

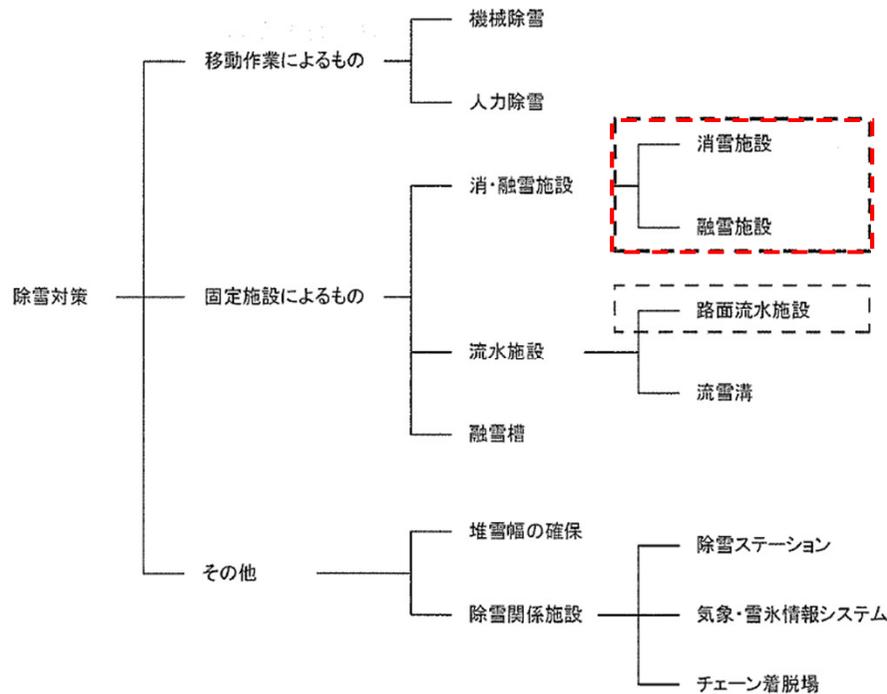
(2) 再エネ、未利用エネルギー による融雪について

ア 再エネ、未利用エネルギーによる融雪への活用手法の調査²⁹

除雪・融雪について

- 除雪対策の一つとして、消・融雪施設がある。
- 化石燃料や電力、再生可能エネルギーなどさまざまなものを熱源として利用し融雪を行う。

■ 除雪対策及び消融雪施設の分類



出典：「路面消・融雪施設等設計要領」

区分	種別	備考	市内適応性
化石燃料	重油・ガス等 ボイラー	化石燃料ボイラーによる温水製造を行い温水または不凍液によって融雪を行う	○
電力	電熱線	電熱線により電気を熱に変換する	○
再生可能エネルギー	下水熱	左記を熱源としてヒートポンプを活用したものを含む。2次側は化石燃料と同様。	○
	地中熱	〃	○
	空気熱	〃	○
	温泉熱	利用可能温度によっては直接利用	△
	木質バイオマス	木質バイオマスボイラーによる温水製造を行い温水または不凍液によって融雪を行う	△
	地下水	左記を熱源としてヒートポンプを活用したものを含む	△
	太陽熱	太陽熱集熱器による温水製造を行い温水または不凍液によって融雪を行う	△
	河川・湖沼等熱	左記を熱源としてヒートポンプを活用したものを含む	△

ア 再エネ、未利用エネルギーによる融雪への活用手法の調査³⁰

■前項比較表の参考文献

融雪システムに利用可能と考えられる再生可能エネルギーの分類

大区分	種類		利用可能な形態	
再生可能エネルギー	太陽	光	太陽光発電・電力	
		熱	ソーラーシステム・熱 その他(土壌蓄熱など)	
	風力		風力発電(あるいは発電+多目的利用) 風力多目的利用のみ	
			地熱発電(あるいは発電+多目的利用) 地熱多目的利用のみ	
	温度差	地中熱	ヒートポンプ活用	
		河川水・下水処理水利用(坑内水利用)	河川水・下水処理水など利用の熱供給事業など その他・直接利用	
	バイオマス	乾燥系	林地残材、建築廃材など	
		湿潤系	家畜排泄物など	
		その他	産業食用油など	
	リサイクルエネルギー	廃熱利用	工場廃熱	工場廃熱発電・工場廃熱利用
機器・装置廃熱(都市型廃熱)			大型電子計算機・変電所・地下鉄などの廃熱利用	
その他			病院の温排水など	
廃棄物利用		一般廃棄物	焼却	ごみ焼却発電(あるいは発電+多目的利用) ごみ焼却余熱利用
			固形燃料化	固形燃料化(RDF)と固形燃料利用など
		産業廃棄物	廃液	工場廃液メタン発酵ガス利用など
			木質系	木質系廃棄物燃料利用(オガライトなど)
			廃タイヤ	廃タイヤボイラなど
			その他	ごみ処理メタン発酵ガス利用など
		農林業廃棄物	バイオマスボイラなど	
下水・し尿	下水・し尿処理メタン発酵ガス利用など			
その他	廃プラスチックなど			
従来型エネルギーの新利用形態	コージェネレーション	石油コージェネレーション排熱 ガスコージェネレーション排熱		
	燃料電池	燃料電池排熱		

