

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に資する要素技術開発/

複数需要家を対象にした再生可能エネルギー熱の面的利用技術の開発

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 塩谷 正樹

団体名 鹿島建設(株)、(国)東京大学、(国)北海道大学

問い合わせ先 鹿島建設株式会社 E-mail:shioyam@kajima.com TEL:090-7716-8678

事業概要

1. 研究開発の背景・内容(課題など)

第7次エネルギー基本計画（2024年）

v. 2040年に向けた政策の方向性

「地域の特性を活かした太陽熱、地中熱、バイオマス熱、雪氷熱、温泉熱、海水熱、河川熱、下水熱等の再生可能エネルギー熱をより効果的に活用していくことも重要である。」

「太陽熱、地中熱、雪氷熱、温泉熱、海水熱、河川熱、下水熱等の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。」

【2026年度中間目標】

- ①社会実装可能な再エネ熱の面的利用システムの要件整理
- ②面的熱利用に適した熱源水ネットワークモデルと最適運用方法が提示
- ③複数需要家を想定した熱源水ネットワークによる再エネ熱の面的利用効果の定量評価手法が完成

【2028年度最終目標】

熱源水ネットワークによる再エネ熱の面的利用を行った場合の一次エネルギー消費量(省エネ)及びCO₂ 排出量削減効果が示されている。

事業概要

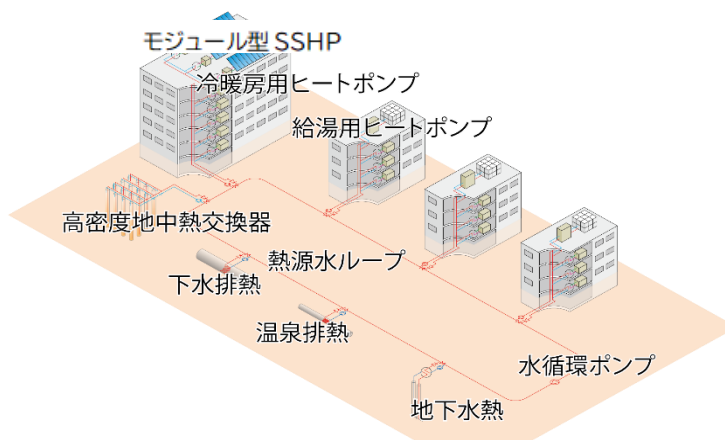
1. 研究開発の背景・内容(課題など)

(1)再生可能エネルギー熱の面的利用に適した熱源水ネットワーク構築技術の開発

① 社会実装可能な再エネ熱面的利用システムの要件整理

・熱の面的利用を行う場合、建物の建築タイミングがまちまちであり、一体的な熱利用計画が困難であること、熱供給を行うための熱導管の敷設コスト等の初期負担が大きく、経済合理性に課題が残る。

・「再エネ熱の面的利用システム」の開発の方向性を定めるため、日本における「熱の面的利用事例」調査を行うとともに、第5世代のエネルギーネットワーク構築が先行しているヨーロッパで事例調査を行い、**社会実装可能な再エネ熱の面的利用システムの要件を整理**する。



ETH Hönggerbergキャンパス

再エネ熱の面的利用における熱源水ネットワーク 2～3棟程度の複数熱需要家の事例 第5世代エネルギーネットワーク事例（欧州）
(2～3棟程度の複数熱需要家を想定) (東京イースト21・当社設計施工) 出典: <https://doi.org/10.1002/ente.202200749>

事業概要

1. 研究開発の背景・内容(課題など)

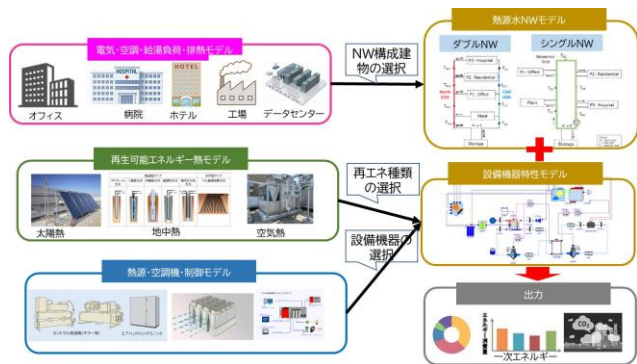
(1)再生可能エネルギー熱の面的利用に適した熱源水ネットワーク構築技術の開発

②再エネ熱の面的利用に適した熱源水ネットワークの構築技術と最適運転手法の開発

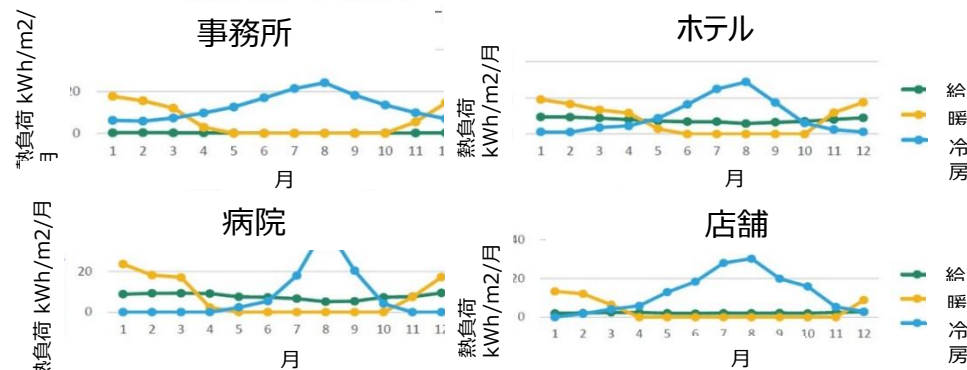
- ・2024年度から2026年度にかけて、一定規模のコミュニティ内の複数の熱需要家を想定し、種々の熱供給源、蓄熱設備を結ぶ**熱源水ネットワーク**を構築し**熱融通を行うシステムの構築技術と最適運転制御手法を開発**する。

