

第10章 今後の課題と対応方策

本章では、本調査で得られた知見を基に、地熱ポテンシャルの推計に関する今後の課題と対応方策を以下に示す。

(1) 地下温度構造の推定について

本調査では、地下温度構造の推計にあたり、使用する温泉データ及び坑井温度プロファイルのデータ数を増やし、過年度調査に比べてデータ密度を大幅に向上させることができたが、以下のような課題が残されている。

①地下温度構造推定に関する情報不足への対応

地下温度構造の推定にあたっては、データ欠損エリアも未だ多く残されている。また、本調査では、周辺 5km 以内に温度データの存在しない地点にはダミーデータ (AI=0) を付与することとしていたが、ヒートフローや岩種熱伝導率からの温度勾配を算定する手法や、基盤岩の温度上昇率の平均を算出する手法等、他の手法の援用も含め、どのような方法が最適か検討する必要がある。

②深部域における高温化への対応

温度構造の推計にあたっては、林による AI (活動度指数: アクティビティインデックス) を用いているが、AI は 1 次元で上昇流の熱移動のみを考慮しており、側方流動等は考慮していない。そのため深部の温度構造が高温に推定されてしまう傾向がある。これに対しては、熱の側方流動を考慮した新たな活動度指数を設定する手法、地熱資源の存在形態を考慮して温度構造を推定する手法等も今後は検討する必要がある。

(2) 熱水資源の貯留層基盤標高図の作成について

貯留層基盤標高の推定にあたっては、過年度調査で使用されている重力基盤標高だけでなく、表層地質図、地化学温度計、坑井データ等様々なデータを活用した。これにより、過年度調査と比べて、資源量分布が明らかに実態と乖離しているエリアは大幅に減少したと考えられるが、以下のような課題が残されている。

①地盤の透水性に関する情報不足への対応

地熱貯留層分布の検討にあたっては、岩盤の透水性 (透水係数、透水量係数) の 3 次元分布情報が重要であることは論を待たないが、現状では有効かつ活用可能な全国データが存在しない。本調査においても、以下のデータの活用を検討したが、データの粗密や偏り、地熱貯留層深度までの調査結果が無い、等の理由により見送った経緯がある。

これらの情報も活用しながら、岩盤の透水性に関する情報整備を図ることは今後の課題である。

- ・地質柱状図および透水試験結果（「Kuni jiban」国土交通省・独立行政法人土木研究所・港湾空港技術研究所）
- ・揚水井戸のデータ（「全国地下水資料台帳」、国土交通省国土政策局）
- ・断層分布図（「日本の断層マップ」、小坂ほか（2010））

②地化学温度計等の化学的手法による援用

本調査では、先新第三系が表層に分布するために貯留層が存在しない地域と判定し、一方で、資源量ゼロとされたエリアの一部に対して地化学温度計データを活用して復活させているが、活用できたデータは全データの一部に過ぎない。また、AnIn（アニオンインデックス）の活用についても検討を行ったが、AI（アクティビティインデックス）との間の相関関係が確認できなかったため、見送った経緯がある。今後、これらの化学的手法を援用する手法を確立できれば、活用可能な情報数が増加するため、より高精度で貯留層基盤標高、地下温度等が推定可能になると考えられる。

（3）貯留層になりうる範囲の設定と USGS 容積法に基づく資源密度分布図の作成について

本調査では発電方式別に発電可能下限温度を設定した上で、USGS 容積法を用いて資源密度を推計し、資源密度分布図を作成した。現状ではこれに代わる手法が存在しないものの、様々な課題も指摘されている。いくつかの課題を以下に示す。

①発電方式別の発電可能下限温度の設定

本調査では、発電可能下限温度を、蒸気フラッシュ発電は 150℃、180℃、200℃、バイナリー発電（ランキンサイクル）は 120℃、低温バイナリー発電（カーリーナサイクル）は 53℃、80℃と設定したが、発電可能下限温度は、詳細発電方式やメーカー、環境条件によって異なる。また、今後の技術開発によっても変化するため、必要に応じて見直す必要がある。