※「オンサイト型都市融雪システムの実際と計画」参照

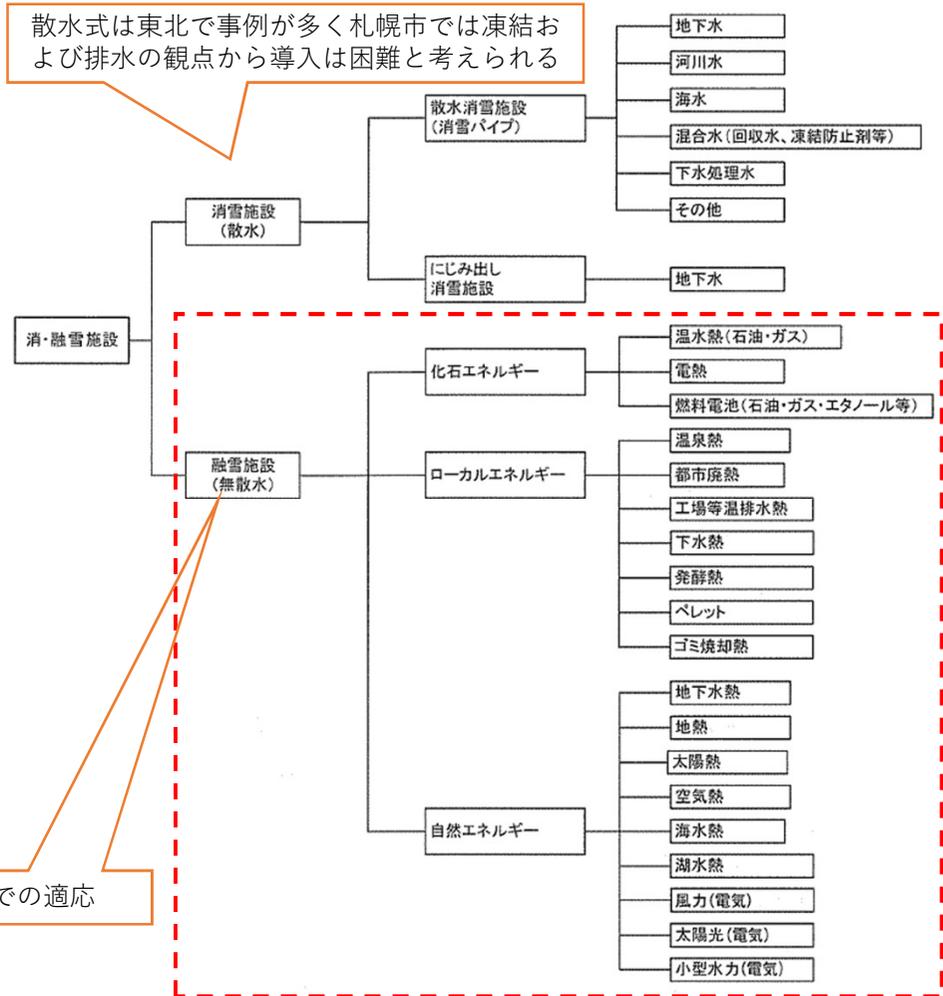
ア 再エネ、未利用エネルギーによる融雪への活用手法の調査³¹

ロードヒーティング設備について

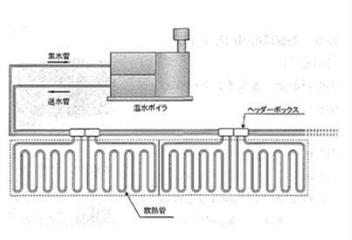
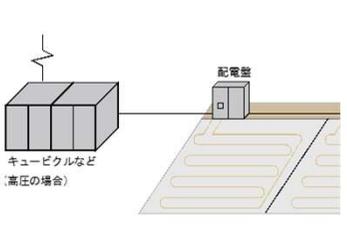
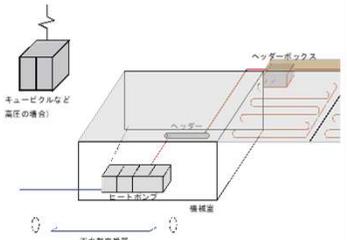
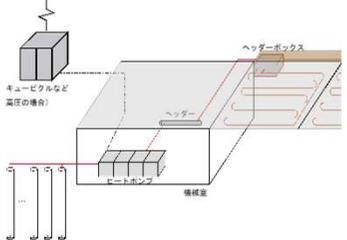
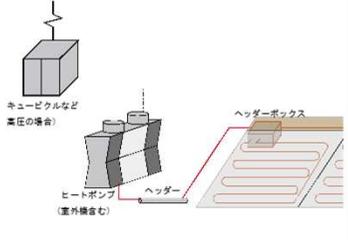
- ❑ 融雪：大量の降雪時は、路面全体が薄く雪で覆われる状態まで許容できる。
- ❑ 凍結防止：路面を凍結させないためには、路面温度を0°C以上の適切な温度に保つ。

融雪：
大雪が降り続く場合に、全ての雪を直ちに融解し、路面を雪のない状態に保つことは不経済であるため、設計時間降雪深以上の降雪が発生したときは、路面全体が薄く雪で覆われる状態まで許容できるものとする。

凍結防止：
降雪が無い時に、路面を凍結させないためには、路面温度を0°C以上の適切な温度に保つ必要がある。



ア 再エネ、未利用エネルギーによる融雪への活用手法の調査 32

技術名	化石燃料ボイラー温水循環方式	電熱線方式	下水熱源温水方式	地中熱源温水方式	空気熱源温水方式
融雪方法	重油やガスを燃料としたボイラーにより不凍液または温水を加熱し、これを舗装体内に循環させて融雪を行う方式である。	道路部に敷設した電熱線を発熱させることによりヒーティングを行うものである。	下水管内の液体や空気を熱源とし、不凍液または温水を舗装体内に循環させて融雪を行う方式である。寒冷地で導入する場合はヒートポンプを介して温水を製造する必要があると考えられる。下水管内からの熱の回収については、下水管底部や下水管内壁に熱交換器を設置して行う。	地中を熱源とし、不凍液または温水を舗装体内に循環させて融雪を行う方式である。寒冷地で導入する場合は、ヒートポンプを介して温水を製造する必要があると考えられる。地中からの熱の回収については、地中熱交換器を設置して行う。地中熱交換器は80～100m程度の垂直型（ボアホール）や水平型などがある。現状ではボアホール方式の採用事例が多い。	空気熱源温水方式は、屋外の空気を熱源とし、不凍液または温水を舗装体内に循環させて融雪を行う方式である。ヒートポンプを介して温水を製造する必要があると考えられる。
融雪性能	温水ボイラによって高温の不凍液を製造可能であり、不凍液の送り温度で40℃程度とすることも可能である。このため、路面での必要発熱量が300W/m ² など、大きい値が必要となる北海道の道東地域でも採用例がある。 不凍液を温める方式のため、一定期間降雪がない後の降雪時は電熱線方式と比較すると若干負荷応答性に欠けるが、制御方法などの工夫により道路の維持管理上は問題ないと考えられる。	電気容量次第で自由に熱量が設定可能であるため、道南から300W/m ² が必要となる北海道の道東地域まで幅広く採用例がある。 基本的に電熱線はON-OFF制御であるため、負荷応答性が高い反面、少量の雪などでも熱源容量の最大値が発生してしまい、時間帯によっては過大な熱供給となる場合がある。	ヒートポンプを活用すれば、40℃以上などの高温の温水の製造が可能であるため、比較的大きな熱量にも対応可能である。大規模化するに従って、ヒートポンプの出力が大きくなり、それに伴って下水熱交換器の規模（延長）も大きくなる。 不凍液を温める方式のため、一定期間降雪がない後の降雪時は、電熱線方式と比較すると負荷応答性に欠けるが、制御方法やパンプファータンクの設置などの工夫により道路の維持管理上は問題ないと考えられる。	ヒートポンプを活用すれば、40℃以上などの高温の温水の製造が可能であるため、比較的大きな熱量にも対応可能である。大規模化するすればするほど、ヒートポンプの出力が大きくなり、それにとまって地中熱交換器の規模（延長・設置面積）も大きくなる。 不凍液を温める方式のため、一定期間降雪がない後の降雪時は電熱線方式と比較すると若干負荷応答性に欠けるが、制御方法やパンプファータンクの設置などの工夫により道路の維持管理上は問題ないと考えられる。	ヒートポンプを活用すれば、40℃以上の高温の温水製造が可能であるため、比較的大きな熱量にも対応可能である。空気熱源であるため、外気が低いとヒートポンプの効率が低下し、厳寒地で不利となる。近年は、家庭用のエアコンなどで寒冷地対応の室外機などが販売されているが、広範囲のロードヒーティングにも適した大規模な機器は少ないと考えられる。 不凍液を温める方式のため、一定期間降雪がない後の降雪時は電熱線方式と比較すると若干負荷応答性に欠けるが、制御方法やパンプファータンクの設置などの工夫により道路の維持管理上は問題ないと考えられる。
適用可能地域	燃料が化石燃料であるため、車道に近接して機械室の設置や、パッケージ型のボイラーシステムの設置が可能であればどの地域でも適用可能である。また、高温の不凍液を作り出すため、面積あたりの必要熱量が300W/m ² などとなる積雪厳寒地においても十分に対応できる。その逆に、一般的に大面積に適するため、設備稼働率が低くなる比較的温暖な地域では採用事例が多くはないと考えられる。ガス式であれば都市ガスの配管が敷設されている直近である必要があり、重油などの液体燃料の場合は、燃料タンクや各種機械室の設置可能な敷地の確保が可能な地域である必要がある。	電気が熱源であるため、送配電線の直近であればどの地域でも適用可能である。また、電気容量によって電熱線の発熱量は細かく設定可能であるため、面積あたりの必要熱量が300W/m ² などとなる積雪厳寒地においても十分に対応できる。この点が考慮され、北海道での導入実績が非常に多い。	熱源が下水管であるため、下水管の隣接している道路かつ下水管が一定の規模以上であることが求められる。人口減少などで将来的に下水管が低下すると考えられる地域は、特に注意が必要である。また、経済性を考慮した場合、下水管の更新時期に合わせた設置が望ましいため、老朽化した下水管への導入が有効と考えられる。	熱源が地中であるため、複数本の地中熱交換器の設置が可能な地域となる。地中熱交換器同士の間隔は5m程度とすることが推奨されているため、一定の敷地が必要であり密集市街地での敷地確保に課題がある。その観点からは、下水管が市街地に向いているのに対して地中熱はやや郊外に向いていると考えられる。 また、地中からの取得可能な熱量は地盤の性状（熱伝導率や地下水の有無）によって大きく変化するため、これらデータのそろっている地域の方が設計・計画がスムーズとなる。	熱源が空気であるため、基本的にはどの地域でも設置可能である。ただし、外気が極端に低温の場合は、機器の保証範囲外となったり効率が極端に低下する。このため、比較的温暖な地域に適していると考えられる。家庭用エアコン等では、寒冷地対応の室外機も開発されている。
システムフロー図					

