

# 小口径管路からの下水熱を利用 した車道融雪技術の導入

ガイドライン説明会

令和5年8月4日

東亜グラウト工業・丸山工務所・十日町市共同研究体

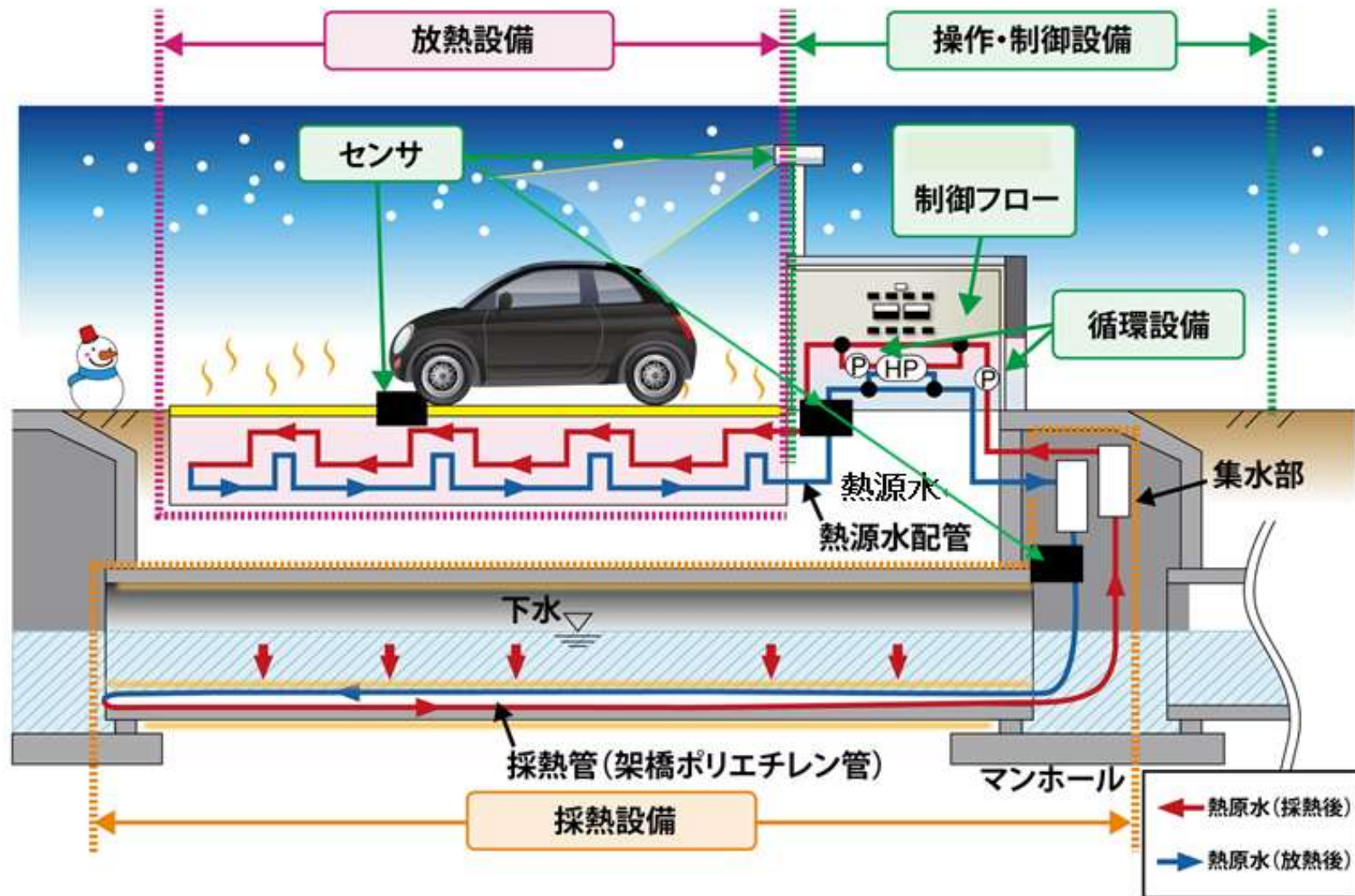
# 【本日の内容説明】

- 1.革新的技術の概要
- 2.革新的技術の導入効果
- 3.革新的技術の計画・設計
- 4.革新的技術の維持管理
- 5.実証期間中の技術上の工夫・改善点
- 6.問合せ先

# 【1. 革新的技術の概要①】

本技術は、 $\Phi 800\text{mm}$ 以下の下水管路を対象に、管更生と同時に設置する採熱管により下水熱を回収するとともに、自動制御システムを用いて、「ヒートポンプレス運転」と「ヒートポンプ運転」を切替えながら、道路融雪を行うものである。

また、従来技術と比較して、融雪に要するコストやエネルギー消費量、温室効果ガス排出量の削減が可能であり、(1)放熱設備、(2)採熱設備、(3)操作・制御設備で構成される。



