

ルームエアコン「白くまくん」Xシリーズの開発

—エコに「くらしカメラ3D」をたし算—

松原 栄介
Matsubara Eisuke

田所 哲也
Tadokoro Tetsuya

木村 士良
Kimura Kotoyoshi

小松 佑人
Komatsu Yuto

小松 智弘
Komatsu Tomohiro

飯島 遼太
Iijima Ryota

家庭内での消費電力量が多いルームエアコンには、さらなる省エネルギー・節電が求められている。2014年度発売の「白くまくん」Xシリーズは、独自の省エネルギー技術とともに、快適性を実現する手段として「画像カメラ」、「温度カメラ」さらに「近赤外線カメラ」機能を加えた「くらしカメラ3D」を搭載している。人の位置や周辺温度だけ

く、家具の位置や形状、部屋の間取りを検知し、「気流の通り道」を特定する。暖房時には足元に向けて暖気を吹き出す、冷房時には冷風を循環させて部屋全体を涼しくするなどのきめ細かい風向制御が可能となり、一年を通して快適な空調を実現している。

1. はじめに

地球温暖化への懸念や電気料金の値上げを背景に、より省エネルギー性能の高い製品へのニーズが高まっている。ルームエアコンの省エネルギー指数は、APF (Annual Performance Factor: 通年エネルギー消費効率¹⁾) 値で示される。各社とも基本の要素技術である圧縮機、熱交換器、送風機、モータを駆動するインバータ回路などに毎年改良を加え、より高いAPF値のルームエアコンを開発している。

一方、調査によると、「電気料金が高い」という不満とともに、暖房時には「足元が暖まらない」、冷房時には「部屋全体が涼しくならない」という不満も多い(図1参照)。

これらのニーズや不満に対し、節電と快適性向上の両立を目標に、「画像カメラ」をセンサーとしてエアコンに初

めて採用し、居住空間の人の動きを検知して生活シーンに合った快適節電制御を実施する「くらしカメラ」を開発した。この技術を2012年度発売製品の上位機種に採用した。

さらに2013年度には、「画像カメラ」に加えサーモパイルを用いた「温度カメラ」を搭載し、人の周囲の温度をセンシングする「くらしカメラツイン」を開発し、より正確で快適な節電機能を実現した。

2014年度発売製品では、省エネルギー性能を前提に、顧客の共感を得られる快適性をめざして「くらしカメラ」をさらに進化させた「くらしカメラ3D」を開発した。ここでは2014年度発売の「白くまくん」Xシリーズのセンシング技術を駆使した気流制御機能と、省エネルギー性能向上技術について述べる(図2参照)。

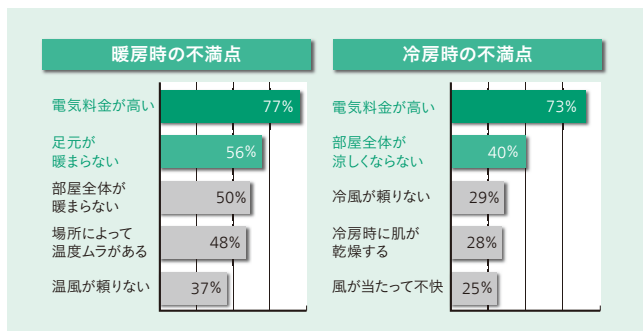


図1 | ルームエアコンの不満点 (2014年5月日立調べ: n=515)

「電気料金が低い」という声とともに、暖房時には「足元が暖まらない」、冷房時には「部屋全体が涼しくならない」といった不満が見られる。



図2 | 2014年度ルームエアコン「白くまくん」Xシリーズ

「くらしカメラ3D」および「3分割フロントフラップ」を搭載した。「気流の通り道」を見つけて快適運転を行う。

2. カメラによる快適技術

家庭において、ルームエアコンの使用頻度が高く、大型機種が設置されているリビングルームの形態は「LDK (Living Dining Kitchen)」が主流となっており、家族が集まる場所で時間帯によりさまざまな生活シーンが展開されているのが特徴である。また、リビングルームには他の部屋とは異なりソファやダイニングテーブルが設置されており、日立調査においても、「暖房時にソファやダイニングテーブルが気流を遮って足元に暖気が届かない」、「冷房時は温度ムラができて部屋全体が涼しくならない」という声が聞かれた。

