

# スティッククリーナーの身体負荷軽減技術

高野浩志郎\*  
志村 嶺\*\*  
相馬公義\*\*\*

## Technology of Reducing Body Load for Stick Cleaner

Koshiro Takano, Ryo Shimura, Kimiyoshi Souma

### 要 旨

近年の高齢化や共働き家庭の増加を背景に、軽さとスタンバイ性に優れたスティッククリーナーの需要が増大している。スティッククリーナーは、小型で軽量な特徴を生かして床面から高所まで多様な掃除シーンで使用されるが、充電電池や集塵(しゅうじん)部等の重量物をハンドル近傍に配置しているため、腕等にかかる負荷が大きくなり不満点として指摘されていた。

この課題に対応するため、充電電池等の構成部品のレイアウトを見直して重心の最適化を行うとともに、掃除シーンに合わせてグリップ位置が選べるU字型ハンドルを採用し、ユーザーが体格に合わせて楽な姿勢で低負荷な操作をできるようにした。

また、充電台から取り出す形態を選択できるワンタッチ取出し機構と、進行方向のまま収納できるスマート収納構造によって、取出しから収納まで、持ち替えや持ち上げの動作をすることなく片手での操作を可能にした。さらに、小径・軽量化したダストカップには、回転着脱構造を採用して容易に着脱可能にし、簡単なおみ捨てを可能にした。

この技術に加え、小型・高効率な高性能ブラシレスDCブロワーモータ“JC(Jet Core)モーター”搭載によって、本体の軽量化を実現した。ユーザーの多様な掃除シーンで、幅広い年齢層に対して身体負荷を小さくした、コードレススティッククリーナー“HC-JXH30P”を2018年10月に発売した。



### コードレススティッククリーナー“HC-JXH30P”の構造と操作時の様子

左図は、HC-JXH30Pの内部レイアウトとU字型ハンドルの外観を示す。右上図は、多様な掃除シーンでユーザーが自由に選択できるグリップ位置を示す。右下図は、充電台からスティック形態とハンディ形態で取り外した際の比較を示す。

1. ま え が き

近年の高齢化や共働き家庭の増加を背景に、軽さとスタンバイ性に優れたスティッククリーナーの需要が増大している。スティッククリーナーは、小型で軽量な特徴を生かして床面から高所まで多様な掃除シーンで使用されるが、充電電池や集塵部等の重量物をハンドル近傍に配置しているため、腕等にかかる負荷が大きくなり不満点として指摘されていた。

この課題に対応するため、充電電池等の構成部品のレイアウトを見直して重心の最適化を行うとともに、掃除シーンに合わせてグリップ位置を選べるU字型ハンドルを採用し、ユーザーが体格に合わせて楽な姿勢で低負荷な操作をできるようにした。

また、充電台から取り出す形態を選択できるワンタッチ取出し機構と、進行方向のまま収納できるスマート収納構造によって、取出しから収納まで、持ち替えや持ち上げの動作をすることなく片手での操作を可能にした。さらに、小径・軽量化したダストカップには、回転着脱構造を採用して容易に着脱可能にし、簡単なおみ捨てを可能にした。

この技術に加え、JCモーター搭載によって、本体の軽量化を実現した。ユーザーの多様な掃除シーンで、幅広い年齢層に対して身体負荷を小さくした、HC-JXH30Pを2018年10月に発売した。

本稿では、三菱電機独自の重心配置最適化とU字型ハンドル、ワンタッチ取出し機構と充電台へのスマート収納構造、及びダストカップの回転着脱構造について述べる。

2. 掃除中の身体負荷軽減

2.1 スティッククリーナーの課題

スティッククリーナーは、充電電池や集塵部等からなる重い本体を把持又は支えて操作するため、シリンダ型と比べて手元にかかる負荷が大きくなる。また、同じスティック型でも、

重量物の位置によって床面で支持する荷重が変化することで、手元にかかる負荷が大きくなる場合がある(図1)。

三菱電機では、この課題を解決するため、掃除シーンとユーザー動作の分析を行い、各動作に最適な重心配置による掃除作業の手元負荷軽減に取り組んだ。

2.2 掃除シーンとユーザー動作分析

多様な掃除シーンに対応してユーザーの身体負荷を軽減するため、掃除シーンごとの動作を分析し、代表的な掃除シーンを六つ、動作を四つに分類した(図2)。その中で、ユーザーの使用頻度が高いシーンと手元にかかる負荷が大きいシーンを選定し、特に身体負荷に寄与が大きい動作として“支持”と“持ち上げ”に注目した。