# 【1. 革新的技術の概要②】



①採熱設備

下水道管路  $\Phi 400$  102.8m

②放熱設備

融雪面積  $A = 50m^2$

③操作・制御設備

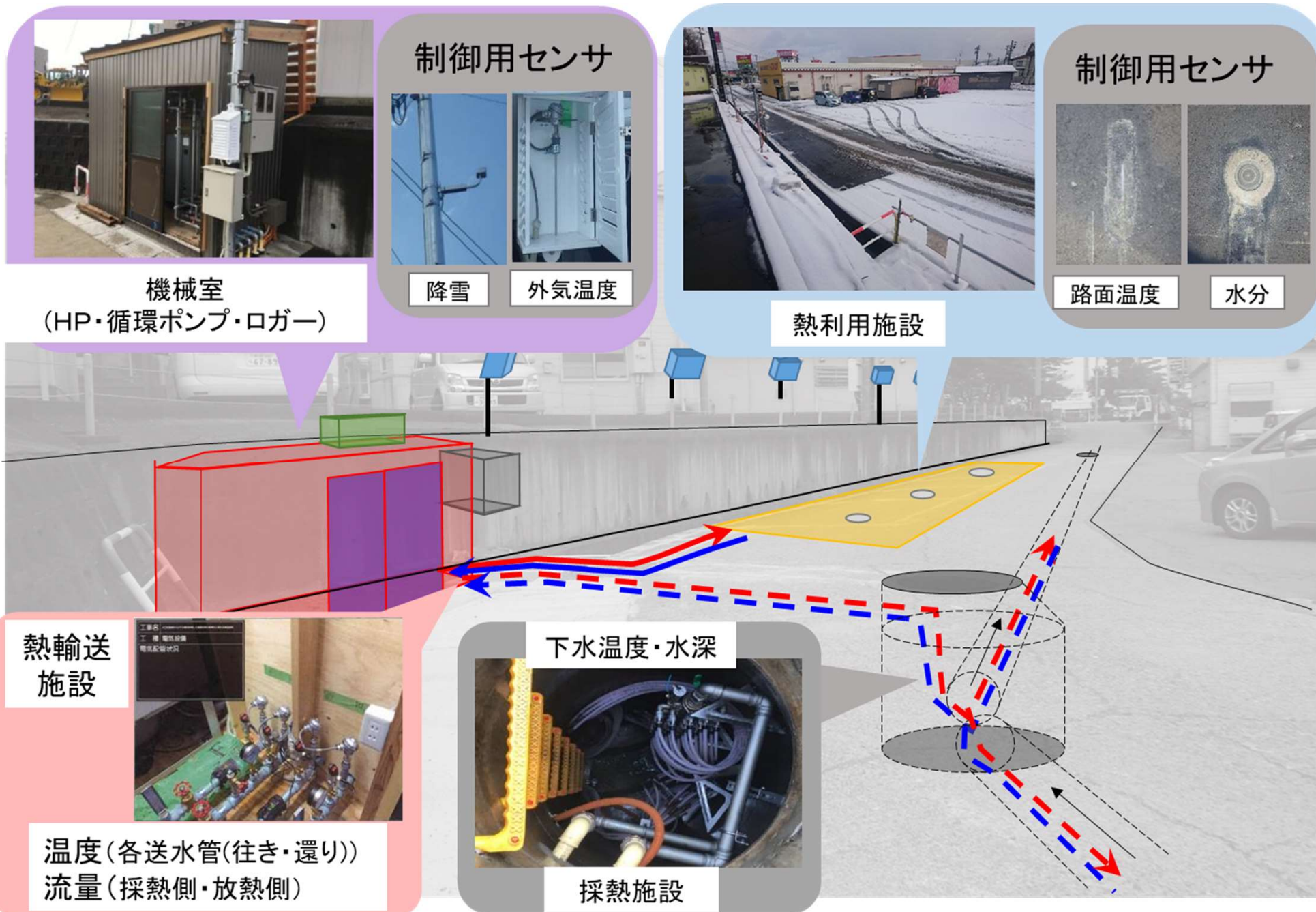
ヒートポンプ  
放熱・採熱循環ポンプ  
計測機器等

マンホール

四季彩館  
ベジパーク

20 m

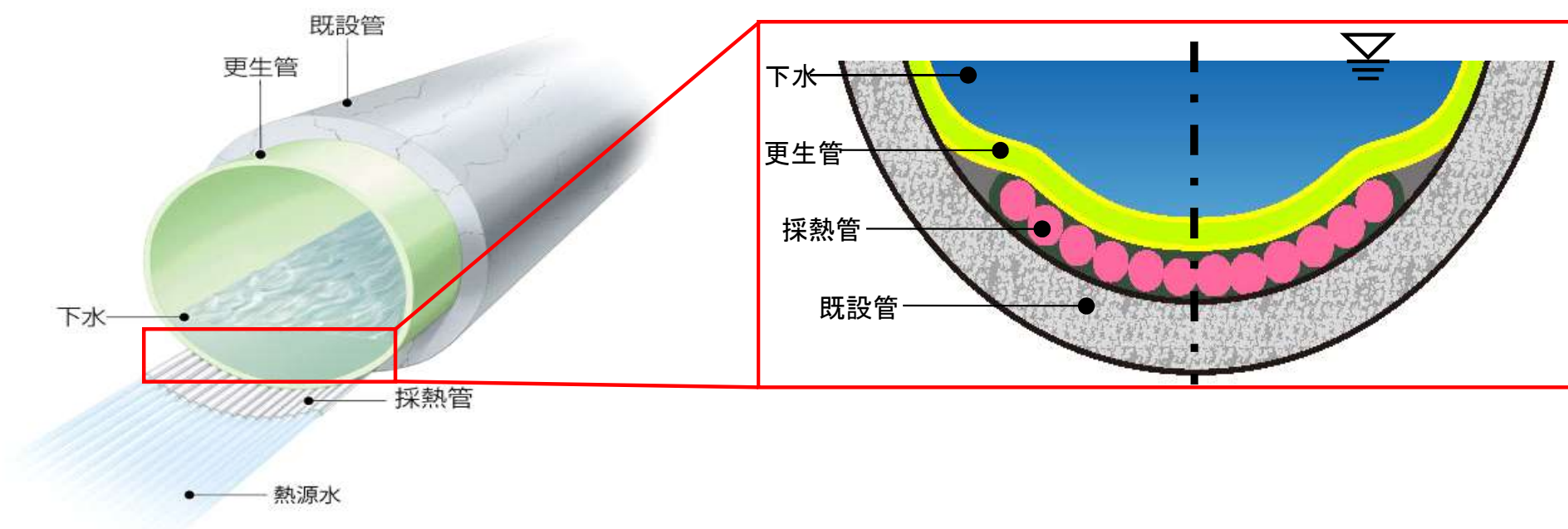
# 【1. 革新的技術の概要③】



# 【1. 革新的技術の概要④】

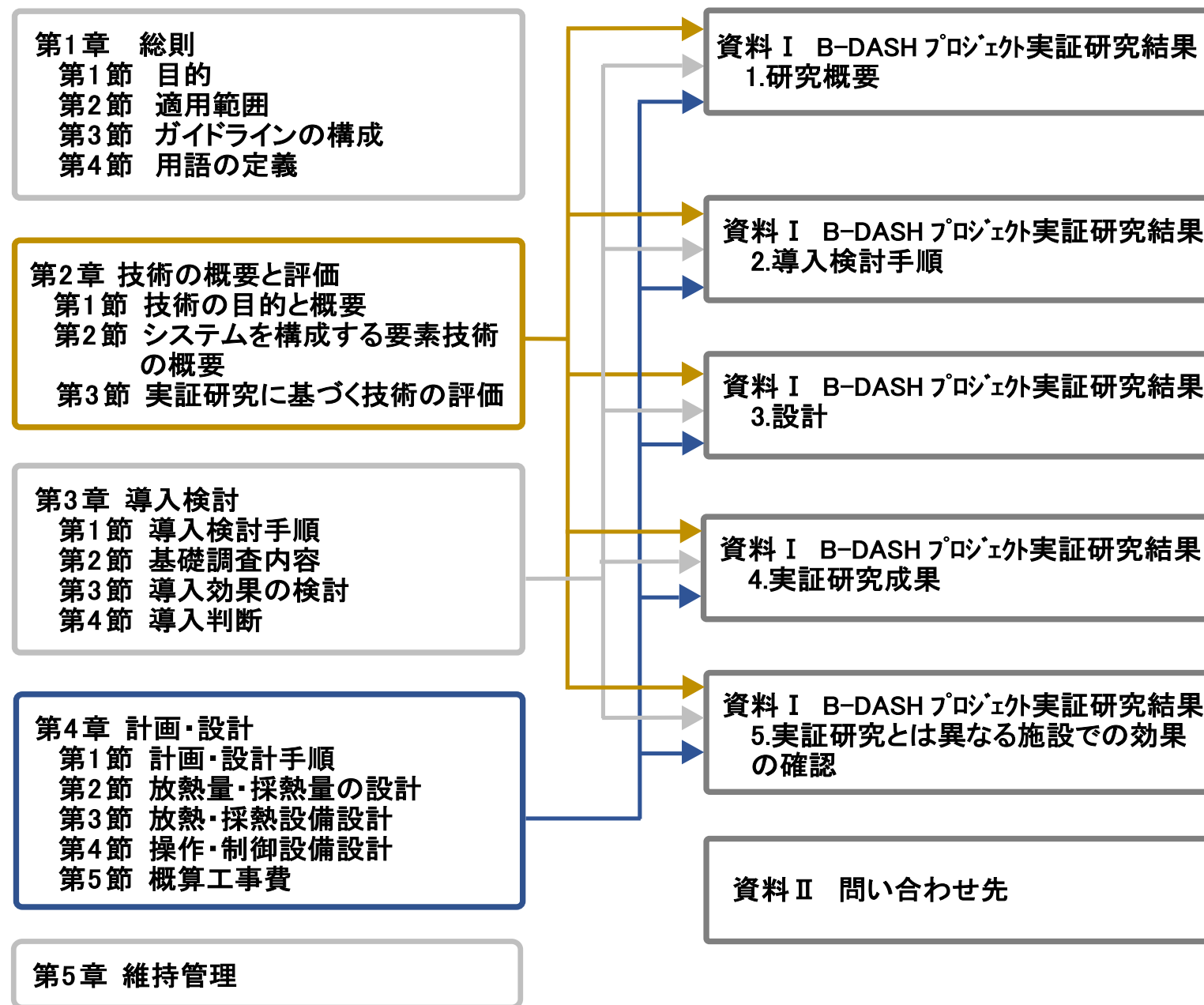
## ・採熱施設(本技術)

管路更生と同時に採熱管を敷設することで、これまで難しかったφ800mm以下での採熱管の設置を可能とするとともに、設置費用の削減が可能。



# 【1. 革新的技術の概要⑤】

## ガイドライン章構成



# 【2. 革新的技術の導入効果①】

## ■融雪能力の評価■

利用規模：11.4 kW  
 融雪面積：50m<sup>2</sup>  
 総費用試算期間：50年  
 設備運転時間：2,904時間/年

### ①放熱量(W/m<sup>2</sup>)採熱量(W/m)

概ね設計どおりの性能確認

