

# (復習) マグネットトルクとリラクタンストルクの分布

マグネットトルクは(電気角) $0^\circ$  で最大( $I_d=0$ 制御<sub>p22</sub>)となる。  
リラクタンストルクは $45, -135^\circ$  で最大となる。

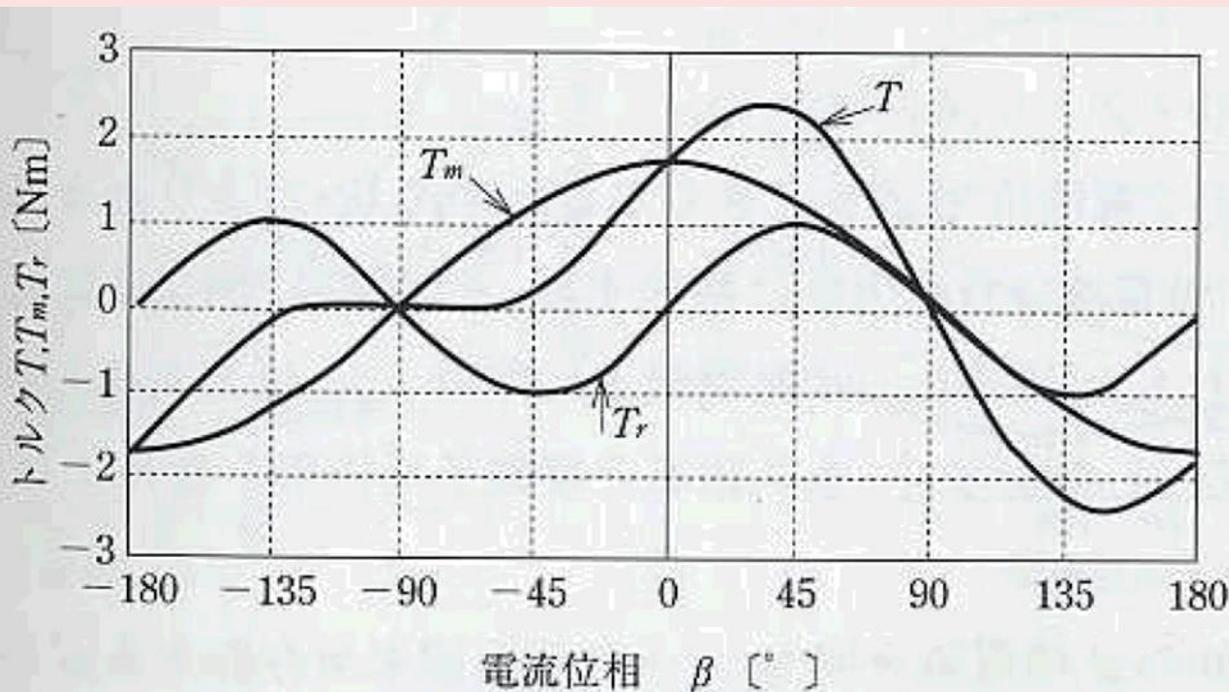
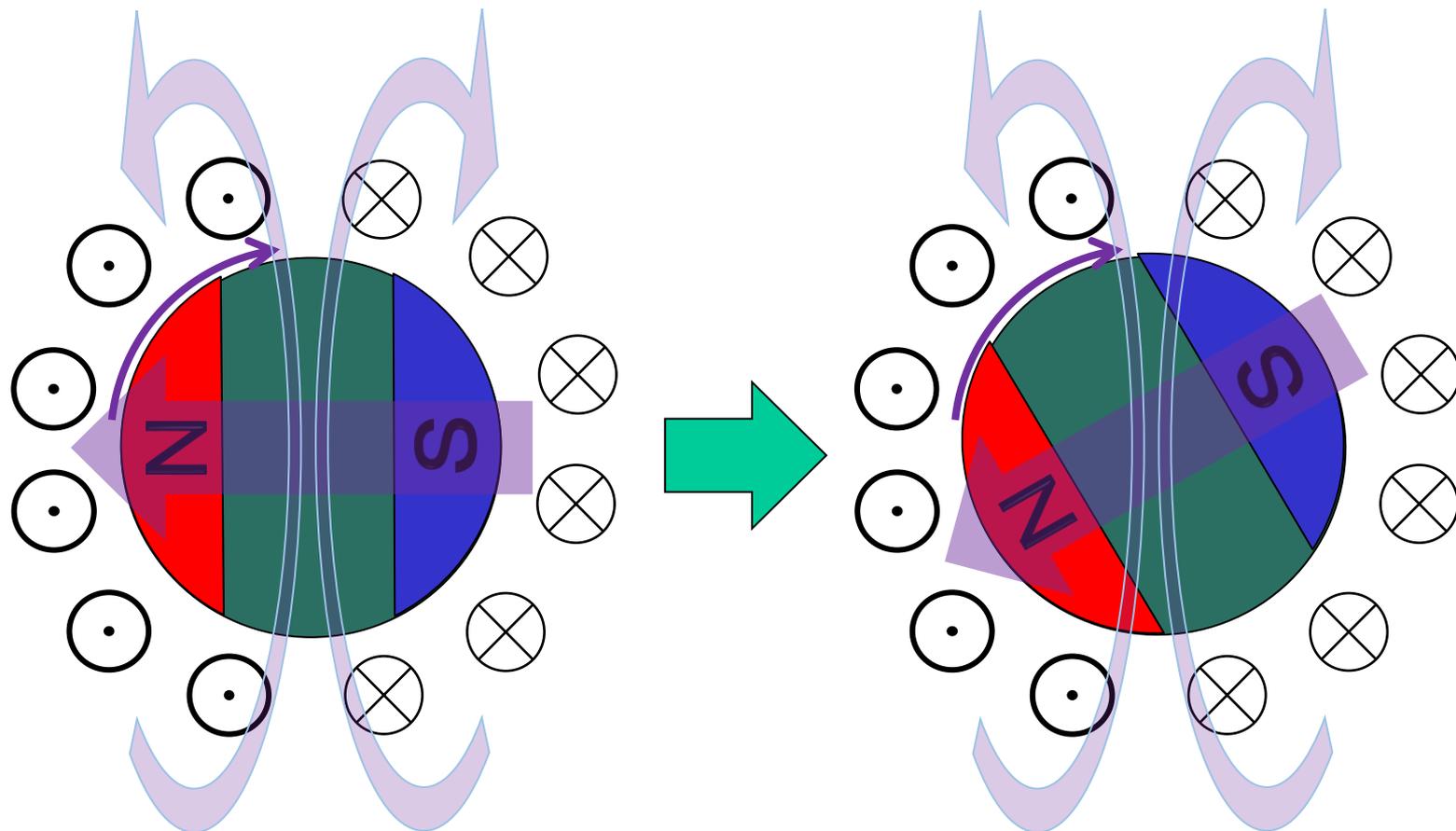


