

ルームエアコンの環境配慮設計

齋藤 直*

Environmentally Conscious Design for Room Air Conditioners

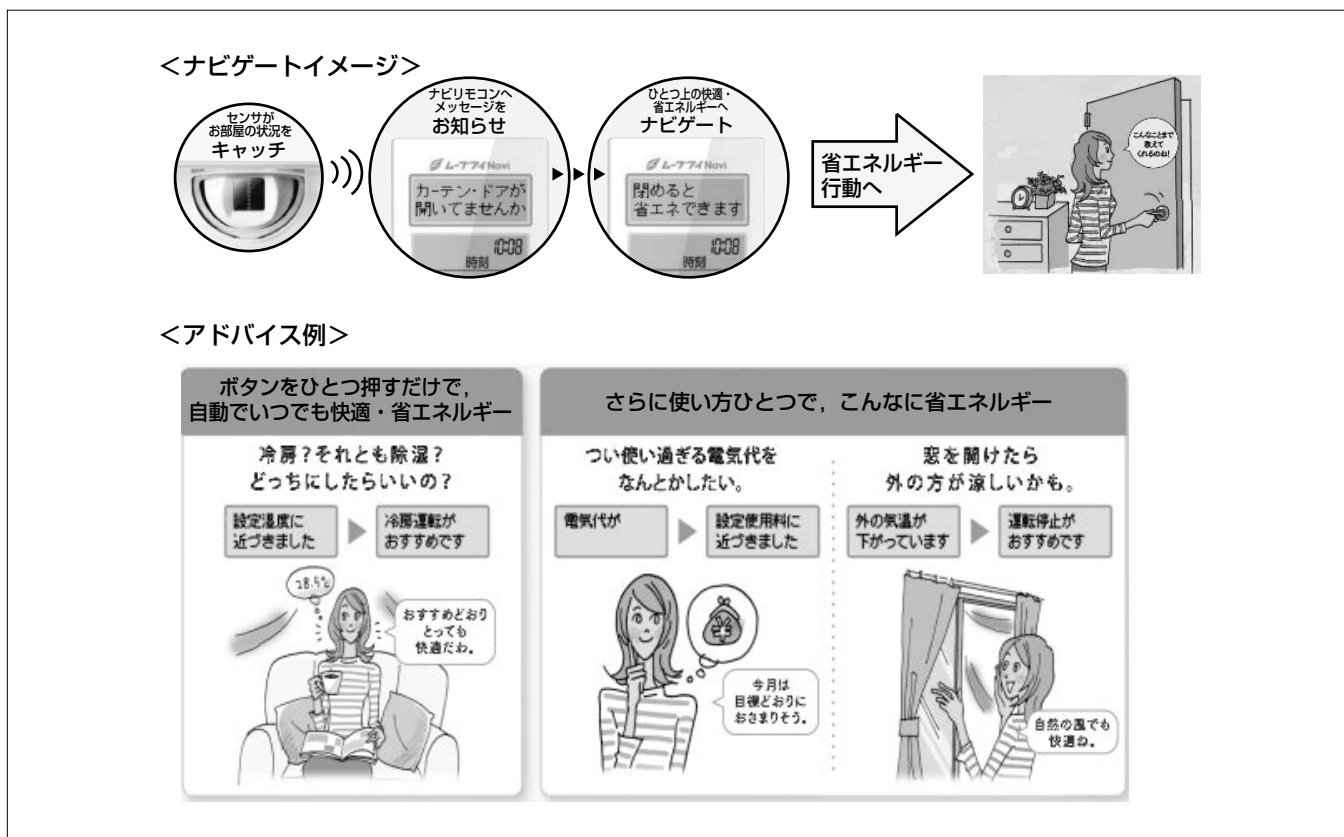
Tadashi Saito

要旨

地球温暖化問題の解決のため、世界が協力して作った京都議定書が2005年2月16日に発効され、さらに2008年からは、京都議定書で定められた削減目標の第一約束期間に入った。1990年に比べ温室効果ガス排出量を6%削減することが、日本に課せられた目標である。しかしながら、1990年に比べ2008年に公式発表された2006年度の総排出量は、逆に6.2%上回っているのが現状である。家庭内の電力消費量で最も多い電化機器はエアコンであり、エアコンの消費電力の削減が、家庭から排出される温室効果ガスの削減に最も効果的である。

