

環境省

平成22年度環境技術実証事業

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)

実証試験結果報告書

《詳細版》

平成23年3月

実証機関 : 特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会
実証単位 : (A) システム全体
実証申請者 : 株式会社秀建コンサルタント
実証対象技術 (製品名・型番) : 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



ヒートアイランド対策技術分野

実証番号 052 - 1002

第三者機関が実証した
性能を公開しています

実証年度
H 22

www.env.go.jp/policy/etv

本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

目次

○ 実証全体の概要	1
1. 実証対象技術の概要（原理）	1
2. 実証試験の概要	2
3. 実証試験結果	3
4. 実証対象技術の設置状況の写真	4
5. 参考情報	5
○ 本編	6
1. 実証試験の目的及び概要	6
1.1 環境技術実証事業の概要	6
1.2 実証対象技術の概要	6
1.3 実証項目の内容	7
2. 実証機関・実証申請者・実証試験体制	8
3. 実証対象技術及び実証試験実施施設について	10
3.1 実証対象技術の原理と特徴	10
3.2 実証試験実施施設の環境	11
3.3 実証対象技術のシステム構成	13
3.4 地中熱交換井と地盤状況	14
3.5 実証対象技術の特徴・長所を含む参考情報	15
4. 実証試験の内容	16
4.1 目的	16
4.2 実証項目の実証の方法	16
4.3 実証単位（A）の測定機器について	16
4.4 実証対象技術の運用状況	17
4.5 実証単位（A）システム全体の実証項目の実施日程	18
4.6 実証項目の算出方法	18
5. 実証単位（A）システム全体の実証試験の結果	21
5.1 実証試験結果（システム全体の実証項目）	21
5.2 実証試験期間の各種項目の日ごとのデータの経時変化	23
5.3 実証試験期間の冷房試験代表日測定項目のグラフ	26
5.4 実証試験期間の暖房試験代表日測定項目のグラフ	28
6. 実証単位（C）地中熱交換部の実証試験結果【実証項目】	32
7. 考察	33
7.1 COP の値について	33
7.2 自噴地下水利用の地中熱利用の有利性	33
8. 試験結果の品質管理、監査	34
8.1 品質管理システムのあらまし	34
8.2 試験とデータの品質管理	34
8.3 実証試験の立会い	34
8.4 品質管理及び監査の内容	35



ヒートアイランド対策技術分野
実証番号 052-1002

第三者機関が実証した
性能を公開しています 実証年度 H22
www.env.go.jp/policy/etv

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

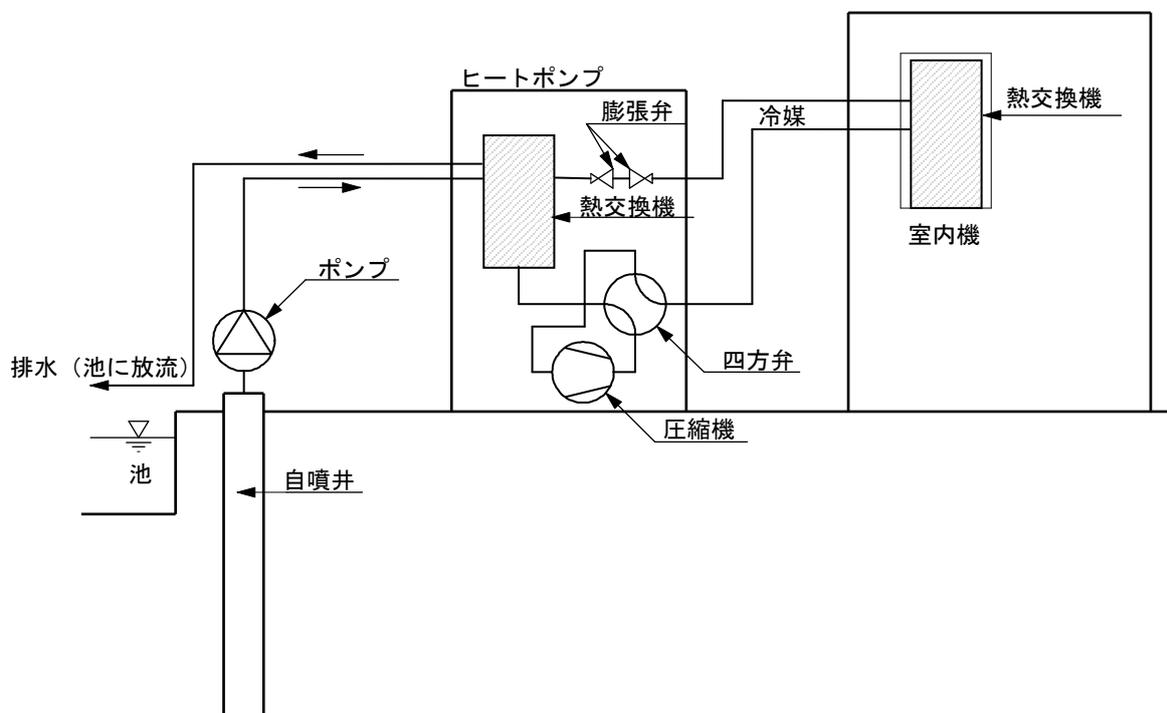
実証対象技術	株式会社秀建コンサルタント本社事務所における地中熱利用ヒートポンプ空調システム
実証申請者	株式会社秀建コンサルタント
実証単位	(A) システム全体
実証機関	特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会
実証試験期間	平成22年7月27日～平成23年2月2日

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。



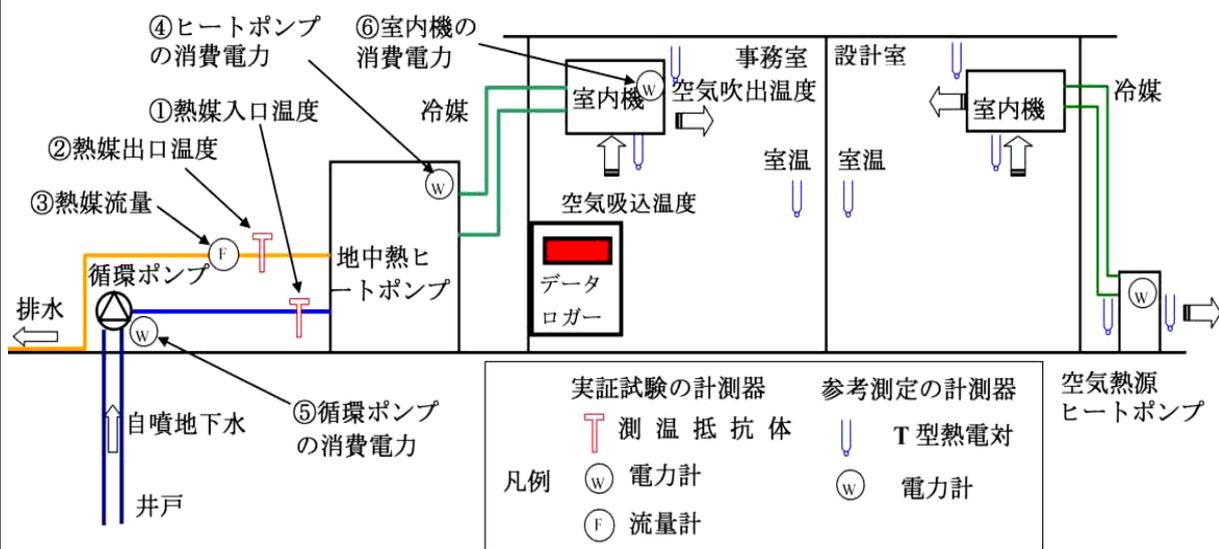
本実証対象技術の特徴は次のとおりである。

- ・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。（①～⑥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。（①～⑥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 熱媒入口温度。	測温抵抗体	1	測定間隔：1分毎
② 熱媒出口温度	測温抵抗体	1	測定間隔：1分毎
③ 熱媒流量	電磁流量計	1	測定間隔：1分毎
④ 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
⑤ 循環ポンプの消費電力	積算電力量計	1	測定間隔：1分毎
⑥ 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 : 山梨県中央市白井阿原 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、熱媒循環部（U字管）がなく、一次側の熱媒も地下水を用いているので実証項目として実証すべき対象はない。

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）

--

○ 本編

1. 実証試験の目的及び概要

1.1 環境技術実証事業の概要

(1) 環境技術実証事業の目的と定義

環境技術実証事業の目的と本事業の「実証」の定義は「平成 22 年度環境技術実証事業 実施要領」*1に次のように定められている。

『環境技術実証事業は、既に適用可能な段階にありながら、環境保全効果等についての客観的な評価が行われていないために普及が進んでいない先進的環境技術について、その環境保全効果を第三者が客観的に実証することにより、環境技術実証の手法・体制の確立を図るとともに、環境技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展に資することを目的とする。

本実証事業において「実証」とは、環境技術の開発者でも利用者でもない第三者機関が、環境技術の環境保全効果、副次的な環境影響、その他環境の観点から重要な性能（以下、「環境保全効果等」という。）を試験等に基づき、客観的なデータとして示すことをいう。

「実証」とは、一定の判断基準を設けて、この基準に対する適合性を判定する「認証」とは異なるものである。』

(2) 本実証試験の仕様

本実証試験は、「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）」*2に基づいて実施されたものである。

1.2 実証対象技術の概要

本実証試験の対象とする地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システムとは、地中熱及び地下水熱、下水熱等を熱源とし、ヒートポンプによって効率的に暖冷房を行うシステム全般のことである。

当該システムは、多層的な技術の組み合わせで構成されており、図1-1のとおり階層的に分類される。

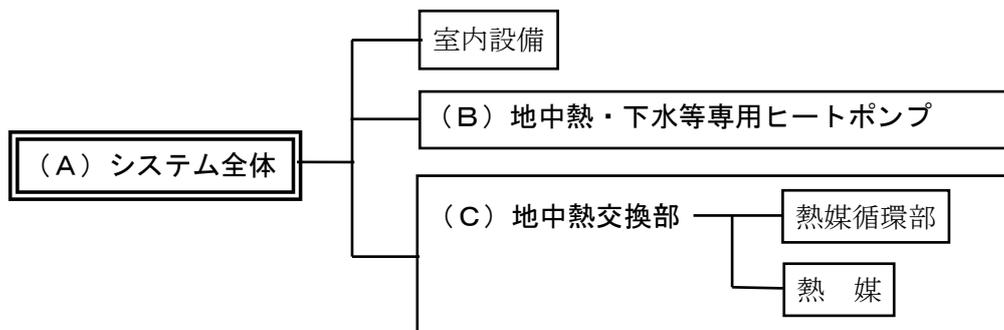


図 1-1 実証対象技術の全体像

本報告書はこれらの階層的技術の内「実証単位（A）システム全体」に関する報告書である。「（A）システム全体」とは「地中熱交換部からヒートポンプまでを含めた、当システムに関わる技術全体。」と実証試験要領（第 2 版）に定義されている。

* 1 : 環境省 平成 22 年 4 月 『平成 22 年度 環境技術実証事業 実施要領』

http://www.env.go.jp/policy/etv/pdf/intro/yoryo_h22.pdf

* 2 : 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

1.3 実証項目の内容

実証単位（A）の実証項目は、表 1-1 のとおりシステム全体及び実証単位（C）で構成される。実証単位（C）の地中熱交換部全体の実証項目については、サーマルレスポンス試験（TRT）を実施し、その測定データから算出する。しかし、本実証対象技術では、地中熱交換部を構成する地中熱交換井、U 字管、熱媒などが無い。したがって、本実証対象技術においては、実証単位（C）の実証項目としての実証すべき対象となるものはない。

