

新冷媒を用いた店舗・オフィス用省エネエアコン

Retail Facility and Office Air Conditioners Using R410A Refrigerant

服部 仁司

HATTORI Hitoshi

上野 聖隆

UENO Kiyotaka

高橋 功

TAKAHASHI Isao

空調機業界は、地球環境保護及び資源の有効活用(省エネルギー：以下、省エネと略記)が求められ、これらに対応した商品の開発が急務となっている。既に東芝キャリア(株)は、家庭用エアコンから冷房能力16.0kW(6馬力)業務用クラスまで、新冷媒への切替えを終えている。今回冷房能力22.4kW(8馬力)から28.0kW(10馬力)クラスの店舗・オフィス用エアコンにも、小形エアコンで使用しているオゾン層を破壊しないで、かつ温暖化係数が小さく環境に優しいHFC系(Hydro Fluoro Carbon)新冷媒R410Aを採用し、2007年から施行される改正省エネ法のCOP(エネルギー消費効率)基準値を大幅に超えた“スーパーパワーエコBIG_{TM}”(以下、SPEBと略記)シリーズを業界に先駆け商品化した。

There has been an urgent need for the air-conditioner industry to develop products that protect the earth's environment and effectively use resources. Toshiba Carrier Corp. has already introduced the new refrigerant R410A in air conditioners ranging from the 2.2 kW residential type to the 16.0 kW office-use type. R410A is an earth-friendly refrigerant with zero ozone depletion potential and high efficiency.

We have now developed the large type 22.4 kW and 28.0 kW Super Power Eco BIG_{TM} series retail facility and office air conditioners using R410A. These air conditioners far exceed the reference coefficient of performance (COP) effective in 2007 under the revised Energy-Saving Act.

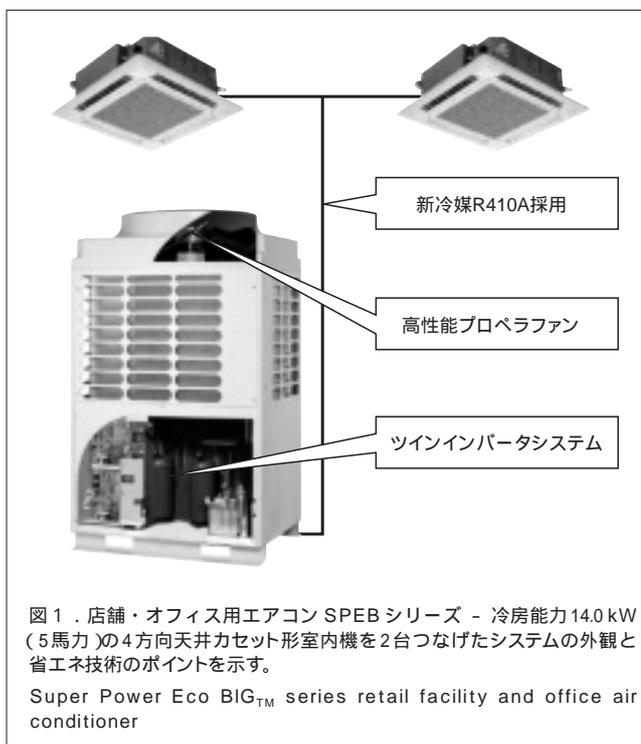
1 まえがき

近年、空調機業界では、地球環境保護のため、従来のHCFC(Hydro Chloro Fluoro Carbon)冷媒からオゾン層を破壊しないHFC冷媒への転換が進められている。また同時に、地球温暖化防止のために、省エネ性を追求した商品開発が急務となっている。家庭用エアコン分野では、省エネ商品が数多く開発されているが、エアコン総年間消費電力量で大きな割合を占める店舗・オフィス向けの業務用エアコンについては、家庭用エアコンに比べ、省エネ商品の開発が遅れていた。

そこで当社は、まず2001年に冷房能力16.0kW(6馬力)クラスまで、業界で初めてHFC新冷媒R410Aを採用して大幅な省エネ性を実現した“スーパーパワーエコ_{TM}”シリーズを開発し⁽¹⁾、省エネルギーセンター主催の省エネ大賞を受賞した。冷房能力28.0kW(10馬力)までの大容量クラスの業務用エアコンは、設計圧力が高いR410Aの採用が非常に困難であった。しかし当社は、独自のツインインバータシステムの開発によりこの問題を解決し、大幅な省エネ性を実現したSPEBシリーズを商品化して、2年連続で省エネ大賞を受賞した。ここでは、SPEBシリーズにおける省エネ技術のポイントについて述べる。

