

環境省

平成23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24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 : 川田工業株式会社
実証対象技術 : 川田工業株式会社富山本社における地中熱利用ヒートポンプ空調システム



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	2
1. 実証対象技術の概要（原理）	2
2. 実証試験の概要	2
3. 実証試験結果	4
4. 実証対象技術の設置状況写真	8
5. 実証対象技術の参考情報	9
○ 本編	10
1. 実証試験の目的及び概要	10
1.1 環境技術実証事業の概要	10
1.2 実証対象技術の概要	10
1.3 実証項目の内容	11
2. 実証機関・申請者・実証試験体制	12
3. 実証対象技術の概要	14
3.1 実証対象技術の概要	14
3.2 実証試験の環境	15
3.3 実証対象技術のシステム構成	18
3.4 地下水の利用状況及び揚水ポンプ電力測定	18
3.5 実証対象技術の特徴・長所を含む参考情報	21
4. 実証試験の内容	22
4.1 目的	22
4.2 実証単位（A）の測定システム	22
4.3 揚水ポンプの消費電力量について	25
4.4 実証試験実施施設の運用状況および試験の実施日程	25
4.5 各実証項目の整理解析方法、表示方法	26
4.6 実証項目等の算出方法	27
5. 実証単位（A）システム全体の実証試験の結果	30
5.1 実証試験結果（システム全体の実証項目）	30
5.2 実証試験期間の各種項目の日ごとの 平均値または総和の経時変化	32
5.3 実証試験期間の冷房試験代表日の測定項目の一日の 経時変化	36
5.4 暖房期間の代表的 1 日の 経時変化	39
6. 実証単位（C）地中熱交換部の実証試験結果【実証項目】	43
6.1 地中熱交換部全体と熱媒循環部（U字管）の実証項目	43
6.2 熱媒の実証項目	43
6.3 熱交換器の実証項目	43
7. 考 察	46
8. 実証試験の品質管理・監査	47
8.1 品質管理システムのあらまし	47
8.2 試験とデータの品質管理	47
8.3 実証試験の立会い	47
8.4 品質管理の及び監査の内容	47
○付録 熱媒の性能を証明する書類の写し	49
添付資料 1-1 シーシーアイ株式会社のウェストンブライン PB の技術資料抜粋	50
添付資料 1-2 シーシーアイ株式会社のウェストンブライン PB の製品安全データシート	59



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	川田工業株式会社富山本社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	川田工業株式会社
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 23 年 7 月 30 日～平成 24 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、冬は地中から熱を採取し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。

本実証対象技術は、汲み上げた地下水を熱交換器を介してヒートポンプ一次側の熱源として利用し空調を行う、オープンループ地中熱利用システム（地下水を汲み上げてその熱を直接利用する方式）である。汲み上げた地下水は、熱交換器を通った後、還元井へ送られて地下に還元される。揚水井、還元井はそれぞれ 1 本である。なお、本実証対象技術の現場では、汲み上げた地下水は、トイレ、風呂、消雪など多くの用途に用いており、地中熱利用冷暖房ヒートポンプ空調システムに利用しているのはごく一部である。

ヒートポンプの一次側（熱源側）は熱媒を循環させ、地下水の熱を熱交換器により熱媒に伝えて、ヒートポンプの熱源としている。

ヒートポンプの二次側（室内側）は、ヒートポンプ内部を循環する冷媒を直接室内機に送る、いわゆる直膨式である。

2. 実証試験の概要

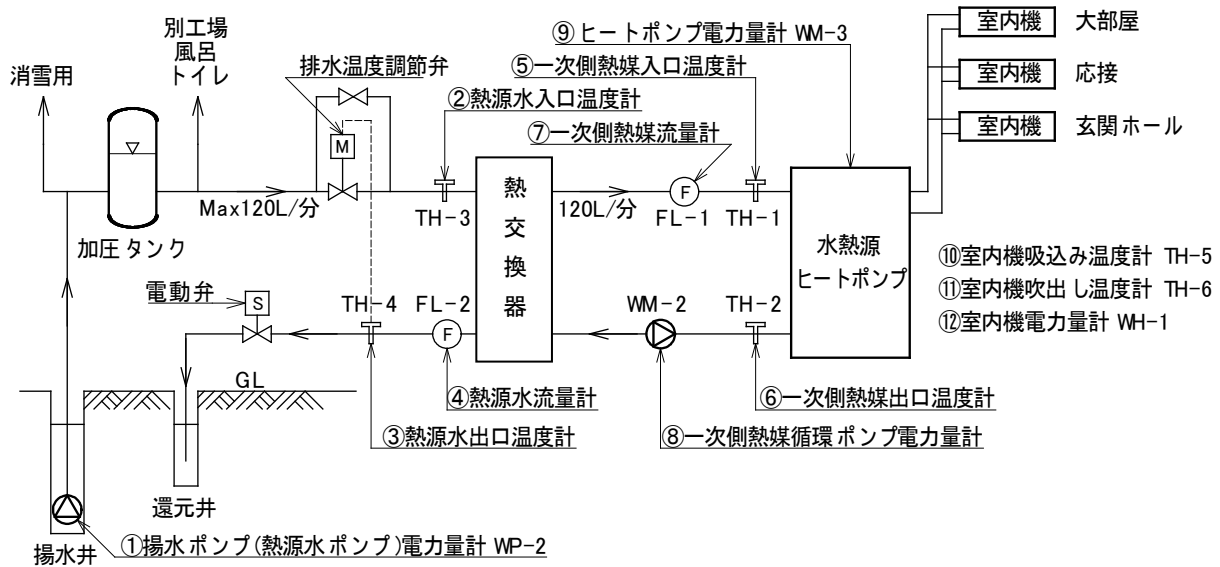
2.1 実証試験の環境

実証試験実施施設の概要は次のとおり。

施設概要	施設名： 川田工業株式会社 富山本社 事務所棟 施設住所： 富山県南砺市苗島 4610 施設の用途： 事務所
施設の規模 および空調方式	階数：地上 3 階 空調システム： 1 階：地中熱利用ヒートポンプ空調システム。延 259m ² （事務室 171m ² 、応接室 21 m ² が 3 室、玄関ホール 25 m ² ） 2、3 階：空気熱源ヒートポンプ空調システム（通常のエアコン）。
地質状況	この位置での既存調査はない。付近の一般的な地質は、深さ 1～2m までは砂層、中細砂、シルト層、その下は玉石混じりの砂層が多いようである。
地下水状況	地下水位は最も深い時で－14m 程度（2 月渇水期）。

2.2 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は、揚水井、還元井、熱交換器、循環ポンプ、ヒートポンプ、室内機等で構成されている。システム全体と測定位置を下図に示す。



実証対象技術のシステム構成の概要は次のとおり。

揚水井	・ 本数、深度、孔径：1 本、80m 、250mm
還元井	・ 本数、深度、孔径：1 本、深度、孔径は不明
揚水ポンプ	・ 出力：15kW、全揚程：70m、吐出し量：800ℓ/min、設置深度：65m ただし揚水した地下水は多くの用途に用いている。
加圧タンク	・ 容量：2,000ℓ、揚水された地下水は、加圧タンクに貯められ、様々な用途に給水されている。
熱交換器	・ 伝熱面積：1.2m ² 、プレート数：50/48（全数/有効数）、流れ形式：向流
1 次側熱媒循環ポンプ	・ 出力：0.75kW、全揚程：17.5m（吐出し量 120ℓ/min）
ヒートポンプ	・ 製品名：ダイキン工業株式会社製 水熱源ヒートポンプ VRV エアコン<ビル用マルチ>熱源ユニット 型式：RWEYP450A ・ 冷房能力：22.4kW×2、消費電力：4.42kW×2 ・ 暖房能力：25.0kW×2、消費電力：4.21kW×2 ・ 台数：1 台（RWEYP224A が 2 台で 1 セット）、冷媒：R410A
室内機(1)	・ 製品名：ダイキン工業株式会社製 室内ユニット 天井埋込カセット形 ・ 冷房能力：4.5kW、消費電力：42 W、暖房能力：5.0kW、消費電力：34 W ・ 台数：6 台（事務室用）
室内機(2)	・ 製品名：ダイキン工業株式会社製 室内ユニット 天井埋込カセット形 ・ 冷房能力：3.6kW、消費電力：32 W、暖房能力：4.0kW、消費電力：27 W ・ 台数：4 台（応接室、玄関ホール用）
熱媒	・ 熱源水（揚水井～熱交換器）：水（地下水） ・ 一次側（熱交換器～ヒートポンプ）：プロピレングリコール(67%)溶液 ・ 二次側：冷媒（R410A）で直膨式

2.3 システム全体の測定項目

システム全体の測定項目を下表に示す。表中の①、②などの数字は、「システム全体と測定位置」（3 ページ）図中の数字と同じである。

測定項目	測定機器	記号	精度
(1) 熱源水（揚水井～熱交換器）			
①揚水ポンプ（熱源水ポンプ）電力量	CT 電力変換器	WP-2	±2.5%
②熱源水の入口温度	測温抵抗体	TH-3	クラス B (±0.3℃)
③熱源水の出口温度	測温抵抗体	TH-4	クラス B (±0.3℃)
④熱源水流量	電磁流量計	FL-2	±1.0%FS
(2)1 次側（熱交換器～ヒートポンプ）			
⑤1 次側熱媒のヒートポンプ入口温度	測温抵抗体	TH-1	クラス A (±0.15℃)
⑥1 次側熱媒のヒートポンプ出口温度	測温抵抗体	TH-2	クラス A (±0.15℃)
⑦1 次側熱媒流量	電磁流量計	FL-1	±0.5%FS
⑧1 次側熱媒循環ポンプの消費電力量	CT 電力変換器	WM-2	±0.5%S
⑨ヒートポンプの消費電力量	CT 電力変換器	WM-3	±0.5%S
(3)2 次側（室内機）			
⑩室内機吸い込み温度	測温抵抗体	TH-5	クラス B (±0.3℃)
⑪室内機吹き出し口温度	測温抵抗体	TH-6	クラス B (±0.3℃)
⑫室内機の消費電力量	CT 電力変換器	WH-1	±2.5%

※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

実証試験要領に規定される必須及び任意の実証項目の試験結果は、以下のとおりである。なお、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示すものでない。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。

項 目				試験結果
システム全体の実証項目	必須項目	参考値 ^{*1}	a. 冷房期間のシステムエネルギー効率 (ヒートポンプ、循環ポンプ、揚水ポンプ電力を含む)	2.80
			b. 冷房期間のシステム消費電力 (ヒートポンプ、循環ポンプ、揚水ポンプ電力を含む)	3.70 kW
		実測値	c. 冷房期間の地中への排熱量	11.3 kW
	任意項目	参考値 ^{*1}	d. 冷房・暖房期間のシステムエネルギー効率 (ヒートポンプ、循環ポンプ、揚水ポンプ電力を含む)	2.89
			e. 冷房期間のシステムエネルギー効率 (ヒートポンプ、循環ポンプ、室内機、揚水ポンプ電力を含む)	2.47
			f. 暖房期間のシステム消費電力	7.73 kW
		実測値	g. 暖房期間の地中からの採熱量	17.3 kW
			h. 冷房期間のシステムエネルギー効率 (ヒートポンプ、循環ポンプを含む)	3.02
			i. 暖房期間のシステムエネルギー効率 (ヒートポンプ、循環ポンプを含む)	3.01

***1：参考値について**

システムエネルギー効率を求める場合に使用する電力には、ヒートポンプ電力、循環ポンプ電力、揚水ポンプ電力が含まれる。本実証試験では揚水ポンプにも電力量計が設置されているが、揚水ポンプから汲み上げた地下水は多くの用途に使われているため、この電力量計の電力では適切なシステムエネルギー効率を算出できない。そのため、揚水ポンプの消費電力量は本編 **4.3**（本編 25 ページ）のとおり、ヒートポンプの熱源として利用する地下水のみを汲み上げる仮想ポンプを揚水ポンプと想定し、揚水ポンプの消費電力量を推定した。

したがって実測値のみで算定した数値と区別するため、推定値である揚水ポンプ電力を使用した電力は参考値という表現を用いた。その他の項目は全て実測に基づく数値を使用している。

3.2 その他の実証項目

(1) 熱交換器の熱交換性能に関する実証項目

本実証対象技術は、汲み上げた熱源水（地下水）とヒートポンプとの間に熱交換器を設置してあるので、熱交換器の性能を示す実証項目がある。その試験結果は以下のとおりである。

実証項目			内容	結果
熱交換器 (熱交換性能)	必須項目	l. 冷房期間における熱交換器の熱交換性能	冷房期間内の稼働時間における、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]	3.7
	任意項目	m. 暖房期間における熱交換器の熱交換性能	暖房期間内の稼働時間における、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]	4.9

(2) 熱媒に関する実証項目

本実証項目は本来は実証単位（C）の一部として、地中熱交換部を循環する熱媒について実証するものであるが、本実証対象技術では地中熱交換部を循環する熱媒はない。代わりに熱交換器とヒートポンプの間を循環する熱媒があるので、その熱媒について以下のように実証した。

本実証項目は、実証申請者から提出されたカタログ等、各項目の性能を示す資料を確認し、実証試験結果報告書に添付することで実証したとみなす項目である。性能を証明する書類の写しは、付録（本編 50～62 ページ）の添付資料を参照。

本実証対象技術に使用した熱媒の概要は次のとおりである。

製品名	ウエストンブライン PB
主成分	プロピレングリコール 67%
製造・販売事業者	シーシーアイ株式会社
使用の形態	ウエストンブライン PB を 50%に希釈。

熱媒の実証項目と実証内容の結果をまとめて下表に示す。

項目	結 果																																							
f. 腐食性* ¹	・銅系金属に対する防食性 本品は特に銅に対する防食性を強化しているため、銅製ボイラー・銅配管にも安心して使用できます。																																							
	・鉄系金属に対する防食性 本品は鋼等の鉄系金属に対し、優れた防錆防食効果を発揮します。																																							
	<table><tr><th colspan="3">試料</th><th>WBPB</th></tr><tr><td colspan="3">試験濃度（vol%）</td><td>40</td></tr><tr><td rowspan="6">金属腐食 88±2℃ 336h</td><td rowspan="6">質 量 変 化 (mg/cm²)</td><td>銅</td><td>-0.08</td></tr><tr><td>ハンダ</td><td>-0.10</td></tr><tr><td>黄銅</td><td>-0.08</td></tr><tr><td>鋼</td><td>-0.02</td></tr><tr><td>鋳鉄</td><td>-0.02</td></tr><tr><td>アルミ鋳物</td><td>-0.17</td></tr><tr><td colspan="3">外 観</td><td>アルミ鋳物に黒変色を認める</td></tr><tr><td rowspan="4">試験後の液の性状</td><td colspan="2">pH 値</td><td>7.5 → 8.2</td></tr><tr><td colspan="2">予備アルカリ度</td><td>1.6 → 1.8</td></tr><tr><td colspan="2">液相</td><td>赤色透明</td></tr><tr><td colspan="2">沈殿量(vol%)</td><td>痕跡</td></tr></table>	試料			WBPB	試験濃度（vol%）			40	金属腐食 88±2℃ 336h	質 量 変 化 (mg/cm ²)	銅	-0.08	ハンダ	-0.10	黄銅	-0.08	鋼	-0.02	鋳鉄	-0.02	アルミ鋳物	-0.17	外 観			アルミ鋳物に黒変色を認める	試験後の液の性状	pH 値		7.5 → 8.2	予備アルカリ度		1.6 → 1.8	液相		赤色透明	沈殿量(vol%)		痕跡
	試料			WBPB																																				
	試験濃度（vol%）			40																																				
	金属腐食 88±2℃ 336h	質 量 変 化 (mg/cm ²)	銅	-0.08																																				
			ハンダ	-0.10																																				
			黄銅	-0.08																																				
			鋼	-0.02																																				
			鋳鉄	-0.02																																				
アルミ鋳物			-0.17																																					
外 観			アルミ鋳物に黒変色を認める																																					
試験後の液の性状	pH 値		7.5 → 8.2																																					
	予備アルカリ度		1.6 → 1.8																																					
	液相		赤色透明																																					
	沈殿量(vol%)		痕跡																																					
g. 粘性* ¹	ウェストンブルーの動粘度																																							

項目	結 果
h. 比熱 ^{*1}	比熱 J/g·K 温度 °C 水 40vol% 50vol% 60vol% 80vol%
i. 引火性	引火点なし^{*2} 引火性がないので消防法上の危険物に該当しません。^{*1}
j. 毒性 ^{*2}	特定の危険有害性：知見なし なお、組成物質であるプロピレングリコールに関する有害性は次のとおり。 皮膚腐食性：なし 刺激性（皮膚、目）：刺激性は弱いが長時間の接触は避ける。 急性毒性：ラット経口 LD₅₀ ^{*3}= 30g/kg がん原性：特になし 変異原性（微生物、染色体異常）：特になし 催奇形性：特になし 魚毒性：特になし
k. 生分解性／ 残留性 ^{*2}	生分解性：良好

*1：ウエストンブライン PB 技術資料より（付録 50～58 ページ）

*2：ウエストンブライン PB の製品安全データシート（付録 59～62 ページ）の記載による。

*3：半数の動物が死ぬ体重 1kg 当たりの経口摂取量。

4. 実証対象技術の設置状況写真



本社社屋とヒートポンプ設備
(一階の地面に置いてある小屋の中)



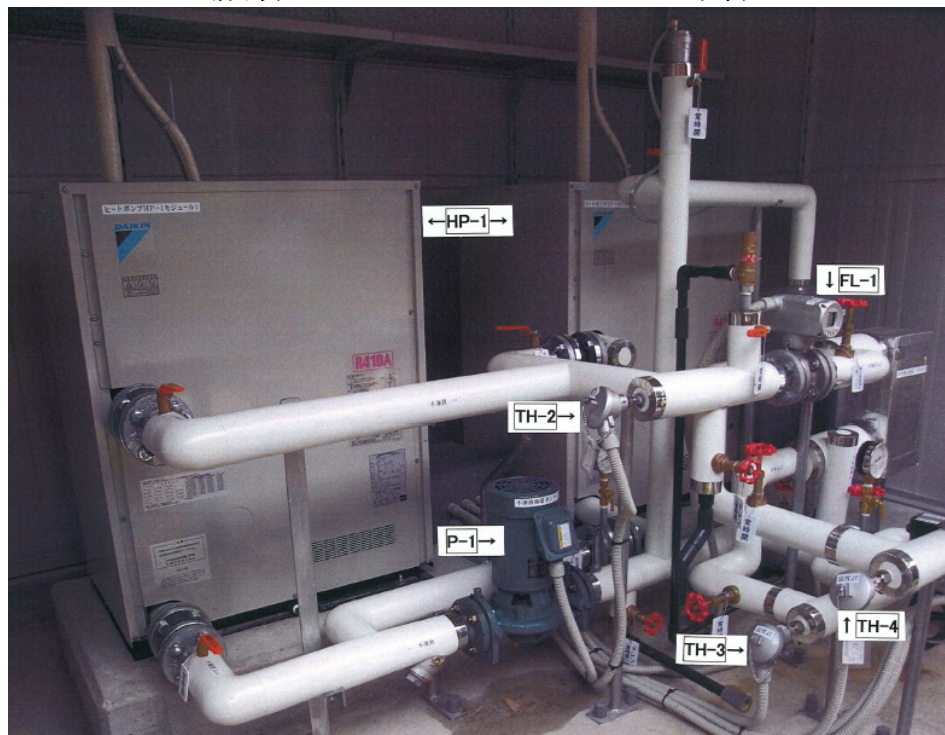
ヒートポンプシステム



揚水井



還元井



ヒートポンプシステムと測定箇所

5. 実証対象技術の参考情報

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		川田工業株式会社 富山本社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		川田工業株式会社
連絡先	TEL/FAX	028-687-2217
	Web アドレス	http://www.kawada.co.jp/
	E-mail	trc2006@kawada.co.jp
設置条件		● 地下水が豊富に利用できる地域であること。（当システムでは、冷暖房出力約 50kW に対して最大水量が 80 ㎥/min 程度） ● 地下水の流動性が高く、還元水が滞りなく流れること。 ● 既存の井戸があれば、初期コストは大幅に削減できる。
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		ヒートポンプ内にミネラル類が沈着すると空調効率の低下や器機の寿命を縮める原因となることから、熱交換器を介して採排熱を行っている。熱交換器にこのようなスケールが発生していないか、定期的に観察し、必要に応じて熱交換器の清掃・更新を行う予定である。 この熱交換器の更新期間については水質によって大きく異なるため、運用しながら検討してゆくこととなるが、1 年間経過時点ではスケールは殆ど発生していない。
施工性		取水は、既設の揚水ポンプの井戸配管からの分岐採水とし、熱源水の還元にも、既設井戸を使用したため、本システム導入にあたっては、掘削工事は発生していない。
技術上の特徴		本空調システムでは、熱源水を還元する時の温度管理を細かく行うことで、採水量を必要最小限に最適化している点が従来に無い特徴である。これにより、揚水ポンプの電力や、環境負荷を最小限にコントロールしている。
コスト概算		一式 8,300 千円（室外機・室内機・井水配管一式）

