

# ヒートポンプレスで 低LCCと高COPを実現する 下水熱融雪システムに 関する研究



興和・積水化学工業・新潟市共同研究体

# 本日の説明内容

-  革新的技術の概要と目的
-  革新的技術の概要
-  革新的技術の導入効果
-  革新的技術の計画・設計
-  革新的技術の維持管理
-  実証期間中の技術上の工夫・改善点
-  問合せ先

# 革新的技術の概要と目的

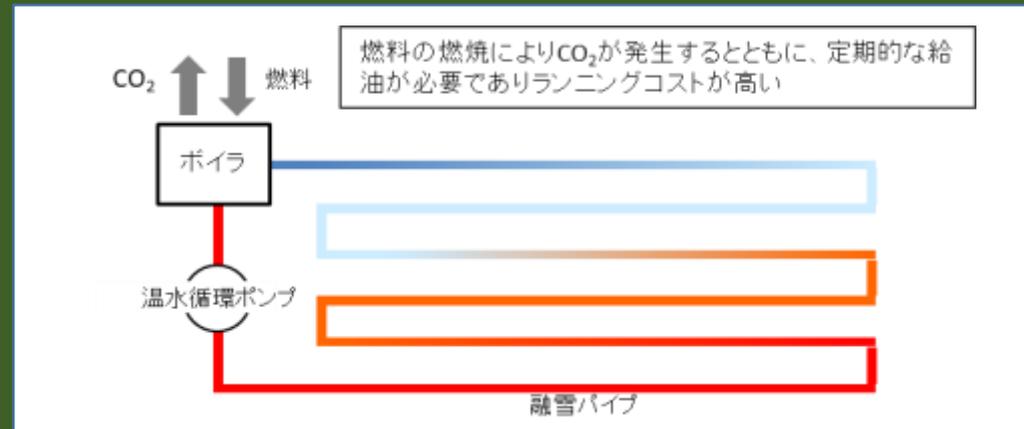
- 道路における融雪設備は、融雪に必要なエネルギーとして**電力や石油を利用**しているもの(以下、従来技術とする)が主流である。
- エネルギー需給問題や温室効果ガス外出による地球温暖化問題、SDGsへの取り組みなどから、これらに配慮した施設の導入が重要となる。
- 本技術は、下水道が整備された都市であれば、**安定的かつ豊富に存在している未利用エネルギー**である**下水熱**を利用するものである。
- 本技術は従来技術に比較して、**融雪に要するコストやエネルギー消費量、温室効果ガス排出量の削減が可能**であることから、本ガイドラインが広く知られることにより、特に都市部における融雪設備の熱源更新などによる普及拡大を期待するものである。

# 【革新的技術の適用イメージ】

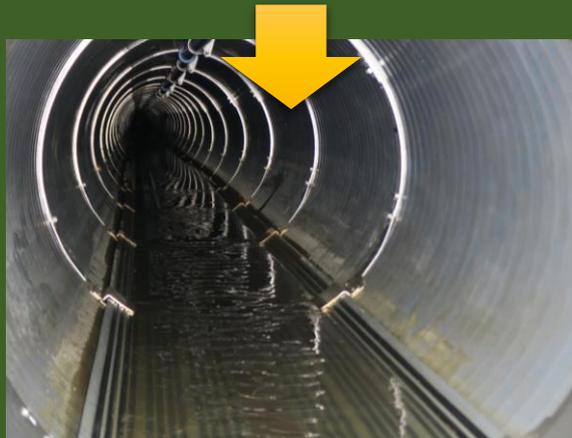
従来技術であるボイラ方式や電熱方式では達成が困難であった、低いライフサイクルコスト(LCC)と高い成績係数(COP)の実現を、ヒートポンプを用いない(=ヒートポンプレス)下水熱利用融雪システムで目指すものとする。



