

大阪市域における 帯水層蓄熱利用の普及促進について

おおさかスマートエネルギーセンター主催
地中熱利用セミナー

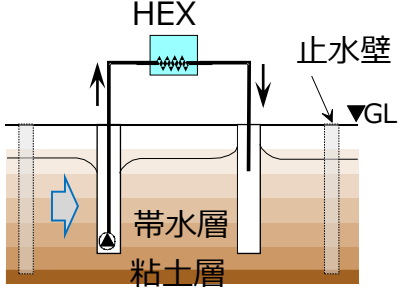
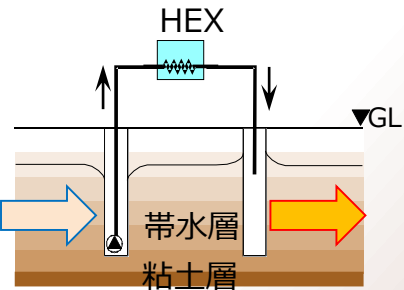
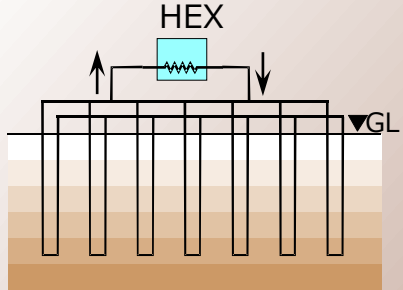
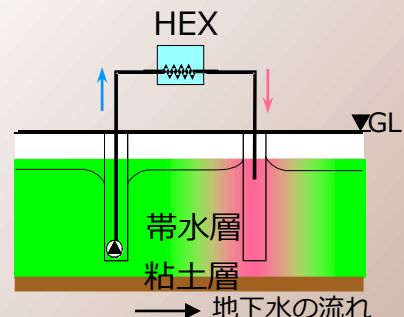
令和元年8月9日

大阪市環境局エネルギー政策室

和田 祐宏

帯水層蓄熱利用とは

地中熱利用の各種方式

システムの種類	帯水層蓄熱 (オープンループ方式)	熱源水利用 (オープンループ方式)	土壌蓄熱 (クローズドループ方式)
システム概念図	 <p>自然条件下、または止水壁などにより地下水流速が遅い場合、地下水を介して蓄熱する。</p>	 <p>地下水流れの上流から揚水し熱源水として利用する。排熱は下流から還水する。</p>	 <p>地中に熱交換パイプを埋設し、熱伝導により蓄熱する。地下水流れが速いと蓄熱効果は少なくなる。</p>
夏季 (冬季)	冷熱取出し + 温熱蓄熱 (冷熱蓄熱 + 温熱取出し)	冷熱取出し + 温熱放熱 (温熱取出し + 冷熱放熱)	冷熱取出し (温熱取出し)
取り出し可能な熱量	$Q[\text{kW}] = 4.19[\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \cdot F[\text{kg}/\text{s}] \cdot \Delta t[\text{K}] = 4.19 F \Delta t[\text{kJ}/\text{s}]$ 例えば 100[t/h] の揚水を 5℃ 差で使えば、 700[kW]		$Q[\text{kW}] = n \cdot 0.08[\text{kW}/\text{m}] \cdot L[\text{m}]$ 100[m]の井戸10本で、 80[kW]

大阪市における帯水層蓄熱利用の促進施策

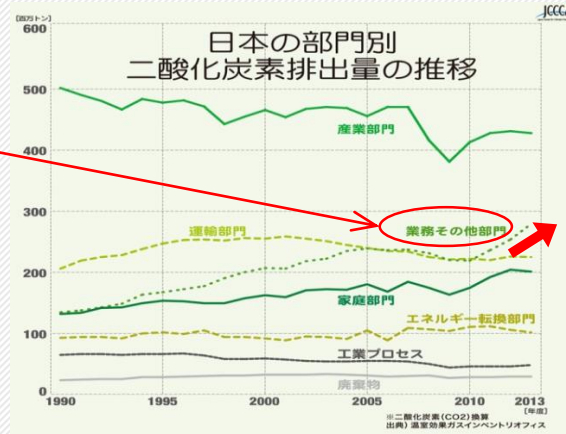
都市における課題

大都市共通の課題

オフィスビル等のCO₂排出量が増加し、エネ消費量の3割※を占める空調分野の対策が重要

地下水の熱をビルの冷暖房に利用

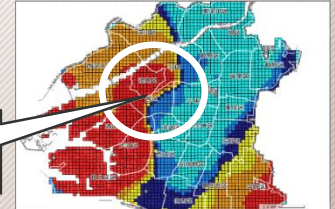
CO₂排出量の削減／ヒートアイランド現象の緩和／エネルギーコストの削減／関連産業の振興



