

導入事例

東京スカイツリー®  
地域



## 新しい施設ならではの挑戦 日本初、地中熱を利用した地域冷暖房



株式会社  
東武エネルギーマネジメント  
常務取締役  
佐藤 清さん(右)  
技術部 課長補佐  
佐藤 智一さん(左)

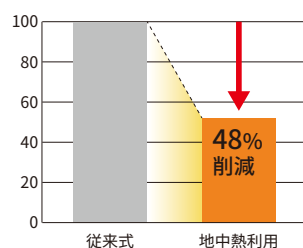
【導入概要】

場所：東京都墨田区  
用途：東京スカイツリータウン®とその周辺の建物、施設の冷暖房の熱源に地中熱を利用  
供給開始：サブプラント 平成21年10月26日  
メインプラント 平成24年4月1日

【導入効果】

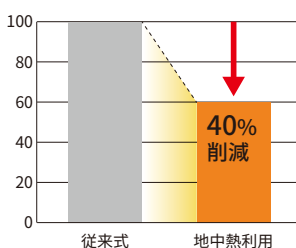
・省エネ効果

同規模の従来式システムと比べ、エネルギー消費量を年間48%削減



・省CO2効果

同規模の従来式システムと比べ、二酸化炭素排出量を年間40%削減



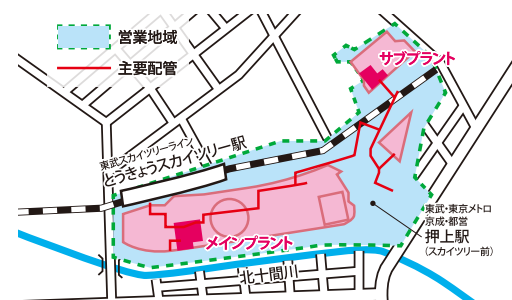
・ヒートアイランド抑制効果

従来式システムの場合の待機放熱量7,176MJ/日を0に削減

### 新しい施設だからこそ検討できた地中熱

計画当初、東京スカイツリータウンは新しい施設でしたから、エネルギー供給という面でも新しいことができないかと考えていました。そこで検討していたのが再生可能エネルギーや未利用エネルギーの活用です。

東京スカイツリータウンのすぐ横を通る北十間川を熱交換で利用できないか、近くにある工業用水路を使って熱交換できないか、また隅田川を使うことはできないかなど、さまざまな手法を検討しましたがどれも実現は難しそうでした。そこで、地中熱であれば小規模ながらも実現の可能性があったことから検討を開始しました。地中熱で東京スカイツリー



東京スカイツリー地域の熱供給範囲

地域全体への冷暖房を行うことはできませんが、少しでも再生可能エネルギーを活用して環境面から社会に貢献できればとの思いからです。

地域冷暖房としては我々が初めての地中熱利用だったのですが、小規模なものは北海道や東北で既に利用されていたので導入に不安はありませんでした。また、導入に向けた事前調査は念入りに行い、採熱に問題が無いことを確認しておりましたので、導入はスムーズに進みました。



東京スカイツリータウン®地下のメインプラント

### 学生、海外関係者など国内外から反響多数

地中熱を利用したプラントができたということは、関係者でも話題になりました。

地中熱利用促進協会様が地中熱を使ったプラントの一例として展示会などで紹介してくださいました。そのおかげもあり、国内外のさまざまな方から見学したいという声を頂きました。

さらに工業高校に通う高校生や、東京の大学生も見学に来たことがあります。



省エネについても、効果は実感できています。

データ分析の結果、同規模の従来システムに比べて二酸化炭素排出量が約40%削減と期待通りの効果が出ています。熱交換するために地中熱を使い、大気に熱を放出することはない。地中熱は地球に優しいシステムであると実感しています。



導入された地中熱ヒートポンプ

### 地中熱を利用した 地域冷暖房のパイオニアとして

環境に優しい施設ではありますが、地域の方からの反応は残念ながら多くありません。冷暖房自体も見えないですし、プラントは地下にありますから、なかなか実感にくいのが課題かなと思います。身近なところで使われているという事例を紹介して、気運を高めていくことが大事になってくるのではないのでしょうか。

地中熱利用が全国にもっと広まれば、地球温暖化防止にもだいぶ貢献できるはずです。地中に排熱することでヒートアイランド現象を抑制できるということが地中熱利用の特徴なのですが、規模が大きくなればそれだけ効果も大きくなります。

東京スカイツリー®地域の供給区域は新しく開発されてきたエリアですから、脱炭素社会の実現に向けて引っ張っていきたいという気持ちは十分あります。東京都の定めるトップレベル事業所等の認定、省エネ大賞受賞という実績を活かしながら、地中熱を利用した地域冷暖房のパイオニアとして将来に向けてどんどんアピールしたいです。

