

高効率小型遠心ファン組み込みの吸引式電気バリカン

Suction Type Electric Clipper with High-Efficiency Compact Centrifugal Fan

益子 佳典* ・ 側垣 智*
Yoshinori Masuko Satoshi Sobagaki

小型遠心ファンの採用とその排気部分へディフューザを設置することにより、毛くず吸引ファンの小型化と高効率化を達成した吸引式電気バリカンを開発した。

この吸引式電気バリカンは98%以上の毛くず吸引率を実現し、その飛散距離も25cm以内に収まるため、首周りにタオルを掛けるなど簡単な手当てを施すだけで場所を選ばず散髪が可能である。

A suction type electric clipper has been developed by using a compact centrifugal fan for collecting hair and installing a diffuser in the exhaust path for increasing operating efficiency.

As this suction type electric clipper achieves 98% or higher hair collection rate and a 25 cm or smaller scattering distance of cut hair, hair can now be cut anywhere by simply spreading a towel around the neck.

1. ま え が き

家庭用電気バリカンを購入するポイントは、「簡単」と「切れ味」である。当社が2005年に行った一般家庭400世帯を対象とした調査結果では、図1に示すような不満点が上位に挙げられている。

家庭用電気バリカンの使用者の多くは、カット後の毛くず処理のために浴室や庭先に新聞紙を敷き、その上に飛散した毛くずを集めて捨てている。そのため、散髪する際の場所が、ある程度限定されている。

前記の毛くず処理の不満に対して、家庭用掃除機のホース先端に電気バリカンを取り付け、カットした毛くずを吸引する方式の製品を過去に発売した。しかし、つねに掃除機のホースが作業の邪魔となって操作性が悪くなり普及には至らなかった。

筆者らは、毛くず処理の問題を解決するために、髪を

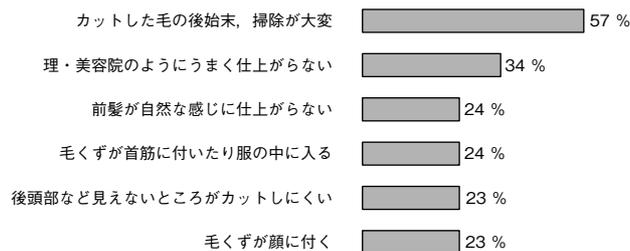


図1 家庭散髪での不満点

カットしながら毛くずを本体内部に吸引集塵する方式を開発し、「吸引ファン」および「毛くず収納部」を内蔵した家庭用吸引式電気バリカン「カットモード」（以下、吸引カットモードと記す）の開発を行った。

図2に開発した吸引カットモードの外観を示すとともに以下に技術的な概要を述べる。

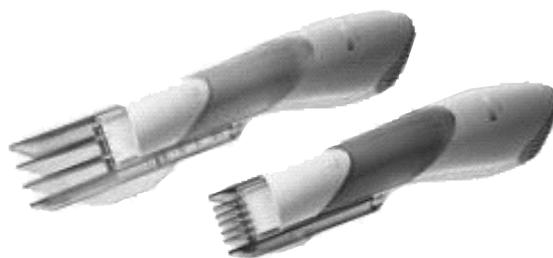


図2 吸引カットモードの外観

2. 開発目標値

2.1 毛くず飛散のメカニズム

電気バリカンは、固定刃とその上を往復運動する可動刃によって構成され、毛髪はこの2枚の刃に挟み込まれカットされる。当社の家庭用電気バリカンは、固定刃には約70°、可動刃には約45°のエッジ角が付けられており、約6000回/minの往復運動を行っている（図3）。

カットされた毛髪は、可動刃によってはじき飛ばされ、

* 電器事業本部 ビューティ・ライフ事業部 Beauty Care Products Division, Home Appliances Manufacturing Business Unit

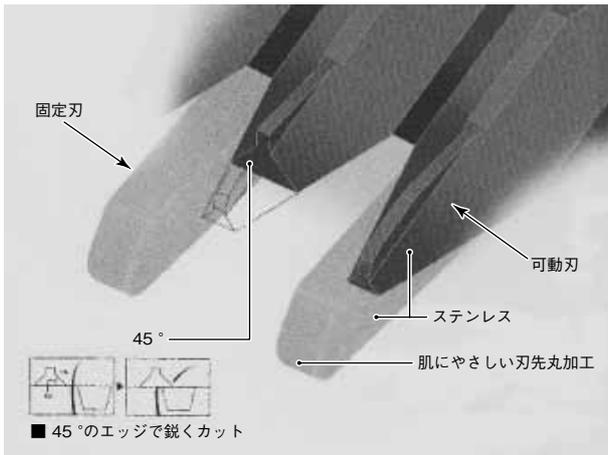


図3 固定刃・可動刃の外観

四方に飛散する（現行品で半径約50 cm内に飛散）。

2.2 吸引力の設計目標値

表1 (a) に吸引力の設計目標値，図4に吸引カットモードの断面図を示す。

表1 開発目標値

(a) 吸引力の目標値

吸引力	Min. 98 %
飛散範囲（半径）	Max. 25 cm

(b) 形状の目標値

本体質量	Max. 265 g
最大外形	φ65 mm
ファン外形	Max. φ40 mm
騒音値	Max. 85 dB
毛くず収納容量	Min. 46 cm ³

