

エチオピア連邦民主共和国に おける地熱発電事業に関する 事業実施可能性調査 報告書

2017年3月10日

PwCアドバイザリー合同会社

目次

1. 本調査の目的

2. 調査の手法

3. エチオピア概観

- ・ 経済トレンド
- ・ 電力セクター概観

4. 組織体制の整理

- ・ エネルギー開発を取り巻く組織体制
- ・ 水灌漑電力省傘下の機関
- ・ 構造改革と現組織枠組みの狙い
- ・ 地熱開発における役割分担

5. 法制度の整理

- ・ 民間地熱プロジェクトを取り巻く法環境全体像
- ・ エネルギーセクターに関する法制度
- ・ 地熱法の構成
- ・ 地熱開発ライセンスの種類
- ・ エチオピアの環境社会配慮関連法
- ・ 政府各機関と民間事業者の義務範囲
- ・ 地熱開発にかかる法整備の動向

6. エチオピアの電力価格

- ・ エチオピア電力価格
 - ー 販売コストと発電コスト
 - ー 他国との比較

7. ケニア地熱開発との比較

7.1 ケニア地熱開発

- ・ 民間地熱プロジェクトを取り巻く法環境
- ・ 地熱関連の現行の組織体制
- ・ 現組織体制に至る経緯

7.2 エチオピア/ケニアの比較

- ・ 法制度(土地収用・その他)
- ・ 地熱開発段階毎の組織体制

7.3 地熱開発ファイナンス

- ・ 基本的な考え方
- ・ ケニアのファイナンススキーム
- ・ ケニアのモデルケース(1) Olkaria III
- ・ ケニアのモデルケース(2) Menengai

7.4 ケニアの事例から得られる教訓

8. エチオピア地熱開発の現状と課題

8.1 エチオピア地熱開発の現状

- ・ 現状のエチオピア地熱開発プロジェクト
- ・ エチオピアのモデルケース: Corbetti

8.2 エチオピア地熱開発の課題

- ・ 現地での協議の概要
- ・ ①PPAの個別交渉; ②熱源リスク分担の考え方; ③法制度の整備;
④案件規模と事業性・電力価格(事業性分析);
⑤日本企業による開発候補の選定; ⑥海外投融資全般

9. エチオピア政府への提案

- ・ 事業・運営権獲得対応型円借款に関する基本的な考え方
- ・ エチオピア政府への提案1～5

10. 日本企業の事業参入のための支援の検討

- ・ 事業・運営権獲得対応型円借款の活用を検討
- ・ 熱源リスク低減のための円借款
(参考) 地熱発電ファイナンス 日本による支援
- ・ エチオピア政府への支援の候補

略語集①

略語	正式名称	日本語訳
AETPD	Alternative Energy Technology Development and Promotion	代替エネルギー技術開発と促進(プログラム)
AFD	Agence Française de Développement	フランス開発局
AfDB	African Development Bank	アフリカ開発銀行
AREF	African Renewable Energy Fund	アフリカ再生可能エネルギー基金
AU	African Union	アフリカ連合
BOO	Build-Own-Operate	建設・所有・運営
CAGR	Compound Average Growth Rate	年平均成長率
DEG	Deutsche Investitions - und Entwicklungsgesellschaft	ドイツ投資開発会社 (2001年にKfWによって買収)
DA	Depreciation	減価償却
DD	Due Diligence	デューデリジェンス(査定)
EAIF	Emerging Africa Infrastructure Fund	新興アフリカ諸国インフラストラクチャー基金
EEA	Ethiopian Energy Authority	エチオピアエネルギー公社
EEP	Ethiopian Electric Power	エチオピア電力公社
EEPCo	Ethiopia Electric Power Corporation	エチオピア電力パワー会社
EEU	Ethiopian Electric Utility	エチオピア電力ユティリティ
EFP	European Financing Partnership	欧州ファイナンスパートナーシップ
EIB	European Investment Bank	欧州投資銀行
EPA	Environmental Protection Authority	環境保護公社
EPC	Engineering, Procurement, Construction	エンジニアリング、調達、建設
ERC	Energy Regulatory Commission	エネルギー規制委員会
ESIA	Environmental and Social Impact Assessment	環境社会インパクト評価
FMO	Financierings-Maatschappij voor Ontwikkelingslanden	オランダ開発金融公社
FS	Feasibility Study	実現可能性調査

略語集②

略語	正式名称	日本語訳
G/A	Grant Agreement	贈与契約
CAPEX	Capital Expenditure	資本的支出、設備投資
GDA	Geothermal Development Association	米国地熱開発協会
GDC	Geothermal Development Company Ltd.	ケニア地熱開発公社
GDC	Geothermal Development Company	地熱開発公社(ケニア)
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GoE	Government of Ethiopia	エチオピア政府
GoK	Government of Kenya	ケニア政府
GRMF	Geothermal Risk Mitigation Facility	地熱リスク軽減ファシリティ
GSE	Geological Survey of Ethiopia	エチオピア地質学調査所
GWh	Gigawatt Hour	ギガワットアワー/キロワット時
IDC	Iceland Drilling	アイスランドドリリング
IPP	Independent Power Producer	独立系発電事業者
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JV	Joint Venture	合弁企業
KenGen	Kenya Electricity Generating Company Limited	ケニア電力発電公社
KETRACO	Kenya Electricity Transmission Company Ltd.	ケニア送電公社
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau	ドイツ復興金融金庫
KPC	Kenya Power Company	ケニア電力会社
KPLC	Kenya Power & Lighting Co.	ケニア政府電力電灯会社
kWh	Kilowatt hour	キロワットアワー/キロワット時
L/A	Loan Agreement	借入契約

略語集③

略語	正式名称	日本語訳
M/P	Master Plan	マスタープラン
MIGA	Multilateral Investment Guarantee Agency	多数国間投資保証機関
MoF	Ministry of Finance	財務省
MoWIE	Ministry of Water, Irrigation, and Energy	水灌漑電力省
MW	Megawatt	メガワット(単位)
MWh	Megawatt Hour	メガワットアワー/メガワット時
NEMA	National Environment Management Authority	国家環境管理公社
O&M	Operation & Maintenance	運営・保守
OPIC	Overseas Private Investment Corporation	海外民間投資公社
PISSA	Project Implementation and Steam Supply Agreement	事業履行・蒸気供給契約
PPA	Power Purchase Agreement	電力購入契約
PPP	Public Private Partnership	官民パートナーシップ
PRG	Partial Risk Guarantee	部分リスク保証
Proparco	Société de Promotion et de Participation pour la Coopération Economique	フランス経済協力振興投資公社
R/D	Record of Discussion	討議議事録
RG	Reykjavik Geothermal	レイキャビク・ジオサーマル(民間事業者)
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development	探査・掘削技術の研究開発支援
SPV	Special Purpose Vehicle	特別目的事業体
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
WB	World Bank	世界銀行

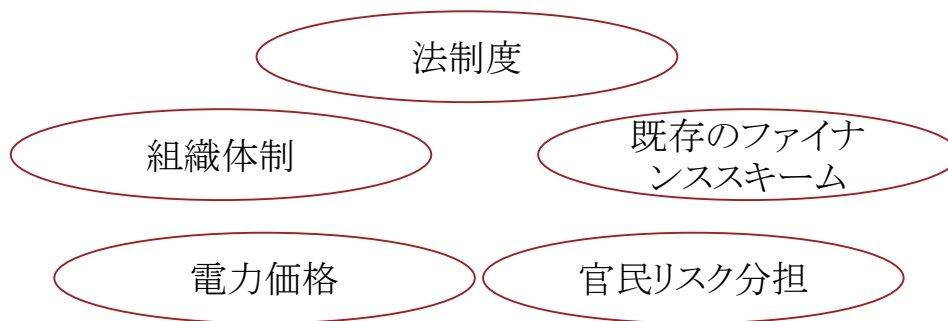
1. 本調査の目的

- 本調査では、エチオピアの地熱開発の現状について、同国のエネルギーセクターの政策確認、法制度、組織体制、電力価格、地熱ファイナンスの面から精査し、同国の地熱発電事業における日本企業の参画の可能性を検討する。
- 同国の地熱電力開発に係る課題を整理し、日本企業による投資を促進するための改善案をエチオピア政府に提言する。
- 上記の検討に際し、ケニアの地熱開発との比較から得られた示唆を基に、日本の公的資金を活用すべくエチオピアの現状に即したファイナンス・スキームを提案する。

1. エチオピアのエネルギーセクター・地熱セクターの理解

エネルギー需要供給の変遷と予測、地熱開発の計画

2. エチオピア地熱開発を取り巻く環境と制度の理解



3. 日本企業参画の可能性を検討

- 日本企業の参入を実現できる投資環境(土地関連含む)を整理
 - 初期経済性分析
 - これまでのケニア及びエチオピアにおける地熱ファイナンス手法(官・民)の整理
- ↓
- 日本の公的資金を利用した地熱ファイナンスの提案

2. 調査の手法

- デスクトップ調査では、主にエチオピアの制度と法体系を整理すると共に、既存の地熱開発と比較するため、ケニアの事例から、その地熱開発の経緯と課題を調査・分析し、エチオピアの地熱開発の現状と比較する。
- 案件開発を担うDeveloper、資金提供者であるドナーへのインタビューを実施し、既に開発が進められている事例から、ファイナンス組成の手法や開発における課題の示唆を得る。
- エチオピア地熱開発を取り巻く関連法案の確認や現地でのヒアリング、地熱発電事業を管轄するEEP及び水灌漑電力省等との協議から、「事業・運営権獲得対応型円借款」を導入するに当たり障壁となり得る課題を抽出する。
- 既存の地熱開発プロジェクトから得られる教訓を生かして、エチオピアで現在構築されている枠組みにふさわしい、民間による地熱案件の考え方を検討する。

I. 地熱開発に取り組む 枠組みの整理

II. 資金提供の方法と リスクテイクの検討

III. 日本提案の策定

調査項目

- エチオピアのエネルギー関連、地熱、環境社会配慮(土地問題含む)、電力価格、投資関連の法律の精査
- 外国投資家にとっての法令解釈
- 現在の地熱発電開発の課題整理
- ケニアのエネルギー関連法律、地熱開発組織の概要とその変遷

- 既存Developerのファイナンス組成方法
- 既存の官民間のリスク分担
- 投資家が重要視するポイントの整理

- ① 日本の投資家を呼び込むための投資環境
- ② 日本資金活用の新スキーム(事業・運営権獲得対応型円借款)
- ③ 今後さらに必要な狭義な調査を明確化

手段

- 公開されている法律、レポートの精査
- エチオピア電力公社(Ethiopian Electric Power: EEP)/法律事務所との議論から法律の解釈
- エチオピア関係機関、ドナー、国際協力機構(JICA)、法律事務所へのインタビュー

- Developer(エチオピア・ケニア)/ドナーへのインタビュー
- 国際機関の地熱ガイドブックを活用して地熱開発の多様性を理解

EEPとの議論より、事実確認と、ファイナンススキームについて彼らの意見を確認

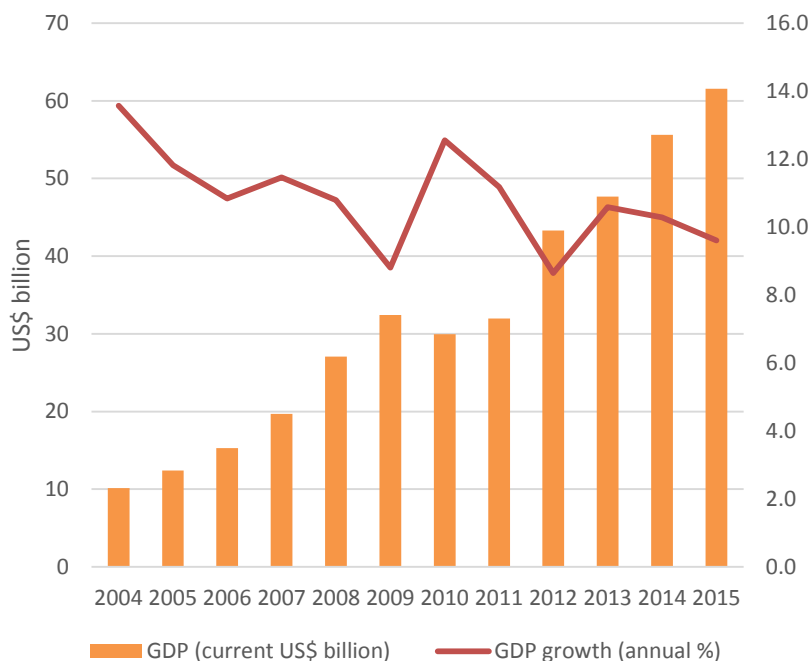
3. エチオピア概観

調査項目

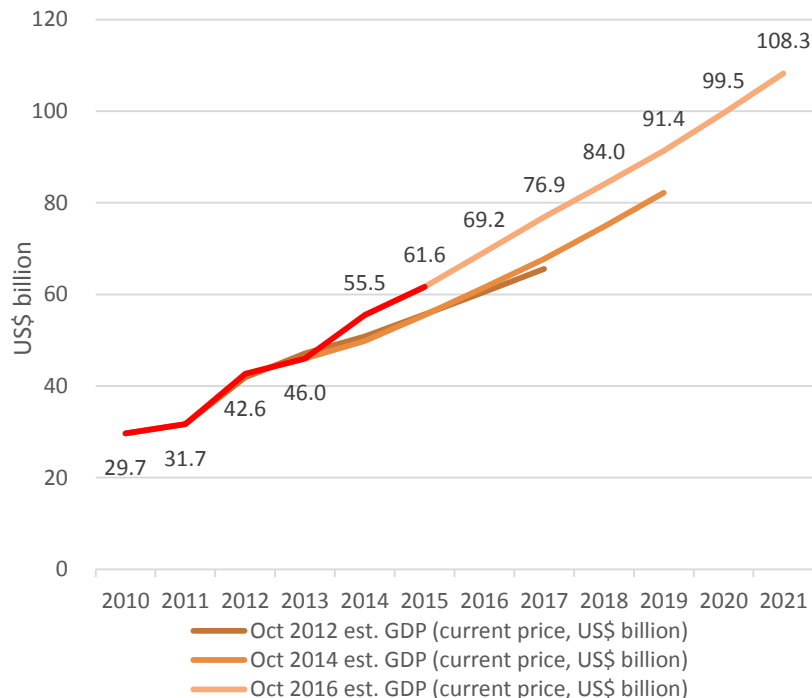
- ・ 経済トレンド
- ・ 電力セクター概観
 - 過去の電力需要の成長
 - 過去の発電量の伸び
 - 電力需要の見通し
 - 現在の電源ミックス
 - 将来の電源ミックス
 - 地熱有望サイト
 - 地熱開発の計画(全体)
 - 地熱開発の計画(発電所毎)
 - 地熱開発の状況

3. 経済トレンド

- 2008年の世界経済危機後にエチオピア経済は停滞したが、2005年～2015年間の平均GDP成長率は、年7.7%と継続的に高く推移した。
- エチオピア経済はIMF予測よりも早く成長しており、今後5年間も堅調な伸びが予想される。



図：GDPとGDP成長率の推移



図：IMFによるGDP成長予測と実質GDP成長の推移

出所: World Bank Database, IMF Economic Outlook

エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書

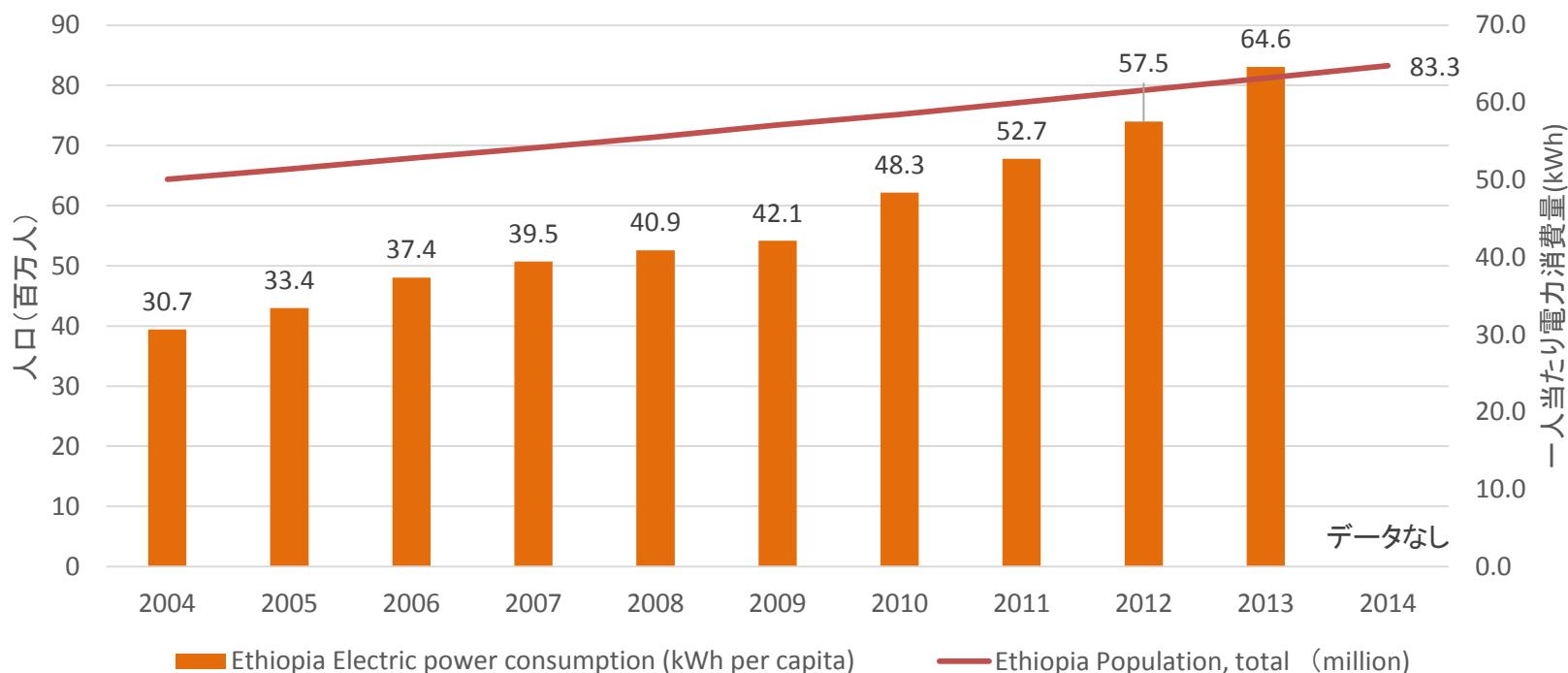
PwC

3月 2017

9

3. 電力セクター概観①：過去の電力需要の成長

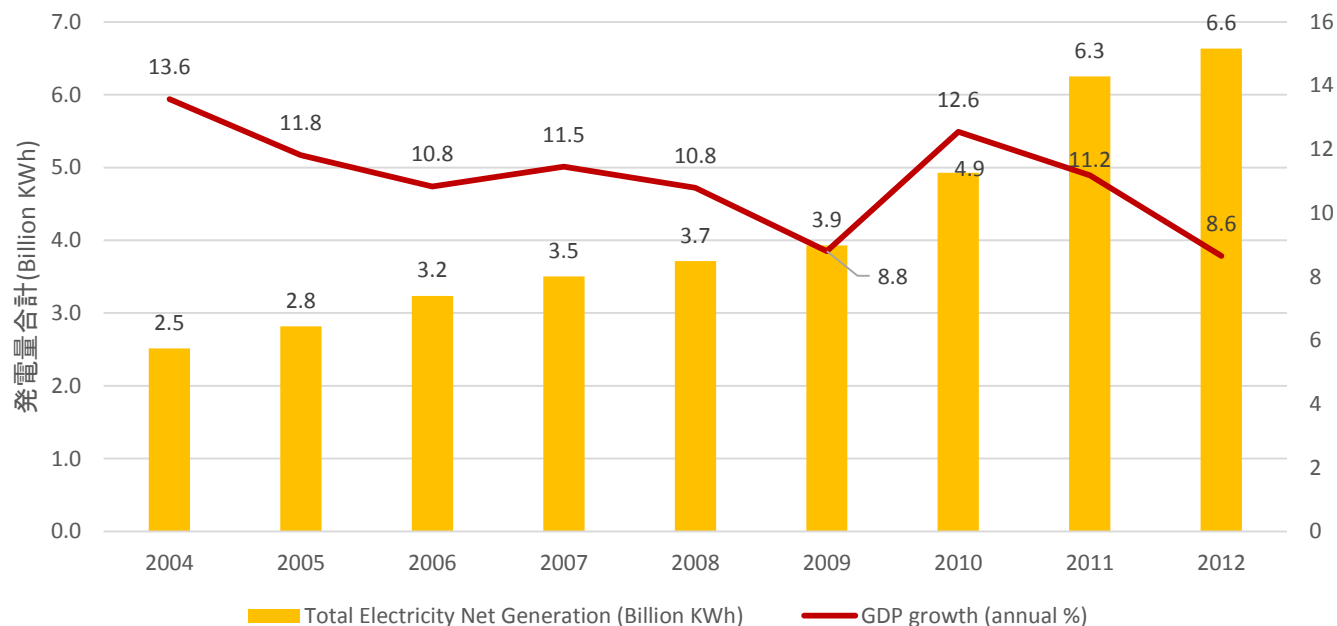
- エチオピアは最近10年間で年平均約2.37%(CAGR, 2004-2014)の高い人口増加率を維持し、かつ、一人当たり電力消費量も毎年増加している。
- GDP成長は若干の乱高下があるものの、電力需要は毎年伸び続けており、GDP成長率が下落した年であっても消費は増加していることから、電力生産は常に増加の傾向をみせている。



図：人口増加と一人当たり電力消費量の推移(KWh)

3. 電力セクター概観②：過去の発電量の伸び

- GDP成長率が下降気味となった2004年から2009年の間は、発電量の伸びも緩やかであった。
- 2010年に成長率が回復すると、電力発電量も大きく伸び始めた。2010年以降成長率は下降しているとはいえ、10%前後の高い成長率である。その成長を支えるため、電力発電量は毎年増加している。



	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
GDP 成長率 (年率 %)	13.6%	11.8%	10.8%	11.5%	10.8%	8.8%	12.6%	11.2%	8.6%
電力発電量 (ネット、億 KWh)	25	28	32	35	37	39	49	63	66
電力発電量(億KWh) 前年比伸び		112%	115%	108%	106%	106%	125%	127%	106%

図：合計発電量(億KWh)とGDP成長率の変遷

出所: Ethiopia Data Portal (International Energy Statistics 2015 より抜粋)

エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書

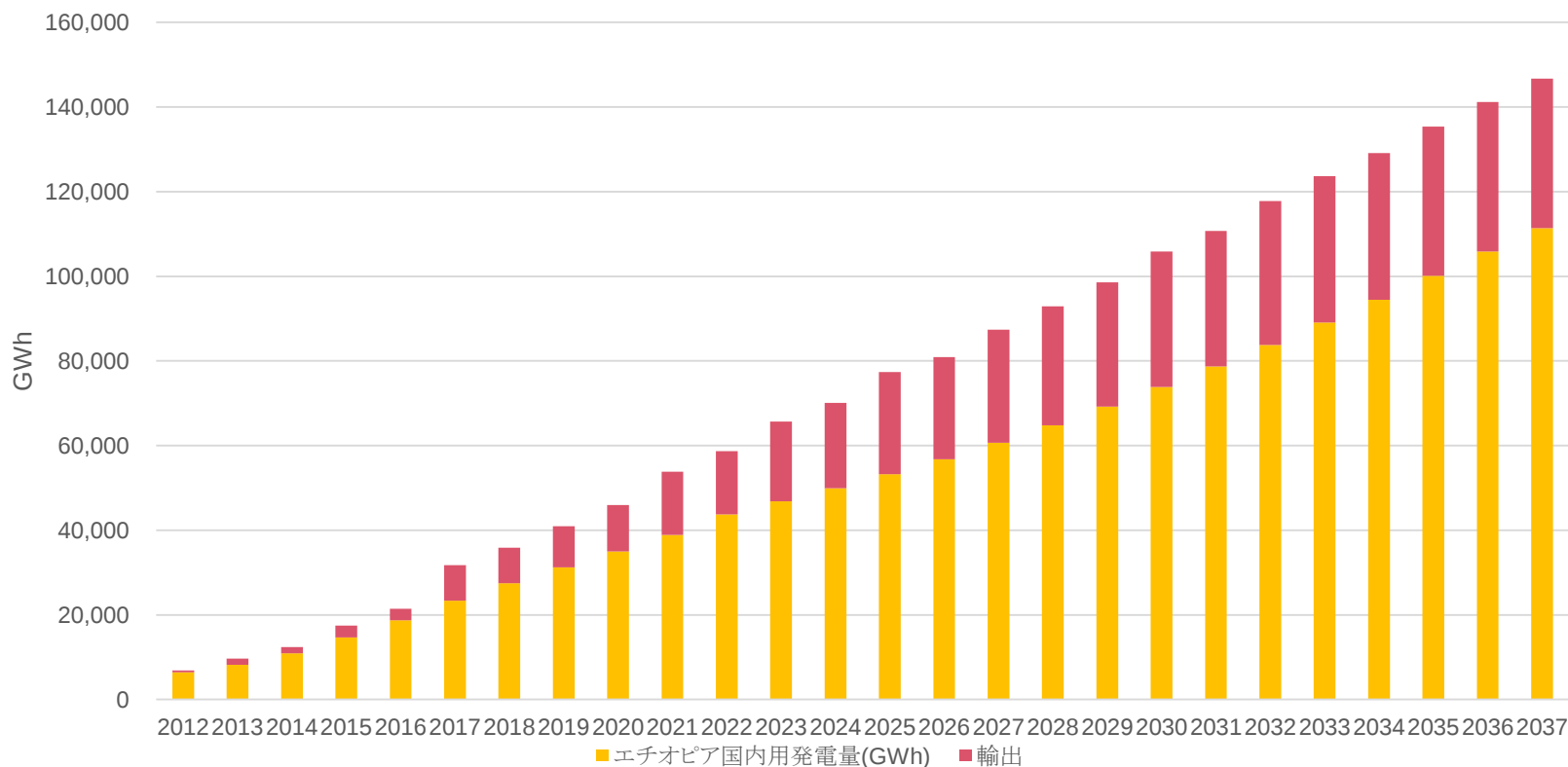
PwC

3月 2017

11

3. 電力セクター概観③： 電力需要の見通し

- ・ 国内外向け発電量全体では、2013年～2037年の平均で14%の伸びを期待している。
- ・ 過去のデータから、GDP成長率の上下変動に関わらず、一人当たり電力消費量は年々伸びていることから、経済成長率以上に発電量の増加が必須である。電力消費量は伸びていくと考えられるため、新規の安定的な電源開発が重要となる。



