

人中心の快適性を追求し節電するエアコン “霧ヶ峰ZWシリーズ”

杉山大輔*

Air Conditioner "Kirigamine ZW Series" Realizing Best Energy Saving with Pursuing User's Comfort

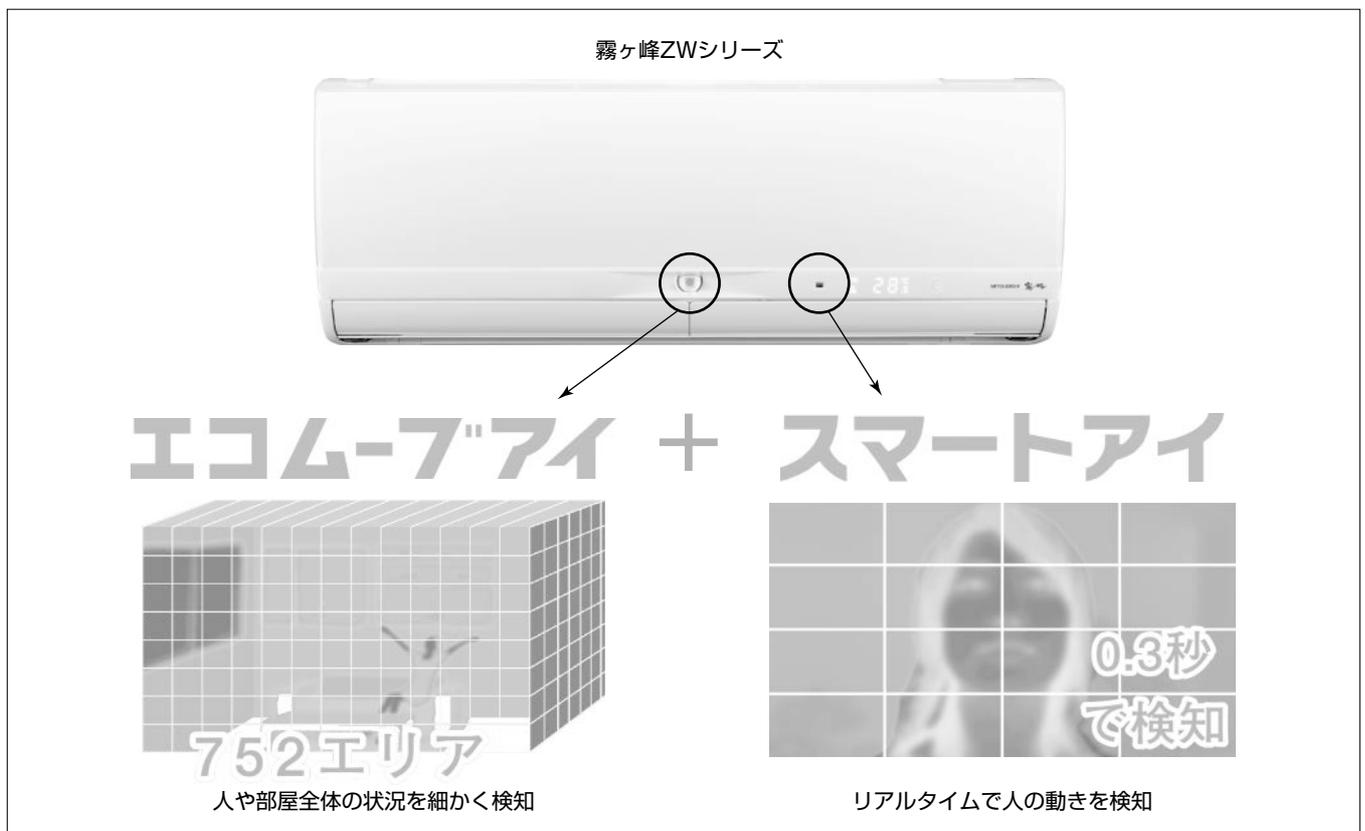
Daisuke Sugiyama

要 旨

夏場における節電は社会的な取組みになっており、家庭ではエアコンの使用を控えることもある。その反面エアコンの使用を控えることで熱中症など、健康面での懸念も指摘されており、単なる消費電力の抑制ではなく快適性を損わずに消費電力を抑えることがエアコンには求められている。

