

快適なリビング空間を実現するエアコンの省エネ技術

Energy-Saving Technologies for Air Conditioners Offering Comfortable Living Environment

関 勇輔 小田島 円 平野 浩二

■ SEKI Yusuke

■ ODASHIMA Madoka

■ HIRANO Koji

東芝キャリア（株）は、大型化及び開放的空間化が進むリビング向けの主力となってきた冷房能力4.0 kW機種をターゲットに、通年エネルギー消費効率（APF）を大幅に向上させ、経済性（年間電気代の低減）と地球環境保全（二酸化炭素（CO₂）排出量の削減）に大きく貢献し、快適な室内空間を提供する家庭用ルームエアコンを開発した。

省エネ性能向上にもっとも重要なコンプレッサとインバータを新たに開発し、高い空気清浄能力を発揮しながら送風効率を高めた新空気清浄システムの搭載により、冷房能力4.0 kW機種において業界No.1の省エネ性能^(注1)を達成し、2007年度の省エネ大賞を受賞した。

Toshiba Carrier Corporation has been developing air conditioners that offer comfort and economy while contributing to preservation of the global environment by improving the annual performance factor (APF) of the cooling capacity for the 4.0 kW-class model, which has become a leading product for living rooms.

The 4.0 kW cooling capacity model won the 2007 Energy Conservation Grand Prize, and has attained the highest energy-saving performance due to the development of a new compressor, inverter system, and high-performance air-purification unit with low air resistance.

1 まえがき

エアコンの消費エネルギーは、家庭内消費エネルギーの約25%とトップを占め⁽¹⁾、CO₂排出抑制の面からも、省エネは市場ニーズであるとともに社会的な要請となっている。

東芝キャリア（株）は、1993年に業界初の省エネエアコンを商品化して以来、各種技術開発を推進し、1998年には新省エネ法の2004年エネルギー消費効率の目標基準値に選定されるなど、先駆者として業界をリードしてきた。

一方、近年の住宅事情において、開放的な大型リビングがトレンドとなっていることに呼応して、家庭用のエアコンでも能力の大きな機種が主力となりつつあり、省エネ性能の向上が求められている。また、昨今の健康志向とあいまって、室内の空質に対する関心が高まっており、高い空気清浄能力も求められている。

当社は、これらのニーズに対応するため、冷房能力4.0 kW機種で業界No.1の省エネ性を達成し、高い空気清浄能力を併せ持ったエアコン、大清快™ BDRシリーズを開発した（図1）。

2 製品概要

大清快™ BDRシリーズの製品概要について以下に述べる。

(注1) 2008年6月現在、当社調べ。



図1. 大清快™ BDRシリーズ — 代表機種のRAS-402BDRである。冷房能力4.0 kWクラスで業界No.1の省エネ性能と高い空気清浄能力を併せ持っている。

DAISEIKAI™ BDR series room air conditioner

2.1 省エネ性

各要素技術の開発により、代表的な4.0 kW機種では通年エネルギー消費効率（APF）が6.2と業界No.1の省エネ性を達成した。

- (1) 1サクシオン（吸込）方式ツインロータリコンプレッサ
シリンダの薄型化によってしゅう動損失と漏れ損失の改善を図りつつ、“1サクシオン仕切板分岐吸込方式”により吸込抵抗の増加を防止し、2007年度のコンプレッサに対して約2.8%の効率改善を達成した。
- (2) スマート・プレ・スイッチング™インバータ コンプレッ

サ駆動用素子として、200V機種では業界初^(注2)となるSuper Junction構造のMOSFET(金属酸化物半導体型電界効果トランジスタ)を採用し、当社で開発したスマート・プレ・スイッチングTM技術により、特に実負荷条件での影響度が大きい低入力時の効率を大幅に改善し、APF向上に大きく貢献した。

- (3) 低圧損空気清浄システム(プラズマイオンチャージャー)
 吸込面内の空間で粒子を帯電させ、熱交換器に集じんさせることにより、通風路中の部品占有面積を2007年度機種より70%低減させた。これにより、暖房定格時で約3%の風量アップにつながった。

2.2 空気清浄システム

新たに搭載した“Wみはりセンサー”により、空気の汚れやにおいを見張り、自動で換気と空気清浄を行い、室内の空質を快適に保つ。また、熱交換器に発生する結露水により捕集された汚れを排出し、手入れの手間を軽減した。

