

“霧ヶ峰Zシリーズ”の 省エネルギー・省資源化技術

濱田慎悟*

Energy and Resource Saving Technologies of Air Conditioner "Kirigamine Z Series"

Shingo Hamada

要旨

“部屋ではなく、あなたを温めたい。”その発想が決め手となり、平成25年度省エネ大賞^(注1)と第10回エコプロダクツ大賞を受賞した三菱電機のルームエアコン“霧ヶ峰Zシリーズ”の省エネルギー技術及び省資源化技術について述べる。

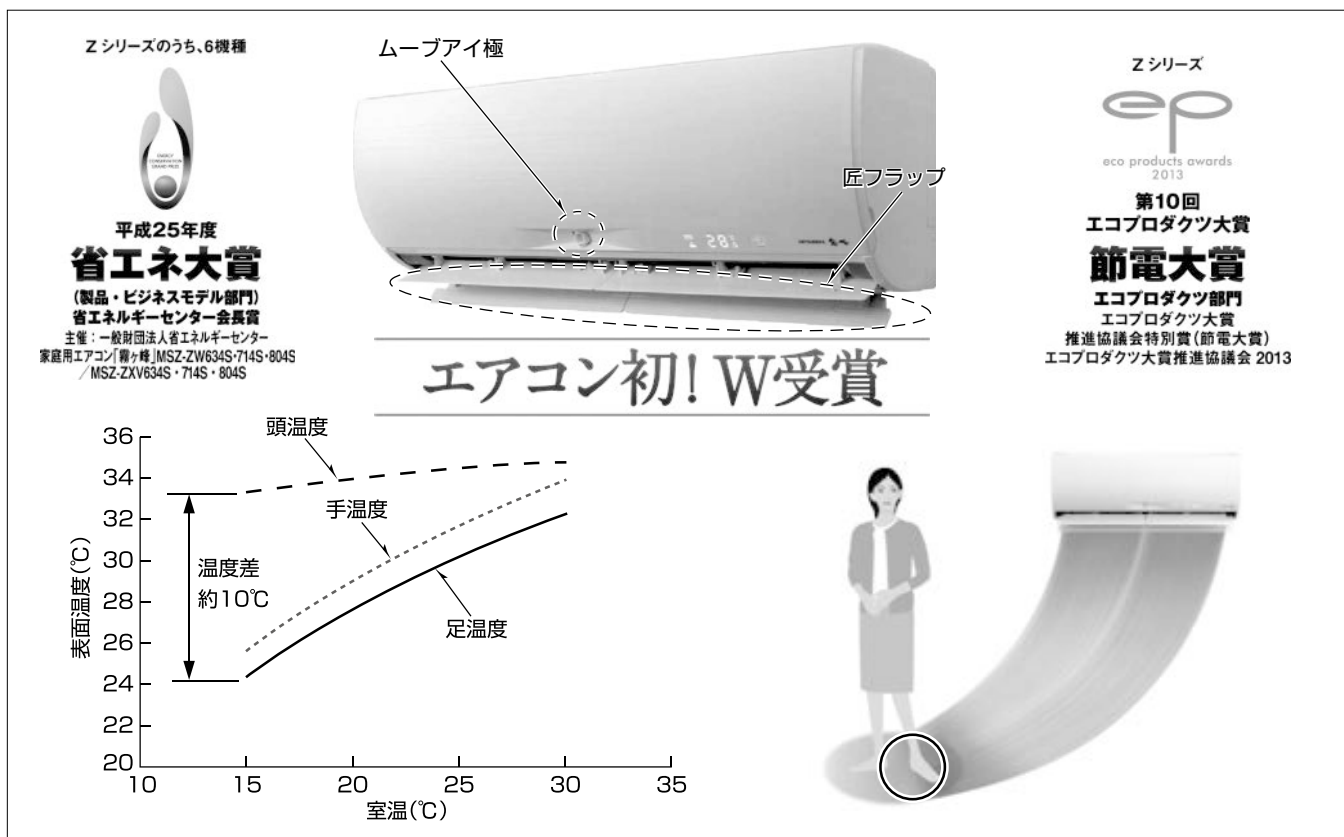
社会的に節電意識が高まる中、ルームエアコンの省エネルギー化を推進させるには、機器自体の効率を高めるハード省エネルギー技術に加えて、近年ではセンサによるソフト省エネルギー機能の拡充も一般的になりつつある。

