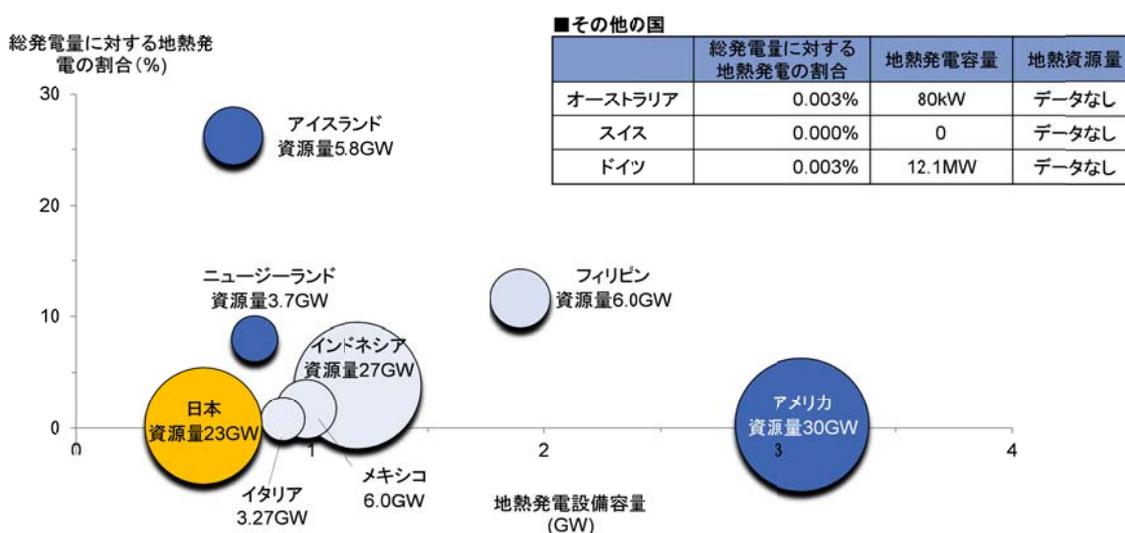


4. 主要国の導入目標/ポテンシャル及び施策動向の把握

4.1 主要国のポテンシャルの把握

国別の資源ポテンシャルをみると、上位からアメリカ、インドネシア、日本と続いている（図 34）。日本と同じく火山国であるニュージーランド、アイスランドは、総発電量に対する地熱発電の割合が大きい。またアメリカは、地熱発電の割合は小さいものの、資源量及び地熱発電の容量が大きいことがわかる。



（出典：各国ホームページをもとに作成）

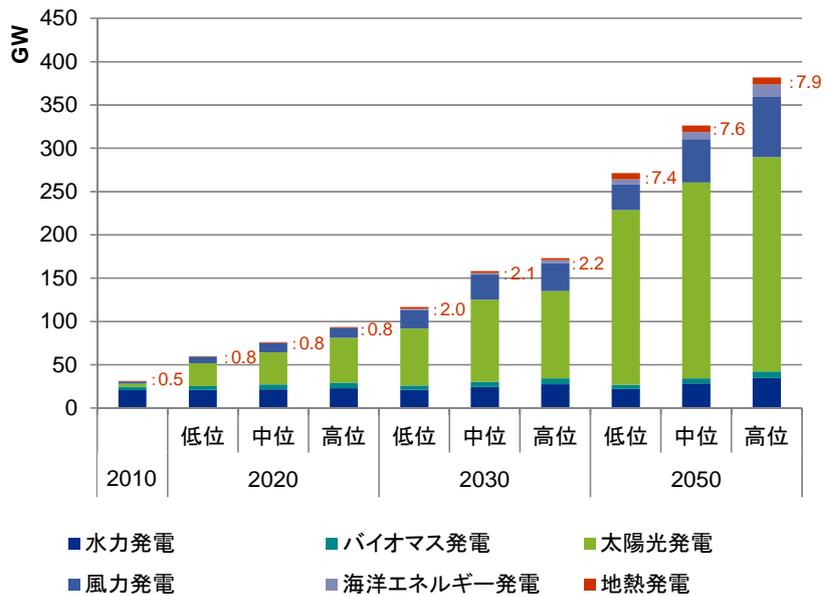
図 34 世界の地熱資源ポテンシャル比較

4.2 主要国の導入目標及び導入戦略/計画

4.2.1 我が国の導入目標及び導入戦略/計画

我が国では、温暖化対策やエネルギーセキュリティの観点から、今後地熱を含む再生可能エネルギーの導入拡大が見込まれる。環境省が 2013 年に公表した「低炭素社会づくりのためのエネルギーの低炭素化に向けた提言」においては、再生可能エネルギー全体に占める地熱の導入見込み設備容量はそれほど大きくないものの、2010 年の 0.5GW から、高位ケース²では 2050 年において 7.9GW まで拡大する見込みが示されている（図 35）。

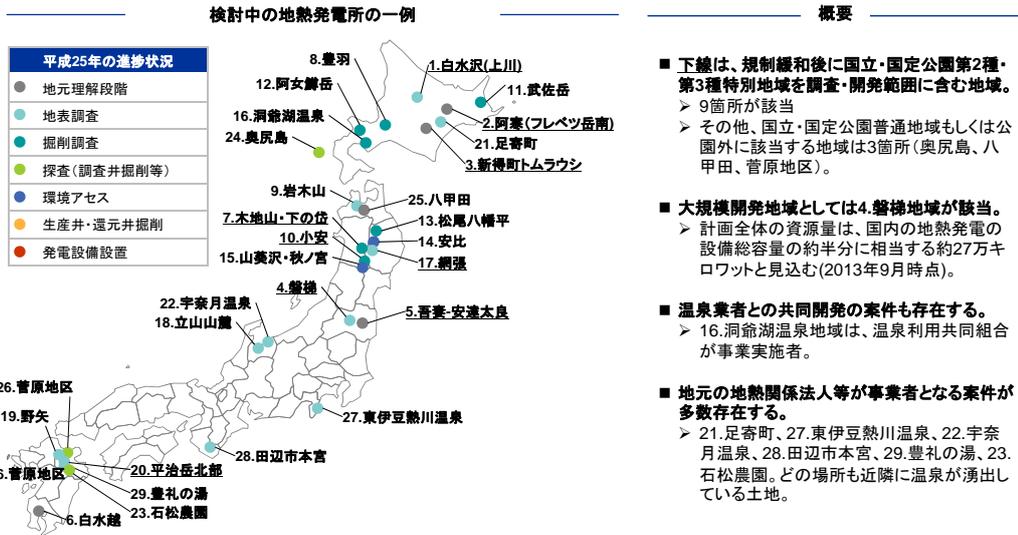
² 2050 年時点で環境省再生可能エネルギーポテンシャル調査にある導入ポテンシャル（エネルギーの採取・利用に関する種々の制約要因による設置の可否を考慮したエネルギー資源量）を最大限顕在化させることを目指して、施策を最大限強化する場合



