup>29</sup> 事前評価表 p.4

### 3.2 有効性・インパクト<sup>30</sup>（レーティング：③）

#### 3.2.1 有効性

##### 3.2.1.1 成果

本事業の成果の指標と事業完了時までの達成状況は、表2のとおりである。GDC 内部で継続的に研修を実施・改善する体制づくり（成果7）を除き、事業完了時まで各成果はおおむね達成された。成果7未達成の原因は着手の遅れとされる。

表2 事業完了時までの成果達成状況

成果	指標	達成状況
1. GDC 職員の能力開発に必要な研修プログラムが構築される <sup>31</sup> 。 【達成】	1-1 GDC 職員の能力チェックリストと評価表の開発	達成
	2-2 トレーニング用の教材とプログラムの開発	達成
2. 貯留層の概念モデル開発や適切な掘削地点を選定する能力が改善される。 【ほぼ達成】	2-1 統合概念モデル構築のための知識・技術に関する能力チェックリストの目標値達成状況	ほぼ達成
	2-2 掘削地点選定に必要な知識・技術に関する能力チェックリストの目標値達成状況	ほぼ達成
	2-3 研修を通じて得た知識に基づく概念モデルの開発・改善	達成
3. 掘削ターゲットを掘り当てる能力が改善される。 【ほぼ達成】	3-1 GDC 研修受講者のうち目標レベルに達した者の数（80%が修了証書取得）	達成
	3-2 機材修理待ち時間（15%減少）	未達
	3-3 主要事故件数（15%減少）	達成
	3-4 ロジスティクス関連の待ち時間（15%減少）	未達
	3-5 機材デリバリー関連の待ち時間（15%減少）	達成
4. 坑井データの解析、貯留層モデルの構築・校正及び貯留層評価 <sup>32</sup> に関する能力が改善される。 【ほぼ達成】	4-1 坑井データ解析に必要な知識・技術に関する能力チェックリストの目標レベル達成度	ほぼ達成
	4-2 貯留層評価に必要な知識・技術に関する能力チェックリストの目標レベル達成度	ほぼ達成
	4-3 プロジェクトの助言を受けた貯留層評価報告書	達成
	4-4 貯留層アセスメント実施と貯留層モデルの更新	達成
	4-5 メネンガイ地熱地帯用数値モデルの開発	達成

<sup>30</sup> 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

<sup>31</sup> 英文 PDM（改訂版）では、“Training program for GDC staff will be established.”と記載されており、一部表現が異なる。

<sup>32</sup> 英文 PDM（改訂版）では、貯留層評価でなく“evaluating geothermal resources”と記載されている。

5. 蒸気供給者として経済面や環境面から適切な事業計画を策定する能力が向上する。 【達成】	5-1 環境・社会セーフガードに関し必要な知識・技術に関する能力チェックリストの目標レベル達成度	達成
	5-2 環境・社会セーフガードハンドブックの開発	中程度
	5-3 プラントエンジニアリングに関し必要な知識・技術に関する能力チェックリストの目標レベル達成度	達成
	5-4 官民連携スキームに関し必要な知識・技術に関する能力チェックリストの目標レベル達成状況	ほぼ達成
	5-5 経済分析に関し必要な知識・技術に関する能力チェックリストの目標レベル達成状況	ほぼ達成
	5-6 経営管理・財務に関し必要な知識・技術に関する能力チェックリストの目標レベル達成状況	達成
6. 地熱エネルギーの多目的利用事業実施に関する能力が向上する。 【達成】	6-1 地熱多目的利用事業の計画・実施に必要な知識・技術に関する能力チェックリストの目標レベル達成度	ほぼ達成
	6-2 地熱多目的利用事業のビジネスプラン作成	達成
7. GDC 内部で研修を改善・継続する体制が整う。 【一部未達成】	7-1 GDC 職員が実施した研修セッション/プログラムの数	達成
	7-2 GDC 内部講師育成プログラムの開設	未達
	7-3 GDC 職員が改訂した研修教材の数	ほぼ達成
	7-4 GDC における研修修了証書ガイドラインの作成	ほぼ達成
	7-5 研修開発をキャリア開発プログラムにリンク・反映させる仕組みづくり	未達

出所：Terminal Evaluation Report、完了報告書、GDC 質問票・インタビュー

注：和文 PDM は作成されておらず、成果は完了報告書の記載に沿った。指標については各指標の文章が長く指標数が多いため、英文 PDM の指標を評価者が要約して示した。

### 3.2.1.2 プロジェクト目標達成度

妥当性で述べたとおり、プロジェクト目標（「地熱開発上の技術面でのリスクが低減されるべく、GDC の人材が育成される」）は実際には2つの内容（「地熱開発上の技術面でのリスク低減」及び「GDC の人材育成」）を含んでおり、ロジックにも課題がある。このため本調査では、プロジェクト目標を「(GDC の人材育成により) 地熱開発上の技術面でのリスクが低減される」ととらえ、これをもとに評価を行った。

最新版 PDM のプロジェクト目標の指標と事業完了時の達成状況は表 3 のとおりであり、プロジェクト目標は完了時までには達成されたと終了時評価で判断された<sup>33</sup>。4つの指標はいずれも達成またはほぼ達成されている。

