

再生可能エネルギー研究センター

浅沼 宏¹⁾

1. 福島再生可能エネルギー研究所・再生可能エネルギー研究センター設立の経緯とミッション

産総研は、政府の東日本大震災復興基本法第3条に基づき制定された「東日本大震災からの復興の基本方針」(2011)および「福島復興再生基本方針」(2011)などを受けて、「再生可能エネルギーさきがけの地、福島」に再生可能エネルギー関連研究に特化した新たな研究所を設立することを2012年に決定した。これを受け、福島県郡山市郡山西部第二工業団地に土地を購入し、郡山市と2012年11月に連携・協力協定を締結した。その後、2012年12月に建設工事を着工し、2014年4月に福島再生可能エネルギー研究所(Fukushima Renewable Energy Institute, AIST:FREA)を開所した。

FREAは「世界に開かれた再生可能エネルギーの研究開発の推進」と「新しい産業の集積を通じた復興への貢献」をミッションとし、国内外から集う様々な人々と共に、再生可能エネルギーに関する新技術を生み出し発信する拠点として機能することを目標としている。FREAに設置された研究推進組織である再生可能エネルギー研究センター(Renewable Energy Research Center:RENRC)には、FREA開所当初、地熱チーム、地中熱チームを含む全6チームが設置され、中核的な要素技術からシステム統合技術まで、そして基礎研究から実証研究まで、再生可能エネルギー技

術の研究開発に幅広く取り組んできた。

これらの研究活動の一環として、FREAのミッションの一つである「新しい産業の集積を通じた復興への貢献」を実現するために、被災地(福島県、宮城県、岩手県の3県、2021年度からは福島県沿岸地域の15市町村)に拠点を有する企業が開発した再生可能エネルギーに関連するシーズに対してFREAが技術支援することにより、実用化および新たな産業の創出を目指す「被災地企業のシーズ支援プログラム」(以下「シーズ支援事業」という)を設立当初から実施してきた。本事業はFREAにおける活動の特徴的な点のひとつである。

2. 再生可能エネルギー研究センター設立から現在

再生可能エネルギー研究センターは、エネルギー・環境領域とGSJが融合した研究ユニットであり、設立時には、エネルギーネットワーク、水素キャリア、風力エネルギー、太陽光、地熱、地中熱の6研究チームが設置された。その後、水素・熱システム、太陽光システム、太陽光評価・標準の3つのチーム、および清水建設-産総研ゼロエミッション・水素タウン連携研究室が加わり、現在、9つの研究チームと1連携研究室から構成されている(このうち、太陽光評価・標準チームは、つくば中央に設置)(第1図)。

再生可能エネルギー研究センターに設置された研究チームのうち、所属研究者がGSJ内の組織と兼務している地熱

年度	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
所属チーム等					エネルギーネットワーク、水素キャリア、風力エネルギー、太陽光、地熱、地中熱				水素・熱	清水建設-産総研ゼロエミッション・水素タウン連携研究室	太陽光システム、太陽光評価・標準	
研究員数				17	26	34	35	38	39	38	46	45

第1図 再生可能エネルギー研究センターの経緯

1) 産総研 エネルギー・環境領域 再生可能エネルギー研究センター

キーワード：福島、再生可能エネルギー研究センター、地熱、地中熱

チーム、地中熱チームの主な研究成果は以下のようになる。

2.1 地熱チーム

地熱チームでは「地熱の適正利用」をキーワードに、地下や社会の状態に合わせて地熱エネルギーを持続的かつ低環境負荷で最大限利用可能にする技術の開発を目指して研究開発を実施してきた。このなかで、2030年頃目標達成を念頭に、在来型地熱発電の発電量増大、持続性確保、社会受容性の獲得等に向けた研究開発を行ってきた。また、2040年以降の実用化を目指し、超臨界地熱発電技術の研究開発や地熱発電社会受容性構築のための研究開発を実施してきた。これらにより得られた主な成果は以下の通りである。

- *地熱発電と温泉の共生、および温泉資源の適正利用実現のための AI-IoT 温泉モニタリングシステムを開発し、温泉変動要因の検出および除去やクラウド上の AI による大規模給湯系のモニタリング・異常検知等を可能にできた（第2図）。
- *地熱貯留層内外で発生する微小地震を用いて貯留層の透水性分布や貯留層内部での流体挙動を高分解能にモニタリング可能な手法を開発した。
- *地熱システム性能向上のために実施される水圧破碎・加圧注水の岩石力学シミュレータを開発し、実証試験を通じてシミュレータの妥当性を実証するとともに、発電量の増大を実現した。
- *国内地熱関連研究者のリーダーシップを執って超臨界地