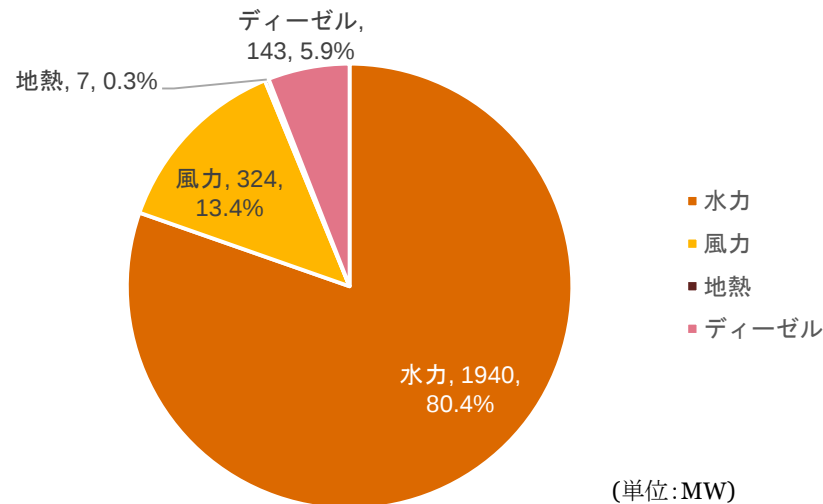
図： エチオピア国内用・輸出用発電量の将来予測(GWh)

出所: Ethiopia Data Portal (International Energy Statistics 2015 より抜粋), Ethiopia Power Expansion MP
 エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書
 PwC

注: 発電量は2012年のみ実績

3. 電力セクター概観④：現在の電源ミックス

- 現在は設備容量の約80%が水力発電となっており、地熱は全体のわずか0.3%に過ぎない。
- 水力発電への依存は、雨量の変動がもたらす不安定な電力供給の原因となっており、今後の電力供給計画では、水力以外の再生可能エネルギー(風力、地熱、太陽光発電)開発を行うことが求められており、それらの開発に関してはPPPの活用が推奨されている。



図： 2015年時点の電源ミックスの割合(グリッド)

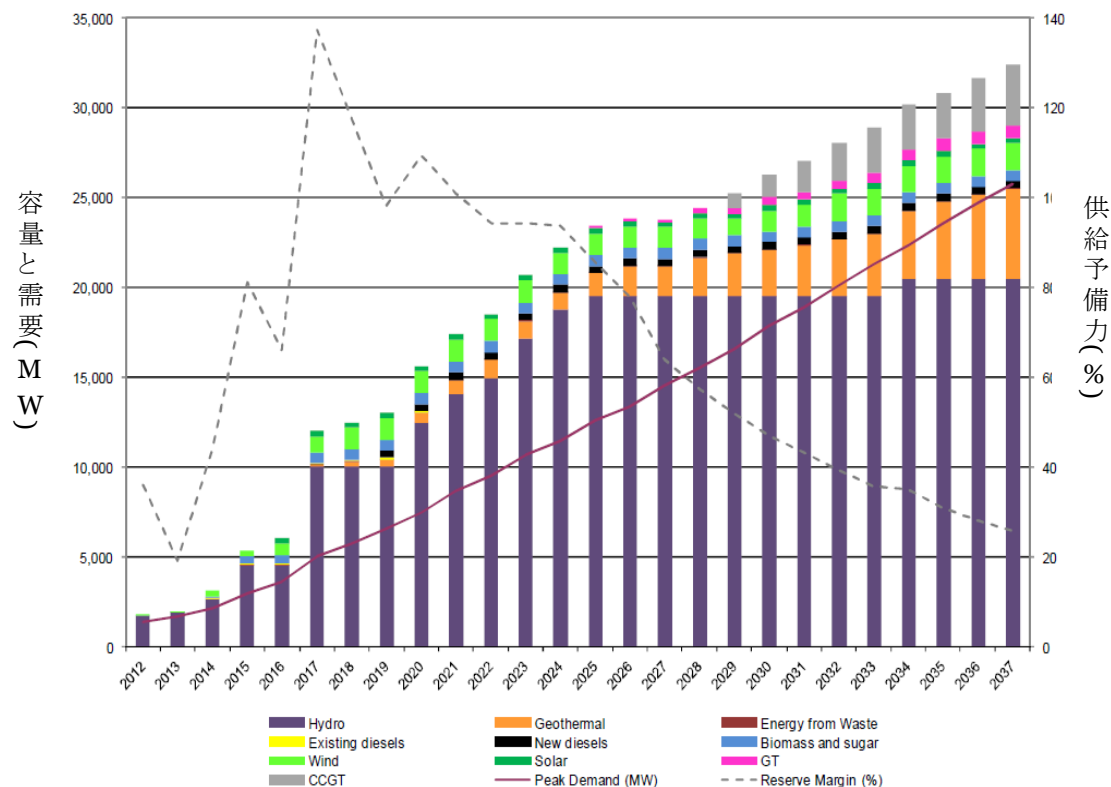
出所: Ethiopia Power Expansion MP、EEP プレゼンテーション (2015)

3. 電力セクター概観⑤： 将来の電源ミックス

- 「エチオピア電源拡大マスタープラン」では、地熱発電を水力同様にベース電源の候補と捉え、2037年までに、水力発電への依存が50%強になると想定している。
- EEPによると、主に大型発電施設には水力と地熱を取り入れ、小型発電には風力や太陽光を取り入れていく方針である。

マスタープラン作成時の予測では、

- 2025年あたりから水力発電の容量は微増にとどまり、2037年までに水力発電依存が50%を少し上回る程度となる。
- 地熱発電は水力に次ぐ発電方法となるとされており、2030年までに2,500MW、2037年までに5,000MWの開発が見込まれている。
- 風力発電は2027年までに1,500MWの容量に増やす計画(負荷率36.3%と想定)。
- 太陽光発電は2016年に300MWのプラントが初めて選ばれた。太陽光発電の開発サイトはエチオピア北部に集中。しかし長期的には容量ベースで伸びない(負荷率20%と想定)。

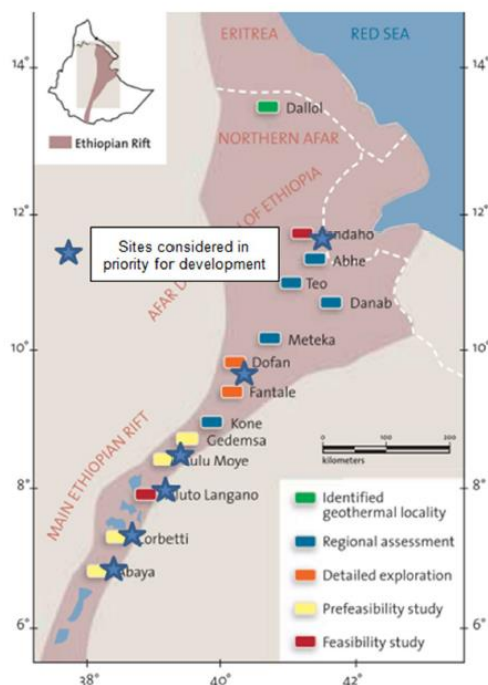


図：設備容量(MW)と供給予備力(%)

出所: Ethiopia Power Expansion MP、EEP プレゼンテーション (2015)、EEPインタビュー

3. 電力セクター概観⑥：地熱有望サイト

- エチオピアでは同国のマスタープラン上^{*1}で、有望地熱サイトとして約20地点が挙げられており、そのポテンシャルは5,000MWとされているが、現在の発電容量は7MW程度である。



表：地熱開発の中期的目標

	地熱サイト	新規容量 (MWe)
1	Tendaho	100
2	Corbetti	75
3	Abaya	100
4	Tulu Moye	40
5	Dofan Fantale	60
	<i>Total</i>	375

- UNDPによる1969～1973年の広範囲調査以来、GSEが地熱調査を担当し、地熱発電所の建設運営はEEPCo(現EEP)が実施する開発モデルで、全土を対象に地熱探査が実施されてきた。
- 現在提案されているサイトの開発速度は現実的とされているが、実際には、国内初の民間関与案件となるCorbettiでも電力価格で折り合いがつかず、予定より遅れているなど各案件の進捗については注視する必要がある。
- 現在稼働している発電所は、1998年にパイロットプロジェクトとして始まったAluto Langanoのみで、現在の発電容量はわずか7MWに留まっている。

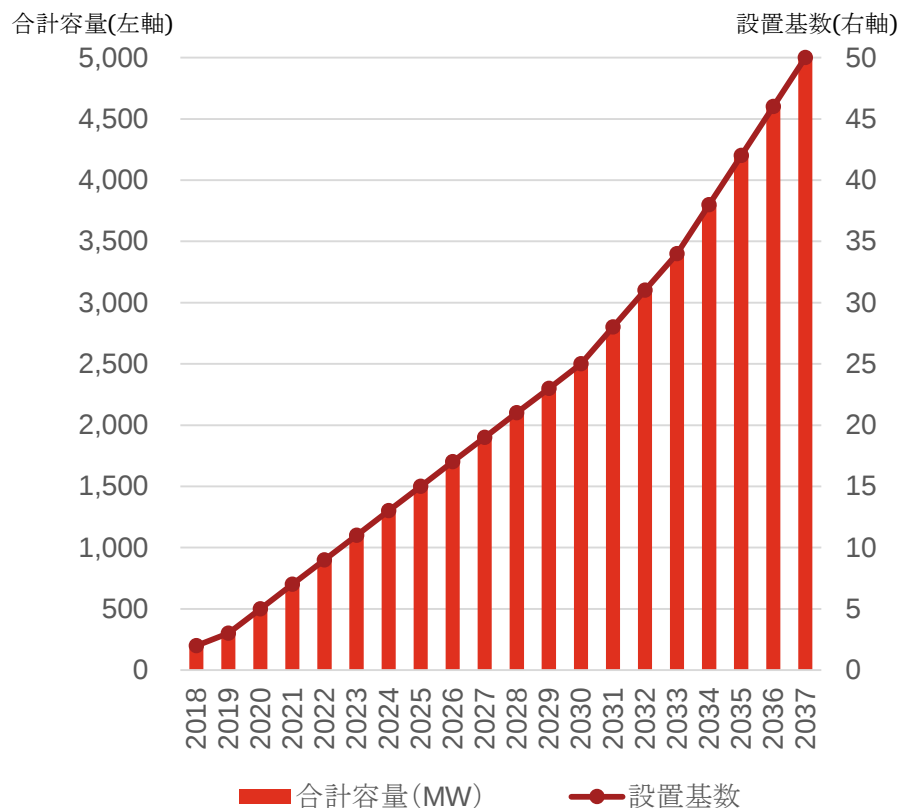
図：グレート・リフト・バレー内の有望地熱サイト
(2013年3月時点)

^{*1}: マスタープランとは、2012年に調査実施、2014年9月に公開されたEthiopian Power System Expansion Master Plan Studyのことで、対象期間は2013年1月から2037年12月の25年間を指す。

出所：EEP (2014), “Ethiopian Power System Expansion Master Plan Study”

3. 電力セクター概観⑦：地熱開発の計画(全体)

- 地熱マスタープラン上では、10地点を対象に20年間で合計容量5,000MWの到達を目標としている。



図：地熱開発計画の合計容量想定

- 2018年以降、毎年200～300MWの設備容量の増加が計画されている。
- 約20地点がポテンシャルを有するとされているが、エチオピア政府はこのうち10地点(Abaya, Abhe, Aluto Langano, Corbetti, Dallol, Dofan Fantale, Gedemsa, Tendaho, Teo, Tulu Moyo)をマスタープランで開発計画に取り込んでいる。
- Aluto Langanoについては、今後も政府が蒸気生産・発電を担う予定。
- 水灌漑電力省へのインタビューによると、エチオピア北東部の地熱開発において、初期段階の掘削へのJICAからの資金調達に関する議論が同省との間で進行中である。
- また同省へのインタビューによると、現在、JICA(Aluto Langano, Tendaho, Allalo Bedaなど)、AFD(Tendaho)、世界銀行(Aluto Langanoなど)といった公的金融機関が支援を実施している。

出所：EEP (2014), “Ethiopian Power System Expansion Master Plan Study”

エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書

3. 電力セクター概観⑧：地熱開発の計画(発電所毎)

- 10地点の中でも、Corbettiは合計容量が1,100MWと最も規模が大きくなっており、全体の約20%を占めている。

表：予定されている地熱発電所の場所及び容量

年度	累計設備数/ 容量 (No/MW)		年間拡大容量 (MW)	発電所所在地	新規設備容量 (MW)
2018	2	200	200	Corbetti	200
2019	3	300	100	Corbetti	100
2020	5	500	200	Corbetti	200
2021	7	700	200	Aluto Langano	200
2022	9	900	200	Tendaho	200
2023	9	900			
2024	9	900			
2025	12	1200	300	Tendaho	100
				Abaya	200
2026	16	1600	400	Tendaho	200
				Abaya	100
				Tulu Moye	100
2027	16	1600			
2028	21	2100	500	Doofan Fantale	100
				Tulu Moye	200
				Gedemsa	200
2029	23	2300	200	Tendaho	200
2030	25	2500	200	Teo	200
2031	28	2800	300	Corbetti	300

年度	累計設備数/ 容量 (No/MW)		年間拡大容量 (MW)	発電所所在地	新規設備容量 (MW)
2032	31	3100	300	Teo	100
				Gedemsa	200
2033	34	3400	300	Aluto Langano	200
				Dofan Fanatale	100
2034	37	3700	300	Tulu Moye	200
				Dofan Fantale	100
2035	42	4200	500	Corbetti	300
				Dofan Fantale	100
				Dallaol	100
2036	46	4600	400	Dallal	100
				Teo	300
2037	50	5000	400	Teo	100
				Abhe	300
Totals			5,000		5,000

出所：EEP (2014), “Ethiopian Power System Expansion Master Plan Study”

エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書

3. 電力セクター概観⑨：地熱開発の状況

- 2016年現在で、Aluto Langano拡張の他に、民間の参画を見据えた交渉等がなされているサイトは、計5か所存在する。Corbettiに次いで進んでいると思われるTendahoではAFDやイタリア政府の支援が入っている。

既存地熱発電事業(2013年時点)

事業名	設備容量(MW)	運転開始年	事業者名
Aluto Langano (パイロットプロジェクト)	7.2(発電容量:5)	1999 ^{*1}	EEP

新設地熱発電事業(2013年時点での予定)

事業名	ポテンシャル(MWe)	運転開始年	事業者名
Aluto Langano 2	35～75	2017(当初予定は2016)	EEP
Corbetti	500	2018	RG, AREP, IDC
Tendaho	100	2022	未
Abaya	100	-	未(交渉中)
Tulu Moye	40	-	未(交渉中)
Dofan Fantale	60	-	未(交渉中)

^{*1}: 18か月後、チューブ式熱交換器の不良によりシャットダウン。2007年に、Geothermal Development Association(“GDA”)の支援を受け、再稼働開始

出所: EEP(2014), Ethiopian Power System Expansion Master Plan Study

エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書

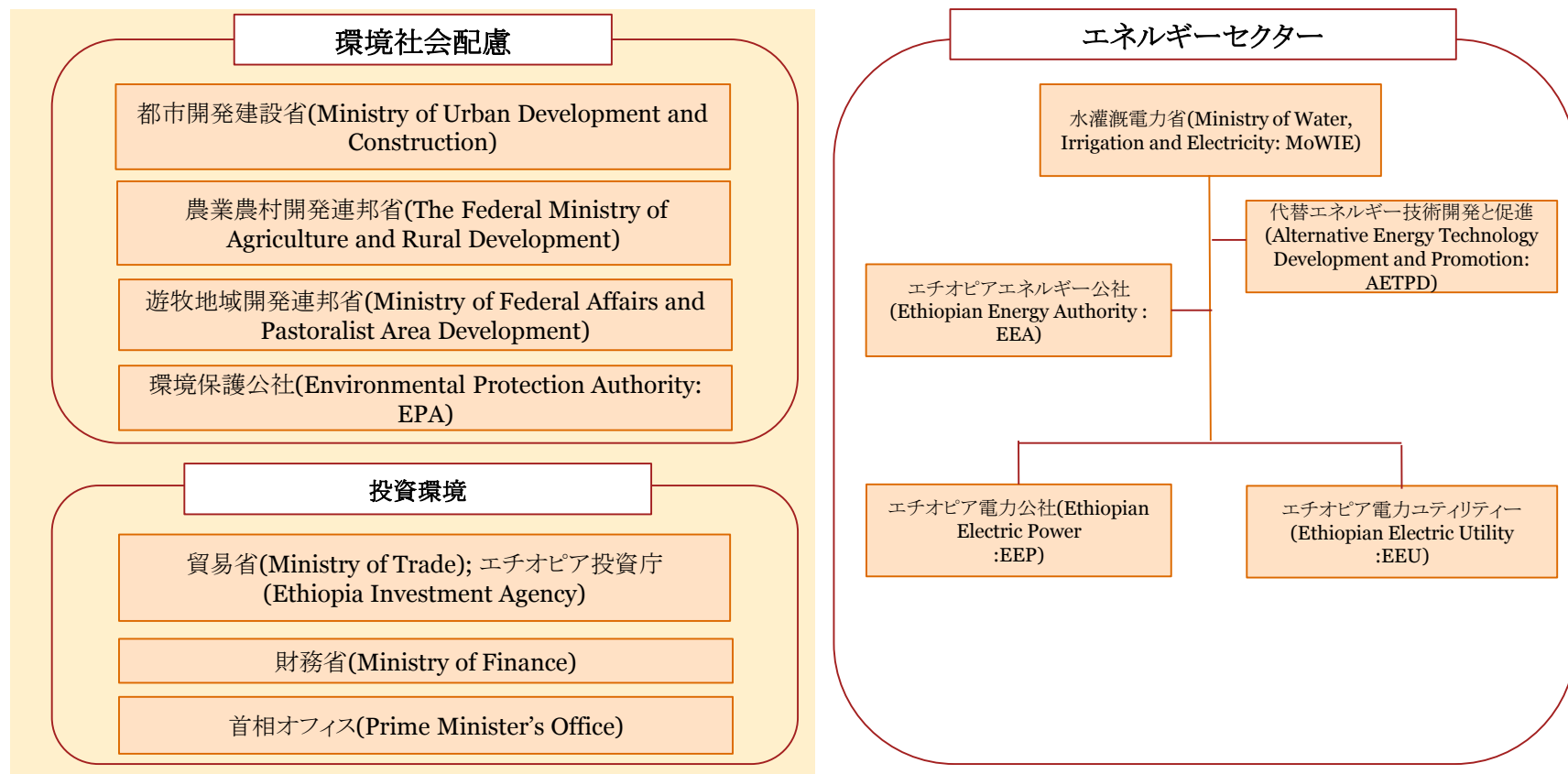
4. 組織体制の整理

調査項目

- ・ エネルギー開発を取り巻く組織体制
- ・ 水灌漑電力省傘下の機関
- ・ 構造改革と現組織枠組みの狙い
- ・ 地熱開発における役割分担
- ・ エチオピア組織体制のまとめ

4. エネルギー開発を取り巻く組織体制

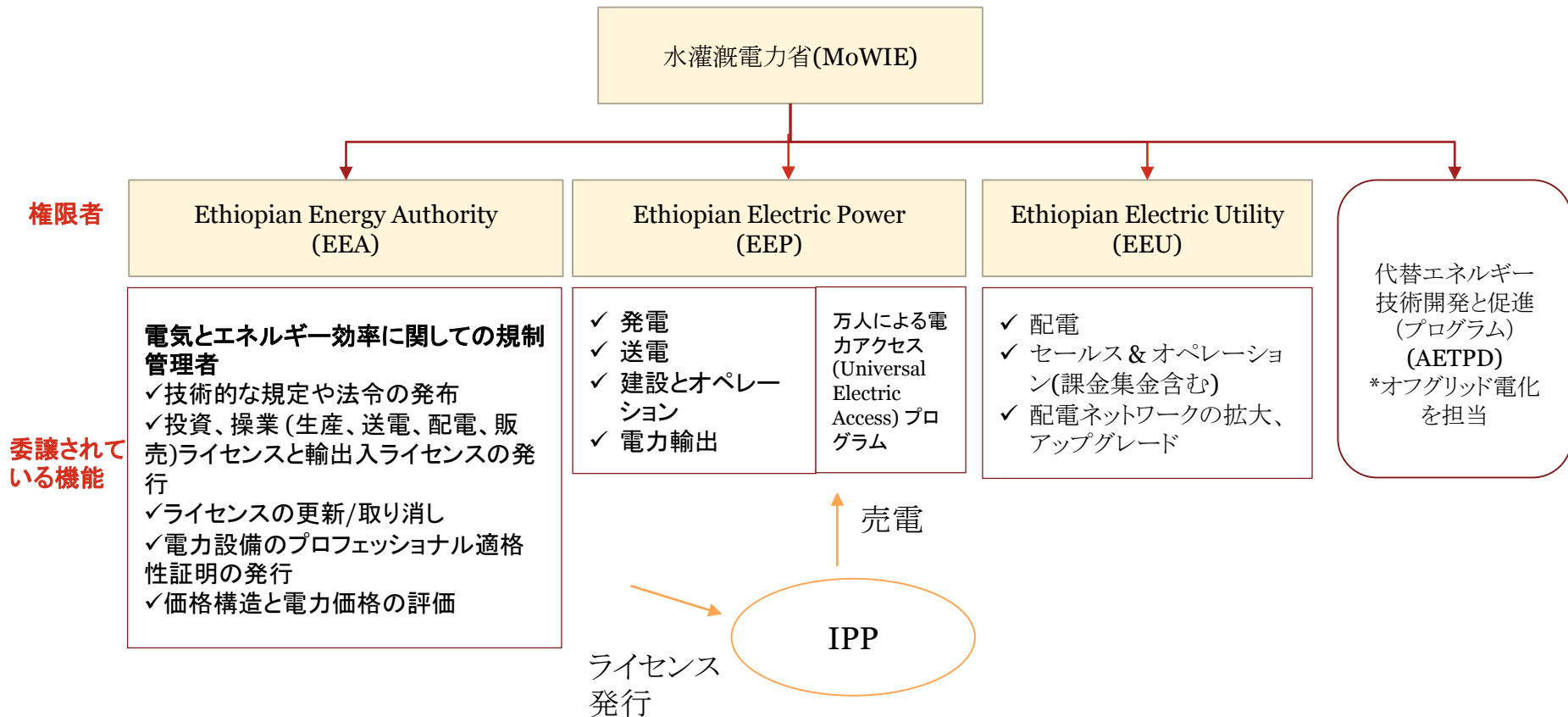
- ・ エチオピアでは、水灌漑電力省がエネルギー開発について全体統括の役目を果たし、様々な電源開発を扱うと同時に、エネルギーセクターの規制管理を行う。
- ・ 実際の案件形成においては、傘下のEEPが実務を担う機関となり、環境、投資等他各省庁と連携する。



