

# 地中熱の活用による低炭素なまちづくりについて

平成24年11月22日

一般財団法人都市みらい推進機構

## はじめに

地球規模での温室効果ガス対策の必要性が叫ばれてから久しいが、昨年発生した東日本大震災やそれに伴う原子力発電所事故を契機として、低炭素型社会の実現に加え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国、地方公共団体、国民全体の大きな課題としてクローズアップされるに至った。

当機構は、「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、最近注目され始めた「地中熱ヒートポンプシステム」について、平成23年度に春日部市及び一般社団法人都市環境エネルギー協会と共同して、その効果や特徴、地方公共団体等での取組み状況について調査研究し、その成果を全国の地方公共団体の参考にしていただくことを目的にパンフレットとしてまとめた。

本調査研究を行うに当たり、「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」（表1）を立ち上げ、意見交換しながら研究を進めた。

当機構は本調査研究の事務局を務めたので、その一員として成果の概要を紹介するものである。

座長	国土舘大学理工学部理工学科建築学系 原英嗣准教授	アドバイザー	北海道大学大学院工学研究院 長野克則教授
委員	一般財団法人都市みらい推進機構	オブザーバー	国土交通省
委員	一般社団法人都市環境エネルギー協会	オブザーバー	岐阜市
委員	埼玉県春日部市	オブザーバー	静岡市
研究協力者	高砂熱学工業株式会社		
研究協力者	サンボット株式会社		

表1 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

## 1. 地中熱ヒートポンプシステムの概要

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広く利用されている。

室内空調における従来のヒートポンプエアコンは、室外機を通して大気との間で熱交換をし、室内への冷暖房を行っているのに対して、地中熱ヒートポンプシステムは室外機の代わりに地中熱交換機を設置し、地中との間で熱交換をして室内への冷暖房を行うものである。（図1）また、このシステムを利用して空調だけでなく、給湯、床暖房、融雪などにも活用でき、公共施設（官公庁舎、学校、公民

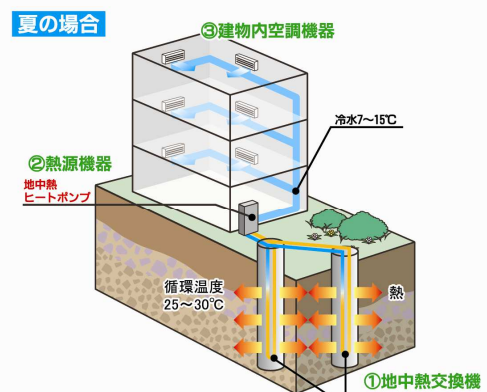


図1 システム概要図

館等) や病院、屋内温水プール、戸建住宅など、さまざまな施設や建物に導入することができるものである。

## 2. 地中熱ヒートポンプシステムの種類

地中熱ヒートポンプシステムには、地中熱交換器を用いて熱媒体を地中に循環させ熱交換するクローズドループ方式と汲み上げた地下水と熱交換するオープンループ方式の2種類がある。

### (1) クローズドループ方式

熱媒体を地中に循環させ、地下水や地盤と熱のやりとりを行う方式。地中熱交換器(ボアホール)を設置する条件としてオープン方式のような制約がないことなどからオープン方式と比べて多く普及している。(図2)



図2 クローズドループ方式<sup>\*1</sup>

### (2) オープンループ方式

地中から汲み上げた地下水と熱をやりとりし、その後、帯水層へ水を還元又は地表で放流する方式で熱交換を行うシステムである。地中への地下水還元が困難である場合や揚水規制のある地域などの制約がある。(図3)



図3 オープンループ方式<sup>\*1</sup>

## 3. 地中熱ヒートポンプシステムの特性(効果と特徴)

「低炭素なまちづくり」や「地域全体での省エネ化」に向け、地中熱ヒートポンプシステムはどのような特性を持っているのか、効果と特徴に分け以下のようにまとめた。

### (1) 効果

- ・空気熱源ヒートポンプシステムに比べ、熱容量の大きな地下水や地盤を熱源とするので効率が高いため、冷暖房の電力消費量を軽減することができ、また、CO<sub>2</sub>の削減にも貢献。
- ・特に冷房用の電力消費量の削減により、夏季昼間時の電力需要ピークカットに貢献。
- ・地中との熱交換であるため、大気への排熱がない。(ヒートアイランド現象の緩和)
- ・新たな自然エネルギー活用として、エネルギー源の多元化に貢献。

