

「再生可能エネルギー熱利用技術開発」

オープンループ型地中熱利用システムの高効率化とポテンシャル評価手法の研究  
開発

# 濃尾平野におけるオープンループ型地中熱利用 システムのポテンシャルマップ

取扱説明書

平成31年2月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合機構

(委託先) 国立大学法人岐阜大学

# 目次

I. はじめに .....	1
II. ポテンシャルマップの概要.....	2
1. 概要 .....	2
2. 技術的な特徴.....	4
III. 利用方法 .....	8
1. 動作環境.....	8
2. 操作 .....	8
3. 利用上の留意点 .....	15

## I. はじめに

国立大学法人岐阜大学は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合機構（NEDO）の委託研究の一環として、濃尾平野におけるオープンループ型地中熱利用システムのポテンシャル評価手法を開発し、ポテンシャルマップを整備しています。

濃尾平野では、これまでオープンループ型地中熱利用システムのためのポテンシャルマップが整備されてこなかったため、今回の委託研究の中で初めて本格的に整備されました。

本マップでは、地中熱利用システムの消費電力量によってポテンシャルを評価します。オープンループ方式の消費電力量はヒートポンプ、地下水くみ上げポンプによって決まり、本事業においてはそれぞれの消費電力量の計算に使用するパラメータとして地下水温と地下水位、建築物の用途を用いています。地下水温のマッピングのために、マップ作成対象地域の一部である岐阜市に所在する観測井において地下水温調査を行いました。また、水位と消費電力の関係を計算するために、ポンプ性能の評価を行うことでマップの精度を高めています。

なお、本マップはユーザビリティを考慮し、誰もが閲覧できかつ簡単に操作できる Arc GIS Online 上で公開されています。

本資料は、当該ポテンシャルマップについて、その特徴や利用方法を概説したものです。

## II. ポテンシャルマップの概要

### 1. 概要

#### 1.1 対象としている地中熱ヒートポンプシステム・地域

地中熱ヒートポンプシステムは大きく分けて、熱交換媒体を循環させるクローズドループ型と地下水を利用するオープンループ型の2つの方式があり、本マップではオープンループ型を対象としています。オープンループ型は、クローズドループ型に比べると孔井1本あたりの採熱量が大きい点がメリットとなりますが、地下水が利用できる場所でないとう導入が難しく、また地下水温や地下水位、建築物の用途によって消費電力量が変化するため、運用コストに影響を与える消費電力量等を判断するためのポテンシャルマップが重要となります。

