

# 吸着材を利用した排熱回収冷凍機の開発

60 以下の排熱による冷熱製造を目指して

## Development of Waste Heat Recovering Refrigerator Using Adsorbent

To achieve refrigeration by use of waste heat below 60

(電気利用技術研究所 電池・機能材料T)

温室効果ガス排出抑制に寄与する、省エネルギー技術の開発が求められている。省エネルギー技術の一つとして、排熱などの未利用エネルギーの活用による冷暖房技術がある。本研究では、排熱と電気を併用する、水冷媒 - 熱電吸着冷凍機を提案し、従来技術では困難な60 以下の温排熱による冷熱製造の可能性を検討した。試作した冷凍機の運転評価を行なった結果、40~60 排熱を利用して、冷房・冷蔵を行うことが可能であることを実証した。

(Battery and Functional Materials Team, Electrotechnology Applications Research and Development Center)

There is a demand for energy-saving technologies that effectively reduce the emissions of greenhouse gases. Air conditioning using unutilized energy sources such as waste heat is a one such promising technology. This study was conducted to develop a heat- & electricity-hybrid adsorption refrigerator using water as the refrigerant, and investigate the possibility of refrigerating by use of waste heat below 60 , which is difficult to utilize with conventional technologies. Test operation of a prototype refrigerator proved that it is possible to refrigerate by use of waste heat of temperatures from 40 to 60 .

### 1 研究の背景と目的

温排熱を利用する技術として、圧縮式ヒートポンプ(暖房用) 吸着冷凍機(冷房用)がある。吸着冷凍機は、水冷媒であり、ランニングコストが安いことから、環境安全性、省エネ性に優れたものの、必要な排熱温度が60~80 程度と高く、適用先が限られていた。そこで、本研究では、より低い温度の排熱を利用して、冷熱を製造する技術の可能性を探るため、吸着冷凍機に水蒸気圧縮機を付加した熱電駆動吸着冷凍機を提案し、小型試験装置による冷凍サイクルの基礎試験を行った。

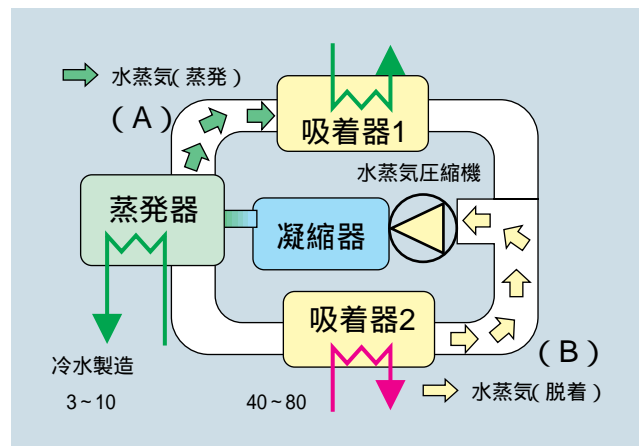
### 2 技術概要

#### (1) 試験装置の説明

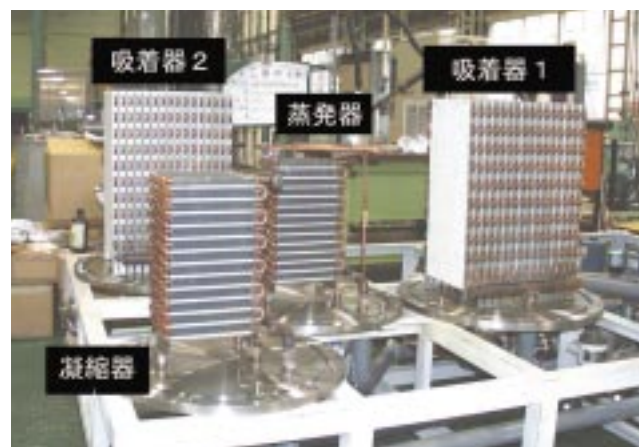
本冷凍機は、シリカゲル吸着材が真空中で、低温水蒸気を吸着する機能を応用するものである。第1図は、試作機のプロット図であり、2組のシリカゲル吸着器、蒸発器、凝縮器、および水蒸気圧縮機で構成される。シリカゲルに水蒸気が吸着されるに伴い、蒸発器で水が蒸発する。このときの気化熱で冷水(3~10 )をつくる(第1図のA)。一方、シリカゲルを排熱(40~80 )で加温し、脱着させた水蒸気を圧縮機で吸引、加圧させて凝縮器で液化させる(第1図のB)。水蒸気の吸・脱着を2組の吸着器で交互に行わせ、蒸発器で連続して冷水を取り出す。従来の吸着冷凍機は、温度差に基づく吸着平衡圧力差で水蒸気が移動するが、本装置では、圧力差を圧縮機と温度差で発生させる。