2 省エネ技術のポイント

SPEBシリーズの外観と省エネ技術のポイントを図1に示す。



2.1 新冷媒 R410A の採用

SPEB シリーズでは、大容量クラス(8,10馬力)の業務用エアコンにおいて、業界で初めて新冷媒 R410A を採用した。

R410A は、他社で採用している新冷媒 R407C や従来の R22 冷媒に比べ、その冷媒特性から運転の高効率化、機器のコンパクト化などが図れるというメリットがある(表1)。しかし、R22 に比べ圧力が約1.6倍と高くなるため、機器の高耐圧設計が必要となり、能力クラスが大きいほど設計は困難となっていた。特に、10馬力クラスのコンプレッサは、5馬力クラスより効率が低いうえ、R410A 対応の耐圧設計によるコストアップで、更に省エネ性が悪化してしまう。そこで、これらの問題を解決するため、当社の5馬力クラスの高効率 R410A DC(直流)ツインロータリコンプレッサを2台組み合わせるシステムを考案した。高効率のインバータコンプレッサを組み合わせることで、高い省エネ性、低コスト化を実現した。更に、同クラスの業務用エアコンの主流であるインバータ+一定速コンプレッサの組合せに対し、中間空調負荷での一定速コンプレッサのON/OFFによるロスをなくし、省エネ性、信頼性に優れた商品を開発することができた。

表1. 冷媒 R410A と R407C の比較及び R410A の特長
Comparison of R410A and R407C and merits of R410A

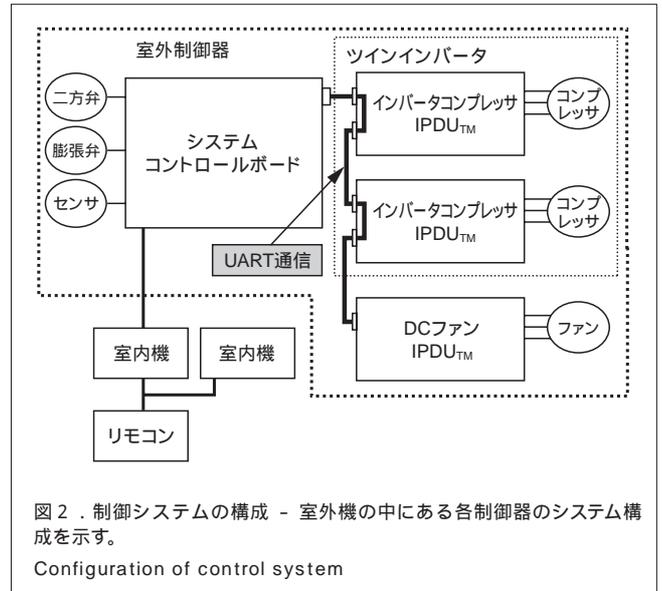
冷媒名	R410A	R407C	R410A の特長
組成	R32/ R125 疑似共沸混合冷媒	R32/ R125/ R134a 非共沸混合冷媒	・組成が管理しやすく、 施行サービスが容易
オゾン層破壊係数 (ODP)	0	0	
地球温暖化係数 (GWP)	1,730	1,530	
動作圧力 (R22 比 %)	160	107	・設計圧力が高い
冷凍能力 (R22 比 %)	147	100	・コンプレッサが小さく でき高効率化が可能
圧力損失 (R22 比 %)	56	106	・機器のコンパクト・ 高効率化が可能 ・配管径が小さくなり 施工が容易

2.2 ツインインバータシステム

R410A を採用し、インバータコンプレッサを2台組み合わせるには、次の課題を解決する必要があった。一つ目は、インバータを2台搭載することで駆動・制御部の大形化とコストアップの問題があった。この対策には、インバータ駆動基板を小形汎用化し、更に制御基板を集約することでコスト低減を図った。二つ目は、コンプレッサの信頼性確保のため、2台のコンプレッサ内の潤滑油を常に適正油量に保つ制御システムが必要であった。これには、インバータコンプレッサの特性を生かしたオイルコントロールシステムを開発した。これらの技術開発により、高効率コンプレッサを用い