<sup>33</sup> Terminal Evaluation Report p. 21

表3 プロジェクト目標の達成状況

指標	実績
1. 蒸気開発の成功率 (Well targeting) (放出に成功した坑井の数が少なくとも10ポイント向上 (2014年以前と2015年以降の比較))	<u>おおむね達成された。</u> 放出に成功した坑井の数は2014年までに29本中11本 (成功率38%) で、2015年以降、終了時評価時点までに22本中10本 (成功率45%) と、成功率は7ポイント向上した (45-38=7)。なお、2019年のデータは上記終了時評価のデータに含まれている。
2. 蒸気開発の成功率 (Well drilling) (目標とした深度に達した坑井の数が少なくとも10ポイント向上する (2015年までと2018年の比較))	<u>おおむね達成された。</u> 2015年までに目標とした深度に達した坑井は36本中31本 (86%) で、2016年から2018年には15本中14本 (93%) に増加した。成功率は7ポイント上昇した (93 - 86 = 7)。2018年のみ (計4本) については、全ての坑井が目標深度に達した (100%)。2019年は5本中4本 (80%) であった。
3. 掘進率 (drilling rate) の速度の向上 (総掘進率 (Gross ROP) が少なくとも15%向上する (2015年と2018年の比較))	<u>達成された。</u> 2018年の掘削速度は18.3m/日であり、2015年の10.8m/日に比べ69%向上した。2019年の掘削速度は9.42m/日であった。
4. リグ・クルーのうち外国人掘削専門家が少なくとも50%減少 (2015年までと2018年の比較)	<u>達成された。</u> 2015年には各リグの作業シフトごとに外国人掘削専門家1~2名 (フィリピン及びインドネシア) がアサインされ、傾斜掘り (directional drilling) も外部の専門会社が担当していた。しかし、2018年にはリグ・クルーに外国人掘削専門家は一人もおらず、傾斜掘りもGDCのケニア人職員が担っていた。この達成は既存人材の能力向上により、掘削の実施がGDCのケニア人職員で可能になったためであり、人員数増によるものではない。

出所：Terminal Evaluation Report pp. 19-20, GDC 質問票に基づき作成

以上より、プロジェクト目標は達成された。

### 3.2.2 インパクト

#### 3.2.2.1 上位目標達成度

上位目標 (「GDC が電力事業者に対して適切に蒸気供給を行うことができる」) の指標と事後評価時における達成状況は表4のとおりである。地表で得られる蒸気 (指標1) は達成された。ただし、この指標は上位目標の達成に必要なプロセスの一つを示す指標であるため、達成されていても必ずしも上位目標自体が達成されたとはいえない。換言すれば、必要条件ではあるが十分条件ではない。一方、実発電容量 (指標2) については、1社のIPP (Sosian社) が発電所 (35 MW) の建設作業をほぼ終えている。また、正規の稼働には至らないものの、既に試運転でGDCからSosian社の発電所に蒸気が供給され、一般家庭までの電力供給が実証されている。よって、指標2もおおむね達成されたといえる。

表 4 上位目標の達成状況

指標	実績
1. 表面で得られる蒸気 (MW worth)	<u>達成された。</u> ただし、本指標はプロセス指標であり、上位目標である適切な蒸気供給状況を示すものではない。終了時評価時点で蒸気テストは 151.6 MW の蒸気量を示した。蒸気レポート 1 によれば、蒸気量は IPP 3 社に対するプロジェクトライフ（25 年）中の供給に十分であることが確認された。
2. 実発電容量 (actual generation capacity) (MW)	<u>おおむね達成された。</u> 事後評価時において、メネンガイで IPP により建設が予定されている 3 つの発電所（各 35 MW、計 105 MW）はいずれも完成に至っていないが、2023 年 7 月上旬時点で IPP 3 社中 1 社（Sosian 社）は、ほぼ発電所（35 MW）の施設建設を終えつつあった。 また、同発電所では正規（商業ベース）の発電には至っていないものの、2023 年 6 月から試運転を開始し、GDC は試運転に必要な蒸気を Sosian 社に供給している。この試運転では発電後実際にケニア送電公社（KETRACO）の送配電網を経てケニア送配電会社（Kenya Power and Lighting Company）により一般家庭への電力供給がなされている。このため、35 MW についてはおおむね確保されており、GDC の供給する蒸気も質・量ともに問題はみられない。 なお、残り 2 つの発電所については、次の発電所（Globelec 社）は着工済で 2025 年に運転開始、最後の発電所（OrPower 22 社）は 2028 年に運転開始の見込みである。

出所：完了報告書、Terminal Evaluation Report p. 21、GDC 質問票・インタビュー、Sosian 社インタビュー

なお、2013 年～2015 年には IPP 3 社が GDC と蒸気供給協定を締結していたにも関わらず、IPP による発電所建設は大きく遅延した。主な原因として、蒸気供給出力の安定性等に対する発電事業者への出資元の懸念を払拭できる科学的データが、2018 年に本事業で蒸気レポートが作成されるまで得られなかったこと、IPP への出資元が必要とする政府保証（Letter of Support 及び Partial Risk Guarantee）取得の難航が挙げられる。これら文書の申請先は複数の省庁にわたり、それぞれ手続きが異なることもあり、取得には長い時間を要した<sup>34</sup>。また、高額な電気料金に対するケニア国民の値下げ圧力を背景に実施された「大統領タスクフォースによる電力購入契約の見直し」により、2021 年 9 月から 2022 年 10 月頃に IPP との新規契約が保留される事態が発生し、その提言（2021 年）により既存の契約も交渉/見直しが求められることとなった。これもまた、IPP の契約遅延に影響した可能性がある<sup>35</sup>。さらには、事業推進にかかるスピーディな対応等のパフォーマンスも、IPP により差違がみられるとの声も聞かれた<sup>36</sup>。