(出典：環境省「低炭素社会づくりのためのエネルギーの低炭素化に向けた提言」をもとに作成)

図 35 国内における再生可能エネルギー設備容量の導入見込み

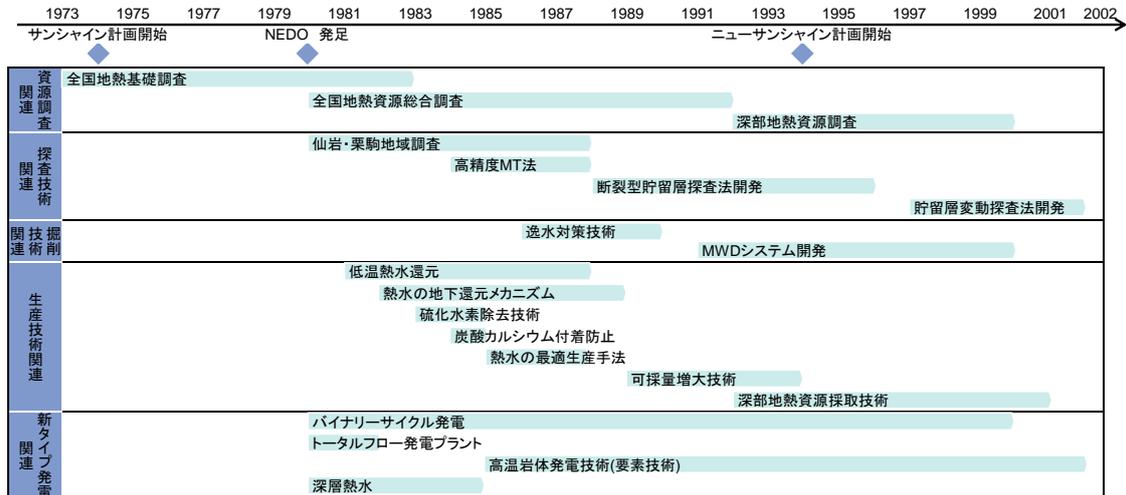
国内では補助金の再開と固定価格買取制度の開始を背景に、地熱発電設備の検討が各地で進められている(図 36)。温泉に付随したバイナリー発電については、2012 年 12 月に別府温泉で 48kW の発電を開始しており、2013 年 9 月時点で合計 6 件 4,040kW の申請がある。具体的な検討が進められている地域は、全国で 20 箇所以上存在している。



(出典：経済産業省「バイナリー発電最前線-工場廃熱の高度利用と地熱・温泉発電普及への挑戦」をもとに作成)

図 36 国内における新規発電所立地の検討状況

我が国では、1974年からのサンシャイン計画、1980年のNEDO発足、1994年からのニューサンシャイン計画により、大規模・組織的に地熱技術開発が行われ、地熱開発技術が体系的に整えられてきた(図37)。



(出典：一般社団法人 火力原子力発電技術協会「地熱発電の現状と動向」レポートをもとに作成)

図 37 地熱エネルギー技術開発体系

4.2.2 主要国の導入目標及び導入戦略/計画

(1) 米国

連邦レベルでコンセンサスを得た地熱導入目標はないものの、米国エネルギー省 (DOE ; United States Department of Energy) の地熱技術プログラムにおいて、EGS 開発を主軸にロードマップが設定されている (図 38)。なお、多くの州では再生可能エネルギー利用割合基準 (RPS ; Renewables Portfolio Standard) により再生可能エネルギーの導入目標を設定しているが、地熱に限定された数量目標は存在しない。

- 2020年までにEGSが技術的に実現可能であることを実証
- 2030年までにEGSの発電コストを6セント/kWhに低減
- 2050年までの100GWeの開発を前倒しし、地熱ポテンシャルのフルスケールを最終実証

(出典 : DOE 地熱技術プログラムにおける目標設定)

図 38 DOE 地熱技術プログラムにおける目標設定

(2) アイスランド

アイスランドは地熱を自国の重要なエネルギーと位置づけており、国際的なプロジェクトや人材育成にも積極的に取り組んでいる (表 3)。

表 3 アイスランドにおける地熱関連の政策

1979年	■ 国連大学の地熱訓練プログラムを開始し、地熱途上国人材育成に貢献 (現在まで継続)。
2000年	■ 国際的なプロジェクトとして、深部掘削計画 (The Icelandic Deep Drilling Project: IDDP) を開始
2008年	■ オーストラリア、アメリカ、スイス、ニュージーランドとの間で先進的な地熱技術開発を促進し国際的な商業化を目指す地熱技術国際パートナーシップ (IPGT) を締結。
2009年	■ アイスランド科学技術政策審議会の支援によって地熱関連イノベーション研究と開発強化のための国際地熱研究グループ (GEORG: International Geothermal Research Group) を設立

(出典 : 一橋大学「日本における地熱発電の可能性 : アイスランドの現地調査から 2012」をもとに作成)

地熱資源の多くが国立公園内にある故に開発と自然保護の共存はアイスランドにおいても重要な課題であり、長期的な自然エネルギーの利用方針として「再生可能エネルギー資源の利用のためのマスタープラン」を策定した。本マスタープランでは、ゾーニングを行い、新規開発対象となる地熱や水力の候補地 69 箇所を示すとともに、国立公園等の保護区

内での地熱開発を禁止（傾斜掘削も含む）している。

(3) ドイツ

再生可能エネルギー促進指令<2009/28/EC>をもとに各国が作成し、エネルギー分野別の目標の設定、具体的な政策手段の明示が求められる国家再生可能エネルギー行動計画（NREAP: **N**ational **R**enewable **E**nergy **A**ction **P**lan）において、2011年に19GWhであった地熱発電による発電量を、2020年に1,654GWhまで拡大することを目標としている。

2000年代に入って以降、ドイツではドイツ版 FIT を策定し急速に再生可能エネルギーへの導入を推進した。2011年時点で再生可能エネルギーによる発電量の割合目標も達成（EU指令による期限は2020年のため、8年前倒し）し、「再エネ先進国」と呼ばれている。地熱に関しても、再生可能エネルギー支援策の中で導入促進がなされている（表4）。現在、すでに5カ所でバイナリー発電プラントが動いており、直接利用も行われている。