出所: 世界銀行(2015)“International Development Association Project Appraisal Document”情報、PwC調査を基に作成

4. 水灌漑電力省傘下の機関

- 水灌漑電力省(MoWIE)が地熱を含めた電力セクター全体の政策統括を行っており、新規電源開発では、同省の下部機関である規制管理機関と、2機関と1プログラム(オフグリッド)が担っている。



出所：世界銀行プロジェクト文書, EEA ウェブサイト

4. 構造改革と現組織枠組みの狙い

- 2013年の包括的な電力システム改革前、Ethiopia Electric Power Corporation (EEPCo)がエネルギーセクターの計画立案、投資、発注、インフラ運営等全てに責任を持ち、Ethiopia Electric Agency (EEA)はエネルギーセクターの活動を規定・規制する管理者の役割を担っていた。
- 2013年、エネルギーセクターへの投資と成長を加速させるために、エネルギー法令No.810/2013によりエネルギーセクターの構造改革が行われ、現在の3機関体制となった。
- EEPCoの分社化で、発電・送電、配電それぞれの専門機関として業務に注力することができるようになり、B/Sを切り離すことで、それぞれの役割分担と財務内容の透明性の担保に貢献すると考えられている。
- 現在の体制では、EEPとGSEは別組織であるが、EEPへのインタビューによると、将来的にGSEはEEP下に統合される計画があるとのことである。これにより、現EEPの地熱に関する知識や経験不足を補うことが期待されると同時に、EEP内で地熱の調査・探査から送電まで一貫して監督することにより、組織として事業計画が容易になることが期待されている。

【2013年以前の体制】

- EEPCoが計画立案、投資、インフラの運営等全てを1社で担当。
- Ethiopia Electric Agency (EEA)はエネルギーセクターの活動規定・規制管理者、ライセンス発行を担当。
- 発電・送電の拡大で、配電へ充分注力ができなくなった。配電サービスに対応するため、組織を分けて専門化。

【現状】

- EEPCoをEEPとEEUに分社化し、現在の体制となる。
- No.810/2013法令により、Electric Authority (EEA) を設立し、ライセンスの発行とライセンス取得者の監督役を担う。
- また、電力価格の評価をし、政府承認の役割を担うが、一部オフ・グリッド電源については、EEAが価格構造や価格を直接決定する権限を有する。

地熱

- EEAが地熱開発ライセンスを発行

【今後の組織制度枠組み】

- 現在の3機関体制を維持する意向。
- EEA内に、Geothermal Directorate (地熱局)の創設が検討されている。
- 送電分野を民間に開放する予定は当面ないとのこと。

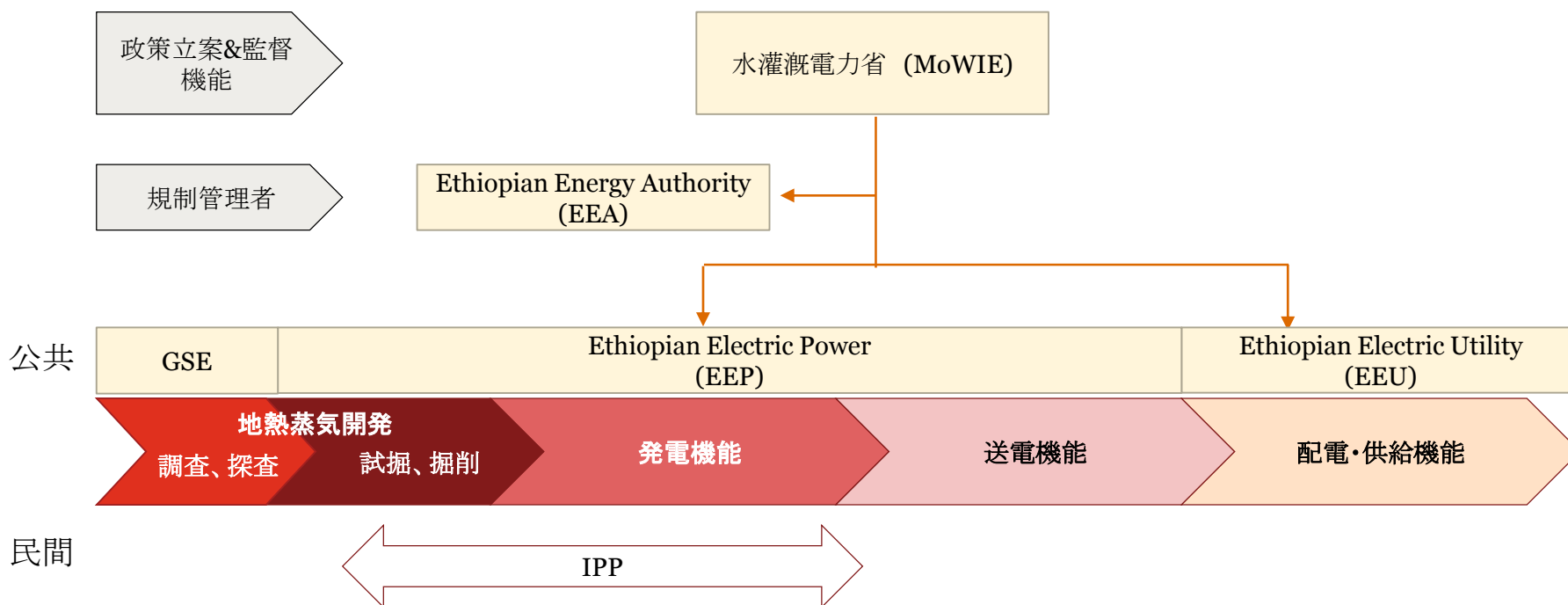
地熱

- Geological Survey of Ethiopia(GSE)をEEPの一部に組み込む計画あり。
- 今後、地熱専門機関の設立を目指しているものの、同機関の設立を規定する地熱細則の制定が遅れており、その予定は不透明。

出所：EEPへのインタビュー

4. 地熱開発における役割分担

- ・ エチオピアの地熱開発に関する組織体制では、規制管理者は地熱開発者と分離している。
- ・ 地熱開発を担うEEPは初期の開発段階から発電、送電までの責任を担っている。
- ・ GSEは地熱開発の初期段階の地質調査にのみ関与する。



* EEPによるとIPPは発電から参画する、とのことだが、Corbetti プロジェクトでは試掘段階からIPPが関与している

出所: PwC作成

エチオピア組織体制のまとめ

電力セクター改革後の課題

- 2013年の電力セクター改革により、電力関係3機関(EEA, EEP, EEU)の役割が明確に規定された。改革前の組織であるEEPCoのB/Sが組織ごとに切り離されたことで、個々の事業の財務内容の透明性が高まったが、同国における電力価格の安さを考慮すると、財務体制の立て直しには、今後も注視が必要である。
- 民間発電事業(IPP)は、ライセンス発行時はEEA、PPAの交渉時はEEPの管轄となっている。しかし、地熱案件に関わる政府関係機関による審査、手続き処理能力は、未だ不十分であり、上記の組織改編や新しい法律の制定などの枠組みが確定した後も、それらを運用する組織の人材の能力強化が急務である。

地熱開発に係る組織のキャパシティの課題

- 具体的な時期は明示されていないものの、将来的にGSEがEEP下に統合される計画があり、EEPの地熱関連分野に係る知見の向上が期待される。
- また、政府組織間のコミュニケーションが十分でない組織文化であると本調査では聞かれており、その事情を考慮すると、地熱の調査・探査から送電まで一貫して計画立案、予算確保、事業実施監督することがEEP内でスムーズに行われるようになるには、時間がかかるのではないかと考えられる。

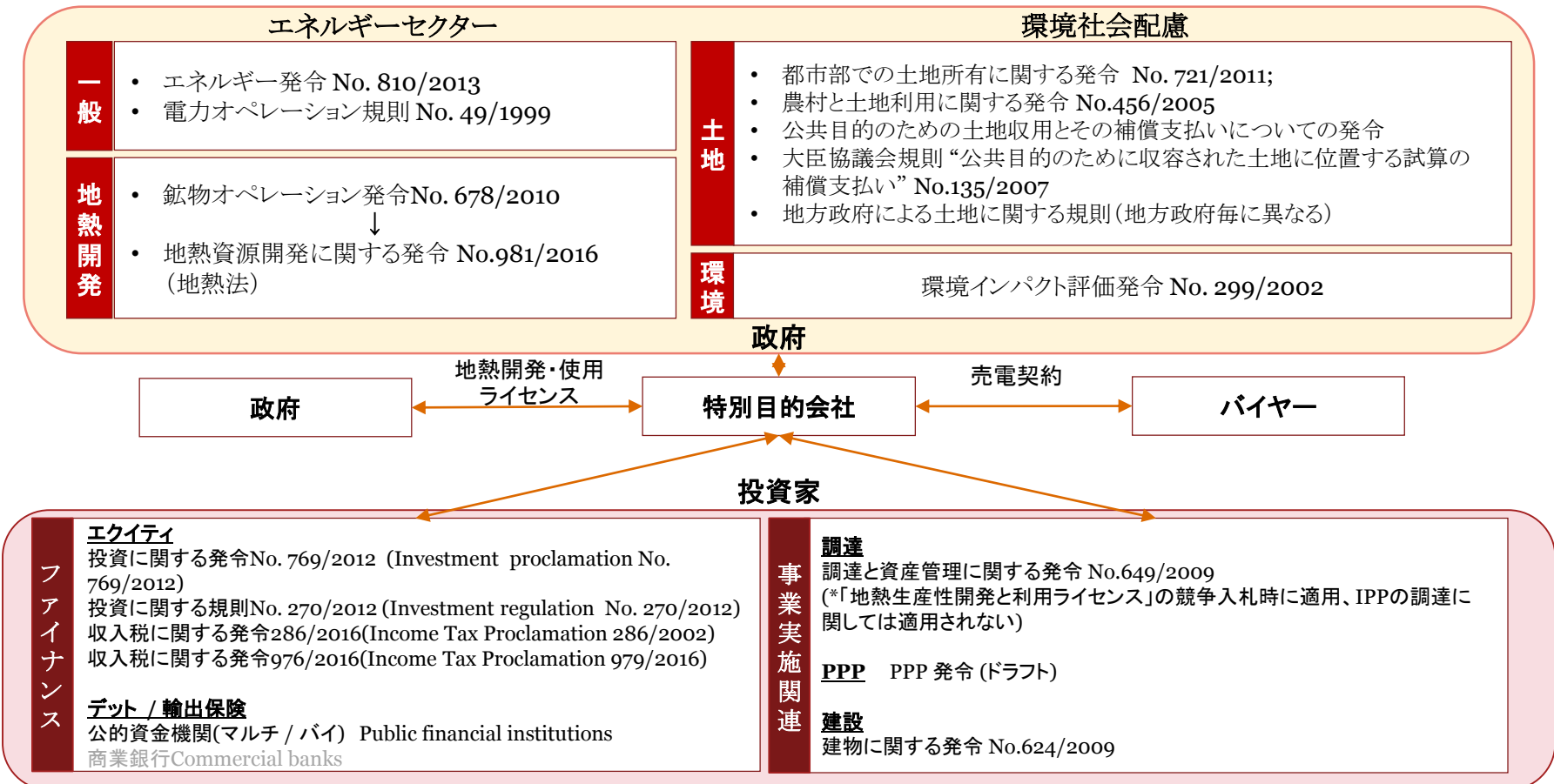
5. 法制度の整理

調査項目

- ・ 民間地熱プロジェクトを取り巻く法環境全体像
- ・ エネルギーセクターに関する法制度
- ・ 地熱法の構成
- ・ 地熱開発ライセンスの種類
- ・ エチオピアの環境社会配慮関連法
- ・ 政府各機関と民間事業者の義務範囲
 - 土地収用
 - FS～建設
- ・ 地熱開発にかかる法整備の動向
- ・ エチオピア法制度のまとめ

5. 民間地熱プロジェクトを取り巻く法環境全体像

- ・ エチオピアでは、民間企業による地熱発電開発への投資環境に必要な法体系の整備を進めているが、各法令が民間投資促進を活発化させる内容となっているかについては、法的な側面も含めて検討する必要がある。
- ・ 土地収用問題等では、補償に関する法規が投資家にとって明確でなければならないが、土地関連手続きは地域行政が関与するため精査が重要。



5. エネルギーセクターに関する法制度

- エネルギーセクター全般を網羅する法律として、2013年制定のエネルギー発令(Energy Proclamation)、電力セクターに関する規定を記す電力オペレーション規則(Electricity Operations Regulation)がある。
- 2016年に地熱資源開発に関する発令(Geothermal Resource Development proclamation(以後、地熱法))が制定され、今後の地熱開発を規定する。地熱案件実施においては、地熱細則とPPP法(後述)が並行して準備されている。
- これまで地熱開発は鉱物オペレーション発令で管理されてきたが、今後は地熱法とその細則にとって代わられる。
- 地熱法細則は2017年2月現在でドラフトが完成しており、同月関係者へのコンサルテーションを実施。その後国会での承認手続きを経て、2017年4月頃国会承認、2017年中の制定予定である。ただし、これまでもドラフト準備段階で遅れが見られたことから、具体的な制定・発布予定日は未定である。

		法律/法令(Proclamation)	管理者	規定している内容
エネルギーセクター	エネルギー一般	エネルギー発令(Energy proclamation No.810 / 2013)	エチオピアエネルギー公社 (EEA)	電力の発電、送電、配電、販売、輸出入(商業目的)を行うためのライセンス要件を規定。活動に関する監査といった全般的な内容も記載。
		電力オペレーション規則(Electricity operations regulation No.49 / 1999)	エチオピアエネルギー公社 (EEA)	ライセンス申請の詳細条件、電力価格とタリフ、安全性要求について規定。
	地熱開発	鉱物オペレーション発令 (Mining Operations Proclamation No. 678 / 2010)	鉱物エネルギー省	鉱物オペレーションにおけるライセンス取得条件を記載。又、地熱関連記述は最小限にあるのみ、ロイヤリティーは2%である旨を規定。
		地熱資源開発に関する発令(地熱法) (Geothermal Resource Development proclamation No.981 / 2016)	EEAを通して水灌漑電力省 (MoWIE)	ライセンス発行機関の権限と役割について規定、ライセンス申請条件、ライセンス種類、ライセンス保持者の権利と義務について明記。
		地熱法細則(Geothermal Regulation) (ドラフト)	EEAを通して水灌漑電力省 (MoWIE)	※この細則は地熱法実施のために作成されている (2017年2月段階でドラフト状態)

5. 地熱法の構成

- 2016年に発布された「地熱法」は、既存の「鉱物オペレーション発令」をより地熱分野に特化した内容となっており、「地熱法」が「鉱物オペレーション発令」にとって代わった。

パート No.

内容

「鉱物オペレーション発令」内での 地熱に関する規定内容

地熱法

1. 一般定義と用語 (General definition of terms)	用語の定義
2. 地熱資源に関する一般規定 (General provisions on geothermal resource development)	- 地熱オペレーション用の土地確保 - 地熱資源の登録
3. ライセンス公社 (Licensing authority)	EEA の役割 - ライセンス発行 - 健康、安全に関する基準を発行
4. ライセンスとプロフェッショナル能力証明 (Licenses and certificates of professional competence)	- ライセンス種類 - ライセンス取得のための要求事項 - ライセンスの権利と義務 - ライセンスで許可される地域の境界線 - 外貨用銀行口座を持つ権利(海外投資家の場合)
5. 管理運営、補償金、免税、ライセンス料と環境安全 (Administration, compensation, exemption from customs duties, license fees and environmental safety)	- 検査 - 補償金 - コミュニティ開発ファンド - 税&関税の免除 - 環境社会インパクト評価 (ESIA)
6. その他(Miscellaneous provisions)	紛争解決 * この発令は2016年9月16日に効力を発している

移行

- EEAの代わりに、鉱物エネルギー省がライセンス発行者
- 地熱貯蔵量によって小規模・大規模という2種類のライセンスがあった
- エチオピア市民でなく、協同組合(cooperatives)にも登録されていない者は、artisanal mining^{*1}ライセンス、又は特別な小規模ライセンスを申請することはできない
- ライセンス申請時、FS実施は義務でない
- 当該発令下の2つのライセンス(偵察探査と掘削)は掘削権利までをカバーしており、地熱利用までは権利に含まない
- 大規模ライセンスの場合(探査ライセンスを除く)は、ESIAが義務
- 地熱用のロイヤリティーは2%、ライセンス公社が回収

*1 鉱物関連企業に雇用されているわけではなく、個人で自身の道具を用いて従事する鉱夫に対するライセンス

5. 地熱開発ライセンスの種類

- 3種類のライセンスはEEAが発行する。
- IPPを希望する投資家は、「③地熱井開発と使用のライセンス」が必要だが、このライセンスの申請には「実現可能性調査(FS)」と「環境社会インパクト評価(ESIA)」が完了している必要がある。

ライセンスの種類	目的	許可される活動の権利範囲
① 偵察探査のためのライセンス	一般的な調査	• 排他的、競争的に発行されるライセンスではない • 最大 24 ヶ月有効 • 更新不可能
② 掘削ライセンス	掘削	• 排他的に発行されるライセンス • 事業計画, ESIA, FSの提出が必要 • 財務能力の証明もしくはファイナンスリソースへのアクセスと技術的能力の証明が必要 • 最大5 年間有効 • 2回まで更新可能
③ 地熱生産井開発と利用のためのライセンス	(試掘を実施して地熱資源が確認されていることを前提に) 地熱生産井開発と発電	• 排他的かつ競争入札で与えられるライセンス • 事業計画、ESIA、FS の提出 • 有効なPPAを既に有していること • 財務能力の証明もしくはファイナンスリソースへのアクセスと技術的能力の証明が必要 • 最大25 年間有効 • ライセンスが切れたら、政府がその開発を引き継ぐ可能性あり • 電力生産を実施する権利を有する • ライセンス申請者が資格がある場合はライセンスを付与し、事業者は電力を生産、販売する義務がある

5. エチオピアの環境社会配慮関連法

- 地熱開発には土地関連法に則った用地準備や環境基準を遵守した開発が重要となり、土地収用や環境といった環境社会配慮の基準が明確に定められている必要がある。
- 国際機関などの国際基準ガイドラインが存在する土地収用に関して、エチオピアのガイドラインは改善が必要であるとPower Africa(USAID)は指摘している。

環境社会	法律 / 法令(Proclamation)	管理者	規定している内容
	都市部での土地所有に関する発令 (Lease holding of urban land Proclamation No. 721 / 2011)	都市開発建設省	都市の土地はオークションベースのリース契約により所有可能で、リースできる期間が決まっている。農村の土地リース期間は地方政府の土地利用令によって決定、固定される旨を規定。
	農村と土地利用に関する発令 (Rural Land Administration and Land Use Proclamation No.456/2005)	農業農村開発連邦省	遊牧民、半遊牧民、農民による農村部土地利用権利には、期間の制限はないと規定。
	公共目的のための土地収用とその補償支払いについての発令 (Expropriation of Landholdings for Public Purposes and Payment of Compensation Proclamation No. 455/2005)	遊牧地域開発連邦省	Woreda (地区の単位) 又は土地管理者は、事前に補償が支払われることを前提に、公的目的のために都市・農村の土地所有権を収用する権利がある旨を規定。
	環境インパクト評価発令 (Environmental Impact Assessment Proclamation No. 299/2002)	環境保護公社 (EPA)	この発令は、これから開始すると決定されたプロジェクト (EIAが必要) の実施において、最初の環境インパクト評価プロセスの実施と、能力のある環境機関から許可を得ることを規定。

5. 政府各機関と民間事業者の義務範囲

- 現行の法規則では、土地収用の段階毎に責任者は明示されているが、投資家が負担する具体的な金額など不明確な部分もある。
- 周辺施設の建設や、建設後の所有権については明確に規定されている。

	EEA/ EEP	IPP (投資家)	地区行政 (District Administrative Office)
土地収用	• EEAは地熱開発専用地 (designated area)の住民の立ち退きに責任があるが、補償金は支払わない • 立ち退きに時間がかかり、投資家の事業活動に遅れが出ても、現状のPPAドラフトでは投資家への補償は用意されていない EEA	• 調査 • 住民移転に関わる補償コスト (compensation cost) の負担 • 「地熱開発と利用ライセンス」を持たない者には土地収用が許可されない	• 地方政府の規則を適用 • 立ち退きについてのローカル・コミュニティとの交渉役 • 地熱開発専用地以外のリースに関して、地方農村土地利用管理オフィスとリース合意契約を結ばねばならない • 最大99年間の土地リース契約を出す
施設建設	• 送電線の建設 • 配電線の建設 EEP	• スイッチャード/サブステーションの建設 • 地熱プラントへのアクセス道路の建設	-
施設の所有者	スイッチャード/サブ・ステーションのHV部分の所有(民間建設後、政府に引き渡し) EEP	• PPAの期間中、熱源利用権と地表インフラの所有権はIPP事業者に帰属 • 井戸も地表インフラの扱い	-

5. 政府各機関と民間事業者の義務範囲(土地収用)

- 法律上で、現行の土地収用・住民移転に関する政府と投資家の役割分担はなされているが、具体的な金額の算定など、明確さに欠ける部分もある。
- 土地収用は地方政府の管轄であるため、ローカル独自のルールは地域によって異なると考えられ、一般化することは困難である。

土地収用	(開発用)土地を決定 (designated area)	民間事業者 / 連邦政府
	住民移転計画の計画 (Resettlement plans)	地方政府
	ローカルコミュニティとの交渉 (Negotiate with local communities)	地区運営オフィス(District Administrative office) – 地方政府
	住民への補償(Compensation to people)	民間事業者
	補償としていくら支払うか (How much to pay for compensation?)	サイトごとに異なる
	国際セーフガードガイドラインに則っている (Aligned to international safeguard guideline?)	(EEPによると)則っている
	立ち退きプロセスと補償を規定する補助法令(The name of Supporting regulation for eviction process and compensation)	公共目的のための土地収用とその補償支払いについての発令 Expropriation of Landholdings for Public Purposes and Payment of Compensation Proclamation No. 455/2005

5. 政府各機関と民間事業者の義務範囲 (FS～建設)

- 地熱開発における各段階において、誰が実施責任を負うかは、法令で規定されているが、インタビュー調査では、オーナーシップが明確でない、環境社会評価(Environmental Social Assessment: ESA)の基準が改善されるべきである、という意見が聞かれるなど、法令実施に課題があると考えられる。

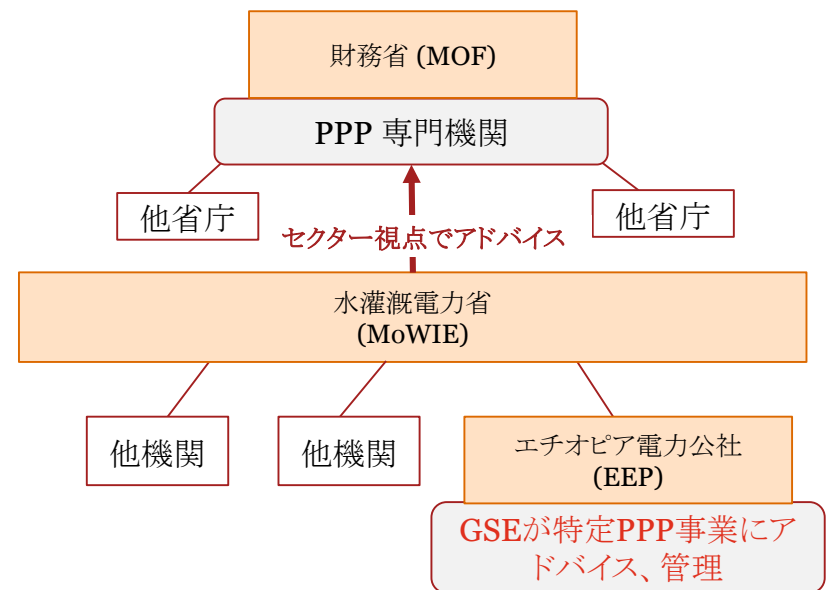
F S	FS (実現可能性調査)	民間事業者
	環境社会評価	民間事業者
建 設	建設許可	自治体/地方政府
	地表インフラのオーナーシップ (生産井含む)	民間事業者
周 辺 イ ン フ ラ	アクセス道路	民間事業者/ 地方政府/(中央)政府/ 連邦政府
	スイッチヤード / サブ・ステーション	民間事業者 / EEP
	送電線	EEP
	グリッド線	EEP
	配電線	EEP

