

5. 技術開発動向の把握分析

5.1 国内外の技術開発の分類手法

国内外の最新の技術開発動向の詳細調査を行うに当たり、技術開発プロジェクトの分類手法について検討を行った。技術開発を分類するための軸を表 21 に示す。

表 21 国内外の技術開発を分類するための軸

軸	概要	項目	
開発段階	地熱発電所の開発段階を表す。世界銀行の提示する開発段階を一部改変した7つの分類軸を採用している。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 資源概査 ■ 資源精査/調査井掘削 ■ F/S、環境アセス 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 掘削 ■ 設計・建設 ■ O&M
研究開発フェーズ	技術の熟度を表す。環境省の過去の技術開発における6段階の分類軸を採用している。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 基礎研究 ■ 応用研究 ■ 実用研究 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 導入実証 ■ 初期普及 ■ 市場普及
個別技術	各開発段階における代表的な技術、手法、及び開発対象機器を表す。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 資源探査 ■ 地震探査法 ■ 重力探査法 等 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 掘削 ■ 電気検層 ■ 音波検層 等
技術目的	各技術開発がどのような目的で開発されたのかを表す。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 低リスク化技術 <ul style="list-style-type: none"> • 開発リスクの低減 • 社会受容性に関わるリスクの低減 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 環境共生型技術 ■ 低コスト化技術
新旧区分	各技術開発が、既存技術の改良なのか、新技術の創出なのかを表す。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 新技術の創出 ■ 既存技術の改良 	

(出典：世界銀行等の公表資料をもとに作成)

世界銀行等が提唱する地熱開発の開発プロセスを「開発段階」として採用しており、資源概査、資源精査、F/S、環境アセス、掘削、設計・建設、O&Mの6段階に分類される。

技術開発の熟度を評価するために、「研究開発フェーズ」という軸を採用している。これは、新技術であり開発が初期段階であることを表す「基礎研究」、新技術の特定領域に対する応用段階であることを表す「応用研究」、製品・製法等として実用化する段階であることを表す「実用研究」、実フィールドで検証する段階であることを表す「導入実証」、市場での浸透を図る段階であることを表す「初期普及」、市場に浸透している段階であることを表す「市場普及」に分類される。

資源概査、掘削等の開発段階における要素技術やシステムを細分化するための分類軸として「個別技術」を設定した。各開発段階における代表的な技術、手法、及び開発対象機器を分類に用いている。詳細は表 22 に示す。

表 22 地熱の開発段階における個別技術

開発段階		開発段階	
資源概査	地形判読	O&M	蒸気タービン
	地質判読		発電機
	地殻熱流量データベース		復水器
	地下温度の調査・探査法		温水ポンプ
	リモートセンシング		冷却塔
	その他		冷却水設備
資源精査調査井掘削	地震探査法(弾性波探査(サイズミック))		不凝縮ガス抽出装置
	電気/電磁探査		副生技術
	重力探査		その他
	磁気探査		タービン
	地化学探査	凝縮器	
	その他	循環ポンプ	
掘削	泥水掘削	予熱器	
	空気掘削	蒸発器	
	傾斜掘削	その他	
	セメントチング	破砕	
	物理検層	導通	
	石油・ガス掘削技術	循環・抽熱	
	その他	二酸化炭素回収貯留(CCS)	
	その他	高温岩体	
		貯留層管理	
		生産ヒストリー	
		流体地化学モニタリング	
		坑井調査	
		地球物理学モニタリング	
		その他	

(出典：各種資料をもとに作成)

第三章においてヒアリング、文献調査から抽出された国内における地熱発電の普及上の課題は、その性質上、①開発リスクの低減が必要な課題、②社会受容に関わるリスクの低減が必要な課題、③環境共生が必要な課題、④低コスト化が必要な課題に分類される。この課題の分類に対応する技術開発を明らかにするための軸として、「技術目的」を採用した。

なお、①開発リスクの低減が必要な課題：コストの急激な増加等によって開発が頓挫する可能性を低減する必要がある課題、②社会受容に関わるリスクの低減が必要な課題：地域社会や国民の理解を得る必要のある課題、③環境共生が必要な課題：動植物等との自然環境との調和が求められる課題、④低コスト化：コストの低減が求められる課題、と定義している。なお、④低コスト化については、素材の改良等により低コスト化が達成されるものと、設備の高性能化等により結果として低コスト化につながるものが存在する。

また技術が既存技術の改良であるのか、もしくは新規に創出された技術であるのかを示す軸として「新旧区分」を採用している。

5.2 技術開発の分類手法を用いた技術開発（プロジェクト）シートの作成

「5.1 国内外の技術開発の分類手法」で整理した分類軸を用いて、「4.3.1 技術開発プ

プログラムの整理」で整理した主要国の技術開発事業・プログラムにおける技術開発要素の強い合計 116 件の技術開発（プロジェクト）について、詳細調査を行い、個票にとりまとめた（図 41）。該当する技術目的、新旧区分、開発段階、個別技術、研究開発フェーズは色付けし示している。また、その技術開発（プロジェクト）の概要、他の技術開発と比較した際の優位性、もたらされる効果、導入に必須となる条件、現時点の技術的課題、今後の展望も必要に応じて記している。全シートは参考資料 2 に示す。

U4									
技術名称	NGDS(国内地熱データベースシステム)の設計、検証及び運用・管理								
プロジェクト番号	EE0001120								
開発状況	完了	開発中	開発前	開発期間	2009年9月1日	～	2014年4月30日 (4.5年)		
開発企業名	Boise State University (Oregon Institute of Technology, Stanford University, U.S. Geological Survey, University of Nevada, Reno, Arizona Geological Survey)								
開発プログラム名	EERE								
開発コスト(内補助金)	\$4,992,089 (\$4,992,089)								
技術目的	低リスク化			低コスト化	環境共生				
	開発リスクの低減	社会受容性に関わるリスクの低減							
新旧区分	新技術の創出		既存技術の改良						
開発段階	資源概査	資源精査	F/S,環境アセス	掘削	O&M	フラッシュ	バイナリー	高温岩体	貯留層管理
個別技術	地下熱流量データベース								
研究開発フェーズ	基礎研究	応用研究	実用研究	導入実証	初期普及	市場普及			
技術概要、及び概要図 (概要に加えて、対象とする課題等も併せて記述)	<ul style="list-style-type: none"> NGDSは、データベースとデータサイトのネットワークにより保持されている地熱とその関連データの共有と分散のための連合システムである。 これはDOE GTO (Geothermal Technologies Office) がファンドしている研究、開発、実証によって生み出されたデータへの公共アクセスを手助けするものとなっている。 また、他の地熱関連のデータへの大規模アクセスも可能となっている。 								
技術の特性、及び他技術と比較した場合の優位性	<ul style="list-style-type: none"> NGDSはDOEが出資しており、データベースとデータサイトの分散型ネットワークである。 NGDSは中央ゲートウェイとして動き、分散しているデータソースを繋ぎ、地熱とそれに関連のあるデータを提供する。 国内の地熱資源のアクセスとカテゴリ分けすること、及びアクセス可能な公共のデータシステムを通じて得た全ての地熱データを収集することで、研究の支援、公共の利益を向上させ、市場受入れ/投資を促進し、地熱業界の成長に貢献する。 								
技術導入によってもたらされる効果	<ul style="list-style-type: none"> 探査/開発に関連する業界及び投資者のためのリスクを軽減できる。 プロジェクトに投資すべきかのビジネスまでの決断のための時間、コスト、リスクを減らせることができる。 地熱のある場所の潜在性を評価するためのUS地熱調査の資源分類システムの使用に貢献する。 業界成長に貢献する。 新しい従業員の教育の土台になる。 研究・開発を支援するプラットフォームを提供する。 管理機関が信頼できる情報にアクセスできるようになることで、より早いリース/ライセンス許可を得るための支援をする。 国務省及び連邦政府レベルでの意思決定プロセスのサポートを行う。 								
導入に必至となる条件(地理的、発電容量等の条件)									
現時点の技術的課題	<ul style="list-style-type: none"> NGDSは、協力パートナーが様々いるため、中央集権化されていない、企業形態型システムである。 パートナーの長期参加は自発的である。 非技術的問題は技術的問題よりも解決するのは難しい。 システムは認識された基準及びプロトコルを使用する必要がある。 NGDS参加者は特定の手続き及び基準とプロトコルの採用に同意する必要がある。 NGDS参加者がネットワークを介してデータを直接共有するわけではない。 								
今後の展開(技術開発、新規参入市場等)	<ul style="list-style-type: none"> ソフトウェア開発、反復、及びユーザビリティ パイロットデータのインポート、結合、テスト 報告書作成、発表 テスト及びメンテナンス 持続可能計画 								

