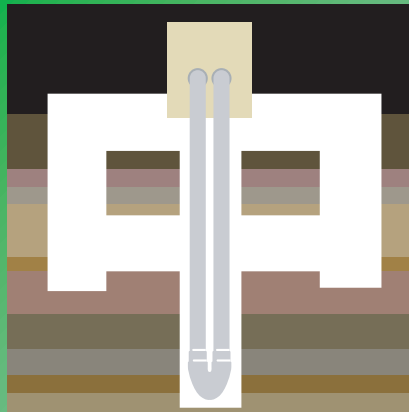


# 地中熱利用システム



## 地中熱はいろいろな場所で活躍しています

### 東京スカイツリー地区



東京スカイツリー地区では、地中から取り出した熱を周辺地域約10haに熱供給を行っています。地中熱利用の省エネ効果については、同規模の従来システムと比べ、エネルギー消費量を年間48%削減出来る予定です。

### JPタワー



東京駅丸の内側にあるJPタワー（旧東京中央郵便局）では5層吹き抜けのアトリウムなどでの冷暖房に地中熱が用いられています。地中熱の利用状況はパネルによって表示されています。

### 児童福祉施設



立山町立かがやき保育園では「人・自然に優しい保育園」をテーマとし、豊富で良質な地下水を利用したオープンループ方式の地中熱ヒートポンプシステムを導入して冷暖房に利用しています。汲み上げた地下水は地中に還元し、地下環境の常時観測を実施しています。

### 融雪利用



道路の下に埋設した配管に、地中熱で温めた不凍液などを循環することによって舗装を温めて融雪及び凍結防止を行います。地下水の汲み上げによる地盤沈下などの障害発生を抑制できます。

### 鉄道施設



小田急電鉄では、世田谷代田駅と東北沢駅のトンネル下に水平設置型の熱交換器を設置して、地中熱を駅のホーム待合室などの冷暖房に利用しています。井戸を掘る一般的な方法より大幅に初期費用が低減できます。

### 農業用途



地中熱を利用した冷暖房を行うことで、光熱費の削減だけではなく、作物としての新しい付加価値を生む可能性もあることから、農業に地中熱利用冷暖房システムを導入している事例が増えてきています。

## 地中熱はいろいろな場所で活躍しています

### 東京国際空港 国際線ターミナル



東京国際空港の国際線旅客ターミナルビルは、建設地の地盤が軟弱で、大深度（約50m）まで杭を打つ必要があったことから、これを活用し地中熱ヒートポンプで熱回収し冷暖房を行っています（コジェネレーションによる廃熱も活用しています）。

### 消防署



寒冷地では、車庫に停めている消防自動車をすぐに始動できるように、冬季には車庫内を適当な温度に温めておく必要があります。多くの暖房費が使われています。地中熱を利用すれば、厳冬でも車庫を適切な温度に保ちつつ、暖房費を削減できます。

### 庁舎



広島県三次市では、地中熱を市役所庁舎1階の床吹き出しの冷暖房に活用し、来庁者が年間を通して快適に過ごせる環境をつくっています。この他にも、太陽光発電システムの設置など、環境に配慮した庁舎となっています。

### 介護施設



北海道占冠村は環境に配慮したまちづくりを目指しており、村内の小規模多機能型居宅介護施設「とまーる」の冷暖房に地中熱ヒートポンプシステムを採用しています。従来のシステムと比べ二酸化炭素排出量を約36%削減できる予定です。

### 病院



あかびら市立病院（北海道赤平市）では、病棟の建替えに合わせて地中熱ヒートポンプシステムを整備しています。1年を通じて一定の熱源を安定確保することで、年間の燃料費の低減化と二酸化炭素排出量の抑制を実現します。

### 工場



三菱ふそうトラック・バスではエネルギーの有効利用、省エネルギーを実現するため、設備の更新時にエネルギー効率の高い機器への変更などに取り組んでいます。特に地中熱利用ヒートポンプ式空調設備の導入は、建屋を含めた設備更新時に計画的に行っています。

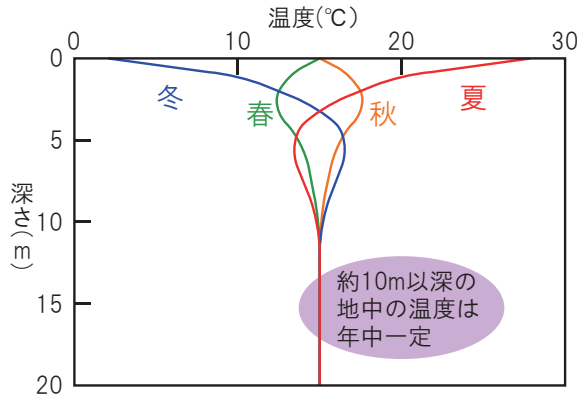
# 地中熱とその利用方法

## どこにでもある地中熱の活用

**地中熱**とは、地表からおおよそ地下200mの深さまでの地中にある熱のことをいいます。このうち深さ10m以深の地中温度は季節に関わらずほぼ安定していて、その地域の平均気温がそれよりも少し高い程度であることが多くなっています。

そして、この安定した熱エネルギーを地中から取り出し、冷暖房や給湯、融雪などに利用することを「**地中熱利用**」と呼んでいます。

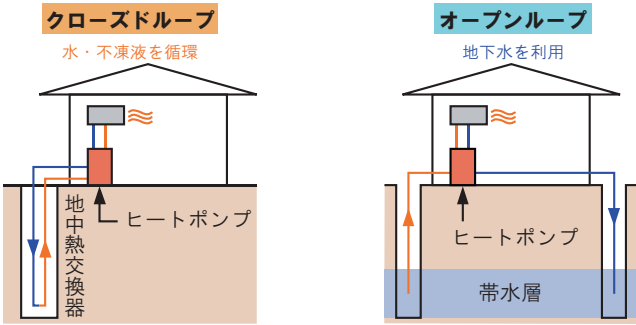
その**利用方法**は、ヒートポンプシステム、空気循環、熱伝導、水循環、ヒートパイプの5つに分類することができ、用途に合わせて選定することになります。



