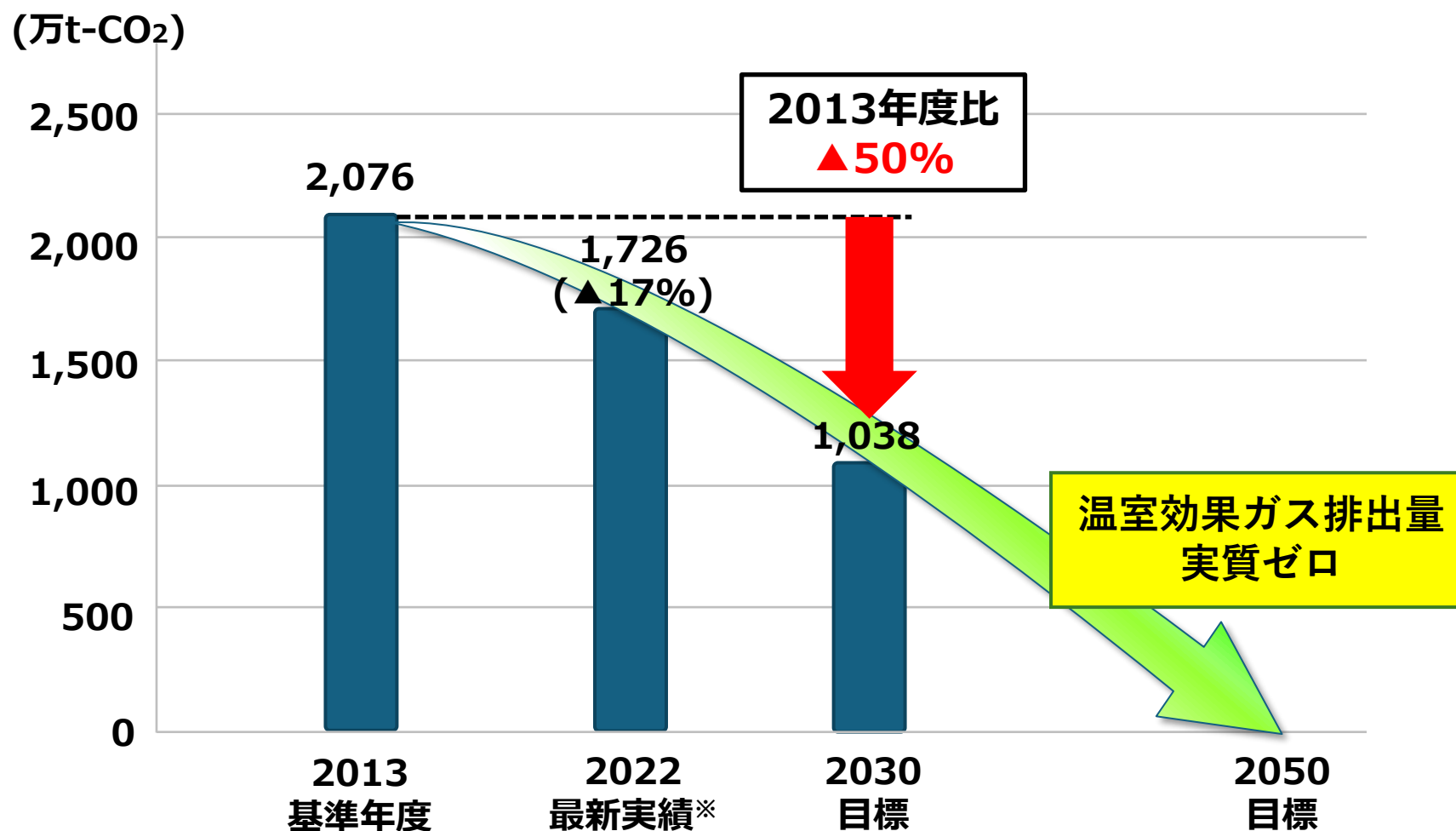


大阪市における帯水層蓄熱システムの導入事例

令和7年9月24日
大阪市環境局環境施策課
エネルギー政策担当

大阪市のカーボンニュートラルに向けた中長期目標

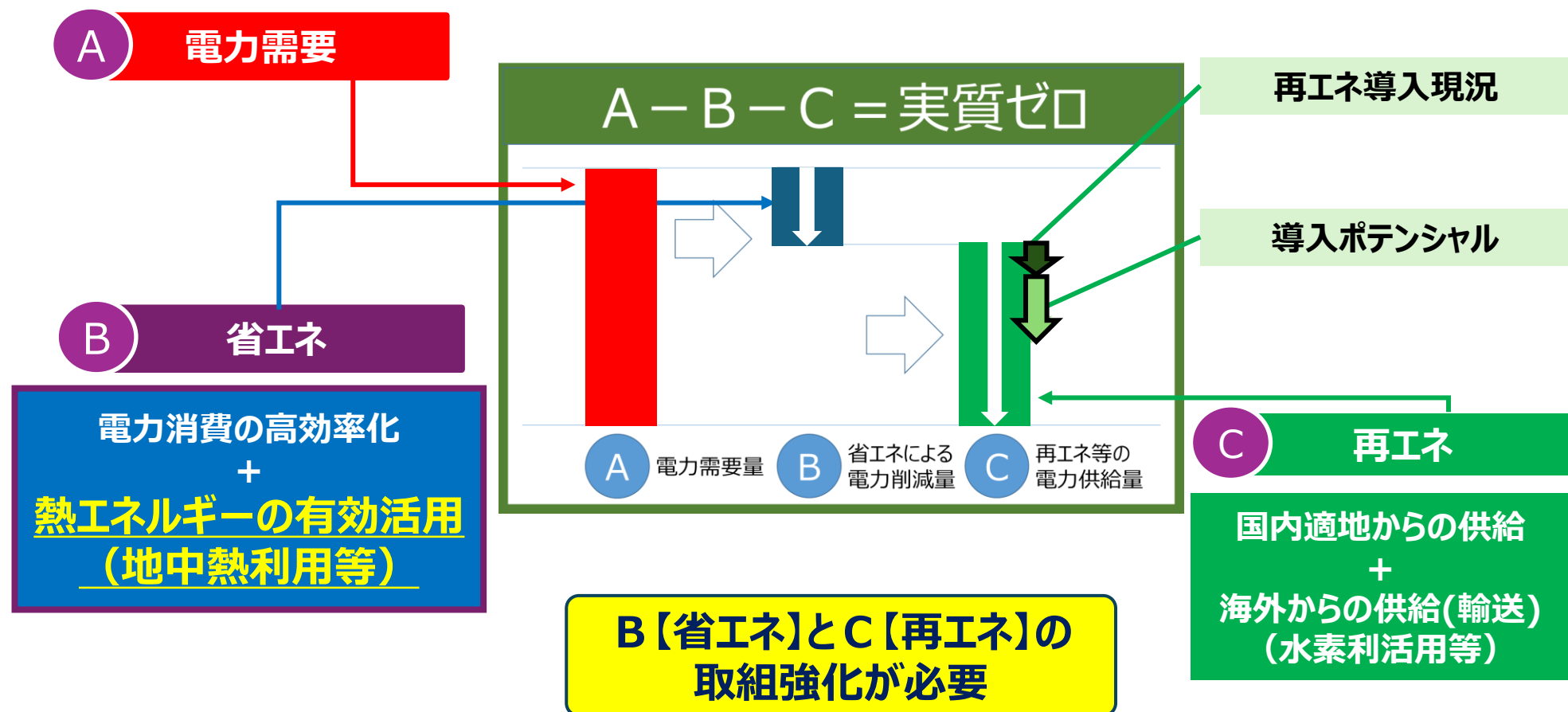
- 大阪市では、2050年の温室効果ガス排出量実質ゼロをめざし、2030年度目標として2013年度比で50%削減を設定



