2014年8月27日
地中熱利用普及セミナーin上越

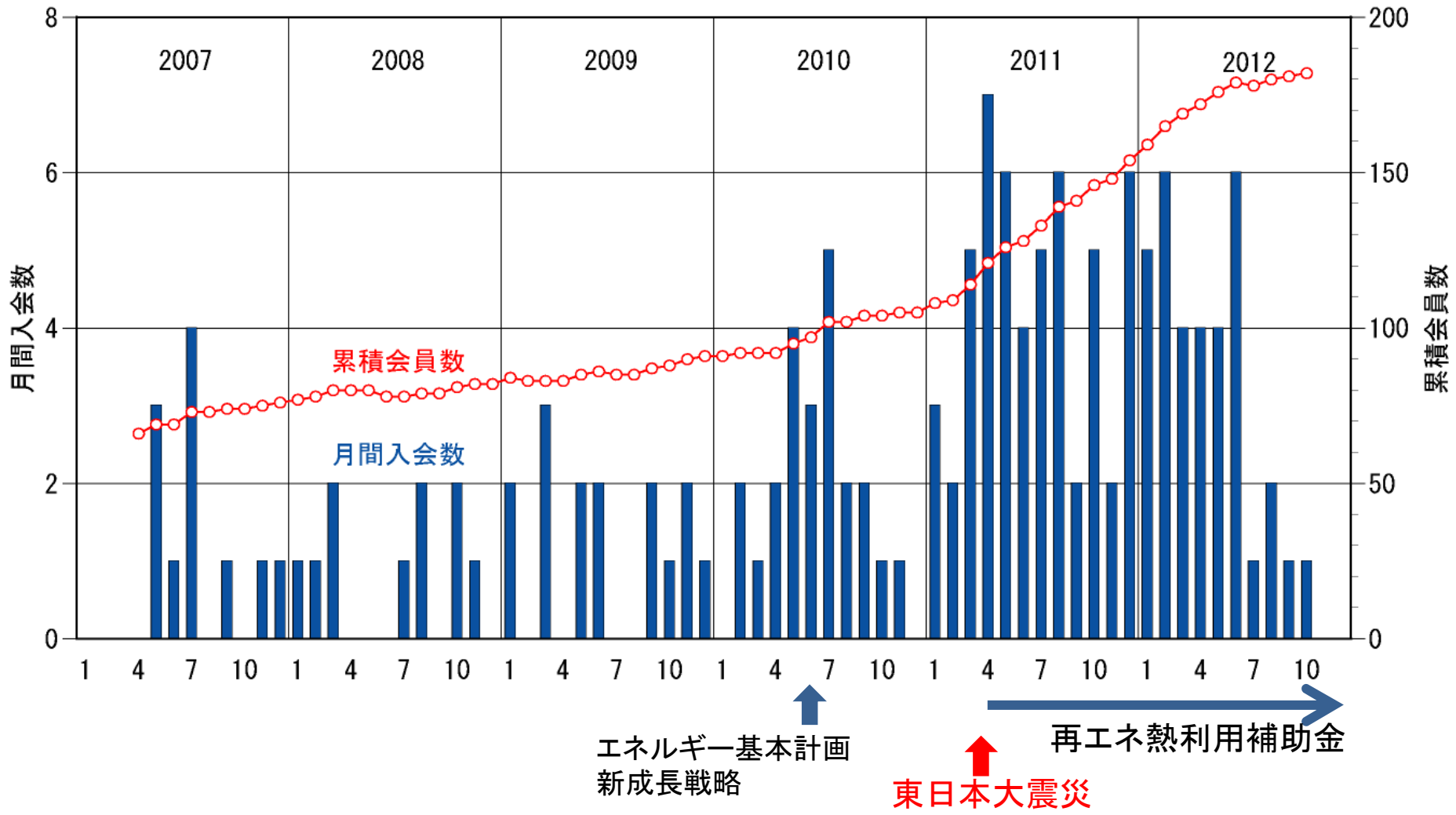
地中熱利用の現状について

NPO法人　地中熱利用促進協会
理事　池野正志

NPO法人　地中熱利用促進協会
概　要

- 設立　平成16年3月
- 理事長　笹田政克
- 事務局長　服部　旭
- 会員数　団体正会員196社（平成26年）
  個人会員　58名
  特別会員　71名
- 事務所　東京都杉並区荻窪
- 入会金　団体1万円
- 年会費　団体5万円

会員数の伸び



2007
2008
2009
2010
2011
2012
累積会員数
月間入会数
月間入会数
累積会員数
0
2
4
6
8
0
50
100
150
200
1 4 7 10 1 4 7 10 1 4 7 10 1 4 7 10 1 4 7 10 1 4 7 10
エネルギー基本計画
新成長戦略
東日本大震災
再エネ熱利用補助金

おもな事業

- 地中熱講座（基礎、設計、施工）
- シンポジウム（東京：年1回、地方：年1回）
- 地域交流会（年1回）
- 予算説明会（環境省、経産省）
- 講習会、展示会、見学会
- 出版、マニュアル作成
- 環境実証事業（ETV）窓口
- 技術者認定（平成27年1月予定）

シンポジウム･見学会

地中熱利用研究報告

最新動向

導入設備見学

施工見学

地域交流会

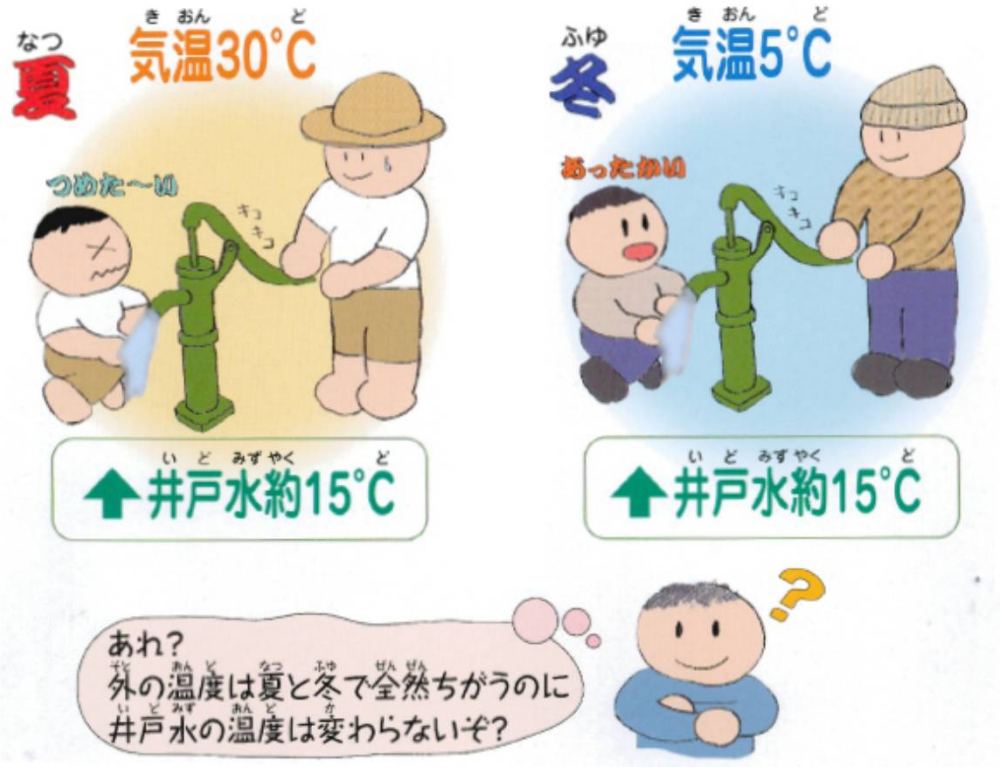
平成26年度地域交流
新潟開催決定！

平成26年11月5日
新潟市　朱鷺メッセ

内　容

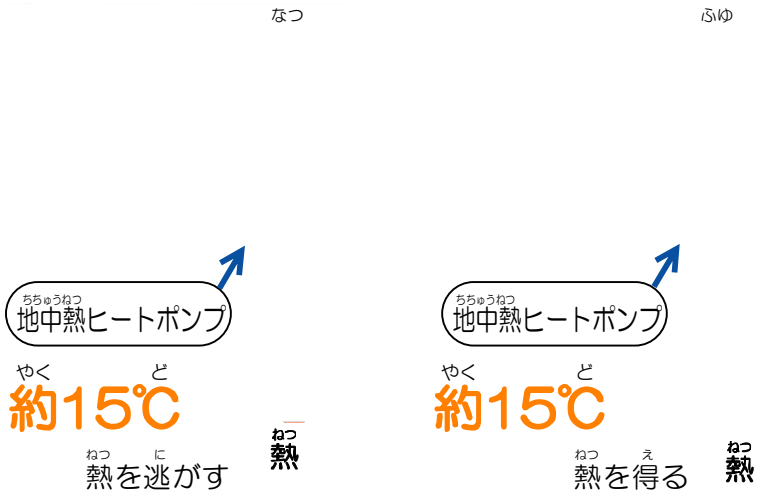
- 地中熱とは
- 地中熱利用ヒートポンプの優れた点
- 利用事例紹介
- 普及の現状
- 普及の課題 （コスト･補助金）
- 地質地盤情報の活用
- 地中熱利用コミュニティ
- NPO法人地中熱利用促進協会の活動

現代人は忘れている
地中熱（洞窟・地下水・・・）の体感を
冬暖かく　夏涼しい



（地中熱利用促進協会パンフレット）

省エネ性環境性に優れた地中熱利用
(地産地消エネルギー)



温度差の活用

- 省エネルギー
- 大きな節電効果
- CO_2排出量の削減

地中の再生可能エネルギー

- いつでもどこでも利用可能
- 安定的利用

地中での熱交換

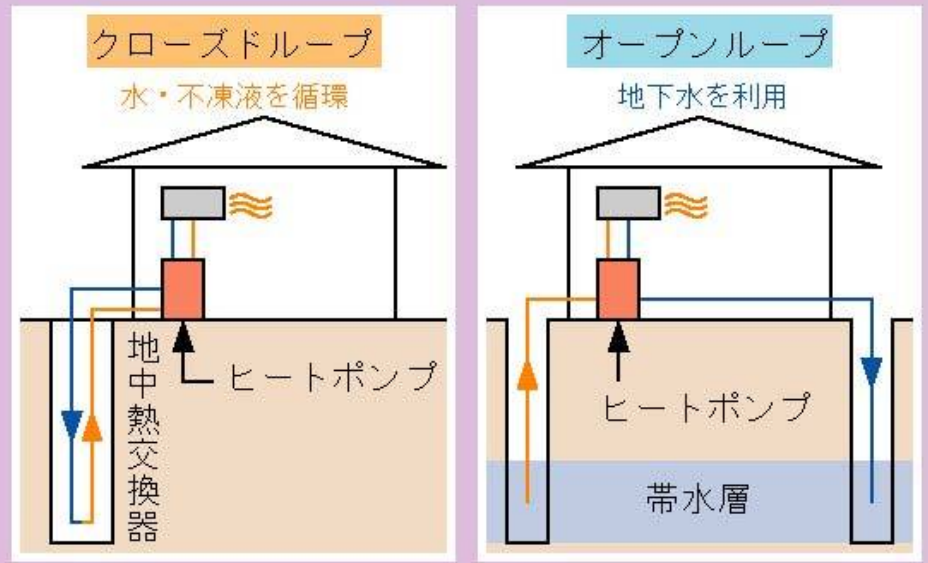
- ヒートアイランド現象抑制

地中熱利用の形態

ヒートポンプの熱源として利用
温度調節が可能で汎用性が高い

ヒートポンプシステム

住宅・ビル等の冷暖房・給湯、プール・温浴施設の給湯
道路等の融雪、農業ハウスの冷暖房など

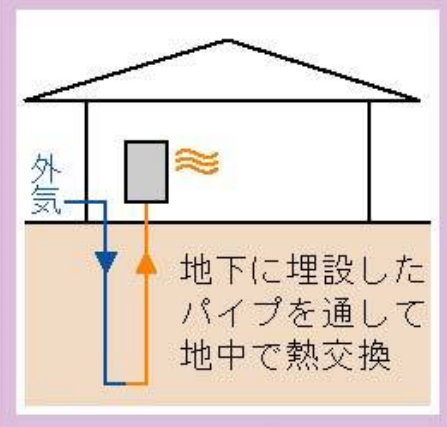


熱伝導

住宅の保温

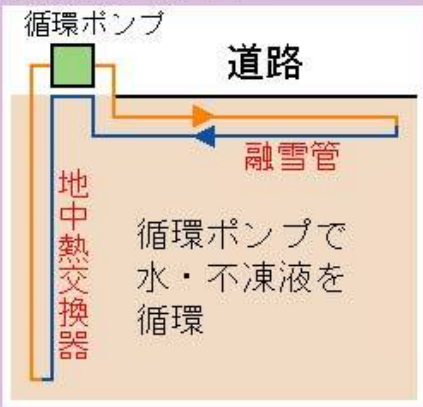
空気循環

住宅等の保温・換気



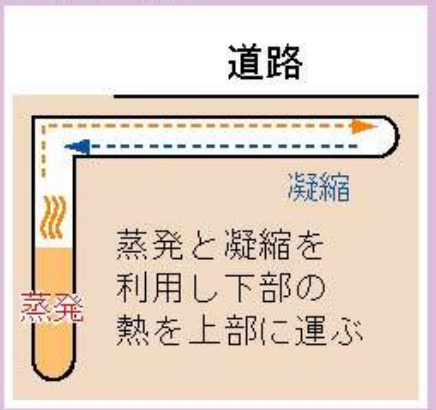
水循環

道路等の融雪等



ヒートパイプ

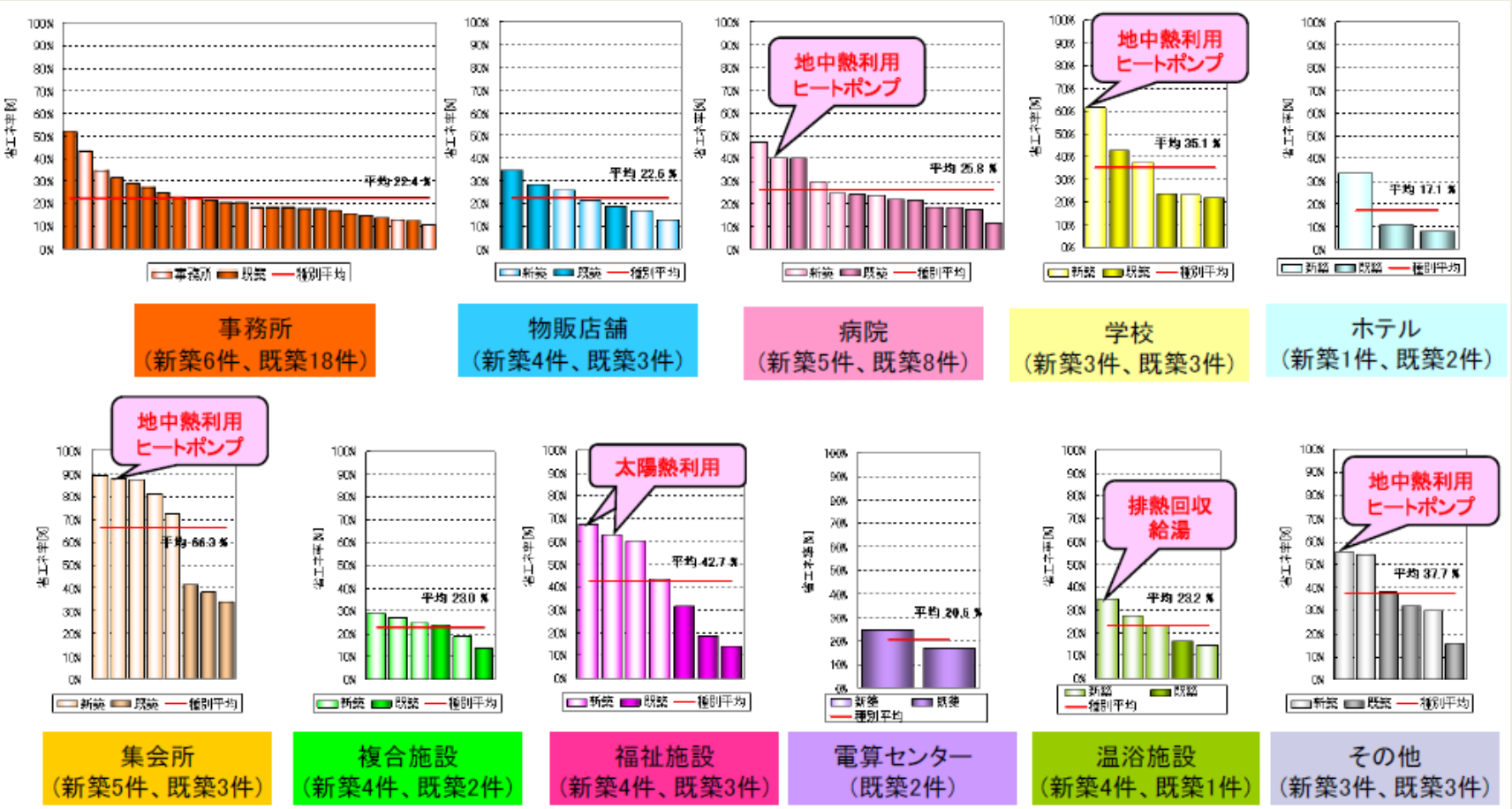
道路等の融雪



（地中熱利用促進協会）

地中熱利用は省エネルギー

NEDOの高効率エネルギーシステム導入促進事業で実証された地中熱ヒートポンプの省エネルギー効果



※薄色：新築の事業者

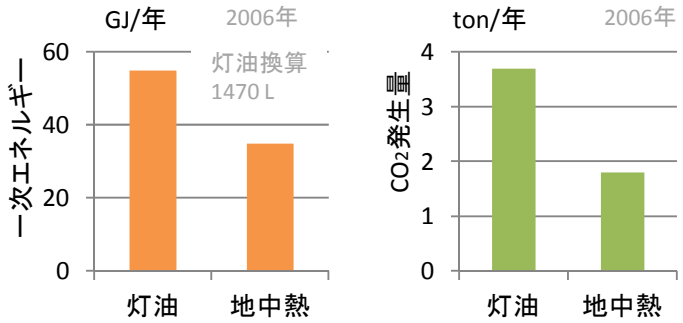
2004-2007年の調査対象：87件、うち地中熱6件

NEDO 住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業（建築物に係るもの）2009　事業成果紹介2009年11月作成による

CO_2 排出量削減に効果的

北海道の住宅

暖房

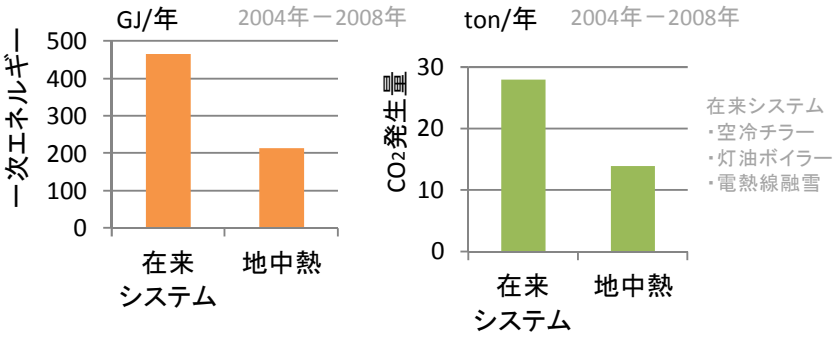


ヒートポンプ暖房出力6.2kW，ボアホール50m x 3本(150m)
COP（期間平均）3.4，住宅床面積129m²，Q値1.6W/(m²･K)，C値0.8cm²/m²

富良野市木造3階建住宅2005年10月竣工(北海道大学地中熱講座　2007)

弘前市の公共施設

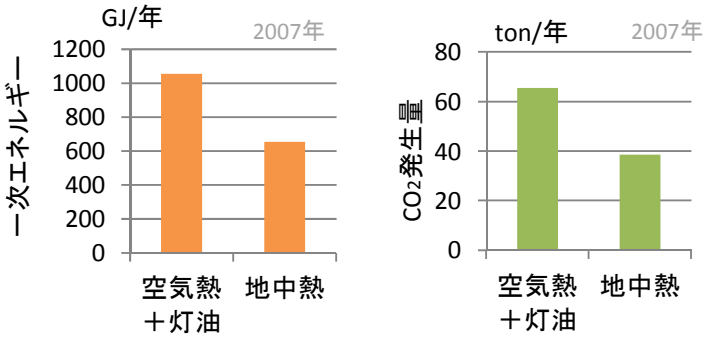
冷暖房･融雪



ヒートポンプ冷暖房用15HP(対象床面積329m²)，融雪用30HP(歩道360m²)
ボアホール90m x 16本(1440m)，COP4.3（年平均）3.5（暖房）5.8（冷房）
6.8（融雪）

山口県の中学校

冷暖房



ヒートポンプ冷却能力308kW，加熱能力270kW，ボアホール100m x 30本

下関市立豊北中学校2006年4月開校(栫　2010)

弘前市まちなか情報センター2004年4月運転開始(石上ほか　2010)

地中熱導入　最近の動向

- 羽田空港国際線ターミナルビル（2010年）
- 東京大学「理想の教育棟」（2011年）
- 富士通長野工場（2012年）
- IKEA新宮ストア（2012年）
- セブンイレブン2店舗（2012年）
- パークシティ武蔵小杉（2012年）
- 渋谷本町学園ー渋谷区立小中一貫教育校（2012年）
- 東京スカイツリー（2012年）
- JPタワー/KITTE（2013年）
- 東京スクエアガーデン（2013年）
- 小田急線東北沢駅（2013年）

IKEA福岡新宮 ストア
延床面積：31,661 ㎡ （2フロア構成）
完成・開業日：2012年4月

地中熱源能力：約500 kW、150RT
*再生可能エネルギーの使用割合はおよそ30%
熱源杭の本数：100mの長さの杭70本
（IKEA JAPAN NEWS　2011.4.19）

東京スカイツリー

(東武鉄道資料)

地中熱議連（小池百合子会長）
による視察

基礎杭を活用した地中熱
交換器の設置工事
（大成建設）

東京駅前の地中熱施設

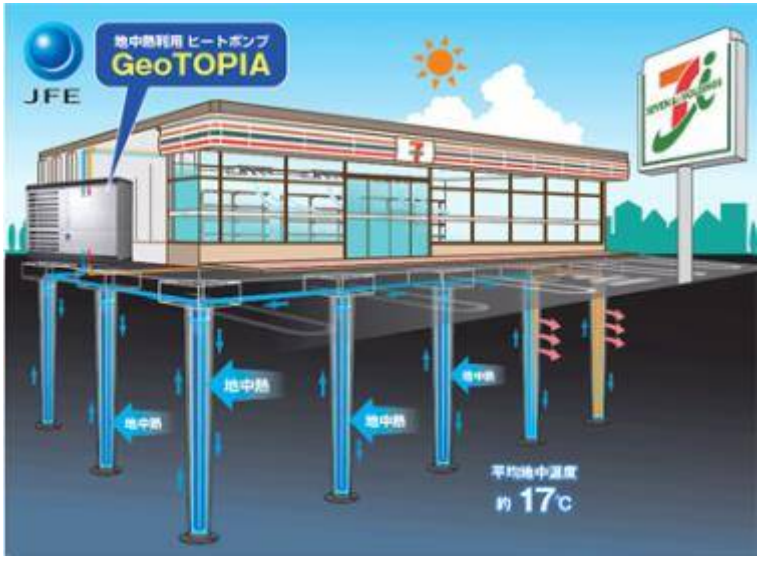
KITTE（旧東京中央郵便局）

JPタワーのアトリウム

地中熱利用冷暖房の吹き出し口

商業施設での地中熱利用

びっくりドンキー（アレフ）



コンビニ　　(セブンイレブンジャパン)

ヒートポンプ

ヒートポンプ

(JFEエンジニアリング)

消防署での地中熱利用

札幌市北消防署篠路出張所

出動態勢にある消防車
のエンジン保温のため
消防署の車庫の暖房に
地中熱を利用

(日伸テクノ)

地中熱の農業利用　－施設園芸

(九州電力)

赤平オーキッド（北海道）

トピアホーム　南魚沼市

ネットゼロエネルギー住宅　2013年

地中熱利用システムの室内機・HEMS

地中熱利用ヒートポンプ

地中熱利用ヒートパイプ

国道7号新潟バイパス　弁天ICランプ部

【導入のポイント】

・除雪作業効率化のためのランプ部の融雪が必要（全IC共通）

・空気熱源ヒートポンプなどの熱源機器の設置スペースがない。

ヒートパイプ敷設状況

他ICの空気熱源ヒートポンプ（高山IC）

地中熱による融雪状況

【データ】

融雪面積：321.9m^2

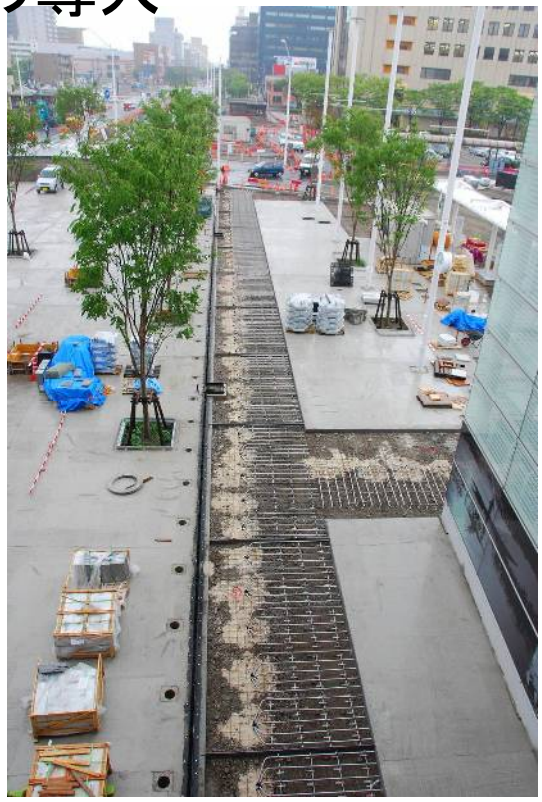
熱交換井Φ100㎜×11～23m×131本

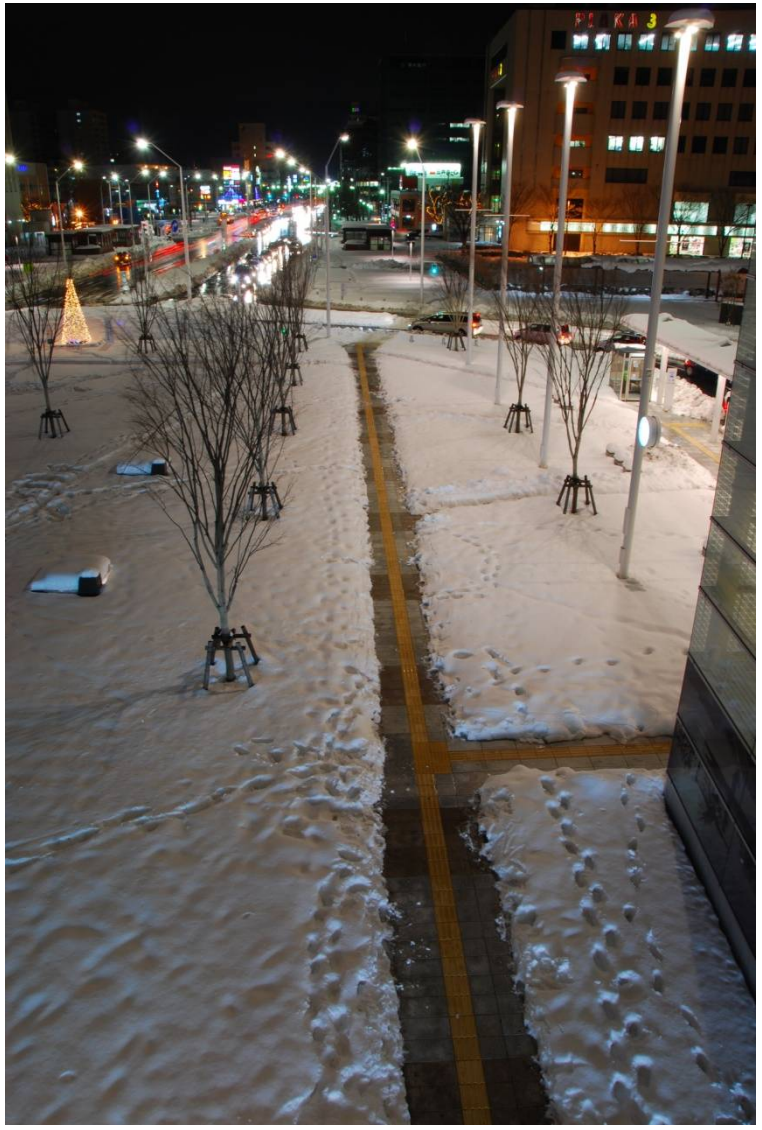
地中熱利用ヒートパイプ

新潟駅南口広場

【導入のポイント】

・ランニングコスト、メンテナンスフリーの融雪システムの導入





【データ】

融雪面積：A=292.3㎡

さく井工：SGP125A×19.5m 149本

ﾋｰﾄﾊﾟｲﾌﾟ：4～19.5m 884本

地中熱利用ヒートパイプ

歩道などの連続的施工から、小規模なスポット的施工まで

歩道

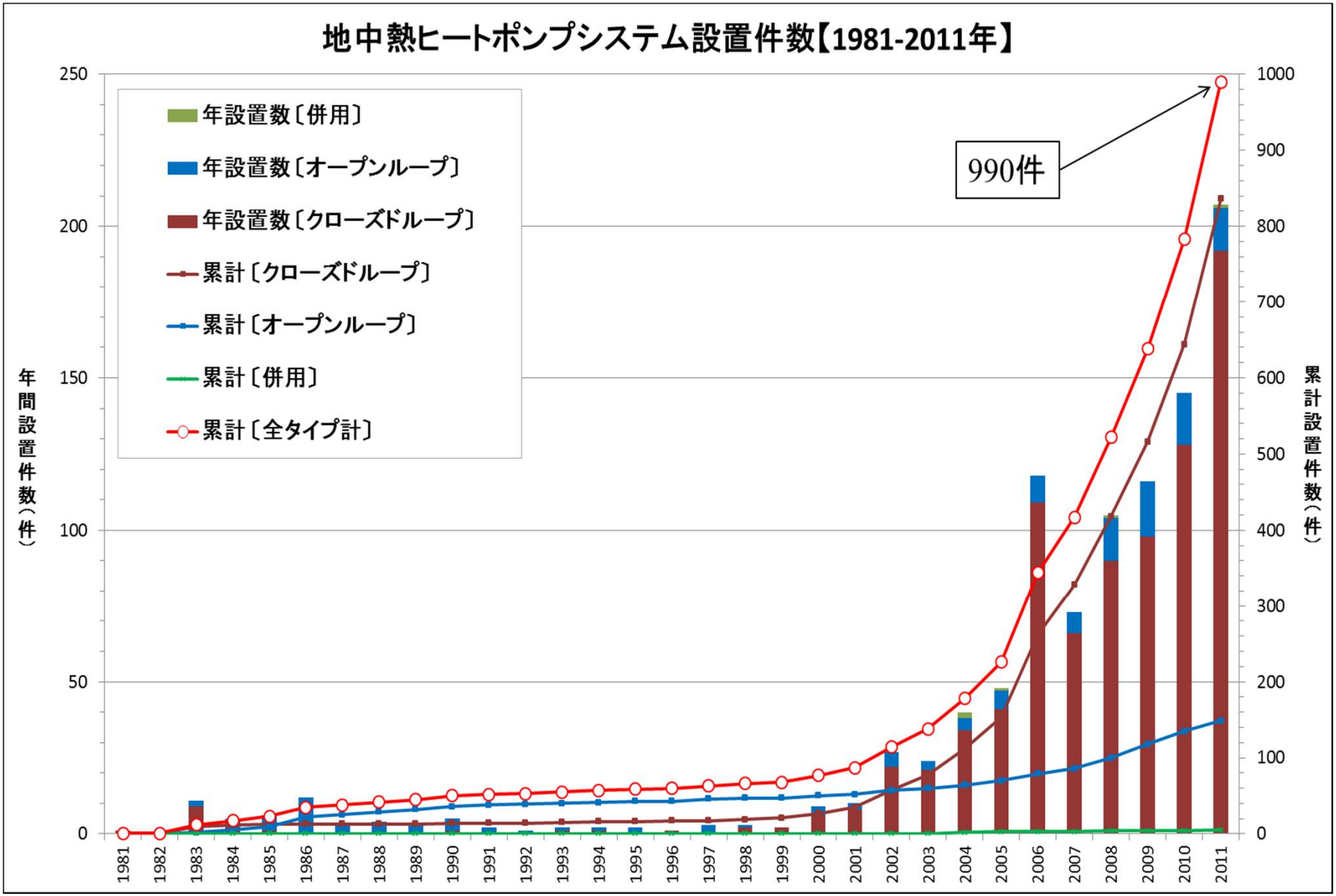
駐車場

玄関スロープ

バス停留所

住宅アプローチ

機械設備アプローチ


地中熱ヒートポンプシステム設置件数【1981-2011年】
年設置数〔併用〕
年設置数〔オープンループ〕
年設置数〔クローズドループ〕
累計〔クローズドループ〕
累計〔オープンループ〕
累計〔併用〕
累計〔全タイプ計〕
990件
年間設置件数（件）
累計設置件数（件）
0
50
100
150
200
250
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011

再生可能エネルギー熱利用加速化支援対策費補助金

経済産業省 資源エネルギー庁

■ 地中熱や雪氷熱等を活用した 冷暖房設備を商業施設等に導入する場合や、太陽熱給湯システムを医療法人や社会福祉法人等に導入する等、波及効果の期待できる案件を中心に熱利用設備等の導入に対して支援を行い、導入の拡大を図る。（平成26年度予算：40億円）

■ 平成２５年度で212件の熱利用設備を採択。採択件数・額ともに増加傾向。

○再生可能エネルギー熱利用の内訳

- 太陽熱利用
- 地中熱利用
- 温度差エネルギー利用
- バイオマス熱利用
- 雪氷熱利用
- バイオマス燃料製造

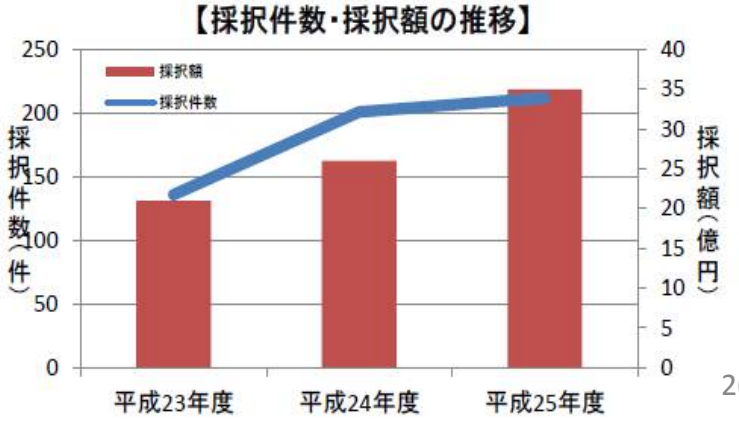
太陽熱利用

バイオマス熱利用

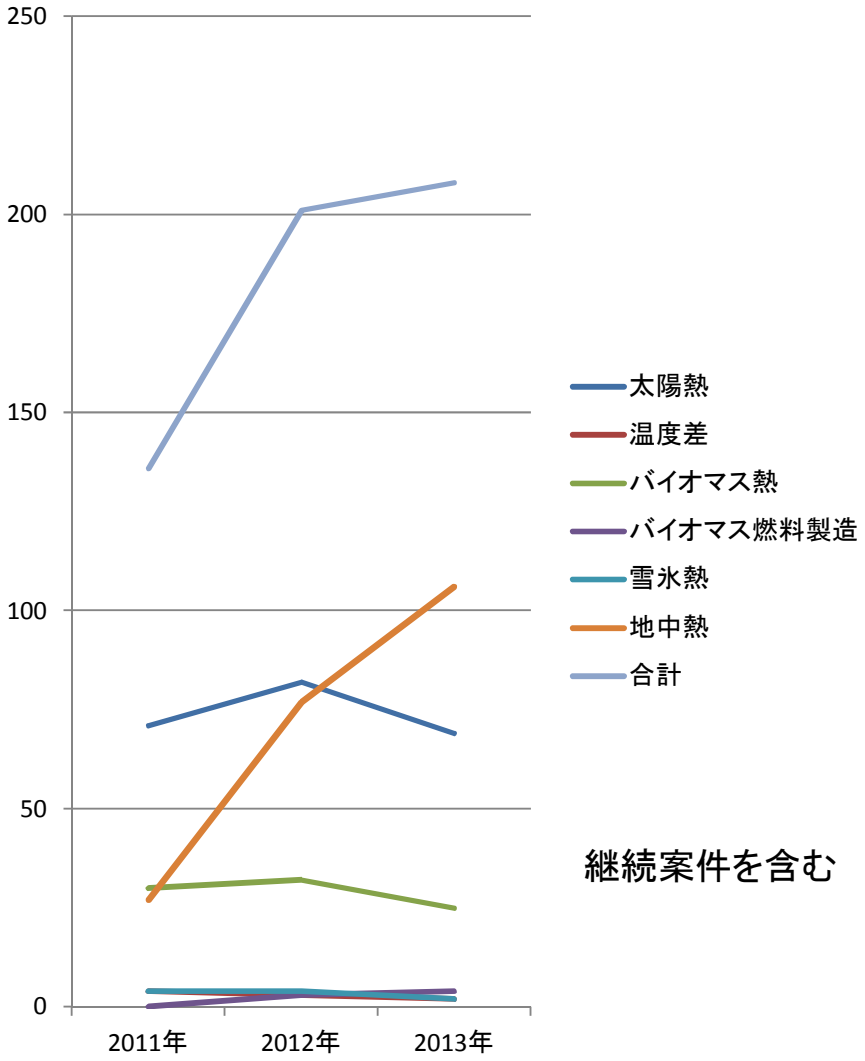
地中熱利用

○地域再生可能エネルギー熱導入促進対策事業
【補助率 1/2以内】
地方自治体等による熱利用設備導入及び地方自治体と連携して行う熱利用設備導入に対し、その最大1/2を補助。

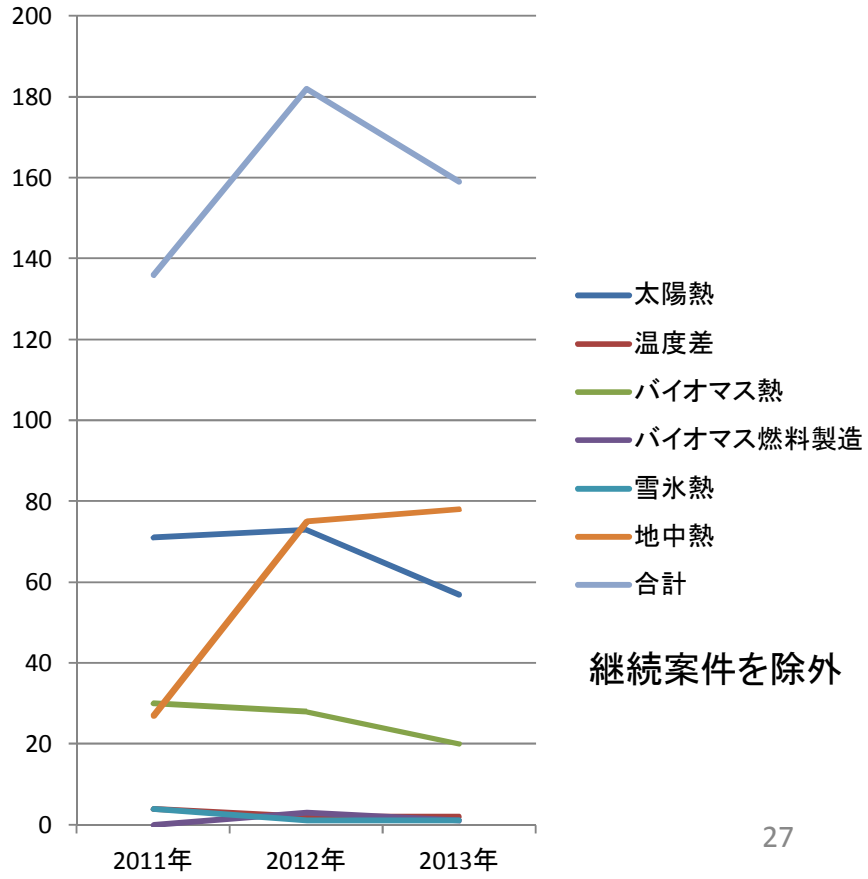
○再生可能エネルギー熱事業者支援対策事業
【補助率 1/3以内】
民間事業者による熱利用設備導入に対し、その最大1/3を補助。



再生可能エネルギー熱利用加速化支援対策費補助金
2011～13　採択件数の推移



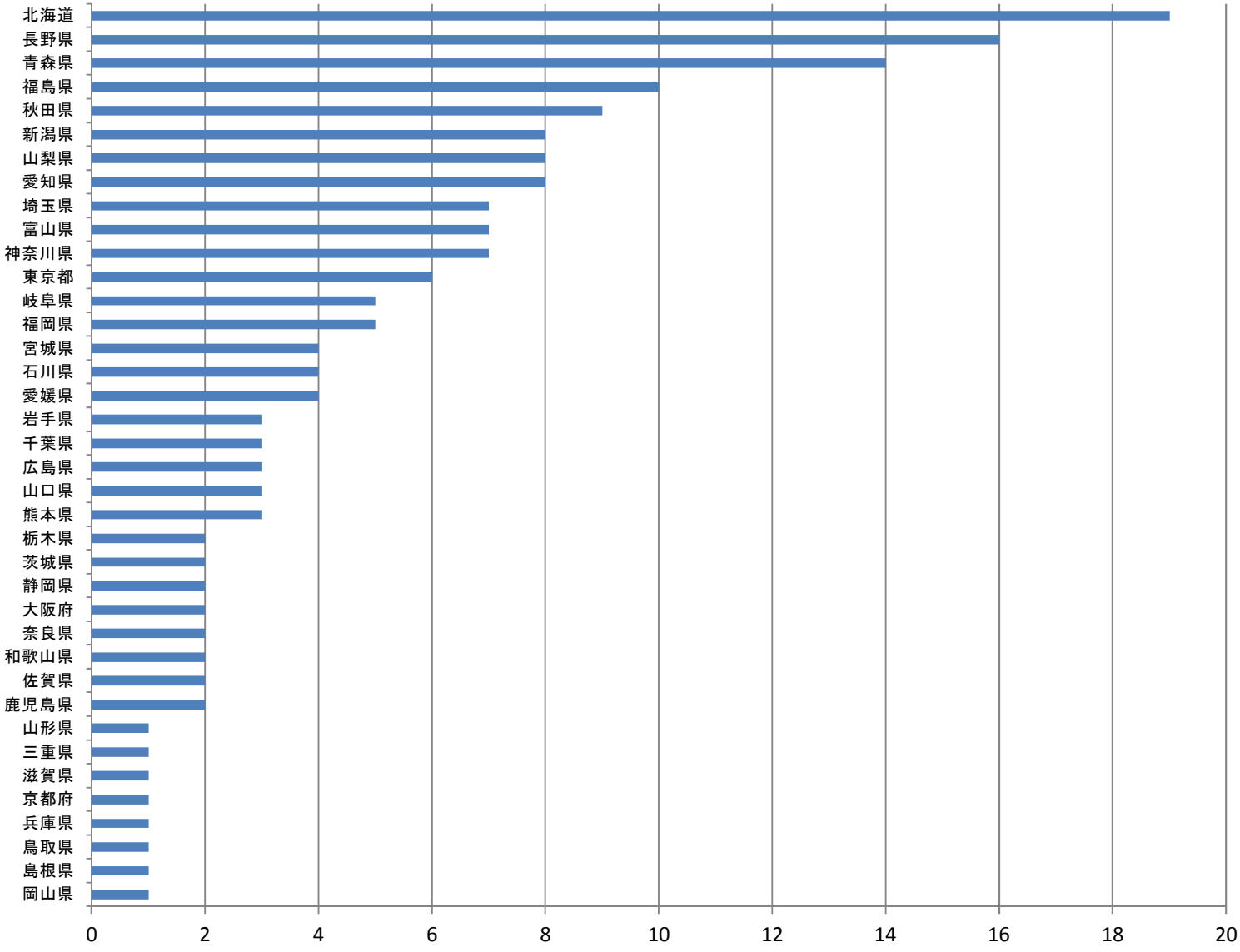
継続案件を含む



継続案件を除外

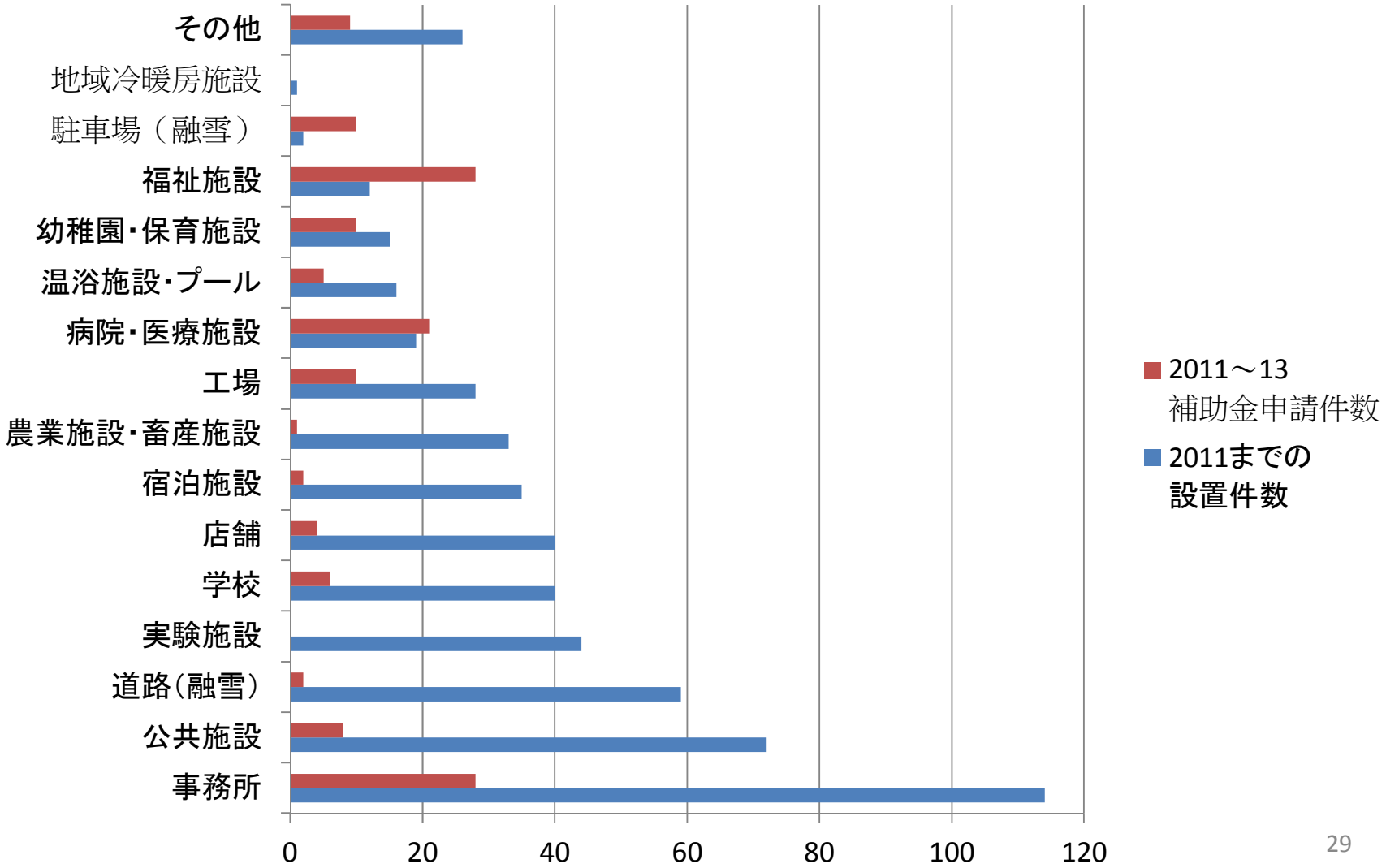
再生可能エネルギー熱利用加速化支援対策費補助金

2011～13　都道府県別実績



2011～13の「熱利用加速化」の補助事業の実績から見た

地中熱ヒートポンプ設置施設の動向



普及課題一覧

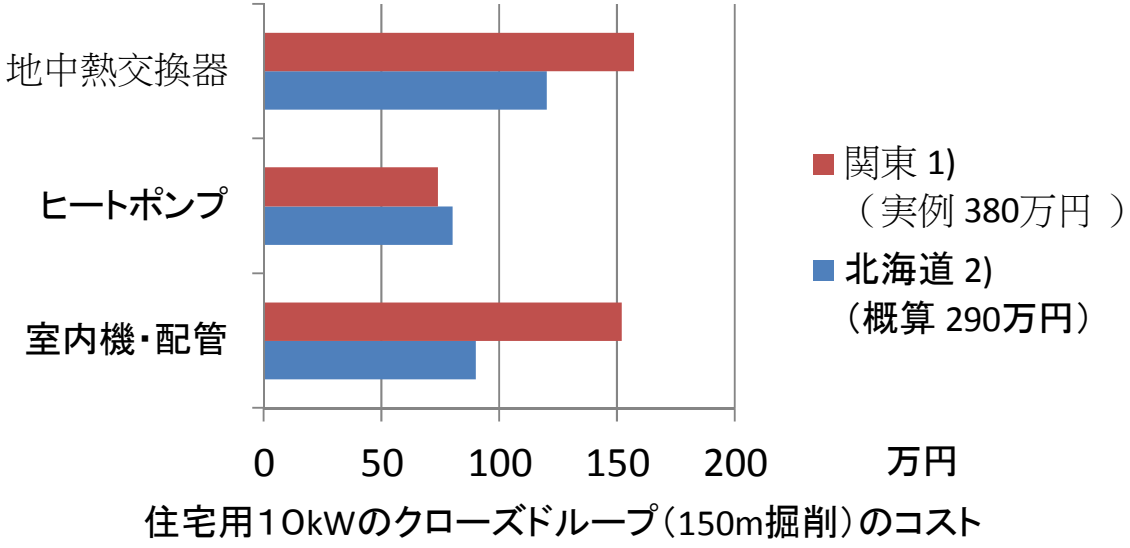
普及課題と対応策

普及課題	対応策
コスト（とくに初期コスト）	・投資回収期間（初期コスト回収期間）の短縮 国・地方の導入支援策 グリーン熱証書等ランニング時の支援策
認知度	・市民・行政担当者の理解促進　一展示会等の協会活動 ・知名度の高い建築物への導入と報道 ・実証事例の蓄積による信頼性の醸成
国及び地方の政策	・エネルギー・環境政策、助成制度等の充実 ・公共部門での率先導入　　国交省の導入ガイドライン ・省エネ機器の性能評価
技術開発	・システム性能の向上 ・低コスト化 ・ゼロ・エミッション・ビル/住宅の実現 ・複合システムと街づくり
地質情報整備	・地質情報のデータベースの整備
環境影響評価	・環境省のガイドライン ・環境影響評価の研究
技術の普及	・技術の標準化 ・人材の育成　一協会の地中熱講座

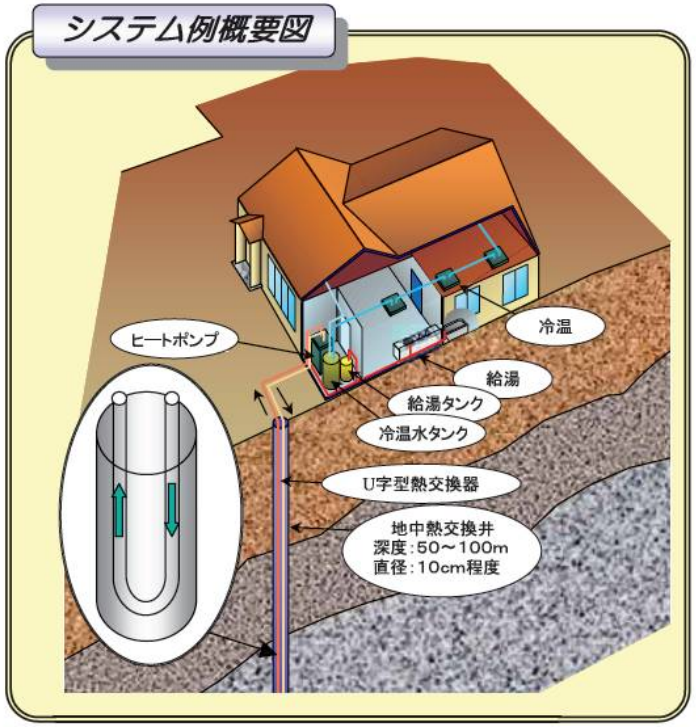
普及課題：コスト

住宅用地中熱システムの費用構造

最近の施工例と概算額



住宅用10kWのクローズドループ（150m掘削）のコスト



（NEDOパンフレット　2006）

1）　関東地方での施工例は、室内機にファンコイルユニットを4台設置した冷暖房システム（2010年実績）

2）北海道での概算例は、室内機には放熱器を用いた暖房用システム（長野, 2010）

普及課題：コスト

地中熱利用におけるコストの捉え方

- 初期コスト
  初期コスト＝（地中熱交換器）＋（ヒートポンプ）＋（室内機）
  導入補助金は初期コストを低減させる。

- ランニングコスト（年間）
  ランニングコスト＝（電力料）＋（メンテナンス費）
  CO2クレジット、グリーン熱証書（現状ではまだ認証されていない）は、ランニングコストを低減させる。
  住宅用などの小規模システムでは、ほとんどメンテナンスフリーである。

- 初期コスト（投資）回収期間（Pay back time）
  初期コスト回収期間＝（初期コストの増分）／（ランニングコストの減少分）
  地中熱利用システムは従来型のものに比べ、初期コストが高いが、ランニング時での電気代が従来型の燃料費/電気代に比べて安いので、ある期間経過すると、初期投資が回収できる。

