

サイクロン式掃除機 「パワーブーストサイクロン」の開発

—エコに「420 Wの強力な吸引力」をたし算—

矢部 啓一
Yabe Keiichi

白河 浩二
Shirakawa Koji

佐藤 繁則
Sato Shigenori

田島 泰治
Tajima Taiji

大林 史朗
Obayashi Shiro

需要構造の変化がより顕著に表れているのが掃除機市場であり、市場で大きなボリュームを占めていたシリンダータイプの需要が減少する中、コードレスタイプ、ハンディタイプ、ロボットタイプなどが構成比を伸ばしている。日立は、多様化する需要を背景にさまざまなタイプの掃除機を開発しているが、本稿では競争が激化しているシリ

ンダータイプの開発について述べる。

2014年7月に発売した「パワーブーストサイクロン」は顧客のニーズに応え、新開発の小型・軽量ハイパワーファンモータやコンパクト設計の新集塵構造により、本体の小型・軽量化とともに強力な吸引力を実現した。

1. はじめに

昨今、少人数世帯や、共働き世帯が増加している。これを受け、毎日の掃除はより簡単に、週末・休日などにはしっかり掃除をするというように生活スタイルが変化しつつある。今回、サイクロン式掃除機購入時の重視ポイントを調査した結果、時代が変化しても変わらず「ごみの取れやすさ」、「吸込仕事率^{※1)}」といった掃除機本来の基本性能に加

え、「持ち運びやすさ」、「本体の軽さ」を重視する顧客が多いことが分かった(図1参照)。

ここでは、小型・軽量でありながら強力な吸引力の実現と、容易に効率よく掃除ができる使い勝手を向上したサイクロン式掃除機「パワーブーストサイクロン」について述べる(図2参照)。

※1) JIS規格に定められている吸込力の目安。

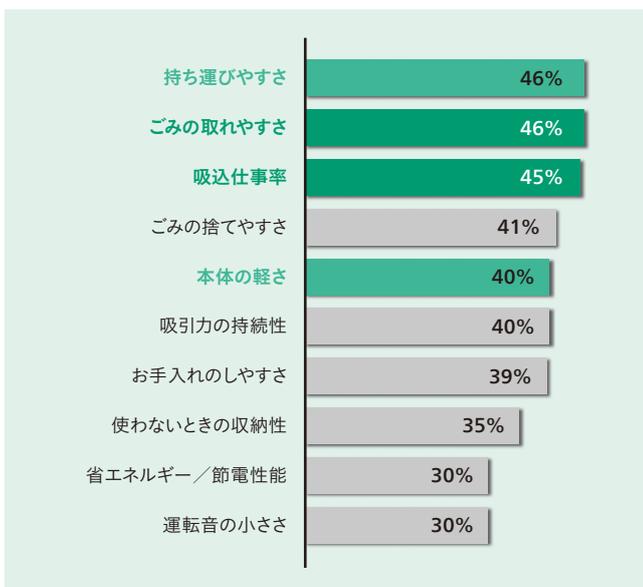


図1 | サイクロン式掃除機購入時の重視ポイント(複数回答)(2013年10月日立調べ: n=307)

基本性能に加え、「持ち運びやすさ」、「本体の軽さ」が重視されている。



図2 | 2014年度サイクロン式掃除機「パワーブーストサイクロン」CV-SA700

新集塵(じん)構造の採用により、小型・軽量でありながら、420 Wの強力な吸引力を実現した。

2. 本体の小型・軽量化とハイパワーの両立

掃除機において、本体の小型・軽量化とハイパワーを両立するために、心臓部であるファンモータの高性能化、集塵（じん）部の低損失化という二つの大きな開発目標を定めた。

2.1 ハイパワーファンモータの開発

ファンモータは、回転翼と固定翼を備えたファンと、回転子と固定子を有するモータで構成され、回転子により回転翼が駆動され空気を吸い込む（図3参照）。回転翼で空気に運動エネルギーを与え、固定翼により空気を減速し圧力エネルギーに変換して昇圧する。

従来の回転翼の翼形状は図3および図4に示すように、翼がハブ板に対し垂直に立つ二次元形状であり、翼の中央付近で流れが剥離して低速域が発生していることが分かった。これに対し、新開発の回転翼では翼の入口側形状をハブ板とシュラウド板間で回転方向にひねって立たせた三次

