

「下水熱利用による低炭素まちづくりシンポジウム」
主催：国土交通省 水管理・国土保全局下水道部
開催日時：平成26年3月11日(火) 13:30～16:55
会場：砂防会館別館

ポテンシャルマップによる今後の 下水熱利用の普及について

平成26年3月11日(火)

大阪市立大学大学院
工学研究科 共創研究機構
都市エネルギー研究開発センター長

日本ヒートアイランド学会会長

特任教授 中尾正喜

E-mail : nakao@urban.eng.osaka-cu.ac.jp

1. 下水熱の由来

給湯に要した熱エネルギーの30～40%が下水に流入



引用:太平のゆ なんば店HP



引用:TOTO商品HP

下水道へ



宇梶ら(空気調和・衛生工学会論文集、No.51、1993)の研究によると、宿泊施設の場合、給水温度が7°C程度の冬場でも排水温度は30°Cを超えており、集合住宅の場合は18～22°C程度である。また、陳らは集合住宅の実測から、給湯熱量の4～5割が排水として下水に捨てられていると報告している(空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集Ⅱ、pp.1057-1060、1999)

2. ターゲット市場

建築

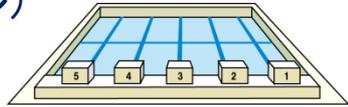
給湯



(温浴施設)



(プール)



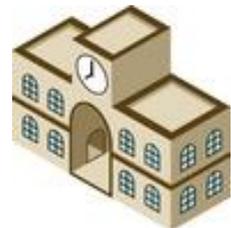
暖房(冷房)



(宿泊施設)



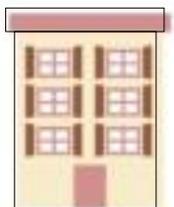
(学校)



(老人福祉施設)



(集合住宅)



(業務施設)



道路

融雪



島根県HP

産業用

食品工場など



農業用

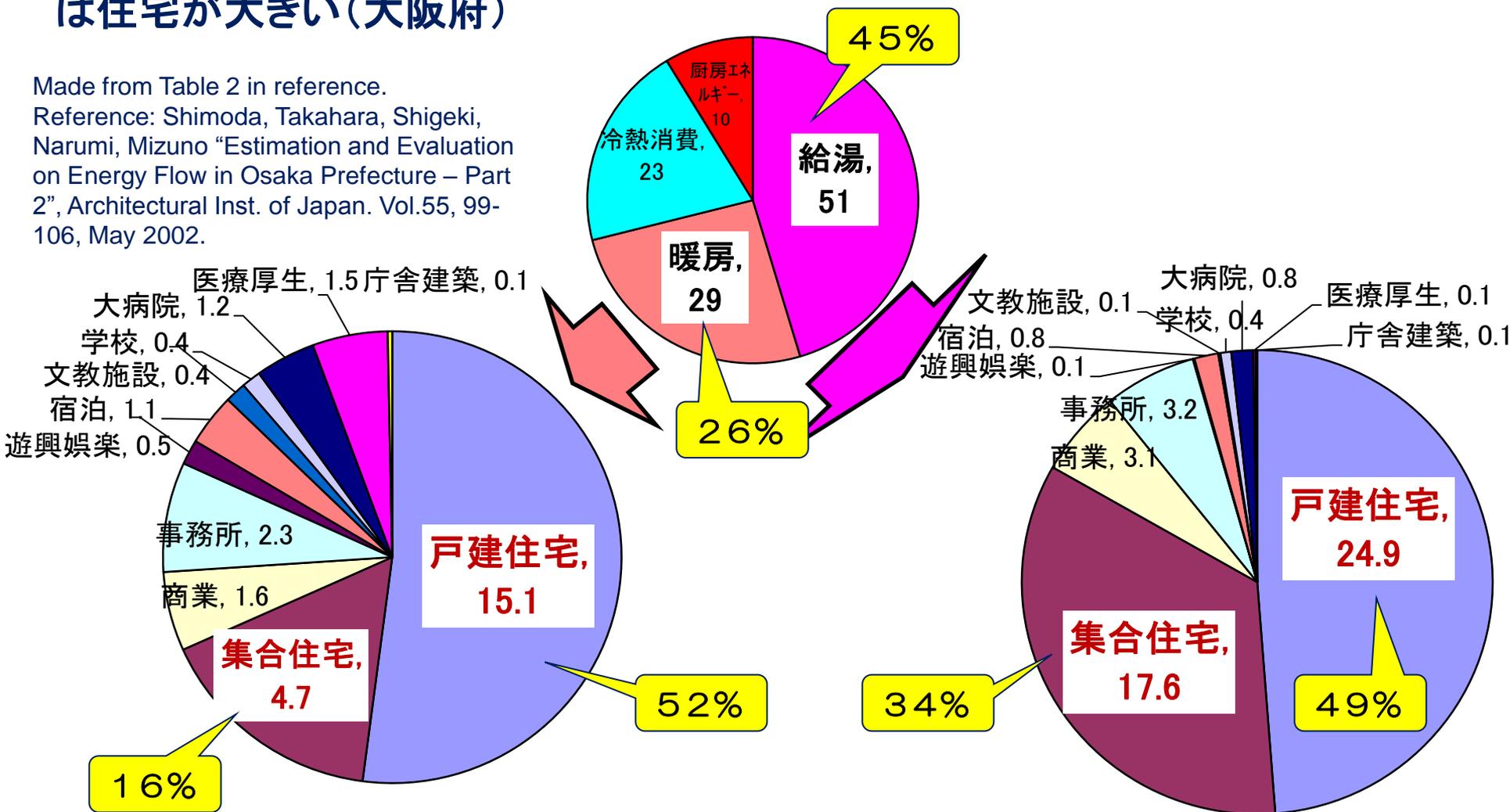
温室など



3. 市場の特徴

給湯負荷が大きい宿泊施設、温浴施設や融雪は導入効果が高いが、市場規模は住宅が大きい(大阪府)

Made from Table 2 in reference.
 Reference: Shimoda, Takahara, Shigeki, Narumi, Mizuno "Estimation and Evaluation on Energy Flow in Osaka Prefecture – Part 2", Architectural Inst. of Japan. Vol.55, 99-106, May 2002.



大阪府 年間暖房熱消費量PJ/年

大阪府 年間給湯熱消費量PJ/年

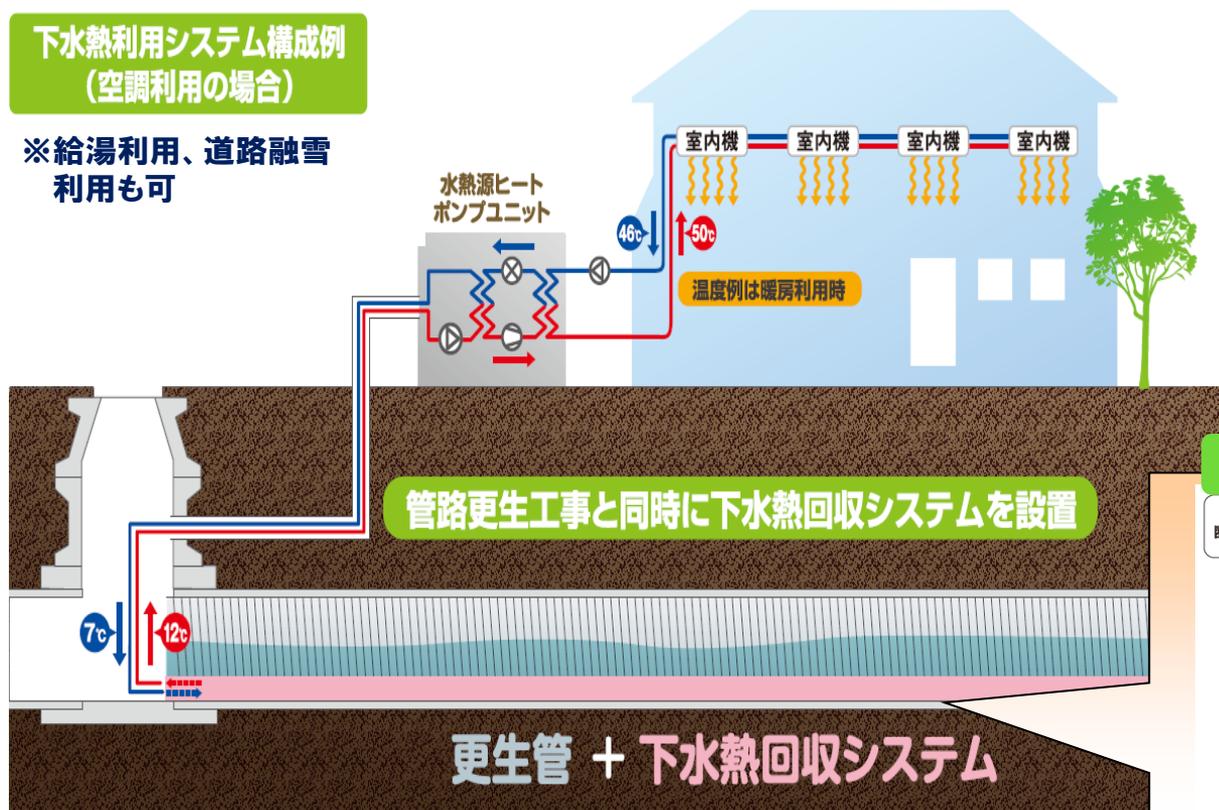
3. 管路における熱利用の実証事例（その1）

- ☆老朽化が進む下水管路のリニューアル（更生工事）と同時に熱回収システム設置が可能
 - 「管路老朽化問題解決と未利用エネルギー利用が同時に実現」
 - 「熱回収システム設置コストの低減」