表4 ドイツにおける地熱を含む再生可能エネルギー促進施策

2010年	<ul style="list-style-type: none">■ “Energy Concept of 2010” 採択➢ エネルギー供給構造改革に向けたアクションプランを提示し、2050年までのエネルギー施策を設定➢ 特に拡大を目指すエネルギー源として風力（陸上・洋上）及びバイオマスに言及
2011年	<ul style="list-style-type: none">■ 6月、再生可能エネルギー法(EEG)改正案を承認➢ 再生可能エネルギー関連の包括法令。目標や、再生可能エネルギー奨励・支援法にて買取義務化を規定
2012年	<ul style="list-style-type: none">■ 固定価格買取制度を再改定

（出典：日本政策金融公庫「欧州における再生可能エネルギーの普及状況と奨励策の概要」をもとに作成）

(4) スイス

2011年に総発電量の40%以上（2011年実績）を占める原子力発電から今後完全に脱却することが決定し、その他電源への移行が急務のため、地熱発電に関しても開発を推進している。長期エネルギー計画”Energierstrategie 2050”においても、2035年に1,100GWh、2050年に4,400GWhと具体的な目標が掲げられている（表5）。

表 5 スイスにおける再生可能エネルギー関連の政策

2009年	■ 再生可能エネルギー利用に対する補助金制度を開始
2011年	■ 政府は、現在ある5つの原子力発電所の利用を今後停止(耐用年数到達後、順次廃炉)する事を決定
2013年	<ul style="list-style-type: none"> ■ 上記を踏まえ、長期エネルギー計画として「Energierstrategie 2050」を発行 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 当面の目標として、エネルギー利用効率の向上と再生可能エネルギーの利用促進に注力 ➢ リスク保証: ボーリングが失敗に終わった場合、その計上費用の50%(将来的には60%の見込み)を限度として補償する(但し法的拘束力なし)

(出典: JETRO 「新局面を迎える欧州の再生可能エネルギー」をもとに作成)

(5) EU

エネルギー・気候変動分野における政策目標(温室効果ガスの排出削減目標、再生可能エネルギー割合目標、エネルギーシステムの脱炭素化目標)の達成に向け、EU レベルで様々な政策・支援策を導入している(表 6)。

表 6 EUにおける地熱を含む再生可能エネルギー促進施策

2009年	■ 「再生可能エネルギー促進指令」(Renewable Energy Directive)策定
2010年	<ul style="list-style-type: none"> ■ “Energy 2020”策定 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 2050年と長期的な展望に立ったエネルギー構築を目指した工程を想定
2011年	<ul style="list-style-type: none"> ■ “The Energy Roadmap 2050”策定 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 脱炭素化に向け取りうる複数のシナリオを提示 ➢ いずれにおいても、2050年時点で最終エネルギー消費量の少なくとも55%(2012年時点では約10%)が再生可能エネルギーで賄われる試算
2012年	<ul style="list-style-type: none"> ■ “Renewable energy: a major player in the European energy market”策定 <ul style="list-style-type: none"> ➢ Energy Roadmap 2050の分析を発展させ検討

(JETRO: 「EU加盟国の再生可能エネルギー国別行動計画による2020年目標に向けた見通し」をもとに作成)

前述の The Energy Roadmap 2050 における地熱に関する導入目標を表 7 に示す。EU では、従来方式(天然貯留層を活用した発電)と EGS(人工貯留層を活用した発電)によって、2050年に設備容量100GW・年間発電量780TWhの目標を設定している。

表 7 The Energy Roadmap 2050 における地熱に関する導入目標

The Energy Roadmap 2050 (Geothermal Electricity EU-27)		2010年 (実績)	2020年	2030年	2050年
	従来方式(MWe)	990	1,500	7,000	10,000
	EGS(MWe)	10	4,500	15,000	90,000
	合計設備容量 (MWe)	1,000	5,000	20,000	100,000
	年間発電量 (TWh)	8	50	234	780

(出典：EU「Energy Roadmap 2050」をもとに作成)

(6) オーストラリア

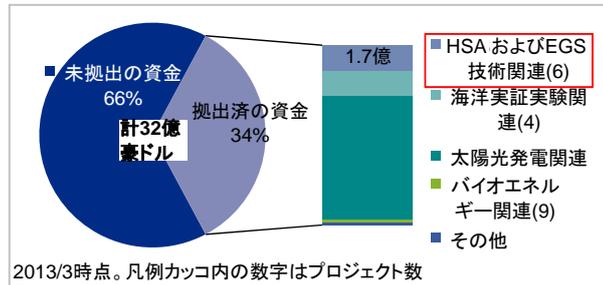
オーストラリアでは RET(Renewable Energy Target)の導入を機に、再生可能エネルギーの拡大を目指している(表 8)。RET では 2011 年に総発電量の 11%であった再生可能エネルギーによる発電を、2020 年に 20%まで拡大することを目標に掲げており、発電量は大規模および小規模再生可能エネルギーを合わせて 45,000GWh となる見込みである。

表 8 オーストラリアにおける地熱を含む再生可能エネルギー促進施策

2001年	<ul style="list-style-type: none"> ■ RET(Renewable Energy Target)導入 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 2020年までに再生可能エネルギーによる発電を20%
2011年	<ul style="list-style-type: none"> ■ “Clean Energy Future”計画を発表 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 二酸化炭素の排出量削減と再生可能エネルギーの普及を目的する ➢ RETを法制化 <ul style="list-style-type: none"> • 「大規模再生可能エネルギー目標」と「小規模再生可能エネルギー制度」に分離 ➢ CEFC(クリーンエネルギー金融公庫)設立 <ul style="list-style-type: none"> • 大規模な再生可能エネルギープロジェクトとクリーン技術プロジェクトを実施するため、民間の資金を活用していく
2012年	<ul style="list-style-type: none"> ■ ARENA(オーストラリア再生可能エネルギー庁)設立

(出典：オーストラリア政府 Department of the Environment をもとに作成)

地熱発電開発は、連邦政府レベルにおいても州レベルにおいても、数多くの補助金プログラムにより支援されている。特に ARENA (オーストラリア再生可能エネルギー庁) は、再生可能エネルギー技術の競争力を高め、国内で再生可能エネルギーの供給を増やすための取り組みを、援助額 32 億豪ドルという規模で支援している(図 39)。



