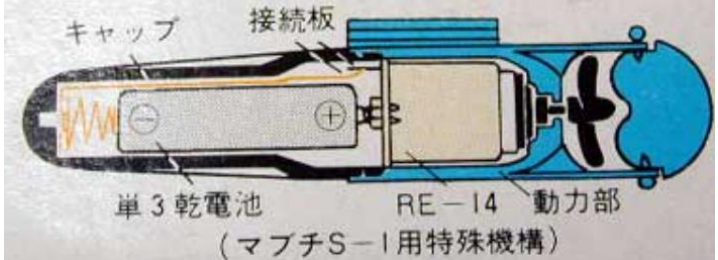


# 直流機（テスラとエジソンの思いを超えてマブチを眺める）



## 性能

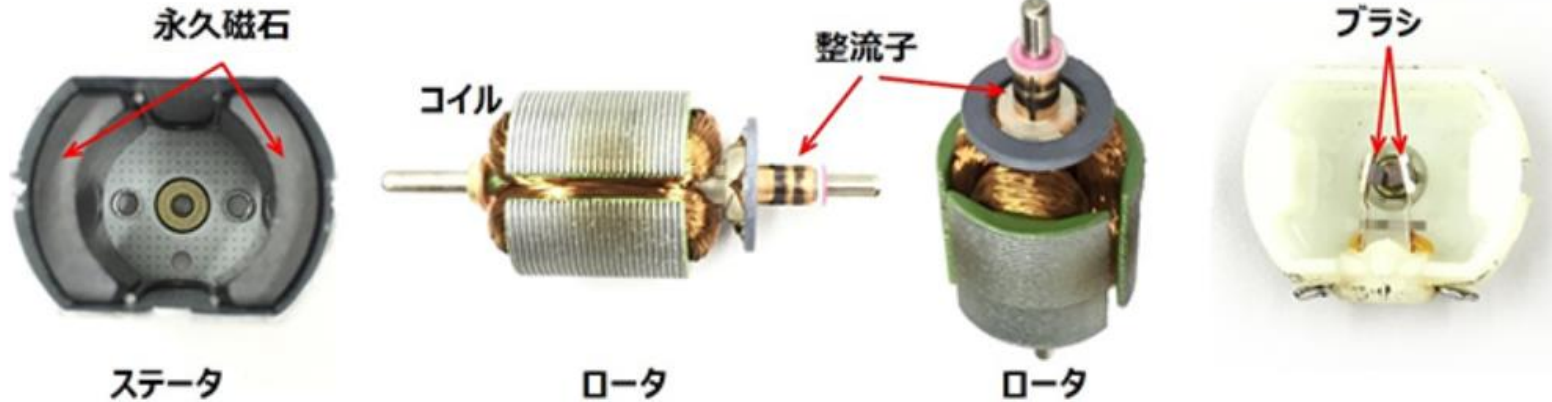
電源：単3乾電池(UM-3) 1個使用時  
 航行時回転数……………4500 r.p.m.  
 航行時消費電流……………620mA  
 重量……………52.0g



