

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026

プログラムNo.B1-2-08

再生可能エネルギー熱の面的利用システム構築に向けた技術開発/再エネ熱利用システムの低コスト化・高度化技術実証/

帯水層蓄熱を中心とした面的熱利用によるZEB 及びZEH-Mの運用に係る技術開発

発表：2026年7月22日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 黒沼 寛, 駒庭 義人

団体名 日本地下水開発(株)、ゼネラルヒートポンプ工業(株)

問い合わせ先 日本地下水開発(株) E-mail:webmaster@jgd.jp TEL:023-688-6000

発表内容

1. 研究開発の内容・実施体制
2. 研究開発項目・目標
3. 研究開発の進捗・予定

1. 研究開発の内容・実施体制

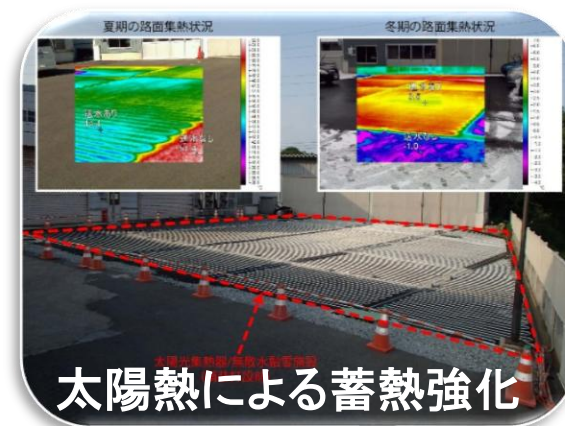
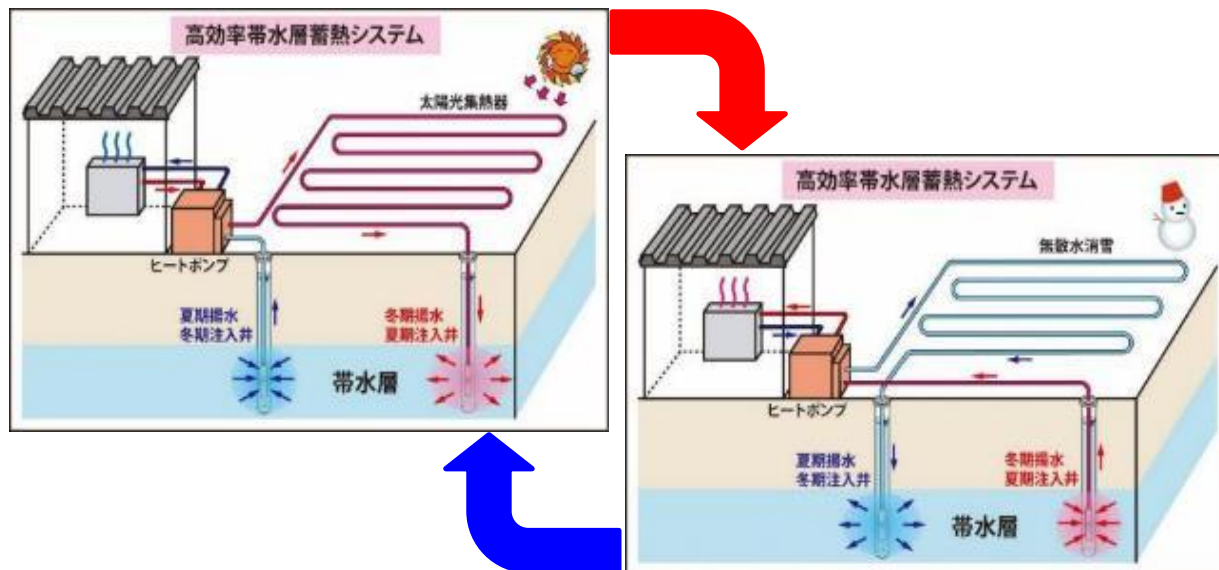
1.1 研究開発の背景・内容(課題など)

①2014年度～2018年度

NEDO事業「再生可能エネルギー熱利用技術開発」

○高効率帯水層蓄熱冷暖房システムを実用化

- ・イニシャルコスト 21 %低減
 - ・ランニングコスト 31 %低減
- を実現



1. 研究開発の内容・実施体制

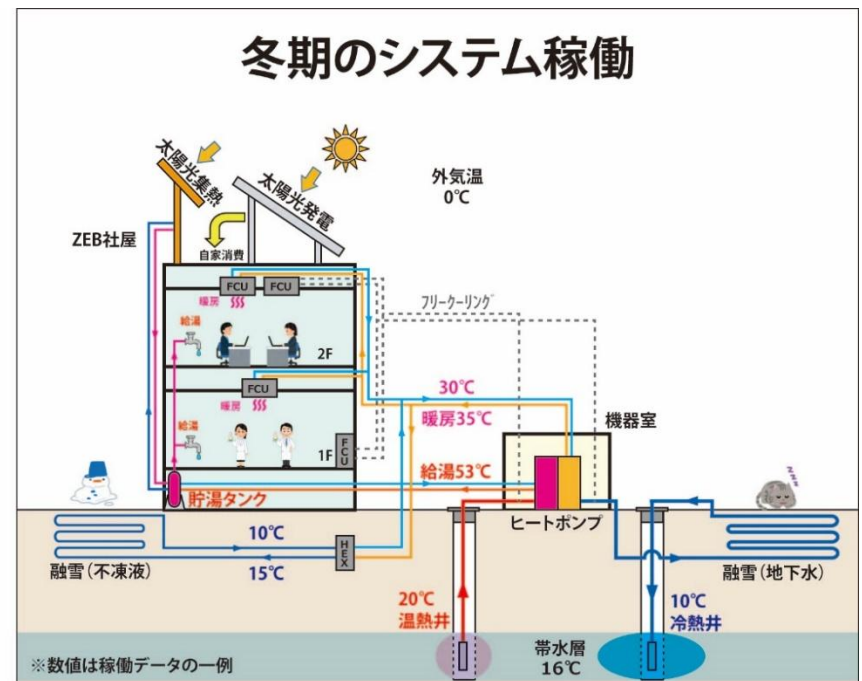
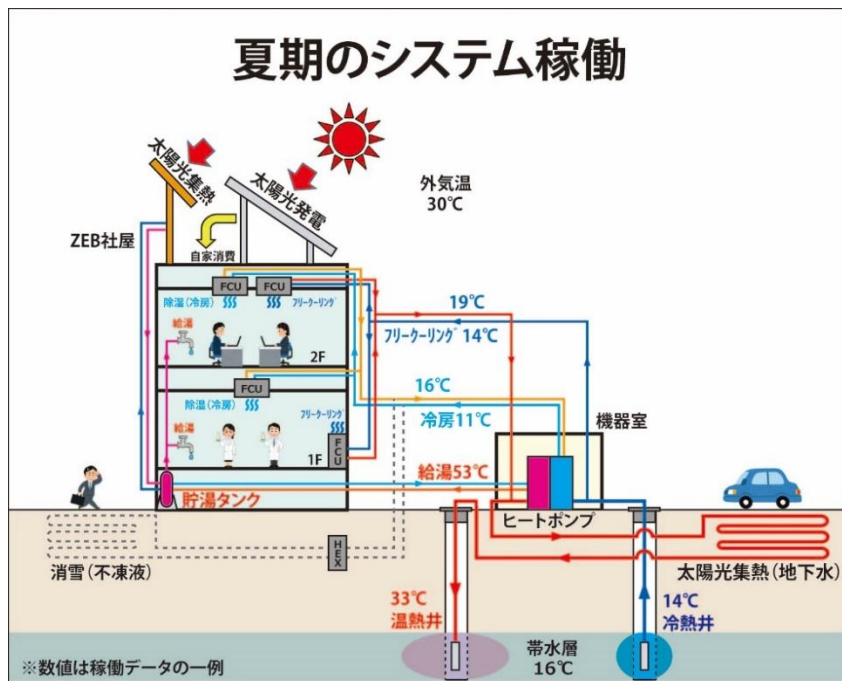
1.1 研究開発の背景・内容(課題など)

