

# 店舗・事務所用パッケージエアコンの新4方向天井カセット形〈コンパクトタイプ〉室内ユニット

田中健裕\*  
高木昌彦\*  
大森崇言\*

*New 4-way Cassette Indoor Unit 〈Compact Type〉 of Packaged Air Conditioner*

*Kenyu Tanaka, Masahiko Takagi, Takanori Omori*

## 要 旨

近年市場から、店舗・事務所用パッケージエアコンの室内ユニットについて、省エネルギー性と快適性の向上以外に“エアコンの存在感を抑えた、空間に調和したデザイン”を要求されている。最もエアコンの存在感を抑えられるのは天井埋込形だが、吹出し風向の自由度や現場の天井フトコロ高さの制約で、4方向天井カセット形が市場では最も普及している。三菱電機の汎用の4方向天井カセット形はある程度天井面積が広い場所に据え付ける室内ユニット(化粧パネル外形950×950(mm))となっているが、照明や天井意匠による設置制約がある天井向けに小型の4方向天井カセット形〈コンパクトタイプ〉室内ユニット(化粧パネル外形760×760(mm))もラインアップしている。

今回、新4方向天井カセット形〈コンパクトタイプ〉室内

ユニットを“エアコンの存在感を抑えた”デザインで開発した。具体的には、室内から見える化粧パネルのデザインを“薄型”“フラット”“直線的”とした。しかし、単純に化粧パネルを薄くすると、吹出し空気が天井を汚してしまう“スマッジング”が発生しやすくなる。そこで、風路形状の再設計等によって、スマッジングを防止しつつ、化粧パネルの厚さを50%削減(30→15mm)した。また、省エネルギー性と快適性の向上のため、“人感ムーブアイ(サーモパイル型赤外線センサ)”を搭載した。他機種で使用している人感ムーブアイは天井から約58mmの出っ張りがある形状となっていたが、室内への出っ張りを減らすために構造を見直し、出っ張り代を56%低減(58→25mm)した新型人感ムーブアイを開発した。



薄型・フラット・直線的なデザイン化粧パネル(厚さ15mm)



新型人感ムーブアイ(サーモパイル型赤外線センサ)



新4方向天井カセット形〈コンパクトタイプ〉の設置イメージ

## 新4方向天井カセット形〈コンパクトタイプ〉室内ユニット

室内機の風路形状の再設計等によって、吹出し空気が原因で天井が汚れる“スマッジング”を防止しつつ、化粧パネルの薄型化を実現した。また、省エネルギー性と快適性向上のために導入した人感ムーブアイについても構造見直しを実施し、従来の人感ムーブアイと比較して、室内側への出っ張り代を大幅削減した。これらによって、市場から求められているエアコンの存在感を抑えたパッケージエアコン室内ユニットを実現した。

## 1. ま え が き

近年市場から、店舗・事務所用パッケージエアコン室内ユニットについて、省エネルギーと快適性向上以外に“エアコンの存在感を抑えた、空間に調和した”デザインを要求されることが多い。最もエアコンの存在感を抑えられるのは天井埋込形だが、吹出し風向の自由度や現場の天井フットコク高さの制約で、4方向天井カセット形が市場では最も普及している。当社の汎用の4方向天井カセット形〈ファインパワーカセット〉室内ユニット(以下“ファインパワーカセット”という。)はある程度天井面積が広い場所に据え付ける室内ユニットとなっているが、照明や天井意匠による設置制約がある天井向けに小型の4方向天井カセット形〈コンパクトタイプ〉室内ユニット(以下“コンパクトカセット”という。)もラインアップしている。

今回、新コンパクトカセットを、省エネルギー性と快適性を向上させるとともに“エアコンの存在感を抑えた”デザインで開発した(図1)。

## 2. エアコンの存在感を抑えたデザイン

エアコンの存在感を抑えるために、室内から見える化粧パネルのデザインを薄型・フラット・直線的にした。

### 2.1 化粧パネルの薄型化

天井カセット形室内ユニットの化粧パネルを薄型化するのに課題となるのは“スマッジング”の防止である。ただ単純に化粧パネルを薄くすると、吹出した空気が天井に沿って天井を汚してしまうスマッジングが発生しやすい(図2)。今回のコンパクトカセットの開発ではスマッジングを防止

