

【日本機械工業連合会会長賞】

R290 対応多用途冷却装置用凝縮器ユニット (MJA 形)

三菱電機冷熱応用システム株式会社 和歌山県和歌山市

三菱電機株式会社 静岡製作所 静岡県静岡市

1. 機器の概要

冷凍空調機器では冷媒の低 GWP 化、消費電力削減、省資源が求められている。自然冷媒 R744 (CO₂) を採用した低 GWP 機も提供されているが、性能面では HFC 冷媒高効率機と比べて課題がある。我々はこの課題を解決するため自然冷媒 R290 (プロパン) を採用した凝縮器ユニット (MJA 形) を開発した (表 1)。本機は縦置形低背高圧縮機 (CPB 形) の開発と凝縮器の小形化により少量の冷媒量でも冷凍冷蔵用途の広い運転領域で高い効率と信頼性が得られる。また本機は同用途の従来 R744 対応凝縮器ユニットに対し製品質量を約 45% (33kg→18kg) 低減し、製品外形も奥行 450mm×巾 460mm の省設置面積と高さ 225mm の低背高を実現し機器への搭載に汎用性を高めている。

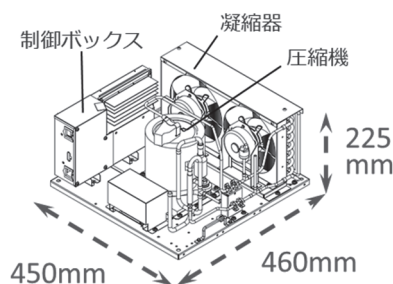


図 1 凝縮器ユニット (MJA 形)

表 1 凝縮器ユニット (MJA 形) 仕様表

形名	MJA-E04形	MJA-E06形
用途	産業用冷凍・冷蔵機器凝縮器ユニット	
呼称出力	400W	550W
冷媒	R290 (ユニット搭載時上限冷媒量150g)	
電源	1Φ-100V 50/60Hz	
据付条件	屋内設置、周囲温度 5~30℃	
圧縮機	CPB 形 DC インバータ ツインロータリー圧縮機	
運転周波数	30~75(Hz)	
冷凍能力(注1)	1041W	1234W
入力(注1)	574W	723W
COP(注1)	1.81	1.71
冷凍機油	ポリアルキレングリコール油	
凝縮器熱交換器	プレートフィンチューブ	
凝縮器送風機形式	DCインバータ	
製品外形寸法	(奥行×巾×高さ) 450×460×225(mm)	
製品質量	18kg	

注1. 周囲温度27℃、蒸発温度-10℃、スーパーヒート5K、サブクール5K、
圧縮機周波数 E04形:75Hz、E06形:64Hz

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

開発課題は冷媒量 150g 以下での安定した冷媒サイクルの実現と、可燃冷媒である R290 冷媒での製品安全性の確保とユニットの省設置面積と低背高であり、以下の固有技術によって解決した。

(1) 縦置形低背高圧縮機の開発および使用冷凍機油最適選定

低背高を熱源に求められる機器では横置形圧縮機が採用されることが多い。しかし横置形圧縮機は低背高である一方で必要潤滑油量が多く、150g 以下の R290 冷媒を安定した信頼性のもと冷媒循環させる事が困難だった。本機ではこの課題を縦置形低背高かつ高効率を得られるツインロータリー圧縮機 (CPB 形) を独自に開発し、併せて冷凍機油に R290 との溶解特性が良好な PAG (ポリアルキレングリコール) 油を採用することで解決している。

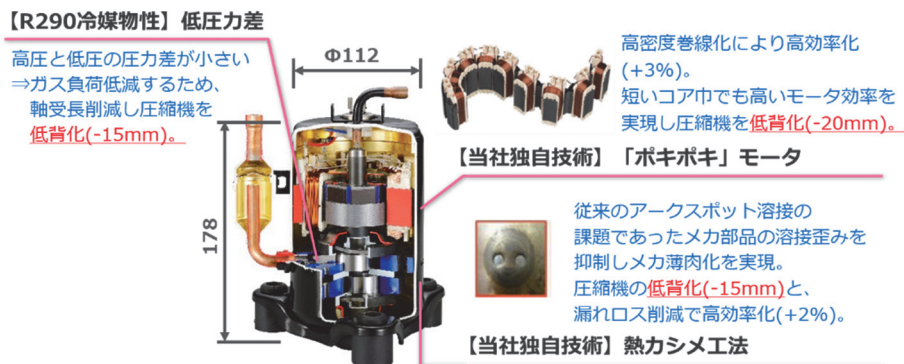


図2 R290 対応 低背高縦置形ツインロータリー圧縮機 (CPB 形)

(2) 凝縮器のコンパクト化と製品安全対応技術

R290 冷媒は吐出冷媒温度、動作圧力が低い特性を持ち、凝縮器単位伝熱面積あたりで高効率を得られる。この特性を活かして凝縮器容量を R410A 対応高効率機と比べて約 45% の容量までコンパクト化した。このコンパクト化と上記圧縮機の開発により、R290 使用冷媒量 150g 以下で安定した冷媒回路を成り立たせた。また冷媒漏れがもし起こった場合でも、凝縮器風量検知によるファン運転制御で、冷媒滞留による可燃域を発生させない風量制御機能を搭載し安全な運転を実現している。

2.2 効果

本機（MJA-E06 形）の低背高の特性を活かして、レジ前ショーケースに搭載した際の効果を示す。図 3 はレジ前ショーケース外観、図 4 は冷媒回路図、表 2 は従来の R744（CO₂）冷媒同等能力のレジ前ショーケースとの比較を示す。

