

○ 実証全体の概要

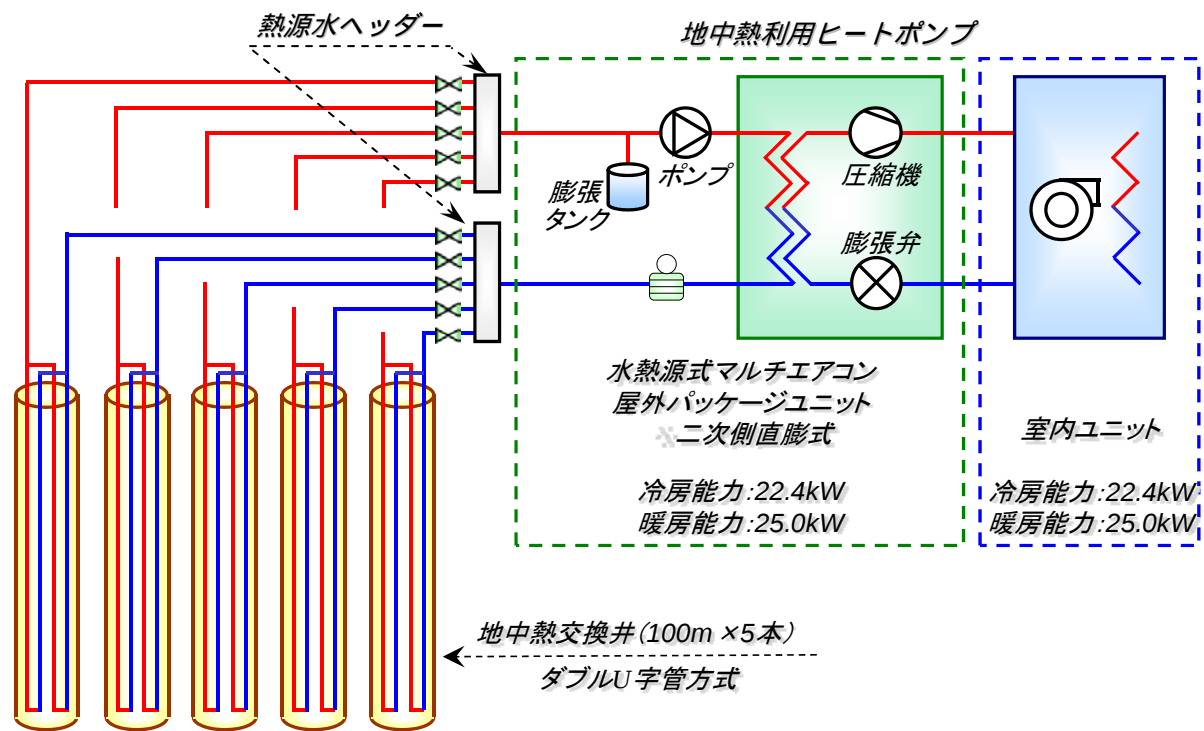
実証対象技術	三菱マテリアル株式会社大宮新館における地中熱利用ヒートポンプ空調システム
実証申請者	三菱マテリアルテクノ株式会社
実証単位	（A）システム全体
実証機関	特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会
実証試験期間	平成 22 年 7 月 30 日～平成 23 年 2 月 2 日

1. 実証対象技術の概要（原理）

一般に地中熱利用ヒートポンプ空調システムは、地中を熱源として利用し、夏は地中に熱を放出し、冬は地中から熱を取って冷房や暖房に利用するシステムである。外気を熱源とする空気熱源ヒートポンプ空調システム（一般のエアコン）と比べると、地中の温度は外気の温度より夏は冷たく冬は暖かいので、外気を熱源とするよりも効率よく冷暖房ができる。また外気に冷房廃熱を排出しないので、ヒートアイランド現象の抑制効果が期待される。

この地中熱利用ヒートポンプ空調システムは、三菱マテリアル株式会社大宮新館の一部の空調を、空気熱源ヒートポンプ空調機とともに分担しているものである。

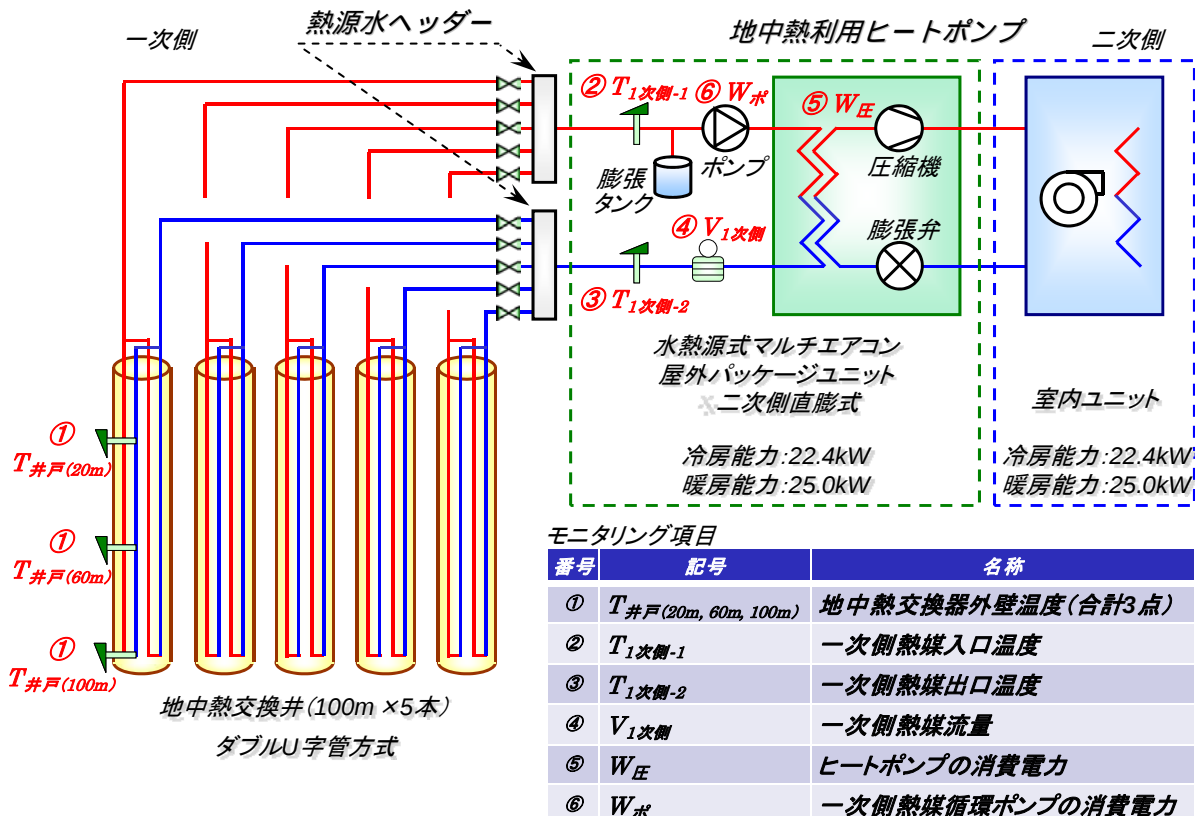
- ・地中熱交換井：深さ 100m のボアホールが 5 本で、それぞれダブルU字管を設置している。
- ・熱媒は 5 本の熱交換井から出たものが熱源水ヘッダーでまとめられ、地中熱利用ヒートポンプに送られる。地中熱利用ヒートポンプで冷却または昇温された冷媒は室内ユニットに送られて冷暖房に用いられる直膨式である。
- ・夏期は地中熱利用ヒートポンプで冷媒を冷却することにより生じる排熱を熱媒（清水）を通じて地中熱交換器で放熱し、冷却した冷媒により冷房を行う。
- ・冬期は熱媒（清水）を通じて地中熱を採取し地中熱利用ヒートポンプで冷媒を加温し、加温した冷媒により暖房を行う。



2．実証試験の概要

2.1 実証試験時のシステム全体構成

大宮新館の空調を分担している空気熱源ヒートポンプ空調機は実証試験時にも稼働しているが、実証試験では地中熱利用ヒートポンプシステムに関する部分だけを測定した。測定した熱量などは地中熱利用ヒートポンプシステムのみで完結している。下図は、地中熱利用ヒートポンプシステムだけを示す。



2.2 システム全体の測定項目

システム全体の測定項目を下の表に示す。(～の番号は、上図のモニタリング項目と同じ。)測定項目	測定機器	測定点数	備考
地中熱交換器外壁温度 (深度20m、60m、100m)	測温抵抗体	3	測定間隔:1分毎
一次側熱媒入口温度	測温抵抗体	1	測定間隔:1分毎
一次側熱媒出口温度	測温抵抗体	1	測定間隔:1分毎
一次側熱媒流量	電磁流量計	1	測定間隔:1分毎
ヒートポンプの消費電力	積算電力量計	1	測定間隔:1分毎
一次側循環ポンプの消費電力	積算電力量計	1	測定間隔:1分毎
合計		8	

2.3 実証試験の環境

実証試験実施施設および地中熱交換井の概要を下表に示す。

施設概要	施設名：三菱マテリアル株式会社 大宮新館 施設住所：埼玉県さいたま市大宮区北袋町 1-297 施設の用途：事務所
施設の規模 及び 空調方式	延床面積：21,837.20m ² 階数：地下 2 階，地上 7 階 構造：S 造 主熱源：空気熱源ヒートポンプ空調システム （一部に地中熱源ヒートポンプ空調システムを利用） 空調方式：中央制御
空調対象施設 の特徴	空調対象施設の特徴として、建物全体の主要な空調システムは、ビル用マルチ エアコンタイプの空気熱源ヒートポンプ空調機で、その熱容量は、1～2 階吹 抜け部分（床面積約 450 m ² ）のうち、約 300 m ² 程度の分を負担している。 対して、ここに設置したビル用マルチエアコンタイプの地中熱利用ヒートポン プシステムの熱容量は、約 150 m ² 程度（約 1/3）を負担している。
地中熱交換井	深度および本数：100m×5 本 孔径：179mm（リングビット外径にて明記） 地中熱交換器：25A ダブルU字管（材質：高密度ポリエチレン管「PE100」 製品名：地中熱交換システム用パイプ U-ポリパイ（株式会社イノアッ ク住環境 製造） 形式：GUP-25A110、長さ：100m、外径：34mm、内径：27mm 充填材：いわき珪砂 2 号（ただし、孔口から約 10m 深度までモルタル充填）

3 . 実証試験結果

3.1 システム全体の实証項目

項目		結果	条件・備考
必須項目	a. 冷房期間のシステムエネルギー効率[—] *1	3.74	冷房試験期間：平成 22 年 7 月 18 日～平成 22 年 9 月 26 日
	b. 冷房期間のシステム消費電力[kW]	3.98	
	c. 冷房期間の地中への排熱量[kW] *1	17.69	
任意項目	d. 冷房・暖房期間のシステムエネルギー効率*1	3.92	
	e. 暖房期間のシステム消費電力[kW]	5.30	暖房試験期間：平成 22 年 10 月 2 日～平成 23 年 2 月 2 日
	f. 暖房期間の地中からの採熱量[kW]	17.53	
その他の項目	測定期間（冷房期間）の稼働率（％）	18.6	
	測定期間（暖房期間）の稼働率（％）	11.0	
	冷房期間のシステムの部分負荷率平均値（％）	66.5	
	暖房期間のシステムの部分負荷率平均値（％）	86.7	

*1：技術の性能の高さはシステムエネルギー効率で評価され、地中への排熱量が当該技術の性能の高さを必ずしもしめすものでない。ヒートアイランド抑制に関する性能は、「冷房期間のシステムエネルギー効率」及び「冷房期間の地中への排熱量」の両値の総合で評価される。

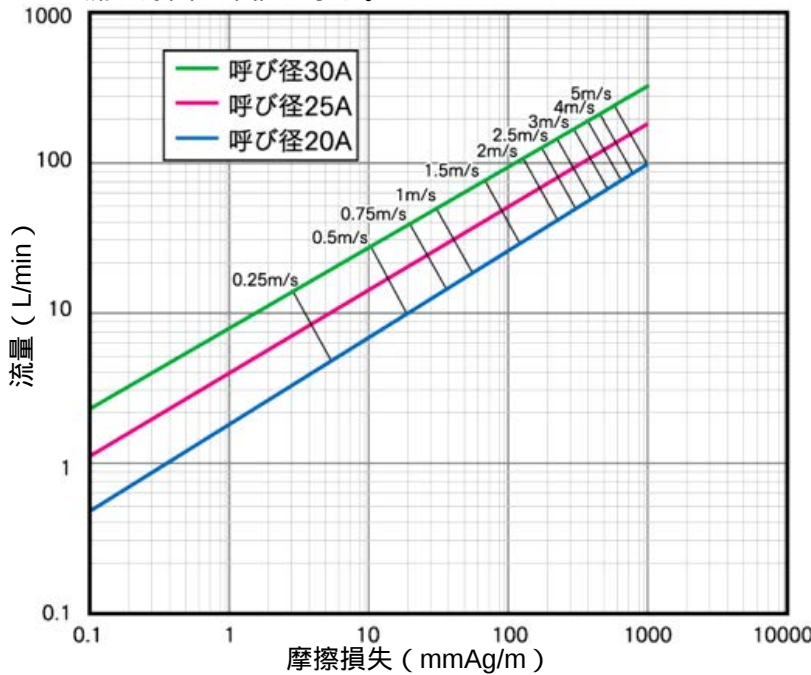
3.2 地中熱交換部全体の実証項目【代替の地質データ】

この実証項目は、既存データの活用が認められているが、大宮新館での既存のサーマルレスポンス試験の条件は実証試験要領の条件を一部満たさないため、実証試験要領の定める「代替の地質データ」として示す。

項 目	結 果	備 考
a. 地中熱交換井の熱抵抗 [K/(W/m)]	0.103	詳細版本編 6 . 6.1(3) (詳細版本編 37 ~ 38 ページ) にて「代替の地質データ」を用いて算出した内容を記載。
b. 土 壌 部 分 の 熱 伝 導 率 [W/(m・K)]	2.60	「代替の地質データ」(詳細版付録 61 ページ) から転記

3.3 熱媒循環部(U字管)の実証項目 (性能を証明する書類の写しからの転用)

本実証項目は、熱媒循環部 (U 字 管) の性能を証明する書類を確認することで実証を代用する項目である。各実証項目の実証内容は、熱媒循環部の製造・販売事業者の株式会社イノアック住環境による地中熱交換システム用パイプ U-ポリパイのカタログ等の関係資料を確認し、引用した。引用した資料は、詳細版付録 62 ~ 70 ページ参照。

実証項目	結 果																								
c. 流量範囲	本実証対象技術では呼び径 25A を使用しており、水を流した場合の適正流量は、下限は 5L/min、上限は 50L/min である。適正流量の上限値及び下限値の考え方については、表 6-6（詳細版本編 39 ページ）参照。また、参考として U - ポリパイの流量線図を下記に示す。  The graph shows flow rate (L/min) on the y-axis (log scale, 0.1 to 1000) versus friction loss (mmAg/m) on the x-axis (log scale, 0.1 to 10000). Three lines represent different pipe diameters: 30A (green), 25A (pink), and 20A (blue). Velocity markers are indicated along the lines: 0.25m/s, 0.5m/s, 0.75m/s, 1m/s, 1.5m/s, 2m/s, 2.5m/s, 3m/s, 4m/s, and 5m/s.																								
d. 熱伝導性	熱伝導率： 0.38W/(m・K)																								
e. 耐熱性	『U-ポリパイ』の温度別最大使用圧力は下表の通りである。 <table><tr><th>呼び径 25A</th><th colspan="5">連続安全使用温度範囲</th><th colspan="2">年間 1,500 時間以内</th></tr><tr><th>使用温度</th><th>20</th><th>25</th><th>30</th><th>35</th><th>40</th><th>45</th><th>50</th></tr><tr><td>最大使用圧力 (MPa)</td><td>1.51</td><td>1.41</td><td>1.32</td><td>1.21</td><td>1.12</td><td>1.01</td><td>0.92</td></tr></table> この製品の連続安全使用温度範囲は - 20 ~ 40 である。ただし、50 迄の温度での運転が上記圧力以下で、且つ年間 1,500 時間以内であれば、50 迄の使用が可能である。	呼び径 25A	連続安全使用温度範囲					年間 1,500 時間以内		使用温度	20	25	30	35	40	45	50	最大使用圧力 (MPa)	1.51	1.41	1.32	1.21	1.12	1.01	0.92
呼び径 25A	連続安全使用温度範囲					年間 1,500 時間以内																			
使用温度	20	25	30	35	40	45	50																		
最大使用圧力 (MPa)	1.51	1.41	1.32	1.21	1.12	1.01	0.92																		