③ 再エネ熱の面的利用効果の定量評価

- ・2024年度から2025年度にかけて**スケールメリットを活かした再エネ熱の面的利用システムの導入効果の評価手法を開発**。
- ・2026年度から2028年度にかけてケーススタディを実施し、複数需要家の熱負荷特性を想定した上で、1)単一熱需要を行った場合、2)複数の熱需要家間で熱融通を行った場合の省エネ及びCO₂排出量削減量を算定



再エネ熱の面的利用効果検討手法の基本構成



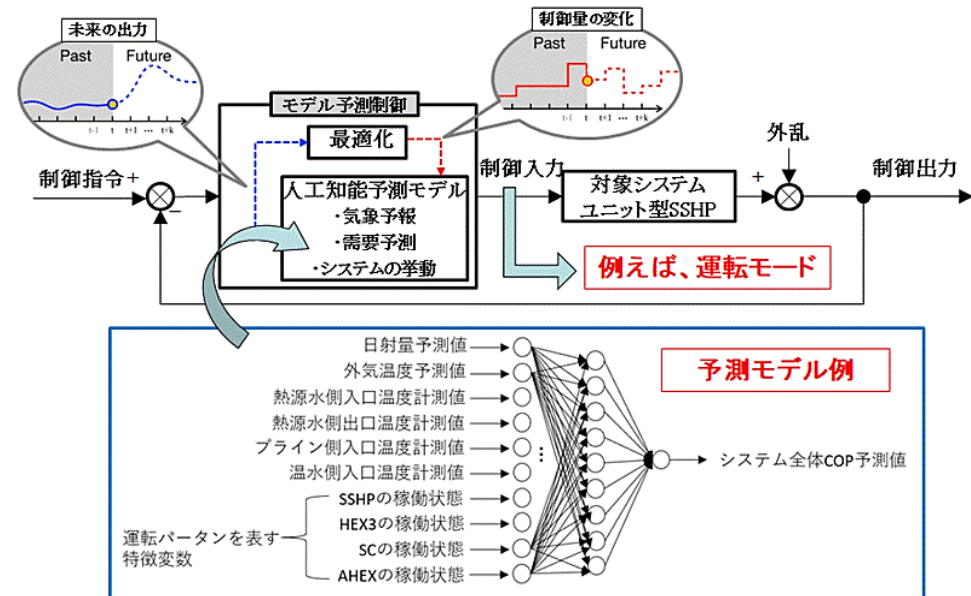
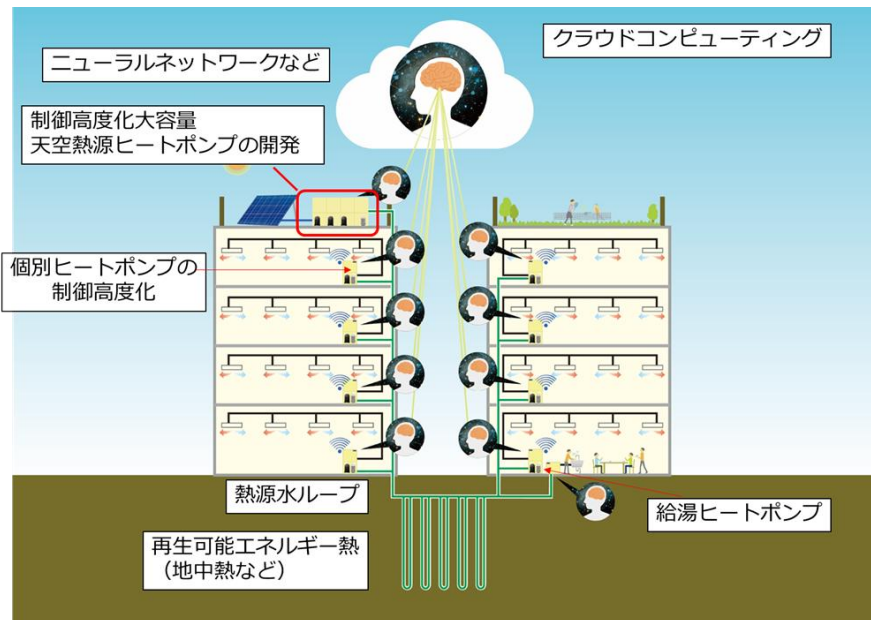
複数熱需要家の熱負荷特性（月別負荷パターン）の一例

事業概要

1. 研究開発の背景・内容(課題など)

(2) 再エネ熱対応ヒートポンプシステムの制御高度化技術の開発

再エネ熱面的利用のような大規模システムでは、ヒートポンプおよび水ポンプの搬送動力を含むシステムのエネルギー効率の僅かな違いが量的な導入効果に大きく影響する。そこで、**再エネ熱面的利用システムを想定した高度制御技術を開発**する。