### (2) 特徴

- ・ある程度の地表面積があれば大小様々な規模、種別の建物での設置、利用が可能である。
- ・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。

- ・空気熱源ヒートポンプに比べ、室外ファンがなく、騒音が少ない。
- ・地中熱交換機は、長寿命である。
- ・温度がほぼ一定の地中の熱を利用するため、季節や天候に左右されない。
- ・空調(冷暖房)だけでなく、給湯、床暖房、融雪等にも活用可能。

#### 4. 地中熱ヒートポンプシステムの普及状況

地中熱ヒートポンプシステムの世界的な普及状況について調査した。

世界全体での設備容量が大幅な伸びをしている状況の中、先進各国と比較した日本の設備容量は、大幅に立ち遅れている現状が伺える。(図4)

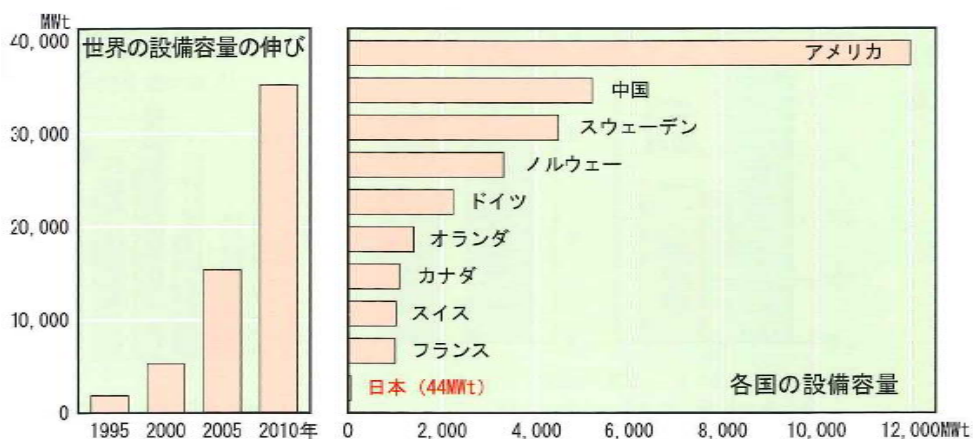


図4 各国の設備容量<sup>※2</sup>

一方で国内に目を向けてみると近年設置件数が上昇、普及が進んできていることが分かる。(図5)

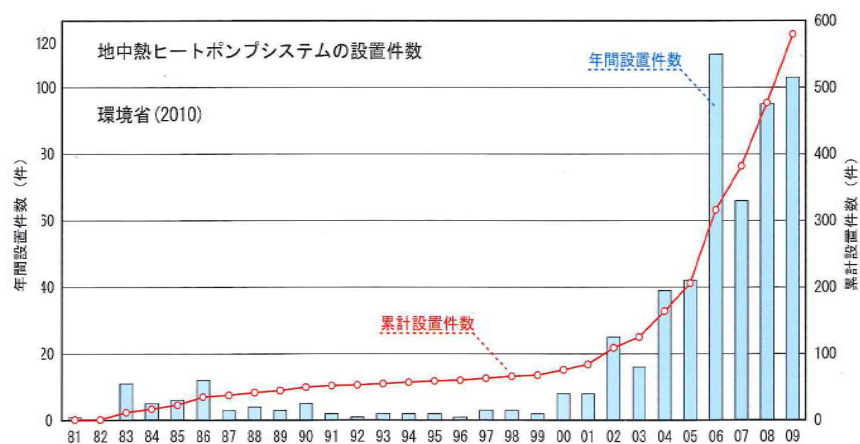


図5 地中熱ヒートポンプシステムの設置件数<sup>※3</sup>

日本国内の地域別普及状況を見ると、主に暖房用として活用している北海道・東北方面での普及が進んでおり、冷房需要の大きい関東以西地域での普及は、あまり進んでいない。(図6)