図 2・2 電流位相とトルクの関係 ( $I_c=5$  A,  $I_a=8.66$  A)

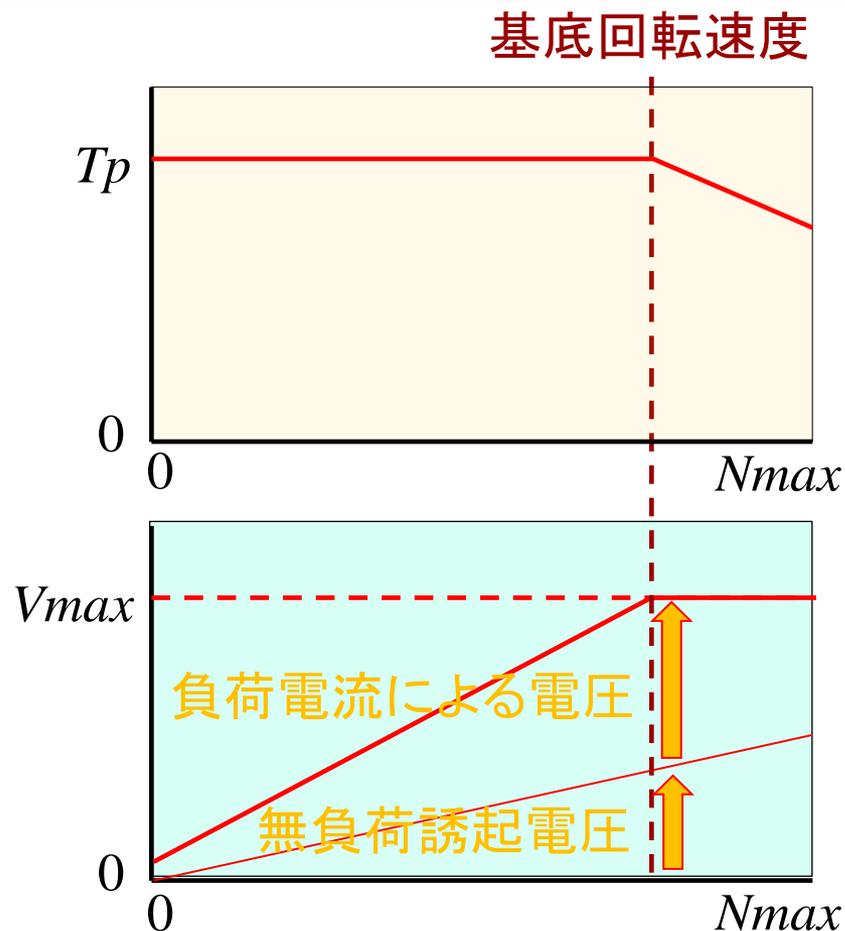
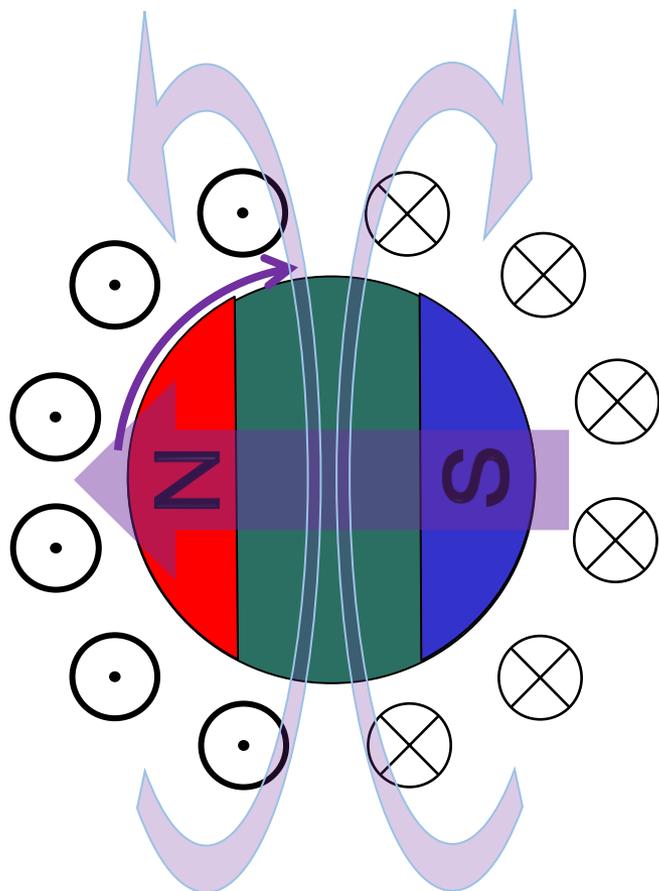
合成トルクは $40^\circ$  進角して通電すれば、最大トルク／電流制御<sub>p23</sub>が実現できる。