設計：放熱量**228** W/m<sup>2</sup>、採熱量**85** W/m

実証：放熱量**224** W/m<sup>2</sup>、採熱量**87** W/m

## ■既存技術に対する優位性の評価■

### ②総費用(年価換算値)

・本技術：**693**千円/年

(建設費年価：487千円/年、維持管理費年価：206千円/年)

・ボイラー方式：**829**千円/年

(建設費年価：318千円/年、維持管理費年価：511千円/年、削減率**16%**)

・電熱方式：**1,450**千円/年

(建設費年価：358千円/年、維持管理費年価：1,092千円/年、削減率**52%**)

### ③エネルギー消費量

・本技術：**1,713** kWh/年

・ボイラー方式：**39,243** kWh/年(削減率：**96%**)

・電熱方式：**33,106** kWh/年(削減率：**95%**)

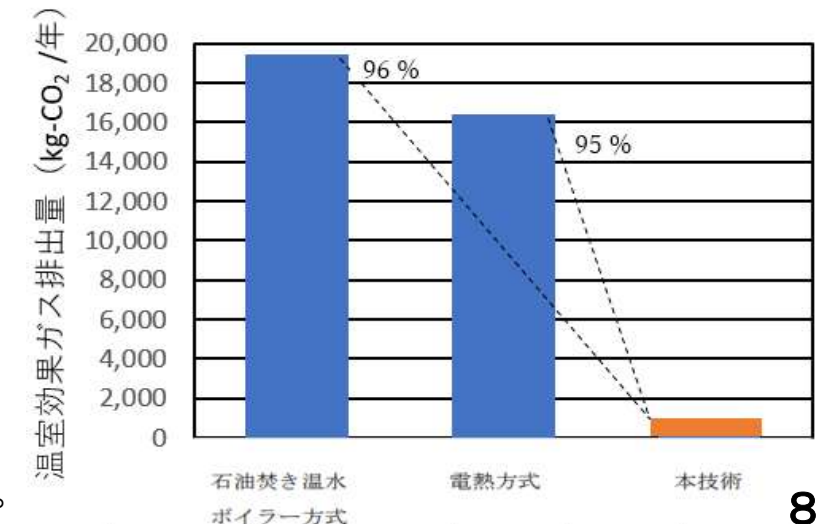
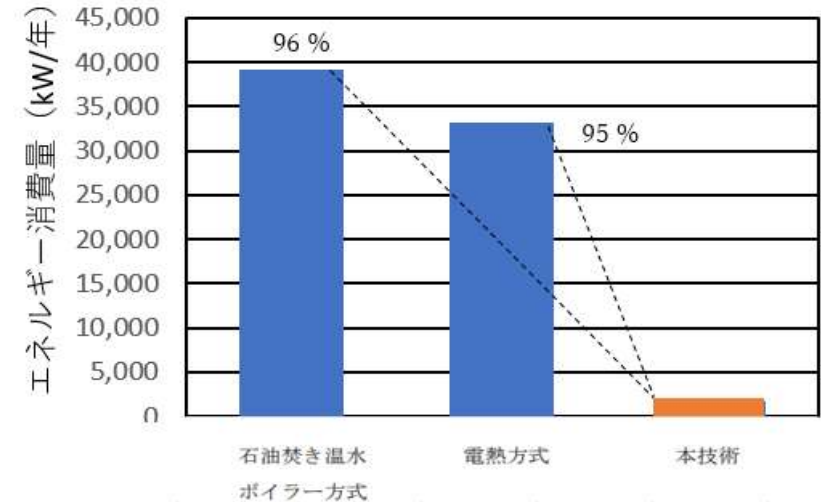
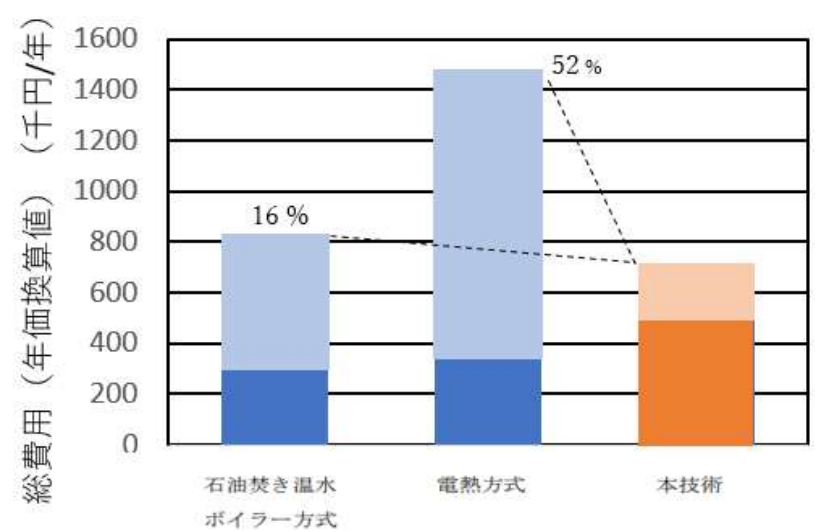
### ④温室効果ガス排出量

