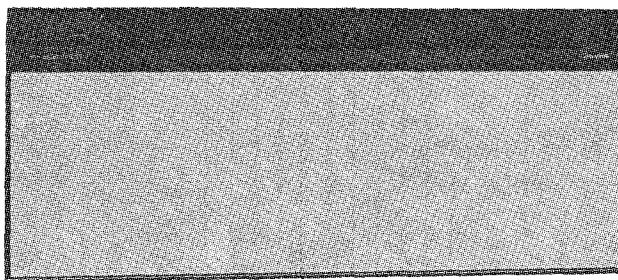


ヒーターレス・ヒートポンプ方式暖房について

Heating by Heaterless Heatpump Type Air Conditioner

木 下 邦 夫



1 はじめに

1978年4月に開催された国際エネルギー機関 (International Energy Agency-IEA)、東京理事会で打ち出された新エネルギー研究開発プロジェクトに呼応して、通産省工業技術院は、廃熱の再利用を目的とする工業用ヒートポンプの新開発及び国際的な普及活動に参加している。そして、新らしく開発された技術がムーンライト計画の一つの商品化として、工業用ヒートポンプとは規模が小さいが、家庭用ヒートポンプ型暖冷房兼用エア・コンに結実し、高効率化の促進と共に、エア・コン市場は、冷房専用タイプからヒートポンプ型暖冷房兼用エア・コンへと需要構造が大きくシフトしている。

家庭用エア・コンとして最も一般的である冷房能力2,240キロカロリー/時、壁かけ型 (スプリット型) の機種について、特性の現状を報告する。

註 ムーンライト計画

月の光までエネルギー化しようとする徹底した省エネルギーのキャッチフレーズとして命名された。政府は、1978年以来、省エネルギー技術研究開発をムーンライト計画として一本化して推進している。工場から放出される廃熱を、効率的に回収し利用する工業用ヒートポンプの研究開発も、その政策の一環である。

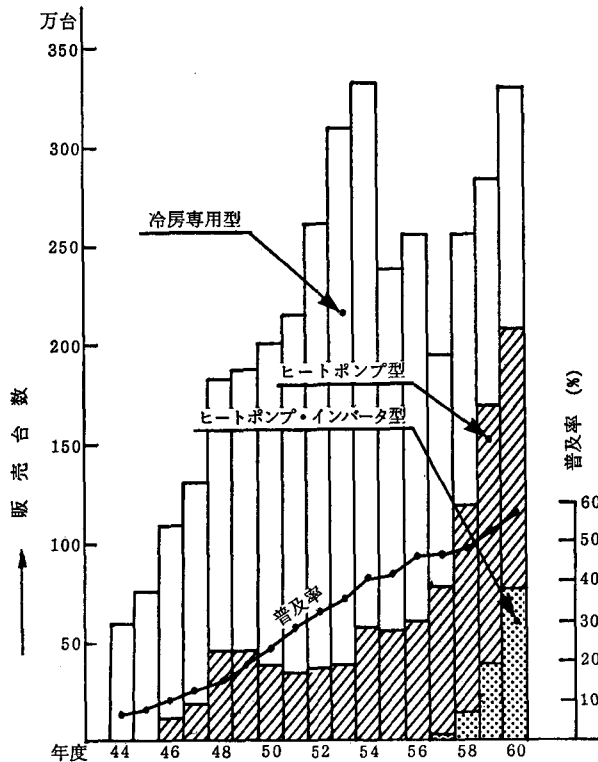


図1 エア・コンの需要構造の推移

2 ヒートポンプ

冷媒の潜熱として断熱空間または室内から熱を吸収し（汲みあげ）、大気空間に棄てる装置が電気冷蔵庫であり、冷房専用エア・コンである。これらの製品は、冷凍サイクルを構成する。使用される冷媒は、電気冷蔵庫には R-12 (C Cl₂ F₂・ジクロルジフルオルメタン)、エア・コンには R-22 (CH Cl F₂・クロルジフルオルメタン) である。冷媒は、冷凍サイクルを循環する。冷凍サイクルで熱を汲み上げるから、電気冷蔵庫や冷房専用エア・コンはヒートポンプである。このヒートポンプの原理を用いて暖房もするのがヒートポンプ型暖冷房兼用エア・コンである。

