

CO2排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業
成果発表会

2019年12月16日

夏の太陽熱と家庭内排湯熱を 活用した燃料ゼロの低温融雪 システム技術開発

技術開発者代表者 株式会社トラストプラン 発表者 白川大智

共同事業実施者 弘前大学 北海道科学大学

青森県弘前市の雪かきの風景



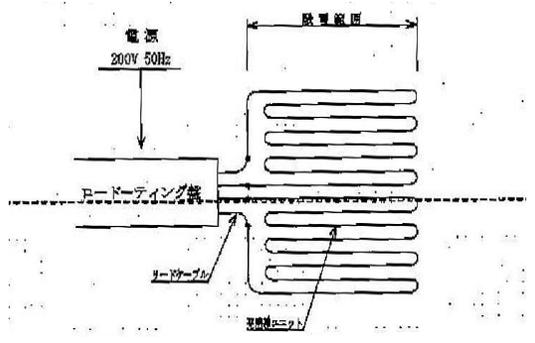
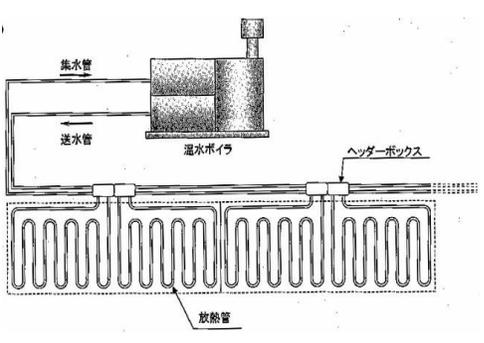
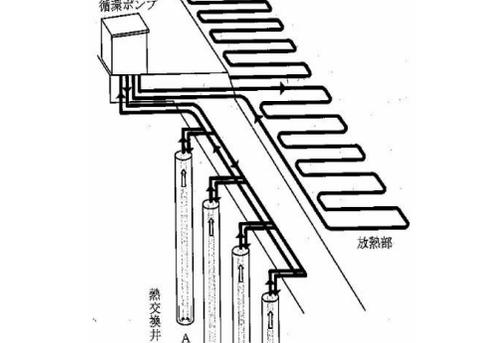
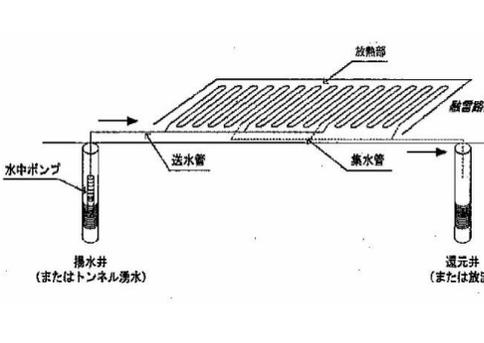
個人宅における雪の問題

- 雪かきに伴う時間と労力の浪費
- 人身事故、物損事故
- 高齢化に伴う労力不足、孤立問題
- 雪捨て場の確保



自宅に融雪設備を導入する家庭が年々増えている

導入しやすいため家庭用として普及

	電熱方式 (熱源: 化石燃料)	ボイラ温水循環方式 (熱源: 化石燃料)	地中熱交換方式 (熱源: 地中熱)	地下水直接循環方式 (熱源: 地下水)
概要図				
システム概要	舗装体に埋設した電熱線に通電加熱させて融雪する	灯油やガスを燃料としたボイラで加熱した不凍液を舗装体内に循環させて融雪する	深く掘った採熱杭に不凍液を循環させて熱交換することで熱を抽出して融雪を行う	井戸により揚水された地下水を放熱パイプへ通水することで融雪を行う
イニシャルコスト	最も安い およそ80万円/30m ²	電熱の次に安い およそ100万円/30m ²	ボーリング費が非常に高い およそ350万円/30m ²	やや高い およそ150万円/30m ²
ランニングコスト	最も高い およそ12万円/年/30m ²	電熱の次に高い およそ6万円/年/30m ²	循環ポンプのみのため非常に安い およそ5千円/年/30m ²	凍結防止運転、パイプ内メンテナンス必要 およそ3万5千円/年/30m ²
CO2排出量	4.79t-CO ₂ /年	2.55t-CO ₂ /年	0.09t-CO ₂ /年	0.67-CO ₂ /年

- 一般的な家庭用融雪技術は化石燃料を熱源とするため運転コストが高く、CO2排出量が多い
- 自然エネルギー由来の融雪方式はコストが高く、一般家庭には普及していない

弘前市では平成25年度から弘前型スマートシティ構想における「世界一快適な雪国 弘前」に向けた取り組みとして再生可能エネルギー・未利用熱を活用した新たな融雪技術の研究開発を実施

弊社と弘前市の共同研究

- ① 太陽熱集熱器併用浅層地中蓄熱融雪技術
- ② 水道管熱利用融雪技術

低温で徐々に雪を融かす技術を応用

今回の技術開発

個人宅30m²程度の駐車場や通路等を対象とした低コストな融雪技術の開発

THE MUTSU SHIMPO 2月3日 水曜日

陸奥新報

356 弘前市下白銀町2の1 ☎0172-34-3111(代表) www.mutsushimpo.co.jp 購読申し込み☎0120-365-062

融雪モデル有効機能

弘前市・雪対策の実証実験 水道管熱システムや井戸利用で協働

市長、推進に意欲

弘前市は、今年度新たに雪対策の実証実験の効果を確認した。水道管熱と地中熱を利用した水道管熱システムの実証実験は、地中熱を利用した水道管熱システムを効果的に活用し、雪対策に貢献する。市長は、雪対策の推進に意欲を示した。市長は、雪対策の推進に意欲を示した。市長は、雪対策の推進に意欲を示した。

水道管熱システムは、水道管の熱を利用し、雪を融かす。地中熱は、地中の熱を利用し、雪を融かす。水道管熱システムは、水道管の熱を利用し、雪を融かす。地中熱は、地中の熱を利用し、雪を融かす。

市長は、雪対策の推進に意欲を示した。市長は、雪対策の推進に意欲を示した。市長は、雪対策の推進に意欲を示した。

日本経済新聞 2016年(平成28年)3月20日(日曜日)

