

「羽根の見えない扇風機」と関連技術について

拓殖大学名誉教授 山下 省蔵

1. はじめに

数年前から話題になっている英国のダイソン社の羽根の見えない扇風機「エアマルチプライア」(Dyson Air Multiplier)に関連する技術について紹介する。

ダイソン社製と言えば、サイクロン方式(強力な旋回気流をつくり出し、その遠心力でゴミと空気を分離する)の掃除機が有名で、高価だが紙パックが不要になり、なおかつ、使い込んでも吸引力が衰えないという点でヒット商品となっている。

一般的な掃除機では、ゴミを捕らえるためにフィルターを用いると、目詰まりが発生して吸引力が低下する。ダイソンの掃除機は、特許技術の「Radial Root Cyclone」(ラジアルルートサイクロン)技術によってフィルターに到達する前に0.5ミクロンもの微細なゴミを99.8%捕らえるため、吸引力が衰えない。その仕組みは、ルートサイクロンとコアセパレーター(外側と内側のサイクロンの間にある、特殊なサイクロン)を融合させており、その機能により、超微粒子までも空気から分離できる。そこで排出される空気は、掃除機をかける前の部屋の空気よりも、カビの胞子、バクテリアなどが少ないク

リーンな空気であると言われている。

ダイソンは、この技術の延長線上で構想し開発した羽根の見えない扇風機が2009年10月にプレス発表された。

なんとと言っても、デザインからは、「この製品は何だろう」と考え込んでしまい、従来の扇風機からは想像がつかない。

図1がその製品である。2012年現在AM01型からAM04型まで発売されており、AM01～03型は扇風機であるが、AM04型は、「Dyson Hot+Cool」(ファンヒーター)という製品で、夏場は扇風機、冬場はファンヒーターに切り替えることができる製品である。

「羽根の見えない扇風機」については、1981年に東京芝浦電気(現在の東芝)が特許を取得しており、ダイソン社は「羽根が見えない」という見た目のデザインよりも、東芝との違いは考



図1 ダイソン製 AM01型

案した全ての技術が異なると主張し、英国で特許を取得し、好評を博している。

東京芝浦電気の特許は、日本国特許庁のホームページのIPDL（特許電子図書館）の「特許・実用新案公報」から特許検索により調べることができる。

文献種別には「A」を、文献番号には「S56-167897」と入力して検索することで閲覧できる。その東芝の扇風機の機構図が、図2である。

その解説図によると、送風羽根と駆動するモータを収めた基台と送風羽根が起こす風を受ける中空状をした風を吐き出す環状のスリットを有する「吐風環」を具備する扇風機であると定義している。

特に、羽根が基台内にあり安全であること、重量のあるモータが下部にあり安定性がよいことをあげている。さらに、環状のスリットからは、環状を囲む「空間から風を吐き出す感じを与え、実際に風量もスリットから直接吐き出す量よりかなり多くなる。」と解説されている。

しかし、東芝が構想した製品は、これから解説するダイソンの製品に比べ、「羽根の見えない」「環状吹き出し口」の構想は同じであるが、

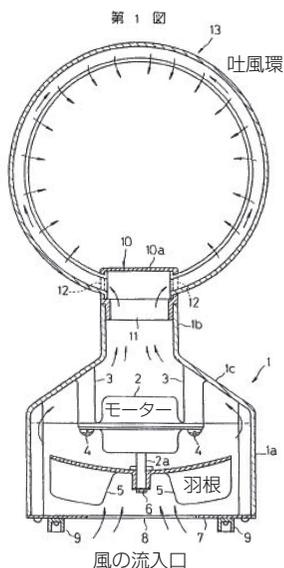


図2 東芝の羽根の見えない扇風機

羽根やモータ、環状吹き出し口の工夫等の点では技術的に劣っていたと言わざるをえない。

2. 羽の見えない扇風機のしくみ

ダイソン社長によると、「羽根の見えない扇風機」エアマルチプライアは、ドライヤーで送風を高速にすると、周囲の空気を巻き込んで、送風量が増加することが、開発の発端だったと述べている。

羽根の見えない扇風機Air Multiplierの形状は、本体下部を構成する円柱状の台座とそれと一体化した上部の中空の円形や長方形のリング部を乗せた形状で構成されている。

