

地中熱利用の概要

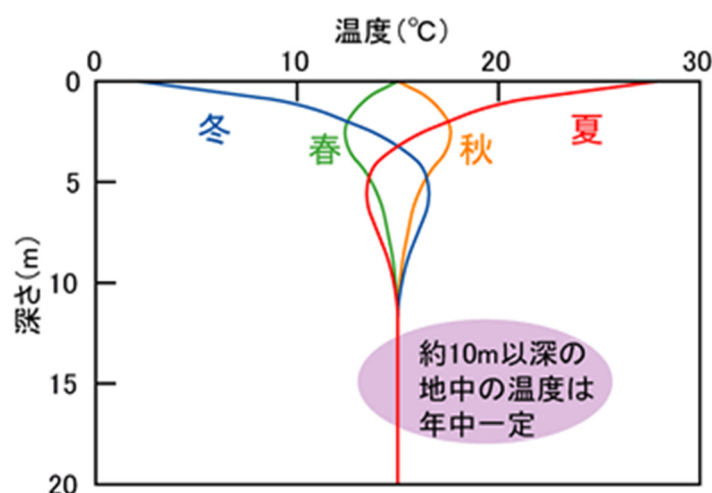


株式会社アリ ガプランニング
札幌市中央区南 10 条西 17 丁目 2-13
TEL 011-520-3160 FAX011-533-3178

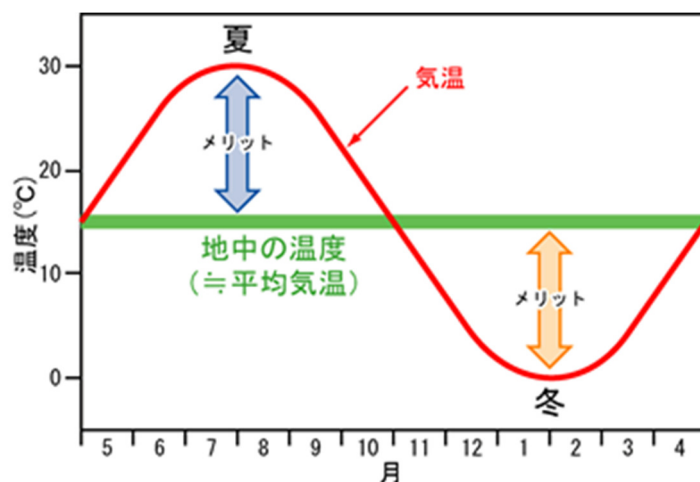
目 次

地中熱とは	1
暮らしの中の地中熱	2
地中熱利用形態	3
地中熱ヒートポンプシステム【クローズドループ】	3
地中熱ヒートポンプシステム【オープンループ】	4
地中熱利用例	5
地中熱ヒートポンプシステムの普及状況	7
地中熱利用システムの長所	8
地中熱を利用したコミュニティ	9

地中熱とは？



深さ 10m くらいのところの地温は、年平均気温にほぼ等しくなっています。四国九州の南部で 20℃、北海道で 10℃、東京や大阪では 17℃ 程度です。もちろん深くなれば地温は上昇しますが、100m 程度の深さでは温度の上昇は 2～4℃ 程度です。



一方、四季のある日本では、冬と夏に地上と地中との間で 10℃ から 15℃ もの温度差が生じています。つまり、温度が一定である地中は冬には温かく夏は冷たい。地中熱の利用ではこの温度差に着目して、効率的に熱エネルギーの利用を行っています。

ここで、地熱と地中熱の違いについて補足的に説明します。地球がもっている熱エネルギーが地熱ですので、地中熱は地熱の一部ともいえますが、利用の仕方から見ると、火山に近い場所にある高温のエネルギーを発電等に利用する地熱と、足もとにある恒温のエネルギーを温熱・冷熱として利用する地中熱とは、似て非なるものです。

