

下水熱ポテンシャルマップ (広域ポテンシャルマップ) 作成の手引き

2015 年 3 月

環境省総合環境政策局

国土交通省水管理・国土保全局下水道部

改訂履歴表（主要箇所）

改訂年度	ページ	改訂内容
平成 26 年度	p. 8	図 1-1 下水熱ポテンシャルマップの種類と利用場面を更新
平成 26 年度	p. 10	表 1-1 各ポテンシャルマップの概要を更新
平成 26 年度	p. 18	マンホールが設置されていない圧送管や放流渠等の取り扱いについて追記
平成 26 年度	p. 27	「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

下水熱ポテンシャルマップ（広域ポテンシャルマップ）作成の手引き

目次

1. はじめに	5
1.1 下水熱ポテンシャルマップとは	6
§1 下水熱ポテンシャルマップの有用性	6
§2 下水熱ポテンシャルマップの利用場面と種類	7
1.2 本手引きの対象	9
§1 本手引きの対象	9
1.3 本手引きの構成と使い方	12
§1 本手引きの構成と使い方	12
2. 広域ポテンシャルマップの作成手法	14
2.1 広域ポテンシャルマップ作成の前提条件	14
§1 ポテンシャルの定義	14
§2 広域ポテンシャルマップの時間スケール	16
§3 広域ポテンシャルマップの作成範囲	18
2.2 広域ポテンシャルマップの作成手順（通常手法）	19
§1 マップ作成に必要なデータ	19
§2 ポテンシャル算出対象とする管路	24
§3 マップ作成の具体的手順	25
2.3 簡易的なマップの作成手順（簡易手法）	32
§1 マップ作成に必要なデータ	32
§2 ポテンシャル算出対象とする管路	35
§3 マップ作成の具体的手順	36
2.4 広域ポテンシャルマップの表示方法	44
§1 広域ポテンシャルマップの表示方法	44
3. 広域ポテンシャルマップの利用に際しての留意事項	47
3.1 広域ポテンシャルマップの推計精度	47
§1 広域ポテンシャルマップの推計精度	47
3.2 ポテンシャルの変動要因	50
§1 降水等による影響	50
§2 大規模温浴施設等による影響	52
3.3 広域ポテンシャルマップの更新時期	53
§1 広域ポテンシャルマップの更新時期	53

4. モデル地域における広域ポテンシャルマップの作成事例	54
§ 1 仙台市	54
§ 2 福岡市	60
§ 3 神戸市	63
5. 参考資料	67
§ 1 全国の下水道台帳の電子化状況	67
§ 2 全国の下水处理場における下水温度	69
下水熱等未利用熱ポテンシャルマップ分科会 委員名簿	74

1. はじめに

平成 26 年 8 月にとりまとめられた「新下水道ビジョン」（下水道政策研究委員会報告書）においては、下水道の使命として、「水・資源・エネルギーを量的・質的に健全に循環させる社会の構築に貢献する」ことが掲げられている。地球温暖化の進行、エネルギー需給のひっ迫といった社会情勢の変化から、低炭素社会への貢献は下水道の役割となっている。また、下水道の有するエネルギーポテンシャルを最大限活用することで、地方公共団体の経営にも資する可能性がある。

下水の水温は一年を通して比較的安定しており、大気の温度と比べて夏は低く、冬は高くなる特長を有している。このため、この温度差エネルギー（下水熱）を冷暖房や給湯等に利用することによって、大幅な省エネ・省 CO₂を図ることができる。しかしながら、これまで下水熱の利用は、下水の賦存量（ポテンシャル）が大きい下水処理場やポンプ場の周辺が中心であり、これを活用する民間の都市開発事業等とのマッチングが課題であった。それに対して、「都市再生特別措置法」の改正（平成 23 年 4 月）や「都市の低炭素化の促進に関する法律」の制定（平成 24 年 8 月）によって、下水熱を利用するために民間事業者が下水道管理者から許可を得て下水を取水することが可能となった。また、下水管路内に熱回収施設を設置する新工法の開発などにより、幅広い民間事業者からの需要に応えられるようになった。これらにより、下水熱利用の可能性が広がってきている。

下水熱を利用するためには、都市内に張り巡らされた下水管路網における流量を推計し、下水熱の推定賦存量をまとめた下水熱ポテンシャルマップを作成することが有用である。下水熱ポテンシャルマップは、民間事業者等の下水熱利用者に下水熱の賦存量や存在位置を提示して下水熱利用を推進する、ツールとなる。地方公共団体の下水道部局と都市開発部局、都市計画部局、環境部局等が連携して取りまとめることで、まちづくりの構想段階から下水熱の利用を提案することや、民間事業者による施設建設や設備改修の時期に合わせた下水熱利用が促進されることを想定している。

本手引きは、この下水熱ポテンシャルマップの作成方法や活用事例を解説したものである。なお、下水熱利用に関する基礎情報（意義、利用形態、計画の進め方等）については、「下水熱利用マニュアル」（国土交通省水管理・国土保全局下水道部、平成 27 年 3 月）で取りまとめており、これらと併せて本手引きが活用され、下水熱利用が促進されることによって、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大いに期待するものである。

1.1 下水熱ポテンシャルマップとは

§1 下水熱ポテンシャルマップの有用性

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、下水熱利用者が事業化に至るまでに多くの費用と時間を要することが課題となっている。このため、情報基盤整備の一環として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」の作成が有用である。

【解説】

熱需要が大きい都市においては、下水熱が豊富に存在することから、これを冷暖房や給湯等の熱源に活用することで、温室効果ガス排出量の削減等に大きく貢献できる可能性を有している。

しかしながら、現在、下水熱ポテンシャルに関する情報が十分に整備されていないため、下水熱の利用を検討するにあたっては、下水熱利用者が事業案件毎に詳細な調査を実施しなければならず、事業化に至るまでに費用と時間が掛かることが課題となっている。

また、下水管路の管路径が小さい場合であっても、大きな下水熱ポテンシャルを有する場合があることから、下水道台帳等による管路径の確認のみならず、下水熱ポテンシャルを把握することで、下水熱利用の可能性が広がる。

これらのことから、地方公共団体において、下水熱ポテンシャルに関する情報基盤整備の一環として、下水熱の賦存量や存在位置を GIS（Geographic Information System, 地理情報システム¹）上で容易に把握できる「下水熱ポテンシャルマップ」を作成することが、下水熱利用の推進に有用である。

¹ コンピュータ上の地図情報にさまざまな付加情報を持たせ、作成・保存・利用・管理し、参照できるように表示・検索機能をもったシステム。

§2 下水熱ポテンシャルマップの利用場面と種類

下水熱ポテンシャルマップは、下水熱利用の事業化に至るプロセスにあわせ、構想段階に活用できる「広域ポテンシャルマップ」と、事業化段階に活用できる「詳細ポテンシャルマップ」がある。

【解説】

下水熱利用の事業化に至るプロセスは、大きく「構想段階」と「事業化段階」に大別される。それぞれの段階に必要な情報を提供するため、下水熱ポテンシャルマップは「広域ポテンシャルマップ」と「詳細ポテンシャルマップ」がある（図 1-1）。

下水熱利用の事業化に向けては、地方公共団体の下水道部局のみならず、開発事業を所管する都市整備部局、都市計画部局や、地球温暖化対策を所管する環境部局との連携が重要となる。ポテンシャルマップをこれらの部局と民間事業者の間で共有し、これを接点として、開発計画の初期段階より密接な連携を実現することで、円滑な事業化が期待される。

● 構想段階

- ✓ まちづくり計画等において再生可能エネルギーの導入が検討され、その際に下水熱利用が候補となり、設備の種類等の選定を行う段階である。
- ✓ この段階では、都市・地域レベルの広域的な範囲において、簡便に下水熱ポテンシャルを把握できる「広域ポテンシャルマップ」の活用が想定される。
- ✓ 「広域ポテンシャルマップ」の利用シーンとしては、ディベロッパや建築事業者等が、ポテンシャルマップ上で日平均ポテンシャル量を確認し、利用可能場所の抽出や、利用可能な設備規模・用途の簡易な検討を行うことなどが想定される。

✓

● 事業化段階

- ✓ 特定の事業化検討対象地区において、具体の FS（フィージビリティスタディ）調査を実施し、下水熱を利用する民間事業者等がシステム設計や経済性・環境性等の事前評価を行う段階である。
- ✓ この段階では、特定の地区においてより詳細・精確なポテンシャルを把握で

きる「詳細ポテンシャルマップ」の活用が想定される。

- ✓ なお、既存のデータ次第では、「広域ポテンシャルマップ」でも、一定程度事業化段階で活用できる。
- ✓ 「詳細ポテンシャルマップ」の利用シーンとしては、実施設計段階において、設備設計者が下水流量が少ない時間帯においても安定的な運用が行えるか検討し、設備機器の選定を行うことなどが想定される。

	構想段階		事業化段階	
利用目的	下水熱ポテンシャル量を可視化して提示することで、事業者の下水熱利用導入意欲を高める。		具体的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する	
事業化・普及に至るプロセス	構想段階	企画段階	FS・基本設計段階	実施設計段階
	- まちづくり計画 - プロジェクトと条件の決定 - まちづくりによる建物用途、規模、予算等の基本事項に関する検討等 - 構想段階から事業者と接点を持つことによる連携実現	- 技術的、法的、経済的観点から最適案の抽出・選定 - 設計条件・方針の明確化 - 設備の種類等の設定	- 具体的なシステムの検討 - 採算性や環境性を定量化し、企画段階で決めた内容の実現に向けて検討	- 基本設計で定められた内容について詳細に設計 - 実施設計図書の作成 - 工事予算の算出 等
想定される利用シーン	自治体が民間事業者へ下水熱ポテンシャルマップの提示を行い民間事業者の下水熱利用導入意欲を促す。ディベロッパーや建築事業者等が、ポテンシャルマップ上で、日平均ポテンシャル量を確認し、利用可能場所の抽出や、利用可能な設備規模・用途の簡易な検討を行う。		自治体や民間事業者が、広域ポテンシャルマップから導入可能場所の抽出後、これと比較しつつポテンシャルを精査する。自治体が、再開発事業等について民間から提案を公募する際に、ポテンシャルマップを提示し、ディベロッパー等が採算性等を踏まえて下水熱利用の導入検討（FS）を行う。実施設計段階において、設備設計者が下水流量が少ない時間帯においても安定的な運用が行えるか検討し、設備機器の選定を行う。	
広域版と詳細版の違い	・日平均下水熱ポテンシャル ・都市・地域レベルの広域な範囲（処理区単位）		・時刻別下水流量、月別下水温度、時刻別ポテンシャル ・再開発事業等が見込まれる特定街区	
各自治体への展開	FS地域・事業化地域の絞り込み等に活用		事業計画の詳細検討等に活用	
	民間事業者の導入意欲を高めるため、自治体が広域マップを作成して提示		まちづくり（地域的）事業に向けて、自治体が詳細マップを作成して提示	

図 1-1 下水熱ポテンシャルマップの種類と利用場面

1.2 本手引きの対象

§1 本手引きの対象

本手引きでは、下水熱のポテンシャルを都市・地域レベルで把握できる「広域ポテンシャルマップ」を作成するための手法についてとりまとめる。「広域ポテンシャルマップ」には、既存データの状況により「通常手法」と「簡易手法」がある。

【解説】

本手引きは「広域ポテンシャルマップ」の作成手法についてとりまとめたものである。「広域ポテンシャルマップ」は、各地方公共団体で整備されている下水道台帳の電子データ、建物現況データ（建物図形情報、位置情報、延床面積等）及び都市計画データ（道路、街区等の形状が分かる土地利用データ及び地形図データ）を用いて作成されるものであり、流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）の下水流量データより、処理区内の任意のマンホールにおける月別代表日の日平均ポテンシャルを算出する。

ただし、政令指定都市や中核市等の大規模都市を除いては、下水道台帳が電子化されていない地方公共団体も多く、平成 22 年時点で全体の約半数程度存在する（「5. 参考資料」を参照）。そこで、本手引きでは、こうした地方公共団体向けに下水道事業計画図及び用途地域データ（用途地域、法定容積率等）を用いて、幹線管路のみを対象に簡易的にポテンシャルを算出し、メッシュ（20m×20m 程度）毎に大まかなポテンシャルを表示する手法（「簡易手法」とする）についても提示する。

なお、前述のとおり、事業化段階における FS 調査の実施や事業計画の検討等に活用されることを想定した「詳細ポテンシャルマップ」については、「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」（2015 年 3 月環境省総合環境政策局、国土交通省水管理・国土保全局下水道部）において作成手法及び活用事例を示している。各マップの概要を表 1-1 に示す。

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		詳細ポテンシャルマップ	
	(通常手法)	簡易手法	(通常手法)	距離内分法
マップ作成に必要なデータ	• 下水道台帳電子データ • 建物現況データ（延床面積）	• 下水道事業計画図 • 用途地域データ	• 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	• 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・污水管を基本	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時刻別ポテンシャル	

広域ポテンシャルマップの表示イメージと簡易手法により作成した場合の表示イメージをそれぞれ図 1-2、図 1-3 に示す。

なお、それぞれの手法において必要となるデータ及び具体的な手順については、「2.2 広域ポテンシャルマップの作成手順」、「2.3 簡易的なマップの作成手順（簡易手法）」にて示す。

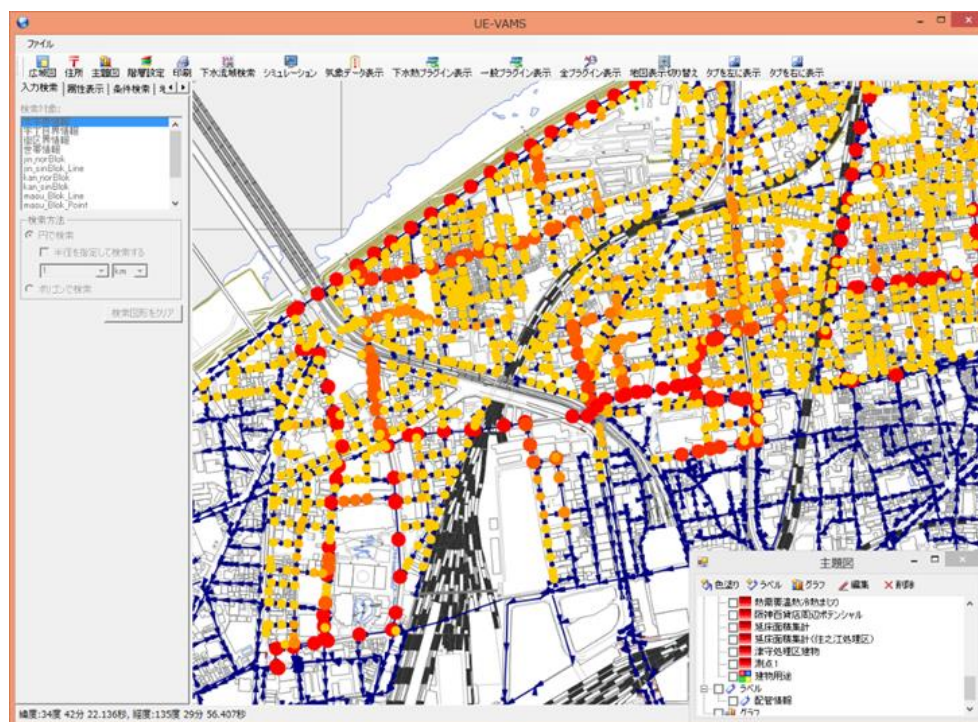


図 1-2 広域ポテンシャルマップ（イメージ図）

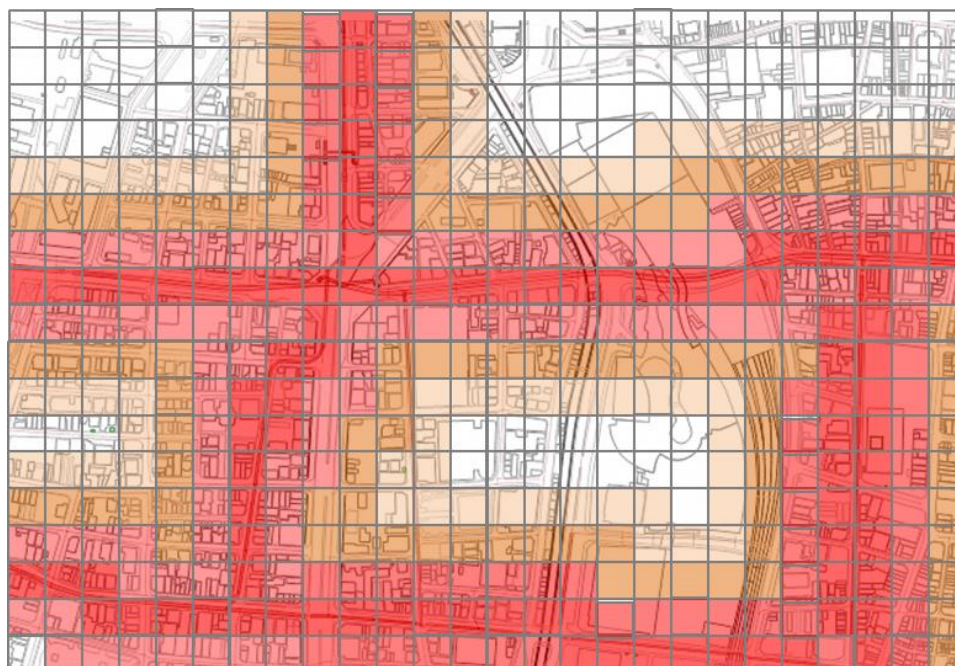


図 1-3 簡易手法による広域ポテンシャルマップ（イメージ図）

1.3 本手引きの構成と使い方

§1 本手引きの構成と使い方

本手引きは、「はじめに」、「広域ポテンシャルマップの作成手法」、「広域ポテンシャルマップの利用に際しての留意事項」、「モデル地域における広域ポテンシャルマップの作成事例」、「参考資料」から構成される。

【解説】

本手引きの構成は以下のとおりである。

【本手引きの構成】

1. はじめに

- ✓ 下水熱ポテンシャルマップ作成の意義とその利用場面・種類について記述するとともに、それを踏まえた本手引きの構成と使い方について解説する。

2. 広域ポテンシャルマップの作成手法

- ✓ 広域ポテンシャルマップの作成の前提条件について記述するとともに、具体的な作成手順について解説する。
- ✓ また、下水道台帳電子データや建物データが整備されていない場合における、簡易的なマップ作成手法についても解説する。

3. 広域ポテンシャルマップの利用に際しての留意事項

- ✓ 本手引きに基づき作成される広域ポテンシャルマップについて、その推計精度や誤差要因、広域ポテンシャルマップの更新が推奨される時期について記述する。

4. モデル地域における広域ポテンシャルマップの作成事例

- ✓ モデル地域として採択された3自治体（仙台市、福岡市、神戸市）における、マップ作成の活用方法と事例について紹介する。

5. 参考資料

- ✓ 参考資料として、全国の地方公共団体における下水道台帳の電子化状況とそれを踏まえた広域ポテンシャルマップ作成の可能性について記述する。
- ✓ また、全国の下水处理施設における下水温度の測定結果についても紹介する。

なお、下水熱ポテンシャルマップは地方公共団体が作成することを想定しているが、作成には専門知識を要するため、実際には専門業者へ委託することが考えられる。地方公共団体においては、まず「1.1 §1 マップ作成に必要なデータ」、「1.1 §1 マップ作成に必要なデータ」において必要なデータを確認し、下水熱ポテンシャルマップの作成について検討を開始することを推奨する。

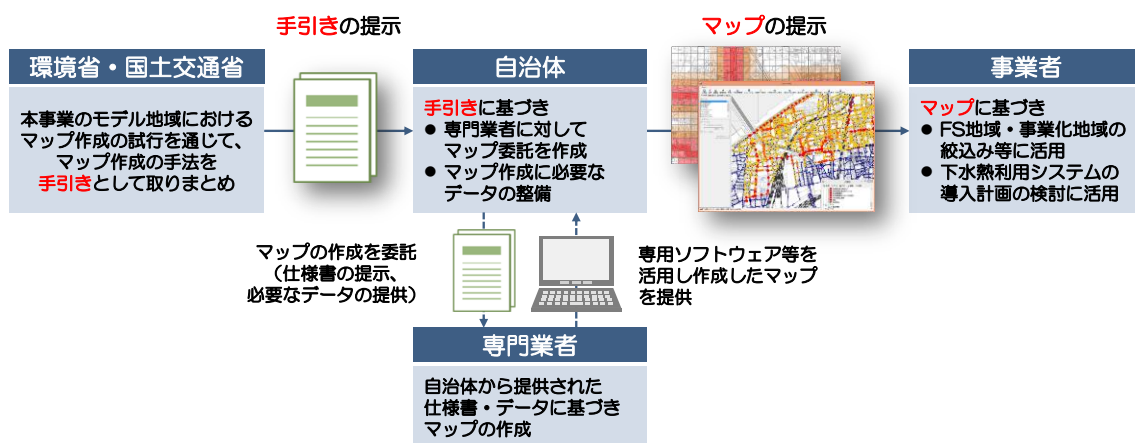


図 1-4 「下水熱ポテンシャルマップ作成の手引き」の位置付け

2. 広域ポテンシャルマップの作成手法

2.1 広域ポテンシャルマップ作成の前提条件

§1 ポテンシャルの定義

広域ポテンシャルマップで算出するポテンシャルは、下水流量の全量を 5℃温度変化させるよう熱利用した場合におけるポテンシャルと定義する。ただし、実際の下水熱利用では、必ずしも全量を 5℃温度変化させるよう利用するものではない。

【解説】

ポテンシャルは、式 1 に示すとおり下水流量に温度差と容積比熱を乗じることで算出される。

$$\hat{Q}_N = C_w \times \hat{G}_N \times \Delta T \quad \text{式 1}$$

$\hat{Q}_N$: 推定点（マンホール M_N ）における日平均推定下水熱ポテンシャル[MJ/日]

C_w : 容積比熱[MJ/m³K]（※参考文献 より、4.164[MJ/m³K]）

$\hat{G}_N$: 推定点（マンホール M_N ）における日平均推定下水流量[m³/日]

