

# アレルギーに対応した空気清浄ルームエアコン

## Residential Use Air-Conditioner Corresponding to Allergy



宮澤 賢一\*1  
Kenichi Miyazawa

神原 裕志\*1  
Hiroshi Kanbara

内藤 康弘\*1  
Yasuhiro Naito

田中 大輔\*2  
Daisuke Tanaka

鈴木 孝幸\*3  
Takayuki Suzuki

中嶋 祐二\*4  
Yuji Nakajima

改正省エネ法に象徴されるようにルームエアコンの基本性能向上は依然として重要な課題の一つである。また、近年は空気質：IAQ（Indoor Air Quality）の改善・向上が求められているのと同時に他社との差別化のポイントともなっている。当社は、アレルギーの原因といわれているアレルゲンを分解・無害化するフィルタと、このフィルタを系統的に搭載したルームエアコンを開発、これに対応している。

### 1. はじめに

近年の環境や健康に対する意識の高まりにより、ルームエアコンに要求される機能は、空調機としての基本的な機能は勿論のこと、付加的に要求される機能がますます多様化する傾向にある。

基本性能としては、壁掛分離形4.0 kW以下にて2004冷凍年度末から施行される改正省エネ法により性能の底上げが実施される。改正省エネ法は、その指標として冷暖平均COP（エネルギー消費効率：Coefficient Of Performance、能力を消費電力で除した値）を用い、規制値（2.8 kW機を例にとるとCOP4.90）以下の機器は事実上、販売できないハードルの高い法である。

また、付加機能としては空気質（IAQ：Indoor Air Quality）を改善するものが各社から提案され、差別化のポイントともなっている。それは様々な機能をもったフィルタや換気機能であったりするが、近年のマイナスイオンブームは記憶に新しい。

### 2. 当社の取組み

#### 2.1 基本性能

省エネ指標である冷暖定格平均COPの2.8 kWクラス（高級機・普及機）の当社トレンドを図1に示す。高級機においては既にCOP規制値を大幅達成し他社比トップクラスの性能を有する。現在では、その達成率の更なる向上が重要課題となっている。

#### 2.2 付加機能

付加機能として高級機は、世界初となる 酵素の

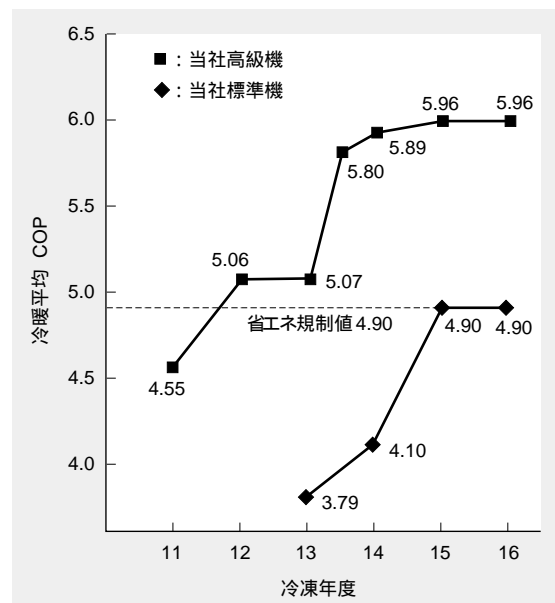


図1 冷暖COPのトレンド 高級機は既に規制値を大幅達成。

力でアレルギーの原因とされるアレルゲンを分解するフィルタ（以下、アレルゲンクリアフィルタと称す）、室内の空気を屋外に排出する換気機能、ユニット内部清掃機構、インターネットを利用して外部からの遠隔操作を可能としたユニット制御機能“e-@ir”を搭載して他社との差別化を図っている。

### 3. アレルゲンクリアフィルタの開発内容

#### 3.1 開発コンセプト

室内空気汚染物質は、シックハウスや悪臭の原因となるガス状物質、タバコ煙やハウスダストのような

\*1 冷熱事業本部空調輸冷製造部空調設計課

\*2 技術本部名古屋研究所材料・化学研究室

\*3 技術本部名古屋研究所強度・振動研究室

\*4 技術本部先進技術研究センター化学・反応プロセスグループ 農博

表1 試験に用いたアレルゲンの種類

アレルゲン	由来	成分
Der f 1	<i>Dermatophagoides farinae</i> (コナヒョウヒダニ)	フン由来システインプロテアーゼ
Der f 2	同上	虫体由来精巢上体関連タンパク質
Der p 1	<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i> (ヤケヒョウヒダニ)	フン由来システインプロテアーゼ
Cry j 1	<i>Cryptomeria japonica</i> (吉野スギ)	花粉表面微粒子
Fel d 1	<i>Felis domesticus</i> (ネコ)	上皮タンパク質

