再生可能
エネルギー

重力観測を利用して地熱貯留層モデルを高精度化する手法を開発

● 地熱発電所の安定運用や将来発電量の予測、地域協調に貢献

背景

地中深くに存在するマグマで熱せられた**地下の高温・高圧の熱水や蒸気（地熱流体）を利用する地熱発電**は、再生可能エネルギー発電として導入拡大が期待されています。地熱流体の量は、発電所の稼働とともに変化する可能性があり、**発電量の経時変化予測や周辺環境への影響予測**には、地下の温度分布や地熱流体の生産などのシミュレーションに活用される**地熱貯留層**[*1]**の数値モデル（貯留層モデル**[*2]**）**が必要です。貯留層モデルの検証には実測データとの比較が必要ですが、従来の実測手法では、井戸を掘ったある「点」での温度や圧力を観測していたため、モデルの高精度化に限界がありました。そのため当所では、「面」的な地下の変化情報を、低コストで得られる手法の開発に取り組んでいます。

*1　地熱貯留層：地熱流体が蓄積する透水性の高い地層の割れ目などの領域。
*2　貯留層モデル：推定される地熱貯留層とその周囲の地下構造に地熱流体の浸透率などの物性値を与えた三次元シミュレーションモデル。

成果の概要

◇重力の経時変化観測による面的な地熱流体情報の取得を実証

地熱流体の水分量変化によって、地表の重力がごくわずかに変動することが知られています[*3]。この現象を利用し、地熱貯留層が存在する**別府市の複数地点で重力を一定期間繰り返し観測**した結果、地熱流体の水分量変化の情報を面的に取得できることが確認されました（図1(a)）。この手法は井戸を掘る必要がなく、各発電所の貯留層範囲にあわせた広範囲な**地熱流体の情報を低コストで得る**ことができます。

*3　R. G. Allis and T. M. Hunt, Geophysics, Vol. 51, p.1647 (1986)

◇観測値をもとにした貯留層モデルの高精度化手法を開発

重力観測から作成した分布図と、従来法の**井戸を用いた実測法**により推定されている別府市の貯留層モデルをもとに**シミュレーション計算した重力の経時変化量の分布図を比較**しました。その結果、観測範囲の西側地域を中心に重力が減少する様子が一致しました（図1）。一方、中心地域などで観測値と異なる傾向を示した場所も認められました。

このため、モデル中の地下構造や地熱流体の浸透率などの修正を繰り返すことで対象地域の**重力観測値に整合させる、貯留層モデルの実用的更新手法を開発**しました。

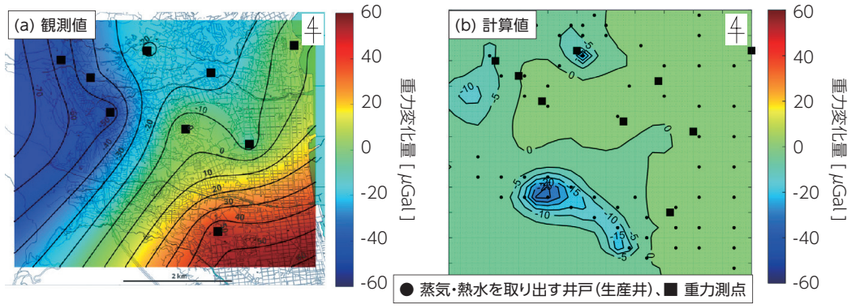

図1　別府市の2015年～2023年における重力変化量の分布図
(a) 相対重力計を用いた観測値、(b) 従来法により推定された貯留層モデルをもとに計算した値

可搬型相対重力計CG-6[*4]で地表の重力値を繰り返し精密に測定することで、地下で生じる水分量変化を予測します。

*4　可搬型相対重力計CG-6：SCINTREX 社の製品。

図2　重力観測を行う様子

地表に可搬型の相対重力計を設置し、重力値を精緻に取得します。生産井から得た温度・圧力測定値の代わりとして重力観測値を用いることで、大幅に低コストなデータ取得が可能となります。さらに、生産井の温度・圧力測定では、計器故障に伴うデータ欠測や、地熱流体に含まれる成分が井戸坑内に付着することがありましたが、重力観測手法ではこれらの問題が解消されます。

成果の活用先・事例

重力観測による貯留層の面的な情報は、地熱発電所の長期安定運用や周辺に存在する温泉への影響予測などに活用されます。貯留層モデルを用いた水分量変化の将来予測により、**地熱資源の持続的な利用に貢献**します。また、温泉への影響予測により、**発電所に近接する温泉事業者や地域との協調に貢献**します。

（参考）　Morifuji et al., GRC Transactions, Vol. 48, p. 1822 (2024)
森藤ほか、物理探査学会学術講演会講演論文集、151巻、p. 153 (2024)