エアコンにおける省エネルギー性向上には大きく分けて2つのアプローチがある。1つは機器自身の効率を高めるハードの省エネルギー技術、もう1つは部屋の環境やユーザーの生活行動に応じてエアコンが自動的に運転をコントロールするソフトの省エネルギー技術である。本稿では、エアコンが自動で無駄のない空調を行うソフトの省エネルギー技術について述べる。

快適性を損わずに消費電力を抑制するためには、空調中における人の快適性をエアコン自身が把握する必要がある。人の快適性に寄与する温熱要素、さらには人の生活行動を把握するために、“霧ヶ峰ZWシリーズ”では2つのセンサを搭載している。部屋全体の温度分布や人の位置をきめ細かく分析する“エコムーブアイ”とエアコンの前に立った人などを素早く検知する“スマートアイ”である。この2つのセンサを使用して人が部屋内にいるときに体感温度で空調し無駄を抑制することに加え、今まで見過ごされていた、人が短時間部屋を離れたときに快適性を考慮しながら無駄な空調を抑制するといった、普段の暮らしにおける空調の無駄を徹底的に省いたエアコンが“霧ヶ峰ZWシリーズ”である。



“エコムーブアイ”と“スマートアイ”

エコムーブアイはエアコン中央部に搭載しており、回転駆動しながら部屋全体の様子や人の位置を752エリアに区分した熱画像で取得している。スマートアイはエアコン中央右側に搭載しており、0.3秒の間隔でエアコンの前に立った人などを熱画像で取得している。これらの熱画像を用い、部屋や人の状況に応じて空調をコントロールすることによって快適性と省エネルギー性を向上させている。

1. ま え が き

電力供給に対する不安から節電が社会的な取組みになって以降、家庭ではエアコンの使用を控えることがある。その反面エアコンの使用を控えることで熱中症などの健康面での懸念も指摘されており、単なる消費電力の抑制ではなくできる限り快適性を損なわずに電力消費を抑えることがエアコンには求められている。

霧ヶ峰ZWシリーズでは省エネルギー性と快適性を両立させるために、2つの独自センサを用いて空調をコントロールし、人が部屋内に存在しているときに無駄のない空調を行うことはもちろんのこと、今まで見過ごされていた洗濯物を干すために短時間だけ部屋を空けるときなど、人が存在していないときまで空調の無駄を省くことで、あらゆる生活シーンにおける消費電力の無駄を抑制した。

本稿では、独自のセンサ技術と人がいるときの省エネルギー技術、人がいないときの省エネルギー技術について述べる。

2. 快適性と省エネルギーを実現する2つのセンサ

この機種には、通常ルームエアコンに搭載されている温度、湿度を計測するセンサに加え、2つの赤外線センサをエアコン前面部に搭載している(図1)。部屋全体の様子や、人の位置などをきめ細かく分析する“エコムーブアイ”と、エアコンの前に立った人などを素早く検知する“スマートアイ”である。どちらもサーモパイル型赤外線センサで物体から放射される赤外線を受けると、入射エネルギー量に応じた熱起電力によって、エアコンから離れた位置における温度の絶対値を検出することができる。この2つの赤外線センサを用いることで快適性と省エネルギー性の向上、さらにはユーザーの利便性向上を図っている。

2.1 赤外線多素子センサ“エコムーブアイ”

エコムーブアイは垂直方向に8個の素子を内蔵し床面から天井面まで計測できる配光にした多素子センサでステップモータを用いて回転駆動させている。回転駆動させながら94回の温度測定を行うことで室内を752(8×94)エ

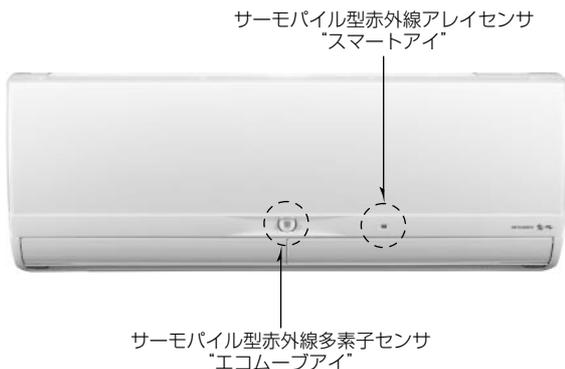


図1. 2つのサーモパイル型赤外線センサ

リアに区分した分解能の高い熱画像を取得することができる。取得した熱画像から、床壁の温度(輻射(ふくしゃ)熱)や部屋内の人の位置、さらには複数の画像を用いて熱の時間変化を解析して人の活動状態を得ることができる。