②2019年度～2023年度NEDO事業

「再生可能エネルギー熱利用にかかるコスト低減技術開発」

○高効率帯水層蓄熱によるZEBへの適応性を実証

・イニシャルコスト + ランニングコスト 30 %低減 を実現



・2021年度～2025年度まで5年連続で『ZEB』実現を実証

1. 研究開発の内容・実施体制

1.1 研究開発の背景・内容(課題など)

③【大都市圏での地下水採取における規制緩和の動き】

- 現在、過去の大量揚水による地盤沈下の経験から、大都市圏を中心に、工業用水法、ビル用水法により地下水の揚水が規制されている。
- 環境省では2019年8月に国家戦略特区によりビル用水法の技術的基準が緩和され、大阪市北区において帯水層蓄熱利用等の地下水還元型の地中熱利用システムの導入が進められ、2026年1月20日の国家戦略特区諮問会議（議長：高市総理大臣）において、**上述の地下水の採取に係る規制を緩和する特例措置の全国展開を行っていくことが指示**された。
- これを受けて、環境省では「建築物用地下水の採取の規制に関する技術的基準等に係る検討」として、大都市圏での地下水還元型地中熱利用システム（**帯水層蓄熱システム**）について、地域の地盤特性を踏まえ、地盤環境に配慮したビル用水法の技術的基準の見直しに関する検討が進められている。
- この規制緩和は、2026年秋の公布、2027年秋の施行、あわせて、ガイドラインについても2026年度内の策定されることから、今後、**冷暖房需要の大きい大都市圏で帯水層蓄熱システムが飛躍的に増加する**見込み。

1. 研究開発の内容・実施体制

1.1 研究開発の背景・内容(課題など)

- 令和3年10月に閣議決定「エネルギー基本計画」では「2030年以降の新築される建築物全てでZEH・ZEB基準の水準の省エネルギー性能を確保することを目指す」とされている。2025年4月からは改正建築物省エネ法が施行され、住宅および非住宅すべての建物に対して省エネ基準適合が義務付けされる。

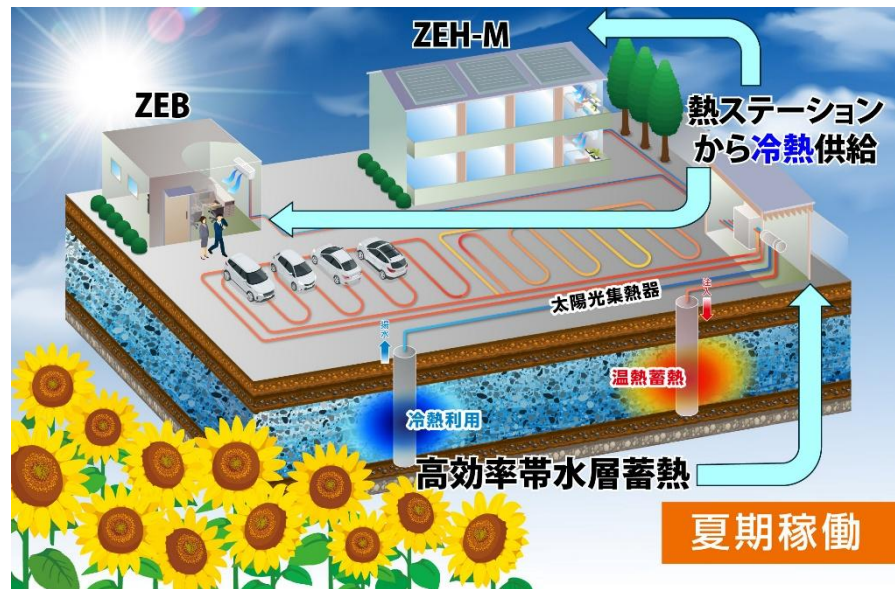
→ 今後、ZEBおよびZEHが飛躍的に増加する見込み

- 令和7年2月に閣議決定「エネルギー基本計画」では再生可能エネルギーの課題として「再生可能エネルギー熱について、熱供給設備の導入支援を図るとともに、複数の需要家群で熱を面的に融通する取組への支援を行うことで、再生可能エネルギー熱の導入拡大を目指す」と挙げられている。2050カーボンニュートラルを達成するためには、再生可能エネルギー熱の面的利用の課題解決が求められている。

→ 高効率帯水層蓄熱を中心とした面的熱利用をZEBおよびZEH-Mで実証し、面的熱利用による優位性を示すことで、本システムの普及拡大を図る

1. 研究開発の内容・実施体制

1.1 研究開発の背景・内容(課題など)