※暫定値

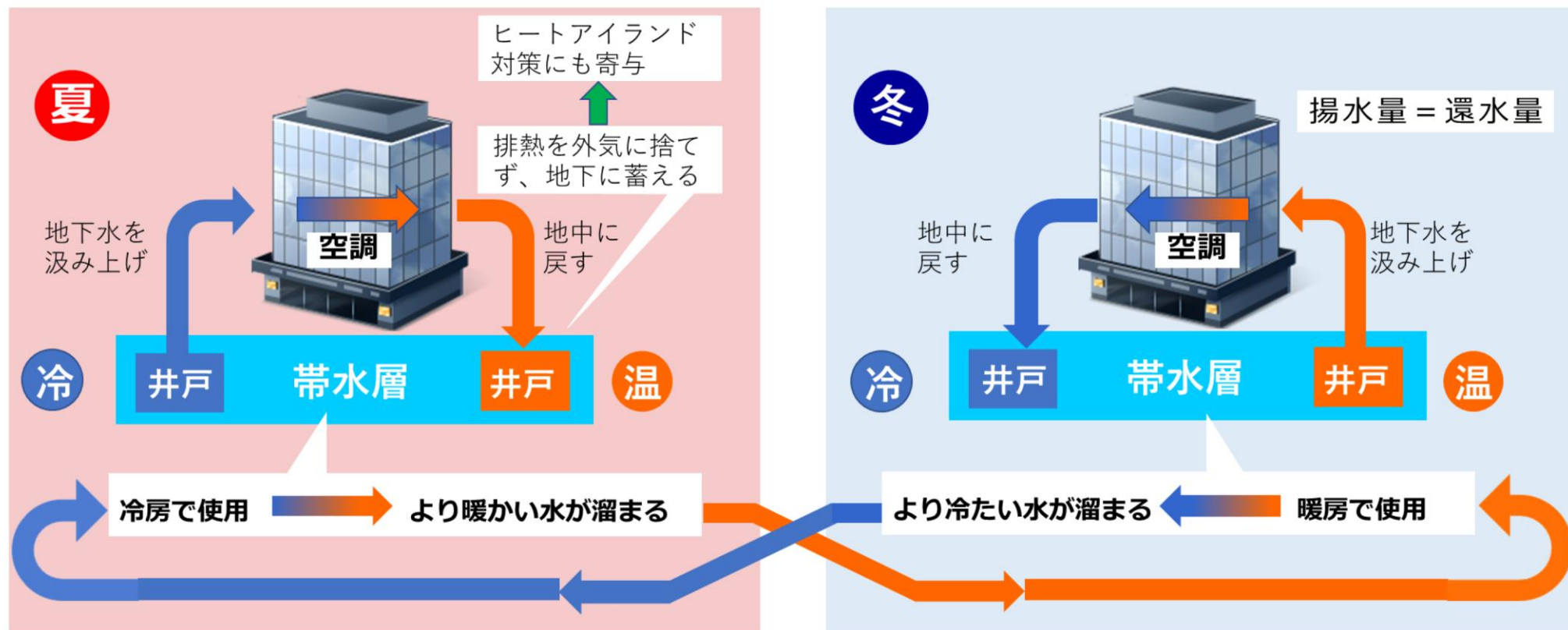
大阪市のカーボンニュートラルに向けた取組の方向性

- 大阪市はエネルギー需要が大きい一方で、再生可能エネルギーの適地は少ない
- 徹底した省エネルギーと再生可能エネルギーの最大限導入が必要
- さらに、再生可能エネルギーの地産地消を推進するとともに、他地域との連携を含めた広域的な再生可能エネルギーの調達が必要