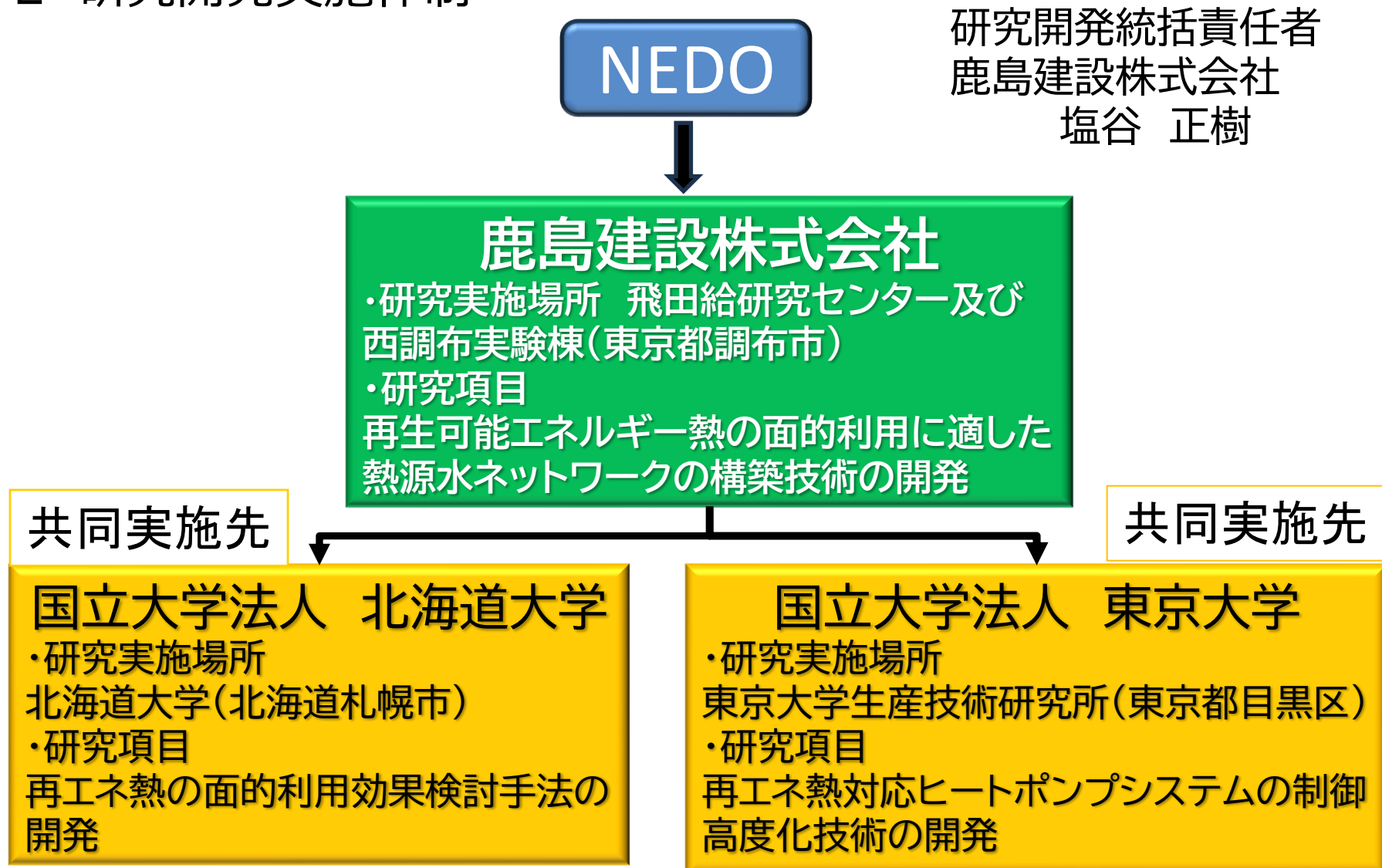


クラウドを用いた再エネ熱システムの高度制御技術

再エネ熱システムの高度制御アルゴリズムの一例

実施体制

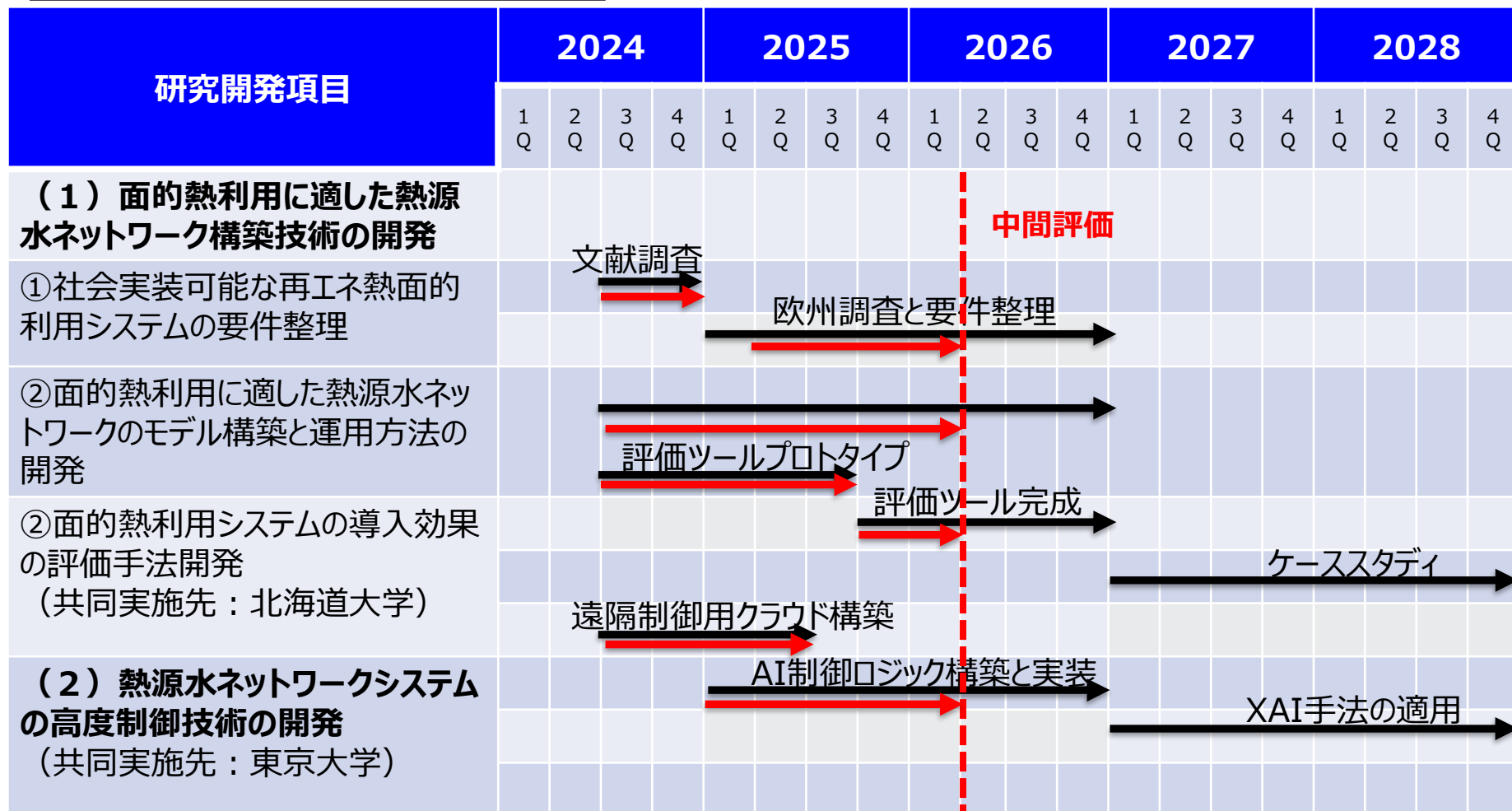
2 研究開発実施体制



研究開発スケジュール

3. 研究開発の進捗・予定

→ 予定 → 実績



成果・進捗概要

3. 研究開発の進捗・予定（2025年度）

（1）再生可能エネルギー熱の面的利用に適した熱源水ネットワーク構築技術の開発

① 社会実装可能な再エネ熱面的利用システムの要件整理

社会実装可能な再エネ熱の面的利用システムの要件を整理のため、第5世代のエネルギーネットワーク構築が先行している北欧で事例調査を行った。

日付		場所	都市・国名
9/15 (Mon)		ectogridTM, Medicon Village	Lund Sweden
9/16 (Tue)	AM	Embassy of Sharing	Malmö, Sweden
	PM	Smart Energy Systems	Copenhagen, Denmark
9/17 (Wed)			
9/18 (Thu)	AM	VIA College	Horsens, Denmark