ア 再エネ、未利用エネルギーによる融雪への活用手法の調査³³

項目	太陽熱	地中熱	下水道熱	温泉熱	バイオマス
北海道の地域特性・エネルギーの偏在性	・ 釧路、根室圏、オホーツク圏、十勝圏が有利であるが、北海道は全国的に見ても日射は恵まれた地域である。	・ 北海道は地下水が豊富な地域である。したがって、地中熱は北海道全域で利用可能性が高い。 ・ 地中熱ヒートポンプシステムの導入件数は都道府県別では北海道が最も多い。	・ 下水管渠は市街地に面的に存在するため、国道との接点も極めて多い。エネルギー賦存量は道央圏に集中するが、市街地では有望な熱源である。ただし、処理水は終末処理場近傍のみの利用となる。	・ 温泉地は道内に点在しており、熱源として利用できる地域は一部に限られる。	・ 原料バイオマスの賦存状況には偏りがあるが、チップ・ペレットは一般販売しているため、入手が容易である。
エネルギー供給の安定性	・ 冬季の日射時間は、良いところでも180時間程度で、一ヶ月の3/4以上は日射がない。 熱供給の安定性を向上させるため、システムを導入した際は、蓄熱槽に加えてボイラー等の補助熱源が必要になる。	・ 北海道の不易層温度は札幌市の実績から10℃程度と想定する。地下水も豊富な地域であり、数十年後の地盤熱環境の変化の懸念はあるが、基本的には熱供給の安定性は問題ない。	・ 冬季でも8～10℃程度で一定であるが、時間変動が大きき、熱源として利用する際は、このことに留意する必要がある。 ・ 将来的な人口減少により下水の賦存量が減少した場合、熱の取得可能量も減少する可能性がある。	・ 北海道は湧出量が多く、これにともなって排湯量も増える。温度域も排湯で35℃、一次熱は熱交換後も高温が期待できる。 ・ 排湯など温度が低い場合でも流量が常時一定量あればヒートポンプによる熱供給は可能。	・ 従来のボイラーに比べて負荷変動に対する応答性が劣る。このため、急激な負荷変動に対応するためにボイラー等の補助熱源が必要になる。 ・ 木質燃料を外部調達する場合、将来的な燃料の価格推移が不透明
技術的課題	・ 既に確立された技術ではあるが、普及は伸びていない。 ・ 規模にもよるが、設置面積が大きくなり、市街地では導入場所が限られる。 ・ 目安としてロードヒーティング面積の約2倍のパネル面積が必要と考えられる。 ・ また、パネル間の日影の影響を避けるためには更なる接地面積が必要となる場合もある。 ・ 補助熱源（ボイラー）との併用となるため、システムが複雑でメンテナンスが煩雑となる。	・ 既に確立された技術で小規模施設の他、大型の実績も伸びている。 ・ 道内でロードヒーティングの熱源として採用され始めている。 ・ 導入地点の地盤の熱的性状を正確に把握するにはボアホールを掘削し、熱応答試験を行う必要がある。GIS等による地盤熱伝導率のマップ化が進めば、適正な規模（ボアホール本数など）の検討が簡易になる。	・ 下水処理場近傍で活用するものとしては既に確立された技術で、道外において地域熱供給として実績がある。 ・ ロードヒーティングで活用する場合、道路近傍の下水管の活用が望ましいが、昨年、耐用年数が近づいてきている下水管の更生時に熱交換器を付帯させるタイプの設備について実証試験やメーカーの開発が進んでいる。 ・ ロードヒーティングの実績はほとんどないが、札幌市と北海道電力が共同実証を行っており、COP=3.0以上を確認している。 ・ 生下水を利用する場合、腐食対策やきょう雑物対策が必要である。	・ 温泉熱は、それ自体の温度が高いため、暖房・給湯用としてヒートポンプを導入している事例があるが、ロードヒーティング用として導入している事例はない。温泉熱をロードヒーティングの熱源として利用する場合は、ヒートパイプや温水の直接利用が多い。	・ 補助熱源（ボイラー）との併用となるため、システムが複雑でメンテナンスが煩雑となる。 ・ チップ・ペレット貯蔵設備が必要である。 ・ 定期的に焼却灰を回収する必要がある。 ・ 自然木の中に重金属が含まれている場合が多く、燃焼により稀に有害物質が形成される場合がある。
コスト	・ 再生可能エネルギーの中でイニシャルコストは安価であるが、補助熱源の整備が必要である。 ・ ランニングコストとして重油等の補助燃料を購入する必要がある。	・ イニシャルコストが高価である。 ・ ただし、COPや稼働率によっては投資回収年が短縮する可能性もある。 ・ 昨今の電気料金上昇を背景にランニングコストのメリットは向上している。	・ イニシャルコストが高価である。 ・ ただし、COPや稼働率によっては投資回収年が短縮する可能性もある。 ・ 昨今の電気料金上昇を背景にランニングコストのメリットは向上している。	・ 温度が高い場合、熱源機が不要のため他の再生可能エネルギーと比較して安価となる可能性が高い ・ 泉質によって維持管理費が増加する（配管・熱交換器の腐食など）	・ 通常のボイラーと比較した木質燃料ボイラーが非常に高価である ・ 補助熱源が必要であるために重投資になるが、燃料が安価な分、費用対効果は高い。
必要となる主な設備	太陽集熱パネル、貯湯槽、循環ポンプ、熱交換器、制御盤など	地中熱交換器（ボアホール）、水熱源ヒートポンプ、循環ポンプ、熱源ポンプ、バッファータンク、制御盤 など	下水熱交換器、水熱源ヒートポンプ、循環ポンプ、熱源ポンプ、バッファータンク、制御盤 など	熱交換器、バッファータンク、循環ポンプ、制御盤 など	バイオマスボイラー、燃料サイロ、燃料供給装置、灰搬出装置、貯湯槽、制御盤 など
総合評価	△ 設置スペース・エネルギー変動が課題	○ 市街地では設置スペースが課題	○ 郊外では熱源取得が課題	△ 温泉の賦存地域では有効	△ 長期に渡り木質燃料の調達が容易な地域では有効