本マップで対象としている地域は濃尾平野であり、西は岐阜県垂井町、東は愛知県尾張旭市、北は岐阜県本巣市、南は愛知県知多市の一部を含む範囲です。

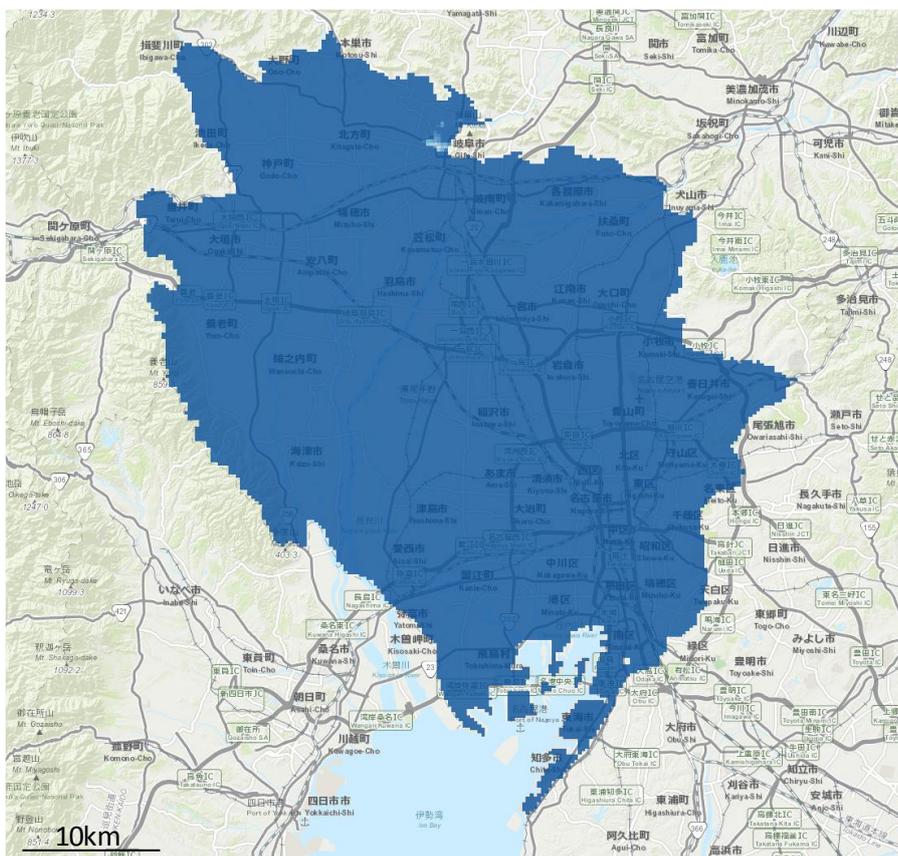


図 1 ポテンシャルマップの対象範囲（青色）

#### 1.2 本マップで得られる情報

本マップでは、Arc GIS Online 上で任意の地点を地図上で選択することで、情報を得たい地点を入力できます。出力は、「標高」、「地下水位（標高による表記）」、「地下水位（地表からの深度による表記）」、「地下水温」、「建築物の用途ごとのオープンループ型地中熱利用シ

システムの年間消費電力量<sup>1</sup>比（標準地点との比）」です。

年間消費電力量比が地図上にマッピングされているので、オープンループ型地中熱利用システムにより適した地域を視覚的に把握できます。また、帯水層の上面深度や水温を知ることができるので、詳細のコスト計算や施工に活用できます。

表 1 本マップにおける入力項目と出力項目

入力／出力	内容
入力する情報	・ 地点情報
出力される情報	・ 標高 ・ 地下水位（標高による表記） ・ 地下水位（地表からの深度による表記） ・ 地下水温 ・ 用途ごとの年間消費電力量比（標準地点との比）

### 1.3 配布方法

本ポテンシャルマップは ArcGIS online (<https://www.arcgis.com/index.html>)上のライブラリに展開されており、本マニュアルと同時に公開されているリンクにアクセスすることで、無料で簡単に使用することができます。

<sup>1</sup> 計算されているのは、「ヒートポンプ」と「地下水を汲み上げるポンプ」の消費電力量です。

## 2. 技術的な特徴

### 2.1 年間消費電力量計算のパラメータ

本マップでは、年間消費電力量の基準点からのズレ（割合）をマッピングしています。年間消費電力量計算には、数ある外部環境を表す指標のうち、本質的に違いの出るパラメータとして「地下水位」と「地下水温」を選んでいることが特徴です。地下水位（地表からの深度）は汲み上げポンプの消費電力に、地下水温はヒートポンプの消費電力に影響を与えます。それぞれの効果による年間消費電力量比を考慮したものをマップ上に表示しています。

