



## ○ 全体概要

本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

実証対象技術	山形県山形市の日本水資源開発株式会社事務所における地中熱利用冷暖房システム
実証申請者	日本地下水開発株式会社、日本水資源開発株式会社
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 27 年 7 月 7 日～平成 28 年 2 月 1 日 (現地計測期間)

## 1. 実証対象技術の概要

### 1.1 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、冬は地中から熱を採取して、冷房や暖房に利用するシステムである。地中熱は、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、地中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

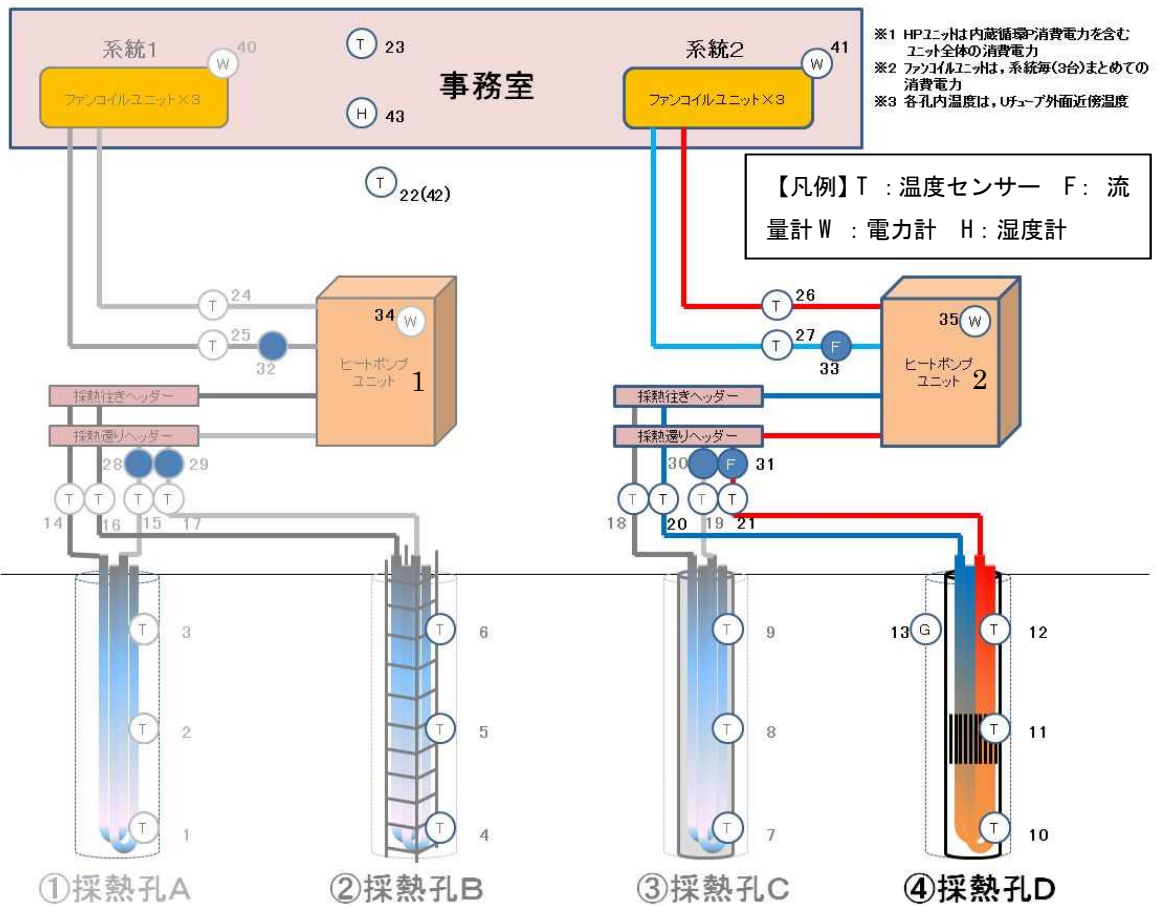
表 1 実証試験実施施設の概要

施設概要	施設名： 日本水資源開発株式会社 本社事務所 施設所在地： 山形県山形市高木 6-2 施設の用途： 事務所
施設の規模 および空調方式	建物の構造：鉄骨スレート板張、空調面積：140m <sup>2</sup> 空調システム：事務所は一つの空間で、それを地中熱空調システムで空調している。(空気熱源エアコンも置いてあるが、使用していない。)
地質データ	ボーリング柱状図がある。地表から深度 100m まで、砂礫を主体とし、所々粘性土を挟む地質。
地下水状況	地下水位 -5.25m。

