

平成26年度 下水熱等未利用熱 ポテンシャルマップ策定事業について

下水熱利用推進協議会（第7回）資料

平成27年3月11日

1. 下水熱等未利用熱ポテンシャルマップ策定事業について
2. 詳細ポテンシャルマップについて
3. ポテンシャルマップの精度検証
4. 詳細ポテンシャルマップを用いた実現可能性調査
5. 下水熱詳細ポテンシャルマップ作成の手引きの策定と広域ポテンシャルマップ作成の手引の修正

1. 平成26年度 下水熱等未利用熱ポテンシャルマップ策定事業について

1. モデル地区におけるポテンシャル調査と詳細ポテンシャルマップの作成

モデル地区5都市における詳細ポテンシャルマップを作成

⇒詳細ポテンシャルマップ作成手法確立のためモデル地区において下水流量等の実測

実測箇所数 全53箇所（5都市合計）

⇒流量推定の精度の確認（精度よく推計できる範囲の検討）

建物用途による建物延床面積の補正による方法

人口の分布を活用した方法

⇒周辺建物用途や特異施設からの排水が下水に及ぼす影響の調査

温浴施設からの排水に及ぼす影響の調査

2. 詳細ポテンシャルマップを用いた実現可能性調査（F S調査）

⇒詳細ポテンシャルマップの活用事例の提示

大阪府茨木市、福岡県福岡市におけるF Sの実施

3. 下水熱ポテンシャルマップ（詳細ポテンシャルマップ）作成の手引きの策定

詳細ポテンシャルマップの作成の手引きを策定

4. 下水熱ポテンシャルマップ（広域ポテンシャルマップ）作成の手引の修正

建物用途による建物延床面積の補正による方法を追加

2. 詳細ポテンシャルマップについて

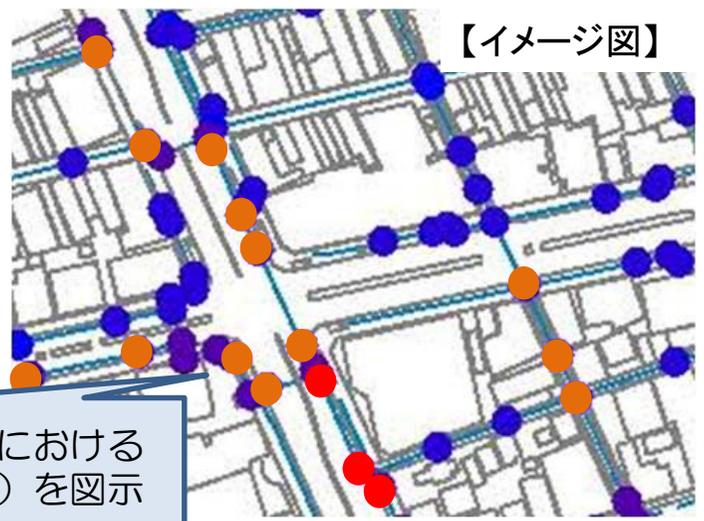
- 下水熱利用に当たり、計画・設計に必要な情報が不足しているため、下水熱の賦存量や存在位置を容易に把握できる「下水熱ポテンシャルマップ」を開発中（環境省との連携事業）。
- 平成25年度は、下水熱利用の**構想段階**において、**民間事業者の導入意欲を高める**ことに活用できる「**広域ポテンシャルマップ**」について、モデル地域での作成と手引きを取りまとめ。
- 平成26年度は、**具体のプロジェクトにおける採算性・環境性の定量的な検討や実施設計**を行うために必要な情報を提示し、事業者のコストを削減する「**詳細ポテンシャルマップ**」を検討。



広域ポテンシャルマップ（平成25年度）

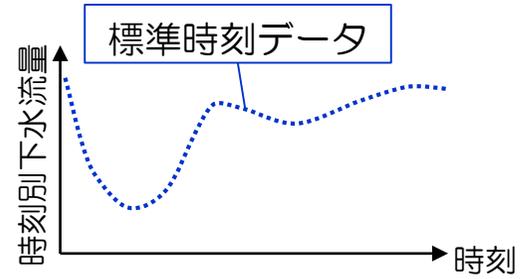
詳細ポテンシャルマップ（平成26年度）

凡例	ポテンシャル量 (給湯利用可能な住宅世帯数の目安)
● (Purple)	100~1,000世帯
● (Orange)	1,000~10,000世帯
● (Red)	10,000~100,000世帯



管路上の各マンホールにおけるポテンシャル（日平均）を図示

- 【特徴】
- 利用が見込まれる特定の街区を対象
 - 時刻別ポテンシャルを算出
 - 下水管の埋設深など実導入の視点から必要な情報も整備



2. 詳細ポテンシャルマップについて

「詳細ポテンシャルマップ」の作成手法には、用途別の建物延床面積から推計する手法（通常手法）があるが、既存データの状況により「距離内分法」もある。計画汚水量と人孔分布を活用した方法もあり、検討事例とその特徴を手引きに示している。

表 1-1 各ポテンシャルマップの概要

マップの種類	広域ポテンシャルマップ (通常手法)		詳細ポテンシャルマップ (通常手法)	
	簡易手法		距離内分法	
マップ作成に必要なデータ	<ul style="list-style-type: none"> 下水道台帳電子データ 建物現況データ（延床面積） 	<ul style="list-style-type: none"> 下水道事業計画図 用途地域データ 	<ul style="list-style-type: none"> 下水道台帳電子データ 建物現況データ（延床面積） 建物現況データ（建物用途） 都市計画データ 広域ポテンシャルマップの作成手法で求めた各マンホールの日平均下水流量推定値、または対象管路上のあるマンホール1地点での下水流量の実測データ 	<ul style="list-style-type: none"> 建物現況データ（図形のみ） 都市計画データ 対象管路上のあるマンホール2地点での下水流量の実測データ
ポテンシャルの算出方法	流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）の下水流量データを用いて下水流量を推定し、日平均ポテンシャルを算出		推定された日平均下水流量に、住宅延床面積比率（対象街区の総延床面積に対する住宅用途の延床面積の割合）から求めた時刻別流量比率（日平均流量に対する各時刻の流量の比率）を乗じて各時刻の流量を算出。	
マップの作成エリア	都市・地域レベル（処理区単位）		再開発事業等が見込まれる特定地区	再開発事業等が見込まれる特定地区のうち、実測対象の管路
ポテンシャル算出対象管路	処理区内の全ての合流管・汚水管を基本	左記のうち幹線管路のみ（幹線管路以外はメッシュで推計）	特定地区内の管路	特定地区の管路のうち、実測点間の対象管路
マップの算出スケール	管路上の各マンホールにおける月別代表日の日平均ポテンシャル	メッシュ毎の月別代表日の日平均ポテンシャル	管路上の各マンホールにおける代表日の時刻別ポテンシャル	

2. 詳細ポテンシャルマップについて 作成手順（通常手法）

STEP1 データの作成・整理

作成手順

①GISツールへのデータの登録



②建物とマンホールの接続



③各マンホールが受け持つ建物の延床面積の集計

STEP1の①と②については、広域ポテンシャルマップの作成手法と同じ手順となる。

- STEP1③において、上水使用量＝排水量とみなし、各用途に応じ、延床面積に上水使用量原単位の比を乗じて、補正した用途別の延床面積を算定する。
- 補正した延床面積を集計し、日平均下水流量の推定を行う。
- 上水使用量（＝排水量と想定）の少ない建物の影響を小さく抑えることができると考えられる。

建物用途による補正建物延床面積の補正について

原単位	合計	住宅	業務	商業	宿泊	医療	その他
上水使用量 原単位*1 (L/m ² 日)	-	10.80	8.05	50.96	24.20	22.40	8.85
補正係数 (住宅原単位を1 とした場合の原 単位の比)	-	1	0.75	4.72	2.24	2.07	0.82
用途別 延床面積 (事例)	21,000m ² (100%)	2,000m ² (13.3%)	6,000m ² (40.0%)	4,000m ² (26.7%)	3,000m ² (20.0%)	5,000m ² (20.0%)	1,000m ² (20.0%)
補正後の 用途別延床面積 (事例)	43,258m ²	2,000m ²	4,472m ²	18,874m ²	6,722m ²	10,370m ²	820m ²
補正後の 延床面積比率 (事例)	-	6.2%	13.9%	58.9%	21.0%	32.3%	2.6%

2. 詳細ポテンシャルマップについて 作成手順（通常手法）

STEP2 ポテンシャルの算出

作成手順

①各マンホールにおける日平均下水流量計算



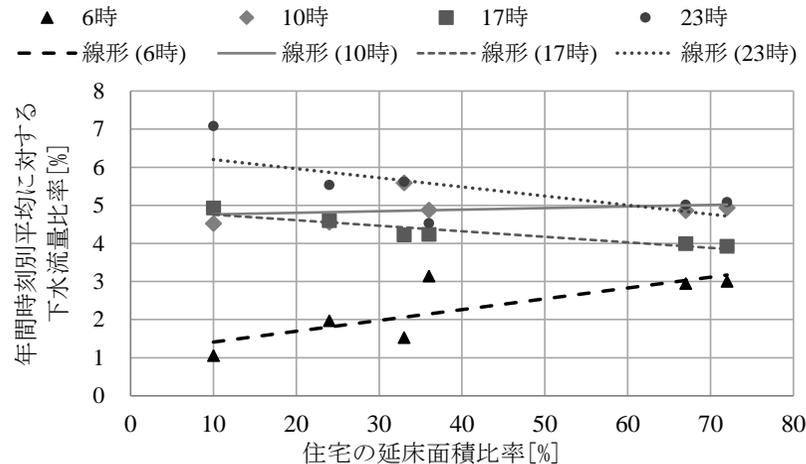
②時刻別流量比率の補正



③時刻別流量の算出



④各マンホールにおけるポテンシャル計算



日平均下水流量計算

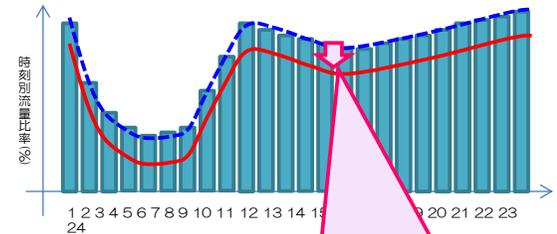
日平均下水流量の計算については、既存データを活用することが望ましい。

日平均下水流量の計算手法を次に示す。

- 広域ポテンシャルマップの推計値
- 国勢調査に関する地域メッシュ統計における人口メッシュデータや、計画汚水量、上水使用量を活用した下水流量推定値
- 実測データ