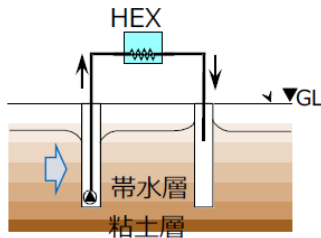
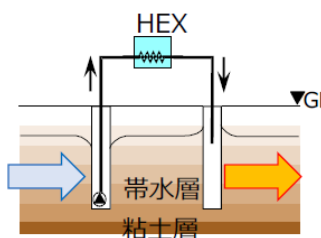
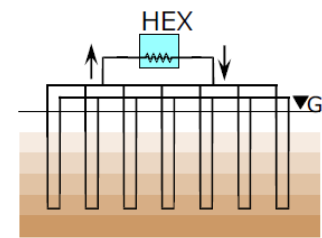
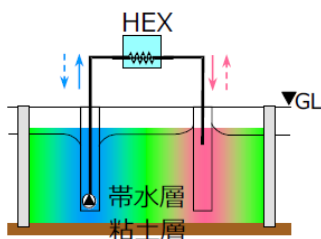
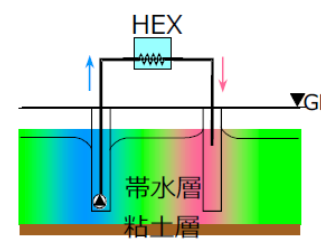
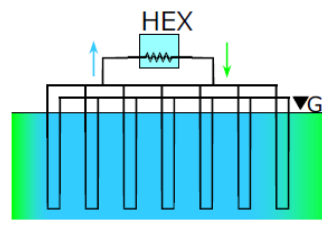
帯水層蓄熱システム（ATES）とは

- ATESとは、汲み上げた地下水から熱エネルギーを採り出して、建物の冷暖房を効率的に行う技術で、汲み上げた地下水はすべて地中に戻すため、地盤沈下の抑制につながる
- 夏には温かい排熱を地中に蓄え冬の暖房に利用、冬には冷たい排熱を地中に蓄え夏の冷房に利用（季節間での熱エネルギー利用）
- 1対2本の井戸により、延床面積10,000m²の業務ビルに相当する大規模な熱需要に対応可能な技術
- カーボンニュートラルの実現に資するとともに、大気に排熱しないため、ヒートアイランド現象の緩和策としても有効



地中熱利用について

- 地中熱利用には様々な形態があるが、**オープンループ方式は**クローズドループ方式と比較して、**大容量の熱源設備**であり、業務ビル等大規模建築物に適している
- 地下水流速の遅い**大阪市域は**オープンループ方式の中でも**ATESの適地**

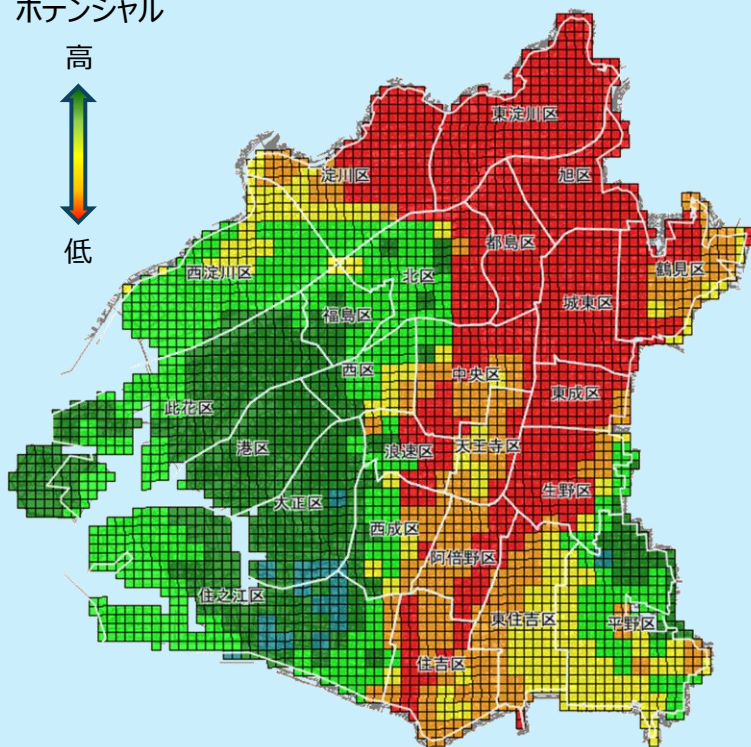
	ATES (Aquifer Thermal Energy Storage)		BTES (Borehole Thermal Energy Storage)
システムの種類	帯水層蓄熱 (オープンループ方式)	熱源水利用 (オープンループ方式)	土壌蓄熱 (クローズドループ方式)
システム概念図	 自然条件下、地下水流速が遅い地域では、地下水を介して蓄熱が可能。	 地下水流れの上流から揚水し熱源水として利用する。排熱は下流から還水する。	 地中に熱交換パイプを埋設し、熱伝導で蓄熱する。地下水流れが速いと蓄熱効果は少なくなる。
夏季 (冬季)	冷熱取出し + 温熱蓄熱 (冷熱蓄熱 + 温熱取出し) 	冷熱取出し + 温熱放熱 (温熱取出し + 冷熱放熱)  → 地下水流れ	冷熱取出し (温熱取出し)  → 地下水流れ
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]

