

# 省エネルギーと快適性を両立させる ルームエアコン霧ヶ峰“人感ムーブアイ”

渡邊信太郎\*  
松本 崇\*\*

Air Conditioner "Kirigamine Move Eye" —Saving More Energy with Keeping Comfortable

Shintaro Watanabe, Takashi Matsumoto

## 要 旨

家庭内で使用される電力消費のうち大きな割合を占めるエアコンの消費電力削減は、電力の安定確保のための重要課題である。

三菱電機は、10年以上前から、室内に居る人の“体感温度”をコントロールすることによって、ムダのない快適な空調を実現できるという信念に基づいて、ルームエアコン“霧ヶ峰”のセンシング技術の開発を行ってきた。

霧ヶ峰では、室内に居る人の“体感温度”を計測するため、業界初<sup>(注1)</sup>として、サーモパイルセンサという物体の放射する熱を遠隔で計測する赤外線センサを温度センサとして2000年に採用し、その後、2005年には左右首振り機構にセンサを載せた“ムーブアイ”，そして2007年に多素子サーモ

パイルセンサを用いた“人感ムーブアイ”へと進化させた。

この人感ムーブアイによって取得した温度分布データを解析することによって、床・壁の位置と表面温度，ドア・窓の位置や開閉状況，窓からの日射，天井付近の熱溜(だまり)，室内にいる人の位置，活動量等を検知できる。霧ヶ峰では、これらの情報に基づき空調制御を行うことによって、自動的に使用環境に合わせて省エネルギー性と快適性を両立させる空調を実現する。

本稿では、人感ムーブアイを搭載して以降の、2007年から現在にいたる各年のモデルを取り上げ、その機能とともに当社ルームエアコンの進化について述べる。

(注1) 1999年12月現在，当社調べ

エコムーブアイ スマートアイ

エコムーブアイ

752エリア

天井  
天井のムダな熱を再利用

壁  
壁の温度を見てムラなく暖める

人  
人のいる場所だけ暖房

間取り  
間取りを学習してムダなく暖房

日射熱  
日差しが強くなると、暖房をひかえめに

状態  
人の活動量に合わせて暖房

床  
床の温度を見て足元から暖める

体感温度が低い。

体感温度が高い。

(お部屋を熱画像で見たイメージ)

[http://www.mitsubishielectric.co.jp/home/kirigamine/113/function\\_zw/sensor/index.html](http://www.mitsubishielectric.co.jp/home/kirigamine/113/function_zw/sensor/index.html)

## 人感ムーブアイによる室内センシングイメージ

エアコン中央部に搭載したムーブアイは縦に8個並べたサーモパイルセンサで、物体の放射する熱を遠隔で計測できる赤外線センサである。このセンサを左右方向に回転駆動しながら部屋全体の温度分布データを取得する。取得した温度分布データを解析することで、室内に居る人の“体感温度”を計測することが可能になる。

## 1. ま え が き

現在、国内家庭用ルームエアコンの年間需要は800万台前後であり、家庭内で使用される電力消費量のうちエアコンの占める割合は、夏季で約半分、冬季で約30%と家庭内での電力消費量が最も多い電化製品となっている。地球温暖化の防止だけでなく、日本では電力安定確保のためにも、エアコンの消費電力削減は重要課題である。

従来のエアコンは、エアコン本体に内蔵された温度センサが、部屋の天井付近の温度を検知し、その温度に基づき自動運転を行っていた。しかし、人が居るのは床付近であり、温かい空気は天井付近に、冷たい空気は床付近に溜まりやすいため、冷房時は冷やし過ぎ、暖房時は温まりにくいという問題が起こっていた。

当社は、10年以上前から、室内に居る人の“体感温度”をコントロールすることによって、ムダのない快適な空調を実現できるという信念に基づいて、ルームエアコン霧ヶ峰のセンシング技術の開発を行ってきた。

霧ヶ峰では、室内に居る人の“体感温度”を計測するため、業界初として、サーモパイルセンサという物体の放射する熱を遠隔で計測する赤外線センサを温度センサとして2000年に採用した。その後、2005年には左右首振り機構にセンサを載せた“ムーブアイ”，そして2007年に多素子サーモパイルセンサを用いた“人感ムーブアイ”へと進化させた。

