

背景と目的

再エネ熱の面的利用はスケールメリットや負荷平準化メリットが得られるため、再エネ熱の導入促進が期待できる。複数建物においては冷温熱需要が併存するため、各建物からの冷温排熱の相互回収をうまく行えばさらにメリットを増やすことが可能である。本研究開発では、ヒートポンプ群ループの部分に、新たな配管方法と制御を加える新たな「熱源水ネットワーク配管・制御システム」HR-3P方式を開発する。具体的には、独自の保有技術である「バイパス回路で直接熱回収し熱源負荷を低減する制御」とこれを面的利用するために考案した「混合ロスしない冷・温排熱還管の2管化」により、ネットワークの「低コスト化と運用の効率化」を図る。

研究開発実施体制

【技術検討委員会】
委員長：苫小牧高専 長野克則
委員：千葉工業大学 若山尚之
委員：北海道立総合研究機構 白土博康

【委託先】
日鉄エンジニアリング株式会社
業務管理者：中村 靖

【共同研究先】
国立大学法人 北海道大学
業務管理者：葛 隆生

NEDO

開発費：69.8百万円／3年

・設計手法に求めるニーズの明確化
・構築した設計手法の試設計検証
・試験計画の立案、検証内容の提示
・試験結果の評価と課題抽出

開発費：32.1百万円／3年

・設計ロジック・手法の構築
・試験計画の具体化と実施
・試験データの整理と分析

2024年度の成果(続き)

・ 制御システムの開発およびフィールド試験

2024年度に実施した内容として、制御方法を検証するためにフィールド試験装置を構築した。フィールド試験装置を構築するにあたって、制御方法の開発における課題を明確にするため、再エネ熱利用開発事業で開発したHR-GSHPシステムとHR-3Pシステムの相違点を考えた。HR-GSHPシステムとHR-3Pシステムは右図に示す通りであり、相違点は以下となる。

HR-GSHPシステム

HR-3Pシステム

①HR-GSHPは全てのヒートポンプに調整弁で制御するがHR-3Pは末端一括の調整弁で制御する
②採放熱のアンバランスを解消するためにHR-GSHPは空冷HP等を補助熱源機を用いるが、HR-3Pシステムは冷却塔等の補助熱源、井水などの併用熱源を用いる。
また、HR-3Pシステムは負荷の発生場所(建物)と制御箇所が離れているためタイムラグがあり、誤差が発生する恐れがある。
従って、フィールド試験装置を用いて以下を実施することが必要となる。
①制御動作試験によりハンチングや誤動作、制御精度の問題を無くしていく。
②補助熱源や併用熱源の運転制御を最適化し、運転を検証する。

以上を踏まえて構築したフィールド試験装置の系統図は下図に示す通りであり、末端一括の調整弁を有するヒートポンプ群ループ、熱源水ループ、地中熱・地下水熱等の再エネ熱源と冷却塔の補助熱源で構成される。ヒートポンプは室内の空調を行う4台のヒートポンプと模擬負荷処理を行う1台のヒートポンプで構成される。模擬負荷装置は任意の冷暖房負荷を設定することが可能であり、室内負荷処理ヒートポンプの合計放熱量、合計採熱量を全て熱回収可能な能力を備えている。全てのヒートポンプはヒートポンプ群ループに接続され、ヒートポンプ群で発生する冷排熱と温排熱は、末端一括の調整弁によって少ない方の排熱が全てバイパス管に送られ、多い方の排熱は排熱と同じ熱量分だけバイパス管に送られる。これにより、冷温排熱は直接熱回収し熱源負荷を打ち消し合うことができ、熱源ループに入る冷排熱の熱源負荷を減らすことが可能となる。

