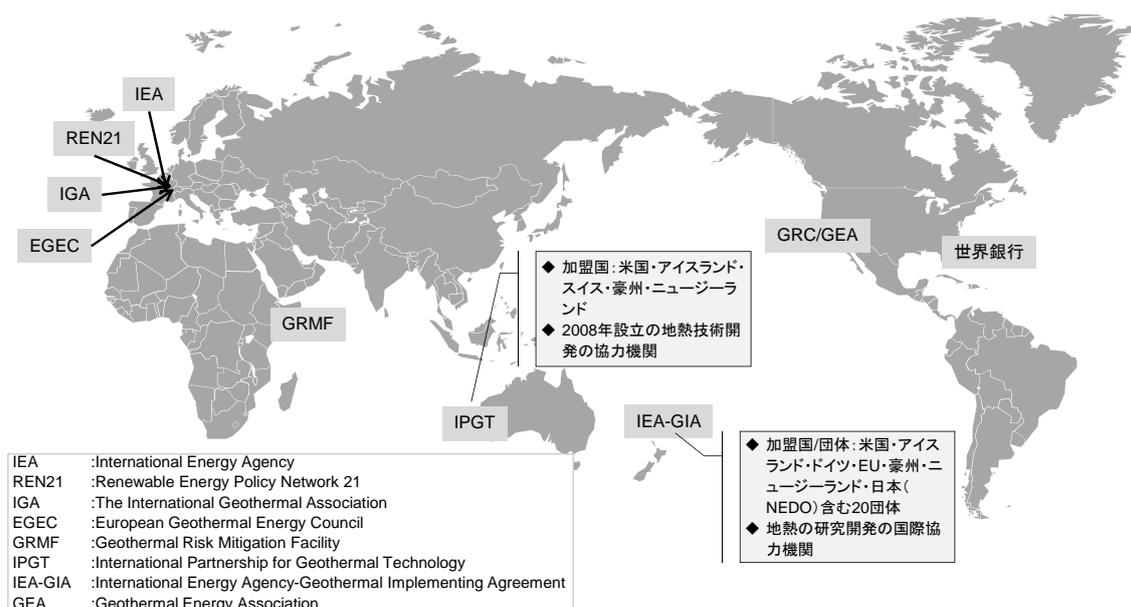


エネルギーセキュリティ向上や安定的で持続可能なエネルギー需給構造確立等を目的に、多くの地熱関連団体が設立されている（図 33）。中でも地熱技術国際パートナーシップ（IPGT ; International Partnership for Geothermal Technology）は、地熱利用や地熱発電に関する高度な専門知識を共有し、深部掘削や地熱エネルギー変換などの EGS についての政策面・技術面での国際協力関係の構築を目的とし、米国、アイスランド、スイス、豪州、ニュージーランドの五カ国が参加している。



（出典：各団体のホームページをもとに作成）

図 33 世界の地熱及びエネルギー開発に関する機構とその加盟国/団体（一部）

3. 国内における地熱発電の普及上の課題の整理

文献調査並びに国内外のヒアリング調査、検討会での論議を通じて抽出された、我が国における地熱発電の普及上の課題を表 2 に示す。課題は開発段階ごとに整理しており、A から始まる ID は技術的な課題、B から始まる ID は社会環境等に係る課題を示す。

○ 資源概査に関わる課題

資源概査段階では、広域の地熱ポテンシャル調査に関する課題があげられている。国内では米国等の海外に比べると情報公開システムの整備に後れを取っている。加えて、開発業者がより詳細に開発地点を絞り込むだけの調査が実施されていないことや、特に国立公園内においてポテンシャル調査が未実施のエリアが存在している。

○ 資源精査に関わる課題

資源精査段階では、MT法、マクロサイスミック技術等の個別の資源精査技術の技術開発は目覚ましいものがあるものの、更なる正確性が求められている。また、複数の探査技術による探査結果を統合化する技術及び3Dによる分析技術の開発、普及・促進が課題としてあげられている。精度向上に加えて、低コスト化も課題として提起されている。弾性波探査等は数千万から数億円規模の費用がかかり、開発業者にとっては大きな負担となっている。

○ F/S、環境アセスに関わる課題

F/S、環境アセスの初期段階（例、配慮書の段階）では、発電所規模を適正に見積もるためにいくつか課題があげられている。具体的には、貯留層の規模、特性（資源ポテンシャルの賦存状況、熱水挙動）の把握、蒸気量に影響する井戸の腐食を引き起こす酸性熱水の分布の予測、プラント稼働後のスケール付着による蒸気量の変動の予測が容易ではないことがあげられる。また、事業計画から運転開始までのリードタイムが長いことも課題としてあげられている。中でも通常3年から4年ほどかかる環境アセスメントは開発期間を長期化させる一因とされている。