季節による地中温度の変化イメージ

## 地中熱のさまざまな利用方法

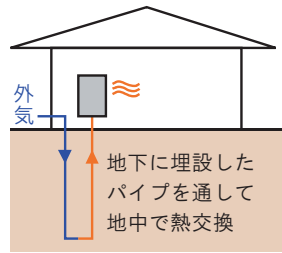
### ヒートポンプシステム



ヒートポンプの熱源として空気熱の代わりに地中熱を利用する方法。  
**クローズドループ方式**は、深度100m程度までの地中熱交換器に不凍液等を循環させ、ヒートポンプで熱交換させるもので、設置場所を問わない。  
**オープンループ方式**では、井戸から揚水した地下水をヒートポンプで熱交換させるもので、水質が良く、地下水障害の恐れがない場合に適用できる。

- ◇住宅・ビル等の冷暖房・給湯
- ◇プール・温浴施設の加温
- ◇農業施設の空調
- ◇路面の融雪・凍結防止

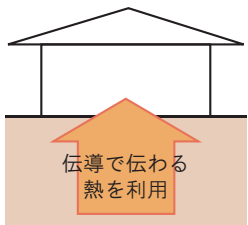
### 空気循環



地中に埋設した熱交換パイプ、あるいはダクトに外気を導入・通気し、熱交換された空気を室内に取り込む。

- ◇住宅・ビル等の保温・換気

### 熱伝導

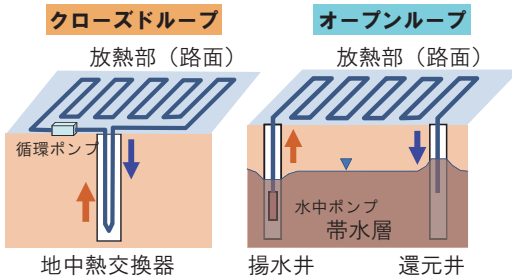


土間床を介した利用方法で、地中から伝わる熱によって、住宅内の保温を行う。

一般に、暖房や除湿についてはエアコンを併用して行われる。

- ◇住宅の保温

### 水循環

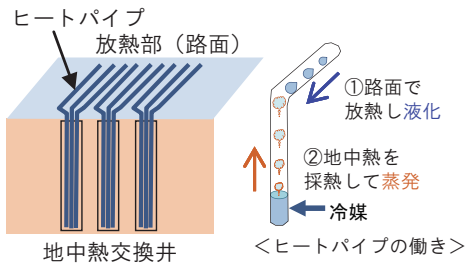


**クローズドループ (地中熱交換) 方式**は、地中熱交換井に熱交換器を挿入し、これと路面に埋設した放熱管との間に不凍液等を循環させ、路面の融雪・凍結防止を行う(放射冷房等、融雪以外の利用例もあり)。

**オープンループ (地下水循環) 方式**は、地下水を揚水し、それを路面に埋設した放熱管に通水させ、その地下水の持つ熱により路面の融雪・凍結防止を行う(放射冷房等、融雪以外の利用例もあり)。

- ◇路面の融雪・凍結防止
- ◇住宅・ビル等の冷房

### ヒートパイプ



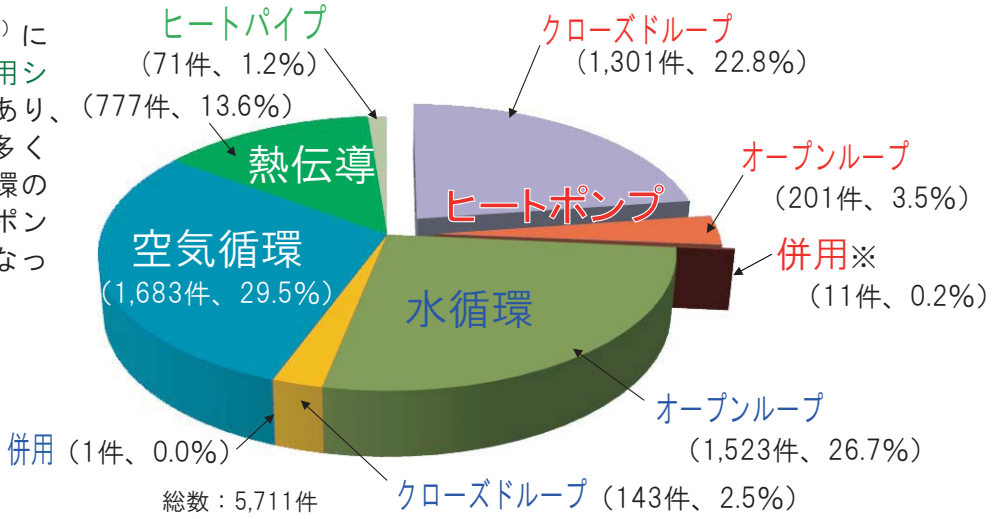
冷媒の蒸発と凝縮で熱を移流させるシステムで、深さ15~20mの熱交換井に冷媒が封入されたヒートパイプを数本挿入し、その上部を路面下に放熱管として埋設する。降雪時など路温が低下すると冷媒が自然に液化と蒸発を繰り返す、地中熱が路面へ運ばれ融雪・凍結防止が行われる。

