



講演概要

「我が国の地中熱利用の現状と課題」  
温室効果ガス削減に向けて、太陽、風力をはじめとする自然エネルギーの活用は、大きな役割を果たすものであり、その利用拡大に多くの国民が注目しているが、莫大な利用可能性を有する自然エネルギーに地中熱がある。この地中熱について、地中熱とは何かからはじめて地中熱利用の仕方について、解説と最近施工された実例の紹介を行い最後に地球環境保全の視点から見た地中熱の特徴と地中熱利用の今後の展開について述べる。

生年月日：  
昭和26年1月12日(59歳)

最終学歴：  
昭和51年3月 早稲田大学理工学研究科(原料工学) 修士課程修了

職歴：  
昭和51年4月 日本重化学工業株式会社 入社 高岡工業所技術課配属フェロアロイ製造技術担当  
昭和53年9月 日重資源コンサルタント株式会社 出向 測量及びMT法の実施  
昭和56年7月 地熱技術開発株式会社 出向 技術部主任 MT法調査を実施する他、新技術導入を担当後に、取締役・技術開発部長  
平成11年7月 地熱エンジニアリング株式会社 出向 常務取締役企画営業部長 後に、代表取締役社長  
平成15年5月 ジオシステム株式会社 代表取締役 地中熱関連のコンサル業務

資格：  
昭和52年8月取得 測量士補  
昭和61年5月取得 技術士(応用理学)  
平成4年11月取得 理学博士(東京工業大学)  
平成9年9月 取得 TOEIC 770点  
平成10年9月取得 IGSHPA(米国)認定インストラクター  
平成12年11月取得 ISO 内部監査員

委員他：  
地中熱利用促進協会 副理事長

主な成果：  
平成5年6月 物理探査学会 論文賞 受賞  
平成10年10月 日本地熱学会 論文賞 受賞

専門分野：  
地中熱設計技術(サーマルレスポンステスト、設計評価、開発計画プロジェクト管理)  
地熱開発技術(地熱探査、資源量評価、開発計画立案、プロジェクト管理)  
物理探査(電気・電磁探査法、検層)、地質調査、鉱物資源調査、測量

最近の主な研究論文

- ・我が国における地中熱利用の研究をはじめの切っ掛けとなった研究  
「Takasugi, S., Akazawa, T., Okumura, T., and Hanano, M. (2001): Feasibility Study on the Utilization of Geothermal Heat Pump (GHP) Systems in Japan, GEO-HEAT CENTER Quarterly Bulletin, Vol. 22, No. 1, 3-8」
- ・初めての地中熱利用暖房の海外研究  
「高杉真司他(2000): ロシアカムチャッカ州における地熱ヒートポンプ試験、地熱エネルギー, Vol. 25, NO. 1, Ser. 89, 59-73
- ・極低温地域における地中熱利用による暖房の可能性調査  
「高杉真司(2001): 中国長春市の地中熱利用ヒートポンプによる暖房試験—極寒冷地への適用・普及調査—地熱エネルギー, Vol. 26, NO. 4, Ser. 96, 87-98
- ・我が国の地中熱利用に関するNPO法人活動の発端への説明と最近の技術説明  
「高杉真司(2001): 地中熱の利用/地中熱利用促進懇談会の発足, クリーンエネルギー, Vol. 10, No. 9, 36-41」  
「高杉真司(2002): 地中熱(地熱直接)利用の現状と将来展望—ゼロエミッションを目指して—, 地熱エネルギー, Vol. 27, No. 4, Ser. 100, 31-46」  
「高杉真司(2004): 地中熱利用システムの新しい展開に向けて, 地熱エネルギー, Vol. 29, No1, Ser. 105, 65-80」

開発成果：

- ・我が国における地中熱利用の研究をはじめの切っ掛けとなった研究  
「新エネルギー・産業技術総合開発機構(1999): 都市型多目的地熱利用技術の開発, 導入, 促進に関する調査, PP 133」
- ・初めての地中熱利用暖房の海外研究  
「新エネルギー・産業技術総合開発機構(1999): ロシア連邦カムチャッカ州における地熱利用による地域暖房に関する基礎調査, PP150
- ・極低温地域における地中熱利用による暖房の可能性調査  
「新エネルギー・産業技術総合開発機構(2001): 地熱ヒートポンプによる中国長春市環境適合型暖房システムの普及促進に関する国際共同研究, PP162
- ・地中熱とエコアイスのドッキングを我が国で初めて行った例  
「高杉真司他(2001): 藤のさとセンターへの地下水利用型地中熱利用ヒートポンプシステムの導入, 地熱エネルギー, Vol. 26, No. 4, Ser. 96, 68-73
- ・サーマルレスポンステスト装置の開発  
平成15年度地熱学会 展示場で発表。「高杉真司(2004) 地中熱利用システムの新しい展開に向けて, 地熱エネルギー, Vol. 29, No1, Ser. 105, 65-80」で紹介。
- ・都心ではじめての地中熱利用  
高杉他: 都心ではじめての地中熱利用 一番町笹田ビルの実用化導入例, 第4回新エネルギー技術シンポジウム, 2009年3月