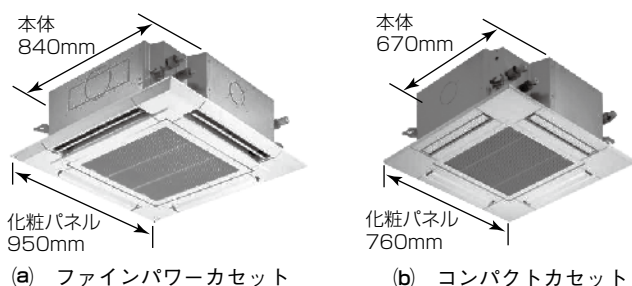


図1. ファインパワーカセットとコンパクトカセットの外形比較

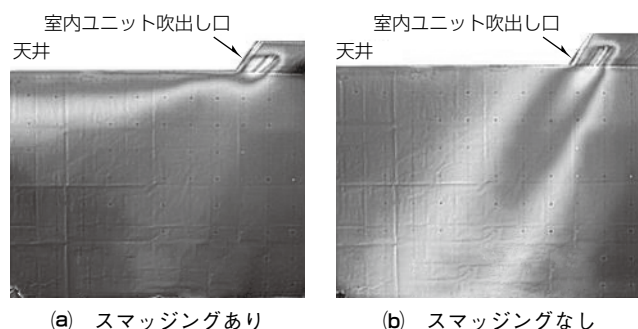


図2. 吹出した空気の流れ方向によるスマッジングあり／なし

しつつ化粧パネルを薄型化することを目標にした。

従来のコンパクトカセットは、天井付近の化粧パネル表面に突起構造を設け、天井に向かって風が流れにくいようにしてスマッジングを防止していた。しかし、化粧パネル表面に突起構造を設けると冷房の際の結露不具合の原因となるため、結露防止のための防露ヒーターを設置していた。防露ヒーターは省エネルギー性を悪化させ、さらに安全性確保のために化粧パネル全体を不燃材で覆う必要があって風向ベーンモータ等のサービス性も悪化させる。

今回の開発では突起構造や防露ヒーターを使わずに、風路形状を工夫することで化粧パネルの薄型化とスマッジング防止を両立させた。

スマッジングは風向ベーンの右側の吹出し空気の風速が大きい場合に発生しやすいため、風路の形状を吹出し空気の流れを変えるように変更し、風向ベーン右側の風速を低減させた。また、風向ベーンの形状も所定の吹出し角度が得られるように設計した(図3)。

これらの対策によって、スマッジングを防止しながら、かつ化粧パネルの厚さを従来のコンパクトカセットの30mmから15mmに半減させることに成功した。

### 2.2 人感ムーブアイの薄型化

今回のコンパクトカセット開発では、省エネルギー性と快適性向上のため人感ムーブアイ(サーモパイル型赤外線センサ)を搭載することにした。現在他機種で実績のある人感ムーブアイの駆動部品は、天井から約58mmの出っ張りがある形状となっているが、今回、室内への出っ張りを減らすため、構造を見直した。従来の人感ムーブアイの各部品の機能を精査し、部品点数の削減と薄型化のための部

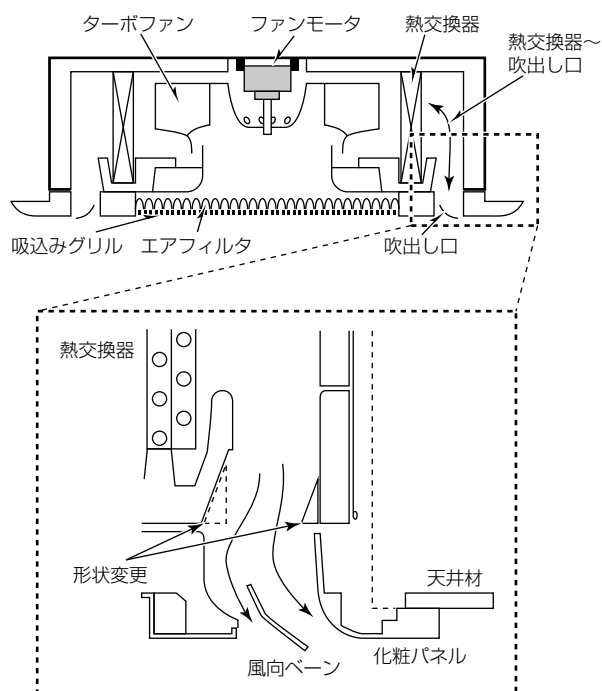
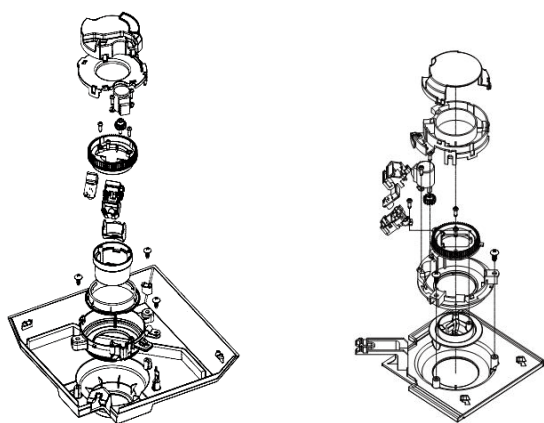