冷凍サイクルを循環する冷媒の流れの方向を逆方向にして、屋外の大気空間から熱を吸収し、圧縮機で濃縮し、高温の状態で狭い室内に熱を吐出することができる。これを冷凍サイクルの暖房サイクルという。

冷暖房兼用エア・コンは、冷媒の流れを四方弁で切替えて、季節によって、冷房サイクルまたは暖房サイクルとして空気調和をするものである。

ヒーターレス・ヒートポンプ方式暖房について

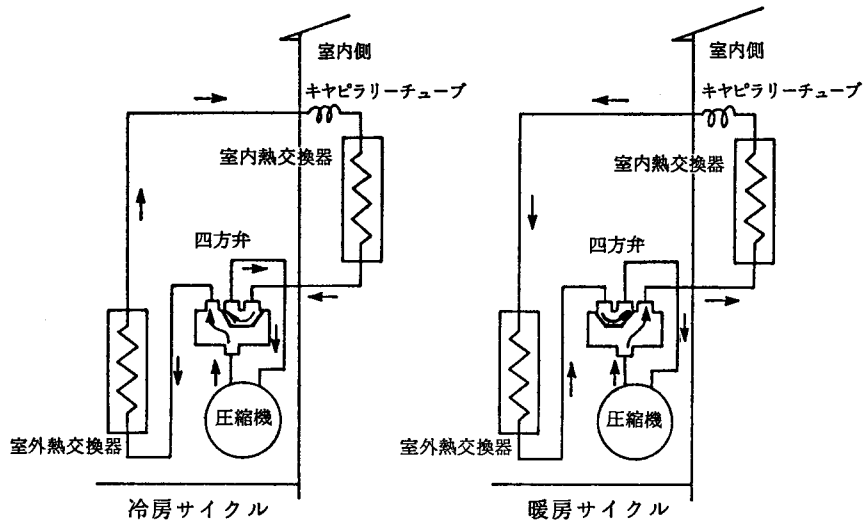


図2 冷凍サイクル

大気空間の熱エネルギーは、マイナス273℃でゼロになるが、マイナス273℃を超えると熱エネルギーが存在する。厳寒季でも、無限大気には莫大な熱エネルギーが存在する。暖房サイクルはその熱を利用する装置である。

3 ヒーターレス・ヒートポンプ型暖冷房兼用エア・コンの特性改善の推移

ヒートポンプ型暖冷房兼用エア・コンは、昭和36年、窓かけ型（ウインド）として登場したが、暖房能力が低く、2～3年で市場から消えた。そして昭和46年に再登場する。当時の暖房能力は2,200キロカロリー/時位で、冷暖比は1程度であった。（日立家電生活情報 No. 6 より）冷暖比は年々向上し、三菱重工エア・コンについては、昭和48年度に対して約56%の改善である。暖房の場合の EER（エネルギー消費効率）は、34%、成績係数 COP（Coefficient of Performance）は、33%改善された。昭和61年度 COP 3.51 の意味するところは、ヒートポンプによって、入力エネルギー（熱量換算）の3.51倍の熱エネルギーが得られたことを示している。

インバータエア・コンは、東芝が昭和57年度に、家庭用に初めて商品化し、その翌年から各社が参入した。

インバータ方式は、エア・コンの心臓部である圧縮機の回転数を広範囲に制御することで、暖房能力または冷房能力の制御を可能にした。

ヒーターレス・ヒートポンプ方式暖房について

表1 (ヒーターレス・ヒートポンプ型) 暖冷房エア・コンの改善率

特性	年度	48年度 (SRK-228JH-J)	61年度 SRK-2246JDH	改善率
冷房	能力	2240kcal/時	2240kcal/時	
	消費電力	1170W	900W	23%
	E E R	1.91	249	30%
	C O P	2.23	2.89	30%
暖房	能力	2240kcal/時	3500kcal/時	56%
	消費電力	990W	1160W	
	E E R	2.26kcal/W	3.02Kcal/W	34%
	C O P	2.63	3.51	33%
冷暖比=	暖房能力 冷房能力	1	1.56	56%
本体重量	室内機	32kg	10kg	69%
	室外機	47kg	35kg	26%