- 社員寮ZEH-Mの構築(木造2F、15戸、延床面積616m²)
- 既存事務所のZEB改修(鉄骨造1F、延床面積222m²)
- 高効率帯水層蓄熱を中心とした面的熱利用システムの構築
- 太陽熱集熱器による高効率化(給湯、温水、蓄熱での利用)
- 冬期間の冷熱を利用したフリークーリングの実施
- 小型給湯ヒートポンプの開発

➡ 面的熱利用によるイニシャルコストの低減と、システムの高効率運転と熱負荷を平準化することでランニングコストの低減を目指す。

1. 研究開発の内容・実施体制

1.2 研究開発実施体制

研究開発責任者(PL)
日本地下水開発株式会社: 黒沼覚

日本地下水開発株式会社

総額: 353百万円 (NEDO助成額: 176百万円)

- ・高効率帯水層蓄熱を中心とした面的利用システムの開発
- ・地下水の直接供給フリークーリングによる高効率化
- ・太陽熱集熱器による高効率化

(主任研究者) 黒沼覚・企画開発部次長
(全体統括) 山谷睦・取締役企画開発部部长
(高効率帯水層蓄熱面的利用システムの開発・データ解析担当)
加藤渉・企画開発部補佐、鳥越雄太郎・企画開発部係
(高効率帯水層蓄熱の地下シミュレーション解析・データ解析担当)
井上純・環境調査部技師長、大沼隆・環境調査部補佐
(高効率帯水層蓄熱を中心とした面的利用システムの設備設計担当)
福井秀樹・設計部部長、今田和彦・設計部担当部長、
川井陸・設計部係、石塚悠月・設計部係、
柿崎有希・設計部係
(高効率帯水層蓄熱を中心とした面的利用システムの設備工事担当)
佐藤弘康・工事部次長、佐藤力・工事部工事長

ゼネラルヒートポンプ工業株式会社

総額: 11百万円 (NEDO助成額: 5.5百万円)

- ・低GWP冷媒採用の小型給湯ヒートポンプの開発
- ・スケール付着判別の自動化手法の開発

(主任研究者) 駒庭義人・再エネ研究所副主幹
(低GWP冷媒採用の小型給湯ヒートポンプの開発担当)
(スケール付着判別の自動化手法の開発担当)
柴 芳郎・再エネ研究所会長、渡邊激雄・再エネ研究所所長、
谷藤浩二・再エネ研究所副所長、正木一郎・再エネ研究所主査、
小倉怜子・再エネ研究所主査、宮平英樹・取締役設計部長、
都田皓彦・設計部主任、
平井千治・取締役製造部長、木下琢也・再エネ研究所主査、
松井貴司・製造部課長、柴洸太・製造部主任、
笠原崇史・再エネ研究所担当

【技術検討委員会】

委員長: 森谷祐一、東北大学大学院・教授
委員: 三浦秀一、東北芸術工科大学・教授
委員: 内田洋平、産総研・総括研究主幹
委員: 粕谷伸幸、山形県環境エネルギー部エネルギー政策推進課・課長
委員: 笹田政克、地中熱利用促進協会・理事長
外部有識者: 藤井 光、秋田大学大学院・教授
外部有識者: 吉岡真弓、産総研・地下水研究グループ長

2. 研究開発項目・目標

【2028年度最終目標】

高効率帯水層蓄熱を中心とした再エネ熱を面的利用することで、建物個別に帯水層蓄熱を導入した場合に比べてイニシャルコストを2024年度比で25%削減させるほか、本研究開発によってランニングコスト25%削減を達成する。

【2026年度中間目標】

①高効率帯水層蓄熱を中心とした面的利用システム構築を完了する。

②低GWP冷媒採用の小型給湯ヒートポンプ試作機を完成する。

【根拠】

ZEH-MやZEBへの帯水層蓄熱を中心とした面的利用システムによる熱供給は国内初の実証であり、中間目標を達成することで今後の普及モデルとするため

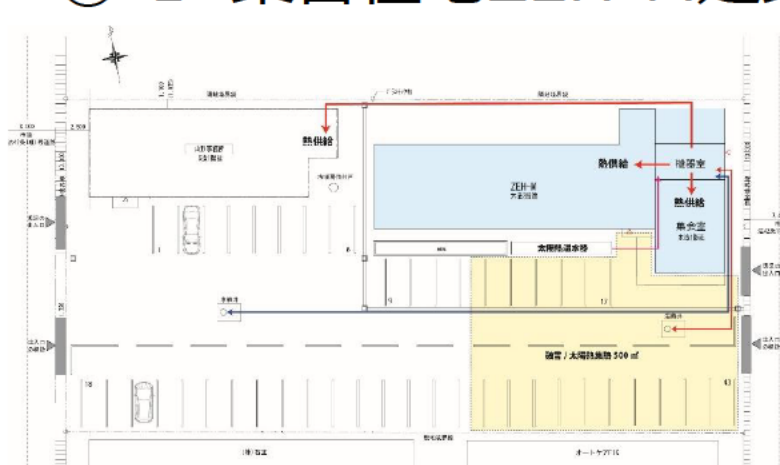
実施項目	中間目標	最終目標
①-1 集合住宅ZEH-M建築	『ZEH-M』建築完成	面的熱利用で一次エネルギー消費量を削減し GX ZEH-M+達成
①-2 既存事務所ZEB化	ZEB Ready達成 BEI 0.49以下	面的熱利用で一次エネルギー消費量を削減し Nearly ZEB達成
①-3 帯水層蓄熱を中心とした面的利用システム構築とモニタリング	面的利用システム構築の完了	イニシャルコスト25%低減 ランニングコスト25%低減 (2024年度比)
①-4 地下水フリークーリングによる高効率化	熱源水（地下水直接）フリークーリングシステム構築の完了	
①-5 太陽熱集熱器による高効率化	太陽熱を給湯・蓄熱・暖房に利用可能なシステム構築の完了	
②-1 給湯専用小型ヒートポンプの開発	低GWP冷媒採用小型給湯ヒートポンプ試作機の完成	ヒートポンプ性能 給湯COP=2.7~3.1以上 (給湯55℃→60℃、地下15℃→10℃)
②-2 スケール付着判別の自動化手法の開発	自動化手法の検討/予備試験	メンテナンスコスト削減