表 1-1 実証単位（A）の実証項目

実証項目		項目	内容
システム全体	必須項目	a. 冷房期間のシステムエネルギー効率	冷房期間における平均 COP* ¹
		b. 冷房期間のシステム消費電力	冷房期間内の稼働時間における平均値
		c. 冷房期間の地中への排熱量	冷房期間内の稼働時間における平均値
	任意項目	d. 冷房・暖房期間のシステムエネルギー効率	冷房・暖房期間において算出した APF* ²
		e. 暖房期間のシステム消費電力	暖房期間内の稼働時間における平均値
		f. 暖房期間の地中からの採熱量	暖房期間内の稼働時間における平均値
実証単位（C）の地中熱交換部	地中熱交換部全体* ³	a. 熱交換井の熱抵抗	熱抵抗値 [K/(W/m)]
		b. 土壌部分の熱伝導率	熱伝導率 [W/(m・K)]
	熱媒循環部* ³	c. 流量範囲	適正流量（上限と下限）[cm ³ /s]
		d. 熱伝導性	素材の熱伝導率 [W/(m・K)]
		e. 耐熱性	—
		f. 脆化温度	脆化温度 [°C]
		g. 耐腐食性	—
		h. 寿命	—
	熱媒* ³	i. 腐食性	—
		j. 粘性	粘性率 [Pa・s]
		k. 比熱	[J/(kg・K)]
		l. 引火性	—
		m. 毒性	—
		n. 生分解性／残留性	—

* 1 : COP Coefficient Of Performance の略。エネルギー効率。投入エネルギーに対する熱交換量の比率のことで、同じ性能のヒートポンプにおいても外気温度と室内温度によって値が異なる。

* 2 : APF Annual Performance Factor の略。COP の年間平均値を表す。本試験では、厳密な年間平均値ではなく、実証試験期間（7～8ヶ月程度）の平均値として定義している。

* 3 : 実証試験要領では、実証単位（A）で実証する場合は、実証単位（A）「システム全体」の実証項目に加え、実証単位（C）の実証項目を実施しなければならない、と規定しているが、株式会社秀建コンサルタントが実証申請者である本実証対象技術の場合は、自噴地下水を熱源としているため、実証単位（C）の実証項目の地中熱交換部全体、熱媒循環部、熱媒は、実証項目として実証すべき対象となるものはない。

2. 実証機関・実証申請者・実証試験体制

実証試験に参加する組織は、図 2-1 に示すとおりである。また、実証試験参加者とその責任分掌は、表 2-1（詳細版本編 9 ページ）に示すとおりである。

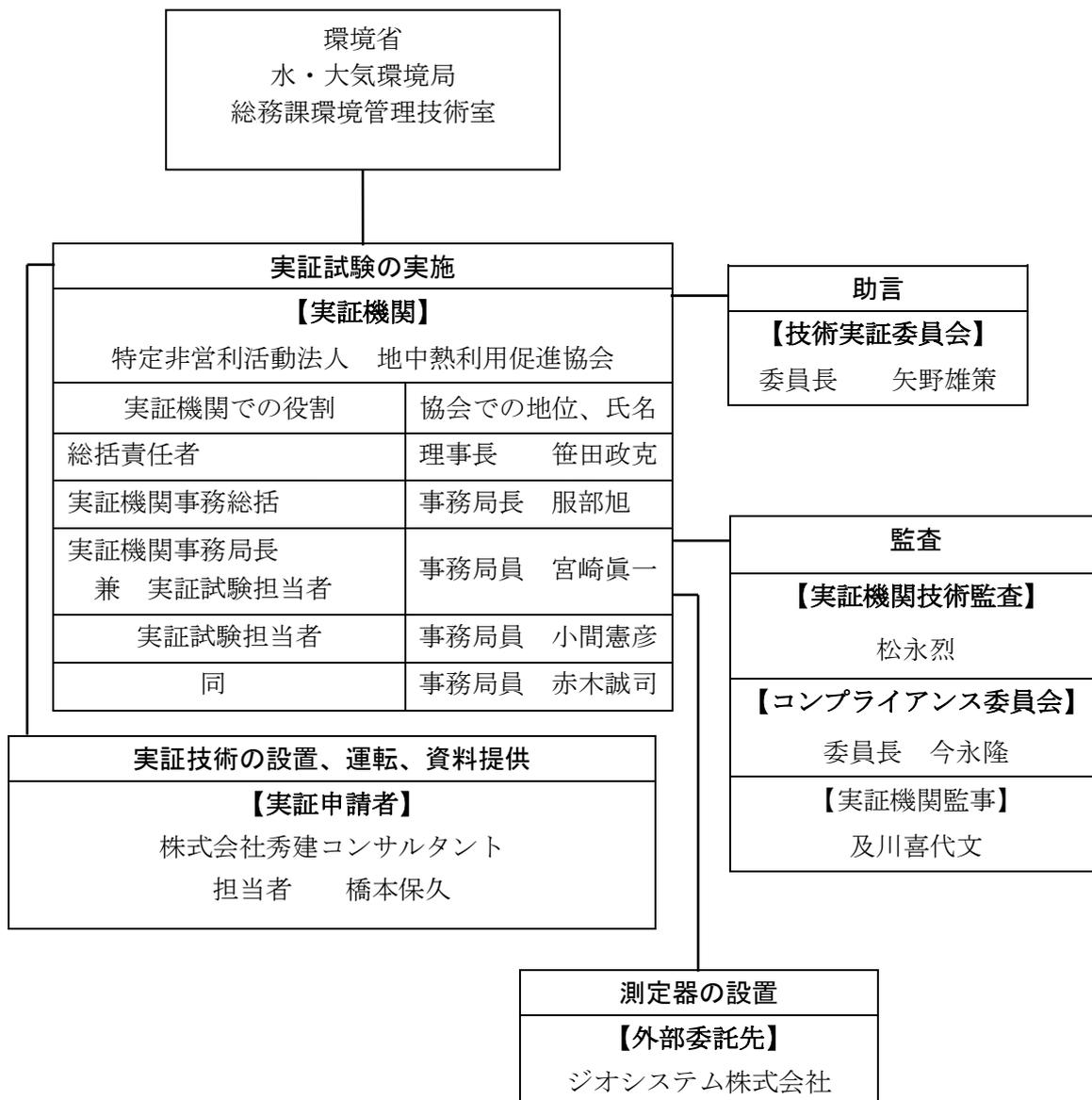


図 2-1 実証試験体制

表 2-1 実証試験参加機関、責任分掌

区分	実証試験参加機関	責任分掌	参加者
実証機関	特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会	実証試験の運営管理	笹田政克 服部旭 宮崎眞一 小間憲彦 赤木誠司
		実証対象技術の公募・審査	
		技術実証委員会の設置・運営	
		品質管理システムの構築	
		実証試験計画の策定	
		実証試験の実施・運営	
		実証試験データ・情報の管理	
		実証試験結果報告書の作成	
		その他実証試験要領で定められた業務	
		内部監査の総括	松永烈*1
		実証試験データの検証	
		外部委託業務の監査	服部旭
		適法性及び公平性の確認	コンプライアンス委員会
実証申請者	株式会社 秀建コンサルタント	実証機関への必要な情報提供と協力	橋本保久
		実証対象製品の準備と関連資料の提供	
		費用負担及び責任をもって 実証対象製品の運搬等を実施	
		既存の性能データの提供	
		実証試験報告書の作成における協力	
外部委託先	ジオシステム 株式会社	測定機器の設置	高杉真司
		測定機器の精度検証	

