

FREA 再生可能エネルギー研究センター 地中熱チームの2021年度研究戦略

内田 洋平¹⁾

1. 地中熱チームの研究開発戦略

地中熱システムは、太陽光や風力、地熱発電とは異なり、発電を行う技術ではなくエネルギーを賢く使う省エネ技術です。全体の消費電力量を削減することはもちろん、エネルギーの最大需要量を削減することにより、ピークカットや発電設備の最大出力低減にも貢献できるものとされています。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」を掲げています。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ます。

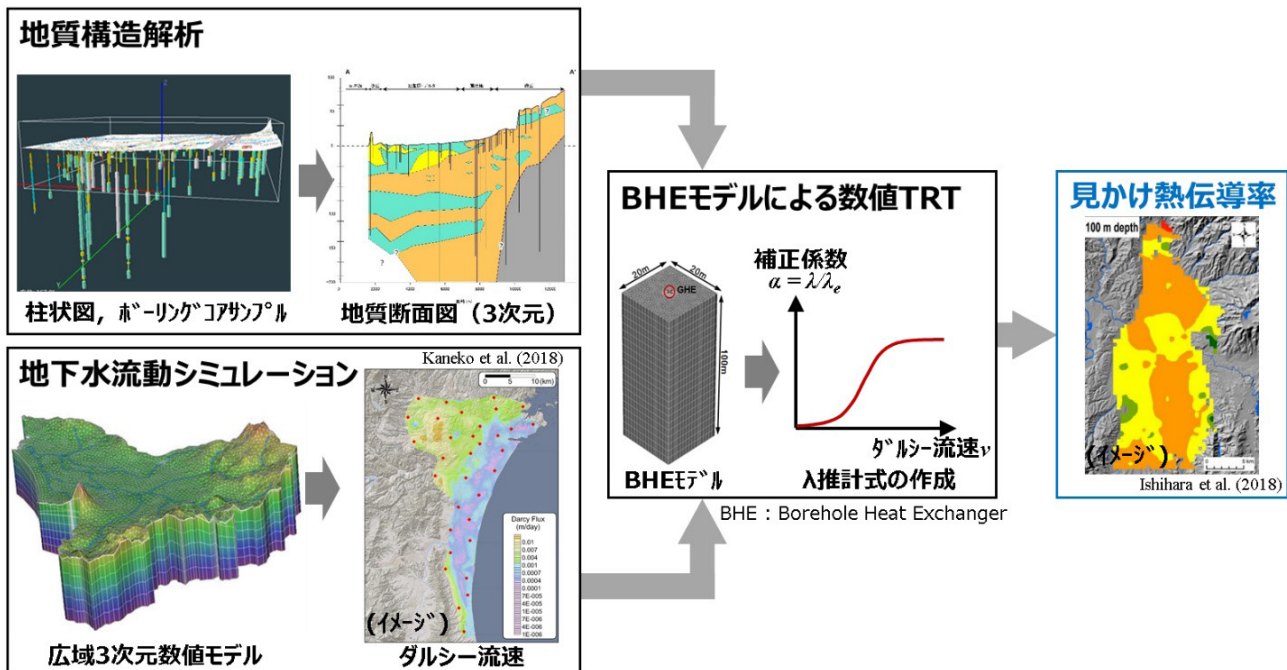
2. 2021年度の研究活動

(1) 地中熱ポテンシャル評価

これまでの国内における地中熱ポテンシャル評価の対象

地域は、山形盆地、仙台平野、大阪平野など比較的大規模な流域を有する平野や盆地で、地下水の帯水層を包含する第四系堆積層の層厚も数十mから数百mを示しています。第四系堆積層の熱伝導率は、平均1.2 W/(m・K)と岩盤の熱伝導率と比較すると低いため、地中熱のポテンシャルも低く評価されます。しかし、第四系内に帯水層が存在し地下水流動が生じる場合は、その熱移流効果により、見かけ熱伝導率の値が高くなり、地中熱のポテンシャルも高く評価されます。したがって、これらの地域における地中熱ポテンシャルは、広域の3次元地下水流動・熱輸送モデルによって解析されています。