- (注) 1. EER エネルギー消費効率 $\cdot \frac{\text{冷(暖)房能力}}{\text{消費電力}} \frac{\text{kcal}}{\text{W}}$
 2. COP 成績係数 $\cdot \frac{\text{冷(暖)房能力}}{\text{消費電力熱量変換値}}$
 3. 消費電力熱量変換値 = 消費電力(W) $\times 0.86 \text{kcal/W} \cdot \text{時}$
 4. サンプル・三菱重工エア・コン (100V・60Hz)

その結果

- (1) スイッチ ON から快適温度に到達するまで、定格を超えた能力で運転できるので、立上り、暖まりにくい従来機の欠点が改善された。
- (2) 室温の寒暖にキメ細かく適応した能力で運転できるので、従来機の圧縮機の ON・OFF 制御による室温ムラを解消した。
- (3) エネルギー消費効率 (EER) が改善された。

4 特性改善の背景

(1) 圧縮機の効率化

① 往復ピストン式からロータリーピストン式へ

エア・コンの消費電力の約90%は、圧縮機で消費されるので、高効率化が進められてきた。その一つに、ロータリーピストン式への転換が昭和40年代初めから始まり、現在のエア・コンは、すべてこの方式になっている。ロータリーピストン式圧縮機は、高効率、小型軽量で、安定した品質で多量生産ができ、構造上、高い信頼性がある。

ヒーターレス・ヒートポンプ方式暖房について

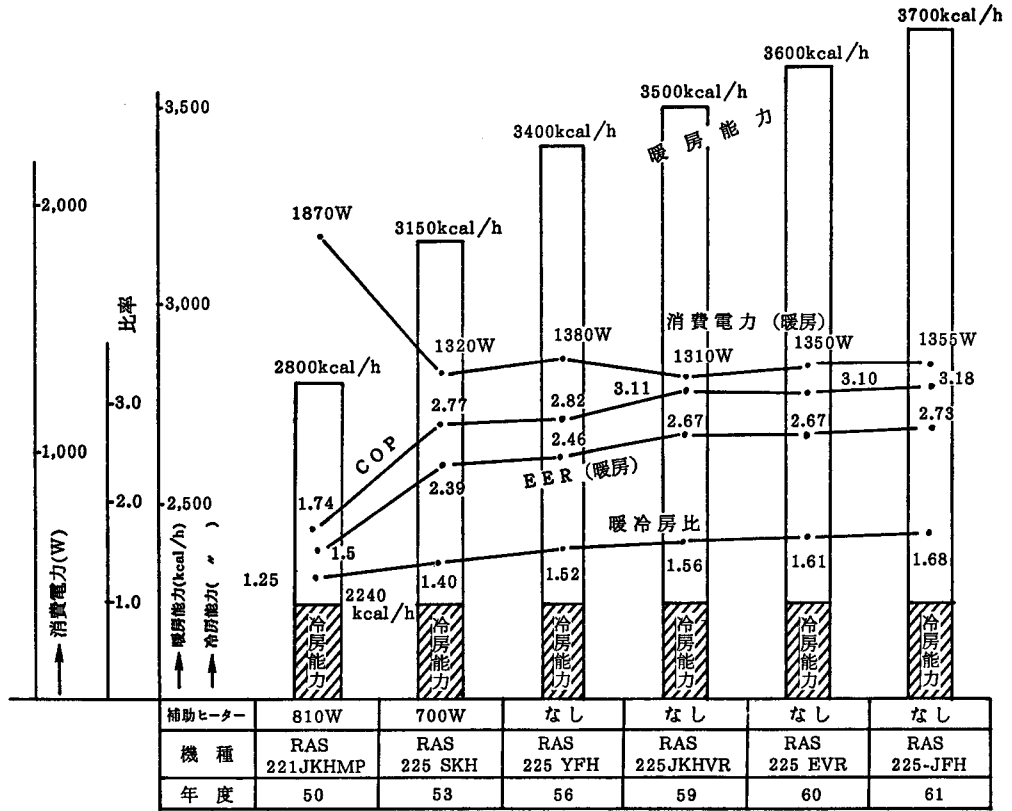


図3 ヒートポンプ型暖冷房エア・コンの特性改善の推移
(サンプル・東芝エア・コン100V 60Hz)

