

表紙

東アフリカ（ジブチ、エチオピア、ケニア、ルワンダ、タンザニア、ウガンダ）の 地熱プロジェクト開発に関する報告書：民間投資と官民連携の機会

※この日本語版は、正文の英語版より和訳したものです。適宜、英語版をご参照ください。

本調査は、アフリカ開発銀行（AfDB）アジア代表事務所と国際連合工業開発機関（UNIDO）が共同で、官民連携（Public-Private Partnership: PPP）を含め、民間からの資金を動員し、地熱セクターにおけるノンソブリン案件を促進するために具体的な投資機会を特定することを目的として実施した。AfDB アジア代表事務所は、アジアの投資家、とりわけ日本の投資家にアフリカの地熱セクターへの投資を促すこと促進する為にこの調査に着手した。本報告書では、東アフリカのジブチ、エチオピア、ケニア、ルワンダ、タンザニア及びウガンダには豊富な地熱資源があり、まだ未活用の地熱資源があることを強調している。東アフリカ 6 カ国は、2020 年時点で 2 億 9,800 万人以上の人口がいるが発電量はわずか約 12GW、そのうち約 63%は水力、太陽光、風力等の再生可能エネルギーによるものである。また、一人当たりの電力消費量は、2021 年の世界平均が 21,000kWhr 以上に対し、55～200kWhr と非常に低い水準である。消費量の少なさの要因としては、発電量の少なさと送電インフラの不足である。対象 6 カ国は、気候変動の緩和策として再生可能エネルギーによる発電量を増やすことを掲げており、地熱資源を重視している。

	2021 年 人口 (百万)	発電量 (MW)	普及率 (%)	再生可能エ ネルギー (%)	地熱発電 (%)	一人当たり の kWhr
ジブチ	1.1	164	65.4	26	0	55
エチオピア	120.3	5275	54.2	98	0.16	95
ケニア	53.1	3037	75	78.7	29.9	200
ルワンダ	13.5	276	74	49	0	73
タンザニア	63.6	1898	43	33	0	136
ウガンダ	45.9	1259	49	90	0	75
計	297.5	11,909		9,497 MW	940 MW	

対象 6 カ国は地熱資源を豊富に有しているが、規制や投資環境の不整備、不十分な技術や研修、資金不足等の多くの課題があるため、ごく一部しか開発されていない。しかし、東アフリカ大地溝帯（EARS）の東部には高温の火山主体の地熱資源があり、西部には中温の断烈制御の地熱資源があることがよく知られている。高温の地熱は、ケニア、エチオピア及びジブチで実証されており、西部の地熱資源の貯留層を特定するための調査が、選定地域での試掘のための地表調査とともに進行中である。東アフリカでは、約 20GW の発電が可能と推定されている。対象 6 カ国では、2035 年までに計 5,000MW 以上の地熱発電プロジェクトの開発を予定おり、多くはジブチ、エチオピア、ケニア及びタンザニアで実施予定で、探査掘

削が進行中である。ルワンダとウガンダでは、断烈制御地熱システムの評価に適した新しいアプローチで地熱システムの再評価を行っており、これまでのところ順調に進んでいる。東アフリカは地熱プロジェクトの PPP の経験があり、ケニアの 155MW の OrPower4 と 105MW の メネンガイ（Menengai）プロジェクト、エチオピアの トゥルモイエ（Tulu Moya）プロジェクトが例である。

2030－2035 年の目標達成のために、対象国での地熱開発に今後 7～12 年で 200 億米ドル以上の資金が必要と見積もっており、資金は公的及び民間資金、PPP から調達される見込み。ケニアでは 100MW のパカ（Paka）プロジェクトを組成中であり、タンザニアは実施予定の試掘で地熱資源が確認されれば、ンゴジ（Ngozi）プロジェクトに PPP 事業モデルを活用する予定である。ケニア、エチオピア及びウガンダのいくつかの地熱プロジェクトも、PPP による開発が予定されており、海外の投資家も参入可能である。ケニアとエチオピアでは、垂直統合型と水平分離型の PPP 事業モデルが地熱プロジェクトの資金調達に成功し、新プロジェクトはこの 2 つの事業モデルをミックスしたものになることが想定される。