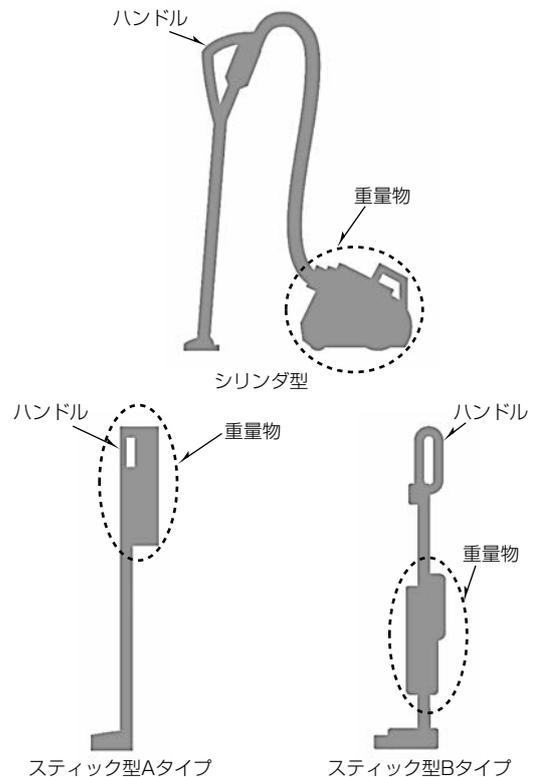


図1. タイプ別の重量物配置

	(1)準備・片づけ	(2)床面	(3)家具の下	(4)ヘッド持ち上げ (階段、段差)	(5)机上	(6)高所
シーン						
動作	①支持 ②持ち上げ ③前後	①支持 ③前後	①支持 ③前後	①支持 ②持ち上げ ③前後	①支持 ②持ち上げ ③前後	①支持 ②持ち上げ ④上下

図2. 代表的な掃除シーンと動作

### 2.3 手元にかかる負荷の定量化

ユーザーの手元にかかる負荷を評価するため、定量化力学モデルを作成した(図3)。図で、白抜き丸印はクリーナー全体の重心位置、白抜き三角印は支持点を示す。支持動作での負荷を表現する物理量として手元反力 $Fb$ 、持ち上げ動作での負荷を表現する物理量として持ち上げモーメント $Mb$ を設定した。 $Fb$ 、 $Mb$ はつりあいの関係から、それぞれ次の式で示すことができる。

$$Fb = \frac{(lx - lx0) \cdot \cos \theta - (ly - ly0) \cdot \sin \theta}{lx \cdot \cos \theta - ly \cdot \sin \theta} \dots\dots\dots (1)$$

$$Mb = F0 \cdot (lx \cos \theta) \dots\dots\dots (2)$$

- $lx$  : ヘッド-グリップ間水平距離
- $lx0$ : 重心-グリップ間水平距離
- $\theta$  : パイプの床面との角度
- $ly$  : ヘッド-グリップ間垂直距離
- $ly0$ : 重心-グリップ間垂直距離
- $F0$ : 全体質量

手元にかかる負荷を軽減するには、支持動作では式(1)から重心-グリップ間水平距離 $lx0$ を大きく、かつ重心-グリップ間垂直距離 $ly0$ を小さくする必要がある。一方、持ち上げ動作では式(2)から全体質量 $F0$ 及び重心-グリップ間水平距離 $lx0$ を小さくする必要がある。定量化力学モデルを用いて、三菱電機従来品及びレイアウトの異なる一般的な他社品について、手元にかかる負荷を評価すると、三菱電機従来品は支持動作では負荷が大きい(図4)、持ち上げ動作では優れることが判明した(図5)。

### 2.4 重心配置最適化とU字型ハンドル

2.3節の分析から、支持動作と持ち上げ動作での手元にかかる負荷を同時に軽減するため、ハンドル形状と重心配置を見直した。

ハンドルは、三菱電機従来品が常に特定位置をグリップする必要があるのに対して、U字型形状としてグリップ範囲を約1.5倍に広げることで、掃除シーンやユーザーの体格に合わせて持ち方を選択できるようにした(図6)。特に、主要購買層である30~60歳(三菱電機調べ)の身体負荷が