これら IPP による発電所建設の遅延要因の内、「蒸気供給出力の安定性等に対する発電事業者への出資元の懸念」を払拭するためには、メネンガイ地熱地点で本当に発電所建設により 105 MW の蒸気を得られる見通しであることを GDC が信頼に足るデータをもって示す必

<sup>34</sup> IPP インタビュー

<sup>35</sup> JICA ケニア事務所、IPP インタビュー

<sup>36</sup> GDC インタビュー

要があった。しかしながら、本事業の活動として追加された蒸気レポート（技術指導の一環として JICA 専門家主導で作成）が作成されるまで、GDC のデータは科学的に十分な裏付けとして発電事業者等から認知されていなかったこともあり、同事業者の投資に係る決断が遅れていた。GDC が 2018 年に発電事業者に蒸気レポートを提出し、想定された蒸気量（105 MW）の裏付けを信頼度の高いデータに基づき示すことができたことが、発電事業者による事業開始の決断につながった<sup>37</sup>。蒸気レポートの作成がなければ、同建設はさらに遅れていた可能性がある。

一方、事業完了後から事後評価時におけるプロジェクト目標・成果の継続状況は、表 5 のとおりであった。プロジェクト目標・成果ともに事後評価時までおおむね維持されている。プロジェクト目標に関し、「蒸気開発の成功率（Well Targeting）」（指標 1）及び「蒸気開発の成功率（Well Drilling）」（指標 2）について、2020 年、2021 年に低下がみられるが 2022 年には改善がみられる。2020 年以降、新たなサイトでの調査井掘削が始まったことから、メネンガイの生産井に比べ成功率が落ちていると思われる。成果レベルでは、成果 2 及び成果 7 に若干課題がみられるものの、他は事後評価時においても一定程度維持されている。成果 7 については、事後評価時において内部講師育成プログラムの存在は確認できなかった。しかし、育成された講師 40 名の内 39 名が勤務を継続しており、実施中に研修の主要部分を占めた OJT は継続されている。また、本事業がめざしていた形とは異なるものの、内容的には共通項の多い職位と研修のリンクづけが GDC 独自の考え方にに基づき行われる予定である。このようにプロジェクト目標・成果の継続状況がおおむね良好なことが、上位目標である GDC の蒸気供給能力の向上・維持に貢献していると考えられる。

表 5 事業完了後のプロジェクト目標・成果の継続状況

指標	2020 年 (完了時)	2021 年	2022 年	差 (完了時比)	補足
1 蒸気開発の成功率 (Well targeting)	50%	0% (4 本中 0 本)	66% (6 本中 4 本)	16 ポイント増	2021 年の成功率が低下したのは、4 件中 3 件があまり有望なサイトではなかったコロシでの調査井だったため。
2 蒸気開発の成功率 (Well drilling)	50%	80%	85%	35 ポイント増	2020 年の成功率が低下した理由は、新たなサイトかつ調査井であったため。
3 総掘進率の向上 (Speed of Drilling rate, Gross ROP)	9.06 m/日	18.6 m/日	19.9 m/日	10.84 m/日増	事業完了後も順調に増加している。

<sup>37</sup> AfDB インタビュー、IPP インタビュー

4 リグ・クルーにおける外国人掘削専門家の割合	0%	0%	0%	0%	事業完了後も外国人掘削専門家なしで掘削が続けられている。
成果					
成果 1	(研修プログラムの構築) 事後評価時においても、本事業で開発されたチェックリストやハンドブック等が使用されている。				
成果 2	(貯留層概念モデル開発と適切な掘削地点を選定する能力) 概念モデルは改善されたものの、メネンガイではさらなる坑壁画像検層 (Borehole Imaging) <sup>38</sup> とコア試験 (Core Analysis) <sup>39</sup> が必要な状況にある。この解決のために、GDC はこれらに関する資金/技術支援を援助機関等に求めていく予定。				
成果 3	(掘削ターゲットを掘り当てる能力) 2021 年度はバリngoとシラリで計 7 本が掘削され、機材修理待ち日数は 3.6 日と、大幅に改善された。				
成果 4	(坑井データの解析、貯留層モデルの較正・貯留層評価に関する能力) 事業完了後も知識は同レベルに保たれている。				
成果 5	(経済面・環境面から適切な事業計画の策定能力) PPP (パブリック・プライベート・パートナーシップ) の計画に関する知識については、事後評価時において実施中の JICA 「地熱発電事業における蒸気供給管理能力向上プロジェクト」に組み込まれている。				
成果 6	(多目的利用事業実施に関する能力) 多目的利用事業の実施には至っていないが、実施のため投資者と協議を進めている。				
成果 7	(研修を実施・継続する体制) 事業実施中と同様のアセスメントは行われていないものの、OJT は継続され、開発された研修教材は事後評価時も活用されている。内部講師育成プログラムの存在は確認できなかった。研修とキャリア開発プログラムのリンク・反映については、本事業でめざしていた形とは異なるものの、GDC 独自に職種/職位毎に必須の技術・経験・能力を定め、事後評価時において策定中の修了証書を授与する内部研修とリンクさせる予定である。なお、育成された 40 名の講師の内 39 名が勤務を継続しており、GDC 内の Centre of Excellence を通じて国外の機関に派遣され人材育成を行っている。				