# 動作原理

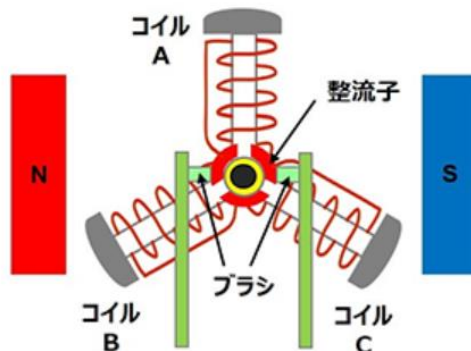
- 説明はたくさんあるのでみてください

## ブラシ付モータ内部構造



<https://techweb.rohm.co.jp/product/motor/brushed-motor/brushed-motor-basic/87/>

## ブラシ付モータ内部構造略図

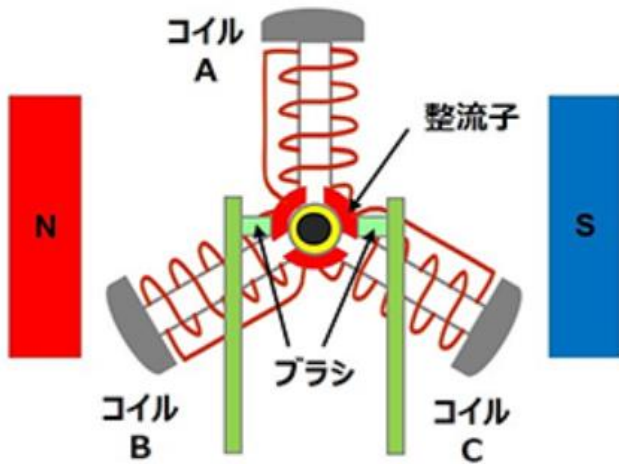


“ブラシ付きDCモーターの動作原理”  
でYoutube で検索

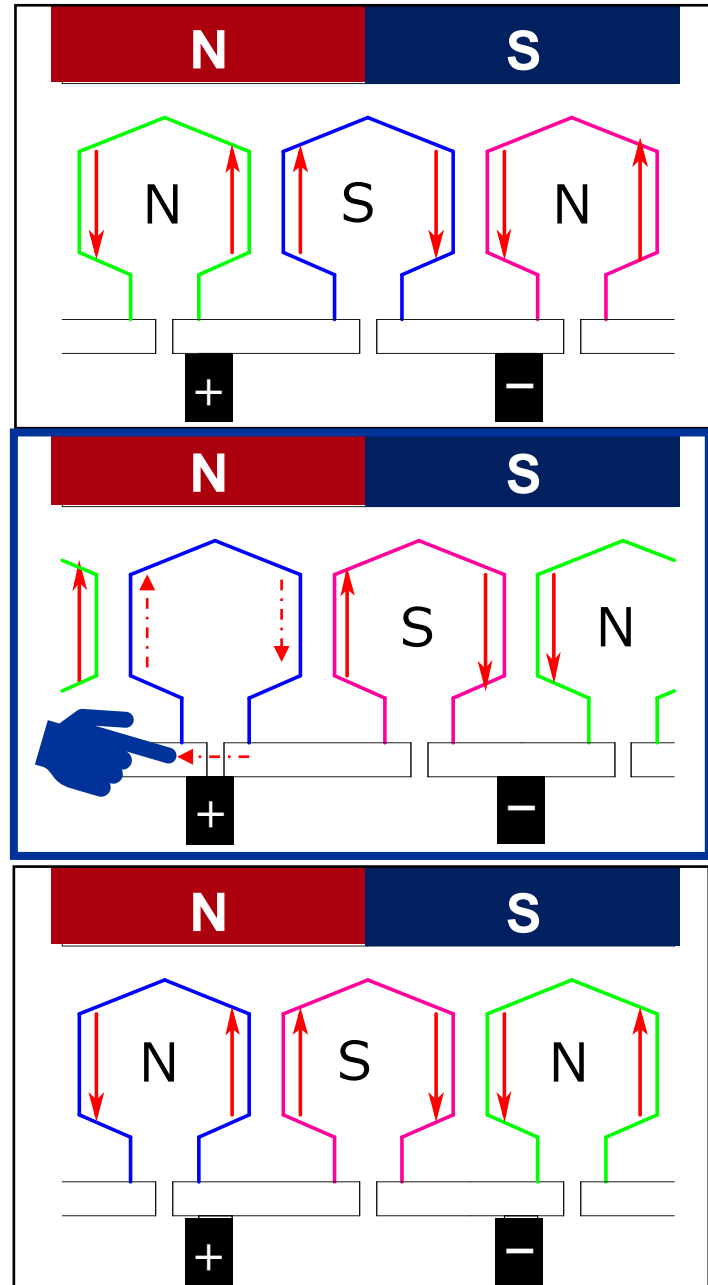
左図 <https://youtu.be/vRquEOq3B18> より

# 動作の説明

ブラシ付モータ内部構造略図



転流

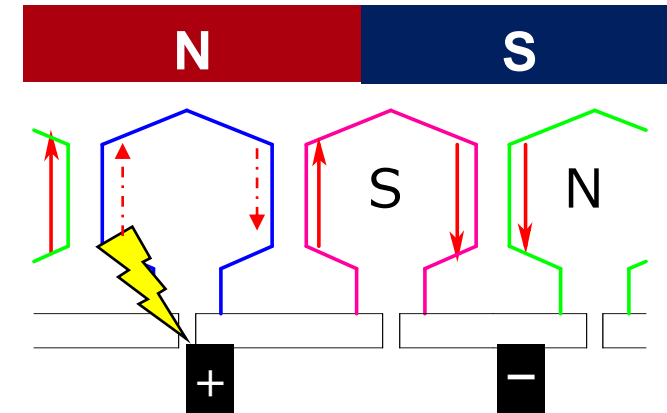
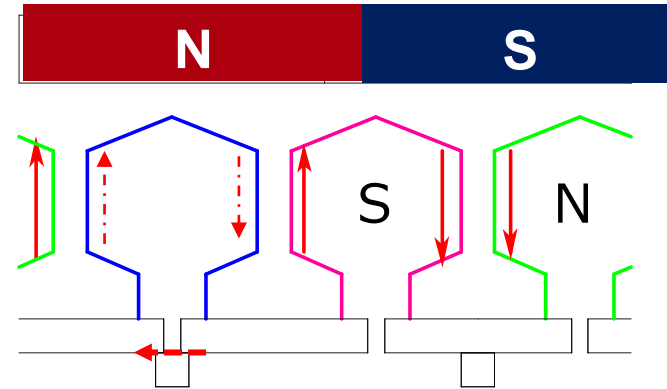