下水道革新的技術実証事業(B-DASH)平成24年度採択事業:管路内設置型熱回収技術を用いた下水熱利用
大阪市・積水化学・東亜グラウト、大阪市海老江下水処理場

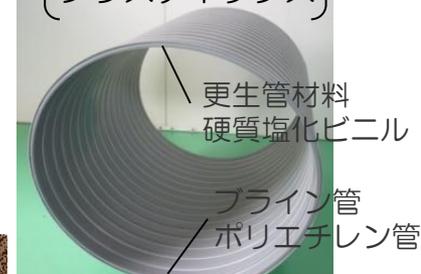
下水熱利用システム構成例
(空調利用の場合)

※給湯利用、道路融雪
利用も可



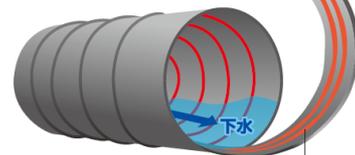
下水管路で実績ある
樹脂を採用

〔腐食に強い
プラスチック〕



管路内熱交換器

帯材料
断面形状



ブライン管(熱交換用媒体)

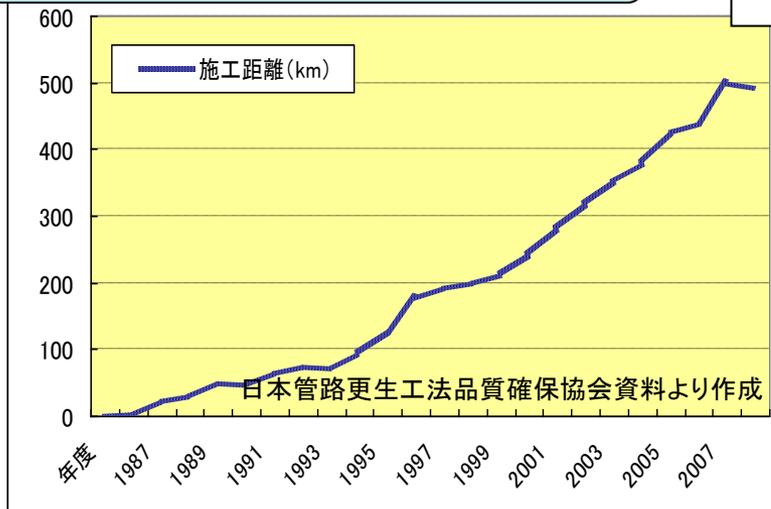
らせん更生管内部にブライン管を配置

引用：「下水熱でスマートなエネルギー利用を」、国土交通省

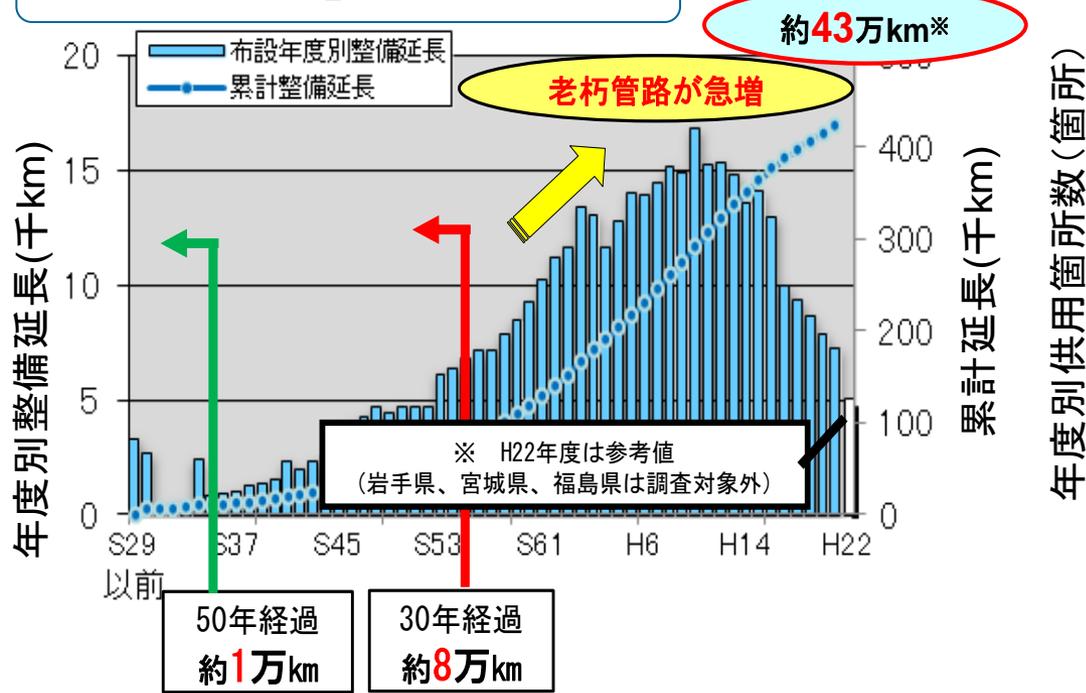
☆老朽化が進む下水管路のリ
 ニューアル（更生工事）と同時
 に熱回収システム設置が可能