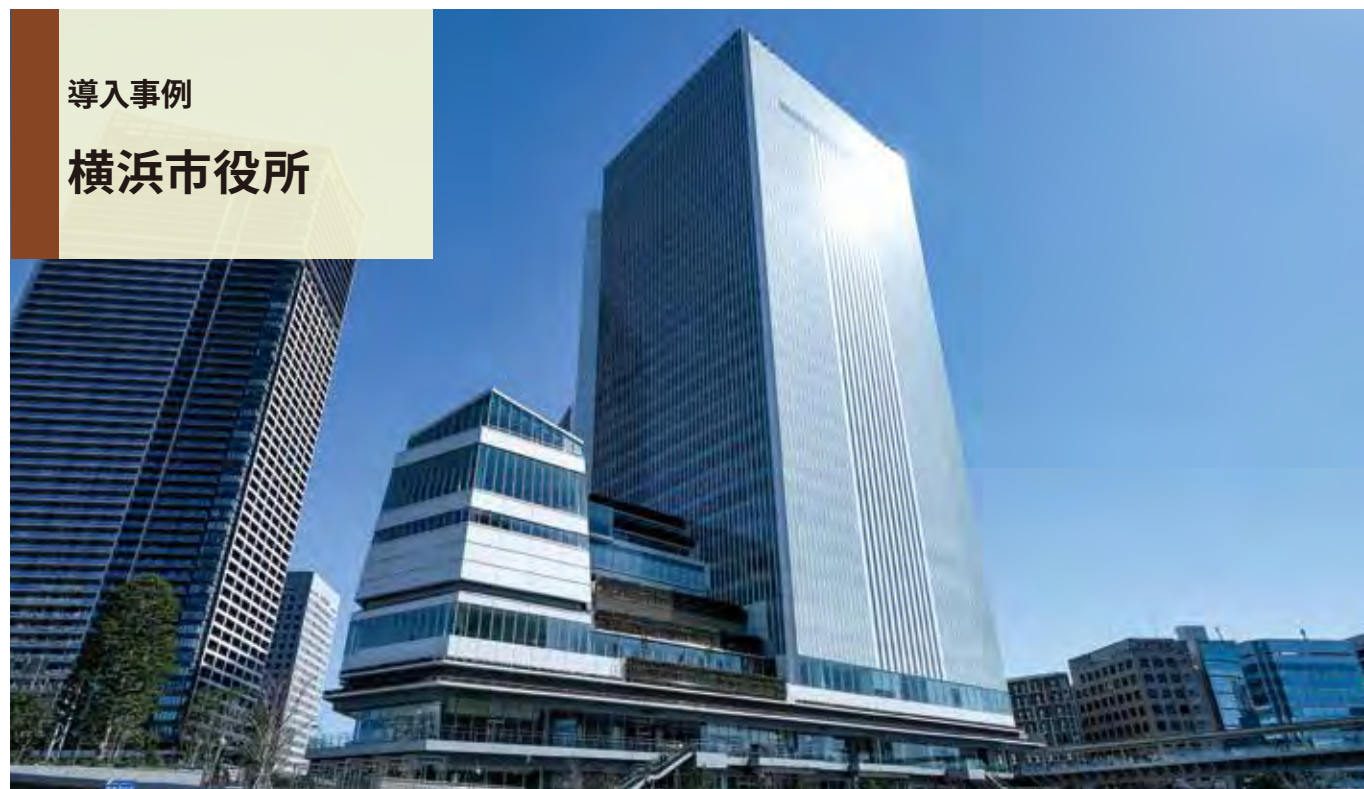


東京スカイツリータウン  
ソラマチひろばの地中深さ約120mまでチューブが敷設されている。

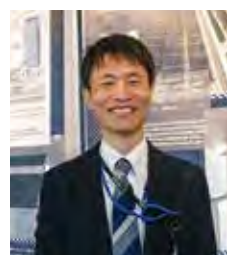


## 導入事例

# 横浜市役所



## 8代目市庁舎は災害対応と環境性に重点 市民が憩うアトリウムの空調の熱源に地中熱を導入



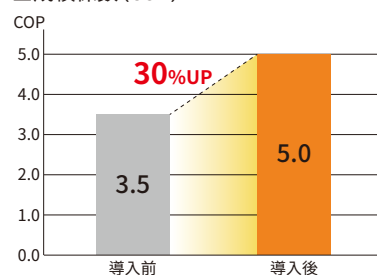
横浜市建築局  
公共建築部施設整備課  
新市庁舎整備担当係長  
飯塚 泰明さん

### 【導入概要】

場所：神奈川県横浜市中区  
用途：横浜市庁舎1階アトリウムの空調等  
供用開始：令和2年6月

### 【導入効果】

■成績係数 (COP)



※成績係数 (COP: Coefficient Of Performance) : エネルギー消費効率を表す指標  
※従来システム (COP3.5として算出) との比較  
※アトリウムに導入した地中熱利用と排熱活用を合わせた効果

### 「我慢」が実現していた旧庁舎での省エネ

横浜市は平成24年に環境未来都市、平成30年にはSDGs未来都市や温暖化対策実行計画 Zero Carbon Yokohamaを掲げ、環境に取り組んできました。一方で、1959年から60年間使ってきた旧庁舎自体の空調は、いわば“我慢の空調”で、設備を動かさないという努力によって省エネをしてきま



した。17時15分になると真夏でもエアコンが切れ、職員は皆一斉に窓を開けて仕事をしていました。

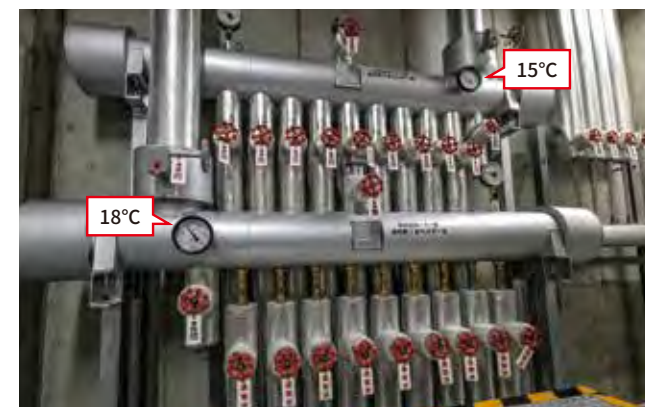
平成25年に策定した「新市庁舎整備基本構想」では、環境に最大限配慮することが基本理念に盛り込まれました。設計・施工の事業者選定は高度技術提案型総合評価落札方式で実施しましたが、技術提案を頂くにあたり、環境に対する要求水準を高く、また評価項目でも耐震に次ぐ二番目の配点を科して、環境に重きを置くという市の意思を示しました。環境性能が優れる技術提案を多岐にわたって頂いたと思っています。

### 地中熱は「導入しやすい技術」

新市庁舎は、町をつなぐ結節点というコンセプトがあり、パブリックビューイングやイベントができ、賑わいをつくるスペースとして1階にアトリウムを作りました。その空調の熱源に地中熱を活用しています。もともと地中熱の導入は初めてではなく、区役所で導入を進めていました。泉区で効果を検証し、その経験をもとに南区と金沢区にも導入しています。港南区は地下鉄の湧水を熱源として活用し、各区役所で自然エネルギーを活用してきました。省エネにはさまざまな方法がありますが、地中熱は工事の際に採熱管を地中に埋め