東アフリカ地域は世界で最も急速に成長している地熱市場の一つであるため、民間投資家や金融機関は、地熱資源を活用したビジネス機会が多く存在する。民間開発事業者は、グリーンフィールド開発から、評価、フィージビリティ・スタディ、発電、運営、設備供給まで PPP プロセスを通じて関与することができる。ライセンスの手続きは、ケニアとエチオピアでは整備されており、他国でも整備中である。以下、各国の地熱開発の状況である。

ジブチ：アサール、ゲール・ラ・コマ（Asal, Gale La Koma）と、フィアレカルデラ（Fiale Caldera）の試掘井は、高い塩分濃度、井戸内の温度逆転、貯留層の低透水性という課題にもかかわらず高温地熱システムの存在を証明した。このような複雑な貯留層の開発を支援するために、民間の技術企業や経験豊富な開発者が集まっている。ジブチでは、ハンレ-ガラバイス（Hanle-Garrabayis）、アベ湖（Lake Abhe）、ノース-グーベト（North-Ghoubhet）などのグリーンフィールドプロジェクトもある。ジブチは再生可能エネルギープロジェクトに競争力のある PPA を整備しているため、高い収益が期待できる。

エチオピア：エチオピアは、地溝帯が全長に渡りアフリカで最も地熱のポテンシャルが高い国の一つである。エチオピア電力公社（EEP）は、アルトランガノ（Aluto-Langano）プロジェクトの発電段階に向けて注力している。トゥルモイエとコルベッティ（Corbetti）地域は、民間企業による開発が予定されている。グレートーテンダホ（Greater Tendaho）案件を含む 26 件は、EEP やライセンスを保有している民間企業との連携のもと、投資が求められている。送電網との距離は近く、プロジェクトは成功する可能性が高い。EEP は掘削リグを保有しているため、開発コストは低くなることが予想される。

ケニア：アフリカの地熱市場で最も急成長している国であり、地熱の PPP が最も成功している国である。現在、ケニア電力発電公社（KenGen）を通じた政府による発電設備容量が最も大きい。PPP を活用した民間による発電容量は急増している。現在 190MW の設備容量があり、2025 年までにさらにメネンガイの 70MW、2026 年までにさらにオルカリアの 200MW の増加が見込まれている。ケニア地熱発電公社（GDC）は、2024 年に入札が予定されている PPP 案件である 100MW のパカプロジェクトの開発を計画している。GDC はパカとススワ（Suswa）での掘削を開始する予定である。また、民間開発事業者に発行された地熱の掘削ライセンスもいくつかあるが、資金不足等の課題により進展しておらず、これらのプロジェクトには、新たな投資機会がある。

ルワンダ：2013-2014 年にカリシンビ（Karisimbi）で 2 本のドライ試掘井が掘削された後、ルワンダでの地熱開発は停滞している。技術評価では、EARS の西側にある断烈制御地熱システムの資源を確認するため、異なるアプローチをとることを推奨され、現在は新しいガイドラインに沿って調査が進められている。政府は、EARS 西部の地熱資源の探査に前向きである。しかし、低温から中温の見通しであり、モジュール式有機ランキンサイクル（ORC）発電や直接使用に適した小さな貯留層を有する可能性が高い。政府は民間のプロジェクト参入に前向きだが、地熱案件への参入に関する法律が十分に整備されていない等の課題がある。

タンザニア：タンザニアの地熱開発は、2012 年にタンザニア地熱開発公社（TGDC）が設立され、地熱資源の掘削と開発が急速に進められた。タンザニアで最もよく知られているのは、高温地熱としてンゴジプロジェクトである。2023 年に 3 つの細い穴の探査掘削が開始され、地熱貯留層が確認された場合は、さらなる評価調査と掘削を実施する独立系発電事業者（IPP）が選定され、段階的に最大 200MW の発電所を建設する予定である。2024 年にキージョンバカ（Kiejo-Mbaka）でも掘削が実施される予定である。TGDC は IPP からの関心表明（EOI）を受け付けている。ナトロ（Natron）湖を含むタンザニアの他の地域では、民間が関心を示すには、まだ詳細な調査が必要である。