“人感ムーブアイ”は、8個のサーモパイルセンサを縦に並べたライン状のセンサを、左右方向に片道38秒で首振りし、室内の温度分布データを取得するセンサである。この温度分布データを解析することによって、床・壁の位置と表面温度、ドア・窓の位置や開閉状況、窓からの日射、天井付近の熱溜まり、室内にいる人の位置、活動量等を検知できる。

霧ヶ峰では、これらの情報を用いて人が実際に感じる体感温度を計測し、それに基づいて制御を行うことによって、自動的に使用環境に合わせて省エネルギー性と快適性を両立させる空調を実現する。

本稿では、人感ムーブアイ搭載以降の製品に焦点を当てて、その進化について述べる。

## 2. 人感ムーブアイ(2007年モデル)

“人の居る場所の温度”の調節が重要であり、それ以外の運転はムダという考えに基づき、ルームエアコンに人の位置を検知する多素子サーモパイルセンサを、世界初<sup>(注2)</sup>搭載したモデルである。

(注2) 2006年11月6日現在、当社調べ

### 2.1 人の位置の検知

人感ムーブアイによって、38秒に一度、室内の温度分布データを取得し、その時系列データから、背景に比べて温度上昇している部分を、図1に示すように、その上昇幅のしきい値処理で人の領域として検知する。この方式で、室温28℃以下のとき人感ムーブアイから距離6mまでの人を検知できる。

人の位置がわかれば、人の位置以外の空調はムダであり、図2に示すように、人を狙った空調制御を行うことで、快適かつ省エネルギーな空調を実現できる。

## 3. 新・人感ムーブアイ(2008年モデル)

人の位置の精度を改善し、その位置履歴に基づいて人の活動量と生活エリアを推定し、よりきめ細かい空調制御を実現した。また、検知した生活エリアだけを効率良く空調することによってムダをなくし、省エネルギー性能を改善したモデルである。図3に示すように、このモデルでは、前年モデルに比べ人の位置の検知性能を改善し、活動量検知機能、生活エリア検知機能を新たに搭載した。次に、これらの機能の詳細を述べる。