粒子状物質，浮遊細菌やカビの胞子のような微生物といったように多種多様であり，それらの対策を講じる場合には各々の物性を把握した上で技術を選択，もしくは開発する必要がある．当社では，どのような住環境にも存在し，重大な疾病を引き起こす可能性のある生物由来浮遊アレルゲンに着目し，居住空間から排除することができる技術の開発に着手した．生物由来の室内浮遊アレルゲンには主にダニアレルゲン，花粉，ペットアレルゲン，ダニ以外の昆虫アレルゲン（ゴキブリ，蚊等）が挙げられる．これらはいずれも人の呼吸とともに体内（呼吸器系）に入り込み，くしゃみや炎症，疾病を引き起こす．これらは微生物のように生細胞の活動に伴い代謝される物質が原因となるのではなく，その分子構造そのものが呼吸器系の免疫を攪乱するため，無害化（不活化）するにはより高度な反応を用いる必要がある．さらにアレルゲンの主成分はタンパク質であり，高次構造による化学的安定性を有することから，これまで高熱や強度の薬剤を用いる方法を除いて，不活化することは困難とされてきた．当社ではこのようなアレルゲンの不活化手段として酵素を検討し，ルームエアコン内で機能するための条件を明確化し，フィルタとして製品化した．以下にその開発プロセスの概要を示す．

### 3.2 フィルタ素材の選定

選定した酵素は加水分解反応を促進させる特性を有する．したがって，酵素とアレルゲンの反応（アレルゲンの不活化）を進行させるためには，水分が必要である．酵素をフィルタ上で活性化させるために水分を補給する方法として，以下の2つが考えられる．

フィルタ繊維にタンク等から液体の水を供給する．  
空気中の湿分をフィルタに吸収させる（吸湿）．

構造の単純化，ルームエアコンユーザのメンテナンス軽減，汎用性の確保を考慮し，の方式を検討した．フィルタに高い吸湿能力を持たせるために，綿や羊毛よりも吸湿性の高い特殊繊維を素材として採用した．また，この特殊繊維は表面に水酸基を有するため，酵素固定化処理が容易である．

### 3.3 性 能

特殊繊維不織布に酵素及び尿素を担持し，フィルタ

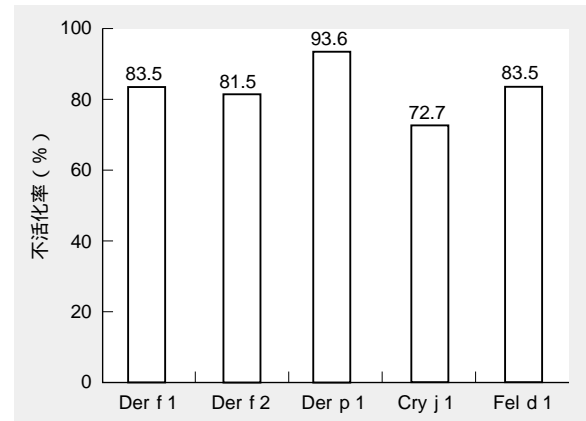


図2 各種アレルゲンの不活化率 アレルゲンにより不活化率に違いが見られるが，多種多様なアレルゲンに対応可能であることが分かる．

化したものをアレルゲン不活化試験に供した．表1に試験に用いたアレルゲンの一覧を示す．これらは国内において我々がよく暴露を受けるとされる空中浮遊アレルゲンである．アレルゲンクリアフィルタにこれら（粉体アレルゲン）を付着させ，不活化能力を評価した．

図2にダニアレルゲンとその他のアレルゲンの不活化率を示す．対象とするアレルゲンにより不活化率に違いが認められる．これは各アレルゲンの物性が異なることを示すと同時に，本酵素によるアレルゲンの不活化は分解対象が広く，室内環境に存在する多種多様なアレルゲンに対応可能であることを示している．なお，本酵素の分解対象物はタンパク質であるため，アレルゲンのみではなく，ウイルスや細菌，カビの不活化も可能である．例えばインフルエンザウイルスを1時間で99.9%不活化，黄色ブドウ球菌を殺菌できる（菌の増殖を抑制するだけでなく初期よりも減少させることが可能）ことを確認している．

