

**実証全体の概要**

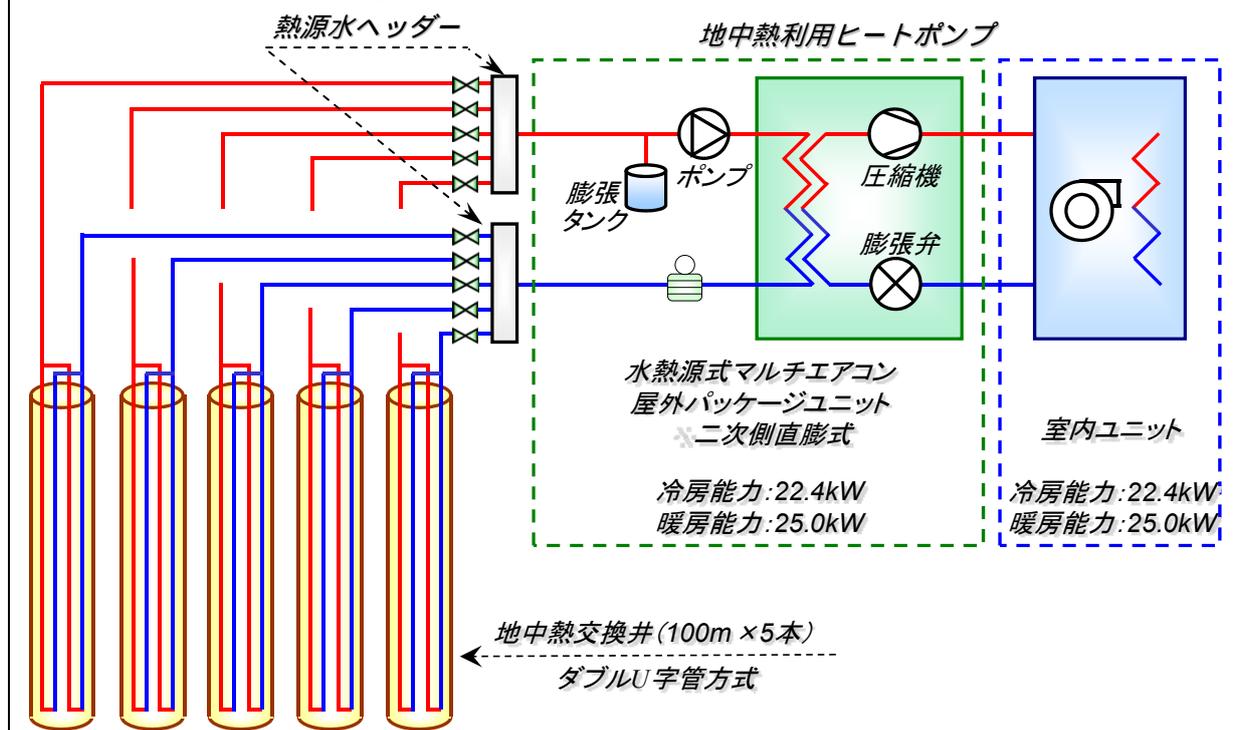
実証対象技術	三菱マテリアル株式会社大宮新館における地中熱利用ヒートポンプ空調システム
実証申請者	三菱マテリアルテクノ株式会社
実証単位	( A ) システム全体
実証機関	特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会
実証試験期間	平成 22 年 7 月 30 日 ~ 平成 23 年 2 月 2 日