従来、霧ヶ峰では“ムーブアイ”を搭載することによって、床面温度を検知して室温との差を見ながら、人が居るエリアだけを冷暖房する“エリア空調”による省エネルギーを推進してきた。

今回の新製品では、人のための空調をもう一度原点に戻って見直し、従来検出することができなかった体の部位ごとの温度まで直接測って、一人ひとりの感覚に合わせて、その人に適した温度の風を届ける“人中心の快適性”を実現することができた。

また、新冷媒R32を採用することで地球環境に配慮しつつ、新冷媒の特性に合わせた要素技術を開発することで業界トップクラス^(注2)のAPF^(注3)を達成した。さらに、機能部品については高密度化及び軽量化を実現することで、省資源化にも配慮している。

- (注1) 霧ヶ峰Zシリーズの内6機種
- (注2) MSZ-ZW634S型, ZXV634S型
- (注3) 期間消費電力 JIS C 9612:2013



“ムーブアイ極”と“匠フラップ”による節電技術の進化

人の頭や手足といった部位を見分けて、部位の温度まで直接測定する“ムーブアイ極”と、4枚のフラップを独立に駆動させて、狙った足元にピンポイントで温風を届ける“匠(たくみ)フラップ”を搭載している。人が感じている暑さ・寒さの感覚を見ながら、より少ないエネルギーでその人の快適性を高めて節電するのが“霧ヶ峰Zシリーズ”である。

1. ま え が き

東日本大震災以降、各地で電力が逼迫(ひっばく)しており、ルームエアコンでも、継続的に省エネルギー化が求められている⁽¹⁾。

これまでの一般家庭におけるエアコンの節電対策とえば、“こまめに消す”，設定温度を控える“我慢する節電”，扇風機と併用した“使い方を工夫する節電”等であった。しかし、今後は快適性を向上させつつ、無理をしなくても節電できる新しい技術が重要になってくると考えている。

本稿では、従来のエアコンの“お部屋を空調する”という概念から、“あなたを温める”という空調概念へと変革して節電するルームエアコン“霧ヶ峰Zシリーズ”の新技术について述べる。

2. 市場調査及びユーザー動向

図1にユーザーのリビング畳数の調査結果を示す。近年ワイドリビングは増加傾向にあり、特に20畳以上の大容量クラスについては比率が47%を占めるまでに拡大している。リビングが広くなると、温度むらが大きくなり快適性が損なわれるという新たな課題が発生する。この場合、ユーザーがリモコンの設定温度を上げる(暖房時)と広いリビング全体を空調してしまい、エネルギーの無駄が生じてしまう。

そこで、リビングエアコンに対するユーザーアンケート調査を行った。図2は暖房時における不満点のリストを示す。分析の結果“足元が温まらない”が最も多いことが判明した。

新製品ではこの不満点を解消するために、人が居る場所を冷房・暖房する従来の“エリア空調”の概念を原点から見

直し、人の暑さ・寒さを人体表面からダイレクトに感じ取ることで、“人中心の快適性”を実現して節電を行うエアコンの開発を目指した。

3. 新 製 品

3.1 開発プロセス

まず開発の初期段階で、人が暑さ・寒さをどのように感じているかを正確に把握するために、室温が変化した場合の体の部位別の体表温度を調査した(要旨の図の左下)。すると、室温が下がった場合、頭の温度はほぼ一定であるのに対し、手足の温度は室温の低下に追従することが分かった。例えば、冬場で室温が15℃の場合、足元は頭よりも約10℃も冷たくなっている。よって、人が暑さ・寒さを感じる感覚は足元が鍵であることが分かった。