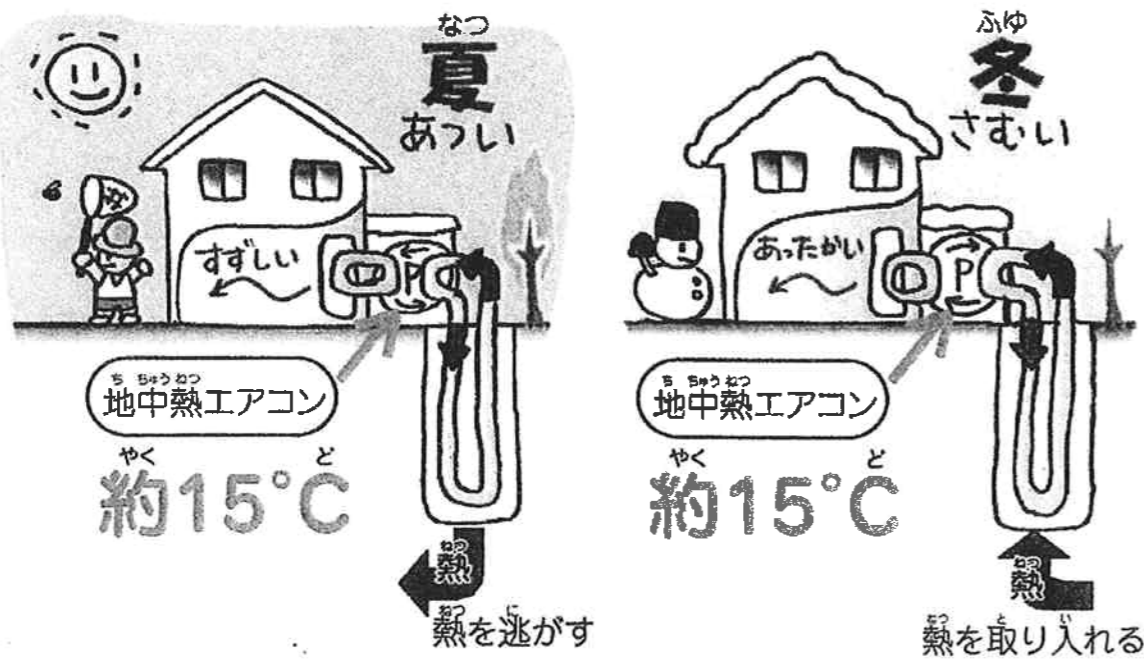
NO. 提案環境技術名・プラント名:

多目的利用・地中熱利用ヒートポンプシステム

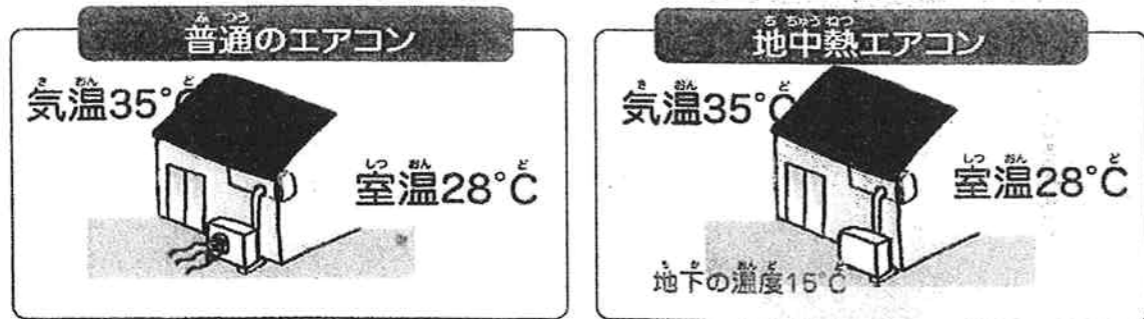
【概要】

1. 地中熱を利用したヒートポンプとは

地中熱を使ったエアコンで冷暖房ができます。この仕組みを「地中熱ヒートポンプ」と言います。冬の温度は、季節によって変わりますが、地下の温度はいつでも約15℃で一定です。この一定な温度の地中に、夏は熱を捨て、冬には熱をもらうのが、「地中熱ヒートポンプ」です。