5. 地熱開発にかかる法整備の動向

- 2016年に地熱法が承認され既に公布されているが、地熱案件実施を規定する地熱法細則（前述）とPPP法が並行して準備されている。
- 地熱法細則とPPP法に関してはまだ承認されておらず、2017年2月時点で、一般に公開されていない状況である。
- PPP法では、財務省内にPPP専門機関の設立を定めると、エチオピアの法律事務所から確認している。この専門機関はセクターを問わず、エチオピア国内のPPP案件を政策的立場から統括することとなる。
- セクター毎の知見を取り入れるため、各セクターの担当省庁内に、PPPユニットが設立され、財務省内のPPP担当機関との連携を取ってゆく。
- 地熱開発に関しては、既存のGSEがEEP下に入り、地熱PPP事業へのアドバイス・管理に従事する計画がある。

■ PPP法（2017年中に制定予定）

- 現在作成中のPPP法では、財務省（MOF）内に、国内のPPPプロジェクトの全体を政策的に統括する機関を設立するとしている。
- ただし、MOF内はセクターの知見が乏しく、各セクター省庁にPPPユニットを配置し、MOFとの連携をはかる予定。
- 本法令は、現在交渉中のCorbetti プロジェクトは適用外である。
- 地熱PPP案件の交渉等は、既存のGSEがEEPの一部として組み込まれ、PPP事業者選定に関し、その専門性を活かして関与することになる。
- セクターのPPPユニットが案件準備時のアドバイスをを行うことが想定されている。



エチオピア法制度のまとめ

地熱事業を取り巻く法制度が整備途上である

1. 地熱法が施行されているものの、その細則が完成しなければ民間事業者への影響を理解することは困難。
2. 地熱法細則・PPP法のドラフトは、**2017年2月**時点で一般に公開されていないとの理由から、**EEP**に要請したにも関わらず共有されなかった。そのため、内容の精査が今後重要。
3. **PPP法**は**2017**年中には発布される予定だが、その法律自体に各セクター独自の事情は考慮されていないと推測される。そのため、今後明らかになる**PPP法**の地熱開発における実施体制(組織体制を含む)に十分注意を払う必要がある。

既存法制度が民間事業者に与える影響の明確化が必須

1. 「地熱生産井開発と利用ライセンス」の申請には、環境社会評価と**FS**実施完了に加え、試掘まで終えていることが要件となっている。関連手続きにかかる時間を考慮し、**IPP**事業はこれら全ての要件を満たすための時間も含めて事業を検討する必要がある。
2. 環境社会評価は国際基準に則っていると**EEP**はコメントしている一方、**USAID**はエチオピアの環境社会評価ガイドラインは改善が必要であるとコメントしており、その基準についてエチオピア政府は正式なレビューを実施する必要がある。
3. 特に土地収用についてはこれまでも問題となっていることから、評価基準の見直しと、金額や住民との対応における民間事業者の対応を当該法律内、又その実施規則に明確に示すことが必要。

6. エチオピアの電力価格

項目

- ・ エチオピア電力価格
 - 販売価格と発電コスト
 - 他国との比較
- ・ エチオピア電力価格のまとめ

6. エチオピア電力価格① 販売価格と発電コスト

- 現在の電力価格は、**US2.5セント/kWh(2017年2月現在)**だが、発電コストは**US8.3セント/kWh**である(2017年2月現在)。ただし、水力他の電源毎のコストについては不明である。
- 発電コストでは、同国のベース電源が発電コストが安い水力発電に依存していることもあり、ユニット当たりの発電コストは2012年で**US1.9セント**であるが、家庭用電力価格は**US2.3セント**である。
- このように、エチオピアの電力セクターでは、電力販売コストが低く抑えられ、販売コストと発電コストの差分は、政府から補助金として拠出している。そのような政策の継続は政府の財政を圧迫し、電力セクターに対する海外からの投資を妨げてきた要因の一つである。

表:エチオピア電力価格構造(2006年～2014年時)

タリフ分類	消費量	レート(USセント)
家庭用 (equivalent flat rate)		2.3
1st ブロック 2ndブロック	50 kWh	1.6 1.7
3rd ブロック 4thブロック 5th ブロック 6th ブロック 7th ブロック	100 kWh 100 kWh 100 kWh 100 kWh > 500 kWh	2.4 2.7 2.7 2.8 3.3
一般 (equivalent flat rate)		3.2
1st ブロック 2ndブロック	50 kWh > 50kWh	2.9 3.3
産業 (equivalent flat rate)		2.8
産業 15kV / 132 kV (equivalent flat rate)		2.0/1.8

表: エチオピアの電力発電コスト変遷

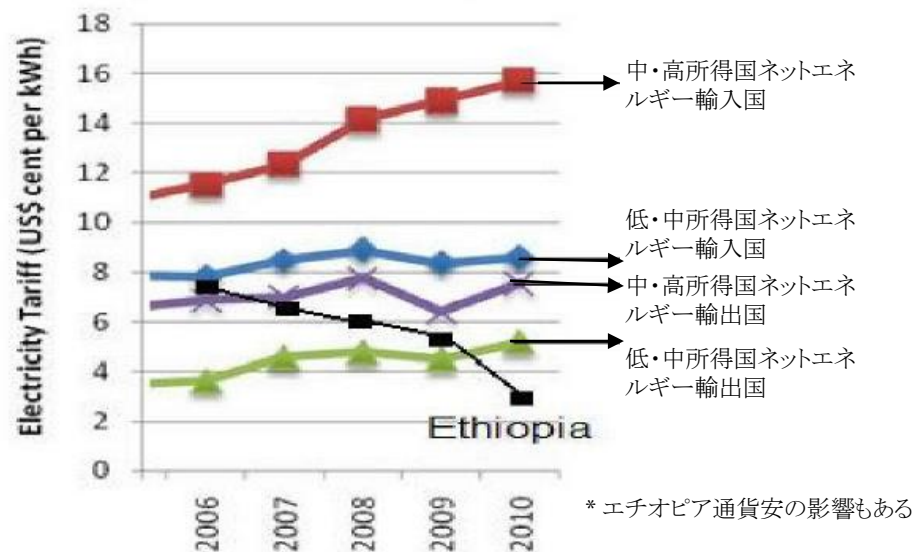
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
売電コスト(US\$ Million)	38	39	63	91	109	29	27
発電コスト(US\$ Million)	5	7	21	59	86	21	21
成長率		5%	75%	75%	48%	-76%	-2%
発電コスト per unit (USセント/kWh)	0.2	0.2	0.7	1.9	2.6	1.9	1.9
水力発電							
水力発電コスト (US\$ Million)	4	5	9	12	12	18	19
成長率		28%	83%	40%	-4%	51%	6%
発電量(GWh)	2,371	2,765	2,830	2,769	2,890	4,168	4,558
地熱発電							
地熱発電コスト (US\$ Million)	0	0	0	1	1	0	0
成長率					6%	1%	1%
発電量(GWh)	0	0	0	12	19	20	20

* エチオピア通貨安の影響もUSD価格に影響した。

6. エチオピア電力価格② 他国との比較

- エチオピアの小売り電力価格は、国際比較、周辺諸国との比較でも低い。
- 世界銀行のプロジェクト文書(2014)によると、エチオピアの電力価格の構造は2006年から改善されておらず、他国と比較してもエチオピアの電力価格は低いことから、価格構造の見直しは急務であるとしている。
- エチオピア政府は、再生可能エネルギー等民間資金導入を目指しているが、FIT制度を導入している他国と異なり、電源毎に規定された固定価格は存在せず、案件毎に個別に交渉を行っている。
- 電力価格が安いこと、IPPの電力買取価格が個別交渉である事実は、電力事業への投資を考える民間事業者にとって、投資決定の際の否定的な材料になり得る。
- 2015年から米国政府(USAID)の支援の下実施されているCorbetti案件のPPAでは、当初の500MWの買取では**US7.54セント/kWh**、500MWを超えた買取では、**US6.5セント/kWh**で交渉されているが、未だ合意に至っていない背景には上記のような要因が考えられる。

図: 電力価格の変遷比較(国グループ別)



出所: 世銀 Doing Business, EEPへのインタビュー

<http://www.doingbusiness.org/data/exploreeconomies/kenya/getting-electricity>

エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書

PwC

表: 東アフリカの電力小売価格比較

国	電力価格 (US セント per kWh)
Ethiopia	US 2.5 セント/kWh
Sudan	US 5.1 セント/kWh
Kenya	US 17.6 セント/kWh
Tanzania	US 15.1 セント/kWh
South Sudan	US 38.8 セント/kWh
Egypt	US 10.9 セント/kWh
Djibouti	US 23.4 セント/kWh
South Africa	US 15.4 セント/kWh
Uganda	US 22.7 セント/kWh

3月 2017

38

エチオピア電力価格のまとめ

発電コストを下回る電力価格

- 現状の発電コストを大きく下回る小売電力価格の改善は、同国電力セクターの大きな課題であり、今後の改善の方向性については決定しておらず、国際機関からもその改善を提言されている。
- 地熱発電案件の買取価格を決定する際には、発電コストを反映する価格決定が行われるが、現行のエチオピアの価格政策では、発電コストを反映していないため、発電事業者の収益確保が見込める価格設定は容易でない。

地熱IPPにおいて価格は個別交渉

- 地熱発電を含む再生可能エネルギーの開発を推進するエチオピア政府は、FITの導入は想定していない。
- 現在は、成功例と呼べる民間投資案件がなく、交渉プロセスが定形化されていないため、地熱発電IPPにおいては、民間事業者と個別に協議を行い、買取価格を交渉する。
- Corbetti案件で協議されている買取価格は一つの指標とはなるものの、熱源リスクの分担、熱源の適用技術などによって、案件毎に大きく条件が異なることから、後続案件が買い取り価格交渉を行う際の参考にすることは難しい。

7. ケニア地熱開発との比較

調査内容

7.1 ケニア地熱開発

- ・ 民間地熱プロジェクトを取り巻く法環境
- ・ 地熱関連の現行の組織体制
- ・ 現組織体制に至る経緯

7.2 エチオピア/ケニアの比較

- ・ 法制度(土地収用・その他)
- ・ 地熱開発段階毎の組織体制

7.3 地熱開発ファイナンス

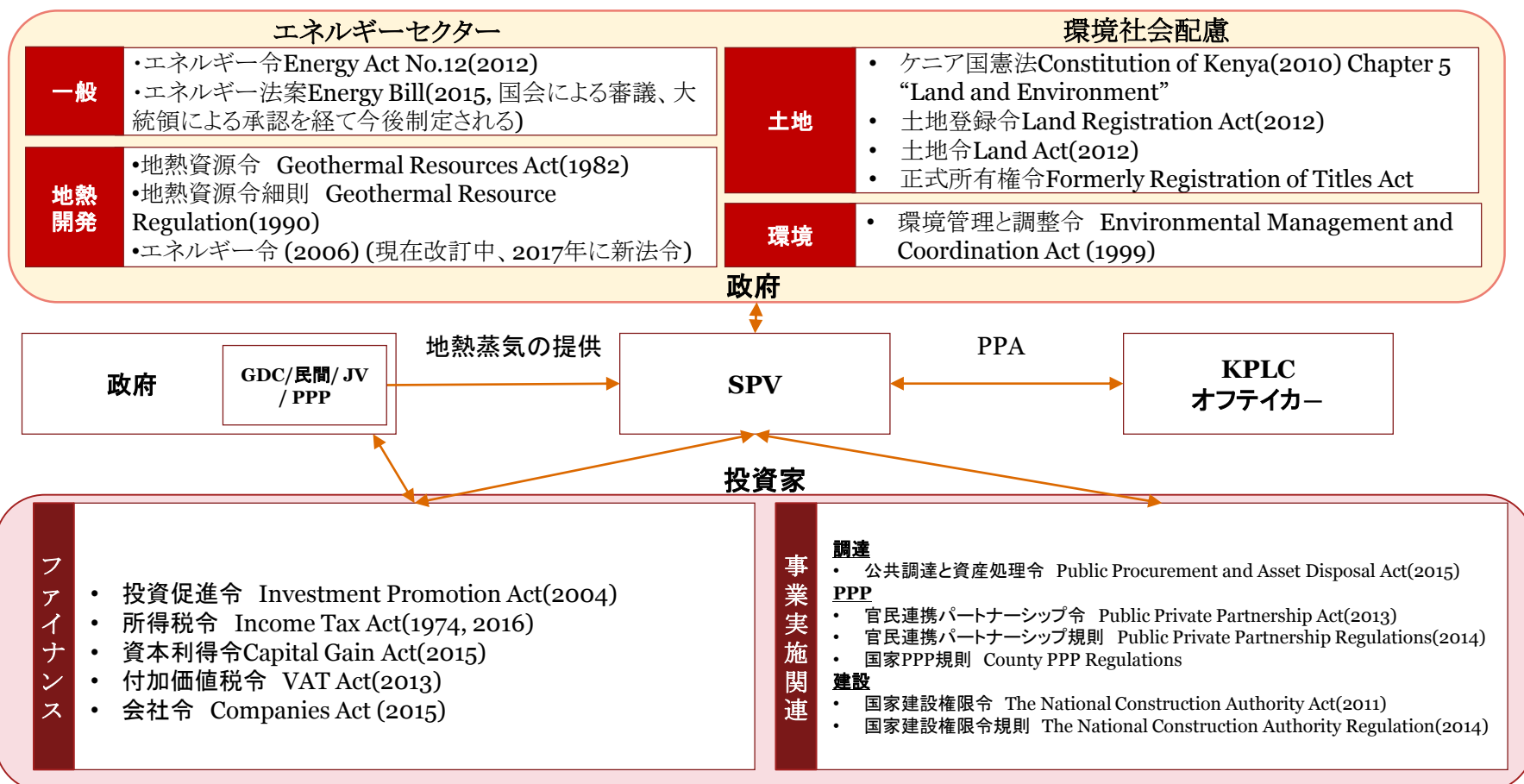
- ・ 地熱ファイナンスの基本的な考え方
- ・ ケニアのファイナンススキーム
- ・ ケニアのモデルケース① Olkaria III
- ・ ケニアのモデルケース② Menengai

7.4 ケニアの事例から得られる教訓

- ・ ケニア地熱開発のまとめ

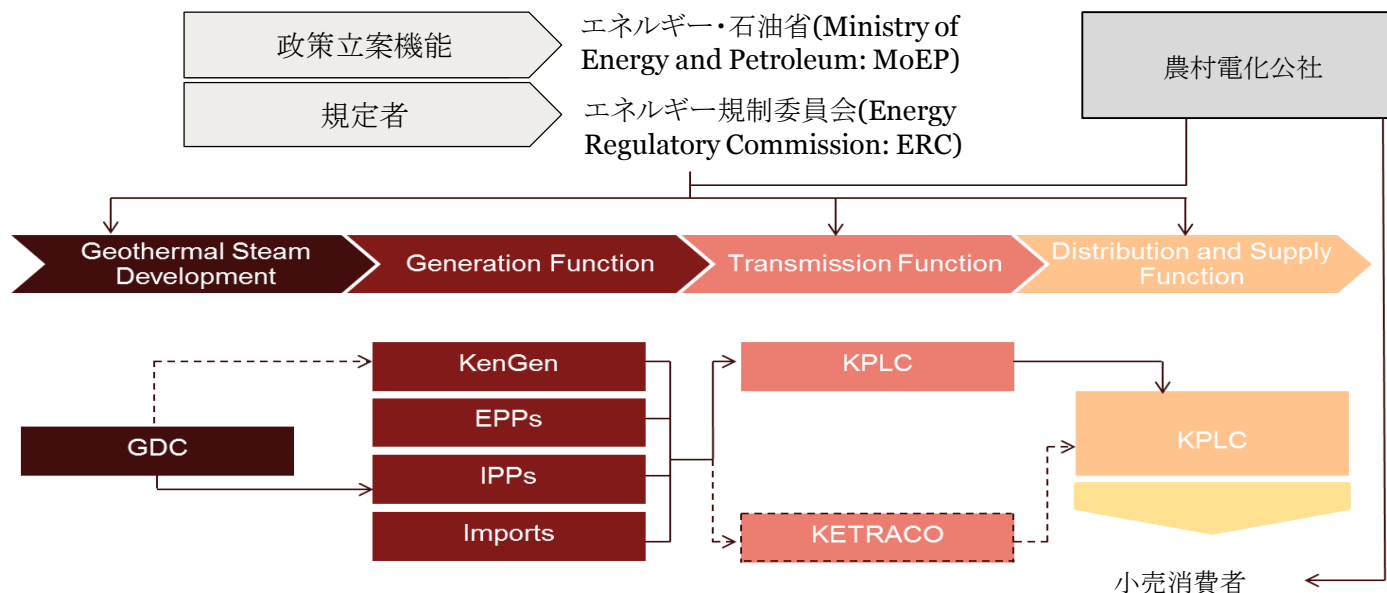
7.1 ケニア地熱開発①：民間地熱プロジェクトを取り巻く法環境

- エネルギー法令がセクターを網羅的に規定しているが、現在この法令は改訂中である。
- ケニアでは、1982年に地熱開発に関する地熱資源令(Geothermal Resources Act)が制定されるなど、エチオピアに先んじて民間投資を促進する法環境が整備された。



7.1 ケニア地熱開発②：地熱関連の現行の組織体制

- ケニアではエネルギーセクターの改革を経て、地熱開発を専門に行う組織「地熱開発公社(Geothermal Development Company: GDC)」が組成され、ケニアの地熱開発をけん引している。



MoEP: 地熱含むエネルギー政策の立案、同セクターの法律・規制の制定、エネルギー開発の促進を所管している省庁

ERC: MoEPから独立し、電力の料金規制、売電契約の許認可を行う規制機関

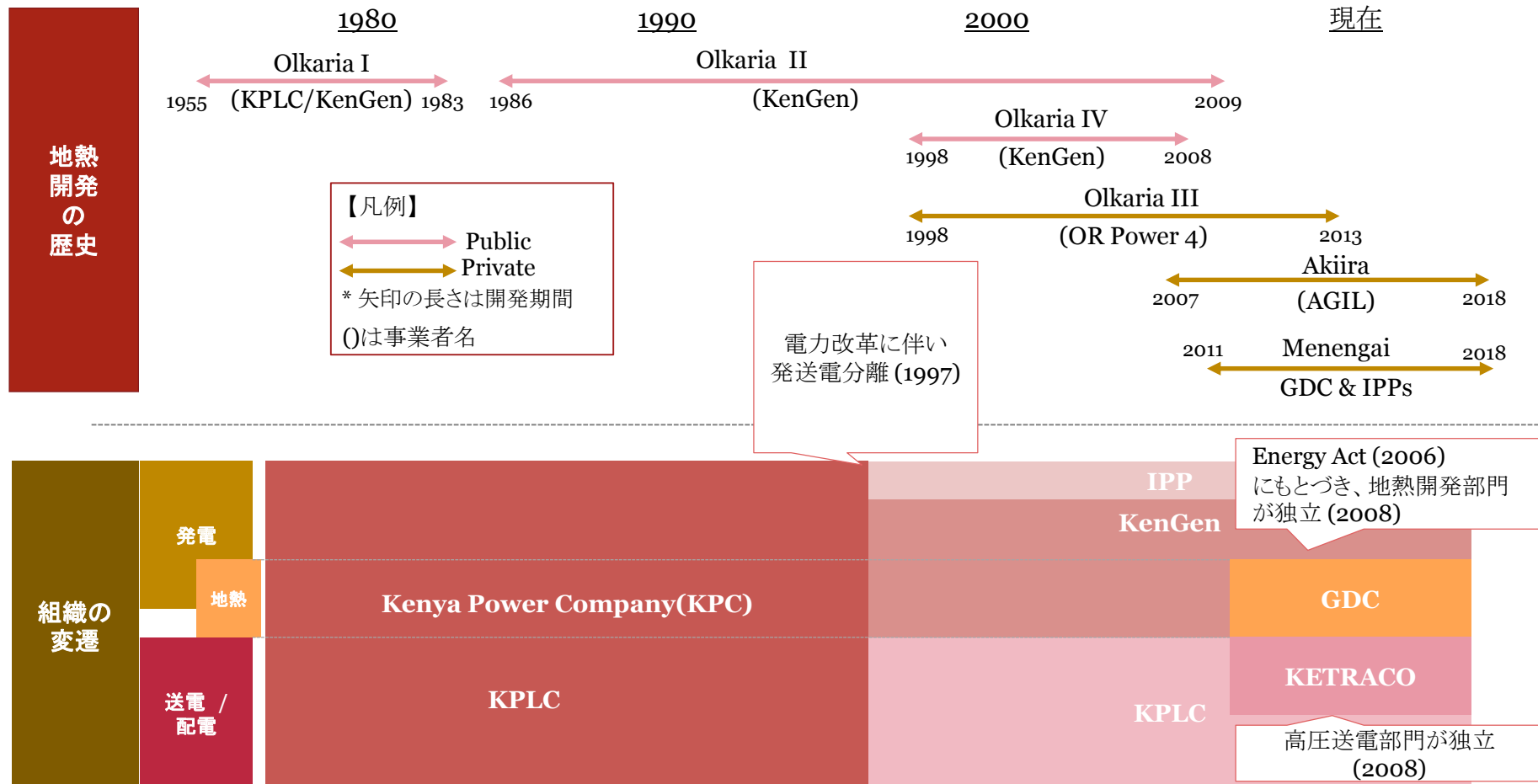
Kenya Electricity Generating Company Limited (KenGen): ケニア電力発電公社。1998年に電力改革に伴い設立された、火力、水力、風力などの発電所を保有するケニアの公営電力企業

Geothermal Development Company (GDC): 地熱開発公社。地熱開発促進のため2008年に設立され、地熱蒸気開発の調査、掘削及びKenGen/IPPへ蒸気を供給している公営企業

出所: PwC作成

7.1 ケニア地熱開発③： 現組織体制に至る経緯

- 過去30年を経て、ケニアでは地熱の民間投資プロジェクトが増加するなかで、地熱開発部門が地熱開発公社(GDC)として独立し現在の地熱開発組織体制が確立された。



7.2 エチオピア/ケニアの比較①： 法制度(土地収用)

- エチオピアでは、中央政府は土地収用には関与せず、地方政府にその対応を任せている。
- EEPによると、エチオピアのセーフガード関連(環境、土地収用など)ガイドラインは国際基準に則っているとのことであるが、エチオピアで活動するUSAIDは、エチオピアの環境社会配慮関連法は改善が必要であると指摘しており、見解に食い違いがある。
- ケニアでは、土地収用問題は複雑であるため、地方政府と協力しながら中央政府が中心となって、ローカルコミュニティと交渉を行う制度となっている他、関連法制度の制定とその実施に関する規定が整っている。

Ethiopia IPP

Kenya IPP

土地収用	(開発用)土地を決定	水灌漑電力省	中央政府/地方政府/民間事業者
	住民移転計画の計画	地方政府	(国家土地委員会が地方政府、民間事業者との対話を通して)中央政府
	ローカルコミュニティとの交渉	地区運営オフィス(District Administrative office) – 地方政府	(地方政府とのコンサルテーションを通して)国家土地委員会
	住民への補償	民間事業者/連邦政府	国家土地委員会 / 民間事業者
	国際セーフガードガイドラインに則っているか	(EEPによると)則っている	則っている
	立ち退きプロセスと補償を規定する補助法令	公共目的のための土地収用とその補償支払いについての発令(Expropriation of Landholdings for Public Purposes and Payment of Compensation Proclamation No. 455/2005)	ケニア国憲法/土地令と土地登録令/鑑定士令 ^{*1} /国内移住者保護と援助令/環境管理と調和令

*1: 鑑定士及びその活動に関する規制について規定する法令

エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書

PwC

3月 2017

44

7.2 エチオピア/ケニアの比較②：法制度(その他)

- エチオピアでは、事業のFS、環境社会評価段階から民間事業者の裁量で実施する部分が多く、政府は民間事業者がこれらの完了確認に関与し、事業ライセンスを発行する規定に地熱法上で規定されている。しかし、開発プロジェクトの実例が少なすぎるため、法律の実際の運用がどうなっているかは明らかでない。
- 一方ケニアでは、FS段階から政府も関与するとされており、プロジェクトの初期段階から政府がある程度の関与をすることで、プロジェクトの質を担保する努力がなされていると考えられる。
- エチオピアとケニアでは法令上の大きな相違は確認できないが、それでも、ケニアの方が地熱開発の初期段階から政府が関与することを明確に事業者に示している。

		Ethiopia IPP	Kenya IPP
F S	FS(実現可能性調査)	民間事業者	政府/民間事業者
	環境社会評価	民間事業者	政府/民間事業者
建設	建設許可	自治体/地方政府	国家建設公社、地方政府、国家環境管理公社(NEMA)
	地表インフラのオーナーシップ (生産井含む)	民間事業者	政府が資源を保有し、民間事業者がほとんどのインフラを所有
周辺 インフラの 建設	アクセス道路	民間事業者/ 地方政府/(中央)政府/ 連邦政府	民間事業者 / 地方政府
	スイッチヤード / サブ・ステーション	民間事業者 / EEP	KPLC / GDC / 民間事業者
	送電線	EEP	KETRACO / (KPLC)* ¹
	グリッド線	EEP	KETRACO/KPLC
	配電線	EEP	KPLC