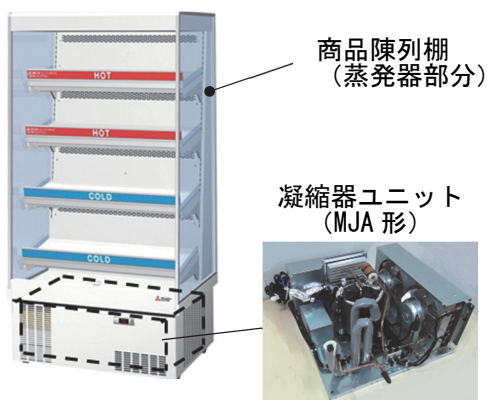


図 3 レジ前内蔵ショーケース
(BC-AF 形)

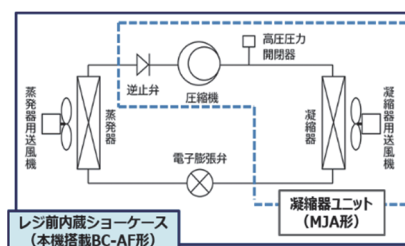


図 4 冷媒回路図

表 2 省エネ比較（当社従来機（CO₂）比較）

内蔵ショーケース形名	BC-AF2014RGV	BC-AF3014RGV	BC-AF2014RF	BC-AF3014RF
冷却器内容積(L)	189	265	189	265
製品巾寸法(mm)	650	900	650	900
搭載凝縮器ユニット	MJA-E06形		専用機	
冷媒	R290(プロパン)		R744(CO ₂)	
年間消費電力量 (kWh/年) 注1	3659 (区分2A)	3690 (区分2A)	8912 (区分2A)	13361 (区分2A)
消費電力削減率 注2	59%	72%	-	-
CO ₂ 削減量(kg-CO ₂ /年) 注3	2427	4468	-	-

注1. JIS B8631-2:2011付属書JA規定の試験方法による測定値

(試験室温度25°C、湿度60%、平均陳列室内温度8°C)

注2. 消費電力削減率(%)=(1-A/B)×100

A: 開発機種種の年間消費電力量(kWh/年)、B: 従来機種種の年間消費電力量(kWh/年)

注3. CO₂削減量(kg-CO₂)=(B-A)×0.462(kg-CO₂/kWh)

0.462(kg-CO₂/kWh):2020年東京電力エネルギーパートナー公表値を引用

本機（MJA-E06 形）は R290 冷媒を使用しながら、HFC（R410A）高効率機種と同等の高効率を実現し、表 2 に示すように従来の自然冷媒 R744（CO₂）機種に対し省エネ性改善率を年間電力量 BC-AF2014RGV 形で 59%（8912→3659（kWh/年））、BC-AF3014RGV 形で 72%（13361→3690（kWh/年））改善する効果を得ている。また CO₂ 削減量も BC-AF2014RGV 形で 2427（kg-CO₂/年）、BC-AF3014RGV 形で 4468（kg-CO₂/年）の効果を得ている。

3. 用途

本稿では R290 対応の MJA 形凝縮器ユニットをレジ前ショーケースに搭載した事例を示したが、本機は図 5 に示す様に、他形式のショーケースはもとよりプレハブ冷蔵庫用冷却装置、産業用除湿機、産業用チラー、携帯基地局等の制御盤用クーラー、等の多用途の産業用冷却機器に使用できる。今後これら冷凍冷蔵機器の省エネルギー、低 GWP、省資源化に貢献していきたい。

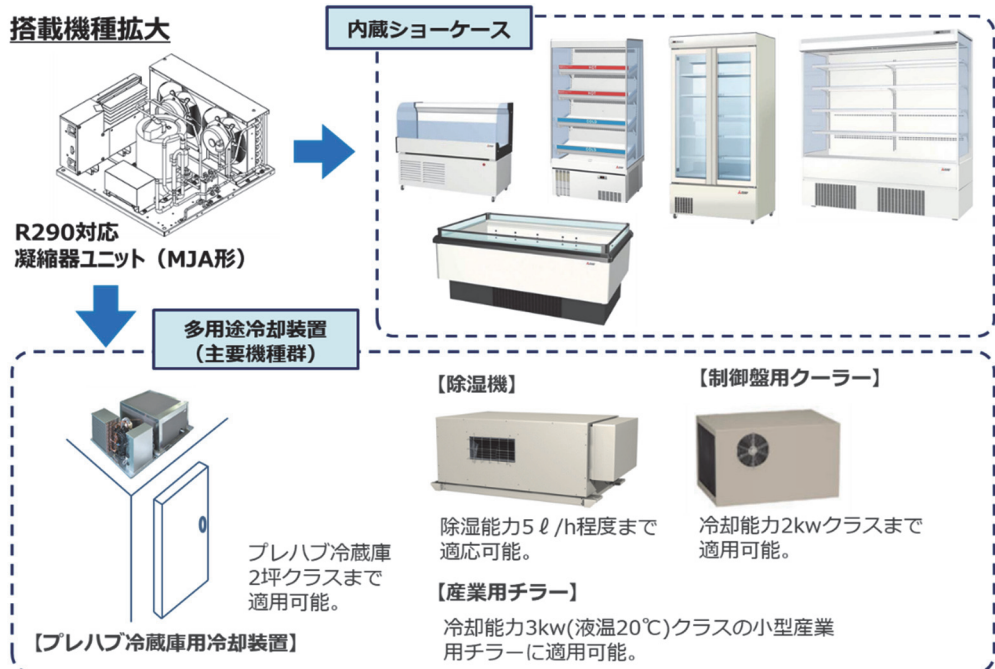


図 5 搭載冷却機器例