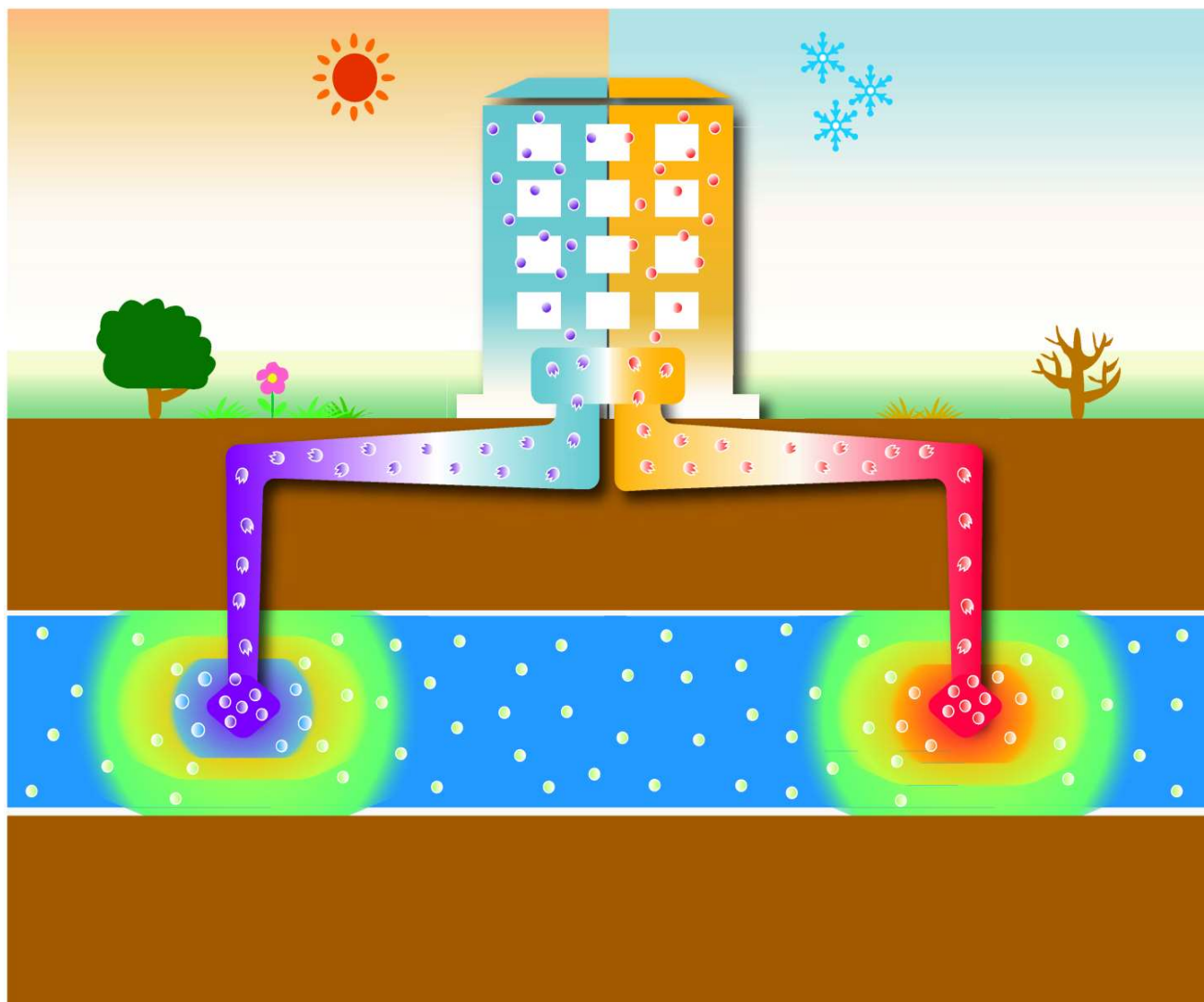


帯水層蓄熱の利用にあたって

～熱エネルギーを大地に蓄熱 大規模施設の冷暖房に活かす技術～



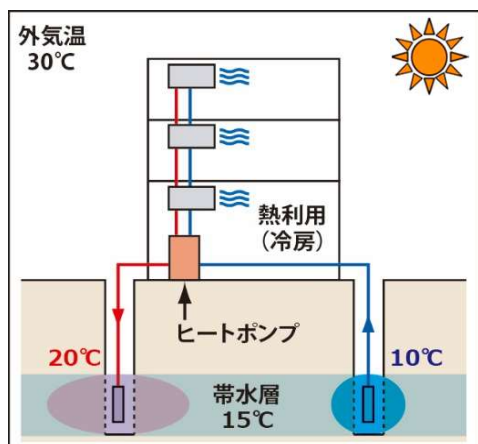
帯水層蓄熱システムは、地下水を熱エネルギーとして地下に広がる帯水層に蓄熱して建物の冷房・暖房を効率的に行う技術です。省エネルギー、CO₂排出量削減、ヒートアイランド現象緩和策として期待されています。