### 3.1 人の奥行き方向の位置検知の改善

エアコンの高さから俯瞰(ふかん)したとき、エアコンから人体までの距離は人体と床面との接点である足部の位置によって推定できる。しかし、人体からの放射温度は着衣

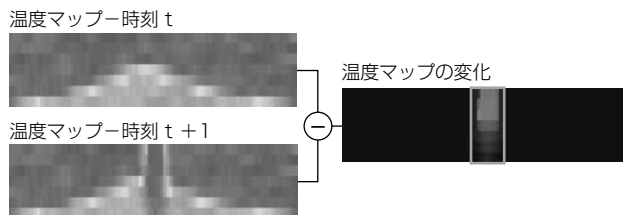


図1. 温度分布データからの人体検知

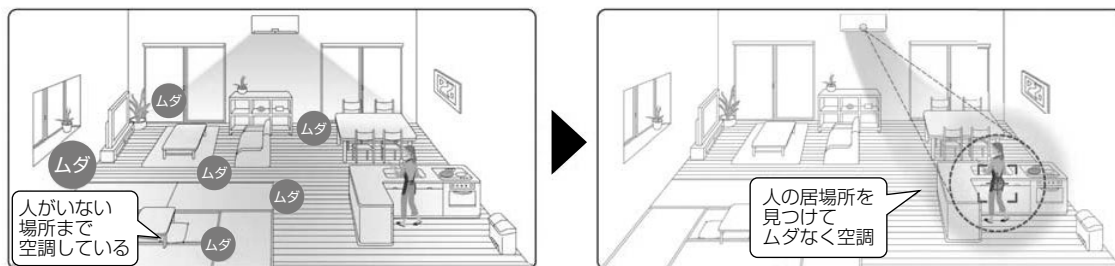


図2. 人の位置に基づく空調制御

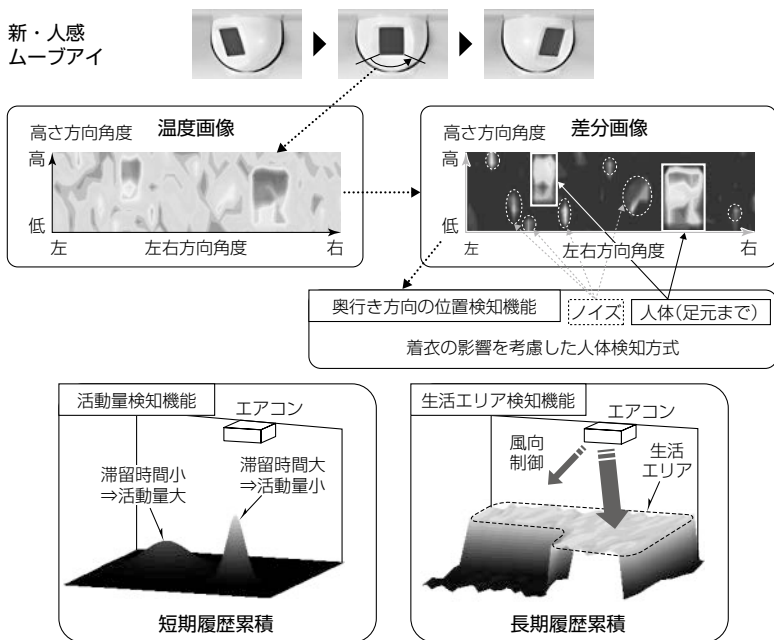


図3. 2008年モデルの機能

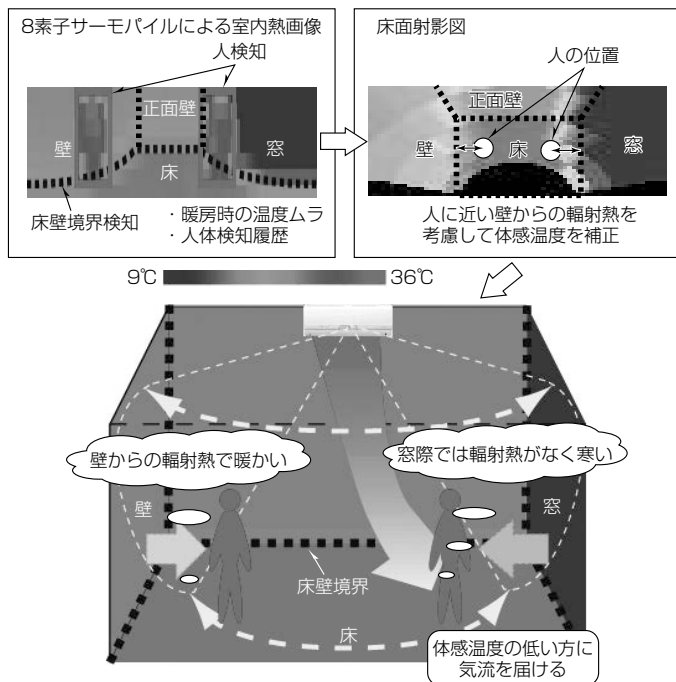


図4. 2009年モデルの機能

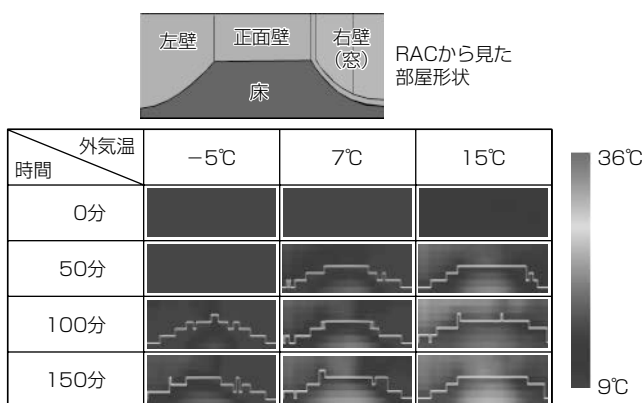


図5. 暖房時の温度むらを用いた床壁境界検知

などの影響で、頭は高温に、足は低温に観測される傾向があり、単純なしきい値処理では足を見落とす可能性が高い。そこで、高温な人体頭部との隣接関係によって人体足部とセンサノイズを区別するという考えに基づいて、足を見逃さずセンサノイズに強い人体検知方式を開発した。これによって、エアコンから人体までの距離を正確に求めることが可能になり、人体位置の履歴を解析することが可能となる。