下表に記載の内容は、株式会社イノアック住環境による地中熱交換システム用パイプ U・ポリパイの関係資料を確認し、引用した。引用した資料は、詳細版付録 66～70 ページ参照。

実証項目	結 果																																																
f. 脆化温度	脆化温度：＜ - 70																																																
g. 耐腐食性 （耐薬品性）	耐薬品性の一例（温度 20 ） <table><thead><tr><th colspan="2">酸</th><th colspan="2">アルカリ</th><th colspan="2">ガス</th></tr></thead><tbody><tr><td>塩酸</td><td>35%</td><td></td><td>アンモニア水溶液</td><td></td><td>亜硫酸ガス</td></tr><tr><td>硫酸</td><td>65%</td><td></td><td>苛性ソーダ</td><td></td><td>炭酸ガス</td></tr><tr><td>硝酸</td><td>25%</td><td></td><td>水酸化カルシウム</td><td></td><td>一酸化炭素</td></tr></tbody></table> <table><thead><tr><th colspan="6">塩類</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2">重クロム酸カリウム 10%</td><td></td><td colspan="2">過マンガン酸カリウム</td><td>硫安</td></tr><tr><td colspan="2">塩化第二鉄 60%</td><td></td><td colspan="2">塩化バリウム</td><td></td></tr><tr><td colspan="2">過酸化水素 30% 90%</td><td></td><td colspan="2">炭酸カリウム</td><td></td></tr></tbody></table> 備考： 1 . この表は ISO/TR10358^{* 1} に基づいたものである。 2 . 印は耐薬品性があることを示している。	酸		アルカリ		ガス		塩酸	35%		アンモニア水溶液		亜硫酸ガス	硫酸	65%		苛性ソーダ		炭酸ガス	硝酸	25%		水酸化カルシウム		一酸化炭素	塩類						重クロム酸カリウム 10%			過マンガン酸カリウム		硫安	塩化第二鉄 60%			塩化バリウム			過酸化水素 30% 90%			炭酸カリウム		
酸		アルカリ		ガス																																													
塩酸	35%		アンモニア水溶液		亜硫酸ガス																																												
硫酸	65%		苛性ソーダ		炭酸ガス																																												
硝酸	25%		水酸化カルシウム		一酸化炭素																																												
塩類																																																	
重クロム酸カリウム 10%			過マンガン酸カリウム		硫安																																												
塩化第二鉄 60%			塩化バリウム																																														
過酸化水素 30% 90%			炭酸カリウム																																														
h. 寿命	ISO 9080 に規定される、材料の長期耐久性の試験方法により、管が 20 で 50 年間の使用に耐えうる周方向応力（フープストレス：管の断面にかかる円周方向の応力）が 10MPa 以上である材料である。 100. 1. 第三世代高密度ポリエチレンのクリープ曲線																																																

* 1 : Plastics pipes and fittings-Combined chemical-resistance classification table.

なお、本熱媒循環部の実証項目の実証内容の性能の証明の担保として、その製品の製造事業者の品質管理システムを確認した。熱媒循環部の製造企業である株式会社イノアック住環境は、ISO9001:2008 及び ISO14001:2004 を取得していることを確認した。

3.4 熱媒の実証項目（性能を証明する書類の写しからの転用）

本実証対象技術で使用した熱媒は水である。以下に水の 20 における物性値を示す。

実証項目	結 果
i. 腐食性	なし
j. 粘性	0.001002 [Pa・s] ^{*1}
k. 比熱	4.18 [J / g・K] ^{*1}
l. 引火性	なし
m. 毒性	なし
n. 生分解性 / 残留性	なし

*1：これらの値は、理科年表（丸善株式会社出版事業部 平成 22 年度版）による。

なお、代替の地質データとして示したサーマルレスポンス試験では、水の 20 の熱容量を 4,174 [kJ / m³・K]として計算している。

4．実証対象技術の設置状況写真



5 . 参考情報

本ページに示された情報は、全て実証申請者が自らの責任において申請したものであり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○実証対象技術の概要（参考情報）

項 目		実証申請者 記入欄
製品名		三菱マテリアル株式会社大宮新館における地中熱利用ヒートポンプ空調システム
製造（販売）企業名		三菱マテリアルテクノ株式会社
連絡先	TEL / FAX	03-3221-2471 / 03-3221-2472
	Web アドレス	http://www.mmttec.co.jp
	E-mail	ishikami@mmc.co.jp
設置条件		・地中熱交換井設置工事時に、ボーリングマシンやプラント設備の設置スペースが必要。 ・地中熱交換井の間隔は通常、4～5m 程度。 ・地中熱交換井の設置は、道路下やエントランス、植栽箇所近辺（ただし、根入れスペースは不可）でも可能。
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		・孔井内地中熱交換器および土中埋設横引き配管には、50 年の使用に耐えうる高密度ポリエチレン管を使用しており、メンテナンスフリー。 ・地中熱源ヒートポンプは、水回路、制御盤含め屋外パッケージユニット化しており、1 箇所でもメンテナンス対応可。参考までに、圧縮機の保全周期は、一般的な空冷および水冷チリングユニットと同様に、全密閉型で 20,000 時間（法定耐用年数より）。
施工性		・熱源水配管にヘッダー方式を採用しているため、1 本 1 本確実にエア抜きを行うことができ、万が一のトラブル時には、1 孔井ずつを確実に閉塞可能。 ・地中熱源ヒートポンプの屋外パッケージユニット化により、機械室設置スペースと屋内配管が不要となり、現地施工の短縮が可能。
技術上の特徴		・ソニックドリル工法（特殊振動工法）による清水掘削後、25A ダブル U チューブと珪砂充填により地中熱交換井を構築。 ・熱源水配管は、土中埋設部を EF 継手による電気融着とし、ヘッダー方式を採用。 ・地中熱源ヒートポンプは、水 - 空気ヒートポンプ（二次側直膨式）を採用し、本体と水回路および制御盤を含め屋外パッケージユニット化。 ・循環媒体には清水を使用し（ブライン未使用）、万が一の漏水時に安全性を確保。
コスト概算		一式 22,500 千円（直接工事費）

○その他実証申請者からの情報（参考情報）

本施設は、関東地域での地中熱利用システム見学の間として活用されており、地中熱源ヒートポンプユニット、熱源水ヘッダー、空調スペース、紹介パネル等を見学することができます。

○ 実証全体の概要

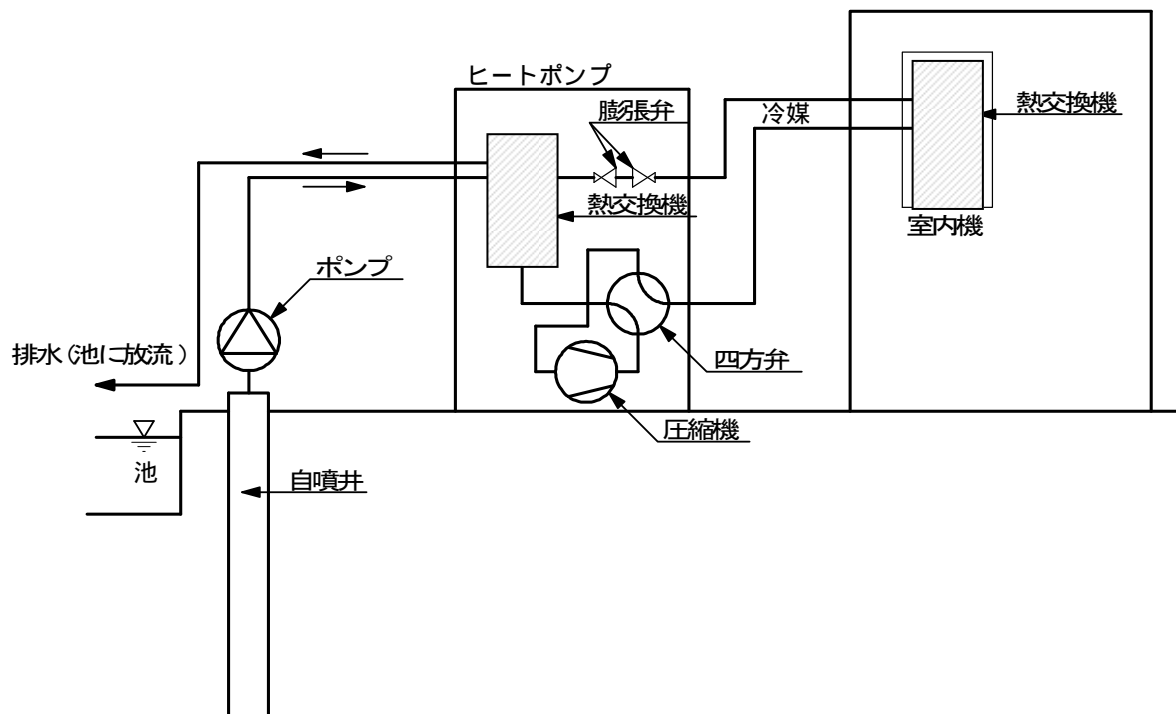
実証対象技術	株式会社秀建コンサルタント本社事務所における地中熱利用ヒートポンプ空調システム
実証申請者	株式会社秀建コンサルタント
実証単位	（Ａ）システム全体
実証機関	特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会
実証試験期間	平成 22 年 7 月 27 日～平成 23 年 2 月 2 日

1．実証対象技術の概要（原理）

一般に地中熱利用ヒートポンプ空調システムは、地中を熱源として利用し、夏は地中に熱を放出し、冬は地中から熱を取って冷房や暖房に利用するシステムである。外気を熱源とする空気熱源ヒートポンプ空調システム（一般のエアコン）と比べると、地中の温度は外気の温度より夏は冷たく冬は暖かいので、外気を熱源とするよりも効率よく冷暖房ができる。また外気に冷房廃熱を排出しないので、ヒートアイランド現象の抑制効果が期待される。

本システムは、既存の井戸から自噴する地下水を地中熱の熱源として利用しており、自噴地下水をそのままポンプによってヒートポンプの一次側（熱源側）に供給する地中熱利用ヒートポンプ空調システムである。一般的な地中熱利用ヒートポンプシステムでは、熱交換井に U 字管を設置し、U 字管の中に熱媒を循環して地中の熱をヒートポンプの一次側に供給するが、本実証対象技術では、熱交換井や U 字管は用いておらず、自噴地下水が一次側の熱媒の役割を果たしている。

ヒートポンプの二次側（利用側）はヒートポンプの内部の冷媒を直接室内機に送って室内空気と熱交換する、いわゆる直膨式である。本システムの概要を下図に示す。



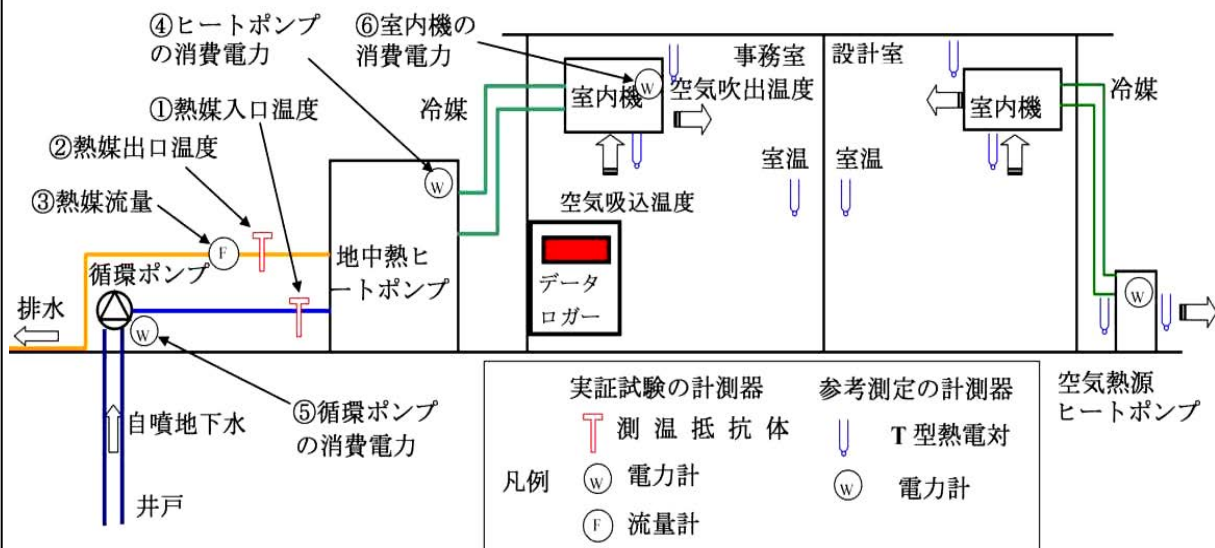
本実証対象技術の特徴は次のとおりである。

- ・ 自噴する地下水は年間を通して水温がほぼ一定で噴出量も多い。そのため、一次側（熱源側）熱媒の温度は季節や冷暖房の熱の利用量の多少に係らずほぼ一定なので、高いエネルギー効率（COP）が期待できる。
- ・ 地中熱交換井やU字管が不要なため、初期設備コストを削減できる。
- ・ 地中熱源としての自噴地下水は、密閉した配水管を流れるので有害物質等の汚染はない。
- ・ 熱を利用した後の自噴地下水は、もともと自噴していたときと同じ池を経由して開水路に放流するため新たな環境汚染はない。また熱を利用した後の自噴地下水の温度は元の温度と1～2しか変化しないため、新たな熱汚染もない。

2．実証試験の概要

2.1 実証試験時のシステム全体構成

実証対象技術のシステム構成および測定機器の位置を下図に示す。（～の番号は下の表と同じ）



2.2 システム全体の測定項目

システム全体の測定項目を下の表に示す。（～の番号は上の図と同じ）

測定項目	測定機器	測定点数	備考
熱媒入口温度。	測温抵抗体	1	測定間隔：1分毎
熱媒出口温度	測温抵抗体	1	測定間隔：1分毎
熱媒流量	電磁流量計	1	測定間隔：1分毎
ヒートポンプの消費電力	積算電力量計	1	測定間隔：1分毎
循環ポンプの消費電力	積算電力量計	1	測定間隔：1分毎
室内機の消費電力	積算電力量計	1	測定間隔：1分毎

2.3 実証試験の環境

実証試験実施施設及び自噴井の概要を下表に示す。

施設概要	施設名 : 株式会社秀建コンサルタント 本社事務所 施設住所 : 山梨県中央市臼井阿原 712-1 施設の用途 : 事務所
施設の規模	延床面積 : 105.2 m ² 階数 : 1 階建て 構造 : 軽量鉄骨造
当システムの空調対象（部屋）	部屋の用途 : 事務室 階 : 1 階 床面積 : 52.8 m ²
空調方式	空調方式 : 本社建屋の半分（事務室 : 52.8 m ² ）を地中熱利用ヒートポンプによる空調とし、残り半分（設計室 : 52.8 m ² ）は空気熱源ヒートポンプ（通常のエアコン）で空調している。
自噴井	深度及び本数 : 70m × 1 本、坑径 : 60mm。 自噴地下水の自噴量 : 130L/min 以上。 自噴地下水の熱媒としての利用量 : 約 70L/min。