②容積法における各種パラメータの妥当性の検証

本調査では、USGS 容積法を用いて、賦存するエネルギー量を 30 年間で除して発電量（kW）に換算している。また発電効率等に関しても発電方式別に一定値を用いている。これらのパラメータ設定は、どちらかという慣習的なものであり、今後、その妥当性についても検証することが望ましい。

③一部有望エリアの過小評価への対応

本調査では、温度データ欠損エリアにダミーデータ（AI=0）を付与する、表層地質図

で先新第三系分布域のエリアの貯留層基盤深度を0mとする、といった保守的な設定を行っている。そのため一部の有望な温泉地でポテンシャルがあまり表出せず、実際の資源量に比べて過小評価されている可能性があるのではないかと、といった指摘もあった。現時点での入手データではいたしかたないところではあるが、今後新たなデータが得られた場合には、データを追加して精度向上を図ることが求められる。

④発電所の実態との整合性確保

本調査では、過年度調査において資源量ゼロとされていた地熱発電所の多くにおいて、資源量が出た。一方で、森、杉乃井、山川発電所では、仮想設備容量が発電所出力より低く算出された。これら発電所の仮想設備容量の算出においては、容積法の限界を補う算出方法の検討が必要である。

(4) 温泉発電に関する資源分布図の作成について

温泉発電に関しては、現状で収集できた情報に基づいて、“想定”の範囲を極力減らし、明確に算定可能な資源量のみを推計を行った。温泉発電に関する資源量推計手法及び資源分布図作成に関する課題を以下に示す。

①湯量データの情報不足への対応

本調査では、約3,700個の温泉データを対象として資源量計算を行ったが、湧出量データが無く資源量が算出できない温泉が多くあった。資源量の推計精度向上にあたっては湯量データも含めた温泉データの収集が課題となる。

②蒸気井に関する情報不足への対応

温泉蒸気井も有望な温泉発電の資源であるが、現状では、その数さえも十分に分からない状況にある。本調査では、2地点の蒸気井の発電可能量を推計することにより、ポテンシャル評価の手法を例示したが、全国的なポテンシャル評価を行うためには、資源量評価に関する手法論を確立するとともに、温泉データ（湧出温度、湧出量、蒸気流量）の充実を図る必要がある。

③蒸気井の流量測定方法の確立

本調査より蒸気を伴う温泉井には流量計測設備が備えられていないことが多い可能性が示唆された。今回調査対象とした井戸設備にもセパレータ（蒸気/温泉水の分離装置）やオリフィス板等の流量計測設備が備えられていなかったことから、それら設備を必要としないトレーサー希釈法を選定した。トレーサー希釈法の適用条件は、温泉井の輸送配管上にトレーサー注入用及び試料採取用のバルブと、両バルブ間にトレーサーの混合を促す構造（配管の曲がり等）が存在することである。測定時における大きな課題は特

に無いが、トレーサーを温泉水に注入することから、事前に温泉事業者に説明するなどの配慮が必要となる。

(5) その他・共通

前述した課題以外の課題を以下に示す。

①詳細調査の対象エリア拡大と比較的安価な調査手法の確立

本調査では過年度調査と比較して、全国的な資源量（賦存量）は減少したが、導入ポテンシャルは増加した。その主要因は、NEDO 地熱開発促進調査のデータを全面的に活用したためと考えられる。本調査が保守的な推計としているためでもあるが、現状では「地下温度構造に関する情報が増えると地熱発電の導入ポテンシャルも増加する」傾向がある。より高い精度の導入ポテンシャルを推計するためにはより多くの情報が必要であり、より多くの情報を得るためには、より安価な調査手法の確立が期待される。

②情報収集・整備に係る多様な主体との連携・協力

地熱資源のポテンシャル推計に関しては、坑井データ以外に、温泉データや地質データ等の多様・多彩な情報が必要となるが、これらの情報は地熱開発関係者ばかりが保有しているわけではない。今後、地熱発電に対する理解者が増加し、情報提供して頂けるような仕組みができれば、より高精度の資源量評価が可能になる。なお、資源量評価の精度が高まれば、導入も加速化すると考えられる。

(了)