

地中熱ヒートポンプシステムのすすめ

～地方公共団体の皆様へ～

■はじめに

地球規模での温室効果ガス対策に加えて、東日本大震災や原子力発電所事故を契機として、抜本的な電力需給対策と新たな代替エネルギー確保が政府、地方公共団体、国民を通じた大きな課題としてクローズアップされてきました。

ここでは、地方公共団体における「低炭素なまちづくり」や「地域全体での省エネ化」に向けた施策の一つとして、最近注目され始めてきた「地中熱ヒートポンプシステム」について、その効果や特徴、地方公共団体等での取組みについてご紹介します。

■地中熱ヒートポンプシステムとは…?

ヒートポンプは、熱を冷たいところから暖かいところへ移動させる装置であり、省エネ効果が高いことから、家庭でのエアコンなどに利用されてきました。

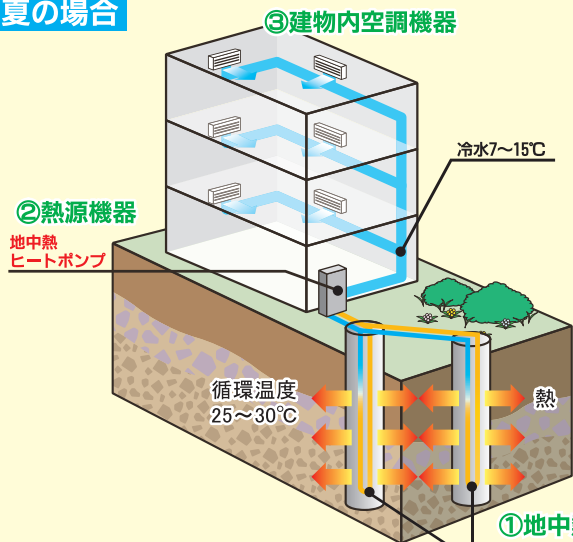
ここでご紹介する「地中熱ヒートポンプシステム」は、従来のヒートポンプエアコンが大気との間で熱交換して冷暖房を行うのに対して、地中との間で熱交換^{*}することが特徴です。また本システムは、地中の温度が年間を通じてほぼ一定（東京：約17℃）であり、建物室内との温度差が小さいことから、大気熱利用に比べて消費電力を小さくでき、また、大気に排熱しないなどの長所をもつ、これからの自然エネルギー利用の有力なシステムのひとつです。

^{*}：熱交換の方式には、地中から熱を取り出すために流体を循環させる方式（クローズドループ方式）と、揚水した地下水から熱を取り出す方式（オープングループ方式）があります。本パンフレットでは、主にクローズドループ方式について解説しています。

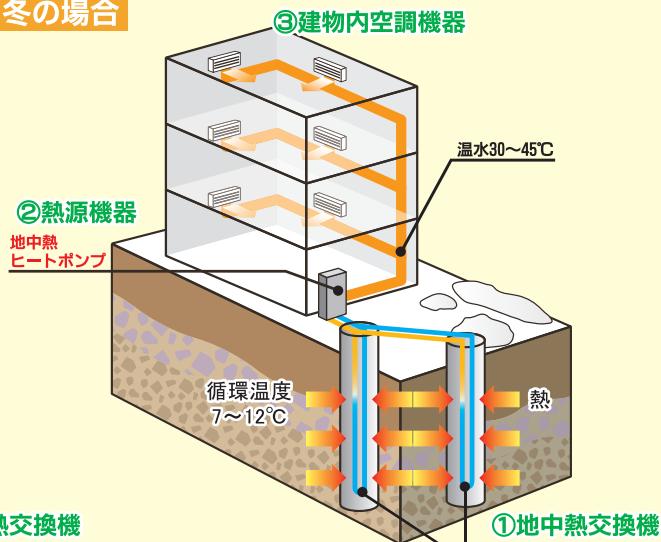
システム概要

- ヒートポンプとは、環境温度より低い温度の物体（空気や水など）から熱を奪って（冷却）、高い温度の物体に熱を伝える（加熱）装置です。
- 地中熱ヒートポンプシステムは、①地中熱交換器 ②熱源機器 ③建物内空調機器で構成されます。
- 地中熱交換器は、地中との間で熱を交換するもので、深さ数十～百数十mの掘削孔（ボアホール）または、建物の基礎杭を利用して設置します。
- 熱源機器は、ヒートポンプと周辺機器で構成され、地中熱交換器で得た熱を効率よく建物内空調機器に送るために設置します。
- 建物内空調機器は、熱源機器から送られた温熱、冷熱などを屋内に放出する機器（冷暖房・給湯・床暖房等）で、既存の機器で代用することも可能です。