* 1 : 独立行政法人産業技術総合研究所 つくばセンター次長

3. 実証対象技術及び実証試験実施施設について

3.1 実証対象技術の原理と特徴

(1) 原理と概要

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。本実証対象技術のシステム系統図を図3-1に示す。

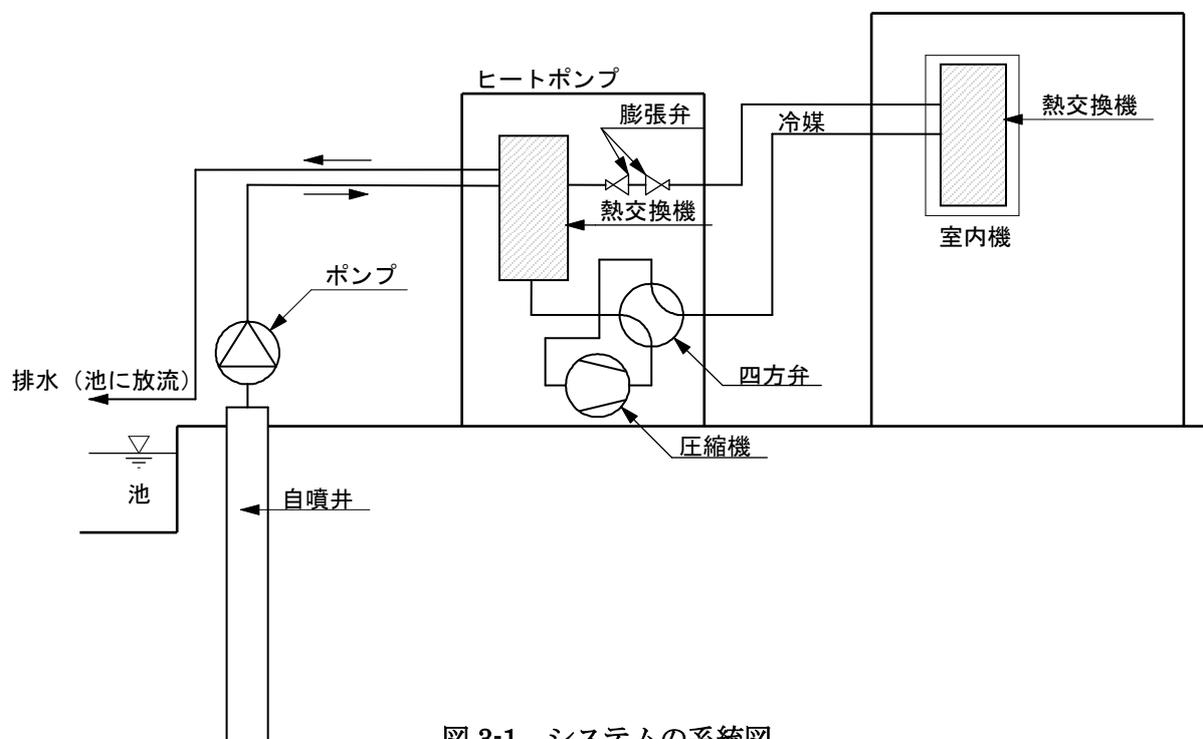


図 3-1 システムの系統図

(2) 実証対象技術の特徴

本実証対象技術の特徴は次のとおりである。

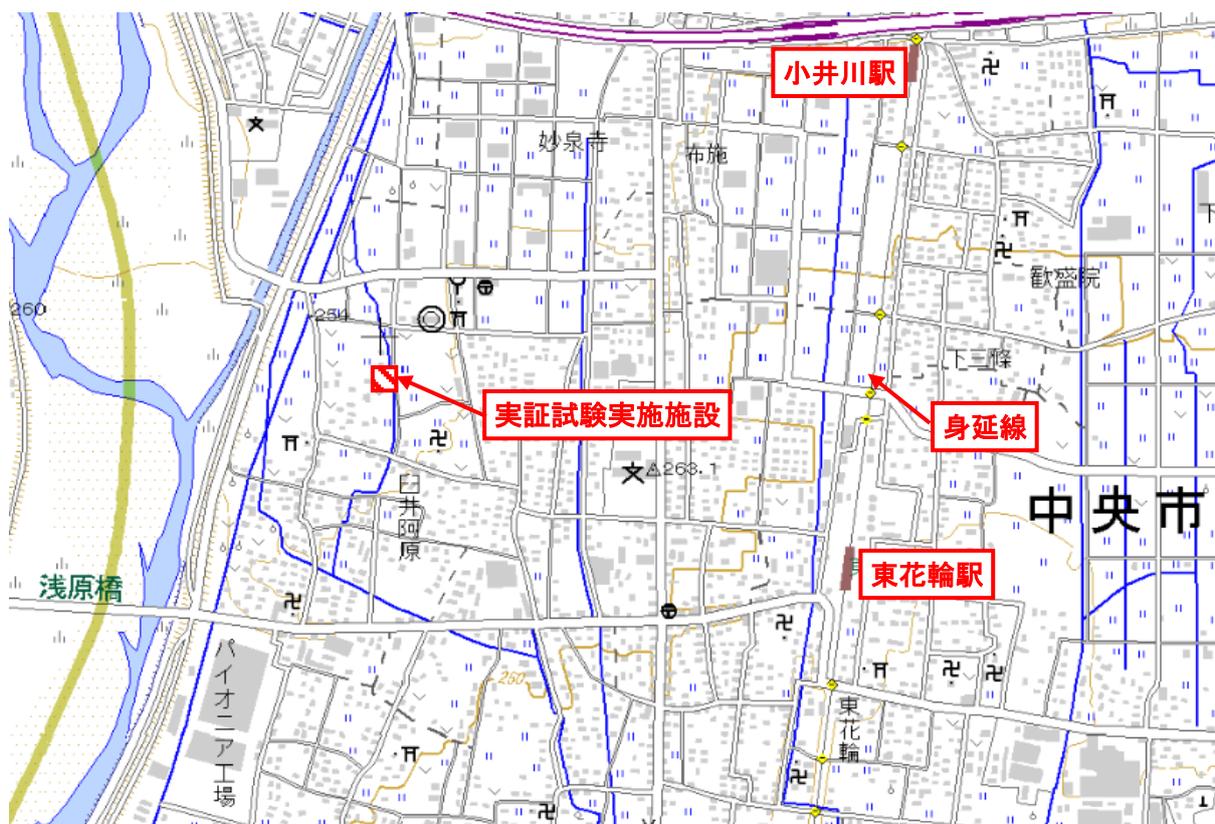
- ・熱源として利用している自噴地下水は年間を通して水温がほぼ一定で噴出量も多い。そのため、一次側（熱源側）熱媒の温度は季節や冷暖房の熱の利用量の多少に係らずほぼ一定なので、高いエネルギー効率（COP）が期待できる。
- ・地中熱交換井やU字管が不要なため、初期設備コストを削減できる。
- ・地中熱源としての自噴地下水は、密閉した配水管を流れるので有害物質等の汚染はない。
- ・熱を利用した後の自噴地下水は、もともと自噴していたときと同じ池を經由して開水路に放流するため新たな環境汚染はない。また熱を利用した後の自噴地下水の温度は元の温度と1～2℃しか変化しないため、新たな熱汚染もない。

3.2 実証試験実施施設の環境

実証試験実施施設の概要を表 3-1 に、所在地の地図を図 3-2 に、システムの配置図を図 3-3 (詳細版本編 12 ページ) に、実証試験実施施設の写真を図 3-4 及び図 3-5 (詳細版本編 12 ページ) に示す。

表 3-1 実証対象技術を設置した建物概要

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 : 山梨県中央市白井阿原 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。



※電子国土ポータル (<http://portal.cyberjapan.jp/>) から引用

図 3-2 実証対象技術の所在地

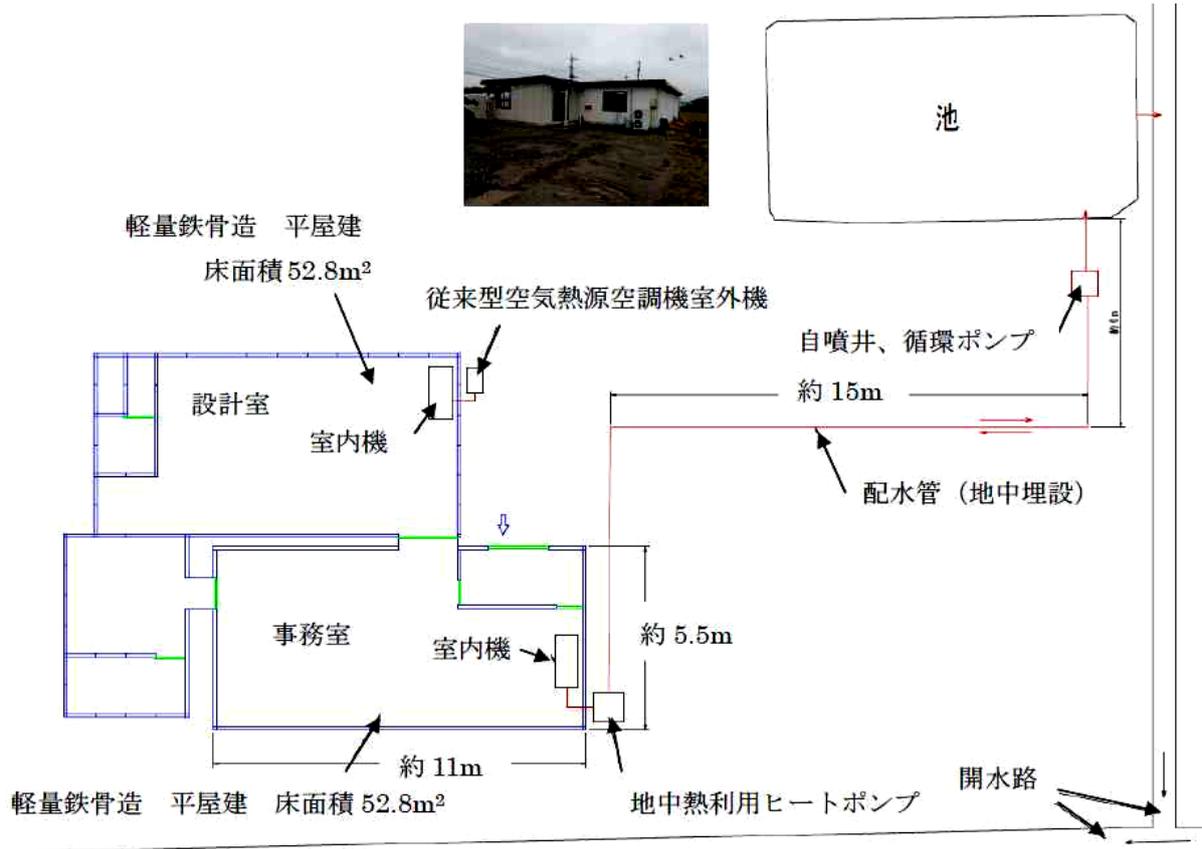


図 3-3 システムの配置図



図 3-4 ヒートポンプ及び空調している部屋



図 3-5 地下水の自噴井と循環ポンプ

3.3 実証対象技術のシステム構成

(1) システムの本来の構成

株式会社秀建コンサルタントの地中熱利用ヒートポンプ空調システムは主に、自噴井、循環ポンプ、地中熱ヒートポンプ、室内機で構成されている。実証対象技術のシステムの構成と仕様を表 3-2 に示す。

株式会社秀建コンサルタントの本社事務所は、軽量鉄骨造り平屋建てで床面積が 52.8m² の建屋が二棟つながった構造となっている。現在設置されている地中熱利用ヒートポンプ空調システムは、この二棟をとともに地中熱利用で空調することを想定してヒートポンプ設備が設置されたもので、二棟を空調する能力を持ったものである。しかし、現在は二棟の建屋のうちの事務所棟一棟だけを地中熱利用で空調しており、他の一棟は空気熱源ヒートポンプ空調システム（通常のエアコン）で空調をしている。

(2) 実証試験時の対応

実証試験は事務所棟だけを地中熱利用で空調している状態で試験をすることとなるが、設置されている地中熱利用ヒートポンプ空調システムは、本来は二棟の建屋を空調するためのもので過大な冷暖房能力を持っており、そのままの能力で実証試験をすると過度に良好な成績が計測されてしまうことが懸念された。そこで、既存の地中熱利用ヒートポンプ空調システム（ヒートポンプの製品）に組み込まれている 2 台の圧縮機のうち 1 台を停止して、半分の能力で実証試験を実施することとした。

表 3-2 実証対象技術のシステム構成及び仕様

自噴井	<ul style="list-style-type: none"> ・ 深度、坑径及び本数：深さ 70m、坑径 60mm、1 本。 ・ 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は約 70ℓ/min。
地中熱利用 ヒートポンプ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製品名：ゼネラルヒートポンプ工業株式会社製造 ZP-WS280-T（10 馬力） ・ 冷房能力：28.0kW、暖房能力：31.5kW ・ 冷房消費電力：4.54kW、暖房消費電力：6.85kW ・ 冷媒：R410A、二次側は直膨式 <p>ただし、この地中熱用ヒートポンプは、本来は 105.2 m² の本社事務所全体を空調するために設置したものであるが、現在は本社事務所の半分である 52.8m² の空調にしか用いていない。この製品（ZP WS280-T）には冷房能力 14.0kW の圧縮機が 2 台組み込まれているので、本実証試験では、圧縮機の 1 台を止め、他の 1 台だけで運転して実証試験を行った。実証試験に使用した圧縮機の出力は、3.0kW でインバータ制御されている。</p>
室内機	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製品名：ゼネラルヒートポンプ工業株式会社製 ZPI-T140B（天井吊型） ・ 冷房能力：14.0kW、暖房能力：16.0kW
一次側循環 ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製品名：テラル株式会社製 LP32A5.25 型 アイラインポンプ 電動機出力：0.25kW <p>この循環ポンプは、井戸から自噴して地表に出ている地下水をヒートポンプの一次側に循環させるためのものである。揚水のためのポンプではない。</p>
熱媒の種類と 形式	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一次側：水（自噴地下水） ・ 二次側：直膨式（ヒートポンプの冷媒 R410A をそのまま室内機に循環している。）

3.4 地中熱交換井と地盤状況

本実証対象技術では、U字管などが設置された「地中熱交換井」はないが、地中熱利用の熱源である地下水を自噴している井戸がある。この井戸の状況は下記のとおりである。

(1) 自噴地下水の井戸

- ・坑井深度：70m、坑径：60mm
- ・自噴地下水の噴出量：130ℓ/min 以上
- ・自噴地下水の性状：無色・透明（飲用可能）

(2) 地質環境

地質柱状図等の地質を示す資料はない。

(3) 地下水位、地下水の流速・流向

本地域の地下水については、地下 40m と 70m 付近に被圧水脈が存在すると言われており、この自噴井は 70m の深さの水脈を利用している。地下水流のデータは特になし。

3.5 実証対象技術の特徴・長所を含む参考情報

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 60 m 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）

4. 実証試験の内容

4.1 目的

実証単位（A）のシステム全体として、実使用状態の建物で地中熱を利用した冷暖房を行い、実証項目である【冷房期間のシステムエネルギー効率（COP）】、【冷房期間のシステム消費電力】、【冷房期間の地中への排熱量】を求め、地中熱を利用した冷暖房システムの省エネ効果や夏期のヒートアイランド抑止効果を検証する。合わせて暖房期間での試験により【冷房・暖房期間のシステムエネルギー効率（APF）】、【暖房期間のシステム消費電力】、【暖房期間の地中からの採熱量】も求める。

実証試験要領（第2版）では、実証単位（C）の地中熱交換部の実証も行うこととなっている。

4.2 実証項目の実証の方法

(1) システム全体の実証項目

本実証項目は、ヒートポンプの一次側の熱媒の温度、流量、ならびにヒートポンプや一次側循環ポンプの消費電力を測定し、実証試験要領に定められた方法によって算出した。

(2) 実証単位（A）の「冷房期間の地中への排熱量」

本実証対象技術の場合は、地中熱の熱源として自噴地下水を利用しており、熱利用後の自噴地下水は地下には戻しておらず、地中に排熱していないので、「地中への排熱量」という概念はない。しかし、自噴地下水への排熱量は「地中への排熱量」と同じ方法で算出することができ、システムの運転に伴う空気中への排熱もないので、自噴地下水への排熱は「地中への排熱」と同様に夏季のヒートアイランド抑止効果があると考えられる。したがって、本報告書では自噴地下水への排熱量を「地中への排熱量」、自噴地下水からの採熱量を「地中からの採熱量」として算出した。

(3) 実証単位（C）の実証

実証単位（C）は地中熱交換部の性能を実証する項目であるが、本実証対象技術には地中熱交換部全体（地中熱交換井）、熱媒循環部（U字管）がなく、熱媒は自噴した地下水であるため、実証単位（C）の実証項目として実証すべき対象となるものはない。