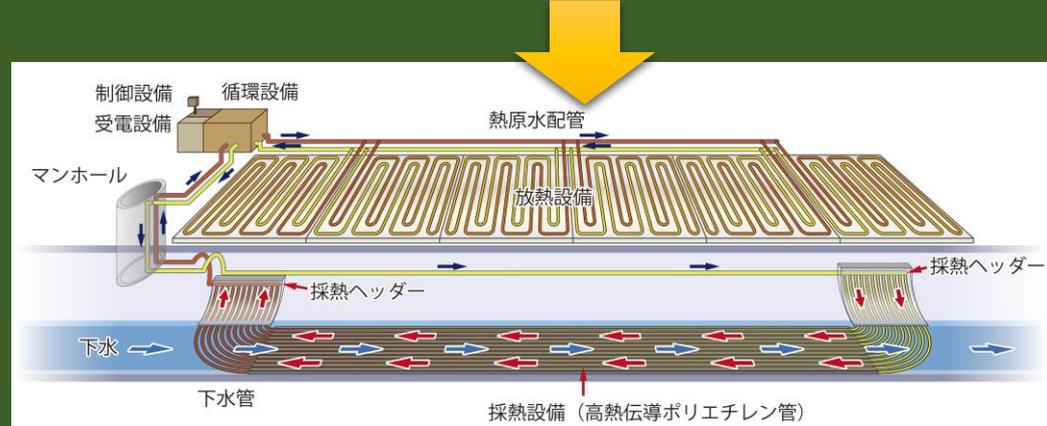
ボイラ方式の熱源写真例



温水ボイラ融雪のシステム概要



本技術の熱源(熱交換器)写真



本技術のシステム概要

## 【革新的技術の適用条件】

### ①融雪対象箇所 車道

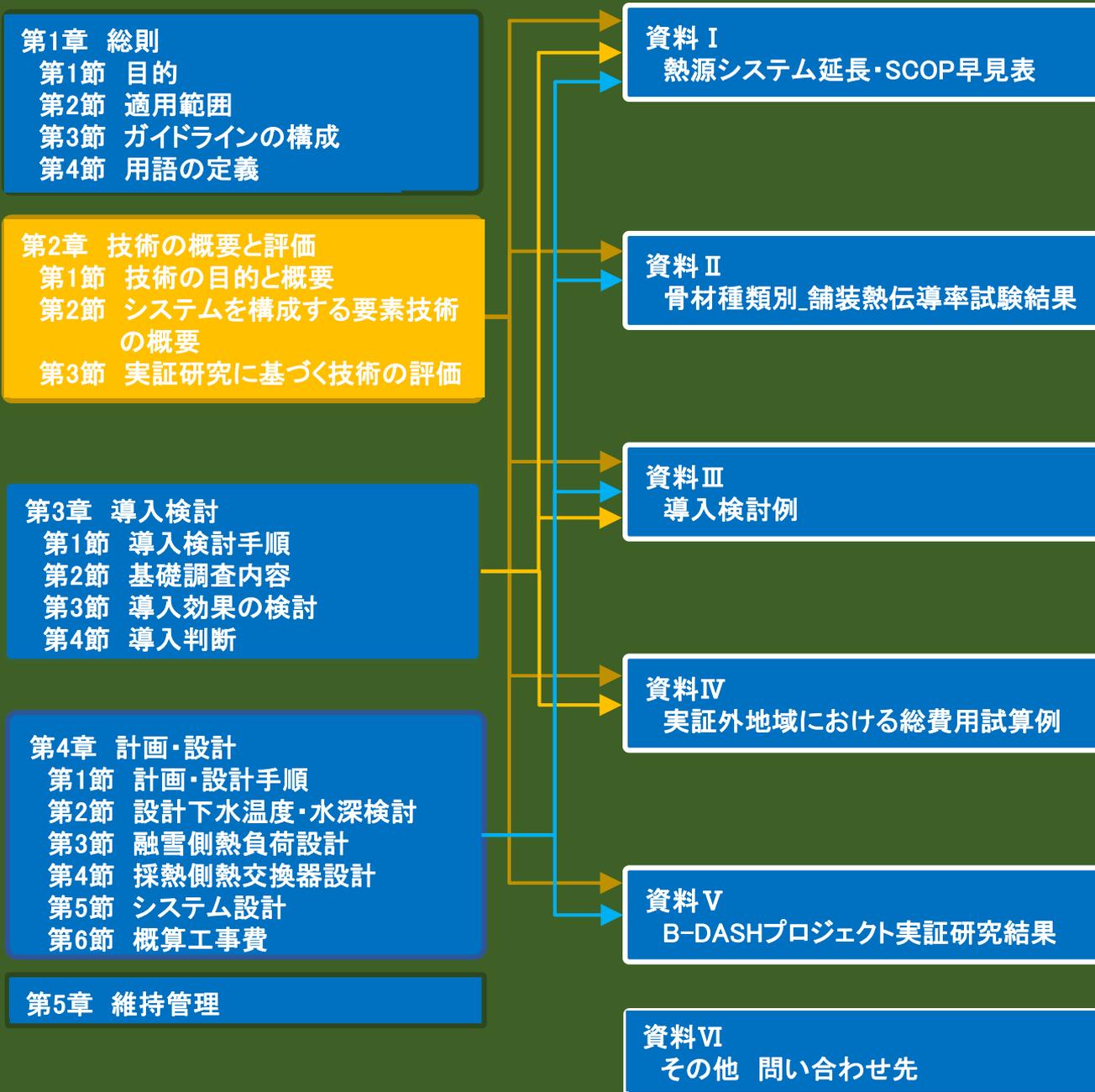