㊦ 能力制御型圧縮機の開発

フルパワー運転時は、能力制御バルブは閉じていて、圧縮機に吸入された冷媒のすべてが圧縮されて、吐出口から押し出される。

能力制御バルブが開いているときは、㊦方向に冷媒の一部が押し出され、その結果、圧縮機吐出口での冷媒循環量は、フルパワー運転時から、約30%低下する。したがって、圧縮機の仕事量が減少し、能力と消費電力が減少する。先発メーカーは、松下電器（昭和55年度）。〔図5 能力制御の様式図 参照〕

㊧ インバーターによる圧縮機の能力制御

㊧は、冷媒循環量を2段に変更して、能力制御を行う方式で、圧縮機の回転数は変えない。インバーター方式は、圧縮機の動力源である誘導電動機の回転数を、自由に制御することが可能で、圧縮機の能力、したがってエア・コンの能力を、キメ細かく調節できる画期的な方法である。

ヒーターレス・ヒートポンプ方式暖房について

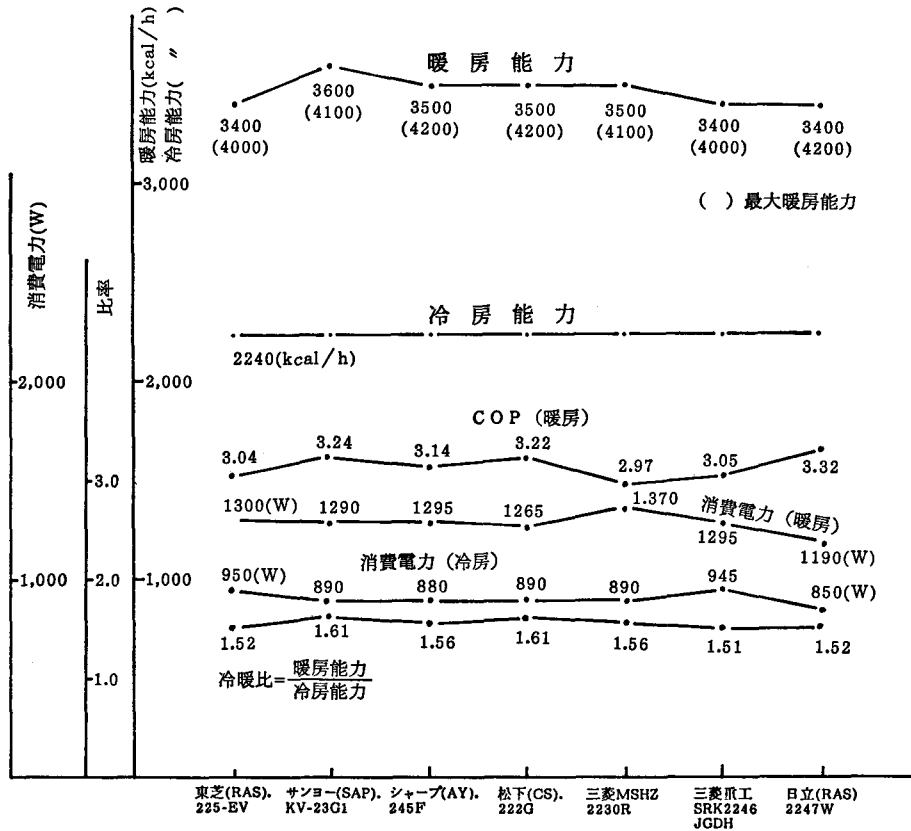


図4 61年度ヒーターレス・ヒートポンプ型インバーターエア・コンの特性

誘導電動機の回転数は、電源周波数で制御できる。

インバーター (Inverter) は、商用周波数 (関西では60ヘルツ) の交流電源から、任意の周波数と電圧の交流を発生する周波数変換装置である。エア・コン用インバーターは、30ヘルツ前後から130ヘルツ前後の交流電圧を発生する。この周波数を制御して、誘導電動機の回転数を変え、圧縮機の能力つまり、エア・コンの能力を制御する。

[表2 参照]