### 1.3 実証試験時のシステムの全体構成

この地中熱利用設備はもともと各種採熱孔の性能試験のために設置されたもので、地中熱交換井はそれぞれ構造の異なるものが 4 本あり (採熱孔 A,B,C,D)、事務所横の駐車場スペースに一直線に並んで 4m 間隔で掘削してある。ヒートポンプは 2 台あり、事務所横の屋外に建物に沿って設置してあり、覆いの小屋がついている。各ヒートポンプには二次側 (利用側) の設備として 3 台のファンコイルユニットが接続しており、ファンコイルユニットは全部で 6 台ある。

実証試験対象の実証対象技術は、採熱孔 D、地中熱ヒートポンプユニット 2 (1 台)、ファンコイルユニット (3 台) からなる独立したシステムである。なお、地中熱ヒートポンプユニット 2 には採熱孔 C の配管もつながっているが、ETV の実証試験期間中は採熱孔 C は使用していない。



(色の濃い部分が実証対象技術、番号は測点 No. (表 3 と対応))

図 1 実証対象技術の概要

表 2 実証対象技術 (採熱孔 D の系統) のシステム構成

【 】内は、事務室の冷暖房全体 (採熱孔 A, B, C, D の全てを含む系統) のシステム構成

地中熱交換井	<ul style="list-style-type: none"> <li>・深度および本数：深度 100m×1 本 (採熱孔 D)。【深度 100m×4 本、4m 間隔】</li> <li>・裸孔とストレーナ管の間の充填材：豆砂利 (採取地：山形県長井市平山 地内) ストレーナ管と U 字管の間隙は中空 (地下水)。</li> <li>・地下水位： -5.25m</li> <li>・U 字管：株式会社イノアック住環境製 U ポリパイ 25A、ダブルで挿入。</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>・能力：冷房、暖房とも 10kW ・台数：1 台 (ユニット 2)、【2 台】</li> <li>・制御：インバータ制御 ・冷媒：R410A ・タイプ：2 次側間接式</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：ショーワ株式会社製 ショウブライン PFP プロピレングリコール系 ショウブラインとして 50wt%</li> <li>・二次側：同。 ショウブラインとして 20wt%</li> </ul>
室内機	ファンコイルユニット <ul style="list-style-type: none"> <li>・製品名：三菱電機冷熱応用システム株式会社製 リビングマスターLV-WFE-C2 (200)</li> <li>・1 台当り冷房能力：1.81kW (全熱)、暖房能力：2.59kW</li> <li>・台数：3 台【6 台】 【6 台の冷房能力 10.86kW、暖房能力 15.54kW】</li> </ul>

