2.7.2 資源開発協力基礎調査における担当者情報

資源開発協力基礎調査においては、金属鉱業事業団（現 JOGMEC）及び日本の非鉄金属コンサルタントの資源探査担当者で構成された日本側調査団と、相手国で資源を管轄する機関の担当者が共同して調査を実施したもので、双方の調査担当者は資源探査及び開発に関してのエキスパートである。当該調査に携わった経験のある担当者の情報は、今後の JICA におけるプログラムを実施するうえで重要である。

JICA 所有の資源開発協力基礎調査便覧データの中から、JICA 指定の対象 30 カ国のうち資源開発協力基礎調査が実施された 17 カ国についての調査を全て抽出し（表 2.7.1）、JOGMEC 図書館蔵書検索サイト（http://libopac.jica.go.jp/）から検索して調査報告書をダウンロードした。ダウンロードした調査報告書に記載されている日本側と相手国側のメンバーリストを作成した。情報対象とした資源開発協力基礎調査を表 2.7.2 に示す。

表 2.7.1　JICA30 ヶ国中の GG 調査 17 ヶ国一覧表

	JICA対象30か国	GG実施国
1	モンゴル	①
2	インドネシア	②
3	フィリピン	③
4	ベトナム	④
5	ミャンマー	⑤
6	カンボジア	
7	ラオス	
8	カザフスタン	⑥
9	ソロモン諸島	
10	フィジー	⑦
11	PNG	
12	ペルー	⑧
13	ボリビア	⑨
14	ケニア	⑩
15	ウガンダ	
16	マラウィ	⑪
17	アンゴラ	
18	ボツアナ	⑫
19	モザンビーク	
20	マダガスカル	⑬
21	セーシェル	
22	ザンビア	⑭
23	コンゴ民主共和国	
24	タンザニア	⑮
25	ジンバブエ	⑯
26	ルアンダ	
27	南スーダン	
28	ナミビア	⑰
29	ガーナ	
30	イラク	

表 2.7.2　情報収集対象とした調査一覧

資料番号	案件名	国名	地域名	開始年度	終了年度
資①1-1	（インドネシア共和国スラウェシ地域資源開発協力基礎調査）	ｲﾝﾄﾞﾈｼｱ	ｽﾗｳｪｼ	1970	1972
資①1-2	（インドネシア共和国カリマンタン地域資源開発協力基礎調査）	ｲﾝﾄﾞﾈｼｱ	ｶﾘﾏﾝﾀﾝ	1974	1977
資①1-3	インドネシア共和国カリマンタン西部地域資源開発協力基礎調査	ｲﾝﾄﾞﾈｼｱ	ｶﾘﾏﾝﾀﾝ西部	1979	1981
資①1-4	インドネシア共和国 北スマトラ地域資源開発協力基礎調査	ｲﾝﾄﾞﾈｼｱ	北ｽﾏﾄﾗ	1982	1984
資①1-5	インドネシア共和国 南スマトラ地域資源開発協力基礎調査	ｲﾝﾄﾞﾈｼｱ	南ｽﾏﾄﾗ	1985	1987
資①1-6	インドネシア共和国ティガプル地域資源開発協力基礎調査	ｲﾝﾄﾞﾈｼｱ	ﾃｨｶﾞﾌﾟﾙ	1989	1990
資①1-7	インドネシア共和国 トラジャ地域資源開発協力基礎調査	ｲﾝﾄﾞﾈｼｱ	ﾄﾗｼﾞｬ	1991	1993
資①1-8	インドネシア共和国タシックマラヤ地域資源開発協力基礎調査	ｲﾝﾄﾞﾈｼｱ	ﾀｼｯｸﾏﾗﾔ	1994	1995
資①1-9	インドネシア共和国 東ジャワ地域資源開発協力基礎調査	ｲﾝﾄﾞﾈｼｱ	東ｼﾞｬﾜ	2001	2003
資①2-1	（ビルマ連邦モニワ地域資源開発協力基礎調査）	ﾐｬﾝﾏｰ	ﾓﾆﾜ	1972	1975
資①4-1	（フィリピン共和国ミンダナオ東部地域資源開発協力基礎調査）	ﾌｨﾘﾋﾟﾝ	ﾐﾝﾀﾞﾅｵ東部	1971	1973
資①4-2	（フィリピン共和国ルソン北部地域資源開発協力基礎調査）	ﾌｨﾘﾋﾟﾝ	ﾙｿﾝ北部	1974	1976
資①4-3	フィリピン共和国 ルソン北西部地域資源開発協力基礎調査	ﾌｨﾘﾋﾟﾝ	ﾙｿﾝ北西部	1978	1980
資①4-4	フィリピン共和国 ミンドロ地域資源開発協力基礎調査	ﾌｨﾘﾋﾟﾝ	ﾐﾝﾄﾞﾛ	1981	1983
資①4-5	フィリピン共和国パナイ地域資源開発協力基礎調査	ﾌｨﾘﾋﾟﾝ	ﾊﾟﾗｳﾝ･ﾊﾟﾅｲ	1990	1992
資①4-6	フィリピン共和国 カタンドゥアネス地域資源開発協力基礎調査	ﾌｨﾘﾋﾟﾝ	ｶﾀﾝﾄﾞｩｱﾈｽ	1993	1995
資①4-7	フィリピン共和国 ビコール北部地域資源開発協力基礎調査	ﾌｨﾘﾋﾟﾝ	ﾋﾞｺｰﾙ北部	1999	2001
資①8-1	モンゴル国オーダムタル地域資源開発協力基礎調査	ﾓﾝｺﾞﾙ	ｵｰﾀﾞﾑﾀﾙ	1991	1993
資①8-2	モンゴル国ツァガンツァヒルウール地域資源開発協力基礎調査	ﾓﾝｺﾞﾙ	ﾂｧｶﾞﾝﾂｧﾋﾙｳｰﾙ	1996	1997
資①8-3	モンゴル国 西部エルデネット地域資源開発協力基礎調査	ﾓﾝｺﾞﾙ	西部ｴﾙﾃﾞﾈｯﾄ	2001	2003
資①9-1	ヴィエトナム社会主義共和国 ヴァンイエン・タインホア西部地域資源開発協力基礎調査	ﾍﾞﾄﾅﾑ	ﾌﾞｧﾝｲｴﾝ･ﾀｲﾝﾎｱ西部	1993	1995
資①9-2	ヴィエトナム社会主義共和国 ボークー地域資源開発協力基礎調査	ﾍﾞﾄﾅﾑ	ﾎﾞｰｰ･ｸｰ	1996	1998
資①11-1	カザフスタン共和国 テレクティンスキーアップリフト地域資源開発協力基礎調査	ｶｻﾞﾌｽﾀﾝ	ﾃﾚｸﾃｨﾝｽｷｰｱｯﾌﾟﾘﾌﾄ	1998	1999
資①11-2	カザフスタン共和国 コクペティンスカヤ地域資源開発協力基礎調査	ｶｻﾞﾌｽﾀﾝ	ｺｸﾍﾟﾃｨﾝｽｶﾔ	2000	2002
資②1-1	フィジー共和国ヴィチレブ地域資源開発協力基礎調査	ﾌｨｼﾞｰ	ﾌﾞｨﾁﾚﾌﾞ	1990	1992
資②1-2	フィジー共和国ヴァヌアレブ地域資源開発協力基礎調査	ﾌｨｼﾞｰ	ﾌﾞｧﾇｱﾚﾌﾞ	1995	1997
資⑤2-1	ボツワナ共和国 北東部地域資源開発協力基礎調査	ﾎﾞﾂﾜﾅ	北東部	1979	1982
資⑤3-1	ジンバブエ共和国 シャムバ地域資源開発協力基礎調査	ｼﾞﾝﾊﾞﾌﾞｴ	ｼｬﾑﾊﾞ	1983	1985
資⑤3-2	ジンバブエ共和国カドマ地域資源開発協力基礎調査	ｼﾞﾝﾊﾞﾌﾞｴ	ｶﾄﾞﾏ	1986	1988
資⑤3-3	ジンバブエ共和国マクドウガル地域資源開発協力基礎調査	ｼﾞﾝﾊﾞﾌﾞｴ	ﾏｸﾄﾞｩｶﾞﾙ	1989	1991
資⑤3-4	ジンバブエ共和国マコンデ地域資源開発協力基礎調査	ｼﾞﾝﾊﾞﾌﾞｴ	ﾏｺﾝﾃﾞ	1992	1994
資⑤3-5	ジンバブエ共和国スネークヘッド地域資源開発協力基礎調査	ｼﾞﾝﾊﾞﾌﾞｴ	ｽﾈｰｸﾍｯﾄﾞ	1995	1997
資⑤4-1	ケニア共和国 ケリオバレー地域資源開発協力基礎調査	ｹﾆｱ	ｹﾘｵﾊﾞﾚｰ	1983	1985
資⑤4-2	ケニア共和国 ホマベイ地域資源開発協力基礎調査	ｹﾆｱ	ﾎﾏﾍﾞｲ	1987	1989
資⑤4-3	ケニア共和国 モンバサ地域資源開発協力基礎調査	ｹﾆｱ	ﾓﾝﾊﾞｻ	1990	1992
資⑤5-1	ザンビア共和国 カレンダ地域資源開発協力基礎調査	ｻﾞﾝﾋﾞｱ	ｶﾚﾝﾀﾞ	1984	1986
資⑤5-2	ザンビア共和国 チャンビシ南東地域資源開発協力基礎調査	ｻﾞﾝﾋﾞｱ	ﾁｬﾝﾋﾞｼ南東	1993	1995
資⑤6-1	マラウイ共和国 チルワーアルカリン地域資源開発協力基礎調査	ﾏﾗｳｲ	ﾁﾙﾜｰｱﾙｶﾘﾝ	1986	1988
資⑤9-1	マダガスカル共和国 南部地域資源開発協力基礎調査	ﾏﾀﾞｶﾞｽｶﾙ	南部	1991	1993
資⑤10-1	ナミビア共和国オレンジ・カルクフェルド地域資源開発協力基礎調査	ﾅﾐﾋﾞｱ	ｵﾚﾝｼﾞ･ｶﾙｸﾌｪﾙﾄﾞ	1993	1994
資⑤10-2	ナミビア共和国オタヴィ・マウンテンランド地域資源開発協力基礎調査	ﾅﾐﾋﾞｱ	ｵﾀﾞｳﾞｨﾏｳﾝﾃﾝﾗﾝﾄﾞ	1995	1997
資⑤11-1	タンザニア連合共和国ビクトリア湖南岸地域資源開発協力基礎調査	ﾀﾝｻﾞﾆｱ	ﾋﾞｸﾄﾘｱ湖南岸	1995	1995
資⑥1-1	（ペルー共和国 ヤウリ地域資源開発協力基礎調査）	ﾍﾟﾙｰ	ﾔｳﾘ	1971	1972
資⑥1-2	（ペルー共和国 ミチキジャイ地域資源開発協力基礎調査）	ﾍﾟﾙｰ	ﾐﾁｷｼﾞｬｲ	1973	1974
資⑥1-3	（ペルー共和国 中部地域資源開発協力基礎調査）	ﾍﾟﾙｰ	中部	1975	1978
資⑥1-4	ペルー共和国 オヨン地域資源開発協力基礎調査	ﾍﾟﾙｰ	ｵﾖﾝ	1979	1981
資⑥1-5	ペルー共和国 イスカイクルス(オヨン)地域資源開発協力基礎調査	ﾍﾟﾙｰ	ｲｽｶｲｸﾙｽ	1982	1984
資⑥1-6	ペルー共和国 コタウアシ地域資源開発協力基礎調査	ﾍﾟﾙｰ	ｺﾀｳｱｼ	1985	1987
資⑥1-7	ペルー国パチャビリアーナ地域資源開発協力基礎調査	ﾍﾟﾙｰ	ﾊﾟﾁｬﾋﾞﾘｱｰﾅ	1988	1991
資⑥4-1	（ボリヴィア共和国 南部地域資源開発協力基礎調査）	ﾎﾞﾘﾋﾞｱ	南部	1976	1978
資⑥4-2	（ボリヴィア共和国 グランチョカヤ地域資源開発協力基礎調査）	ﾎﾞﾘﾋﾞｱ	ｸﾞﾗﾝﾁｮｶﾔ	1979	1981
資⑥4-3	ボリヴィア共和国 サンアントニオ地域資源開発協力基礎調査	ﾎﾞﾘﾋﾞｱ	ｻﾝｱﾝﾄﾆｵ	1982	1984
資⑥4-4	ボリヴィア共和国 リペス地域資源開発協力基礎調査	ﾎﾞﾘﾋﾞｱ	ﾘﾍﾟｽ	1987	1989
資⑥4-5	ボリヴィア国 オルロ・ウユニ地域資源開発協力基礎調査	ﾎﾞﾘﾋﾞｱ	ｵﾙﾛｰｳﾕﾆ	1999	2001
資⑥4-6	ボリビア共和国 ヤニ・ペレチュコ地域資源開発協力基礎調査	ﾎﾞﾘﾋﾞｱ	ﾔﾆ･ﾍﾟﾚﾁｭｺ	2002	2004

※案件名が（）で記載のものはJICA図書館に報告書がアップされておらず案件名が確認できないため、国名、地域名から推測したもの。

調査した情報は、表 2.7.3 に示す様式にまとめた。

表 2.7.3　資源開発協力基礎調査における調査担当者一覧とりまとめ様式

資料番号	資①1-1		
案件名	（インドネシア共和国スラウェシ地域資源開発協力基礎調査）		
国名	ｲﾝﾄﾞﾈｼｱ		
地域名	ｽﾗｳｪｼ		
開始	1970		
終了	1972	※年次が古いものは報告書が無い可能性があるので注意！！	
調査担当者	担当分野	所属（当時）	所属（現在）

2.7.3 案件経費累積統計情報

1988 年度以降に JICA で実施された事業のうち、大分類が“鉱工業”で、中分類及び小分類が“鉱業”の案件についての経費累計情報を抽出したものを対象に分析を行った。その情報について以下の内容をまとめた。

① 事業全体の概観
② 事業種別－年度別推移
③ 形態別－年度別推移
④ 地域別比率、年度別推移
⑤ 対象 30 カ国国別比率、年度別推移

対象データのうち、予算科目の項目が「未使用」とされていたデータがあったため、そのデータについては集計に使用しなかった。上記項目の内①～③については全てのデータを使用した。④、⑤については地域別、国別の集計であるため、以下の条件でデータを絞り込んだものを使用した。事業として「資源開発協力基礎調査」を除いたのは、1992 年度と 1993 年度の資源開発協力基礎調査について、本来対象国別に地域区分されるべきものであるが、地域区分が“全世界”契約形態が“一括契約”とされていたため、国別、地域別の集計が困難であったためである（表 2.7.4）。

表 2.7.4　データの絞り込み条件

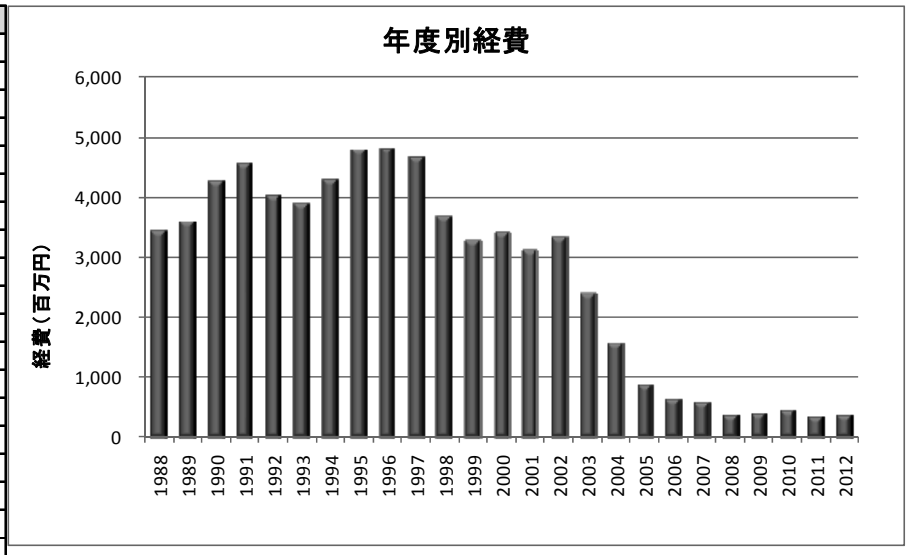
項目	条件
援助区分	「二国間」のみ
地域	「全世界」除く
国／国際機関	「アジア地域」「アフリカ地域」「欧州地域」「区分不能（大洋州）」「区分不能（中南米）」「大洋州地域」「北米・中南米地域」除く
事業	「資源開発協力基礎調査」除く
予算科目（目）	「未使用」除く

以下、それぞれで纏めた内容について記す。

① 事業全体の概観

図 2.7.6 は年度ごとの経費の推移を表したものである。2002 年度までは 30 億円から 50 億円弱の間で推移し、1996 年度の約 48 億円が最も高い。2003 年度以降は急激に縮小し、2012 年度には 3.6 億円程度とピーク時の約 7.5%程度にまで減少している。

年度	経費
1988	3,446,152
1989	3,596,337
1990	4,286,703
1991	4,570,685
1992	4,031,609
1993	3,906,359
1994	4,305,631
1995	4,799,485
1996	4,817,435
1997	4,668,762
1998	3,707,278
1999	3,298,601
2000	3,411,874
2001	3,134,667
2002	3,347,467
2003	2,401,118
2004	1,581,632
2005	894,194
2006	625,260
2007	578,226
2008	381,792
2009	412,897
2010	441,444
2011	341,016
2012	365,230



単位（千円）

図 2.7.6　事業全体の経費の推移

各事業では対象地域としてアジア地域、アフリカ地域、欧州地域、大洋州地域、中東地域、北米・中南米地域の 6 地域と、全世界を対象とする事業の 7 種類に区分されている。それらの区分別の経費についてまとめたものが図 2.7.7 である。なお、1992 年度と 1993 年

度の資源開発協力基礎調査について本来対象国別に地域区分されるべきものであるが、地域区分が“全世界”契約形態が“一括契約”とされていたため、地域区分上全世界として集計した。

地域別経費では、アジア地域が約 230 億円と最も多く、次いで北米・中南米地域の約 190 億円であり、両方合わせると全体の約 63%を占める。先に見た研修員の数でもアジア地域と南米地域からの研修員が多く、アジアと南米への比重が高いことを示している。

地域	経費
アジア地域	23,357,418
アフリカ地域	6,930,306
欧州地域	3,891,143
大洋州地域	5,701,712
中東地域	4,632,421
北米・中南米地域	19,463,982
全世界	3,180,253
その他	194,619

単位（千円）

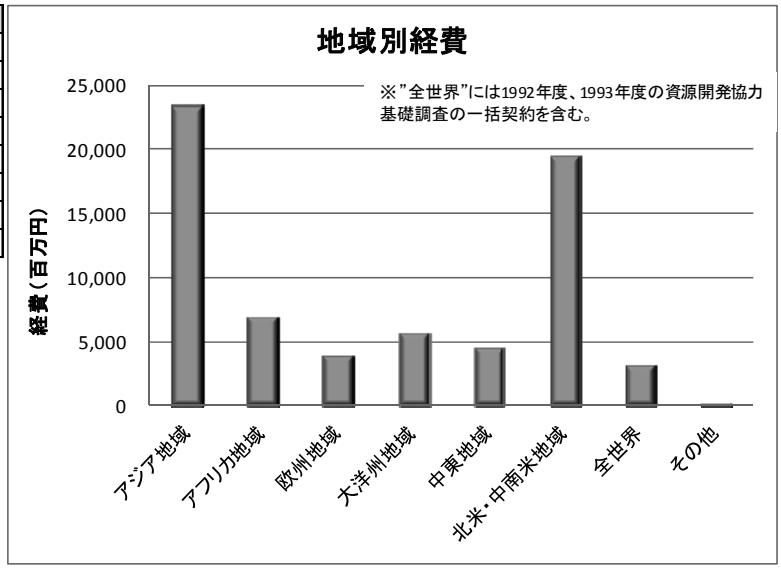


図 2.7.7　地域別事業経費

JICA の事業は 17 の事業種別に区分されている。これらの事業種別ごとの経費の比率を比較したのが図 2.7.8 である。なお、国・課題別事業計画より下の項目は比率が低いため、図 2.7.8 では一括してその他とした。

資源開発協力基礎調査事業の割合が約 60%と最も高く、次いで海外開発計画調査事業、技術協力プロジェクト事業となっており、現地での調査や開発、技術協力に重点が置かれていることがわかる。

単位（千円）

事業種別	経費
資源開発協力基礎調査事業	41,861,826
海外開発計画調査事業	6,816,801
技術協力プロジェクト事業	5,860,141
技術協力専門家派遣事業	5,945,738
技術研修員受入事業	4,861,373
技術協力機材供与事業	896,841
国・課題別事業計画	293,151
青年海外協力隊派遣事業	249,891
開発協力事業	208,437
国民参加協力事業	135,724
無償資金協力事業	81,967
事業評価	59,862
技術協力専門家等福利厚生事業	30,609
有償資金協力（経費）事業	24,529
海外移住事業	12,159
援助促進事業	10,791
フォローアップ事業	2,014

※図では"国・課題別事業計画"以下を"その他"とした。

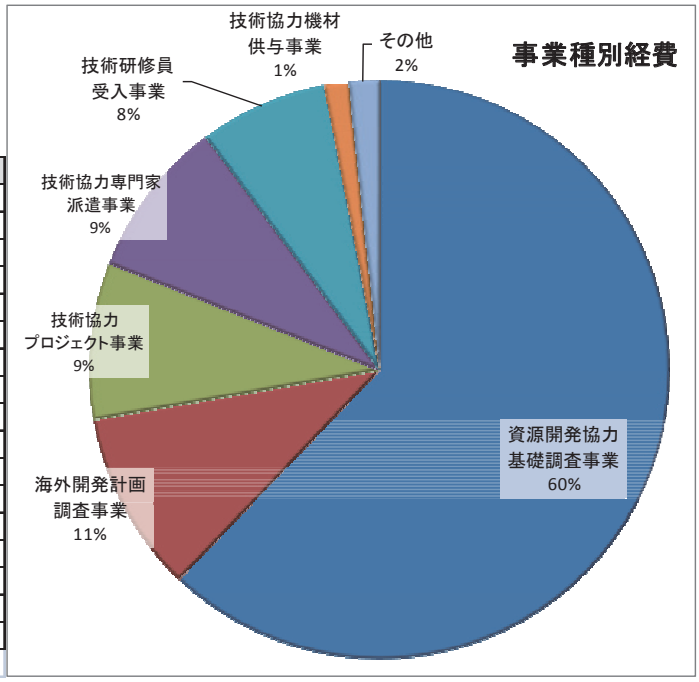
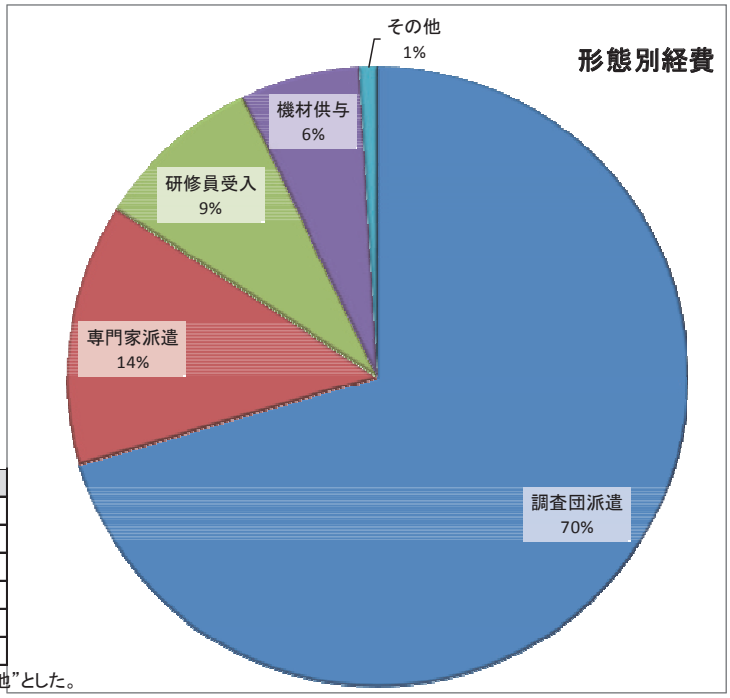


図 2.7.8　事業種別経費比率

JICA の事業形態は 6 つに区分される。これらの事業形態ごとの経費の比率を比較したのが図 2.7.9 である。なお、その他ボランティアより下の項目は比率が低いため、図 2.7.9 では一括してその他とした。

調査団派遣が約 70%を占めるのは、資源開発協力基礎調査事業が最も多くの調査団を派遣するためである。



単位（千円）

形態	経費
調査団派遣	47,462,755
専門家派遣	9,176,927
研修員受入	5,903,173
機材供与	4,188,987
その他ボランティア	196,557
協力隊派遣	159,947

※図では"その他ボランティア"以下を"その他"とした。

図 2.7.9　事業形態別経費比率

② 業種別－年度別推移

事業種別経費についての年度ごとの推移を細かく見たものが図 2.7.10 (1)、(2)である。(1)のグラフは①の事業種別経費比率でみたように国・課題別事業計画よりも経費が大きいものだけを示している。資源開発協力基礎調査の割合が高く、その他の事業の変動が分かりにくいため、資源開発協力基礎調査を除いたものを下に示した。

年度	資源開発協力基礎調査事業	海外開発計画調査事業	技術協力プロジェクト事業	技術協力専門家派遣事業	技術研修員受入事業	技術協力機材供与事業
1988	2,393,928	47,119	0	498,709	327,360	107,214
1989	2,629,500	79,009	0	455,860	349,217	12,609
1990	2,946,771	271,331	0	486,593	309,370	140,556
1991	3,208,293	253,269	0	520,404	359,611	153,168
1992	2,881,503	81,721	0	668,040	342,410	33,877
1993	2,832,151	115,371	0	492,580	345,025	72,229
1994	3,029,425	370,613	0	568,765	302,851	15,907
1995	3,259,049	522,799	0	589,533	320,768	60,092
1996	3,202,910	671,539	0	621,038	297,445	13,529
1997	2,931,249	612,342	0	566,202	277,899	268,928
1998	2,594,430	265,673	0	478,014	308,441	18,732
1999	2,306,906	312,031	374,796	0	278,619	0
2000	2,225,695	584,006	267,319	0	291,810	0
2001	2,161,271	365,259	196,485	0	317,021	0
2002	1,764,337	278,725	1,022,472	0	220,583	0
2003	949,631	201,917	998,427	0	212,943	0
2004	440,049	155,960	936,807	0	0	0
2005	104,728	130,247	613,065	0	0	0
2006	0	119,111	464,978	0	0	0
2007	0	293,590	278,383	0	0	0
2008	0	238,755	129,142	0	0	0
2009	0	270,824	107,808	0	0	0
2010	0	263,227	112,031	0	0	0
2011	0	158,858	162,090	0	0	0
2012	0	153,505	196,338	0	0	0

単位（千円）

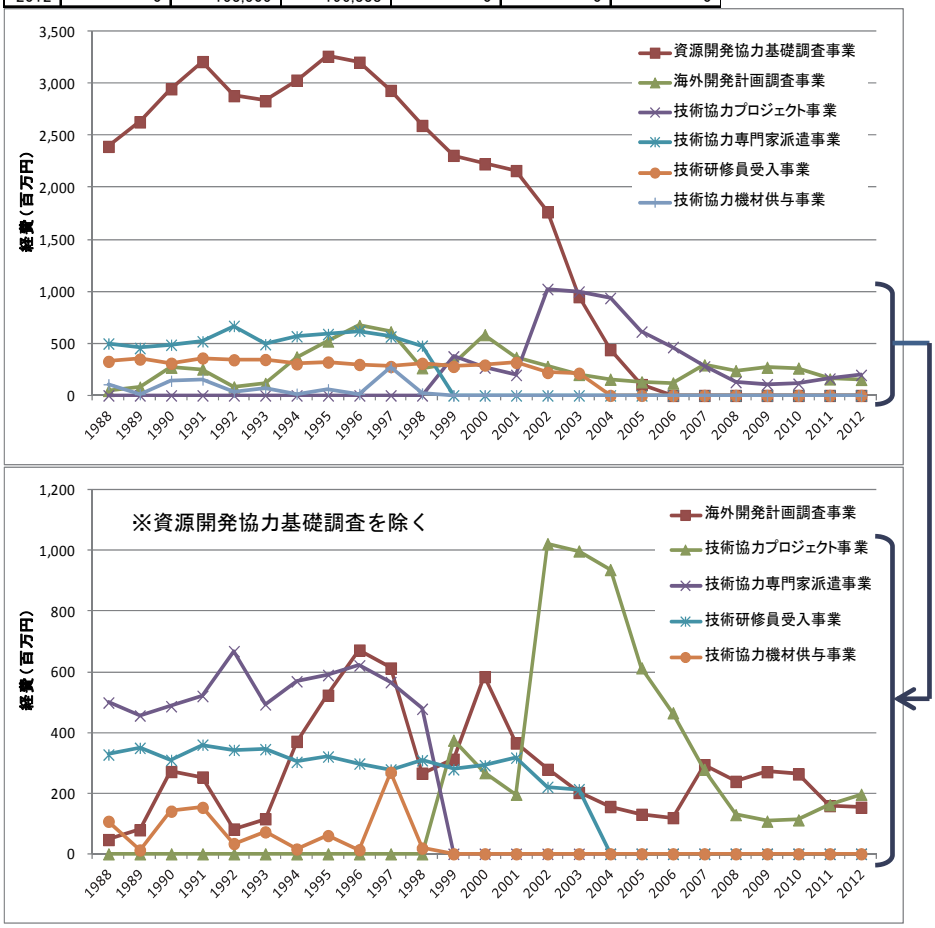


図 2.7.10　事業種別経費の推移 (1)

単位（千円）

年度	国・課題別事業計画	青年海外協力隊派遣事業	開発協力事業	国民参加協力事業	無償資金協力事業	事業評価	技術協力専門家等福利厚生	有償資金協力（経費）事業	海外移住事業	援助促進事業	フォローアップ事業
1988	2,546	11,606	32,078	0	2,938	0	18,539	0	4,115	0	0
1989	4,453	14,882	13,001	0	32,853	0	379	0	4,574	0	0
1990	19,932	5,573	103,866	0	2,711	0	0	0	0	0	0
1991	54,434	11,272	4,112	0	6,122	0	0	0	0	0	0
1992	0	13,513	0	0	8,196	0	1,328	0	1,021	0	0
1993	18,042	10,965	1,979	0	13,999	0	1,569	0	2,449	0	0
1994	7,633	1,876	0	0	5,633	0	2,928	0	0	0	0
1995	23,466	4,629	15,573	0	1,294	0	2,282	0	0	0	0
1996	141	6,808	1,533	0	1,099	0	1,393	0	0	0	0
1997	0	2,072	2,247	0	7,122	0	701	0	0	0	0
1998	18,643	15,774	4,881	0	0	0	676	0	0	0	2,014
1999	0	14,792	10,835	0	0	0	622	0	0	0	0
2000	13,887	25,785	3,180	0	0	0	192	0	0	0	0
2001	48,858	38,149	7,624	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	4,199	37,974	7,528	11,649	0	0	0	0	0	0	0
2003	3,979	34,221	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	39,346	0	9,470	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	21,353	0	24,801	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	16,026	0	25,145	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	5,807	0	446	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	1,499	0	0	0	12,396	0	0	0
2009	30,329	0	0	3,936	0	0	0	0	0	0	0
2010	42,609	0	0	11,444	0	0	0	12,133	0	0	0
2011	0	0	0	18,642	0	0	0	0	0	1,426	0
2012	0	0	0	6,022	0	0	0	0	0	9,365	0

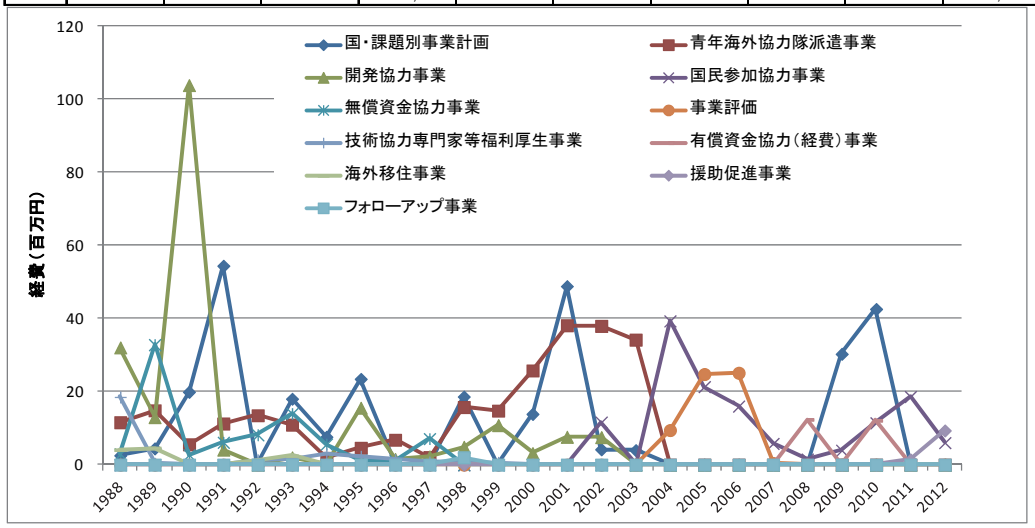


図 2.7.10　事業種別経費の推移(2)

③ 態別－年度別推移

事業形態別経費についての年度ごとの推移を細かく見たものが図 2.7.11 である。これについても資源開発協力基礎調査に伴う調査団派遣の割合が高く、その他の事業形態の変動が分かりにくいため、調査団派遣を除いたグラフを下に示した。

単位（千円）

年度	調査団派遣	専門家派遣	研修員受入	機材供与	協力隊派遣	その他ボランティア	その他
1988	2,385,518	447,986	324,539	258,391	11,179	0	18,539
1989	2,643,684	422,265	353,791	161,336	14,882	0	379
1990	3,068,202	451,653	309,370	451,905	5,573	0	0
1991	3,399,070	456,074	359,611	344,658	11,272	0	0
1992	2,841,573	557,709	343,431	274,055	13,513	0	1,328
1993	2,984,002	448,837	347,474	114,542	9,935	0	1,569
1994	3,278,111	538,030	298,280	186,501	1,781	0	2,928
1995	3,523,477	554,086	314,373	400,795	4,472	0	2,282
1996	3,664,474	582,604	293,863	268,554	6,547	0	1,393
1997	3,411,483	526,931	276,482	451,156	2,009	0	701
1998	2,787,506	450,894	308,441	155,623	4,138	0	676
1999	2,596,469	343,606	283,175	60,311	12,946	1,472	622
2000	2,499,995	260,620	293,801	331,812	16,772	8,682	192
2001	2,492,304	192,205	318,815	93,402	13,618	24,323	0
2002	2,037,388	790,198	245,513	211,332	17,171	20,464	25,401
2003	1,155,328	741,339	224,862	226,152	12,225	21,755	19,457
2004	653,909	568,511	197,808	115,836	1,914	37,432	6,222
2005	259,879	428,111	148,894	24,279	0	21,353	11,678
2006	274,359	94,730	132,951	28,369	0	16,026	78,825
2007	366,332	63,550	114,021	15,883	0	5,807	12,633
2008	258,443	37,851	80,413	645	0	1,499	2,941
2009	270,853	55,477	52,029	0	0	3,936	30,602
2010	263,227	63,828	59,792	1,626	0	10,113	42,858
2011	159,922	56,922	101,758	4,379	0	17,673	362
2012	187,247	42,910	119,686	7,445	0	6,022	1,920

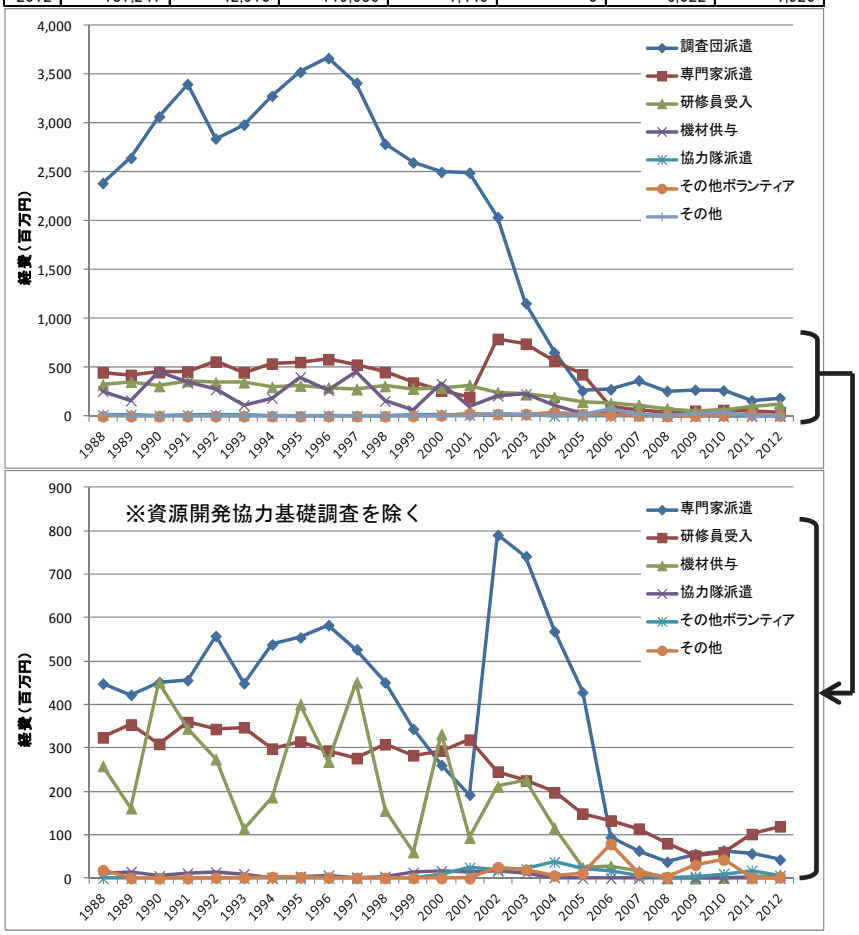


図 2.7.11　形態別経費の推移

④　地域別比率、年度別推移

地域別経費について年度ごとの推移を細かく見たものが図 2.7.12 である。地域別経費については、表 2.7.4 に示した条件で絞り込んだデータを使用した。

年度	北米・中南米	アジア	アフリカ	欧州	中東	大洋州
1988	438,359	303,423	98,247	58,840	78,983	29,378
1989	472,621	294,141	61,809	39,780	40,285	845
1990	611,303	501,611	50,262	47,572	80,416	6,155
1991	621,780	444,183	78,193	118,703	55,804	4,867
1992	485,381	284,085	132,529	76,867	101,362	25,529
1993	338,429	321,459	192,072	62,205	79,097	32,585
1994	402,752	560,735	79,125	87,278	60,149	50,779
1995	686,402	475,499	116,944	146,778	55,452	35,484
1996	794,026	508,692	122,327	76,526	71,956	20,733
1997	714,767	706,568	105,083	60,208	86,546	44,510
1998	408,095	459,642	87,589	31,626	81,100	28,443
1999	344,019	393,059	73,296	24,215	108,951	35,879
2000	536,702	278,531	51,657	21,063	282,944	10,805
2001	383,763	369,438	58,560	41,885	102,885	6,632
2002	543,725	745,503	35,131	193,198	50,549	954
2003	530,163	556,042	159,611	178,107	14,357	6,537
2004	438,665	364,937	175,275	136,865	19,917	5,924
2005	157,878	360,923	108,933	142,660	8,476	4,963
2006	188,494	150,416	71,805	195,385	715	12,421
2007	104,502	92,353	136,308	199,133	19,269	4,572
2008	67,016	161,339	126,087	7,857	314	0
2009	58,820	126,898	74,735	108,695	30,329	1,401
2010	131,869	85,485	115,758	49,984	42,609	1,869
2011	69,108	65,003	181,110	23,284	0	2,041
2012	30,488	198,685	111,318	19,757	0	3,062