3. 研究開発の進捗・予定

研究開発項目	担当	2024				2025				2026			
		1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
①-1 集合住宅ZEH-M建築 1)設計・準備 2)建築工事	日本地下水開発（株）				 								
①-2 既存事務所ZEB化	日本地下水開発（株）						 						
①-3 面的利用システム構築とモニタリング 1)熱源井戸掘削 2)システム構築 3)モニタリング	日本地下水開発（株）				 		 						
①-4 フリークーリングによる高効率化	日本地下水開発（株）							 					
①-5 太陽熱集熱器による高効率化	日本地下水開発（株）							 					
②-1 給湯専用小型ヒートポンプの開発 1)機器設計 2)機器製作 3)運転調整・機能改善	ゼネラルヒートポンプ工業(株)				 		 						
②-2 スケール付着判別の自動化手法の開発 1)自動化手法の検討・予備試験 2)フィールド試験	ゼネラルヒートポンプ工業(株)				 								

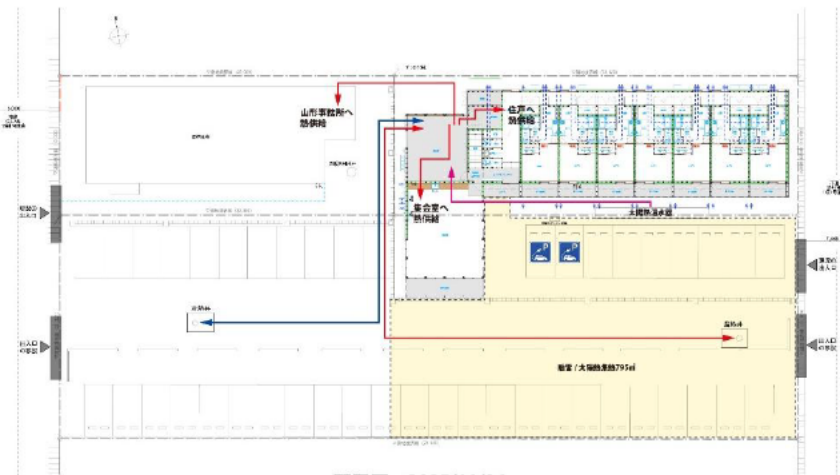
3. 研究開発の進捗・予定

①-1 集合住宅ZEH-M建築



配置図 (案) 2025/07/10

設計変更



配置図 2025/11/06

【設計変更】

- ①配管距離を短縮し熱効率の向上 ⇒ 機器室を東側から西側へ変更、熱ロスを抑え**熱効率を上げる**
- ②蓄熱増強でシステムを高効率化 ⇒ 太陽熱集熱/融雪面積を約500㎡から**面積を約1.5倍に拡大**、蓄熱効率を上げる
- ③『ZEH-M』の上を目指す ⇒ 2025年9月26日に経済産業省が新たに定義した**「GX ZEH-M+」**仕様を検討



【2026年度中間目標】

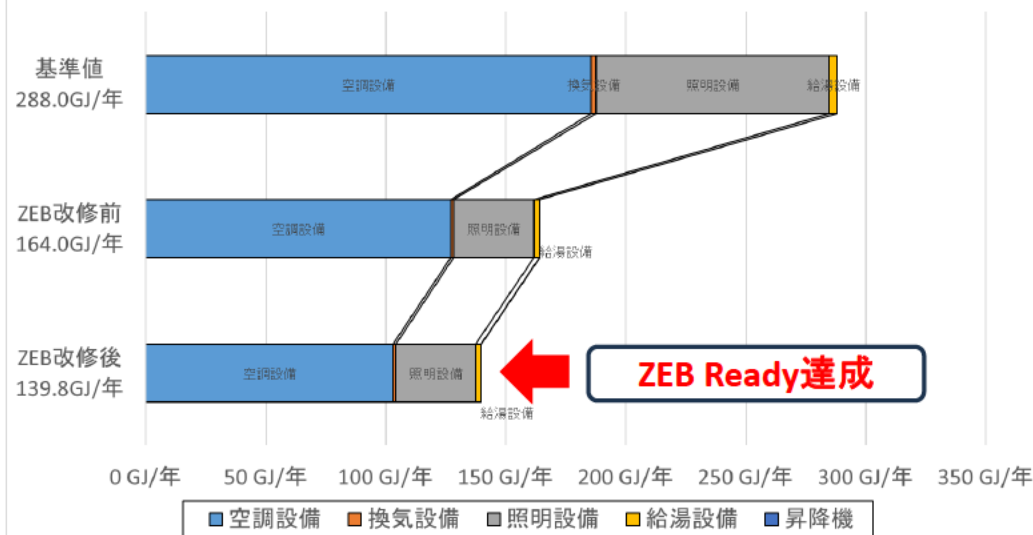
集合住宅の完成予定は2026年度11月で、当初計画から約1か月程度遅れる見込みだが、計画通り2026年度の暖房運転から面的利用のモニタリングを開始する予定

意義：ZEH-Mへの帯水層蓄熱を中心とした面的利用システムによる熱供給は国内初の実証であり、今後の普及モデルとなる

3. 研究開発の進捗・予定

①-2 既存事務所ZEB化

山形事務所の一次エネルギー消費量(Webpro)



【既存事務所ZEB化】

ZEB改修前の事務所は断熱材は性能が良いものが採用されており、窓だけ断熱性能が低いシングルサッシが採用されていた。現状と改修後の一次エネルギー消費量を算定し、既存の窓をそのまま活かし、内窓として熱貫流率が $1.8\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 以下の設置することでZEB Readyを達成

	設計一次エネルギー消費量(GJ/年)		
	ZEB改修後	ZEB改修前	基準値
空調設備	102.87	127.09	185.52
換気設備	1.22	1.22	2.03
照明設備	33.27	33.27	97.15
給湯設備	2.42	2.42	3.28
昇降機	0.00	0.00	0.00
その他	90.76	90.76	90.76
合計	230.5	254.8	378.7
合計(その他除く)	139.8	164.0	288.0
BEI	0.49	0.57	1.00

※BEI (Building Energy Index)