ΔT : 下水熱利用温度差[K]（※本手引きでは 5K と設定）

<単位変換> $\hat{Q}_N$ [MJ/日] = $\hat{Q}_N$ / 24 [MJ/h] = $\hat{Q}_N \times 1000 / 24 / 3600$ [kW]([kJ/s])

※参考文献：「JSME テキストシリーズ伝熱工学」、社団法人日本機械学会

本手引きでは、下水流量と温度差について以下のとおり定義する。

① 下水流量 G_N の定義

推定点（マンホール M_N ）における流量全量と定義し、流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）における下水流量の実測データから推計する。推計方法の詳細については「2.2 広域ポテンシャルマップの作成手順」、「2.3 簡易的なマップの作成手順（簡易手法）」に示す。

実際の下水熱利用では、必ずしも流量全量が利用されるものではないが、利用でき

る最大のポテンシャルを示す趣旨で、流量全量とする。なお、日平均下水流量は、月の下水流量累計値をその月の日数で除したものとする。

② 温度差 ΔT の定義

推定点（マンホール M_N ）における「下水熱利用前後での下水の温度差」と定義し、熱利用設備設計における一般的な数値として 5°C （ $= 5\text{ K}$ [ケルビン]）と設定する。

ただし、実際の下水熱利用においては、機器の性能等によって利用前後での温度差は異なるものであり、必ずしも 5°C の温度差で利用するものではない。

§2 広域ポテンシャルマップの時間スケール

広域ポテンシャルマップは、季節別（夏季、冬季）における代表日（晴天日）の日平均ポテンシャルを算出・表示する。

【解説】

本手引きの対象とする広域ポテンシャルマップでは、季節別（夏季・冬季）における代表日（晴天日）の日平均ポテンシャルを算出する。一般的に、夏季は8月、冬季は2月であるが、下水流量・下水温度の状況により検討する。

なお、流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）において、下水流量が時刻別に測定されている場合は、推定点（マンホール）における下水流量を時刻別に推定することができるため、ポテンシャルも時刻別に算出することが可能となる。事業化段階においては、時刻別のポテンシャル情報が必要となるため、広域ポテンシャルマップにおいても、時刻別に推計する方が望ましい。

【参考 ポテンシャルの季節変動】

近畿地方某市を事例とした晴天日の月別の日平均下水流量と標準偏差を以下に示す。

下水流量は各月の日平均流量基準に対して約±10%の範囲内にあり、日変動が小さい。また、各月の日平均流量に大きな変化は見られず、季節変動が小さいことが分かる。

これより、本手引きに示すとおり、季節別（夏季・冬季）の日平均ポテンシャルを算出することで、年間を通じた大まかなポテンシャルを把握することができると考えられる。

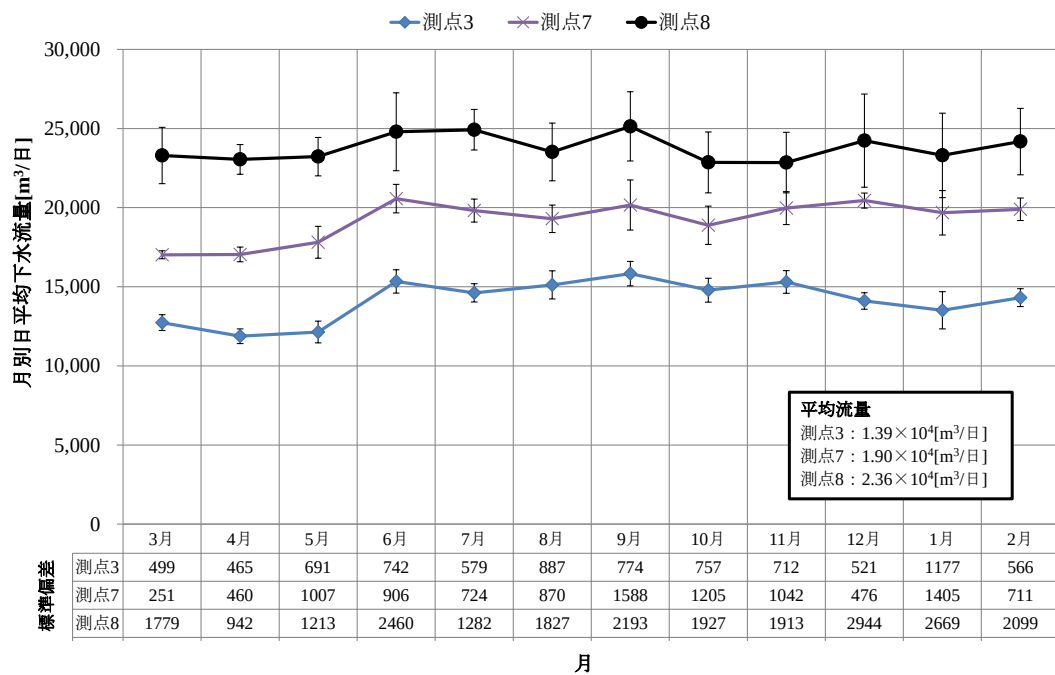


図 2-1 近畿地方某市における晴天日の月別日平均下水流量

出所) 三毛正仁ら「下水管路における流量・温度推定のための下水流量・温度の実測」(空気調和・衛生工学会論文集 No. 202, 2014 年 1 月)

§3 広域ポテンシャルマップの作成範囲

広域ポテンシャルマップの作成対象範囲は、処理区単位を基本とし、当該区域に含まれる合流管・汚水管を基本とする。

【解説】

§1に記載したとおり、ポテンシャルを、流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）における下水流量の実測データより算出するため、広域ポテンシャルマップの作成エリアは処理区単位を基本とする。

下水熱利用には安定的な下水流量が必要であるため、恒常的に流量が確保できる合流管と汚水管を対象とする（「簡易手法」においては幹線管路のみが対象）。なお、合流管における雨水の影響については「3.2 ポテンシャルの変動要因」で解説する。

また、下水熱利用時にはマンホールより熱交換設備へとアクセスすることが想定されることから、ポテンシャルの算出はマンホール毎に行うものとする。ただし、マンホールが設置されていない圧送管や放流渠等についても、ポテンシャルが高いと想定されることから、本手引きによる推計と同様にポテンシャルを推計し、ポテンシャルマップに記載するとより有用である。

2.2 広域ポテンシャルマップの作成手順（通常手法）

§1 マップ作成に必要なデータ

広域ポテンシャルマップを作成するためには、下水道台帳電子データ、建物現況データ、都市計画データ及び処理区内の流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）における下水流量データが必要となる。

なお、下水道台帳電子データ、建物現況データが整備されていない場合は、「簡易手法」によるマップが作成できる。

【解説】

広域ポテンシャルマップの作成にあたり、必要なデータを表 2-1 に示す。

広域ポテンシャルマップを作成するためには、下水道台帳の電子データ（DM（デジタル・マッピング）²又はシェープファイル形式³）が必要となる。なお、電子データのファイル形式が SXF（Scadec data eXchange Format）形式⁴、DXF（Drawing Exchange Format）形式⁵、TIFF 形式（Tagged Image File Format）⁶等であり、図形情報しかない場合には、マップ作成に活用することが困難であるため、後述の下水道事業計画図を利用した簡易的なマップの作成手法（「2.3 簡易的なマップの作成手順」）を参照されたい。

また、本手引きで示す手法では、ポテンシャルの算出に用いる下水流量について、流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）における下水流量データより、各マンホールが受け持つ建物延床面積を用いて推計するため、流量既知点の下水流量データ及び建物現況データも必要となる。

その他に、マップの下描として利用する都市計画データ（地形図データ及び道路・街区等の形状が確認できる土地利用データ）が必要となる。

² 空中写真測量等により、地形・地物等に関わる地図情報をデジタル形式で測定し、電子計算機技術により、体系的に整理された数値地図情報。

³ 異なる GIS（地理情報システム）間でのデータの相互運用に使用されるファイル形式。ファイルの拡張子が「.shp」である。

⁴ 異なる CAD ソフトウェア間でデータのやりとりで使用される中間ファイル形式。

⁵ CAD ソフトウェアで作成した図面のファイル形式の一種。

⁶ 画像データのファイル形式の一種。

表 2-1 広域ポテンシャルマップの作成に必要なデータ

データ項目	概要
下水道台帳電子データ (DM(デジタル・マッピング) 又はシェープファイル形式)	①地図情報 ・ 管路図形情報、位置情報 ・ マンホール図形情報、位置情報 ・ 下水処理施設への下水流入位置 等 ② 属性情報 ・ 管路・マンホール位置情報、接続情報 ・ 管路流れの方向性情報 ・ 下水管用途（雨水用などの区分） 等 ※管路流れの方向性情報がない場合は、以下が必要 ・ 管路勾配情報 ・ 海拔面からの管路高さ（管底高又は管頂高）
建物現況データ	・ 建物図形情報、位置情報 ・ 建物毎の延床面積
都市計画データ	・ 土地利用データ（道路、街区等の形状が分かるもの） ・ 地形図データ
下水流量データ	・ 対象処理区内の下水道施設（下水処理場、ポンプ場等）の流入地点又は放流地点における下水流量（月別代表日（晴天日）における日平均流量又は時間別流量）

【下水道台帳電子データ】

下水道台帳電子データとは電子地図上に下水道管路及びマンホールの地図情報と属性情報が付加されたデータであり、本手引きでは DM（デジタル・マッピング）又はシェープファイル形式で整備されたものを指す。

例として、仙台市における下水道台帳電子データ（縮尺 1/10,000）を示す。



【建物現況データ】

建物現況データとは、電子地図上に建物図形情報と位置情報が付加されたデータであり、各建物の延床面積が把握できるものを指す。各地方公共団体の都市計画部局より入手可能である。例として、仙台市における建物現況データ（縮尺 1/10,000）を示す。



【都市計画データ】

都市計画データとは、地形図データに道路、街区等の形状が確認できる土地利用データを重ね合わせたものを指し、広域ポテンシャルマップの作成においては下描として利用する。各地方公共団体の都市計画部局より入手可能である。

例として、仙台市における都市計画データ（縮尺 1/10,000）を示す。

都市計画データ(仙台市、1/10,000)



§2 ポテンシャル算出対象とする管路

管路径が小さい管路も大きなポテンシャルを有する場合があるため、幹線管路のみならず、幹線管路以外の管路も含めてポテンシャルを算出することを基本とする。

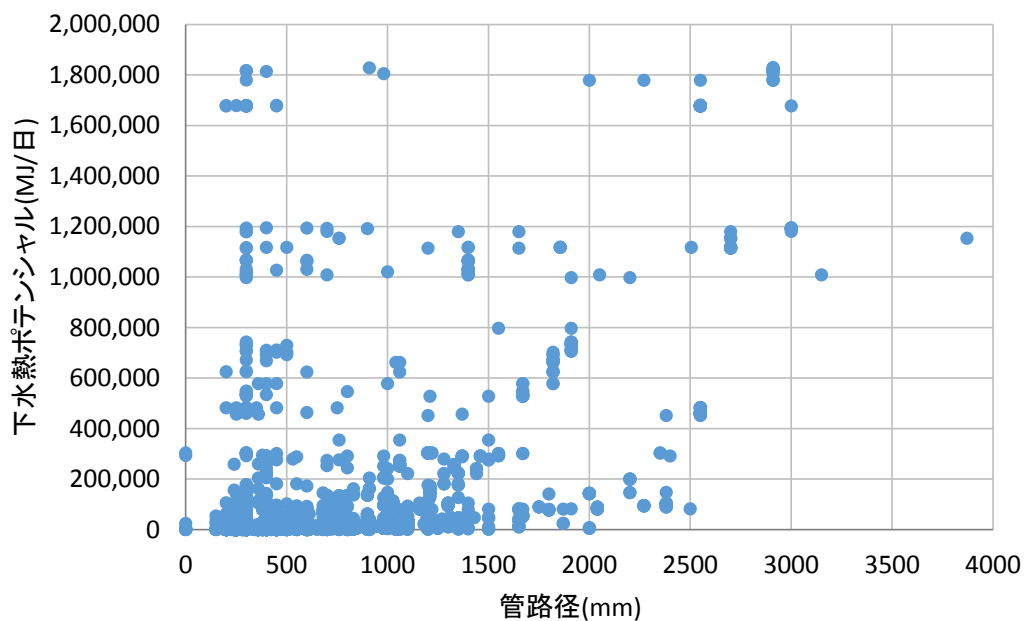
【解説】

管路径が小さい管路も大きなポテンシャルを有する場合があるため、主要幹線のみならず、主要幹線以外の管路も含めてポテンシャルを算出することを基本とする。

【参考 管路径と下水熱ポテンシャルの関係】

近畿地方某市における管路径と下水熱ポテンシャルの関係に関する分析事例を以下に示す。

小さい管路径であっても、高い下水熱ポテンシャルを有する場合が存在することが分かる。



出所) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の研究開発事業「都市域における下水管路網を利用した下水熱利用・熱融通技術」における実測データより作成

§3 マップ作成の具体的手順

広域ポテンシャルマップ作成のプロセスは、「(1) データの作成・整理」、「(2) ポテンシャルの算出」、「(3) 地図情報への統合」の手順からなる。

【解説】

広域ポテンシャルマップ作成のプロセスは図 2-2 に示すとおり、大きく分けて「(1) データの作成・取得」、「(2) ポテンシャルの算出」、「(3) 地図情報への統合」の手順からなる。各ステップについて概説する。

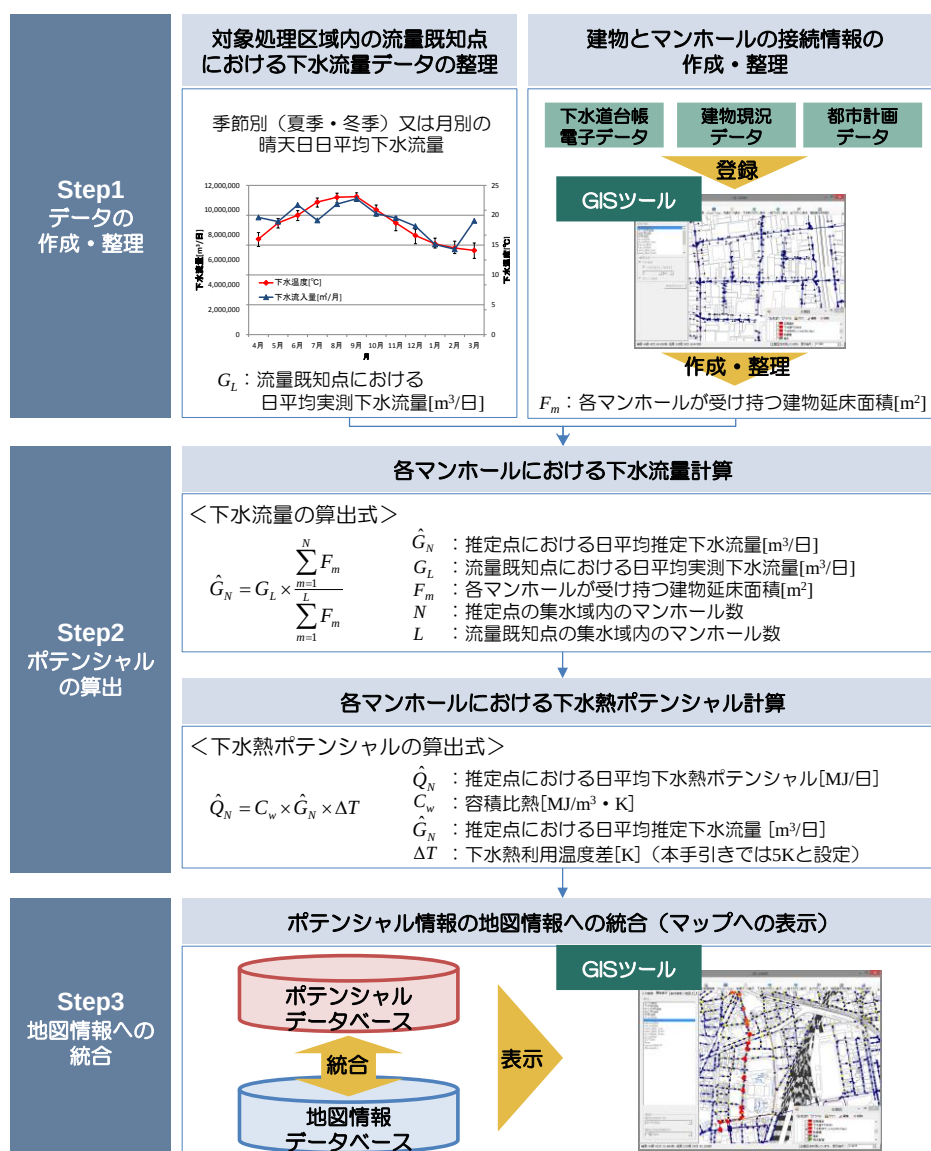


図 2-2 広域ポテンシャルマップ作成プロセスのフロー

(1) データの作成・整理

1) 対象処理区内の流量既知点における下水流量データの整理

- 対象処理区内の流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）における下水流量の実測データより、季節別（夏季・冬季）の日平均下水流量 G_L を整理する。
- なお、対象処理区内の流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）において、下水流量が時刻別に測定されている場合は、ポテンシャルを時刻別に算出することも可能である。

2) マンホールと建物の接続情報の作成・整理

① GIS ツールへのデータの登録

- 下水道台帳電子データ、建物現況データ、都市計画データを GIS ツールに取り込み、合成する（図 2-3）。

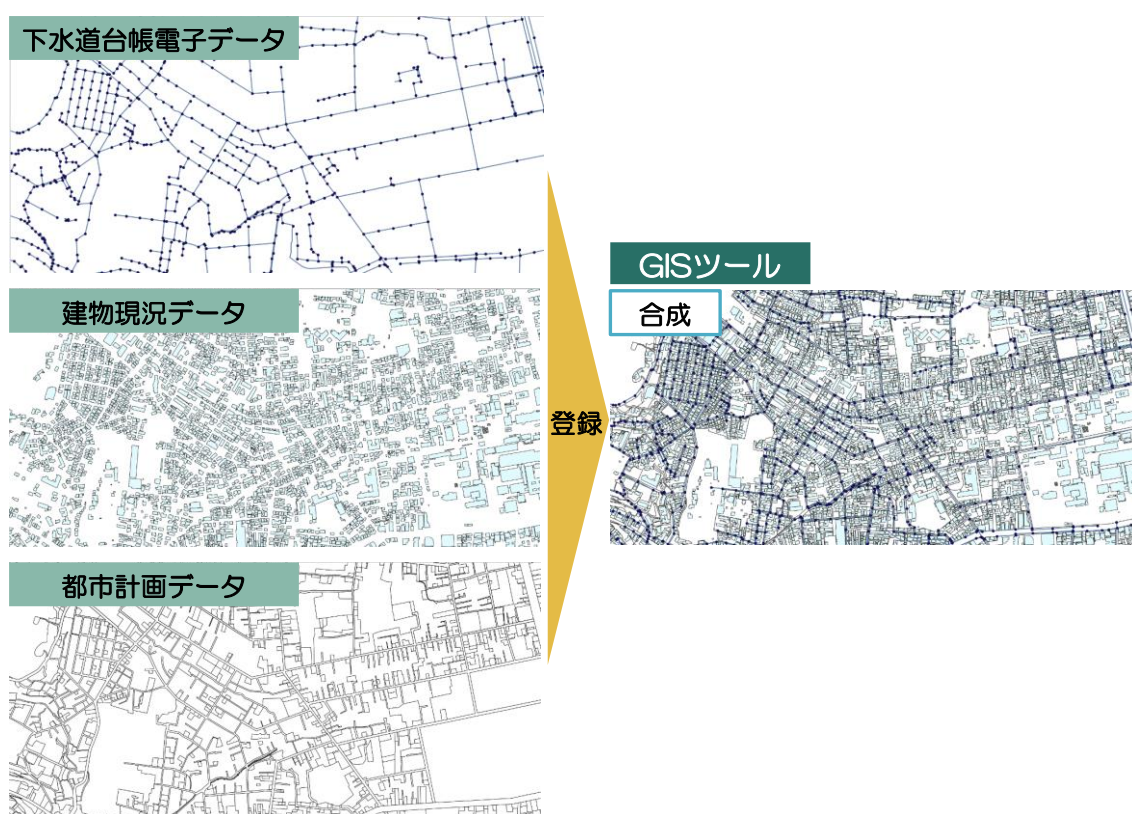


図 2-3 下水道台帳電子データ、建物現況データ、都市計画データの GIS ツールへの取り込み

② 建物とマンホールの接続

- 各建物の重心位置を計算し、重心位置が最も近いマンホールに接続するように定義する（図 2-4）。この際、必ずしも実際のマンホールとの接続と一致する必要はない。

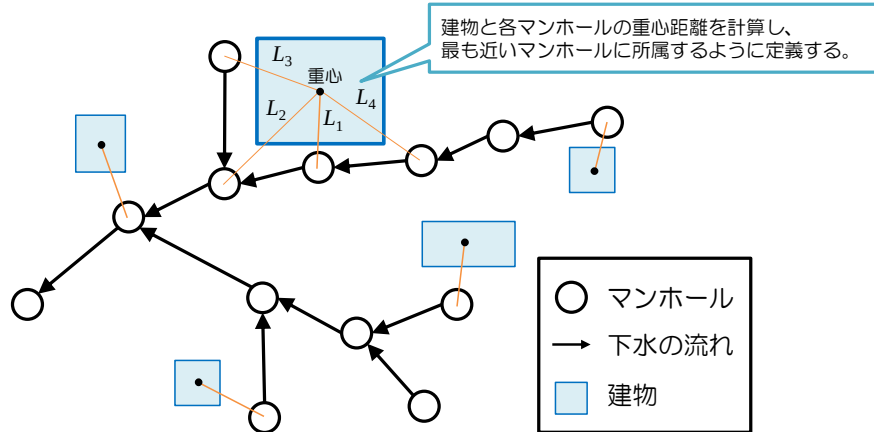


図 2-4 建物とマンホールの接続

③ 各マンホールが受け持つ建物の延床面積の集計

- 管路とマンホールの上流・下流接続情報から、流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）の最上流からの流れ経路を確認し、処理区内の任意のマンホール M_m が受け持つ建物の延床面積 F_m を集計する（図 2-5）。
- 現実には、各建物から排水される下水流量は、同じ延床面積規模の建物であっても、建物の用途に応じて異なる。そのため、各建物の建物用途がある場合には、流量推定精度向上のために、対象街区内の任意のマンホール M_m が受け持つ建物の延床面積を集計する際に、式 2 により、各建物の延床面積に、用途に応じた補正係数を乗じた補正建物延床面積 F'_m を算出することが望ましい。