- 「管路老朽化問題解決と
 未利用エネルギー利用が
 同時に実現」
- 「熱回収システム設置コ
 ストの低減」

管路更生工事の施工実績推移



下水管路の老朽化



下水管路更生
 工事の様子



引用：「下水熱でスマートなエネルギー利用を」、国土交通省

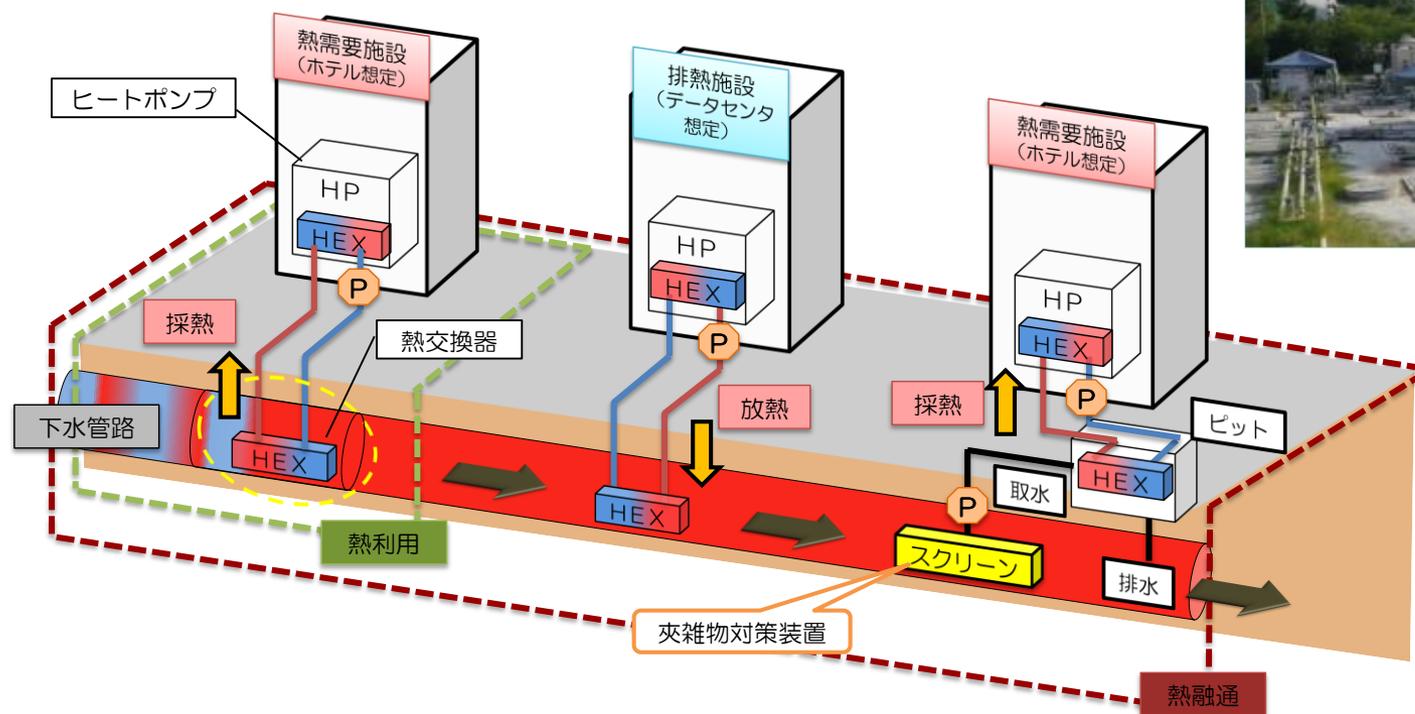
「下水熱利用による低炭素まちづくりシンポジウム」、国土交通省

4. 管路における熱利用の実証事例（その2）

■大阪市千島下水処理場（大阪市大正区）において未処理下水を用いた実環境試験を実施

NEDO事業：「次世代型ヒートポンプシステム研究開発/都市域における下水管路網を活用した下水熱利用・熱融通技術」

公立大学法人大阪市立大学, (株)総合設備コンサルタント, 中央復建コンサルタント(株), 関西電力(株), 三菱重工業(株), (株)NTTファシリティーズ総合研究所, (株)トヨックス



■ 管路外に熱交換機能を付加するタイプ



二重管熱交換器

コンパクト化した試作機



流下液膜熱交換器

■ 管路に熱交換機能を付加するタイプ

管底設置熱交換器

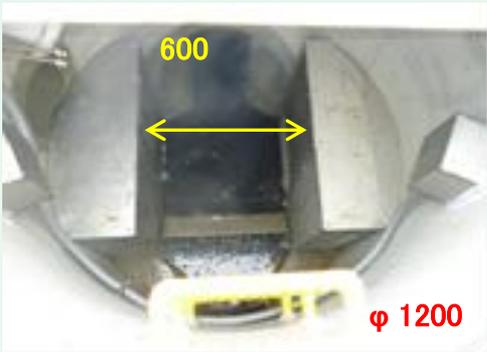
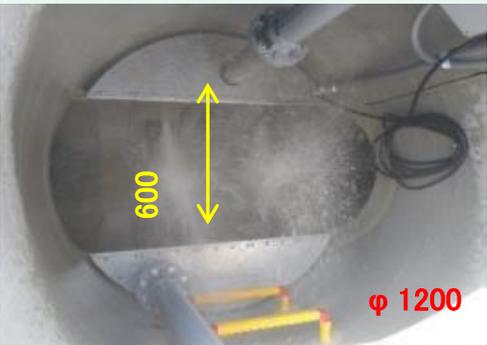


管（樹脂）一体型熱交換器



夾雑物対策装置（スクリーン）の開発

- 海外のスクリーンと比較してコンパクトで低コスト、また捕捉夾雑物は下水道へ自然流下可能なスクリーンを試作し、実環境試験により効果を検証

クリーニング方式	クランク型レーキ式	回転レーキ式	スプレー洗浄併用多孔式
スクリーン形式	横型スリット	縦型スリット	パンチングメタル
特徴	水位確保が必要	大流量通水能力	繊維状、シート状夾雑物の除去
試作通水能力	10(L/s)	50(L/s) ~ 100(L/s)*	35(L/s)
集合住宅給湯負荷	200世帯	1000~世帯	700世帯
機器外観			

* 試験設備の能力限界で未確認

5. 下水熱ポテンシャルとは

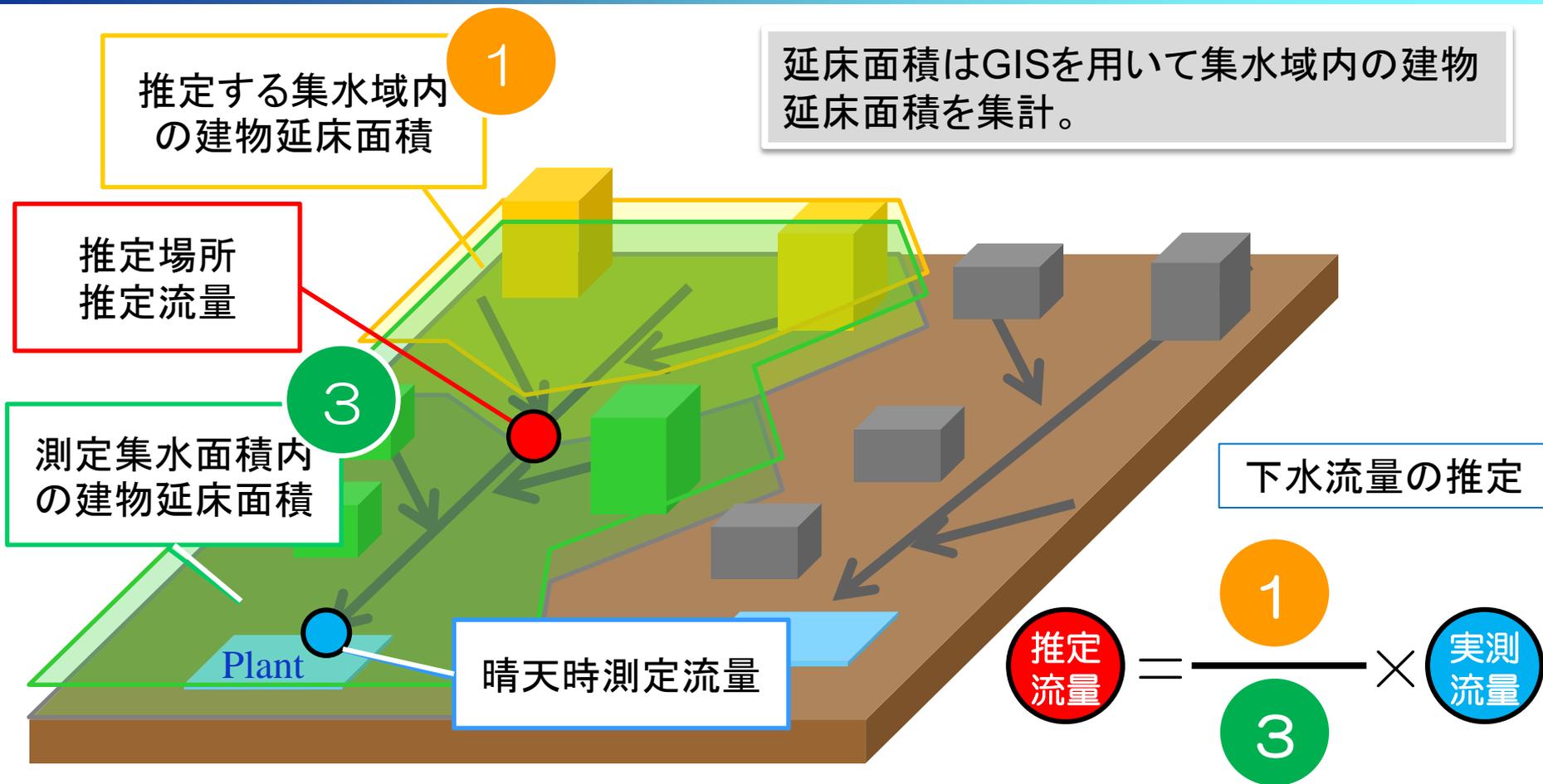
下水管路位置における下水体積流量と下水温度差に容積比熱を乗じたもの

$$P = C_w G_{SEW} \Delta T$$

下水熱ポテンシャル 容積比熱 下水流量 下水温度差

「広域ポテンシャルマップ」は、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

「広域ポテンシャルマップ」は延床面積按分により日積算流量を推定



処理場や、管路内等で計測している実測流量を、実測地点が受け持つ集水域内の建物延べ床面積で除し、推定したい地点の集水域内の建物延床面積の大きさを乗じて日積算流量を推定する。

下水熱ポテンシャルの考え方

ポテンシャルには用途に応じたものが考えられる

ポテンシャルの考え方① マンホールにおける賦存量や存在位置

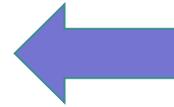
$$P_{MAX} = C_w G_{SEW} \Delta T$$

採熱の目安と
しての下水熱
ポテンシャル

容積
比熱

下水
流量

5Kの
温度差



今回の手引き

- ◆ 熱交換器の温度差条件から最大でも5Kの温度差を下水からとることを限界と考えたポテンシャル
- ◆ 下水熱利用企画段階にて採熱設備で許容される採熱量の目安を示したもの

