

特集論文

次期省エネ基準を前倒し達成した快適
ルームエアコンResidential Use Comfortable Air-conditioner
that Achieved the Next Energy-conservation
Standards宮澤 賢一*1
Kenichi Miyazawa神原 裕志*1
Hiroshi Kanbara林 茂樹*2
Shigeki Hayashi吉越 明*3
Akira Yoshikoshi伊東 昭*4
Akira Ito田中大輔*5
Daisuke Tanaka

2008年はいわゆる“京都議定書”の第一約束期間の初年度でもあり、これまでも省エネ化に関しては官民挙げて取り組んできている。一般家庭における電力消費機器の一つであるルームエアコンも2010年度改正省エネ法に象徴されるように省エネ性向上に業界を挙げて積極的に取り組んでおり、当社も今年度、次期省エネ規制値を2年前倒して超過達成した'08モデル(SJシリーズ)を開発、販売を開始した。また、近年は空気質：IAQ(Indoor Air Quality)の改善・向上が求められており、当社は、リモコンにより空調領域を16パターン選択できるエリア空調、脱臭性能を自動回復させるフィルタシステムなどを新規採用し、他社との差別化を図っている。

1. はじめに

2006年9月に2004年に続き2回目のトップランナ基準である次期省エネ法が制定され2010年度から施行される。今回の新省エネ法は、その指標として従来の冷暖平均COP(エネルギー消費効率：Coefficient Of Performance 定格2点測定)から、より実使用に則した評価値であるAPF(通年エネルギー消費効率：Annual Performance Factor 定格・中間・低温5点測定)が採用された。評価値は変更になったが、これは当社従来機から15%程度の効率向上を求められる非常にハードルの高い規制値である。

また、付加機能としては空気質を改善するもの、メンテナンスを簡易化するものが各社から提案され、差別化のポイントともなっている。

2. 当社の取組み

2.1 APF(通年エネルギー消費効率)

次期省エネ基準として採用されたAPFとは、年間を通じてエアコンを使用するとき、1年間に必要な冷暖房能力総和を、1年間でエアコンが消費する電力量(期間消費電力量)で除した数値である。これは、屋外温度ごとの建物負荷と発生時間を加味した実使用に近い評価指標であり、この値が大きいほど省エネ性が

高いといえる。図1のとおり、年間を通しては中間能力以下で運転する領域が多く、これに対応したユニット性能向上がAPF向上のポイントである。

2.2 基本性能

'08モデルにて当社高級機は2010年規制を2年前倒して超過達成した。2.8kWクラスのAPF=6.7は、他社同クラスモデルと比較し最高値(2008年3月時点各社カタログ調べ)である。'08モデルでは次期省エネ基準値を達成させるべく、各要素部品ごとに性能解析を行うことで目標達成に必要な課題を抽出し、要素ごとに開発を進め、最終的にユニットとして調整を行った。現在、'08モデル開発により新たに採用した熱交換器、コントローラなどの要素部品を流用し、普及機においても次期APF規制値を達成すべく開発に着手している。

2.3 付加機能

付加機能として'08モデルは、①リモコンから16パターンの送風エリアを選択できるエリア空調機能、②脱臭能力を自己再生させる機能をもったフィルタを新たに採用した。その他、③酵素の力でアレルギーの原因とされるアレルゲン(注)を分解するバイオクリアフィルタ、④室内の空気を屋外に排出する換気機能を採用することで他社との差別化を図っている。

