



本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

## ○ 全体概要

実証対象技術	東京都練馬区の戸建住宅におけるタンク式地下水熱交換器を使用した地中熱空調システム
実証申請者	ジオシステム株式会社
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 28 年 7 月 22 日～平成 29 年 2 月 4 日 (現地計測期間)

### 1. 実証対象技術の概要

#### 1.1 原理

本実証対象技術は地下水熱利用冷暖房システムで、地下水（井水）を熱源として利用するものである。地下水は、夏場は外気よりも温度が低く、冬場は外気より温度が高いという特性を有するため、地下水熱を空調に利用すると、外気を熱源とするよりも効率よく冷暖房を行うことができる。また、夏場においては冷房排熱を直接外気中に放出しないため、ヒートアイランド現象の抑制効果が期待される。

#### 1.2 実証試験の環境

表 1 実証試験実施施設の概要

施設概要	施設所在地：東京都練馬区関町北 3 丁目、施設の用途：個人住宅
施設の規模および空調方式	軽量鉄骨造 2 階建て、空調面積 151.92 m <sup>2</sup> (床面積) 空調システム：地中熱ヒートポンプで冷温水を作りファンコイルユニットと床暖房に利用するシステム。住宅の断熱性能：Q 値 1.84 [W/m <sup>2</sup> ・K]

#### 1.3 住宅の冷暖房システムの全体と実証試験時のシステム構成

本住宅では、熱源として実証対象技術である地下水熱利用のシステムと、浅部地中熱利用（シート状熱交換器を浅部に埋設）のシステムを備えている。実証対象技術は地下水熱利用のシステムのみであり、実証試験時には浅部地中熱利用システムは停止して実証試験を実施した。

#### 1.4 実証対象技術の特長

- ① タンク式地下水熱交換器は、浅い井戸から汲み上げた地下水を地中に埋設したタンクへ導入し、タンク内に設置した巻いたシート状熱交換器（高密度ポリエチレン製、商品名：G-カーペット）で地下水と熱媒を熱交換する。熱交換の終了した地下水は下水に排出する。
- ② 井戸から汲み上げた地下水は、タンクの底部からタンク内に注入され、タンクのオーバーフロー口と表層のポンプで汲み上げて排出する。またタンクの底部にはエアージェクションとして空気を送り込みタンク内の地下水を攪拌する。これらによって、タンク内での地下水と熱媒との熱交換の効率を上げるようにしている。