ご当地エネ 海から森から

地下水やバイオマス、熱源は様々

青森県弘前市 雪融かすための太陽熱と地下水熱を利用し路上の雪を溶かす

北海道下川町 バイオマス燃料で熱を供給

福岡県北九州市 製鉄所から出る水素ガスを集約して熱源として活用

静岡県浜松市 日本有数の日照時間を生かした太陽光発電

長崎県対馬市 海洋ゴミを燃料に変える

大分県別府市 地域の診療所、船のターミナルなどに熱を供給

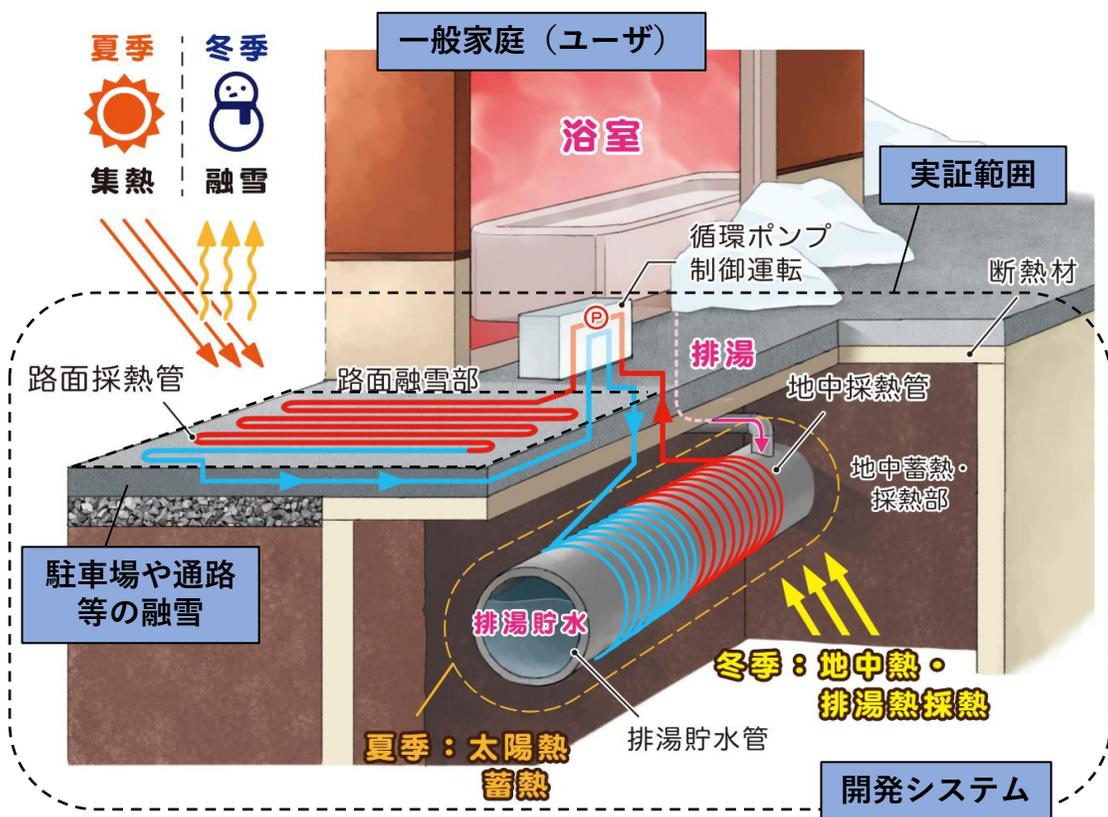
自治体が開発、災害時にも強み

エネルギーを使う場所の近くで生産する。比較的規模の小さいエネルギーのこと。太陽光や生物資源、地熱といった再生可能エネルギーのほか、工場などから出る廃熱や水道管などの熱も含まれる。蓄電池などと組み合わせれば、災害時などに地域の熱や電力を確保する手段にもなる。少数の大規模発電所から広大な地域に電力を供給する集中型エネルギーに比べて、送電などにともなうエネルギーロスが小さいのが特徴だ。発電の際に出る廃熱を回収すれば、さらに効率的にエネルギーを利用できる。一方で、設備の導入に必要なコストがかかることや、供給の不安定などが課題となっている。

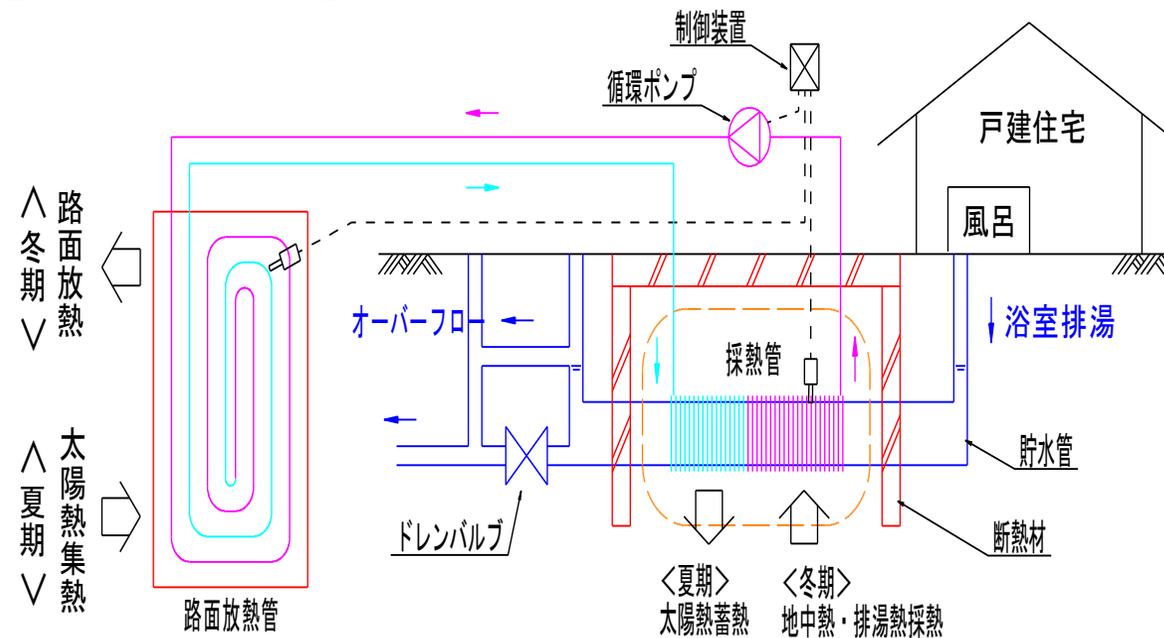
夏の太陽熱と家庭内の浴室からの排湯熱を地下1mの浅層に蓄熱し地中温度を適切に保ちながら、循環液の熱交換のみ（ヒートポンプレス）で最大限の融雪効果を得る、燃料ゼロの低温融雪技術を開発する。

浅層からの採熱により工事費の低減を図るとともに、循環ポンプの消費電力のみで融雪することで従来の維持費を大幅に削減し、飛躍的な普及を目指す。CO2排出量は従来技術に比べて極めて少ないため、広く普及させることで民生部門の低炭素化を実現する。

【イメージ図】



【システムフロー図】



要素A1 【家庭内排湯熱利用技術の開発】

排湯供給による貯水管周りの地温変化や採熱量を検証し、有効性を明らかにする

要素A2 【太陽熱浅層地中蓄熱技術の開発】

夏場に試験運転を実施し地温変化や冬場の採熱量上昇効果を検証し、有効性を明らかにする

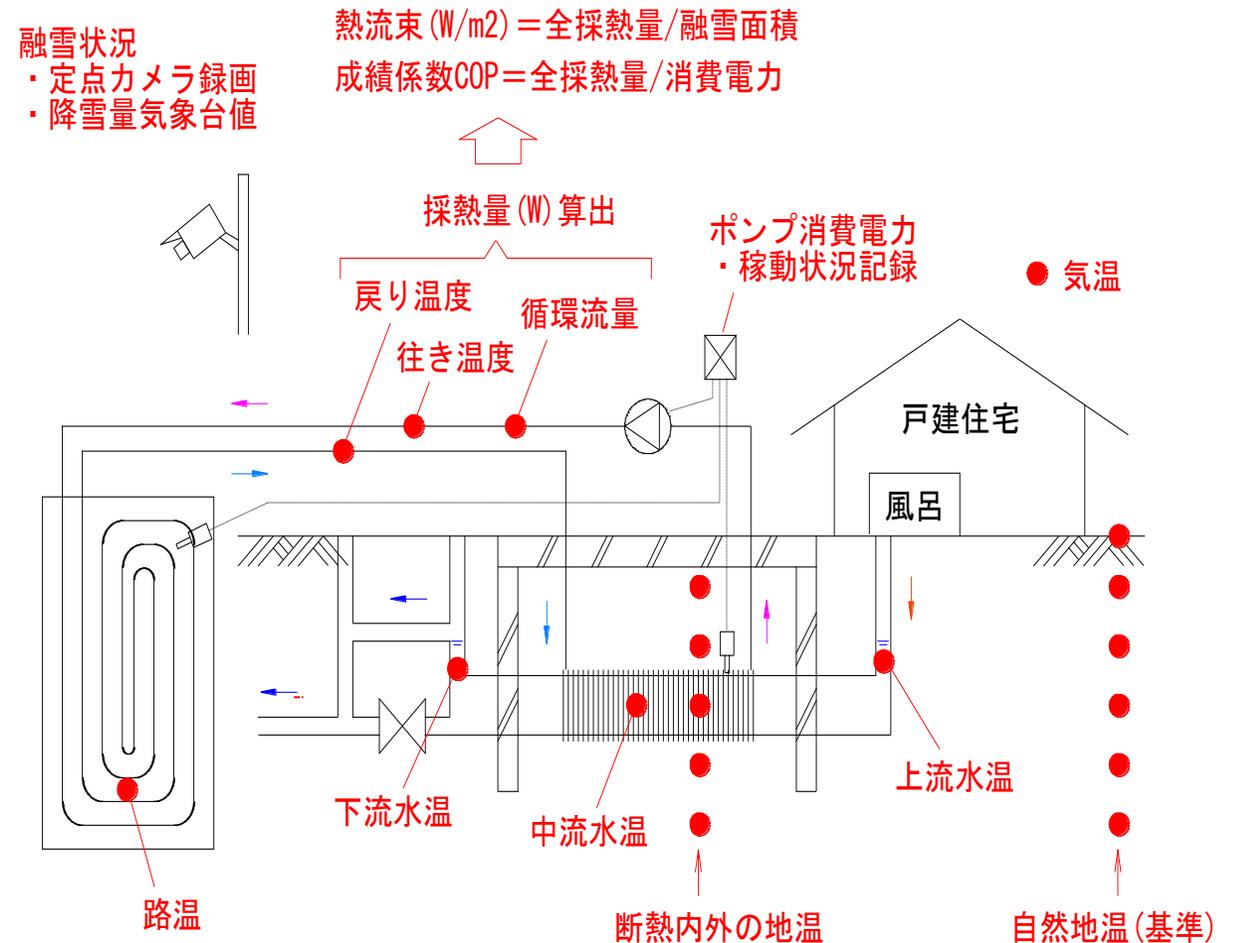
要素A3 【熱エネルギーマネジメント技術の開発】

複数の制御方法による試験運転を実施し地温変化や無駄な採熱の削減効果を検証し、最適な運用方法を選定する

融雪実証 【システム性能評価】

融雪効果・熱流束・COP・省エネ効果からシステム性能を評価する

【データ計測概要】



実施項目	H28年度	H29年度	H30年度
基本設計・実証計画	→		
小型試作品融雪試験	→		
自然地温測定	→	→	→
シミュレーション法の検討	→	→	→
詳細設計		→	→
実証施設設置工事		→	→
要素A1の検証		→	→
要素A2の検証		→	→
要素A3の検証		→	→
融雪実証・システム性能評価		→	→
低コスト化・コンパクト化の検討		→	→
メンテナンスの検討			→
他用途利用の検討		→	→