普及課題：コスト

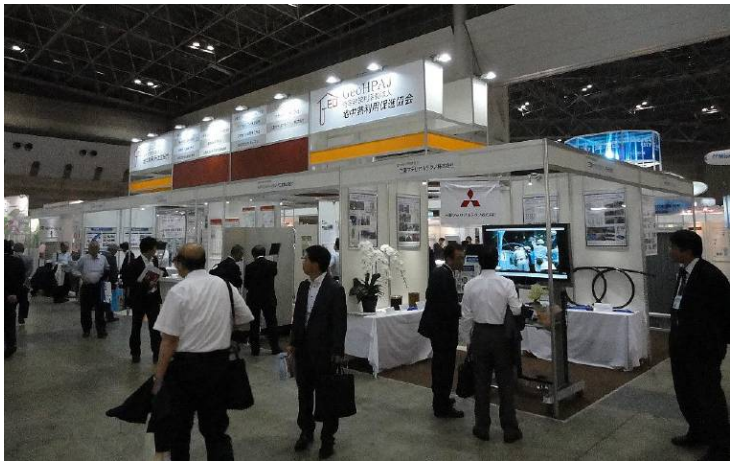
拡大が期待される需要側の種別

需要側の種別	拡大が期待される内容
病院　福祉施設 温浴施設　ホテル コンビニ	大きな熱需要
融雪施設・プール	地中熱に近い温度の熱需要
学校 公共施設	環境・エネルギー教育 省エネ・節電・温暖化対策の普及
住宅	市民の省エネ・地球環境への貢献 ネット・ゼロ・エネルギー住宅(ZEH)
オフィスビル	企業の省エネ・地球環境への貢献 ネット・ゼロ・エネルギー・ビル（ZEB）

普及課題：認知度

認知度の向上

再生可能エネルギー導入事例100
（経済産業省　資源エネルギー庁）



東京ビッグサイトでの展示会への出展
地中熱利用促進協会の共同出展

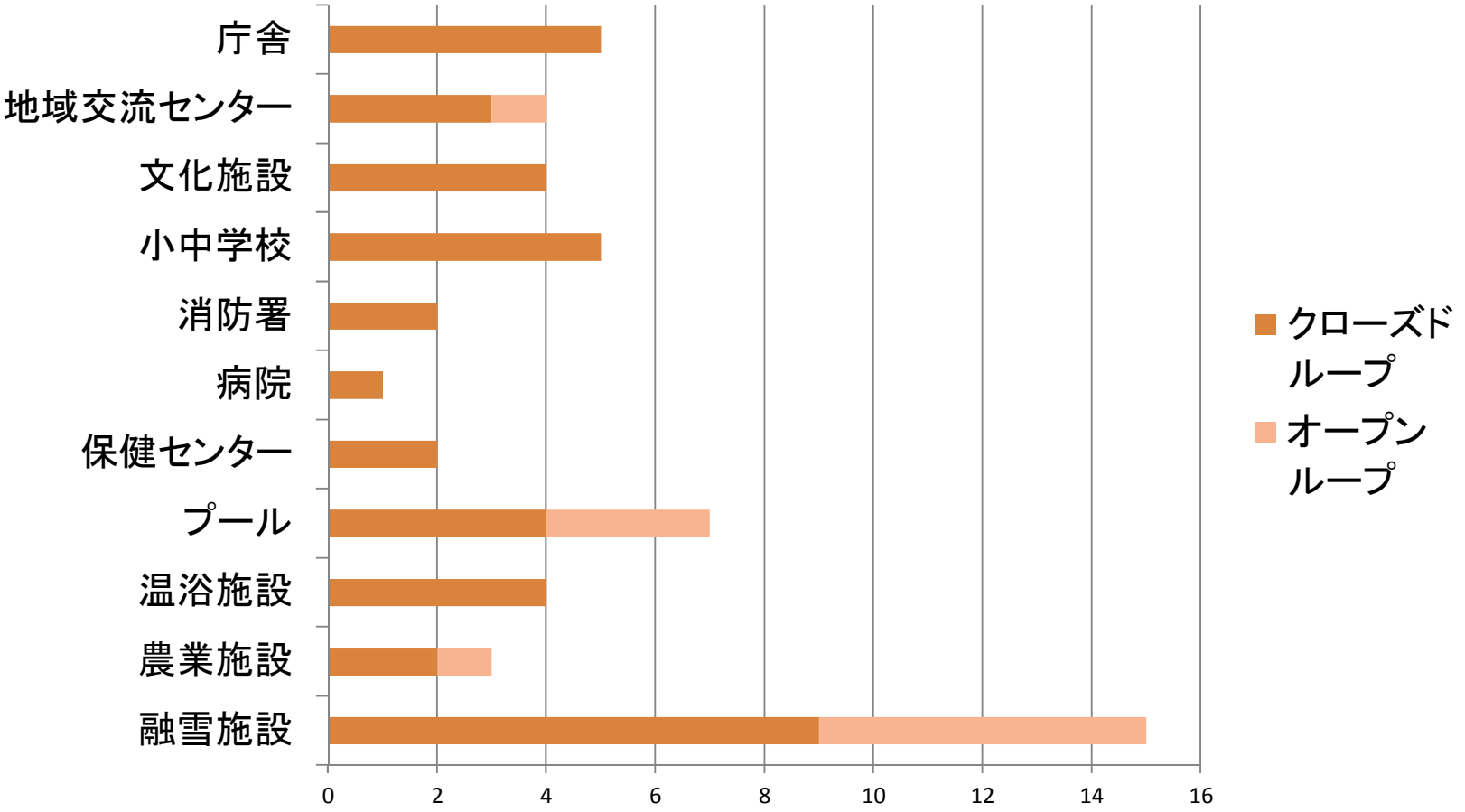
環境技術実証事業
ETV 環境省
http://www.env.go.jp/policy/etv/

環境技術実証調査のロゴ
（環境省）

地中熱利用設備が導入された甲府市庁舎

普及課題：認知度

地中熱利用の地方自治体の施設



（平成21年までの設置件数）

普及課題：認知度

標準仕様書と導入ガイドライン

国土交通省

国土交通省大臣官房官庁営繕部監修「公共建築工事標準仕様書（機械設備工事編）」平成25 年度版

第7 編さく井設備工事に地中熱交換井設備が新たに掲載

国土交通省大臣官房官庁営繕部設備・環境課により平成25年10 月22 日に、「官庁施設における地中熱利用システム導入ガイドライン(案)」が公開。

国土交通省ホームページの「官庁営繕のＱ＆Ａ」コーナー

普及課題：施策

平成26年度の各省庁の施策（案）

	事業名	H26予算	H25予算
経済産業省	再生可能エネルギー熱利用加速化支援対策費補助金	40 億円	（40. 億円）
	再生可能エネルギー熱利用技術開発事業	（新規）5 億円	
	再生可能エネルギー熱利用高度複合システム実証事業費補助	16 億円	（27.5 億円）
	エネルギー使用合理化等事業者支援補助金	410億円	（310億円）
	住宅・ビルの革新的省エネ技術導入促進事業費補助金	76億円	（110億円）
環境省	地熱・地中熱等の利用による低炭素社会推進事業	（新規）16 億円	
	再生可能エネルギー等導入推進基金事業（グリーンニューディール基金）	220億円	（245億円）
	CO_2排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業	48億円	（33億円）
国土交通省	スマートウェルネス住宅・シティの実現に向けた支援	625 億円	
総務省	「地域の元気創造プラン」の推進等 ～地域の活性化なくして日本経済の再生なし～	55.5 億円	

普及課題：施策

地方自治体の導入支援策

地中熱単独で申請できる補助金（平成25年度）

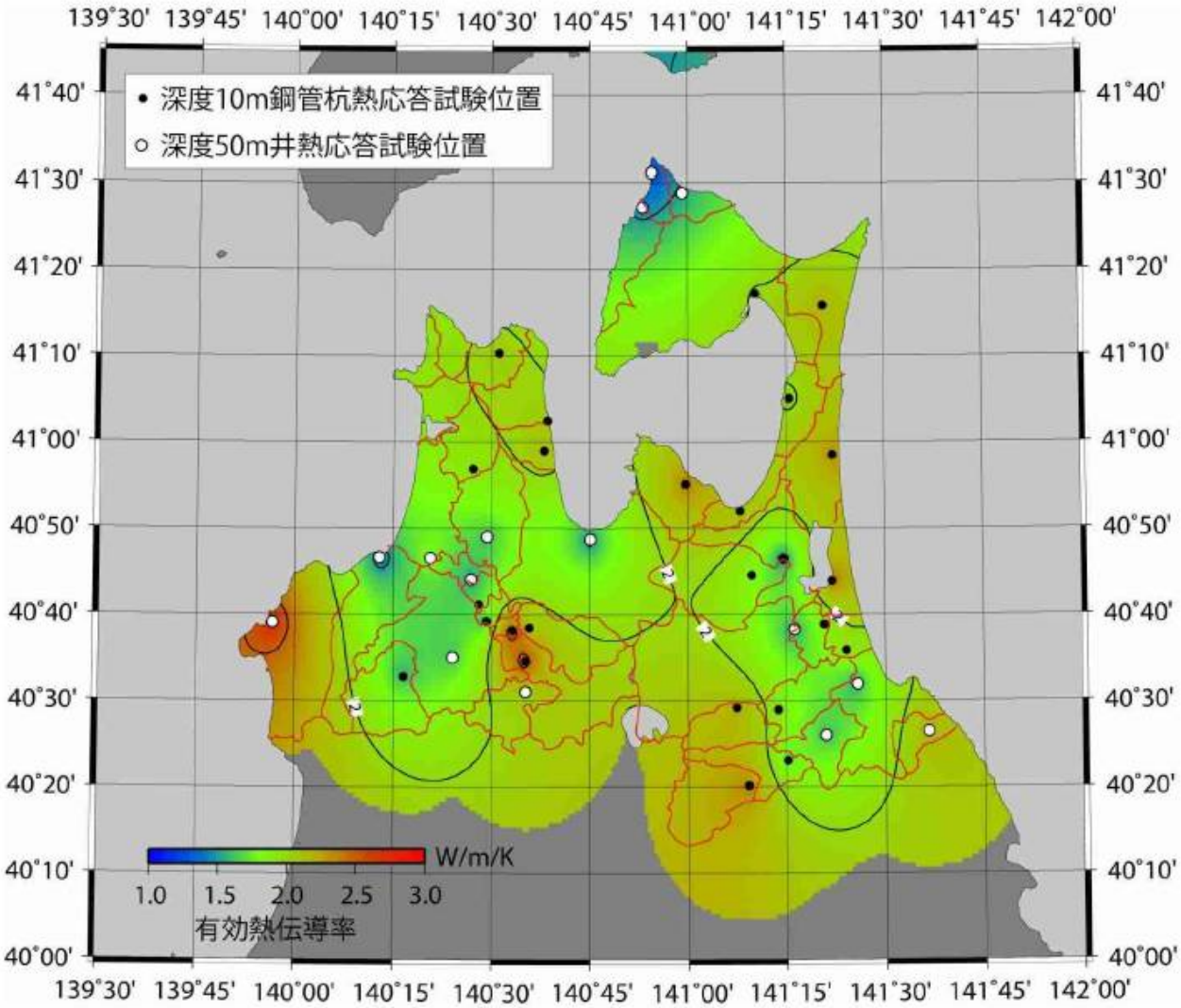
黒字が支給自治体　12県、22市町

北海道（札幌市、旭川市）
青森県（七戸町）
岩手県（岩手町）
秋田県（横手市）
宮城県（仙台市）
山形県（尾花沢市、最上町、舟形町、鶴岡市）
福島県
群馬県
茨城県
埼玉県（さいたま市、戸田市）
神奈川県（川崎市、相模原市）
新潟県（魚沼市、柏崎市）
富山県（富山市）
石川県、三重県
岐阜県（大垣市）
滋賀県
大阪府（茨木市）
和歌山県
島根県（美郷町）
山口県
高知県（檮原町）
福岡県（福津市）

普及課題：地質地盤情報

青森県の有効熱伝導率マップ

青森県地中熱・温泉熱ポテンシャル調査事業報告書



普及課題：地質地盤情報

有効熱伝導率の違いからの
泉区のエリア区分

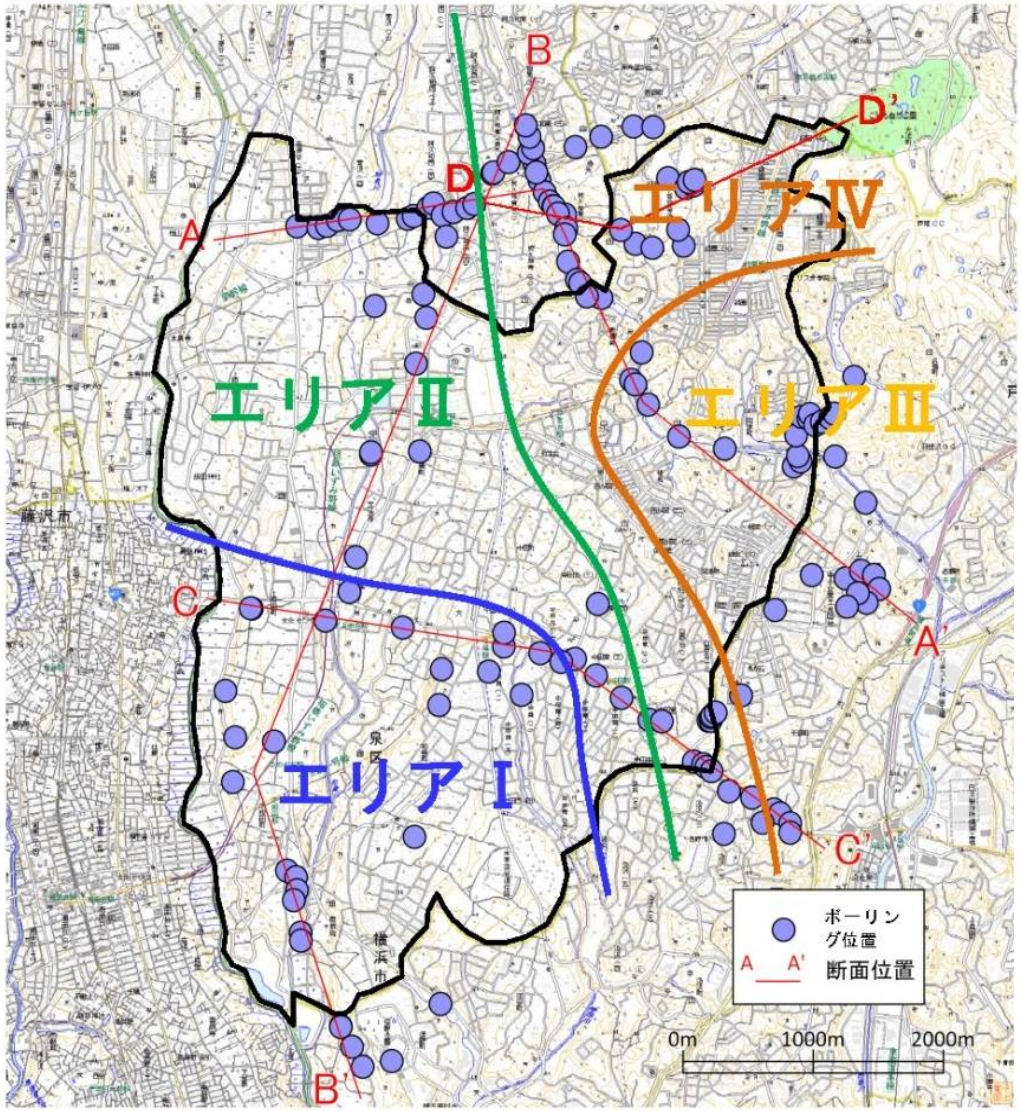


表 2-1　地下地質の特徴によるエリア区分

エリア	上部砂礫	下部砂礫	砂	地形区分	地質的特徴
Ⅰ	◎	◎	◎	相模原台地	相模野礫層の分布範囲であり、かつ、深部に砂層、礫層が発達しているエリア
Ⅱ	◎	△	△	相模原台地	相模野礫層の分布範囲であり、その下位の礫層、砂層が薄いエリア
Ⅲ	×	△	◎	多摩丘陵	厚い砂層が分布するが、礫層は薄いエリア
Ⅳ	×	△	△	多摩丘陵	シルト層・固結シルト・泥岩が分布し、砂層・礫層がほとんど分布しないエリア

上部砂礫：相模原台地の深度 10～20m に連続的に分布する礫層（相模野礫層）
下部砂礫：相模野礫層より深い場所にある礫層（相模層群相当層）
砂：相模野礫層より深い場所にある砂層（相模層群相当層）
◎：特に厚い（10m 以上）、○：比較的厚い（5～10m 程度）、△比較的薄い（5m 未満程度）、×ほとんど分布しない

表 2-2　地質エリア別有効熱伝導率の推定値（W/(m・K)）

試算地点（エリア：地点名）	試算値※ 深度 80m	試算値※ 深度 100m	エリア別平均値 深度 80m	エリア別平均値 深度 100m	エリア
Ⅰ：泉区総合庁舎	1.59	1.54	1.61	1.57	Ⅰ
Ⅰ：和泉町(B16)	1.70	1.68			
Ⅰ：下飯田町(EC-3)	1.75	1.68			
Ⅰ：中田北(C5)	1.41	1.40			
Ⅱ：和泉町(A2,A6)	1.46	1.44	1.50	1.50	Ⅱ
Ⅱ：和泉町(B12)	1.51	1.52			
Ⅱ：和泉町(B15)	1.54	1.54			
Ⅲ：岡津町(A25)	1.33	1.33	1.24	1.26	Ⅲ
Ⅲ：岡津町(A27)	1.25	1.26			
Ⅲ：中田東(C16)	1.15	1.18			
Ⅳ：新橋町(A20)	1.27	1.28	1.34	1.36	Ⅳ
Ⅳ：池の谷(D7)	1.33	1.33			
Ⅳ：池の谷(D11)	1.43	1.46			

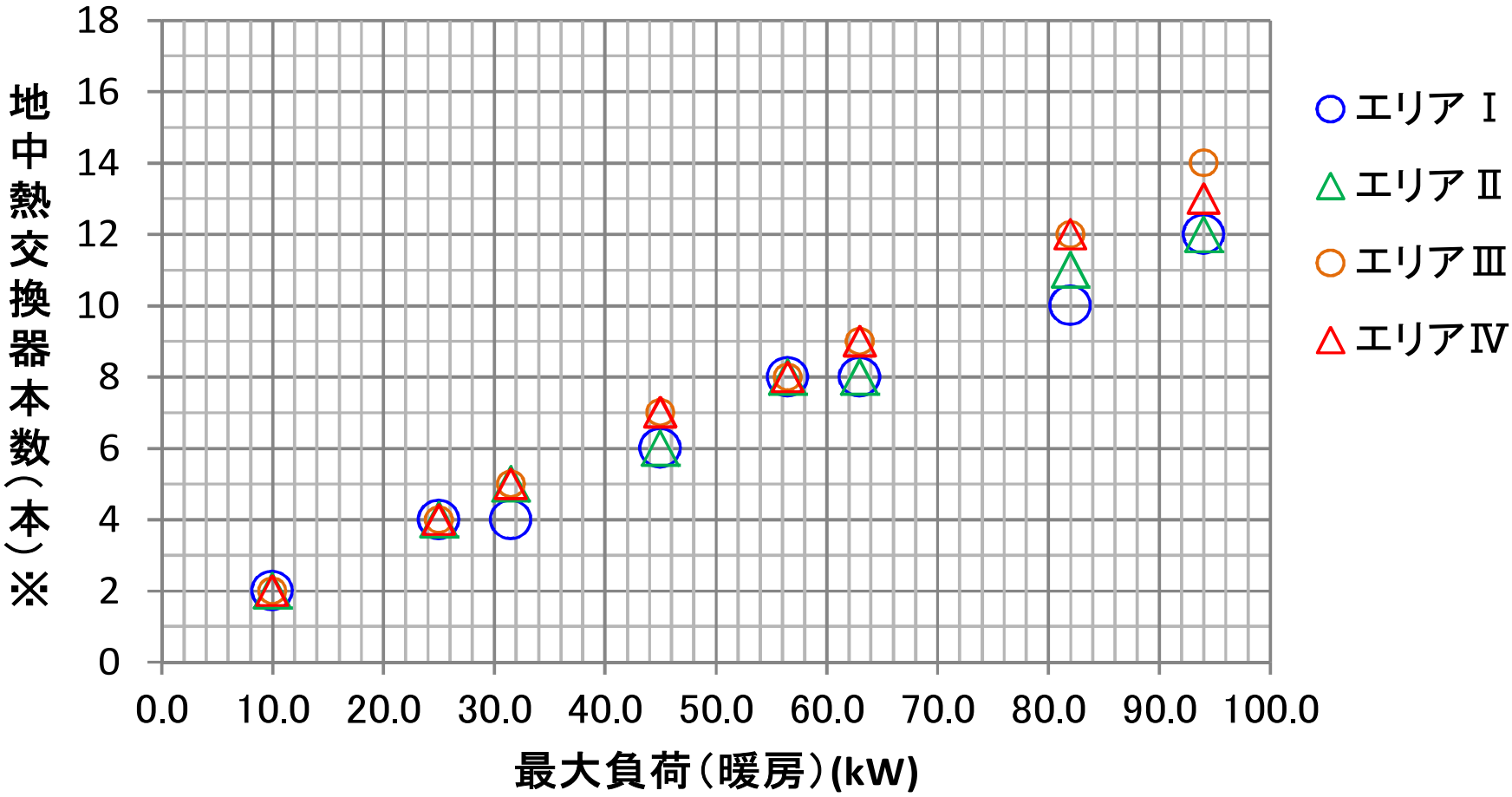
※試算の方法：手順①各地質エリアでできるだけ深い柱状図のある地点を選び、地質断面図も参考にしながら、深度 100m までの地質を想定します。手順②想定された地質に地層別の有効熱伝導率（表 2-3）を各層の厚さごとに加重平均し、平均的な有効熱伝導率を求めます。

（横浜市泉区報告書）

普及課題：地質地盤情報

必要な地中熱交換器（100m）の本数

横浜市泉区のエリアⅠ～Ⅳ



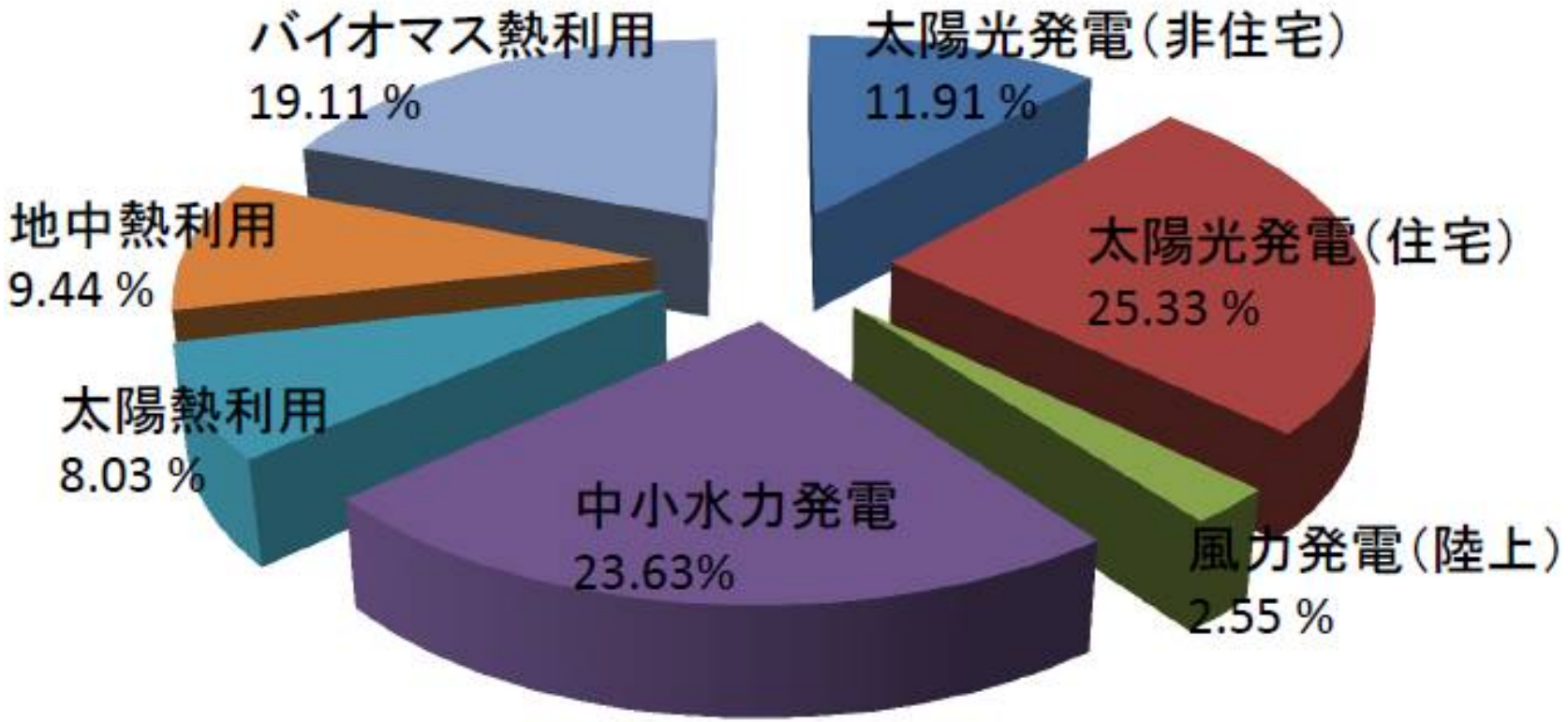
※深度100mのダブルUチューブとした場合

（横浜市泉区資料）

地域経済効果

再生可能エネルギーの
地域経済への貢献度

千葉大学倉坂教授の資料から各エネルギーの工事費の比率を試算
（2020年までの予測に基づく）

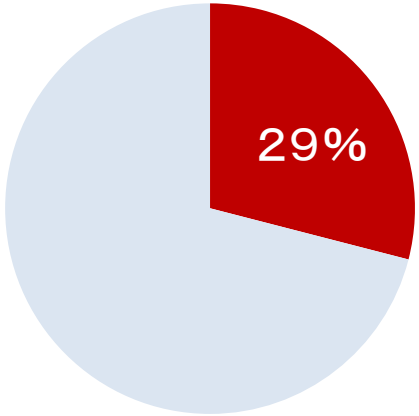


（地中熱利用促進協会ニュースレター183号）

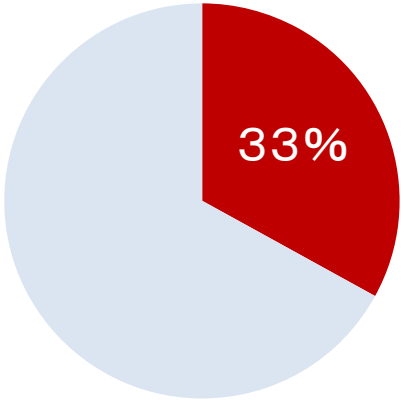
地域経済効果

地元事業費の割合

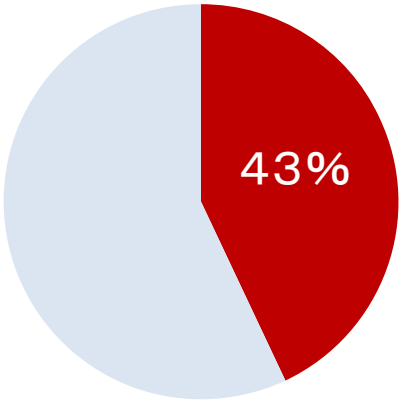
千葉大学倉坂教授の資料から各エネルギーの地元事業費の比率を試算



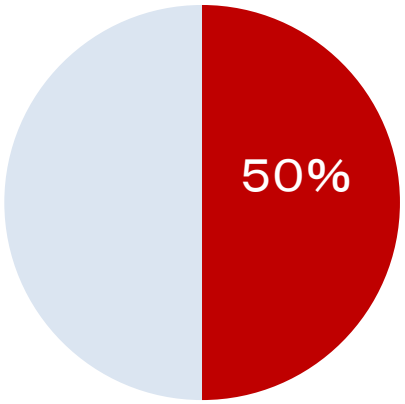
太陽光（非住宅）



風力（陸上）



地中熱



中小水力

地域事業

地中熱に関連した地域事業

- 地域新エネルギー・省エネルギービジョン策定等事業（NEDO）
  （平成22年度）札幌市、岩見沢市、弟子屈町

- チャレンジ25地域づくり事業（平成21年度補正　環境省）
  （計画策定）：　仙台市（地中熱ヒートポンプほか）、岐阜市（地下水利用ヒートポンプシステムほか）、熊本市（地下水熱）
  （補助事業）：　帯広信用金庫（帯広市）、医療法人社団映寿会（金沢市）
  （実証事業）：　帯広市　　寒冷地の地方都市におけるチャレンジ（温泉熱・地中熱）
  　　中津川市　　中小都市におけるチャレンジ　（地中熱ヒートポンプ）

- 緑の分権改革（平成21年度補正～24年度　総務省）
  青森県：　地中熱・温泉熱利用ポテンシャル調査事業
  茨城県：　地中熱ヒートポンプ・ハウス栽培の活用実証調査
  群馬県：　「緑の分権改革」推進事業（地中熱利用）
  長野県：　地下熱等利用システム実証調査
  岐阜県岐阜市：　地中熱利用可能性調査
  秋田県男鹿市：　温泉熱ヒートポンプによるハウス栽培
  秋田県三種町：　地下水熱を活用した山菜（ハマボウフウ）の通年栽培
  岩手県久慈市：　地中熱ヒートポンプによるいちごのハウス栽培、観光農園
  福島県天栄村：　地中熱・湧水活用ヒートポンプによるレタスやいちご等のハウス栽培

- 地域の元気創造本部（平成25年度　総務省）
  岩手県久慈市：　地中熱を活用した夏イチゴ栽培による地域経済循環促進事業

地域活動

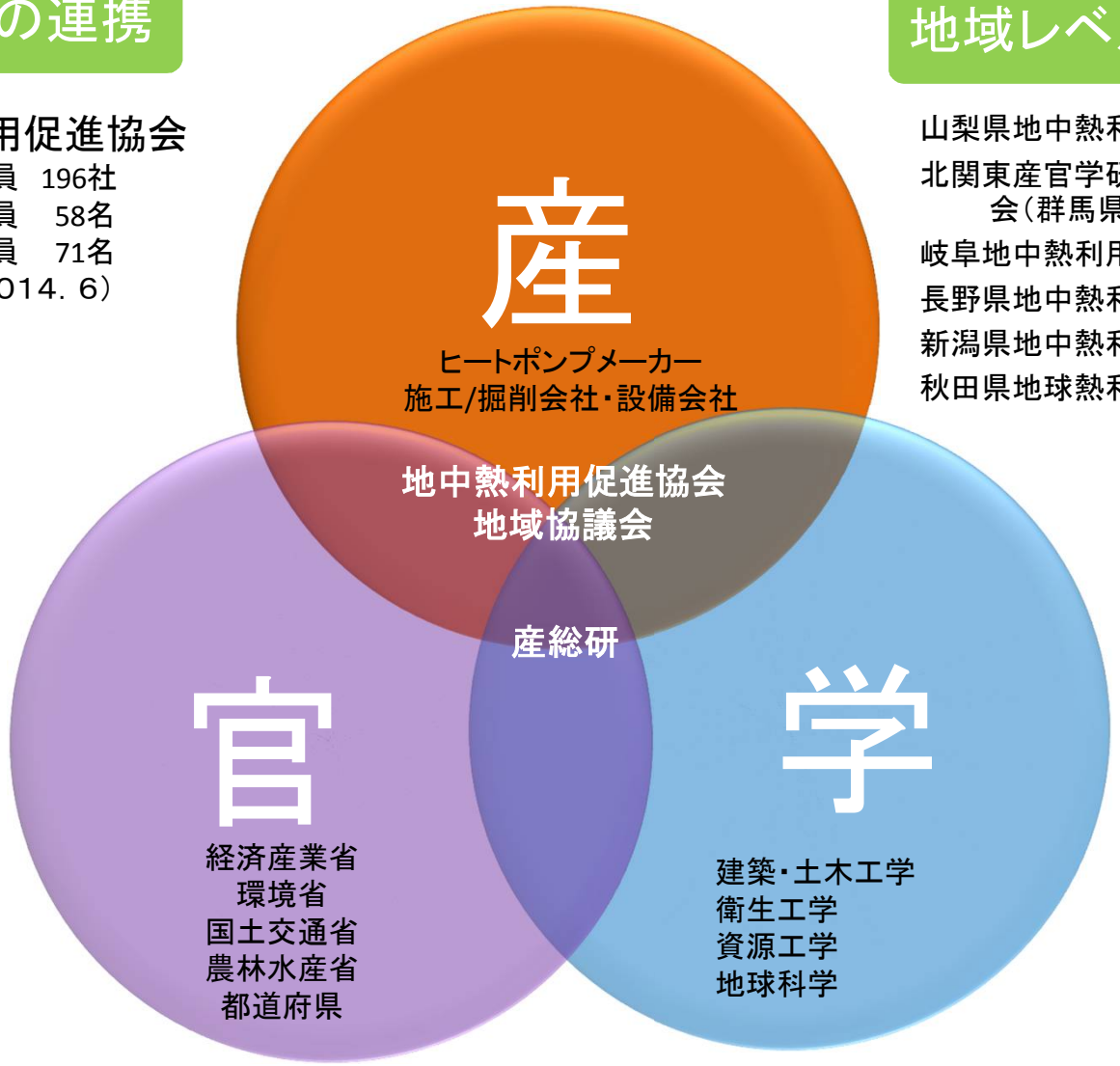
地中熱利用の普及に向けた

産官学-NPOの連携

全国レベルでの連携

NPO法人 地中熱利用促進協会

団体会員　196社
個人会員　 58名
特別会員　 71名
（2014．6）



地域レベルでの連携

山梨県地中熱利用推進協議会（H22）
北関東産官学研究会地中熱利用研究会（群馬県　H22）
岐阜地中熱利用研究会（H23）
長野県地中熱利用促進協議会（H23）
新潟県地中熱利用研究会（H24）
秋田県地球熱利用・産業振興協議会

地域活動

地域での普及の進め方と課題

産官学金－NPO連携の視点から

（地域組織）

- 知見の集積
  - 地中熱の普及課題
  - 地中熱利用の実証事例（省エネ性、環境性）*
  - 地域特性の理解（地質・地下水、地場産業）
- 広報活動（ホームページ、シンポジウム*など）
- 技術の普及（技術講習会*）
- 組織の継続性

（全国NPO） 地域組織と地中熱利用促進協会との連携

- 広い視野からの課題の把握、地域間連携
- エネルギー政策、環境政策、住宅・建築物政策のレビュー
- 地域組織の活動支援

ご清聴ありがとうございました

http://www.geohpaj.org

上越市の再生可能エネルギーへの取組について

地中熱利用普及セミナー in 上越

日時　平成26年8月27日（水）
会場　デュオ・セレッソ

上越市自治・市民環境部環境保全課

上越市再生可能エネルギー導入計画

■策定の背景

- 東日本大震災後のエネルギー危機への対応として、化石燃料への依存度を下げつつ、エネルギー自給率の向上を図る必要がある。
- 固定価格買取制度の開始なども踏まえ、今後は当市に適した再生可能エネルギーを選定し導入推進を図っていく必要がある。
- 再生可能エネルギーの導入施策がもたらす地域経済への波及効果や災害に備えての対策など、効果・効率性がより一層求められている。

上越市再生可能エネルギー導入計画

■策定の目的

- 上越市としてどのように再生可能エネルギーの導入推進を図っていくか、基本的な考え方を示す。
- 対象期間は平成25年度（2013年度）から平成32年度（2020年度）とする。
- 基本方針に基づき、平成25年度に再生可能エネルギー導入の具体化に向けた導入計画を策定する。

上越市内の既存再生可能エネルギー施設(1/2)

種別	取り組み	実績	設置時期	写真
太陽光	公共施設へ太陽光発電システムの導入	15施設（累計）	H10～H25	大町小学校
	民間の太陽光発電システムの導入	18施設他	H15～	
	住宅用太陽光発電システムの導入	656件（東北電力契約累計妙高市含む）	H25.5時点	
	住宅用太陽光発電システム設置補助	437件（累計）	H10～H25～	
	ミニ太陽光発電装置の貸出し	293件（累計）	H11～H20	貸出機材
風　力	公共施設への風力発電システムの導入	4基(2,700kW)	H12～H15	
雪冷熱	公共施設への導入	8施設	H4～H20	
	民間施設への導入	6施設	H14～H17	岩の原葡萄園

上越市内の既存再生可能エネルギー施設（2/2）

種別	取り組み		実績	設置時期	写真
バイオマス・廃棄物エネルギー	公共施設への導入	メタンガス発電 ごみの焼却熱利用 下水汚泥のメタンガス利用	3施設	S63 、H元、H11	
	民間への導入	BDF製造設備 木質ペレット製造 生ごみバイオガス化設備 下水汚泥乾燥	1施設、廃食用油の回収	H20 H11	 上越バイオマス循環事業協同組合
	バイオマスタウン構想の策定		-	H17	
小水力発電	浄水場への導入		1施設	H21	
地中熱	地中熱等利用による融雪施設		2施設	～H26	 高田公園内　歩道
廃熱利用	第1クリーンセンターの廃熱利用		1施設	S63	-

太陽光発電　　公共施設の太陽光発電システム

雁木通りプラザ

富岡小学校

市民プラザ

市営子安住宅1･2号棟

大町小学校

やちほ保育園

太陽光発電　民間施設の主な太陽光発電システム

設置場所	設置	規模kW
第一工業製薬㈱ 大潟事業所	H15	3.6
田辺工業㈱ 本社	H16	10
㈱齊藤商事 事務所棟	H17	10
共栄電工㈱ 平成工場	H17	50
久保田建設㈱ 本社工場	H18	50
㈱ミタカ 上越営業所	H20	5.25
飛田テック㈱	H20	5
㈱丸山酒造場	H21	20
共栄電工㈱高田工場	H24	120
㈱ホンダウォーク	H24	30
INPEXメガソーラー上越	H25	2,000
国際石油開発帝石㈱東雲寮	H25	30
牛木商事㈱	H25	49.9
上越マテリアル㈱吉川工場	H25	30.4
JマテHDホワイトウェーブ㈱	H25	49.4
INPEX直江津LNG基地事務管理棟	H25	28
ヒロセメガソーラー上越	H25	2,000
上越ソーラーフォレスト	H25	500

INPEXメガソーラー上越（同社HPより）

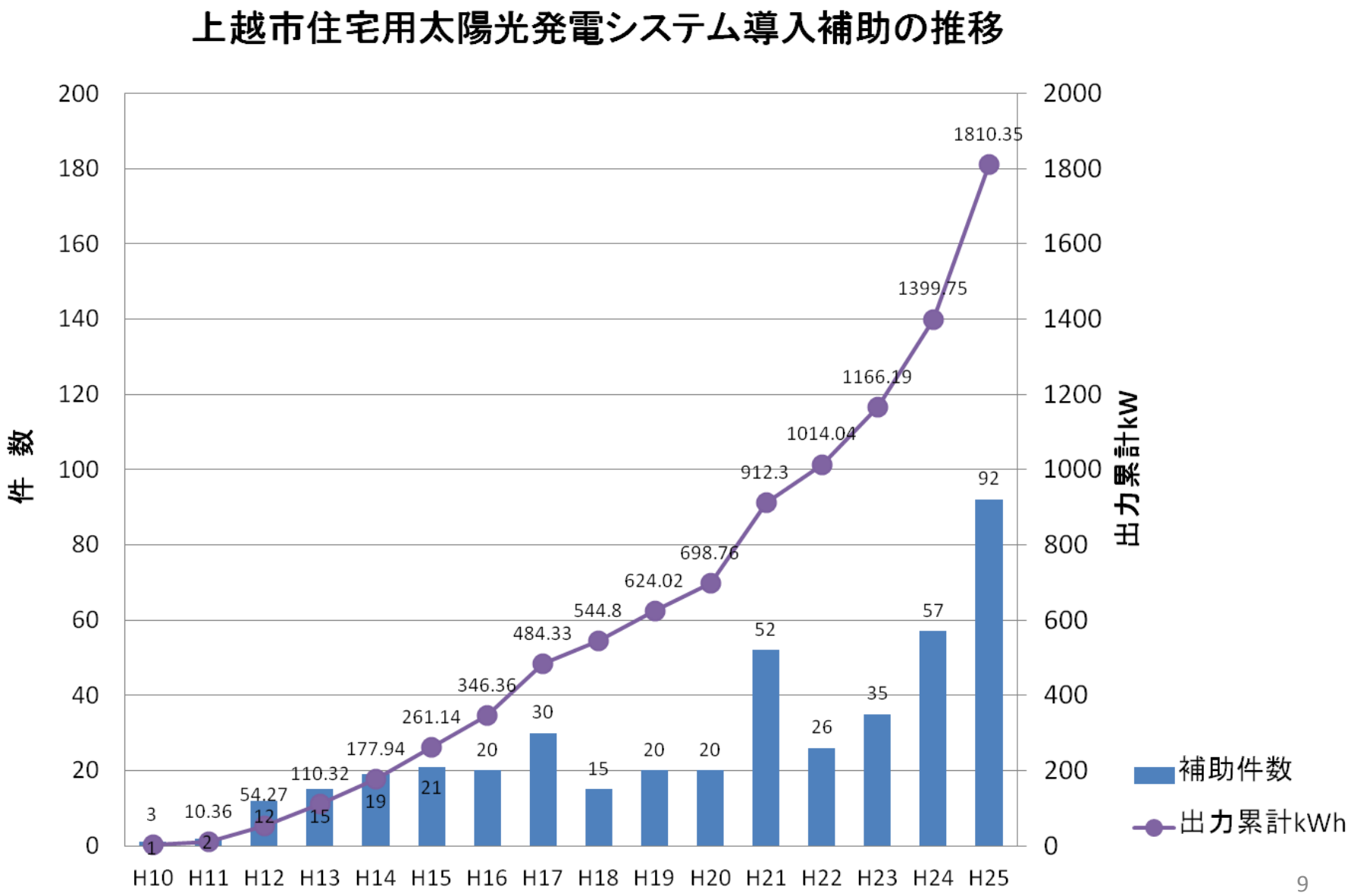
ヒロセ メガソーラー上越（たにはま公園）

太陽光発電　住宅用太陽光発電システム設置補助

- 開始年度　:平成10年度
- 事業目的　:クリーンなエネルギーの導入促進を図る
- 補助対象　:自己の居住用住宅に太陽光発電システムを設置する市民
- 補助率等　:1kWあたり4万円、限度額12万円（平成25年度～）
  予算枠90件
  【参考】平成24年度まで　1kWあたり2万円、限度額6万円

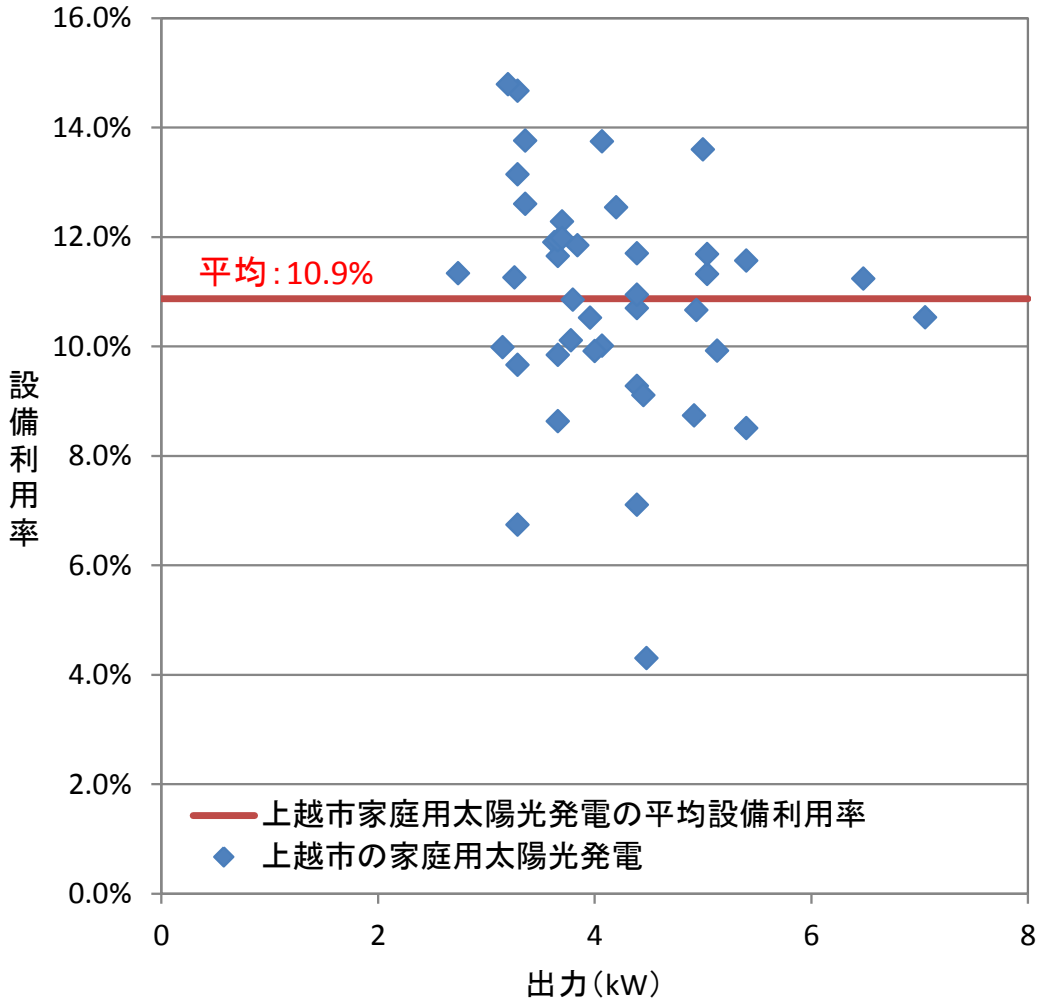
- 補助件数　:平成25年度まで437件、出力累計1,810.35kW

太陽光発電　住宅用太陽光発電システム設置補助



太陽光発電　住宅用太陽光発電システム設置補助

補助対象世帯の太陽光発電出力と設備利用率



※平成21年度、22年度の補助金交付世帯のうち、報告いただいた43世帯の平成23年度の発電実績を集計したもの。

風力発電　公共施設への風力発電システムの導入

みなと風車公園（1号機）

三の輪台いこいの広場（2・3号機）

うみてらす名立

所在地	みなと風車公園（1号機）	三の輪台いこいの広場（2・3号機）	うみてらす名立（名立区）
設備・規模等	600kW	1,500kW (750kW×2基)	600kW
設置年度	H12	H13,14	H15
備考	・タワー高さ：50m ・羽の長さ：23m ・製造国：ドイツ ・H23発電量：632,741kWh（一般家庭約144世帯分）	・タワー高さ：45m ・羽の長さ：24.1m ・製造国：デンマーク ・H23発電量：952,590 kWh（一般家庭約216世帯分）	・タワー高さ：50m ・羽の長さ：20.4m ・製造国：日本 ・H23発電量：603,416 kWh（一般家庭約137世帯分）

（注）一般家庭電気使用量換算は、年間一世帯あたり使用量を4,400kWhとして計算。

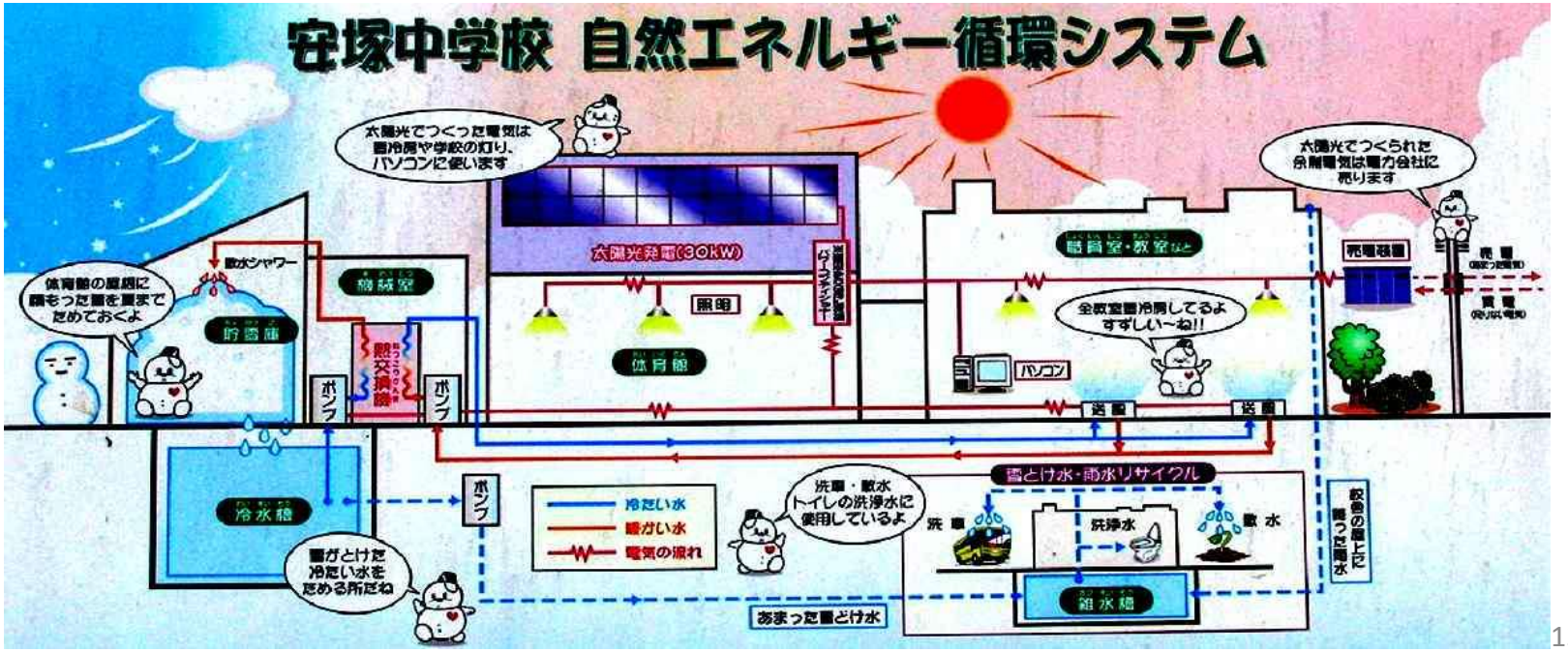
雪冷熱施設　　公共施設への導入

施設名称（所在地）	設備･規模等	設置年度
農産物出荷貯蔵施設「樽田の雪室」（安塚区）	1,500t	H4
雪だるま物産館（安塚区）　※樽田の雪室と共用	―	H7
雪のまちみらい館（安塚区）	300t	H11
ほのぼの荘（安塚区）	600t	H12
安塚小学校（安塚区）	150t	H13
雪むろそば屋「小さな空」（安塚区）　※樽田の雪室と共用	―	H16
安塚中学校（安塚区）	660t	H16
ふれあい昆虫館（安塚区） キューピットバレイセンターハウス	1,539t	H20
計	4,749t	-

雪冷熱施設　公共施設への導入

安塚中学校の雪室

安塚中学校の太陽光発電システム

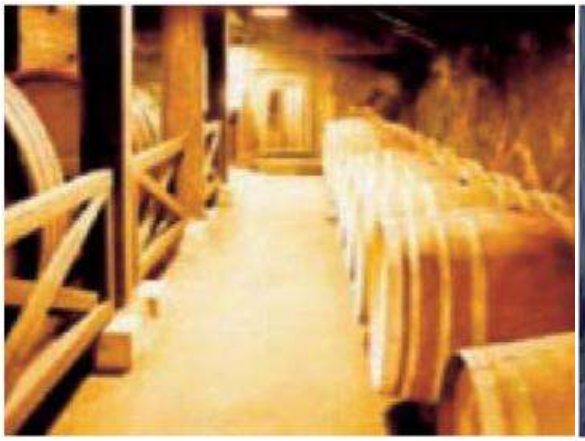


雪冷熱施設　　民間施設への導入

施設名称（所在地）	設備･規模等	設置年度
JA えちご上越「利雪型米穀貯蔵施設」（安塚区）	548t	H14
JA えちご上越「柿崎雪室」（柿崎区）	160t	H16
個人の雪室（吉川区）	150t	H17
坊金の雪室（安塚区）	100t	H17
簡易型雪室実験施設「信濃坂の雪室」（安塚区）	43t	H17
岩の原葡萄園（合併前の上越市）	330t	H17
計	1,331t	-

雪冷熱施設　　民間施設への導入

JAえちご上越「柿崎雪室」（左：外観、右：貯蔵庫の内部）



岩の原葡萄園（左：外観。右：貯蔵庫の内部）

バイオマス・廃棄物エネルギー

公共施設への導入

施設名称	設備・規模等	設置年度
汚泥リサイクルパーク	生ごみ・し尿・下水道汚泥の処理時に発生するメタンガス発電（200kW）に利用	H11
第1クリーンセンター	ごみの焼却熱を利用した温浴施設	S63
下水道センター	下水道汚泥の消化槽で発生するメタンガスを消化槽の加熱用燃料に利用	H元年

民間施設への導入

施設名称	設備・規模等	設置年度
・生ごみバイオガス化設備 ・下水汚泥乾燥設備 ・木質ペレット製造設備 ・BDF設備	バイオマスタウン構想の拠点として、今までの堆肥に加え可燃ガス、廃食油からBDF及び木質ペレット燃料を生産する （上越バイオマス循環事業協同組合）	H20