時刻別流量比率の補正

時刻別流量比率の積算値が100%となるように補正する。



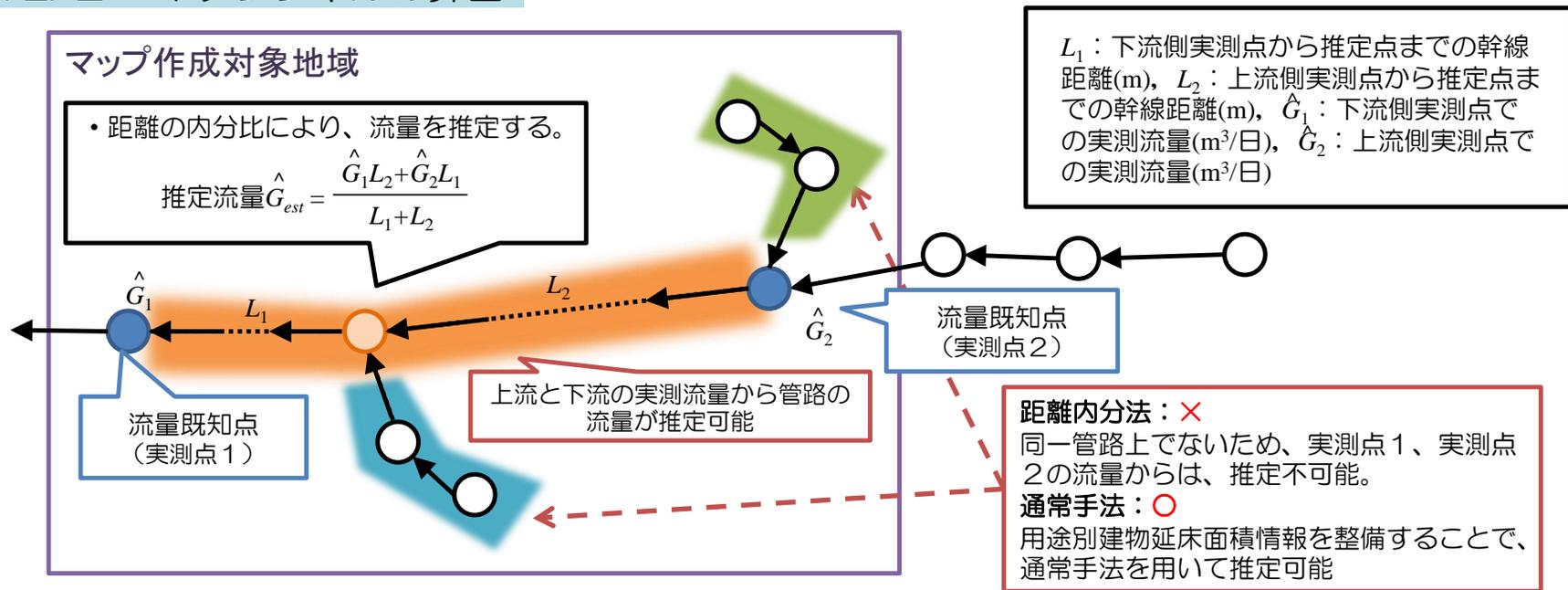
例) 計130%になった場合
⇒全時刻100%/130%≒0.77倍する。

時刻別下水熱ポテンシャルの算出

- 日平均下水流量に推定した時刻別流量比率を乗じ、各時刻の流量を算出する。
- 時刻別流量に容積比熱、熱利用温度差 ($\Delta t 5^{\circ}\text{C}$) を乗じて、時刻別の下水熱ポテンシャルを算出する。

2. 詳細ポテンシャルマップについて 作成手順（距離内分法）

STEP2 ポテンシャルの算出



作成手順

①作成する管路の上流と下流について下水流量の実測



②式8による日平均推定下水流量の算定



③式9による時刻別推定下水流量の算定



④各マンホールにおけるポテンシャル計算

$$\hat{G}_N = \frac{\hat{G}_{L,1} L_2 + \hat{G}_{L,2} L_1}{L_1 + L_2} \quad \text{式8}$$

$$G_h = \frac{\hat{G}_{Lh,1} L_2 + \hat{G}_{Lh,2} L_1}{L_1 + L_2} \quad \text{式9}$$

\hat{G}_N : 推定点における日平均推定下水流量[$m^3/日$]

$\hat{G}_{L,1}, \hat{G}_{L,2}$: 実測点1及び2における日平均実測下水流量[$m^3/日$]

L_1, L_2 : 実測点1及び2から推定点までの管路距離[m]

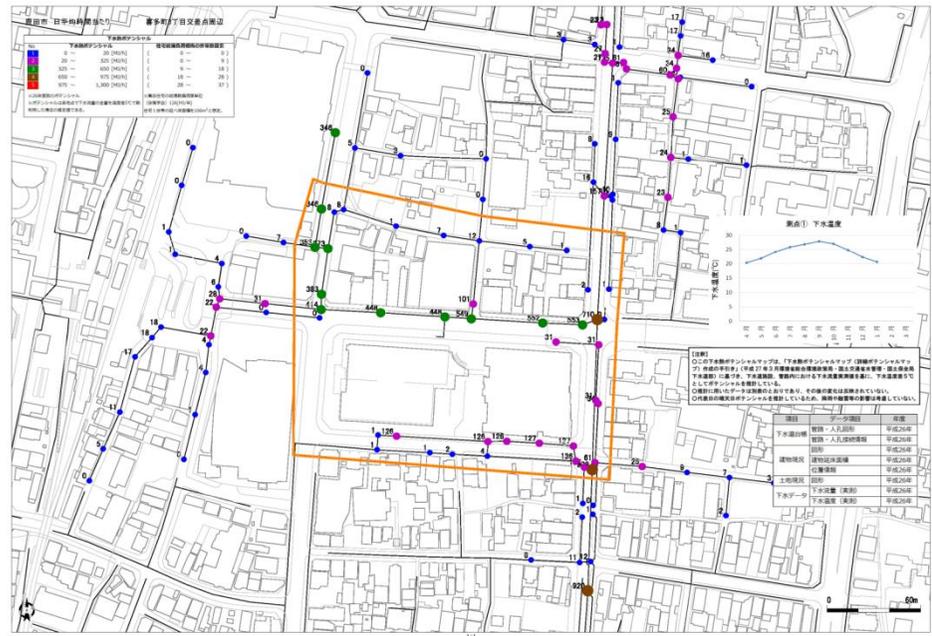
G_h : 推定点における時刻別推定下水流量[m^3/h]

$\hat{G}_{Lh,1}, \hat{G}_{Lh,2}$: 実測点1及び2における時刻別実測下水流量[m^3/h]

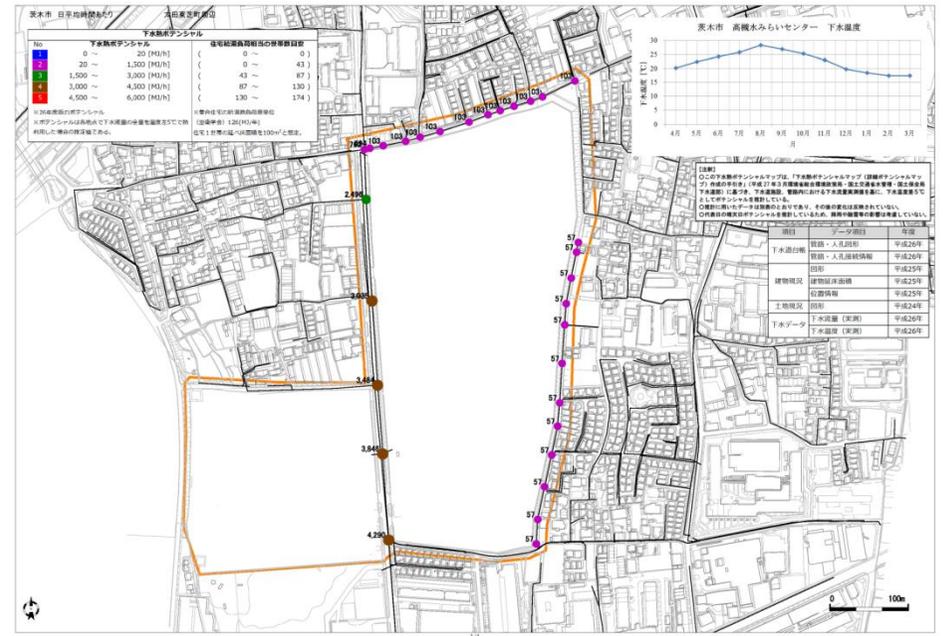
2. 詳細ポテンシャルマップについて 作成手順

STEP3 地図情報への統合

算出した各マンホールにおけるポテンシャル情報をデータベースに登録し、地図情報のデータベースと連結することで、GISツール上で表示する。



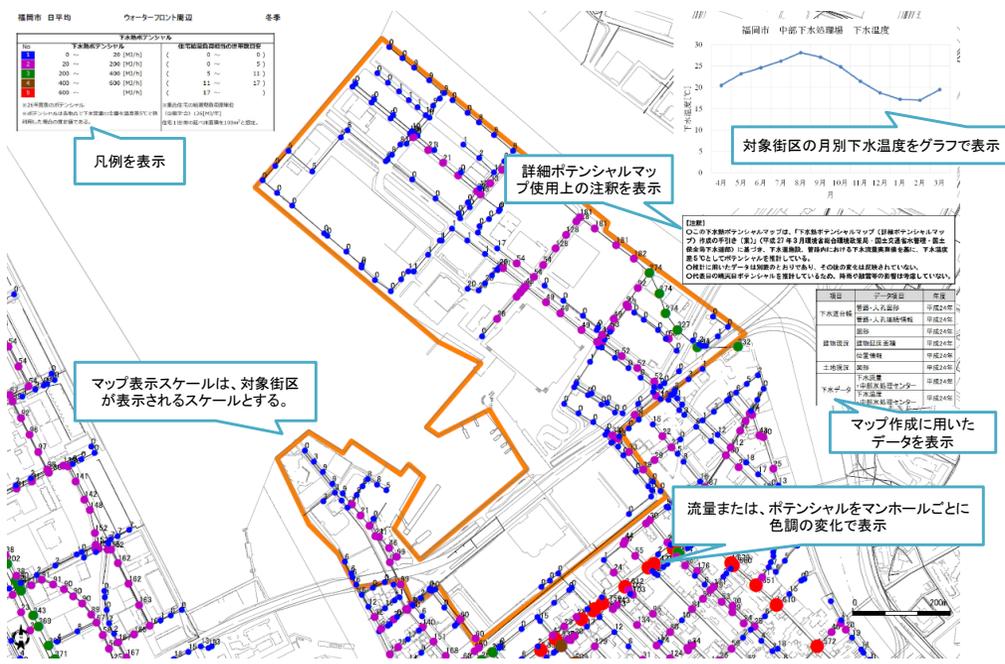
通常手法による詳細ポテンシャルマップ (イメージ図)