○その他実証申請者からの情報（参考情報）

地下水の利用や熱利用後の地下水を地中に還元するにあたっては、自治体や地域によって種々の取り決めがあり、事例収集や調整に相当の時間を要する場合があるため、オープンループシステムの計画には綿密な事前調査が必要である。

当該施工地域では地下水の有効利用のため、道路の舗装下に通したパイプに地下水を通水することで融雪を行う「無散水消雪」が推進されており、熱利用後の地下水を還元する空調システムも、無散水消雪と同種の利用方法であると判断されている。

○ 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 23 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 3 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。

本報告書はこれらの階層的技術のうち、「実証単位（A）システム全体」に関するものである。

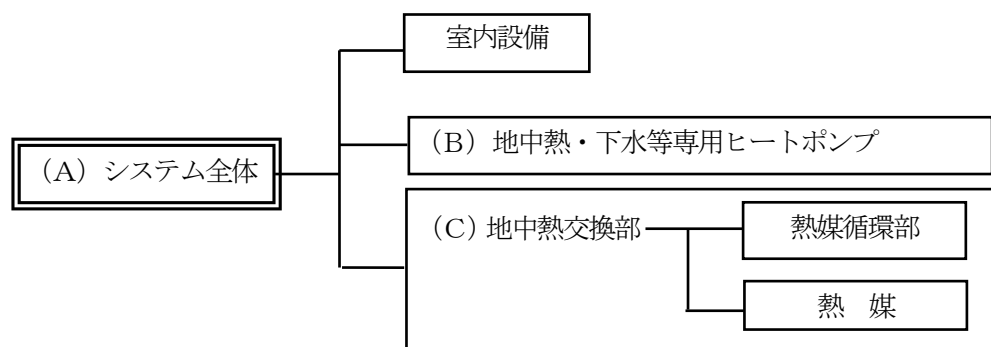


図 1-1 実証対象技術の全体像

* 1：環境省 平成 23 年 4 月 『平成 23 年度 環境技術実証事業 実施要領』
http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=17698&hou_id=13877

* 2：環境省 水・大気環境局 平成 23 年 5 月 10 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 3 版）』
http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=17469&hou_id=13758

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。

表 1-1 本実証試験の実証項目

実証項目			内容
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	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
地中熱交換部の実証項目	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*4	c. 熱伝導性	素材の熱伝導率 [W/(m・K)]
		d. 耐腐食性	—
		e. 耐圧性	耐圧力[MPa]
	熱媒*5	f. 腐食性	—
		g. 粘性	粘性率 [Pa・s]
		h. 比熱	[J/(kg・K)]
		i. 引火性	—
		j. 毒性	—
		k. 生分解性/残留性	—
熱交換器の実証項目	熱交換器 (熱交換性能)	必須項目 l. 冷房期間における熱交換器の熱交換性能	冷房期間内の稼働時間における、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]
		任意項目 m. 暖房期間における熱交換器の熱交換性能	暖房期間内の稼働時間における、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]

- *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：地中熱交換器部全体のサーマルレスポンス試験を行い、測定されたデータから算出する項目である。
本実証対象技術では地中熱交換部がないので、この実証項目はない。
- *4：本実証対象技術では地中熱交換部がないので、この実証項目はない。
- *5：性能を証明する書類の写しを提出する項目は、性能の証明の担保として、その製造事業者の品質管理システムを確認した。性能を証明する書類の写しは、付録の添付資料（本編 50～62 ページ）参照。

2. 実証機関・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（本編 13 ページ）に示すとおりである。

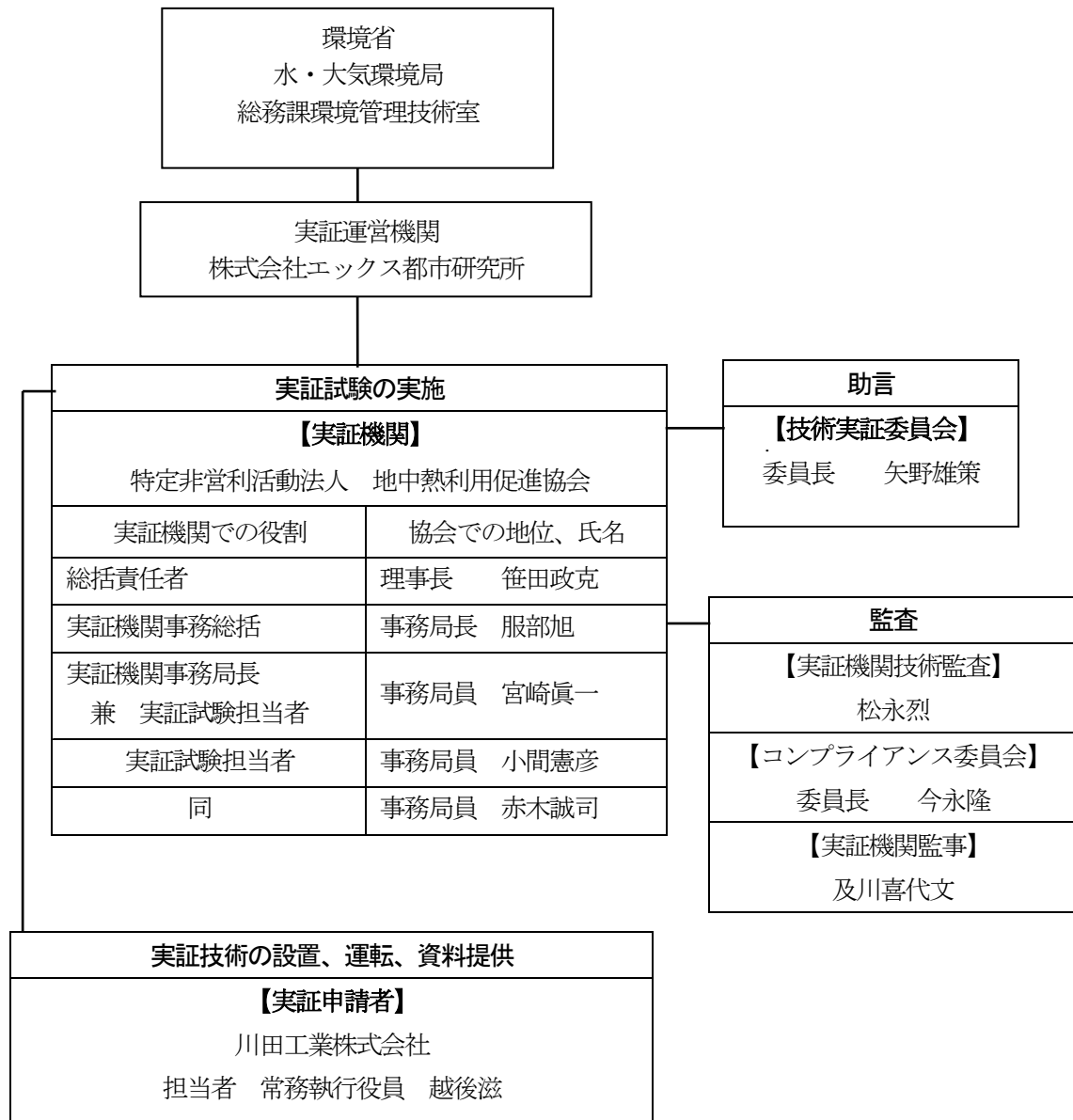


図 2-1 実証試験体制

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	
		技術実証委員会の設置・運営補助	
		内部監査の総括	松永烈*1
		実証試験データの検証	
		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	川田工業株式会社	実証機関への必要な情報提供と協力	越後滋 畠中真一 勝俣盛 串田勝治 伊藤一英
		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	

* 1：独立行政法人産業技術総合研究所 評価部 首席評価役

3. 実証対象技術の概要

3.1 実証対象技術の概要

(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。

この地中熱利用ヒートポンプ空調システムは、川田工業株式会社富山本社の事務所棟の1階の冷暖房を行っているものである。

原理は次のとおりである。揚水井から汲み上げた地下水を熱源水として利用し、熱交換器を介して地下水の熱をヒートポンプに伝え、夏期はヒートポンプで冷却した冷媒で冷房を行い、発生する排熱を1次側熱媒を通じて地下水に放熱し、冬期は1次側熱媒を通じて地下水の熱を採熱してヒートポンプで冷媒を加温し、加温した冷媒により暖房を行う。

この地中熱利用ヒートポンプ空調システムの概要は次のとおりである。

- ①汲み上げた地下水を熱源とするオープンループ地中熱利用システムである。揚水井から地下水を汲み上げ、この地下水を地中熱の熱源水として利用する。汲み上げた地下水の温熱や冷熱は熱交換器を介して1次側熱媒に伝えられてヒートポンプに送られる。熱交換器を通った地下水は還元井に送られて地下に還元される。揚水井も還元井もそれぞれ1本ずつである。なお、地中熱の利用方法としてU字管を使わず、地下水を直接利用する方法を「オープンループ地中熱利用システム」と呼んでいる。
- ②ヒートポンプは、8馬力の機種2台（冷房能力22.4kWが2台）がセットになったものである。
- ③ヒートポンプの一次側は、地下水の熱を熱交換器により1次側熱媒に伝えて、ヒートポンプの熱源としている。
- ④ヒートポンプの二次側は、ヒートポンプの内部を循環する冷媒を直接室内機に送る、いわゆる直膨式である。

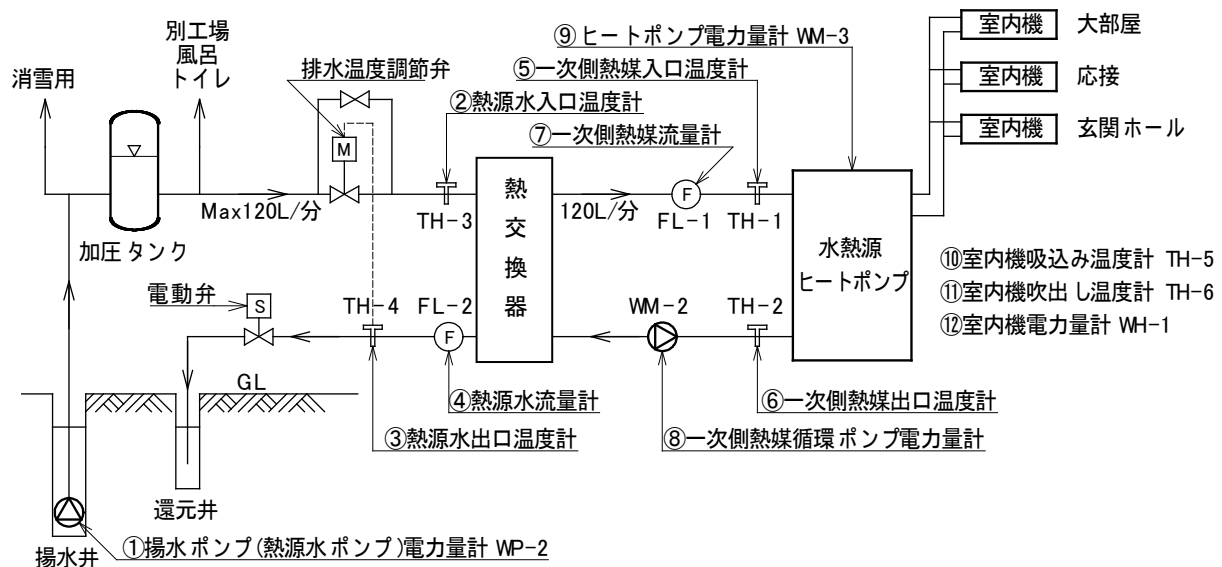


図 3-1 本実証対象技術の原理と概要

(2) 実証対象技術の特徴

実証対象技術の特徴や長所は次のとおりである。

- ① 揚水井は既存の井戸を利用しており、専用の地中熱交換井の掘削やU字管の設置などが必要ないため、地中熱交換部の費用はかかっていない。

- ② この地域は豊富な地下水が存在するため揚水井は 1 本で十分な汲み上げ量を確保できており、揚水ポンプも既存のものを使用しているため、熱源側の費用がほとんどかかっていない。
- ③ 汲み上げた地下水の温度は一年中約 15℃でほとんど変化しないため、地中熱利用の熱源として安定している。

3.2 実証試験の環境

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 と図 3-3（本編 16 ページ）に、実証試験実施施設の配置図を図 3-4（本編 16 ページ）に、地中熱を利用して空調している部屋の間取り図を図 3-5（本編 17 ページ）に、実証試験実施施設の参考写真を図 3-6～図 3-9（本編 17～18 ページ）に示す。

表 3-1 実証対象技術の設置場所

施設概要	施設名： 川田工業株式会社 富山本社 事務所棟 施設住所： 富山県南砺市苗島 4610 施設の用途： 事務所
施設の規模 および空調方式	階数：地上 3 階 空調システム： 1 階：地中熱利用ヒートポンプ空調システム。延 259 m ² （事務室 171m ² 、応接室 21 m ² が 3 室、玄関ホール 25 m ² ） 2、3 階：空気熱源ヒートポンプ空調システム（通常のエアコン）。
地質状況	この位置での既存調査はない。付近の一般的な地質は、深さ 1～2m までは砂層、中細砂、シルト層、その下は玉石混じりの砂層が多いようである。
地下水状況	地下水位は最も深い時で－14m 程度（2 月渇水期）。



図 3-2 実証試験を実施した南砺市苗島の所在地

実証単位（A）システム全体（H23）
川田工業株式会社富山本社における地中熱利用ヒートポンプ空調システム
川田工業株式会社



図 3-3 実証試験実施施設の所在地

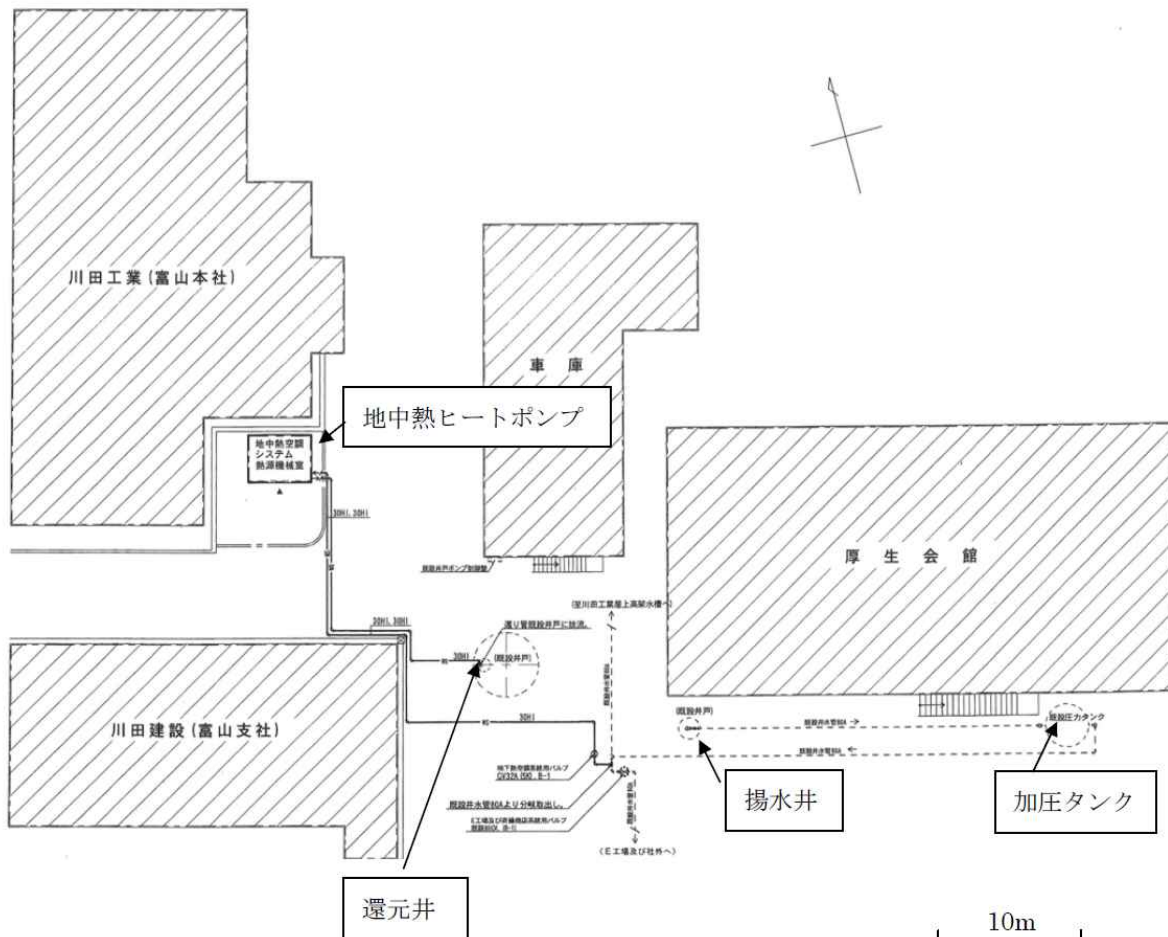


図 3-4 実証試験実施施設（川田工業株式会社富山本社）の施設配置図

（この図面は「地中熱空調システム導入工事」の際に作成された図のため、地中熱利用に関係しない地下水利用の配管は、省略されている。）

実証単位（A）システム全体（H23）
川田工業株式会社富山本社における地中熱利用ヒートポンプ空調システム
川田工業株式会社

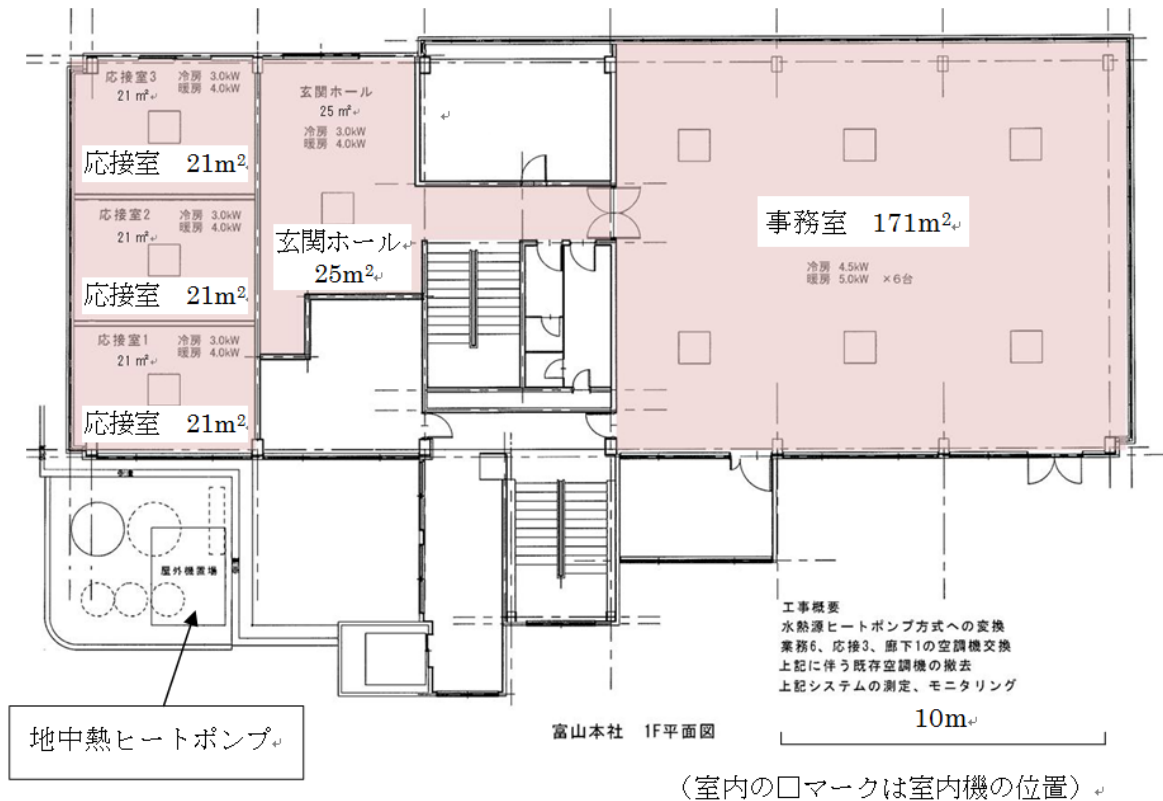


図 3-5 地中熱利用空調の間取り図



図 3-6 本社社屋とヒートポンプ設備
（一階の地面に置いてある小屋の中）



図 3-7 ヒートポンプシステム



図 3-8 揚水井



図 3-9 還元井

3.3 実証対象技術のシステム構成

実証対象技術のシステムは、揚水井、還元井、熱交換器、1 次側熱媒循環ポンプ、ヒートポンプ、室内機等で構成されている。実証対象技術のシステム構成を表 3-2（本編 19 ページ）に示す。