*1: ケニアにおける全ての新たな送電網整備はKETRACOが担うこととなっているが、実質的には、KETRACOが十分な資金を有しない場合は、KPLCの関与が求められる。

7.2 エチオピア/ケニアの比較③：地熱開発段階毎の組織体制

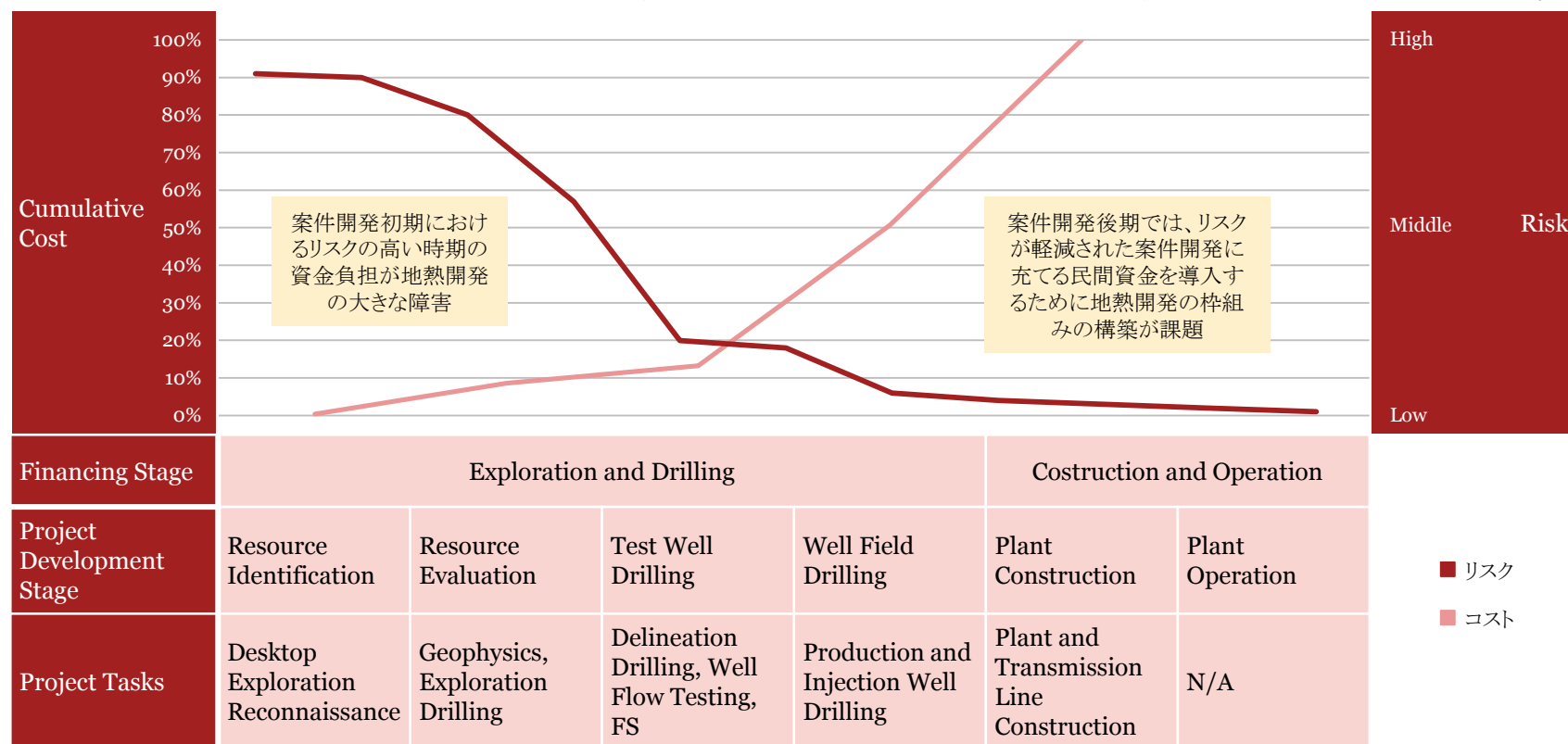
- ケニアでは生産井の掘削までGDCが関わることで、投資家への熱源リスクを軽減している。
- 一方のエチオピアでは、Corbettiプロジェクトに見られるように、試掘部分の官民役割分担が曖昧である。EEPは、熱源リスクテイクについて事業者からの提案に基づき議論することを歓迎している。

		Ethiopia IPP	Kenya IPP
地熱 開発 段階	地質調査	GSE	GDC / 民間事業者
	試掘	GSE / 民間事業者 / その他	GDC / 民間
	地熱開発ライセンス取得 の要件	ESIA, FS が完了し、 PPAに合意していなければならない	ESIAとFSが完了していなければならない
	生産井掘削	GSE / 民間事業者	GDC / 民間事業者
	プラント建設	民間 (EPCコントラクター)	民間 (EPCコントラクター)
	グリッド建設	EEP	KETRACO / KPLC

7.3 地熱開発ファイナンス： 基本的な考え方(1/2)

地熱発電プロジェクトのコストとリスク

- 地熱発電は、蒸気生産井を地下深くまで掘削する必要があるため、開発に時間を要するとともに、他の発電方式に比べて熱源開発リスクが大きくなっている。そのため、開発初期の生産井・還元井の掘削時点から資金負担が大幅に増加するが、ハイリスク及び長期にわたる開発期間を許容しうる資金提供者が必要となる。途上国においては、リスクが低減するまでの初期の上流開発の資金スキーム作りが重要なテーマであり、地熱ポテンシャルの高い東アフリカでも、様々な取り組みがなされている。



図：ステージ毎の資金負担例(典型的な50MWのプラント)

出所：NREL (2011), Guidebook to Geothermal Power Finance

エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書

PwC

3月 2017

47

7.3 地熱開発ファイナンス：基本的な考え方(2/2)

ケニアにおける地熱ファイナンスの例

- 東アフリカにおいて、長年、地熱開発を進めているケニアのオルカリアV・Iの事業例では、発電プラント建設の前段階では、表のように、ケニア政府/ケニア電力公社(KenGen)および世銀、欧州投資銀行が主な資金提供者となっており、日本政府による支援は、発電プラント建設に充てられている。
- ケニアのみならず、将来の地熱発電開発における大きなテーマは、熱源開発の資金調達であり、それらをカバーすることにより、より大きな地熱発電事業の開発が可能になるものとする。

表：ケニア オルカリアV・Iにおける資金源(280MW)

(百万ドル)

	GoK	KenGen	WB	AfD	EIB	KfW	JICA	Total
掘削費用	313					15		328
蒸気生産井開発		7	107		135	54		168
発電プラント		35		210	32		323	703
送電	3.4					30		35
コンサル業務								30
運営・ローカルインフラ		29	12					41
その他		67	1					68
合計	316.4	138	120	210	167	99	323	1,373

上流

出所：Daniel Saitet, Geoffrey Muchemi (2015), Kengen Financing Mechanisms for Geothermal Projects in Kenya

エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書

PwC

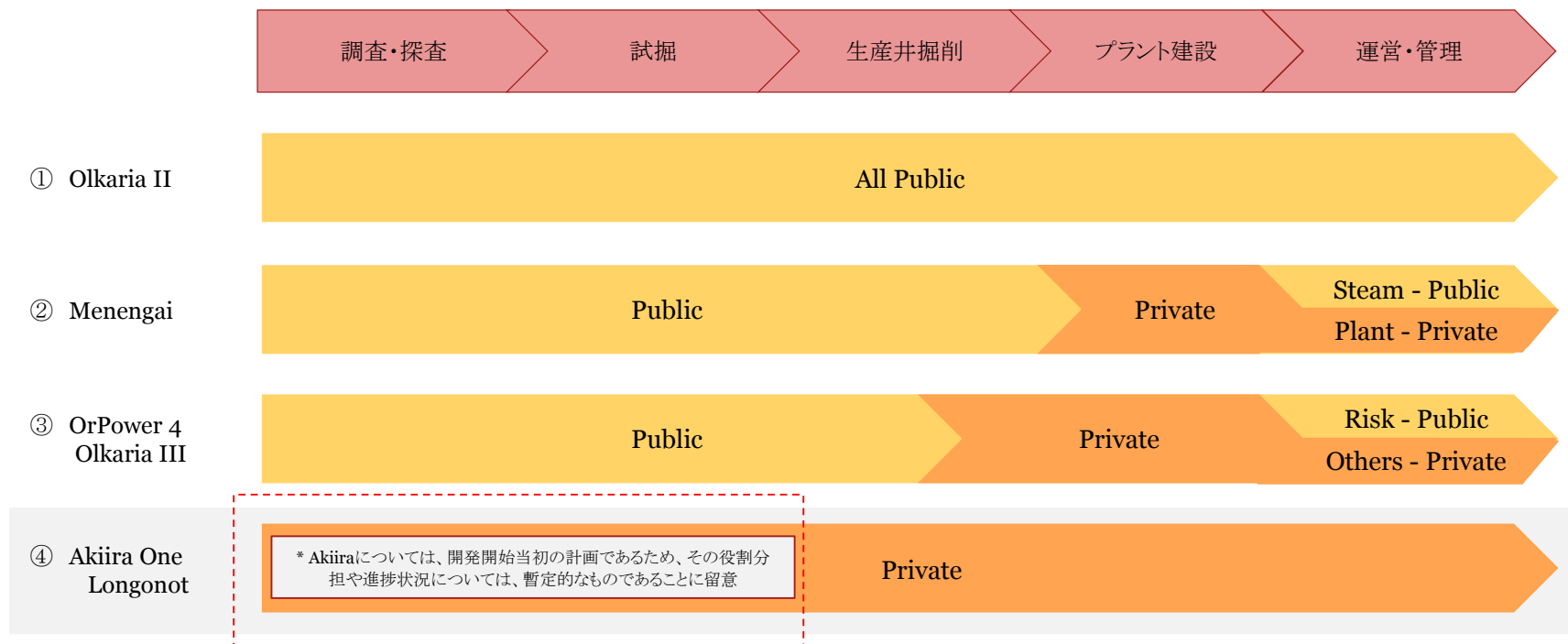
3月 2017

48

7.3 地熱開発ファイナンス： ケニアのファイナンススキーム

公民による様々なファイナンスのスキーム

- ケニアにおける主な開発パターンには、①全て公共、②プラント建設から民間参画、③開発段階の途中から民間参画、そして④全て民間、等が存在する。
- 民間が参画し、既に実現されている②・③については、いずれも運営時の民間に係るリスクを軽減するリスク分担やファイナンスがなされている。



注： Akiira OneのLongonotについては、オペレーションには至っておらず開発段階にある。
エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書
PwC

7.3 ケニアのモデルケース(1): Olkaria III OrPower4① 概要

背景

- 本プロジェクトでは、最初の8MWから現在の110MWに拡大するという段階的拡張を行っている。
- 交渉により、PPAの改正に至っている。交渉の対象となっていた主な課題は、オフテイカーであるKPLCから事業者Ormatへの支払いに対するケニア政府の保証である。

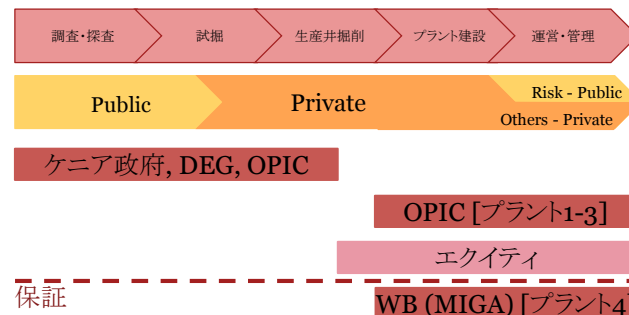
プラント情報			
所有者	Ormat Tech	開発者	Ormat Tech
設備容量		110MW	
資金調達情報			
開発	DEG and co-lenders (\$105M)		
プラント 1-3	OPIC (\$310Mのデッド)		
プラント 4	Ormat (MIGAにより保証されるエクイティ)		

- ◀ 1990s KenGenが初期探査・調査及び生産井の掘削を実施
- ◀ 1996 GoKがOlkaria IIIの運営権について、「Build・Own・Operate(BOO)」ベースでの入札を開始(推定ポテンシャル8MW)
- ◀ 1998 Ormat Technologies Ltdが運営権を取得
- ◀ 2000 追加分の12MWが運営開始
- ◀ 2009 プラント1 第2フェーズが運営開始
- ◀ 2013 プラント2 運営開始
- ◀ 2014 プラント3 運営開始

開発フェーズ

開発パターン

ファイナンス アレンジメント



まとめ

- Olkaria IIIは、民間が資金を出し開発を担ったアフリカ初の案件である。段階的開発戦略とプロジェクトの実現性を保証するための官民資金の組合せ及びリスク低減により、可能となった。
- Ormatは発電及び設備容量拡大のための追加的な生産井の開発について、責任を負う。
- 本案件は、高いポテンシャルを有する地点に接続しており、同エリア内でKenGenが既に行っていた活動の恩恵を被っている。
- 段階的拡張において追加の発電量の取り込みを可能にすべく、PPAの再交渉・改正がなされている。
- オフテイカーであるKPLCからの支払い保証のために、政府がサポートレターを出している。

7.3 ケニアのモデルケース(1): *Olkaria III OrPower4*②

メリット及びデメリット

	政府の視点	投資家の視点
メリット	- 民間セクターの投資によりケニア政府は資本支出を引き受けずに地熱開発を進められるようになる。 “Vision 2030”に掲げられているケニアの最低コスト電源の開発の実現に向けた追加的電力容量の開発及び導入が可能。 - 火力発電より相対的に低コストな電力を導入できる。 - 地熱は、水力や風力、太陽光といった他の再生可能エネルギーと異なり悪天候の影響を受けにくいいため電力供給の信頼性を改善することができる。	- KenGenによって既に活発な開発・展開がなされているエリアに接続していることから、Ormat自身が負担する開発リスクがいくらか軽減されている。 - ハードカレンシー建てのPPAにより、為替リスクが軽減されている。 - ケニア政府によるサポートレターにより収入リスクが軽減。これは、案件に国際的な出資者を呼び込むことにもつながる。
デメリット	調査・開発段階での高いコストを負担する必要がある。	- 地熱資源の一次的な権利を有するKenGenが利権を有することから、土地の利用に制限がある。 - 同じエリアにおける他事業者の開発活動が井戸の寿命を縮め、時間経過とともに上記の量や質に影響を及ぼしかねないリスクが存在する。

7.3 ケニアのモデルケース(1): *Olkaria III OrPower4*③ プロジェクトラクチャ

- ・ 民間企業(Orpower4)がKPLCとPPAを締結し、発電を担っている。
- ・ 国際金融機関からの借入れによる資金調達その他、MIGAを活用してPPAの支払リスクを保証。

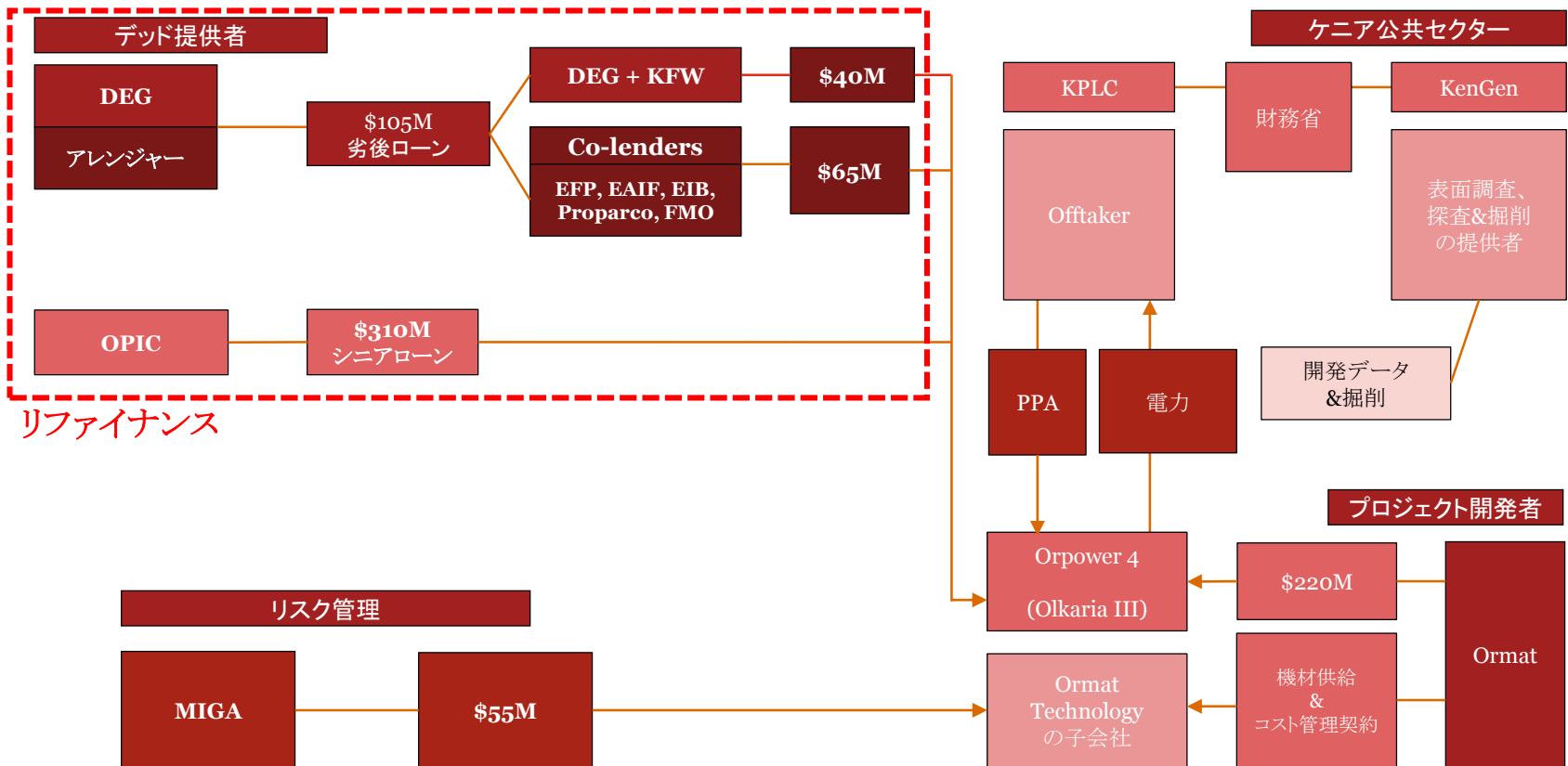


図: Olkaria III のプロジェクトストラクチャ

出所: Climate Policy Initiative (2015), “Using Public Finance to Attract Private Investment in Geothermal: Olkaria III Case Study, Kenya

エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書

PwC

3月 2017

52

7.3 ケニアのモデルケース(1): *Olkaria III OrPower4*④

資金調達

- プロジェクト開始当初、ケニア政府はKPLCに低価格での電力供給することを求めながらも、オフテイク・リスク保証を付けてなかったことから、Ormatは負債借り入れができず、資本金による資金調達を行った。
- その後、資本金とほぼ同額をDEGやOPICなどからの借り入れで賄っている。

表:各フェーズにおける資金調達

資金源				拡張フェーズ (追加容量(MW))				合計資金投入額	
提供者	公/民	種類	支払期間	フェーズ Ⅰ		フェーズ Ⅱ	フェーズ Ⅲ	投入金額	プロジェクト コスト (リファイナンス除く)
				12MW	+36MW	+36MW	+16MW (26MWに最適化)		
Ormat	民間	エクイティ	1998-2014	40	110	43	27	220	220
DEG and Co-lenders	公共	シニア (/劣後) ローン	2009	105		---	----	105	----
OPIC	公共	シニアローン (リファイナンス)	2012	85		----	----	85	----
OPIC	公共	シニアローン	2012-2013	----		180	45	225	225
合計								635	445

7.3 ケニアのモデルケース(1): Olkaria III OrPower4⑤

リスク分担①

- 主に建設や運営に関わるリスクはIPPsやレンダーがリスクを負い、不可抗力等は政府機関(及び政府)に加えて、PRGやMIGAを利用して転嫁できる仕組みとなっている。

表:ステークホルダー間のリスク分担

フェーズ	リスク/義務	契約上の責任			リスク低減	
		IPPs & レンダー	KPLC	ケニア政府	PRG	MIGA
建設前	サイト			X		
	プラント設計	X				
	デッド&エクイティファイナンス	X				
建設期間	コストオーバーラン	X				
	建設遅延	X				
運営	運営&維持	X				
	電力容量アベイラビリティ	X				
	出カクオリティ仕様	X				
コンセッション期間	KPLCのシステムアベイラビリティ		X		X	
	電力・容量支払及び燃料チャージ		X		X	
	KPLCに影響する不可抗力		X	X	X	
	通貨切り下げ	PPAはUSDを通貨としているため、為替リスクは生じない				
	通貨、兌換性、譲渡性	X				
	政治的事象 (継続義務)			X		
	その他の政治的事象	X	X		X	
	KPLCのデフォルトに起因する解約手数料		X	X		X
	デフォルト					
	政治的事象に起因する解約手数料			X		X

7.3 ケニアのモデルケース(1) Olkaria III OrPower4®: リスク分担②

- ・ 近隣地域で既に地熱案件の開発が進んでいるOlkaria IIIにおいても、初期開発段階の蒸気リスクは、KenGen(政府)が負担した。調査や試掘を含む初期開発は、ケニア政府及び世界銀行の資金により実施された。
- ・ フェーズ毎に開発を進めるアプローチでは、一度蒸気が確認された後のリスクは事業者に移されていくという形をとっている。