ウガンダ：地熱プロジェクト開発の指針となるような政策と法律を策定中である。専門家は、EARS の西部の地熱システムの探査にて良い結果が出ているところ、近い将来、実行可能なプロジェクトが特定される見込みである。また、民間企業に発電と直接利用の両方のライセンスを与えている。プロジェクトの後続フェーズ、特にキビロ（Kibiro）、ブランガ

(Buranga)、パニムル (Panyimur) の各地域のプロジェクトを実施するには、民間からの資金が必要である。

既存プロジェクトの分析と評価、ステークホルダーとの協議結果に基づき、対象国における PPP の地熱プロジェクトを加速させるための 4 つの主な課題が特定された。また、これらの課題を解決するための提言が提案されている。

課題 1：地熱開発の規制と地熱の価格決定プロセスの明確化

地熱資源の所有権、ライセンスの種類、ライセンスを許諾する人、ライセンスの保有者、開発地域の境界線に関する不明確な定義や規制は、民間開発事業者にとってビジネスの予測可能性や継続性を損なう要因となりうる。東アフリカのいくつかの国では、地熱開発に関する法律や規制が未整備あるいは不明確のため、民間の参入の障壁となっている。さらに、地熱資源によって発電された電力の価格決定プロセスが標準化されていない国もあり、透明性もなく、これらは民間が参入する際の障壁となる。

提言

a) 明確且つ透明性のある所有権、ライセンス、行政手続きのための地熱法の整備

民間企業や投資家を呼び込むには、地熱法による調査や開発のための明確且つ透明性のある所有権、ライセンス、行政手続きが重要である。地熱法の整備により、民間開発事業者は、ライセンスや行政手続きにかかる費用や期間が見積ることが可能となり、リスクを軽減することができる。また、地熱資源の所有権を明確にすることで、開発事業者と土地所有者の争いを避けることができる。さらに、透明性のある手続きは、賄賂のような違法行為防止にも繋がる。地熱法が確実に施行されるようにするには、中央政府及び地方自治体の能力も重要である。

ケニアは、1982 年に地熱資源法を制定した（廃止）。この法律は、地熱資源を明確に定義し、所有権、調査許可と地熱発掘ライセンスの申請手続きについて詳細に定めている。また、民間が地熱開発に参加することを認めている。この法律が施行されたことにより、政府や国営企業だけでなく、多くの民間開発事業者に対してエネルギー省から地熱探査ライセンスが付与された。地熱プロジェクトの前提条件は、場所や技術によって異なるため、電力販売契約（PPA）にはプロジェクトの事業費を反映する必要がある。

b) 地熱発電の PPA 及び価格の標準化

地熱発電の PPA と売電価格の標準化は、民間開発事業者にとって、PPA の交渉プロセスを短縮し、プロジェクトの確実性を高めるために必要である。ケニア、特に EPRA は、地熱発電所のための標準的な PPA と売電価格を設定している。価格については、固定買取価格制度（FIT）が定められていた時は、FIT に基づいて価格が決められていた。電力販売の契約に関しては、EPRA は大規模発電事業者（10MW 以上）と小規模発電事業者（10MW 以下）に対

して標準的な PPA を策定している。PPA には、為替リスクを軽減するために米ドルで支払うオフテイカーの支払い義務や、不可抗力リスク等を含めることができる。オルカリア 3 発電所の拡張プロジェクトでは、ケニア電力電灯公社（KPLC）がオフテイカーとして IPP の為替リスクを軽減するために、電力の支払いを米ドルで支払った。KPLC は、自然災害や政治的な不可抗力事由が発生した場合、稼働状況に関係なく IPP に支払いを行う義務を負う。

