

# 快適性と省エネ性を両立するルームエアコン (Xシリーズ)

Air Conditioner Balanced Comfort and Energy-Saving (X Series)

葦原 政由  
Masayoshi Ashihara

## 要 旨

エアコンにおいて、機器自体の効率を高めるハード省エネはもちろん、いかにユーザーがエアコンを上手に使い、節電行動を取って頂くかが重要である。そこで、ハード省エネとしては、省エネ性に優れる新冷媒R32を採用するとともに、新冷媒向けに最適化した室外熱交換器や室内送風路、電気回路などの開発により、業界トップクラスの省エネ性を実現した。また、暖房は朝の立ち上げ、冷房は日中の安定時に着目した、「すぐでる暖房」および「節電リズム気流」によって、快適性を維持しつつ、実際の使用実態にこだわった節電機能を開発した。さらに、ユーザーへ有効的な節電情報を提供する新たなユーザインターフェース「お知らせリモコン」を搭載し、より賢い節電運転・快適運転へとユーザーをナビゲートすることができる。

## Abstract

For air conditioners, it is important for the users to be encouraged to take power-saving actions by proper usage while improving the energy efficiency of hardware. To develop its hardware efficiency, R32, which is a new refrigerant, was adopted and an outdoor unit heat exchanger was optimized for this refrigerant. An indoor unit air-flow circuit and electric circuit were also developed. As a result, our air conditioner "X-series" was achieved and it has an industry-leading energy-saving performance. Furthermore, a "Speed-Heating" function was developed to focus on start-up heating in the morning and a "Power-Saving Rhythm Airflow" function was also added to focus on stable running of cooling during the daytime. These make it possible to not only get users to realize the availability of power-saving functions reflecting the product's actual usage but also help them stay comfortable. In addition, "Information Remote Controller," a new interface which suggests effective actions for power-saving and comfort running, was also developed.

## 1. はじめに

近年、社会を取り巻く環境課題・節電志向から家電製品の省エネ性の向上が求められている。なかでも、一般家庭において夏場の昼間に電気使用量の約6割[1]を占めるエアコンは、高い省エネ性で消費電力量の削減が必要とされている。一方で、エアコンの使用を我慢することで熱中症や低体温症など健康面へ影響が及ぶ懸念もある。そこで、単なる消費電力の抑制だけではなく、快適性も両立することがエアコンには求められている。

そこで、エアコンXシリーズにおいて業界トップクラスの省エネ性能を実現するだけでなく、快適性と省エネ性を両立する機能を開発するとともに、メールによる節電アドバイスを行うリモコンを搭載した。これにより、お客様が電気代を気にすることなく使用し、健康で快適に生活でき、新しい省エネ価値を見いだす商品を実現した。

今回、省エネ性向上のポイントである以下の3点の実現を目指し、開発を推進した。

- ・ 機器のエネルギー効率、すなわちAPF (Annual Performance Factor: 通年エネルギー消費効率) の向上による消費電力量の削減 (ハード省エネ)
- ・ 制御技術による快適性を維持しつつ、家庭での使用実態にこだわった機能の実現による消費電力量の削減

## 減 (ソフト省エネ)

- ・ 有効的な節電情報を提供し使用者の節電行動を促し、節電機能の使いこなしによる消費電力量の削減 (省エネナビ)

まず、大幅なAPF向上を目的として、各要素の構成・構造を効率的かつ抜本的な見直しを行い、従来の冷媒であるR410Aより圧力損失が少なく、地球環境への負荷も少ない新冷媒R32の採用を始め、高性能要素技術 (熱交換器、送風路、電気回路) および、それらを搭載する室内機・室外機を開発した。

また、エアコンの使用実態調査の結果、冬は朝の運転直後の「立ち上げ時」・夏は長時間経過での「安定時」の使用率が高いことが明らかになった。そのため、冬の立ち上げ時と夏の安定時をターゲットとして、快適性と省エネ性を両立する節電機能を強化した。そして、節電機能の実使用率を高めるため、使用状況をエアコン自ら判断し、使用者に節電行動を促すコミュニケーション機能を搭載したりリモコンを開発した。

