

次世代家庭用ルームエアコン “大清快”™ GDR シリーズ

DAISEIKAI GDR Series Next-Generation Home Air Conditioners with Soft Air Current

小澤 哲朗

三島 毅睦

■ OZAWA Teturo

■ MISHIMA Takechika

東芝(現 東芝キャリア(株))は、1982年に世界初のインバータ搭載エアコンを発売して以来、エアコンの省エネ性を追求してきた。しかし、定期的にフィルタの清掃を行わないと通風抵抗が増加し、冷暖房性能の低下や省エネ性の悪化につながってしまい、いくら機器の省エネ性を改善しても、製品寿命が尽きるまでその性能を保つことはできない。そのため、ユーザーには2週間に1回程度のフィルタ清掃を推奨してきたが、室内機は高所に取り付けられることが多いため、確実に実施されているとは言えない状況であった。

そこで当社は、ユーザーが10年間メンテナンスしなくても初期の性能をキープできるエアコン、“大清快™” GDR シリーズを商品化した。ユーザーによるメンテナンスを10年間不要にするため全自動エアコンクリーナ™を搭載し、フィルタに付着したほこりをかき取って室外に排出することで、ユーザーによるフィルタの清掃を不要とした。また、空気清浄機には銀(Ag)を含んだ表面処理を行うことで、自動再生するメンテナンスフリーの脱臭機能を搭載した。更に、効率を高度に高めた“スマート・プレ・スイッチング™”インバータを搭載し、業界トップクラスの省エネ性を実現した。

Toshiba Carrier Corp. has pursued energy-saving air conditioners since our introduction of the world's first inverter type air conditioner. However, the performance of an air conditioner will be degraded if the filters are not cleaned regularly because of the increase in ventilation resistance, which hinders energy reduction. Such air conditioners may not demonstrate their rated capability at an early stage of their life, no matter how sophisticated their energy-saving design may be. Although we recommend that users clean the filters every two weeks, this cannot always be assured because cleaning filters in a high location is a troublesome task.

We have now released the DAISEIKAI GDR series, a new type of air conditioner whose filters are always kept clean automatically for 10 years after installation. These new models are equipped with an automatic filter-cleaning system, providing 10 years of maintenance-free operation. Dust on the filters is scraped away and removed outdoors. In addition, these models are equipped with an auto-recovery silver plasma air purifier, which offers maintenance-free deodorization. An additional feature is the highly advanced "Smart Pre-switching" (SPS) inverter system, which has attained the industry's highest energy-saving performance.

1 まえがき

エアコンの消費電力は家庭内消費電力の24.7%とトップを占め⁽¹⁾、二酸化炭素(CO₂)排出抑制の面からも、省エネが求められている。東芝(現 東芝キャリア(株))は、1993年に業界初の省エネエアコンを商品化して以来、各種技術開発を推進し、1998年には当社製エアコンのエネルギー消費効率が新省エネ法で掲げる2004年の目標基準値に選定されるなど、業界をリードしてきた。また、地球環境保全の面からも、オゾン層を破壊しない新冷媒R410Aをいち早く全面採用するとともに、鉛フリーはんだを室内機と室外機の制御基板に採用するなど、“省エネ”と“環境”をキーワードに開発を行ってきた。

今まで、機器そのものの効率を改善するために様々なアイテムを実現してきたが、その性能をキープするためには定期的なフィルタの清掃が必要である。特に吸込空気中のほこりを除去するフィルタについては、300時間運転すると風量が

約10%低下するほどほこりがたい積するため、2週間に1回の清掃を推奨してきた。

しかし、ほとんどのエアコンは高所に据え付けられているため、高い台に登らなければ清掃できず、ユーザーにとってめんどろな作業である。また、高齢者や妊婦には危険を伴う作業でもあり、一般家庭では推奨どおりに行うことは難しいと思われる。

当社はこのような問題を解決し、ユーザーに利便性と長期の省エネ性を提供するため、10年間メンテナンスが不要なエアコン、“大清快™” GDR シリーズ(図1)を開発した。