大阪市域の帯水層蓄熱利用ポテンシャル

大阪市は豊かな地下水に恵まれ、地上には熱需要の高いビルが集中しており、地中熱利用の適地といわれている。

大阪市帯水層蓄熱ポテンシャルマップ（H27年度作成）



市内中心部に
厚い帯水層

市内のポテンシャル量は、 2.8×10^7 ギガジュール/年
⇒ 市内の年間エネルギー消費量の約15%に相当

普及拡大に向けての課題と対応

■ポテンシャルを生かす大規模熱源井の技術開発

産学官連携による技術開発・実証事業（H27年度～）

- ・ 大容量オープンループ方式熱源井システムを開発
- ・ H28～30年度 うめきた2期暫定利用区域で実証
- ・ H30年度～ アミティ舞洲にて実証

■地下水採取規制の規制緩和

国等と連携し、市域における地下水の有効利用に関する検討会議にて検討（H28年度～R2年度）＜予定＞

- ・ 地盤環境影響調査（左記実証施設近傍にて実施）
- ・ 地下水採取規制のあり方に関する国への提言
- ・ 国家戦略特区制度の活用も視野

実用化・揚水規制緩和に向けて、
実証設備の拡充・実測データの充実が必要

大阪市域の帯水層蓄熱利用ポテンシャル

大阪市域の帯水層蓄熱利用ポテンシャル

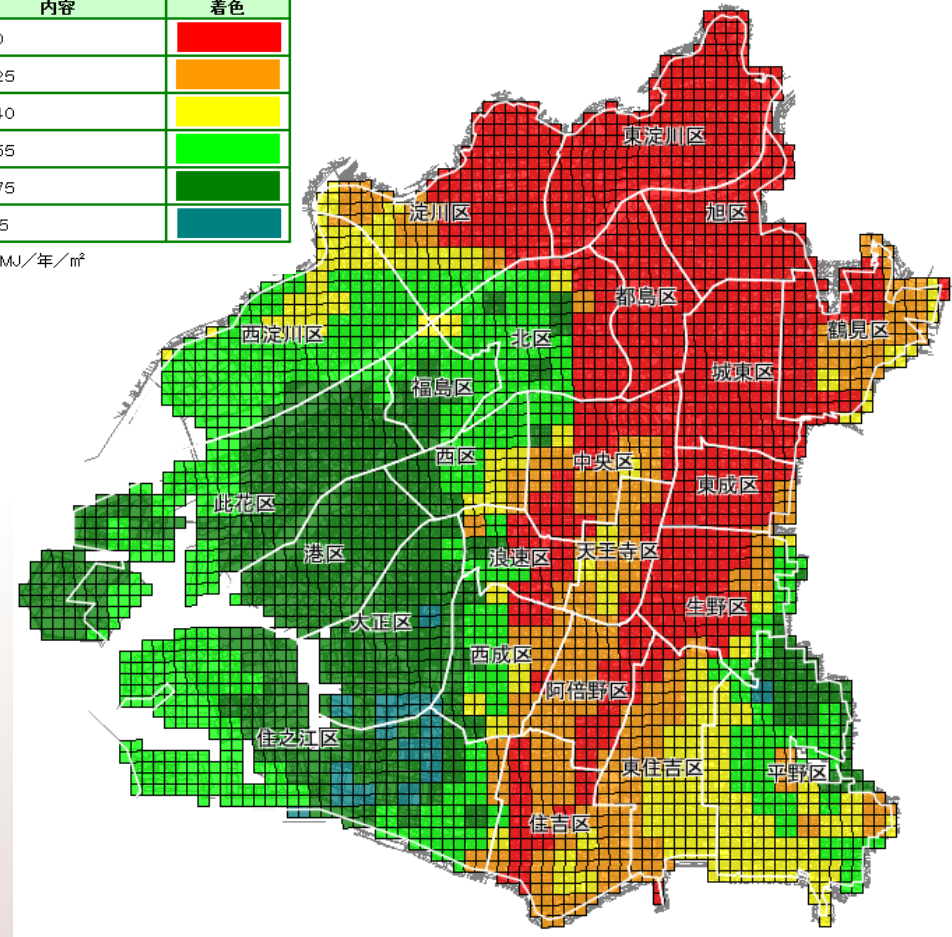
大阪市は、地上には熱需要の高い事業所が集中し、一方で地下の浅層には豊かな地下水が存在