図 41 技術開発（プロジェクト）シートの構成図

5.3 技術開発の分類手法を用いた技術開発（プロジェクト）リストの作成

「5.2 技術開発の分類手法を用いた技術開発（プロジェクト）シートの作成」で記した個別の技術開発（プロジェクト）シートをもとに、技術開発（プロジェクト）リストを作成した。各技術開発（プロジェクト）は「5.1 国内外の技術開発の分類手法」に示した、開発段階、個別技術に分類し、技術目的、新旧区分、研究開発フェーズの分類軸を用いて分類、一覧化されている（図 42）。

開発段階	個別技術	ID	案件名称(英語)	案件名称(日本語訳)	実施事業者	開発リスク	社会受容性リスク	環境共生	低コスト化	新旧区分	基	応	実	普	特						
資源調査	地形判読	J1		温泉共生型地熱貯留管理システム実証研究	独立行政法人産業技術総合研究所		●			既存技術					●						
資源調査	その他																				
O&M	貯留層管理 地球物理学モニタリング																				
O&M	ハイナリーその他	J2		温泉発電システムの開発と実証	地熱技術開発(株)		●			既存技術				●							
選別	燃料選別	J3		自然環境への影響を回避・最小化した地熱発電に関する技術開発	地熱技術開発(株)			●		既存技術				●							
資源調査	地下温度の調査・探査	JG1		地熱資源調査支援事業	(株)フグジャパン	●				既存技術				●							
O&M	プロセスその他	JN1		地熱発電技術開発事業	(株)東芝ほか				●	既存技術				●							
O&M	ハイナリーその他	JN2									●	既存技術				●					
O&M	ハイナリーその他	JN3									●	既存技術				●					
O&M	ハイナリーその他	JN4									●	既存技術				●					
F/S、環境アセス	その他	JN5						●				既存技術				●					
F/S、環境アセス	その他	JN6						●				既存技術				●					
O&M	ハイナリーその他	JN7						●				既存技術				●					
O&M	ハイナリーその他	JN8									●	既存技術				●					

図 42 技術開発（プロジェクト）リストの構成図

5.4 我が国における技術開発（プロジェクト）リストの整理

「4.3.1 技術開発プログラムの整理」でとりまとめた直近の国内における地熱技術開発動向の一覧を技術開発整理のための分類軸によって整理したものを表 23 に示す。環境省では環境共生及び社会受容性リスク低減に主眼を置いた導入実証段階の研究開発を実施している。一方、NEDO、JOGMEC では、主に開発リスクの低減、低コスト化を目的とした、実用研究に注力していることがわかる。

表 23 国内の技術開発動向の分類軸による整理

所管	事業	開発段階	個別技術	案件名称(日本語訳例)	実施事業者	開発リスク	社会受容性リスク	環境共生	低コスト化	新旧区分	基	応	実	導	初	市		
環境省	地球温暖化対策技術開発事業	O&M	貯留層管理・地球物理学モニタリング	温泉共生型地熱貯留層管理システム実証研究	独立行政法人産業技術総合研究所		●			既存技術				●				
				温泉発電システムの開発と実証	地熱技術開発(株)		●			既存技術					●			
		掘削	傾斜掘削	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	地熱技術開発(株)				●		既存技術				●			
NEDO	地熱発電技術研究開発事業	O&M	フラッシュ・その他	地熱複合サイクル発電システムの開発	株式会社東芝				●	●	既存技術			●				
				無給油型スクロール膨脹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	アネスト岩田株式会社				●		既存技術				●			
				炭酸カルシウムスケール付着を抑制する銅の表面改質技術の開発	国立大学法人東京海洋大学 株式会社エディット 国立大学法人横浜国立大学 国立大学法人長崎大学				●			既存技術				●		
		F/S、環境アセス	その他	硫化水素拡散予測シミュレーションモデルの研究開発	日揮株式会社		●					既存技術				●		
				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	一般財団法人電力中央研究所		●					既存技術				●		
		O&M	バイナリー・その他	低温域の地熱資源有効活用のためのハイブリッド熱源高効率発電技術の開発	株式会社超電導機構 国立大学法人大阪大学 独立行政法人産業技術総合研究所		●					既存技術				●		
				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	一般財団法人電力中央研究所 国立大学法人富山大学					●		既存技術				●		
				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	アルバック理工株式会社 株式会社馬淵工業所					●		既存技術				●		
				高機能地熱発電システム技術実証開発	-			●	●			既存技術				●		
		JOGMEC	資源精査	資源精査・その他	地熱貯留層探査技術開発	-		●			●	既存技術				●		
地熱貯留層評価・管理・活用技術開発	地熱技術開発(株)、産業技術総合研究所、奥会津地熱(株)					●					既存技術				●			

基：基礎研究
 応：応用研究
 実：実用研究
 導：導入実証
 初：初期普及
 市：市場普及

(出典：各府省の予算案をもとに作成)

5.5 海外における技術開発(プロジェクト)リストの整理

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)

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技術開発局が2012年時点で実施している244件の技術開発プロジェクトのうち、技術開発要素の強い99件プロジェクトを分類軸によって整理した。

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、資源精

査技術等の開発リスクの低減技術及び掘削技術等の低コスト化技術の数が多いことがわかる（表 24）。上述の分類軸で整理した 99 の技術開発（プロジェクト）を表 25 から表 31 に示す。

表 24 技術目的、研究開発フェーズごとにみた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）の技術開発の内訳