本稿では、上記開発の概要を報告する。

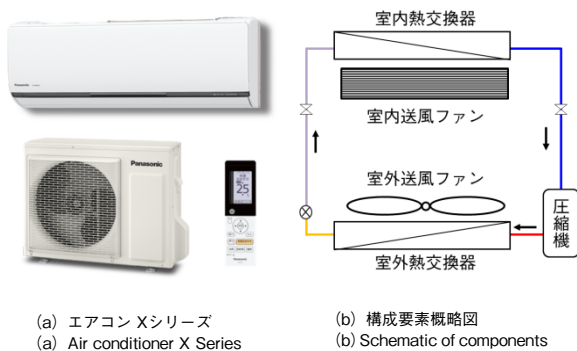
## 2. エアコンの機器構成と高効率化開発

第1図に、エアコンの室内・室外機の構成図を示す。一般にエアコンの主要部品としては室内・室外機に搭載

される熱交換器、送風ファンと圧縮機がある。室内・室外機を配管で接続し冷媒を循環させることで、冷暖房を行っている。そのため、省エネ性能の向上のためには、

- ・ 熱交換器の高効率化
  - ・ 送風ファンおよび送風路の高効率化
  - ・ 圧縮機および圧縮機の駆動電気回路の高効率化
- が必要なポイントとなる。

以下、これらのなかから、当社の特徴的な要素技術開発について述べる。



第1図 エアコン構成図  
Fig. 1 Main component of air conditioner

### 2.1 室外熱交換器の高効率化

室外熱交換器は、省エネ性能への寄与率が高く、熱交換効率の向上幅が比較的大きく見込める要素部品である。当社では、熱交換器の伝熱性能と送風動力低減を狙い、新規開発したフィンに細径伝熱管を最適に組み合わせて、高性能室外熱交換器の開発・搭載を行っている。以下、その概要を述べる。

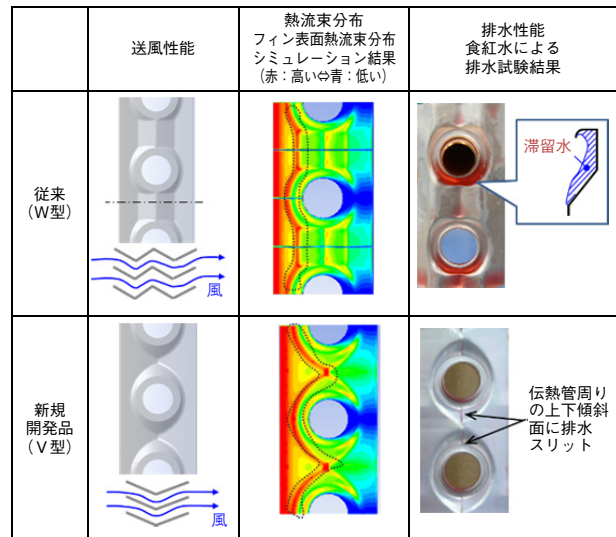
#### 〔1〕新規フィン開発

本開発の高性能室外熱交換器では、フィンの断面形状を「V」字型とした、V型コルゲートフィンを搭載した。

従来のフィンは、空気との伝熱面積を重視して第2図中左に示すように「W」字型の断面形状をしていたため、風の曲がりによる送風損失が大きく熱交換器を通過する空気にとっては抵抗となる。これに加え、高熱流束部が風上に集中しており、空気へ十分に熱伝達をできていない。また、暖房時には室外熱交換器が蒸発器となり、空気中の水分が冷却され、熱交換器に凝縮水が付着し、その凝縮水が滞留することによって熱交換器能力が低下することも課題であった。

V型コルゲートフィンでは、第2図中の右に示すように風路の曲がり損失が少なく、熱交換器を通過する空気の抵抗を少なくすることで、送風性能が向上した。さらに、「V」字型形状を3次的に設計することで、有効な空気

との伝熱面をフィン中央まで拡大させることを可能とし、伝熱性能を向上させた。また凝縮水の滞留しやすい伝熱管の挿入部近傍において、重力方向にスリット形状を設けることで、毛細管現象を利用した良好な排水を実現し、暖房時の熱交換能力をさらに向上させた。



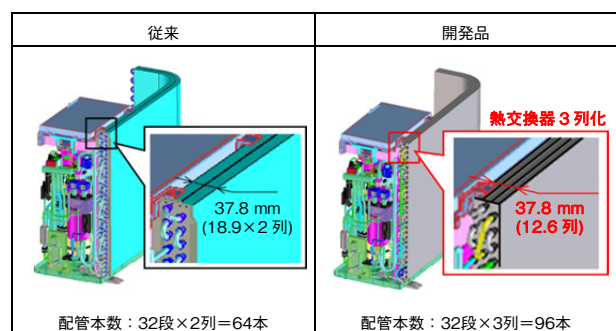
第2図 従来フィンと開発フィンの比較  
Fig. 2 Fin comparison between V-type (new type) and W-type (conventional)