た最適インバータ制御による当社独自のツインインバータシステムが完成した。

2.2.1 システム協調制御 室外機の制御システム構成は、図2に示すようなモジュール化設計となっている。この制御構成において、ツインインバータシステムを実現させるには、各インバータコンプレッサと室外ファンの協調制御が必要であった。



協調制御の中心となるのは、システムコントロールボードである。ここからコンプレッサのインバータ駆動制御を行う DSP(Digital Signal Processor)搭載のベクトル IPDU™ (Intelligent Power Drive Unit) 2台と、室外 DC ファンの駆動制御を行うファン用 IPDU™ に対して、UART(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)通信を用いてコンプレッサモータとファンモータの目標回転数指令を送っている。

コンプレッサ駆動においては、後述するインバータコンプレッサのシンク口運転制御及びシンク口運転時に発生する共振を防止する周波数制御を、各インバータコンプレッサに対して行うことにより、ツインインバータ駆動を実現できた。

また、室外ファン制御においては、負荷変動に応じて DC ファンモータとコンプレッサの回転数を連動して制御する自動静音モードの採用により、50 dB(A) の低騒音運転を実現した。

2.2.2 オイルバランスシステム 二つのコンプレッサを同一冷凍サイクルの中で運転すると、片側のコンプレッサに潤滑油の偏りが発生する場合がある。潤滑油の偏りが継続すると、コンプレッサ故障(潤滑不良)の問題が発生するため、常にコンプレッサ間の油量を適正にコントロールする必要がある。そこで今回、双方のコンプレッサの油量が安定するように、2台のコンプレッサを同一回転数で同時運転さ

せるシンクロ制御を開発した(図3)。

更に、独自のオイルバランス回路により、コンプレッサ間で油量がアンバランスになったときも、自動的に双方の油量を調整する構造を開発した(図4)。また、コンプレッサ起動などの過渡運転時の一時的な油量低下に備え、オイルセパレータに蓄えていた潤滑油をコンプレッサに供給する回路を設けた。これらの技術により、コンプレッサ間のオイルアンバランス、コンプレッサ内の一時的な油量低下を防ぎ、コンプレッサの信頼性を確保することができた。

2.3 高効率 DC ツインロータリコンプレッサ

コンプレッサの比較表を表2に示す。外径が小さく高压容器の設計が容易な5馬力ツインロータリコンプレッサを採用することで、R410A冷媒を大容量クラスまで拡大することが

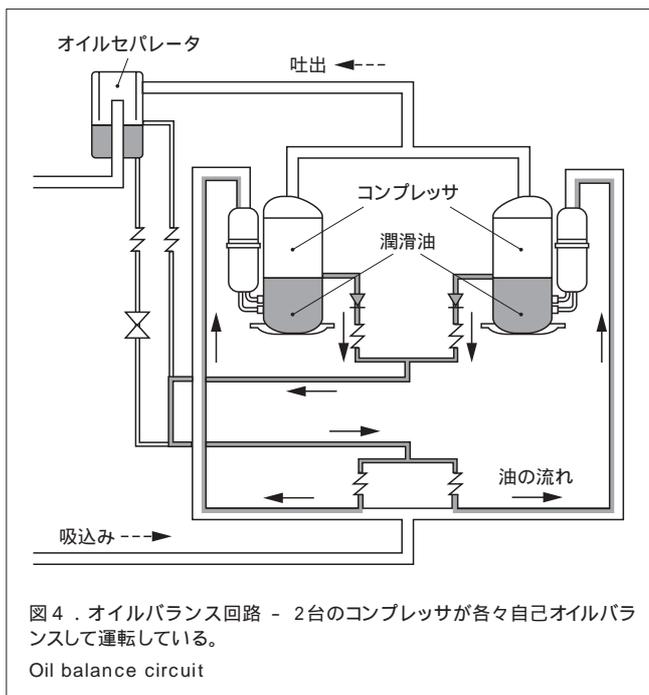
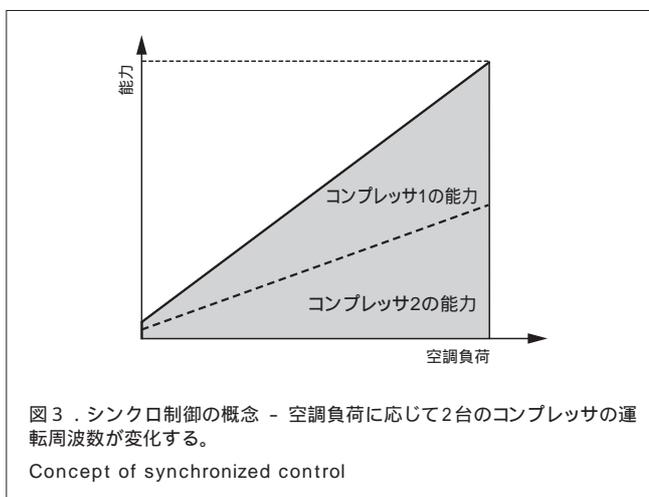
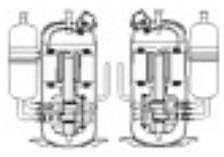
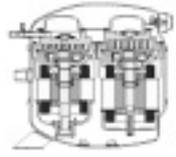