帯水層蓄熱のポテンシャルと地下水汲み上げ規制

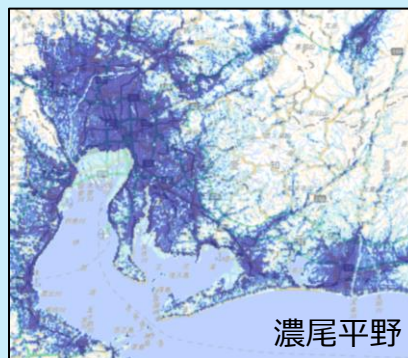
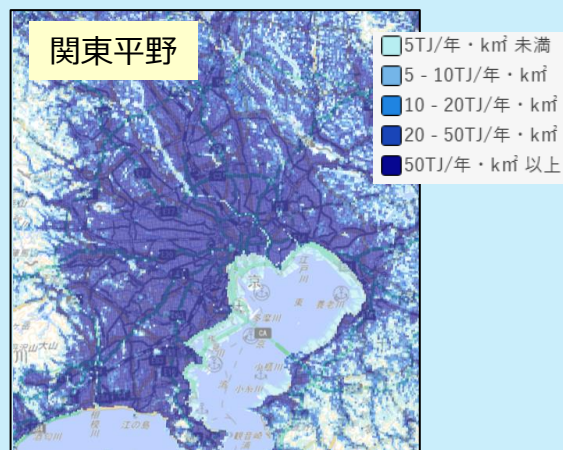
- 大阪市をはじめとする都市部では、**帯水層蓄熱利用のポテンシャルが高い**
- しかしながら、戦前・戦後の地盤沈下の進行を受け、昭和30年代から**法により地下水の汲み上げが厳しく規制**
- 帯水層蓄熱利用のためには、**地盤沈下を起こさない技術開発と制度改革**が必要