2.2 赤外線アレイセンサ“スマートアイ”

スマートアイは16個の素子を格子状に垂直方向に4個、水平方向に4個並べたアレイセンサで16(4×4)エリアの熱画像を取得することができる。エコムーブアイは回転駆動しながら時間をかけて部屋内の温度分布を細かく計測するのに対して、スマートアイは固定したまま0.3秒の速さで熱画像を取得することで人の動作を素早く検知する。

3. 人がいるときの節電技術

3.1 人の快適性に影響を与える体感温度

空調で得られる快適性や、人間が感じる暑さ寒さは温度だけでなく様々な温熱要素の影響を受ける。人が実際に肌で感じる暑さ寒さを数値で表したものが体感温度である。体感温度を構成する要素は温度(室温)だけでなく、湿度や気流の強さ、さらに、床壁からの輻射熱や人の活動状態が大きく寄与する。例えば、夏場に扇風機などで風を浴びると室温よりも涼しく感じる。図2は同じ室温のときに風の強さを変更したことによる体感温度の違いを示している。

例えば室温が28℃のときに、人体に風速0.2m/sで風が当たっている場合は、体感温度は27℃程度だが、風速1m/sまで増加させると体感温度は25℃程度まで低下し、約2℃分涼しさを得ることができる。人の体感温度に寄与する温熱要素を検知し体感温度で空調をコントロールすることによって人間にとってより快適な空調を行うことや空調の無駄を省くことが可能になる。

3.2 冷やしすぎや暖まりすぎの抑制

(1) 冷気溜(だ)まりを抑制し空調の無駄を省く技術

冷房運転時では冷たい空気は部屋の下部に溜まりやすい。天井付近に設置されたエアコン内蔵の室温検出センサでは部屋の床面にいるユーザー付近の温度を検出することがで

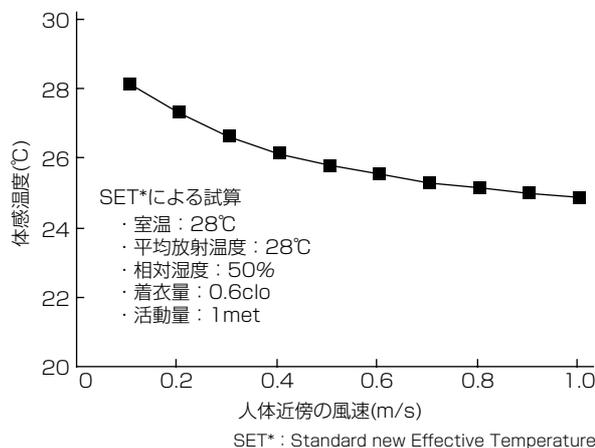


図2. 風速による体感温度変化

きない。その結果必要以上に部屋を冷やしすぎてしまう。センサで床面の温度を検出し、体感温度で空調することによって人が活動する付近を最適に空調するため余計な冷やしすぎを防ぐことができる。

(2) 人がいる領域を中心としたエリア空調

人がいる領域だけに効率よく冷気や暖気を送ることで部屋全体を空調する場合に比べ消費電力を抑えた空調が可能になる。センサで人の位置を検出し必要なエリアだけに絞って空調するため無駄を抑制することができる。

(3) 人の活動状態による省エネルギー空調

通常、作業を行っている場合に比べ、休息している場合などの安静状態では代謝量が低下するため寒く感じる。この活動状態をセンサで検知し体感温度によって自動で空調をコントロールするため冷やしすぎを抑制できる。

(1)から(3)を全て組み合わせ、人や部屋の状態によって空調を自動でコントロールすることで、冷房運転時に最大で52.9%^(注1)もの消費電力を削減できた。

(注1) MSZ-ZW403S形による冷房時、三菱電機環境試験室(14畳、外気温35℃の恒温状態)で、人が1エリアだけに存在し、活動量小(約0.7met相当)の場合に、同一体感温度27℃が得られるように起動から4時間運転した場合。エコムーブアイを使用しない従来の運転(2,794Wh)とエコムーブアイを使用した場合(1,341Wh)の積算消費電力量の比較。