基準点において年間消費電力の計算に用いられているパラメータは以下の通りです。

表 2 基準点におけるパラメータ

パラメータ名	値
地下水位	15 m
地下水温	17°C

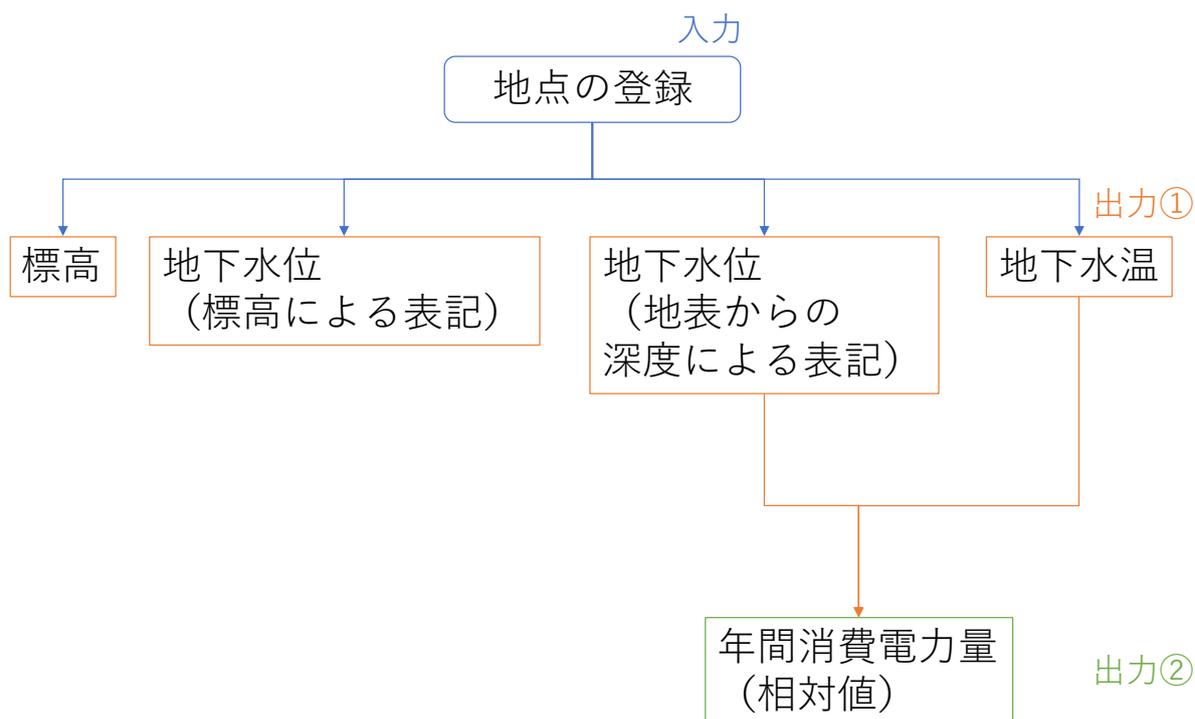


図 2 入力パラメータと出力パラメータの関係

### 2.2 地下水位（地表からの深度）と消費電力

地下水位と消費電力の関係は、「ポンプの特性曲線」と「地下水流量と必要なエネルギー（全揚程）の関係」から独自で算出しました。

ポンプは回転速度によってエネルギー効率が変化するため、これをカタログ値より抽出し、

近似式を作成し特性曲線を導出しています。

地下水流量と汲み出しに必要なエネルギーは一般に知られた数式があるので、これを用いています。

上記の2つを分析することで、特定の地下水流量における、汲み上げる高さ（地下水位から地表までの高さ）に対するポンプ消費電力の関係を導出しました。これに基づいて、本マップは整理されています。