2013/3時点。凡例カッコ内の数字はプロジェクト数

■ :
 高温帯水層(HSA) 及び高温岩体発電(HDR)に関する案件6件に約1.7億ドルが拠出された。
 これには、地熱目標の探査、発見、特性評価のプロセス以前に向けたソフトウェア開発プロジェクトや、地熱発電所建設プロジェクト等が含まれる。

(出典：オーストラリア政府ホームページをもとに作成)

図 39 ARENA (オーストラリア再生可能エネルギー庁) の補助金の内訳 (2013年3月時点)

(7) ニュージーランド

ニュージーランドでは、2025年に電力供給における再生可能エネルギー比率を90%にするという目標を掲げ、地熱についても今後更なる開発が計画されている(表9)。IEAのWorld Energy Outlook 2011によれば、2030年までに850 MWの地熱発電の開発が、その後の何年かで750 MWの開発が予想される。2030年の年間発電量は12,737GWh、2010年実績値の2.2倍と予想されている。

表 9 ニュージーランドにおける地熱を含む再生可能エネルギー促進施策

2007年	<ul style="list-style-type: none"> ■ “New Zealand Energy Strategy to 2050”を公表 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 再生可能エネルギーによる電源供給割合(2009年で37%)を2025年までに90%とする目標を設定 ■ “New Zealand Energy Efficiency and Conservation Strategy”を公表
2009年	<ul style="list-style-type: none"> ■ 資源管理法改正により資源開発許可のプロセスを刷新 <ul style="list-style-type: none"> ➢ プロセスの明確化とともに承認時間を短縮し、それに伴う不確実性やコストの大幅削減を可能に

(出典：自然エネルギー財団「ニュージーランドにおける地熱発電開発 日本への教訓 2012」をもとに作成)

(8) インドネシア

インドネシアにおける地熱を含む再生可能エネルギー促進施策を表10に示す。世界第2位の地熱資源量を有しているにも関わらず、その既設容量は約4%に留まっている。政府は

地熱開発を推進しており、2004年にロードマップを、2010年には2025年までに1200万kWを目標とする、エネルギービジョン25/25を策定した。また、政府による財政支援策に加え、先進諸国や国際支援機関からの援助を受けている（図40）。

表10 インドネシアにおける地熱発電に対する促進施策

2003年	■ 新地熱法制定。地熱資源開発を民間へ開放
2004年	■ 地熱開発ロードマップ制定。2025年までに950万kWの導入目標を設定
2010年	■ 第2次クラッシュプログラム（電源開発促進プログラム）制定。非化石燃料による発電所推進の方針を打ち出す
	■ エネルギービジョン25/25制定。2025年までに25%を再生可能エネルギーで賄うことを目指す（地熱目標は1200万kW）
2011年	■ 試掘支援予算として1.165兆ルピアを財務省で準備
2012年	■ 地熱発電の電力買取価格を9.7セント/kWhから15セントkWhへ引き上げ

（出典：新エネルギー財団「地熱エネルギーの開発・利用推進に関する提言2012」をもとに作成）

- 先進諸国
 - 日本
 - 地熱開発マスタープランの策定支援（JICA技術協力）
 - 政府の開発目標実現に向けた具体的な計画策定支援
 - 関連国営企業に対する支援（有償資金協力）
 - 国有電力会社、国有石油会社に対する合計1.085億円の円借款供与
 - 政府の地熱資源調査能力向上支援（JICA技術協力）
 - データ分析等。地質庁地下資源センターの資源探査能力強化
 - 独立発電事業者（IPP）による地熱開発推進に関する政策改善検討の実施（JICA技術協力）
 - 政府内の意見集約及びIPP参入促進に向けた政策改善提案
 - 気候変動対策プログラムローンの枠組みを通じた地熱開発促進制度に関する政策対話の実施（JICA技術協力）
 - ドイツ
 - 2007年アチェ州地熱FS支援
 - 2010年インドネシア地熱プロジェクトに対し700万ユーロのローン
 - 2012年インドネシアの地熱開発支援を目的とした3億ユーロの資金提供を確約
 - アメリカ
 - 2010年貿易開発局が160万米ドルをFSIに提供
- 国際支援機関
 - 世界銀行
 - インドネシアの地熱開発に総額900万米ドルを融資
 - 個別プロジェクトでは、PGEIに5億米ドルを融資
 - アジア開発銀行
 - ブルタミナ、PLNIに対し、5億米ドルを融資

（出典：各種資料をもとに作成）

図40 インドネシアに対する先進諸国・国際機関による支援

(9) フィリピン

1970年代に石油代替エネルギーとして地熱発電を推進することを決定し、2011年時点で全発電量の約15%を占めるまでになった。政府は、今後もさらに地熱発電を推進していく方針で、2030年までの目標設備容量を344.7万kWとしている（表11）。

表 11 フィリピンにおける地熱発電に対する促進施策

1978年	■ 地熱法を制定。地熱開発の促進を規定
1994年	■ 拡大BOT法制定。外資を中心としたIPPを積極的に導入
2008年	<ul style="list-style-type: none"> ■ 再生可能エネルギー法制定 ➢ RPSが規定されたが義務量は未規定 ➢ PTC(Production Tax Credit):7年間の法人税控除、その後5年間5%の減税
2010年	■ 2009-2030 フィリピンエネルギープラン策定。2030年までに地熱設備容量を344.7万kWとすることを目指す

(出典：新エネルギー財団「地熱エネルギーの開発・利用推進に関する提言 2012」をもとに作成)

4.3 主要国の技術開発・導入促進施策の整理

4.3.1 技術開発プログラムの整理

(1) 国内の技術開発事業

各省庁における 2010 年以降の直近の技術開発動向の一覧を表 12 に示す。環境省では温泉及び周辺自然環境との共生に主眼を置いた技術開発が実施されている。NEDO ではスケールの付着の抑制、除去、環境アセスメントの短縮への寄与が期待される硫化水素拡散シミュレーター技術、低温バイナリーの高性能化を目的とした技術開発が行われている。JOGMEC では、地熱貯留層探査技術開発と地熱貯留層評価・管理・活用技術開発を実施しており、地熱貯留層のより正確な検出及び地熱貯留層の評価・適正管理の向上に取り組んでいる。