・本技術：**849.8** kg-co2/年

・ボイラー方式：**19,464.5** kWh/年(削減率：**95%**)

・電熱方式：**16,420.4** kWh/年(削減率：**95%**)

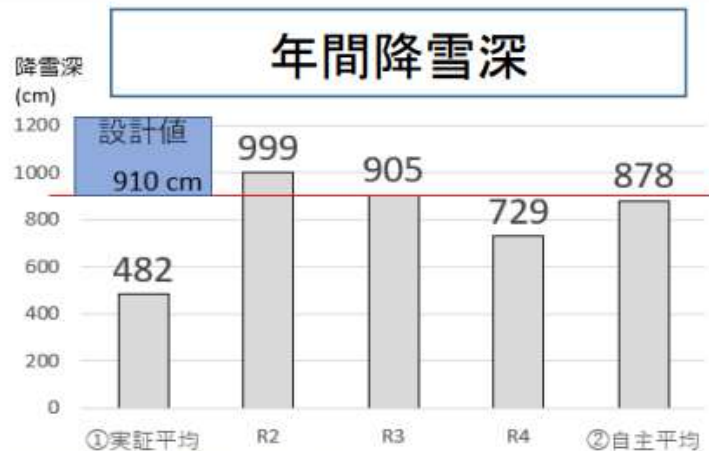
※冬期間(12~3月:2,904時間/年)に稼働時間している条件で試算したものである。





## 【2. 革新的技術の導入効果②】

- ・実証研究期間中(H30～R1)の雪深は、平均 **482** cm/年であった。自主研究期間中(R2～4)の降雪深は、平均 **878** cm/年であった。
- ・実証研究期間中の施設全体の稼働時間は、平均 **588** 時間/年であった。自主研究期間中の稼働時間は、平均 **1,373** 時間/年であった。
- ・施設は、降雪前・降雪中・降雪後の3回で定期点検を行っている。現在まで損傷や不具合は発生せずに稼働している。



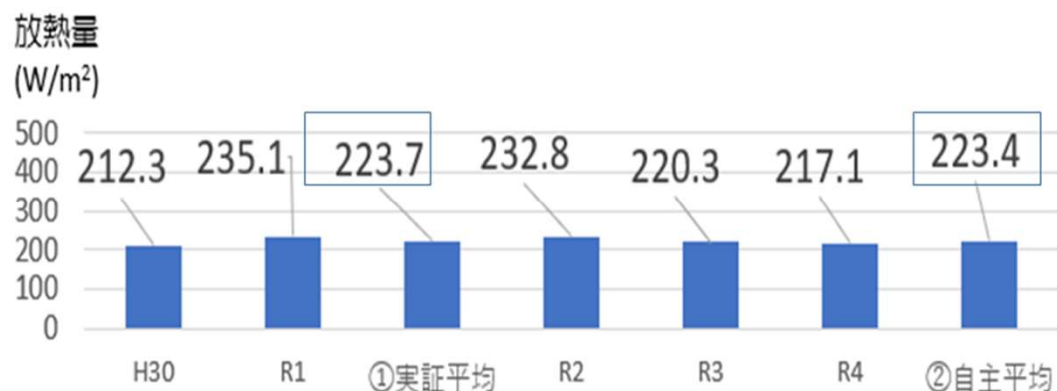
## 【2. 革新的技術の導入効果③】

検証項目 : 放熱量及び採熱量

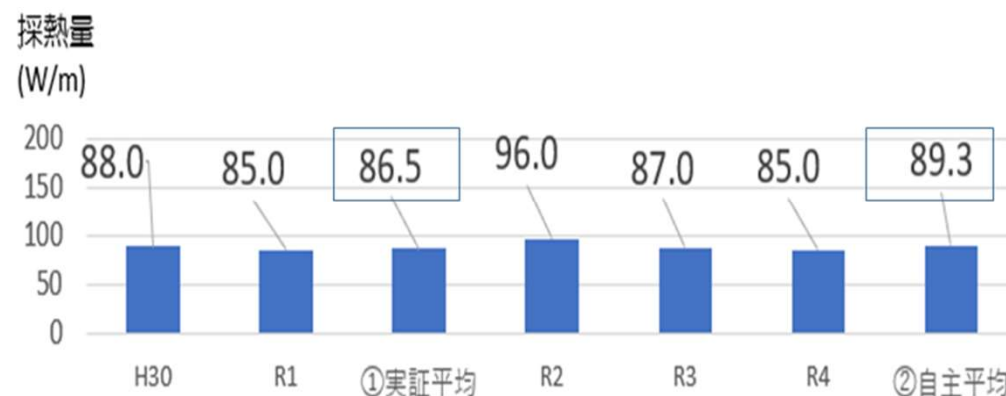
検証方法 :  
実証時と同じ手法で、計測値より放熱量・採熱量を算定した。  
(ヒートポンプが60分以上の安定稼働している事例を抽出した平均値)