4.3 実証単位（A）の測定機器について

(1) 測定機器の配置

実証単位（A）（システム全体）の測定器の配置を図4-1（詳細版本編17ページ）に示す。（①～⑥は、詳細版本編17ページの表4-1と同じである。）

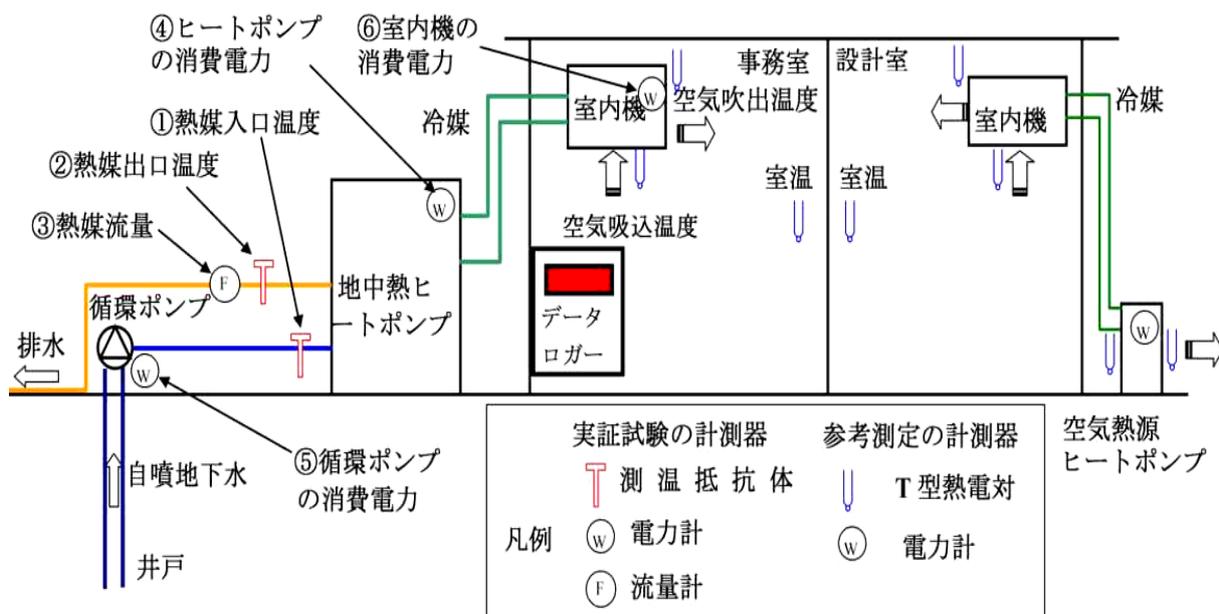


図 4-1 実証対象技術と計測器の配置図

(2) 測定項目と測定設備

システム全体の測定項目と測定設備を表 4-1 に示す。(①～⑥は図 4-1 と同じである。)

表 4-1 システム全体の測定項目と測定設備構成

測定項目	測定機器	仕様等	測定点数	測定間隔
① 熱媒入口温度。	測温抵抗体	オムロン株式会社製造 E52-P20C 精度：±0.5℃	1	1分毎
② 熱媒出口温度	同上	同上	1	1分毎
③ 熱媒流量	電磁流量計	株式会社キーエンス製造 FD-M100AT 精度：±2.0%	1	1分毎
④ ヒートポンプの消費電力	積算電力量計	オムロン株式会社製造 K3FL 精度：±0.5%	1	1分毎
⑤ 循環ポンプの消費電力	同上	同上	1	1分毎
⑥ 室内機の消費電力	同上	同上	1	1分毎

(3) 測定器の精度規定の確認

上記の測定器は全て実証試験要領に定める測定器の精度規定を満たしている。

4.4 実証対象技術の運用状況

実証試験時の実証対象技術の運用状況を表 4-2 に示す。表 4-2 実証対象技術の試験時の運用状況

実証試験時の使用状況	<ul style="list-style-type: none"> ・空調設備は通年利用。原則として月曜から金曜まで運転。 ・一日の利用状況：午前 8 時 30 分から午後 8 時程度まで運転。 ・設定温度はその都度設定。
------------	---

4.5 実証単位（A）システム全体の实証項目の実施日程

実証試験実施日程は、以下のとおりであり、冷房試験期間及び暖房試験期間を図 4-2 に示す。なお、本報告書の実証項目名の記載で、「冷房期間」及び「暖房期間」との記載があるが、これらは『冷房期間中の実証試験期間』及び『暖房期間中の実証試験期間』という意味で、【冷房試験期間】及び【暖房試験期間】と便宜上記載を簡略化している。

実証試験期間：平成 22 年 7 月 27 日～平成 23 年 2 月 2 日

- ・ 冷房試験期間：平成 22 年 7 月 27 日～平成 22 年 9 月 25 日（61 日間）
- ・ 暖房試験期間：平成 22 年 10 月 26 日～平成 23 年 2 月 2 日（100 日間）

図 4-2 実証単位（A）システム全体の实証試験の実施日程

項目	平成 22 年							平成 23 年		
	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
測定器取付け		-								
冷暖房試験期間		冷房試験期間				暖房試験期間				

4.6 実証項目の算出方法

実証項目である【冷房期間のシステムエネルギー効率(COP)】、【冷房期間のシステム消費電力】、【冷房期間の地中への排熱量】の算出は、実証試験要領（第 2 版）20 ページの【(4) 実証項目の算出】に従った。実証項目を算出するための中間的項目の計算結果は、表 5-2（詳細版本編 22 ページ）に示す。表 5-2 で算出した項目の計算方法については、これより説明する。

表 5-2 の欄幅が狭く、各項目の計算方法をそのまま記載できない。そこで、計算方法を分かり易くするために、①、②、(i)、(ii)等の記号を用いて式を示した。表 5-2 に記載の項目の名称を**項目**のようにフォントを説明文と異なるものを用い、区別した。

(1) 測定及びシステム稼働の期間、日数、時間

- 1) **各測定期間の日数** ①は、冷房試験期間中及び暖房試験期間中の測定日数である。
- 2) **測定期間全体の時間** ②は、②=①×24 時間である。
- 3) **システム稼働時間** ③は、ヒートポンプが動いていた時間の合計（実測値）である。
- 4) **システム稼働率** ④は、④=③÷②である。

(2) 消費電力量

消費電力量にはヒートポンプの消費電力量、一次側循環ポンプ、室内機の消費電力量がある。表 5-2 ではそれぞれの消費電力量を**ヒートポンプ(i)**、**一次側循環ポンプ(ii)**、**室内機(iii)**とした。この呼称は、詳細版本編 4. 4.6(5)（詳細版本編 20 ページ）までの説明文も同様である。

1) 期間中の総和

期間中の総和は、ヒートポンプの消費電力量の測定期間中の総和、一次側循環ポンプの消費電力量の測定期間中の総和、及び室内機の測定期間中の総和である。

ヒートポンプ(i)の期間中の総和 ⑤、**一次側循環ポンプ(ii)の期間中の総和** ⑦、**室内機(iii)の期間中の総和** ⑨は、それぞれ電力量計で測定した実測値である。

(i)+(ii)の期間中の総和 ⑪は、**ヒートポンプ(i)**と**一次側循環ポンプ(ii)**の消費電力量の期間中の総和である。⑪=⑤+⑦である。

(i)+(ii)+(iii)の期間中の総和 ⑬は、**ヒートポンプ(i)**と**一次側循環ポンプ(ii)**と**室内機(iii)**の消費電力量の期間中の総和である。⑬=⑤+⑦+⑨である。

2) 時間平均値

時間平均値は、測定期間中の消費電力量の平均値である。

ヒートポンプ(i)の**時間平均値** ⑥は、⑥=⑤÷③である。

一次側循環ポンプ(ii)の**時間平均値** ⑧は、⑧=⑦÷③である。

室内機(iii)の**時間平均値** ⑩は、⑩=⑨÷③である。

(3) 熱量（計算式は実証試験要領（第2版）22 ページ【直膨式の場合】より）

- 1) **二次側冷暖房生成熱量**の**期間の総和** ⑮は、下記の計算式で求めた。

$$\text{測定期間中の生成熱量の総和 [Wh]} = \sum_{\text{試験期間}} (T_{1\text{次側-1}} - T_{1\text{次側-2}}) \cdot V_{1\text{次側}} \cdot c \cdot \rho + W_{\text{圧}}$$

なお、本実証対象技術では、二次側は直膨式のため直接二次側生成熱量の測定ができないので、一次側の測定値を用いて二次側冷暖房生成熱量を算出することとなっている。

$T_{1\text{次側-1}}$: 一次側（熱源側）熱媒入口温度（実測値）

$T_{1\text{次側-2}}$: 一次側（熱源側）熱媒出口温度（実測値）

$V_{1\text{次側}}$: 一次側（熱源側）熱媒流量（実績値）

c : 熱媒の比熱 [J/(kg・K)]

ρ : 熱媒の比重 [g/cm³]

$W_{\text{圧}}$: ヒートポンプ内の圧縮機の消費電力（実測値）

- 2) **二次側冷暖房生成熱量**の**時間平均値** ⑯は、⑯=⑮÷③である。

- 3) **冷房期間中の地中への排熱量**の**期間中の総和** ⑰は、下記の計算式で求められる。

$$\text{⑰} = \sum_{\text{冷房期間}} (T_{1\text{次側-1}} - T_{1\text{次側-2}}) \cdot V_{1\text{次側}} \cdot c \cdot \rho$$

そして、 $T_{1\text{次側-1}}$ 、 $T_{1\text{次側-2}}$ 、 $V_{1\text{次側}}$ の実測値と c 、 ρ の値から算出する。

- 4) **冷房期間中の地中への排熱量**の**時間平均値** ⑱は、⑱=⑰÷③である。

- 5) **暖房期間中の地中からの採熱量**の**期間中の総和** ⑲は、下記の計算式で求められる。

$$\text{⑲} = \sum_{\text{暖房期間}} (T_{1\text{次側-1}} - T_{1\text{次側-2}}) \cdot V_{1\text{次側}} \cdot c \cdot \rho$$

そして、 $T_{1\text{次側-1}}$ 、 $T_{1\text{次側-2}}$ 、 $V_{1\text{次側}}$ の実測値と c 、 ρ の値から算出する。

- 6) **暖房期間の地中からの採熱量**の**時間平均値** ⑳は、㉑=⑲÷③である。

(4) 部分負荷率（実証試験要領（第2版）17 ページ※部分負荷率の算出方法より）

$$\text{部分負荷率 } \text{㉒} (\%) = 100 \times \frac{\text{システムにおける生成熱量 (W)}}{\text{システムにおける定格能力 (W)}}$$

冷房期間の部分負荷率は、㉒÷(iv) である。

暖房期間の部分負荷率は、㉒÷(v) である。

なお、部分負荷率の計算に用いた定格能力は次のとおり。

冷房能力(iv) = 14.0kW、 暖房能力(v) = 15.75kW

(5) エネルギー効率

1) COP の期間平均値 (APF) ⑳

ヒートポンプ(i)単独の COP の期間平均値で、 $㉑ = ㉒ \div ㉓$ である。

2) システム COP の期間平均値 (APF) ㉒、㉓

㉒は、ヒートポンプ(i)と一次側循環ポンプ(ii)を含むシステム COP の期間平均値で、 $㉒ = ㉑ \div ㉔$ である。

㉓は、ヒートポンプ(i)と一次側循環ポンプ(ii)と室内機(iii)を含むシステム COP の期間平均値で、 $㉓ = ㉑ \div ㉕$ である。

5. 実証単位（A）システム全体の実証試験の結果

5.1 実証試験結果（システム全体の実証項目）

実証試験結果として、実証試験要領に定められた実証項目の試験結果を表 5-1 に示す。実証項目の算出過程の数値や示すことが望ましいとされている項目も含めた実証試験結果を総括表として表 5-2（詳細版本編 22 ページ）に示す。