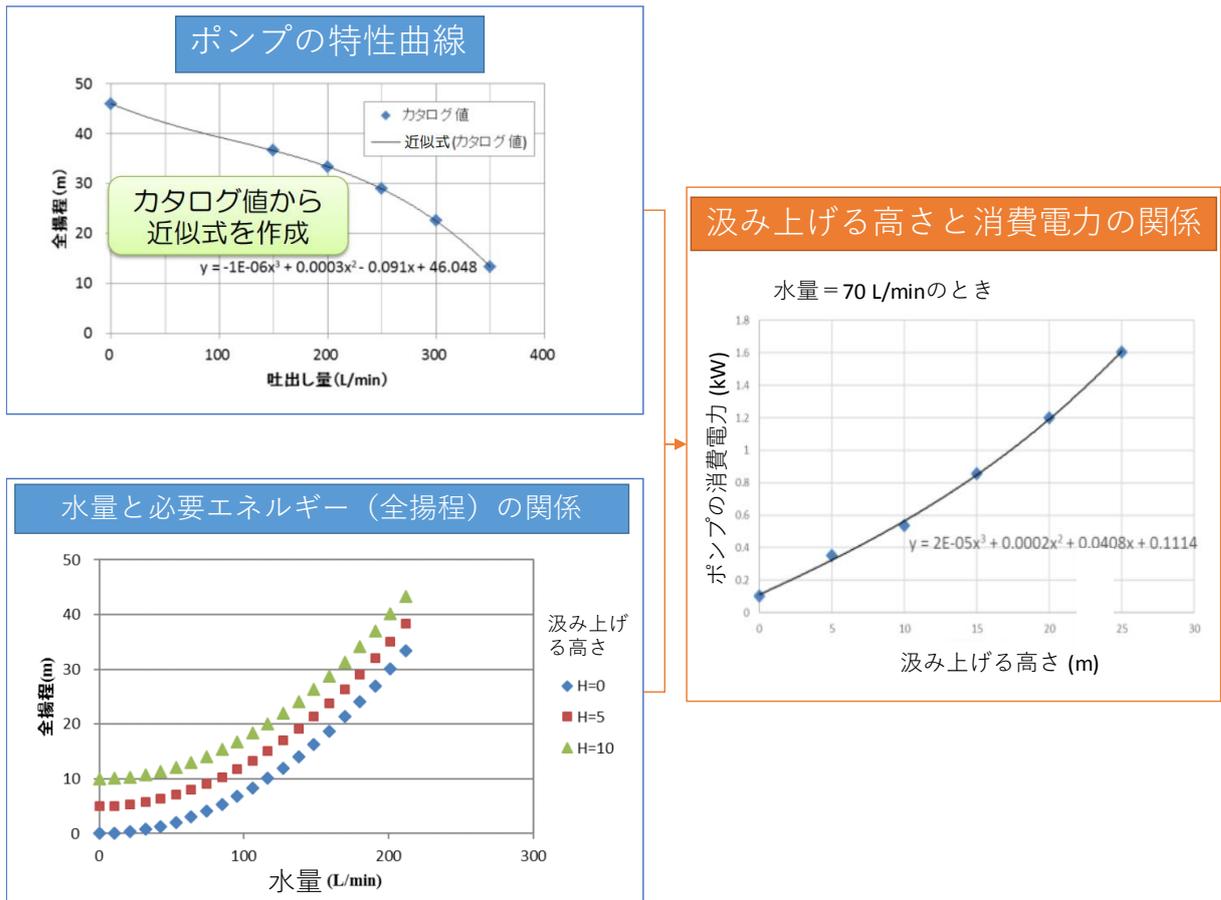


図 3 ポンプで汲み上げる高さ と消費電力の関係を求めるための計算フロー

### 2.3 地下水温と消費電力

ヒートポンプの性能は次の式で表されます。

$$COP = \frac{Q}{W}$$

ここで、 $Q$  [kW] は建物側の空調能力（移動させる熱の量）、 $W$  [kW] はヒートポンプの消費電力、 $COP$  [-] はヒートポンプに使用した消費電力に対して空調がどの程度能力を発揮するかという効率を表しています。

オープンループ型地中熱利用システムにおいて、 $COP$  は地下水温  $T$  [°C] に比例することが

知られています。実証実験システムのモニタリング結果から、COP と T の関係として以下を用いることにしました。

$$\text{暖房 } COP \propto 0.07969T$$

$$\text{冷房 } COP \propto -0.1721T$$

ここで、“ $\propto$ ”は比例していることを示しています。

これらを、前々式を変形した

$$W = \frac{Q}{COP}$$

に代入して、消費電力を計算し、これに時間を乗ずることにより消費電力量を求めています。

#### 2.4 用途ごとの年間消費電力量比

本マップでは、建物用途の影響を考慮できるよう「病院」・「ホテル」・「事務所」・「商業施設」についてそれぞれ年間消費電力量比を表示しています。それぞれの年間消費電力の計算には、各建物の標準的な延べ床面積や月別1時間毎の想定熱需要量、月別想定使用日数、設備所要容量並びに負荷率の時間分布を仮定しました<sup>2</sup>。

これらをパラメータとして、各建物用途の地下水温と地下水面深度に対する年間消費電力量比（基準点：地下水温 17°C、地下水面深度 15m）を計算し、ポテンシャルマップに反映しています（図4）。

表 3 基本的な条件

冷暖房期間	暖房 12月～3月、冷房 4月～11月
設定温度	暖房 22°C、冷房 26°C
気象データ	アメダス標準年
計算条件	The BEST Program 平成25年省エネ基準対応ツール Ver1.1.2 標準仕様基準

表 4 各想定建物用途の規模

用途	延べ床面積[m <sup>2</sup> ]	フロア
病院	40,000	地上7階、地下1階
ホテル	30,000	地上23階
事務所	20,000	地上14階
商業施設	28,000	地上6階