ふつうのエアコンと地中熱エアコンは、冷暖房をすることができることには変わりありませんが、地下の温度を冷暖房に使用することが特徴です。



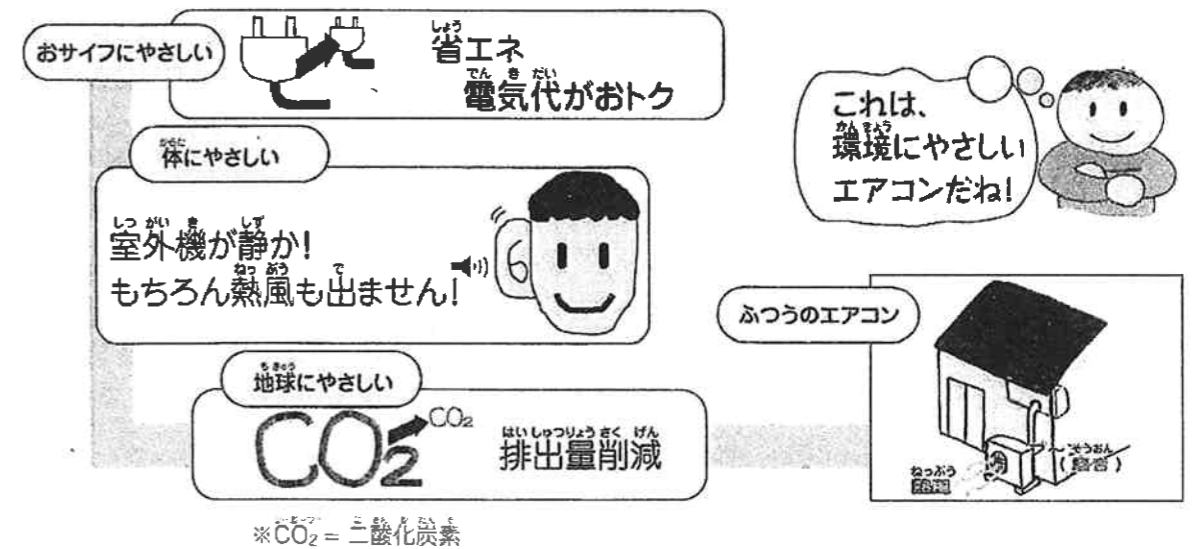
2. 地中熱ヒートポンプは何がいいの

地中熱を利用したエアコンは、ふつうのエアコンと比べて、地中熱エネルギーを使うので、外の温度が季節によって変わりますが、地下の温度は、いつでも約15℃で一定していることから、

- ① お財布に優しい: 省エネで電気料金が安くなります。
- ② 地球温暖化に有効: CO<sub>2</sub>の排出量を削減できます。
- ③ ヒートアイランドに有効: 熱を大気に出しません。