# リラクタンストルクを併用した場合



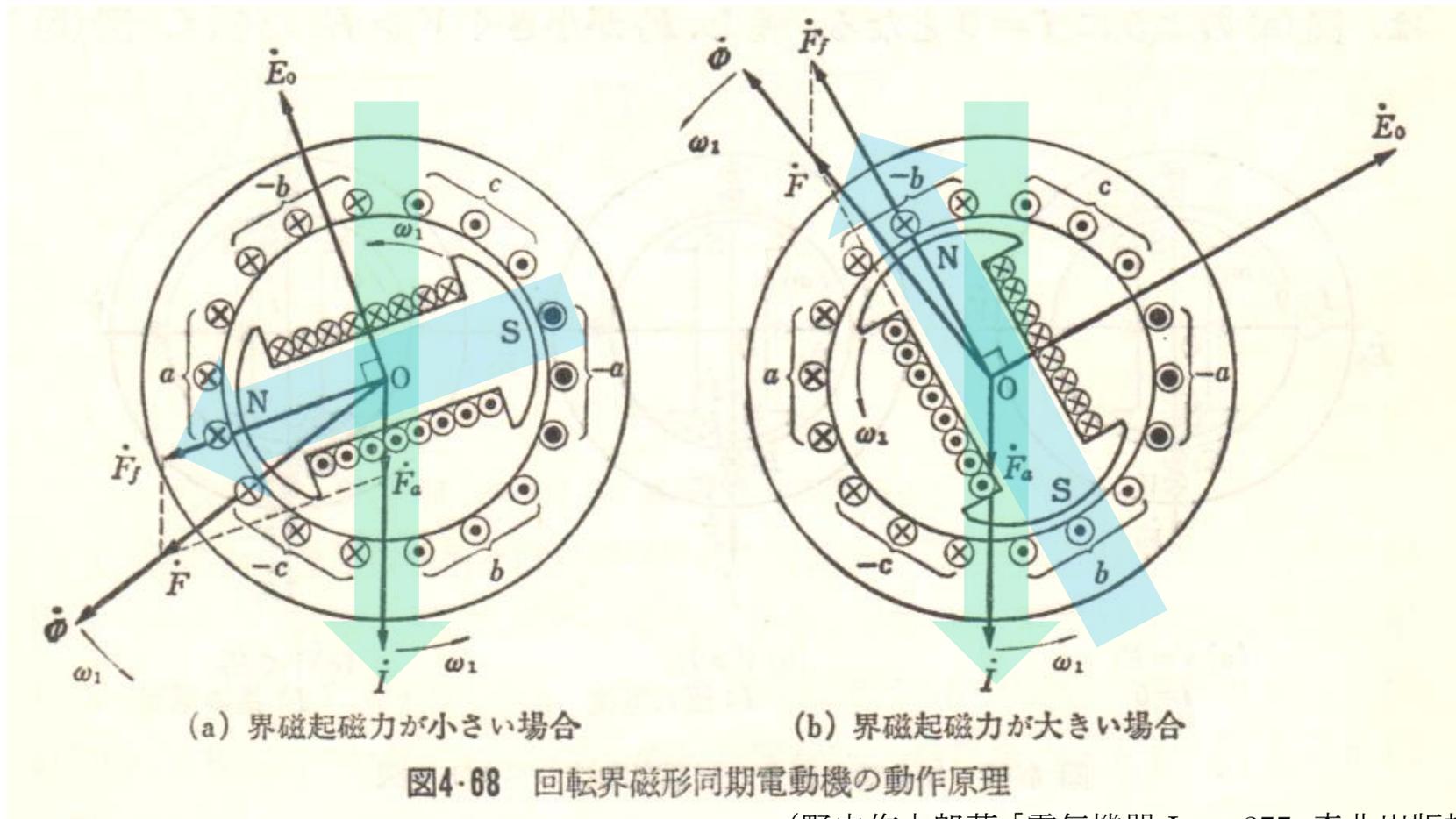
モータのトルクは増大し、端子電圧は下がる???