地中熱利用促進協会では地中熱を次のように定義しています。すなわち、「地中熱とは、昼夜間又は季節間の温度変化の小さい地中の熱的特性を活用したエネルギー

のことである。」このように、わが国では地熱と区別して地中熱という言葉を使っています。

暮らしの中の地中熱

地中熱は私たちの足もとにある自然エネルギーです。地中熱は最近注目されるようになったエネルギーのようにみえますが、実は昔から日本では利用されてきています。地中熱交換器を使った地中熱利用は、1980年代からですので新しい技術といえますが、温度変化の小さい地中の特性は、野菜を保存する室(むろ)ですとか、これまでも食品の貯蔵に地中の空間が使われてきています。さらに、私達の先祖にあたる縄文人の竪穴式住居も地中熱を巧みに生活空間に取り入れたものといえます。地中熱は実はこのように様々な形で利用されてきており、現在の地中熱の利用もこれらの歴史を受け継いでいます。



自然エネルギーというと天候に左右されたり、利用できる時間帯が限られていると見られがちですが、地中熱は安定的に何時でも利用できる自然エネルギーです。また、地中熱の場合、日本中どこでも利用できることも大きな利点です。

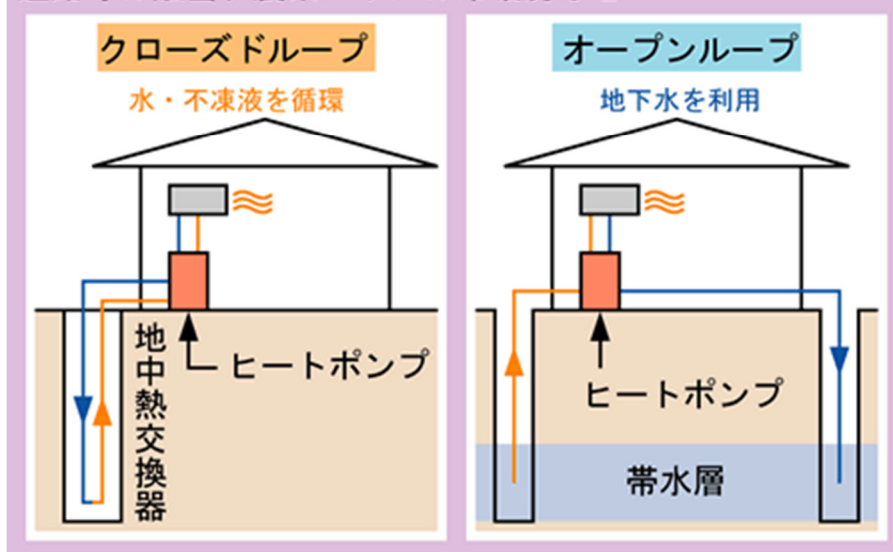
	地中熱	地熱	太陽熱	太陽光	風力	小水力	バイオマス	雪氷
場所の制約	なし	火山・温泉の近傍	なし	なし	風況調査が必要	落差のある河川	(要搬送)	積雪地近傍(要搬送)
時間の制約	なし	なし	昼間	昼間	風の吹く時間帯	渇水期以外	(要搬送)	(要搬送)
エネルギー利用形態	電気	—	主に事業用発電	主に事業用発電	自家用発電 事業用発電	主に事業用発電	主に事業用発電	—
	熱	冷暖房 給湯 融雪	暖房 給湯 融雪	給湯 (冷)暖房	—	—	暖房 給湯	冷蔵 冷房

地中熱利用形態

ヒートポンプの熱源として利用
温度調節が可能で汎用性が高い

ヒートポンプシステム

住宅・ビル等の冷暖房・給湯、プール・温浴施設の給湯
道路等の融雪、農業ハウスの冷暖房など



地中熱ヒートポンプシステム【クローズドループ】

地中から熱を取り出すために地中熱交換器内に流体を循環させ、汲み上げた熱をヒートポンプで必要な温度領域の熱に変換するシステムで、このシステムでは効率的に冷暖房および給湯を行うことができます。地中熱交換器内を循環させる流体には、通常は不凍液または水を用いますが、冷媒を用いる方式も開発が行われています。