出所：GDC 質問票・インタビュー

以上より、上位目標はおおむね達成された。

### 3.2.2.2 その他、正負のインパクト

#### 1) 環境へのインパクト

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)に掲げる影響を及ぼしやすいセクター・特性及び影響を受けやすい地域に該当せず、環境への望ましくな

<sup>38</sup> 物理検層の一種で、坑壁(地層)の比抵抗や音響インピーダンスの情報を全周にわたり計測し坑壁イメージとして画像化する計測方法である (<https://borehole-wireline.com.au/borehole-imaging/>)。なお、物理検層は、掘削した孔井内に各種測定器(検層器)を降下させ、地層中の地質情報を連続的に計測する技術である。

<sup>39</sup> 坑井から採取したコア(地質サンプル)に対して行う各種試験。詳細は次のとおり。

<https://www.webl.io.jp/content/Core+Analysis>

い影響は最小限と判断され、カテゴリ C に分類された<sup>40</sup>。また、実施時に土木工事のため植物の伐採により中短期的に負の影響を与えたものの、植林を行うことにより影響の緩和を図った。

## 2) 住民移転・用地取得

対象地域はほとんど人口のない地域であるため、住民移転や用地取得は発生しなかった。

## 3) ジェンダー、公平な社会参加を阻害されている人々、社会的システムや規範、人々の幸福、人権

実施にあたり本事業では対象地域で聖地とされる場所を尊重し、コミュニティの規範や伝統を守るよう配慮し、かつ職員にも同様に配慮するよう指導を行った。

## 4) その他正負のインパクト

GDC 掘削チーム職員は、本事業による能力強化の結果、周辺諸国に講師として派遣されるようになった<sup>41</sup>。一般に、地熱掘削事業はほとんど民間の掘削事業者が実施している中で、途上国の公的機関が掘削技術を修得し、ルワンダ等他国の人材育成を支援するまでに至ったことは特筆に値する<sup>42</sup>。

また、本事業により修得された、地熱の多目的利用に関するビジネス的観点からの計画・実施に関する知識は、USAID が支援した地熱多目的利用にかかるパイロット事業のデモンストレーションサイト実施運営の際に活用され、相乗効果をもたらした<sup>43</sup>。一方、事後評価時において地熱の多目的事業の実施には至っておらず、計画時に期待された周辺コミュニティの雇用創出・産業促進まではつながっていない。ただし、地熱発電への反対運動も発生していない<sup>44</sup>。

さらに、妥当性で既述のとおり、本事業で向上した GDC の掘削技術は AfDB により支援された掘削機械の十分な活用を可能とし、ケニアの地熱開発促進において大きな相乗効果をもたらした<sup>45</sup>。

加えて、本事業により促進された IPP による発電所建設は、間接的に、電力事業者の 1 社である英国の Globeleq 社の子会社 QPEA GT Menengai Limited と日本の豊田通商株式会社との EPC 契約<sup>46</sup>の締結、及び富士電機株式会社の地熱発電設備一式の受注に寄与した<sup>47</sup>。

本事業の実施により、プロジェクト目標として掲げられた人材育成による地熱開発上の技術面のリスク低減は達成された。また、上位目標についても IPP への適切な蒸気供給がおおむね達成され、ほぼ計画どおりの効果発現がみられる。さらに、本事業の能力強化により

---

<sup>40</sup> 事前評価表 p. 4

<sup>41</sup> 本事業実施前は講師経験なし。GDC インタビュー

<sup>42</sup> JICA 関係者質問票

<sup>43</sup> GDC 質問票

<sup>44</sup> GDC 質問票・インタビュー

<sup>45</sup> JICA 関係者質問票

<sup>46</sup> 設計 (engineering)、調達 (procurement)、建設 (construction) を含む、建設プロジェクトの建設工事請負契約

