

道路地下空間を利用した積雪寒冷地における広域熱供給事業の可能性に関する研究 — 新 北 方 型 都 市 整 備 プ ラ ン —

The study about the possibility of the wide area development in heat supply projects
in snow cold area which used road underground space
— New north type city service plans —

古道 宣行・・松原 高司..・平工 剛郎...・桑田 雄平....
Nobuyuki FURUMICHI, Takashi MATSUBARA, Takeo HIRAKU and Yuhei KUWATA

This study examined the effect and problems of wide area district heating system if such is adopted by the city of Sapporo.

The system was developed in north Europe using a cogeneration plant as a main source of heat, and considered effective in securing a pleasant, safe urban life style and conserving energy and the environment in cold, snowy cities.

Results show that construction costs can be drastically reduced by using Pre-insulated steel pipe, well-known for its good performance abroad, and by laying distribution pipe less deeply underground.

Also, the current lower interest rates would help establish it as a project effective environmentally and in energy.

1. まえがき

北海道は、国際的、国内的にみても寒冷地に位置しており、しかも北欧や北米等の同緯度の地域に比べると非常に降雪量が多いという地域特性を有している。このため、社会活動や日常生活を営む上でこの寒さと雪をしのぐ問題は、生活の基本に関わる問題といえる。また、快適指向が強い近年では都市機能の整備の一環として地下空間の有効利用が推進されてきており、その中には熱エネルギーを利用する施設の整備も進められてきている。今後、なお一層エネルギー消費量は増加すると予想されるが、エネルギー資源の有限性や地球規模での温暖化防止対策の取り組みが急務となっている今日では、これまでと同様にエネルギーを消費し続けていくことは許されない状況となってきた。このため、エネルギー効率が高く、都市の地下空間を利用し、環境にも配慮した新しいエネルギー供給システムを構築していくことが求められている。

このような情勢から、これからの新しい北国の都市づくりとそれを支えるエネルギーシステムの構築を目指して、(財)北海道地域総合振興機構(通称:はまなす財団)を事務局とする産・学・官の関係機関による「都市高度化推進調査会」(会長:有江幹男北海道工業大学学長)が平成6年11月に発足し、約2年半にわたる調査検討結果を『ふゆ 未来 2010-新北方型都市整備プラン』として取りまとめ、長期的視点に立った地域発信型の新しい取り組みとして、この程関係諸機関へ提言した。ここにその概要を紹介する。

* 正会員 (財)北海道地域総合振興機構 事業部 マネージャー

** 北海道電力(株) 土木部 水力計画グループ 主査 (前付: (財)北海道地域総合振興機構 事業部 マネージャー)

*** (財)北海道地域総合振興機構 事業部 常務理事

**** 正会員 北海道開発コンサルタント 東京支店 技術部長

2. 調査の目的と基本スタンス

本調査は、雪と寒さに強い都市環境の整備とこれを支える都市の地下空間を利用した熱エネルギーシステムのあり方を明らかにすることを目的とした調査である。

調査は、エネルギーの有効利用の観点から都市内もしくは都市周辺部に発電施設が設置されることを前提とし、発電の際に生ずるエネルギーを熱エネルギー源として活用し、都市環境の整備に導入していくことを目的としたものである。従って「何らかの発電施設が設置される」ことが調査の前提になっており、発電施設の立地や電気供給方式については本調査では扱わないものとする。

また、本調査においては都市全体に熱エネルギーシステムを展開するとともに、融雪や都市アメニティの向上に熱エネルギーを幅広く利用することを狙いとしているため、道路地下空間を有効利用した広域的な熱供給ネットワークシステムの形成が不可欠である。

このため、熱源システムも広域システムに適したシステムが必要となり、冬季間における都市問題、環境問題およびエネルギー問題等を一体的、総合的、広域的に捉えることを本調査の基本条件として検討を進めるものである。

3. 北海道の諸都市が抱える課題

道内の諸都市においては、雪や寒さによる交通障害、生活環境問題、エネルギー問題等の面に様々な課題を抱えている。中でも道路機能の低下、交通機関の利用阻害等に対する対策や住宅周りの除雪対策等が地域住民からの強い要望として常に行政サイドに出されており、昭和50年からの札幌市における市政に対するアンケート調査の結果では、昭和53年以来一貫して「除雪」に対する要望が第1位に位置し、「雪」に対していかに不便を感じているかが示されている。