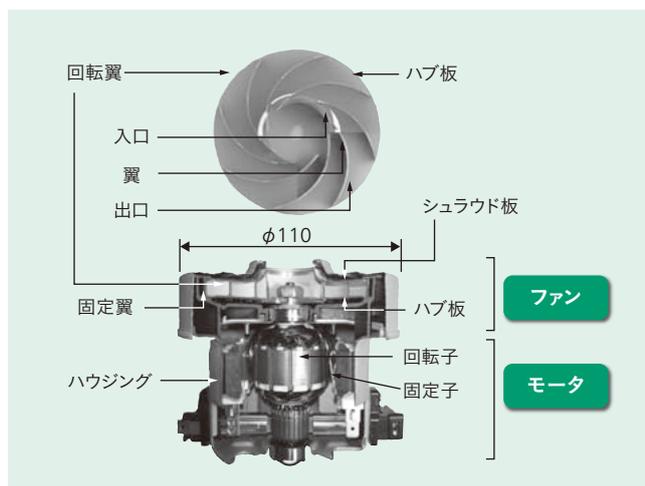


図3 | ファンモータの断面と回転翼

ハウジングの材質を鋼板からアルミニウムに変えて軽量化を図った。

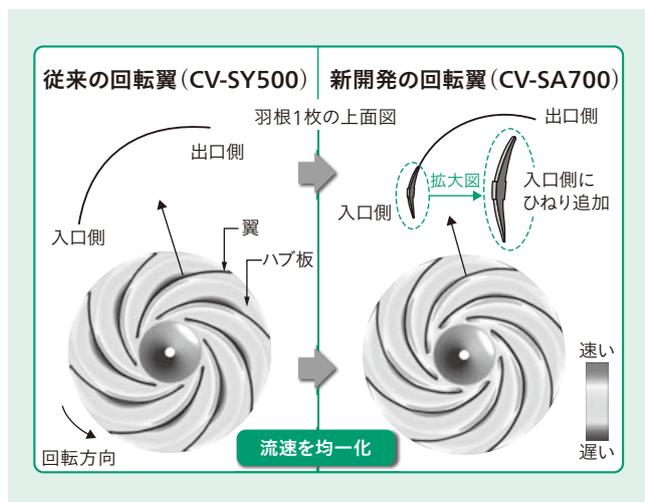


図4 | 回転翼内部の流速分布（解析結果）

従来の回転翼の翼はハブ板に対し垂直な二次元形状であるのに対し、新開発の回転翼は翼をひねった三次元形状とした。

元形状とした。これにより、翼間の流路面積の拡大変化をスムーズにすることで流れの低速域を改善でき、効率向上を図ることができた。さらに、翼枚数の適正化を図り高効率化とともに、運転時の「キーン」という耳障りな翼通過周波数騒音の低減も実現した。また、モータについては、磁界解析技術を適用して固定子形状の最適化を行い、損失低減を図り、ファンの効率向上に加え出力（パワー）アップを実現した。

軽量化については、ハウジングの材質を鋼板から比重の小さいアルミニウムに変更することで、従来製品（CV-SY500）のファンモータと比較して約100 gの軽量化を実現した。

2.2 新集塵構造「パワーブーストサイクロン」の開発

ファンモータの出力を有効に使うためには、掃除機本体の圧力損失（以下、「損失」と記す。）の低減が重要である。従来製品（CV-SY500）では、集塵部での損失が全体の約4割、フィルタ類での損失が約3割を占めていた。フィルタ類はきれいな排気の実現に重要であり（高集塵フィルタにより捕集率99.999%^{※2)}の排気性能を達成している）、この部分の損失低減は難しい。きれいな排気と強力な吸引力を両立するためには、サイクロン集塵部の低損失化が最も重要になる（図5参照）。

サイクロン集塵部は、大きく分けて外筒と内筒で構成され、上部の塵埃（あい）と空気を分離する分離部、下部の塵埃を堆積する収容部から成っている。これらの機構により、吸引した塵埃を遠心分離によって捕集する（図6参照）。

図6中矢印に示すように、サイクロン集塵部内の流れは外筒に設けた流入口から入った空気が内筒の外側を回る旋回流となり、空気より重い塵埃に遠心力を与え、塵埃は収容部へ、空気は内筒の開口部（メッシュ）を通過し、ファンモータへ至る。サイクロン集塵部の損失増加の主因は、

