

電験どうでしょう管理人
KWG presents

電験オンライン塾

第4回 機械 誘導機（Ⅰ）

2023.1.7 Sat

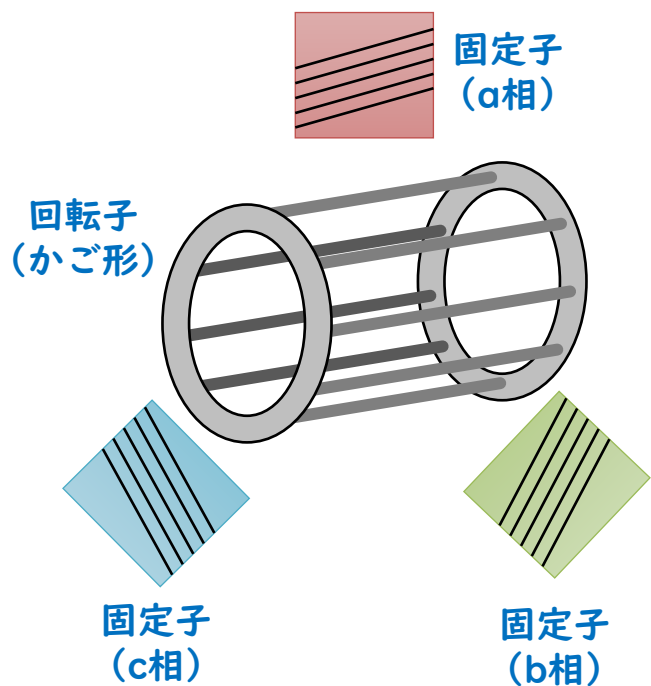
誘導（電動）機

回転子と固定子を有し、一方の巻線に電流を流すことで回転磁界を発生させ、電磁誘導により回転子を回転させるもの

一般的に

