

高性能ヒートポンプ

背景・目的

ヒートポンプはCO₂削減・省エネルギーに有効であり、空調用エアコンや給湯用機器として普及しているが、さらなる高効率化、新たな分野への適用拡大、低GWP（地球温暖化係数）冷媒ヒートポンプの開発が望まれている。当研究所は、CO₂給湯ヒートポンプの基礎研究の成果をもとに、電力・メーカーと共同でエコキュートを世界で初めて商品化し、平成22年度には関連特許が最も権威のある恩賜発明賞を受賞した。

本課題では、各種エコキュートの性能評価を行い、効率の優れたエコキュートの開発・普及を支援するとともに、低GWP冷媒を利用した空調用ヒートポンプや産業用高温ヒートポンプの可能性を評価する。

主な成果

1. 各種エコキュートの性能評価

エコキュートは、従来機に加え、コンパクトタイプや寒冷地仕様、暖房も可能な多機能タイプが開発・商品化されており、これら機器の性能を評価し改善の方向性を検討することが重要である。そこで、ヒートポンプ性能評価試験設備を活用して、これらエコキュートの性能評価を行った。特に、寒冷地仕様については、寒冷地条件での基本性能を把握して、着霜・除霜などによる性能低下を定量的に明らかにする手法を開発した。また、コンパクトタイプについては、試験設備による性能と実性能との比較評価を行うために、実負荷によるフィールド試験に着手した（図1）。

2. 無着霜給湯ヒートポンプシステムの考案

エコキュートでは、冬期に生じる室外熱交換器（蒸発器）の着霜による性能低下を抑制することが大きな課題である。そこで、冬期着霜条件においても着霜しない給湯ヒートポンプシステムを新たに考案した（図2）。本システムは、水分吸着剤付の熱交換器と空気の還気流路を有することで、冬期着霜条件において、着霜することなく連続給湯が可能であり、シミュレーションにより従来システムに比べて3割程度の効率向上が期待できることが分かった。なお、本技術は暖房用など他の空気熱源ヒートポンプにも適用可能である。

3. 産業乾燥用小型ヒートポンプの開発

洗浄後の部品乾燥など産業プロセス向けヒートポンプの開発を目指し、エコキュートの開発技術を基に、空気を効率よく高温度差で加熱する水熱源CO₂ヒートポンプの原理試作機を設計・製作した。開発課題である熱交換器（図3の空気加熱器）については、商品化を念頭に一般的なフィンアンドチューブ式を基に設計し、空気とCO₂冷媒が対向流となる構造とした。試験による評価の結果、空気加熱能力3～4kW、空気入口温度25℃、空気出口温度85℃、熱源水温度30℃の条件で、COP（成績係数：空気加熱能力／圧縮機投入電力）3以上を達成した。従来プロセスに対し電力消費を約1/3に削減できる可能性がある。



図1 フィールドテストを開始したコンパクトタイプエコキュート

ヒートポンプ性能評価試験設備による基本性能の評価を終え、実負荷によるフィールドテストを開始したエコキュート（加熱能力10kW（最大）、貯湯タンク185ℓ、高さ1.9m×幅1.1m×奥行0.45m、設置面積は従来機の約半分）。