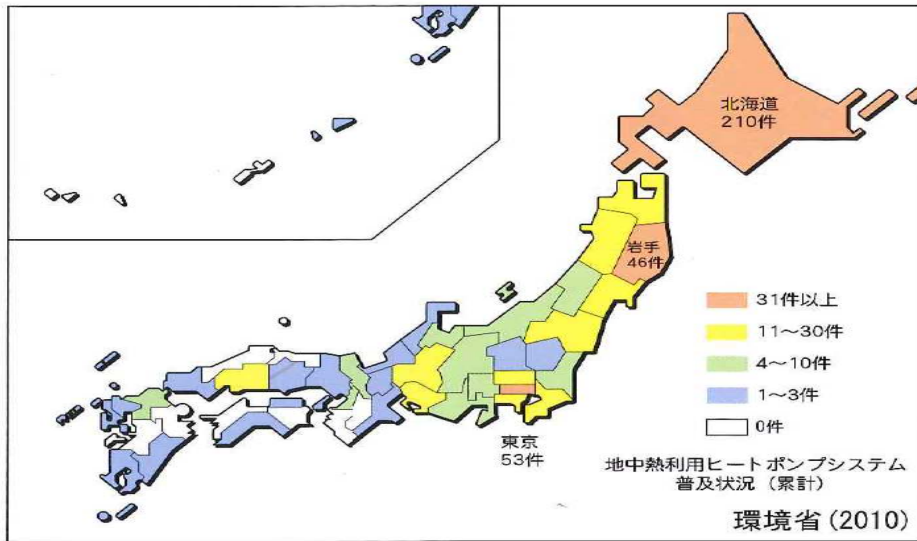


図6 地中熱ヒートポンプシステムの普及状況<sup>※3</sup>

### 5. 地方公共団体等における地中熱ヒートポンプシステム導入事例

優れた省エネルギー効果や特徴をもつ地中熱ヒートポンプシステムであるが、冷房需要の大きい関東以西地域での実施事例が少ないことから、関東以西地域の地方公共団体等で導入している事例を調査した。

(表2)

事例の地方公共団体では、省エネ、経済性、環境への配慮などを動機として地中熱ヒートポンプシステムを採用している。また、地方公共団体における低炭素なまちづくりにおける施策(事業)の根拠等については、殆どの地方公共団体で地球温暖化対策実行計画や環境基本条例が根拠となっている。

	導入箇所	概要
		(目的種別/導入年/設備能力/利用施設床面積)
地方公共団体施設	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㎡
	春日部市：市役所別館	冷暖房/2010年/冷房30kW・暖房30kW/218㎡

※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

表2 地方公共団体による取り組み(例)

今回調査した地方公共団体では、国等の補助事業を活用して導入している。

また、導入効果としては、光熱費等は、事例1か所につき高いところで年間約167万円の削減効果があり、消費電力では、高いところで約26MWhの削減効果があった。

今後、他の施設等への導入予定については、春日部市が中学校（1校・事務室）に導入をするものの、どの地方公共団体も他施設への導入予定はなかった。また、地中熱ヒートポンプシステムを他事業者等へ普及させるための取組（活動）などについては、中津川市以外、普及への取組は殆ど行っていない。

一方、民間施設では、省エネルギー、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）排出量の削減などを目的として導入されている。

（表3）

今回調査した2箇所は供用開始から間もないこともあり、地中熱の効果は実測中であるが、東京スカイツリータウンでは、従来の同規模熱源システム（空冷チラー+温水ボイラー）と地中熱を利用した方式とのシミュレーションを実施し、CO<sub>2</sub>排出量を約40%削減できるという結果を得ている。<sup>※4</sup>

	導 入 箇 所	概 要 (目的種別/導入年/設備能力/利用施設床面積)
民間施設	東京国際空港国際線地区旅客ターミナル (羽田空港)	冷暖房/2010年/冷却・加熱176kW/158,300㎡
	東京スカイツリータウン <sup>※4</sup>	冷暖房/2012年/冷熱154kW・温熱127kW/ 約230,000㎡