表-1 道内の諸都市が抱えている課題調査結果¹⁾

順位	都市活動への影響	都市数	割合 %
1	道路機能の低下	166	78.3
2	交通機関利用阻害	96	45.3
3	住環境の阻害	85	40.1
4	歩行者空間の阻害	74	34.9
5	雇用機会の減少	70	33.0
6	農業への被害	65	30.7
7	観光活動の停滞	45	21.2
8	レクリエーション機会の減少	34	16.0

表-2 札幌市政に対する市民ニーズ(ベスト3)²⁾

年	第1位	第2位	第3位
昭50	物価対策	除雪	交通安全
53	除雪	交通安全	老人福祉
56	除雪	老人福祉	自然災害対策
59	除雪	老人福祉	交通安全
62	除雪	老人福祉	交通安全
平元	除雪	高齢化対策	公害防止
3	除雪	高齢化対策	ゴミ資源回収
6	除雪	高齢化対策	ゴミ資源回収

また、北海道における暖房は、依然として石油資源多消費型の個別暖房方式が主流になっており、約9割近くの家が石油を利用している状況にあり、全国に比較して石油依存度が極めて高くなっている。このような暖房システムは、現時点では経済的、機動的、利便性に富むシステムであるが、石油事情が一変するなどの不測の事態が生じた場合には、社会活動、市民生活に大きな混乱を招く要素を内在している。

表-3 冷暖房・風呂・炊事用に使用されるエネルギー源の利用割合の比較³⁾

区分	冷暖房用				風呂用				炊事用			
	電気	ガス	石油	その他	電気	ガス	石油	その他	電気	ガス	石油	その他
全国	79.5	3.2	56.4	1.6	8.1	61.0	21.0	6.7	46.1	93.9	2.7	0.6
北海道	8.0	6.8	88.9	7.6	3.8	26.4	53.7	5.0	51.3	97.3	2.9	0.5
札幌圏	8.6	11.3	87.8	2.7	4.3	37.8	47.0	2.4	81.4	97.4	2.9	0.1

さらに、北海道は冬季間の暖房等に多くのエネルギーを必要とすることから、地域全体のエネルギー消費量においても全国に比べて1.7倍と多く、エネルギー多消費型構造になっている。

一方、道路地下空間の利用においては、各種設備の敷設時期が異なるため、錯綜した状態となっている。今後は、共同溝等の施設整備を含め、統制のとれた道路地下空間の有効利用方法が望まれている。

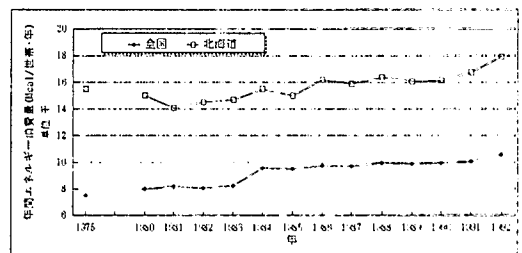


図-1 都市別年間エネルギー消費量の推移⁴⁾

4. 新しい都市づくりの方向

4.1 基本コンセプト

北海道におけるこれからの都市づくりにあたっては、冬でも快適な生活ができるアメニティの高い都市環境、生活環境の形成と省エネルギー、環境負荷の抑制という相互に対立する三つの課題を一体的に捉えていくことが必要である。そして、個別対策の領域を超えた総合的な都市政策の下で、相対立する課題を調和的に解決していく都市づくりの発想、手法に切り換えていくことが求められている。

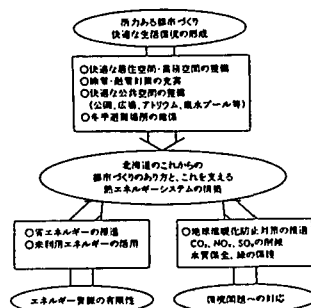


図-2 基本コンセプト

4.2 これからの整備方向

これまで都市問題、エネルギー問題は、それぞれの個別領域ごとに問題解決のアプローチがなされてきたが、これからは、個別領域を超えた総合的な観点から都市づくりを行う必要性が求められており、北海道の諸都市に地球環境時代にふさわしい熱エネルギーシステムを導入することにより暖房、給湯、雪対策など、北国の都市が抱える課題の一体的、総合的解決を目指すものである。