= 一次エネルギー設計値 ÷ 一次エネルギー基準値

BEI < 0.50となる場合はZEB Ready判定

BEI < 0.25となる場合はNearly ZEB判定

BEI ≤ 0.00となる場合は『ZEB』判定

ZEB改修前	熱貫流率	備考
外気側窓	6.0	単板ガラス
Ud	6.00	

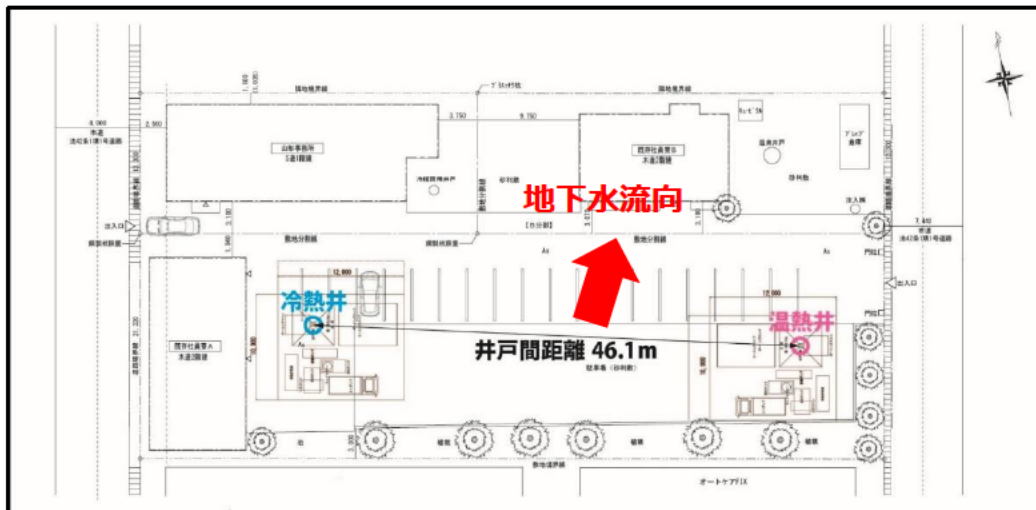


ZEB改修後	熱貫流率	備考
外気側窓	6.0	単板ガラス
室内側窓	1.8	2LgA12 (Loe-E1枚、日射取得、中空層12mm)
Ud	1.38	

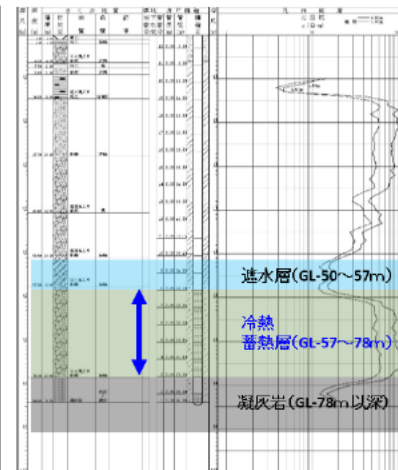
意義：ZEB化した既存建物への熱供給で省エネ効果を実証することで、今後の普及につなげる

3. 研究開発の進捗・予定

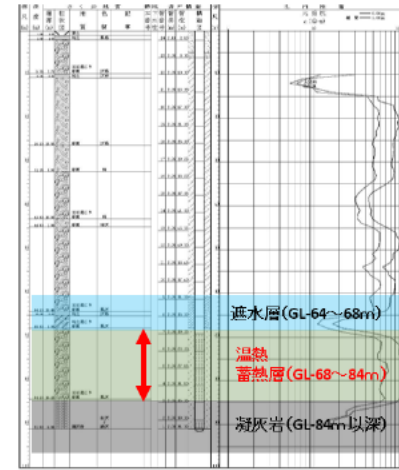
①-3 帯水層蓄熱を中心とした面的利用システム構築とモニタリング



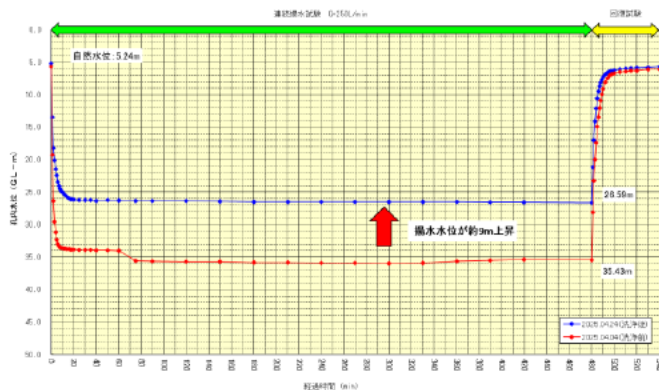
熱源井戸配置図



冷熱井さく井柱状図 (84m)



温熱井さく井柱状図 (91m)



冷熱井連続揚水試験・回復試験結果図

洗浄前
透水係数: $k=3.7 \times 10^{-5}$ (m/s)
貯留係数: $S=7.6 \times 10^{-5}$



洗浄後
透水係数: $k=5.8 \times 10^{-5}$ (m/s)
貯留係数: $S=2.5 \times 10^{-4}$

透水係数が約1.5倍

【実施内容】

- ① ロータリー工法による大口径密閉井戸構築方法を確立
- ② 井戸洗浄のMFI測定による定量評価と洗浄作業手順を確立



【成果】

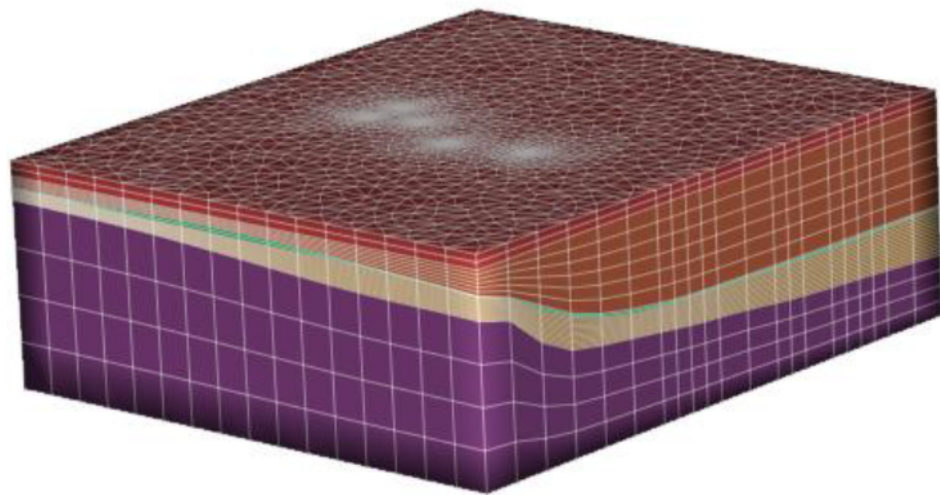
面的熱利用対応 **大口径密閉井戸構築マニュアルを作成**

意義：大口径密閉井戸構築マニュアルを作成し、井戸性能の品質を確保することで今後の普及につなげる

3. 研究開発の進捗・予定

①-3 帯水層蓄熱を中心とした面的利用システム構築とモニタリング

三次元地下水流動熱輸送解析用モデルを構築



使用ソフト：FEFLOW ver.10.0 (DHI社製)