市内のポテンシャル量は、 2.8×10^7 ギガジュール/年であり、これは、市内の年間エネルギー消費量の約15%に相当

うち、高いポテンシャルは上町台地以西と南東部に分布しており、梅田・中之島地区など熱需要が高いと考えられる市内中心部が含まれている

内容	着色
0~10	赤
10~25	オレンジ
25~40	黄
40~55	緑
55~75	濃緑
>=75	青

単位: MJ/年/m²



大阪市帯水層蓄熱情報マップ

帯水層蓄熱情報マップ

* マップナビおおさか で検索してください

区独自マップ

【此花区】

[子育てマップ](#)

【鶴見区】

[子育てマップ](#) | [在宅医療介護資源マップ](#)

【住吉区】

[障がい者支援マップ](#)

【住之江区】

[子育てマップ](#)

小中学校区 マップ

[小中学校区マップ](#)

統計情報マップ

[世帯総数](#) | [人口総数](#) | [人口密度](#) | [人口増減率](#) | [人口密度増減率](#)

帯水層蓄熱 情報マップ

[帯水層蓄熱ポテンシャル](#)

[導入コスト](#)

白地図

[地形図](#)・[航空写真](#)

オープンデータ

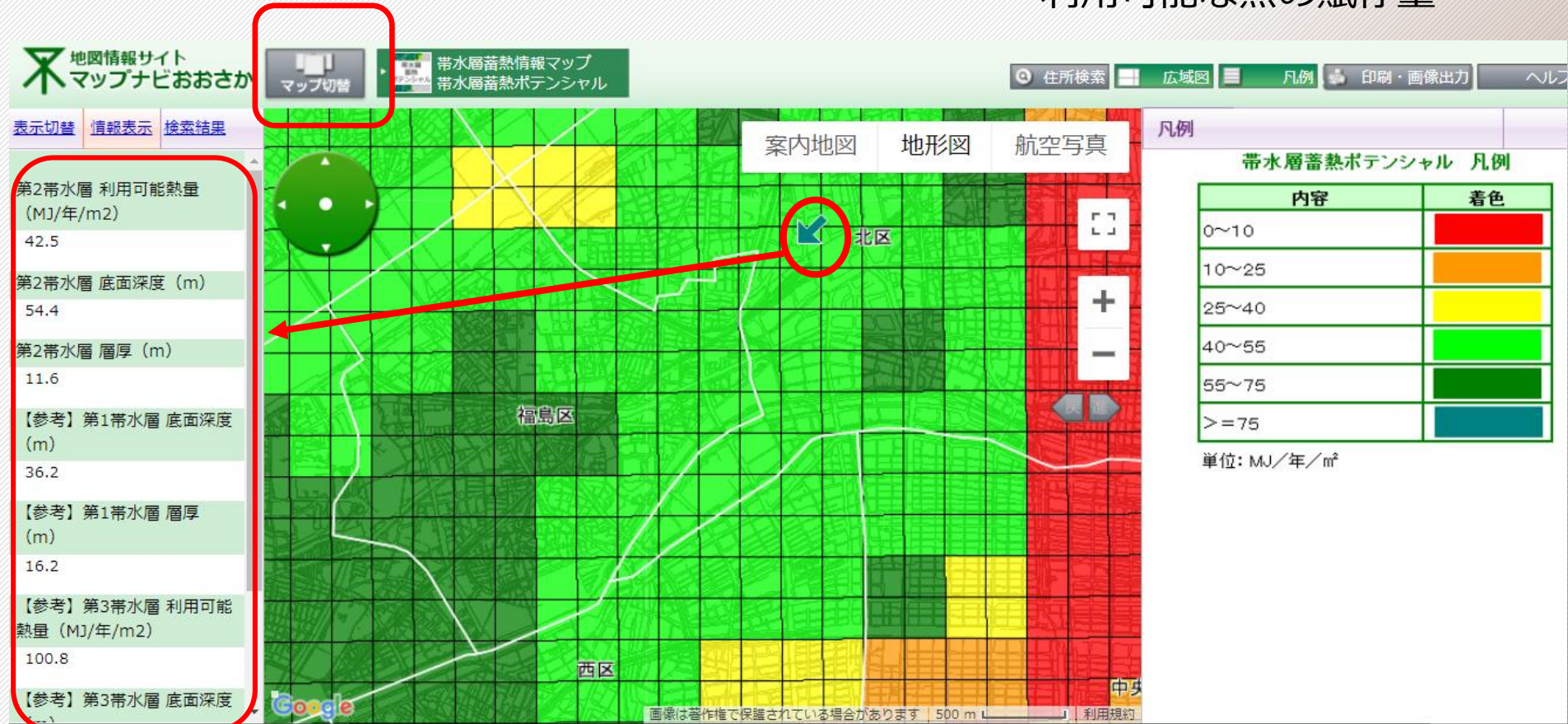
大阪市ホームページにて本サイトの一部の情報をオープンデータとして公開しています

[オープンデータ一覧 \(大阪市ホームページ\)](#) 別ウィンドウで開きます

帯水層蓄熱ポテンシャル

同じ地点について、マップの切り替え