<sup>47</sup> JICA 関係者質問票及び Web 情報。URL は次のとおり。

<https://www.fujielectric.co.jp/about/news/detail/2023/20230214140030031.html>



GDC の掘削チームが周辺国で講師として人材育成に従事しているほか、他ドナー事業との相乗効果もみられる。よって、有効性・インパクトは高い。

### 3.3 効率性（レーティング：②）

#### 3.3.1 投入

本事業の投入は表 6 のとおりであった。

表 6 本事業の投入

投入要素	計画	実績
(1) 専門家派遣 48	計 400 人月程度（長期、短期の内訳記載なし） ・チーフアドバイザー/地熱開発計画 ＜探査・貯留層評価＞掘削地点選定、地質、地化学、物理探査、データ統合、貯留層シミュレーション ＜掘削＞掘削作業管理、掘削スーパーバイザー、貯留層評価、坑井調査、噴気試験、経済性評価 ＜経営他＞経営・財務、電力事業者連携、環境社会配慮、発電所エンジニアリング、地熱多目的利用等	計 190.14 人月 ・チーフアドバイザー/掘削計画 ＜探査・貯留層評価＞掘削地点選定、地質、地化学、データ統合/貯留層モデリング、地球物理学 ＜掘削＞掘削作業管理、掘削アドバイザー、貯留層評価、坑井調査、噴気試験、経済性評価 ＜経営他＞経営・財務、電力事業者連携、環境社会配慮、発電所エンジニアリング、地熱多目的利用、機材調達、研修コーディネーター等
(2) 研修員受入 （本邦研修）	・掘削技術：1 カ月間、毎年 24 名程度 ・貯留層評価：1 カ月間、毎年 24 名程度	計 76 名 ・掘削技術：1 カ月間、48 名 ・貯留層評価：1 カ月間、28 名
(3) 機材供与	記載なし。	地熱開発に必要な機材・スペアパーツ、ソフトウェア等
(4) 在外事業強化費	記載なし。	77.8 百万円
日本側の事業費合計	1,876 百万円	1,954 百万円

48 専門家派遣につき計画と実績に乖離がみられるが、計画値のベースとなる事業事前評価表とその後作成された JICA 内部文書の間で、専門家派遣の計画値に大きな乖離があった。事業事前評価表作成後の JICA 内部での精査により計画値が下方修正された可能性があるが、当時の JICA 関係者に確認はできなかった。なお、上述の JICA 提供資料の計画値は 215.93 人月となっている。JICA と実施コンサルタント間の契約は同 JICA 提供資料に基づいており、同契約時の想定人月と比較した場合、ここまで大幅な乖離はなかった。

相手国の事業費合計	1. カウンターパート配置 ・プロジェクトダイレクター ・プロジェクトマネージャー ・部署：資源評価部、資源管理部、掘削オペレーション部、インフラ部、サプライチェーン部、人事部、環境部、地熱直接利用部 2. 機材購入 3. 専門家・スタッフ用オフィススペース、機器 4. カウンターパート給与・手当	1. カウンターパート配置 ・プロジェクトダイレクター ・プロジェクトマネージャー ・プロジェクトコーディネーター等 2. オペレーションコスト 計 67,645 千ケニアシリング。主な内容は以下のとおり。 ・プロジェクトオフィス（電気、インターネット接続、電話、警備、清掃） ・カウンターパート旅費、メネンガイでのキャンプ費用、会議費
-----------	---	---

出所：事業事前評価表、Terminal Evaluation Report、完了報告書、GDC 質問票

注：在外事業強化費実績は、終了時評価時時点の金額。

### 3.3.1.1 投入要素

上記の専門家、機材、本邦研修、ローカルコスト支援の質・量・タイミングにつき 5 段階（5 がベスト）で尋ねたところ、いずれも 5 または 4 との高い回答を得た<sup>49</sup>。事業実施中は多様な技術分野の専門家が派遣され、柔軟な対応により活動が促進された一方、専門家の人数の多さから、専門家の監理とモニタリングにしばしば課題が生じた。JICA 専門家チーム、JICA 本部及び JICA ケニア事務所の契約管理業務の負担が増大し、スケジュールに間に合うよう派遣することができないことがあった。また、プロジェクトは事前に専門家のスケジュールをケニア側に示すことができず、ケニア側のケニア国内での研修参加に係る事前手配ができず一部のカウンターパートが研修に出席できなかったことも報告されている<sup>50</sup>。ただし、GDC 及び当時の専門家に実施中の問題につき尋ねたところ、上記課題を含め特に問題があったとは認識されていなかった<sup>51</sup>。なお、終了時評価時には、第 3 国専門家の活用が有益であったことが指摘されている<sup>52</sup>。

### 3.3.1.2 事業費

本事業の日本側事業費は、計画値 1,876 百万円に対し実績値 1,954 百万円と、計画比 104% となり、計画を少し上回った。

### 3.3.1.3 事業期間

事業期間の計画と実績は表 7 に示すとおりである。

<sup>49</sup> GDC 質問票

<sup>50</sup> Terminal Evaluation Report p. 25、p. 33

<sup>51</sup> GDC 質問票、専門家インタビュー

<sup>52</sup> Terminal Evaluation Report p. 25

表 7 事業期間

計画	実績
2013年9月～2017年8月（48カ月）	2013年9月～2020年3月（79カ月）
	（延長1）2016年4月（6カ月）
	（延長2）2017年4月（12カ月）

出所：事業事前評価表、Terminal Evaluation Report、完了報告書

事業期間は当初計画の48カ月に対し計画比164%と計画を大幅に上回った。なお、本事業は2回延長されているが、1回目は新たな活動・成果の追加はなく、2回目は前述の蒸気レポート作成に係る活動の追加であった。よって、いずれもスコープの追加にはあたらないと判断した。なお、蒸気レポート作成活動の追加により、当初計画と比べ事業期間が大きく伸びたものの、上位目標達成への貢献度は大きく、変更は適切であった。