#### 〔2〕細径伝熱管の高密度配置

本開発では、熱交換器効率を向上させるため、従来のR410Aに対して、新冷媒R32の圧力損失が少ないという流動特性を考慮し、伝熱管の外径を従来の7mmから6.35mmへ細径化した熱交換器を開発した。

開発した熱交換器は1列あたりのフィン幅を狭め、トータルのフィン幅を増加させず、従来のスペースに3列の熱交換器を配置し、伝熱管の本数を従来の1.5倍投入することが可能となった(第3図)。

このように、V型コルゲートフィンと細径伝熱管の高



第3図 高性能熱交換器の概要  
Fig. 3 Schematic of high performance outdoor unit heat exchanger

密度配置によって、送風動力の増大を抑制し、熱交換効率を大幅に向上させた。

## 2.2 室内送風路の効率化

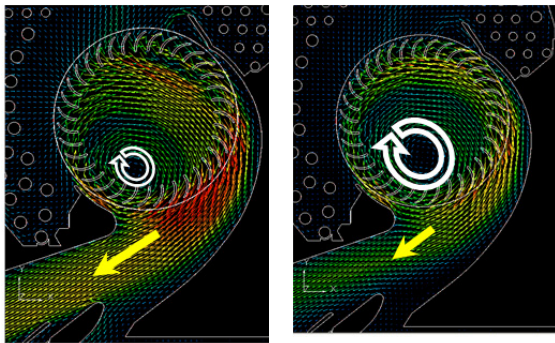
APF向上には能力の低い領域の効率向上が有効であるが、圧縮機の仕事量が減少するため、室内の風を循環させる送風機の消費電力の低減が重要である。

そこで、通風抵抗の極小化とファン効率向上を目的に、スタビライザ・リアガイドを3次元化するとともに、流路内に設置していた下フラップをリアガイドの延長線上に配置することで性能を向上させた。

### 〔1〕スタビライザ・リアガイドの3次元化

貫流ファンを搭載したエアコン室内機では、ほぼ完全な2次元流れが形成されていると見なして、従来機種では送風音を安定化させるため、側壁近傍に静圧を合わせ、長手方向のどの断面においても略同一の送風路となるよう設計していた。今回、主流路である中央部と、側壁近傍の両端部の流れに着目しシミュレーションを行った結果、以下の特徴がわかった（第4図）。

- ・主流部（中央部）……渦：小さく安定  
吹出部風速：速
- ・側壁近傍（両端部）…渦：大きく不安定  
吹出部風速：遅



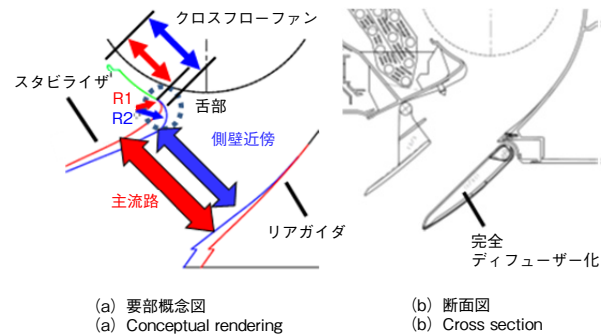
(a) 主流部（中央部）  
(a) Main flow part (center)  
(b) 側壁近傍（両端部）  
(b) Vicinity of sidewall (both sides)

第4図 送風路シミュレーション結果

Fig. 4 Result of air flow simulation (velocity vector)

これはすなわち、両端部にある側壁の近傍では、空気の粘性のため2次元流れが崩れ、主流路である中央部には流路拡大の余地があることを意味している。そこで、第5図に示すように中央部においてはスタビライザ舌部の半径R1を側壁近傍R2の1/2にするとともに、スタビライザ吸い込み端部から舌部までの距離Lは、主流路L1が側壁近傍L2より短くなるよう設計した。リアガイドについても同様に、ちょうどスタビライザと対向する位置で中

央部は流路を拡大させている。これにより、主流路では通風路を最大限確保する一方、側壁近傍では従来の送風路を維持することで、流れを安定させることが可能になり、通風抵抗の削減と、側壁近傍の剥離の抑制を両立し、送風性能を向上させた。



第5図 吹出口近傍断面

Fig. 5 Cross section of air blow-off port

### 〔2〕上下羽根の完全ディフューザー化

従来モデルにおいて、上下羽根の下フラップは、冷房時の結露を抑制するため、表裏両面に風が流れる流路内に配置し、高温多湿の環境下においてもフラップ表裏の温度に差がつかないようにする必要があり、通風抵抗となっていた。