外見上からは羽根は見あたらず、従来の扇風機とは全く異なる形状であるが、本体下部の台座の周りには、空気を吸い込むスリットが円周上に多数設けられている。

台座には、吸い込んだ空気を上部のリング状の空洞内部に送り出す送風機能の機器と首振りや風量・風向の制御をする機器などで構成されている。

構造的には、空気を吸引し送風する羽根は、この台座内部にあり、本体下部から吸い込んだ空気を、空洞となっている上部のリング部内に送り込み、このリング部の円周状に設けられた狭いすき間から、風が送出される仕組みになっている。

ところで、ダイソン社によると、機種によるが下部から吸引した空気の15～18倍の空気量を、リング部の円筒部から広い面積で送風できるとしており、その仕組みについて次に述べる。従来の扇風機は、図3のように、羽根が空気を切ってしまう空気の流れが不均衡になる。

これに対しエアマルチプライアは、図4のように直接的に風を生み出す高速回転する羽根がないため、ムラのないスムーズな風を生み出すことができる。また羽根がないため、子供でも

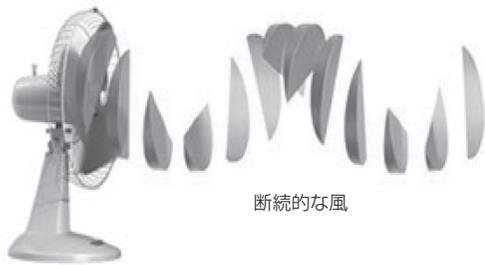


図3 扇風機の風の流れ(ダイソンパンフレットより)

安全に使用でき、手入れも簡単である。

特にダイソンの技術は、流体力学を利用し翼の揚力の原理で送風量を増加させ、スムーズな空気を流し出すことができる。

(1) 風量が増加する仕組み

このエアマルチプライアは、台座の部分に組み込まれたモーターと羽根を使って空気を吸い込み、その空気を上部の飛行機の翼のような断面形状をしたリング部に送る。

流入した空気は、リング部の隙間から吐き出され、その気流が周囲の空気を引き込むため、空気の流れが増幅され、空気は途切れることなく流れ出るのである。

飛行機では、コアンダ効果（風の流れが翼の表面に貼り付いて流れる現象）によって、真っ直ぐ流れようとする空気と曲げられる空気の関係で空気密度に差ができ、翼では上の方の圧力が低下し揚力が生まれている。この圧力差が生み出される原理をリング部に応用し、円筒周内面に沿った1.3mmの隙間から威勢よく排出される空気は、円筒内面に張り付いて流れ出し、外



図4 生み出される風の流れ(ダイソンパンフレットより)



図5 風の流量が増大する模式図(ダイソンパンフレットより)

側よりリングの内側の圧力を低下させ、外側の空気を取り込むことができるのである。

(2) 羽根とモータについて

最新の機種では、吸い込んだ空気を、強力なジェット気流として生み出すために、自動車のターボチャージャーや飛行機のジェットエンジンをヒントに、図6に示した「ミックスフローインペラー」を開発した。

インペラーは、非対称に並んだ羽根をもち、それぞれの羽根には空気圧の高低差から起こる摩擦を減らすために細かい穴が空いている。また、本体部のファンの羽根の配置も工夫され、リング部内に均一に空気を送り込むため、9枚の羽根を不等間隔に配置し、リングの周方向の速度を生み出し、それによってリング部内に空気が行き渡るように設計されている。また一般的な扇風機では、交流モーターが使われており、回転が正確でないため空気の流れに乱れが生じるので、これを防ぐために回転を正確にコントロールできかつエネルギー効率の良いブラシレスの直流モーターが使われている。



図6 ミックスフローインペラー



図7 本体下部の台座構造MO1型

(3) リング部の断面形状と空気の流れ

前述したように、リング部の断面形状は、図8のように飛行機の翼のような形をしており、リング部の後部全体の内側に1.3mmほどのすき間が設けられている。

このすき間から噴出された空気は、図9のようにリング部の内面に沿って高速で流れるため、リング部の内面と外側とに気圧差が生じ、このため何もないリング部の中央に周囲の空気を巻き込んだ大きな空気の流れが生じるのである。