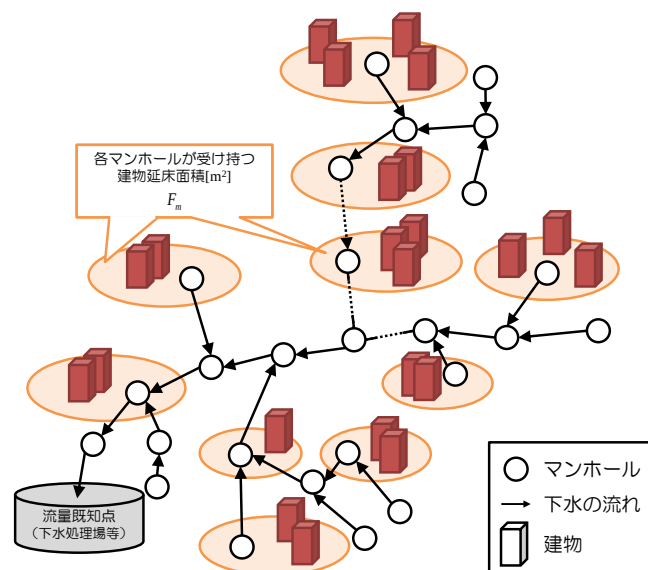


図 2-5 建物とマンホールの接続情報の取得

$$F'_m = F_{m,住宅} \alpha_{住宅} + F_{m,業務} \alpha_{業務} + F_{m,商業} \alpha_{商業} + F_{m,宿泊} \alpha_{宿泊} + F_{m,医療} \alpha_{医療} + F_{m,他} \alpha_{他}$$

式 2

F'_m ：各マンホール M_m が受け持つ用途別延床面積補正比率を乗じた建物延床面積 [m^3]

$F_{m,住宅}$ ：各マンホール M_m が受け持つ住宅の建物延床面積 [m^3]

$F_{m,業務}$ ：各マンホール M_m が受け持つ業務施設の建物延床面積 [m^3]

$F_{m,商業}$ ：各マンホール M_m が受け持つ商業施設の建物延床面積 [m^3]

$F_{m,宿泊}$ ：各マンホール M_m が受け持つ宿泊施設の建物延床面積 [m^3]

$F_{m,医療}$ ：各マンホール M_m が受け持つ医療施設の建物延床面積 [m^3]

$F_{m,他}$ ：各マンホール M_m が受け持つその他施設の建物延床面積 [m^3]

$\alpha_{住宅}$ ：住宅の補正係数[-]

$\alpha_{業務}$ ：業務施設の補正係数[-]

$\alpha_{商業}$ ：商業施設の補正係数[-]

$\alpha_{宿泊}$ ：宿泊施設の補正係数[-]

$\alpha_{医療}$ ：医療施設の補正係数[-]

$\alpha_{他}$ ：その他施設の補正係数[-]

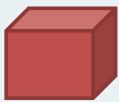
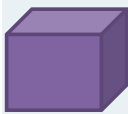
【参考 上水使用量原単位を用いた延床面積の補正係数】

下水流量推定の精度向上のために、対象街区内の任意のマンホール M_m が受け持つ建物の延床面積 F_m を集計する際に乗じる補正係数として、建築設備設計にも使用する上水使用原単位の活用が可能である。上水使用量＝排水量とみなし、各用途に応じ、延床面積に、下表のような住宅原単位を 1 とした場合の上水使用原単位の比を乗じて、補正した用途別延床面積を算定する（式 2）。これにより、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。

なお、用途別の上水使用原単位は他の文献等による原単位や各地方公共団体が有する地域独自の原単位を活用しても良い。その場合、建物用途分類が表と異なる場合は、使用する上水使用原単位の用途分類に合わせて延床面積を集計する。ただし、その際には、実測データと比較して推計精度を確認する必要がある。推計精度の確認については、「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「3.1 詳細ポテンシャルマップの推計精度」の解説を参照されたい。

また参考として、他の文献による上水使用原単位については「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「5. 参考資料」に示しているため参照されたい。

表 上水使用原単位を用いた延床面積補正のイメージ

例	合計	住宅	業務	商業	宿泊	医療	その他
用途別 延床面積	 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%)
上水使用 原単位※1 (L/m ² 日)	-	 10.80	 8.05	 50.96	 24.20	 22.40	 8.85
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
補正後の 用途別延床面積 ※日平均流量の 計算に利用	 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	-	6.2%	13.9%	58.9%	21.0%	32.3%	2.6%

※1 空気調和・衛生工学会：空気調和・衛生工学便覧 4 給排水衛生設備編(第14版),平成22年2月28日,p108（住宅施設は「一般住宅」、業務施設は「庁舎・事務所」、宿泊施設は「ホテル」の原単位を計算。商業施設に関しては、「喫茶店、飲食店、社員食堂、デパート、スーパーマーケット、劇場、映画館、公会堂、美術館」の原単位の平均値を掲載。）

(2) ポテンシャルの算出

1) 各マンホールにおける下水流量計算

- 前節で整理した各マンホール M_m が受け持つ建物の延床面積 F_m 及び流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）における日平均実測下水流量 G_L を用いて、式 3 より推定点（マンホール M_N ）における日平均下水流量 $\hat{G}_N$ を推定する（図 2-6）。

$$\hat{G}_N = G_L \times \frac{\sum_{m=1}^N F_m}{\sum_{m=1}^L F_m} \quad \text{式 3}$$

$\hat{G}_N$: 推定点（マンホール M_N ）における日平均推定下水流量[m³/日]

G_L : 流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）における日平均実測下水流量[m³/日]

F_m : 各マンホール M_m が受け持つ建物延床面積[m²]

N : 推定点（マンホール M_N ）の集水域内のマンホール数

L : 流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）の集水域内のマンホール数

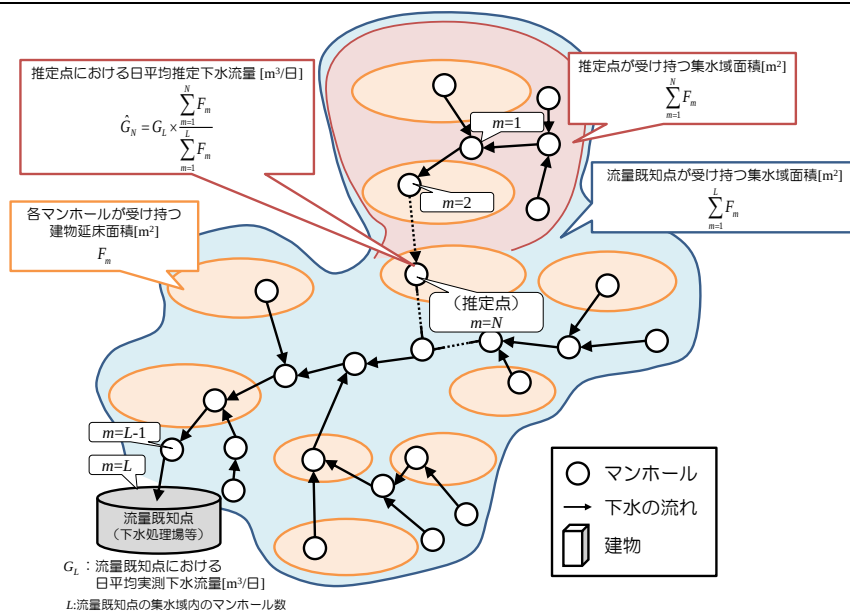


図 2-6 各マンホールにおける下水流量の推定

2) 各マンホールにおけるポテンシャル計算

- 推定した下水流量 $\hat{G}_N$ を、式 4 に代入することで推定点（マンホール M_N ）における下水熱ポテンシャル $\hat{Q}_N$ を算出する。

$$\hat{Q}_N = C_w \times \hat{G}_N \times \Delta T$$

式 4（再掲）

$\hat{Q}_N$: 推定点（マンホール M_N ）における日平均推定下水熱ポテンシャル[MJ/日]

C_w : 容積比熱[MJ/m³K]（※参考文献 より、4.164[MJ/m³K]）

$\hat{G}_N$: 推定点（マンホール M_N ）における日平均推定下水流量[m³/日]

ΔT : 下水熱利用温度差[K]（※本手引きでは 5K と設定）

(3) 地図情報への統合

- 2.2 (2) で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。



図 2-7 マップへのポテンシャル情報の表示

2.3 簡易的なマップの作成手順（簡易手法）

§1 マップ作成に必要なデータ

下水道台帳電子データや建物現況データが整備されていない場合を想定した簡易手法では、代替的に下水道事業計画図、用途地域データを用いる。なお、都市計画データ及び処理区内の流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）における下水流量データについては、2.2 と同様に必要となる。

【解説】

下水道台帳電子データや建物現況データが整備されていない場合において、簡易的に広域ポテンシャルマップを作成する手法（簡易手法）を示す。

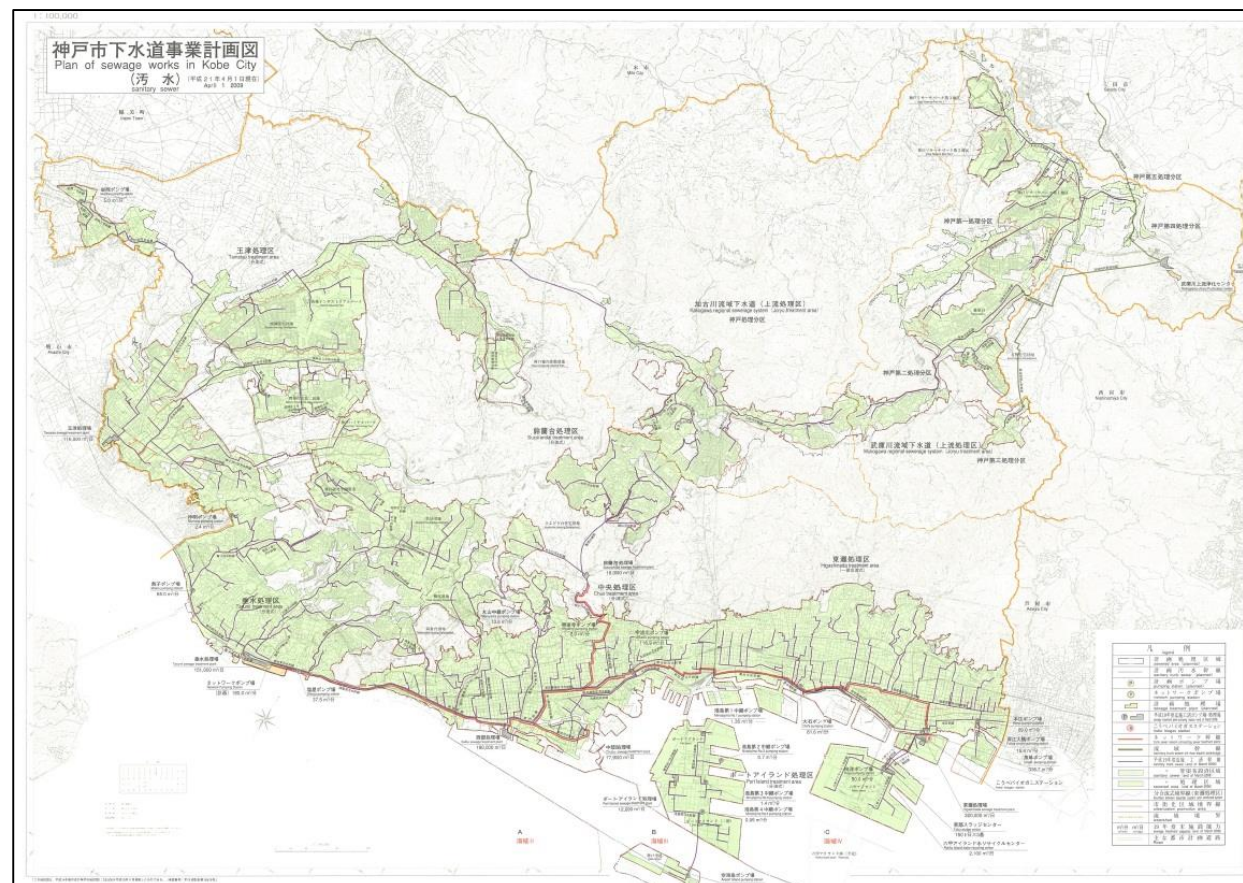
本手法で作成する際に必要となるデータを表 2-2 に示す。都市計画データ及び対象処理区内の下水道施設（下水処理場、ポンプ場等）における下水流量データについては、「2.2 広域ポテンシャルマップの作成手順」と同様に必要となる。

表 2-2 簡易手法による広域ポテンシャルマップ作成に必要なデータ

データ項目	概要
下水道事業計画図 (紙、画像データ形式)	・ 幹線管路位置情報 ・ 下水処理施設への下水流入位置 ・ 管路流れの方向性情報 ・ 下水管用途（雨水用などの区分） 等
用途地域データ	・ 用途地域区画図形情報、位置情報 ・ 用途地域名、容積率
都市計画データ	・ 土地利用データ（道路、街区等の形状が分かるもの） ・ 地形図データ
下水流量データ	・ 対象処理区内の下水道施設（下水処理場、ポンプ場等）の流入地点又は放流地点における下水流量 (月別代表日（晴天日）における日平均流量又は時間別流量)

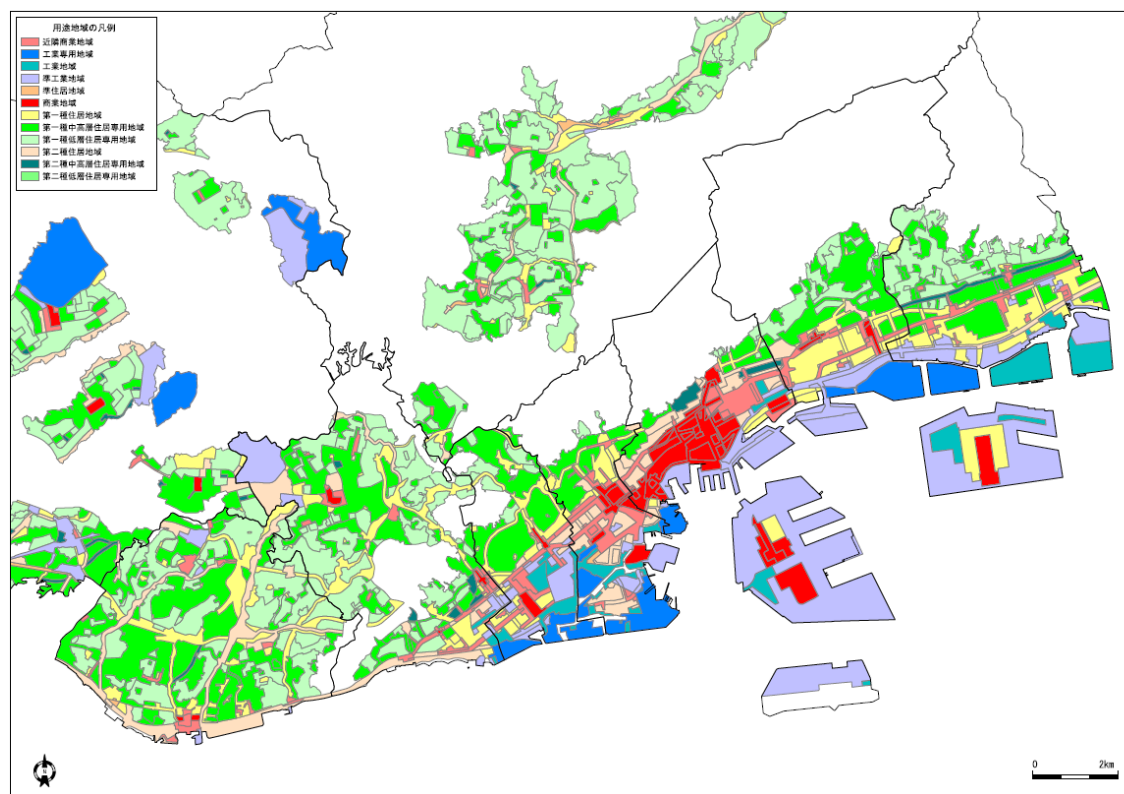
【下水道事業計画図】

下水道事業計画図とは地方公共団体が下水道事業計画を定めた区域全体の概要図であり、処理区の幹線管路の位置を確認することができる。例として、神戸市における下水道事業計画図を以下に示す。



【用途地域データ】

用途地域データとは、各地方自治体作成の都市計画総括図（主に縮尺 1/25,000）をスキャンした電子地図に、用地地域名、建ぺい率、容積率等の属性情報を付与したデータである。国土交通省国土政策局国土情報課「国土数値情報 ダウンロードサービス」(<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A29.html>) より入手可能である。例として、神戸市における用途地域データを以下に示す。



§2 ポテンシャル算出対象とする管路

簡易的な手法では、幹線管路のみを対象としてポテンシャルを算出し、メッシュ（20m×20m 程度）を想定して算出する。

【解説】

簡易的な手法では、下水道台帳の電子データの代わりに、下水道事業計画図をスキャンし、GIS ツール上でトレースして管路データを作成することとなる。このため、幹線管路のみを対象としてポテンシャルを算出する。

本手法ではマンホールを仮想的に設定することとなるため、マンホール毎のポテンシャル表示は行わず、メッシュ（20m×20m 程度）を想定してポテンシャルを算出する。幹線管路のみを対象としてポテンシャルを算出するため、幹線管路以外のメッシュのポテンシャルについては、幹線管路のメッシュのポテンシャル情報より補間することで推計する。

§3 マップ作成の具体的手順

簡易手法による広域ポテンシャルマップ作成のプロセスは、「(1) データの作成・整理」、「(2) ポテンシャルの算出」、「(3) 地図情報への統合」の手順からなる。

【解説】

簡易手法によるマップ作成プロセスのフローを図 2-8 に示す。

基本的な作成プロセスは「2.2 広域ポテンシャルマップの作成手順」に示したプロセスと同じだが、「(1) データの整理・作成」において、下水道事業計画図をトレースすることで下水道幹線管路電子データを作成するとともに、下水流量の算出に用いる建物延床面積を用途地域データより推計する必要がある。

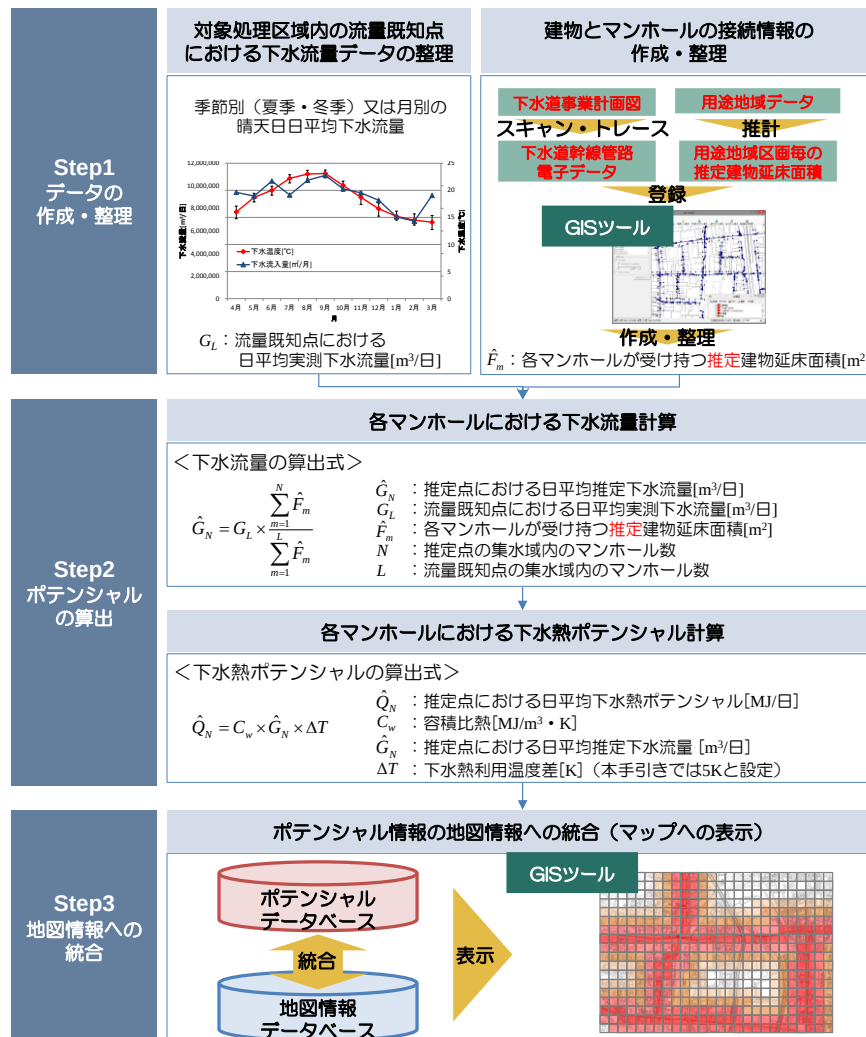


図 2-8 簡易的なマップ作成プロセスのフロー

(1) データの作成・整理

1) 対象処理区内の下水処理施設における下水流量データの整理

- 対象処理区内の流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）における下水流量の実測データより、季節別（夏季・冬季）の日平均下水流量 G_L を整理する。
- なお、対象処理区内の流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）において、下水流量が時刻別に測定されている場合は、ポテンシャルを時刻別に算出することも可能である。