夏の場合



冬の場合



社会的背景

- 地球温暖化、省エネ、資源の有効活用は国際社会共通の最重要課題ですが、まだまだ見通しが立っていない状況です。
- この対策の有力手段として、従来から自然エネルギー等の積極的活用が叫ばれ、特にヨーロッパでは風力、地熱などの様々な自然エネルギー等が大規模に活用されてきましたが、わが国では立ち遅れているのが現実です。
- また、もうひとつの有力手段として、原子力発電の推進が期待されてきましたが、福島第一原子力発電所の事故を契機に、世界的に原発を巡る議論が交わされ、わが国においてもエネルギー政策として、中長期的に原発依存度を可能な限り下げていくという方向性で検討が行われております。
- 原子力発電停止の影響により、2011年度の夏季、冬季ともに、わが国の電力需給が著しく逼迫し、国民生活と産業は大きな影響を受け、地域の人々や地元企業等も深刻な状況におかれるようになったことは記憶に新しいところです。
- そこでわが国でも、抜本的な電力需給対策と新たな代替エネルギー確保が緊急かつ最重要な課題としてクローズアップされ、政府は様々な施策を講じ、国民も地道に生活を工夫してきましたが、地域を守り育てる地方公共団体においても、「低炭素なまちづくり」や「地域全体での省エネ化」の取り組みがますます重要となってきました。

地中熱ヒートポンプシステムは、これまで、寒冷地域での暖房用としては広く利用されていますが、冷房需要の大きい関東以西地域においても有力なシステムであることから、今後のまちづくり施策、省エネ施策の一つとして、各地方公共団体を取り組み、地域に広げていくことが必要であると考えています。

地中熱ヒートポンプシステムの導入メリット(効果と特徴)

効果

- 効率が高いため、冷暖房の電力消費量を軽減することができ、またその結果、CO₂の削減にも貢献します。(省エネ・CO₂削減)
- 特に冷房用の電力消費量の軽減により、夏季昼間時の電力需要のピークカットに貢献します。(電力需給の平準化に貢献)
- 地中との熱交換であるため、大気への排熱はありません。(ヒートアイランド現象緩和)
- 新たな自然エネルギー活用として、エネルギー施策の多元化に貢献します。(エネルギー源の多元化)

特徴

- ある程度の面積の地面があれば、様々な規模、種別の建物での設置、利用が可能です。
- 小規模で身近な施設に設置可能で、地域内で利用するため、エネルギーの地産地消に貢献できます。
- 大気熱エアコンのような室外ファンがなく、騒音が少ないです。
- 地中熱交換器は長寿命です。
- 温度がほぼ一定の地中の熱を利用するため、季節(夏・冬)や天候(晴れ・雨)に左右されません。
- 空調(冷暖房)だけでなく、給湯、床暖房、融雪等にも活用できます。

地方公共団体等での取り組み事例紹介

埼玉県春日部市の取り組み

春日部市では、地球温暖化対策と低炭素都市づくりの一環として、先導的環境形成計画「春日部市エコまちづくり計画」を策定し、その施策の一つとして地中熱ヒートポンプを挙げ、平成22年度から市役所別館で実証実験を行っています。

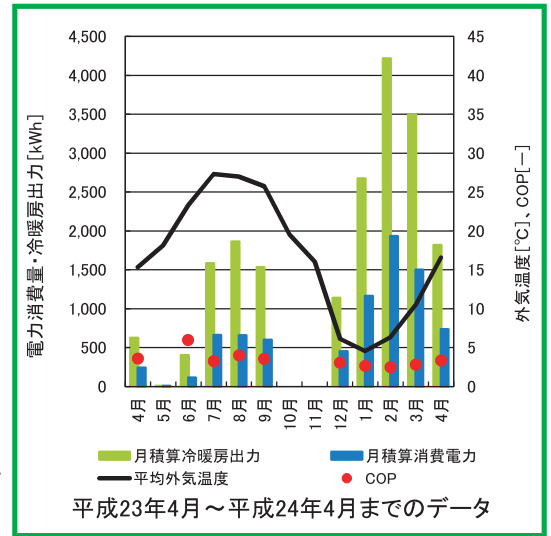
○建物・設備概要

期間：平成22年9月～継続中（平成24年9月時点）
 対象場所：春日部市役所別館1階、事務室218㎡
 熱源設備：地中熱ヒートポンプシステムユニット×3台
 熱交換器：ボアホール100m・シングルUパイプ×2本
 ボアホール 30m・ダブルUパイプ×1本