# 直流ブラシモータの課題

## 課題 1

ブラシで転流する際に時定数からすぐに電流が 0 にならない  
= 電流が流れている間にブラシが離れると、コイルインダクタンス  
によって火花が発生してブラシが摩耗する  
∴ ブラシの抵抗を上げて電流の減衰を早める必要がある

程よい抵抗と、導電率のバランスや機器によって異なり  
銅とカーボンを混ぜた焼結体がブラシとしてつかわれる  
右図 トライス社 <https://tris.co.jp/products/>より



## 課題 2

転流後も時定数があるため転流後にすぐに電流が立ち上がり  
磁極の発生が遅れる (特に高回転)

時定数を見越して、ブラシを進角 (ずらす) して  
転流を早めに行うことで、高速のトルクを増やせる  
しかし

時定数は回転数で変化し 高速と低速のトレードオフがある

正転と逆転の両方を最適化できない

電子制御のブラシレスモータにとって変わられるがコストはあがる  
電池を使うおもちゃ、電話のバイブレータ、歯ブラシ、12V  
バッテリー自動車用モータ (燃料ポンプ) などでは使われる

$$V = -d\Phi/dt$$

$$\Phi = LI$$

$$= -L \cdot di/dt$$

# 絶縁

ざっくり

空気の 絶縁耐力 1 kV/mm

ちなみに 沿面距離 1 kV/10mm

正しくは 電圧, 気圧, 汚損度で変わるので IEC 60664-1 “絶縁距離” で検索

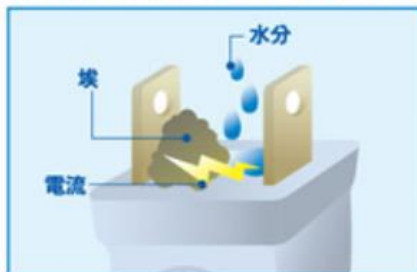
ただし!

埃や水分が加わると, コンセントの電極間距離 1cmで100Vでも発火する

(絶縁破壊ではなく表面が炭化して短絡 = トラッキング)

挿しっぱなしのコンセントに埃がないか, 上向きの使っていないコンセントにはカバーをしましょう!

**電源プラグに埃がたまった状態を放置すると、火災の危険性が!**



電源プラグに埃や水分が付着することで、微弱電流が発生



シンチレーション(微小発光放電)が発生し、樹脂表面が炭化



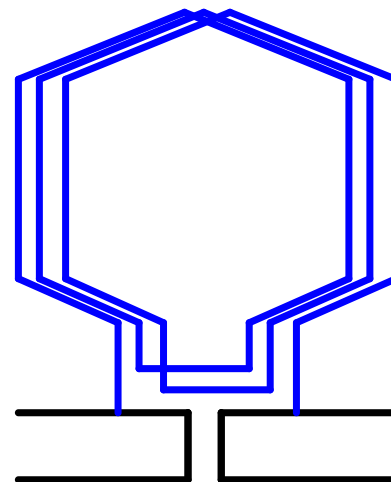
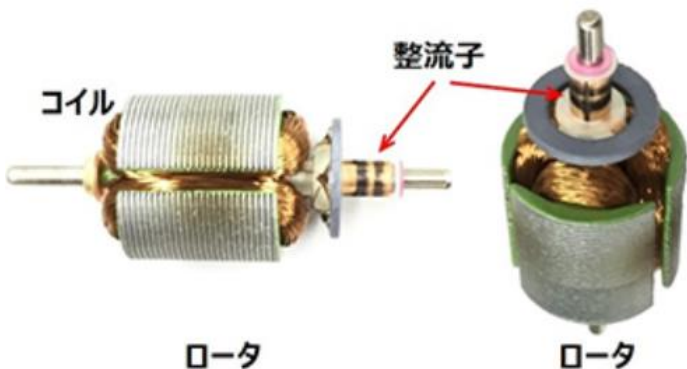
炭化が進むと、短絡(ショート)し、発火