- ◇路面の融雪・凍結防止

# 地中熱利用全体の普及状況

## 全国で約5,700件の地中熱利用施設

環境省が2014年に実施した調査<sup>注)</sup>によると、2013年末までの地中熱利用システムの設置件数は合計5,711件であり、利用方法別では空気循環が最も多く1,683件(29.5%)、次いで、水循環の1,523件(26.7%)、地中熱ヒートポンプシステムの1,513件(26.5%)となっています。

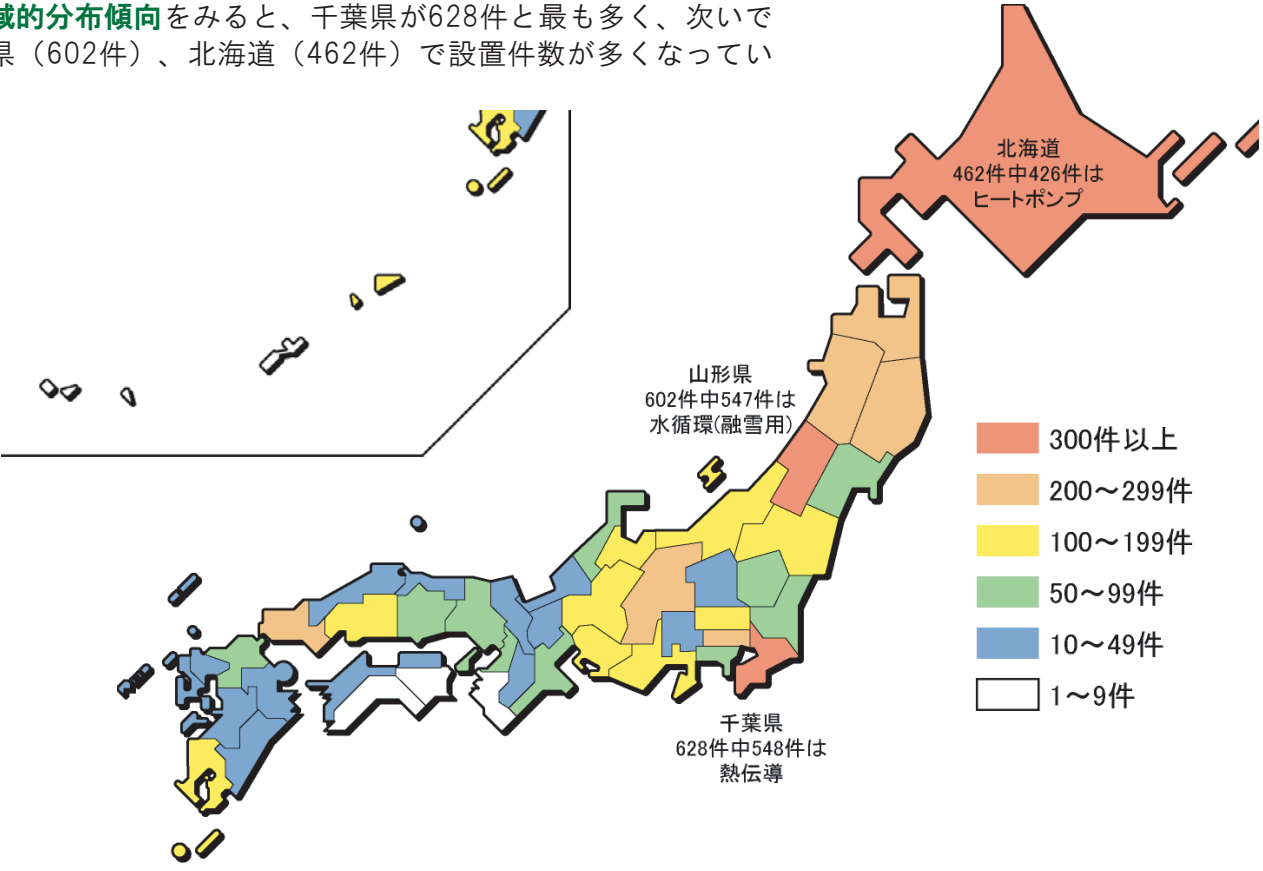


すべての地中熱利用システムの利用方法別設置件数<sup>注)</sup>

注) 併用：一つの設備においてオープンループとクローズドループの両方が利用されているもの。

## 全国で広く普及している地中熱利用システム

地域的分布傾向をみると、千葉県が628件と最も多く、次いで山形県(602件)、北海道(462件)で設置件数が多くなっています。



すべての地中熱利用システムの都道府県別設置件数(2013年まで)<sup>注)</sup>

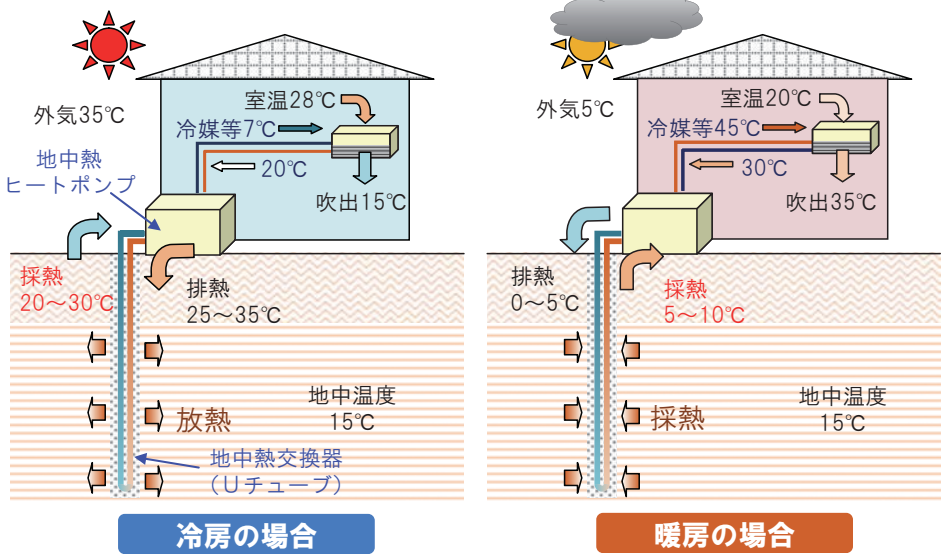
注) 平成26年度地中熱利用状況調査 ◇目的：今後の更なる普及促進を図るための基礎資料とする ◇調査対象：特定非営利活動法人地中熱利用促進協会(以下「協会」という。)の会員、協会が地中熱利用に関する実績を把握している事業者(施主、設計者、工務会社等)・大学・地方公共団体及びインターネットでの検索結果により地中熱利用に関する実績を有する事業者・大学 ◇調査期間：平成26年7月~10月 ◇調査方法：調査票を電子メールで送付・回収 ◇調査回収結果:依頼数：122、回答数：90 ◇集計方法：1月~12月を1年とし、2013年12月までの設置件数を集計