開発目的	基礎研究	応用研究	実用研究	初期普及	導入実証	計
開発リスクの低減技術	11	12	21	7	0	51
社会受容性リスクの低減技術	2	4	3	0	0	9
環境共生型技術	0	2	7	0	0	9
低コスト化技術	25	8	21	0	1	55

（出典： DOE-EERE のホームページをもとに作成）

表 25 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）における地熱関連の技術開発案件の一覧（1/7）

開発段階	個別技術	案件名称(英語)	案件名称(日本語訳例)	実施事業者	開発リスク	社会受容性リスク	環境共生	低コスト化	新旧区分	基	応	実	導	初	市	
資源概査	地形判読	Merging High Resolution Geophysical and Geochemical Surveys to Reduce Exploration Risk at Glass Buttes, Oregon	探査リスク削減のための地球物理学と地球化学調査の高資源の融合、オレゴン州 Glass Buttesにて	Ormat Technologies, Inc.	●				既存技術			●				
	地下熱流量データベース	Heat Flow Database Expansion for NGDS Data Development, Collection and Maintenance	NGDS(国内地熱データベースシステム)データの向上、収集及び運用・管理を目的とした、熱フローデータベースの普及	Southern Methodist University	●					既存技術						●
		National Geothermal Data System (NGDS) Data Acquisition and Access	NGDS(国内地熱データベースシステム)データの収集	Boise State University	●					既存技術						●
		National Geothermal Data System Architecture Design, Testing and Maintenance	NGDS(国内地熱データベースシステム)の設計、検証及び運用・管理	Boise State University	●					既存技術						●
		National Geothermal Resource Assessment and Classification	国内地熱資源アセスメント及び分類	U.S. Geological Survey	●					既存技術						●
		Power Plant Case Studies	発電所に関するケーススタディー	National Renewable Energy Laboratory	●					既存技術			●			
		State Geological Survey Contributions to NGDS Data Development, Collection and Maintenance	NGDS(国内地熱データベースシステム)データの向上、収集及び運用・管理に有用な国内地熱調査	Arizona Geological Survey	●					既存技術						●
	地下温度の調査・探査法	Baseline System Costs for 50.0 MW Enhanced Geothermal System -- A Function of Working Fluid, Technology, and Location	50.0MW EGSのシステムコストの基準	Gas Equipment Engineering Corporation	●					既存技術			●			
		The Snake River Geothermal Drilling Project - Innovative Approaches to Geothermal Exploration	Snake川の地熱掘削事業-地熱探査における革新的アプローチ	Utah State University	●					既存技術		●				
		Geothermal Exploration Innovation	地熱探査技術の革新	Lawrence Berkeley National Laboratory					●	既存技術	●					

基:基礎研究
 応:応用研究
 実:実用研究
 導:導入実証
 初:初期普及
 市:市場普及

（出典： DOE-EERE のホームページをもとに作成）

表 26 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) における地熱関連の技術開発案件の一覧 (2/7)

開発段階	個別技術	案件名称(英語)	案件名称(日本語訳例)	実施事業者	開発リスク	社会受容性リスク	環境共生	低コスト化	新旧区分	基	応	実	導	初	市	
資源精査/調査/掘削	リモートセンシング	Direct Confirmation of Commercial Geothermal Resources in Colorado using Remote Sensing and On-Site Exploration, Testing and Analysis	コロラド州における、遠隔・現地の探査、実験及び分析による商業的に利用可能な地熱資源の存在の確認	Flint Geothermal LLC	●			●	既存技術						●	
		Validation of Innovative Exploration Techniques at Pilgrim Hot Springs, Alaska	アラスカのPilgrim温泉における革新的な探査技術の開発	University of Alaska Fairbanks	●			●	既存技術			●				
	地震探査法(弾性波探査(サイズミック))	Development of Exploration Methods for Engineered Geothermal Systems through Integrated Geophysical, Geologic and Geochemical Interpretation	地球物理学、地質学、および地球化学を統合したEGSの探査手法の開発	AltaRock Energy, Inc.	●					既存技術	●					
		Seismic Technology Adapted to Analyzing and Developing Geothermal Systems Below Surface-Exposed High-Velocity Rocks	地表面に露出したHigh-Velocity岩下における地熱の分析及び開発に適用される地震探査技術	University of Texas at Austin	●					既存技術	●					
		Alum Innovative Exploration Project	カリフォルニア州アラムにおける革新的な探査技術開発プロジェクト	Ram Power Corp.	●					既存技術			●			
		Seismic Fracture Characterization Methodologies For Enhanced Geothermal Systems	地震から発生する断裂の特定方法のEGSへの活用	Lawrence Berkeley National Laboratory	●					既存技術		●				
		Analysis of Geothermal Reservoir Stimulation using Geomechanics-Based Stochastic Analysis of Injection-Induced Seismicity	注入誘発地震の地盤力学に基づいた確率的分析を活用した地熱貯留層刺激の分析	University of Oklahoma	●					既存技術		●				
		Development of a Geological and Geomechanical Framework for the Analysis of MEQ in EGS Experiments (Geysers)	EGS実験におけるMEQ分析のための地質学及び地球物理学フレームワークの開発	Texas A&M University	●		●			既存技術			●			
		Application of 2D VSP Imaging Technology to the Targeting of Exploration and Production Wells in a Basin and Range Geothermal System Humboldt House-Rye Patch Geothermal Area	Humboldt House-Rye Patch地熱地域、Basin and Range地熱システムにおける探査及び生産井への2D VSP画像技術の活用	Presco Energy LLC	●					既存技術			●			
		Conducting a 3D Converted Shear Wave Project to reduce exploration risk at Wister, CA	探査リスク削減のための3D変換s波プロジェクトの運営、カリフォルニア州Wisterにて	Ormat Technologies, Inc.	●					既存技術			●			
		Finding Large Aperture Fractures in Geothermal Resource Areas Using a Three-Component Long-Offset Surface Seismic Survey	3成分ロングオフセット地表面地震探査を活用した地熱資源地域における大開口断裂の発見	US Geothermal, Inc.	●				●	既存技術			●			
		Application of Microearthquake (MEQ) Monitoring for Characterizing Enhanced Geothermal Systems	EGS特徴づけのための微小地震モニタリングの適用	Lawrence Berkeley National Laboratory	●				●	既存技術			●			
		The Snake River Geothermal Drilling Project - Innovative Approaches to Geothermal Exploration	Snake川の地熱掘削事業-地熱探査における革新的なアプローチ	Utah State University	●					既存技術			●			
		Development of an Updated Induced Seismicity Protocol and Best Practices for Enhanced Geothermal Systems	誘発地震に関する最新の動向及びEGSのベストプラクティス	Lawrence Berkeley National Laboratory	●		●			既存技術	●					
	電気/電磁探査	Innovative Exploration Techniques for Geothermal Assessment at Jemez Pueblo, New Mexico	メキシコのJemez Puebloにおける先進的な地熱探査方法	Pueblo of Jemez	●					既存技術			●			
		Fracture Network and Fluid Flow Imaging for Enhanced Geothermal Systems: Applications from Multi-Dimensional Electrical Resistivity Structure	多面的な電気比抵抗調査による、EGSに対する断裂・地熱流体のイメージング技術	University of Utah	●					既存技術			●			
		Silver Peak Innovative Exploration Project	シルバークの革新的な探査事業	Ram Power Corp.	●				●	既存技術				●		
		Validation of Innovative Exploration Techniques at Pilgrim Hot Springs, Alaska	アラスカのPilgrim温泉における革新的な探査技術の開発	University of Alaska Fairbanks	●				●	既存技術			●			
	重力探査	Blind Geothermal System Exploration in Active Volcanic Environments: Multi-phase Geophysical and Geochemical Surveys in Overt and Subtle Volcanic Systems, Hawaii and Maui	活火山環境における潜在地熱システム探査: Overt and Subtle火山システムマルチフェーズ地球物理学と地球化学調査、ハワイ・マウイ島にて	Ormat Technologies, Inc.	●					既存技術			●			
		Detachment Faulting and Geothermal Resources - An Innovative Integrated Geological and Geophysical Investigation in Fish Lake Valley, Nevada	分離断層と地熱資源-革新的かつ総合的な地質学と地球物理学調査、ネバダ州Fish Lake Valleyにて	University of Texas at Austin	●					既存技術			●			
Validation of Innovative Exploration Technologies for Newberry Volcano		Newberry 火山の探査技術の実証	Davenport Power, LLC	●					既存技術			●				