3.4 地下水の利用状況及び揚水ポンプ電力測定

実証申請者の提供資料によると、揚水井から汲み上げた地下水の利用状況は次のようになっている（図 3-10（本編 20 ページ）参照）。

- ① 地下水は揚水ポンプによって揚水井から汲みあげられ、加圧タンクに送られる。
加圧タンクに入る直前に分岐して一部が消雪用として利用される。
- ② 加圧タンクに貯留された地下水は、タンク内の圧力で多くの用途に配水される。
 - a. 本社 3 階屋上の高架タンクに送られ、そこからトイレ用水として使用される。
 - b. 厚生会館の浴用として使用される。
 - c. E 工場他へ送られる。
 - d. 川田建設社屋に送られる。
 - e. 地中熱ヒートポンプの熱源水として、地中熱ヒートポンプシステム内の熱交換器に送られる。
- ③ 揚水ポンプの流量及び多くの用途の各々の配管の流量は測定されていない。地中熱ヒートポンプの熱源として利用される地下水のみ流量は測定されている。
- ④ 揚水ポンプ電力は、従来より積算電力計により測定されていたが、今回の測定を行う中でこの電力量計が故障していることがわかり、電力量計を交換し 9 月 12 日より測定を開始した。
- ⑤ 多くの用途に送られる配管は古いものが多く、配管長が不詳なものがあり、また配管中にはスケールなどの発生もあり正確な管径を明確にし難い。このため、配管長や配管径より各用途で使用される揚水ポンプ電力量の比率を推定することは難しい。

これらの状況を踏まえ、地中熱利用ヒートポンプシステムのために使用される地下水の揚水ポンプ電力量を計測することはせず、以下の方法により対応することとした。詳細は「4.3 揚水ポンプの消費電力量について」（本編 25 ページ）を参照。

- ① 揚水ポンプの消費電力量を含めないシステム COP を算出し、報告書に記載する。
- ② 揚水ポンプの消費電力量を含めたシステム COP は、専用の揚水ポンプを適切な深度に設置したものと仮定して、ヒートポンプの熱交換器を流れる流量に対応する揚水ポンプの消費電力量を推定し、システム COP を算出する。この値は、実証試験報告書中では参考値として示す。

表 3-2 実証対象技術のシステム構成

揚水井	・深度および本数：80m×1本 ・孔径：250 mm ・くみ上げ量：最大 800 ℓ/min ・ヒートポンプの熱源に用いる水量：最大 120ℓ/min ・くみ上げた水はトイレ用水、浴用、冬季の消雪などにも使用。
還元井	・深度および本数：1本 深度は不明（古いため） ・孔径：不明
揚水ポンプ	・製品名、型式： 不明（20年以上前に設置されたため） ・出力：15kW、全揚程：70m、吐出し量：800ℓ/min ・設置深度：65m
加圧タンク	・容量：2,000ℓ ・揚水井から揚水された地下水は、加圧タンクに一旦貯められ、ここから様々な用途に給水される。地中熱利用ヒートポンプに給水されるのは一部である。
熱交換器	・製品名：MDI 株式会社製 プレート式熱交換器 ・型式：T050-50 ・伝熱面積： 1.2m² ・プレート数： 50/48 （全数/有効数） ・流れ形式： 向流
循環ポンプ	・製品名：テラル株式会社製 LP型アイラインポンプ ・型式：LP32A6.75 ・出力：0.75kW ・全揚程：17.5m（吐出し量 120ℓ/min）
ヒートポンプ	・製品名：ダイキン工業株式会社製 ・水熱源ヒートポンプ VRV エアコン<ビル用マルチ>熱源ユニット 型式：RWEYP450A （RWEYP224A が 2 台セットになったものを RWEYP450A と名付けている。） ・冷房能力：22.4kW×2、消費電力：4.42kW×2 ・暖房能力：25.0kW×2、消費電力：4.21kW×2 ・台数：1 台（RWEYP450A が 1 台） ・冷媒：R410A
室内機(1)	・製品名：ダイキン工業株式会社製 空冷ヒートポンプ VRV エアコン<ビル用マルチ>室内ユニット 天井埋込カセット形<ラウンドフロータイプ> ・型式：FXYFP45MC ・冷房能力：4.5kW、消費電力：42 W ・暖房能力：5.0kW、消費電力：34 W ・台数：6 台（事務室用）
室内機(2)	・製品名：ダイキン工業株式会社製 空冷ヒートポンプ VRV エアコン<ビル用マルチ>室内ユニット 天井埋込カセット形<ラウンドフロータイプ> ・型式：FXYFP36MC ・冷房能力：3.6kW、消費電力：32 W ・暖房能力：4.0kW、消費電力：27 W ・台数：4 台（応接室、玄関ホール用）
熱媒	・一次側（揚水井～熱交換器）：清水（地下水） ・一次側（熱交換器～ヒートポンプ）：プロピレングリコール溶液 製品名：シーシーアイ株式会社製 ウェストンブライン PB （プロピレングリコール(67%)） 一次側熱媒としてはウェストンブライン PB を 50%に希釈して使用。 ・二次側：冷媒（R410A）で直膨式

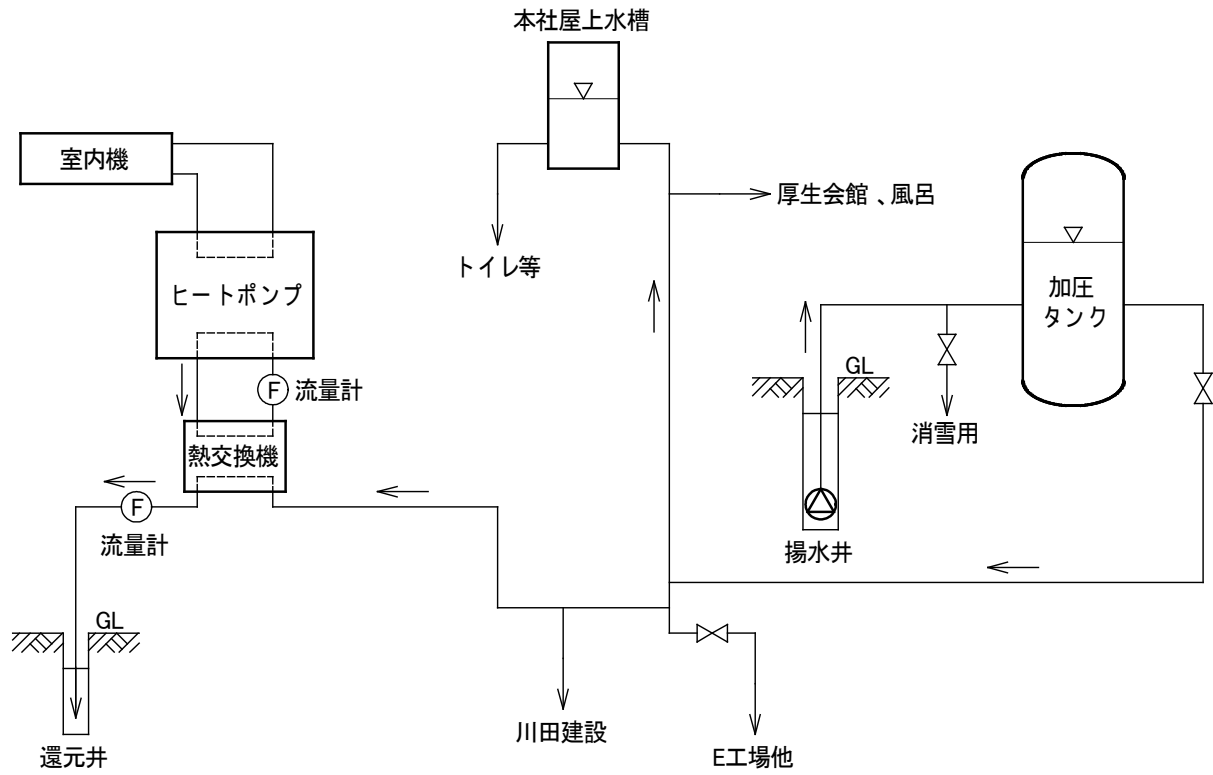


図 3-10 地下水利用状況及び配管

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		川田工業株式会社 富山本社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		川田工業株式会社
連絡先	TEL/FAX	028-687-2217
	Web アドレス	http://www.kawada.co.jp/
	E-mail	trc2006@kawada.co.jp
設置条件		● 地下水が豊富に利用できる地域であること。 ● 地下水の流動性が高く、還元水が滞りなく流れること。 ● 既存の井戸があれば、初期コストは大幅に削減できる。
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		ヒートポンプ内にミネラル類が沈着すると空調効率の低下や器機の寿命を縮める原因となることから、熱交換器を介して採排熱を行っている。熱交換器にこのようなスケールが発生していないか、定期的に観察し、必要に応じて熱交換器の清掃・更新を行う予定である。 この熱交換器の更新期間については水質によって大きく異なるため、運用しながら検討してゆくこととなるが、1年間経過時点ではスケールは殆ど発生していない。
施工性		取水は、既設の揚水ポンプの井戸配管からの分岐採水とし、熱源水の還元にも、既設井戸を使用したため、本システム導入にあたっては、掘削工事は発生していない。
技術上の特徴		本空調システムでは、熱源水を還元する時の温度管理を細かく行うことで、採水量を必要最小限に最適化している点が従来に無い特徴である。これにより、揚水ポンプの電力や、環境負荷を最小限にコントロールしている。
コスト概算		一式 8,300 千円（室外機・室内機・井水配管一式）

○その他実証申請者からの情報（参考情報）

地下水の利用や、熱利用後の地下水を地中に還元するにあたっては、自治体や地域によって種々の取り決めがあり、事例収集や調整に相当の時間を要する場合があるため、オープンループシステムの計画には綿密な事前調査が必要である。

当該施工地域では地下水の有効利用のため、道路の舗装下に通したパイプに地下水を通水することで融雪を行う「無散水消雪」が推進されており、熱利用後の地下水を還元する空調システムも、無散水消雪と同種の利用方法であると判断されている。

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実証する。

実証単位（C）の地中熱交換部では、本実証対象技術が地下水汲み上げ方式のため地中熱交換井がないので、地中熱交換部全体の実証項目と熱媒循環部の実証項目はない。しかし本システムが「熱源水汲み上げ方式」でかつ「熱交換器あり」のタイプであるため、【熱交換器の熱交換性能に関する実証項目】を実証する。また、熱交換器とヒートポンプの間は熱媒を循環しているため、【一次側熱媒に関する実証項目】を実証する。

4.2 実証単位（A）の測定システム

実証単位（A）の測定器の配置を図 4-1～4-3（本編 22～23 ページ）に、測定項目を表 4-1（本編 24 ページ）（①～⑫の番号は図 4-1 と同じ）に、試験に使用した測定機器、記録装置の一覧を表 4-2（本編 24 ページ）に示す。

本実証試験で使用した測定器精度は、二次側室内機の電力量計を除いて全て規定の精度を満たしている。二次側室内機の電力量計精度は±2.5%で規定の±2.0%を満たしていない。これについては、二次側の室内機の電力量測定は原則的には実証対象外とされているので、室内機を含むシステム COP は本報告書では参考値とする。なお、このように対応することについては、平成 23 年 7 月 27 日開催の第 2 回技術実証委員会で承認された。

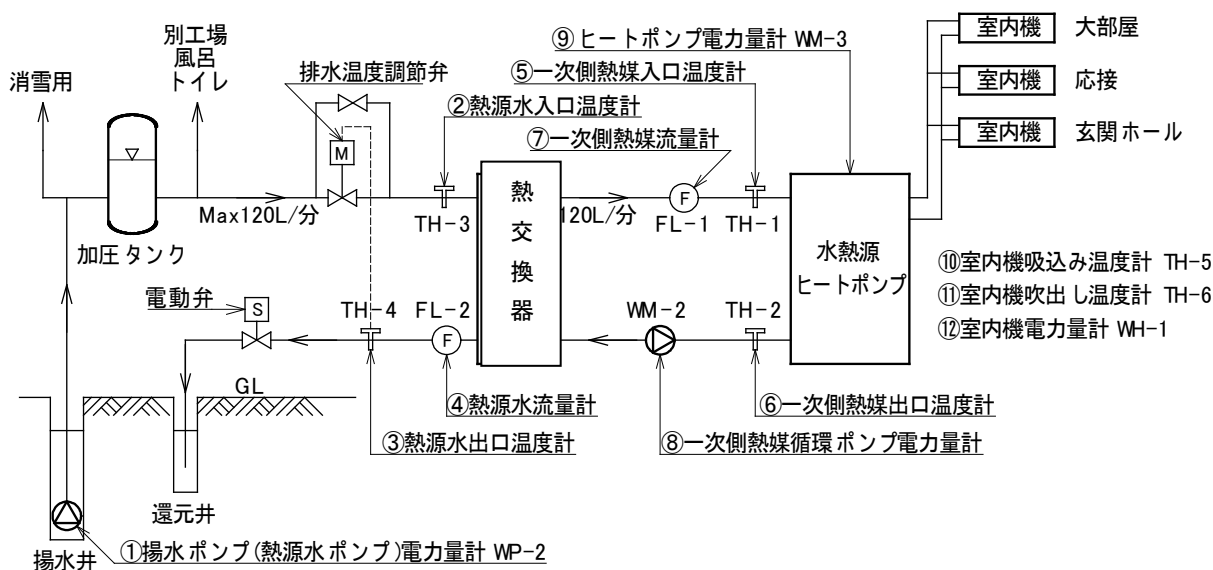


図 4-1 実証試験実施施設の計測器の配置図

※揚水ポンプにも電力量計が設置されているが、揚水ポンプからくみ上げた地下水は多くの用途に使われているため、この電力量計の電力では適切なシステム COP を算出できない。そのため、揚水ポンプの消費電力量は後述 4.3（本編 25 ページ）のとおり仮想ポンプを用いて消費電力量を推定した。

実証単位（Ａ）システム全体（H23）
川田工業株式会社富山本社における地中熱利用ヒートポンプ空調システム
川田工業株式会社

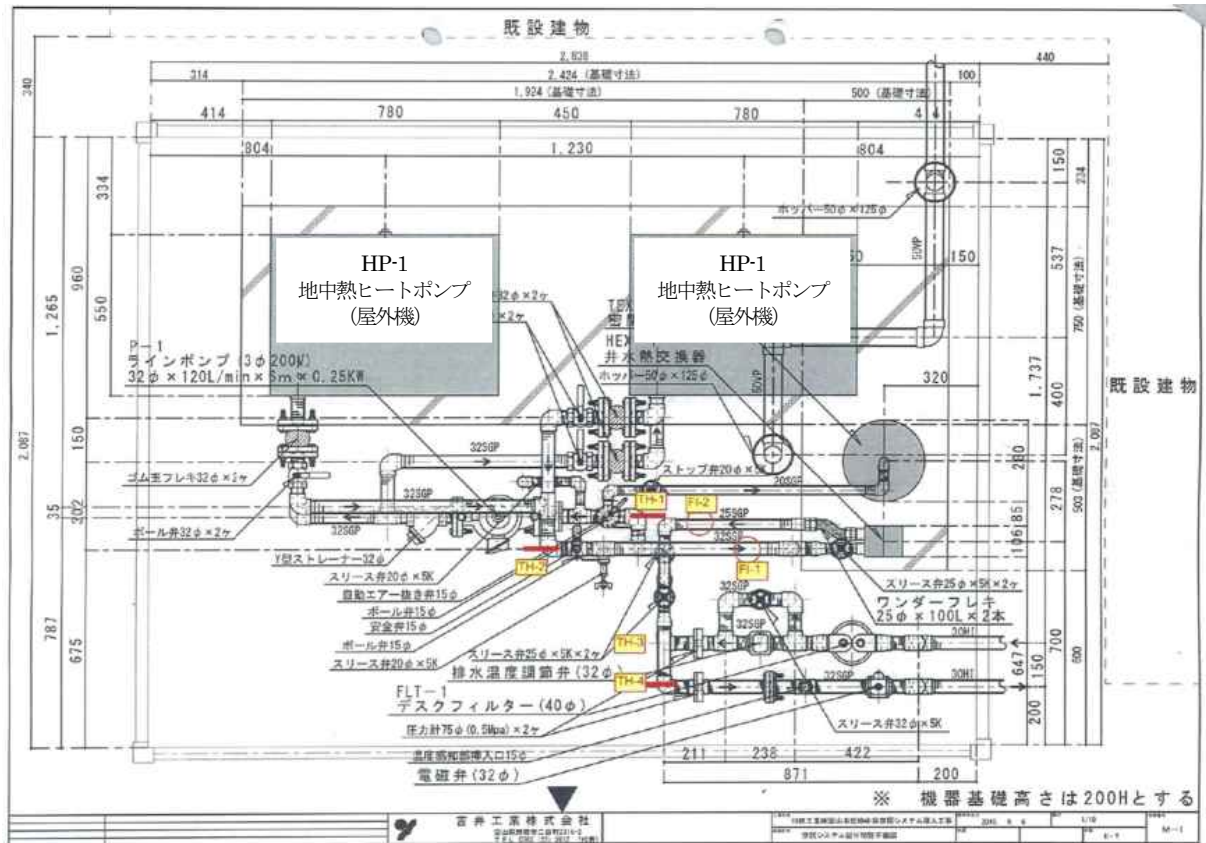


図 4-2 実証試験実施設備（下記の図 4-3 参照）の平面図



図 4-3 実証試験実施設備の設置状況

表 4-1 測定項目

測定項目	測定機器	記号	精度
(1) 熱源水（揚水井～熱交換器）			
①揚水ポンプ（熱源水ポンプ）電力量	CT 電力変換器	WP-2	±2.5%
②熱源水の入口温度	測温抵抗体	TH-3	クラス B (±0.3℃)
③熱源水の出口温度	測温抵抗体	TH-4	クラス B (±0.3℃)
④熱源水流量	電磁流量計	FL-2	±1.0%FS
(2)1 次側（熱交換器～ヒートポンプ）			
⑤1 次側熱媒のヒートポンプ入口温度	測温抵抗体	TH-1	クラス A (±0.15℃)
⑥1 次側熱媒のヒートポンプ出口温度	測温抵抗体	TH-2	クラス A (±0.15℃)
⑦1 次側熱媒流量	電磁流量計	FL-1	±0.5%FS
⑧1 次側熱媒循環ポンプの消費電力量	CT 電力変換器	WM-2	±0.5%S
⑨ヒートポンプの消費電力量	CT 電力変換器	WM-3	±0.5%S
(3)2 次側（室内機）			
⑩室内機吸い込み温度	測温抵抗体	TH-5	クラス B (±0.3℃)
⑪室内機吹き出し口温度	測温抵抗体	TH-6	クラス B (±0.3℃)
⑫室内機の消費電力量	CT 電力変換器	WH-1	±2.5%

測定間隔は 1 分間隔。

表 4-2 測定機器、記録装置の詳細

測定機器	記 号	詳 細
温度 センサー	TH-1 TH-2	・製品名：市村金属株式会社製 シース測温抵抗体 Pt100 クラス A ・精度：±0.15℃
	TH-3 TH-4	・製品名：オムロン株式会社製 シース測温抵抗体 Pt100 クラス B ・精度：±0.3℃
	TH-5 TH-6	・製品名：市村金属株式会社製 測温抵抗体 Pt100 クラス B ・精度：±0.3℃
流量計	FL-1	・製品名：株式会社キーエンス製 電磁流量計 FD-UH25G ・精度：±0.5%FS
	FL-2	・製品名：株式会社キーエンス製 電磁流量計 FD-M100AY ・精度：±1.0%FS(10s)
電力量計	WM-2	・製品名：株式会社エム・システム技研製 電力トランスデューサ LWT ユニ ット（計測変換器） 精度：±0.5%(スパン) ・製品名：春日電機株式会社製 （CT センサー）CTA051A1
	WM-3	・製品名：株式会社エム・システム技研製 電力トランスデューサ LWT ユニ ット（計測変換器） 精度：±0.5%(スパン) ・製品名：富士電機機器制御株式会社製 （CT センサー）CC2D74-1001
	WH-1	・製品名：オムロン株式会社製 ・変流器（CT センサー）KM20-CTF-100A ・小型電力量センサー（計測変換器）KM20-B40 精度：±2.5%
データ ロガー		・製品名：グラフテック株式会社製 GL800

4.3 揚水ポンプの消費電力量について

3.4 で述べたように、本実証対象技術では揚水ポンプで揚水した地下水は多くの用途に用いているため、揚水ポンプの消費電力のうち地中熱利用ヒートポンプ空調システムに消費される電力を直接測定することは難しい。そのため、以下の方法で揚水ポンプの消費電力を推定した。

