

〇 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）

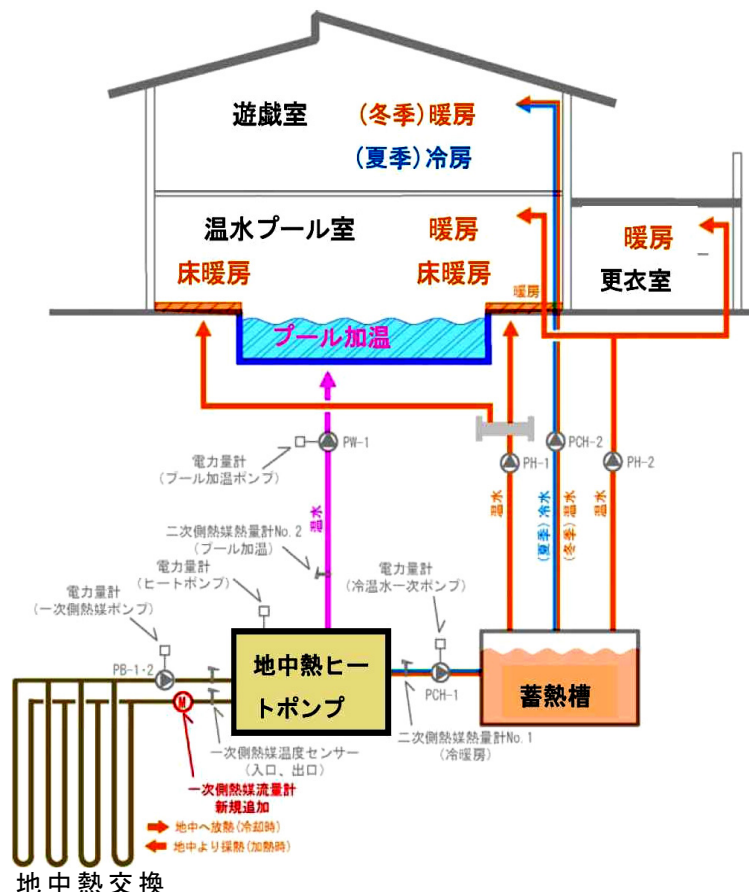
一般に地中熱利用ヒートポンプ空調システムは、地中を熱源として利用し、夏は地中に熱を放出し、冬は地中から熱を取って冷房や暖房に利用するシステムである。外気を熱源とする空気熱源ヒートポンプ空調システム（一般のエアコン）と比べると、地中の温度は外気の温度より夏は冷たく冬は暖かいので、外気を熱源とするよりも効率よく冷暖房ができる。また外気に冷房廃熱を排出しないので、ヒートアイランド現象の抑制効果が期待される。

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である。

①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。

②冬期は地中熱を採取し、地中熱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、地中熱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。