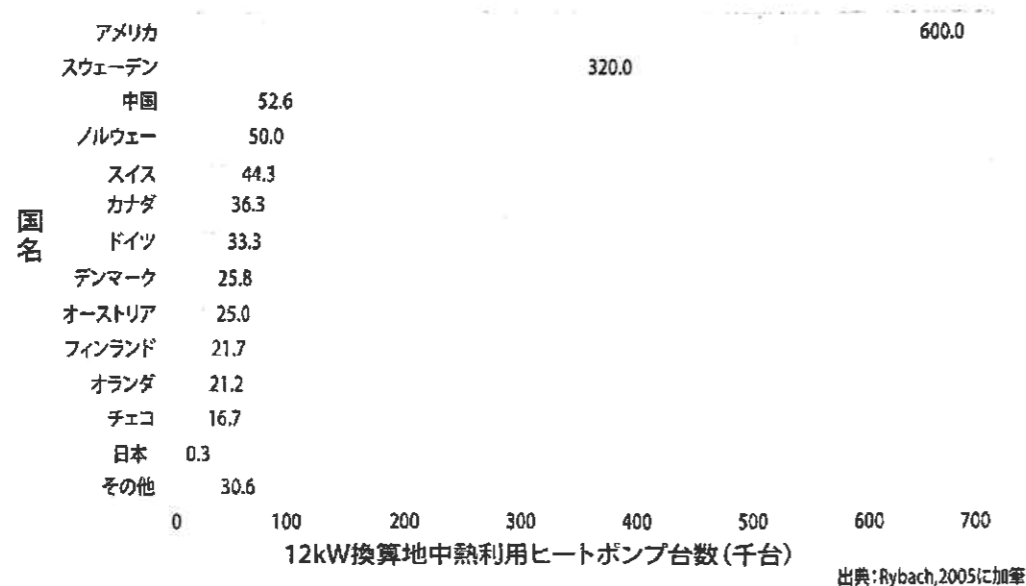
など、環境に優しいエアコンです。

下の図のように、地中熱エネルギーを利用したエアコンは、ふつうのエアコンと比べて、いい所がたくさんあります。

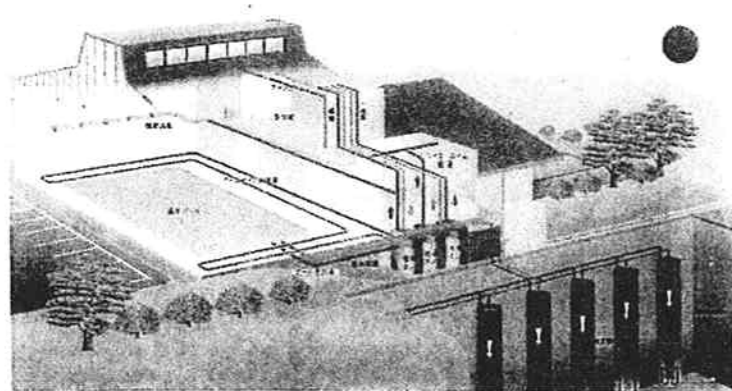


3. 地中熱ヒートポンプはどの位使われているの

地中熱ヒートポンプは、世界中で使われていますが、特に、米国およびスウェーデンでの使用実績が大きくなっています。日本、英国もこれからの発展が期待されています。



地中熱ヒートポンプは、冷暖房だけでなく、温水プール、道路の融雪など、いろいろな所に使用されています。



温水プール



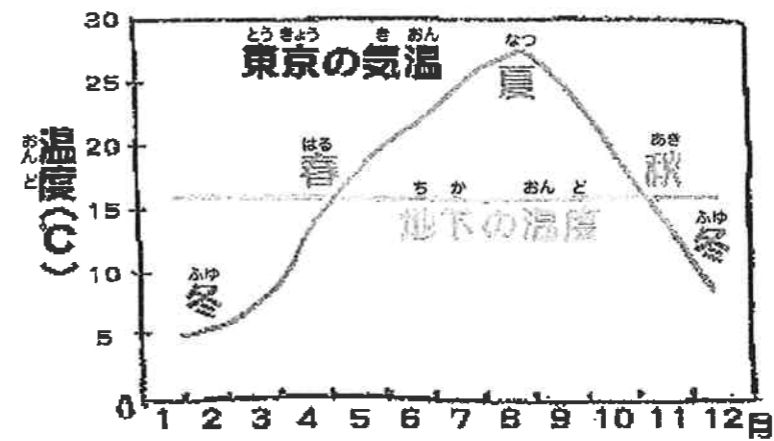
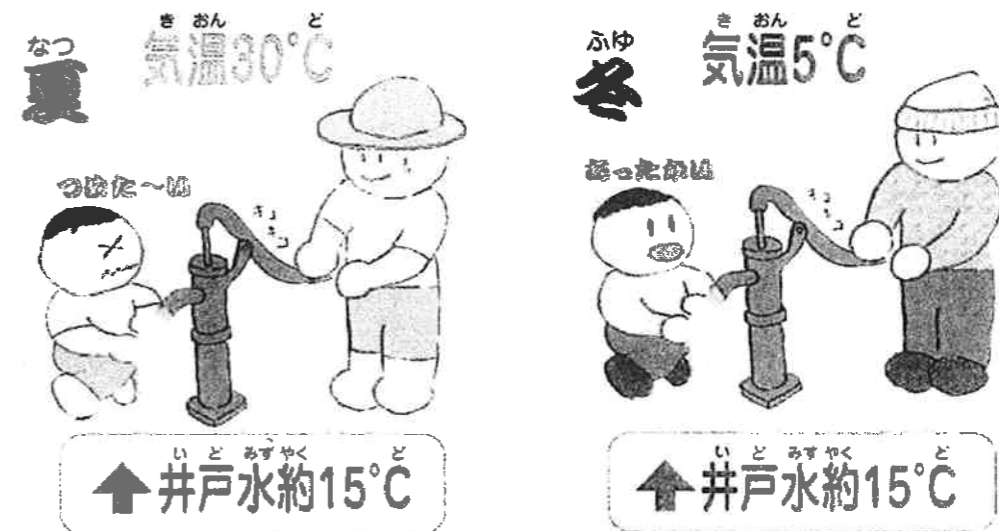
道路の雪を溶かす装置

1. 地中熱の利用とは

利用する原理

外の温度は、夏と冬で全く異なるのに、井戸水の温度は、変わりません。これは、地下の温度が一年中変わらないからです。従って、井戸水は、夏は冷たく、冬は、暖かく感じるのです。

このような特性を持つ地中の熱を有効に利用するのが、地中熱の利用です。



外の温度は季節で変わりますが、地下の温度はいつでも約15°Cで一定しています。

2. エコパークの冷暖房などに積極的に地中熱でまかなうことを提案します。これにより、地中熱システムが、

提案

① お財布に優しい： 省エネで電気料金が安くなります。

② 地球温暖化に有効： CO<sub>2</sub>の排出量を削減できます。

③ 地中熱利用をアピール： 英国に地中熱利用の有効性を体感してもらう。

技術を証明します。

エコパークで、できる限り地中熱を利用することにより、上記のような効果があることを実証し、英国の地中熱ヒートポンプ協会のような地中熱グループと連携を組むことで広めることを検討しています。

更に、日本の新しい地中熱ヒートポンプ技術を、デモ的に紹介したい。紹介する技術は、

A) ヒートポンプ

および

B) 熱交換器

です。

技術紹介 A)

日本の最新の地中熱ヒートポンプを利用することで、

① 給湯をしながら冷暖房を行えること

② ビルマルチ方式による冷暖房・給湯が行えること

③ 排熱利用による冷暖房給湯が行えること

が、可能となります。これらの新しい地中熱ヒートポンプの使用方法を展示いたします。

技術紹介 B)

地中熱利用が普及しない大きな理由の一つは、初期コストがかかることです。これに対応するために、建築物を建てるために必要となる杭を利用することが行われつつあります。具体的には、