都市部の帯水層蓄熱ポテンシャル

ポテンシャル
高
↑
↓
低



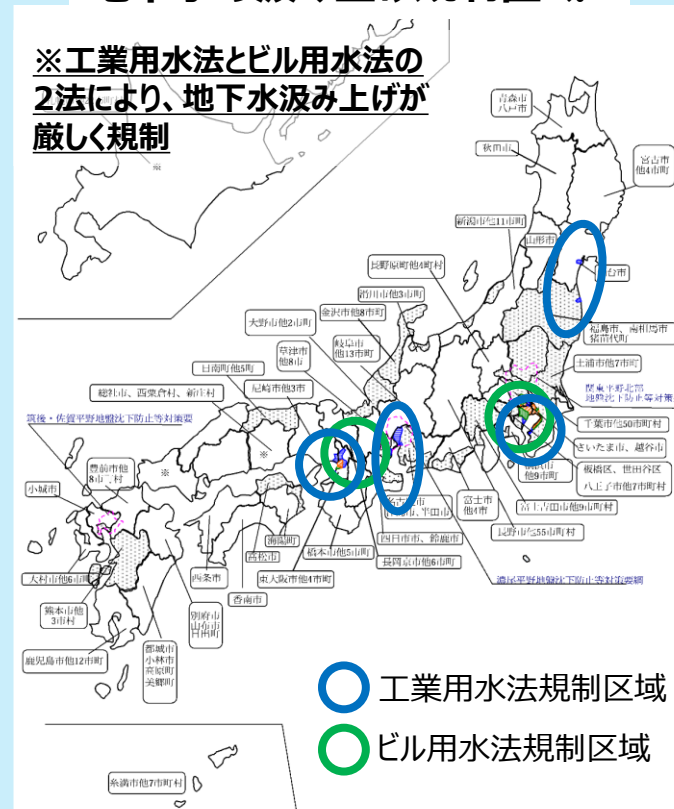
大阪市域の帯水層蓄熱利用ポテンシャル 関東・濃尾平野の地中熱利用ポテンシャル



環境省：ゾーニング基礎情報 全国インデックスマップ

地下水の汲み上げ規制区域

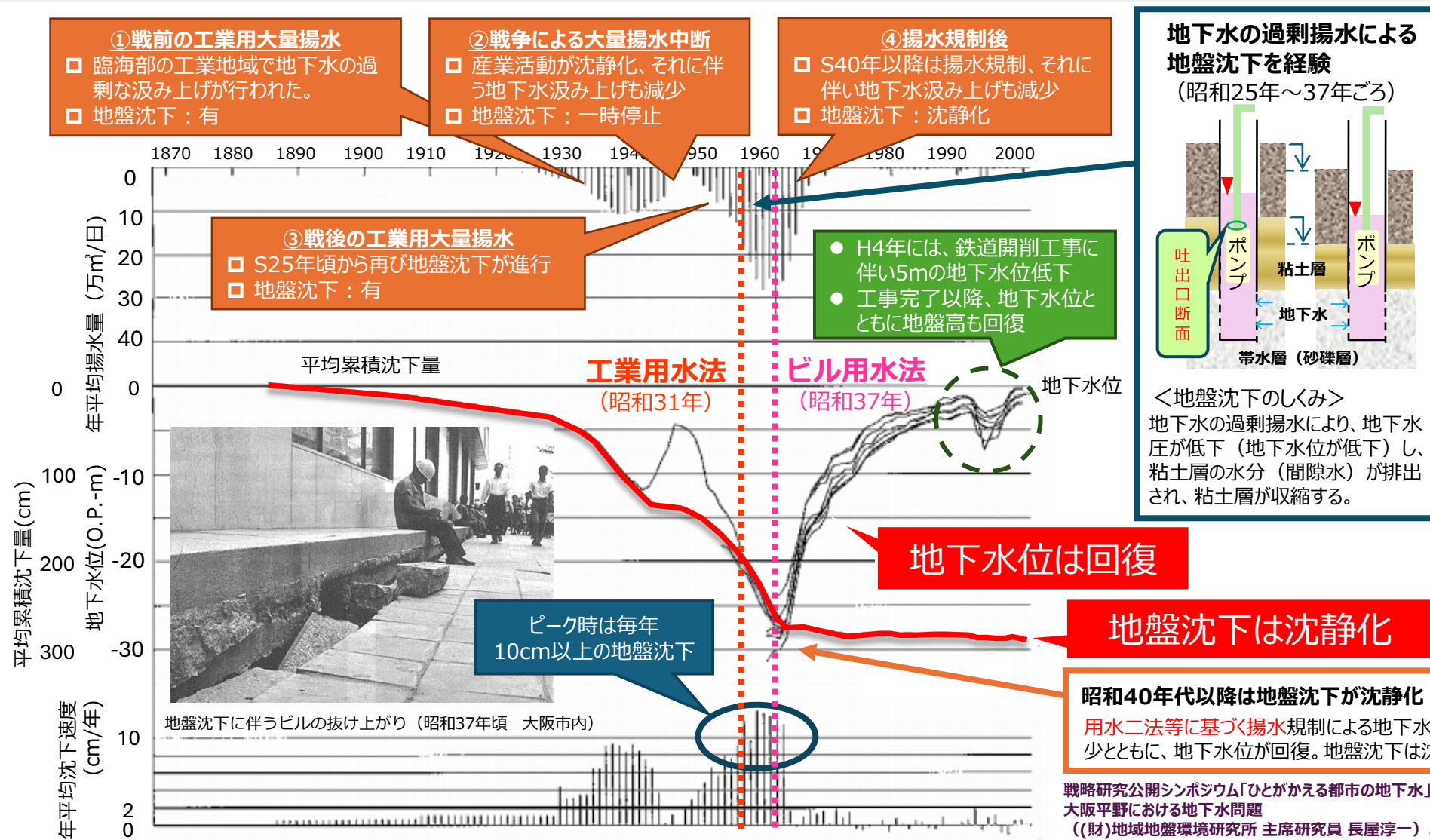
※工業用水法とビル用水法の
2法により、地下水汲み上げが
厳しく規制



法では都市部を中心に地下水採取の
規制が行われている

過去の大阪市域における地下水利用と地盤沈下

- 過去に地下水の大量汲み上げによる地盤沈下を経験し、法規制もなされたが地下水位はすでに回復し、近年は地盤沈下が沈静化



制度的課題に対するこれまでの大阪市の取組

- 産学官連携※により、うめきた2期区域で実証事業を行い、**地盤沈下を引き起こさない地下水利用技術を確立**
- この成果をもとに、国に対して**ビル用水法**による地下水汲み上げ規制の緩和を提案し、**令和元年8月に規制緩和が実現**、ビル用水法の指定地域(うめきた2期地区)において**全国初の帯水層蓄熱システム導入**
- さらなる普及拡大には、残された制度的課題の解消が必要

※関西電力、三菱重工サマルシステムズ、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(現大阪公立大学)、大阪市

うめきた2期地区での実証事業（H27～30年度）



汲み上げた**地下水を全て同じ帯水層に戻す**
地下水利用技術を確立

ビル用水法の規制緩和

H30.8

実証結果を基に、国家戦略特区制度を活用し、**ビル用水法による地下水の汲み上げ規制の緩和**を国に提案

R1.8

環境省・内閣府共同命令による**特例措置※が実現**

※実証試験により地盤沈下が生じないことが確認された事業に関しては、**地下水汲み上げを許可**

ビル用水法の指定地域（うめきた2期地区）において**全国初の帯水層蓄熱システム導入が実現**

【残された制度的課題】

実質約1年間もの実証試験が必要となることや、**ビル用水法のみ**の**規制緩和**であることから、実際の事業実施にはハードルが高い

アミティ舞洲のATES

- 井戸間距離（蓄熱半径）が制限される密集市街地において、1対の井戸で2層の帯水層に蓄熱を行う「W-ATES」を実現（世界初）
- 地盤沈下しやすい埋立地、更に深い層を含む2層の帯水層でも、大容量全量還水の性能発揮と地盤沈下防止効果を立証

アミティ舞洲（大阪市舞洲障がい者スポーツセンター）

床面積：約14,000m²
（スポーツ施設、宿泊研修施設）
冷房能力：703.3kW(200RT)
暖房能力：865.9kW
揚水能力：100m³/時間×2台(INV制御)



