

## 概要（サマリー）

平成25年度

### 地熱発電に係る導入ポテンシャル精密調査・分析委託業務

地球温暖化対策の推進及びエネルギーセキュリティの確保のためには、再生可能エネルギーを一層強力に促進することが重要である。特に、東日本大震災及び福島第一原子力発電所の事故を契機として、そのニーズが高まってきている。なかでも、太陽光発電や風力発電に比べて安定した発電が可能であり、ベース電源となりうる地熱発電を推進していくことは極めて重要である。

しかしながら、我が国では、近年（1999年の八丈島地熱発電所以降）、地熱発電の新規立地がない状況にある。この理由としては、開発リスク・開発コストの大きさや、開発に当たっての地元関係者との調整の困難性が挙げられる。地熱の開発リスクを低減するために、地熱発電の資源分布に関わる情報を精緻化し、関係者間の情報共有等を図ることが重要と考えられる。

環境省では、地熱発電の導入ポテンシャルに関しては、平成21年度から「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」及び「再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備」を実施し、全国規模での推計を実施してきた。本業務は、地熱発電の資源分布に関する情報の精度向上を図り、これまでの調査よりも精密な導入ポテンシャル推計に資するとともに、広く地熱開発事業者の利便性向上につなげることを目的として実施した。

#### 1. 関連する諸情報の収集・整理

地熱発電の資源密度を推計するために必要となる地形・地質データ、温泉データ、既存の坑井データ等を収集・整理した。

#### 2. 地下温度構造の推定

収集・整理した温泉データ及び坑井温度プロファイルデータを用いて、500mメッシュ単位で深度別（50mごと）の全国の地下温度構造を推計した。具体的には、利用可能な温泉データ8,254地点を抽出し、温泉地点ごとの活動度指数（Activity Index: AI）を算出することで、深度方向の温度プロファイルデータを作成した。さらに温泉データよりも精緻なデータである坑井データが入手できた67地域459地点については、標高別温度プロファイルデータを作成しデータを置き換え（500mメッシュ単位）、深度ごとに最小曲率法にて補正・補間を行うことで全国の地下温度構造を推計した（図-1～3）。

また、任意箇所の地下温度構造を可視化するため、地下構造データベース（500m メッシュ別・深度別（50m ごと）の温度データ）を可視化する「地下温度構造可視化ツール」を作成した。

本ツールでは、以下の2つの機能を構築した。

- ①任意範囲（10km メッシュ程度を想定）における深度別の温度分布図作成
- ②任意地点（500m メッシュの中心）における地下温度データの表示（又はグラフ表示）

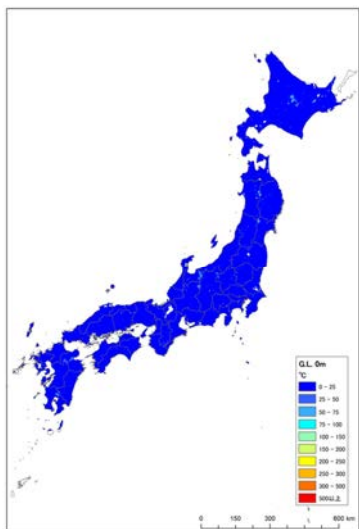


図-1 地下温度構造データ (G. L. 0m)

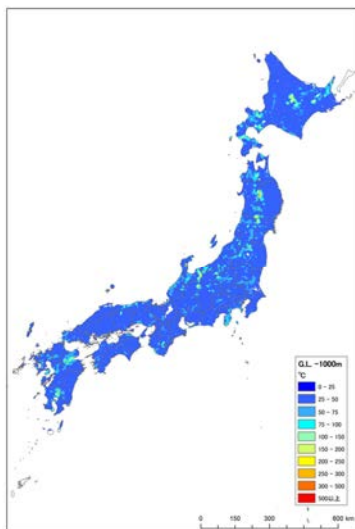


図-2 地下温度構造データ (G. L. -1000m)