2) マンホールと建物の接続情報の作成・整理

① GIS ツールによる下水道幹線管路電子データの作成

- 下水道事業計画図をスキャナなどで画像データとして取り込み、GIS ツール上で下水処理場及びポンプ場の位置と、実存幹線管路（雨水管及び計画部分を除いたもの）をトレースして電子データを作成する（図 2-9）。
- 下水道幹線管路の合流部と曲り部に仮想的にマンホールを描画する（図 2-10）。

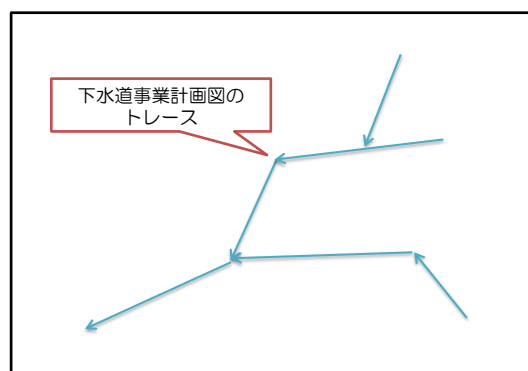


図 2-9 下水道幹線管路電子データの作成

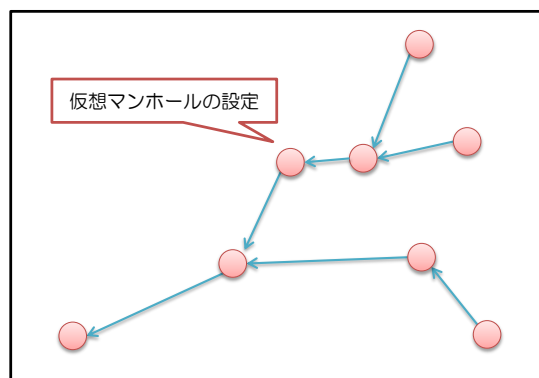


図 2-10 仮想マンホールの設定

② 用途地域区画とマンホールの接続

- 各用途地域区画の重心位置を計算し、重心位置が最も近いマンホールに接続するように定義する。

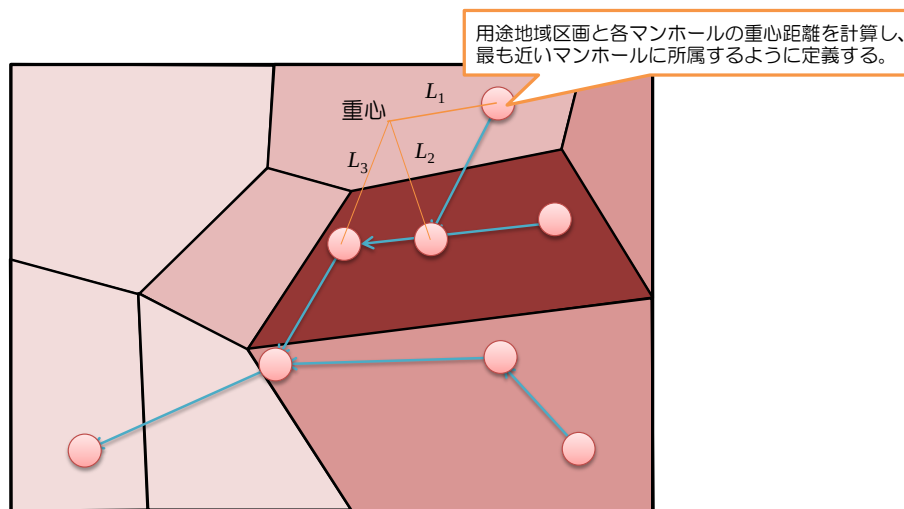


図 2-11 用途地域区画とマンホールの接続

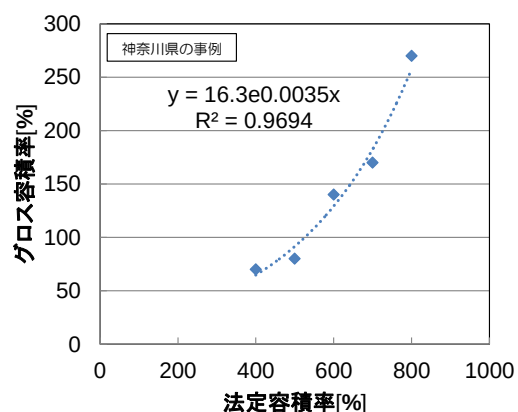
③ 用途地域区画毎の推定建物延床面積の算出

- 用途地域区画毎に定められている法定容積率等より、グロス容積率（建物の延床面積の合計を道路等の公共用地を含めた全体面積で除した値）を推定する。なお、用途地域区画毎の法定容積率については、用途地域データで確認することができる。

【グロス容積率の算出方法】

法定容積率とグロス容積率の関係に関する分析事例を示す。

これは神奈川県事例であり、市街化調整区域等で以下の関係式を適用すると、誤差が大きくなる可能性がある。そのため、当該地方公共団体における法定容積率とグロス容積率の関係が把握できている場合は、その関係式を用いることが望ましい。



出所) 社団法人日本地域冷暖房協会（現・都市環境

エネルギー協会）研究企画委員会自主研究委員会「プロジェクト 2010 日本全国地域冷暖房導入可能性調査研究」平成 6 年度報告書

- 式 5 に示すとおり、用途地域の各区画面積に推定グロス容積率 $\hat{r}_g$ を乗じて建物延床面積を求める。

$$\hat{F} = S \times \hat{r}_g$$

式 5

$\hat{F}$: 用途地域区画の推定建物延床面積 [m²]

S : 用途地域区画の面積 [m²]

$\hat{r}_g$: 用途地域区画の推定グロス容積率 [-]

④ 各マンホールが受け持つ建物の延床面積の集計

- 管路とマンホールの上流・下流接続情報から、流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）の最上流からの流れ経路を確認し、処理区内の任意のマンホール M_m が受け持つ建物の推定延床面積 $\hat{F}_m$ を集計する（図 2-12）。

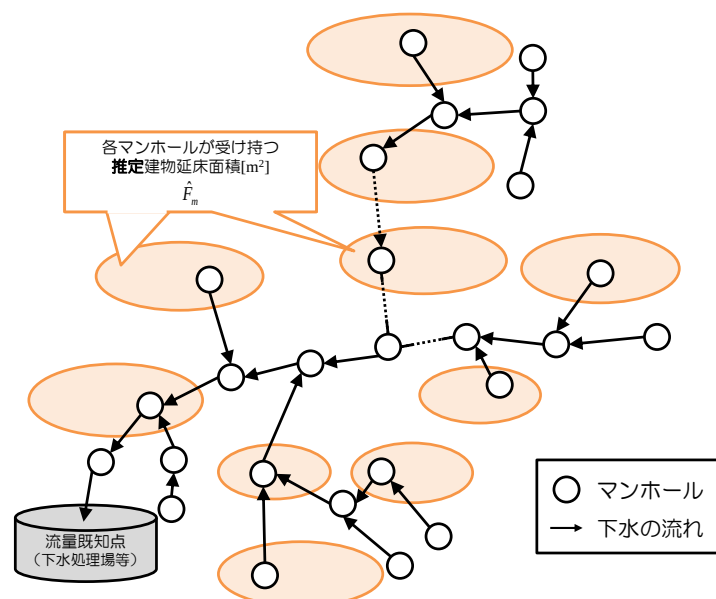


図 2-12 用途地域区画とマンホールの接続情報の取得

(2) ポテンシャルの算出

1) 各マンホールにおける下水流量計算

- 前節で整理した各マンホール M_m が受け持つ建物の推定延床面積 $\hat{F}_m$ 及び流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）における日平均実測下水流量 G_L を用いて、式 6 より推定点（マンホール M_N ）における日平均下水流量 $\hat{G}_N$ を推定する（図 2-13）。

$$\hat{G}_N = G_L \times \frac{\sum_{m=1}^N \hat{F}_m}{\sum_{m=1}^L \hat{F}_m} \quad \text{式 6}$$

$\hat{G}_N$: 推定点（マンホール M_N ）における日平均推定下水流量[m³/日]

G_L : 流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）における日平均実測下水流量[m³/日]

$\hat{F}_m$: 各マンホール M_m が受け持つ推定建物延床面積[m²]

N : 推定点（マンホール M_N ）の集水域内のマンホール数

L : 流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）の集水域内のマンホール数

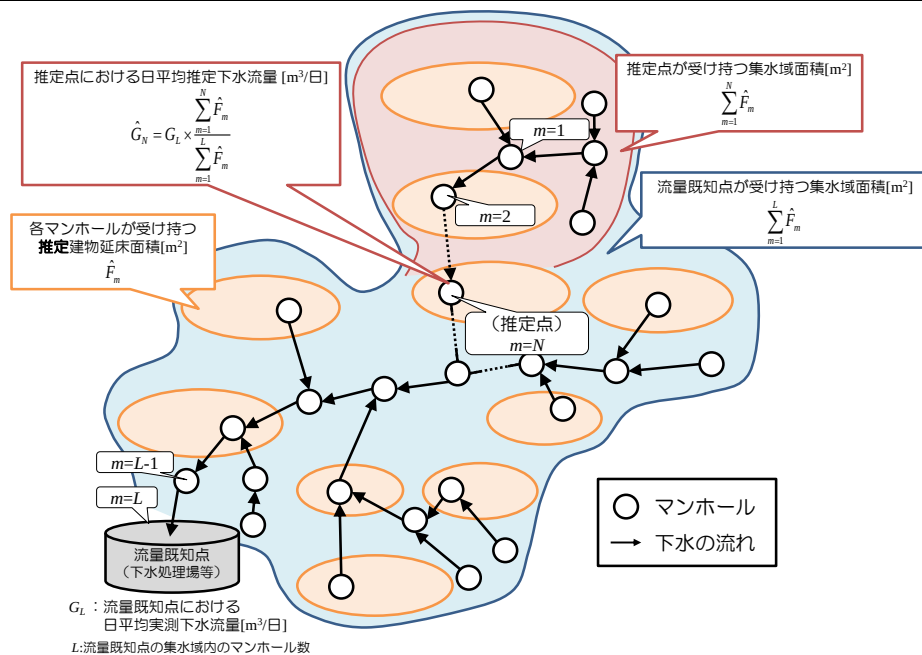


図 2-13 各マンホールにおける下水流量の推定

2) 各マンホールにおけるポテンシャル計算

- 推定した下水流量 $\hat{G}_N$ を、式 7 に代入することで推定点（マンホール M_N ）における下水熱ポテンシャル $\hat{Q}_N$ を算出する。

$$\hat{Q}_N = C_w \times \hat{G}_N \times \Delta T$$

式 7（再掲）

$\hat{Q}_N$: 推定点（マンホール M_N ）における日平均推定下水熱ポテンシャル[MJ/日]

C_w : 容積比熱[MJ/m³K]（※参考文献 より、4.164[MJ/m³K]）

$\hat{G}_N$: 推定点（マンホール M_N ）における日平均推定下水流量[m³/日]

ΔT : 下水熱利用温度差[K]（※本手引きでは 5K と設定）

(3) 地図情報への統合

1) メッシュの設定

- メッシュのサイズを設定し、GIS ツール上に描画する（図 2-14）。
- 都市域ではマンホールの設置間隔が約 20m であることから、20m×20m のメッシュで作成した場合を例示するが、各地方公共団体におけるマンホールの設置間隔の状況によって、メッシュのサイズは変更してもよい。



図 2-14 メッシュの設定

2) メッシュへのポテンシャル情報の投影

- (2) で算出した仮想マンホールのポテンシャルをメッシュに投影する (図 2-15)。
- 2 つの仮想マンホールの区間は下水流量の増減がないと仮定し、上流側のマンホールと同じ値のポテンシャル量として、管路上のポテンシャルをメッシュに投影する (図 2-16)。

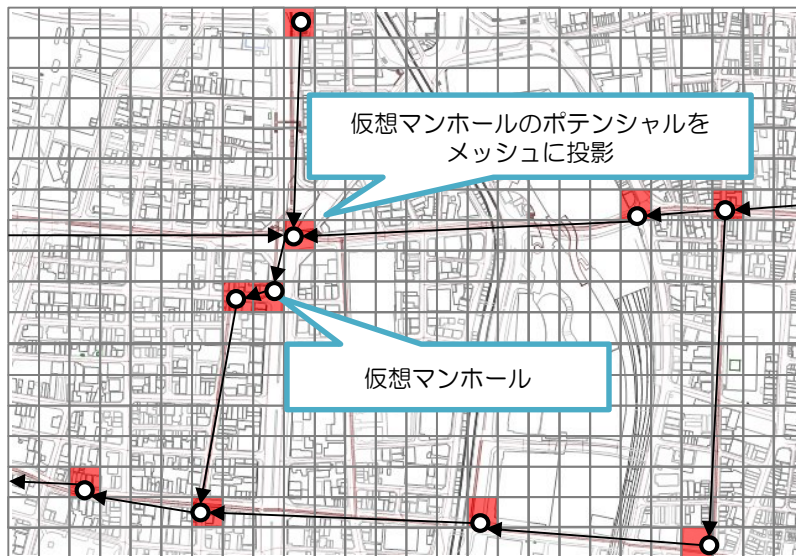


図 2-15 仮想マンホールのポテンシャルの投影

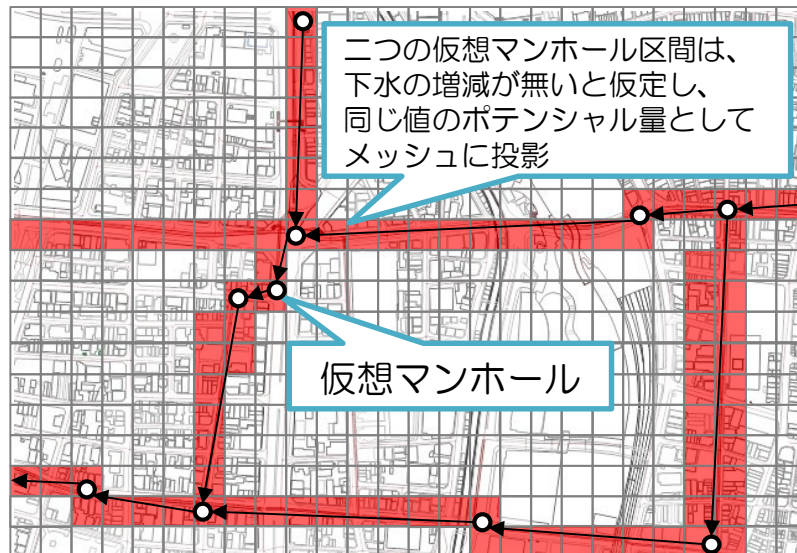


図 2-16 管路上のポテンシャルの投影

3) ポテンシャル情報の補間

- ポテンシャルが投影されていないメッシュについては、周辺メッシュのポテンシャルを式 8 に示す IDW (Inverse Distance Weighting) 法⁷を用いてポテンシャルを算出し、補間する (図 2-17)。
- 幹線管路より距離が離れるほどポテンシャルが小さくなるため、補間の対象範囲は幹線管路より 100～200m 程度以内⁸とする。

$$\hat{Q}(x) = \frac{\sum_{i=0}^N w_i(x) \hat{Q}(x_i)}{\sum_{i=0}^N w_i(x)}, \quad \text{式 8}$$

$$w_i(x) = \frac{1}{d(x, x_i)^p}$$

$\hat{Q}(x)$: 位置 x における日平均推定下水熱ポテンシャル[MJ/日]

$\hat{Q}(x_i)$: 位置 x の周辺位置 x_i における日平均推定下水熱ポテンシャル[MJ/日]

$d(x, x_i)$: 位置 x と x_i の距離

p : 指数 (※本手引きでは $p=1$ と設定)

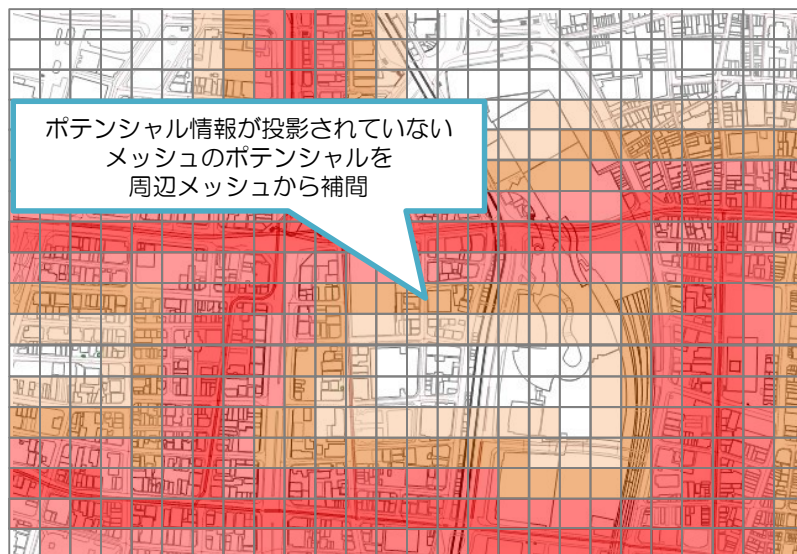


図 2-17 ポテンシャル情報の補間

⁷ IDW 法 (逆距離加重法) : 近傍点の情報から距離の逆数を重みとした加重平均で値を求める方法。

⁸ 200m 以上離れると、そのメッシュから当該メッシュに受ける影響度 (重み w) はほぼ 0 となるため。

2.4 広域ポテンシャルマップの表示方法

§1 広域ポテンシャルマップの表示方法

広域ポテンシャルマップを表示する際には、下水熱利用者（地方公共団体の都市整備部局、民間事業者等）にとって分かりやすいよう配慮する。また、マップの信頼性を担保するため、作成に使用したデータとその年度についても併せて示すことが望ましい。

【解説】

広域ポテンシャルマップは、主な下水熱利用者として想定される地方公共団体の都市整備部局や民間事業者等にとって分かりやすい形式で表示することが重要である。このため、本手引きに基づき作成される広域ポテンシャルマップを表示する際には、以下の点に配慮することが望ましい。表示例を図 2-18 及び図 2-19 に示す。

【広域ポテンシャルマップ表示における配慮事項】

1. ポテンシャルの大きさの違いが明確にわかるよう、対数軸スケールで表示する。
2. ポテンシャルが 500MJ/日⁹を下回る場合は熱利用が困難となるため、見易さの観点からマップ上では非表示とする。
3. ポテンシャルは色調変化で表示するとともに、各色調のポテンシャルの大きさを凡例で表示する。
4. ポテンシャルは MJ/日単位で表示するだけでなく、相当する給湯負荷の世帯数を併記する。ただし、世帯数算出に用いた前提条件についても併せて記載する。
5. 広域ポテンシャルマップは下水熱利用者がどのエリアを表示しているかを把握できるよう、大規模建物が目視で確認できるレベルのスケール（1/10,000 以上）で表示することを基本とする。
6. 下水道施設（下水処理場、ポンプ場等）の周辺では当該施設から導水等により下水熱利用の可能性があるため、施設近傍エリア（1 km の範囲内）を表示する。
7. 参考情報として、下水道施設における下水流量・温度のデータについても示す。

⁹下水から採った熱を COP：4、加熱能力：10kW（家庭の給湯負荷 5 世帯分相当、現在販売されているヒートポンプのうち最小クラスの容量）のヒートポンプで利用する場合、1 日あたりの稼働時間を 12 時間と想定すると 500MJ/日以上以上の採熱量が必要となる。このため、下水熱を有効利用するために最低限必要なポテンシャルとして 500MJ/日を目安とする。

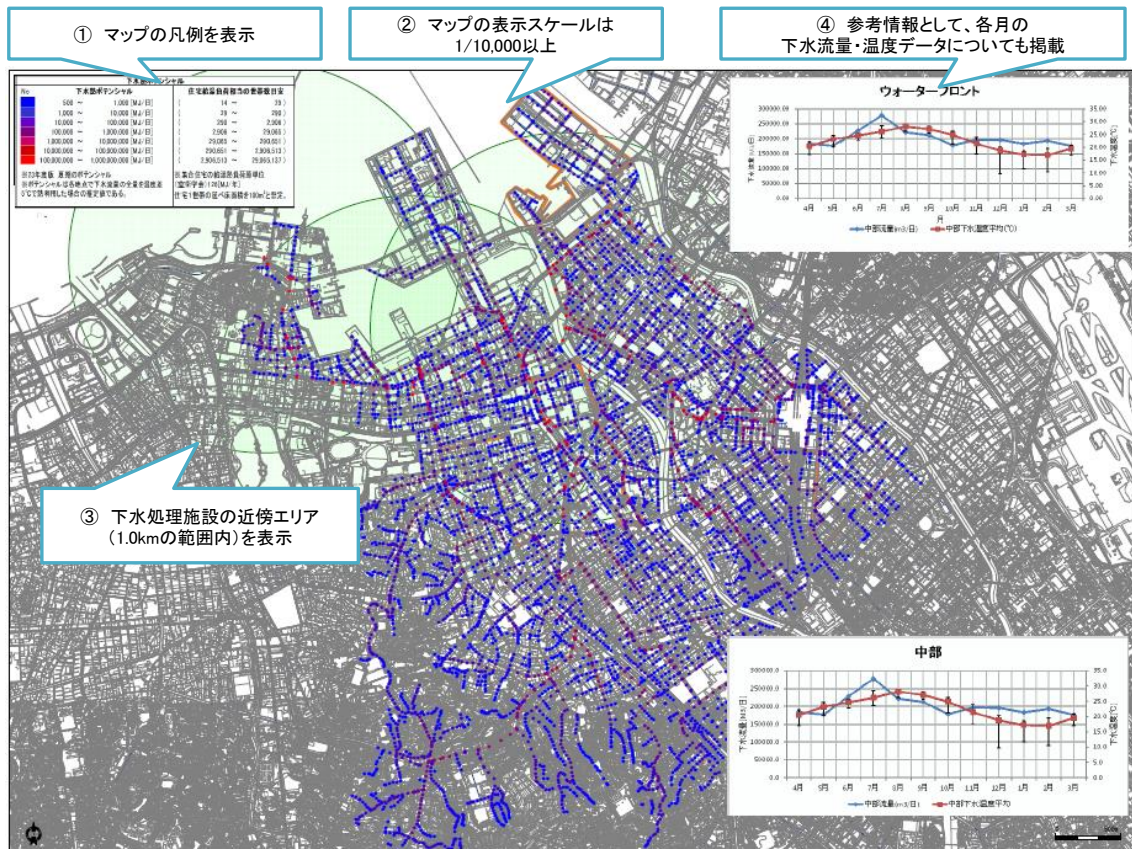


図 2-18 広域ポテンシャルマップの表示例

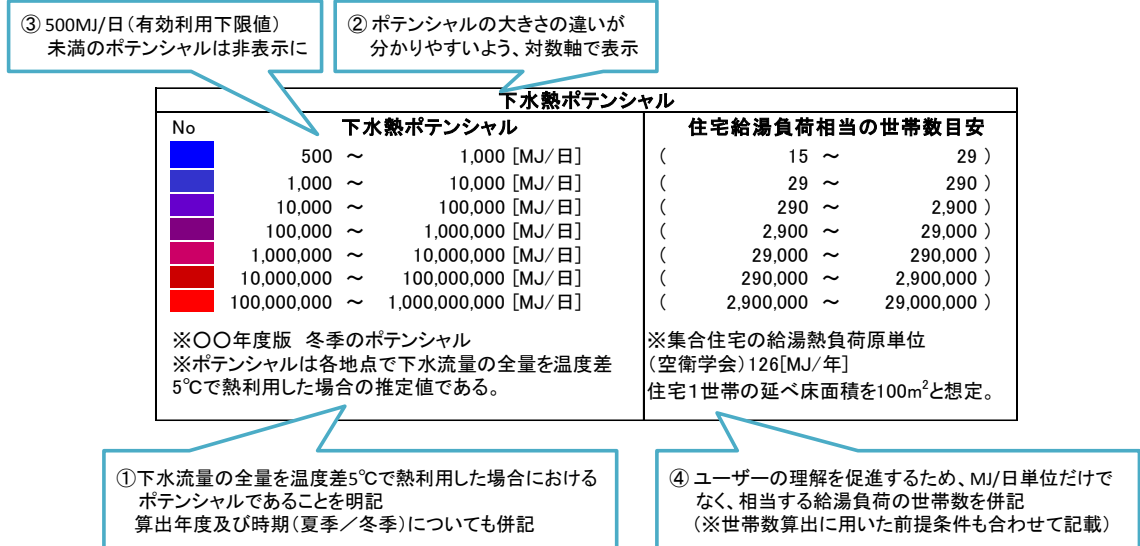


図 2-19 広域ポテンシャルマップの凡例の表示例

また、作成した広域ポテンシャルマップの信頼性を担保するため、マップ作成に使用したデータとその年度についても併せて示すことが望ましい。表 2-3 に表示例を示す。さらに、ポテンシャルを正確に伝えるため、広域ポテンシャルマップには注釈を付けることが望ましい。降雨・融雪や大規模温浴施設等の影響については、「3.2 ポテンシャルの変動要因」を参照されたい。