課題 2：地熱資源開発に関連する法規制の制度的枠組みと実施能力、及び現地労働者の技術

地熱開発プロジェクトの実現には、明確な制度的枠組みと政府機関の能力（例：法律や規制を実行する能力、ステークホルダーとの交渉・調整能力）が不可欠である。対象国の多くでは、地熱開発のあらゆる段階で熟練した技術者が不足しており、探査段階で行き詰っているプロジェクトもある。現地の技術者の技術力によりスケジュールの遅延や事業費の増加に繋がることもあり得る。プロジェクトの安定的な継続のためには、政府内で地熱開発に関する知識や経験を蓄積することだけでなく、政府内で関係者の再編成があった際に、これまでの民間開発事業者との経緯を適切に引継ぐことも重要である。しかし、政府内の連携に問題があるがゆえ、プロジェクトの進捗に遅れや民間の参入の障壁になっているという指摘もある。対象 6 カ国は PPP に関する法律を制定しているが、地熱発電における PPP の実例はほとんどなく、管理・運営能力にギャップがあることを示唆している。

提言

a) 継続的且つ持続的な能力構築プログラムの構築

地熱開発に関連する法律や規制を実施するため、継続的且つ持続的な能力構築プログラムは不可欠である。能力構築プログラムは、地熱発電事業者だけでなく、政府の PPP を管轄している関係者も対象である。熟練したエンジニアと、政府関係者の地熱に関する高い知見は、民間を呼び込む枠組み、法律や規制の策定等を可能にし、PPP の地熱プロジェクトを加速させることができる。例えば、ケニアは UNESCO-GRO や 独立行政法人国際協力機構（JICA）等の研修プログラムを通じて、地熱開発のための能力構築プログラムを実施している。2015 年に実施された東アフリカの技術力ギャップ調査で、地熱プロジェクトを効果的に開発・管理するために、東アフリカ地域全体で 15,000 人以上の熟練した専門家が必要であるとしている。アフリカ連合の支援のもと Geothermal Centre of Excellence（GCE）がケニアに設置される予定である。同施設は、全てのアフリカ各国からの学生を受け入れる予定である。

b) 明確な制度的枠組みと連携の確立

地熱開発や PPP に関わる明確な役割と責任を確立することは、地熱開発に関する政府目標を効果的に達成するための重要である。地熱開発には関係者が多いため、あらゆる政府機

関（国立公園や野生生物保護局を含む）間の調整をするための省庁間のコーディネーターが必須である。コーディネーターは、地域社会、地方自治体、産業界、その他の公的機関とも密接に連携し、開発事業者の提示条件が要件を満たしていることを確認する。明確な制度的枠組みとコーディネーターにより、行政手続きにかかる時間を短縮することができる。ケニアには、前述したように、地熱プロジェクトの PPP に関する明確な制度的枠組みがある。例えば、地熱発電に特化した GDC を設立し、GDC は上流の開発を行い、KenGen は発電所の開発を行う。GDC が開発した蒸気は、KenGen や IPP に供給される。

課題 3: 官民のリスク分担

地熱開発には、探査の初期段階のリスク（十分な資源がない、蒸気生産力が低い）、信用リスク（IPP がオフテイカーから期日内に支払いを受けられない）など、民間のみで賄うことが難しいリスクがある。政府が地熱開発の初期段階を担当し、官民でリスクとコストを分散することは重要であるが、いくつかの国では十分な政策や制度がない。

提言

a) コストやリスク分担のための政府スキームの確立

PPP による地熱プロジェクトを成功させるには、官民のリスク分散が重要である。地熱開発では、探査リスクは主要なリスクの一つであり、掘削費は主要なコストとなる。特に、高リスク・高コストを伴う開発の初期段階では、民間からの投資を呼び込むためのコストやリスクの分散スキームを確立することが重要である。官民のリスク分散は日本で確立されており、民間開発事業者は、探鉱井のコストを最大 40%、生産井と圧入井のコストを 20%と、官民間でのリスクが分散されている。東アフリカでは、アフリカ連合委員会が運営し、ドイツ復興金融公庫（KfW）が支援している地熱リスク軽減ファシリティ（GRMF）が、最大 4 つの坑井の地表探査費用の最大 80%、掘削と評価費用の 60%を融資している。