検証結果 :  
・実証研究期間中の放熱量は、平均 **224 W/m**であった。自主研究期間中の放熱量は、平均 **223 W/m**であった。  
・実証研究期間中の採熱量は、平均 **87 W/m**であった。自主研究期間中の採熱量は、平均 **89 W/m**であった。

放熱量



採熱量



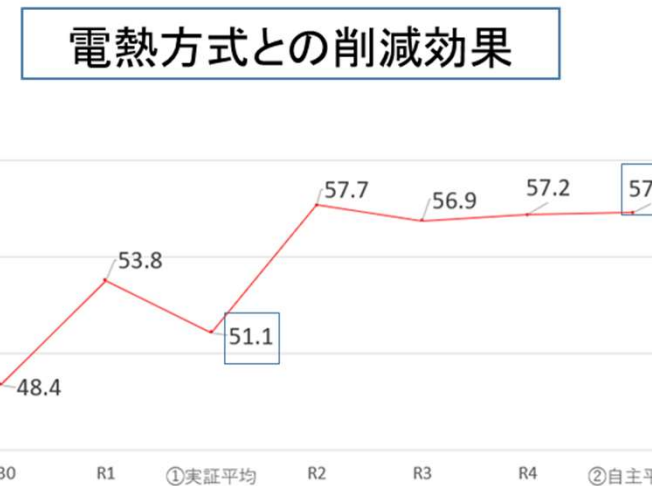
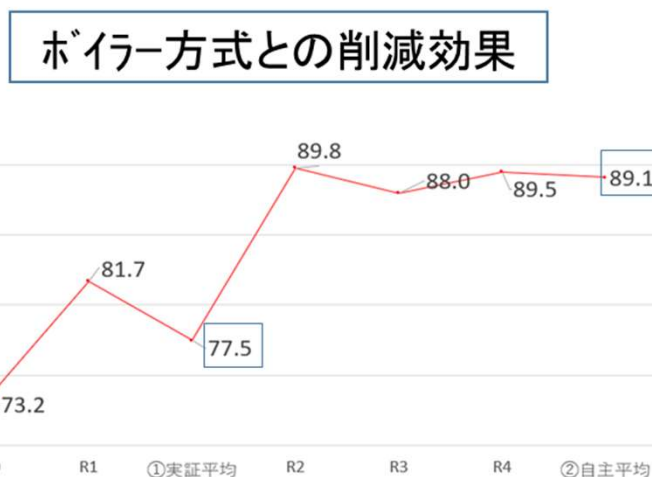
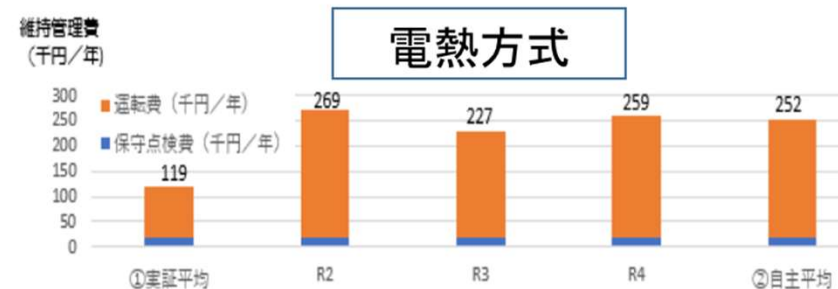
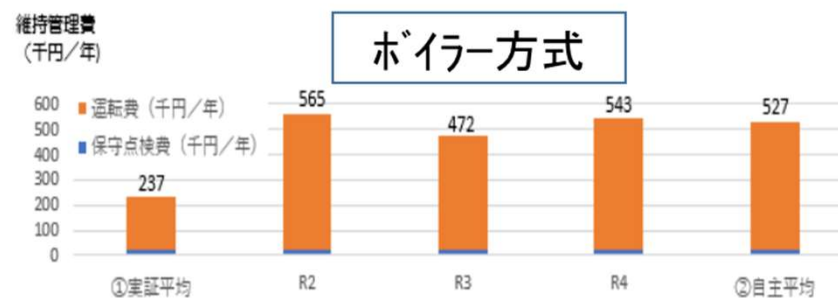
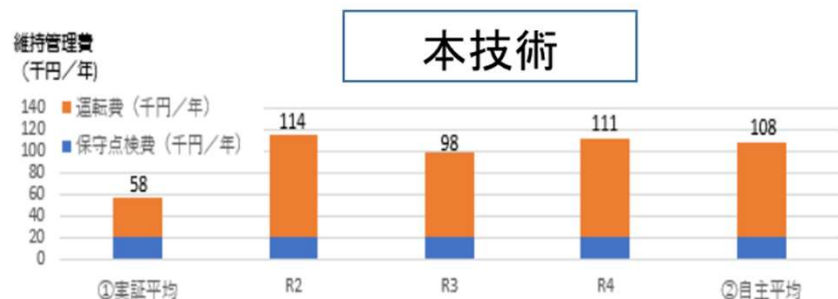
# 【2. 革新的技術の導入効果④】

検証項目 : 維持管理費

検証方法 : 融雪設備の運転費と保守点検費の合計として算出した。

検証結果 :

- ・実証研究期間中のボイラーとの削減効果は、平均 **77%**であった。  
自主研究期間中の削減効果は、平均 **89%**であった。
- ・実証研究期間中の電熱式との削減効果は、平均 **51%**であった。  
自主研究期間中の削減効果は、平均 **57%**であった。