<sup>2</sup> 公益社団法人空気調和・衛生工学会（2015）

表 5 各想定建物用途別年間需要量

用途		病院	ホテル	事務所	商業施設
熱需要	冷房	363	366	295	627
	暖房	162	200	56	188

※単位：MJ/m<sup>2</sup>

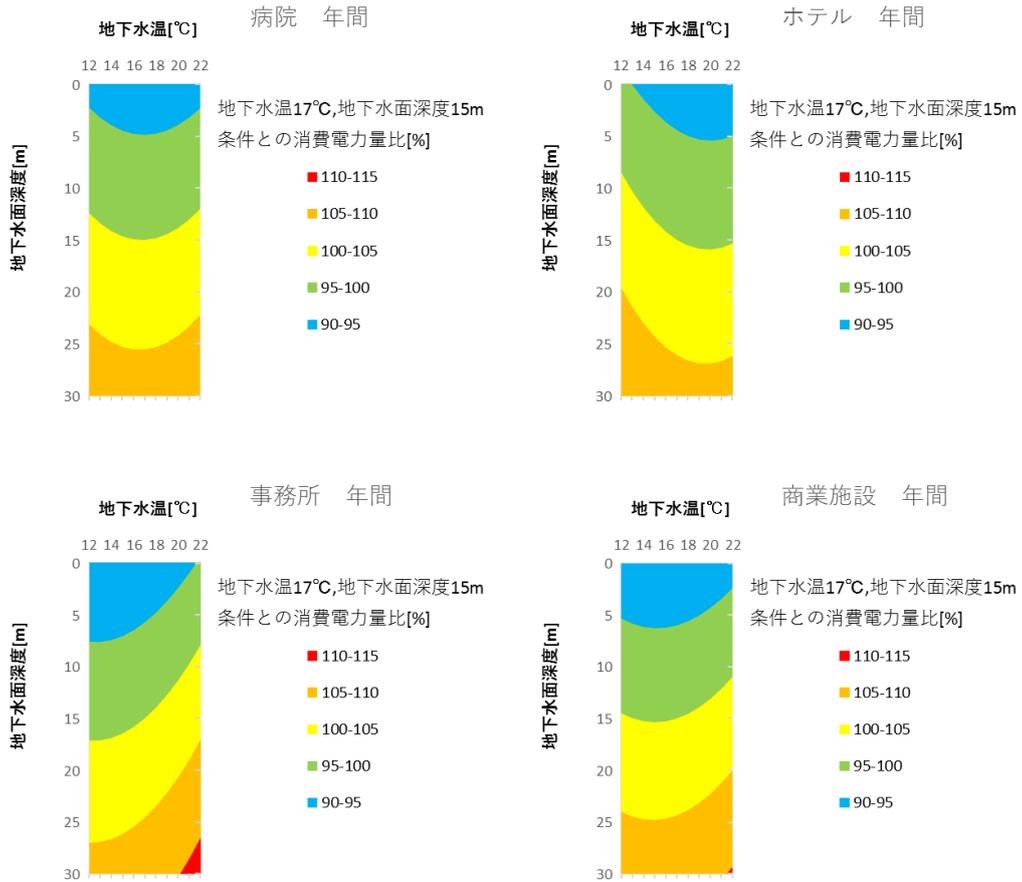


図 4 地下水面深度・地下水温と年間

消費電力量比との関係 (地下水温 17°C, 地下水面深度 15m 条件)

