

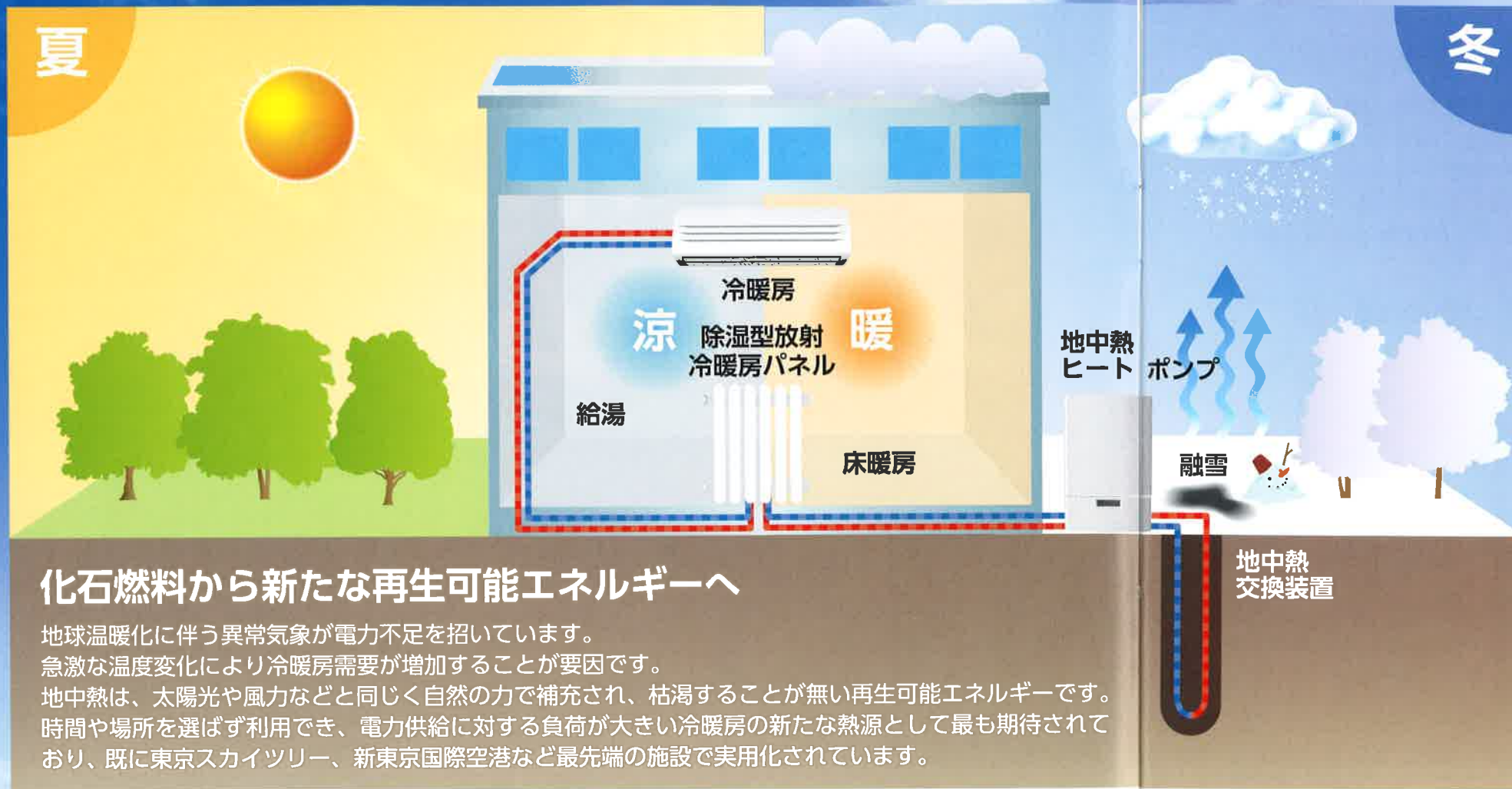
# 地中熱 ヒートポンプ システム

Geothermal Heat Pump System



地中熱は環境にやさしい  
再生可能エネルギー

# 持続可能な社会の実現に向けて



## 化石燃料から新たな再生可能エネルギーへ

地球温暖化に伴う異常気象が電力不足を招いています。急激な温度変化により冷暖房需要が増加することが要因です。地中熱は、太陽光や風力などと同じく自然の力で補充され、枯渇することが無い再生可能エネルギーです。時間や場所を選ばず利用でき、電力供給に対する負荷が大きい冷暖房の新たな熱源として最も期待されており、既に東京スカイツリー、新東京国際空港など最先端の施設で実用化されています。

## 再生可能エネルギーの種類と特長

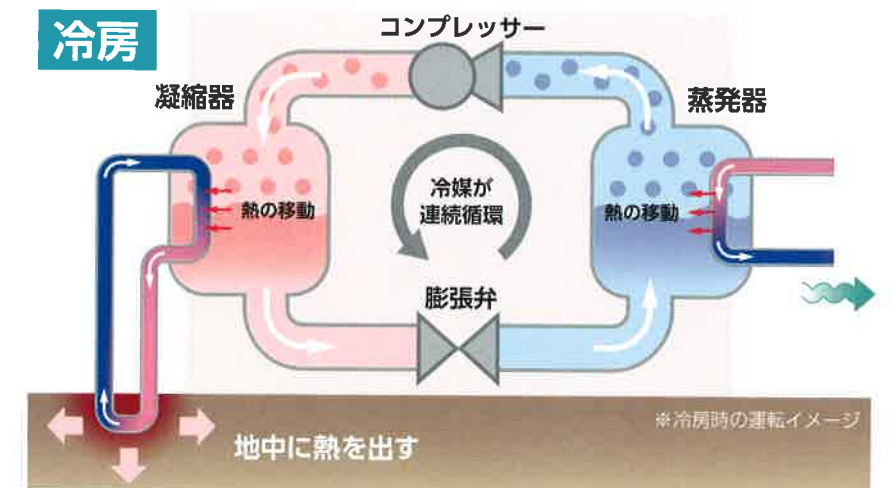
再生可能エネルギーは、自然により絶えず補充され、枯渇することなく半永久的に利用できるエネルギーです。特にCO<sub>2</sub>など地球温暖化に影響するガスの排出量が少なく、その対策としても有効で、既に太陽光や風力ほか様々な取り組みが為され、発電や熱利用への実用化が進みつつあります。

一方で、利用できる時間帯や場所が限られていたり、気象条件によって出力が変動し安定しない、或いは実用化のための設備投資や技術の確立など、安定的なエネルギー源の模索と普及のための環境づくりが解決すべき課題としてクローズアップされているところです。

		省エネ	創エネ	省エネ	創エネ				省エネ
		地中熱	地熱	太陽熱	太陽光	風力	小水力	バイオマス	雪氷
場所の制約		なし	火山・温泉の近傍	なし	なし	風況調査が必要	落差のある河川	(要搬送)	積雪地付傍(要搬送)
時間の制約		なし	なし	昼間	昼間	風の吹く時間帯	渇水期以外	(要搬送)	(要搬送)
エネルギー利用形態	電気	-	主に事業用発電	主に事業用発電	自家用発電 事業用発電	事業用発電 自家用発電	主に事業用発電	主に事業用発電	-
	熱	冷暖房・給湯・融雪	暖房・給湯・融雪	給湯・(冷)暖房	-	-	-	暖房・給湯	冷蔵・冷房