第2図 AI-IoT 温泉モニタリングシステム

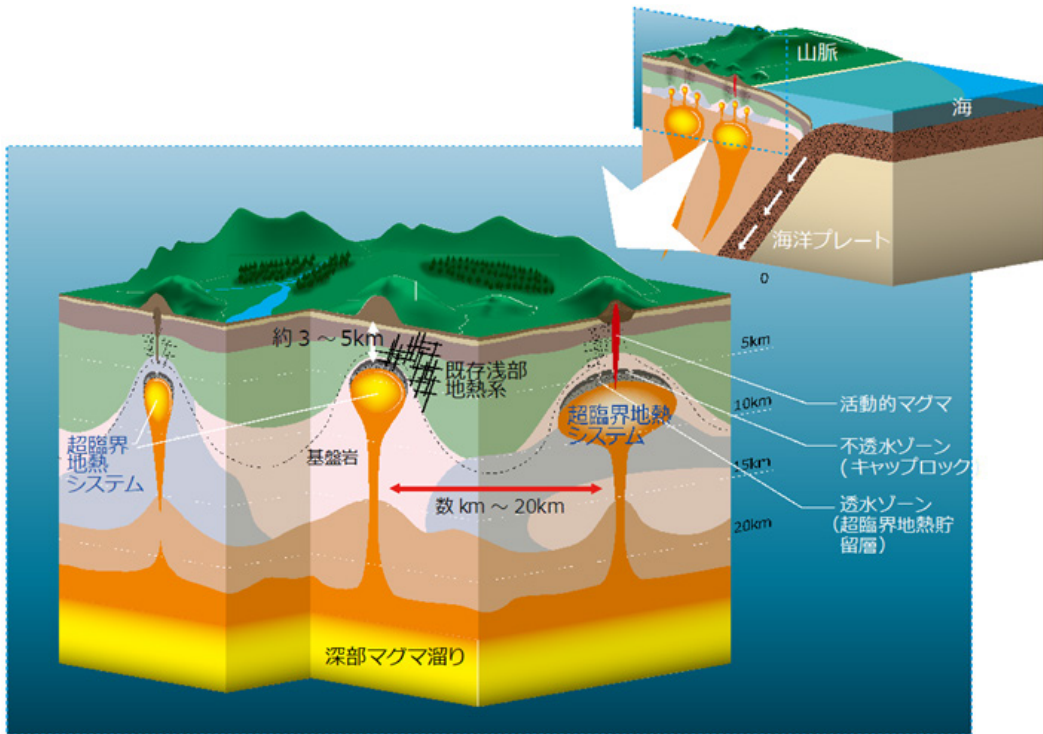
熱発電の可能性調査を行うとともに研究開発ロードマップを策定し、グリーンイノベーション戦略やエネルギー基本計画等の政策へ反映させた。

- *超臨界地熱資源国内有望地域での調査・探査・モデル化等を行い、深度4～5kmに存在する超臨界地熱システムをモデル化するとともに、それを利用した100MW規模の商用発電が実現可能であることを示した（第3図）。現在、調査井の試掘へ向けて超臨界地熱システムモデルの精緻化、資源量評価、試掘・試験プランの策定等を開始している（2021年度～2024年度）。
 - *超臨界地熱開発に使用可能な世界トップレベルの分解能、SN比を有する光ファイバセンシングシステム（温度、振動）を開発した。
- また、これらに加え、これまでに17件のシーズ支援事業を実施し、地熱貯留層評価手法・機器の高性能化や地熱シミュレータの高度化等を実現し、ビジネス化へ結び付けている。現在、地熱チームでは2025年度までの計画で常磐地域における中低温地熱資源の評価とエネルギー利用システムの設計支援を実施しており、当該地域の低炭素化、および新産業・雇用の創出へ結び付けたいと考えている。