表 12 直近の国内における地熱技術開発動向の一覧

管轄	名称		期間	概要
環境省	地球温暖化対策技術開発等事業	温泉共生型地熱貯留層管理システム実証研究	2010 ~ 2012	「温泉共生型地熱貯留層管理システム実証研究」(事業者:AIST) (1)地熱系モデル、(2)モニタリング、(3)変動予測シミュレーションの3つから成る温泉に悪影響を及ぼさない地熱開発・利用を行うための統合的な地熱貯留層管理システム(評価シナリオ)をとりまとめた。プロトタイプシステムサポート・ソフトウェアを作成し、これは温泉データだけを用いて簡易的なタイプ判別と、簡易的なモニタリング・データ解析を行うソフトウェアであり、温泉事業者による利用を想定している。
		温泉発電システムの開発と実証	2010 ~ 2012	「温泉発電システムの開発と実証」(事業者:地熱技術開発(株)) 温泉発電システムの開発および試験設備の松之山地域への設置・試験運転を実施するとともに、電力系統への連系に伴う技術開発、温泉への影響に係る技術開発を行った。試験運転では熱源の問題等により定格での発電を実施していないものの、100℃以下の低温熱源である温泉を利用した発電を確認した。
		自然環境への悪影響を回避・最小化した地熱発電に関する技術開発	2011 ~ 2013	「自然環境への悪影響を回避・最小化した地熱発電に関する技術開発」(事業者:地熱技術開発(株)) 掘削技術や生産技術の最適化等により、掘削コストを10%程度削減させ、杭井1本当たりの生産量を50%増加させることで、自然公園内開発における発電原価を現状技術を適用した場合より20%程度削減して、全体の発電コストを現状での標準的な地熱発電所レベルに抑制する。
NEDO	地熱発電技術研究開発事業	環境配慮型高機能地熱発電システムの開発	2013	「地熱複合サイクル発電システムの開発」(事業者:株式会社東芝) 地熱発電システムの小型化に資する技術(冷却塔高さを10m以下に低減/敷地面積を1割程度低減する技術、熱効率を20%以上に向上させる技術等)を確立する。
		低温バイナリーシステムの開発(スケール対策等含む)	2013	「無給油型スクロール膨張機を用いた高効率小型バイナリー発電システムの実用化」(事業者:アネスト岩田株式会社) 未利用の温泉熱を利用した低温域のバイナリー発電について、熱効率7%以上に資するシステムを確立するとともに、スケール対策、腐食対策、二次媒体の高性能化に係る技術を確立する。
				「炭酸カルシウムスケール付着を抑制する鋼の表面改質技術の開発」(事業者:国立大学法人東京海洋大学他) 未利用の温泉熱を利用した低温域のバイナリー発電について、熱効率7%以上に資するシステムを確立するとともに、スケール対策、腐食対策、二次媒体の高性能化に係る技術を確立する。
				「温泉の蒸気と温水を有効活用し、腐食・スケール対策を施したハイブリッド型小規模発電システムの開発」(事業者:アルパック理工株式会社他) 未利用の温泉熱を利用した低温域のバイナリー発電について、熱効率7%以上に資するシステムを確立するとともに、スケール対策、腐食対策、二次媒体の高性能化に係る技術を確立する。
		環境保全対策技術開発(ガス漏洩防止、拡散シミュレーション等)	2013	「硫化水素拡散予測シミュレーションモデルの研究開発」(事業者:日揮株式会社) ガス漏洩防止技術や拡散シミュレーション技術等を確立する。
				「地熱発電所に係る環境アセスメントのための硫化水素拡散予測数値モデルの開発」(事業者:一般財団法人電力中央研究所) ガス漏洩防止技術や拡散シミュレーション技術等を確立する。
		地熱発電の導入拡大に資する革新的技術開発	2013	「低温域の地熱資源有効活用のためのスケール除去技術の開発」(事業者:AIST他) 「地熱発電適用地域拡大のためのハイブリッド熱源高効率発電技術の開発」(事業者:一般財団法人電力中央研究所他)
高機能地熱発電システム技術実証開発	-	地熱資源の有効活用のため、導入ポテンシャルの高い自然公園内での利用に適する、小型高効率型の地熱発電システム、及び各地に分散する未利用の低温地熱資源の有効利用に適するバイナリー発電システムの技術開発を行う。		
JOGMEC	地熱貯留層探査技術開発	2013	地下に存在している地熱貯留層を、より確実に検出するための技術開発を行う。	
	地熱貯留層評価・管理・活用技術開発	2013	地下に存在している地熱貯留層を正確に評価し、適切に管理・活用することで、安定的な電力供給に資する技術の開発を行う	

(出典:各府省の予算案をもとに作成)

(2) 海外の技術開発プログラム

海外の地熱関連の技術開発プログラムを表 13 に示す。米国では米国エネルギー省エネルギー効率・再生可能エネルギー局地熱部局が 244 もの技術開発に取り組んでいる（詳細は 5.5.1 米国エネルギー省エネルギー効率・再生可能エネルギー局（DOE-EERE）を参照されたい）。米国ほど大規模ではないものの EU、IPGT では国家間で協力して技術開発に取り組んでいる事例もみられる。各々の技術開発プログラムにおける個別の技術開発は 5.5 海外における技術開発（プロジェクト）リストの整理に取りまとめている。

表 13 海外の地熱関連の技術開発プログラム

米国エネルギー省エネルギー効率・再生可能エネルギー局(DOE-EERE)による技術開発
米国エネルギー省エネルギー効率・再生可能エネルギー局(DOE-EERE)では、民間、研究機関と連携し、米国内における革新的でコスト競争力の高い地熱技術の創出を促進している。主な技術開発エリアとして、EGS、資源探査、低温地熱資源の開発、システム分析に取り組んでいる
ARPAE: Advanced Research Projects Agency-Energy: 米国エネルギー省エネルギー高等研究計画局による技術開発
インターネットの基盤技術の開発で知られる国防総省国防高等研究事業局(DARPA)に倣い、エネルギー分野におけるハイリスク型研究開発を行うための機関として、2007年8月成立の米国競争法において設立された。①海外からのエネルギー輸入量の削減、②温室効果ガス等有害物質の排出の削減、③全ての経済セクターにおけるエネルギー効率の改善の3つの目標達成のための技術開発が目標としている
Tech to Market (T2M)
商業化支援プログラムであり、DOE傘下の国立研究所の商業化支援チーム経由の補助事業に対する実務的な支援体制が実施されている
GTP(Geothermal Technology Program)
地熱に特化した技術開発プログラムであり、毎年数百万ドル規模だったが、2009年に3.7億ドルの予算投入
欧州委員会の第7次研究枠組み計画(FP7)
2007年に開始した第7次欧州研究開発枠組み計画(FP7)は、第6次枠組み計画を継承すると同時に、学術団体や研究機関、政策準備機関その他関係機関との多年に渡る協議の成果を反映し、より包括的な計画となっている
アイスランドにおける地熱関連の技術開発
アイスランドでは、地熱発電所から排出される二酸化炭素と水分解によって生成した水素によってメタノールを製造する装置であるCRIプラントや、導入実証段階であるものの、発電過程において排出される二酸化炭素を水に溶かし、地中(400-800m)に注入することで、玄武岩質岩に閉じ込める技術であるCarbfixプロジェクト、IDDP(Iceland Deep Drilling Project)等、新規技術の開発に取り組んでいる
ニュージーランド、ビジネス・イノベーション・雇用省(MBIE)の技術開発
ビジネス・イノベーション・雇用省(MBIE)から「コアファンディング(Core funding)」と「競争的資金(Contestable funding)」の2つを通じて資金供与がなされている
スイスSwiss Federal Office of Energy SFOEの技術開発
スイスでは今後20年間において、脱原発を達成することを目標としており、地熱発電も代替電源として重要視されている中、熱破砕掘削等の新規技術の創出や、バーゼル市のEGSによって発生した誘発地震のメカニズム解明のための技術開発が進められている
地熱技術国際パートナーシップ(IPGT: International Partnership for Geothermal Technology)の技術開発
IPGTとは、オーストラリア、アイスランド、ニュージーランド、スイス、アメリカによる地熱技術国際パートナーシップであり、エネルギーセキュリティを高め、地球規模での気候変動に対応するため、最先端の地熱技術を積極的に推進する計画を進めている