そこで、下フラップについて再検討を行い、下フラップを中空成形として断熱性を向上させ、翼端は剥離を抑制する形状とした。さらに、リアガイドの下端部を構成する下棧についてはスリットを設けることで、耐結露性を向上させている。この結果、リアガイドから下フラップまでを略直線化することができ、通風抵抗をこれまでの10%以下に抑え、送風性能の向上を図った

これらの取り組みによって、吹き出し風量が6%増加し、室内送風効率を向上させた。

## 3. エアコンの快適・節電機能開発

前述したハード省エネである機器のエネルギー効率向上に併せて、お客様の実際の使用環境における省エネ性にも着目した。そこで、1日のどの時間帯に使用されているかについて調査を行ったところ、冬季と夏季で使われ方が大きく異なっていることがわかった。

冬季は朝の使用率が突出しており、短時間で部屋を暖房していることがわかった。通常、暖房では暖かい風が出るまで時間がかかるうえ、運転開始直後は非常に大きな消費電力が必要なため、立ち上げ時が節電・快適性の

ポイントである。そのため今回、運転開始時間の学習機能と圧縮機の高速立ち上げを行う「すぐでる暖房」を実現し、冬の朝の快適性を向上するとともに、運転の効率化を図った。

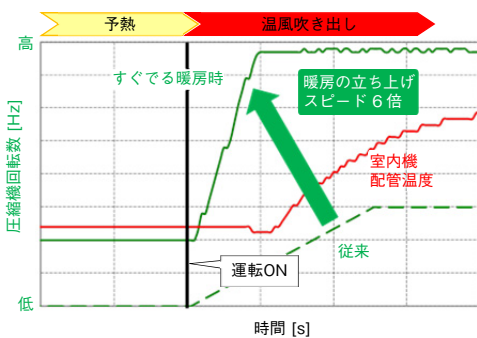
また夏季では、午後から継続して使用される割合が高いということが判明した。そのため、冷房では運転開始後、室内の温度が安定したときの運転効率の向上が重要である。そこで、温度と動きで人ともを見分ける「ひと・ものセンサー」によって検知した人に向かって間欠気流を届け、体感温度を下げることで、設定温度をアップさせ、快適と省エネ性を両立可能な節電リズム気流制御を搭載した。

### 3.1 すぐでる暖房の開発

エアコンは、暖房の運転開始直後は圧縮機の温度が低く、室内機の吹き出し温度が上昇するまでに時間を要するうえ、非常に大きな消費電力を必要としていた。

また、従来のタイマ予約では、予約時刻に設定温度近くになるように早めに暖房運転を始め、部屋全体を暖めるため、消費電力が大きいという、予約の確認や設定が必要であった。

そこで、非常に弱い暖房運転である予熱運転をすることで、部屋全体ではなくエアコンの室内機の温度を高くしておくことで消費電力を最小限に抑え、吹き出し温度の上昇は早くすることを可能とした。さらに、予熱運転中も電力を消費するため、朝、運転開始する時間帯を学習し、その時間帯の前にあらかじめ運転を開始することで、予約をすることなく効率良い予熱運転を可能とした。また、室内温度と室外温度に応じて予熱運転の動作を変えることで、不必要な時期・季節には、予熱運転を実施せず無駄な電気代を消費しないようにした。さらに、第6図に示すように運転開始後、圧縮機の立ち上げスピードを従来の約6倍とすることで、吹き出し温度の急速上昇によって、寒い朝でもすぐに温風を吹き出せるようにな



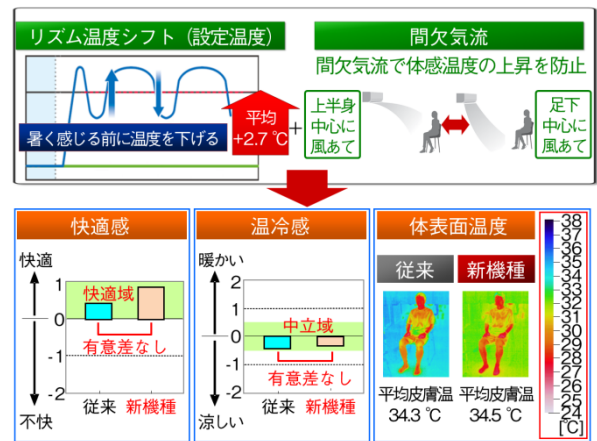
第6図 圧縮機の高速立ち上げ  
Fig. 6 Fast startup of compressor

り、快適性が向上した。

### 3.2 節電リズム気流の開発

当社はこれまで、「ひと・ものセンサー」や「日射センサー」などによって人の位置や活動量を検出し、エアコンが自動的に運転をコントロールする技術によって、省エネ性を向上してきた[2]。