基:基礎研究
 応:応用研究
 実:実用研究
 導:導入実証
 初:初期普及
 市:市場普及

(出典: DOE-EERE のホームページをもとに作成)

表 27 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) における地熱関連の技術開発案件の一覧 (3/7)

開発段階	個別技術	案件名称(英語)	案件名称(日本語訳例)	実施事業者	開発リスク	社会受容性リスク	環境共生	低コスト化	新旧区分	基	応	実	導	初	市
資源精査/調査井掘削	地化学探査	Away from the Range Front: Intra-Basin Geothermal Exploration	山脈フロントから離れて: 流域内地熱探査	GeoGlobal Energy LLC	●				既存技術		●				
		High Precision Geophysics and Detailed Structural Exploration and Slim Well Drilling	地質学の精密化、探索方法の詳細化及びスリムホール掘削	Nevada Geothermal Power Inc.	●				既存技術			●			
		Base Technologies and Tools for Supercritical Reservoirs	臨界環境にある貯留層を対象とした基本技術及び機器	Sandia National Laboratories	●				既存技術	●					
		Feasibility and Design for a High-Temperature Downhole Tool	高温下のダウンホール用機器の実現性及び設計	Oak Ridge National Laboratory	●				既存技術	●					
		Modeling and Visualization in NREL Software	NRELソフトウェアのモデリング及び可視化	National Renewable Energy Laboratory	●				既存技術						●
		Baseline System Costs for 50.0 MW Enhanced Geothermal System -- A Function of Working Fluid, Technology, and Location	50.0MW EGSのシステムコストの基準	Gas Equipment Engineering Corporation	●				既存技術				●		
掘削	泥水掘削	Comprehensive Evaluation of the Geothermal Resource Potential within the Pyramid Lake Paiute Reservation	Pyramid Lake Paiute 保留地における地熱資源に関する総合評価	Pyramid Lake Paiute Tribe	●				既存技術		●				
		High Temperature 300° C Directional Drilling System	高温耐熱性(300°C)の傾斜掘システム	Baker Hughes Oilfield Operation, Inc.				●	既存技術		●				
	傾斜掘削	Stinger Enhanced Bits for Enhanced Geothermal Systems (EGS)	EGSに利用するビットの改良	Novatek, Inc.				●	既存技術	●					
		OM-300 - MWD Geothermal Navigation Instrument	OM-300-MWD地熱ナビゲーション装置	Honeywell International, Inc.				●	既存技術	●					
		Gravity Head Energy System Pilot Program	GHESS(Gravity Head Energy System)のパイロットプログラム	Geotek Energy, LLC				●	新技術			●			
	石油・ガス掘削技術	Advanced Horizontal Well Recirculation Systems for Geothermal Energy Recovery in Sedimentary Formations	堆積岩層における地熱エネルギー回収のための水平井再循環システムの発展	Terralog Technologies, Inc.				●	新技術	●					
		Evaluation of Emerging Technology for Geothermal Drilling Applications	地熱掘削機器の新技術に対する評価	Sandia National Laboratories				●	新技術	●					
	その他	Technology Development and Field Trials of EGS Drilling Systems	EGSにおける技術発展及び実証実験	Sandia National Laboratories				●	新技術			●			
		Novel Geothermal Development of Deep Sedimentary Systems in the United States	USにおける深層堆積システムの最新の地熱開発	University of Utah				●	新技術	●					
		Baseline System Costs for 50.0 MW Enhanced Geothermal System -- A Function of Working Fluid, Technology, and Location	50.0MW EGSのシステムコストの基準	Gas Equipment Engineering Corporation	●				既存技術			●			
		Alum Innovative Exploration Project	カリフォルニア州アラムにおける革新的探査技術開発プロジェクト	Ram Power Corp.	●				既存技術			●			
		Innovative Exploration Techniques for Geothermal Assessment at Jemez Pueblo, New Mexico	メキシコのJemez.Puebloにおける先進的な地熱探査方法	Pueblo of Jemez	●				既存技術			●			
Silver Peak Innovative Exploration Project		シルバーピークの革新的探査事業	Ram Power Corp.				●						●		
Geothermal Exploration Innovation	地熱探査技術の革新	Lawrence Berkeley National Laboratory				●	既存技術	●							

基:基礎研究
 応:応用研究
 実:実用研究
 導:導入実証
 初:初期普及
 市:市場普及

(出典: DOE-EERE のホームページをもとに作成)

表 28 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) における地熱関連の技術開発案件の一覧 (4/7)

開発段階	個別技術	案件名称(英語)	案件名称(日本語訳例)	実施事業者	開発リスク	社会受容性リスク	環境共生	低コスト化	新旧区分	基	応	実	導	初	市	
F/S、 環境ア セス	生産予測シ ミュレーショ ン	Analysis of Low-Temperature Utilization of Geothermal Resources	低温の地熱資源の利用に関する分析	West Virginia University				●	既存技術			●				
		Economic Impact Analysis for EGS	EGSが経済に及ぼす影響に関する分析	University of Utah				●	既存技術		●					
		Energy Returned On Investment of Engineered Geothermal Systems	EGSにおけるエネルギー投資効率	Arthur J. Mansure					●	既存技術		●				
		Estimation and Analysis of Life Cycle Costs of Baseline Enhanced Geothermal Systems	EGSのライフサイクルにかかる最低限のコストの概算及び分析	Adi Analytics, LLC					●	既存技術	●					
		Geothermal Systems Engineering and Analysis	地熱システムの運用及び分析	Sandia National Laboratories					●	既存技術	●					
		GETEM Development	GETEMの開発	Idaho National Laboratory					●	既存技術		●				
		Technology Supply Curve Development	技術の供給曲線の作成	National Renewable Energy Laboratory					●	既存技術		●				
		Baseline System Costs for 50.0 MW Enhanced Geothermal System -- A Function of Working Fluid, Technology, and Location	50.0MW EGSのシステムコストの基準	Gas Equipment Engineering Corporation		●				既存技術			●			

