

平成23年度実施方針

エネルギー対策推進部

1. 件名：プログラム名 エネルギーイノベーションプログラム
(大項目) 次世代型ヒートポンプシステム研究開発

2. 根拠法

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第一号ロ及びニ

3. 背景及び目的・目標

近年、我が国での家庭・業務などの民生部門における最終エネルギー消費は、全体の3割強を占め、産業、運輸部門に比べて増加が著しい。その民生部門におけるエネルギー消費の内訳は冷暖房・給湯用が家庭部門で6割、業務部門で5割を占めており、これらの削減が極めて重要である。また、最終エネルギー消費の5割を占めている産業部門においても、工場空調、加湿、乾燥などの分野でのエネルギー削減が重要である。ヒートポンプの高効率化は、「Cool Earth-エネルギー革新技术計画」の中でこれら消費エネルギーの削減に資する重要課題として位置づけられ、さらに「新成長戦略（基本方針）」（2009年12月30日閣議決定）の中でも、その重要性・必要性について言及されている。

しかしながら、「Cool Earth-エネルギー革新技术計画」の技術ロードマップでの効率の目標*を達成するためには、機器単体の開発だけでは困難とされている。そこで、本事業では、個別要素技術の開発のみならず、多様な熱源の活用や、建築物や設置場所などを十分配慮して、利用側の要求に対し高効率に作動することができる革新的なヒートポンプシステムを開発する。

※目標：「超高効率ヒートポンプ」は2030年に現状比1.5倍、2050年に現状比2倍。

「蒸気生成ヒートポンプ」では、2020年頃にCOP4.0

[委託事業、(共同研究事業(NEDO負担率：2/3))]

最終目標（平成24年度）

本事業は、適用対象を家庭用、業務用、産業用とし、特に家庭用および業務用を重視する。いずれの適用対象についても、現状システムに比べて、1.5倍以上の効率を有するヒートポンプシステムを実現するための基盤技術開発を行うとともに、その性能を実機に

より確認する。ただし、産業用における高温を生成するヒートポンプシステム（120℃級を生成するシステム）に関しては、現状システムに比べて、1.3倍以上の効率を有することができるればよいこととする。なお、これまでに実現されていない高温を生成するヒートポンプシステム（180℃級を生成するシステム）に関しては、現状加温システム（ボイラシステムなど）以上の効率が見込めるものとし、システムの実現可能性の可否も含めた技術課題を明確にすることを目標とする。

4. 事業内容及び進捗（達成）状況

4.1 平成22年度（委託）事業内容

- ・平成22年度は、以下の9つの研究開発テーマを実施し、各要素技術を連携し効率1.5倍以上となるヒートポンプシステムの可能性を検討した。

(1) デシカント・蒸気圧縮式ハイブリッド型ノンフロストヒートポンプの研究開発

デシカント材料とデシカントロータについて、マイナス温度域における吸着等温線と吸着速度を実測し、ノンフロストヒートポンプシステムへの適用可能性を示すとともに、理論解析により寒冷地を対象としたエアコンでは年間効率指標であるAPFが従来機の1.5倍（給湯機では年間給湯効率が従来機の1.3倍）になることを示した。（実施体制：東京大学、東京電力（株）、新日本空調（株）－再委託：（独）産業技術総合研究所）

(2) 次世代型ビル用マルチヒートポンプシステムの革新的省エネ制御の研究開発

外気処理機とビル用マルチエアコンについて、選定した業務用ビルの空調負荷（計算値）と機器の設計仕様値を用い、従来制御に対して、外気処理機で30.2%、ビル用マルチエアコンで35.1%の消費電力量削減効果が得られ、トータルで1.5倍の効率向上の目途を得た。（実施体制：中部電力（株）、日本設計（株）、三重大学大学院－再委託：ダイキン工業（株））

(3) 地中熱を軸にしたハイブリッド熱源CO₂ヒートポンプ温水暖房給湯システムの研究開発

暖房負荷・給湯負荷・太陽熱採熱量の見込み量とその時系列変化を予測することにより地中採熱量を決定し、原理検証機用のデータ取得条件を確定できた。また机上計算でCOP2.46となり、目標値以上となった。（実施体制：サンデン（株）、大和ハウス工業（株）、早稲田大学）

(4) 都市域における下水管路網を活用した下水熱利用・熱融通技術

地中埋設下水管の動的伝熱計算法、下水管の流量・温度推定法、管路周辺の施設熱需給の整合検討手法を検討し、下水利用地点での下水温度、管路内の空気層温度などの計算が可能となった。また樹脂製熱交換器の耐久性試験、下水管組込型熱交換器の試作を行い実証試験の仕様を明確にした。また下水熱利用給湯・冷温水供給システムの構成検討、データセンタ等の年間冷房排熱やゴミ焼却場・変電所排熱の