# (復習) マグネットトルクを利用するPMロータ



リラクタンストルク利用モータでは、無負荷誘起電圧が小さい。

# (復習)同期モータのV曲線時の挙動



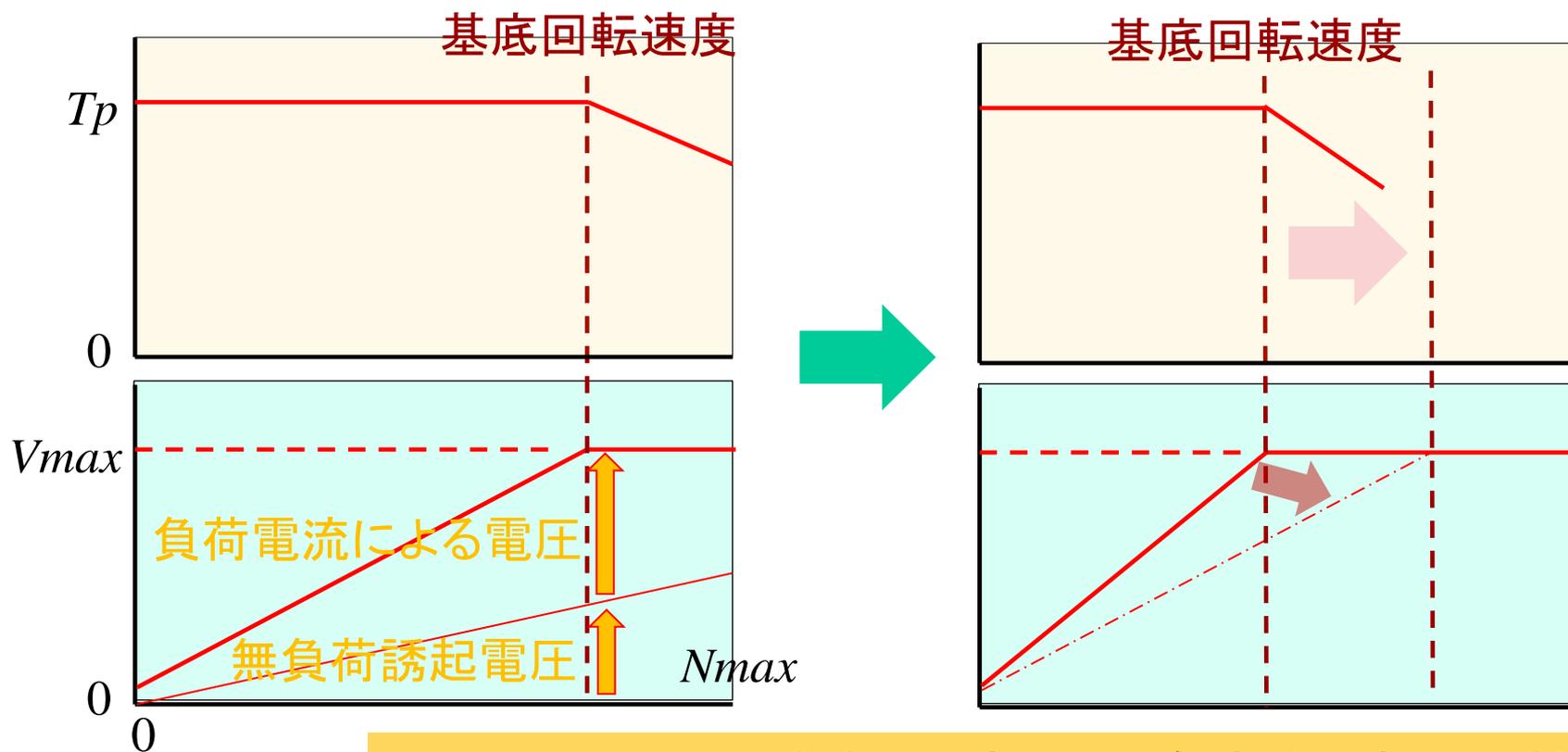
(野中作太郎著,「電気機器 I」,p.277, 森北出版社)

界磁起磁力が小さい場合、PWM等で電圧を下げる。  
大きい場合は、弱め界磁(磁束)制御<sub>p26</sub>で逆起電圧を下げる。

# トルク最大化構造の意義

トルク定数:  $T = K_t * i$  ( $f = B * l * i \rightarrow K_t \propto B * l$ )

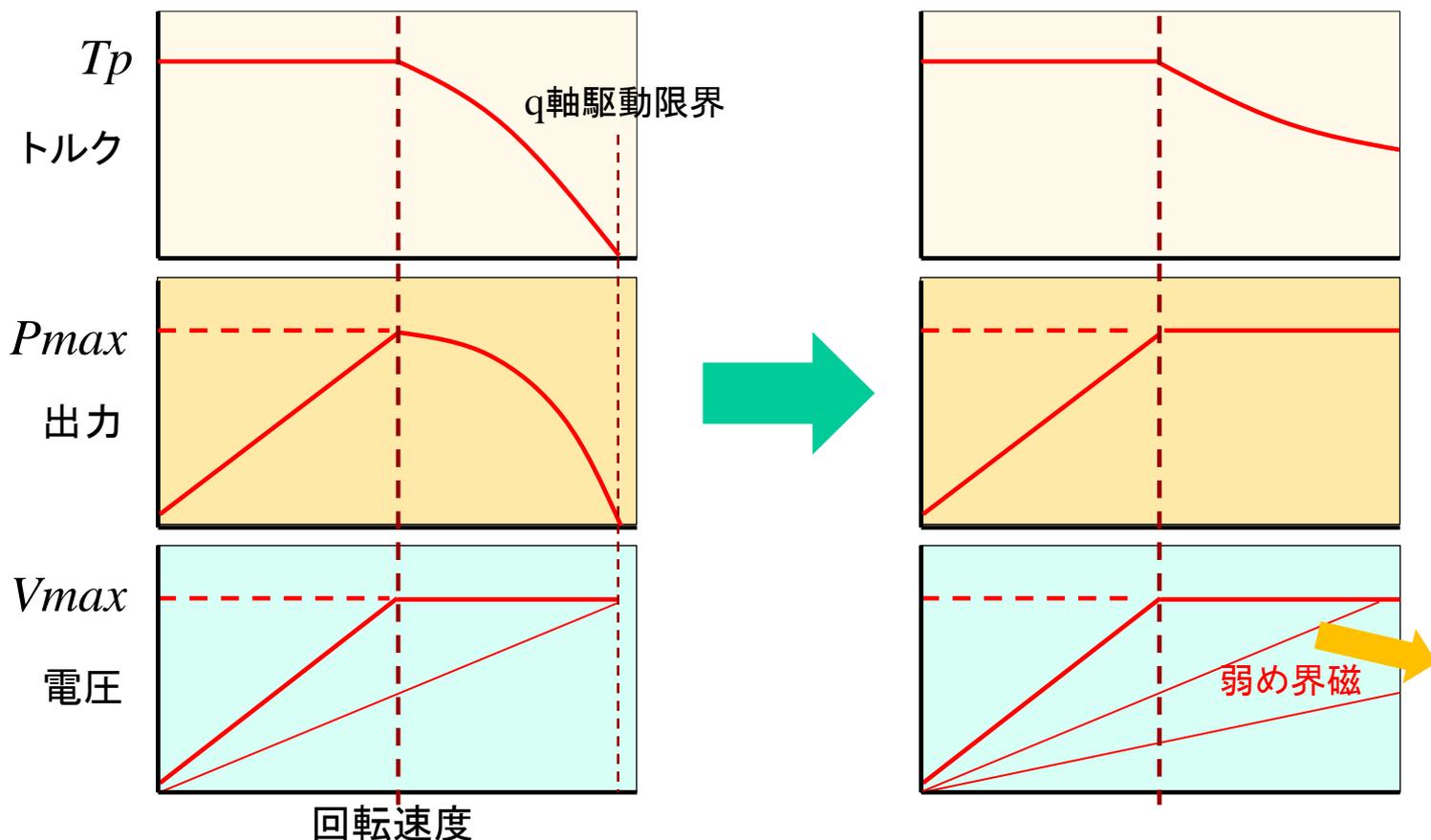
動力 :  $P = f * v = T * \omega = e * i = V * I * \cos\phi$