帯水層蓄熱システムとは

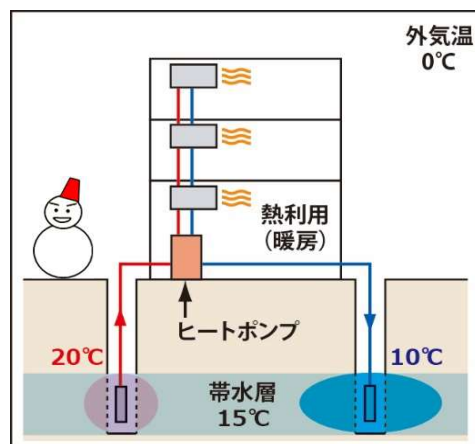
帯水層蓄熱 : ATES (Aquifer Thermal Energy Storage)

帯水層蓄熱システムは地中熱利用の一つです。広く普及している空調エアコン（空気熱源ヒートポンプ）では冷暖房の排熱を大気に放出していますが、帯水層蓄熱ではその排熱を帯水層に蓄え、熱エネルギーとして活用することで省エネ・省CO₂・ヒートアイランド現象緩和を図るシステムです。

冷房運転時には冷熱井から冷たい地下水を揚水して冷房に利用し、熱利用によって温まった地下水を温熱井に注入して蓄えます。暖房運転時は温熱井から温かい地下水を揚水して暖房に利用し、熱利用によって冷めた地下水を冷熱井に注入して蓄えます。この操作を季節間で繰り返すことで、夏期に排出される温熱を冬期の暖房熱源に、冬期に排出される冷熱を夏期の冷房熱源として利用することが出来るため、他のシステムと比較して効率の高いエネルギー利用を行うことができます。



冷房運転時



暖房運転時

帯水層蓄熱システムの特徴

節電・省エネによるCO₂削減効果

消費電力の削減は、電力使用によるCO₂排出削減につながります。空調エアコン（空気熱源ヒートポンプ）と比較して、夏のCO₂排出量について大幅な削減を実現しています。

節電・省エネによるコスト削減効果

空調エアコン（空気熱源ヒートポンプ）の電気使用と比較して、節電でき経済的です。夏のランニングコストについて大幅な削減を実現しています。

ヒートアイランド現象の緩和

空調エアコン（空気熱源ヒートポンプ）のように冷房時の排熱を大気に放出しないため、都市部のヒートアイランド現象を緩和します。

持続可能な地下水の保全と利用

汲み上げた地下水を熱源としてのみ利用しつつ、同一の帯水層に全量還元することで地盤沈下を防止することができ、持続可能な地下水の保全と利用が可能です。



NEDO 再生可能エネルギー熱利用技術開発より

帯水層蓄熱システムを導入するには

導入可能な地盤・地下水条件であるか事前に調査する必要があります。

- 地下水の揚水・還元が可能な透水性が良い帯水層を選定する必要があります。
- 蓄熱した熱が流れ去らないように地下水の流速が遅い帯水層を選定する必要があります。
- 汚染拡散防止のため、地下水汚染や土壌汚染等の履歴があるか確認する必要があります。
- 飲料用に使用している帯水層は利用できません。

特に地盤沈下が懸念される地域では

- 揚水・還元する帯水層は、地盤沈下が発生しにくい洪積粘性土層以深の利用を推奨します。
- 過去に地下水の過剰採取によって地盤沈下が発生した地域では、帯水層の上下に位置する粘性土層が過圧密状態にあることを確認する必要があります。

全量還元するための井戸構造が必要です。

このシステムは全量還元が前提です。最新の技術開発から目詰まり対策として以下の点に留意ください。

- 汲み上げた地下水は、異なる水質の混合を防ぐために同一帯水層へ戻す必要があります。
- 地下水の酸化と気泡の発生を防ぐために、井戸内及び配管の気密状態を維持できる構造とする必要があります。
- 帯水層間の地下水混合を避けるために、確実な遮水が行える構造とする必要があります。

持続可能な熱利用のために熱影響への配慮が必要です。

地下水の動き、地下の蓄熱状況等は地上から見ることはできません。地下水流動・地下温度シミュレーションを用いて以下の点に留意ください。

- 蓄熱した熱が干渉しないよう井戸間の距離を十分確保する必要があります。
- 近隣の地下水利用者に影響を与えない井戸配置が必要です。
- 効率の良い運転のために、冷熱と温熱の熱量バランスをとる必要があります。

設備のモニタリングも重要です。

- システムの稼働状況と省エネ効果や環境影響を確認するためにモニタリングを実施してください。
- モニタリング項目については、環境省の『地中熱利用にあたってのガイドライン』を参考にしてください。