ポテンシャルの考え方② 下水処理から見た採熱限界

$$P_{LIM} = C_w G_{SEW} (T_{SEW} - T_{LIM})$$

採熱限界
ポテンシャル

容積
比熱

下水
流量

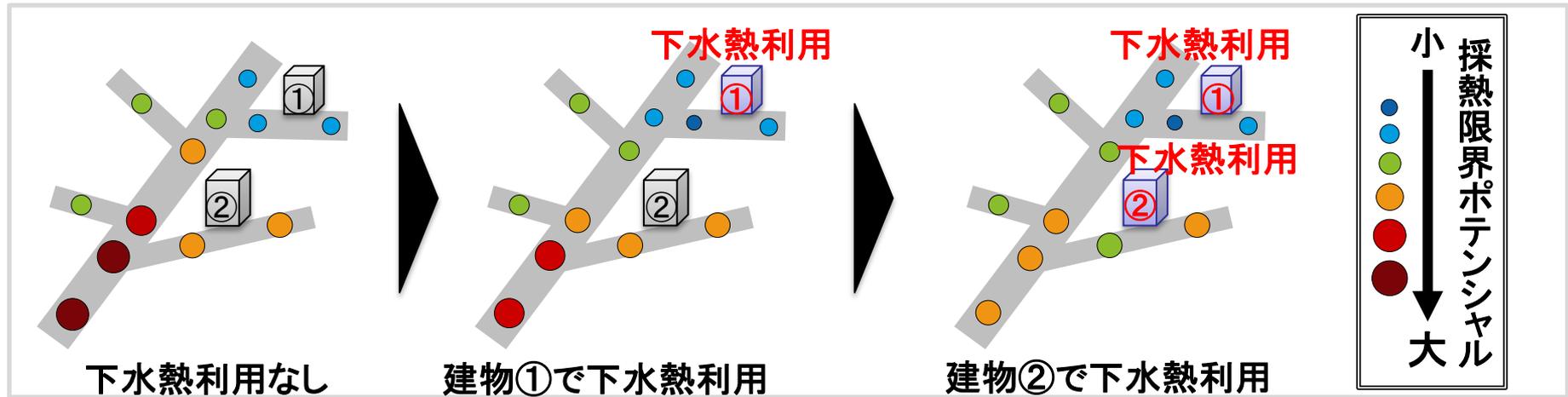
下水
温度

処理場流
入温度下
限值

処理場での処理能力低下を防止するために最低限維持しなければならない下水温度

- ◆ 処理場での下水処理能力の低下を防止することを考慮したポテンシャル
- ◆ 採熱の限界を考えたポテンシャルマップ(普及が進むと必要になる)

■ 下水熱利用の導入によりポテンシャルは変化



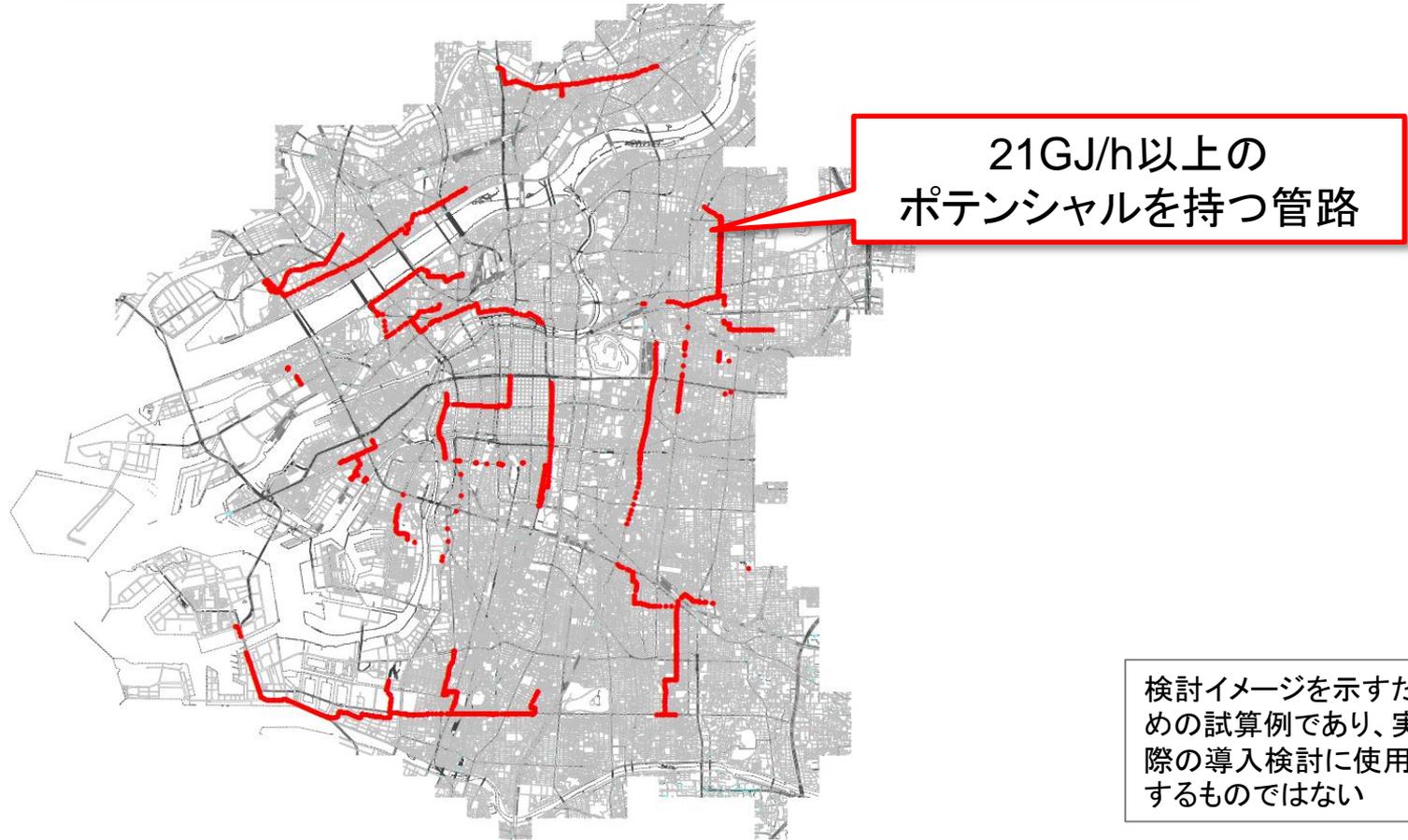
■ 下水熱利用の普及が進むと、下水道事業者はポテンシャルマップを維持管理

- ・下水熱の普及が進むと、採熱により下水温度が低下
- ・下水温度データの計測点が増える
- ・採熱による温度低下→ポテンシャル見直し
→冷熱源として利用するポテンシャルが大きくなる

6. ポテンシャルの活用イメージ ①熱供給事業が可能な管路の抽出(1)

熱供給事業:加熱能力21GJ/時以上の熱量を供給可能な事業

⇒21GJ/時以上の下水熱ポテンシャルを持つ地点を抽出



⇒21GJ/時以上のポテンシャルを持つ管路が約100[km]存在する。

②熱供給事業が可能な管路の抽出(2)