アトリウムにある地中熱を熱源とする床吹出空調。その他床輻射冷暖房にも活用し、床の下には冷温水が流れる管が埋まっている。3月でも床を触るとほんのり温かい



撮影日は3月。地中から18°Cの熱を採熱し、暖房に活用したのち15°Cになって地中に戻っていることが分かる

てしまえば基本的にはメンテナンスフリーです。熱源を空気から地中の水に変えるだけなので、関係方面の調整事も多くはありません。複雑化するシステムでもないため、導入後の管理を考えても、導入しやすい技術だと感じています。しかし、完成後は埋まっている設備は見えないのでPRの点では地中熱の難しいところ。今後、いろいろな機会をとらえて発信していきたいと考えています。



市庁舎内の展示スペースでは竣工1年を記念した新市庁舎展を行い、市民にPR

### 脱炭素社会に向けて、“環境のショーケース”で技術発信に

その他にも執務室に輻射空調を採用するほか、自然換気のためのパネルを設置しました。外気の条件が整ったら、各執務室にある「自然換気ランプ」を光らすとともに音も鳴ら



して、職員にパネルを開けることを促します。空調の運転を抑えて省エネをするのです。職員のみさんの協力に支えられ高い稼働となっています。

自然換気専用のパネルで、超高層の建物にも関わらず外の風を感じることができる

さまざまな技術を組み合わせ、快適でありながら省エネができることをコンセプトに進めてきました。計画値では52%の削減ができ、ZEB ready※1を達成しています。

我慢をすればいくらでも省エネにはなるのですが、それは業務効率の低下につながります。市民の財産として庁舎を整備させていただいているため、業務の効率化につなげ、市民サービスに還元されることを期待しています。

環境に取組む横浜市の新市庁舎として「環境技術のショーケース」とすべく整備をしてきました。まさにできることを全て組み合わせたからこそ、ここまで省エネが実現できたのだと思います。脱炭素社会に向けて、この市庁舎が一つの技術発信になればと思っています。



※1 ZEB (※2) を見据えた先進建築物として、外皮の高断熱化及び高効率な省エネルギー設備を備えた建築物  
※2 年間の一次エネルギー消費量が正味ゼロまたはマイナスの建築物

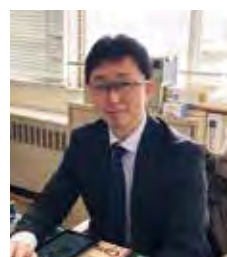


## 導入事例

# 北欧の風 道の駅とうべつ



## 冷暖房需要と高い地中温度 需要と供給をつないだ地中熱ヒートポンプ



当別町 経済部エネルギー推進室 室長  
吉野 裕宜さん

### 【導入概要】

場所：北海道石狩郡当別町  
利用用途：道の駅の冷暖房の熱源  
開業：平成29年9月

### 【導入効果】

- 省エネ効果（エネルギー消費量）エネルギー削減量（R1実績）26,283kWh※1
- 省CO<sub>2</sub>効果（二酸化炭素削減量）（R1実績）14.6tCO<sub>2</sub>
- 年間ランニングコスト 電気代（R1実績）730,685円※2

※1 ヒートポンプの冷温熱供給量を元に空気熱ヒートポンプを使用した場合のエネルギー消費量と実際の地中熱ヒートポンプ実績と比較して算出

※2 施設全体の高圧電力の使用量と使用料金を元に、案分して算出

### 地中の温度が高いという地域特性

当別町は、石狩川を挟んで札幌市の北側に隣接し、農業を基幹産業とする町です。また、町面積の約6割を森林が占めることから近年は林業にも力を入れています。環境への取組としては、平成28年に「当別町再生可能エネルギー活用推進条例」を制定するなど、再生可能エネルギーの活用に取り組んできました。

平成26年、道の駅の建設を目指して「基本計画」が策定され、その中で再生可能エネルギーの積極的な活用について検討が始まりました。建設予定地となった太美地区はもともと、地中の温度が高いという特性があり、昔から地域住民は知恵を使って融雪に利用していたり、地中100m程の深さから25～26℃くらいのお湯を汲み上げて、加温して温泉に使うなどの活用をしていました。

### 暖房と冷房、どちらにも対応すべく ヒートポンプを選択

平成27年に実施した「太美地区の地中熱導入可能性調査」では、改めて地中熱が有効な地区であり、他のエネルギー

種と比較しても最もメリットがあることが分かったため、道の駅の冷暖房設備に地中熱ヒートポンプを採用しました。



地中熱のボーリング調査



導入した地中熱ヒートポンプ

地中熱を活用すると省エネになる上、暖房だけでなく冷房の需要もあったことがポイントでした。暖房だけでは、ペレットストーブやチップボイラーの選択肢がありましたが、夏の冷房需要に対応するためには、冷暖房に使えるヒートポンプがよいだろうと考えてもいたので、冷暖房の需要に応えられる上に、地中の温度が高いという地域特性を活かせる選択でした。

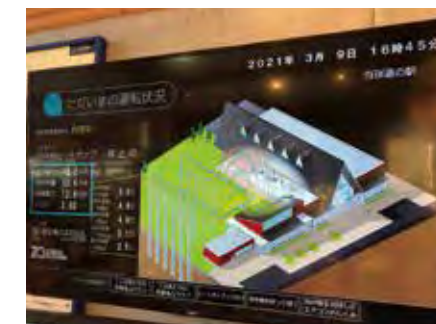
ただ、再生可能エネルギー設備はイニシャルコストが高額となるため、補助金を活用したイニシャルコストの縮減やランニングコストを含めたライフサイクルコストの試算結果を元に議会や地域住民に説明し、理解を得ました。もともと認知度の低かった地中熱ですが、当時、北海道各地でも地中熱活用が進んでいたため、周囲の認知度も徐々に上がっていた頃でした。

