

# CO<sub>2</sub>系混合冷媒ヒートポンプサイクルの性能評価に関する研究

総合理工学府 環境エネルギー工学専攻  
技術専門員 高田 信夫

## 1. はじめに

自然界に元来存在しており、地球環境に対して影響が少ないアンモニア(NH<sub>3</sub>)、炭化水素系冷媒(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> など), CO<sub>2</sub>, 水(H<sub>2</sub>O)および空気などの物質(自然冷媒)を、ヒートポンプシステムの作動媒体として使用することが世界的に注目されている。これらの自然冷媒の中でも、CO<sub>2</sub>は(1)蒸発潜熱および蒸気密度が大きい、(2)定圧比熱および熱伝導率が比較的大きく、粘度が小さいため伝熱特性は優れている、(3)気液密度比が低い、(4)作動圧力および密度が高いため、システムのコンパクト化が可能である、(5)毒性や可燃性がないため安全である、などの優れた性質を有しており、次世代冷媒として有望であり、現在、CO<sub>2</sub>を用いたヒートポンプシステムは、既に給湯機として実用化されており、また、家庭用/商用空調機への展開が検討されている。しかしながら、CO<sub>2</sub>を空調機の冷媒として用いる場合は、遷臨界サイクルとなり、作動圧力が従来冷媒に比べて非常に高くなることや、COP(成績係数)が従来冷媒に比して低くなることなどが課題として指摘されている。これらの課題を克服する手段の一つとして、CO<sub>2</sub>に他成分を添加した非共沸混合冷媒を用いることによってヒートポンプシステムの高性能化を図る方法が挙げられている。

そこで、本研究では、CO<sub>2</sub>にR32あるいはR1234ze(E)を第2成分として添加することによってシステムの圧力レベルを下げると同時にシステムの性能向上を図ることの可能性を調べるために、CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>/R32(95/5 mass%), CO<sub>2</sub>/R32(90/10 mass%), CO<sub>2</sub>/R1234ze(E)(95/5 mass%)およびCO<sub>2</sub>/R1234ze(E)(90/10 mass%)を作動媒体としたヒートポンプサイクルの性能実験を行った。なお、今回はCO<sub>2</sub>/R32の結果について報告する。

## 2. 実験装置および実験方法

Fig.1に実験装置の概略図を示す。本実験装置は、主にインバータ圧縮機、油分離器、ガスクーラー、液溜め、電子膨張弁、蒸発器から構成される。ガスクーラー及び蒸発器へは、所定温度に調節された熱源水が恒温槽から供給される。

## 3. 実験結果

Fig.2は第2成分R32の質量分率が各運転条件における最大COPとそれに対応する圧縮機吐出圧力に及ぼす影響を示す。本実験では、暖房条件(Heating)を除き最大COPは向上しており、その値は組成比が大きい程高くなっている。R32が10 mass%における最大COPは、CO<sub>2</sub>単成分に比べて、冷房(Cooling) IおよびIIの条件では約6.8~7.9%、給湯条件(Hot water supply)で3.8%向上し、暖房条件では1.3%低下する。なお、R32が5 mass%および10 mass%のいずれの混合冷媒においても、COPが最大となる最適な圧縮機吐出圧力はCO<sub>2</sub>単成分に比べて大幅に低下している。

## 4. 結言

CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>/R32(95/5 mass%)およびCO<sub>2</sub>/R32(90/10 mass%)を作動媒体としたヒートポンプシステムの冷房(I, II)・暖房・給湯性能に関して実験的に検討し、以下の結論を得た。

CO<sub>2</sub>に適切な第2成分を添加し、運転条件に応じて組成調整を行い、熱交換器の高性能化を行うことによってサイクルの性能向上を図ることが期待できる。

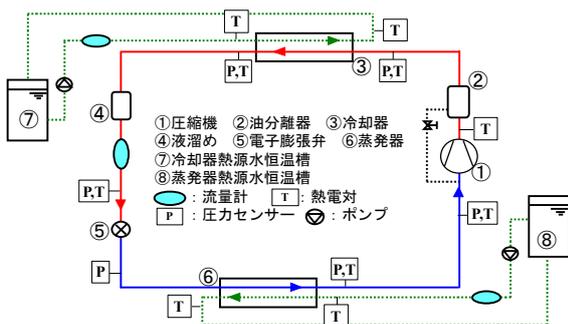


Fig.1 Schematic diagram of experimental apparatus

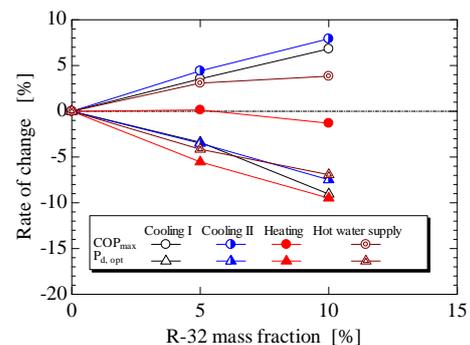


Fig.2 Influence of R-32 mass fraction on maximum COP and optimum compressor discharge pressure.