このシリーズには、次のようなメンテナンスフリー化と省エネ化のための新機能を採用している。

- (1) フィルタを自動清掃する“全自動エアコンクリーナ™”
 - (2) メンテナンスフリーの脱臭機能を持った“Agプラズマ空気清浄機”
 - (3) 超高効率の“スマート・プレ・スイッチング™”インバータ
- ここでは、(1)と(2)について述べ、特に、長期の省エネ性



図1. 大清快™ GDRシリーズ—代表機種種のRAS-406GDRである。全自動エアコンクリーナ™, Agプラズマ空気清浄機, 及びスマート・プレ・スイッチング™インバータを搭載している。

DAISEIKAI GDR series room air conditioner

を提供するうえで重要な(1)について詳述する。

2 新機能の概要

GDRシリーズに新しく搭載した機能の概要について以下に述べる。

(1) 全自動エアコンクリーナ™ 全9機種(冷房能力2.2～7.1kW)に搭載した。所定の運転時間が経過すると自動的にフィルタの清掃を行い、かき取ったほこりを室外に排出する。フィルタをいつもきれいな状態に自動的に保つことで、10年間掃除を不要にし、同時に、初期の省エネ性の維持(“ずっと省エネ”)を実現した。

(2) Agプラズマ空気清浄機 1998年から大清快™を支えてきた電気式集じん機の機能を、このGDRシリーズでは更に進化させ、プラズマ空気清浄機を2基搭載して業界No.1の集じん性能(JEMA(日本電機工業会)規格の20畳相当)を実現した。更に、Agのパワーで強力脱臭(JEMA規格適合の脱臭除去率80%)し、永久に再生能力があるダブルAgプラズマ空気清浄機を開発した。そのため、従来の脱臭フィルタと異なり、交換などのメンテナンスが不要となった。

また、Agプラズマ空気清浄機のプラズマ気流で、エアコン内部の隅々までしっかりかびを除去し、手間を掛けずに長期にわたる清潔さの維持(“ずっと清潔”)を実現した。

(3) スマート・プレ・スイッチング™インバータ 従来、省エネ性を改善するためには、熱交換器を大きくして熱交換効率を向上させるのが常とう手段であった。しかし、熱交換器を大きくするとコスト高となり、更に昨今は、素材価格が高騰している。特に銅の単価は大幅に(1年

前の約3倍)上がっており、省エネと同時に省資源を実現することが求められていた。この二律背反の課題を解決するために、効率を極めて高いレベルまで向上させたスマート・プレ・スイッチング™インバータの搭載により、資源を節約しながら業界トップクラスの省エネ性を実現することができた。

3 全自動エアコンクリーナ™

フィルタの自動清掃方式を決めるうえでは様々な選択パラメータがあるが、GDRシリーズでは、フィルタのほこりを除去しやすく、静音で、短時間に清掃できると思われる方式を選択した。他社の方式との比較を表1に示す。

表1. 各社のフィルタ清掃方式の比較

Comparison of filter-cleaning method with those of other manufacturers

項目	清掃方式		
	GDRシリーズ(東芝)	A社	B社
ほこり回収	かき取り	吸引	かき取り
屋外排出	選択可能	あり	なし
駆動対象	フィルタ	吸引ノズル	フィルタ
フィルタ分割数(枚)	4 (上下・左右)	4 (上下・左右)	2 (左右)
清掃時間(分)	12 + 3*1	174*2	5
排出時間(分)	1		-

*1 初期化及びチェック時間。

*2 清掃と排出を同一工程で行う。

まず、フィルタの清掃は、図2に示すように“かき取り”、“脱離”、“搬送”、“排出”の四つの工程を経ることで実現すると考え、各工程に求められる機能を追求し開発していった。一方、機構・制御上の動きとしては、図2に示すように、“フィルタ移動・ブラシ回転”と“フィルタ停止・ファン運転”の二つのアクションに区分できる。GDRシリーズのフィルタ自動清掃機能は、当社独自の“2アクション4工程方式”のフィルタ清掃プロセスにより、“フィルタ全面を短時間でしっかり清掃”し、“排気ファン運転時間ももっとも短い”システムとなっている。