### 環境への取組を一過性で終わらせない

道の駅は平成29年に開業しました。道産の木材を使い、三角屋根を特徴とした北欧風の建物です。

場所柄、道の駅は大きな宣伝効果、発信拠点の役割が期待

できるので、館内では地中熱利用や省エネ効果を「見える化」して発信しています。来場する方々にも好評です。



道の駅内のパネルを使って  
地中熱利用を説明



また、町では豊富な森林資源を活かして木質バイオマス活用の取り組みも行っており、確実に再生可能エネルギーの導入が進んでいると実感しています。平成30年に策定した「当別町地球温暖化対策推進実行計画【事務事業編】」で掲げた「2013年度を基準年度として2030年度までに温室効果ガス排出量を40%削減」の目標は、達成が見えてきています。この取り組みを一過性のものにせず、町全体の目標として環境への取り組みを浸透させ、持続的に進めることが、我々の役目だと感じています。





## 導入事例

### みんなの森 ぎふメディアコスモス



## 長良川の恵みをエネルギーに 地下水の熱を活かした空間で、知と文化、絆を育む



岐阜市 市民協働推進部  
ぎふメディアコスモス事業課  
施設管理係 元吉 達也 さん

### 【導入概要】

場所：岐阜県岐阜市  
主な用途：館内の床輻射冷暖房の熱源  
供用開始：平成27年7月

### 新たな自然環境と良好な景観の創出を

日本の中央に位置する岐阜市は、岐阜県の県庁所在地であり、玄関口であるJR岐阜駅周辺には高層ビルが並ぶ一方、1300年の歴史を持つ鶉飼が有名な清流長良川や、織田信長ゆかりの岐阜城、自然豊かな金華山があり、斎藤道三、明智光秀をはじめとする戦国武将ゆかりのまちでもあります。まちと自然がバランスよく共存する岐阜市に平成27年に完成した「みんなの森 ぎふメディアコスモス」は「知の拠点」の



写真提供 岐阜市

役割を担う市立中央図書館、「絆の拠点」となる市民活動交流センター、多文化交流プラザ及び「文化の拠点」となる展示ギャラリー等からなる複合文化施設です。場所は、街のなかでも市庁舎をはじめ、多くの公共公益施設が集まるシビックゾーンの一角に位置しています。もともと岐阜大学医学部等の跡地で、その利用に関して、平成16年から市民意見の募集をしながら検討を進めてきました。そして、「にぎわい」、「地域の文化・芸術によるまちの魅力」の創出、都市の「地域力」の創出、「新たな自然環境と良好な景観」の創出を開発コンセプトとして、計画が進みました。

### 地域資源で快適な環境をつくる

「自然エネルギーを最大限に活用し、消費エネルギー1/2の建築を実現する」という環境計画を掲げ、地域特性である長い日照時間や豊富な地下水をはじめとした、さまざまな自然エネルギーを活用した施設となっています。建物直下には長良川の伏流水が流れており、敷地内にある深さ30mある2本の井戸から汲み上げて採熱しています。その熱は地域の豊富な資源であり、有効な未利用エネルギーでした。



導入した空調用熱源機器と  
採熱用の熱交換器群

敷地内にある深さ30mある2本の井戸から汲み上げて床輻射冷暖房の熱源として使い、その後外の広場にあるせせらぎへ放流され、最終的には樹木の給水として地中に帰っていきます。太陽光は発電と採熱で十分に有効活用しています。また、「グローブ」と呼ばれる、逆さまの漏斗の形状で床から浮かんだ大きなかは、風の流れを生み、自然換気効果

を増幅させるほか、上部から自然光を取り入れ、かつ直射光をやわらかく拡散して適度に明るい空間をつくります。湿度コントロールができるデシカント空調機など、特徴的な設備に加え、空間の温度や湿度だけでなく、快適性を評価するための指標であるSET\*（標準新有効温度：Standard new Effective Temperature）の6要素、気温、湿度、気流（風速）、放射、着衣量と代謝量を個別で制御でき、さまざまな方向から快適かつ省エネルギーな環境づくりを目指しています。屋根には、岐阜の県産材である「東濃ひのき」を使用しており、さまざまな地域資源を取り入れた施設となっています。



さまざまなイベントに市民が憩う

これらの自然エネルギーを最大限に活用し、従来の建物が消費する一次エネルギーと比較して、50%以上削減できる環境システムになっています。

令和3年5月には、南側に岐阜市の新しい市庁舎が開庁します。新市庁舎でも地中熱を空調システムに取り入れ、電気とガスを組み合わせたハイブリット熱源による空調システムとするほか、太陽光発電や屋上緑化といった気候や風土を活かした環境利用と、エネルギー管理システムとの併用により、さらなる省エネ化を図ります。



グローブが自然換気と自然採光の効果を高める



## 導入事例

### 新潟駅南口広場



## 積雪時でもバリアフリーを 地中の熱で道路の雪を融かす



新潟市 都市政策部 新潟駅周辺整備事務所  
技師 千代 透さん

### 【導入概要】

場所：新潟県新潟市  
利用用途：歩道の融雪  
供用開始：平成21年9月

### 持続的に発展する都市をめざして

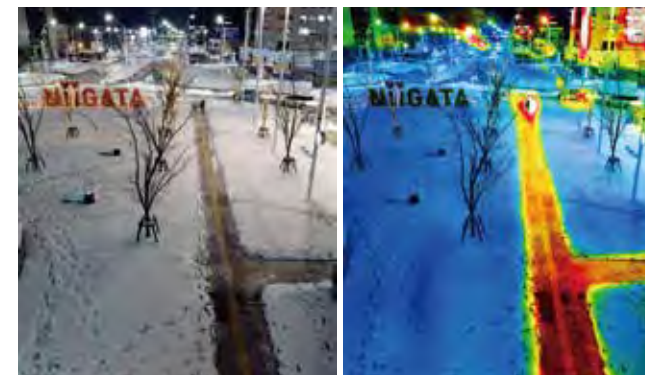
本市では、新潟駅付近連続立体交差事業を契機とする、新潟駅周辺整備事業を進めています。この新潟駅周辺整備事業は、鉄道を横断する幹線道路整備や駅前広場の再構築により、安全で円滑な交通機能の強化や駅利用者の利便性向上、周辺土地利用の高度化など大きな効果が期待されています。しかし、市の人口は減少局面に入っており、少子超高齢化が進行している中、日本海側の都市と都市とをつなぐ「日本海拠点都市」としての拠点性を高め、持続的に発展する都市づくりを進める必要に迫られています。このことから、都市間競争における優位性を獲得するため、都市イメージの発信や交通結節機能の強化などの付加価値を高め、拠点性向上を図ることが重要です。