### 3.2 人の活動量の検知

短期間の人体検知位置の履歴を用いることによって、人の滞留時間の大小から活動量を推定する機能を開発した。これによって、家事などで活動が多いときは低温に、じっとしているときは高温に室温を調整し省エネルギー性能を向上できる。

### 3.3 生活エリアの検知

生活エリアとは人が行動する範囲のことで、検知した生活エリアだけを効率良く空調することによってムダをなくし、省エネルギー性能を向上できる。生活エリアは、人体検知位置の履歴を長期間累積することによって検知する。

## 4. ムーブアイFit(2009年モデル)

部屋の形状を検知し、床、壁、窓等からの輻射(ふくしゃ)熱も考慮し、一人ひとりの体感温度を精緻に検知することで、更なる省エネルギー性能改善を実現したモデルである。

前年モデルの生活エリアは、人の動きまわるエリアであって、部屋の壁や窓の位置を正しく求めることはできない。それに対しこのモデルでは、暖房時の温度むらを用いた床壁境界検知機能を新たに搭載し、これによって、求めた床壁境界に基づき図4のように壁や窓からの輻射熱を考慮して、一人ひとりの体感温度計測の高精度化を実現した。

### 4.1 暖房時の温度むらを用いた床壁境界検知

暖房運転時、風向を下向きにして床を集中的に暖める制御を行うため、通常先に床が暖まりその後壁が暖まるという時間差が生じる。そこで暖房運転開始から一定時間内の部屋の温度分布から床と壁の温度の境目を検知することによって床壁境界を検知する機能を開発した(図5)。床壁境界は、温度分布から部屋の奥行き方向の温度変化を測定して最も変化が大きい位置(2次微分値が最大の位置)を検知する。

## 5. ムーブアイNavi(2010年モデル)

部屋の状況を分析し、カーテンやドアを閉める、外気温の変化に応じた運転切り換え、除湿と冷房の切り換え等、省エネルギーにつながる行動をリモコンがアドバイスする

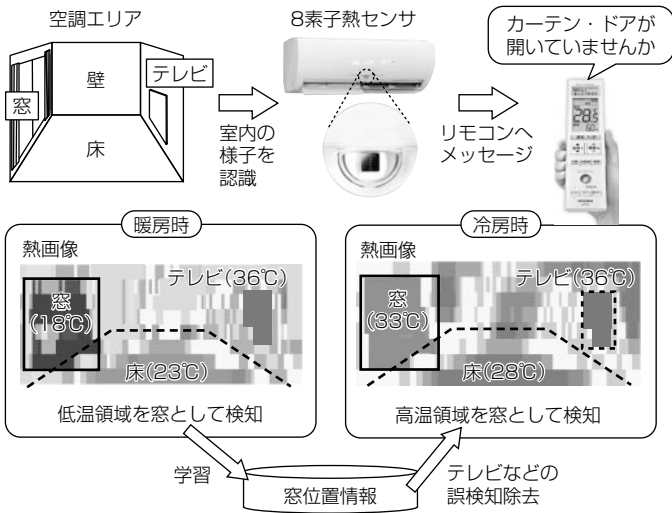
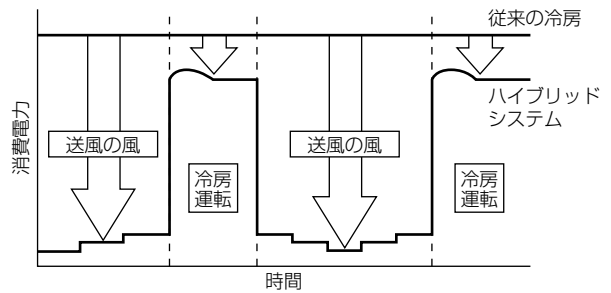
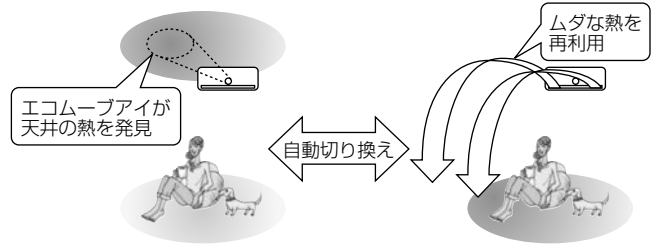