2.2.1 毛くず吸引率

毛くず吸引率は式(1)で表され，ウィッグを実際にカットし，毛くずの質量を測定し算出する。

吸引力(%) =

$$\frac{\text{吸引された毛くずの質量(g)}}{\text{吸引された毛くずの質量(g)} + \text{落下した毛くずの質量(g)}} \times 100 \quad (1)$$

過去に発売した家庭用掃除機を用いた製品の吸引力の実測値は98%であった。また、「愛用者カード」による，吸引に関する満足度は90%以上であり，吸引力の目標値はこれと同等以上と設定した。

2.2.2 毛くず飛散範囲

毛くずの飛散範囲は，首に巻いたタオル1枚でカバーできる，半径25 cm以内を目標とした。

2.3 操作性の設計目標値

従来の電気バリカンの使い勝手を損なうことなく，カットされた毛くずをいかに効率良く吸引するかがもっとも重要な課題となる。その設計目標値を表1 (b) に示す。

2.3.1 毛くず収納部

人の毛髪は1ヶ月に約1 cm伸びる。バリカンの使用頻度を1回/月とした場合，頭全体をカットすると，約138 cm³の毛くずが発生する。

毛くず収納部の容量は，1回の散髪で毛くずを途中で捨てる回数を2回までとし，46 cm³とする。

2.3.2 吸引口その他

吸引力98%を満足するための方策を以下に示す。

- (1) カット時の飛散を極力抑える。
- (2) そのためには吸引口の取付位置，角度，距離が重要な要因となる（本稿では説明を省略）。
- (3) 吸引ファンの効率を最大限にする。

2.4 吸引ファンの設計目標値

2.4.1 吸引ファンの仕様

吸引ファン自体の制約条件を以下のように設定した。

- (1) 本体外形φ65 mmからファン外形をφ40 mmとする。
- (2) 本体質量265 gからファン自体の質量を5 g以下とする。

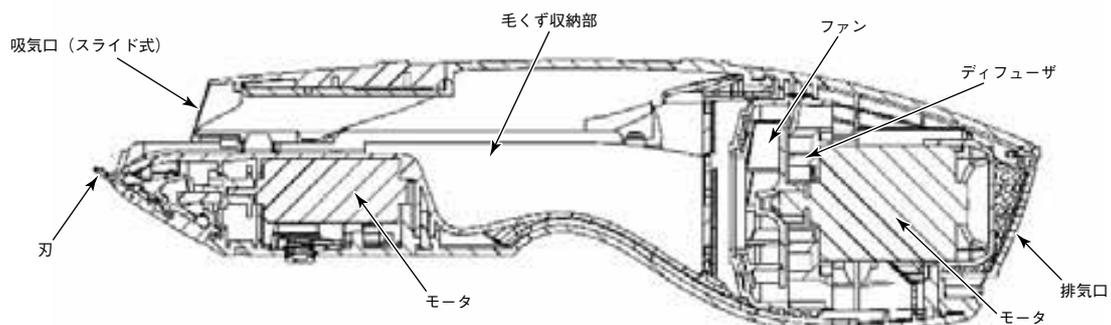


図4 吸引カットモードの断面図

これに基づき、下記の仕様でファンを設計する。

- (1) 樹脂 (ABS) ファンを採用 (軽量化のため)。
- (2) ファン回転数: Max. 23000 min^{-1} (モータへの圧入固定での限界値より)。

2.4.2 吸引ファン仕事量

吸引ファンの特性は、下記の仕事量により表すことができる。

$$\text{風 量 } Q = \phi v \pi D b \quad (2)$$

$$\text{風 圧 } P = \phi \frac{\gamma}{2g} v^2 \quad (3)$$

$$\text{仕事量 } W_o = P \times Q \times 0.1634 \quad (4)$$

ϕ : 流量係数 ϕ : 圧力係数
 v : 風速 γ : 気体密度
 D : ファン外径 b : ファン高さ

試作評価の結果、吸引率 98 % を達成する仕事量を換算すると、1.5 W 以上で目標を達成できることが判明した。

これに基づき製品外形を損なわない範囲でファンブロックの高効率化を行う。

3. 高効率吸引ファンブロック

3.1 吸引ファン基本形状

吸引ファンの形状には、ドライヤなどに採用されている大風量タイプと家庭用掃除機などに採用されている高風圧タイプがあるが、小型で吸引に適した高風圧タイプの遠心ファンを採用する (図5)。