単位（千円）

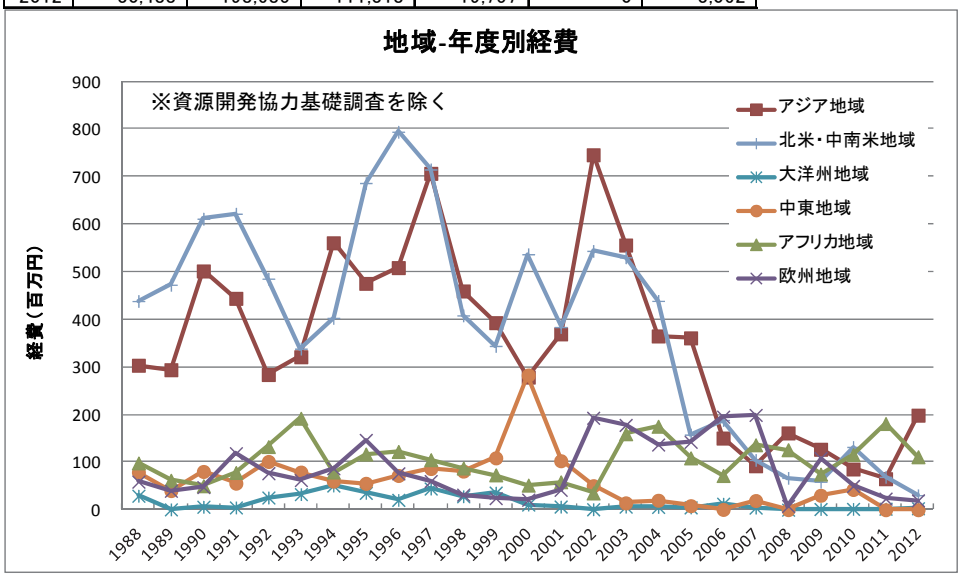


図 2.7.12　地域別経費の推移

全体の傾向としては、アジア地域と北米・中南米地域については 2004 年度頃までは平均して年間約 5 億円程度、それ以外の地域は概ね 1 億円未満で推移しているが、2004 年度以

降は何れの地域も年間約 2 億円未満となっている。

また、アフリカ地域と欧州地域については、2002 年度までは殆ど 1 億円未満で推移していたが、2002 年度以降は 1 億円から 2 億円程度と若干増えている。

北米・中南米地域でピークを示す 1996 年度、1991 年度はそれぞれ“ブラジルサンタカタリーナ州南部石炭鉱害復旧計画調査”、“メキシコ鉱山鉱害対策計画調査”などによるもので、これらはいずれも海外開発計画調査事業で調査団派遣を伴うものである。アジア地域でピークを示す 2002 年度は“インドネシア石炭技術向上”および“ベトナム探鉱ガス安全管理センター”の専門家派遣と、“アルメニア共和国鉱業振興マスタープラン”の調査団派遣によるものである。また、1996 年度のピークは何れもタイ、中国、キルギスにおける海外開発計画調査事業である。中東地域での 2000 年度のピークはオマーンでの公害防止 F/S 調査（海外開発計画調査事業）に伴う調査団派遣によるものである。

図 2.7.13 から図 2.7.18 はそれぞれの地域での国別経費比率を示したものである。

北米・中南米地域はチリの割合が最も高く、次いでブラジル、ボリビアと南米の国々が続く。

アジア地域ではインドネシアと中国の比率が特に高く、他の国は両国の半分以下である。

アフリカ地域ではモーリタニア、ニジェールなどサヘル地域が高く、次いでザンビア、マダガスカル、マラウィなど東アフリカの国々が続く。

欧州地域では日本と友好関係が深いトルコが全体の 70%近くを占め、次いでセルビア、アルバニア、マケドニア旧ユーゴスラビア共和国などバルカン半島の国々が続いている。

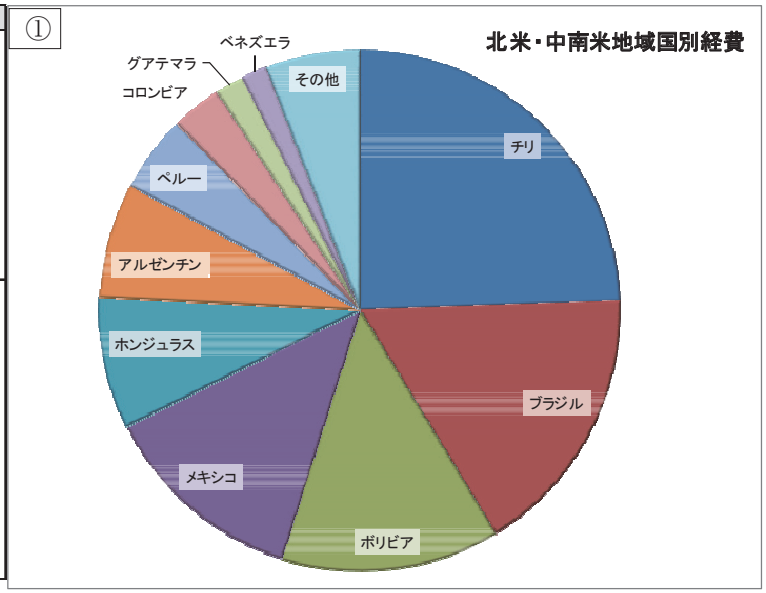
中東地域でも比較的安定して関係が良好なオマーンとモロッコの比率が高く、両国で全体の約 70%を占める。

大洋州は鉱物資源の豊かなパプアニューギニアが約 70%を占めて最も高い。

北米・中南米地域	経費	図
チリ	2,334,315	①
ブラジル	1,611,773	①
ボリビア	1,300,534	①
メキシコ	1,217,523	①
ホンジュラス	782,133	①
アルゼンチン	678,669	①
ペルー	452,850	①
コロンビア	298,485	①
グアテマラ	174,021	①
ベネズエラ	152,836	①
パナマ	111,409	②
ジャマイカ	99,282	②
ドミニカ共和国	96,475	②
エクアドル	74,106	②
ウルグアイ	41,231	②
パラグアイ	35,138	②
キューバ	34,793	②
ニカラグア	32,593	②
コスタリカ	19,188	②
エルサルバドル	9,867	②
ドミニカ	1,836	②
カナダ	70	②

単位（千円）

※資源開発協力基礎調査を除く



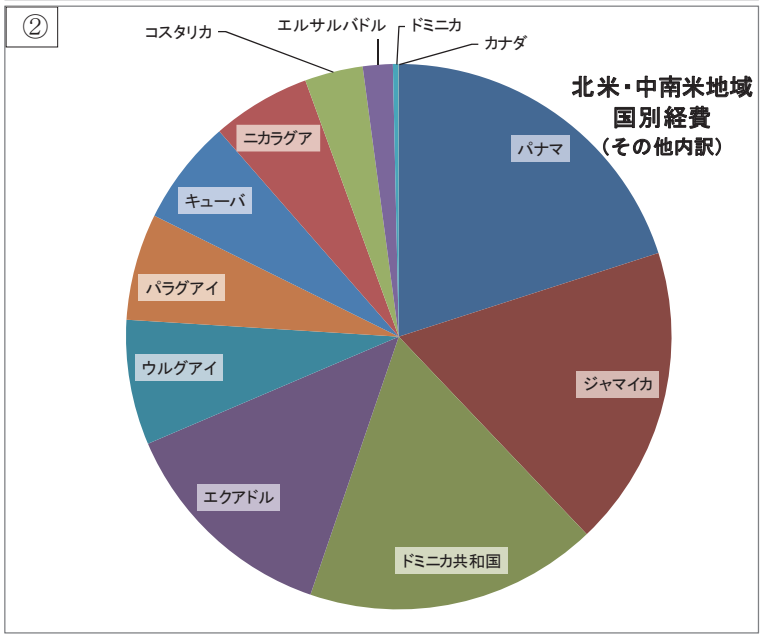


図 2.7.13　北米・中南米地域の国別経費比率

アジア地域	経費	図
インドネシア	1,693,144	①
中華人民共和国	1,679,317	①
タイ	758,398	①
ベトナム	740,688	①
キルギス	560,846	①
モンゴル	550,996	①
フィリピン	412,289	①
カンボジア	335,548	①
インド	328,644	①
パキスタン	266,051	①
グルジア	254,729	①
アルメニア	241,267	①
ラオス	226,394	①
マレーシア	181,867	①
ネパール	156,026	①
ブータン	130,614	①
ミャンマー	100,284	②
大韓民国	53,587	②
カザフスタン	48,450	②
ウズベキスタン	41,622	②
アゼルバイジャン	17,091	②
スリランカ	12,386	②
タジキスタン	9,184	②
トルクメニスタン	5,247	②
バングラデシュ	3,802	②
アフガニスタン	179	②

単位（千円）

※資源開発協力基礎調査を除く

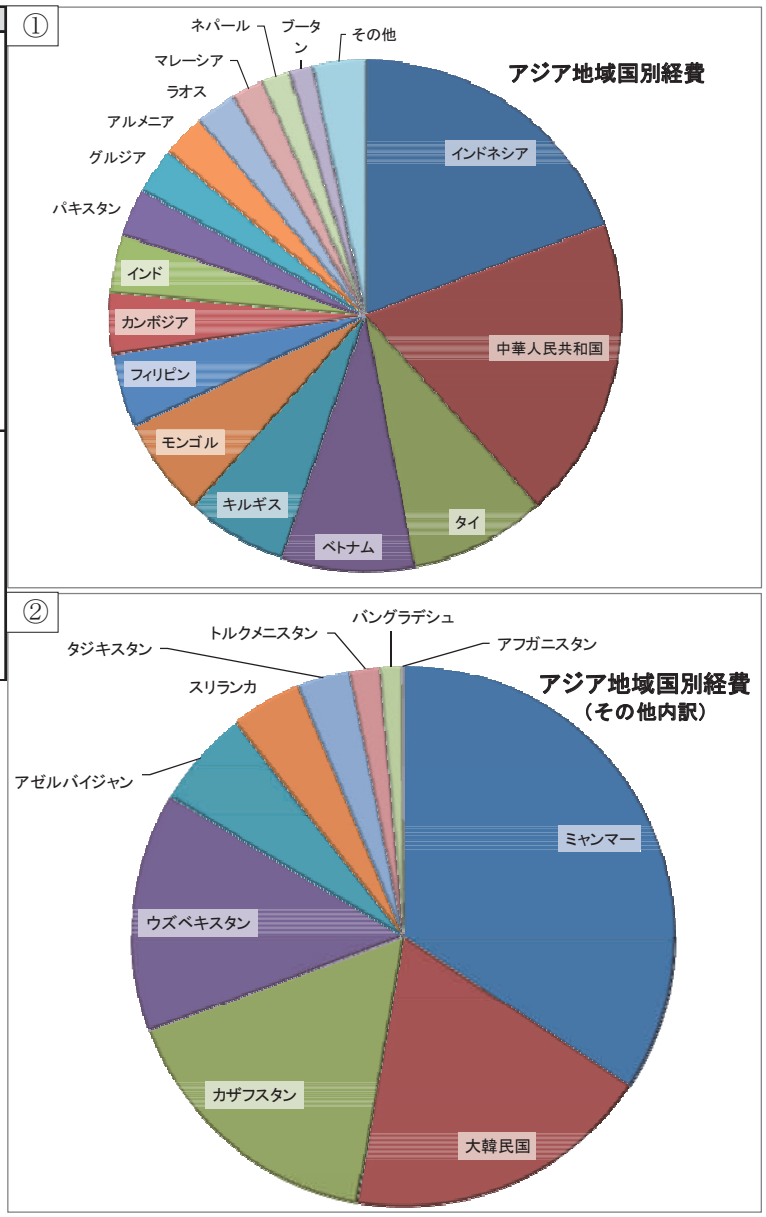
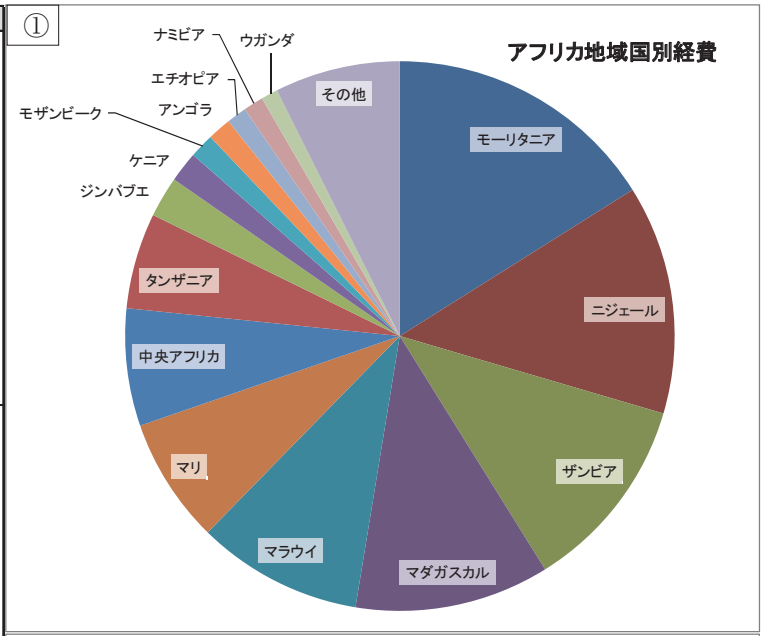


図 2.7.14　アジア地域の国別経費比率

アフリカ地域	経費	国
モーリタニア	418,680	①
ニジェール	350,628	①
ザンビア	301,691	①
マダガスカル	298,228	①
マラウイ	253,773	①
マリ	192,160	①
中央アフリカ	179,830	①
タンザニア	146,776	①
ジンバブエ	62,351	①
ケニア	46,863	①
モザンビーク	37,520	①
アンゴラ	36,124	①
エチオピア	30,628	①
ナミビア	30,513	①
ウガンダ	25,631	①
コートジボワール	20,706	②
ブルキナファソ	18,550	②
ボツワナ	17,621	②
ナイジェリア	17,369	②
ベナン	16,933	②
シエラレオネ	15,052	②
ガーナ	14,638	②
コンゴ民主共和国	13,418	②
レソト	12,328	②
カメルーン	10,384	②
セネガル	8,987	②
ルワンダ	7,063	②
ブルンジ	4,882	②
ギニア	4,689	②
南アフリカ共和国	4,163	②
トーゴ	3,186	②
スーダン	1,580	②
リベリア	819	②

単位（千円）

※資源開発協力基礎調査を除く



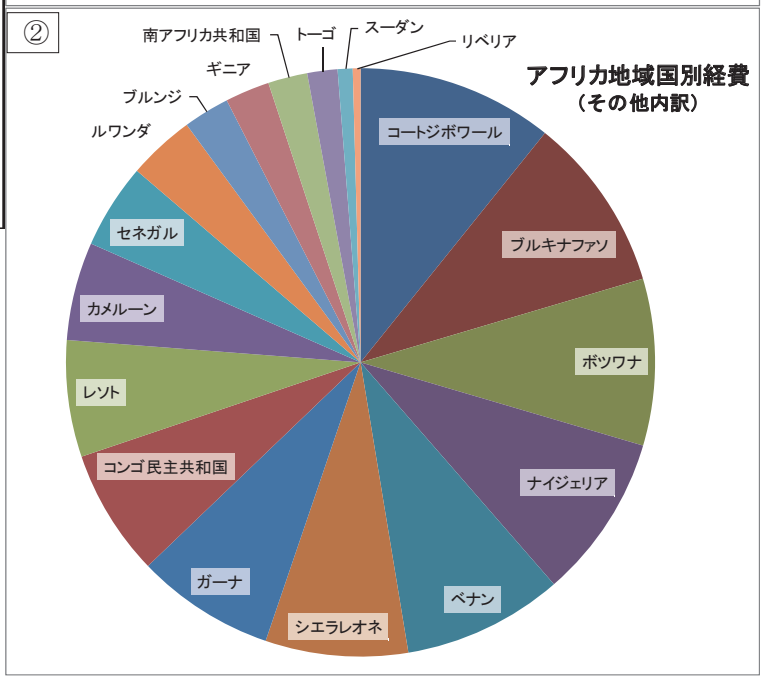


図 2.7.15　アフリカ地域の国別経費比率

欧州地域	経費
トルコ	1,378,493
セルビア	227,616
アルバニア	203,696
マケドニア旧ユーゴスラビア共和国	177,939
ウクライナ	64,606
ボスニア・ヘルツェゴビナ	28,235
ブルガリア	27,148
コソボ	19,175
ハンガリー	11,478
ルーマニア	5,278
モルドバ	3,613
ポーランド	1,194

単位（千円）

※資源開発協力基礎調査を除く

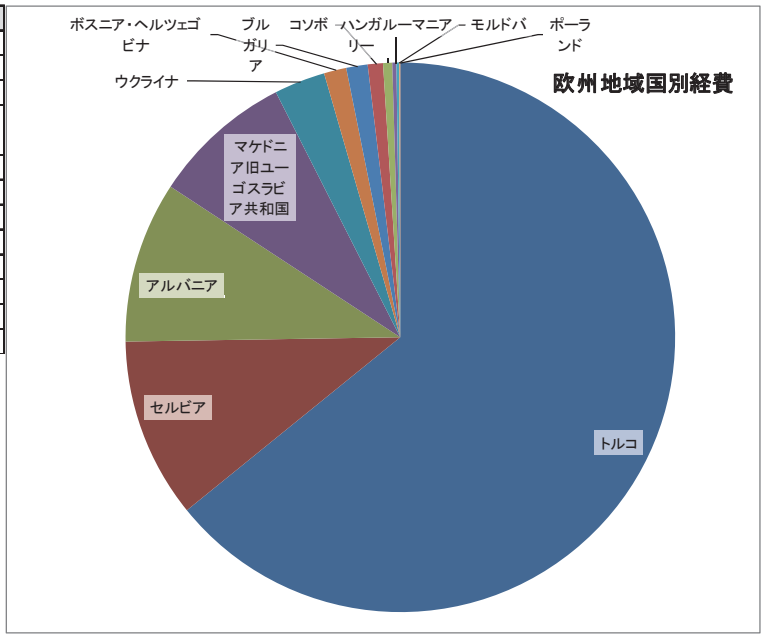


図 2.7.16　欧州地域の国別経費比率

中東地域	経費
オマーン	576863
モロッコ	454048
イラン	111023
ヨルダン	90589
イラク	73888
サウジアラビア	63198
エジプト	36230
チュニジア	23590
イエメン	21903
パレスチナ	13206
シリア	6336
アルジェリア	1591

単位（千円）

※資源開発協力基礎調査を除く

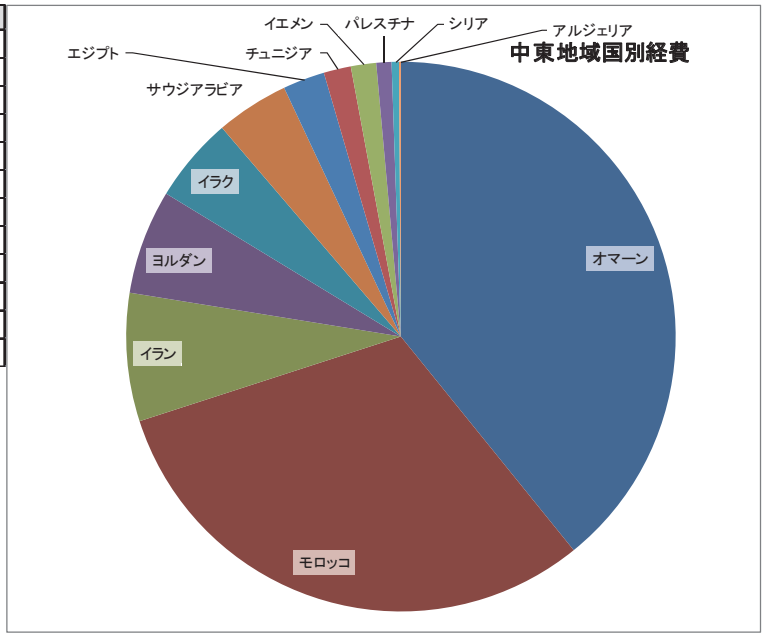


図 2.7.17　中東地域の国別経費比率

大洋州地域	経費
パプアニューギニア	260,006
フィジー	53,493
ソロモン	29,372
サモア	16,594
バヌアツ	7,233
ミクロネシア	3,524
キリバス	1,899
トンガ	1,139
クック諸島	1,082
ニウエ	1,072
マーシャル	954
ツバル	0

単位（千円）

※資源開発協力基礎調査を除く

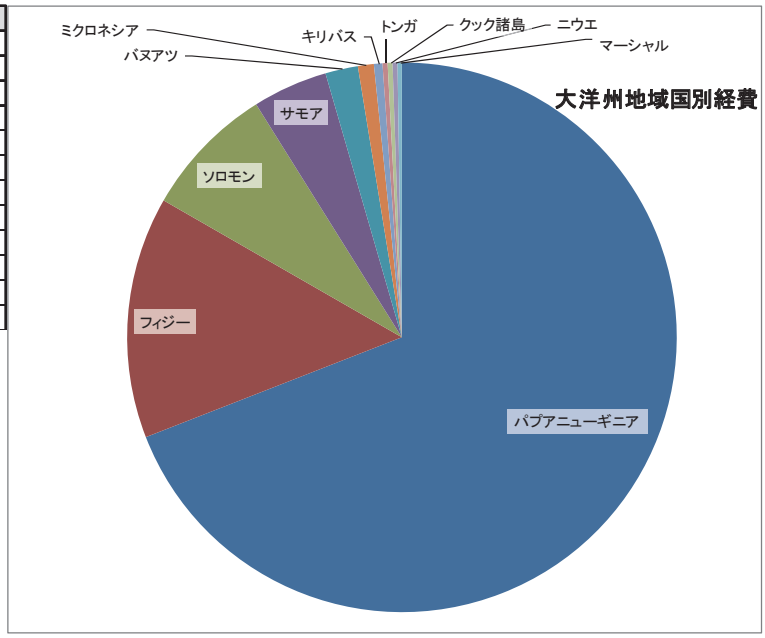


図 2.7.18　大洋州地域の国別経費比率

⑤ 対象 30 カ国国別比率、年度別推移

対象 30 カ国に絞った地域別経費について年度ごとの推移を細かく見たものが図 2.7.19 である。地域別経費については、表 2.7.4 に示した条件で絞り込んだデータを使用した。

アジア地域では 2002 年度から 2005 年度までの 3 年間が突出して年間 3 億円を超えている。北米・中南米地域でも 2003 年度に 2.5 億円を超えている。また、2006 年度以降アフリカ地域が増加傾向にある。

年度	アジア	北米・中南米	アフリカ	大洋州	中東
1988	136,208	35,841	14,162	29,378	0
1989	121,510	86,754	21,652	0	0
1990	219,440	69,251	6,089	6,155	0
1991	163,692	33,396	32,534	4,867	0
1992	138,120	16,957	57,144	23,290	0
1993	136,650	16,589	49,308	26,532	0
1994	143,276	21,554	28,310	41,422	0
1995	138,309	26,673	51,777	34,345	0
1996	132,908	46,163	70,178	20,733	0
1997	101,086	155,867	57,537	44,510	0
1998	109,748	94,400	15,096	27,477	0
1999	80,624	27,234	30,971	35,879	0
2000	98,206	20,248	22,910	9,723	0
2001	99,244	31,786	23,088	6,632	0
2002	400,741	151,811	12,965	0	0
2003	411,965	258,450	19,794	4,411	0
2004	315,352	138,787	8,558	5,924	0
2005	348,688	58,603	12,952	2,405	0
2006	117,637	79,790	50,763	6,243	179
2007	88,498	73,771	106,119	4,572	771
2008	153,649	50,490	126,087	0	0
2009	118,650	50,534	74,735	1,401	30,329
2010	82,088	131,132	113,817	1,869	42,609
2011	56,045	60,462	178,888	2,041	0
2012	195,459	16,841	108,356	3,062	0

単位（千円）

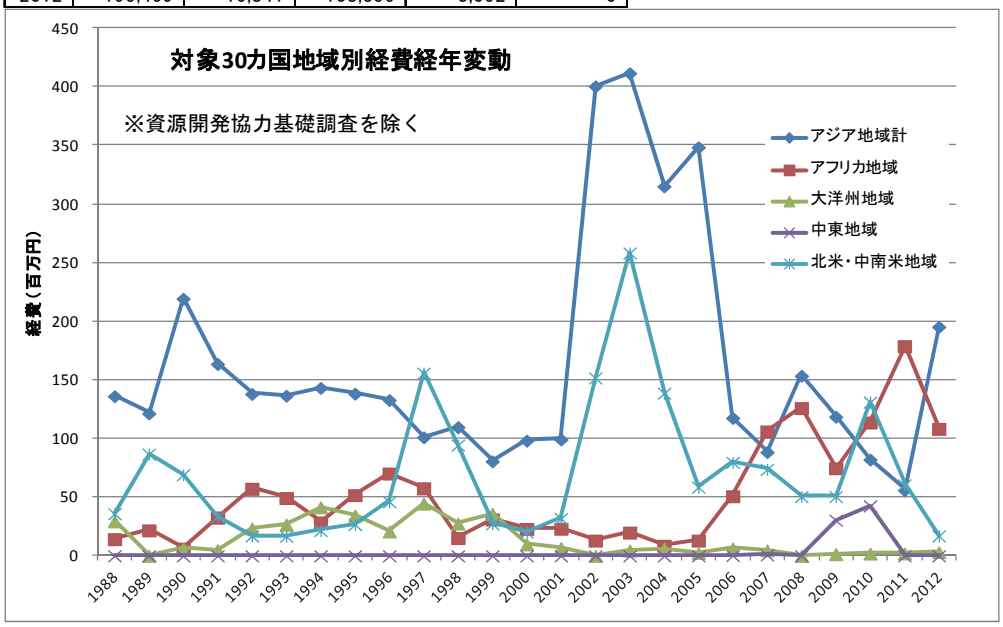


図 2.7.19　対象 30 カ国における地域別経費の推移

次に、各地域での対象 30 カ国の経費の推移を図 2.7.20 から図 2.7.23 にまとめた。

アジア地域では 2002 年度から 2006 年度にかけてインドネシアとベトナムが突出している。これは、インドネシアでは“インドネシア石炭鉱業技術向上”、ベトナムでは“ヴィエトナム炭鉱ガス安全管理センター”の共に技術協力プロジェクト事業における専門家派遣によるものである。カンボジアでは 2008 年度から 2010 年度に“鉱業振興マスタープラン調査”、モンゴルでは 2012 年度に“石炭開発利用マスタープラン調査”、ラオスでは 2006 年度から 2008 年度に“鉱業分野投資促進のための地質・鉱物資源情報整備計画調査”がそれぞれ海外開発計画調査事業として実施されている。

年度	インドネシア	ベトナム	モンゴル	フィリピン	カンボジア	ラオス	ミャンマー	カザフスタン
1988	66,235	0	1,500	61,820	0	0	6,653	0
1989	91,867	0	8,219	21,424	0	0	0	0
1990	118,621	0	66,303	34,516	0	0	0	0
1991	119,519	0	14,825	29,348	0	0	0	0
1992	83,832	0	28,375	25,913	0	0	0	0
1993	84,549	8,031	10,400	33,670	0	0	0	0
1994	103,461	1,918	12,004	24,534	0	0	0	1,359
1995	80,547	15,607	18,179	20,767	0	0	0	3,209
1996	71,922	20,707	28,730	7,011	0	0	0	4,538
1997	50,078	3,047	42,793	4,659	0	0	0	509
1998	38,736	1,389	37,569	29,772	0	0	0	2,282
1999	37,212	3,687	6,120	26,558	0	0	0	7,047
2000	51,026	10,077	9,363	17,824	0	0	4,591	5,325
2001	50,130	14,441	5,364	21,217	1,233	0	5,113	1,746
2002	180,293	156,364	15,348	34,979	1,249	4,361	3,742	4,405
2003	167,226	180,309	30,808	3,962	0	3,505	23,447	2,708
2004	130,193	141,933	7,837	3,589	0	0	24,962	6,838
2005	158,555	145,867	9,375	2,212	0	10,063	21,927	689
2006	6,919	3,331	13,362	5,763	0	80,485	7,598	179
2007	26	8,200	4,520	0	2,826	70,289	2,251	386
2008	2,197	20,060	2,227	0	88,593	39,944	0	628
2009	0	344	2,926	0	112,537	2,843	0	0
2010	0	0	13,722	0	64,543	1,809	0	2,014
2011	0	2,010	8,420	0	36,877	4,150	0	4,588
2012	0	3,366	152,707	2,751	27,690	8,945	0	0

単位（千円）

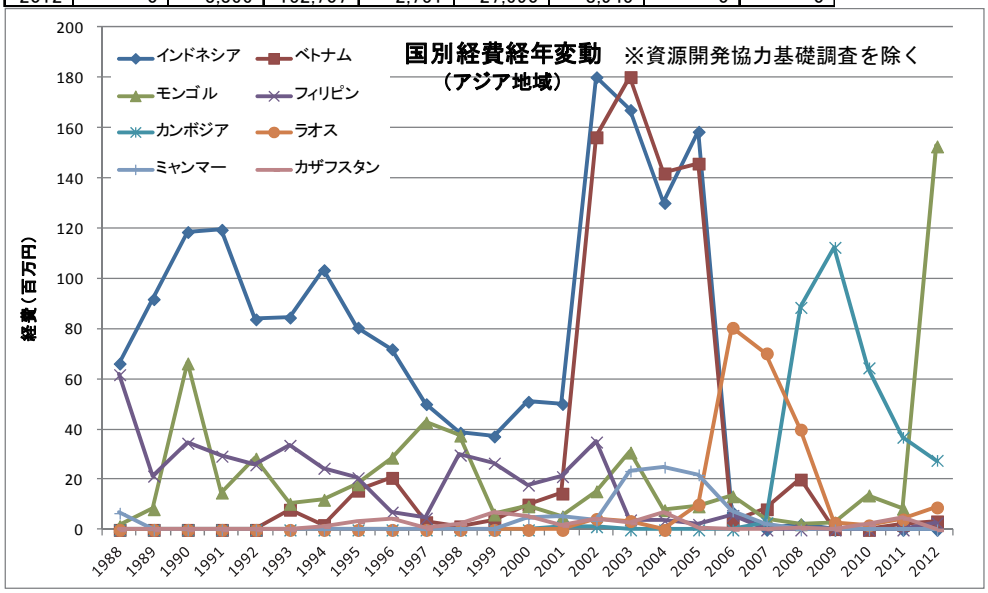


図 2.7.20　対象 30 カ国のうちアジア地域の国々の国別経費の推移

北米・中南米地域は対象 30 カ国ではボリビアとペルーの 2 カ国のみである。ボリビアでは 1997 年度から 1998 年度にかけて海外開発計画調査事業として“ボリヴィア国ポトシ県鉱山セクター　環境汚染評価調査”が実施されて調査団が派遣されている。また 2002 年度から 2004 年度では技術協力プロジェクト事業として“ボリヴィア鉱山環境・保安研究センタープロジェクト”が実施され、調査団や専門家の派遣および機材供与がなされている。ペルーでは 2010 年度と 2011 年度に海外開発計画調査事業として“閉山計画審査能力強化プロジェクト”が実施されている。

年度	ボリビア	ペルー
1988	25,988	9,853
1989	58,570	28,184
1990	21,448	47,803
1991	10,850	22,546
1992	5,619	11,338
1993	4,345	12,244
1994	6,335	15,219
1995	7,926	18,747
1996	26,082	20,081
1997	142,597	13,270
1998	90,275	4,125
1999	25,482	1,752
2000	15,391	4,857
2001	8,607	23,179
2002	130,932	20,879
2003	255,373	3,077
2004	138,318	469
2005	58,294	309
2006	65,942	13,848
2007	71,683	2,088
2008	28,977	21,513
2009	40,704	9,830
2010	21,480	109,652
2011	22,475	37,987
2012	16,841	0

単位（千円）

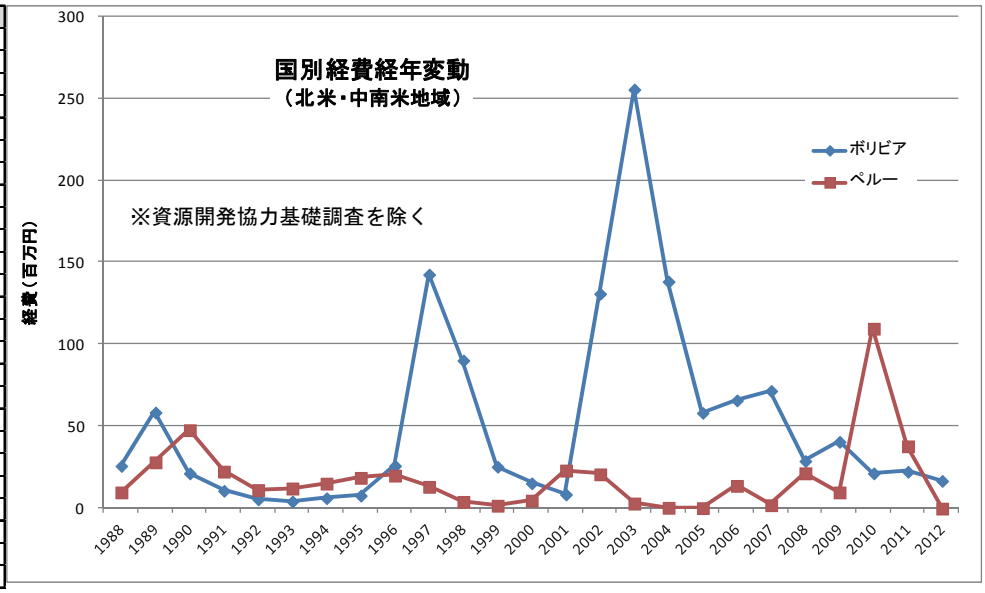
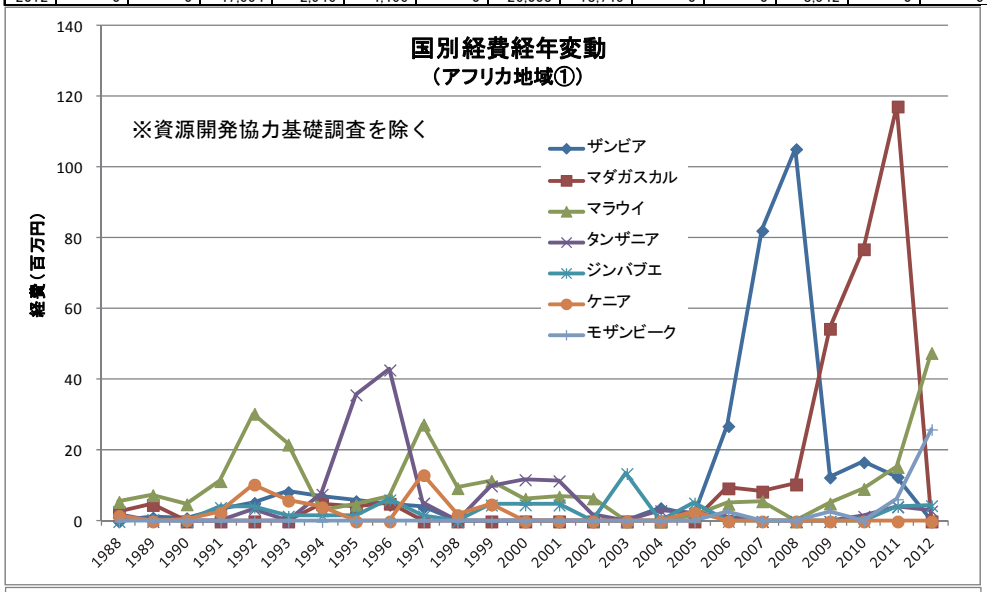


図 2.7.21　対象 30 カ国のうち北米・中南米地域の国々の国別経費の推移

アフリカ地域では 2006 年度から 2008 年度にかけてザンビアで“ザンビア鉱業分野投資促進のための地質・鉱物資源情報整備計画調査”が、2008 年度から 2011 年度にかけてマダガスカルで“鉱業振興のための地質・鉱物資源情報整備調査”がいずれも海外開発計画調査事業として実施されている。タンザニアでは 1995 年度と 1996 年度に技術協力専門家派遣事業が実施されている。また、2012 年度にはマラウィで技術協力プロジェクト事業として“地質・鉱物資源情報（GIS）整備計画調査プロジェクト”がスタートしている。

