

使用者と一緒につくる省エネルギーを提案する ルームエアコン “霧ヶ峰ZWシリーズ”

中川英知*

Room Air-conditioner "Kirigamine ZW Series" Suggests Energy Saving to Make with a User
Hidetomo Nakagawa

要旨

家庭部門における温室効果ガスの排出量は増加傾向にあり、2008年では京都議定書の規準年に対し34.7%増という状況である⁽¹⁾。家庭における機器別の消費電力を比較すると、エアコンは約1/4を占め最も大きいと言われており、家庭から排出される温室効果ガス削減のため、消費電力削減が不可欠である。

ここ10年間のエアコン能力帯別省エネルギー改善推移をみると、販売比率が最も大きい2.2kWクラスの省エネルギー改善推移は、10年間でAPF(Annual Performance Factor)12%改善と4.0kWの半分以下であった(4.0kWクラスは10年間でAPF26%改善)。そこで、キーデバイスである圧縮機・ファンモータ・熱交換器に対して独自の省エネルギー技術開発を行った。その結果、APF7.0の壁を超え

るとい大幅な省エネルギー改善に成功した。

また、エアコンは使い方によって無駄に電力を消費する場合があった。そのため、機器の効率化に加え、使い方による無駄な電力抑制が重要になる。そこで、独自のセンシング技術を駆使し、今まで使用者が気づきにくかった使い方を、リモコンに表示しナビゲートする“おしらせナビ”機能を搭載し、使用者と一緒につくる、一つ上の省エネルギーを提案する。

これら独自の省エネルギー技術が評価され、三菱電機ルームエアコン“MSZ-ZW220”で、平成21年度省エネルギー大賞(機器・システム部門)経済産業大臣賞を受賞することができた。

誕生。 ナビする エアコン



**気持ちいい省エネへ、ナビゲーション。
ムーブアイNavi**

お知らせ 冷暖房の快適と省エネを予測してメッセージでお知らせ。

うっかりドアを開け忘れることが多くて・・・

カーテン・ドアが開いてませんか

閉めると省エネできます

エアコンの効きがよくなったみたい。

窓を開けたら外の方が涼しいかも。

外の気温が下がっています

運転停止がおすすめです

毎月請求書を見るまで電気代がわからなくて不安だね。

電気代が

設定使用料に近づきました

暖房をつけるとお肌の乾燥が気になるわ。

お部屋が乾燥してきています

お肌もしっとり。

ミストでお肌を保湿します

カンタン ボタンを押すだけでカンタンナビゲーション。

- 1 「おしらせナビボタン」を押すとメッセージを受け取ります。
- 2 メッセージ表示
- 3 ワンボタンで設定

納得 節約した電気代が、目で見える。

「エコ貯金箱」で楽しく省エネ 三菱だけ!

「ムーブアイNavi」と表示例

「おしらせナビ」による省エネ行動で節約できた累積の電気代をアニメーションでお知らせします。

霧ヶ峰 ムーブアイNavi

8素子内蔵のサーモパイル型赤外線センサ“ムーブアイNavi”が往復運動することで熱画像を取り込み、部屋全体をきめ細かく立体的に分析する。室内温度・室内湿度・室外温度に加え、床・壁からの輻射(ふくしゃ)熱、日射熱、ドア・窓の開閉状態、人の居場所、人の活動量、人の動く範囲から部屋の間取りを学習し、今まで気づけなかった冷暖房の無駄や、もっと快適な使い方までリモコンにメッセージを知らせる“おしらせナビ”機能を搭載した。

1. ま え が き

エアコンの能力帯の中で販売比率が最も大きい2.2kWクラスの省エネルギーは、大容量クラスと異なり熱交換器伝熱面積の拡大が性能改善に寄与しにくく、省エネルギー化が困難なクラスである。そのため、省エネルギー推進のためにはキーデバイスそのものの効率改善をすることが重要である。

次に、(財)省エネルギーセンターの“家庭の省エネ大事典”では、“カラダにも地球にも、優しい使い方、快適空調のコツ”として次の内容を推奨している。

- ①室温は、冷房時28℃、暖房時20℃を目安にする。
- ②冷暖房は必要ときだけつける。
- ③フィルタを月1回か2回清掃する。
- ④ドア・窓の開閉は少なくする。
- ⑤カーテンを有効活用する。