基:基礎研究
 応:応用研究
 実:実用研究

導:導入実証
 初:初期普及
 市:市場普及

(出典: DOE-EERE のホームページをもとに作成)

表 29 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) における地熱関連の技術開発案件の一覧 (5/7)

開発段階	個別技術	案件名称(英語)	案件名称(日本語訳例)	実施事業者	開発リスク	社会受容性リスク	環境共生	低コスト化	新旧区分	基	応	実	導	初	市	
O&M	フラッシュ・復水器	Electrically Supported Thermal Exchange (ELSTEX) Technology	電気熱交換器技術	Physical Optics Corporation				●	既存技術			●				
	フラッシュ・冷却塔	Hybrid and Advanced Air Cooling	空冷式のハイブリッド化及び発展	National Renewable Energy Laboratory				●	既存技術			●				
		Working Fluids and their Effect on Geothermal Turbines	地熱タービンにおける地熱流体の働き	Sandia National Laboratories				●	既存技術			●				
	フラッシュ・副生技術	Technologies for Extracting Valuable Metals and Compounds from Geothermal Fluids	地熱流体からの資源発掘技術の開発	Symbol Materials				●	●	既存技術			●			
		Technical Demonstration and Economic Validation of Geothermally-Produced Electricity from Coproduced Water at Existing Oil/Gas Wells in Texas	テキサス州の既存の油・ガス井から採取した複合水を利用した地熱発電に関する、技術面及び経済面に関する検証	Universal GeoPower, LLC	●			●	●	既存技術			●			
	フラッシュ・その他	Advanced Horizontal Well Recirculation Systems for Geothermal Energy Recovery in Sedimentary Formations	堆積岩層における地熱エネルギー回収のための水平井再循環システムの発展	Terralog Technologies, Inc.				●	新技術		●					
	バイナリー・タービン	Optimization of hybrid-water/air-cooled condenser in an enhanced turbine geothermal ORC system	高性能タービンを利用した地熱ORCシステムにおけるハイブリッド水冷・空冷熱交換器の最適化	United Technologies Research Center					●	既存技術		●				
		Electric Power Generation from Co-Produced Fluids from Oil and Gas Wells	オイル井・ガス井からの混合流体による発電技術	University of North Dakota					●	既存技術			●			
		Beowawe Bottoming Binary Project	Beowawe Bottoming/バイナリープロジェクト	Beowawe Power, LLC				●	●	既存技術			●			
	バイナリー・凝縮器	Demonstration of a Variable Phase Turbine Power System for Low Temperature Geothermal Resources	低温地熱資源利用時における可変位相タービンを用いた発電システムの実証	Energent Corporation					●	既存技術			●			
		Dixie Valley Bottoming Binary Project	Dixie Valley/バイナリー発電プロジェクト	Terra-Gen				●	●	既存技術			●			
		Electric Power Generation from Low to Intermediate Temperature Resources	低～中温度の熱資源による発電技術	University of North Dakota					●	既存技術			●			
		Kalex Advanced Low Temperature Geothermal Power Cycle (The Bald Mountain Project)	Kalex先進的低温バイナリー発電(Bald Mountainプロジェクト)	Oski Energy, LLC					●	既存技術			●	●		
		Novel Energy Conversion Equipment for Low Temperature Geothermal Resources	低温地熱による革新的なエネルギー変換機器	Johnson Controls, Inc.				●	●	既存技術			●			
		Scale Resistant Heat Exchangers for Low Temperature Geothermal Binary Cycle Power Plant	低温地熱バイナリー発電所のためのスケール抵抗の高い熱交換器	Energent Corporation					●	既存技術			●	●		
		Development of New Biphasic Metal Organic Working Fluids for Subcritical Geothermal Systems	臨界地熱システムのための新2相金属有機作動流体の開発	Pacific Northwest National Laboratory					●	既存技術		●				
		High-Potential Working Fluids for Next-Generation Binary Cycle Geothermal Power Plants	次世代バイナリー発電所のためのハイポテンシャル作動流体	GE Global Research					●	既存技術			●			
		Tailored Working Fluids for Enhanced Binary Geothermal Power Plants	バイナリー発電所のためのテ일러作動流体	United Technologies Research Center					●	既存技術		●				
		Working Fluids and their Effect on Geothermal Turbines	地熱タービンにおける地熱流体の働き	Sandia National Laboratories					●	既存技術			●			
	バイナリー・その他	Small Scale Electrical Power Generation from Heat Co-Produced in Geothermal Fluids: Mining Operation	地熱流体(油田等)から生成した副生熱を利用した小規模発電	ElectraTherm, Inc.				●	●	既存技術			●			
		Klamath Falls Geothermal Low Temperature Power Plant	クラマスフォールズの低温地熱バイナリー発電プラント	City of Klamath Falls, Oregon					●	既存技術			●			
		Rural Cooperative Geothermal Development- Electric and Agriculture	農業協同組合地熱部門-電気と農業	Surprise Valley Electrification Corp.				●		既存技術			●			
		The Canby Cascaded Geothermal Development Project	Canbyにおけるカスケード利用に基づく地熱開発プロジェクト	Modoc Contracting Company				●	●	既存技術			●			
		Advanced Horizontal Well Recirculation Systems for Geothermal Energy Recovery in Sedimentary Formations	堆積岩層における地熱エネルギー回収のための水平井再循環システムの発展	Terralog Technologies, Inc.					●	新技術		●				

基:基礎研究
 応:応用研究
 実:実用研究
 導:導入実証
 初:初期普及
 市:市場普及

(出典: DOE-EERE のホームページをもとに作成)

表 30 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) における地熱関連の技術開発案件の一覧 (6/7)