# 地中熱ヒートポンプシステムの特徴

## 地中熱交換器を設置して採熱・放熱

地中熱ヒートポンプシステムの中で普及率8割以上を占めるクローズドループ方式は、地中熱交換器、地中熱ヒートポンプ、室内機などから構成されます。

この地中熱交換器には垂直型と水平型がありますが、設置スペースが小さくて済む垂直型が広く普及しています。垂直型は、深さ数10~100m程度のボアホールにUチューブ（U字管ともいう）を挿入するもので、熱負荷に応じて必要総延長（深さ×本数）が決められます。



安定した地中温度を利用するメリット  
注) 図中の温度はイメージです。

### 垂直型地中熱交換器の設置状況



ボアホール掘削作業



Uチューブ（下端）

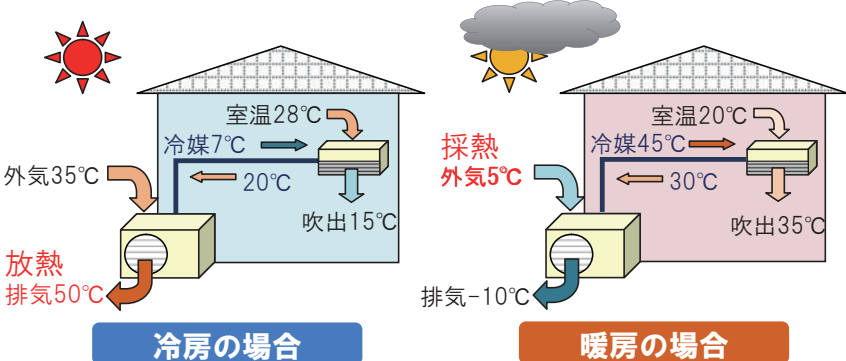


Uチューブ挿入作業（ダブルUチューブ）



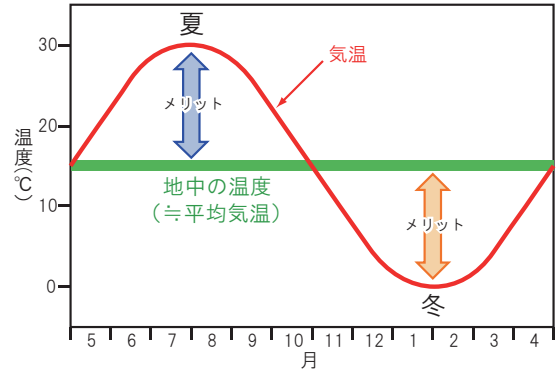
地中熱ヒートポンプ（室外機）

## 冷暖房時に大きな節電効果



注) 図中の温度はイメージです。

空気熱源ヒートポンプのイメージ



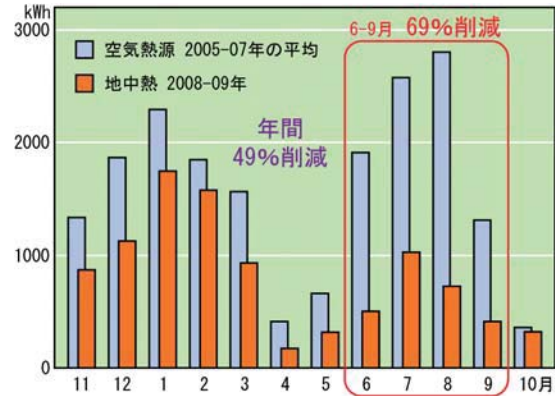
安定した地中温度を利用するメリット

空気熱源ヒートポンプは、屋外の空気を熱源にしているために、夏は35°Cを超えるような暑い外気から温度を下げ、冬は5°Cくらいの冷たい外気から温度を上げなければなりません。