これらのことを推進するために、定期的にフィルタのほこりを取り除くフィルタ自動お掃除機構の搭載や、使った電気代をエアコン本体で確認できるように表示させる“見える化”によって、使用者に省エネルギー行動を促してきた。しかし、使用者はどのような省エネルギー行動をいつ行えばよいか分からないのが実態であった。そこで、8素子内蔵のサーモパイル型赤外線センサ“ムーブアイNavi”が往復運動することで熱画像を取り込み、部屋全体をきめ細かく立体的に分析し、室温・湿度・外気温に加え、床・壁からの輻射熱、日射熱、ドア・窓・カーテンの開閉状態、人の居場所、人の活動量、人の動く範囲から部屋の間取りを学習し、これまで気付かなかった冷暖房の無駄や、もっと快適な使い方までお知らせする“おしらせナビ”機能を搭載した。

本稿では、これら省エネルギー技術の事例について述べる。

2. キーデバイス効率改善

キーデバイス(圧縮機・ファンモータ・熱交換器)に対して独自の省エネルギー技術開発を行った。その結果2.2kWクラスで、10年間でAPF約12%(5.7→6.4)の向上に対し、2010年モデルは、対前年APFを約11%(6.4→7.1)向上させ、10年かけて進化してきた省エネルギー改善と同じレベルの改善を1年間で実現することができた(表1)。

2.1 圧縮機の効率改善

圧縮機における損失は、圧縮機構部における熱授受やモレによる“図示損失”、摺動(しゅうどう)部の摩擦による“機械損失”、モータの鉄損、銅損などの“モータ損失”に分けることができる。これらの損失のうち、モレ損失の最も有効な改善手法としてシリンダ高さの縮小が挙げられる。しかし、従来の“アークスポット固定”では溶接による反力でシリンダ内径側への歪(ひず)みを制御するのが難しく、

剛性低下を伴うシリンダ高さの縮小は実現困難であった。それに対し独自の生産技術“熱カシメ固定”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、シリンダ高さの縮小が可能となる。またシリンダ高さの縮小によって冷媒ガスの圧縮によるガス負荷も低減され、回転軸の軸径を細くすることが可能となり、機械損失を低減した(図1)。

さらに、独自の分割コア集中巻きステータに高磁束の希土類磁石採用のロータからなるモータを搭載し、高効率化を達成した。独自の技術である分割コアは、巻線を巻く工程で図2のとおり各ティースの関節部を軸にコアが展開でき、整列性が高くかつ高密度の巻線を実現できる。この技

表1. 省エネルギー機種における消費効率比較

	1999年度	2009年度	2010年度
型名 (省エネルギー機種)	MSZ-SFX22F	MSZ-ZW229 MSZ-ZXV229	MSZ-ZW220 MSZ-ZXV220
外形寸法(mm)	内: 275/815/195	内: 295/898/295	内: 295/898/313
高さ/幅/奥行	外: 540/710/255	外: 550/800/285	外: 550/800/285
省エネ法		寸法規定	寸法規定
目標基準値		APF 5.8	APF 5.8
達成率		110%	122%
APF(注1)	5.7	6.4	7.1

