

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2チーム

1. 案件名（国名）

国名： ケニア共和国（ケニア）

案件名：（和名）東アフリカ大地溝帯に発達する地熱系の最適開発のための包括的ソリューション

（英名）The Project for Comprehensive Solutions for Optimum Development of Geothermal Systems in East African Rift Valley

2. 事業の背景と必要性

（1）当該国における電力セクターの開発の現状・課題及び本事業の位置付け
ケニア共和国（以下、「ケニア」）の国民総生産（GDP）成長率は2013年以降安定して5～6%の成長が続いており、サブサハラアフリカの非資源国の中でも平均を上回っている。

同国の電化率は75%（エネルギー省、2018）であり、年々改善傾向にあるが依然として250万世帯の電力へのアクセスがないのが現状である。2018年6月のピーク電力需要は1,800MWを超え（Energy and Petroleum Regulatory Authority (EPRA)）、年率約6%で増加している。これに対し総発電設備容量は2018年時点で2,712MWである。主要な電源の設備容量は2018年に水力30%、火力30%、地熱24%となっている。なお年間発電量では、2018年に地熱46%、水力36%、火力14%、風力3%、その他1%となっている（ケニア統計局、2019）。近年の気候変動及び干ばつの影響から水力発電の稼働率が低下しており、不足分は火力発電で代替している。高額な輸入燃料の使用量の増大は財務圧迫の一因となっており、また温室効果ガスの排出量増大も懸念されている。

その中で地熱発電は天候に左右されない安定的な発電方式であり、かつ同等規模の火力発電所と比して大気汚染物質及び二酸化炭素の排出が抑制されるため、ケニアにおいて開発の優先度が非常に高く、7,000MW程度のポテンシャルがあると言われている。エネルギー省は「ケニア・ビジョン2030」において2030年までに地熱発電を5,000MWまで引き上げる計画を進めている。加えて同省の「電力セクター10年開発計画（2014-2024）」においてもJICA円借款による支援を含むオルカリア地熱地帯の開発は、上記計画達成のために不可欠な事業として位置付けられている。

一方、こうした開発計画は地下地熱資源の詳細状況の把握や地熱資源の直接利用の可能性の検討を十分に行わないまま実施されているのが現状であり、同国が掲げる目標に到達するまでの持続性に不安がある。また地熱開発の人材は

ケニア発電公社（Kenya Electricity Generating Company、以下「KenGen」）や地熱開発会社（Geothermal Development Company、以下「GDC」）などの地熱開発機関に集中しており、大学等の研究機関の研究能力の向上は喫緊の課題である。

本プロジェクトは、地熱分野で高い研究能力を有する九州大学が、ケニアのジョモケニヤッタ農工大学（Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology、以下「JKUAT」）及びナイロビ大学（University of Nairobi、以下「UoN」）との共同研究を通して、オルカリア及びメネンガイの地熱系を明らかにし、地熱の直接利用の可能性についても検討することを目的とする。本プロジェクトを通じて、JKUAT や UoN の地熱研究能力の向上、並びに JKUAT、UoN、KenGen 及び GDC の人材育成を行う。同時に、研究結果を基にした持続可能な地熱開発に関する提言を行うとともに、地熱開発の関連機関により本提言が活用されることで、同国の地熱開発を促進するものである。

（２）当該国の電力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づけ

パリ協定以降、低（脱）炭素は開発途上国支援においても最も重要なテーマの一つとなっている。JICA は「低（脱）炭素クラスター」を立ち上げ、経済活動の基盤となるエネルギーの低（脱）炭素化を効果的に推進するための戦略作り、協力プログラム・案件形成、革新的な協力手法の検討等を進めている。本事業は、再生可能エネルギーでありながらベースロード電源ともなる地熱発電の安定供給を目的に同クラスターでの検討を経て形成されたものである。

我が国の対ケニア共和国国別援助方針（2012 年）では、「経済インフラ整備」を重点分野の一つとして掲げており、エネルギーについては、特に地熱発電等の気候変動対策として有効なインフラ整備に力を入れるとしている。

ケニア共和国 JICA 国別分析ペーパー（2018 年 3 月）では「電力アクセス改善」を主要開発課題の一つに掲げ、地熱発電を中心とした、ベースロードを担う安定かつ持続可能な電源開発の支援を行うこととしている。