### 3.4 ユニット運転制御

前述のとおり，フィルタの性能を最大限に引出すためにはフィルタ近傍環境下の温度・湿度が重要である．開発機では，エアコンの基本機能を用いてこの環境を実現している．冷房サイクル運転で室内環境下の水分を熱交換器に捕集し，暖房サイクル運転でこの凝縮水

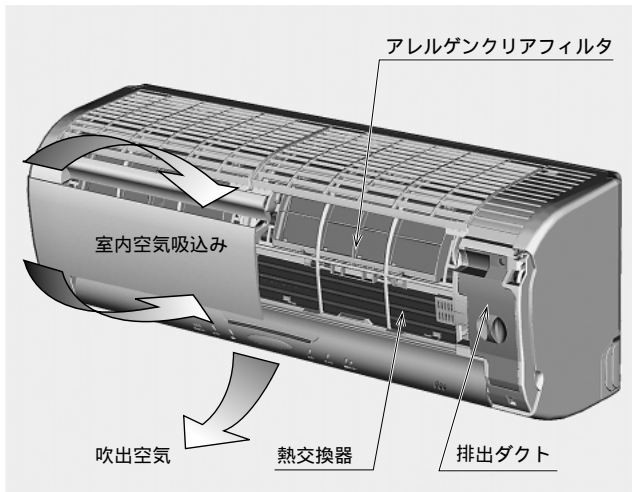


図3 ユニットシステム概念 フィルタは熱交換器前に設置され、吸い込まれたアレルゲンはフィルタ上に捕集される（右半分：吸込グリル取去）

を再蒸発させることで常にフィルタ近傍に最適環境を実現する。これらの運転は、ユニットに装備しているセンサを用い、環境下の条件に合わせ、運転内容を変更する制御を組み込んでいる。

### 3.5 ユニットシステム構成

図3に、開発機のアレルゲンクリアシステム構成を示す。フィルタはユニット内、熱交換器前に設置されている。運転中に吸込み口から室内空気と共に環境中に浮遊しているアレルゲンを吸込み、フィルタ上でこれらを捕集する。フィルタ上に捕集されたアレルゲンは酵素により不活化（分解・無害化）される。このため、フィルタ上で捕集された物質が、ユニットから再飛散することがあってもアレルギーを引き起す原因とはならない。

前述のとおり、開発機には酵素の能力を十二分に発揮させるための制御を組み込んでいる。アレルゲンクリアフィルタにとっては、高温・高湿な雰囲気望ましいが、逆にユニットにとっては、この状態の空気が滞留することは空調フィーリング・汚れ・カビ発生等の観点から望ましいことではない。このため、開発機ではユニットに滞留している雰囲気空気を屋外へ排出するためのダクトをフィルタ横に設置し、換気用の送風機で最適条件運転後に屋外にこれらを排出することでユニット内に高温・高湿の空気が滞留することを防止している（図4）。

## 4. その他の付加機能

エアコン購入時の選択ポイントとして価格や基本性能以外に、空気清浄機能や清掃性等の“付加機能の充実さ”が挙げられている。本機は、アレルゲンクリアフィルタに加え、換気機能、ユニット内部清掃

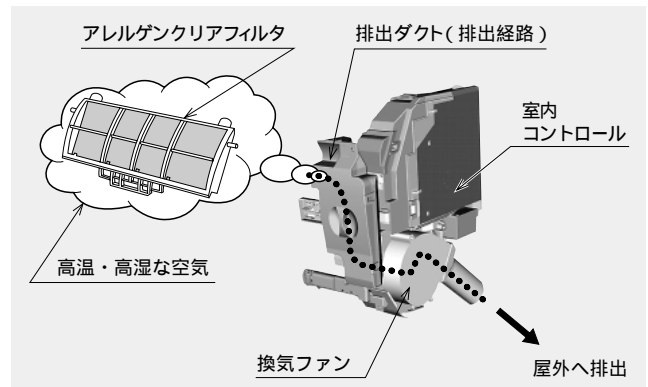


図4 排出機構 高温・高湿の空気はフィルタ横に設置された排出ダクトをとおり屋外に排出される。

機能、インターネット利用による遠隔操作機能を搭載し、他社との差別化を図っている。

### 4.1 換気機能

通常、エアコンに装着されているフィルタでは、室内にたまった二酸化炭素・ホルムアルデヒドといったガス類の除去はできない。本機は換気専用の送風機を付加機能として搭載しガス類の濃度を検知するセンサと連動させて、室内の汚れた空気を屋外に排出する独自の機能を持ち、他社との差別化を図っている。換気機能は、IAQ（Indoor Air Quality）を向上させる機能として近年、認知度が急速に高まり、競合他社も追随し始めている。