(注1) APF(通年エネルギー消費効率)はJIS C 9612による。

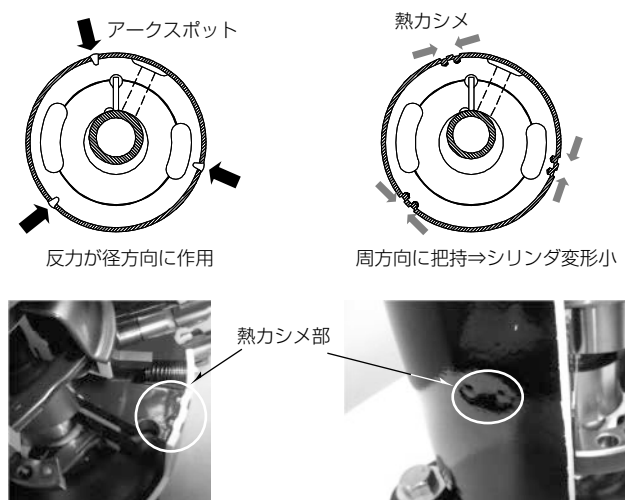


図1. 固定工法の比較

分割コア集中巻きステータ

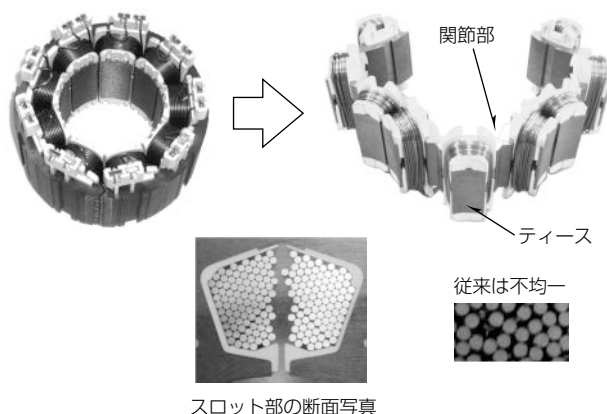


図2. 分割コア集中巻きステータ

術によってスロット部における巻線の占積率が向上し、従来よりも太い線径の巻線の採用が可能となり、巻線の低抵抗化による銅損低減を実現している。また、高磁束の希土類磁石を採用することによって同一トルクでのモータ電流が減少し、インバータの損失低減に貢献している。

2.2 ファンモータの効率改善開発

従来ファンモータのロータはフェライトや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であった。今回は射出成形可能な軟磁性粉末複合樹脂を用い、厚みを連続的に変化させた外周のマグネット形状(偏肉形状)に合わせたバックヨークを成形することによって、磁極中心に磁束を集中させることを可能にし、薄肉連結コア集中巻きステータと組み合わせ、モータの高効率化を実現した(図3)。

2.3 熱交換器の効率改善

空調用熱交換器は、冷媒の流れる伝熱管と空気へ熱を伝えるフィンで構成されている。伝熱管は、一般的に伝熱促進のため管内面に伝熱溝が形成されている。フィンと伝熱管を密着させるために、伝熱管内に拡管プラグを挿入し伝熱管を押し広げる拡管工程があるが、この工程時に伝熱溝の潰(つぶ)れが発生する。伝熱溝が潰れてしまうと、管壁に存在する液冷媒の膜厚が増加し管内伝熱性能が低下する。そこで、伝熱溝の潰れを抑制させるため、あえて拡管時に拡管プラグと接触させる高い溝(捨て溝)と拡管プラグと接触しない低い溝を配置した新溝形状の伝熱管を開発した(図4)。新溝形状によって、拡管工程での溝潰れを限定することができ、溝潰れ時の液冷媒の滞留を抑制し、管内熱伝達率を向上させた。また、溝高さの高い捨て溝を支点とした多角形拡管によってフィンと伝熱管の密着が良くなり、管外熱伝達率を向上させた。

3. 使用方法による省エネルギー技術開発

人が感じる暑さ、寒さ(体感温度)の温熱環境を構成する要素は、室温、湿度に加え気流や床壁温度(輻射熱)、さらに人の活動状態が大きく寄与する。

従来エアコン制御は、高い所に設置されたエアコンの

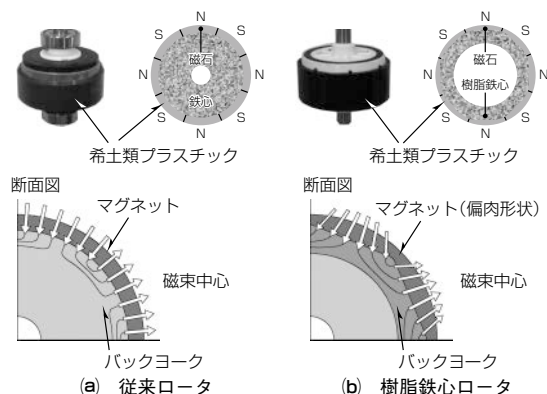


図3. ファンモータのロータ改善

吸い込み温度のみで風速及び能力を制御していた。そのため部屋上部が暖くなる暖房時は、部屋上部が設定温度に近付き、床面が寒い状態でもパワーを弱め省エネルギー運転に入っていた。そのため、使用者の体感温度は低くなり、設定温度を上げる要因となる。そこで室温・湿度・外気温に加え、当社独自技術の“ムーブアイNavi”で取得した熱画像を分析し、従来運転と比較し最大65%の省エネルギー効果を得ることができた(表2)。