地中熱交換器には、垂直型、水平型、傾斜型があり、垂直型のものには掘削孔を利用するボアホール方式と杭（基礎杭・採熱専用杭）を利用する杭方式とがあります。通常はUチューブと呼ばれる採放熱管が挿入されますが、杭方式では内部にはった水の循環で熱交換するタイプのものもあります。水平型はわが国ではまだ普及が進んでいませんが、米国ではスリンキーと呼ばれるループ状の採放熱管を用いる方式が普及しています。

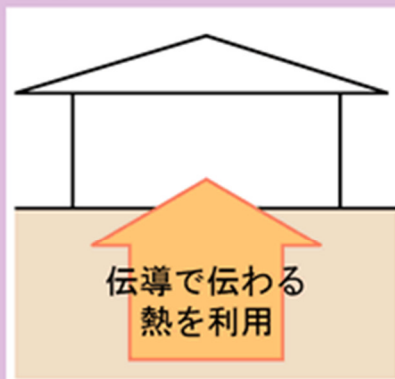
このクローズドループによる地中熱ヒートポンプシステムは、メンテナンスがほとんど不要いため適用範囲が広く、住宅・建築物・プール・融雪に適用されています。

地中熱ヒートポンプシステム【オープンループ】

揚水した地下水の熱を地表にあるヒートポンプで取り出す方式です。ヒートポンプで熱交換した後の地下水の扱い方についてはいくつかの方法があり、同じ帯水層に戻す方法のほか、別の帯水層に注入する方法、地下に戻さず地表で放流する方法等があります。このシステムはクローズドループと比べ、ボアホール 1 本あたりの採熱量が大きくなることから、経済性に優れていますが、井戸内においてで目詰まりが生じることがあるため、システムのメンテナンスが必要です。このシステムは、これまで比較的規模の大きな施設に適用されています。なお、地下水利用に揚水規制がかかっている地域では、この方法の適用は難しいといえます。この方法は地下水熱利用ヒートポンプシステムあるいは地下水利用型ヒートポンプシステムと呼ばれることもあります。

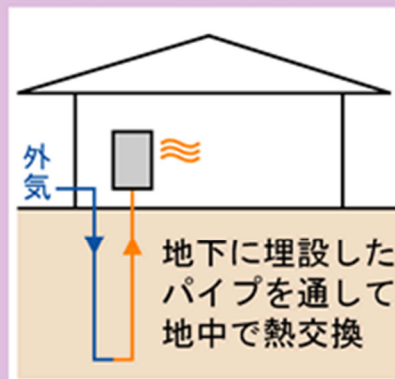
熱伝導

住宅の保温



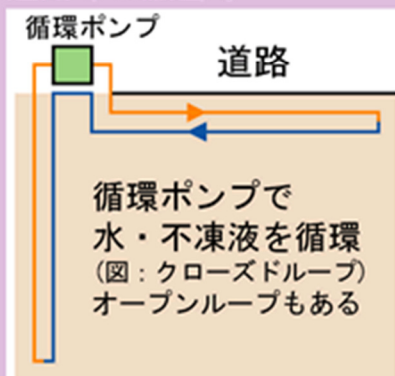
空気循環

住宅等の保温・換気



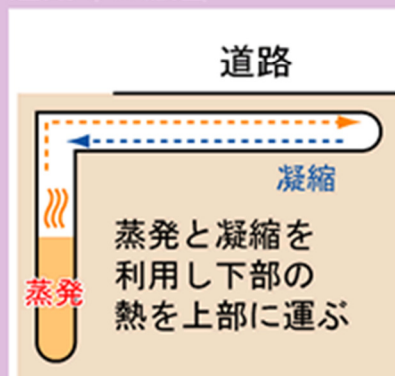
水循環

道路等の融雪等



ヒートパイプ

道路等の融雪



地中熱利用例

東京スカイツリー®地区熱供給

2012 年に開業した東京スカイツリー地区にも地中熱が導入されています

(事業主体: 東武エネルギーマネジメント)