バイオマス･廃棄物エネルギー　民間施設への導入

上越バイオマス循環事業協同組合

生ごみバイオガス化設備

下水汚泥乾燥設備

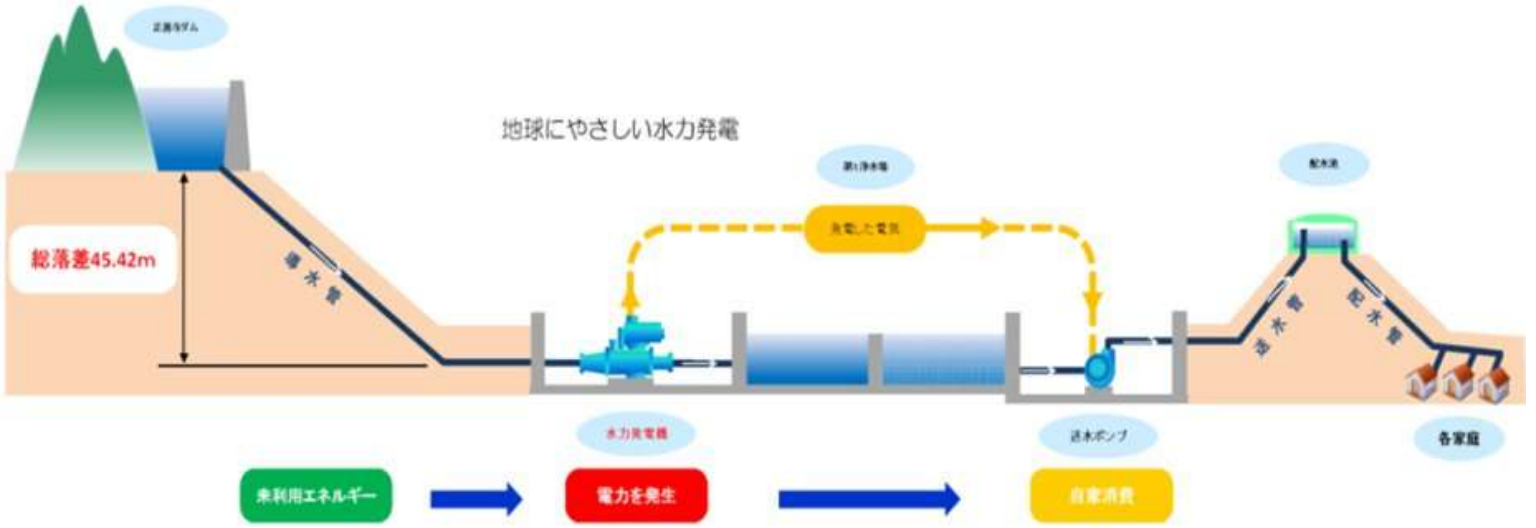
木質ペレット製造設備

BDF設備

小水力発電

施設名称（所在地）	設備･規模等	設置年度
正善寺ダム第1浄水場	･最大出力：80kW ･年間発電量：約514,000kWh（H22年度実績）	H21

使用している発電機



正善寺ダム第1浄水場　水道小水力発電の概略図

地中熱利用融雪施設

北陸新幹線　上越妙高駅西口駅前

・施工場所：上越市大和5丁目
　　新幹線新駅地区土地区画整理事業地内 2号街区公園園路
・工　法　名：地熱ヒートパイプ方式
・融雪面積　181㎡（採熱井戸　54本(L=20m)、ヒートパイプ　270本）

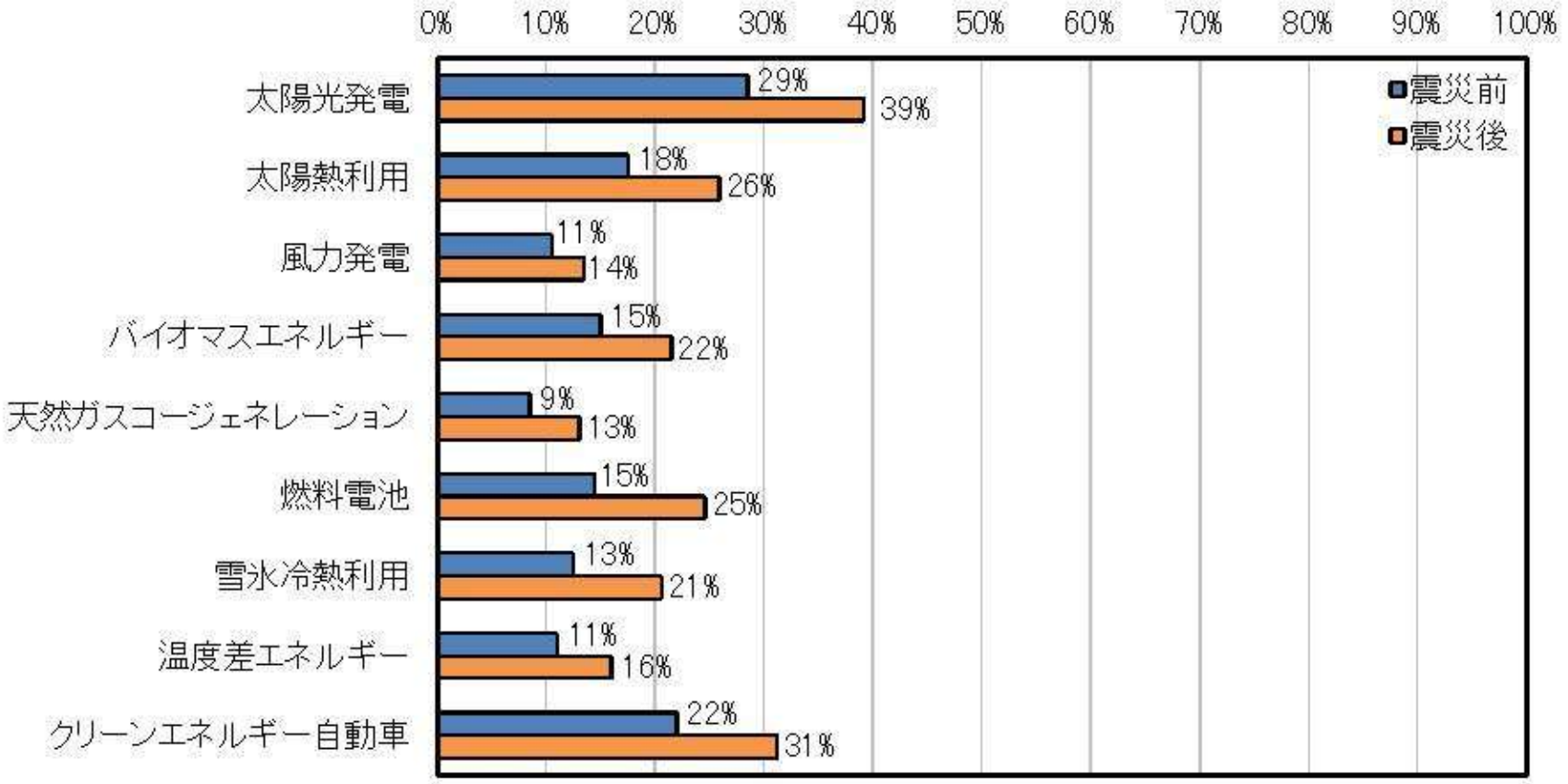
再生可能エネルギー導入意向調査(市民アンケート)

（平成24年11月実施）

質問　導入の意向　（震災前と震災後）

東日本大震災以前と以後において、再生可能エネルギーの導入についての、あなたのお考えはいかがですか？

導入したいと答えた方

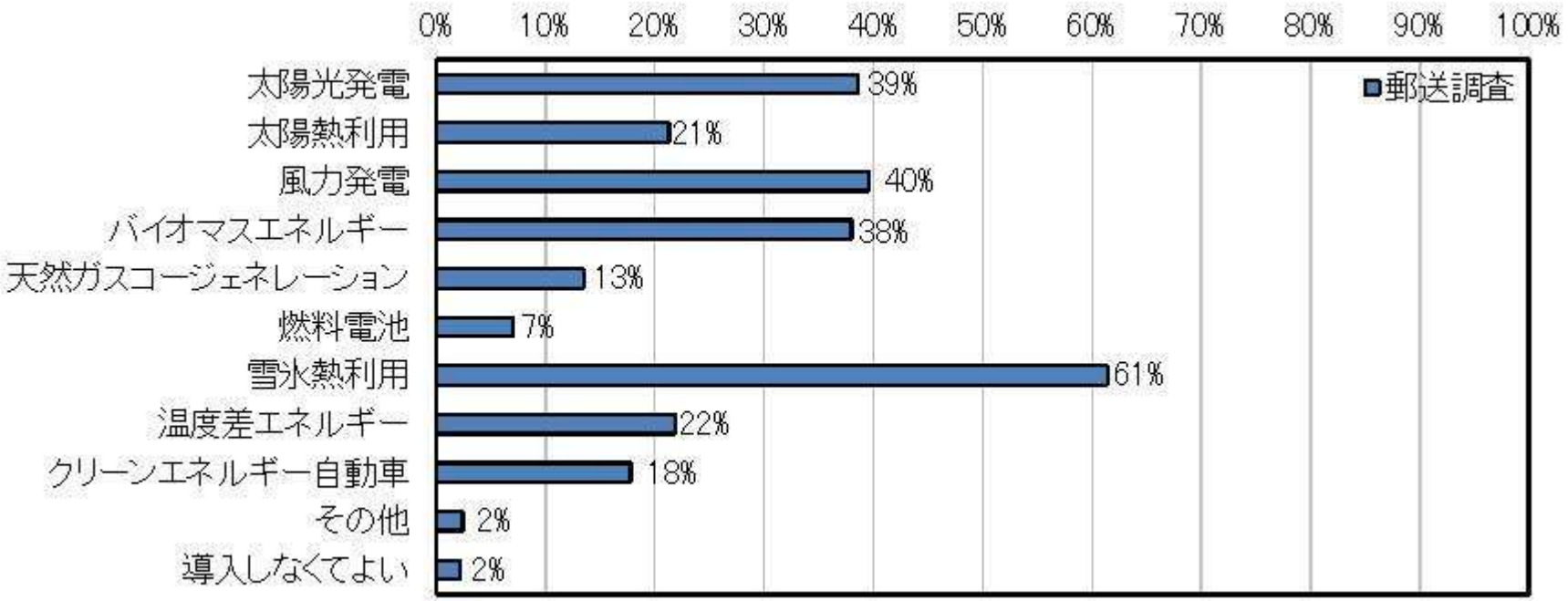


再生可能エネルギー導入意向調査(市民アンケート)

（平成24年11月実施）

質問　上越市に適した再生可能エネルギー

**　上越市の気候や地形など地域の特性を考えたとき、<u>活用が有効だと思う再生可能エネルギーはどれ</u>だと思いますか？（複数回答可）**



- **「雪氷熱利用」が有効と考える人が最も多い。**
- **「風力発電」「太陽光発電」「バイオマスエネルギー」の順に続く**

上越市に適した再生可能エネルギー

項目	選定の視点
地域特性	地域特性を考慮した場合に普及の可能性があるか
利用可能量	市内の利用可能量が多いほど良い
導入実績※1	市内で導入された実績が多いほど良い
市の補助実績	市の補助実績があるほど良い
市民の関心の高さ（導入したい割合※2）	市民の関心が高いほど良い
技術レベル	実用化されているほど良い
高付加価値化	固定価格買取制度、グリーン熱証書等の対象となっているほど採算性がとれるため、良い
設置コスト	設置コストが低いほど良い
地域経済への貢献	地域活性化等につながるほど良い
災害時の活用	避難所に設置できるかどうか
課題	課題が少ないほど、対応がとれる課題であるほど良い
総合評価	上記を踏まえ、3つの区分に整理 ・（A）重点的に導入推進を行うエネルギー ・（B）導入推進を行うエネルギー ・（C）技術開発の動向を注視するエネルギー

上越市に適した再生可能エネルギー

（A）重点的に導入推進を行うエネルギー	太陽光発電
	小水力発電
	バイオマス利用
	雪氷冷熱利用
	温度差エネルギー
	クリーンエネルギー自動車
（B）導入推進を行うエネルギー	太陽熱利用
	風力発電※
	コージェネ・燃料電池
（C）技術開発の動向を注視するエネルギー	波力発電

※大型風力発電については風況に恵まれている山間部へのアクセスや落雷対策などの課題があるが、4kW程度の小型風力発電の導入推進を検討していく。

再生可能エネルギー導入普及に向けた基本方針

１　低炭素型都市への転換を目指す

・再生可能エネルギーの導入により、エネルギー自給率を高める。
・省エネルギー機器の導入により、エネルギー消費量の削減を図る。

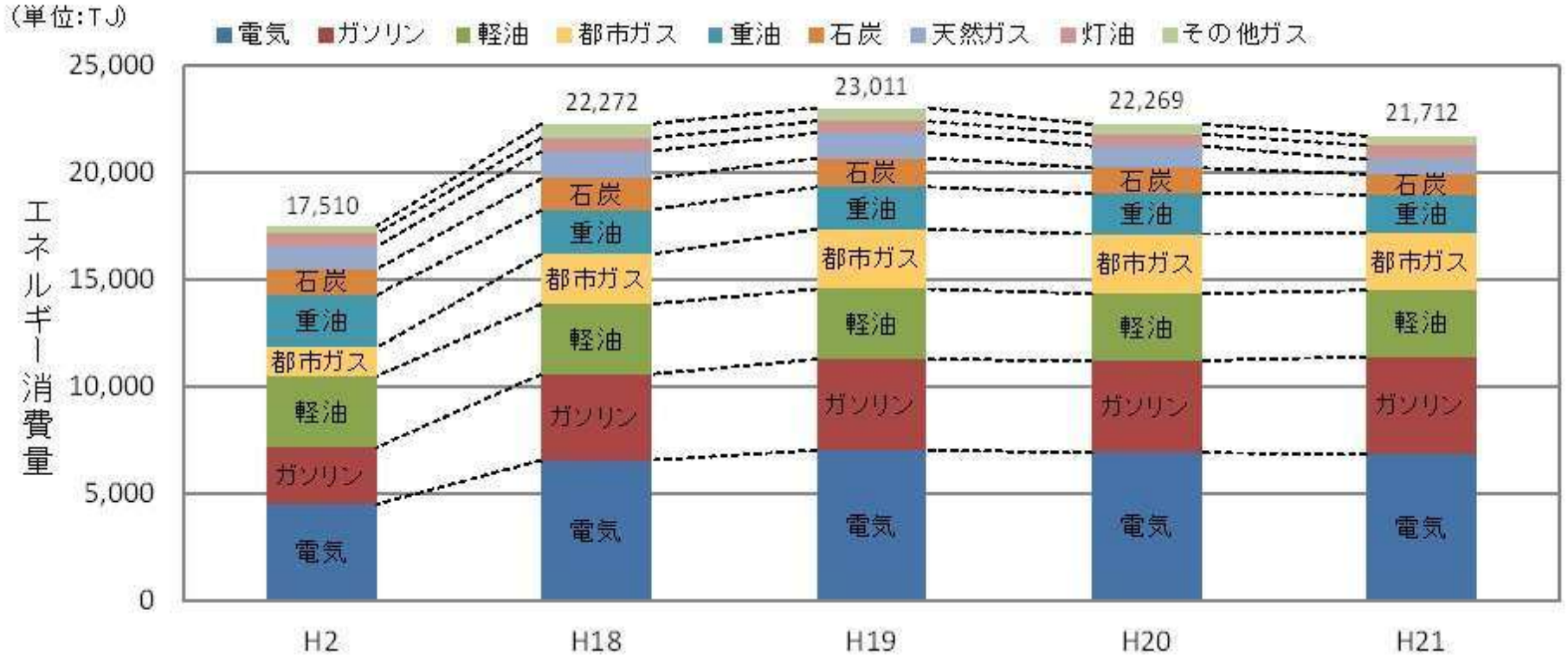
２　再生可能エネルギーを通じた地域活性化を目指す

・観光、農林業分野と連携した再生可能エネルギーの活用を図る。
・豊かな地域資源を活かし、エネルギーの地産地消との相乗効果が図られる再生可能エネルギー導入の促進に積極的に取り組む。
・市民ファンドなどによる地域経済への貢献方策を見い出す。

３　災害に強い安全・安心なまちづくりを目指す

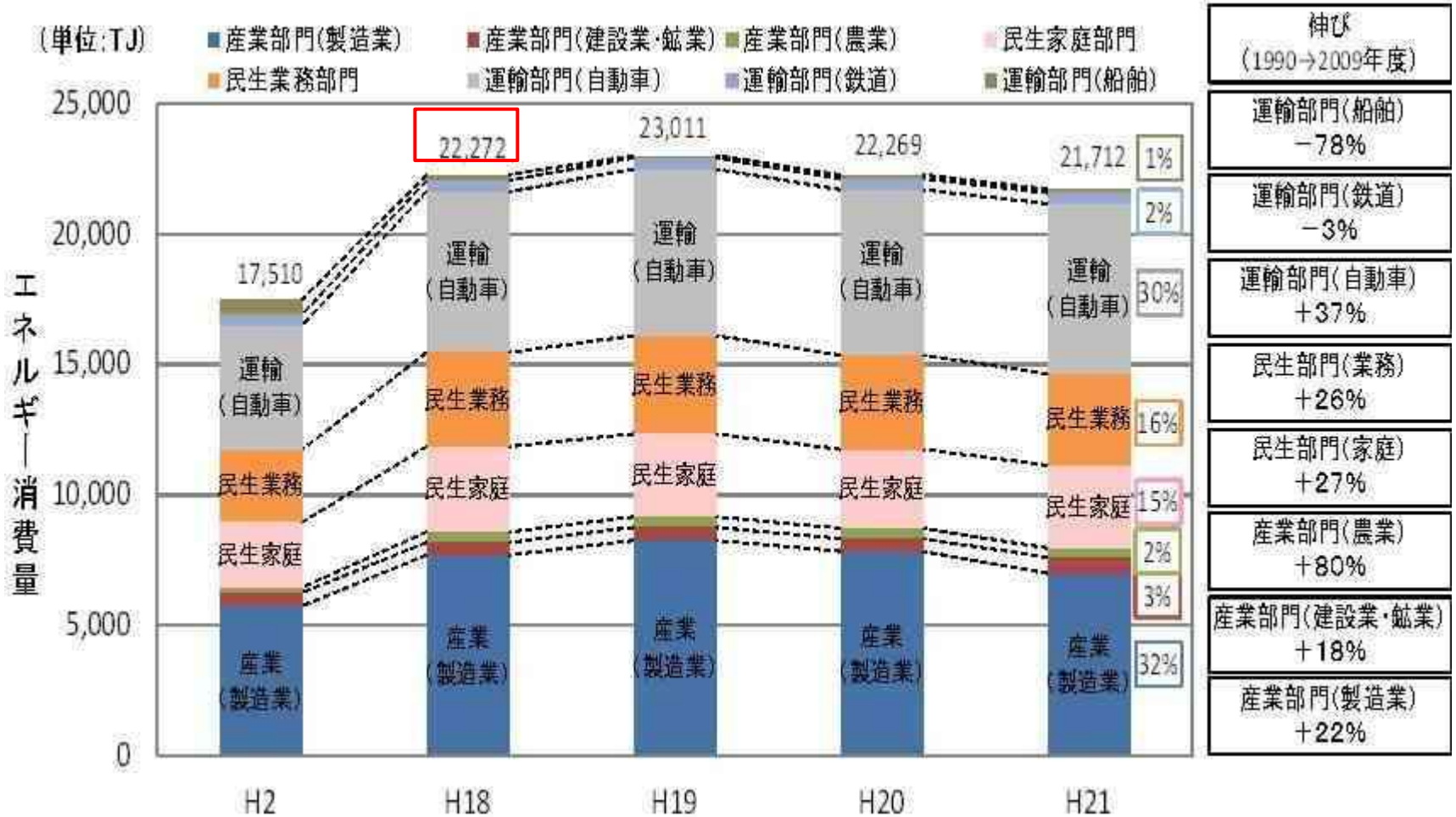
・自立・分散型の再生可能エネルギー導入により、災害時にも安定してエネルギー供給できる仕組み作りを目指す。

上越市のエネルギー消費量の推移
（燃料別）



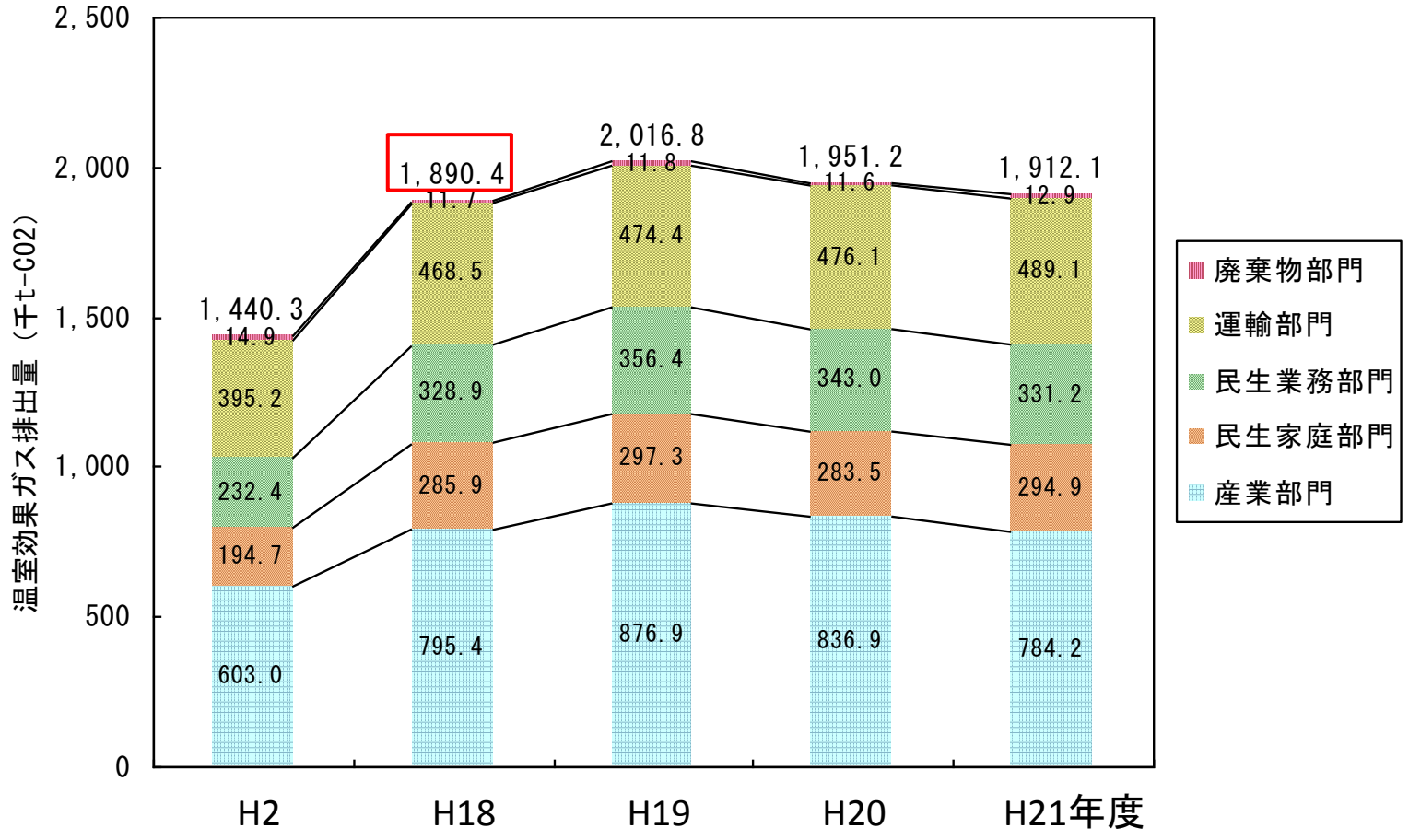
上越市地球温暖化対策実行計画（区域施策編）H24調査より

上越市のエネルギー消費量の推移
（部門別）



上越市地球温暖化対策実行計画（区域施策編）H24調査より

上越市内の温室効果ガス排出量の経年変化と部門別構成比



上越市地球温暖化対策実行計画（区域施策編）H24調査より

再生可能エネルギー導入実績によるCO_2削減量
（平成24年度）

	電力	熱	施設	導入実績		
				施設数（件）	発電量、発熱量（MJ)	CO2削減量（t-CO2）
太陽光発電	●		家庭	656	9,019,801	1,368
			民間施設	8	528,848	80
			公共施設	14	604,643	92
雪氷冷熱		●	民間施設	6	476,529	33
			公共施設	8	1,700,251	117
バイオマス		●	民間施設	120t	2,340,000	160
風力発電	●		民間施設	2	4,541,184	689
			公共施設	4	7,879,489	1,195
中小水力	●		公共施設	1	1,946,686	295
クリーンエネルギー自動車		●	家庭	435	4,894,959	336
			民間施設		-	-
			公共施設	60	675,167	46
合　計				-	-	4,411

導入目標設定に向けて

CO_2削減目標値（参考値）（単位：t-CO_2）

年度	省エネ※1	再エネ	計	削減率※2
平成24年（2012年）	71,590	4,411	76,001	4.0%
平成32年（2020年）	337,325	40,755	378,080	20.0%

■：H22上越市省エネビジョンを参考にした仮定の値、■：省エネビジョンの省エネ目標値、■：導入実績のCO_2削減量換算値

※1：省エネのCO_2削減目標値は、「上越市地域省エネルビービジョン（H22）」の項目から、再生可能エネルギーに関する「エネルギー地産地消」「低公害車・低燃費車への転換促進」を除外して算出

※2：平成18年度の上越市内CO_2排出量（1,890,400t）を基準とした削減率

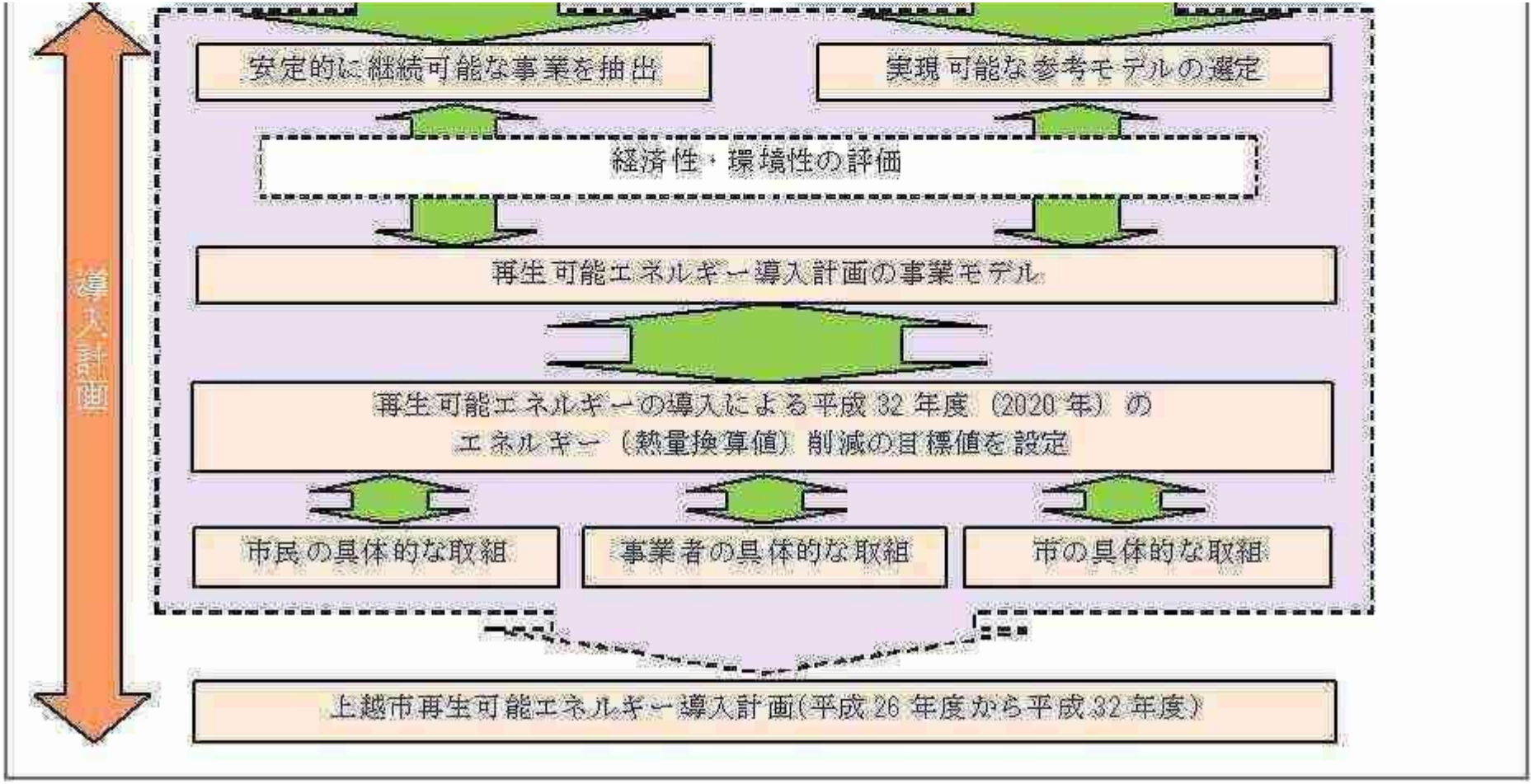
エネルギー消費削減目標値（参考値）（単位：TJ）

年度	エネルギー消費量削減（TJ）			削減率※1		
	省エネ	再エネ	計	省エネ	再エネ	計
平成24年（2012年）	843	52	895	3.8%	0.2%	4.0%
平成32年（2020年）	3,974	480	4,454	17.8%	2.2%	20.0%

■：H22上越市省エネビジョンを参考にした仮定の値、■：省エネビジョンの省エネ目標値、■：導入実績の削減率

※1：平成18年度エネルギー消費量（22,272TJ）を基準とした削減率

基本方針(H24)から導入計画(H25)へ


導入計画
安定的に継続可能な事業を抽出
実現可能な参考モデルの選定
経済性・環境性の評価
再生可能エネルギー導入計画の事業モデル
再生可能エネルギーの導入による平成32年度（2020年）の
エネルギー（熱量換算値）削減の目標値を設定
市民の具体的な取組
事業者の具体的な取組
市の具体的な取組
上越市再生可能エネルギー導入計画（平成26年度から平成32年度）

再生可能エネルギー導入計画の目標値

年度	削減量（TJ）			H18年度比（%）			H2年度比（%）		
	省エネによる削減量	再エネによる削減量	合計	省エネによる削減量	再エネによる削減量	合計	省エネによる削減量	再エネによる削減量	合計
平成24年	843TJ	52TJ	895TJ	3.8%	0.2%	4.0%	4.8%	0.3%	5.1%
平成32年	3,974TJ	520TJ	4,494TJ	17.8%	2.3%	20.1%	22.7%	3.0%	25.7%

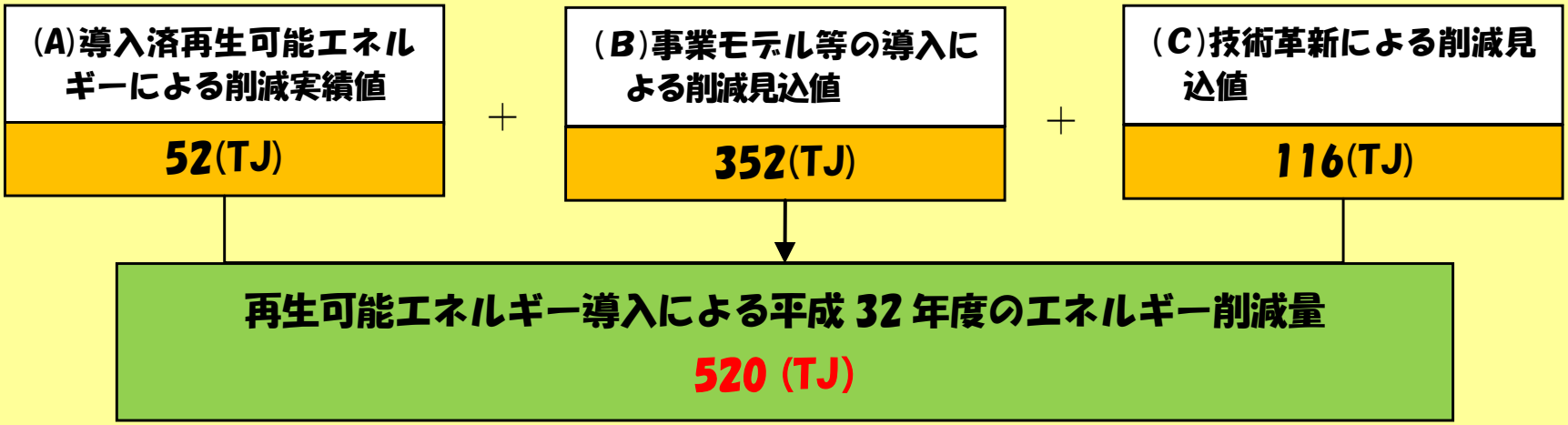
※ 上越市内のエネルギー消費量　平成18年度 22,272(TJ)
平成 2年度 17,510(TJ)

• 再生可能エネルギー導入によるエネルギー削減量

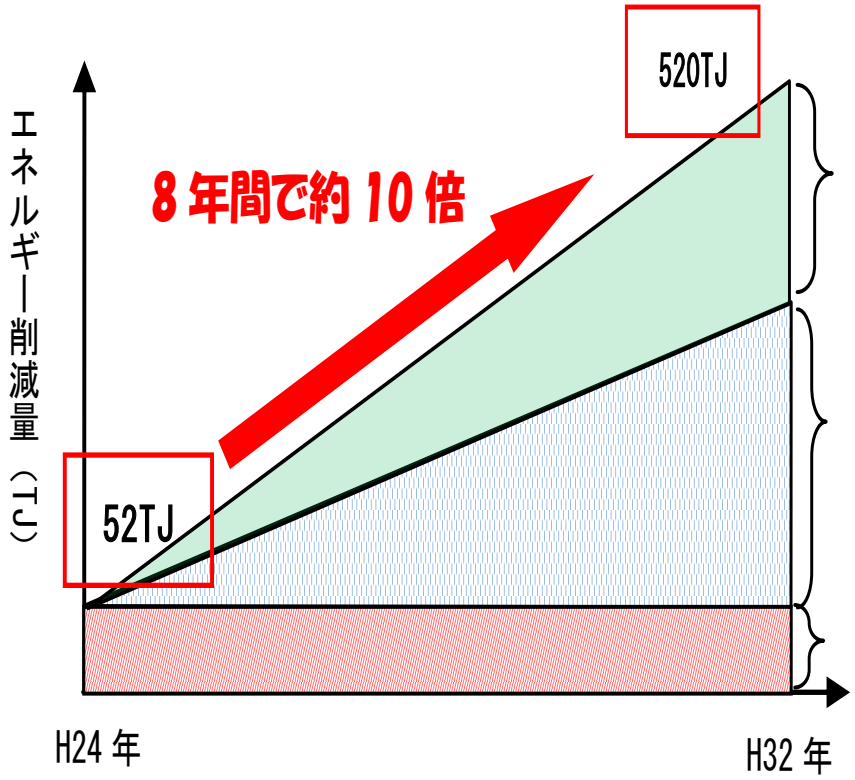
（A）導入済再生可能エネルギーによる削減実績値
これまで再生可能エネルギーを導入したことで削減できたエネルギー削減量

（B）事業モデル等の導入による削減見込値
事業モデルやコージェネ等の導入によるエネルギー削減見込量

（C）技術革新による削減見込値
技術革新により削減量の増加が期待できる(B)の削減見込量



- 再生可能エネルギー導入によるエネルギー削減量のイメージ



116TJ（C）技術革新による削減見込値

352TJ（B）事業モデル等による削減見込値

52TJ　（A）導入済再エネによる削減実績値

事業モデルの一覧

No	事業モデル名
1	市有地貸付等（低・未利用地）の支援によるメガソーラー等事業
2	公共施設への太陽光発電設備設置事業
3	市民モニターによる太陽光発電設置事業
4	農業用水路等を活用した小水力発電事業
5	非林業従事者による間伐材収集事業　※間伐材の活用を含む
6	雪冷熱エネルギーの活用
7	事業者（データセンター、工場、雪室等）の雪氷冷房事業
8	融雪用地熱ヒートポンプ事業
9	クリーンエネルギー自動車普及事業

事業モデル等の導入と技術革新による削減見込量(1/4)

	事業モデル名	条件	エネルギー削減量	技術革新
1	市有地貸付等(低・未利用地)の支援によるメガソーラー等事業	現在計画予定の7箇所(12MW)のほか小規模な設備を含め12MW程度導入することを想定	76TJ/年	38TJ/年
2	公共施設への太陽光発電設備設置事業	年間1施設に導入と想定(H25～32の8年間で8施設)	0.3TJ/年	0.2TJ/年
3	市民モニターによる太陽光発電設置事業	952世帯に導入と想定。H24実勢の76世帯と上越市の新築件数推移より算出。(全世帯数　73,485世帯(H25.10.1))	12TJ/年	6TJ/年

事業モデル等の導入と技術革新による削減見込量(2/4)

	事業モデル名	条件	エネルギー削減量	技術革新
4	農業用水路等を活用した小水力発電事業	平成26年度から平成32年度までに1kW級を7箇所設置と想定	0.2TJ/年	－ TJ/年
5	非林業従事者による間伐材収集事業(※間伐材の活用を含む)	公共施設や民間施設へのペレットボイラーの導入を想定(2箇所)	6.7TJ/年	－ TJ/年
		市民がペレットストーブを222台(国内の木質ペレットの生産動向より、H24年の導入実績15件より2012～2020の累積として算出)導入したときと想定	1.9TJ/年	－ TJ/年
6	雪冷熱エネルギーの活用	上越市有地　雪堆積場2箇所	0.2TJ/年	－ TJ/年

事業モデル等の導入と技術革新による削減見込量(3/4)

	事業モデル名	条件	エネルギー削減量	技術革新
7	事業者(データセンター、工場、雪室等)の雪氷冷房事業	2施設(＝駐車場面積　8800<㎡>/ 雪収集必要面積　2000<㎡/箇所>)	0.9TJ/年	－ TJ/年
8	融雪用地熱ヒートポンプ事業	現在、電熱線融雪などによるエネルギー使用量が明確でないため、削減量は算定しない	－ TJ/年	－ TJ/年
9	クリーンエネルギー自動車普及事業	国の電気自動車普及率の見通し(2020年に3%)より、上越市の電気自動車が2020年までに2.5%、累積で約19,000台まで増えると想定	144TJ/年	72TJ/年
小計			242TJ/年	116TJ/年

事業モデル等の導入と技術革新による削減見込量(4/4)

	事業モデル名	条件	エネルギー削減量	技術革新
	エネファーム(コジェネ)の導入量	市内の家庭用エネファーム導入実績・目標値より、H24～H32の導入量を約440台と推定 1世帯当たりの暖房と給湯によるエネルギー消費量を、エネファームで代替すると想定	6TJ/年	－
	新クリーンセンターのごみ焼却発電・排熱利用	発電量2,750万kWh/年程度。くるみ家族園に対しては、1.3GJ/hの熱供給(温水供給)を行う計画(H29.10供用開始予定)	104TJ/年	－
小計			110TJ/年	－TJ/年
合計			352TJ/年	116TJ/年

導入計画の市民・事業者・行政の効果・役割

事業モデル	目的		事業モデルにより波及する市民・事業者への効果・役割
市有地貸付等（低・未利用地）の支援によるメガソーラー等事業	未利用地の有効活用と雪国では不向きと考えられている太陽光発電設備の導入	【行　政】 ・未利用地公共施設への導入 ・設置補助 ・効果検証 ・PR	・家庭での太陽光発電の導入 ・事業所での太陽光発電の導入
公共施設への太陽光発電設備設置事業	雪国では不向きと考えられている太陽光発電設備の導入		
市民モニターによる太陽光発電設置事業	今後導入を予定している市民に利用者の声を伝え普及啓発を促進		
農業用水路等を活用した小水力発電事業	上越市内を全域的に網羅している農業用水路を活用した小水力発電設備の設置検討	【行　政】 ・設置者募集 ・技術助言	・町内会・NPO・土地改良区等の設置者による小水力発電設備の設置

事業モデル	目的		事業モデルにより波及する市民・事業者への効果・役割
非林業従事者による間伐材収集事業	普及が進んでいないペレットボイラー・ペレットストーブの行政による先導的導入	【行　政】 ・公共施設への導入 ・効果検証 ・PR	・家庭でのペレットストーブの導入 ・事業所でのペレットボイラーの導入
雪冷熱エネルギーの活用事業者（データセンター、工場、雪室等）の雪氷冷房事業	上越市の冬季の課題となる除雪作業で発生する排雪が保有する冷熱を活用した新規事業の検討	【行　政】 ・候補地調査 ・PR	・雪氷利用データセンターの企業誘致
融雪用地熱ヒートポンプ事業	地中熱ヒートポンプの効果の普及啓発	【行　政】 ・公共施設への導入 ・効果検証 ・PR	・家庭での地中熱ヒートポンプ導入 ・事業所での地中熱ヒートポンプ導入
クリーンエネルギー自動車普及事業	ハイブリッド自動車や天然ガス自動車、電気自動車などのクリーンエネルギー自動車の普及	【行　政】 ・充電スタンドの設置 ・PR	・市民・事業者への電気自動車の普及

導入計画に基づく上越市の取組

市が遵守すべき配慮事項

・既存及び新設する公共施設への再生可能エネルギーの率先導入
・雪氷冷熱やペレットなどの未利用エネルギーの導入検討
・公用車への電気自動車、ハイブリッド自動車等のクリーンエネルギー自動車の導入
・市民・事業者への再生可能エネルギー推進に向けた意識啓発
・省エネルギーの普及活動と率先した取組み

市の個別施策

・公共施設への太陽光発電設備設置事業
・市民モニターによる太陽光発電設備設置事業
・農業用水路等を活用した小水力発電事業
・非林業従事者による間伐材収集事業　※間伐材の活用を含む
・雪冷熱エネルギーの活用
・省エネルギーの普及推進

地中熱ヒートポンプの
仕組みと特徴、導入の現状

新潟県地中熱利用研究会

目　次

１．住宅設備機器を取り巻く環境

２．地中熱ヒートポンプの仕組み

３．地中熱ヒートポンプの特徴

４．導入コスト低減への動き

５．導入事例の紹介

1．住宅設備機器を取り巻く環境

「低炭素社会」の実現に向けた政府の動き

2014年4月発表

エネルギー基本計画

住宅に関連する事柄を抽出

①業務・家庭部門における省エネルギーの強化

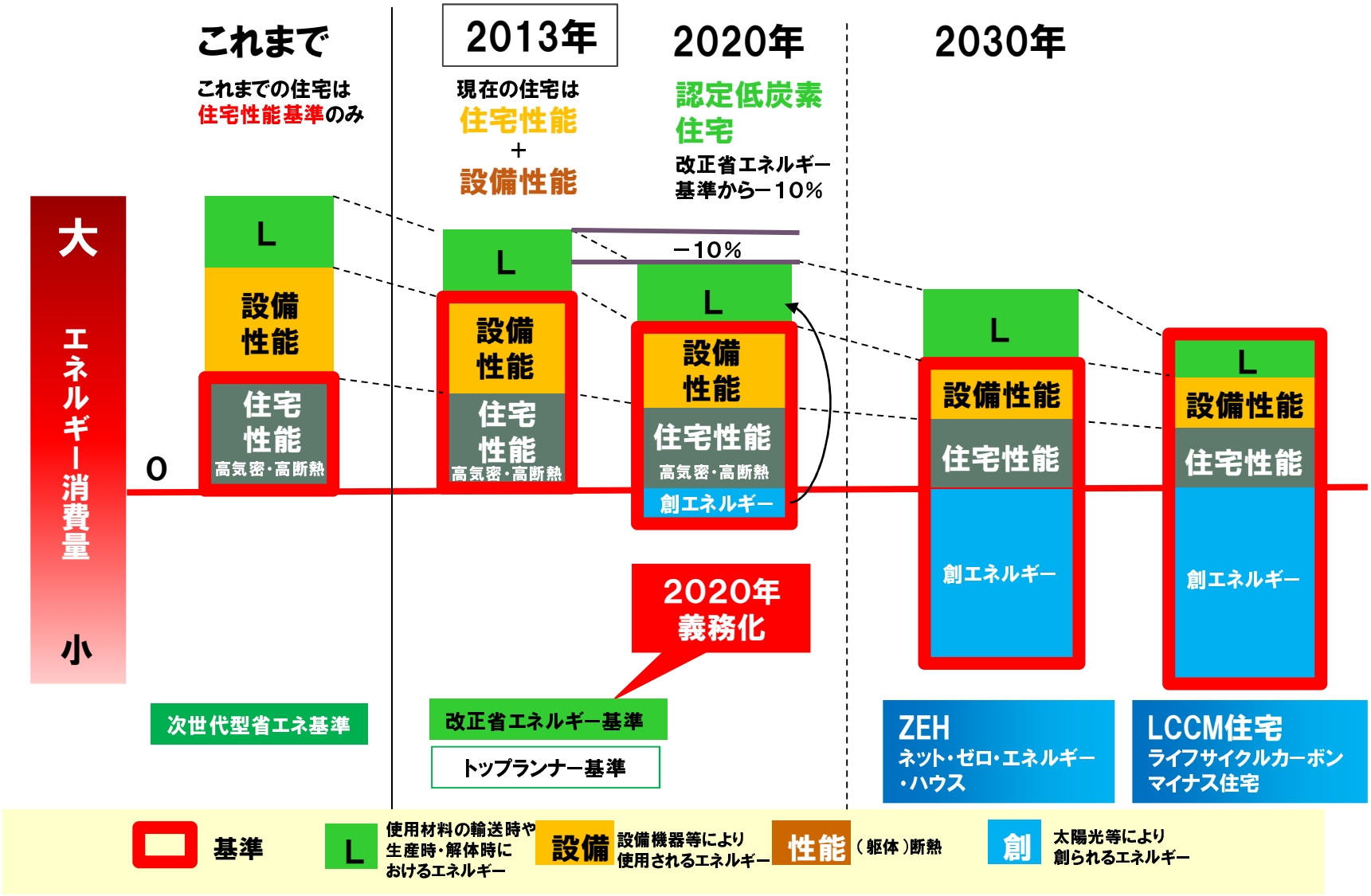
②再生可能エネルギーの導入加速

③スマートコミュニティの実現

低炭素社会　　ZEH／LCCM住宅、スマートシステム・・・

1．住宅設備機器を取り巻く環境

住宅への省エネルギー化の要求



1．住宅設備機器を取り巻く環境

再生可能エネルギーの活用がポイント

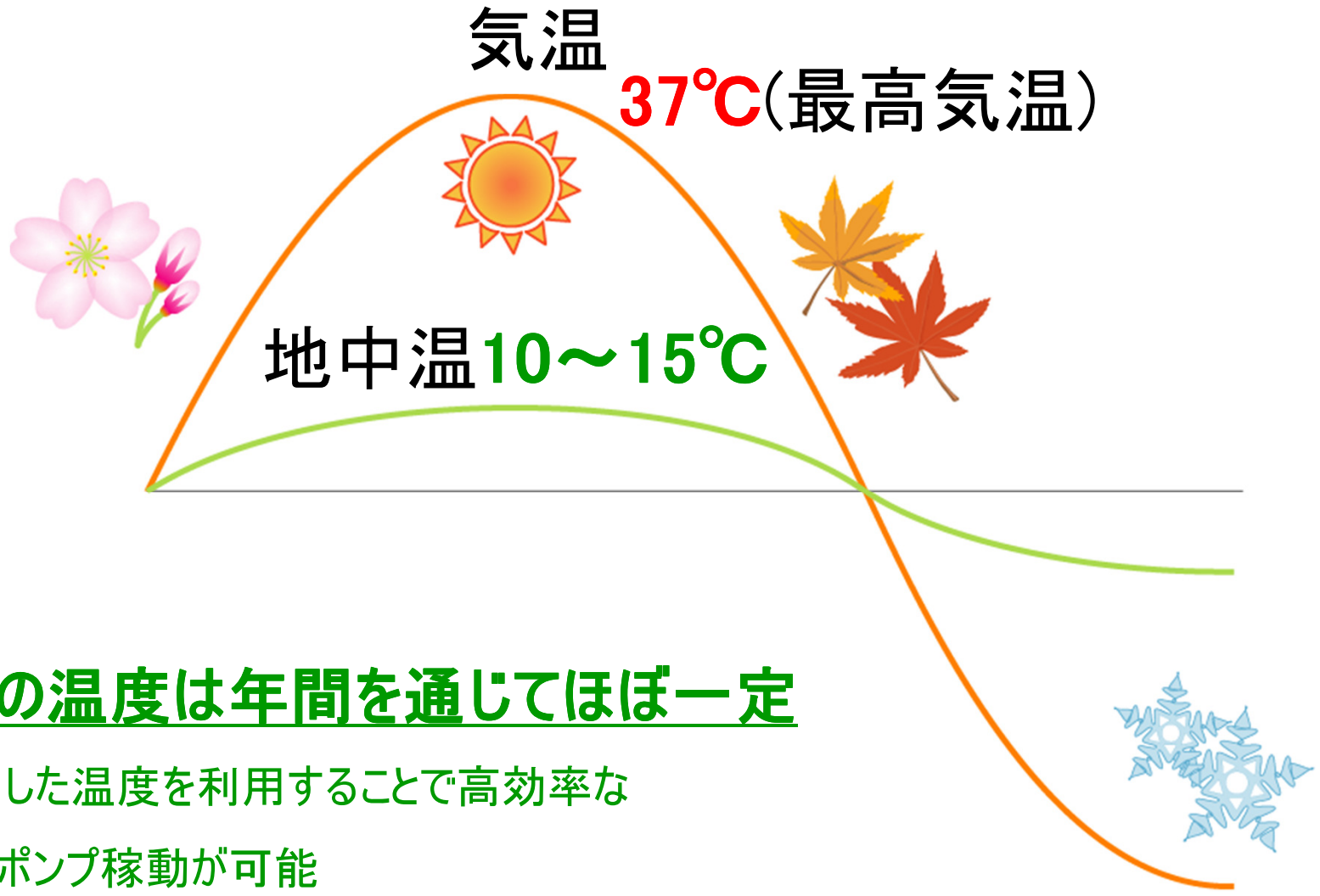
再生可能エネルギー

太陽光、風力、水力、地熱　：　発電⇒創エネ

地中熱、太陽熱、バイオマス　：　熱利用⇒省エネ

創エネと省エネのバランスの良い利用が重要

1．住宅設備機器を取り巻く環境



地中の温度は年間を通じてほぼ一定

⇒安定した温度を利用することで高効率な

ヒートポンプ稼動が可能

※地中温度は年間平均気温とほぼ一緒

2. 地中熱ヒートポンプの仕組み

ヒートポンプとは・・・「熱」を集めて、移動させる装置
熱を作るわけではないので「省エネ」

身近なヒートポンプの例

・地中熱ヒートポンプ温水暖房機　・・・　暖房

・ルームエアコン　・・・　冷暖房

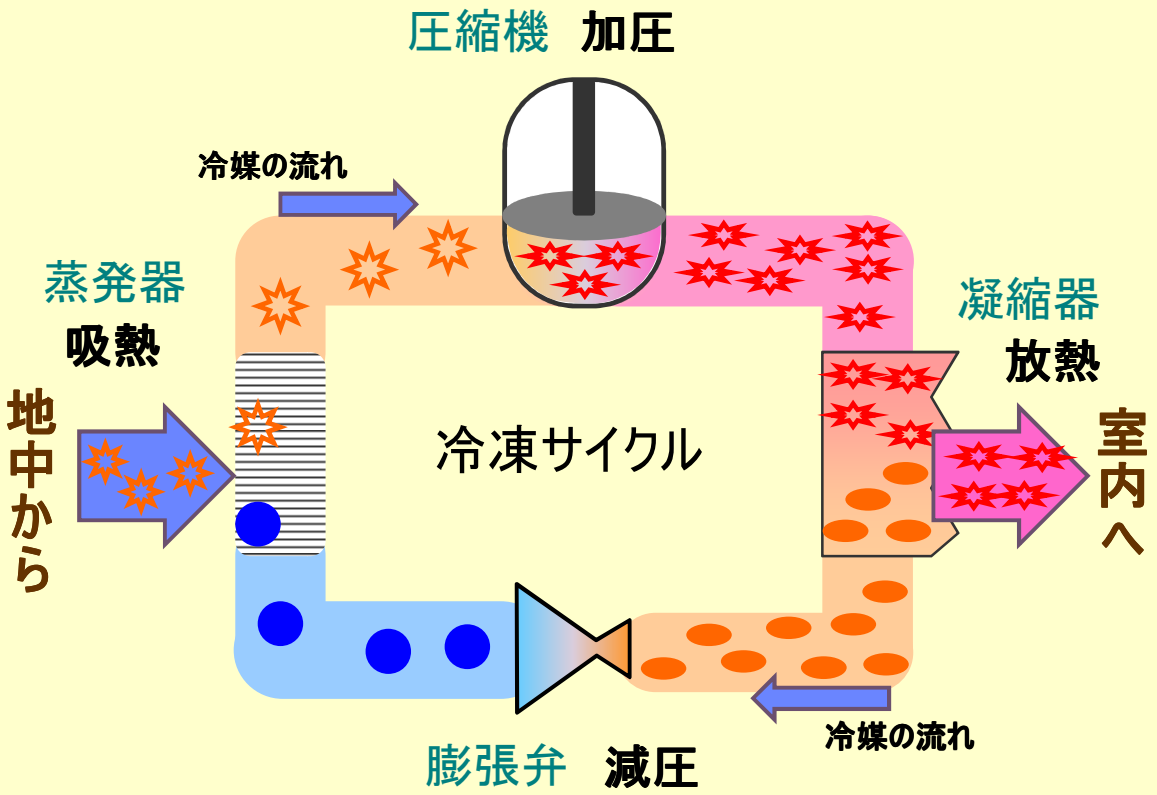
・エコキュート　・・・　給湯、風呂

・冷蔵庫・冷凍庫　・・・　冷蔵、冷凍

⋮

2. 地中熱ヒートポンプの仕組み

【暖房時の動作】



①圧縮機
冷媒を圧縮、加熱する。
冷媒を循環させる。

②凝縮器
熱を放熱させ、冷媒を液化する。
（熱を外部に渡す）

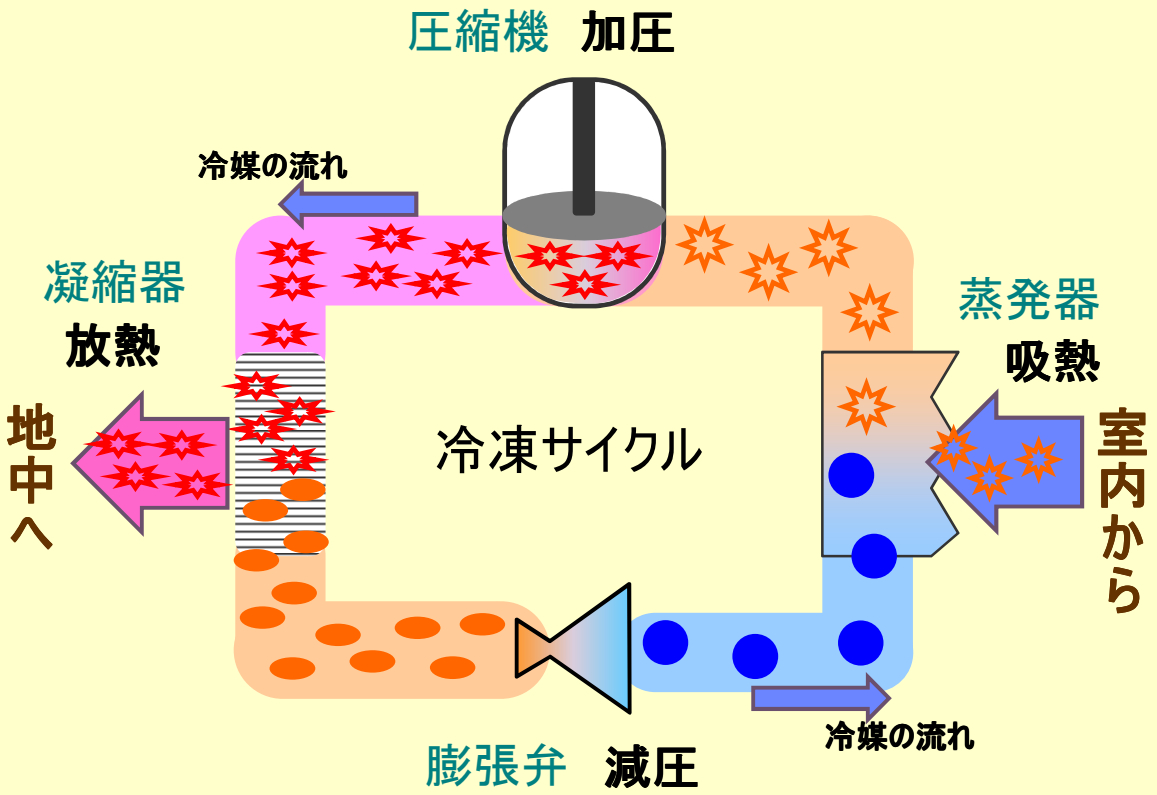
③膨張弁
冷媒を減圧し、低温にする。

④蒸発器
熱を吸熱させ、冷媒を気化する。
（熱を外部から受ける）

冷房時は、逆に冷媒を流すことで吸熱と放熱の役割が入れ替わる。

2. 地中熱ヒートポンプの仕組み

【冷房時の動作】



①圧縮機
冷媒を圧縮、加熱する。
冷媒を循環させる。

②凝縮器
熱を放熱させ、冷媒を液化する。
（熱を外部に渡す）

③膨張弁
冷媒を減圧し、低温にする。

④蒸発器
熱を吸熱させ、冷媒を気化する。
（熱を外部から受ける）

条件のよい地中と十分に熱交換できることが、高効率化のポイント !!