3.1 ムーブアイNaviによる省エネルギー

“ムーブアイNavi”は、垂直方向に直配列された8素子内蔵のサーモパイル型赤外線センサをステップモータによって細かく回転往復駆動させ、室内の温度分布を94回に分けて測定し、合計752か所(8行×94列)の熱画像を取得する。この熱画像データを約30秒ごとに抽出することで、部屋の床面の温度分布の検出はもちろん、熱画像データから熱の移動をとらえることで、人の存在位置確認を可能にした(図5)。

また人の存在位置の累計情報や据付け位置情報から、床と壁を分離し、人と壁との距離を空間認識することを可能

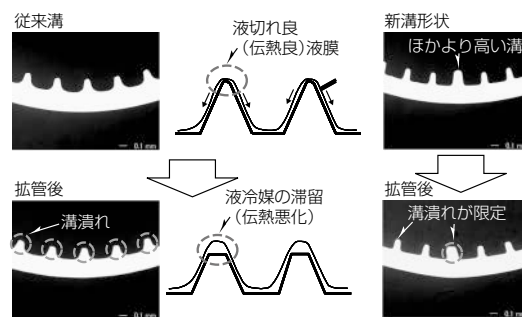


図4. 拡管後の伝熱管内の溝形状比較

表2. 従来運転と各運転時の消費電力比較(暖房)

	設定モード	安定時消費電力(W)	省エネルギー効果
a	従来運転	632	ベース
b	体感自動	456	約30%
c	人位置エリア体感自動	338	約45%
d	活動量エリア体感自動	224	約65%

a: エアコン吸込み温度のみで運転している従来空調
 b: ムーブアイを搭載し部屋全体を(体感自動)空調
 c: bに加えて人がいる1エリアだけを(人位置エリア体感自動)空調
 d: cに加えて活動量を加味した(活動量エリア体感自動)空調(部屋の広さは8畳, リモコン設定体感温度23℃)

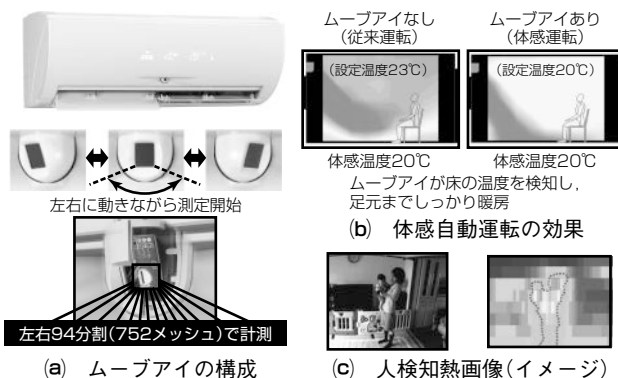


図5. ムーブアイの効果

にした。これらのセンサからの情報によって体感温度を補正することで、同一快適性のまま省エネルギー性を高めることが可能となった。

3.2 おしらせナビ機能

表3に、エアコンの上手な使い方とエアコン機能の対応を示す。表から分かるように、“ムーブアイ”を利用した無駄な電力消費を防ぐフルオート空調だけでは、使用者の意識を必要とする上手な使い方までは網羅できない。更なる温室効果ガス削減に向けては、今までは使用者の意識に任されていた省エネルギー行動についても踏み込む必要がある。

そこで、今まで使用者に任されていた“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、使用者に省エネルギー行動を促し、エアコンの性能を最大限発揮できるようにした。

表示される省エネルギー行動の例として、①必要なときだけ運転することに対して、“設定温度に対し外気が低い場合は、送風運転又は運転停止”を促す。次に②適切な運転モードの選択に対して、“スイングの風で涼しくさせる涼感運転”を促す。③より積極的な設定温度変更に対しては、“夏28℃、冬20℃の設定温度”を促す。④カーテンの有効利用に対して、“カーテン・ドアを閉めること”を促す。最後に⑤その他省エネルギー意識の向上として、長期エアコンを使用しない場合に対して、“コンセントを抜くこと”を促す。