実証施設

①弘前

②札幌屯田

実証施設

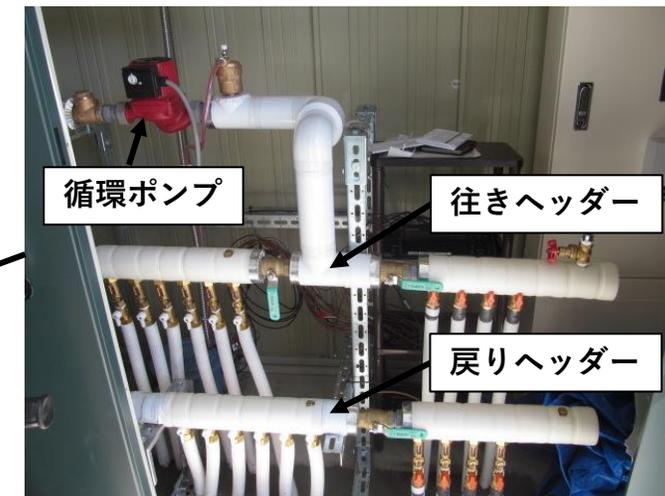
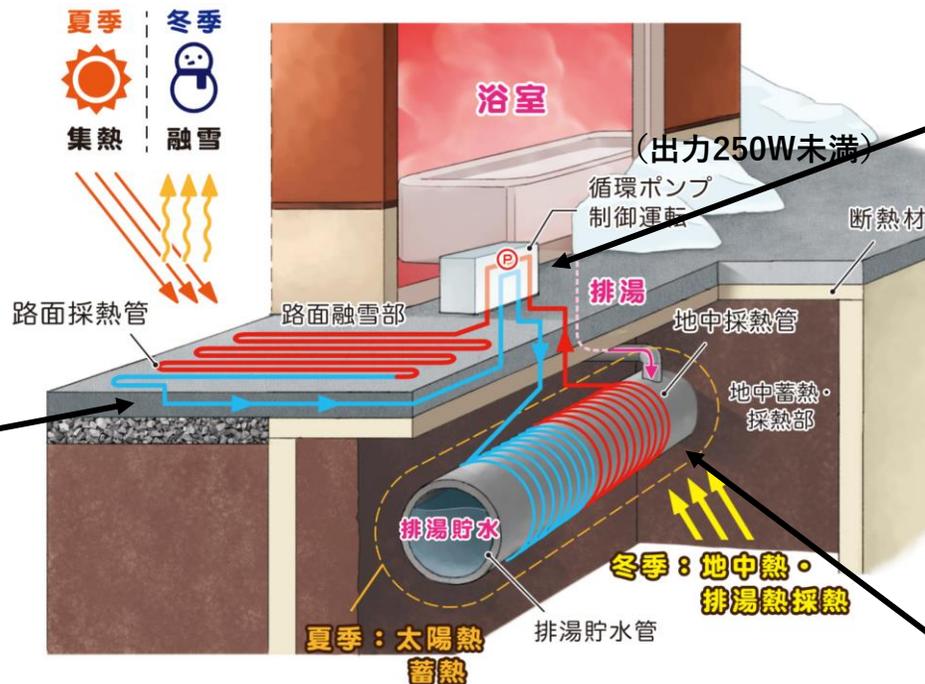
③札幌平岡

実証地

- ①弘前地区 (個人宅駐車場)
- ②札幌市北区屯田地区
(設備業者事務所駐車場)

【水平採熱式】

貯水管を水平に敷設して採熱管を巻きつける方式



名称	規格	数量
貯水管	硬質塩化ビニル管 VU200 管長12m 容量377L 埋設深さ0.6~1.0m	1基
断熱材	スタイロフォーム 上部厚200mm 側部厚200mm 蓄熱容量12m ³	
採熱管	金属強化ポリエチレン管 φ16 75m/回路×4回路	総延長300m
放熱管	架橋ポリエチレン管 φ16 50m/回路×6回路	総延長300m

実証地

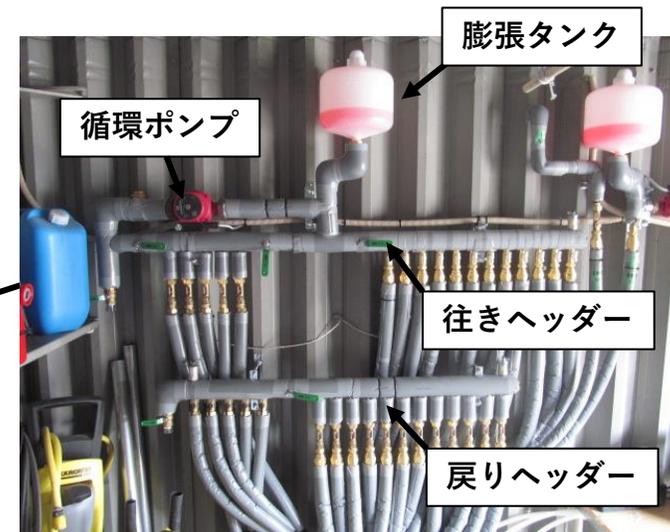
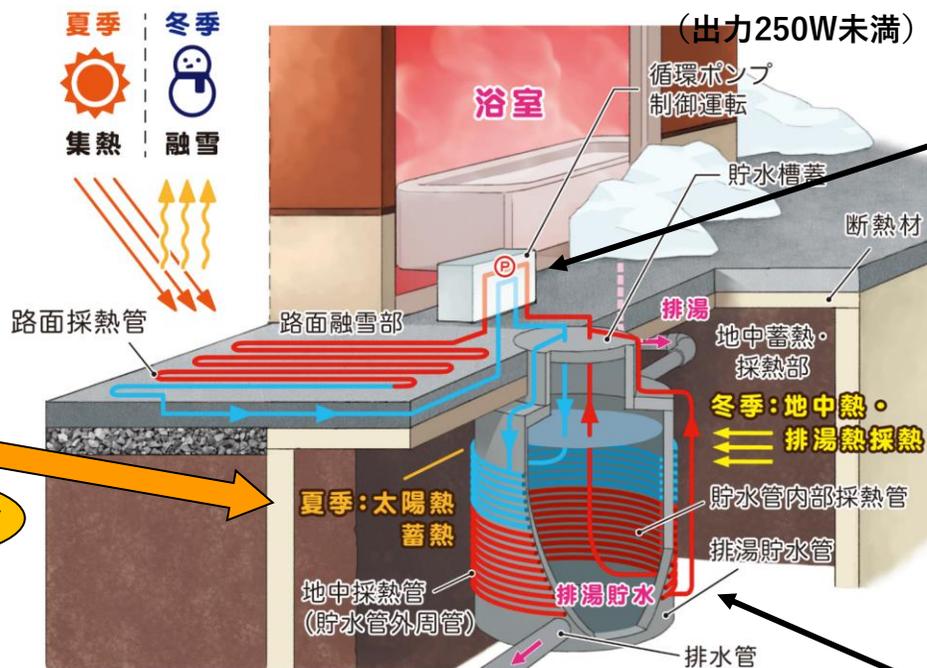
③札幌市清田区平岡地
(個人宅駐車場)