## CO<sub>2</sub>削減を実現するヒートポンプシステム

地中熱はヒートポンプを利用することで、空気熱より夏はより低い温度、冬はより高い温度を基に冷暖房を行うため、熱交換効率が良好で機械運転の大幅な節電=CO<sub>2</sub>の削減に繋がるため、電力需要への負荷が大きい冷暖房に最も効果を発揮します。

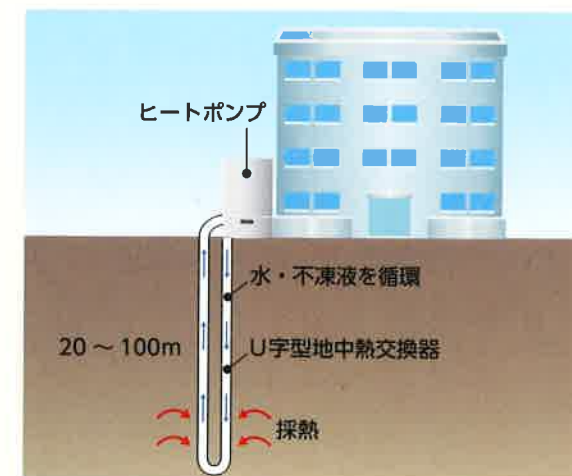


ヒートポンプには以下の種類があります。

## ヒートポンプシステムの種類

### ●クローズドループ方式

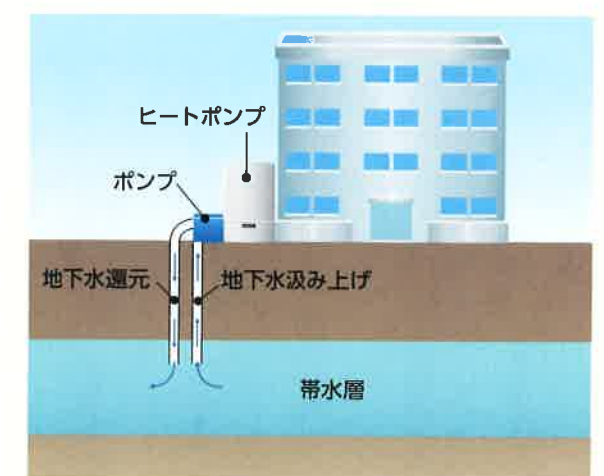
地中熱を利用し、熱交換が自システム内で完結する。



深度20m~100m程度までに不凍液を循環させる地中熱交換器を築造し、ヒートポンプでの熱交換に利用するもの。日本全国、設置する場所を問わないのが最大の長所。

### ●オープンループ方式

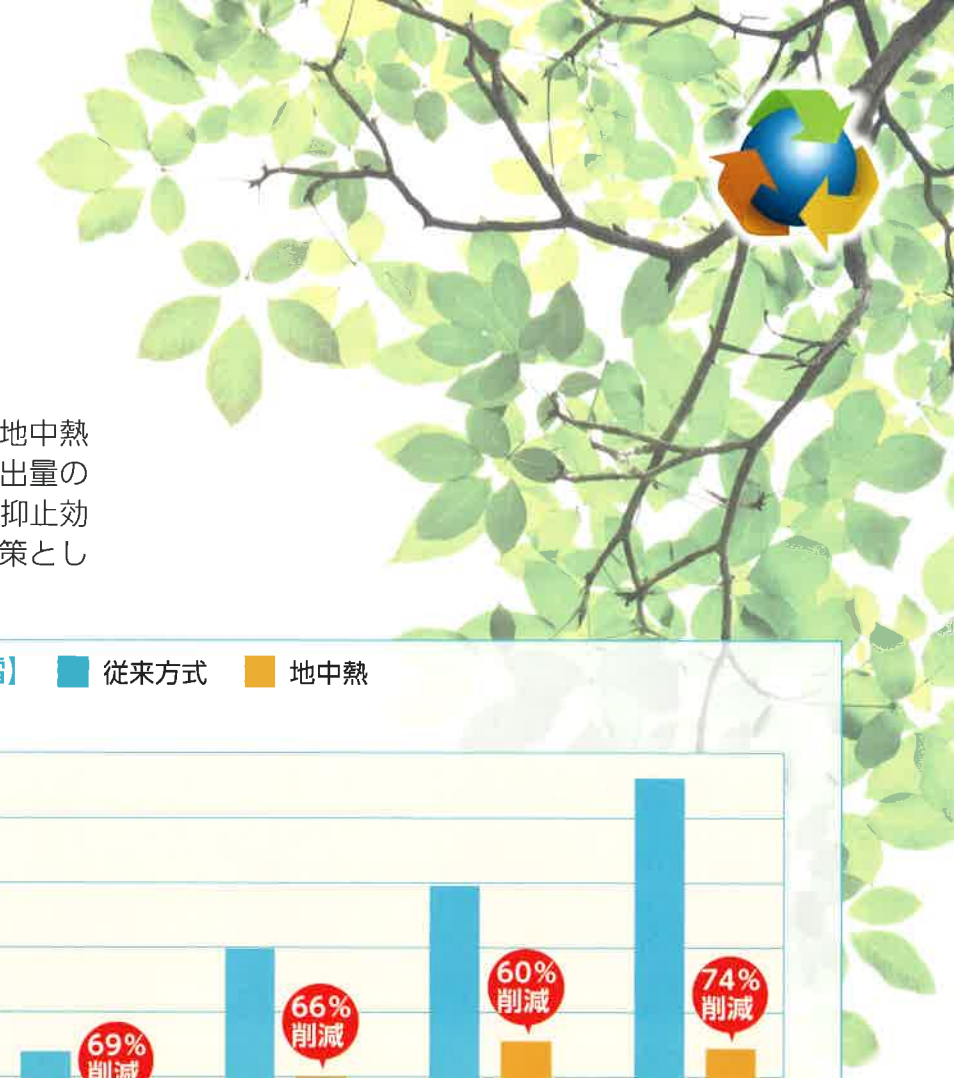
地下水を利用し、放熱・採熱を行う。



井戸から揚水した地下水を直接ヒートポンプの熱交換に利用するもので、良質な地下水や地下水障害の恐れが無い条件下で可能。熱交換効率がが高いのが長所。



# 地中熱ヒートポンプシステムの効果



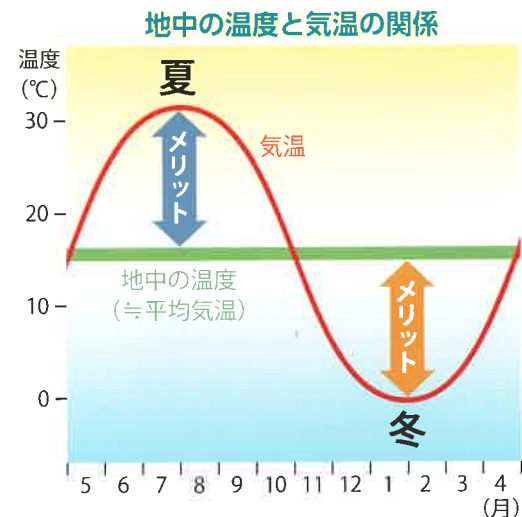
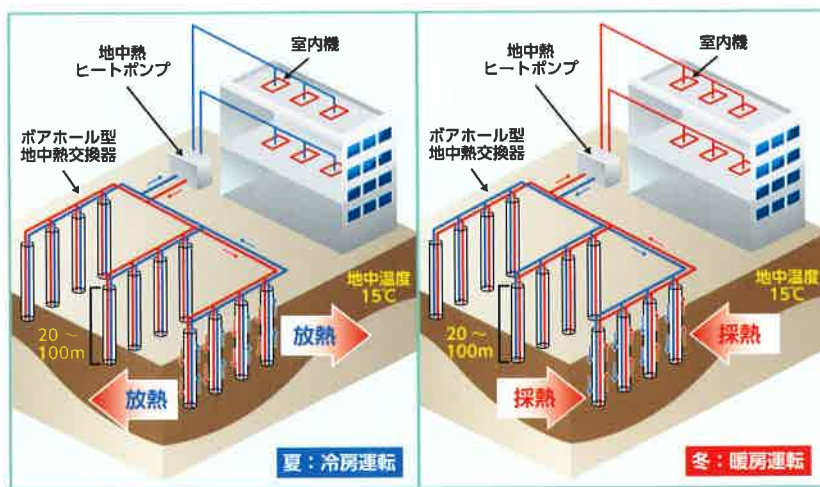
## 冷暖房時の節電効果の仕組み