図3. コンパクトカセットの吹出し口風路の断面図



(a) 従来の人感ムーブアイ (b) 新型人感ムーブアイ  
図4. 人感ムーブアイの部品構成の比較

品形状の変更を実施した(図4)。この見直しによってコンパクトカセットに人感ムーブアイの機能を追加するとともに、出っ張り代を56%低減(58→25mm)した。

### 3. 省エネルギー性の向上

#### 3.1 コンパクトカセットの省エネルギー性向上

近年、エネルギーの安定供給と地球温暖化防止のために省エネルギーの必要性がますます高まっている。業務用空調機(パッケージエアコン)についても、2010年の省エネ法改正に伴い、2015年度達成目標値(トップランナー基準値)が設定されるなど、省エネルギー性能の向上が急務となっている。図5に示すように、平均的なオフィスビルでの消費電力のうち、空調機の占める割合は48%と高い割合を占めており、空調機の省エネルギー化がいかに重要であるかが分かる。

今回、当社独自の省エネルギー技術を活用することで、小型でありながら省エネルギー性を改善したコンパクトカセットを開発した。一般的に小型の室内ユニットはファンが小さく風路が狭いことから、所定の能力を確保するのに圧縮機回転数やファン回転数を大きくするため、省エネルギー性や騒音の面で不利となる。今回、三次元翼(よく)を持つ新型ターボファンを搭載し、さらにファンモータとドレンポンプをDC化した。新型ターボファンによって送風機単体効率が約10%向上し、ファンモータとドレンポンプのDC化の効果と合わせて、室内ユニットの消費電力を約63%削減した。その結果、APF(通年エネルギー消費効率)が最大46%向上し、コンパクトカセット“スリムZRシリーズ”として初めて全能力帯でグリーン購入法基準をクリアした。

#### 3.2 ファンの改善

コンパクトカセットは、ターボファンと呼ばれる遠心送風機を採用している。ターボファンは、外周にある複数の翼によって、中央から空気を吸い込み、遠心方向に吹き出す。その空気がファンを取り囲む熱交換器を通過し、室内

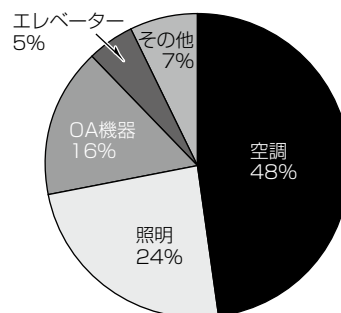


図5. 平均的なオフィスビルでの用途別電力消費率<sup>(1)</sup>

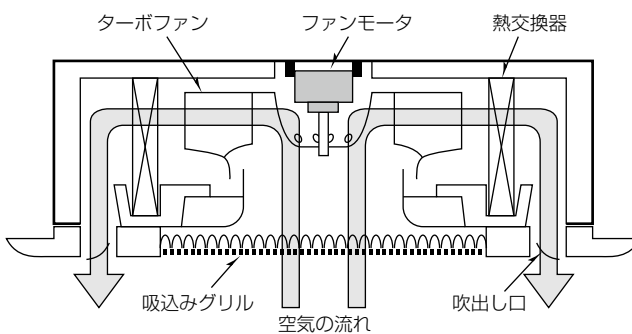


図6. コンパクトカセット内の空気の流れ

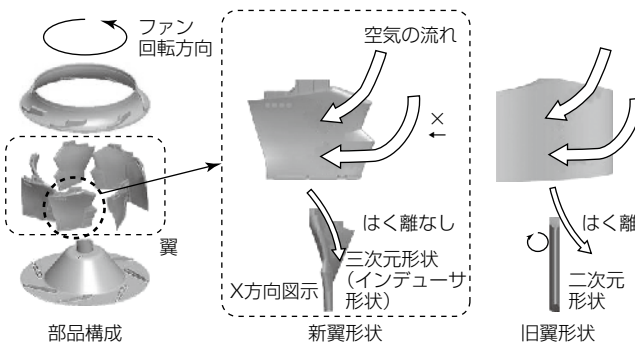


図7. 新型ターボファン部品構成と翼形状の新旧比較



図8. 新型ターボファン

空間に送られる(図6)。

従来ターボファンでは、翼が円周面に対して直立するような二次元形状をしていた(図7)。そのため、空気が翼の形状に沿って流れない箇所があり、その場所では流れのはく離が発生して送風効率を低下させていた。そこで、新型ターボファン(図8)の翼は、ファンが回転したときに吸い込み空気が翼の表面に沿って小さい抵抗で流れる形状に変