3 . 実証試験結果

3.1 システム全体の实証項目

実証項目		結果	条件・備考
必須項目	a. 冷房期間のシステムエネルギー効率 [—] * 1	6.92	冷房試験期間 : 平成 22 年 7 月 27 日 ~ 平成 22 年 9 月 25 日
	b. 冷房期間のシステム消費電力 [kW]	1.02	
	c. 冷房期間の地中への排熱量 [kW] * 1	7.63	
任意項目	d. 冷房・暖房期間のシステムエネルギー効率 [—] * 1	4.29	
	e. 暖房期間のシステム消費電力 [kW]	2.10	暖房試験期間 : 平成 22 年 10 月 26 日 ~ 平成 23 年 2 月 2 日
	f. 暖房期間の地中からの採熱量 [kW]	5.62	
その他項目	測定期間（冷房期間）の稼働率（%）	20.8	
	測定期間（暖房期間）の稼働率（%）	19.2	
	冷房期間のシステムの部分負荷率平均値（%）	50.4	
	暖房期間のシステムの部分負荷率平均値（%）	46.0	

* 1 : 技術の性能の高さはシステムエネルギー効率で評価され、地中への排熱量が当該技術の性能の高さを必ずしもしめすものでない。ヒートアイランド抑制に関する性能は、「冷房期間のシステムエネルギー効率」と「冷房期間の地中への排熱量」の両値の総合で評価される。

3.2 実証単位（Ｃ）の実証項目

本実証対象技術においては、自噴井から自噴する地下水を地中熱の熱源として用いているため、地中熱交換井、熱源循環部（Ｕ字管）がなく、一次側の熱媒も地下水を用いているので特に実証すべき対象がない。このため、本実証対象技術においては、実証単位（Ｃ）の実証項目はない。

4．実証対象技術の設置状況の写真



ヒートポンプと空調している部屋



地下水の自噴井と循環ポンプ

5．参考情報

本ページに示された情報は、全て実証申請者が自らの責任において申請したものであり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○実証対象技術の概要（参考情報）

項 目		実証申請者 記入欄
製品名		株式会社秀建コンサルタン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
製造（販売）企業名		株式会社秀建コンサルタント
連絡先	TEL / FAX	TEL. 055-273-5625 FAX. 055-273-5966
	Web アドレス	http://www.ac.auone-net.jp/~shuuken/
	E-mail	shuuken@d5.dion.ne.jp
設置条件		自噴井の存在（一年中一定温度の地下水が湧出）
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		メンテナンス：ケーシングは塩ビ製で錆びないが、水質検査の結果、多少の析出物は想定され、年1回のコイル清掃が望ましいとの判定。 コスト：ボーリング費用は不要。 耐候性・寿命：水温は季節や天候の影響を受けず、湧出量には十分な余裕有り。
施工性		良好
技術上の特徴		自噴井の水をそのまま利用するため熱源の劣化は生じないが、析出物には注意が必要。常に良好な条件下でヒートポンプを運転するため COP は非常に大。（事前の予想より効率が良く、施設が過大となった）
コスト概算		1 期工事では、床面積約 60m ² に対して設備費 260 万円。2 期工事では 40 万円追加し、ファンコイルを増設して床面積を倍増する予定。（床面積は 120 m ² となり、費用の合計は約 300 万円） 通常のエアコンより 80 万円程割高となるが、電気代が 1 年間で 30～40 万円安くなるため、2～3 年で回収が見込める。 しかし、湧水をフル活用すると、床面積 300～400 m ² 程度はカバーが可能と考えられ、その場合には通常のエアコンと設備費用はあまり変わらないと考えられる。（電気代は通常のエアコンの 4 分の 1～5 分の 1）

○その他実証申請者からの情報（参考情報）

--

○ 実証全体の概要

実証対象技術	学校法人森村学園における地中熱利用ヒートポンプシステム
実証申請者	ミサワ環境技術株式会社
実証単位	（Ａ）システム全体
実証機関	特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会
実証試験期間	平成 22 年 7 月 30 日～平成 23 年 2 月 2 日

1. 実証対象技術の概要（原理）

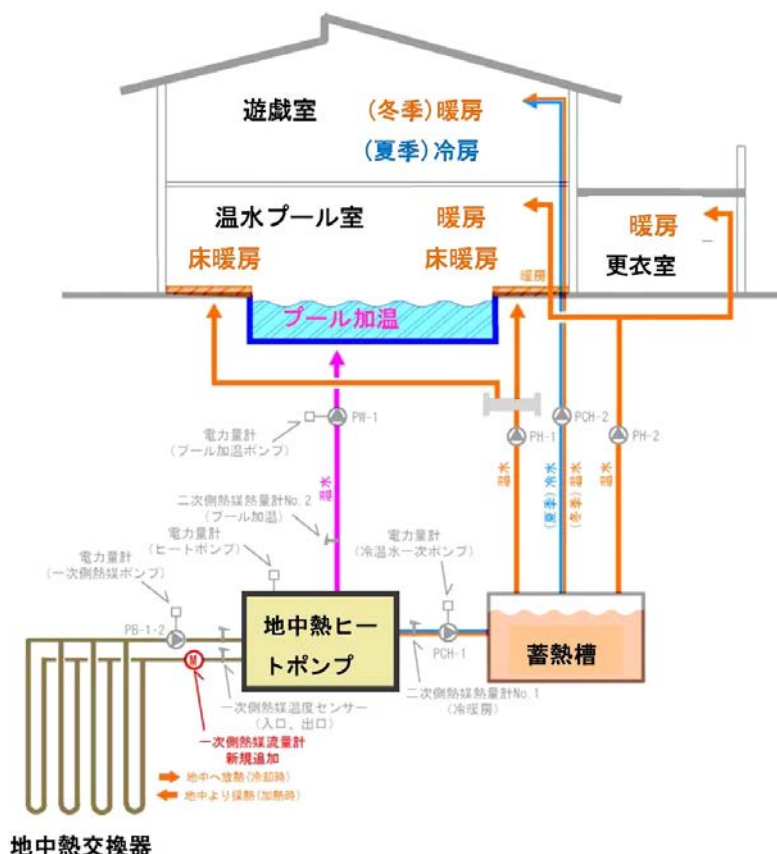
一般に地中熱利用ヒートポンプ空調システムは、地中を熱源として利用し、夏は地中に熱を放出し、冬は地中から熱を取って冷房や暖房に利用するシステムである。外気を熱源とする空気熱源ヒートポンプ空調システム（一般のエアコン）と比べると、地中の温度は外気の温度より夏は冷たく冬は暖かいので、外気を熱源とするよりも効率よく冷暖房ができる。また外気に冷房廃熱を排出しないので、ヒートアイランド現象の抑制効果が期待される。

この地中熱利用ヒートポンプシステムでは、地下 100m までボーリング孔を掘削し、掘削孔に地中熱交換器（ポリエチレン製ダブルU字管）を設置している。地中熱交換器に熱媒を循環させ、地中から熱を採熱または地中に熱を放熱する。地中熱交換器を循環した熱媒が運んだ熱は地中熱ヒートポンプによって二次側（利用側）の熱媒（水）の冷却または昇温に利用される。冷却または昇温された二次側の熱媒は蓄熱槽に蓄えられた後、各部屋の冷房や暖房、床暖房などに用いられる。また昇温された熱媒の熱はプール加温にも用いられる。その特徴は次のとおり。

本実証対象技術は、深さ 100m の地中熱交換井を 23 本有し、学校施設の冷暖房、床暖房、および屋内プール加温を行う大規模な地中熱利用設備である。

冬期は地中熱を採取し、ヒートポンプによる暖房・プール加温用熱源として利用する。夏期はヒートポンプで冷房を行うことにより生じる排熱を地中に放熱するとともに、冷房排熱をプール加温に利用する熱回収運転も行い、消費エネルギーを削減している。

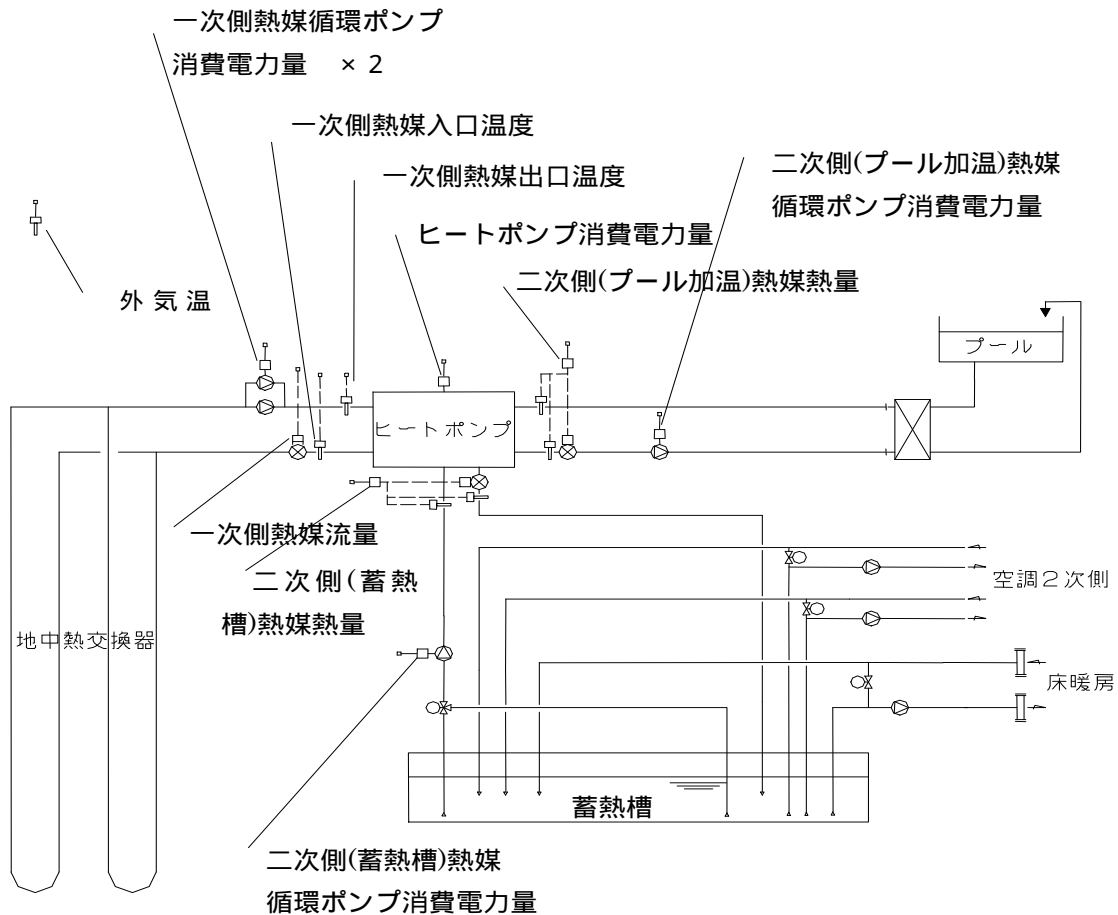
本システムでは大きな蓄熱槽を備えていて、冷却または昇温された熱媒（水）はいったん蓄えられた後に利用される。このため安価な夜間電力を利用してヒートポンプの運転をすることができ、システムの電力コストの削減にも配慮している。



2．実証試験の概要

2.1 実証試験時のシステム全体構成

実証対象技術のシステム構成および測定機器の位置を示す。（～の番号は下の表と同じ）



2.2 システム全体の測定項目

システム全体の測定項目を下の表に示す。（～の番号は上の図と同じ）

測定項目	測定機器	測定点数	備考
外気温	白金測温抵抗体	1	測定間隔：10分毎 (9月14日からは1分毎)
一次側熱媒入口温度	白金測温抵抗体	1	同上
一次側熱媒出口温度	白金測温抵抗体	1	同上
ヒートポンプ消費電力量	積算電力量計	3	同上
一次側熱媒循環ポンプ消費電力量	積算電力量計	2	同上
二次側（蓄熱槽）熱媒循環ポンプ消費電力量	積算電力量計	1	同上
二次側（プール加温）熱媒循環ポンプ消費電力量	積算電力量計	1	同上
一次側熱媒流量	電磁流量計	1	同上
二次側（蓄熱槽）熱媒熱量	積算熱量計	1	同上
二次側（プール加温）熱媒熱量	積算熱量計	1	同上
合 計		13	同上

2.3 実証試験の環境

実証試験実施施設および地中熱交換井の概要を下表に示す。

施設概要	施設名：学校法人森村学園 屋内プール・幼稚園遊戯室 施設住所：神奈川県横浜市緑区長津田町 2695 番地 施設用途：プール・遊戯室
施設の規模	階数：2 階、構造：RC 造
当システムの空調対象（部屋）	部屋用途：プール・遊戯室 階数：2 階 床面積：1,196m ²
空調方式	主熱源：地中熱ヒートポンプ 空調方式：ファンコイルユニット・ダクト併用
地中熱交換井	深度及び本数：100m×23 本 坑径：深さ 0～20m は 160mm、20～100m は 127mm。 地中熱交換器：ポリエチレン製ダブルU字管 ・製品名：硬質ポリエチレンパイプ φ40（U 字）（SINO-AUSTRARIA TIMES PLASTICS CO.,LTD 製造） ・寸法：深さ 100m、外径 40mm、内径 32mm 充填材：地表～5m：セメントミルク注入 5m～100m：珪砂充填（1 号珪砂、福島県いわき市産）

3．実証試験結果

3.1 システム全体の实証項目

	項目	結果	条件・備考
必須項目	a. 冷房期間のシステムエネルギー効率 [—] * 1	4.31	冷房試験期間：平成 22 年 7 月 22 日～平成 22 年 9 月 25 日
	b. 冷房期間のシステム消費電力 [kW]	35.0	
	c. 冷房期間の地中への排熱量 [kW] * 1	109.6	
任意項目	d. 冷房・暖房期間のシステムエネルギー効率 [—] * 1	3.13	
	e. 暖房期間のシステム消費電力 [kW]	50.4	暖房試験期間：平成 22 年 10 月 27 日～平成 23 年 2 月 2 日
	f. 暖房期間の地中からの採熱量 [kW]	101.6	
その他の項目	測定期間（冷房期間）の稼働率（％）	17.7	
	測定期間（暖房期間）の稼働率（％）	49.2	
	冷房期間のシステムの部分負荷率平均値（％）	94.7	
	暖房期間のシステムの部分負荷率平均値（％）	83.4	

* 1：技術の性能の高さはシステムエネルギー効率で評価され、地中への排熱量が当該技術の性能の高さを必ずしもしめすものでない。ヒートアイランド抑制に関する性能は、「冷房期間のシステムエネルギー効率」と「冷房期間の地中への排熱量」の両値の総合で評価される。

3.2 地中熱交換部全体の実証項目【代替の地質データ】

この実証項目は、既存データの活用が認められているが、森村学園での既存のサーマルレスポンス試験の条件は実証試験要領の条件を一部満たさないため、実証試験要領の定める「代替の地質データ」として示す。

項目	結果	条件・備考
a. 地中熱交換井の熱抵抗 [K/(W/m)]	—	データはなし
b. 土壌部分の熱伝導率 [W/(m・K)]	1.72	平成 21 年度クールシティ推進事業のデータを代替データとした（添付資料 1 参照）。

