

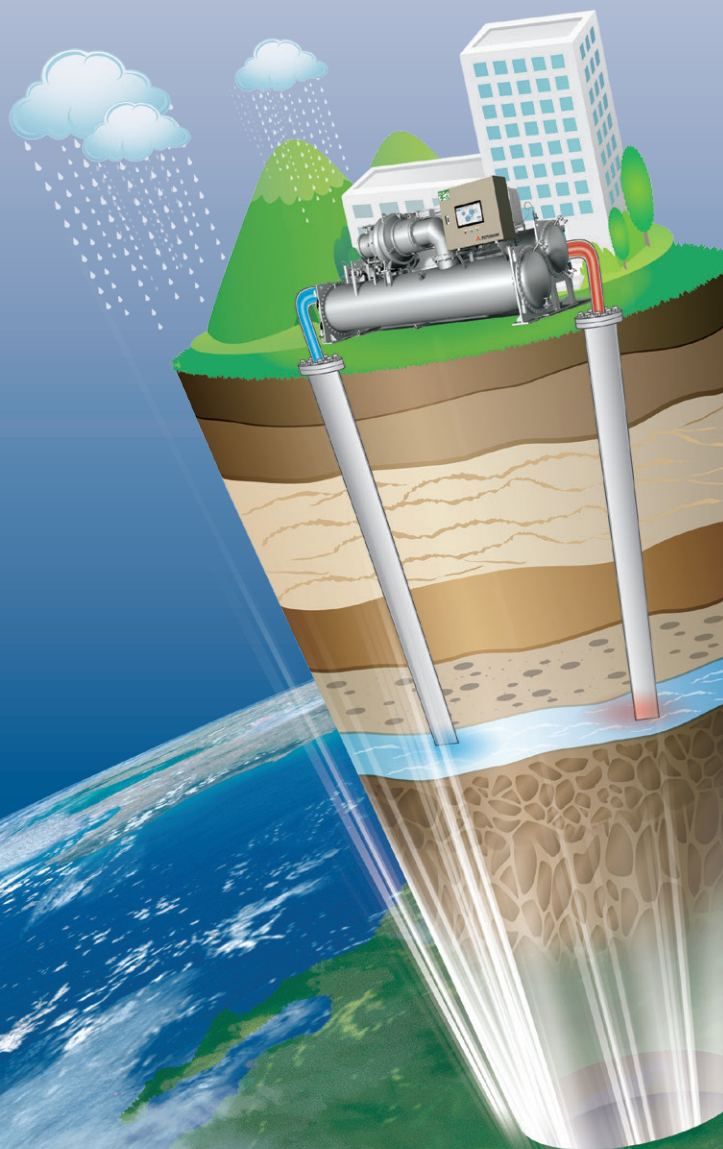
サーマルソリューション エンジニアリング



受賞テーマ名：持続可能な未利用熱利用（帯水層蓄熱システム）による工場空調システムの省エネ革新

帯水層蓄熱システム

ヒートポンプ型ターボ冷凍機で、冷水・温水を供給
地下水を利用して、大幅な省エネルギーを実現
カーボンニュートラル社会の実現に貢献



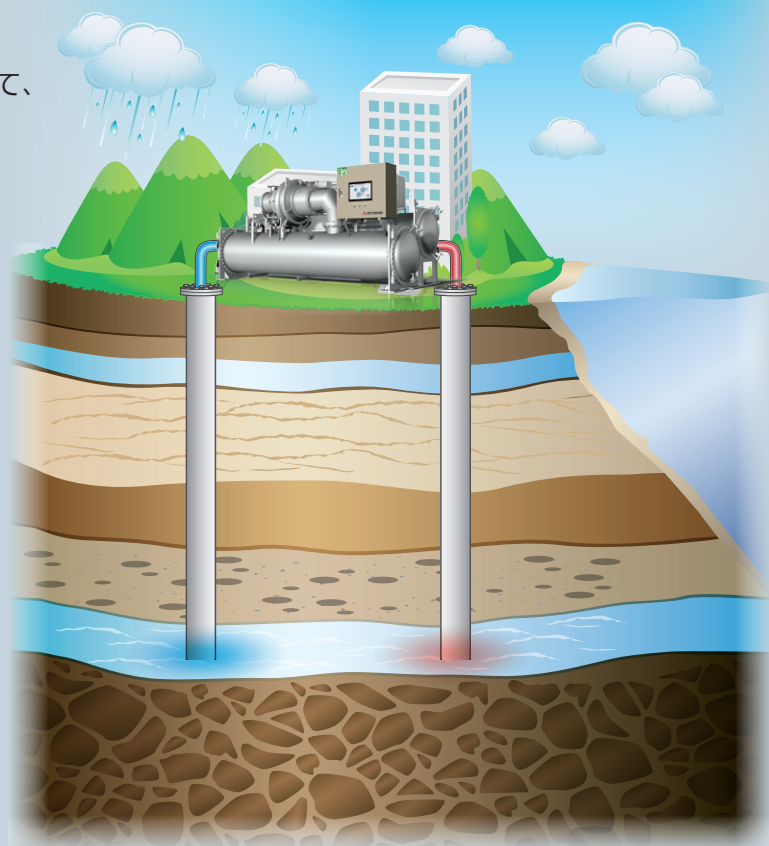
COOL
CHOICE

未来の
ために、
いま選ぼう。

帯水層蓄熱システム

我々の足元に眠る豊富な地下水は、外気温度と比べると、冬は温かく、夏は冷たいという温度差エネルギーであり熱源としての価値が高い。

さらにこの帯水層を巨大な蓄熱槽に見立てて、ターボ冷凍機を使って冷房時の温排熱、暖房時の冷排熱を貯め、温排熱を暖房に、冷排熱を冷房に、季節をまたいで有効利用する空調システムです。



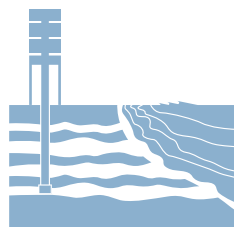
帯水層とは？

帯水層とは、地下水が蓄えられている地層のことです。通常は粘土などの不透水層（水が流れにくい地層）にはさまれた、砂や礫からなる多孔質浸透性の地層を指します。この地層では、透水性が良く井戸の揚水量が確保でき、地下水流速が遅い領域では、蓄熱層として使用できます。



低GWP冷媒使用 高効率ターボ冷凍機の採用

環境性、高効率、コンパクトが特長のインバータターボ冷凍機ETI-Zシリーズ（ヒートポンプ型）を採用。使用しているHFO-1233zd(E)冷媒は、フロン排出抑制法・高圧ガス保安法の適用対象外です。年間を通じインバータターボ冷凍機で冷温水を供給することができ、ボイラが不要。また、空気熱源ヒートポンプに比べて、熱源と供給温度の落熱差が少なく、省エネ運転が可能。



高性能熱源井の採用

熱源井は、鉄分、塩分を含んだ地下水で目詰まりを起こしにくい独自の加圧密閉構造※を採用。大容量（100m³/h）に対応し、全量還水可能で信頼性も高く、地盤沈下抑制を実現。

