

# 高効率空気熱源ヒートポンプ式熱風発生装置「熱Pu-ton」の開発

日本で初めて空気熱源で90℃の熱風供給を可能にしたヒートポンプシステムを製品化

## Development of "Neppu-ton" Hot Wind Generator Using a High-efficiency Air-to-Air Heat Pump

Japan's First Commercialized Air-to-Air Heat Pump System Enabling Supply Hot Wind Up to 90°C

(エネルギー応用研究所 エネルギー提案G 産業T)

(Industrial Solution Team, Energy Solution Group, Energy Applications Research and Development Center)

当社は、三菱重工サーマルシステムズ(株)殿、関西電力(株)殿および東京電力ホールディングス(株)殿と共同で、日本で初めて空気熱源で熱風供給温度90℃を可能とした、高効率空気熱源ヒートポンプ式熱風発生装置「熱Pu-ton (ねっプートン)」を開発した。

Chubu Electric Power Co., Inc., has developed "Neppu-ton", a hot wind generator that uses a highly efficient air-to-air heat pump system, in collaboration with Mitsubishi Heavy Industries Thermal Systems, Ltd., Kansai Electric Power Co., Inc., and Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. "Neppu-ton" is Japan's first-ever air-to-air heat pump capable of supplying hot wind up to 90°C.

### 1 開発の背景

工場などで熱風を利用する乾燥工程などでは、化石燃料を使用した蒸気ボイラや熱風発生装置が広く使われており、ヒートポンプシステムによる省エネの要望がある。従来の高温ヒートポンプの多くは、工場の廃温水から熱回収する水熱源ヒートポンプまたは温水生成ヒートポンプであるため、冷温水を循環させる配管や空気熱交換器を設置する必要があり、コスト面やスペースの確保などの課題があった。

### 2 開発機の仕様

今回開発した「熱Pu-ton」では、家庭用のルームエアコンと同様に、大気から熱を取り込む室外機と、熱風を直接生成できる室内機で構成しており、空気熱源ヒートポンプとしては日本最高の熱風温度90℃に対応、COP3.5の高効率を達成した。これにより、工場などの熱風利用工程へ、より簡単にヒートポンプシステムの適用が可能となった。開発機的主要仕様を第1表に示す。

第1表 開発機「熱Pu-ton」の主な仕様

項目		性能
性能	加熱能力 <sup>*1</sup>	30kW
	COP <sup>*1</sup>	3.5
	室内機吸込風量 <sup>*1</sup>	24.8m <sup>3</sup> /min
熱源		空気熱源
吹出し温度 設定範囲		60～90℃
室内機風量 設定範囲		18～50m <sup>3</sup> /min
使用範囲		外気温：-5～43℃ 吸込み温度：-5～43℃
内外接続配管長		片道最長50m
冷媒		R134a
法定冷凍トン		2.84トン <sup>*2</sup>
外形寸法[mm]		室外機：H2,048×W1,350×D720 室内機：H380×W1,150(+86 <sup>*3</sup> )×D648 <接続ダクトサイズ：300×900>
製品重量		室外機：379kg 室内機：66kg

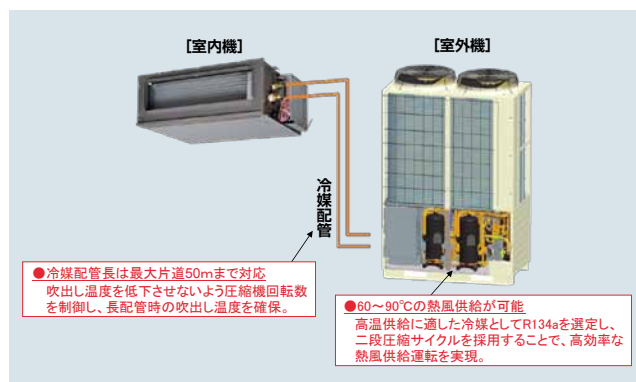
※1 外気温：25℃(相対湿度は70%)、室内機吸込み20℃、吹出し80℃の条件における値。

※2 法定冷凍トン5トン未満のため高圧ガス保安法上の届出は不要。

※3 室内機側面にある制御箱のサイズ。

### 3 開発のポイント

ヒートポンプで供給する熱風温度の高温化およびヒートポンプの高効率化は、熱風温度に適した冷媒の選定、ヒートポンプの構成要素の高温対応化により達成できる。第1図に「熱Pu-ton」が60～90℃の熱風供給およびCOP3.5の高効率を実現した技術を示し、以下にその詳細を説明する。



第1図 開発機「熱Pu-ton」の開発のポイント

#### (1) 冷媒にR134aを選定

一般的なエアコンで使用されているR410A冷媒では、冷媒の特性上、およそ60℃程度の熱風供給が限界だった。そこで「熱Pu-ton」では、高温供給に適したR134a冷媒を採用することで、90℃の熱風供給を実現した。

#### (2) 二段圧縮サイクルの採用

R134a冷媒の採用により90℃の熱風供給が可能となるが、冷媒の高温・高圧化により、ヒートポンプの主要構成要素である圧縮機は高い圧力比で運転する必要がある。さらに、低外気温時の運転では圧縮機の吸込み圧力が低くなることで、圧力比が圧縮機の使用制限を超えてしまう課題があった。そこで、圧縮機2台を直列に配置する二段圧縮サイクルを採用した。これにより、低外気温でも運転を可能とするとともに、圧縮機1台あたりの動力を低減させることで圧縮機の損失を低減でき、高効率運転を実現した。