帯水層蓄熱ポテンシャル：
利用可能な熱の賦存量



利用する帯水層について、
選択した地点の情報を表示

利用可能熱量

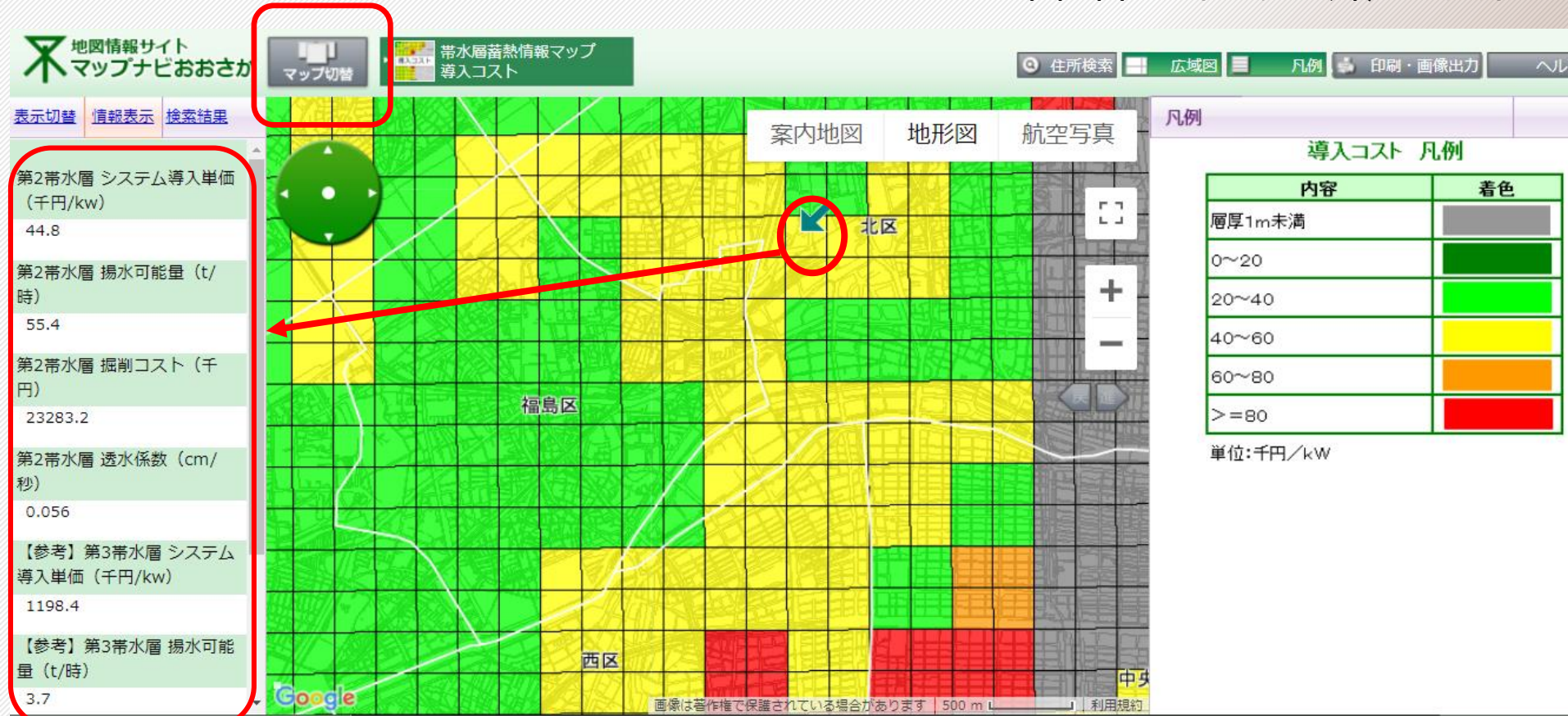
底面深度

層厚

導入コスト

同じ地点について、マップの切り替え

導入コスト：
単位容量当たりの井戸コスト



利用する帯水層について、
選択した地点の情報を表示

システム導入単価

揚水可能量

掘削コスト

透水係数

帯水層蓄熱利用システムの 技術開発・実証事業

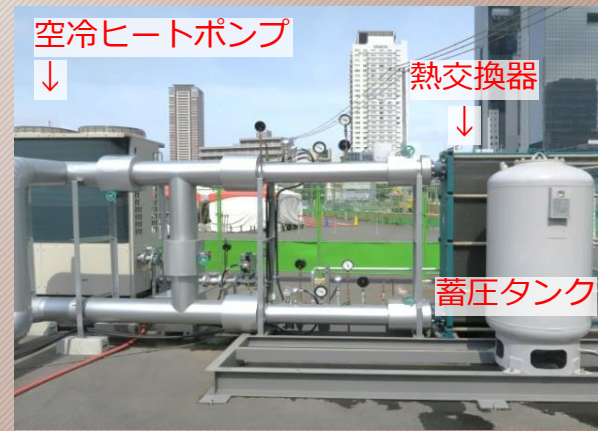
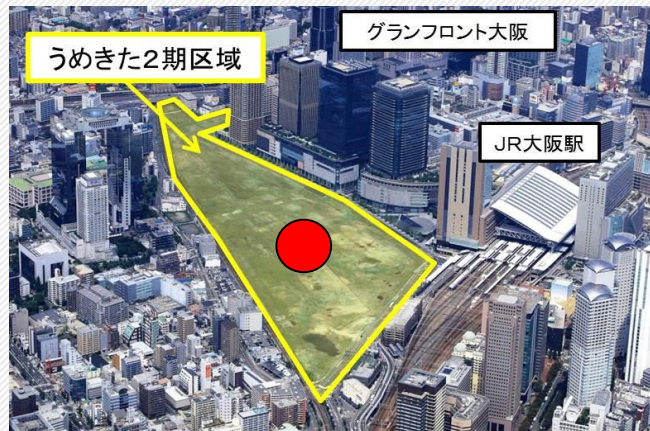
うめきた2期暫定利用区域における技術開発・実証事業