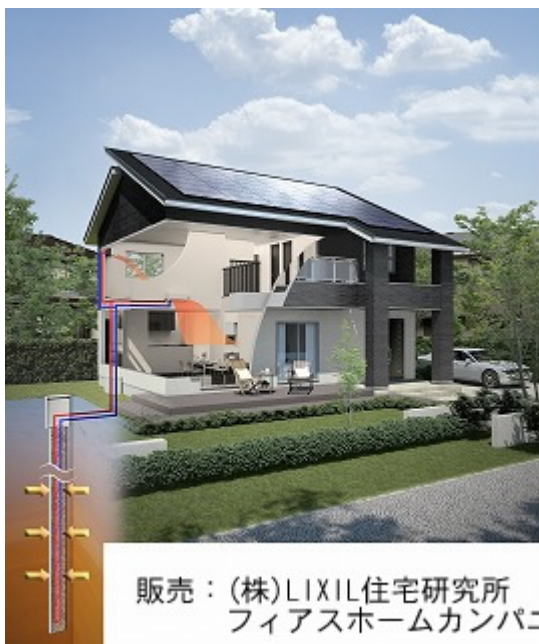
基礎杭方式
施工: 大成建設



ボアホール方式
施工: 大林組 (三菱マテリアルテクノ)

画像提供: 東武鉄道(株)・東武タワースカイツリー(株)

住宅【地中熱エアコン搭載住宅「e-POWER」】



販売: (株)LIXIL住宅研究所
フィアスホームカンパニー

融雪【山形県の県道】



施工：日本地下水開発(株)

温水プール【横浜市 森村学園】



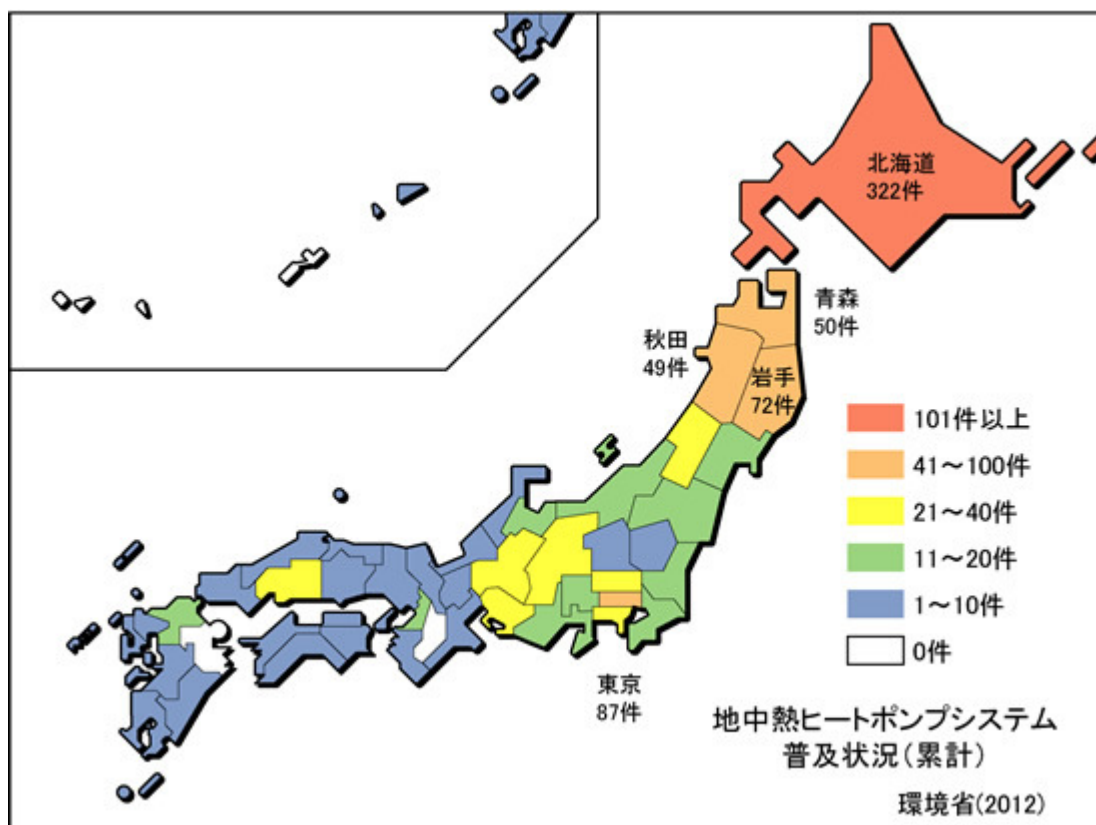
施工：ミサワ環境技術(株)