熱交換器を流れる流量に対応する専用の揚水ポンプを適切な深度に設置したものと想定し、揚水ポンプの消費電力は、流量が同じ場合は揚程に比例すると仮定した。流量は冷房期間と暖房期間のそれぞれの実測値の平均値を使用し、それぞれ 60L/min、50L/min とした。地下水位は最大で GL-14m 程度であるので、この条件を満たす水中ポンプを T 社のカタログより選定したところ、下記のものが該当した。

- ・ポンプ口径：40mm（井戸径 100mm）
- ・出力：0.37kW
- ・揚程：21m（吐出し量 50L/min）、18.5m（吐出し量 60L/min）

揚水ポンプの消費電力は揚程に比例すると仮定し、実際の揚程である 14m に対応する消費電力は以下のようになる。

- ・冷房期間（流量 60L/min）： $0.37\text{kW} \times 14\text{m} / 18.5\text{m} = 0.28\text{kW}$
- ・暖房期間（流量 50L/min）： $0.37\text{kW} \times 14\text{m} / 21\text{m} = 0.25\text{kW}$

この揚水ポンプ消費電力を使用して、揚水ポンプ電力を含むシステム COP を算出し、本実証試験報告書中では参考値として示した。参考値とした理由は、実測に基づかない数値を使用したことを明確にするためである。なお、揚水ポンプはヒートポンプ稼働時のみ稼働すると仮定した。

揚水ポンプ電力に関する上述のような対応については、平成 23 年 7 月 27 日開催の第 2 回技術実証委員会で承認された。

4.4 実証試験実施施設の運用状況および試験の実施日程

実証試験実施施設の空調システムの運用状況を表 4-3 に示す。

表 4-3 実証試験実施施設の空調システムの運用状況

実証試験時の 使用状況	・空調の運転時間 原則的に朝 8:30 から夕方 7:00（残業状況により変化する）。 ・設定温度：冷房時 28℃、暖房時は決まっていない。
----------------	---

実証試験期間：平成 23 年 7 月 30 日～平成 24 年 2 月 1 日

- ・冷房期間：平成 23 年 8 月 1 日～平成 23 年 9 月 30 日
 - ・暖房期間：平成 23 年 11 月 8 日～平成 24 年 2 月 1 日
- （実証試験期間と冷房期間の開始日の違いの理由は、下に記す。）

実証試験の実施日程を表 4-4 に示す。

表 4-4 実証単位（A）システム全体の实証項目の実施日程

項 目	平成 23 年							平成 24 年		
	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
冷暖房試験期間			冷房期間			暖房期間				

実証試験期間は上記のように平成 23 年 7 月 30 日～平成 24 年 2 月 1 日であるが、試験データの解析は平成 23 年 8 月 1 日～平成 24 年 2 月 1 日とした。

理由： 測定装置の設置工事は 7 月 29 日夕方に行いデータ測定は 7 月 29 日夜から始めたが、7 月 30 日は土曜日、7 月 31 日は日曜日で、この両日はシステムは定常運転をしていなかった。このため、この両

日を解析日数に入れることは運転していない日数のみが増加して、結果的に解析結果の適正さが損なわれると判断したためである。

4.5 各実証項目の整理解析方法、表示方法

本実証対象技術のシステムは「下水等熱源×直膨式」に該当するが、実証試験要領（第3版）にはこれに該当する具体的な計算方法が示されていない。そのため、ここでは「下水等熱源×間接式」と「地中熱源×直膨式」の規定に基づき、以下のとおり各実証項目の算出・分析方法を設定し、技術実証委員会での了承を得た。

(1) システムエネルギー効率

$$\text{システムCOP} = \frac{\text{測定期間中の生成熱量の総和[Wh]}}{\text{測定期間中のシステム消費電力量の総和[Wh]}} \quad (1)$$

①測定期間中のシステム消費電力量の総和（室内機を除く）[Wh]

$$= \sum_{\text{試験期間}} (W_{\text{圧}} + W_{\text{ボ1次側}} + W_{\text{ボ熱源水}}) \quad (2)$$

②測定期間中にシステム消費電力量の総和（室内機を含む）[Wh]

$$= \sum_{\text{試験期間}} (W_{\text{圧}} + W_{\text{ボ1次側}} + W_{\text{ボ熱源水}} + W_{\text{室内}}) \quad (3)$$

なお、室内機を含む消費電力、システムCOPは参考値とする。

③測定期間中の生成熱量の総和[Wh]

$$\begin{aligned} &= \sum_{\text{測定期間中の暖房期間}} (|T_{\text{一次側-1}} - T_{\text{一次側-2}}| \cdot V_{\text{一次側}} \cdot c \cdot \rho + W_{\text{圧}}) \\ &+ \sum_{\text{測定期間中の冷房期間}} (|T_{\text{一次側-1}} - T_{\text{一次側-2}}| \cdot V_{\text{一次側}} \cdot c \cdot \rho - W_{\text{圧}}) \end{aligned} \quad (4)$$

本システムの2次側は直膨式であり、ヒートポンプの生成熱量を2次側で測定することが困難であるため、「地中熱源×直膨式」規定に基づき、1次側での測定値から生成熱量を算出する。

(2) システム消費電力

測定期間中のシステム消費電力平均値[W]

$$= E_{\text{試験期間}} (W_{\text{圧}} + W_{\text{ボ1次側}} + W_{\text{ボ熱源水}}) \quad (5)$$

(3) 地中への排熱量

冷房期間中の下水等への平均排熱量[W]

$$= E_{\text{冷房期間}} (T_{\text{熱源水-1}} - T_{\text{熱源水-2}}) \cdot V_{\text{熱源水}} \cdot c \cdot \rho \quad (6)$$

(4) 部分負荷率

$$\text{部分負荷率[\%]} = \frac{\text{システムにおける生成熱量[W]}}{\text{システムにおける定格能力[W]}} \times 100 \quad (7)$$

(5) 熱交換器の熱交換性能（実証単位（C）の実証項目）

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

$$= E_{\text{試験期間}} (T_{\text{1次側-1}} - T_{\text{熱源水}}) \quad (8)$$

なお、上記の記号等の詳細は、実証試験要領第3版 p21、p23～30 及び P.39 による。

4.6 実証項目等の算出方法

実証項目等の計算は実証試験要領（第3版）に示されている計算方法によっている。実証項目とそれらを算定するための中間的な項目の計算結果は表 5-2（本編 31 ページ）に示す。表 5-2 で算出した項目の計算方法を以下に説明する。表 5-2 は欄幅が狭く、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、一次側熱媒循環ポンプの消費電力量、室内機の消費電力量、熱源水揚水ポンプ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)」、「熱源水揚水ポンプ(iv)」と示す。この呼称は、本編 4.6 (6)（本編 29 ページ）までの説明文でも同様である。

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、一次側熱媒循環ポンプの消費電力量の測定期間中の総和、室内機の消費電力量の測定期間中の総和、熱源水揚水ポンプの消費電力量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計測した実測値である。ただし、室内機の実測値は任意項目であること及び測定器の精度が実証試験要領の規定を満たさないで、参考値である。また、「熱源水揚水ポンプ(iv)」の「期間中の総和」⑩は推定値である。推定値を用いた理由とその数値は、本編 4.3（本編 25 ページ）を参照。

「(i)+(ii)+(iv)」の「期間中の総和」⑪は、「ヒートポンプ(i)」、「一次側循環ポンプ(ii)」及び「熱源水揚水ポンプ(iv)」の消費電力量の期間中の総和で、⑪=⑤+⑦+⑩ である。

「(i)+(ii)+(iii)+(iv)」の期間中の総和⑬は、「ヒートポンプ(i)」、「一次側循環ポンプ(ii)」、「室内機(iii)」及び「熱源水揚水ポンプ(iv)」の消費電力量の期間中の総和で、⑬=⑤+⑦+⑨+⑩ 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3版の p.24 より）

- 1) 二次側冷暖房生成熱量の「期間中の総和」⑮は、下記の計算式による。

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

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、実証試験要領（第3版）では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** ⑩は、⑩=⑩÷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** ⑪は、下記の計算式で求められる。

$$\textcircled{11} = \sum_{\text{冷房期間}} (T_{1\text{次側-1}} - T_{1\text{次側-2}}) \cdot V_{1\text{次側}} \cdot c \cdot \rho$$

これは、 $T_{1\text{次側-1}}$ 、 $T_{1\text{次側-2}}$ 、 $V_{1\text{次側}}$ 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** ⑫は、⑫=⑪÷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** ⑬は、下記の計算式で求められる。

$$\textcircled{13} = \sum_{\text{暖房期間}} (T_{1\text{次側-1}} - T_{1\text{次側-2}}) \cdot V_{1\text{次側}} \cdot c \cdot \rho$$

これは、 $T_{1\text{次側-1}}$ 、 $T_{1\text{次側-2}}$ 、 $V_{1\text{次側}}$ 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** ⑭は、⑭=⑬÷③ である。

(4) 部分負荷率（実証試験要領 第3版のp.21より）

部分負荷率 ⑮（%） = 100×システムにおける生成熱量（W）／システムにおける定格能力（W）

冷房期間の部分負荷率は、⑩÷(iv) である。

暖房期間の部分負荷率は、⑬÷(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)=44.8kW、 暖房能力(v)=50.0kW

(5) エネルギー効率

1) **COPの期間平均値（APF）** ⑯

ヒートポンプ(i)単独のCOPの期間平均値で、⑯=⑩÷⑤ である。

2) **システムCOPの期間平均値（APF）** ⑰

ヒートポンプ(i)、一次側循環ポンプ(ii)を含むシステムCOPの期間平均値で、⑰=⑩÷⑪

である。

3) **システムCOPの期間平均値(APF)** ⑱

ヒートポンプ(i)と一次側循環ポンプ(ii)と揚水ポンプ(iv)を含むシステム COP の期間平均値で、

⑱=⑩÷⑬ である。

室内機(iii)の電力量が参考値なので、この APF の値も参考値である。

4) システムCOPの期間平均値(APF) ②9

ヒートポンプ(i)と一次側循環ポンプ(ii)と室内機(iii)と揚水ポンプ(iv)を含むシステムCOPの期間平均値で、②9=⑮÷⑬ である。

(6) 熱交換器の熱交換性能

熱交換器の熱交換性能は、次の式で求める。(実証試験要領 第3版(平成23年5月10日付) 39ページ参照)

$$\text{熱交換器の熱源水側・熱交換後の1次側熱媒温度差}[\text{°C}] = E_{\text{試験期間}} (T_{\text{1次側-1}} - T_{\text{熱源水}})$$

なお、

$$\begin{array}{ll} T_{\text{1次側-1}} & : \text{1次側熱媒入口温度（熱交換後の1次側熱媒温度）[K]} \\ T_{\text{熱源水}} & : \text{熱源水温度[K]} \end{array}$$

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システム全体の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 に示す。

表 5-1 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	参考値*1	c. 冷房期間のシステムエネルギー効率 (ヒートポンプ、循環ポンプ、揚水ポンプ電力を含む)	2.80
			d. 冷房期間のシステム消費電力 (ヒートポンプ、循環ポンプ、揚水ポンプ電力を含む)	3.70 kW
		実測値	c. 冷房期間の地中への排熱量	11.3 kW
	任意項目	参考値*1	d. 冷房・暖房期間のシステムエネルギー効率 (ヒートポンプ、循環ポンプ、揚水ポンプ電力を含む)	2.89
			e. 冷房期間のシステムエネルギー効率 (ヒートポンプ、循環ポンプ、室内機、揚水ポンプ電力を含む)	2.47
			f. 暖房期間のシステム消費電力	7.73 kW
		実測値	g. 暖房期間の地中からの採熱量	17.3 kW
			h. 冷房期間のシステムエネルギー効率 (ヒートポンプ、循環ポンプを含む)	3.02
			i. 暖房期間のシステムエネルギー効率 (ヒートポンプ、循環ポンプを含む)	3.01

*1：参考値について

システムエネルギー効率を求める場合に使用する電力には、ヒートポンプ電力、循環ポンプ電力、揚水ポンプ電力が含まれる。本実証試験では揚水ポンプにも電力量計が設置されているが、揚水ポンプから汲み上げた地下水は多くの用途に使われているため、この電力量計の電力では適切なシステムエネルギー効率を算出できない。そのため、揚水ポンプの消費電力量は先述の本編 4.3（本編 25 ページ）のとおり、ヒートポンプの熱源として利用する地下水のみを汲み上げる仮想ポンプを揚水ポンプと想定し、揚水ポンプの消費電力量を推定した。

したがって実測値のみで算定した数値と区別するため、推定値である揚水ポンプ電力を使用した電力は参考値という表現を用いた。その他の項目は全て実測に基づく数値を使用している。

表 5-2 実証単位（A）冷暖房試験結果総括表

項 目				単位	冷房期間	暖房期間	期間全体	計算式と注釈	
期間・日数	各試験期間			—	平成 23 年 8 月 1 日 ～ 平成 23 年 9 月 30 日	平成 23 年 11 月 8 日 ～ 平成 24 年 2 月 1 日	—	—	
	各測定期間の日数		①	日	61	86	147	—	
	測定期間全体の時間		②	時間	1,464	2,064	3,528	②=①×24 時間	
	システム稼働時間		③	時間	357.7	696.4	1,054.1	実測値	
	システム稼働率		④	%	24.4	33.7	29.9	④=③÷②	
消費電力量	ヒートポンプ (i)	期間中の総和	⑤	kWh	888	4533	5421	実測値	
		時間平均値	⑥	kW	2.48	6.51	5.14	⑥=⑤÷③	
	一次側循環ポンプ (ii)	期間中の総和	⑦	kWh	334	674	1,008	実測値	
		時間平均値	⑧	kW	0.93	0.97	0.96	⑧=⑦÷③	
	室内機 (iii)	期間中の総和	⑨	kWh	176	208	384	実測値	
		時間平均値	⑩	kW	0.49	0.30	0.36	⑩=⑨÷③	
	熱源水揚水ポンプ (iv)	期間中の総和	⑩	kWh	100	174	274	⑩=⑩×③	
		時間平均値	⑪	kW	0.28	0.25	0.26	推定値(本文参照)	
	(i)+(ii)+(iv)	期間中の総和	⑪	kWh	1322	5381	6703	⑪=⑤+⑦+⑩	
		時間平均値	⑫	kW	3.70	7.73	6.36	⑫=⑪÷③	
(i)+(ii)+(iii)+ (iv)	期間中の総和	⑬	kWh	1498	5589	7087	⑬=⑤+⑦+⑨+⑩		
	時間平均値	⑭	kW	4.19	8.03	6.72	⑭=⑬÷③		
熱量	二次側冷暖房生成熱量	期間中の総和	⑮	kWh	3700	15,664	19,364	(本文参照)	
		時間平均値	⑯	kW	10.3	22.5	18.4	⑯=⑮÷③	
	冷房期間の地中への排熱量	期間中の総和	⑰	kWh	4025	—		(本文参照)	
		時間平均値	⑱	kW	11.3	—		⑱=⑰÷③	
	暖房期間の地中からの採熱量	期間中の総和	⑲	kWh	—	12,067		(本文参照)	
		時間平均値	⑳	kW	—	17.3		㉑=⑲÷③	
部分負荷率		—	㉒	%	23.0	45.0		⑯/(v),⑱/(vi)*2	
エネルギー効率	COP の期間平均値(APF)、(ヒートポンプ(i)単独の COP)		㉓	—	4.17	3.46	3.57		㉓=⑮÷⑤ (実測値)
	システム COP の期間平均値 (APF)、(ヒートポンプ(i)、一次側循環ポンプ(ii)を含む COP)		㉔	—	3.02	3.01	3.01		㉔=⑮÷(⑤+⑦) (実測値)
	システム COP の期間平均値 (APF)、(ヒートポンプ(i)と一次側循環ポンプ(ii)と揚水ポンプ(iv)を含む COP)		㉕	—	2.80	2.91	2.89		㉕=⑮÷⑪ (参考値)
	システム COP の期間平均値 (APF)、(ヒートポンプ(i)と一次側循環ポンプ(ii)と室内機(iii)と揚水ポンプ(iv)を含む COP)		㉖	—	2.47	2.80	2.73		㉖=⑮÷⑬ (参考値)

*1 **太字下線**の数値は実証項目の必須項目を、**太字**のみの数値は実証項目の任意項目を、他は参考項目を表す。

*2 部分負荷率の計算に用いた定格能力：冷房能力(v)=44.8kW、暖房能力(vi)=50.0kW

5.2 実証試験期間の各種項目の日ごとの 平均値または総和の経時変化

試験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平均値または総和の経時変化を、図 5-1(1)～5-1(13)（本編 32～36 ページ）に示す。なお、冷房期間は平成 23 年 8 月 1 日～9 月 30 日の 61 日間、暖房期間は平成 23 年 11 月 8 日～平成 24 年 2 月 1 日の 86 日間とした。

(1) 日積算熱量

- ・一次側熱媒熱量：一次側熱媒熱量の一日の積算値
- ・二次側生成熱量：二次側生成熱量の一日の積算値
- ・熱源水熱量：熱源水の熱量の一日の積算値

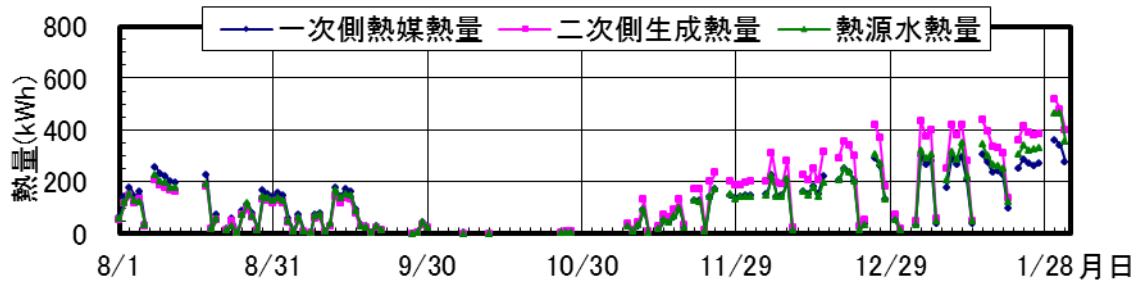


図 5-1(1) 日積算熱量 [kWh]

(2) 日消費電力

- ・ヒートポンプ：ヒートポンプの消費電力の一日の積算値
- ・一次側熱媒ポンプ：一次側熱媒ポンプの消費電力の一日の積算値
- ・室内機：室内機の消費電力の一日の積算値

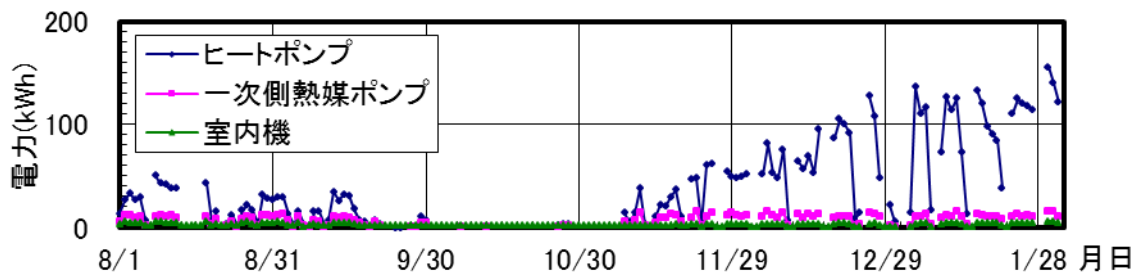


図 5-1(2) 日消費電力 [kWh]

(3) 部分負荷率

- ・部分負荷率：一日の部分負荷率の平均値

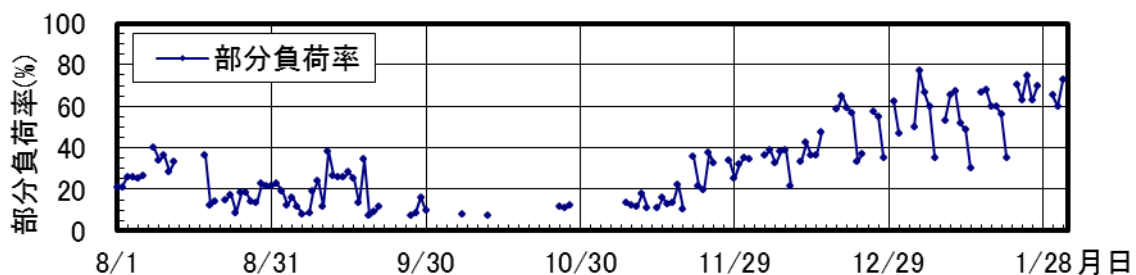


図 5-1(3) 部分負荷率

(4) エネルギー効率（COP）

- ・COP：ヒートポンプ単独の電力のみで算出した COP
- ・システム COP1：ヒートポンプと一次側循環ポンプの電力で算出した COP
- ・システム COP2：ヒートポンプ、一次側循環ポンプ及び揚水ポンプの電力で算出した COP