これらのことを整理すると、積雪寒冷地における新しい都市づくりの整備方向は次のように集約される。

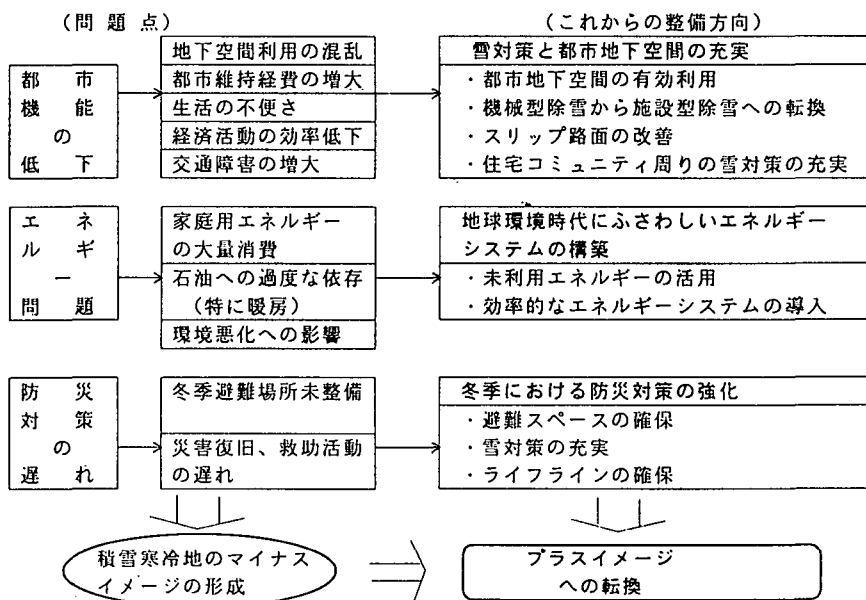


図-3 北海道の冬季の問題点と整備方向

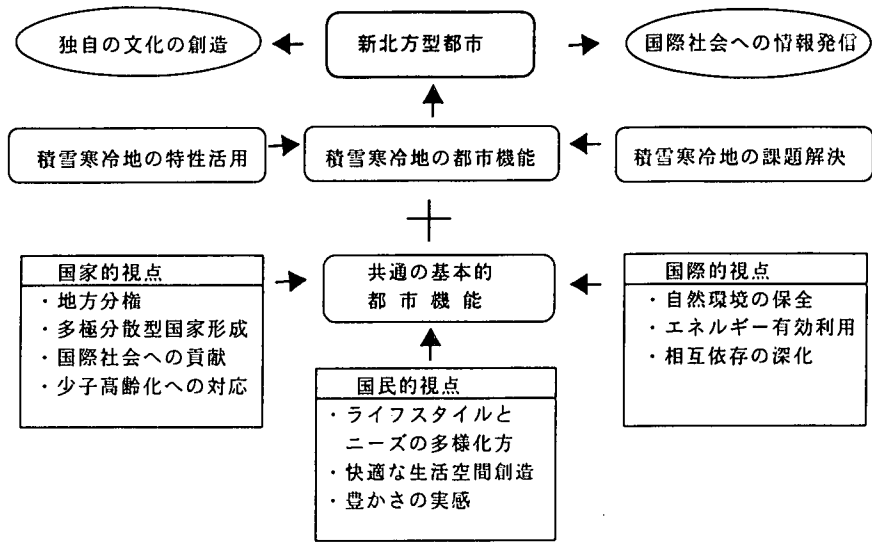
4.3 推進体制

本プランは、行政部門とエネルギー事業者が連携を強めるとともに、大学や専門家の有する知識や技術を集結し、産・学・官が一体となってプランの実現を目指すものである。

5. プランの内容

今回取りまとめたプランは、省エネルギー性に富み、地球環境にやさしいエネルギーシステムとして「広域熱供給システム」を導入し、道路地下空間を有効活用することによりエネルギー問題や都市問題の総合的解決を目指すものである。今回取りまとめた「新北方型都市整備プラン」は、このような都市が直面する課題を解決し、雪や寒さに強く、北海道の気候風土に適した都市づくりを目指すもので、この取り組みにより