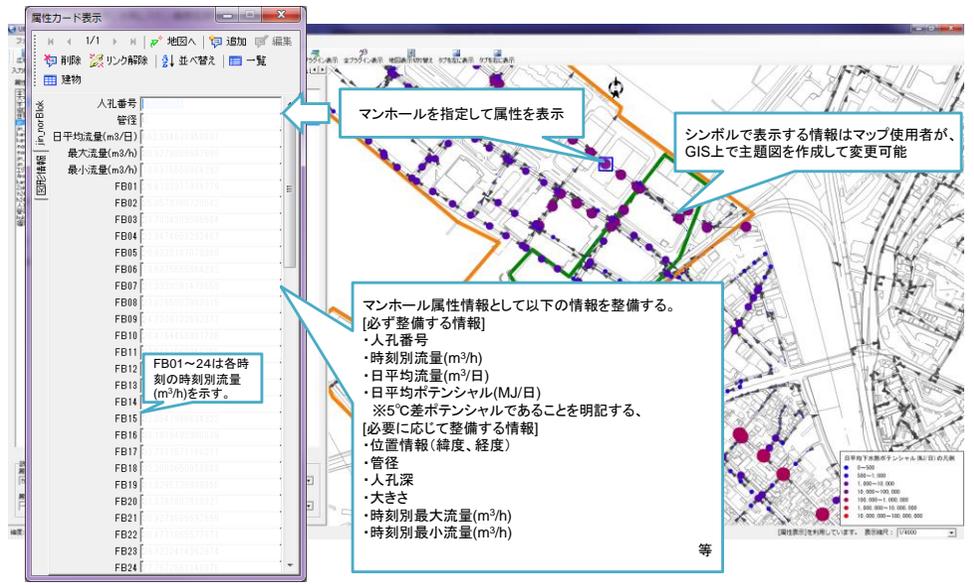
距離内分法による詳細ポテンシャルマップ (イメージ図)

2. 詳細ポテンシャルマップについて 表示方法

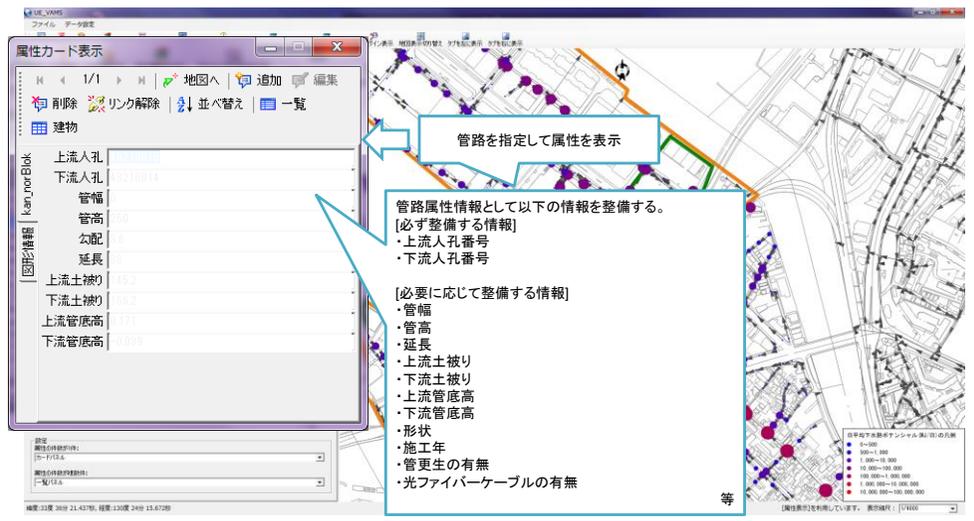
表示例



紙ベースによる詳細ポテンシャルマップの表示例



GISデータによる詳細ポテンシャルマップの表示例（人孔属性）



GISデータによる詳細ポテンシャルマップの表示例（管路属性）

3. ポテンシャルマップの精度検証

§ 1 日平均ポテンシャルの推計精度

日平均ポテンシャルの推計精度の向上のため、通常手法の下水流量の推定手法において**建物用途に応じた補正係数を乗じる方法**、**人口の分布を活用した方法**を検討した事例を示す。それぞれの手法により算出される流量の実測値に対する推定値の比は、建物用途に応じた補正係数を乗じる方法では**0.5~1.9倍**、人口の分布を活用した方法では**0.0~1.3倍**であった。

	メリット	デメリット
方法1：建物用途に応じた補正係数を乗じる方法	日平均下水流量の推計精度が向上する地点が多い。 枝管までの流量推定が可能 である。	各建物 の延床面積、建物用途、上水使用原単位等を用いた補正係数のデータが不可欠である。
方法2：人口の分布を活用した方法	幹線管路程度であれば、 下水道台帳電子データと、国勢調査統計情報からダウンロード可能な人口総数（常在人口）データ、計画汚水量のみ で日平均下水流量の推定が可能である。	倉庫街が多いなど 特殊な地域 では、人口が「0」となり注意が必要である。枝管のポテンシャル、流量は 推定できない場合 がある。

⇒ポテンシャルマップの日平均下水流量の推定値の向上手法として、本手引きでは、精度向上地点が最も多かったため、方法1の手法を記載している。ただし、手引きには方法2についても言及するとともに、本精度検討結果も提示し、**手法選択の自由度**を設けている。

§ 2 時刻別ポテンシャルの推計精度

通常手法及び距離内分手法の推計精度を検証した事例では、それぞれの手法により算出される時刻別流量の実測値に対する比は、**最低流量時刻**での推定値で実測値に対して**0.6~2.3倍**であった。ただし、**倉庫街や宿泊施設の密集地区**では時刻別下水流量の推定精度が**6倍程度**であった。

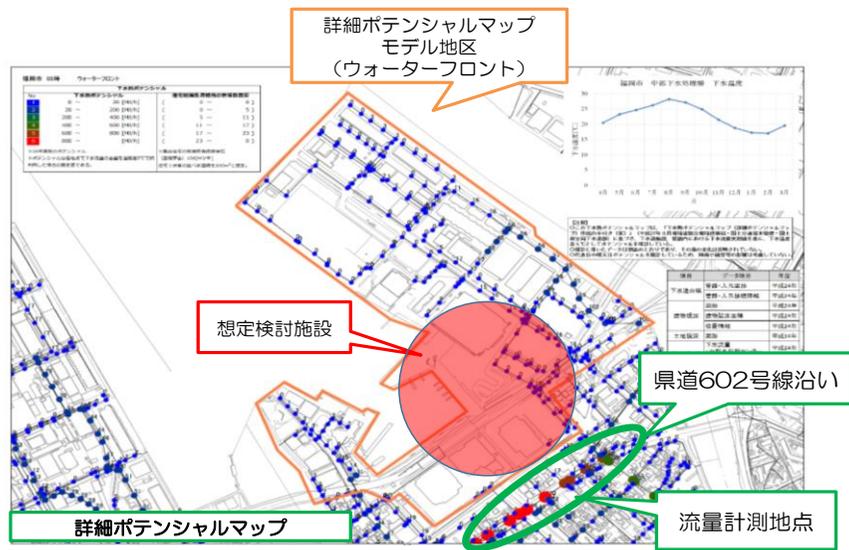
いずれの手法を用いる場合にも推計精度を向上させるためには、対象街区内における**流量測定点を増やすことが必要**となる。

4. 詳細ポテンシャルマップを用いた実現可能性調査

§2 福岡県福岡市における詳細ポテンシャルマップ活用事例

福岡県福岡市における詳細ポテンシャルマップの活用事例を示す。ホテルにおける加熱能力115kW相当の給湯システムでは、補助金（補助率50%）を活用した場合、回収年数が管路内熱交換器設置方式で約4年、マンホール取水管路外熱交換方式で約4年であった。

(1) FS検討対象施設

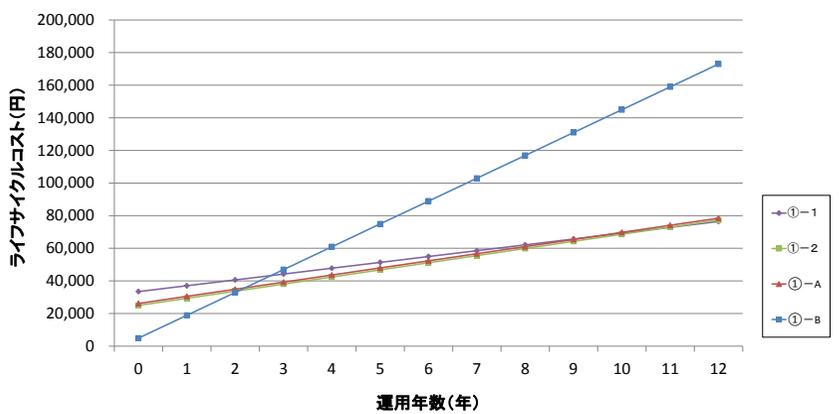
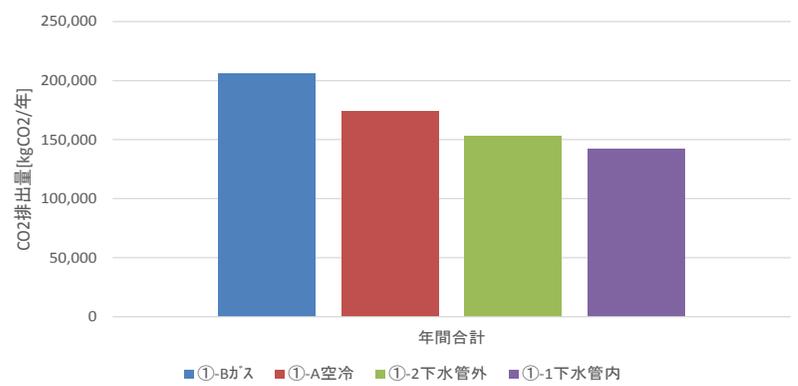