3.3 熱媒循環部（U字管）の実証項目（性能を証明する書類の写しからの転用）

本実証項目は、熱媒循環部（U字管）の性能を証明する書類を確認することで実証を代用する項目である。各実証項目の実証内容は、熱媒循環部の製造事業者の SINO-AUSTRALIA TIMES PLASTICS CO.,LTD によるカタログ、試験機関の試験報告書等の関係資料を確認し、引用した。引用した資料は、詳細版付録、添付資料 1 参照。

- ・製品名：硬質ポリエチレンパイプ φ40(U字)
- ・製造事業者：SINO-AUSTRALIA TIMES PLASTICS CO.,LTD
- ・輸入販売：ミサワ環境技術株式会社

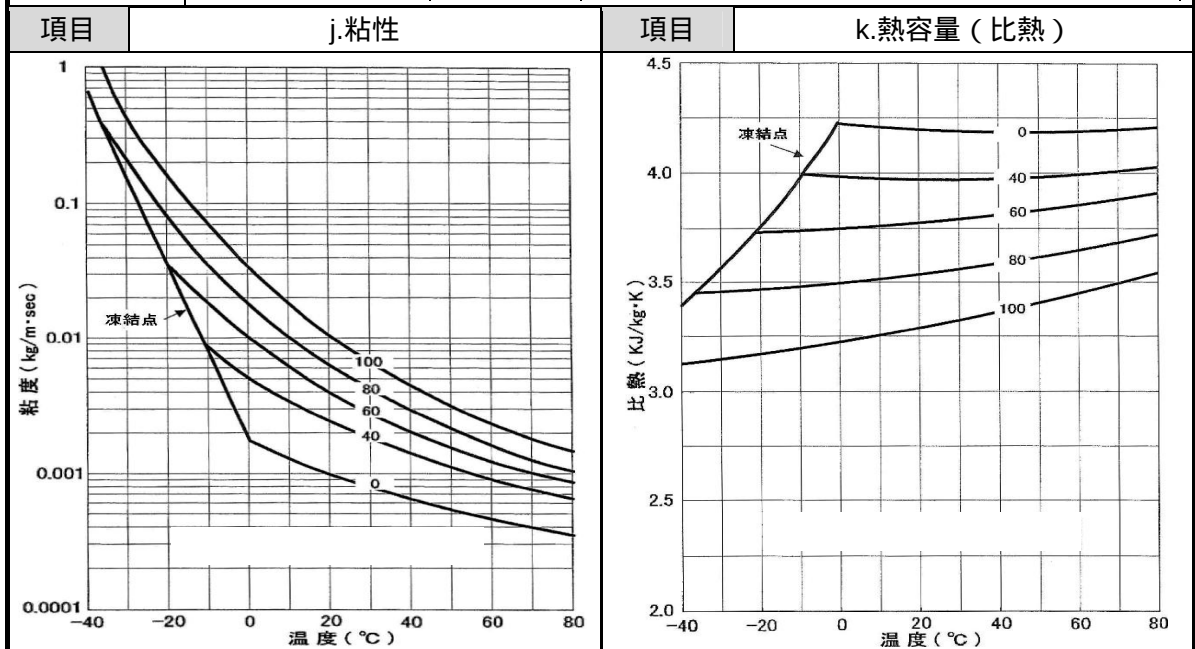
実証項目		結果				
c.流量範囲	流量 [L/min]	20	25	30	35	40
	管内流速 [m/sec]	0.20	0.25	0.30	0.35	0. 0
	損失水頭 [mH ₂ O]	0.6	0.0	0.1	1.4	1.7
	レイノルズ数	2,700	3,340	4,010	4,680	5,350
d.熱伝導性	熱伝導率	0.42W/m・K				
e.耐熱性	軟化点温度	126				
f.脆化温度	脆化温度	< -70				
g.耐腐食性	参考情報	実証申請者から本熱媒循環部の単管としての以下の試験データが提出されたので、参考情報として記載した。試験条件は、JIS K 7350-2:1995（プラスチック - 実験室光源による暴露試験方法 - ）に規定される方法で照射後、引張試験、熱安定性試験、内圧クリープ試験を行った結果を転記した。詳細は詳細版添付資料（財団法人化学技術戦略推進機構 高分子試験・評価センターによる試験報告書）を参照。				
		引張試験（引張伸び）JIS K 6761:2004（一般用ポリエチレン管）による。			熱安定性試験 JIS K 6761:2004（一般用ポリエチレン管）による。	
		試験項目	試料番号	引張伸び（％）		試験結果（min）
				測定値	平均値	測定値
	引張試験	1	710	660	102	104
		2	680		105	
		3	680		106	
		4	660			
		5	580			
		内圧クリープ試験：JIS K 6761:2004（一般用ポリエチレン管）準拠。 試験温度：80 、試験時間：1000 時間、円周応力：5.0MPa にて、異常なし。				
h.寿命	g. 耐腐食性のデータがないので、記載できない。					

3.4 熱媒の実証項目 (性能を証明する書類の写しからの転用)

本実証項目は、熱媒の性能を証明する書類を確認することで実証を代用する項目である。各実証項目の実証内容は、熱媒製造事業者のショーワ株式会社関係資料を確認し、引用した。引用した資料は、詳細版付録、添付資料 1 参照。

・製品名：CHICHUNETSU BRINE ・製造事業者：ショーワ株式会社

実証項目	結果																																																									
i.腐食性	<table><tr><td rowspan="3">試験条件 JIS K 2234</td><td>濃 度 と 温 度</td><td>70v/v% -20℃</td><td>50v/v% 常 温</td><td>50v/v% 88℃</td></tr><tr><td>通 気 量</td><td colspan="3">100ml/min. (-20℃を除く)</td></tr><tr><td>時 間</td><td colspan="3">336±2hr</td></tr></table>	試験条件 JIS K 2234	濃 度 と 温 度	70v/v% -20℃	50v/v% 常 温	50v/v% 88℃	通 気 量	100ml/min. (-20℃を除く)			時 間	336±2hr																																														
	試験条件 JIS K 2234		濃 度 と 温 度	70v/v% -20℃	50v/v% 常 温	50v/v% 88℃																																																				
			通 気 量	100ml/min. (-20℃を除く)																																																						
		時 間	336±2hr																																																							
	<table><tr><td rowspan="2">試験片</td><td rowspan="2">希釈液 温度</td><td colspan="3">腐 食 量 (mg/cm²)</td></tr><tr><td colspan="2">水 道 水 希 釈</td><td>JIS調合水</td></tr><tr><td></td><td></td><td>-20℃</td><td>常 温</td><td>88℃</td><td>常 温</td><td>88℃</td></tr><tr><td>銅</td><td></td><td>-0.01</td><td>-0.01</td><td>-0.04</td><td>-0.01</td><td>-0.03</td></tr><tr><td>黄 銅</td><td></td><td>-0.01</td><td>-0.01</td><td>-0.03</td><td>-0.02</td><td>-0.02</td></tr><tr><td>鋼</td><td></td><td>-0.01</td><td>-0.01</td><td>-0.02</td><td>-0.01</td><td>-0.02</td></tr><tr><td>鋳 鉄</td><td></td><td>-0.01</td><td>-0.01</td><td>-0.01</td><td>-0.01</td><td>-0.02</td></tr><tr><td>ステンレス(304)</td><td></td><td>-0.00</td><td>-0.00</td><td>-0.00</td><td>-0.00</td><td>-0.00</td></tr><tr><td>亜 鉛</td><td></td><td>-0.01</td><td>-0.08</td><td>-0.13</td><td>-0.12</td><td>-0.21</td></tr></table>	試験片	希釈液 温度	腐 食 量 (mg/cm ²)			水 道 水 希 釈		JIS調合水			-20℃	常 温	88℃	常 温	88℃	銅		-0.01	-0.01	-0.04	-0.01	-0.03	黄 銅		-0.01	-0.01	-0.03	-0.02	-0.02	鋼		-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	-0.02	鋳 鉄		-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	ステンレス(304)		-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	亜 鉛		-0.01	-0.08	-0.13	-0.12	-0.21
	試験片			希釈液 温度	腐 食 量 (mg/cm ²)																																																					
		水 道 水 希 釈			JIS調合水																																																					
			-20℃	常 温	88℃	常 温	88℃																																																			
	銅		-0.01	-0.01	-0.04	-0.01	-0.03																																																			
	黄 銅		-0.01	-0.01	-0.03	-0.02	-0.02																																																			
鋼		-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	-0.02																																																				
鋳 鉄		-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02																																																				
ステンレス(304)		-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00																																																				
亜 鉛		-0.01	-0.08	-0.13	-0.12	-0.21																																																				
長期腐食試験	<table><tr><td rowspan="3">試験条件 JIS K 2234</td><td>温 度</td><td colspan="3">88℃</td></tr><tr><td>通 気 量</td><td colspan="3">100ml/min</td></tr><tr><td>時 間</td><td colspan="3">336,1000,3000hr</td></tr></table>	試験条件 JIS K 2234	温 度	88℃			通 気 量	100ml/min			時 間	336,1000,3000hr																																														
試験条件 JIS K 2234	温 度		88℃																																																							
	通 気 量		100ml/min																																																							
	時 間	336,1000,3000hr																																																								
	<table><tr><td rowspan="6">濃度 50v/v%</td><td rowspan="2">試験片</td><td colspan="3">腐 食 量 (mg/cm²)</td></tr><tr><td colspan="3">時間(hr)</td></tr><tr><td></td><td>336</td><td>1000</td><td>3000</td></tr><tr><td>銅</td><td>-0.03</td><td>-0.06</td><td>-0.12</td></tr><tr><td>黄 銅</td><td>-0.02</td><td>-0.07</td><td>-0.10</td></tr><tr><td>鋼</td><td>-0.02</td><td>-0.07</td><td>-0.11</td></tr><tr><td>鋳 鉄</td><td>-0.02</td><td>-0.06</td><td>-0.13</td></tr></table>	濃度 50v/v%	試験片	腐 食 量 (mg/cm ²)			時間(hr)				336	1000	3000	銅	-0.03	-0.06	-0.12	黄 銅	-0.02	-0.07	-0.10	鋼	-0.02	-0.07	-0.11	鋳 鉄	-0.02	-0.06	-0.13																													
濃度 50v/v%	試験片			腐 食 量 (mg/cm ²)																																																						
			時間(hr)																																																							
			336	1000	3000																																																					
	銅		-0.03	-0.06	-0.12																																																					
	黄 銅		-0.02	-0.07	-0.10																																																					
	鋼	-0.02	-0.07	-0.11																																																						
鋳 鉄	-0.02	-0.06	-0.13																																																							



項目	結 果
l. 引火性	引火点なし。引火するものではないが、加熱によりプロピレングリコール濃度が上昇し、引火しやすくなる。
m. 毒性	急性毒性(経口) ラット LD ₅₀ : 約 20g/kg
n. 生分解性 / 残留性	・ 残留性はなく分解は良好である。 ・ 生体蓄積性：BCF (生物濃縮係数) は 1 以下である。

4．実証対象技術の設置状況写真



屋内プール棟の外観



地中熱交換器設置状況



ヒートポンプ設置状況

5．参考情報

本ページに示された情報は、全て実証申請者が自らの責任において申請したものであり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○実証対象技術の概要（参考情報）

項 目		実証申請者 記入欄
製品名		地中熱ヒートポンプによる空調、プール加温システム
製造（販売）企業名		ミサワ環境技術株式会社
連絡先	TEL / FAX	0824-66-2281 / 0824-66-2975
	Web アドレス	http://www.ecomisawa.com
	E-mail	tanaka@ecomisawa.com
設置条件		・地中熱交換器は 5m 間隔に設置。その他は設置場所、対象建物の制約はなし。 ・設備稼働率が高い場合、コスト回収期間の短縮が見込める。
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		・地中熱交換器は気密性の確認後埋設するため、メンテナンスは必要なし。 ・ヒートポンプ等の機器設備は毎年 2 回程度の定期点検が必要。 ・地中熱交換器は、対象建築物の耐用年数程度は利用可能。 ・ヒートポンプ等の機器設備の耐用年数は 10～15 年程度。
施工性		施工上の留意点 ・騒音、振動、排泥などの環境対策が必要 ・ダブルU字管設置時の気密性の確保が必要 ・二次側設備との工程、設備運用の調整が必要
技術上の特徴		地中熱交換器は、採熱効率を高めるため掘削断面積を最大限活用し、外径 40mm のダブルU字管を採用。 安全性確保のため、熱媒不凍液は消防法の危険物に該当しない独自ブラインを使用。 冷房と同時にプール加温の需要がある場合は、冷房排熱を熱源としてプール加温を行い、省エネを向上させた。
コスト概算		ヒートポンプ：22,630,000 円 地中熱交換器：27,354,000 円 その他（配管、計装、保温）：22,347,000 円

○その他実証申請者からの情報（参考情報）

特になし

○ 全体の概要

実証対象技術	高温型水冷式ヒートポンプチラーZQH-12.5W12.5
実証申請者	ゼネラルヒートポンプ工業株式会社
実証単位	（B）地中熱・下水等専用ヒートポンプ
実証機関	特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会
実証試験期間	平成 23 年 1 月 11 日～平成 23 年 2 月 4 日

1. 実証対象技術の概要



一般的にヒートポンプは、圧縮機、凝縮器、膨張弁、蒸発器とそれらを結ぶ配管から構成され、冷媒が圧縮・凝縮・膨張・蒸発の四過程を繰り返して循環することで、熱を低温のところから高温のところへ移動できる。凝縮側と蒸発側の温度差が大きいと、動力は大きくなりエネルギー効率は低下する。温度差が小さいと、動力は減りエネルギー効率が向上する。地中温度は外気温度と比べて夏冷たく冬温かいため、地中を夏季の放熱源、冬季の採熱源に利用すれば、年間を通して効率が良い。また、冷房時の廃熱を地中に放熱し、外気に排熱しないため、ヒートアイランド対策として効果が期待されている

実証対象技術である高温型水冷式ヒートポンプチラー ZQH-12.5W12.5 は、地中熱利用冷暖房用ヒートポンプユニットであるが、ボイラーからのリニューアルなど高温の要求にも対応した高温型水冷式ヒートポンプ（70℃までの循環加温が可能）である。本実証対象技術を構成する圧縮機、凝縮器、膨張弁、蒸発器の内部を循環する冷媒は HFC-134a を使用し、本製品と外部とで熱をやりとりする熱媒は、水または不凍液を使用する。

本実証対象技術は、排熱を外気に放出しない地中熱利用ができるだけでなく、冷房廃熱で温水を製造する熱回収運転（冷水と温水の同時製造）も可能であり、ヒートアイランド対策に効果が高い。冷却能力は 29.6kW／35.2kW、加熱能力は 54.7kW／64.8kW（50Hz／60Hz）（12.5 馬力相当）であるが、本製品はモジュール方式を採用しており、これを単位モジュールとして複数台連結することにより最適な負荷に対する容量の設計が可能である。

2. 実証試験の概要

2.1 実証試験時の試験設備構成及び測定機器の種類

本実証試験に使用したゼネラルヒートポンプ工業株式会社所有の試験設備は、出荷前の製品の検査や開発用の試作機の試験に用いており、試験を一定温度で行うための恒温設備を備えている。試験設備は、ゼネラルヒートポンプ工業株式会社本社工場内の 1 階と 2 階に設置されている。実証試験に使用した主な試験設備は以下のとおり構成される。なお、各測定項目の測定機器のメーカー及び型式等は、詳細版本編の表 4-3（詳細版本編 19 ページ）に示す。

試験設備の設置位置	実証試験に使用した主な試験設備	各測定項目で使用した測定機器
ゼネラルヒートポンプ工業株式会社 本社工場内 1 階	・実証対象製品 ・温水クッションタンク ・熱交換器	・測温抵抗体 ・温度入力ユニット ・流量計
同 2 階	・恒温設備用熱源機 ・蓄熱タンク	・アナログ入力ユニット ・変流器（CT）、トランスデューサー