3.3 風を最大限活用したハイブリッド空調

3.1節で述べたとおり、人が感じる快適性は温度や湿度だけでなく、風の強さなどに大きく影響される(図3)。

この機種では、センサ情報から取得した体感温度に合わせてエアコンから吹き出す送風量を自動的に調節する。送風量を調整するだけでなく、気流をセンサで検知した人体位置へ向けて上下にスイングさせることで涼風感を得やすいよう動作させている。この涼風作用を活用して送風運転だけで快適性が得られる場合には室外機の圧縮機を停止させる。その後、室温が上がっても送風量を徐々に強めることで体感温度を維持する。風だけで体感温度を維持できなくなったら圧縮機を動かして冷房運転を行う。冷房運転へ切り替えた後もできる限り風主体の涼風感を与え、圧縮機の回転速度を最低限にすることで消費電力を抑制すること

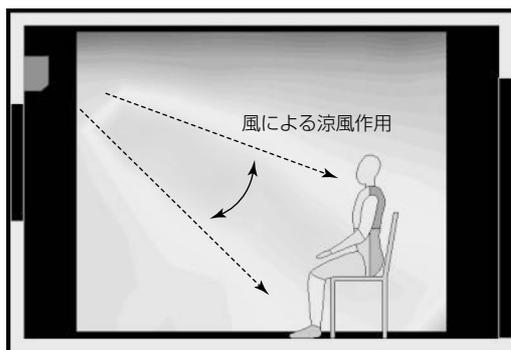


図3. 風による涼風作用

ができる。従来は冷房運転を行っていた温度帯を送風だけの運転で快適性を維持することが可能になるため消費電力を大幅に削減することができる^(注2)(図4)。

センサで人の位置を検出しその方向へ気流を送ることと、部屋の状況などから体感温度を検出し、人の快適性を把握しながら空調することで、送風と冷房を自動的に切り替える“ハイブリッド空調”を可能にしている。また人が2人いてもエアコンの吹き出し口に取り付けられた上下フラップや左右ベーンを中央で2分割し左右で独立動作できる構造としているため、部屋内の別の場所に人がいても同時に快適性を得ることができる。

(注2) MSZ-ZW403S形による冷房時、当社環境試験室(14畳、外気温30℃の恒温状態)で、同一体感温度28℃が得られるように運転した場合。安定時1時間におけるハイブリッド空調なし(218Wh)とハイブリッド空調あり(26Wh)の積算消費電力量の比較。

3.4 涼みたい人だけ空調する“スポットエアー”

例えば、夏場に屋外から部屋に帰ってきた直後やお風呂上りなど、生活シーンの中では短時間だけ涼しさを得たいシーンがある。短時間にも関わらず、エアコンの設定温度を下げてしまうとエアコンはその分電力を消費する。当社アンケートでは、暑いと感じたとき平均で3.3℃も設定温度を下げるのが分かった。そこで涼みたい人だけ短時間の個人空調が可能なスポットエアー機能を搭載している。エアコンの前に人が近づくとスマートアイがその状況を即座に検知し、人に向けて強めの風を上下にスイングさせながら当てる。強めの風を浴びることで涼風感を得ることができるためリモコンで設定温度を変える必要がない。涼風感を得た後はエアコンの前から離れるだけで自動的に通常の運転へ戻る。リモコンで操作する必要もなくエアコンの前に立つだけで簡単に涼感を得ることが可能で、部屋を冷やすことがないため無駄な電力も消費しない。人の動きをリアルタイムに検出するセンサを搭載することでこの機能を実現している。

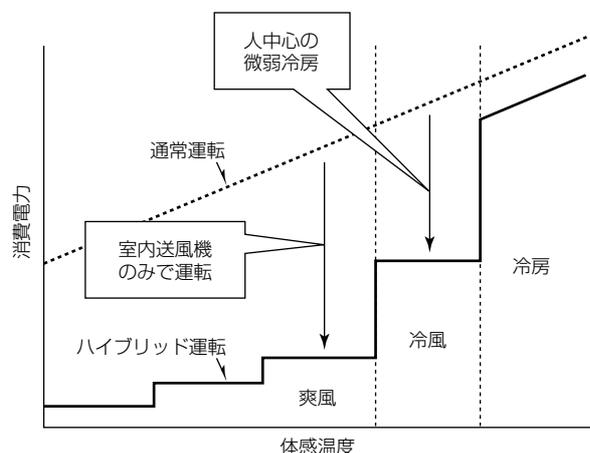


図4. ハイブリッド運転時の消費電力

4. 人がいないときの節電技術

4.1 短時間の不在も節電する“スマートストップ”