要素A2-2【太陽熱集熱器併用実証】



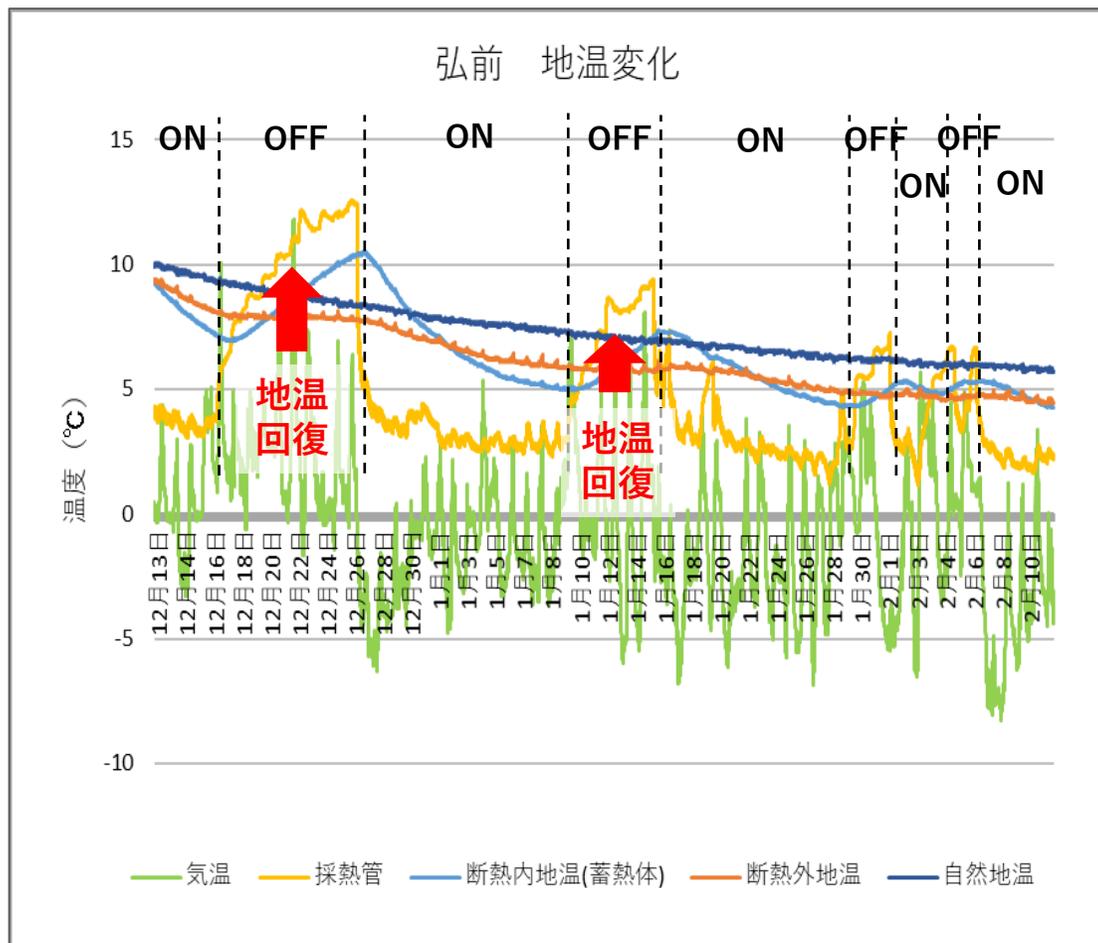
【鉛直採熱式】 ※コンパクト化

貯水槽を鉛直に据え付け採熱管を巻きつける方式

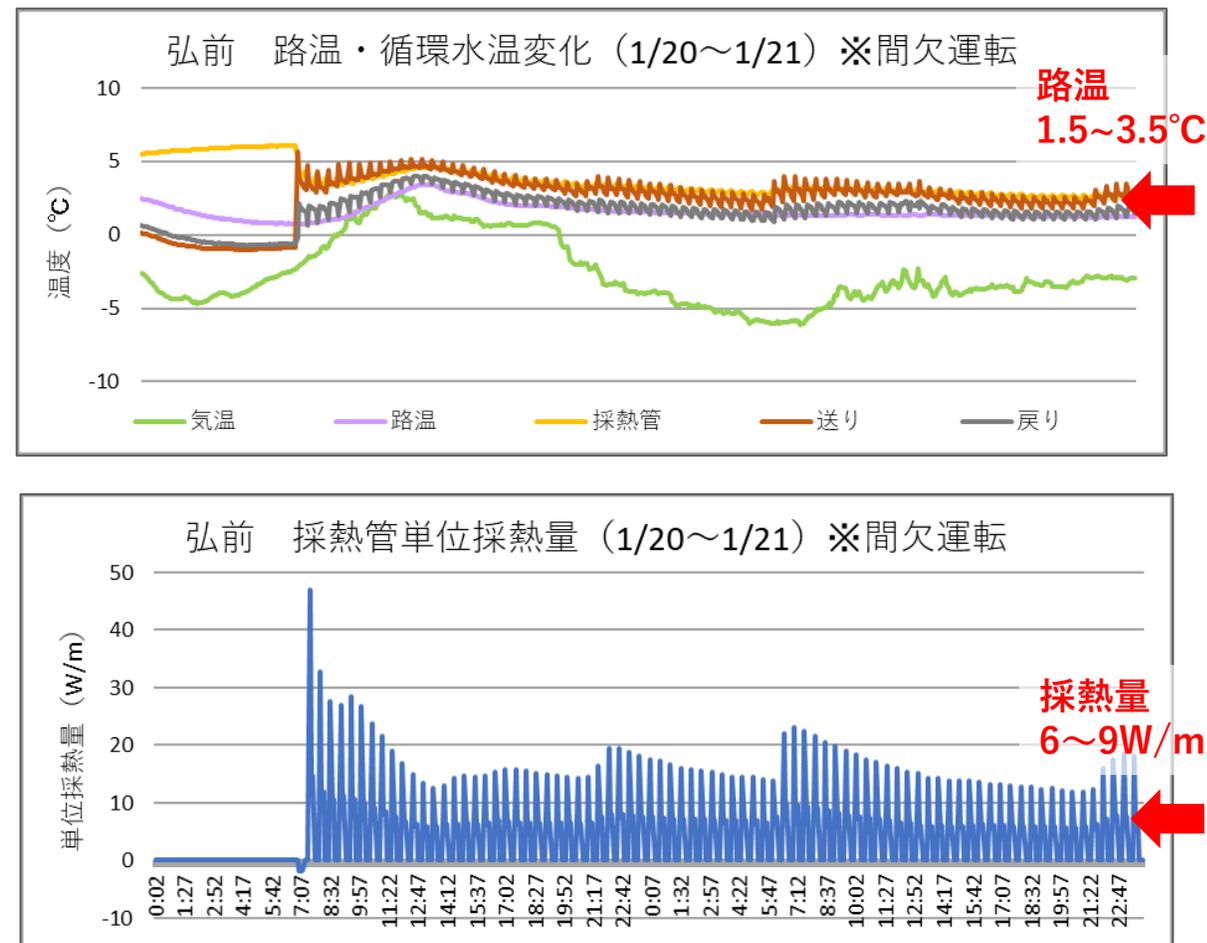


名称	規格	数量
貯水槽	鋼製円筒型 (φ1.2m×H1.7m 容量1.7m ³ 壁厚9mm) 内面防食塗装	1基
断熱材	スタイロフォーム 上部厚200mm 側部厚100mm 蓄熱容量7m ³	
採熱管	架橋ポリエチレン管 φ20 40m/回路×13回路	総延長480m
放熱管	架橋ポリエチレン管 φ16 50m/回路×4回路	総延長200m