2.3 全自動内部清掃機能

フィルタ自動清掃機能によりフィルタに付着した汚れをかき取って清掃し、通風抵抗の悪化を防止することで、性能の低下を防ぐ。また、かき取った汚れは自動で排出し、手入れの手間を省く。更に、熱交換器に付着した汚れは、アルミフィンの表面に特殊な樹脂コーティングを施すことで、結露水により除去されやすいようにしている。

2.4 スポットモード

使用者が広い部屋にひとりであるときなど、部屋全体を均一に冷やしたり暖めたりする必要のないときに、リモコンで設定した場所だけに風を送ることで効率的に冷暖房する、スポット空調機能を搭載した。この機能を使うことにより、通常使用時より最大で約30%の省エネになる。

2.5 “おしえて”機能付きリモコン

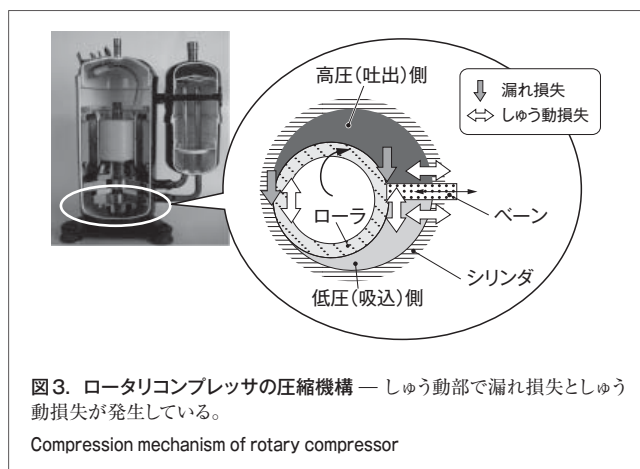
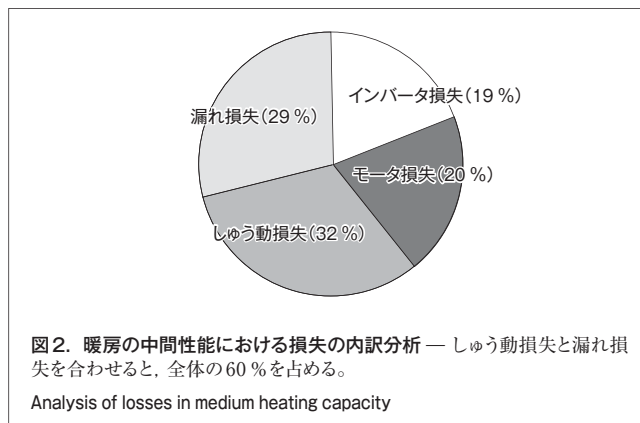
リモコンの“おしえて”機能ボタンを押すと、運転時間や温度、湿度、及び電気代がリモコンに表示され、どの程度電気を使っているかが使用者に知らされ、省エネ意識を高める。

3 省エネ性能向上技術

3.1 1サクシオン方式ツインロータリコンプレッサ

APFの向上には、実使用条件で発生頻度が高いといわれる中間性能時における省エネの寄与率が高い。中間性能の省エネには、冷暖房時の消費エネルギーのほとんどを占めるコンプレッサによる冷媒ガス圧縮仕事の高効率化が最重要である。APFへの寄与率が高い暖房の中間性能におけるコンプレッサの損失内訳の分析結果を図2に示す。従来からモータに焦点を当てた高効率化、すなわち希土類磁石の採用や集中