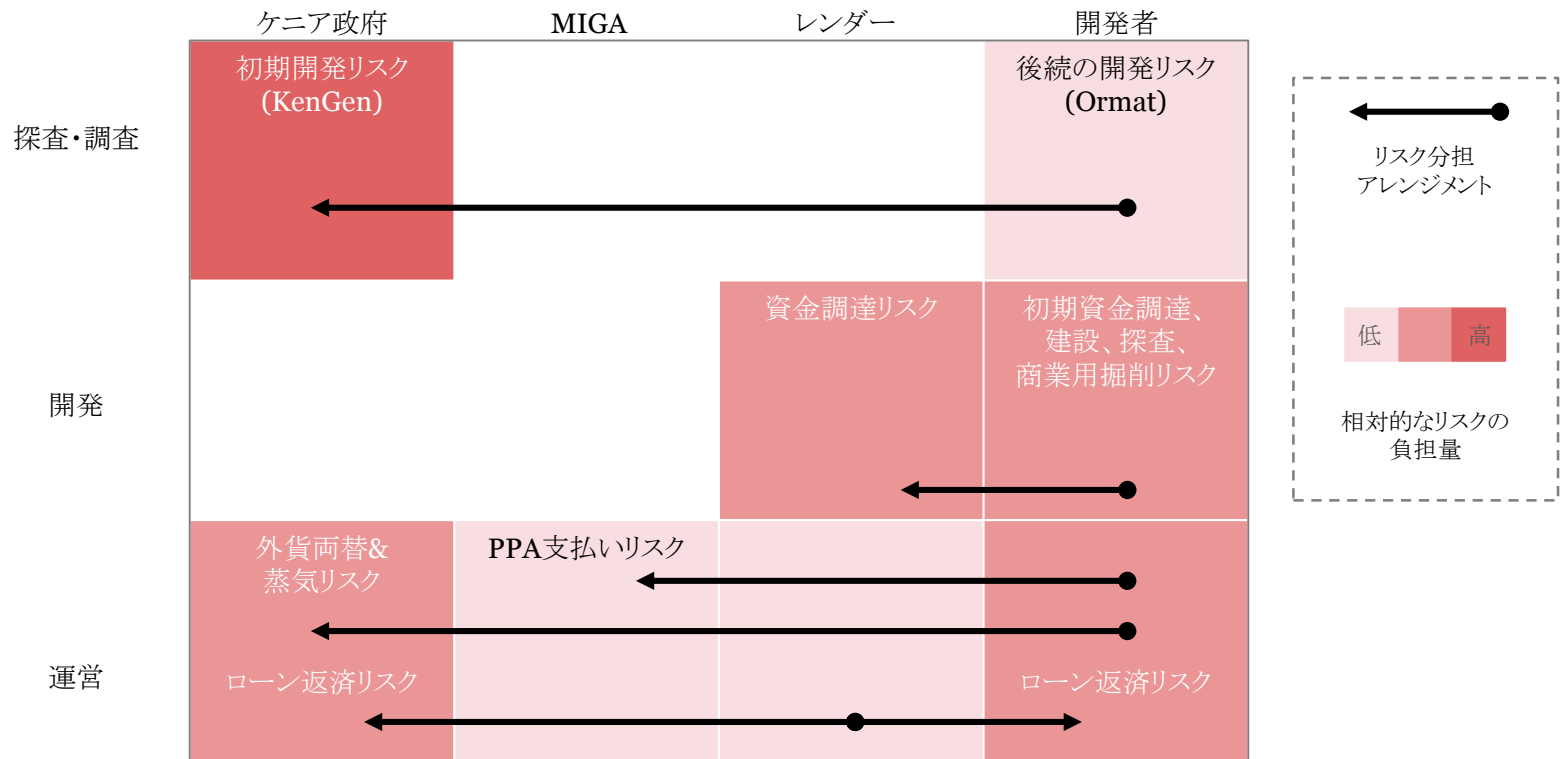


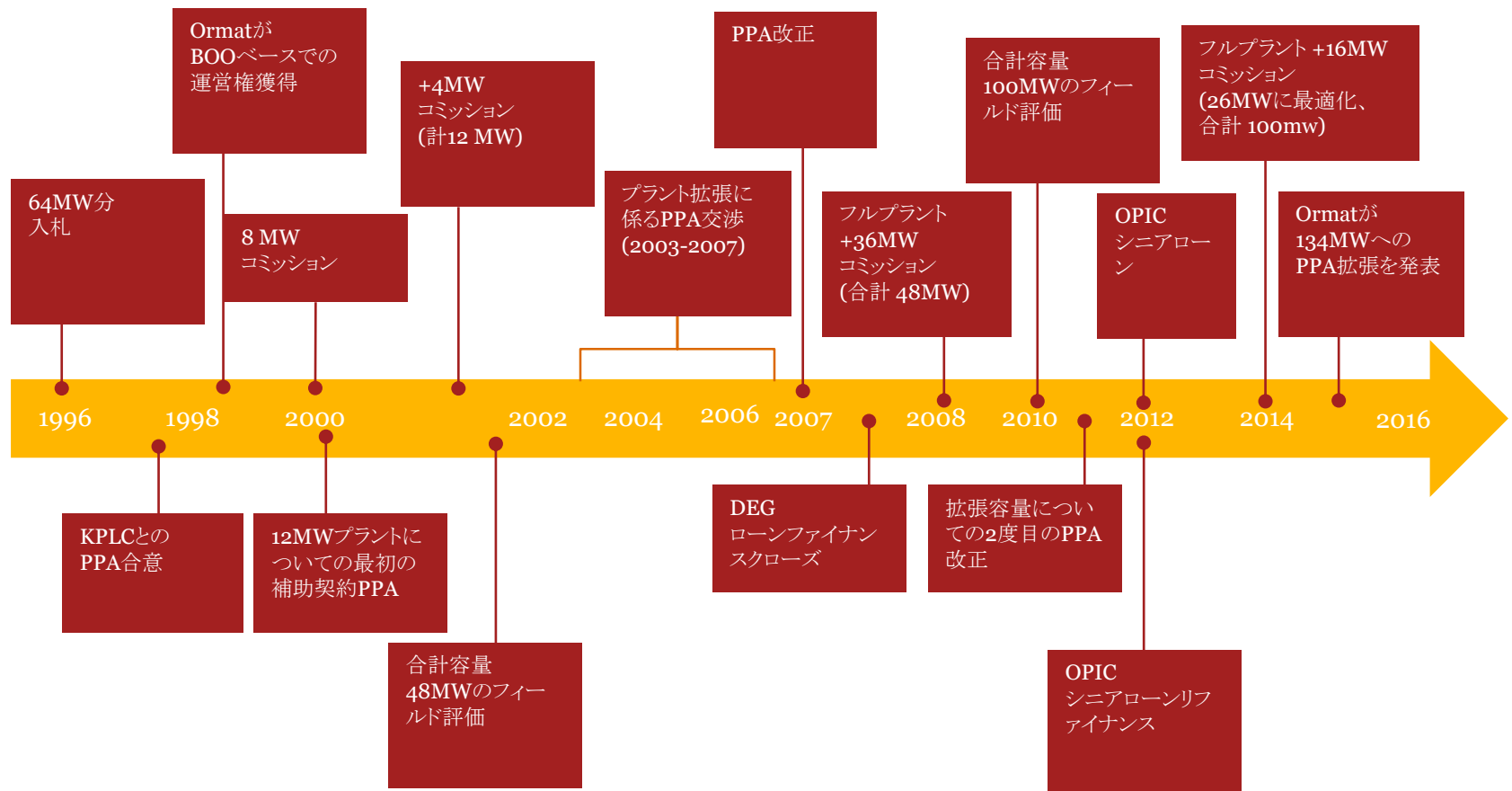
図: リスク分担マトリックス

出所: Climate Policy Initiative (2015), "Using Public Finance to Attract Private Investment in Geothermal: Olkaria III Case Study, Kenya / Proceedings World Geothermal Congress (2015), "Kengen Financing Mechanisms for Geothermal Projects in Kenya"
エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書

7.3 ケニアのモデルケース(1): *Olkaria III OrPower4*⑦ タイムライン

- 1996年に、64MWの地熱開発案件として始まり、数度のPPA改正やリファイナンスを経て、その規模を拡張してきた。

図: Olkaria III 開発のタイムライン (1)

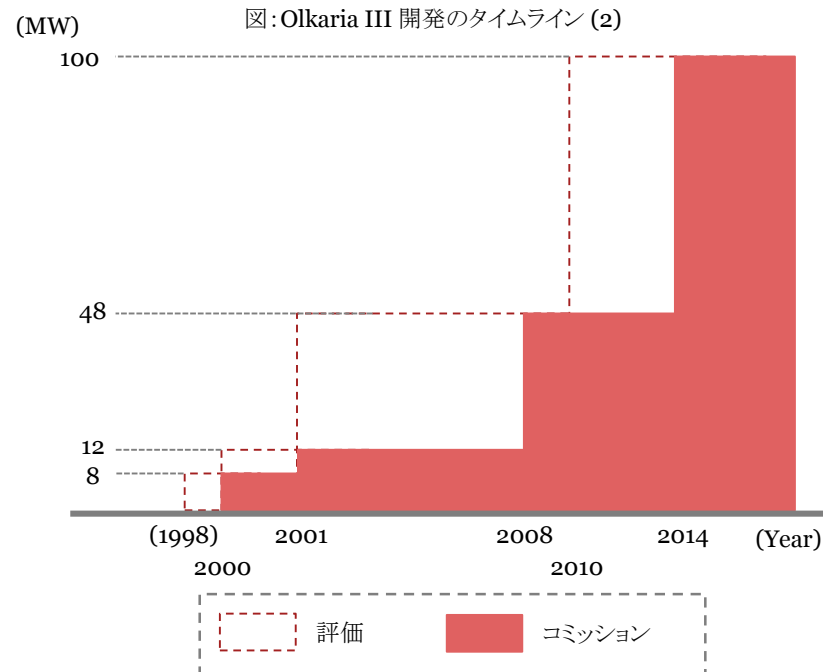


出所: 公開文書を基にPwC作成

7.3 ケニアのモデルケース(1): *Olkaria III OrPower4*⑧

Phasingアプローチ

- Olkaria III の開発の進め方は、合意は一度にするものの最終的な設備容量を複数に分けて、段階的に開発を進めている。
- このサイトでは、KenGenが試掘を実施しており、その後、8MWの生産井を含む井戸の譲渡とともにケニア政府が入札にかけている。
- このように、Phasingアプローチを取るとともに、事業開始が可能となる段階までは政府側が開発を行うことで、熱源リスクを政府がとるという工夫を行っているが、各開発段階においてPPA交渉開始から実際に稼働するまで最大7年とかなり時間がかかっている。



出所: 公開文書を基にPwC作成

7.3 ケニアのモデルケース(2): Menengai① 概要

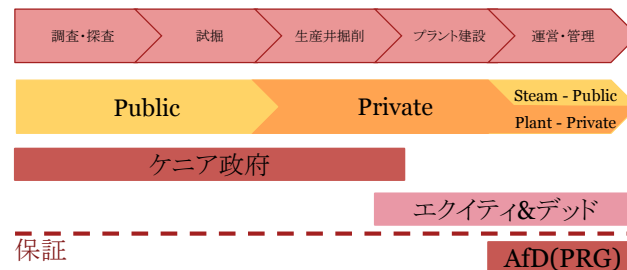
背景

- 本案件の推定ポテンシャルは1,600MWである。
- 蒸気販売を担うGDCとIPPsは、Project Implementation and Steam Supply Agreement (PISSA) と呼ばれるBOO (Build-Own-Operate)ベースでIPPsが資金調達、設計、建設、設置、運営及び発電所の維持を行うことを定める契約に署名した。IPPsは、KPLCとの間で売電契約であるPPAも締結している。

開発フェーズ

開発パターン

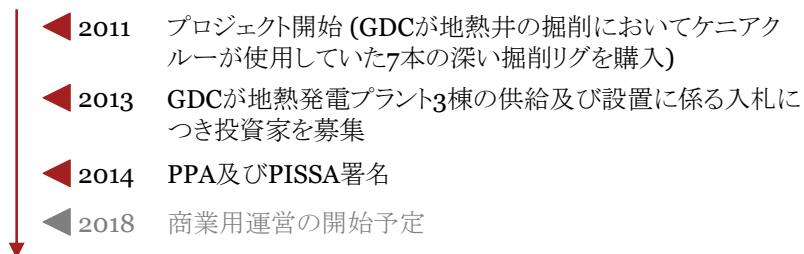
ファイナンス アレンジメント



まとめ

- 試掘から生産井掘削まではコンセッションナリー・ファンディングに依っている。
- GDCの役割は蒸気を供給する時点までとなっている。
- GDCが開発と蒸気供給を行ったことで、発電事業者にとってリスク低減された形となっている。
- GDCは、電力供給オフテイカーであるKPLCから直接支払を受けることで、債務日数を多少短縮し、利益を得ている。

プラント情報			
所有者	GDC	開発者	Quantam Power East Africa, Orpower 22, Sosian Energy
設備容量		3 x 35MW = 105MW (計画)	
資金調達情報 (フェーズ 1)			
GoK, AfDB (GDCへの財務支援額は最大), AFD (GDCを支援する最初の開発パートナー), 英国政府, 世界銀行, scaling-up Renewable Energy Program (SREP), その他			

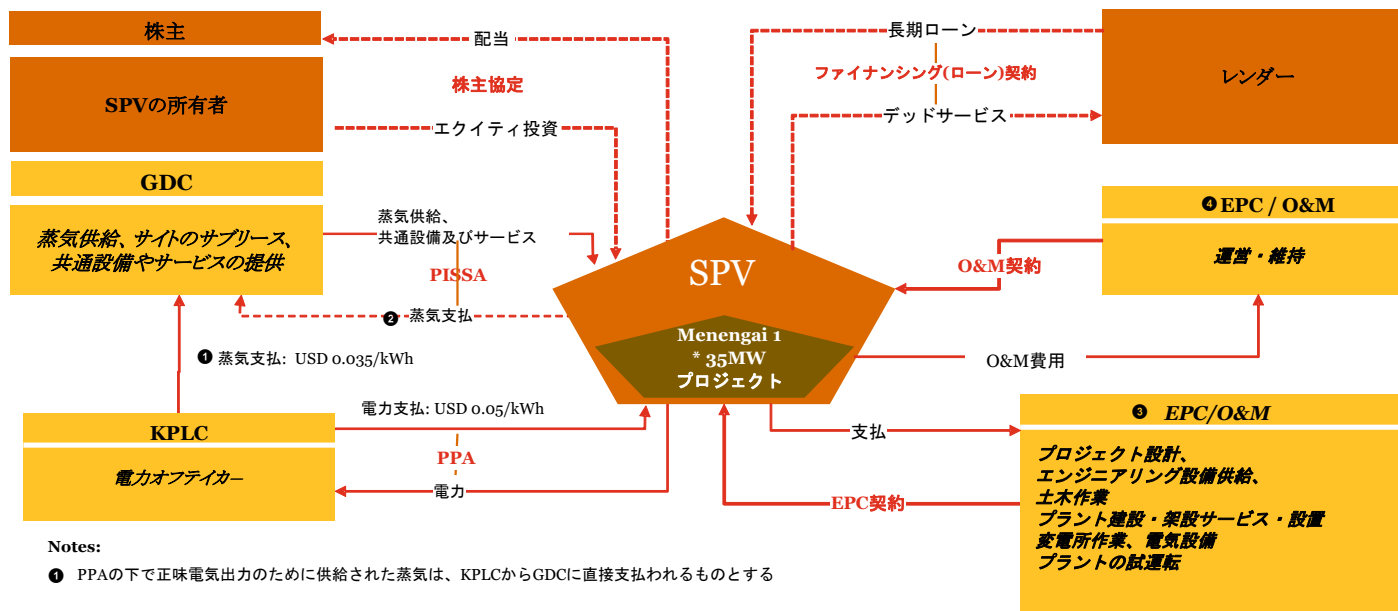


7.3 ケニアのモデルケース(2): *Menengai*② メリット・デメリット

	政府の視点	投資家の視点
メリット	- 民間セクターの投資によりケニア政府は資本支出を引き受けずに地熱開発を進められるようになる。 “Vision 2030”に掲げられているケニアの最低コスト電源の開発の実現に向けた追加的電力容量の開発及び導入が可能。 - 火力発電より相対的に低コストな電力を導入できる。 - 地熱は、水力や風力、太陽光といった他の再生可能エネルギーと異なり悪天候の影響を受けにくいいため電力供給の信頼性を改善することができる。	- 発電所の投資家は試掘井開発や生産井開発を行う必要がなく、既に蒸気が確認されている貯留層からの蒸気に頼ることとなる。 - ハードカレンシー建てのPPAにより、為替リスクが軽減されている。 - ケニア政府によるサポートレターにより収入リスクが軽減。これは、案件に国際的な出資者を呼び込むことにもつながる。
デメリット	発電所からの送電インフラのアベイラビリティに加えて、調査・上流開発・生産井開発段階での高いコストを負担する必要がある。	- 発電所の投資家は蒸気供給の管理はできずGDCから提供される情報及び彼らの効率性に依存せざるを得ない。 - 送電インフラ整備の遅延は案件のリターンを低減させる可能性がある。また、その場合、損害賠償の条項に関して、ケニア政府が再交渉を持ちかけてくるリスクがある。

7.3 ケニアのモデルケース(2): Menengai③ プロジェクトストラクチャ

- ・ 蒸気の供給、サイトのサブリースなどはGDCが担当することとなっている。
- ・ KPLCへの売電のために利用された蒸気については、KPLCからGDCに直接支払いがなされる。



Notes:

- ① PPAの下で正味電気出力のために供給された蒸気は、KPLCからGDCに直接支払われるものとする
- ② SPVによる内部使用のための発電に費やされた蒸気および余分に消費された蒸気(KPLCへの配電のための正味電気出力以外の目的)はSPVからGDCに支払われる
- ③ 開発者は適切なEPC請負業者に委託する
- ④ SPVは、EPC請負業者と新たにO&M契約を結び、運営・保守サービスの提供を委託する可能性がある。

図: Menengaiのプロジェクトストラクチャイメージ

出所: 公開文書を基にPwC作成

エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書

PwC

3月 2017

60

7.4 ケニアの事例から得られる教訓①

- ケニアの先行プロジェクトで見られる課題及びその解決策から得られた、エチオピアで地熱開発を進めるにあたっての教訓を下表にまとめている。

	入札プロセス	政治リスク
課題及び 解決策	- IPP入札プロセスは、透明性欠如のため十分な競争力がないとみなされている。提起されている問題には、評価及び落札者決定にする明確さの欠如が含まれる。これを軽減するために、調達主体は競争促進のためのより透明な入札プロセスをもつことが奨励されている。 - 具体的には： - 調達通知の透明性とタイムテーブルを含む明確な入札プロセスが必要 - 入札や交渉のための包括的な情報とドキュメントパッケージが必要 - 独立した精査を伴う客観的評価基準も存在しなければならない	- 国が政治的に不安定な場合は、プロジェクトの完了が遅れる傾向がある。プロジェクトにおける政治的干渉の場合もまた、プロジェクトの運営に影響を及ぼす。これらを緩和するために、政府はサポートレターを提供する必要がある。 - サポートレターには、政治的なリスクと不可抗力事象が含まれている。このレターは、その範囲が限定的であることから、ソブリン保証とはならない。 - 政治リスクをカバーするために国際開発機関から部分的リスク保証(PRG)を得ることができる。PRGは、政府(または政府所有の事業体)が契約上の義務を履行しないリスクに対応している。
エチオピアへの 適用の可否	ケニアで提起されているものであるが、エチオピアでは重要な課題ではない	当該リスクはケニアとエチオピアの両方に当てはまる

7.4 ケニアの事例から得られる教訓②

- 収入リスクは、主要なリスクの一つであるが、その軽減策として複数の手段をとることができる。

	収入リスク	操業リスク
課題及び 解決策	- オフテイカーの信用度は、主要なリスクの一つである。このリスクの原因には、オフテイカーの財政健全性、貧弱な課金・回収制度、低い電力需要、インフレなどがあげられる。 - これを軽減するには、下記の内容を考慮する必要がある。 1. IPPによるDDを可能にするために、オフテイカーの会計情報と財務情報を必要に応じて入手 2. ソブリン保証 3. コストを反映した小売価格によりIPPに還元 4. オフテイカーのデフォルトの場合にIPPが償還できる資金を保管するエスクロー口座の開設 5. 完全なコスト回収を確保するための長期電力購入契約	- このリスクは、プラントのアベイラビリティが低く、操業コストが上がることで高くなる。 - 固定料金分及びパフォーマンス連動のボーナス、パフォーマンスの低下に対するペナルティ/停止措置を設けることで、リスクを軽減できる。
エチオピアへの 適用の可否	当該リスクはケニアとエチオピアの両方に当てはまる	当該リスクはケニアとエチオピアの両方に当てはまる

7.4 ケニアの事例から得られる教訓③

- エチオピアにおいては、為替リスクをいかに軽減することができるかが大きな課題となっている。

	為替リスク	建設リスク	インフラリスク
課題及び 解決策	- 通貨リスクは、通貨の兌換や譲渡の困難さと現地通貨の切り下げにより発生する。 - このリスクは、ドル建てのPPAおよび支払いの指標化を通じて緩和することができる。	- 建設リスクは、完工遅延、環境コンプライアンス、生産量の低下、プラントの非効率性などのリスクに関連している。 - このリスクは、ターンキーや一括払いおよびパフォーマンスが損なわれた場合の損害賠償額を含む固定期間契約により軽減しうる。	- このリスクは、政府の失敗の結果、発電所からの送電インフラが不十分となるリスクを指す。 - これを緩和するために、送電線が間に合わない場合、政府への罰則が課せられるべきである。 - これは、PPAを、送電線の遅延にかかわらず生産された電力をオフテイカーに支払うことを義務付けた「テイク・オア・ペイ契約(買い手が売り手に対して、一定金額以上の支払いを約束し、また、一定量の商品、あるいは、サービスの引き取りを無条件で約束する契約)」とすることで実現可能である。
エチオピアへの 適用の可否	当該リスクは、ケニアよりもエチオピアにおいて顕著	当該リスクは、ケニアとエチオピアの両方に当てはまる	当該リスクは、ケニアとエチオピアの両方に当てはまる

ケニア地熱開発のまとめ

公的部門が熱源リスクを負う開発形態

- ケニアでは、80年代から地熱開発が進められ、公的部門主導、民間部門主導など様々な開発形態が存在するが、当初は、地熱開発に関する法的な枠組みや組織が整備されていく中、KenGenを中心とした公的部門が主導し、開発が進められた。
- 民間部門による地熱開発は、1990年代後半から行われているが、①公的部門が既に開発を行ってきた地域における案件実施であること、②熱源開発はKenGenが行ったことなどから、民間がとるリスクは限定的となり、発電プラント建設、操業における民間企業の参画が進んだ。GDC設立に伴い、蒸気リスクをGDCがとる形態をとったことから、ケニアでは一貫して、熱源開発リスク、蒸気リスクは公的部門がとるスキームが確立され、民間資金を導入する考えが確立している。
- KenGenが熱源開発後、民間企業が主導した地熱案件であるOlkaria III、試掘はKenGenが行い、その後のプラント建設と操業を民間が行うMenengaiがその代表的な例である。
- なお、Olkaria IIIでは、小規模から開発を行い、その後大型案件の建設を行うアプローチをとっているが、交渉開始から実際に稼働するまでかなり時間がかかっている。

8. エチオピア地熱開発の現状と課題

項目

8.1 エチオピア地熱開発の現状

- ・ 現状のエチオピア地熱開発プロジェクト
- ・ エチオピアのモデルケース: Corbetti

8.2 エチオピア地熱開発の課題

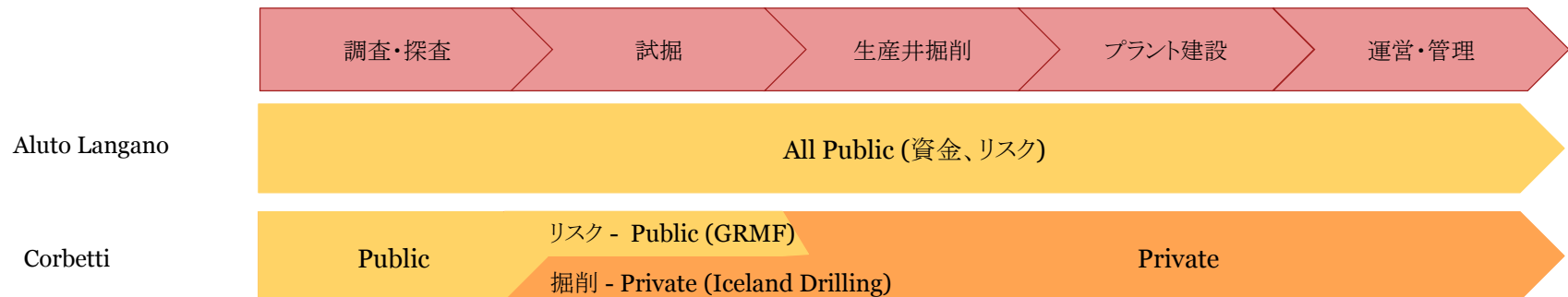
- ・ PPAの個別交渉
- ・ 熱源リスク分担
- ・ 法制度の整備
- ・ 案件規模と事業性・電力価格
- ・ 日本企業による開発候補の選定
- ・ 海外投融資全般
- ・ エチオピア地熱開発の現状と課題のまとめ

8.1 エチオピア地熱開発の現状：

①現状のエチオピア地熱開発プロジェクト

- 現在、エチオピア国内で稼働している唯一の地熱発電所であるAluto Langanoは、公的部門が初期の調査から地熱プラント運営管理まで一貫して行っている。
- 上記に加え、民間事業者が試掘段階から参画しているCorbetti案件があり、民間が熱源開発から参画している唯一の先行事例である。ただし、水灌漑電力省と事業者間で、熱源リスクの分担と価格の交渉が未だ難航している(2017年2月時点)。
- これら2つに事例に限られるため、エチオピアにとって成功している開発アプローチを取り上げることは難しいが、現在交渉中のCorbetti案件は多くの障害があると理解しており、同事例の阻害要因を精査することが有用である。
- 今後の民間事業者による開発の場合は、Corbetti案件のアプローチを改善する必要があるとの見解をエチオピア政府が示していることから、本調査ではその改善に資するべく、エチオピア政府との協議で得られた事実や意見に基づき、現行の地熱プロジェクト形成とそのファイナンスについての課題を抽出する。

図： エチオピア2事例のファイナンスとリスク分担



8.1 エチオピア地熱開発の現状：

②エチオピアのモデルケース：Corbetti概要

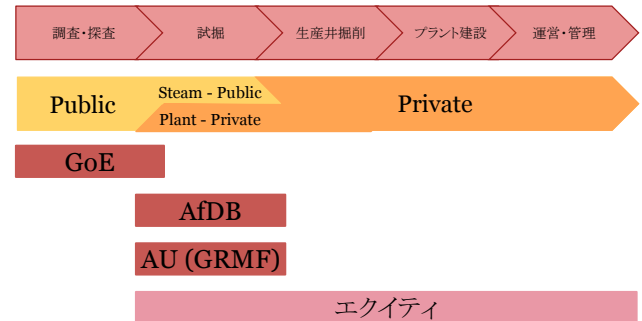
背景

- 本案件は、1,000MW超の地熱発電所を2期に分けて建設を目指しており、最初の段階では500MWの運転開始をめざし、その一部は、3年後の運転開始を想定している。資金面では、各期につき20億ドル、プロジェクト全体で40億ドルの資金調達が予定されている。資金調達の内訳は、エクイティが25%、借入金が75%である。
- なお、SPCであるCorbetti Geothermal Plcの株主は、Reykjavik Geothermal (28.5%)、Berkley Energyが管理するAREF (53.5%)、そしてIceland Drilling (18%) の3者となっている。