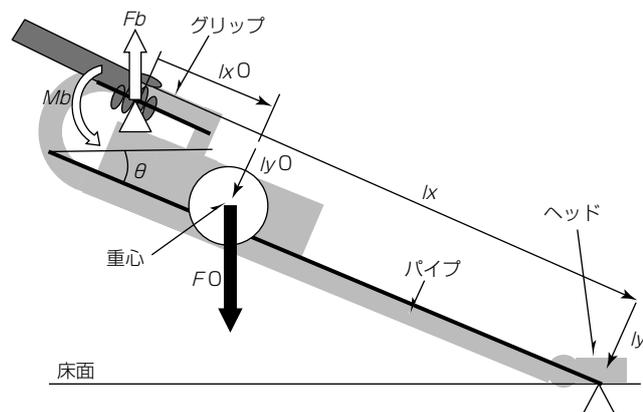
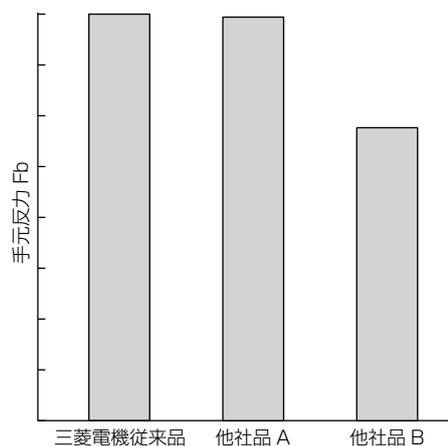


図3. 手元にかかる負荷の定量化力学モデル



(注1) 床面から手元までの高さ 80cm 時

図4. 支持動作での手元反力 $Fb$ 比較

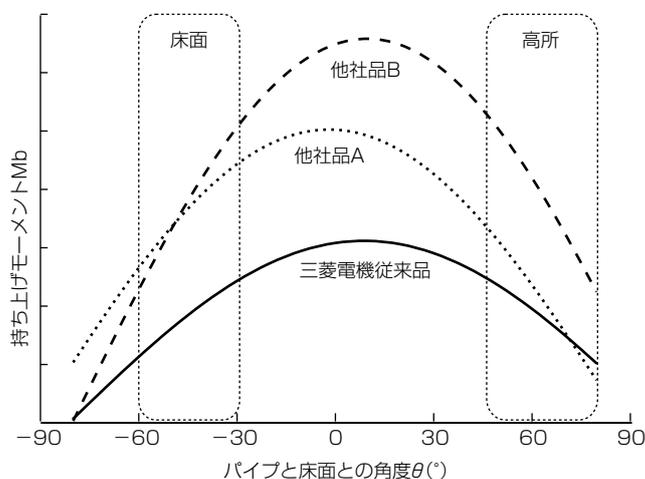


図5. 持ち上げ動作での持ち上げモーメント $Mb$ 比較

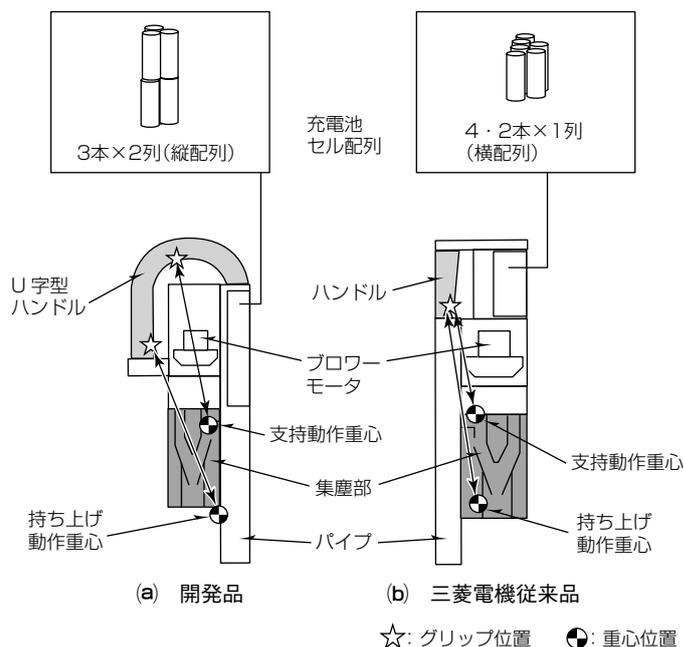


図6. 重心とグリップ位置の比較

より小さくなるよう、平均身長158cm(一般社団法人 人間生活工学研究センター調べ<sup>(1)</sup>)のユーザーの腰角度が15度未満となる床面からハンドルまでの寸法を設定した。

重心は、充電池セルを三菱電機従来品の横配列から縦配列へと変更しつつ、モータ配置も見直すことで、支持動作では重心から離れた位置をグリップし、持ち上げ動作では重心に近い位置をグリップできるようにした。