*1 冷熱事業本部空調機技術部ルームエアコン設計グループ

*2 冷熱事業本部空調機技術部電子制御設計グループ主席

*3 技術本部名古屋研究所研究サポート課主席

*4 技術本部名古屋研究所流体・伝熱研究室

*5 技術本部名古屋研究所材料・強度研究室

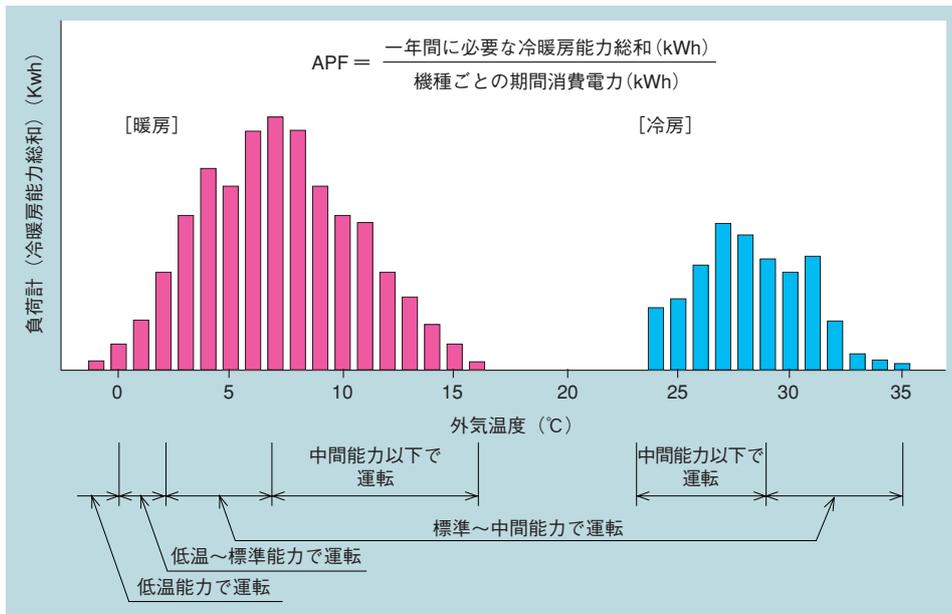


図1 APF の概念

3. 各要素部品の開発内容

3.1 室内熱交換器の性能向上

室内熱交換器は、従来の室内熱交換器と同等性能を確保しつつファン入力を低減することを目標に開発した。ファン入力低減を図るため、室内ユニット搭載時の風速分布解析結果を考慮し、熱流動解析により熱交換器のアルミフィン形状と伝熱管の列・段ピッチを最適化した。

熱交換器の最適化に当たっては、交換熱量・通風抵抗の基本性能の改善とともに、室内ユニットの薄型化への対応・冷房運転時の凝縮水処理・コストなどを考慮している。

新熱交換器は、従来熱交換器と比較し、伝熱管段ピッチを大きく、列ピッチ（奥行き）を小さくした配列とした。フィン形状はスリットを交互に打ち出したルーバフィンとすることにより、前縁効果による高い熱伝

達率が得られる領域を多く確保でき、剥離も従来フィンより抑えられる形状となり、通風抵抗も低減できた。

フィンの熱流動解析結果と開発したフィンの外観を図2に示す。この熱交換器の最適化により、同一交換熱量時のファン入力を現行機対比、大幅に低減することができた。

3.2 室外熱交換器の性能向上

冷暖房兼用機の室外熱交換器は、暖房運転時の着霜状態における性能確保のため、スリットやルーバなどの切り欠きを持たないフラットタイプのプレートフィンを採用している。この熱交換器の性能向上策として、熱流動解析により、フィンの奥行き方向に断面がM形状となるように加工した新フィン形状を採用した。この熱交換器はフィンの山高さ・山数・フィンのピッチなどの最適化により通風抵抗を増大させずに性能向上を図った。フィンの熱流動解析結果と開発したフィンの外観を図3に示す。この熱交換器の採用により、