北海道発の独自の文化の創造と国際社会への情報発信をも視野に入れた『新北方型都市』を実現するものである。



図－４ 新北方型都市整備の概念

6. 北海道のこれからのエネルギーシステム

6.1 望ましいシステムの基本的な条件

冬でも快適な都市環境、生活環境の形成に寄与するとともに、道内各都市が抱えているエネルギー問題、環境問題を解決するための北海道にふさわしいエネルギーシステムは、次のような基本条件を有するシステムが望ましいと考えられる。

表－４ 基本的条件

①	ゴミ処理余熱、下水処理水や発電の際に発生する未利用エネルギーをフルに活用したシステム
②	最新のエネルギー技術の発展成果を取り入れた電気と熱とを一体的に生産利用するシステム
③	道路地下空間を有効に利用し、熱エネルギーを暖房、給湯のみならず融雪、都市アメニティの向上など多目的、多用途に利用するシステム
④	都市全体のエネルギーの有効利用、環境負荷の軽減等に寄与する広域的なシステム

6.2 導入システムの具体的なイメージ

北海道にふさわしいエネルギーシステムの具体的なイメージを描くと、主力熱源を熱併給発電に求める「集中型」の場合と中小規模なコージェネレーションに求める「分散型」による熱供給を行うシステム、及び集中型と分散型の特性を活かした組み合わせシステム等が想定される。

7. 実現可能性の検討(ケーススタディ)

7.1 ケーススタディに当たっての想定条件

(1) 対象エリア

特に熱エネルギーの需要密度が高いと想定される区域は札幌市を中心とした7地域である。

(2) 基幹熱源・熱輸送方式

今回のケーススタディで想

定した基幹熱源は、集中型及び分散型とし、規模、立地位置及び熱輸送方式は、それぞれの特性に応じた方式とする。なお、この他の熱源として、都心部周辺に賦存するゴミ処理排熱や下水処理排熱をベース熱源として加える。

表－５ 対象エリア

熱供給想定範囲	選 定 地 区 (計7地区)
中心から半径2.0km以内7地区	「札幌中央(都心)」 (1地区)
	「石狩(花川)」「麻生」「琴似」
中心から半径1.5km以内7地区	「美香保」「白石」「平岸」 (6地区)

表－6 熱源方式

区 分	プラント方式	出力規模	立 地 位 置
集中型	大型熱供給発電方式 (石炭)	70万KW (35万kw×2)	石狩湾新港地区に 設置するものとする。
	熱輸送媒体は、温水式		
分散型	中小規模のコージェネ レーションプラント 方式(天然ガス)	1万KW ～ 15万KW	各供給エリア内に 設置するものとする。
	熱輸送媒体は、蒸気式		

(3) 熱供給内容

熱エネルギーの供給は、各熱源からパイプラインを道路地下空間を利用して需要先まで敷設し、快適な冬の都市環境を整備することにある。

表－7 需要先の熱供給内容

家庭用暖房、給湯用エネルギー	(加入率 30%)
業務用暖房、冷房、給湯用エネルギー	(加入率 50%)
融雪用エネルギー	(ロードヒーティング、融雪槽、公園等)
都市施設用エネルギー	(アトリウム、プール、ドーム等)

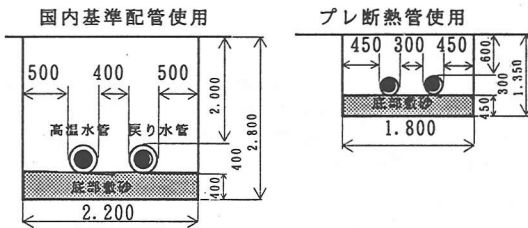
これにより、札幌都心部では歩車道に全面ヒーティングを施し、雪や凍結から開放された都市ゾーンを形成するとともに、その他の地区においても幹線道路のヒーティング設備の整備やコミュニティまわりについても排雪、融雪施設を設置し、冬季における市民の生活環境が大幅に改善されることになる。

7.2 検討結果

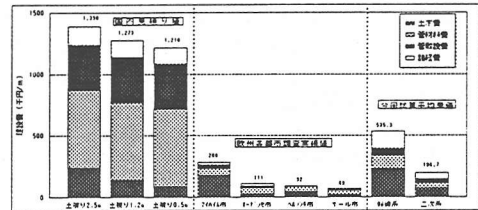
本システムを導入した場合の概算事業費及び熱供給コストについて、集中型及び分散型をそれぞれ試算したが、ここでは集中型の試算結果について説明する。