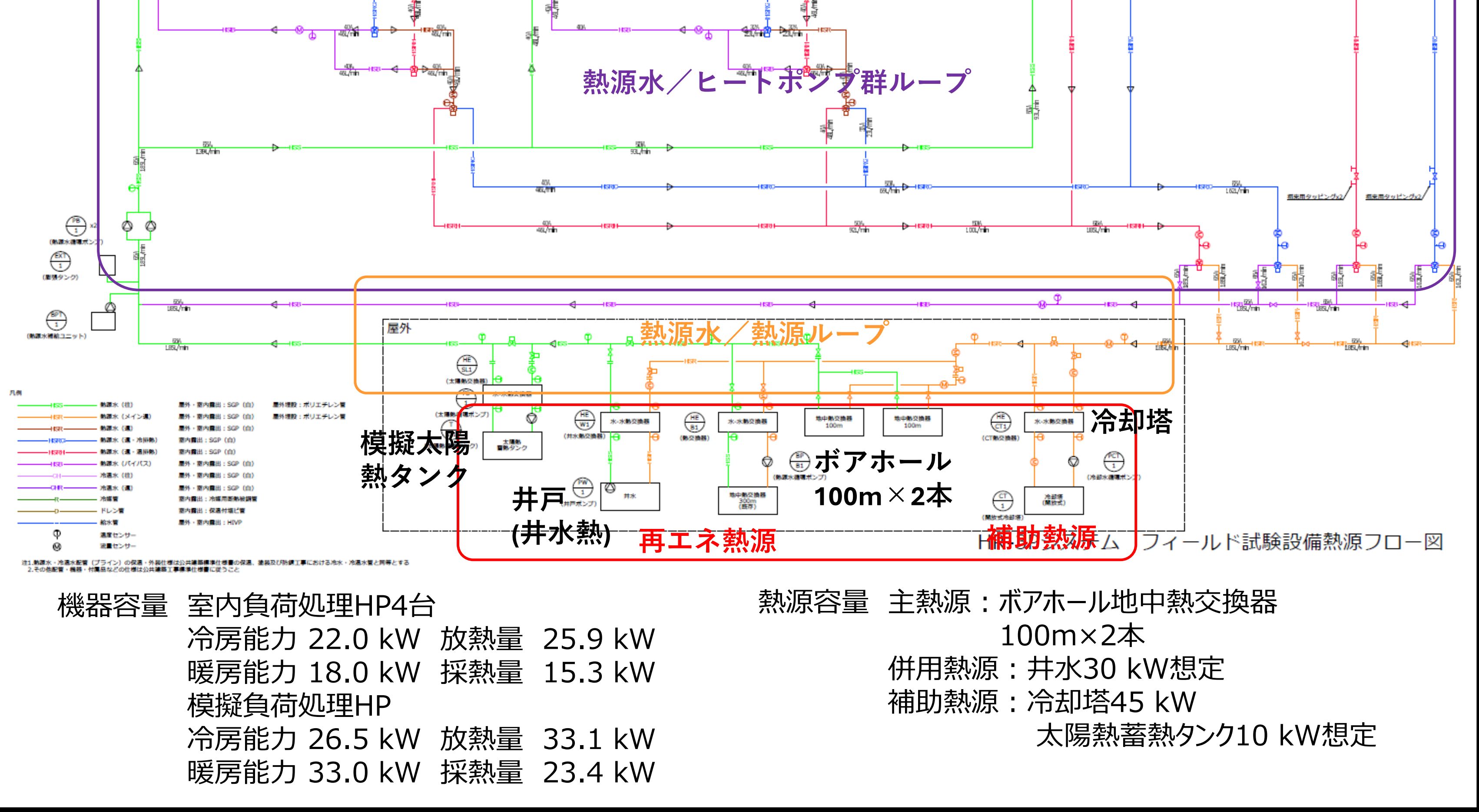
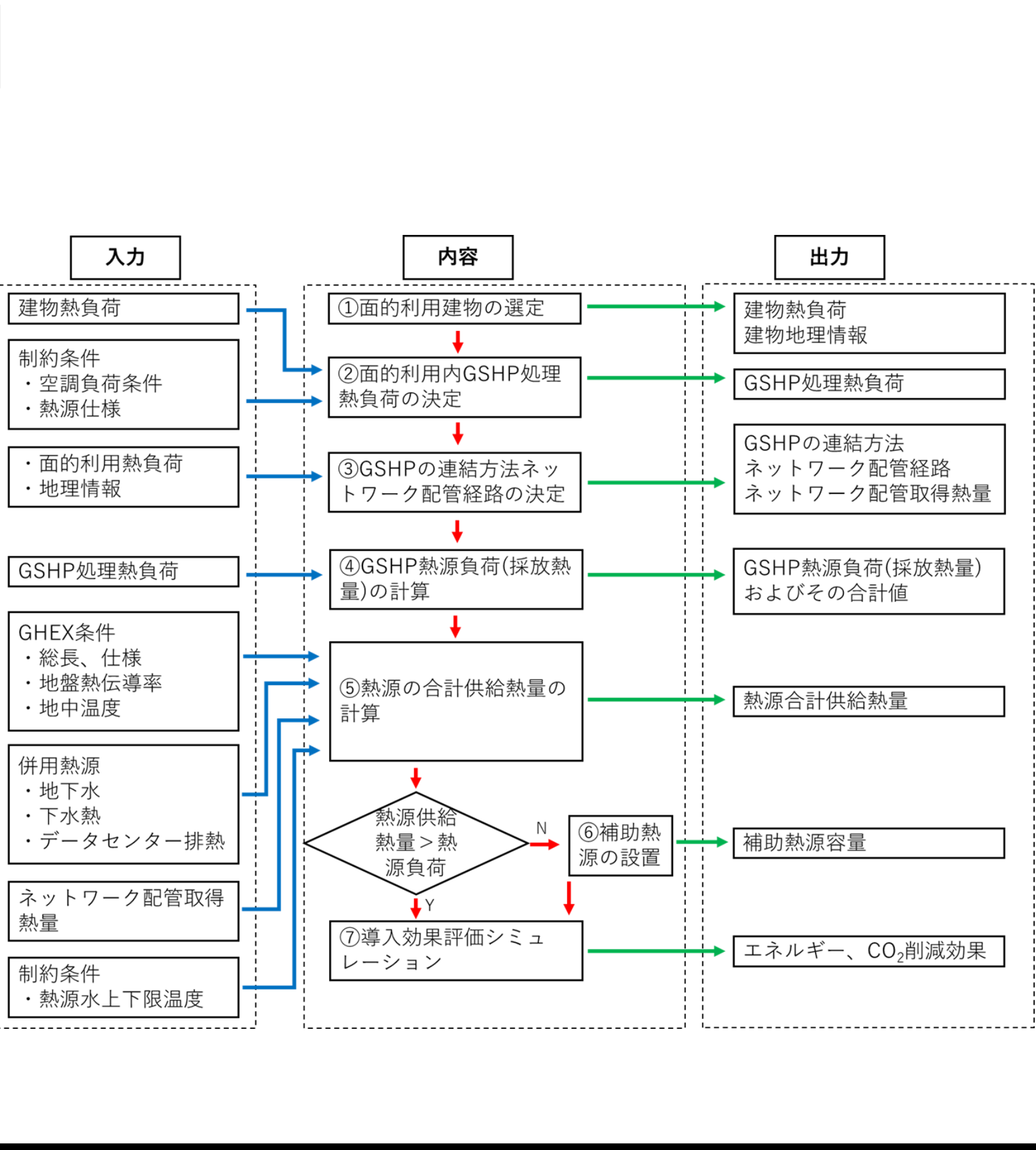
研究開発項目	目標(具体的、数値、設定条件) ※丸付き番号等はスライド3と同じ
(1) HR-3Pシステムの設計手法の開発	・②ヒートポンプ群及びモジュールの接続方法の確立(中間)、見直し・方法確立(最終) ・④熱源負荷把握のための③建物熱負荷情報受取方法の確立(中間)、見直し・方法確立(最終) ・配管経路決定方法及び配管熱損失・取得計算方法の検討事項抽出(中間)、方法確立(最終) ・⑤再エネ主熱源(GHEX)と⑥補助熱源との負荷分配・容量決定等の設計手法を確立(中間)、見直しおよび併用熱源を含めた設計手法の確立(最終) ・⑦種々の条件が異なる場合において、その条件毎に熱源容量・削減率等を定量評価できる設計手法を確立(最終)
(2) HR-3Pシステムの制御方法の開発とHR-3Pシステムフィールド試験による制御の実証	・フィールド試験装置を構築(中間) ・基本システムの(a)直接熱回収制御の制御動作試験を行い、タイムラグや連結などによるハンチングや誤動作等の課題を抽出した上でこれを概ね解消し、制御方法の最適化を行い(中間)、連結システムの制御動作試験、実証試験を通じて実用的な制御方法を確立(最終) ・(b)補助熱源を優先的に設計手法案に基づき制御制方法を実施し、制御動作試験を実施し、制御方法の最適化を行い(中間)、さらに併用熱源の制御動作試験を実施し、熱源水温度維持や追従性などについて最適化を行った上で、実証試験を通じて実用的な制御方法を確立(最終) ・(c)長期運転の実証試験を行い、長期間のHR-3Pシステム全体の連携制御動作とともにその省エネ性能を検証し、その結果を設計手法にフィードバックすることにより⑦の定量評価・設計手法を再現し得る実用的な制御方法を確立(最終) ・通常予測できている構成機器・熱源の特性とは異なる限界特性を想定し、非常時に対する過剰なバックアップ設備を最小化することを目的とした極限試験を実施(最終)