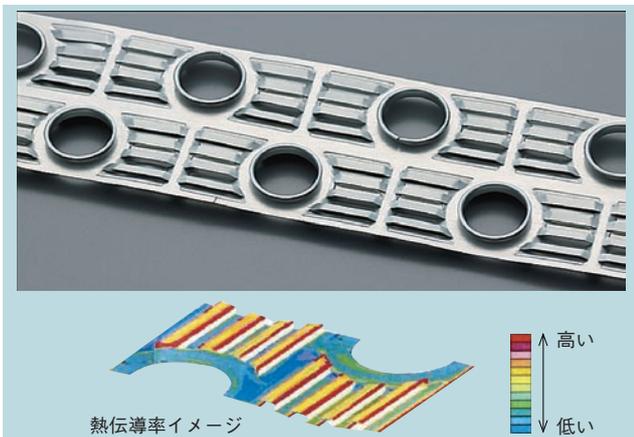


図2 室内熱交換器用アルミフィン



図3 室外熱交換器用アルミフィン

同一交換熱量時のファン入力を現行機対比、低減することができた。

3.3 コンプレッサ、コントロールの性能向上

エアコンとしての消費電力はユニットとして組み合わせられる熱交換器性能などにも大きく左右されるが、コンプレッサのモータ及びコントローラの消費電力が全体の大部分を占め、これらの改善なしには省エネ向上は困難である。現状、コンプレッサの効率向上技術である圧縮機構の機械損失の低減、吐出・吸入圧損の低減は勿論のこと、コンプレッサモータ巻線の線積率改善、希土類磁石化、低鉄損電磁鋼板は既に採用され、技術的改善代が残り少なくなっているのも事実であるが、'08モデルでは、APF改善感度の高い低中速域の効率向上を狙い、モータ特性の調整を行った。これに加え、コントローラでは、モータ駆動方式をこれまでの回転数制御は簡便ではあるが効率が劣る矩形波駆動方式から、マイコンの制御能力向上に伴い効率の良い正弦波駆動方式へ変更、併せて低消費電力部品を選定し回路設計を行った。

3.4 送風系の性能向上

通常、ルームエアコンには室内機・室外機に各々1個の送風用モータが設置されている。これら送風用モータの消費電力合計は、ユニット全体の消費電力の1割程度を占め、送風系による消費電力の改善もAPF向上に寄与する。送風系の開発においては、モータ消費電力低減のみならず、騒音との関係を鑑みながら検討する必要があると多方面から見たバランス良い開発が必要である。

今回の室内機開発にもCFDを用い、各要素の配置、熱交換器種類などをパラメータに解析を行い、最適化を図った。CFD解析結果を図4に示す。'08モデルでは、高効率モータの採用も合わせて従来機に比べ、大幅なファン入力低減が可能となった。

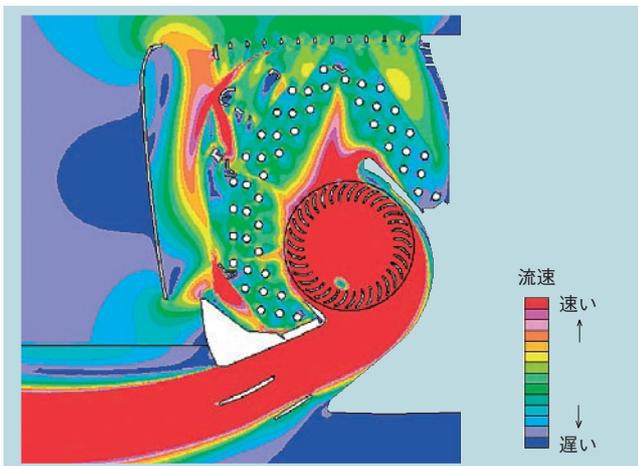


図4 室内機CFD解析結果

3.5 ユニットとしての性能向上

ユニットとして最終的に性能を確保するには前述(3.1～3.4項)の各要素を組み合わせ、コンプレッサ回転数・室内外風量・膨張弁開度などを適切にチューニングし、システムが最も高効率となるように構築する必要がある。室内熱交換器については、多列構成とすることで熱交容量を增強し、ユニット運転点の良化を図った。室内熱交換器の多列化は通常、空気圧損増大に伴うファン入力の増大を招くが、新ルーバフィンには空気熱伝達を確保しつつ空気圧損を低減しており、ファン入力が増大することなくユニットサイズを維持することに貢献している。

APFは特に中間性能の寄与が大きく、中間性能の向上がシステム上では必須であり、これと定格域～最大域までの性能をいかに両立するかがポイントとなり、熱交換器の冷媒流路の最適化が必要となる。

'08モデルでは、冷媒流路を多分岐構成とすることで定格域～最大域での性能阻害の要因となる冷媒圧力損失を抑制して性能を確保するとともに、暖房時の冷媒放熱を促進させる補助熱交換器を增強することで(暖房)中間域の性能を確保した。