固定子→回転磁界（固定子巻線）→三相交流で実現
回転子→電機子（電機子巻線）

かご形誘導電動機

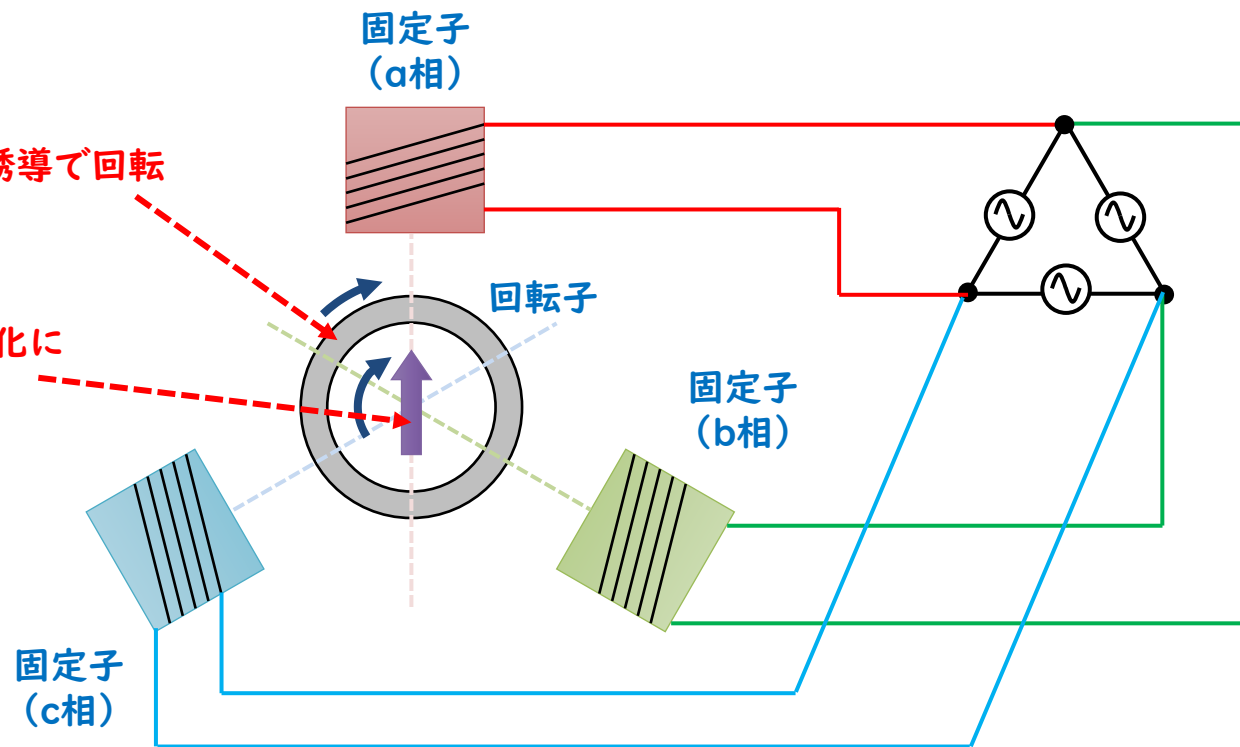


回転子

回転磁界との電磁誘導で回転

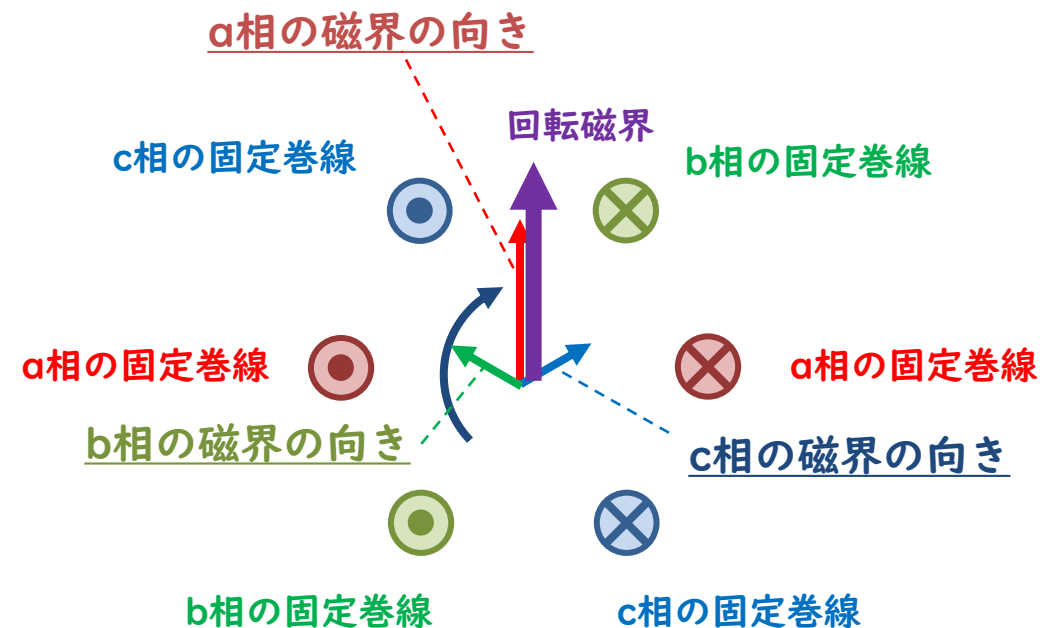
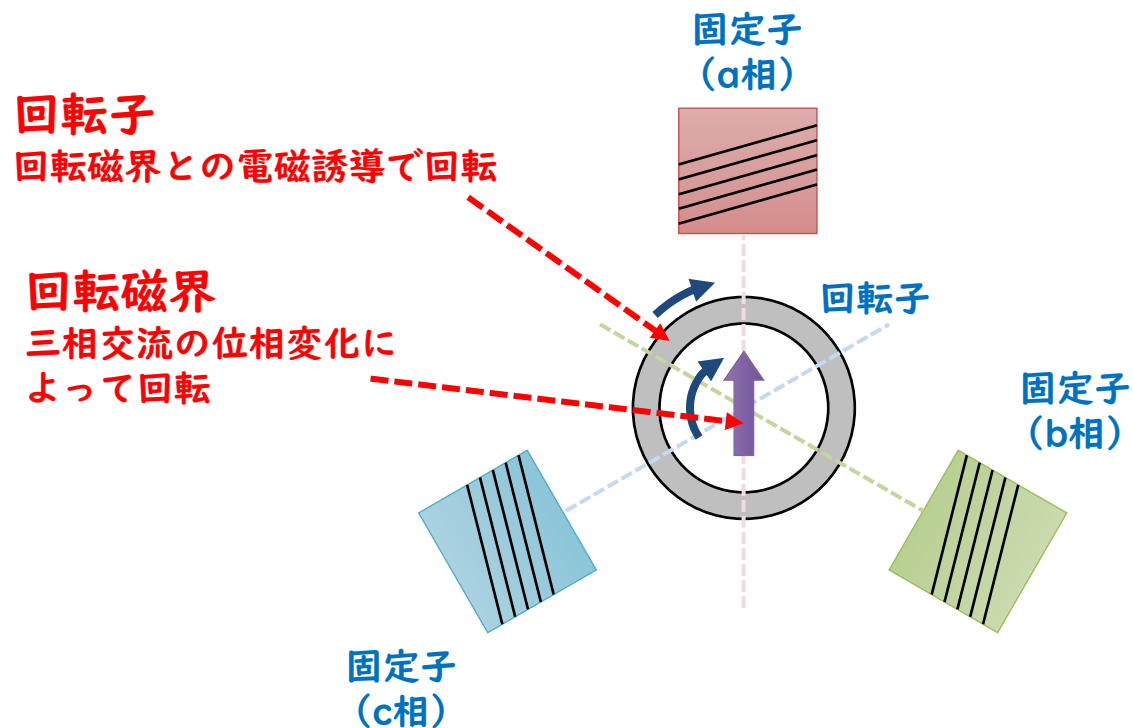
回転磁界