表2．コンプレッサ比較

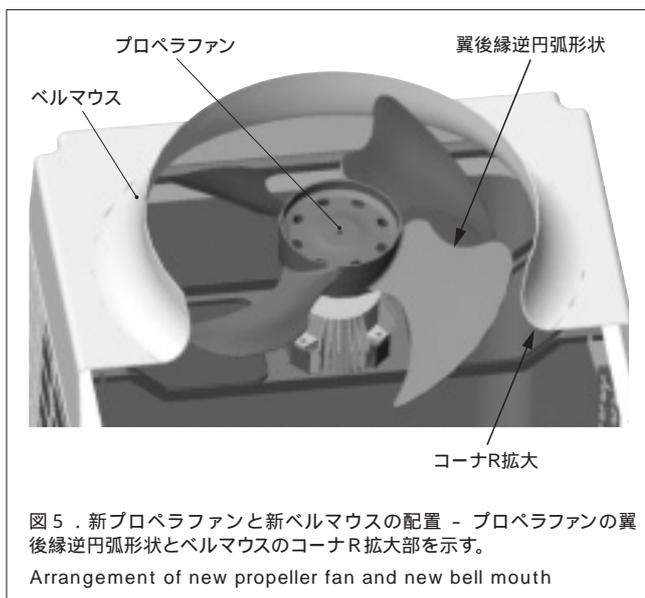
Comparison of rotary and scroll compressors

	ツインロータリ	従来R22スクロール
コンプレッサ	 インバータ コンプレッサ インバータ コンプレッサ	 インバータ コンプレッサ 一定速 コンプレッサ
外径 (mm)	156	382
質量 (kg) (比率)	47(23.5×2) (51%)	92 (100%)
容量 (L) (比率)	14(7×2) (28%)	50 (100%)
封入油量 (L)	3.8(1.9×2)	7.0

できた。これによりコンプレッサの質量半減と封入油量を削減し省資源化を図った。

2.4 高性能プロペラファン

省エネ性を向上させるためには、室外ユニットに搭載するプロペラファンの風量アップが重要であり、それに伴うモータ入力増加と送風騒音の上昇を抑えることが大きなポイントであった。新プロペラファンは、外径を従来の 630 mm から 670 mm に拡大するとともに、回転中の空気流出部となる翼後縁を逆円弧形状としたことが特徴である。逆円弧形状にすることで、翼間距離が広がるため、翼後縁端から発生する後流渦と隣接翼の干渉による圧力変動が抑えられ、送風騒音及びファンモータ入力が低減した。また、ファン外周側に配置するベルマウスについては、空気流入部のコーナーR (半径)寸法を従来の3倍に拡大した(図5)。これにより、風



の流れを整流化でき、送風性能が向上した。

新プロペラファンと新ベルマウスの組合せにより、ファンモータ入力は、従来型に対して160 W低減した。これは、SPEBシリーズ全体に占める省エネ効果の約8%に相当し、省エネ性向上に大きく寄与した。また、送風騒音についても、4dB(A)低減しており、大幅な低騒音化を実現した。

3 省エネ性

以上の省エネ技術により、SPEBシリーズは冷暖房時の平均COPの大幅向上と年間エネルギー消費量の大幅低減を実現した。

3.1 COP向上

当社の従来のR22冷媒インバータ機種と比較すると、COPは22.4kW(8馬力)クラスで3.90(従来比41%アップ)、28.0kW(10馬力)クラスで3.60(従来比31%アップ)と大幅に向上することができた。これは、2006年10月から施行される省エネ法基準値の冷暖平均COP3.06を達成し、同クラス業界トップの性能である(図6)。