図3はフィルタ自動清掃機構の構成を示したもので、各部はそれぞれの工程において次のように動作する。

- (1) かき取り・脱離工程
 - (a) ブラシ回転 + 上フィルタ往復(約6分)
 - (b) ブラシ回転 + 前フィルタ往復(約6分)
- (2) 搬送・排出工程
 - (a) ブラシ回転 + シール上昇
 - (b) 排気ファン運転(約1分)

次に各工程の詳細について説明する。

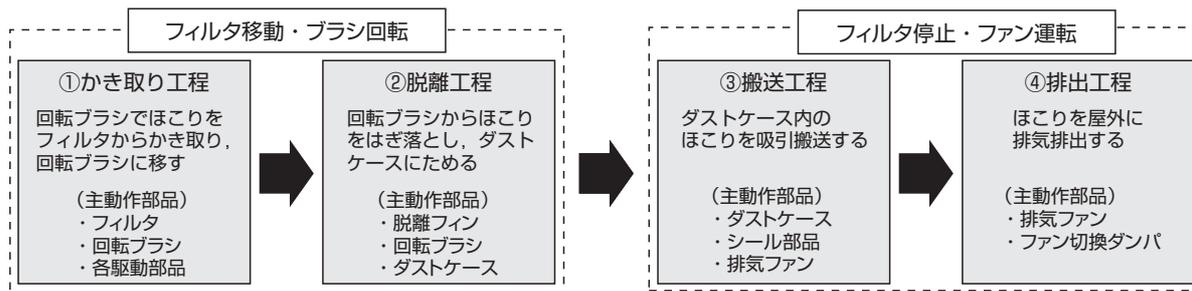


図2. フィルタ自動清掃プロセス — フィルタの清掃プロセスを四つの工程に分割し、各工程に求められる機能を追及して開発していった。
Configuration of automatic filter-cleaning mechanism