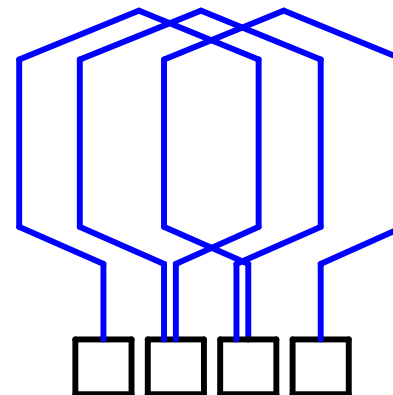
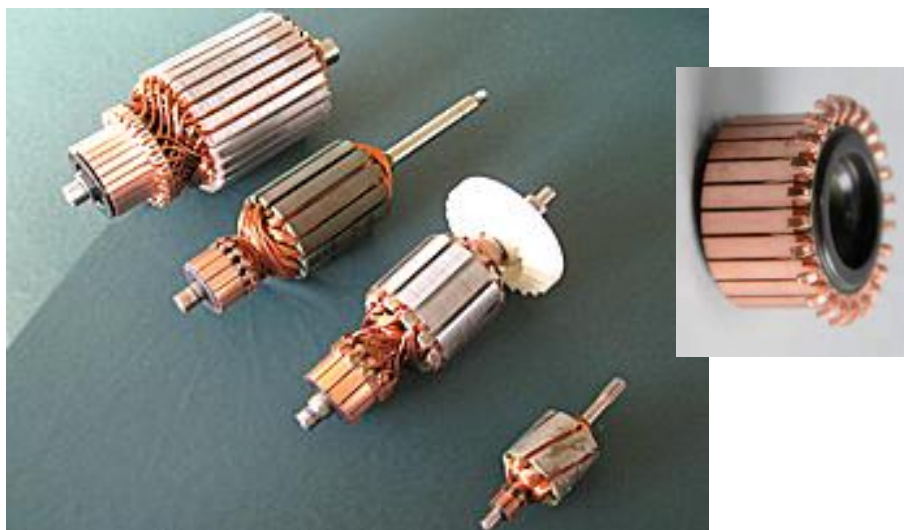
引用 : [https://holdings.panasonic.jp/corporate/pac/safety/safety\\_test/tracking.html](https://holdings.panasonic.jp/corporate/pac/safety/safety_test/tracking.html)

# 整流回数を増やして，火花を抑制，高電圧で使う

## ブラシ付モータ内部構造



同じ位置で巻かれたコイルが一斉に切り替わる



分身の術！ コイルの位相をずらして  
一部のコイルが順々に切り替わる

# 自動車用モータでは、よく使われる

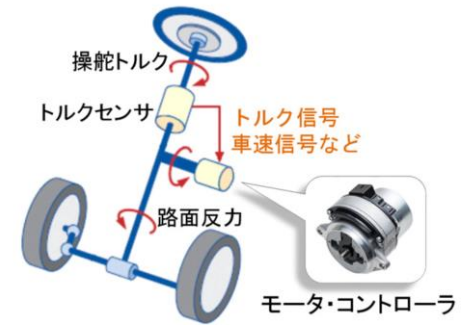
## 自動車用 スタータ



## 燃料ポンプ

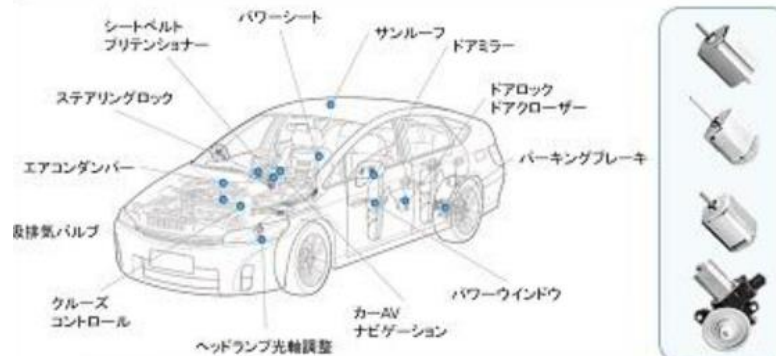


## 電動パワーステアリング (一部旧機種)



他にも . . .  
ワイパー  
電動シート  
パワーウィンドウ

### 用途市場 自動車電装機器



#### 主な用途

- ・パワーウィンドウ
- ・ドアミラー
- ・エンジン周辺機器
- ・パワーシート
- ・ドアロック
- ・シートベルトプリテンショナーなど
- ・パーキングブレーキ
- ・ヘッドライト