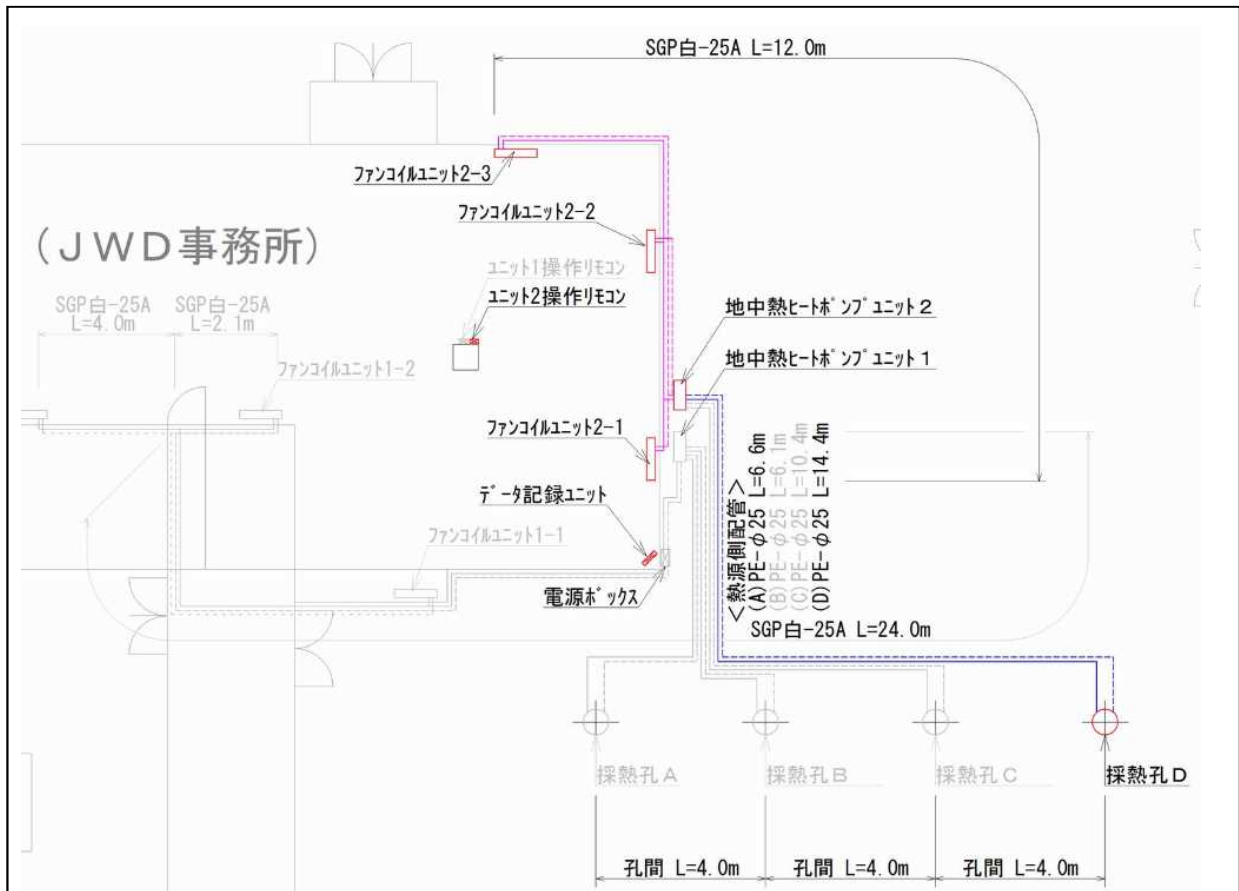


図2 地中熱交換井と配管の配置図 (色の濃い部分が実証対象技術)