- 最大**100m³/h**の地下水を**揚水/還水**、床面積1.4万m²の空調を賄う大容量
- 従来システム比**47%の省エネ効果**を確認
- 地盤沈下について条件の厳しい埋立地**であったが、新たな**地盤沈下は観測されず**
- 実証期間終了後は、**営業運転に移行**

残された制度的課題の解消に向けて

- これまでの実証成果等を踏まえ、残された制度的課題の解消に向けて、国に対して**更なる規制緩和をR7.9に提案**

アミティ舞洲での実証事業 (H30～R2年度)



- 地盤沈下が発生しやすいとされる埋立地においても、帯水層蓄熱システムによる地盤への影響はないこと等を確認

報告書のとりまとめ (R7.3)

- アミティ舞洲での実証試験の結果等を踏まえて、検討会議（学識経験者で構成）で更なる規制緩和策を検討
- 令和7年3月に報告書をとりまとめ

報告書の概要

- 実証試験をシミュレーションで代替することが可能
- 過去に地盤沈下を経験した地域ではATESによる地盤沈下が発生する可能性が低い

更なる規制緩和を提案 (R7.9)

求める規制緩和の概要

【ビル用水法】

- 実証試験による地盤環境への影響の確認をシミュレーションにより代替できる規定の創設

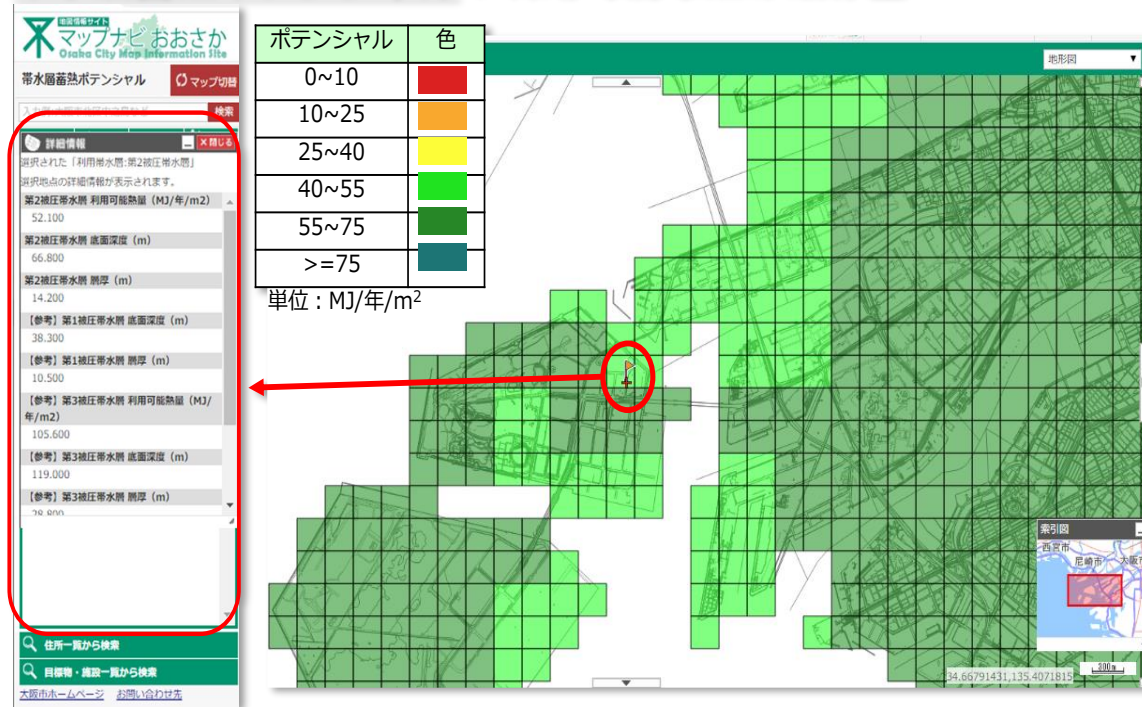
【工業用水法】

- ビル用水法と同様の規制緩和を実施

帯水層蓄熱ポテンシャルマップ

- 市域を250mメッシュに区切り、各メッシュの地盤構成や地下水の賦存状況のデータ等に基づいた利用可能な熱の賦存量及び井戸コストをマップ化して公表（H28.11）