帯水層蓄熱利用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

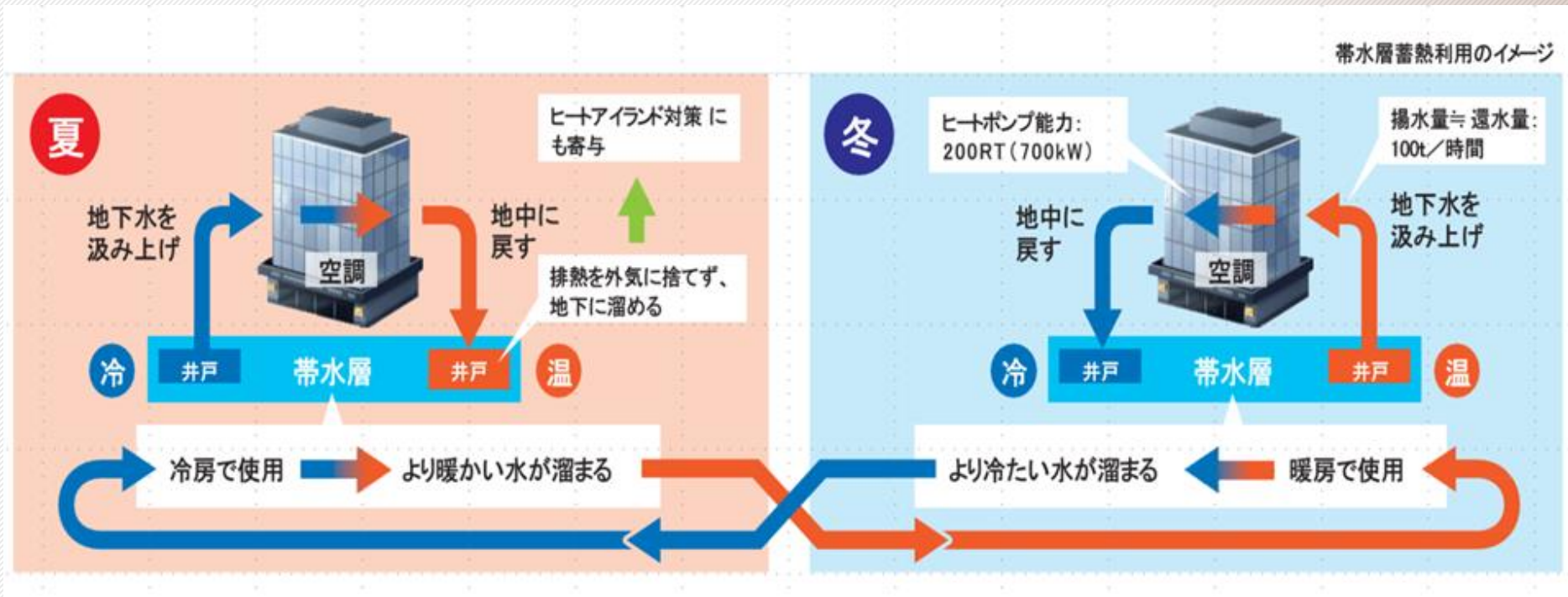
開発目標：日本初の大容量※のエネルギー貯蔵システムを実現

※熱源井戸1対あたり床面積1万㎡クラスのビル空調を賄える容量

- ・実施年度：平成27～30年度
- ・事業費：448百万円(環境省CO2排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業)
- ・実施者：大阪市、大阪市立大学、岡山大学、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



帯水層蓄熱利用システムによる運転の仕組み：季節間蓄熱



従来システム比 3 5 % の省エネルギーを実現

地下水採取規制の規制緩和に向けて

地盤沈下の防止と地下水の採取規制の見直し

我が国の揚水規制

工業用水法

- 目的：工業用地下水採取の規制、地盤沈下の防止
- 制定：昭和31年（昭和37年一部改正）
（大阪市域では、昭和34年、37年、38年及び41年と指定地域が拡大）
- 規制対象：揚水機の吐出口の断面積（吐出口が2つ以上あるときはその断面積の合計）が 6 cm²を超えるもの
- 指定区域：10都府県1,936km²

建築物用地下水の採取の規制に関する法律

- 目的：建築物用地下水採取の規制、地盤沈下の防止
- 制定：昭和37年
- 規制対象：揚水機の吐出口の断面積（吐出口が2つ以上あるときはその断面積の合計）が 6 cm²を超えるもの
- 指定区域：4都府県1,597km²

地下水有効利用に向けた新たな管理手法の検討

地下水採取規制による新たな弊害

揚水規制による地下水採取量の減少とともに、地下水位が回復。地盤沈下が沈静化した後も、50年以上に渡って規制が続いていた結果、地下水位の上昇により、新たな地下水障害が顕在化している。