事業期間が伸びたその他の原因は、大統領選挙による治安上の理由から、2017年にJICA専門家の派遣が数カ月間停止され、活動も停止されたこと（例えば、掘削のOJTは1年近く遅延）<sup>53</sup>、GDCの予算支出の遅延により掘削に必要な燃料の共有が停止され、掘削分野OJTの遅延を招いたこと、このため地熱資源のデータ収集が遅延し、蒸気レポートの作成が遅延したこと等であった<sup>54</sup>。

以上より、効率性はやや低い。

### 3.4 持続性（レーティング：③）

#### 3.4.1 制度・政策

妥当性で触れたケニア国家開発計画「Vision2030」及び2011年に策定されたLCPDPは、いずれも2030年までを対象期間としており、事後評価時においても有効である。2021年版のLCPDPでエネルギー省は、2021年から2030年までの10年間で地熱発電設備容量を828 MWから1,326 MWに引き上げる計画を進めている<sup>55</sup>。また、エネルギー省によれば、2011年以降、電力供給量はピーク電力需要を上回っているものの、地熱はケニアのベースロード電源であること、再生エネルギーを増やしていく中で電力供給量安定のために地熱発電のベースロード電源としての発電量を増やす必要があること等から、政府にとって地熱開発促進のニーズは依然として高く、今後もその方向性は維持されるとしている<sup>56</sup>。よって、制度・政策面に問題はない。

<sup>53</sup> Terminal Evaluation Report pp. 24-25

<sup>54</sup> Terminal Evaluation Report pp. 24-25

<sup>55</sup> 技協「地熱発電事業における蒸気供給管理能力プロジェクト」事前評価表 p. 1

<sup>56</sup> エネルギー省質問票

### 3.4.2 組織・体制

事後評価時において、地熱開発の先行投資リスクを低減させ、電力事業者の参入を促進し蒸気提供契約を締結する GDC の役割に変わりはない<sup>57</sup>。また、GDC の職員数は表 8 のとおりであり、事業完了後、おおむね一定の職員数が維持されている。GDC によれば、地熱開発業務及び研修継続に必要な人員は十分確保されており、人員体制に問題はない。

表 8 GDC の職員数

(単位：人)

	2019	2020	2021	2022
職員数合計	<b>1,054</b>	<b>1,033</b>	<b>994</b>	<b>1,052</b>
人材開発部	111	102	98	114
掘削部（掘削・インフラストラクチャー）	422	419	397	421
資源評価管理部	171	166	172	177
プロジェクト開発部	9	10	10	9
商務部（財務）	45	48	46	47
その他	296	288	271	284

出所：GDC 質問票

なお、終了時評価時には、研修とキャリア開発プログラムをリンクさせる仕組みができ、内部講師育成プログラムが確立されれば、持続性はさらに高まるだろうと指摘されていた<sup>58</sup>。研修とキャリア開発プログラムのリンクについて、GDC は、本事業が提案した仕組み<sup>59</sup>と全く同一ではないものの類似性が高い仕組みを検討中である。すなわち、GDC 独自の基準で職種・職位毎の必須知識・スキルを定め、各職種・職位毎のキャリアアップに必要な研修の組み合わせを定めた体制を事後評価時において構築中である。また、内部研修で資格認定コースを実施するため、国家工業研修機関（National Industrial Training Authority：NITA）や技術職業教育訓練機関（The Technical and Vocational Education and Training Authority：TVETA）に GDC の研修を登録すべく働きかけを行っている<sup>60</sup>。

よって、組織・体制面に問題はない。

### 3.4.3 技術

本事業により地質、掘削、貯留層評価、地熱の多目的利用、環境モニタリング、プラント

<sup>57</sup> GDC 質問票

<sup>58</sup> Terminal Evaluation Report p. 27

<sup>59</sup> 本事業では GDC に対し、掘削要員のキャリア開発と結びつけた持続可能なトレーニングプログラム（VISON プログラム）が提案された。同プログラムは OJT を中心とし、掘削要員の複数のレベルに応じたカリキュラムの作成と、次のステップへの昇給に必要な平均年数及び不可欠な能力に到達するための年数を考慮したトレーニングプログラムの策定が含まれる。

<sup>60</sup> GDC インタビュー

エンジニアリング等の多様な分野で 40 名の講師が育成され、事後評価時において 39 名が GDC で勤務を継続している。本事業で 18 種のハンドブックが開発され<sup>61</sup>、事後評価時にも活用されている。GDC 職員による新たな教材開発は行われていないものの、改訂は事後評価時に実施中である<sup>62</sup>。本研修ではケニア国内での多様な研修<sup>63</sup>に加え、本邦研修にも多くの職員が参加した。GDC によれば、本事業実施中に特に資源評価や掘削技術が大きく向上し、修得した知識・技術は事後評価時においても維持されている<sup>64</sup>。国内研修、日本研修とも有意義で業務に活用可能であったと参加者に高く評価されている。本邦研修参加者の中には、知識・技術のみならず正確さを重視する日本人の考え方等、日本の文化にも学ぶ点があったとの声が複数あった<sup>65</sup>。GDC では本邦研修参加者による帰国後の技術移転を奨励しており、参加者達は実際に他の職員に説明・共有を行った。また、本邦研修参加者の 98% が事後評価時においても GDC で勤務を続けている<sup>66</sup>。