巻き込まれた空気は、さらに周辺の空気も気流に巻き込み、こうして吸い込んだ空気の15～18倍の風量を生み出し放出しているのである。

ダイソンによれば、モータで起こした風量は、吹き出す風量のわずか7%、残りの93%は外側から取り込んだ空気とのことである。

このエアマルチプライアは、風量の微調整ができ、風はエアコンと違い、自然な風に近いのである。つまり、エアマルチプライアテクノロジーは、本体下部にあるファンが超高速回転をし、少量の空気を取り込んで、ものすごい勢いでリング部に送って、吐き出していることにな



図8 リング部の内面に沿って流れ出る空気

る。

最新機種では、新たにダイソンデジタルモータを搭載し、軽量、小型、ハイパワーを実現している。ブラシレス構造と強力なネオジム磁石および軽量で壊れにくい炭素繊維強化ポリマー製のターボチャージャ 3D回転翼を採用した新型モータは最高10万4,000 [min⁻¹] で回転し、この速度は前モデルが搭載していた従来型モータの約3倍の速さのものが組み込まれている。

リング部の形状は、リング型以外に、長方形の縦長リングのタワー型がある。消費電力は40W～60Wで、風量は無段階で調整可能である。リング部のサイズは25cmと30cmの2種類がある。質量は機種により、1.8kgから4.4kgである。また、自動首振り機能を備えている。テーブルファンAM01型の2012年の価格は、25cmが3万7000円、30cmが3万9000円程度の価格である。

2012年2月に東京税関によりダイソンの羽根の見えない扇風機の類似品が輸入差し止め措置となっている。

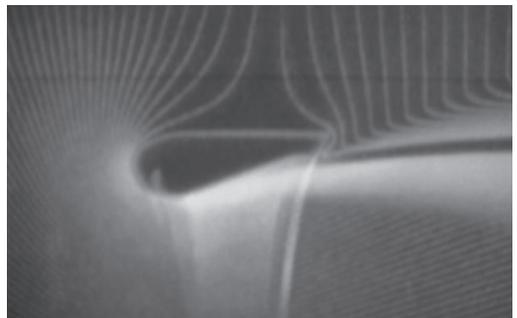


図9 リング部断面のまわりの空気の流れ

製品の性能とデザインは、あらゆる商品の価値のバロメータであり、ダイソンのエアマルチプライア（Air Multiplier）の明らかな模倣品（主として中国製）が、既にインターネットショッピング等に低価格で出回っており注意が必要である。

3. ファンヒーターの登場

2011年10月に、ダイソンは羽根のないファンヒーター「AM04 hot+cool(ホット&クール)」を発売した。

羽根のない見えない扇風機の「エアマルチプライア（Air Multiplier）」をベースとし、そこに更にセラミックヒーターを装備した製品で、夏はクーラーとして、冬は暖房機器として使える。

性能としては、約8～10畳程度の部屋にまで対応できる。

羽根の見えない扇風機同様に、部屋の空気を巻き込むので、部屋全体に温風が広がりやすい特徴を持っている。

風量調節も10段階あり、強から弱まで適切な風量を選ぶことができる。

このファンヒーターは、正確な温度コントロールで、遠くまで暖気を届け、すばやく部屋を暖められる。

また、回転する羽根や露出した発熱体が無いため、手入れが簡単で、転倒時自動停止機能を搭載しており、安全にも配慮されている。ただ、暖房時最大消費電力は1200W（暖房OFF時は20W程度）と大きいのが、台座部で吸った空気の約6倍の風量を送風できる。

従来型のファンヒーターと異なり、Dyson ファンヒーターは、左右約70°のスムーズな首振り機能により、肌の乾燥につながる局所的な暖気の発生を減らし、部屋全体を均一に暖められる。また、正確に上下角度の調整が可能で、



図10 AM04 hot+cool (ホット&クール)

重心を軸になめらかに動き、角度の微調整が可能である。

4. まとめ

今後ともわが国が工業技術立国として発展するためには、高度な技術力を活用して新たな発想で付加価値の高い新製品の開発に力点を置く必要があり、この視点を日々の工業技術教育に活かしてほしいものである。

参考資料

ダイソン製品カタログ及びホームページ
家電Watch, 日経エレクトロニクス,
アイティメディア等の関連記事