**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。

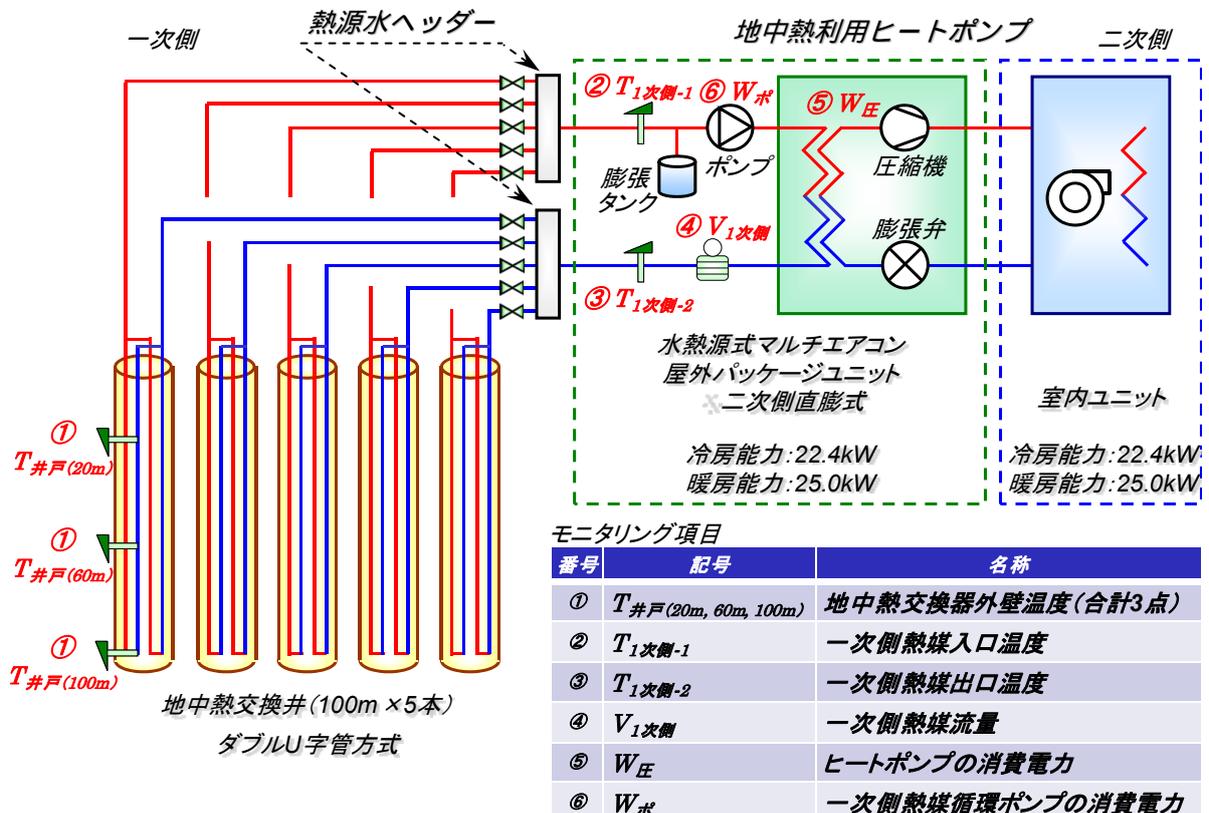
- ・地中熱交換井：深さ 100m のボアホールが 5 本で、それぞれダブル U 字管を設置している。
- ・熱媒は 5 本の熱交換井から出たものが熱源水ヘッダーでまとめられ、地中熱利用ヒートポンプに送られる。地中熱利用ヒートポンプで冷却または昇温された冷媒は室内ユニットに送られて冷暖房に用いられる直膨式である。
- ・夏期は地中熱利用ヒートポンプで冷媒を冷却することにより生じる排熱を熱媒 ( 清水 ) を通じて地中熱交換器で放熱し、冷却した冷媒により冷房を行う。
- ・冬期は熱媒 ( 清水 ) を通じて地中熱を採取し地中熱利用ヒートポンプで冷媒を加熱し、加熱した冷媒により暖房を行う。



## 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 <sup>2</sup> 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450m <sup>2</sup> )のうち、約300m <sup>2</sup> 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150m <sup>2</sup> 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实証項目【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 36 ~ 37 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 60 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 61 ~ 69 ページ参照。

実証項目	結 果																							
c. 流量範囲	<p>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 38 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。</p>																							
d. 熱伝導性	熱伝導率： 0.38W/(m・K)																							
e. 耐熱性	<p>『U-ポリパイ』の温度別最大使用圧力は下表の通りである。</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">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>20</th> <th>25</th> <th>30</th> <th>35</th> <th>40</th> <th>45</th> <th>50</th> </tr> </thead> <tbody> <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> </tbody> </table> <p>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。</p>	呼び径 25A	連続安全使用温度範囲					年間 1,500 時間以内		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																		
	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 65 ~ 69 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 border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">酸</th> <th style="width: 33%;">アルカリ</th> <th style="width: 33%;">ガス</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>塩酸 35%</td> <td>アンモニア水溶液</td> <td>亜硫酸ガス</td> </tr> <tr> <td>硫酸 65%</td> <td>苛性ソーダ</td> <td>炭酸ガス</td> </tr> <tr> <td>硝酸 25%</td> <td>水酸化カルシウム</td> <td>一酸化炭素</td> </tr> </tbody> </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 border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">塩類</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 33%;">重クロム酸カリウム 10%</td> <td style="width: 33%;">過マンガン酸カリウム</td> <td style="width: 33%;">硫安</td> </tr> <tr> <td>塩化第二鉄 60%</td> <td>塩化バリウム</td> <td></td> </tr> <tr> <td>過酸化水素 30% 90%</td> <td>炭酸カリウム</td> <td></td> </tr> </tbody> </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* <sup>1</sup> 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	<p>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。</p> <p style="text-align: center;">第三世代高密度ポリエチレンのクリープ曲線</p>												

\* 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。

### 3.4 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] <sup>*1</sup>
k. 比熱	4.18 [J/g・K] <sup>*1</sup>
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/m<sup>3</sup>・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.mmtec.co.jp
	E-mail	ishikami@mmc.co.jp
設置条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・地中熱交換井の間隔は通常、4～5m 程度。</li> <li>・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。</li> </ul>	
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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）。</li> </ul>	
施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>	
技術上の特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>	
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。