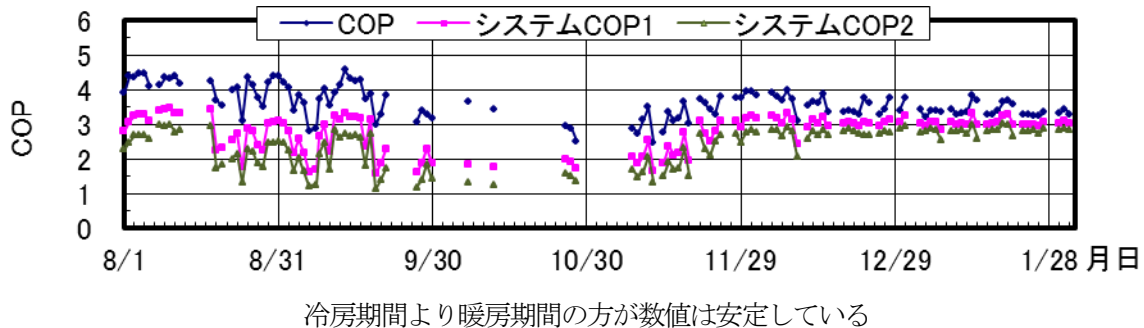


図 5-1(4) エネルギー効率 [COP]

(5) ヒートポンプ稼働時間

- ・ヒートポンプ稼働時間：ヒートポンプの一日の稼働時間

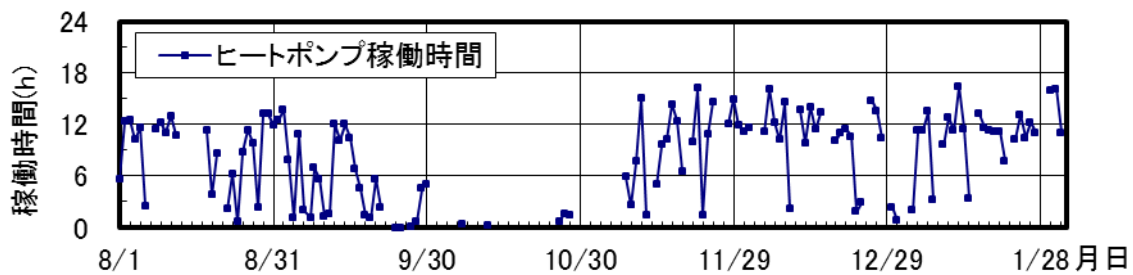


図 5-1(5) ヒートポンプ稼働時間 [h]

(6) 時間平均消費電力

- ・ヒートポンプ電力：一日のヒートポンプ消費電力量／一日のヒートポンプ稼働時間
- ・一次側熱媒ポンプ電力：一日の一次側循環ポンプ消費電力量／一日の一次側循環ポンプ稼働時間

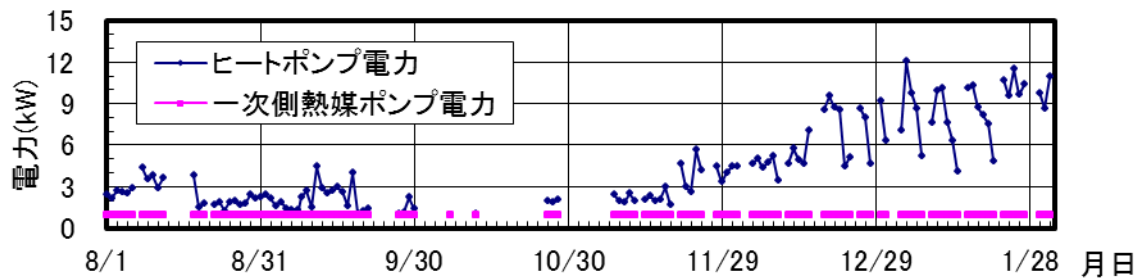


図 5-1(6) 時間平均消費電力 [kW]

(7) 時間平均熱量

- ・一次側熱媒熱量：一次側熱媒の熱量の一日の稼働時間平均値
- ・二次側生成熱量：二次側生成熱量の一日の稼働時間の平均値

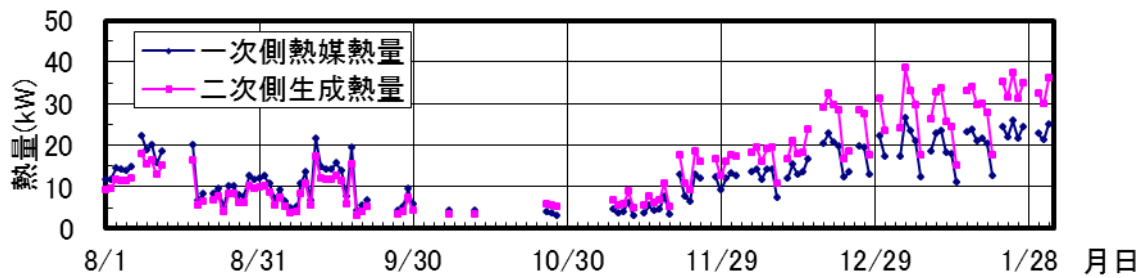
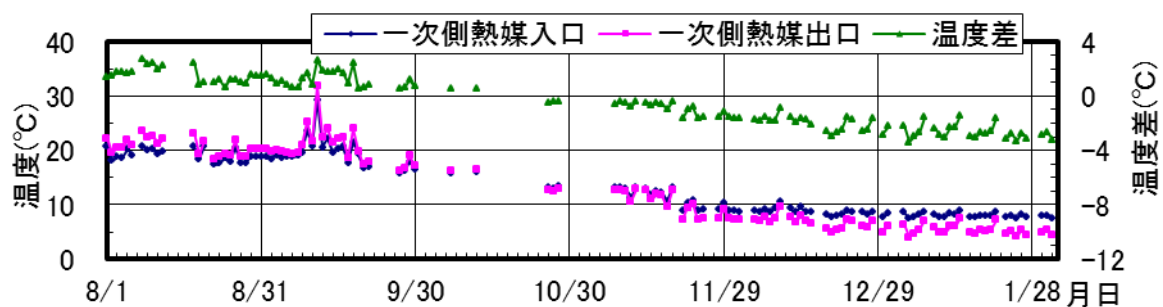


図 5-1(7) 時間平均熱量 [kW]

(8) 熱媒温度

- ・一次側熱媒入口：一次側熱媒のヒートポンプ入口温度の一日の平均値
- ・一次側熱媒出口：一次側熱媒のヒートポンプ出口温度の一日の平均値
- ・温度差：一次側熱媒のヒートポンプ出口と入口の温度差の一日の平均値

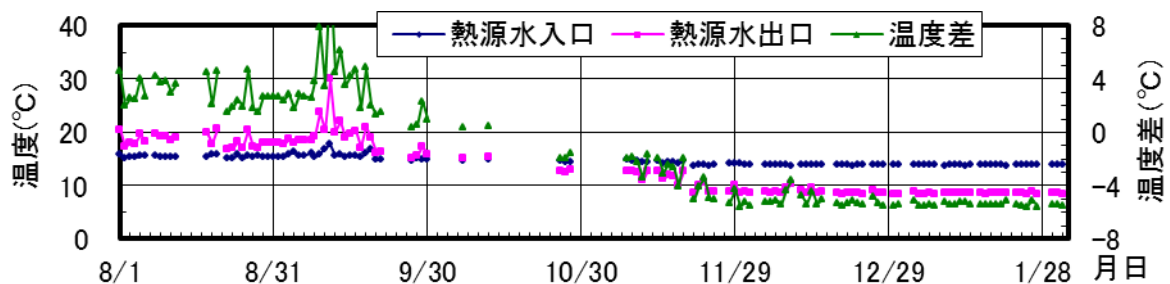


一次側熱媒平均入口温度：19.3℃(冷房期間)、9.2℃（暖房期間）
一次側熱媒平均出口温度：20.7℃（冷房期間）、7.2℃（暖房期間）
入口出口の平均温度差：1.4℃（冷房期間）、1.9℃（暖房期間）

図 5-1(8) 熱媒温度 [°C]

(9) 熱源水温度

- ・熱源水入口：熱源水の熱交換器への入口の温度の一日の平均値
- ・熱源水出口：熱源水の熱交換器からの出口の温度の一日の平均値
- ・温度差：熱源水の熱交換器への入口と出口の温度差の一日の平均値



熱源水平均入口温度：15.6℃（冷房期間）、14.1℃（暖房期間）
熱源水平均出口温度：18.8℃（冷房期間）、9.3℃（暖房期間）
入口出口の平均温度差：3.2℃（冷房期間）、4.7℃（暖房期間）

図 5-1(9) 熱源水温度 [°C]

(10) 外気温・室温

- ・外気温：稼働時間の外気温の一日の平均値
- ・1F 室温：1 階の事務室の室温の一日の稼働時間の平均値

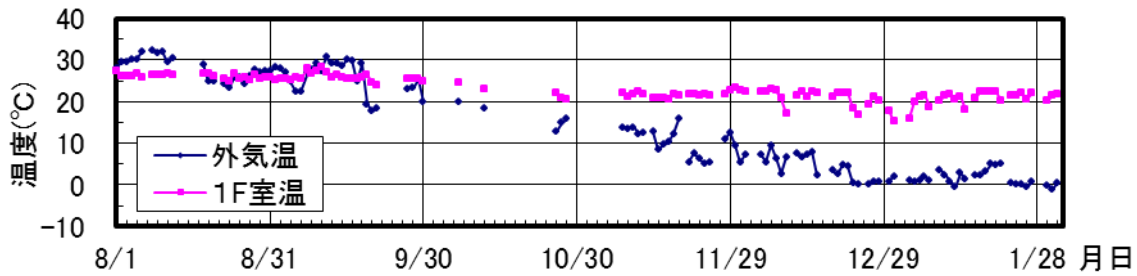
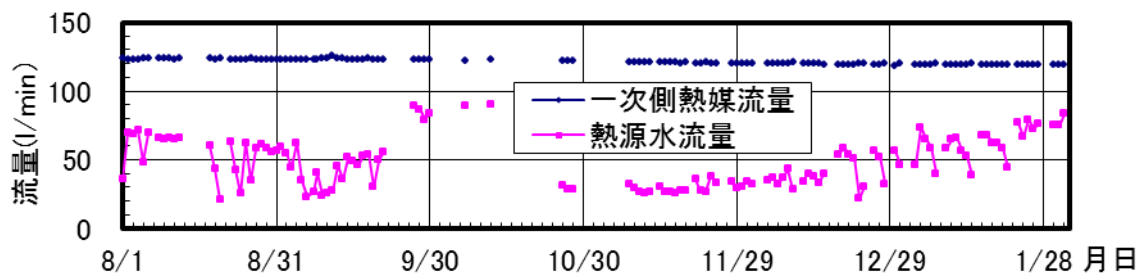


図 5-1(10) 外気温・室温 [°C]

(11) 熱媒と熱源水の流量

- ・一次側熱媒流量：一次側熱媒の流量の一日の平均値
- ・熱源水流量：熱源水の流量の一日の平均値

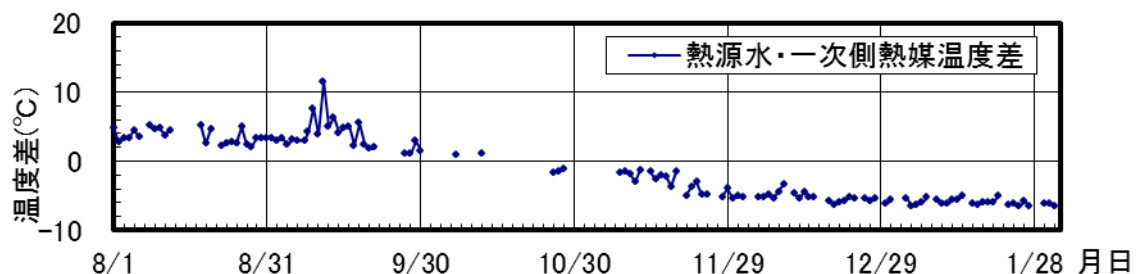


熱源水流量が 9 月下旬～10 月上旬に増加しているのは、COP 向上のため設定を変更して流量を増やした結果である。その後設定は既定値に戻した。

図 5-1(11) 熱媒と熱源水の流量 [L/min]

(12) 熱源水と一次側熱媒との温度差（熱交換器に関する実証項目）

- ・熱源水・一次側熱媒温度差：熱源水と熱交換後の一次側熱媒との温度差の一日の平均値



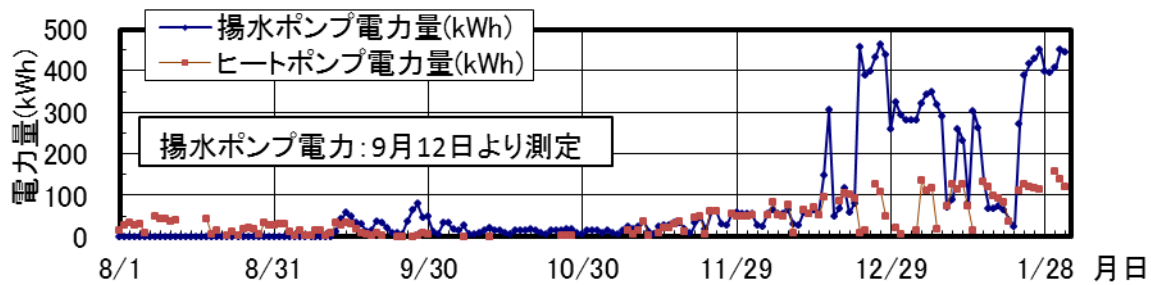
熱源水・熱媒平均温度差：3.7°C（冷房期間）、4.9°C（暖房期間）

図 5-1(12) 熱源水と一次側熱媒との温度差 [°C]

（熱交換器に関する実証項目）

(13) 揚水ポンプ電力量

- ・揚水ポンプ電力量：揚水ポンプの一日の消費電力量
- ・ヒートポンプ電力量：ヒートポンプの一日の消費電力量



揚水ポンプ電力量には多くの他用途の揚水のための電力量を含む。12月中旬から揚水ポンプ電力量が大きく増大しているのは、消雪のため地下水が大量に消費されていることを示している。

図 5-1(13) 揚水ポンプ電力量 [kWh]

5.3 実証試験期間の冷房試験代表日の測定項目の一日の経時変化

冷房期間の代表的1日として平成23年8月29日の1日のデータを図5-2(1)～(10)（詳細版本編36～39ページ）に示す。全てのデータの測定間隔は1分である。

(1) 冷房運転代表日（平成23年8月29日）の熱量

- ・一次側熱媒熱量：1分毎の一次側熱媒熱量
- ・二次側生成熱量：1分毎の二次側生成熱量
- ・熱源水熱量：1分毎の熱源水熱量

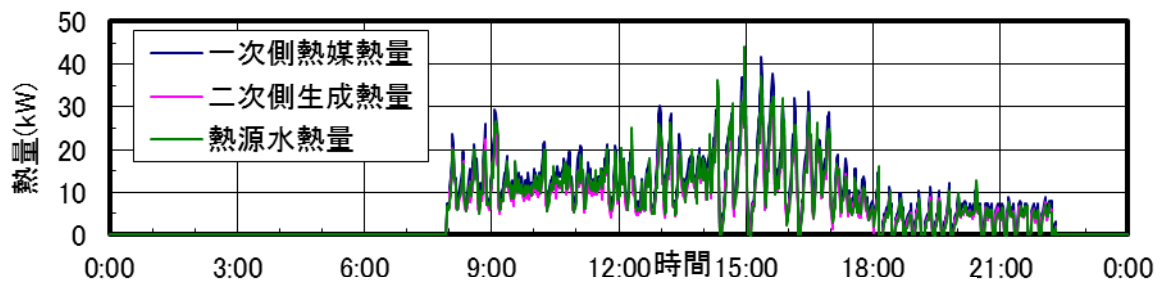


図 5-2(1) 平成23年8月29日の熱量 [kW]

(2) 冷房運転代表日（平成23年8月29日）の部分負荷率

- ・部分負荷率：1分毎の部分負荷率

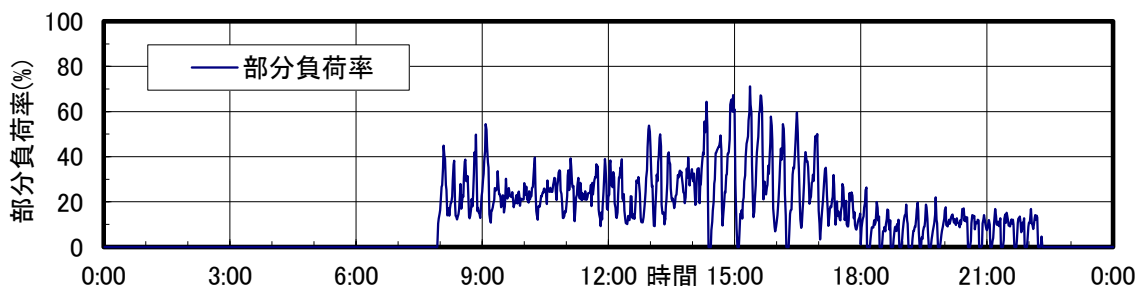


図 5-2(2) 平成23年8月29日の部分負荷率 [%]

(3) 冷房運転代表日（平成 23 年 8 月 29 日）の消費電力

- ・ヒートポンプ電力：1 分毎のヒートポンプ消費電力
- ・一次側熱媒ポンプ電力：1 分毎の一次側熱媒ポンプ消費電力
- ・室内機電力：1 分毎の室内機消費電力

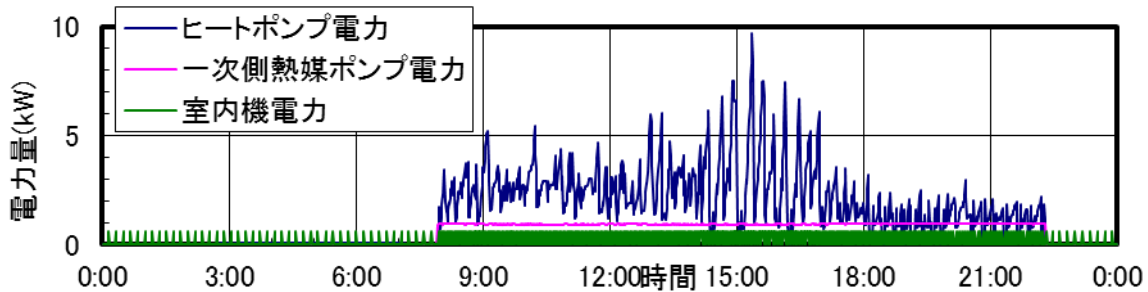
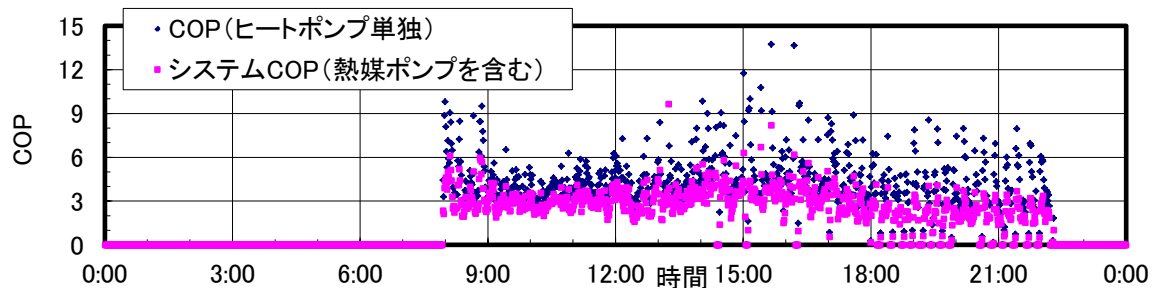


図 5-2(3) 平成 23 年 8 月 29 日の消費電力 [kW]

(4) 冷房運転代表日（平成 23 年 8 月 29 日）のエネルギー効率

- ・COP（ヒートポンプ単独）：1 分毎のヒートポンプ単独のエネルギー効率
- ・システム COP（熱媒ポンプを含む）：1 分毎のヒートポンプと一次側熱媒循環ポンプを含むエネルギー効率

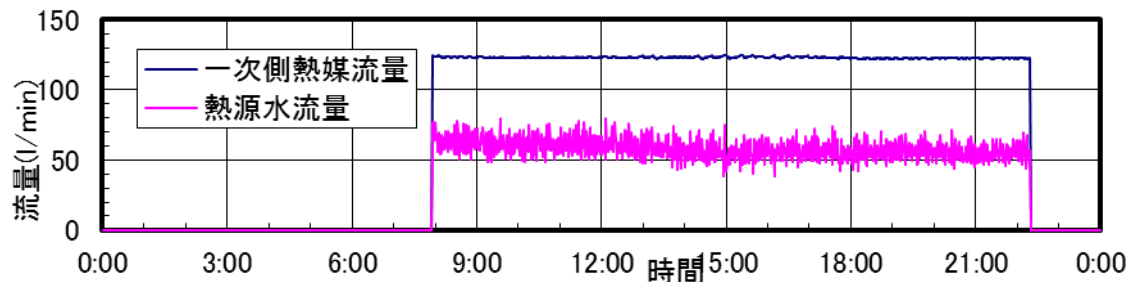


平均 COP : 4.2、システム COP : 3.0

図 5-2(4) 平成 23 年 8 月 29 日のエネルギー効率

(5) 冷房運転代表日（平成 23 年 8 月 29 日）の熱源水・熱媒流量

- ・一次側熱媒流量：1 分毎の一次側熱媒の流量
- ・熱源水流量：1 分毎の熱源水の流量



熱媒平均流量：123L/min、熱源水平均流量：58L/min

図 5-2(5) 平成 23 年 8 月 29 日 熱源水・熱媒流量 [L/min]