地中の温度は外気温に比べると年間を通じて変化が小さいため、これを熱源として利用すると空気を利用するよりも空調機の運転負荷が大幅に軽減されます。

例えば、空気熱源のヒートポンプは夏は35度を超えるような熱気に対して温度を下げるため、更に

熱を渡します。また冬は零度前後の外気温から暖房のための熱をもらって来なければなりません。

地中熱は外気温に対して夏は15~20度の低温、冬は10~15度の高温であり、その熱交換はより少ない電力で可能なので、これが節電、ひいてはCO<sub>2</sub>削減を実現します。



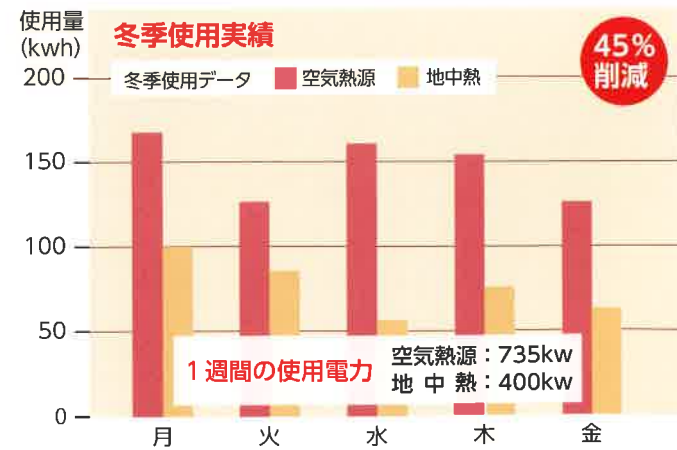
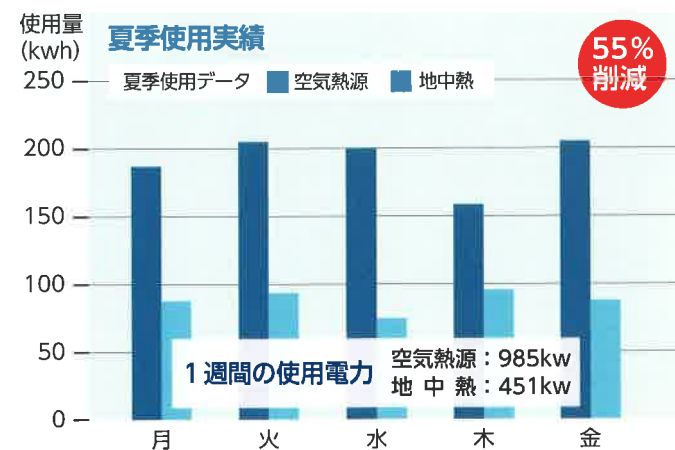
## 約4割の電気代削減実績 (角藤の実験施設)

角藤は空気熱源のヒートポンプによる空調機が設置済みの鉄構事業部設計部事務所 (部屋面積約750㎡、勤務社員数50名) に、地中熱ヒートポンプによる空調機を併設し、夏季、冬季それぞれ1週間ごとに交替で運転して稼動データを計測・記録しています。

その結果、夏・冬ともに地中熱が空気熱に対して、約4割の使用電力が削減されました。

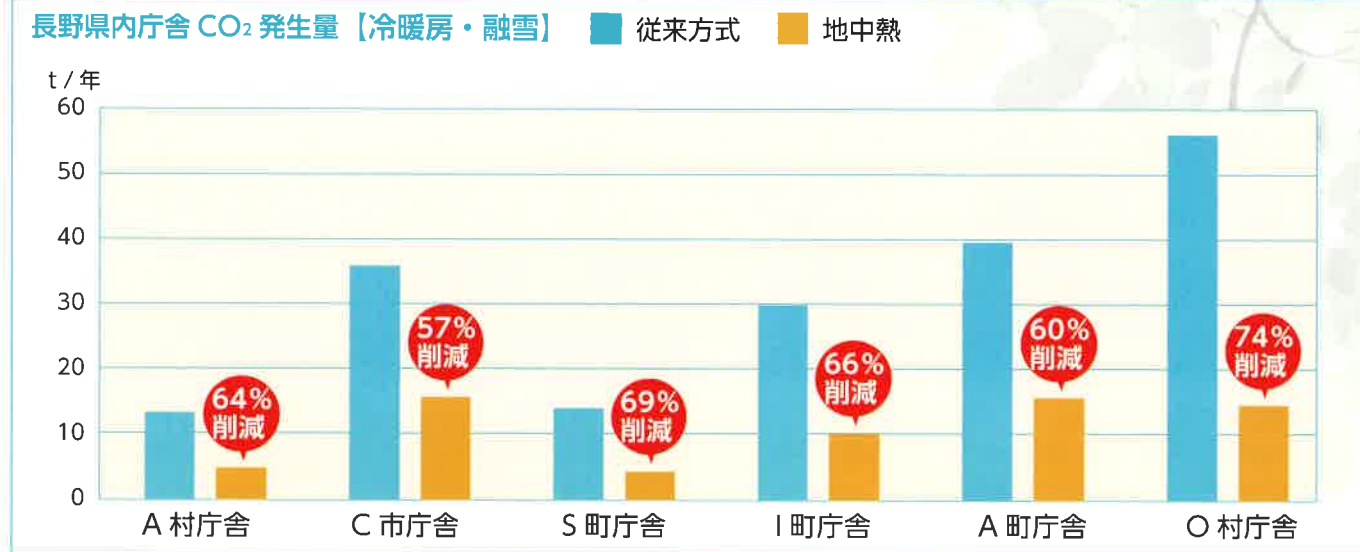
下表は空気熱源と地中熱を月~金まで1週間ごとに交替で運転した結果を、1日分の総電力使用量を棒グラフにして並列表記し、削減効果を比較しています。