○ 掘削に関わる課題

掘削段階では、コスト及び成功率が課題とされている。掘削にかかるコストは地熱発電所建設にかかるコストの約3割を占めるといわれており、深さ2,000メートルの坑井1本で通常数億円規模となり開発業者にとっては負担の一つとなっている。掘削コストそのものは海外と比べても大差はないものの、海外と比べると国内の地熱貯留層は規模が小さい傾向にあり、蒸気量少ないため生産される蒸気量当たりの掘削費は世界的にみても割高となる。掘削の成功率は約70%であり¹、掘削本数が2本程度である中規模の発電所にとっては1本の掘削失敗が致命的となるため、更なる成功率の向上が求められる。また、開発が制限されている国立公園等における対応策として、公園敷地外から掘削を実施する傾斜掘削技術が注目されているが、低リスク化が課題として認識されている。

○ 設計・建設に関わる課題

バイナリー発電のような小規模の発電所を除く、新規の発電所建設において、設計・建設段階では地上設備の設計・建設のコストが最大で地熱開発全体の7割を占めており、コスト削減が求められる。温泉バイナリー発電では発電量に対して発電システム全体のコストが割高となっていることから、凝縮器等の低コスト化が求められる。また、発電所の建設にあたり、フットプリントの最小化等の周辺自然環境への配慮及び景観との調和も考慮が必要である。

¹ 委員のご意見及び The World Bank “Geothermal Handbook: Planning and Financing Power Generation” p58

○ O&Mに関わる課題

O&M段階における課題として、発電効率維持のための定期的なメンテナンスがあげられる。生産井に付着し蒸気量の減少等の問題を引き起こすスケールの除去に手間がかかっており、腐食した井戸のメンテナンスが技術的に難しいことも課題としてあげられる。また、貯留層のメンテナンスに関しては、持続的な生産を維持するための正確な貯留層モニタリング及びその低コスト化が求められる。

温泉バイナリー発電では主な熱媒体として、代替フロンが使われているものの、その価格は高く、今後規制強化対象となる可能性が高いため、安価且つ不燃性である熱媒体の開発が求められる。なお、低温域で高効率なアンモニア水を使ったカーリーナサイクル発電システムの研究開発が行われている。

タービンの開放点検によって稼働率が低下し、発電所全体の収益性が下がることも課題の一つとして捉えられている。開放点検は4年に一度実施することが義務付けられているものの、実際には国内の地熱発電所ではスケール除去等のため2年に一度程度実施されており、この期間中の発電は停止される。

離島等の一定エリア内の電力を供給する地熱発電所では、季節に応じた電力需要に合わせた出力の調整が将来的に難しくなることが課題としてあげられている。また、周辺に悪影響を与えない状態に埋坑あるいは密閉する技術の確立が求められている。

社会環境等に係る課題として、地域における地熱利用、ひいては地域共生という観点から、その地域の特性を考慮し、農水産業、レジャー、省エネ事業の持続的な地熱活用ビジネスのスキームを確立することが求められている。

○ 全般に関わる課題

開発段階全般に関する課題として、自治体、自然保護団体等の利害関係者との共生や、水利権並びに温泉権等の既得権益を有するステークホルダーとの調整、業界全体における人材の高齢化を課題としてあげている。地熱発電に適した場所は温泉と隣接していることが多く、こういった温泉ビジネス、地域住民からの支持を得ることが開発に着手するための条件となる。また水、地下資源を有するステークホルダーの権利を尊重しつつ、これらと共存可能な開発の推進が必須となる。これは多くの国内産業に共通に見られる現象であるが、業界全体における人材の高齢化も課題として捉えられており、若手人材の確保、育成が急務とされている。特に掘削業界においては、高齢化による人材の不足が顕著であり、ノウハウの蓄積・継承及び掘削人員の確保の観点から、緊急の課題とされている。