検討施設配置

対象施設の用途と規模

モデルケース	施設用途	施設規模(延床面積)
①	ホテル	5,000m ² (250室相当)
②	展示場	10,000m ² (展示スペース5,000m ²)

(2) FS検討結果（補助金あり：補助率50%）



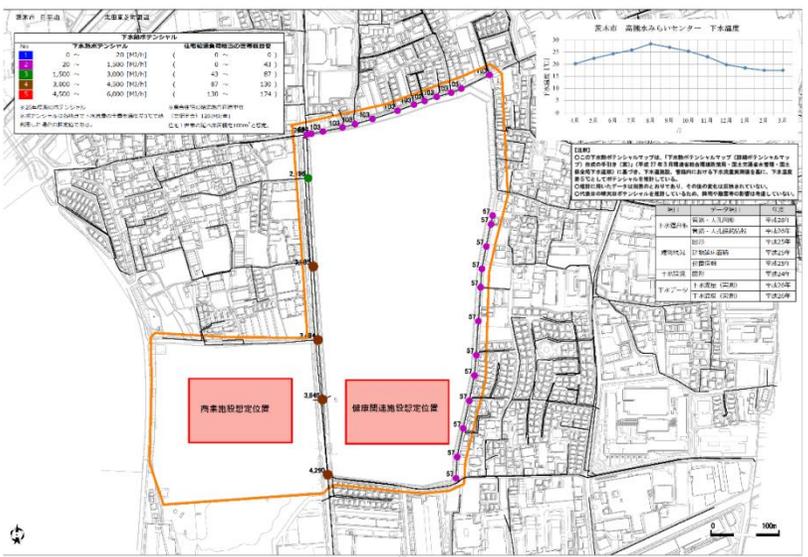
モデルケース①（補助金あり） ライフサイクルコスト比較

4. 詳細ポテンシャルマップを用いた実現可能性調査

§3 大阪府茨木市における詳細ポテンシャルマップ活用事例 その1

大阪府茨木市における詳細ポテンシャルマップの活用事例を示す。健康関連施設における加熱能力300kW相当の給湯システムでは、補助金（補助率50%）を活用した場合、回収年数が管路内熱交換器設置方式で約9年、マンホール取水管路外熱交換方式で約4年であった。

(1) FS検討対象施設

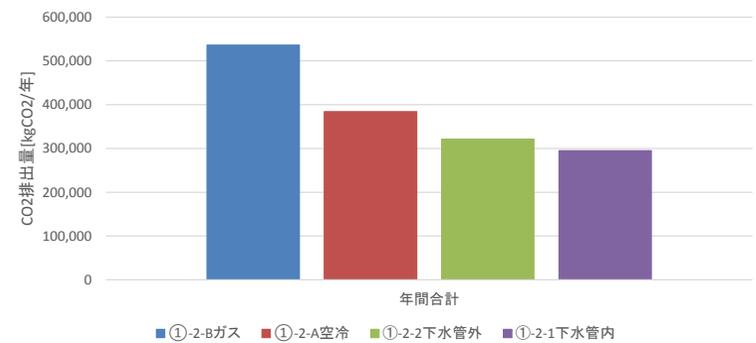


検討施設配置

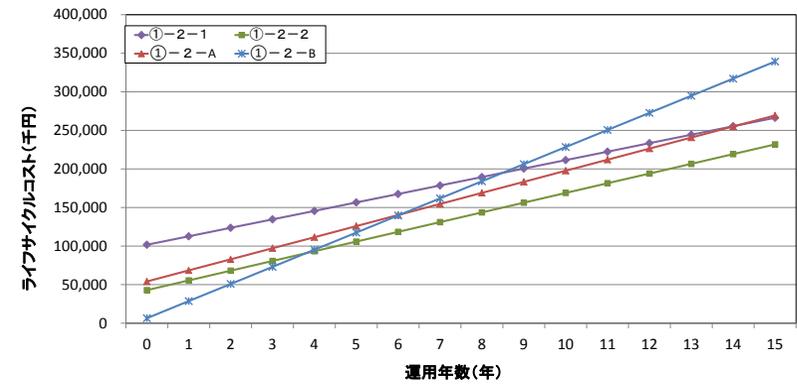
対象施設の用途と規模

モデルケース	施設用途	施設規模(延床面積)
①	健康関連施設	15,000m ²
②	商業施設	30,000m ²

(2) FS検討結果（補助金あり：補助率50%）



CO2排出量（年間）モデルケース①

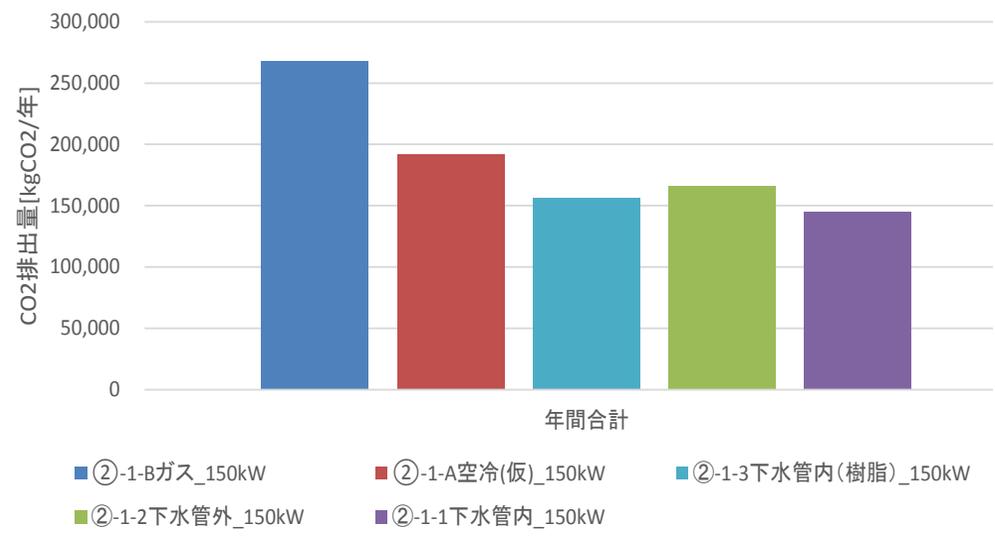


モデルケース① ライフサイクルコスト比較（補助金あり）

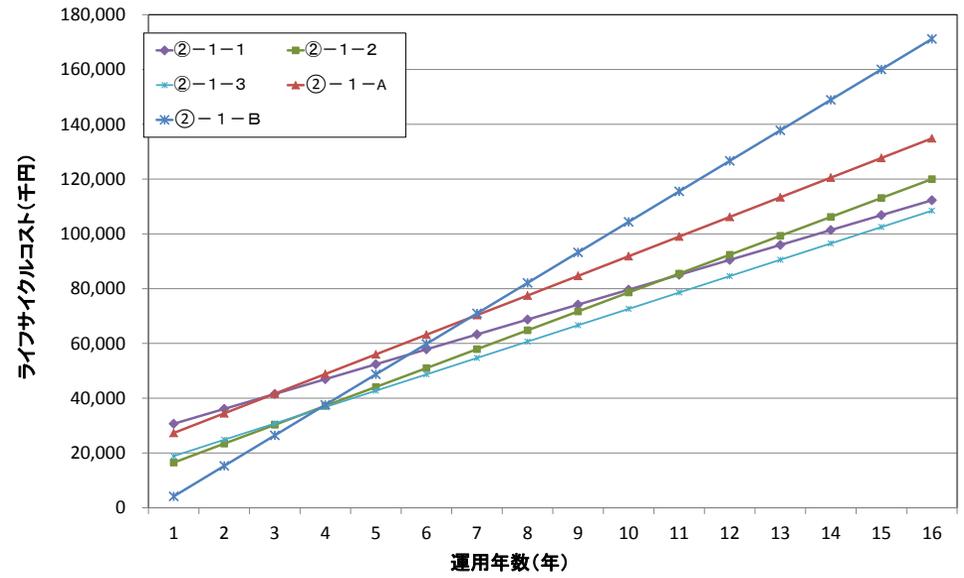
4. 詳細ポテンシャルマップを用いた実現可能性調査

§ 4 大阪府茨木市における詳細ポテンシャルマップ活用事例 その2

大阪府茨木市における詳細ポテンシャルマップの活用事例を示す。加熱能力150kW相当の給湯システムとし、補助金（補助率50%）及び下水熱利用機器（熱交換器、スクリーン）の普及後価格（50%）とした場合、回収年数が管路内熱交換器設置方式（金属）で約5年、マンホール取水管路外熱交換方式、管路内熱交換器設置方式（樹脂）で約3年であった。



CO2排出量（年間）モデルケース②



モデルケース② ライフサイクルコスト比較（補助金あり）

5. 下水熱詳細ポテンシャルマップ作成の手引きの策定と広域ポテンシャルマップ作成の手引の修正

下水熱詳細ポテンシャルマップ作成の手引きの策定

- 今年度検討した詳細ポテンシャルマップの作成方法や活用事例を解説した「手引き」を作成した。
- 本手引きの活用については、下水熱ポテンシャルマップの作成により、下水熱利用の普及・促進を通じた、地方公共団体の経営改善と低炭素なまちづくりが進展することを期待