年度	ザンビア	マダガスカル	マラウイ	タンザニア	ジンバブエ	ケニア	モザンビーク	アンゴラ	ナミビア	ウガンダ	ボツワナ	ガーナ	コンゴ民主共和国	ルワンダ	スーダン
1988	0	2,617	5,535	1,814	0	1,585	0	0	0	0	0	0	0	2,611	0
1989	1,072	4,673	7,438	0	524	0	0	0	0	0	0	0	3,493	4,452	0
1990	908	0	4,849	0	0	332	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	3,399	0	11,378	0	3,928	2,444	0	0	0	0	0	11,385	0	0	0
1992	5,219	0	30,438	3,404	4,014	10,419	0	0	0	397	0	3,253	0	0	0
1993	8,304	0	21,730	0	1,466	5,878	0	0	1,833	10,097	0	0	0	0	0
1994	6,879	4,923	3,146	7,689	1,674	3,999	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	5,735	3,959	4,629	35,802	1,652	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996	4,711	5,011	7,031	42,836	6,111	0	0	0	4,478	0	0	0	0	0	0
1997	3,979	0	27,394	5,172	1,572	13,089	0	0	6,331	0	0	0	0	0	0
1998	0	0	9,409	0	2	1,811	0	0	3,874	0	0	0	0	0	0
1999	0	0	11,472	10,069	4,628	4,802	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	0	6,394	11,809	4,707	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	0	0	6,970	11,467	4,651	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	0	0	6,505	1,852	0	0	0	0	0	4,608	0	0	0	0	0
2003	0	0	52	0	13,535	0	0	0	0	6,207	0	0	0	0	0
2004	3,794	0	0	3,041	0	0	0	0	0	1,723	0	0	0	0	0
2005	1,511	0	1,436	2,302	5,199	2,504	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	26,943	9,356	4,986	1,021	0	0	2,489	0	3,669	0	2,299	0	0	0	0
2007	82,211	8,427	5,703	0	0	0	0	0	2,584	2,599	1,211	0	3,384	0	0
2008	105,293	10,468	0	0	0	0	0	0	3,785	0	0	0	6,541	0	0
2009	12,427	54,480	5,063	0	0	0	2,765	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	16,716	76,973	9,199	1,436	0	0	0	6,365	1,677	0	1,451	0	0	0	0
2011	12,590	117,341	15,362	4,116	4,222	0	6,263	11,014	2,282	0	4,118	0	0	0	1,580
2012	0	0	47,654	2,946	4,466	0	26,003	18,745	0	0	8,542	0	0	0	0

単位（千円）



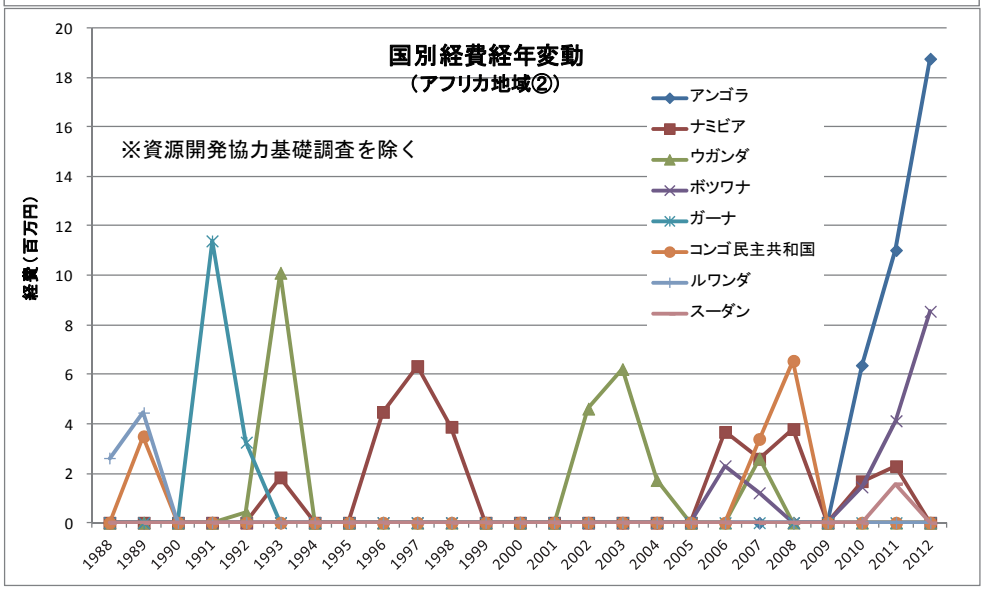


図 2.7.22　対象 30 カ国のうちアフリカ地域の国々の国別経費の推移

大洋州および中東地域については、パプアニューギニアで 1991 年度から 1999 年度にかけて技術協力専門家派遣事業として個別専門家が派遣されている。フィジーも 1988 年度に同じく技術協力専門家派遣事業として専門家が派遣されている。

イラクでは 2009 年度、2010 年度に、国・課題別事業計画として“中西部地域鉱工業セクター（化学肥料）プロジェクト準備調査”が実施されている。

年度	パプアニューギ	フィジー	ソロモン	イラク
1988	0	29,378	0	0
1989	0	0	0	0
1990	0	6,155	0	0
1991	3,716	1,151	0	0
1992	22,328	962	0	0
1993	25,920	0	612	0
1994	40,361	1,061	0	0
1995	34,345	0	0	0
1996	19,307	1,426	0	0
1997	44,508	2	0	0
1998	27,477	0	0	0
1999	23,314	1,011	11,554	0
2000	9,300	2	421	0
2001	5,802	830	0	0
2002	0	0	0	0
2003	0	4,411	0	0
2004	1,225	4,699	0	0
2005	0	2,405	0	0
2006	0	0	6,243	179
2007	2,403	0	2,169	771
2008	0	0	0	0
2009	0	0	1,401	30,329
2010	0	0	1,869	42,609
2011	0	0	2,041	0
2012	0	0	3,062	0

単位（千円）

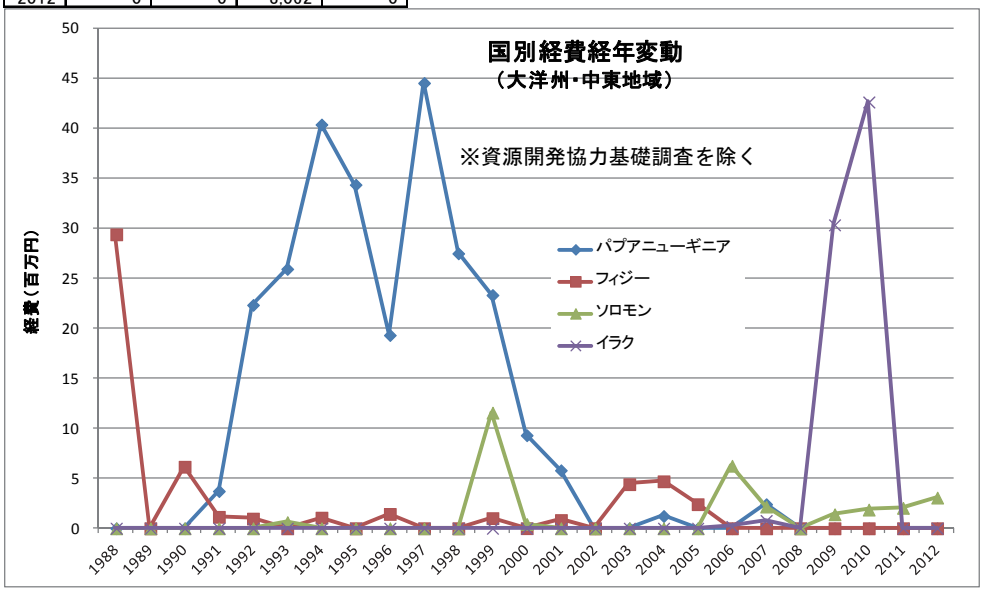


図 2.7.23　対象 30 カ国のうち大洋州および中東地域の国々の国別経費の推移

2.7.4 案件リスト情報のとりまとめ

JICA で過去に実施された案件の中で、分野課題が“資源・エネルギー”であるものに関して、国、案件名、開始年度、終了年度、スキーム、テーマ、地域、C/P 機関、実施企業等についてとりまとめた。

用いた資料は“JICA 図書館”と“JICA ナレッジサイト”で公開されている資料で、そのうち一部の資料については JICA からより詳細な情報を一覧として貸与頂いた。また、資源開発協力基礎調査に関しては JICA より過去の調査一覧データを入手した。

これらのデータを統合し、資源分野案件リストおよび地熱分野案件リストをプロジェクト一覧として、また、ナレッジサイトの研修コースデータ一覧として別添資料に示す。

2.8 途上国の鉱業セクター

対象とした重要 30 カ国の鉱業セクターに係る政府機関の組織図について、各国のホームページ関連サイトへのアクセスや、在日大使館への連絡等により、情報の入手を図った。その結果、セーシェル、ガーナおよびイラクを除く 27 カ国の組織図を付録Ⅲに示す。

【参考文献】

JOGMEC(2013)：ベトナム社会主義共和国の投資環境調査 2013 年

JICA(2014)：アフリカ地域鉱山環境・保安に係る情報収集・確認調査

JOGMEC(2011)：平成 21 年度戦略的資源確保事業【投資環境調査】（46）ボリビアの投資環境調査、金属資源レポート 2011.1、山内英生

JOGMEC(2010)：平成 21 年度戦略的資源確保事業【投資環境調査】（42）ペルーの投資環境調査、金属資源レポート 2011.1、山内英生

3 海外地熱資源開発の動向

3.1 調査概要および目的

本調査は、国内における公表文献およびインターネット情報のレビュー・整理と、海外におけるドナー等へのインタビュー調査からなる。

本調査の目的は以下のとおりである。

① 国連大学やニュージーランドの大学が実施している地熱資源開発に係る人材育成コースの概要の整理

② 世界銀行、アフリカ開発銀行、米州開発銀行、ドイツ復興金融公庫、米国国務省、米国エネルギー協会、米国国際開発庁、アイスランド国際開発庁等による地熱開発ファンドの概要の整理・分析

③ 各国（アフリカ、アジア、中南米の地熱ポテンシャル国）における地熱開発段階別（地表調査、試掘・評価、プラント建設およびＯ＆Ｍ）の政府／民間の関与デマケーションの整理・分析

3.2 インタビュー調査スケジュール

インタビュー調査の調査日程を表 3.2.1 に示す。

計画当初は 20 機関をインタビューする予定であったが、最終的なインタビュー先は 17 機関となった。主な理由は、ナイロビにおける緊急政治集会の影響で、日程調整が困難となったことがあげられる。

調査対象機関で特にフォローしておくことが良いと考えられる USAID、ICEIDA、ARGeo および GRMF のうち、前 3 者についてはインタビュー調査を実施できたが、GRMF についてはアポイントが困難であった。しかしながら、GRMF の 100%を融資している KfW をインタビューすることにより、GRMF の情報について入手しているので、当初予定の機関についてはほぼ調査することができた。

表 3.2.1　インタビュー調査日程

	日程	曜日	移動・訪問先
1	2014/6/24	火	東京（11：05発）⇒ワシントン（10：40着）
			米国JICA事務所（13：00）
			米州開発銀行（IDB）（14：00）
2	2014/6/25	水	国際金融公社(IFC)（10：00）
3	2014/6/26	木	国務省（10：00）
			世界銀行（WB/ESMAP）（16：00）
4	2014/6/27	金	エネルギー協会（USEA）（10：30）
			ワシントン（21：50発）⇒
5	2014/6/28	土	⇒ロンドン（10：15着、13：00発）⇒レイキャビク（15：00着）
6	2014/6/29	日	資料整理
7	2014/6/30	月	アイスランド国際開発庁（ICEIDA)(10：00)
			アイスランド地質調査所（ISOR)(11：00)
			国連大学(UNU-GTP)(13：00)
8	2014/7/1	火	レイキャビク・エナジー社（RE)(10：00)
			ベルクイーズ社(Verkis、17:00)
9	2014/7/2	水	レイキャビク（07：20発）⇒ミュンヘン（13：05着）
			ミュンヘン再保険社（Munich Re)（16：00）
10	2014/7/3	木	ミュンヘン（7：45発）⇒チューリッヒ（08：45着、09：25発）⇒ ナイロビ（18：05着）
11	2014/7/4	Friday	JICAケニア事務所（8：00）
			国連環境計画（UNEP）－アフリカリフトバレー地熱エネルギー開発ファシリティ（ARGeo)(10：00)
			アフリカ貿易保険機構(ATI)（14：30）
12	2014/7/5	土	資料整理
13	2014/7/6	日	資料整理
14	2014/7/7	月	野党ストライキのため、インタビュー中止・変更
15	2014/7/8	火	米国国際開発庁（USAID)（9：30）
			JICAケニア事務所（11：00）
			ドイツ復興金融公庫(KfW)(14：00)
			欧州投資銀行(EIB)(16:00)
16	2014/7/9	水	ナイロビ（08：40発）⇒イスタンブール（15：05着、17：10発）⇒
17	2014/7/10	木	⇒東京（10：25着）

3.3 インタビュー調査団員

①　池田則生（総括・海外地熱資源調査 B）

現地調査期間：2014 年 6 月 24 日～7 月 10 日

②　野田徹郎（海外地熱資源調査Ａ）

現地調査期間：2014 年 6 月 24 日～7 月 3 日

3.4 インタビュー調査結果

インタビュー先及び面談者は表 3.4.1 のとおりである。面談記録は別添資料に添付する。

インタビューの際、入手した資料は表 3.4.2 のとおりである。

表 3.4.1　インタビュー先一覧表

	インタビュー先	面談者
1	米州開発銀行（IDB）	Mr. Shohei Tada, Secondee
2	国際金融公社（IFC）	Mr. Shinji Yamamoto, Chief Investment Officer
3	国務省	Mr.Tim Williamson, Deputy Director
4	世界銀行（WB/ESMAP）	Mr. Pierre Audinet, Clean Energy Program Team Leader
5	米国エネルギー協会（USEA）－東アフリカ地熱パートナーシップ（EAGP）	Mr. Andrew Palmateer, Acting Deputy Director
6	アイスランド国際開発庁（ICEIDA）	Dr. David Bjarnason, Programme Manager
7	アイスランド地質調査所（ISOR）	Dr. Fridriksson, Geochemist
8	国連大学-地熱研修プログラム(UNU-GTP)	Mr. Ingimar G. Haraldsson, Geputy Director
9	レイキャビク・エナジー社（RE）	Mr. Einar Gunnlaugsson, Head of Natural Resources
10	ベルクイーズ社(Verkis)	Mr. Gunnsr Ingi Gunnaron, Chairman/Senior Marketing Manager
11	ミュンヘン再保険社（Munich Re）	Mr. Stephan Jacob, Geologist
12	国連環境計画（UNEP）-アフリカリフトバレー地熱エネルギー開発ファシリティ（ARGeo）	Dr. Meseret Teklemariam Zemedkun, Program Manager
13	アフリカ貿易保険機構(ATI)	Mr. Jef Vincent, Chief Underwriting Officer
14	米国国際開発庁（USAID）	Mr. Ira Frydman, Team Leader
15	ドイツ復興金融公庫(KfW)	Ms. Oliver Muthoni
16	欧州投資銀行(EIB)	Niko Miliantis, Senior Loan Officer

表 3.4.2　入手資料一覧表

	インタビュー先	資料名	プリント版	デジタル版
1	米州開発銀行（IDB）	La Geo: Programa Regional de Entrennamiento Geotermico	○	
2	国際金融公社（IFC）	Investment- IFC Track Record	○	
		IFC Investment in PNOC-EDC Supports Philippine	○	
		Private Financing of Geothermal Development IFC's Global Experience	○	
		Success of Geothermal Wells: A Global Study	○	
3	国務省	2013.09.16 CTF Indonesia Geo program CONFIDENTIAL		○
		2013.09.16 CTF Indonesia Geo Proposal Cover sheet		○
		Chile MiRiG		○
		Mexico Geothermal Risk Mitigation Facility		○
4	世界銀行（WB/ESMAP）	Global Geothermal Development Plan	○	
		ARGeo_Djibouti_Grant_Technical_Note_Jannuary 28		○
5	米国エネルギー協会（USEA）－東アフリカ地熱パートナーシップ（EAGP）	Fact Sheet: U.S.-East Africa Geothermal Partnership (EAGP)	○	
6	アイスランド国際開発庁（ICEIDA）	Geothermal_Exploration_Brief May 2014		○
7	アイスランド地質調査所（ISOR）	-		
8	国連大学-地熱研修プログラム(UNU-GTP)	UNU GTP presentation May 2014		○
9	レイキャビク・エナジー社（RE）	Geothermal Utilization Power Genaration and Hot water Supply in Iceland	○	
10	ベルクイーズ社(Verkis)	GEOTHERMAL-ENERGY-CONSULTING-SERVICES		○
11	ミュンヘン再保険社（Munich Re）	Exploration Risk Insurance Geothermal	○	
12	国連環境計画（UNEP）-アフリカリフトバレー地熱エネルギー開発ファシリティ（ARGeo）	-		
13	アフリカ貿易保険機構(ATI)	Corporate Snapshot	○	
14	米国国際開発庁（USAID）	Kenya Power Africa geothermal Program Overview	○	
15	ドイツ復興金融公庫(KfW)	-		
16	欧州投資銀行(EIB)	-		

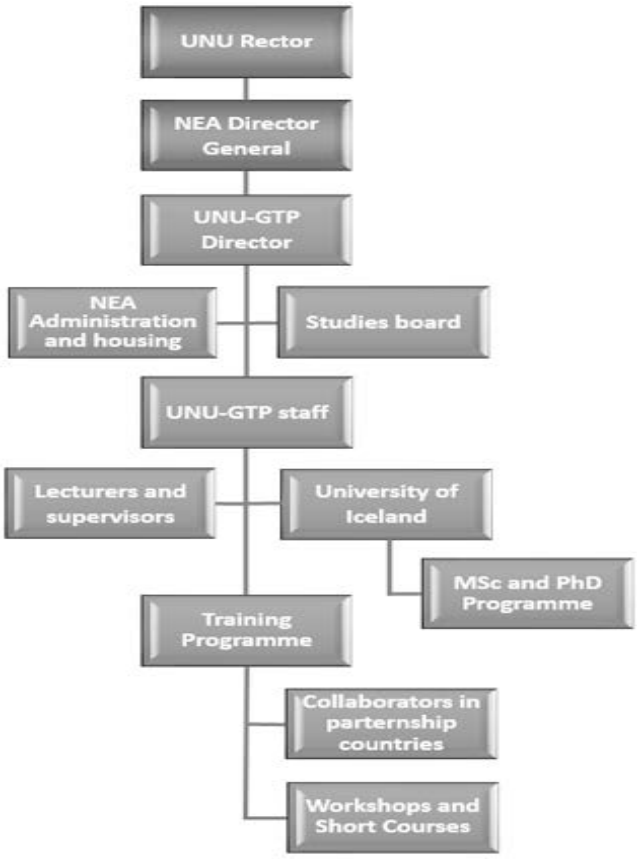
3.5 地熱資源開発に係る人材育成の概要

地熱資源開発の主な人材育成プログラムは、国連大学における地熱研修プログラム（UNU-GTP）、ニュージーランド　オークランド大学の地熱研究所の研修プログラムがある。

（１）　国連大学地熱研修プログラム（UNU-GTP）

1)　UNU-GTP の設立と目的

国連大学地熱研修プログラムは、1978 年にアイスランド政府と国連大学がアイスランド Orkustofnun（国家エネルギー局（NEA: National Energy Autholity of Icaland））をホスト機関として設立することが決定された（図 3.5.1）。このプログラムは 1979 年からアイスランド国家エネルギー局により開催されている。

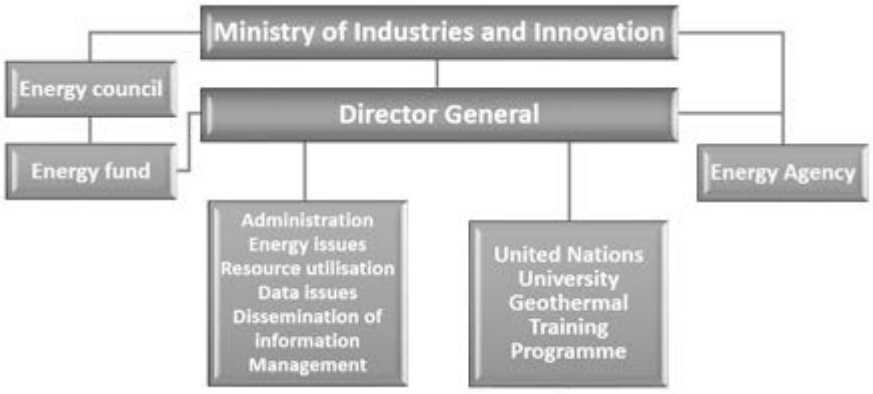


出典：UNU-GTP ホームページ

図 3.5.1　UNU-GTP 組織図

地熱研修プログラムの目的は有望な地熱ポテンシャルを有する開発途上国を支援し、地熱資源探査および開発の専門家グループを養成することであり、このために地熱調査や地熱開発のための専門家に必要とされる 6 カ月研修プログラム、短期研修ショートコース、修士・博士取得支援プログラムを提供する。

Orkustofnun は産業とイノベーション省傘下の政府機関で、その主な責務はエネルギー問題や関連するトピックスやライセンスに関して政府に助言すること、エネルギー・鉱物資源の開発と利用の監視、送配電システムの制御、エネルギー研究の促進である（図 3.5.2）。2003 年には Orkustofnun の地球科学部門が分離し、ISOR (Iceland GeoSurvey：アイスランド地質調査局)が設立された。



出典：UNU-GTP ホームページ

図 3.5.2　Orkustofnun の組織図

2)　UNU-GTP と関係する組織

UNU-GTP では ISOR と緊密な協力関係を有している。ISOR には 2008 年時点で 90 名のスタッフがおり、分野別の専門家の人数は表 3.5.1 のとおりである。

表 3.5.1　ISOR の専門家数(2008)

Category	Number of persons
PhD	20
Geologists	29
Geophysicists and reservoir physicists	18
Geochemists	9
Engineers	9
Geographers	3
Administrators	2
Technicians	10
Electricians	8

出典：Fridleifsson (2010)

また、UNU-GTP はアイスランド大学（UI）とも緊密な協力関係を有している。アイスランド大学の理学部と工学部のスタッフは UNU-GTP の設立以来いくつかの科目で重要な講師、監督官を務めている。UNU-GTP と UI の協力協定は地熱エネルギー分野で 2000 年に修士課程、2008 年に博士課程設置の調印が行われた。また、同じような合意が 2013 年にレイキャビク大学となされた。

3) 教授陣

UNU-GTP は Orkustofnun に採用された 6 人の専任教授を有しているが、講師やサポートスタッフは ISOR、UI、および他の機関/会社から雇用されている。毎年これらの機関の 50 名が契約に基づき UNU-GTP にサービスを提供している。UNU-GTP は専門コースごとの専門家（ISOR、UI、RU（Reykjavík University：レイキャビク大学））による教授陣から学術的に運営されている。UNU-GTP の校長は教授陣の主任教授が務めている。

4) プログラム内容

国連大学地熱研修には次のようなプログラムがある。

i) 6 カ月研修プログラム
ii) 短期研修コース
iii) 修士・博士プログラム

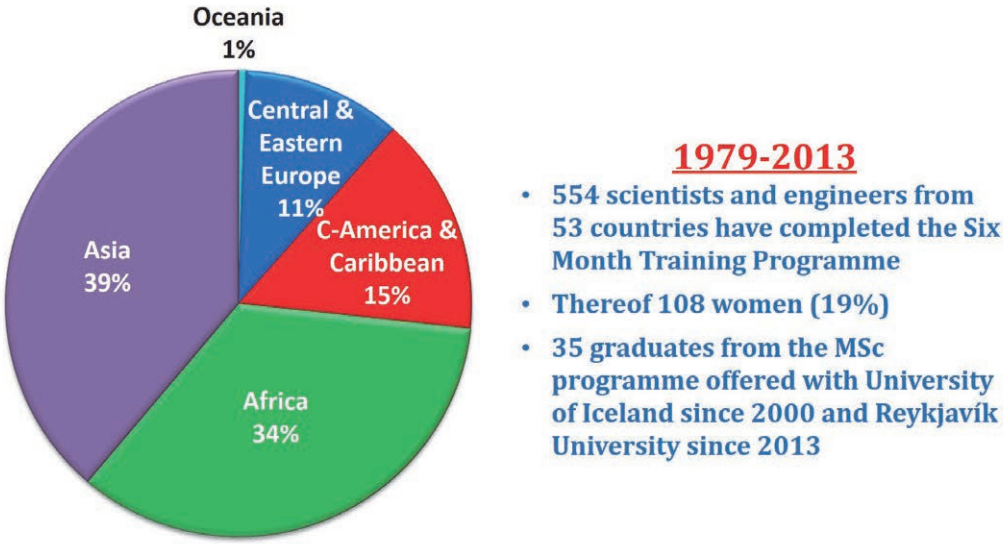
5) 6 カ月研修プログラム

a) 参加国および参加者数

1979 年から 2013 年にかけて、53 国から 554 名の科学者、技術者が 6 カ月研修コースに参加した。地域別ではアジアが 39%、アフリカが 34%、中東欧が 11%、ラテンアメリカが 15%、オセアニアが 1%である（図 3.5.3）。

国別では、ケニアから 89 名が参加しており、ケニアが最も参加人数の多い国となっている。続いて中国から 82 名が参加、フィリピンから 36 名、エルサルバドルから 36 名、エチオピアから 32 名、インドネシアから 29 名が参加している（表 3.5.2、図 3.5.4）。

年代ごとの参加者の推移を図 3.5.5 に示す。



出典：UNU-GTP ホームページ

図 3.5.3　UNU-GTP 参加地域

表 3.5.2　UNU-GTP　6 カ月プログラム参加者

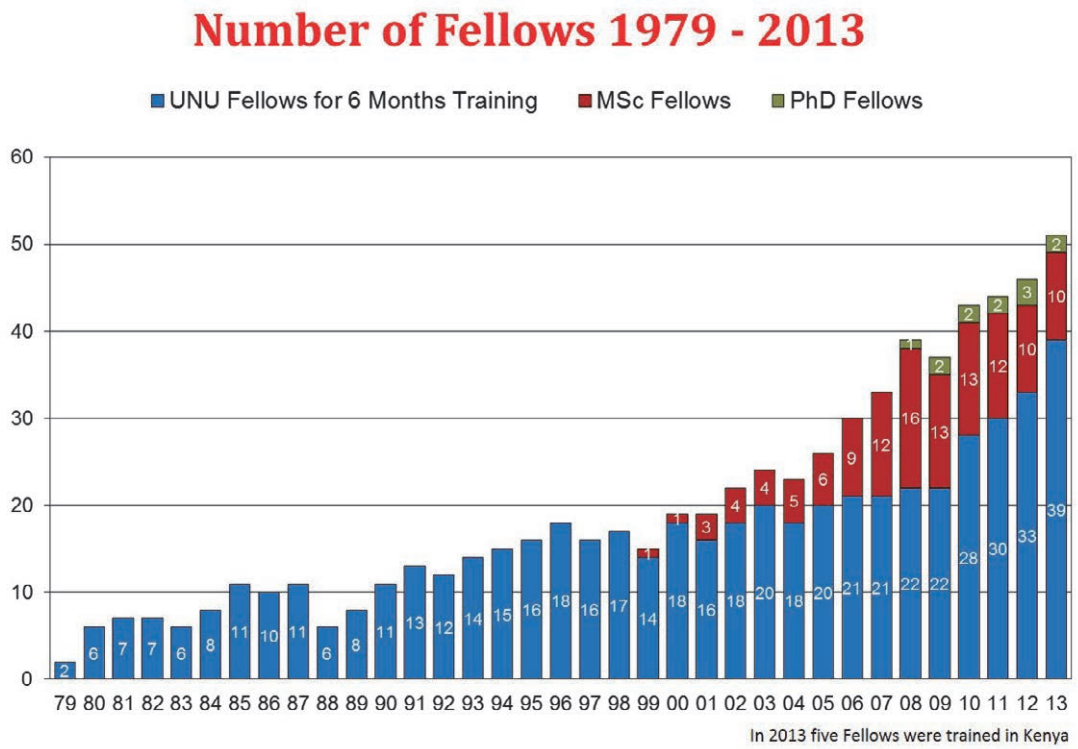
FELLOWS OF THE UNU GEOTHERMAL TRAINING PROGRAMME IN ICELAND 1979-2013

Country	Geological exploration	Borehole geology	Geophysical exploration	Borehole geophysics	Reservoir engineering	Chemistry of therm. fluids	Environmen. Science	Geothermal utilization	Drilling technology	Total
Albania								2		2
Algeria	1		1			1		1		4
Azerbaijan							1			1
Bangladesh	1		1		2	1				5
Bulgaria					3	2				5
Burundi	1							1		2
China		2	1	2	35	17	10	13	2	82
Comoros			1							1
Costa Rica	2	2	3		2	5	2	2		18
Djibouti		2			2	1		4		9
Dominica						1				1
Egypt				1	1	1		1		4
El Salvador	2	1	2	2	5	7	4	9	4	36
Eritrea	2		2		1	2				7
Ethiopia		5	6		6	4	1	7	3	32
Georgia								1		1
Greece			1					2		3
Guatemala		1			1	1				3
Honduras		1	1					1		3
India								2		2
Indonesia		5	3		8	1	3	8	1	29
Iran		3	1	1	2	3	3	7	1	21
Jordan	1			1	2	1		1		6
Kenya	2	20	15	1	11	12	10	7	11	89
Latvia								1		1
Lithuania					1			1		2
Macedonia						1				1
Malawi	1							1		2
Mexico	1		1	1	4			1		8
Mongolia	1		1		1	2		5	1	11
Morocco			1							1
Nepal						1		1		2
Nicaragua		1		1	4	5	2			13
Pakistan	2	1				1				4
Papua New Guinea	1		1				1			3
Philippines	1	4	6	6	11	5		3		36
Poland				1	6	1		6		14
Romania						1		4		5
Russia	1				2	5	1			9
Rwanda	1	1	2		1	1	1	2		9
Serbia					2	1				3
Slovakia					2					2
Sri Lanka	1		1		1					3
St.Kitts & Nevis					1			1		2
Tanzania	3	1	1		1	1	1			8
Thailand		1		2		1		1		5
Tunisia					1			5		6
Turkey		1			1	4	1	3		10
Uganda	4	2	3		1	5	1			16
Ukraine					2					2
Vietnam	1		1		1	1			1	5
Yemen	2	1				1				4
Zambia								1		1
Total	32	55	56	19	124	97	42	105	24	554

出典：UNU-GTP ホームページ

出典：UNU-GTP ホームページ

図 3.5.4　UNU-GTP 6 カ月プログラム参加国および参加者



出典：UNU-GTP ホームページ

図 3.5.5　UNU-GTP 参加者推移

b)　研修プログラム

6 カ月コースのおおよそのプログラムを表 3.5.3 に示す。プログラムは 4 月に開始され、３つのフェーズに分かれる。入門講義、専門研修および研究プロジェクトである。2014 年から新しい 3 か年計画に入ったが、特に変化はなく従来通りのスキームである。

【入門講義（5～6 週間）】

講義とアイスランドの開発、利用中の主な地熱地域のエキスカーション（2 週間）。これらは地熱分野の初期探査から利用までの知識と評価の基礎を理解するように設計されている。

【専門研修（5～6 週間）】

研修生個人の目的に合わせた実地トレーニングのための講義とエキスカーションが実施される。専門分野は次からなり、一つの専門科目を履修する。

・地質調査
・坑井地質
・物理探査
・坑井物理
・貯留層工学
・環境科学
・流体地化学
・地熱直接利用
・掘削技術

専門研修の特徴は、選択した専門分野において大学卒業レベルの技術が習得できるようになっており、実施研修（OJT）を通して地熱業務の経験を有することができるプログラムになっている。

【研究プロジェクト(12 週)】

参加者の実務に直接関連したプロジェクトに特化した独自の研究を実施する。

表 3.5.3　UNU-GTP　6 カ月コースの研修スケジュール

WEEK	Geological Exploration	Borehole Geology	Geophysical Exploration	Borehole Geophysics	Reservoir Engineering	Chemistry of Thermal Fluids	Environmental Science	Geothermal Utilization	Drilling Technology
1–6	Introductory Lecture Course Main aspects of geothermal energy exploration and utilization Practicals and short field excursions								
7–10	Field geology Lithological, tectonic & hydrothermal mapping Temperature surveying	Sample preparation Cutting analysis Petrography Lithological & alteration logs	Thermal methods Magnetics - Gravity Seismic methods Resistivity of rocks Resisitivity methods: DC, TEM & MT	Well logging & testing - theory & practises Logging and testing demonstrations Reservoir physics & well/reservoir modelling Monitoring response to exploitation		Sampling of fluid & gas Wet steam wells Analytical methods Thermodynamics Data processing and interpretation	EIA project planning Chemistry - Physics Biology - Monitoring Revegetation - Safety	Thermal design of power plants & source systems - Direct use of geothermal heat Scientific modelling of utilization systems	Drilling equipment & procedures Well design Rig operations - Safety Management Cementing
11–12	Excursion to some of the main geothermal fields of Iceland, geothermal power plants and direct use facilities								
13–14	Gradient wells Remote sensing - GIS	XRD - Fluid inclusions Logging software	Processing & modelling resistivity data - GPS	Resource management & reinjection Data processing & software applications		Water-rock interaction Corrosion & scaling	Gas dispersion & abatement Corrosion & scaling	Power plant components Control systems Corrosion & scaling	Completion - Testing Problems Drilling software
15–26	Project and report writing								

出典：UNU-GTP ホームページ

c)　参加者の選定と視察

参加者候補者の条件として、候補者は理学や工学の学位を有し、最低 1 年の地熱業務経験があり、英語が流暢であり、40 歳未満であることと自国の会社、研究所、大学などで地熱エネルギーに関係する永続した地位を有することである。

候補者選定のための視察は UNU-GTP の代表者がトレーニングを申し込んだ国に対して実施する。それぞれの国のエネルギー政策における地熱エネルギーの役割を評価し、その国でのトレーニングの必要性と受け入れる機関を選定する。

1979 年から実施した視察は、合計 173 件におよび、年平均 6 件となる。視察は UNU-GTP の職員(70%)、教授人、NEA や ISOR の地熱専門家が実施している。

開発途上国や EU 諸国以外の CEE 諸国からの研修生は、通常アイスランド政府と UNU から奨学金を受け、国際航空券、授業料、アイスランドでの日当を賄う。国連開発計画（UNDP）や国際原子力機関（IAEA）なども年間を通じて研修生のための奨学金を支給している。先進国（EU 含む）からの研修生も同様な奨学金を得ている場合は UNU-GTP のトレーニングに参加が可能である。

6)　短期研修コース

UNU-GTP はアフリカ（2005 年開始）、中央アメリカ(2006 年開催)、アジア（2008 年開催）における地熱開発におけるワークショップやショートコースを組織した。これらはそれぞれの国や地域において地熱エネルギーの調査、開発、運用を担当するエネルギー機関や地球科学研究所との協力により設定されたものである。ショートコース開催の目的のひとつは地熱資源の持続的利用に関して近隣諸国の専門家の協力を強化することである。コースは将来的には持続可能な地域の地熱研修センターに発展する可能性がある。これまで約 200 人の科学者や政策決定者はワークショップ（1 週間）に参加して、約 220 人の科学者が短期研修コースでトレーニングを受けてきた。たくさんの UNU 研修経験者が UNU-GTP ワークショップやシュートコースの講師や組織委員を務めている。短期研修コースの優秀者は上述した 6 カ月研修プログラムへ招聘される。6 カ月研修プログラムの希望者に対して、後述の 7）に示すように、修士・博士取得支援プログラムを提供する。

表 3.5.4 にケニアナイバシャでの約 20 日間の短期研修のプログラムを示す。

表 3.5.4　ケニア国ナイバシャにおける UNU-GTP 短期研修プログラム

Day		Schedule
from	to	
1		Arrival
2	7	Introduction & geothermal Field Work, Lake Bogoria
8		L.N. Country Club - Geothermal Energy & Geothermal Drilling
9		Geothermal and Geological Mapping- Field mapping in Olkaria
10	11	Geophysical Exploration & Mapping Resource
12		Geochemical Exploration
13		EIA, Legal Requim., Environmental Studies-Practical Sessions
14		Resource asses., Hydrology, Power Plants and Direct use
15		Visits to Geothermal Power Plants and Utilization Plants
16	17	Status of Geothermal Exploration in E-Africa
18		Planning and Costing Geothermal Projects-Case Examples
19	21	Project Work
22		Presentation of Project, Discussion, Course Review & Closing Ceremony
23		Departure for home

7)　修士・博士取得支援プログラム

UNU-GTP では研修修了者に対して修士課程および博士課程で就学するための奨学金を提供している。研修生の多くはアイスランドに来るときすでに修士あるいは博士の学位を取得しているが、学士の学位を有する優秀な学生はより高い学位を目指してアイスランドに来ている。修士・博士プログラムは優秀な学生にこの機会を提供することを目的としている。科学と工学の修士・博士はアイスランド大学とレイキャビク大学により授与される。

8)　研修サイト

UNU-GTP の研修サイトは個人ベースで自主的に研修に励むことができる設備とスペースが整っている。専門書をそろえたライブラリーも充実している。我が国での研修事業の実施においても、類似の研修環境が望まれる。

（２）　ニュージーランド　オークランド大学　地球科学工学研究所

1)　研修概要

オークランド大学の地熱研究所では 30 年以上にわたって地熱研究および地熱研修を行っている。地熱研究所では地熱に関わる資格取得と専門的な開発短期研修を提供している（地熱研究所ホームページ）。内容はつぎのとおり。

①　短期研修
②　地熱エネルギー技術に関する社会人教育
③　エネルギー修士
④　工学修士
⑤　理学修士
⑥　博士号

① 短期研修

地球科学工学研究所（IESE: Institute of Earth Science and Engineering）では、地熱探査、貯留層工学・管理、地熱発電所、蒸気設備設計、環境側面などに関する短期研修を企画している。さらに、IESE では企業やその他研究機関のための個別プログラムも実施している。短期研修例は次のとおり。

a) 入門コース（1 日）

地熱地球科学、地熱工学、地熱開発における環境影響の入門コースからなる。このコースは地熱経験者、地熱開発に興味を有する科学者以外の方々を対象として、通常 11 月のニュージーランド地熱ワークショップに併設されている。

b) 専門家能力開発コース（1～4 週間）

地熱プログラムチームはニュージーランド内外の企業のために 1 週間から 4 週間の短期研修を提供している。このコースは地熱地球科学、地熱工学、貯留層モデリングと探査物理学からなる。このコースは資源探査、開発、評価の実務者を対象としている。

c) 専門教育

オークランド大学において、少人数(2-3 人)の専門教育が実施されている。このコースは 6-8 週間に亘って専門家チーム（地熱貯留層モデリング、地球物理、地質、地球化学）との作業を含んでいる。

d) 海外企業のためにカスタマイズしたコース

海外や地方の地熱開発会社や機構のために目的に合わせた地熱短期研修を企画提供する。これまでの例として、チリ、インドネシア、ニュージーランド、オーストリア、カリブ海、シンガポールがある。

② 地熱エネルギー技術に関する社会人教育

プログラムは地熱科学と地熱工学について研究およびトレーニングを行うことを目的としている。期間は 1 学期で通常 7 月から 11 月に実施し、11 月のニュージーランド地熱ワークショップに続くものである。科目は必修科目と選択科目からなる（表 3.5.5）。

表 3.5.5　地熱研修コースにおける科目リスト

Compulsory courses

GEOTHERM 601 - Geothermal Resources and Their Use 15

Worldwide occurrence of geothermal systems, introductory geology, volcanoes and volcanic rocks, New Zealand geothermal systems, hydrothermal alteration, permeability and porosity, introduction to geochemistry of geothermal systems, geothermal surface manifest compositions, geothermometry, silica geochemistry, overview of geophysics for geothermal exploration, geothermal resource assessm

GEOTHERM 602 -Geothermal Energy Technology 15

Worldwide geothermal development, types of geothermal systems, thermodynamics, properties of water and steam tables, heat trans steam-field equipment, geothermal power stations, geothermal drilling, wellbore processes, completion tests, downhole measurement corrosion, stored heat, Darcy's law, cold groundwater, geothermal reservoirs, direct use, reservoir modelling, reservoir monitoring anc management.