開発フェーズ

開発パターン

ファイナンス アレンジメント



プラント情報			
所有者	EEP	開発者	Reykjavic Geothermal, Berkley Energy, Iceland Drilling
設備容量		500MW + 500MW = 1,000MW (planned)	
資金調達情報			
~500MW	Reykjavic Geothermal, Berkley Energy, Iceland Drilling (エクイティ - \$70M), AU (グラント / GRMF - \$8M)		

- ◀ 2011 表面調査 (Reykjavic GeothermalがGSEと共に、詳細な地質調査、地化学調査及び物理探査を実施)
- ◀ 2013 Reykjavikがエチオピア政府との枠組み合意に署名
AREF及びIDCと共に、Corbetti Geothermal Plcを設立
- ◀ 2015 最初の500MWに関するPPA署名
- ◀ 2018 フルコミッショニング(予定)

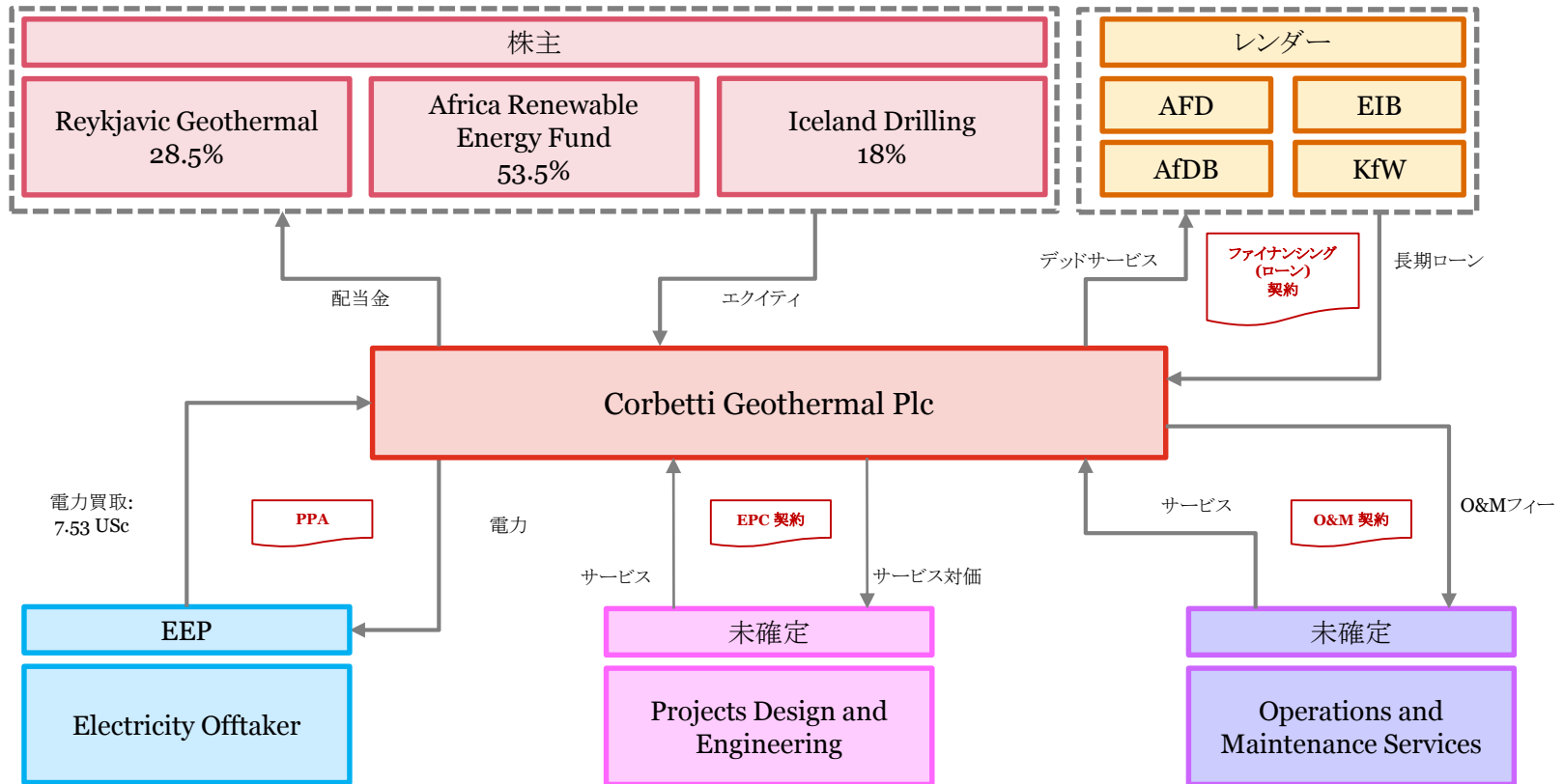
まとめ

- Corbettiでは、サイトの選定、表面掘削のために鉱物省との交渉ののち、EEPと民間事業者がPPAを交渉中である。
- PPAを最終化させるための協議が進んでいるが、交渉中の主要な課題は電力価格と政府保証の範囲である。
- 熱源及び貯留層のポテンシャルは開発が進むにつれて、より理解されるようになるため、案件は段階的により開発が進むことが想定されており、PPAも分割交渉となる。

8.1 エチオピア地熱開発の現状：

②エチオピアのモデルケース：Corbetti プロジェクトストラクチャ

- CorbettiのSPCの組成においては、2つの特徴がみられる。
 - 民間による開発案件だが、公的なエクイティファンド (AREF) が参画
 - 熱源開発段階で収益を上げられる事業者 (掘削を担うIceland Drilling) が参画



*1: AREF(African Renewable Energy Fund)は、南アフリカを除くサブサハラアフリカの小規模水力や地熱、太陽光、ストランデッドガス、バイオマス発電事業への投資を行うファンドであり、AfDBやCDC、EIBなど13機関が資金拠出を行っている

エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書

8.1 エチオピア地熱開発の現状：

②エチオピアのモデルケース：Corbetti リスク分担

- Olkaria IIIとの相違としては為替関連のリスクをEEP及びエチオピア政府が負っていることが挙げられる。

表：ステークホルダー間のリスク分担(案)

フェーズ	リスク/義務	契約上の責任			リスク低減	
		IPPs & レンダー	KPLC	エチオピア政府	PRG	MIGA
建設前	サイト			X		
	プラント設計	X				
	デッド&エクイティファイナンス	X				
建設期間	コストオーバーラン	X				
	建設遅延	X				
運営	運営&維持	X				
	電力容量アベイラビリティ	X				
	出カクオリティ仕様	X				
コンセッション期間	EEPのシステムアベイラビリティ		X		X	
	電力・容量支払及び燃料チャージ		X	X		
	EEP及びエチオピア政府に影響しうる不可抗力		X	X		
	通貨切り下げ		X			
	通貨、兌換性、譲渡性		X	X	X	
	政治的事象（継続義務）		X	X		
	その他の政治的事象	X	X			
	EEPのデフォルトに起因する解約手数料		X	X		
	デフォルト	X	X	X		
	政治的事象に起因する解約手数料			X		

*1: 「X」については、世銀グループにこうしたリスク低減のための支援をリクエストする計画がある

出所：EEPへのインタビュー

エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書

8.2 エチオピア地熱開発の課題：現地での協議の概要

本調査では、2016年11月に第一回、2017年2月に第二回と、計2回エチオピアに赴き、地熱法、PPP法の進捗状況の聴取、情報収集を行うとともに、日本側が提案する事業・運営権獲得対応型円借款についてエチオピア側との協議を行った。

- **日本側から調査内容について説明：** 2017年2月のEEPおよび水灌漑電力省との面談の際には、既にエチオピアで進められている事例(Corbetiなど)の詳細についてのクラリフィケーションを行い、加えて、日本側からは、ケニアでの地熱開発スキームとの比較を提示することにより、様々なスキームの長所・短所を用いて説明を行った。
- **事業・運営権獲得対応型円借款スキームについて提案と検討：** 上記の説明を踏まえ、日本企業を対象とした「事業・運営権対応型円借款」の考え方に関連して、エチオピア側が考える民間による地熱開発に関する基本的な考え方について、EEP、水灌漑電力省と検討を行った。
- デスクトップ調査で抽出された以下の6課題を中心に、エチオピア政府と現地で協議した。確認されたエチオピア政府の意向を次ページ以降で課題ごとにまとめた。

- ① PPAの個別交渉
- ② 熱源リスク分担の考え方
- ③ 法制度の整備
- ④ 案件規模と事業性・電力価格（事業性分析）
- ⑤ 日本企業による開発候補の選定
- ⑥ 海外投融資全般

8.2 エチオピア地熱開発の課題: ①PPAの個別交渉

本調査で抽出した課題1: PPAの個別交渉

- 価格や事業期間、リスク負担などの実際の諸契約のベースとなる基本項目について関係者間で大筋合意(タームシート: Head of Terms)を形成した上で、契約交渉を行うことにより、推進の停滞を避ける必要がある。同タームシートは法的拘束力を有しないが、個々の契約交渉の大原則とする。
- 同案件の諸契約交渉において、定型化された流れ・枠組みが存在しないために、迅速な案件組成、適切なプロジェクトリスクについての議論がタームシート合意時に十分行われていない。

エチオピア側との協議内容:日本からのスキーム提案の方法

- EEPとの面談では、日本企業に特定した入札を実施して事業権を与えるという考えは前向きに検討できると言及されている。
- 米国企業が入札を経ないでスキーム作りを行っているCorbetti案件の背景についてEEPに問い合わせたところ、「同案件のスキームについては、米国側から提案されたもの」とのことであった。

※PPP事業は、国・公共団体などの発意によってなされる場合(Solicited)と企業側の働きかけによってなされる場合(Unsolicited)に分かれる。前者では、所定の手続きに従って競争入札が始まり、複数企業がルールに則って提案書を作成する。これに対し後者は、民間企業側がプレフィージビリティスタディ(プレFS)、ないしフィージビリティスタディ(FS)を行った上で、提案書に落とし込み、それを国・公共団体などの対象インフラの主体に提案する形となる。

- EEPから、Corbettiのように入札を経ないUnsolicitedベースのアプローチについて言及があったことから、今後、エチオピア政府による政府保証を含む事業・運営権獲得対応型円借款の提案に対し、EEP、水灌漑電力省に対して、現地の新しい地熱法細則、PPP法の内容の検討を踏まえた熱源リスクの軽減を盛り込んだ具体的なスキームを提案する必要がある。
- Corbetti案件では、EEPとCorbetti Geothermalとの間で、個々の契約交渉に先立った基本条項の取り決めが断片的で、本来は売電価格交渉との両輪で行われるべき主なプロジェクトリスクの議論が十分に行われなかったことが、後のPPA契約などの交渉を長引かせる要因となったとの言及が水灌漑電力省からあった。

出所: Tafesse & Associates へのインタビュー、政府関係機関へのインタビュー

8.2 エチオピア地熱開発の課題: ②熱源リスク分担

本調査で抽出した課題2: 熱源リスクの官民分担の方針

Corbetti案件は、開発の初期段階である熱源リスクの精査から民間事業者が主導したモデルであるが、初期費用も反映させるべき電力買取価格を妥結できていないことが停滞の大きな要因となっている。エチオピア政府の関与はEEPのオフテークリスクに対する保証など限定的な範囲に留まっているが、地熱案件の良否を決する熱源リスクについて、同精査に要する費用負担も含め官民の明確なリスク分担について合意形成が必要である。

エチオピア側との協議内容: 民間部門の参入を促す熱源リスク軽減のためのエチオピア政府による資金手当て

- EEPおよび水灌漑電力省との面談では、日本の民間企業が参入するために、試掘井・生産井掘削(前半)における熱源リスクの精査時に、エチオピア政府が民間事業者のためにリスク負担をする幅広い保証スキームが必要と説明した。
- 日本側からケニアにおける様々な民間による地熱案件開発のスキームの事例を示し、近隣地域での公的部門による開発が進んだ後、民間が主導するスキームであるOlkaria IIIであっても、試掘・生産井掘削リスクは、公的部門のKenGenがとっており、早期の地熱発電案件の実現を目指すエチオピアでも、公的部門による試掘・生産井掘削リスクの負担が肝要との説明を行った。これに対する、各機関の見解は下記の通りである:

(EEP) Corbetti案件のように試掘井・生産井を含み、なるべく早期に民間が開発を主導(できる限り民間が熱源リスクを取る)することを希望している。ただし、日本企業による地熱開発案件でも、官・民のリスク負担について個別協議を行いたいとの意見である。また、熱源リスクは、小規模な開発を段階的に行う(Phasing)ことにより軽減できるのではないかとの考え方を示した。さらに、発電開始後の蒸気の枯渇リスク、蒸気の質低下リスクについては、事業者が同リスクを負担すべきであると言及。日本側からは、民間事業者がそのリスクを負うことは難しいとの懸念を示したところ、EEPからも今後協議すべき点であるとの考え方が示された。

(水灌漑電力省) エチオピアが求める早期の民間案件実現のためには、熱源開発(試掘井・生産井)を政府側が主導することが肝要だが、PPAで熱源リスクについて個別協議するアプローチがとられたCorbetti案件では交渉に長い時間を割いてしまった。この経験から、アフリカ開発銀行等の公的資金を試掘工程に充当することで、政府によるリスク負担のアプローチを取ることが必要との考えを示した。

- 熱源リスクを精査するための初期開発費用の負担について、日本政府にどのような支援メニューがあるのか提案を行ってもらいたいと、エチオピア政府から要請があった。

出所: 政府関係機関へのインタビュー

エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書

PwC

3月 2017

72

8.2 エチオピア地熱開発の課題: ③法制度の整備

本調査で抽出した課題3: 地熱開発を規定する法制度の整備

地熱法やその細則、PPP法などの施行後は、同法律に沿った形で実施する必要があることは無論のこと、調達や環境社会配慮といった他法律の精査も必要である。

【地熱法細則およびPPP法】

- 2016年に地熱法が成立したが、2017年3月現在、地熱法細則は公聴プロセス途上にあり、その結果について確認ができていない。水灌漑電力省によれば、地熱法と並行して官民連携によるインフラ投資について規定するPPP法も整備中であり、今後、公聴プロセスに入るとのことだが、同法と地熱法および細則との整合性、並びに官・民の役割分担、監督官庁の権限が明確でない。

【土地収用時の民間の責務範囲の明確化】

- 民間事業者が同国のインフラ案件への投資を検討する際に重要となるが、同国の土地制度では民間による所有が認められていないため、土地収用、住民移転に関する補償範囲、実際の交渉の任にあたる地方政府の責任所掌、およびファイナンス組成における土地への担保権の設定可否を明示することが必要である。

エチオピア側との協議内容: 地熱法詳細およびPPP法の内容について調査・分析が必要

- EEPとの協議では、地熱法全般の施行に続く、地熱法細則と民間投資に関わるPPP法の進捗について問い合わせたが、法律制定スケジュールが当初の予定より遅れており、未だドラフトも一般公開されていない。以下がそれぞれの進捗状況である。
 - ・地熱法全般(議会承認済み) ・地熱法詳細規定(現在、承認に向けた手続き中)
 - ・PPP法(現在、承認に向けたパブリックコメント手続き中)
- 日本側からEEPに対して、本調査で入手した地熱法に関する見解を求めたところ、現在のEEPの体制では、十分な法的内容について協議する能力、人材が不足していたため同法の法的見解はできず、専門家による正式な法的な分析(Legal Due Diligence = Legal DD)が必要との考えが示された。なお、現地調査時に協議を行った弁護士事務所においても、地熱案件を含めた再生可能エネルギー案件を実施する際、管轄官庁における法的分野の対応能力、人材の不足は案件の速やかな実行における大きな障害であるとの言及があった。
- 上記地熱および関連法のみならず、日本事業者が事業参入を検討する視点では、入札に関連する調達関連法令や、環境社会評価関連法令の精査も重要となる。

出所: Tafesse & Associates へのインタビュー、政府関係機関へのインタビュー

8.2 エチオピア地熱開発の課題: ④案件規模と事業性・電力価格

本調査で抽出した課題4: 案件の規模と事業性・電力価格

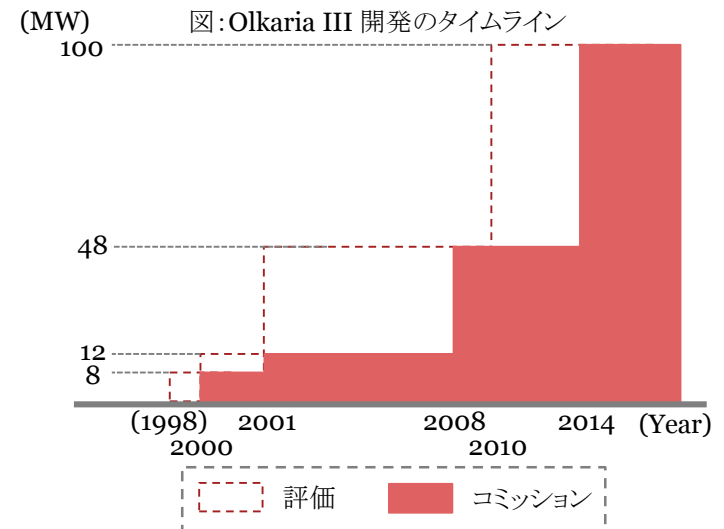
- Phasing開発に熱源リスク低減効果はあるものの、初期の熱源探査におけるリスクの見極めが重要であり、そのためのエチオピア政府主体による資金確保が重要。
- ケニアやCorbettiの例のような益性の低い小型案件では日本の事業者の参画は難しいため、民間事業者の収益を確保でき、かつ我が国企業の技術も活用しやすい大型案件を開発することが必要である。
- 現在も続いているCorbetti案件のPPA交渉では、電力買取価格を含めた主要な事項について合意に至っていない。現在EEPと協議されている買取価格水準(US7.5¢/kwh)は、本調査で簡易計算を行った結果、日本の民間事業者が求める利益水準を達成できないと考えられ、参画意欲の喚起するためには、同価格水準を見直す必要がある。

エチオピア側との協議内容: Phasingと事業リスク軽減方法

- EEPとの協議では、特定地域の開発を行う場合には、熱源リスクの軽減策として、下記図に示したようなPhasingが有効との見解を示しているが、日本側からは、小規模案件の収益性が低いこと、開発期間が長くなること、そして日本企業が得意とする大型案件の実現まで時間を要してしまうことから、一定規模の地熱案件権益をまとめ、早期に大型案件の実現を目指すモデルとするべきとの見解を示している。

例: Olkaria IIIとCorbetti

- 新しい地域での案件開発では、初期段階の熱源リスクを軽減するために、開発を小規模に分けて行う「Phasing」が行われている。
- ケニアの代表的な民間地熱案件であるOlkaria IIIでは、小規模案件と大規模案件とでは、収益性が大きく異なる中、当初は小規模(8MW)からスタートし、その後、規模を拡大している。
- CorbettiでもOlkaria IIIと同様に当初は小規模案件の開発となっている。
- 次ページの事業性分析で示すように、小規模案件では民間事業者が求めるリターンは得られない。
- 同事業性分析では、電力買取価格の低さも、民間事業者参入の足かせとなることを示している。



出所: 政府関係機関へのインタビュー

エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書

PwC

3月 2017

74

8.2 エチオピア地熱開発の課題：事業性分析 試算方法及び結果

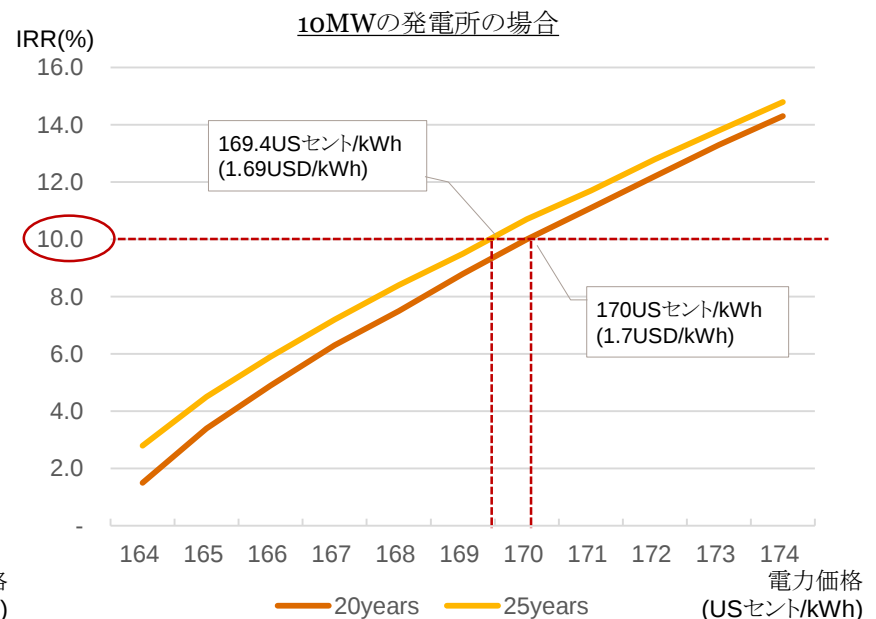
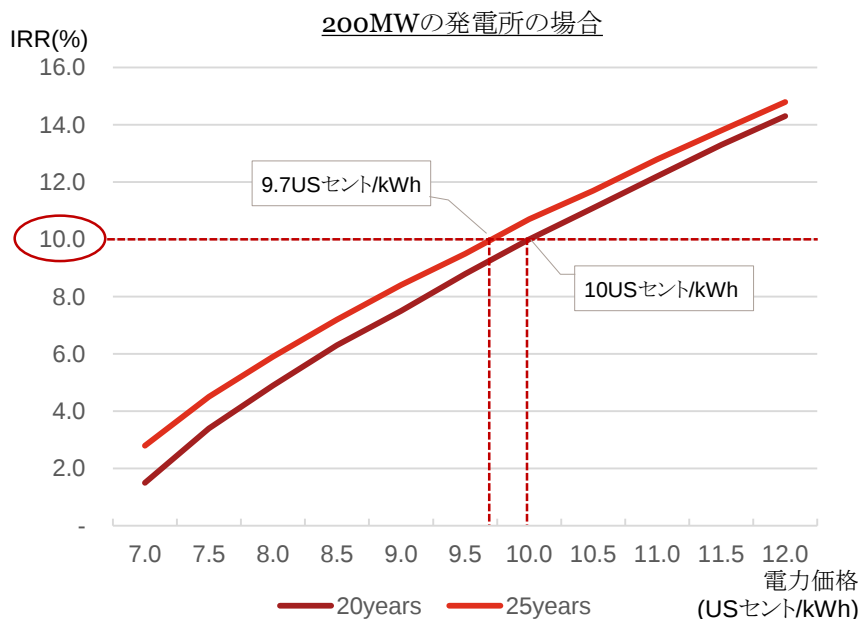
- 買取価格を設定する際には、PPA期間及び発電所規模も考慮した上でリターンレベルと照らし合わせて検証する必要がある。小規模案件で民間が求めるリターンを確保することは困難であり、大規模案件を実施できる案件実施計画が必要である。

経済性分析の考え方

- 電力価格を変数として、IRRを計算し、(i) タリフを変動させた場合及び(ii) 発電所の規模を変えた場合のIRRを比較する
- 本分析では発電所建設分のみを初期費用として想定しており、開発費用等は含まない

結果

- IRRが10%を超えるために必要となる価格設定の下限
 - 200MWの場合： 10 セント/kWh(PPA20年)、9.7セント/kWh(PPA25年)
 - 10MWの場合： 1.7ドル/kWh(PPA20年)、1.69ドル/kWh(PPA25年)



8.2 エチオピア地熱開発の課題：事業性分析

前提条件

- 発電所規模が200MWと10MWの二つのパターンについて、公的文書、専門機関のレポート、先行事例の実績等から数値を設定した。

表：経済性分析の前提

	Case I	Case II	根拠・出典
発電容量 (MW)	200	10	Case1: “Ethiopia Power System Expansion Master Plan Study (2014, EEP)” / Case2: 任意
年間発電量 (MWh)	1,226,400	61,320	[発電容量] * [稼働率 70% (NEDO再生可能エネルギー技術白書第2版)] * 365日 * 24時間
建設期間	2年		Olkaria III 実績
PPA期間	20 / 25年		ケニア及びエチオピアにおける実績
CAPEX (百万USドル) * 本分析では発電所建設分のみを初期費用として想定しており、開発費用等は含まない	400	40	“Technology Roadmap – Geothermal Heat and Power (2011, EEA)”, “Deploying Renewables – Best and Future Policy Practice (2011, EEA)”
OPEX: Kwhあたり単価 (USセント)	5	8	同上
DA: 償却方法、年数	定額法、5年		Invest in Ethiopia (http://www.investinethiopia.net/)
Tax: 想定税率	30%		Ethiopia Revenue Custom Authority
ファイナンス: 金利、年限、返済方法	4%、20年、元本均等返済		任意