地中熱ヒートポンプシステムの普及状況



わが国では、地中熱の普及に企業が NPO 法人地中熱利用促進協会の前身にあたる団体をつくった 2001 年頃から、設置施設数の伸びが見られるようになっており、2011 年までに地中熱ヒートポンプシステムを導入した施設件数は累計で 990 件となっております。地域別でみると、北海道が 322 件と最も多く、本州では、東京都、岩手県、青森県、秋田県等で導入件数が多いのが特徴です。



地中熱利用システムの長所

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CO₂ 排出量抑制ができます。
3. 通常のエアコン(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. 冷暖房に熱を屋外に放出しないため、ヒートアイランド現象の緩和に寄与します。

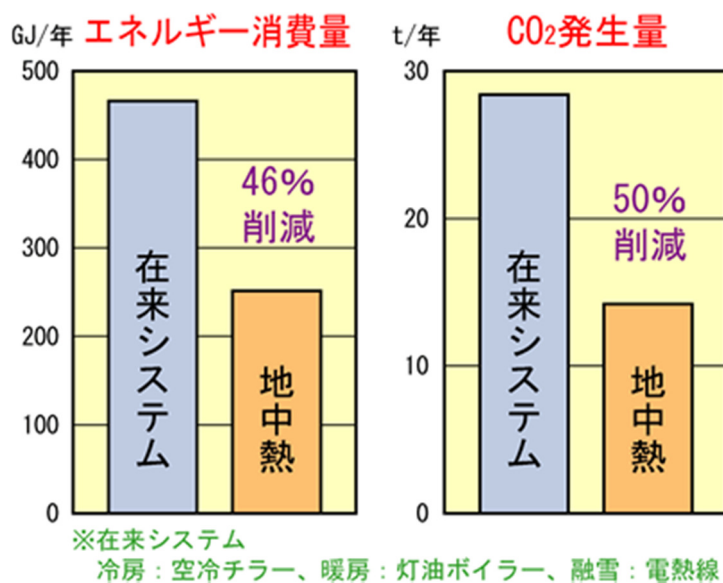


図1 青森県の公共施設(石上ほか、2010)

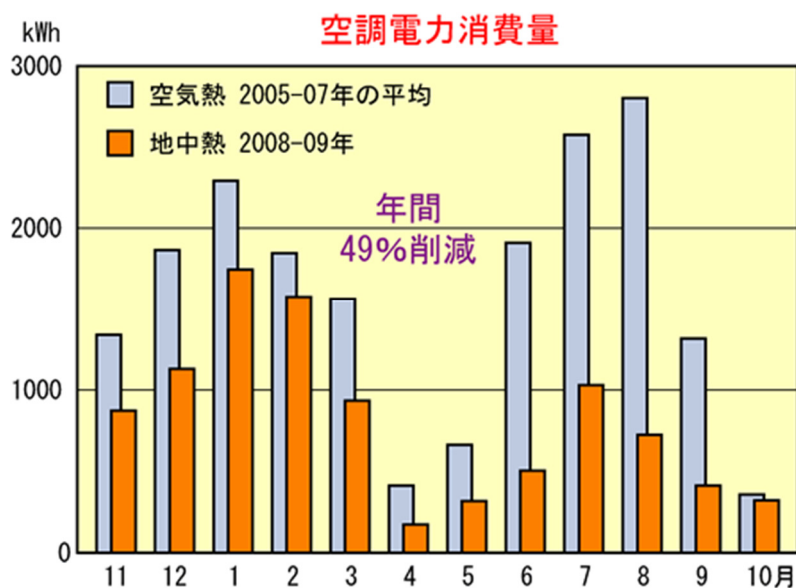


図2 東京都心のオフィスビル(笹田、2010)