GEOTHERM 689 - Geothermal Project 15

Based on a study using field, lab or theoretical methods, students are required to submit a report on some aspect of geothermal explo or exploitation.

Elective courses

GEOTHERM 603 - Geothermal Exploration 15

Hydrothermal alteration, clays, fluid inclusions, direct use, subsidence, scaling and corrosion in geothermal wells, production geochem aspects of geothermal development, feasibility study, physical properties of rocks and self-potential (SP), magnetics, thermal methods methods, electrical methods, magneto-tellurics (MT).

GEOTHERM 620 - Geothermal Engineering 15

Completion tests, wellbore flow, two-phase flow, geothermal power cycles, flow measurements, direct use of geothermal energy, envi scaling and corrosion in geothermal wells, drilling engineering, flow measurements, steam-field operation and maintenance, subsidenc rejection, heat exchangers, geothermal well-test analysis, stimulation, pipeline design, feasibility study, reservoir modelling theory, TC modelling process, case study (data and conceptual model, natural state modelling), Wairakei model.

出典：IESE ホームページ

③　エネルギー修士

このプログラムはエンジニアリング、科学、ビジネス学経済学からの優秀な学生を対象にエネルギー学の専門家にすることを目指している。期間は 1 年である。

④　工学修士

地熱工学の様々なトピックが入手可能である。期間は 1 年である。

⑤　理学修士

学生の関心がある領域（地球科学、地球物理）の進歩した独立した研究を実施する機会を提供し、研究能力を開発する。期間は 1 から 2 年である。

⑥　博士号

理学、工学、地球科学工学研究所の専門家から地熱科学技術における様々なトピックが入手可能である。期間は 3 から 4 年である。

3.6 地熱開発ファンドの概要

インタビュー調査と、インターネットや資料等による情報収集調査から、ドナーについて取りまとめ一覧を作成した（表 3.6.1～表 3.6.16）。参考資料として、アフリカ統一委員会（AUC）の情報を表 3.6.17～表 3.6.18 に示す。

ドナー	表ナンバー
（1）米州開発銀行（IDB）	表 3.6.1
（2）世界銀行グループ（WBG）	表 3.6.2、表 3.6.3
（3）米国国務省	表 3.6.4
（4）米国エネルギー協会 - 東アフリカ地熱パートナーシップ（USEA-EAGP）	表 3.6.5
（5）アイスランド国際開発庁（ICEIDA）/アイスランド地質調査所（ISOR）/レイキャビク・エナジー社（RE）/ベルクイーズ社（Verkis）	表 3.6.6、表 3.6.7
（6）ミュンヘン再保険社（Munich Re）	表 3.6.8
（7）国連環境計画（UNEP） - アフリカリフトバレー地熱エネルギー開発ファシリティ（ARGeo）	表 3.6.9、表 3.6.10
（8）アフリカ貿易保険機構（ATI）	表 3.6.11
（9）アフリカ開発銀行（AfDB）	表 3.6.12
（10）フランス開発庁（AFD）	表 3.6.13
（11）米国国際開発庁（USAID）	表 3.6.14
（12）ドイツ復興金融公庫（KfW）	表 3.6.15
（13）欧州投資銀行（EIB）	表 3.6.16
（14）アフリカ統一委員会（AUG）	表 3.6.17、表 3.6.18

世界銀行グループと他ドナーおよび対象国との相互の関係を図 3.6.1 に示す。世界銀行グループの組織とプロジェクトとの関係を図 3.6.2 に、米州開発銀行と対象国等との関係を図 3.6.3 に、アフリカ開発銀行グループの組織とプロジェクトとの関係を図 3.6.4 に、それぞれ示す。

表 3.6.1　ドナー取りまとめ一覧表（IDB）

機関：米州開発銀行（IDB）

ドナー概要

● 米州開発銀行は、中南米諸国やカリブ海諸国の経済・社会発展を担う多国間開発金融機関

協力機関

協力機関および各機関の協力内容はつぎのとおり。

● JICA：協調融資を通して生産井掘削からプラント建設を実施していく方針。（コスタリカ）
● GEF：ISAGEN（電力公社）へ支援実施中。（コロンビア）
● NDF：5か月研修コースをES国立大学に開設。2013年から運営。（エルサルバドル）

各国に対する動向

地域	協力機関／企業	地表調査	試錐	貯留層評価	生産／還元井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
コスタリカ	IDB/JICA				Loan：協調融資スキーム				発電・送電・配電は公社による一通運営。自前のリグ所有。
コロンビア	IDB/GEF	TA							ISAGEN（電力公社）へ支援実施中。
ニカラグア	IDB				Loan：San Jacino地熱地域の生産井掘削からプラント建設実施中				IDBの民間融資を利用。
	NDF	TA							
メキシコ	CTF		TA/Loan		Guarantee/Loan	Loan			
メキシコ	TDB/NAFIN								IDBから国立開発銀行（NAFIN）経由で電力公社（CFE）や民間へ融資検討中。
エルサルバドル	IDB/NDF								5か月研修コースをES国立大学に開設。
エルサルバドルおよび周辺	NDF,UNU-GTP,KfW	TA							La Geoは（伊）電力会社と（エ）政府間にて出資調整難航。
グァテマラ	JICA	TA							
ドミニカ	EU	TA?							小規模地熱発電開発計画

備考

（出典：JICA（2010）コスタリカ国グアナカステ地熱開発事業協力準備調査、IDBホームページ、インタビュー調査および入手資料）

表 3.6.2　ドナー取りまとめ一覧表（WBG）（1/2）

機関：世界銀行グループ（WBG）
ドナー概要
● 世界銀行グループ（World Bank Group（WBG））は、次の機関を含むグループ機関である。 －国際復興開発銀行/国際開発協会（International Bank for Reconstruction /International Development Association(IBRD/IDA)）: －地球環境基金（Global Environmental Facility（GEF））: 世銀プロジェクトの主要な協調資金（Co-financing）提供機関で、世銀が実施するプロジェクトに対し145百万ドルの協調支援を実施（2008） －カーボン・ファイナンス（Carbon Finance）: －国際金融公社（International Energy Agency（IFC））：WBGのうち、民間部門への投資の役割を担う組織。フィリピン、グァテマラ、ニカラグア、チリ、インドネシア、ケニア、エチオピア、ドミニカへの融資。 －多国間投資保証機構（Multilateral Investment Guarantee Agency（MIGA））：ケニアのOlkarialプロジェクト －投資紛争解決国際センター（International Centre for Settlement of Investment Disputes(ICSID)： ● 世界銀行グループは、以下のプログラムに資金を提供している。 ● 持続的インフラストラクチャーに関する行動計画（Sustainable Infrastructure Action Plan(SIAP)）、エネルギーセクター支援プログラム（Energy Sector Management Assistance Program(ESMAP)）などのプロジェクトを計画し、地熱を含む再生エネルギー関連に資金提供。 ● ESMAPは世銀により管理されている技術支援プログラム。掘削段階での坑井掘削、調査のための契約を援助。対象国は、アフリカ11か国、中南米13か国、インドネシア、トルコ。 ● Scaling up Renewable Energy in Low Income Countries Program (SREP)は世銀のプロジェクトの一つのSIAPにおいて設立されたClean Technology Fund (CTF)のうちのStrategic Climate Fund(SCF)のプログラムであり、これを通して地熱開発調査を実施。Scaling Up Renewable Energy in Low Income Countries Program(SREP)は日本、オランダ、ノルウェー、スイス、英国、米国のドナーにより292百万ドルの拠出が承諾 ● CIF-SCF-SREPは途上国における再生可能エネルギー利用を通じたエネルギーアクセス率の向上を目的とし、SREPを利用した地熱開発調査の実施は可能である。また、今後、ケニアやエチオピアなどの東アフリカ諸国から要請が出される可能性有。 ● ケニアにおいてエネルギー・セクター・リカバリー・プロジェクトのリーディング・ドナーとなっており、民間投資促進のための政策・法的・制度的枠組みの強化や、効率的電源拡張計画を支援しており、地熱開発もこの枠組みに含まれている。 ● 国連開発計画（United Nations Development Programme（UNDP））と共同で技術支援プログラム信託基金、ESMAPを設立し、世銀によって管理。2012年10月に発電の計画と融資にかかる地熱ハンドブックを出版。ESMAPは、2013年3月にGlobal Geothermal Development Plan (GGDP)を立ち上げ、試掘のため500百万ドルを支援。対象は、地表調査が終了した16か国、36地域が特定されている。
協力機関
協力機関および各機関の協力内容はつぎのとおり。 ● ICEIDA: エチオピアのアトランガノ地域の掘削・地熱資源評価に US$3.5 millionの資金援助（総事業費はUS$218.5 million） ● KfW ● JICA：アルトランガノにて約70MW(30MWx2基)の発電所建設の支援を予定。 ● AFD ● EIB ● AfDB ● IDB ● CTF-Clean Technology Fund (米国国務省推進プロジェクト)：対象国は5か国。資金援助額$115百万

表 3.6.3　ドナー取りまとめ一覧表（WBG）（2/2）

各国に対する動向

地域	プロジェクト	協力機関／企業	地表調査	試錐	貯留層評価	生産／還元井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
ケニア	新再生可能エネルギープロジェクト:OkariaⅡ	(MIGA)	Loan							新再生可能エネルギープロジェクト:1件 OlkariaⅡプロジェクト(Loan)
ケニア	OlkariaⅠ/Ⅳ	EIB,UNDP	TA?	Grant			Loan			OlkariaⅠ/Ⅳ:280MW WB:120百万ドル、EIB:168百万ドル
ケニア	MenengaiⅠ	AfDB,AFD,EIB,JICA,		Loan						MenengaiⅠ:400MW WB:102百万ドル、EIB:36百万ドル
ジブチ	新再生可能エネルギープロジェクト:Asalプロジェクト	(IFC,GEF,CF)	Loan?							新再生可能エネルギープロジェクト:1件 Asalプロジェクト
シブチ	GGDP	(ESMAP/GGDP)		TA?						GGDP:地熱テスト井掘削のために500百万ドルプロジェクト Assal湖のFialeカルデラへの援助(2013年6月世銀承認済)
シブチ		(ESMAP/GGDP)		Guarantee?						Fialeカルデラの経済的な地熱開発可能性を評価するための3100万ドルのプロジェクトに対して600万ドルの国際開発協会クレジットを承認
インドネシア	新再生可能エネルギープロジェクト	(IFC, GEF, CF)								新再生可能エネルギープロジェクト:3件
ポーランド	新再生可能エネルギープロジェクト	(CF)								新再生可能エネルギープロジェクト:1件
エチオピア	アトランガノ地熱資源評価	ICEIDA				Loan				アトランガノ地熱資源評価事業総額:218.5百万ドル
アフリカ	初期段階の地熱プロジェクト	(ESMAP/GGDP)								初期段階の地熱プロジェクトに対して援助
中米、カリブ海域	調査井掘削プロジェクト	(ESMAP/GGDP)								2、3の調査井掘削プロジェクトの地熱開発リスク低減、特定、開発のために1.6百万ドルを援助
ドミニカ	Wotten Waven地熱地域開発	(ESMAP/GGDP)								政府がWotten Waven地熱地域開発を進めるために必要な追加的なタスクを認識するための解析報告作成を支援

備考

・2008年、「新再生可能エネルギー」プロジェクトは 34件承諾。そのうち、地熱は上記の6件。
・日本の外務省は、2010年から「エチオピア・アトランガノ地熱開発支援調査」を実施(エンジニアリングサービス・資機材調達に約 10億円の無償資金協力)。この事業の後に、WBGが掘削。これらの情報や井戸を利用してJICAがプラント建設を検討中。
・ジブチ:4本の井戸掘削への資金援助をしているが、成果が上がっていない。
・ルアンダ:2本の井戸への資金援助300百万ドルを費やしたが、失敗。
・CTF対象国(チリ、メキシコ、コロンビア、インドネシア、トルコの5カ国)への資金援助115百万ドルを準備中。

(出典:JICA(2010)アフリカ地熱開発に係る現状確認調査、JICA(2013)ケニア共和国地熱開発のための能力向上プロジェクト詳細計画策定調査、WBGホームページ、インタビュー調査及び入手資料)

表 3.6.4　ドナー取りまとめ一覧表（米国国務省）

機関：米国国務省(U.S.Department of State)

ドナー概要

● 米国国務省は、チリ、インドネシア、メキシコの地熱開発におけるクリーン技術基金（CTF）プロジェクト/プログラム（Climate Investmenet Funds（CIF）の一つ）を推進

協力機関

協力機関および各機関の協力内容はつぎのとおり。

● CTF：チリ、インドネシア、メキシコの地熱開発におけるクリーン技術基金（CTF）プロジェクト/プログラムを推進

各国に対する動向

地域	協力機関／企業	地表調査	試錐	貯留層評価	生産／還元井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
チリ					Loan/Grant				チリ･リスク緩和プログラム、Loan27.7百万ドル、Grant1.048百万ドル、民間が対象
インドネシア					Loan				ADB民間地熱エネルギー･プログラム、Loan149.25百万ドル、Grantなし、民間が対象
メキシコ					Loan/Grant				地熱融資及びリスク移転設備、Loan31.5百万ドル、Grant2.8百万ドル、民間が対象

●米国国務省では、九州でMWクラスの発電を用い、それを日本の米国大使館･領事館に配送するプランを計画
プランはいずれ日本側に持ちかける構想
プラン内容：配電を含む日本国内の制約を取り払って電力（特に再生可能エネルギーによる発電）の自由化を促す
世界規模での再生可能エネルギー開発を促す
日本国内で日本と協力しながら開発に取り組みたい意向有

備考

（出典：インタビュー調査および入手資料）

表 3.6.5　ドナー取りまとめ一覧表（USEA-EAGP）

機関：米国エネルギー協会（USEA）－東アフリカ地熱パートナーシップ（EAGP）

ドナー概要

● US Energy Association(USEA)は、エネルギーに関係する行政機関・民間セクターから成る世界エネルギー協議会の米州メンバー委員会。
● 2012年9月に東アフリカにおける地熱資源開発および米国の地熱産業促進のため、U.S. Agency for International Development (USAID)とGeothermal Energy Association (GEA)間のパートナーシップ・プログラムとしてU.S.-East Africa Geothermal Partnership (EAGP)を設立。EAGPはパワー・アフリカ・イニシアティブの一環で実施され、地熱にかかる対象国は6か国(表参照)。
● 主なパートナーシップの活動は次の通り。
● 米国-東アフリカ間の企業および地熱事業にかかる支援
● 米国産業短期技術アドバイスの調整
● 東アフリカにて米国地熱産業および研究機関による能力開発セミナーおよびワークショップの実施
● 東アフリカにおける地熱にかかる資源、プロジェクト、イベント等の情報収集
● 技術支援・協力分野は次のとおり。
● 地表調査、掘削にかかるアドバイスおよび能力技術開発、貯留層評価およびモデリング構築、坑井フィールド開発、発電所設計・設置、法整備にかかるフレームワーク、リスクマネージメント、プロジェクトファイナンシング、データベース管理、機材・設備供給。
● 短期支援プログラムとして、東アフリカ各国のディシジョン・メーカーを対象に米国で開催される地熱関連イベントに招待。米国企業の生産品・サービスを紹介し、企業との連携をサポート。

協力機関

協力機関および各機関の協力内容はつぎのとおり。

● 米国国際開発庁United States Agency for International Development (USAID)：
● Geothermal Energy Association (GEA)：地熱資源・地熱エネルギー開発を促進支援する米国企業から成る商業組合。
● 地熱にかかる米国企業、専門家、デベロッパー、資機材供給社、能力開発機関等。
● NDF
● ESMAP：UNDPとWBが共同で技術支援プログラム信託基金、ESMAPを設置。

各国に対する動向

地域	協力機関／企業	地表調査	試錐	貯留層評価	生産／還元井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
エチオピア	GEA/USAID	TA							・東アフリカには15,000MWの潜在推定地熱資源あり ・EAGPはオバマ大統領のパワーアフリカ・イニシアチブの一部 ・サブサハラーアフリカのエネルギー供給を2倍にすることを目標 ・パワーアフリカは、アフリカのパートナーがそのエネルギー生産と供給を拡大する助けとなる協調支援実施
ケニア	GEA/USAID	TA							
ルワンダ	GEA/USAID	TA							
タンザニア	GEA/USAID	TA							
ウガンダ	GEA/USAID	TA							
ジブチ	GEA/USAID	TA							

● EAGPの枠組みの中で、ケニアのナクルにおいて次の研修を行った。(掘削は約1か月間のコース、その他のコースは各1週間)
● Geothermal energy utilization, Geothermal geology and geochemistry, Geothermal geo-physics, Environmental policy, climate change and regulatory issues, Drilling engineering, Geothermal project management, Reservoir engineering and field operations, Power plant design, construction, management and transmission considerations, Geothermal development business and finance principals related to public vs. private sector structures and public-private partnership.

備考

USEA-EAGPの対象国は、東アフリカ6カ国とパワーアフリカ6カ国であるが、ケニア、エチオピア、タンザニアが重複するので実質9カ国となる。このうち、先ず東アフリカ6カ国を対象とする。

（出典：インタビュー調査および入手資料）

表 3.6.6　ドナー取りまとめ一覧表（ICEIDA/ISOR/RE/Verkis）（1/2）

機関：アイスランド援助庁(ICEIDA)/アイスランド地質調査所(ISOR)/レイキャビク・エナジー社(RE)/ベルクイーズ社(Verkis)

ドナー概要

● アイスランド援助庁(Icelandic International Development Agency(ICEIDA))による国際協力は、地熱と漁業に重点を置いている。2009年の時点では、セクター別で地熱にかかる支援は、援助総額の8%。
➢ プロジェクトの主な対象国は、東アフリカ地溝帯に属する国(表参照)。目的は、地熱利用と政策にかかる能力向上を図る。
➢ 各国からの要請に基づき資金提供される。アフリカでは9か国を支援。協力分野の対象が次のとおり。
➢ 支援国：ルワンダ、エチオピア、ケニア、ブルンジ、ウガンダ、タンザニア、ザンビア、ジブチ、コモロス。
➢ 調査井掘削に発展する概査と地熱調査、技術支援と能力強化(トレーニング、組織的な能力強化、地熱利用にい対する政策と法制度の枠組み)。
➢ プロジェクト終了時に期待される内容：有望地域の具体的評価、有望地域での更なる開発計画、配管設備を考慮した調査井掘削計画を提案する能力向上。
➢ 事業資金は、年間13百万ドル(5年間)。

協力機関

協力機関および各機関の協力内容はつぎのとおり。

● UNU-GTP(United nations University-Geothermal Training Program)：アイスランドを拠点におき、1979年から地熱開発の研修を実施。6か月研修コースが主力。40歳以下で1年の実務経験が条件。これまでの地熱資源開発向けのコースに加え、2015年からは新しいトレーニングとして掘削やBankableな地熱事業計画・管理のコースを実施予定。これまでに58か国から583名の研修員を受入。2000年から修士コースを開設39名が修了。2008年から博士コースを開設3名が修了。2005年からKenGen(後にGDC)と共にアフリカ域内を対象とした1か月程度のショートコースを開設。2006年からエルサルバドルのLaGeoと共に中南米域内を対象としたショートコースを開設。ショートコースの優秀者を6か月コースに招へい。6か月コースの希望者を修士コース、さらには博士コースに入学させる流れ。ケニアのCenter of Excellenceに参画するべく準備を進めている。

● アイスランド地質調査所(Icelandic Geosurvey(Islenskar Orkurannsoknir : ISOR))は国営のNPOであり、アイスランドにおける地熱研究の中枢機関である。
Ø ISORはアイスランド政府だけでなく、世界各国の政府および企業にも、地熱の調査・開発・利用にかかる協力を実施している。
Ø ISORの具体的支援内容は、地熱探査、掘削に関するコンサルティング、ボーリング調査、地熱資源評価、地熱資源管理、環境影響評価、地熱探査トレーニングである。

● レイキャビク・エナジー社(Reykjavik Energy, Inc.(RE))は、電力、暖房のための地熱水、水道と消火活動のための冷水を供給する公益企業である。
Ø 国策によりアフリカでの地熱開発に参入する計画であったが、アイスランドの経済危機に瀕し計画は立ち消えとなり、それ以降国内の事業に専念。UNU-GTPの研修に対し、オンサイト研修のフィールドを提供。
Ø ヘトリスヘイジとネシャヴァトリエルの両発電所では、高圧の地熱蒸気を用いて発電を行い、地下水を加熱して地域暖房に分配。地下水帯水層からの冷水を供給。その供給地域は20地域に及びアイスランドの人口の67%を賄う。
Ø ヘトリスヘイジ発電所は、三菱重工業の高圧タービンと東芝の低圧タービンを分離したダブルフラッシュ方式で定格どおり順調に運転中。発電所全体が見学コースになっており、写真撮影も自由。所内の説明は科学的且つ社会への貢献等に配慮され、見学者だけでなく地域の教材としても有効に生かされており、日本の地熱発電所に併設されたPR館にも参考となる。
Ø 地域暖房システムも含めて無人化が行き届いている。

● ベルクイーズ社(Verkis, Inc.(Verkis))は、①ケニアや東部アフリカ、②ニカラグア、エルサルバドル、カリブ海諸国、チリ等の中南米諸国、③インドネシア、中国、トルコ等の発電所(地熱、水力)に、発電所の設備を販売
Ø ボーリングは非常にリスキーなため、発電所設備の直接取引を超えない範囲で営業活動を実施
Ø ISORが地下環境評価のコンサルタントを担う。
Ø 1932年に創業、250名の社員(技術系、事務系合計)で、世界各地の地熱および水力の発電所設備の設計、製作を継続

● ノルディック開発基金(NDF)：東アフリカの地熱開発を支援するプロジェクト(2013開始)共同出資
● WB_ESMAP：地熱協定パートナーシップの第一期アイスランド外務省と世界銀行が共同で開始したプログラム
● GEG：ノルウェーの坑口プラントメーカー。エンジニアの殆どがアイスランド人。日本とはコンサルタント業と製造業で競合。民主党政権下の2011年に、超党派地熱発電普及推進議員連盟(会長は二階議員)が訪アし、アイスランド外務通商省と「地熱エネルギー分野での協力に係る覚書」を締結。本覚書は、両国が地熱エネルギーの重要性を認識し、人的・技術的交流を通じた協力を進める枠組みとなる。なお日本とアイスランド館の調整役を果たすこととなる共同作業部会の日本側代表はJOGMEC。
● IDB：
● ARGeoと共にAGIDを構築。
● Center of Excellence(ケニア)では、KenGen、AUC、UNU-GTPを巻き込みつつ、GDCと共にカリキュラムを準備中。

表 3.6.7　ドナー取りまとめ一覧表（ICEIDA/ISOR/RE/Verkis）（2/2）

各国に対する動向

地域	協力機関／企業	地表調査	試錐	貯留層評価	生産／還元井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
ブルンジ	NDF/ESMAP	TA							地表調査：有望地点踏査を実施。
コモロ諸島	NDF/ESMAP	TA							
ジブチ	NDF/ESMAP	TA							
ジブチ	?	TA							座学
コンゴ民主共和国	NDF/ESMAP	TA							
エリトリア	NDF/ESMAP	TA							
エリトリア	ARGeo	TA?							地表調査実施するか否かを検討中。
エチオピア	NDF/ESMAP	TA							22本掘削予定@Aluto Langano。4本掘削予定@Tendaho
エチオピア	WB	?							予定
ケニア	NDF/ESMAP	TA							GDCの人材育成を実施
マラウィ	NDF/ESMAP	TA							援助総額：3.2百万ドル
モザンビーク	NDF/ESMAP	TA							
ルワンダ	NDF/ESMAP	TA							
ルアンダ	EU	TA							
タンザニア	NDF/ESMAP	TA							
ウガンダ	NDF/ESMAP	TA							援助総額：3百万ドル
ザンビア	NDF/ESMAP	TA							地表調査：有望地点踏査を実施。
ニカラグア									アイスランド、エルサルバドルから講師を派遣し、技術協力を実施。

●ケニア、タンザニア、ウガンダにおける資金援助を実施。

備考

・ICEIDAの対象国は、東アフリカ地溝帯13か国（ブルンジ、コモロ諸島、ジブチ、コンゴ民主共和国、エリトリア、エチオピア、ケニア、マラウィ、モザンビーク、ルワンダ、タンザニア、ウガンダ、ザンビア）
・UNU-GTPのケニアのショート・コースでTAの支援をしているが、ボーリング現場のOJTの確保とIDBによる援助資金の不足が課題である。

（出典：JICA（2010）アフリカ地熱開発に係る現状確認調査、JICA（2014）アフリカ地域東アフリカ地熱開発に係る情報収集・現状確認調査、ICEIDAホームページ、インタビュー調査および入手資料）

表 3.6.8　ドナー取りまとめ一覧表（Munich Re）

機関：ミュンヘン再保険社（Munich Re）

ドナー概要

● 地熱の探査リスク、掘削リスクにかかる再保険会社。蒸気生産にかかる探査リスク保証を負う。ただし掘削困難となる技術面でのリスク保証はしない。
● 通常8本の井戸まで保険契約締結可能。ただし、蒸気生産が不十分で可能性が低い場合には、段階的に契約を進めていく方針。初めの2本の保険契約締結を行い、失敗した場合は掘削コストを支払い、3本目以降は手を引く。
● トルコ、メキシコで実施経験有。ケニア、ジブチ、エチオピア、タンザニア、ウガンダにおける再保険契約の話がある。

協力機関

協力機関および各機関の協力内容はつぎのとおり。

● IFC：トルコのプロジェクトと協力体制
● IDB/IADB：メキシコのプロジェクト

各国に対する動向

地域	協力機関／企業	地表調査	試錐	貯留層評価	生産／還元井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
トルコ	IFC		再保険						契約実施中
メキシコ	IDB		再保険						2本掘削契約締結済み（6月）
メキシコ	メキシコ政府		再保険						交渉中
ケニア			再保険						交渉開始
ジブチ									検討中
エチオピア									検討中
タンザニア									検討中
ウガンダ									検討中

備考

（出典：Munich Reホームページ、インタビュー調査及び入手資料）

表 3.6.9　ドナー取りまとめ一覧表（UNEP-ARGeo）（1/2）

機関： 国連環境計画（UNEP）－アフリカリフトバレー地熱エネルギー開発ファシリティ（ARGeo）
ドナー概要
● United Nations Environment Programme（UNEP）は地球環境問題に取り組む国連の中核機関。KfWとリーダーシップをとりARGeoにかかる構想を打ち上げ、UNEPと世銀がARGeoの実施機関。 ● UNEPは地域 ネットワーク化及び技術協力、各国と協力してプログロムを実施 ● African Rift Geothermal Development Program（ARGeo）は、東アフリカリフトバレー地域の地熱資源の開発・利用を促進し、地域の温暖化ガス排出量の削減と地域のエネルギー供給の多様化を推進することを目的として創設。参加国とドナー機関のパートナーシップのための枠組みである。2003年4月に構想が立てられ、5年後に承認された。 ● ARGeo設立当初の資金は、ICEIDA、イタリア政府、BGR（独）が出資。現在の資金元は、GEFファンド（備考参照としGEFの説明要）。本部ナイロビ。 GEFファンドとは、世銀に設置されている信託基金で世銀、UNDPUNEPなどのマルチがプロジェクトを実施。GEF5（2010年7月～2014年6月）の資金規模は43.4億ドルで、米国5.75億ドル（16.2%）に次ぎ、日本の拠出額は5.05億ドル（14.3%）と第2位。現在事務局長は石井菜穂子氏（元副財務官） ● ARGeoの技術アドバイザー部門のリソースはアイスランド。 ● 活動内容は、政策や実施体制の支援、地表調査、トレーニングに加え、ドナー連携・調整の役割を果たそうとしている。域内各国は地表調査をARGeoあるいはGRMFで実施した後、試掘・資源量評価をGRMFの資金を得て行うのが昨今の流れ。ただし蒸気開発に至った事例はない。 ● ARGeoの4つのコンポーネントは次のとおり。参加対象国は13か国。 ➢ 探査・掘削段階のリスク削減ファシリティ（RMF） ➢ RMFに伴う技術支援として、カウンターパート国や機関の能力強化にかかるテクニカル・アシスタンス・ファシリティ ➢ RMFに伴う技術支援として、地表調査にかかる技術協力 ➢ 地域ネットワークによる技術力・組織力の強化のため地域ネットワーク構築 ● ARGeo Geothermal Inventory Database（AGID）を立ち上げ、Web上での運用を開始。各国・各有望地点の開発状況や生データが公開。民間投資を促進するのが目的。システム開発にはiceidaが関与。 ● リスク削減ファシリティ（RMF）とそれに伴う技術支援（TAF）、地域ネットワーク化及び技術協力を実施する。
協力機関
協力機関および各機関の協力内容はつぎのとおり。 ● ICEIDA：当初プロジェクト準備のため資金提供（249,052ドル） ● イタリア政府：当初プロジェクト準備のため資金提供（120,388ドル） ● BGR/KfW：当初プロジェクト準備のため資金提供（2,940,000ドル） ● GEF：協調資金として17.75百万ドル ● RMF：条件付きグラント25百万ドル（リスク削減スキーム：10百万ドル、技術協力：7百万ドル、無償ポーション：8百万ドル） ● 世銀：各国政府機関と協力してプログラムを実施、リスク削減ファシリティ（RMF）とそれに伴う技術支援（TAF） ● IGA：世銀監督の下、TAFに関するモニタリングを実施

表 3.6.10　ドナー取りまとめ一覧表（UNEP-ARGeo）（2/2）

各国に対する動向

地域	協力機関／企業	地表調査	試錐	貯留層評価	生産／還元井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
ケニア	ICEIDA	TA							ケニアの UNEP事務所内に実施ユニットとなるプロジェクト管理ユニット(PMU)が設置 政府レベルのカウンターパート機関：エネルギー省、KenGen、GDC
エチオピア	ICEIDA	TA							政府レベルのカウンターパート機関：エネルギー鉱物省・地質調査所
ジブチ	GEF/RMF								Asalプロジェクト（中断中） 政府レベルのカウンターパート機関：エネルギー天然資源省、CERD
エリトリア									検討中。政府レベルのカウンターパート機関：鉱山省、エネルギー省
タンザニア									政府レベルのカウンターパート機関：エネルギー鉱物省
ウガンダ	ICEIDA,WB			Loan?					kibiro。政府レベルのカウンターパート機関：エネルギー鉱物資源省・地質調査所
ルアンダ	ICEIDA								Kinig,Karisimbi地域の再評価を実施中
ルアンダ	ICEIDA	TA							

備考

・コモロ、ルワンダ、ザンビアが関心を示す。
・ARGeoの主要コンポーネントであるリスク削減スキームの実施機関が KfWから世銀に移る。
・ARGeoは地表調査から段階的にKfWの支援を受ける。

（出典：JICA(2010)アフリカ地熱開発に係る現状確認調査、ARGeoホームページ、インタビュー調査及び入手資料）

表 3.6.11　ドナー取りまとめ一覧表（ATI）

機関：アフリカ貿易保険機構（ATI）

ドナー概要

- African Trade Insurance Agency（ATI）は、世界銀行の資金・技術支援と7アフリカ諸国により2001年に設立したアフリカの輸出信用機関
- 政治的リスクおよび貿易信用リスク保険商品を提供、アフリカの加盟国と世界との双方向の貿易拡大に向けた投資を支援
- ATIは政治的・経済的リスクを保証することにより、投資や保険契約を行いやすくする。例えば、IPPがKPLCに送電するときの政治リスクに関する保険である。

協力機関

協力機関および各機関の協力内容はつぎのとおり。

- Munich Re：情報を評価して試掘井の再保険契約を結ぶ。

各国に対する動向

地域	協力機関／企業	地表調査	試錐	貯留層評価	生産／還元井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
ケニア									KPLCへの蒸気供給に関する政治リスクに関する保険

備考

（出典：ATIホームページ、インタビュー調査及び入手資料）

表 3.6.12　ドナー取りまとめ一覧表（AfDB）

機関：アフリカ開発銀行グループ（AfDB）

ドナー概要

● アフリカ開発銀行（Asian Development Bank（ADB））、アフリカ開発基金（African Development Fund（ADF）），ナイジェリア信託基金（Nigeria Trust Fund（NTF））から構成されるアフリカ開発銀行グループ
● 官民向け融資、出資、技術協力、緊急援助などのスキームにより、地域の社会経済開発を進行
● 2008年アフリカの地域の再生エネルギー利用を促進するためクリーンエネルギー投資枠組みを策定。
● Scaling-up Renewable Energy Program(SREP)資金を活用してアフリカの地熱開発を支援。

協力機関

協力機関および各機関の協力内容はつぎのとおり。

●JICA：人材育成支援
●ICEIDA，WB：資金援助

各国に対する動向

地域	協力機関／企業	地表調査	試錐	貯留層評価	生産／還元井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
タンザニア	JICA,MEM	TA							予定
タンザニア	GST		Loan?						予定
タンザニア									2013年9月にタンザニアの実施体制強化（TGDC設置）や地熱資源予測等に25 MUSDの融資を決定。
ウガンダ	ICEIDA,WB	grant?	Loan?						
ウガンダ									検討中
ケニア	WBG		Loan?		Loan				
ケニア					Loan				2011年からMENENGAIでの開発に$146M融資。 2016年末迄に400MWの蒸気開発を目標としており、現在、生産性24本、115MWの蒸気を開発。合計105MW分の蒸気供給契約をIPP3社と締結（Sosian, Quantum, Ormat）.最近PPAや蒸気供給契約の履行が困難になる場合に備えた部分保険の適用を決定。今後も民間による開発を支援。
ジブチ	UNDP								Lake Asal地域に750万ドルの支援
ジブチ			Loan	Loan					アサル湖での試掘、地熱評価への融資（一部無償）に参加。
エチオピア									Corbetti（1000MW）での民間開発の融資に参加。今後も民間による開発を支援。
ルワンダ									検討中

備考

・SREPとは、開発途上国の気候変動対策を支援するために世銀に設立された機構投資基金(CIF)のサブプログラムの一つ。低所得国における再生エネルギー利用を促進し、低炭素成長を支援するもの。日本の拠出額は$1,200Mで、米国、英国に次いで第3位。
・2008年-2012年の中期戦略における AfDBの重点分野のインフラ（39.1億ドル）のうち、地熱を含む発電事業が 57.2%

（出典：JICA(2010)アフリカ地熱開発に係る現状確認調査、JICA(2014)アフリカ地域東アフリカ地熱開発に係る情報収集・現状確認調査）

表 3.6.13　ドナー取りまとめ一覧表（AFD）

機関：フランス開発庁（AFD）

ドナー概要

- African Development Fund（ADF）はフランス政府の ODA実施機関で、有償、技術協力、無償の支援スキームを持つ
- GDC向けにリグの調達をファイナンス、リグ調達に50百万ユーロの他、キャパビルのための技術協力6百万ユーロ、エネルギーセクターマスタープランの作成
- アフリカは重点国と位置付けられている。
- 気候変動対策への取り組みを強化、地熱分野での実績はケニアが殆ど。ドミニカ国でも調査を実施。

協力機関

協力機関および各機関の協力内容はつぎのとおり。

- EIB：ケニアのOlkariaⅡの3号機を世銀と強調融資（AFD分は20百万ユーロ）
- JICA:OlkariaⅠとⅣを世銀、EIB、KfWとの協調融資（AFDは150百万ユーロ）
- KfW：上述のとおり
- PROPARCO：AFDの中で PROPARCOは世銀の IFCに相当する部門、民間への融資

各国に対する動向

地域	プロジェクト	協力機関／企業	地表調査	試錐	貯留層評価	生産／還元井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
ケニア	OlkariaⅡ	IDB,WB		Loan?						協調融資：OlkariaⅡ・3号機 AFD:20百万ユーロ
ケニア	OlkariaⅢ	AFD/PROPARCO		Loan?						協調融資：OlkariaⅢ、60百万ユーロ
ケニア	OlkariaⅠ/Ⅳ	JICA,WB,EIB,KfW		Loan?						協調融資：OlkariaⅠⅣ AFD:150百万ユーロ
ケニア		AFD/PROPARCO		Loan						リグ調達に50百万ユーロ キャパビルのための技術協力6百万ユーロ 民間向け融資60百万ユーロ
ケニア	Menengai						TA			170百万ドル リグ購入,
ドミニカ国										調査実施
シブチ										関心あり
エチオピア						L/G?				テンダホで浅井戸の生産井掘削実施

・2010年初めにエネルギーセクターのマスタープラン策定を行っており、その中でGDCにリグ調達（50百万ユーロ）及び能力開発（6百万ユーロ）にローン・ファイナンスしている。