概略調査

既往資料でシステム導入の可能性を検討

詳細調査

地盤調査、熱影響シミュレーション等を実施
地盤沈下が懸念される場合は、より詳細な地盤調査を実施し、地盤沈下への影響を検討

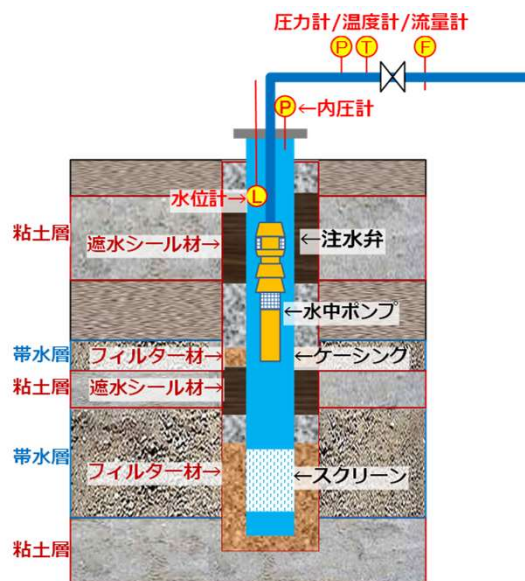
システム設計・施工

井戸構造配置・ヒートポンプ・制御システム等の設計・施工

システム運用・維持管理

運用前に井戸性能試験を実施し、運用中はモニタリングを実施

帯水層蓄熱システムの導入フロー



帯水層蓄熱システムの井戸構造例
(うめきた2期地区の場合)

帯水層蓄熱システムへの補助制度

帯水層蓄熱システムの導入には、再エネ・省エネに関する各種補助制度が利用できます。

帯水層蓄熱システムの事例

環境省 CO₂排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業

事業名：「帯水層蓄熱のための低コスト高性能熱源井とヒートポンプのシステム化に関する技術開発」

実施者：関西電力、三菱重工業、ニュージェック、環境総合テクノス、森川鑿泉工業所、岡山大学、大阪市立大学、大阪市

実施期間：2015年～2018年

実施場所：兵庫県高砂地区・大阪市北区うめきた2期地区

低コスト高性能熱源システムの構築に関する技術開発を行うとともに、運用に伴う地下水位低下による地盤沈下への影響の評価、熱源井のメンテナンス、長寿命化等に関する検討が行われました。

うめきた2期地区は、地盤沈下防止のため建築物用地下水の採取を規制している地域において実証した唯一の事例であり、国家戦略特別区域事業の認定を受け、帯水層蓄熱型冷暖房事業を今後実施していく予定です。

また令和元年度より、大阪市舞洲地区において複数帯水層を活用した新型熱源井システムの研究開発も進められています。



うめきた2期地区全景（完成予想イメージ）

NEDO 再生可能エネルギー熱利用技術開発

事業名：「地中熱利用トータルシステムの高効率化技術開発及び規格化、および再生可能エネルギー熱利用のポテンシャル評価技術の開発/地下水を利活用した高効率地中熱利用システムの開発とその普及を目的としたポテンシャルマップの高度化」

実施者：日本地下水開発(株)、秋田大学、産業総合技術研究所

実施期間：2014年～2018年

実施場所：山形県山形市高木

地下水を利活用することによって地中熱利用システムの高効率化を達成して省エネルギーとCO₂排出量の大幅削減を実現させることを目的として実施したものです。

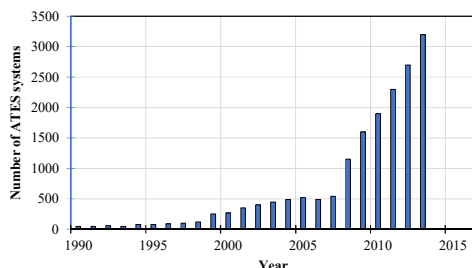
2016年度冬期から4シーズン地下水を揚水し、密閉型井戸により全量還水を実現しました。また、冷熱が卓越する寒冷地において、太陽光集熱器を活用して、冷房稼働時に温熱増強を図り、冷熱と温熱のバランスをとることが可能であることを実証しました。



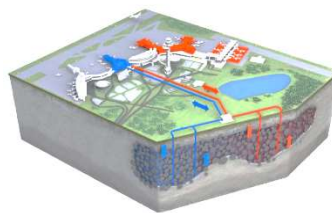
高効率地中熱利用システム

海外での普及状況

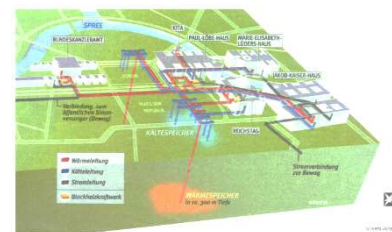
海外では既に帯水層蓄熱システムの導入が進んでいます。特にオランダでは1990年代から国策として普及促進が進められ、2013年時点で約3,000件を超えるシステムが稼働しています。代表的な導入例として、スウェーデンのアーランダ国際空港、ドイツ連邦国会などが挙げられます。



オランダにおける帯水層蓄熱システムの普及状況



アーランダ国際空港



ドイツ連邦国会

環境省 水・大気環境局 土壌環境課 地下水・地盤環境室
〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2
Tel: 03-3581-3351 (内線6608)
環境省ホームページ: <http://www.env.go.jp/>