(6) 冷房運転代表日（平成 23 年 8 月 29 日）の熱媒温度と温度差

- ・一次側熱媒入口温度：1 分毎の一次側熱媒のヒートポンプへの入口温度
- ・一次側熱媒出口温度：1 分毎の一次側熱媒のヒートポンプからの出口温度
- ・温度差：1 分毎の一次側熱媒のヒートポンプの入口と出口の温度差

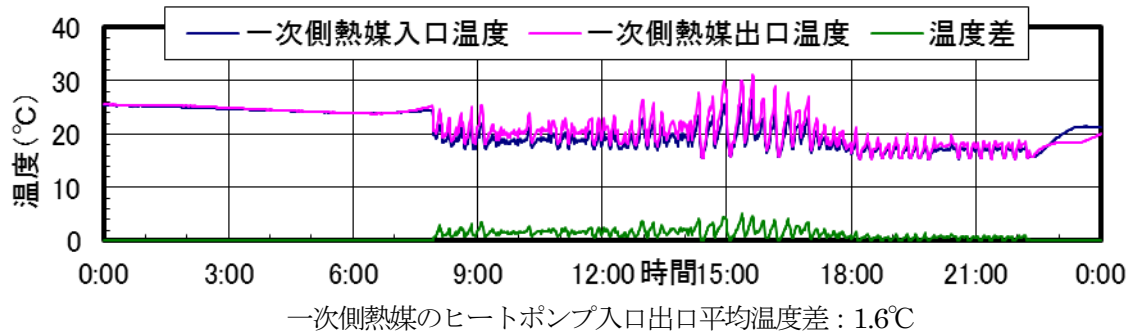


図 5-2(6) 平成 23 年 8 月 29 日の熱媒温度と温度差 [℃]

(7) 冷房運転代表日（平成 23 年 8 月 29 日）の室内機吸込・吹出温度

- ・室内機吸込温度：1 分毎の室内機への空気の吸込み温度
- ・室内機吹出温度：1 分毎の室内機からの空気の吹き出し温度

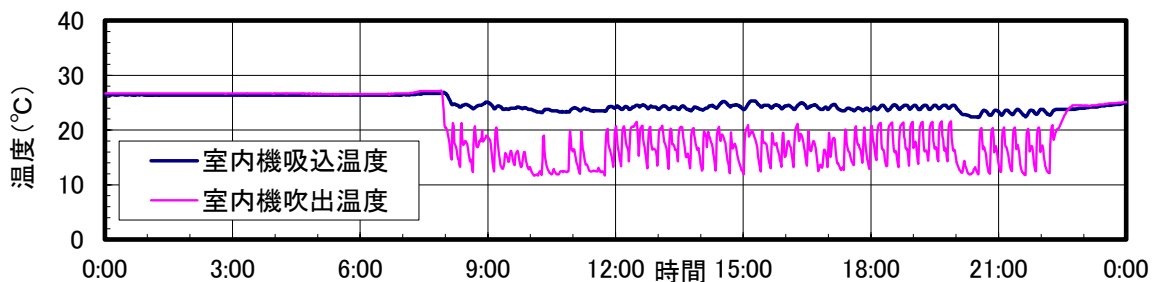


図 5-2(7) 平成 23 年 8 月 29 日の室内機吸込・吹出温度 [℃]

(8) 冷房運転代表日（平成 23 年 8 月 29 日）の外気温・室温

- ・外気温：1 分毎の外気温
- ・1F 室温：1 分毎の 1 階会議室の室温

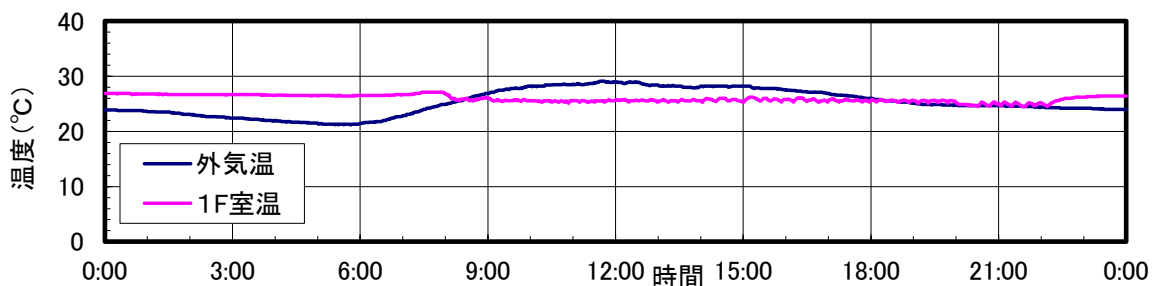
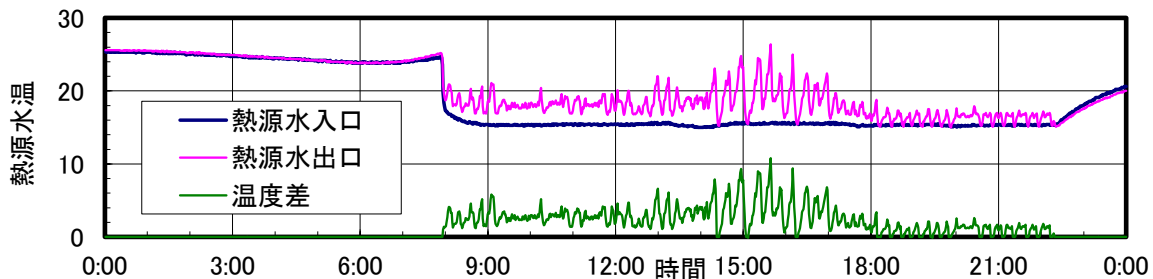


図 5-2(8) 平成 23 年 8 月 29 日の外気温・室温 [℃]

(9) 冷房運転代表日（平成 23 年 8 月 29 日）の熱源水温度と温度差

- ・熱源水入口：1 分毎の熱源水の熱交換器への入口温度
- ・熱源水出口：1 分毎の熱源水の熱交換器からの出口温度
- ・温度差：1 分毎の熱源水の熱交換器への入口出口温度差

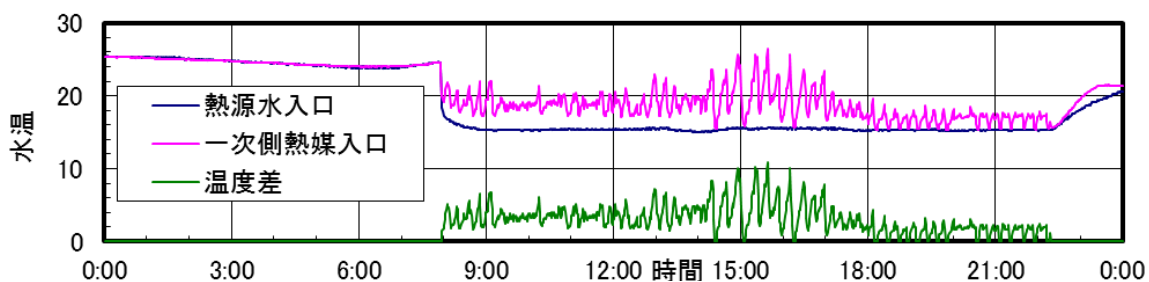


熱源水入口出口平均温度差：2.7°C

図 5-2(9) 平成 23 年 8 月 29 日の熱源水温度と入口出口温度差 [°C]

(10) 冷房運転代表日（平成 23 年 8 月 29 日）の熱源水温度と熱交換後の熱媒温度とその温度差
(熱交換器に関する実証項目)

- ・熱源水入口：1 分毎の熱源水の熱交換器への入口温度
- ・一次側熱媒入口：1 分毎の熱媒のヒートポンプへの入口温度（熱媒の熱交換器からの出口温度）
- ・温度差：1 分毎の熱源水の熱交換器への入口温度と熱媒の熱交換器からの出口温度の差



熱源水と熱媒の平均温度差：3.4°C

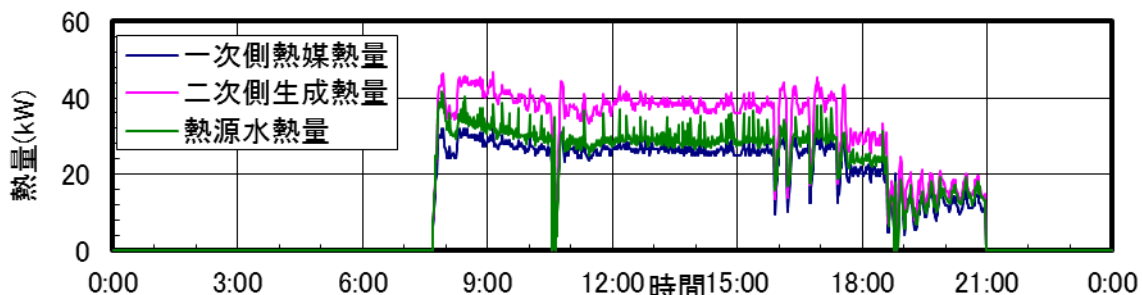
図 5-2(10) 平成 23 年 8 月 29 日の熱源水温度・熱交換後の熱媒温度とその温度差[°C]

5.4 暖房期間の代表的 1 日の 経時変化

暖房期間の代表的 1 日として平成 24 年 1 月 16 日の 1 日のデータを図 5-3(1)～(9)（本編 39～42 ページ）に示す。

(1) 暖房運転代表日（平成 24 年 1 月 16 日）の熱量

- ・一次側熱媒熱量：1 分毎の一次側熱媒の熱量
- ・二次側生成熱量：1 分毎の二次側生成熱量
- ・熱源水熱量：1 分毎の熱源水の熱量



1 日の熱量総和(kWh)：304(熱媒)、437(2 次側生成)、343(熱源水)

図 5-3(1) 平成 24 年 1 月 16 日の熱量 [kW]

(2) 暖房運転代表日 (平成 24 年 1 月 16 日) の部分負荷率

- ・部分負荷率：1 分毎の部分負荷率

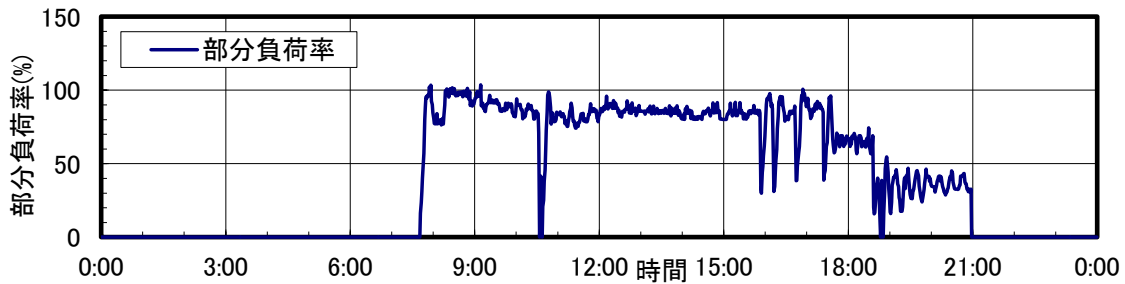
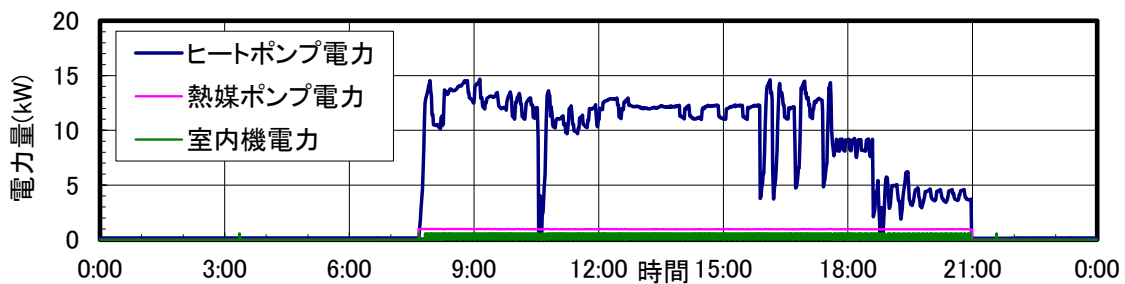


図 5-3(2) 平成 24 年 1 月 16 日の部分負荷率 [%]

(3) 暖房運転代表日 (平成 24 年 1 月 16 日) の消費電力

- ・ヒートポンプ電力：1 分毎のヒートポンプの消費電力
- ・熱媒ポンプ電力：1 分毎の一次側熱媒循環ポンプの消費電力
- ・室内機電力：1 分毎の室内機の消費電力

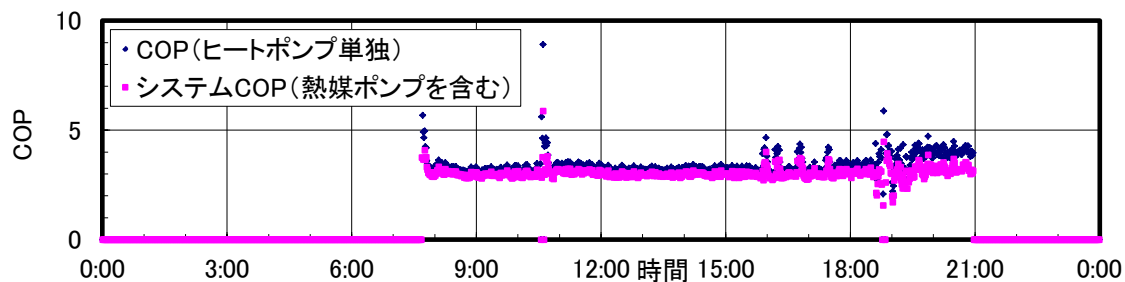


1 日の消費電力量総和(kWh)：133(ヒートポンプ)、13(熱媒ポンプ)、4.6(室内機)

図 5-3(3) 平成 24 年 1 月 16 日の消費電力 [kW]

(4) 暖房運転代表日 (平成 24 年 1 月 16 日) のエネルギー効率

- ・COP (ヒートポンプ単独)：1 分毎のヒートポンプ単独のエネルギー効率
- ・システム COP (熱媒ポンプを含む)：1 分毎のヒートポンプと一次側熱媒循環ポンプを含むシステムエネルギー効率

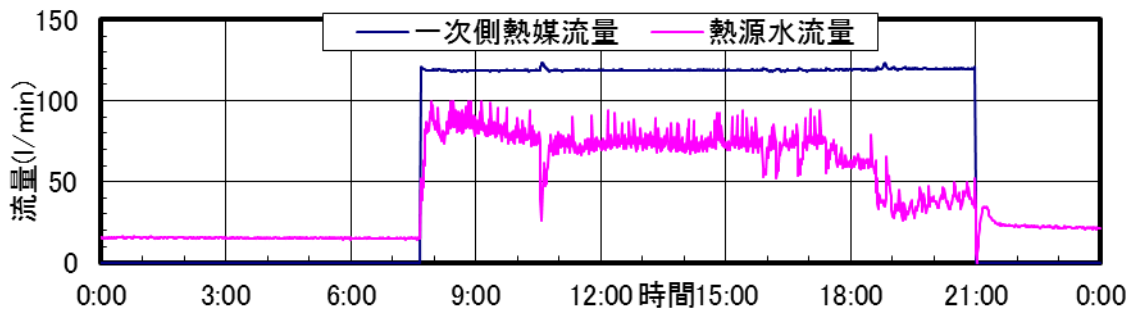


平均 COP：3.3、システム COP：3.0

図 5-3(4) 平成 24 年 1 月 16 日のエネルギー効率

(5) 暖房運転代表日（平成 24 年 1 月 16 日）の熱源水と熱媒の流量

- ・一次側熱媒流量：1 分毎の一次側熱媒の流量
- ・熱源水流量：1 分毎の熱源水の流量

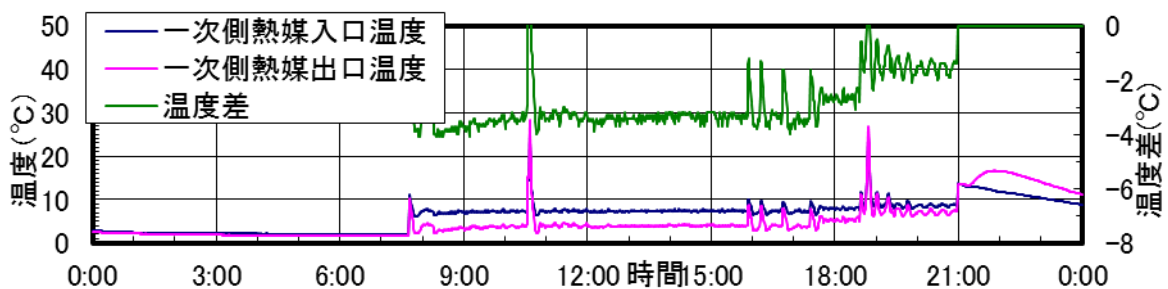


熱媒平均流量：119L/min、熱源水平均流量：68L/min

図 5-3(5) 平成 24 年 1 月 16 日の熱源水と熱媒の流量 [L/min]

(6) 暖房運転代表日（平成 24 年 1 月 16 日）の熱媒温度とヒートポンプ入口・出口温度差

- ・一次側熱媒入口温度：1 分毎の一次側熱媒のヒートポンプへの入口温度
- ・一次側熱媒出口温度：1 分毎の一次側熱媒のヒートポンプからの出口温度
- ・温度差：1 分毎の一次側熱媒のヒートポンプへの入口と出口の温度



熱媒のヒートポンプ入口出口平均温度差：3.0°C

図 5-3(6) 平成 24 年 1 月 16 日の熱媒温度とヒートポンプ入口・出口の温度差 [°C]

(7) 暖房運転代表日（平成 24 年 1 月 16 日）の室内機吸込・吹出温度

- ・室内機吸込温度：1 分毎の室内機への空気の吸込み温度
- ・室内機吹出温度：1 分毎の室内機からの空気の吹き出し温度

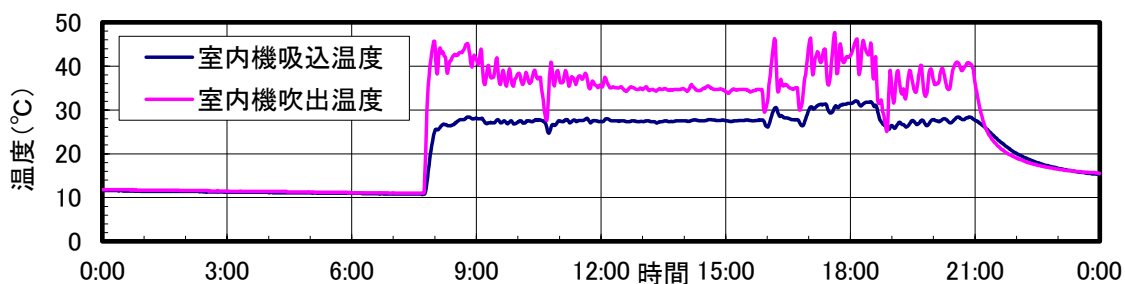
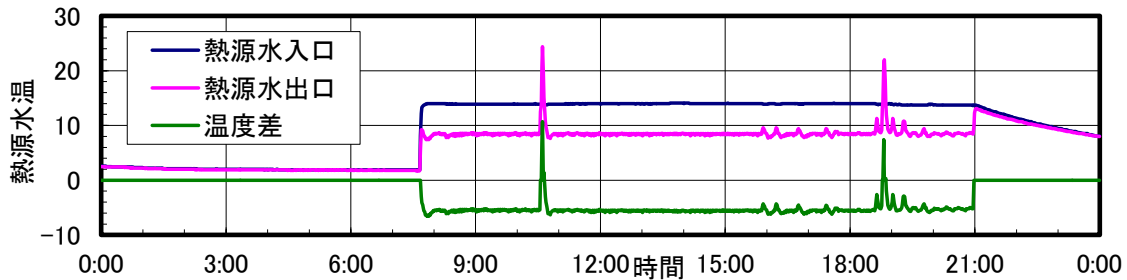


図 5-3(7) 平成 24 年 1 月 16 日の室内機吸込・吹出温度 [°C]