### ②採熱設備を設置する下水管路 融雪に必要な熱量(水深・ 温度)が安定的に確保されて いる。

※実証研究はφ1000で実施し、  
ガイドラインもφ1000以上の管路  
を対象に試算を実施



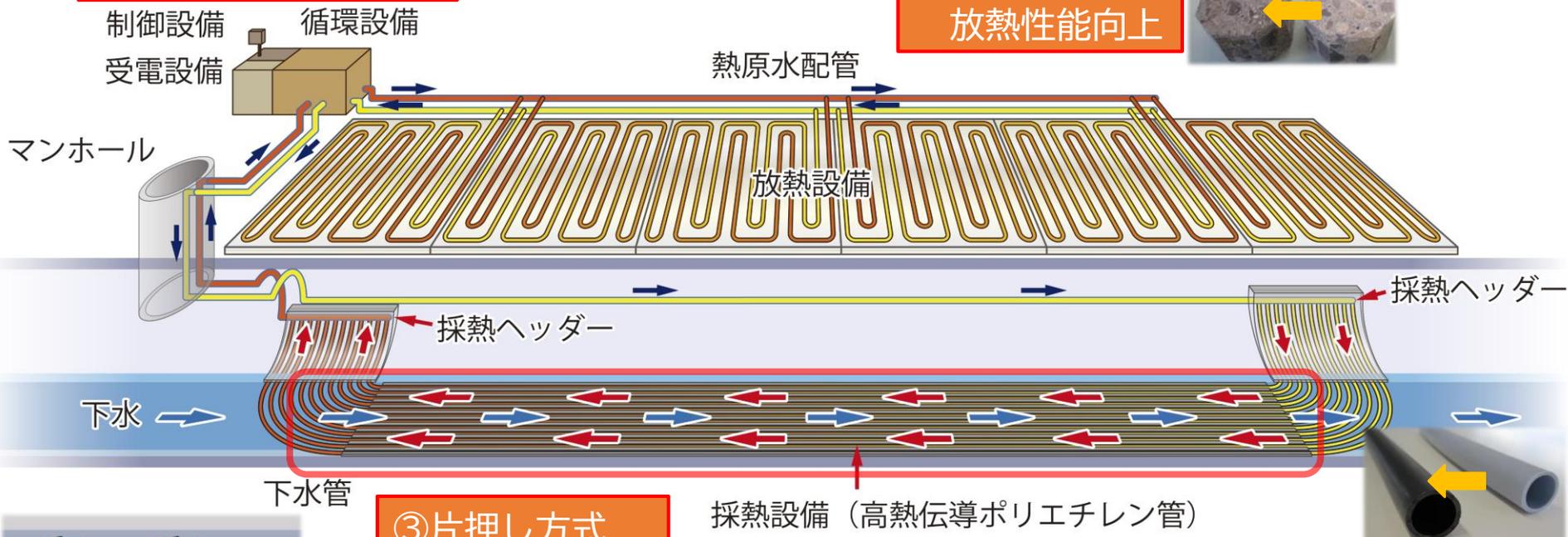
# 【ガイドライン章構成】



# 革新的技術の概要

④遅い熱源水流速  
ポンプ負荷低減

①高熱性能舗装  
放熱性能向上



