

# 「もっと便利に」 掃除機における使い勝手の追求

"More Convenience" Pursuit of Usability of Vacuum Cleaner

豊島 久則

Toyoshima Hisanori

小田原 博志

Odawara Hiroshi

古くは、はたきやほうきを使って、開け放した窓から家の外にごみを掃き出していた方法から、掃除機を使って、ごみを吸い込んで除去する方法に変わった現在でも、使う人が道具を持ち歩いて掃除をしなければならないことに変わりはない。

この点が、洗濯機・冷蔵庫・エアコンなどの据え置き型家電品と掃除機の大きく異なる点であり、使い勝手のよさが重視される理由でもある。

日立グループは、床・家具・狭いすき間など、さまざまな対象物をより効率的に掃除するための工夫や、たまったごみを捨てやすくするための工夫などを重ねて掃除機を進化させている。

また、ごみを吸い込むという基本機能の指標である吸込仕事率において、業界ナンバーワンの最強パワーを維持すべく、ファンモータの要素技術開発を継続して行っている。

## 1. はじめに

日立グループが1955年に掃除機の量産第1号機であるT-H形(図1参照)を世に送り出してから今年で55年、この間に約750機種、4,000万台以上の掃除機を出荷してき

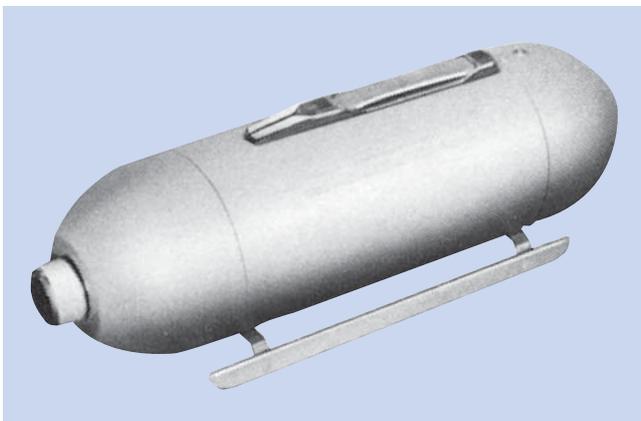


図1 | 日立掃除機の量産第1号機「ヒッターバック」T-H形(1955年) 写真では展示用の台に載っているが、製品には移動用の車輪がある。発売当時の価格は3万4,000円である。

た。この間、生活様式や住環境をはじめとする、さまざまな変化があったが、その時々々のユーザーの声にならないニーズをとらえて商品化することで、売上高やシェアを伸ばしてきた。とりわけ、掃除機は運転している間、ユーザーが手に持って使うだけに、使い勝手のよさという点で他社との差別化ができれば、販売するうえで大きなアドバンテージとなる。

また一方では、店頭で商品を選ぶ際に掃除機の基本機能に注目し、最も吸込みがよい製品を店員に尋ねるユーザーが多いのも事実である。

吸込み力の強さは、吸込仕事率という指標で表される。この数字は、競合他社品と比較され、ユーザーの商品選択時に、購入を動機づける重要な要素になっているため、吸込仕事率の表示値は、年々上昇の一途をたどっている(図2参照)。

ここでは、掃除機の使い勝手へのこだわりの代表例とし

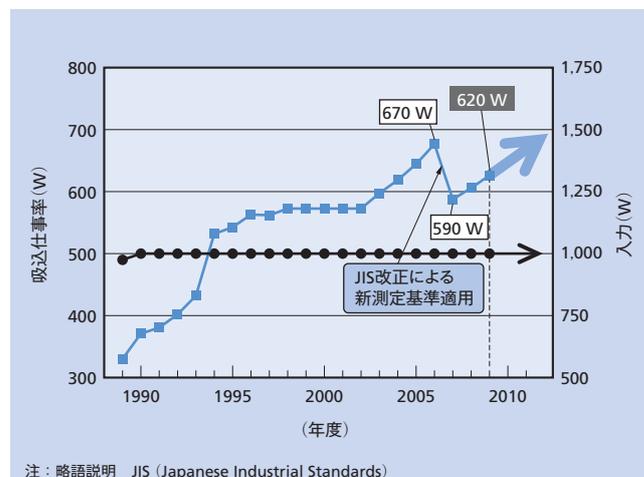


図2 | 日立掃除機の吸込仕事率の推移 (1989年～2009年)