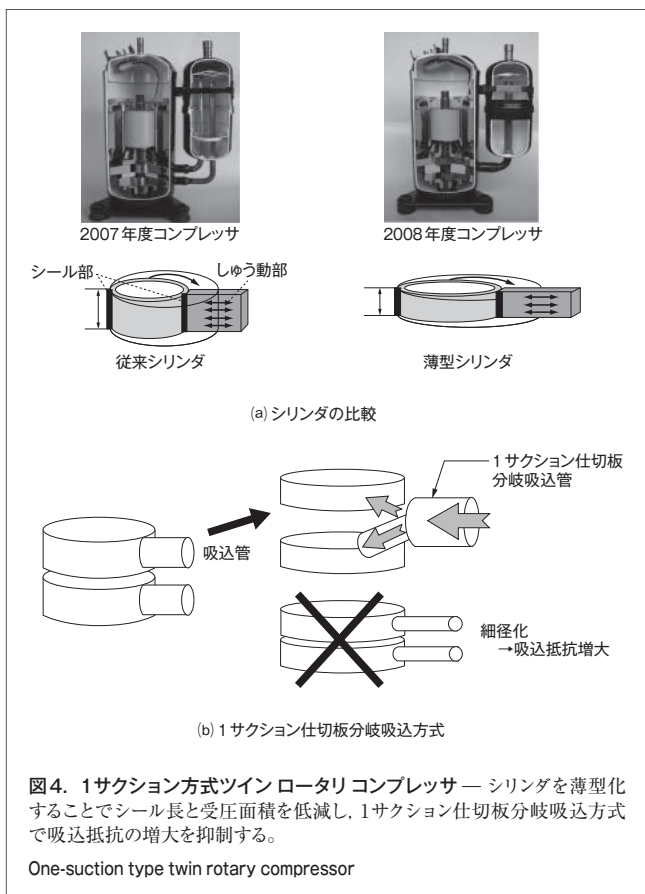
(注2) 2007年12月時点、当社調べ。



巻化、モータの正弦波駆動などによる高効率化は進んできている。今回、いっそうの省エネ性能向上のため、全損失の約60%を占めるしゅう動損失と漏れ損失の改善に取り組んだ。

当社は、高効率、低騒音、高信頼性、及び小形・軽量であるといった利点があることから、1988年以來、家庭用エアコンにツインロータリコンプレッサを搭載してきた。ロータリコンプレッサの圧縮機構部は図3に示すように、ベーンによって仕切られたシリンダ内をローラが回転することで吸込と圧縮を繰り返しており、部品間のしゅう動部で損失が発生している。そこで、この損失を改善するため“薄型シリンダ”を採用し、それに伴って発生する課題を次に示す1サクシオン仕切板分岐吸込方式で解決した。

しゅう動損失、漏れ損失のいずれの改善にも、シリンダの薄型化によるシール長や受圧面積の低減が有効である。しかし、従来の構造のままシリンダを薄型化すると吸込管を細径化せざるをえず、吸込抵抗の増大につながってしまう。そこで、これまで上下のシリンダで独立に2本であった吸込管を1本化し、内部の仕切り板で分岐させるという方式を採用した(図4)。この方式により、吸込抵抗を増大させることなくシリンダの薄型化に成功し、2007年度搭載コンプレッサに対して約2.8%の効率改善を達成した⁽²⁾。



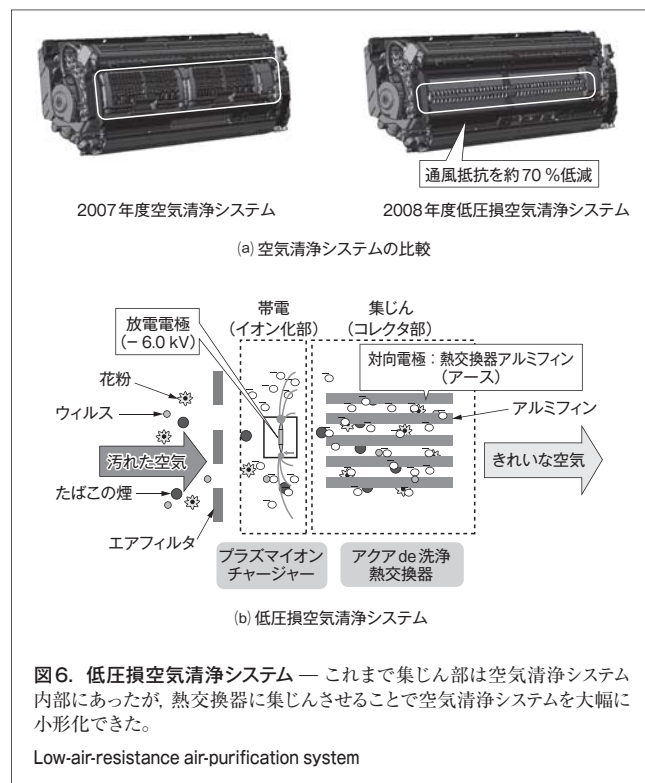
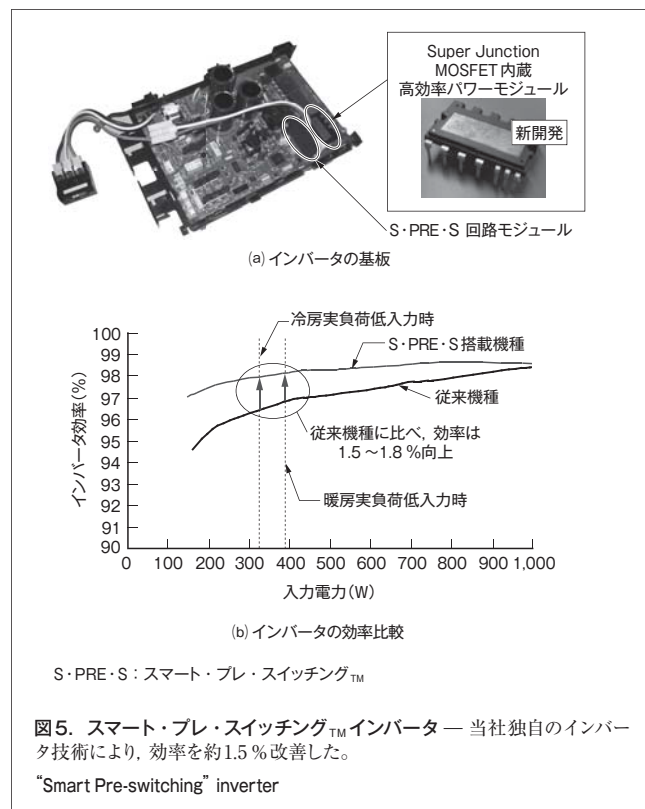
3.2 スマート・プレ・スイッチング™ インバータ