(出典：ヒアリング内容及び公表資料をもとに作成)

4.3.2 導入支援施策の整理

(1) 国内の導入支援施策の一覧

国内における技術開発以外の導入施策の一覧を表 14 に示す。環境省では再エネ全般を対象とした支援策の一環として、賦存量、導入ポテンシャルの推計及び環境アセスメントプ

プロセスの短縮をするために、動植物・生態系等の環境基礎情報を収集・整理している。また、地熱特化型の支援策として、事業者の地熱開発の取り組みをスピードアップするための地熱開発加速化支援・基盤整備事業や、温泉エネルギーの活用、国立公園地下に存在する地熱資源を活用するための掘削に補助金を交付している。

経済産業省の支援策として、JOGMECによる資源精査への補助金及び掘削、設備の設置等に関する債務保証が実施されている。また、NEDOでは環境アセスメントの申請期間を半減するための実証事業が実施されている。

表 14 国内の導入支援施策の一覧

省庁	対象	施策	内容	支援タイプ	対象開発段階
環境省	再エネ全般	再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査	日本再生可能エネルギー(太陽光、風力、中小水力及び地熱)の賦存量、導入ポテンシャル及びシナリオ別導入可能量の推計を行い、地図情報(再生可能エネルギー導入ポテンシャルマップ)とともに公表。これらの推計結果及び地図情報の精査・再推計・更新を行うとともに、PDFのレイアウト機能を用いて各種条件を重ね合わせた「ゾーニング基礎情報」を整備。	ポテンシャル評価	資源精査
		風力発電等環境アセスメント基礎情報整備モデル事業	動植物・生態系等の環境基礎情報を収集・整理し、これらの情報についてデータベースの整備・提供等を行う。採択された16地域のうち、2地域が地熱発電となる。	プロセス短縮	F/S、環境アセス
	地熱特化	地熱開発加速化支援・基盤整備事業	協議会の立ち上げ、地熱発電(バイナリー発電を含む。)を導入するに当たり必要となる、資源量、自然条件及び社会条件に関するデータを整備するための調査、事業・ファイナンススキームの検討、関係者との調整を支援。	補助金	資源精査、F/S、環境アセス
		温泉エネルギー活用加速化事業(うち、温泉発電設備補助事業)	温泉の熱を用いて発電を行う設備を整備する事業に対して1/2を補助。ただし、FITの対象外となる。	補助金	O&M
		自然共生型地熱開発のための掘削補助事業	既設の地熱発電所に地熱流体を供給し、又は発電後の地熱流体を地下に還元するために坑井の掘削を行う事業であり、国立・国定公園区域内の地下に向けて掘削するに1/2を補助。	補助金	掘削
地熱・地中熱等の利用による低炭素社会推進事業	地熱・地中熱等利用事業の事業化計画策定に対して補助。地方公共団体や民間事業者等による地熱・地中熱等を利用し低炭素社会の構築に資する発電、熱利用・供給設備等、集中管理システム、計測・モニタリング装置等付帯設備の導入を支援	補助金	設計・建設		
資源エネルギー庁	再エネ全般	固定価格買取制度(FIT)	電気事業者の15,000kW以上の地熱発電所に対して、26円/kWhにて15年間、15,000kW未満は40円/kWhにて15年間の買取を義務化	補助金	O&M
	地熱特化	地熱開発理解促進関連事業支援補助金	地熱開発の理解促進のため、地熱の有効利用を通じた地域振興を目的として行う事業などに対する支援を実施。25地域が採択	補助金	全般
JOGMEC	地熱特化	地熱資源開発調査事業費助成金	地表調査に3/4補助、坑井掘削に1/2補助(噴気試験を行うものを除く。)9月6日時点で16件採択。	補助金	資源精査
		出資	「地熱資源開発を行うプロジェクト会社に、地熱資源の探査に必要な資金を出資する。出資の上限は50%に設定されている。	融資	資源精査
		債務保証	債務保証の対象は、国内において地熱資源開発のために必要となる坑井(蒸気と熱水採取するための坑井及び採取した熱水を地下に戻すための坑井をいう。)の掘削、パイプライン等の敷設その他これらに付随する作業及び発電のために必要となる設備の設置(一般電気事業者によるものを除く。)に必要な資金に対する債務の保証とします(0-0.4%)。	債務保証	掘削
		地熱資源調査支援事業	国による地熱資源調査支援事業の一環として、広域において地熱資源のポテンシャル評価(地熱資源量評価)を効率的に行うべく、九州の「くじゅう」地域及び「霧島」地域においてヘリコプターを用いた空中物理探査を実施。	ポテンシャル調査	資源精査
NEDO	再エネ全般	環境アセスメント調査早期実施実証事業	風力・地熱発電の導入を加速化するため、3~4年程度を要する環境アセスメントの申請期間を半減することを旨とするとしている。前倒環境調査の方法論(調査項目の選定、地域との調整、調査手法の高度化等)の確立を目指す。	プロセス短縮	F/S、環境アセス
一般社団法人新エネルギー導入促進協議会	地熱特化	中小水力・地熱発電開発費等補助金	初期コストを低減させるための建設費の補助を行うことにより開発を促進し、エネルギー安定供給及び地球温暖化対策に補助金。地熱発電施設設置事業1/5以内。調査井掘削事業1/2以内。	補助金	設計・建設

