

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

平成26年11月11日

下水熱ポテンシャルマップ

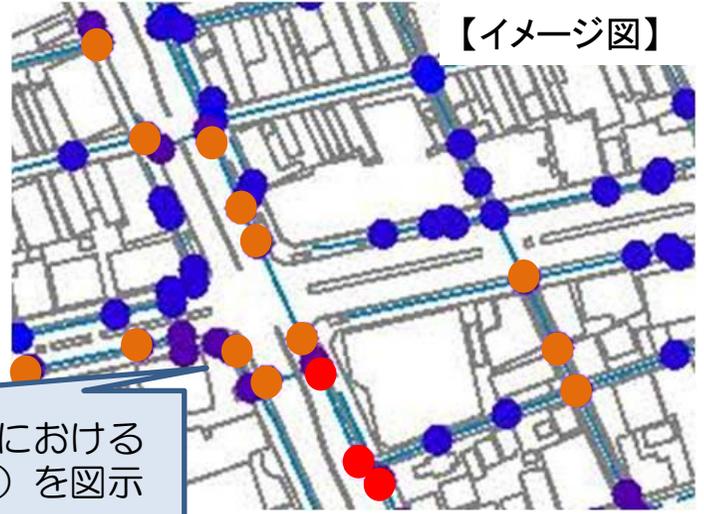
- 下水熱利用に当たり、計画・設計に必要な情報が不足しているため、下水熱の賦存量や存在位置を容易に把握できる「下水熱ポテンシャルマップ」を開発中（環境省との連携事業）。
- 平成25年度は、下水熱利用の**構想段階**において、**民間事業者の導入意欲を高める**ことに活用できる「**広域ポテンシャルマップ**」について、モデル地域での作成と手引きを取りまとめ。
- 平成26年度は、**具体のプロジェクトにおける採算性・環境性の定量的な検討や実施設計**を行うために必要な情報を提示し、事業者のコストを削減する「**詳細ポテンシャルマップ**」を検討。



広域ポテンシャルマップ（平成25年度）

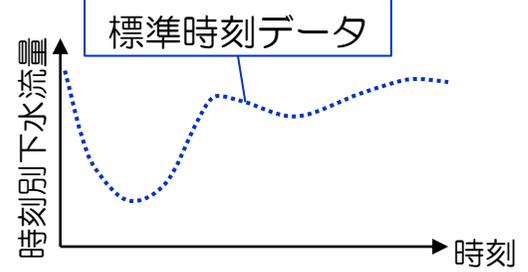
詳細ポテンシャルマップ（平成26年度）

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



詳細ポテンシャルマップ作成のポイント

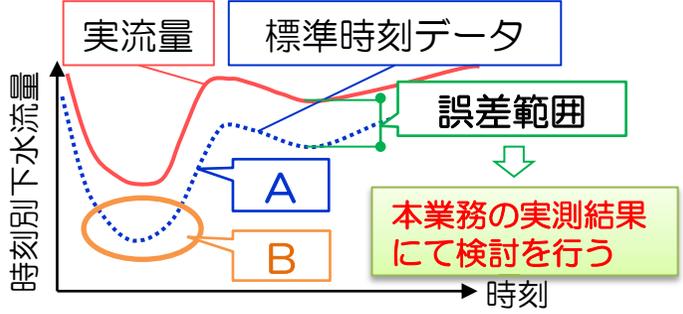
詳細版ポテンシャルマップでは、FS検討から実施設計段階においても活用できることを目指す。

- ・設備設計段階において、例えば空気熱源方式の空調設計では、既に過去の実測データに基づき設計用屋外条件が整備されている。
 - ・下水熱利用の設計で、機器容量の決定や省エネ検討を行う際に必要な時刻別の下水流量などのデータが未整備である。しかし、実施設計段階では、都度実測を行うことも、設計コストや設計工期面で困難である。
- ⇒実流量との誤差はあっても、地方や地域特性を含んだ**標準的な情報が必要**。