インバータは、コンプレッサの回転速度を自在に変化させ、必要負荷に応じた運転を行うもので、当社は1982年に世界初のインバータエアコンを発売して以来、高効率インバータの開発を進めてきた。今回の開発ではコンプレッサ駆動に200V機種では業界初となるSuper Junction構造のMOSFETを採用し、このFETの特長である低オン抵抗により損失を低減することが可能となった。反面、このFETの特性である寄生ダイオードにより発生する瞬時短絡電流を、当社が開発したスマート・プレ・スイッチング™技術で抑制し、特に期間消費電力に影響度が大きい中間性能付近の効率を大幅に改善した(図5)。

3.3 低圧損空気清浄システム

近年、大気汚染や健康志向といった背景から、家庭用ルームエアコンには空気清浄機能が求められている。そのため各社とも空気清浄機能を搭載しているが、こうした機能部品を送風路に配置することは通風抵抗の増大を招き、冷暖房能力の低下要因と成りうる。これに対して当社は、通風抵抗が低く粒子捕集効率の高い電気集じん方式を採用してきた。2008年度は更に通風抵抗を低減するため、新方式の空気清浄システムを開発した。

図6に示すように、従来の空気清浄システムは熱交換器前



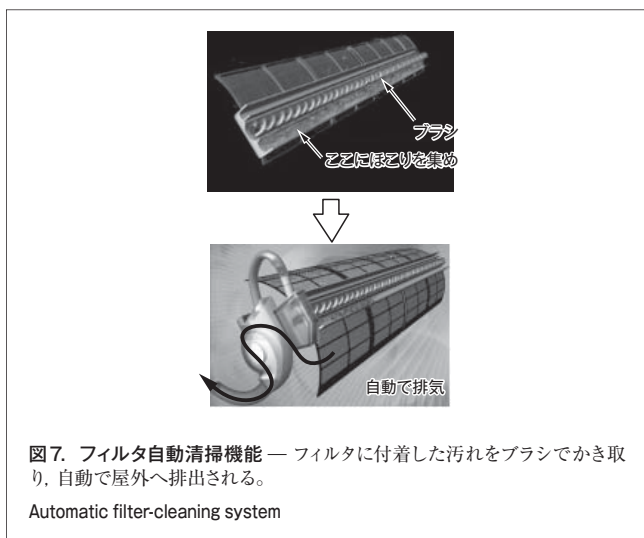
面を大きくふさいでいるため、通風抵抗が大きく性能悪化の要因となっていた。そこで、新開発の空気清浄システムでは、これまで一体となっていた帯電部とほこり捕集部を分割し、空気清浄システムはイオン発生による汚れ粒子の帯電だけとし、熱