つまり、冷たい足元だけを集中的に温めることができれば、少ないエネルギーで効果的に体感温度を上げることができる。これは、外気温が低くても体が芯から暖まって気持ちが良い“足湯”と同じ効果だと考えられる。

3.2 新型センサ“ムーブアイ極”の開発

図3に示すように、“冷えやすい手足の温度を直接測って、直接温めるエアコン”を実現するために、新型のサーモパイルセンサ“ムーブアイ極”を開発した。室内機の前面部に搭載されているこのセンサは、垂直方向に32個の素子を内蔵し、床面から天井面までを熱画像としてセンシングが可能である。一般的に素子を小型化すると1つの素子が受ける信号が減るので、信号と雑音の比(S/N(signal to Noise)比)が悪化する。そこで、内部の熱電対の集積密度を上げることで、超高感度素子の開発に成功した。

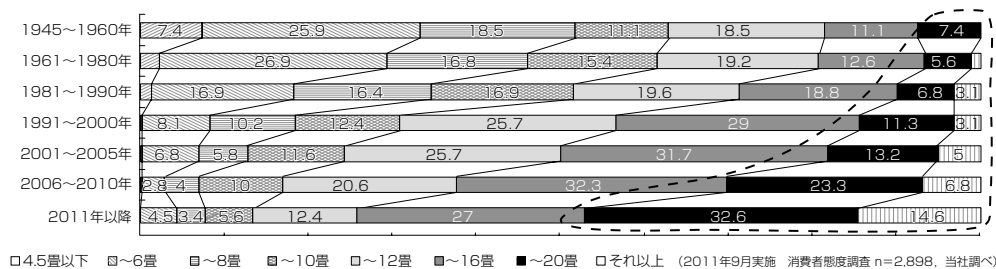


図1. リビング畳数比率調査結果

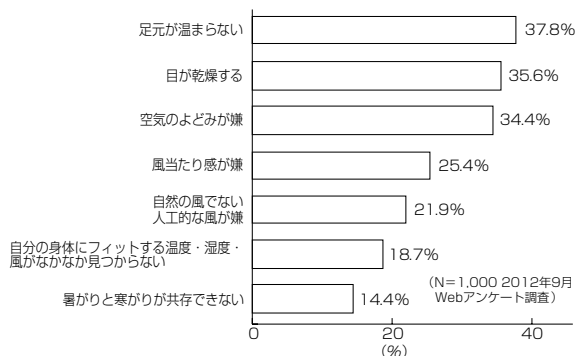


図2. リビングエアコンの不満点

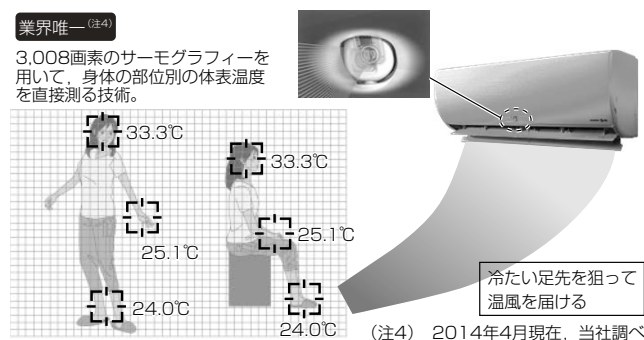


図3. 手足の温度を直接測って直接温めるエアコン

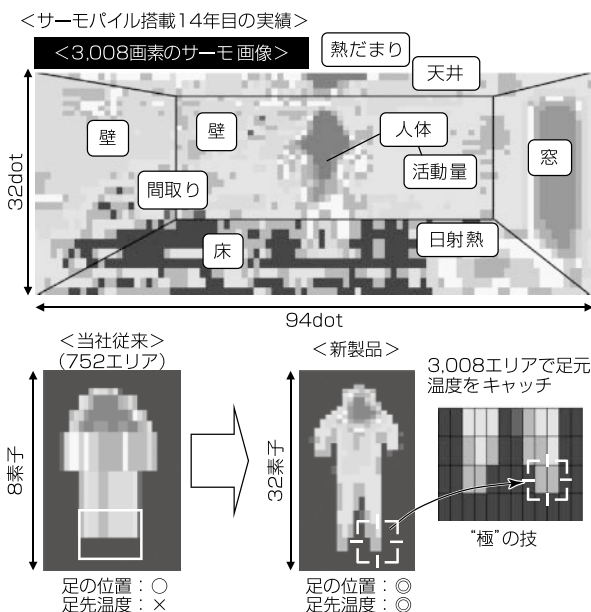


図4. 3,008画素のサーモグラフィ

この素子を左右に回転駆動させながら94回の温度測定を行うことで、部屋全体を3,008ブロックに区分した熱画像を取得することができる(図4)。従来は熱画像から人の位置だけを検出していたが、解像度を4倍に高めることによって頭や足といった人の部位までを識別可能となった。また、その部位の体表温度を0.1℃刻みで細かく測定できるので、その人に合った温度の風を届けて“人中心の快適性”を実現できるようになった。