具体的な“おしらせナビ”機能の流れは、①ムーブアイ等のセンサで部屋の状況をキャッチし、②エアコンは本体にある“ナビランプ”を点灯させる。③ランプを確認した使用者はリモコンにある“おしらせナビボタン”を押す。④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、運転モードを変更する場合は、“おしらせナビボタン”で設定を変更することができる仕組みとなっている(図6)。さらに、“ムーブアイ”と“おしらせナビ”によって得た省エネルギー効果の累積金額を“エコ貯金箱”としてリモコン上にアニメーションで表示する。アニメーションは金額によって変化させ、楽しみながらエアコンと使用者が行った省エネルギー効果を確認でき、更なる省エネルギー行動を促すよう工夫を行った。

(独)新エネルギー産業技術総合開発機構(NEDO)によると、省エネルギー効果の見える化を行うことで、使用者の節電意識が高まり、10~15%の節電を図る効果があると言われている。エアコン本体に電気代やCO₂排出量を表示させることによる“見える化”に加え、運転中にエアコンの上手な使い方の工夫を教えてくれる“おしらせナビ”を追加し、省エネルギー行動を更に促進する効果が期待できる。

4. む す び

MSZ-ZW220は、キーデバイスに当社独自の省エネルギー

表3. エアコンの上手な使い方とエアコン機能の対応

上手な使い方		エアコンがすること	
快適向上	風量・風向を最適に調整 設定温度をこまめにかえる	体感制御	
ムダなし運転	人のいる所を中心に空調 つけっぱなしにしない(タイマー) 人の活動量に応じた空調 フィルタのこまめなお手入れ	エリア空調 不在省エネ 活動量検知 自動お掃除	ムーブアイが実現
使用者の意識に任せられる内容	①必要なときだけ運転する ②適切な運転モードの選択 ③より積極的な設定温度の変更(夏28℃、冬20℃) ④カーテンの有効利用 ⑤その他省エネルギー意識の向上	もっと省エネな運転 アドバイス	おしらせナビが実現

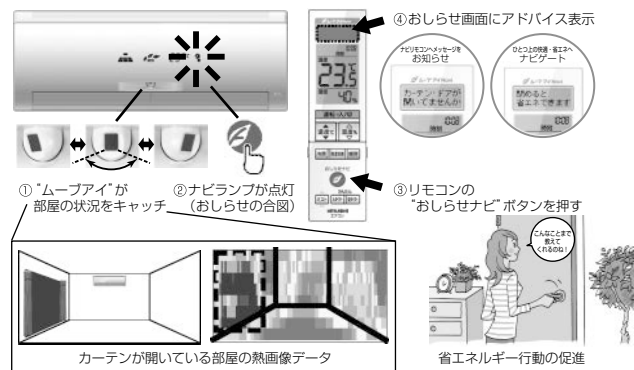


図6.“おしらせナビ”機能

一技術を投入することで、冷暖房兼用機・直吹き形で壁掛け形の寸法規定タイプにおいて、業界最高^(注2)の通年エネルギー消費効率(APF)7.1を達成した。また、使用者が今まで気づきにくかった省エネルギー行動を“おしらせナビ”機能でお知らせすることで、使用者と一緒につくる、一つ上の省エネルギーを提案する。これら独自の省エネルギー技術が評価され、MSZ-ZW220は、平成21年度省エネルギー大賞(機器・システム部門)経済産業大臣賞を受賞することができた。

さらにZWシリーズでは、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、長期使用促進のために製品の汚れ付着を低減するハイブリッドナノコーティング技術を搭載し、循環型社会形成に向けた取組みも行っている⁽²⁾。今後も、キーデバイスの省エネルギー技術の開発を進め、使用者と一緒につくる、一つ上の省エネルギーを進化させていきたい。

(注2) 2010年3月25日現在、当社調べ

参考文献

(1) 国立環境研究所 温室効果ガスインベントリオフィス：日本の温室効果ガス排出量データ(1990~2008年度速報値)(2009)
 (2) 斉藤 直：ルームエアコンの環境配慮設計，三菱電機技報，83，No.10，627~630(2009)