※特許出願済み

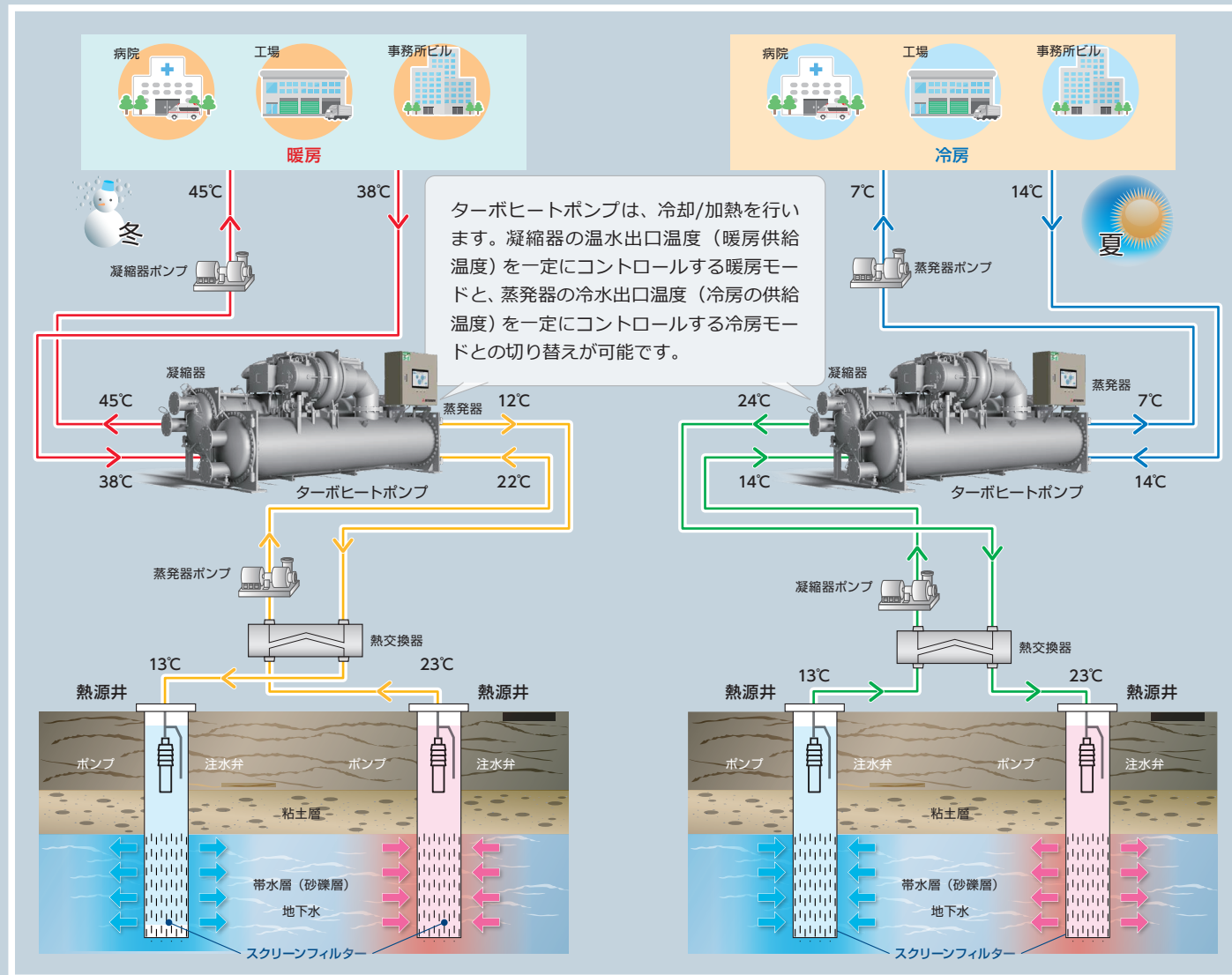
三菱重工の帯水層



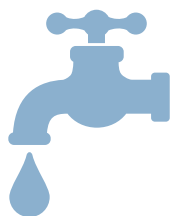
ヒートアイランド防止

帯水層蓄熱は、夏期の温排熱／冬期の冷排熱を大気に出さず、地下水を通じて蓄熱し季節をまたいで取り出すことが可能なシステムのためヒートアイランド防止に貢献。

帯水層蓄熱利用システムの仕組み



蓄熱システムの特長



水資源の確保

夏期の冷房において冷却塔を備える熱源システムは、冷却塔で冷却水を蒸発させ大気に放熱しているため、運転中は一定量の給水を必要とするが、帯水層蓄熱システムは蓄えた冷排熱を利用することにより、冷房運転に伴う補給水はゼロ。



デマンド抑制

夏のピーク時に外気温より低い温度の冷排熱を利用するため消費電力が少ない。



省エネルギー

帯水層を蓄熱槽として使用することで大容量のエネルギー貯蔵システムを実現。高効率ターボヒートポンプと高性能熱源井の組み合わせで、季節間をまたいで利用することにより大幅な省エネルギー空調が可能。