2. 地中熱ヒートポンプの仕組み

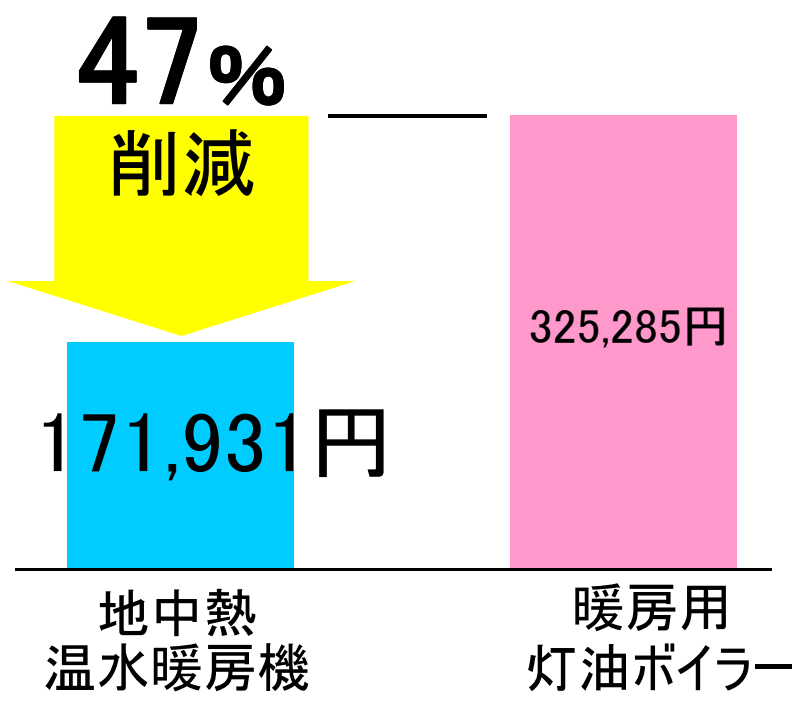
地中熱ヒートポンプの種類

タ　イ　プ	地中熱温水暖房機	地中熱エアコン	地中熱ハイブリッド 温水暖房機
地中側熱媒	不凍液		
放熱器側熱媒	不凍液	冷媒	不凍液
特　　徴	・床暖房、パネルヒーター、FCUなど多彩な放熱器を利用可能	・2次側に冷媒を直接循環させるため高効率。 ・エアコン(空気熱)と同じ方法で施工が容易。	・導入コストを低減し、地中熱を利用可能。
機　　器	 地中熱ヒートポンプ	室内機 室外機	空気熱ヒートポンプユニット 地中熱ヒートポンプユニット

3．地中熱ヒートポンプの特徴

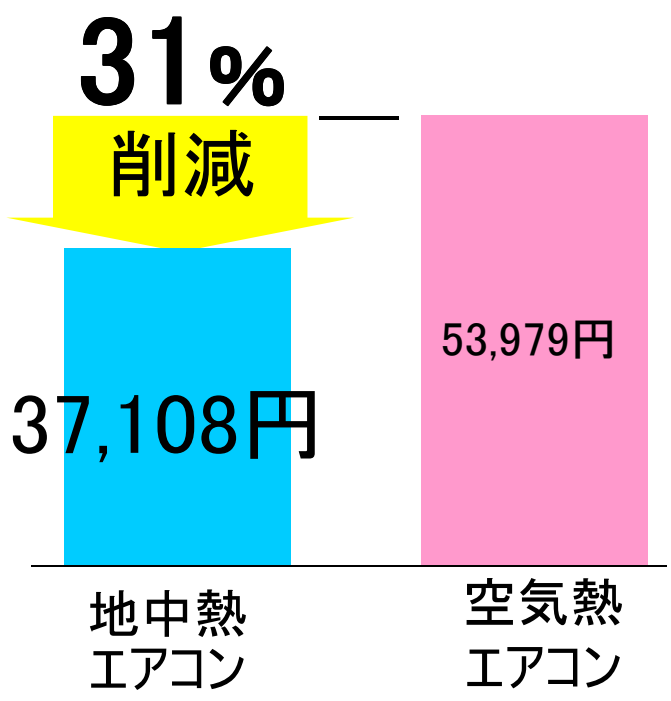
①経済性

地中熱温水暖房機



暖房面積 ： 100㎡（新潟）
運転時間 ： 24時間連続運転
電気料金 ： 22.64円／kWh（東北電力　やりくりナイト8）
灯油価格 ： 110円／L

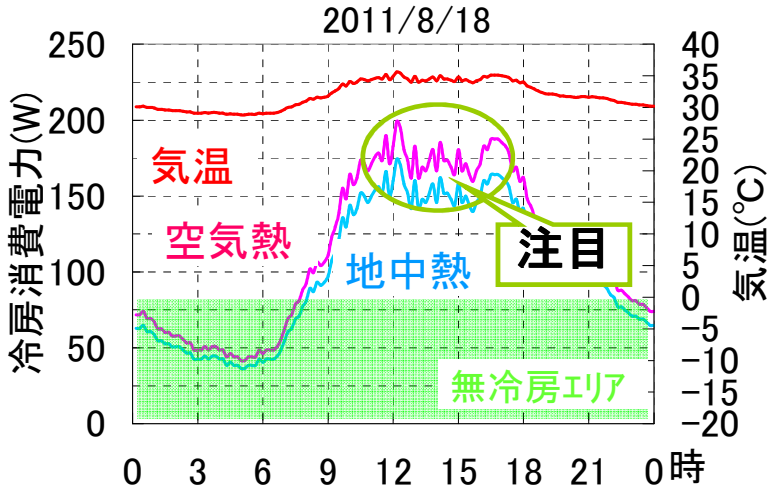
地中熱エアコン

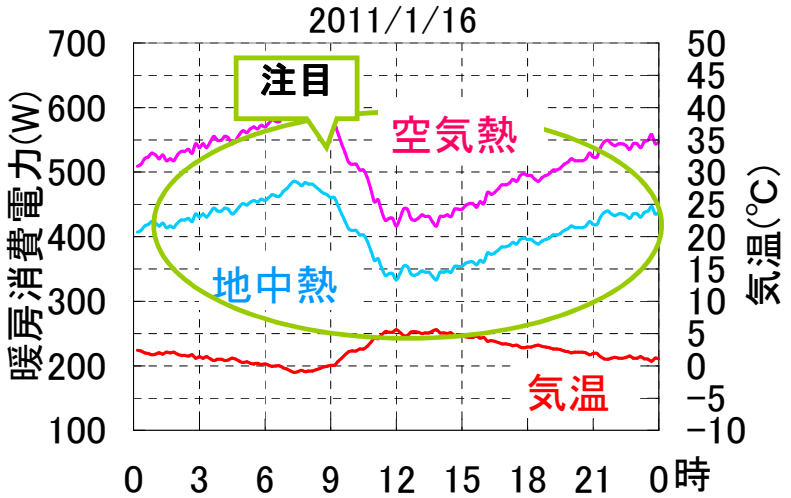


部屋の広さ: 14畳（新潟）
運転時間 ： 18時間
電気料金 ： 22.64円／kWh（東北電力　やりくりナイト8）

3．地中熱ヒートポンプの特徴

②節電性



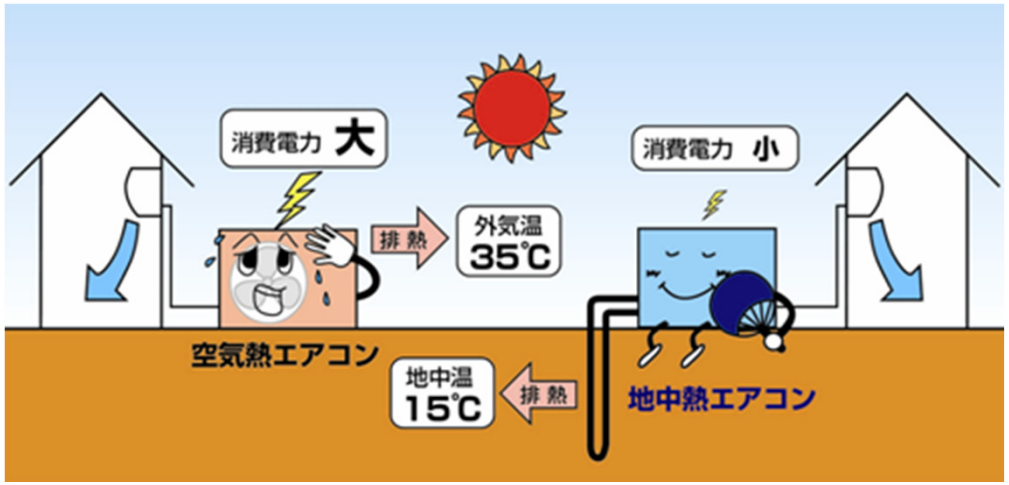


効果のPOINT！！

☆電力需要ピークを夏季で約15%、冬季で　約20%低下

☆空気熱を地中熱と同じ節電を実施するには室温設定を冷房で0.5℃上げ、暖房で3.5℃下げなければならない

※特に高い電力需要が継続する冬季に多大な効果を発揮！！

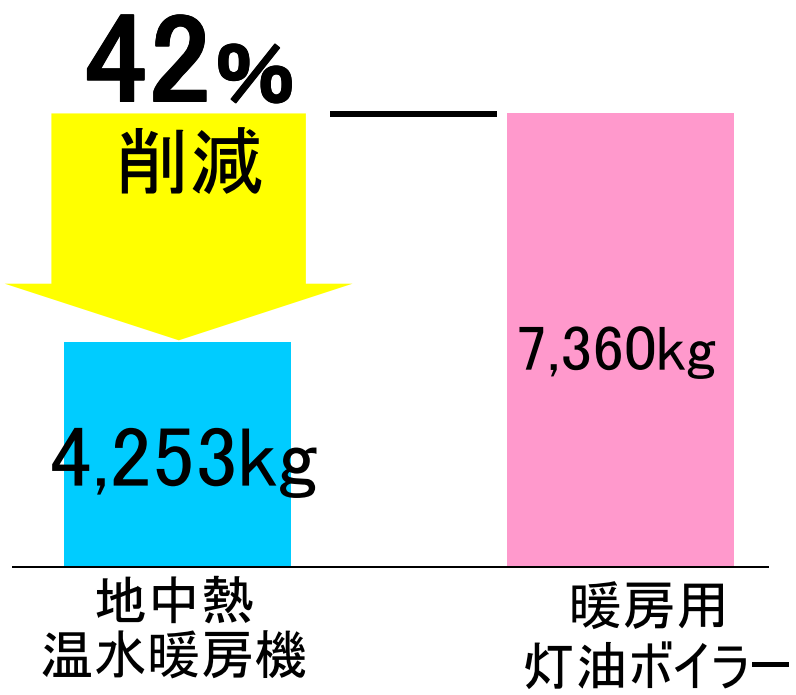


※住宅断熱性能2.7W/㎡K、負荷面積30㎡、室温27℃(冷房)、20℃(暖房)、気温は東京の気象庁データ
空気熱冷房COP3.5、空気熱暖房COP2.8(気温2℃時)、地中熱冷房COP4.0、地中熱暖房COP3.5

3．地中熱ヒートポンプの特徴

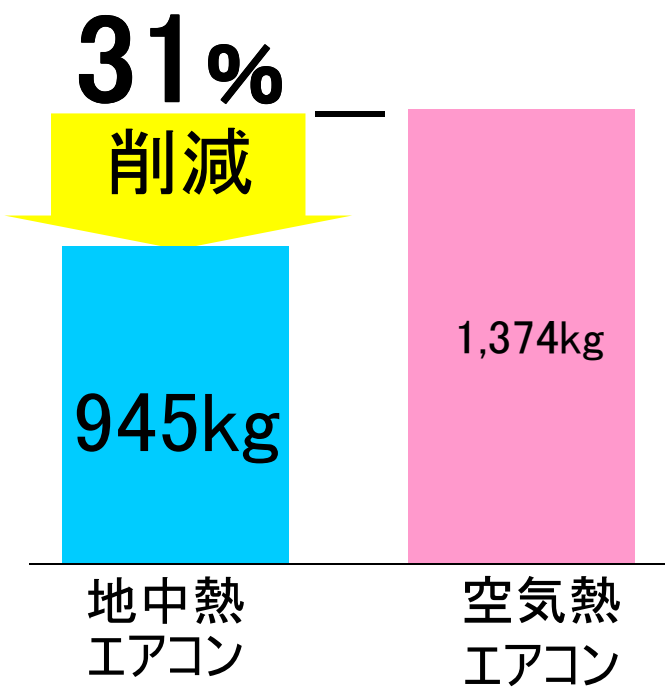
③環境性－CO_2排出量

地中熱温水暖房機



CO_2排出係数：電気：0.56　kg／kWh（東北電力）
灯油：2.489　tCO_2／kl

地中熱エアコン



CO_2排出係数：電気0.56 kg／kWh（東北電力）

３．地中熱ヒートポンプの特徴

③環境性－CO_2排出量

CO_2排出量の削減効果

温水暖房タイプ：▲3107kg／台 ▶ ブナの木 282本※1の植林効果

エアコンタイプ　：▲　429kg／台 ▶ ブナの木　39本※1の植林効果

平成23年度の新潟県持家新築着工棟数※2 の
1割に地中熱ヒートポンプを設置した場合
（温水暖房タイプ：エアコンタイプ＝１：2の比率で設置）

▼

ブナの木

81,000本の植林効果

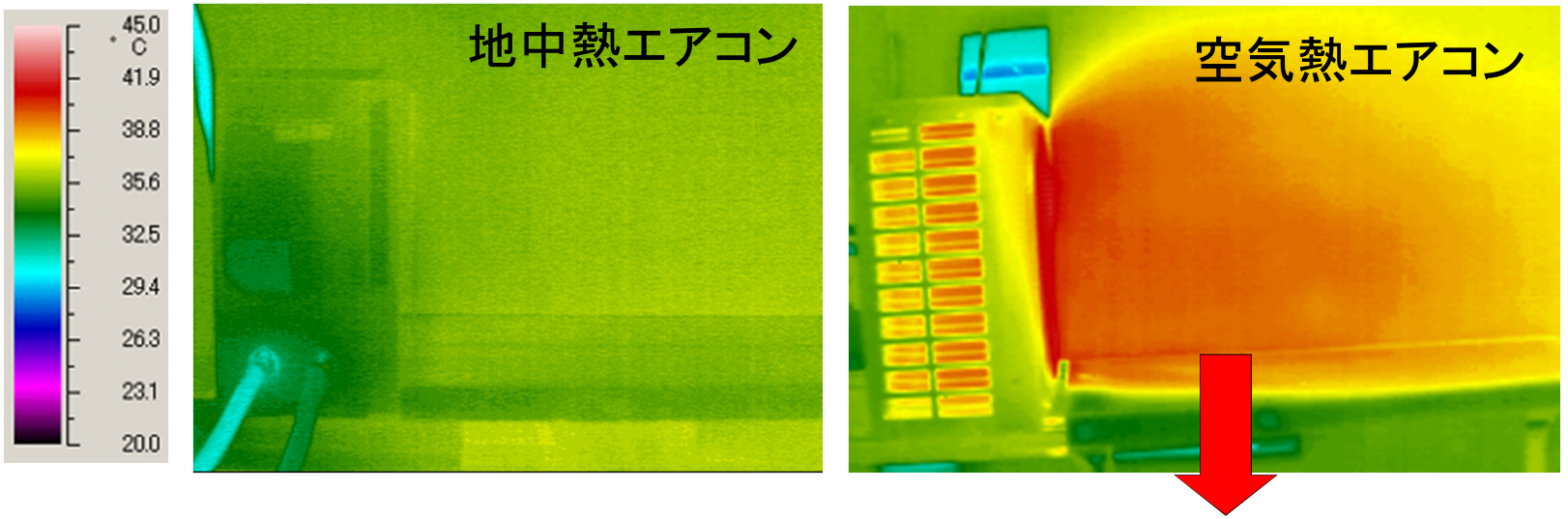
※1　ブナの木1本のCO_2年間吸収量を約11kgとして算出：森林総研試算

※2　6,770棟

3．地中熱ヒートポンプの特徴

③環境性ーヒートアイランド現象の抑制

冷房運転時のサーモグラフィー写真（雰囲気温度35℃）

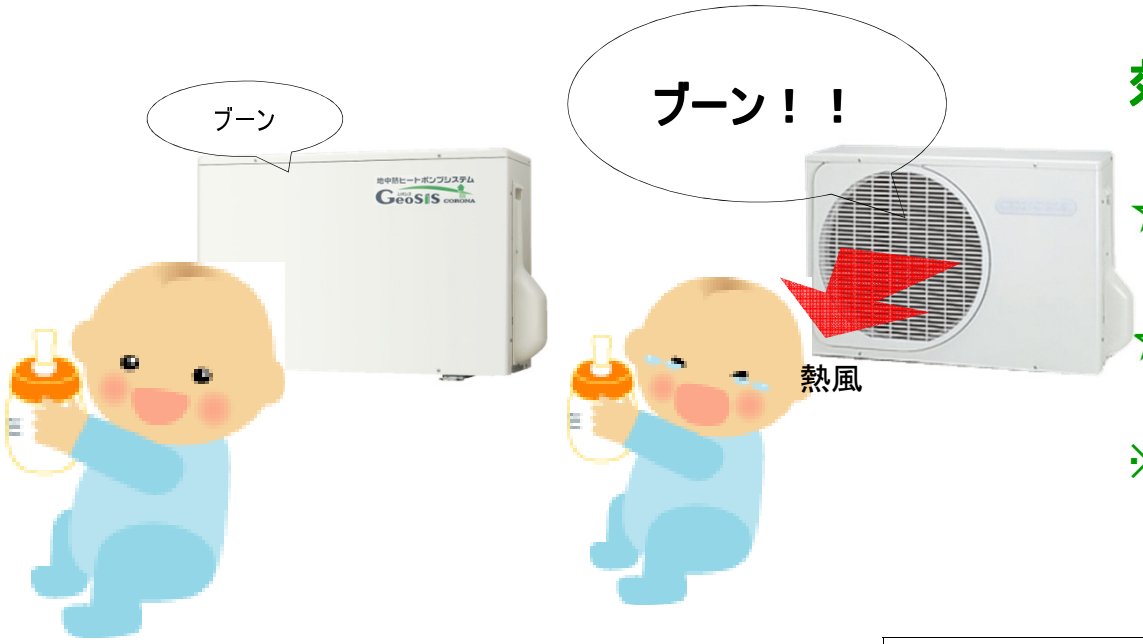


夏季冷房中に空気熱エアコンから排出される熱量

18L灯油タンク15個分の熱量に相当

3．地中熱ヒートポンプの特徴

③環境性ー低騒音



効果のPOINT！！

☆騒音値が40dB以下と大変静か

☆室外機から風が出ない

※特に狭小設置や民家が隣接する場所において多大な効果を発揮！！

空気熱エアコン
（CSHーW40122）
冷房時：49dB
暖房時：49dB

地中熱温水暖房機（GTS-H6000）	地中熱エアコン（CSHーC4000G）
39dB	**冷房時：36dB** **暖房時：39dB**

４．導入コスト低減への動き

地中熱、空気熱ヒートポンプのメリットとデメリット

ヒートポンプの種類	メリット	デメリット
地中熱ヒートポンプ	■低外気温でも出力・効率が安定	**■掘削費用が高額** ■外気温が高いと効率は空気熱ヒートポンプに劣る(暖房時)
空気熱ヒートポンプ	■外気温が高いと効率は高い ■掘削が不要で機具コストが安い	■外気温が低いほど暖房能力と効率が低下する (除霜運転に入る)

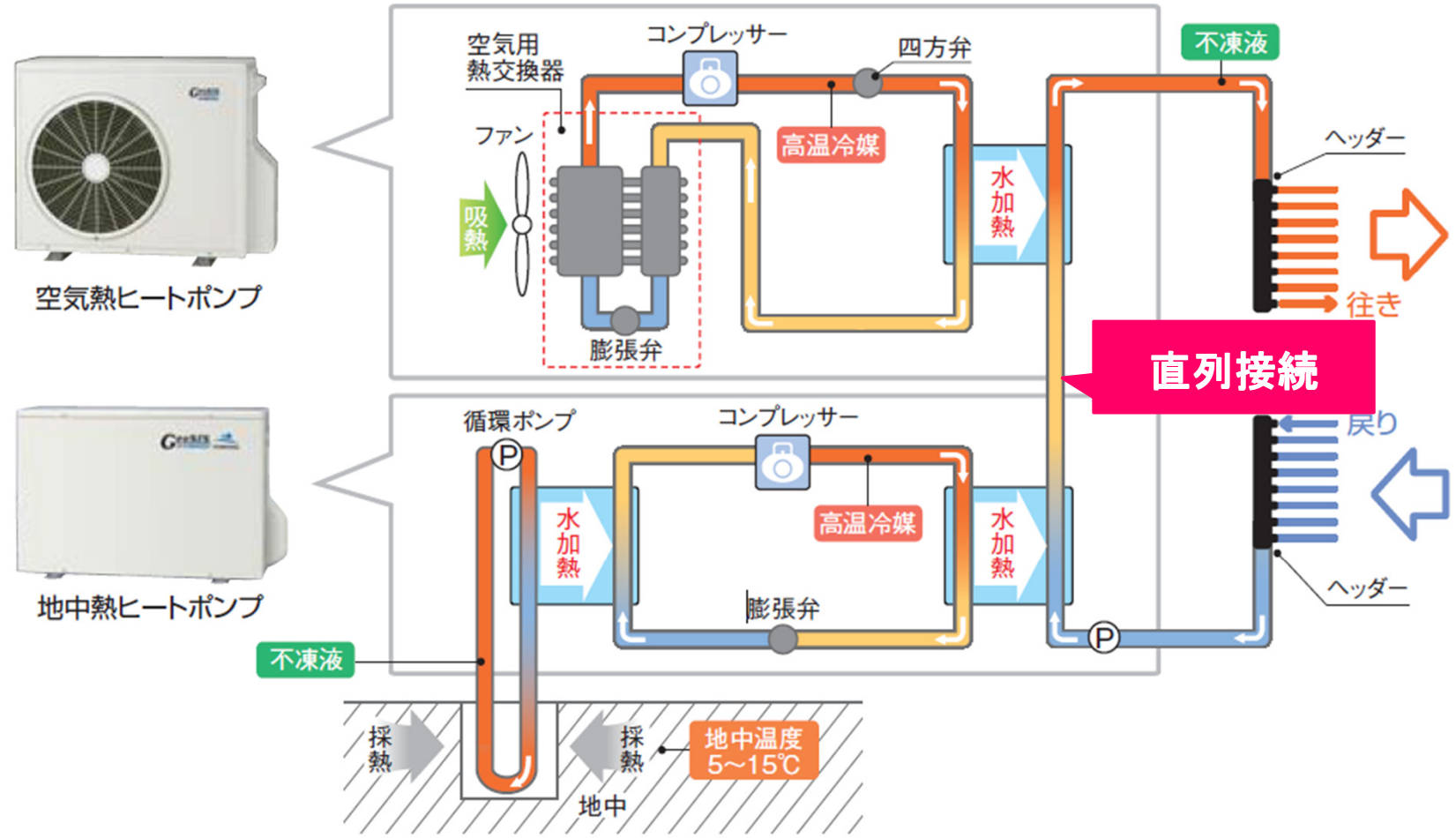
地中熱ヒートポンプと空気熱ヒートポンプのいいとこ取りができれば・・・・

■掘削費用の半減が可能！

■環境(気温等)の変化に合わせ、省エネ運転が可能！

4．導入コスト低減への動き

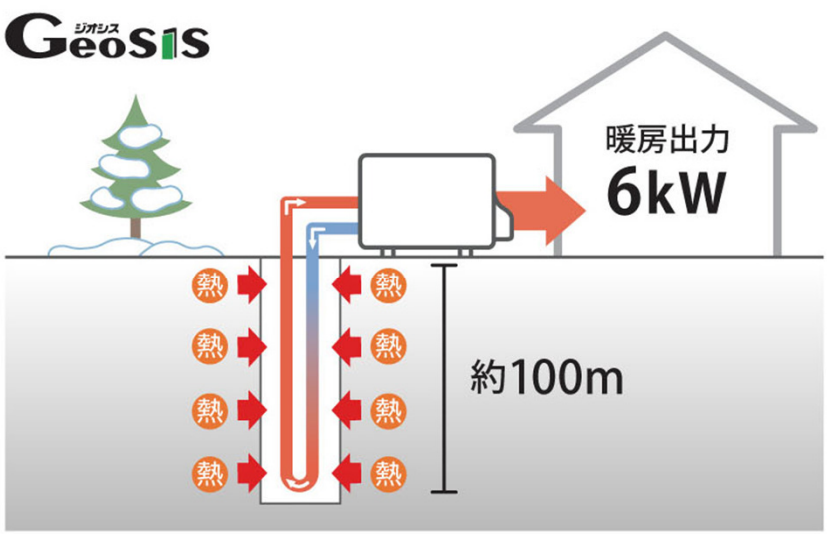
地中熱と空気熱のハイブリッドヒートポンプのシステム構成



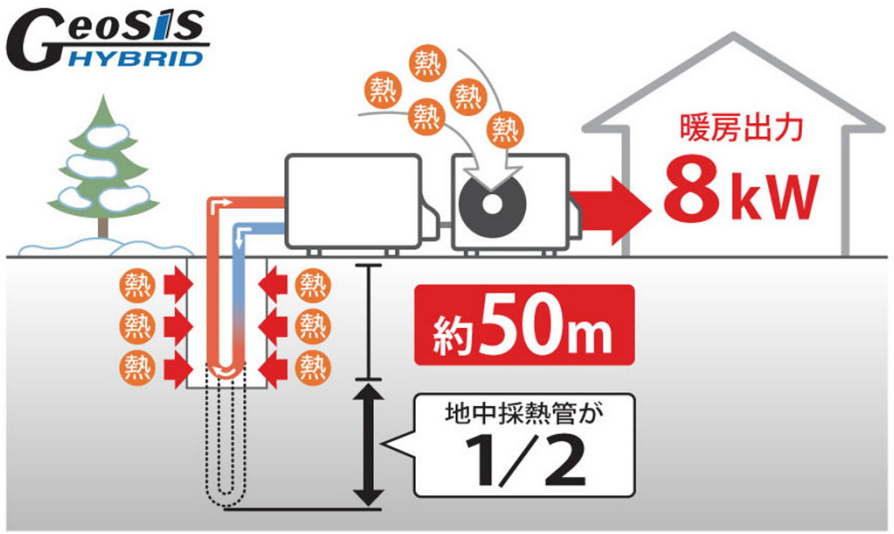
■暖房システム（床暖、パネルヒーター、温水ルームヒーター）やロードヒーティングに使用可

4. 導入コスト低減への動き

採熱管施工深さを軽減



地中熱ヒートポンプ単独で6kWの暖房出力を出すためには、約100mの掘削が必要です。工事費用が高額となってしまうことが導入の際の課題となっていました。

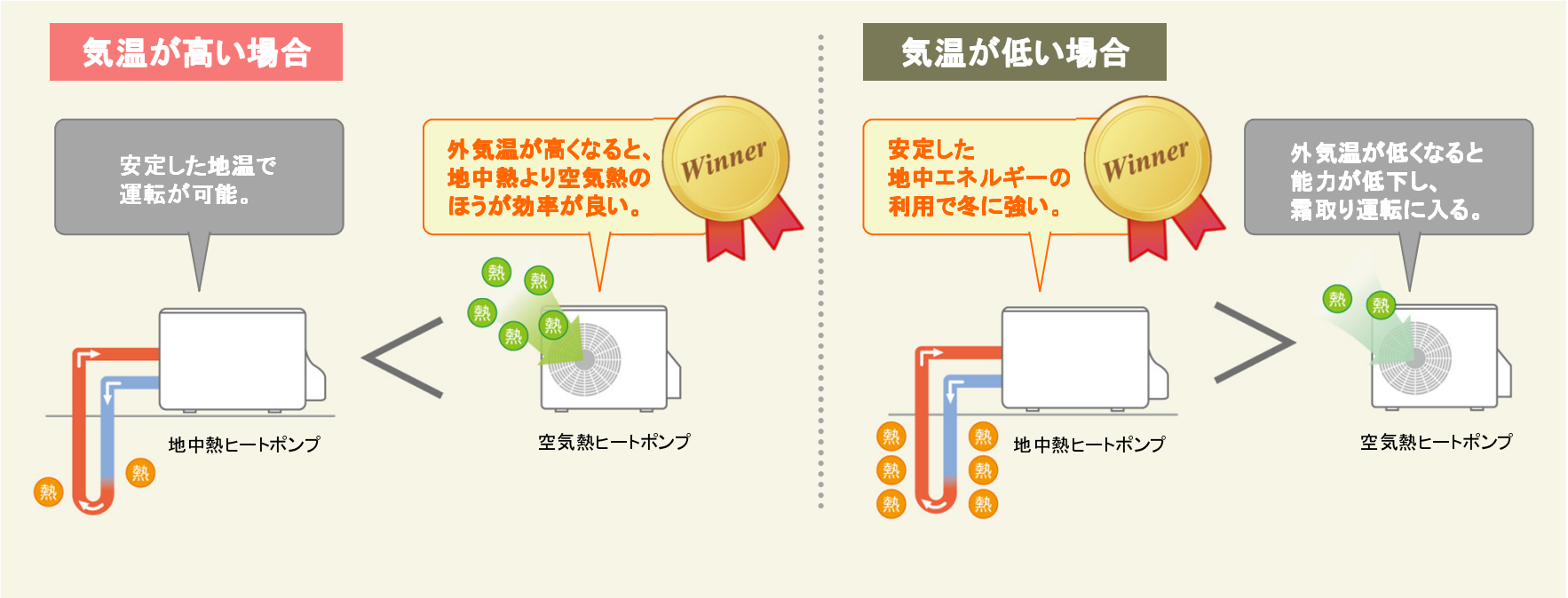


地中熱と空気熱を組み合わせることで、約50mの掘削で8kWの暖房出力を発揮することができます。

■採熱管施工深さを従来の半分に軽減

4．導入コスト低減への動き

状況に合わせて地中熱と空気熱を切り替える



気温が高いときは空気熱HPを優先運転し、地中熱HPが補助する。
地中からの採熱を抑え、厳寒期向けてに温存。

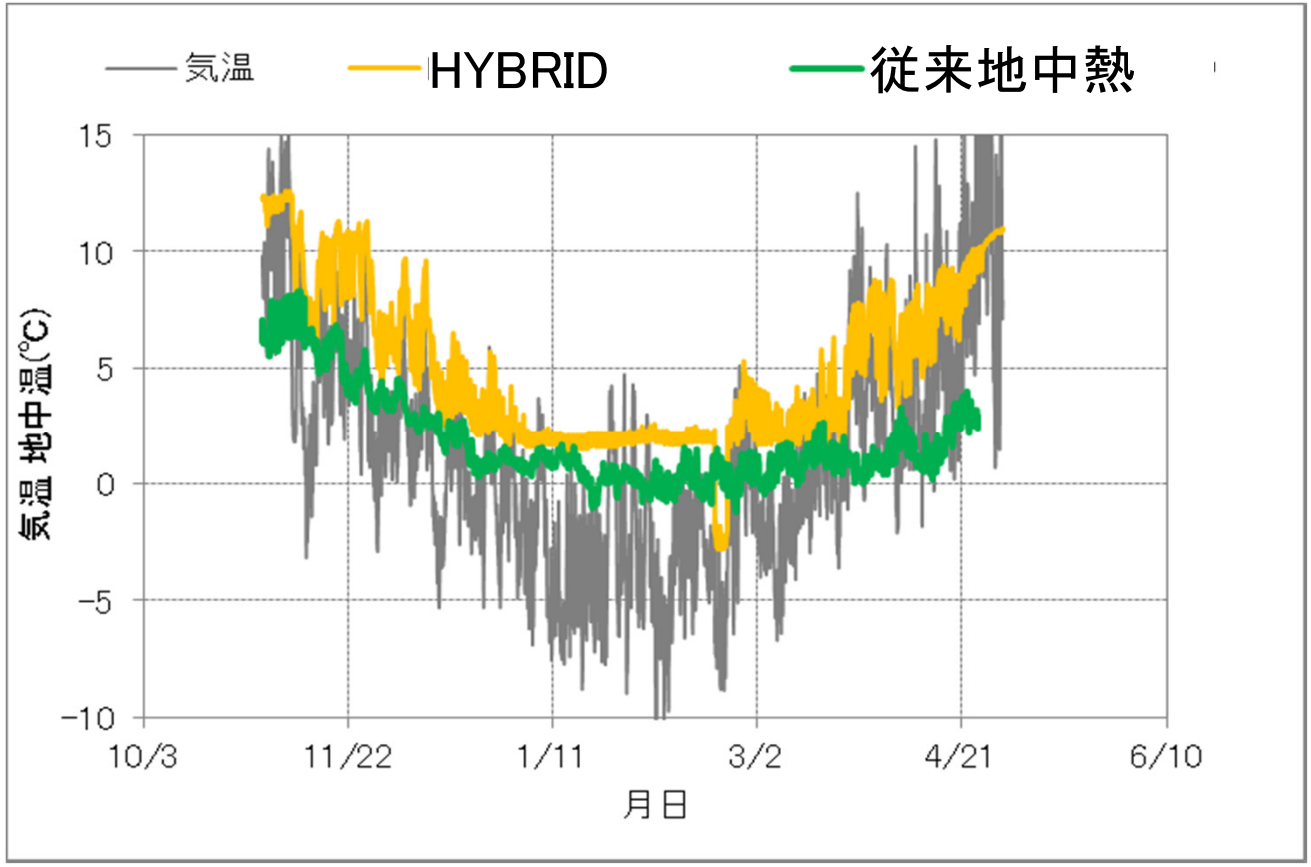
⇔

気温が低くなると地中熱HPを優先運転し、空気熱が補助する。
空気熱HPの除霜中も地中熱HPでサポートし、暖房感を損なわない。

■外気温を見ながら自動制御

4. 導入コスト低減への動き

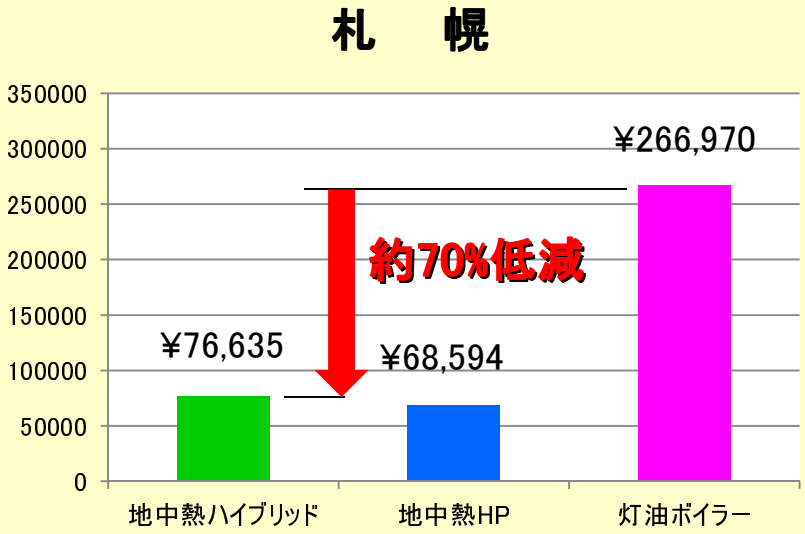
地中採熱戻温度の低下を軽減

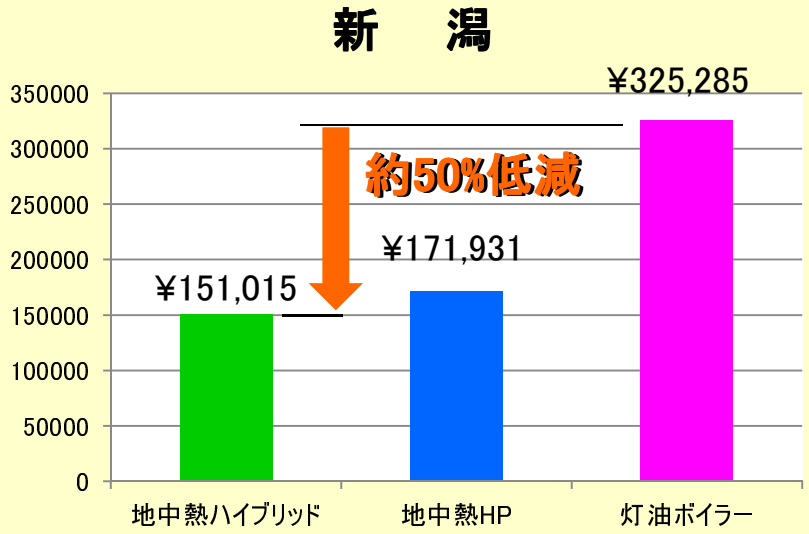


■地中戻温度を約2℃程度緩和

4. 導入コスト低減への動き

地中熱ハイブリッド温水暖房機のランニングコスト





■試算条件
暖房面積：100㎡　　運転時間：24時間連続運転　　住宅性能：次世代省エネルギー基準
■エネルギー単価
《電力》 札幌：12.19円/kWh（融雪電力メニュー）　　新潟：22.64円/kWh（時間帯別電灯メニュー）
《灯油》 110円/L

冬季通じて寒い地域（札幌）では、地中熱ヒートポンプが優位
冬季でも12月や3月に寒さが緩む地域（新潟）では、地中熱ハイブリッドが優位

5. 設置事例の紹介

＜札幌市　一般住宅～パネルコンベクターによる全館温水暖房＞

設置場所　：　北海道札幌市
設置機種　：　地中熱温水暖房器×1台
地中採熱管　：　50mボアホール×2本
延床面積　：　120㎡

○暖房の電気代

2010年	2012年	2013年
年間電気代 約170,000円	65%削減 → 年間電気代 約40,000円	65%削減 → 年間電気代 約40,000円
電気ボイラ ホットタイム22	地中熱導入 ホットタイム22	HYBRID導入 ホットタイム22

5. 設置事例の紹介

＜むつ市　一般住宅～地中熱エアコンによる全館空調（シーエスホーム様）＞

設置場所　：　青森県むつ市
設置機種　：　地中熱エアコン（冷房4kW、暖房5kW）
**　　×1台（その他空調機器なし）**
地中採熱管　：　100m（井戸仕上げ）
延床面積　：　114.27㎡

※シーエスホーム（むつ市）様提供

5. 設置事例の紹介

＜山田建築様　新潟展示場＞

カナダ 松 株式会社 山田建築

※山田建築様ホームページより引用

5. 設置事例の紹介

＜株式会社LIXIL住宅研究所　フィアスホーム様　アリエッタシリーズ～地中熱エアコンによる空調＞

《地中熱住宅「e-POWER」》

※株式会社LIXIL住宅研究所 フィアスホーム様提供

5. 設置事例の紹介

＜静岡県富士宮市　お宮横丁～飲食店店舗空調＞

井戸水利用による事例
井戸水　：　水量14L/分、水温約13℃
地中熱エアコン（冷房4kW、暖房5kW）　×1台

既存のエアコンを地中熱エアコンに置き換え

5. 設置事例の紹介

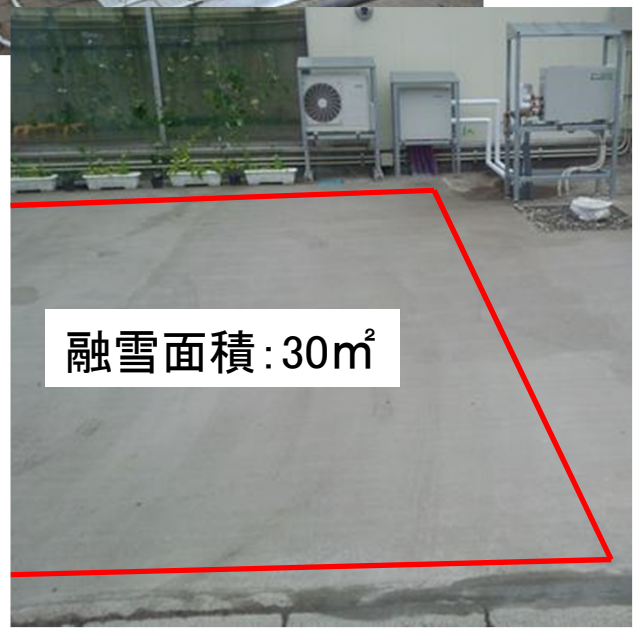
＜札幌市　路面融雪＞

融雪面積：30㎡
地中熱温水暖房機(6kW)×1台

○融雪のランニングコスト

5. 設置事例の紹介

＜青森市　駐車場融雪＞



融雪面積：30㎡
地中熱温水暖房機(6kW)×1台
地中採熱管：70m×2本

５．設置事例の紹介

＜新潟県農業総合研究所　園芸研究センター　越後姫の栽培実証試験＞

ビニールハウス

地中熱ヒートポンプ

苗と温度制御用チューブ

新潟県

新潟県報道資料H25.8.28より抜粋

～地中熱の基礎知識と
県内の地中熱利用の現状と展望～

NGH 新潟県地中熱利用研究会

齋藤　浩之

発表内容

地中熱の基礎知識

地中熱利用の現状

新潟県内における現状

地中熱交換器の設置方法

必要な地盤情報

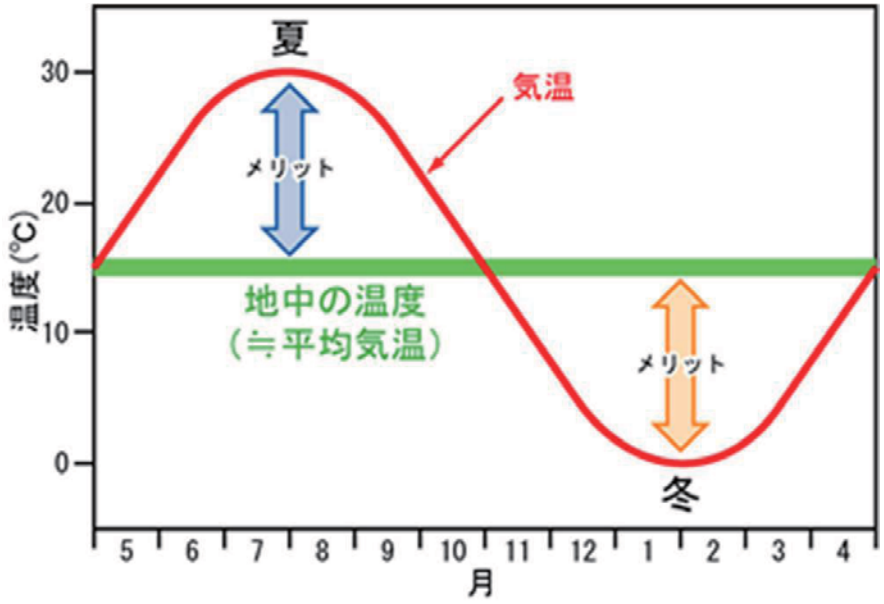
地中熱利用の展望

地中熱の基礎知識（地中熱とは）

＜地熱と地中熱の違い＞

・**地熱**とは、地球内部に保有されている熱の総称（地学事典）。
火山国である日本は、高温の**地熱**を利用して、地熱発電を行っている。一般的に1000m級の孔井を掘削している。

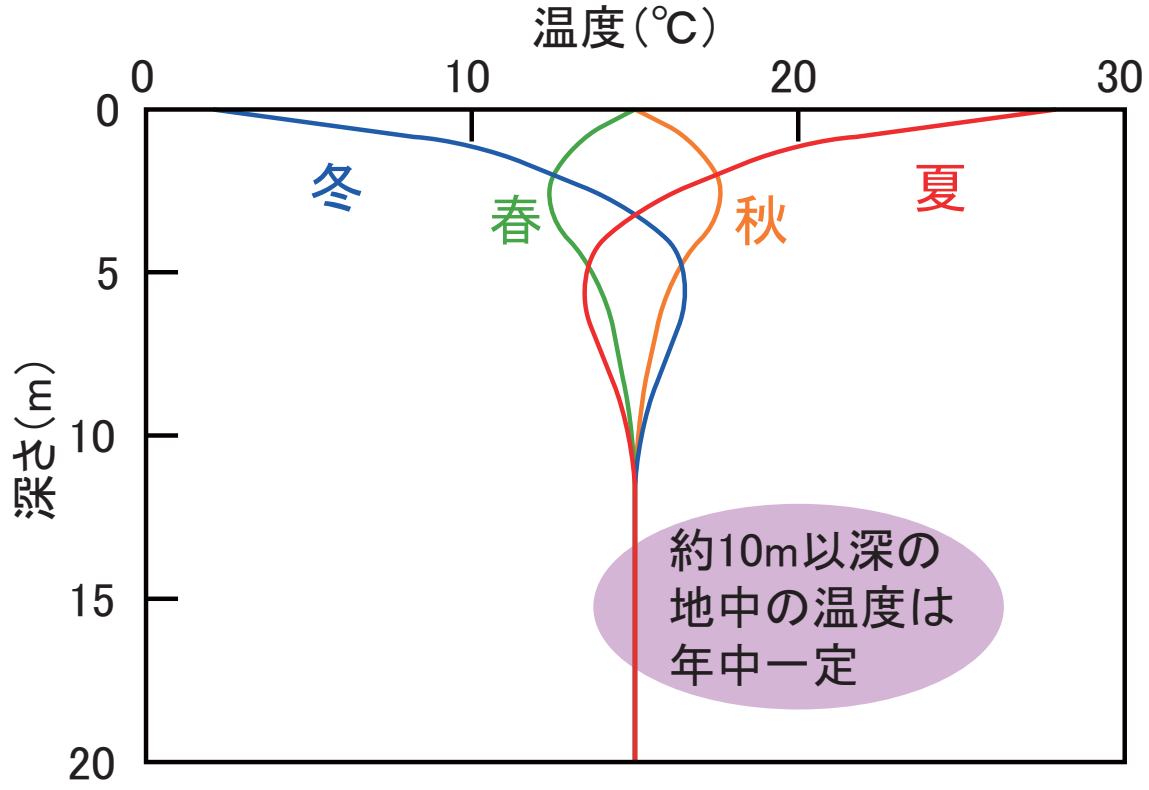
・**地中熱**とは、浅い地盤に存在する低温の熱エネルギーであり、**地中熱**は昼夜間又は季節間の温度変化の少ない地中の熱的特性を活用する。



※地中熱利用促進協会ホームページより

地中熱の基礎知識（地中熱とは）

- 地表付近では気温の影響により地温は変化するが、地下10m程度の深さになると、年間を通して地中温度の変化が見られなくなる。



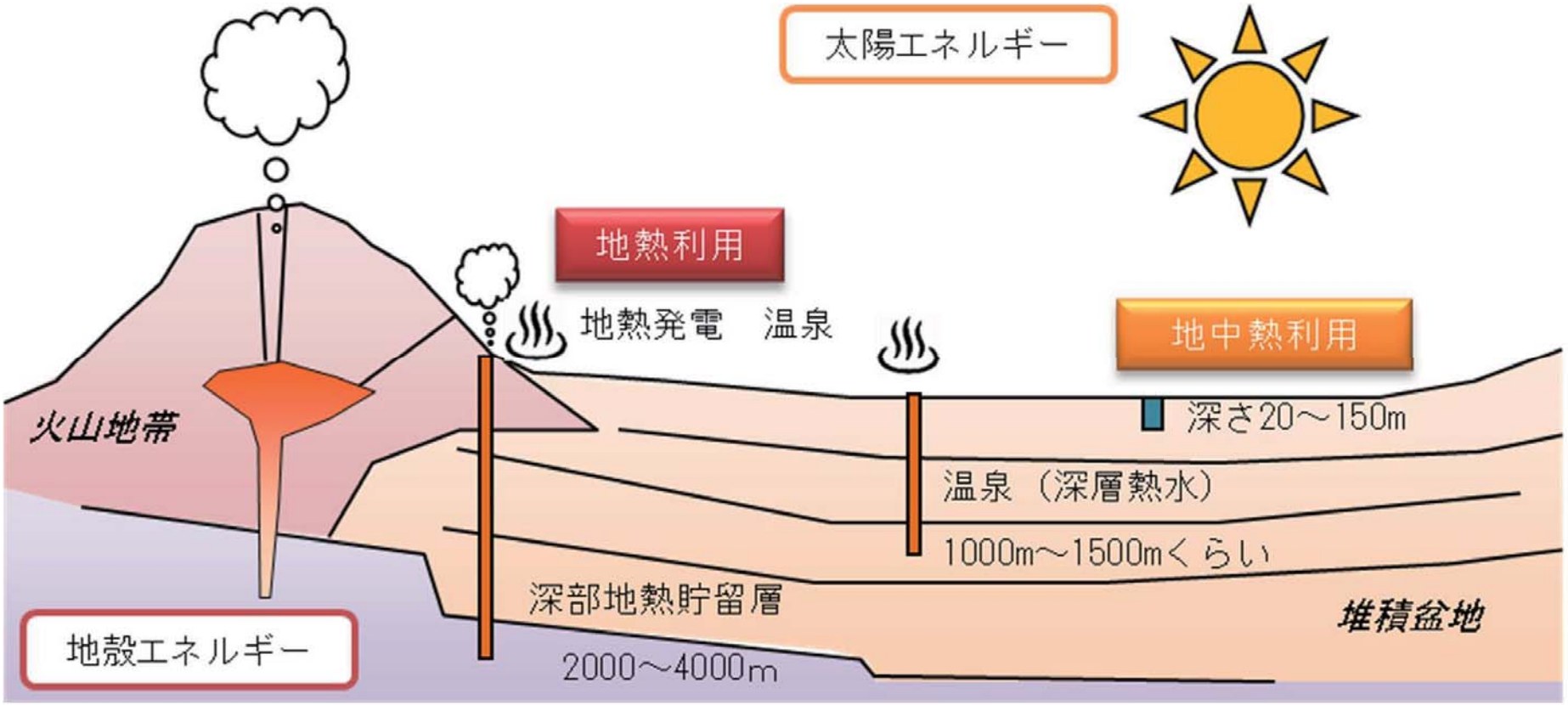
地中温度の垂直変化

図：NPO法人地中熱利用促進協会より

地中熱の基礎知識（地中熱とは）

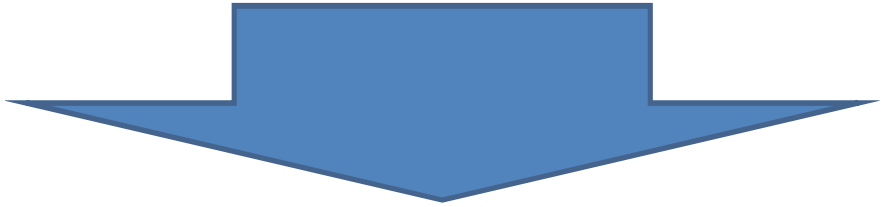
地表からおおよそ150mの深さまでにある熱

どこにでもある再生可能エネルギー



地中熱の基礎知識（世の中の動向）

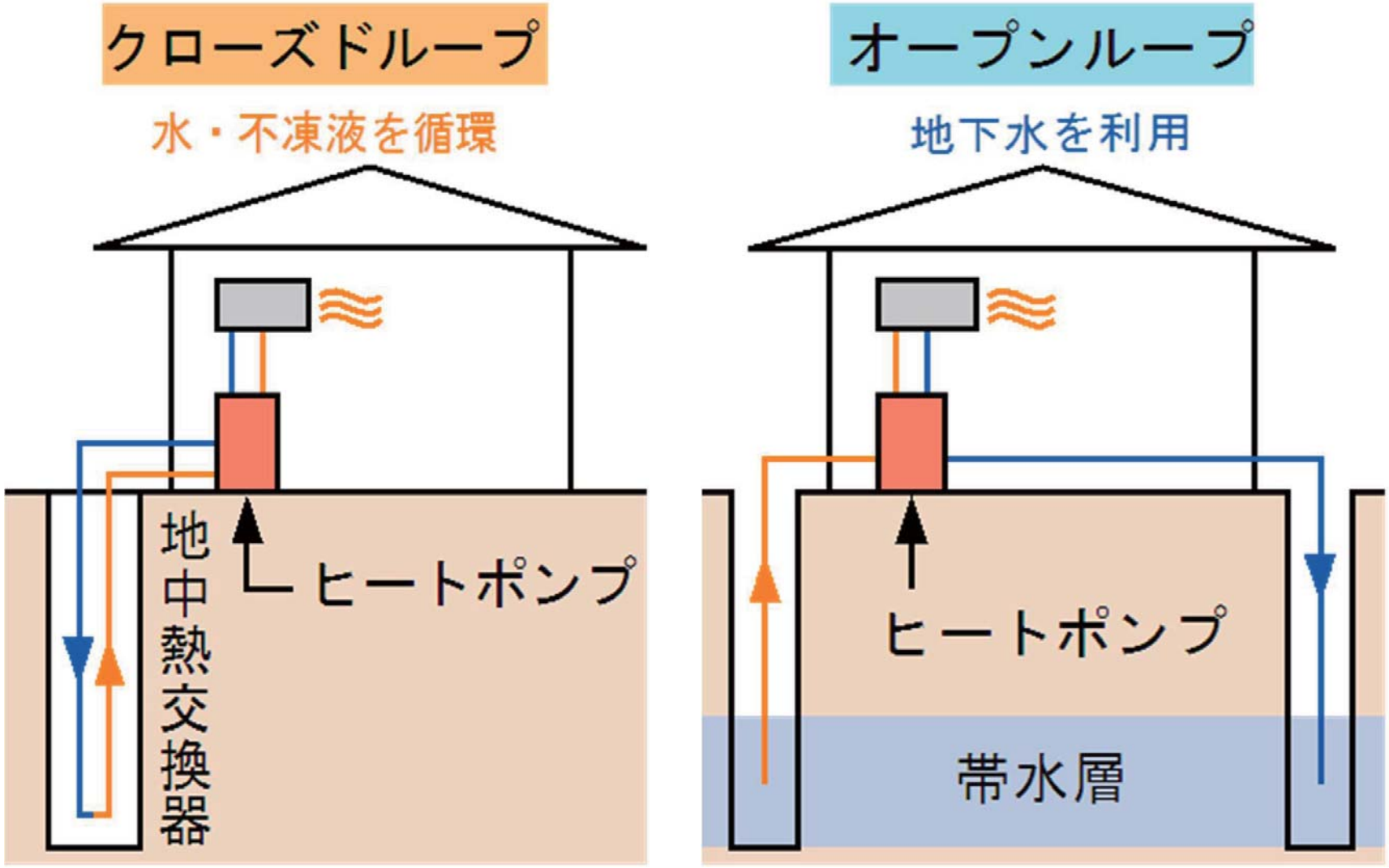
・地球温暖化・ヒートアイランド現象
・CO_2（温室効果ガス）削減
・地球環境保護
・エコ活動・製品への関心のさらなる高まり
・東日本大震災による節電意識
・原子力発電の縮小（供給可能電力の限界）
・再生可能エネルギーを利用した技術開発