	PM	Thermoroad	
9/19 (Fri)		VIA College	
9/22 (Mon)	AM	GTK	Espoo, Finland
	PM	Aalto University borehole field site, Geothermal district heating site, Aalto University	
9/23 (Tue)		Groundwater energy-based heating/cooling system site	Lahti, Finland



ectogridTM at
Medicon Village
(スウェーデン)



Embassy of
Sharing
(スウェーデン)



アールト大学
(フィンランド)

成果・進捗概要

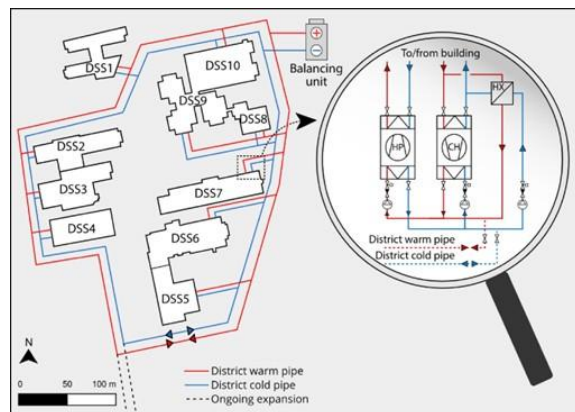
3. 研究開発の進捗・予定（2025年度）

（1）再生可能エネルギー熱の面的利用に適した熱源水ネットワーク構築技術の開発

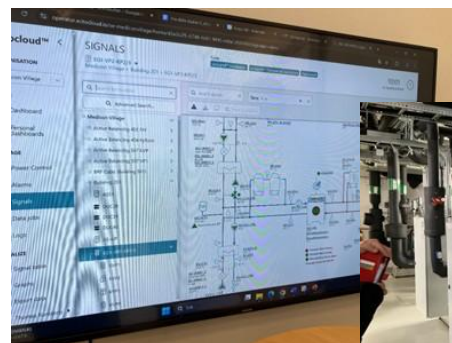
① 社会実装可能な再エネ熱面的利用システムの要件整理

【調査先1】ectogrid™, Medicon Village (Lund, Sweden)