帯水層蓄熱システムは、
季節間で排熱を有効利用できます。

三菱重工の帯水層蓄熱のメリット

Merit 1 省エネ

高効率インバーターボ冷凍機（ヒートポンプ型）を
冷房・暖房で使用することで年間で大幅な省エネを実現

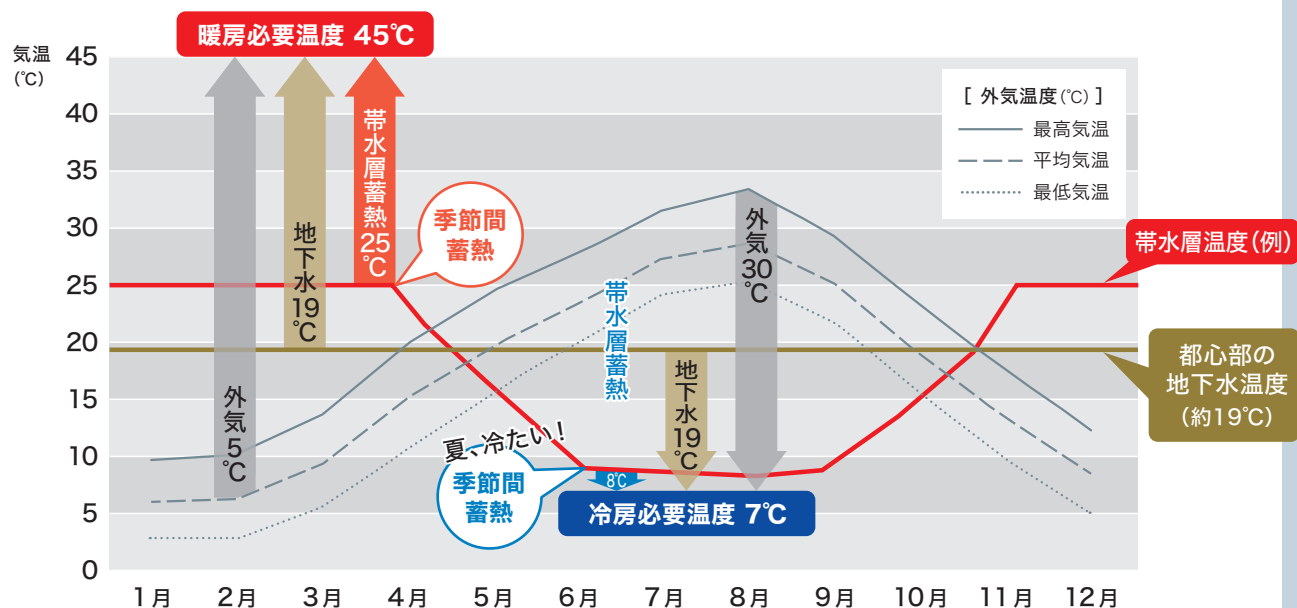


ボイラによる暖房と比べて

少しの電気で大きな熱を得ることができる
ヒートポンプは、燃焼式熱源機に比べエネ
ルギー消費量・CO₂排出量を大幅に削減

空気熱源ヒートポンプと比べて

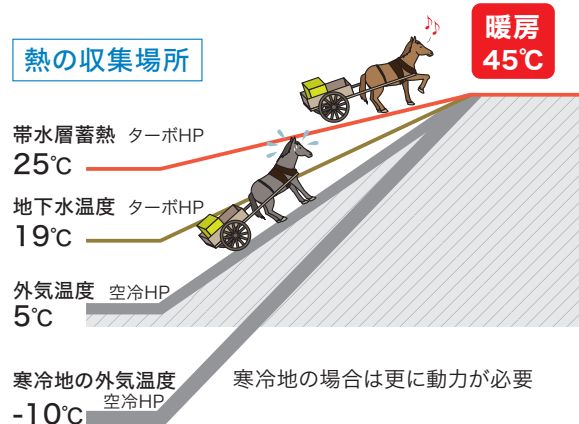
熱源と供給温度の熱落差が小さいため、
省エネ性が高い
デフロスト運転が不要



冬