さらに、排気効率を向上させるため、排気部分にディフューザを設置する。

式 (2)、式 (4) より、ファン高さに比例して仕事量も増加するが、実際にはある地点から飽和の傾向がみられる。

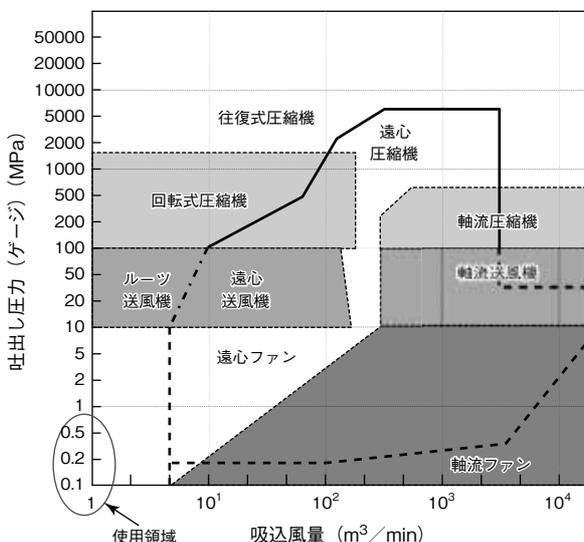


図5 PQ特性によるファン形状

ファンの直径を 40 mm に固定し、ファン高さを変動要因にして、ファン高さの寄与度の関係を明確化する実験を行った。

その結果、4.5 mm 以上の高さでは寄与度が少なくなることがわかった (図6)。

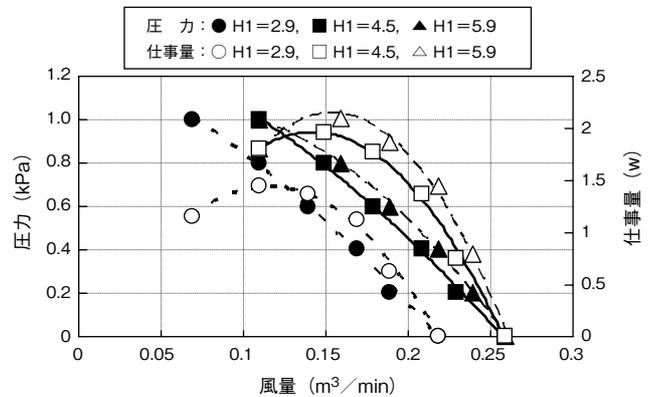


図6 ファン高さ (H1) によるPQ特性

3.2 吸引ファンの高効率化

吸引ファンの高効率化において、ファン自体の吸引効率 (吸引仕事量) を最大化するために、実験計画法を用いて各部の最適形状を求めた。

3.2.1 制御要因設定

制御要因として、下記の4項目 (図7) を設定する。

- (1) ファン内径 (要因A)
- (2) ファン高さ (要因B)
- (3) ファン羽根枚数 (要因C)
- (4) ディフューザ出口幅 (要因D)

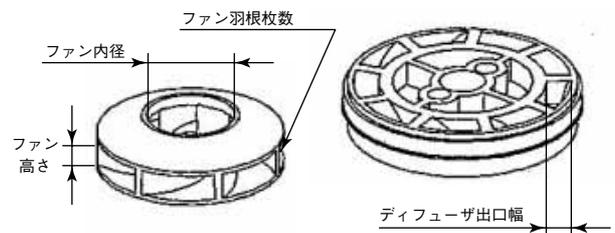


図7 吸引ファンの各要因

3.2.2 実験および特性値

各制御要因の値を変化させ吸引仕事量を測定したものが表2である。

この結果から各制御要因の寄与率を求めると、表3となり、ファン内径とファン高さの寄与率が大きいことがわかる。この結果からさらに各要因を変化させて、仕事量が最大となる値を求める。

3.2.3 最終形状

これらの制御要因を変化させながら試作による実験を繰

表2 制御要因と吸引仕事量

No.	要因A (mm)	要因B (mm)	要因C (枚)	要因D (mm)	仕事量 (W)
1	14.5	3.0	6	6.6	1.42
2	14.5	3.0	7	5.5	1.61
3	14.5	3.0	8	4.4	1.59
4	16.0	4.0	7	4.4	1.74
5	16.0	4.0	8	6.6	1.89
6	16.0	4.0	6	5.5	1.89
7	17.5	5.0	8	5.5	1.89
8	17.5	5.0	6	4.4	2.29
9	17.5	5.0	7	6.6	2.26