b) 銀行・保険会社の保証と組み合わせた政府保証の提供

政府保証は、蒸気供給者やオフテイカー等の能力や信用力に関するリスク対策、また、ポリティカルリスクや規制リスクなど、民間だけではカバーできないリスクを軽減するために、銀行や保険会社の保証と組み合わせる。ケニアのメネンガイプロジェクトでは、アフリカ開発基金（ADF）の部分的リスク保証（PRG）と政府からのサポートレターを組み合わせたセキュリティパッケージを導入した。AfDB と政府のバックアップのもと設立された PRG は、オフテイカー（KPLC）による不払いや GDC による蒸気の不引渡しリスクをカバーする。民間開発事業者はまた、ポリティカルリスクや契約解除リスクをカバーする世界銀行の多数国間投資保証機関（MIGA）や、ミュンヘン再保険（Munich Re）のような民間の保険を利用することもできる。MIGA のポリティカルリスク保険は、エチオピアのトゥルモ

イエプロジェクトで使用され、政府保証に追加的な財務リスクを担保し、当初の 25 年間の固定価格買取契約を支えている。また、ケニアのアキイラ（Akiira）プロジェクトではミュンヘン再保険が利用され、地熱資源の枯渇による出力不足のリスクをカバーしている。

課題 4：民間開発事業者に対する財政支援の不足

地熱開発には、各段階で莫大な資金が必要である。免税などの財政的な優遇措置が明確に定義されていない国もあり、民間の参入やプロジェクト進行の障壁となる。課題 1 で説明した価格決定プロセスの透明性に加え、プロジェクトの採算性を高めるために、電力の買い取り価格を一定レベル（開発コストを上回る）に設定することにも課題がある。このような制度が政策的に確立されていない国もあり、民間の参入障壁となる。

提言

a) 地熱開発に対する財政的インセンティブの提供

財政的インセンティブは、地熱開発を促進するために重要であり、インセンティブには、土地使用料の優遇、材料や機器の輸入関税等の免除が含まれる。これらの優遇措置は、地熱探査のコストを削減し、プロジェクトの収益性を上げるという点で事業者側にとってメリットである。さらに、土地使用料は探鉱の段階では免除され、調査後の資源の確認後に支払うこととすべきである。例えば、ケニア（オルカリアプロジェクトの事例）では、輸入に対する税金や関税の免除、50MW 以上の地熱発電所に対する 10 年間の免税、印紙税の免除、政府のサポートレターの発出等、多くの財政的なインセンティブを提供している。エチオピアも、同様な財政的インセンティブを提供している。

b) 民間セクターへの安定した投資収益率

安定した投資収益率は、民間が地熱開発に参入する上で重要である。収益性を予測し易くすることで、地熱プロジェクトのバンカビリティを高める。安定した収益率は、固定価格、入札またはオークション価格、平準化された発電コストに規制当局や政策立案者が設定した目標収益率を加えた形で得ることができる。さらに、民間開発者の投資収益率をさらに高めるには、気候変動基金や開発金融機関基金のような低コストの金融（低金利・長期の償還期間）も重要である。例えば、ケニアは 2010 年～ 2021 年まで、地熱発電所に対する FIT を導入し、最大容量 70MW の地熱発電所に対する FIT は、20 年間で US\$0.088/kWh であった。FIT の導入後、地熱発電の設備容量は 2012 年の 200MW から 2017 年には約 600MW に急増した。民間も国内のいくつかの地熱開発に参入した。ケニアのメネンガイプロジェクトは、クリーン・テクノロジー・ファンド（CTF）の民間セクタープログラムを通じて譲許的融資を受け、低コストでの資金調達が可能となった。CTF は、AfDB を通じて 2 つの IPP に譲許的融資を提供した。