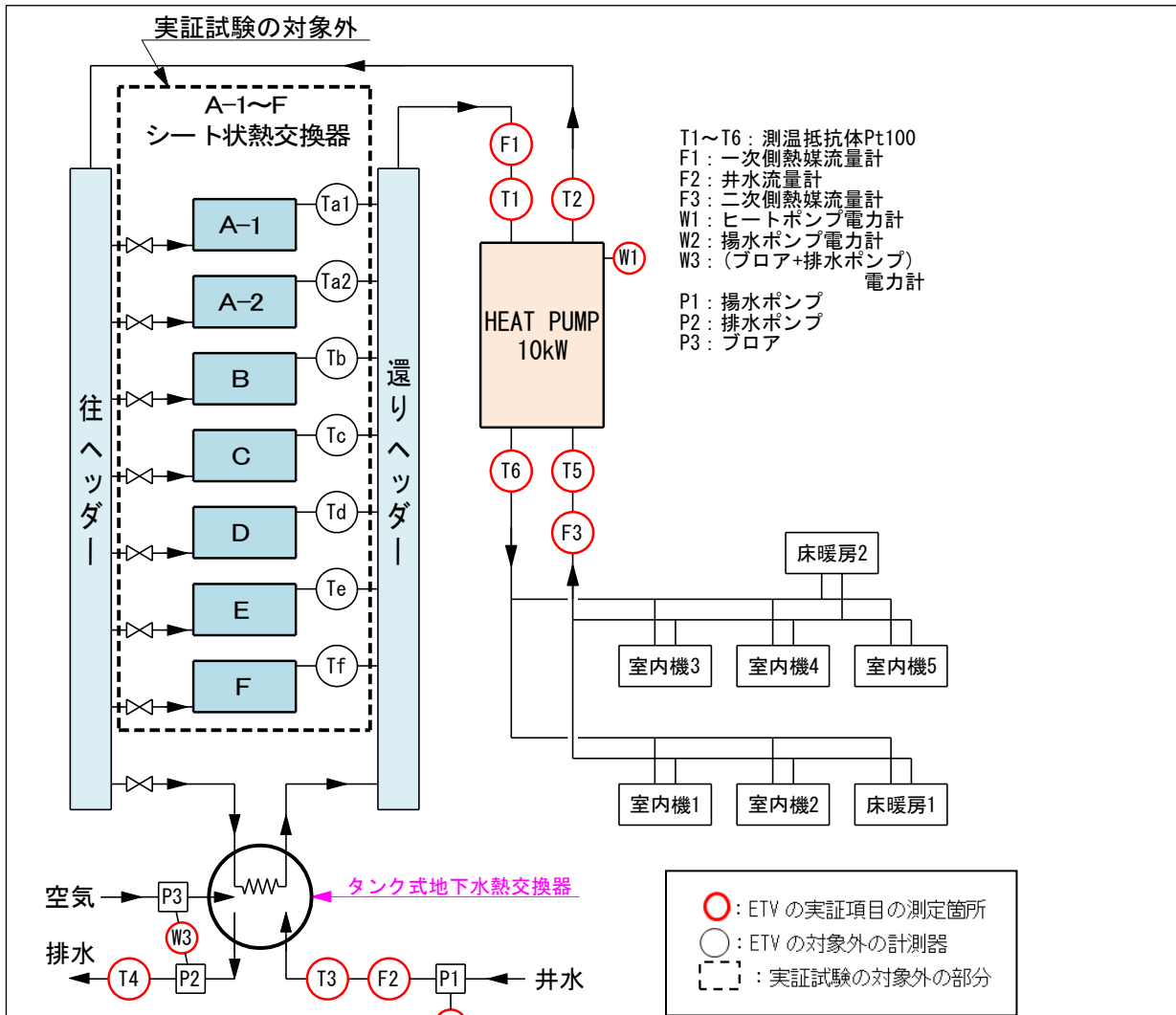


図1 実証対象技術を含む地下水熱・地中熱利用システム全体の概念図

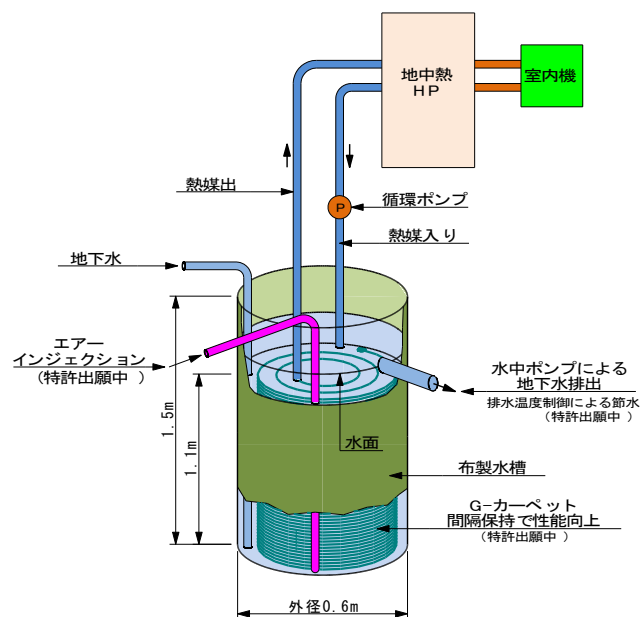


図2 タンク式地下水熱交換器の概要

表 2 実証対象技術のシステム構成

熱交換器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タイプ：タンク式地下水熱交換器</li> <li>・地下に埋設したタンク（繊維強化プラスチック(FRP)製水槽）内にシート状熱交換器を設置したもの。                     <ul style="list-style-type: none"> <li>・タンクのサイズ：外径 0.6m、高さ 1.5m</li> </ul> </li> </ul>	
	シート状熱交換器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品名：G-カーペット</li> <li>・販売：ジオシステム株式会社</li> <li>・サイズ：長さ 5.6m×幅 0.9m</li> <li>・熱交換器の容量：15.5 リットル</li> </ul>
地下水汲み上げ、放流設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地下水汲み上げ井：深さ 6m、直径 1-1/4" (32mm)</li> <li>汲上ポンプ：株式会社川本製作所製 ソフトカワエース NF2-250S 0.25kW</li> <li>・地下水放流設備：タンクから水中ポンプで汲み上げ、近くの下水に放流。</li> <li>水中ポンプ：株式会社工進製 ポンディ SMB-20 50W</li> </ul>	
地中熱用ヒートポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品名：サンポット株式会社製 地中熱ヒートポンプユニット GSHP-1001</li> <li>・タイプ：水熱源ヒートポンプ、2次側間接式</li> <li>・冷媒：R410A、</li> <li>・冷房能力：10kW、暖房能力：10kW</li> <li>・台数：1台、制御：インバータ制御</li> </ul>	
循環ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1次側、2次側ともに、地中熱用ヒートポンプに内蔵のもの。</li> </ul>	
熱媒	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一次側：シーシーアイ株式会社製 ウェストンブライン PB 希釈液</li> <li>・二次側：サンポット株式会社製 純正不凍液 FHF-2K40 希釈液</li> </ul>	
室内機	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ダイキン工業(株)ファンコイルユニット</li> <li>・冷房能力、台数：4.4kW2台、1.59kW2台、3.0kW1台、計 14.98kW</li> <li>・床暖房 20m<sup>2</sup> 3.4kW、12m<sup>2</sup> 2.0kW、計 5.4kW</li> </ul>	