(2) 熱交換器の改善

熱交換器は、室内機と室外機に設けてあり、循環する冷媒が熱を吸収または放熱をする。冷媒が流れる管の内側に、60本のスパイラル状の溝をつくり、熱伝導率を40%向上させた。管の表面に山形のスリットを成形し、表面の熱伝導を23%改善した。

室外機の熱交換器の吸気側フィンピッチを広くした粗密フィンを採用し、着霜による熱交換器の目づまりをしにくくして、暖房能力の低下を少なくした。

室外機の熱交換器の除霜方式の改善 (暖房運転時)

表2 インバーターエア・コンの能力可変範囲

		東 芝 RAS 225-EV	サ ン ヨ ー SAP KV-23GI	シャープ AY 245-F	松 下 CS 222-G	三 菱 MSHZ 2230R	三菱重工 SRK2246 JGDH	日 立 RAS 2247W
暖 房	定格暖房能力 (可変範囲) Kcal/時	3400 (1350-4000)	3600 (1350-4100)	3500 (1450-4200)	3500 (1050-4200)	3500 (1350-4100)	3400 (1550-4000)	3400 (1500-4200)
	定格消費電力 (可変範囲) W	1300 (350-1540)	1290 (390-1570)	1295 (385-1580)	1265 (395-1500)	1370 (350-1650)	1295 (435-1520)	1190 (390-1560)
冷 房	定格冷房能力 (可変範囲) Kcal/時	2240 (1350-2500)	2240 (1320-2750)	2240 (1500-2700)	2240 (1200-2500)	2240 (1500-2500)	2240 (1420-2500)	2240 (1500-2500)
	定格消費電力 (可変範囲) W	950 (420-1250)	890 (410-1380)	880 (410-1200)	890 (420-1070)	890 (410-1140)	945 (550-1250)	850 (440-1100)

ヒーターレス・ヒートポンプ方式暖房について

ヒーターレス・ヒートポンプ方式暖房について

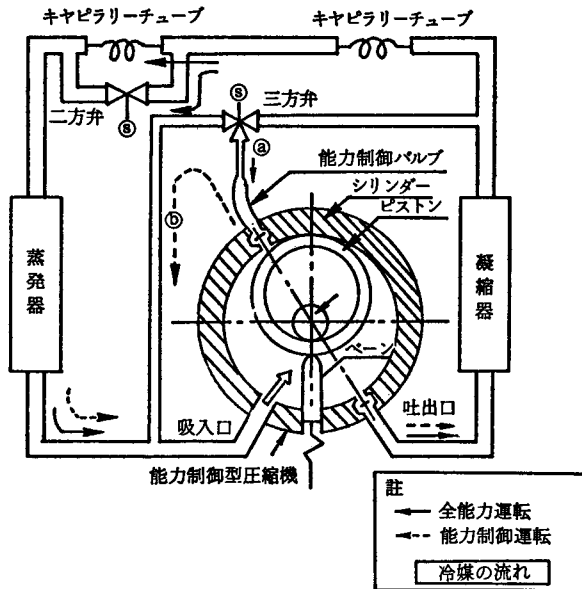


図5 能力制御の様式図

ヒートポンプ暖房は、外気の潜熱を吸収して行うので、熱交換器（室外）への着霜は不可避である。自動霜取り装置が作動して、圧縮機からバイパスを経て、高温の冷媒ガスを室外熱交換器へ逆流させ、除霜する方式が一般的であった。このとき、暖房運転は停止するから、室温低下と除霜後の暖房立上がり、時間がかかり、暖房フィーリングを損なう。

④ クイック防霜システム

着霜量が増えると、自動的に、除霜用の熱を蓄熱して、室内機側に高温冷媒ガスを送りながら、短時間に除霜する。除霜時間は約2分、従来の1/2から1/5に短縮。（東芝方式）。

⑤ ノンストップ暖房システム

独自開発のシステムで、暖房運転を行いながら除霜して、実質の暖房効果を向上。除霜時間は約7分。（シャープ方式）

⑥ MC タイムリー除霜方式

着霜によるエア・コンの能力変化を、マイクロコンピュータで感知させ、除霜運転する。除霜回数は、従来の1/4となり、外気温が低いときの暖房能力を約10%向上するに等しい効率を得た。（三菱重工方式）。