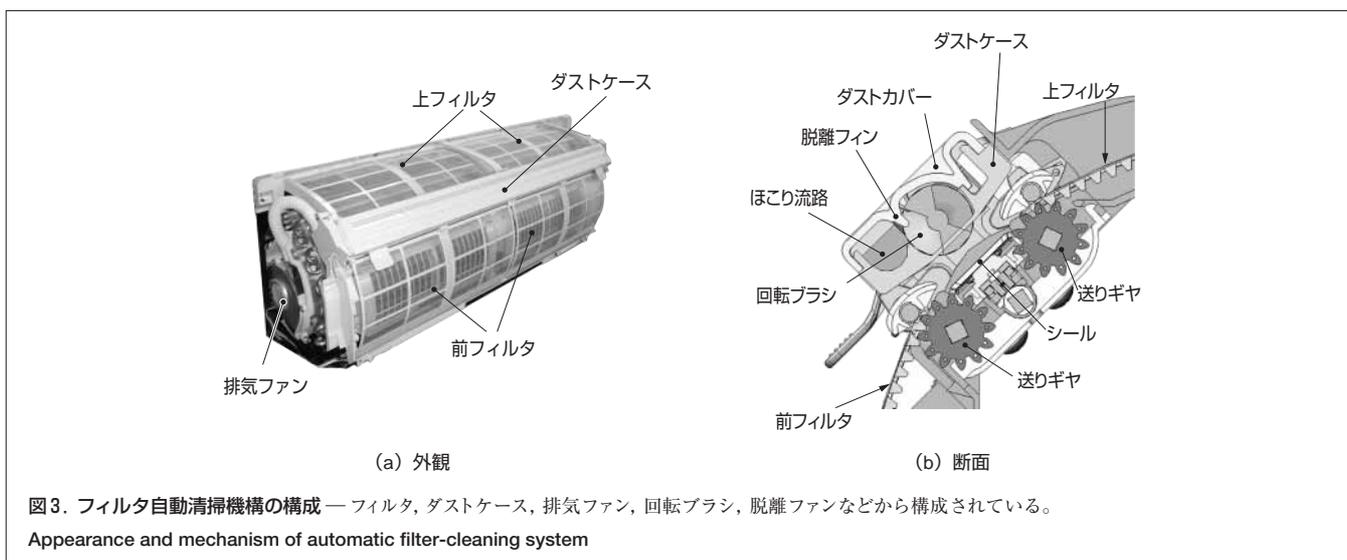


図3. フィルタ自動清掃機構の構成 — フィルタ、ダストケース、排気ファン、回転ブラシ、脱離ファンなどから構成されている。
Appearance and mechanism of automatic filter-cleaning system

3.1 かき取り工程

実際の家庭で使われていたフィルタに付着したほこりを採取して分析した結果、長さ1～3mm、太さ5～20μmの繊維質(図4)が全体の約70%を占めていることがわかった。そして、フィルタネットに絡んだ繊維質に微細なほこりが付き、

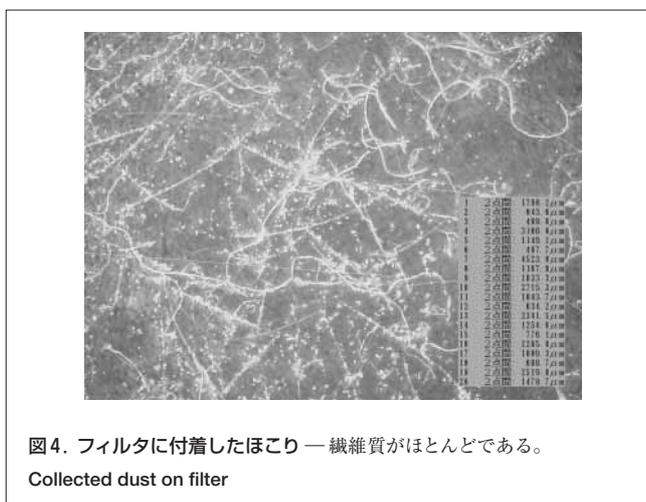


図4. フィルタに付着したほこり — 繊維質がほとんどである。
Collected dust on filter

更に油分やヤニなどが付いて、そこにまた繊維質が付着していくということもわかった。

そこで、このような状況にあるほこりを確実に清掃するため回転ブラシによるかき取り方式とし、回転ブラシにはかき取り性、脱離性ともに良好なねじりブラシ^(注1)を採用した。

また、1枚の大きいフィルタの全面を清掃するためには、フィルタの一部をいったん機外まで露出させる必要があるため、上下に分割し、機内で片方ずつ清掃する構造とした。

3.2 脱離工程

フィルタからかき取ったほこりは、主に回転ブラシの毛の先端部分に付着しており、これを2列に千鳥化した脱離フィンに当てることで、低負荷トルクで効率よく脱離される。また、このとき繊維質の塊は、その絡まりがほぐされる形でダストケースに集積されていく。

このかき取りと脱離はブラシが1回転する間に生じ、上フィルタと前フィルタがそれぞれ往復動作する間(手動清掃モードで約12分)に行われる。この間、排気ファンは動作しない。

(注1) 2本の金属棒に樹脂繊維を挟み、ねじったブラシ。

3.3 搬送工程

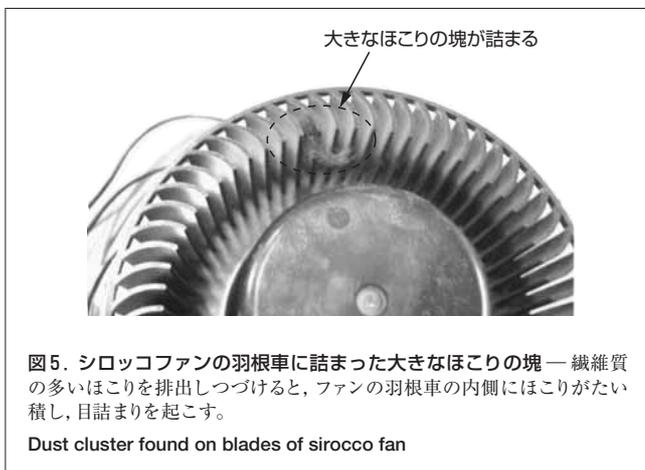
ダストケースに集積されたほこりを排出するまでの動作において、ほこりを排気ファンで吸引し、ダストケース内から一掃するのが搬送工程である。