2.2 実証試験の実証項目

実証試験要領（第2版）^{*1}においては、本実証試験における実証項目は以下のとおりである。
 なお、暖房期間については、任意項目となっている。

必須または任意	実証項目	内容
必須項目	a. 冷房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率	COP（水を熱媒とする）
任意項目	b. 暖房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率	COP（熱媒の規定なし）

2.3 実証試験の条件

（1）熱媒

本実証試験においては、冷房期間を想定した温度条件、暖房期間を想定した温度条件ともに、熱源側（一次側）熱媒も利用側（二次側）熱媒も水を使用した。

（2）温度条件

本実証試験の温度条件は、実証試験要領（第2版）^{*1}に定めるもののほか、実証申請者と相談のうえ、暖房条件を想定した温度条件では任意条件を追加した。任意条件を追加した理由は、本実証技術は高温型ヒートポンプのため実際に使用される任意条件での温度条件の試験も有意義と考えたためである。

冷房期間を想定した温度条件（間接式の場合）^{*2}

【必須項目】	利用側（二次側）熱媒温度（℃）		熱源側（一次側）熱媒温度（℃）	
	入口	出口	入口	出口
温度条件1（◎）	12±0.3	7±0.3	20±0.3	25±0.3
温度条件2（◎）			25±0.3	30±0.3
温度条件3（◎）			30±0.3	35±0.3

◎は実証試験要領の必須項目

暖房期間を想定した温度条件（間接式の場合）^{*2}

【任意項目】	利用側（二次側）熱媒温度（℃）		熱源側（一次側）熱媒温度（℃）	
	入口	出口	入口	出口
温度条件1（○）	40±0.3	45±0.3	15±0.3	10±0.3
温度条件2（○）			10±0.3	5±0.3
温度条件3（△）	50±0.3	55±0.3	15±0.3	10±0.3
温度条件4（△）			10±0.3	5±0.3
温度条件5（△）	60±0.3	65±0.3	15±0.3	10±0.3
温度条件6（△）			10±0.3	5±0.3

○は実証試験要領の任意項目、△は今回追加した任意項目

^{*1}：環境省 水・大気環境局 平成22年5月18日 『環境技術実証事業 ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム）実証試験要領（第2版）』 http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=17387&hou_id=12495

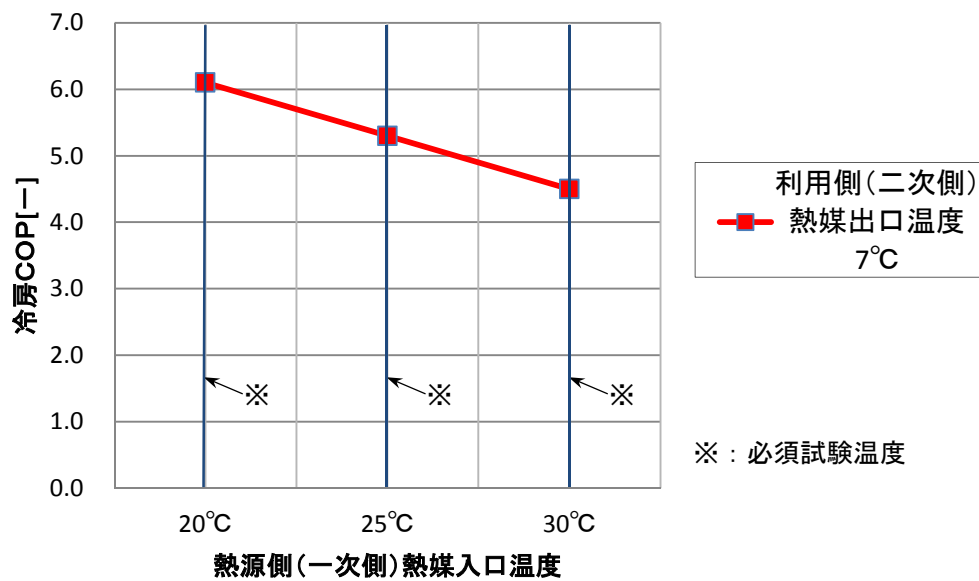
^{*2}：表中の公差は、実証試験中の温度変動許容差である。

3. 実証試験結果

冷房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率 (冷房 COP) 及びその COP 特性グラフは次のとおりである。

【必須項目】 冷房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率 (冷房 COP) *1

冷房 COP [—]		熱源側 (一次側) 熱媒 *2 入口温度		
		20℃	25℃	30℃
利用側 (二次側) 熱媒 *2 出口温度	7℃	6.1	5.3	4.5



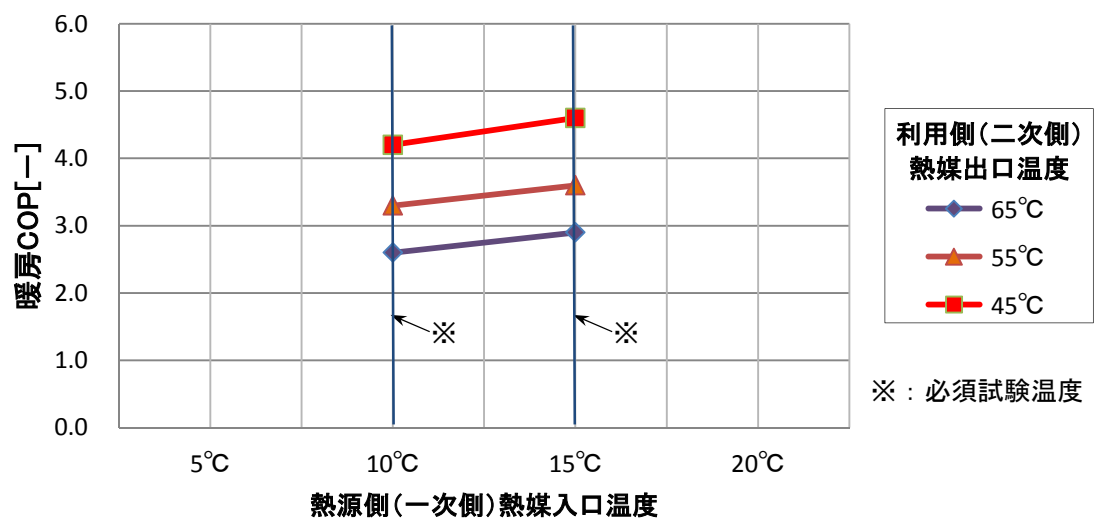
* 1 : 各温度条件で 3 回測定した平均値。

* 2 : 熱媒は、熱源側 (一次側)、利用側 (二次側) とともに水。

暖房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率 (冷房 COP) 及びその COP 特性グラフは次のとおりである。

【任意項目】 暖房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率 (暖房 COP) *1

暖房 COP [—]		熱源側 (一次側) 熱媒*2 入口温度	
		10℃	15℃
利用側 (二次側) 熱媒*2 出口温度	65℃*3	2.6	2.9
	55℃*3	3.3	3.6
	45℃*4	4.2	4.6



- * 1 : 各温度条件での測定は 1 回である。
- * 2 : 熱媒は、熱源側 (一次側)、利用側 (二次側) とともに水。
- * 3 : 今回追加した温度条件。
- * 4 : 実証試験要領に定められた温度条件。

4. 実証対象技術の参考情報

本ページに示された情報は、全て実証申請者が自らの責任において申請したものであり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○実証対象技術の概要（参考情報）

項 目		実証申請者 記入欄
製品名		高温型水冷式ヒートポンプチラー ZQH-12.5W12.5
製造（販売）企業名		ゼネラルヒートポンプ工業株式会社
連絡先	TEL/FAX	TEL 052-624-6368 / FAX 052-624-6095
	Web アドレス	http://www.zeneral.co.jp/
	E-mail	daihyou@zeneral.co.jp
設置条件		<対応する建物> 事務所、学校、店舗、病院・福祉施設、ホテル・温浴施設、工場などの空調や給湯を使用する業務用施設や公共施設など（高温型機種につき、特に50℃以上の温水を必要とする施設） <施工上の留意点> 配管のエア抜きを行うなど <その他設置場所等の制約条件> メンテナンススペース必要、アンカーボルト固定、振動対策など
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		年二回程度の定期点検推奨 耐塩害仕様にも対応 法定耐用年数 15 年
技術上の特徴		高温型につき 70℃までの高温循環可能 モジュール方式を採用しており、単位モジュールを連結することにより容量設計が可能 四方弁内蔵型（水側で一次側と二次側の切替の必要がないため、ブラインと冷温水が混ざることなく冷媒側で冷暖切替可能）や、排熱回収型（冷房排熱で温水製造）など、様々な用途に対応
コスト概算		1 モジュール（12.5 馬力相当）：5,560 千円から 7,000 千円（定価） ※用途により価格は変わります ※ヒートポンプのみの価格（制御盤代、試運転調整費等別途）

○その他実証申請者からの情報（参考情報）

地中熱対応ヒートポンプチラーのラインナップとしては、
 水冷式ヒートポンプチラー（10、12、15、18、20、25、30、36、45、54馬力モジュール）、
 高温型水冷式ヒートポンプチラー（6.5、8、10、12.5、13、16、20、25、30、37.5馬力モジュール）があります。

○ 全体の概要

実証対象技術	地中熱ヒートポンプユニット GSHP-1001
実証申請者	サンポット株式会社
実証単位	(B) 地中熱・下水等専用ヒートポンプ
実証機関	特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会
実証試験期間	平成 22 年 9 月 15 日～平成 22 年 10 月 26 日

1. 実証対象技術の概要



一般的にヒートポンプは、圧縮機、凝縮器、膨張弁、蒸発器とそれらを結ぶ配管から構成され、冷媒が圧縮・凝縮・膨張・蒸発の四過程を繰り返して循環することで、熱を低温のところから高温のところへ移動できる。凝縮側と蒸発側の温度差が大きいと、動力は大きくなりエネルギー効率は低下する。温度差が小さいと、動力は減りエネルギー効率が向上する。地中温度は外気温度と比べて夏冷たく冬温かいため、地中を夏季の放熱源、冬季の採熱源に利用すれば、年間を通して効率が良い。また、冷房時の廃熱を地中に放熱し、外気に排熱しないため、ヒートアイランド対策として効果が期待されている。

実証対象技術である地中熱ヒートポンプユニット GSHP-1001 は、地中熱利用冷暖房空調用ヒートポンプユニットである。ヒートポンプを構成する圧縮機、凝縮器、膨張弁、蒸発器の内部を循環する冷媒は R410A を使用している。ヒートポンプと外部とで熱をやりとりする熱媒には、一次側（熱源側）・二次側（利用側）ともに不凍液（水）を循環させるいわゆる「水・水ヒートポンプ」である。なお、一次側（熱源側）の熱媒には濃度 20～40% のエチレングリコール希釈液を、二次側（利用側）の熱媒には濃度 20～40% のプロピレングリコール希釈液を用いている。なお、一次側と熱源側、二次側と利用側とは同じ意味である。

本実証対象技術は、製品躯体の中にヒートポンプ本体とともに一次側と二次側の循環ポンプ及び膨張吸収用のバッファタンクを備えて一体としたもので、そのまま住宅 1 軒分の冷暖房空調に対応でき、配管上に循環ポンプやバッファタンクを設ける必要がないので施工が非常に簡単である。冷房能力及び暖房能力は 10kW である。

2. 実証試験の概要

2.1 実証試験時の試験設備構成及び測定機器の種類

本実証試験に使用したサンポット株式会社所有の試験設備は、通常は出荷前の製品の検査や開発用の試作機の試験に用いており、いくつかのバルブを調整することによって熱媒の出入り口温度を任意に変化させて試験を行える設備である。主な試験設備及び各測定項目の測定機器は、以下のとおり構成されている。なお、各測定項目の測定機器の製造事業者及び型式等は、表 4-3（詳細版本編 19 ページ）に示す。

設置場所	実証試験時設備を構成する主な機器	各測定項目で使用した測定機器
サンポット株式会社 本社工場 試験室内	・熱交換器：3 基 ・水タンク：2 基 ・循環ポンプ：2 基 ・測定機器	・測温抵抗体 ・ハイブリッドレコーダー ・一体型電磁流量計 ・電力計 ・不凍液用濃度計

2.2 実証試験の実証項目

実証試験要領(第2版)*¹においては、本実証試験における実証項目は以下のとおりである。なお、暖房期間については、任意項目となっている。また、冷房期間を想定した温度条件での試験の熱媒は、水を使用することが規定されているが、本実証試験では不凍液を使用して行った。理由については、次項「2.3 (1) 熱媒」に示す。

必須または任意	実証項目	内容
必須項目	a. 冷房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率	COP (水を熱媒とする)
任意項目	b. 暖房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率	COP (熱媒の規定なし)

2.3 実証試験の条件

(1) 熱媒

本実証対象技術の地中熱ヒートポンプユニット GSHP-1001 は、一次側にはエチレングリコール、二次側にはプロピレングリコールを主成分とする不凍液を使用しており、指定の不凍液を使用するように注意書きをつけて販売している。そのため使用の実情に合わせた熱媒で試験をするほうが合理的と考え、熱媒は不凍液を使用して試験を実施した。なお、各不凍液の濃度は、一次側 (熱源側) はエチレングリコール 20%希釈液、二次側 (利用側) はプロピレングリコール 40%希釈液である。

(2) 温度条件

実証試験要領 (第2版)*¹に規定する下記の温度条件で試験を行った。本実証対象技術は、間接式なので、冷房期間を想定した温度条件は間接式の場合として規定されたものを適用した。

冷房期間を想定した温度条件 (間接式の場合)*²

【必須項目】	利用側 (二次側) 熱媒温度 ()		熱源側 (一次側) 熱媒温度 ()	
	入口	出口	入口	出口
温度条件 1	12±0.3	7±0.3	20±0.3	25±0.3
温度条件 2			25±0.3	30±0.3
温度条件 3			30±0.3	35±0.3

暖房期間を想定した温度条件 (間接式の場合)*²

【任意項目】	利用側 (二次側) 熱媒温度 ()		熱源側 (一次側) 熱媒温度 ()	
	入口	出口	入口	出口
温度条件 1	40±0.3	45±0.3	15±0.3	10±0.3
温度条件 2			10±0.3	5±0.3

暖房期間を想定した温度条件のうち利用側熱媒温度は実証試験要領 (第2版) には規定されていないので、実証申請者の要望による温度条件とした。なお、この温度条件は JIS B 8613 に規定している温度条件に適合している。

*1 : 環境省 水・大気環境局 平成 22 年 5 月 18 日 『環境技術実証事業 ヒートアイランド対策技術分野 (地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム) 実証試験要領 (第2版)』 http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=17387&hou_id=12495

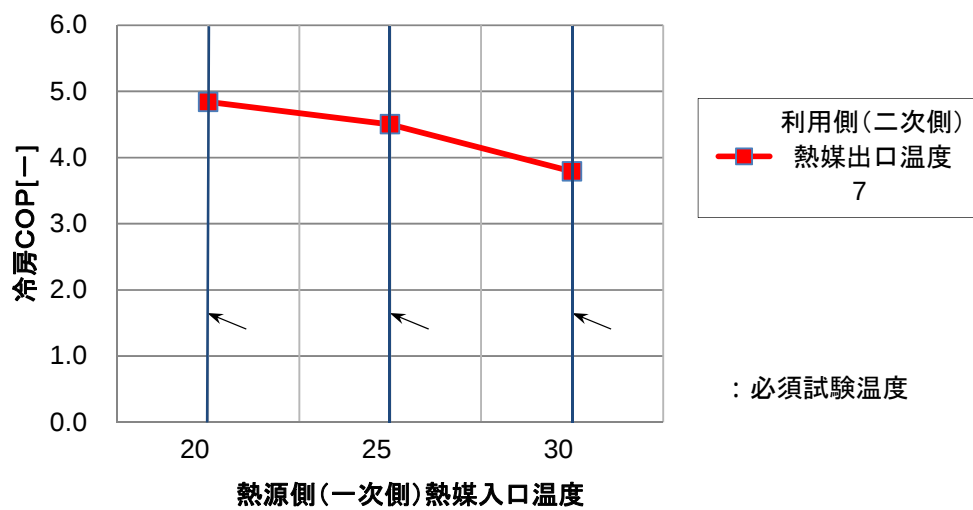
*2 : 表中の公差は、実証試験中の温度変動許容差である。

3. 実証試験結果

冷房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率 (冷房 COP) 及びその COP 特性グラフは次のとおりである。