# 大型の直流モータ（鉄道を支えた直流モータ）



直流主電動機（モーター）

整流子面





# 直流モーター (まだ現役でがんばってます)



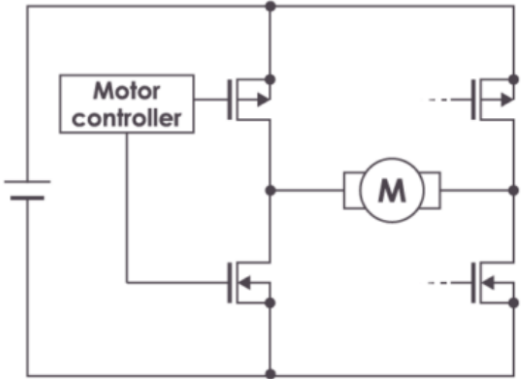
名古屋市営地下鉄3114H



近鉄 2050系

# 直流モータの今後

- 制御が比較的簡単
- 単純にはON-OFF だけでよい
- DC電源をそのままつなげられる (電池と相性が良い)
- 回転子位置検出不要



しかし、センサレス汎用ドライバが進化した今は、 , , ,

AliExpress DMYOND Store  
トップブランド 96.1% 肯定的なフィードバック  
フォロー 5108 フォロワー  
私は...を買って

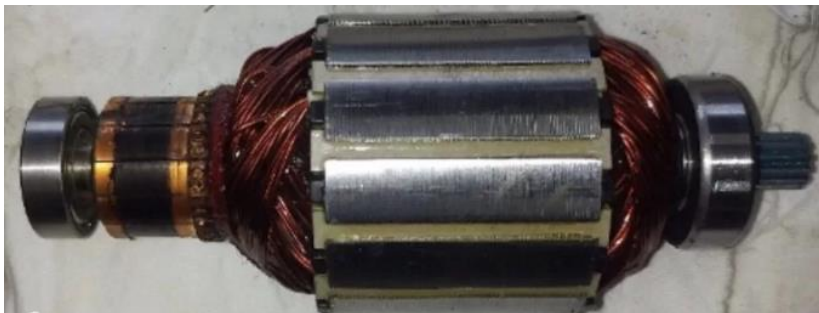
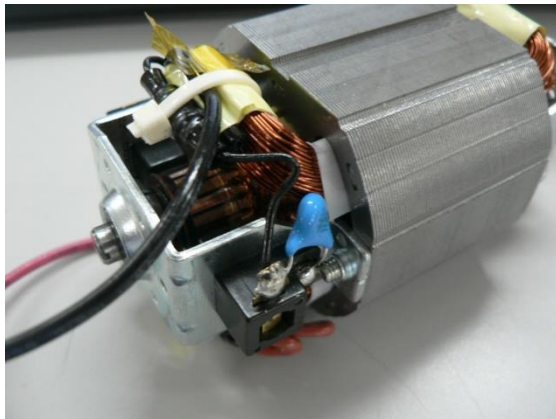
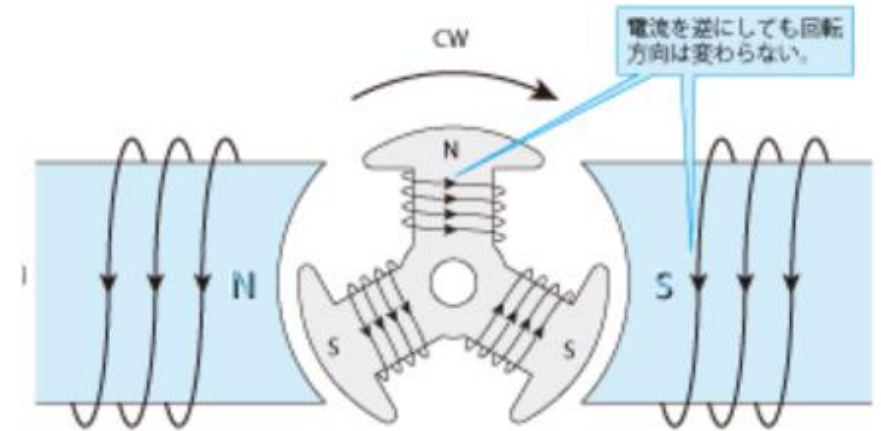
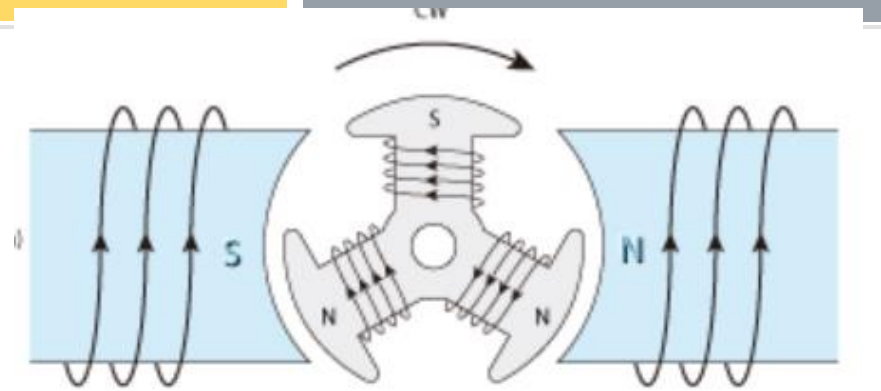
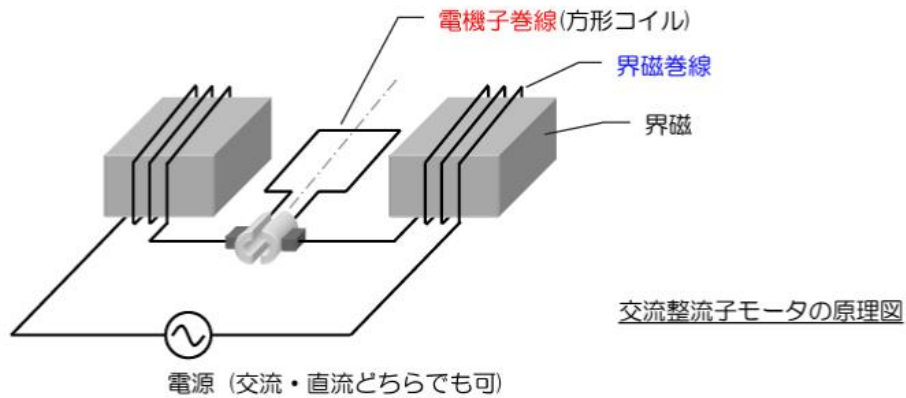
ストアホーム 商品 イベント トップセールディング Clearance Products RU ES Local Delivery