(8) 暖房運転代表日（平成 24 年 1 月 16 日）の熱源水温度と温度差

- ・熱源水入口：1 分毎の熱源水の熱交換器への入口温度
- ・熱源水出口：1 分毎の熱源水の熱交換器からの出口温度
- ・温度差：1 分毎の熱源水の熱交換器への入口と出口の温度差

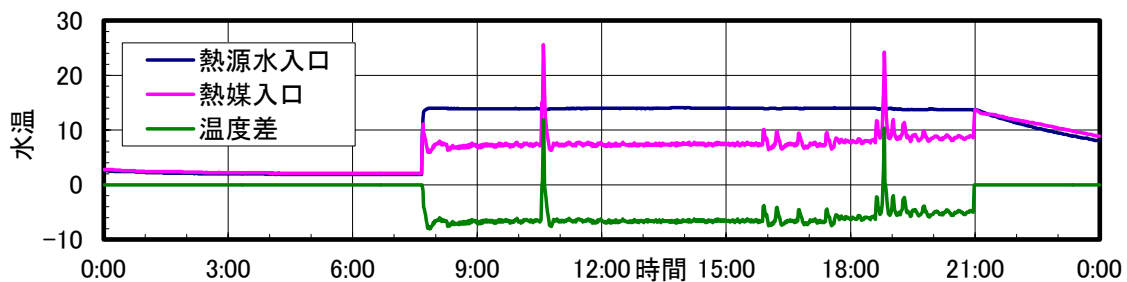


熱源水入口出口平均温度差：5.4℃

図 5-3(8) 平成 24 年 1 月 16 日の熱源水温度と温度差 [℃]

(9) 暖房運転代表日（平成 24 年 1 月 16 日）の熱源水温度・熱交換後の熱媒温度とその温度差
(熱交換器に関する実証項目)

- ・熱源水入口：1 分毎の熱源水の熱交換器への入口温度
- ・熱媒入口：1 分毎の熱媒のヒートポンプへの入口温度（1 分毎の熱媒の熱交換器からの出口温度）
- ・温度差：1 分毎の熱源水の熱交換器への入口と熱媒の熱交換器からの出口の温度差



熱源水と熱媒の平均温度差：6.2℃

図 5-3(9) 平成 24 年 1 月 16 日 熱源水温度・熱交換後の熱媒温度とその温度差 [℃]
(熱交換器に関する実証項目)

6. 実証単位（C）地中熱交換部の実証試験結果【実証項目】

6.1 地中熱交換部全体と熱媒循環部（U字管）の実証項目

本実証対象技術は、地中熱の熱源として汲み上げた地下水を使用しているため、地中熱交換井やU字管などの熱媒循環部はない。そのためこの実証項目も実証する項目はない。

6.2 熱媒の実証項目

本実証項目は本来は実証単位（C）の一部として、地中熱交換部を循環する熱媒について実証するものであるが、本実証対象技術では地中熱交換部を循環する熱媒はない。代わりに熱交換器とヒートポンプの間を循環する熱媒があるので、その熱媒について以下のように実証した。

本実証項目は、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。性能を証明する書類の写しは、付録の添付資料 1-1 及び 1-2（本編 50～62 ページ）を参照。

なお、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。

(1) 熱媒の概要

本実証対象技術に使用した熱媒の概要は表 6-1 のとおりである。

表 6-1 熱媒の概要

製品名	ウエストンブライン PB
主成分	プロピレングリコール 67%
製造・販売	シーシーアイ株式会社
使用の形態	ウエストンブライン PB を 50%に希釈。

(2) 実証内容

熱媒の実証項目と実証結果をまとめて表 6-2（本編 44～45 ページ）に示す。

(3) 製造企業の品質管理システム

熱媒の製造事業者であるシーシーアイ株式会社は、ISO9001 を取得している。

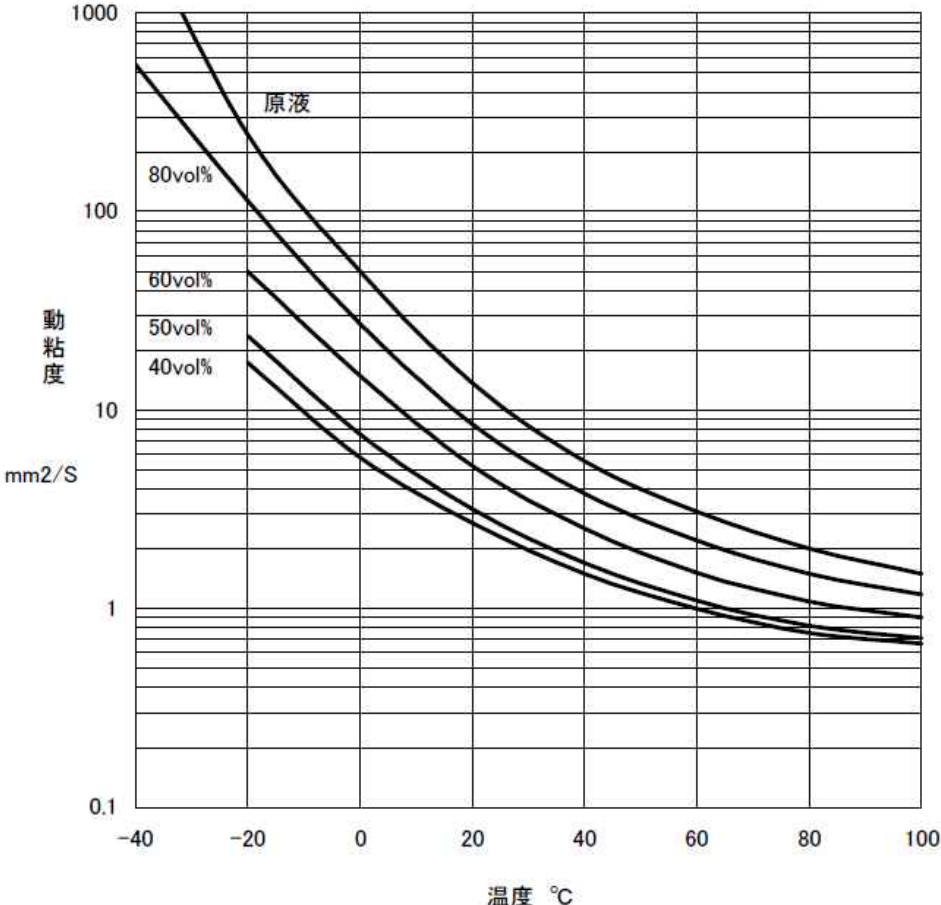
6.3 熱交換器の実証項目

熱交換器を使用している場合は、熱交換器の両側の温度差の冷房期間中、および暖房期間中の平均値を算出することになっている。その結果を表 6-3 に示す。試験期間中のこの温度差の経時変化は図 5-1(12)（本編 35 ページ）、図 5-2(10)（本編 39 ページ）、図 5-3(9)（本編 42 ページ）に示した。

表 6-3 熱交換器の実証項目試験結果

実証項目			内容	結果
熱交換器 (熱交換性能)	必須 項目	1. 冷房期間における熱交換器の熱交換性能	冷房期間内の稼働時間における、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]	3.7
	任意 項目	m. 暖房期間における熱交換器の熱交換性能	暖房期間内の稼働時間における、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]	4.9

表 6-2 熱媒の実証項目（性能を証明する書類の写しからの転用）

実証項目	結 果																																					
f. 腐食性* ¹	・銅系金属に対する防食性：本品は特に銅に対する防食性を強化しているため、銅製ボイラー・銅配管にも安心して使用できます。 ・鉄系金属に対する防食性：本品は鋼等の鉄系金属に対し、優れた防錆防食効果を発揮します。																																					
	<table><tr><th colspan="3">試料</th><th>WBPB</th></tr><tr><td colspan="3">試験濃度（vol%）</td><td>40</td></tr><tr><td rowspan="7">金属腐食 88±2℃ 336h</td><td rowspan="6">質 量 変 化 (mg/cm²)</td><td>銅</td><td>-0.08</td></tr><tr><td>ハンダ</td><td>-0.10</td></tr><tr><td>黄銅</td><td>-0.08</td></tr><tr><td>鋼</td><td>-0.02</td></tr><tr><td>鋳鉄</td><td>-0.02</td></tr><tr><td>アルミ鋳物</td><td>-0.17</td></tr><tr><td colspan="2">外 観</td><td>アルミ鋳物に黒変色を認める</td></tr><tr><td rowspan="4">試験後の液の性状</td><td colspan="2">pH 値</td><td>7.5 → 8.2</td></tr><tr><td colspan="2">予備アルカリ度</td><td>1.6 → 1.8</td></tr><tr><td colspan="2">液相</td><td>赤色透明</td></tr><tr><td colspan="2">沈殿量(vol%)</td><td>痕跡</td></tr></table>	試料			WBPB	試験濃度（vol%）			40	金属腐食 88±2℃ 336h	質 量 変 化 (mg/cm ²)	銅	-0.08	ハンダ	-0.10	黄銅	-0.08	鋼	-0.02	鋳鉄	-0.02	アルミ鋳物	-0.17	外 観		アルミ鋳物に黒変色を認める	試験後の液の性状	pH 値		7.5 → 8.2	予備アルカリ度		1.6 → 1.8	液相		赤色透明	沈殿量(vol%)	
試料			WBPB																																			
試験濃度（vol%）			40																																			
金属腐食 88±2℃ 336h	質 量 変 化 (mg/cm ²)	銅	-0.08																																			
		ハンダ	-0.10																																			
		黄銅	-0.08																																			
		鋼	-0.02																																			
		鋳鉄	-0.02																																			
		アルミ鋳物	-0.17																																			
	外 観		アルミ鋳物に黒変色を認める																																			
試験後の液の性状	pH 値		7.5 → 8.2																																			
	予備アルカリ度		1.6 → 1.8																																			
	液相		赤色透明																																			
	沈殿量(vol%)		痕跡																																			
g. 粘性* ¹																																						
	ウエストンブラインの動粘度																																					

実証項目	結 果
h. 比熱* ¹	比熱 J/g·K 温度 °C 水 40vol% 50vol% 60vol% 80vol%
i. 引火性	・引火点なし*² ・引火性がないので消防法上の危険物に該当しません。*¹
j. 毒性* ²	・特定の危険有害性：知見なし なお、組成物質であるプロピレングリコールに関する有害性は次のとおり。 皮膚腐食性：なし 刺激性（皮膚、目）：刺激性は弱いが長時間の接触は避ける。 急性毒性：ラット経口 LD₅₀ *³= 30g/kg がん原性：特になし 変異原性（微生物、染色体異常）：特になし 催奇形性：特になし 魚毒性：特になし
k. 生分解性／ 残留性* ²	生分解性：良好

*1：ウエストンブライン PB 技術資料より（付録 50～58 ページ）

*2：ウエストンブライン PB の製品安全データシート（付録 59～62 ページ）の記載による。

*3：半数の動物が死ぬ体重 1kg 当たりの経口摂取量。

7. 考 察

(1)開放型（オープンループ）地中熱利用方法

地下水を汲み上げてヒートポンプの熱源として利用する方法は、採放熱するための井戸の本数の削減やU字管などの配管を省略できるため、初期費用の安い地中熱の利用方法といえることができる。また、地下水温度は1年を通してほぼ15℃で安定しており、地中熱源として理想的な挙動を示した。暖房期間の地中からの採熱量の平均値は約16kWを示しており、通常の熱伝導率を有する地盤でこの熱量を確保するためには、100m級のボアホールが3～4本必要となる。地下水を利用することにより、揚水井と還元井をそれぞれ1本ずつでこの熱量を供給でき、地下水利用の長所がいかに発揮されている。さらに今回のように既存の揚水井を利用できれば、初期コストを大幅に低減でき、今後の地下水利用の拡大に期待できる。

なお、本実証対象技術では、排水温度調整弁を付けて、地下水の利用量を必要最小限にするように工夫をしている。

(2)環境技術実証事業における初めての雪国の実証試験

環境技術実証事業におけるシステム全体の実証試験は、これまで神奈川、埼玉、山梨のような冷房性能が重視される地域で実施されてきたので、富山県のような雪国で暖房性能が重視される地域での実証試験は今回がはじめてである。これまで関東圏で実施した実証試験結果は、冷房期間の地中への排熱量と暖房期間の地中からの採熱量はほぼ同等か採熱量の方が若干少ない傾向を示していた。今回の試験では地中からの採熱量の方が排熱量より2割程度多かった。今後、いろいろな地域で実証試験を実施し、データが公開されることにより、その地域にもっとも適した地中熱利用システムの確立が推進されることを期待できる。また、地中熱利用が拡大するにしたがい、地中温度が変動することも予想されるので、地中温度のモニタリングを強化することが必要になると考えられる。

(3)熱交換器に関する実証項目

図5-1(12)（本編35ページ）及び表6-3（本編43ページ）に熱交換器の実証項目である熱交換器両側の温度差の平均値を示した。冷房期間では3.7℃、暖房期間では4.9℃となった。なお、この実証試験で使用した熱交換器の設計上の温度差は6℃である。熱交換器を使用することによって、熱交換器両側には温度差が生じ、この温度差が大きい場合はヒートポンプのエネルギー効率を低下させる原因となる。しかし熱交換器両側の温度差を小さくするためには、熱交換器の面積を大きくする必要があり、それはシステムの設置コストの増大を招くことになる。熱交換器の面積をどれだけにするかは、経済性を考慮した設計上の課題である。

(4)ヒートポンプの騒音について

空調機器の騒音は問題になることがあるが、地中熱源ヒートポンプは空気熱源ヒートポンプのような屋外のファンがないので、一般に騒音は小さいと言われている。また、地中熱源ヒートポンプは本実証対象技術のように屋外の密閉された小屋の中に設置することができるので、ヒートポンプ稼働による騒音をさらに低減することが可能となると期待できる。

8. 実証試験の品質管理・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（本編 48 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、実証試験開始前から計測設備が設置されていたが、実証試験開始に当っては、実証対象技術および計測設備を実証機関の品質管理責任者が点検し、問題のないことを確認した。

また、実証試験中には実証機関の品質管理責任者、実証試験担当者が現地の確認を 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の確認、データ整理、解析は実証試験担当者が行い、品質管理責任者が確認した。

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 23 年 7 月 29 日	品質管理責任者	実証機関事務局長	宮崎眞一
		実証試験担当者	小間憲彦
平成 23 年 9 月 15 日	品質管理責任者	実証機関事務局長	宮崎眞一
		実証試験担当者	小間憲彦

8.4 品質管理の及び監査の内容

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（本編 48 ページ）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	・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、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	・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	・測定機器の精度は実証試験要領にしたがって確認した。 ・実証試験要領の規定と異なる精度の測定機器を使用する場合は、技術実証委員会等の了承を得た。	実証機関総 括責任者及 び実証機関 技術監査	・実証試験計画書作成の時、及び計画と異なる測定機器での試験を行う際に、監査をおこなった。
データの 吸い上げ の適切性	品質管理 責任者	・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試験担当者が確認した。	実証機関総 括責任者	・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	・データの保管は、品質管理責任者が行った。	実証機関総 括責任者	・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	・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	・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	・データの整理・解析は申請者の技師が行い、その結果は実証試験担当者が確認を行った。その過程で測定結果が適正であることをチェックした。また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	・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	・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での了承を得た。	実証機関総 括責任者及 び実証機関 技術監査	・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。

○付録 熱媒の性能を証明する書類の写し

添付資料 1-1 シーシーアイ株式会社のウエストンブライン PB の技術資料抜粋
（付録 50～58 ページ）

添付資料 1-2 シーシーアイ株式会社のウエストンブライン PB の製品安全データシート
（付録 59～62 ページ）

付録 熱媒の性能を証明する書類の写し

添付資料 1-1 シーシーアイ株式会社のウエストンブライン PB の技術資料抜粋

ウエストンブライン PB

技 術 資 料

シーシーアイ株式会社

目 次

1. 前書	1
2. 特徴	1
3. 性状	1
4. 安全性	2
5. 防錆・防食効果	2
6. 非金属材料に対する適合性	3
7. 耐久性	3
8. 管理方法	3
9. 物理的性状	
・ ウエストンブライン PB の凍結温度	4
・ ウエストンブライン PB の密度	5
・ ウエストンブライン PB の沸点	6
・ ウエストンブライン PB の動粘度	7
・ ウエストンブライン PB の比熱	8
・ ウエストンブライン PB の熱伝導度	9
・ ウエストンブライン PB の体積膨張率	10
・ ウエストンブライン PB の導電率	11

1. 前書 ウェストンブライン PB(以下 WBPB とする)は、プロピレングリコールに耐久性の優れた防食剤を添加した均一な液体で、40～80vol%に希釈することにより不凍性並びに優れた防食性を兼ね備えた熱媒体として使用することができます。

2. 特徴

2.1 耐熱性 本品は特に耐熱性を重視したため、ボイラーの様に一時的に沸騰状態となるような条件においても使用が可能です。

2.2 銅系金属に対する防食性 本品は特に銅に対する防食性を強化しているため、銅製ボイラー・銅配管等にも安心して使用できます。

2.3 鉄系金属に対する防食性 本品は銅等の鉄系金属に対し、優れた防錆防食効果を発揮します。

2.4 不凍性 本品はプロピレングリコールを主成分としているため、長時間にわたり安定した不凍効果を持続します。

2.5 不燃性 本品は引火性が無いので消防法上の危険物に該当しません。

3. 性状 本品の性状は表1に示す通りです。

表 1. WBPB

試験項目		試験例
凍結温度 °C	80vol%	-42.8
	60vol%	-27.4
	40vol%	-13.5
pH 値	40vol%	7.5
密度(20°C) g/cm ³	原液	1.059
沸点 °C	原液	113
泡立ち性 ml	40vol%	0
水分 wt. %	原液	30
予備アルカリ度	原液	3.7

試験方法は JIS K 2234「不凍液」に準拠する。

4. 安全性 WBPB の安全性は次に示す通りです。
- 4.1 有害物質 特定化学物質並びに重金属は添加していません。
- 4.2 急性毒性 LD₅₀ は 17g/Kg (計算値) で毒性の区分は実際上無毒に分類されます。

表 2. 毒性の区分(ラット経口投与)

	1	2	3	4	5	6
毒性の程度	超毒性	強毒性	中程度毒性	軽度毒性	実際無毒性	実際上無毒性
LD ₅₀ 値	1mg 以下	1～50mg	50～500mg	0.5～5g	5～15g	15g 以上
人間の致死量	1 滴	4mL	30g	250g	1L	1L 以上

- 4.3 排水基準 人の健康に関わる物質…添加していません。
(生活環境に係わる項目…生物化学的酸素要求量(BOD)及び化学的酸素要求量(COD)は、原液で約 70 万 ppm と大きく適合しません)

5. 防錆防食効果 WBPB は 40～80%水溶液で使用する様に設定してありますので、温暖地においても凍結温度に関係なくこの濃度範囲内で御使用下さい。防錆防食効果を確認する場合には、一般水質より腐食性の強い JIS 調合水 (Cl⁻:100ppm、SO₄²⁻:100ppm、HCO₃⁻:100ppm を含む) で希釈しています。しかし、実際に使用する場合には、希釈水には上水道水又は軟化水を御使用下さい。

表3. WBPB

試料			WBPB
試験濃度 (vol%)			40
金属腐食 88±2℃ 336h	質 量 変 化 (mg/cm ²)	銅	-0.08
		ハンダ	-0.10
		黄銅	-0.08
		鋼	-0.02
		鋳鉄	-0.02
		アルミ鋳物	-0.17
	外 観		アルミ鋳物に黒変色を認める
試験後の液の性状	pH 値		7.5 → 8.2
	予備アルカリ度		1.6 → 1.8
	液相		赤色透明
	沈殿量 (vol%)		痕跡

6. 非金属材料に対する適合性 WBPB の非金属材料に対する適合性を表 4 に示します。但し、非金属材料はブレンド品が殆どですから一般名称だけで判断すると間違ふ恐れがあります。従って、使用前に適合性を必ず確認する必要があります。特に▲印は使用に際し注意を必要とします。

表 4. 非金属材料に対する適合性

材料		適合性	備考
樹 脂	ポリエチレン	○	
	ポリプロピレン	○	
	ポリル	○	
	フェノール	○	
	ポリブデン	○	
	ナイロン	▲	膨潤(5～10%)、着色
	軟質塩化ビニル	×	硬化、収縮、液の濁り
ゴ ム	EPDM	○	
	SBR	▲	
	NBR	▲	
	NR	×	硬度低下
	CR	×	硬度低下、膨潤

評価基準 ○:良好 ▲:要注意 ×:不適合

7. 耐久性

7.1 不凍性 WBPB の基材であるプロピレングリコールは沸点が 187℃と高く、蒸気圧が 23mmHg / 100℃と低いため通常使用温度では殆ど蒸発しません。また、水溶液中でプロピレングリコールはほとんど酸化分解されることもありません。従って、WBPB の不凍性がプロピレングリコールの量に依存していることにより、補水による希釈が無ければ半永久的に凍結防止効果は持続します。