○地温変化（経日変化）

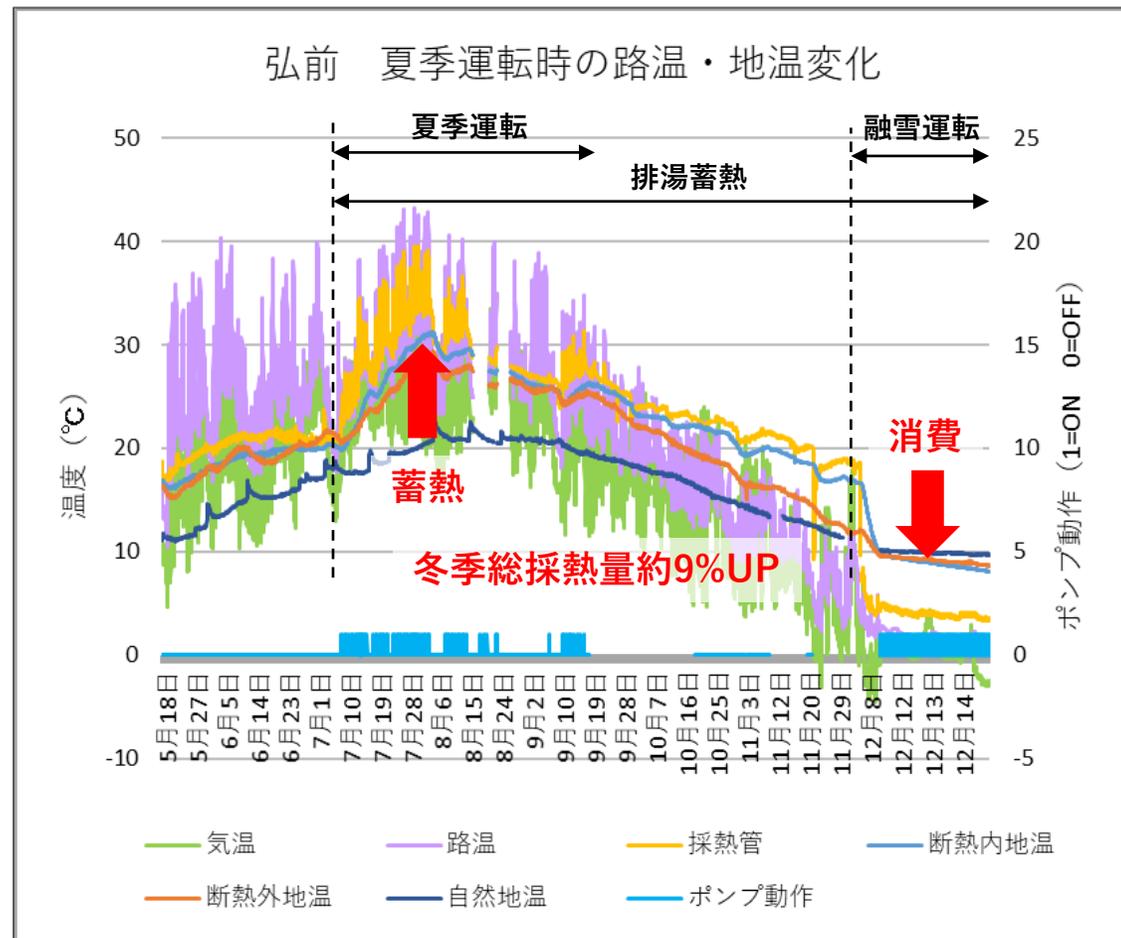


○路温・採熱量変化（代表期間経時変化）



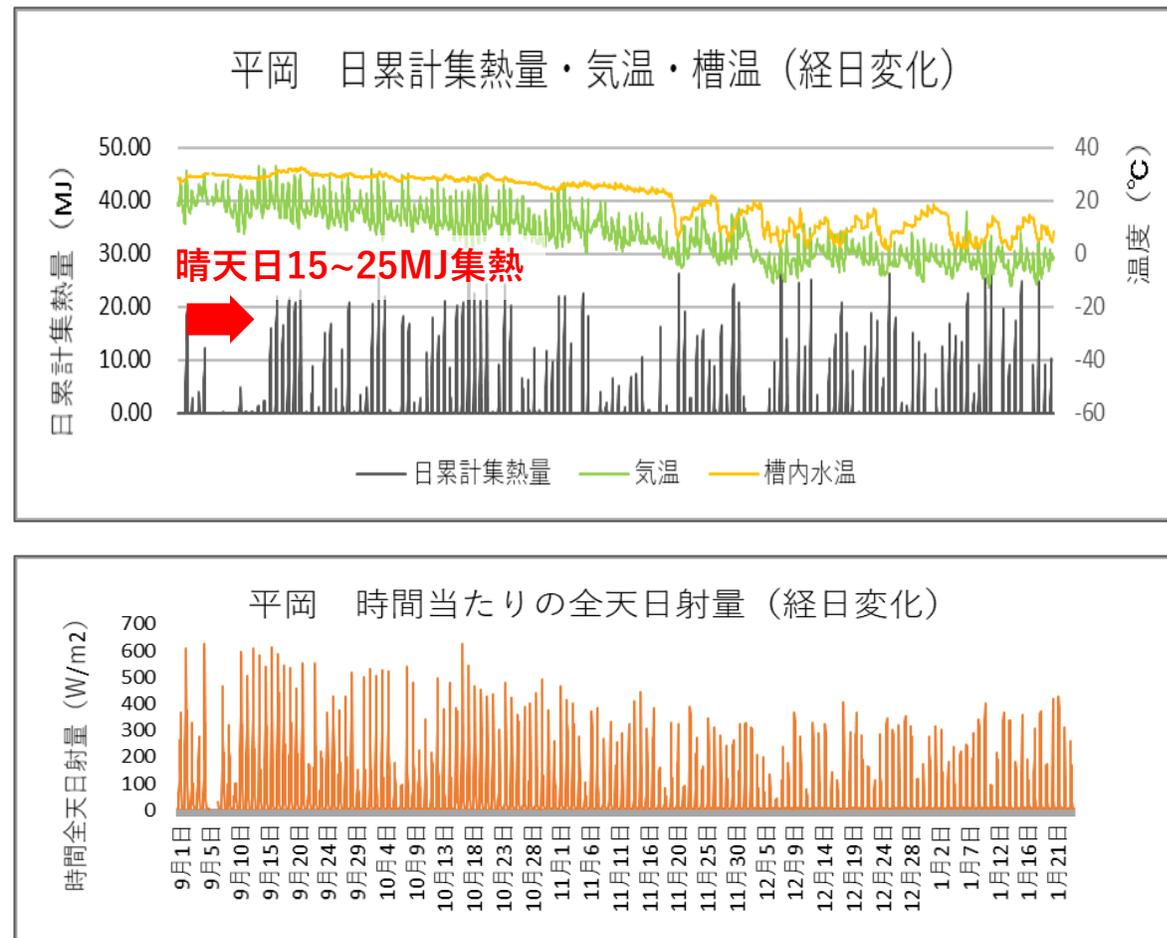
○運転状況と路温・地温変化

※路面日当たり時間
10時～15時（8月時点）



○太陽熱集熱器集熱量変化

※パネル日当たり時間
9時～13時（8月時点）

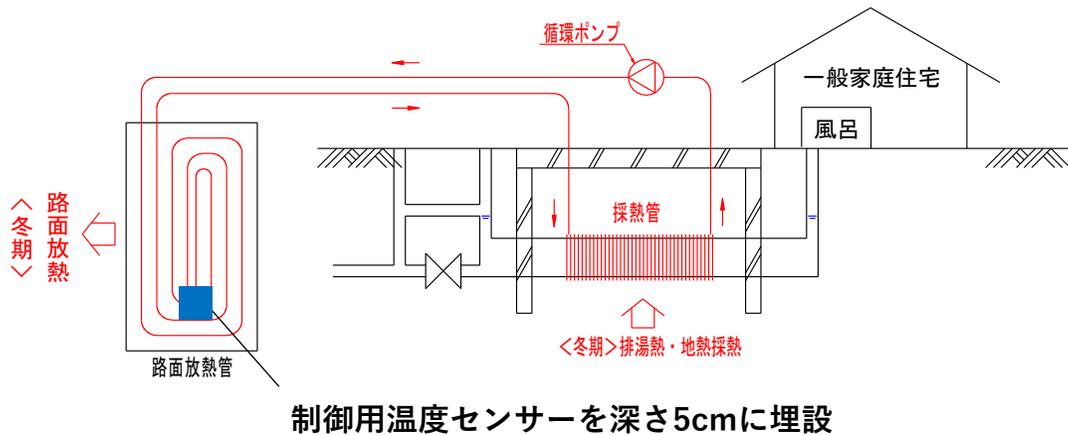


→ 集熱パネル1枚(3m²)で1日の排湯の50%程度の熱供給可能

制御種類	開発技術との相性	
降雪制御	降雪時のみ運転するため即効性が必要になる	△
路温制御	予熱運転、残雪処理が可能	◎
間欠制御	起動時に温度差が生じやすく全体の採熱量は連続と変わらない	○