このほか例えば暖房時の油焚きボイラーに比べて8割弱の使用電力が削減されるなど効果が実証されています。



## CO<sub>2</sub> の排出削減効果

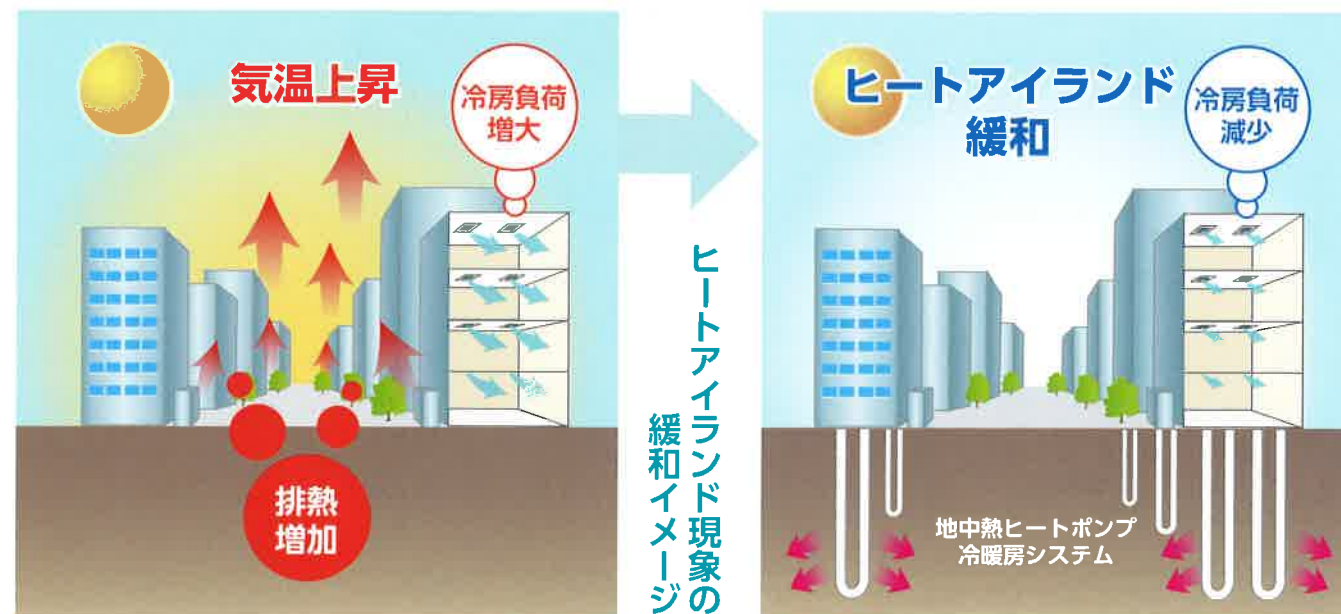
下図は長野県内庁舎での従来方式と地中熱ヒートポンプによる冷暖房時のCO<sub>2</sub>排出量の比較です。いずれも50%以上CO<sub>2</sub>排出抑止効果が得られることから、地球温暖化対策として地中熱利用の有効性が伺えます。



## ヒートアイランド現象の緩和

空気熱源のヒートポンプは、冷房時に発生する熱を大気中に放熱するため、都市部で問題になっているヒートアイランド現象の一因になっています。

一方、地中熱ヒートポンプは地中で熱交換を行い、熱い排気を大気に放出しないので、その普及はヒートアイランド現象の緩和に大きく寄与します。





# 角藤の地中熱ヒートポンプシステムへの取り組み



## 地中熱普及のためのNEDOの実証事業に参加

有力な再生可能エネルギーと目される地中熱ですが、一般社会への普及には地中から採取した熱量を低コストで正確に計測する技術の確立が課題になっています。

角藤は再生可能エネルギーの普及を目指す独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(通称NEDO)の地中熱利用計測技術の実証事業に応募し、地中熱利用促進協会及び地中熱に取り組ん

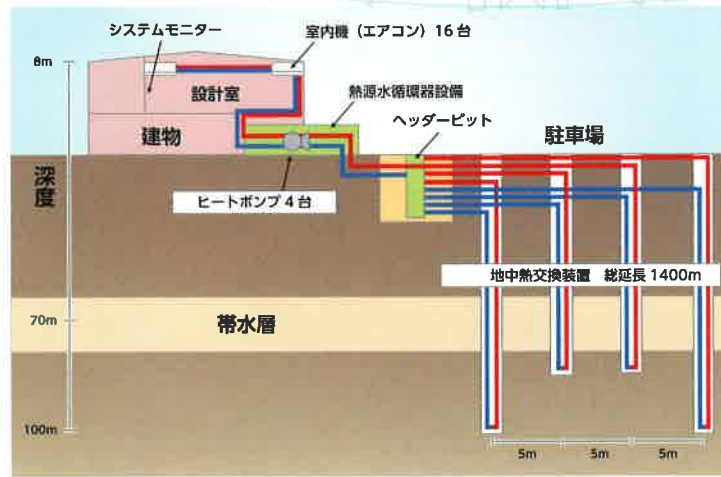
でいる民間企業7社と共に選ばれて参画してきました。

具体的には角藤内に実証用のモデル施設を建設し、各種計測機器について3年間にわたり発生する熱量の継続的なモニタリングを行い、地中熱システムの普及に向けて、低コストで正確に熱量を計測する技術の確立を目指しています。

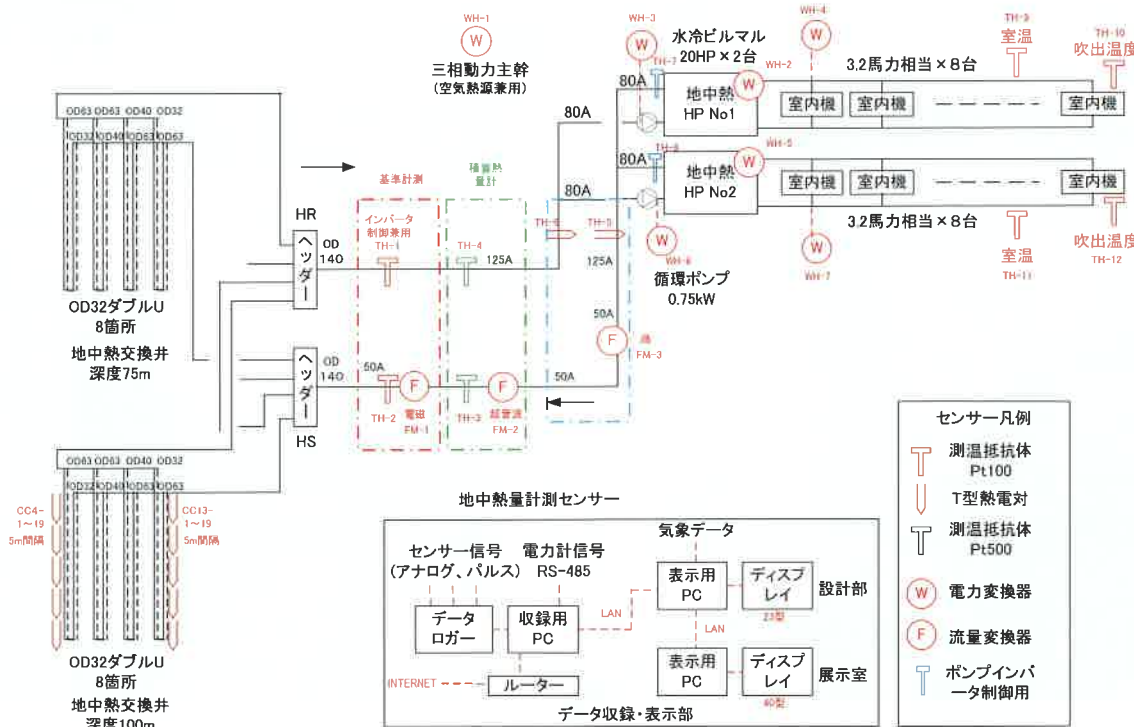
## モデル施設の建設と運用でノウハウ蓄積

実証事業用のモデル施設建設ではサーマルレスポンス試験がポイントになりました。基本計画では100m×24本だった地中熱交換装置について、最初の掘削完了段階で深度ごとの熱伝導率の計測試験を行い、実際の施工地域は深度75m以浅に優勢な地下水流動があり、当初予想よりも熱交換性能が良いと判断されたため交換装置の本数・深さを見直し総延長を2400mから1400mに削減しました。