設計用屋外条件例

地名	乾燥温度 [°C]					
	日最低	日最高	9時	12時	14時	16時
稚内	22.0	25.3	24.1	25.3	25.1	24.5
旭川	22.7	30.6	27.2	30.4	30.6	30.2
留萌	22.8	27.7	26.5	27.7	27.6	26.7
札幌	23.8	30.2	28.0	29.9	30.2	29.1
寿都	23.0	27.7	26.5	27.7	27.5	26.9
網走	23.4	29.5	28.2	29.5	28.8	28.0
根室	19.8	25.9	23.9	25.4	25.5	24.3
釧路	20.2	24.5	22.7	24.5	24.1	23.4
帯広	21.5	31.9	27.3	31.5	31.9	31.1
旭川	22.2	25.3	24.3	24.3	25.1	24.5

(国土交通省、建築設備設計基準平成21年度版より)



活用する情報		利用用途
A	時刻変動	省エネ検討 システム検討
B	最低流量	設備容量の検討

標準的な情報として、地域ごとの月別時刻別流量の推定結果を詳細ポテンシャルマップとして提示

利用目的	利用者	利用用途	検討項目	必要な情報	詳細マップでの整備方針
FS検討	地方公共団体 民間事業者	・環境性、事業採算性の検討	利用可能熱量と必要熱量の検討	時刻別下水熱ポテンシャル	下水熱ポテンシャル量を推定 (※分科会で、熱利用温度差の再定義が必要)
基本設計 実施設計	設備設計者 下水道関係 コンサルタント 会社	・システム構成検討 ・機器選定 ・機器が安定的に稼働するかの検討	設備機器容量の決定	対象街区内のマンホールにおける一日の中での最低下水流量	対象街区内のマンホールにおいて 時刻別の下水流量を推定
			設備機器の効率	各月の下水温度	地域ごとの 月別下水温度を推定 または、処理場における各月の計測温度を利用
			施工性、その他	管路、マンホールの位置、深さ、距離等	必要な情報をヒアリング、分科会により検討

詳細ポテンシャルマップ作成手法(案)について

時刻別流量の特徴

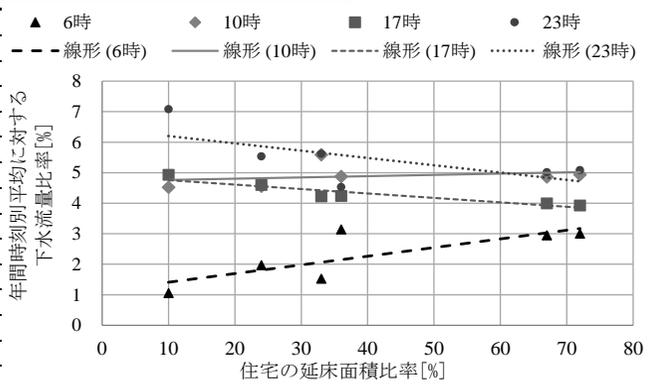
- 建物用途別延床面積比率と時刻別流量比率（日平均流量に対するある時刻の流量の割合）には、相関関係があり、住宅、業務施設の延床面積比率との相関が強い（下表）。
- 建物用途として最も多い建物は住宅であるため、下水流量は住宅からの排水の影響が大きい。
 ⇒住宅の延床面積比率をパラメータとした近似式で時刻別流量比率を推定できる。
 ⇒【検討のポイント】各都市においても建物用途別延床面積比率と時刻別流量比率に相関があるか、実測により検証を行う。
 ⇒【検討のポイント】その上で、近似式・標準値との誤差について実測によるデータを収集する。

時刻別流量比率と延床面積比率の相関係数

時刻	住宅[%]	業務[%]	商業[%]	宿泊[%]	医療[%]
0	-0.64	0.76	0.75	-0.07	-0.86
1	-0.06	0.20	-0.09	-0.10	-0.28
2	0.31	-0.25	-0.51	-0.05	0.19
3	0.50	-0.49	-0.71	-0.01	0.47
4	0.63	-0.66	-0.81	-0.01	0.63
5	0.69	-0.74	-0.84	-0.04	0.69
6	0.79	-0.84	-0.89	-0.12	0.72
7	0.86	-0.89	-0.94	-0.22	0.75
8	0.83	-0.81	-0.91	-0.35	0.68
9	0.67	-0.59	-0.78	-0.40	0.49
10	0.26	-0.12	-0.44	-0.28	0.21
11	-0.50	0.64	0.20	0.18	-0.17
12	-0.66	0.77	0.32	0.36	-0.22
13	-0.94	0.93	0.61	0.76	-0.10
14	-0.97	0.95	0.86	0.59	-0.38
15	-0.99	0.96	0.89	0.60	-0.44
16	-0.97	0.93	0.90	0.59	-0.47
17	-0.93	0.87	0.95	0.53	-0.51
18	-0.70	0.63	0.95	0.25	-0.60
19	-0.42	0.37	0.84	-0.16	-0.75
20	-0.35	0.30	0.79	-0.16	-0.68
21	-0.43	0.37	0.81	-0.07	-0.61
22	-0.55	0.51	0.88	0.01	-0.65
23	-0.67	0.66	0.95	0.05	-0.75