開発段階	個別技術	案件名称(英語)	案件名称(日本語訳例)	実施事業者	開発リスク	社会受容性リスク	環境共生	低コスト化	新旧区分	基	応	実	導	初	市
O&M	高温岩体・破砕	Development and Validation of an Advanced Stimulation Prediction Model for Enhanced Geothermal Systems	EGSのための先端予測シミュレーションモデルの開発と実証	Colorado School of Mines	●				既存技術	●					
		Decision Analysis for Enhanced Geothermal Systems	EGSにおける判断方法に関する分析	Massachusetts Institute of Technology				●	既存技術	●					
		Stinger Enhanced Bits for Enhanced Geothermal Systems (EGS)	EGSに利用するビットの改良	Novatek, Inc.				●	既存技術	●					
		High Temperature, High Pressure Devices for Zonal Isolation in Geothermal Wells	地熱井における坑井内外の分離のための高温度、高圧力機器	Composite Technology Development				●	既存技術		●				
		Caldwell Ranch Exploration and Confirmation Project	コールドウェル放牧場の探査及び立証プロジェクト	Geysers Power Company, LLC				●	既存技術			●			
	高温岩体・導通	Demonstration of a Deep Enhanced Geothermal System at the Northwest Geysers Geothermal Field, California	Northwest Geysers地熱地域におけるEGSの実証試験	Lawrence Berkeley National Laboratory	●				既存技術			●			
	高温岩体・循環・抽熱	Chemical Impact of Elevated CO2 on Geothermal Energy Production	地熱発電の生産井から噴出するCO2の化学的影響	Lawrence Livermore National Laboratory				●	新技術	●					
		Development of Chemical Model to Predict the Interactions between Supercritical CO2 and Fluid, Rocks in EGS Reservoirs	EGSの貯留層内における超臨界のCO2、地熱流体、及び岩石間の化学反応の予測を目的とした化学的モデルの開発	University of Utah				●	新技術	●					
		Enhanced Geothermal Systems (EGS) with CO2 as Heat Transmission Fluid	CO2を電熱流体とするEGS	Lawrence Berkeley National Laboratory				●	新技術	●					
		Development of an Advanced Stimulation/Production Predictive Simulator for Enhanced Geothermal Systems	EGSのシミュレーション、及び生産量測定シミュレーターの性能向上	Science Applications International Corporation	●					既存技術	●				
		Use of a Reservoir Model to Predict Potential Effects of Fracturing Techniques	断裂派生技術の影響予測を目的とした貯留層モデルの活用	Oklahoma State University	●					既存技術	●				
		Life Cycle Analysis of Geothermal Systems	地熱システムのライフサイクルに関する分析	Argonne National Laboratory				●		既存技術		●			
		Development of an Updated Induced Seismicity Protocol and Best Practices for Enhanced Geothermal Systems	誘発地震に関する最新の動向及びEGSのベストプラクティス	Lawrence Berkeley National Laboratory			●			既存技術	●				
		Integration of Noise and Coda Correlation Data into Kinematic and Waveform Inversions With Microearthquake Data for 3D Velocity Structure, Earthquake Locations, and Moment Tensors in Geothermal Reservoirs	地熱貯留層における3D速度構造、地震位置及びモーメントテンソルのための微小地震データを用いた運動学的波形逆解析とノイズとコーダ波の相関データの結合	William Lettis & Associates, Inc.			●			既存技術		●			
		Mapping Diffuse Seismicity for Geothermal Reservoir Management with Matched Field Processing	MFP(整合フィールド処理)を用いた地熱貯留層管理のための非集中型地震活動のマッピング	Lawrence Livermore National Laboratory			●			既存技術		●			
		Toward the Understanding of Induced Seismicity in Enhanced Geothermal Systems	EGSにおける誘発地震の研究	Array Information Technology, Inc.			●			既存技術		●			
		A 3D-3C Reflection Seismic Survey and Data Integration to Identify the Seismic Response of Fractures and Permeable Zones Over a Known Geothermal Resource at Soda Lake, Churchill Co., NV	3D-3C反射法地震探査法及び、既知の地熱資源における断裂と透水帯の地震反応を特定するためのデータ結合、ネバダ州 Soda Lake, Churchill Co.にて	Magma Energy Corp.			●			既存技術			●		
		Advanced Seismic data Analysis Program (The "Hot Pot Project")	先進的地震データ分析プログラム (HotPotプロジェクト)	Oski Energy, LLC			●			既存技術		●			
		Air-Cooled Condensers in Next-Generation Conversion Systems	次世代エネルギー変換システム・空冷式熱交換器	Idaho National Laboratory					●	既存技術			●		
		Detecting Fractures Using Technology at High-Temperatures and Depths	高温かつ最深度での技術を活用した断裂探知	Baker Hughes Oilfield Operation, Inc.					●	既存技術	●				
Well Monitoring Systems for EGS		EGSにおける坑井内モニタリングシステム	Perma Works LLC					●	既存技術	●					
Single-Well Low Temperature CO2-Based Engineered Geothermal System	単一井低温CO2に基づいたEGS	GreenFire Energy					●	新技術			●				
Development of a Geological and Geomechanical Framework for the Analysis of MEQ in EGS Experiments (Geysers)	EGS実験におけるMEQ分析のための地質学及び地球物理学フレームワークの発展 (Geysers)	Texas A&M University			●			既存技術			●				
Working Fluids and their Effect on Geothermal Turbines	地熱タービンにおける地熱流体の働き	Sandia National Laboratories					●	既存技術			●				

基:基礎研究
 応:応用研究
 実:実用研究
 導:導入実証
 初:初期普及
 市:市場普及

(出典: DOE-EERE のホームページをもとに作成)

表 31 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) における地熱関連の技術開発案件の一覧 (7/7)

開発段階	個別技術	案件名称(英語)	案件名称(日本語訳例)	実施事業者	開発リスク	社会受容性リスク	環境共生	低コスト化	新旧区分	基	応	実	導	初	市	
O&M	高温岩体二酸化炭素回収貯留(CCS)	Active Management of Integrated Geothermal-CO2 Storage Reservoirs in Sedimentary Formations: An Approach to Improve Energy Recovery and Mitigate Risk	堆積岩層における地熱-CO2保管貯留層の管理:エネルギー回収率の向上及びリスク軽減のためのアプローチ	Lawrence Livermore National Laboratory				●	新技術	●						
		Novel Geothermal Development of Deep Sedimentary Systems in the United States	USIにおける深層堆積システムの最新の地熱開発	University of Utah				●	新技術	●						
	高温岩体その他	Demonstrating the Commercial Feasibility of Geopressed-Geothermal Power Development at Sweet Lake Field Cameron Parish, Louisiana	ルイジアナ州のSweet Lake Field Cameron Parishにおける異常高温地熱発電の商業化の実現性の実証	Louisiana Tank, Inc.	●					既存技術			●			
		Osmotic Heat Engine for Energy Production from Low Temperature Geothermal Resources	低温地熱資源からエネルギーを生産するための浸透圧熱エンジン	Johnson Controls, Inc.					●	新技術	●					
		Chemical Energy Carriers (CEC) for the Utilization of Geothermal Energy	地熱利用における化学的熱交換器(CEC)	Argonne National Laboratory				●	●	新技術	●					
		Gravity Head Energy System Pilot Program	GHEs(Gravity Head Energy System)のパイロットプログラム	Geotek Energy, LLC					●	新技術			●			
		Advanced Horizontal Well Recirculation Systems for Geothermal Energy Recovery in Sedimentary Formations	堆積岩層における地熱エネルギー回収のための水平井再循環システムの発展	Terralog Technologies, Inc.					●	新技術	●					
	貯留層管理 流体地化学 モニタリング	Carbonation Mechanism of Reservoir Rock by Supercritical Carbon Dioxide	超臨界の二酸化炭素による貯留層の炭素化メカニズム	Brookhaven National Laboratory	●					既存技術	●					
		FRACSTIM/I: An Integrated Fracture Stimulation and Reservoir Flow and Transport Simulator	FRACSTIM/L水圧破砕刺激及び地熱流体の動きに関する、貯留層内のシミュレーション	Idaho National Laboratory	●					既存技術			●			
		Predicting Stimulation-Response Relationships for Engineered Geothermal Reservoirs	工学的地熱貯留層のための予測刺激反応	Lawrence Livermore National Laboratory	●					既存技術			●			
		Development and Validation of an Advanced Stimulation Prediction Model for Enhanced Geothermal Systems	EGSのための先端予測シミュレーションモデルの開発と実証	Colorado School of Mines	●					既存技術	●					
	貯留層管理 坑井調査	Detecting Fractures Using Technology at High-Temperatures and Depths	高温かつ最深部での技術を活用した断裂探知	Baker Hughes Oilfield Operation, Inc.					●	既存技術	●					
		Well Monitoring Systems for EGS	EGSにおける坑井内モニタリングシステム	Perma Works LLC					●	既存技術	●					
	貯留層管理 地球物理学 モニタリング	Harsh Environment Silicon Carbide Sensor Technology	厳しい環境下における炭化ケイ素検知技術	University of California, Berkeley	●					既存技術	●					
		Analysis of Geothermal Reservoir Stimulation using Geomechanics-Based Stochastic Analysis of Injection-Induced Seismicity	注入誘発地震の地力学に基づいた確率論的分析を活用した地熱貯留層刺激の分析	University of Oklahoma	●					既存技術			●			
Comprehensive Evaluation of the Geothermal Resource Potential within the Pyramid Lake Paiute Reservation		Pyramid Lake Paiute 保留地における地熱資源に関する総合評価	Pyramid Lake Paiute Tribe	●					既存技術			●				
貯留層管理 その他	Development of an Advanced Stimulation/Production Predictive Simulator for Enhanced Geothermal Systems	EGSのシミュレーション、及び生産量測定シミュレーターの性能向上	Science Applications International Corporation	●					既存技術	●						
	Geothermal Exploration Innovation	地熱探査技術の革新	Lawrence Berkeley National Laboratory					●	既存技術	●						