一方、中国・近畿地方から九州地方に分布する平野や盆地は、小さな河川で形成された小規模な流域で帯水層も薄く、例えば佐賀県唐津平野では、第四系堆積層の帯水層厚は最大30m程度です。第四系の下位には、基盤岩である白亜紀の花崗岩・花崗閃緑岩が分布しています。したがって、唐津地域において一般的なクローズドループ式の地中熱利用を想定した場合、その熱交換深度を第四系の30m



第1図 地形や地質情報から見かけ熱伝導率を予測する技術開発

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



写真 左：広野町振興公社の熱帯フルーツハウス 右：ハウス内のバナナ

程度と設定することは効率的ではなく、その下位に分布する基盤岩の花崗岩・花崗閃緑岩までも熱交換の対象とするのが現実的です。その場合、地中熱ポテンシャル評価は、従来の地下水流動・熱輸送モデルによる解析では対応できないため、基盤岩の熱伝導率分布など、地下の熱物性に基づく新たな地中熱ポテンシャル評価手法が求められます。

これまで作成してき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」を示すマップでした。そこで、2020年度から新たな地中熱プロジェクトを立ち上げ、これまでの開発可能性を示すポテンシャルマップの次のステップとして、地中熱システムの設計時に利用できる新規マップの開発に着手しました。具体的には、NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)からの委託(2020年度～2023年度)を受け、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を開発しています(第1図)。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ます。最終的には、NEDO委託事業の中で、「統合型設計ツールの開発・規格化」を実施し、統合型設計ツールとして、わが国で主に導入されてきたクローズドループシステムの設計を可能にするとともに、オープンループシステムの設計も可能とする設計ツールを開発します。また、クローズドループとオープンループシステム双方を比較し、その地域において最適なシステムを選択、あるいは、それらを組み合わせることを可能とする世界初の統合型ツールの開発を目指しています。

(2) 東南アジア地域における地中熱研究

地中熱チームでは、産総研中長期計画の第4期(2014-2019年度)より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ます。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ており、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も行ってきました。第5期(2020-2024年度)からは、現地の大学や研究所との地中熱に関する共同研究やワークショップの開催を計画していましたが、残念ながらコロナ禍により2020年度から現地での研究活動は休止しています。しかし、2021年度も引き続き、現地研究者とインターネット等を通じて連絡を密に取り、データ解析や誌上発表を行うと共に、民間企業の東南アジアにおける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ます。

(3) 被災地企業のシーズ支援事業

地中熱チームは、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ます。2021年度からは、新規コンソーシアム型シーズ支援事業として「ハウス栽培に適した地中熱システムの開発・実証」を実施します。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したが、今年度からは農業分野へ参入します。本シーズ事業の代表法人である株式会社広野町振興公社では、福島県内で唯一バナナのハウス栽培・販売に成功した栽培技術を有しています(写真)。熱帯性植物の栽培は燃料(灯油)を多消費するため、生産コストが高くなります。このため、経費を圧迫している燃料使用量の削減により、利益率を向上させることが大きな課題となっています。一方、福島県地中熱利用技術開発有限責任事業組合は、多様な高効率熱交換器の選定や施工技術を有しています。この2者と産総研・地中熱チームが共同でシーズ事業に取り組

むことにより、下記を目指しています。

- 再生可能エネルギー（地中熱）を利用し、ハウス内の温度管理費用の低減による高収益化とビジネス拡大
- 地中熱を利用した高付加価値果実・植物栽培による被災地の復興拡大
- 得られたノウハウによる、他の亜熱帯植物栽培への展開
- 新方式熱応答試験を用いた、農業分野における地中熱システム設計・施工事業への展開

文 献

Ishihara, T., Shrestha, G., Kaneko, S. and Uchida, Y. (2018) Analysis of Shallow Subsurface Geological Structures and Ground Effective Thermal Conductivity for the Evaluation of Ground-Source Heat Pump System Installation in the Aizu Basin, Northeast Japan. *Energies*, **11**, 2098. doi:10.3390/en11082098.

UCHIDA Youhei (2021) Research strategies of Shallow Geothermal and Hydrogeology Team of Renewable Energy Research Center in FY 2021.

(受付：2021年4月20日)