さらに、モータや集塵部の小型化、各部材の薄肉化等によって、クリーナー全体の軽量化を図った。

以上によって、ユーザーの手元にかかる負荷を、三菱電機従来品に対して支持動作では23%軽減、持ち上げ動作では49%軽減した(図7)。

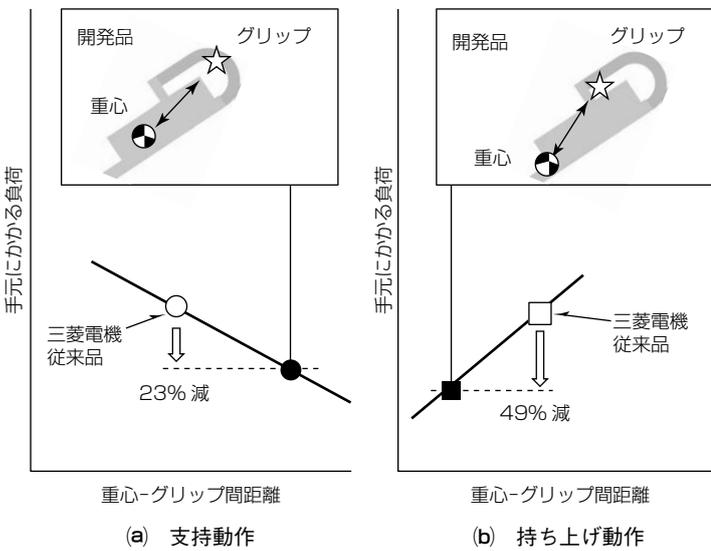


図7. 重心-グリップ間距離と手元にかかる負荷比較

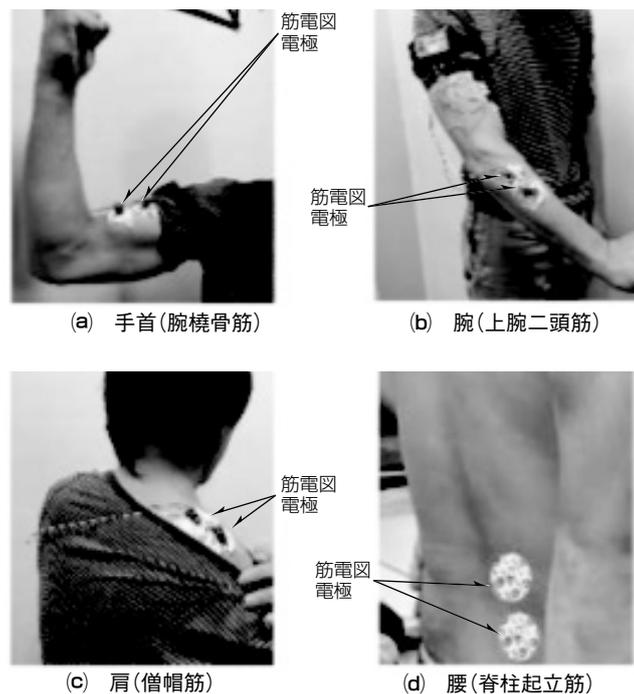
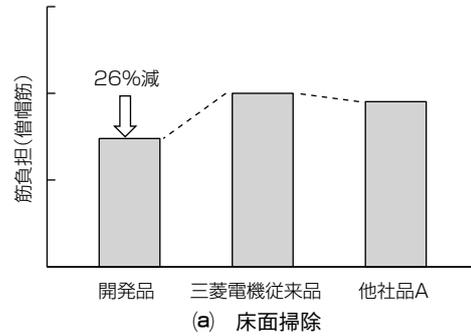


図8. 筋電図電極の装着の様子

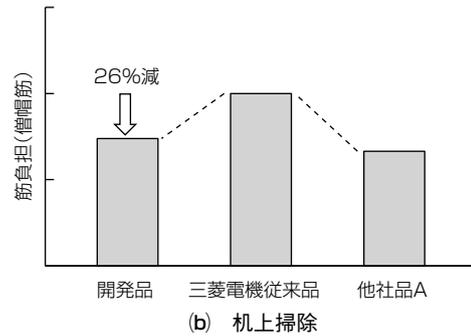
## 2.5 筋負担軽減

ユーザーの身体負荷へ関わる効果を確認するため、筋負担を検証した。被験者の4部位の皮膚表面に筋電図電極を装着し(図8)、代表的な四つの掃除シーン(床面、机上、階段、高所)で、模擬ごみを吸引させた際の筋電位変化率から筋負担を算出した。