表 2-3 マップ作成に使用したデータの表示例

マップ作成に使用したデータ		データ年度
下水道台帳電子データ	管路・マンホール図形情報	平成●●年
	管路・マンホール接続情報	平成●●年
建物現況データ	建物図形情報	平成●●年
	位置情報	平成●●年
	延床面積	平成●●年
都市計画データ	土地利用データ	平成●●年
	地形図データ	平成●●年
下水データ	下水流量(▲▲処理場)	平成●●年
	下水温度(▲▲処理場)	平成●●年

【注釈の表示例】

- この下水熱ポテンシャルマップは、「下水熱ポテンシャルマップ(広域ポテンシャルマップ)作成の手引き」(2015年3月環境省総合環境政策局・国土交通省水管理・国土保全局下水道部)に基づき、下水道施設における下水流量測定値を基に、下水温度差5℃としてポテンシャルを推計している。
- 推計に用いたデータは別表のとおりであり、その後の変化は反映されていない。
- 代表日のポテンシャルを推計しているため、降雨や融雪等の影響は考慮していない。
- 下水道施設における下水流量測定値を基に推計したポテンシャルであるため、大規模温浴施設等の近傍等では誤差が大きく生じている可能性がある。

広域ポテンシャルマップの表示媒体としては、紙媒体による地図やホームページ等による電子データが考えられる。時刻別にポテンシャルが推計される場合には、電子データ上において、マンホール毎に、ポテンシャルの最大値、最小値が確認できるようにすることが望ましい。ただし、ポテンシャルは推計値であることから、下水熱利用者に誤解がないよう、「朝方のポテンシャル」「夕方のポテンシャル」等の表記とすることが望ましい。

また、ポテンシャルの高い箇所を集計すること等によって、地域としての下水熱導入可能性を算出し、都市計画等へ反映するなどの活用が考えられる。

3. 広域ポテンシャルマップの利用に際しての留意事項

3.1 広域ポテンシャルマップの推計精度

§1 広域ポテンシャルマップの推計精度

通常手法及び簡易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ポテンシャルの誤差率は、通常手法で-30～-10%、簡易手法で-40～-20%程度であった。簡易手法の方が精度はやや劣る結果となった。

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、処理区内における流量測定点を増やすことが必要となる。

【解説】

本手引きに基づいて作成される広域ポテンシャルマップでは、流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）における下水流量の実測データに基づき、任意のマンホールにおける下水流量を推計し、ポテンシャルを算出している。このため、実際のポテンシャルに対して誤差が生じる可能性がある。

広域ポテンシャルマップの推計精度を検証するため、下水流量が既知のポンプ場を対象に、既知流量（実測値） G_N より算出したポテンシャル（これを「実測ポテンシャル」とする。）と下水処理場の既知流量 G_L から通常手法（2.2 参照）及び簡易手法（2.3 参照）により推定した流量 $\hat{G}_N$ を用いて算出したポテンシャルを比較する（図 3-1）。

モデルとして広域ポテンシャルマップを作成した地域における3つのポンプ場を対象に、精度検証を実施した結果を図 3-2 に示す。精度検証に用いたデータは表 3-1 のとおりである。

通常手法及び簡易手法より算出したポテンシャルの、実測ポテンシャルに対する誤差率はそれぞれ-30～-10%程度、-40～-20%程度であり、簡易手法の方がやや劣る結果となった。

なお、特に簡易手法においては幹線管路以外について推計精度の検証が行われていない。

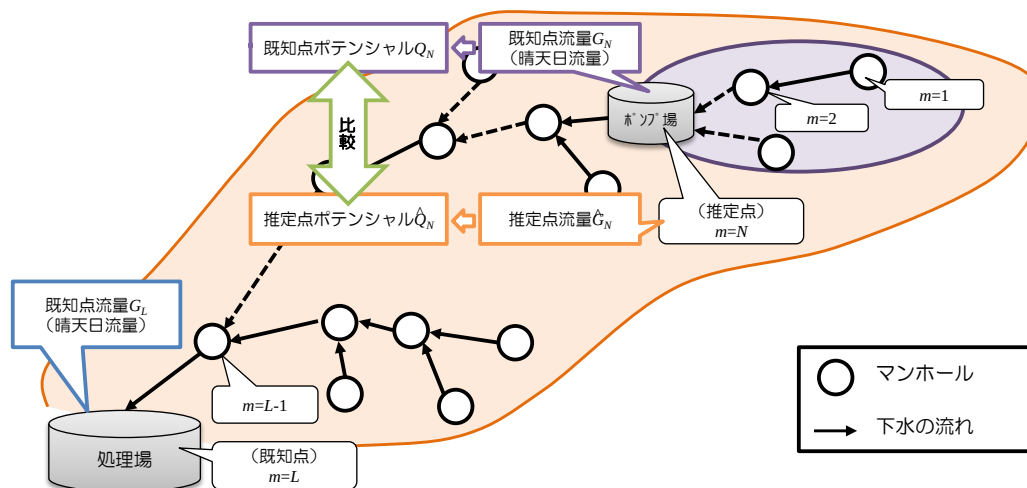


図 3-1 精度検証の方法（イメージ）

表 3-1 精度検証に用いたデータの概要

	A 市	B 市	
集水域面積[m ²]	約 1,000 万 m ²	約 3,300 万 m ²	
検証対象ポンプ場	a ポンプ場	b ポンプ場	c ポンプ場
ポンプ場データ	2/25（晴天日）	2/24（晴天日）	2 月代表日
下水処理場データ	2/25（晴天日）	2/24（晴天日）	2/24（晴天日）

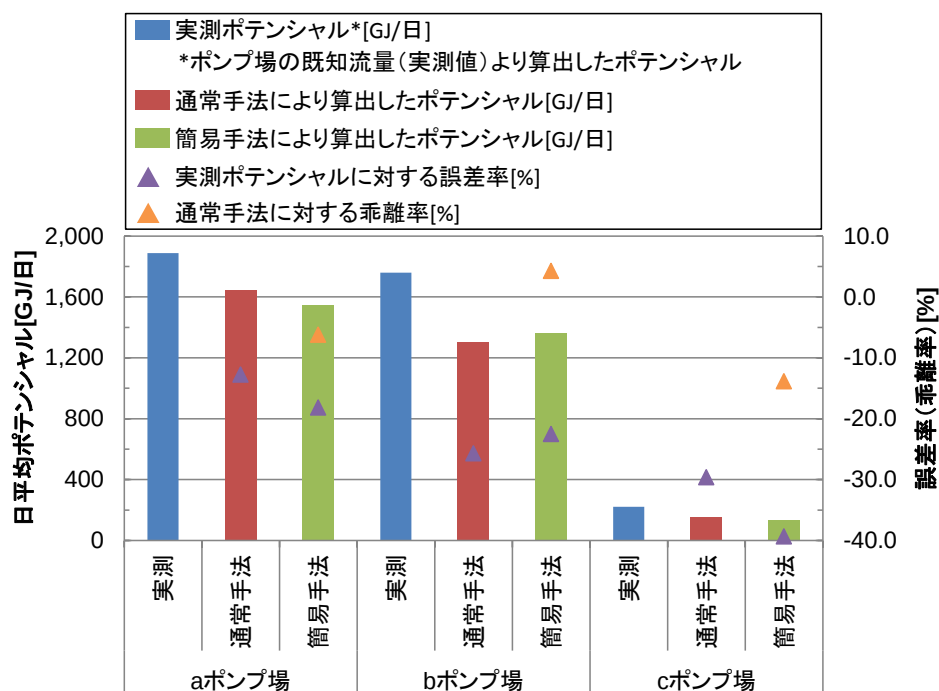


図 3-2 通常手法によるポテンシャルの推計精度の検証事例

通常手法、簡易手法に共通する誤差要因としては以下のようなものが考えられる。

- 本手引きで示した手法では、各建物が接続するマンホールは重心位置が最も近いマンホールと想定し、各マンホールが受け持つ建物延床面積を推計したが、実際にはこの想定とは異なる可能性がある。
- 本手引きで示した手法では、建物からの床面積当たりの排水量は一定と仮定し、建物延床面積で按分することで下水流量を推計しているが、実際には建物用途によって排水量が異なるものと考えられる。このため、排水量が多い（少ない）施設等があった場合にも建物延床面積に応じて分配されるため、推定点によっては実際よりも過小（過大）となる可能性がある。
- 同様に地下水の流入等がある場合にも、建物延床面積に応じて分配されることとなるため、推定点によって実際よりも過小（過大）になる可能性がある。

さらに、簡易手法に関しては建物延床面積を用途地域の区画面積とグロス容積率より推定することとなるため、より誤差が大きくなる傾向にあると考えられる。

広域ポテンシャルマップの推計精度を向上させるために求められることとして、処理区内における流量測定点を増やすことが挙げられる。

推定点における下水流量 $\hat{G}_N$ の推計に、下水処理場における下水流量の実測データ G_L を用いるよりも、より推定点に近いポンプ場等において下水流量 $G_{L'}$ が測定されていれば、それを用いて下水流量を推計することで精度が向上するものと考えられる（図 3-3）。

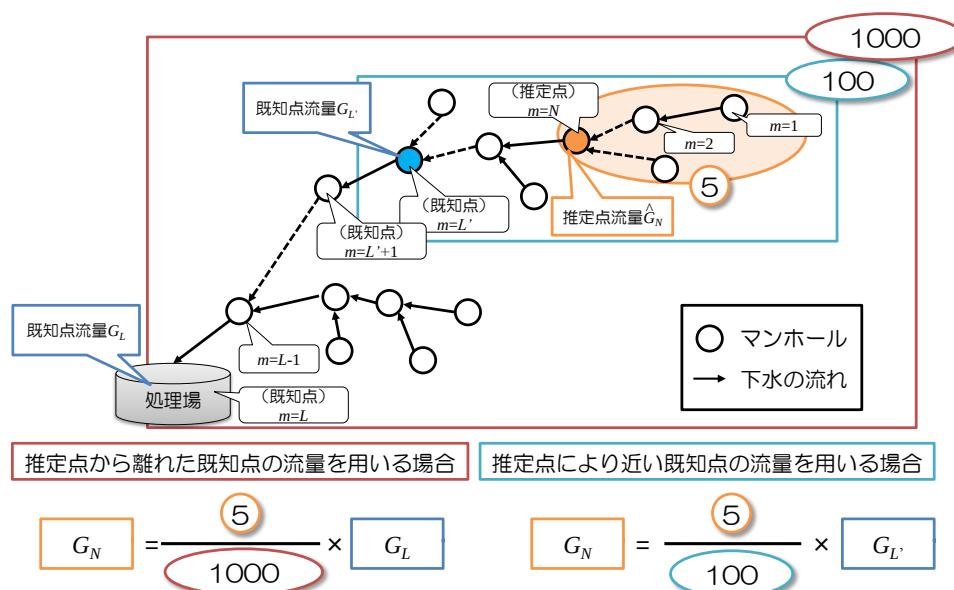


図 3-3 既知点のデータを用いた下水流量の推定のイメージ

3.2 ポテンシャルの変動要因

§1 降水等による影響

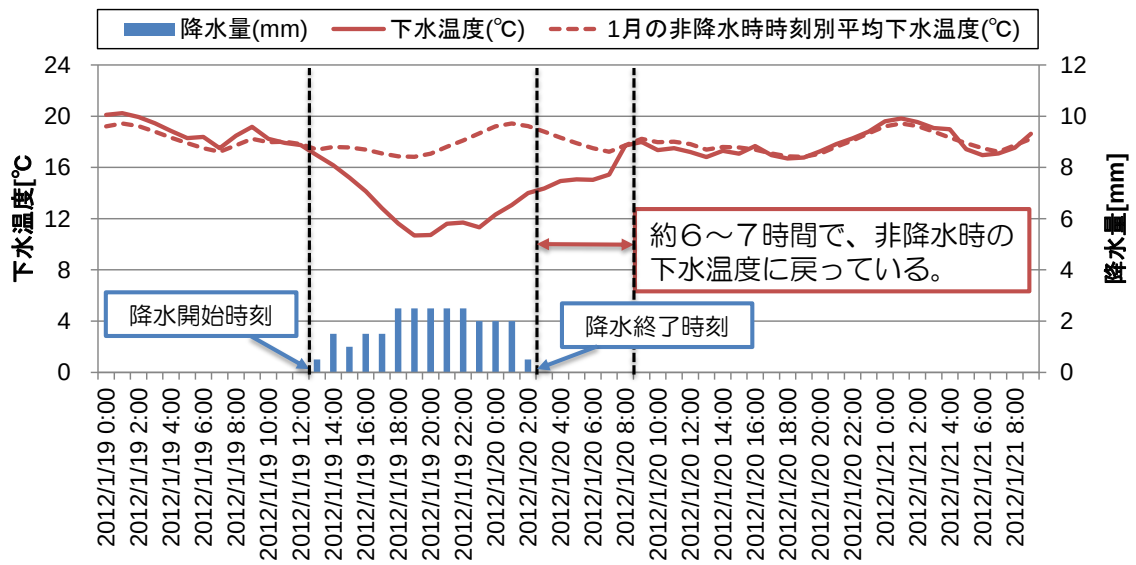
広域ポテンシャルマップでは季節毎の晴天日における日平均ポテンシャルを推計するが、実際は降水によってポテンシャルが変動するため留意が必要である。ただし、既往事例では、降水による影響は一時的であり、一般的な降水量の地域では日平均ポテンシャルへの影響は大きくないものと考えられる。

【解説】

本手引きに基づいて作成される広域ポテンシャルマップでは、季節毎の晴天日における日平均ポテンシャルを推計するが、実際は降水によってポテンシャルが変動するため、広域ポテンシャルマップの利用時には留意が必要である。

降水による下水温度への影響に関する検討事例として、図 3-4 に近畿地方某市における時刻別の下水温度の実測結果と降水量（気象台データ）を示す。降水開始時刻とほぼ同時刻に下水温度が低下し始め、最大約 7℃低下している。一方で、降水が終了してから数時間後には非降水時の温度帯に戻っていることが分かる。これより、降水量が一般的な地域であれば、降水により下水温度が一時的に低下しても、日平均ポテンシャル量には大きく影響しないものと考えられる。

ただし、豪雪地域等に関しては降雪、融雪による下水温度への影響がより大きくなると考えられるため、実測等により影響を把握することが望ましい。



注釈) 降水日に仮に降水がなかった場合の下水温度と実際の下水温度との温度差。降水がなかった場合の下水温度については、非降水時の月別時刻別平均下水温度より推定。

図 3-4 近畿地方某市における時刻別の下水温度と降水量

(2012 年 1 月 19 日～1 月 21 日)

出所) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の研究開発事業「都市域における下水管路網を利用した下水熱利用・熱融通技術」における実測データ及び大阪管区气象台データより作成

§2 大規模温浴施設等による影響

本手引きにおけるポテンシャルの算出方法では、建物からの床面積当たりの排水量は一定と仮定しており、建物用途による排水量の違いについては考慮していない。このため、一般的な用途の施設とは床面積当たりの排水量が異なる施設（大規模温浴施設、宿泊施設、倉庫等）が存在する場合には、ポテンシャルが変動する可能性があるため、留意が必要である。

【解説】

本手引きでは、「2.1 広域ポテンシャルマップ作成の前提条件」に記載したとおり、流量既知点（下水処理場、ポンプ場、マンホールポンプ等）の下水流量を建物延床面積比率（流量既知点が受け持つ範囲の建物延床面積に対する推定点が受け持つ範囲の建物延床面積の比）で按分することで、推定点における下水流量を算出し、ポテンシャルを求めている。この際、建物からの床面積当たりの排水量は一定と仮定しており、建物用途による排水量の違いについては考慮していない。このため、一般的な用途の施設よりも床面積当たりの排水量が多い大規模温浴施設・宿泊施設や、逆に排水量が少ない倉庫等の施設が存在する場合には、ポテンシャルが変動する可能性があるため、留意が必要である。

また、近畿地方某市における下水温度の実測事例では、近傍に温浴施設が立地している測定点では、他の測定点よりも常時約5℃高い結果が得られており、こうした特殊用途の施設がある場合には下水温度にも影響を与えられられる。

3.3 広域ポテンシャルマップの更新時期

§1 広域ポテンシャルマップの更新時期

下水熱ポテンシャルに影響を与える変動要因が生じた場合（下水道事業計画や都市計画等が変更・策定された場合等）には、その都度広域ポテンシャルマップを更新することが望ましい。

【解説】

本手引きに基づいて作成される広域ポテンシャルマップは、その作成に用いたデータ取得時点における下水熱ポテンシャル情報を提示するものであり、下水熱ポテンシャルの将来変化については考慮していない。このため、下水熱ポテンシャルに影響を与える変動要因が生じた場合には、その都度マップを更新することが望ましい。

下水熱ポテンシャルに影響を与える変動要因としては、大きく分けて①下水道側の変化と②建物側の変化が考えられる。

① 下水道側の変化として考えられるものは以下のとおり。

- 下水処理場の新設・移設
- 下水管路の敷設やルート変更
- 下水道排除方式の変更（合流式から分流式への変更） 等

② 建物側の変化としては考えられるものは以下のとおり。

- 排水量が多い施設（温浴施設、宿泊施設等）の新設・更新・廃止
- 大規模な下水熱利用施設の新設 等

このような下水熱ポテンシャルに影響を与える下水道事業計画や都市計画等が変更、策定された場合には、そのタイミングに合わせてポテンシャルマップを更新することが望ましい。

4. モデル地域における広域ポテンシャルマップの作成事例

§1 仙台市

仙台市における広域ポテンシャルマップの作成事例を示す。

モデル地域の概要を表 4-1 に示す。当該エリアにおいては、広域ポテンシャルマップの作成に必要なデータが整備されていることから、2.2 に示した通常手法によりマップを作成した。マップ作成に使用したデータを表 4-2 に示す。また、夏季・冬季におけるマップの作成結果を図 4-1～図 4-8 に示す。

表 4-1 仙台市におけるモデル地域の概要

マップ作成エリア	仙台市公共下水道事業区域及び周辺地域
地域特性	太平洋側より水田地帯、市街地、丘陵地帯で形成。寒冷地ではあるが、降雪・積雪量は少ない。
下水道の整備状況	下水普及率は 98.0%、一部合流式
マップ作成に必要なデータの整備状況	● 下水道台帳電子データ：○ ● 建物現況データ：○ ● 都市計画データ：○ ● 下水処理場、ポンプ場等における下水流量データ：○
作成したマップの活用方法・活用予定	● 都市計画の中で、機能集約と環境負荷低減を実現する都市づくりを掲げており、平成 27 年度開業予定の地下鉄事業とあわせてまちづくりが進められている。また、東部の津波被災地区周辺では復興関連のプロジェクトが動いている。 ● 下水熱ポテンシャルマップの作成により、土地の付加価値を見出すことができれば、民間活力の誘導により目指す都市像の実現と復興の加速化に資することが期待される。 ● また、民間事業者と共同で下水管渠熱の利用に関する検討を行っており、この共同研究結果とポテンシャルマップの作成結果を合わせて、他部局及び民間事業者に対して提示することで、下水熱の有効利用を促進する。