交換器のフィン部分に捕集させることにした。その結果、空気清浄システムの占有面積を約70%削減することができ、通風抵抗を10%低減できた。また、“アクアde洗浄熱交換器”に付着した汚れは、フィン表面に発生する結露水によって自動で洗い流されるため、これまでのようにユーザーが空気清浄システムを外して水洗いする必要がなく、手入れの手間を軽減することができる。

3.4 長期使用に対する省エネ性能の向上

エアコンの性能は汚れによって劣化するため、定期的にフィルタの清掃を行う必要がある。しかし、ほとんどのエアコンは高所に据え付けられているため、フィルタの清掃はユーザーにとって負担となる。そこで、自動でフィルタを清掃する機能を搭載し、ユーザーに負担を掛けることなく、高い省エネ性能を長期にわたって維持できるようにした。

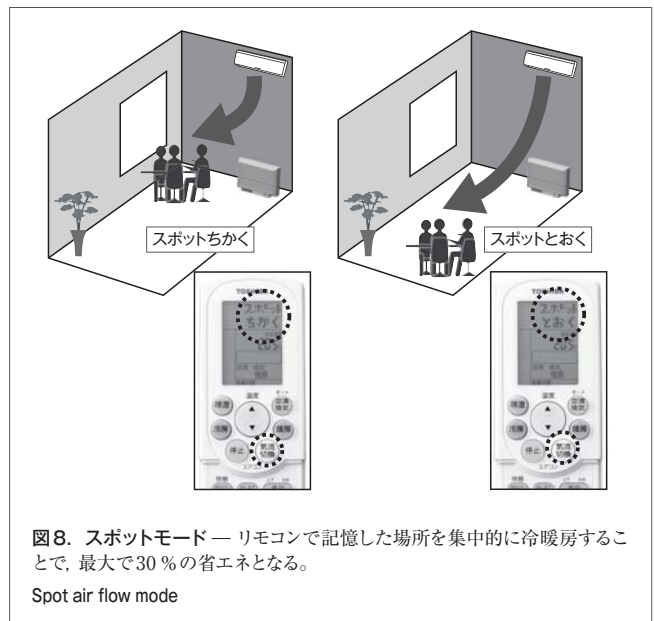
フィルタに付着したほこりなどの汚れはブラシによりかき取られ、フィルタの目詰まりによる省エネ性能の悪化を防ぐ。また、かき取られたほこりは換気ファンによって屋外へ排出されるため、手入れが不要である(図7)。



3.5 スポットモード

通常、エアコンは部屋全体を暖めたり冷やしたりするが、その対象が部屋の一部分だけになれば、必要なエネルギーは小さくて済む。そこで、人は部屋の中でたいい決まった場所にいるという行動パターンに着目し、その部分だけを集中的に冷暖房するスポットモードを開発し搭載した。

リモコンに2種類の場所(“ちかく”と“とおく”)への風向を記憶させ、ユーザーがよく使う場所にだけ風を送ることで、通常使用時より最大で30%省エネできる。広い部屋でひとりで過ごすときなども、むだのない冷暖房で電気代を節約できる機能である(図8)。



4 あとがき

ここでは、大清快™BDRシリーズに搭載している省エネ技術について述べた。このシリーズは、新開発の技術により、省エネ性能と空気清浄能力において業界No.1を実現した。今後、更に高まる省エネや快適性へのニーズに応じていくため、今回開発した技術を発展させ、地球環境の改善や住環境の快適性に貢献していく。

文献

- (1) 資源エネルギー庁. “平成19年度エネルギー白書”. (http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/index.htm), (参照2008-06-13).
- (2) Ueshige, J., et al. Energy-saving Air Conditioner-TOSHIBA “DAISEIKAI™ BDR” series. IEA Heat Pump Centre newsletter, 26, 1, 2008, p.26-29.



関 勇輔 SEKI Yusuke

東芝キャリア(株)技術本部 小形空調設計部。
ルームエアコンの機能開発・設計に従事。
Toshiba Carrier Corp.



小田島 円 ODASHIMA Madoka

東芝キャリア(株)技術本部 小形空調設計部主務。
ルームエアコンの機能開発・設計に従事。
Toshiba Carrier Corp.



平野 浩二 HIRANO Koji

東芝キャリア(株)技術本部 小形空調設計部主務。
ルームエアコンの機能開発・設計に従事。日本冷凍空調学会
会員。
Toshiba Carrier Corp.