熱供給事業においてベース負荷(加熱能力5GJ/時)を下水熱ヒートポンプで供給する場合

⇒5GJ/時以上の下水熱ポテンシャルを持つ地点を抽出



5GJ/h以上の
ポテンシャルを持つ管路

検討イメージを示すための試算例であり、実際の導入検討に使用するものではない

⇒5GJ/時以上のポテンシャルを持つ管路が約250[km]存在する。

③下水熱利用給湯の可能性のある医療、宿泊、商業施設の探索

・各建物が接続されたマンホールの持つポテンシャル量と建物給湯熱需要量を比較し、熱利用が可能な建物を抽出

⇒120kW以上、500kW以上の給湯熱負荷を持つ医療、宿泊、商業施設を対象とした検討を実施。

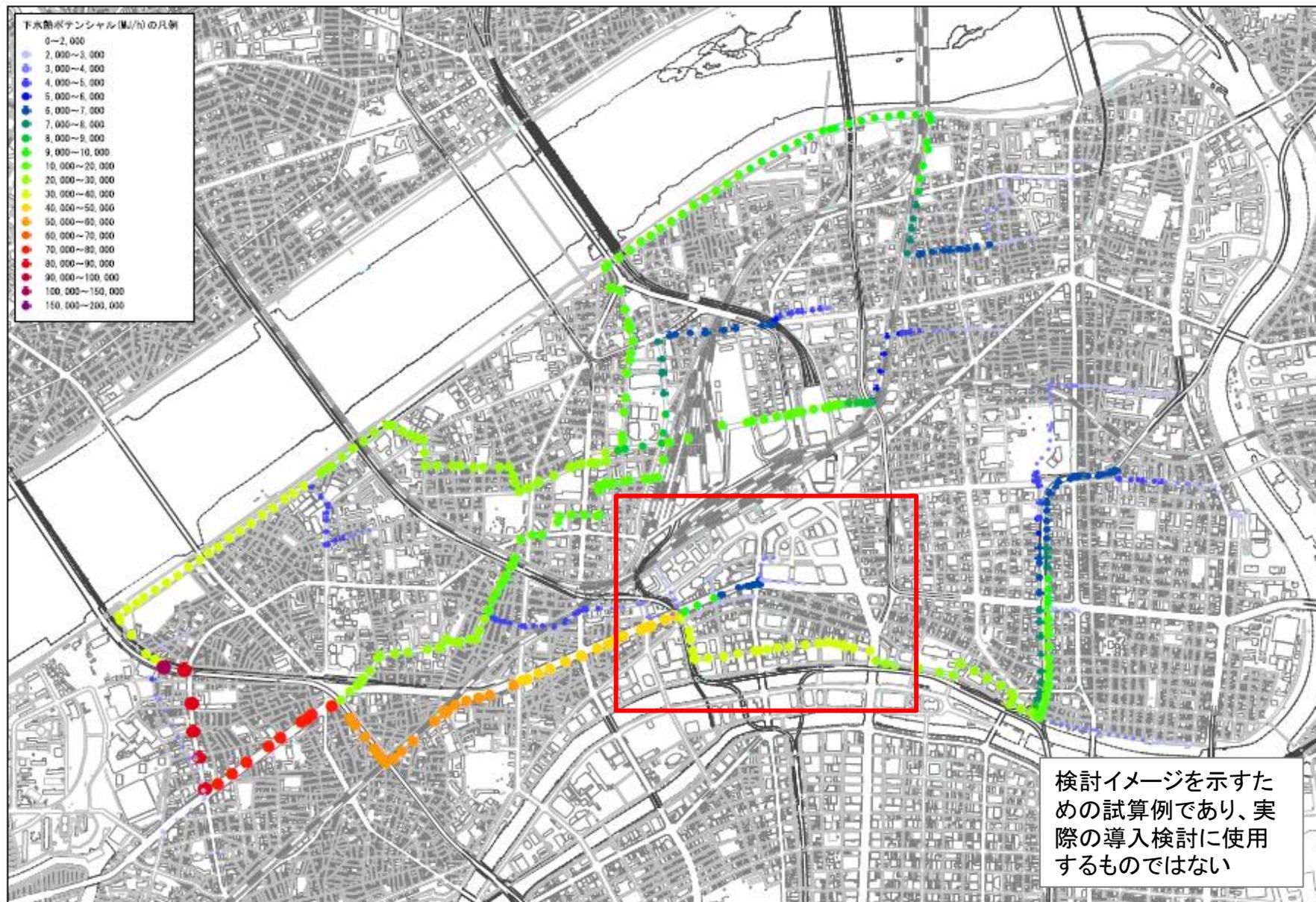