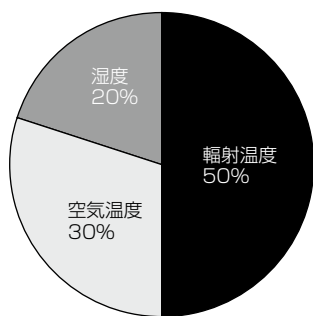


図9. 体感温度への影響因子(室内の場合)

更した(図7)。この結果、空気の流れのはく離が抑制されて送風効率が約10%向上した。また、ファンの改善に加え、ファンモータやドレンポンプをDC化することで室内ユニットの消費電力を約63%削減した。

### 3.3 センシングによる省エネルギー性の向上

空調によって得られる快適性や、人が感じる暑さ・寒さは、単純に温度だけでなく様々な要素の影響を受けており、体感温度と呼ばれる指標で表される。体感温度は、主に輻射(ふくしゃ)温度・空気温度・湿度に影響される(図9)。空調では体感温度を考慮し、ユーザーが快適と感じる運転を行うことが重要である。

今回、コンパクトカセットでは、人や床などの輻射温度を360° 12エリアに分割して検知するサーモパイル型赤外線センサ“人感ムーブアイ”を新たに搭載した。新たに検知可能になった輻射温度を用いることで、従来よりも実際の体感温度に近づけることができ、更なる省エネルギー性と快適性の向上が可能になる。

また、人感ムーブアイを活用した人感ハイブリッド運転を導入した。人は風を浴びることで、より涼しく感じる事ができるため、冷房運転時にこの涼風作用を利用した。室温が設定温度まで下がったら圧縮機を停止させ、吹出し口の風向バーを上下スイングし、自動で送風運転に切り替える。それによって、圧縮機を停止した状態で、体感温度を低いまま維持させる。風だけで体感温度を維持できなくなった場合には、自動で圧縮機を再度動かして冷房運転を行う(図10)。人感ハイブリッド運転は、圧縮機の停止している時間を長くすることで消費電力を低減し、快適性を維持させたまま無理のない節電を可能にした。

暖房運転の場合は、室内温度が設定温度に近づいた場合、自動で水平方向への送風運転を行う。サーキュレータ効果によって天井付近のたまった暖気を人の高さにまで下ろして、室内温度むらを低減して快適性を向上させる(図11)。

冷房運転で1日間の積算消費電力量を測定した結果、ハイブリッド運転なし/ありで21.0kWhから18.4kWhへと低減しており、約12%の改善<sup>(注1)</sup>が確認できた。

(注1) 一般事務所夏季期間中8:00~20:00で冷房運転を行い(同一設定条件下)、積算消費電力量を測定した。

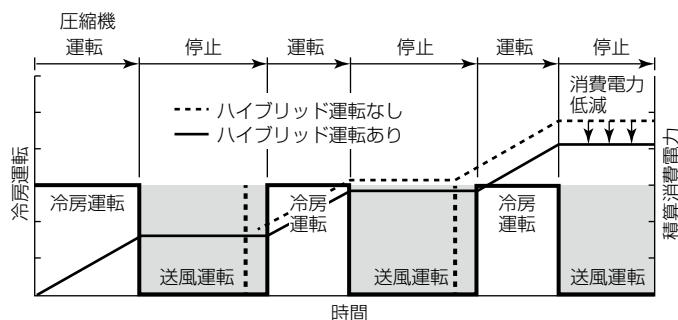


図10. ハイブリッド運転の冷房運転イメージ

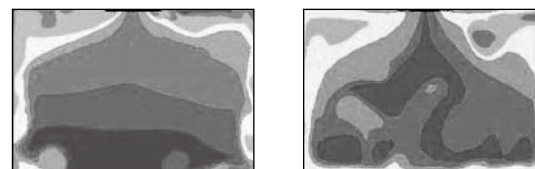


図11. ハイブリッド運転の暖房時室内温度分布



図12. 化粧パネルの仮掛けフック構造

## 4. 作業性の改善

室内ユニット据付け時の作業性も改善するため、化粧パネルの仮掛けフック構造(図12)や、ねじを手を持たずに作業ができるような仕様にした。また、室内ユニット全体で部品が果たす機能を精査し、部品点数の削減を進めたことで製品質量を約3kg(20→17kg)低減した。これらによって、据付け作業性を改善し、施工時間を当社従来機種と比較して約9%短縮できた。

## 5. むすび

コンパクトカセットの開発では、市場から要望のある“エアコンの存在感を抑えた、空間に調和した”デザインを目指し、パネルや人感ムーブアイの薄型化と、省エネルギーと快適性向上の両立を実現した。また、市場での据付け作業性やサービス作業性の改善を行った。今後もユーザーや施工・サービス業者の声を十分聞きながら、ニーズに応える空調機の開発に取り組んでいく。

## 参考文献

- (1) 経済産業省 資源エネルギー庁：平均的なオフィスビルでの用途別電力消費率，資源エネルギー庁推計(2015)