近年、部屋の断熱性向上とともに気密性が向上し、また、建築基準法の改正に伴い換気の重要性がより高まったことに対応して、当社は業界でもトップクラスの換気量を誇る排気ファン(シロッコファン)を2002年度から搭載しており、これを搬送・排出用に兼用しようと考えた。

前述のようにフィルタで集じんされるほこりは繊維質成分が多いため、比較的弱い風力でも十分搬送されることが実験からわかり、更に、後述する排気ファンの信頼性の問題もあって、吸引力のあまり高くない排気ファンを使用することになった。一方、ほこりをかき取るためにダストケース底面を開口しているため、この排気ファンでほこりを吸引搬送するためには、ほとんどすき間なく開口部をシールする必要があった。この高いシール性能を実現するための構造の開発と量産管理は、このフィルタ自動清掃機能の開発における最重要課題の一つであり、フィッシュボーンダイアグラムを作成し、排出不可能になる要因を探して対策を講じた。

3.4 排出工程

排気ファンで、繊維質成分の多いほこりを排出し続けると、羽根車の内周にほこりがたい積して目詰まりすることがわかった(図5)。



このことはつまり、ほこりの排出性能が低下するだけでなく、本来の換気性能の低下にもつながる。

そこで、換気性能を損ねることなくほこりを吸引できるファンとして、今まで使用していたシロッコファンをベースに“ケーシング吸込みモード”を備えたファンを新たに開発した。このファンは、通常のシロッコファンの吸込口であるベルマウスを閉鎖した状態で羽根車を高速回転することにより、羽根車の外周に生じる回転流が、ケーシングの開口部から排