基:基礎研究
 応:応用研究
 実:実用研究
 導:導入実証
 初:初期普及
 市:市場普及

(出典: DOE-EERE のホームページをもとに作成)

5.5.2 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 (ARPAE)

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 (ARPAE) が 2012 年時点で実施している技術開発プロジェクトを表 32 に示す。地熱関連の技術開発プロジェクトは 1 件で、新技術であるレーザー掘削の技術開発が実施されている。

表 32 FP7 における地熱関連の技術開発案件の一覧

国、組織、プログラム名	開発段階	個別技術	案件名称	実施事業者	開発リスク	社会受容性リスク	環境共生	低コスト化	新旧区分	基	応	実	導	初	市
ARPAE	掘削	その他	地熱発電用レーザー掘削	Foro Energy				●	新技術			●			

基：基礎研究
 応：応用研究
 実：実用研究

導：導入実証
 初：初期普及
 市：市場普及

(出典： ARPAE のホームページをもとに作成)

5.5.3 欧州委員会の第7次研究枠組み計画 (FP7)

欧州委員会が2012年時点で実施している技術開発プロジェクトを分類軸によって整理したものを表 33 に示す。

この枠組の中で、地熱技術国際パートナーシップ (IPGT : International Partnership for Geothermal Technology) と連携した研究プラットフォームである ERA-NET や誘発地震のメカニズム解明を目指した技術開発が実施されている。

表 33 FP7 における地熱関連の技術開発案件の一覧

国、組織、プログラム名	開発段階	個別技術	案件名称	実施事業者	開発リスク	社会受容性リスク	環境共生	低コスト化	新旧区分	基	応	実	導	初	市
FP7	資源精査/調査井掘削	その他	地熱ERA-NET	ORKUSTOFNUN				●	既存技術						●
	O&M	高温岩体 その他	貯留層の誘発地震緩和における地熱工学	HELMHOLTZ-ZENTRUM POTSDAM DEUTSCHES GEOFORSCHUNGSZENTRUM	●	●			既存技術	●					
		貯留層管理 地球物理学モニタリング	地熱システムにおける水圧刺激モデリング	KARLSRUHER INSTITUT FUER TECHNOLOGIE	●				既存技術		●				

基：基礎研究
 応：応用研究
 実：実用研究

導：導入実証
 初：初期普及
 市：市場普及

(出典： FP7 ホームページをもとに作成)

5.5.4 アイスランドにおける地熱関連の技術開発案件の一覧

アイスランドにおける技術開発のうち、ヒアリング、文献調査等をもとに抽出した技術開発を、分類軸によって整理したものを表 34 に示す。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を原料とし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、中央海嶺のプレートにおける 400-600°Cの地熱資源利用の経済的妥当性を検証するため、地下 4-5km まで掘削するプロジェクトであるアイスランド大深度掘削プロジェクト (IDDP ; Iceland Deep Drilling Project) 等、新規技術の開発に取り組んでいる。

表 34 アイスランドにおける地熱関連の技術開発案件の一覧

国、組織、プログラム名	開発段階	個別技術	案件名称	実施事業者	開発リスク	社会受容性リスク	環境共生	低コスト化	新旧区分	基	応	実	導	初	市
アイスランド	掘削	その他	アイスランド大深度掘削プロジェクト (IDDP)	HS社 (現HS Orka社) ほか				●	新技術			●			
	O&M	フラッシュ, その他	CRIプラント	Carbon Recycling Internationalほか			●		新技術						●
			Carbfixプロジェクト	Reykjavik Energyほか			●		新技術				●		

基: 基礎研究
 応: 応用研究
 実: 実用研究
 導: 導入実証
 初: 初期普及
 市: 市場普及

(出典: ヒアリング内容をもとに作成)

5.5.5 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

ニュージーランドにおける技術開発のうち、ヒアリング、文献調査等をもとに抽出した技術開発を、分類軸によって整理したものを表 35 に示す。地震探査法の精緻化という既存技術の改良に加え、排水からの鉱物の副生及び冷却水に含まれる硫化水素のバクテリアによる除去技術等の新規技術の開発にも取り組んでいる。

ニュージーランド、ビジネス・イノベーション・雇用省 (MBIE) は、ニュージーランドにおける経済、ビジネス、雇用の発展を管轄する官庁であり、競争力のあるビジネス、雇用の創出、安価な住宅の提供を掲げている。

表 35 ニュージーランドにおける地熱関連の技術開発案件の一覧

国、組織、プログラム名	開発段階	個別技術	案件名称	実施事業者	開発リスク	社会受容性リスク	環境共生	低コスト化	新旧区分	基	応	実	導	初	市
ニュージーランド	資源精査/調査 井掘削	地震探査法(弾性波探査(サイズミック))	地熱スーパーモデル: 地熱システムを把握するための統合モデリング	GNS Scienceほか	●		●		既存技術			●	●		
	O&M	貯留層管理, その他	地熱発電施設の排水から市場価値のある物質を抽出する技術の開発	GNS Science		●	●		新技術				●		
			ワイラケイ発電所におけるバイオフィクター	Contact Energy		●			新技術						

基: 基礎研究
 応: 応用研究
 実: 実用研究
 導: 導入実証
 初: 初期普及
 市: 市場普及

(出典: ヒアリング結果及び MBIE 公表資料をもとに作成)