また、地中熱交換装置用の穴(ボアホール)の築造にあたっては打撃式と振動式で掘削性能など、今後の施工で活かせるデータを取得しました。



## 角藤地中熱ヒートポンプシステムの系統図



## 角藤内の実証事業用モデル施設の概要

これら全ての施設をご見学いただくことができます。

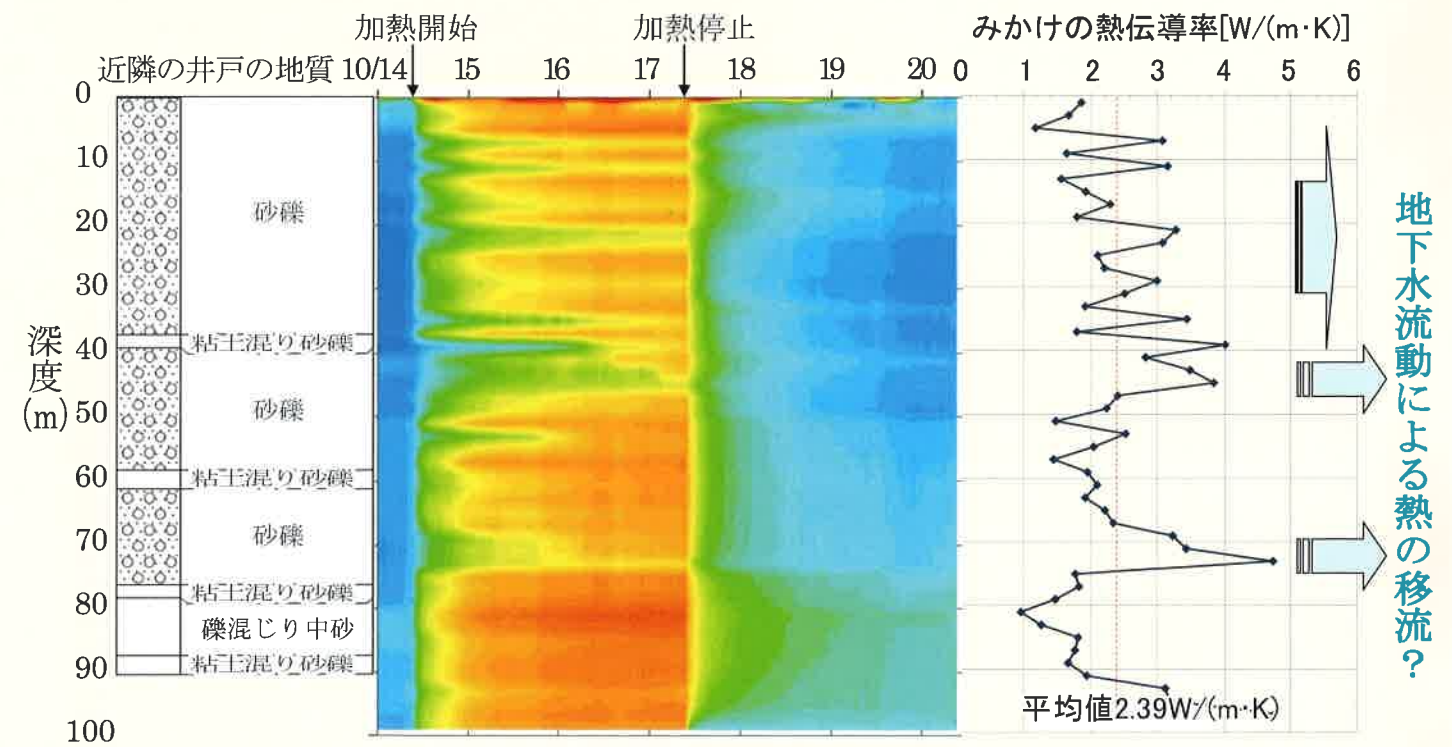


●室内機  
設計室内に併設された地中熱と空気熱の空調機。



●設計室(約750㎡~多くの社員が勤務する広い空間)  
地中熱システム用に3.2馬力相当の室内機が16台設置されている。室内温度・エアコンの吹き出し口の温度などを常時計測・記録している。

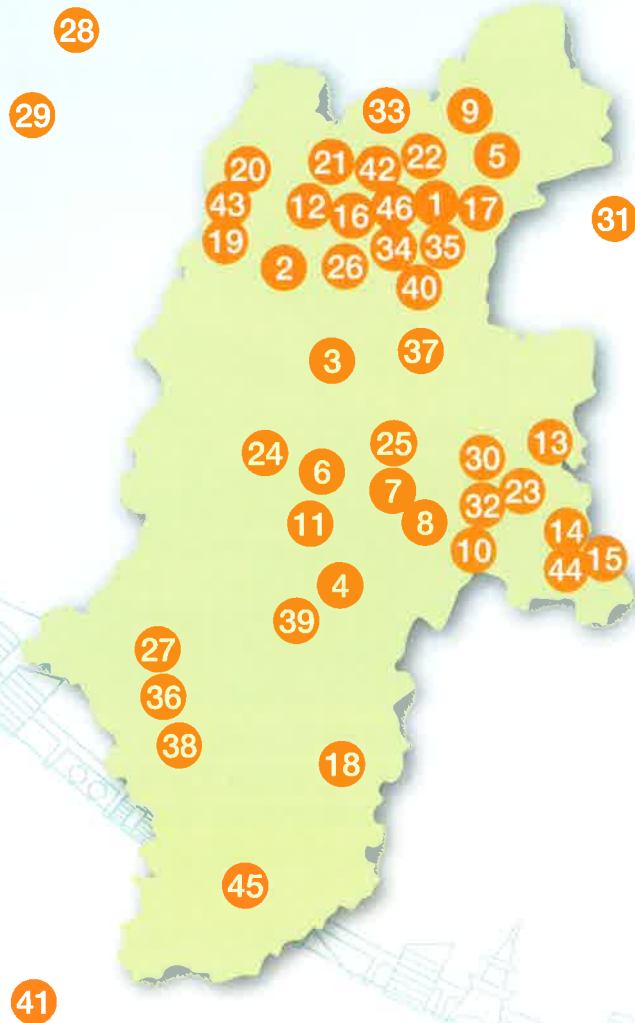
## サーマルレスポンス試験結果





# ゼロカーボンへの道しるべ

## 近年の導入状況（2012年～2023年）角藤のしごと



- |                          |                         |
|--------------------------|-------------------------|
| 1 角藤長野工場設計室              | 24 朝日村庁舎                |
| 2 池田町池田保育園               | 25 諏訪赤十字病院              |
| 3 某在宅アシストセンター            | 26 千曲市庁舎                |
| 4 箕輪町東みのわ保育園             | 27 木曾町三岳保育園             |
| 5 須坂市北旭ヶ丘保育園             | 28 富山県しいたけ工場<br>(地下水利用) |
| 6 朝日村おひさま保育園             | 29 福井県敦賀市庁舎             |
| 7 諏訪市美術館                 | 30 長野県立武道館              |
| 8 某空調ショールーム              | 31 群馬県民間工場              |
| 9 信濃町地中熱利用融雪             | 32 佐久穂町庁舎               |
| 10 長和町庁舎                 | 33 飯綱町庁舎                |
| 11 岡谷市病院                 | 34 長野市民間事務所             |
| 12 長野市庁舎                 | 35 長野県立美術館              |
| 13 軽井沢町軽井沢中学校            | 36 上松町庁舎                |
| 14 川上村統合保育所（北工区）         | 37 上田市庁舎                |
| 15 川上村統合保育所（南工区）         | 38 大桑村庁舎                |
| 16 某社会福祉法人<br>サービス付高齢者住宅 | 39 箕輪町木下保育園             |
| 17 角藤長野工場休憩室             | 40 長野市第一給食センター          |
| 18 大鹿村介護福祉施設             | 41 愛知県あま市庁舎             |
| 19 大町市あすなる保育園            | 42 飯綱高原交流施設             |
| 20 長野県労働金庫大町支店           | 43 八十二銀行大町支店            |
| 21 長野県立大学                | 44 川上村庁舎                |
| 22 飯綱町さみずっ子保育園           | 45 飯田市民間事務所             |
| 23 道の駅ヘルシーテラス佐久南         | 46 角藤長野工場事務所            |