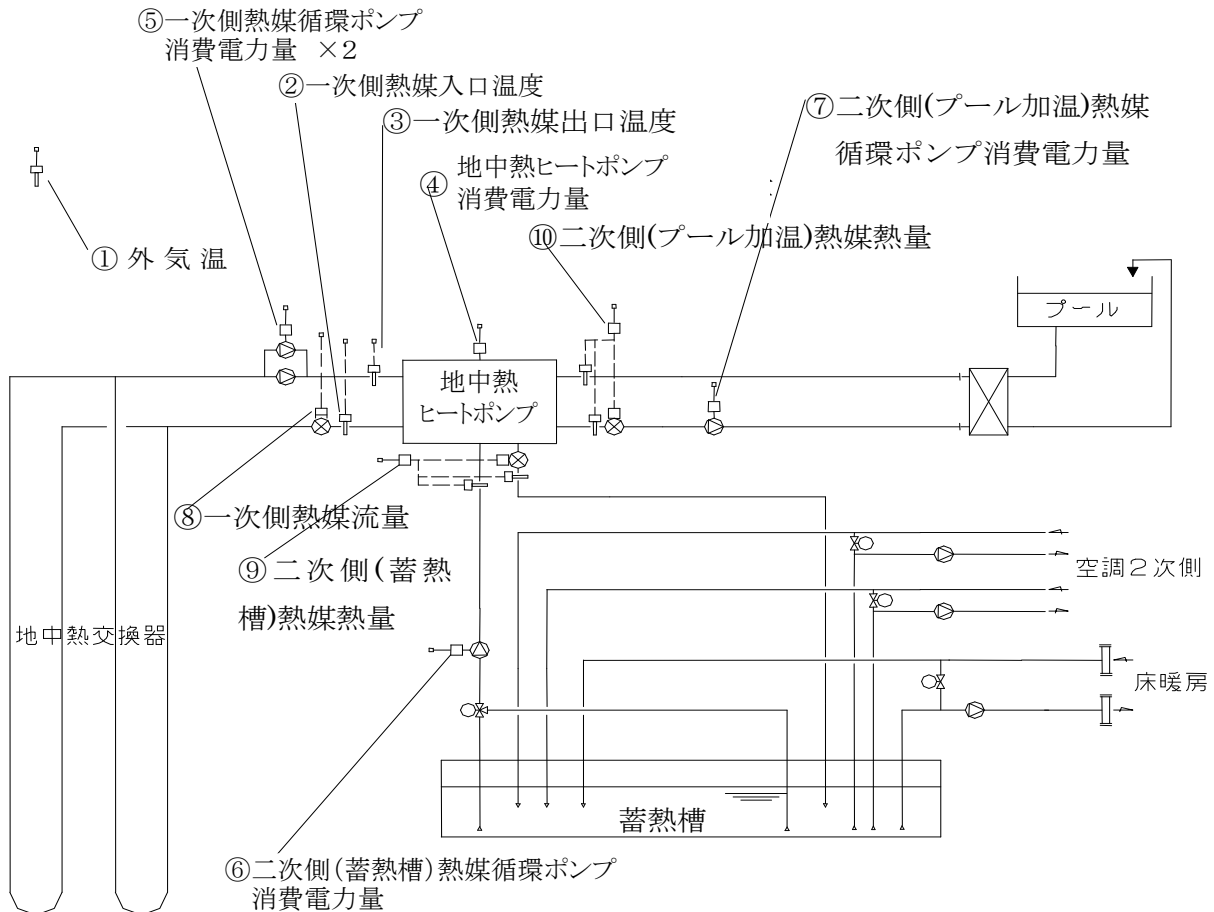
③本システムでは大きな蓄熱槽を備えていて、冷却または昇温された熱媒（水）はいったん蓄えられた後に利用される。このため安価な夜間電力を利用して地中熱ヒートポンプの運転をすることができ、システムの電力コストの削減にも配慮している。



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。（①～⑩の番号は下の表と同じ）
 なお、本実証対象技術は、地中熱ヒートポンプで冷却または昇温された冷媒の熱を熱媒（水）に移して利用する、間接式の熱利用システムである。



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。（①～⑩の番号は上の図と同じ）

測定項目	測定機器	測定点数	備考
① 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)
② 一次側熱媒入口温度	白金測温抵抗体	1	同上
③ 一次側熱媒出口温度	白金測温抵抗体	1	同上
④ 地中熱ヒートポンプ消費電力量	積算電力量計	3	同上
⑤ 一次側熱媒循環ポンプ消費電力量	積算電力量計	2	同上
⑥ 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
⑦ 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
⑧ 一次側熱媒流量	電磁流量計	1	同上
⑨ 二次側（蓄熱槽）熱媒熱量	積算熱量計	1	同上
⑩ 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【施工箇所の周辺の地質データによる代替】

実証対象技術では、23本の地中熱交換井が平面距離約100mの間に並んでおり、平成21年度クールシティ推進事業においてサーマルレスポンス試験を行ったものの、その調査孔は地中熱交換井の列の最も外側にあり、土壌部分の熱伝導率が全く同じとは限らない。そのため、本実証項目については、実証試験要領の「施工箇所の周辺の地質データやそれに準ずるデータ」の規定を適用し、実証試験結果として代替するが、参考値として扱うこととした。