(左上)病院 (右上)ホテル (左下)事務所 (右下)商業施設

### III. 利用方法

#### 1. 動作環境

いずれのマップについてもウェブブラウザで閲覧・操作をします。以下の動作環境を推奨いたします。

表 6 推奨される動作環境

推奨ブラウザ	Chrome, Firefox, Internet Explorer 11, Edge, Safari 9 以降
--------	--

#### 2. 操作

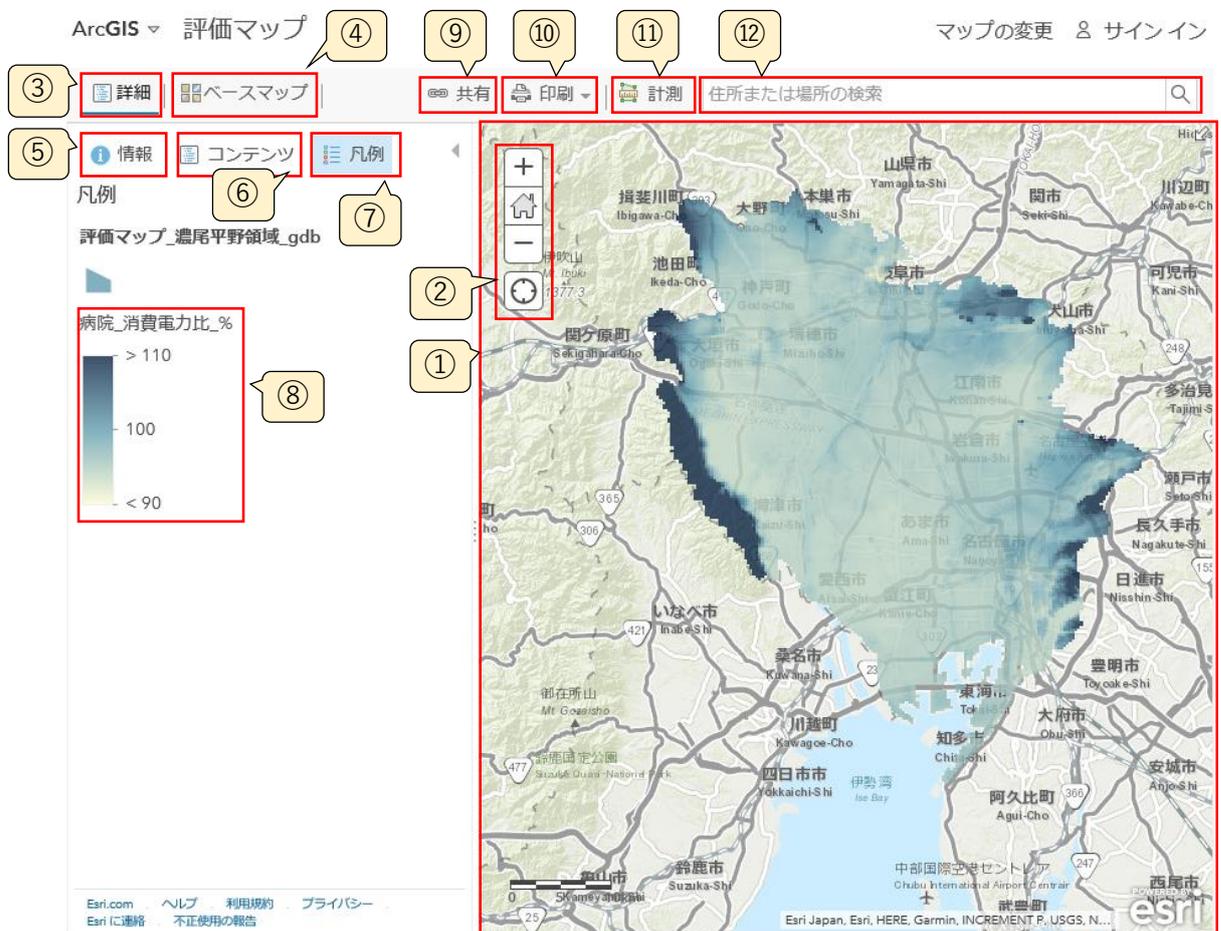


図 5 操作画面（全景）

### ①ポテンシャルマップ本体

ポテンシャルマップには、用途別の年間消費電力量比（基準点からのズレ）が視覚的に表されています。例えば、図 6 では病院を想定した年間消費電力量比がマップされており、年間消費電力量が基準より大きいところが濃い色で、小さいところが薄い色で示されています。