(1) パイプラインのコスト比較

熱供給のためのパイプライン敷設コストは、埋設位置、埋設深度、配管材料及び施工方法等に大きく帰因するため、コスト構成要因の分析を行い検討した結果、地域熱供給の先進地である北欧で一般的に使用している「プレ断熱加工管」を利用し、道路地下空間への埋設深さを浅くすることにより、管材経費及び敷設コストの削減を図った。



図－5 パイプライン埋設比較



図－6 熱供給管工事費比較

(2) 概算事業費

第1次試算結果では、パイプラインに要する経費が全体の約80%近くを占めていることが明らかになった。このため、「プレ断熱加工管」の利用による管材経費及び敷設コスト削減のほか、サブステーションシステムの簡素化、建設資金の借り入れ金利に公的助成制度を導入(4.5%を3.5%とした)するなどのコスト低減策を講じた。その結果、第2次試算による概算事業費は、第1次試算(現行の国内基準、法制度適用)に比べ、約4割減の2,289億円と試算された。

表－8 第1次試算による概算事業費内訳

主要設備	建設費(億円)	構成比(%)
幹線配管	1,053.0	27.5
地域配管	2,128.8	55.6
計	3,181.8	83.1
熱交換施設	606.5	15.8
ボンプステーション	43.4	1.1
計	649.9	16.9
合 計	3,831.7	100.0

表－9 第2次試算による概算事業費内訳

主要設備	建設費(億円)	構成比(%)
幹線配管	544.9	23.8
地域配管	1,224.4	53.5
計	1,769.3	77.3
熱交換施設	485.2	21.2
ボンプステーション	34.7	1.5
計	519.9	22.7
合 計	2,289.2	100.0

(3) 熱供給価格

本システムを導入した場合の第2次試算による平均熱販売価格は、13円80銭/Mcalという結果が得られた。この試算価格は、現行の札幌都市部における熱供給事業者の平均熱販売価格13円81銭/Mcalを若干下回る価格である。

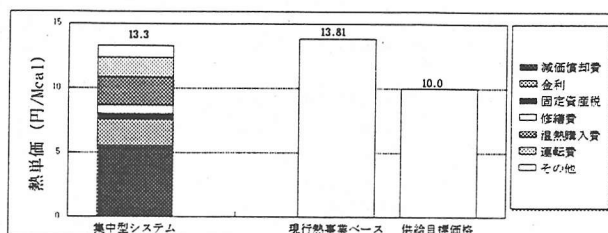


図-7 熱供給価格の比較

今回、検討の対象としたシステムは、これまでの暖房システムを大幅に変更するもので、しかも、都市の様々な熱需要に対して多面的に対応できる大がかりなシステムであるにもかかわらず、現行の地域熱供給価格を下回る試算結果が得られたことは、このシステムが効率性に富み、事業面からも十分成立の可能性があるものと考えらる。

しかしながら、現行の地域熱供給事業は石油等の暖房手段に比べ割高感があり、これが普及拡大のネックになっている。今後、このシステムの事業化を本格的に検討するにあたっては、現行の平均熱販売価格を更に3割程度下回る、10円/Mcal程度を供給目標価格とし、受け入れ易い熱エネルギー価格とする必要があり、特に事業面、技術面の双方からの徹底した調査・研究が必要である。

(4) 導入により期待されるエネルギー、環境負荷削減効果

本システムを導入することにより、札幌市全体のエネルギー効率を2%程度向上させることが可能であるとの試算結果が得られた。

この2%のエネルギー効率の改善は、札幌市内の全世帯の20%にあたる13万世帯で使用される暖房用エネルギーの節約を意味し、極めて大きなエネルギーの削減効果が期待される。

次に、環境負荷の削減効果については、本システムを導入することにより、従来の暖房システムに比べて約9万世帯の二酸化炭素排出量相当分（札幌市の世帯数の約14%）が削減されることになり、環境面でも大きな効果が期待される。