⇒500kW以上の給湯熱需要がある建物は21

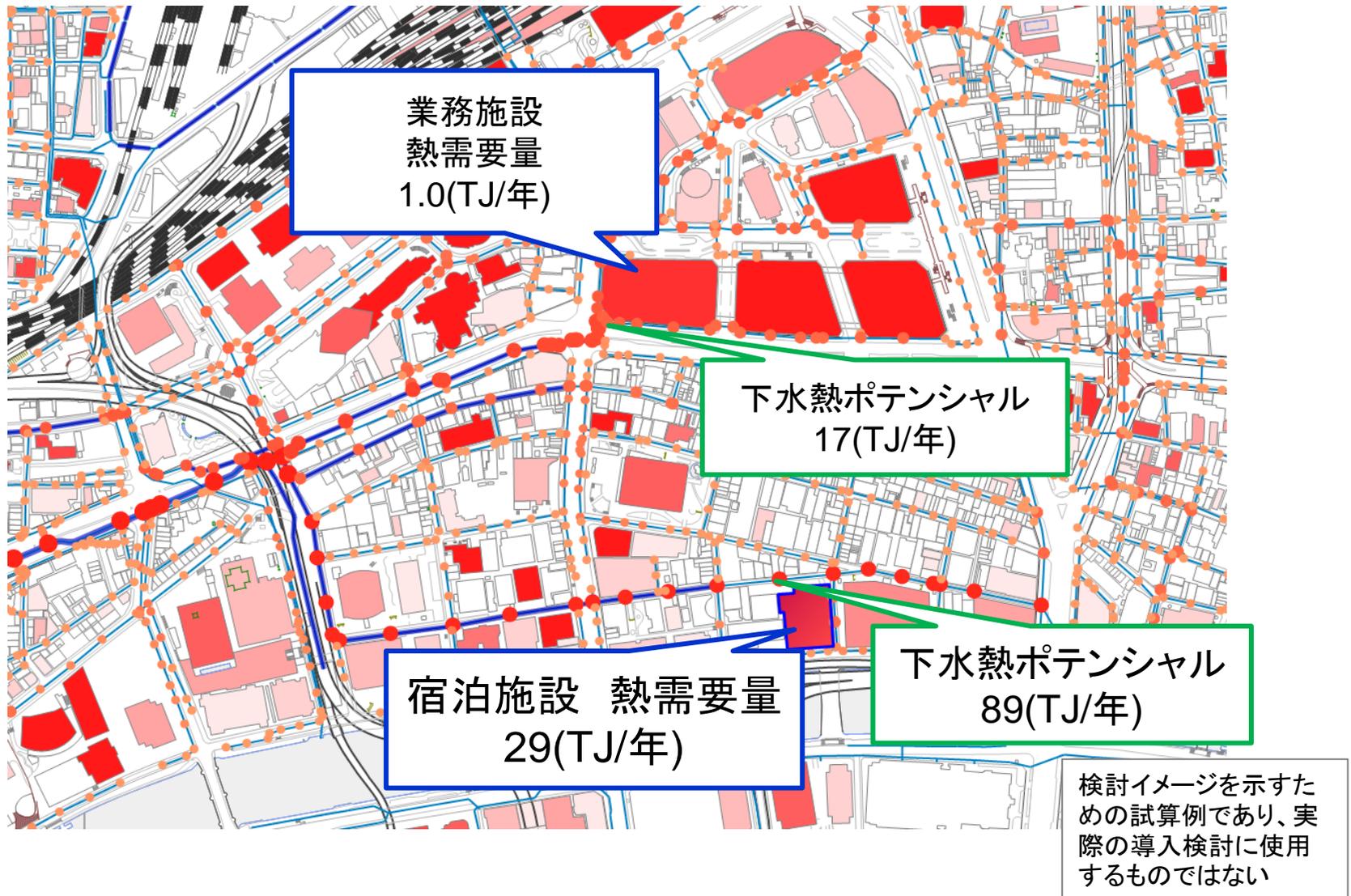
⇒120kW以上の給湯熱需要がある建物は81

検討イメージを示すための試算例であり、実際の導入検討に使用するものではない

④幹線の例



⑤業務集約地区の下水熱ポテンシャル



⑥融雪利用の可能性

病院

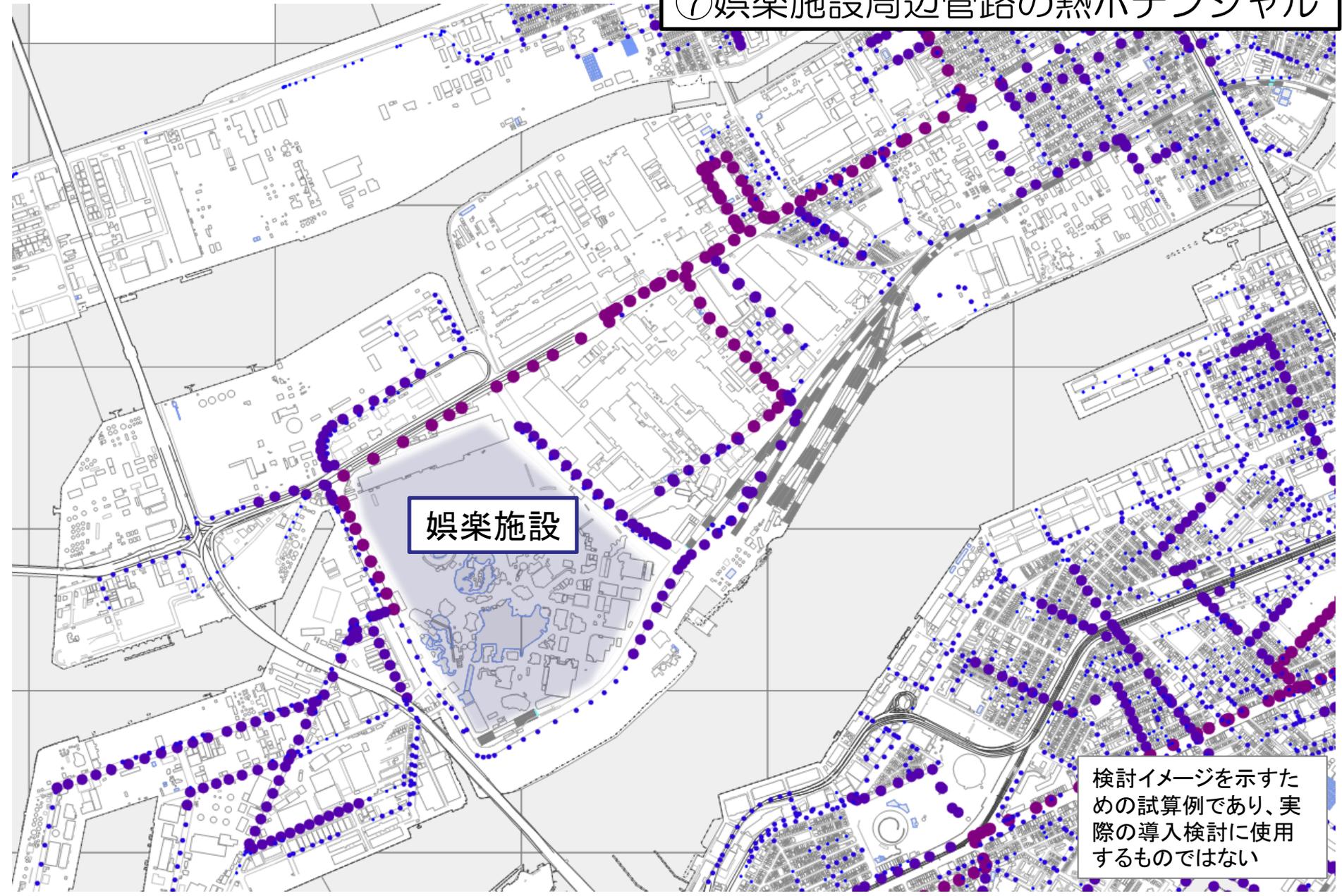
温泉旅館・ホテル群

学校

寒冷地における融雪利用の可能性

検討イメージを示すための試算例であり、実際の導入検討に使用するものではない