小形化、または巻数低減により銅損低減に貢献  
最大出力は  $V * I$  (高出力化 → 電源容量増大)

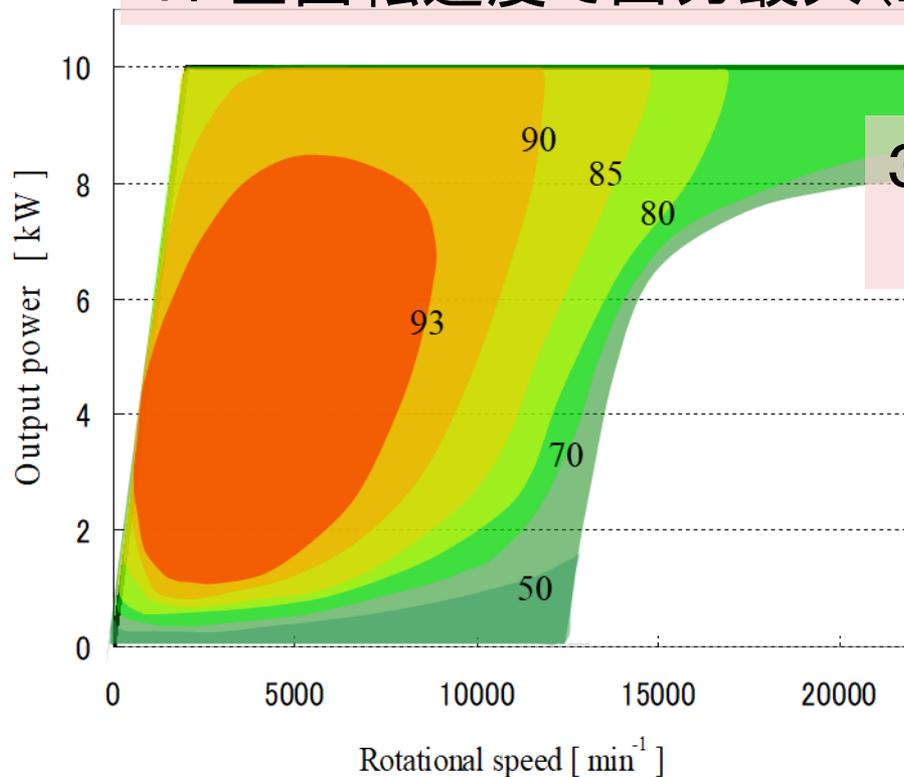
# ベクトル制御の意義

1. 全回転速度範囲で出力を最大にする。
2. 全運転状態での効率を最大にする。
3. 最大回転速度を増大する(電磁的に無限にする)。



# ベクトル制御の実例：SGMGH-20A200%モータ

1. 全回転速度で出力最大 (2000~22000rpm:10kW)



3. 最大回転速度を増大 (22000rpm:耐遠心力限界)



2. 全運転状態で効率最大 (進角下げて電流を最小化)

# 特性式

極対数

d, q軸電流

$$T = Pn(\Psi_a I_q + (L_d - L_q) I_d I_q)$$

d, q軸インダクタンス

$$V_a = \sqrt{V_d^2 + V_q^2}$$

d, q軸電圧

$$V_d = R_a I_d - \omega L_q I_q$$

鎖交磁束

$$V_q = R_a I_q + \omega L_d I_d + \omega \Psi_a$$

巻線抵抗

電気角速度

$$I_a = \sqrt{I_d^2 + I_q^2}$$

電流位相角

$$I_d = -I_a \sin \beta, \quad I_q = I_a \cos \beta$$

2.1~2.11式

# 回転速度無限大化条件

$$V_o = \omega \sqrt{(L_d i_d + \Psi_a)^2 + (L_q i_q)^2} \leq V_{om} \quad (3 \cdot 3)$$

$$\omega_c = \frac{V_{om}}{\Psi_a - L_d I_{am}} = \frac{V_{om}}{\Psi_{dmin}} \quad (3 \cdot 6)$$