備考

・今年から 3年間、ケニアエネルギー省（及びエネルギー規制委員会）に対して、発電・送電計画作成に関する技術協力を行う予定

（出典：JICA（2010）アフリカ地熱開発に係る現状確認調査）

表 3.6.14　ドナー取りまとめ一覧表（USAID）

機関：米国国際開発庁（USAID）

ドナー概要

● United States Agency for International Development（USAID）はケニアPower Africaの地熱プログラムを実施
● 米国のODA実施機関で、Power Africaの実施機関でもある。POWER AFRICAはオバマ政権のイニシアチブで民間企業や世銀、AfDB等と共に、サブサハラで新たに30,000MWの電源開発等を目指しており、USAIDやMCC等6つの政府機関に加えてGE, ORMAT等, 役40の民間企業が参加。
● 民間投資の環境整備：エチオピアやジブチ等で、政策・法整備、料金制度、調停機関、ファイナンス、リスク緩和を支援。
● ドナ-連携・調和なども行っている。
● Power Africaにかかる地熱プログラムは次のとおり。
● Powering African Agriculture (PAA)：GDCを対象に地熱の直接利用促進を目的とし技術支援を実施（地熱直接利用の適用の可能性評価および実現可能性実証支援）。具体的には、温室による草花園芸、水産養殖、作物乾燥、搾乳場。鉱業を含む加工産業と多岐にわたる。
● East Africa Geothermal partnership (EAGP)：東アフリカ民間セクター地熱開発プロジェクトの開発促進支援を目的とし、技術協力を実施。GDCを対象にボーリング調査・工事、計画立案、物理探査、地化学探査、地質調査、貯留層工学、データ管理評価、プロジェクト・ドキュメントの調査（e.g.蒸気供給協定）等。米国の地熱産業貿易使節団を支援する計画で、直接GDCとKenGenに技術的・諮問支援を行う準備をしている。
● Africa Infrastructure Program Business Model：2013年8月、GDCの依頼により「ケニア地熱セクターの民間投資に関するワークショップ」を開催。対象はGDCのマネージャークラスの人材で、目的は、彼らの地熱開発用プロジェクト・ファイナンス、ビジネスモデルの理解を高めること。カバーされたトピックは、官民パートナーシップ、環境授権法、競争入札、蒸気供給協定および関連する供給問題、電力購入契約書および他の契約、事業融資、関税フレームワーク、開発モデル等。
● United States Trade and Development Agency (USTDA)：USTDAはキャパシティー・ビルディングおよび米国への逆貿易使節団を通じて地熱開発の支援をした。
● U.S. Overseas Private Investment Corporation (OPIC)：オルカリアⅢ地熱プロジェクト（100MW拡張事業）を支援するためORMATに3.1億ドルの融資を提供。
● U.S.Export Import Bank (EXIM)：2013年、EXIMとGDCで3億ドルの融資の可能性について協議したが合意は見出せなかった。

協力機関

協力機関および各機関の協力内容はつぎのとおり。

● USAID/PAA：地熱の直接使用適用を促進する目的、ケニアGDCに技術援助とトレーニングを供給
● USAID/OPIC：OlkariaⅢ地熱プロジェクトの100MWに拡大を支援、ORMATに3.1億ドルの融資
● USAID/AIP：「ケニアの地熱セクターの民間投資に関するワークショップ」を開催
● USAID/EAGP：東アフリカ民間セクター地熱開発プロジェクトの開発および加速を支援

各国に対する動向

地域	協力機関／企業	地表調査	試錐	貯留層評価	生産／還元井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
ケニア	GDC	TA							地域：Baringo
ケニア	(USAID/PAA)								地熱の直接使用適用促進のためのTA
ケニア	(USAID/EAGP)		TA：9つの地熱トレーニングモジュール						蒸気供給協定やGDCとKenGenの両方に直接技術的・設問支援
ケニア	(USAID/AIP)								「ケニアの地熱セクターの民間投資に関するワークショップ」を開催（2013年8月）（官民パートナーシップ、環境授権法、競争入札、蒸気供給協定および関連する供給問題、電力購入契約書および他の契約、事業融資、関税フレームワークおよび様々な開発モデルなど）
ケニア	(USAID/OPIC)								オルカリアⅢプロジェクト 3.1億ドルの融資を提供
グァテマラ	IDB,JICA	TA							
ニカラグア	IDB	TA							

● 民間開発への融資（検討中含む）：Corbettiエチオピア、Bogoria-Silaliケニア、Olkaria VIケニア、Fialeジブチ、タンザニア、ウガンダ、ルワンダ。

備考

（出典：インタビュー調査及び入手資料）

表 3.6.15　ドナー取りまとめ一覧表（KfW）

機関：ドイツ復興金融公庫（KfW）

ドナー概要

● ドイツの復興金融公庫 Kreditanstalt für Wiederaufbau(KfW)グループはドイツ国内の経済開発のための中長期資金提供及び途上国への二国間資金援助を行っており、このうち途上国支援を担当するのが KfW開発銀行、KfWの支援スキームは、無償、有償(コンセッショナルローン及び市場条件に近いローン)があり、また出資も可能
● ARGeo設立にも当初はリーダーシップをとっていた。その後、ARGeoの枠組みではなく、グラントによる試掘井掘削のためのリスク削減スキームを確立(2010年)。

協力機関

協力機関および各機関の協力内容はつぎのとおり。

● IFC:トルコのプロジェクトと協力体制
● IDB/IADB: メキシコのプロジェクト
● EUアフリカインフラ信託基金：上述のリスク削減スキームの規模50百万ユーロのうち、30百万ユーロを出資。 残りの20百万ユーロはKfWから充当。

各国に対する動向

地域	協力機関／企業	地表調査	試錐	貯留層評価	生産／還元井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
ケニア（Olkaria）	UNEP		Loan？						・Olkaria II, Olkaria IVでの融資 ・KfWおよびUNEPは、GDCの2，3本の井戸掘削に800万ユーロを融資
ケニア	？		Grant?						ARGeoへの支援
ケニア	単独		Grant						・試掘井掘削のためのリスク削減スキームを設計中 ・成功した場合に次の開発段階に進むための成功報酬 ・プロジェクト毎に調査井掘削を支援
ケニア（Balingo-Siliali）	UNEP,JICA, ICEIDA	TA	Loan？						Balingo-Siliali地域でのGDCプロジェクトへの支援
エルサルバドル									支援の詳細は不明

備考

・KfWのリスク削減スキームの特徴としては，掘削に失敗した場合に補償を行うのではなく、成功した場合に次の開発段階に進むための成功報酬。
・調査井 2本の掘削資金の 40%を補助し、成功した場合にさらに 30%を補助する仕組みであり、失敗した場合に掘削費を補償する ARGeoの Risk Mitigation Fundとは異なる仕組み
・上述の掘削にかかる成功の認定は、①ディベロッパーが次の開発段階に進むための資金が調達されること、②ディベロッパーが開発権を国に返還する場合には調査報告書を作成して今後の開発見通しを示すことで別のディベロッパーの参入を可能とすること
・上述のスキーム支援対象は政府、民間ともに可能であり、対象国は政府間の協力協定が存在しないジブチ、エリトリア、コモロを除く東アフリカ諸国

（出典：JICA(2010)アフリカ地熱開発に係る現状確認調査、KfWホームページ、インタビュー調査及び入手資料）

表 3.6.16　ドナー取りまとめ一覧表（EIB）

機関：欧州投資銀行(EIB)

ドナー概要

● European Investment Bank(EIB)はWBと並ぶ2大国際金融機関である。
● EIBは EU域内の産業や中小企業の国際競争力向上、環境保全、エネルギーの安定供給やヨーロッパの統合に資するインフラ事業に対して融資を行う政策金融機関。EIBの支援スキームとしては、出資・融資の双方が可能(官民向け)、経済便益が高いが財務的に困難なプロジェクトに対しては利子補給を行い、利子分の 50%を上限とするグラントも可能、EIBがプロジェクトに融資・出資することを前提としたプロジェクトの F/SやTAをグラントで行うことも可能。市場に歪みをもたらさないことが EIBの原則。
● EU域外でも途上国の開発援助や融資を実施。
● EIBは「EU-Africaインフラ・パートナーシップ」のもとに設置された「EU-Africaインフラ信託基金」のファンド・マネージャーであり、同ファンドの事務局はEIB内に設置されている。ファンドは、サブサハラ地域において地域的インパクトをもたらすインフラプロジェクトに対して利子補給、調査、技術協力、カントリーリスクをカバーするプレミアム保険、プロジェクトの社会環境コンポーネントへのグラント等が可能。

協力機関

協力機関および各機関の協力内容はつぎのとおり。

● WB：ケニアにおける融資に協力

各国に対する動向

地域	プロジェクト	協力機関／企業	地表調査	試錐	貯留層評価	生産／還元井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
ケニア	OlkariaⅠ	WB,UNDP	TA?	L/G			Loan			・OlkariaⅠ/Ⅳ(280MW)に168百万ドル。
ケニア	OlkariaⅡ	WB,UNDP	TA?	L/G			Loan			
ケニア	OlkariaⅣ	WB,UNDP	TA?	L/G			Loan			・OlkariaⅠ/Ⅳ(280MW)に168百万ドル、そのうちOlkaria Ⅳでは120百万ユーロの融資、このうち無償：掘削費(25-30百万ユーロ)が無償。
ケニア	Ⅱ Expansion	WB,UNDP	TA?	L/G			Loan			
ケニア	?	WB,UNDP	TA?	L/G			Loan			・発電所部分はKenGen向けに商業ベースの融資を実施
ケニア	MenengaiⅠ	AfDB,AFD, WB,JICA,		Loan						MenengaiⅠ(400MW)に36百万ドル融資

備考

・2009年のアフリカ・カリブ・太平洋諸国(African, Caribbean and Pacific Group of States(ACP))向け及び海外領邦(OCT)向けの融資承諾額(地熱含む)は 863百万ユーロ

（出典：JICA(2010)アフリカ地熱開発に係る現状確認調査、JICA(2013)ケニア共和国地熱開発のための能力向上プロジェクト詳細計画策定調査、EIBホームページ、インタビュー調査及び入手資料）

表 3.6.17　ドナー取りまとめ一覧表（AUC）（1/2）

参考：機関：アフリカ統一委員会（AUC）
ドナー概要
● 地熱にかかる主な資金は独、EUからで、African Union Commission（AUC）にGeothermal Risk Mitigation Fund（GRMF）を設置し、GRMFの実施機関。AUCはiceidaとMoUを締結。 ● GRMGはKWF（30 mil Euro）およびFederal Ministry for Economic Cooperation and Development（20 mil Euro）から融資を受け入れている。 ● GRMFの支援内容は、次のとおり。 ➢ 地表調査支援：インフラ・コストを除く、調査費用の80％まで資金を提供（無償）。 ➢ 資源量評価：　40％まで資金を提供（無償）。 ➢ インフラ支援：地表調査掘削事業の為に必要なインフラ設置費用の20％までを支援 ➢ 掘削支援：　貯留層確認の為のexploration drilling及びtesting programme費用の40％までを支援。スリムホール及びフル・スケールに対応。コンビネーションも有。 ➢ 継続案件支援：Developerが事業継続を希望した場合、Developerが支払う掘削及びtesting Programme費用の30％を支援。 ➢ GRMFの対象国は、アフリカ11か国（表参照）。中南米にも同様の支援を導入しようと試みている。 ➢ 途上国政府だけではなく民間の応募することが可能。試掘・資源量評価の場合、事業者は残り60％の資金を調達する必要がある。Silaliの場合、GDCはKfWから融資を受けている。第一および第2ラウンドの採択状況は、以下の各国に対する動向を参照。 ➢ 対象国、Developer、ドナーにかかる情報及びコーディネーション調整。 ● 途上国政府だけではなく民間の応募することが可能。試掘・資源量評価の場合、事業者は残り60％の資金を調達する必要がある。Silaliの場合、GDCはKfWから融資を受けている。第一および第2ラウンドの採択状況は、以下の各国に対する動向を参照。 ● 対象国、Developer、ドナーにかかる情報及びコーディネーション調整。
協力機関
協力機関および各機関の協力内容はつぎのとおり。 ● Federal Ministry for Economic Cooperation and Development（独） ● EU-Africa Infrastructure Trust Fund（KWFの協力） ● Kreditanstalt für Wiederaufbau（KWF）ドイツ金融復興公庫 ● Reykjavik Geothermal（Grant agreement） ● Icelandic International Development Agency（ICEIDA）

表 3.6.18　ドナー取りまとめ一覧表（AUC）（2/2）

各国に対する動向

地域	プロジェクト	協力機関／企業	地表調査	試錐	貯留層評価	生産／還元井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
エチオピア	Dofan	GRMF/GES(国)	★							①$1.0M
エチオピア	Corbetti	GRMF/Reykjaik		★	資源量評価					①$5.6M
エチオピア		(民)								
エチオピア	Fantale	Cluff Geothermal(民)	★							②2014/15年
エチオピア	Tulu Moye	Reykjavik(民)	★							②
エチオピア	Tendaho	GSE(国)		★	資源量評価					②
ケニア	Bogoria-Silali	GRMF/GDC(国)		★	資源量評価					①$4.3M
ケニア	Langonot	GRMF/Agil(民)		★	資源量評価					①$6.1M
ケニア	Akiira1	Akiira One(民)		★	資源量評価					②
ケニア	Suswa	GDC(国)		★	資源量評価					②
コモロス	Karthal	BGC国	★							②2014/15年
ジブチ										
タンザニア										
ザンビア										
ウガンダ	Katwe	MEMD(国)		★	資源量評価					②
エリトリア										
ルワンダ	Kinigi	EWSA(国)		★	資源量評価					②
DRC										
ブルンジ										

① 第1ラウンド(2013/14年)の採択状況は表の備考欄①を参照。
② 第2ランウド(2014/15年)は2015年1月に決定される予定で、2014年10月時点で8つのプロジェクトが選考に残っている。
③ 第3ラウンド(2015/16年)の要請提出期限は2014年12月12日を予定。GRMFでは要請書の作成支援は行っていない。
試掘の場合、残り60%の資金の確保が課題。資金力のあるIPPも投資環境が整備されていないとGRMFを使えず、開発を加速できない。
★:実施

備考

・ 2nd Round application of GRMF (pre-bidding workshop) was held at Addis Ababa from 15-17 July 2014.

（出典：GRMFパンフレット、AUCとの会議資料）

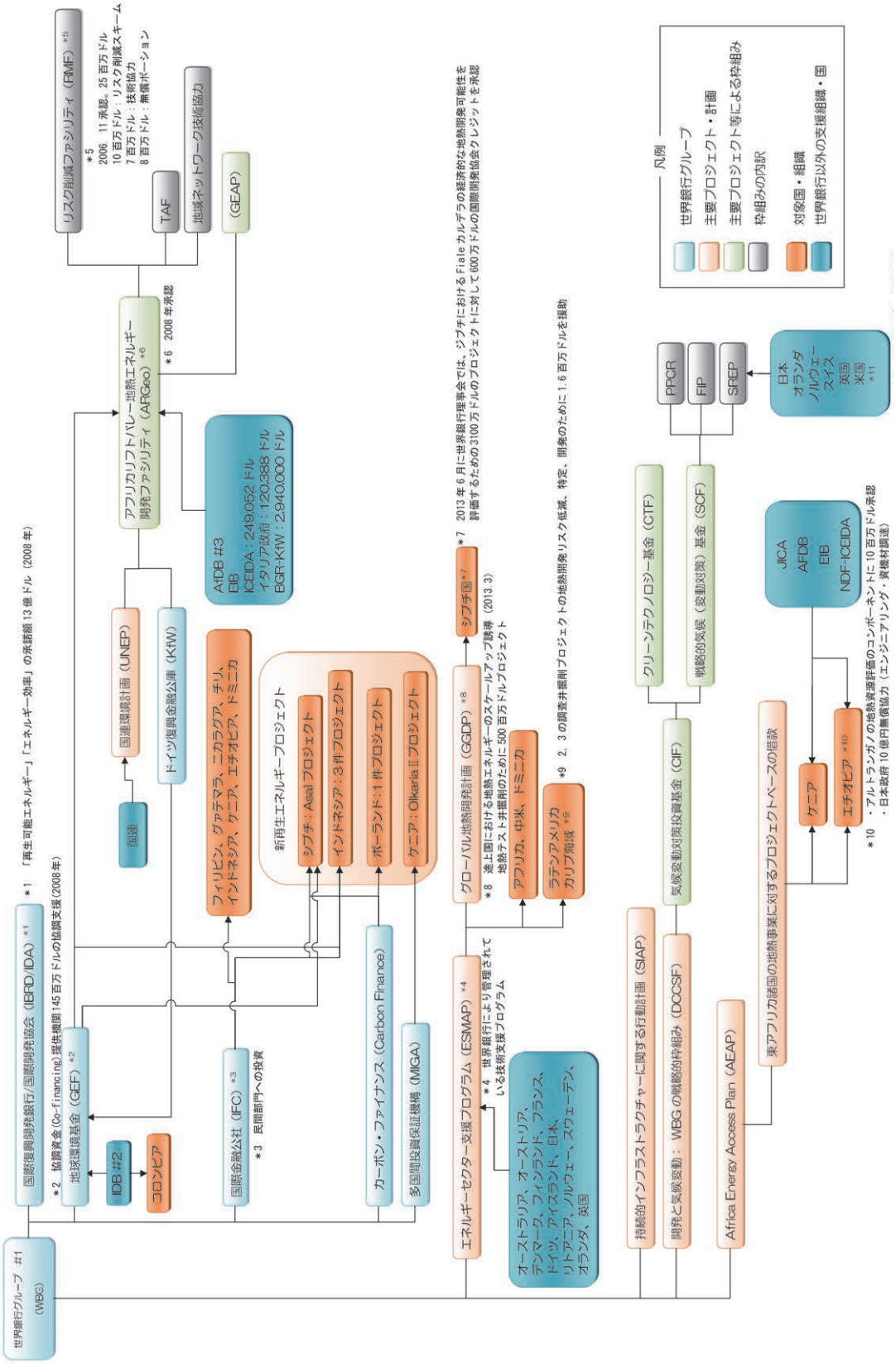


図 3.6.1　世界銀行グループと他ドナーおよび対象国との相互の関係図

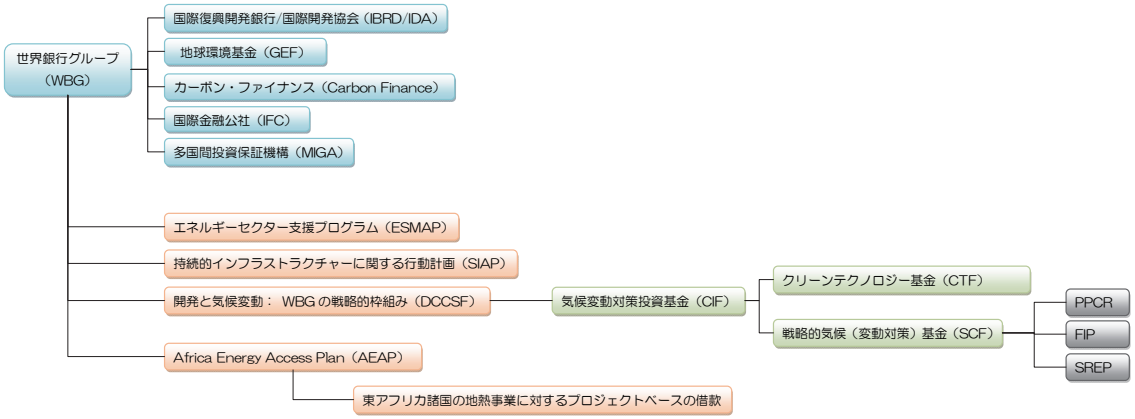


図 3.6.2　世界銀行グループの組織とプロジェクトとの関係図

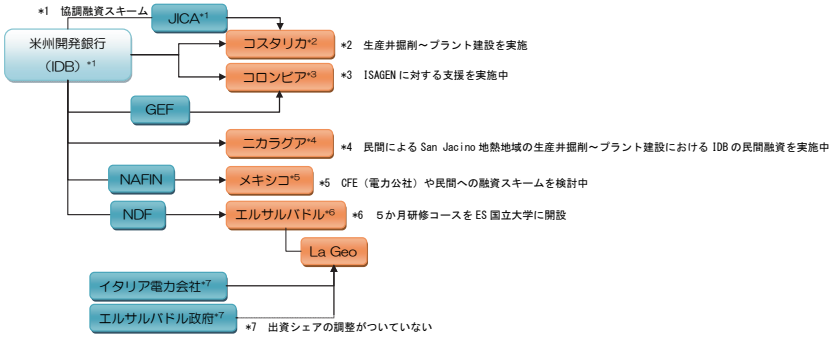


図 3.6.3　米州開発銀行と対象国との関係図

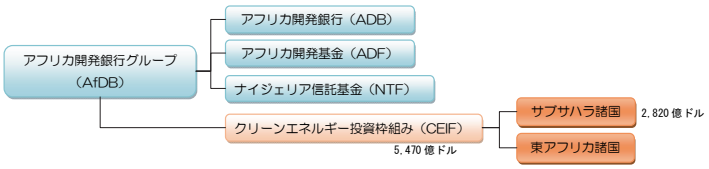


図 3.6.4　アフリカ開発銀行グループの組織とプロジェクトとの関係図

3.7 地熱ポテンシャル国の政府/民間の関与デマケーションの確認および開発状況との相関関係の確認

（1）　各国における地熱開発状況

調査対象国（図 3.7.1）における地熱開発段階別（地表調査、試掘・評価、プラント建設および O&M）の政府／民間の関与デマケを確認し、開発状況との相関関係を確認した。各国の状況を表 3.7.1～表 3.7.30 に示す。

調査対象国

No.	地域	国名
1	アフリカ	ケニア
2		エチオピア
3		ジブチ
4		ルワンダ
5		タンザニア
6		ウガンダ
7	中南米	グアテマラ
8		エルサルバドル
9		ニカラグア
10		コスタリカ
11		エクアドル
12		ペルー
13		ボリビア
14		チリ
15		アルゼンチン
16		カリブ島嶼国
17	既開発国	メキシコ
18		フィリピン
19		インドネシア
20		アメリカ
21		イタリア
22		アイスランド
23		ニュージーランド
24		日本

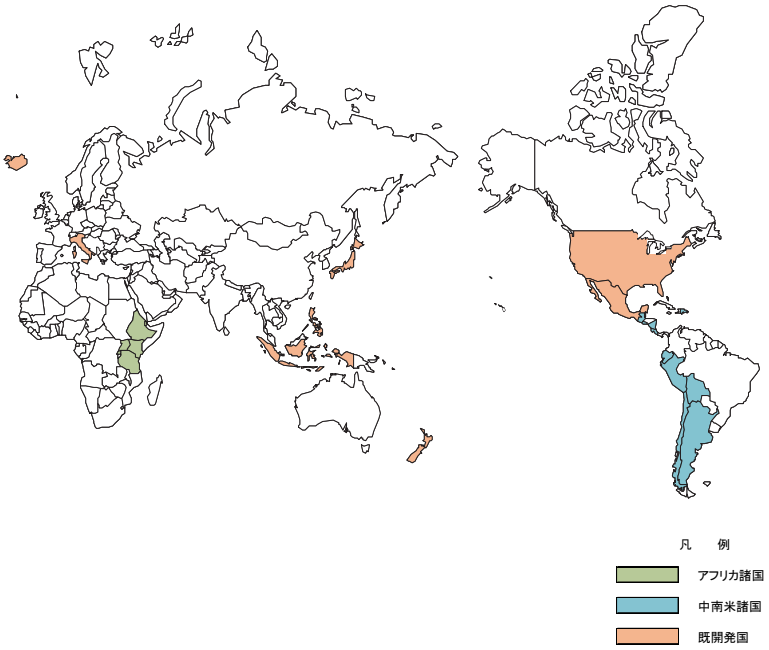


図 3.7.1　調査対象国

表 3.7.1　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（ケニア）（1/3）

国名	ケニア　1
地熱発電設備/ポテンシャル	271　/　10,000 MW　2.7%　地熱発電/全発電設備：12.8%（火原協，2014）
実施機関	エネルギー省：Ministry of Energy (MOE) ケニア発電公社：Kenya Electric Generation Company (KenGen) 地熱開発公社：Geothermal Development Corporation (GDC)
我が国の協力	JICA：アフリカ地熱開発に係る現状確認調査(2010)：終了 ケニア国地熱開発のための能力向上プロジェクト（2013-2017）：技術協力プロジェクト ケニア国GDCの地熱開発戦略更新プロジェクト(2014-2016)：マスタープラン調査 ケニア国第2次オルカリア地熱発電事業準備調査(2014)：OlkariaⅤ発電所建設への借款（実施中） OlkariaⅠ　Unit4/5発電所建設への借款（実施中） OlkariaⅠ　Unit6発電所建設への借款（協力準備中）
主な他ドナーの協力	世界銀行（WB）と欧州開発銀行（EIB）は2大国際開発金融機関である。WBの国際開発機構（IDA）は低所得国への融資を対象とし、復興開発国際銀行（IBRD）は中所得や信用力のある貧困国の市場にサービスを提供し、国際金融公社（IFC）は民間部門にサービスを提供する。WBとEIBはケニアの地熱分野での活動が活発である。WBは35年間にわたりケニアの地熱部門を支援してきた。これらの支援によりケニアでは3地熱発電所（2つは公共機関、一つはIPP）が建設された。世銀は280MWのOlkariaⅠ＆Ⅳに向けて120百万ドル、400MWのMenengaiⅠ期に向けて102百万ドルを融資する。このプロジェクトではEIBは280MWのOlkariaⅠ＆Ⅳに向けて168百万ドル、400MWのMenengaiⅠ期に向けて36百万ドル融資する。 アフリカ地域にはアフリカ開発銀行、アジア地域にはアジア開発銀行、アメリカ地域には米州開発銀行（IDB）の国際開発金融機関も存在する。アフリカ開発銀行は400MWのMenengaiⅠ期に向けて120百万ドル融資する。ケニアの資金調達状況を別表に示す。

主な有望地点の開発状況

地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
OlkariaⅠ(1-5) OlkariaⅡ(1-3) OlkariaⅣ(1-2)	開発進度								OlkariaⅠ：45MW OlkariaⅡ：105MW OlkariaⅣ：70MW×2(建設中) Olkaria Weiihead: 35MW
	政府/民間	政府	政府	政府	政府	政府	政府	政府	
	ドナー	UNDP	UNDP			一部JICA(L)			
OlkariaⅠ-6	開発進度								KenGen：70MW増設 円借款未使用残を利用。
	政府/民間	政府(直営)	政府(直営)	政府(委託)	政府(直営/委託)	政府/民間	政府/民間	政府(直営/委託)	
	ドナー					JICA(L)			
OlkariaⅢ(1-4)	開発進度								IPP地熱発電所：48MW+36MW OrpowerⅣ（Ormatの子会社）
	政府/民間	政府	政府	政府	政府	民間	民間	民間	
	ドナー	UNDP	UNDP						
OlkariaⅢ	開発進度								IPP地熱発電所：16MW増設 OrpowerⅣ（Ormatの子会社）
	政府/民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	
	ドナー								
OlkariaⅤ	開発進度								KenGen/IPP：140MW プラント建設を新たなPPPモデルで行う予定。
	政府/民間	政府(直営)	政府(直営)	政府(委託)	政府(直営/委託)	政府(委託)	政府(直営/委託)	政府(直営/委託)	
	ドナー					JICA(L)			
OlkariaⅥ	開発進度								KenGen：140MW
	政府/民間	政府(直営)	政府(直営)	政府(委託)	政府(直営/委託)	政府/民間	政府/民間	政府(直営/委託)	
	ドナー					JICA(L)			
Menengai	開発進度								GDC：107MW 2015年6月の運開をターゲット。今後も60MW、100MW×3と拡張予定
	政府/民間	政府(直営)	政府(直営)	政府(委託)	政府(委託)	民間(3社)	民間	政府(直営)	
	ドナー	JICA(T)	AfDB、SREP	JICA(T)、WB(L)	AfDB(L)、WB(L)、AFD(L)、EIB(L)、JICA(T)	AfDB(PRG)			
Eburu	開発進度								KenGen：2MW＋30MW増設
	政府/民間	政府(直営)	政府(直営)	政府(委託)	政府(直営/委託)	政府(委託)	政府(直営/委託)	政府(直営/委託)	
	ドナー								
Baningo-Siliali	開発進度								GDC：ターゲット400MW 5つの地熱地帯からなる開発ブロック。開発計画を策定中。
	政府/民間	政府(直営)	政府(直営/委託)	政府/民間？	政府(直営/委託)/民間	民間	民間	政府/民間？	
	ドナー	UNEP(T)、JICA(T)、ICEIDA(T)？	GRMF(G)、KfW(L)？	KfW(L)？	KfW(L)？				
Suswa	開発進度								GDC：ターゲット150MW 資金調達が停滞中。環境・コミュニティ問題あり。
	政府/民間	政府(直営)	政府(直営/委託)	政府/民間？	政府(直営/委託)/民間	民間	民間	政府/民間？	
	ドナー		India EXIM(L)		India EXIM(L)?				
Longonot	開発進度								IPP：140MW AGILが開発権を保有
	政府/民間	民間	民間	政府	政府	民間	民間	民間	
	ドナー								

表 3.7.2　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（ケニア）（2/3）

地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
Akira	開発進度								IPP：140MW Marin Powerが開発権を保有
	政府/民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	
	ドナー								
地熱開発の概要	ケニアにおいて最も探査・開発が進んでいるオルカリア地熱地域は7つの鉱区に分けられている。Olkaria Ⅰ鉱区では1981年、1982年および1985年の3回に分けて、45MW発電設備（15MW×3基）が建設された。Olkaria Ⅱ鉱区は2003年に70MW（35MW×2基）が設置され、2010年、3基目(35MW)が運開した。これらは全てケニア電力公社（KenGen）の所有である。Olkaria Ⅲ鉱区ではIPP企業であるORMAT社が50MWの発電を行っている。Olkaria Ⅳ鉱区では、これまでに10本以上の地熱井が掘削されており、350℃以上の高温地熱流体が確認されている。ケニア政府はGDCを通して地熱資源を開発し、2029年までの発電設備建設計画2,746MWの建設を目指している。この壮大な計画を達成するため、新規地熱井掘削1,000本強、70MWクラスの大型地熱発電所建設38基など、地上設備を含めて総額80億ドル以上の資金が必要とされている。現在建設中の地熱発電所を含めて、オルカリア地域では、オルカリアⅠ（1～6号機）、オルカリアⅡ（1～3号機）、オルカリアⅢ（1～4号機）、オルカリアⅣ（1～2号機）がある。今後開発が想定される地域としてオルカリアⅤ（仮称）があり、JICAではこの地区での140MWの地熱発電事業を支援すべく計画している。Menengaiでは詳細な調査は2004年に開始され、現在では400MWの建設のための調査が実施され、AfDB、WBなどの支援が行われている。JICAでは2013年より貯留層評価、ターゲット設定、掘削技術者要請の支援を開始した。 現在、GDCのMenengai開発にドナーの支援が集中しているが、Baringo-Silali、Suswa開発においては資金調達が難航している。また、民間との蒸気共同開発という新しいモデルを採用予定。								
今後の協力(想定)	ケニアの開発計画に合わせて、発電所建設および技術者育成の技術協力プロジェクトを今後も継続。Olkaria Ⅰ Unit 6、Olkaria Ⅴ発電所建設への借款を準備中。								

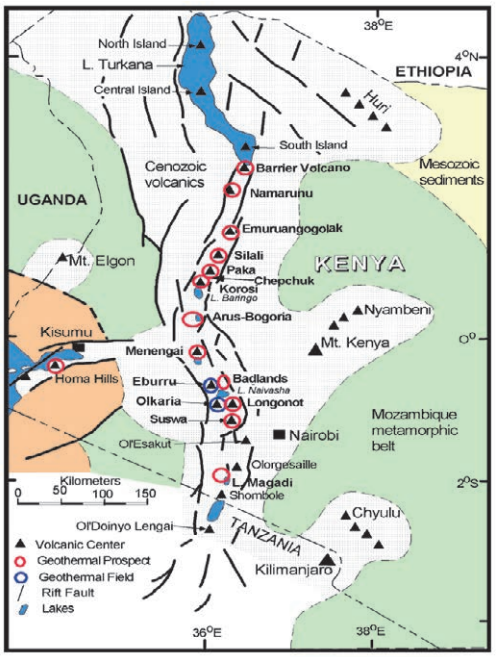
表1　ケニアにおける融資団体と内容

			Governments						Private investment	Special purpose		Insurance
			Grants AID - Technical assistance			Concessional LOANS						
			Advisory services	Project preparation/ feasibility	Capacity building (Training)	Technical assistance	Credit (Very long-below market interest)	Loans (Long, market rate interest)		Green funds	CDM	
Multilateral Development Banks	AfDB			♦	♦		♦	♦		♦		♦
	IDA		♦	♦	♦	♦	♦			♦	♦	
	IBRD							♦				
	EIB			♦	♦			♦			♦	
	IFC								♦			
	MIGA											♦
Bilateral Financing Institutions	France	AFD	♦	♦	♦	♦		♦				
		Proropaco							♦			
	Germany	KfW									♦	
		DEG							♦			
	Japan	JICA	♦	♦	♦	♦	♦					
		JBIC					♦	♦	♦			♦
	China Exim Bank						♦					
	USA	Exim Bank						♦				
		USTDA	♦	♦	♦							
		USAID	♦	♦								
		OPIC										♦

出典：Ngugi(2012)

表 3.7.3　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（ケニア）（3/3）

図1　ケニアにおける地熱有望地域



出典：Simiyu (2010)

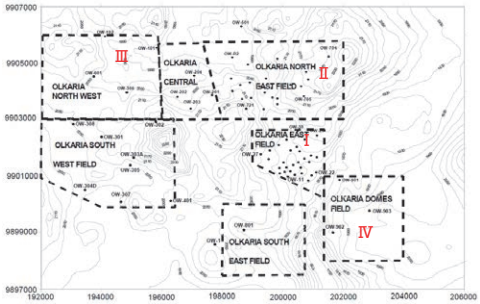
図2　Olkaria周辺のランドサット画像

図3　オルカリア地熱開発地域位置図

Olkaria Ⅰ：East Field

Olkaria Ⅱ：North East Field

Olkaria Ⅲ：North West Field



Olkaria Ⅳ：Olkaria Domes Field

Oserian：Central

文献	・AfDB(2011) Menengai Geothermal Development Project. Project Appraisal report, Nov. 2011. ・JICA(2010) アフリカ地熱開発に係る現状確認調査報告書. ・JICA(2013) ケニア共和国地熱開発のための能力向上プロジェクト詳細計画策定調査報告書. ・金原啓司(1984) ケニア オルカリア地熱地帯. 地質ニュース, 63-72. ・Ngugi P. K. (2012) Financing the Kenya Geothermal Vision. United Nations University Geothermal programme. ・Simiyu, S. M. (2010) Status of Geothermal Exploration in Kenya and Future Plans for Its Development. Proceedings World Geothermal Congress 2010.

表 3.7.4　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（エチオピア）（1/2）

国名	エチオピア								2
地熱発電設備/ポテンシャル	7.3 / 5,000 MW 0.1%　地熱発電/全発電設備：0.4%（火原協，2014）								
実施機関	エチオピア地質調査所：Geological Survey Ethiopia（GSE） エチオピア電力：Ethiopian Electric Power（EEP）								
我が国の協力	JICA：アフリカ地熱開発に係る現状確認調査(2010) エチオピア国全国地熱発電開発マスタープラン策定プロジェクト(2013-2014)								
主な他ドナーの協力	・世界銀行（WB）：AlutoLangano地熱発電所へのJICAとの協調融資を検討中。Tendaho2(Ayro Bera)において掘削支援と35MWプラント支援を計画中。 ・フランス開発庁（AFD）：Dubi（Tendaho 1)における試掘の支援と100MW規模の発電所建設支援を計画。掘削については2,000万ユーロのローンを予定。 ・ドイツ復興金融公庫（KfW）：掘削について1,000万ユーロのグラント供与を予定。 ・ARGeo：Dubi地域の地表調査を実施。 ・USAID：エチオピアにおいて地熱発電にIPP参入を促進するための制度上、組織体制上の改革支援を計画中。								
主な有望地点の開発状況									
地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
Aluto Langano（パイロットプラント）	開発進度								1998年に7.3MWパイロットプラント設置。EEPにより運転・保守実施。
	政府/民間	政府	政府	政府	政府	政府	政府	政府	
	ドナー	UNDP, IAEA							
Aluto-1（Aluto-Langano）（Unit1,2）	開発進度								
	政府/民間	政府	政府	政府	政府	政府			
	ドナー	UNDP ICEIDA/NDF	ELC (Italian consaltant)	GoJ	WB（150MUSD）	JICA（55MUSD）			
Aluto-2（Aluto-Finkilo）	開発進度								
	政府/民間	政府	政府	政府	政府				
	ドナー	UNDP ICEIDA/NDF	ICEIDA		WB（150MUSD）				
Aluto-2（Aluto-Bobesa）	開発進度								
	政府/民間	政府	政府	政府	政府				
	ドナー	UNDP ICEIDA/NDF			WB（150MUSD）				
Tendaho-1（Tendaho-Dubti）	開発進度								1993年～1998年にかけて3本の深部調査井（max2,100m）が掘削され最高温度270℃以上確認。
	政府/民間	政府	政府	政府	政府				
	ドナー	UNDP, BGR, ARGeo	ELC		AFD				
Tendaho-2（Tendaho-Ayrobera）	開発進度								
	政府/民間	政府							
	ドナー	UNDP, BGR, ARGeo							
Tendaho-3（Tendaho-Allalobela）	開発進度								
	政府/民間	政府	政府	政府	政府	政府			
	ドナー	UNDP ICEIDA/NDF	WB（25.8MUSD）		TBD（22.5MUSD）	TBD（27.5MUSD）			
Gedemsa	開発進度								
	政府/民間	政府							
	ドナー	UNDP ICEIDA/NDF							
Tulu Moya	開発進度								IPP: RG (2008)
	政府/民間	民間							
	ドナー	US Private							
Corbetti	開発進度								IPP: RG (2008)
	政府/民間	民間	民間	民間	民間	民間			
	ドナー		GRMF, US Private		GRMF (8MUSD), US Private（40MUS）				
Abaya	開発進度								IPP: RG (2008)
	政府/民間	民間							
	ドナー								
Dofan	開発進度								
	政府/民間	政府							
	ドナー	GRMF (0.7-0.8MUSD)							
Fantale	開発進度								IPP: UK Private (2008)
	政府/民間	民間							
	ドナー	GRMF							

表 3.7.5　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（エチオピア）（2/2）

地熱開発の概要	エチオピア地溝帯では、Aluto LangannoやTendahoの他多数の地熱地域が分布する。過去40年にわたって全土を対象に地熱探査が実施されてきた。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が実施する開発モデル。1980年初めから中期にかけて探査のピーク。1998年にAluto Langanoにおいて7.3MWのパイロットプラント設置された。
今後の協力（想定）	地熱開発有望地域における詳細調査の実施が望まれる。

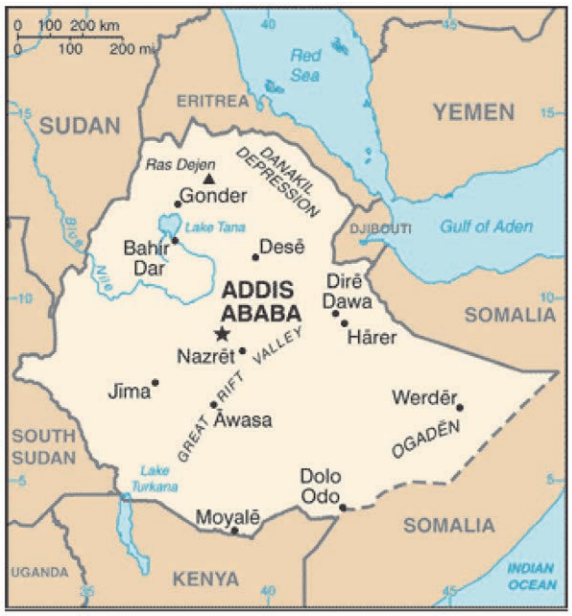


図1　エチオピア位置図

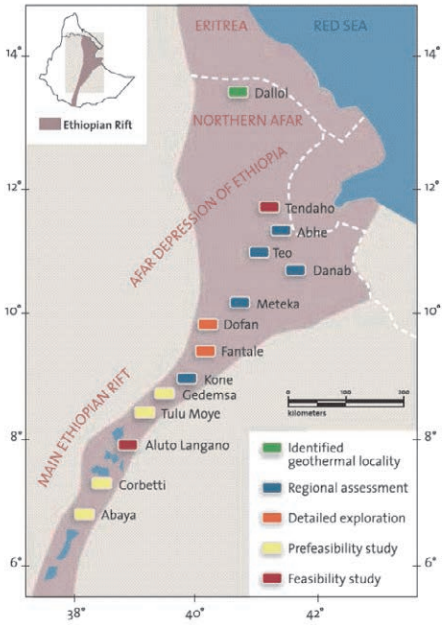


図2　地熱開発有望地域位置図

表1　Aluto地熱地域開発にかかるスコープ、予算および資金源

出典：JICA資料

Project Scope	Amount mUSD	Financed by
Drilling Consumable	24.5	SREP/IFC
Drilling Consumable	35.5	WB/IDA
Exploration, Well siting	—	Iceland
Steam Gathering System, Substation, Transmission	46.5	WB/IDA
Consultancy for Power Plant and Drilling	13	WB/IDA
Power Plant Unit Ⅰ, 35MW	55	JICA
Power Plant Unit Ⅱ, 35MW	55	TBD（To be Decided）

文献	・JICA(2010)　アフリカ地熱開発に係る現状確認調査報告書. ・JICA(2013)　エチオピア連邦民主共和国全国地熱発電開発マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査報告書. ・Teklemariam M. and Kebede S. (2010) Strategy for Geothermal Resource Exploration and Development in Ethiopia. Proceedings World geothermal Congress 2010.