## 実績

### 学校・保育園

地中熱を利用した冷暖房設備・融雪設備により安全で快適な学び場を創出します。園児・児童への自然エネルギーなどの環境教育にも活用されています。



飯綱町立さみずっ子保育園



大町市あすなる保育園



軽井沢中学校



かわかみ保育園



木下保育園



長野県立大学

### 市庁・官公庁

多くの地方自治体の省エネ設備として自然エネルギーの地中熱が活躍しています。非常時、地域の防災拠点のエネルギーとして安全・快適な環境をつくります。



大桑村庁舎



朝日村庁舎



長野市庁舎



佐久穂町庁舎



長和町庁舎



川上村庁舎



飯綱町庁舎



上田市庁舎



上松町庁舎

### 多様な施設

スポーツ施設・美術館・金融機関・道の駅・製品工場・医療機関・福祉施設と幅広い分野で地中熱利用をして、脱炭素社会の実現に貢献しています。



県立武道館



ろうせん大町支店



道の駅 ヘルシーテラス佐久南



諏訪市美術館



飯綱高原交流施設



長野県立美術館



八十二銀行大町支店



群馬県民間工場



諏訪赤十字病院



# ZEB建築で『地中熱×角藤』が果たせる役割

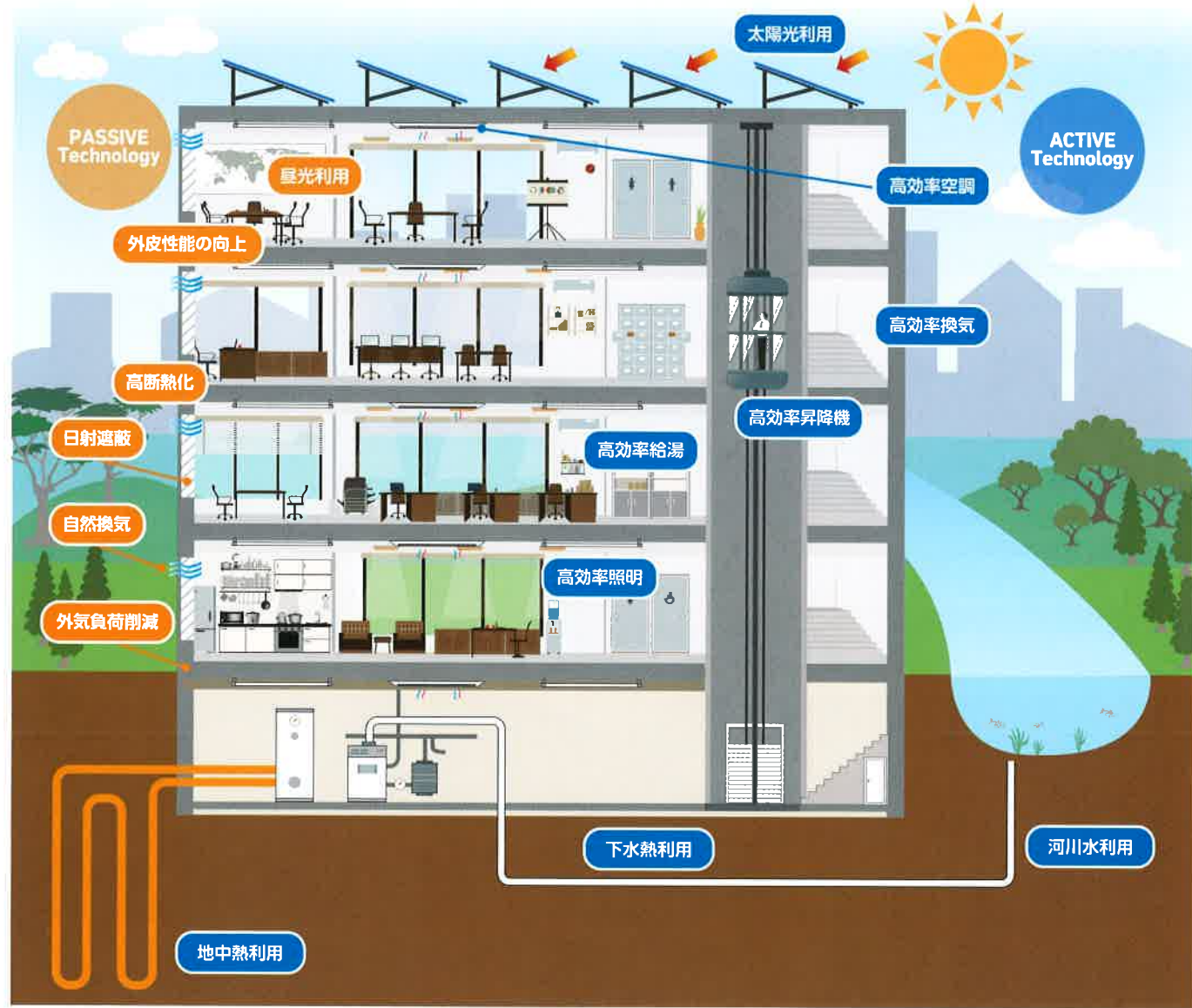


## ビルは“ゼロ・エネルギー”の時代へ

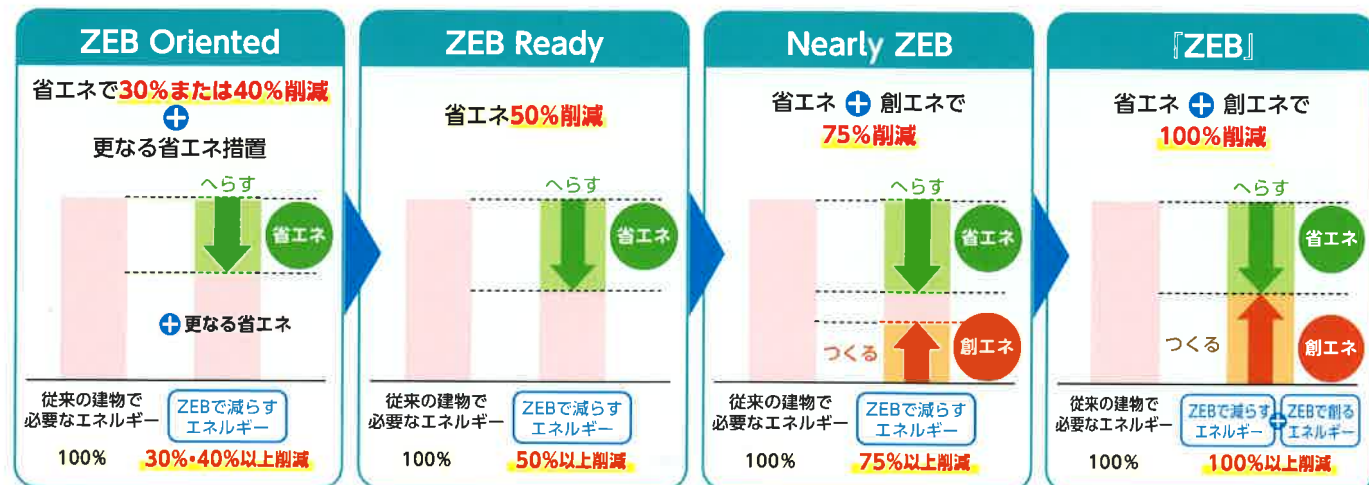
### 建築物のZEB化推進に向けた取組

2021年4月以降、延べ面積300m<sup>2</sup>以上の新築非住宅建築物等は省エネルギー基準の適合が義務化されました。省エネルギー基準に適合した建築物より一歩先へ進んだ環境建築の選択肢の一つとしてZEBが注目されています。