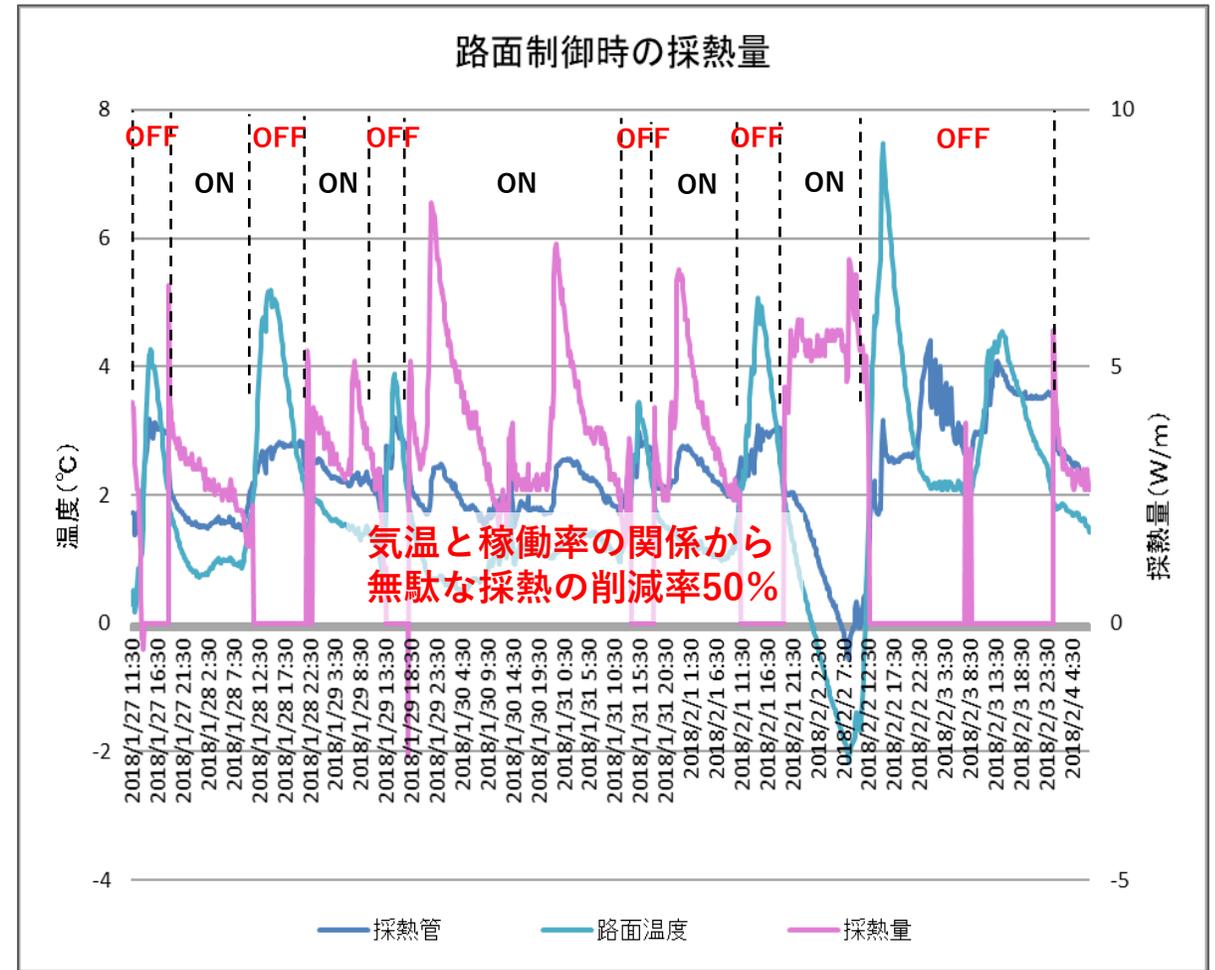
※費用対効果の点から極力単純な制御方法を選定した

○路温制御検証



路面温度 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ → 運転
 路面温度 $> 2^{\circ}\text{C}$ → 停止 ※15分判定

○運転状況と温度変化（代表期間）

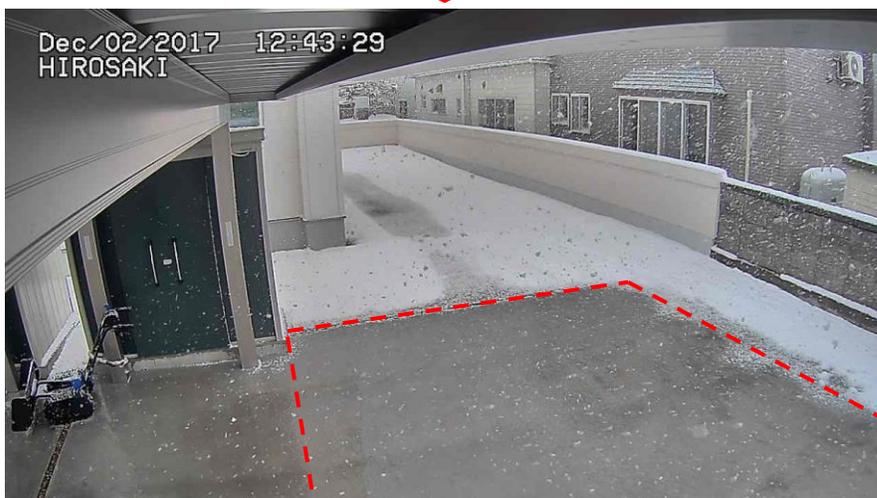


→ 間欠運転、遠隔監視・操作、タイマー制御なども有効

弘前地区 対象面積30m² 日降雪13cm/日 (代表日)



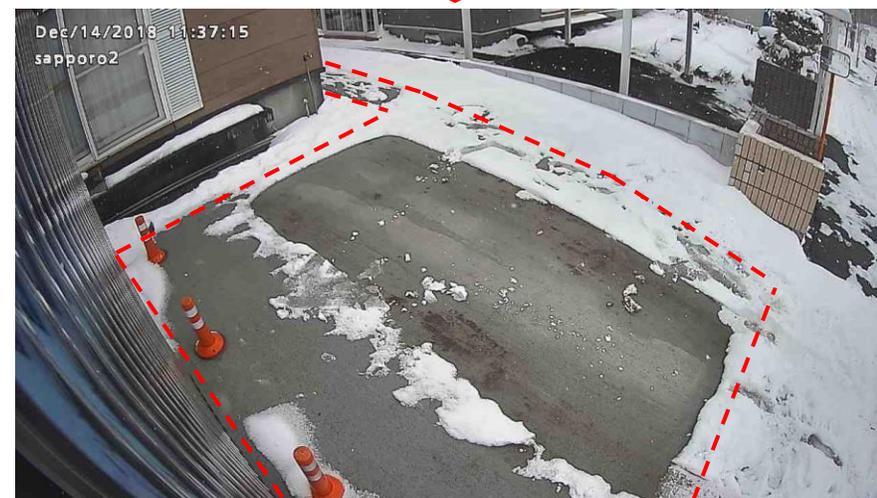
12時間後



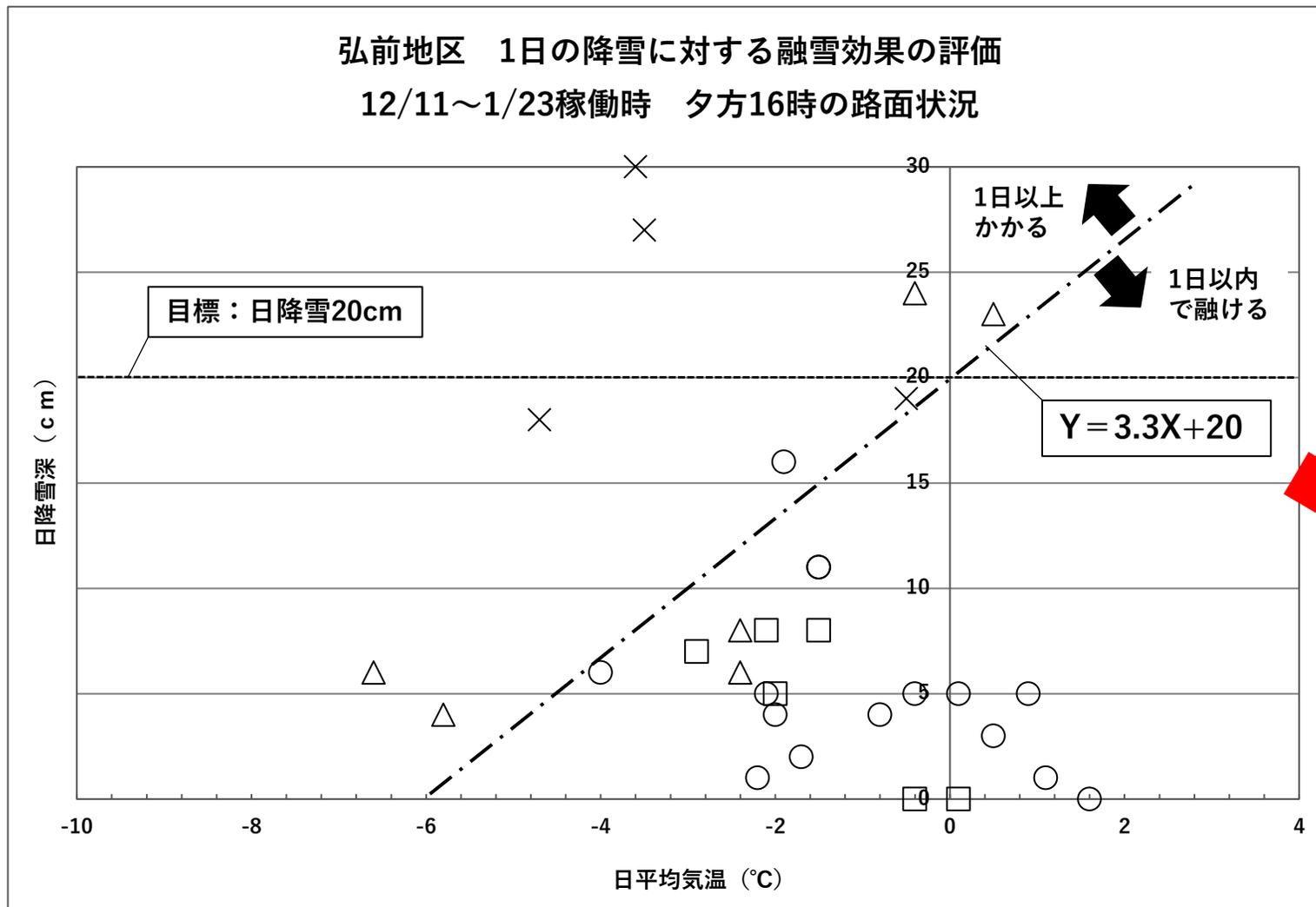
札幌平岡地区 対象面積21m² 日降雪22cm/日 (代表日)