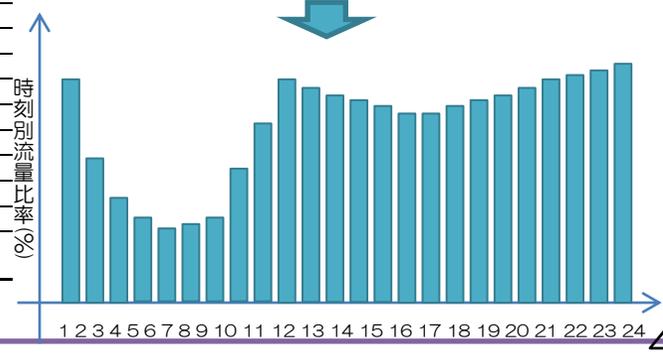
住宅の延床面積比率を説明変数とした近似式

時刻	式	決定係数
0時	$\psi_0 = -1.21 \times 10^{-2} \times \varphi + 5.43$	0.406
1時	$\psi_1 = -1.22 \times 10^{-3} \times \varphi + 4.09$	0.004
2時	$\psi_2 = 8.38 \times 10^{-3} \times \varphi + 2.84$	0.096
3時	$\psi_3 = 1.40 \times 10^{-2} \times \varphi + 2.03$	0.250
4時	$\psi_4 = 1.73 \times 10^{-2} \times \varphi + 1.58$	0.400
5時	$\psi_5 = 2.06 \times 10^{-2} \times \varphi + 1.30$	0.482
6時	$\psi_6 = 2.85 \times 10^{-2} \times \varphi + 1.12$	0.622
7時	$\psi_7 = 4.24 \times 10^{-2} \times \varphi + 1.22$	0.741
8時	$\psi_8 = 4.17 \times 10^{-2} \times \varphi + 2.33$	0.684
9時	$\psi_9 = 2.20 \times 10^{-2} \times \varphi + 3.80$	0.452
10時	$\psi_{10} = 4.14 \times 10^{-3} \times \varphi + 4.72$	0.068
11時	$\psi_{11} = -5.89 \times 10^{-3} \times \varphi + 5.02$	0.248
12時	$\psi_{12} = -8.61 \times 10^{-3} \times \varphi + 4.92$	0.437
13時	$\psi_{13} = -1.41 \times 10^{-2} \times \varphi + 5.12$	0.876
14時	$\psi_{14} = -2.01 \times 10^{-2} \times \varphi + 5.39$	0.947
15時	$\psi_{15} = -2.13 \times 10^{-2} \times \varphi + 5.33$	0.980
16時	$\psi_{16} = -1.88 \times 10^{-2} \times \varphi + 5.09$	0.942
17時	$\psi_{17} = -1.45 \times 10^{-2} \times \varphi + 4.90$	0.858
18時	$\psi_{18} = -1.05 \times 10^{-2} \times \varphi + 4.94$	0.495
19時	$\psi_{19} = -6.40 \times 10^{-3} \times \varphi + 4.94$	0.174
20時	$\psi_{20} = -8.18 \times 10^{-3} \times \varphi + 5.21$	0.125
21時	$\psi_{21} = -1.45 \times 10^{-2} \times \varphi + 5.83$	0.183
22時	$\psi_{22} = -2.33 \times 10^{-2} \times \varphi + 6.49$	0.300
23時	$\psi_{23} = -2.40 \times 10^{-2} \times \varphi + 6.44$	0.443