本開発機は、単なる換気機能のみならず、ユニット内部の乾燥運転との連動を図るなど複合機能として展開を進めている。

### 4.2 内部清掃機能

エアコンを長時間稼働するのにしたが、その内部には環境下のホコリ・汚れ等が滞積し、時にはユニット内部に残留している水分とこれらの汚れからカビを含んだホコリが滞積する。これらはエアコンとしての能力の低下を招くだけでなく異臭の原因となることがある。開発機ではユニット内部の水分を除去するため、換気機能と連動させたユニット内部乾燥運転、防カビ材を塗布した送風ファンを採用し、汚れ・カビの発生を防いでいる。

さらに、発生した汚れ・カビ等を直接、清掃することができるように、吹出部分を“お掃除楽省メカ”と称した取外可能機構とし、ユーザーズにこたえている（図5）。

### 4.3 インターネット通信機能

図6に本システムの概念を示す。本機とパソコン間の通信を行うことで、外部から携帯電話等のeメールで情報の双方向通信を行い、エアコンの運転操作、運転状況の確認が可能となった。



図5 “お掃除楽省メカ” 吹出口部分が取り外せユニット内の汚れを直接清掃できる。

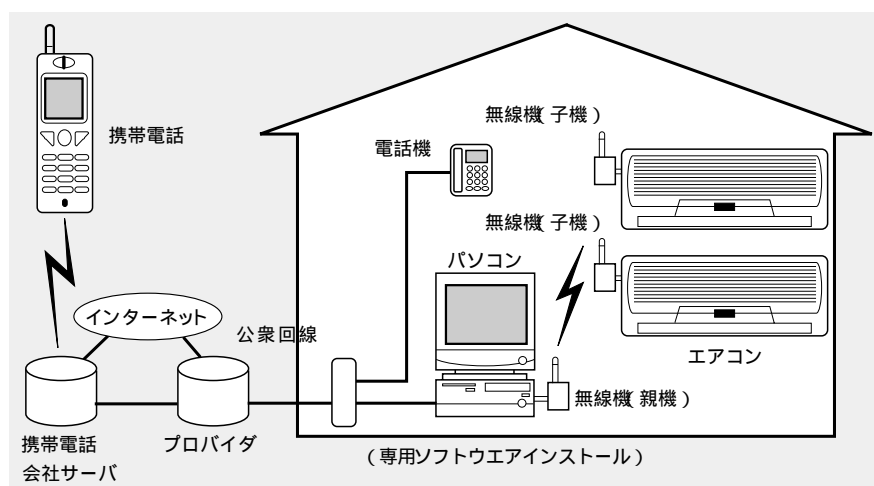


図6 “e-@ir” の概念 エアコンとパソコン間を無線化し設置条件が大幅に緩和された。

換気機能と本機能を連動させることにより（エアコンの使用頻度の高い夏場において）外部からあらかじめ室内の換気運転をさせ、熱気を排出することで帰宅してからの冷房立ち上がり時の消費電力量，設定温度までの到達時間共に従来比20%低減させることが可能となった。

## 5. ま と め

今回開発したピーバーエアコンは，基本性能として省エネ法規制値である冷暖平均COP値（28クラス，4.90）に対し5.96（達成度122%）と業界トップクラスの性能を有し，またIAQ付加機能としてはアレルギークリアフィルタ，換気機能を有するエアコンである。

今後も基本性能が高く，ユーザーズにマッチした付加機能を有しお客様に満足される製品をタイムリーに開発していく。

## 参 考 文 献

- (1) 宮沢ほか，改正省エネ法規制値を大幅クリアした高効率ルームエアコン，三菱重工技報 Vol.39 No.2（2002）p.60
- (2) 小屋二六ら，気管支ぜん息に関わる家庭内吸入性アレルギー 現在の知見とその対策，公害健康被害補償予防協会（1998）p.35



宮澤賢一



神原裕志



内藤康弘



田中大輔



鈴木孝幸



中嶋祐二