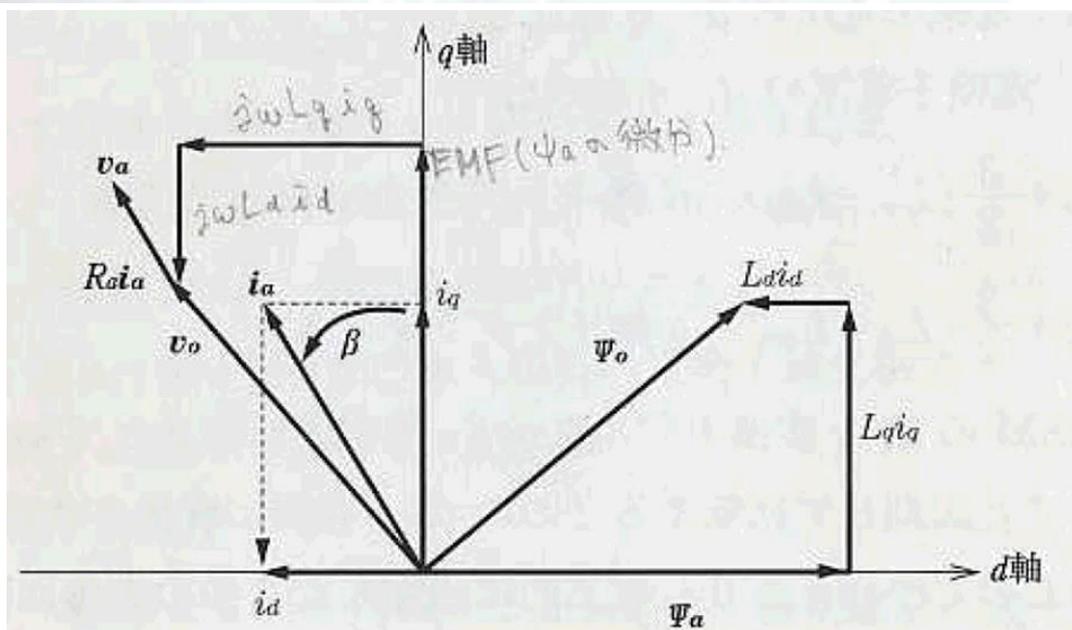
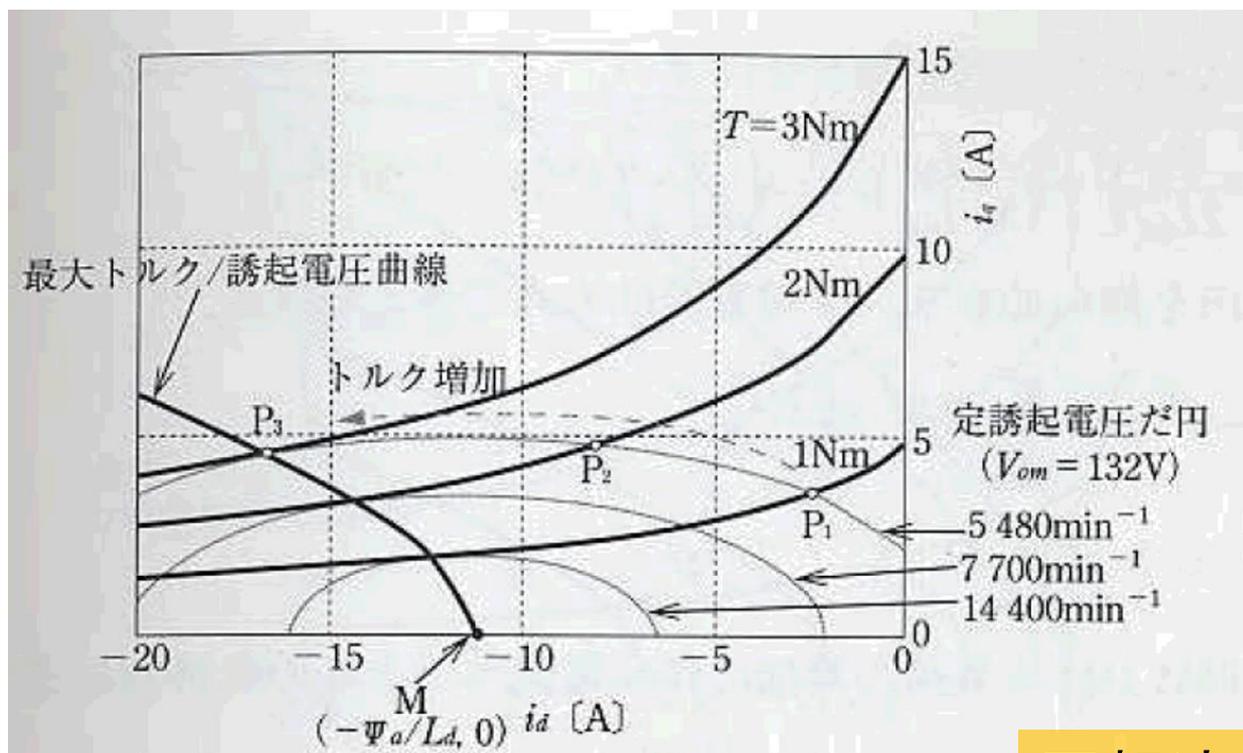