新潟駅周辺整備事業のうち、駅前広場については、これまで平成11年度に市民有志からなる実行委員会と市との共催で、「わいわいガヤガヤ駅サイト」（市民意見交換会）を開催し、平成13年度に「新潟駅駅舎・駅前広場計画提案競技」の企画会議・審査委員会を設置しました。応募登録受

付開始を経て、翌14年度に開催した新潟駅駅舎・駅前広場計画提案競技で最優秀賞を受賞した作品をもとに、市民ワークショップで市民の意見を取り入れながら、将来にわたり市民が誇れる駅前広場となるよう、計画を策定しました。

### 導入の決め手はランニングコスト0

整備以前、新潟駅南口に融雪システムはなく、冬期のバリアフリー対策が必要で、市民ワークショップにおいても、融雪システムの必要性について議論が交わされました。整備後のランニングコストが懸念であったため、自然エネルギーを利用し、ランニングコストが一切かからない点から、地中熱ヒートパイプ融雪システムの導入を決めました。



融雪範囲の平面図（色付部分が融雪範囲）。導入後の写真を比較すると、図面通り融雪されていることが分かる

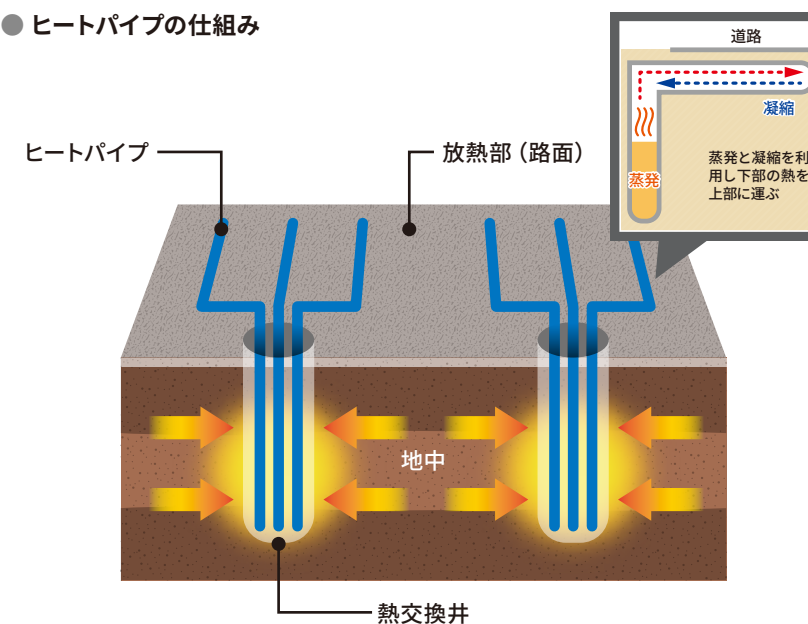
平成21年9月に供用開始し、東側に路線バス乗降場、西側にタクシー乗り場と自家用車整理場を整備し、整備前と比べて鉄道との乗換え利便性が向上しました。中央部には約1,350

㎡のにぎわい空間を設けており、さまざまなイベントの会場として活用されています。中央部の歩行者動線上に導入した地中熱ヒートパイプ融雪システムは、冬の降雪時でも快適な歩行者空間を確保しています。通常の積雪時（30cm程度）には十分な効果を発揮している上、整備後もメンテナンスは不要なため、ランニングコストはかかっていません。

課題は、大雪により積雪深が厚くなると、地中熱ヒートパイプの能力を上回り、雪が融けにくくなることです。令和3年1月の大雪では、雪がなかなか融けず、非常に歩きづらい状態が数日間続きました。現在、設計を進めている駅北側の新潟駅万代広場では、歩行者動線上に上屋の設置を計画し、補完する位置へ同様の融雪システムの導入を検討しており、適切なシステムを導入して広場利用者の利便性向上を進めていきます。



### ● ヒートパイプの仕組み



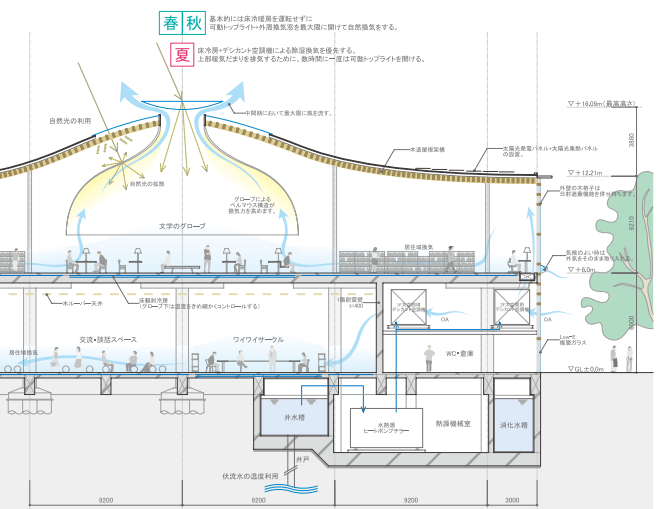
蒸発と凝縮で熱を搬送することで、動力が不要のシステムです。深さ15～20mの熱交換井に冷媒が封入されたヒートパイプを数本挿入し、その上部を路面の下に放熱管として埋設します。

降雪時など、地中の温度が地表に比べて高いと、地中の熱でヒートパイプ内部の冷媒が蒸発し、気体となった冷媒は、軽くなったために地表に向かって管内を移動します。地表に移動すると温度が低いため、冷媒は周辺に熱を与えることにより凝縮し、この凝縮した冷媒は重くなって管内を下降します。地中熱が路面に運ばれることによる融雪は、この繰り返しで行われます。



A full-page photograph of architect Toyo Ito. He is standing in a modern office environment, leaning on a large architectural model of a building complex. He is wearing a grey blazer over a light blue shirt and glasses. The background features large windows and bookshelves. The overall tone is professional and artistic.