**DC 8-24V**  
Start and stop  
VCC GND +5V PWM Forward and reverse  
Motor terminal  
Positive electrode 8-24V  
Negative pole  
Speed regulating potentiometer

ブラシレスモーター付きスピードコントローラードライ  
き,18KHz,DC8-24V cc  
さらに2% オフ  
★★★★★ 5.0 ~ 6 レビュー 39 注文  
Enjoy special discounts!  
**¥ 110**  
¥ 323 -66%  
Store Discount: 10 を買うと 1% オフになります  
¥ 1,074 オフストアクーポン クーポンを獲得  
数量:

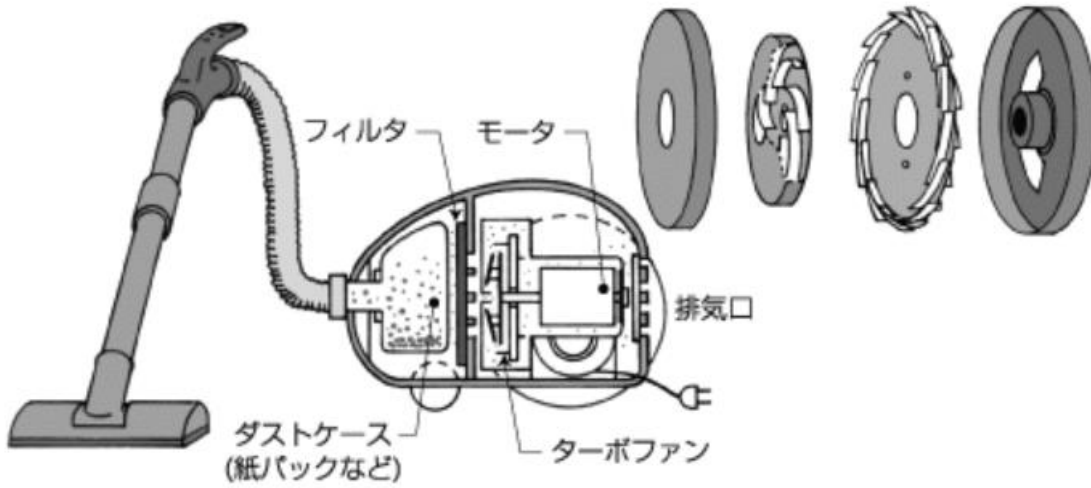
電気ブラシレスファン,超小型,静音,大容量  
さらに1% オフ  
★★★★★ 3.4 ~ 5 レビュー 14 注文  
Enjoy sp  
**¥ 32**  
¥ 82 -61%  
Store Discount: 2 を買うと 1% オフになります  
¥ 2,684 オフストアクーポン クーポンを  
Color: USB