5時間後



○気温と融雪効果の関係



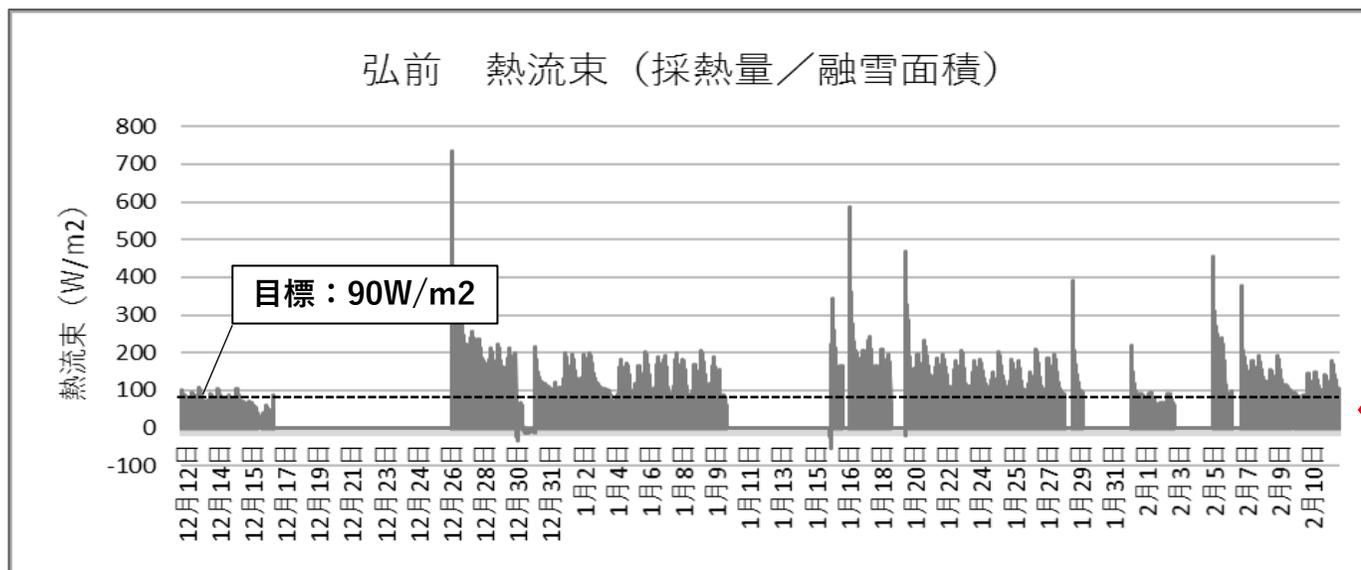
凡例

記号	判定基準
○	路面がほぼ露出(露出率80%以上)
△	歩行に支障がない程度の残雪(露出率80%以下)
×	融け残り
□	前日の融け残り

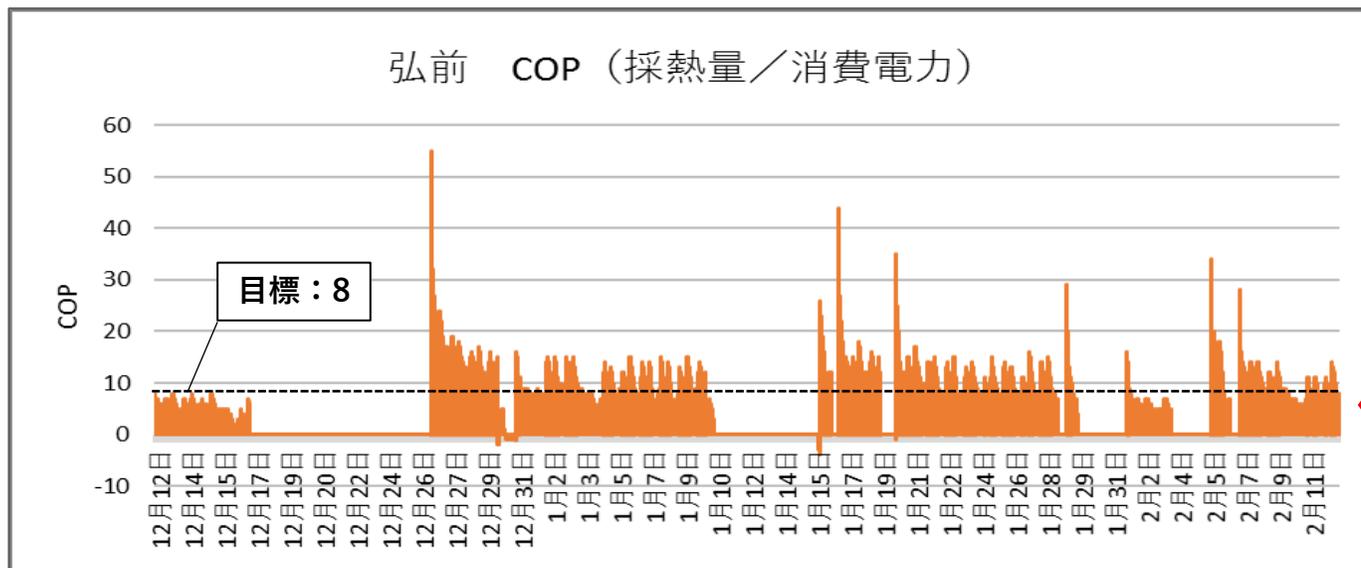
この式を元に過去5年間の気象データから各地域毎の対応可能頻度を算出

対応可能頻度

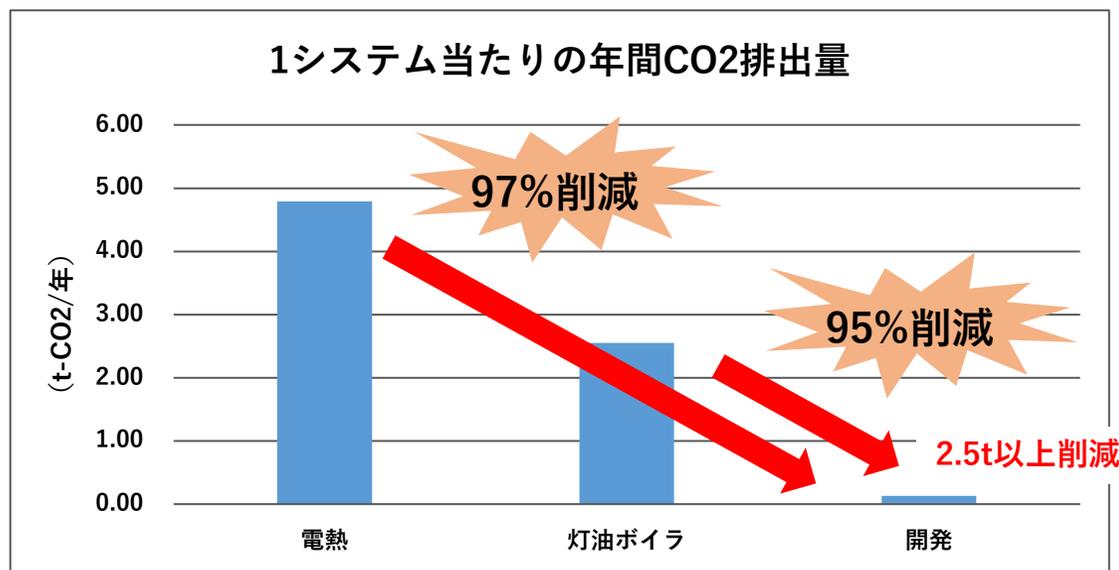
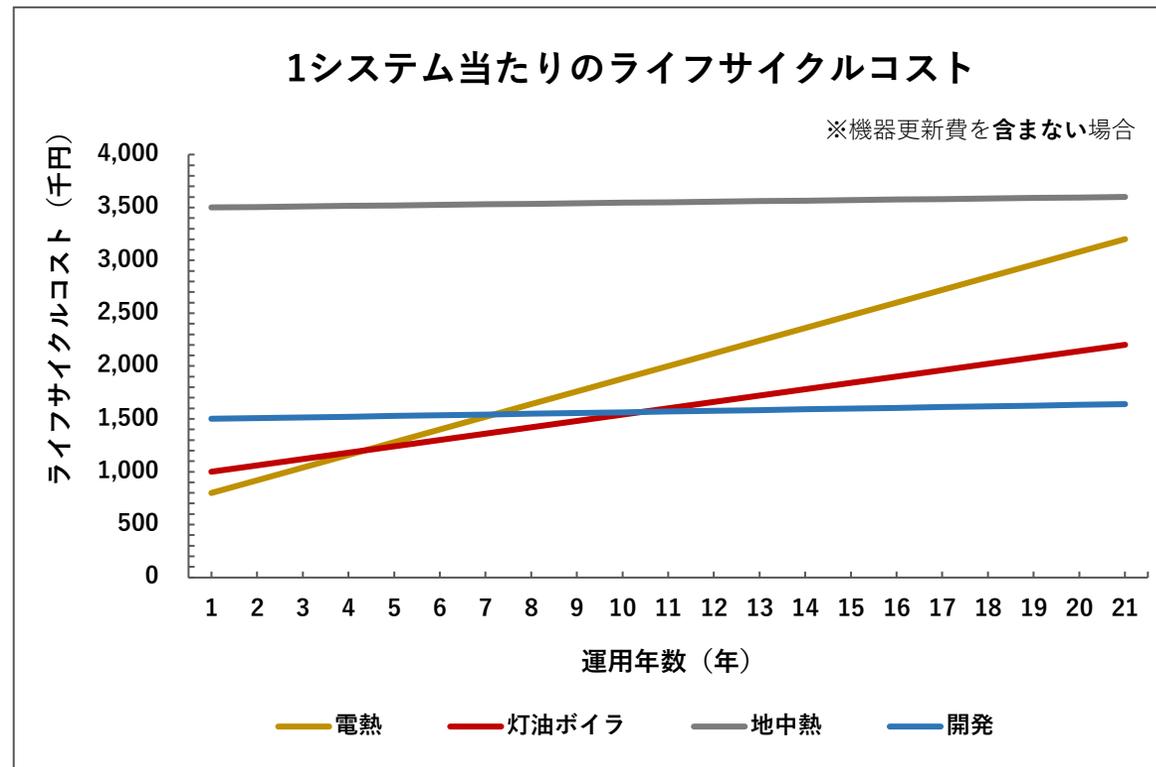
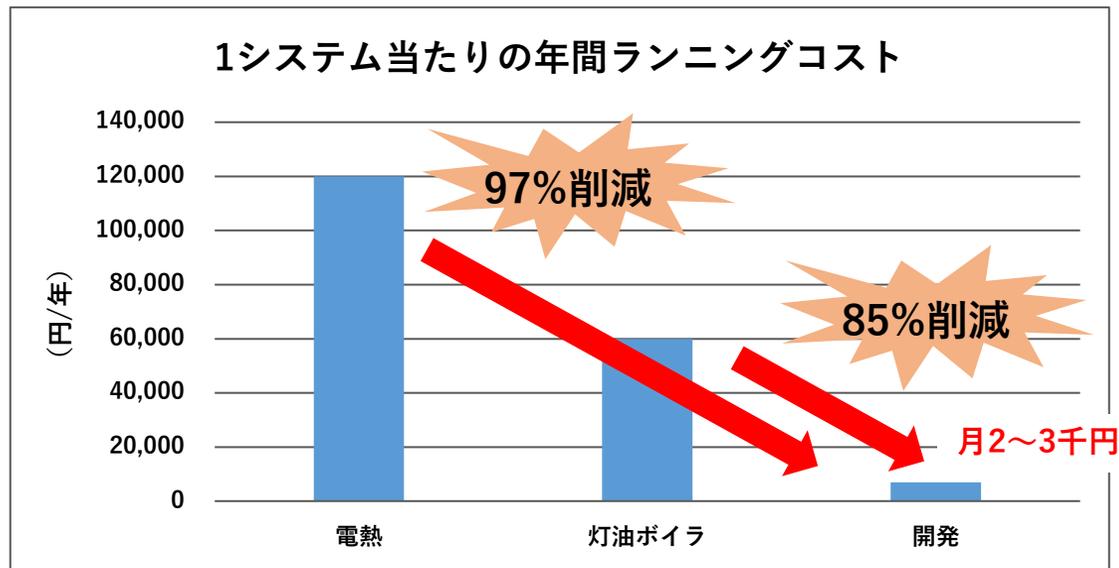
弘前市：78%
札幌市：72%
新潟市：93%



融雪開始時平均：150W/m²
水温・地温低下時平均：75W/m²



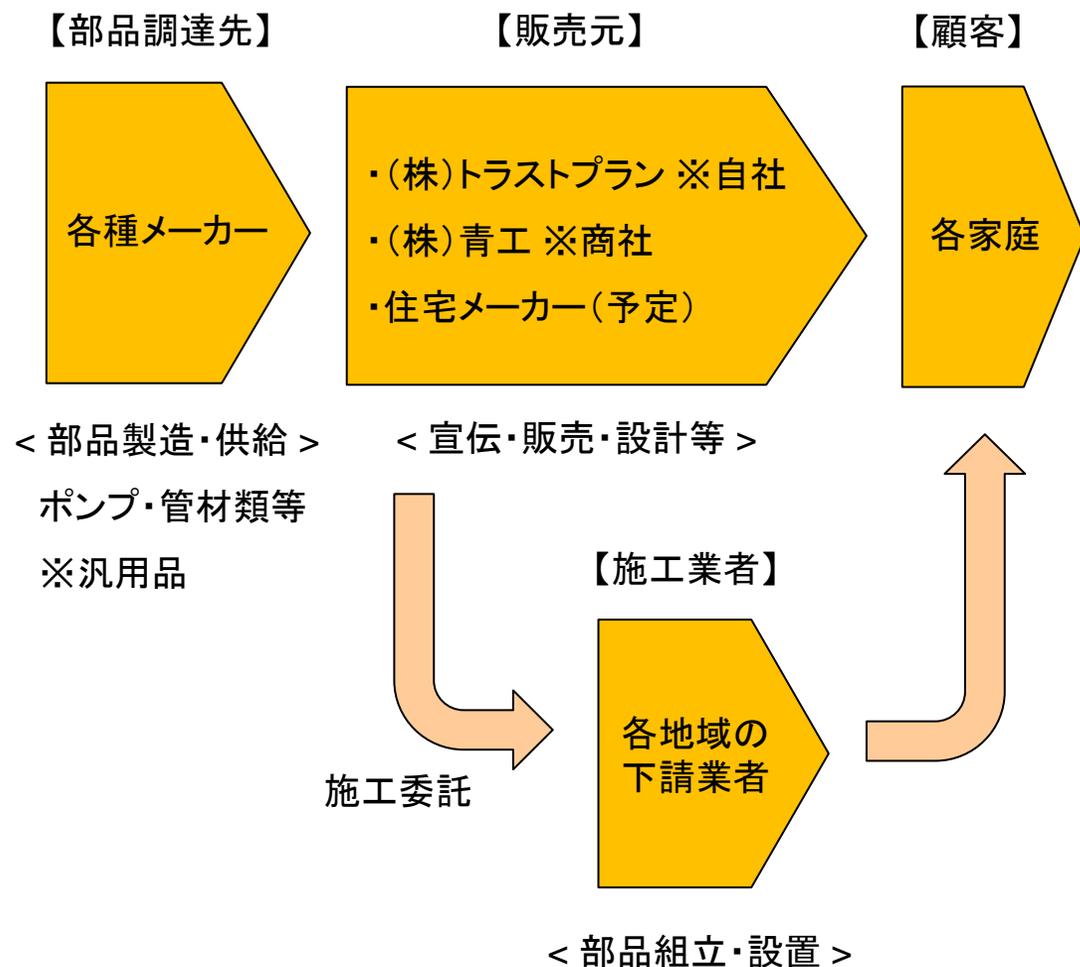
融雪開始時平均：13
水温・地温低下時平均：6



- ・ 初期投資は10年以内で回収見込み
- ・ 機器更新はポンプ交換のみで済む

※市販されてる従来設備のカタログ等を参考に算出

販売までのロードマップ



今後の展開

年 度	2019	2020	2022	2030