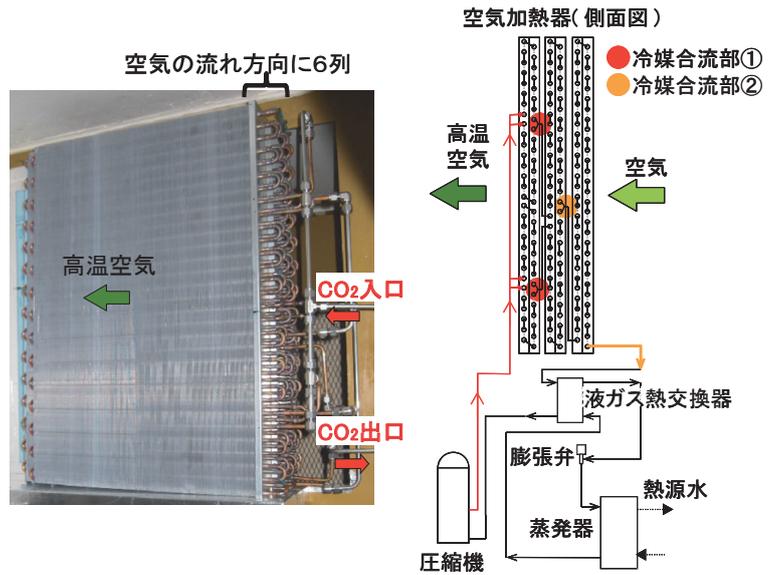
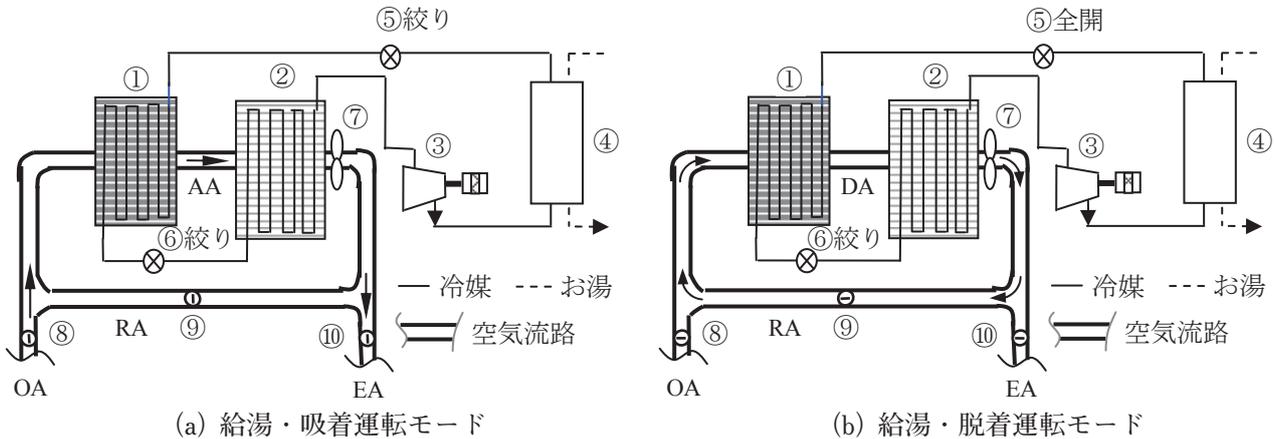


図3 産業乾燥用小型CO₂ヒートポンプ原理試作機の構成（図右）と空気加熱器（図左）

空気加熱器は、空気とCO₂を対向流とし、空気の流れ方向に6列のフィンアンドチューブを配置、4パスで流入したCO₂冷媒は、冷媒合流部①で2パス、②で1パスと合流させることで、空気加熱による温度低下で密度が大きくなるCO₂の流速低下による熱伝達率の低下を防いだ。ヒートポンプサイクルは一般的なエコキュートと基本的に同じである。



- ①第1熱交換器（吸着剤付き） ②第2熱交換器 ③圧縮機 ④給湯熱交換器 ⑤⑥膨張弁 ⑦ファン
 ⑧⑨⑩ダンパ OA：外気 EA：排気 RA：還気 AA：低湿度空気 DA：高湿度空気

図2 考案した無着霜給湯ヒートポンプの構成

冬期の着霜条件でも着霜せず連続給湯が可能なヒートポンプを考案した。本ヒートポンプでは、二つの運転モードがある。給湯・吸着運転モードにおいては、吸着剤付きの第1熱交換器①で外気の湿分を吸着し冷媒は蒸発、さらに第2熱交換器②において低湿度空気AAの顕熱で冷媒を蒸発させ、給湯加熱を行う。一方、給湯・脱着運転モードにおいては、給湯熱交換器④で給湯加熱により中温度になった冷媒を第1熱交換器に流して吸着剤から水分を脱着させ、一方、第2熱交換器において高湿度空気DAの潜熱を回収し冷媒を蒸発させる。