第1表 試作機の仕様

	仕様	備考
吸着器 1, 2	シリカゲル 19.2kg × 2 21段 × 16列 Pf=4.2mm	500 × 700H 真空SUS容器
蒸発器 凝縮器	拡管フィンチューブ熱交換器 13段 × 8列 Pf=2.4mm	400 × 500H 真空SUS容器
圧縮機	排気速度: 600m <sup>3</sup> /h 所要動力: 1.3kW (定格)	ルーツ型メカニカル ブースター



第1図 熱電吸着冷凍試作機のプロット図



第2図 熱電吸着冷凍試作機の内部構造



第3図 水蒸気圧縮機

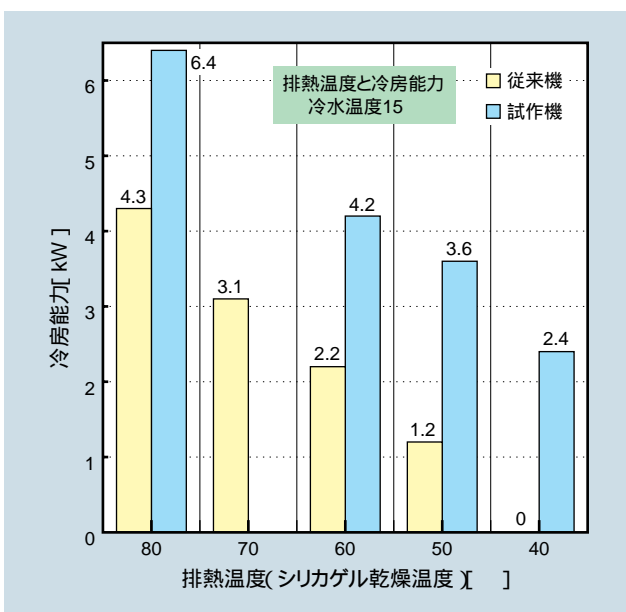
(2) 試験条件

シリカゲル乾燥用熱源 :  $T_H = 40 \sim 80$  (排熱想定)  
 冷水(蒸発器入口)温度 :  $T_L = 7 \sim 15$   
 冷水取り出し温度 :  $3 \sim 10$  (冷房)  
 吸着-乾燥切り替え時間 :  $5 \sim 20$ 分  
 なお、シリカゲル冷却、凝縮熱冷却は  $T_M = 20 \sim 30$  の冷却水を利用した。

### 3 試験結果

(1) 冷房能力比較

第4図に排熱温度別の冷房能力を示す。吸着冷凍機は、乾燥温度が高いほど冷房能力が大きい。水蒸気圧縮機を稼働させない従来機と比較して、試作機は排熱温度60 の時、およそ2倍、50 の場合は、3倍の冷房能力を有している。また、従来不可能であった40 の排熱で冷房可能であり、従来機よりも20程度低い排熱で、同程度以上の能力を有することがわかる。



第4図 排熱温度別の冷房能力の比較

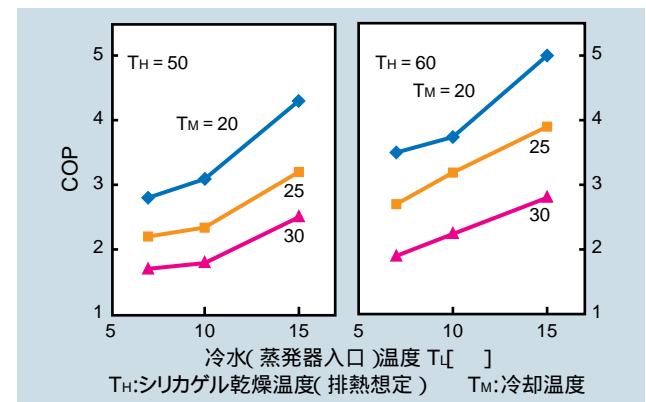
(2) 冷房効率

排熱温度50、60 の冷房運転時の効率(COP)を第5図に示す。なお、効率は冷房能力を圧縮機の消費電力で除した値である。試作機のCOPは、2~5であり、排熱温度、冷却水温度、および冷水温度と効率の相関性を定量化することができた。また、冷水入口7で、3 の冷水取り出しを確認した。冷房・冷蔵用途に適用できると考えられる。

(3) 課題

試作機段階でCOP = 2~5を達成したが、以下の技術改良による高COP化が課題と考えられる。

- 熱ロス、機器ロス、圧力損失の低減
- 圧縮機の高効率運転・制御
- 装置の最適設計



第5図 温度条件毎のCOP

### 4 今後の展開

今回、温排熱と電気を組み合わせた新しい冷凍機を提案し、その基本動作を確認することができた。装置の大型化、最適設計により高COP化が期待でき、環境にやさしい新しい冷凍機として、将来性があると考えられる。

上記課題について検討をすすめ、スケールアップ機による試験評価を行い、高効率冷凍機としての実用性を見極めたい。