再生可能エネルギーの一つである地中熱への関心が高まる

地中熱の基礎知識（利用形態【空調】）

地中熱利用ヒートポンプシステムには2通りの方式がある。

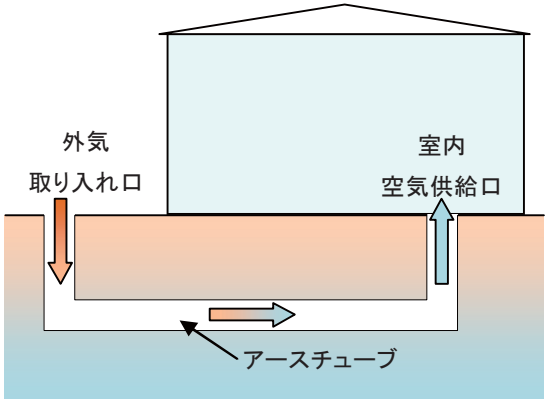


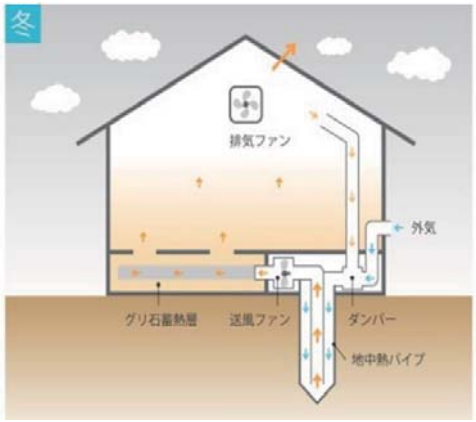
※地中熱利用促進協会資料

地中熱の基礎知識（利用形態【空調】）

住宅の保温や換気、空調の補助として。パッシブ地中熱とも。

空気循環





取り入れ口

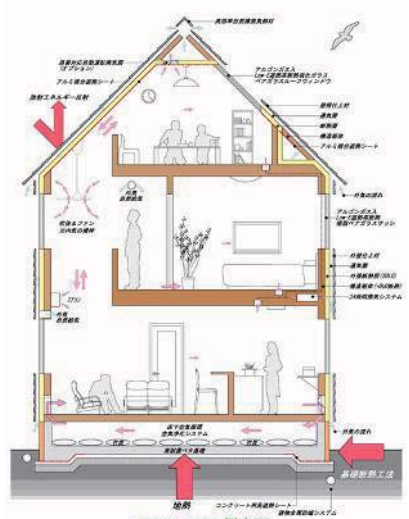
地中配管部分

【アースチューブ】環境建築のひとつ
用途：体育館などの大きな建築物
構造：口径150～500㎜、埋設長さ30～80m、埋設深さ1.5～3.0m

（展示模型）

【ジオパワーシステム（商品名）】
用途：住宅、工場など
構造：深さ5～7．5m、口径250～300㎜の熱交換器、その他：エアコンは必要

熱伝導



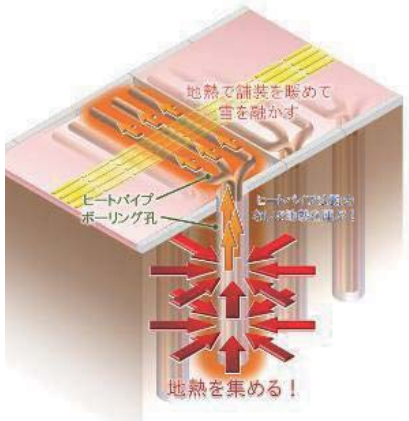
【地熱の家など】
用途：住宅の保温、換気
構造：建物のべた基礎からの伝わる熱で保温

図・写真：関東学院大学HP、ジオパワーシステム（NPO収集）、中西工務店HP、エコハウス研究会HP

地中熱の基礎知識（利用形態【融雪】）

歩道や道路の融雪にも。地下水熱利用も地中熱に分類。

ヒートパイプ



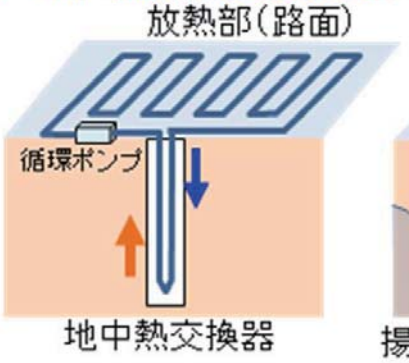
ヒートパイプの挿入

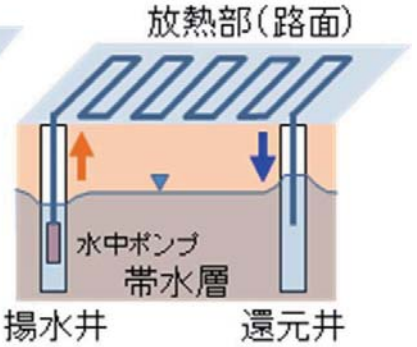
融雪状況

【地中熱ヒートパイプ融雪システム】
採熱井φ100㎜×深度15～20mに、φ27㎜のﾋｰﾄﾊﾟｲﾌﾟを3～5本挿入し、地中熱を舗装内へ運び融雪する。

水　循　環

クローズド（地中熱交換方式）　オープン（地下水循環方式）





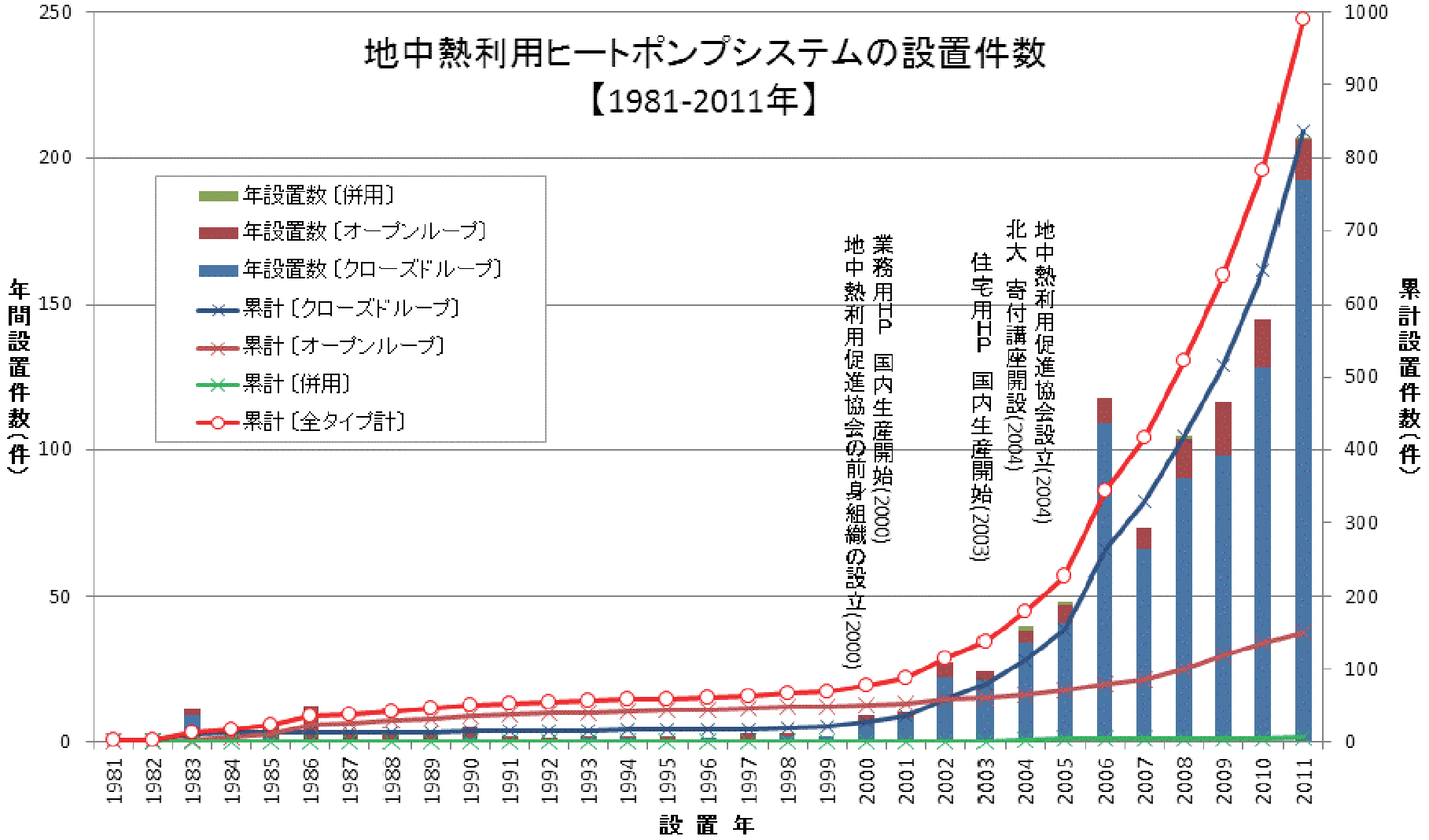
舗装部分の放熱パイプ

融雪状況

【クローズド方式（地中熱交換方式）】地中と舗装の間に不凍液を循環させ融雪する。
【オープン方式（地下水循環方式）】井戸から揚水した地下水を舗装内部に循環させて融雪を行う。

地中熱利用の現状（国内）

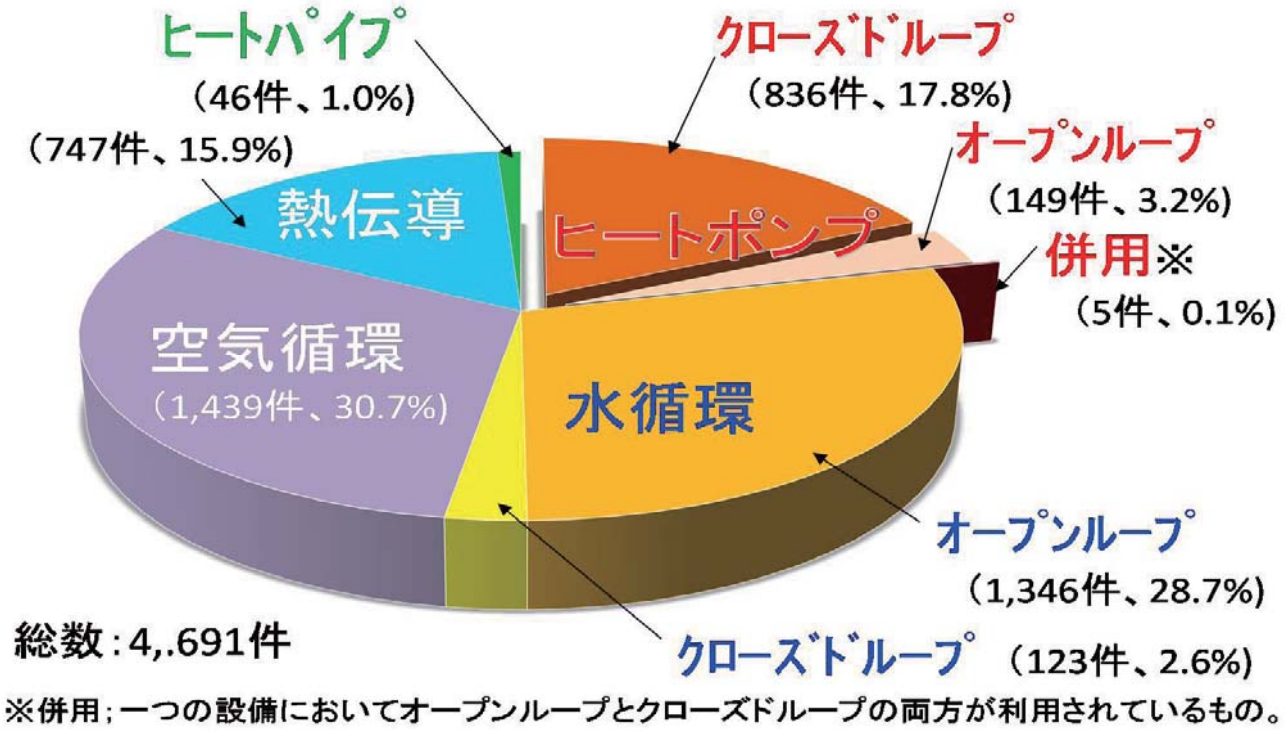
全国の設置件数は990件（2011年末まで）



図：環境省報道発表資料（H24.11.13）に一部加筆

地中熱利用の現状（国内）

地中熱ヒートポンプシステムは地中熱利用全体の約2割

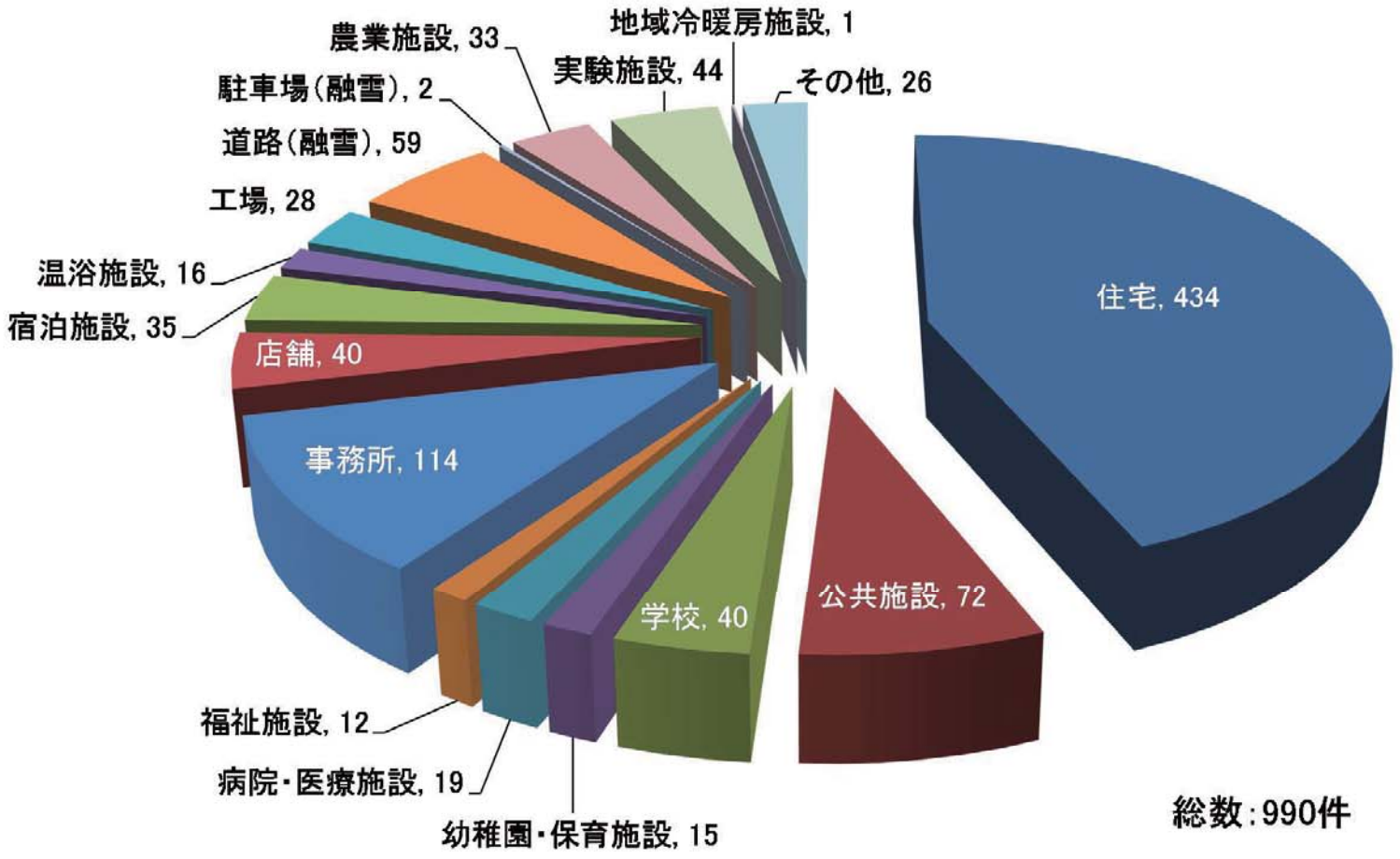


すべての地中熱利用システムの利用方法別設置件数（2011年末まで）

図：「地中熱ヒートポンプシステム」（環境省パンフレット、平成25年3月）より

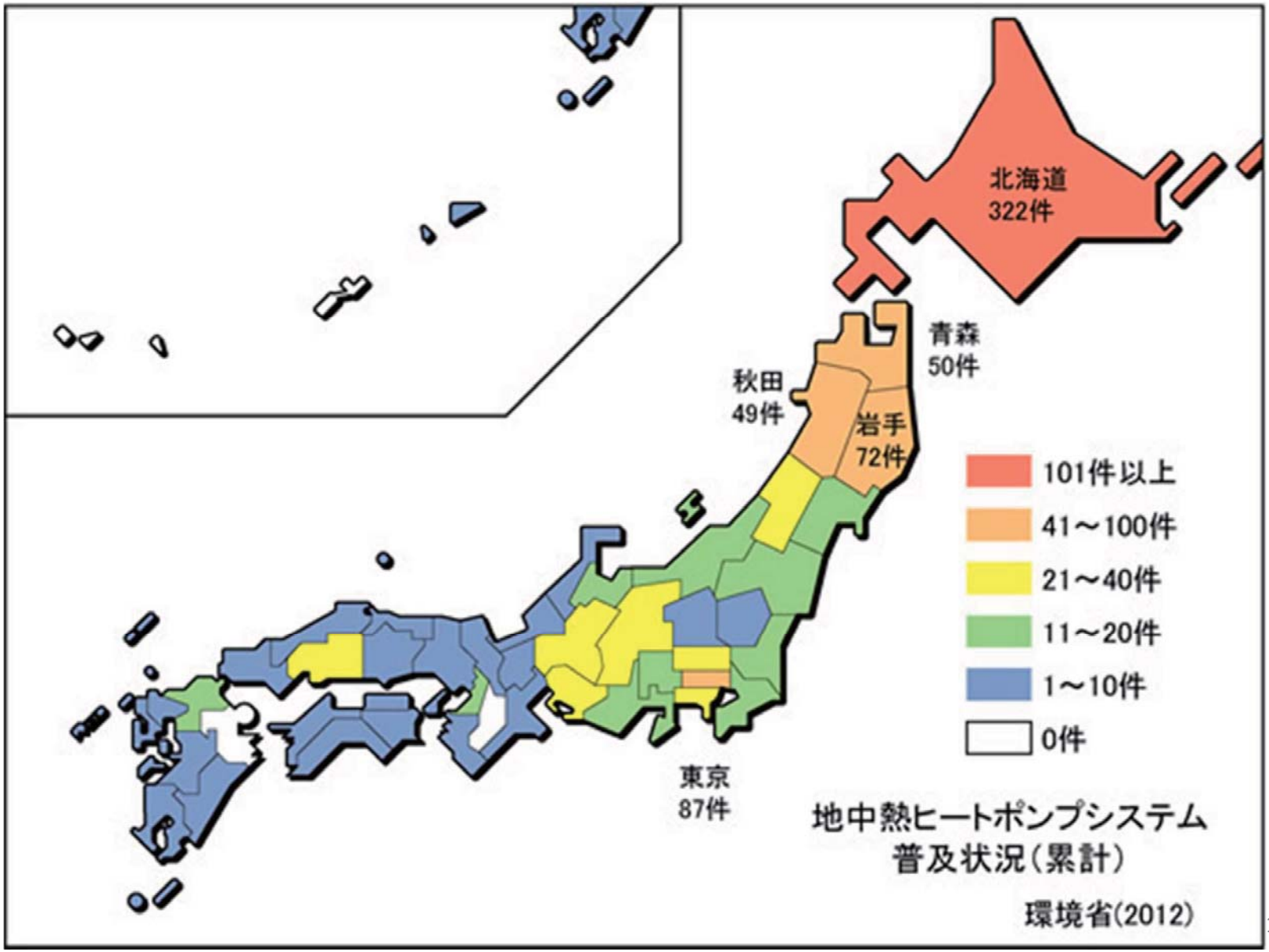
地中熱利用の現状（国内）

導入箇所では住宅が44%を占める



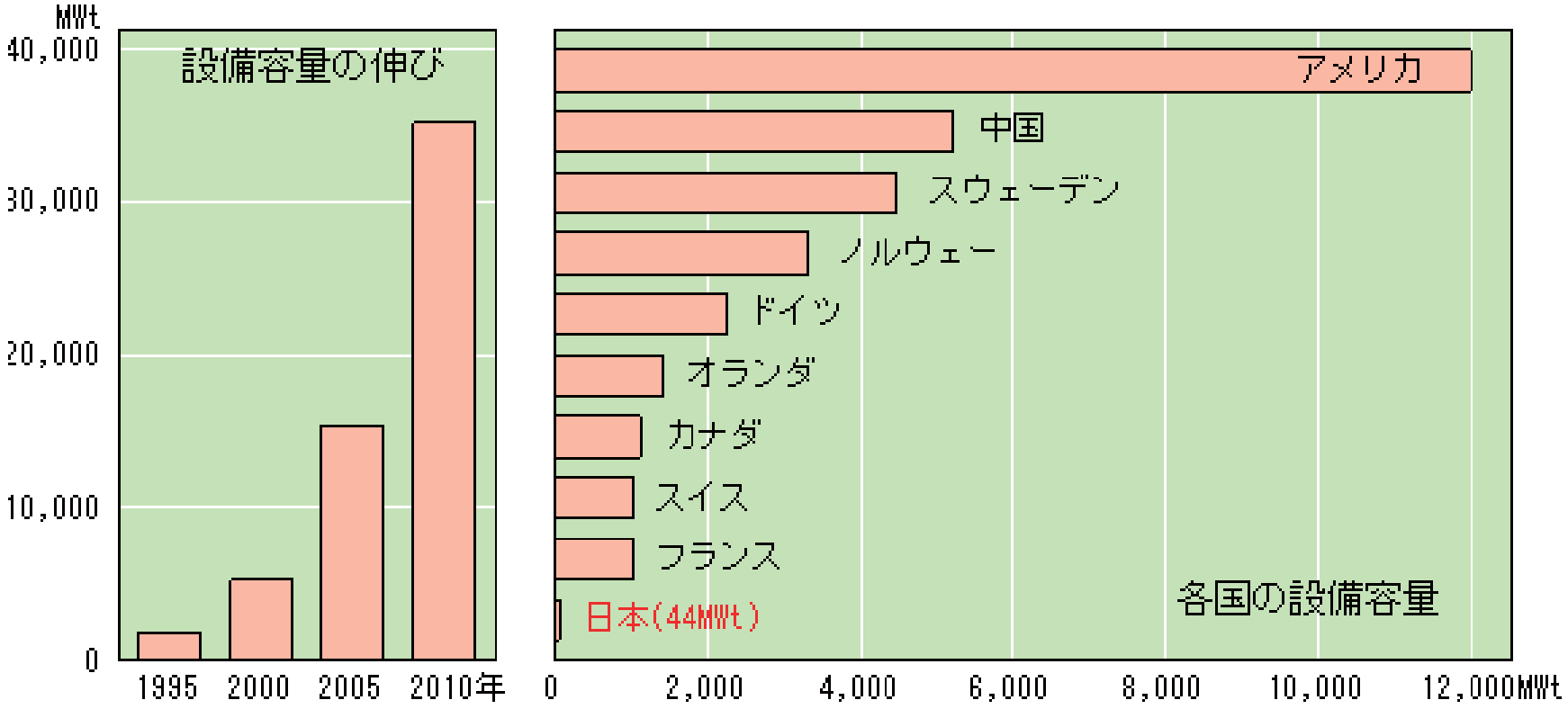
導入箇所の割合（2011年末まで）

地中熱利用の現状（国内）


北海道
322件
青森
50件
秋田
49件
岩手
72件
東京
87件
101件以上
41～100件
21～40件
11～20件
1～10件
0件
地中熱ヒートポンプシステム
普及状況（累計）
環境省(2012)

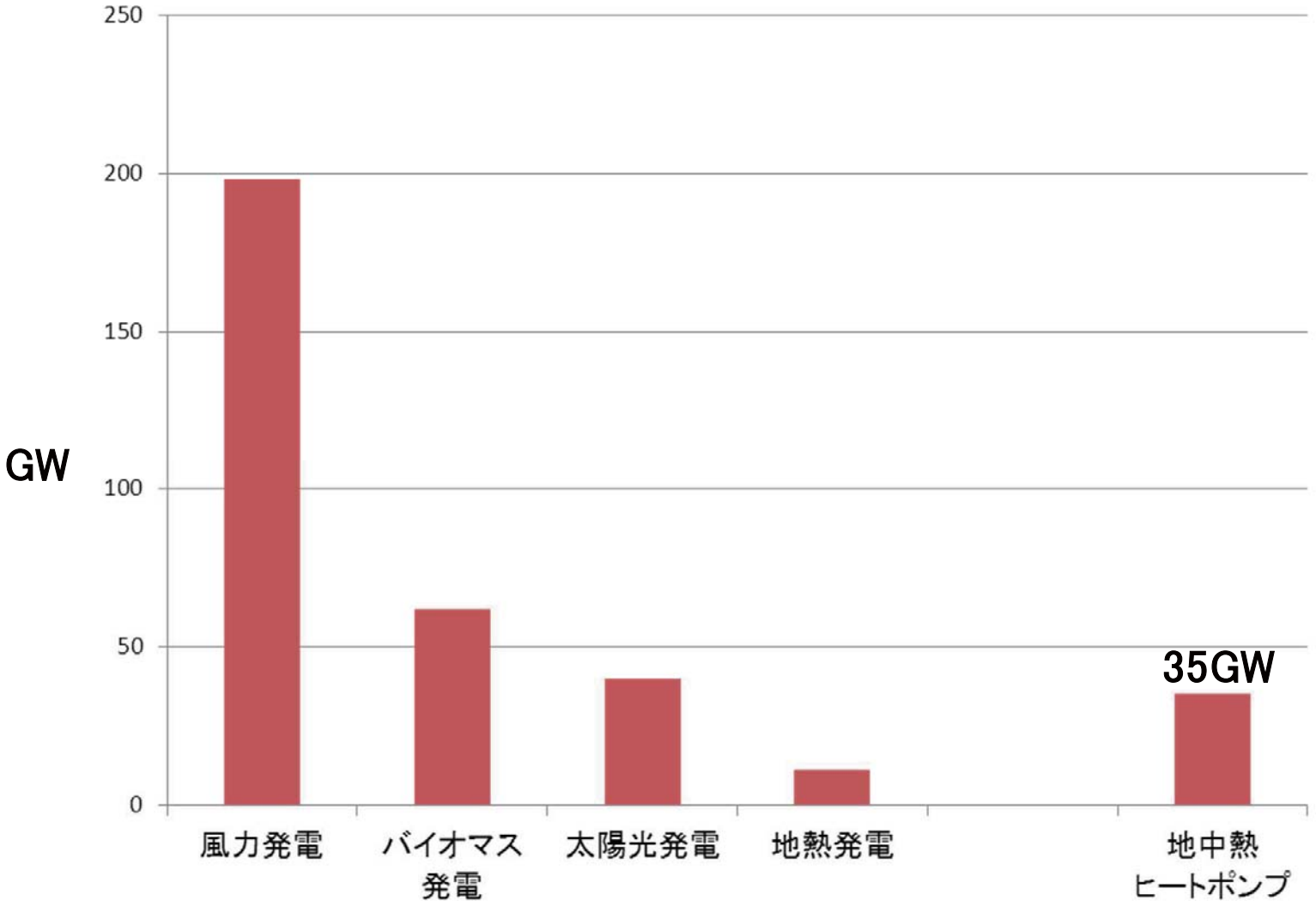
地中熱利用の現状（世界）

アメリカは100万台を超え、中国は国策で急成長している。
北欧諸国も20万-50万台普及。日本はわずか1000台。



※地中熱利用促進協会資料

地中熱利用の現状（世界）



再エネ発電（水力は除く）の合計： 312GW （ 世界エネルギー白書2011， Lund et al., 2010 ）

地中熱利用の現状（空調）

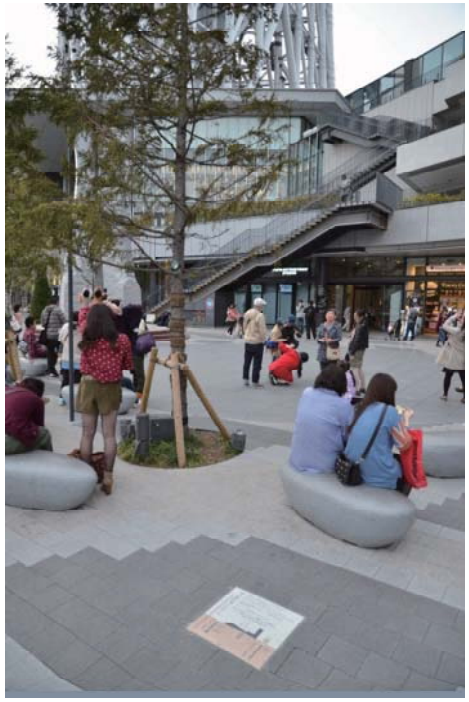
KITTE（JPタワー）

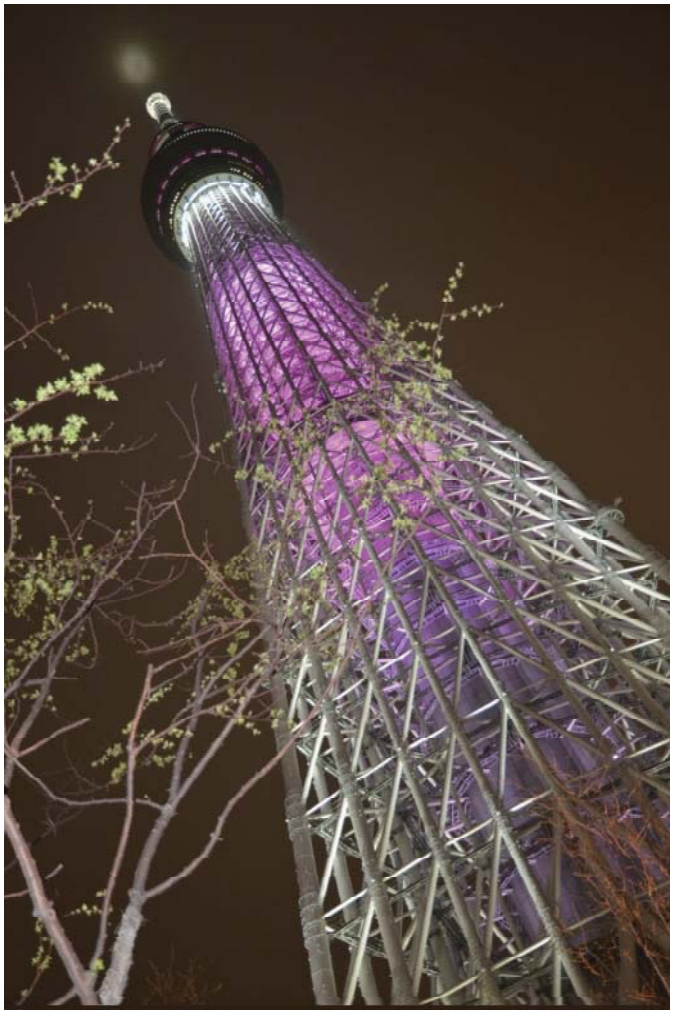
東京都千代田区
（東京駅丸の内口側）
平成25年開業
熱交換器：85m×22本（WU）
1階部分の置換式空調に利用

地中熱利用の現状（空調）

東京スカイツリー

東京都墨田区
平成24年開業
熱交換器：120m×21本
地域冷暖房施設の一部





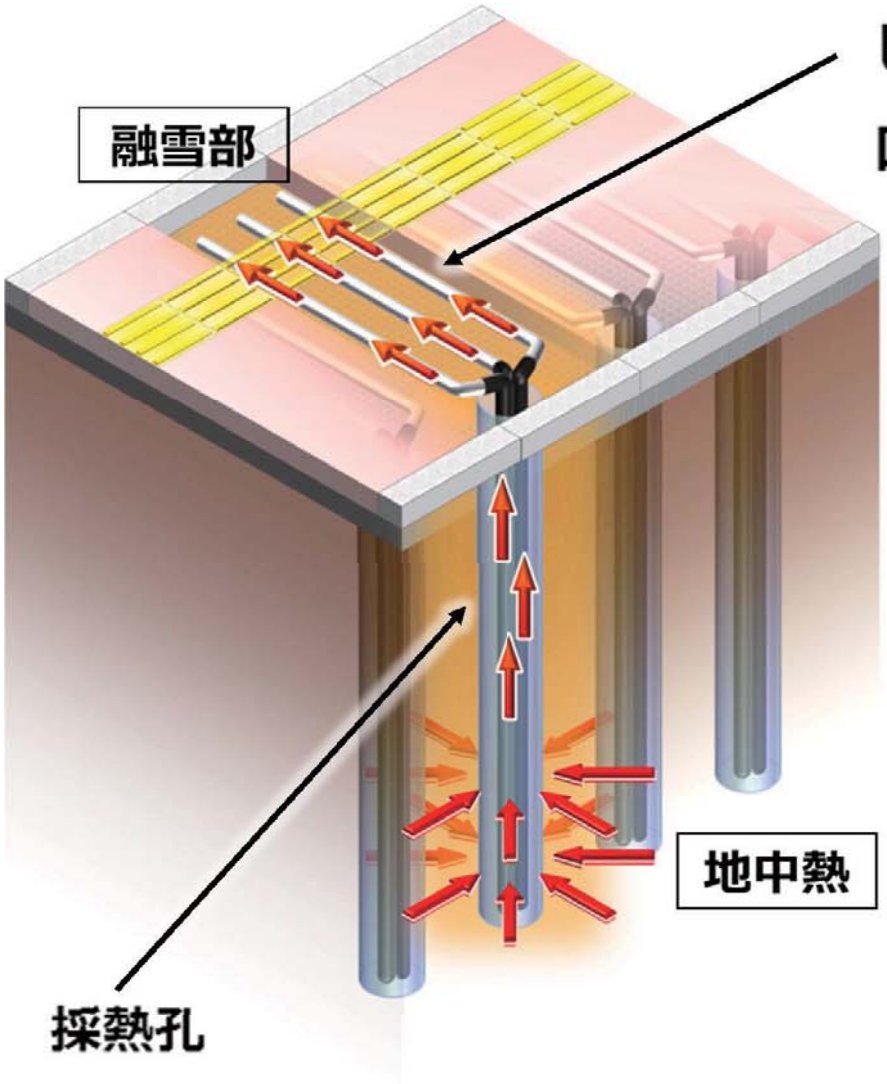
地中熱利用の現状（融雪）

歩道融雪施設の施工事例（青森市内）

採熱孔掘削機械

地中熱利用ヒートポンプ36.9KW

地中熱利用の現状（融雪）



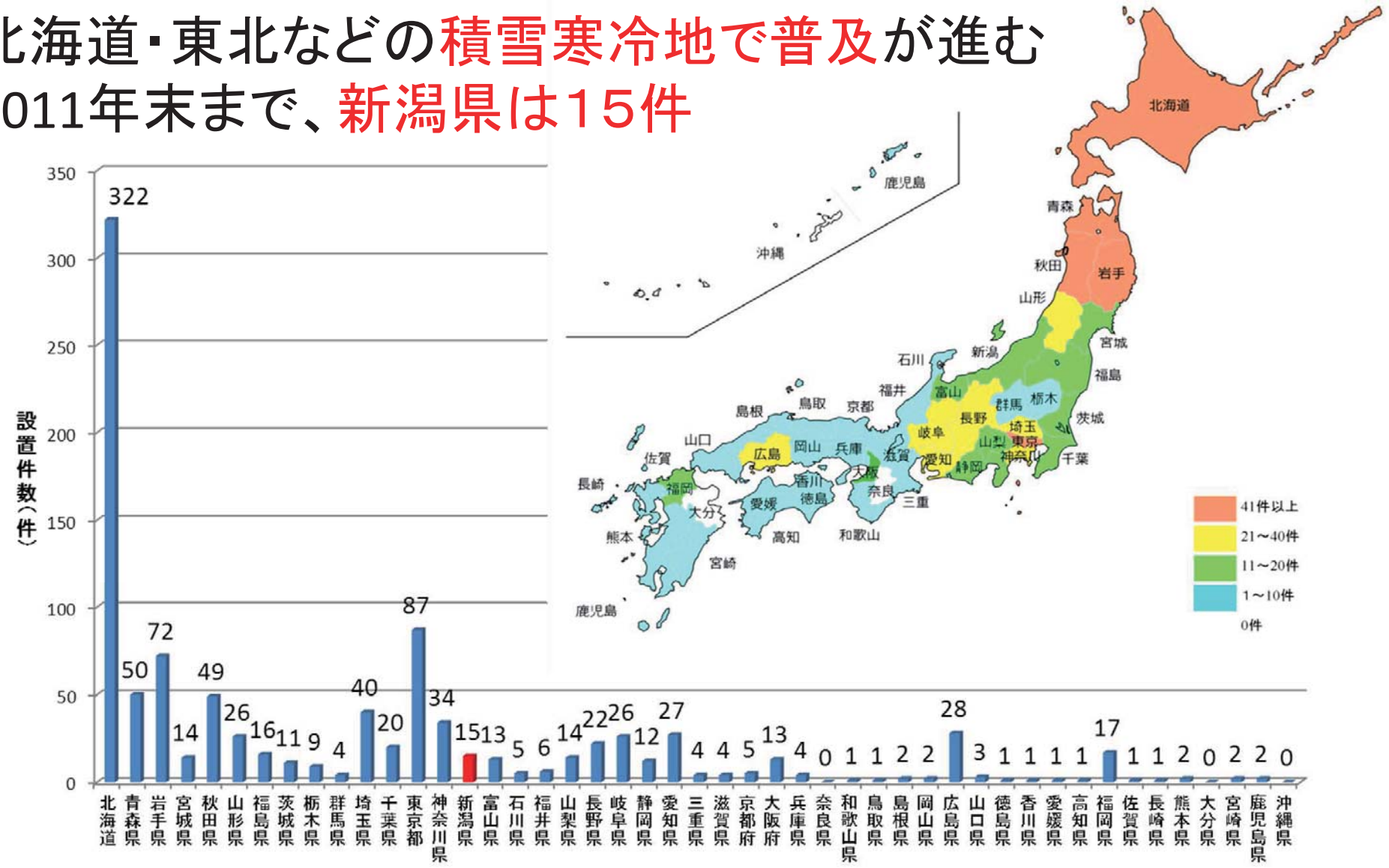
青森市本町地内

地中熱利用の現状（農業）

(Fujii & Ohyama, 2009)

新潟県内における現状

北海道・東北などの積雪寒冷地で普及が進む
2011年末まで、新潟県は15件



全国の地中熱ヒートポンプの導入状況

図：環境省報道発表資料（2012.11.13）より

新潟県内における現状

2011年末までの15件から、
2013年度末には43件となった。
・・・しかし、普及にはほど遠い数。

2012年以降の新潟県内への導入見込み件数

導入箇所	設置件数
住　宅	12
公共施設	2
福祉施設	4(4)
事務所	3
店舗(住宅展示場)	2
病院・医療施設	1(1)
工　場	1
農業施設	3(1)
計	28(6)

(　)内はオープン方式の件数(内数)

用　途	設置件数
空　調	21
融　雪	4
給　湯	3
その他(栽培管理)	3

注)新潟県地中熱利用研究会調べ(2013.8.)
・2013年度補助申請採択件数(経産省4件、環境省4件)も含む
・研究会会員へのヒアリング、及び(一財)新エネルギー導入促進協議会にホームページ、(一社)低炭素社会創出促進協会のホームページより。
・用途は1設備で複数用途あり。

新潟県内における現状（空調）

興和ビル

新潟市中央区（県庁となり）
平成24年空調機器更新
熱交換器：100m×8本（WU）
2階空調の一部に導入

運転状況モニター

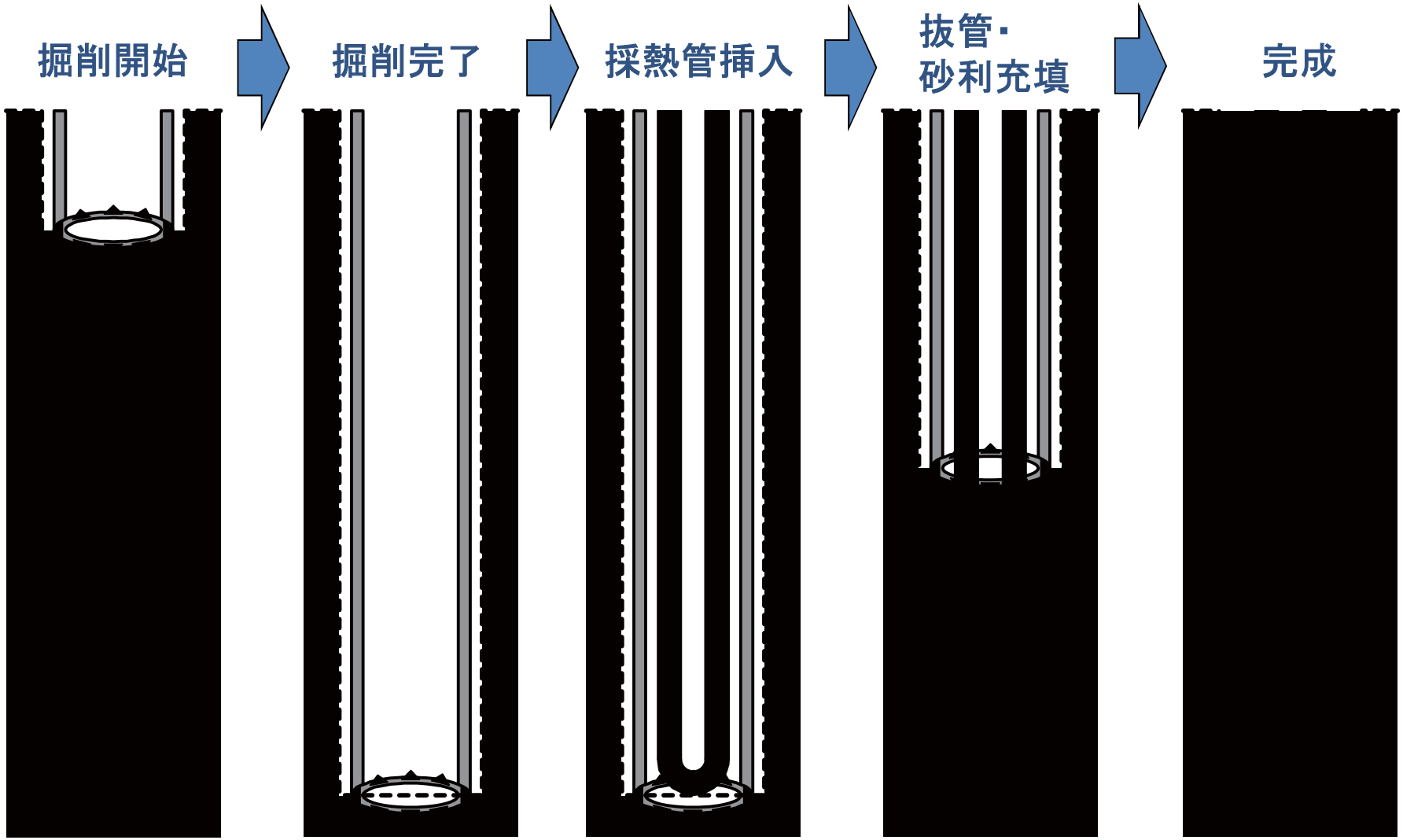
ヒートポンプ

新潟県内における現状（空調）

施　　主：山田建築　様
施工場所：新潟市内　1箇所
　　長岡市内　1箇所
施工期間：平成24年7月11日～20日
施工内容：採熱用井戸
　　φ179mm×100m×2孔
掘削機械：ソニックドリルSD-175
　　（超高速振動掘削機）