例えば、暖房時でムーブアイ極が冷たい足元を見つけると、足元だけにピンポイントに温風を届け、また冷房時で冷え過ぎた足元を検知すると、冷房を即座に弱めて無駄な消費電力を削減することができる。さらに、熱画像で判断しているので、夏場の就寝時間帯などで照明が暗くても、肌温度の低下を検知すると冷房を弱めて寝冷えを抑制し、逆に肌温度上昇や寝返り頻度の増加を検知すると、風を当てて寝苦しさを抑制し、快眠と省エネルギー性を両立させている。

3.3 風を自由自在に操る“匠フラップ”

センサの分解能がどれだけ上がっても、冷えた足元に温風を届かせることができなければ、人の体感温度を効果的に上げることはできない。そこで、気流を自由自在に操る“匠フラップ”を開発した(図5)。

その特長は、①従来モデルよりも縮流風路を拡大して暖気の通り道を拡大し、足元への到達力を強化したこと、②縮流される暖気の通過領域に左右ペーンを設置し、左右の曲げ角度を強化したこと、③上下4枚と左右フラップのそれぞれを業界最多(6個)^(注5)のモータで独立駆動させて自由自在な気流を発生させ、人がどこに居ても足元が狙えること、④フラップを左右に分割しているので、離れた2か所の同時空調が可能であることである(図6)。

3.4 新製品の節電効果

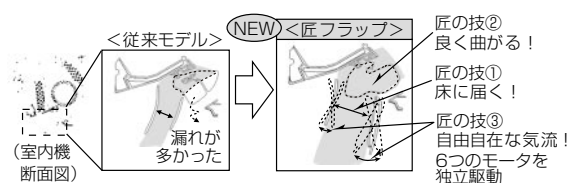


図5. 匠フラップの技術的進化



図6. 2か所同時空調の実現

表1. 新製品の省エネルギー効果^(注6)

<試験条件>16畳 外気温:7℃ 恒温 体感温度:23℃ 機種:MSZ-ZW634S (活動量は含まず)	安定時 消費電力量	省エネルギー 効果	室内全体の 平均温度	人体足元 近傍温度
	Wh	%	℃	℃
当社従来:センサなし	630	-	23.1	17.1
当社従来:ムーブアイ暖房 (部屋全体を空調)	503	20.2	22.8	23.4
新製品:足元集中暖房	393	37.6	21.1	26.8