入力是一定のまま、効率向上による性能アップを図っている。2006年から2007年にかけては、JIS改正による新測定基準の適用により、見かけの値は下がっているが、実性能は上がっており、上昇傾向は継続している。

て、吸口の進化の歴史を取り上げるとともに、基本性能である高い吸込仕事率を支えるファンモータ技術について述べる。

## 2. 使い勝手を左右する吸口の進化

### 2.1 昭和30年代から昭和60年代(1955年～1989年)まで

吸口は、時代とともに変化する住まいの環境に合わせて、より使いやすく、より効果的にごみを吸い込むことができるように進化してきた。

国内の掃除機黎明(れい)明期である昭和30年代(1955年～1964年)の住まいといえば、畳と板の間のある和室が中心であり、比較的滑らかで硬質な清掃面であるため、吸口も回転ブラシはなく、固定ブラシだけのシンプルなものであった。

昭和50年代(1975年～1984年)に入って住まいの洋風化が進み、絨毯(じゅうたん)のある生活が定着してくると、これに対応した吸口が必要となってきた。単に掃除機の吸込み力を強くするだけでは、絨毯の毛足に絡む繊維質のごみや、毛足の奥に入り込んだ細かなごみを吸い込むことができないばかりではなく、絨毯に吸いつき、操作が極端に重くなってしまふ。そこで、モータで回転するブラシにより、絨毯表面に機械力を加えて効率よくごみを吸い込むことをねらって開発したのがパワーブラシD-70M形である(図3参照)。

D-70M形は絨毯専用吸口であり、滑りのよい絨毯上での使用を前提とした2.0 kgの質量や、回転軸に植毛したブラシに加え、断面が翼形状をした回転軸そのものが絨毯の毛をほぐすピータータイプの回転ブラシであったため、畳や板の間を掃除する際は標準の吸口に交換する必要があった。より小さく軽く、かつ絨毯を含むさまざまな掃除面に対応できることをめざして開発したのが、回転ブラシの駆動源として、モータの代わりに掃除機の吸込み力を利用したエアタービン吸口D-100T形である(図4参照)。

エアタービン吸口は、パワーブラシよりもブラシの回



図3 | 絨毯(じゅうたん)用吸口D-70M形(1977年)  
幅314×奥行206×高さ71(mm)、質量2.0 kgである。

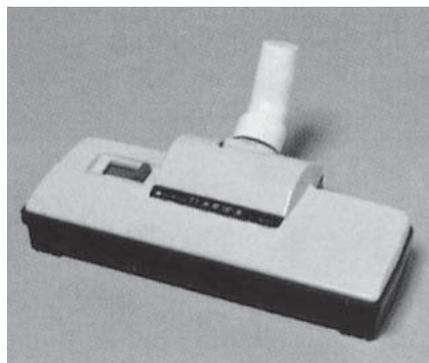


図4 | エアタービン吸口D-100T形(1982年)  
幅310×奥行140×高さ77(mm)、質量0.63 kgである。



図5 | パワーブラシD-50M形(1987年)  
初代D-70M形に比べ、体積は約50%減で幅313×奥行132×高さ57(mm)、質量は約60%減で0.75 kgとし、使い勝手を大幅に向上させた。

転トルクは劣るが、軽くできるメリットがある。また、切り替えレバーを「床・たたみ」にすることでブラシの回転が止まるとともに、底面から固定ブラシが出る機構としたことにより、絨毯から板の間まで、一連の作業の流れを止めることなく掃除ができるようになった。

昭和60年代(1985年～1989年)に入り、夜間や早朝、あるいは休日にまとめて掃除をしたいというニーズから、静かでパワフルな掃除機が望まれるようになった。これらに対応して、吸込み力を自動制御し、吸込み力を抑えた状態でも絨毯上のごみ取り性能を確保するために開発したのが、従来に比べて大幅な小型軽量化を達成したパワーブラシD-50M形である(図5参照)。