寄稿者

アフリカ開発銀行アジア代表事務所 木下直茂

現在、アフリカ開発銀行（AfDB）アジア代表事務所オフィサー・イン・チャージ（OIC）を務める。民間セクターおよび国際開発金融機関（MDBs）での 25 年以上の実務経験を活かし、2021 年より現職。専門はアフリカのエネルギー・インフラ事業。現職に就く前は、AfDB の電力・エネルギー・気候・グリーン成長（PEVP）でチーフインベストメントオフィサーを務めた。2011 年から AfDB 本部で、民間セクターの案件を担当。エネルギーやインフラプロジェクトへの融資の案件組成やクロージング、プライベートエクイティファンドへの出資などを担当。また、AfDB を代表して、ARM-Harith Infrastructure Investment Limited (ARMHIF)、Climate Investor One Fund (CIO)、African Renewable Energy Fund (AREF)などのプライベートエクイティファンドのアドバイザーボードを務めた。特に、ケニアのメネンガイプロジェクトやエチオピアのコルベッティプロジェクトなど、独立系発電事業者（IPP）の地熱発電プロジェクトに係わる。AfDB 入行以前は、日本の衛星会社に勤務し、事業戦略の実施、アジアにおける M&A や事業開発の管理を担当。また、2000 年代初頭にはエンロンで日本の電力市場への新規参入に従事。1990 年代には、伊藤忠商事株式会社に勤務。カリフォルニア大学アーバイン校（米国）で経営学修士（MBA）、ロンドン大学東洋アフリカ研究学院（SOAS）でグローバル・エネルギー・気候政策の修士号取得。

ピーター・A・オメンダ(Peter A. Omenda), PhD

ピーター・オメンダ博士は、30 年以上の経験を持つ地熱プロジェクト開発の専門家であり、東アフリカの地熱探査・開発プロジェクトの多数の経験を持つ。現在はケニアナイロビを拠点とする Scientific and Engineering Power Consultants Ltd の地熱エネルギー資源開発コンサルタント兼研究者であり、国際地熱協会（IGA）の元理事、アフリカ地熱協会の会長、ケニア地熱協会及びケニア地質学会の会員。以前は地熱開発会社（Geothermal Development Company）とケニア発電会社（KenGen）でシニアマネジメントとして勤務。ナイロビ大学で地質学の学士号と修士号を取得し、ニュージーランドのオークランド大学で地熱エネルギー技術のポストグラデュエート・ディプロマを取得、米国エルパソのテキサス大学で地質科学の博士号を取得。また、ケニアのジョモ・ケニヤッタ農工大学で経営修士号を取得。国際ジャーナルに幅広く論文を発表し、多くの国際的なワークショップや会議で発表している。東アフリカの多数の地熱プロジェクトに参加し、エネルギー政策、調査、評価、計画及び管理で多くの実績を持つ。

ジェクトン・T・アチエン (Jectone T. Achieng)

アフリカ開発銀行（AfDB）の電力・エネルギー・気候・グリーン成長（PEVP）にて、プリンシパルインベストメントオフィサー（ノンソブリン）として、プロジェクトファイナンス、コーポレートファイナンス、保証などの案件組成からクロージングまでを担当。南アフリカのケープタウン大学で開発金融の商学修士号（MCOM）を取得、ケニアのナイロビ大学で会計学の学士号と経営修士号（MBA）を取得。また、ケニア公認会計士（CPAK）を保有。プロジェクトマネジメント、プロジェクトファイナンス、契約書類、財務モデリング、交渉術等の研修を受講。20 年以上の職務経験を持ち、2018 年にアフリカ開発銀行に入行。それ以前は、ケニアの準国営企業の Geothermal Development Company Limited にて、プロジェクトマネージャー、開発機関や開発金融機関との連携、企業ステラジスト、財務アナリストなどに従事。また、政府の官民パートナーシップ・ノードで代表を務め、ケニア民営化委員会のトランザクションマネージャー、監査法人（デロイト及び KPMG ケニア）のコンサルタントとして、PPP、コーポレートファイナンス、財務管理、戦略、運営の業務で 15 年以上の経験を有する。

各国レポートは下記よりダウンロード可

[Geothermal fact sheet for promoting PPP -Djibouti](#)

[Geothermal fact sheet for promoting PPP -Ethiopia](#)

[Geothermal fact sheet for promoting PPP -Kenya](#)

[Geothermal fact sheet for promoting PPP -Rwanda](#)

[Geothermal fact sheet for promoting PPP -Tanzania](#)

[Geothermal fact sheet for promoting PPP -Uganda](#)

[Geothermal fact sheet for promoting PPP -PPP models](#)

[Geothermal fact sheet for promoting PPP -Risks and mitigation measures](#)