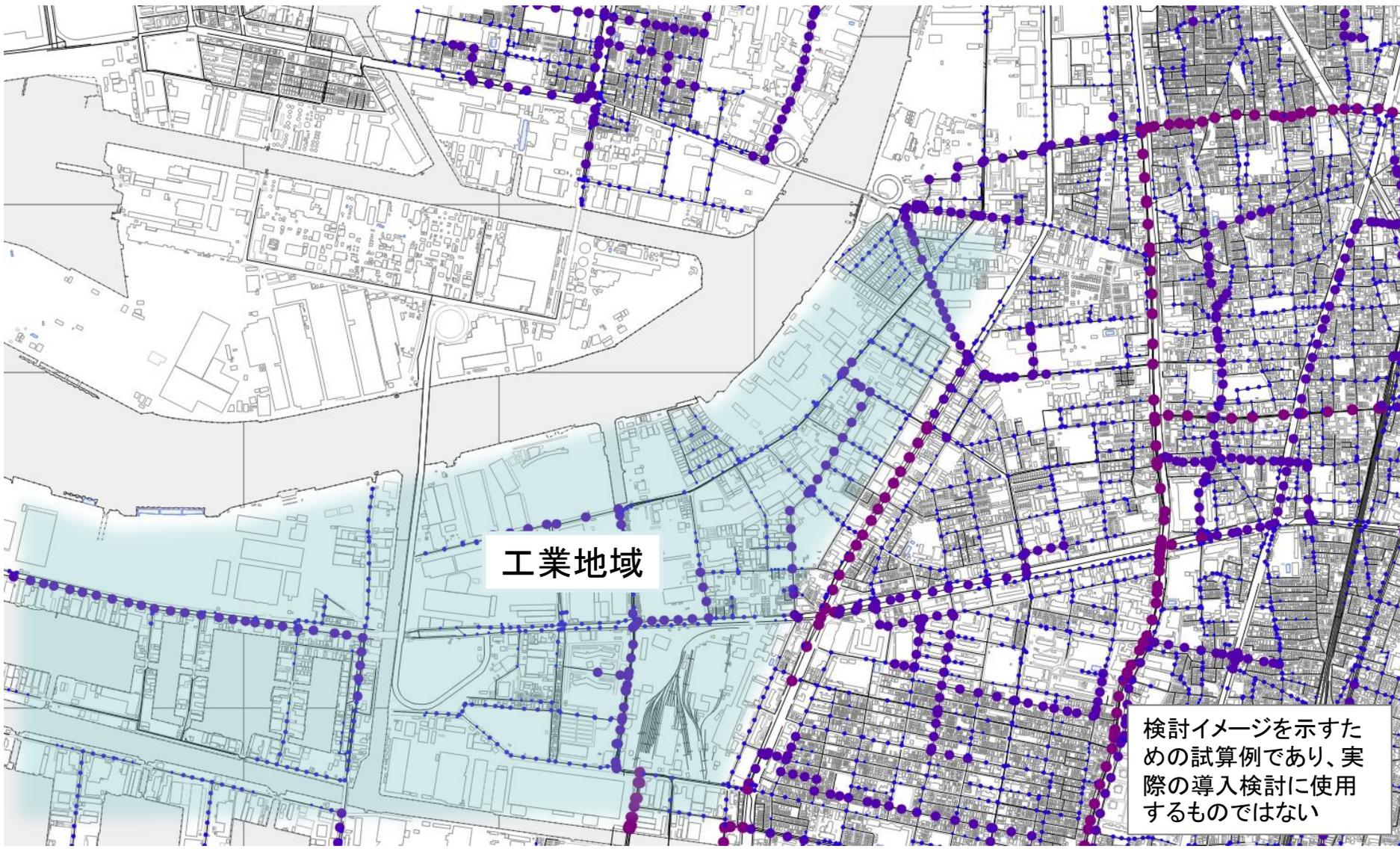
⑦ 娯楽施設周辺管路の熱ポテンシャル



娯楽施設

検討イメージを示すための試算例であり、実際の導入検討に使用するものではない

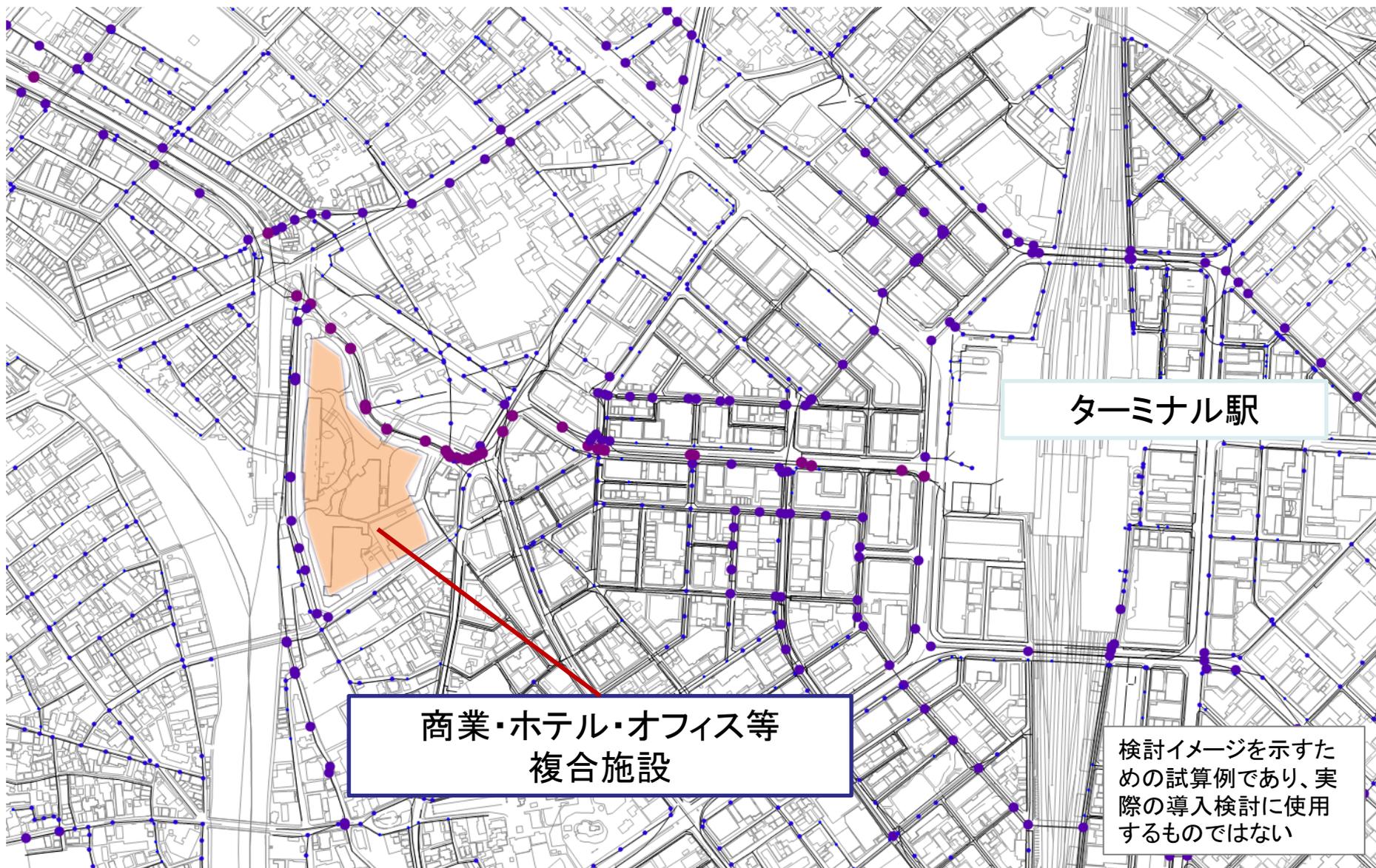
⑧工業地域



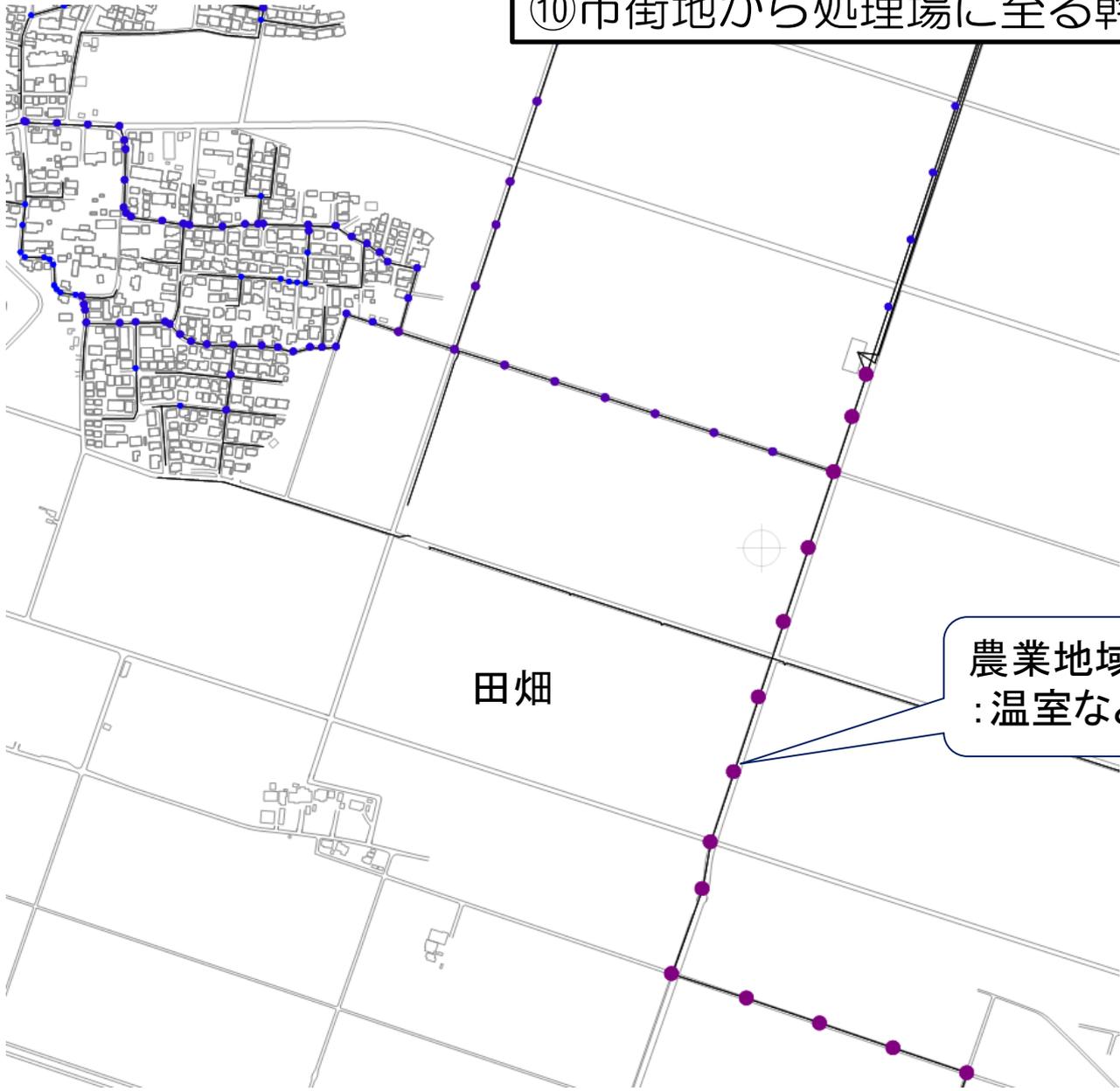
工業地域

検討イメージを示すための試算例であり、実際の導入検討に使用するものではない

⑨ 駅周辺複合施設近くの管路

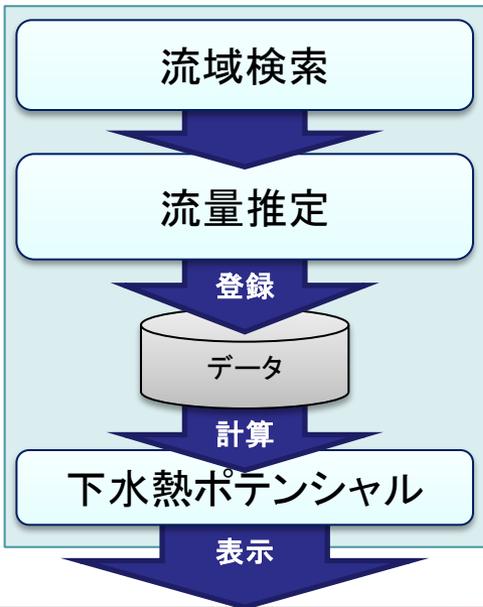
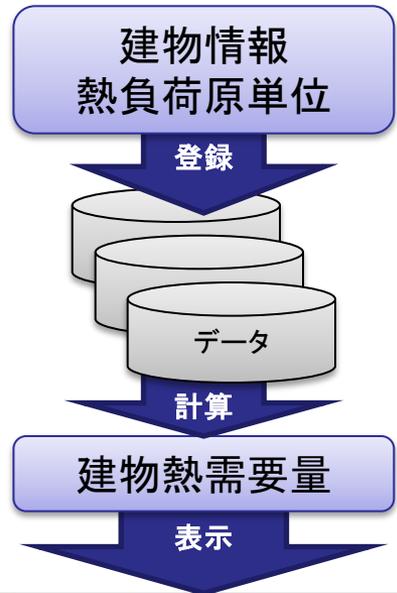