表 5-1 システム全体の実証項目の試験結果

項目		試験結果	条件・備考	
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 (COP) [—]	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 kW	
		c. 冷房期間の地中への排熱量 [kW]	7.63 kW	
	任意項目	d. 冷房・暖房期間のシステムエネルギー効率 (COP) [—]	4.29	冷房試験期間： 平成 22 年 7 月 27 日～ 平成 22 年 9 月 25 日 暖房試験期間： 平成 22 年 10 月 26 日～ 平成 23 年 2 月 2 日
		e. 暖房期間のシステム消費電力 [kW]	2.10 kW	
		f. 暖房期間の地中からの採熱量 [kW]	5.62 kW	
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	

表 5-2 実証単位 (A) 冷暖房試験結果総括表*1

項目		単位	冷房期間	暖房期間	期間全体	計算式	
期間・日数	各試験期間	—	平成 22 年 7 月 27 日～平成 22 年 9 月 25 日	平成 22 年 10 月 26 日～平成 23 年 2 月 2 日	—	—	
	各測定期間の日数	① 日	61	100	161	—	
	測定期間全体の時間	② 時間	1464	2400	3864	②=①×24	
	システム稼働時間	③ 時間	304.9	459.6	764.6	実測値	
	システム稼働率	④ %	20.8	19.2	19.8	④=③÷②	
消費電力量・消費電力	ヒートポンプ (i)	期間中の総和	⑤ kWh	176.2	751.0	927.2	実測値
		時間平均値	⑥ kW	0.58	1.63	1.21	⑥=⑤÷③
	一次側循環ポンプ (ii)	期間中の総和	⑦ kWh	134.5	215.7	350.2	実測値
		時間平均値	⑧ kW	0.44	0.47	0.46	⑧=⑦÷③
	室内機 (iii)	期間中の総和	⑨ kWh	20.9	25.9	46.8	実測値
		時間平均値	⑩ kW	0.07	0.06	0.06	⑩=⑨÷③
	(i)+(ii)	期間中の総和	⑪ kWh	310.7	966.7	1277.4	⑪=⑤+⑦
		時間平均値	⑫ kW	1.02 *2	2.10 *2	1.67	⑫=⑪÷③
(i)+(ii)+(iii)	期間中の総和	⑬ kWh	331.6	992.6	1324.2	⑬=⑤+⑦+⑨	
	時間平均値	⑭ kW	1.09	2.16	1.73	⑭=⑬÷③	
熱量	二次側冷暖房生成熱量	期間中の総和	⑮ kWh	2149.6	-3330.8	5480.3	本文*3参照
		時間平均値	⑯ kW	7.05	-7.25	7.17	⑯=⑮÷③
	地中への排熱量	期間中の総和	⑰ kWh	2325.6	0	2325.6	本文*3参照
		時間平均値	⑱ kW	7.63 *2	0	7.63	⑱=⑰÷③
	地中からの採熱量	期間中の総和	⑳ kWh	0	2581.9	2581.9	本文*3参照
		時間平均値	㉑ kW	0	5.62 *2	5.62	㉑=㉓÷③
部分負荷率	—	㉒ %	50.4	46.0		⑯÷(iv)*4 ⑱÷(v)*4	
エネルギー効率	COP の期間平均値 (APF)	ヒートポンプ (i) 単独	㉔ —	12.20	4.43	5.91	㉔=⑮÷⑤
	システム COP の期間平均値 (APF)	(i)+(ii)	㉕ —	6.92 *2	3.45	4.29 *2	㉕=⑮÷⑪
		(i)+(ii)+(iii)	㉖ —	6.48	3.36	4.14	㉖=⑮÷⑬

*1 : 項目の名称 (例: 各測定期間の日数) についての説明及びその計算方法については、詳細版本編 4. 4.6(1)~(5) (詳細版本編 18~20 ページ) を参照。

*2 : **太字下線**の数値は実証試験必須項目、**太字**のみの数値は任意項目を表す。

*3 : 詳細版本編 4. 4.6(3) (詳細版本編 19 ページ) を参照。

*4 : 部分負荷率の計算に用いた定格能力は次のとおり。
冷房能力 (iv) = 14.0kW、暖房能力 (v) = 15.75kW

5.2 実証試験期間の各種項目の日ごとのデータの経時変化

実証期間中の各種測定項目及び算出項目の日ごとのデータの経時変化のグラフを以下の図 5-1(1)~5-1(9) (詳細版本編 23~25 ページ) に示す。

温度は 1 日の平均値、電力及び熱量は 1 日の総和 (積算値) を示した。熱量は一次側、二次側共に冷房時+、暖房時-として算出した。

(1) 日積算熱量

- ・一次側熱媒熱量：地下水からの採熱量または地下水への放熱量の 1 日の総和 (冷房+、暖房-)
- ・二次側生成熱量：ヒートポンプにより室内側に生成される熱量の 1 日の総和 (冷房+、暖房-)

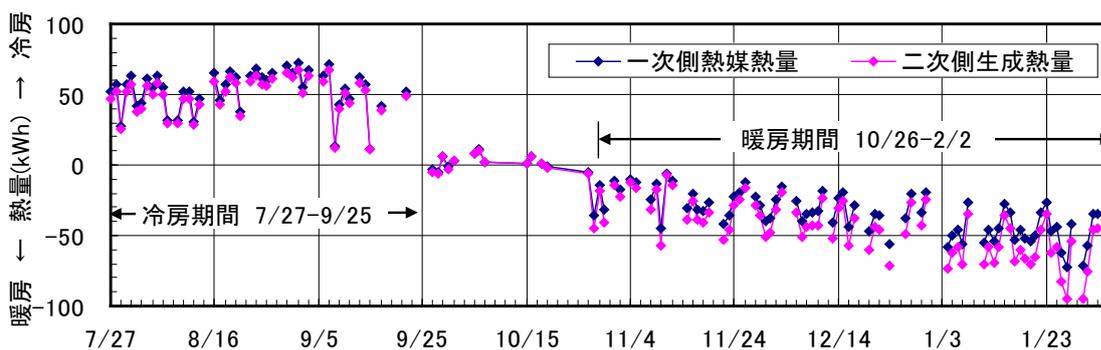


図 5-1(1) 日積算熱量 (kWh)

(2) システム稼働時間

- ・システム稼働時間：1 日のヒートポンプ稼働時間

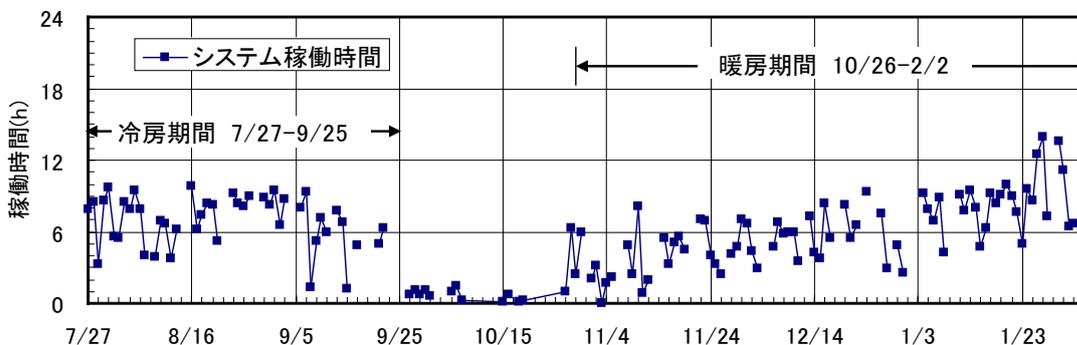


図 5-1(2) システム稼働時間

(3) 時間平均熱量

- ・一次側熱媒熱量：1 日の地中への放熱量又は地中からの採熱量の時間平均値
- ・二次側熱媒熱量：1 日に生成される室内側の熱量の時間平均値

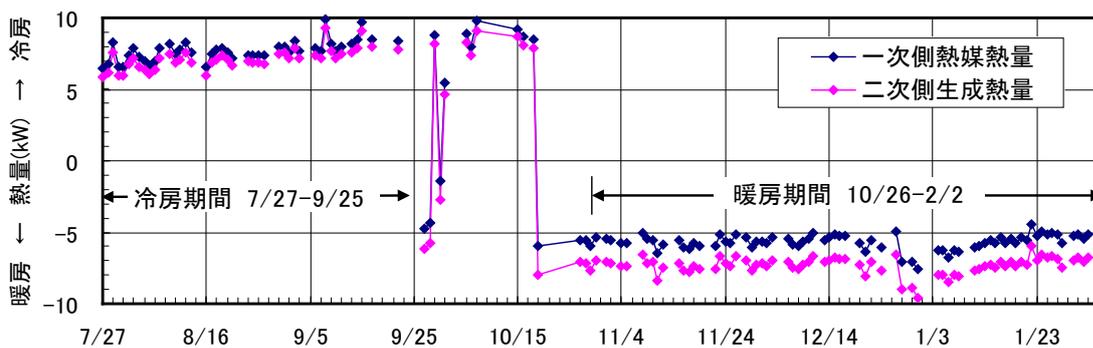


図 5-1(3) 時間平均熱量 [kW]

(4) 部分負荷率

- 部分負荷率：二次側生成熱量のヒートポンプ定格値との比
 部分負荷率 (%) = $100 \times \text{システムにおける生成熱量 (W)} / \text{システムにおける定格能力 (W)}$

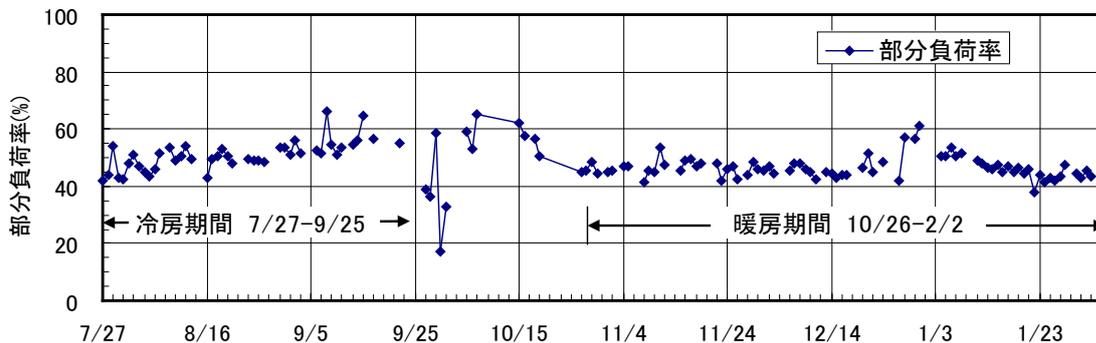


図5-1(4) 部分負荷率

(5) エネルギー効率 (COP)

- COP (ヒートポンプ単独) = 1日のヒートポンプ生成熱量 (W) / 1日のヒートポンプ単独の消費電力量 (W)
- システム COP (ヒートポンプと井水ポンプを含む) = 1日のヒートポンプ生成熱量 (W) / (1日のヒートポンプ消費電力量 + 1日の井水ポンプ消費電力量) (W)

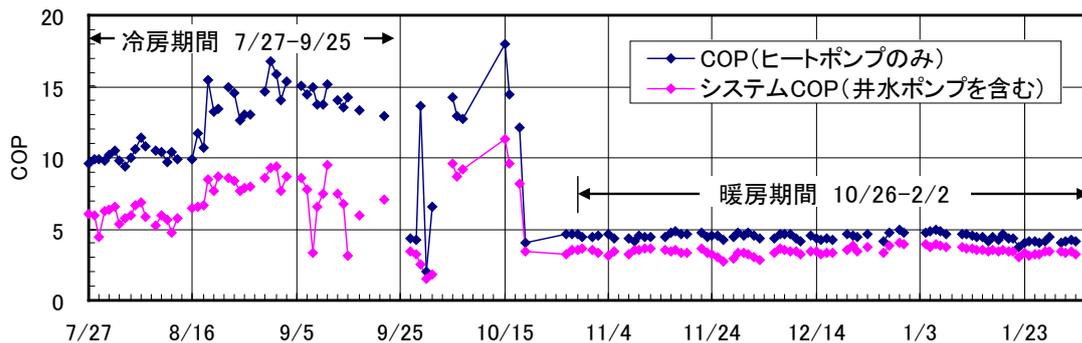


図 5-1(5) エネルギー効率 (COP)