8.2 エチオピア地熱開発の課題:

⑤日本企業による開発候補の選定

本調査で抽出した課題5: 日本企業による開発候補の選定

- ・ 試掘井開発では、日本政府を含む国際機関、援助機関などの他の資金提供者から供与される資金で賄う必要があることから、日本の民間事業者限定した入札を行う枠組みについても、法的な枠組みとともに、それらの機関と日本側による開発のコンセンサスが重要であるため、各サイトの関係者について留意する必要がある。

エチオピア側との協議内容: 候補地点の考え方(既開発・調査地域での事業実施を優先)

- ・ 現在、エチオピアでは、その地熱ポテンシャルの高さから、複数の地域で開発が進んでいる。先行している地域の地質調査、試掘では複数の国際機関、援助機関、公的ファンドなどが資金を提供している。
- ・ EEPとの協議では、事業・運営権獲得対応型円借款の対象地域に日本企業に地熱開発事業に係る優先的な事業権を付与する場合、他の資金提供者が参画していない地域を対象とする方が当事者関係も複雑ではないため、日本事業者限定して選定することが容易になるのではないかという意見をj得ている。
- ・ 一方、日本側からは、エチオピア政府が地熱開発の早期進捗を目指している中、本スキームの対象を新規の地域とすることは、開発を遅延させてしまうことにつながると指摘している。それ故、日本の民間事業者にとっては、既に試掘を実施している、実施予定がある、若しくは調査が既に行われている地域を対象としたい考えがある。

8.2 エチオピア地熱開発の課題: ⑥海外投融資全般

- ・ エネルギー開発関連の関係機関との協議よりも、他ドナーや弁護士事務所からのヒアリングを通して、地熱開発に直接関係がないが、海外投融資促進にとって障壁となる課題も本調査で明らかになっている。

本調査で抽出した課題6: 海外投融資全般に対する障壁

【外貨支払い能力】

エチオピアの現状の格付け(シングルB、2017年3月現在)では、外貨建て信用力は低いため、エチオピア経済の外貨獲得能力は高くない。日本の民間企業が投資を検討する際、為替リスク・外貨の支払が円滑に行われる必要がある。

【金融セクター】

エチオピアの投資法は、外国企業による銀行業への参入を認めていない。そのため、民間企業が機器やサービスの支払いのために生じる資金のやり取りに不都合が生じる可能性が高い。

【人材】

政府内に地熱開発に精通・習熟した人材が不足しており、地熱法細則を執行できる人材を養成する必要がある。地質学調査所(GSE)のEEP下への移管につきEEPから言及されたが、GSEスタッフが発電事情まで深く精通しているとは限らない。そのためEEP内に十分な能力を備えた人材をすぐには配置することは難しく、短期で地熱人材を養成することも容易でない。

【政府関係機関の連携】

政府関係機関が互いに十分なコミュニケーションを行っていないため、地熱サイトの調査データや民間事業者の誘致を阻害すると考えられる課題が共有されない。

【通信インフラの整備】

電話やインターネット回線の接続に難があり、ビジネスを滞りなく行うには困難な周辺環境であるため、通信インフラ整備が必要である。

出所: 政府関係機関、ドナーへのインタビュー

エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書

PwC

3月 2017

78

エチオピア地熱開発の現状と課題のまとめ

地熱開発の歴史が短い中、民間資金導入を目指すエチオピア

- 地熱開発の歴史が浅いエチオピアが、民間資金導入を活用した地熱開発を目指している。
- Corbetti案件は、地熱開発の初期段階から民間が主導するスキームとして進められているが、2013年の基本合意発表後、現在も価格、エチオピア政府保証の範囲等のPPAの規定について交渉が続いており、エチオピア側でも、必ずしも先行する成功事例とはとらえられていない。

Corbetti事例からの示唆

- EEP、水灌漑電力省のインタビュー結果から、Corbettiでは基本合意の際、EEPの債務履行については一定程度の政府保証が付与されることになっているが、熱源リスクの精査における、エチオピア政府の十分な資金手当てについて見通しが不透明である。
- また、Corbettiは、2016年に承認された地熱法、2017年の承認が予定されている地熱法細則、PPP法の承認以前に基本合意がなされており、プロジェクトの枠組みの法的な整合性について、有効な先行事例とはなり得ない。今後開発を目指す案件は、それらの新しい法律の枠組みに沿った推進が必要となる。
- Corbettiでは、大規模な開発権益を一度に獲得しているものの、開発段階に応じてPPAを分割することで、ある程度リスク分散を図っているが、個々の設備が小規模になるため、事業性の確保が課題である。

9. エチオピア政府への提案

項目

- ・ 事業・運営権獲得対応型円借款に関する基本的な考え方
- ・ 提案1 – 「事業・運営権獲得対応型円借款」スキームの提案方法
- ・ 提案2 – 熱源リスク分担への対応
- ・ 提案3 – 案件規模と事業性
- ・ 提案4 – 日本企業による開発候補の選定
- ・ 提案5 – 法的DDの必要性

9. エチオピア政府への提案：事業・運営権獲得対応型円借款に関する基本的な考え方

日本企業参画にむけた前述課題の解決並びに「事業・運営権獲得対応型円借款」を検討するために、以下の内容を提案する。本提案は地熱案件開発を迅速に進めたいエチオピア政府にとって、開発をより早く推進するための土台となるための提案である。

事業・運営権獲得対応型円借款の考え方

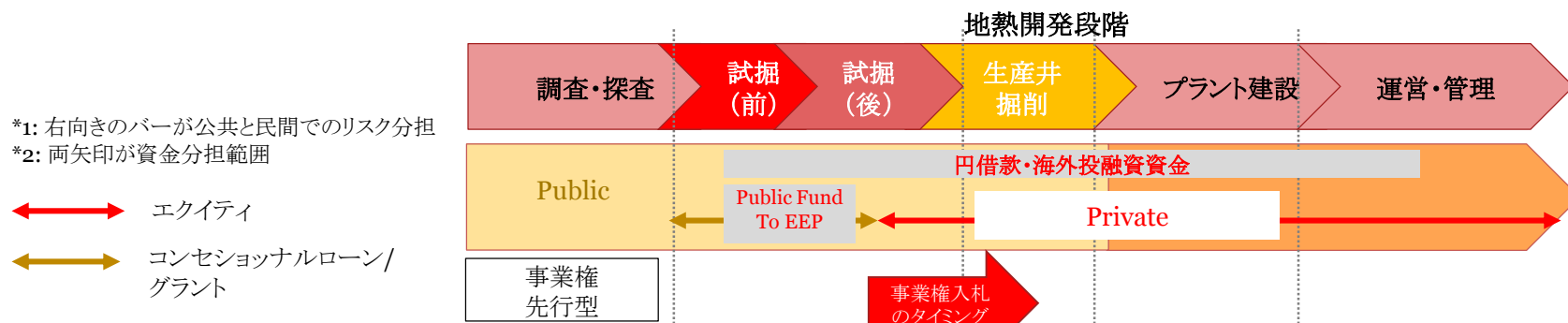
- 事業・運営権獲得対応型円借款は、日本企業の事業権獲得を促進しつつ我が国の優れた技術・ノウハウの途上国での活用を可能とする有効な日本政府ファイナンスの一形態であるとの認識の下、本調査はエチオピア地熱開発への当該方式の適用を念頭に置いている。

① 民間事業者が考える事業権入札のタイミング

- Corbettiでは、試掘段階から民間の自己責任による関与が開始されているが、その推進は停滞している。民間事業者の参入を促進するためには案件のビジネス可能性が一定程度判明していることが不可欠であり、事業権入札のタイミングについても試掘結果の評価を通じ熱源リスクの見極めが可能となる試掘後半・貯蔵評価段階～生産井掘削の前半に設定する等の施策が肝要。

② 公的支援のタイミング

- JICA資金による資源量評価などの現在の技術協力やプラント建設への融資とともに、資源確認と貯留槽評価を目的とする試掘支援が見込まれている。
- 本提案に伴う民間が事業権の獲得を目指すタイミングは、試掘後半段階、蒸気の貯蔵評価で事業ポテンシャルが判明した後と考えられることから、**試掘後半および生産井掘削での公的支援が必要となると考えられる。**
※なお、資金源については、日本側が検討可能な支援の選択肢を10章で記載する。



9. エチオピア政府への提案

1. 「事業・運営権獲得対応型円借款」スキームの提案方法

EEPが、水灌漑電力省および必要な関係部署と連携する窓口としての機能を果たすことを提案する。

- Unsolicitedベースで日本企業に地熱発電事業に係る優先権を与える「事業・運営権獲得対応型円借款」について、EEP、水灌漑電力省に対して日本側から具体的なスキームの提案を行う。
- EEPが日本側の提案内容を精査する必要があるため、地熱開発全般、公的資金の取扱いについて精通している人材をEEPに配置することが必要である。

2. 熱源リスク分担への対応

エチオピア政府による地熱開発を迅速に進めることを優先していることから、熱源リスク(試掘井、生産井掘削)に要する費用のエチオピア政府負担の可能性を含め、官民の明確なリスク分担を提案する。

- PPAの協議は最小限とするため、熱源リスク、価格などと合わせた包括的な協議を行う。
- PPA交渉が定形化されていないことに起因する遅延や協議の硬直を防ぐため、モデルPPAを作成し、交渉プロセスや官民リスク分担を明確にする。

9. エチオピア政府への提案

3. 案件規模と事業性

日本企業が参画を検討するに値する事業性確保にむけ、大規模案件の形成を開発初期段階から目指すことを提案する。

- 先行する民間案件であるCorbetti案件の買取価格(US 7.5セント/kWh)では事業性の確保が困難であることが自明であり、その見直しについてエチオピア側に提言する。
- エチオピア側は、個々の案件の小規模化による熱源リスクの分散を図る考えであるが、小規模案件の採算性は低く、より採算性が高い大規模案件を実施する仕組みを構築しなければ、民間の参入は難しい旨を提言する。
- 熱源リスクの適切なコントロールに向けては、試掘段階からの十分な調査・評価が不可欠であり、それに必要な資金確保についてエチオピア政府の主体的なアクションが必要であることを提言する。

9. エチオピア政府への提案

4. 日本企業による開発候補の選定

日本企業を優先させる事業・運営権獲得対応型円借款を導入する際には、エチオピア政府内の合意形成は無論のこと、他の国際機関、援助機関との調整についてもエチオピア政府側が行うことを提案する。

- 既に国際機関や援助機関の資金を活用して試掘を実施している、実施予定がある、もしくは調査が既に行われている地域を対象に事業・運営権獲得対応型円借款を導入することが、エチオピア政府の意向である早期の案件実現に資することを提言する。
- 日本の民間事業者の視点では、既に開発が進む3地点(Aluto Langano, Tendaho-2, Boseti)での事業を検討することで、案件開発の早期実現の可能性が高まる。(右表赤枠参照)
- もしくは、既に試掘を実施している、実施予定がある、もしくは調査が既に行われている地域を対象とすべきである。(例:JICA支援の地熱マスタープラン調査時に調査されたサイトから選定、右表参照)

No.	地熱開発サイト	地質学	地球科学	地球物理学	その他調査
1	Dalloi	○	○	-	
2	Tendaho-3 (Tendaho-Allalobeda)	○	○	○	
3	Boina	○	○	-	
4	Damali	○	○	-	
5	Teo	○	○	-	
6	Danab	○	○	-	
7	Meteka	○	○	-	
8	Arabi	-	○	-	
9	Dofan	○	○	-*	
10	Kone	○	-	-	
11	Nazareth	○	○	○	
12	Gedemsa	○	○	-*	温度勾配井
13	Tulu Moye	○	-	-	
14	Aluto-2 (Aluto-Finkilo)	○	○	-*	温度勾配井
15	Aluto-3 (Aluto-Bobesa)	○	○	-*	
16	Abaya	○	○	-	
17	Fantale	○	○	-	磁力探査
18)	Boseti	○	○	-	
19	Corbetti	○	○	○	
20	Aluto-1 (Aluto-Langano)	○	○	○	
21	Tendaho-1 (Tendaho-Dubti)	○	○	○	
22	Tendaho-2 (Tendaho-Ayrobera)	○	○	○	放射性

凡例: ○:実施 - :未実施 -*:GSE、他ドナー等により調査中

注:一つでも調査データがあるところは、実施としている

表:これまでに何らかの調査が行われたサイト(JICA調査団まとめ)

5. 法的DDの必要性

2017年2月現在、地熱法の実施細目、PPP法は未承認、関連法令(調達、土地等の環境社会評価)についてもその内容評価がなされていない。それら関連法全ての法律の内容検証を行った上で、モデルPPAの策定も含めた包括的なLegal DDを実施することを提案する。

- 法的な分析はこれまで列举した提案①～④の実施にも関わる。そのため、早期の実施を提言する。

出所: EEPへのインタビュー、JICA地熱マスタープラン

エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書

PwC

3月 2017

84

10. 日本企業の事業参入のための支援の検討

項目

- ・ 日本企業の事業参入のための支援の検討
 - 事業・運営権獲得対応型円借款の活用の検討
 - 熱源リスク低減のための円借款
- (参考) 地熱発電ファイナンス 日本による支援
 - エチオピア政府への支援の候補

10.日本企業の事業参入のための支援の検討

9章では日本企業が地熱開発に参入するためにエチオピア政府への提言を纏めたが、現状のエチオピア政府のキャパシティに鑑みて、外部からの支援なしではその早期遂行は困難なることが現実である。そのため、検討し得る支援を下記にまとめる。

- ・ 日本政府から提供し得る支援としては大きく3つに分類される。

1. 資金支援(無償、有償資金協力)

- ・ 試掘井の掘削に係る資金協力、生産井、還元井の掘削に係る地熱評価の分析
- ・ 生産井、還元井の掘削資金、プラント建設のための有償資金協力

2. 技術協力支援

- ・ 研修コースの提供(短期～長期)
- ・ 特定分野の専門家派遣

(例:地熱開発計画を作成、発電所の運営維持管理能力強化、地熱エンジニア育成、等)

- ・ 開発計画調査型技術協力

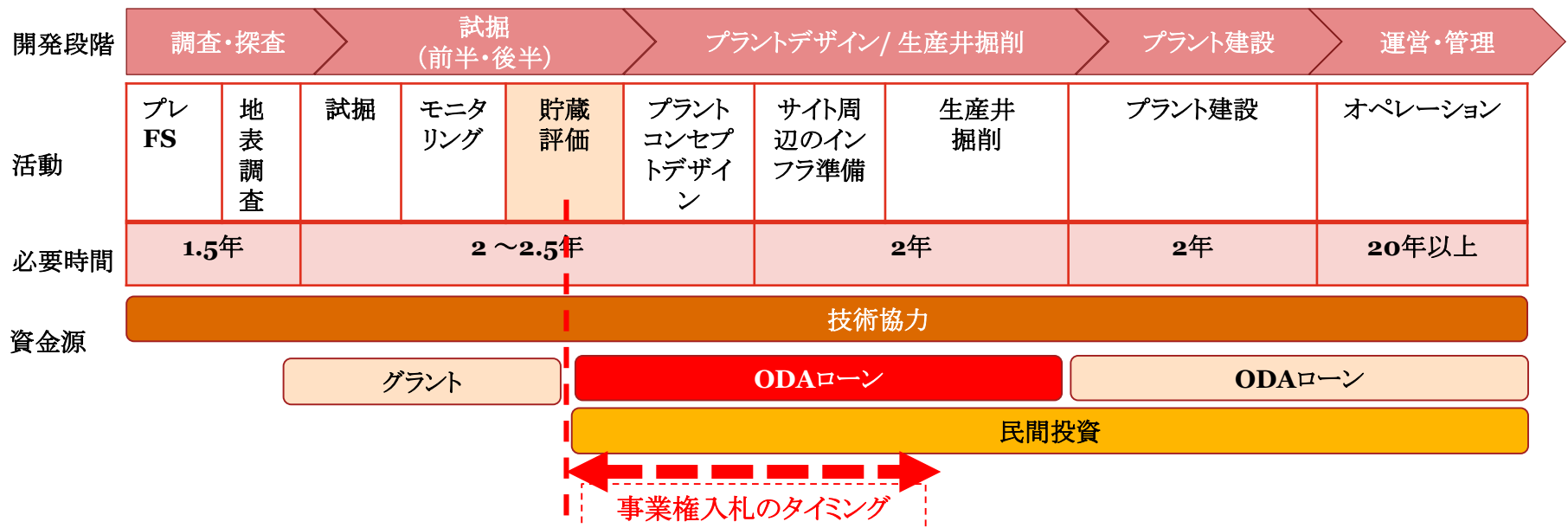
3. 事業調査支援(PPP FS)

サイトなど詳細が決定した段階で、個別事業性を評価するための調査に対する資金援助

10.日本企業の事業参入のための支援の検討： 事業・運営権獲得対応型円借款の活用を検討

日本企業の事業権獲得を想定し、下記図に示したようなタイミング(試掘後半・貯蔵評価から生産井掘削の前半)で事業権入札を実施する、「事業・運営権獲得対応型円借款」の供与について検討した。

- ・ 試掘後半および生産井掘削は、世界銀行、アフリカ開発銀行、およびKfW等の資金が活用されている。
- ・ 「事業・運営権獲得対応型円借款」は、試掘支援に加え、生産井・還元井掘削、および発電所建設に係る有償資金協力による支援の関心を示すことで、日本企業の事業権獲得機会を拡大することが可能であると考えられる。
- ・ 入札のタイミングは、本調査では「試掘後半・貯蔵評価から生産井掘削の前半」で実施されることが適当としているが、案件推進を遅滞なくシームレスで行うベストのタイミングについては民間事業の意見も聴取しながら更なる策定が重要である。



10. 日本企業の事業参入のための支援の検討： 熱源リスク低減のための円借款

日本企業が事業参入を検討するためには、生産井・還元井の掘削・熱源リスクの精査が重要であり、そのための支援を検討することが必要である。

➤ 現状のエチオピア地熱開発へのJICAによる支援

- 現在JICAがエチオピアで準備中の試掘支援は、小口径掘削(6.25インチのスリムホールを3本)を行うものがあり、資源確認と貯留槽評価を目的としている*1。JICAはかつて1970年代から2000年代には試掘支援を行っていたため、今回のスリムホール掘削によって試掘支援が再開となる。しかし、まずはスリムホール3本の支援のみが決定事項であり、その後の支援に関しては未定である。
- JICAは、試掘(前/後)支援から、生産井・還元井掘削、プラント建設に係る支援を既に行っているが、エチオピアでは生産井・還元井掘削以降の支援実績がない。

➤ 事業権獲得の機会拡大のための円借款による支援

- エチオピア政府から生産井・還元井掘削・熱源リスクの精査のための円借款供与の要請があった場合、支援の関心を表明することによって、日本企業に限定した事業権入札の実施、ひいては事業権獲得の機会の拡大に資する。

*1 JICAによると、地熱開発支援として各国で3本スリムホール掘削するプログラムの対象国(計4か国)の一つに、エチオピアが含まれているとのことである。

(参考)地熱発電ファイナンス：日本によるエチオピア支援(1)

- JICAの支援により地熱マスタープラン策定、地熱案件形成に向けた2地点対象の情報収集・確認調査を実施した。
- Aluto Langanoでは、外務省の「環境プログラム無償資金協力」により試掘を実施した。同地では試掘後、エチオピア政府が世界銀行の資金を利用して生産井掘削等を行う予定である。

「全国地熱発電開発マスタープラン策定プロジェクト」(2013-2015)

- 15地点で地熱ポテンシャルを評価し、マスタープランの策定を支援
- 15地点を対象とした地質・地化学調査、うち有望2地点(Tendaho-2とBoseti)でMT/TEM調査^{*1,2}を実施
- Tendaho-2で120MW、Bosetiで175MWの予測

「地熱開発のための情報収集・確認調査」(2015-2016)

- Tendaho-2及びBosetiを対象に試掘支援の是非を検証するための調査
- 内容は、
 - ① 補完調査(重力探査、微小地震、地温、3Dインバージョン)
 - ② 試掘計画(コスト、契約形態分析)
 - ③ EIA^{*3}支援

試掘支援、その後の円借款によるプラント建設支援を想定

「アルトランガノ地熱発電事業(円借款案件)」(計画中)

- 円借款によるプラント建設の支援
- 「エチオピア・アルトランガノ地域地熱電源開発調査(2009年)」の結果を受け、16年11月現在、外務省の無償資金協力「アルトランガノ地熱開発支援」により試掘実施。同試掘井を活用した坑口地熱発電プラントを設置予定。

*1: MT調査: Magnetotelluric / 自然界に存在する電磁波を測定し、地下の比抵抗値を取得することにより、地下の地質構造を推定する電磁探査の手法

*2: TEM調査: Transient Electro-Magnetic method / 送信する電磁場を急激に遮断させ、大地の過渡応答を測定することによって、地下構造を調査する探査法

*3: EIA: Environment Impact Assessment

出所: JICA受領資料

エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書

(参考)地熱発電ファイナンス：日本によるエチオピア支援(2)

- JICAは、情報収集・確認調査を実施した**Boseti/ Tendaho-2**について、**2016**年度より同サイトの試掘支援（小口径掘削）を計画しており、**2018**年から試掘が開始される予定。
- 外務省の環境プログラム無償資金協力により試掘支援を行った**Aluto Langan**oには、新たな無償資金協力により同試掘井を活用した坑口地熱発電プラントが設置される予定である。

対応(素案)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
アルトランガノ地熱 開発事業	試掘(環プロ無償)	プラントF/S	G / A	無償(プラント建設)					
		生産井掘削(WB)							
		資源量評価・プラント F/S・EIA	L / A	円借款(プラント建設)					
アルトランガノ以外 での地熱開発協力 (Tendaho-2、 Boseti等)	M/P	物探等	R / D	試掘・資源量評価・地熱開発 能力強化	プラントF/S・EIA	L / A	円借款(プラント建設)		
地熱開発実施体制 アドバイザー		METI							
資源の絆		研修員(2名)			研修員(2～3年に1名程度継続的に受け入れ予定)				

*1: G/A: Grant Agreement, L/A: Loan Agreement, M/P: Master Plan, R/D: Record of Discussion

注: 2016.4.1時点
出所: JICA受領資料

エチオピア連邦民主共和国における地熱発電事業に関する事業実施可能性調査 報告書

PwC

日本政府、JICA実施
済、実施中案件

試掘可能性を検討

調査・技プロ

建設案件

他ドナー案件

ドナー未定案件

10. 日本企業の事業参入のための支援の検討： エチオピア政府への支援の候補

- ・ P86にて言及した、資金支援、技術協力支援、事業調査支援について、以下の表に検討し得る支援スキームをまとめる。
- ・ 以下に挙げる支援スキームは日本政府が提供する一般的な支援の例であり、エチオピアに全て提供できると確約するものではなく、エチオピア政府からの「要請」を前提に、エチオピア政府と日本政府との協議によって決定されるものである。

本調査での提案事項	エチオピアが必要とする支援	日本政府提供の支援ツール	実施タイミング
1. スキーム提案方法	・ PPPに精通した人材の養成 ・ 交渉時にリスクの洗い出しができる	・ 各種地熱研修コース (中核人材向けの「資源の絆」制度で研修生を日本に長期受け入れ；地熱エグゼクティブコース(1週間研修)) ・ 電力のPPPアドバイザー派遣	短期～長期 短期
2. 熱源リスク分担への対応	・ 試掘井、生産井・還元井の掘削資金の確保 ・ 熱源リスクを判定できる技術者の養成 ・ モデルPPAとプロセスの定型化	・ 円借款 ・ 各種研修コース(上記参照) ・ 専門家(電力IPP関連)派遣 ・ PPP FSの実施 (※エチオピアで地熱発電事業を検討する日本企業からの提案による委託調査。サイトの選定が終わり、関連法制度が事業整備後に実施)	中期 中期 短期 中期
3. 案件規模と事業性	事業性の判断	PPP FSの実施	中期
4. 開発候補地	サイト選定	・ 技術協力(地質調査) ・ 研修コース(地熱資源エンジニア(6ヵ月))	短期 中期
5. 法的DD	・ 地熱法関連法規の法律家によるレビュー ・ 法的能力の向上	・ 技術協力(関連法制度レビュー) ・ 専門家(法律)の派遣 ・ 研修(長期の人材育成)	短期 短期 長期



© 2017 PwC. All rights reserved.

PwC refers to the PwC Network and/or one or more of its member firms, each of which is a separate legal entity. Please see www.pwc.com/structure for further details.

This content is for general information purposes only, and should not be used as a substitute for consultation with professional advisors.