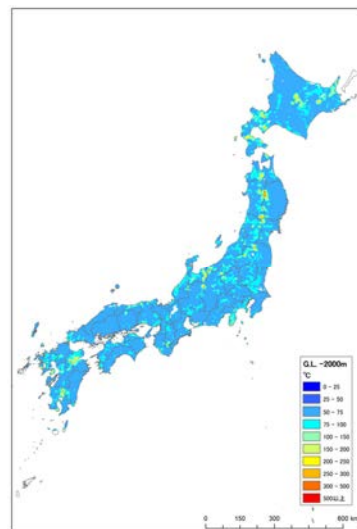


図-3 地下温度構造データ (G. L. -2000m)

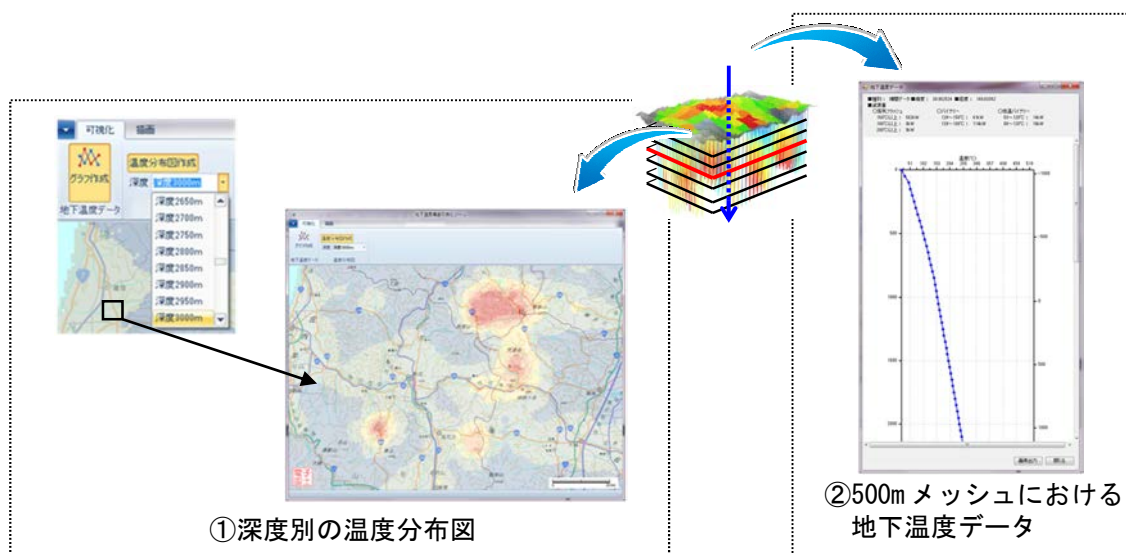


図-4 地下温度構造可視化ツール

### 3. 熱水資源の貯留層基盤標高図の作成

既存の地質データや重力基盤深度、温泉データに対する地化学温度計（温泉水の成分分析結果から地下温度を推定する方法）等を活用して、500m メッシュ単位で、貯留層基盤標高（貯留層底部の標高）を推定し、貯留層基盤標高図を作成した（図-5～6）。推定にあたっては、熱水系貯留層の存在しうる地層を新第三系及び第四系とした。また、地化学温度計に関しては、全ての温泉に対して有効な手法ではないため、この手法が有効な温泉タイプを特定した上で活用した。