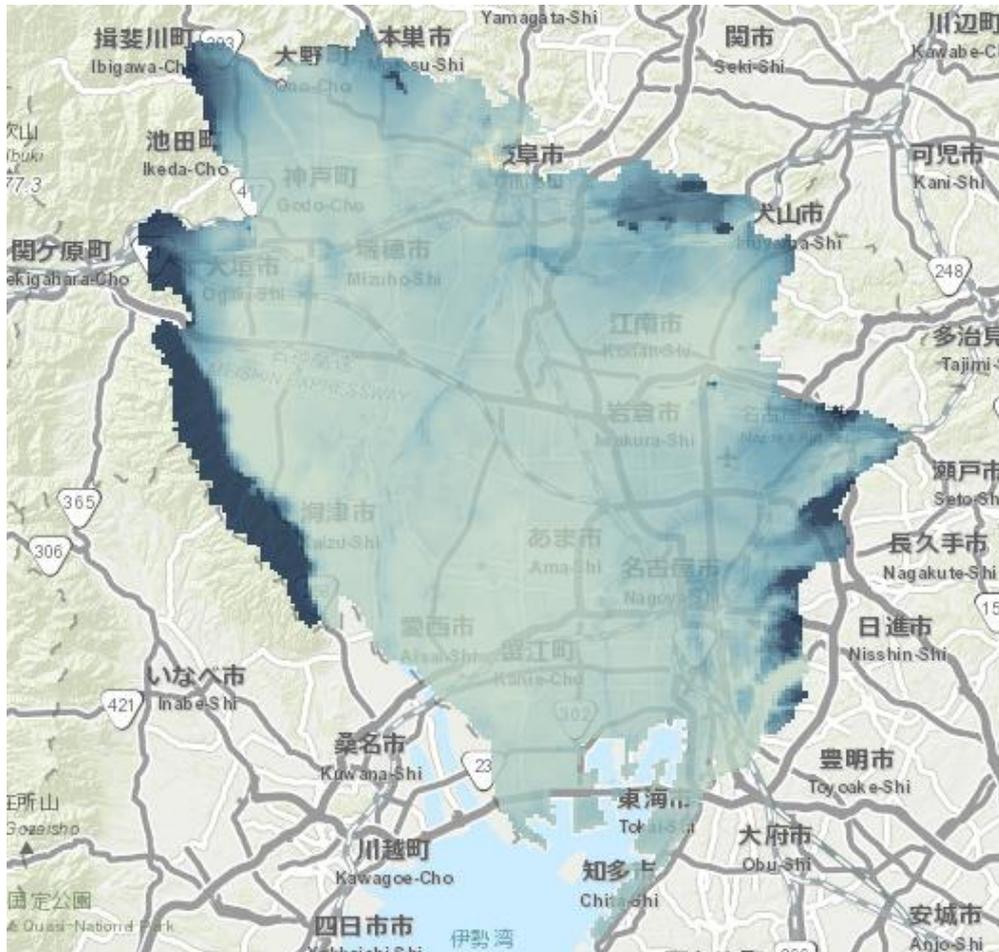


図 6 ポテンシャルマップ（病院\_年間消費電力量比\_%）

ポテンシャルマップ上の任意の点をクリックすると、その地点の詳細なデータを表示することができます（図 7）。表示されるデータの一覧は表 7 です。



図 7 特定の地点における情報

表 7 表示されるデータ一覧

データ名	データの内容	単位
X_m	GIS 上の X 座標	m
Y_m	GIS 上の Y 座標	m
標高 10mDEM_m	10m 四方標高のメッシュ内平均値	m
夏季地下水位 TP_m	夏季の地下水位（東京湾海拔）	m
冬季地下水位 TP_m	冬季の地下水位（東京湾海拔）	m
夏季地下水位深度_m	夏季の地下水位（地表からの深度）	m
冬季地下水位深度_m	冬季の地下水位（地表からの深度）	m
夏季地下水温_℃	夏季の地下水の温度	℃
冬季地下水温_℃	冬季の地下水の温度	℃
病院_年間消費電力量比_%	特定地点でのオープンループ型地中熱利用システム年間消費電力を 100%とした場合の偏差（病院向け）	%
ホテル_年間消費電力量比_%	特定地点でのオープンループ型地中熱利用システム年間消費電力を 100%とした場合の偏差（ホテル向け）	%
事務所_年間消費電力量比_%	特定地点でのオープンループ型地中熱利用システム年間消費電力を 100%とした場合の偏差（事務所向け）	%
商業施設_年間消費電力量比_%	特定地点でのオープンループ型地中熱利用システム年間消費電力を 100%とした場合の偏差（商業施設向け）	%

②拡大・縮小・現在地 ボタン

拡大率の調整や現在地を取得して使用者の場所に地図を移動させることができます。

③「詳細」

ポテンシャルマップの設定を変更するためのパネル（ボタン⑤～⑧を含む）の表示・非表示を切り替えます。

④「ベースマップ」

ポテンシャルマップの背景となる地図を変更します（10種類）。



図 8 ベースマップの選択

⑤「情報」

概説文や最終更新日等の諸情報が記載されています。

⑥「コンテンツ」

表示しているデータ等の設定を行うことができます。

A：凡例を表示／非表示

B：テーブルの表示／非表示

C：スタイルの変更（参照）

D：フィルター

E：その他のオプション（「ズーム」、「透過表示」、「アイテムの詳細を表示」）

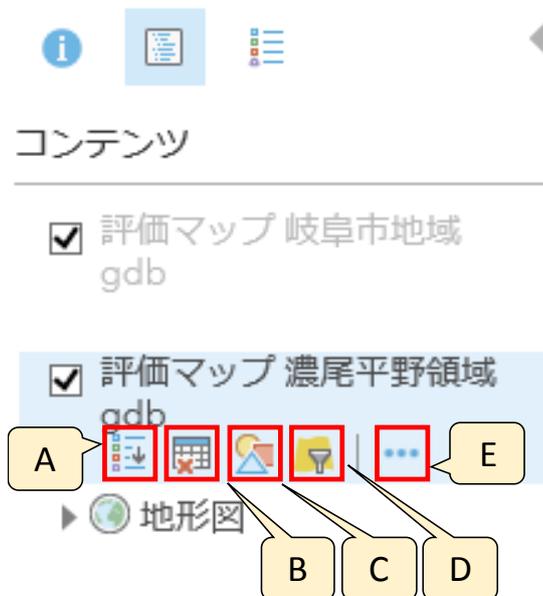


図 9 「コンテンツ」画面

※C：スタイルの変更について

スタイルの変更では、データの表示方法を変更することができます。

<あ：表示する属性を選択>

マップ上に表示するデータの種類を変更することができます。初期設定は「病院\_年間消費電力量比\_%」です。また、同時に表示するデータの数は、「属性の追加」をクリックすることで増やすことができます。