- 製薬系研究施設やオフィスが集まる街区であり、約120社のライフサイエンス企業が入居。
- 敷地面積は約80,000 m²、年間の2管式の5GDHC暖房負荷は約10 GWh、冷房負荷は約4 GWh。
- E.ON社の5GDHCである「ectogrid™」が導入され、暖房負荷の約90%、冷房負荷の約85%をカバー。非常時や負荷偏重時のバックアップとして既存の地域冷暖房網に接続。
- ある程度冷房負荷もあり、日本の条件に比較的近い。グリッド側の循環ポンプは設置していない。5GDHCは段階的に拡張でき、初期の大型熱源投資を要しない。実証～拡張を通じてプロジェクトリスクを抑制できる。



システム概念図



運転監視画面



機械室



蓄熱槽

成果・進捗概要

3. 研究開発の進捗（2025年度）

（1）再生可能エネルギー熱の面的利用に適した熱源水ネットワーク構築技術の開発

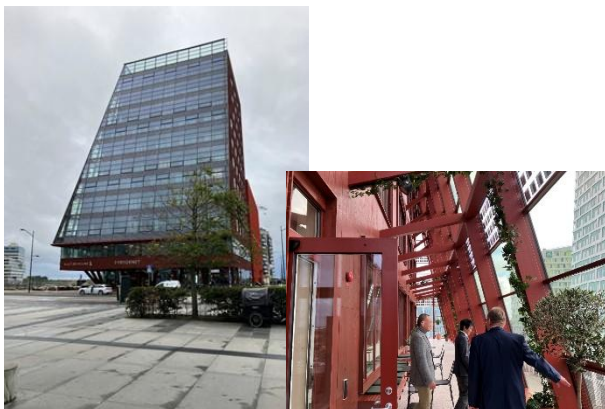
① 社会実装可能な再エネ熱面的利用システムの要件整理

【調査先2】Embassy of Sharing (Malme, Sweden)

□スウェーデンの都市開発プロジェクトで、国内で最も高層の木造建築物を含む複合用途開発（オフィス、集合住宅等）。熱回収、地中への熱エネルギー貯蔵、建物間のスマートシェアリングを組み合わせることで地域熱供給を行っている。

□地中温度は概ね5～13℃、平均で11℃以上を維持しており、日・季節に渡る負荷変動に対して安定した熱源温度が確保されている。

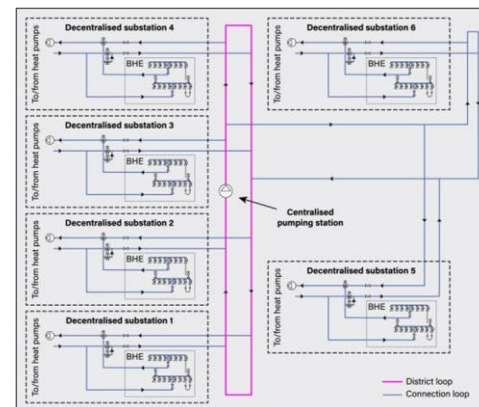
□配管形状は、直線的に連結するLine型と比較して、網目状に連結するGrid型の方が冗長性と信頼性に優れるとの検討結果が示されている。本プロジェクトの熱源はボアホールが中核であり、外部の熱源は基本的に想定していない。



建物外観



機械室



配管系統図

成果・進捗概要

3. 研究開発の進捗（2025年度）

（1）再生可能エネルギー熱の面的利用に適した熱源水ネットワーク構築技術の開発

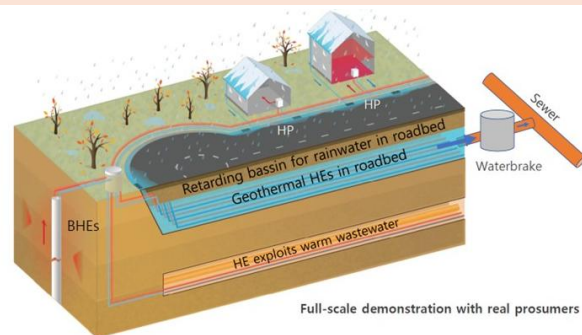
① 社会実装可能な再エネ熱面的利用システムの要件整理

【調査先3】 Thermoroad (Horsens, Denmark)

- デンマーク・エネルギー庁の資金支援を受け、VIA University Collegeがリーダーの研究開発案件。Horsens郊外で実施された「Thermoroad」は、戸建て住宅6棟を対象とする小規模5GDHCで、配管全長は約380mである。
- 熱源は多様な地中系を組み合わせる。具体的には、①道路路面下40mmの位置に3×200mの水平熱交換器を2組、②ボアホール熱交換器3本を1セットとして配置、③地下約2.5mの排水管に沿わせた下水熱回収熱交換器1本で構成。
- 制度・普及の観点では、同国の都市部ではすでに第4世代地域熱供給が広く導入済みである一方、未導入地域を中心に第5世代を展開する方針が示されている。Thermoroadは非DHC地域における小規模・分散型5GDHCの技術実証として位置づけられる。