(出典：各省庁ホームページをもとに作成)

(2) 海外の導入支援施策の一覧

海外の導入施策では国内の支援策にはみられないようなリスク保証制度が存在するのが特徴の一つである。アイスランドの国家エネルギー基金(NEF)では掘削失敗時にその費

用の 80%が補償される。また、ドイツではドイツ連邦環境省及び民間の保険会社であるミュンヘン再保険会社が掘削コストに対する保険、融資を提供している。EU では EGRIF (European Geothermal Risk Insurance Fund) 探査、及び十分な地熱資源が見つからない等の短期的なリスクから、地熱資源減衰にいたる長期的なリスクまで保証対象とした制度の設立が検討されている。

表 15 主要国の導入支援施策の一覧 (1/2)

国	対象	政策	内容	支援タイプ	対象開発段階
米国	再エネ全般	生産税控除(PTC)	10年間2セント/kWh法人税控除	減税	O&M
		事業エネルギー投資税控除(ITC)	設備投資額の10~30%法人税控除(2009年限定で、補助金への切り替え可能。現在税額控除を売却できるスキーム検討中)	減税	設計・建設
		Renewable Energy Grants: 再生可能エネルギー助成金	設備投資額の10%助成金	補助金	設計・建設
		CRBEs(Clean Renewable Energy Bonds): クリーン・再生可能エネルギー債券	再生可能エネルギー事業の資金調達のために発行される無利子債券	債券	設計・建設
		Loan Guarantee Program	温室効果ガスの排出を削減し、新雇用を生む先端技術が対象	融資	全般
	Tech to Market (T2M)	商業化支援プログラムであり、DOE傘下の国立研究所の商業化支援チーム経由の補助事業に対する実務的な支援体制が実施されている	技術支援	全般	
地熱特化	GTP(Geothermal Technology Program)	毎年数百万ドル規模だったが、2009年に3.7億ドルの予算投入	技術支援	全般	
アイスランド	地熱特化	国家エネルギー基金(NEF)	掘削失敗時に費用の80%が補償される	リスク保証	掘削
		温熱利用を目的とした地下水探査への補助金	温熱利用を目的とした地下水探査は、50%を上限とした補助金によってサポートされている	補助金	資源探査
スイス	再エネ全般	固定価格買取制度	電力の使用者から1kWh当たり0.45サンチーム(1サンチーム=約0.84円)の賦課金を徴収し、これを原資として年間3億2,500万フランを上限に、再生可能エネルギーによる発電設備導入者に対し、既存の電力価格とのコスト差を一定期間補てん	補助金	O&M
	地熱特化	技術開発支援	スイス政府、及び州政府が、技術開発、パイロットプロジェクト、実証実験に年間CHF4-5mil(約5億円)拠出している	技術支援	全般
		リスク保証	掘削に失敗した場合にかかったコストの最大50%を保証するものであり、年間CHF150mil(約150億円)を確保している	リスク保証	掘削
ドイツ	再エネ全般	固定価格買取制度	送電システムに登録された全RESエネルギー源を対象に補償価格(下記②)を定め、送配電企業に電力買取を義務化	補助金	O&M
		ミュンヘン再保険会社による保険	開発業者に対し最大で掘削コストの80%までを融資する。熱利用を目的とした設備の建設については、建設費用に最大で€2mil、削井1本につき最大で€2.5milの融資が受けられる	リスク保証	掘削
		EEWaermeG	新しく建物を建築する場合、その熱供給の10%は再生可能エネルギーでまかなうことを義務付けている	義務化	設計・建設
	地熱特化	ドイツ連邦環境省による保険	少なくとも2本の坑井から対象とされ、掘削、地熱井刺激等に要した費用が補償される。1つの掘削につき、費用の最大80%(最大€16M)が補償される	融資	掘削

(出典：各国の公表情報及びヒアリング情報をもとに作成)

表 16 主要国の導入施策の一覧 (2/2)

国	対象	政策	内容	支援タイプ	対象開発段階
EU	再生エネルギー全般	再生可能エネルギー促進指令	再生可能エネルギー利用に関し、加盟国別に異なる目標値を設定。合計して20%目標を達成できるよう設計	義務化	全般
	地熱特化	EGRIF (European Geothermal Risk Insurance Fund)	探査、及び十分な地熱資源が見つからない等の短期的なリスクから、地熱資源減衰にいたる長期的なリスクまで保証対象として検討されている	リスク保証	全般
オーストラリア	再生エネルギー全般	連邦政府補助金	2つのプロジェクトについて2009年11月に合計1億5300万ドルのオーストラリア政府の補助金が下りた。さらに地熱掘削計画に4900万ドルの補助金を拠出することを発表。	補助金	全般
		州補助金	ビクトリア州では、実証プロジェクトに2500万ドルの補助金を拠出することを発表。西オーストラリア州では、低排出エネルギー開発支援策として地熱掘削プロジェクトに540万ドルの補助金を拠出することを発表	補助金	全般
	地熱特化	Geothermal Drilling Program (GDP)	理論上、実現可能と思える地熱発電プロジェクトに対して、最大\$7Mが融資される	融資	掘削
ニュージーランド	再生エネルギー全般	技術開発補助金	ニュージーランドにおける技術開発補助金は、ビジネス・イノベーション・雇用省 (MBIE) から「コアファンディング (Core funding)」と「競争的資金 (Contestable funding)」の2つを通じて資金供与がなされている	技術支援	全般
	地熱特化	資源管理法改正	1991年に制定された資源管理法が、地熱資源とその他の自然資源の開発を管理しており、プロセスの明確化とともに承認時間を短縮し、それに伴う不確実性やコストの大幅削減を可能にした	プロセス短縮	全般
インドネシア	地熱特化	新地熱法制定	蒸気開発供給・発電の一貫開発、蒸気開発供給の各事業が民間にも委ねられることとなった	開発許可	全般
		試掘に対する融資	試掘支援予算として1.165兆ルピアを財務省で準備	融資	資源精査/調査井掘削
		地熱発電の電力買取価格を引き上げ	地熱発電の電力買取価格を9.7セント/kWhから15セント/kWhへ引き上げ	プロセス短縮	全般
フィリピン	再生エネルギー全般	再生可能エネルギー法	PTC (Production Tax Credit) : 7年間の法人税控除、その後5年間5%の減税	減税	O&M
	地熱特化	地熱法	地熱開発の促進を規定	開発許可	全般
その他	地熱特化	Geothermal Risk Mitigation Facility (GRMF)	ドイツ復興金融公庫を介してなされる融資で、費用に対して調査/試削には40%、地表調査には80%、インフラ構築には20%の融資がなされる	融資	資源精査/調査井掘削
	地熱特化	The Geothermal Energy Development Program (GEFUND)	坑井、及び地表施設の設置、調査、運用が対象であり、最大、費用の85%が融資される	融資	資源精査/調査井掘削、設計・建設、O&M