事後評価時において実施中の JICA 技協「地熱発電事業における蒸気供給管理能力向上プロジェクト」の活動における、地熱井で得られた測定データの解析による地下資源評価、地表の資源探査のデータ解析・評価は本事業で移転した技術と共通している。GDC 職員は本事業で修得した技術を継続・反復して使う<sup>67</sup>ため、GDC の資源評価関連技術の維持・向上に有益である。

事後評価時において、スペアパーツのタイムリーな調達に関し、機材調達計画は作成されているものの、予算面と入札への業者の反応が薄いこと、中国製スペアパーツ調達の際に GDC の方針である納品時払いと中国の製造会社の方針である頭金の支払いとが噛み合わないこと等の課題があった<sup>68</sup>。しかし、前者は深刻な問題ではなく、後者は第三者を介することにより調達可能となった。ただし、コストは割高になっている<sup>69</sup>。

計画段階において、GDC が所有する機材の一部が世界基準の規格に準じていないため他メーカーの機器やスペアパーツとの互換性が無いことが課題として指摘されていた<sup>70</sup>。当時の専門家によれば、JICA の供与機材には世界標準スペックのものを調達し、GDC の世界標準との差異に関する認識と購入仕様書の作成技術の向上等が図られた。ただし、この点につき GDC 側に機材の一部が世界基準を満たしていないとの認識は見られず、互換性が無い点やメーカーによるスペックの相違は当然のことと認識されている<sup>71</sup>。

以上より、中国製スペアパーツの調達に一部軽微な課題はあったものの、ほぼ改善・解決

---

<sup>61</sup> Terminal Evaluation Report p. 27

<sup>62</sup> GDC 質問票

<sup>63</sup> 地質、物理探査、地化学、掘削、データベース、貯留層評価、掘削地点選定、坑井試験、地熱多目的利用、環境モニタリング、プラントエンジニアリング、公社経営、経済性評価、環境社会配慮等。

<sup>64</sup> GDC 質問票

<sup>65</sup> 研修参加者インタビュー

<sup>66</sup> 本邦研修参加者インタビュー、GDC 質問票

<sup>67</sup> 「地熱発電事業における蒸気供給管理能力向上プロジェクト」事前評価表及び同事業の専門家インタビュー

<sup>68</sup> GDC 質問票、インタビュー

<sup>69</sup> GDC インタビュー

<sup>70</sup> 事業事前評価表 p. 8

<sup>71</sup> GDC インタビュー

した。

#### 3.4.4 財務

事業開始年以降の GDC の収支状況は表 9 のとおりである。収入は事業開始年の 2013 年以降減少傾向にあったが、2022 年には回復に向かっている。この原因として、収入額には AfDB、ヨーロッパ投資銀行等、複数のドナーによる収入（ローン）が含まれており、これらの開始・終了時期が収入額変動に影響している。収支差を見ると、収入が少なかった時期でも赤字には至っていない。また、リグ等大型の機材は既に調達済みであり、事業開始前及び実施中と同レベルのコストは必要ないとの説明が GDC からなされた<sup>72</sup>。上位目標である IPP への蒸気供給が遅れているが、事後評価時において IPP 3 社のうち Sosian 社のみは既に試運転を行っており、これに対する蒸気供給量分の収入が得られる見込みである。また、GDC の研修費用は表 10 のとおりである。全体として減少傾向にあるが、GDC によると、GDC は比較的新しい組織であり、2013 年の本事業開始当初は多くの研修を行う必要があったが、本事業の数多くの研修・OJT によって既に多くの職員の能力が向上した結果、事後評価時においては本事業開始当初のように多くの研修は不要となっている。また、GDC では研修を受講した職員は、修得した技術を後輩や後任者と共有することが求められる。この意味でも、事業実施中と同じ量の研修を実施する必要はなく、問題はないとのことであった<sup>73</sup>。

表 9 GDC の収支

(単位：百万ケニアシリング)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
収入	14,398	12,658	14,884	10,350	8,674	6,038	5,340	6,522	6,238	9,015
支出	13,362	10,091	13,813	9,605	8,049	5,603	5,228	5,458	6,040	6,260
収支差	1,036	2,567	1,071	745	624	434	112	1,064	198	2,755

出所：GDC 質問票

表 10 GDC の研修予算

(単位：百万ケニアシリング)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
支出	117	88	55	51	71	25	6	21	52	29

出所：GDC 質問票

以上より、財務面には軽微な課題はあるものの、今後は発電所の稼働により改善が見込まれる。

<sup>72</sup> GDC インタビュー

<sup>73</sup> GDC 質問票、インタビュー

### 3.4.5 環境社会配慮

インパクトの項で既述のとおり、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010年4月公布）に基づき環境への望ましくない影響は最小限と判断され、カテゴリ C に分類された。本事業では土木工事で植物の伐採はあったものの、植林活動により影響の緩和が図られ、重大な問題はなかった。今後も大きな問題はないとみられる。