○効果（平成23年夏(6～9月)のデータ）

消費電力量の削減率：約6割
 CO₂排出削減量：約1トン
 期間平均COP^{注)}：約4.1
 大気への排熱削減量：約10,000kWh

※削減率は、既存空冷ヒートポンプの消費電力量との比較です。
 ※CO₂削減量は、東京電力の排出係数0.384kg-CO₂/kWhとして計算したものを示しています。
 ※大気への排熱削減量は、既存空冷ヒートポンプによる大気への放熱量の推測の値です。
 ※建物及び建物内空調機器は既存のものを利用しているため、冬季の暖房出力は高めとなっています。
 注：COPとは、Coefficient Of Performanceの略称で、成績係数ともいい、ここではヒートポンプの消費電力(kw)当りの冷房・暖房能力(kw)を示しています。



《他の取り組みにおけるCOPの実績事例(資料による)》

導入箇所	利用施設規模等	COP (実績値)
川崎市南河原こども文化センター ^{*1}	集会室 80㎡	冷房時7.1、暖房時3.1、冷暖房全体3.9
千代田区一番町笹田ビル ^{*2}	事務所 約300㎡	冷房時7.0前後、暖房時4.0前後
江東区事務所ビル ^{*3}	事務所 9,304㎡	冷房時4.7、暖房時5.6

※1:環境省 平成21年度環境技術実証事業「ヒートアイランド対策技術分野、実証対象技術:「川崎市南河原こども文化センター」における地中熱利用空調システム、H22.3月
 ※2:高杉真司、地下熱利用技術 5. 地中熱ヒートポンプシステムの全体設計、地下水学会誌、第53巻第3号、P283-291、2011. 他
 ※3:張本和芳、他、場所打ち基礎杭を用いた地中熱利用空調システムの運用に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)、2009年8月、他

他の地方公共団体等による取り組み(例) ※関東以西で地中熱ヒートポンプシステムを導入している施設

導入箇所	概要 (目的種別/導入年/設備能力/利用施設床面積)
広島県:みよし公園(屋内温水プール)	冷暖房・給湯/2000年/冷房360kW・暖房480kW/1,959㎡
下関市:豊北中学校	冷暖房/2005年/冷却272kW・加熱264kW/7,828㎡
三次市:塩町中学校	冷暖房等/2007年/冷房210kW・暖房210kW/578㎡
三次市:酒屋保育所	冷暖房等/2010年/冷房60kW・暖房60kW/272㎡
三次市:君田生涯学習(図書室・事務室等)	冷暖房/2009年/冷房60kW・暖房60kW/245㎡
犬山市:犬山里山学センター	冷暖房/2006年/冷却14kW・加熱16kW/362㎡
中津川市:国保坂下病院	冷暖房/2011年/冷却80kW・加熱106kW/5,149㎡
三次市:奥田元宋・小由女美術館	冷暖房等/2006年/冷房84kW・暖房92kW/3,849㎡
羽田空港(東京国際空港国際線地区旅客ターミナルビル)	冷暖房/2010年/冷却・加熱176kW/158,300㎡

支援制度について

地中熱ヒートポンプシステムを活用するにあたり、次のような支援制度があります。(平成24年度予算)

- 国土交通省：社会資本整備総合交付金（効果促進事業）
：住宅のゼロ・エネルギー化推進事業
- 環境省：グリーンニューディール基金
- 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
：住宅・建築物のネット・ゼロ・エネルギー化推進事業
- 日本政策金融公庫(融資)：環境・エネルギー対策資金

※活用にあたっては、各機関のホームページ等をご覧ください。

■地中熱ヒートポンプシステム導入にあたってのQ&A

Q：地中熱ヒートポンプシステムはどのような施設に導入できるのですか？

A：地中熱ヒートポンプシステムは、空調、給湯、床暖房、融雪などが必要な公共施設（官公庁舎、学校、公民館等）や病院、屋内温水プール、戸建住宅など、さまざまな施設、建物に導入することができます。

Q：機器を設置するためにかかる費用はどのくらいですか？

A：地中熱ヒートポンプシステムを導入するには、地中熱交換器、熱源機器（地中熱ヒートポンプ）等が必要です。地中熱交換器があることが、従来の大気熱ヒートポンプと特に異なる点です。地中熱交換器の設置費用は、基礎杭方式と掘削孔（ボアホール）方式、熱交換器の長さ（深さ）、本数等で異なります。掘削孔方式の掘削費用は、概ね1～2万円/mといわれています。