また、エアコンはAPFだけでなく低温時の暖房性能向上も大きな開発課題である。'08モデルでは、室外熱交換器の適正化、コンプレッサ高出力化による冷媒循環量確保、及び除霜運転や除霜運転後の暖房立ち上がり制御の見直しにより、従来機対比、能力増強が可能となった。

4. 付加機能

エアコン購入時の選択ポイントとして価格や基本性能以外に、空気清浄機能などの“付加機能の充実さ”が挙げられている。'08モデルの主な付加機能は以下のとおりである。

4.1 エリア空調

空調に対する個人感覚の差もあり一様な空調が居住者全員に快適な環境とは限らない。本機では、左右ルーバ、上下フラップを各々独立制御可能とすることで同一空間にいる個人ごとに対応した快適空間を創出可能とした。空調したいエリアは新規開発したりモコンで感覚的に操作できる(図5)。

4.2 自動再生脱臭フィルタ

一般的な脱臭フィルタは、時間と共にその脱臭性能が低下し、一定時間後にはユーザに取り替えをお願いしている。今回開発したフィルタは、脱臭能力が低下しても脱臭性能を回復する素材を選定した。このフィルタはユニット内部に設置した再生ユニットにより長期間の脱臭性能を維持することができる。



図5 エリア空調対応リモコン

4.3 バイオクリアフィルタ

室内空気汚染物質は、シックハウスや悪臭の原因となるガス状物質、タバコ煙やハウスダストのような粒子状物質、浮遊細菌やカビの胞子のような微生物といったように多種多様であり、それらの対策を講じる場合には各々の物性を把握した上で技術を選択、もしくは開発する必要がある。当社ではこのようなアレルゲンの不活化手段として酵素を検討し、ルームエアコン内で機能するための条件を明確化し、フィルタとして製品化、'06モデルから採用している。

4.4 換気機能

通常、エアコンに装着されているフィルタでは、室内にたまった二酸化炭素・ホルムアルデヒドといったガス類の除去はできない。'08モデルでも換気専用の送風機を搭載し、ガス類の濃度を検知するセンサと連動させて、室内の汚れた空気を屋外に排出する独自の機能を持たせ、他社との差別化を図っている。この換気機能は、単なる換気のみならず、ユニット内部の乾燥運転との連動を図るなど複合機能として展開を進めている（フィルタ類とともにユニット内配置イメージを図6に示す）。

5. ま と め

今回開発したビバーエアコン '08モデル（SJシリーズ）は、次期省エネ法規制値であるAPFにおいて2.8kWクラスと3.6kWクラスでは超過達成し、

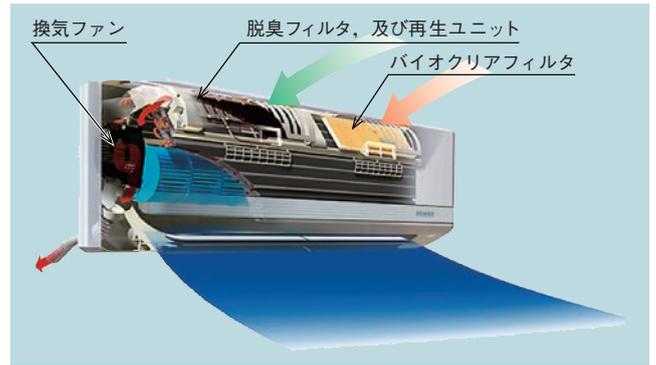


図6 付加機能イメージ

その他のクラス（2.2kW/2.5kW/4.0kW/5.0kW）においても規制値を前倒し達成する基本性能を有する。

付加機能としてはユーザニーズにマッチしたエリア空調、自動再生脱臭フィルタ・バイオクリアフィルタシステム、換気機能を有するエアコンである。

また、'08モデル開発にて新規採用した熱交換器、コントローラは基幹要素部品として今後の機種開発に適用される予定である。

今後もお客様に満足される製品をタイムリーに開発していく。

参 考 文 献

- (1) 宮澤賢一ほか、アレルギーに対応した空気清浄ルームエアコン、三菱重工技報 Vol.41 No.2 (2004) p.68



宮澤賢一



神原裕志



林茂樹



吉越明



伊東昭



田中大輔