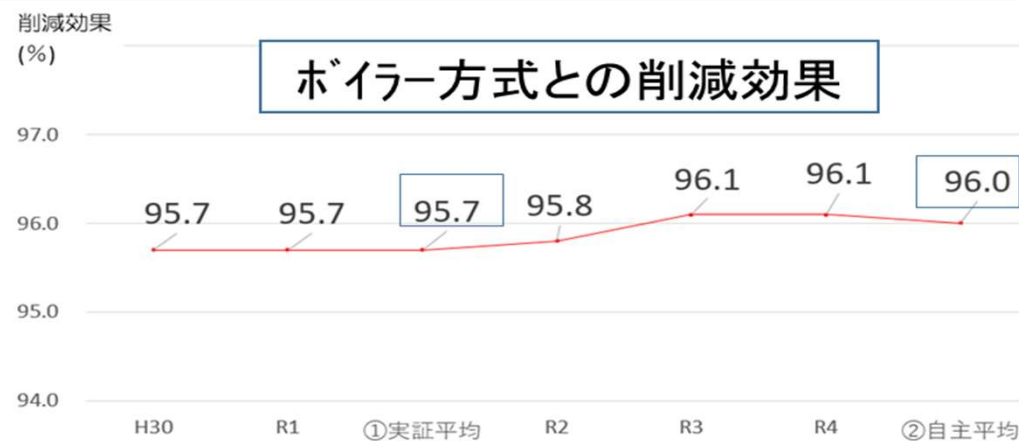
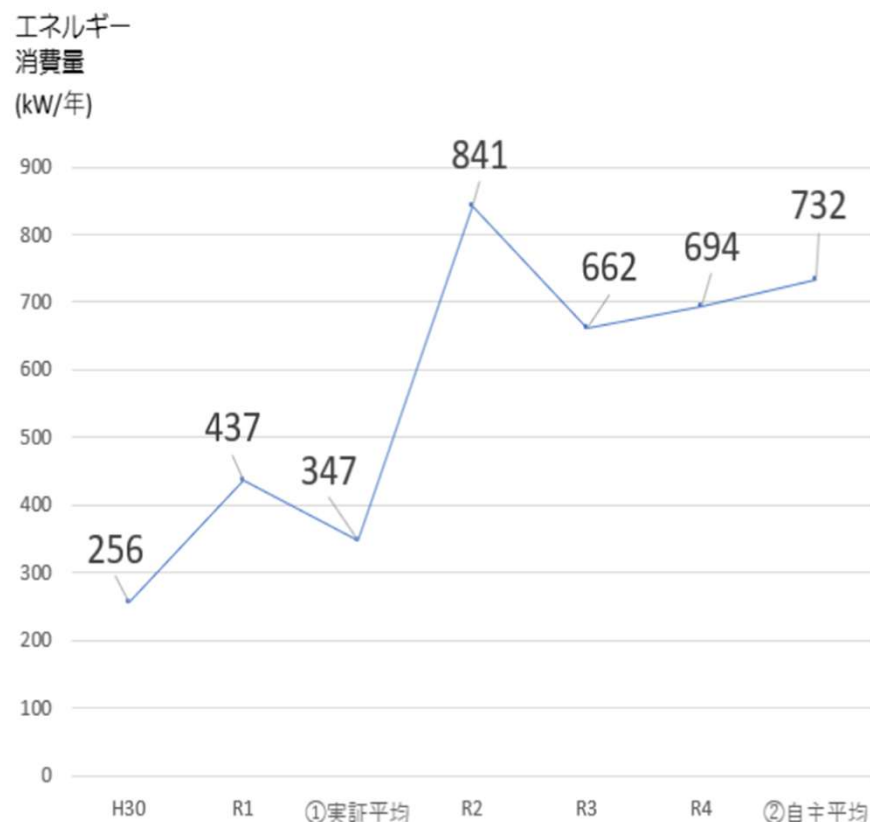
※実際に維持管理に要した費用で比較している。

# 【2. 革新的技術の導入効果⑤】

検証項目 : エネルギー消費量

検証方法 : 運転時に発生した消費電力量を計測しエネルギー消費量として整理した。  
従来技術は、実証施設と同等性能の既存製品を選定し、その消費電力量に実証施設の稼働時間を用いて算出した。

検証結果 : ・実証研究期間中のボイラーとの削減効果は、平均 **96%**であった。  
自主研究期間中の削減効果は、平均 **96%**であった。  
・実証研究期間中のボイラーとの削減効果は、平均 **95%**であった。  
自主研究期間中の削減効果は、平均 **95%**であった。



※実際に稼働した時のエネルギー消費量で比較している。

# 【2. 革新的技術の導入効果⑥】

検証項目 : 温室効果ガス削減量

検証方法 : 集計した消費電力量に温室効果ガス排出係数を掛け合わせることによって、温室効果ガス消費量を算出する。

検証結果 : ・実証研究期間中のボイラーとの削減効果は、平均 95 %であった。  
自主研究期間中の削減効果は、平均 95 %であった。  
・実証研究期間中のボイラーとの削減効果は、平均 95 %であった。  
自主研究期間中の削減効果は、平均 96 %であった。