現地写真



Thermoroad概念図

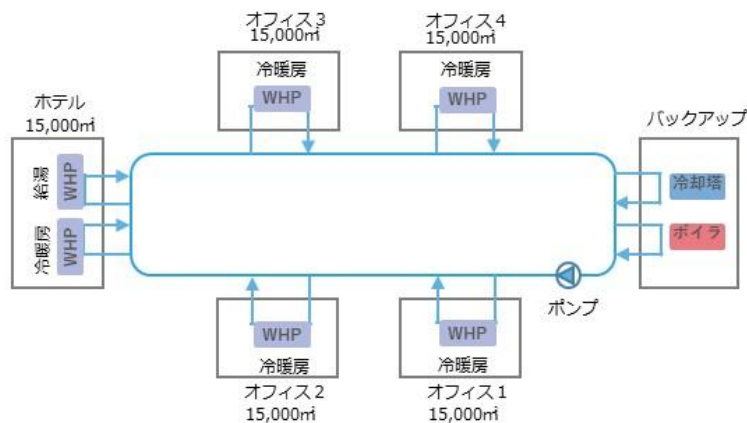


工事状況

成果・進捗概要

3. 研究開発の進捗（2025年度）と予定（2026年度以降）

(1) 再生可能エネルギー熱の面的利用に適した熱源水ネットワーク構築技術の開発
LCЕМを用いた面的熱用システム評価ツールの完成とケーススタディを実施。



面的熱利用モデル

項目	単位	試験科目・試験方法・試験科目	試験科目	試験科目	試験科目
1. 基礎科目	10	基礎科目・基礎科目・基礎科目	基礎科目・基礎科目・基礎科目	基礎科目・基礎科目・基礎科目	基礎科目・基礎科目・基礎科目
2. 専門科目	10	専門科目・専門科目・専門科目	専門科目・専門科目・専門科目	専門科目・専門科目・専門科目	専門科目・専門科目・専門科目
3. 総合科目	10	総合科目・総合科目・総合科目	総合科目・総合科目・総合科目	総合科目・総合科目・総合科目	総合科目・総合科目・総合科目
4. 自由選択科目	10	自由選択科目・自由選択科目・自由選択科目	自由選択科目・自由選択科目・自由選択科目	自由選択科目・自由選択科目・自由選択科目	自由選択科目・自由選択科目・自由選択科目
5. 卒業論文	10	卒業論文・卒業論文・卒業論文	卒業論文・卒業論文・卒業論文	卒業論文・卒業論文・卒業論文	卒業論文・卒業論文・卒業論文
6. 合計	50				
7. 単位取得率	100%				
8. 卒業率	100%				
9. 就職率	100%				
10. 留学率	100%				
11. 退学率	100%				
12. 転学率	100%				
13. 転入率	100%				
14. 転出率	100%				
15. 転入転出率	100%				
16. 転入転出率	100%				
17. 転入転出率	100%				
18. 転入転出率	100%				
19. 転入転出率	100%				
20. 転入転出率	100%				
21. 転入転出率	100%				
22. 転入転出率	100%				
23. 転入転出率	100%				
24. 転入転出率	100%				
25. 転入転出率	100%				
26. 転入転出率	100%				
27. 転入転出率	100%				
28. 転入転出率	100%				
29. 転入転出率	100%				
30. 転入転出率	100%				
31. 転入転出率	100%				
32. 転入転出率	100%				
33. 転入転出率	100%				
34. 転入転出率	100%				
35. 転入転出率	100%				
36. 転入転出率	100%				
37. 転入転出率	100%				
38. 転入転出率	100%				
39. 転入転出率	100%				
40. 転入転出率	100%				
41. 転入転出率	100%				
42. 転入転出率	100%				
43. 転入転出率	100%				
44. 転入転出率	100%				
45. 転入転出率	100%				
46. 転入転出率	100%				
47. 転入転出率	100%				
48. 転入転出率	100%				
49. 転入転出率	100%				
50. 転入転出率	100%				

[illegible]

LCEM計算モジュール

【2025年度～2026年度】

一定規模のコミュニティ内に存在する複数の熱需要家を対象に、その熱需要特性、再エネ熱種類（地中熱、太陽熱など）、設備機器特性、さらには、熱源水ネットワーク形態（温度レベルの異なるダブルループ）が考慮できる評価ツールを完成。