(注6) MSZ-ZW634S, ZXV634S型。当社環境試験室での消費電力比較。活動量は2met。

(注5) 2013年8月22日現在、当社調べ

ムーブアイ極と匠フラップを用いて足元近傍だけにピンポイントで温風を届けた場合の節電効果を表1に示す。従来のセンサなしの空調に対して約38%の節電効果を得ることができた。

3.5 自然の風を再現した新“ハイブリッド運転”

人は、風を浴びることでより涼しく感じることができる。この風の涼風作用を利用し、従来は冷房運転を行っていた温度帯で風を最大限に活用して快適性を維持しつつ、消費電力量の多い圧縮機を休止させて節電するのが当社独自の“ハイブリッド運転”である。送風運転、冷風運転、冷房運転の各モードは自動で切り替わるため、ユーザーは特に意識をすることなく節電が可能である(図7)。

また、風の質にもこだわり、実際に霧ヶ峰高原(長野県)で測定した自然の風を詳細に分析し、4枚のフラップを駆使して自然特有の不規則なリズムを再現することに成功した。この風を縦の気流で全身に向かって優しく浴びせることで、まるで高原に居るかのような快適な風を実現できるようになった。

4. ハード省エネルギー技術

従来冷媒(R410A)と比較して、地球温暖化係数(GWP)を約1/3に低減可能な新冷媒(R32)を採用するに当たり、物性の変化に合わせて全ての機能部品を一新した。この中で特に、省資源化に配慮している省エネルギー技術について述べる。

4.1 R32冷媒対応高密度熱交換器

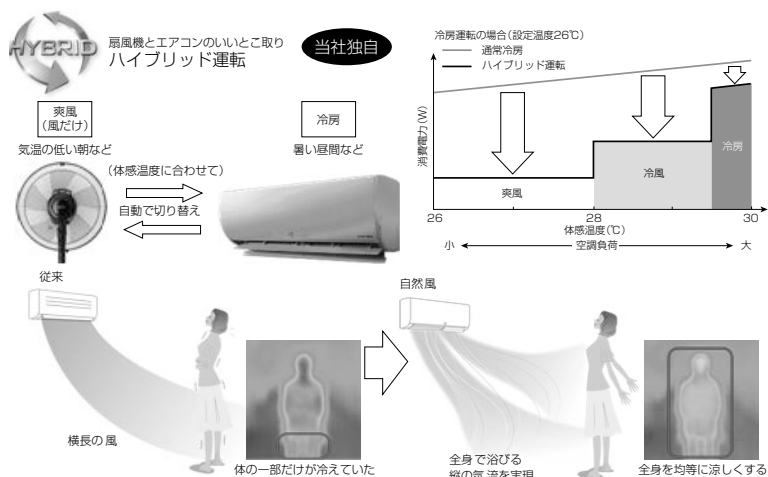


図7. ハイブリッド運転の進化による節電

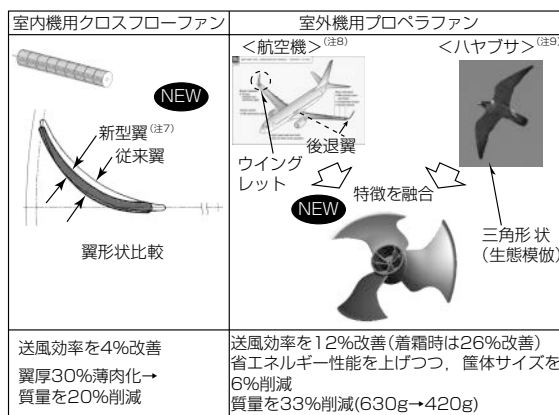


図9. 新型ファンの特長

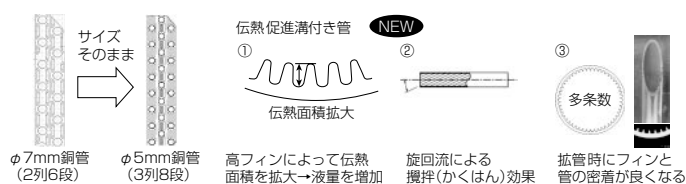


図8. R32対応熱交換器

熱交換器の省エネルギーを改善するためには、空気側の通風抵抗の低減と、冷媒から空気への熱伝達率増大を両立させる必要がある。そこで、従来の銅管直径をφ7mmからφ5mmに細径化して空気側の圧力損失を低減しつつ、列数を2列から3列に高密度化して熱交換効率を高めた。さらに、新冷媒の物性の変化に合わせて、銅管内側の溝形状を新開発した(図8)。