### 2.2 「かるワザヘッド」と「クルッとヘッド」

小型軽量になって復活したパワーブラシは、モータを搭載しているメリットを生かし、吸口の操作に応じてブラシを正逆回転・停止させたり、駆動車輪によって操作力低減を図り、本体と統合制御するなど機能を充実させるべくモデルチェンジを重ねた結果、再び大きく重いものへと逆行した。特に吸口は、手元から約1 mの延長管の先に質量が集中することになるため、持ち上げて動かす際に重く感じ、機能追加と使い勝手のよさとが、半ば相反する状況に陥っていた。

こうした状況を打破し、軽さを追求して新たに開発した

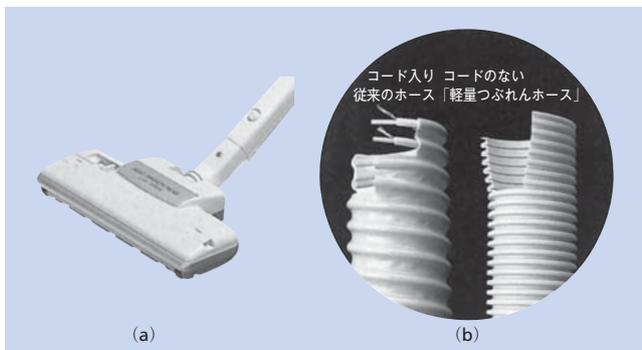


図6 「かるワザヘッド」D-AM1形(1992年)

高効率エアタービンにより、パワーブラシに匹敵する回転トルクを得た。幅294×奥行152.5×高さ58.5(mm)、質量0.6 kgである。D-AM1形を(a)に、従来ホースと新ホースの構造比較を(b)に示す。

のが、「かるワザヘッド」D-AM1形である(図6参照)。

D-AM1形はペルトンタービンにより、従来よりも高い回転トルクを得るとともに、シャッターとバイパス流路により、吸口持ち上げ時にブラシを停止させることで、無負荷・高回転時の作動音を低減する機構を採用している。また、パワーブラシでは電源線を兼ねているホースの鋼線を廃止して、従来比約20%のホース軽量化と、誤って足で踏んでも元に戻る特性を生かし、軽くて使い勝手に優れた操作部とした。「かるワザ」シリーズでは、さらにタービンと回転ブラシを一体化して、シンプルな構造を生かした丸洗い可能な仕様とするなどの改良を加えた。また、D-TM5形で開発し、D-TM9形で改良を加えた継手部分の「クルッと機能」は、その使い勝手のよさから、業界のデファクトスタンダード機能となっている(図7参照)。

### 2.3 「かるワザヘッド」から「ワイドごみハンターヘッド」へ

最近の傾向として、フローリングの増加と、絨毯のワンポイント使用、ペットを飼っている世帯の増加といったことが挙げられる。フローリングのふき機能や、毛足の長い絨毯の掃除、取れにくいペットの毛の掃除に対応するには、

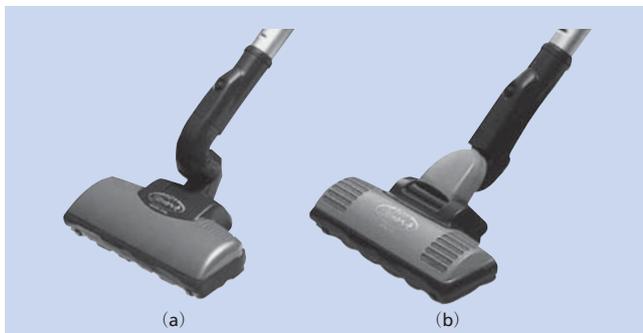


図7 「クルッとヘッド」D-TM5形(1997年)と「ベタリンコクルッとヘッド」D-TM9形(1998年)

「クルッとヘッド」D-TM5形を(a)に、「ベタリンコクルッとヘッド」D-TM9形を(b)に示す。D-TM9形では、継手の構成部品を上下入れ替えた構造にし、製品の高さを低減することで、D-TM5形よりも高さの低いすき間にも入るようにした。