図 1・7 基本ベクトル図

界磁による誘起電圧があるから、電圧飽和を超えても最大出力を発生できる。

# ベクトル制御の総括

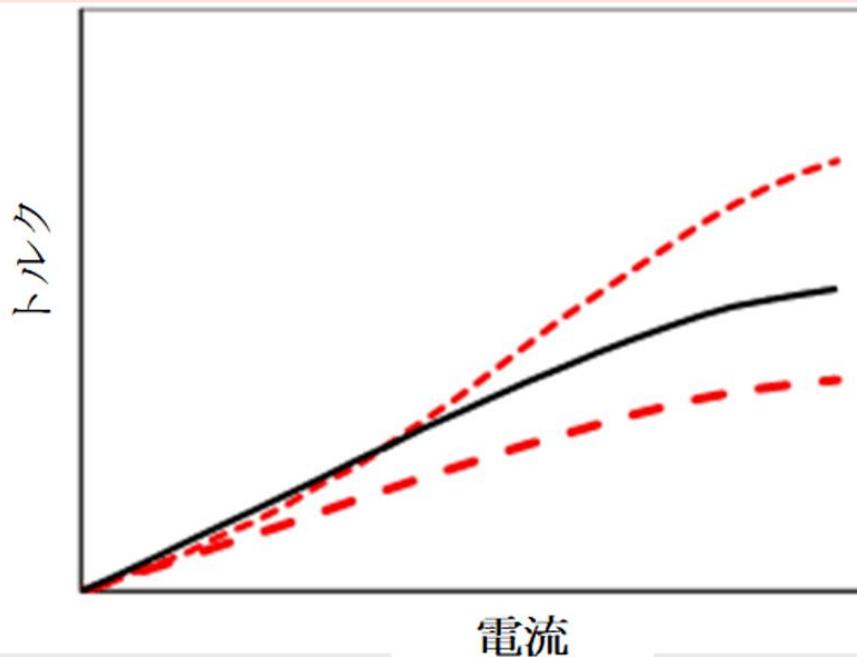
## M点の理解が重要



回転速度無限大まで  
駆動できる収束点

# この本の趣旨と誤解

表面磁石モータについても、**十分(?)**な説明を行っている。(はしがき)  
リラクタンストルクも併用でき**高トルク化(?)**が図れる。(p6)  
電圧と電流の制限のもとで最大出力を得る**制御方法**。(p37)