処理方法の検討などを行い、システム全体で従来比1.5倍の効率向上の可能性を見出した。(実施体制：大阪市立大学、中央復建コンサルタンツ(株)、関西電力(株)、(株)総合設備コンサルタンツ再委託：(株)トヨックス、三菱重工業(株)、(株)NTTファシリティーズ総合研究所)

(5) 実負荷に合わせた年間効率向上ヒートポンプシステムの研究開発

冷凍サイクルシミュレータ、自然冷媒循環システムシミュレータ、簡易空調負荷シミュレータ、予測制御コントローラを開発し、開発システムの年間効率を計算し、発停頻度の抑制、構成機器のスペック変更を加えた結果、年間効率が現行システムの1.5倍の見込みを得た。(実施体制：日立アプライアンス(株)、(株)日立製作所)

(6) 高密度冷熱ネットワークの研究開発

低圧側氷蓄熱槽から、高圧側主配管(地域導管を想定)へ氷を混入する技術検討を行い、一管ループの制御方法、氷混入装置を提案した。氷混入装置に関しては、実証を行い連続して確実に稼働することを確認した。また地域全体の総合システム効率が従来比1.5倍以上となる与条件を確認できた。(実施体制：東京電機大学、東洋熱工業(株))

(7) 多様な未利用熱の活用を可能とした最適熱源切替型高効率高温循環ヒートポンプシステムに関する研究開発

冷媒を独自のHC系混合冷媒(GWP=3)とすることで、従来のR407Cに対して13.8%(出湯温度65℃、熱源水温度24℃、同条件での比較)のCOP向上の見込みを得た。また利用可能な未利用熱を調査した結果、COP向上に寄与できる未利用熱は太陽熱、排湯、排水、地下水、下水、空気熱であり、それらの組合せを最適化することで平均熱源水温度24℃とすることが可能であると確認できた。(実施体制：(株)前川製作所、早稲田大学、大成建設(株))

(8) 地下水制御型高効率ヒートポンプ空調システムの研究開発

ヒートポンプへの直接通水、目詰まり発生防止を確実にできる水質制御技術および装置を設計するとともに、シミュレーションによりシステム全体の性能評価を行った結果、札幌市では1.81倍、長野市では1.72倍、福岡市では1.71倍の効率向上が可能であることが確認でき、従来比1.5倍以上となる見通しが得られた。(実施体制：清水建設(株)、信州大学一再委託：(独)産業技術総合研究所)

(9) 人の分布・温冷感をセンシングして、局所気流を最適制御する次世代型空調システム

被験者実験を行い、衣服内気候の快適域等を特定した温冷感モデルを作成、モデルをもとに不快と感じている人に局所気流を送出する制御アルゴリズムを立案した。さらに実オフィスを想定したシミュレーションにより、2次側1.36倍(1次側1.1倍の効率上昇を想定、全体効率として1.5倍)の目標を達成しうる制御パ

ラメータを選出できた。(実施体制：芝浦工業大学、立命館大学、ダイキン工業(株))

- ・また、平成23年2月9日、外部有識者からなるステージゲート審査委員会を開催し、以下の審査項目・基準によるステージゲート評価を実施し、平成23年度以降、実際に次世代型ヒートポンプシステムを試作し、実証を行うテーマとして、上記9テーマから以下の6テーマ（家庭用：1件、業務用：3件、産業用：2件）に絞り込みを行った。

<ステージゲート評価審査項目・基準>

審査項目	審査基準
①目標である「現状システムに比べて1.5倍以上の効率向上できるシステム」の可能性検討が完了し、具体的なシステムの提案ができていること。	<ul style="list-style-type: none"> ・比較対象である、現状システムが妥当であるか（狭歪な見方をしていないか）。 ・高い技術課題を乗り越えられる具体的な技術検討が十分か。 ・十分な省エネポテンシャルがあるか。
②試作機による実証の妥当性	<ul style="list-style-type: none"> ・実証規模は十分か。 ・実証期間、実証条件は適切か。

<ステージゲート審査により選定された案件>

- (1) デシカント・蒸気圧縮式ハイブリッド型ノンフロストヒートポンプの研究開発
- (2) 次世代型ビル用マルチヒートポンプシステムの革新的省エネ制御の研究開発
- (4) 都市域における下水管路網を活用した下水熱利用・熱融通技術
- (5) 実負荷に合わせた年間効率向上ヒートポンプシステムの研究開発
- (6) 高密度冷熱ネットワークの研究開発
- (8) 地下水制御型高効率ヒートポンプ空調システムの研究開発