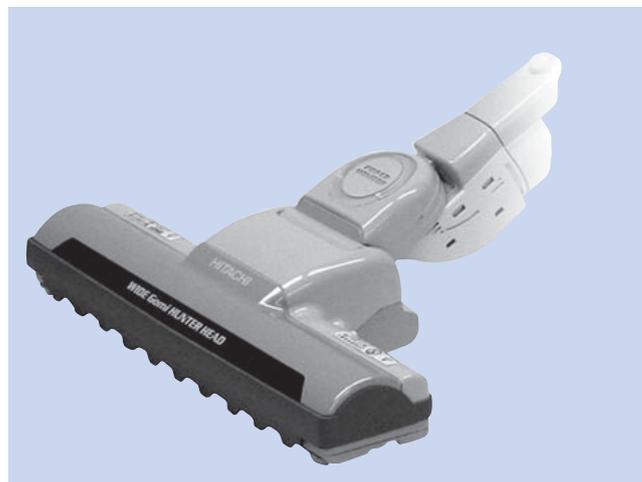


図8 「ワイドごみハンターヘッド」D-AP29形(2010年)

ワイドな取れ幅、高いごみ取り性能と自走機能による「らくらく操作」を実現しながら、幅300×奥行132×高さ65(mm)、質量0.6 kgであり、初代D-AM1形と同等の質量である。

エアタービンをさらに上回る回転トルクが必要であり、新たなパワーブラシを開発する必要があった。開発にあたっては、質量増を最小限に抑えるために2段減速ギヤを設けるとともに、モータ搭載位置を吸口中央にすることで持ち上げ時のバランスをよくしたり、トルクを生かして自走機能を持たせるなどの工夫をすることにより、「ワイドでらくらく、使いやすい」吸口をめざした。

最新のD-AP29形では、新開発した小型高トルクモータを搭載することにより、2段減速ギヤを廃止して作動音の低減を図るとともに、回転ブラシの植毛構成を見直してふき機能を強化した。また、本体の自動制御に関連した床面判断機能を持たせることで、床面に合わせた最適な吸込み力とブラシ回転力で自動運転するなど、ユーザーのニーズや住まいの環境の変化に合わせた仕様としている(図8参照)。

## 3. 掃除機の基本性能を支えるファンモータ技術

### 3.1 ファンモータの高速化と高効率化

掃除機のファンモータは、その名のとおり、空力を担うファンと電動機であるモータに分けられる(図9参照)。ファンモータは効率向上が課題であり、主に回転数を上げることでファン効率を向上させてきた。具体的な数字を挙げると、1955年のT-H形においては入力400 W、回転数1万2,500 r/minであったものが、1975年に600 W、2万 r/min、1995年には1,000 W、3万1,000 r/minとなっている。2010年現在では、1,000 W、4万4,000 r/minである。また、高速化に伴い、ファンの外径もより小さくしており、掃除機本体の小型軽量化にも寄与している。こうした高速化・高効率化によって、吸込み性能は飛躍的に向上した。前述した吸込仕事率で比較をすると、表示を始めた1967年には86 Wであったものが、2009年モデルでは620 W

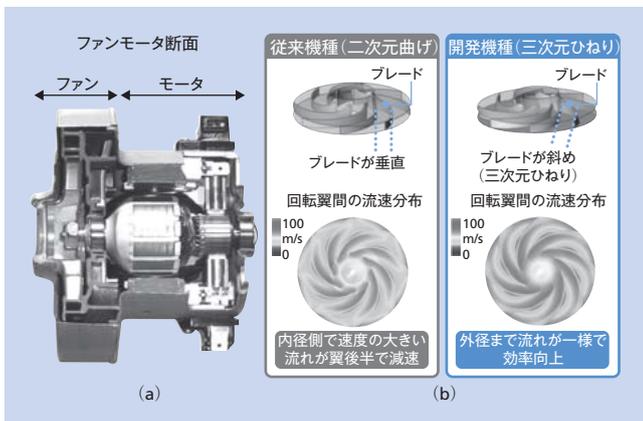


図9 | ファンモータ (2010年) と3次元ひねりファン解析結果  
ファンモータの断面図を (a) に、従来機種 (二次元曲げ) と最新型機種 (三次元ひねり) のファン解析結果を (b) に示す。

にまでなっている。最新型の2010年モデルでは、さらなる空力性能の向上をねらって、ファン内部の空気流路を三次元形状で構成した、三次元ひねりファンを開発した。金属の板材をアッセンブリして量産する掃除機用ファンとしては世界初の技術である (図9 参照)。