2.1 「くらしカメラ」の検知技術

「くらしカメラ」は在室者の人数や活動量、位置に加えて、距離や間取りも見る²⁾「画像カメラ」と、在室者の周囲の温度を見る「温度カメラ」により、人や部屋の状況をより細かく見ることで快適な空調を実現し、リビングルームのさまざまな生活シーンにきめ細かく対応できる。

さらにリビングルーム特有の上述の課題に着目し、家具があっても気流が通る道を見つけ、人の居場所に気流を届けることが重要であると考え、その手段の検討を進めた(図3参照)。家具の位置や形状の検知には「近赤外線画像」を活用する。この技術により快適性の向上を図り、さらに「eco これっきり」運転^{※)}で節電にも寄与するよう開発を進めた。

2.2 「くらしカメラ3D」

室内機中央部にカメラ部を設け、中央の「画像カメラ」の前に近赤外線画像を取得するときのみ、近赤外線波長を透過するフィルタをシャッター方式にて移動させ、「近赤

※) 人の位置・周囲温度・人数・活動量・日差しをみて同程度の体感温度が得られるように、自動で節電運転する機能。

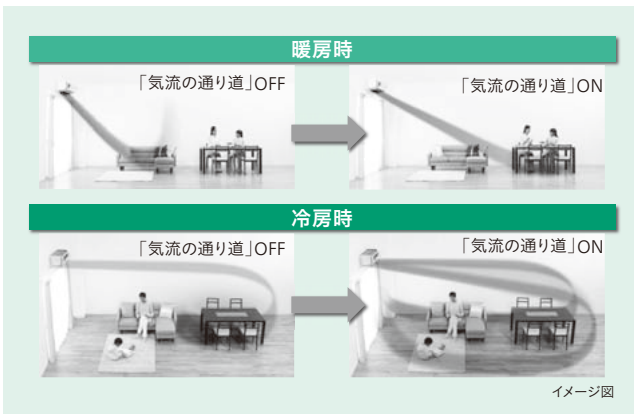


図3 | 家具による気流の遮りの改善

家具の形状や位置を考慮して気流を制御することにより、快適な空調を実現する。

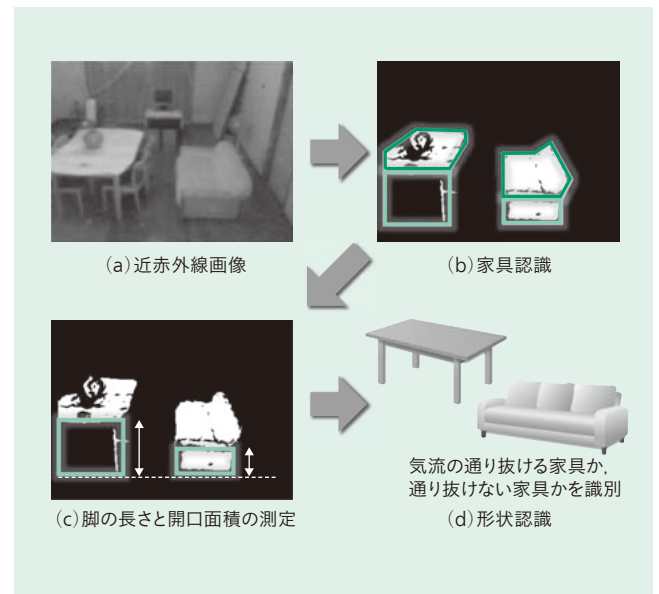


図4 | 近赤外線画像と画像処理による家具検知

エッジ処理とパターン認識により家具の特徴(形状)を検知する。さらに、気流の通り抜ける家具か通り抜けない家具かを識別する。

外線カメラ」として機能させる。さらに近赤外線LED (Light Emitting Diode) を照明として発光させて近赤外線画像を取得する。

取得した近赤外線画像にノイズ除去、エッジ検出、領域分割などの処理を行い、家具の候補を検知する。家具の候補の中から家具の特徴(形や大きさなど)を用いて、家具の候補を絞り込む。さらに、家具の脚の長さ・開口面積を算出し、気流の通り抜ける家具か、気流の通り抜けない家具かを識別する(図4参照)。