一方、地中熱ヒートポンプは、外気温に比べ夏は15~20°C低温の、冬は10~15°C高温の安定した地中熱を利用することで、空気熱源ヒートポンプで同じ温度の熱を作り出すのに少ない電力で済み、その結果節電が可能になります。

## 【実際の導入設備における節電効果】

東京都内のオフィスビルに設置された地中熱ヒートポンプの電力消費量の実績によると、図のとおり、空調機器更新前の3年間と、更新後の月別消費電力量を比較したところ、年間49%の削減が確認されています。また、月別の削減量を見ると暖房に比べ冷房での節電効果が高く、とくに6～9月の節電率は69%となっています。



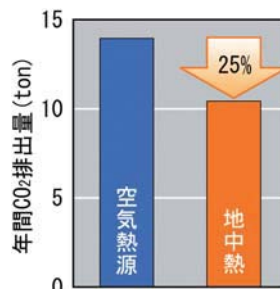
空気熱源ヒートポンプと地中熱ヒートポンプの消費電力の比較

出典: 笹田政克 (2010) 地中熱利用による小規模オフィスビルの空調更新. 建築設備と配管工事, 2010.4

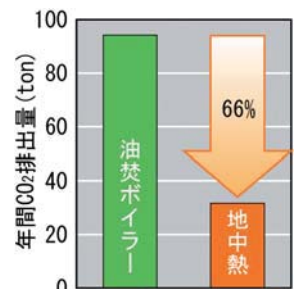
## 節電・省エネによるCO<sub>2</sub>排出削減

消費電力の削減は電力使用によるCO<sub>2</sub>排出削減につながります。オフィスビルにおける年間のCO<sub>2</sub>排出量を試算すると、地中熱ヒートポンプは、空気熱源ヒートポンプに比べ25%の削減が見込まれます(図左)。

また、積雪寒冷地などで暖房や融雪に使う油焚ボイラーと地中熱ヒートポンプを比較すると、油焚ボイラーに比べ66%の削減が見込まれます(図右)。



試算条件: 冷房能力40kW、暖房能力45kW、平日のみ1日10時間運転、消費電力はメーカー各社平均値、CO<sub>2</sub>排出係数は東京電力調整後係数 (H23)



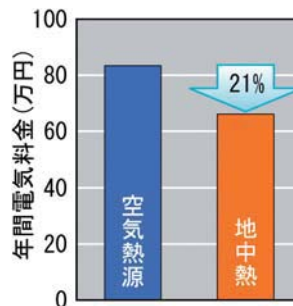
試算条件: A重油ボイラー出力93kW、地中熱ヒートポンプ暖房能力95kW、150日×22時間運転、消費電力・燃料消費量はメーカーカタログ値、電力のCO<sub>2</sub>排出係数は北海道電力調整後係数 (H23)

CO<sub>2</sub>排出削減量の試算例

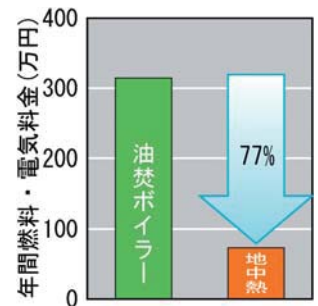
## 節電・省エネによる電気代・燃料代の削減

空気熱源ヒートポンプを地中熱ヒートポンプシステムに切り替えた場合のランニングコストを、オフィスビルについて試算すると、年間の電気料金は21%の削減が見込まれます(図左)。

また、暖房や融雪利用における油焚ボイラーの場合は、燃料代と電気料金の合計で77%の削減が見込まれます(図右)。



試算条件: 冷房能力40kW、暖房能力45kW、平日のみ1日10時間運転、消費電力はメーカー各社平均値、電力は東京電力低圧電力



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

ランニングコストの試算例

## 排熱を大気中に放出しないヒートアイランド現象の緩和

空気熱源ヒートポンプでは、冷房時に発生する熱を大気中へ放熱するため、都市部で問題となっているヒートアイランド現象の一因となっています。

一方、地中熱ヒートポンプは地中で熱交換を行い、温排気を大気中へ放出しないので、その普及はヒートアイランド現象の緩和に寄与します。



空気熱源ヒートポンプ



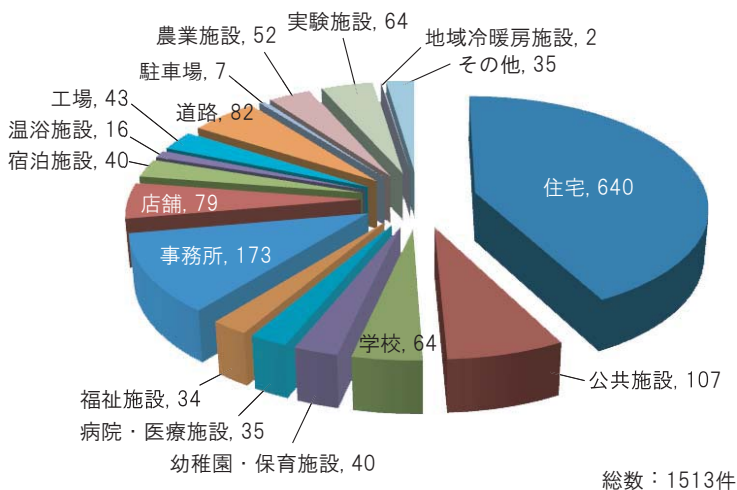
地中熱ヒートポンプ

ヒートポンプ室外機の比較

## 地中熱ヒートポンプシステムの設置件数は1,513件

2013年までの地中熱ヒートポンプの導入箇所は、全1,513件のうち住宅が640件（42.3%）と最も多く、次いで事務所の179件（11.8%）、公共施設の107件（7.1%）、道路融雪の82件（5.4%）となっています。