## 2. 実証試験の概要

### 2.1 システム全体の实証試験

実証対象技術のシステム全体の实証試験は、図 1、表 3 に示す各計測器で測定した数値をデータロガーにて記録保存した。

表 3 実証対象技術の測定項目と測定機  
 (測定場所は図 1 の記号を参照)

記号	測定項目	仕様、精度	メーカー・型式
T1	一次側熱媒入口温度	Pt100 クラス A	林電工 SR1
T2	一次側熱媒出口温度	Pt100 クラス A	林電工 SR1
T3	熱源水入口温度 (井水タンク入口温度)	Pt100 クラス B	オムロン E52-P20C
T4	熱源水出口温度 (井水タンク排水温度)	Pt100 クラス B	オムロン E52-P20C
T5	二次側熱媒入口温度	Pt100 クラス B	オムロン E52-P20C-N
T6	二次側熱媒出口温度	Pt100 クラス B	オムロン E52-P20C-N
F1	一次側熱媒流量	電磁流量計	キーエンス FD-M50AY
F2	熱源水流量 (井水汲上げ流量)	電磁流量計	トーフロ VN20
F3	二次側熱媒流量	電磁流量計	キーエンス FD-M50AY
W1	ヒートポンプ消費電力 (HP 内蔵一次側、二次側ポンプ電力を含む)	瞬時電力計	オムロン K3FL
W2	水ポンプ消費電力 (井水揚水ポンプ電力)	積算電力計	オムロン KM-N1
W3	(フロア+排水水中ポンプ) 電力	積算電力計	オムロン KM-N1
	データロガー		グラフテック GL820

### 3. 実証試験結果

#### 3.1 システム全体の实証項目

表 4 実証試験実施施設の空調システムの運用状況と試験期間

試験期間	実証試験期間：平成 28 年 7 月 22 日～平成 29 年 2 月 4 日 ・冷房期間：平成 28 年 7 月 22 日～平成 28 年 9 月 30 日 ・暖房期間：平成 28 年 10 月 30 日（暖房開始日）～平成 29 年 2 月 4 日
実証試験時の使用状況	空調システムの使用状況 (1) 7 月 22 日～7 月 29 日 冷涼のため冷房使用せず。 (2) 1 月 24 日～2 月 4 日は、タンク式地下水熱交換器の一次側熱媒 HP 入口温度とエネルギー効率等の関係調べるため、補足試験をおこなった。

表 5 システム全体の实証項目試験結果の要約

項目		試験結果	
システム全体の 実証 項目	必須項目	a. 冷房期間のシステムエネルギー効率 <sup>※1</sup>	4.14
		b. 冷房期間のシステム消費電力 <sup>※1</sup>	1.13kW
		c. 冷房期間の地中（下水中）への排熱量	5.26kW
	任意項目	d. 実証試験期間の平均システムエネルギー効率 COP <sub>ETV</sub> <sup>※2</sup>	3.32
		e. 暖房期間のシステムエネルギー効率 <sup>※1</sup>	3.02
		f. 暖房期間のシステム消費電力	1.54kW
		g. 暖房期間の地中（熱源水＝井水）からの採熱量	3.86kW

※1 システムエネルギー効率やシステム消費電力は、[ヒートポンプの圧縮機+1次側循環ポンプ+揚水ポンプ+排水ポンプ+ブロー]を含むものである。

※2 COP<sub>ETV</sub>は、環境技術実証（ETV）事業で独自に定めたエネルギー効率の指標である。実証試験での実測値から算出した、実証試験期間中のシステムエネルギー効率の平均値である。