今回はさらに、安定時における人が感じる温度の応答性と気流感に着目した。人は温度が変化してから感じるまでに時間差がある。また、適度な気流は体感温度の上昇を防ぐことができる。これらの体感メカニズムを利用し、人の感覚特性に合わせて温度をゆらがせると同時に、人に向かって周期的に気流を届ける「節電リズム気流」を開発した。これにより、第7図に示すように設定温度を平均2.7℃アップしても、快適性を損なわずに、節電することが可能になった。実際の被験者による評価においても、快適感・温冷感ともに良好であり、快適な皮膚温を維持できることを実証することができた。以上に示したさまざまなセンサ技術と気流制御技術の融合によって冷房時最大約55% (注1) の省エネを実現した。



第7図 節電リズム気流の効果  
Fig. 7 Results of rhythm airflow

(注1) 当社測定基準による。CS-X404C2、当社環境試験室(14畳)、外気温35℃、体感温度25℃が得られるように設定。冷房運転時、運転安定時1時間の積算消費電力量が、エコナビ(注2)：入、センサ：頭寒足熱 強と、エコナビ：切、センサ：切との比較。

(注2) エコナビおよびECONAVIは、当社の登録商標または商標。

#### 4. お知らせリモコンの開発

家電に対する節電意識は高まる一方で、実際の節電機能の使用率は低い。例えばお客様が節電しようとして「風量を弱にする」ことがよくあるが、実際には設定温度までの所要時間が長く、結果的に消費電力が増大してしまうことがある。このように、お客様の節電意識と実際のエアコンの操作との間にはギャップがある。節電機能が年々進化するも、使用率が高まらない限り、お客様の生活における節電の効果を期待することが困難である。

今回、エアコンに必ず付属され、最も身近なインターフェースであるリモコンに着目した。お客様が使用している状況をエアコン自らが判断し、お客様にとって有効な節電行動を促すアドバイスを、エアコンから自動的にお知らせする「お知らせリモコン<sup>(注3)</sup>」を開発した。

第8図に示すように、現在のリモコン設定がどれだけ節電になっているかを、お客様に対し見える化するために、設定温度や「エコナビ<sup>(注2)</sup>」といった節電につながる機能設定を節電効果で重み付けして点数化し、点数に応じた葉っぱのイラストで表現した（画面例1）。

また、どの機能設定が節電に寄与するのかをお客様に知ってもらうため、これらの機能設定を変更した場合は、節電レベルが変わったことをメールでお知らせするようにしている（画面例2）。

さらには、近年のエアコンは多機能化して機能詳細がわからず使いこなせないというご不満もあった。そこで、お客様が使用されていない機能で、節電や便利な機能の説明もメールでお知らせを行う（画面例3）。このお知らせ

せによって、お客様が節電性や快適性の向上をご自分で設定することで、よりご自身の好みに合った運転とすることができる。

#### 5. まとめ

今回、室外熱交換器および室内送風路などの要素技術開発に取り組み、機器のエネルギー効率であるAPFの大幅な向上（冷房定格4.0 kW機種において対前年モデルAPF<sup>(注4)</sup>+0.4）を実現した。

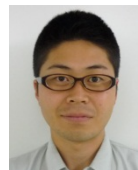
さらに、お客様の使用実態にこだわり、すぐで暖房や節電リズム気流の開発などにより、快適性と省エネ性の両立を実現した。また、お知らせリモコンを開発し、エアコンとお客様のコミュニケーションによる、新しい価値を提案することを可能とした。

今後も、ハード・ソフト両面から省エネ性の向上と快適性の両立を可能とする技術開発を進めていく。

#### 参考文献

- [1] 経済産業省 資源エネルギー庁, “夏季の節電メニュー（ご家庭の皆様）,” [http://www.meti.go.jp/setsuden/pdf/140516/140516\\_01d.pdf](http://www.meti.go.jp/setsuden/pdf/140516/140516_01d.pdf). 参照 Oct. 30, 2014.
- [2] 山本憲昭 他, “エアコンの省エネ要素技術開発,” パナソニック技報, vol.56, no.2, pp.33-38, 2010.

#### 執筆者紹介



葦原 政由 Masayoshi Ashihara  
アプライアンス社 エアコン事業部  
Air-conditioner Business Div., Appliances Company



(a) 画面例1 (a) Example 1  
(b) 画面例2 (b) Example 2  
(c) 画面例3 (c) Example 3

第8図 「お知らせリモコン」画面例

Fig. 8 Example of “Information Remote Controller” monitor

(注3) 当社の日本国内における登録商標。

(注4) JIS C 9612 (2013) ルームエアコンディショナに準拠。