4.2 室内用・室外用高効率ファンの開発

室内用クロスフローファンでは、翼を薄肉化して送風効率を上げようとする、一般的に翼前縁剥離に起因する低周波音が課題となり、実用化は困難である。そこで、従来の単一円弧で形成されていた翼形状を多重円弧化することで翼間の剥離を抑えつつ、翼厚みを30%削減することができた。これによって、送風に必要な消費電力を4%削減しつつ、ファン質量を20%削減することができた。

室外のプロペラファンでは、工学的に燃費効率が高いとされている航空機^(注8)の「後退翼」と「ウイングレット」、及び高速飛行するハヤブサ^(注9)の「三角形状」を融合することで、質量を33%削減しつつ送風効率を12%改善することができた。さらに、熱交換器の体積を2%削減し、室外機の筐体(きょうたい)サイズを6%削減したにもかかわらず、従来品と比較して送風に必要な消費電力を低減することができた(図9)。

図10に新製品の省エネルギー仕様を示す。3機種とも昨年度機種との比較で約10%近く省エネルギーを改善し、業界トップクラス^(注2)のAPF^(注3)を達成した。当社10年

能力帯	6.3kW	7.1kW	8.0kW
機種	MSZ-ZW634S ZV634S	MSZ-ZW714S ZV714S	MSZ-ZW804S ZV804S
新APF ^(注10)	5.9	5.5	4.9
旧APF ^(注11)	5.8	5.5	4.9
改善率(%対前年比) ^(注11)	9.4%	12.2%	8.8%
省エネルギーラベル ^(注11)	★★★★	★★★★★	★★★
省エネルギー基準達成率(%) ^(注11)	116%	122%	108%
期間消費電力量(kWh) ^(注11)	2.177	2.587	3.272

<参考:当社10年前機種との比較>

能力帯	6.3kW	7.1kW	8.0kW
機種(2004年)	MSZ-ZR63P6		
旧APF ^(注11)	4.1		
期間消費電力量(kWh) ^(注11)	3.079		

(注10) JIS C 9612: 2013 (注11) JIS C 9612: 2005

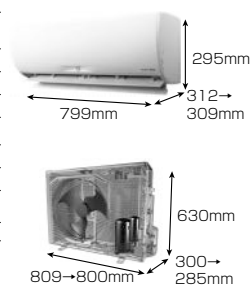


図10. 新製品の省エネルギー仕様

前機種との比較では省エネルギー改善率は41%に相当する。さらに、室内機と室外機の筐体寸法を昨年度機種から縮小しており、省資源化にも配慮した製品となっている。

5. む す び

足元の温度まで直接検出できる「ムーブアイ極」と、足元へ温風を届けることができる「匠フラップ」を用いて、従来の「お部屋を空調する」という概念から、「あなたを温める」という空調概念へと変革して節電するエアコンの新技术について述べた。

人が感じている暑さ・寒さを直接検知し、少ないエネルギーで人の快適性を高める技術は節電の鍵であると考えており、今後も、ハード省エネルギー性能の改善と合わせながら、更に節電が可能なエアコンの開発に取り組んでいく所存である。

参考文献

- (1) 資源エネルギー庁推計 省エネ性能カタログ 2013年夏版
http://www.enecho.meti.go.jp/ctegory/saving-and-news/saving/data/13summer0172.pdf