蓄熱した地下水温度 (25°C) は、外気温度 (5°C) より高く、空気熱源ヒートポンプよりもターボ冷凍機 (ヒートポンプ型) の方が優位

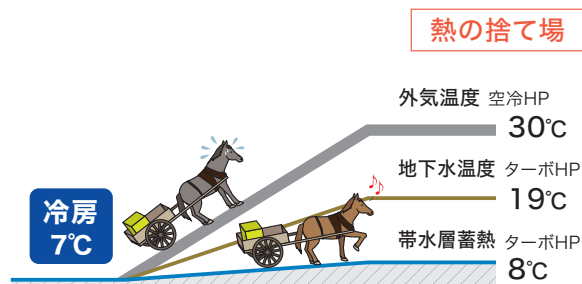
熱の収集場所



夏

蓄熱した地下水温度 (8°C) は、外気温度 (30°C) より低く、空気熱源ヒートポンプよりもターボ冷凍機 (ヒートポンプ型) の方が優位

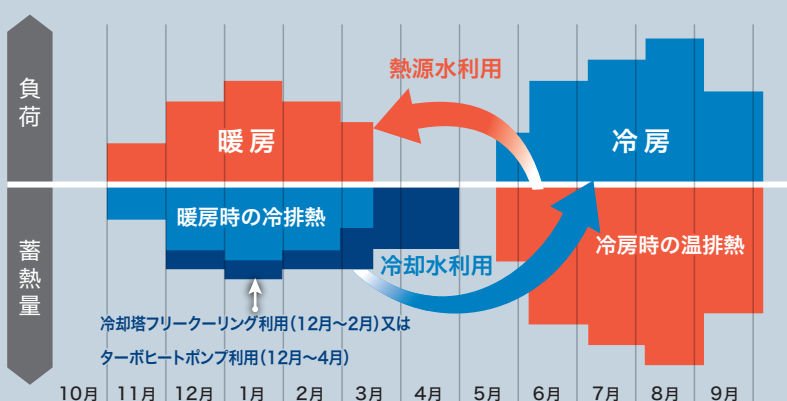
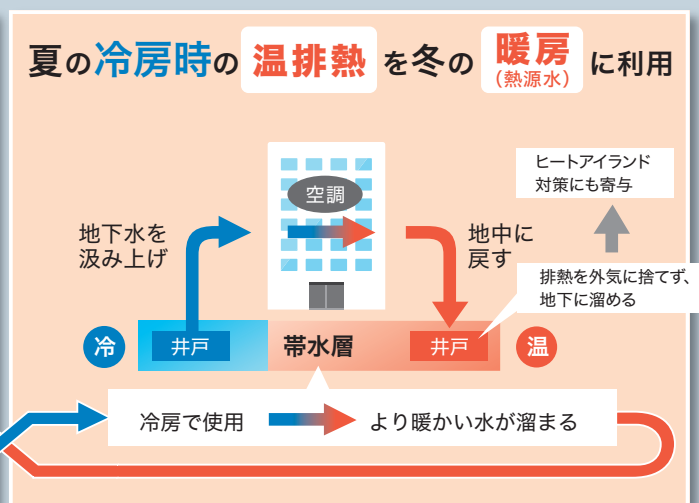
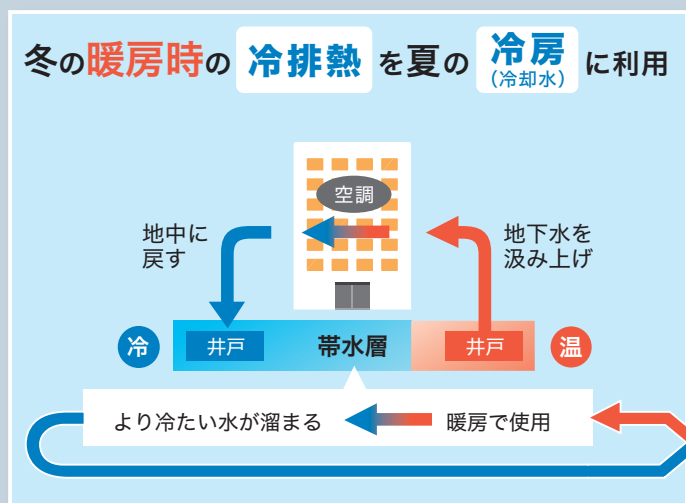
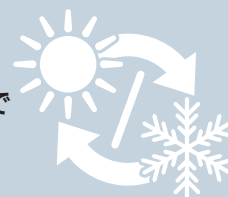
熱の捨て場