(出典：各国の公表情報及びヒアリング情報をもとに作成)

4.3.3 技術開発プログラム及び導入支援施策の体系化

4.3.1 及び 4.3.2 で整理した技術開発プログラム及び導入支援施策を体系化したものを表 17 から表 20 に示す。技術開発プログラム及び導入支援施策は固定価格買取制度のような再生可能エネルギー全般を対象としたものと地熱発電に特化した支援施策に分類している (表 17・表 20)。各支援施策がどのような支援策であるのか (補助金、融資等) を施策形態、また各施策の対象となる開発段階を取りまとめている。各国の支援策においては民間企業による掘削のリスク保証等のファイナンシャルサービスが存在することから、これらも含めて整理している。

表 17 国内の地熱発電導入支援施策の一覧

省庁	再生可能エネルギー全般			地熱特化型支援策		
	支援策	施策形態	開発段階	支援策	施策形態	開発段階
環境省	① 再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査	ポテンシャル評価	資源概査	④ 地熱開発加速化支援・基盤整備事業	補助金	資源概査、F/S、環境アセス
	② 風力発電等環境アセスメント基礎情報整備モデル事業	プロセス短縮	F/S、環境アセス	⑤ 温泉エネルギー活用加速化事業(うち、温泉発電設備補助事業)	補助金	O&M
	③ 地球温暖化対策技術開発事業	技術開発支援	掘削、O&M	⑥ 自然共生型地熱開発のための掘削補助事業	補助金	掘削
				⑦ 地熱・地中熱等の利用による低炭素社会推進事業	補助金	設計・建設
資源エネルギー庁	⑧ 固定価格買取制度	補助金	O&M	⑨ 地熱開発理解促進関連事業支援補助金	補助金	全般
JOGMEC				⑩ 地熱資源開発調査事業費助成金	補助金	資源精査/調査井掘削、掘削
				⑪ 出資	融資	資源精査/調査井掘削
				⑫ 債務保証	債務保証	掘削、設計・建設
				⑬ 地熱資源調査支援事業	ポテンシャル評価	資源概査
				⑭ 地熱発電技術研究開発事業	技術開発支援	資源精査/調査井掘削、O&M
NEDO	⑮ 環境アセスメント調査早期実施実証事業	プロセス短縮	F/S、環境アセス	⑯ 地熱発電技術研究開発事業	技術開発支援	F/S、環境アセス、O&M
(一社)法人新エネルギー導入促進協議会				⑰ 中小水力・地熱発電開発費等補助金	補助金	O&M

(出典：各府省の公表資料をもとに作成)

表 18 主要国における地熱発電導入支援施策の一覧 (1/3)

国、地域	政府支援						民間組織等による金融支援		
	再生可能エネルギー全般			地熱特化型支援策					
	支援策	施策形態	開発段階	支援策	施策形態	開発段階	事例	施策形態	開発段階
米国	① 生産税控除 (PTC)	減税	O&M	⑦ GTP(Geothermal Technology Program)	技術開発支援	全般			
	② 事業エネルギー投資税控除 (ITC)	減税	設計・建設	⑧ 米国エネルギー省地熱技術部局による技術支援	技術開発支援	全般			
	③ Renewable Energy Grants: 再生可能エネルギー助成金	補助金	設計・建設						
	④ クリーン・再生可能エネルギー債券 (CRBEs)	債券	設計・建設						
	⑤ Loan Guarantee Program:	融資	全般						
	⑥ Tech to Market (T2M)	技術開発支援	全般						
アイスランド				① 国家エネルギー基金 (NEF)	リスク保証	掘削			
				② 温熱利用を目的とした地下水探査への補助金	補助金	資源精査/調査井掘削			
スイス	① 固定価格買取制度	補助金	O&M	② 技術開発支援	技術開発支援	全般			
				③ リスク保証	リスク保証	掘削			

(出典：各国の公表資料をもとに作成)

表 19 主要国における地熱発電導入支援施策の一覧 (2/3)

国、地域	政府支援						民間組織等による金融支援		
	再生可能エネルギー全般			地熱特化型支援策			事例	施策形態	開発段階
	支援策	施策形態	開発段階	支援策	施策形態	開発段階			
ドイツ	① 固定価格買取制度	補助金	O&M	③ ドイツ連邦環境省による保険	融資	掘削	④ ミュンヘン再保険会社による保険	リスク保証	掘削
	② EEWaermeG	義務化	設計・建設						
EU	① 再生可能エネルギー促進指令	義務化	全般				③ EGRIF (European Geothermal Risk Insurance Fund)	リスク保証	全般
	② 欧州委員会の第7次研究枠組み計画(FP7)	技術開発支援	資源精査/調査井、O&M						
オーストリア	① 連邦政府補助金	補助金	全般	③ Geothermal Drilling Program (GDP)	融資	掘削			
	② 州補助金	補助金	全般						
ニュージーランド	① 技術開発補助金	補助金	全般	② 資源管理法改正	プロセス短縮	F/S、アセス			

(出典：各国の公表資料をもとに作成)

表 20 主要国における地熱発電導入支援施策の一覧 (3/3)

国、地域	政府支援						民間組織等による金融支援		
	再生可能エネルギー全般			地熱特化型支援策			事例	施策形態	開発段階
	支援策	施策形態	開発段階	支援策	施策形態	開発段階			
インドネシア				① 新地熱法制定	開発許可	全般			
				② 試掘に対する融資	融資	資源精査/調査井掘削			
				③ 地熱発電の電力買取価格を引き上げ	価格引き上げ	O&M			
フィリピン	① 再生可能エネルギー法	減税	O&M	② 地熱法	開発許可	全般			
その他							① Geothermal Risk Mitigation Facility (GRMF)	融資	資源精査/調査井掘削
							② The Geothermal Energy Development Program (GEOFUND)	融資	資源精査/調査井掘削、設計・建設、O&M

(出典：各国の公表資料をもとに作成)