

【気候変動対策技術領域ーヒートアイランド対策技術（ヒートポンプ）区分】

No.1 地下水循環型地中採放熱システム（株式会社守谷商会）の技術概要

技術概要																
技術の仕様・製品データ	<p>本技術は、地中熱を利用したヒートポンプ空調システムであり、オープンループ形式と地下水循環型地中採放熱システムを連ねることにより、一定の地下水揚水量における熱交換量を2倍にし、地下水は地中に還元することにより影響を防止、地下水還元(冷房時の排熱を地中放熱)によりヒートアイランド現象の抑制を図るものである。システム全体の熱交換効率(冷房時の成績係数 SCOP)も3.7以上と、類似のシステム以上することで、冷暖房使用による一次エネルギーの消費量を低減し地球環境への負荷を低減する技術である。</p> <p><仕様> (実証対象施設概要)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 施設名：守谷商会真島研修センター（長野県長野市真島町） ● 施設の用途：事務所ビル ● 施設の規模：鉄骨造 2階建て 空調面積 250 m² ● 空調システム：地中熱源対応水冷式ビル用マルチ機で熱交換した冷媒を室内に送り壁掛式室内機で直膨させる空調システム。 ● 実証対象技術のシステム構成： <table border="1"> <tr> <td>地下水くみ上げ、 地中涵養方式</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・地下水汲み上げ井：深さ 25m、直径 150mm 汲み上げポンプ：株式会社川本製作所 深井戸水中ポンプ USN-406-1.9CR 口径：40mm、吐出量：100 ℓ/分、全揚程：50m 出力：1.9kW、電源：三相 200V、台数：1台 ・地下水地中涵養装置：地下水循環型地中採放熱装置 (浸透槽方式) </td> </tr> <tr> <td>1次側熱交換器 A</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・製品名：株式会社 日阪製作所製 日阪プレート型熱交換器 UX-115B-NJ-19 ・交換熱量 34kW ・サイズ：1,115×408×385 ・重量：230kg ・台数：1台 </td> </tr> <tr> <td>熱交換器 B</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・工法名：Heat-Gw-Power（特許：第 5983790） (オンサイト構築型地中タンクコイル式熱交換器) ・地中熱交換槽サイズ：L13.3m×W4.4m×H1.7m ・熱交換パイプ：高密度ポリエチレン管 20A L=150m×6 系列 ・熱交換能力：36kW 級 ・井水地下浸透能力：100 ℓ/分以上 </td> </tr> <tr> <td>地中熱用ヒートポンプ (熱交換器 A・B 共)</td> <td> <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 地中熱対応水冷式ビル用マルチ空調システム ZP3-WS280-T ・タイプ：水熱源ヒートポンプ、2次側直膨式 ・能力：冷房 28.0kW、暖房 31.5 kW ・冷媒：R410A ・台数：2台、インバータ制御 </td> </tr> <tr> <td rowspan="2">循環ポンプ</td> <td>熱交換器 A</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・製品名：株式会社川本製作所製 PSS2 形プラスチック PSS2-326-0.4T ・口径：32mm・吐出量：100 ℓ/分・全揚程：10m ・出力：0.4kW・電源：三相 200V・台数：1台 </td> </tr> <tr> <td>熱交換器 B</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・製品名：株式会社川本製作所製 PSS 形ステンレス Pライン PSS406E1.5G ・口径：40mm・吐出量：100 ℓ/分・全揚程：15m ・出力：1.5kW・電源：三相 200V・台数：1台 </td> </tr> <tr> <td>ブライン加圧ポンプ</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・製品名：株式会社川本製作所製 NF3 型+受水槽付カワエース </td> </tr> </table>	地下水くみ上げ、 地中涵養方式	<ul style="list-style-type: none"> ・地下水汲み上げ井：深さ 25m、直径 150mm 汲み上げポンプ：株式会社川本製作所 深井戸水中ポンプ USN-406-1.9CR 口径：40mm、吐出量：100 ℓ/分、全揚程：50m 出力：1.9kW、電源：三相 200V、台数：1台 ・地下水地中涵養装置：地下水循環型地中採放熱装置 (浸透槽方式) 	1次側熱交換器 A	<ul style="list-style-type: none"> ・製品名：株式会社 日阪製作所製 日阪プレート型熱交換器 UX-115B-NJ-19 ・交換熱量 34kW ・サイズ：1,115×408×385 ・重量：230kg ・台数：1台 	熱交換器 B	<ul style="list-style-type: none"> ・工法名：Heat-Gw-Power（特許：第 5983790） (オンサイト構築型地中タンクコイル式熱交換器) ・地中熱交換槽サイズ：L13.3m×W4.4m×H1.7m ・熱交換パイプ：高密度ポリエチレン管 20A L=150m×6 系列 ・熱交換能力：36kW 級 ・井水地下浸透能力：100 ℓ/分以上 	地中熱用ヒートポンプ (熱交換器 A・B 共)	<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 地中熱対応水冷式ビル用マルチ空調システム ZP3-WS280-T ・タイプ：水熱源ヒートポンプ、2次側直膨式 ・能力：冷房 28.0kW、暖房 31.5 kW ・冷媒：R410A ・台数：2台、インバータ制御 	循環ポンプ	熱交換器 A	<ul style="list-style-type: none"> ・製品名：株式会社川本製作所製 PSS2 形プラスチック PSS2-326-0.4T ・口径：32mm・吐出量：100 ℓ/分・全揚程：10m ・出力：0.4kW・電源：三相 200V・台数：1台 	熱交換器 B	<ul style="list-style-type: none"> ・製品名：株式会社川本製作所製 PSS 形ステンレス Pライン PSS406E1.5G ・口径：40mm・吐出量：100 ℓ/分・全揚程：15m ・出力：1.5kW・電源：三相 200V・台数：1台 	ブライン加圧ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> ・製品名：株式会社川本製作所製 NF3 型+受水槽付カワエース
地下水くみ上げ、 地中涵養方式	<ul style="list-style-type: none"> ・地下水汲み上げ井：深さ 25m、直径 150mm 汲み上げポンプ：株式会社川本製作所 深井戸水中ポンプ USN-406-1.9CR 口径：40mm、吐出量：100 ℓ/分、全揚程：50m 出力：1.9kW、電源：三相 200V、台数：1台 ・地下水地中涵養装置：地下水循環型地中採放熱装置 (浸透槽方式) 															
1次側熱交換器 A	<ul style="list-style-type: none"> ・製品名：株式会社 日阪製作所製 日阪プレート型熱交換器 UX-115B-NJ-19 ・交換熱量 34kW ・サイズ：1,115×408×385 ・重量：230kg ・台数：1台 															
熱交換器 B	<ul style="list-style-type: none"> ・工法名：Heat-Gw-Power（特許：第 5983790） (オンサイト構築型地中タンクコイル式熱交換器) ・地中熱交換槽サイズ：L13.3m×W4.4m×H1.7m ・熱交換パイプ：高密度ポリエチレン管 20A L=150m×6 系列 ・熱交換能力：36kW 級 ・井水地下浸透能力：100 ℓ/分以上 															
地中熱用ヒートポンプ (熱交換器 A・B 共)	<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 地中熱対応水冷式ビル用マルチ空調システム ZP3-WS280-T ・タイプ：水熱源ヒートポンプ、2次側直膨式 ・能力：冷房 28.0kW、暖房 31.5 kW ・冷媒：R410A ・台数：2台、インバータ制御 															
循環ポンプ	熱交換器 A	<ul style="list-style-type: none"> ・製品名：株式会社川本製作所製 PSS2 形プラスチック PSS2-326-0.4T ・口径：32mm・吐出量：100 ℓ/分・全揚程：10m ・出力：0.4kW・電源：三相 200V・台数：1台 														
	熱交換器 B	<ul style="list-style-type: none"> ・製品名：株式会社川本製作所製 PSS 形ステンレス Pライン PSS406E1.5G ・口径：40mm・吐出量：100 ℓ/分・全揚程：15m ・出力：1.5kW・電源：三相 200V・台数：1台 														
ブライン加圧ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> ・製品名：株式会社川本製作所製 NF3 型+受水槽付カワエース 															