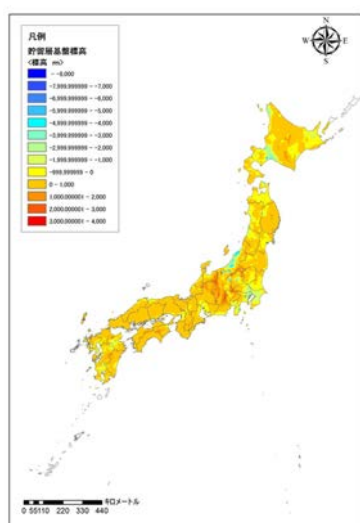


図-5 貯留層基盤標高図（全国）

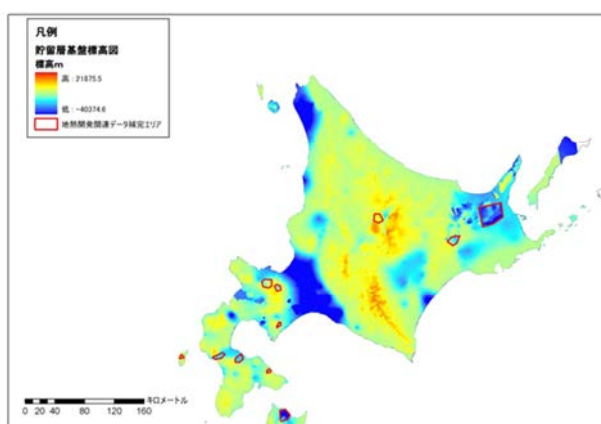


図-6 貯留層基盤標高図（サンプル：北海道）

### 4. 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

地熱貯留層となりうる範囲を検討した上で、USGS 容積法を用いて資源密度を推計し、分布図を作成した。

推計にあたり設定した前提条件を以下に示す。

- 1) 発電方式別に基準温度及び発電効率を設定する。
- 2) 適用可能な下限温度については複数設定する（蒸気フラッシュ：150℃、180℃など）。
- 3) 過年度調査では、低温バイナリー（温泉発電）の下限温度を 53℃と設定していたが、昨年度調査でのヒアリング結果を踏まえ、低温バイナリー（温泉発電）の下限温度を、現在の実用的下限温度である 80℃についても設定する。
- 4) 資源密度 (kW/km<sup>2</sup>) は、USGS 容積法により評価した資源量を、30 年間で使用することを前提として 30 年で除算することで算出し推計した。

作成した資源密度分布図を図 7～9 に、地熱資源量（全国）集計結果を表-1 に示す。

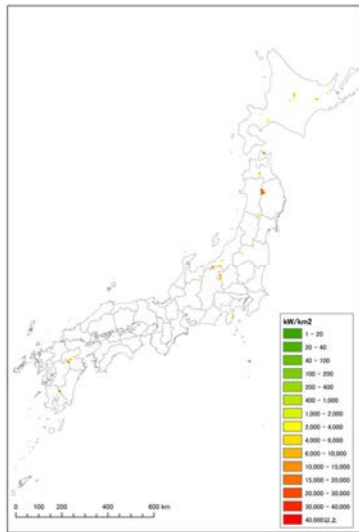


図-7 資源密度分布図  
(蒸気フラッシュ 150°C以上)

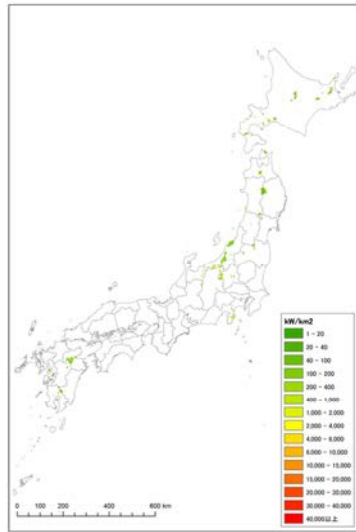


図-8 資源密度分布図  
(バイナリー (ランキンサイクル想定) 120~150°C以上)

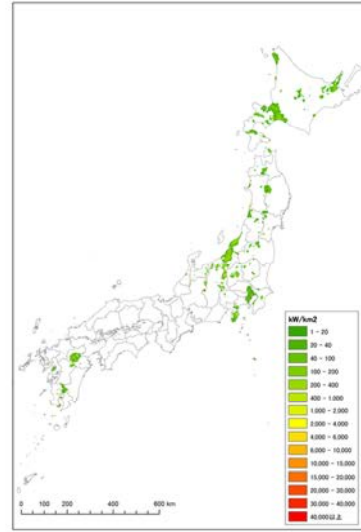


図-9 資源密度分布図  
(低温バイナリー (カーリーナサイクル想定) 53~120°C以上)