地中熱交換器の設置方法

ボーリングを行い採熱管（Uチューブ）を挿入する。



手順①　掘さく（ボーリング）

掘削コスト低減のため、出来るだけ短期間で掘削できるボーリングマシンが選定される。掘削は100mで2日程度。

高速振動掘削機（ソニックドリル）

リングビット（φ179㎜）

掘削ロッド（長さは3m）

手順②　Uチューブ挿入

Uチューブに水を注入し、さらに錘を取り付け、掘削ロッド内に挿入していく。準備から挿入完了まで1時間程度。

錘（枠内）の取り付け作業

Uチューブの挿入作業※

※写真は、W-Uチューブ（黒いパイプ）と、温度計測管（青いパイプ）の挿入状況

手順③　砂利挿入

ボーリング孔に、砂利（もしくは硅砂）を充填する。

充填砂利

充填状況

手順④　設置完了

ケーシングロッドを抜き、最後に水圧試験によりUチューブの破損がないことを確認して、設置完了となる。

抜管作業

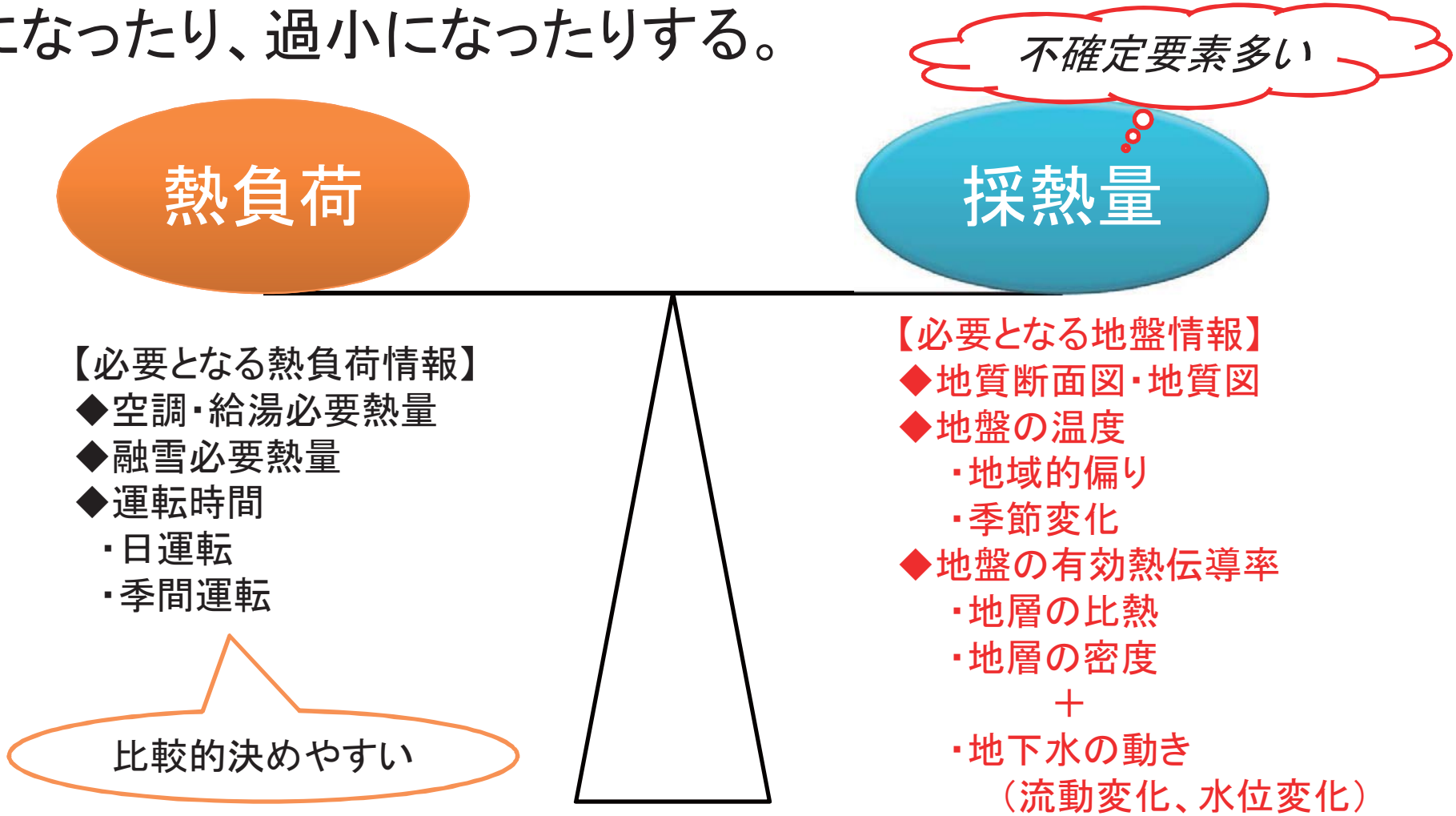
水圧試験

熱交換器の設置完了

さて、どのくらい採熱できるのだろう？

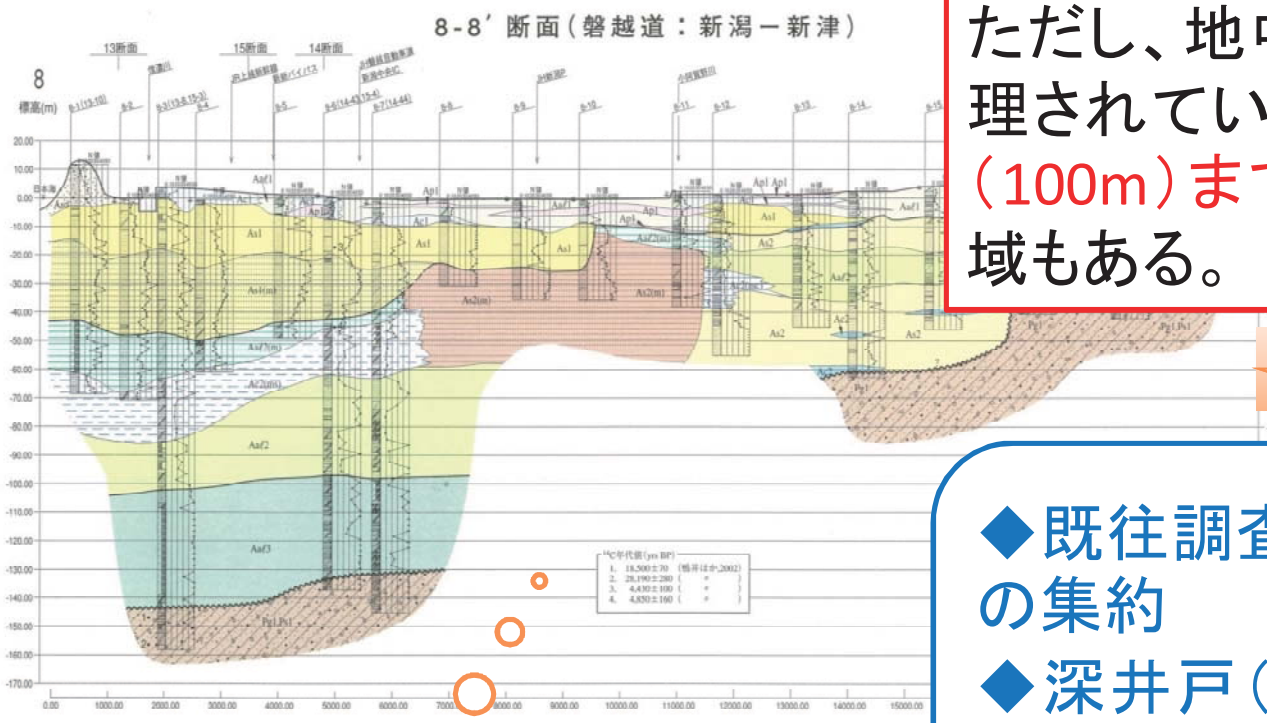
地盤情報整備の重要性

採熱量は地盤の熱特性や地下水状況などにより異なる。
ここで、熱負荷に対するバランスが崩れると、設備が過大になったり、過小になったりする。



地質断面図の整備状況

新潟県内では、地質図、地質断面図、水理地質断面図は良く整備されている。



ただし、地中熱利用の観点で整理されていないので、採熱深度（100m）までの地質が不明な地域もある。

深部の情報がない

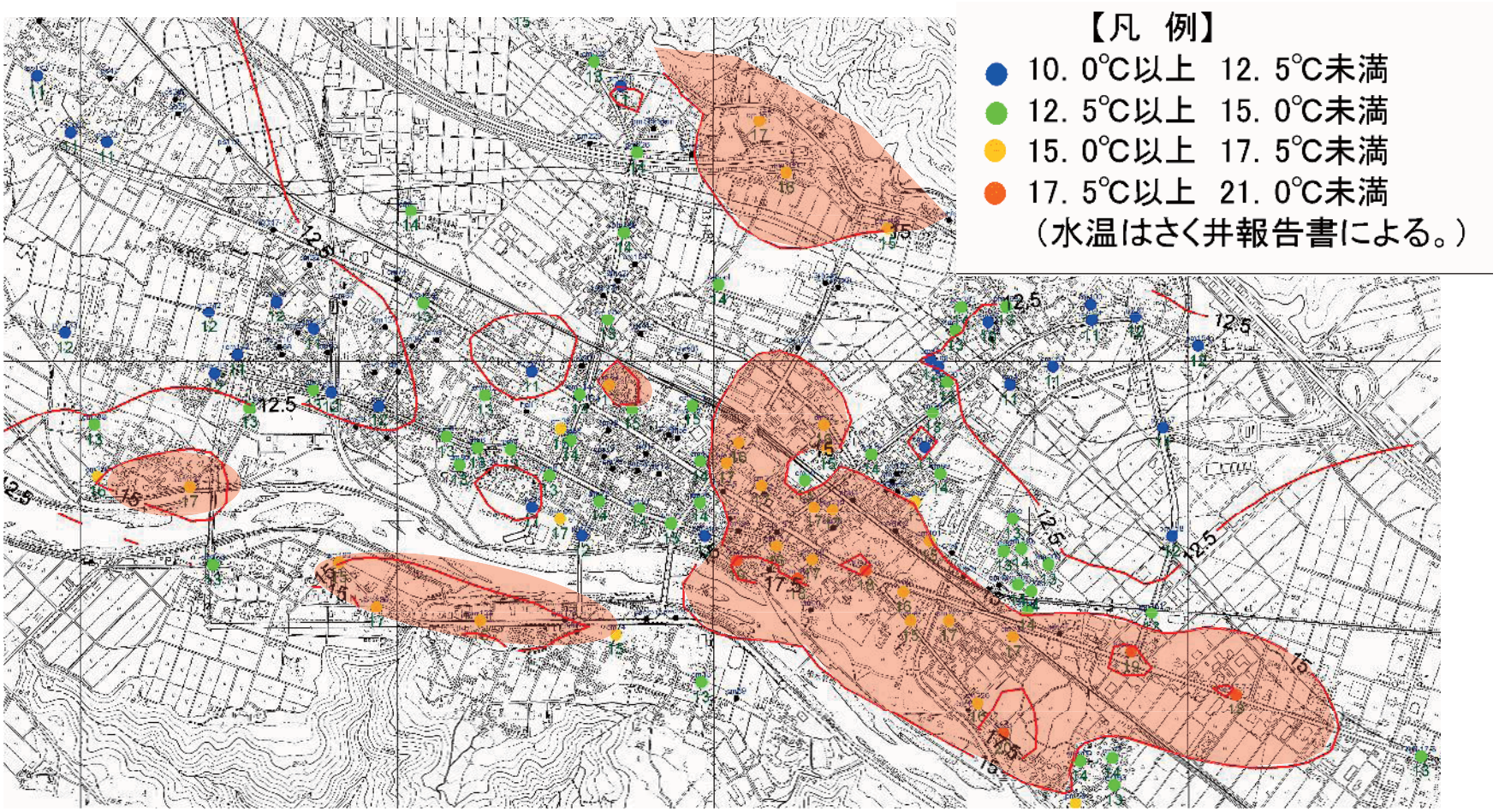
◆既往調査の水理地質断面図の集約

◆深井戸（消雪井戸）データの活用による、深度100m程度までの水理地質断面図の整備

（図：（社）新潟県地質調査業協会2002：新潟県地盤図）

地盤の温度（地域的偏り）

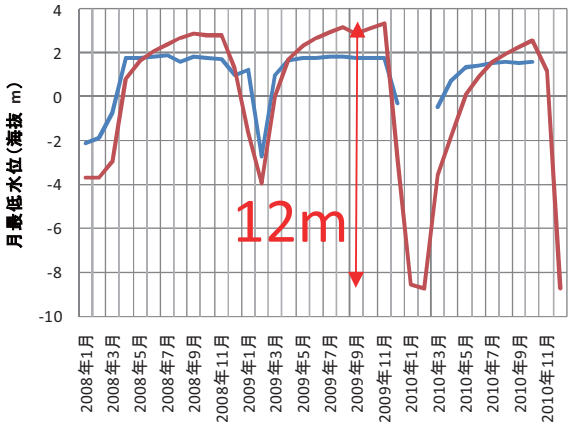
六日町盆地では、狭い範囲で11～20℃と変化している（さく井記録の整理結果）。



六日町の地下水温分布

（図：平成18年度新潟県南魚沼市における地盤沈下低減対策検討調査報告書　平成19年3月　新潟県南魚沼市、環境省委託業務）

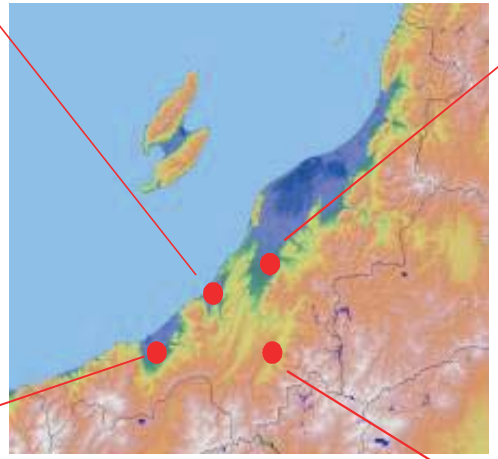
冬期地下水位低下状況（県内各地）

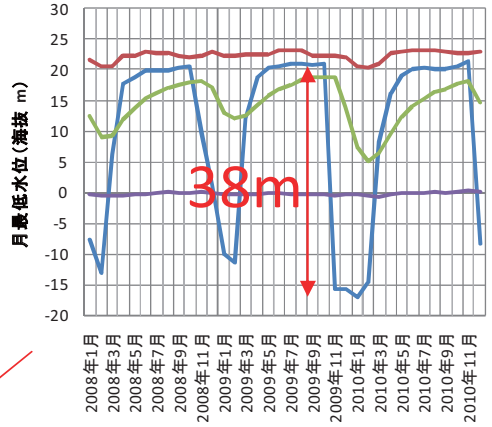


柏崎平野

柏崎（新橋43m井）
柏崎（東部公園120m井）

深い帯水層は12月まで水位は回復せず

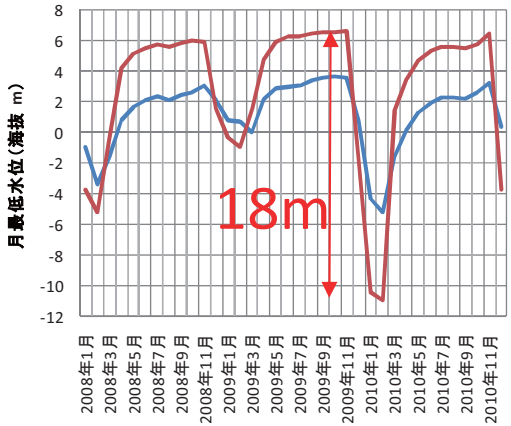




越後平野（長岡）

長岡（日越小97m井）
長岡（前川小22m井）
長岡（四郎丸小22m井）
新潟（黒鳥170m井）

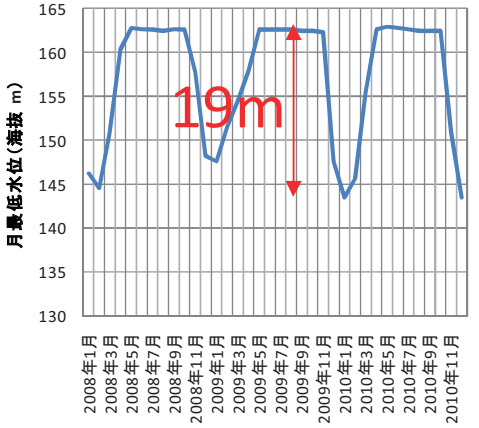
降雪期直前の12月まで水位は回復せず



高田平野

高田G2（137m井）
高田地区館（52m）

降雪期直前の12月まで水位は回復せず



魚沼盆地（南魚沼）

南魚沼（河原崎60.5m井）

融雪期には水位が回復し、ピークとなる

（新潟県県民生活・環境部：長岡地区の地盤沈下（35），新潟平野の地盤沈下，上越地区の地盤沈下(40)、柏崎地区の地盤沈下(23)平成23年3月　より作成）

面的に見た冬期地下水位低下状況（魚沼市）

降雪時には、市街地で地下水位が大きく低下し（目玉の出現）、地下水の流動方向も変化している。

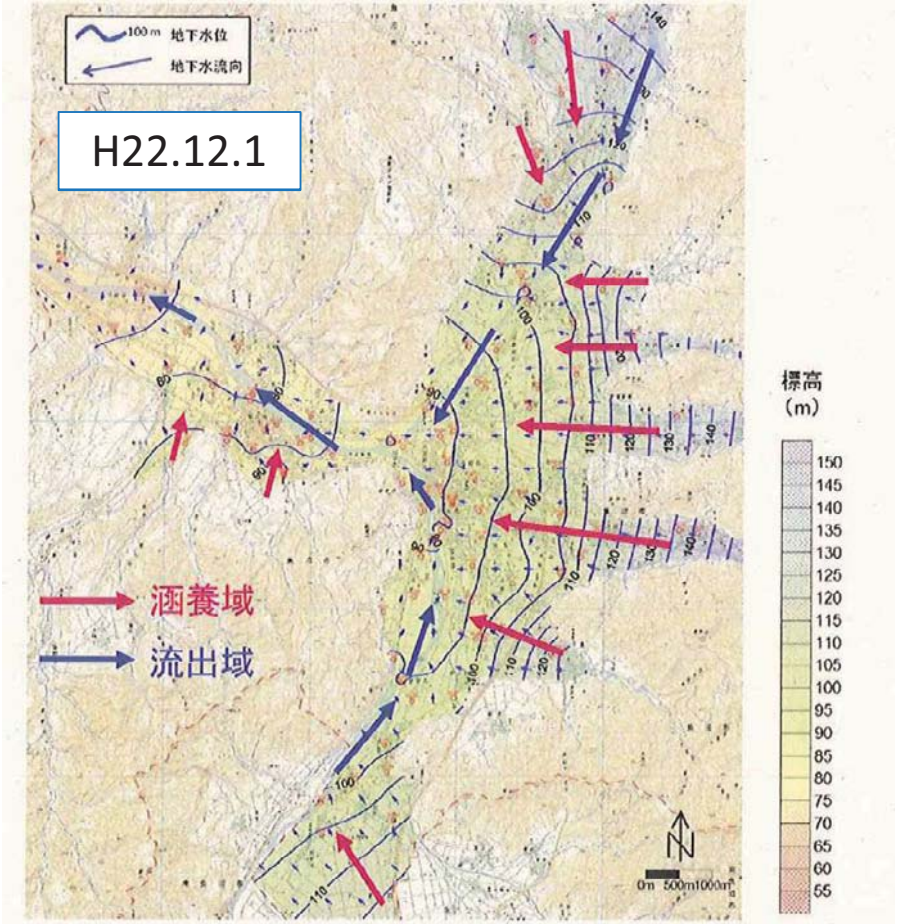


図 3-1 水位標高と河川の涵養・流出の関係（H22.12.1 一斉水位調査実施時）

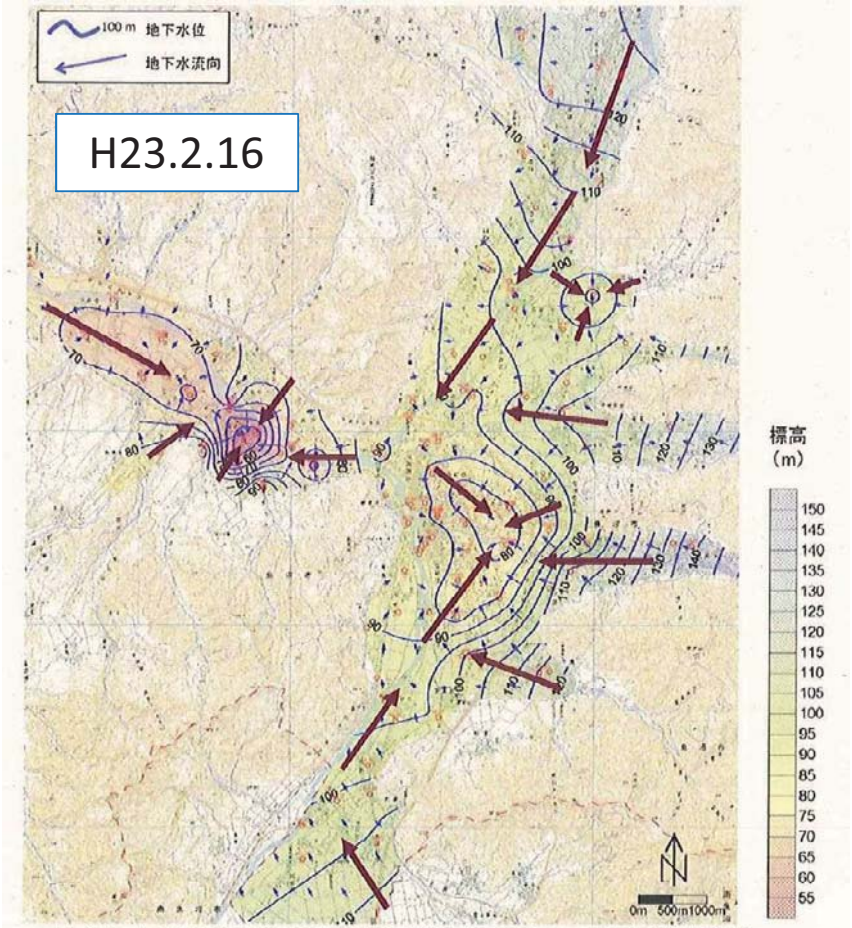


図 3-2 水位標高と河川の涵養・流出の関係（H22.2.16 一斉水位調査実施時）

地下水面図（降雪期前と降雪期）

図：魚沼市の地下水保全に関する調査報告（魚沼市役所ホームページ）

地盤の見掛け熱伝導率

大幅な地下水位の低下は、採熱性能（地盤の有効熱伝導率）に影響する場合がある。

土壌・岩盤の有効熱伝導率

地質	有効熱伝導率（W/(m・K)	
	飽　和	不飽和
砂	1.53	1.19
砂　礫	2.0	
シルト	1.44	
粘　土	1.27	0.92
火山灰	1.18	0.90
泥　炭	1.22	0.88
ローム層	1.0	0.72
岩（重量）	3.1	
岩（軽量）	1.4	
花崗岩	3.5	

表：地中熱ヒートポンプシステム（オーム社）p.92より

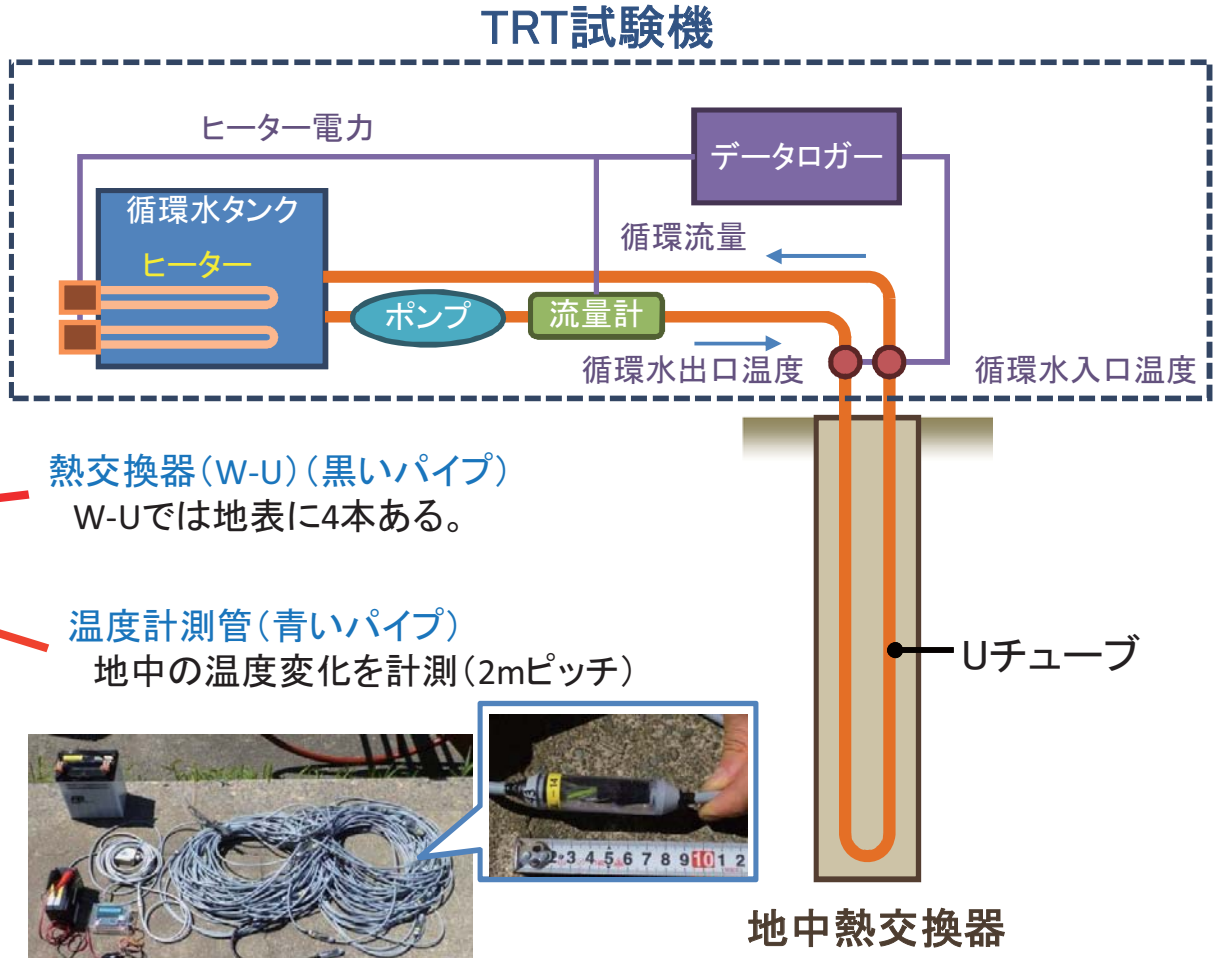
有効熱伝導率は、地層の層相（比熱と密度）と地下水の状態で変化する。

表中の「飽和」は、地下水あり、「不飽和」は地下水がない状態。地下水位が低下し不飽和になると有効熱伝導率が低下する。

◆県内地下水位観測データの集約（特に市町村独自観測分）
◆地下水位変動状況（夏期・冬期）の把握

熱応答試験（TRT）

地盤の有効熱伝導率は、熱応答試験により求めることができる。これを、熱需要時期に合わせ実施する。

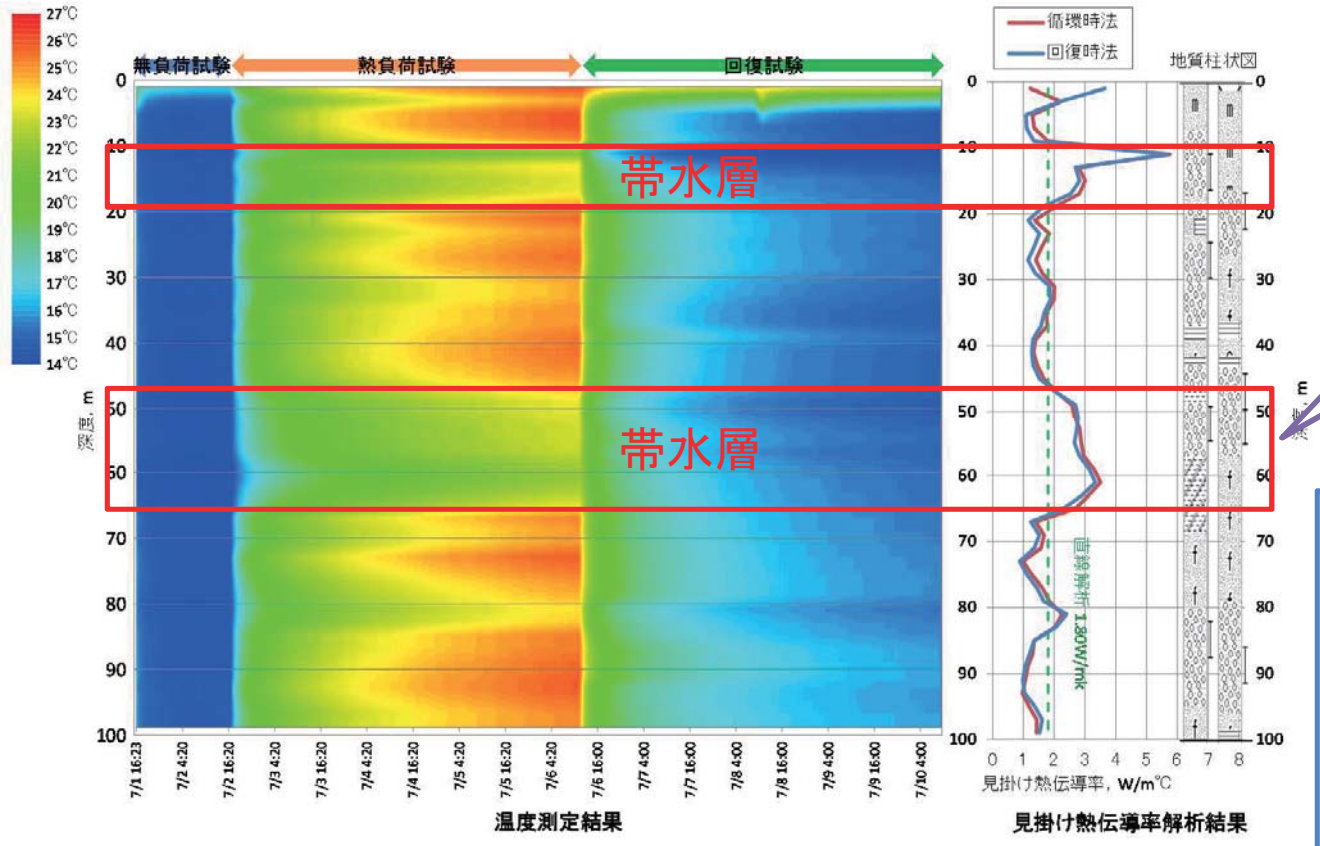


【熱応答試験】

地中に一定負荷を掛けた時の温度応答の変化から、有効熱伝導率と、熱交換器の熱抵抗を求めるもの。

熱応答試験の結果

地下水の流動がある場所では、加熱中の温度上昇は小さく、加熱停止後の温度回復が早い。採熱・放熱に有利となる。



深度別有効熱伝導率解析結果

帯水層では、有効熱伝導率が高い。

○消雪井戸の揚水により、地下水流動が加速されれば、有効熱伝導率はさらに良くなる。

図：新潟県内での実施例

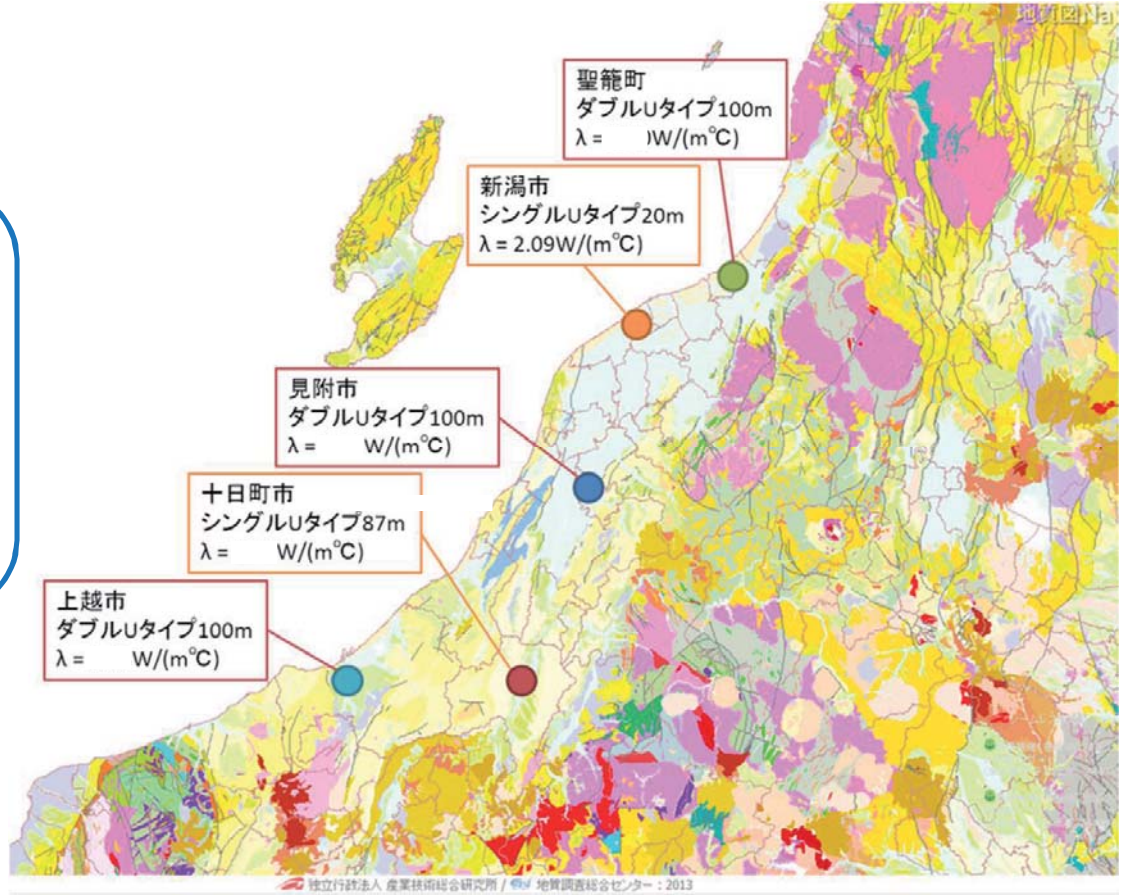
地中熱ポテンシャルマップの整備

新潟県のような消雪用地下水の普及地域では、夏期と冬期で地盤の有効熱伝導率が変化することが予想される。

◆夏期・冬期の有効熱伝導率データの蓄積

◆有効熱伝導率マップの整備

地中熱利用システムの最適設計



有効熱伝導率マップの整備イメージ

図ベース：産総研地質図navi

地中熱利用の展望

普及施策と対応策（笹田,2013）

普及課題	対応策
コスト（とくに初期コスト）	◆投資回収期間（初期コストの回収期間）の短縮 ◆国・地方の導入支援策 ◇グリーン熱証書（ランニング時の支援）
認知度	◆地中熱利用を多くの市民・行政担当者が理解 ◆知名度の高い建築物に地中熱利用設備を導入 ◆実証事例の蓄積による信頼性醸成
国及び地方の施策	◆助成制度等の政策の充実 ◆公共部門での率先導入 ◇省エネ基準（への対応）
技術開発	◆システム性能向上 ◆低コスト化 ◇ゼロ・エミッション・ビル/住宅の実現 ◆複合システムと街づくり
地質情報整備	◆地質情報のデータベースの整備
環境影響評価	◇環境省のガイドライン ◆環境影響評価の研究
技術の普及	◆技術の標準化 ◆人材の育成

表：笹田政克「地中熱利用の現状と展望」2013年2月再エネ熱シンポ新潟

地中熱利用の展望

◇投資回収期間（初期コストの回収期間）の短縮
⇒ボアホール本数を必要最低限に抑える

単位長さあたりの採熱量により、本数＝長さが決まる

【経験値に基づく概算法】※

$$\text{冷房用の必要長さの目安（m）} = \frac{\text{冷房最大負荷（W）} \times (\text{COP} / (\text{COP}-1))}{30\sim40\ (\text{W/m})}$$

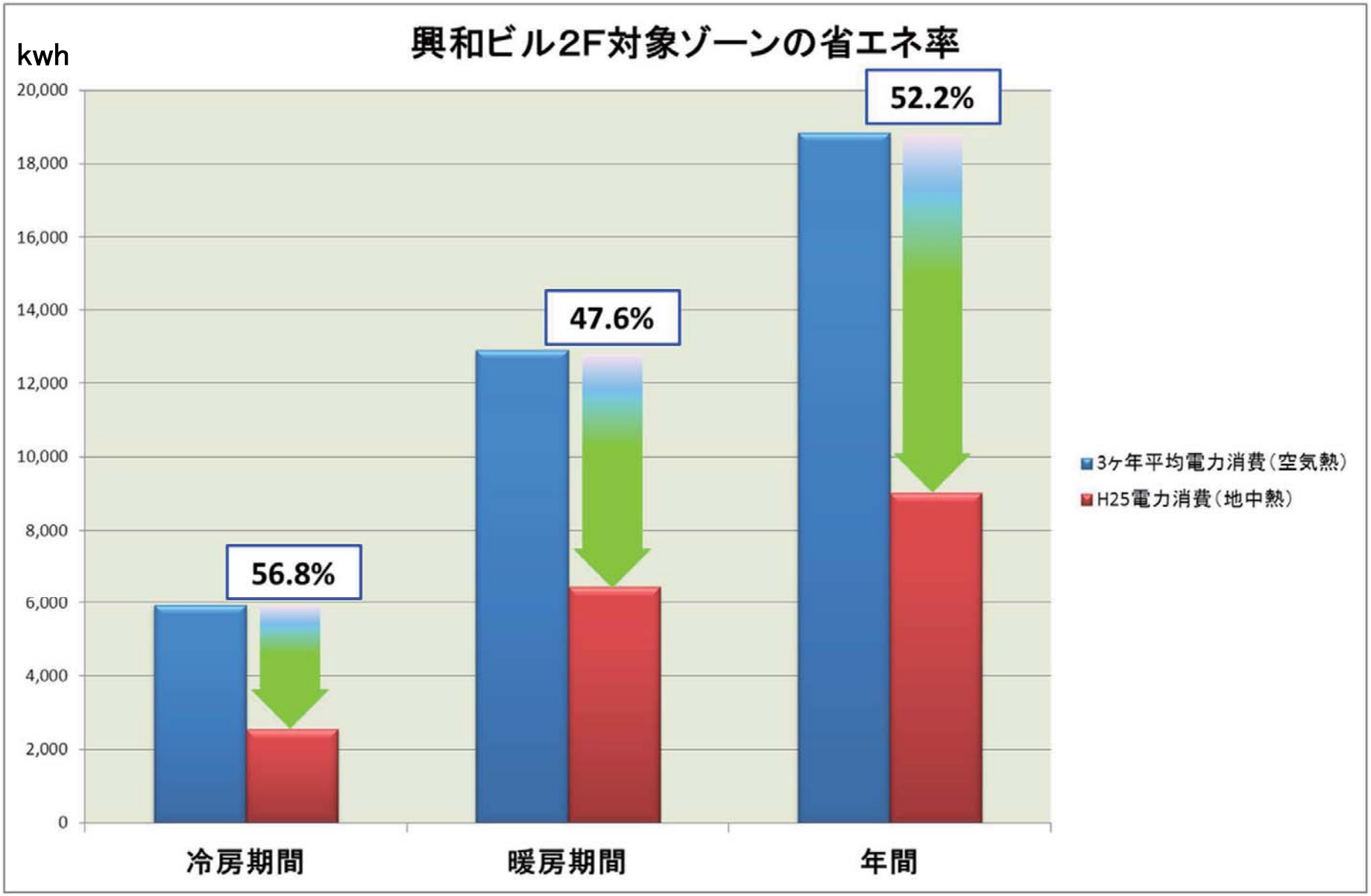
興和ビルの場合、採熱量を多目に見込み60W/mとして、
冷房空調負荷　35,515W、COP5.0　⇒　必要長さ739m　⇒　100m×8本

今夏の放熱状況（温度差）を見ると、まだまだ余裕がある。

今後は地質情報（地盤の有効熱伝導率等）を把握し、設計に活かすことが重要

※「地中熱ヒートポンプシステム」（オーム社）

地中熱利用の展望

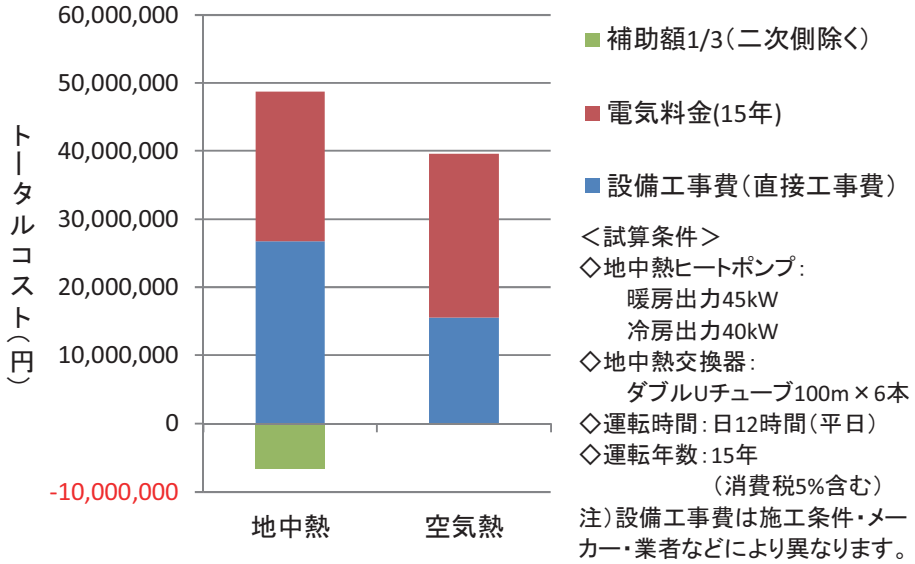

興和ビル2F対象ゾーンの省エネ率
kwh
20,000
18,000
16,000
14,000
12,000
10,000
8,000
6,000
4,000
2,000
0
56.8%
47.6%
52.2%
冷房期間
暖房期間
年間
3ヶ年平均電力消費（空気熱）
H25電力消費（地中熱）

地中熱利用の展望

◇投資回収期間（初期コストの回収期間）の短縮

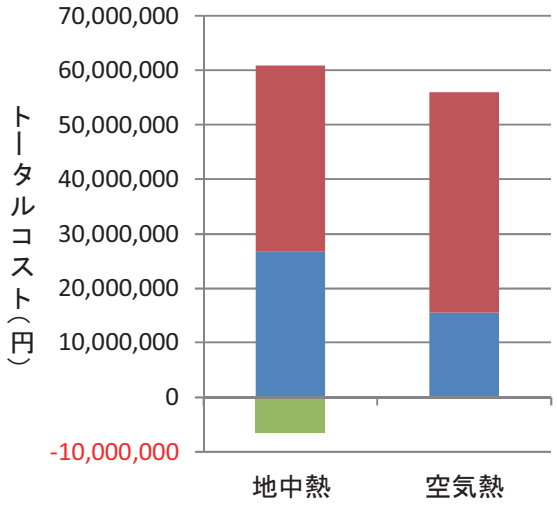
⇒稼働率の高い施設への導入（病院、店舗、消防等）

事業所（12時間稼働）



＜試算条件＞
◇地中熱ヒートポンプ：
暖房出力45kW
冷房出力40kW
◇地中熱交換器：
ダブルUチューブ100m×6本
◇運転時間：日12時間（平日）
◇運転年数：15年
（消費税5%含む）
注）設備工事費は施工条件・メーカー・業者などにより異なります。

店舗（24時間稼働）



＜試算条件＞
◇地中熱ヒートポンプ：
暖房出力45kW
冷房出力40kW
◇地中熱交換器：
ダブルUチューブ100m×6本
◇運転時間：日24時間（全日）
◇運転年数：15年
（消費税5%含む）
注）設備工事費は施工条件・メーカー・業者などにより異なります。

※経産省の補助金活用を想定した試算結果

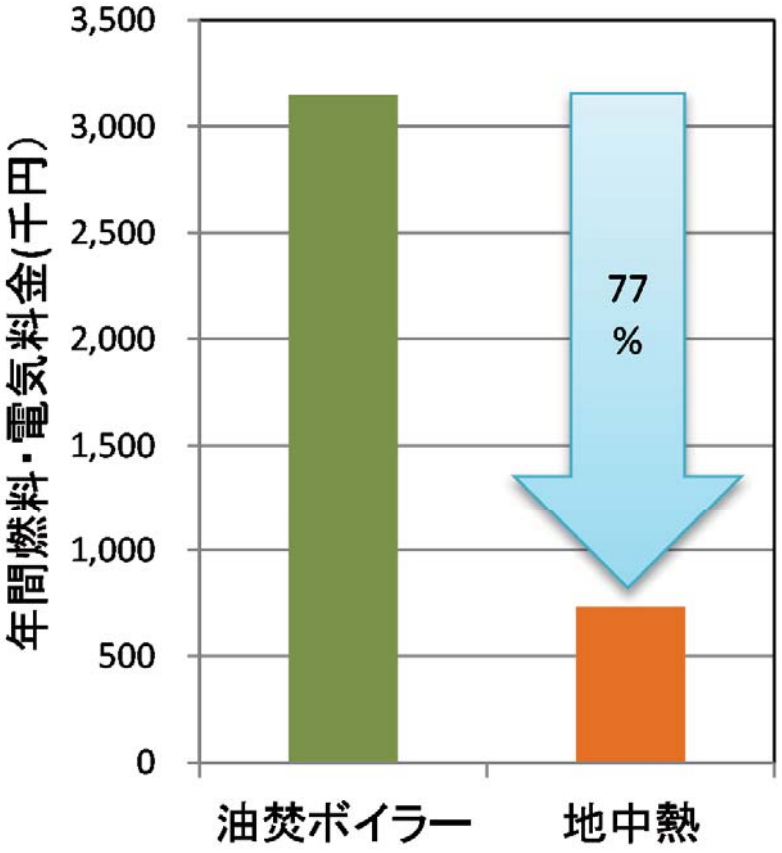
図：横浜市泉区ホームページ「横浜市泉区の地中熱利用」より

地中熱ヒートポンプを導入した消防署（札幌市）

地中熱利用の展望

◇投資回収期間（初期コストの回収期間）の短縮

⇒油焚きボイラーとの比較（暖房・融雪利用を想定）



試算条件：A重油ボイラー出力93kW、地中熱ヒートポンプ暖房能力95kW、150日×22時間運転、消費電力はメーカーカタログ値、電力は北海道電力融雪用電力B

※図：環境省「地中熱ヒートポンプシステム」より

地中熱利用の展望

◇投資回収期間（初期コストの回収期間）の短縮

⇒掘さく機の稼働率を上げる（掘さくコスト低減）

⇒普及を加速させる（量産効果による機器コスト低減）

振動回転式掘削機ソニックドリル

コロナ

サンポット

ディンプレックス（独）

ゼネラルヒートポンプ工業

JFEエンジニアリング

地中熱用ヒートポンプ

地中熱利用の展望

◇技術の標準化

⇒NPOの施工管理マニュアルの活用

◇人材の育成

⇒研究会による勉強会、見学会、セミナーの開催

⇒NPO法人地中熱利用促進協会との連携

見学会（県研究会）

設計講座（NPO）

政府事業説明会（NPO）

地中熱利用の展望

◇地中熱の新しい利用方法（ニーズの掘り起し）

まだ気づいていない利用分野、地域・豪雪地の課題

⇒温める・・・融雪（屋根・路面）、農業、、、、

⇒冷やす・・・農業、製造業、、、

◇地域のシーズの活用（技術、ノウハウ、アイディア、人材、設備など）

⇒研究会各社の保有技術

（さく井、パイプ、ヒートポンプ、電気、融雪、設備、etc.）

新潟　12版▲　2012年（平成24年）2月21日　火曜日　享月

雪の死傷者数322人

「平成18年豪雪」超す

この冬の雪による死傷者が「平成18年豪雪」（2005年度）の320人を上回る322人に上ったことが20日午後2時の県のまとめでわかった。除雪作業中の事故による死傷者が多く、65歳以上が4割以上の142人いる。

県危機対策課によると、この冬の死傷者のうち、死者は24人、重軽傷者は298人。死亡したケースのほとんどは、屋根の雪下ろし中に転落したり、除雪機に巻き込まれたりした、除排雪中の事故という。

「平成18年豪雪」の死傷者の内訳は、死者32人、重軽傷者288人だった。

県に記録がある中で最も死傷者が多かったのは1983年度の488人（死者34人、重軽傷者454人）。同課は「当時はまだ雪崩対

地中熱利用の融雪

農業施設への試験導入（県）

まとめ【現状】

◆平成22年に政府のエネルギー基本計画などに「地中熱」が明記され、それ以降、経済産業省、環境省のほか地方自治体により地中熱利用への補助制度が始まった。

◆地中熱ヒートポンプシステムの普及状況は、2011年末までで全国で990件となっている。

◆新潟県内の普及状況は、2011年末までで15件であったが、2013年度末には43件となった。依然としてわずか。

まとめ【展望】

◆地中熱利用の普及課題として、コスト、認知度、国及び地方の施策、技術開発、地質情報整備、環境影響評価、技術の普及などが挙げられる。

◆初期コストの低減については、地質情報の整理により地中熱交換器長さ（本数）の最適設計が行えるようにする。

◆地域・豪雪地の課題に対応した地中熱の新しい利用分野を掘り起こし、地中熱利用の導入、技術開発に努めていく。

御清聴ありがとうございました。

業務用
ビル空調への
地中熱利用の事例

（株）興和

平成26年度地中熱利用普及セミナーin上越

KOWA

発表内容

地中熱ヒートポンプ空調への更新

ボアホール（地中熱交換器）の設置

H25年度の設備稼動状況

補助金の活用と留意事項

地中熱ヒートポンプ空調への更新

○地中熱ヒートポンプ活用のための参考書

- 発行元⇒どちらも**オーム社**

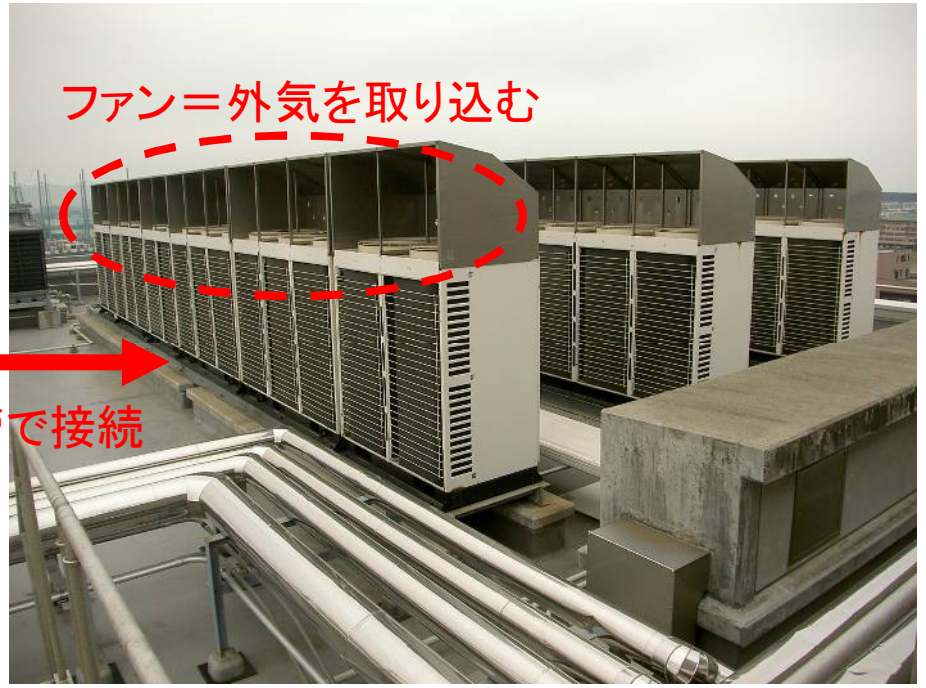
地中熱ヒートポンプ空調への更新

○既設の空調設備

- 平成9年10月竣工⇒既設設備が老朽化
- ビル用マルチヒートポンプエアコン

⇒空気熱源式・・・業務用ビルに広く普及

天井カセット式室内機



空気熱室外機ユニット群

KOWA

地中熱ヒートポンプ空調への更新

○地中熱ヒートポンプの選定

- 業務用、家庭用など複数の地中熱ヒートポンプがラインアップされてきた

コロナ

サンポット

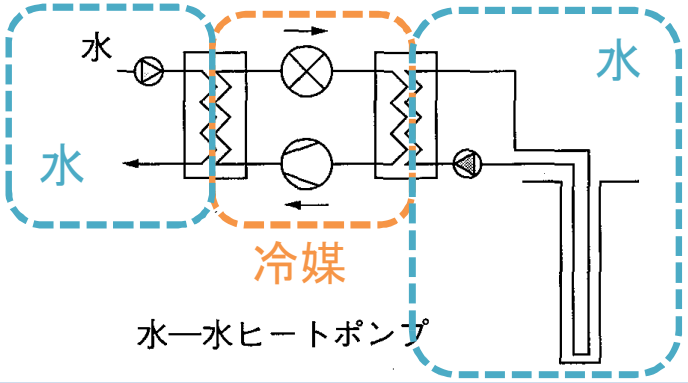
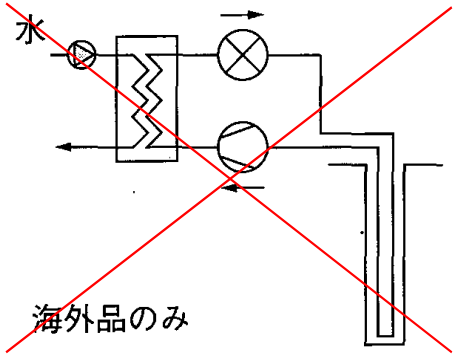
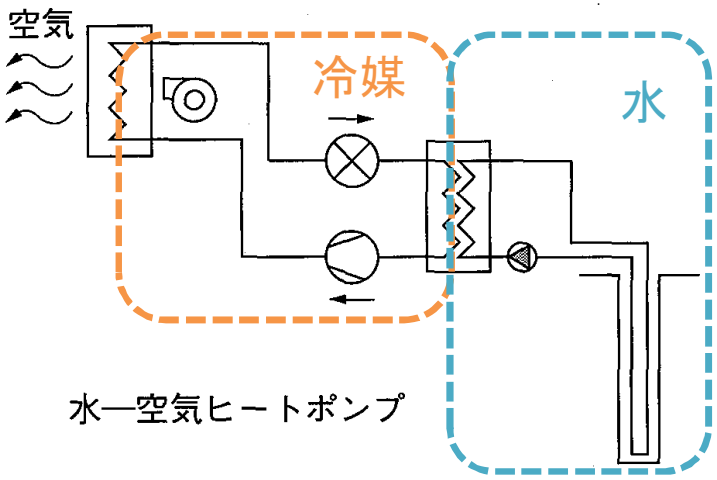
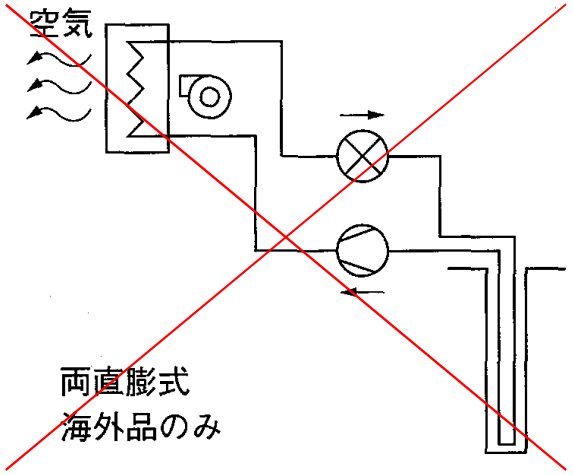
ディンプレックス（独）

ゼネラルヒートポンプ工業

JFEエンジニアリング

地中熱ヒートポンプ空調への更新

○地中熱ヒートポンプの分類

		一次側（採熱側）＝地中熱交換器	
		間接式（水循環）	直膨式（冷媒ガス循環）
二次側（利用側）＝空調室内など	水循環（間接式）		
	空気		

「地中熱ヒートポンプシステム」p.67より

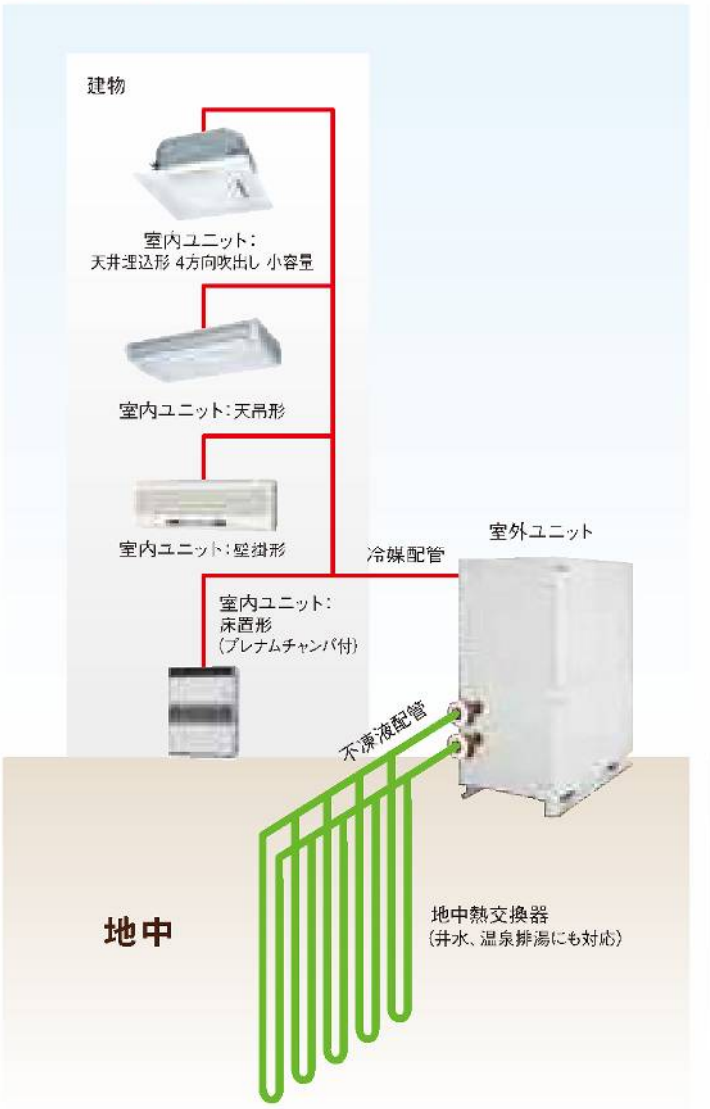
地中熱ヒートポンプ空調への更新

○地中熱ヒートポンプの選定

- 既設は冷媒循環のビルマル
- 室内機天井開口、既設冷媒配管、電気配線などをできるだけ変更しない

⇒地中熱対応マルチ
ヒートポンプエアコン

地中熱源対応水冷式ビル用マルチシステム

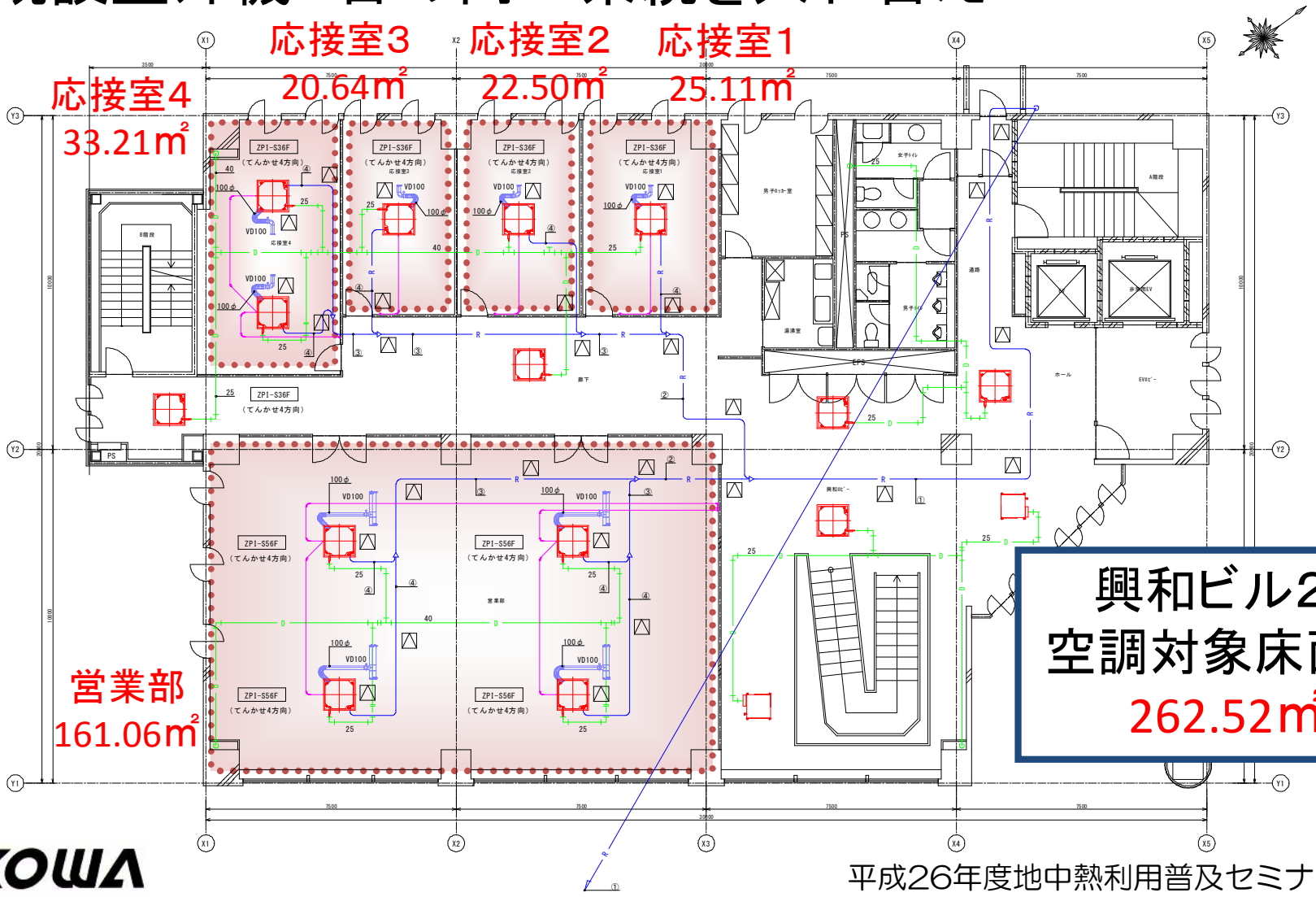


ゼネラルヒートポンプ工業パンフレットより

地中熱ヒートポンプ空調への更新

○地中熱への更新対象

- 既設室外機1台の同一系統を入れ替え



地中熱ヒートポンプ空調への更新

○既設と新設の定格消費電力比較

新設：地中熱
冷房9.41kW／暖房10.91kW

≪

既設：空気熱
冷房19.28kW／暖房16.64kW

	地中熱ヒートポンプ				既設EHPエアコン			
	出力(kW)		消費電力(kW)		出力(kW)		消費電力(kW)	
	冷房	暖房	冷房	暖房	冷房	暖房	冷房	暖房
室外機	40.0	45.0	7.60	9.10	45.0	50.0	18.20	16.10
① 営業部①	5.6	6.3	0.04	0.04	5.0	5.6	0.12	0.06
② 営業部②	5.6	6.3	0.04	0.04	5.0	5.6	0.12	0.06
③ 営業部③	5.6	6.3	0.04	0.04	5.0	5.6	0.12	0.06
④ 営業部④	5.6	6.3	0.04	0.04	5.0	5.6	0.12	0.06
⑤ 応接室1	3.6	4.0	0.03	0.03	3.6	4.0	0.12	0.06
⑥ 応接室2	3.6	4.0	0.03	0.03	3.6	4.0	0.12	0.06
⑦ 応接室3	3.6	4.0	0.03	0.03	3.6	4.0	0.12	0.06
⑧ 応接室4①	3.6	4.0	0.03	0.03	3.6	4.0	0.12	0.06
⑨ 応接室4②	3.6	4.0	0.03	0.03	3.6	4.0	0.12	0.06
計	40.4	45.2	—	—	38.0	42.4	—	—
室外機出力計(kW) [A]	40.0	45.0			45.0	50.0		
室内機出力計(kW) [B]	40.4	45.2			38.0	42.4		
HP消費電力計(kW) [C]			7.91	9.41	—	—	19.28	16.64
システム消費電力計(kW) [D＝C＋X]	—	—	9.41	10.91	—	—	19.28	16.64
COP(室外機定格) [E＝A÷C]	5.06	4.78	—	—	2.33	3.00	—	—
COP(室内機定格) [F＝B÷C]	5.11	4.80	—	—	1.97	2.55	—	—
システムCOP(室内機定格基準) [G＝B÷D]	4.29	4.14	—	—	1.97	2.55	—	—
省エネ率(既設エアコン・室内機定格基準) [H＝{D(既設)−D(地中熱)}÷D(既設)]	−	−	51.2%	34.4%	−	−	0.0%	0.0%