● ヒートポンプの仕様：

製造者	ゼネラルヒートポンプ工業株式会社		
名称	地中熱対応水冷式ビル用マルチ空調システム		
型式	ZP3-WD280-T		
電源仕様	3相 200V 60Hz		
能力	冷房	kW	28.0
	暖房	kW	31.5
消費電力	冷房	kW	5.0
	暖房	kW	7.8
冷媒	種類	R410A	
	封入量	kg	9.0

<本技術の適用範囲>

本技術は地下水の揚水とその地下水涵養にあたり以下の適地条件を有する。

1. 地下水の賦存量が豊富で地下水採取にあたり周辺的环境に影響を及ぼさない地盤であること。
2. 地中熱交換槽構築地盤は水の浸透性が大きい砂礫・砂質地盤であること。(なお、このような適地は内陸部の扇状地を流下する河川の近傍地域などがそれに該当する。)

特徴・長所・
セールスポイント・
先進性

● 本技術の長所

本技術は再生可能熱エネルギーである地中熱を熱源とする冷暖房システムで建物等の空調に適用されるヒートポンプシステムである。地中熱源として地下水の揚水利用を行うことからオープンループ式の地中熱利用システムに分類される。一つの熱源水に対し構造の異なる2連の熱交換器を直列に配し、数時の熱採取を行うことで、以下の特徴を有する。

▶ 対空気熱源方式

1. 一次側熱源温度と二次側供給熱の温度差を、空気熱源ビルマルチエアコンの温度差と比して小さくできることから、高い熱交換効率（成績係数 COP）が得られる。

▶ 対通常のオープンループ型採放熱方式

1. 数次的な地下水熱採取により、従来型のオープンループ方式に比して揚水量の抑制ができる。地下水使用が半減でき、地下水資源の保全につながる。
2. 揚水量が抑制できるので井戸ポンプ運転にかかわる電力量が軽減できる。
3. 通常のオープンループ方式に比べて、半分の地下水の使用で効果的に冷房排熱を地中に排出できる。
4. 通常のオープンループ方式に比べて、使用後の地下水の確実な地中還元ができる。

▶ 対クローズドループ型採放熱方式

1. クローズドループ方式に比べて、熱交換器の熱交換性能が良好で一次側熱源温度が低く（冷房期）、ヒートポンプの運転効率が良好でシステムエネルギー効率が低い。
2. 暖房時における一次側熱源温度がクローズドループ方式に比して高く、ヒートポンプの運転効率が向上し一次エネルギー消費量並びにCO₂の排出量の削減効果に優れる。
3. 一次熱源施設を設置する敷地について、単位敷地面積当たりの採放熱量がクローズドループ方式に比して多く、地中熱源装置の設置面積を縮小できる。
4. クローズドループ方式（ボアホール）に比べて、一次側熱源装置の構築費用が廉価である。（一次側熱源装置構築費：申請案件 20 万円/kW、ボアホール 40 万円/kW、故に 50%の削減）