# 地中熱で人にやさしく快適な環境をつくる





## 有識者インタビュー

エネルギーも活用しないと「もったいない」  
地中熱でエネルギーの有効利用を

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構  
地熱統括部 特命審議役  
安川 香澄氏



## 地中熱の“インフラ”化を実現するヨーロッパ

地中熱の活用はもともと1980年代頃からヨーロッパやアメリカで始まった技術です。地熱発電ができる国はヨーロッパでも限られますが、地表より少し温かい程度の熱でもヒートポンプを使えば暖房に活用できるということで、地中熱ヒートポンプが広まりました。

地中熱は利用時間が長いほど電気料金が得なので、年中を通して冷暖房をしている病院や老人ケア施設などでメリットが出やすいです。一般住宅でも、例えば三世代同居で常に家に人がいて、1日中冷暖房を使うような家庭だとお得に使えます。

また、地域冷暖房※1にも有効で、ヨーロッパでは特に寒い地域で、暖房を効率化しようと、一か所で集中暖房し、セントラルヒーティング的に供給する地域冷暖房を街ぐるみでやっています。温水のパイプも、水道などと同じようにインフラとして整備されている国も多く、かつて石炭暖房だった熱源を地中熱に変えた経緯があるので、普及しやすかったのではないかと思います。

日本での地域冷暖房は、駅や役所周辺の商業施設など、公共の場所で活用が少しずつ増えており、ヨーロッパのように住宅まではまだ難しいですが、良い方法だと思っています。

発電の前に、  
まずは再生可能エネルギー熱で節電を

脱炭素社会に向けて、二酸化炭素排出削減のための電化が進んでいますが、電力を暖房に使うのはもったいないと思っています。原子力発電も火力発電も、モノを燃やした熱でタービンを回して発電しますが、熱エネルギーを電気エネルギーに変える際に、エネルギーを6割もロスしてしまうのです。日本ではエネルギーの半分以上が暖房などの加熱に

使われているのに、わざわざ熱を電力に変換して、それを再び熱として消費するのはエネルギーの無駄使いです。再生可能エネルギーというと電力だけを考える人が多いのですが、エネルギーの有効利用という意味では、再生可能エネルギー熱を重視すべきです。地中熱は、地下にある再生可能エネルギー熱の利用であり、冷暖房に使えば節電効果が大きくなります。

## ネット・ゼロ・エネルギーには地中熱

節電になる地中熱は、ZEB※2やZEH※3との相性が良いです。太陽光で発電をしても、電力消費が多くては収支をゼロにできないためです。また冷房の場合、外気に排熱しないのでヒートアイランド現象を緩和できるというメリットがあり、都市全体で地中熱の利用が進めば、冷房需要が減ってさらに省エネになります。ただし、地中熱だけで全て賄おうとすると、最も暑いときや寒いときに合わせて設備が巨大化し、導入コストがかさむので、日常的に使用する分は地中熱を活用し、特別に暑いときや寒いときに追加的に他のエネルギーで賄うのが賢い方法です。「エネルギーがもったいない」という感覚を持ち、まずは地中熱活用で節電から始めることがスタートなのです。



※1 地域冷暖房：冷水や温水等を一か所でまとめて製造し、供給するシステムです。“まとめて”製造・供給することによって省エネルギーや省CO<sub>2</sub>などさまざまなメリットを実現します。

※2 ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）：年間の一次エネルギー消費量が正味ゼロまたはマイナスの建築物

※3 ZEH（ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス）：外皮の断熱性能等を大幅に向上させるとともに、高効率な設備システムの導入により、室内環境の質を維持しつつ大幅な省エネルギーを実現した上で、再生可能エネルギーを導入することにより、年間の一次エネルギー消費量の収支がゼロとすることを目指した住宅

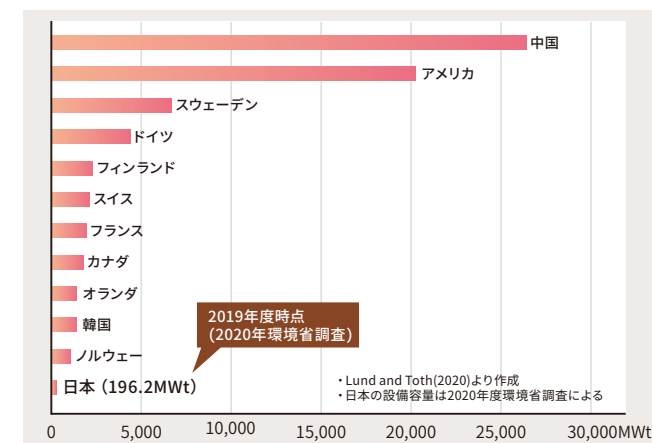
## 海外での取り組み

## 世界における地中熱ヒートポンプシステムの導入状況

海外では、日本に比べて地中熱利用ヒートポンプシステムの普及が進んでいます。欧米では1980年代から普及し始め、アメリカでは既に160万台以上が利用されています。欧米諸国や中国では、国のエネルギー政策で地中熱が取り上げられ、助成制度があります。日本と同程度の面積のドイツや面積の小さいオランダ、スイスでは日本の10倍以上の設備容量が導入されており、日本でもさらなる普及の余地は大きいといえます。