表-1 地熱資源量 (全国) 集計結果

発電方式	対象温度区分	地熱資源量 (万 kW)	参考: H22 推計結果 (※)
			地熱資源量 (万 kW)
蒸気フラッシュ	150°C以上	2,219	2,357
	180°C以上	1,314	推計していない
	200°C以上	933	推計していない
バイナリー (ランキンサイクル想定)	120~150°C	120	108
	120~180°C	239	推計していない
低温バイナリー (カーリーナサイクル想定)	53~120°C	199	849
	80~120°C	143	推計していない

※環境省「平成22年度再生可能エネルギーの導入ポテンシャル調査」にて、(独)産業技術総合研究所が作成した資源密度図をベースとして推計された結果である。

## 5. 温泉発電に関する資源分布図の作成

収集・整理した温泉データ（3,702カ所）から、温泉発電の条件として設定した湧出温度80℃、湧出量100L/分を満たす温泉を149カ所抽出した。また、温泉発電の可能設備容量の推計方法を検討し、それら温泉についてカーナサイクルとランキンサイクルを想定した場合の温泉発電可能量を算出し推計した。その結果、カーナサイクルは7.65万kW、ランキンサイクルは4.14万kWと推計された。温泉発電の資源分布図を図-10～11に示す。

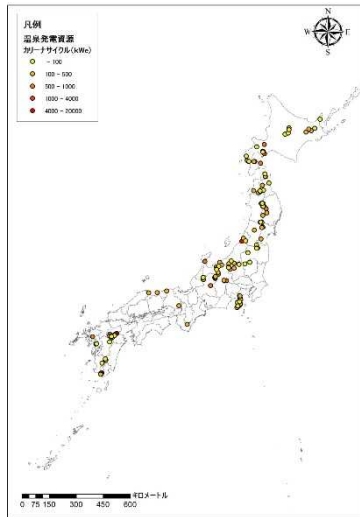


図-10 カーナサイクルを想定した温泉発電資源分布図

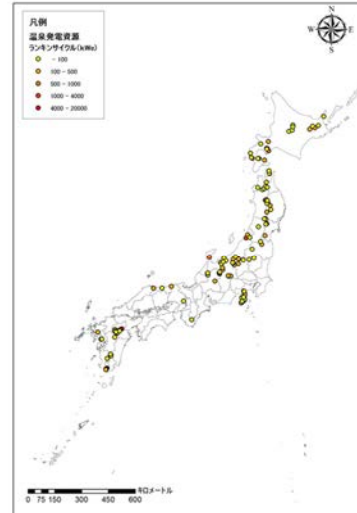


図-11 ランキンサイクルを想定した温泉発電資源分布図

## 6. 導入ポテンシャルの再推計

国立公園（第2種特別地域、第3種特別地域）における開発と傾斜掘削に関わる条件を設定し、3種類の導入ポテンシャルを推計した。導入ポテンシャルの分布図を図-12～14に、集計結果を表-2に示す。蒸気フラッシュ発電の150℃以上については、過年度調査結果と比較すると、本年度調査結果が3倍程度大きくなった。これは坑井データを追加したことによると考えられる。一方で低温バイナリー発電の53～120℃は、過年度調査結果の5分の1程度となっている。これは周辺5km以内に温度データの存在しないエリアにダミーデータ（AI=0）を付したことにより、それらのエリアの地下温度が過年度調査よりも低くなったためである。