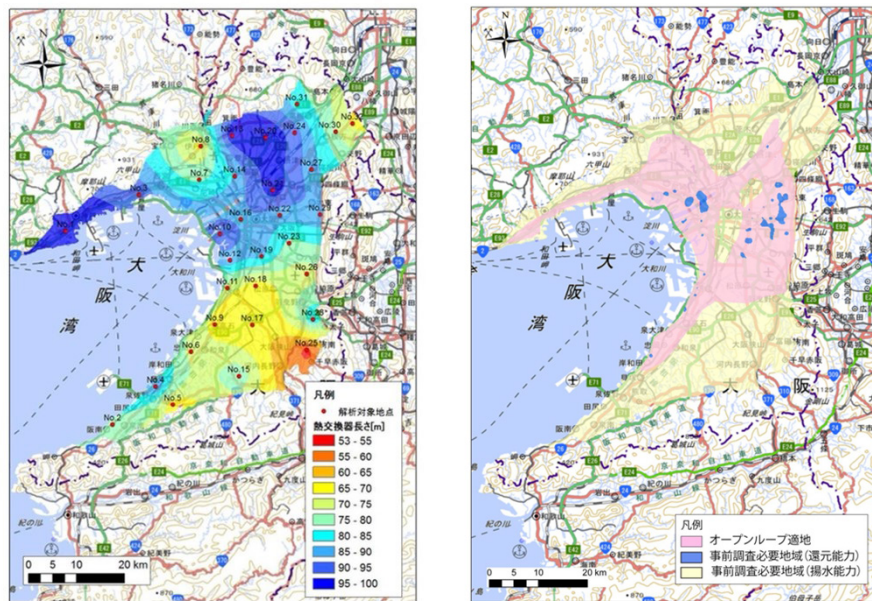
2.2 地中熱チーム

地中熱チームでは、研究のポリシーとして「地域の地質環境・地下水環境を活用した地中熱システムの開発」を掲げている。その中で「地中熱ポテンシャル評価」と「地中熱システムの最適化技術開発」を主要な研究テーマとして取り組み、海外以上に効率の良い地中熱システムをFREAのある福島県から広めていくことを目指している。これらの研究により、得られた主な成果は以下の通りである。

- *NEDOプロジェクト等を通して、地中熱クローズドループシステムとオープンループシステム両者のポテンシャル評価手法を開発し、東北地方の主要地域（津軽平野、秋田平野、仙台平野、山形盆地、福島盆地）における地中熱ポテンシャルマップを作成・公開した。
- *上記の東北地方は暖房負荷の割合が大きい地域であるが、地中熱ポテンシャル評価手法を応用して、冷房負荷の割合が大きい大阪平野のマップを作成・公開した（第4図）。
- *これまでに開発した地中熱ポテンシャルマップは、地域の可能採熱量や必要熱交換器長さで表現した「開発可能性」を示すマップである。次のステップとして、地下水流動の効果を含む「見かけ熱伝導率」を地形や地質情報から予測する技術の開発に着手した。この技術が確立することにより、適切な地中熱システムの設計が可能とな



第3図 我が国における超臨界地熱システムのモデル図



第4図 大阪平野における地中熱ポテンシャルマップ
左図：クローズドループシステム 右図：オープンループシステム

り、初期コストの削減やシステムの高効率化への貢献が期待される。

- * 2013年度より「被災地企業のシーズ支援事業」を実施しており、福島県内の民間企業との共同研究を通して、地中熱システムの最適化技術開発を行っている。地中熱チームでは、2013年度～2021年度の9年間で、計

20件の地中熱関連事業を実施した。

- * シーズ支援事業で製品化された「地下水間接利用型地中熱ヒートポンプ」「地下水移流型熱交換器」「タンク式熱交換器」については、FREA 1階ホールに展示中である(第5図)。
- * 2021年度からは、新規コンソーシアム型シーズ支援事



第5図 シーズ支援事業で製品化された高効率熱交換器

- ① 地下水間接利用型地中熱ヒートポンプ
- ② 地下水移流型熱交換器
- ③ タンク式熱交換器

業として「ハウス栽培に適した地中熱システムの開発・実証」を実施している。これまでのチームの研究は、主に住環境の冷暖房を対象とした地中熱システムに関する研究開発であったが、2021年度からは農業分野へ参入した。

*その他、地中熱チームでは、CCOP（東・東南アジア地球科学計画調整委員会）の枠組みの中で、CCOP-GSJ 地下水プロジェクトと地中熱サブプロジェクトを実施している。これまでに、タイやベトナムにおける地中熱冷房システム実証試験を実施し、その有効性を示した。また、我が国の民間企業がこれらの地域で地中熱事業を展開するためのサポートやコンサルタントを行った。今後も、民間企業の東南アジアにおける地中熱事業展開の橋渡し活動により、東南アジアにおける地中熱システムの社会実装を目指している。

3. おわりに

「2050年カーボンフリー社会」の実現に向け、CO₂排出抑制効果の大きい地熱エネルギー・地中熱が果たす役割は小さくない。地下が不均質かつ不可視であることに起因して、地熱・地中熱の開発には不確実性がともない、コスト高やリードタイムの長さ結び付いているが、FERA地熱チーム、地中熱チームのメンバーは、つくば勤務のGSJ研究者と密接に連携するとともに、GSJがこれまでに蓄えてきた膨大な知見やデータを有効に利用し、目標を着実に達成し、我が国の新たなエネルギー・社会システムの実現に寄与したいと考えている。また、これと同時に深部から浅部にわたる熱や物質の循環などに関する科学的理解の深化も実現すると判断している。

ASANUMA Hiroshi (2022) Renewable Energy Research Center.

(受付：2022年6月13日)