(6) 日消費電力量

- ヒートポンプ：1日のヒートポンプ消費電力量の総和
- 井水ポンプ：1日の井水ポンプ消費電力量の総和
- 室内機：1日の室内機消費電力量の総和

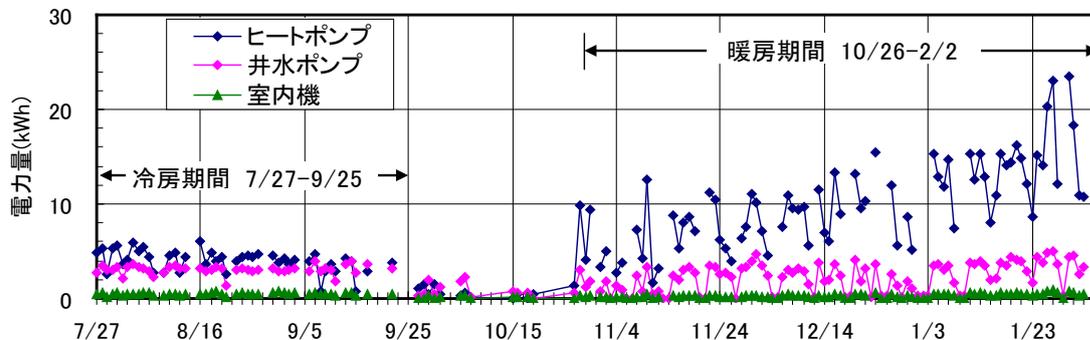


図5-1(6) 日消費電力量[kWh]

(7) 時間平均消費電力

- ・ヒートポンプ：1日のヒートポンプ消費電力量 / 1日のヒートポンプ稼働時間
- ・井水ポンプ：1日の井水ポンプ消費電力量 / 1日の井水ポンプ稼働時間
- ・室内機：1日の室内機消費電力量 / 1日の室内機稼働時間

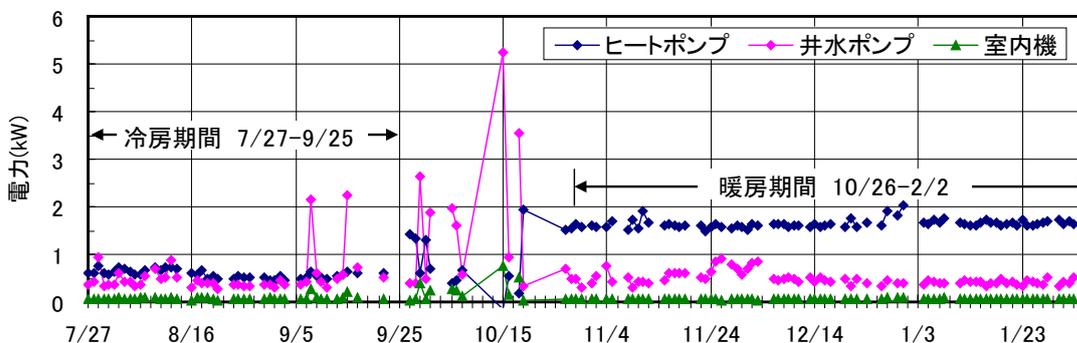


図5-1(7) 時間平均消費電力[kW]

(8) 一次側熱源水温度

- ・一次側熱媒入口温度：地下水のヒートポンプ入口温度の1日の平均値
- ・一次側熱媒出口温度：地下水のヒートポンプ出口温度の1日の平均値
- ・一次側熱媒入口出口温度差：一次側熱媒のヒートポンプ入口と出口の温度差（冷房+、暖房-）の1日の平均値

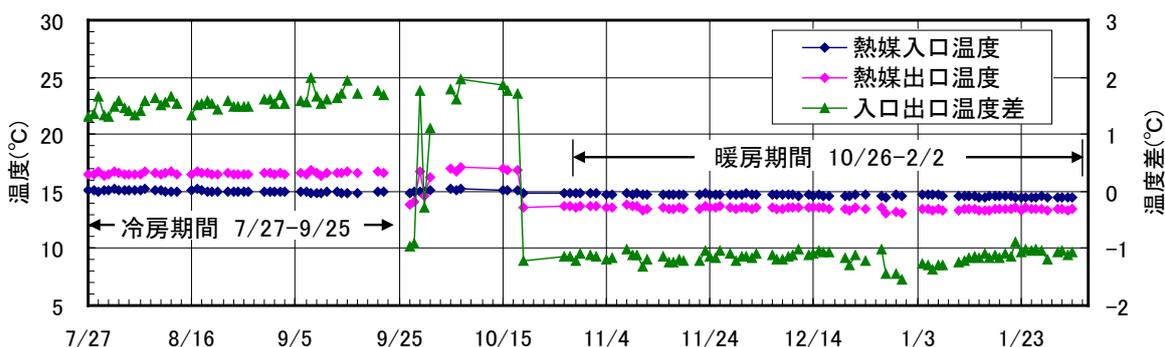


図5-1(8) 一次側熱源水温度

(9) 外気温

- ・日平均：1日の平均気温
- ・日最高：1日の最高気温
- ・日最低：1日の最低気温

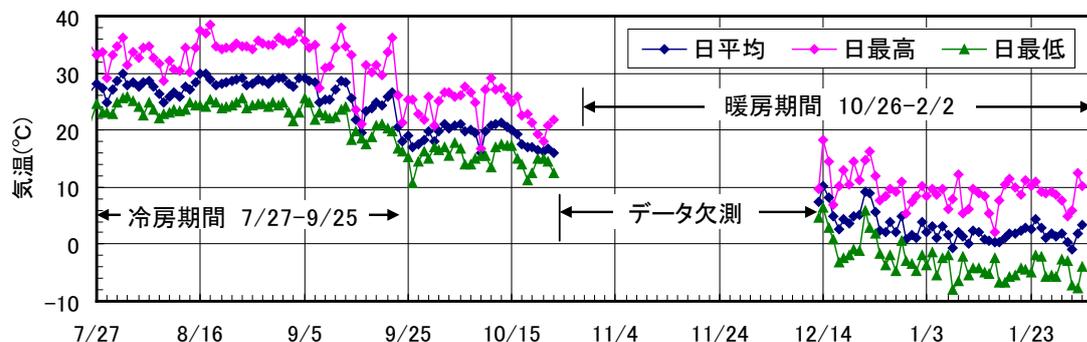


図5-1(9) 外気温

5.3 実証試験期間の冷房試験代表日測定項目のグラフ

本実証試験の代表的な冷房試験日として平成 22 年 8 月 26 日を選定し、その日の主なデータの経時変化を図 5-2(1)～5-2(8) (詳細版本編 26～28 ページ) に示す。データのサンプリング周期は 1 分である。

(1) 冷房運転代表日 (平成 22 年 8 月 26 日) 熱量

- ・一次側熱媒熱量：一次側熱媒熱量の 1 分毎の計算値
- ・二次側生成熱量：ヒートポンプ生成熱量の 1 分毎の計算値

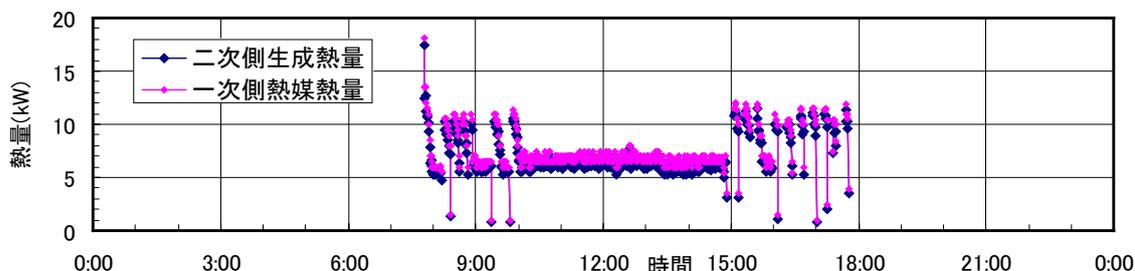


図 5-2 (1) 冷房運転代表日 (平成 22 年 8 月 26 日) の熱量 [kW]

(2) 冷房運転代表日 (平成 22 年 8 月 26 日) 部分負荷率

- ・部分負荷率：部分負荷率の 1 分毎の計算値

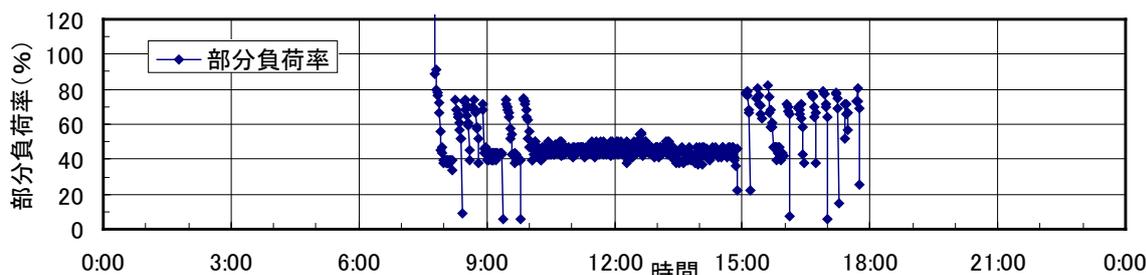


図 5-2 (2) 冷房運転代表日 (平成 22 年 8 月 26 日) の部分負荷率

(3) 冷房運転代表日 (平成 22 年 8 月 26 日) 消費電力

- ・ヒートポンプ：ヒートポンプ消費電力の 1 分毎の実測値
- ・井水ポンプ：一次側井水循環ポンプ消費電力の 1 分毎の実測値
- ・室内機：二次側室内機の 1 分毎の実測値

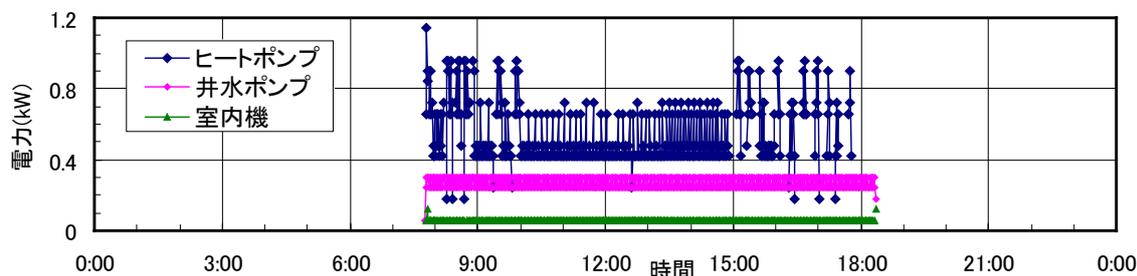


図 5-2 (3) 冷房運転代表日 (平成 22 年 8 月 26 日) の消費電力 [kW]

(4) 冷房運転代表日 (平成 22 年 8 月 26 日) エネルギー効率

- ・ COP (ヒートポンプ単独) : ヒートポンプ単独の COP の 1 分毎の計算値
- ・ システム COP (井水ポンプを含む) : ヒートポンプと井水循環ポンプを含む COP の 1 分毎の計算値