また、都道府県別の設置状況をみると、北海道が最も多く（426件）、そのほか東京都（107件）、岩手県（100件）、秋田県（93件）、青森県（77件）で多く、全体的に見ると、北海道と東北地方北部で設置件数が多くなっています。

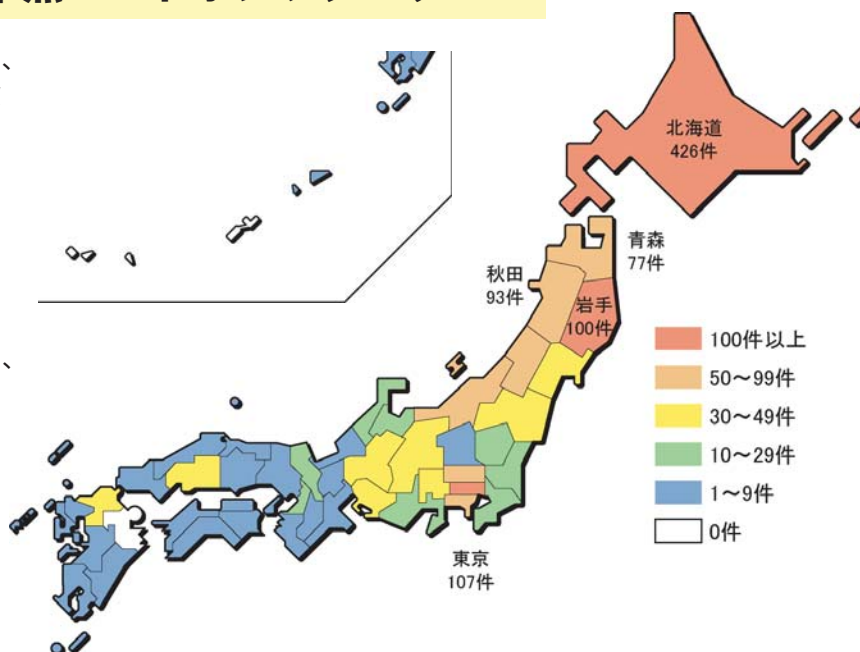


地中熱ヒートポンプシステムの導入箇所別設置件数（2013年末）

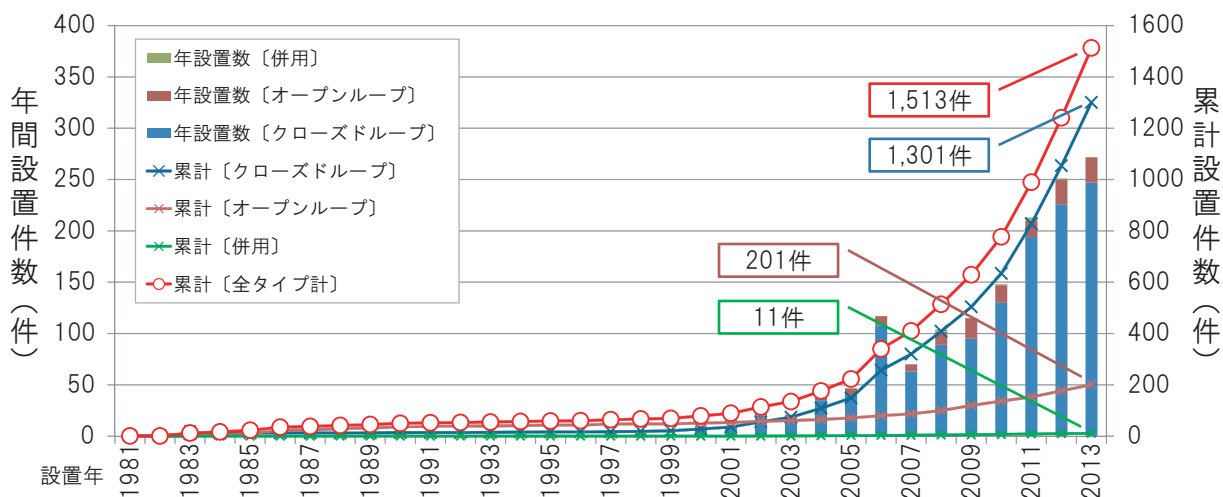
## 設置件数が急増し始めた地中熱ヒートポンプシステム

年間設置件数は年々増加傾向にあり、2012年と2013年には250件を超え、累計設置件数は前回調査（2011年まで）の990件から2年間で523件増の1,513件（2013年まで）となりました。

このように、近年急速に普及が進んでいる背景には、確実に省エネが達成でき、環境に配慮した技術であること、国の補助金制度も整いつつあり、設置費用が下がっていること、東日本大震災以降、国内における再生可能エネルギーへの関心が高まったことなどが考えられます。



地中熱ヒートポンプシステムの都道府県別設置件数（2013年末）



地中熱ヒートポンプシステムの年間および累計設置件数（2013年末）



## 地熱・地中熱等の利用による低炭素社会推進事業

本事業では、環境に配慮した地熱・地中熱等利用事業の初期コスト低減による自立的普及を促し、地域のニーズや特性に適した環境保全型低炭素社会の構築を目指します。本事業のうち地中熱利用に関する内容を紹介します。