【必須項目】冷房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率 (冷房 COP) * 1

冷房 COP [—]		熱源側 (一次側) 熱媒 * 2 入口温度		
		20	25	30
利用側 (二次側) 熱媒 * 2 出口温度	7	4.8	4.5	3.8



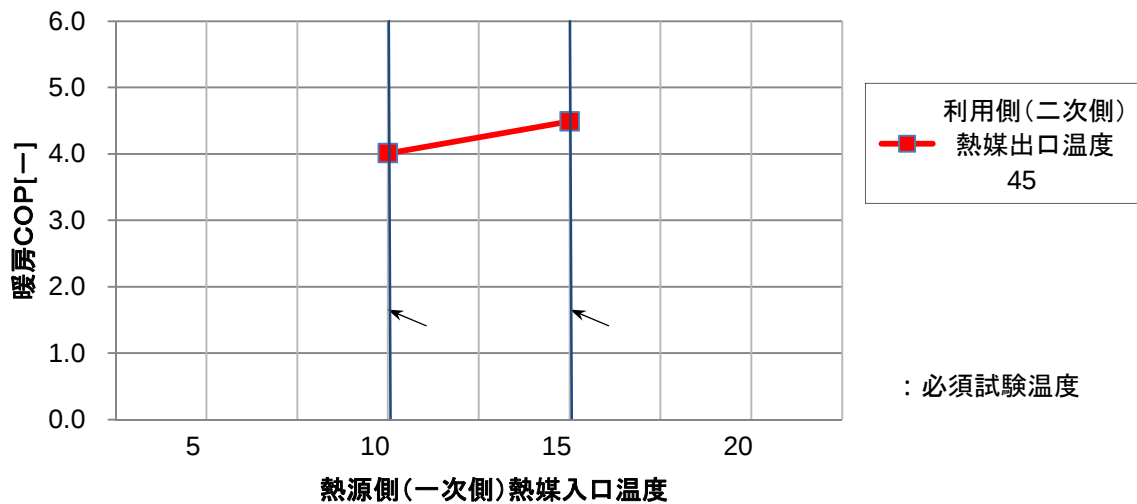
* 1 : 各温度条件で 3 回測定した平均値。

* 2 : 熱媒は、熱源側 (一次側) はエチレングリコール 20%希釈液、利用側 (二次側) はプロピレングリコール 40%希釈液を使用。

暖房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率 (冷房 COP) 及びその COP 特性グラフは次のとおりである。

【任意項目】暖房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率 (暖房 COP) *¹

暖房 COP [—]		熱源側 (一次側) 熱媒* ² 入口温度	
		10	15
利用側 (二次側) 熱媒* ² 出口温度	45	4.0	4.5



* 1 : 各温度条件で 3 回測定した平均値。

* 2 : 熱媒は、熱源側 (一次側) はエチレングリコール 20%希釈液、利用側 (二次側) はプロピレングリコール 40%希釈液を使用。

４．実証対象技術の参考情報

本ページに示された情報は、全て実証申請者が自らの責任において申請したものであり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○実証対象技術の概要（参考情報）

項 目		実証申請者 記入欄
製品名		地中熱ヒートポンプユニット GSHP-1001
製造（販売）企業名		サンポット株式会社
連絡先	TEL / FAX	0198-37-1177 / 0198-37-1131
	Web アドレス	http://gshp-sunpot.jp/
	E-mail	http://gshp-sunpot.jp/contact.html
設置条件		・屋内外設置 戸建住宅空調用 - 20 以下になるような場所には設置できません。
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		循環ポンプや圧縮機、制御基板など消耗品の交換を行って、15 年の耐久年数を想定。
施工性		機器内に循環ポンプや膨張吸収用のタンクを内蔵しているため施工が簡単。 冷暖房配管および採熱配管接続し、熱媒である不凍液を充填するだけで施工完了。配管接続から運転まで短時間で施工が終了します。
技術上の特徴		・住宅 1 軒分（40～50 坪）の冷暖房空調負荷に対応 ・インバータ機能により住宅の負荷に合わせて効率よく運転 ・循環ポンプに省電力な DC ブラシレスポンプを使用 ・奥行きスリム形状により狭小地に設置可能
コスト概算		ヒートポンプユニット GSHP-1001 定価：¥980,000 専用リモコン GSHP-KRA 定価：¥11,500 住宅 1 軒分冷暖房空調でシステム価格 300 万円前後（ヒートポンプユニット費、地中熱交換井掘削費、設備設計・設置工事費等の合計）

○その他実証申請者からの情報（参考情報）

既に全国各地に300台ほどの施工実績あり。

○ 全体の概要

実証対象技術	地中熱ヒートポンプユニット GSHP-1002UR
実証申請者	サンボット株式会社
実証単位	(B) 地中熱・下水等専用ヒートポンプ
実証機関	特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会
実証試験期間	平成 22 年 9 月 22 日～平成 22 年 11 月 1 日

1. 実証対象技術の概要



一般的にヒートポンプは、圧縮機、凝縮器、膨張弁、蒸発器とそれらを結ぶ配管から構成され、冷媒が圧縮・凝縮・膨張・蒸発の四過程を繰り返して循環することで、熱を低温のところから高温のところへ移動できる。凝縮側と蒸発側の温度差が大きいと、動力は大きくなりエネルギー効率は低下する。温度差が小さいと、動力は減りエネルギー効率が向上する。地中温度は外気温度と比べて夏冷たく冬温かいため、地中を夏季の放熱源、冬季の採熱源に利用すれば、年間を通して効率が良い。また、冷房時の廃熱を地中に放熱し、外気に排熱しないため、ヒートアイランド対策として効果が期待されている。

実証対象技術である地中熱ヒートポンプユニット GSHP-1002UR は、地中熱利用冷暖房空調用ヒートポンプユニットである。ヒートポンプを構成する圧縮機、凝縮器、膨張弁、蒸発器の内部を循環する冷媒は R410A を使用している。ヒートポンプと外部とで熱をやりとりする熱媒には、一次側（熱源側）・二次側（利用側）ともに不凍液（水）を循環させるいわゆる「水・水ヒートポンプ」である。なお、一次側（熱源側）の熱媒には濃度 20～40% のエチレングリコール希釈液を、二次側（利用側）の熱媒には濃度 20～40% のプロピレングリコール希釈液を用いている。なお、一次側と熱源側、二次側と利用側とは同じ意味である。

本実証対象技術は、1 台の冷暖房能力が 10kW であるが、これを何台か並べて設置することにより、大きな冷暖房需要に対応することを主目的に開発された製品である。このため、1 台の製品の中にはヒートポンプ本体のみをコンパクトに収め、製品躯体の形は並べやすいように立方体としている。一次側と二次側の循環ポンプ及び膨張吸収用のバッファタンクは、規模に応じて別途まとめて設置することで、効率的なシステム構成ができる。1 台で住宅 1 軒分の冷暖房空調に対応でき、複数台連結することにより中規模物件にも対応できる。

2. 実証試験の概要

2.1 実証試験時の試験設備構成及び測定機器の種類

本実証試験に使用したサンボット株式会社所有の試験設備は、通常は出荷前の製品の検査や開発用の試作機の試験に用いており、いくつかのバルブを調整することによって熱媒の出入り口温度を任意に変化させて試験を行える設備である。主な試験設備及び各測定項目の測定機器は、以下のとおり構成されている。なお、各測定項目の測定機器の製造事業者及び型式等は、表 4-3（詳細版本編 19 ページ）に示す。

設置場所	実証試験時設備を構成する主な機器	各測定項目で使用した測定機器
サンボット株式会社 本社工場 試験室内	・熱交換器：3 基 ・水タンク：2 基 ・循環ポンプ：2 基 ・測定機器	・測温抵抗体 ・ハイブリッドレコーダー ・一体型電磁流量計 ・電力計 ・不凍液用濃度計

2.2 実証試験の実証項目

実証試験要領(第2版)*¹においては、本実証試験における実証項目は以下のとおりである。なお、暖房期間については、任意項目となっている。また、冷房期間を想定した温度条件での試験の熱媒は、水を使用することが規定されているが、本実証試験では不凍液を使用して行った。理由については、次項「2.3(1) 熱媒」に示す。

必須または任意	実証項目	内容
必須項目	a. 冷房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率	COP (水を熱媒とする)
任意項目	b. 暖房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率	COP (熱媒の規定なし)

2.3 実証試験の条件

(1) 熱媒

本実証対象技術の地中熱ヒートポンプユニット GSHP-1002UR は、一次側にはエチレングリコール、二次側にはプロピレングリコールを主成分とする不凍液を使用しており、指定の不凍液を使用するように注意書きをつけて販売している。そのため使用の実情に合わせた熱媒で試験をするほうが合理的と考え、熱媒は不凍液を使用して試験を実施した。なお、各不凍液の濃度は、一次側(熱源側)はエチレングリコール 20%希釈液、二次側(利用側)はプロピレングリコール 40%希釈液である。

(2) 温度条件

実証試験要領(第2版)*¹に規定する下記の温度条件で試験を行った。本実証対象技術は、間接式なので、冷房期間を想定した温度条件は間接式の場合として規定されたものを適用した。

冷房期間を想定した温度条件(間接式の場合)*²

【必須項目】	利用側(二次側)熱媒温度()		熱源側(一次側)熱媒温度()	
	入口	出口	入口	出口
温度条件 1	12±0.3	7±0.3	20±0.3	25±0.3
温度条件 2			25±0.3	30±0.3
温度条件 3			30±0.3	35±0.3

暖房期間を想定した温度条件(間接式の場合)*²

【任意項目】	利用側(二次側)熱媒温度()		熱源側(一次側)熱媒温度()	
	入口	出口	入口	出口
温度条件 1	40±0.3	45±0.3	15±0.3	10±0.3
温度条件 2			10±0.3	5±0.3

暖房期間を想定した温度条件のうち利用側熱媒温度は実証試験要領(第2版)には規定されていないので、実証申請者の要望による温度条件とした。なお、この温度条件は JIS B 8613 に規定している温度条件に適合している。

*1：環境省 水・大気環境局 平成 22 年 5 月 18 日 『環境技術実証事業 ヒートアイランド対策技術分野(地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム)実証試験要領(第2版)』 http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=17387&hou_id=12495

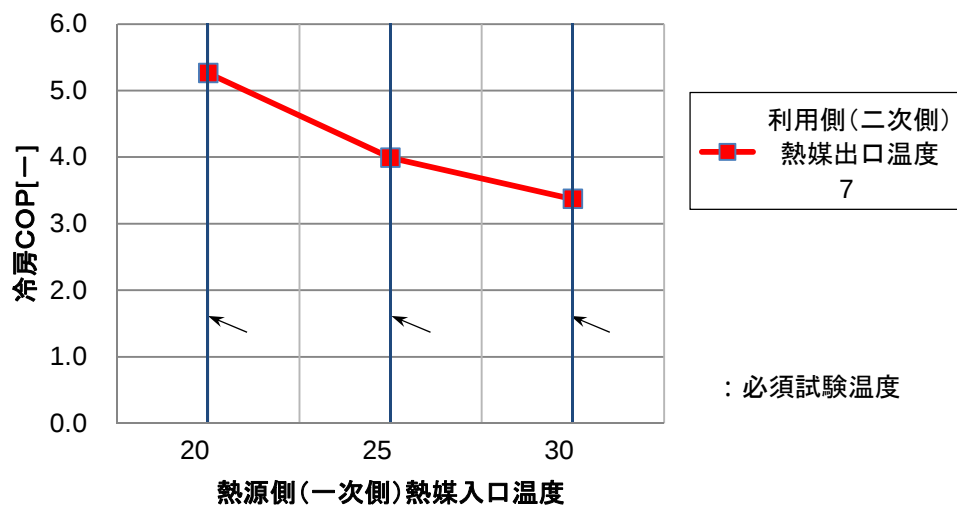
*2：表中の公差は、試験中の温度変動許容差である。

3. 実証試験結果

冷房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率 (冷房 COP) 及びその COP 特性グラフは次のとおりである。

【必須項目】冷房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率 (冷房 COP) *1

冷房 COP [—]		熱源側 (一次側) 熱媒*2 入口温度		
		20	25	30
利用側 (二次側) 熱媒*2 出口温度	7	5.3	4.0	3.4



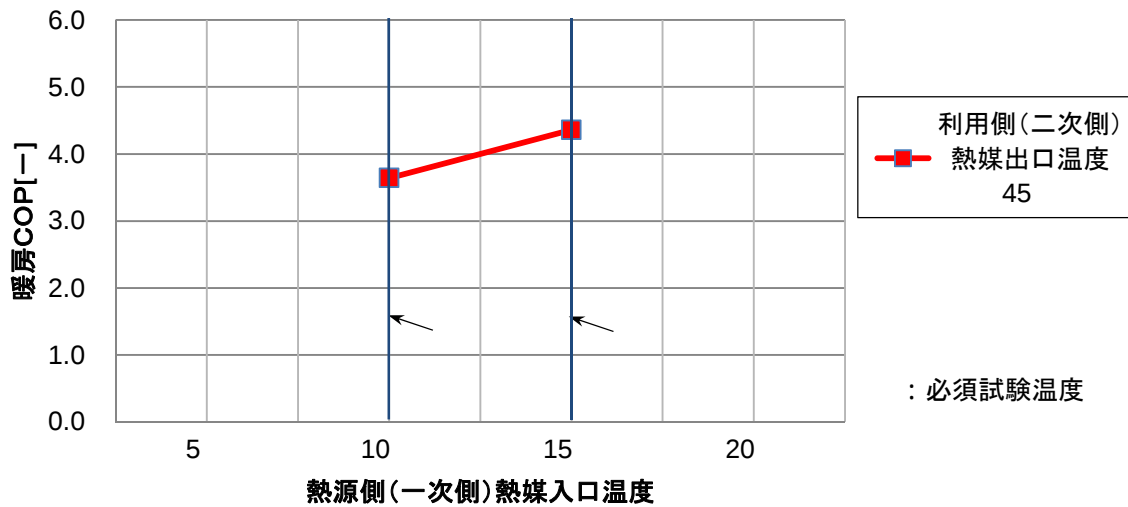
*1 : 各温度条件で3回測定した平均値。

*2 : 熱媒は、熱源側 (一次側) はエチレングリコール 20%希釈液、利用側 (二次側) はプロピレングリコール 40%希釈液を使用。

暖房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率 (冷房 COP) 及びその COP 特性グラフは次のとおりである。

【任意項目】暖房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率 (暖房 COP) * 1

暖房 COP [—]		熱源側 (一次側) 熱媒 * 2 入口温度	
		10	15
利用側 (二次側) 熱媒 * 2 出口温度	45	3.6	4.4



* 1 : 各温度条件で 3 回測定した平均値。

* 2 : 熱媒は、熱源側 (一次側) はエチレングリコール 20%希釈液、利用側 (二次側) はプロピレングリコール 40%希釈液を使用。

4．実証対象技術の参考情報

本ページに示された情報は、全て実証申請者が自らの責任において申請したものであり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○実証対象技術の概要（参考情報）