5.5.6 スイス Swiss Federal Office of Energy SFOE の技術開発

スイスにおける技術開発のうち、ヒアリング、文献調査等をもとに抽出した技術開発を、分類軸によって整理したものを表 36 に示す。スイスでは今後 20 年間に於いて、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、熱破壊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。

表 36 スイスにおける地熱関連の技術開発案件の一覧

国、組織、プログラム名	開発段階	個別技術	案件名称	実施事業者	開発リスク	社会受容性リスク	環境共生	低コスト化	新旧区分	基	応	実	導	初	市
スイス	F/S、環境アセス	自然状態シミュレーション	GEOSIM	Swiss Seismological Service, ほか	●				既存技術			●			
	掘削	その他	熱による破砕掘削	Swiss Federal Institute of Technology, Zürich				●	新技術				●		
	資源精査/調査井掘削	地化学探査	地質、地化学、地球物理の観点を統合した地熱モデルシステム	Institute für Geochemistry and Petrology of ETH Zurich		●			既存技術			●			
	O&M	高温岩体 その他	GEOBEST	ETH Domain and Swiss Federal Office of Energy Pilot and Demonstration Program	●	●			既存技術		●				
	資源概査	地形判読	GeoMol - CH	Swiss Geological Survey, swisstopo Federal Office of Topography	●				既存技術		●				
	O&M	高温岩体 その他	GEO THERM	ETH Zurich, Paul Scherrer Institute, EPF Lausanne, Geo Energie Suisse AG		●			新技術			●			

基：基礎研究
 応：応用研究
 実：実用研究
 導：導入実証
 初：初期普及
 市：市場普及

(出典：ヒアリング結果をもとに作成)

5.5.7 地熱技術国際パートナーシップ (IPGT : International Partnership for Geothermal Technology) の技術開発プログラム

IPGT における技術開発のうち、ヒアリング、文献調査等をもとに抽出した技術開発を、分類軸によって整理したものを表 37 に示す。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、最先端の地熱技術開発を積極的に推進する計画を進めている。各国の強みと経験を活かし、EGS や深度掘削技術の研究・開発・展開、優良実績の情報交換、教育・訓練プログラムの支援などを整備している。

IPGT の技術開発プロジェクトは現行二つあり、一つはスイスと共同で実施している COTHERM であり、もう一つは 3D によるイメージング手法による資源精査技術の開発である。

表 37 地熱技術国際パートナーシップにおける地熱関連の技術開発案件の一覧

国、組織、プログラム名	開発段階	個別技術	案件名称	実施事業者	開発リスク	社会受容性リスク	環境共生	低コスト化	新旧区分	基	応	実	導	初	市
IPGT	資源精査/調査井掘削	地化学探査	地質、地化学、地球物理の観点を統合した地熱モデルシステム	Institute für Geochemistry and Petrology of ETH Zurich		●			既存技術			●			
		電気/電磁探査	地熱資源の把握のための3D解析技術	Lawrence Berkeley National Laboratoryほか	●				既存技術			●			

基：基礎研究
 応：応用研究
 実：実用研究
 導：導入実証
 初：初期普及
 市：市場普及

(出典：ヒアリング結果をもとに作成)

5.6 技術開発の分類手法を用いた技術開発（プロジェクト）マップの作成

技術開発（プロジェクト）シートに加えて、「5.1 国内外の技術開発の分類手法」の分類手法を用いて、詳細調査を実施した技術開発（プロジェクト）が分類された開発段階及び個別技術、研究開発フェーズ、技術目的、新旧区分が分かるようマッピングを実施した（図 43）。なお各マスに記載された U1 等の番号は各技術開発（プロジェクト）の ID を示す。詳細は「6.2 我が国における技術開発を中心とする今後の取組みの方向性」及び添付資料に示す。

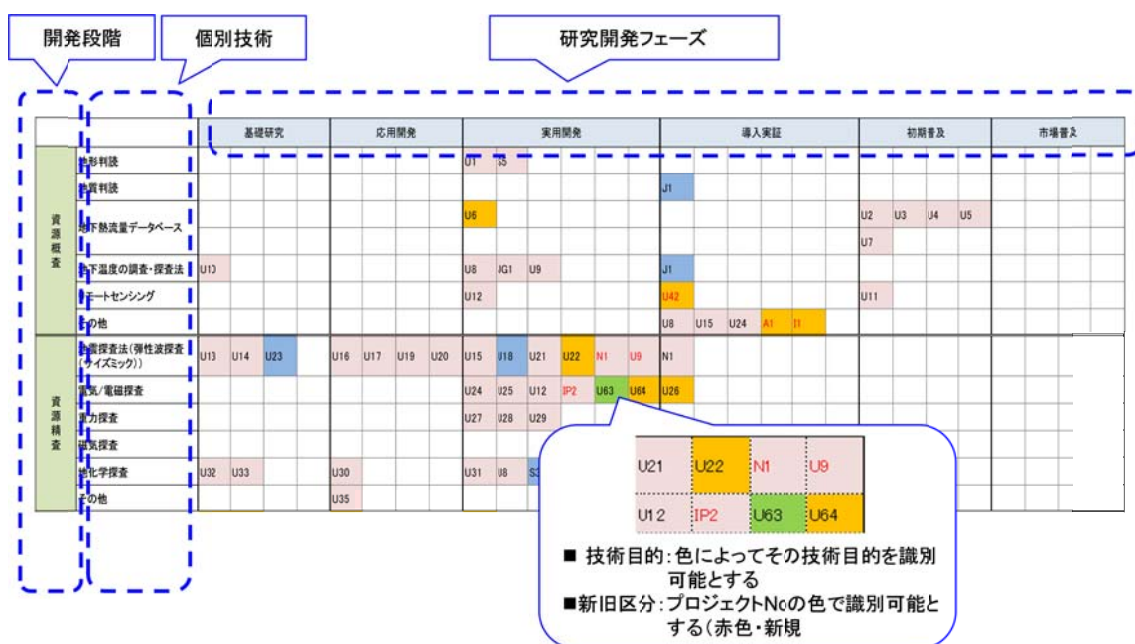


図 43 技術開発（プロジェクト）マップの構成図

6. 普及上の課題と技術開発を中心とした今後の取組みの方向性

6.1 国内外の地熱発電導入支援策の分類及び比較

「4.3.3 技術開発プログラム及び導入支援施策の体系化」にて整理した国内外の技術開発と導入促進施策（表 39 から表 42 にて再掲）を表 38 にて比較する。国内では海外では実施されていない広域の地熱資源ポテンシャル調査が実施されている。財政支援策については国内において地熱資源開発のために必要となる坑井の掘削、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に必要な資金に対する債務を保証する支援策が整備されている。技術開発については掘削、F/S、環境アセス、O&M に対する支援施策は整備されているものの、その数は多くない。

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によって 244 の技術開発プロジェクトが実施されており、全ての開発段階を網羅している。地熱に特化した支援施策は多くはなく、そのほとんどが再生可能エネルギー全般を対象としたものである。