ZEB (ネット・ゼロ・エネルギー・ビル) とは、一年間で消費する建築物のエネルギー量を大幅に削減するとともに創エネでエネルギー収支「ゼロ」を目指した建築物です。



### ZEBの種類



出典：「ZEB PORTAL」環境省 HP (<https://www.env.go.jp/earth/zeb/about/05.html>)

## 建物のエネルギー消費

建物では様々なエネルギーが使われています。発電所などから送られてきた電気やガス、熱といったエネルギーを、空調、換気、照明、給湯、エレベーター、OA機器などの形で消費しています。



### コンセプト (建築目的)

1. ゼロカーボン社会実現に貢献する (NearlyZEB)
2. 災害対策 (社員の避難施設になる)

- 規模：鉄骨造地上3階
- 建築面積：736m<sup>2</sup>
- 延床面積：1935m<sup>2</sup>
- 空調方式：1F/地中熱ヒートポンプシステム (ボアホール 75m×11本) 除湿型放射冷暖房パネル・ファンコイルユニット
- 2F・3F/空気熱源パッケージエアコン
- 太陽光発電設備：57kW
- 蓄電器設備：20kW (災害対策3F+α) 停電時から15時間利用可能



# 地中熱ヒートポンプシステム

## 導入までの流れ

角藤は、実施工を考慮し、最適な地中熱ヒートポンプシステムの企画～設計～施工～メンテナンスまで、一貫した体制で対応いたします。

STEP  
01

### 企画

- 建築概要確認
- お施主様ニーズの確認
- 地中熱ヒートポンプシステムご説明
- 採択を目指す補助金の検討
- 地中熱を利用した冷暖房・融雪設備の検討

お客様のニーズに合わせて「地中熱ヒートポンプシステム」による最適な省エネルギーシステムをご提案します。また、利用可能な補助金についての情報提供もいたします。

STEP  
02

### 基本計画

- 空調負荷（概要）計算
- 空調システム代替案の作成と決定
- 地中熱ヒートポンプの設定
- 地中熱交換器のタイプ・サイズ決定

建築・構造・設備において、省エネ性・環境性・経済性、それぞれの角度から総合的に地中熱ヒートポンプシステムの検討を行います。

STEP  
03

### 基本設計

- 空調負荷詳細計算
- 熱源機器など基本計画の再チェック
- 配管・ダクトルートなどスペース計算
- 空調機器類の決定
- 地中熱交換器の詳細設計
- サーマルレスポンステストの実施

改正省エネルギー法、温暖化対策法、各自治体の地球温暖化対策条例への対応及び各種補助金申請支援も含めた、お客様の事業展開をサポートします。

STEP  
04

### 実施設計

- 建築確認図の作成
- 省エネ法に基づく作成
- 実施設計図の作成
- 特記仕様書
- 系統図
- 平面図
- 機器表
- 補助金申請

設備設計の詳細条件に合わせて、最適な機器選定、回路検討にご協力します。また、補助金申請のお手伝いもいたします。

STEP  
05

### 施工

施工の詳細は右記ご参照ください。

### 完成・お引き渡し

試運転による様々なデータ収集整理と分析を行ったうえで引き渡しをさせていただきます。

### メンテナンス

主に年2回冷暖房切り替え時期に地中熱システムの保守点検を行います。ご要望に応じて、お客様の快適な室内環境構築にご協力します。

# 地中熱ヒートポンプシステム

## 施工の流れ

角藤は、実施工を考慮し、最適な地中熱ヒートポンプシステムの企画～設計～施工～メンテナンスまで、一貫した体制で対応いたします。

### 位置確認

STEP  
01

### ボーリングマシン据付

主に、振動と回転で掘削を行うソニックドリル機を使用します。ソニックドリル機は垂直掘進の安定性に優れ、地盤状況によって削孔径を変更することができます。



STEP  
02

### ボアホール削孔

主に回転振動式掘削工法にて掘削します。掘削流体をビット先から噴出し、ロッドと孔壁間の隙間より地上に掘くずを排出します。



STEP  
03

### 削孔深度確認

1本3mのケーシング管を所定の深さまでつなぎ削孔を完了します。その後ケーシング管内に検尺ロープを挿入し、削孔深度の確認を行います。



STEP  
04

### 地中熱交換器の挿入

削孔深度確認後、挿入器具に設置した地中熱交換器をケーシング管内に挿入します。地中熱交換器の浮力と管内の泥水比重を考慮して先端には挿入用ウエイトを取り付けます。



STEP  
05

### 珪砂充填

挿入が完了した地中熱交換器と孔壁との隙間部を珪砂にて充填します。珪砂は透水性が高く、角が取れ粒径の揃った物を使用します。



STEP  
06

### ケーシングロッド抜管

地中熱交換器挿入後、珪砂の充填とケーシングロッドの抜管を行います。先端のビットを引き抜くことで抜管を完了します。



STEP  
07

### 耐圧試験

珪砂の充填、ケーシング管の抜管完了後水圧試験を実施します。施工したすべての地中熱交換器を対象に行います。  
※メーカー推奨方法にて実施





# 角藤の研究開発

## 扁平型地中熱交換器の開発

### 地中熱交換器設置コスト15%削減を実現（当社比）

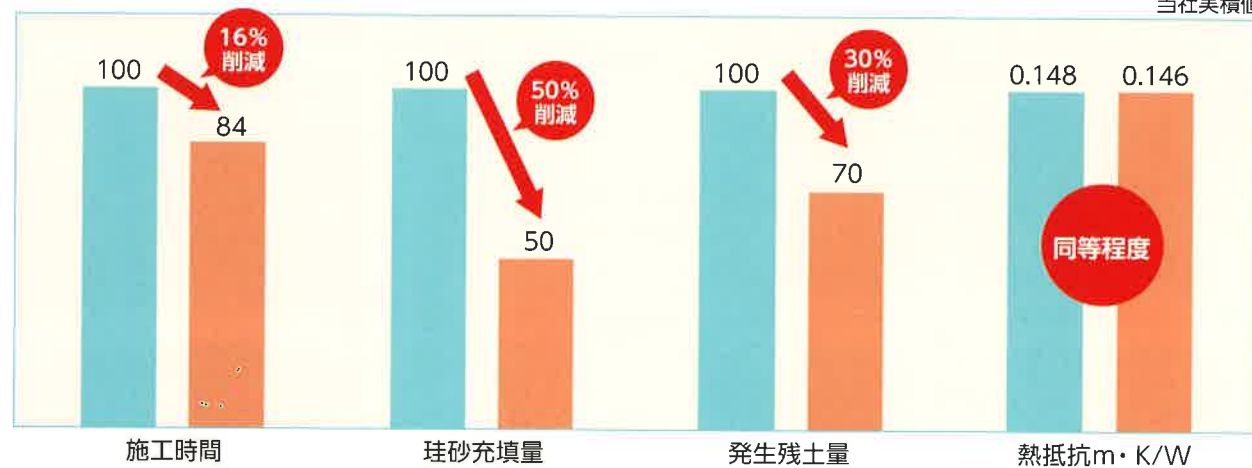
地中熱システムは導入コストが高いという問題があるのが現状です。そこで当社では、コスト高の大きな要因となっているボアホール施工に着目しました。従来ボアホールの削孔径は6インチでしたが、これを4インチに小さくすることで施工時間の短縮、掘削発生土や充填珪砂量の減少が見込めて、コスト削減が可能となります。ただ、地中採熱量が落ちてボアホールの施工本数が増えてしまうことを避けるため、4インチの削孔径にも挿入可能で採熱量も同等となる扁平型地中熱交換器を開発しました。