表 4-2 マップ作成に使用したデータ

マップ作成に使用したデータ		データ年度
下水道台帳電子データ	管路・マンホール図形情報	平成 21 年
	管路・マンホール接続情報	平成 21 年
建物現況データ	建物図形情報	平成 20 年
	位置情報	平成 20 年
	延床面積	平成 20 年
都市計画データ	土地利用データ	平成 20 年
	地形図データ	平成 20 年
下水流量データ	以下の施設における下水流量 ・南蒲生浄化センター ・広瀬川浄化センター ・上谷刈浄化センター ・秋保温泉浄化センター ・定義浄化センター	平成 21 年

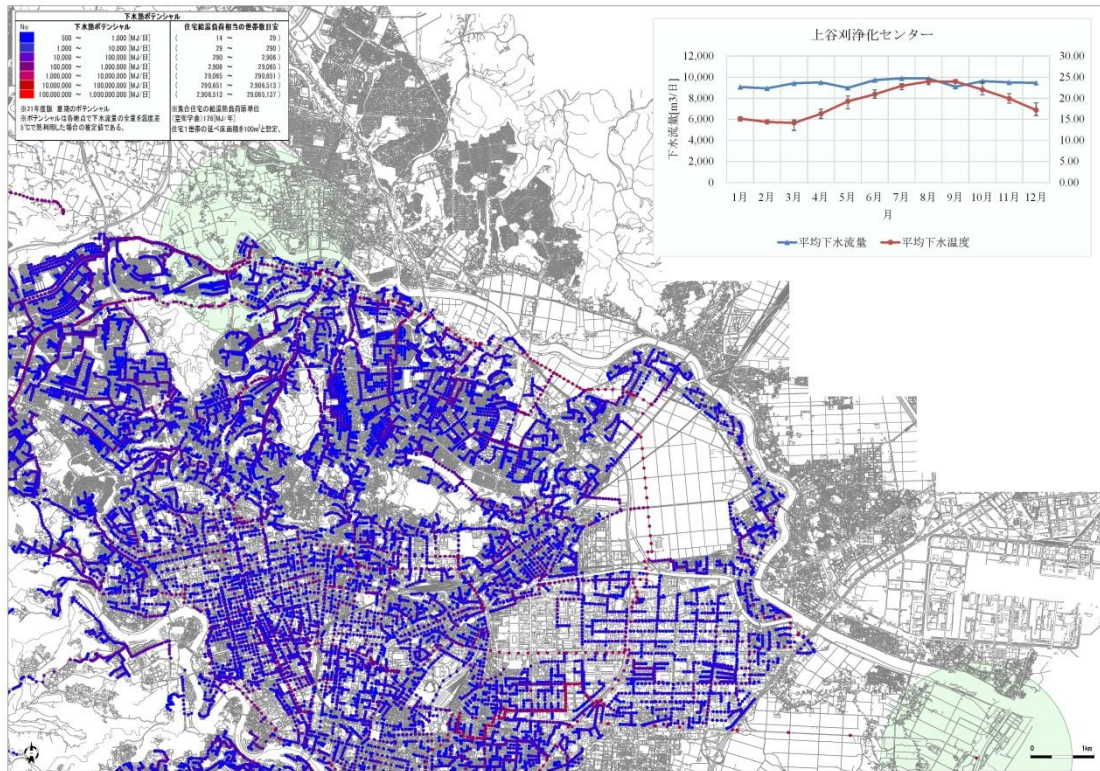


図 4-1 仙台市北東地域における広域ポテンシャルマップ（夏季）

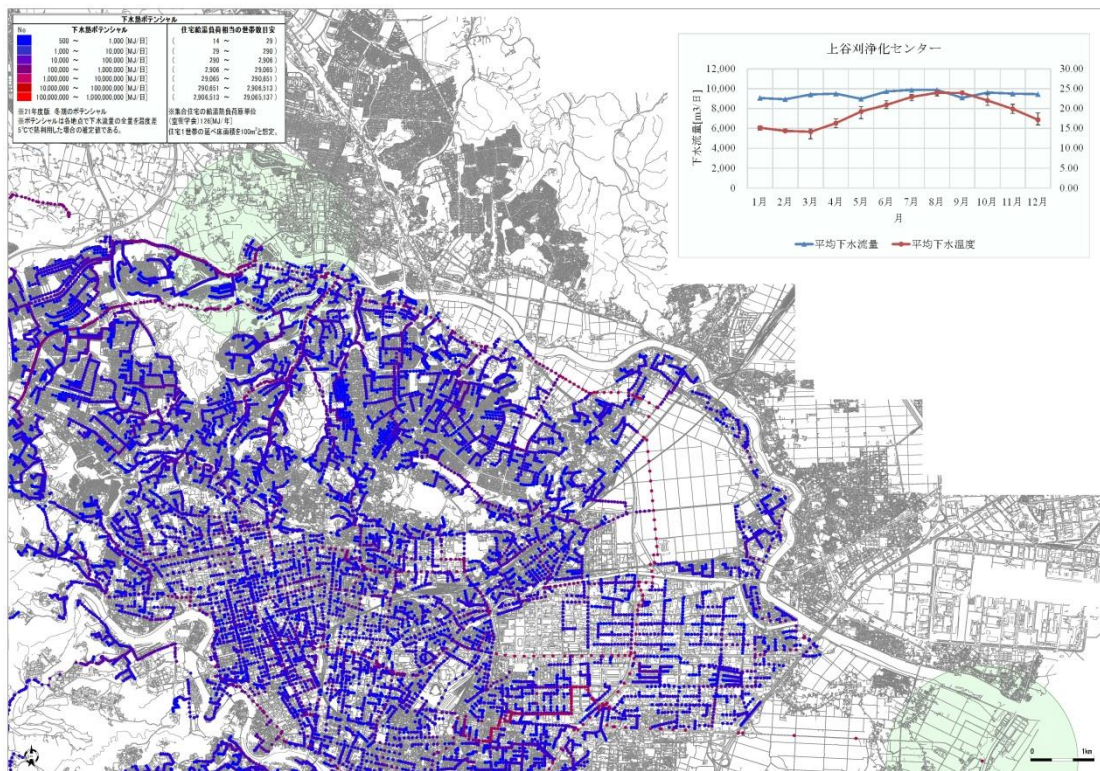
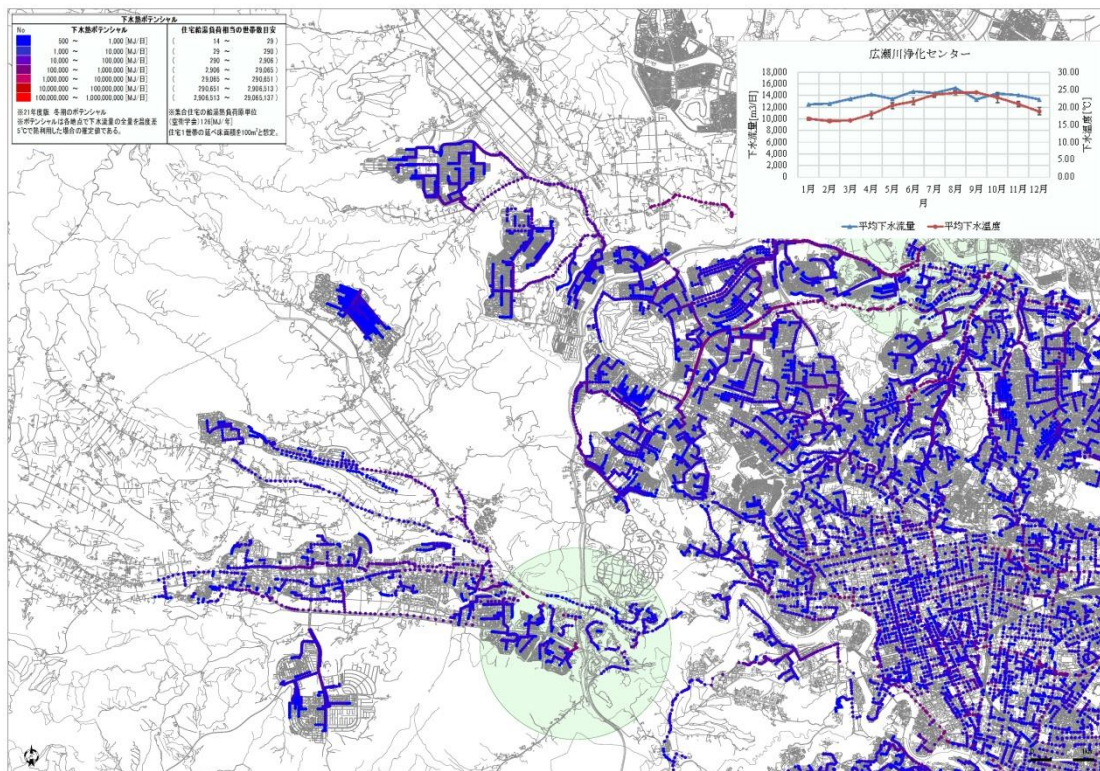
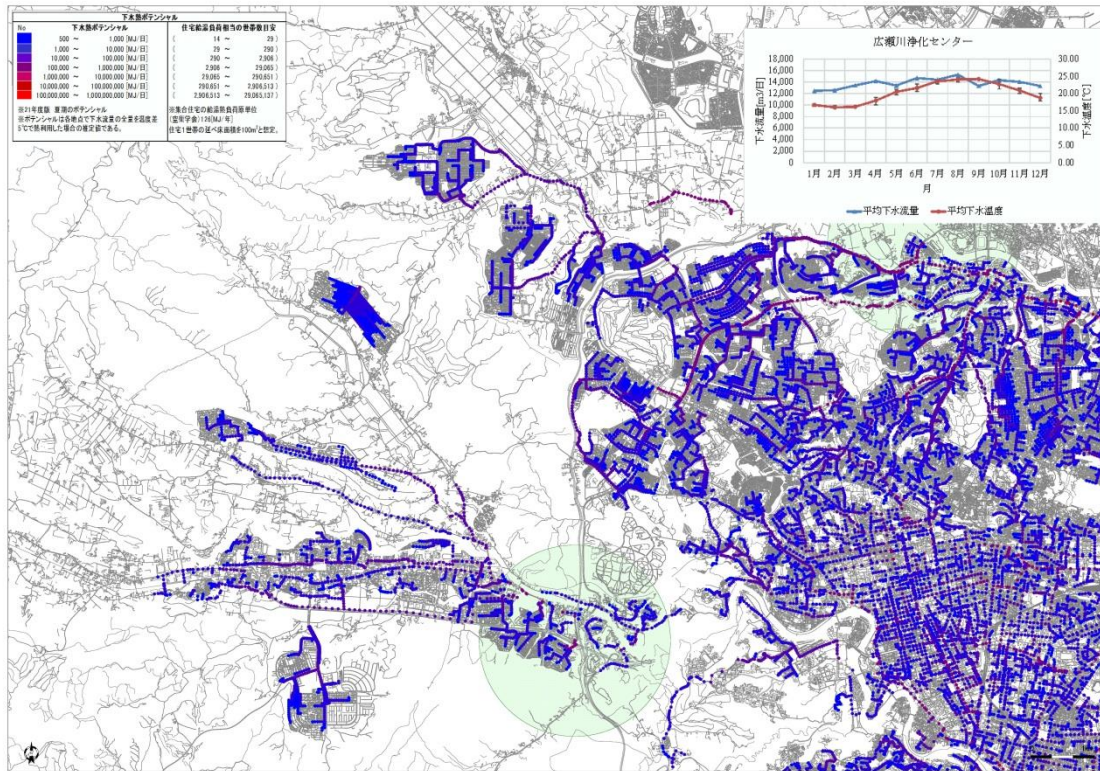


図 4-2 仙台市北東地域における広域ポテンシャルマップ（冬季）



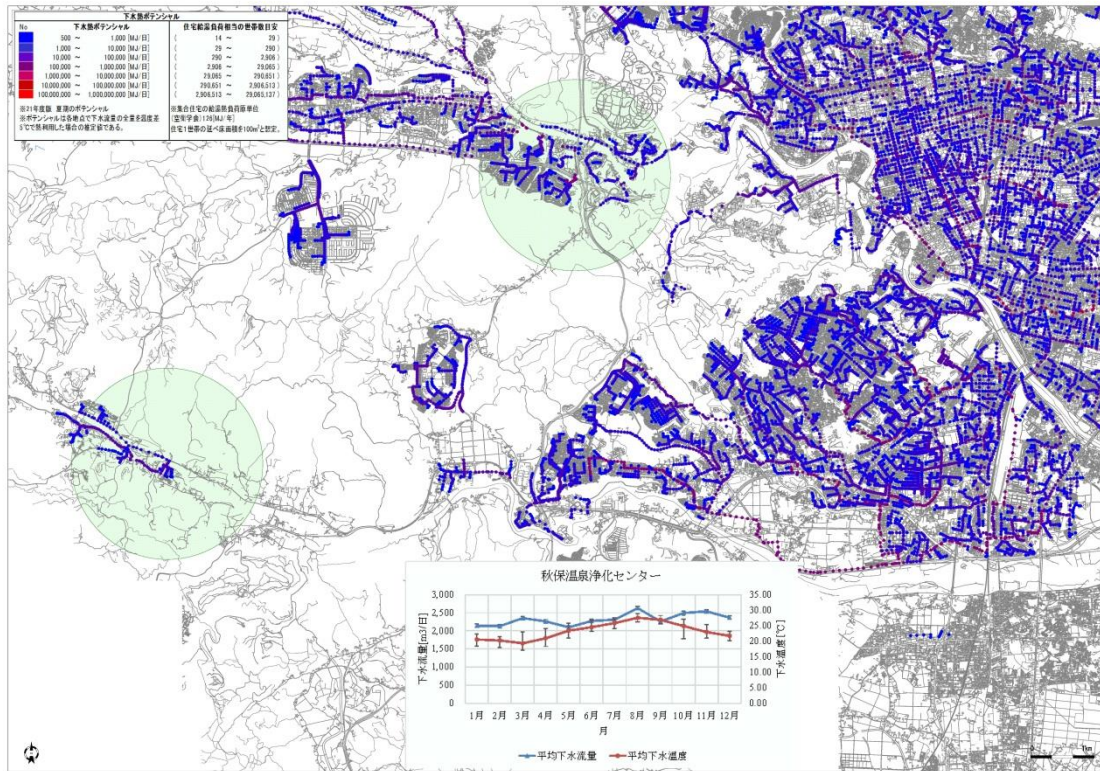


図 4-5 仙台市南西地域における広域ポテンシャルマップ（夏季）

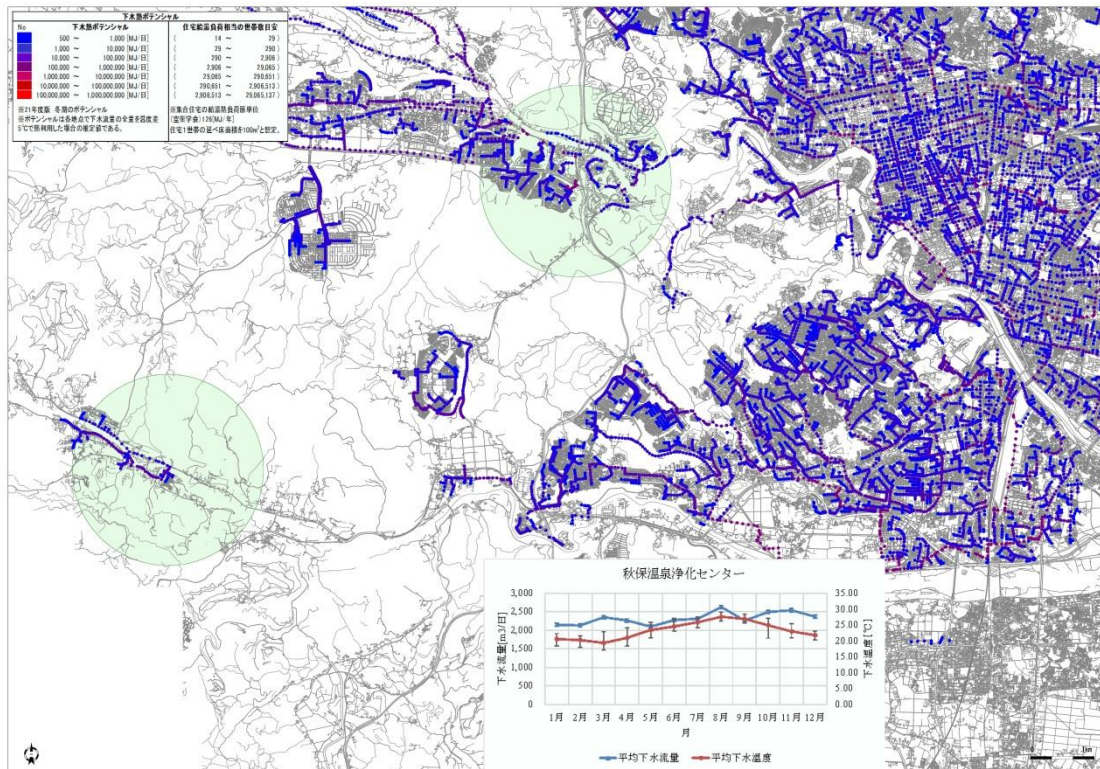
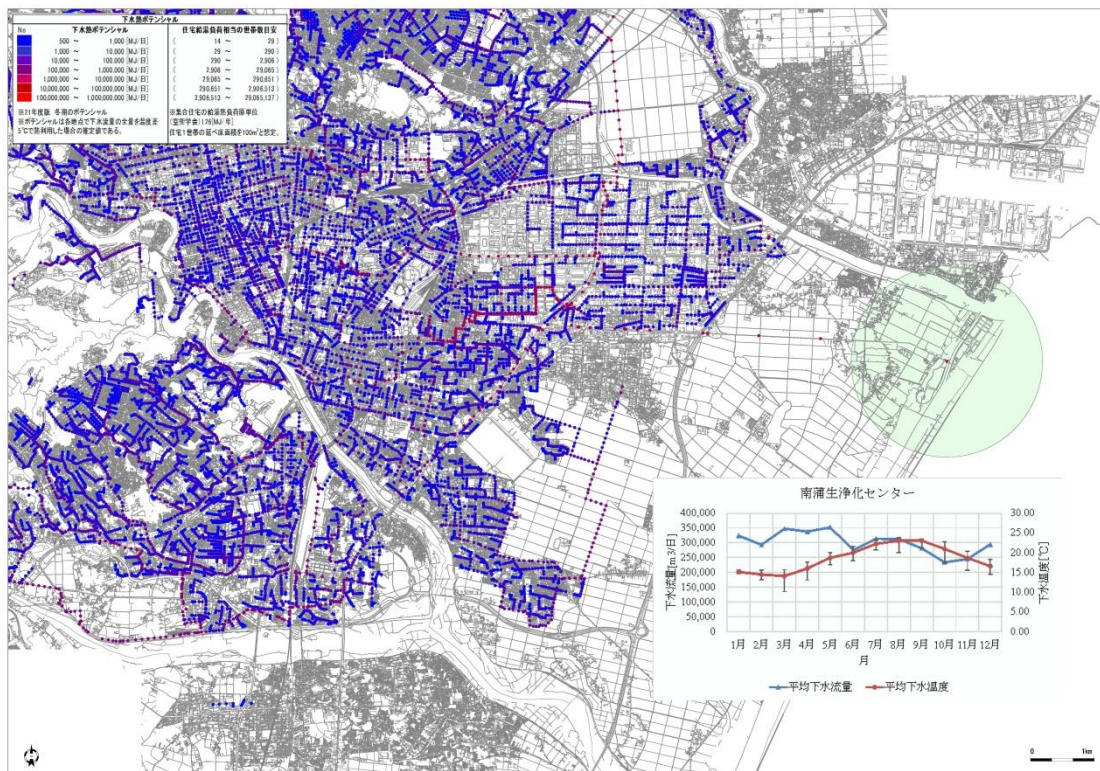
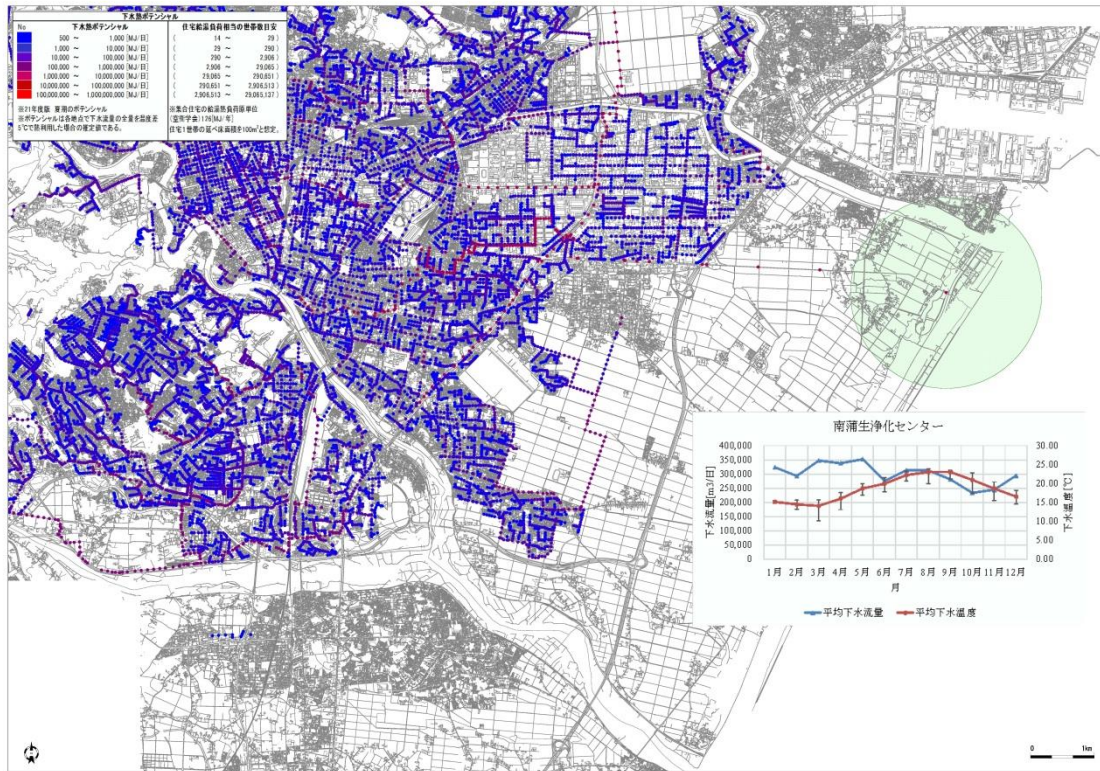