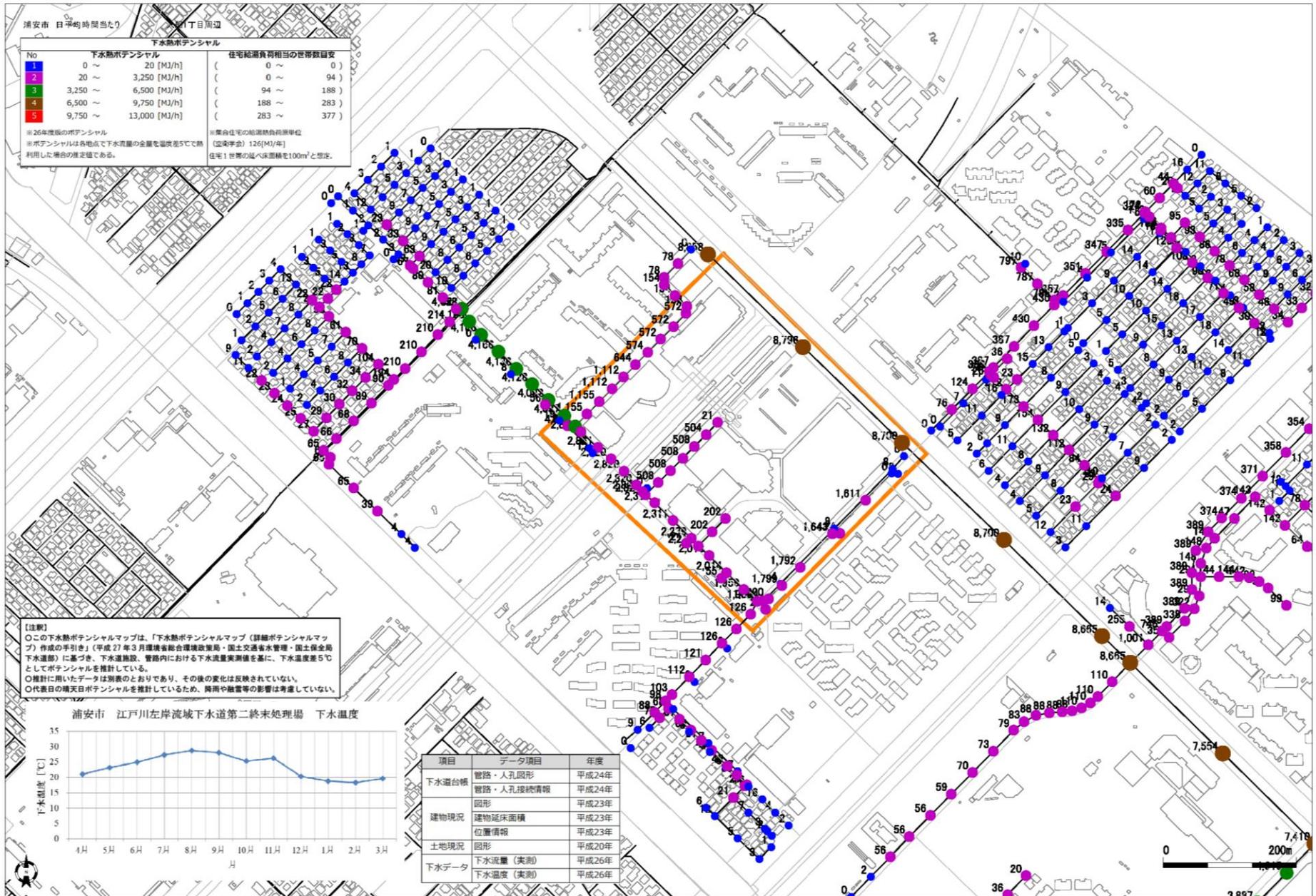
詳細ポテンシャルマップの手引きに記載した参考資料

- 各モデル地区における下水流量・温度の実測結果
- 上水使用量原単位
- 福岡県福岡市における詳細ポテンシャルマップを活用したフィージビリティスタディ事例
- 大阪府茨木市における詳細ポテンシャルマップを活用したフィージビリティスタディ事例
- ポテンシャルマップ作成業務仕様書例

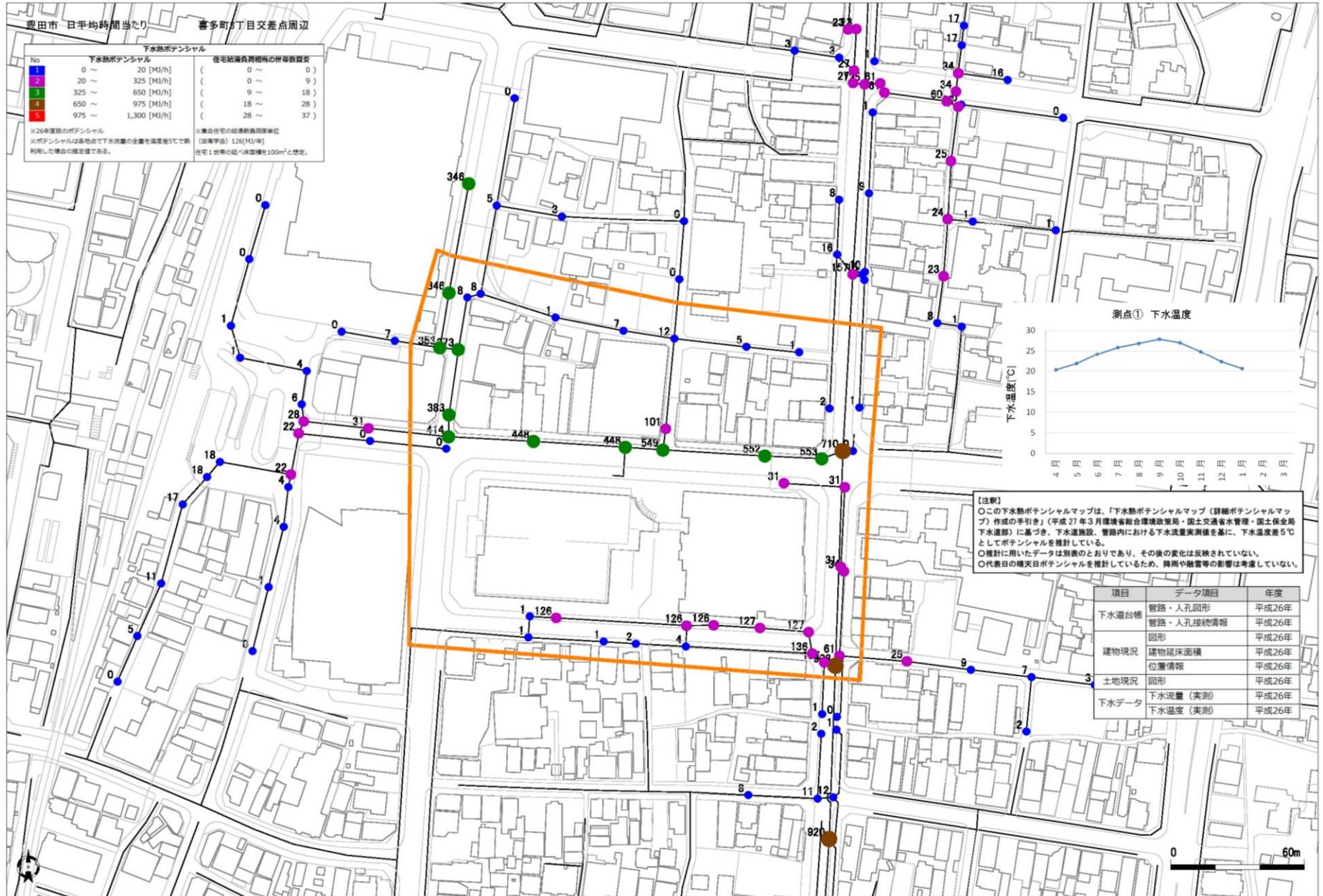
下水熱広域ポテンシャルマップ作成の手引きの修正

「2.2 広域ポテンシャルマップの作成手順（通常手法）」の「2.2 (1) 2) ③ 各マンホールが受け持つ建物の延床面積の集計」において建物延床面積の集計時に建物用途による補正係数を乗じる手法を用いることが望ましい旨を追記。