- 建築物の基礎の不安定化
- 災害時の液状化リスク など



災害時の液状化リスク

新たな制度の創設

○水循環基本法（H26.7.1）

効率的・効果的に課題を解決し、健全な水循環の実現を目指す。

- 水循環の重要性
- 水の公共性
- 流域の総合的管理
- 水の適正かつ有効な利用の促進

○環境省

H27より「地下水採取規制のあり方」の検討を開始

➡ 持続可能な地下水環境の整備を目指す

第5次環境基本計画（H30.4.17）

「地下水・地盤環境保全と持続可能な地下水利用」（P56）

再生可能エネルギーとしての**地中熱利用**が近年増加傾向にあり、**地下水利用の二ーズの増加**に対応しつつ、地盤沈下を起こさないための採取規制の在り方や管理手法について検討を行う

大阪市域における地盤環境に配慮した 地下水有効利用に関する検討会議

目的

- ◆ 環境省CO₂排出削減強化誘導型技術開発・実証事業(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)の成果等を基に、大阪市域における地下水の適正かつ有効な利用の推進に関する制度のあり方について検討することにより、同技術の速やかな社会実装及び加速的な普及の促進に寄与することを目的とする。
- ◆ 本検討会議は、技術開発・実証事業の検討会から派生するスピンオフ会議に位置付けるが(技術開発・実証事業と連携)、検討内容の性質に鑑み、会議の運営は独立して行う。

検討内容

- ◆ 当該技術の周辺環境へのリスクの評価及びその低減手法、その他、社会実装に必要な事項の検討
 - ◆ 上記を踏まえた揚水規制のあり方の検討
- ※本検討会議の検討結果は、環境省地下水採取規制のあり方検討を行う同省水・大気環境局及び地球環境局に報告する。

検討期間

- ◆ 平成28年度から5年間
- ※期間は、技術開発の進捗、国の地下水採取の規制のあり方検討の動向等に応じて延長または短縮する。
- ※平成28年度より、年2～3回程度を目途に開催

構成員

- ◆ 学識経験者(50音順)
 - ・ 大島 昭彦(大阪市立大学大学院 工学研究科 教授)
 - ・ 北田 奈緒子(地域地盤環境研究所 主席研究員)
 - ・ 杉田 文(千葉商科大学商経学部 教授)
 - ・ 田中 正(筑波大学 名誉教授)
 - ・ 西垣 誠(岡山大学大学院 環境生命科学研究科 特任教授)
 - ◆ 環境省
 - ・ 地球環境局 地球温暖化対策課 地球温暖化対策事業室
 - ・ 水・大気環境局 土壌環境課 地下水・地盤環境室
- ※事務局：大阪市環境局

大阪市域における地盤環境に配慮した 地下水有効利用に関する検討結果

地盤沈下防止効果の検証結果

- 地盤沈下が発生しなかった理由としては、**全量還水**することで、**地下水位の低下を抑制**し、粘土層に与える**応力変化**が過圧密量（Ma12で180kN/m²）に対して**極僅か**であったためと考えられる。
- よって、帯水層蓄熱利用システムは**地盤沈下防止策機能を十分に備えていること**が確認できた。

大阪市域における地盤環境に配慮した 地下水有効利用に関する検討結果

帯水層蓄熱利用システムが利用可能な地盤

- 大阪市域の洪積第1粘土層（Ma12）は、実証を行ったうめきた地域と同様に十分に過圧密である。
- 第2洪積粘土層以深の粘土層は、実証を行ったMa12より更に過圧密量が大きくなる。

したがって、空調用として帯水層蓄熱利用を行う場合の応力変化（ 20kN/m^2 以下）では、対象帯水層を大阪市域の第2洪積砂礫層以深とすることで、地盤沈下は発生しないと考えられる。

国家戦略特区の規制緩和提案

平成30年8月17日 内閣府に新たな特例措置を提案

建築物の冷暖房を目的とした地下水熱利用の際、汲み上げた地下水を全量還元する場合に限り、建築物用地下水の採取の規制に関する法律（ビル用水法）第4条の規定に基づき許可できる特例措置を定めること