気口(換気と共通)へと向かう流れを作り出して、ファンになるというものである。

ファンの流体解析をした事例として、ケーシング吸込口からの流線図を図6に示す。

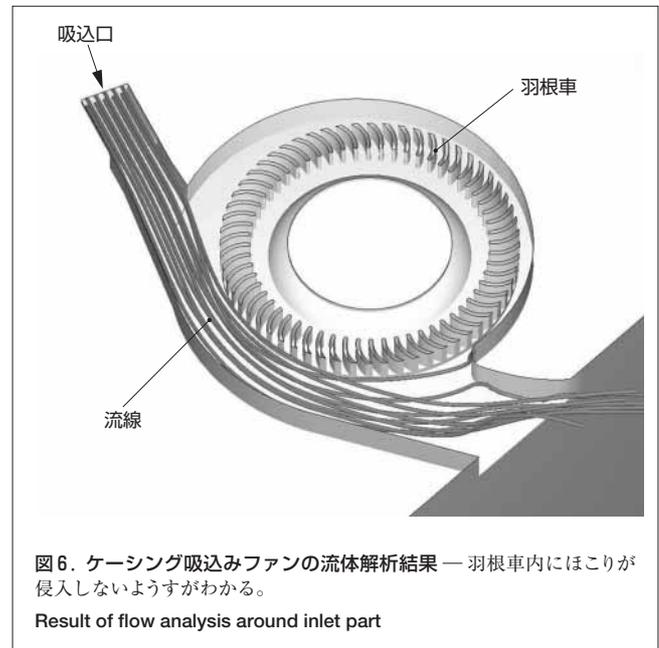


図6. ケーシング吸込みファンの流体解析結果 — 羽根車内にはほこりが侵入しないようすがわかる。

Result of flow analysis around inlet part

このファンの長所は、ほこりの排出に使用しても、換気性能も搬送・排出性能も低下しないことにある。

なお、ベルマウス部にはダンパを設け、排気ファンとして使用するときは開き、排出ファンとして使用するときは閉鎖する構造とした。

この搬送と排出の間のファン運転時間は合計わずか1分である。

以上のフィルタ清掃プロセスが完了した後、熱交換器乾燥、プラズマクリーンモードへと移行して、全自動エアコンクリーナ™機能が完遂する。

なお、30時間に1回の頻度で行われるフィルタ自動清掃運転でのほこりの平均排出量は、12(夏季)～25(冬季)mg程度^(注2)である。ただしこの量は、部屋の広さ、種別(リビング、寝室、子供部屋)、床の材質(畳、フローリング、カーペット)などに左右され、また季節による着衣量の差や風量・風向(冷房と暖房で異なる)なども影響する。それらを踏まえ、様々な状況を想定してフィルタ自動清掃の機能とその信頼性を確認するため、エアコンのフィルタに実際のほこりを1回当たり約60～80mg付着させて繰り返し試験し、評価した。その結果、風量が一定以上低下しないことを確認できた(図7)。

(注2) 当社調べ。

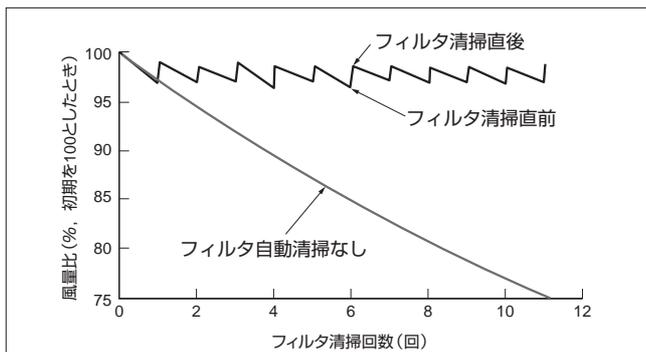


図7. フィルタ自動清掃機能の効果 — 低下した風量はフィルタの自動清掃によりほぼ初期状態まで回復し、繰り返し処理してもその状態が維持される。

Performance of automatic filter-cleaning system

4 Ag プラズマ空気清浄機

従来のプラズマ空気清浄機は、集じん板に抗菌処理を施して浮遊菌を除去していたが、今回開発した製品では、抗菌作用と触媒作用のある Ag とゼオライト系脱臭剤を集じん板に塗布し、抗菌とともに脱臭の機能を付加した。また、電気集じん機の通電に伴い発生するオゾンの酸化作用により、集じん板に吸着した臭気ガスを酸化分解させて脱臭機能の自動再生を可能にし、従来必要であった脱臭フィルタ交換などのメンテナンスを不要にした。

また、Ag プラズマ空気清浄機が発生するプラズマ(低濃度オゾン)気流により、乾燥効果でかびの成長を抑えるだけでなく、付着したかび菌(孢子)を消滅させるので、エアコン内部の隅々までしっかりとかびを除去できるようになった。

5 あとがき

これまで述べてきたように、大清快™ GDR シリーズはフィルタ自動清掃機能や Ag プラズマ空気清浄機を搭載し、“10年間メンテナンス不要”を実現した。また、新技術によって省エネと省資源を両立させた。

当社は、今回開発した技術を更に発展させて今後の製品に展開していくとともに、常に地球環境や住宅・生活環境の変化を見据えながら、省エネと環境をキーワードに、理想のエアコンを追求していく。

文献

- (1) 経済産業省. “平成15年度電力需要概要”.
< <http://www.meti.go.jp/kohosys/press/00048231/>>, (参照 2006-06-28).



小澤 哲朗 OZAWA Teturo

東芝キャリアエンジニアリング(株) 設計部 設計第一担当グループ長。家庭用ルームエアコンの設計業務に従事。
Toshiba Carrier Engineering Corp.



三島 毅睦 MISHIMA Takechika

東芝キャリア(株) 機能研究開発センター 次世代技術研究担当主務。空調技術の先行開発業務に従事。機械学会会員。
Toshiba Carrier Corp.