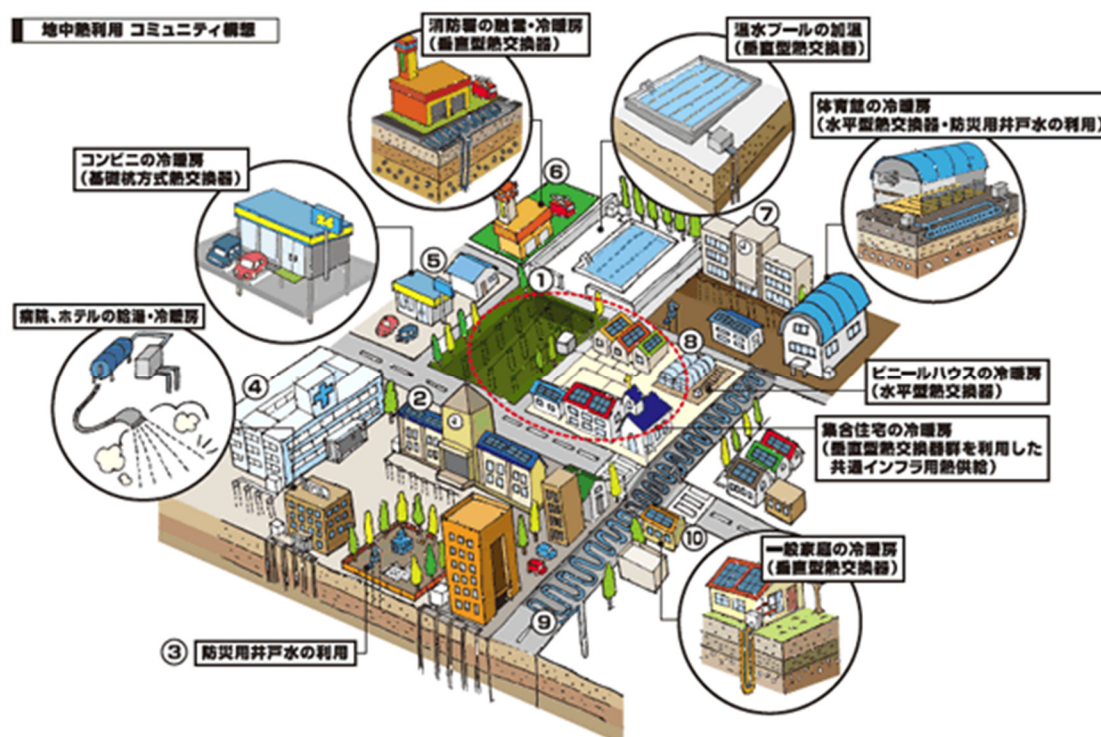
地中を熱源とするヒートポンプシステムでは、地中と外気との温度差が利用できるために、たいへん効率的な運転ができます。その結果、大きな節電効果とCO₂削減効果をもたらします。省エネ対策及び地球温暖化対策に、地中熱ヒートポンプシステムの導入は極めて効果的です。

図1には建物の冷暖房のほか歩道の融雪に地中熱を利用している青森県弘前市の施設で、地中熱と従来型のエネルギー利用を比較したときの、一次エネルギー消費量とCO₂発生量を示しています。ここではエネルギー消費量は在来システムとの比較で、46%減となっており、またCO₂発生量は50%減となっています。