項 目		実証申請者 記入欄
製品名		地中熱ヒートポンプユニット GSHP-1002UR
製造（販売）企業名		サンポット株式会社
連絡先	TEL / FAX	0198-37-1177 / 0198-37-1131
	Web アドレス	http://gshp-sunpot.jp/
	E-mail	http://gshp-sunpot.jp/contact.html
設置条件		・屋内外設置 戸建住宅空調用 - 20 以下になるような場所には設置できません。
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		圧縮機、制御基板など消耗品の交換を行って、15 年の耐久年数を想定。
施工性		循環ポンプや膨張吸収用のタンクを外付けする必要あり。 冷暖房配管および採熱配管接続し、熱媒である不凍液を充填して施工完了。
技術上の特徴		・ 1 台で住宅 1 軒分（40～50 坪）の冷暖房空調負荷に対応 ・ 複数台連結により中規模物件の冷暖房空調が可能 ・ インバータ機能により住宅の負荷に合わせて効率よく運転
コスト概算		ヒートポンプユニット GSHP-1002UR 定価：¥880,000 専用リモコン GSHP-KRA 定価：¥11,500 住宅一軒分冷暖房空調でシステム価格 300 万円前後（ヒートポンプユニット費、地中熱交換井掘削費、設備設計・設置工事費等の合計）

○その他実証申請者からの情報（参考情報）

--

○ 全体の概要

実証対象技術	株式会社福島地下開発本社事務所における地中熱交換井
実証申請者	株式会社福島地下開発
実証単位	(C) 地中熱交換部
実証機関	特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会
実証試験期間	平成 22 年 8 月 30 日～平成 22 年 9 月 11 日

1. 実証対象技術の概要

1.1 地中熱交換部と実証試験

地中熱交換部は、地中熱利用において地下から熱を採取し、地下に熱を放熱する重要な施設である。一般に地中熱交換部は地中熱交換井と、地中熱交換井の中に挿入した U 字管などの熱媒循環部、地中熱交換井を充填する砂などの充填材、及び熱媒循環部 (U 字管) を循環する熱媒からなる。熱媒は地中熱交換井と地上に設置されたヒートポンプとの間を循環する流体で、熱を運ぶ媒質である。

本実証試験では、地中熱交換部全体の性能をサーマルレスポンス試験によって実証するとともに、熱媒循環部である U 字管、熱媒である不凍液 (ブライン) の性能を資料により実証したものである。なお、サーマルレスポンス試験は、熱応答試験あるいは TRT (Thermal Response Test) とも呼ばれている。

1.2 地中熱交換井

地中熱交換井はボーリングによって掘削された孔井である。地中熱交換井の中には U 字管を入れて、U 字管を入れた孔井は充填砂で充填されている。地中熱交換井内の充填砂は、阿武隈川で採取された砂である。産地は福島県郡山市西田町大網。粒度分布は次のとおり。

ふるいの呼び寸法 (mm)	5.00	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15
ふるい通過重量百分率 (%)	100	95	79	61	18	3

1.3 熱媒循環部

本実証対象技術の熱媒循環部 (U 字管) の仕様は次のとおり。

製品名及び型式	地中熱交換システム用パイプ「U-ポリパイ」GPU-25A110
製造・販売事業者	株式会社イノアック住環境
材質	高密度ポリエチレン材料 (PE-100)
寸法	パイプ外径 34.0mm±0.20mm、厚さ 3.5mm±0.30mm、近似内径 27mm
設置方式	シングル U 字管
設置深度	100m まで挿入

1.4 熱媒

本実証対象技術に使用した熱媒の仕様は次のとおりである。

製品名	KYK ロングライフクーラント (不凍液)
主成分	エチレングリコール 90%
製造・販売事業者	古河薬品工業株式会社
熱媒として使用時の形態	エチレングリコール 30%希釈液

1.5 地中熱交換井の地質条件及び熱媒循環部(U字管)の設置状況

実証対象技術は、地中熱交換井とその中に挿入したU字管、充填砂などからなるが、その地質条件や孔のサイズ、掘削条件などを下図 (実証申請者から提出) に示す。

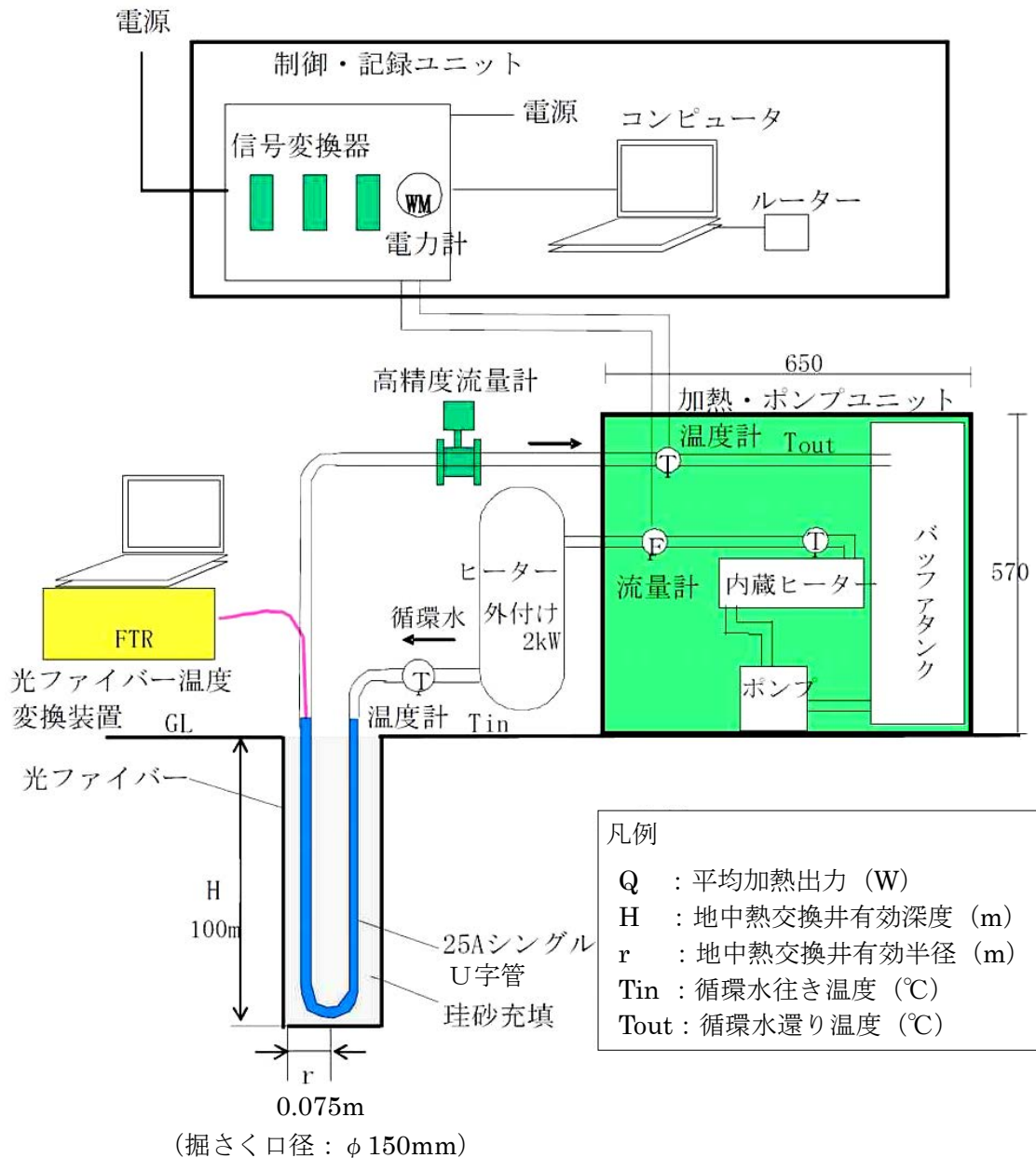
掘さく機械名	ソニックドリル 型	担 当 者	
掘さく口径	φ150 mm	自 然 水 位	36.30 m
熱交換井方式	シングルUチューブ	揚 水 量	
掘さく深度	100.00 m	揚水ポンプ位置	m
完 成 深 度	100.00 m	水 温	17.3 °C
揚水ポンプ型式	型	ポンプ運転方法	圧力式・受水槽・融雪感知

標尺	深 度	断面図	地 質 名	色 調	ケーシング断面図	備 考
	6.00		盛土(アスファルト, 砕石, 粘土)	暗灰色		
10			14.0m 30~50L/min 湧水 19.0~20.0m 暗灰色のシルト	暗青灰色		
20	20.00		粘土混じり砂礫	青灰色		
	22.50		砂 礫	灰 色		
30			25.5m 湧水 100L/min 程度	淡青灰色		
	35.00		凝灰岩	茶褐色		
40	40.50		38.0m付近 玉石混じる	青灰色		
50			41.5mで湧水止まる 粘性あり 49.0m~徐々に粘性強まる 軟質	灰 色		
60			55.0~56.5m湧水あり 約 30L/min 黄褐色			
			60.0m付近湧水あり 約 50L/min			
70			65.5m~灰色やや硬くなる			
			68.5~74.0m湧水あり やや軟らかい 200~300L/min に増える			
80			80.0~95.0m やや軟質 石英粒多い			
90			凝灰岩			
	95.00		95.0m~やや硬くなる			
100	100.00		礫混じり凝灰岩			

2. 実証試験の概要

2.1 サーマルレスポンス試験の試験設備構成

本実証試験におけるサーマルレスポンス試験設備は、下図に示すように高温熱媒をU字管に循環させる加熱ポンプユニット、制御と記録をする制御記録ユニットから構成される。今回は、さらにU字管内の温度を詳しく計るための光ファイバー温度計も任意で併用した。



2.2 実証試験の条件

本実証対象技術でのサーマルレスポンス試験（TRT）の方法は、基本的には実証試験要領の規定に従い実施した。なお、本実証対象技術のある場所は地下水の流速が早いとの情報があり、サーマルレスポンス試験に際して地下水流動が地下の温度に与える影響が大きいのと予想がなされた。そこで、多段階の加熱を計画したが、結果的には通常の加熱で TRT の試験データを得ることができた。また実証試験の範囲外であるが、参考として光ファイバー温度計による温度測定も併用することとした。試験設備の写真を下に示す。



制御・記録ユニットの写真



加熱・ポンプユニットの写真



加熱・ポンプユニットと地中熱交換井の写真



地中熱交換井と光ファイバーの写真

TRT の加熱時間

地中熱交換井坑名	測定日時	イベント	加熱時間 [h]	温度回復時間 [h]	平均加熱出力 [W]	単位長さ当たりの熱交換量 [W/m]
No.1	9月3日 9:40	加熱循環開始	72.0		4,346	43.5
	9月6日 9:40	加熱循環停止		95.0		
	9月10日 8:40	測定終了				

3. 実証試験結果

3.1 地中熱交換部全体の実証項目(熱的性能)

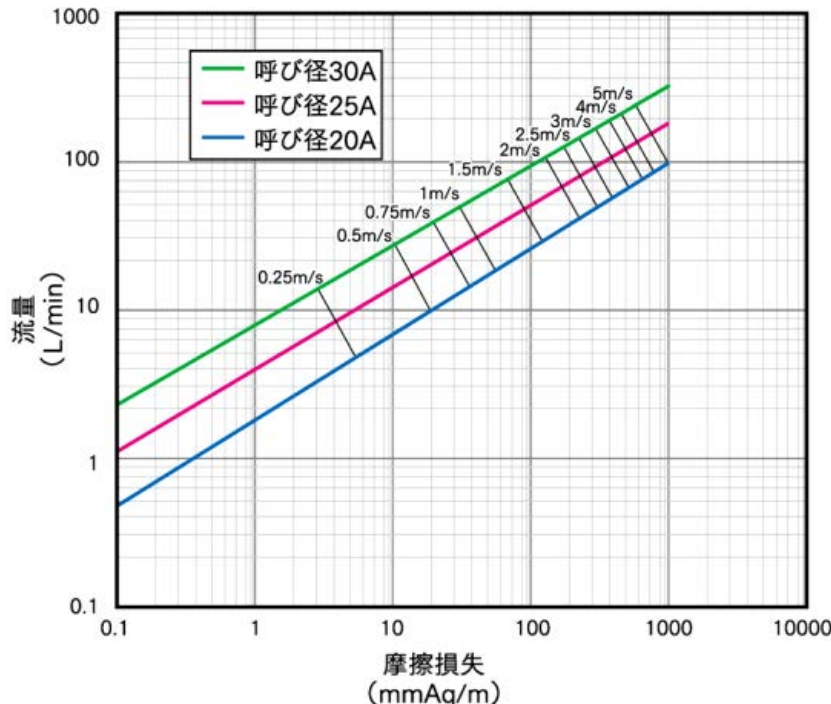
サーマルレスポンス試験結果

実証項目	試験結果	条件・備考
a. 熱交換井の熱抵抗 [K/(W/m)]	0.112	サーマルレスポンス試験から算出
b. 土壌部分の熱伝導率*1 [W/(m・K)]	2.73	サーマルレスポンス試験から算出

*1：実証項目の「土壌部分の熱伝導率」は、一般的には「有効熱伝導率」と言われている。

3.2 熱媒循環部(U字管)の実証項目 (性能を証明する書類の写しからの転用)

本実証項目は、熱媒循環部 (U字管) の性能を証明する書類を確認することで実証を代用する項目である。各実証項目の実証内容は、熱媒循環部の製造・販売事業者の株式会社イノアック住環境による地中熱交換システム用パイプ U-ポリパイのカタログ等の関係資料を確認し、引用した。引用した資料は、詳細版付録 50～53 ページ参照。

実証項目	結 果																								
c. 流量範囲	本実証対象技術では呼び径 25A を使用しており、不凍液（エチレングリコール 30%希釈液）を流した場合の適正流量は、下限は 10L/min、上限は 68L/min である。適正流量の上限値及び下限値の考え方については、表 6-2（詳細版本編 38 ページ）参照。また、参考としてUーポリパイの流量線図を下記に示す。  流量線図 (L/min vs. 摩擦損失 (mmAq/m)) 呼び径 30A (緑線) 呼び径 25A (ピンク線) 呼び径 20A (青線) 流量 (L/min) の目安: 0.25m/s, 0.5m/s, 0.75m/s, 1m/s, 1.5m/s, 2m/s, 2.5m/s, 3m/s, 4m/s, 5m/s																								
d. 熱伝導性	熱伝導率： 0.38W/(m・K)																								
e. 耐熱性	『U-ポリパイ』の温度別最大使用圧力は下表の通りである。 <table><tr><th>呼び径 25A</th><th colspan="5">連続安全使用温度範囲</th><th colspan="2">年間 1,500 時間以内</th></tr><tr><th>使用温度</th><th>20℃</th><th>25℃</th><th>30℃</th><th>35℃</th><th>40℃</th><th>45℃</th><th>50℃</th></tr><tr><td>最大使用圧力 (MPa)</td><td>1.51</td><td>1.41</td><td>1.32</td><td>1.21</td><td>1.12</td><td>1.01</td><td>0.92</td></tr></table> ※この製品の連続安全使用温度範囲は-20～40℃である。ただし、50℃迄の温度での運転が上記圧力以下で、且つ年間 1,500 時間以内であれば、50℃迄の使用が可能である。	呼び径 25A	連続安全使用温度範囲					年間 1,500 時間以内		使用温度	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃	45℃	50℃	最大使用圧力 (MPa)	1.51	1.41	1.32	1.21	1.12	1.01	0.92
呼び径 25A	連続安全使用温度範囲					年間 1,500 時間以内																			
使用温度	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃	45℃	50℃																		
最大使用圧力 (MPa)	1.51	1.41	1.32	1.21	1.12	1.01	0.92																		

下表に記載の内容は、株式会社イノアック住環境による地中熱交換システム用パイプ U・ポリパイの関係資料を確認し、引用した。引用した資料は、詳細版付録 54～58 ページ参照。