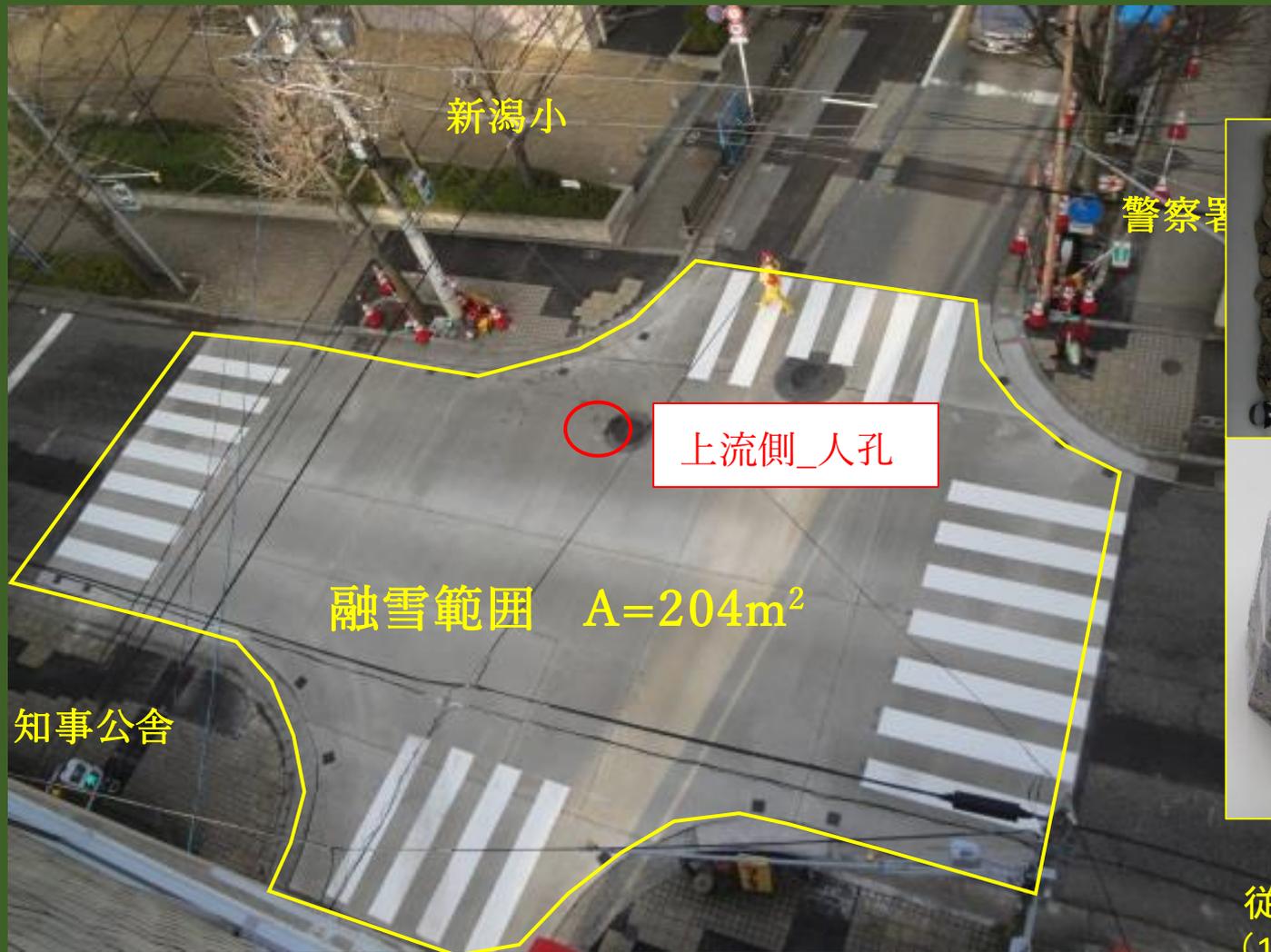
③片押し方式  
回収熱量向上

②高熱性能採熱管  
採熱性能向上

既存方式 (折り返し)

本技術は、下水管路内に設置した高熱性能採熱管や片押し方式の熱回収技術により、多くの下水熱を回収するとともに、高熱性能舗装を用いて効率的に放熱することで、ヒートポンプ等の熱機構を使用せず、道路融雪を行うものである。