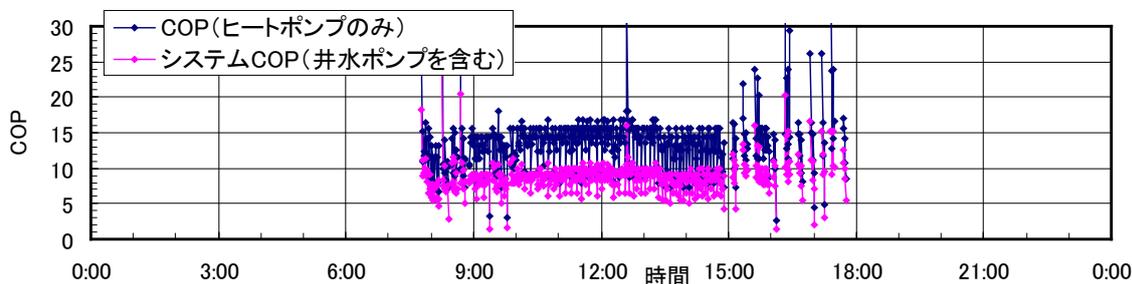


図 5-2 (4) 冷房運転代表日 (平成 22 年 8 月 26 日) のエネルギー効率

(5) 冷房運転代表日 (平成 22 年 8 月 26 日) 井水流量

- ・ 井水流量 : 一次側の井水の流量の 1 分毎の実測値

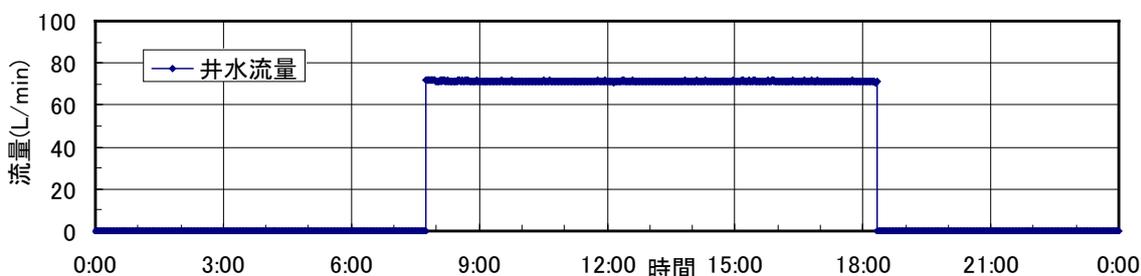


図 5-2 (5) 冷房運転代表日 (平成 22 年 8 月 26 日) の井水流量 [L/min]

(6) 冷房運転代表日 (平成 22 年 8 月 26 日) の一次側熱媒温度差

- ・ 一次側熱媒入口温度 : 一次側の井水のヒートポンプ入口温度の 1 分毎の実測値
- ・ 一次側熱媒出口温度 : 一次側の井水のヒートポンプ出口温度の 1 分毎の実測値
- ・ 入口出口温度差 : 一次側熱媒のヒートポンプ入口と出口の温度差の 1 分毎の計算値

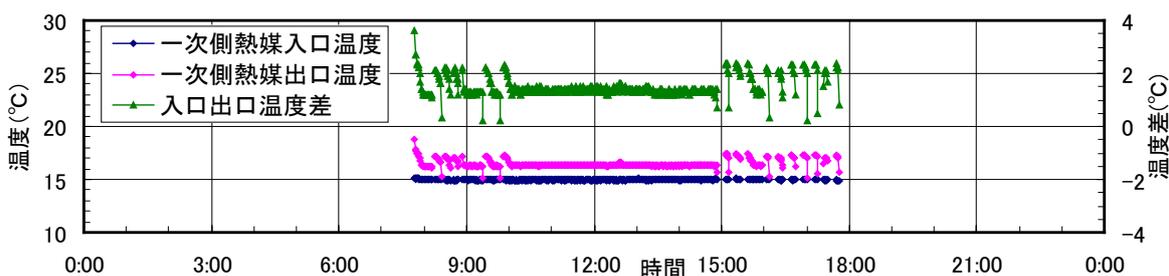


図 5-2 (6) 冷房運転代表日 (平成 22 年 8 月 26 日) の一次側熱媒温度差

(7) 冷房運転代表日 (平成 22 年 8 月 26 日) 室内機吸込・吹出温度

- ・室内機吸込温度：室内機への空気の吸込み温度
- ・室内機吹出温度：室内機からの空気の吹き出し温度

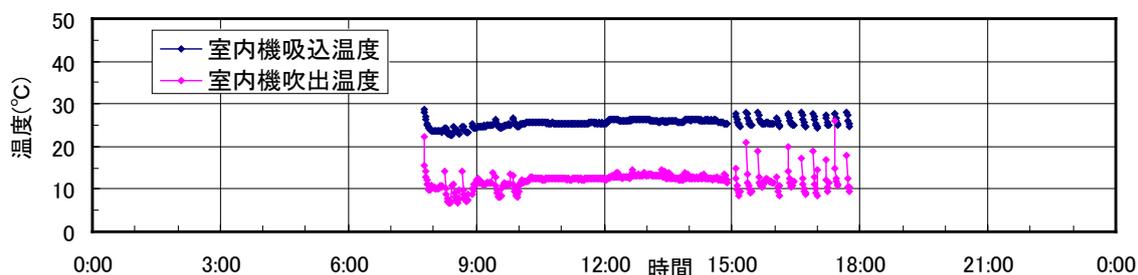


図 5-2 (7) 冷房運転代表日 (平成 22 年 8 月 26 日) の室内機吸込・吹出温度 [°C]

(8) 冷房運転代表日 (平成 22 年 8 月 26 日) 室温

- ・室温：地中熱利用の空調をしている事務室の室温の実測値

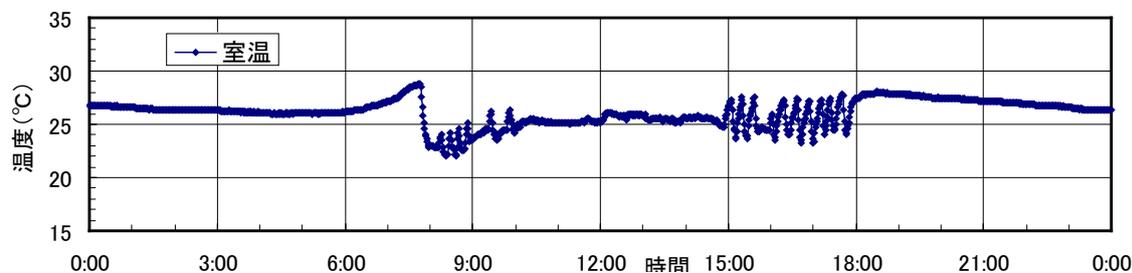


図 5-2 (8) 冷房運転代表日 (平成 22 年 8 月 26 日) の室温 [°C]

5.4 実証試験期間の暖房試験代表日測定項目のグラフ

秀建コンサルタント実証試験の代表的な冷房試験日として平成 23 年 1 月 27 日を選定し、その日の主なデータの経時変化を図 5-3(1)~5-3(8) (詳細版本編 28~31 ページ) に示す。データのサンプリング周期は 1 分である。

(1) 暖房運転代表日 (平成 23 年 1 月 27 日) 熱量

- ・一次側熱媒熱量：一次側熱媒熱量の 1 分毎の計算値
- ・二次側生成熱量：ヒートポンプ生成熱量の 1 分毎の計算値

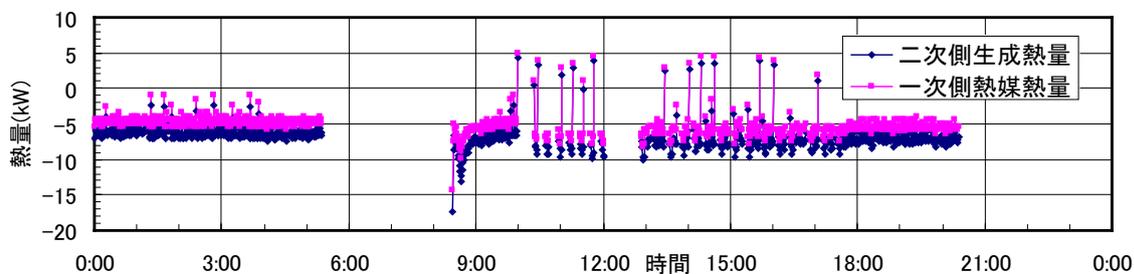


図 5-3 (1) 暖房運転代表日 (平成 23 年 1 月 27 日) の熱量 [kW]

(2) 暖房運転代表日 (平成 23 年 1 月 27 日) 部分負荷率

- ・部分負荷率：部分負荷率の 1 分毎の計算値

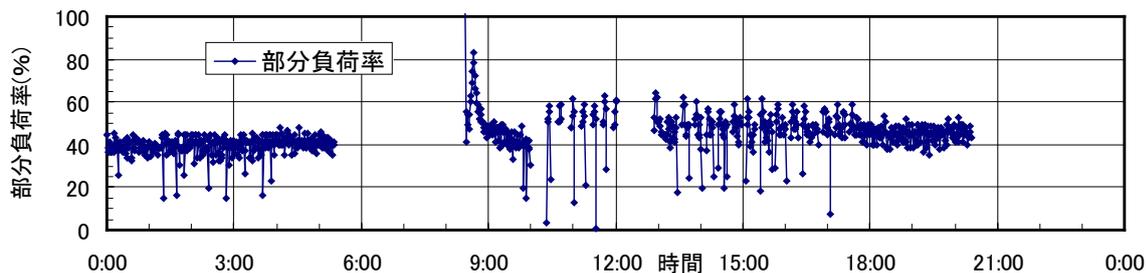


図 5-3 (2) 暖房運転代表日 (平成 23 年 1 月 27 日) の部分負荷率

(3) 暖房運転代表日 (平成 23 年 1 月 27 日) 消費電力

- ・ヒートポンプ：ヒートポンプ消費電力の 1 分毎の実測値
- ・井水ポンプ：井水循環ポンプ消費電力の 1 分毎の実測値
- ・室内機：室内機の消費電力の 1 分毎の実測値

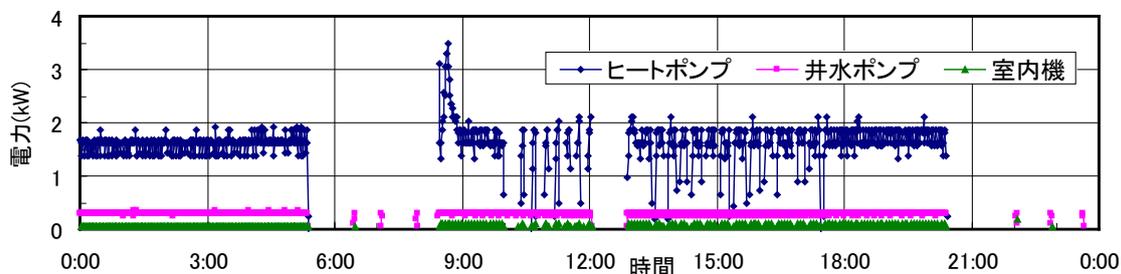


図 5-3 (3) 暖房運転代表日 (平成 23 年 1 月 27 日) の消費電力 [kW]

(4) 暖房運転代表日 (平成 23 年 1 月 27 日) エネルギー効率

- ・COP (ヒートポンプ単独)：ヒートポンプ単独の COP の 1 分毎の計算値
- ・システム COP (井水ポンプを含む)：ヒートポンプと井水循環ポンプを含む COP の 1 分毎の計算値