2.3 「3分割フロントフラップ」による気流制御

上述の方法により特定した「気流の通り道」への室内機からの気流を制御するため、従来製品では2枚設けていた上下フラップの上側をさらに3分割した「3分割フロントフラップ」を開発した(図5参照)。これにより、「気流の

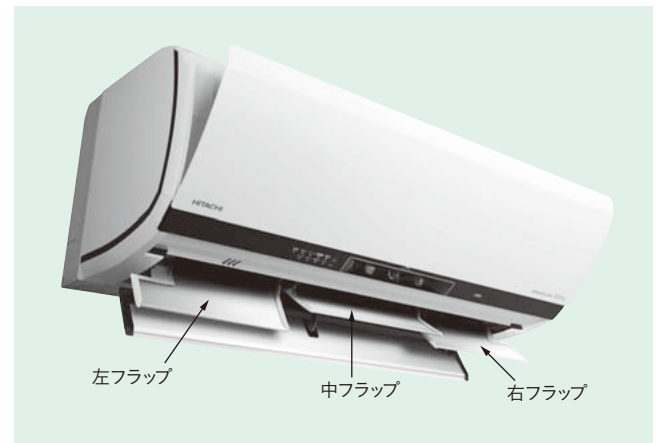


図5 | 「3分割フロントフラップ」

3つに分かれたフラップをそれぞれ独立して動かし、きめ細かい風向制御を行う。

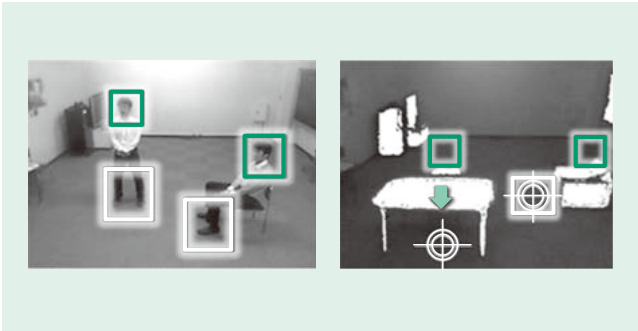


図6 | 足元検知 (左) と暖房時の「気流の通り道」の特定 (右)
「画像カメラ」により足元を検知し、「近赤外線カメラ」機能により気流の通り道を特定する。

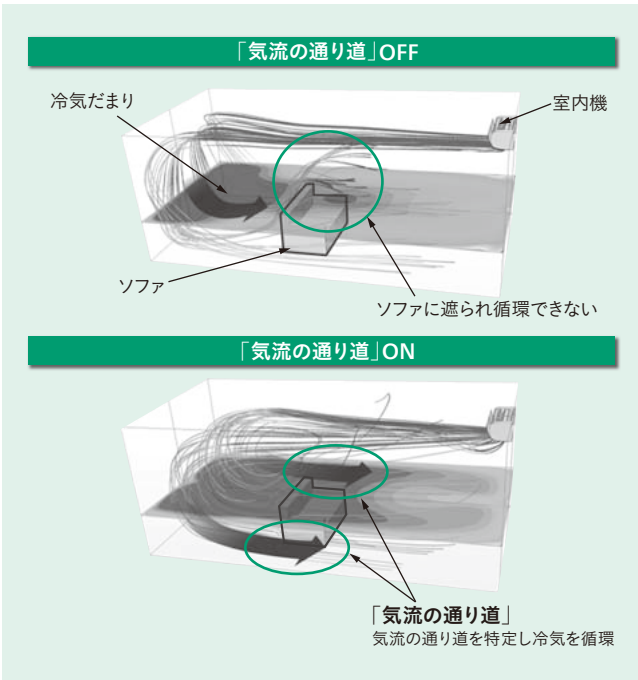


図7 | 冷房運転時の「気流の通り道」検知
風が通り抜けられないソファを検知し効率の良い気流制御を実現する。

通り道」に向けたきめ細かな風向制御が可能となり、暖房運転時は足元を狙って気流を吹き出し、冷房運転時は冷気だまりの形成をおさえて冷風を循環させ、快適な空調を実現した。