表 2 国内の地熱発電の普及上の課題

開発段階	ID	大分類	小分類
開発前	資源概査	A-1	海外と比べ広域な地熱資源に関するデータの公開システムの整備が進んでいない。 異なる政府機関が地熱ポテンシャルに関するデータを保有しており、海外に比べると一般に参照されやすい公開システムが整備されていない。
		A-2	開発業者が開発地点を絞り込むだけの詳細なポテンシャルデータベースが整備されていない。 広域の地熱ポテンシャルデータベースは存在するが、地熱開発業者が開発候補地を絞り込むだけの、詳細なデータが整備されていない。
		A-3	国のポテンシャル調査において調査が実施されていないエリアが存在する。 国の地熱ポテンシャル調査において、特に国立公園内の調査が実施されていない。
	資源精査/調査井掘削	A-4	精査技術によって地熱貯留層の位置及び規模を正確に把握できるわけではない。 複数の探査手法(電磁探査、重力探査等)によるデータの統合化技術が確立が課題である。 2Dデータのみでは、Z方向における深度等を適切に把握することは難しいものの、3Dによる分析の普及・促進が課題である。
		A-5	資源探査のコストが高い。 資源探査のための調査井掘削のコストが高い。 弾性波探査等の低コスト化が求められる探査技術が存在する。
	F/S、環境アセス	A-6	発電所規模の適正化に不確実性が存在する。 貯留層の規模、特性(資源ポテンシャル、熱水挙動)に応じた発電所の規模の適正化が難しい。 蒸気量に影響する井戸の腐食を引き起こす酸性熱水の分布予測が難しい。 プラント稼働後のスケール付着による蒸気量の変動の予測が難しい。
		A-7	事業計画から運転開始までのリードタイムが長い。 事業期間が長くなるほどコストがかさむ。 環境アセスメントの期間についてのコストも負担となる。
開発中	掘削	A-8	掘削コストが高い。 掘削においては、リグの稼働率の向上、掘削システムの高性能化、ビットの高硬度化/高耐久化が課題である。 日本では井戸1本あたりの蒸気量が少ないため、蒸気量あたりの掘削コストが高い。
		A-9	掘削が失敗する可能性が存在する。 掘削の成功率は70%ほどであり、成功率を向上させるための技術、また失敗した場合のリカバリー技術が課題である。
	B-1	国立公園等のエリアでは開発が制限されている。 国立公園外から掘削する手法の更なる低リスク化が課題である。	
	設計建設	A-10	設計建設のコストが高い。 発電所全体の収益性向上のための、副産物抽出、熱水のカスケード利用等が課題である。 地上設備の設計/建設にかかるコストが発電所開発の最大で7割を占めており、更なる削減が課題である。 温泉バイナリー発電では発電量のわりに発電システム全体のコストが割高となっている。特に凝縮器の更なる高効率化/低コスト化が課題である。
		B-2	発電所建設にあたり、自然環境へ影響を与える可能性が存在する。 フットプリントの最小化、動植物への影響等を考慮した掘削、配管、プラント建設/運用が課題である。
		B-3	地熱発電が観光地、自然公園と隣接していることが多いことから、発電所が周辺の景観となじまない可能性がある。 周辺の景観を損なわないよう、プラントの建設、井戸の配管等を実施することが課題である。
開発後	O&M	A-11	発電効率維持のための定期的なメンテナンスが必要となる。 ・スケール対策 ・定期的な貯留層モニタリング 生産井に付着し蒸気量の減少等の問題を引き起こすスケールの除去に手間がかかる。 腐食してしまった井戸のメンテナンスが難しい。 持続可能な生産を客観的に評価するための、貯留層モニタリングの精度向上・低コスト化が課題である。
		A-12	温泉バイナリー発電にて主な熱媒体である代替フロンは規制対象となる可能性があり、価格が高い。 温泉バイナリー発電にて主な熱媒体である代替フロンは価格が高く、規制強化対象となりうるため、炭化水素と同等の低価格で、不燃性の熱媒体の開発が課題である。
		A-13	タービン開放点検によって稼働率が低下する。 タービン開放点検によって稼働率が低下し、収益性に影響する。
		A-14	季節性の電力需要に対応した出力調整が難しくなることが将来的に予想される。 離島等の一定エリア内の電力を供給する地熱発電所において、季節によって電力需要が落ち込んだ際に出力の調整をすることが難しいことが将来予想される。
		A-15	経済的な廃坑技術の確立が求められる。 使用しなくなった坑井(温泉井を含む)を廃坑する際に、周辺に悪影響を与えない状態に埋坑あるいは密閉する技術の低コスト化が課題である。
		B-4	地熱を活用したビジネスが長期に渡り持続しない場合がある。 地域特性を考慮した農水産業、レジャー、省エネ事業の地熱活用ビジネスのスキームの確立が課題である。
全般	全般	B-5	自治体、自然保護団体等の利害関係者との相互理解、共生が求められる。 開発許可を得るために、自治体、自然保護団体等の利害関係者からの理解が必要となる。交渉がうまくいかない場合は資源探査の段階から許容されない場合がある。
		B-6	水利権、温泉権等に関連するステークホルダーとの調整が求められる。 水、地下資源等に係るステークホルダーの権利を守りつつ、開発を進めることが課題である。
		B-7	業界全体で人材の高齢化が進んでおり、将来的に人材不足が懸念される。 技術の継承のための若手人材の育成が急務となっている。