コンパクト化・低コスト化開発	→			
中規模対応モデル開発	→			
自社による販売・宣伝	→	→	→	
協力会社による販売拡大		→	→	→
住宅メーカーによる販売拡大		→	→	→

→ 今年度は3件の個人宅に本システムを設置した

1) 要素A1【家庭内排湯熱利用技術の開発】

- ・排湯供給により地温の向上が確認され、採熱量6~9W/mが確認された

2) 要素A2【太陽熱浅層地中蓄熱技術の開発】

- ・夏季運転により地温の向上が確認され、冬季総採熱量が9%上昇した
- ・太陽熱集熱器の併用が可能となり、その有効性が確認された

3) 要素A3【熱エネルギーマネジメント技術の開発】

- ・路温制御や間欠運転により無駄な採熱を50%以上削減することが確認された

4) 融雪実証【システム性能評価】

- ・融雪能力：日降雪20cmに対応 ※日平均気温0°C以上とき
- ・対応日降雪量 = $3.3 \times \text{日平均気温} + 20$ の式より寒冷地の7割以上の降雪に対応
- ・熱流束：運転開始時平均150W/m²、水温・地温低下時平均75W/m²
- ・COP：運転開始時平均13、水温・地温低下時平均6
- ・省エネルギー率：95%以上（灯油ボイラ比）



目標が達成され、コスト等の面からも製品化の見通しを得ることができた