① 現場打ち杭の利用

② 鋼管杭の利用

等が行われ始めています。これらについても、技術の紹介を、エコパークで行いたいと、思っております。

以下に紹介したい技術の概要を示します。

2. 1 日本の地中熱ヒートポンプはどこが違うの

冷暖房を行う地中熱ヒートポンプは冷温水タンクに冷温水を貯め、冷暖房を行います。このタイプのヒートポンプは、ヨーロッパ、欧州でも標準的なシステムであります。日本のヒートポンプは、冷暖房を行うのみではなく、多機能の機能を有する機種も開発されています。

① 排熱回収機能付き冷暖房給湯システム

日本では、設置したヒートポンプをできる限り有効に使えるように、多くの機能を 持たせています。下図の例では、冷暖房用の冷温水タンクに冷温水を作るほか、シャワーなどに使用する温水を貯湯槽に貯めることができます。更に、排湯空の熱回収も可能な地中熱ヒートポンプとなっています。

貯湯槽      ヒートポンプ      冷温水タンク

排湯熱交換器

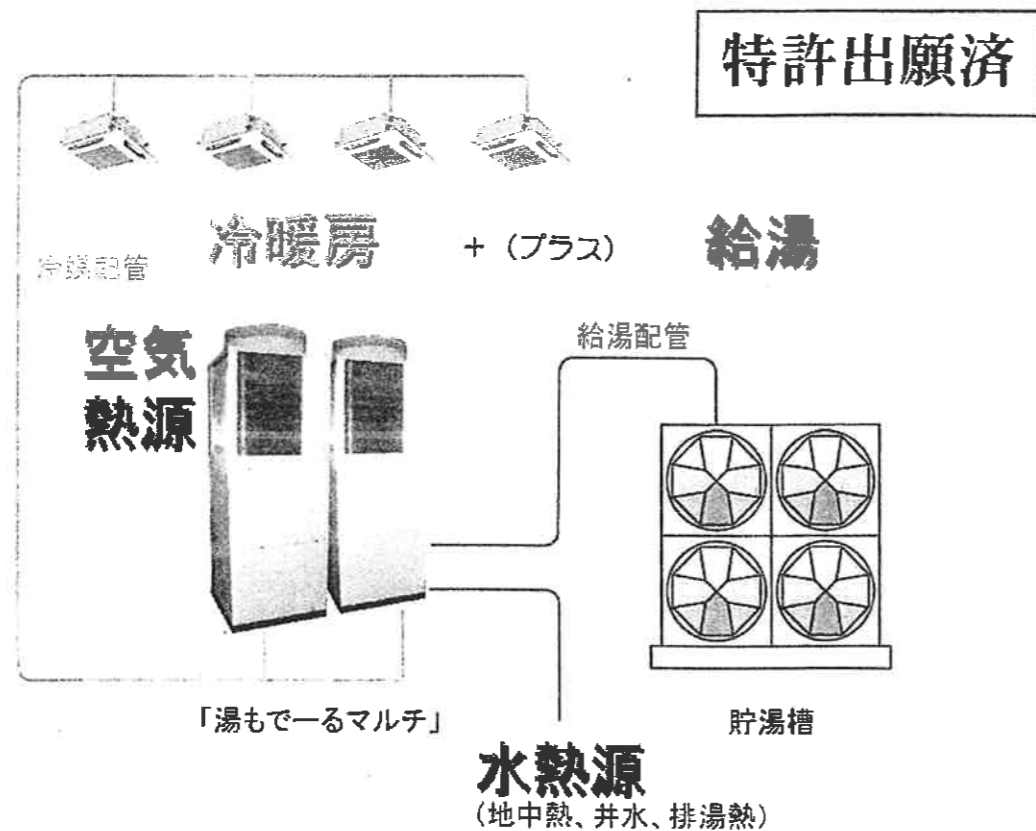
排熱回収機能付き冷暖房給湯システム

② 給湯機能付きビル用マルチ空調システム (空水冷式)

冷暖房には、ビル用マルチ空調システム (通称:ビルマル) が広く利用されていますが、地中熱ビルマルも開発されており、この地中熱ビルマルに給湯機能を付加システムも開発されました。