表 3.7.6　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（ジブチ）

国名	ジブチ　3
地熱発電設備/ポテンシャル	0　/　50-150　MW　0.0%　地熱発電/全発電設備：0.0%
実施機関	エネルギー天然資源省：Ministry of Energy and Natural resources (MENR) ジブチ科学技術研究所：Centre de Recherche Scientifique de Djibouti (CERD) ジブチ電力公社：Electricite de Djibouti (EdD) ジブチ地熱エネルギー開発局：Djiboutian Office for Development of Geothermal Energy (ODDEG)
我が国の協力	JICA：アフリカ地熱開発に係る現状確認調査(2010) ジブチ国地熱開発にかかる情報収集・確認調査(2013-2014)
主な他ドナーの協力	・BRGM：1970年頃から地熱調査を開始した。 ・UNDP：1980年代後半にLake Asal地域で4坑井、Hanle地域で2坑井を掘削した。 Lake Asalでは深度1,000～1,300mで260℃以上の高温貯留層が確認された。 ・レイキャビクエナジー社（REI: Reykjavik Energy Investment）：2007年から50MW地熱発電所建設に最も有望な地域として Asal地域の鉱業権を取得したが、2008年アイスランド金融危機により2009年に破棄した。 ・AfDB：Lake Asal地域の地熱開発プロジェクトに750万ドル支援することに合意した(2013.8)。

主な有望地点の開発状況

地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
Lake Assal	開発進度								BGRMにより1970年頃に調査が開始した。 UNDPでは4坑井掘削した。最高温度260℃確認。 AfDBが750万ドルの援助を行う(2013.8)。
	政府/民間	政府	政府	政府	政府				
	ドナー	BRGM, UNDP, REI	UNDP, AfDB						
Nord Goubet	開発進度								地表調査が実施され、Assal地域の次に開発が期待される地域。
	政府/民間	政府							
	ドナー	BRGM, UNDP							
Hanle	開発進度								深部調査井（2,020m）で124℃を確認。
	政府/民間	政府	政府						
	ドナー	BRGM, UNDP	UNDP						

地熱開発の概要	ジブチにおける地熱調査は、BRGMによって1970年頃から始まり、1990年頃まで実施された。UNDPにより1980年代後半にLake AsalとHanleで坑井掘削が実施され、Asalで高温の貯留層が確認された。2007年からReykjavik Energy Investment (REI)社は50MW地熱発電所建設に最も有望な地域としてAsal地域の鉱業権を取得して各種調査を実施したが、アイスランドの金融恐慌により破棄された。2013.8にはAfDBがLake Asalの地熱開発に750万ドルの支援を行うことが発表された。JICAでは地熱開発有望地域において、地質・地化学調査を含む情報収集調査を実施。
今後の協力	地熱開発有望地域における詳細調査の実施が望まれる。

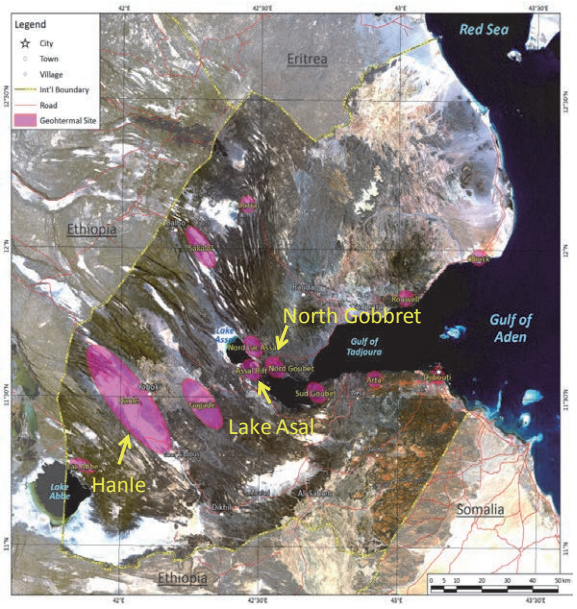


図1　地熱開発有望地域（ランドサット画像）

表1　地熱開発有望地域と調査実施状況

	Exploration stage				Surface manifestations	
Area	Geology	Geo-chemistry	Geophysics	Exploration drilling	Hot springs	Fumaroles
Lake Asal	+++	++	+++	++	++	+
North Goubbet	++	++	++		+	+
Gaggade	++	++			+	+++
Hanle	++	++	++	+		++
Lake Abbe	++	++			++	++
Arta	++	++	++			+
Obock		++			+	+
Alol	+	+			++	+

出典：Houssein (2010)

文献

・African Development Bank HP.
・Hjartarson G., Gisladottir V., Gislason G. and Olafsson K. (2010) Geothermal Development in the Assal Area, Djibouti. Proceedings World geothermal Congress 2010.
・Houssein D. E. (2010) Geothermal Resource Assessment of Asal Field, Republic of Djibouti. Proceedings World Geothermal Congress 2010.
・JICA(2010)　アフリカ地熱開発に係る現状確認調査報告書.

表 3.7.7　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（ルワンダ）

国名	ルワンダ　4
地熱発電設備/ポテンシャル	0　/　100 MW　0.0%　地熱発電/全発電設備: 0.0%
実施機関	Rwanda Energy Group (REG), Geothermal Development Unit (GDU)
我が国の協力	JICA：ルワンダ共和国地熱開発情報収集・確認調査(2013) ルワンダ国持続的な地熱エネルギー開発推進のための電力開発策定支援プロジェクト（2013-2014）
主な他ドナーの協力	・アイスランド国際開発機構（ICEIDA）：UNU-GTPに委託して、地熱研修プログラムをGDU職員に実施。 顕微鏡、流体採取　容器等の供与。 ・北欧開発基金（Nordic Fund）：中国企業による坑井掘削の施工監理のためReykjavik Geothermal社から掘削技術者1名派遣。 ・ベルギー技術協力機構（BTC:Belgian Technical Cooperation）：環境影響評価の実施に協力。 キニギ地域の掘削費用の供与予定。 ・EU/UNEP：北西部での重力探査およびMT探査予定、南部での電磁探査（TEM法）予定(2014)。 その他地表調査等を予定。

主な有望地点の開発状況

地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
Karisimbi	開発進度								委託型、試錐では担当者を現地に派遣しているが、掘削監理技術者は外部委託、地質は地質技術者が担当。 1) 掘削監理技術者支援
	政府/民間	政府	政府	政府	政府	政府/民間	政府/民間	政府/民間	
	ドナー	JICA EU/UNEP	Nordic Fund[1)]						
Kinigi	開発進度								
	政府/民間	政府							
	ドナー	JICA EU/UNEP							
Gisenyi	開発進度								
	政府/民間	政府							
	ドナー	JICA EU/UNEP							
Bugarama	開発進度								
	政府/民間	政府							
	ドナー	JICA							

地熱開発の概要	ルワンダではこれまでに多くの機関によって地熱開発調査が実施され、それらの結果に基づき、北西部のKarishimbi、KinigiおよびGisenyiの3地点と南西部のBugaramaが地熱開発有望地点として抽出されている。 1982年：BGRMによる地化学調査。2006年：Chevron社による地化学調査。2008年：BGRがKenGen、ISORおよびITERと共同調査。2009年～2010年：KenGenによる調査。2011年：MININFRAによるポテンシャル評価。2011年～2012年：IESEによる総合調査。 2011年のポテンシャル評価では、700MW以上の開発ポテンシャルがあると推定されている。しかし、このポテンシャル評価は、単位面積当たりの掘削生産井数と1本の生産井能力を、それぞれ4MWと仮定して、物理探査などから評価された開発有望地域の面積に乗じて算出されたものであり、算出された値の妥当性について問題がある。 2013年1月に関係者によるValidation Workshopが開催され、Karisimbiにおいて3,000mの調査井掘削が決定された。2013年7月に掘削が開始され、10月の深度3,015mに到達して掘削が完了したが、確認された温度は100℃以下であった。2014年に2本目が掘削されたが1本目と同じ状況のため途中で中止された。この試掘はルワンダ政府の自己資金により実施されたが、有望な地熱兆候は確認されず、掘削ターゲット選定の精度が不十分であったと判断される。
今後の協力	地熱開発計画を含む電力開発計画を現在支援しており、その結果に基づき今後の支援方針を決定する。 今回の掘削については根本的な地熱開発方法に次のような課題が考えられる。①物理探査データの信頼性、②地熱構造モデルの設定、③掘削ターゲットの設定、④地熱開発調査の進め方。①、②については基礎的なデータの取り扱い、解析およびその解釈であり、調査方法も地質調査、電磁探査、重力探査、地化学調査の総合的な判断からの総合解析が必要である。掘削ターゲットを設定できるような地熱構造モデルを検討した結果あるいはは利用できる資料は見られない。さらに最初は小口径の調査井など温度構造を確認するための段階的な調査実施を検討するできる体制も必要である。1本目の坑井調査結果を十分に把握せずに2本目を掘削するなど調査の進め方についても課題が残った。今後の協力では地熱開発を総合的に判断できる技術者の養成が必要である。また、これまで多くの調査が実施されてきたが、その結果が有機的に活用できなかったことが今回の結果につながっており、有効活用できる技術者とドナー間の調整ができる担当者の配置、育成が必要と考えられる。

図1　ルワンダ国主要地熱地域位置図

文献	・JICA(2010) アフリカ地熱開発に係る現状確認調査報告書. ・JICA (2013) ルワンダ共和国地熱開発情報収集・確認調査ファイナル・レポート.

表 3.7.8　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（タンザニア）（1/2）

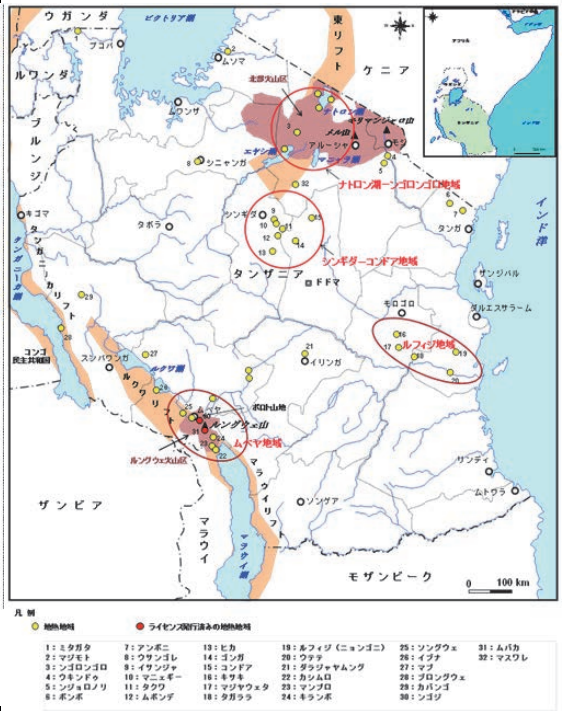
国名	タンザニア　5
地熱発電設備/ポテンシャル	0　/　650 MW　0.0%　地熱発電/全発電設備：0.0%
実施機関	Ministry of Energy and Minerals (MEM) Geological Survey Tanzania (GST) Tanzania Electric Supply Company (TANESCO) Tanzania Geothermal Development Company (TGDC)
我が国の協力	JICA：アフリカ地熱開発に係る現状確認調査(2010) アフリカ地域東アフリカ地熱開発に係る情報収集・確認調査(2013-2014)
主な他ドナーの協力	・スウェーデン国際開発庁（SIDA: Swedish International Development Cooperation Agency）： タンザニアにおけるドナーパートナーグループを主導。再生可能エネルギー規模拡大プログラム（SREP: Scaling-up Renewable Energy Program)の一翼を担う。 SREPは地熱地点の詳細調査、調査井掘削や地熱発電へのアドバイスを行うための資金提供を予定。 ・ドイツ地科学天然資源研究所（BGR: Esderal Institute for Geosciences and Resources of Germany）： 2006～2009 GEOTHERM project実施。地熱専門家研修、掘削地点選定に関する助言等を実施。 ・英国国際開発庁（DFID: Department for International Development） ・アフリカ開発銀行（AfDB: Africa Development Bank）：DFIDと協力してワークショップ等開催。 ・アイスランド国際開発機構（ICEIDA）：地熱関連の人材育成に積極的。 ※2012年8月にMEMにおいてドナー（DFID、AfDBおよびJICA）間の会議が開催されており、MEMはタンザニアにおける地熱開発支援（地熱資源調査、調査井掘削、人材育成法および法的規制枠組み）を歓迎する意向が示された。

主な有望地点の開発状況

地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
Ngozi	開発進度								GPT（Geothermal Power Tanzania)が探査権取得。140MWの発電を目指し、3本の調査井掘削後に深部調査井掘削予定。
	政府/民間	政府/民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	
	ドナー								
Mbaka	開発進度								GPTが探査権取得、地表調査実施(2012)、600～800mの調査井掘削
	政府/民間	政府/民間	民間						
	ドナー								
Songwe/Rambo/Ilaqtile	開発進度								JICA(2014)により抽出した地点、AfDBにて詳細調査実施予定。
	政府/民間	政府							
	ドナー	JICA/AfDB							

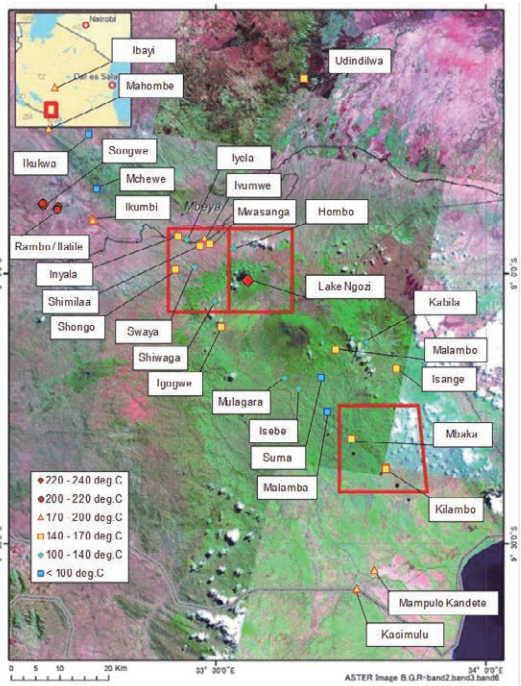
地熱開発の概要	タンザニアにおける地熱調査は1949年以降行われている。初期の調査では地温測定、温泉の水・ガス分析や流量測定等が実施された。確認された温泉地の大部分はリフトバレー地域内に位置している。これらの温泉地のほとんどは、ケニアとの国境付近に位置するキリマンジャロやメル、ンゴロゴロなどの北部火山区と南西部のルングウェ火山区に分布している。SWECOはSIDAの資金を利用して地熱資源調査を1976年～1979年に実施し、ムベヤ、ンゴロゴロおよびマニャラ湖が有望地域として絞り込まれている。 1997年～2004年にかけてFECによって地表調査が実施されたほか、2004年-2005年にはDECONがAfDBの支援を受けて地方電化調査を実施している。ムベヤでは2006年～2009年にBGRがMEM、GST、TANESCOの協力を得てGEOTHERMプロジェクトの一環として地表調査を実施した。BGRの調査以外の調査の多くは概査段階である。 FECは1997年に地熱探査権を取得したタンザニアで最初のIPPである。しかし、開発調査は進行せず探査権は取り消された。GPTは地熱探査および開発を行うために登録されており、GPLが70%、IMMが25%、NDCが5%出資している。GPTはIMMを通じてムベヤとルフィジ地域に6つの探査権を所有したが、現在では3か所のみとなった。GPTは2012年にムバカで地表調査を実施し、600～800mのの3本の調査井を掘削している。ンゴジでは2018年の140MW地熱発電を目指しており、3本の浅部調査井を掘削したのち深部調査井を掘削し100MWのPPA交渉をする計画である。JICA(2014)では、ムベヤ地域のソングウェ・イラティル・ランボ地点が最有望地点として抽出された。 JICA(2014)ではタンザニアにおける地熱ポテンシャルは総計で678MWと試算されている。特にムベヤ地域では100MW以上の地熱ポテンシャルがあると想定されており、開発が有望視されている。タンザニア国内で地熱開発の機運は高まっており、TANESCOの傘下にタンザニア版GDCであるTGDCが組織されているものの、同地域の詳細調査、構造試錐の実施および法制度整備を着実に実施していく必要がある。
今後の協力	2014年11月現在、TGDCがGRMFにMbeyaの試掘・資源量評価の要請書を提出しており、その状況を踏まえて今後の協力方針を検討する予定。

表 3.7.9　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（タンザニア）（2/2）



出典：JICA(2014)

図1　タンザニア国主要地熱地域位置図



出典：JICA(2014)

図2　ムベヤ地域におけるNa-K-Ca温度分布

文献	・JICA(2010)　アフリカ地熱開発に係る現状確認調査報告書. ・JICA(2014)　アフリカ地域東アフリカ地熱開発に係る情報収集・確認調査ファイナル・レポート（タンザニア）.

表 3.7.10　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（ウガンダ）

国名	ウガンダ　6
地熱発電設備/ポテンシャル	0　/　450 MW　0.0%　地熱発電/全発電設備: 0.0%
実施機関	エネルギー・鉱物資源開発省の地質調査・鉱物資源開発局: Department of Geological Survey and Mineral Development (DGSM or GSU)
我が国の協力	JICA: アフリカ地熱開発に係る現状確認調査(2010) アフリカ地域東アフリカ地熱開発に係る情報収集・確認調査(2013-2014)
主な他ドナーの協力	・アフリカ開発銀行（AfDB: Africa Development Bank）: DGSMは地熱調査のための資金援助（51.865百万米ドル）の要請書を提出済み(2012.12.12付)。主要地熱地域（Kibiro, Katwe, Panimur, Buranga）における詳細調査等、3本の深部調査井を含む。 ・アイスランド国際開発機構（ICEIDA）－世界銀行（WB）: Katweで探査権が切れた場合、追加調査70万米ドル援助検討。 ・ARGeo-UNEP: Kibiro地点の探査権が失効した後に地熱開発調査を実施する計画がある。 ・GRMF: 4か所の地表調査（Kibiro, Katwe, Panimur, Buranga）とKibiroで調査井掘削提案見込み。 ・UNU-GTP, KenGen and GDC: アイスランドでの地熱コース受け入れ。

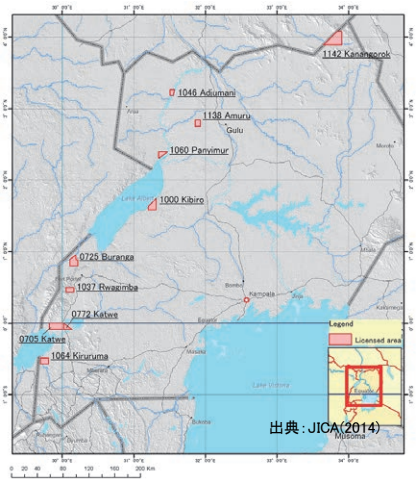
主な有望地点の開発状況

地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
Kibiro	開発進度								各国ドナーの調査後、2012年にMoberge Finance Limited が探査権取得。
	政府/民間	政府/民間	政府						
	ドナー	UNDP, ICEIDA, OPEC, IAEA							
Katwe	開発進度								ICEIDA、UNDPによる地表調査実施。WBにより6本の熱流量孔掘削(約300m)。2010年にCozumel Energy Ltdが西部地域、2011年にKatwe Geothermal Power Project Limitedが東部地域の探査権を取得。
	政府/民間	政府/民間	政府						
	ドナー	ICEIDA, UNDP	WB						
Panyimur	開発進度								ウガンダ政府によりDGSMが地表調査実施。2012年にPawakom International limited が探査権取得。
	政府/民間	政府/民間							
	ドナー								
Buranga	開発進度								BGRのGEOTHERMプロジェクトで地表調査実施(2005)。2011年にGIDS Consult Limited が探査権取得。
	政府/民間	政府/民間							
	ドナー	BGR							

地熱開発の概要	ウガンダにおける地熱地域は主としてリフトバレー沿いに分布している。全国規模の地熱資源調査は実施されていないが、1980年代にアメリカの調査機関がUNDPの調査で約450MWの地熱ポテンシャルを見積もっている。キビロ地域、ブランが地域およびカトゥウェ地域の3地域が主要な地熱地域とされた。また、石油探査によりパニムル地域の温度勾配が高いことが確認されている。地熱プロジェクトとしては、ICEIDAの資金援助でカトゥウェ地域とキビロ地域の地表探査を実施している。またBGRの支援によるブランガ地域の地表調査が実施されている。 ウガンダでは各ドナーにより地表調査および調査試錐が実施されていたが、ウガンダ政府では鉱物法の下、地熱探査権を発行した。しかし、ライセンスホルダーの調査が進展しないため、探査権の期限切れ後は政府主導の調査を検討している。DGSMは地熱に特化した組織をエネルギー部門から独立させた（2013）。
今後の協力	地熱探査権は3年で切れるため、期限切れ後に、これらの地域におけるウガンダ政府の調査支援が支援策の一つとしてあげられる。ただし、他のドナーも同様な調査を検討しているため、ドナー間の調整が必要である。総合的な知見から地熱開発調査のシナリオ作りを主導する必要がある。

出典：JICA(2014)

図1　ウガンダ国主要地熱地域位置図



出典：JICA(2014)

図2　ウガンダ国地熱探査権設定地域

文献	・JICA(2010)　アフリカ地熱開発に係る現状確認調査報告書. ・JICA(2014)　アフリカ地域東アフリカ地熱開発に係る情報収集・確認調査ファイナル・レポート（ウガンダ）.

表 3.7.11　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（グアテマラ）

国名	グアテマラ								7
地熱発電設備/ポテンシャル	49 / 3,320-4,000 MW 1.2-1.5% 地熱発電/全発電設備：2.2%（火原協，2014）								
実施機関	電力公社：Institute Nacional de Electrificacion (INDE)（有望地域の開発・発電権利を保有）								
我が国の協力	JICA								
主な他ドナーの協力	JICA、IDB、OPEC、OLADE、ROCP/USAID、EC、IEA								
主な有望地点の開発状況									
地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
Zunil Ⅰ	開発進度								設備容量：24MW 発電設備：ORMATとのBOO
	政府/民間	政府	政府	政府	政府	民間	民間	政府	
	ドナー	JICA							
Zunil Ⅱ	開発進度								プレF/S
	政府/民間	政府	政府	政府	政府				
	ドナー								
Amatitlan	開発進度								設備容量：25MW 開発及び建設・運転をORMATとのBOO
	政府/民間	政府	政府	政府	政府/民間	民間	民間	民間	
	ドナー	（JICA）			（JICA）				
Tecuamburro	開発進度								プレF/Sを米国ロスアラモス研究所支援、JETRO精査
	政府/民間	政府	政府	政府					
	ドナー			JETRO					
San Marcos	開発進度								地表調査によるF/S
	政府/民間	政府							
	ドナー	EC							
Moyuta	開発進度								
	政府/民間	政府							
	ドナー								
Totonicapan	開発進度								
	政府/民間	政府							
	ドナー	IAEA							
地熱開発の概要	グアテマラの電源構成は2013年時点で、水力51%、火力35%、バイオマス11%、地熱3%となっている。同国の総地熱ポテンシャルのうち約1,000MWが開発可能とされているが、既存の地熱発電所はスニル Ⅰ（24MW：ケツァルテンゴ県）とアマティトラン（25MW：グアテマラ県）の2箇所のみとなっている。スニル Ⅱに関しては、グアテマラ電力公社（INDE）が既に土地所有権および地熱資源開発権を保有していることから、公的セクターのプロジェクトとして、同社による開発を進める方針である。								
今後の協力	グアテマラ政府はINDEを通じ、スニル Ⅱにおける地熱開発を優先事業の一つとして推進し、必要な発電能力の増強および発電コストの低下を図る方針であることから、JICAに対し、スニル Ⅱでの地熱開発事業の実現を見据えて、今後の掘削調査や環境社会配慮評価等を実施するのに必要となる事前の情報の収集・確認調査の協力を要請した。								

出典：Bertani（2010）

図1　ガアテマラ国の地熱地域

【グアテマラの電力事業体制】
グアテマラでは送配電のロスや、技術・サービスの質の低さに加え、1986年以降、国家財政による発電部門の設備投資が滞り、1991年に大規模な停電が発生した。これ以降、電力産業の独占化の排除および自由市場の導入を中心とした国内電気事業の構造改革が開始された。
1992年公的融資が不足するなか、民間企業主導による発電事業投資が始められた。
1996年一般電力法が制定された。その骨子は次のとおり。
・電力規制機関の設置
・電力セクターにおける卸電力市場の導入と市場運営機構の設置
・INDE等の電力公社の発電、送電、配電事業の分割
1997年電力規制機関として国家電力委員会が設立された。
1998年卸売電力市場が導入され、市場運営機関として電力卸売機構が設立された。
その後、送配電部門における民間資本の参入が認められた。
（INDEは1996年の一般電力法により発電、送電、配電会社に分割され、配電部門は1998年に分割民営化された）

文献

JICA グアテマラ国地熱開発分析支援現地調査報告
Bertani R. (2010) Geothermal Power Generation in the World 2005-2010 Update Report. Proceedings World Geothermal Congress 2010.
Asturias F. and Grajeda E. C. (2010) Geothermal Resources and Development in Guatemala Country Update. Proceedings World Geothermal Congress 2010.

表 3.7.12　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（エルサルバドル）

国名	エルサルバドル								8
地熱発電設備/ポテンシャル	204 / 500 MW 40.8% 地熱発電/全発電設備：13.9%（火原協，2014）								
実施機関	LaGeo：INE（政府機関）とEnel Green Power (Italy)の共同所有、エルサルバドル大学								
我が国の協力	JICA：地熱環境専門家派遣(1998)								
主な他ドナーの協力	IDB、国連大学（アイスランド）、KfW、NDF								
主な有望地点の開発状況									
地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
Ahuachapan	開発進度								95MW：30MW×2基、35MW
	政府/民間	政府/民間	政府/民間	政府/民間	政府/民間	政府/民間	政府/民間	政府/民間	
	ドナー								
Berlin	開発進度								109.4MW：28MW×2基、9.4MW、44MW
	政府/民間	政府/民間	政府/民間	政府/民間	政府/民間	政府/民間	政府/民間	政府/民間	
	ドナー								
Chinameca	開発進度								50MWのF/S実施。深度1,900mで240℃の坑井あり。
	政府/民間								
	ドナー								
地熱開発の概要	エルサルバドルでは2つの主な地熱発電所（Ahuachapan、Berlin)があり、設備容量は約200MWであり、国全体の約25%の電力量を賄っている。両地域ではLaGeoにより運営されている。LaGeoは国の電力機関とイタリアのEnel Green Powerの共同所有である。エルサルバドルは中米で地熱開発が最も進んでいる国であり、2箇所で大規模な地熱発電プラントが稼働している。Ahuachapan地区はWB支援によって1975年に30MWで運転を開始した。その後、開発を進め1981年に95MWの規模で運転を行うまでになった。Berlin地区は1992年に5MWで運転を開始し、現在は109.4MWの設備容量を有している。1996年に水力発電以外の発電及び供給分野の自由化がなされており、地熱発電所は電力会社であるLaGeoにより運営されている。LaGeoは水力発電公社であり、CEL(62.8%)およびENEL（伊）(36.2%）が出資者となっている。また、LaGeoは上記以外に2つの有望サイトのコンセッションを有している。エルサルバドル政府は中南米地域の地熱トレーニングセンターを展開しており、これをIDB、NDFが支援している。								
今後の協力	エルサルバドル政府は、これまでの地熱開発の経験を、地域の地熱開発センターとして有効活用していく方針であり、IDBやNDFが支援を行ってきている。支援を活用し、エルサル大に域内の地熱関係者が集うコースを運営しており、地熱分野の域内センターとして機能しつつある。JICAとしては、域内地熱関係者が集まる場を活用し資源の絆の優秀な候補者獲得を行いつつ、今後地熱開発が期待される同地域の拠点となるエルサル大の地熱コース支援を検討する。								

出典：Bertani（2010）

図1　エルサルバドル国の地熱地域

文献	Bertani R. (2010) Geothermal Power Generation in the World 2005-2010 Update Report. Proceedings World Geothermal Congress 2010. Herrera R. Montalvo F. and Herrera A. (2010) El Salvador Country Update. Proceedings World Geothermal Congress 2010.

表 3.7.13　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（ニカラグア）（1/2）

国名	ニカラグア　9
地熱発電設備/ポテンシャル	150　/　1,519 MW　9.9%　地熱発電/全発電設備：12.6%（火原協，2014）
実施機関	Instituto Nicaraguense De Energia （IND）
我が国の協力	JICA：モモトンボ地熱発電所建設事業（1978.3、7,500百万円、部分アンタイド）
主な他ドナーの協力	IDB：2010年　San Jacinto－Tizate　地熱発電所プロジェクトに$40M融資 ICEIDA：5年間にわたる能力開発支援 IAEA：2001年～2004年にかけて同位体による調査を実施。 USAID：資金協力、技術協力。

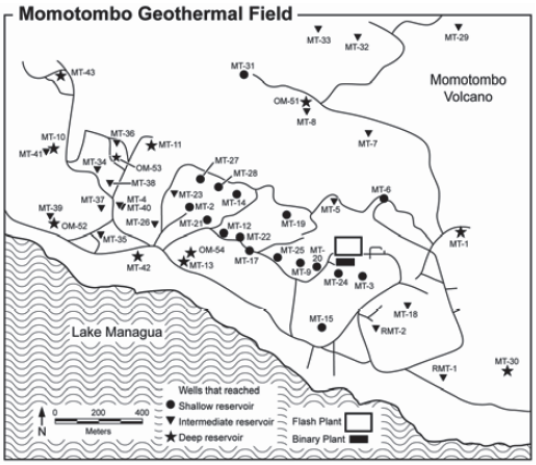
主な有望地点の開発状況　：

地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
San Jacinto-Tizate	開発進度								72MW、 探査・開発権：San Jacinto Power⇒Polaris Energy Nicaragua S.A.（PENSA） 2010年にIDBが$40M Loan 民間が運営。10MWのバイナリー（富士電機製）を2014年中に追加予定。
	政府/民間	政府(直営/委託)	政府(直営/委託)	政府(直営/委託)	民間	民間	民間	民間	
	ドナー	IDB？	IDB?	IDB?		IDB			
Momotombo	開発進度								35MW（1983）、35MW（1989）、7.5MW（2002） 探査・開発権：Ormat International Inc、 BOT contract（1999） 民間企業(Ormat）が運営。 2014年の契約失効。
	政府/民間	政府/民間	政府/民間	政府/民間	政府/民間	政府/民間	政府/民間	政府/民間	
	ドナー					JICA(1978)			
Castina-San Cristobal	開発進度								民間10社によるコンソーシアム。同コンソーシアムより開発権の申請済
	政府/民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	
	ドナー								
El Hoyo-Monte Galan	開発進度								民間が探査権を保有。調査井3本追加で掘削予定。
	政府/民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	
	ドナー								
Managua-Chiltepe	開発進度								追加で調査井掘削予定。
	政府/民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	
	ドナー								
Volcan Cosiguina	開発進度								2014年より2年間で貯留層評価実施予定。その後の開発は電力系統から大きく離れており留意する必要あり。
	政府/民間	政府	政府	政府					
	ドナー	IDB	IDB	IDB					
Caldera de Apoyo	開発進度								
	政府/民間	政府	政府	政府					
	ドナー	IDB	IDB	IDB					
Volcan Mombacho	開発進度								
	政府/民間	政府	政府	政府					
	ドナー	IDB	IDB	IDB					
Isla de Ometepe	開発進度								ニカラグア湖の湖島のため大規模な開発は難しい。
	政府/民間	政府	政府	政府					
	ドナー								

地熱開発の概要	ニカラグアの地熱調査はMomotomboとSan Jacinto地熱地域を対象として1960年代に開始された。Momotomboにおける商用運転は35MWで1983年に開始された。次いで1989年に35MWが追加された。1999年にはOrmat International Inc が15年間のBOT契約を結んだ。地熱マスタープランが2001年に作られ、2002年には地熱法が制定された。2001年から2004年にはIAEAが同位体を用いた調査実施した。2003年10月にはニカラグア政府は66MWを達成するためにSan Jacinto地熱地域の開発権をSan Jacinto Powerに与えた。2010年にはIDBがSan Jacinto-Tizate地熱発電所プロジェクト（PENSA)に$40M融資した。 その他、政府によりTripitapaやCaldera de Masaya等の開発が進んでいるがいずれも小規模。
今後の協力	ICEIDAの技術協力が2012年で終了しており、先方の要請が高い。

表 3.7.14　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（ニカラグア）（2/2）

図1　ニカラグア国の地熱有望地域　　出典：Sanyal et.al（2000）



出典：Mayorga（2005）

図2　地熱発電所と坑井位置

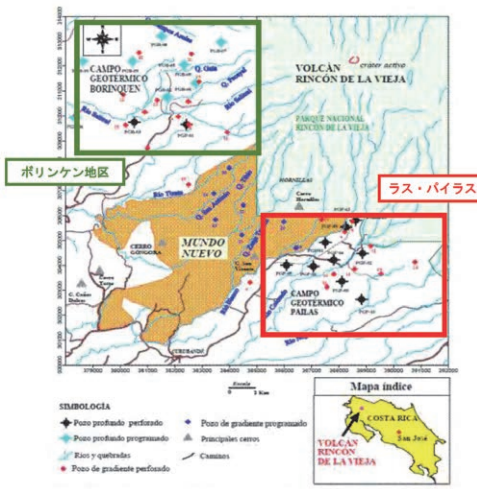
文献	Bertani R. (2010) Geothermal Power Generation in the World 2005-2010 Update Report. Proceedings World Geothermal Congress 2010. Fridriksson T. and Guevara G. (2010) Geothermal Capacity Building in Nicaragua. Proceedings World geothermal Congress 2010. Mayorga A. Z. (2005) Nicaragua Country Update. Proceedings World Geothermal Congress 2005. Sanyal S. K., Granados E. E., Henneberger R. C., Klein C. W., Velasquez L. and Zuniga A. (2000) Development of a Geothermal Master Plan for Nicaragua. Proceedings of World geothermal Congress 2000. IDBホームページ

表 3.7.15　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（コスタリアカ）

国名	コスタリカ								10
地熱発電設備/ポテンシャル	205 / 865 MW 23.7% 地熱発電/全発電設備：8.2%（火原協，2014）								
実施機関	コスタリカ電力公社：(ICE)								
我が国の協力	旧国際協力銀行（JBIC）：ラス・パイラス地熱地域のF/S JICA：ミラバジェス地熱発電事業（1985年円借款（IDB協調）） ラスパイラスⅡ地熱開発事業、ポリケンⅠ、Ⅱ地熱開発事業 JICA：コスタリカ国グアナカステ地熱発電開発事業協力準備調査								
主な他ドナーの協力	IDB								
主な有望地点の開発状況									
地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
MiraValles	開発進度								163MW、2003年
	政府/民間	政府	政府	政府	政府	政府	政府	政府	
	ドナー		IDB		IDB	OECF	OECF		
Las Pailas Ⅰ Las Pailas Ⅱ	開発進度								Ⅰ：42MW、2011年 Ⅱ：JICA（グアナカステ地熱開発事業協力調査）
	政府/民間	政府	政府	政府	政府	政府	政府	政府	
	ドナー			JICA	JICA	JICA/IDB			
Borinquen Ⅰ Borinquen Ⅱ	開発進度								JICA：グアナカステ地熱開発事業協力調査
	政府/民間	政府	政府	政府	政府	政府	政府	政府	
	ドナー			JICA	JICA	JICA/IDB			
地熱開発の概要	コスタリカではICEが1970年代から地熱資源探査を続けており、その成果をもとにミラバジェス地熱地帯でミラバジェスⅠ(55MW)が完成し、今日では同地熱地帯で5基の地熱発電設備（合計163MW)が稼働している。ラス・パイラス地域では2011年7月に42MWの地熱発電所（ラス・パイラスⅠ）が完成した。JICAでは1980年代からミラバジョス発電所建設に対して円借款を行い、同国の地熱開発事業を支援している。コスタリカ国の地熱エネルギーによる電力供給量の増強を支援すべく、2011年から2014年まで協力準備調査を実施した。その結果、ラス・パイラスⅡ、ポリンケンⅠおよびⅡの3つの地熱フィールドを対象とする円借款「グアナカステ地熱開発セクターローン」を形成した。このため、2014年よりコスタリカ国グアナステ地熱開発セクターローン実施促進調査（ラス・パイラスⅡ地熱貯留層評価支援）を実施する。 コスタリカは中南米では例外的に電力公社の民営化が実施されなかったこともあり、地熱開発を垂直統合的に実施する数少ない機関となっている。調査能力、掘削能力ともに十分であるものの、地熱貯留層評価については外部コンサルタントの知見を必要としている状況である。								
今後の協力	ラスパイラスⅡ(55MW)、ポリケンⅠ、Ⅱ(55MW×2)を含むグアナカステ地熱開発セクターローン（借款供与限度額約561億円）のE/N締結済みの状況。今後、ラスパイラスⅡおよびポリケンⅠ、Ⅱで両プロジェクトでLA予定。								

出典：Protti (2010)

図1　コスタリカ国の地熱地域



出典：JICA (2013)

図2　ポリケン地区、ラス・パイラス地区位置図

文献	JICA(2013) コスタリカ国グアナカステ地熱開発事業協力準備調査　ラス・パイラスⅡ Bertani R. (2010) Geothermal Power Generation in the World 2005-2010 Update Report. Proceedings World Geothermal Congress 2010. Protti A. M. (2010) Costa Rica Country Update Report. Proceedings World Geothermal Congress 2010.