そこで三菱電機は、エアコン機器の省エネルギー技術の推進はもちろん、独自のセンシング技術を駆使し使用実態

における無駄な電力消費を抑制する省エネルギー技術を業界に先駆けて投入し、当社の“環境ビジョン2021”の柱である地球温暖化対策を推進してきた。さらに2010年度の新製品では、今までユーザーに任されていた使い方の工夫を、エアコンが教えてくれる機能“おしらせナビ”を搭載することで、使う人に省エネルギー行動を促し、エアコン性能を最大限発揮できるようにした。また、環境ビジョン2021に掲げたもう一本の柱である循環型社会形成に向けた取り組みとして、業界に先駆けた混合プラスチックの自己循環リサイクルや、長期使用促進(リデュース)のための新技術開発を行った。



省エネルギー・快適へやさしくアドバイスするナビゲーション機能“おしらせナビ”搭載

家電品の中で、特にエアコンは使い方の工夫次第でより省エネルギー効果が高めることができる。しかしながら、省エネルギー効果があると分かりながらも工夫の仕方やタイミングが分からず、結果としてエアコンに任せっきりになっている。8つの赤外線センサを持つ“ムーブアイNavi”が部屋や人の状況を熱画像として分析し、カーテンやドアを開めるなどのメッセージをリモコンに表示させ、使う人の省エネルギー行動をナビゲートする。

1. ま え が き

京都議定書の目標実現に向け、政府はチームマイナス6%などで温室効果ガス削減のためのアクションプランを設定している。エアコンについては、次の①～⑤を上手な使い方として推奨している。

- ①室内温度設定(夏は28度以上、冬は20度以下)
- ②風向き調節(暖房時は下向き、冷房時は上向き)
- ③カーテンの有効利用
- ④フィルタのこまめな清掃
- ⑤必要なときだけ運転する

当社独自のムーブアイによって、人の居場所や環境条件によって最適な風向をエアコンが自動で調節し、無駄な暖め過ぎや冷やし過ぎを抑制する。また、フィルタ自動清掃機構の搭載によって、エアコンが定期的にフィルタを清掃し、埃(ほこり)の目詰まりによる性能低下を抑制する。室内温度設定については、ムーブアイのセンシング技術によって設定温度と同じに感じるような補正(体感温度制御)を行ってはいるが、推奨温度(夏は28度以上、冬は20度以下)までの変更は行っていない。つまり室内設定温度、カーテンの有効利用、必要なときだけ運転するという項目については、今までユーザー自身の行動に委(ゆだ)ねられてきた。更なる温室効果ガスの削減に向けては、このようなユーザーの意識に任されていた部分についてもエアコンがサポートできるような機能が要求される。省エネ法(エネルギーの使用の合理化に関する法律)が2010年度に達成年を迎えるため、省エネルギー性能の改善技術が不可欠であり、省エネルギー基準値を大幅に超えるための省エネルギー技術を開発した。さらに省エネルギー性能の改善だけでなく循環型社会の形成に向けた3R(Reduce Reuse Recycle)の強化も推進した。

本稿では、機器の省エネルギー技術、使用実態を踏まえた省エネルギー技術、環境配慮設計について事例を挙げて述べる。

2. エアコンの上手な使い方を教えてくれる機能

2.1 センシング技術の進化

ムーブアイ(図1)は、垂直方向に直配列された8素子内蔵のサーモパイル形赤外線センサが、温度測定しながらステップモータで左右方向に細かく回転往復駆動させることによって、室内の温度分布を94回に分けて測定し、合計752か所(8×94列)の二次元の熱画像を30秒に1回取得

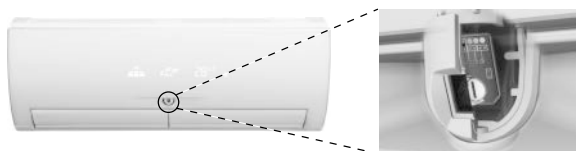


図1. ムーブアイの構造

する。得られた熱画像データからソフトウェア処理を行い、人の位置、在・不在や人の活動量、人の存在位置の累積情報と据付け位置情報などから、床と壁の位置など様々な情報を把握する。さらに壁面の温度変化情報と外気温度情報などから窓・ドアの位置を検出し、窓のカーテンの開けっ放しやドアの開けっ放しまで検出できるようにセンシング技術が進化してきた。ムーブアイ以外にも、室内温度センサ、室内湿度センサ、室外温度センサを駆使し、刻々と変化する環境条件をリアルタイムに検出する。