表3 制御要因の寄与率

要因	A	B	C	D
寄与率 (%)	81.0	14.0	3.6	1.5

り返し、最終的に以下の形状に決定した。

- (1) ファン内径 (要因A) : 22.0 mm
- (2) ファン高さ (要因B) : 6.0 mm
- (3) ファン羽根枚数 (要因C) : 7枚
- (4) ディフューザ出口幅 (要因D) : 5.5 mm

これら4項目の形状における排気流路の形状は、約12°の広がりとなり、7~12°が理想とされる排気流路の考え方にも合致している。

最終的にこのファンでの仕事量は、4.1 Wにまで向上していることが確認できた。

4. 性能評価結果

例として、30 mmの髪を18 mmのアタッチメントを使用し、12 mmカットを行ったときの飛散状況を示す。

図8は吸引機能なし (一般的な電気バリカン) での毛くず飛散状況、図9は吸引機能あり (吸引カットモード) での毛くず飛散状況を示す。飛散範囲の目標である25 cm以内を満足していることがわかる。

図10にカットされた毛くずが本体内の毛くず収納部に収集された状況を、図11に吸引した毛くず (左側) および落下した毛くず (右側) の例を示す。

今回の実験での吸引率を式 (1) より求めると、

吸引した毛くずの質量 = 7.22 g
 落下した毛くずの質量 = 0.08 g より
 吸引率 = 98.9 %となる。

これより、開発目標値である吸引率98 %を満足していることが確認できた。

また、回転数も目標値Max. 23000 min⁻¹に対して19200 min⁻¹、騒音値も目標値Max. 85 dB以下に対して82 dBと

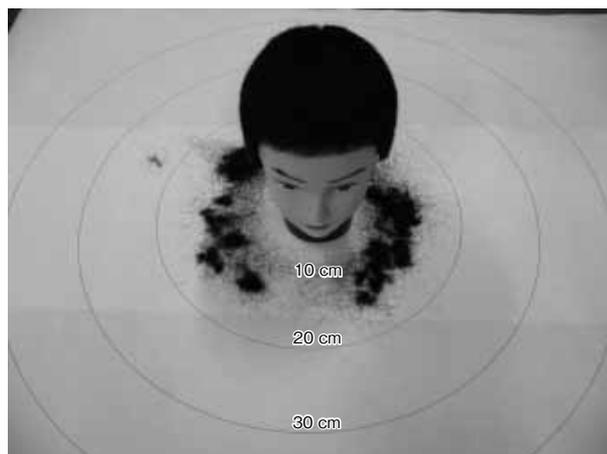


図8 吸引機能なしでの毛くず飛散状況

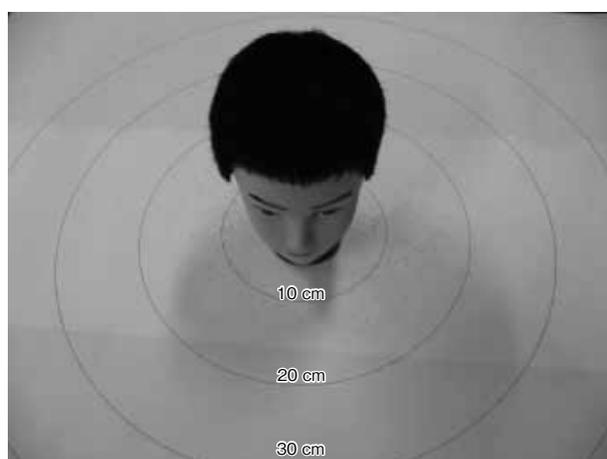


図9 吸引機能ありでの毛くず飛散状況



図10 毛くず収集状況



図11 吸引および落下した毛くずの例

なり、目標値を達成している。

5. あとがき

小型遠心ファンの採用とその排気部分へディフューザを設置することにより、毛くず吸引ファンの小型化と高効率化を達成した吸引式電気バリカンを開発した。

この吸引式電気バリカンは98%以上の毛くず吸引率を実現し、その飛散距離も25 cm以内に収まるため、首周りにタオルを掛けるなど簡単な手当てを施すだけで場所を選ばず散髪が可能である。

以前の掃除機に接続するタイプの電気バリカンの吸引率も98%であったことから、単純に言えば、掃除機の機能を、質量230 g、外形φ65 mmのハンディな本体形状に収めたこととなり、大幅な操作性の向上を達成した。

今回の開発にあたり、多大なご助言をいただいた松下電器産業株式会社 エコクリーンライフ事業部の関係各位に深く感謝の意を表します。

*参考文献

- 1) 大橋 秀雄：流体機械，森北出版，p. 213-229（1987）
- 2) 村上 光清，部谷 尚道：流体機械，森北出版，p. 172-187（1974）
- 3) 妹尾 泰利：内部流れ学と流体機械，養賢堂，p. 57-69（1997）

◆執筆者紹介



益子 佳典

ビューティ・ライフ事業部



側垣 智

ビューティ・ライフ事業部