図 4-6 仙台市南西地域における広域ポテンシャルマップ（冬季）



§2 福岡市

福岡市における広域ポテンシャルマップの作成事例を示す。

モデル地域の概要を表 4-3 に示す。当該エリアにおいては、広域ポテンシャルマップの作成に必要なデータが整備されていることから、2.2 に示した通常手法によりマップを作成した。マップ作成に使用したデータを表 4-4、夏季・冬季におけるマップの作成結果をそれぞれ図 4-9、図 4-10 に示す。

表 4-3 福岡市におけるモデル地域の概要

マップ作成エリア	天神・渡辺通地域、博多駅周辺地域、ウォーターフロント地域
地域特性	福岡平野に含まれ、概ね平坦。海岸部は大半が埋立地。
下水道の整備状況	下水普及率は 99.6%、合流式及び分流式
マップ作成に必要なデータの整備状況	● 下水道台帳電子データ：○ ● 建物現況データ：○ ● 都市計画データ：○ ● 下水処理場、ポンプ場等における下水流量データ：○
作成したマップの活用方法・活用予定	● 特定都市再生緊急整備地域（天神・渡辺通地域、博多駅周辺地域及びウォーターフロント地域）では下水熱等の未利用エネルギーを民間利用するための規制緩和がなされているほか、都心部では環境負荷の低減等を図る施設設備に対する容積率緩和措置のインセンティブ施策が導入されているため、下水熱利用に関心を示す開発事業者が存在する。 ● 下水熱ポテンシャルマップの作成により、下水熱ポテンシャルの賦存位置が明確化されれば、採算性の検討も容易となるため、開発者にとっての有効な判断材料となると考えられる。このためポテンシャルマップを開発事業者に対して積極的に開示し、連携体制を構築することで、下水熱の有効利用の促進を目指す。

表 4-4 マップ作成に使用したデータ

マップ作成に使用したデータ		データ年度
下水道台帳電子データ	管路・マンホール図形情報	平成 24 年
	管路・マンホール接続情報	平成 24 年
建物現況データ	建物図形情報	平成 24 年
	位置情報	平成 24 年
	延床面積	平成 24 年
都市計画データ	土地利用データ	平成 24 年
	地形図データ	平成 24 年
下水流量データ	以下の施設における下水流量 中部水処理センター	平成 24 年

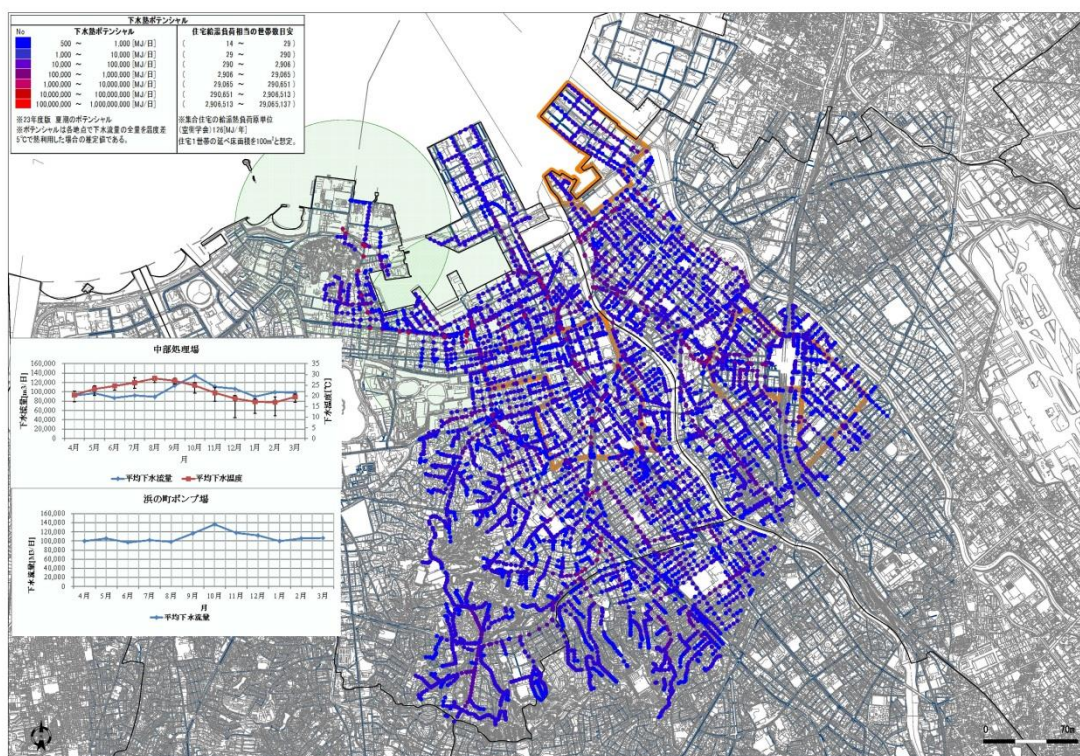


図 4-9 福岡市における広域ポテンシャルマップ（夏季）

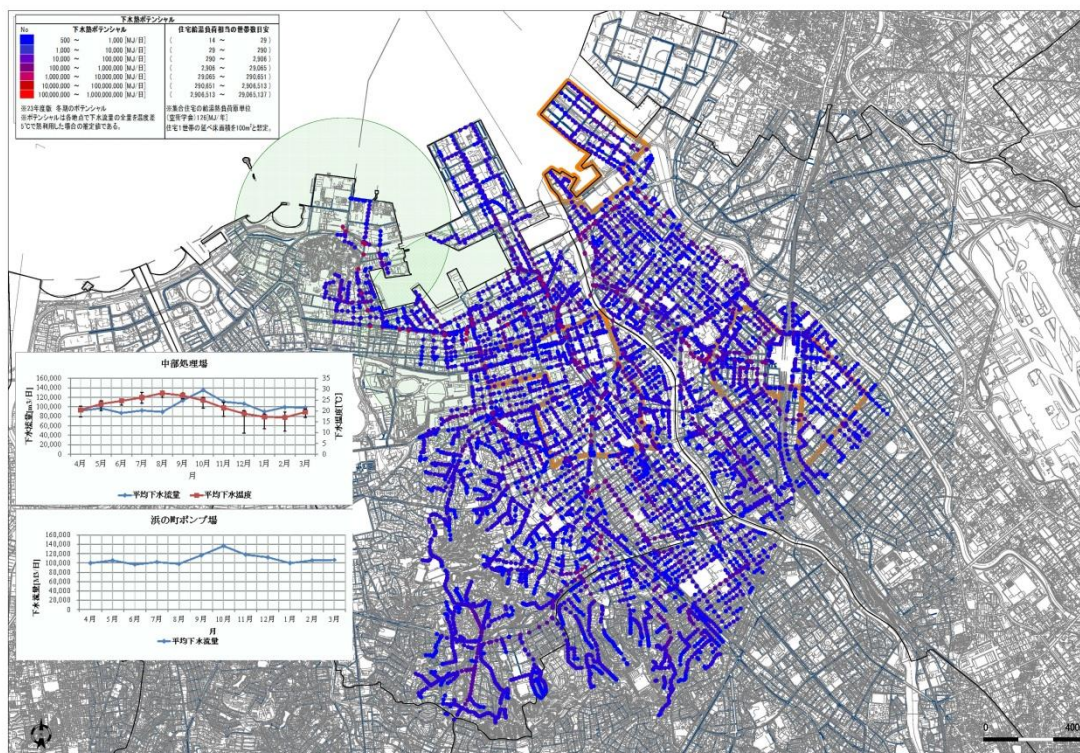


図 4-10 福岡市における広域ポテンシャルマップ（冬季）

§3 神戸市

神戸市における広域ポテンシャルマップの作成事例を示す。

モデル地域の概要を表 4-5 に示す。当該エリアにおいては、下水道台帳が電子化されているものの、そのファイル形式が DXF 形式及び CSV 形式であるため、マップ作成に活用することが困難であった。また、建物現況データについても情報セキュリティの観点より使用することができないため、2.3 に示した簡易手法によりマップを作成した。マップ作成に使用したデータを表 4-6、夏季・冬季におけるマップの作成結果を図 4-11～図 4-14 に示す。

表 4-5 神戸市におけるモデル地域の概要

マップ作成エリア	旧市街地・人工島エリア、下水道幹線に沿ったエリア
地域特性	市街地が東西に広がり、南北方向には六甲山系が海付近まで迫る。
下水道の整備状況	下水普及率は 98.7%、一部合流式
マップ作成に必要なデータの整備状況	● 下水道台帳電子データ：△（DXF 形式、CSV 形式） ● 建物現況データ：－（情報セキュリティ上、使用不可） ● 都市計画データ：○ ● 下水処理場、ポンプ場等における下水流量データ：○
作成したマップの活用方法・活用予定	● 神戸市は「環境モデル都市」に選定されている。 ● 都市計画部局において建築物・建築設備の更新時期に建築物の省エネ化や未利用・再生可能エネルギーの導入、エネルギーの面的利用等について事業者を検討を促す制度づくりを進めている。 ● 事業者を利用可能性の検討を促すためには、未利用エネルギーのポテンシャル等について適切な情報を提供する必要があることから、都市計画部局にて高温排熱等の未利用エネルギーのポテンシャルのマップ化を検討している。今回作成する下水熱ポテンシャルマップもあわせて活用することで、より正確な情報提供を事業者提供する。

表 4-6 マップ作成に使用したデータ

マップ作成に使用したデータ		データ年度
下水道事業計画図	管路・マンホール図形情報	平成 23 年
	管路・マンホール接続情報	平成 23 年
用途地域データ	用途地域区画図形情報	平成 23 年
	用途地域区画位置情報	平成 23 年
	延床面積	-
都市計画データ	土地利用データ	平成 24 年
	地形図データ	平成 25 年
下水流量データ	以下の施設における下水流量 ・ 西部処理場 ・ ポートアイランド処理場 ・ 垂水処理場 ・ 東灘処理場	平成 24 年

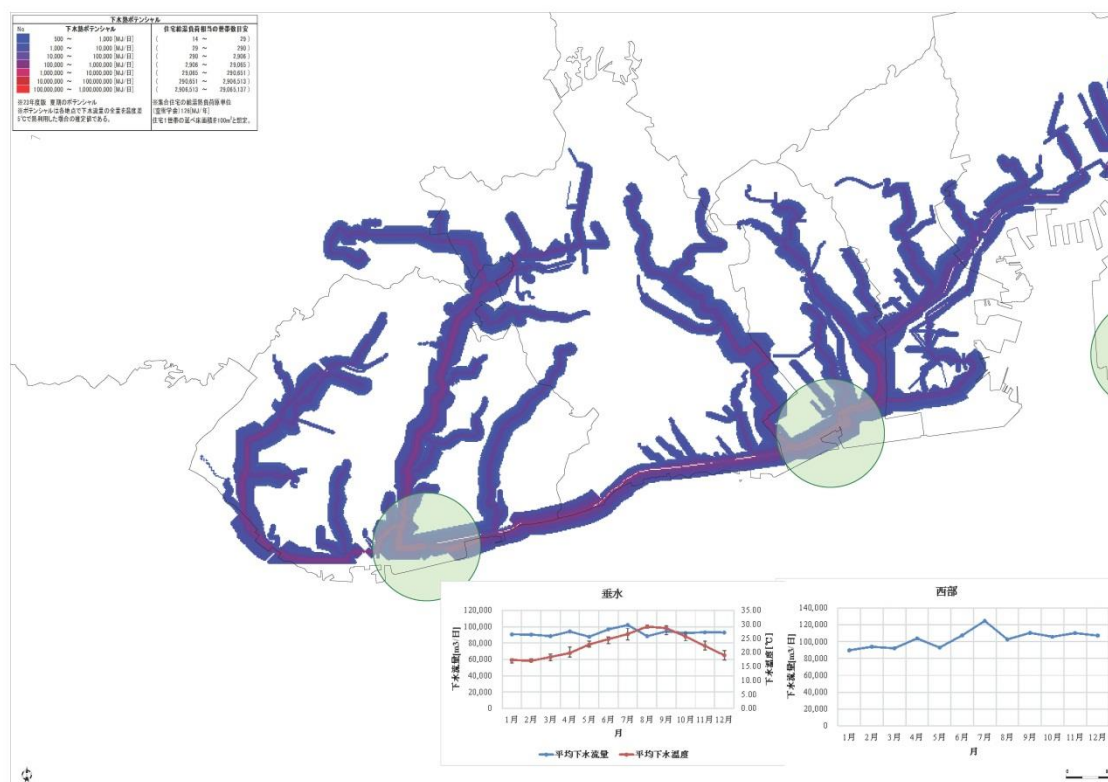


図 4-11 神戸市西部地域における広域ポテンシャルマップ（夏季）

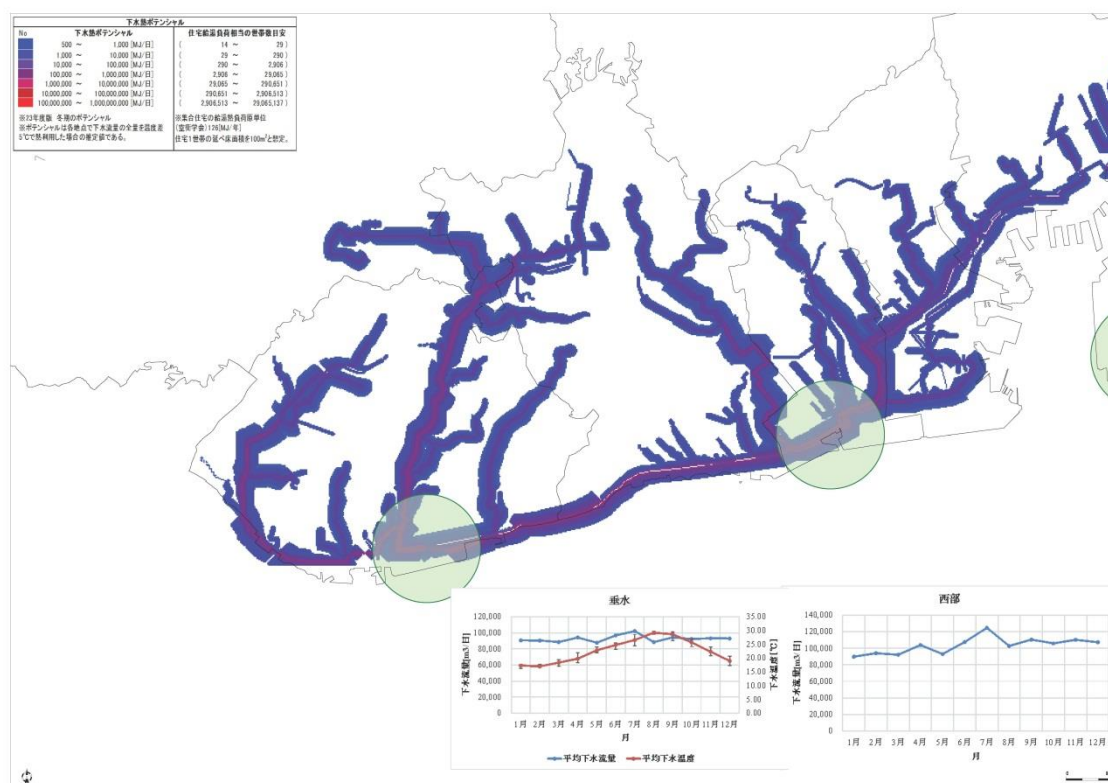
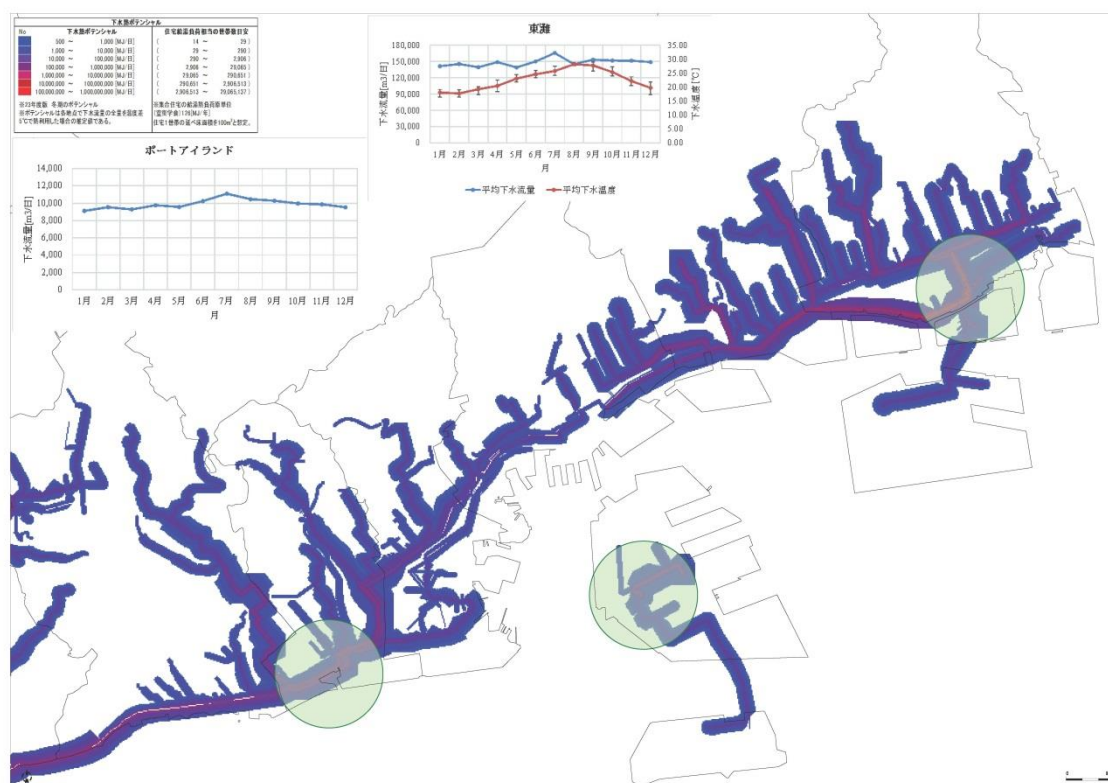
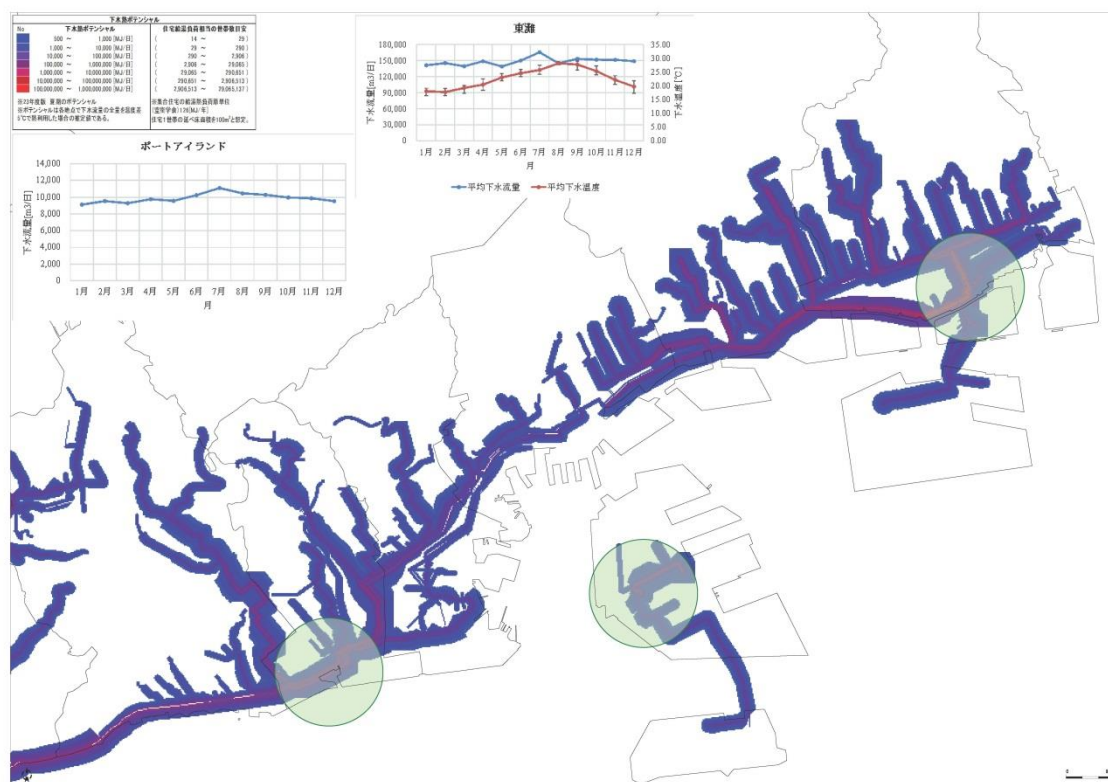


図 4-12 神戸市西部地域における広域ポテンシャルマップ（冬季）



5. 参考資料

§1 全国の下水道台帳の電子化状況

全国の地方公共団体のうち下水道台帳が電子化されているのは約半数程度であり、DM、シェープファイル形式で電子化されているのは約 20%である（平成 22 年度時点）。

【解説】

総務省による「地方公共団体における行政情報化の推進状況調査（平成 22 年度）」では、全国の地方公共団体における下水道台帳の電子化状況及びその電子ファイル形態（DM（デジタル・マッピング）、シェープファイル、CAD（SXF）、CAD（SXF 以外）、ラスター（TIFF）、ラスター（TIFF 以外）、PDF）についても調査が行われている。

このうち、「DM」、「シェープファイル」の場合は 2.2 に示した通常手法で広域ポテンシャルマップの作成が可能であるが、それ以外のファイル形式及び電子化されていない場合は 2.3 に示した簡易的な手法を用いて作成することとなる。