# 【実証研究施設の概要】

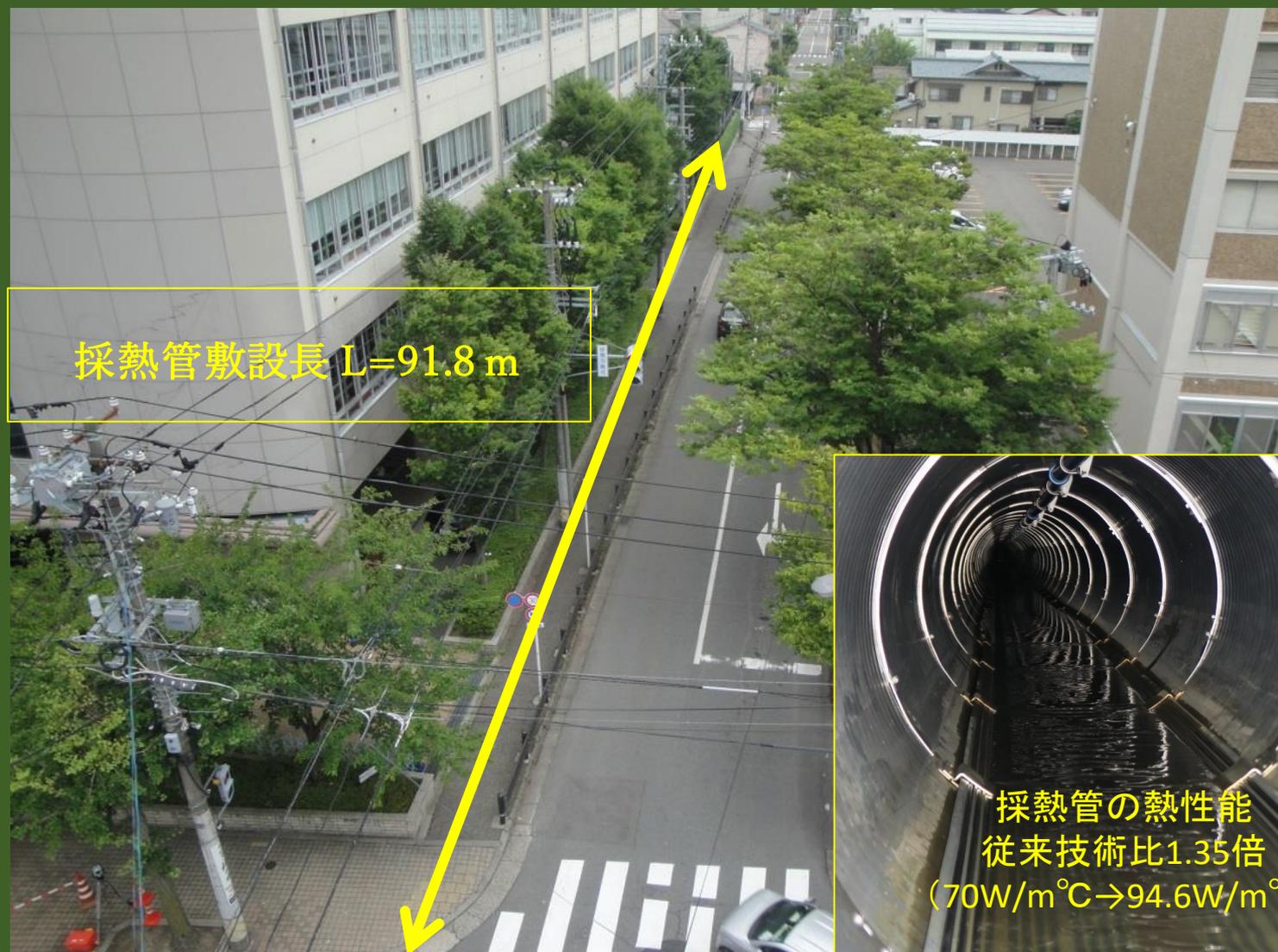


舗装の熱伝導率  
従来技術中央値比1.4倍  
( $1.6\text{W/m}^{\circ}\text{C} \rightarrow 2.4\text{W/m}^{\circ}\text{C}$ )

→施設全体の必要熱量25.1 kW ( $123\text{W/m}^2$ )

→舗装に高熱性能舗装(珪石骨材のコンクリート)を使用

# 【実証研究施設の概要】

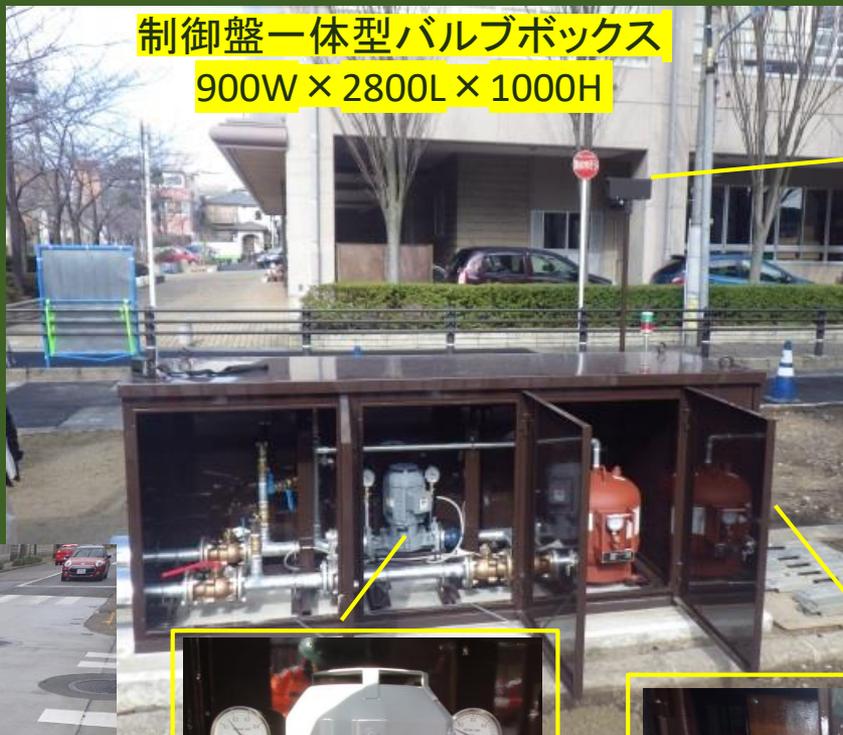


採熱管設置本数  $\phi 17 \times 91.8\text{ m} \times 24$ 本(2mおきにSUSバンドで固定)