事例調査・ヒアリング

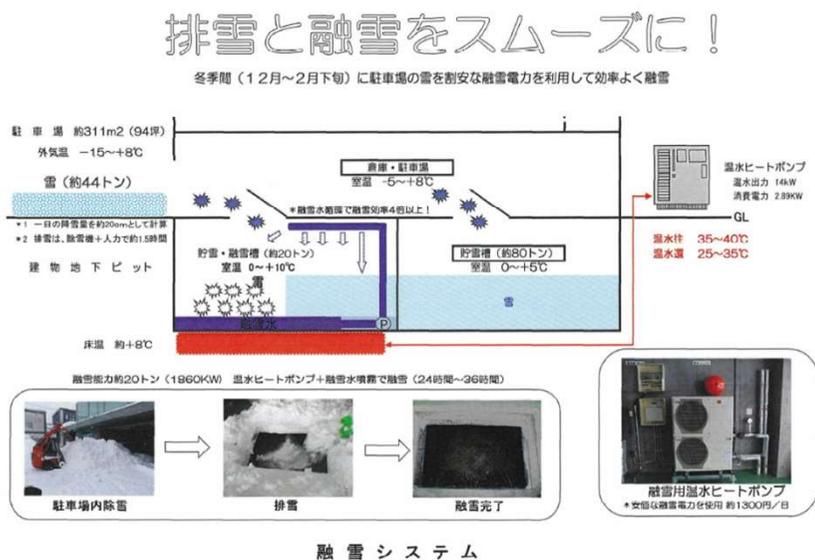
- 道内の融雪システムの先進的事例として、以下の4者の事例調査を実施。
 ⇒各事例技術の調査結果を整理（詳細次頁以降）
- 野幌駅前南口広場のロードヒーティングについては、ドーコンによる設計実績であり一事例として整理する。

事例項目	企業名	概要
融雪 & 雪冷房システム	五島冷熱株式会社	<ul style="list-style-type: none"> • 駐車場下の融雪槽へ雪を投入し、温水ヒートポンプによって融雪を行うシステム。 • 融雪・貯雪槽の6~7割程度の量であれば、1日で解かすことが可能。
下水熱利用 換気廃熱利用	伊藤組土建株式会社	<ul style="list-style-type: none"> • 下水熱：下水管に採熱管を通すことで下水熱を得て、その熱を融雪や空調・給湯に利用するシステム。 • 換気廃熱：建物や機械室などから生じる換気廃熱を熱回収することによって融雪を行うシステム。
換気排熱利用	株式会社ホクスイ設計コンサル、北海道総合研究機構	<ul style="list-style-type: none"> • 建物等からの排熱をファンを用いて通気性ブロックを通して通風し融雪を行うシステム。 • 通風するために乾かすことができるという特徴がある一方で、目詰まりが生じる懸念もある。
地中熱ヒートパイプ融雪 下水熱利用	株式会社興和	<ul style="list-style-type: none"> • 下水熱：下水管に採熱管を通すことで下水熱を得て、その熱を融雪や空調・給湯に利用するシステム • ヒートパイプ：電源なしで地中熱により舗装を温め融雪を行うシステム。100%地中熱利用、メンテナンスフリー、ランニングコストゼロである。
地中熱利用ロードヒーティング（江別 野幌駅前南口広場）		<ul style="list-style-type: none"> • 地中熱を利用し、ヒートポンプを用いて循環させた不凍液によって融雪を行うシステム。

技術概要

- ❑ 駐車場下の融雪槽へ雪を投入し、温水ヒートポンプによって融雪を行うシステム
- ❑ 融雪・貯雪槽の6~7割程度の量であれば、1日で解かすことが可能。

システムイメージ



出典：五島冷熱株式会社提供資料

システム構成

貯雪・融雪槽、温水ヒートポンプ

項目	ヒアリング内容
熱源	電力 (ヒートポンプ)
利用先 (需要) の適用範囲	駐車場、建物周辺の雪を融雪槽へ
適応範囲	小 (駐車場など) : ◎ 中 (歩道) : ○ 大 (車道) : ○
コスト	<ul style="list-style-type: none"> • 建物一体型のためシステム単独の建設費、設備費は不明 • インitialコストは貯雪槽の大きさによって変化する。 • ランニングコストはヒートポンプの電力料金と人件費。 • 除雪を依頼した場合との費用比較は不明
技術的課題	<ul style="list-style-type: none"> • 雪を地下へ投入し、貯める際の作業面での課題がある
経済的課題	<ul style="list-style-type: none"> • 大雪の際は電力料金が高額となるほか、除雪作業の人的コストがかかる
CO ₂ 削減効果	※ 融雪自体は温水ヒートポンプを用いているため、融雪システムとしては通常のロードヒーティングと概ね同様
札幌市への適応性	<ul style="list-style-type: none"> • 建物の基本設計段階から検討することで導入の可能性はある。

参考図など



駐車場 (貯雪槽上部)



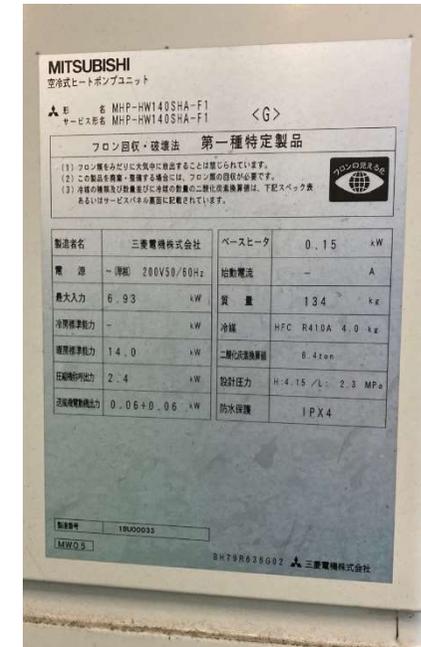
投雪口



貯雪・融雪槽内観



貯雪・融雪槽入口



温水ヒートポンプ諸元
(暖房標準能力14kW)

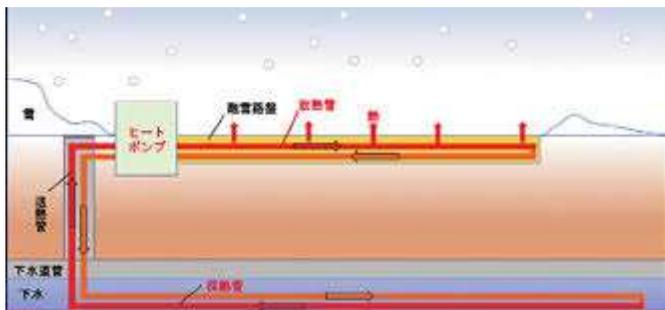
その他のヒアリング内容：

- 年間降雪が5mの場合、そのうちの1mは自然溶解、残りを融雪するというイメージである。
- 年に数回は融雪が間に合わないこともあり、その際には駐車場に一時的に雪山が生じる。
- 2021年度の大雪時はヒートポンプの電気料金も例年の2～3倍となった。
- 除雪機 (トラクターショベル1台、手押し除雪機2台) を使用し、朝の1～2時間程度で除雪作業を実施。
- 3月頃からは雪利用 (建物冷房) のために融雪せずに貯雪を開始する