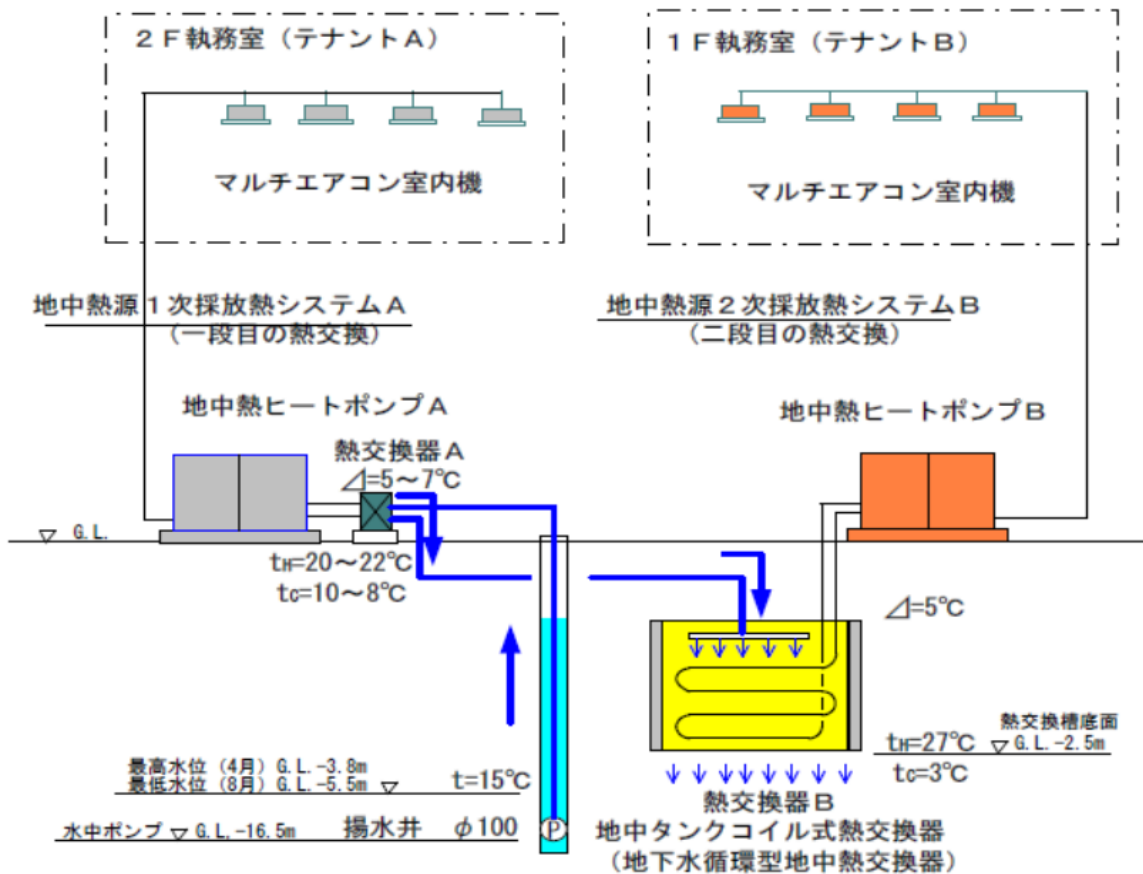
- 取得した基本特許：特許：第 5983790 号「地下水循環型地中採熱システム及び地中熱利用冷暖房又は給湯システム」

技術の原理

本技術は、熱交換方式が異なる 2 つの熱交換器を直列に配置したものに汲み上げた地下水を段階的に給水し一次側熱源とする、2 連の地中熱利用水冷式ヒートポンプ冷暖房空調システムである。1 段目の熱交換としてプレート式の熱交換器を使用する。2 段目の熱交換としてオンサイト構築型地中タンクコイル式熱交換器に分類される地下水循環型地中採熱システムを使用する。汲み上げた地下水は、初めにプレート式熱交換器で熱交換（1 次採熱システム A）を行い、1 台目のヒートポンプの熱源とする。1 次採熱後の地下水を地下水循環型地中採熱システムに供給し、2 回目の熱交換（2 次採熱システム B）を行う。

地下水循環型地中採熱システムとは、浅層地中部に構築した熱交換槽内部に充填した砂礫に熱交換パイプをスリンキー（コイル）状に積層埋設し、上部に揚水した地下水を散水して地下水熱と熱交換媒体の熱交換を効率的に行う熱交換装置（特許：第 5983790）である。地下水循環型地中採熱システムは地中熱交換槽底部が開放されていて地下水を地盤浸透させる浸透装置で、確実な地下水涵養を実現できる還元井（浸透桝）である。これにより汲み上げた地下水を確実に地中に涵養させることができる。

1 段目の 1 次熱交換システム A 地下水熱約 5°C を採取する。続く 2 段目の 2 次熱交換システム B で、1 段目で熱採取後の地下水から更に約 5°C の熱採取を行うとともに、揚水した地下水の地中涵養を行う。一度揚水した地下水から 2 回の熱利用をするので揚水量を 1/2 に低減できる。加えて、2 段階の熱利用下でもボアホール式熱源に比して 1 次熱源の入口温度が低い（冷房期間）ので熱源機の運転効率が上がり、消費電力の低減、CO₂ 発生量の抑制ができる。