図2には東京都心のオフィスビルで、空調システムを空気熱ヒートポンプ(通常のエアコン)から地中熱ヒートポンプに更新したケースを示しています。空気熱と地中熱の電力消費量の実績を比較すると、年間で49%の節電・省エネとなっており、とくに夏季の節電・省エネ効果が大きいことがわかります。

環境保全の面で地中熱ヒートポンプのもつもうひとつの優れた点は、夏季の冷房排熱を大気中に放出せず地中に吸収させることによるヒートアイランド現象の抑制効果です。なお、地中熱の利用では、夏季には地中に放熱されますが、温熱を利用する冬季にはその地中から採熱しますので、適切な設計と運転により、年間通してみると地中での熱収支バランスがとれます。

地中熱を利用したコミュニティ



これからの地中熱利用の姿を描いてみます。図の番号順に説明します。

①まず、街の中央にある公園を見てください。ここには地中熱を取り出す熱交換器（パイプの中を不凍液または水が循環）が何本も埋設してあります。この公園の下から取られた熱が集められて、隣接する集合住宅に熱源水として供給され、住宅の冷暖房に活用されます。これまで、かなりの数の戸建住宅に地中熱ヒートポンプシステムが設置されていますが、このように地中熱交換器を共通インフラとして、まとまった形で利用する例はわが国にはまだありません。地中熱交換器を共有する形がとれるとスケールメリットがあり、効率的かつ経済的な利用ができるので、初期コスト低減にも寄与します。

②公園の手前にある時計台のある建物は役場です。職員のほか多くの人を訪れる場所ですので、どの役場にも広い駐車場があります。そのスペースがあれば十分な本数の地中熱交換器が埋設でき、庁舎の建物全体の冷暖房が地中熱でできます。

③また、防災用の井戸があれば、平時はその井戸水の熱を利用することで、さらに効率的なエネルギー利用が可能になります。

④役場の左手には病院があります。病院は熱需要の大きな施設です。現在、どの病院も省エネ・CO₂削減に向けた努力をしていますが、地中熱利用はその解決策になります。病院のように24時間冷暖房が必要で、しかも大きな給湯需要があるところは、地中熱の利用に向いており、初期コストを短い期間に回収することができます。また、最近、放射冷暖房を導入する病院が増えてきていますが、放射冷暖房で室内に流す冷温水の温度は地中の温度に近いので、地中熱の利用によりたいへん効率的な運転ができます。

⑤病院から通りを隔てたところにコンビニがあります。ここでは、建物の下にある杭に熱交換器を付けた形で地中熱を利用しています。ある程度大きな建物では基礎杭を打つケースが多く見られますが、この杭を採熱に利用する方法は最近多く採用されるようになっており、地中熱交換器の設置コストの低減に寄与します。

⑥さらにその奥に消防署が描かれています。積雪地域であれば消防自動車が出動する路面の融雪が必要です。また消防自動車が屋内で待機しているときに、冬季であればエンジンが冷えない適温の暖房が必要となります。このような暖房には高温の熱源を導入する必要はなく、地中熱が熱源として向いています。

⑦消防署の右隣にあるのが学校です。ここではプールと体育館に注目してください。プールでは地中熱を利用すると効率的に温水が供給できます。また、体育館では床暖房に地中熱を利用すると冬の寒い時でも、足下を気にせずに運動に専念できます。

⑧学校から通りを隔てた手前側にビニールハウスがあります。最近は、地中熱の農業利用に向けた数多くの取り組みが行われています。ここで注目してほしいのが、地中熱交換器が水平型になっている点です。別に農業施設に限ったものではありませんが、ボーリングによる垂直型のものに比べて経済性があると言われています。

⑨ビニールハウスの前の通りには、融雪用のパイプが埋設されています。積雪のあるところでは、いろいろな熱源による融雪システムが稼働していますが、自然エネルギーである地中熱を使った融雪システムは、すでに数多くの実績があります。

⑩最後に一番手前にあるのが戸建住宅で、これは現在普及しているごく一般的な地中熱の利用例です。ボーリングにより地中熱交換器を埋設する工法で、安定的に地中熱を利用できるシステムです。