赤は正の相関、青は負の相関を示す。相関係数が0.7以上の場合、高い相関があるといえる。

出典：三毛 正仁他, 下水熱利用のための下水管路における晴天日下水流量推定法の提案, 空気調和衛生工学会論文集 No.204(March,2014)



ψ_h :時刻別流量比率[%], φ :住宅延床面積比率[%], h :時刻[h]

詳細ポテンシャルマップ作成手法(案)について

詳細ポテンシャルマップにおける流量推定手法

※2段階で時刻別流量まで推定

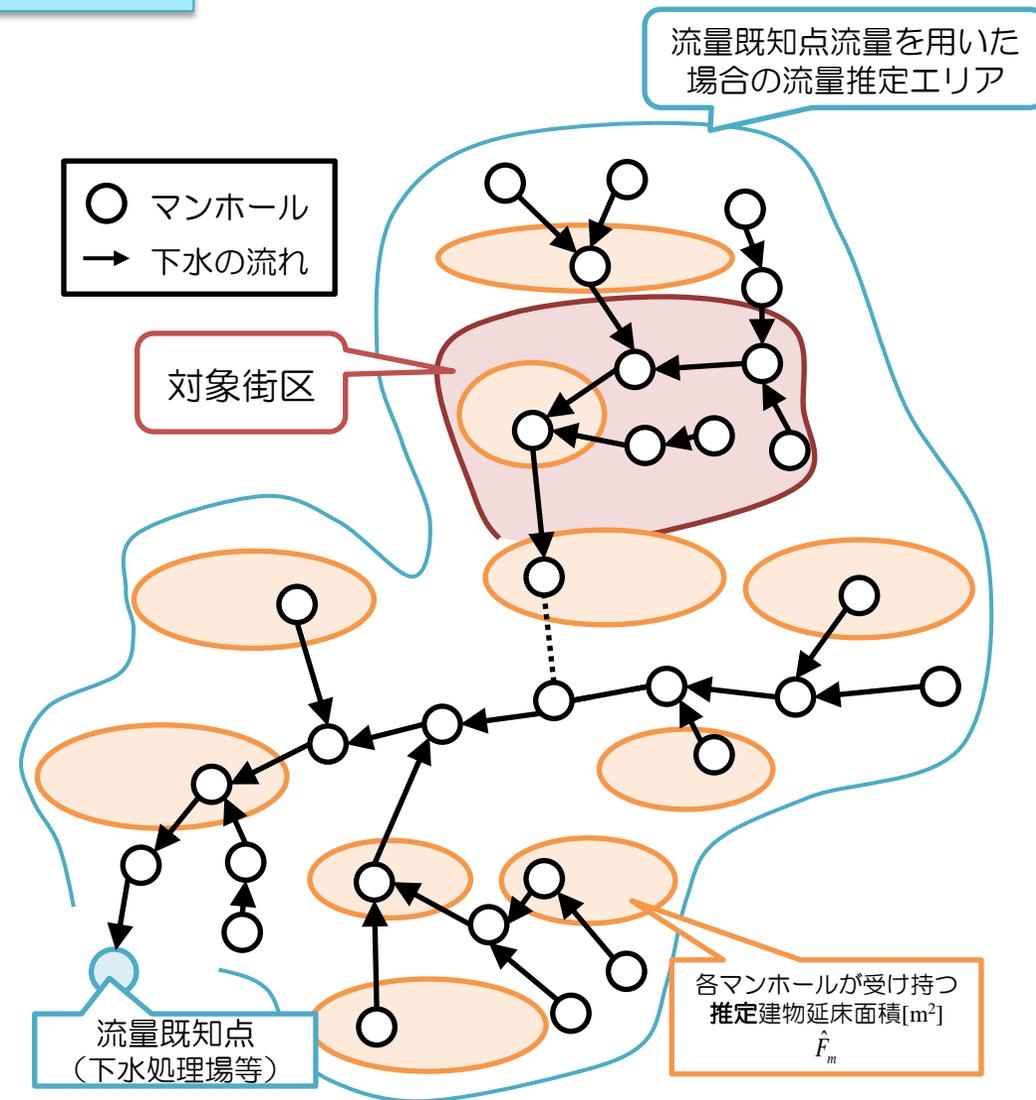
①日平均流量

- 流量既知点の実測流量を活用し、**広域ポテンシャルマップ作成時と同様の手法**により、対象街区の日平均流量を推定することができる。

②時刻別流量

- 推定した日平均流量に、住宅延床面積比率（検討対象街区内の総延床面積に対する住宅用途建物の延床面積の割合）をパラメータとした近似式から求めた時刻別流量比率を乗じて推定。