# 【実証研究施設の概要】



路面温度センサ



制御盤一体型バルブボックス

900W × 2800L × 1000H



降雪センサ

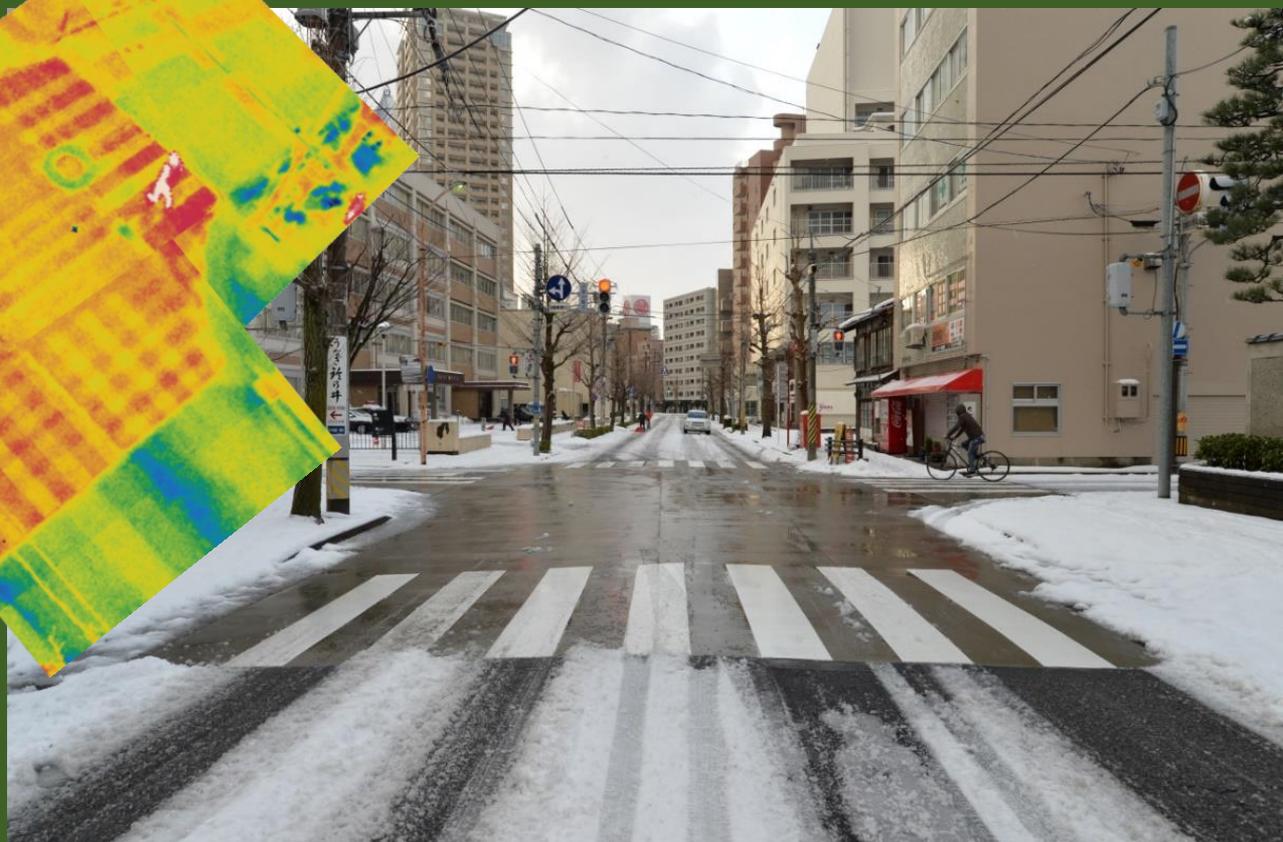
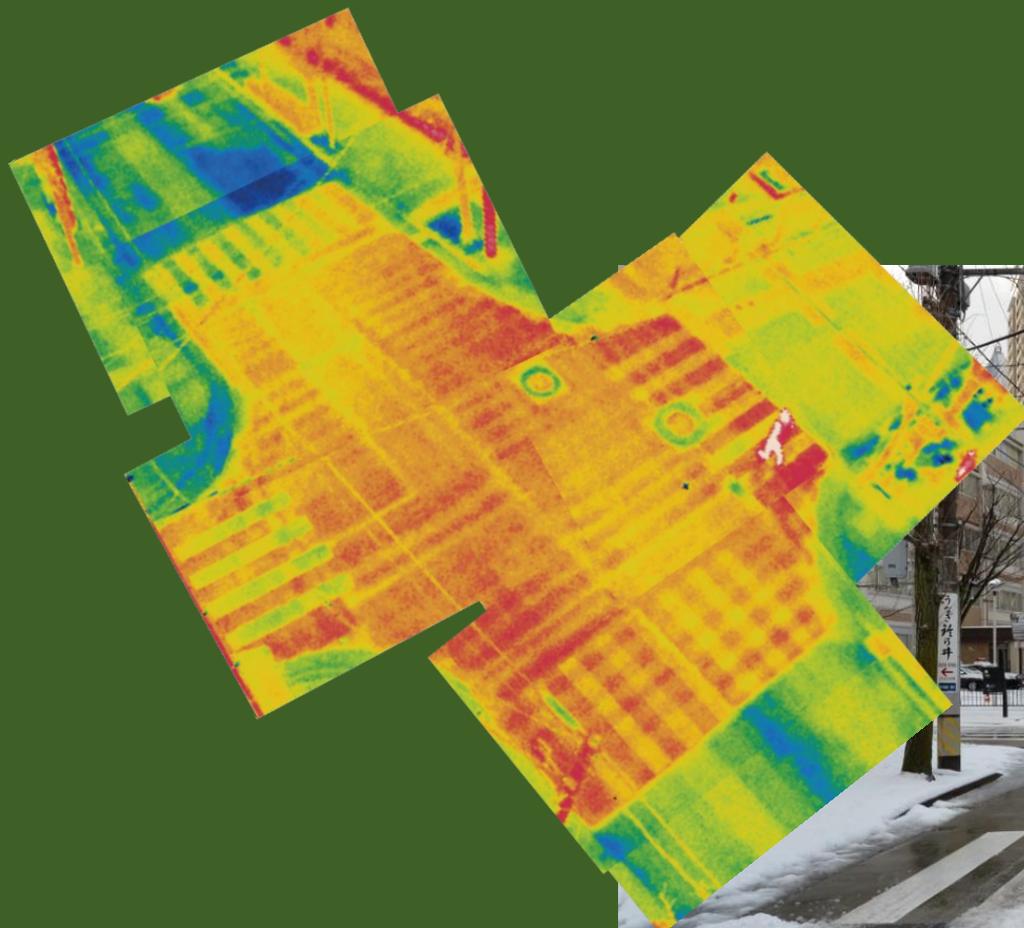