<い：描画スタイルの選択>

データの表示方法を設定できます。「数と量（色）」はデータの値（例えば、年間消費電力量比なら%値）を色で表します。「数と量（サイズ）」はデータの値を丸の大きさを表します。「場所（単一シンボル）」や「種類（個別値シンボル）」もありますが、ポテンシャルマップとして意味のある表示の仕方は「数と量（色）」、「数と量（サイズ）」のみです。

また、それぞれ「オプション」ボタンにて詳細を設定できます。



図 10 「スタイルの変更」画面

### ■オプション画面

イ：除数

表示しているデータを他の属性データで割って表示することができます。

ロ：テーマ

「高から低」（高い値から低い値へのグラデーション）、「上下」（高い値から中央の値、低い値から中央の値という2つのグラデーション）、「中央」（高い値または低い値から中央の値への1つのグラデーション。中央の値をハイライト）、「極値」（高い値または低い値から中央の値への1つのグラデーション。極値をハイライト）

ハ：グラデーションの調整

グラデーションの色や設定を決定することができます。なお、チェックボックス「データの分類」、「値のないフィーチャを描画」は本マップでは直接関係のない項目です。

ニ：透過表示

地図に上書きされているポテンシャルマップの透過度を設定できます。

ホ：表示範囲

拡大率に対するポテンシャルマップの表示しきい値を設定できます。しきい値よりも外の拡大率にすると、ポテンシャルマップは表示されません。

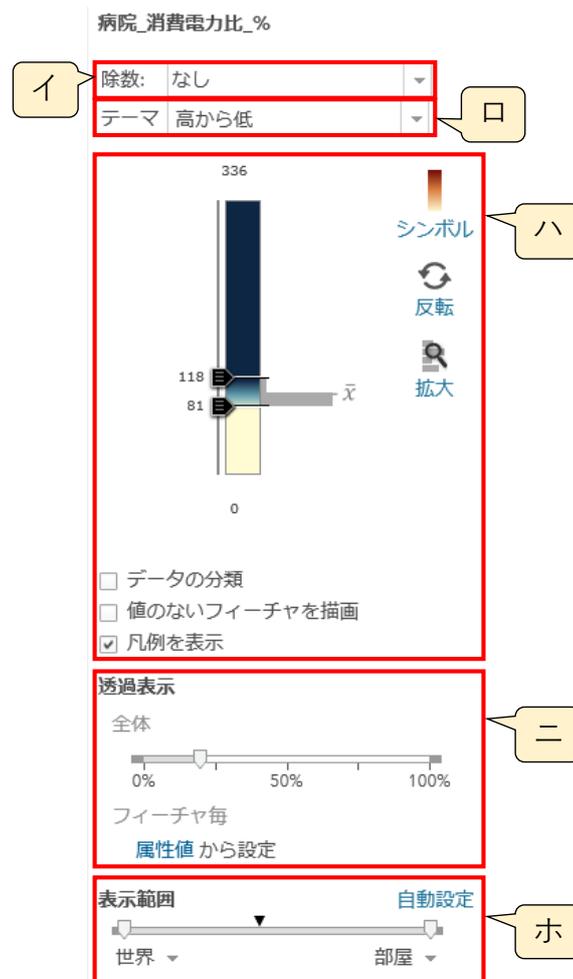


図 11 「オプション」画面

⑦「凡例」ボタン

凡例を表示できます。

⑧凡例

ポテンシャルマップの色と数値データの対応が示されています。

⑨共有

本ポテンシャルマップのアドレスを簡易に共有するための項目です。短縮 URL 等を取得することができます。

⑩印刷

マップを印刷することができます。

⑪計測

地図上の面積や距離等を測ることができます。

⑫「住所または場所の検索」

住所などを入力すると、その場所に画面が移動します。

3. 利用上の留意点

本マップは、対象地の予想されるオープンループ型地中熱利用システムの年間年間消費電力量や地下水位の地表からの深度の確認に利用するものです。実際の事業化可能性調査の際には、改めて熱源側の採熱可能量を調査する必要があります。またマップに示される年間消費電力量の推定値は配管の長さや建築物の空調負荷等の制約を考慮していないため、施設側の熱需要についても合わせて検討する必要があります。

なお、今後データベースの充実等により、本ポテンシャルマップは改訂・更新される可能性があります。随時、最新の情報をご参照ください。