図 6. 2010年モデルの機能



(a) 夏のハイブリッド運転



(b) 冬のハイブリッド運転

図 8. 2012年モデルの機能

## 6. 3Dムーブアイ(2011年モデル)

部屋の天井までの温度分布を考慮した空調制御、人の姿勢を考慮した体感温度計測による空調制御を実現したモデルである。

人の体感温度とかかわりの深い運動強度を概算するための人の姿勢検知機能と、風向制御の位置基準となる顔と足の位置検知機能を新たに搭載した。

### 6.1 姿勢検知

図7に姿勢検知機能を示す。人領域の熱分布パターンから得られる特徴量を用いて、識別空間でクラス分類することによって、立位、座位、臥位(がい)の姿勢を認識する。そして、その熱分布の偏りから顔、足の位置を検知する。

## 7. エコムーブアイ(2012年モデル)

無理なく節電するための“ハイブリッドシステム”を搭載したモデルである。

夏は人の体感温度を見張り、快適性を損なわないように、送風運転と冷房運転を自動で切り換えることで、図8(a)のように消費電力を節約する。冬は、天井付近の温度を見張り、熱が溜まっていることを検知したら、サーキュレーターモードに自動的に切り換わり、天井の熱を利用して足元まで温める(図8(b))。

## 8. むすび

ルームエアコンの2007年モデルから搭載している“人感ムーブアイ”の変遷について述べた。今後も、さらに快適かつ省エネルギーな空調を目指して、ムーブアイ機能の高度化を進めていく。

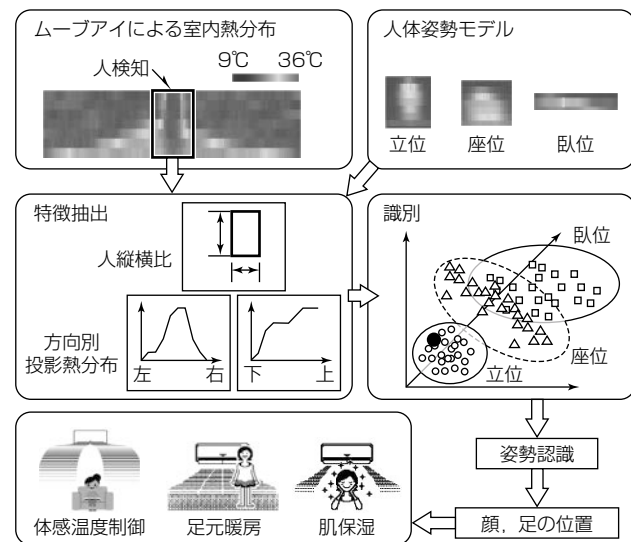


図 7. 2011年モデルの機能

“おしらせナビ”を搭載したモデルである。

暖房時であれば壁領域内の冷たい領域、冷房時であれば壁領域内の温かい領域が、空調のムダとなるカーテンから露出した窓や開けっ放しのドアの領域と推定できる。このことを利用して次に示す方法で開けっ放しのカーテン・ドアを検知し、見つけた場合はリモコンを通してユーザーに省エネルギーにつながる行動をナビゲートする。

### 5.1 カーテン・ドア検知

床壁境界に基づき、壁領域内で床との温度差が大きい部分を窓領域と検知する。しかし、冷房時のテレビ・冷蔵庫などの熱源は床に比べて高い温度となり誤検知のおそれがある。そこで、図6に示すように、暖房時の窓領域検知結果を学習しておき、冷房時には学習した位置だけに注目して窓検知することによって誤検知を抑制した。