技術概要

- ❑ 下水管に採熱管を通すことで下水熱を得て、その熱を融雪や空調・給湯に利用するシステム。
- ❑ イニシャルコストは通常のRHと比較して3倍程度必要となるがランニングコストが安価である。
- ❑ 下水管の管径が小さいと導入が難しいため都市部向きのシステム

システムイメージ



出典：伊藤組土建株式会社SDGsの取り組み2021



出典：伊藤組土建株式会社HP

システム構成

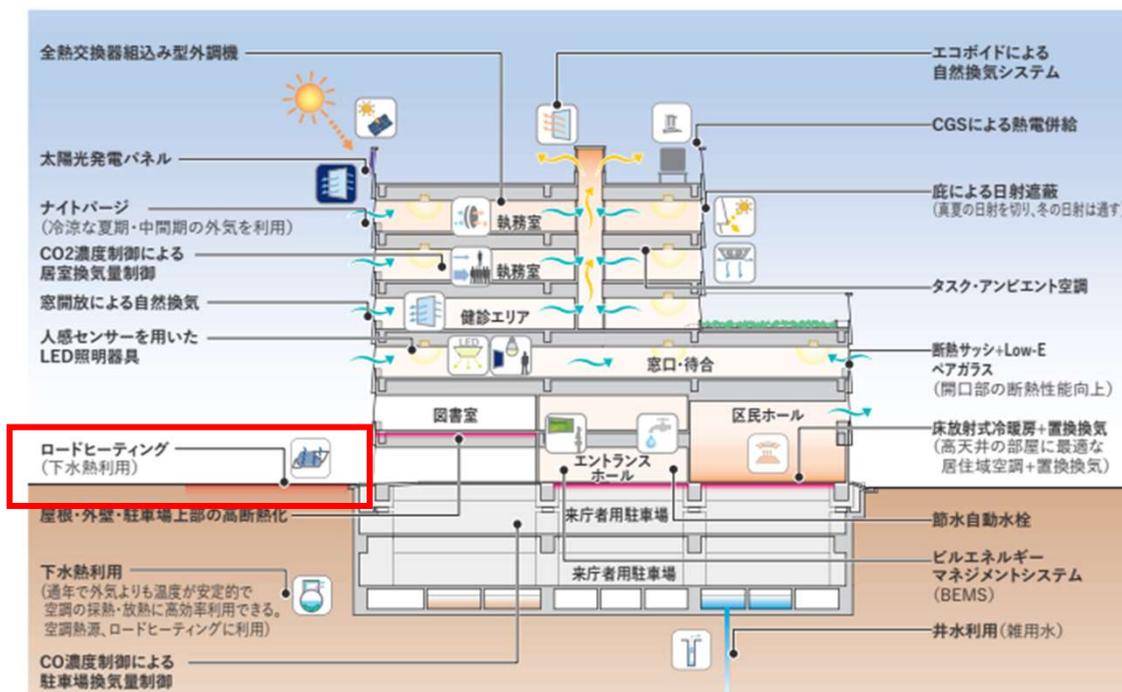
採熱管、循環ポンプ、ヒートポンプ

項目	ヒアリング内容
熱源	下水
利用先（需要）の 適応範囲	小（バス停など）：◎ 中（歩道）：○ 大（公道）：△
事例	北海道科学大学で実証研究済。現在改修中の中央区役所での導入や札幌市営地下鉄の出入口で導入予定
コスト	<ul style="list-style-type: none"> ・ イニシャルは30万円/m²（通常のRHと比較して3倍）程度 ・ ランニングは循環ポンプの動力相当分 ・ ヒートポンプを併用する場合は上記とは別途コストがかかる。
技術的課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 採熱管を通して熱を得るので、水深10cm程度必要。 ・ ヒーティング部分に長時間蓄熱しないと、吹雪の時などは循環させているだけでは対応できなくなる。
経済的課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ イニシャルコストが通常のRHと比較して高額である
CO ₂ 削減効果	<ul style="list-style-type: none"> ・ ヒートポンプを併用しない場合は循環ポンプの稼働分以外の排出はない
札幌市への 適応性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 熱源となる下水は札幌市内に豊富にある。バス停や地下鉄出入口などでの導入可能性がある。

参考図など

■再生可能エネルギーや未利用エネルギーの活用

- ・ 太陽光パネルによる発電やエコボイドによる自然換気を計画します。
- ・ 未利用エネルギーである下水熱をロードヒーティングや空調熱源に活用します。



出典：中央区複合庁舎整備事業基本設計【概要版】

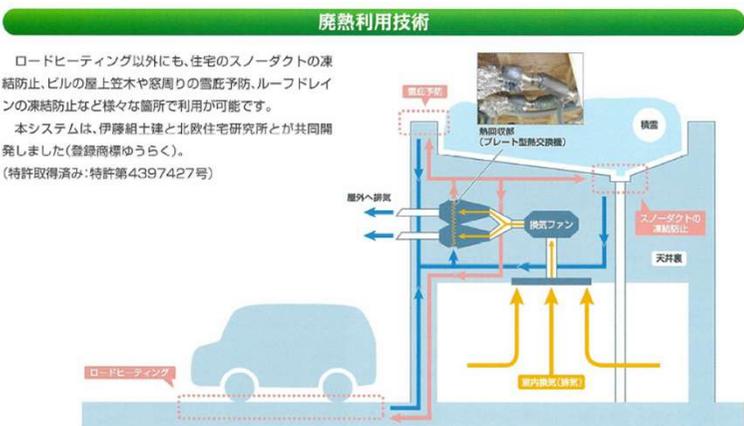
その他のヒアリング内容：

- ・ さっぽろ下水熱利用研究会（構成：伊藤組土建・東亜グラウト工業・積水化学工業・山田組・TMS工業・ゼネラルヒートポンプ工業・北海道科学大学）でガイドラインを作成し、2022年度頃発行済み。
- ・ 通常のRHでも同様だが、途中まで溶けて氷になると道路と雪氷の間に隙間が生じて、溶けにくくなってしまいうという課題がある。
- ・ ヒートポンプを併用している北海道科学大学での実証研究では設定30°C程で調整しながら検証を進めてきた。
- ・ 地中熱利用の際は多くの本数が必要となることに対し、下水熱利用のメリットは採熱管を通すのみで熱回収が可能である。

技術概要

- ❑ 建物や機械室などから生じる換気廃熱を熱回収することによって融雪を行うシステム
- ❑ 24時間換気を契機に小規模住宅などから拡大してきた。換気に合わせた利用になるため基本的に24時間循環している。