### 3.2 解析技術の進歩と解析結果の設計への反映

現在、見えない現象を可視化する解析技術は開発にとって必要不可欠なツールである。特に流体解析は、ファンに限らず、本体集塵 (じん) 部の開発にも効果を発揮している (図10 参照)。

また、モータでは、回転磁界の影響でよくわからなかったステータコアの磁界の様子が、解析技術の進歩によって、精度よく可視化できるようになり、より効率のよいコア形状やコイルの巻き方などを緻 (ち) 密に検討できるようになった (図11 参照)。

しかしながら、どれほど解析・設計技術が進歩しても、それを形にする生産技術がなくては製品にはならない。これらの成果が製品として世に問うことができているのは、

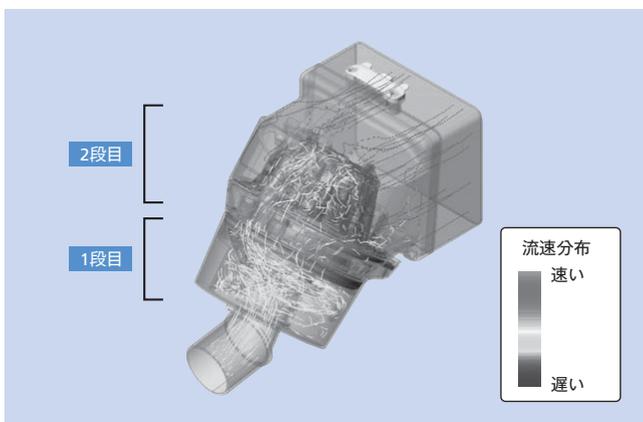


図10 | 集塵 (じん) 部 (2段ブーストサイクロン) 内の流れ解析結果 (2009年)  
1段目の入り口および2段目の入り口付近で流速が大きくなっており、それぞれごみの分離と圧縮に寄与している。

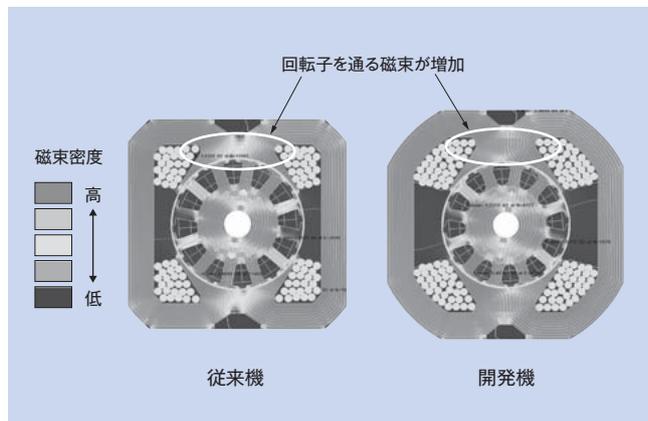


図11 | モータの磁界解析結果 (2009年)  
外側のコア形状を変更して、中央に位置する円形の回転子を横切る磁束を増やし、高トルク・高効率化を図った。

精密プレスや成形、組立、巻線といった個々の生産技術の積み上げがあってこそである。

## 4. おわりに

ここでは、掃除機の使い勝手へのこだわりの代表例として、吸口の進化の歴史を取り上げるとともに、基本性能である高い吸込仕事率を支えるファンモータ技術について述べた。

掃除機の二大要素である使い勝手と吸込み性能のよさは、さらに追求していくべき課題である。日立グループは、これまで積み上げてきた技術はもとより、期待される新しい技術も積極的に取り入れて、ユーザーにとって便利で快適な製品をこれからも開発していく所存である。

### 参考文献など

- 1) 石井：何をつくるのか——お客様の潜在ニーズを形に、日立評論、91、4、338～343 (2009.4)

### 執筆者紹介



**豊島 久則**  
1984年日立製作所入社、日立アプライアンス株式会社 家電事業部 多賀家電本部 家電第二設計部 所属  
現在、掃除機、ポンプ、空気清浄機、換気扇の設計に従事



**小田原 博志**  
1989年日立製作所入社、日立アプライアンス株式会社 家電事業部 多賀家電本部 家電第二設計部 所属  
現在、掃除機の設計に従事