### (1) 地熱・地中熱等利用事業の事業化計画策定事業

地方公共団体や民間事業者等による、地熱・地中熱を利用し、環境に配慮しつつ低炭素社会の構築に資する事業の基本設計調査、熱需要調査、事業性、資金調達等、具体的な事業化計画の策定を支援します。

- ◆補助対象者：①地方公共団体、②民間団体等
- ◆対象事業：環境に配慮しつつ地熱・地中熱又は温泉付随ガスを利用し、CO<sub>2</sub>削減を図る事業に必要な熱需要調査、事業性・資金調達、基本設計調査の検討等を通じた具体的な事業化計画の策定
- ◆補助割合：①定額（上限1,000万円）、②対象経費の2/3を上限に補助

### (2) 地熱・地中熱等利用事業

地方公共団体や民間事業者等による地熱・地中熱を利用し、低炭素社会の構築に資する発電、熱利用・供給設備等、計測・モニタリング装置等付帯設備の導入を支援します。

#### ①モニタリング機器の設置等

補助対象者：地方公共団体、民間団体等

- ◆対象事業：地中熱利用ヒートポンプシステムの地盤環境の把握や、効率的な運転の維持等を行うためのモニタリング機器の設置、熱応答試験の実施等を行う事業
- ◆補助割合：定額（周辺観測用井戸あり上限400万円、井戸なし上限300万円）

#### ②地域面的地中熱利用推進事業

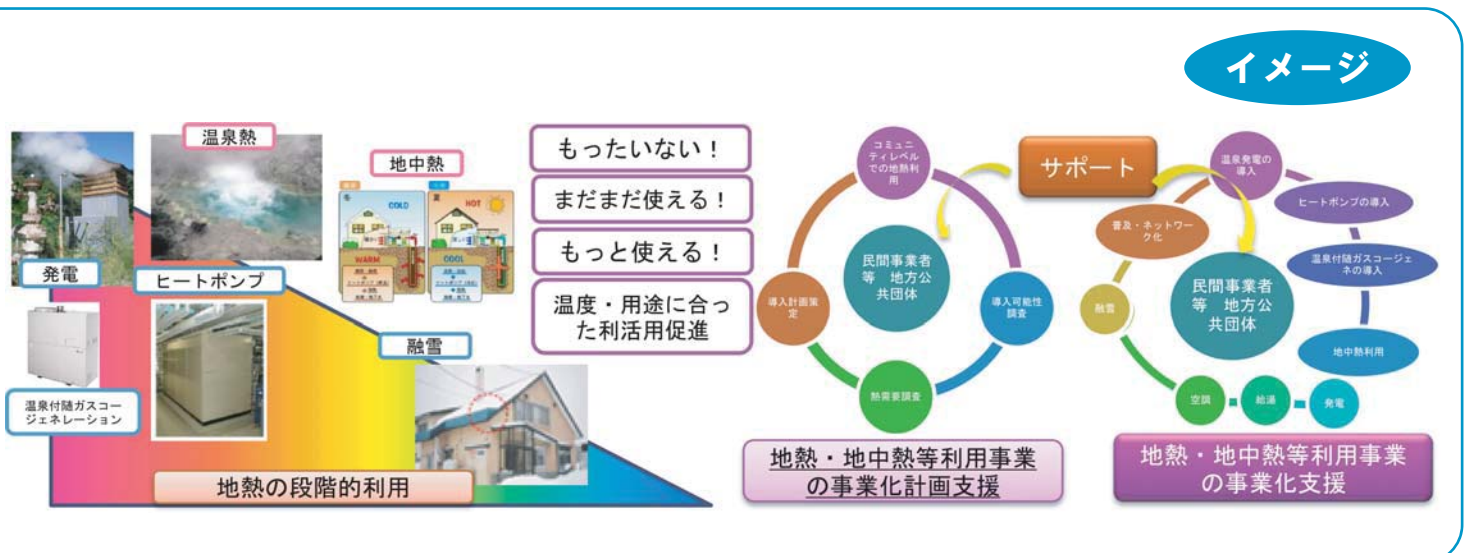
- ◆補助対象者：①地方公共団体、②民間団体等
- ◆対象事業：地盤環境保全に配慮して行うヒートポンプ等による一定規模の地中熱利用システムの設置及び地中熱と他の再生可能エネルギー源（太陽熱等）を組み合わせた、よりエネルギー効率の高いハイブリッド型の地中熱利用設備の設置を行う事業
- ◆補助割合：①地方公共団体 政令市未満：対象経費の2/3を上限に補助  
政令市以上<sup>注)</sup>：対象経費の1/2を上限に補助

注) 特別区を含む

②民間団体：対象経費の1/2を上限に補助

### ● 期待される効果

- ◆地域特性の一つである熱資源の段階利用による地域の低炭素化
- ◆環境に配慮したエネルギー地産地消による自立分散型社会構築



# 環境技術実証事業

## ● 「環境技術実証事業」とは？

既に適用可能な段階にあり、有用と思われる先進的環境技術でも、環境保全効果等についての客観的な評価が行われていないために、地方公共団体、企業、消費者等のエンドユーザーが安心して使用することができず、普及が進んでいない場合があります。環境技術実証事業とは、このような普及が進んでいない先進的環境技術について、その環境保全効果等を第三者機関が客観的に実証する事業です。本事業の実施により、ベンチャー企業等が開発した環境技術の普及が促進され、環境保全と環境産業の発展による経済活性化が図られることが期待されます。