地熱開発に係る人材育成については、1970 年代からケニア及び開発途上国の地熱開発に関連する人材育成を九州大学で実施している。1990 年から 10 年間、上級コースとして 4 ヶ月研修が九州大学で開催され、ケニアを含む 16 か国述べ 108 名が研修に参加している。現在、JICA 課題別研修「地熱資源エンジニア」を、地熱資源開発を担う公的機関の中堅職員を対象として九州大学にて実施している。さらに、持続的な鉱物資源開発を担う人材育成と人的ネットワークの強化を目的とした「資源の絆プログラム」を通して、地熱を含む資源ポテンシャルのある途上国の研究者に対し、日本の大学の修士・博士課程への入学と、最新の研究成果・技術及び学位習得の機

会を提供している。

なお、本事業は、再生可能エネルギーであり安定供給可能なエネルギーでもある地熱発電を支援することから、SDG7「エネルギーをみんなに、そしてクリーンに」及びSDG13「気候変動に具体的な対策を」に貢献する。

(3) 他の援助機関の対応

The African Rift Geothermal Development Facility (ARGeo) は国連環境計画 (UNEP) が実施する東アフリカ地域での政府・民間による地熱開発をサポートしているプログラムで、同地域の地熱開発に係るリスクの軽減のため、(1)地域ネットワーク、情報システム、キャパシティ構築、政策提言、啓発活動、(2)上層探査研究への技術援助を主な活動としている。ARGeo は 2006 年から隔偶数年に Africa Rift Geothermal Conference を開催している。

United Nations University Geothermal Training Programme (UNU-GTP) は 1979 年よりアイスランドで 6 か月間の研修を毎年実施している。加えて、アイスランド大学とレイキャビク大学での地熱科学及びエンジニアの修士及び博士修得のサポートも実施している。1979～2017 年までに UNU-GTP のケニアからの研修参加者は合計 124 名で、参加国の中で最も多い。

3. 事業概要

(1) 事業目的

本事業は、ケニアとその周辺国において、地熱資源開発における探査・開発・利用それぞれの段階で発生が予想される問題についてその解決手法（以下「包括的ソリューション」という）を研究開発することにより、これらの研究開発を通じた若い技術者・研究者の育成と、包括的ソリューションの活用による地熱資源の最適な開発の促進を図り、もってケニアと周辺諸国の地熱エネルギー開発の発展に貢献することに寄与するもの。

(2) プロジェクトサイト／対象地域名

プロジェクト対象地は、カウンターパート機関の所在するナイロビ市及びキアンブ郡ジュジャ町、並びに地熱掘削・発電サイトであるオルカリア及びメネンガイ。

(3) 本事業の受益者（ターゲットグループ）

直接受益者：JKUAT、UoN、KenGen、GDC

最終受益者：ケニアの地熱研究に関連する研究機関及び産業機関、成果 3 の活動対象となる地域住民

(4) 総事業費（日本側）

約 3.5 億円

(5) 事業実施期間

2020年4月～2025年3月(計60か月)

(6) 事業実施体制

JKUAT、UoN、KenGen、GDC

(7) 投入(インプット)

1) 日本側

- ① 専門家派遣：総括(リサーチディレクター)、副総括(リサーチマネージャー)、重力探査、受動的微動地震探査、電磁(Magneto-Telluric、以下「MT」)探査(MT探査)、温度分布分析、貯留槽モデル、地学、地化学分析、地熱直接利用、業務調整
- ② 研修員受け入れ：九州大学における修士又は博士修得及びJICA課題別研修「地熱資源エンジニア」(6ヶ月研修)
- ③ 機材供与：重力計、Global Navigation Satellite System(以下「GNSS」)レシーバー、地震計、MTメーター、計測機器、地熱ミニチュアモデル、コンピューターソフト(Engineering Equation solver、simulation/ analysis)、コンピューター、地化学分析の機器装置

2) ケニア国側

- ① カウンターパートの配置：プロジェクトディレクター、プロジェクトマネージャー等、計約30名
- ② 案件実施のためのサービスや施設、現地経費の提供：プロジェクト執務室(JKUAT)と光熱・インターネット、供与機材の設置スペース及び警備、ローカルコスト(カウンターパートの交通・宿泊費と賃金や供与機材の維持管理費)