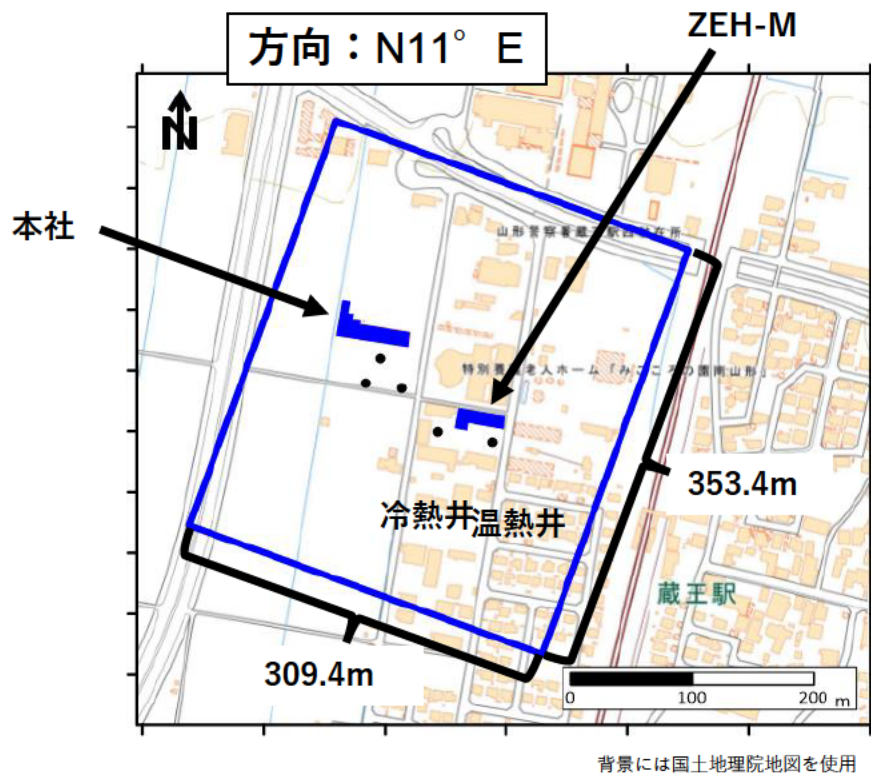
接点数：3506/Slice × 28 Slice = 98168

要素数：6932/Layer × 27 Layer = 187164

【成果】

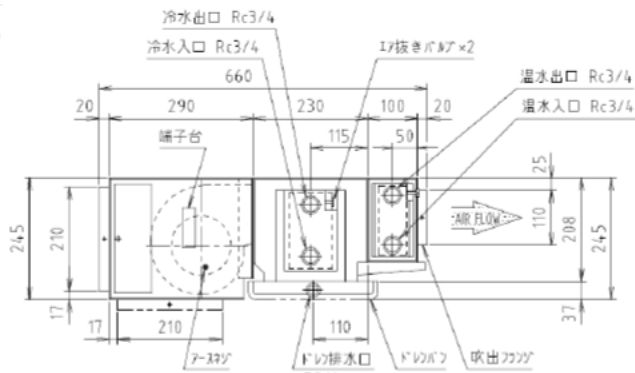
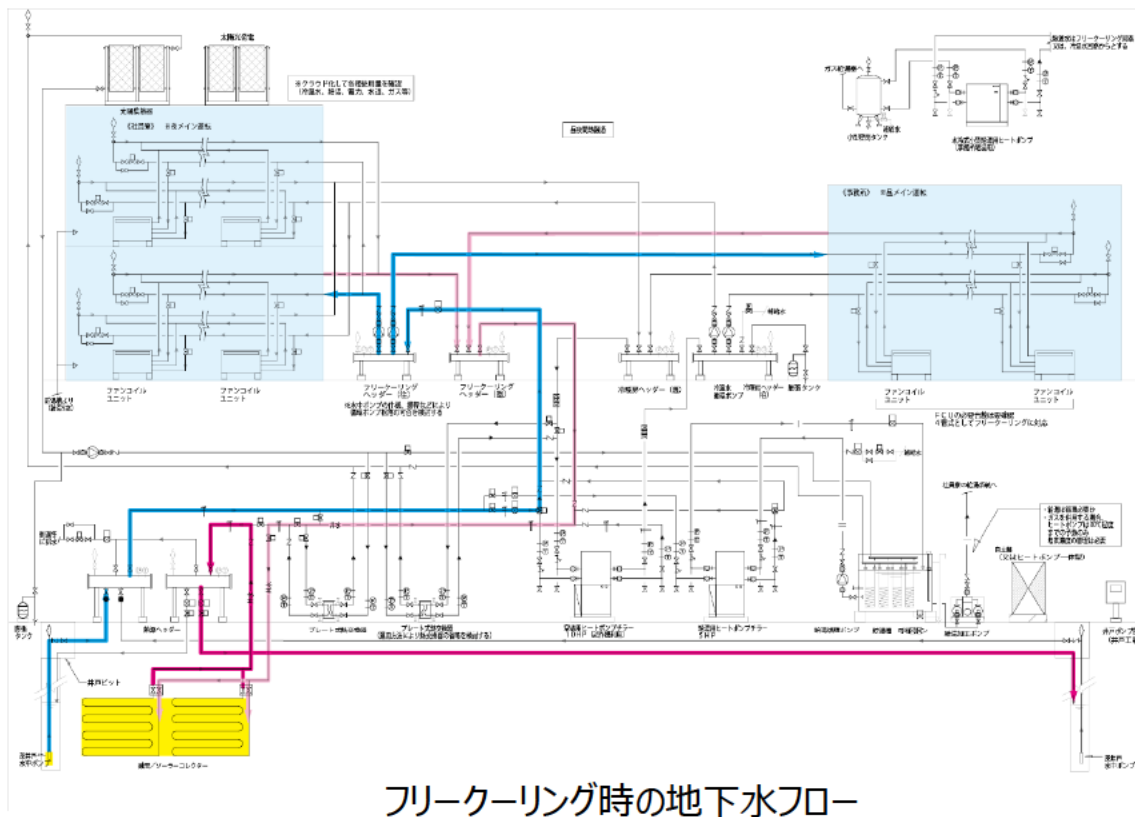
実証サイトにおける帯水層蓄熱システム利用時に伴う蓄熱塊挙動を予測し、**高効率な面的熱利用の運用方法を確立**