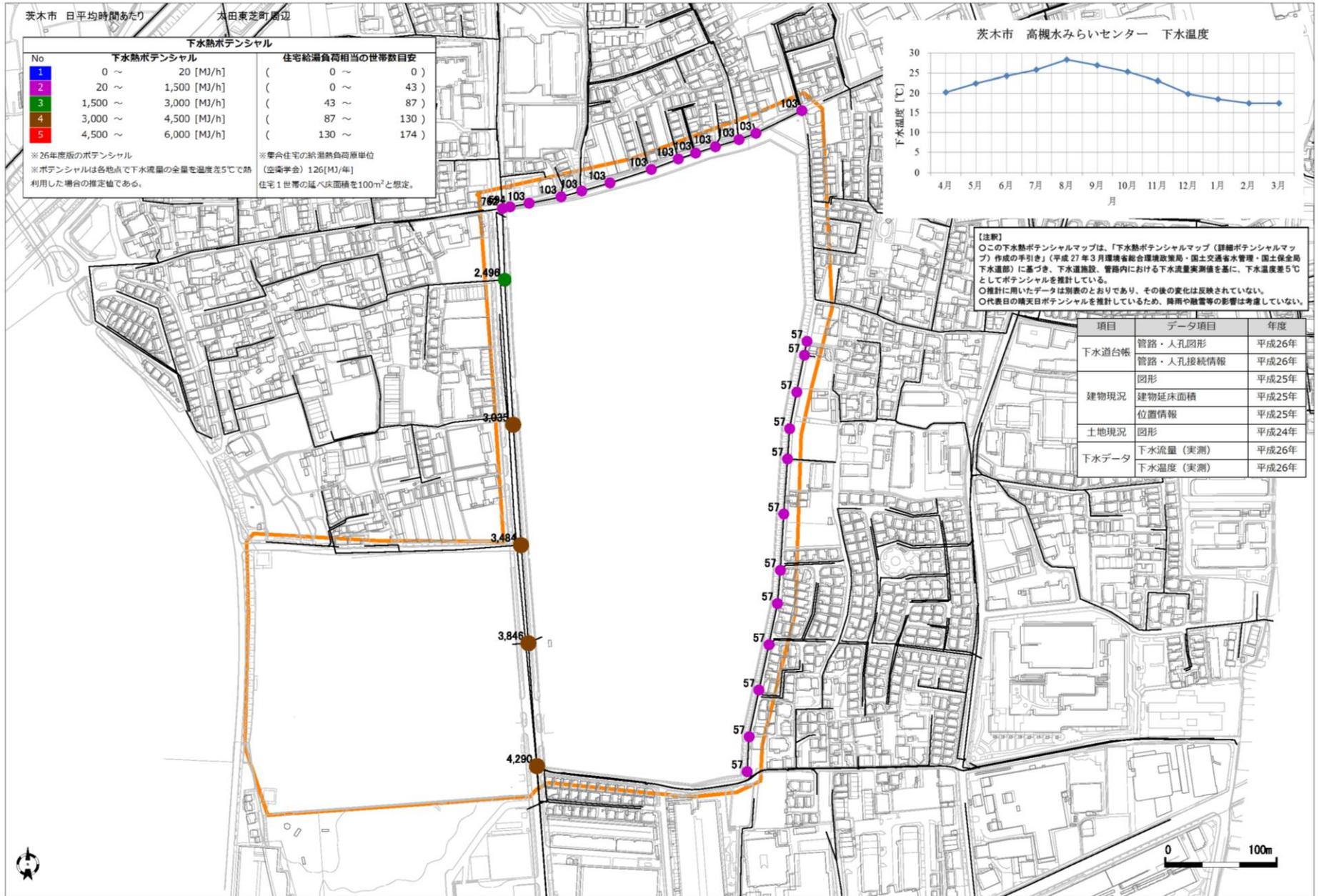
(参考) 詳細ポテンシャルマップの作成事例 (1) 千葉県浦安市



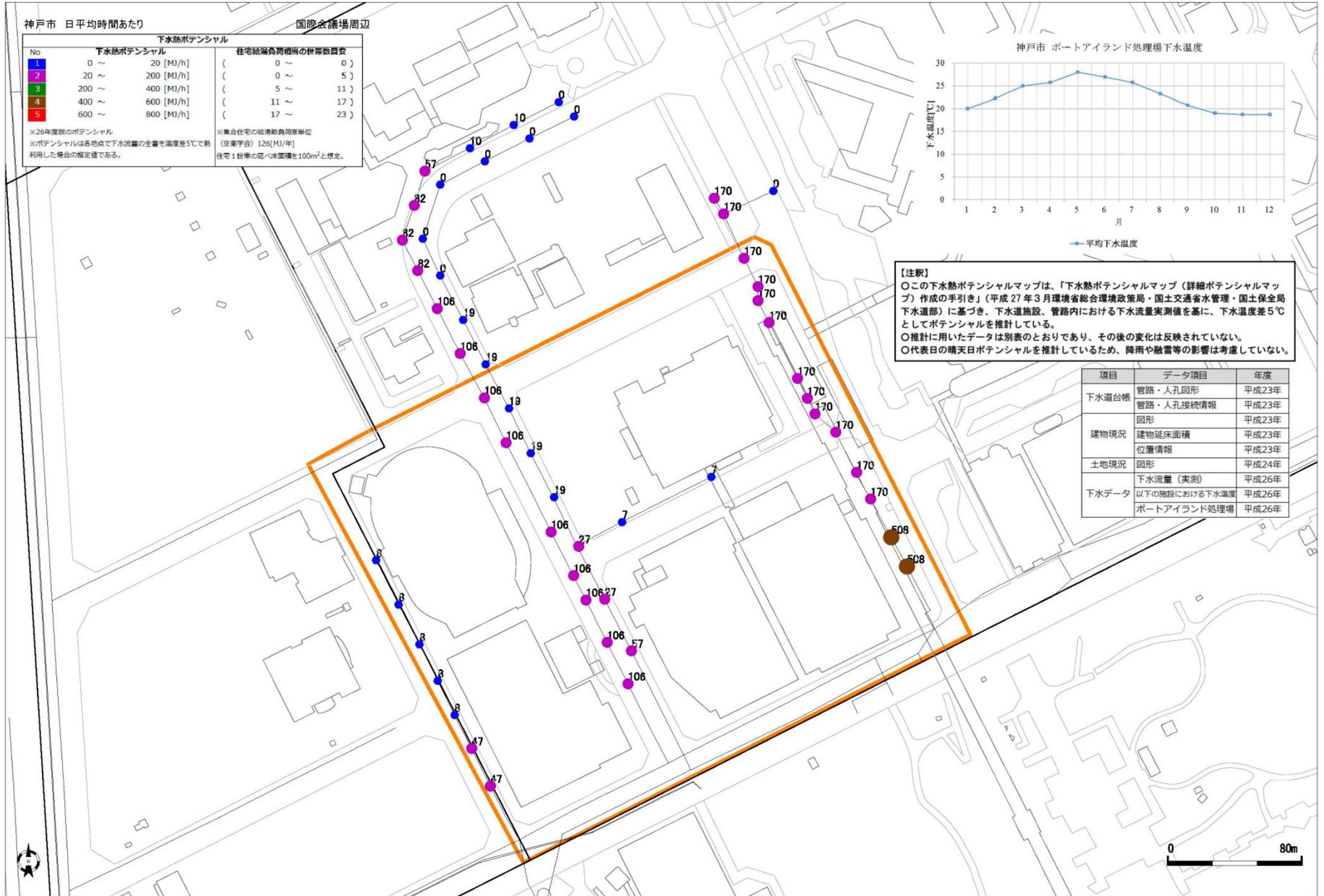
(参考) 詳細ポテンシャルマップの作成事例 (2) 愛知県豊田市



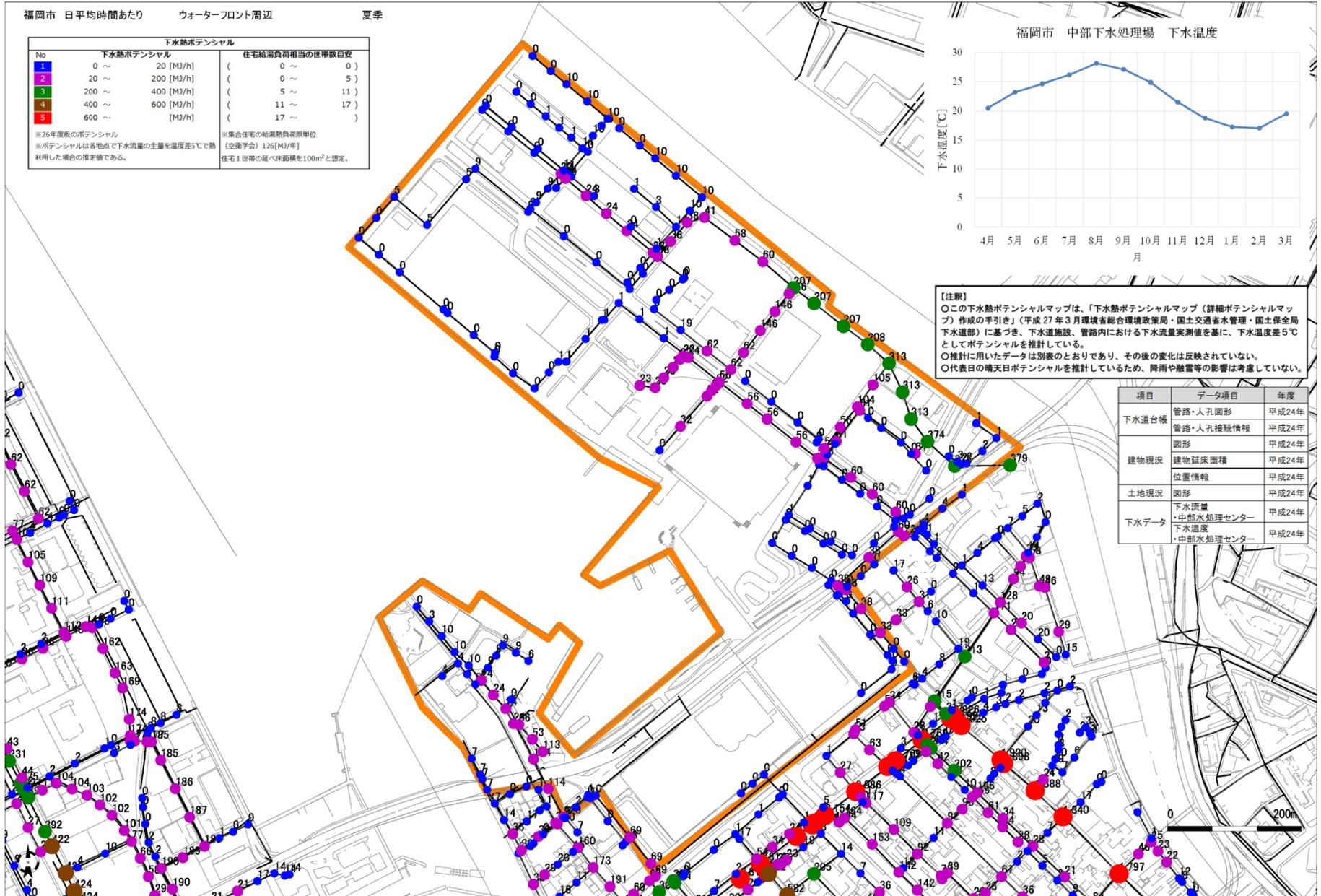
(参考) 詳細ポテンシャルマップの作成事例 (3) 大阪府茨木市



(参考) 詳細ポテンシャルマップの作成事例 (4) 兵庫県神戸市



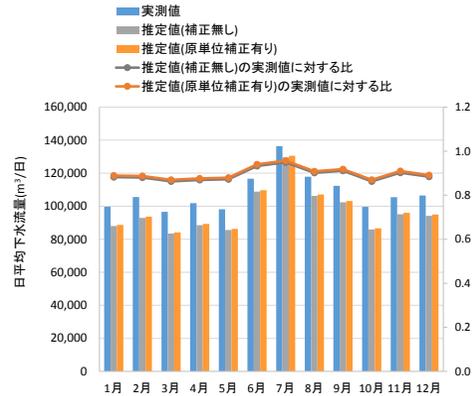
(参考) 詳細ポテンシャルマップの作成事例 (5) 福岡県福岡市



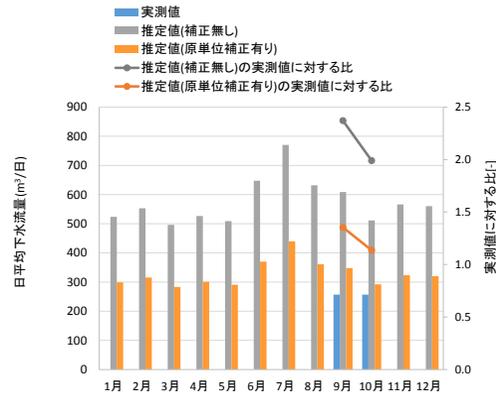
(参考) ポテンシャルマップの精度検証

方法1: 建物用途に応じた補正係数を乗じる方法: 検証結果

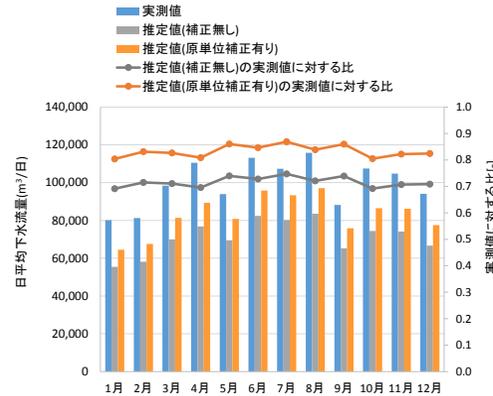
- 補正係数として、住宅原単位を1とした場合の上水使用量原単位の比を用いている。



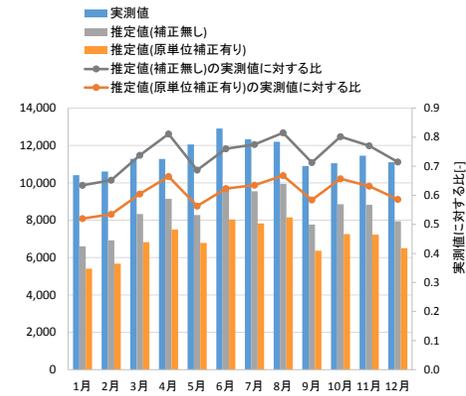
福岡市 浜の町ポンプ場



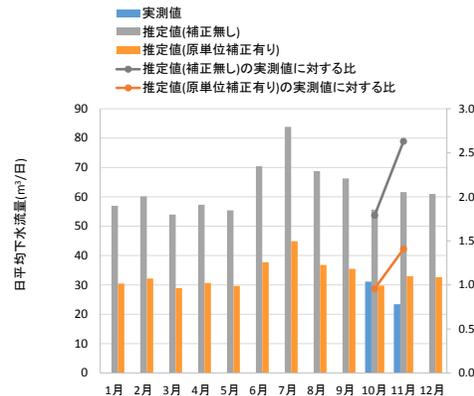
福岡市 測点①-2