### (3) 圧縮機回転数制御の適正化

冷媒配管が長いと室外機で生成された高温・高圧の冷媒が室内機に送られるまでの間に冷えてしまうため、そのままでは吹き出し温度が低下する。そこで、室内機に吹き出し温度センサを取付け、吹き出し温度が下がった場合には、圧縮機の回転数を上げ、より高温・高圧の冷媒を送り出すように制御する。また、室内機には自在に開度を可変できる電子膨張弁を採用した。これにより高温・高圧化された冷媒が最適な状態となるよう、絞りを制御することで、より高いCOPを実現した。

## 4 開発機の特長

### (1) 60～90℃の熱風供給が可能

乾燥工程に利用される温度帯60～90℃に対応する。また、既設の乾燥装置の給気を本開発機で予熱するハイブリッド方式とすることで、90℃より高温の熱風が必要となる乾燥工程にも、本開発機を適用することが可能。

### (2) 設置工事の自由度を確認

大気より熱を取り込む空気熱源ヒートポンプのため冷温水を循環させる配管の施工が不要で室外機の設置の自由度が高いシステムとなる。また、室外機と室内機を接続する冷媒配管は片道50mまで延長可能であり、室外機は室内機と離れた場所にも設置が可能。

### (3) 大幅な省エネ・省コスト・省CO<sub>2</sub>の実現

高いエネルギー効率（COP3.5）と工場内での分散配置による配管ロスの低減により、集中配置が必要な蒸気加熱システムに比べ、ランニングコストを約5割、エネルギー消費量を約5割、CO<sub>2</sub>排出量を約5割削減可能であることを実証試験で確認した。

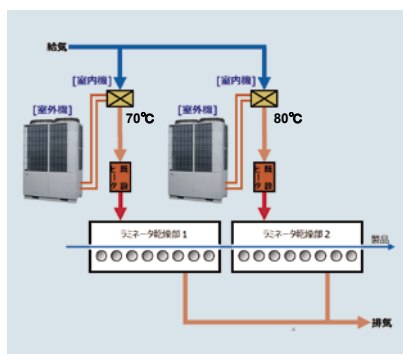
## 5 効果

開発機を各種乾燥機に適用した実証試験を実施した。結果を以下にまとめる。

### (1) ドライラミネータ

ドライラミネータは、フィルムに接着剤を塗布し、2枚以上貼り合わせて、多層フィルムとする装置で、接着剤の硬化に熱風を用いる。

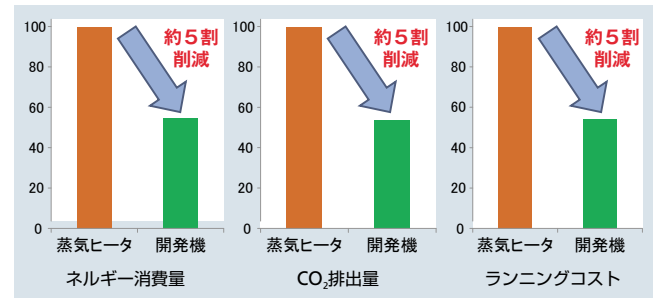
ドライラミネータの蒸気ヒータ給気の予熱として「熱Pu-ton」を2台導入し、実証試験を行った（第2図）。



第2図 導入システム図  
(ドライラミネータ)

乾燥装置の評価の目安となるドライラミネータ入口空気温度の変動幅が、基準値±5℃以内であることを確認し、乾燥システムとして問題ないことを確認した。

また、「熱Pu-ton」の導入により、従来の蒸気加熱システムに比べて、エネルギー消費量、CO<sub>2</sub>排出量、ランニングコストを、それぞれ約5割削減可能であることを確認した（第3図）。

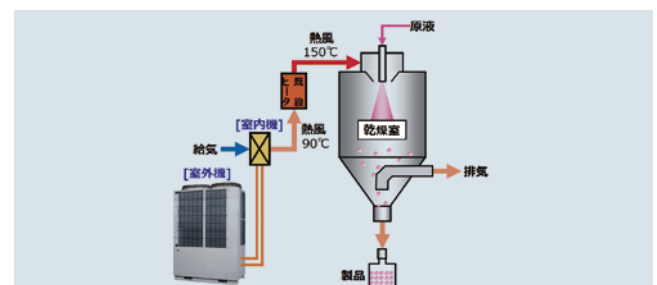


第3図 導入効果（ドライラミネータ）

### (2) 噴霧乾燥装置

液状材料を噴霧微粒化し、熱風と接触させて乾燥し、一工程で連続的に粉粒状製品を製造する噴霧乾燥装置のヒータ給気の予熱として「熱Pu-ton」を1台導入し、実証試験を行った（第4図）。

「熱Pu-ton」を液状セラミックスの乾燥に適用した結果、製品の含水量、平均粒子径とも規格内であり、乾燥システムとして問題ないことを確認した（第5図）。



第4図 導入システム図(噴霧乾燥装置)



第5図 乾燥後のセラミックス

## 6 今後の展開

本開発機「熱Pu-ton」は、三菱重工サーマルシステムズ(株)から平成29年6月より発売を開始した。

空気熱源で90℃の熱風供給ができる本開発機の推奨により、工場などで熱風を利用する乾燥工程の省エネ・省CO<sub>2</sub>・省コストの実現に貢献していきたい。



執筆者／林 大介