冷房で約50%、暖房で約35%
消費電力を節減できる可能性

地中熱ヒートポンプ空調への更新

○ボアホール（地中熱交換器）必要長さの決定

- ②経験値に基づく概算法（「地中熱ヒートポンプシステム」p.98）

$$\text{暖房用の必要長さの目安(m)} = \frac{\text{暖房最大負荷（W）} \times \dfrac{\text{加熱COP} - 1}{\text{加熱COP}}}{\text{採熱量概算値 } \mathbf{30〜40(W/m)}}$$

$$\text{冷房用の必要長さの目安(m)} = \frac{\text{冷房最大負荷（W）} \times \dfrac{\text{加熱COP}}{\text{加熱COP} - 1}}{\text{採熱量概算値 } \mathbf{30〜40(W/m)}}$$

要　目　表

形　　式		―	ZP3-WS400-T
相当馬力		―	14馬力
名　　称		―	水冷式ビル用マルチ空調システム
電　　源		―	3相200V 50/60Hz
能　力	冷房	kW	40.0　（放熱側 47.6）
	暖房	kW	45.0　（採熱側 35.9）
運転電流	冷房	A	23.1
	暖房	A	27.2
消費電力	冷房	kW	7.6
	暖房	kW	9.1
力率	冷房		95

ゼネラルヒートポンプ工業
技術資料

地中熱ヒートポンプ空調への更新設計

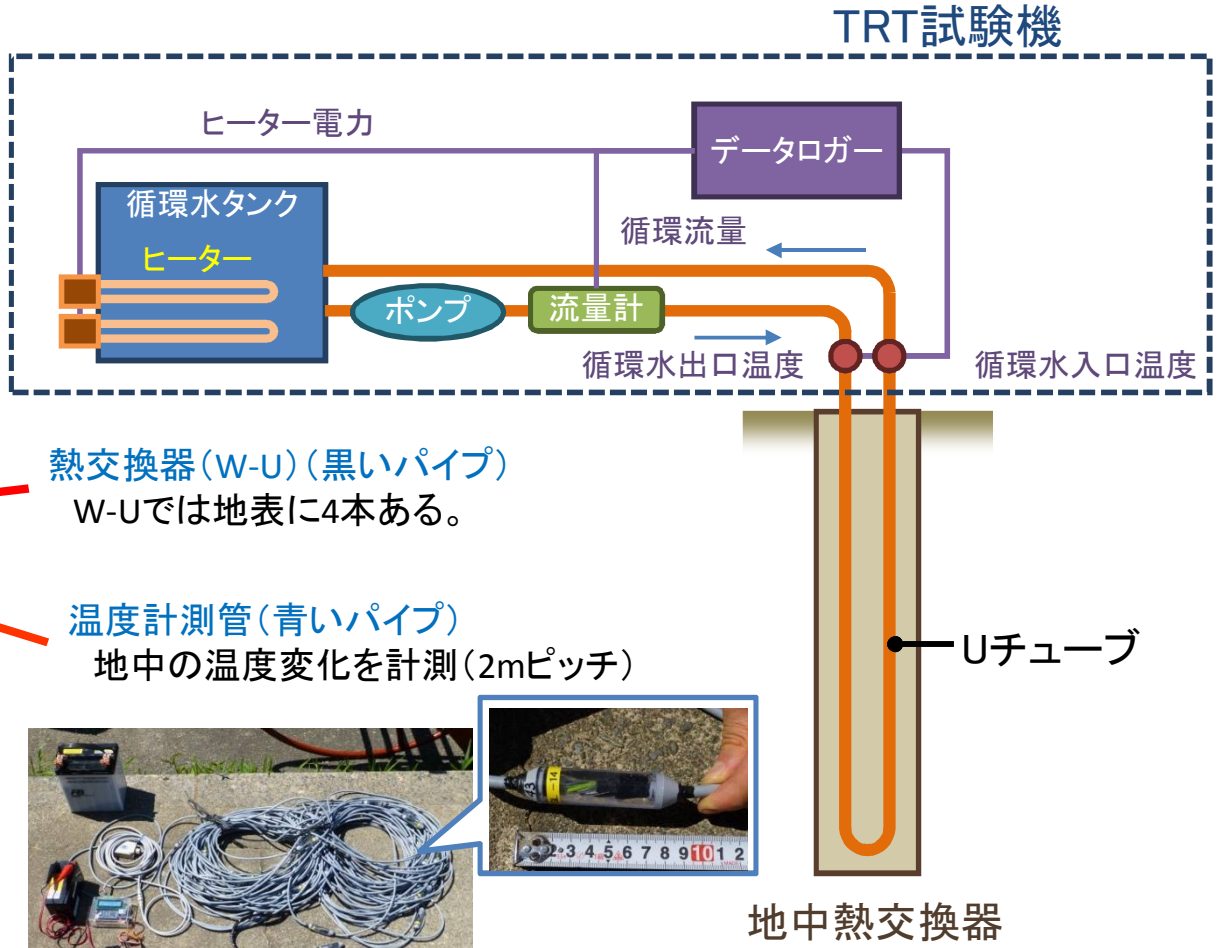
- 「COP」、「1mあたりの採熱量」を決めて概算
- ボアホール100m×8本が必要となった。

		暖房	冷房
計算条件	COP	4.0（加熱）	
	1mあたり採熱量	60(W/m)	
	空調最大負荷	34,166(W)	35,515(W)
結果	必要長さ	427(m)	789(m)
	設置数(100m/本)	5(本)	8(本)

地中熱ヒートポンプ空調への更新設計

○ボアホール（地中熱交換器）必要長さの決定

- ①精密法（「地中熱ヒートポンプシステム」p.97）

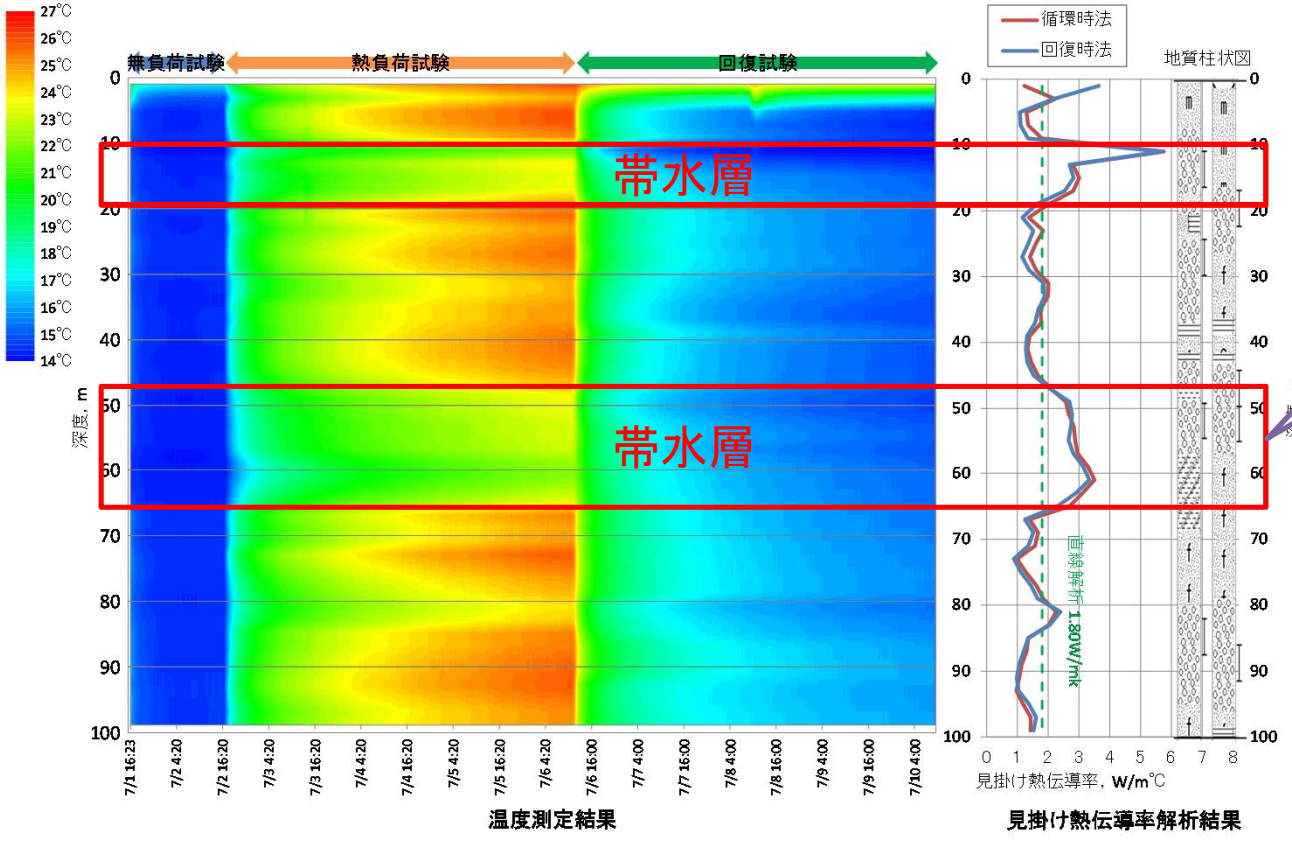


【熱応答試験】

地中に一定負荷を掛けた時の温度応答の変化から、有効熱伝導率と、熱交換器の熱抵抗を求めるもの。

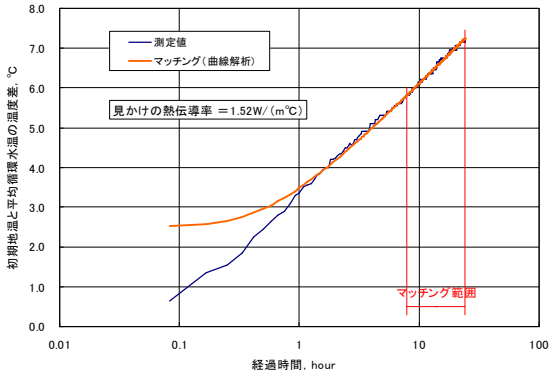
地中熱ヒートポンプ空調への更新設計

- 熱応答試験（TRT）で得られた地盤の熱伝導率を用いてシミュレーションを行い必要長さを求める。



深度別有効熱伝導率解析結果

帯水層では、有効熱伝導率が高い。

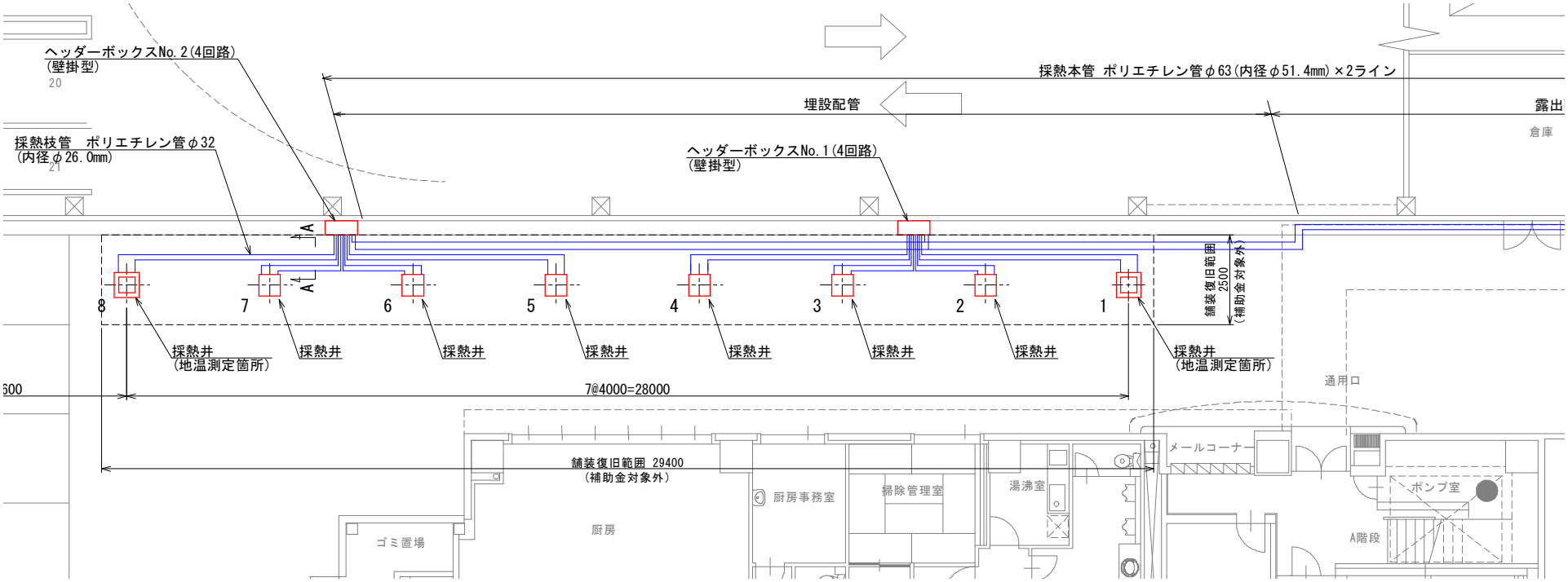


有効熱伝導率解析結果（例）

地中熱ヒートポンプ空調への更新設計

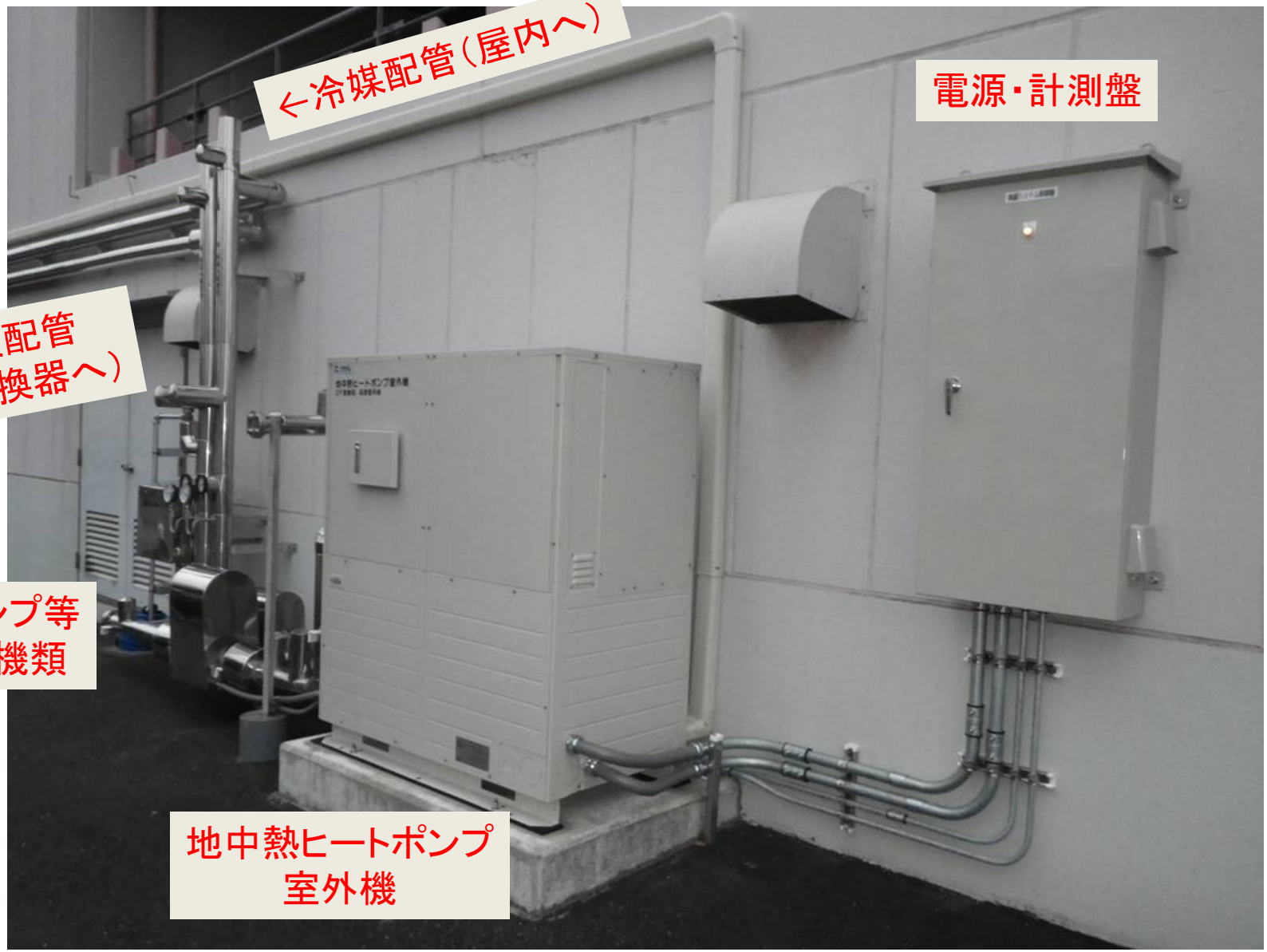
○ボアホールの配置

- 複数設置の場合は、互いの熱干渉を避けるため、4m以上距離をおくことが必要（「地中熱ヒートポンプシステム」p.33）
- 中央部の熱交換が困難となる正方形配列などは避け、I型やL型配置が望ましい



興和ビルのボアホール配置

地中熱ヒートポンプ空調への更新



KOWA

地中熱ヒートポンプ空調への更新

壁掛型ヘッダーボックス
（1個のボックスで4本の地中熱交換器を受け持ち）

電磁流量計

地中熱交換器地上部
（地温測定箇所）

地中熱ヒートポンプ空調への更新

新設した天井カセット
（既設とサイズは変わらず）

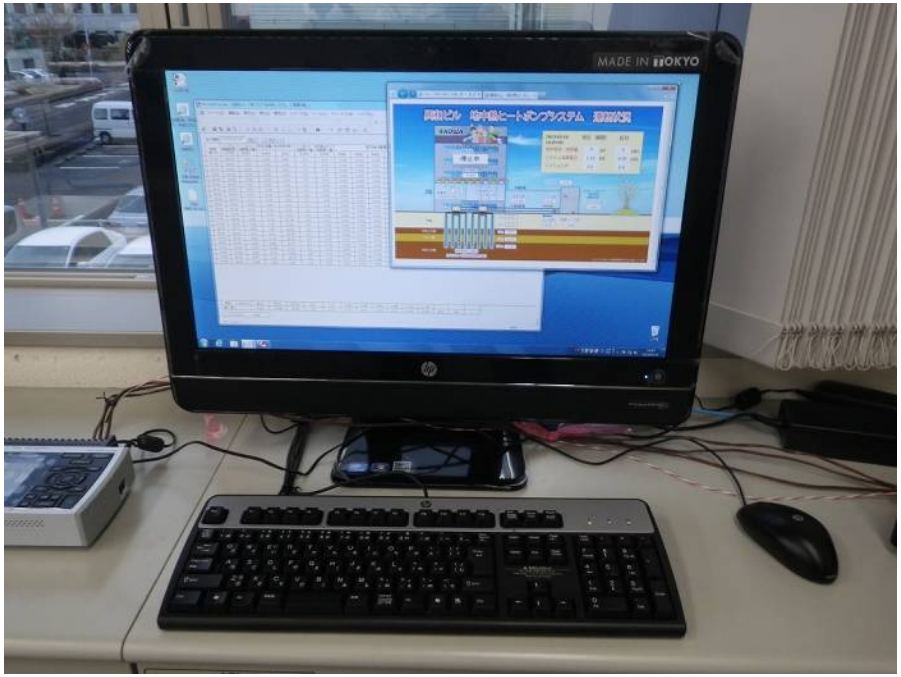
タッチパネルリモコン（既設と入れ替え）

稼働状況モニター
（弊社1Fロビー）

KOWA

地中熱ヒートポンプ空調への更新

- 設備の運転状況をPCに自動記録（補助金の報告にも必要）
- 循環水温度、流量、ヒートポンプ消費電力など



監視用PC

興和ビル　2Fフロア　地中熱システム　管理月報

日付:　2012/12

日付	システム稼働時間[時:分]	システム消費電力量[kWh]	熱生産量（地中熱利用）		ヒートポンプ消費電力量[kWh]	熱源水ポンプ消費電力量[kWh]	室内機消費電力量[kWh]						システムCOP
			[kWh]	[MJ]			系統1	系統2	系統3	系統4	系統5	系統6	
12/01	4:58	15.13	30.6	110.2	13.4	1.43	0.015	0.025	0.008	0.033	0.112	0.109	2.908
12/02	0	0.20	0.0	0.0	0.2	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
12/03	12:11	51.52	102.8	370.0	46.3	4.11	0.122	0.116	0.119	0.112	0.318	0.322	2.893
12/04	11:45	50.41	93.9	337.9	45.8	3.61	0.121	0.105	0.087	0.122	0.282	0.278	2.771
12/05	11:47	50.31	100.2	360.8	45.8	3.56	0.111	0.100	0.064	0.085	0.303	0.282	2.903
12/06	12:43	55.72	110.6	398.2	51.0	3.69	0.121	0.121	0.049	0.095	0.337	0.303	2.901
12/07	9:29	60.57	106.6	383.8	56.2	3.42	0.130	0.111	0.095	0.083	0.283	0.252	2.688
12/08	4:0	21.03	42.8	154.0	19.5	1.24	0.012	0.018	0.018	0.033	0.130	0.074	2.962
12/09	1:6	7.69	14.7	52.7	7.2	0.41	0.002	0.005	0.005	0.010	0.036	0.024	2.841
12/10	12:13	93.98	173.5	624.5	88.5	4.23	0.164	0.141	0.160	0.098	0.366	0.324	2.788
12/11	14:5	95.60	194.4	700.0	89.8	4.32	0.153	0.149	0.149	0.255	0.426	0.346	2.973
12/12	17:3	91.52	180.4	649.4	84.5	5.42	0.137	0.135	0.128	0.271	0.505	0.425	2.894
12/13	18:7	81.00	154.0	554.4	73.7	5.81	0.124	0.125	0.079	0.143	0.529	0.492	2.811
12/14	17:59	91.89	183.0	658.8	85.3	5.10	0.085	0.166	0.101	0.219	0.460	0.462	2.920
12/15	7:27	36.29	78.4	282.1	33.7	2.00	0.035	0.033	0.033	0.060	0.189	0.238	3.088
12/16	1:9	5.82	11.6	41.7	5.4	0.34	0.000	0.004	0.005	0.010	0.053	0.011	2.916
12/17	10:28	66.79	138.1	497.3	62.6	3.23	0.094	0.128	0.048	0.125	0.271	0.298	3.005
12/18	11:21	65.87	137.6	495.5	61.6	3.28	0.079	0.117	0.109	0.093	0.288	0.302	3.025
12/19	15:15	90.76	180.6	650.1	84.7	4.65	0.189	0.130	0.117	0.243	0.351	0.383	2.923
12/20	19:51	99.33	178.7	643.5	92.5	5.27	0.221	0.133	0.145	0.273	0.374	0.418	2.731
12/21	10:11	62.09	120.3	433.2	57.9	3.19	0.084	0.103	0.080	0.159	0.269	0.301	2.871
12/22	4:39	22.59	44.9	161.7	21.2	1.11	0.002	0.017	0.012	0.030	0.100	0.117	2.927
12/23	6:59	27.60	59.1	212.9	25.6	1.61	0.000	0.028	0.019	0.049	0.169	0.126	3.070
12/24	11:8	64.92	137.2	493.8	61.0	3.07	0.008	0.052	0.021	0.096	0.325	0.351	3.053
12/25	14:33	101.22	203.8	733.9	95.8	4.11	0.150	0.165	0.132	0.120	0.322	0.418	2.960
12/26	10:39	84.62	165.8	596.8	80.0	3.56	0.096	0.113	0.103	0.194	0.282	0.296	2.904
12/27	15:41	101.53	205.6	740.2	95.5	4.63	0.097	0.125	0.131	0.215	0.386	0.449	2.966
12/28	11:48	73.91	141.7	509.9	69.2	3.66	0.099	0.082	0.079	0.167	0.304	0.322	2.853

1/2　　管理月報:　2012/12

月報形式の帳票

ボアホール（地中熱交換器）の設置

○ボアホール（地中熱交換器）

- 地中に垂直に掘った孔に樹脂製のU字管を挿入

  ⇒　地下水を汲み上げるわけではない！

- 設置地域の制限が少なく、地中熱利用の形態としてもっともポピュラー

ポリエチレンU字管の先端
（ダイカポリマー製）

ボアホール（地中熱交換器）の設置

○主な掘削工法

工法（製品名・通称）		ﾛｰﾀﾘｰﾊﾟｰｶｯｼｮﾝ（アロードリルetc.）		ﾛｰﾀﾘｰﾊﾞｲﾌﾞﾚｰｼｮﾝ（ソニックドリルetc.）		ﾀﾞｳﾝzﾎｰﾙﾊﾝﾏ（エアハンマー）	
		一重管	二重管	一重管	二重管	一重管	二重管
概要		ロッドの回転と打撃により掘り進む。		ロッドの回転と振動により掘り進む。金属音はない。		コンプレッサーの圧縮空気でビットに打撃を与え掘り進む。	
掘削流体		清水・泥水		清水・泥水		空気	
掘削径		100～150Φ		100～150Φ		60～610Φ	
最大掘削深度		100m程度		150m程度		200m程度	
振動・騒音		95dB程度		80dB程度		80dB程度	
100m施工日数		2.5日	2日	2日	2.5日	2日	1日
地質	粘土	△	◎	△	△	×	△
	砂礫	○	◎	◎	○	×	◎
	玉石	△	◎	△	△	×	◎
	軟岩	○	◎	○	○	◎	◎
	硬岩	△	△	×	×	◎	◎

「地中熱ヒートポンプシステム」p.34より一部修正

ボアホール（地中熱交換器）の設置

○掘削工事

- 掘削時間が短く、騒音振動が少ないロータリーバイブレーション工法を採用

掘削ビット

ソニックドリルによる
掘削状況

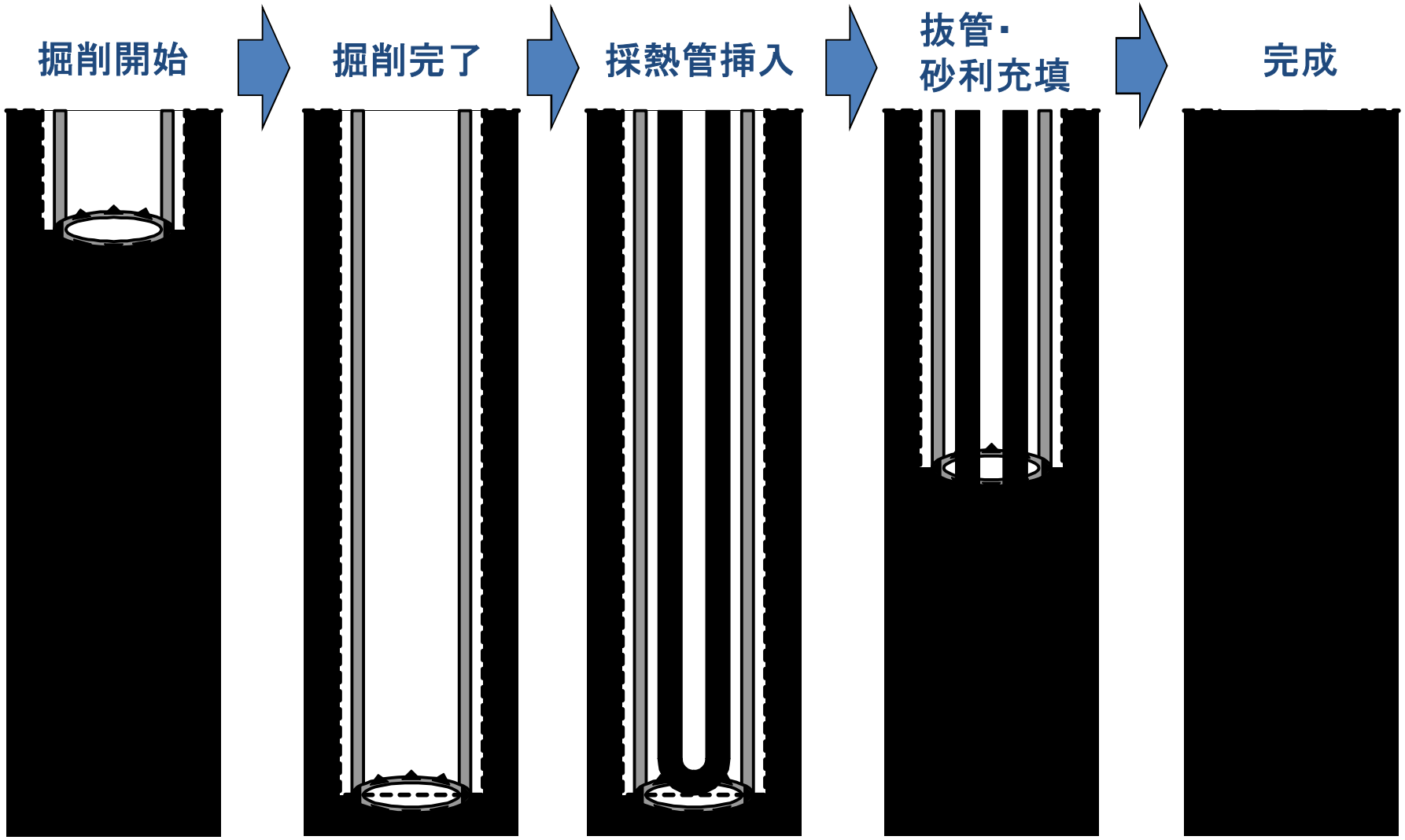
KOWA

ボアホール（地中熱交換器）の設置

○Uチューブの挿入

ボアホール（地中熱交換器）の設置

○施工フロー



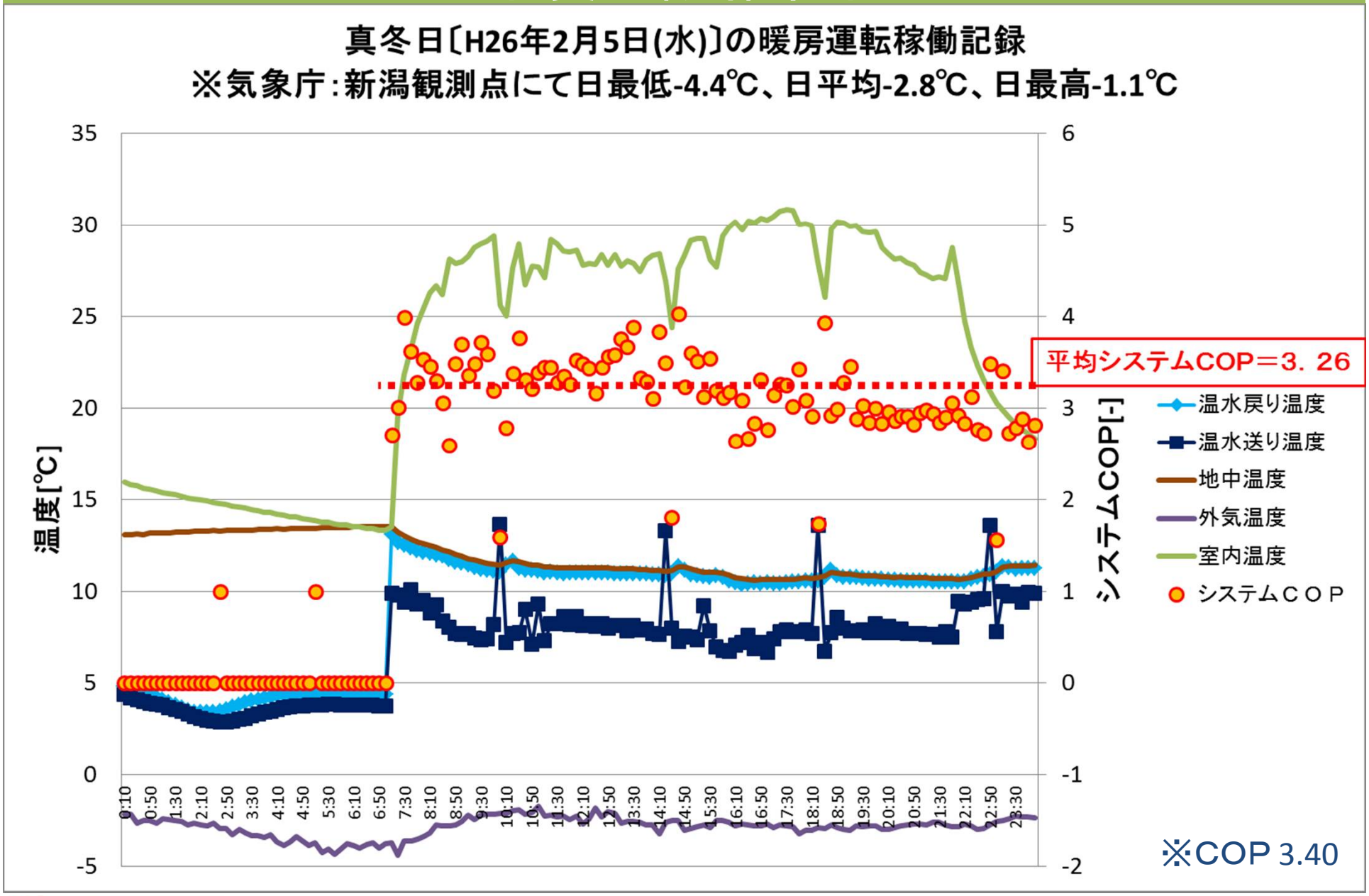
ボアホール（地中熱交換器）の設置

○施工工程の例

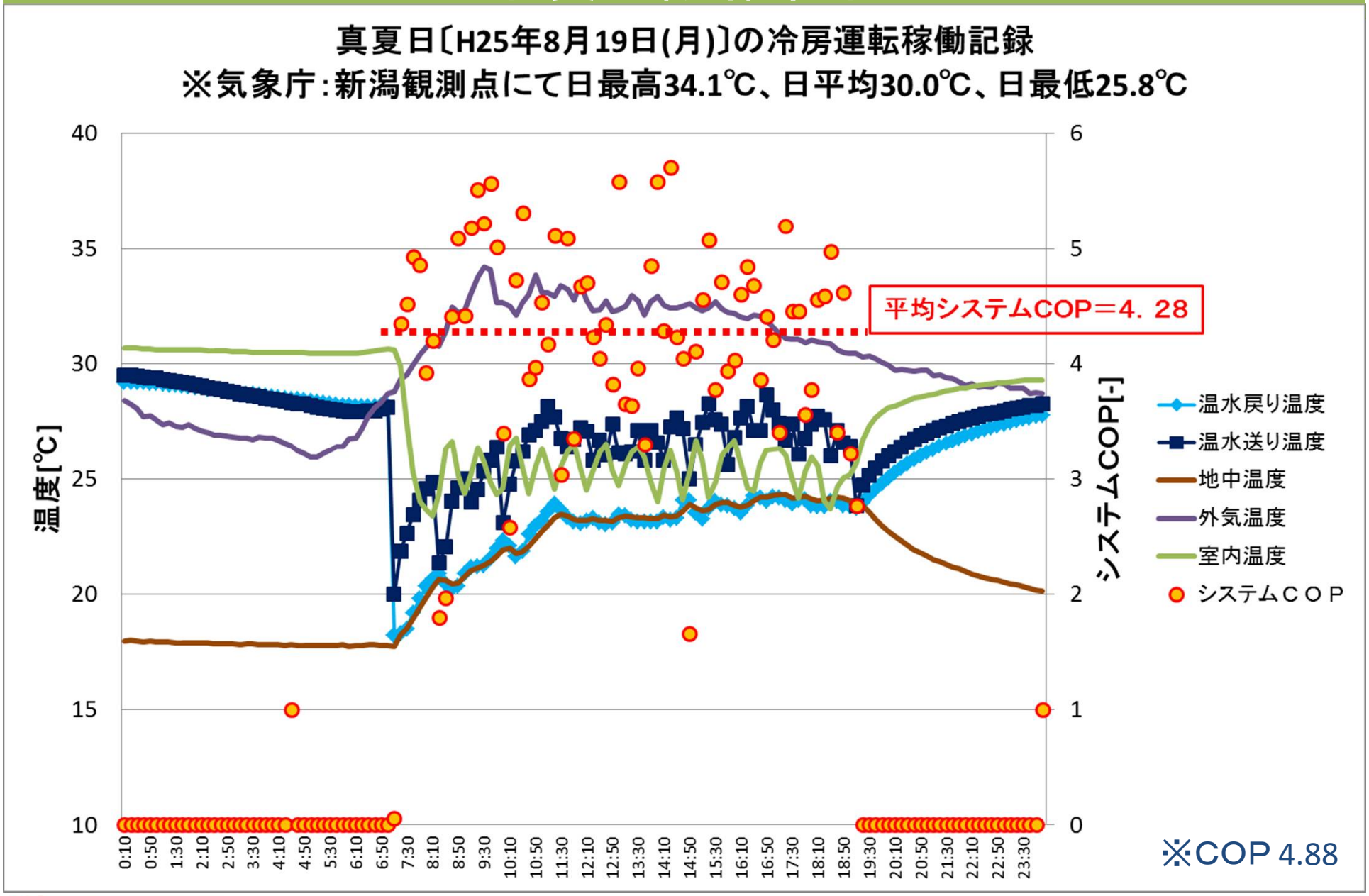
- 掘削が容易な地域（地層）での施工の一例
- 100mボアホールが実質3日で完了

	作業内容
1日目	資機材搬入・設置 削孔[0～30m]
2日目	削孔[30～100m] 採熱管（Uチューブ）挿入 砂利充填・抜管[100～70m]
3日目	砂利充填・抜管[70～0m] 泥水処理・資機材撤去

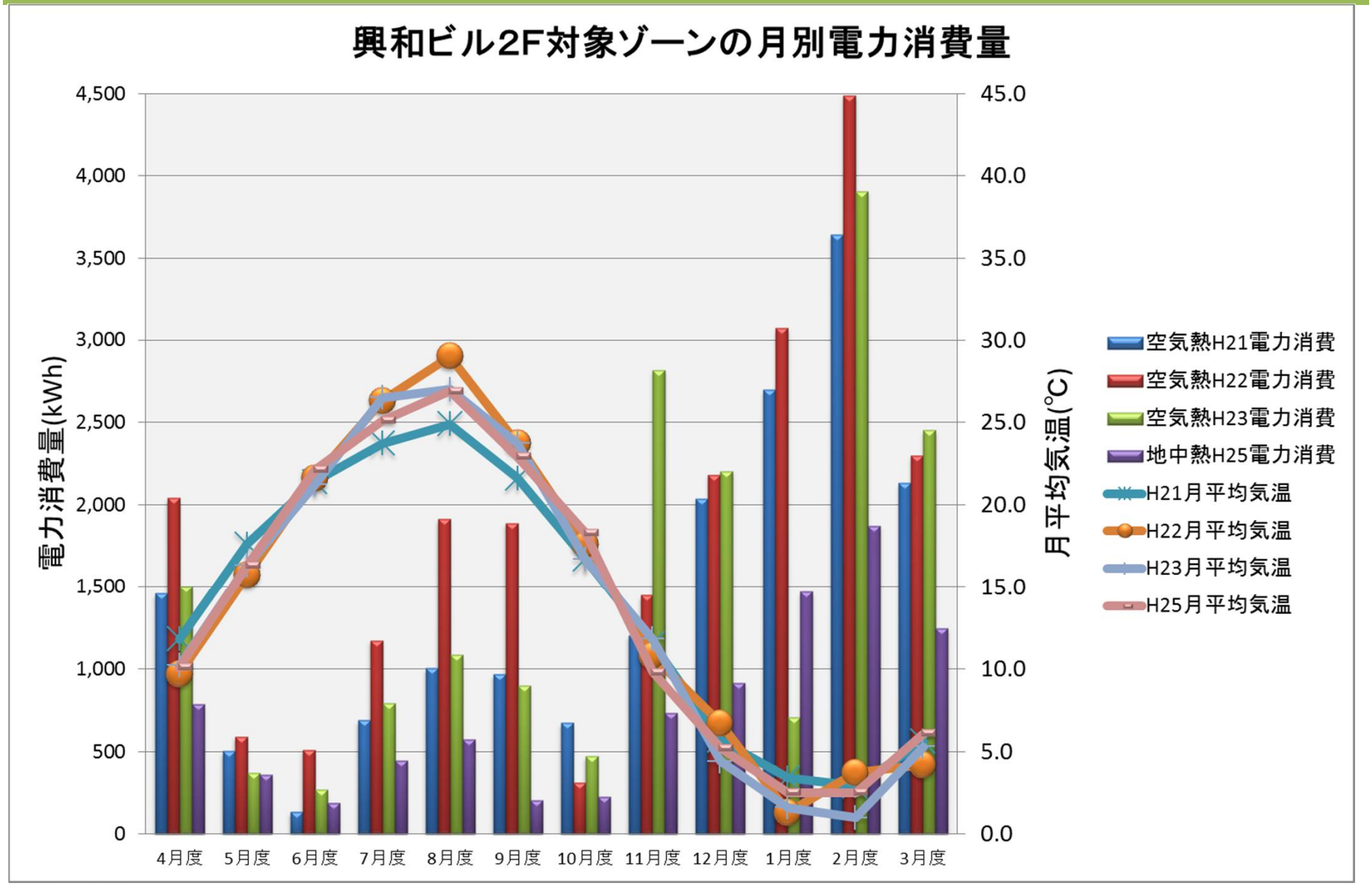
H25年度の設備稼働状況



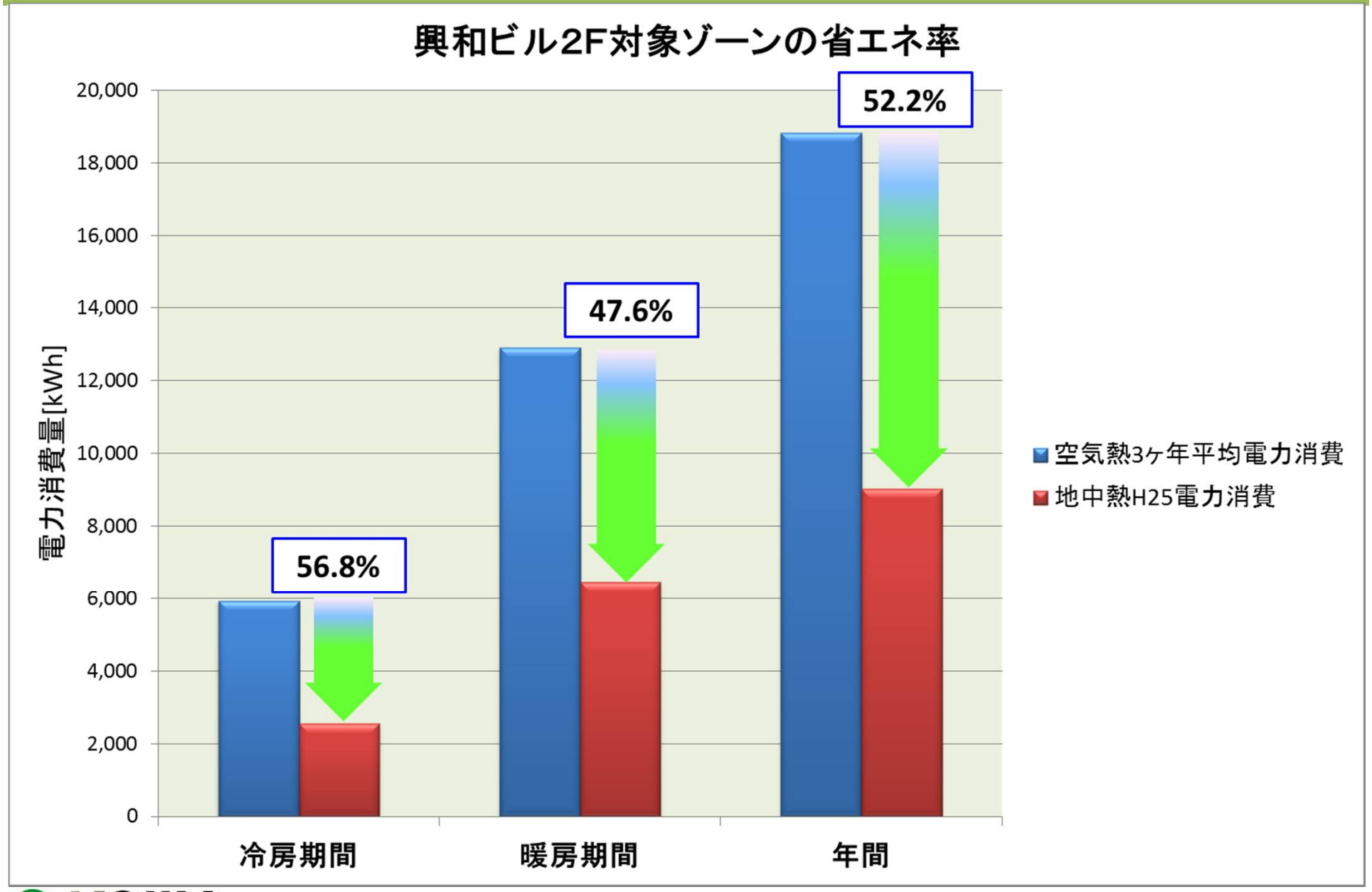
H25年度の設備稼働状況



H25年度の設備稼働状況



H25年度の設備稼働状況



補助金の活用と留意事項

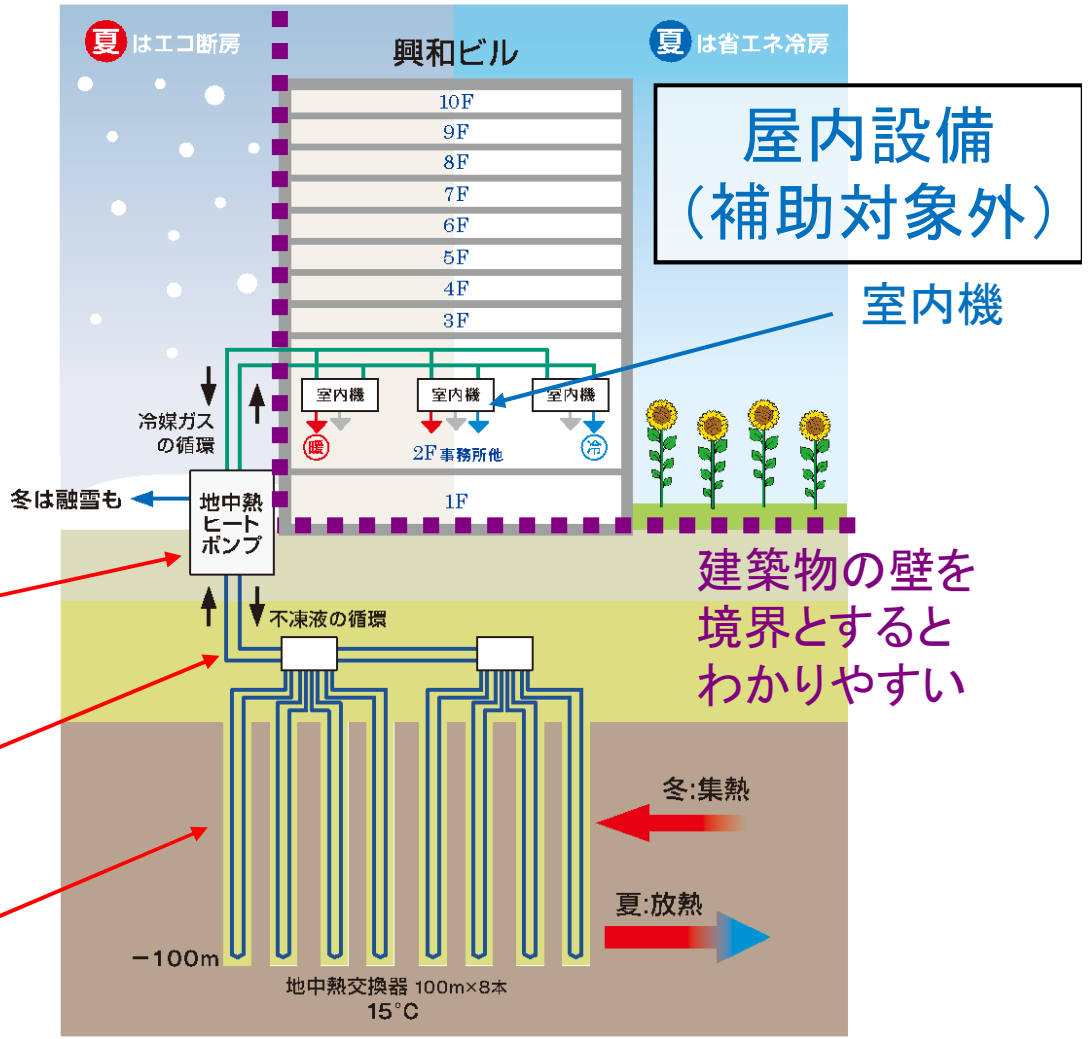
○再生可能エネルギー熱利用加速化支援対策事業
（再生可能エネルギー熱事業者支援対策事業）