2.2 おしらせナビ

2.1節で述べたセンシング情報をユーザーに伝える手段が必要となる。そこで“おしらせナビ”という独自のシステムを開発した。例えば、“窓のカーテンが開いている”“ドアが開けっ放しになっている”“しばらくエアコンを使っていない”などを検出した場合、エアコン側は本体にある“ナビランプ”を点灯させる。ランプを確認したユーザーはリモコン側にある“ナビボタン”を押すと、リモコンの液晶表示部の“おしらせ画面”にメッセージが現れる仕組みとなっている(図2)。

エアコンの上手な使い方①(冷房28度以上、暖房20度以下)については、室温が設定温度に安定し政府推奨温度から大きく離れていない場合に、政府推奨温度へ変更した場合の電気代節約額を表示させることで、ユーザーへの設定温度変更を促す(図3)。このような設定変更を促す場合、従来はその機能のボタンがどこにあるのか分からず設定できないことがあったが、“おしらせナビ”では“おしらせナビボタン”一つで設定変更ができるよう、ユニバーサルデザインについても配慮している。

エアコンの上手な使い方③(カーテンの有効利用)についても同様に“ナビランプ”が点灯し、リモコン表示でユーザーへ知らせる(図4)。

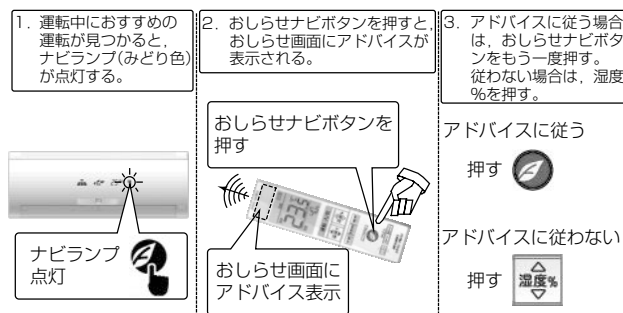


図2. “おしらせナビ”機能

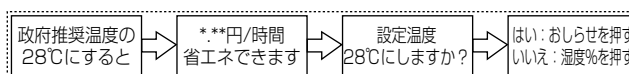


図3. “おしらせ画面”表示例1

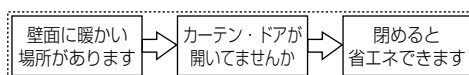


図4. “おしらせ画面”表示例2

エアコンの上手な使い方⑤(必要とときだけ運転する)については、“ムーブアイ”によって人が一定時間部屋にいないと判断すると自動的に運転を停止する(リモコンによる不在省エネルギーモード設定時)。

更なる省エネルギー行動のユーザーへの提案として、室内設定温度と外気温度の環境を見ながら、エアコンの送風運転への切替えや、エアコンの運転を停止して窓を開けても快適であるというアドバイスも表示する(図5)。

このように、今まではユーザーの意識行動に任されていた省エネルギー行動(上手な使い方)までもエアコンがサポートできる画期的な“おしらせナビ”機能を開発した。

3. 基本性能の向上

2010年に達成年度を迎える省エネ法は、従来のCOP(冷暖房平均エネルギー消費効率)から、より実態に合ったAPF(通年エネルギー消費効率)へ変更される。COPとは定格能力を発揮する冷房・暖房の定点での効率であり、APFとは年間を通じた運転(インバータでの圧縮機周波数可変運転)の効率を示す。APFへ変更された場合、特にキーマターである圧縮機、室内ファンモータ、室外ファンモータの効率をいかに向上させるかが他社に対する優位性確保となる。次に圧縮機とファンモータの当社独自技術について述べる。

3.1 高効率圧縮機の開発

圧縮機構部を密閉容器に固定する製造工程で一般的であった“アークスポット固定”に代わり、固定時の圧縮機構部の歪(ひず)みを半減できる独自の生産技術“熱かしめ固定”を実用化した。その特性を圧縮機構部の寸法設計に活用し、“省資源・高効率・高出力”化を追求した新たなロータリ圧縮機を開発した。図6に圧縮機のカットモデルと“熱かしめ固定”の工法、図7に従来の“アークスポット固定”と“熱かしめ固定”との圧縮部への作用反力の方向の違いを示す。