⑦ 二温度式除霜システム

室外熱交換器と外気温で、着霜状態を感知し、除霜の必要度を判定し、無駄な除霜運転をカットし、同時に省エネルギー化をはかる。（日立方式）

5 む す び

ヒートポンプ方式暖房は、外気温7°Cの時、100%の能力を発揮するが、0°Cに低下すると、約18%能力が低下する。したがって、室内温度が快適温度に到達するのに時間がかかる。(0°Cの場合約50分)

また、快適温度に到達する立上りに時間がかかる。(平均30分くらい)。電気ストーブや赤外線ガスストーブのような放射熱を利用する暖房器と異なり、温風循環方式で部屋全体を暖めるものであるから、タイマーを利用して早目にスイッチ ON をしておくと、その欠点をカバー

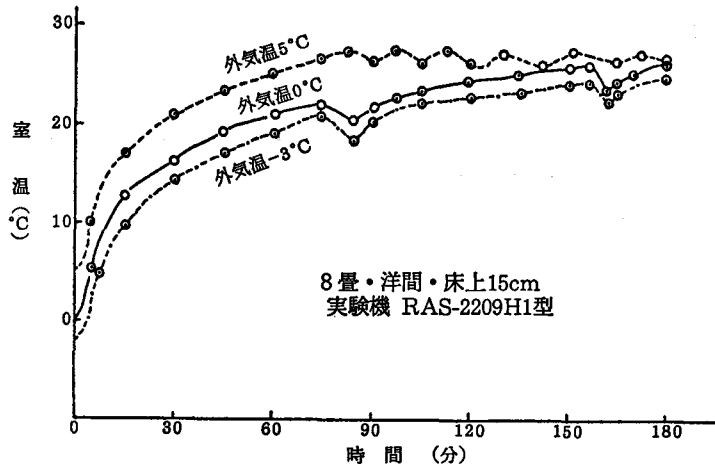


図6 ヒートポンプ方式(ヒーターレス)暖房運転特性
(日立家電生活情報より)

表3 暖房用エネルギー比較

エネルギーの種類	単 価	発 生 熱 量	1000キロカロリー当 たりのエネルギー費	灯油を1とした場合 のエネルギー費比率
ヒートポンプ暖房 (東芝RAS-225EVR)	27.7円/h	3600kcal/h (60Hz)	7.7円	1.01
灯 油	1200円/18ℓ	8800kcal/ℓ	7.6円	1
電気ヒーター (ジュール発熱)	20.06円/kwh	860kcal/kwh	23.3円	3.07
都市ガス(13A)	148.17円/m³	11,000kcal/m³	13.5円	1.78
LPガス	245円/kg	12,300kcal/kg	19.9円	2.62

備考 1. ヒートポンプ暖房：外気温7°Cで消費電力量420kwh/月。1日平均使用時間10時間として単価を計算した。

2. その他の単価は昭和61年8月現在の価格

ヒーターレス・ヒートポンプ方式暖房について

できる。

ヒートポンプが室内に放出する熱は、大気空間から集めた熱と、その熱を室内に運びこむ心臓の役割をする圧縮機で発生した熱である。装置をはたらかせるのに必要な電気エネルギーの約90%は、圧縮機で熱に変換されそのまま暖房に役立つのである。したがって、暖房の場合、エア・コンの消費電力の約3倍（熱量換算）のエネルギーを得ることができる。エネルギー費でいえば、ヒートポンプ方式エア・コンで暖房する場合、ランニングコストは、灯油並みになった。

インバーターがエア・コンに導入されて4年、立上りに発揮される大きな能力、定常状態におけるキメ細かな能力制御運転、その結果としての高効率の実現を果して、いま、インバーターエア・コンは、エア・コン市場の主流となりつつある。ヒートポンプ方式暖冷房兼用エア・コンは、経済性、クリーンエネルギー、安全性、no care、省スペースの故に、将来における立場を確実なものにしたといえる。

註 本文の諸特性の数値は、電器メーカーのカタログに記載されたもの、または、その数値から計算によって導いたものである。暖房能力値(Kcal/時)は、日本工業規格(C9612)に定めてある外気温度7℃、室内温度21℃で運転した場合を示してある。

参考文献

電波新聞

電気店

日立家電情報