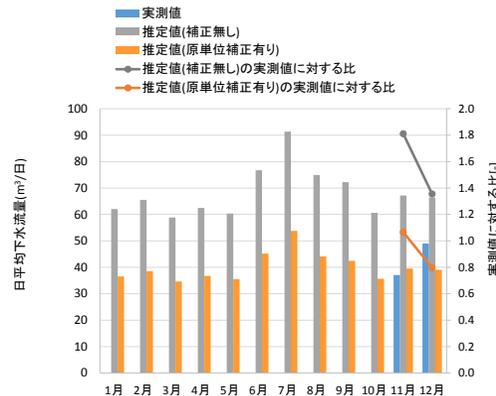
仙台市 六丁目ポンプ場



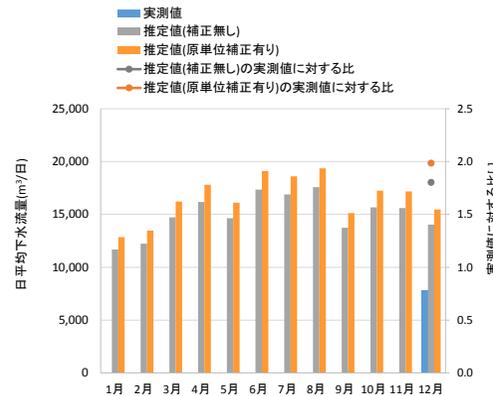
仙台市 霞の目ポンプ場



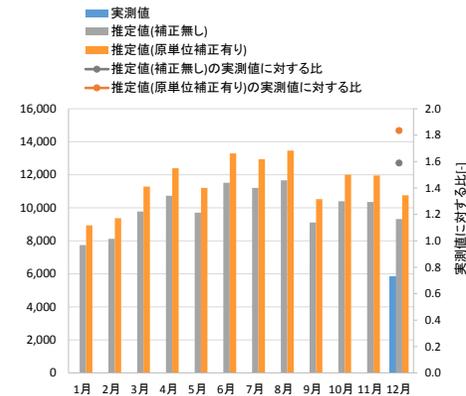
福岡市 測点②-1



福岡市 測点③-1



仙台市 測点①



仙台市 測点②

ポンプ場における実測値は、平成21年度の自治体提供データ（震災前）
測点①②の実測値は、平成26年度実測データ（震災後）

建物用途に応じた補正係数を乗じる方法によるポテンシャルの推計精度の検証事例（福岡市）

建物用途に応じた補正係数を乗じる方法によるポテンシャルの推計精度の検証事例（仙台市）

(参考) ポテンシャルマップの精度検証

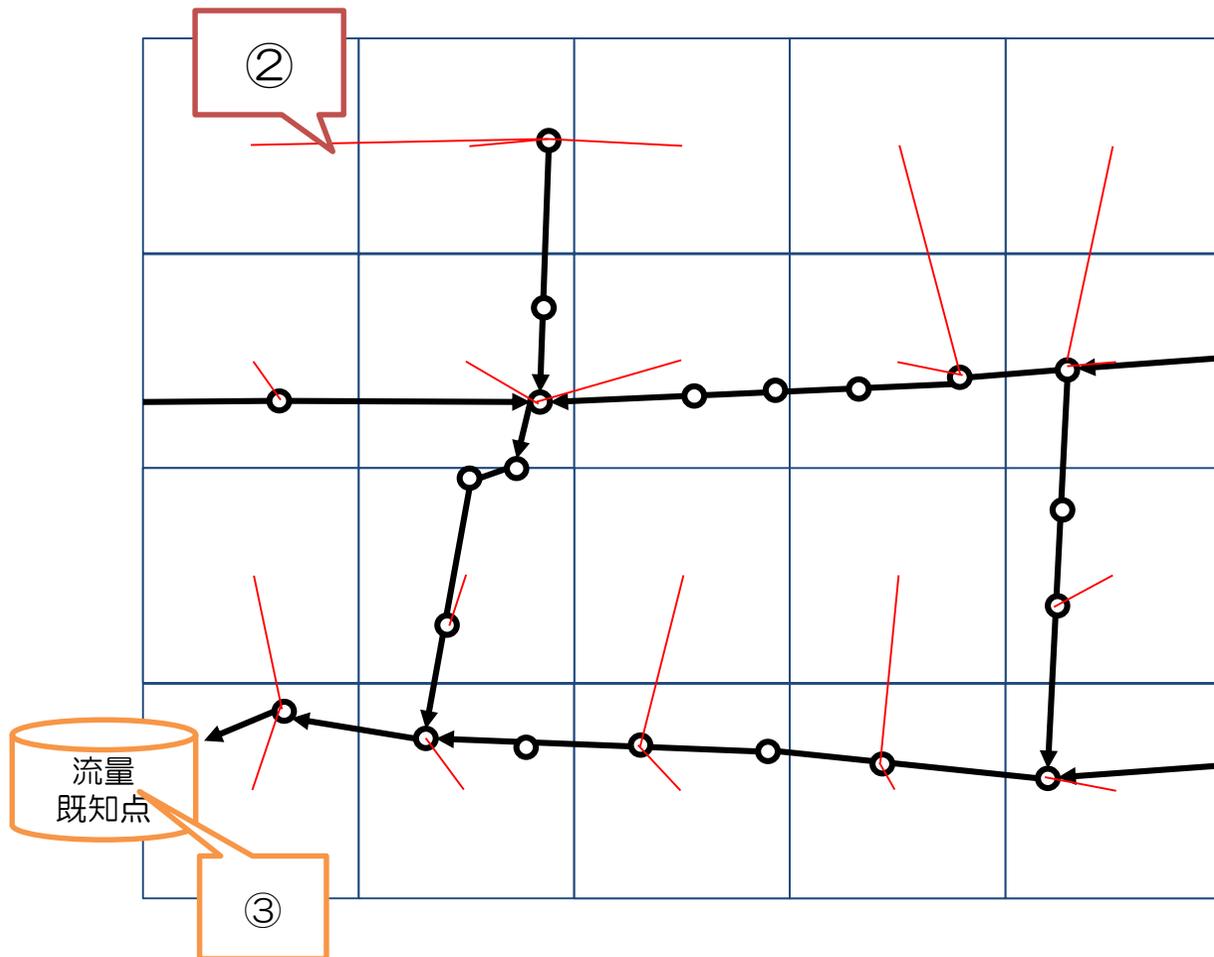
方法2:人口の分布を活用した方法:検証結果

方法

- ① 国勢調査統計情報から人口総数データ500mメッシュを地図へ登録
- ② 人口×計画汚水量 ($\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$) により各メッシュから発生する汚水量を算出。⇒人口メッシュをマンホールと関連付け
- ③ 流量既知点まで、汚水量を集計し、汚水量の比率によって既知点流量を分配する。