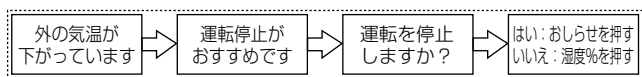


図5. “おしらせ画面”表示例3

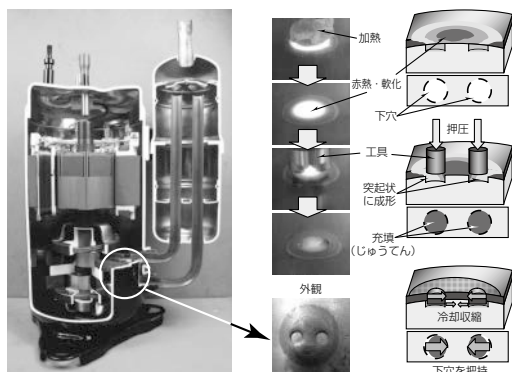


図6. 熱かしめ固定の工法

“アークスポット固定”では、溶接による反力がシリンダの径方向に作用するため、シリンダに一定以上の剛性を確保し内径側への歪みを抑制する必要がある、剛性低下を伴うシリンダの内径拡大は困難であった。“熱かしめ固定”では熱収縮による周方向への把持力で圧縮機構部を固定するため、シリンダの変形が小さく、シリンダの内径拡大による排除容積拡大が可能となった。この技術の採用によって、能力に応じた最適なメカ設計が可能となり、エアコン能力2.2~7.1kWの範囲の中で4種類もの圧縮機シリンダ容量のラインアップ(7.3cc, 9.2cc, 14.0cc, 17.2cc)を使い分け、性能改善を実現した。

3.2 樹脂鉄心ロータ搭載ファンモータ

室内機・室外機に使われるファンモータに、当社独自の薄肉連結コア集中巻きステータと、世界で初めて強磁性粉末複合樹脂(以下、樹脂鉄心材料という。)を射出成形してバックヨークを形成し、プラスチックマグネットを一体成形する“樹脂鉄心ロータ”を搭載することで高効率化を実現した。従来のファンモータのロータは希土類マグネットを用い、周方向にN極とS極が交互に並ぶ円筒形状をしている。“樹脂鉄心ロータ”は射出成形可能な樹脂鉄心材料を用いて、厚みを連続的に変化させたマグネットの形状(偏肉形状)に合わせたバックヨークを形成することによって、磁極の中心に磁束を集中させることを可能にし、モータの高効率化を実現した。図8に従来ロータと樹脂鉄心ロータの比較を示す。

4. 3Rの強化

4.1 自己循環型再生プラスチックの利用促進

千葉県市川市の株ハイパーサイクルシステムズによるリ

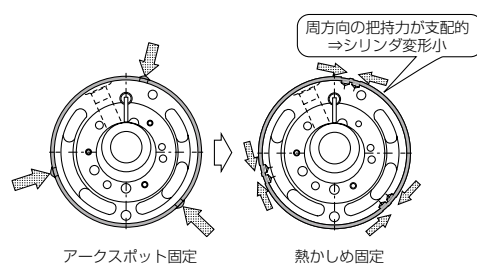


図7. 固定方式と作用反用

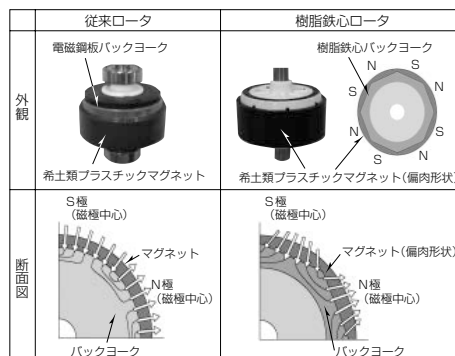


図8. 従来ロータと樹脂鉄心ロータの比較

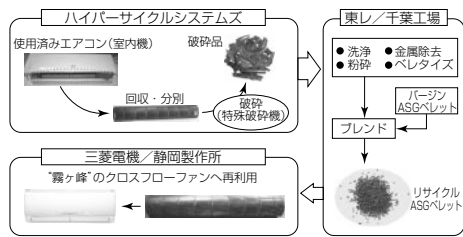


図9. クロスフローファンの自己循環リサイクル

サイクルプラントで、使用済みエアコン室内機のクロスフローファンに使用される“ガラス繊維強化AS樹脂(ASG)”を分別・再生し、新たにクロスフローファン材料として再利用する技術をプラスチックメーカー(東レ(株))と共同開発し、実用化した(図9)。また梱包(こんぼう)材の発砲スチロールにも自己循環リサイクル材を適用した(株JSPと共同開発)。