⑩市街地から処理場に至る幹線での農業利用



検討イメージを示すための試算例であり、実際の導入検討に使用するものではない

7. ポテンシャルマップを使った下水熱利用検討の流れ



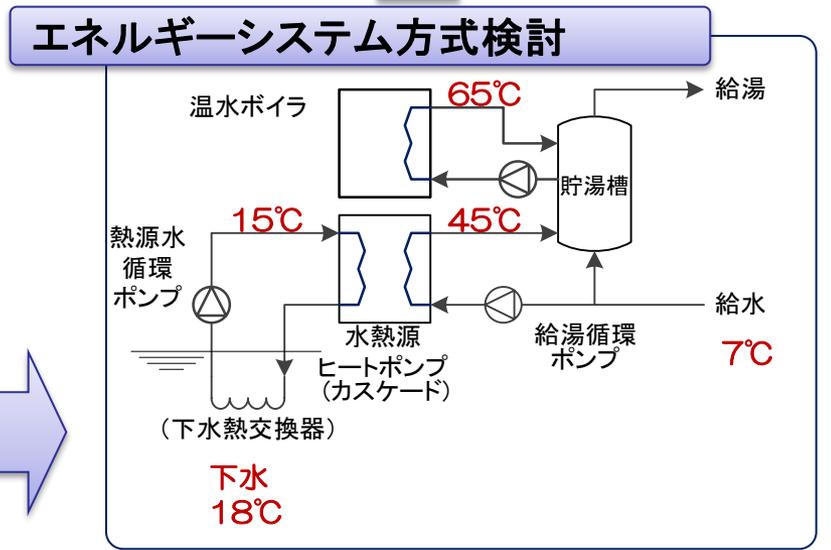
エネルギーシステムシミュレーション

下水熱利用可能な建物を抽出し、給湯、暖房エネルギーシステムのシミュレーションを行う。

マンホールの色調を変化させ、下水熱ポテンシャル情報を表示

建物の色調を変化させ、熱需要情報を表示

熱需給マッチング



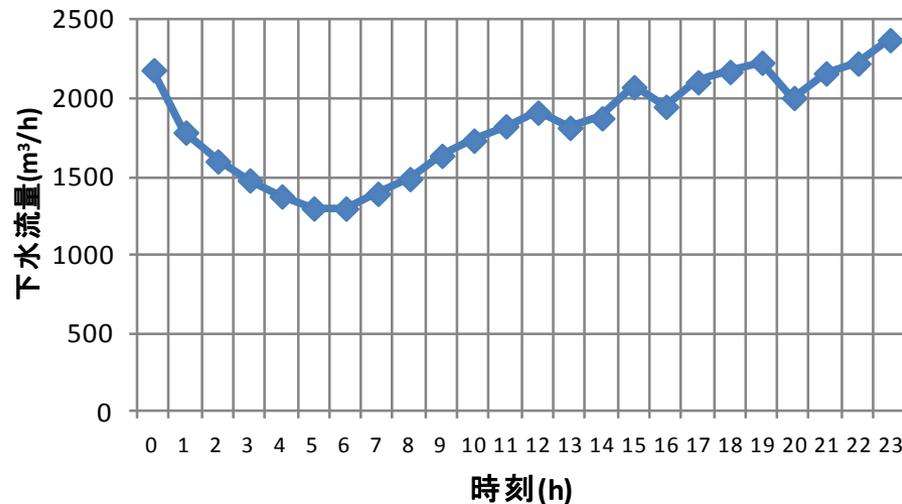
8. 熱利用システム設計用の詳細ポテンシャル情報整備へ向けて

下水熱を利用するシステム設計用として、処理場、ポンプ場の流量、水温の計測値に加えて、熱利用の可能性の高い管路の計測値を加えて、管路流量、温度の1日の時刻変動などから成るポテンシャルを整備する必要がある

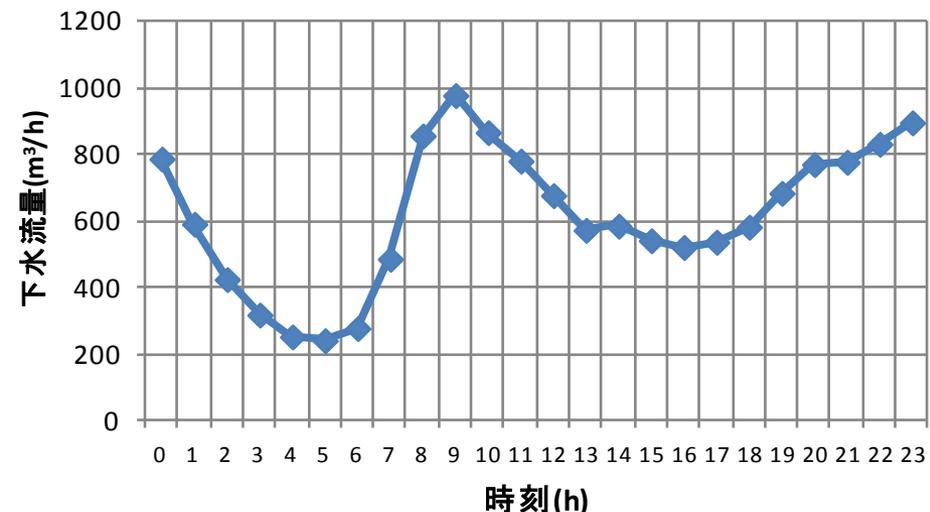
下水管路流量の計測例(大阪市内)

日変動: 建物用途別比率、特に延床面積の住宅比率の影響大

業務・商業(延床面積の住宅比率10%)



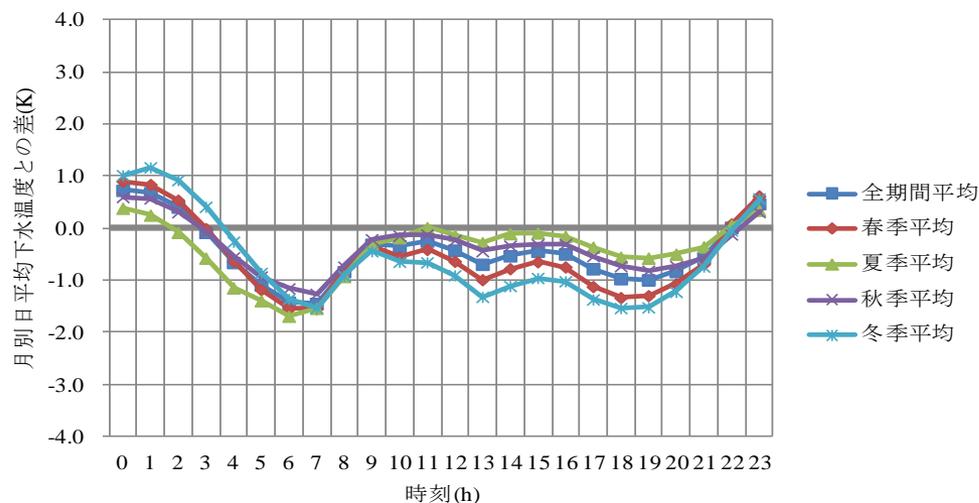
住居地域(延床面積の住宅比率72%)



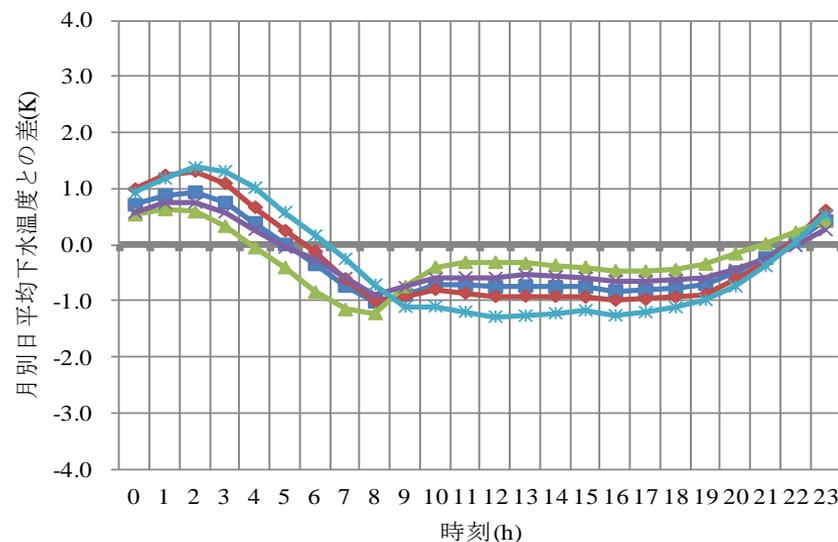
下水管路温度の計測例(大阪市内、晴天時)

- 用途地域による差があるが、流量ほど差は無いと言える。
- 温度差は、約±2Kの範囲
- 夜20時から深夜1時:外気温度は低下する時間帯であるが、下水温度は上昇する。
→入浴に伴う給湯使用量が多くなることが原因と考えられる。

業務集約地域



住宅地域



一日の下水温度時刻変動
(月別日平均下水温度との差)

「広域ポテンシャルマップ」を作成すれば

- ① 下水熱の賦存量や存在位置を見える化（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）
- ②自治体が作成しオープンに
- ③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
- ④有望なエリア・建物が抽出されれば、設計に活用できる詳細なポテンシャルを作成（今後）

下水熱ポテンシャルマップを整備して
熱利用提案を！