8. これからの課題

本調査で示した広域熱供給システムをより具体化するためには、

- ① 広域熱供給システムをエネルギー政策、都市整備政策の中に明確に位置づける。
 - ② 公共事業と連携したネットワークの形成やパイプラインの敷設について道路地下空間を有効利用するための公的支援の強化、並びに敷設条件に対する規制緩和などのパイプラインコスト低減策の究明を図る。
 - ③ 市民の理解と協力の下、産・学・官が連携した専門的、技術的な調査実施体制の確立を目指していく。
- 等の課題が残されており、この点に関して今後、関係機関と調整を進めていくこととしている。

9. あとがき

今回の試算の結果、本構想は、事業面で現行の地域熱供給事業に対抗できる価格競争力をもち、かつ、省エネルギーの推進、地域における環境負荷の削減に大きく寄与することが明らかとなった。また、積雪寒冷都市の抱えている都市環境、生活環境の整備にも大きく貢献できるシステムであり、これからの北方型都市整備にふさわしいシステムといえる。

しかしながら、本構想の実現には道路地下空間利用の面を含め、未だ多くの課題が残されており、今後も引き続きその実現に向けて検討していく予定である。

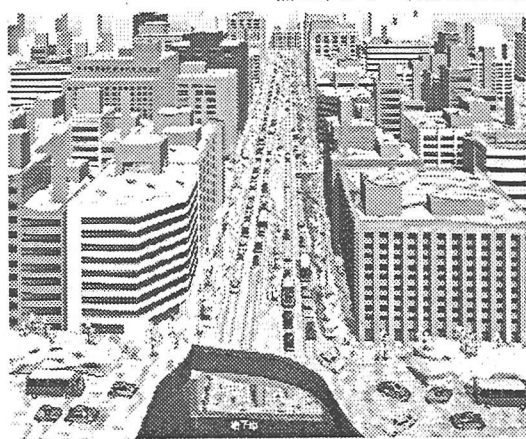
10. 参考文献

- 1) (社)北海道開発技術センター：「ふゆトピア事業推進調査報告書」，昭和61年3月
- 2) 札幌市：市政世論調査報告書，平成7年度版
- 3) 住環境計画研究所：「住宅統計調査報告書」，昭和63年度版
- 4) 住環境計画研究所：「家庭用エネルギー統計年報」

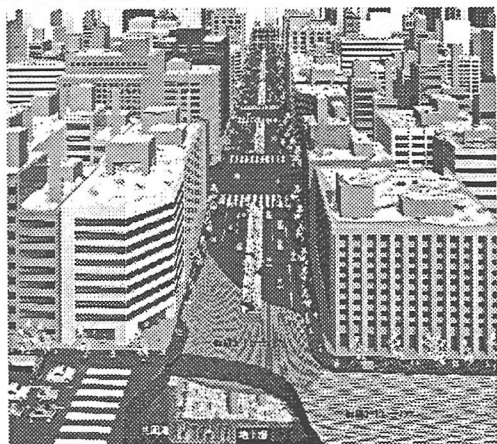
札幌地区への導入イメージ（集中型の場合）



熱エネルギー利用による都市ゾーンの整備イメージ



導 入 前



導 入 後

1. 熱供給管の施工例

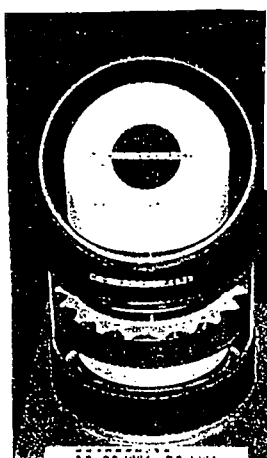


札幌市

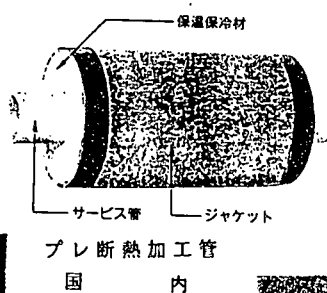


ヘルシンキ市

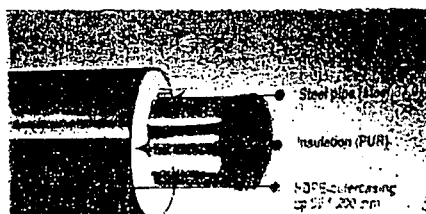
2. 熱供給管の構造と材質比較



二重鋼管製品
国内



プレ断熱加工管
国内



プレ断熱加工管
北 欧

(出典：都市高度化推進調査北欧先進事例調査資料及び国内メーカー資料より)