【検討のポイント】 各自治体のデータ保有状況やステークホルダーのニーズを踏まえ、詳細な手法は複数案検討する。



詳細ポテンシャルマップ作成手法(案)について

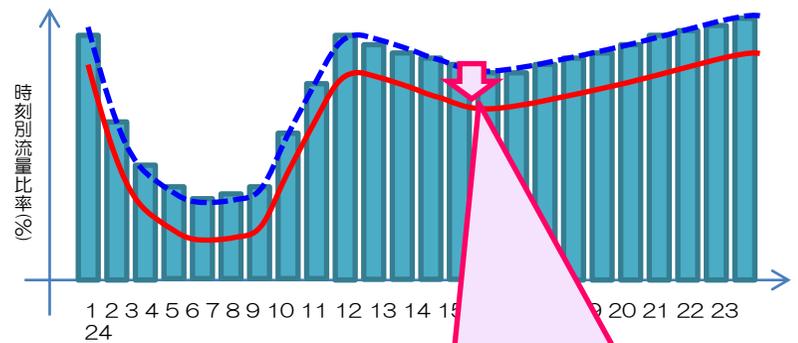
日平均流量から時刻別流量を推計する手順

<STEP1>
対象街区内の各推定地点において、推定地点を含む対象街区より上流に存在する住宅の延床面積比率を算出する。求めた延床面積比率を用いて、近似式から時刻別の流量比率を算出する。

<STEP2>
時刻別流量比率の積算値が100%となるように補正する。

$$\gamma = \frac{100}{\sum_{h=0}^{23} \psi_h} \quad \psi'_h = \psi_h \times \gamma$$

- γ : 時刻別流量比率の補正值[-]
- ψ_h : 時刻別流量比率[%]
- ψ'_h : 補正後時刻別流量比率[%]



例) 計130%になった場合
⇒全時刻100%/130%÷0.77倍する。

<STEP3>
日平均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。

$$G_h = G_{day} \times \psi'_h$$

- G_h : 時刻別下水流量[m³/h]
- G_{day} : 日平均下水流量[m³/日]

<STEP4>
時刻別流量に容積比熱、熱利用温度差を乗じて、時刻別の下水熱ポテンシャルを算出する。

$$Q_h = C_w \times G_h \times \Delta T$$

- Q_h : 下水熱ポテンシャル[MJ/日]
- C_w : 容積比熱[MJ/m³K]
- ΔT : 下水熱利用温度差[K]

平成26年度下水熱ポテンシャルマップ策定事業モデル地区の概要

	千葉県浦安市	愛知県豊田市	大阪府茨木市	兵庫県神戸市	福岡県福岡市
モデル地区	新浦安駅周辺 	豊田市駅前通り 再開発区域 	旧東芝大阪工場跡地 	国際展示場周辺 	ウォーターフロント 地区 
これまでの取組	災害に強く環境にも優しい持続可能な「環境共生都市」を目指している。昨年度は国土交通省の支援を受けて、「都市排熱利用モデル構想」を策定し、下水熱の利用可能性がある地区を選定した。	平成21年3月に「環境モデル都市」に選定され、低炭素社会の実現に向け先駆的な取組を実施している。下水熱利用について、まちづくり部局と連携して検討を行い、モデル地区内北側の高齢者施設で利用予定である。	(株)東芝が、自社工場跡地において「茨木市スマートコミュニティプロジェクト」の検討を進めており、下水熱利用が提案されている。市も積極的に協力し下水熱ポテンシャルマップを作成。	平成25年度は広域ポテンシャルマップのモデル地域となり、民間事業者等への下水熱のPRを行っている。	平成25年度は広域ポテンシャルマップのモデル地域となり、民間事業者等へ下水熱のPRを行っている。
モデル地区の熱利用に関する概要	ホテル、商業施設、オフィスビル等が集積している。現在、民間事業者による商業施設の開発が予定されており、設計段階である。	下水熱利用を予定している北側に加え、南側には熱需要の大きい施設(ホテル等)が平成20年に完成済みである。	スマートコミュニティとして、今後オフィス、商業施設等の立地が予定されており、エネルギーセンターの設置を計画中。(平成30年竣工予定)	現在、ごみ焼却熱の利用が行われており、また地域エネルギーマネジメントシステムが検討されている。	第2期展示場の整備、ホテルの誘致等大規模開発を予定。
モデル地区の下水道の概要	地区の外側3方には幹線(管径500～1200mm)が埋設されている。	地区東側に幹線(管径800～1000mm)が埋設されている。	地区中央を南北に縦断する幹線(管径900mm)が埋設されている。	モデル地区の南側に幹線(管径400mm)が埋設されている。	地区近傍に下水ポンプ場があり、1街区離れて合流幹線が埋設されている。