実証項目	結 果																								
f. 脆化温度	脆化温度：＜－70℃																								
g. 耐腐食性 (耐薬品性)	耐薬品性の一例（温度 20℃）																								
	<table><tr><th colspan="2">酸</th><th colspan="2">アルカリ</th><th colspan="2">ガス</th></tr><tr><td>塩酸 35%</td><td>◎</td><td>アンモニア水溶液</td><td>◎</td><td>亜硫酸ガス</td><td>◎</td></tr><tr><td>硫酸 65%</td><td>◎</td><td>苛性ソーダ</td><td>◎</td><td>炭酸ガス</td><td>◎</td></tr><tr><td>硝酸 25%</td><td>◎</td><td>水酸化カルシウム</td><td>◎</td><td>一酸化炭素</td><td>◎</td></tr></table>	酸		アルカリ		ガス		塩酸 35%	◎	アンモニア水溶液	◎	亜硫酸ガス	◎	硫酸 65%	◎	苛性ソーダ	◎	炭酸ガス	◎	硝酸 25%	◎	水酸化カルシウム	◎	一酸化炭素	◎
	酸		アルカリ		ガス																				
	塩酸 35%	◎	アンモニア水溶液	◎	亜硫酸ガス	◎																			
	硫酸 65%	◎	苛性ソーダ	◎	炭酸ガス	◎																			
硝酸 25%	◎	水酸化カルシウム	◎	一酸化炭素	◎																				
<table><tr><th colspan="6">塩類</th></tr><tr><td>重クロム酸カリウム 10%</td><td>◎</td><td>過マンガン酸カリウム</td><td>◎</td><td>硫安</td><td>◎</td></tr><tr><td>塩化第二鉄 60%</td><td>◎</td><td>塩化バリウム</td><td>◎</td><td></td><td></td></tr><tr><td>過酸化水素 30% 90%</td><td>◎</td><td>炭酸カリウム</td><td>◎</td><td></td><td></td></tr></table>	塩類						重クロム酸カリウム 10%	◎	過マンガン酸カリウム	◎	硫安	◎	塩化第二鉄 60%	◎	塩化バリウム	◎			過酸化水素 30% 90%	◎	炭酸カリウム	◎			
塩類																									
重クロム酸カリウム 10%	◎	過マンガン酸カリウム	◎	硫安	◎																				
塩化第二鉄 60%	◎	塩化バリウム	◎																						
過酸化水素 30% 90%	◎	炭酸カリウム	◎																						
備考：1. この表は ISO/TR10358* ¹ に基づいたものである。 2. ◎印は耐薬品性があることを示している。																									
h. 寿命	ISO 9080 に規定される、材料の長期耐久性の試験方法により、管が 20℃で 50 年間の使用に耐えうる周方向応力（フープストレス：管の断面にかかる円周方向の応力）が 10MPa 以上である材料である。 第三世代高密度ポリエチレンのクリープ曲線 50 年																								

* 1 : Plastics pipes and fittings-Combined chemical-resistance classification table.

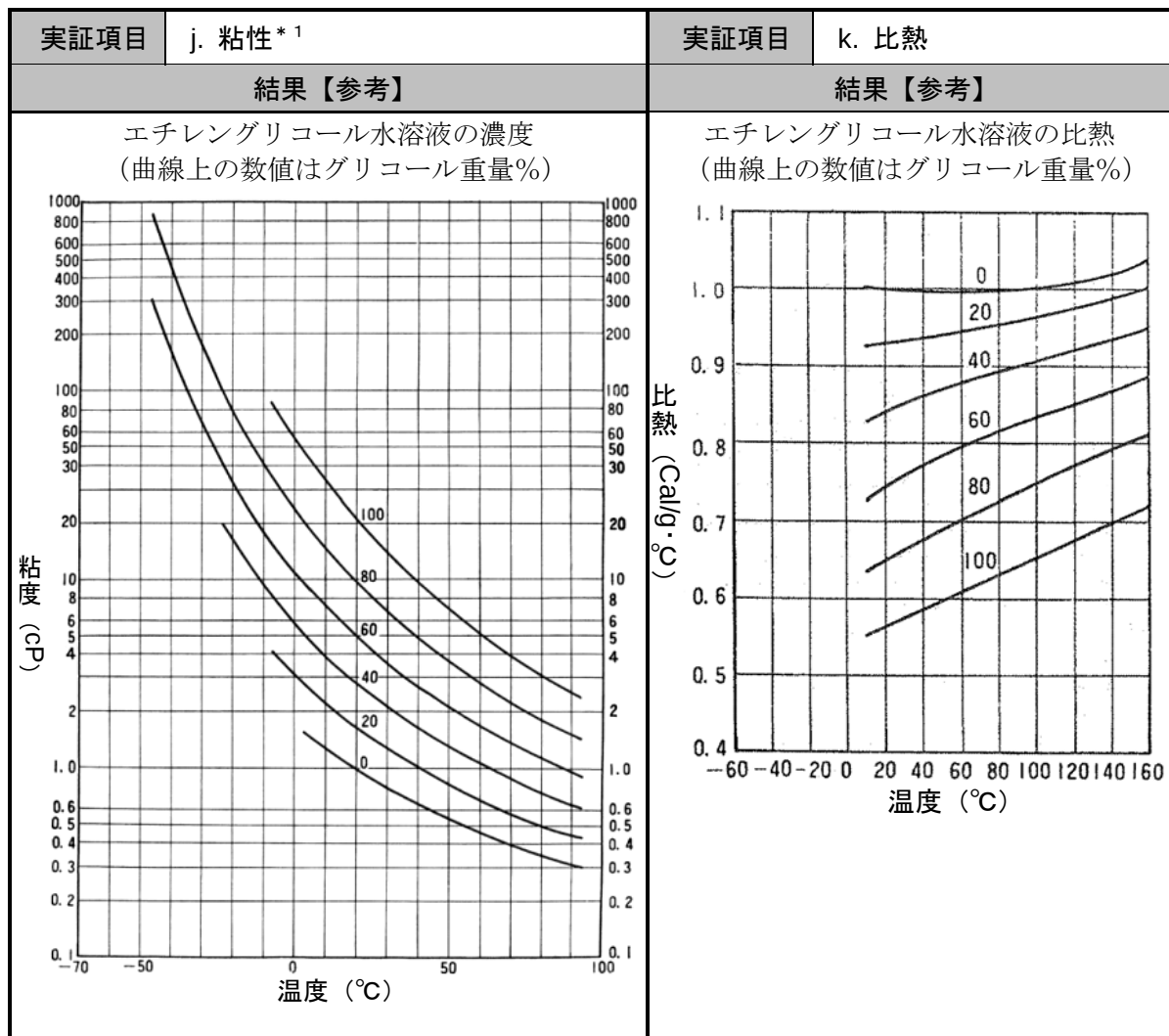
なお、本熱媒循環部の実証項目の実証内容の性能の証明の担保として、その製品の製造事業者の品質管理システムを確認した。熱媒循環部の製造企業である株式会社イノアック住環境は、ISO9001:2008 及び ISO140001:2004 を取得していることを確認した。

3.3 熱媒の実証項目（性能を証明する書類の写しからの転用）

本実証項目は、熱媒の性能を証明する書類を確認することで実証を代用する項目である。それら実証項目のうち、腐食性、粘性、比熱の実証項目を示す資料がない。そこで、粘性と比熱については、主成分であるエチレングリコールの製造・販売事業者（丸善石油化学株式会社）作成の技術資料を確認し、その引用を参考として示す。また、引火性、毒性、生分解性／残留性の実証項目については、製造・販売事業者の古河薬品工業株式会社による製品安全データシートを確認し、引用した。

引用した資料は、詳細版付録 59～60 ページ参照。

実証項目	結 果
i. 腐食性	腐食性に関する資料はない。



また、実証項目の引火性、毒性、生分解性／残留性については、熱媒の製品安全データシートから引用して示す。引用した資料は、詳細版付録 61～62 ページ参照。

実証項目	結果																
l. 引火性	引火点：129℃																
m. 毒性	毒性については、GHS 分類^{*1}で示す。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>GHS 分類の危険有害性</th><th>区分</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>急性毒性^{*2}（経口） 経口：ラット LD₅₀^{*3}：4,000～10,200 mg/kg</td><td>区分 5</td></tr> <tr> <td>皮膚腐食性/刺激性</td><td>区分 3</td></tr> <tr> <td>眼に対する重篤な損傷/眼刺激性</td><td>区分 2B</td></tr> <tr> <td>生殖毒性</td><td>区分 1B</td></tr> <tr> <td>特定標的臓器・全身毒性（単回暴露）</td><td>区分 1</td></tr> <tr> <td>特定標的臓器・全身毒性（反復暴露）</td><td>区分 1</td></tr> <tr> <td>水生毒性（急性）</td><td>区分 3</td></tr> </tbody> </table>	GHS 分類の危険有害性	区分	急性毒性 ^{*2} （経口） 経口：ラット LD ₅₀ ^{*3} ：4,000～10,200 mg/kg	区分 5	皮膚腐食性/刺激性	区分 3	眼に対する重篤な損傷/眼刺激性	区分 2B	生殖毒性	区分 1B	特定標的臓器・全身毒性（単回暴露）	区分 1	特定標的臓器・全身毒性（反復暴露）	区分 1	水生毒性（急性）	区分 3
GHS 分類の危険有害性	区分																
急性毒性 ^{*2} （経口） 経口：ラット LD ₅₀ ^{*3} ：4,000～10,200 mg/kg	区分 5																
皮膚腐食性/刺激性	区分 3																
眼に対する重篤な損傷/眼刺激性	区分 2B																
生殖毒性	区分 1B																
特定標的臓器・全身毒性（単回暴露）	区分 1																
特定標的臓器・全身毒性（反復暴露）	区分 1																
水生毒性（急性）	区分 3																
n. 生分解性／残留性	水生環境では、急速分解性があり、かつ生物蓄積性が低いと推定される。（製品安全データシートには、環境影響情報の水生環境慢性有害性として記載。）																

*1：GHS 分類の詳細及び区分についての説明は、環境省ウェブサイト「化学品の分類および表示に関する世界調和システムについて」（<http://www.env.go.jp/chemi/ghs/pdf/all.pdf>）参照。

*2：急性毒性（経皮）については、ラット LD₅₀：10,600 mg/kg で、GHS 分類は区分外である。

*3：半数の動物が死ぬ体重 1kg 当たりの経口摂取量。

なお、本熱媒の実証項目の実証内容の性能の証明の担保として、その製品の製造事業者の品質管理システムを確認した。熱媒の製造・販売事業者である古河薬品工業株式会社は、ISO9001:2008 を取得していることを確認した。た、熱媒の主成分であるエチレングリコールの製造事業者（丸善石油化学株式会社）については、本社（機能化学品本部）、研究所、四日市工場及び千葉工場が、ISO9001:2008 を取得し、四日市工場及び千葉工場が、ISO14001:2004 を取得していることを確認した。

4. 参考情報

本ページに示された情報は、全て実証申請者が自らの責任において申請したものであり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○実証対象技術の概要（参考情報）

項 目		実証申請者 記入欄
製品名		株式会社福島地下開発本社事務所における地中熱交換井
製造（販売）企業名		株式会社 福島地下開発
連絡先	TEL/FAX	TEL024-943-2298 / FAX024-943-3453
	Web アドレス	http://www.ftk-44.jp
	E-mail	akinori@ftk-44.jp
設置条件		ある程度の地下水が確保できかつ地下水の流向・流速が活発な地形および地質賦存状況下にあるとより効率がよくなります。例（河川付近の河床および岩盤内に発達した亀裂を有し地下水をある程度確保できるボーリング孔であること）また、地下水がなくても地中熱の利用は可能です。
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		・メンテナンス：ヒートポンプ・ファンコイルユニット点検および配管の漏水・破損点検、不凍液の補充等。 ・耐候性・製品寿命等：現在、追跡調査中だが、概ね稼動状況に、環境要因も含めて無理が生じない運転使用状況なら、50 年程度は持続して稼動が可能と思われる。（定期的な点検必須）
施工性		熱交換器設置の為のボーリング工事を実施する為、ボーリングマシンが設置できる作業スペースが必要不可欠。
技術上の特徴		当社は、地中熱の利用に適した最新鋭の掘削機（ソニックドリル）、特殊振動工法から極硬岩用掘削機（ダウンザホールハンマー工法）を多数所有しており、熱交換井掘削を実施する箇所の地質状況に応じた機械の選定・掘削・施工管理・コストパフォーマンス等の熱交換井を 1 社でまかなうことができます。
コスト概算		掘削のコストは、熱交換器（シングル U チューブ・WUチューブ等）に応じて掘削の口径・仕上げ深度・施工条件・施工本数・地質条件・掘削工法等と幅広い諸事情がありますが、今回の実証試験の地中熱交換井のコストは下記のとおりとなります。 100m の地中熱交換井一本の掘削費 概ね 1.0m あたり @12,000 円×深度（L）100m＝1,200,000 円 U 字管設置費 1 孔あたり 115,000 円（材料費別途） よってセットにして約 1,315,000 円程度のコストとなります。 （仮設費・旅費滞在費別途）

○その他実証申請者からの情報（参考情報）

当社は地中熱交換井の掘削においては、大手ゼネコンおよび地元建設会社・同業者の下請工事等で受注していますが、稼動エリアは主に北は青森県、南は岐阜県・静岡県くらいまで実績があります。

V. これまでの実証対象技術一覧

実証年度	実証機関	実証番号	実証単位	実証対象技術	実証申請者
平成22年度	特定非営利活動法人地中熱利用促進協会	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
		052-1002		株式会社秀建コンサルタン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
		052-1003		学校法人森村学園における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
		052-1004	実証単位(B)地中熱／下水熱専用ヒートポンプ	高温型水冷式ヒートポンプチラー ZQH-12.5W12.5	ゼネラルヒートポンプ工業株式会社
		052-1005		地中熱ヒートポンプユニット GSHP-1001	サンポット株式会社
		052-1006		地中熱ヒートポンプユニット GSHP-1002UR	
		052-1007	実証単位(C)地中熱交換部	株式会社福島地下開発本社事務所における地中熱交換井	株式会社福島地下開発
平成21年度	特定非営利活動法人地中熱利用促進協会	052-0901	実証単位(A)システム全体	「川崎市 南河原こども文化センター」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
		052-0902	実証単位(B)地中熱／下水熱専用ヒートポンプ	水冷式ヒートポンプ(地中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
		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

<お問い合わせ先>

環境省

〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2

電話番号：03-3581-3351（代表）

●「環境技術実証事業」全般について

環境省総合環境政策局総務課 環境研究技術室

●「環境技術実証事業 ヒートアイランド対策技術分野」について

環境省 水・大気環境局 総務課環境管理技術室

<環境技術実証事業ウェブサイト>

<http://www.env.go.jp/policy/etv/>

本事業に関する詳細な情報についてご覧いただけます。

（平成24年3月発行）

リサイクル適正の表示：印刷用の紙にリサイクルできます

本冊子は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料「Aランク」のみを用いて作製しています。

環境技術
実証事業

ETV 環境省

<http://www.env.go.jp/policy/etv/>

●本事業に関する詳細な情報は、ウェブサイトでご覧いただけます。

<http://www.env.go.jp/policy/etv/>

このウェブサイトでは、実証試験要領、検討会における検討経緯、実証試験結果等をご覧いただけます。

●「環境技術実証事業」全般に関する問合せ先

環境省総合環境政策局総務課 環境研究技術室

〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2 中央合同庁舎5号館 TEL:03-3581-3351(代表)

●「ヒートアイランド対策技術分野」に関する問合せ先

環境省水・大気環境局総務課 環境管理技術室

〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2 中央合同庁舎5号館 TEL:03-3581-3351(代表)