Q：機器を設置するためには、どのくらいのスペースが必要ですか？

A：基礎杭方式では、熱源機器を設置するスペースがあれば設置可能です。掘削孔（ボアホール）方式では、熱源機器の設置スペースの他に、ボアホールを設置するスペースが必要です。ボアホール1本当たりの面積は、直径200mm程度でするので小さいですが、施設等の規模、地質などにより、必要な本数や長さ（深さ）が決まってきます。一般にボアホールの間隔は、熱干渉が発生しない距離（4～5m程度）が必要になります。

Q：CO₂の削減効果はどの程度ですか？

A：地域や施設等の実情に合わせた設計をすることで効果が得られます。従来の大気熱ヒートポンプと比較した場合は、電力消費量の軽減により、一般に、CO₂削減効果は約30%といわれています。

Q：ヒートアイランド現象の一因である排熱の抑制には、寄与できますか？

A：地中熱ヒートポンプシステムでは、従来の大気熱ヒートポンプシステムのように大気との熱交換がないため、大気への排熱はありません。

Q：地域により施工実績に差があるようですが、なぜですか？

A：北海道などの寒冷地においては暖房需要が大きいため、年間光熱費の削減効果等の面から、比較的広く利用されています。全国的には、施工業者の拠点所在地などの状況によって地域差が見られます。

Q：地中熱交換器の施工方式には、どのようなものがありますか？

A：地中熱交換器の施工方式には、建物の基礎杭を利用する方式と掘削孔（ボアホール）を設置する方式の大きく2種類あります。前者は基礎杭を利用するので、建物の建設時での施工に限られます。後者は既設建物でも地中熱ヒートポンプシステムの導入が可能な方式です。

Q：長時間にわたって稼働させることは可能ですか？

A：地中の熱バランスが良くなるよう設計・施工・運用をすることにより長時間稼働が可能です。但し、冷暖房需要量に比較して地中熱交換器の設置面積が小さい場合や、大規模施設などの場合は、地中との熱交換器の採熱・放熱能力（熱バランス）により限界もあることから、他のシステム等との併用が必要となります。

Q：地域での連携利用システムとしてまちづくりに取り込むことは可能ですか？

A：今後の研究や技術力の向上などによって、まちづくりにおけるエネルギー面的利用の熱源の一つとして取り込むことなどが考えられます。

■今後の普及・促進に向けて

- 地方公共団体は、「低炭素なまちづくり」などの中心的な担い手として行動することが必要です。
- その際には、国や民間事業者、住民などとの連携を深めていくことが重要です。
- 地方公共団体が行動することで、住民、社会等での認識度が高まります。
- 今後普及が進むことにより、初期投資コストの低減が期待でき、一層の普及に繋がります。
- 熱交換方式として、クローズドループ方式の外に地下水を利用した方式（オープンループ方式）もあります*。また施設の規模等によっては他のシステム等との併用が必要となります。実際の導入にあたっては、地域特性や施設規模等に応じて適切なシステムを検討することが大切です。

*岐阜市では、長良川の涵養による豊富で良質な地下水を利用し、オープンループ方式による地中熱ヒートポンプシステムの導入の検討を行っています。

■発行 地中熱利用ヒートポンプを活用した低炭素都市づくり研究会

一般財団法人 都市みらい推進機構
一般社団法人 都市環境エネルギー協会
埼玉県春日部市

国土館大学 理工学部理工学科建築学系 原英嗣准教授
北海道大学 大学院工学研究院 長野克則教授(アドバイザー)
(研究協力者) 高砂熱学工業株式会社
サンボット株式会社

(オブザーバー)
国土交通省 岐阜市 静岡市

このパンフレットに関する問い合わせ先

一般財団法人 都市みらい推進機構 開発調査部
東京都文京区関口1-23-6 プラザ江戸川橋ビル201号
TEL 03-5261-5625 E-mail chousa@toshimirai.jp

一般社団法人 都市環境エネルギー協会
東京都中央区京橋2-5-21 京橋NSビル6F
TEL 03-5524-1196 E-mail dhcmaster@dhcjp.or.jp

*本パンフレットは、低炭素なまちづくりに関心をもつ上記のメンバーが
平成23年度の自主的研究としてとりまとめたものです。