表3 民間施設による取り組み(例)

## おわりに

地中熱ヒートポンプシステムは、夏は気中より温度が低く、冬は温度が高い地中の熱を利用するもので、日本国中どこでも利用できるものであることから、このシステムが今後普及することになれば、省エネルギー化を通じた低炭素型社会の実現や電力需要のピークカットに貢献できるものと考えられる。

しかしながら、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）にも限界があることから他のシステム等と併用する必要が出てくるといった課題もある。

さらに、まだ初期投資にかかる負担が大きく、投資回収に長期間必要となり、なかなか導入が進みにくいという実情がある。今後の普及が、機材の低廉化や掘削コストの低減につながることを期待したい。

今後の展開として、地中熱は比較的安定した熱源であることから、熱エネルギーの面的な利用の可能性が高いものと考えられる。東京スカイツリータウンの冷暖房施設は、わが国初の地中熱ヒートポンプシステムを導入した地域冷暖房施設であり、地中熱利用をはじめ数多くの省エネ手法を採用している。そのため、従来の同規模の熱源システムに比べ大幅なCO<sub>2</sub>排出量削減を見込んでいる。

東京スカイツリータウンのような地域冷暖房施設の導入が困難な場合には、もっと簡便な面的利用方法として、例えば共通のボアホール群を複数の建物が共同して利用することも可能と考えられ、このような利用による省エネルギー化にも期待したい。

現在、わが国では様々な分野で、省エネルギー化や省電力への努力が払われている。このような中であって、あまり注目されてこなかった地中熱を利用することが大いに役立つことが判ってきた。我々の調査研究が少しでも全国の地中熱ヒートポンプシステムによる低炭素なまちづくりに役立てればという思いでパンフレットを作成し、全国の地方公共団体の方々に機会をとらえて配布している(図7)。パンフレットについては、ホームページ上に掲載していますので、活用してください。(パンフレットはこちら) また、お問合せにはできるだけお応えしたいと存じますので、ご一報いただければ幸いです。

- ※1 環境省；地中熱利用にあたってのガイドライン 2012
- ※2 NPO 法人地中熱利用促進協会；地中熱の利用（パンフレット）2011
- ※3 環境省；地下水・地中熱利用施設の概況について 2010
- ※4 環境管理 2012 VOL. 48 No. 7；東京スカイツリー地区熱供給施設の地中熱利用

## 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**

地球規模での温暖化現象が深刻に加えて、東日本大震災や原子力発電所事故を契機として、従来の電力供給体制と新たな代替エネルギー源が求められ、地方公共団体、自治体も急務として取り組むべき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ルギー」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、省エネルギーが高いことから、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空気との間で熱交換して冷暖房を行うのに対して、地中の地中熱交換機\*が特徴です。また本システムは、地中の温度が年間を通してほぼ一定（変動小）であり、建物内外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。

\*：熱交換機の中には、地中の熱源を地中掘削工事と並行して掘削する「コアドレープ方式」と、掘削した地下水を熱源とする方式（「ボーアホール方式」）があります。本パンフレットでは、主にコアドレ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、温度差により高い温度の液体（空気や水など）から熱を奪って（冷却）、高い温度の液体に熱を戻す（加熱）装置です。
- 地中熱ヒートポンプシステムは、①地中熱交換機、②熱源機、③建物内空調機で構成されます。
- 地中熱交換機は、地中の間で熱を交換するもので、深さ数十～百数十mの掘削孔（コアホール）または、建物の基礎床を利用して設置します。
- 熱源機は、ヒートポンプと地中熱交換機で得た熱を効率よく建物内空調機に送るために設置します。
- 建物内空調機は、熱源機から送られた温熱、冷熱などを室内に放出する機器（冷房機・暖房機・暖房機）で、既存の機器で対応することが可能です。

**夏の場合**

**冬の場合**

図7 地中熱ヒートポンプシステムのすすめ