【（参考）2027年度～2028年度】

①単一熱需要を行った場合、②複数の熱需要家を結んで熱需要網を構築し、熱融通を行った場合の省エネ効果及びCO₂ 排出量削減量を算定

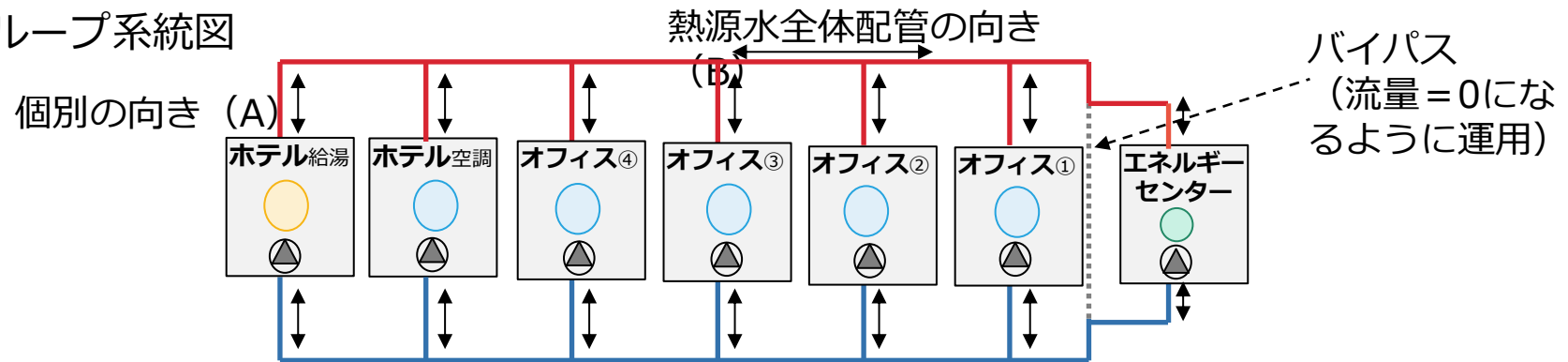
成果・進捗概要

3. 研究開発の進捗（2025年度）

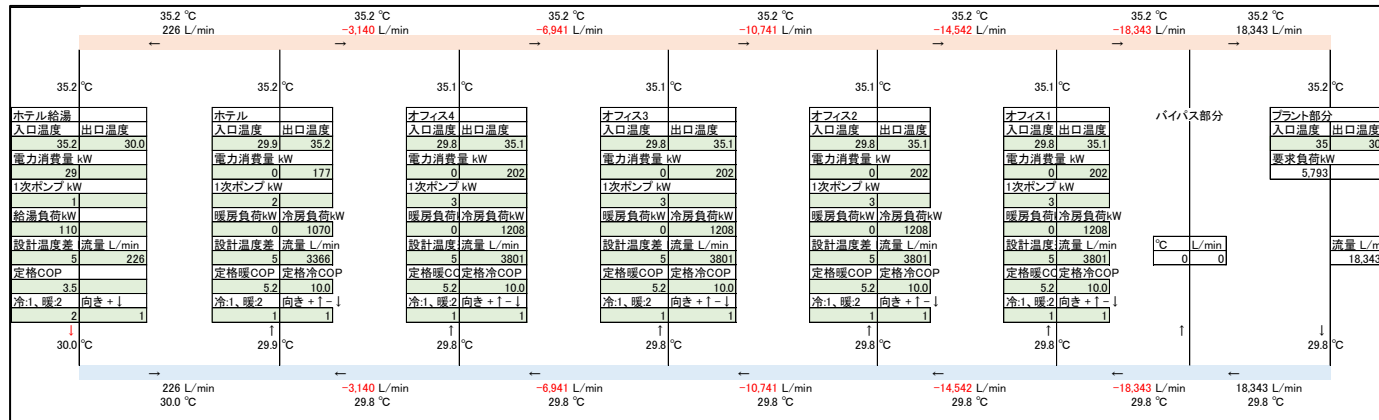
（1）再生可能エネルギー熱の面的利用に適した熱源水ネットワーク構築技術の開発

熱源水ネットワーク形態（シングルループ／ダブルループ）が考慮できる評価ツール
のプロトタイプを完成

ダブルループ系統図

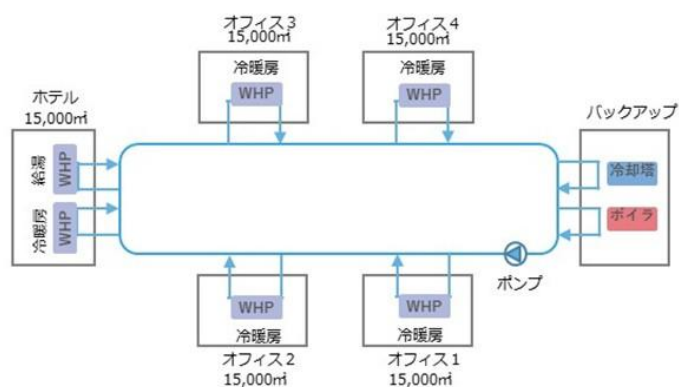


LCЕМ計算モジュール（夏期代表日）

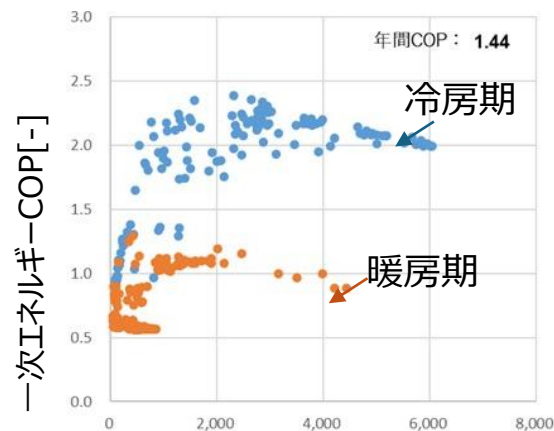


3. 研究開発の進捗（2025年度）

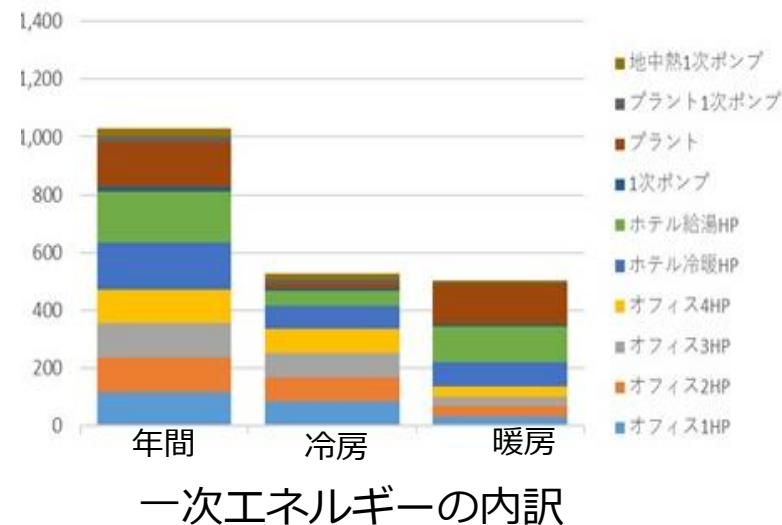
熱源水ネットワーク形態（シングルループ／ダブルループ）が考慮できる評価ツールの
プロトタイプを完成