さらに、足元の温度や状態 (スリッパや厚手の靴下などを履いている状態) によらずに足元を検知できるようにするため、可視光画像を用いた足元検知技術を開発した [図6 (左) 参照]。

以上の情報を基に、暖房運転時においては、足元へ気流を届けるための「気流の通り道」を図6 (右) に示すように特定する。また、冷房運転時には気流が家具に遮られずに循環する「気流の通り道」を特定する (図7参照)。

3. 省エネルギー性能の向上

3.1 高効率スクロール圧縮機

スクロール圧縮機では、隣り合う圧縮室間のシール部の漏れを抑えることが効率向上のために重要である。使用す

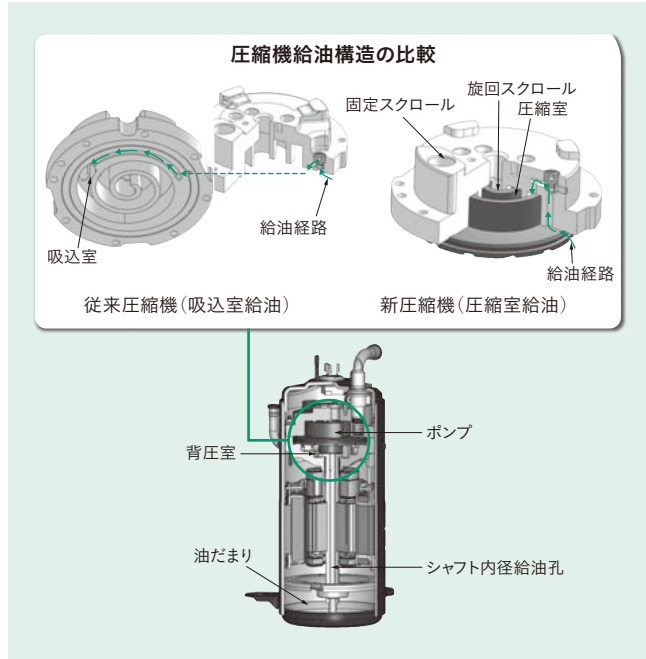


図8 | 高効率スクロール圧縮機
給油構造の見直しにより効率を改善した。

る冷媒R32は分子径が小さく、隙間を通りやすい性質がある。このため、従来は、圧縮機下部の油だまりからシャフト内径の給油孔を通し、旋回スクロールを固定スクロールへ押し付けるための背圧室を介して吸込室への給油を行っていた。これは漏れを抑制する目的では効果的な手段であるが、一方で、吸込室での冷媒の加熱による損失や、ポンプ内へ油を多量に入れることでの、固定スクロールと旋回スクロール間への油かみ込みによる機械損失の増加を招いていた。そこで、漏れ損失の増加を抑えつつ、加熱損失および機械損失を低減できる新たな圧縮室への給油構造を採用し、APF値を向上させた (図8参照)。

3.2 室内機

貫流ファンの効率を改善して送風動力の低減を図るべく、従来直径115 mmであったものを直径118 mmへと大口径化を図った。ファンを大口径化して効率向上を図る際、送風安定性の確保が課題となる。そこで、貫流ファンおよびノーズ形状による改善と通風抵抗の低減の両面から開発を行った。

すなわち、従来円周上に30枚配置していた翼を32枚にすることで送風時の安定性を確保し、さらに翼厚を従来比91%と薄翼化して翼間ピッチを確保することで摩擦損失の増加を抑制した。さらに、貫流ファンのフロントノーズ近傍で生じる循環渦を安定化させ、また、ファン両端部でのフロントノーズとファンの隙間に生じる逆流を防止するため、フロントノーズ形状を最適化し、送風安定性を高めている (図9参照)。

