

## 7. まとめ

本調査では地熱開発の技術的課題の克服を図ることを目的とし、地熱開発の有識者・専門家の検討会を設置した上で、文献調査及びヒアリングを通じて、国内外の最新の技術開発と導入支援に係る政策の収集・整理・評価を行った。

国内外の最新の技術開発動向の把握に先立ち、我が国及び海外の地熱導入国における取組概要を把握するとともに、有識者へのヒアリングを行い、その上で、我が国における地熱発電の普及上の課題の抽出整理を行った。課題については、技術面の課題 15 件と社会環境に係る課題 7 件の計 22 件に集約された。各課題へ技術的に対応する観点から、技術開発の目的として低コスト化技術、環境共生技術、低リスク化技術の 3 つを設定し、低リスク化技術については、技術面での開発リスクの低減と、地熱発電に対する社会受容性に係るリスクの低減に分けることとした。

次に、国内及び海外における地熱技術開発事業について詳細な調査を行い、合計 116 プロジェクトについて、技術開発の特徴、導入効果、開発上の課題、今後の見通し等について整理を行った。整理に際しては、地熱発電の開発段階（資源概査、資源精査／調査井掘削、F/S 環境アセス、掘削、設計・建設、O&M）、技術開発フェーズ（基礎研究、応用研究、実用研究、導入実証、初期導入、市場普及）、並びに従来技術の改良／新規コンセプト技術の分類を適用し、全プロジェクトが掲載された技術マップを作成した。技術開発プロジェクトと並行して、各国における地熱開発支援策について調査を行い、技術マップと対応させて開発段階別の整理を行った。

上述の技術マップと支援施策マップを用いて、我が国における今後の技術開発の方向性について検討を行い、各課題に対する短期的及び中長期的な技術開発テーマと、技術開発と一体的に推進すべき支援策を抽出した。

概ね 2020 年までの短期的な技術開発の方向性について、課題別に整理した。まず、資源概査段階における課題として広域の地熱資源ポテンシャル調査の実施が不十分であるという課題が抽出された。今後の技術開発の方向性として、米国のデータベース公開システムである NGDS（国内地熱データベースシステム）等を参考にしつつ、一元化されたデータベースの構築が望まれる。このデータベースは開発拠点を絞り込む上でも非常に重要であり、開発リスクの低減につながる技術となる。

資源精査段階における課題として、資源精査技術の更なる精度の向上及び低コスト化があげられる。今後はデータ処理能力の高いソフトウェアの開発、実施に数千万規模の費用のかかる弾性波探査等の低コスト化技術が重要となると考えられる。これにより後続の開発段階である掘削のコストの低減も期待できる。また地下構造をより正確に把握することによって温泉等の利用と地熱発電の共生を図ることが可能となり、地熱資源を利用するス

ステークホルダーからの理解を得られやすくなるという点から地熱発電自体の社会受容性の向上にも寄与すると考えられる。

このような科学的知見に基づいた技術を広く他ステークホルダーに利用してもらうためには、可視化結果の情報提供スキーム及び技術の信頼性を確保するための第三者機関の設置等も同時に取り組む必要がある。ステークホルダーの理解醸成の観点からは、資源精査技術に加え、発電以外の地熱資源を含めた地熱系の挙動を把握するモニタリングツール等の開発も重要である。あわせて、地熱開発に関わる関連機関・団体間での技術に関する情報共有の徹底や、我が国の地熱技術開発に関する継続的な情報提供や普及啓発も重要である。

F/S 環境アセス段階では、発電所規模の適正な見積もりに不確実な要因が存在すること、また開発までの期間が長期化することが主な課題として抽出された。発電所の規模の見積もりをより確実にするために、坑井（あるいは貯留層）の減衰やスケール析出等の影響を予測するシミュレーターの更なる高精度化が望まれる。また硫化水素拡散シミュレーターや景観シミュレーター等の改善は環境アセスメントの期間と連動した開発リスクの低減及び自然環境との調和という環境共生の観点からも重要な技術開発である。

掘削段階では低コスト化、成功率の向上、開発制限エリアにおける掘削技術の開発が課題とされている。掘削段階はそのコストの大きさから最も開発リスクの高いフェーズであり、この観点からも高性能掘削システムによって、より短期間に正確な掘削を実施することが期待される。特に開発制限エリアにおける掘削は難度、開発リスクともに高くなり、これを成功させる技術開発も重要となる。技術的な課題に加えて、今後実用化される新規技術の活用の観点から地熱開発技術の継承も重要な要素と考えられる。

設計・開発段階では、低コスト化に加えて自然環境や景観との調和が求められており、景観シミュレーター等の環境共生型技術の開発を推進することが望まれる。

O&M 段階では、地熱資源を持続的に活用するためのスケール対策や、減衰した貯留層の涵養技術を含む貯留層管理が課題となる。中でも、地熱開発が広く社会に受け入れられるための熱水カスケード利用等のビジネススキームの構築とそれを後押しする技術開発及び地域実証は重要な技術開発の一つである。

2020年以降の中長期的な技術開発としては、更なる地熱資源の活用拡大の観点から、より深部かつ高温の地熱資源の活用が考えられ、高温岩体発電やマグマ発電のような従来の熱水資源の制約にとらわれない発電方式が主な技術開発のテーマとしてあげられる。具体的には、より深部の地熱資源をターゲットとした資源探査技術や掘削技術の開発、またより高温に耐えうる掘削リグ、坑井の材質の開発等が挙げられる。