意義：高効率な面的熱利用の運用方法を確立し、冷暖房性能の品質を確保することで今後の普及につなげる



3. 研究開発の進捗・予定

①-4 地下水フリークーリングによる高効率化



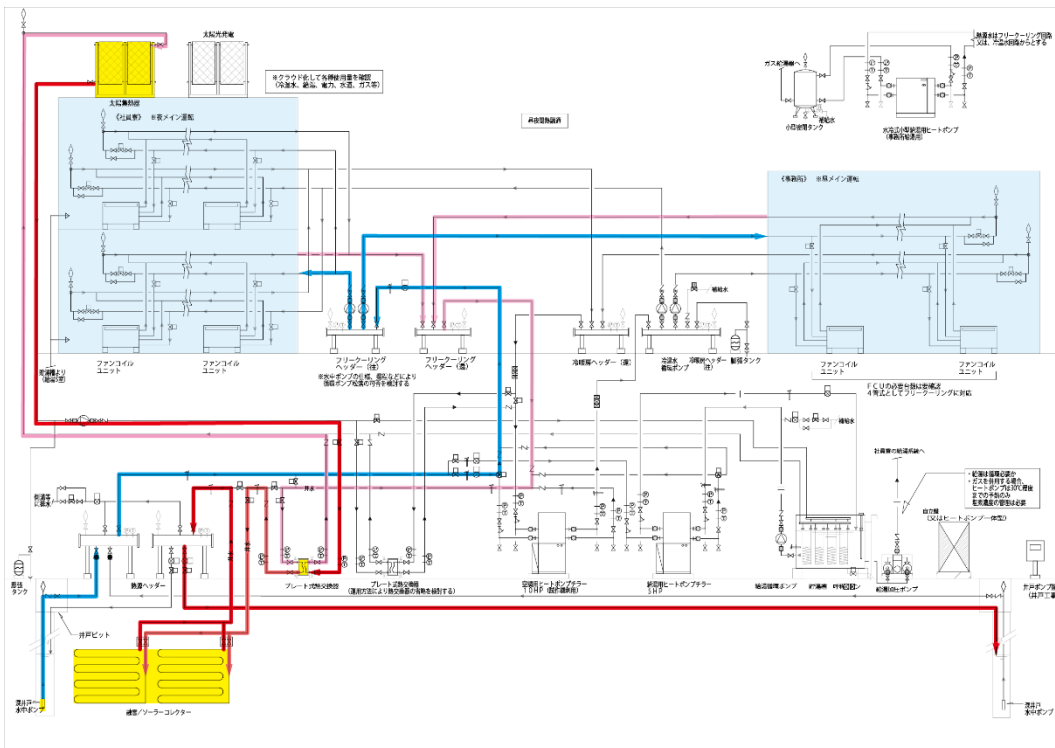
ZEH-M居室は4管式FCU、集会室は放射空調パネルを採用

冷熱蓄熱による低温地下水を利用したフリークーリングの高効率化で**冷房に係るランニングコスト30%削減**を目指す

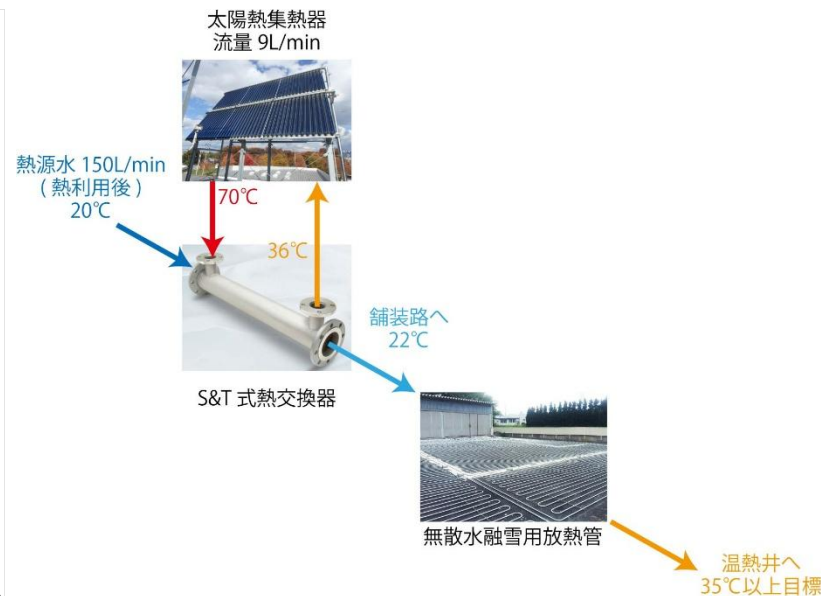
意義：さらなる冷熱・温熱の蓄熱増強と冷暖房に係るランニングコストを削減することで今後の普及につなげる

3. 研究開発の進捗・予定

①-5 太陽熱集熱器による高効率化



余剰集熱利用による温熱蓄熱強化（夏期）



太陽熱集熱器による貯湯槽加温で、給湯ヒートポンプ稼働を低減し省エネルギー化を図るほか、太陽熱集熱器の余剰集熱を利用し、帯水層蓄熱の蓄熱増強することで高効率化を図る