（出典）参考文献10

## ● 各国の設備容量

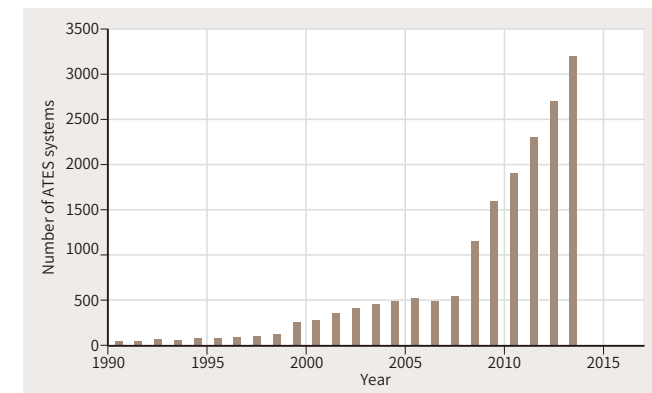


## 帯水層蓄熱システムの普及が進むオランダ

海外では既に帯水層蓄熱システムの導入が進んでいます。帯水層蓄熱システムは地中熱利用の一つです。帯水層蓄熱では排熱を帯水層に蓄え、熱エネルギーとして活用することで省エネ・省CO<sub>2</sub>・ヒートアイランド現象の緩和を図るシステムです。（P29で説明）帯水層蓄熱システムの普及が特に進んでいるのがオランダです。オランダでは1990年代から国策として普及促進が進められ、2013年時点で約3000件を超えるシステムが稼働しています。

（出典）参考文献12

## ● オランダにおける帯水層蓄熱システムの普及状況



## 北京大興国際空港における世界最大規模の地中熱利用

中国にある北京大興国際空港では、中国最大級の地中熱ヒートポンプシステムを導入しています。試算によると、このシステムは浅層地熱エネルギーを毎年56万3000GJ取り込み、空港の250万平方メートルの事務エリアの天然ガス使用量を年間1735.89立方メートル削減できます。二酸化炭素の排出量を1万5800トン削減できるグリーン・省エネ空調システムです。

（出典）参考文献13





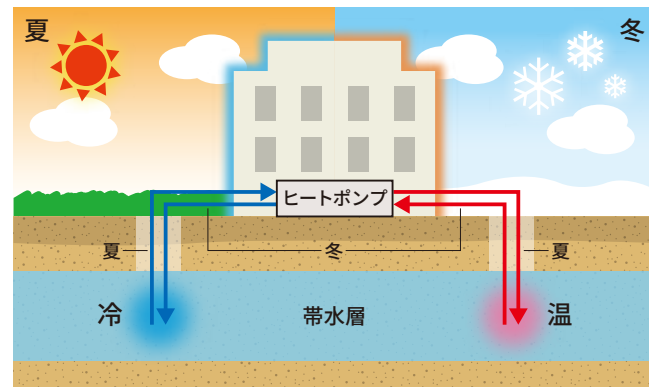
# 新技術の紹介

## ■熱を大地に蓄積して、冷暖房を効率的に行う

帯水層蓄熱システムは地中熱利用の一つです。広く普及している空気熱源ヒートポンプでは冷暖房の排熱を大気に放出していますが、帯水層蓄熱ではその排熱を帯水層に蓄え、熱エネルギーとして活用することで省エネ・省CO<sub>2</sub>・ヒートアイランド現象緩和を図るシステムです。夏期に排出される温熱を冬の暖房熱源に、冬期に排出される冷熱を夏期の冷房熱源として利用することができるため、他のシステムと比較して効率の高いエネルギー利用を行うことができます。

(出典) 参考文献12

### ● 帯水層蓄熱システムのイメージ



## ■帯水層蓄熱システムの特徴

### 節電・省エネによる二酸化炭素削減効果

消費電力の削減は、電力使用による二酸化炭素排出削減につながります。空気熱源ヒートポンプと比較して、夏の二酸化炭素排出量について大幅な削減を実現しています。

### 節電・省エネによるコスト削減効果

空気熱源ヒートポンプの電気使用と比較して、節電でき経済的です。夏のランニングコストについて大幅な削減を実現しています。

### ヒートアイランド現象の緩和

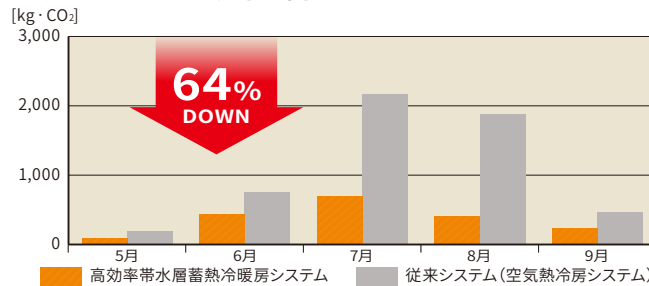
空気熱源ヒートポンプのように冷房時の排熱を大気に放出しないため、都市部のヒートアイランド現象を緩和します。

### 持続可能な地下水の保全と利用

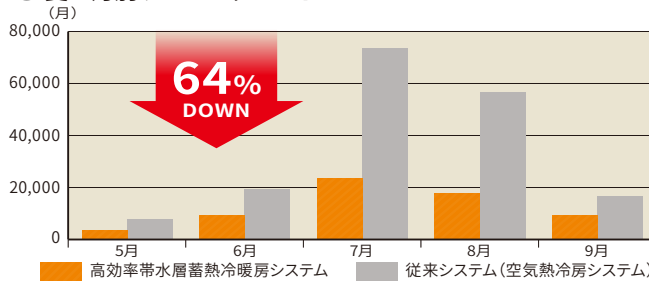
汲み上げた地下水を熱源としてのみ利用しつつ、同一の帯水層に全量還元することで地盤沈下を防止することができ、持続可能な地下水の保全と利用が可能です。