さらに使用済み家電製品のリサイクルで破砕した複数のプラスチックが混在する混合プラスチックから、年に約6,400トンの主要3大プラスチック(ポリプロピレン, ポリスチレン, アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン)を高純度で選別・回収して、当社家電製品に自己循環リサイクルする“大規模・高純度プラスチックリサイクル”を2009年度中に開始する予定である。混合プラスチックから主要3大プラスチックを99%以上の高純度で回収し再利用するのは、日本で初めて(注1)である。この技術を利用し、ルームエアコンでは混合プラスチックから採取したリサイクル樹脂をエアコン内部の主要部品に利用する。

このように当社家電製品の中でもルームエアコンは、新しいリサイクルプラントが立ち上がると同時に混合プラスチックのリサイクル材の利用を開始することで、自己循環リサイクルを促進し、資源の有効活用を図っている。

4.2 長期使用促進のための技術開発

エアコンの買い替えサイクルは約11年であるが、買い替え理由の第一位は内部汚れによる不満である(図10)。そこで長期使用の促進(リデュース)のため、あらゆる汚れに対応したコーティング材を開発し、エアコンの室内機内部部品に塗布した。

汚れが付着すると、見た目のきれいさを損なうだけでなく、メンテナンスを怠れば雑菌の繁殖や性能低下の原因になるなど、様々な影響を及ぼす。また、汚れには砂塵(さじん)や埃などの親水性汚れと、すすや油煙などの疎水性汚れがあり、これらの汚れが付着することによって静電気が発生して、更なる汚れを助長する。防汚コーティングは、砂塵や埃をはじく疎水性のフッ素コーティングや、油汚れをはじき帯電防止効果もある親水性コーティングなどが広く実用化されているが、いずれもどちらか一方の性質汚れにしかならない。そこで、性質の相反する親水性汚れと(注1) 2008年8月20日現在、当社調査による。

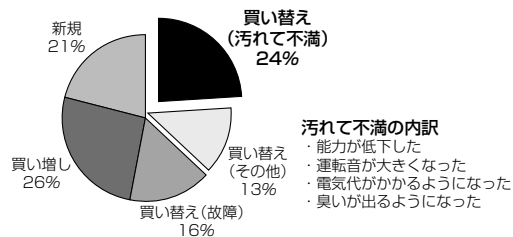


図10. エアコン購入の内訳

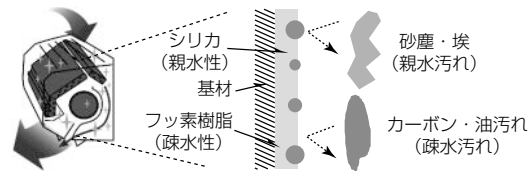


図11. ハイブリッドナノコーティングの概念図

疎水性汚れの双方に効果を得るため、親水性シリカの薄膜に、疎水性樹脂の微粒子を汚れの粒子よりも小さな間隔で分散させて構成した“ハイブリッドナノコーティング”を開発した(図11)。このコーティング塗布によって、汚れの付着量を約10分の1に低減することができる。

この“ハイブリッドナノコーティング”をエアコンの内部で最も汚れやすい熱交換器とファン、風路に塗布し、汚れによる性能低下を防ぐことで使用期間の延長につなげることができる。

また、古い冷凍機油が混入しても、劣化の少ない当社独自の冷凍機油(アルキルベンゼン油)採用によって、既設配管をそのまま利用できるリユースについても配慮している。

5. む す び

省エネ法による規制である機器の省エネルギー性向上に関してはもちろん、これまでユーザーの省エネルギー行動に任されていた、エアコン使用時の無駄のない上手な使い方までもエアコンがサポートする機能、“おしらせナビ”を開発した。このように、使用実態を踏まえた省エネルギー技術開発を図り、新たな視点で地球温暖化防止に取り組んだ。さらに業界で初めて混合プラスチックから採取したリサイクル樹脂をエアコン内部の主要部品に採用する自己循環型リサイクルや、独自のコーティング技術によって、エアコンの汚れによる性能低下を抑制するとともに、いつまでも清潔性を保つことで、長期使用促進にも取り組んだ。

今後も、ユーザーの価値向上を高めた技術開発を進めつつ、更に環境配慮技術を高めていきたい。

参 考 文 献

- (1) 三菱電機ニュースリリース：日本初の「大規模・高純度プラスチックリサイクル」を開始, No.0836 (2008)
- (2) 三菱電機ニュースリリース：プラスチックにも適用できる「ハイブリッドナノコーティング」を世界で初めて開発, No.0912 (2009)