※計画汚水量は処理区ごとの原単位を使用。

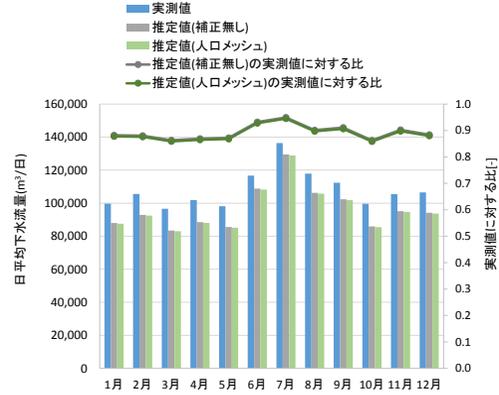
下水管路設計の手法を一部活用した手法であり、人口の分布により、おおまかな下水流量の分配が可能であると考えられる。



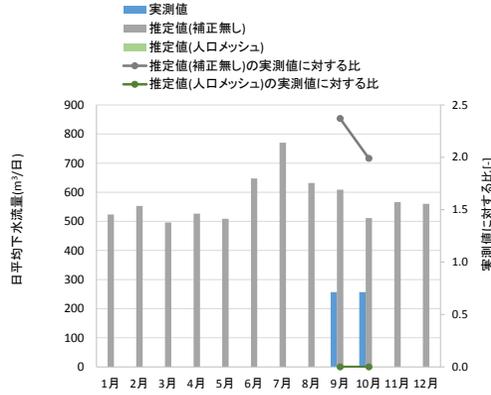
人口メッシュを活用した手法による推定手法概念図

(参考) ポテンシャルマップの精度検証

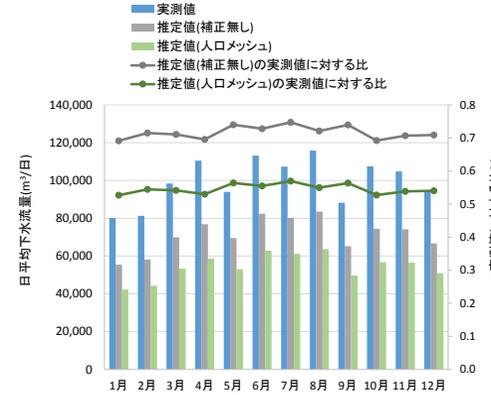
方法2:人口の分布を活用した方法:検証結果



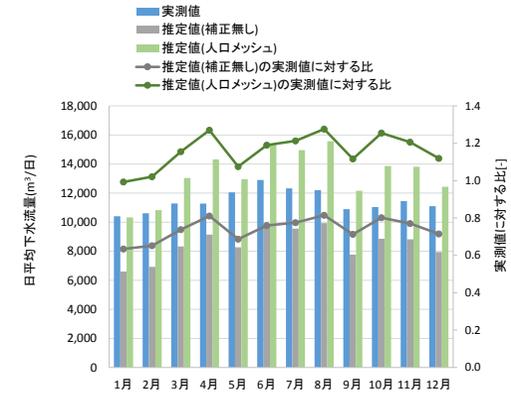
福岡市 浜の町ポンプ場



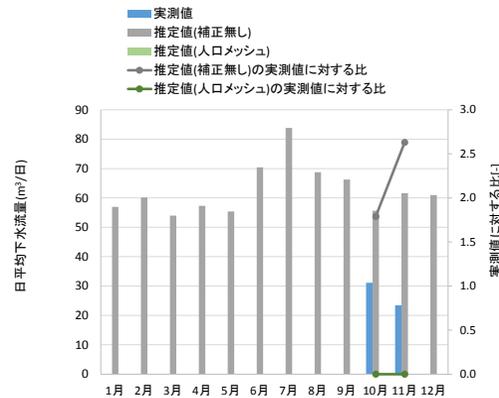
福岡市 測点①-2



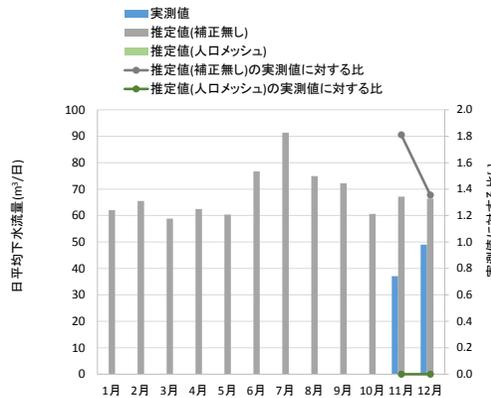
仙台市 六丁目ポンプ場



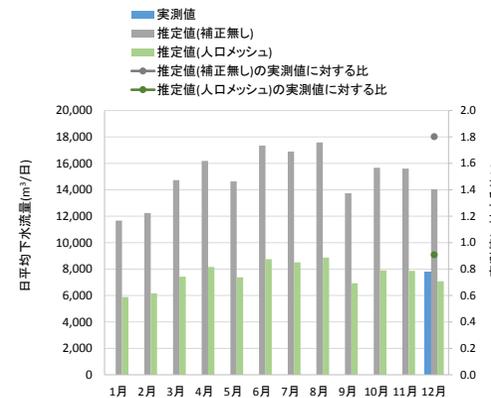
仙台市 霞の目ポンプ場



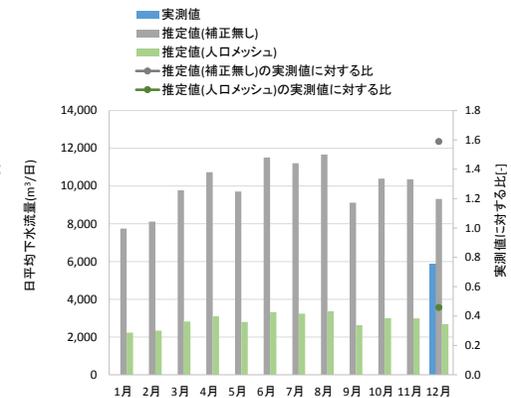
福岡市 測点②-1



福岡市 測点③-1



仙台市 測点①



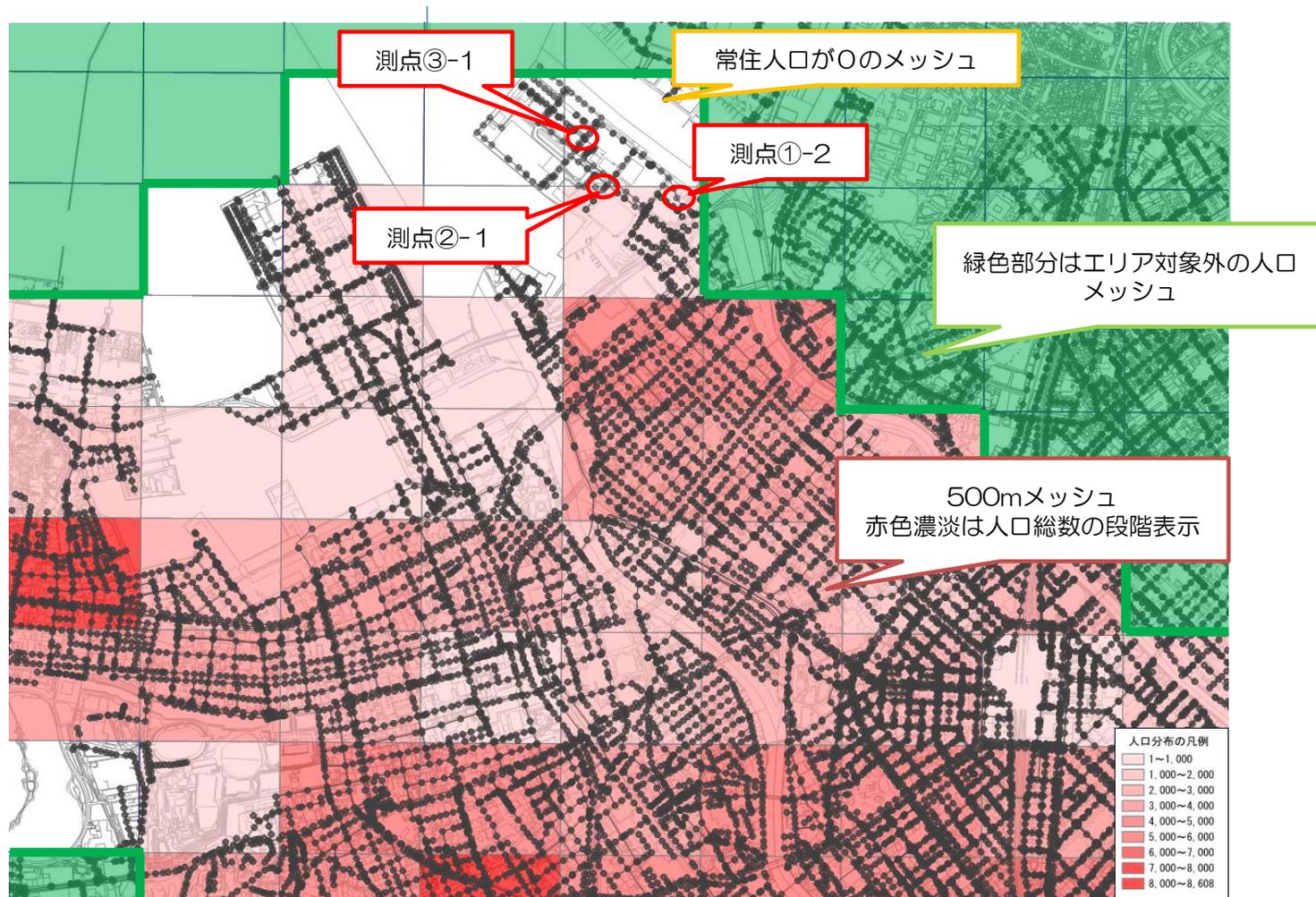
仙台市 測点②

ポンプ場における実測値は、平成21年度の自治体提供データ（震災前）
測点①②の実測値は、平成26年度実測データ（震災後）

人口の分布を活用した方法によるポテンシャルの推計精度の検証事例（福岡市）

人口の分布を活用した方法によるポテンシャルの推計精度の検証事例（仙台市）

(参考) ポテンシャルマップの精度検証



人口総数（常在人口）データ500mメッシュ（福岡市の事例）