(出典) 参考文献12

### ● 夏の月別二酸化炭素排出量



### ● 夏の月別ランニングコスト



## ■帯水層蓄熱システムの事例

兵庫県高砂地区、大阪市北区うめきた2期地区では低コスト高性能熱源システムの構築に関する技術開発を行うとともに、運用に伴う地下水位低下による地盤沈下への影響の評価、熱源井のメンテナンス、長寿命化等に関する検討が行われました。

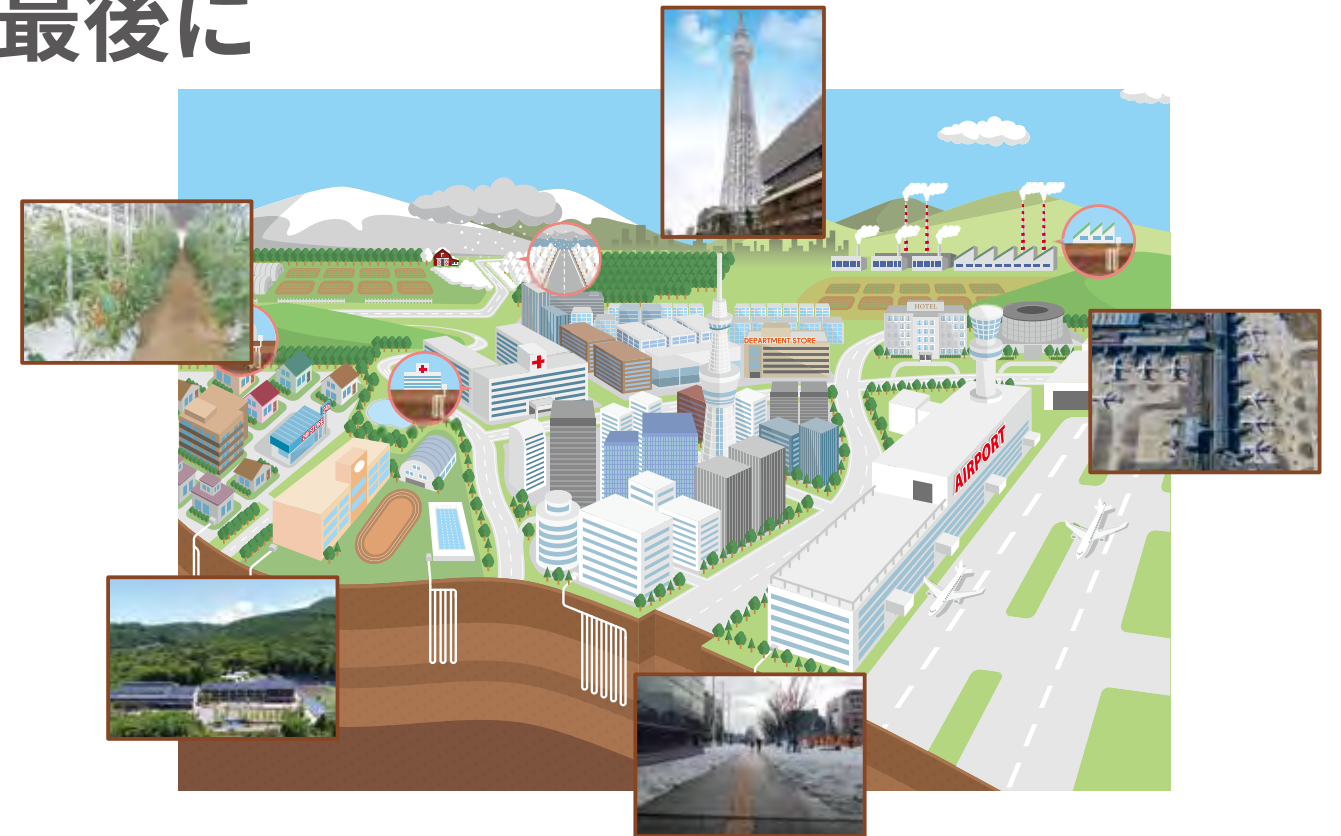
山形県山形市での事例は、地下水を利活用することによって地中熱利用システムの高効率化を達成して省エネルギーと二酸化炭素排出量の大幅削減を実現させることを目的として実施したものです。

(出典) 参考文献12



工事の進むうめきた2期地区

# 最後に



## ■まとめ

地中熱は私たちの足元にある再生可能エネルギーです。地中熱には次のような長所があります。

1. 日本中どこでも、いつでも利用できます。
2. 節電、省エネと二酸化炭素排出量削減ができます。
3. 通常のアエアコン（空気熱源ヒートポンプ）が利用できない外気温 -15℃以下の環境でも利用できます。
4. 地中熱交換器は密閉式なので、環境汚染の心配がありません。
5. 冷房の排熱を大気中に放出しないため、ヒートアイランド現象の緩和に寄与します。
6. 地中熱交換器は耐久性が高く、長寿命です。

この地中熱を利用したヒートポンプシステムは、高い省エネルギー性や環境負荷低減効果を有した技術です。再生可能エネルギーの有効利用による温室効果ガスの削減のため、今後さらなる普及が期待されています。

### 参考文献・出典一覧

1. 気象庁ホームページ
2. 環境省ホームページ COOL CHOICE 地球温暖化の現状
3. 環境省 気候変動の観測・予測及び影響統合評価レポート2018
4. 環境省ホームページ 地球温暖化防止コミュニケーター 学ぼう! 地球温暖化
5. 環境省 気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート
6. 資源エネルギー庁ホームページ
7. 環境省 STOP THE 温暖化2017
8. 環境省 地球温暖化から日本を守る 適応への挑戦2012
9. 環境省 低炭素社会づくりのためのエネルギーの低炭素化に向けた提言
10. 地中熱利用促進協会ホームページ
11. 環境省 地中熱利用システムパンフレット
12. 環境省 帯水層蓄熱の利用にあたって
13. 国立研究開発法人科学技術振興機構 サイエンスポータルチャイナ

写真提供: PIXTA

### ■本パンフレットに関するお問い合わせ

環境省 水・大気環境局 土壌環境課地下水・地盤環境室 〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2 Tel.03-3581-3351