帯水層蓄熱ポテンシャル：利用可能な熱の賦存量



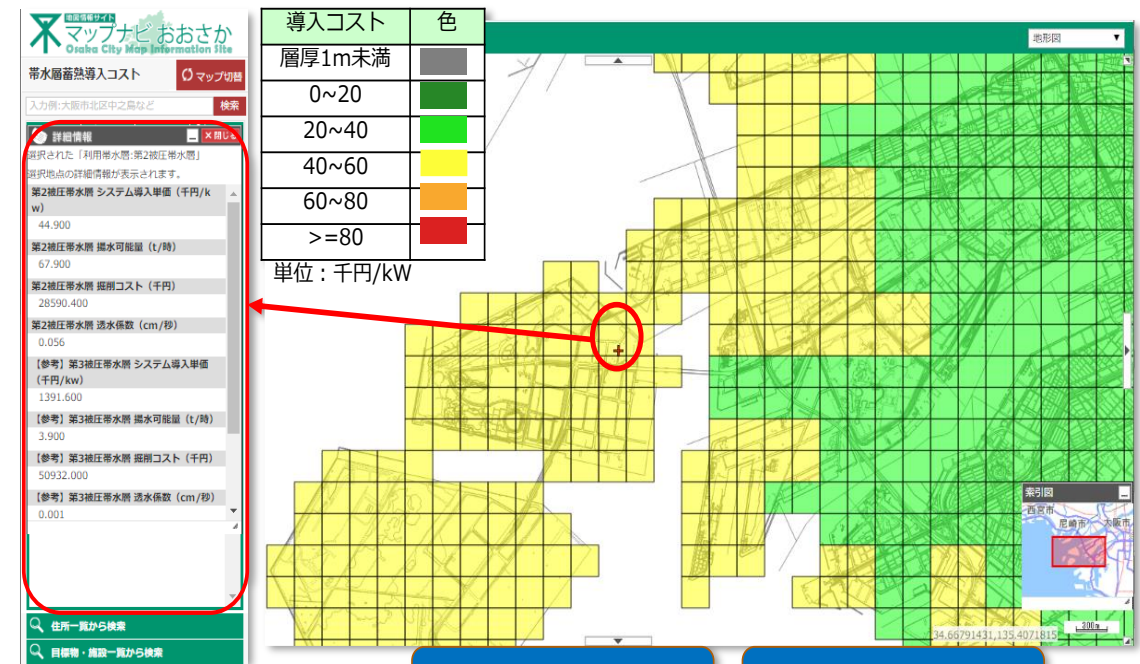
選択した地点の
帯水層の情報を表示

利用可能熱量

底面深度

層厚

導入コスト：単位容量当たりの井戸コスト



選択した地点の
帯水層の情報を表示

システム導入単価

掘削可能量

掘削コスト

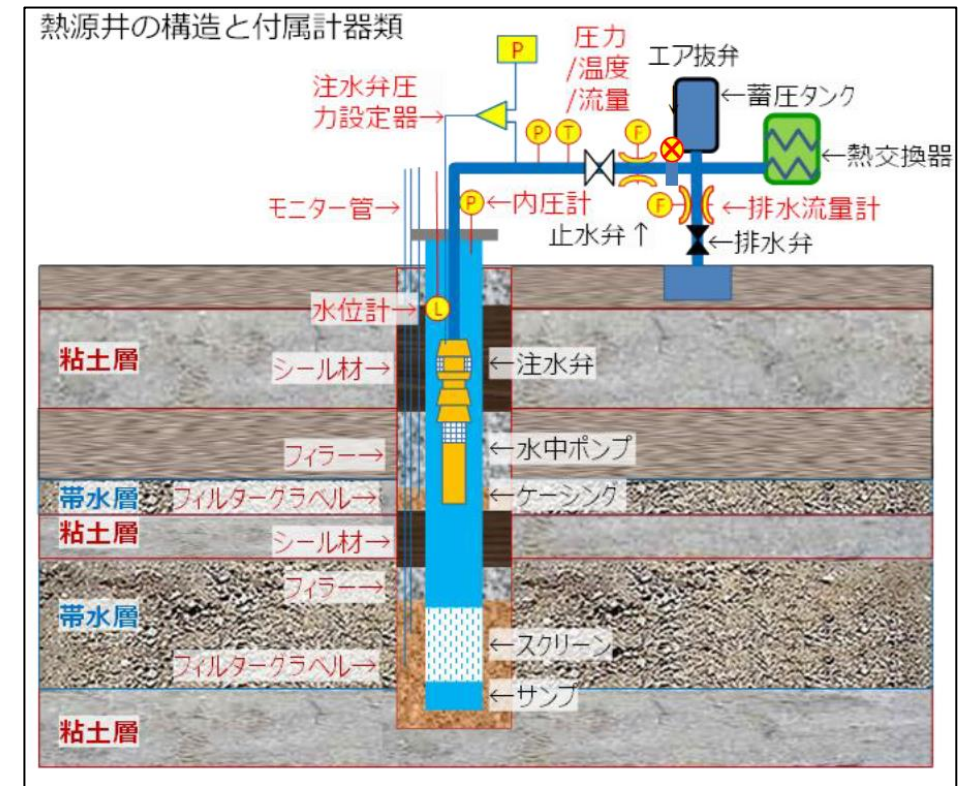
透水係数

帯水層蓄熱システム熱源井構築ガイドライン

- **大容量の全量還水を実現する熱源井の構築等の手法**（地質条件に適用可能な井戸の掘削工法、構造、運用等）について、これまでの技術開発・実証事業の成果等を取りまとめ
- 技術開発・実証等を継続し、新たな知見や情報等に基づき更新、改訂予定

帯水層蓄熱システム熱源井構築ガイドライン（R6.3）

- ✓ ATEsの導入計画
（揚水・還水流量、熱源井配置等）
- ✓ 熱源井の構築
（熱源井の構造、井戸間接続機構）
- ✓ 熱源井の施工
（掘削工法、孔壁保護、井戸洗浄）
- ✓ 維持管理（モニタリング等）



在大阪オランダ王国総領事館及び公立大学大阪との連携

- ATESが広く普及しており、様々な知見が蓄積されている**オランダ王国**及び地盤情報に基づく揚水量や蓄熱効率などの高度な専門的知見を有する**大阪公立大学**との**協力・連携体制を構築**