【留意事項1】

⇒補助対象範囲

- 屋内工事は対象外

屋外設備
（補助対象）



屋内設備
（補助対象外）

室内機

建築物の壁を
境界とすると
わかりやすい

ヒートポンプ等
機械設備

屋外接続配管

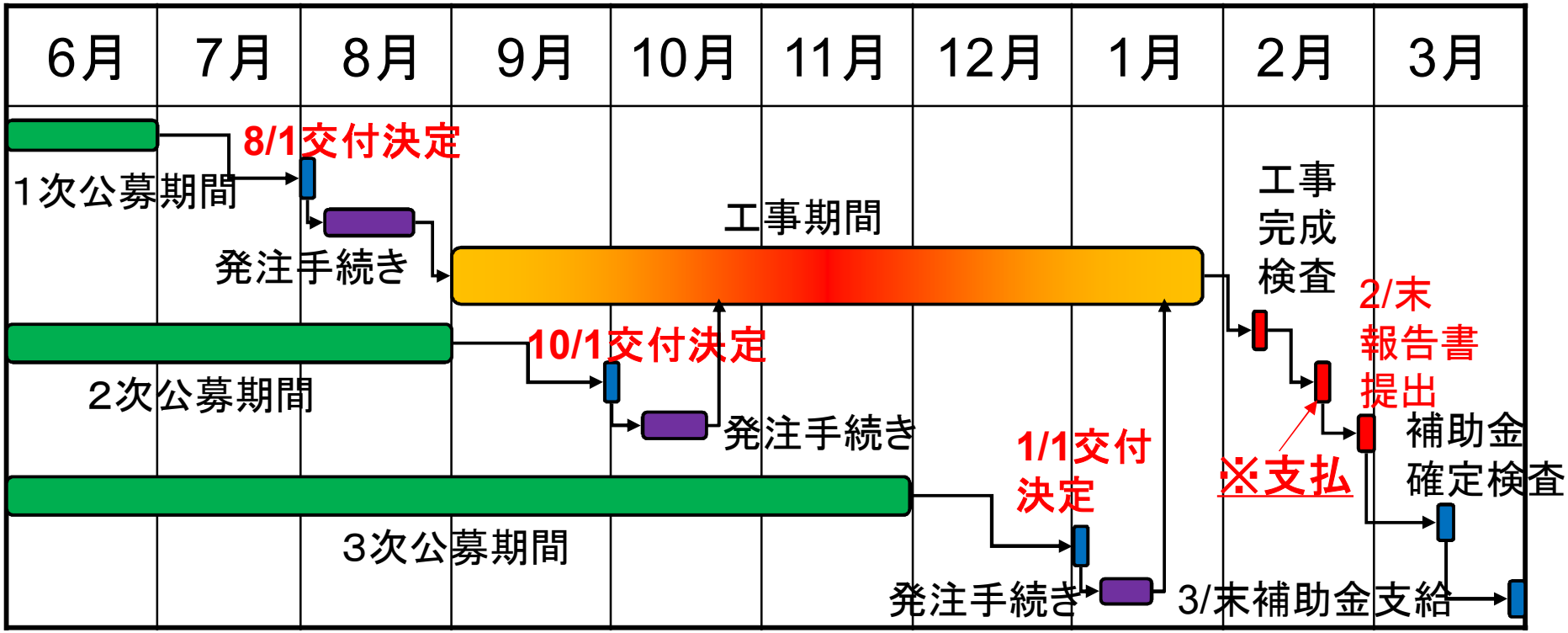
地中熱交換器

KOWA

補助金の活用と留意事項

【留意事項2】 ⇒　事業スケジュール

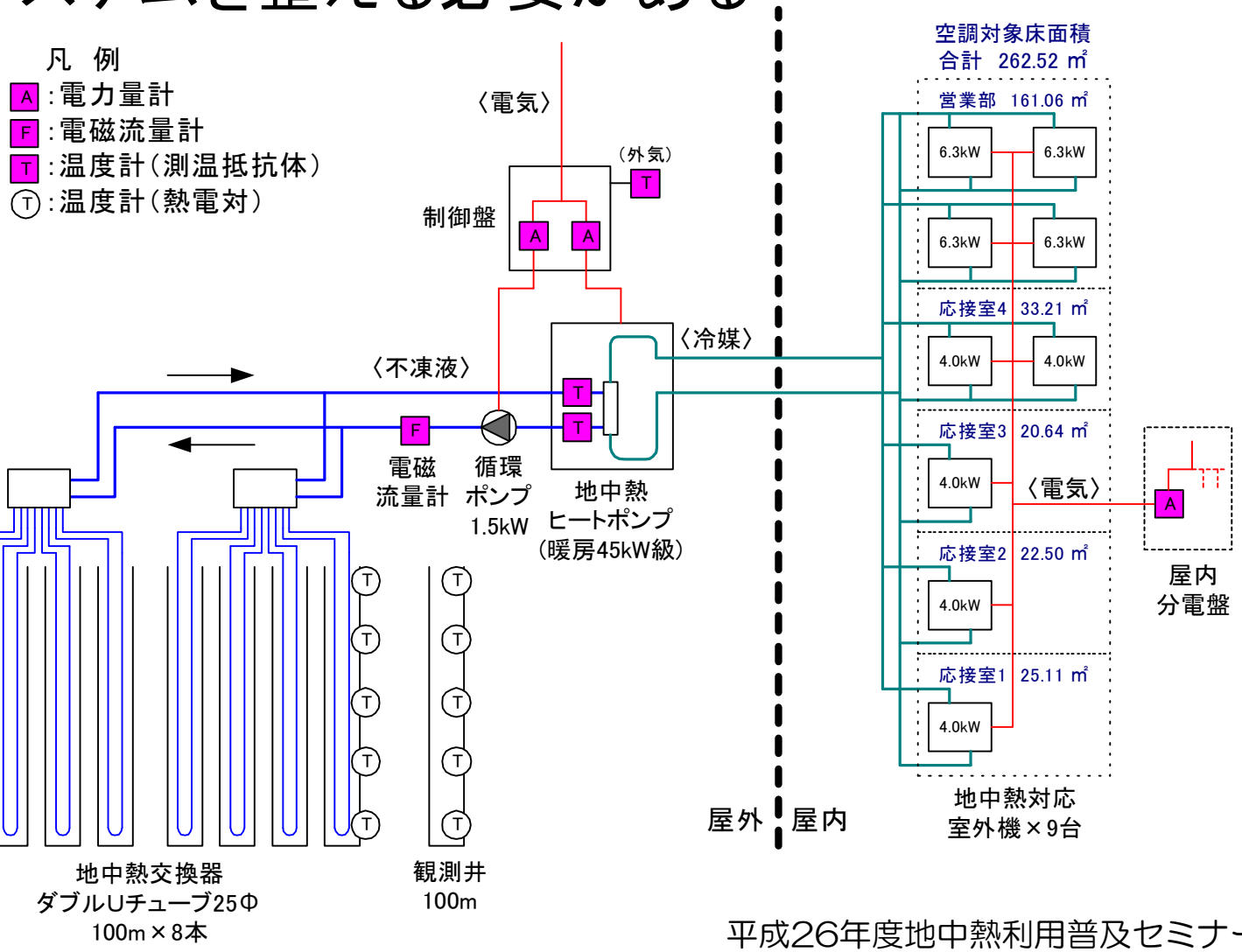
- 原則単年度＝工事は長くとも実質4か月
- 公募時には設計を終えておく



補助金の活用

【留意事項3】 ⇒ 利用状況報告

- 計測システムを整える必要がある



補助金の活用と留意事項

○地中熱ヒートポンプシステム導入を支援する主な事業

事　業　名	申請窓口	補助率等	補助事業対象者
再生可能エネルギー熱利用加速化支援対策事業〔再生可能エネルギー熱事業者支援対策事業〕(H23～)	一般財団法人 新エネルギー導入促進協議会（経済産業省）	補助対象経費の3分の1以内 設備能力20kW以上、但し中小企業者は10kW以上	再生可能エネルギー熱利用の設備導入事業を行う民間事業者等 道路の融雪用パイプも対象
再生可能エネルギー熱利用加速化支援対策事業〔地域再生可能エネルギー熱導入促進事業〕(H23～)		補助対象経費の2分の1以内、設備能力10kW 以上	地方公共団体、非営利民間団体、ほかに「社会システム枠」 道路の融雪用パイプも対象
再生可能エネルギー熱利用高度複合システム実証事業 (H25～)		案件形成調査：定額（上限3000万円） 実証事業：補助対象経費の2分の1以内	民間事業者。複数の再エネ熱源、蓄熱槽、下水・河川等の公共施設等を有機的・一体的に利用する複合システム
ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス支援事業（ZEH）	一般社団法人　環境共創イニシアチブ・一般財団法人環境共生住宅推進協議会（経済産業省・国土交通省）	補助対象経費の2分の1以内 上限350万円	建築主等(所有者)
ネット・ゼロ・エネルギー・ビル支援事業（ZEB）		補助対象経費の原則3分の1以内 上限5億円	建築主等(所有者)、ESCO(シェアードセービングス)事業者、リース事業者等
住宅のゼロ・エネルギー化推進事業（ZEH）		補助対象経費の2分の1以内 上限165万円	中小工務店

補助金の活用と留意事項

○地中熱ヒートポンプシステム導入を支援する主な事業

事　業　名	申請窓口	補助率等	補助事業対象者
先進的地中熱利用ヒートポンプシステム導入促進事業 （H25～）	一般社団法人低炭素社会創出促進協会 （環境省）	設置費用の一部、モニタリングに必要な機器（上限300万円） 設備容量制限なし	モニタリング機器が組み込まれた先進的地中熱利用ヒートポンプシステムを対象予定
二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金 〔地域面的地中熱利用推進事業（導入支援）〕 （H26年度新規）	環境省	地中熱を熱源とするヒートポンプ又はヒートパイプを伴う設備 ①補助対象事業費の2分の1以内、②同3分の2以内	①都道府県、政令指定都市、民間企業等法人 ②市町村、特別区、地方公共団体の組合
二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金 〔地中熱ヒートポンプシステムにおけるモニタリング機器設置事業（導入支援）〕 （H26年度新規～）		モニタリング設備、熱応答試験、周辺観測用井戸、他付帯設備 観測井戸あり400万円、なし300万円	個人、地方公共団体、民間企業等その他法人
二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金 〔地熱・地中熱等利用事業の事業化策定事業（事業化支援）〕 （H26年度新規～）		計画策定のための人件費及び業務費 ①定額（上限1,000万円）、②補助対象事業費の3分の2以内	①地方公共団体 ②民間企業等その他法人

ご清聴ありがとうございました

問い合わせ先：

（株）興和

営業部 025-281-8812

水工部 025-281-8816

平成26年度地中熱利用普及セミナーin上越

雪国での地中熱の活用

消雪井戸の利用
駐車場･屋根への施工

株式会社拓越

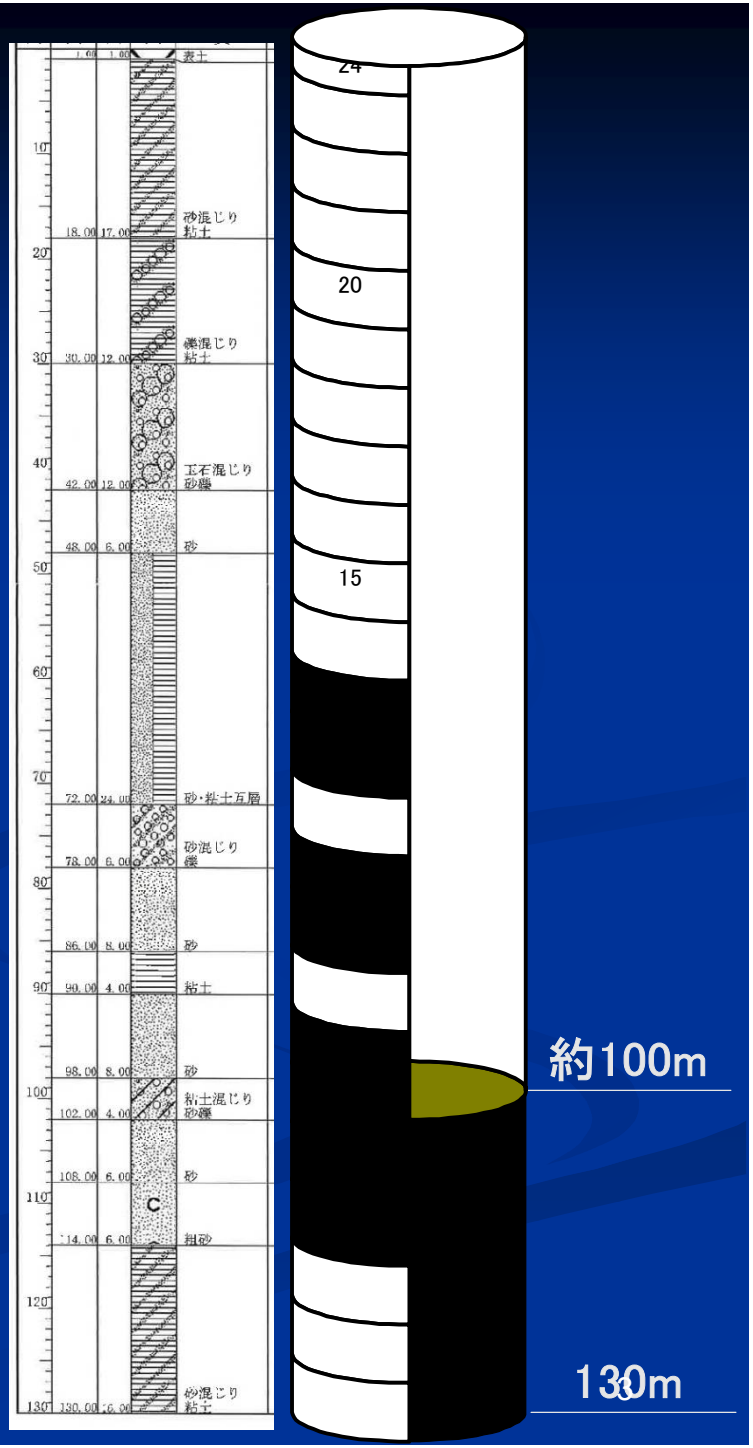
（1）消雪井戸の地中熱利用

- 新潟県をはじめとした北陸地域には、「消雪パイプ」が普及
- 県内いたる箇所に、消雪井戸がある
- 水枯れ井戸、遊休井戸を地中熱交換器として利用できないか？
- 新規消雪用井戸と地中熱交換器との共用

（1）消雪井戸の地中熱利用

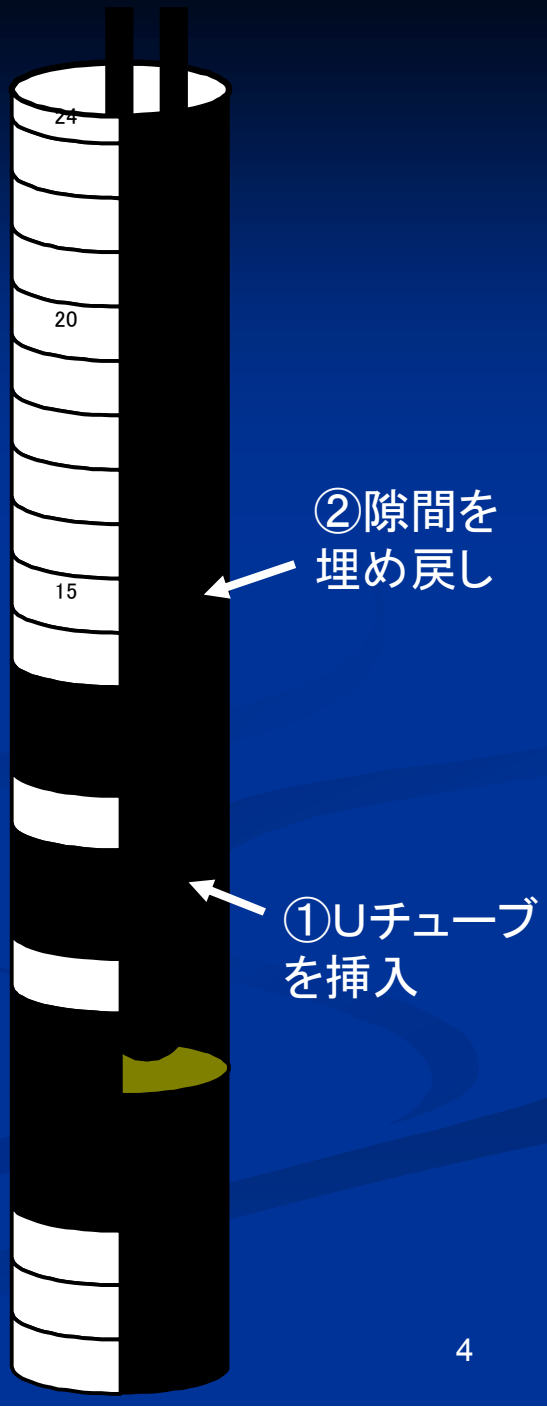
- Φ250×130m消雪井戸
- ストレーナ部が腐食・破損し、深度約100mまで埋没

100．20mまで埋没



（1）消雪井戸の地中熱利用

- 埋没していた100m深度までUチューブを挿入
- 破損しているため、Uチューブを入れた後、充填砂利で埋め戻し
- 破損していない場合は、埋め戻さない利用法も



①Uチューブ挿入作業

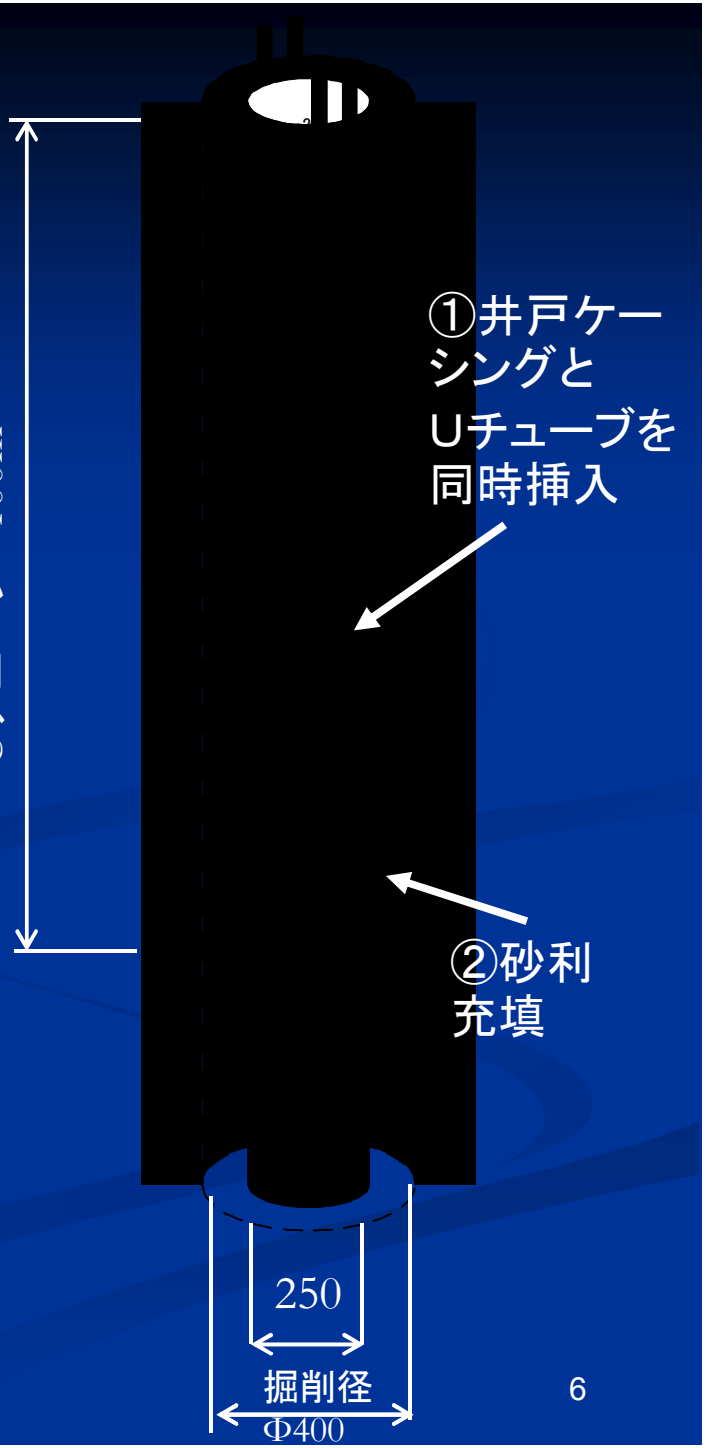
②Uチューブ挿入完了

③砂利充填作業

④砂利充填完了

（1）消雪井戸の地中熱利用

- 新規掘削井戸の、ケーシングと同時挿入



（2）雪国での活用方法

- 地中熱ヒートポンプを「空調」に活用する事例は多い
- 雪国ならではの利用方法としては、やはり「融雪」！
- 一般住宅における「駐車場」、「屋根」融雪により、地域住民の生活レベルの向上を図る

（2）雪国での活用方法

- 駐車場融雪の事例
- 先ほど紹介した破損した井戸の利用現場

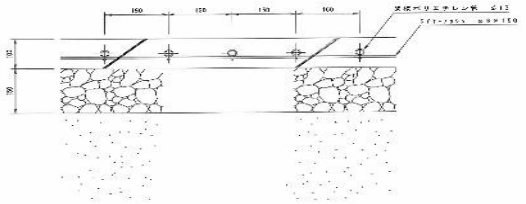
地中熱ヒートポンプ
（車庫内に設置）

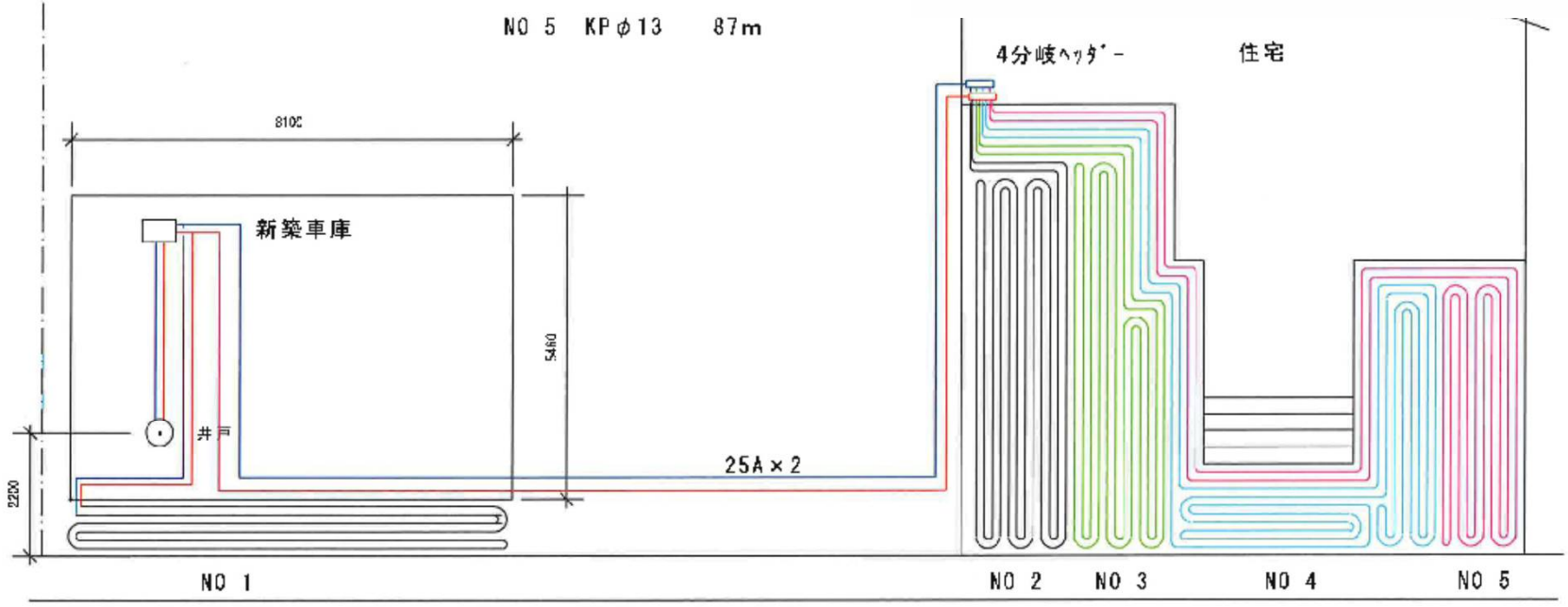
駐車場融雪配管

路面融雪平面図　1:100

住宅前	57.5㎡
車庫前	8.1㎡
合　計	65.6㎡

NO 1	KPφ13	58m
NO 2	KPφ13	91m
NO 3	KPφ13	83m
NO 4	KPφ13	90m
NO 5	KPφ13	87m





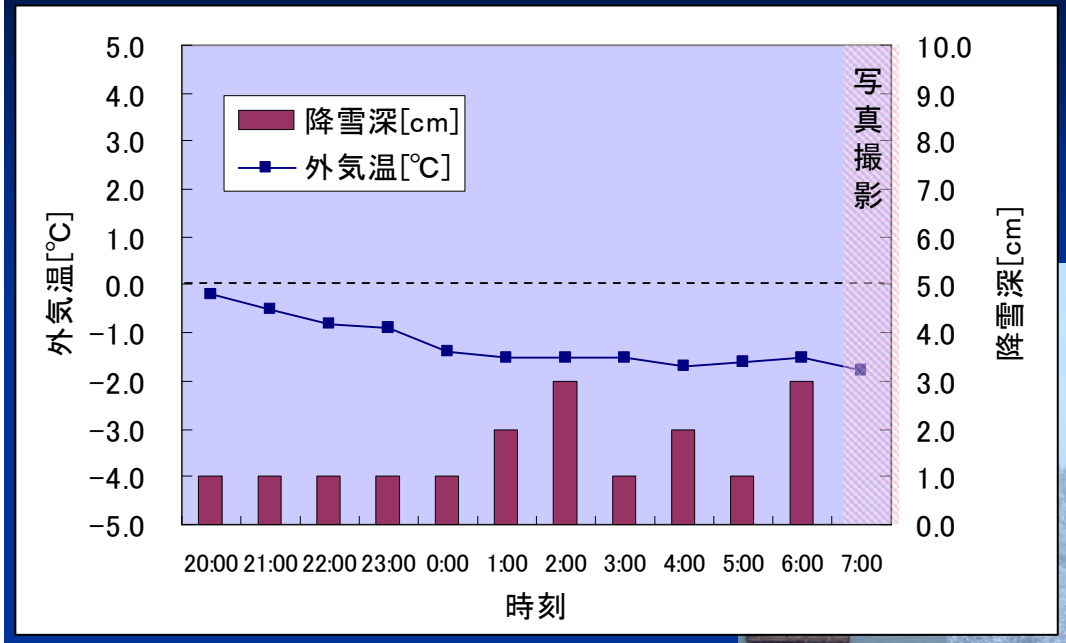
（2）雪国での活用方法

- 熱源機に対して熱交換器長さが若干不足気味
- 試験的に導入

項目	仕様
地中熱交換器	井戸再利用型 ｼﾝｸﾞﾙUﾁｭｰﾌﾞ Φ25×100m
融雪面積	65．6㎡
ヒートポンプ	サンポット製 水循環式10kW

サンポットカタログより

融雪状況（通常の降雪の場合）

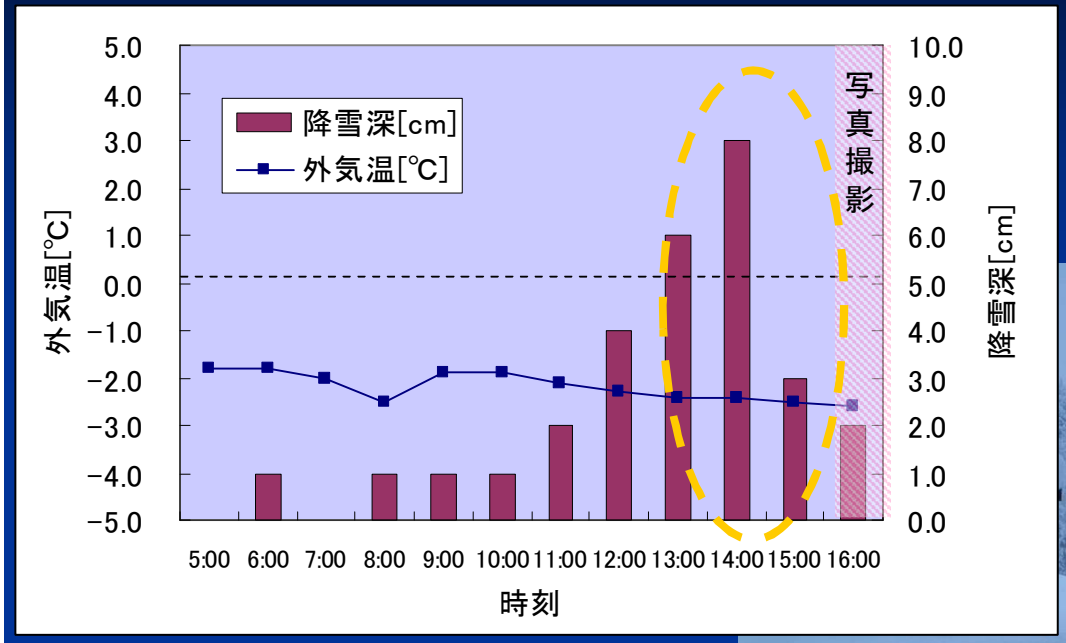


写真撮影12時間前からの気象状況

- 最大3cm/h程度の降雪

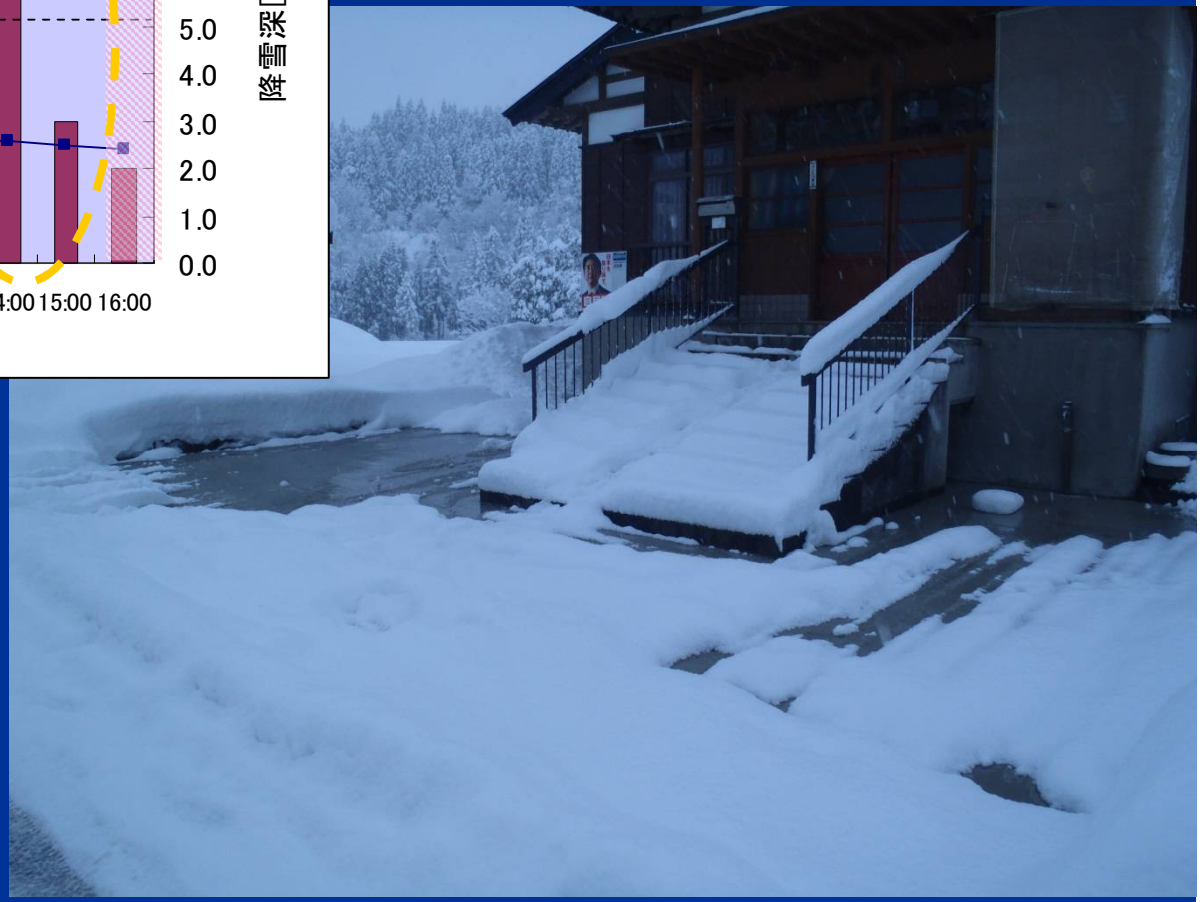
H24.12.19 7:00撮影

融雪状況（大雪の場合）



写真撮影12時間前からの気象状況

- 最大8cm/hの降雪
- 真冬日



H24.12.24 16:00撮影

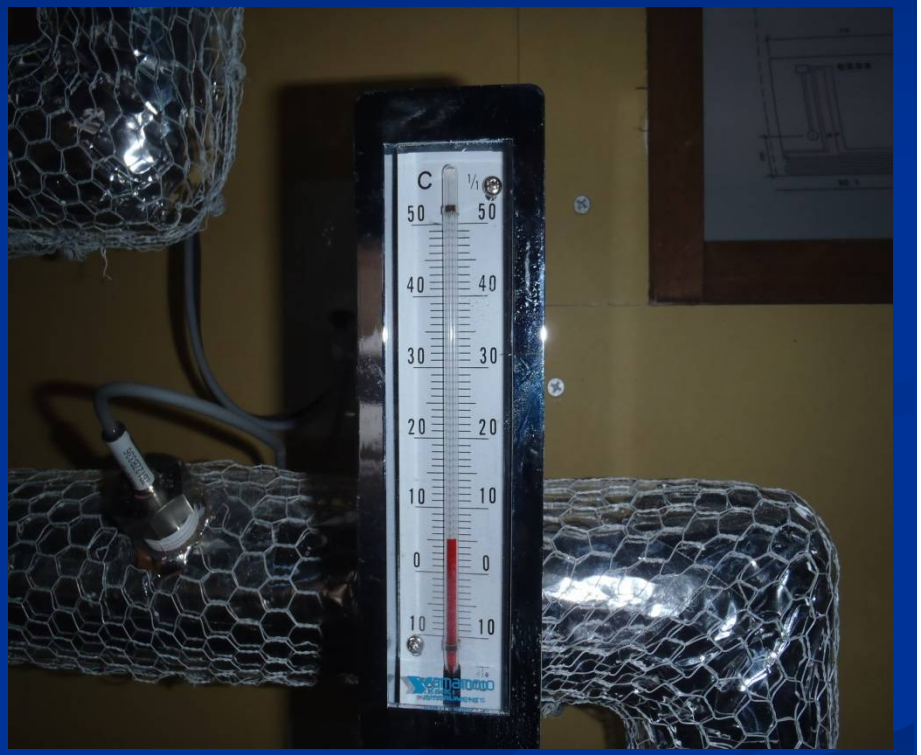
平成25年2月8日の一次側運転温度

地中熱交換器送り温度　－3.5℃

地中熱交換器戻り温度 +2.0℃

平成25年2月8日の二次側運転温度

二次側送り温度　17.5℃

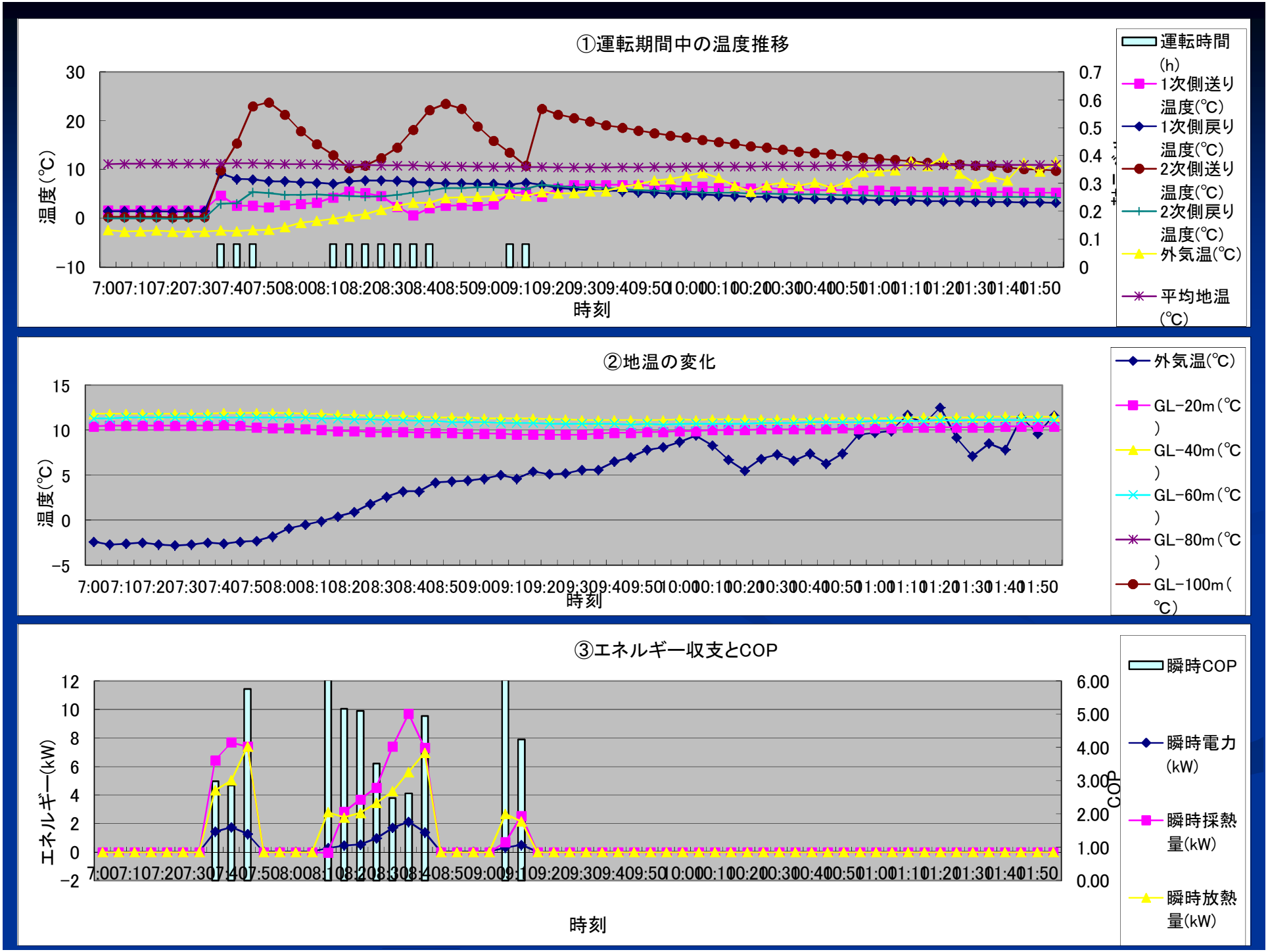


二次側戻り温度　5.0℃

平成25年2月8日の融雪状況

融雪状況住宅前

融雪状況車庫前


①運転期間中の温度推移
温度(℃)
時刻
運転時間(h)
1次側送り温度(℃)
1次側戻り温度(℃)
2次側送り温度(℃)
2次側戻り温度(℃)
外気温(℃)
平均地温(℃)
②地温の変化
温度(℃)
時刻
外気温(℃)
GL-20m(℃)
GL-40m(℃)
GL-60m(℃)
GL-80m(℃)
GL-100m(℃)
③エネルギー収支とCOP
エネルギー(kW)
COP
時刻
瞬時COP
瞬時電力(kW)
瞬時採熱量(kW)
瞬時放熱量(kW)

（2）雪国での活用方法

- 屋根融雪は駐車場融雪などと同じ水（不凍液）循環
- ⇒屋根融雪でも問題なく地中熱を利用可能

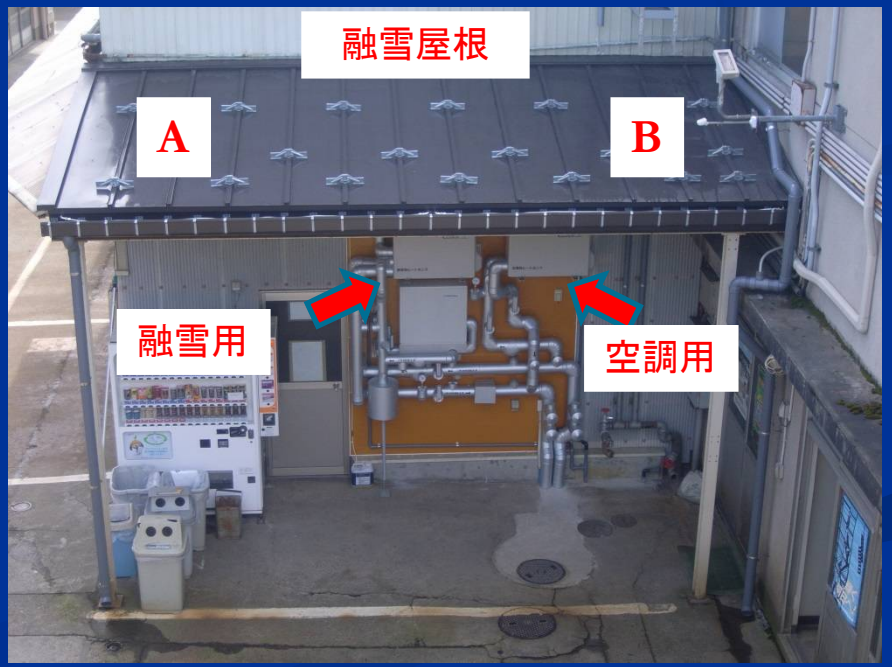
屋根融雪配管

融雪状況

（3）拓越本社における地中熱利用

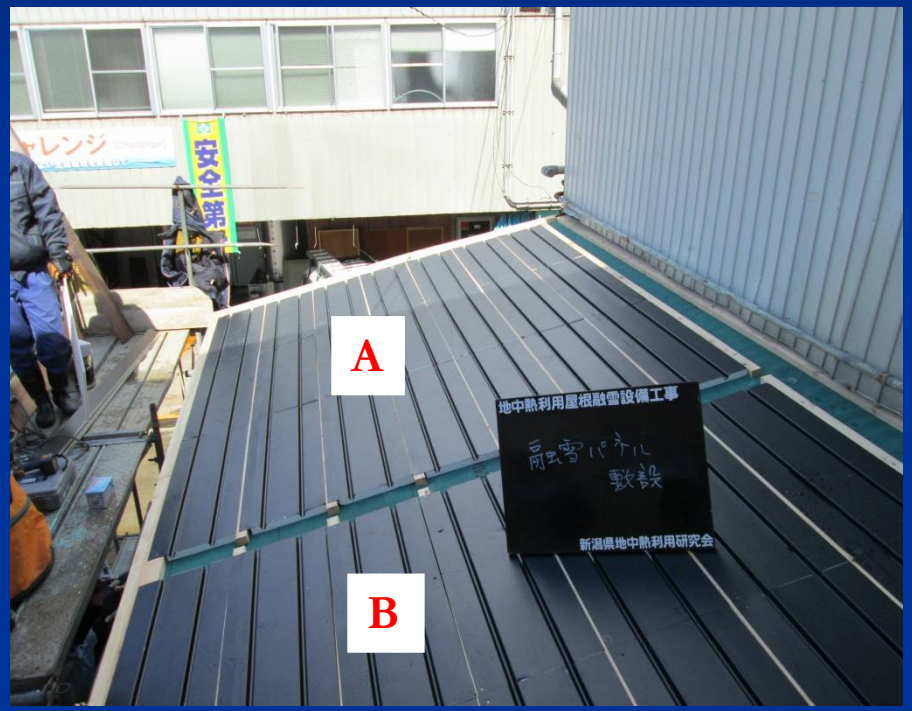
- 遊休井戸を利用して、地中熱エアコンと地中熱温水暖房器（屋根融雪）を設置

Uチューブ挿入

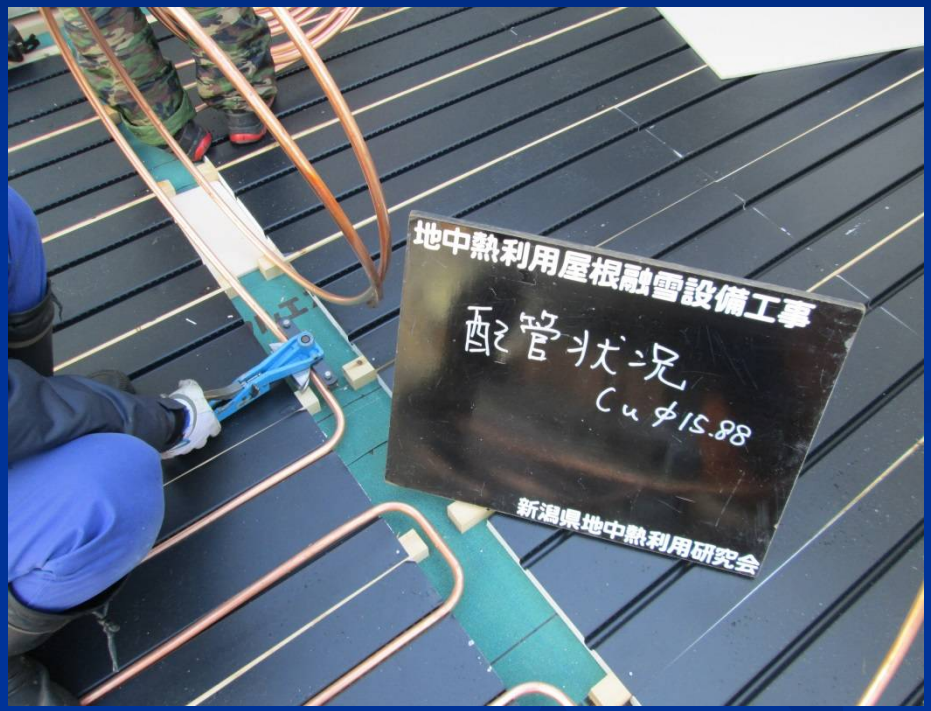


設置状況

北越融雪式　融雪パネル設置状況

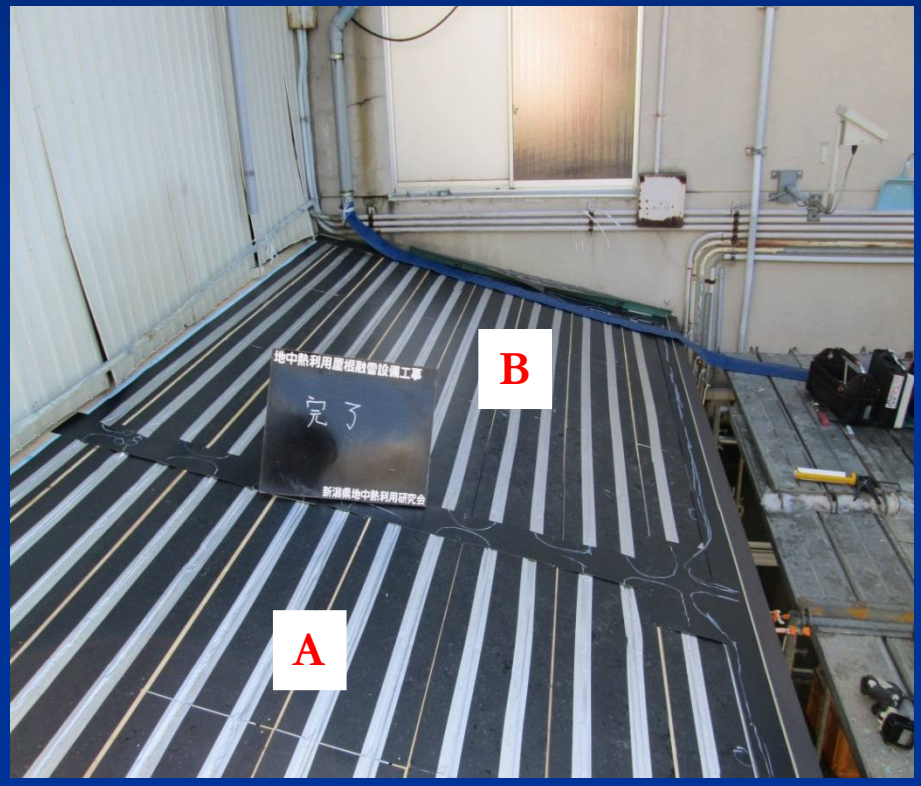


融雪パネル設置

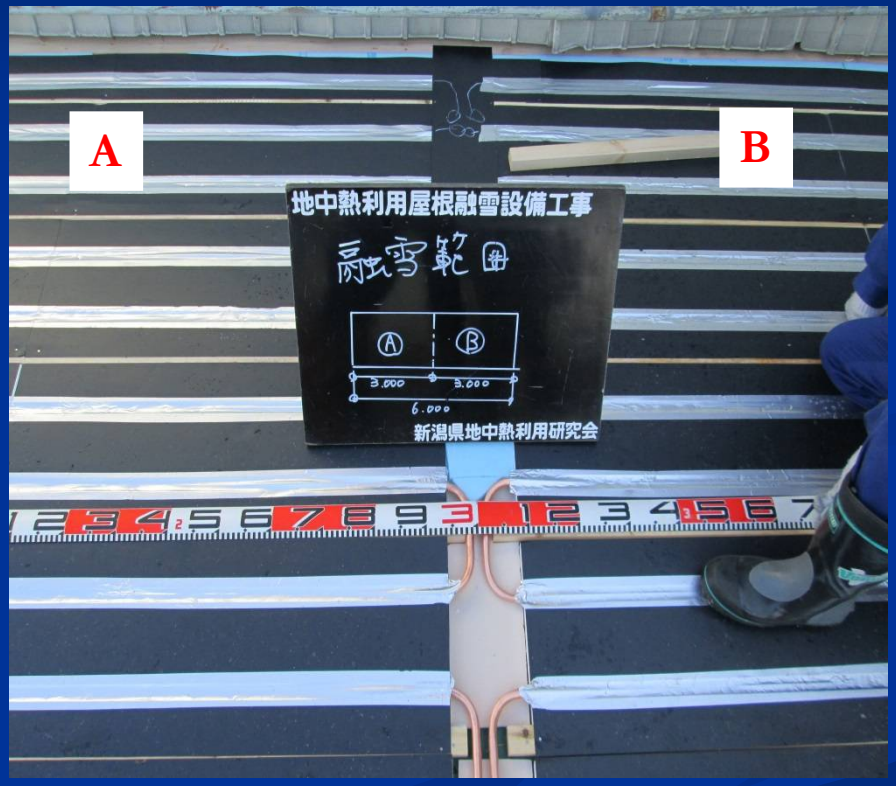


配管状況

設置完了



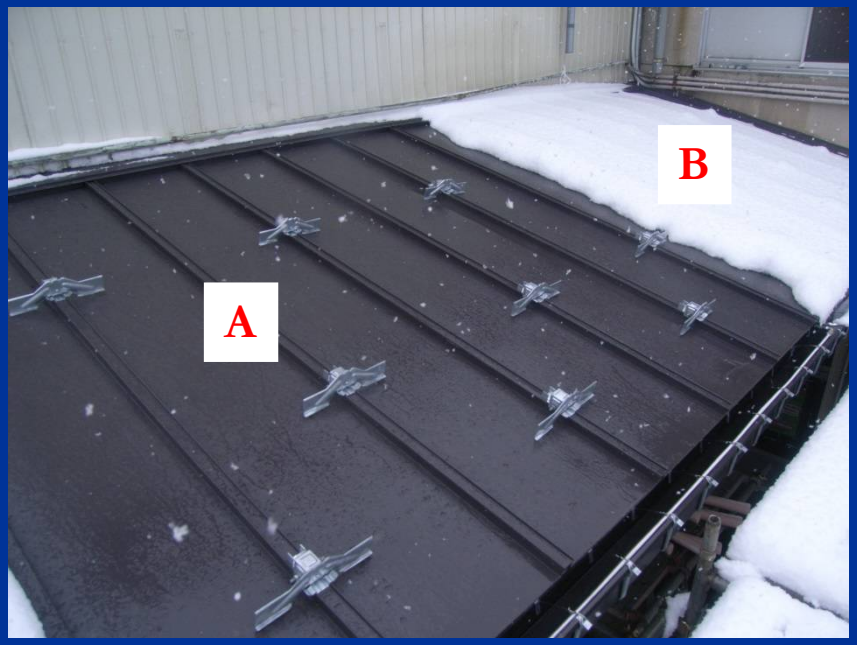
設置完了

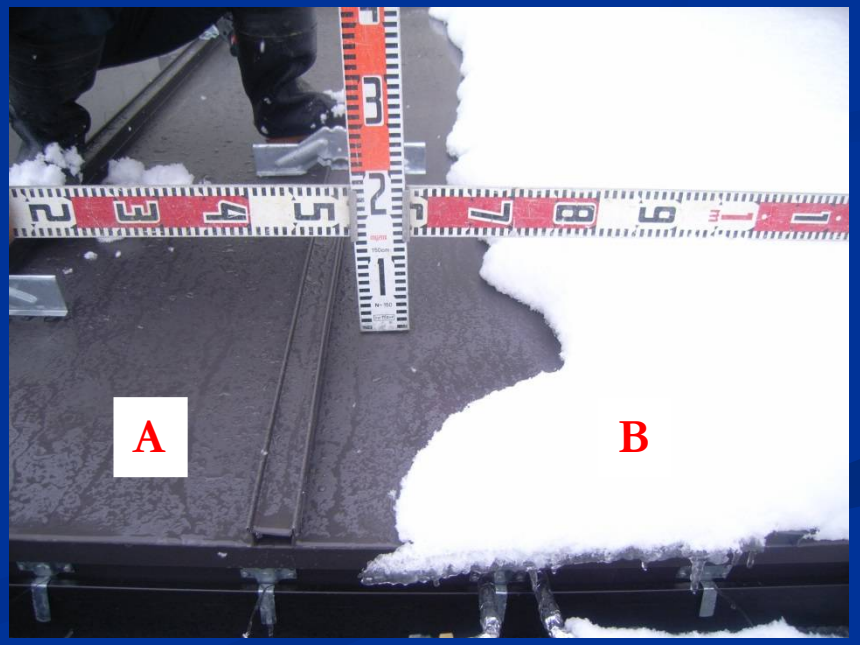


設置完了

融雪状況

- １５．７㎡の屋根を2区画に分けて融雪装置を設置





まとめ

- 雪国での地中熱利用のあり方として、消雪井戸を利用した地中熱交換機を提案します。
- 一般住宅駐車場への融雪装置を施工し、この冬の運転状況を確認しています。
- 屋根融雪へも積極的に導入を図っていきます。