#### 3.2 その他の実証項目

実証単位(A)の実証試験では、実証単位(C)地中熱交換部の実証項目も示すことになっている。本システムは「熱源水汲み上げ式×熱交換器あり」であり、この場合は、熱交換器（タンク式地中熱交換器）の熱交換性能として、「熱交換器の熱源水側・熱交換後の1次側熱媒温度差の平均値[°C]」を示すこととなっている。試験結果は次のとおりである。

表 6 熱交換器の実証項目（熱交換性能）

項目		試験結果
必須項目	m. 冷房期間における熱交換器の熱交換性能	6.8°C
任意項目	n. 暖房期間における熱交換器の熱交換性能	7.8°C

実証試験要領に基づく試験結果は表 6 のとおりであるが、本システムでは実証項目の温度差はユーザーが設定して制御しているものであり、熱交換性能を示しているものではない。今回の実証試験期間中の設定は、システム COP をなるべく大きくしてかつ地下水の無駄遣いを避ける設定となっていたことが補足試験で示された。詳細は本編詳細版の p. 51, 52 を参照。

実証単位(C)の熱媒の実証項目は参考項目となるので、概要版には記載を省いた。



#### 4. 実証対象技術の設置状況写真



写真1 実証対象技術の全景

ステンレス製の筐体がヒートポンプ。

ヒートポンプの手前に3つのマンホールがあるが、右端が地中熱交換器の入るタンク。



←

写真2 シート状地中熱交換器 (Gカーペット)

タンクに入れる前に Gカーペットを巻き込んだ状態



写真3 タンク式地下水熱交換器の内部

タンクに巻き込んだシート状地中熱交換器を入れて、配管を接続した状態

(参考情報)

項目		実証申請者または開発者 記入欄																
実証対象技術名		東京都練馬区の戸建住宅におけるタンク式地下水熱交換器を使用した地中熱空調システム (英文表記:Ground Source Heat Pump Air Conditioning System Using Tank Type Ground Water Heat Exchanger at a House of Nerima-ku Tokyo)																
製品名・型番		タンク式地下水熱交換器																
製造(販売)企業名		ジオシステム株式会社 (英文表記:GeoSystem Co.,Ltd.)																
連絡先	TEL/FAX	TEL 03-3920-9971 FAX 03-6760-0309																
	ウェブサイト アドレス	<a href="http://www.geo-system.jp/">http://www.geo-system.jp/</a>																
	E-mail	info@geo-system.jp																
設置条件		地下水や湧水が利用できる場所。																
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		ヒートポンプや不凍液に関する通常のメンテナンスの他、タンク内に設置した熱交換器である G-カーペット表面の汚れや生物の付着をチェックする。 熱交換器の G-カーペットは、50年の寿命を想定している。																
施工性		直径 1m×深さ 1.5m のタンクを地下又は地上に設置し、地下水又は湧水を導入する配管を設置することで熱交換器の施工は完了。 熱交換器の G-カーペットは、螺旋状に成形し EF 継手を取付け、水密性の袋に挿入して納入することも可能です。																
コスト概算		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器</th> <th>数量</th> <th>価格</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ヒートポンプ</td> <td>1 台</td> <td>1,000 千円</td> </tr> <tr> <td>タンク式熱交換器 (成形し袋に挿入し納入)</td> <td>1 個</td> <td>300 千円</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		機器	数量	価格	ヒートポンプ	1 台	1,000 千円	タンク式熱交換器 (成形し袋に挿入し納入)	1 個	300 千円						
機器	数量	価格																
ヒートポンプ	1 台	1,000 千円																
タンク式熱交換器 (成形し袋に挿入し納入)	1 個	300 千円																

○ その他実証申請者または開発者からの情報

- 当社は創業以来 17 年間で 100 件以上の地盤の熱応答試験 (TRT) の実績があり、地中熱利用の促進に貢献して参りました。また、地盤の熱伝導率の深度分布を求める TCP (Thermal Conductivity Profile) 試験も業界に先駆けて実用化しました。
- 地中熱交換器の設置コストを削減するため、シート状熱交換器 G-カーペットを使用した浅層埋設熱交換器を開発しました。高杉邸では G-カーペットを GL-2m 程度の土中に埋設した場合と、ETV で報告したタンク内に設置し地下水と熱交換する 2 つの事例について熱交換性能を評価中です。また、いろいろな施設で G-カーペットを使用した熱交換器による空調システムの導入も進められています。

このページに示された情報は、技術広報のために実証申請者が自らの責任において申請した内容であり、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。