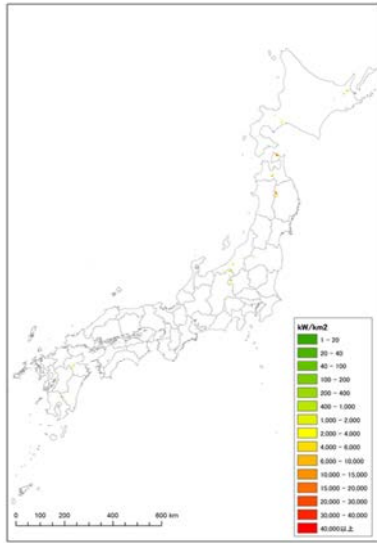


図-12 蒸気フラッシュの導入ポテンシャル分布図（150℃以上、基本）

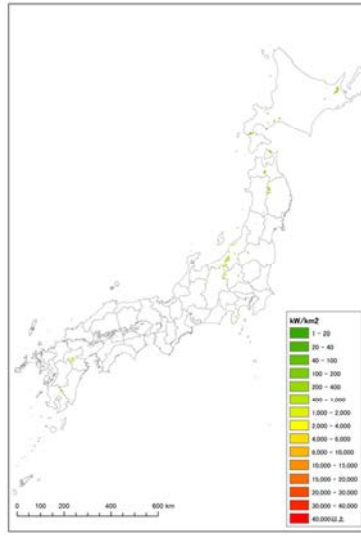


図-13 バイナリー発電の導入ポテンシャル分布図（120～150℃、基本）

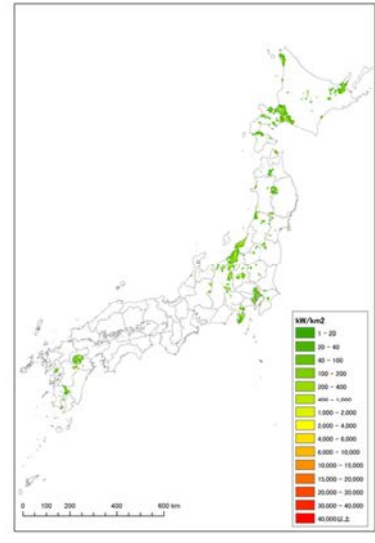


図-14 低温バイナリー発電の導入ポテンシャル分布図（53～120℃、基本）

表-2 蒸気フラッシュの導入ポテンシャル集計結果

発電方式	対象温度区分	推計条件	導入ポテンシャル (万 kW)	(参考) 過年度調査における推計結果
蒸気フラッシュ発電	150℃以上	基本（国立公園なし，傾斜掘削なし）	785	233(※1)
		条件1（国立公園なし，傾斜掘削あり）	1,267	534(※1)
		条件2（国立公園あり，傾斜掘削なし）	1,407	848(※1)
	180℃以上	基本（国立公園なし，傾斜掘削なし）	446	推計していない
		条件1（国立公園なし，傾斜掘削あり）	787	〃
		条件2（国立公園あり，傾斜掘削なし）	887	〃
	200℃以上	基本（国立公園なし，傾斜掘削なし）	313	〃
		条件1（国立公園なし，傾斜掘削あり）	574	〃
		条件2（国立公園あり，傾斜掘削なし）	648	〃
バイナリー発電	120～150℃	基本（国立公園なし，傾斜掘削なし）	49	33(※2)
		条件2（国立公園あり，傾斜掘削なし）	68	推計していない
	120～180℃	基本（国立公園なし，傾斜掘削なし）	93	〃
		条件2（国立公園あり，傾斜掘削なし）	136	〃
低温バイナリー発電	53～120℃	基本（国立公園なし，傾斜掘削なし）	171	751(※2)
	80～120℃	基本（国立公園なし，傾斜掘削なし）	121	推計していない

※1 環境省「平成24年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備」における推計結果

※2 環境省「平成22年度再生可能エネルギーの導入ポテンシャル調査」における推計結果

## 7. 推計結果の検証

既開発地熱発電所の出力と仮想設備容量の比較検証を行った。その結果、過年度調査では資源量が表出しなかった既開発地熱発電所に対しても資源量が確認された。また、全体的な調査結果に関して地熱開発事業者2名にヒアリングを行い、その妥当性及び有効性を確認した。

## 8. 今後の課題

地下温度構造の推定における課題としては、情報不足への対応、深部域における高温化への対応が挙げられる。熱水資源の貯留層基盤標高図の作成についても地盤の透水性に関する情報不足への対応や、地化学温度計等の化学的手法による援用が考えられる。資源密度分布図の作成等については、発電方式別の発電可能下限温度の設定や容積法における各種パラメータの妥当性の検証、発電所の実態との整合性確保などが課題として挙げられる。温泉発電に関しては、湯量データや蒸気井に関する情報不足への対応が課題である。また、共通的な課題として、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、情報収集・整備に係る多様な主体との連携・協力が挙げられる。