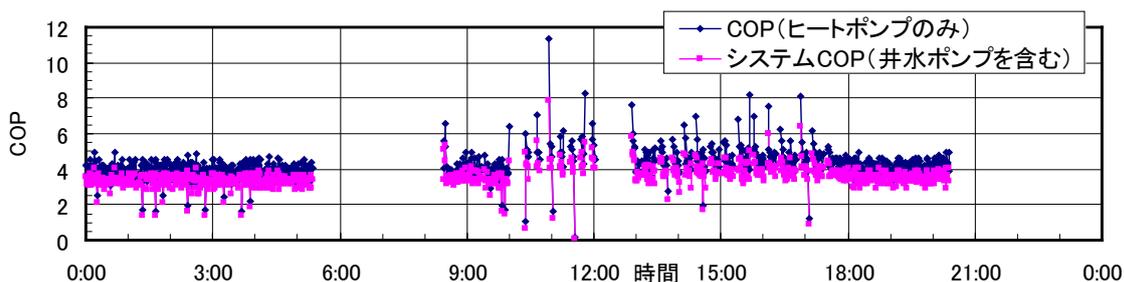


図 5-3 (4) 暖房運転代表日 (平成 23 年 1 月 27 日) のエネルギー効率

(5) 暖房運転代表日 (平成 23 年 1 月 27 日) 井水流量

- 井水流量：一次側の井水の流量の 1 分毎の実測値

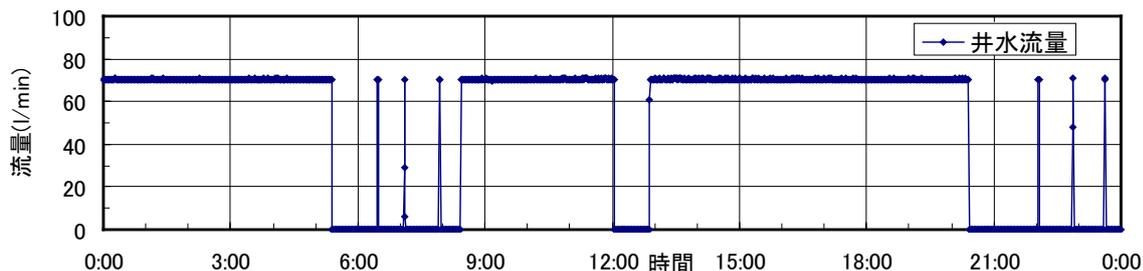


図 5-3 (5) 暖房運転代表日 (平成 23 年 1 月 27 日) の井水流量 [L/min]

(6) 暖房運転代表日 (平成 23 年 1 月 27 日) の一次側熱媒温度差

- 一次側熱媒入口温度：一次側井水のヒートポンプ入口温度の 1 分毎の実測値
- 一次側熱媒出口温度：一次側井水のヒートポンプ出口温度の 1 分毎の実測値
- 入口出口温度差：一次側井水のヒートポンプ入口と出口温度差の 1 分毎の計算値

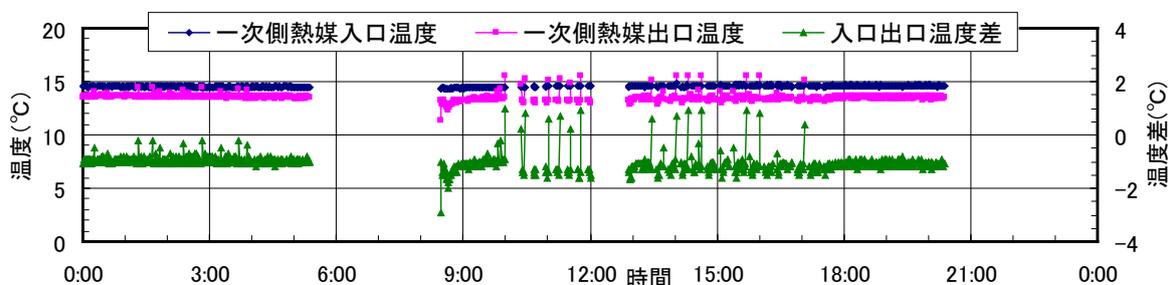


図 5-3 (6) 暖房運転代表日 (平成 23 年 1 月 27 日) の一次側熱媒温度差

(7) 暖房運転代表日 (平成 23 年 1 月 27 日) 室内機吸込・吹出温度

- 室内機吸込温度：室内機の空気の吸込温度の実測値
- 室内機吹出温度：室内機の空気の吹出温度の実測値

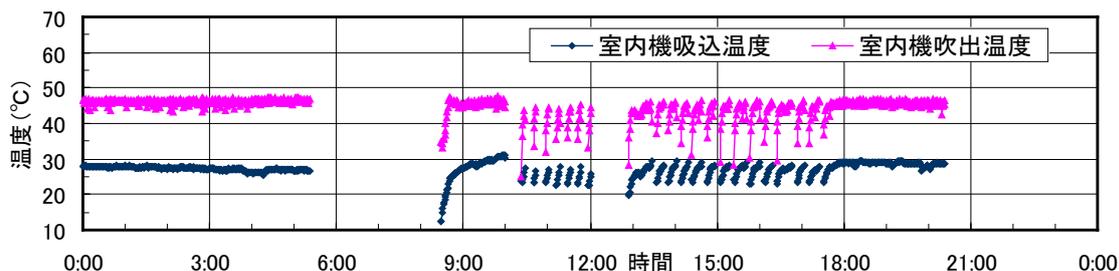


図 5-3 (7) 暖房運転代表日 (平成 23 年 1 月 27 日) の室内機吸込・吹出温度 [°C]

(8) 暖房運転代表日 (平成 23 年 1 月 27 日) 室温

・室温： 地中熱空調をしている事務室の室温の実測値

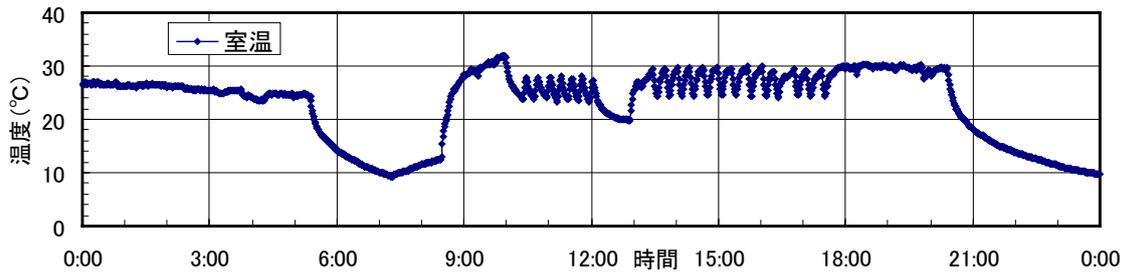


図 5-3 (8) 暖房運転代表日 (平成 23 年 1 月 27 日) の室温 [°C]

6. 実証単位（C）地中熱交換部の実証試験結果【実証項目】

実証単位（A）システム全体の実証試験においては、実証単位（C）地中熱交換部の実証項目も合わせて実証することが実証試験要領（第2版）に定められている。

しかしながら、株式会社秀建コンサルタント本社事務所における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、一次側の熱媒も自噴した地下水を用いているので実証単位（C）の実証項目として実証すべき対象となるものはない。

7. 考察

7.1 COP の値について

- (1)ヒートポンプ単独の冷房期間の COP は 12.2 と非常に高い値が測定された。この原因の一つは、地中熱の熱源が自噴地下水であるため地中に熱を排熱しておらず、夏に冷房をすることによっても地中の温度が上がらない。このため熱源温度と室内機吹き出し温度の差は、冷房時は約 5℃程度とかなり小さい。理論的に、熱源温度と利用温度の差が小さいほどヒートポンプの COP は大きくなる。このことが冷房時の COP が非常に高い理由だと思われる。
- (2)ヒートポンプ単独の COP は、冷房期間に比べると暖房期間はそれほど高くない。この原因の一つは、やはり暖房期間は熱源温度と室内機の吹き出し温度の差が 30℃程度と冷房時に比べるとかなり大きいことによるとと思われる。
- (3)システム COP はヒートポンプ単独の COP に比べるとそれほど高くないが、この原因の一つは、循環ポンプの能力が過大なことと、循環ポンプがヒートポンプの稼動時間以上に稼動していたためと思われる。ヒートポンプの圧縮機は 2 台のうち 1 台を止めて試験をしたが、循環ポンプは一台のため能力が過大になったことも原因と思われる。

7.2 自噴地下水利用の地中熱利用の有利性

今回の試験で、地中熱源として自噴地下水を利用した空調システムの有利性が COP としても示されたものと考えられる。自噴地下水利用の場合は、地中熱交換井の掘削やU字管設置費用などの初期費用がかからないため、地中熱利用コスト削減の観点からも、有利な地中熱の利用方法であると思われる。

8. 試験結果の品質管理、監査

8.1 品質管理システムのあらまし

実証機関（特定非営利活動法人地中熱利用促進協会）が、本実証試験で行った品質管理・監査について記す。

(1) 品質管理の方法

JIS Q 9001 および JIS Q 17025 の趣旨にしたがって品質管理を行った。

(2) 品質管理・監査体制

本実証試験における品質管理・監査体制は、表 8-1 のとおりである。なお、各担当の品質管理及び監査の内容については、表 8-3（詳細版本編 35 ページ）に示す。

表 8-1 実証機関（特定非営利活動法人地中熱利用促進協会）の品質管理・監査体制

品質管理・監査担当	実証機関での役職	氏名
総括責任者	総括責任者	笹田政克
品質管理責任者	実証機関事務局長	宮崎眞一
技術監査	実証機関技術監査	松永烈

8.2 試験とデータの品質管理

本実証対象技術では、実証試験開始時に実証機関が計測設備を設置した。計測設備の設置は専門家である再委託先の技師が行い、実証機関の担当者が立ち会って確認した。また、実証試験中には実証機関の品質管理責任者が現地の確認を 2 回行って、試験の品質を確認した。実証試験の測定データは実証試験担当者が確認し、データ整理、解析も実証機関の担当者が実施した。

8.3 実証試験の立会い

実証試験の立会・確認は、下記のように行った。実証試験での実証機関（特定非営利活動法人地中熱利用促進協会）の立会・確認者を表 8-2 に示す。

表 8-2 実証試験での実証機関（特定非営利活動法人地中熱利用促進協会）の立会・確認者

立会・確認月日	品質管理担当	実証機関での役職	氏名
平成 22 年 7 月 22 日	品質管理責任者	実証機関事務局長 実証機関事務総括	宮崎眞一 服部旭
平成 22 年 9 月 10 日	品質管理責任者	実証機関事務局長	宮崎眞一

8.4 品質管理及び監査の内容

表 8-1 に示した各担当による品質管理・監査の内容は表 8-3 にまとめて示した。

表 8-3 品質管理及び監査の内容

品質管理の対象	品質管理		監査	
	責任者	対策実施内容	担当	監査内容
試験方法の妥当性	品質管理責任者	<ul style="list-style-type: none"> ・実証試験は実証試験要領の規定にしたがって計画し実施した。 ・上記のことは、実証機関の総括責任者、品質管理責任者、実証試験担当者などが確認をした。 	実証機関総括責任者及び実証機関技術監査	<ul style="list-style-type: none"> ・実証試験計画書の段階に、監査をおこなった。
測定機器の精度、測定設備の妥当性	品質管理責任者	<ul style="list-style-type: none"> ・測定機器の精度は実証試験要領にしたがって外部委託先の専門技師が設置した。 	実証機関総括責任者及び実証機関技術監査	<ul style="list-style-type: none"> ・実証試験計画書作成の時に、監査をおこなった。
データの吸い上げ	品質管理責任者	<ul style="list-style-type: none"> ・実証試験のデータの吸い上げは申請者の技師が行った。吸い上げたデータは、実証機関の実証試験担当者が確認した。 	実証機関総括責任者	<ul style="list-style-type: none"> ・実証試験期間の終了に際して、監査をおこなった。
データの保管	品質管理責任者	<ul style="list-style-type: none"> ・データの保管は、実証機関の品質管理責任者が行った。 	実証機関総括責任者	<ul style="list-style-type: none"> ・実証期間中に適宜、監査を行った。
測定のトレーサビリティ	品質管理責任者	<ul style="list-style-type: none"> ・測定機器や測定方法は明瞭に記録しており、測定のトレーサビリティを確保した。 	実証機関総括責任者と実証機関技術監査	<ul style="list-style-type: none"> ・実証試験計画書作成時に監査をおこなった。
データの検証	品質管理責任者	<ul style="list-style-type: none"> ・データの整理・解析は実証機関の実証試験担当者が行った。また実証機関の品質管理責任者は、データ整理・解析の結果を確認して、その適正なことを確認した。 	実証機関総括責任者	<ul style="list-style-type: none"> ・試験期間の終了に際して、監査をおこなった。
実証試験報告書の妥当性	品質管理責任者	<ul style="list-style-type: none"> ・実証試験報告書は、実証機関の総括責任者、品質管理責任者が確認した。また技術実証委員会の了承を得た。 	実証機関総括責任者及び実証機関技術監査	<ul style="list-style-type: none"> ・技術実証委員会の資料及び報告書の原稿に対して監査を行った。