ボイラー方式との削減効果



電熱方式との削減効果

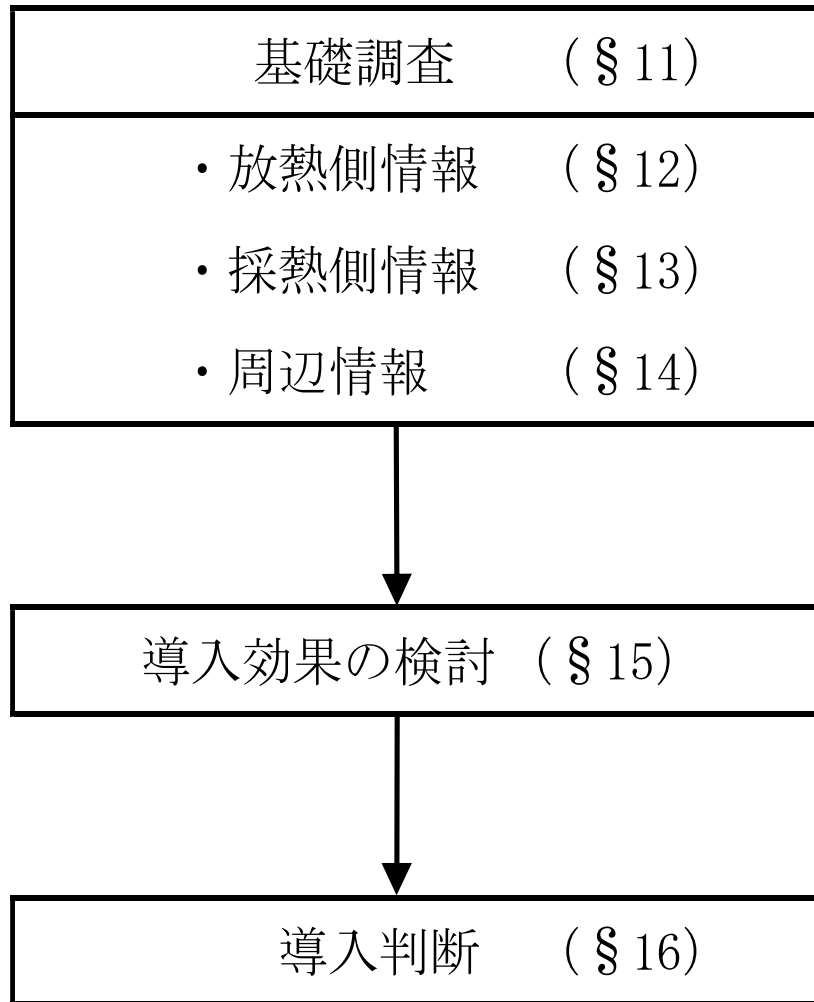


※実際に稼働した時の温室効果ガス削減量で比較している。

# 【3. 革新的技術の計画・設計①】

## 【導入検討フロー】

## 【基礎調査項目の利用例】

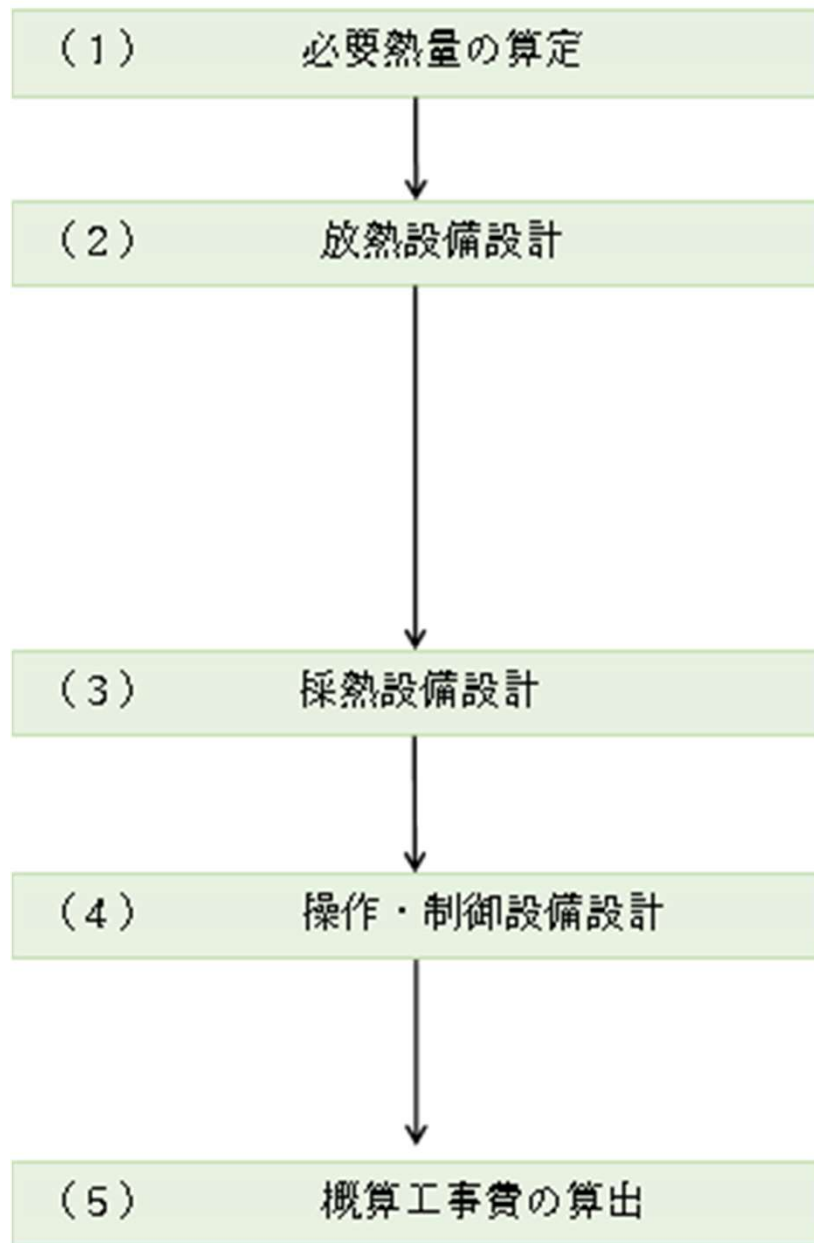


基礎調査で把握する情報		導入検討での利用用途	§
放熱側	舗装構成	放熱設備設置後の原状復帰	12
	気象条件	必要熱量の算定、導入効果検討	12
採熱側	下水流量及び水深	採熱設備の設定	13
	下水温度	採熱設備の設定	13
	下水管路状況	適用条件の判定	13
	管路延長	採熱延長の算定	13
周 辺	占用許可等の必要性	本技術の施工可否判定	14
	支障物件の確認	本技術の施工可否判定	14
	対象区間の管路更生に関する計画	採熱管を設置	14
	機械室とセンサの設置場所	本技術の施工可否判定	14
	関係法令・融雪に関する施設計画	法令・整備計画との適合性	14

# 【3. 革新的技術の計画・設計②】

## 【計画・設計フロー】

## 【計画・設計の実施内容】



- ・単位面積当たりの必要熱量
- ・全体必要熱量

- ・放熱管の材質
- ・放熱管の口径と設置間隔
- ・放熱管のパネル面積と長さ
- ・放熱管の管内流速
- ・放熱設備の流量
- ・放熱管の平均循環温度
- ・放熱による温度低下および熱源水の温度
- ・熱交換器からの放熱管行き温度 (採熱管入り温度)