夏季の給湯では、冷房排熱を回収して、給湯を行うことができます。ホテル、老人福祉施設、温水プールなど給湯需要が比較的大きいニーズに対応しています。

更に、空水冷にも対応していることから、地中熱利用を基本としますが、大気温度との関係で、省エネとなる熱源を選択することも可能で、さらなる省エネを可能としています。

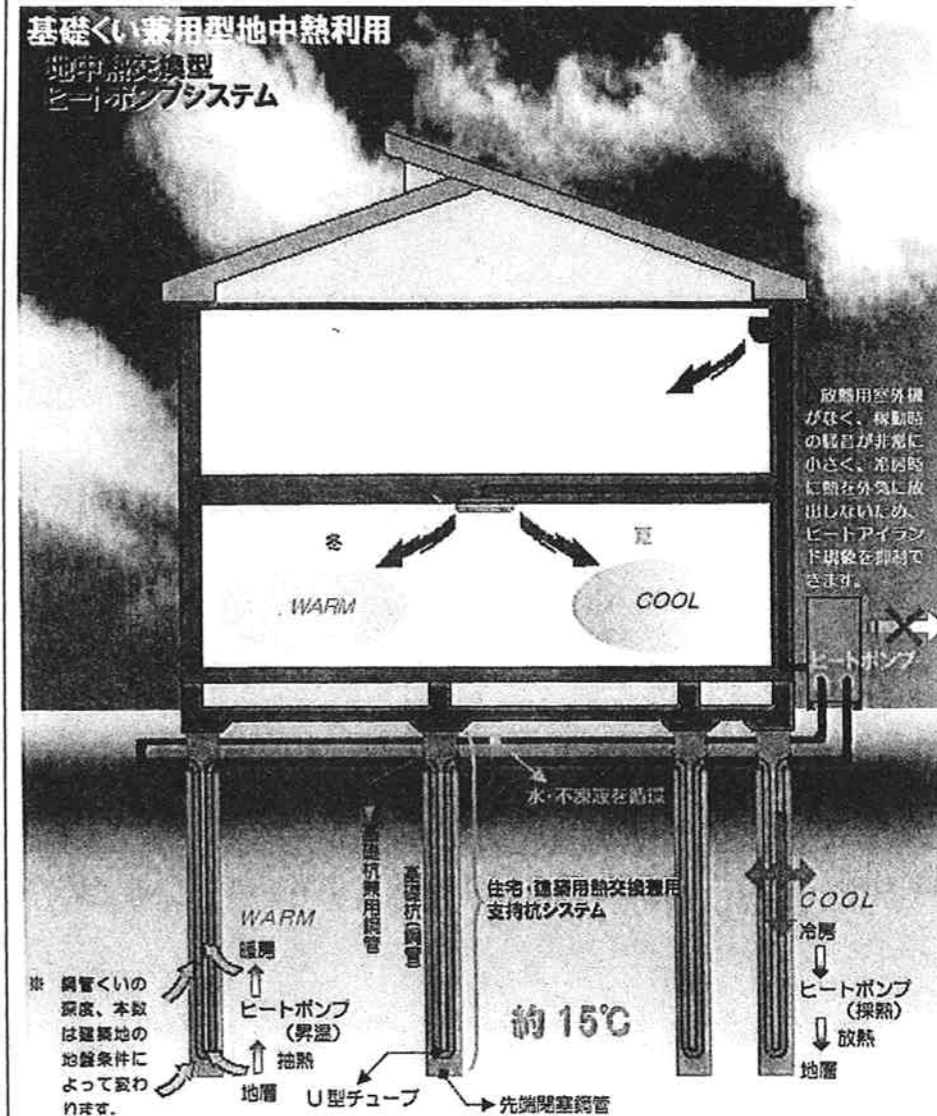


2. 2 日本では、地中熱を普及させるためにこんなこともしているよ

地中熱システムは、環境に優しいシステムですが、初期コストが高くなるのが欠点とされています。このため、ヒートポンプを多機能にする工夫がされているほか、地中熱源においても、いろいろな工夫が施されています。

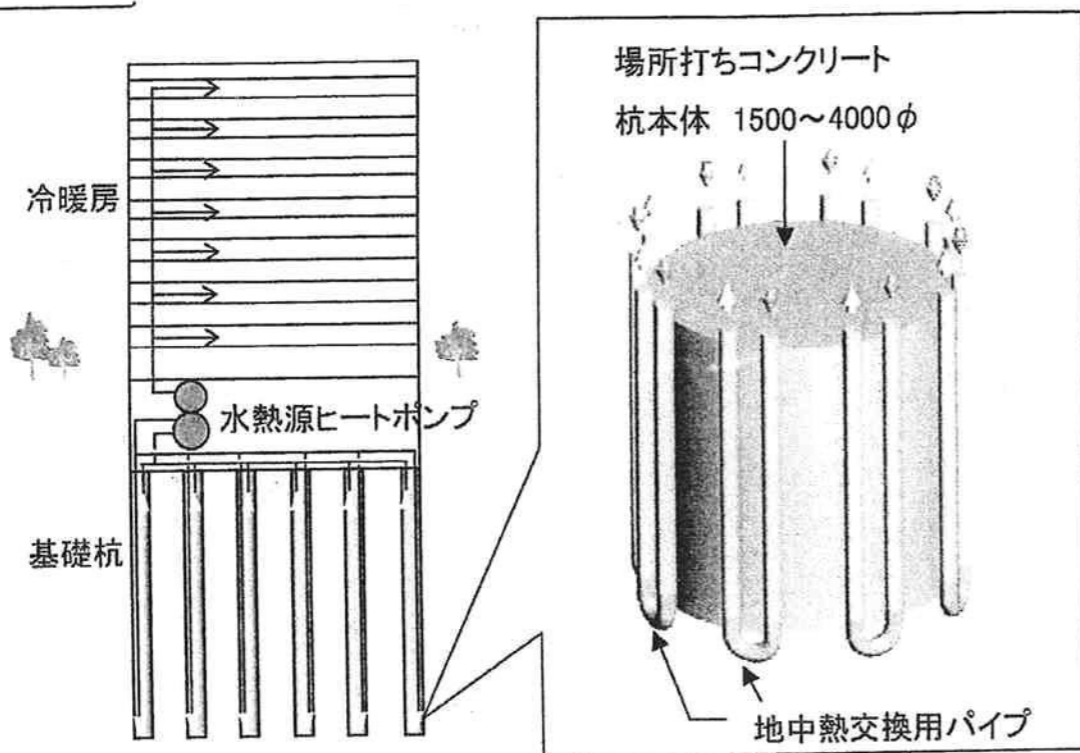
① 鋼管基礎杭の利用

基礎として、鋼管が広く利用されています。この鋼管は、中が空洞であることから、基礎として埋設した鋼管を熱交換井として、利用する、兼用杭が開発されています。これにより、熱交換井のコストは、約半減にしています。