大阪市、在大阪オランダ王国総領事館及び公立大学 法人大阪における帯水層蓄熱システムの社会実装に向 けた取組推進に関する連携覚書（R6.3）

【目的】

三者がパートナーとして、それぞれが有する資源を活用して密接な連携及び協力を図りながら、「帯水層蓄熱システム」の社会実装に資する取組を実施すること

【連携内容】

- （１）「帯水層蓄熱システム」の普及啓発に関すること
- （２）大阪市域における「帯水層蓄熱システム」の利用促進のための環境整備に関すること



ATESによる余剰再生エネルギー電力吸収システムの開発

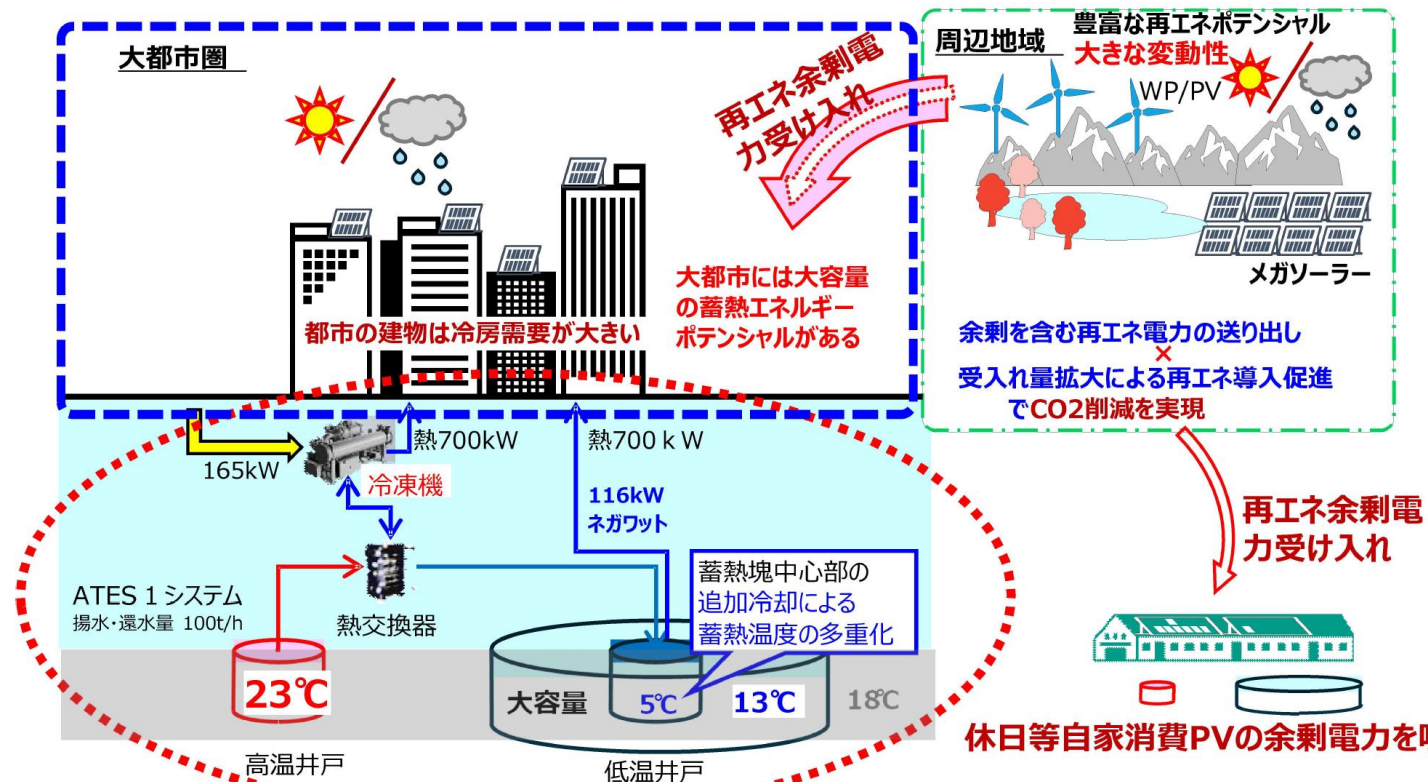
- ATESを季節間蓄熱用として使用するだけでなく、太陽光、風力などの再生エネルギーを吸収し、活用する技術により**ATESの更なる可能性を追求**
- 大阪市は実証フィールドとして、**アミティ舞洲を提供**

「帯水層蓄熱設備に付加する余剰再生可能エネルギー電力吸収システムの技術開発（環境省委託事業）」

事業名:環境省「地域共創・セクター横断型カーボンニュートラル技術開発・実証事業」

共同実施者:大阪公立大学、東京大学、三菱重工サーマルシステムズ、関西電力、竹中工務店、安井建築設計

協力:大阪市、2025年日本国際博覧会協会



出典：大阪公立大学

今後の都市開発における帯水層蓄熱の普及拡大

- 民間施設を含めた事例形成により、ATESの導入を促進し、重要な再生可能エネルギー資源である地中熱の活用により、「ゼロカーボンおおさか」の実現をめざす



グラングリーン大阪
出典：うめきた 2 期地区開発事業者

大阪、関西の発展をけん引し日本の国際競争力を強化する新たな拠点であるグラングリーン大阪において、冷暖房用として導入



2025年大阪・関西万博
出典：2025年日本国際博覧会協会

2050 年に向けた脱炭素社会の具体像を発信する2025年大阪・関西万博において、会場冷房用として導入

「ゼロカーボンおおさか」の実現へ！