太陽熱集熱器による高効率化で**帯水層への温熱蓄熱量10%増加**および**暖房に係るランニングコスト5%削減**を目指す

意義：さらなる冷熱・温熱の蓄熱増強と冷暖房に係るランニングコストを削減することで今後の普及につなげる

3. 研究開発の進捗・予定

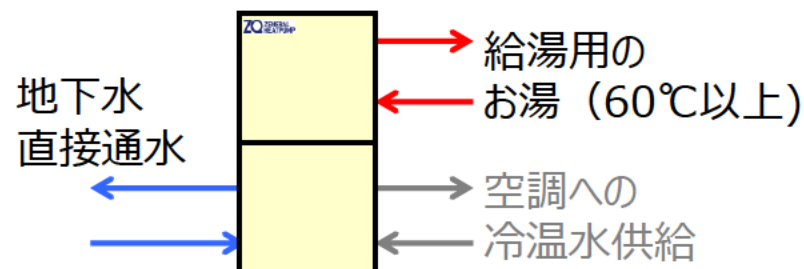
②-1 給湯専用小型ヒートポンプの開発

- ◆ 面的利用における個別分散型給湯への対応
- ◆ 冷媒の地球温暖化係数（GWP） 700 以下（社会的要請）
- ◇ 加熱COPの目標 2.7～3.1

※貯湯槽利用を前提として、温水 55℃→60℃、地下水(or 熱源水) 15℃→10℃

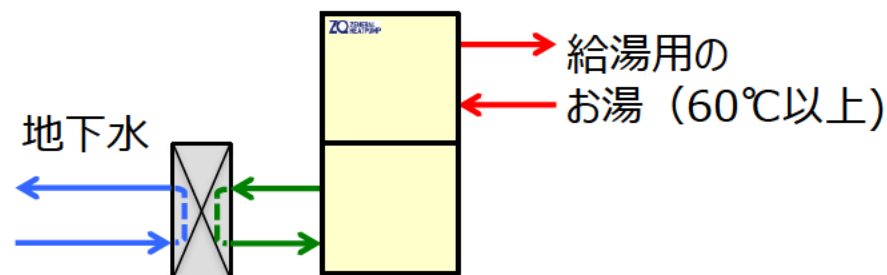
1) 集合住宅ZEH-M建築向け

- ・加熱能力： 15 kW程度
- ・冷媒： R513A（GWP 631 ※AR4） * 不燃
- ・地下水： 直接通水



2) 既存事務所向け

- ・加熱能力： 3 kW程度
- ・冷媒： R1234yf（GWP < 1 ※AR5） * 微燃性
- ・地下水： 間接利用

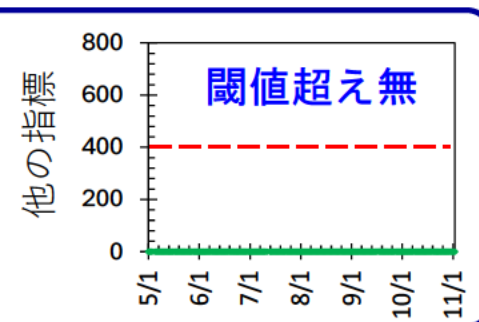
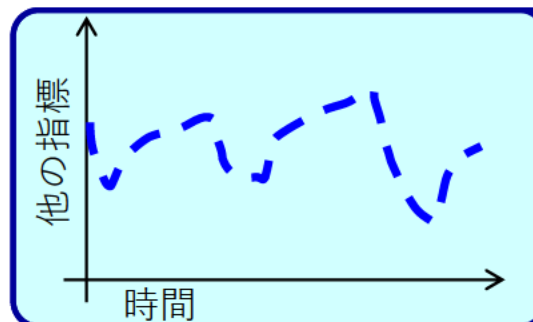
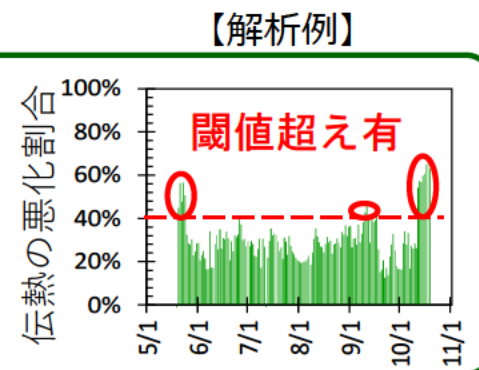
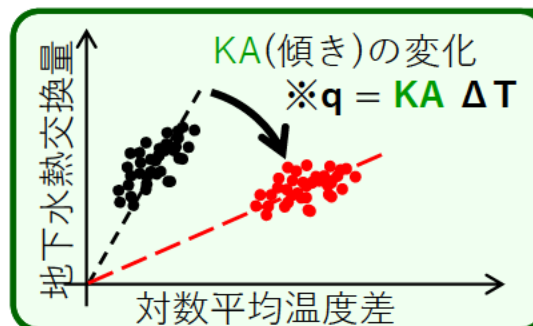
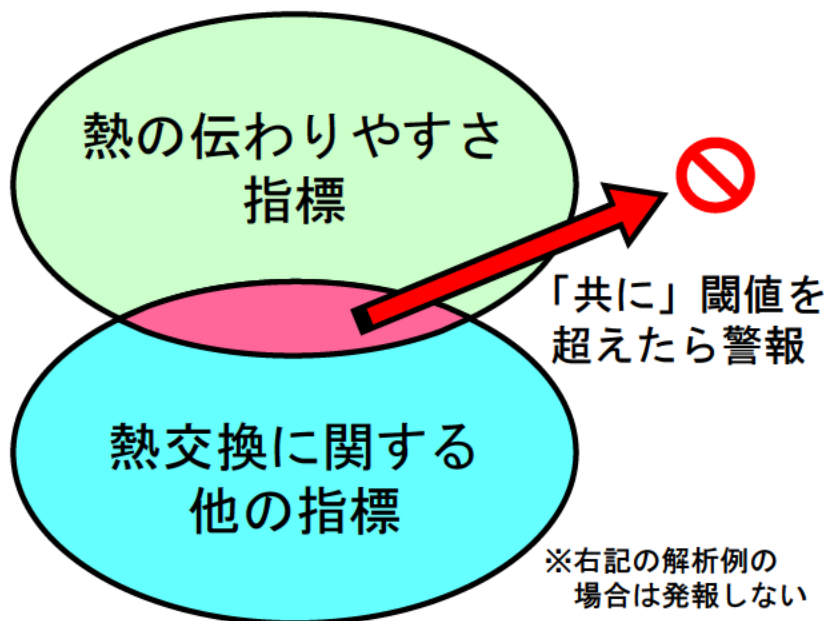


意義：加熱能力の異なる帯水層蓄熱向けの給湯用ヒートポンプを開発し製品化することで、面的利用における今後の普及につなげる

3. 研究開発の進捗・予定

②-2 スケール付着判別の自動化手法の開発

- ◆ ヒートポンプ内外で取得する連続的なデータに基づき、自動的にスケール付着を判別・通知する手法の開発
- ◇ 熱交換器へのスケール付着傾向を判定してメンテナンスを促すことによる、面的地下水熱利用におけるランニングコストの低減



意義：スケール付着判別の自動化による保守簡素化やシステム効率維持によりランニングコストの削減を行い今後の普及につなげる