② 場所打ち基礎杭の地中熱交換器への利用

大型の建築物を建築するために、場所打ち杭も広く利用されています。この場所打ち杭に熱交換パイプを取り付け、熱交換井として利用する技術も開発されています。これにより、低コストの地中熱交換器の利用が可能となっています。



3. 1.2.にかかると関連特許の状況、参考文献

地中熱ヒートポンプにより、冷暖房、給湯、融雪などを行うことは、世界中で行われており、特許などに縛られることはありません。  
 しかしながら、上記2. で示したようなヒートポンプや杭を利用した熱交換器に関しては、製造メーカー、杭メーカー、ゼネコン、コンサルタントなどが、特許を所有・申請しています。

4. 日本新しい地中熱技術についての紹介資料を添付します。その概要は以下の通りです。

導  
入  
例

4. 1 ゼネラルヒートポンプ工業株式会社における例

日本における地中熱ヒートポンプのリーディング会社であるゼネラルヒートポンプ工業株式会社の地中熱ヒートポンプの紹介資料を添付します。

4. 2 大成建設株式会社における例

場所打ち杭を地中熱交換井として利用する技術を開発した例について、シンポジウムについて発表をしたときの資料を添付します。

4. 3 サーマレスポンステストの技術紹介と最近の研究成果

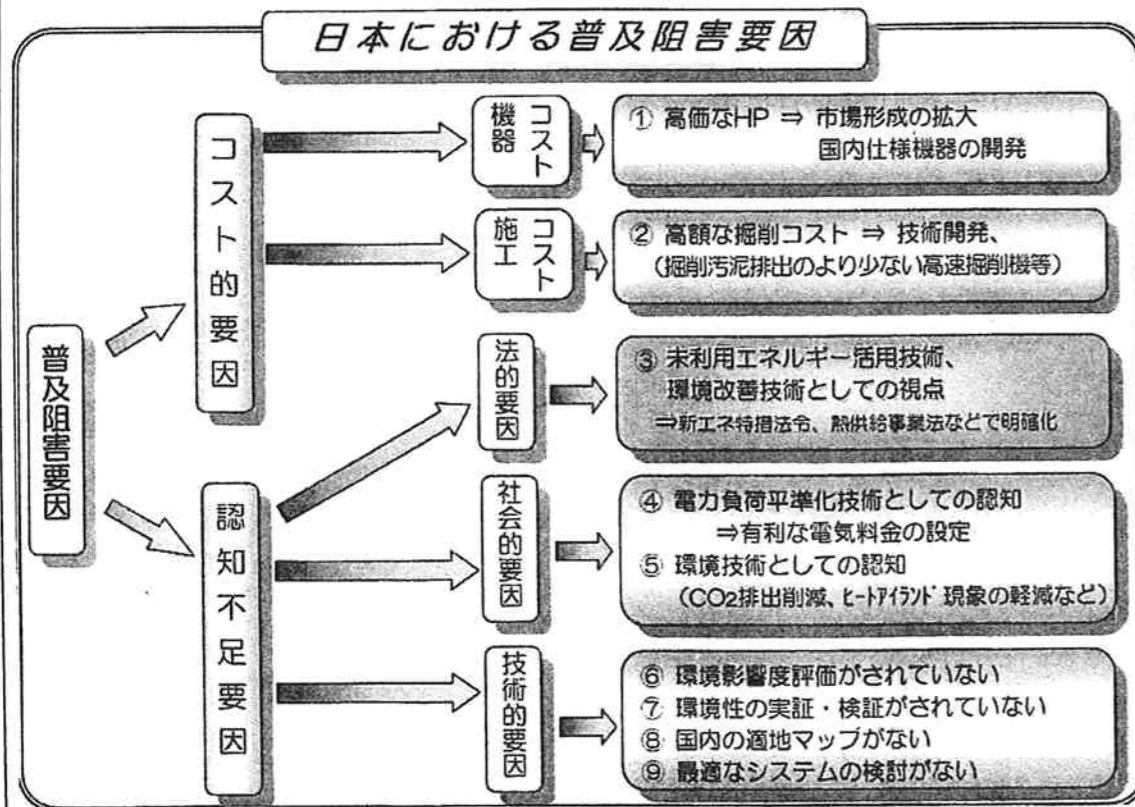
ジオシステム(株)は、地中熱を専門とする会社ですが、その中心技術であるサーマルレスポンステストの技術紹介書を添付します。また、N値検層で掘られた坑井を利用したサーマルレスポンステストについての研究内容をご紹介します。