循環ポンプφ50-2.2kW



制御コントロール部

# 【実証研究施設の概要】※融雪状況



# 革新的技術の導入効果

## 【本技術の評価項目】

- ・総費用
- ・エネルギー消費量
- ・温室効果ガス排出量

※比較対象技術 ガイドラインではボイラー方式、電熱方式の2種類

検討項目※主なもの		設備規格
利用規模		25kW級
融雪面積	125 kW/m2試算	200m2
総費用試算期間		50年
設備運転時間		1000時間／年

## 【本技術の評価結果】

- ・総費用
- ・エネルギー消費量
- ・温室効果ガス排出量

比較項目	本技術	ボイラー方式比	電熱方式比
総費用	2, 592千円	5%縮減	13. 5%縮減
エネルギー消費量	1, 799kW／年	94. 2%削減	92. 8%削減
温室効果ガス排出量	1, 036kg-CO2/年	94. 2%削減	92. 8%削減

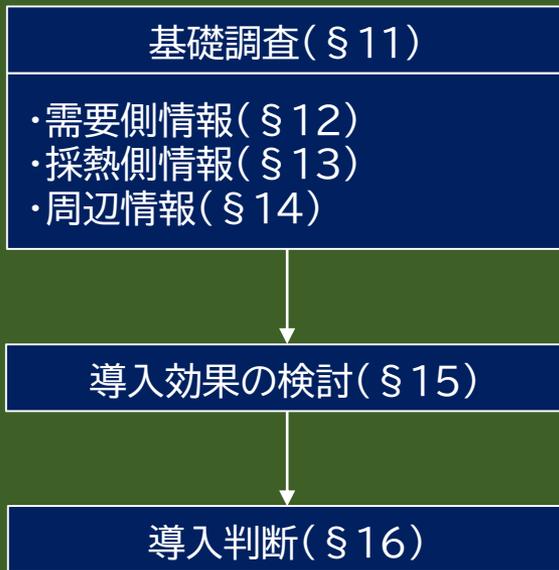
本技術は、費用は5～13. 5%の縮減だが、エネルギー消費量や温室効果ガス排出量は92. 8～94. 2%の縮減が達成できるシステムであることが確認出来た。

COP換算(本技術でいうCOPは、融雪に使ったエネルギー÷使用電力)で13.9を達成



# 革新的技術の計画・設計

## 【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	§
需要側	道路種別および舗装構成	融雪側熱負荷算定	12
	気象条件	融雪側熱負荷算定	12
採熱側	下水流量(下水水深)	採熱側熱負荷算定	13
	下水温度	採熱側熱負荷算定	13
	下水管路状況	適用条件の判定	13
	管路延長	採熱規模の算定	13
周辺	占用物件(施工支障物件)	本技術の施工可否判定	14
	地上構造物設置スペース	本技術の施工可否判定	14
	関係法令・整備計画	法令・整備計画との適合性	14
導入効果	建設費	融雪設備の建設費算出	15
	エネルギー費	維持管理費算出	15
	設備耐用年数	維持管理費算出	15
	保守点検費	維持管理費算出	15
	エネルギー効率	エネルギー消費量算出	15
	温室効果ガス排出係数	温室効果ガス排出量算出	15

## 【計画・設計フロー】

(1)設計下水温度・水深検討



(2)融雪側熱負荷設計



(3)採熱側熱交換器設計



(4)システム設計



(5)概算工事費

## 【計画・設計の実施内容】

※信頼度の高いデータがない場合、設計前に実施。

- ・必要熱量算定
- ・循環水温度算定

- ・採熱管設置本数設定
- ・採熱管設置延長算定

- ・土工図および数量
- ・配管図および数量
- ・操作制御図および数量
- ・電源設備図および数量

- ・土工工事費
- ・配管工事費
- ・操作制御設備工事費 等

留意点を次のスライドで説明します。

## 【計画・設計上の留意点】

### (1) 設計下水温度・水深検討

- ・融雪負荷ピーク月において、下水の温度と流量の推移を正確に把握(調査)して、設計値を決定する。

### (2) 融雪側熱負荷設計

- ・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。
- ・採用する舗装構造(舗装厚)や放熱管敷設条件(敷設間隔)により、必要熱量を放熱できる放熱管行き温度を決定する。