Merit 2 熱の有効利用

季節間蓄熱

季節ごとに揚水井と還水井を切り替えることで
夏期の冷房排熱を冬期の暖房に
冬期の冷水排熱を夏期の冷房に利用



冷却塔フリークーリング蓄熱(蓄冷)

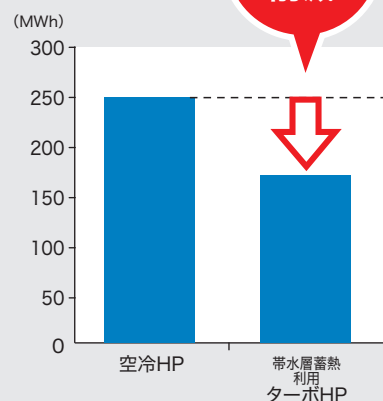
一般的に冷房負荷は、暖房負荷よりも多いため、冬期の暖房時に蓄熱した冷排熱だけで夏の冷房をすべてまかなうことはできません。冬期の夜間や中間期の暖房を利用していない時間帯に、フリークーリングで蓄熱した冷排熱を夏期の冷房に利用することで、更に省エネルギーを図ることができます。

年間省エネ効果

空冷ヒートポンプ空調システムに対して
30%の省エネルギー化が図れます。

電力量 CO₂ 排出量
30% 削減 30% 削減

■電力量比較



【工場実績負荷】

・年間熱負荷 冷房(2020年6月~10月)
: 1,014,042.4 MJ
運転時間 : 08:00~20:00
冷房ピーク負荷: 662kW
冷房時: 7℃冷水を負荷へ供給
25℃温水で蓄熱

・年間熱負荷 暖房(2020年12月~2021年3月)
: 1,905,082.7 MJ
運転時間 : 08:00~05:00
暖房ピーク負荷: 864kW
暖房時: 43℃温水を負荷へ供給
10℃冷水で蓄熱(蓄熱利用時)

帯水層蓄熱システムのフロー

夏と冬の空調負荷の違いを考慮せず単純に地中熱利用を行うだけでは

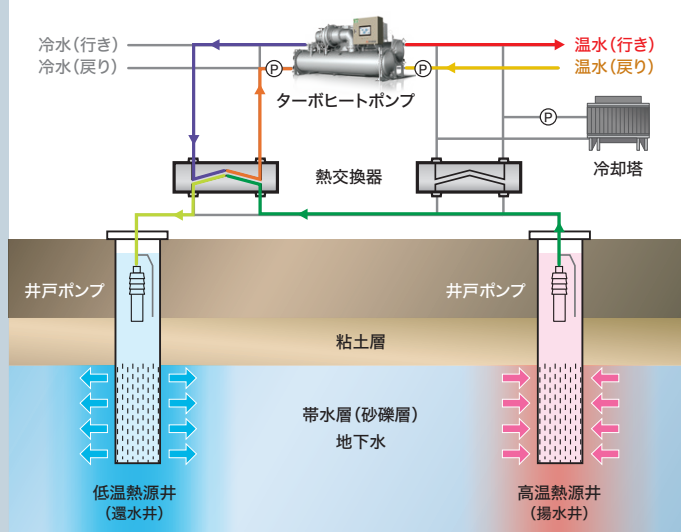
地中温度が上昇または下降し続けてしまい、持続可能な地中熱利用ができません。

三菱重工が開発したシステム制御機能により、自動で以下のシステムフローの組み合わせ（特許番号：特許第06932346号、特許第06857883号）を行うことで夏冬の空調負荷のアンバランスを解消し、持続可能な地中熱利用を実現します。