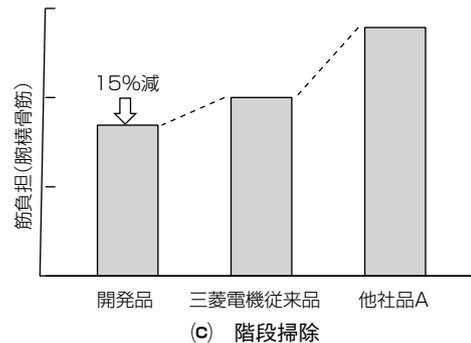
測定した4部位の中で、最も筋電位変化率が大きい部位としては、床面や机上掃除では肩(僧帽筋)、階段掃除では



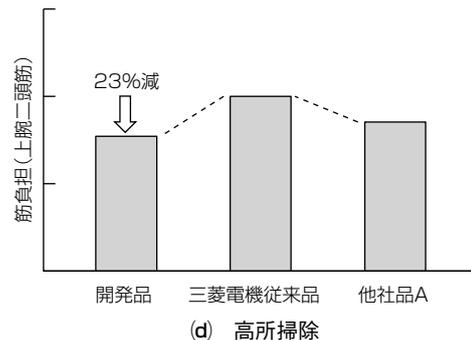
(a) 床面掃除



(b) 机上掃除



(c) 階段掃除



(d) 高所掃除

図9. 掃除シーン別の筋負担比較

手首(腕橈骨(とうこつ)筋), 高所掃除では腕(上腕二頭筋)を計測した。開発品は, 重量物レイアウトの異なる三菱電機従来品と他社品に対して, 各掃除シーンで筋負担を軽減でき, 部位によっては最大26%筋負担が軽減した(図9)。被験者による主観評価でも, 筋負担との相関を持ちつつ, 三菱電機従来品に対して肩, 手首, 腕の疲れを抑制することを確認できた。

### 3. 掃除の準備・片づけ時の身体負担軽減

#### 3.1 ワンタッチ取出し機構とスマート収納構造

三菱電機従来品では, 充電台に対してクリーナーを取り出す際と収納する際には, 身体をひねりつつ, 持ち替えや持ち上げ動作を行う必要があり, 身体負担が大きくなっていた。また, スティック形態からハンディ形態へと変更する際には, 両手を使って本体からパイプ部を取り外す必要があった。

開発品では, 取出しから収納まで, 身体をひねらずに片手で操作できるようにするため, 充電状態から手前に引くだけでスティック形態で取り外すことができ, また, 充電状態から上に持ち上げるとパイプ部とヘッド部は充電台側へ残したままハンディ形態で取り外すことができるワンタッチ取出し機構を採用した(図10)。また, 進行方向のまま充電台へ収納可能な構造としたことで, 掃除状態から身体をひねらずに取出しと収納が可能になった。

#### 3.2 ダストカップの回転着脱構造

三菱電機従来品では, 集塵部からごみ捨てする際, 片手で保持しながら, もう片方の手の指の動作でダストカップを着脱する必要があり, 指先の負担が大きくなっていた。

開発品では, ダストカップを保持したまま, 回転させることで着脱可能な構造を採用した(図11)。指先まで強い力を入れることなくダストカップを少しひねるだけで着脱できるため, 年齢等で異なる筋力に左右されずに, 簡単にごみを捨てることができる。

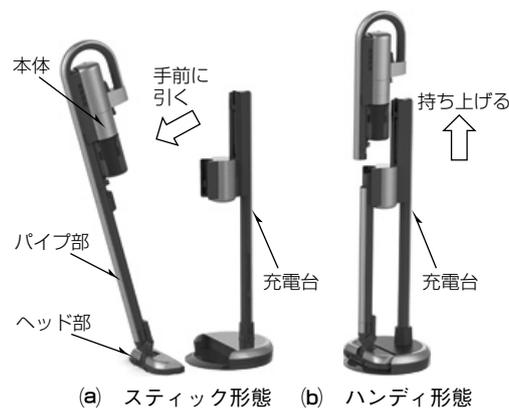


図10. スティック・ハンディ形態での取外し方法



図11. ダストカップの回転着脱構造

## 4. む す び

ユーザーの多様な使用シーンから導いたコードレススティッククリーナー“HC-JXH30P”の身体負担軽減技術について述べた。今後も, 掃除行動での身体負担軽減を図り, 手軽・気軽に使えるクリーナーの開発を目指す。

### 参 考 文 献

- (1) 一般社団法人 人間生活工学研究センター：日本人の人体寸法データブック2004-2006 (2008)