## ● これまでの実証対象技術一覧

実証年度	実証番号	実証単位	
平成26年度		実証単位(A)システム全体	山梨県中央市の道の駅とよ
		実証単位(A)システム全体	鹿児島県薩摩川内市の株式
		実証単位(B)地中熱・下水等専用ヒートポンプ	MD   簡易ヒートポンプチ
平成25年度	052-1301	実証単位(A)システム全体	埼玉県桶川市の株式会社P
	052-1302	実証単位(B)地中熱・下水等専用ヒートポンプ	地中熱ヒートポンプユニッ
	052-1303	実証単位(C) 地中熱交換部	栃木県宇都宮市の病院にお
平成24年度	052-1201	実証単位(C) 地中熱交換部	ヒロセ株式会社東京工場に
	052-1202		積水化学工業株式会社群馬
	052-1203		さいたま市大宮区の桜花保
	052-1204		さいたま市見沼区のきらめ
平成23年度	052-1101	実証単位(A)システム全体	川田工業株式会社富山本社
	052-1102	実証単位(B)地中熱・下水等専用ヒートポンプ	地中熱ヒートポンプユニッ
	052-1103		地中熱ヒートポンプユニッ
平成22年度	052-1001	実証単位(A)システム全体	三菱マテリアル株式会社大
	052-1002		株式会社秀建コンサルタン
	052-1003		学校法人森村学園における
	052-1004	実証単位(B)地中熱・下水等専用ヒートポンプ	高温型水冷式ヒートポンプ
	052-1005		地中熱ヒートポンプユニッ
	052-1006		地中熱ヒートポンプユニッ
	052-1007		株式会社福島地下開発本社
平成21年度	052-0901	実証単位(A)システム全体	「川崎市 南河原こども文
	052-0902	実証単位(B)地中熱・下水等専用ヒートポンプ	水冷式ヒートポンプ (地中
	052-0903	実証単位(C)地中熱交換部	東京都港区高輪福祉会館に

## 地中熱利用にあたってのガイドライン、その他の技術資料

### ● 環境省及び国土交通省のガイドライン



環境省では、地下水・地盤環境の保全に配慮しつつ地中熱利用の更なる普及促進を図ることを目的として、「**地中熱利用にあたってのガイドライン改訂版（平成27年3月）**」を取りまとめ、ホームページで公開しています。

このガイドラインでは、現在得られている最新の知見・研究に基づいて、地中熱利用ヒートポンプのメリットとともに、熱利用効率の維持や地下水・地盤環境の保全のためのモニタリング方法等についての基本的な考え方を整理しています。

国土交通省では、再生可能エネルギーの導入を促進し、地球温暖化やヒートアイランド現象の緩和に資するため、管長営繕部設備・環境課で「**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)（平成25年10月）**」を取りまとめ、ホームページで公開しています。

### ● 地中熱利用促進協会の講習会・見学会

地中熱ヒートポンプシステムは、適切な設計、施工、維持管理が行われてこそ、優れた省エネ性能を発揮します。

特定非営利活動法人地中熱利用促進協会では、これらの技術の普及のため、**基礎講座、設計講座、施工講座**を開催しているほか、**シンポジウム、見学会**なども行っています。詳しくは同協会ホームページで。

協力:特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会  
(<http://www.geohpaj.org/> Tel: 03-3391-7836)



地中熱利用促進協会主催の講習会・見学会

実証対象技術	実証申請者
とみにおける液状化対策グラベルドレーン活用の地中熱利用冷暖房システム	株式会社秀建コンサルタント
会社日本地下技術川内支店における地中熱利用冷暖房システム	株式会社日本地下技術
ラー MDIHP-L-W/W	MD I 株式会社
E C 事務所における地中熱利用冷暖房システム	株式会社 P E C
ト GSHP-3003URF	サンポット株式会社
ける地中熱交換井とU字管 (GUP-30AN)	株式会社イノアック住環境
におけるソイルセメント杭利用の地中熱交換器	ヒロセ株式会社
工場における地中熱交換器	積水化学工業株式会社、ミサワ環境技術株式会社
育園における地中熱交換井とU字管 (GLOOP32)	ダイカポリマー株式会社
き保育園における地中熱交換井とU字管 (GLOOP40)	
における地中熱利用ヒートポンプ空調システム	川田工業株式会社
ト GSHP-1001F	サンポット株式会社
ト GSHP-1002URF	
宮新館における地中熱利用ヒートポンプ空調システム	三菱マテリアルテクノ株式会社
ト本社事務所における地中熱利用ヒートポンプ空調システム	株式会社秀建コンサルタント
地中熱利用ヒートポンプシステム	ミサワ環境技術株式会社
チラー-ZQH-12.5W12.5	ゼネラルヒートポンプ工業株式会社
ト GSHP-1001	サンポット株式会社
ト GSHP-1002UR	
事務所における地中熱交換井	株式会社福島地下開発
化センター」における地中熱利用空調システム	JFE鋼管株式会社/JFEスチール株式会社
熱対応水冷式ヒートポンプチラー・ZQH-18W18)	ゼネラルヒートポンプ工業株式会社
において掘削された地中熱交換器	ミサワ環境技術株式会社



環境省 水・大気環境局 土壤環境課 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 (内線6608)  
環境省ホームページ:<http://www.env.go.jp/>



2015年4月