※2) IEC 60312-1:2010 (ed.1) に準拠した条件で第三者機関にて測定した。

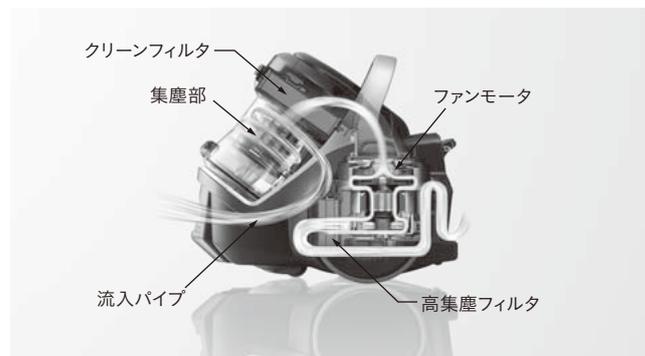


図5 | 本体構造と空気の流れ（新製品CV-SA700）

ファンモータから出た空気は高集塵フィルタを介して排出される。

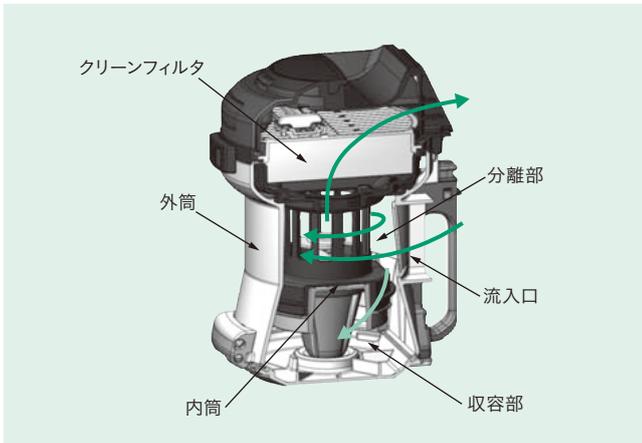


図6 | 新集塵構造「パワーブーストサイクロン」

矢印は流入口から入った空気の流れを示す。

流入口における空気の流速と、旋回流の乱れ、内筒内部の流れである。

流入口の開口面積を大きくすると損失を低減できるが、塵埃の分離性能は低下するというトレードオフの関係にある。流入口形状の決定にあたっては、流体解析やロバスト設計¹⁾などを活用した最適化を行った。

また、外筒・内筒形状においても同様に最適化を行い、集塵性能と低損失化の両立を図った。

以上のような、流入口形状や外筒・内筒形状の最適化により、従来製品 (CV-SY500) に対して低損失化した新構造のサイクロン集塵部を開発した。さらに前述のファンモータの出力アップと合わせ、吸込仕事率420 Wの強力な吸引力を実現している。

3. 使い勝手の向上

3.1 ごみ排出機構「ごみダッシュ」

新構造のサイクロン集塵部は、底ぶたを開いて塵埃を排出する。採用した外筒・内筒形状は、下方に向かうほど径が拡大しているため、塵埃が排出されやすい。さらに、内



図7 | ごみ排出機構「ごみダッシュ」

内筒のピストン機構の動きにより、圧縮したごみが排出される様子を示す。

筒にピストン機構を設けたことで、塵埃を押し出すように排出する。このごみ排出機構により塵埃を容易に排出することができ、使い勝手を向上させた独自の機能を実現した (図7参照)。

3.2 「4方向吸引スマートヘッド」

前後・左右からのごみをしっかりと吸い込む「4方向吸引スマートヘッド」を開発した (図8参照)。

回転ハケには、ヘッド前進時に回転を停止し、ヘッド後退時には回転する機構を設けている。これにより、ヘッド前進時には、ヘッド内に吸引したごみのヘッド後方への抜けをブロックして吸引でき、ヘッド後退時には、ヘッド後方のごみを回転ハケの回転によりヘッド内に導いて吸引することができる (図9参照)。

また、ヘッド側面の開口部を広げるとともに、サイドブレード構造を開発した (図8参照)。このサイドブレード採用の新製品と未採用の従来製品とで、ヘッド横方向のごみの集塵性能を比較した結果を図10に示す。ヘッド側面の流速が早くなり、横方向のごみの集塵性能が大幅に向上したことが分かる。