7.2 防食性 WBPB の防食添加剤は、自動車クーラント、ソーラシステム用ブラインとして、これまでに実績のある添加剤を選択的に使用しています。

8. 管理方法 WBPB は凍結防止と装置の防錆防食を使用目的としています。

WBPB の凍結防止性能はプロピレングリコールの含有量によって決まるため、定期的(1～2/年)に含有量を調べる必要があります。プロピレングリコールの含有量を求めるには、屈折率の測定が最も適しています。

防錆防食効果の確認は、添加剤の定量が最も適していますが、測定が比較的困難で有るために、簡便法として pH の測定により代用することができます。 （管理範囲: pH7～11）

これらの測定により測定値が異常を示した場合には、正常な値を満足する様に WBPB を追加するか、或いは新品と入れ換えて下さい。

図1 ウェストンブラインPBの凍結温度

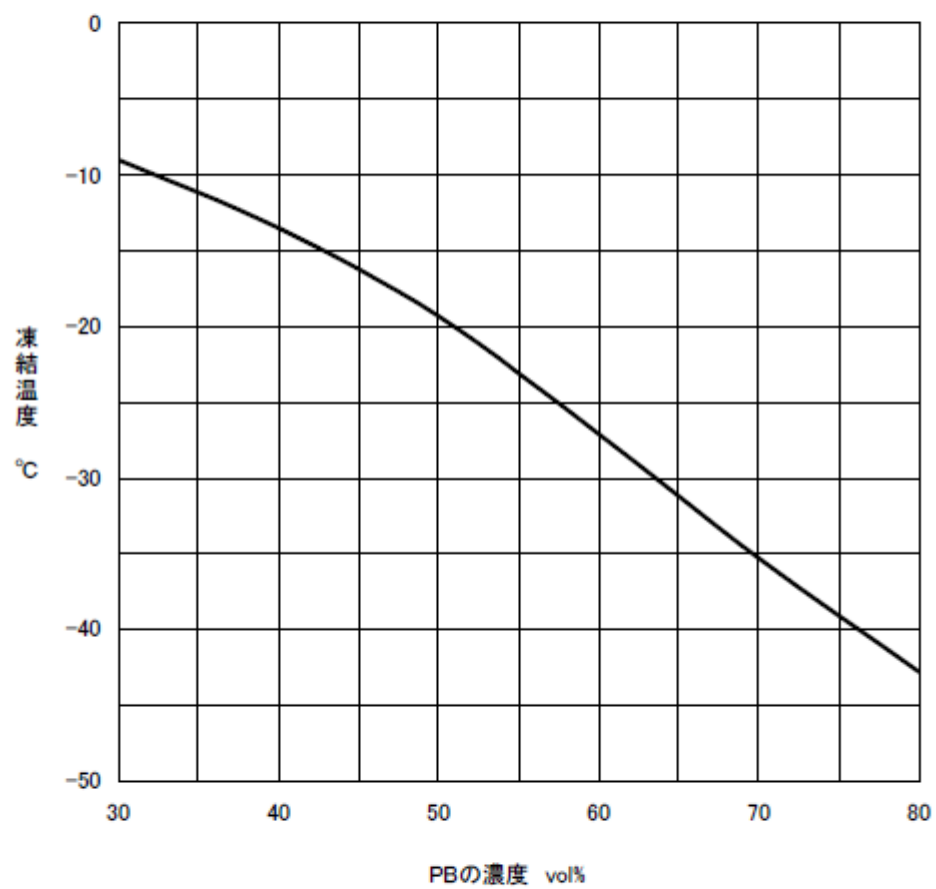


図2 ウェストンブラインPBの比重

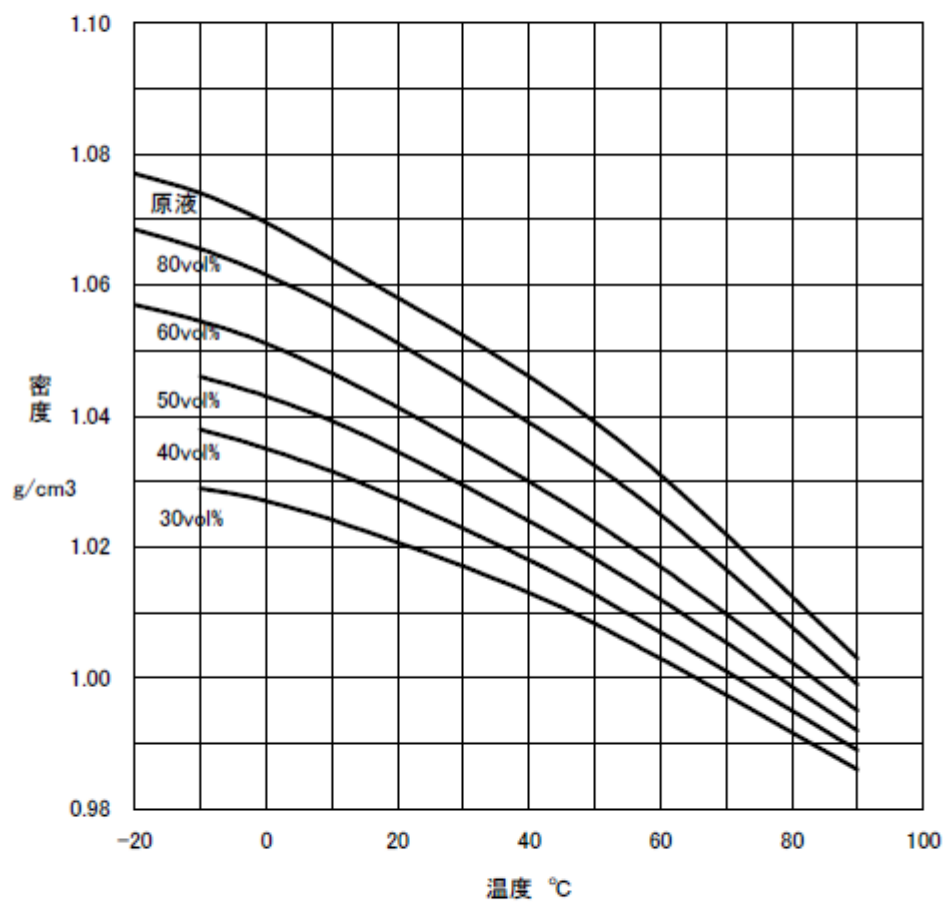


図4 ウェストンブラインPBの動粘度

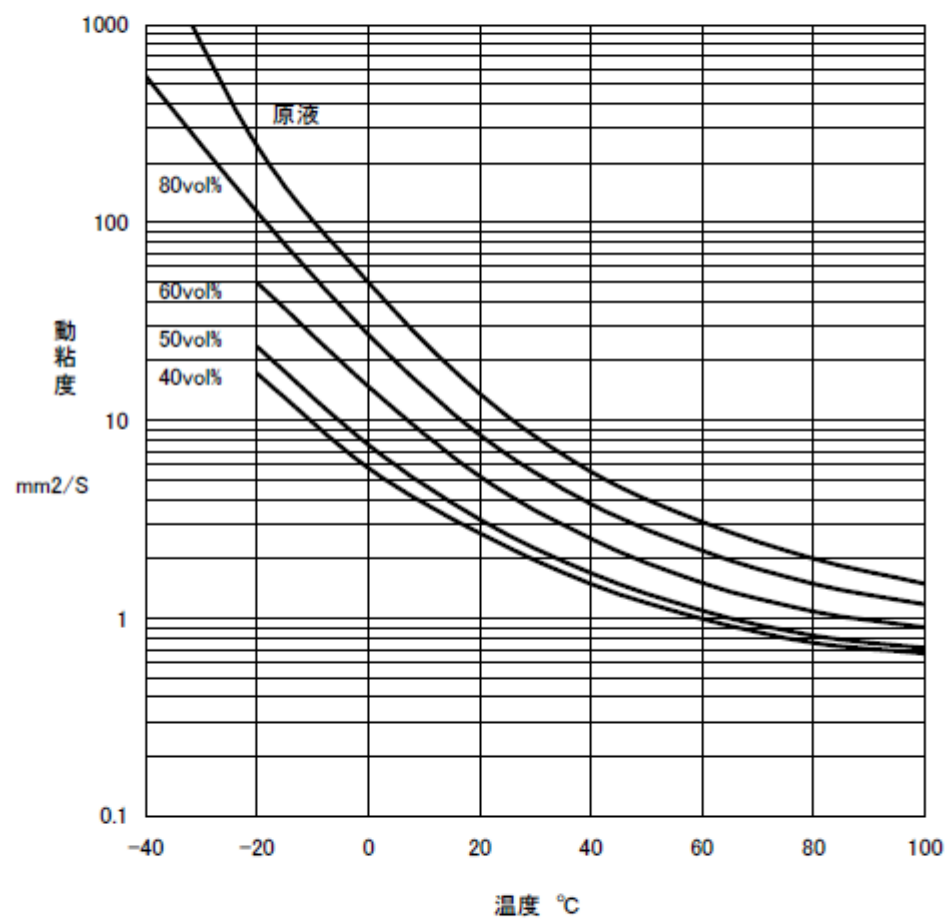
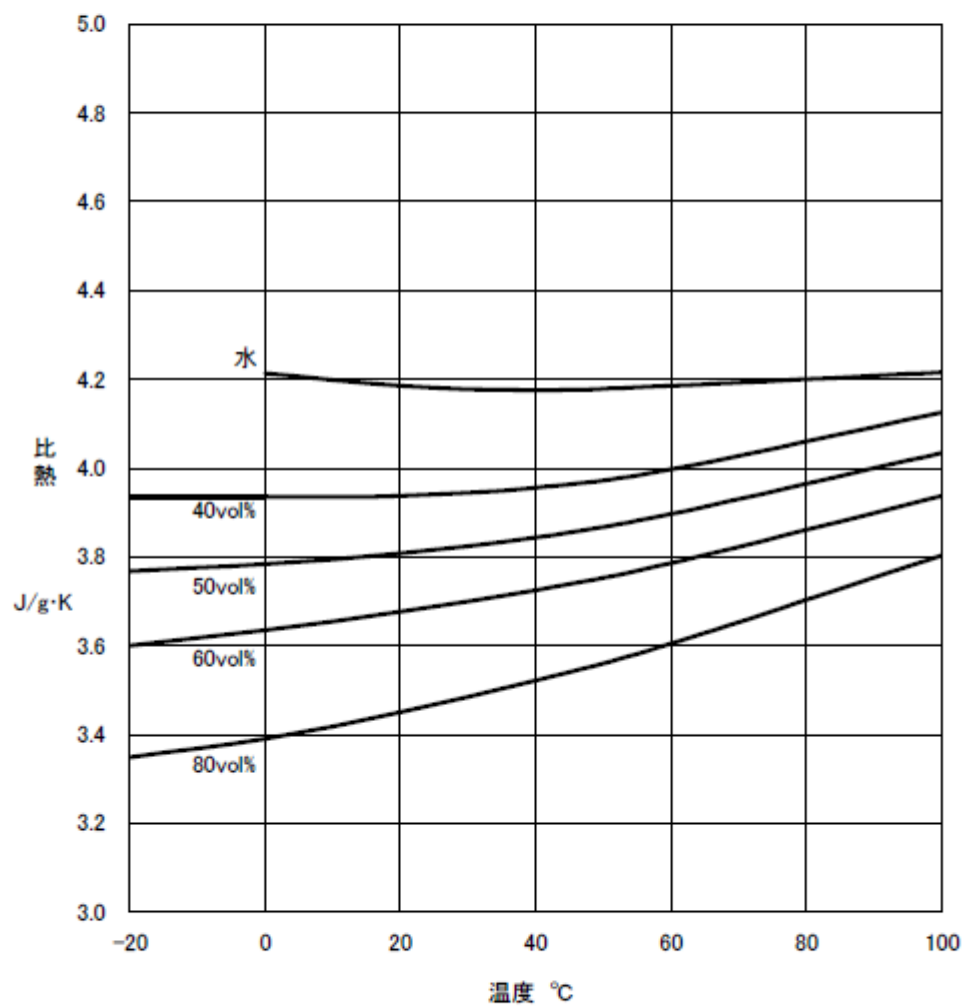


図5 ウェストンブラインPBの比熱



付録 熱媒の性能を証明する書類の写し

添付資料 1-2 シーシーアイ株式会社のウエストンブライン PB の製品安全データシート

MSDS 登録 No.0202101-3
製品名 ウエストンブライン PB

1/4
発行日 2002 年 2 月 18 日

製品安全データシート

1. 化学物質等及び会社情報

1. 1 製品の特定

- a) 製品名 ウエストンブライン PB
b) 製品分類 不凍液
c) 主な用途 不凍性熱媒体

1. 2 会社情報

- a) 会社名 シーシーアイ株式会社
b) 住所 〒501-3923 岐阜県関市新迫間 12
c) 担当部門 化成品事業部 技術グループ
d) 担当者 森 泰昭
e) 電話番号 0575-24-6171
f) FAX 番号 0575-24-6175
g) 作成者 森 泰昭
h) 作成、改訂 2002 年 2 月 18 日

2. 組成、成分情報

- a) 単一製品 混合物の区別 混合物
b) 含有成分及び含有量(1)

成分名	含有量 (wt%)	CAS No	化審法 No	労安法 (No)	PRTR 法 (No)	毒劇法
プロピレングリコール	67	57-55-6	化審法 2-234	2-8-323	非該当	非該当

注(1) 化審法 No 化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律(化審法) 官報告示番号
労安法 No 労働安全衛生法第 57 条の 2 第 1 項政令指定番号の政令番号
PRTR 法 No 特定化学物質の環境への排出量の把握及び管理の改善に関する法律(PRTR 法)
の対象化学物質の政令番号

3. 危険有害性の要約

3. 1 最重要危険有害性及び影響

- a) 人体への影響 飲用不可
b) 環境への影響 知見なし
3. 2 特定の危険有害性 知見なし

備考 本品の有害性は主にプロピレングリコールに起因する

4. 応急措置

a) 吸引した場合

- 1) 一般的に吸入するものでないが、充填する場合、換気の良い所で行うこと。
2) 誤って多量にガスを吸い込んだ場合、直ちに空気の新鮮な場所に移り、暖かく安静にすること。もし、呼

MSDS 登録 No.0202101-3
製品名 ウェストンブライン PB

発行日 2002 年 2 月 18 日

吸が不規則な場合や吐き気がする場合には、医師の診断を受けること。

b) 皮膚に付着した場合

- 1) 付着液を紙、布にて素早く拭き取ること。
- 2) 多量の水及び石鹸又は皮膚用洗剤を使用して十分に洗い落とすこと。
- 3) 外観に変化が見られたり、痛みがある場合は、医師の診断を受けること。

c) 目に入った場合 直ちに大量の清浄な流水で 15 分以上洗う。目蓋も裏まで完全に洗うこと。医師の診断を受けること。

d) 飲み込んだ場合

- 1) 誤って飲み込んだ場合、直ちに吐かせ、医師の診断を受けること。
- 2) 様子に異常が感じられる場合は、医師の診断を受けること。

5. 火災時の措置

a) 使用可能な消火剤 水、炭酸ガス、泡、粉末、乾燥砂、その他 ハロゲン消火剤

b) 消火方法

- 1) 可燃性のあるものを周囲から速やかに取り除くこと。
- 2) 消火作業は風上から行なうこと。
- 3) 大規模火災には水又は泡消火剤を使用すること。

c) 消火者の保護 適切な保護具(耐熱性着衣、手袋、呼吸保護マスク等)を着用する。

6. 漏出時の措置

a) 人体に対する注意事項

- 1) 作業の際、保護手袋、保護マスク、保護前掛け等を着用すること。
- 2) 屋内で漏洩した場合は、窓・ドアを開けて十分に換気を行なうこと。

b) 環境に対する注意事項及び除去方法

- 1) 少量の場合、おがくず、ウエス、砂、紙などを用いて吸収させて空容器に回収して下さい。その後、漏出区域周辺を水で洗い流して下さい。洗浄した水等は地面や排水溝等にそのまま流さないこと。
- 2) 多量の場合は、土のうなどで流出を防ぎ、ポンプなどで吸い取ること。
- 3) 廃棄物は、関係法令などに基づいて処理すること。

7. 取扱上及び保管上の注意

7. 1 取扱い

a) 技術的対策 静電気が発生するおそれのある設備には、蓄積する静電気を除去する装置を設けること。
(ポンプなど送液する場合は、流速 6m/s 以下におさえて下さい)

b) 注意事項

- 1) 換気の良い場所で使用して下さい。(整備工場等の場合)
- 2) 多量に使用する場合は、皮膚・目・顔を保護する適切な保護具を着用すること。
- 3) 容器はその都度密栓すること。

c) 特別な安全取扱い注意事項

- 1) 周辺での火気・スパーク・高温物の使用は避けること、みだりに蒸気を発生させないこと。

7. 2 保管

a) 適切な保管条件

- 1) 適切な技術対策 周辺での火気・スパーク・高温物と接近する場所、みだりに蒸気を発生させる

MSDS 登録 No.0202101-3
製品名 ウェストンブライン PB

発行日 2002 年 2 月 18 日

場所は避けること。

- 2) 推奨される安全な容器包装材料 ポリエチレン、ポリキ、リン酸鉄処理銅板、リン酸亜鉛処理銅板

b) 避けるべき保管条件

- 1) 混触禁止物質 知見なし

8. 暴露防止及び保護措置

a) 設備対策

- 1) 整備工場等で取り扱う場合は、吸排気が十分取れる設計をとること。

b) 管理濃度 規定なし

c) 保護具

- 1) 呼吸保護具 必要に応じて有機ガス用マスクを使用する。
2) 目の保護具 必要に応じて保護眼鏡を使用する。
3) 皮膚の保護具 必要に応じて耐油性手袋、保護前掛けを使用する。
4) その他 導電性安全靴

9. 物理的及び化学的性質

a) 外観 赤色液体

b) 臭気 溶剤臭

c) 沸点 113℃

d) 密度 1.059(20℃)

e) pH 7.5(40% 水溶液)

f) 引火点 なし

g) 溶解性 水に易溶

h) 爆発限界 上限: 情報なし、下限: 情報なし(プロピレングリコールとして上限 12.5%、下限 2.6%)

10. 安定性及び反応性

a) 安定性 常温で安定

b) 反応性 酸化性なし、自己反応性なし、爆発性なし

c) 危険有害な分解生成物 発生せず

d) その他の危険性情報 特に有用な情報なし

11. 有害性情報

11. 1 組成物質の有害性及び暴露防止濃度基準

成分	管理濃度	ACGIH TLV-Q	IARC	その他の有害性
プロピレングリコール	設定なし	設定なし	設定なし	なし

11. 2 組成物質に関するその他の有害性

a) プロピレングリコール

1) 皮膚腐食性 なし

2) 刺激性(皮膚、目) 刺激性は弱い長時間の接触は避ける。

3) 急性毒性(50%致死量等を含む) ラット経口 LD₅₀30g/kg

4) がん原性 特になし。

MSDS 登録No.0202101-3
製品名 ウェストンブライン PB

発行日 2002 年 2 月 18 日

- 5) 変異原性(微生物, 染色体異常) 特になし。
6) 催奇形性 特になし。

11. 3 製品に対する有害性情報 有用な情報なし。

12. 環境影響情報

- a) 生分解性 良好(プロピレングリコール)
b) 魚毒性 特になし

13. 廃棄上の注意

- a) 残余廃棄物
1) 事業者は産業廃棄物を自ら処理するか、又は知事等の許可を受けた産業廃棄物処理業者、もしくは地方公共団体がその処理を行なっている場合は、そこに委託して処理する。
2) 焼却処理をする場合、安全な場所で且つ燃焼ガスに注意し、他に危害または損傷を及ぼす恐れのないように注意すること。
b) 汚染容器・包装
1) 製品が付着している容器も、廃棄物として適切に処理すること。
2) 容器、機械装置を洗浄した排水等は、地面や排水溝にそのまま流さないこと。

14. 輸送上の注意

- a) 共通 取り扱い及び保管上の注意の項の一般的注意に従う。輸送の際は、容器漏れの無いことを確かめ、荷崩れのないように処置を講ずること。引火性の液体なので火気厳禁のこと。
b) 海上輸送 船舶安全法に定めるところに従う。
c) 航空輸送 航空法に定めるところに従う。

15. 適用法令

- a) 労働安全衛生法
b) 廃棄物の処理及び清掃に関する法律
c) 化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律

16. その他の情報

- a) 主な引用文献
1) 溶剤便覧
2) 危険防災救急便覧
3) 急性中毒処置の手引

注意 記載内容は現時点で入手できた資料や情報に基づいて作成しておりますが、記載のデータや評価に関しては、如何なる保証をなすものではありません。また、注意事項は通常の取り扱いを対象としたものですので、特別な取り扱いをする場合には新たに用途・用法に適した安全対策を実施の上、お取り扱い願います。