【扁平型と円型の比較】

■ 従来品/円型Uチューブ ■ 新製品/扁平型Uチューブ

当社実績値



※施工時間、珪砂充填量、発生残土量は従来品を100とした場合の比率表記

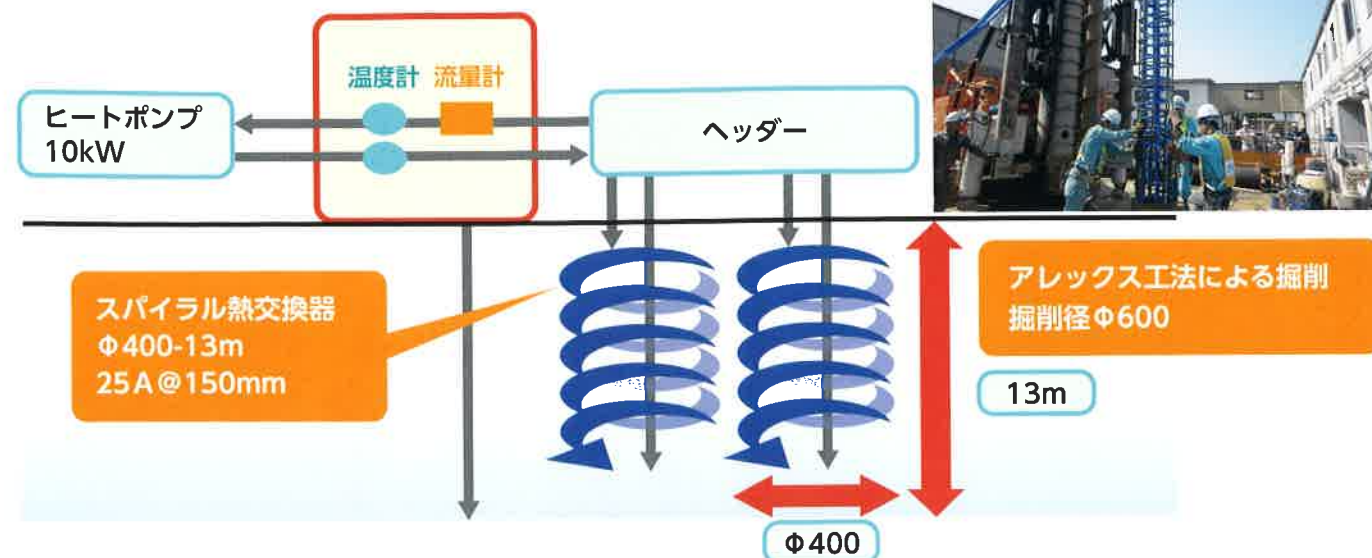
【扁平型と円型の有効熱伝導率比較】

当社実績値

試験施工場所	扁平型Uチューブ (緩衝材あり)	扁平型Uチューブ (緩衝材なし)	円型Uチューブ
長野県 長野市	3.22	2.72	2.80
山梨県 甲斐市	2.99	2.64	2.43

Uチューブ内の行き還りの温度差が大きい上部30mに緩衝材を貼付することで熱干渉を防ぐ効果があり、緩衝材ありの方が熱伝導率は高い値となりました。

## 浅層スパイラル熱交換器システム



## NEDO再生可能エネルギー熱利用技術に参加（東京大学柏キャンパス）



二重らせん地中熱交換器

- ①長尺管を二重らせん巻（150m）コイルユニット外径0.6m、長さ4m
- ②縦孔を掘削（ALEX機）コイルユニットを縦孔へ挿入
- ③コイルユニット挿入後の掘削孔掘削径0.7m、深さ15m

## 長野市第一給食センター（排水を熱源とした融雪設備）





# 大地の力で未来を支える。



角 地中熱

検索

<https://www.kakuto.co.jp/geothermal/>



NPO法人地中熱利用促進協会会員 / 長野県地中熱利用促進協議会会員 /  
中部地中熱利用促進協議会会員 / 静岡県地下水熱エネルギー利用普及促進協議会会員

環境ソリューション室	TEL 0263-25-5520	FAX 0263-25-5509	〒399-0005 松本市野溝木工 1丁目1番1号
本社	TEL 026-221-8141	FAX 026-221-7040	〒381-8686 長野市南屋島 515番地
東北営業所	TEL 022-208-5550	FAX 022-212-7558	〒980-0014 仙台市青葉区本町2丁目10番23号 仙台いちょう坂ハルヤマビル5F
新潟支店	TEL 025-241-7101	FAX 025-241-9796	〒950-0088 新潟市中央区万代1丁目3番7号 NDK万代ビル 2F
水戸支店	TEL 029-225-2077	FAX 029-221-6245	〒310-0803 水戸市城南 2丁目1番20号 井門水戸ビル 6F
さいたま営業所	TEL 048-642-6808	FAX 048-642-6807	〒330-0802 さいたま市大宮区宮町2丁目77番1号 マル星第2ビル 3F
千葉支店	TEL 043-246-1131	FAX 043-246-1119	〒260-0031 千葉市中央区新千葉 2丁目7番2号 大宗センタービル 3F
前橋支店	TEL 027-221-8801	FAX 027-223-4695	〒371-0805 前橋市南町 3丁目75番地 2
東京支店	TEL 03-5217-1230	FAX 03-5217-1211	〒101-0054 千代田区神田錦町1丁目4番3号 神田スクエアフロント 7F
東北信支店	TEL 026-233-0101	FAX 026-233-0106	〒380-8625 長野市東鶴賀町 60番地 2F
横浜支店	TEL 045-411-2300	FAX 045-411-2308	〒220-0022 横浜市西区花咲町 6丁目145番地 横浜花咲ビル 9F
中津川営業所	TEL 0573-62-6465	FAX 0573-66-8707	〒508-0015 中津川市手賀野 422番地 1 ISHIX 第3ビル 3F
名古屋営業所	TEL 052-204-8660	FAX 052-204-8017	〒460-0003 名古屋市中区錦 1丁目10番27号 カネヨビル 6F
九州営業所	TEL 092-686-7946	FAX 092-686-8098	〒812-0011 福岡市博多区博多駅前 3丁目27番25号 第二岡部ビル 9F

## 当社システムの見学会を随時実施しています。

地中熱ヒートポンプシステム・空調設備、地中熱の導入検討、  
設置工事解説ビデオなどで実際の状況を分かりやすくご見学いただけます。

お気軽にお申込ください。 **0263-25-5520**

(担当：北信越本部 環境ソリューション室)