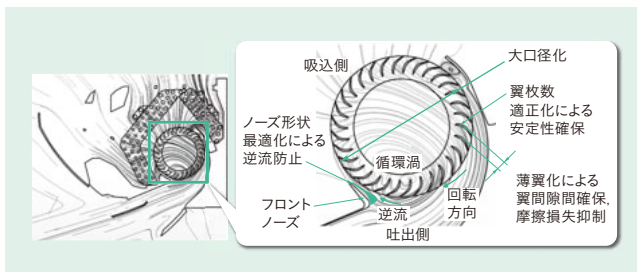


図9 | 室内機送風系

数値シミュレーションにより、形状や部品配置を最適化し効率を改善した。

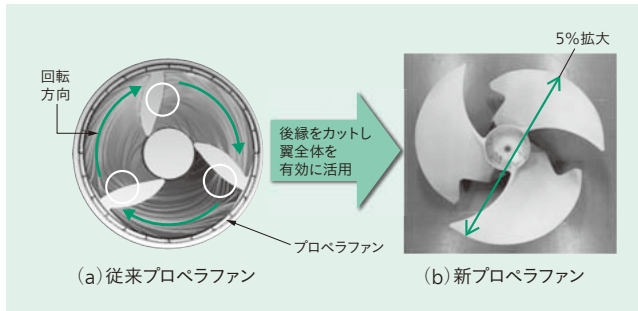


図10 | 室外機プロペラファン

ファン直径を拡大し、数値シミュレーションにより翼形状を最適化した。

3.3 室外機

室外機についても室内機と同様に、送風動力の低減と熱交換器の有効活用を目的に、プロペラファン、送風路、熱交換器の数値解析を用いた改善を行った。

プロペラファンにおいては、ファン直径を5%拡大して効率向上を図るとともに、流れの集中する後縁中央部をV字形状にカットすることで、剥離抑制をねらいファン効率の改善を図った(図10参照)。

4. おわりに

説明した省エネルギー技術は、要素ごとに数値的に見ればわずかな効果ではあるが、継続して技術開発に取り組むことによって、年々着実に省エネルギー性能、節電性能を向上させている。家庭で多くの電力を消費するルームエアコンの省エネルギー化は、環境対応とともに顧客の普遍的なニーズである。今後も日立が持つ技術力を結集したルームエアコンの開発に取り組んでいく。

また、快適性を追求した節電機能に対しては、顧客の生

活スタイルの変化やセンシングデバイスの発展とともに、これまでさまざまな提案を行ってきた。今後も、顧客が求める新しい価値を常に意識し開発を進めていく。

参考文献

- 1) 日本工業規格：JIS-C9612、ルームエアコンディショナ
- 2) 小松、外：家庭用エアコン向け開閉検出技術、情報処理学会第76回全国大会(2014.3)

執筆者紹介



松原 栄介

日立アプライアンス株式会社 空調事業部 栃木空調本部
空調システム設計部 所属
現在、ルームエアコンの設計開発に従事



田所 哲也

日立アプライアンス株式会社 空調事業部 栃木空調本部
空調システム設計部 所属
現在、ルームエアコン用圧縮機的设计開発に従事



木村 士良

日立アプライアンス株式会社 空調事業部 ルームエアコン統括本部
ルームエアコン営業企画部 所属
現在、ルームエアコンの商品企画に従事



小松 佑人

日立製作所 中央研究所 情報システム研究センター
知能システム研究部 所属
現在、画像認識・動画像符号化アルゴリズムの研究に従事
情報処理学会会員、電子情報通信学会会員



小松 智弘

日立製作所 日立研究所 機械研究センター 生活家電研究部 所属
現在、ルームエアコンの研究開発に従事
日本冷凍空調学会会員



飯島 遼太

日立製作所 日立研究所 機械研究センター 生活家電研究部 所属
現在、ルームエアコン用圧縮機の研究開発に従事