技術の開発状況・
納入実績

商用実機のプロトタイプとして自社施設に冷暖房能力 58kW 級の実証プラントを建設済み（現時点で商用化段階にある）。

<p>環境保全効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ヒートアイランド対策：全冷房時排熱を地中に行い大気中への排熱が無くヒートアイランドの軽減になる。 ● 一次エネルギー消費量削減効果：高成績係数での冷暖房運転ができ通年で一次エネルギー消費を低減する。現時点で暖房期間のデータ未確認であるが、通年のランニングをシミュレーションした結果、空気熱源ビル用マルチエアコンに比して 30%削減を見込む。 ● CO₂ 排出量削減効果：一次エネルギー消費量の低減に伴い CO₂ 排出量を削減する効果がある。現時点で暖房期間のデータ未確認であるが、通年のランニングをシミュレーションした結果、空気熱源ビル用マルチエアコンに比して 33%削減を見込む。 ● 夏期電気需要ピークカット効果：冷房需要高負荷時の運転効率に優れ、電気需要のピークカットに効果がある。
<p>副次的に発生する環境影響</p>	<p><副次的な環境影響（良い面）></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 既存のオープンループ式の地下水熱利用に比して揚水量を半減できる。 ● 嫌気環境での地下水循環により、地下水に含まれる鉄分の酸化や、微生物の活性が少なく地下水還元時の目詰まりが少ないことで確実な地下水涵養ができる。 ● 既存のクローズドループ式の地中熱利用に比して単位敷地面積当りの採放熱量が大きい。 ● 空気熱源方式の室外機は風切音等の騒音が大きい。これに比して地中熱の熱源機（室外機）は運転中の騒音が低く、周辺環境に与える影響が小さい。 <p><環境影響（悪い面）の可能性></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 地下水の賦存状況の変化、特に地下水源の枯渇および地盤沈下 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 対策：事前に地下水の保全条例等に基づく法規制を確認し、近隣井戸利用調査、地下水の賦存量等に関する調査を実施して地下水利用に問題の無いことを確実に確認する。 ● 建設地に地下水汚染があった場合の汚染の拡散 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 対策：事前水質調査で地下水汚染が確認された場合は本技術を使用しない。 ● 本技術・製品の使用による地下水汚染の可能性、特にブライン（不凍液）の漏洩による土壌汚染 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 対策：地中熱交換パイプの施工にあたっては、継ぎ手からのブラインの漏洩が生じないように、以下の管理を厳格に行い漏洩の発生を防止する。 <ol style="list-style-type: none"> a. 地中熱交換パイプは耐久性に優れた高密度ポリエチレン管（PE 管）を使用し、管の接合は EF（エレクトロフィージョン）接合として、「地中熱ヒートポンプシステム施工管理マニュアル」地中熱利用促進協会に従い作業を実施する。 b. 配管完了時に気密試験を実施し漏洩が無いこと確認し、試験実施報告書に記録を残す。 c. 地中熱交換パイプに充填するブラインは、毒性が極めて弱いプロピレングリコールを使用する。
<p>実証試験の実証項目案</p>	<p><実証試験の方法と条件></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 実証試験方法：弊社所有施設に既に建設済み（2018 年 8 月完成）の商用実機用プロトタイプの冷暖房設備（冷暖房能力 56 kW）に対して、実証単位（A）（ヒートポンプ空調システム全体）及び実証単位（C）（地中熱交換部（地中熱交換弁からヒートポンプの地中熱源側の熱媒体出入口までを範とする））の項目について実証を行う。 ● 技術的条件：実証試験に供する設備は 2018 年 8 月に完成し既に試運転調整も終了している。よって実証運転の実施に技術的な不確定要因は少ない。試験フィールドは弊社の所

	<p>有施設で、弊社関連企業 2 社が業務する事務所ビルである。運転条件は上記 2 社の実際の業務形態に従い実用運転を行う。本実証試験では商用実機による実用運転に基づく性能評価を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 実証期間： <ul style="list-style-type: none"> ➢ 冷房時：2019 年 7 月上旬～2019 年 9 月上旬（2 ヶ月間） ➢ 暖房時：2019 年 11 月下旬～2020 年 2 月下旬（3 ヶ月間） ● 実証場所：守谷商会真島研修センター（長野県長野市真島町） <p><実証項目案></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 冷房運期間のシステムエネルギー効率 平成 30 年度 ETV ヒートアイランド対策技術「地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム」実施要領に準拠する。目標 SCOP：3.7 以上。 ● 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
<p>自社による 試験方法及び その結果</p>	<p>平成 30 年 8 月末試運転調整完了後、9 月上旬に実用運転を実施してデータ採取およびそのとりまとめを行っている。</p> <p><試験結果></p> <p>試験結果データ有り（非公開）※お問い合わせ下さい</p>