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 (参考値)	平成21年度クールシティ推進事業の試験結果により代替するが、参考値として扱う（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

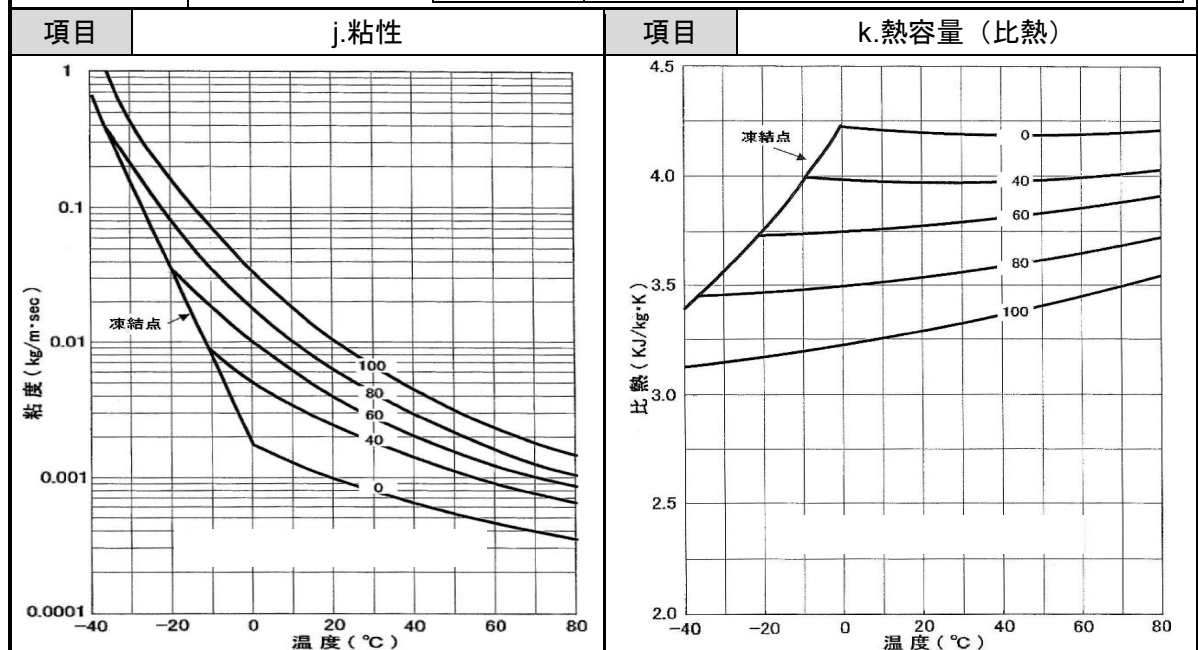
実証項目		結果							
c.流量範囲	流量 [L/min]	20	25	30	35	40			
	管内流速 [m/sec]	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40			
	損失水頭 [mH ₂ O]	0.6	0.0	0.1	1.4	1.7			
	レイノルズ数	2,700	3,340	4,010	4,680	5,350			
d.熱伝導性	熱伝導率	0.42W/m・K							
e.耐熱性	軟化点温度	126℃							
f.脆化温度	脆化温度	<-70℃							
g.耐腐食性	参考情報	実証申請者から本熱媒循環部の単管としての以下の試験データが提出されたので、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（％）		試験項目	試料番号	試験結果（min）	
				測定値	平均値			測定値	平均値
		引張試験	1	710	660	熱安定性試験	1	102	104
2	680		2	105					
3	680		3	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	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		試験条件 JIS K 2234		温 度	88℃			
	通 気 量			100ml/min				
	時 間			336,1000,3000hr				
	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



地中熱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		① 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。 ② 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。 ③ 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