4. 2 実績推移

	平成22年度 (見込み)
実績額推移（百万円）	377
特許出願件数（件）	9
論文発表数（報）	28
フォーラム等（件）	1

5. 事業内容

独立行政法人産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門 主幹研究員 宗像 鉄雄氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施する。実施体制については、別紙を参照のこと。

5. 1 平成23年度（委託、共同研究）事業内容

(1) 家庭用次世代型ヒートポンプシステムの開発

家庭用次世代型ヒートポンプシステムとして、寒冷地での着霜問題を解決し、エアコンや給湯機の実運用上の効率向上を目的とした以下の研究開発を行う。

- ・デシカント・蒸気圧縮式ハイブリッド型ノンフロストヒートポンプの研究開発
デシカントロータを組み込んだ機能試験システム（ノンフロストヒートポンプエアコン、ノンフロストヒートポンプ給湯機）を構築し、着霜領域の詳細試験によりノンフロスト運転の効果を実証する。

(2) 業務用次世代型ヒートポンプシステムの開発

業務用次世代型ヒートポンプシステムとして、オフィスビルや店舗などで利用状況により大きな負荷変動があっても一定の効率性を保ち実運用上の効率向上ができるシステム、また未利用熱の一つである地下水熱を活用するシステムの構築を目的とした以下の研究開発を行う。

- (a) 実負荷に合わせた年間効率向上ヒートポンプシステムの研究開発
高効率・ワイドレンジスクロール圧縮機と空調場の負荷推定と空調機の特徴を考慮した適応制御システムを組み込んだプロトタイプ機を試作するとともに、空調場の実使用条件の妥当性を検討する。
- (b) 地下水制御型高効率ヒートポンプ空調システムの研究開発
地下水制御型高効率ヒートポンプ空調システムの実証実験装置の製作と試運転・調整を次世代省エネルギーⅢ地区（候補地：信州大学工学部）で行い、現状システムとの比較検証および評価を行う。
- (c) 次世代型ビル用マルチヒートポンプシステムの革新的省エネ制御の研究開発
低負荷領域での圧縮機発停止によるCOP低下を改善できるリアルタイムの負荷予測と、負荷予測に基づく能力制御を組み込んだビル用マルチエアコンを試作し、実証試験を実施する業務用ビルに設置し、評価を開始する。

(3) 産業用次世代型ヒートポンプシステムの開発

産業用次世代型ヒートポンプシステムとして、下水管路を活用し未利用熱の一つである下水熱利用および都市間の排熱融通により実運用上の効率向上ができるシステム、地域冷暖房等における熱搬送の効率化を行うシステムの構築を目的とした以下の研究開発を行う。

- (a) 都市域における下水管路網を活用した下水熱利用・熱融通技術
下水処理場内の下水管路・未処理水を用い、樹脂製熱交換器、下水管組込型熱交換器を組み込んだ小規模試験設備を構築し、下水熱利用の効果実測を行う。
- (b) 高密度冷熱ネットワークの研究開発

氷混入装置、高密度な1管ループ方式、低温送風および変動微風、統合制御を組み込んだメインプラントを構築し、実証を開始する。

(4) 効率評価方法等に関する検討

本プロジェクトで研究開発を行うシステムの製品化及び普及拡大にあたっては、システムの実際の効率を統一的に評価する指標が確立されることが望ましい。このため、今後設置を予定している「次世代型ヒートポンプシステム研究開発技術委員会」において実際にシステムが動作する環境条件、熱源の利用条件、建築側の条件、二次側の負荷条件などを考慮した効率評価方法等について検討を行う。また、必要に応じて検討に資する調査を実施する。

5. 2 平成23年度事業規模（委託、共同研究）

委託事業	共同研究事業
------	--------

需給勘定	734百万円（継続）、58百万円（継続）
------	----------------------

事業規模については、変動があり得る。

6. その他の重要事項

6. 1 運営・管理

本研究開発については、「次世代型ヒートポンプシステム研究開発技術委員会」における外部有識者の意見を運営管理に反映させる他、四半期に一回程度プロジェクトリーダー等を通じてプロジェクトの進捗について報告を受けること等を行う。

6. 2 複数年度契約の実施

平成22年度の単年度契約を延長し、平成22年度～平成24年度の複数年度契約を行う。

7. 実施方針の改訂履歴

- (1) 平成23年3月18日、制定。
- (2) 平成23年7月7日、根拠法を変更。

(別紙) 事業実施体制の全体図

「次世代型ヒートポンプシステム研究開発」 実施体制