2019年度中の規制緩和をめざす

うめきた2期開発で帯水層蓄熱の社会実装につなげる

国家戦略特別区の特例措置成立に向けて

令和元年5月24日～6月23日 パブリックコメントを実施

【案件番号：095190550】「環境省関係国家戦略特別区域法第二十六条に規定する政令等規制事業に係る省令の特例に関する措置を定める命令の一部を改正する命令（案）」に関する意見募集について

e-Gov パブリックコメント：意見募集中案件一覧 <https://www.e-gov.go.jp/>

特例措置案の要旨

二以上の揚水設備を用いて帯水層にある被圧地下水の揚水及び還水を一体的に行うことを通じて当該地下水を冷暖房の用に供する事業（採取した地下水の全量を外気に接することなく同一の帯水層へ還元するものに限る）について、次の要件を満たす場合に地下水の採取に係る特例措置を適用する。（事業で用いるストレーナー位置、ポンプの吐出口断面積は、実証試験の範囲内とする）

- 事業実施場所は、連続した敷地で一体的に開発を行う区域で、**連続した地層構成及び同一の地質**を有すること。
- 事業実施場所が、土質測定の結果から、**過圧密の状態**にあり、揚水時の圧密圧力が圧密降伏応力に対して十分に小さいと認められること。
- 事業実施場所において、事業と同規模の実証試験を行い、**地下水位、地盤高、地下水の水質及び間隙水圧に著しい変化が認められないこと**。
- シミュレーションにより**地下水の温度に著しい変化が認められない**と想定されること。
- 実施期間中の**モニタリングの実施及び報告等の必要な措置を講ずること**。

今後の都市開発における帯水層蓄熱の普及拡大

博覧会国際事務局(BIE)向け招致提案書 (ビッド・ドシエ) より抜粋

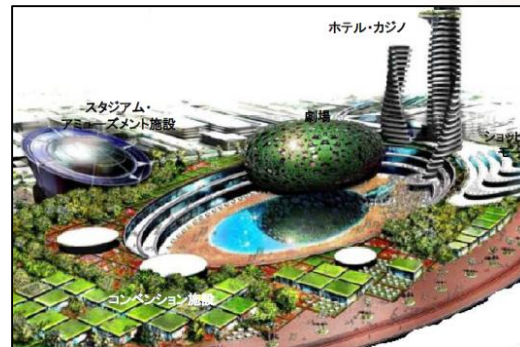
・大規模な地下水熱・海水熱利用システムの実用化

自然熱利用システムを、会場内のパビリオンやその他の建物の空調に利用し、地質学的環境への影響を考慮しながら、帯水層蓄熱システム (ATES) の導入を検討する。

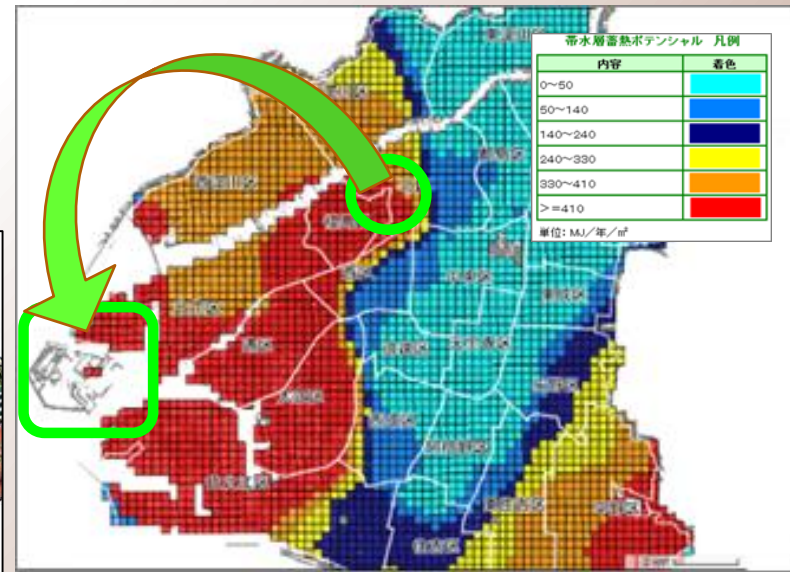
豊富な地下水を有し、帯水層蓄熱ポテンシャルが高い市内中心部や臨海部における今後の大規模都市開発において先行事例を形成をめざす



万博



IR



大阪市域の帯水層蓄熱利用ポテンシャル

うめきた・夢洲で先行事例を形成し、**民間建築物を含めた普及拡大へ**