5. 地中熱の普及は、日本においても、英国においても、これからの課題です。日本における普及阻害要因は、下図のように整理されました。

コスト的要因の解決については、実施例を増やすことが、重要です。その努力を進めながら、ヒートポンプを多機能化することで、付加価値を高めています。また、掘削コストが高く、その結果として、地中熱交換器のコストが高くなっています。これを解決する方法として、杭を利用することが行われています。

地中熱利用が環境に優しいシステムであることが、広く知れ渡っていないことは、日本においても英国においても同じであります。利用例が増え、その利用例で、地中熱システムが環境技術であることをデータとして実証することが大切であります。

日本では、そのような例が増えつつありますが、英国：エコパークで実証することが大切であると考えられます。



また、新しい日本の技術を見て知って頂くことも、普及に弾みを付けるために重要であります。日本の新しい技術を見て頂くための施設を検討したいので、エコパークの全体像が明らかになる段階で、具体的に技術をどこに入れるか提案をしたいと、思っております。

6. 本提案をしているジオシステム(株)は、地中熱を専門とする会社として8年前に設立されました。元々、地熱発電に関わっていた技術者が業務をしております。

地中熱に必要なU字管などを米国などから、輸入して資材供給をするほか、地中熱の設計・実験・解析などのコンサル業務を主業務としております。設計をする際に、地中の熱伝導率が重要となりますが、その計測を、サーマルレスポンステスト(TRT)と呼びます。この計測に必要な計測装置を自社開発し、そのサービスを行っております。TRTに関しては、日本で、最大の測定・解析実績を有しております。また、この計測装置は、韓国のKIGAM(地質調査所)に、昨年度、販売した実績を有しております。

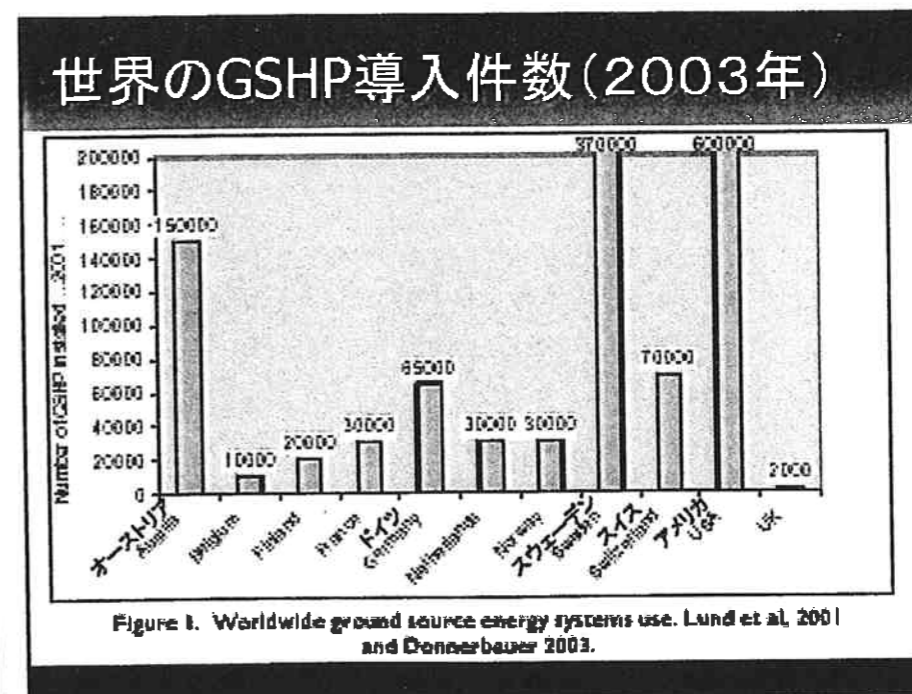
また、杭の利用が進んできた場合のTRTを考慮して、N値測定に使用した坑井を利用したTRTの実験を産総研と共同研究しております。

NPO法人 地中熱促進協会が、約6年前に設立されましたが、その前身である地中熱ヒートポンプ懇談会の段階から、普及のための組織作り・運営参加し、現在、副理事長を務め、更に、広報企画ワーキンググループのリーダーを務めております。

7. 提案技術、提案システムについて特筆すべき事項など

地中熱システムは、ヨーロッパでも多く使用されるようになってきましたが、ヨーロッパの中では、英国の導入数はきわめて少なくなっております。エコパークをきっかけとして、普及を計ることに大きな意義があると思われまます。

記事事項



このためには、日本のNPO法人 地中熱利用促進協会に相当する協会があるので、綿密な打ち合わせをして、効果的な方策を提案する予定であります。

本提案書に記載して、日本の地中熱技術に関しては、開発元との話し合いは一切勧めていません。より具体的な内容が明確になった時点で、守秘義務契約を締結後に検討することにしたと考えています。

エコパークの全体像が見えないために、具体的な提案とはなっていませんが、全体像が作られて行く時点で、本提案で示した内容、すなわち：

- ① 一般的な冷暖房を地中熱ヒートポンプで行うこと
- ② 日本の技術を紹介するためのデモ施設作ること

を提案する予定であります。

以上