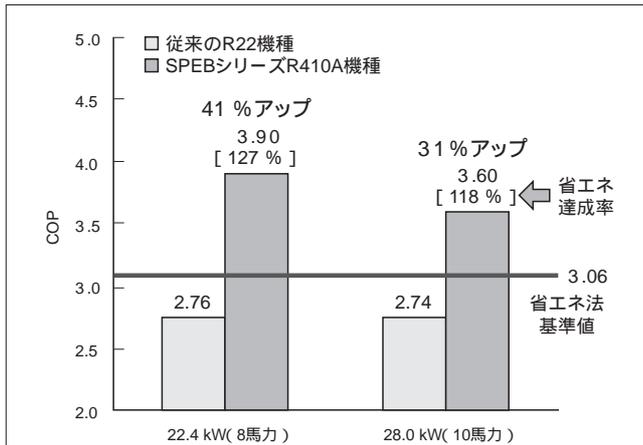


図6 各機種のCOPと基準値に対する達成率 - SPEBシリーズは、2007年省エネ基準値を達成した。

COP of each model and ratio of achievement against reference COP

3.2 期間消費電力量(年間の消費電力量の積算値)

(社)日本冷凍空調工業会基準(パッケージエアコンの期間消費電力量算出基準JRA4048)による期間消費電力量の試算(東京、戸建て店舗の場合)においても、当社の従来のR22冷媒インバータ機種に比べ、22.4kW(8馬力)クラスでは31%、28.0kW(10馬力)クラスでは28%の消費電力量低減を達成し(図7)、年間を通じて省エネであることを証明した。

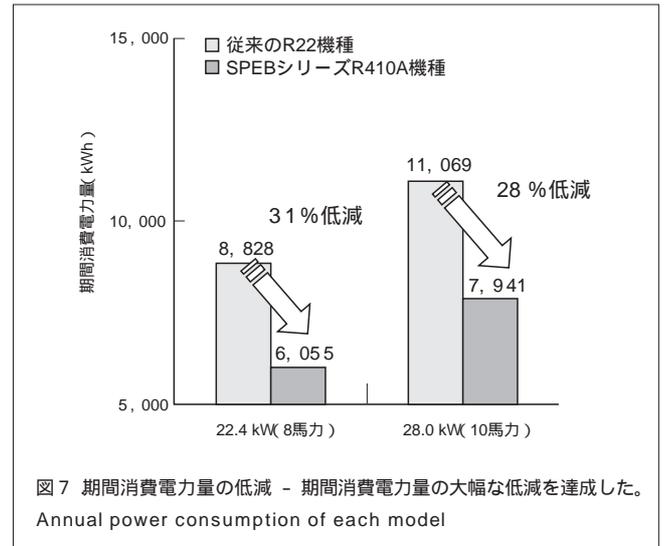


図7 期間消費電力量の低減 - 期間消費電力量の大幅な低減を達成した。
Annual power consumption of each model

4 あとがき

この開発では、オゾン破壊係数0で高効率の新冷媒R410Aを、大容量クラスの店舗・オフィス向けの業務用エアコンに業界で初めて採用した。更に、当社独自のツイインバータシステムを開発することにより、大幅な省エネ性を実現したSPEBシリーズを商品化することができた。

当社は、今後とも地球環境保護、地球温暖化防止のための省エネ化などのニーズに応えるべく、更なる高効率と高信頼性を併せ持つ製品を社会に供給していく。

文献

- (1) 川合信夫,ほか .インバータカスタムエアコン“スーパーパワーエコ”.東芝レビュー .56,5,2001,p.64-67.



服部 仁司 HATTORI Hitoshi

東芝キャリア(株)技術開発部参事。
中形空調分野の先行商品開発業務に従事。日本機械学会、日本冷凍空調学会会員。
Toshiba Carrier Corp.



上野 聖隆 UENO Kiyotaka

東芝キャリアエンジニアリング(株)設計部主務。
中形マルチエアコンの開発設計に従事。
Toshiba Carrier Engineering Co.,Ltd.



高橋 功 TAKAHASHI Isao

東芝キャリア(株)エレクトロニクス開発部参事。
中形空調分野のソフトウェア開発業務に従事。
Toshiba Carrier Corp.