面的熱利用モデル



負荷と一次エネルギーCOPの関係(ダブルループ)

[illegible]

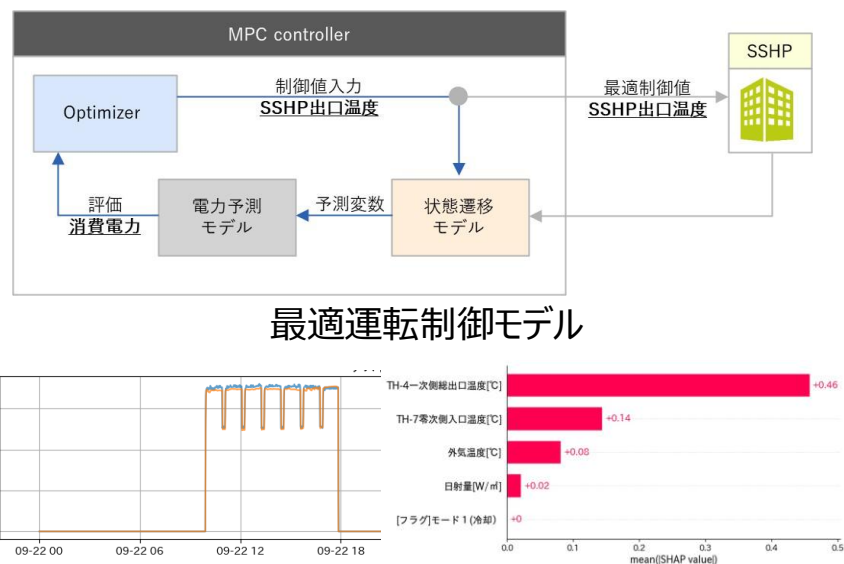
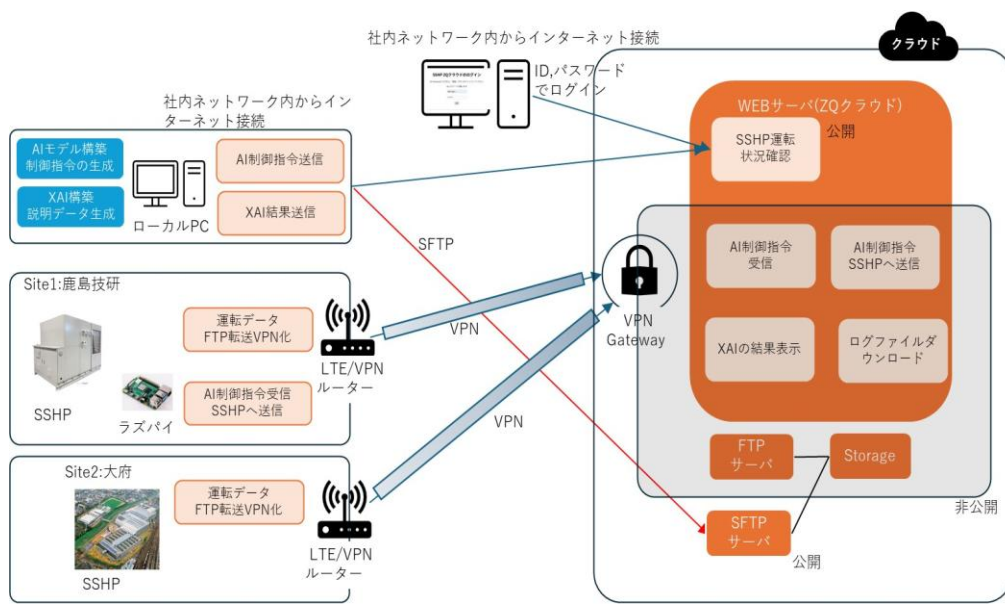
LCCEM計算モジュール

成果・進捗概要

3. 研究開発の進捗（2025年度）と予定（2026年度以降）

（2）再エネ熱対応ヒートポンプシステムの制御高度化技術の開発

SSHPシステムの最適運転条件決定のための予測・最適化アルゴリズムを構築し最適制御プログラムのプロトタイプを作成。クラウドでのSSHPの遠隔制御を試行した。また、2027年度から着手する計画であった「XAIによる制御プロセスを明確化するプログラム」のプロトタイプが前倒しで完成。今後遠隔制御用クラウドに実装し検証を行う。



再エネ熱利用ヒートポンプ（SSHP）の遠隔計測用クラウド

SSHP消費電力予測結果
予測モデルにおけるパラメータの
重要度
最適運転条件決定のためのプロトタイプ
プログラム構成

今後の技術課題、まとめ

■LCEMを用いた面的熱利用システム評価ツールの完成とケーススタディ

一定規模のコミュニティ内に存在する複数の熱需要家を対象に、その熱需要特性、再エネ熱種類(地中熱、太陽熱など)、設備機器特性、さらには、熱源水ネットワーク形態(温度レベルの異なるダブルループ)が考慮できる評価ツールを完成。

【(参考)2027年度～2028年度】

①単一熱需要を行った場合、②複数の熱需要家を結んで熱需要網を構築し、熱融通を行った場合の省エネ効果及びCO₂ 排出量削減量を算定

■クラウドで収集した運転データをもとにAI等を用いた最適運転制御ロジックの構築と実証

ご清聴ありがとうございました