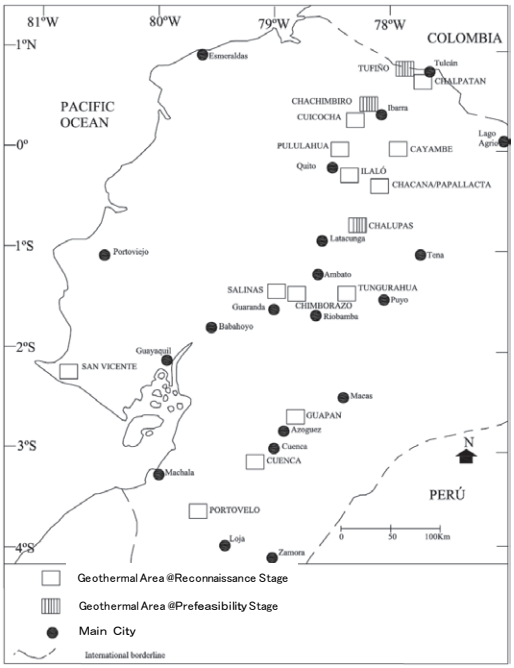
表 3.7.16　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（エクアドル）

国名	エクアドル　（3大地熱兆候地の資源量）	11
地熱発電設備/ポテンシャル	0　/　500 MW　0.0%　地熱発電/全発電設備: 0.0%	
実施機関	Ministry of Electricity and Renewable Energy (MEER) National Council for Electricity (CONELEC)	
我が国の協力		
主な他ドナーの協力	AQUATER(Italy) BRGM(France) ICEL:Instituto Colombia de Electrificacion(Colombia)	

主な有望地点の開発状況

地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
Tufino-Chiles	開発進度								Group A(High Temperature) 公共融資により554mまでの小口径調査井掘削。温度50℃
	政府/民間	政府	政府						
	ドナー	BRGM AQUATER							
Chachimbiro	開発進度								Group A(High Temperature) 公共融資により、物理探査実施。
	政府/民間	政府							
	ドナー	BRGM AQUATER							
Chalupas	開発進度								Group A(High Temperature)
	政府/民間	政府							
	ドナー	BRGM AQUATER							

地熱開発の概要	エクアドルの地熱開発調査は1970年代の中盤から1990年代前半にかけて公的機関が海外の技術的援助を受けて実施された。その結果最も有望なTufino-Chiles、Chalupas、Chachimbiroの3地域が抽出されその資源量は500MWとされた。INECEL(Insititute Ecuatoriano de Electrificacion, 現在廃止)、OLADE(Organizacion Latinoamericana de Energia)はAQUATER(Italy)、BRGM(France)、ICEL:Instituto Colombia de Electrificacion(Colombia)など海外の援助を受けて2グループの有望地を抽出した。その後調査は停滞したが、2008年には政府はMEERを通して以前INECELが設定した有望地の調査を再開した。エクアドル最初の地熱開発掘削井PGT-1(小口径)はTufino-Chiles地域でMEERにより554mまで掘削された。Chachimbiro地熱地域では1MUSDの公共融資により小口径掘削が実施された。 2013年10月29日ロシアと二国間協定を締結し、ロシアがエクアドルの水力、地熱発電において協力することが具体化された。これはエル・オロ県Termogas Machala地熱発電所の建設(187MW)に1億9千5百万ドルの投資。
今後の協力	エクアドルでは有望地域は抽出されているが、調査が進んでいない。このため、エクアドル全体の地熱地域の状況を把握するための基礎調査(情報収集調査)の実施が望まれる。



出典:Beate (2010)

図1　エクアドル国の地熱地域

文献	Beate B. and Salgado R. (2010) Geothermal Country Update for Ecuador, 2005-2010. Proceedings World Geothermal Congress 2010. 一般社団法人ラテンアメリカ協会HP.

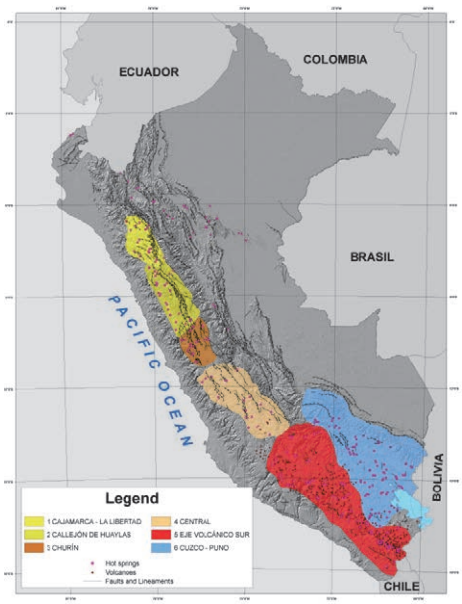
表 3.7.17　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（ペルー）

国名	ペルー	12
地熱発電設備/ポテンシャル	0　/　3,000 MW　0.0%　地熱発電/全発電設備：0.0%	
実施機関	エネルギー鉱山省：Ministerio de Energia Mines （MEM） 地質・鉱山・金属調査所：Instituto Geologico Minero Metalurgico (INGEMMET)	
我が国の協力	JICA：ペルー共和国　地熱発電開発マスタープラン策定	
主な他ドナーの協力		

主な有望地点の開発状況

地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
Tutupaca, Crucero, Calacoa-Putina, Pinaya, Puqiou	開発進度								JICAマスタープラン調査 開発優先順位ランクA地域， 探査権が付与されている。
	政府/民間	政府/民間							
	ドナー	JICA							

地熱開発の概要	ペルーにおける初めての地熱調査は1970年代に温泉鉱泉の調査から開始され。しかし、ペルーではこれまで地熱発電開発に取り組んでいないため、地熱発電開発の体制は整っておらず、開発や運転・管理の知識や技術もなく、地熱資源は利用されないままの状態となっていた。このため、ペルー政府は地熱発電開発マスタープラン作成の協力を日本政府に要請した。 ペルーにおける主要な6地熱地域は、Cajamarca-La Libertad, Callejon de Huaylas, Churin, Central, Eje Volcanico Sur and Cuzco-Punoである。 地熱開発マスタープランでは開発優先順位はランクA～Dに区分され、ランクAとBの地点での開発により640MW前後の地熱発電が期待される。特に地熱資源は南部地域で豊富である。地質資源法により探査権と開発権が設定されている。ランクAの地点は有望地域の中で探査権が付与されている地点である。2011年12月時点で申請書類が受理されているのは98件で探査権が付与されたのは20件である。探査権は2011年2月から付与され始めているが、これまでに開発権の取得に至った地点はない。
今後の協力	ペルーでは地熱開発マスタープラン調査が実施されており、その結果を基に有望地域での詳細調査の実施が望まれる。



出典：Vargas & Cruz (2010)

図1　ペルー国地熱地域位置図

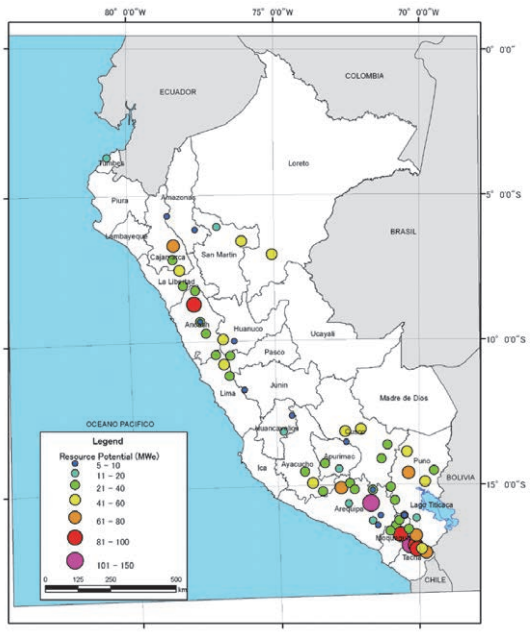


図2　ペルー国地熱資源量分布図　　出典：JICA (2012)

表1　ペルー国地熱開発有望地域　　出典：JICA (2012)

Rank of Priority	Description	Geothermal Field	Possible Power Output(MW)	Total Possible Power
Rank A	Earlist development is expected. (The developlment would be done even without any support from the government)	Tutupaca	105	340
		Crucero	70	
		Calacoa-Putina	100	
		Pinaya	35	
		Puquio	30	
Rank B	Followie the Rank A (The authorization for wxploration is to be waited for)	Chivay-Pinchollo	150	300
		Ancocollo	90	
		Ccollo/Titire	35	
		Ulucan	25	
Rank C	Relatively early development is expected, but the resource potential is to be confirmed	Caliioma	5	(60)
		Huancarhuas	(30)	
		Paila del Diablo	(15)	
		Paratca	(10)	
Rank D-1	The resource potential is to be confirmed. (Based on the existing data, high potential resource can be expected	17 fields (including Chancos and Jesus Maria)	-	Unknown
Rank D-2	The resource potential is to be confirmed. (Based on the existing data, the existence of high potential resource cannot be expected)	24 fields	-	Unknown

文献	JICA(2008) ペルー共和国　地熱発電開発マスタープラン策定に係る協力準備調査報告書 JICA(2012) ペルー国　地熱発電開発マスタープラン調査ファイナルレポート Vargas V. and Cruz V. (2010) Geothermal Map of Peru. Proceedings World Geothermal Congress 2010.

表 3.7.18　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（ボリビア）

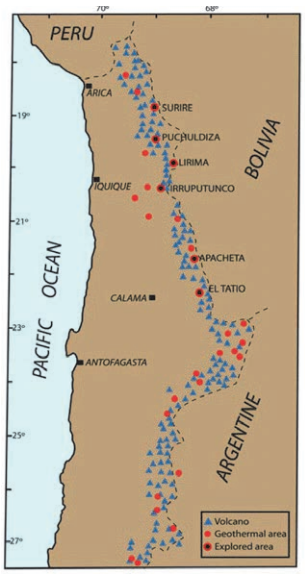
国名	ボリビア								13
地熱発電設備/ポテンシャル	0 / ー MW 0.0% 地熱発電/全発電設備: 0.0%								
実施機関	ボリビア電力公社：Empresa Nacional de Electricidad(ENDE)								
我が国の協力	JICA：ボリビア国ラグナ・コロラダ地熱発電所建設事業準備調査(2010) ボリビア国ラグナ・コロラダ地熱発電所建設推進プロジェクト(2013) ボリビア多民族国「ラグナ・コロラダ地熱発電所建設事業（第一段階第一期」（一般アンタイド）2,495百万円 METI/JETRO：地熱資源開発フィージビリティスタディ（2007）								
主な他ドナーの協力	IDB								
主な有望地点の開発状況									
地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
ラグナ・コロラダ	開発進度								2007年MRTI/JETROにより地熱資源開発（貯留層評価含）F/S実施。
	政府/民間	政府	政府	政府	政府	政府	政府	政府	
	ドナー		イタリア	METI/JETRO, JICA	JICA	JICA/IDB			
	開発進度								
	政府/民間								
	ドナー								
地熱開発の概要	南西部ポトシ県ソル・デ・マニャナ地域では1980年代後半から90年代前半にかけ6本の深部掘削が行われており、250℃を越える高温が確認された。また新規地熱発電プロジェクトは最大100MW規模と推定され、電力セクター全体にとって優先プロジェクトと位置づけられている。地熱発電の40年以上にわたる経験を持つ我が国の技術と資金による協力が要請された。これを受けてJICAは2009年より2010年にかけて円借款事業「ラグナ・コロナダ地熱発電所建設事業」の準備を行った。さらに発電所設計に必要なデータ取得やENDEの実施体制強化を目的にプロジェクトが実施された。2014年7月にはボリビア政府との間に50MWの地熱発電所建設するための生産井掘削およびコンサルティングサービスのための円借款契約が調印された。 建設予定地から基幹送電線への接続(230kV172km)については、IDBが支援予定。高所での地熱発電所建設であることおよび実施機関であるENDEの実施能力の低さが懸念事項となっている。								
今後の協力	ラグナコロラダ地熱開発事業の動向を見極め、必要に応じて支援内容を検討する。 実施機関の能力不足も懸念事項であり、支援ニーズは一定以上にあると想定される。								

図1　ボリビア国の地熱地域

文献	JICA(2013) ボリビア国ラグナ・コロラダ地熱発電所建設推進プロジェクト事業完了報告書 JICAホームページ

表 3.7.19　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（チリ）

国名	チリ								14
地熱発電設備/ポテンシャル	0 / 16,000 MW 0.0% 地熱発電/全発電設備: 0.0%								
実施機関	チリ経済開発公社：Chilean Development Corporation (CORFO) チリ地質鉱物局：National Geological Survey of Chile (SERNAGEOMIN) チリ石油公社：National Oil Company (ENAP) チリ地熱公社：ENG（ENEL51%、ENAP49%）								
我が国の協力	JICA：プチュルディサ地区地熱発電所開発計画調査(1978-1981)								
主な他ドナーの協力	UNDP								
主な有望地点の開発状況									
地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
EL Tatio	開発進度								40MWの発電所計画
	政府/民間	政府/民間	民間	民間	民間				
	ドナー	UNDP							
Puchuldiza	開発進度								
	政府/民間	政府/民間	（政府）/民間	民間					
	ドナー	UNDP、JICA	JICA						
Calabosos	開発進度								発電所建設はENG(計200MW) 稼働予定：2011-2017
	政府/民間	政府/民間	民間	民間	民間				
	ドナー	UNDP							
Chillan	開発進度								発電所建設はENG(計160MW) 稼働予定：2011-2017
	政府/民間	政府/民間	民間	民間	民間				
	ドナー	UNDP							
地熱開発の概要	チリにおける地熱調査は北部地域において1968年より開始したチリ経済開発公社（CORFO）とUNDPにおける調査である。この調査では多数の地熱地域の初期調査が実施され、選択された地域で地質、地化学、物理探査が実施された(1968-1976)。1978-1981年にはJICAにより地表調査、掘削調査が実施された。この調査では深度1157mで201℃が確認された。その後の掘削調査とF/S調査がEL TatioとPuchuldizaで実施された。その後のチリ大学と地質鉱物局（SERNAGEOMIN)の調査が実施された。2000年には政府により地熱法が制定された。2005年以降地質図が発行されていない地熱地域おいてSERNAGEOMINが詳細な地質調査を実施し、CORFOは投資前の地熱調査に融資している。近年では地熱調査活動が活発化しており、詳細調査はチリ石油公社だけでなく民間会社も実施している。20地域の地熱地域で数社の民間会社により調査が実施されており、El Tatioでは40MWの地熱発電所が計画されている。 北部では6地熱兆候地の調査がENG、NGC、ENAP＆Antofgasta、他鉱山会社により実施されている。調査が実施されている地域はPuchuldiza、El Tatioなどである。中央ー南部地域では7地域（Calabozos、Chillanなど）がENG、チリ大学、民間会社により調査中である。								
今後の協力	チリでは火山列に沿って地熱開発有望地域が分布しており、今後の地熱開発を促進するための情報収集調査の実施が望まれる。								



出典：Lahsen et al.(2010)

図1　チリ国北部の地熱地域

出典：Lahsen et al.(2010)

図2　チリ国南部の地熱地域

【地熱法（地熱エネルギー・コンセッション法】
地熱法は2000年1月に公布され、地熱エネルギーの探査。開発を行うための免許を民間企業に供与する枠組みを定めている。さらに鉱業省（SERNAGOMIN)の調査に基づき、地熱発電所用地熱エネルギー源になると推定される地域を公示している。

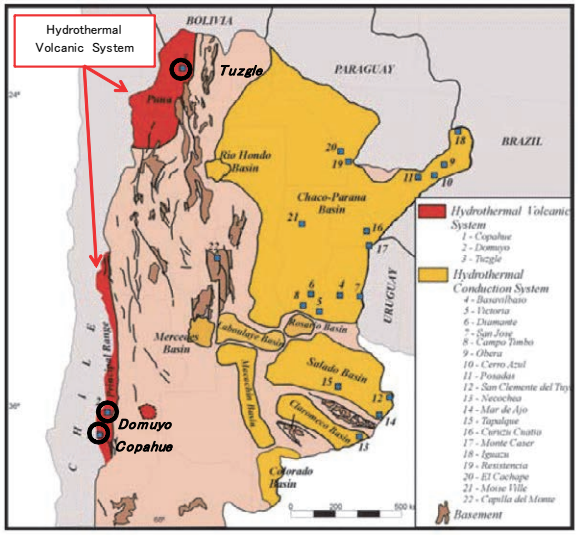
対象面積：探査(10万ha)、開発(2万ha)
対象期間：探査(2年間,、ただし2年間追加可)、
　　開発（無期限、ただし未開発等失効あり）

文献

Bertani R. (2010) Geothermal Power Generation in the World 2005-2010 Update Report. Proceedings World Geothermal Congress 2010.
Lahsen A., Munoz N. and Parada M. A. (2010) Geothermal Development in Chile. Proceedings World Geothermal Congress 2010.
坂井定倫・米田一弘(1982) チリ共和国プチュルディサ地熱地帯の探査. 地熱, 19, 2, 79-90.
ジェトロデイリー通商弘報(2007) 地熱発電開発が活発化（チリ）. 平成19年12月12日, 6-8.

表 3.7.20　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（アルゼンチン）

国名	アルゼンチン								15
地熱発電設備/ポテンシャル	0 / ー MW 0.0% 地熱発電/全発電設備：0.0%								
実施機関	SEGEMAR （ネウケン州エネルギー公社：Ente Provincial de Energia del Neuquen (EPEN)） （地熱エネルギー地域センター：Centro regional de Energia geotermica del Neuquen(CREGEN)）								
我が国の協力	JICA：アルゼンチン共和国ネウケン州北部地熱開発調査(1982-1984) アルゼンチン共和国ネウケン州コパウエ地区地熱開発計画調査(1987-1992)								
主な他ドナーの協力									
主な有望地点の開発状況									
地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
Copahue	開発進度								COP-3坑（小口径）で約240℃（深度約1010m）、蒸気流量：9.4t/h、容積法により30MW
	政府/民間	政府	政府	政府					
	ドナー		JICA	JICA					
Domuyo	開発進度								
	政府/民間	政府							
	ドナー								
Tocomar	開発進度								
	政府/民間	政府							
	ドナー								
	開発進度								
	政府/民間								
	ドナー								
地熱開発の概要	アルゼンチンでは高エンタルピー地熱地域と低エンタルピー地熱地域に区分されて有望地が抽出されている。高エンタルピー地熱地域にはCopahu、Domuyo、Tuzgleの3地域がある。アルゼンチンでは1970年代の半ばから地熱調査が実施され、Copahu地域では国による調査が実施され、地表調査とともに熱流量孔も17孔掘削されている。1979年以降COP-1、COP-2が掘削され200℃以上の高温が確認されていた。1987-1992年にはJICAによりCOP-3の掘削、総合評価が実施された。1988年にはCOP-1を利用して0.67MWのバイナリーパイロットプラントが運転された。								
今後の協力	アルゼンチンでは今後の地熱開発を促進するための基礎調査（情報収集調査）の実施が望まれる。								



出典：Pesce (2010)

図1　アルゼンチン国の地熱プロジェクト地域

ADVANCE GRADE		PROVINCE	PROYECT NAME	
High Entalpia	Production	Neuquen	Copahue	
	Development	Neuquen	Domuyo	
		Jujuy	Tuzgle	
Low Entalpia	Exploitation	Entre Rios	Basavilbaso	Chaco-Parana Basin
			Victoria	
			Diamante	
			San José	
		Santa Fe	Campo Tumbó	
		Misiones	Obera	
			Cerro Azul	
			Posadas	
		Buenos Aires	San Clemente del Tuyu	Salado Basin
			Necochea	
			Mar de Ajo	
	Development	Buenos Aires	Tapalqué	Chaco-Parana Basin
		Corrientes	Curuzú Cuatiá	
			Monte Casero	
	Pre-feasibility	Misiones	Iguazu	
		Chaco	El Cachape	
		Santa Fe	Moises Ville	

出典：Pesce (2010)

表1　アルゼンチン国の最近5年の地熱プロジェクト

文献	Pesce A. H. (2010) Argentina Country Update. Proceedings World Geothermal Congress 2010. 藤田武敏・阿部　信・山田　守・中西繁隆・戸高法文(1996)　アルゼンチン共和国コパウエ地域の地熱開発調査. 地熱, 33, 1, 39-55.

表 3.7.21　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（カリブ島嶼国）

国名	カリブ島嶼国（ドミニカ、グレナダ、セントビンセント、セントルシア）						16
地熱発電設備/ポテンシャル	ドミニカ:	O	/	300 MW	0.0%	地熱発電/全発電設備: 0.0%	
	グレナダ:	O	/	― MW	0.0%	地熱発電/全発電設備: 0.0%	
	セントビンセント:	O	/	100 MW	0.0%	地熱発電/全発電設備: 0.0%	
	セントルシア:	O	/	170 MW	0.0%	地熱発電/全発電設備: 0.0%	
実施機関	ドミニカ：公共事業・エネルギー港湾省 グレナダ：財務・企画・エネルギー セントビンセント：首相府エネルギーユニット、電力会社 セントルシア：公共サービス・持続的開発・エネルギー・化学技術省						
我が国の協力							
主な他ドナーの協力	IDB：SEEC（Sustainable Energy for Eastern Caribbean）、資金協力						

主な有望地点の開発状況

地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
Roseau Valley（ドミニカ）	開発進度								10-15MWのプラントを2017年までに運開予定。
	政府/民間	政府(委託)	政府(委託)	政府(委託)	政府(委託)				
	ドナー	IDB、EU Espaces Caraibes	IDB Espaces Caraibes	IDB Espaces Caraibes					
La Soufriere（セントビンセント）	開発進度								Reykjavik Geothermal社が詳細調査実施中。14年後半までに試掘を行うか決定予定。
	政府/民間	政府(委託)	政府(委託)	政府(委託)					
	ドナー	UNDP							
Sulfur Springs（セントルシア）	開発進度								ORMATがコンセッション保有。
	政府/民間	民間							
	ドナー								
	開発進度								
	政府/民間								
	ドナー								

地熱開発の概要	4カ国共通：いずれも島嶼国でもともと電力需要も高くないため、小規模な地熱発電(5MW程度)の場合、ディーゼル発電＋再生可能エネルギーによるハイブリッド発電との比較が必要。 ドミニカ：このほかSoufriere Area、Morne au Diable、Champagne、Glionでも開発計画があるが、いずれも調査未実施でポテンシャルは未定。ドミニカ政府は、探査と資源利用をそれぞれ「地熱探査契約」、「地熱探査契約」、「地熱資源セクション契約」に集約しコンサルタントと契約する予定。将来的には大規模な地熱プラントを設置し、近隣の仏領グアドループ等に海底ケーブル等で輸出する計画あり。 グレナダ：政府は地熱開発に取り組む予定で、地熱ポテンシャル調査を実施予定だが、環境団体からの反発を受け、調査は未実施。 セントビンセント：政府は地熱開発には積極的で、地熱資源ポテンシャルに関する調査は複数回実施されているが、試掘データが無く、地熱貯留層の位置は特定されていない。 セントルシア：政府は民間による地熱開発を想定しているが、開発に乗り出す企業は少なく、地熱開発は進んでいない。
今後の協力	地熱ポテンシャルに係る調査への協力。 いずれも小規模（5-20MW)程度の発電容量のため、本邦プラントメーカーの進出は望みが薄い。

出典：Huttrer (2010)

図1　カリブ島嶼地域位置図

文献	Huttrer G. W. (2010) 2010 Country Update for Eastern Caribbean Island Nations. Proceedings World Geothermal Congress 2010.

表 3.7.22　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（メキシコ）

国名	メキシコ								17
地熱発電設備/ポテンシャル	983 / 6,000 MW 16.4% 地熱発電/全発電設備：1.7%（火原協，2014）								
実施機関	メキシコ電力公社：Comission Federal de Electrisidada (CFE)								
我が国の協力	JICA：ラ・プリマベーラ地熱開発計画調査(1985-1989)								
主な他ドナーの協力									
主な有望地点の開発状況									
地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
Cerro Prieto	開発進度								720MW、1973-
	政府/民間	政府	政府	政府	政府	政府	政府	政府	
	ドナー								
Las Azufres	開発進度								188MW、1982-
	政府/民間	政府	政府	政府	政府	政府	政府	政府	
	ドナー								
Los Humeros	開発進度								40MW、1990-
	政府/民間	政府	政府	政府	政府	政府	政府	政府	
	ドナー								
Las Tres Virgenes	開発進度								10MW、2002-
	政府/民間	政府	政府	政府	政府	政府	政府	政府	
	ドナー								
地熱開発の概要	メキシコでは1960年代から調査が開始され、Cerro Prrieto(720MW)、Las Azufres(188MW)、Los humeros(40MW)、las tres Virgenes(10MW)の4地熱地域で発電所建設されている。すべての地域ではCFEにより運転管理されている。Cerro Priateはメキシコでは最も古く、最大の地熱地域であり、最初の発電所は1973～建設された。13のユニットからなり、総発電規模は720MWである。Las Tres Virgenesは最も新しく運転開始した地熱発電所で5MWのユニットが2セット設置されている。 わが国ではJICAが1985～1989年にかけてLa Primavera（現Cerritos Colorados)での地熱開発調査を実施した。Cerritos Coloradosでは75MW(25MW×3）の開発が進められている。								
今後の協力									

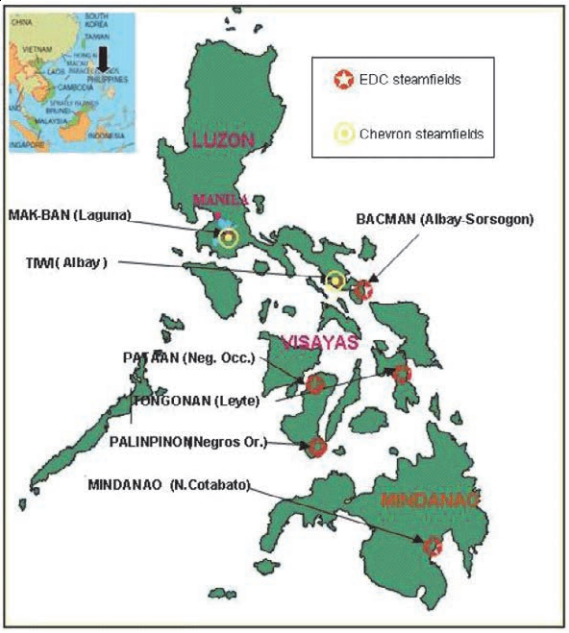
出典：Bertani（2010）

図1　メキシコ国の地熱地域

文献	Bertani R.（2010）Geothermal Power Generation in the World 2005-2010 Update Report. Proceedings World Geothermal Congress 2010. Gutierrez-Negrin L. C.A., Maya-Gonzalez R. and Quijano-Leon J. L.（2010）Current Status of Geothermics in Mexico. Proceedings World geothermal Congress 2010. 村岡洋文（2009）世界と日本の地熱発電開発の現状と将来．燃料電池，9，1，122-127.

表 3.7.23　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（フィリピン）

国名	フィリピン								18
地熱発電設備/ポテンシャル	1,904 / 6,000 MW 31.7% 地熱発電/全発電設備：11.6%（火原協，2014）								
実施機関	Philippine Department of Energy (DoE) Energy Development Corp. (EDC) Chevron Geothermal Philippines Holding Inc. (CGPHI) Aboitiz Power Renewables（APRI）								
我が国の協力	JICA：ブギアス地域地熱開発計画調査(1980-1982)、アクパン・イトゴン地区地熱開発計画調査(1982-1985)								
主な他ドナーの協力									
主な有望地点の開発状況									
地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
Makiling-Banahaw, Tiwi	開発進度								・Operater：CGPHI/APRI ・Plant、O&MはNPC売却⇒APRI、CGPHIはUnocalより譲渡される。 【設備容量】 ・Makiling-Banahaw（Mak-Ban）：457.7MW ・Tiwi：334MW
	政府/民間	民間（CGPHI）	民間（CGPHI）	民間（CGPHI）	民間（CGPHI）	政府⇒民間（APRI）	政府⇒民間（APRI）	政府⇒民間（APRI）	
	ドナー								
Tongonan、Palinpinon、Mindanao、Pataan	開発進度								・Operater：EDC 【設備容量】 ・Tongonan：715.89MW ・Palinpinon：192.5MW ・Mindanao：103.23MW ・Pataan：41.37MW
	政府/民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	
	ドナー								
Bacon-Manito	開発進度								・Operater：EDC 【設備容量】 ・Bacan-Manito：150MW
	政府/民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	
	ドナー								
地熱開発の概要	フィリピンは世界第2位の地熱発電国で設備容量は1.9GWに上る。2005年以降、政府のエネルギーセクターの民営化方針による大きく情勢が変化している。EDCは国の地熱開発の監督者で変わりはないが、PNOC-EDCは2007年に完全民営化しLEDCとなり、地熱開発では垂直統合された会社となった。また、最大の民営化行為はNPCが発電所を民間に売却したことである。その結果フィリピンの地熱業界はCGPHI、EDC、APRIの3社が台頭している。								
今後の協力									



出典：Ogena et al. (2010)

図1　フィリピン国の地熱発電所

出典：Ogena et al. (2010)

図2　フィリピン国の地熱開発地域

文献	Bertani, R. (2010) Geothermal Power Generation in the World 2005-2010 Update Report. Proceedings World Geothermal Congress 2010. Ogena, M.S., Sta. Maria, R.B., Stark, M.A., Oca, R. A. V., Reyes, A. N., Fronda, A. D. and Bayon, F. E. B. (2010) Philippine Country Update: 2005-2010 Geothermal Energy Development. Proceedings World geothermal Congress 2010. Ogena, M. S. (2011) Philippine Geothermal Industry Update 2011. Proceedings of the 9th Asian Geothermal Symposium 2011. 村岡洋文 (2009) 世界と日本の地熱発電開発の現状と将来. 燃料電池, 9, 1, 122-127.

表 3.7.24　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（インドネシア）（1/2）

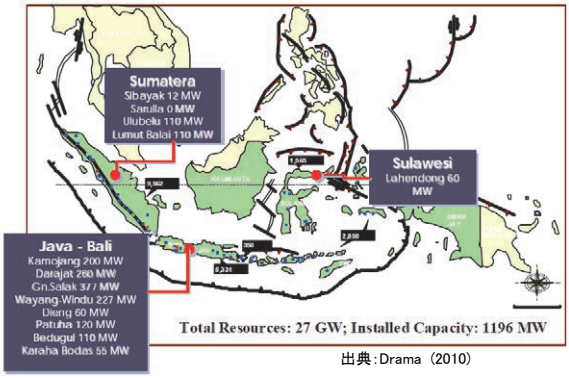
国名	インドネシア　19
地熱発電設備/ポテンシャル	1,341 / 28,635 MW　4.7%　地熱発電/全発電設備：3.8%（火原協，2014）
実施機関	地下資源局：Center for Geological Resources (CGR) エネルギー鉱物資源省鉱物石炭地熱総局：Dirctorate general of Minerals, Coal and Geothermal(DGMCG) インドネシア国エネルギー鉱物資源省：Ministry of Energy and Mineral Resources インドネシア国営石油会社：PT. Pertamina (Persero) プルタミナ地熱エネルギー会社：Pertamina Geothermal Energy (PGE) 国営電力会社：PT. PLN (Persero)
我が国の協力	JICA：地熱開発マスタープラン調査(2005-2007) 地熱及びその他の再生可能エネルギーへの民間投資拡大策に関する調査(2008-2009) 独立発電事業体による地熱発電事業への参入促進制度に関する調査(2010-2011) JICA（円借款）： 2004年　ラヘンドン地熱発電所拡張事業（5,866百万円、タイド、PLN） 2005年　ウルブル地熱発電所建設事業(20,288百万円、一般タイド、PLN) 2006年　カモジャン地熱発電所拡張事業(995百万円、アンタイド、PLN・PERTAMINA) 2011年　ルムットバライ地熱発電所（26,966百万円、アンタイド、PERTAMINA） 2011年　地熱開発促進プログラム(5,104百万円、一般タイド、PLN)
主な他ドナーの協力	WB、アジア開発銀行

主な有望地点の開発状況

地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
Kamojang	開発進度								Total: 200MW 250kW(1978), 30MW(1982), 110MW(1987): WB(US$61M)
	政府/民間	政府(PGE)	政府(PGE)	政府(PGE)	政府(PGE)	政府(PLN)	政府(PLN)	政府(PLN)	
	ドナー					WB, JICA			
Sibayak	開発進度								12MW、1996～
	政府/民間	政府(PGE)	政府(PGE)	政府(PGE)	政府(PGE)	政府(PGE)	政府(PGE)	政府(PGE)	
	ドナー								
Darajat Phase Ⅰ	開発進度								Total: 260MW Phase Ⅰ: 55MW(1994) JOC: Amoseas Indonesia Inc. (subsidiary of Chevron) and Pertamina
	PⅠ政府/民間	政府・民間JV	政府・民間JV	政府・民間JV	政府・民間JV	政府(PLN)	政府(PLN)	政府(PLN)	
	ドナー								
Darajat Phase Ⅱ, Ⅲ	開発進度								Total: 260MW PhaseⅡ: 95MW(1999) PhaseⅢ: 110MW(2008) JOC: PGE and Chevron
	政府/民間	政府・民間JV	政府・民間JV	政府・民間JV	政府・民間JV	政府・民間JV	政府・民間JV	政府・民間JV	
	ドナー								
Dieng	開発進度								Total: 60MW HCE (Himpurna California International) ⇒ Geo Dipa Energy
	政府/民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	
	ドナー								
Gunung Salak	開発進度								Total: 377MW Unocal ⇒ Chevron
	政府/民間	民間	民間	民間	民間	政府	政府	政府	
	ドナー								
Lahendong	開発進度								Total: 60MW Unit I: 20MW (2002) Unit II: 40MW (2009) PGE/PLN
	政府/民間	政府	政府	政府	政府	政府	政府	政府	
	ドナー					JICA			
Wayang Windu	開発進度								Total: 227MW Mandala Magma Nusantara BV
	政府/民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	
	ドナー								
New WKP	開発進度								
	政府/民間								
	ドナー								

地熱開発の概要	インドネシアでは1974年にKamojangにてPertaminaが地熱調査を開始し、250kWの小規模地熱発電所が設置された。PLNは1982年に30MWの地熱発電所の最初の商用運転を開始した。2010年には7箇所の地熱発電所は稼働しており、設備容量は1,196MWである。それらはDarajat(260MW)、Dieng(60MW)、Kamojang(200MW)、Gumung Salak(377MW)、Sibayak(12MW)、Lahendong(60MW)、Wayang Windu(227MW)である。 インドネシアでは自国の地熱資源を有効利用として2000年以降インドネシアでは各種の政策目標、法的枠踏みが整備された。2003年には地熱法が制定された。2004年には地熱開発ロードマップが制定され、2005年には2025年の目標が9,500MWと設定された。また、電力開発クラッシュプログラムⅡ(2010-2014)では地熱発電の割合は約40%の4,000MWである。
今後の協力	

表 3.7.25　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（インドネシア）（2/2）



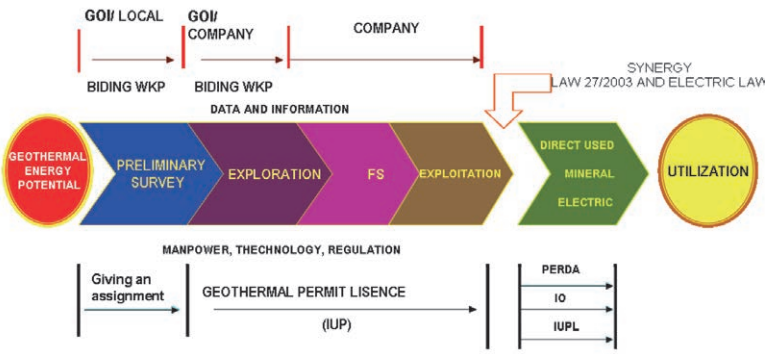
出典：Drama（2010）

図1　インドネシア国の地熱発電所

表1　インドネシア国の地熱資源量

出典：Munander (2013)

No	ISLAND	NUMBER OF LOCATION	POTENCY OF GEOTHERMAL ENERGY (MMe)					Total Potency	Installed (MWe)
			Resources		Reserves				
			Speculative (MWe)	Hyphotetic (MWe)	Possible (MWe)	Probable (MWe)	Proven (MWe)		
1	Sumatera	90	3089	2427	6867	15	380	12778	122
2	Jawa	71	1710	1826	3708	658	1815	9717	1134
3	Bali-Nusa Tenggara	28	360	417	1013	0	15	1805	5
4	Kalimantan	12	145	0	0	0	0	145	
5	Sulawesi	65	1323	119	1374	150	78	3044	80
6	Maluku	30	545	97	429	0	0	1071	
7	Papua	3	75	0	0	0	0	75	
	Total	299	7247	4886	13391	823	2288	28635	1,341
			12,133		16,502				
			28,635						



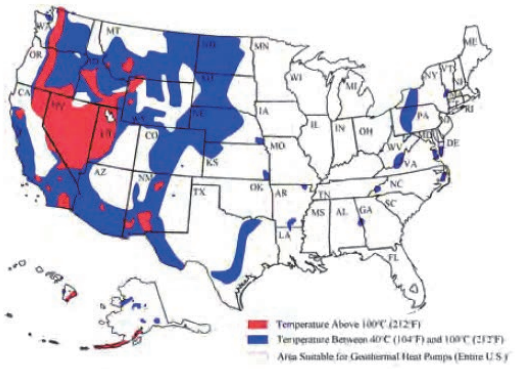
出典：Munander (2013)

図2　地熱法による地熱開発チャート

文献	Bertani, R. (2010) Geothermal Power Generation in the World 2005-2010 Update Report. Proceedings World Geothermal Congress 2010. Darama S., Harasoprayitno S., Setiawan B., Hadyanro, Sukhyar R., SoedibjoA. W., Ganefianto N. and Stimac J. (2010) Geothermal Energy Update: Geothermal Energy development and Utilization in Indonesia. Proceedings World Geothermal Congress 2010. Munandar A. and Widodo S. (2013) Geothermal Resources Development in Indonesia. Proceedings of the 10th Asian Geothermal Symposium 2013.