システムイメージ



出典：伊藤組土建株式会社提供資料

システム構成
 熱回収コイル、換気ファン
 ロードヒーティングを行う場合は、不凍液循環ポンプ

項目	ヒアリング内容
熱源	建物からの廃熱
利用先（需要）の適応範囲	小（駐車場など）：◎ 中（歩道）：○ 大（公道）：△
事例	病院駐車場、コンビニ、モデル住宅の駐車場など
コスト	<ul style="list-style-type: none"> ・ イニシャルは10万円/m²（通常のRHと同等）程度 ・ ランニングはファンの動力相当分、循環ポンプ動力（ヒーティングを行う場合） ・ ヒートポンプを併用する場合は上記とは別途コストがかかる。 ・ 灯油式RHと比較するとランニングコストは約9割減
技術的課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃熱量と融雪面積のバランスの検討が必要
経済的課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 排気温度が高いほど回収水温は高くなるので、発熱の多い機械室（簿板室、電気室、サーバー室等）の排気利用が有利である。排気温度は、機械室30～40℃、一般居室で20℃程度である。
CO ₂ 削減効果	<ul style="list-style-type: none"> ・ 36m²を1ヶ月ロードヒーティングした場合⇒265.2kg-CO₂の削減
札幌市への適応性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建物廃熱に応じた小規模導入の可能性はある。

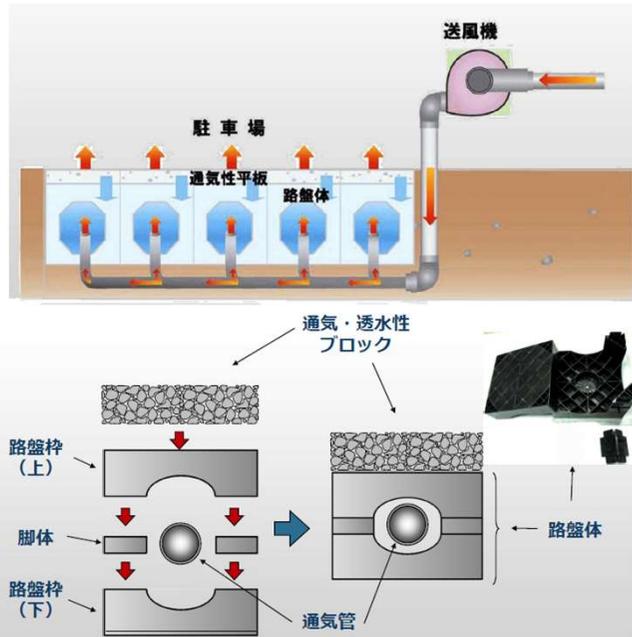
その他のヒアリング内容：

- ・ ランニングコストを低減させることを重視しているため、ヒートポンプを併用することはあまり無い。
 ※ただし、融雪優先度が高い場所での利用に際しては、HPやボイラー等バックアップを必要とする可能性がある。
- ・ 近年は機械室の廃熱利用など、従来（家庭など）よりも大きな施設での導入がある。
- ・ 熱回収の方法としては機械室の中にファンコイルユニットを設置することによる手法もある。
- ・ RHのほか、建築物笠木の融雪、雪庇予防にも換気廃熱利用技術を用いている（病院での導入実績あり）

技術概要

- ❑ 建物等からの排熱をファンを用いて、通気性ブロックを通して通風し融雪を行うシステム。熱交換器が不要で、排気熱をそのまま利用できるため効率的である。
- ❑ 通風するために乾かすことができるという特徴がある一方で、目詰まりが生じる懸念もある。
- ❑ システム上、排熱の量に応じた面積を融雪するので比較的小規模導入向き。
- ❑ 冬期以外は、透水性舗装として、水溜りの発生を抑止する。

システムイメージ

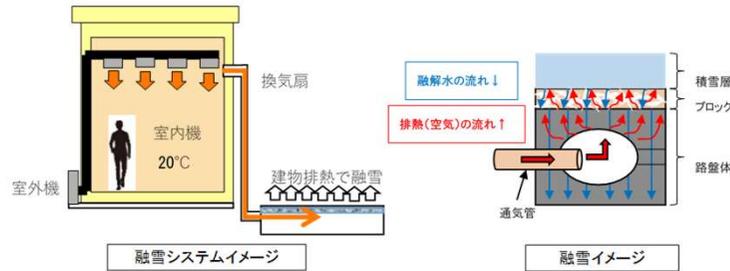


出典：北海道立総合研究機構工業試験場提供資料

システム構成
送風機、路盤体、通気・透水性ブロック

項目	ヒアリング内容
熱源	建物排熱（下水熱、地中熱でも可）
利用先（需要）の適応範囲	小（駐車場など）：◎ 中（歩道）：○ 大（公道）：△
事例	道総研工業試験場 玄関前 高速道路パーキングエリア 歩道
コスト	<ul style="list-style-type: none"> ・ イニシャルは送風機の規模による ・ ランニングは以下の通り 既存の排気用送風機がある場合 ⇒融雪システムで必要な動力分が追加となる可能性あり 既存の排気用送風機がない場合 ⇒融雪システム用送風機の動力相当分
技術的課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 通気・透水性ブロックが目詰まりしてしまう可能性があり、適切な維持管理が必要 ・ 表面のブロック構造は、通気（排気熱吹出し）と透水（融雪水）機能が兼用であり、両方の機能が相殺されないか今後検証が必要である。なお、融雪水が凍らないため、氷にならないようにする熱量は必要ない。
経済的課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ イニシャルコストが通常のRHと比較して高額である
CO ₂ 削減効果	<ul style="list-style-type: none"> ・ 8～9割程度の削減効果
札幌市への適応性	<ul style="list-style-type: none"> ・ バス停など小規模での導入向き

参考図など



松ノ木峠 PA(上り)

【参考】昨年度の試験状況

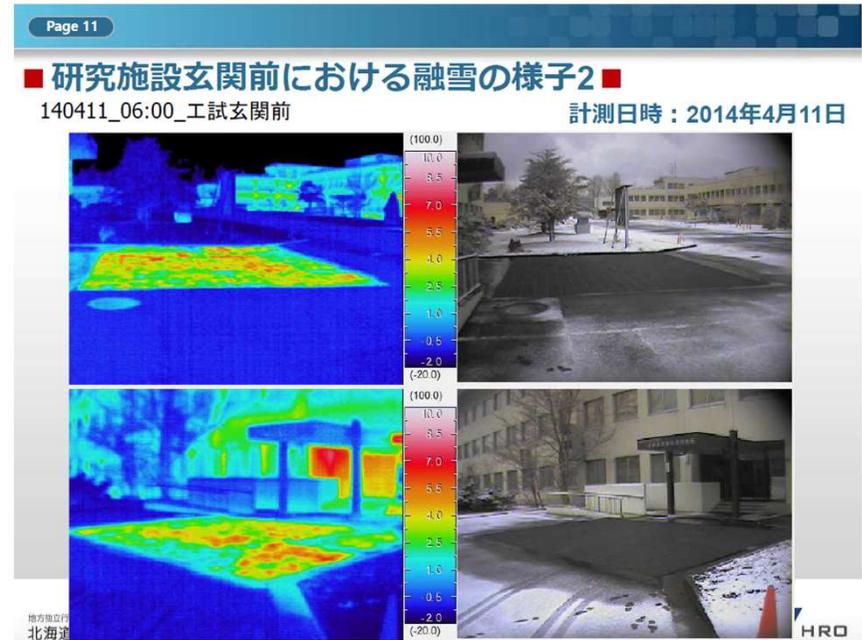


施工状況



融雪状況

排熱を利用した融雪システムの概要



出典：北海道立総合研究機構工業試験場提供資料

その他のヒアリング内容：

- どの程度のファン動力が必要となるか、導入する設備にあわせて検討する。
- 道総研玄関前はボイラー室排熱を利用し、面積54.32m²の融雪を行っている。当事例でのファン動力は1kW×2台。
- 「通気・透水性ブロック」の主な物性値は、空隙率：23.4%、空気抵抗：4.2Pa、比熱：942 J/kg・K、曲げ強度：5.5 N/mm²
- 松ノ木峠PA（岐阜県）での試験導入（2021年度実施）では男子トイレの排熱を利用し、面積17.82m²の融雪を行っている。当事例でのファン動力は550W×1台。