よって、環境社会配慮面に問題はない。

### 3.4.6 リスクへの対応

計画時において、掘削に必要な水の確保、開発予定地における発電に利用可能な地熱資源の賦存の2つの条件が満たされることが、成果及びプロジェクト目標の達成に必要と認識されていた<sup>74</sup>。事後評価時において、掘削に必要な水は確保され、発電に必要な地熱資源も十分に賦存しており、今後の不安要因も見られない<sup>75</sup>。

よって、リスクへの対応に問題はない。

以上より、本事業で発現した効果の持続には関連する技術、財務状況について一部軽微な問題はあったが、ほぼ改善・解決しつつある。本事業によって発現した効果の持続性は高い。

## 4. 結論及び教訓・提言

### 4.1 結論

本事業は、GDC に対し人材育成を行うことにより地熱開発上の技術面のリスク低減を図り、もって GDC による IPP への適切な蒸気供給に寄与するため実施された。地熱開発促進に資する本事業はケニアの政策及び開発ニーズ、計画時における日本の ODA 方針と合致していた。本事業と他の援助機関による支援事業との間に計画・調整された連携は認められなかったものの、他の JICA 事業との間には本事業で修得した技術を別の技協案件の調査の現場で適用し技術の定着向上を図る等の具体的な効果を意図した連携が計画され、その実施により想定された技術向上につき効果の発現が見られた。よって、妥当性・整合性は高い。事業完了時までに成果はおおむね達成され、プロジェクト目標も達成された。また、事後評価時において上位目標はおおむね達成された。本事業で向上した GDC の掘削技術は AfDB により支援されたリグの十分な活用を可能とし、大きな相乗効果をもたらした。本事業により著しい能力向上を果たした掘削チームは、事後評価時には周辺国に講師として派遣されており、本事業で修得された地熱の多目的利用の知識は USAID が支援した多目的利用に関するパイロット事業でデモンストレーションサイトの実施運営に活用される等、正のインパクトが発現している。よって、有効性・インパクトは高い。成果はおおむね達成されたものの、日本側事業費は計画をわずかに上回り、事業期間は計画を大幅に上回った。よって、効率性はやや低い。本事業の運営・維持管理には、技術、財務状況に一部軽微な問題が見ら

<sup>74</sup> 事前評価表 pp. 7-8

<sup>75</sup> GDC 質問票

れたが、ほぼ改善・解決した。よって、持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

## 4.2 提言

### 4.2.1 実施機関などへの提言

民間電力事業者は発電開始までに長期間を要することから、今後 GDC は蒸気提供先の発電事業者として公的機関の参加を検討することも有意義と考えられる。

### 4.2.2 JICA への提言

JICA ケニア事務所は民間電力事業者による発電所の建設状況と GDC による蒸気供給状況を随時モニタリングし、貢献・阻害要因等、今後の計画立案の参考に資する情報があれば JICA 関係部と共有することが望まれる。また、実施中の技協「地熱発電事業における蒸気供給管理能力向上プロジェクト」の定期モニタリング報告書等をふまえ、必要に応じ実施中の技協プロジェクトや JICA 関係部に対し助言を行うことが期待される。

## 4.3 教訓

### 上位目標設定における外部条件の分析と実施機関の権限

本案件では、上位目標である蒸気供給が実現するためには、IPP による地熱発電所の建設が不可欠であった。しかし、ケニア国内で IPP が発電所を建設するには、多くの政府組織における煩雑な申請手続が必要であり、それぞれに長い時間を要する。これが発電所建設遅延の大きな要因の一つとなった。本件のように相手側実施機関以外に民間企業による大規模インフラへの投資が不可欠で、なおかつその実施に煩雑かつ長期にわたる政府の許認可等手続が必要な場合、事業計画時に念入りな調査を行い、実際にどの程度の年数が必要となる見込みであるかにつき現実的な予測を立て、その上で上位目標（事業完了後3年程度）として適切であるかを事業実施前に検討し、相手側実施機関が影響を与えうる内容にすることが肝要である。

### 評価6基準に関する実施機関の理解

本件調査の現地調査実施中に実施機関から、「延長することにより（効率性の）評価が下がるとは知らなかった。」との声があった。事業実施中の計画修正に関する意思決定を、実施機関が評価6基準の基本的知識も踏まえた上で的確に行えるよう、プロジェクトは評価6基準の基本的な考え方に関する実施機関の理解を図ることが望まれる。また、JICA はプロジェクトの評価6基準の基本的な考え方に関する理解を徹底することが望まれる。



## 5. ノンスコア項目

### 5.1 適応・貢献

#### 5.1.1 客観的な観点による評価

計画時において、世銀や AfDB を始めとする主要ドナーは GDC に対しリグの調達支援を行っていたが、時間と手間のかかる掘削人材育成への支援は行われていなかった。GDC は AfDB の支援により既にリグを所有していたが、それを用いて地熱資源の存在する地中のポイントまで確実かつ経済的に掘削できる能力は有していなかった。JICA が本事業で GDC の掘削技術を中心とする能力向上を支援したことにより、AfDB が支援した掘削機械が GDC により十分活用され、ケニアの地熱開発促進において大きな相乗効果をもたらした。なお、GDC によれば、JICA ケニア事務所/本部は、合同調整委員会や中間レビュー、終了時評価時等のすべてに参加するなど、実施中に適切な支援を行った。

### 5.2 付加価値・創造価値

特になし。

以上