(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

ケニアの地熱開発で有償・技術協力案件を実施してきている。GDCに対し技術協力では「地熱開発のための能力向上プロジェクト」を2013年から6年間実施している。JKUATでは、Africa-Ai-Japanプロジェクトを通して大学機関における研究開発とイノベーションのための能力向上プロジェクトを実施中である。地熱開発に関連した人材育成では、課題別研修「地熱エグゼクティブ」「掘削マネジメント」「地熱資源エンジニア」や「資源の絆プログラム」等による修士・博士号修得のサポートを行っている。

2) 他援助機関等の援助活動

2章4に示す通り、国連大学・アイスランドやUNEPが人材育成などを実施している。

(9) 環境社会配慮・横断的事項・ジェンダー分類

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：本プロジェクトは、「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

特になし。

3) ジェンダー分類：

貧困削減ジェンダー・貧困等の配慮を要する特別の負の影響は予測されない。

(10) その他特記事項

特になし。

4. 事業の枠組み

(1) 上位目標：東アフリカ大地溝帯内の新規地熱開発地域において最適開発のための包括的ソリューションが適用される。

指標及び目標値：

- 1 大地溝帯内の、KenGen 及び GDC による新規地熱開発地域において、プロジェクトで導入した技術を用いて精密地熱貯留層モデル作成技術が活用される。
- 2 大地溝帯内の、KenGen 及び GDC による新規地熱開発地域において、シリカスケール防止に関する地化学分析結果が活用される。
- 3 大地溝帯内の、KenGen 及び GDC による地熱開発地域において、カスケード地熱利用が促進される。
- 4 JKUAT 及び UoN において、地熱分野を専攻する学生が増える。
- 5 ケニア産学連携による地熱研究シンポジウムが毎年一回開催され続ける。

(2) プロジェクト目標：東アフリカ大地溝帯の地熱資源特性を反映した持続的な開発・利用のための包括的ソリューション適用に向けた産学連携を通し大学の研究能力が強化される。

指標及び目標値：

- 1 精密地熱貯留層モデルの構築及び動的地熱資源量評価手法を習得する。
- 2 高アルカリ熱水環境におけるスケール生成機構の理解を踏まえて、大地溝帯特有のスケール対策が提案される。
- 3 地熱エネルギー利用の社会受容性向上に向けたカスケード利用計画策定手法が提案される。
- 4 プロジェクトの研究成果が国際会議やジャーナルで発表される。

- 5 ケニア産学連携によるプロジェクト研究成果のシンポジウムが毎年一回開催される。

(3) 成果

成果1：オルカリア地域及びメナンガイ地域に発達する精密地熱貯留層モデルが構築される。

成果2：高アルカリ熱水環境におけるシリカスケール生成機構が理解され、対策方法が検討される。

成果3：カスケード地熱利用の拡大に伴う社会的受容性が向上するシナリオが提案される。

成果4：カウンターパート機関の地熱開発・研究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

カウンターパート機関の全面的な協力とカウンターパート職員の参加が確保される。

(2) 外部条件

KenGen と GDC から必要なデータや情報が提供される。

6. 過去の類似案件の教訓と本事業への適用

タイ王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）「非食糧系バイオマスの輸送用燃料化基盤技術」の終了時評価（評価年度 2015 年）では、研究者のみで閉じたプロジェクトとせず、産官学が連携し、民間企業を巻き込んだプロジェクトの好事例となった。そこで、本事業では、大学だけでなく、KenGen や GDC といった実施機関を巻き込んだ案件形成を行い、実施機関と学問の連携を一層促すために、産学連携による地熱研究シンポジウムを実施することをプロジェクト計画に反映させた。

7. 評価結果

本事業は、当国の開発課題・開発政策並びに我が国及び JICA の協力方針・分析に合致する。また、再生可能エネルギーであり安定供給可能なエネルギーでもある地熱発電を支援するものであり、SDGs ゴール 7「エネルギーをみんなに、そしてクリーンに」及びゴール 13「気候変動に具体的な対策を」に貢献すると考えられることから、事業の実施を支援する必要性は高い。

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

事業開始2年経過時：JCCにおける相手国実施機関との合同レビュー

事業完了6か月前：終了前JCCにおける相手国実施機関との合同レビュー

以 上

(SDGs ゴールに関する別紙)