### (3) 採熱側熱交換器設計

- ・下水の水深から採熱管の設置可能本数、設置可能本数と下水温度から採熱管敷設延長を決定する。

### (4) システム設計

- ・各設備で必要な構造・規格を確保した設計を行う(舗装なら曲げ強度、採熱設備ならヘッダーカバー、循環設備ならポンプ規格、制御なら降雪・路面温度の設定等

### (5) 概算工事費

- ・工事に必要な仮設や交通誘導員などの諸経費も見込む

# ✂ 革新的技術の維持管理

道路関係設備(機械設備)点検・整備・更新マニュアル(案)  
標準的な実施方針

道路管理施設等点検整備標準要領(案)  
  
(内訳) 消融雪設備 点検・整備標準要領(案)  
消・融雪設備 保守点検・整備の標準的な要領

国土交通省作成(平成28年3月)

消融雪設備 点検・整備ハンドブック  
「消融雪設備 点検・整備標準要領(案)」の解説書

消融雪設備点検・整備ハンドブック編集委員会作成(平成30年7月)

※ガイドラインNo.1158 P.60より

本システムは、車道融雪に適用するシステムのため、維持管理は上記マニュアル、要領、ハンドブックを参考に維持管理を行う。

# ✂ 革新的技術の維持管理

定期点検は降雪期前に実施し、施設の状態を評価する。

## 【放熱設備、循環設備、操作・制御設備で想定されるリスクと対策例】

対象	故障内容	修繕方法
放熱設備	舗装目地を放熱管(SGP)管が横断している箇所、腐食が発生して漏水。	該当箇所の放熱管を取り換えとさや管による保護、および熱源水の追加。
循環設備	配管接続部で漏水	増し締めと熱源水追加。
操作・制御設備	制御盤内の電子部品が損傷	部品交換。

## 【採熱設備、下水管で想定されるリスクと対策例】

想定されるリスク	修繕方法
流下物との接触による破損	該当部分の熱回収管(ユニット)等の交換と熱源水の注入。
高圧洗浄による破損	高圧洗浄時に扇型ノズルの使用を遵守。 ※製管工法による管更生箇所と同様
汚れ・付着による熱交換性能低下※	管内浚渫、清掃。
新規の取付管接続	採熱管固定バンドの移設

※汚れによる熱交換性能低下も見込んだガイドラインとなっている。



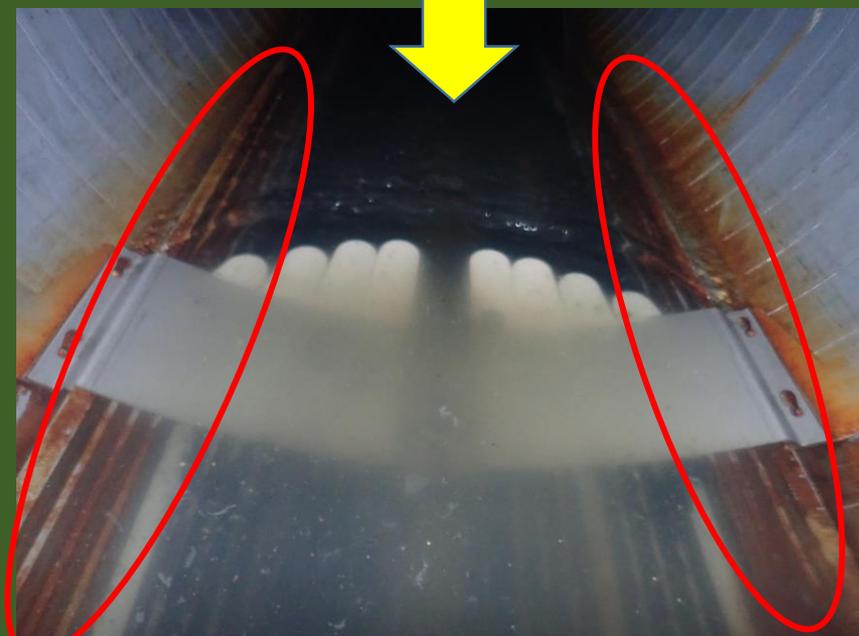
# 実証期間中の技術上の工夫・改善点



管路が古く、勾配の違いにより水面下に設置できない採熱管が発生。これにより、フルスペックでの採熱能力の検証が困難になった。



観測のため、特別な管内用の堰を設置



フルスペックの採熱能力を検証可能

# 問合せ先

株式会社興和  
※全体システム  
融雪、制御

水工部  
〒950-8565 新潟県新潟市中央区新光6番地1  
TEL: 025-281-8816 FAX: 025-281-8835  
URL: <https://www.kowa-net.co.jp/>

積水化学工業株式会社  
※採熱

環境・ライフラインカンパニー  
〒105-8566 東京都港区虎ノ門2丁目10番4号  
(オークラプレステージタワー)  
TEL: 03-5521-0551 FAX: 03-5521-0599  
URL: <https://www.sekisui.co.jp/>

新潟市  
※施設管理、運用

下水道部 下水道計画課  
〒951-8550 新潟県新潟市中央区学校町通1番町602番地1  
TEL: 025-226-2979(2982) FAX: 025-228-2209  
URL: <https://www.city.niigata.lg.jp/index.html>

ご清聴ありがとうございました。