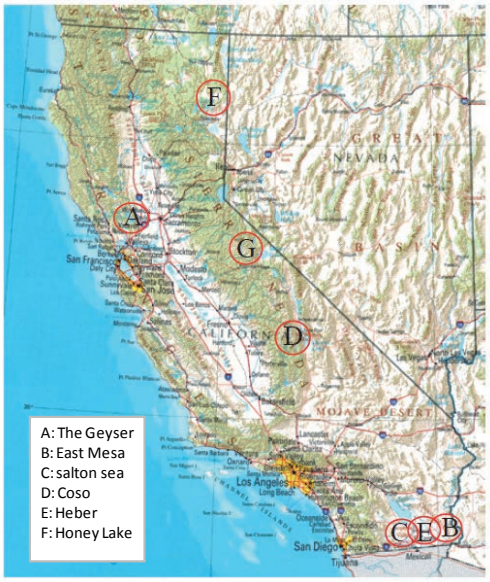
表 3.7.26　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（アメリカ）

国名	アメリカ								20
地熱発電設備/ポテンシャル	3,129 / 30,000 MW 10.4% 地熱発電/全発電設備：0.3%（火原協，2014）								
実施機関	Calpine Northern California Power Agency Ormat, CalEnergy Terra Gen, Magma, Nevada Geothermal Power								
我が国の協力									
主な他ドナーの協力									
主な有望地点の開発状況									
地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
The Geysers (California)	開発進度								1,585MW Calpine and Northern California Power Agency
	政府/民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	
	ドナー								
Imperial Valley (California)	開発進度								Total: 654MW East-Mesa: 120MW Heber: 205MW Salton Sea: 329MW Ormat, CalEnergy
	政府/民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	
	ドナー								
Coso (California)	開発進度								270MW Terra gen
	政府/民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	
	ドナー								
Nevada	開発進度								442MW Enel Green Power Ormat, Terra Gen, Magma Nevada Geothermal Power
	政府/民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	
	ドナー								
地熱開発の概要	地熱発電所はCalifornia（2,553MW), Nevada (442MW), Utah (46MW), Hawaii (35MW)に位置し、最近ではAlaska, Idaho, New Mexico, Oregon, Whyomingに514MWの発電設備が設置された。2大地熱発電設備設置地域はGeysersがある北部CaliforniaとImperial Valley の南部Californiaである。								
今後の協力									



出典：Lund et al. (2010)

図1　アメリカ国の地熱資源分布地域



出典：Lund et al. (2010)

図2　カリフォルニア州の地熱発電所分布地域

文献	Bertani R. (2010) Geothermal Power Generation in the World 2005-2010 Update Report. Proceedings World Geothermal Congress 2010. Lund J. W., Gawell K., Boyd T. L. and Jennejohn D. (2010) The United State of America Country Update 2010. Proceedings World Geothermal Congress 2010. 村岡洋文（2009）世界と日本の地熱発電開発の現状と将来．燃料電池, 9, 1, 122-127.

表 3.7.27　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（イタリア）

国名	イタリア								21
地熱発電設備/ポテンシャル	883 / 3,270 MW 27.0% 地熱発電/全発電設備：0.8%（火原協，2014）								
実施機関	Enel Green Power（EGP）								
我が国の協力									
主な他ドナーの協力									
主な有望地点の開発状況									
地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
Larderello	開発進度								594.5MW
	政府/民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	
	ドナー								
Travale/Radicondoli	開発進度								160MW
	政府/民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	
	ドナー								
Mt. Amiata	開発進度								88MW
	政府/民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	
	ドナー								
地熱開発の概要	イタリアにおける2大地熱発電所（Larderello-Travale, Mount Amiata）はTuscanyに位置している。Larderelloでは1913年に世界で最初の250kWの地熱発電所が建設された。Larderelloは250km^{2}の地域に200本の坑井が掘削され150～270℃の温度が得られている。設備容量は22ユニットで594.5MW(2009)である。Travale/Radicondoliは50km^{2}の範囲に27本の坑井が掘削され、190～250℃の温度が得られている。設備容量は6ユニット、160MWで20MWの増設が計画されている。これらの地域では深度3000m、温度300-350℃が確認されている。Mount Amiataの設備容量は5ユニットで88MWである。地熱開発は国営電力会社のEnelによって実施されたが、民営化により2008年にはEnel Green Powerが設立され、イタリアの開発はEGPにより実施されている。								
今後の協力									

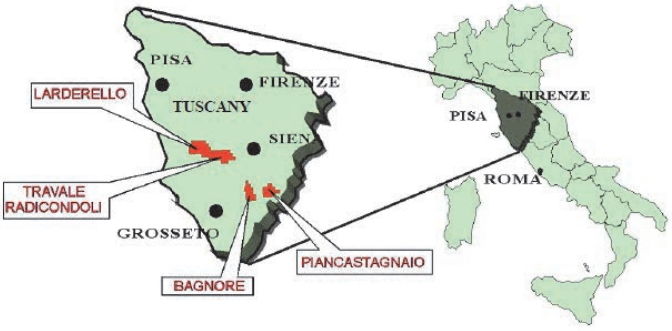
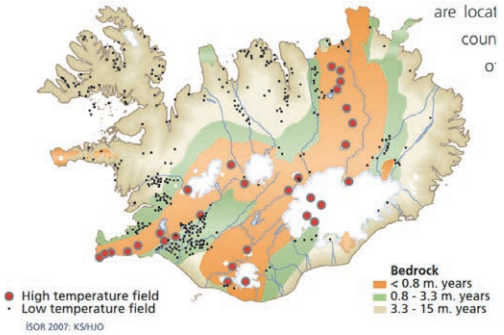


図1　イタリア国の地熱地域　　出典：Cappetti et al. (2010)

文献	Bertani R. (2010) Geothermal Power Generation in the World 2005-2010 Update Report. Proceedings World Geothermal Congress 2010. Cappetti G., Romagnoli P. and Sabatelli F. (2010) Geothermal Power Generation in Italy 2005-2009 Update Report. Proceedings World Geothermal Congress 2010. 村岡洋文（2009）世界と日本の地熱発電開発の現状と将来．燃料電池, 9, 1, 122-127.

表 3.7.28　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（アイスランド）

国名	アイスランド								22
地熱発電設備/ポテンシャル	660 / 5,800 MW 11.4% 地熱発電/全発電設備：26.2%（火原協，2014）								
実施機関	Reykjavik Energy HS-Ora								
我が国の協力									
主な他ドナーの協力									
主な有望地点の開発状況									
地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
Hellisheiði	開発進度								90MW(2006)→123MW(2007)→213MW(2008)→303MW(2011) Reykjavik Energy
	政府/民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	
	ドナー								
Nesjavellir	開発進度								30MW×2(1998)→120MW(2005) Reykjavik Energy
	政府/民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	
	ドナー								
Svartsengi	開発進度								1MW×2(1977)→72MW HS-Orka
	政府/民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	
	ドナー								
Reykjanes	開発進度								2006(100MW) HS-Orka
	政府/民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	
	ドナー								
Krafla	開発進度								1977(8MW)→ 1982(30MW)→ 1997(60MW)
	政府/民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	
	ドナー								
地熱開発の概要	アイスランドは地熱開発に適した状況にあり、地熱資源は発電と直接利用の両方に用いられている。地熱エネルギーは一次エネルギー供給の約69%を占めている。暖房もアイスランドでは重要な直接利用方法で、90%の家庭で利用されている。アイスランドでの地熱発電開発はこの15年で飛躍的に上昇している。2012年の設備容量は660MWに達している。主な地熱発電所はHellisheiði(303MW)、Nesjavellir (120MW)、Svartsengi (72MW)、Reykjanes (100Mw)、Krafla (60MW)がある。地熱開発は政府および地方自治体により進められてきたが、現在ではReykjavik Energy、HS-Orkaなどの民間企業により実施されている。Reykjavik Energyはレイキャビク市が株主であり、HS-Orkaは2009年にSundrunes Regional Heatingから分離設立され現在では民間企業となっている。								
今後の協力									



出典：Ragnarsson (2013)

図1　アイスランド国の火山岩分布と地熱地域

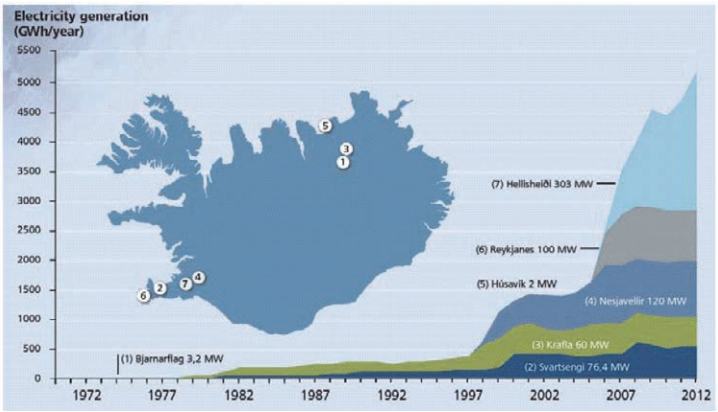


図2　アイスランド国の地熱発電開発の推移

出典：Ragnarsson (2013)

文献	Bertani R. (2010) Geothermal Power Generation in the World 2005-2010 Update Report. Proceedings World Geothermal Congress 2010. Ragnarsson A. (2010) Geothermal Development in Iceland 2005-2009. Proceedings World Geothermal Congress 2010. Ragnarsson A. (2013) Geothermal Energy Use, Country Update for Iceland. European Geothermal Congress 2013. 村岡洋文 (2009) 世界と日本の地熱発電開発の現状と将来. 燃料電池, 9, 1, 122-127.

表 3.7.29　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（ニュージーランド）

国名	ニュージーランド							23
地熱発電設備/ポテンシャル	762 / 3,650 MW 20.9% 地熱発電/全発電設備：8%（火原協，2014）							
実施機関	Contact Energy, Mighty River Power Tuaropaki Trust, Tauhara North No.2 Trust, NTGA (Ngati Tuwharetoa Geothermal Assets) Norske Skog Tasman,							
我が国の協力								
主な他ドナーの協力								
主な有望地点の開発状況								
地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
Wairakei Ohaaki	開発進度								232MW 103MW Contact Energy
	政府/民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	政府→民間	
	ドナー								
Mokai	開発進度								111MW Tuaropaki Power Company (Tuaropaki Trust and Mighty River Power)
	政府/民間	政府→民間	政府→民間	民間	民間	民間	民間	民間	
	ドナー								
Kawerau	開発進度								122MW NTGA (Ngati Tuwharetoa Geothermal Assets), Norske Skog Tasman, Mighty River Power
	政府/民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	
	ドナー								
Rotokawa	開発進度								31MW Tauhara North No.2 Trust, Mighty River Power
	政府/民間	政府→民間	政府→民間	民間	民間	民間	民間	民間	
	ドナー								
Nga Awa Purua (Rotokawa)	開発進度								140MW Mighty River Power Tauhara North No.2 Trust
	政府/民間	政府→民間	政府→民間	民間	民間	民間	民間	民間	
	ドナー								
地熱開発の概要	ニュージーランドにおける地熱発電設備容量は700MWを越えている。いくつかの開発中のプロジェクトを加えると2015年までに総発電設備の15%に達することが見込まれる。現在のところKawerau (122Mw)、Moakai (111MW)、Norathland (Ngawha) (25MW)、Reporoa(Ohaaki) (103MW)、Wairakei (232MW)の地熱発電所がある。また、Nga Awa Purualには2010年には単機では世界最大の140MWの地熱発電所が運転開始された。 ワイラケイ地熱発電所は1958年に運転開始した世界で2番目の地熱発電所である。次いでオハキ地熱発電所が1989年に運転開始した。ニュージーランドの地熱開発は政府により実施されていたが、民営化政策によりContact Energy社(1996)、Mighty River Power 社(1999)が設立され、民間による開発が促進された。							
今後の協力								

出典：NZGAホームページ

図1　ニュージーランド国の地熱地域

出典：NZGAホームページ

図2　ニュージーランド国タウポ地熱地域

文献	Bertani R. (2010) Geothermal Power Generation in the World 2005-2010 Update Report. Proceedings World Geothermal Congress 2010. Harvey C. C., WhiteB. R., Lawless J. V. and Dunstall M. G. (2010) 2005-2010 New Zealand Country Update. Proceedings World Geothermal Congress 2010. McLoughlin K., Campbell A. and Ussher G. (2010) The Nga Awa Purua Geothermal Project, Rotokawa, New Zealand. Proceedings World Geothermal Congress 2010. 村岡洋文 (2009) 世界と日本の地熱発電開発の現状と将来. 燃料電池, 9, 1, 122-127.

表 3.7.30　地熱開発段階別の政府/民間デマケーション（日本）

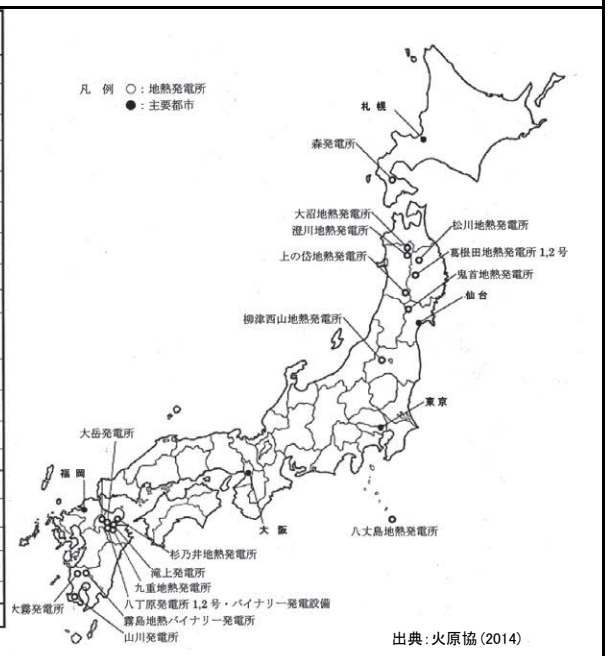
国名	日本								24
地熱発電設備/ポテンシャル	526.6 / 23,470 MW 2.2%　地熱発電/全発電設備: 0.2%（火原協, 2014）								
実施機関	METI, JOGMEC								
我が国の協力									
主な他ドナーの協力									
主な有望地点の開発状況									
地域名	項目	地表調査	試錐	貯留層評価	生産井掘削	プラント建設	プラントO&M	貯留層O&M	備考
森	開発進度								25MW
大沼・澄川	政府/民間	政府/民間	政府/民間	民間	民間	民間	民間	民間	10MW/50MW
松川・葛根田	ドナー								23.5MW/80MW
上の岱	開発進度								28.8MW
鬼首	政府/民間	政府/民間	政府/民間	民間	民間	民間	民間	民間	25MW
	ドナー								
八丈島	開発進度								3.3MW
	政府/民間	政府/民間	政府	民間	民間	民間	民間	民間	政府：地熱開発促進調査
	ドナー								
大岳・八丁原	開発進度								12.5MW/112MW
滝上	政府/民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間	27.5MW
杉乃井・九重	ドナー								1.9MW/2MW
大霧	開発進度								30MW
山川	政府/民間	政府/民間	政府/民間	民間	民間	民間	民間	民間	30MW
柳津西山	ドナー								65MW 政府：地熱開発促進調査
新規開発地点	開発進度								・構造試錐掘削まで政府助成事業、生産井掘削・設備設置には政府の出資・債務保証制度あり。 ・地元関係法人・自治体には構造試錐まで定額助成。
	政府/民間	政府/民間	政府/民間	民間	民間	民間	民間	民間	
	ドナー								
地熱開発の概要	地熱発電所は主として東北・北海道、九州に分布し、離島の発電所としては八丈島がある。主な発電所の設備容量は、森(25MW)、澄川(50MW)、大沼(10MW)、松川(23.5MW)、葛根田(80MW)、上の岱(28.8MW)、鬼首(25MW)、柳津西山(65MW)、八丈島(3.3MW)、大岳(12.5MW)、八丁原(112MW)、滝上(27.5MW)、大霧(30MW)、山川(30MW)である。 平成24年以降、地表調査・構造試錐に対して国の助成制度（JOGMEC)が、生産井掘削・設備設置には出資・債務保証制度が開始されている。この制度により現在多数の地域で地表調査が開始されている。								
今後の協力									

発電所名	所在地	発電部門 蒸気供給部門	ユニット数（台）	設備容量（kW）	認可出力（kW）	運転開始年月日	発電方式	蒸気輸送管延長（m）	敷地面積（m²）
森	北海道森町	北海道電力㈱	1	※1 25,000	※1 25,000	S57.11.26	DF	4,316	209,685
澄川	秋田県鹿角市	東北電力㈱ 三菱マテリアル㈱	1	50,000	50,000	H7. 3. 2	SF	1,528	183,223
松川	岩手県八幡平市	東北水力地熱㈱	1	23,500	23,500	S41.10. 8	DS	2,400	84,584
葛根田	岩手県雫石町	東北電力㈱ 東北水力地熱㈱	1（1号） 1（2号）	50,000 30,000	50,000 30,000	S53.5.26 H8.3.1	SF SF	2,585 3,354	64,888 106,400
上の岱	秋田県湯沢市	東北電力㈱ 東北水力地熱㈱	1	28,800	28,800	H6.3.4	SF	1,398	91,436
鬼首	宮城県大崎市	電源開発㈱	1	25,000	※2 15,000	S50.3.19	SF	1,150	139,299
柳津西山	福島県柳津町	東北電力㈱ 奥会津地熱㈱	1	65,000	65,000	H7. 5.25	SF	2,137	247,725
八丈島	東京都八丈町	東京電力㈱	1	3,300	3,300	H11.3.25	SF	37	10,400
大岳	大分県九重町	九州電力㈱	1	12,500	12,500	S42.8.12	SF	900	153,158
八丁原	大分県九重町	九州電力㈱	1（1号） 1（2号） バイナリー	55,000 55,000 2,000	55,000 55,000 2,000	S52.6.24 H2. 6.22 H18.4.1	DF DF B	1,050 2,945 ※3 －	372,876 1,542,309 ※3 －
滝上	大分県九重町	九州電力㈱ 出光大分地熱㈱	1	※4 27,500	※4 27,500	H8.11.1	SF	3,910	497,000
大霧	鹿児島県霧島市	九州電力㈱ 日鉄鹿児島地熱㈱※5	1	30,000	30,000	H8. 3.1	SF	1,172	297,600
山川	鹿児島県指宿市	九州電力㈱	1	30,000	30,000	H7. 3.1	SF	339	157,793
事業用計			16	512,600	502,600				
大沼	秋田県鹿角市	三菱マテリアル㈱	1	10,000	9,500	S49.6.17	SF	820	27,503
杉乃井	大分県別府市	㈱杉乃井ホテル	1	1,900	1,900	H18.4.1	SF	420	2,335
九重	大分県九重町	(合)九重観光ホテル	1	2,000	990	H10.4	SF	305	1,466
霧島国際ホテル	鹿児島県霧島市	大和紡観光㈱	1	※6 100	※6 100	H22.11.1	SF	250	99
自家用計			4	14,000	12,490				
合計			20	526,600	515,090				

注① 発電所の記載順は北海道より事業別及び自家用別
② 発電方式：DS（ドライ・スチーム）、SF（シングル・フラッシュ）、DF（ダブル・フラッシュ）、B（バイナリー）
③ 面積は蒸気生産設備敷地及び発電設備敷地の計
※1 出力変更（50,000kW→25,000kW）（H24年9月）
※2 出力変更（12,500kW→15,000kW）（H22年2月）
※3 八丁原発電所の内数
※4 出力変更（25,000kW→27,500kW）（H22年6月）
※5 日鉄鹿児島地熱㈱は日鉄鉱業㈱に吸収合併（H25年4月）
※6 従前220kW設備廃止し100kW設備運転開始（H22年11月）

出典：火原協（2014）

表1　日本国の地熱発電所一覧



出典：火原協（2014）

図1　日本国の地熱発電所位置図

文献	火力原子力発電技術協会(2014) 地熱発電の現状と動向. 村岡洋文（2009） 世界と日本の地熱発電開発の現状と将来. 燃料電池, 9, 1, 122-127.

（２）　地熱開発形態の特徴

地熱開発形態（政府/民間の関与デマケーション）については、政府主導型と民間主導型、および中間型がある。各国の地熱開発段階別デマケーション総括表を表 3.7.31 に示す。

(a)　政府主導型

政府主導型で、地熱開発が進められている国はメキシコ、コスタリカ、ケニア、グアテマラがあり、地熱開発途上国としてエチオピア、タンザニア、ウガンダ、ジブチ、ルワンダ、エクアドル、ペルー、ボリビア、アルゼンチン、カリブ諸国がある。

1)　政府主導型で地熱開発が進められている国

主として政府主導で地熱開発が進められている国にはメキシコ、コスタリカ、ケニア、グアテマラがある。メキシコは Cerro Prieto、Las Azufres などの地熱発電所があり、すでに 983MW の発電設備容量があり、政府（CFE）により地熱開発が進められている。コスタリカは MiraValles、Las Pailas の地熱発電所があり、205MW の発電設備容量がある。地熱開発は政府が垂直統合的に実施しており、調査能力、掘削能力は十分であるが、地熱貯留層評価については外部委託している。ケニアは Olkaria の地熱発電所があり、271MW の設備容量がある。一部民間が地熱開発を行っているが、政府直営（GDC）にて地熱開発を実施している。ドナーの活動が活発で地熱開発の進展が速い。グアテマラは Zunil、Amatitlan の地熱発電所(49MW)があり、政府主導で委託により地熱開発を行っている。なお、地熱発電所は BOO（BOT）方式にて Ormat が建設している。

2)　政府主導であるが地熱開発途上国

このタイプの国にはアフリカ地域ではエチオピア、タンザニア、ウガンダ、ジブチ、ルワンダ、中南米地域ではボリビア、カリブ諸国、アルゼンチン、エクアドル、ペルーがある。

a)　アフリカ地域

エチオピアでは Aluto Langano に 7.3MW のパイロットプラントが設置され、ドナーの支援により地熱開発調査が積極的に実施されている。タンザニア、ウガンダでは一部試錐調査が実施されているが地表調査の段階である。タンザニアでは一部民間により試掘調査などの探査活動が行われているが、探査活動は活発ではない。ウガンダでは地熱探査権が設定されているものの、権利を取得した民間会社の地熱探査活動が進んでいない状況である。また、タンザニアでは GDC のタンザニア版である TGDC が 2013 年 12 月に設置され、今後の地熱開発調査活動が期待される。ジブチでも一部の地域で試錐調査が実施されたが、ほとんどの地域では地表調査段階である。Lake Assal 地域では 260℃以上の高温が試錐調査で確認されており、AfDB の支援も決定していることから今後の地熱開発が期待される。ルワンダではこれまで多数の機関の支援により地表調査が実施され、政府により 3000m 級の試錐調査が実施されたが、温度が低く 2 本目の途中で中断されている。現在、JICA の地表調査、再解析調査が実施されており、その結果が注目されている。

ボリビアはグラナ・コロラダでの 50MW の地熱発電所建設のための支援が決定している。カリブ諸国ではドミニカの Roseau Vally では 10-15MW の地熱発電所が計画中である。ドミニカ、セントビンセントでは政府において地熱開発の積極的であるが、調査は進展していない。アルゼンチン、エクアドルでは地熱開発は進展していない。ペルーでは JICA によりマスタープラン調査が実施されている。

(b)　民間主導型

民間主導で地熱開発が実施されている国にはフィリピン、イタリア、アイスランド、ニュージーランド、アメリカ、日本がある。これらの国々は先進的に地熱開発がおこなわれている。フィリピンは政府の民営化政策により PNOC-EDC が EDC として完全民営化し、NPC が民間に発電所を売却するなど、地熱開発の民営化が進んだ。イタリアは Enel により地熱開発が進められてきたが、現在では民営化により Enel Green Power が地熱開発を行っている。さらに Enel Green Power は海外進出を図っている。アイスランドは Reykjavik Energy、HS-Orka により開発調査から発電所運転まで実施している。Reykjavik Energy はレイキャビク市が株主となっている会社である。アメリカでは民間による地熱開発が進められている。日本では民間により地熱開発が進められているが、初期の調査は政府の調査でその後民間が開発を進めた地域がある。現在では新規開発地域の初期調査には政府（JOGMEC）の助成事業、生産井掘削・設備設置には出資・債務保証の制度があり、地熱開発調査が活発に行われている。

(c)　中間型

中間型にはチリ、ニカラグア、エルサルバドル、インドネシアがある。チリでは初期の地表調査は政府が実施し、詳細調査は政府/民間で実施されている。地熱法が 2000 年に制定され、民間による開発が促進されている。ニカラグアでは調査は政府主導で一部民間が実施し、設備は民間が開発している。エルサルバドルでの地熱開発は LaGeo（政府とイタリア企業の共同所有）が実施している。インドネシアでの開発形態は政府、民間、政府・民間と様々な形態がある。新規開発地点は政府が調査地域（WKP）を設定し、入札により開発企業を決定している。

（３）地熱開発初期段階国の課題

地熱開発初期段階の国々では政府により初期の地表調査あるいは試錐調査までの調査が実施されている。これらの国々では地熱関連の技術者が不足、地熱プロジェクト運営能力が不足していることが課題としてあげられる。また、初期調査が終了後に探査権を設定して民間に探査権を与えている国があるが、試錐調査などその探査リスクにより、民間による調査が停滞している場合がある。イタリア、インドネシア、フィリピンなどは民営化により現在では民間会社により地熱開発が進められているが、もともとは政府により地熱開

発が進められてきた経緯がある。また、現在地熱発電所が稼働して地熱開発が盛んに進められているケニア、コスタリカ、グアテマラでも技術者不足、能力向上が課題となっている。ケニアでは政府機関（GDC）が直営で地熱開発を行っており、技術者の能力向上が図られている。さらにタンザニアではタンザニア版 GDC である TGDC が設立され、活動を開始した。ただし、技術者の人員・能力は不足している可能性があり、能力強化が課題となる。

ルワンダでは政府により 3000m 級の試錐調査が実施されたが、温度が低く 2 本目でも有望な地熱兆候が確認されず途中で中断されている。主な課題として①掘削ターゲットの設定、②地熱プロジェクト運営が挙げられる。

【掘削ターゲットの設定】

ルワンダではドナーによる調査活動が活発で多数の地表調査が実施されているものの、基礎的な物理探査データの信頼性、解析結果からの総合解析、地熱構造モデルの構築に課題があり、これらを確実におこなうことにより掘削ターゲットを設定することが可能である。調査結果を技術的に評価できる能力が必要であり、技術者の能力向上が重要である。

【地熱プロジェクト運営】

掘削計画では 3000m 級の 3 本の坑井掘削が前提で進められていた。ここでの問題点はまず、3000m 級の坑井掘削を計画したことであり、小口径での浅部温度確認など段階的な調査計画を策定する必要があった。さらに、1 本目の坑井の結果が十分な地熱兆候が捉えられていないにも関わらず、結果の考察が十分でないまま 2 本目の坑井掘削が実施されている。1 本目の掘削結果を反映することが必要であり、プロジェクト運営能力および地熱プロジェクトを運営する組織を強化することが重要である。

表 3.7.31　各国の地熱開発段階別デマケーション総括表

No.	調査対象国番号	国名	発電設備(MW)	地熱開発地域		開発状況 地表調査	試錐調査	生産井掘削	発電所建設	政府/民間	主なドナー	開発状況等	開発形態と課題等
1	17	メキシコ	983	Cerro Prieto, Las Azufres						政府		Cerro Prieto: 720MW, Las Azufres: 188MW	開発形態は政府(CFE)の一貫開発
				Los Humeros, Las Tres Virgenes						政府		Los Humeros: 40MW, Las Tres Virgenes: 10MW	
2	10	コスタリカ	205	Mira Valles						政府	IDB, OECF, JICA	163MW	開発形態は政府が地熱開発を垂直統合的に実施している。調査能力、掘削能力は十分であるが地熱貯留層評価については外部委託している。
				Las Pailas	Las Pailas Ⅰ					政府		42MW	
					Las Pailas Ⅱ					政府	JICA	55MW予定	
				Borinquen	Borinquen Ⅰ					政府	JICA	55MW予定	
					Borinquen Ⅱ					政府	JICA/IDB	55MW予定	
3	1	ケニア	271	Olkaria	Olkaria Ⅰ, Ⅱ, Ⅳ					政府	JICA	Olkaria Ⅰ:45MW, OlkariaⅡ:105MW, OlkariaⅣ:70MW×2(建設中)	開発形態は主として政府、一部民間。政府はGDC直営で実施。政府主導でドナーも多く、開発が進展している。政府関係者のスキルアップが課題。
					OlkariaⅢ					民間		OlkariaⅢ:IPP48MW+36MW, Orpower(Omatの子会社)	
					Olkaria Ⅴ					政府	JICA	KenGen/IPP:140MW, プラント建設を新たなPPPモデルで行う予定	
				Menengai						政府	JICA, AfDB, WB, AFD, EIB	GDC:107MW, 2015年運転開始予定	
				Eburu						政府		KenGen:30MW増設	
				その他						政府/民間	GRMF, KfW	GDC:Baningo-Siliali, Suswa(150-400MW) IPP:Longonat, Akira (140MW)	
4	7	グアテマラ	49	Zunil・Amatitlan	Zunil Ⅰ, Amatitlan					政府/民間		政府にて開発調査を実施し、発電所はBOOにてORMATが建設	開発形態は政府主導・委託型。政府技術者養成急務。
					Zunil Ⅱ					政府	JICA	INDEが土地所有権、地熱開発権を所有	
				Tecuamburro, San Marcoho他						政府			
5	2	エチオピア	7.3	Aluto Langano						政府	UNDP, IAEA	7.3MWパイロットプラント。EEPにより運転・保守	開発形態は主として政府、一部民間で実施する。政府関係者のスキルアップが課題。
				Aluto-1,2,3						政府	UNDP, JICA, ICEDA/NDF, WB	WBが掘削支援、35MWの発電設備(WB/JICA)	
				Tendaho-1,2,3						政府	UNDP, BGR, ARGeo	1990年代の調査で2,100mで最高270℃以上	
				Tulu Moya, Corbetti, Abaya						民間	GRMF	IPPによる地熱開発	
6	5	タンザニア	0	Ngozi, Mbaka, Songwe, Rambo, Ilaqtile						政府/民間	SIDA, BGR, AfDB, ICEDA, JICA	地表調査実施中。JICA抽出の有望地点にてAfDBが詳細調査計画	開発形態は地表探査は政府で実施。調査ライセンスを発行して民間が調査権を所有。GPTが調査実施。タンザニア版GDC(TGDC)が設立されたが、関係者のスキルアップが重要。
7	6	ウガンダ	0	Kibiro, Katwe						政府/民間		Katwe: WBにより熱流量孔調査。民間による探査権設定	開発形態は地表探査は政府で実施。調査ライセンスを発行して民間が調査権を所有も調査が進んでいない。
				Panyimur, Buranga						政府		民間による探査権設定	
8	3	ジブチ	0	Lake Assel, Nord Goubet, Hanle他						政府	BRGM, UNDP, AfDB, JICA	Lake Assalでは最高260℃での高温 AfDBが7.5MUSDの援助	開発形態は政府主導・委託型、ドナー乱立で調整が重要。
9	4	ルワンダ	0	Karisimbi						政府	JICA, EU/UNEP,BTC	3000mの構造試錐を実施したが、結果不良のため中断 JICAの調査結果注視	開発形態は政府主導・委託型。ドナー乱立で整理重要。政府技術者養成急務。
				Kinigi, Gisenyi, Bugarama						政府		地表調査実施中	
10	13	ボリビア	0	グラナ・コロラダ						政府	JICA, IDB	50MWの地熱発電所建設のための生産井掘削とコンサルティング(借款)	開発形態は政府が実施、地熱開発事業の動向を見極める必要あり。
11	16	カリブ島嶼国	0	ドミニカ	Roseau Valley					政府	IDB, EU	10-15MWの地熱発電所計画中	数箇所の開発計画があるが調査未実施。
				セントビンセント	La Soufriere					政府	UNDP	Reykjavik Geothermalが詳細調査実施	政府は地熱開発に積極的であるが、調査が進んでいない。
				セントルシア	Sulfur Springs					民間		ORMATが開発権取得	政府は民間に期待しているが、地熱開発は進んでいない。
12	15	アルゼンチン	0	Copahue						政府	JICA	JICAによる調査井掘削(1992)、240℃確認し、30MWの発電容量を予測	開発形態は政府が基礎調査を実施、その後調査は進んでいない。
				Domuyo, tocomar						政府			
13	11	エクアドル	0	Tufino-Chiles, Chalupas						政府	BRGM, AQUATER	公共融資により小口径試錐調査(554m, 50℃)	開発形態は政府が地表調査実施。今後の詳細調査が必要。
				Chachimbiro						政府	BRGM, AQUATER	公共融資により物理探査実施	
14	12	ペルー	0	Tutupaca, Crucero, Calacoa-Putina, Pinaya, Puqiou						政府	JICA	JICAによりマスタープランが策定された 優先順位ランクAの地域には探査権が付与	今後の詳細調査が必要。
15	14	チリ	0	EL Tatio						政府/民間	UNDP	40MWの計画	開発形態は当初の基礎調査は政府で実施し、詳細調査は政府/民間が実施している。
				Puchuldiza						政府/民間	UNDP, JICA	JICAによる調査井掘削(1981)	
				Calabosos, Chilan						政府/民間	UNDP	発電所建設はENG(Calabaso: 200MW, Chilan: 160MW)	
16	9	ニカラグア	150	San Jacinto-Tizate, Momotombo						政府/民間		政府が貯留層評価/生産井掘削まで実施し、プラント建設は民間	開発形態は調査は政府主導、設備は民間委譲。一部民間が調査を実施。政府技術者養成要。
				Castina-San Cristobal他						民間		民間が探査権所有	
				Volcan Cosiguina他						政府		政府が調査実施	
17	8	エルサルバドル	204	Ahuachapan						政府/民間		95MW, LaGeo(INE/Enel)の共同所有	開発形態は政府主導(政府とイタリア企業の共同所有)。IDB等の支援によりエルサルバ大に地熱コース設置。
				Berlin						政府/民間		109.4MW, LaGeo所有	
				Chinameca						政府/民間		50MWのF/S実施	
18	19	インドネシア	1341	Kamojang, Sibayak, Lahendong						政府	WB, JICA	PGE/PLNにより地熱発電開発、Kamojang: 200MW, Sibayak: 12MW	JICAが地熱MP策定。地熱開発ロードマップでは2025年には9,500MWに設定。開発形態は政府、政府・民間、民間など様々な形態がある。新規開発地点は政府が調査地域(WKP)を設定し、入札により開発者を決定する。
				Daraja Ⅰ,Ⅱ, Ⅲ						政府・民間		政府・民間のJV、Ⅰの設備は政府、Total: 520MW	
				Dieng, Wayang Windu						民間		民間による地熱発電開発, 60MW, 227MW,	
				Gunung Salak						民間/政府		発電設備は政府, 377MW	
				新規開発地点						政府/民間		政府がWKPを設定し、入札により開発権獲得	
19	18	フィリピン	1904	Makiling-Banahaw, Tiwi						政府→民間		Operator: CGPHI/APRI, NPCがAPRIに設備売却。	EDCの民営化、NPCの設備売却により地熱開発の民営化が進んだ。
				Tongonan, Palinpinon, Mindanao他						政府→民間		Operator: EDC, PNOC-EDCが完全民営化でEDCに。	
20	21	イタリア	883	Larderello, Travale, Mt. Amiata						政府→民間		Lardello: 594.5MW, Travale: 160MW, Mt. Amiata: 88MW	政府(Enel)によって開発される。2008年にEnelは民営化されEnel Green Power。
21	22	アイスランド	660	Hellisheiði, Nesjavellir他						政府→民間		Hellisheiði: 303MW, Nesjavellir: 120MW、民営化	地熱開発は民間(Reykjavik Energy, HS-Orka)により実施されている。
22	23	ニュージーランド	762	Wairakei, Ohaaki, Mokai他						政府→民間		Wairakei: 232MW, Ohaaki: 103MW, Mokai: 111MW、当初の広域調査は政府により実施	初期の調査は政府実施、民営化により民間による地熱開発。
23	20	アメリカ	3129	The Geysers, Imperial Valley 他						民間		Geysers: 1,585MW, Imperial Valley: 654MW	民間による地熱開発。California: 2,553MW, Nevada: 442MW.
24	24	日本	527	大沼・澄川,上の岱,大岳・八丁原他						政府/民間		澄川:50MW, 上の岱: 28.8MW, 八丁原: 112MW	開発形態は民間主体、一部政府の調査あり。蒸気供給と発電会社分離が多い。新規開発には政府助成等がある。
				八丈島,山川,柳津西山他						政府/民間		八丈島:3MW, 山川:30MW, 柳津西山:65MW, 初期に政府による調査実施。	
				新規開発地点						政府/民間		初期調査には政府助成事業,生産井掘削・設備設置に政府の出資・債務保証	

政府(既開発)

政府

政府/民間

民間