持続可能な開発目標 (SDGs) ゴール一覧

ゴール 1	あらゆる形態の貧困の撲滅
ゴール 2	飢餓撲滅、食料安全保障、栄養の改善、持続可能な農業の促進
ゴール 3	健康な生活の確保、万人の福祉の促進
ゴール 4	万人の包摂的で衡平な質の高い教育の確保、生涯学習の機会の促進
ゴール 5	ジェンダー平等、全ての女性・女子の能力強化
ゴール 6	万人の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理の確保
ゴール 7	万人のための利用可能で、安定した、持続可能で近代的なエネルギーへのアクセス
ゴール 8	持続的、包摂的で持続可能な経済成長と、万人の生産的な雇用と働きがいのある仕事の促進
ゴール 9	強靱なインフラの構築、包摂的で持続可能な工業化の促進とイノベーションの育成
ゴール 10	国内と国家間の不平等の削減
ゴール 11	包摂的、安全、強靱で、持続可能な都市と人間住居の構築
ゴール 12	持続可能な消費と生産パターンの確保
ゴール 13	気候変動とその影響への緊急の対処
ゴール 14	持続可能な開発のための、海洋と海洋資源の保全と持続可能な使用
ゴール 15	生態系の保護、回復、持続可能な使用の促進、森林管理、砂漠化への対処、土地劣化の停止と回復、生物多様性の損失の阻止
ゴール 16	持続可能な開発のための平和で包摂的な社会の促進、万人の司法へのアクセスの提供、効果的で説明責任を有し包摂的な機構の構築
ゴール 17	実施手段 (MOI) の強化と持続可能な開発のためのグローバル・パートナーシップの活性化

別紙:ジェンダー分類詳細

ジェンダー分類	定義
ジェンダー主流化ニーズ調査・分析案件 Gender Informed [GI] ※以下の GI(P)、GI(S)に至る前提条件。	ジェンダーの視点に立って、関連政策、開発課題、ニーズ、インパクト等に関する調査が行われ、先方政府とジェンダーに配慮した取り組みについて協議した案件。 ※上記を行ったものの、GI(P)、GI(S)に至らなかった案件は、最終分類として「GI」となる。
ジェンダー平等政策・制度支援案件 Gender Informed (Principal) [GI(P)]	ジェンダー主流化のための政策や財政・法制度の改革支援、ナショナルマシーナリー(男女共同参画や女性の地位向上のための政策策定、施策を行う国内本部機構)を含めた行政機関のジェンダー主流化推進体制整備支援(人材育成を含む)を主目的とする案件。
女性を主な裨益対象とする案件 Gender Informed (Principal) [GI(P)]	女性をターゲットグループとして、女性のエンパワーメントや保護を主目的とする案件。当該社会の中でより弱い立場に置かれているグループの中の女性を支援することを意図する案件。例えば貧困女性、少数民族・先住民族女性、難民女性、女子児童。
ジェンダー活動統合案件 Gender Informed (Significant) [GI(S)]	プロジェクト目標や上位目標にジェンダー平等推進や女性のエンパワーメントにかかる目標を直接掲げていないが、ジェンダー平等や女性のエンパワーメントに資する具体的な取り組みを明示的に組み入れている案件。
ジェンダー対象外	ジェンダー平等・貧困削減推進室との協議の結果、案件の性質上「ジェンダー主流化ニーズ調査・分析」を実施しないと判断した案件。

(参考情報:社会基盤・平和構築部ジェンダー平等・貧困削減推進室)

第4期中期目標(2017~2021年度)におけるジェンダー関連指標

【指標15-4】機構が実施するプロジェクト(技術協力、有償資金協力、無償資金協力)におけるジェンダー案件比率:40%以上(金額ベースの比率)

※「ジェンダー主流化ニーズ調査・分析案件」(GI)はジェンダー主流化における最初の重要ステップであり、案件計画段階でジェンダー主流化のニーズを調査・分析した結果、以下に分類される案件となった場合に【指標15-4】上の「ジェンダー案件」として計上されます。

・ジェンダー平等政策・制度支援案件(GI(P))、・女性を主な裨益対象とする案件(GI(P))、・ジェンダー活動統合案件(GI(S))