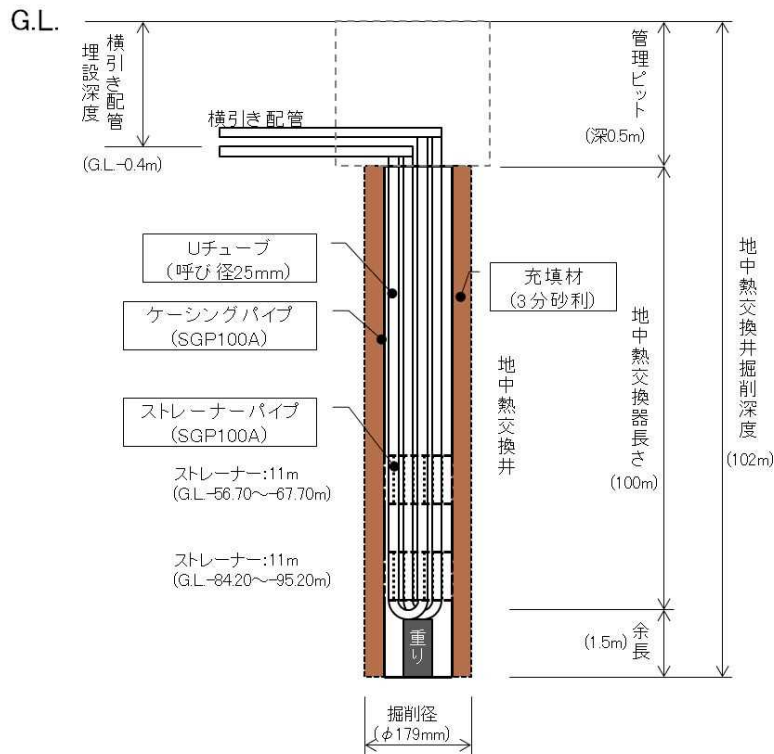


図3 地中熱交換井 (探熱孔D) の構造図

## 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（採熱孔 D とヒートポンプユニット 2 を含むシステム）に係るシステム全体の实証試験は、図 1 (p.2)、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。

なお、現地ではこれ以外にも多くの項目を任意で測定した。（本編詳細版 p.28 参照）

表 3 実証対象技術の測定項目

計測項目	必須、任意	測点No.	測定場所	センサー種別等
採熱孔内温度	任意	10	採熱孔D-100m	熱電対(T型)
	任意	11	採熱孔D-50m	
	任意	12	採熱孔D-20m	
採熱孔水位	任意	13	採熱孔D-水位	水圧式水位センサー
ヒートポンプ	必須	20	採熱孔D行き温度	測温抵抗体
一次側熱媒温度	必須	21	採熱孔D還り温度	
気温	任意	22	気温	
室温	任意	23	室温	
ヒートポンプ	必須	26	HP2室内行き温度	電磁流量計
二次側熱媒温度	必須	27	HP2室内還り温度	
一次側熱媒流量	必須	31	採熱孔D流量	電磁流量計
二次側熱媒流量	必須	33	HP2負荷側流量	
ヒートポンプ	必須	35	HP2消費電力	電力モニター
消費電力				
室内機ファンコイル 電力	任意	41	HP2ファンコイル	
室内湿度	任意	43	室内湿度	<相対湿度計測>

※全ての測定項目は1日24時間、1分間隔で測定した。

## 3. 実証試験結果

### 3.1 システム全体の实証項目

実証試験要領に実証項目として規定される必須項目及び任意項目の試験は、以下の期間で行った。

- ・実証試験期間（計測期間）：平成27年7月7日～平成28年2月1日
- ・冷房期間：平成27年7月7日～平成27年9月30日
- ・暖房期間：平成27年10月26日～平成28年2月1日

システム全体の实証試験結果を表4に示す。

ヒートアイランド抑制に関する性能は、表4中の必須項目「a. 冷房期間のシステムエネルギー効率」と「c. 冷房期間の地中への排熱量」の両方の値から総合的に評価される。

技術の性能の高さは、システムエネルギー効率も評価に加味され、地中への排熱量のみが当該技術の性能の高さを示すものではない。

表 4 システム全体の実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 (ヒートポンプ、1次側循環ポンプを含む)	4.11
		b. 冷房期間のシステム消費電力 (ヒートポンプ、1次側循環ポンプを含む)	0.88kW
		c. 冷房期間の地中への排熱量	5.20kW
	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 (ヒートポンプ、1次側循環ポンプを含む) COP <sub>ETV</sub> *1	2.94
		e. 暖房期間のシステムエネルギー効率 (ヒートポンプ、1次側循環ポンプを含む)	2.67**2
		f. 暖房期間のシステム消費電力	2.17kW
		g. 暖房期間の地中からの採熱量	4.08kW

※1 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 (平成 27 年 7 月 7 日～28 年 2 月 1 日) の約 7 ヶ月間のシステムエネルギー効率の平均値である。

※2 暖房期間では二次側熱媒行き温度を段階的に引き上げた。詳細は本編 p.36 参照。

表 5 システム全体の実証項目以外の試験結果 (参考項目)

項 目	試験結果	
	冷房期間	暖房期間
①ヒートポンプ単独の COP	4.88	2.83
②地中熱交換井の長さ 1 メートル当たりの熱交換量	52.0W/m	40.8W/m