- ・採熱管の本数
- ・採熱管の延長
- ・下水からの採熱量と採熱管一本当たりの流速
- ・集水部の設置

- ・制御フローの構築
- ・センサの選定
- ・循環設備の設計

- ・概算工事費の算出

# 【3. 革新的技術の計画・設計③】

## 【計画・設計上の留意点】

### (1) 必要熱量の算定

・気象条件(降雪、気温、風速)を正確に把握して、単位面積当たりの必要熱量と融雪対象範囲の全体必要熱量を決定する。

### (2) 放熱設備設計

・本技術で算出する施設全体の放熱設計は、ヒートポンプ運転時で算定する。

### (3) 採熱設備設計

・採熱設備の設計に先立ち、現地調査を行い下水温度・水深を実測し、採熱管の本数と延長を決める。

### (4) 操作・制御設備設計

・1) BASE温度、2) その他の温度、3) 降雪の有無、それぞれの数値を決めて一般的な運転における概略フローを構築する。

### (5) 概算工事費の算出

・工事に必要な仮設や交通誘導員などの諸経費も見込む。



# 【4. 革新的技術の維持管理】

## 施設の運転管理をする項目

表5-1 測定項目と確認内容

測定対象	測定項目	確認内容
熱源水	採熱管/放熱管行き温度 採熱管/放熱管還り温度	・降雪時に温度差があるか。
	流量	・設定流量以上流れているか。 ・流量が安定しているか。
施設の運転状態	各運転（停止・ヒートポンプレス運転・ヒートポンプ運転）のタイミング・時間	・制御フローどおり運転しているか。
センサの稼働状況	降雪、気温温度 路面温度など	・気象状況を受信して制御信号を出しているか。 ・制御信号にエラーがなく、適切な値か。 ・必ず目視にて異常が無いことを確認する。
下水温度	下水温度	・設計時の下水温度と大きな差が生じていないか。
ヒートポンプ	送り出し温度	・設定した送り出し温度どおりか。

## 施設の保守点検をする項目

表5-2 定期点検内容（例）

対象	点検項目	点検内容	点検時期		
			降雪期前	降雪期中	降雪期後
採熱設備	損傷・汚れ	外観（目視）※1	○		
放熱設備	損傷・汚れ	圧力計	○		○
		外観（目視）	○		
	融雪状況	融雪状況		○	
循環設備	電動機	絶縁抵抗	○		
	ヒートポンプ※2	温度	○	○	
	循環ポンプ	循環流量	○	○	
		熱源水	濃度	○	
操作・制御設備	制御盤	外観（目視）	○		
	センサ	信号確認	○		
		外観（目視）	○	○	○
	計測内容	運転時間	○		○
電源設備	メーター	消費電力量	○		○
	引き込柱・配電盤	外観（目視）	○		

・ガイドラインを参考に上記の表に基づいて運転と保守を管理する。

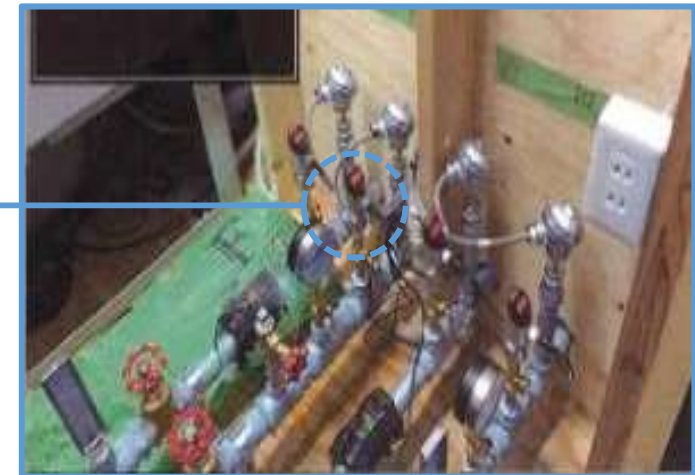
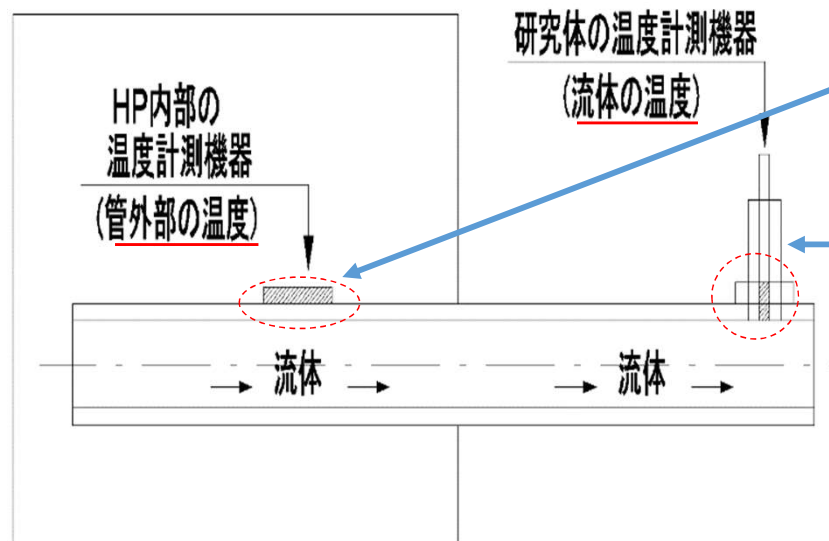
# 【5. 実証期間中の技術上の工夫・改善点】

・研究で2箇所での温度を比較した結果から、HPによっては、設定した送り出し温度の設定値と放熱管内の温度にずれが生じることがあるため、**両者に差がある**ことを確認した。

・実証研究では、直接流体の温度を計測して温度が異なることを確認しHP温度の設定値を修正した。



HP配管に設置されるサーミスタ(温度計測器)




研究体の温度計測器

# 【6. 問合せ先】

## ● ガイドラインに関する問い合わせ

<p>国土交通省 国土技術政策総合研究所</p>	<p>下水道研究部 下水道研究室 〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 TEL:029-864-3933 FAX:029-864-2817 URL: <a href="http://www.nilim.go.jp/lab/ecg/index.htm">http://www.nilim.go.jp/lab/ecg/index.htm</a></p>
------------------------------	---

## ● 実証技術に関する問い合わせ

 <p>東亜グラウト工業株式会社</p>	<p>管路グループ 技術開発室 〒160-0004東京都新宿区四谷2-10-3 TMSビル5F TEL : 03-3355-1531 FAX : 03-3355-3107 URL : <a href="https://www.toa-g.co.jp/">https://www.toa-g.co.jp/</a></p>
 <p>十日町市</p>	<p>上下水道局 上下水道課 〒948-0072 新潟県十日町市西本町三丁目688番地 TEL : 025-757-3141 FAX : 025-752-7009 URL : <a href="https://www.city.tokamachi.lg.jp/">https://www.city.tokamachi.lg.jp/</a></p>
 <p>株式会社丸山工務所</p>	<p>土木部 〒948-0101 新潟県十日町市稲葉456-1 TEL : 025-757-8125 FAX : 025-752-5875 URL : <a href="https://maruyama-k.net/">https://maruyama-k.net/</a></p>



ご清聴有難うございました。