研究開発項目		担当	2024				2025				2026				2027				2028			
			1 Q	2 Q	3 Q	4 Q	1 Q	2 Q	3 Q	4 Q	1 Q	2 Q	3 Q	4 Q	1 Q	2 Q	3 Q	4 Q	1 Q	2 Q	3 Q	4 Q
(1)HR-3Pシステムの設計手法の開発																						
1)GSHP熱源負荷把握および予測法の確立																						見直し・確立
2)HR-3Pシステムを構成するHP群およびモジュール接続方法の確立																						見直し・確立
3)拡張・広域化に対する設計手法の確立																						見直し・確立
4)補助熱源を含めたHR-3Pシステムの熱源容量決定手法の確立																						
5)HR-3Pシステムの導入効果評価方法の確立																						見直し
(2)HR-3Pシステムの制御方法の確立とフィールド試験による制御の実証																						
1)フィールド試験装置の構築																						
2)HR-3P基本システムにおける制御動作基礎試験による制御方法の最適化																						
3)HR-3Pモジュール連結システムにおける制御動作基礎試験による制御方法の最適化																						
4)HR-3Pシステムに導入する補助熱源の制御動作基礎試験による制御方法の確立																						
5)HR-3Pシステムにおけるフィールド実証試験																						

2024年度の成果

・ 設計手法の開発

HR-3Pシステムの設計フローは右図に示す通りであり、2024年度についてはフローの各項目について以下の内容を実施した。
1)GSHP熱源負荷を予測するための熱負荷計算方法について検討を行った。
2)熱源水ネットワークの事例フィージビリティスタディを行い、配管経路の決定方法について基本方針を得た。
3)補助熱源を含めたHR-3Pシステムの熱源容量を決定するための熱源の合計供給熱量の計算方法を決定した。



課題と今後の取り組み

2025年度は以下の内容について実施する。
・代表的な建物用途について負荷モデルを作成し、建物側からの熱負荷データの受取方法を検討する。
・配管経路の方針の情報を収集し、最適化を実施する。熱源の供給熱量が年間を通じて満足するか評価できるようにする。
・フィールド試験装置を運転できるようにし、制御動作確認試験や補助熱源の運転制御試験を実施する。

事業化の見通し

・まずは、熱負荷が大きく冷温熱源機が分散配置する生産施設等において開発したHR-3P システムを適用して、生産施設等の顧客に優れた省エネ提案を行い、再エネ熱の導入促進を図る。
・将来的には、事業所内に分散する施設建屋の冷温熱需要に対してHR-3P システムを適用してさらに再エネ熱の面的利用広域化展開を図る。