これらの開発により、ヘッドの前後・左右の4方向から

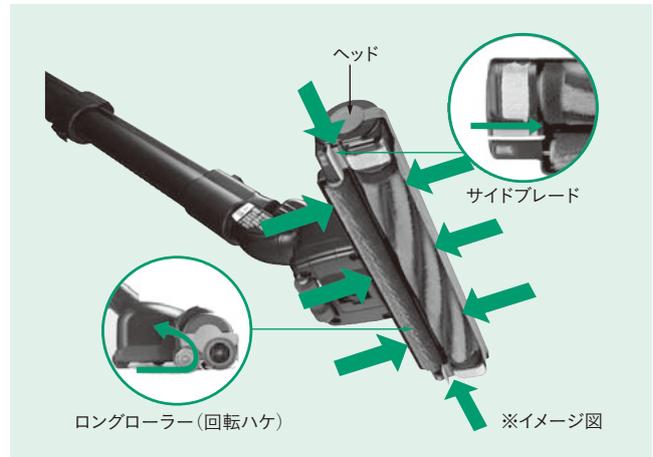


図8 | 前後・左右の4方向吸引機構

ロングローラー (回転ハケ) とサイドブレードにより、前後・左右の4方向吸引を実現した。

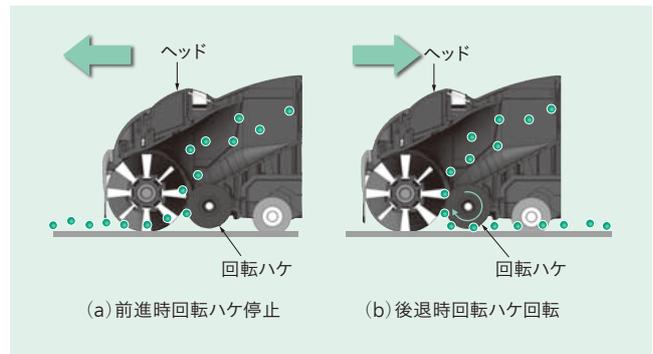


図9 | 回転ハケによる前後ごみ吸引機構

後退時のみ回転する回転ハケにより、後方ごみの集塵を可能にした。

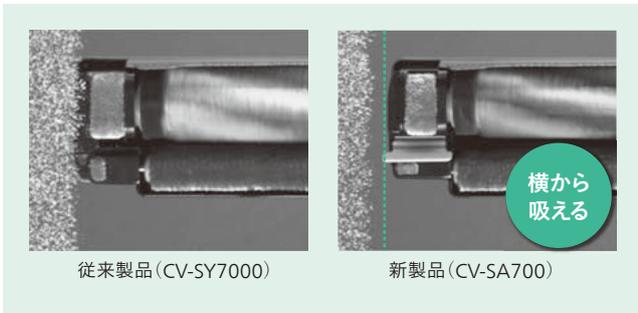


図10 | 横方向の吸引性能比較

サイドブレードの効果で、横方向の吸引性能が大幅に向上した。

ごみを吸い込むことができ、壁際や部屋の隅、ヘッドの方向を変えにくい階段、テーブル・イスなどの脚周りを素早く容易に掃除することができる。さらに、このヘッドは、強い吸引力でも軽い操作性を実現するために、回転ブラシの駆動力を利用したパワフル自走機能により、軽い操作でごみをしっかり吸うことができる。

4. 省エネルギー技術「ecoこれっきり」運転

「ecoこれっきり」運転は、掃除する際の床質をセンサーで感知して、床質に合わせて掃除機本体に内蔵したファンモータのパワーと、ヘッドに設けた回転ブラシの回転速度を自動でコントロールする。ごみをしっかり吸い込むことにより、「強運転」で掃除を続けた場合に比べて、消費電力量を最大で約75%削減^{※3)}できる。また、掃除の途中でヘッドを動かさないでいると自動でパワーを抑制し、さらに一定時間経過すると停止する「アイドルリング&ストップ機能」を継続して搭載し、節電に配慮している。

5. おわりに

ここでは、サイクロン式掃除機「パワーブーストサイクロン」について述べた。国内の需要構造の変化からも、掃除機の小型・軽量化のニーズはさらに高まると予想される。

※3) 「ecoこれっきり」運転と強運転でフローリングを6分間掃除した場合の消費電力量の比較である。

今後も業界をリードする性能・機能を独自技術で達成していくとともに、顧客の求める価値に応える製品開発を進めていく。

参考文献

- 1) 上野：機能性評価による機械設計，日本規格協会（1995.5）

執筆者紹介



矢部 啓一

日立アプライアンス株式会社 家電事業部 多賀家電本部
第二設計部 所属
現在、掃除機の設計開発に従事



白河 浩二

日立アプライアンス株式会社 商品計画本部
ユーティリティ商品企画部 所属
現在、掃除機の商品企画に従事



佐藤 繁則

日立アプライアンス株式会社 家電事業部 多賀家電本部
モータ・ファン開発センタ 所属
現在、掃除機用モータの設計開発に従事



田島 泰治

日立製作所 日立研究所 機械研究センタ 生活家電研究部 所属
現在、掃除機の研究開発に従事
日本機械学会会員



大林 史朗

日立製作所 日立研究所 機械研究センタ 生活家電研究部 所属
現在、掃除機の研究開発に従事