この地図は、国土地理院発行の地形図を使用したものである。7

下水流量・温度の実測調査の概要

1. 下水管路における実測項目

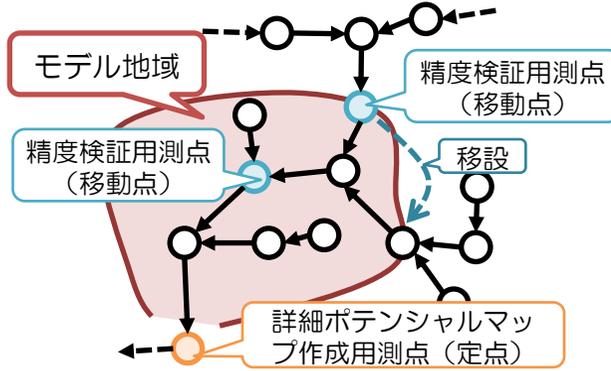
本事業における下水管路の実測項目は、モデル地域の詳細ポテンシャルマップの作成と、各建物用途における排水の特性を分析するため、次の項目を対象として実測を行うこととする。

- ① 下水流量（5分単位24時間連続）
- ② 下水温度（5分単位24時間連続）

2. 実測箇所数と期間

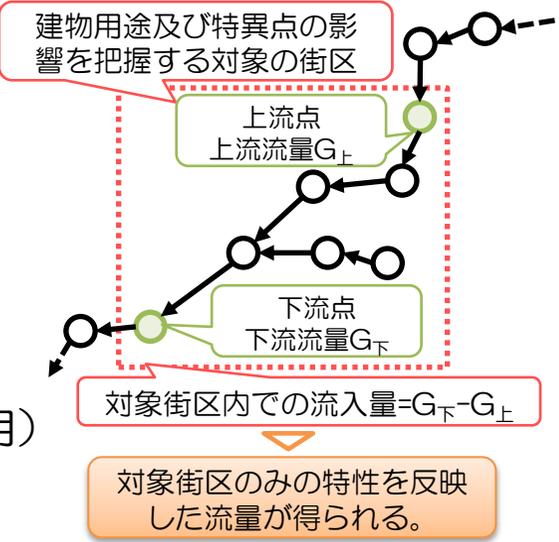
① 詳細ポテンシャルマップの作成とその精度検証を目的とした実測

- ・実測箇所数は、各自治体で同時に3箇所（実測点+精度検証2点）を基本とする。
- ・実測期間は、9月上旬～1月末までの約5か月間とし、30日間で移設して複数点での計測を行うこととする。
- ・実測期間中、1点は定点観測とし、月ごとの流量特性を確認する。



② 建物用途（住宅、業務・商業）の標準データ、特異点における排水特性の分析を目的とした実測

- ・実測箇所数は、各自治体で2箇所（対象街区・施設の上流、下流）を基本とする。
- ・実測期間は、9月下旬～1月末までの約4か月間とする。複数の実測値から建物用途別延床面積比率と流量の相関、特異点の影響を検証することとする。



③ 広域ポテンシャルマップの精度検証を目的とした実測

- ・実測箇所数は、仙台で2箇所とする。（福岡の実測値も検証に使用）
- ・実測期間は、12月中旬～1月中旬までの約1か月間とする。

スケジュール

- 本分科会の開催、下水熱等未利用熱ポテンシャルマップ及び手引き作成に関するスケジュールを示す。