No.1 熱源水利用（暖房+冷水蓄熱）

冬期

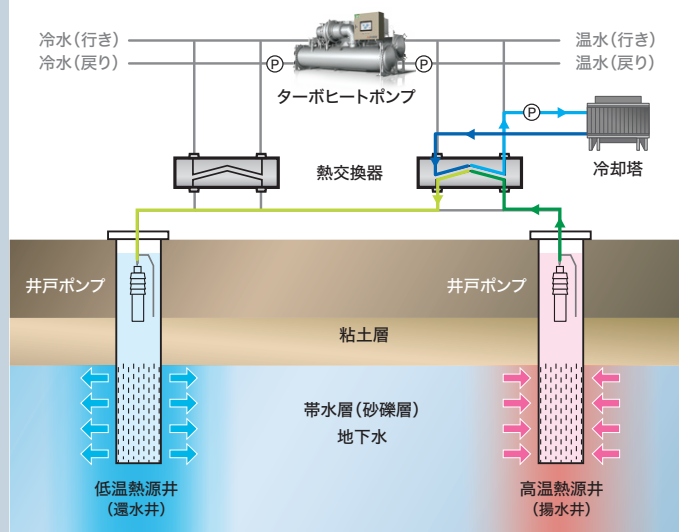
冬期の暖房を行いつつ、低温を蓄熱するモード



No.2 冷却塔フリークーリング利用（冷水蓄熱）

冬期

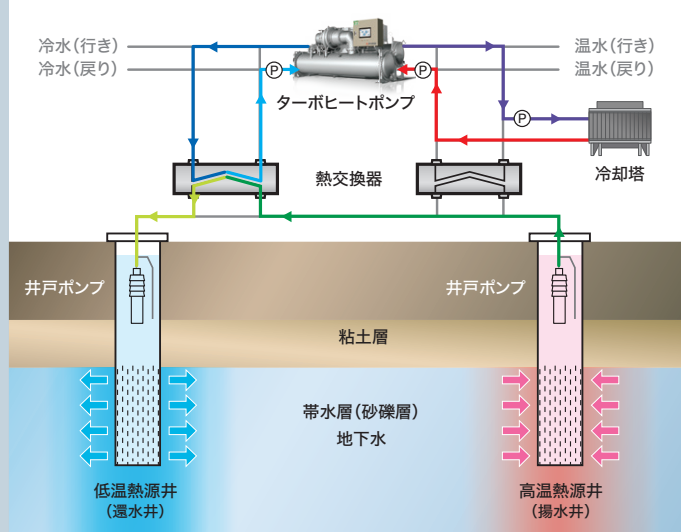
外気温度が低い時に夏期の冷房利用に備えて冷水を蓄熱するモード



No.3 ターボヒートポンプ冷水利用（冷水蓄熱）

冬期
中間期

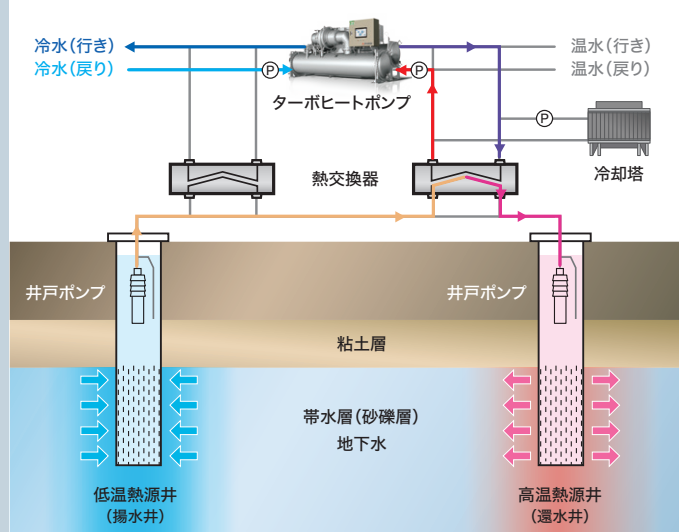
外気温度が低い時にターボヒートポンプが大幅に性能向上する特性を利用し、冷房利用に備えて冷水を蓄熱するモード



No.4 冷却水利用（冷房+温水蓄熱）

夏期

夏期の冷房を行いつつ、高温で蓄熱するモード



オプションシステム：冷水直接利用、ヒートポンプ入口予冷+冷却水利用

帯水層蓄熱システムに組み合わせる 「熱源機」と「熱源井」について

熱源機



三菱重工業ターボ冷凍機 ETI-Zシリーズ(ヒートポンプ型)

熱源は200USRt単位で構成

熱源井

構 成	2本を1対として構成
還水/揚水量	100m ³ /h(1本当たり)
間 隔	年間に必要な水量から離隔距離を確保
熱源井の位置	帯水層の状況(水質、厚さ、揚水可能量)に応じて決定
必要本数	帯水層の状況(水質、厚さ、揚水可能量)に応じて決定