技術概要

- ❑ ヒートパイプを用いて電源なしで地中熱により舗装を温め融雪を行うシステム
- ❑ 100%地中熱利用、メンテナンスフリー、ランニングコストゼロである。
- ❑ 1ユニットで完結するため、段階的な導入などが可能である。

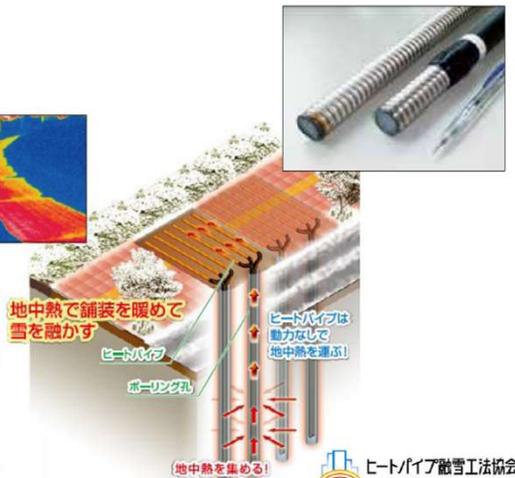
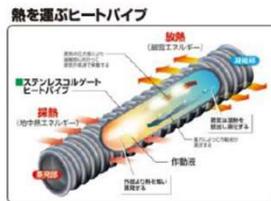
システムイメージ

地中熱ヒートパイプ融雪

- ▣電源無しで雪を融かす
- ▣100%自然熱利用
- ▣ランニングコストゼロ



上越妙高駅西口歩道



ヒートパイプ融雪工法協会

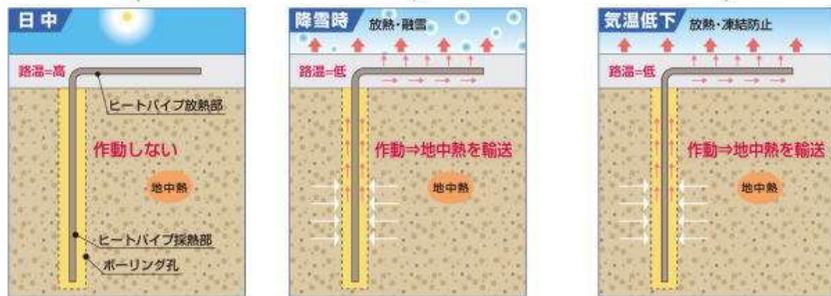
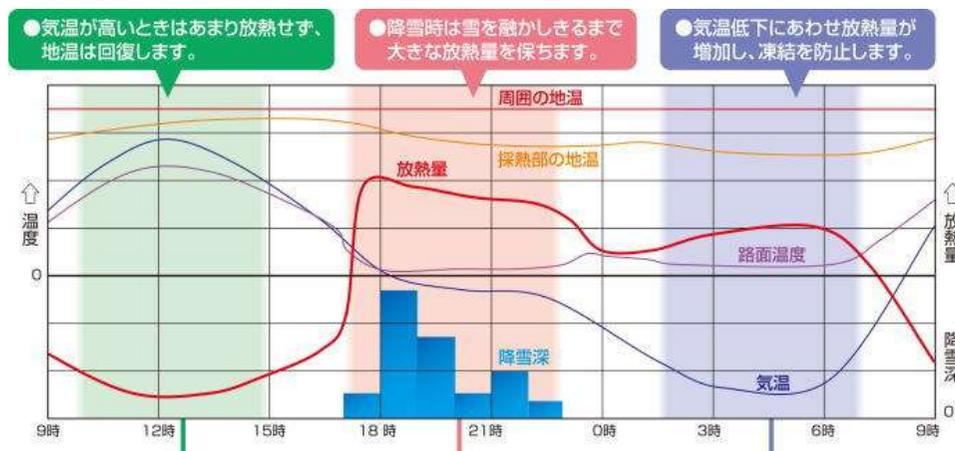
出典：株式会社興和提供資料

システム構成

ボーリング孔、ヒートパイプ

項目	ヒアリング内容
熱源	地中熱（下水熱を利用したヒートパイプ方式融雪事例もあり）
利用先（需要）の適応範囲	小（駐車場など）：◎ 中（歩道）：○ 大（公道）：○
事例	車道、歩道、住宅前、バス停、通路など
コスト	<ul style="list-style-type: none"> • イニシャルは本州事例で50～70万円/m²など（※北海道の土木工事は比較的高いため、もう少し高く費用が掛かる可能性あり。） • ランニングコストはかからない
技術的課題	<ul style="list-style-type: none"> • スケールメリットがあまり働かない。 • 車道に導入すると稀にヒートパイプが損傷してしまうこともある。（※融雪設備全般の課題）
経済的課題	<ul style="list-style-type: none"> • イニシャルコストが通常のRHと比較してかなり高額となる。
CO ₂ 削減効果	<ul style="list-style-type: none"> • 運用期間中は完全に排出ゼロとなる。
札幌市への適応性	<ul style="list-style-type: none"> • バス停など、スポット的な利用が考えられる。周囲に熱源・電源がない場合でも導入可能 • 北海道での導入実績は少なく、北海道でRHに必要な熱量を確保できるかなどの課題検証が必要

参考図など



出典：株式会社興和提供資料

暖かい時はあまり放熱せず、気象条件が厳しく路温が低下する状況では多くの放熱をする自動制御的な放熱を行う



歩道への導入件数が多く、その平均施工面積は約120m²
道内での導入事例は4件 (1985年～2022年4月)

その他のヒアリング内容：

- 人が多くいる場所では下水熱利用、少し地方では地中熱利用といったすみわけが重要。
- 札幌営業所前でも試験的にヒートパイプ融雪を導入しており、4ユニット、融雪面積は4.8m²、深さは22mとしている。

技術概要

- ❑ 下水管に採熱管を通すことで下水熱を得て、その熱を融雪や空調・給湯に利用するシステム。
- ❑ 折り返し方式（行き戻りのヘッダーを一箇所のマンホールにまとめた方式）と片押し方式（行き戻りのヘッダーを上流・下流で分けて片押しする方式）の2つの採熱方式がある。