### 3.2 その他の実証項目

実証試験要領上、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としている。

#### (1) 地中熱交換部全体の実証項目

地中熱交換部全体の実証項目は、サーマルレスポンス試験 (TRT) によって、地中熱交換井の熱抵抗と土壌部分の熱伝導率を示す項目であるが、現地の状況から TRT ができなかった。規定により代替データとして、実証申請者が平成 24 年 7 月に独自に実施した TRT データを示す。(本編 p.49 「6.1 地中熱交換部全体の実証項目」参照)。

表 6 地中熱交換部全体の実証項目【代替データ】

項 目	結果	備考
a. 地中熱交換井の熱抵抗 [K/(W/m)]	0.088	TRT は実証申請者が平成 24 年 7 月に実施。 熱抵抗は採熱孔 D、熱伝導率は採熱孔 A での値。
b. 土壌部分の熱伝導率 [W/(m・K)]	2.09	

#### (2) 熱媒循環部 (U字管) と熱媒の実証項目 (参考項目)

熱媒循環部と熱媒のデータは商品カタログ等から引用したため、実証試験要領\*の規定に基づき、参考項目とした。詳細データは本報告書の p.50～53 を参照。概要版には掲載を省略する。

\*平成 27 年 5 月 11 日付、p.36 表 11 及び表 12 の「実証方法」参照。



#### 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  
奥の建物が冷暖房の事務所

写真2 探熱孔Dの内部

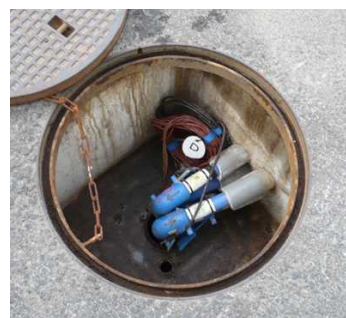


写真3 ヒートポンプと配管、計測器

(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		山形県山形市の日本水資源開発株式会社事務所における地中熱利用冷暖房システム (英文表記: Ground-Source Heat Pump system at the Japan Water Resources Development Co., Ltd. office in Yamagata City, Yamagata Prefecture )		
製品名・型番		—		
製造(販売)企業名		日本地下水開発株式会社 (英文表記: Japan Groundwater Development Co., Ltd. )		
連絡先	TEL/FAX	TEL : 023-688-6000	FAX : 023-688-4122	
	ウェブサイト アドレス	http://www.jgd.jp/		
	E-mail	webmaster@jgd.jp		
設置条件		標記システムの地中熱交換井は、井戸へ U チューブを挿入したのみの簡単な構造のため、ボーリング孔を新掘する他、既存井戸の活用も可能です。		
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		循環媒体として不凍液を使用しますので、濃度管理(年1回程度)が必要となります。併せて、長期間使用の場合には、ヒートポンプユニット(ヒートポンプ本体と循環ポンプ)点検の実施が望まれます。その他は、基本的にメンテナンスフリーです。		
施工性		高速ボーリングマシン活用による地中熱交換井工事は、僅か1~2日程度で井戸掘削を完了することができ、自走可能なため、宅地内の様な限られた場所での施工性に優れます。また、ユニット化された熱源機器利用のため、省スペースで施工性に優れます。		
コスト概算		イニシャルコスト		
		機 器	数 量	
		(新規) 地中熱交換井工事	一式 (1本)	2,500 千円
		ヒートポンプユニット	一式	1,000 千円

○ その他実証申請者または開発者からの情報

- ①日本地下水開発(株)では、地下水や地中熱などの自然エネルギーを利用した消・融雪施設について、計画・施工・維持管理まで一貫した製品提供をしています。また、地下水を直接利用したオープンループ方式による空調施設についても、1980年代より自社社屋で実施してきております。実証対象技術は、日本地下水開発(株)が計画・施工したものです。
- ②日本水資源開発(株)は、日本地下水開発グループの一員として、消・融雪施設関連資材の加工・販売を主な事業としており、実証対象技術の採熱孔Dのストレナ加工は、自社で実施したものです。施設は、事前にお問い合わせ頂ければ、見学も可能です。

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。