# ブラシモータは交流でも回ります！ 整流子モータ（ユニバーサルモータ）



# 整流子モータの例

〈ターボファン分解図〉



# 掃除機（ユニバーサルモータ）もブラシレス化へ・・・

・小型高速化による軽量化を提案するも・・・不発に

① 吸引力（圧力）アップするが風量がダウンする

圧力×流量 = 吸い込み仕事率が下がる

② インバータつけると、コンセントのノイズ規制で、リアクトルなど追加して重くなる

その後

・電池の進化（リチウムイオン電池の安全性）でコードレスが可能に

・ライフスタイルの変化（絨毯が減った）掃除時間が短縮

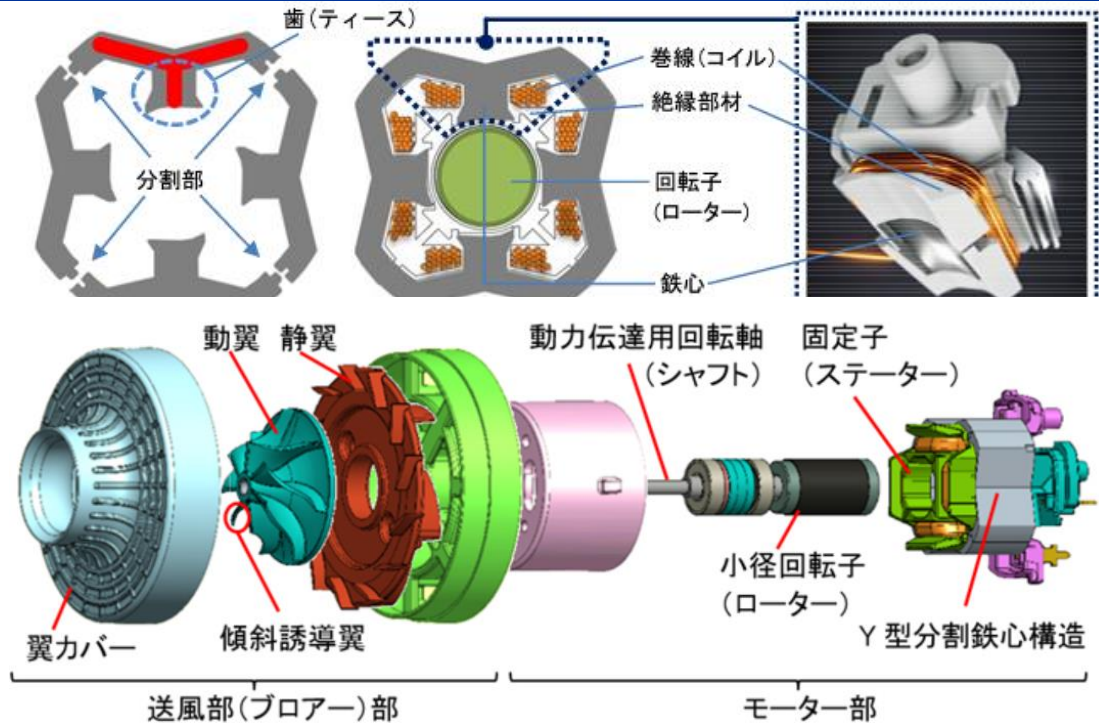
・掃除機だけで掃除しない（ルンバ、コロコロ）



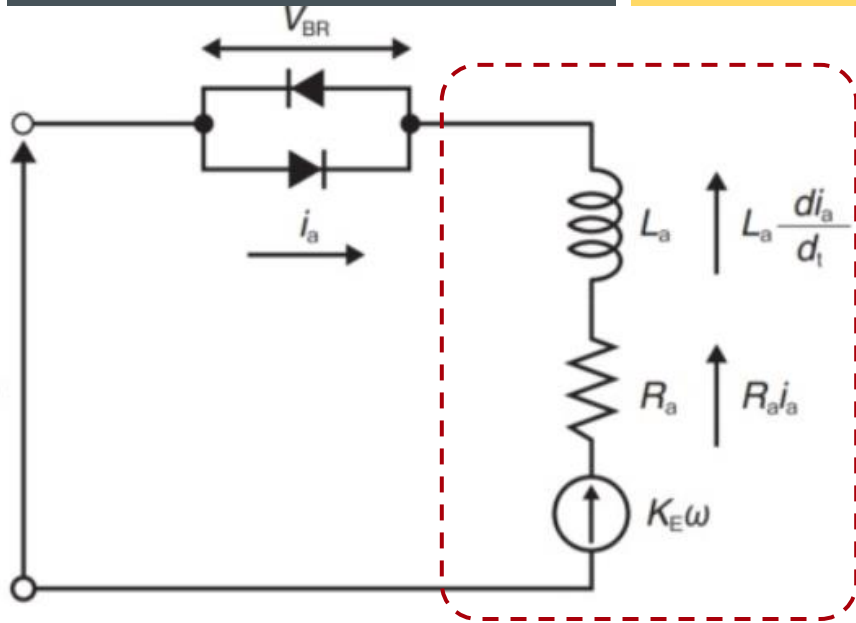
## モータも進化しています



三菱JCモータ



# 奥が深いぞ 直流モータ ネオジにすれば最強なのか？



Ke 誘起電圧定数

La : モータコイルインダクタンス  
Ra : モータ抵抗

## 電磁方程式

$$v_a = L_a \frac{di_a}{dt} + R_a i_a + K_E \omega \quad \dots\dots (1)$$