同調査結果に基づく、都道府県、政令指定都市、中核市、それ以外の地方公共団体における電子ファイル形式毎の集計結果を図 5-1 に示す。

政令指定都市のうち 65%、中核市のうち 45%については、下水道台帳が「DM」、「シェープファイル」のファイル形式で整備されていることから、通常手法で広域ポテンシャルマップの作成が可能であることが分かる。一方、それ以外の地方公共団体では、約半数において下水道台帳が電子化されておらず、「DM」、「シェープファイル」で整備されているのは 20%程度に留まる。こうした地方公共団体において、広域ポテンシャルマップを作成するためには、簡易手法を用いることが想定される。

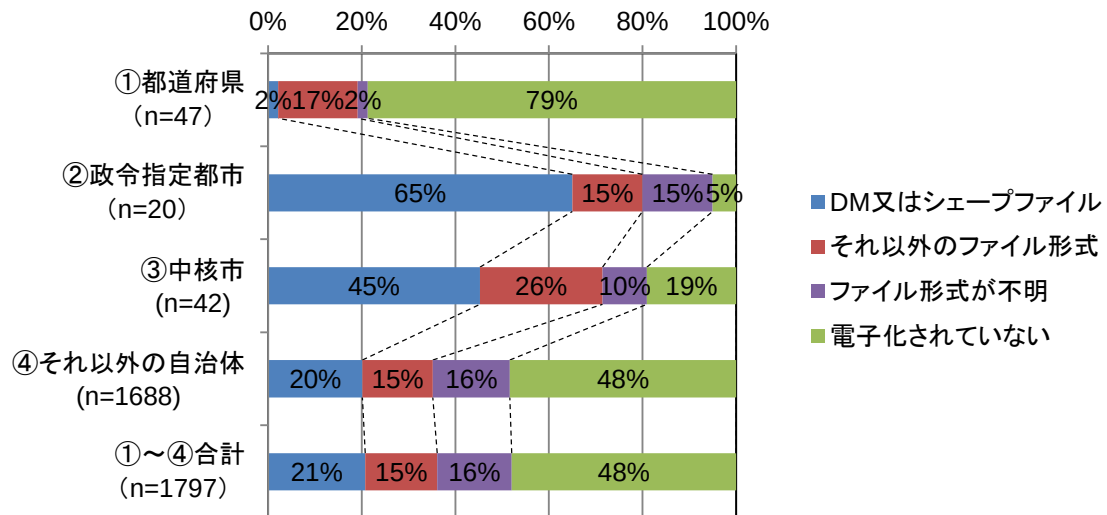


図 5-1 地方公共団体における下水道台帳の電子化状況

出所) 総務省「地方公共団体における行政情報化の推進状況調査」(平成 22 年度)より作成

§2 全国の下水処理場における下水温度

全国の下水处理施設における流入下水の年間平均水温・年間最低水温・年間最大水温を示す。

【解説】

「下水道統計（平成 23 年度版）」に掲載されている、全国の下水处理場（2240 箇所）における流入下水の年平均水温と年平均気温について、地方ブロック別に図 5-2 に示す。

また、各ブロックにおける下水処理場における流入下水の年間の最高水温・平均水温・最低水温と年間平均気温を図 5-3～図 5-8 に示す。なお、地方ブロックの分類は表 5-1 に示すとおり。

表 5-1 地方ブロックの分類

ブロック名	都道府県	下水処理場数
北海道・東北ブロック	北海道、青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県	460
関東ブロック	茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、富山県、石川県、福井県、山梨県	306
中部ブロック	新潟県、富山県、石川県、福井県、山梨県、長野県、岐阜県、静岡県、愛知県、三重県	536
近畿ブロック	滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県、鳥取県	356
中国・四国ブロック	島根県、岡山県、広島県、山口県、徳島県、香川県、愛媛県、高知県	314
九州ブロック	福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県	268

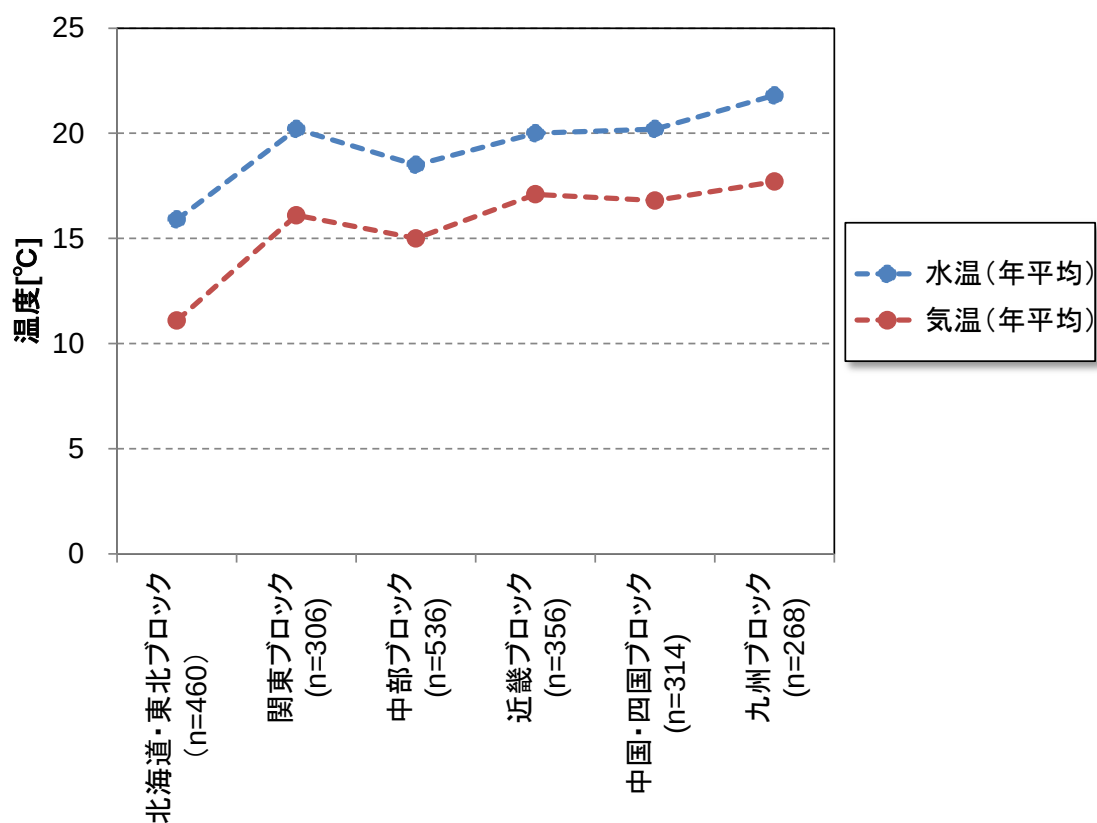


図 5-2 流入下水の年平均水温と年平均気温（地方ブロック別の中央値）

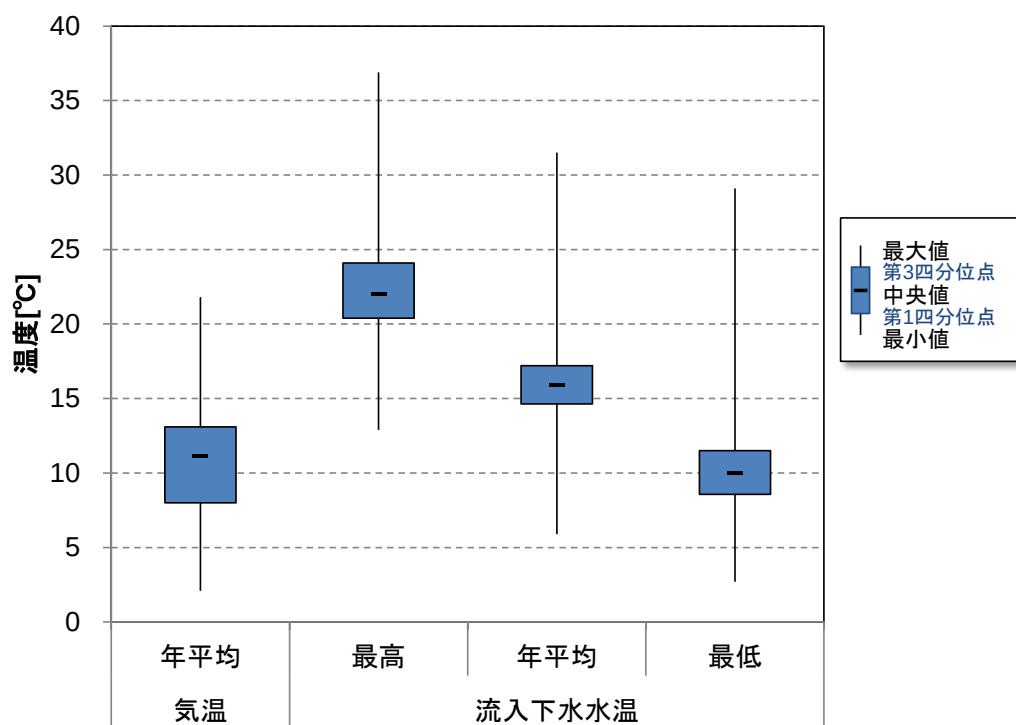


図 5-3 流入下水の年間の最高・平均・最低水温と年平均気温
（北海道・東北ブロック, n=460）

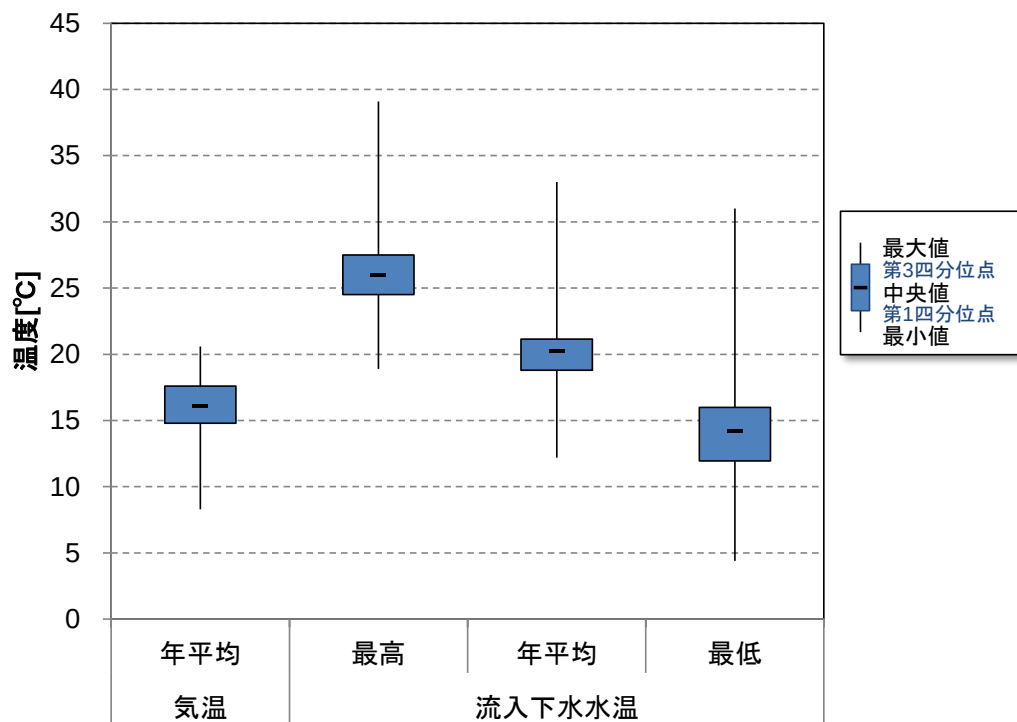


図 5-4 流入下水の年間の最高・平均・最低水温と年平均気温
(関東ブロック, n=306)

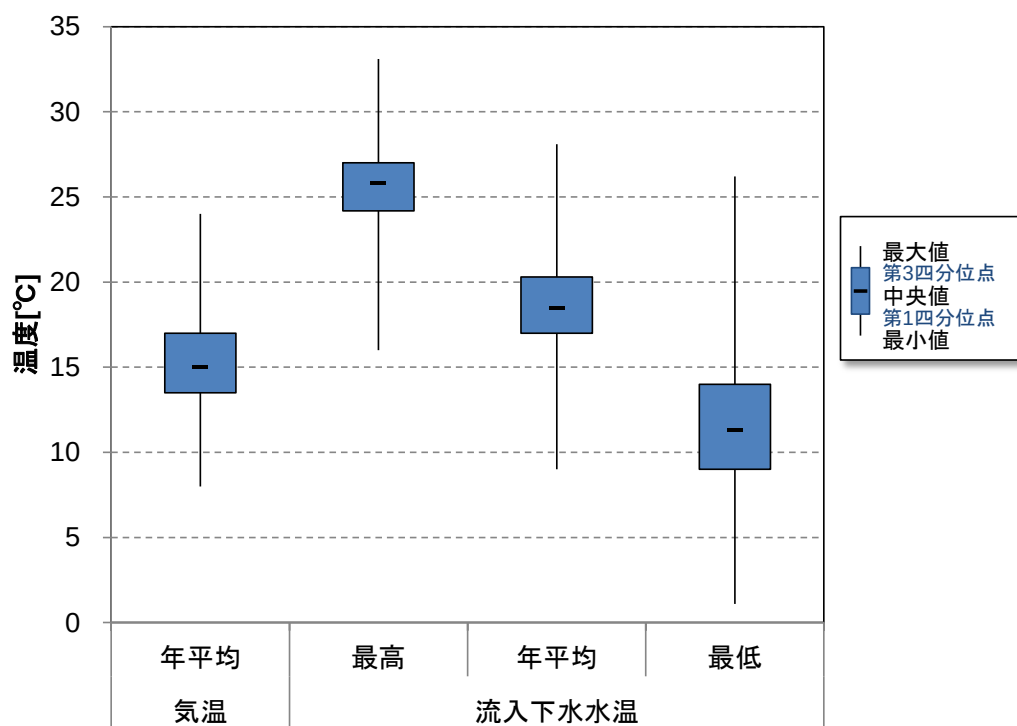


図 5-5 流入下水の年間の最高・平均・最低水温と年平均気温
(中部ブロック, n=536)

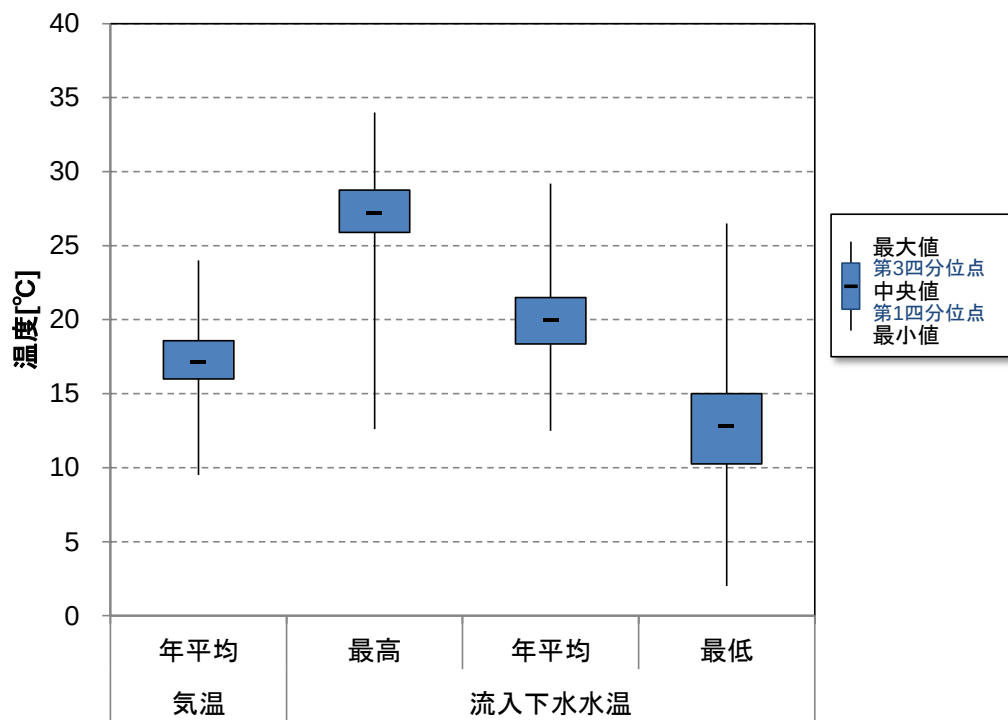


図 5-6 下水処理施設の年間の最高・平均・最低水温と年平均気温
(近畿ブロック, n=356)

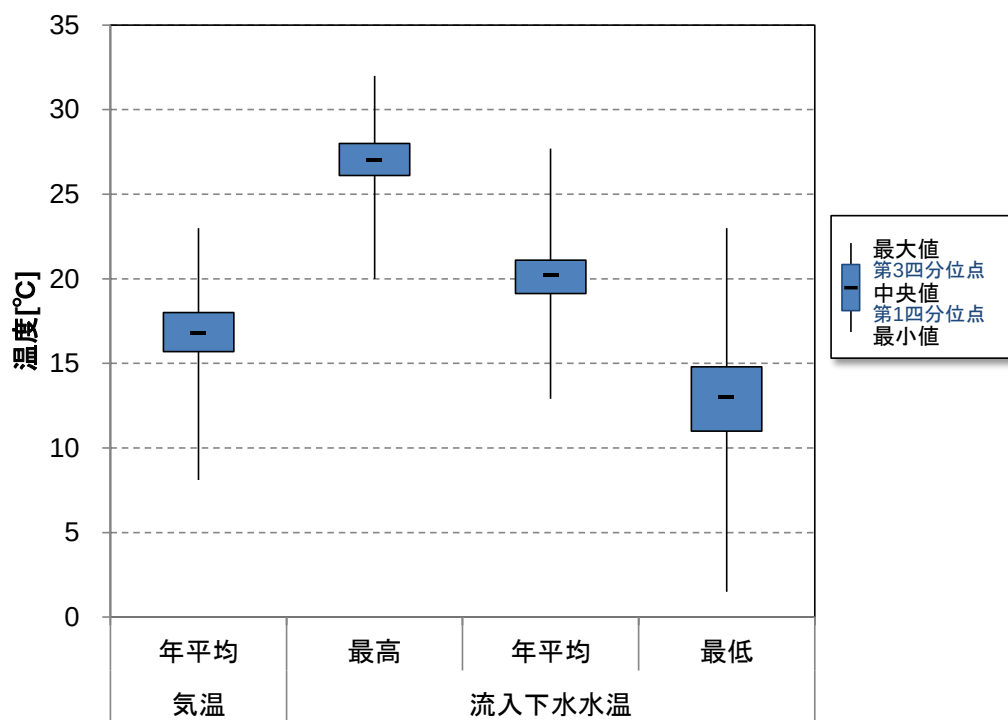


図 5-7 下水処理施設の年間の最高・平均・最低水温と年平均気温
(中国・四国ブロック, n=314)

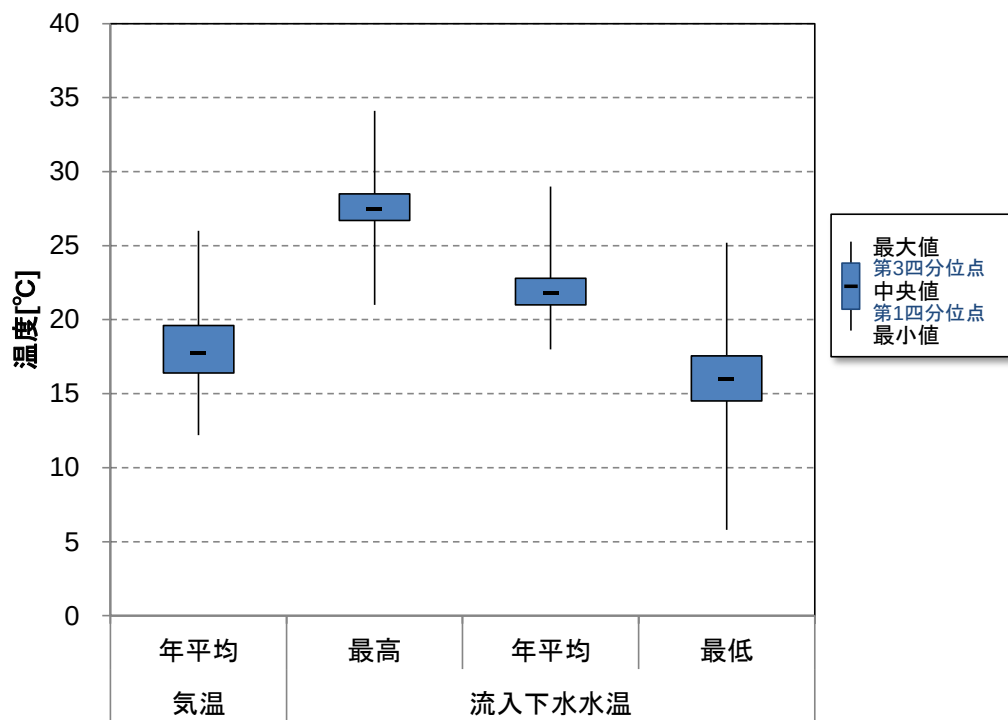


図 5-8 下水処理施設の年間の最高・平均・最低水温と年平均気温
(九州ブロック, n=268)

出所) いずれも公益財団法人日本下水道協会「下水道統計(平成23年度版)」より作成

下水熱等未利用熱ポテンシャルマップ分科会

委員名簿

本手引きは、「下水熱利用推進協議会」の下に設置した「下水熱等未利用熱ポテンシャルマップ分科会」において検討し、作成したものである。

【座長】

中尾 正喜 大阪市立大学大学院 特命教授

【副座長】

秋澤 淳 東京農工大学大学院 工学研究科 教授

【委員】

今田 毅 一般社団法人 不動産協会 事務局次長

佐藤 弘泰 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 准教授

藺田 健一 一般社団法人 日本下水道施設業協会 技術専門委員会 委員

長谷川 実 一般社団法人 日本熱供給事業協会 技術委員会 委員

松原 逸郎 一般社団法人 全国上下水道コンサルタント協会 技術・研修委員会 委員

吉田 聡 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院 准教授

<以上、50 音順>

下水熱ポテンシャルマップ（広域ポテンシャルマップ）作成の手引き

2015 年 3 月