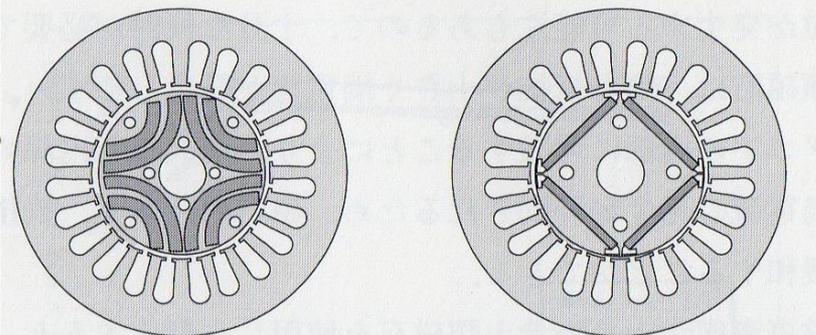
B : IPM motor

A : SPM motor

B' : magnet torque of IPM motor

マグネットを節約する意図に終始

容量(電流)の制限がない場合の  
のトルク最大化構造は？



(a) フェライト 2 層 IPMSM

(b) 希土類磁石を用いた IPMSM

図 4・26 モータ構造

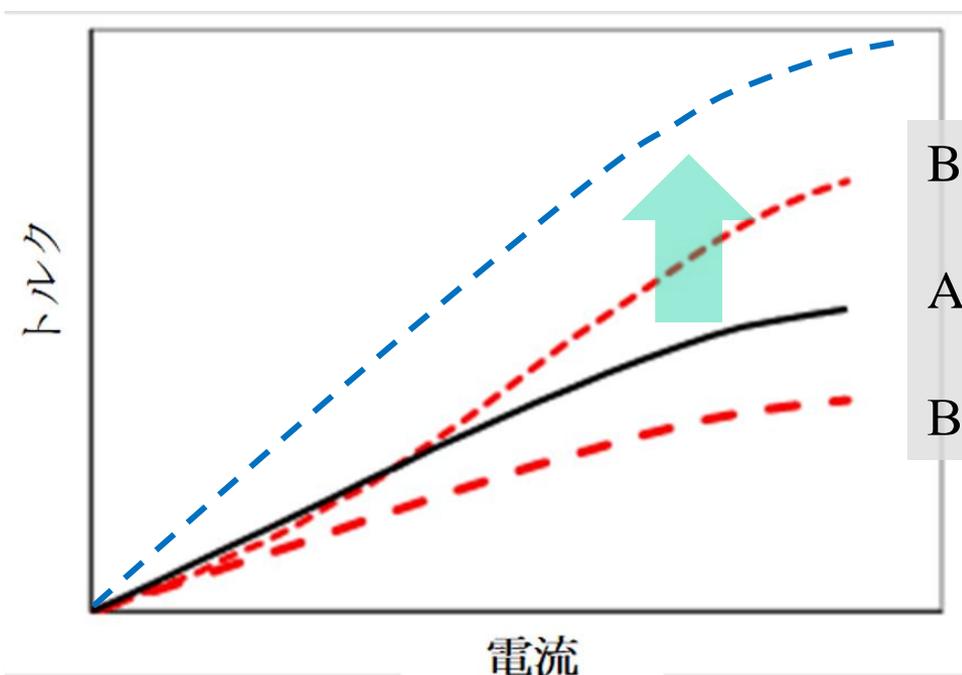
# トルク最大化の方策

極対数

d, q軸電流

$$T = Pn(\Psi_a I_q + (L_d - L_q) I_d I_q)$$

d, q軸インダクタンス



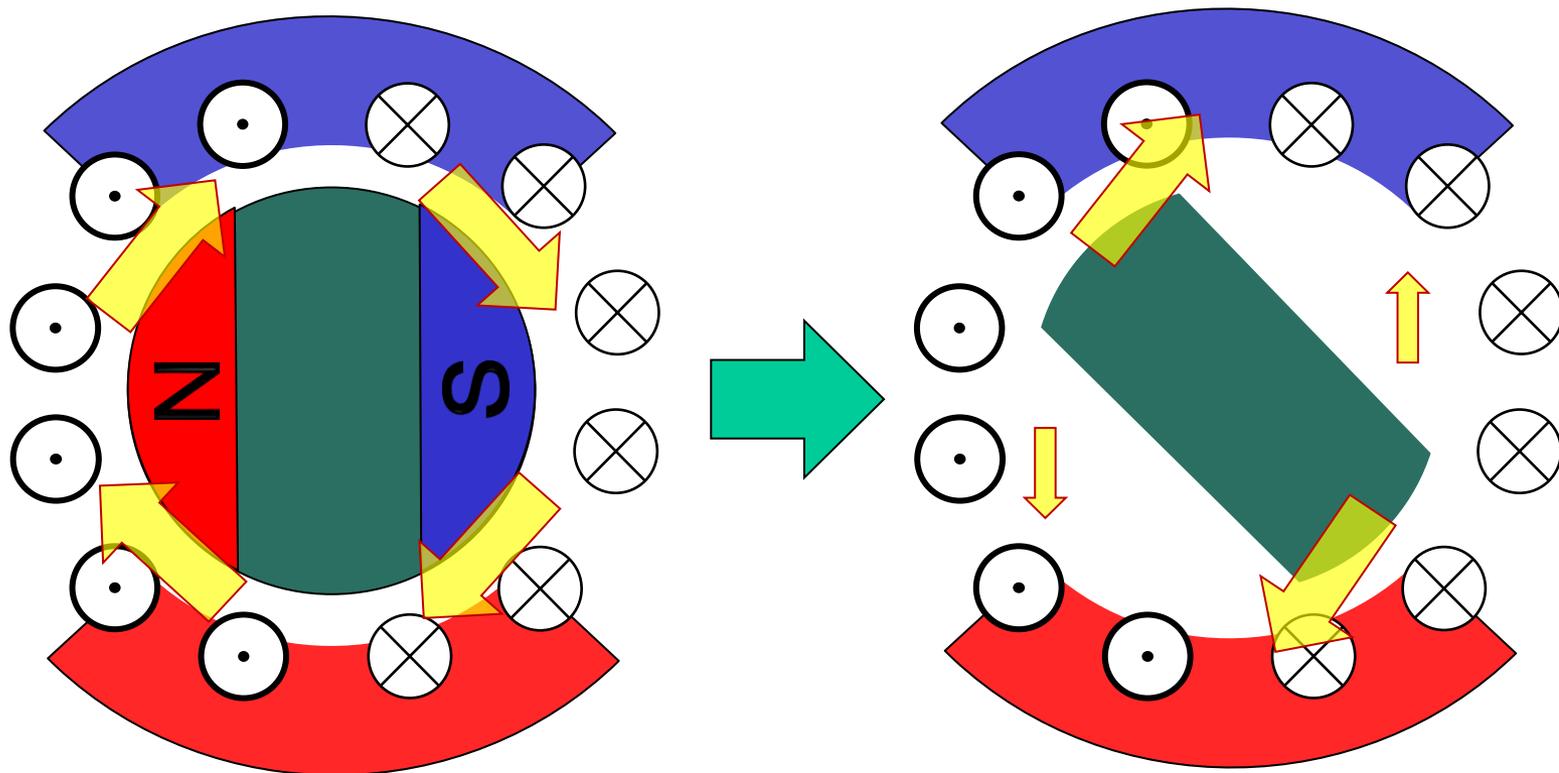
B : IPM motor

A : SPM motor

B' : magnet torque of IPM motor

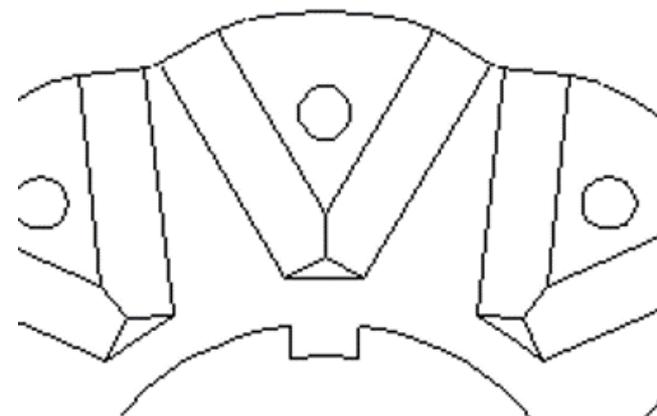
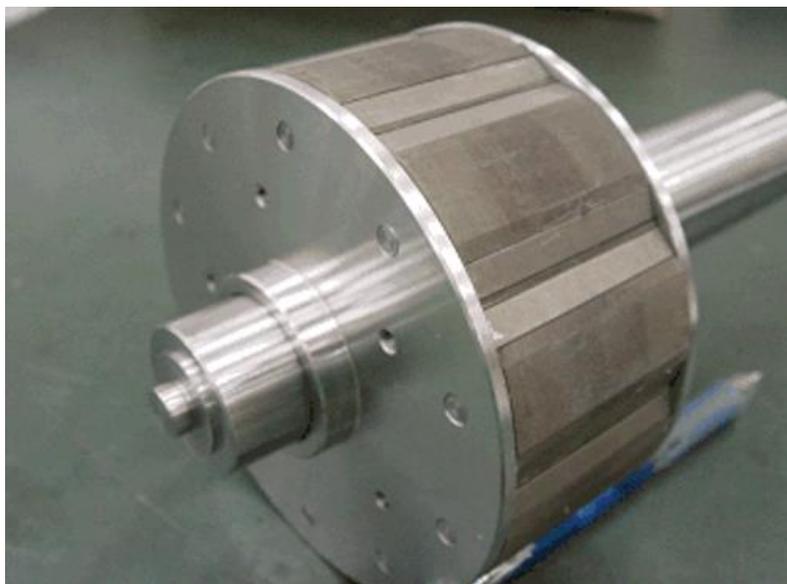
1.  $|(L_d - L_q)|$ を大きくする(リラクタンストルクを重視する)。
2.  $\Psi_a$ (磁束)を増大する(リラクタンストルクを無視する)。

# マグネットトルクとリラクタンストルクの優劣



＋トルクを利用できるマグネットトルクが勝る。

# トルク最大化の実例：SGMGV-30A200%モータ



2倍のマグネット使用して  
2倍の特性を達成  
但し3倍のロストルク発生