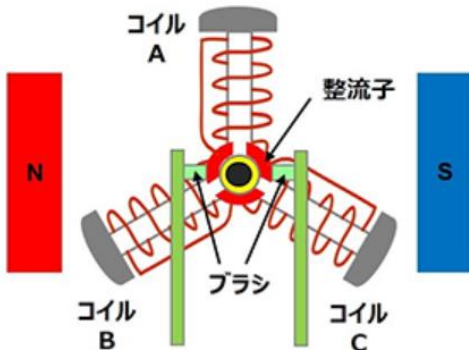
$$V = I \cdot R + \omega \cdot K t$$

R = ブラシ抵抗、巻線抵抗

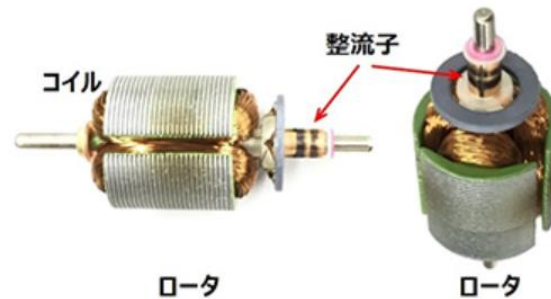
$$T = K_T i_a = J \frac{d\omega}{dt} + D\omega + T_L \quad \dots\dots (3)$$

J:慣性モーメント : (回転体と同じなので、時間では変化しない)  
D:摩擦抵抗 : (軸受けロス他)  
TL:トルク:

## ブラシ付モータ内部構造略図



## ブラシ付モータ内部構造



# 奥が深いぞ 直流モータ ネオジにすれば最強なのか？

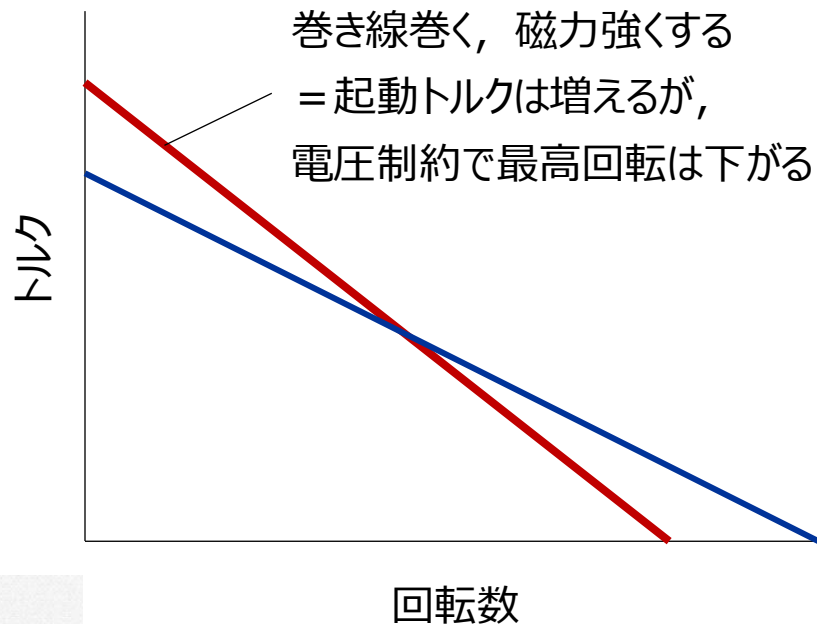
$$V = I \cdot R + \omega \cdot K_t$$

R = ブラシ抵抗、巻線抵抗

$$T = I K_t$$

$K_t$ は誘起電圧定数 : 巻数・磁石磁束に比例

Rは巻き数の二乗に比例



遠心流体機器は  
回転数の3乗負荷特性



発進アシスト  
低速トルクが欲しい！



スタータも冷間始動  
(凍ったエンジンを回す！)