熱源機仕様

	ターボ冷凍機型式	ETI-Z20HP	ETI-Z40HP
冷房時	冷房能力	USRt	200
		kW	703
	電動機出力	kW	59.6
	冷水流量	m ³ /h	86.2
	冷却水流量	m ³ /h	189.2
暖房時	暖房能力	kW	738
	電動機出力	kW	115.4
	温水流量	m ³ /h	106.9
	熱源水流量	m ³ /h	63.6
必要熱井井		1対	2対
掘削する井戸の本数		2本	4本

【条件】 冷房：冷水入口14℃/出口7℃、冷却水入口17℃/出口温度24℃
暖房：温水入口38℃/出口45℃、熱源水入口22℃/出口温度12℃

地中熱利用ガイドライン

環境省より、H27年4月に発刊、H30年3月に改訂増補版発刊、R5年3月に第4版として改訂。

地中熱利用にあたってのガイドライン

https://www.env.go.jp/press/press_01343.html

補助金制度

■環境省

地域の未利用資源等を活用した社会システムイノベーション推進事業(社会SI事業)に対して、新增設事業の補助対象経費の1/2~1/3の補助が適用されます。

■経済産業省(資源エネルギー庁)

先進的省エネルギー投資促進支援事業補助金(先進事業)に対して、補助対象経費合計額の1/2~2/3の補助が適用されます。

地下水採取に関する 規制等の状況

高度成長期の地下水の過剰採取により地盤沈下が進んだことから、地下水の採取を規制する法律や条例等が制定されています。

工業用水法

地下水の採取により地盤沈下の可能性がある場合、政令で地域を指定し、その地域の工業用井戸についてストレーナーの位置や吐出口の断面積の許可基準を定め、地盤沈下の防止を図っています。(10都府県17地域)

建築物用地下水の採取の規制に関する法律 (ビル用水法)

地下水の採取により地盤沈下の可能性がある場合、政令で地域を指定し、その地域の建築物用井戸についてストレーナーの位置や吐出口の断面積の許可基準を定め、地盤沈下の防止を図っています。(4都府県4地域)

条例等に基づく規制等

多くの地方公共団体では地下水採取に関する条例等を定めて地盤沈下の防止等を図っています。(26都道府県・287市区町村)

※内容は変更される場合がありますのでご了承ください。

帯水層蓄熱システム

三菱重工サーマルシステムズ(株)
は、品質マネジメントシステム及び
環境マネジメントシステムに関する
ISOの登録認定をうけています。

ISO 9001



登録証番号
JQA-0709

ISO 14001



ISO認証制度

ISO(国際標準化機構)によって制定された国際的な規格。●ISO9001は、商品の「設計、開発、製造、据付及び付帯サービス」についての品質マネジメントシステムを認証するもの。●ISO14001は、製品及びそれらの事業活動における環境保全活動を認証するもの。



安全に関するご注意
【保守メンテナンス】

日常の取扱い以外の保守メンテナンスは、専門技術を要しますので、
三菱重工サーマルシステムズ(株)または三菱重工冷熱(株)にご相談・
委託されることをお奨めいたします。

- 製品の仕様は予告なしに変更することがありますのでご了承ください。
- 本パンフレットに掲載の冷凍機写真は、オプション品を含んでおります。
- 本パンフレットに掲載機種の能力等は、標準的な条件によるものです。
- 無断転載、複写を禁止します。

お問い合わせは下記へどうぞ

三菱重工サーマルシステムズホームページ <https://www.mhi-mth.co.jp/>

三菱重工サーマルシステムズ株式会社

(三菱重工株式会社 100%出資会社)

営業部

〒100-8332 東京都千代田区丸の内3-2-3 丸の内二重橋ビル
TEL. 03-6275-6334



「冷熱データ」アプリでカタログ他資料の閲覧ができます
「冷熱データ」アプリをダウンロード(無料) 「三菱 冷熱データ」で検索

※ 冷熱データはiPhone、iPadのiOS 9.0以降、Android 4.4以降に対応しています。
※ iPhone、iPadは、米国およびその他の国で登録されたApple Inc.の商標です。
Androidは、Google LLC の商標です。

《APP Store》



《Google Play》