生活の中で短時間部屋を離れることがある。例えば洗濯物を干すために部屋を離れたり、別の部屋を掃除するために部屋を離れたりする。すぐに部屋に戻ったとしても、人がいない状態でそのまま空調を行うことは電力の無駄である。人が部屋を離れたときにセンサで不在状態を検知すると3分後に空調運転をセーブし、更に30分間不在状態が続いた場合には一度圧縮機の動作を止め、冷房暖房運転を停止し送風運転の状態にする。人が部屋に戻ってきたとき、不快な環境にならないよう室温が一定値に達したときは再び圧縮機を動作させて部屋内を保温する空調を行う。人が部屋にいない間もセンサは人の検知を続け、人が部屋に戻ってきたことを検知した場合には即座に人が部屋を離れる前の運転に戻すため、元の快適性を得ることができる(図5)。

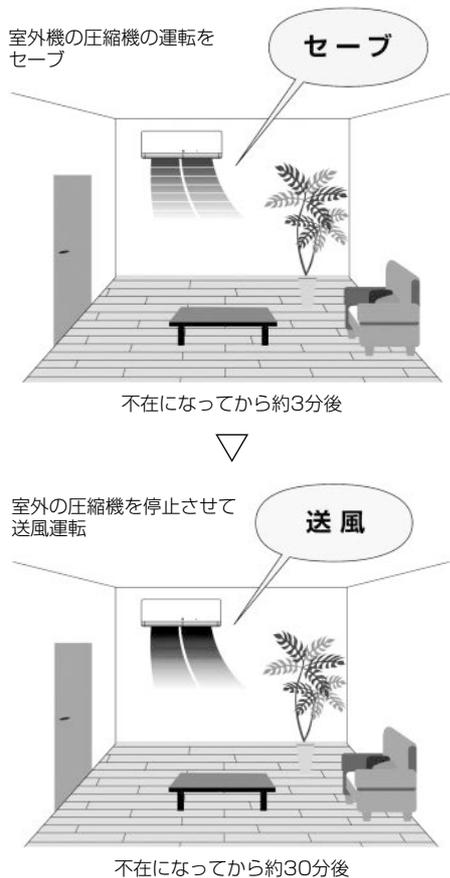


図5. スマートストップシステム

これによって不在時にはできる限り空調を行わないことで消費電力を抑制することができ、人が戻ってきてもすぐに指定された設定温度への復帰が可能になる。

例えば、30分間部屋を離れるようなシーンの場合、そのまま何もせずに運転を続けたときに比べ、スマートストップシステムを使ったときは25.6%^(注3)の消費電力を削減できた。

さらに、消し忘れの外出と判断できる3時間不在状態が続いた場合には、エアコンの運転を停止する。また、運転が停止した後もエアコンの前に人が立つだけで、センサがリアルタイムで人を検知しリモコンレスで運転を開始することができる。人の動きをリアルタイムで検出するセンサを搭載することでこの機能を実現している。

(注3) MSZ-ZW403S形による冷房時、当社環境試験室(14畳、外気温35℃の恒温状態)で、不在時30分間運転した場合のスマートストップシステムなし(160Wh)とスマートストップシステムあり(119Wh)の積算消費電力量の比較。

5. む す び

家庭内における電力消費の割合は、冷蔵庫、照明器具、テレビ、エアコンの4製品で約4割を占めており、エアコンが全体に占める割合は約7%である⁽¹⁾。しかしながら夏場の日中(14時)になるとエアコンの割合が大幅に増え約半分を占める⁽²⁾。エアコンによる夏場の消費電力を抑制することが社会全体でのピーク電力抑制に貢献できる。

エアコンにおける省エネルギー性向上には大きく分けて2つアプローチがある。機器自身の効率を高めるハードの省エネルギー技術と、環境やユーザーの生活行動に応じて無駄なく空調を行うソフトの省エネルギーである。霧ヶ峰ZWシリーズはハードの省エネルギーに加えて、独自のセンサ技術でソフトによる省エネルギー性を高めており、暮らしと社会状況に応じた節電を行うことで、夏場のピーク電力の抑制に貢献するエアコンである。

参 考 文 献

- (1) 経済産業省 総合エネルギー調査会 省エネルギー基準部会(第17回)資料：トップランナー基準の現状等について(2013)
- (2) 資源エネルギー庁推計：夏の日中(14時頃)の消費電力(全世帯平均)：数値は最大需要発生日を想定(2011)