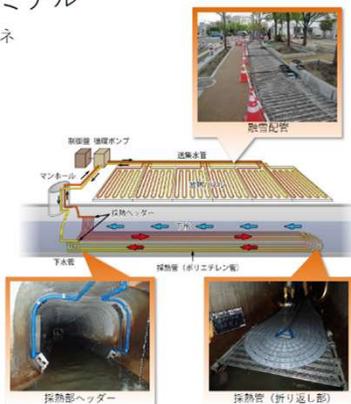
システムイメージ

新潟市役所前バスターミナル

△動力は循環ポンプのみ ⇒省エネ



【データ】
 施主：新潟市
 竣工：2015
 用途：融雪
 規模：融雪面積108㎡、放熱量13.3kW
 下水管路：矩形管2,400W×1,700H
 採熱延長：50.4m×往復（30回路）
 採熱管：ポリエチレン管φ17

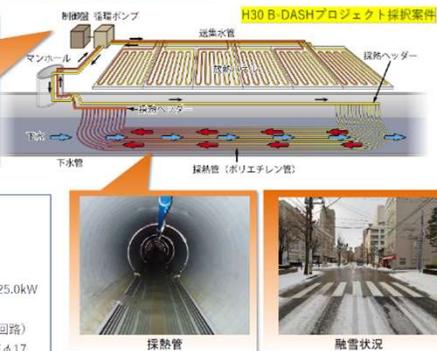


新潟市内交差点（車道）

△電熱方式の約7%の消費電力（SCOP13.9達成）



【データ】
 施主：新潟市
 竣工：2018
 用途：融雪
 規模：融雪面積204㎡、放熱量25.0kW
 下水管路：円形管φ1,000
 採熱延長：100m×片押し（24回路）
 採熱管：高採熱ポリエチレン管φ17



項目	ヒアリング内容
熱源	下水
利用先（需要）の適応範囲	小（駐車場など）：○ 中（歩道）：◎ 大（公道）：○
事例	新潟市役所前バスターミナル 新潟市内交差点（車道） など
コスト	<ul style="list-style-type: none"> ・イニシャルは土木工事を含めた全体額で30万円/m²程度。（※北海道の土木工事単価ではもう少し高く出る可能性あり） ・ランニングは循環ポンプの動力相当分
技術的課題	<ul style="list-style-type: none"> ・融雪に大きな影響はないレベルではあるが下水の温度の日変動の影響を受ける
経済的課題	<ul style="list-style-type: none"> ・イニシャルコストが高額である
CO ₂ 削減効果	<ul style="list-style-type: none"> ・循環ポンプのみでの運用であればCOPで8程度、ヒートポンプを導入する場合でもCOPが4程度も可能
札幌市への適応性	<ul style="list-style-type: none"> ・熱源となる下水は札幌市内に豊富にある。バス停や地下鉄出入口などでの導入可能性がある。

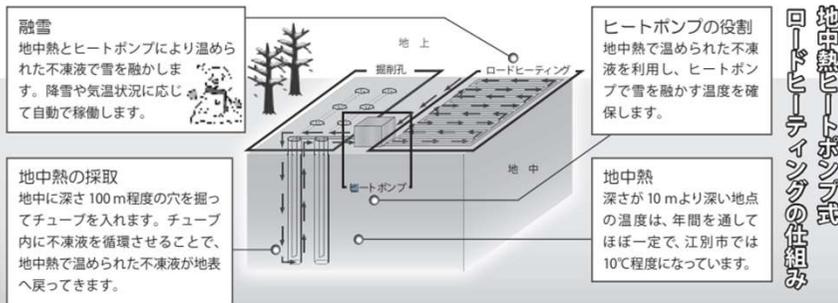
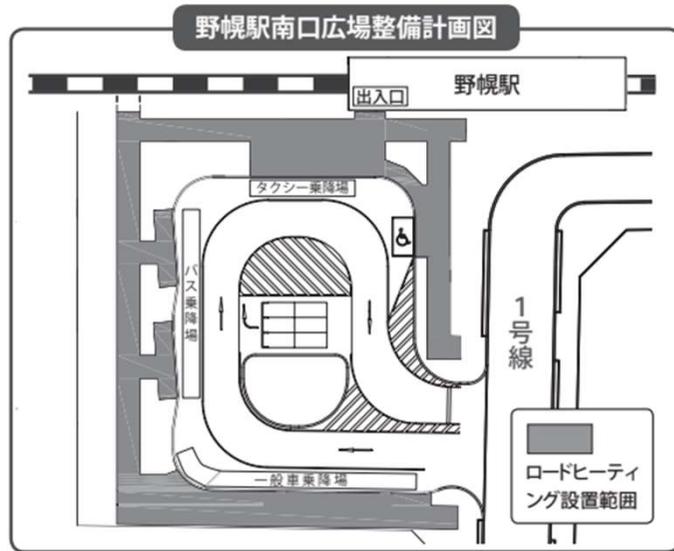
システム構成
採熱管、循環ポンプ

出典：株式会社興和提供資料

技術概要

- ❑ 地中熱で温められた不凍液を利用し、ヒートポンプによって融雪を行うシステム。
- ❑ 駅前広場のため機械室を地下構造体に設置。降雪や気温状況に応じて自動で稼働する。

システムイメージ



出典：2016.10広報えべつ

項目	内容
熱源	地中熱
導入年度	平成28年度施行
システムの特徴	<ul style="list-style-type: none"> 地中熱を利用（江別市では10℃程度）し、ヒートポンプと組み合わせたロードヒーティングのシステム 降雪や気温状況に応じて自動で稼働する
設備概要	<ul style="list-style-type: none"> 融雪面積：1,000m² 規模：250kW ボアホール：56本
事業費	<ul style="list-style-type: none"> 約4～5億円（直接工事費からの推計値） 機械室を地下空間に設置した分の躯体などコストが必要となっている
札幌市への適応性	<ul style="list-style-type: none"> ボアホールおよび機械室の設置可能な空間確保が可能及び地盤性状が適していれば導入可能性がある。

参考図（融雪の様子）



野幌駅南口正面



野幌駅北口正面



野幌駅南口東側



野幌駅北口西側

事例調査を踏まえて考えられる課題や知見を以下に整理する

< 地中熱・下水熱・排熱（廃熱） >

【コスト】

- 地中熱利用や下水熱利用は、通常の電熱式ロードヒーティングと比較するとイニシャルコストが高額になるが、ランニングコストが低くなる。
- 特に循環ポンプのみ（ヒートポンプの併用なし）でのシステムの場合、ランニングコストが低く、CO₂排出量の削減効果も大きい（※ただし、ヒートポンプ併用なしでも札幌市でのRHの基準熱量を満たせるかについての検証が必要）。

【システム検討・計画】

- 導入する土地にあわせたシステムの導入が重要
 - ⇒ 下水熱利用は、採熱管を下水管の中に通すため、水深10cmなど一定の規模が必要
 - 地中熱利用は、ボアホール掘削が必要なため都心部よりも郊外におけるポテンシャルがある
 - 排熱（廃熱）利用は、融雪可能面積が排熱（廃熱）量に依存するため排熱（廃熱）量に合った小中規模導入向き

< ヒートパイプ方式 >

- 運用期間中のコストとCO₂排出は完全にゼロとなり、スポット的な導入が可能な一方、イニシャルコストが平米あたり50～70万円と特に高額である。
- また、低い熱量で常時稼働させて融雪させるという仕組みであり、駐車場やエントランスでは活用可能性があるが、道路・歩道・駅前広場で必要な札幌市基準の単位面積当たり必要熱量が取得可能か不透明。