三相交流の位相変化によって回転



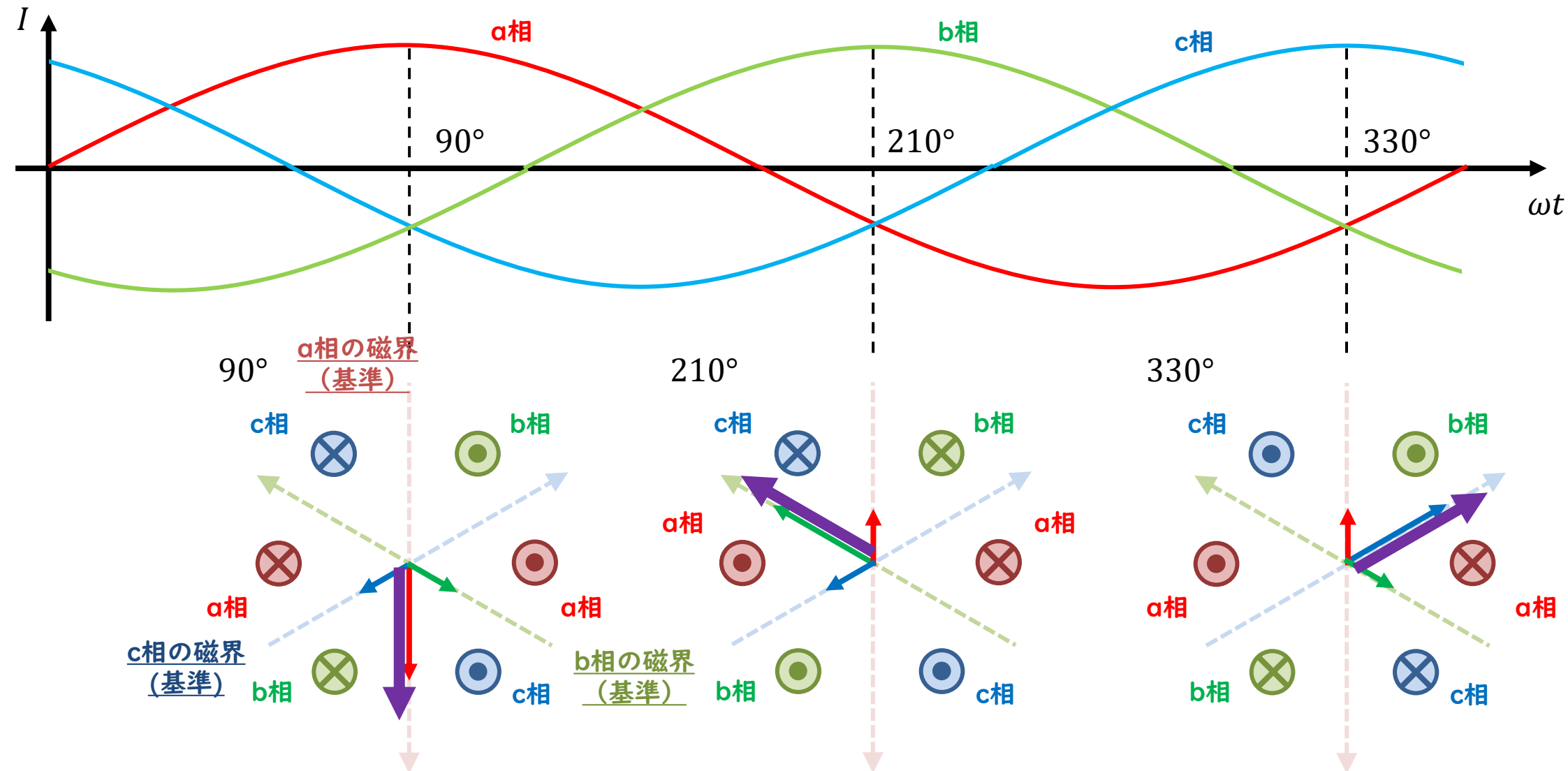
回転磁界

回転磁界の仕組みを考えるために、固定子巻線を抽象化する
各相の磁界の大きさは時間的に変化するが、各相の磁界の向きは決まった軸上で固定される



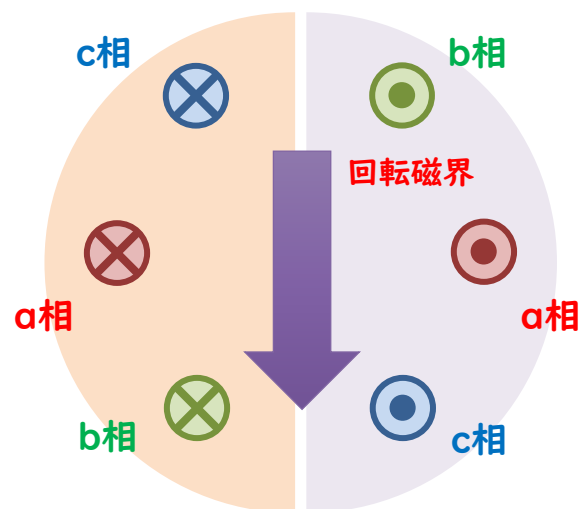
回転磁界

三相交流により作られる回転磁界は、
大きさは一定に保ったまま位相変化に合わせて回転する



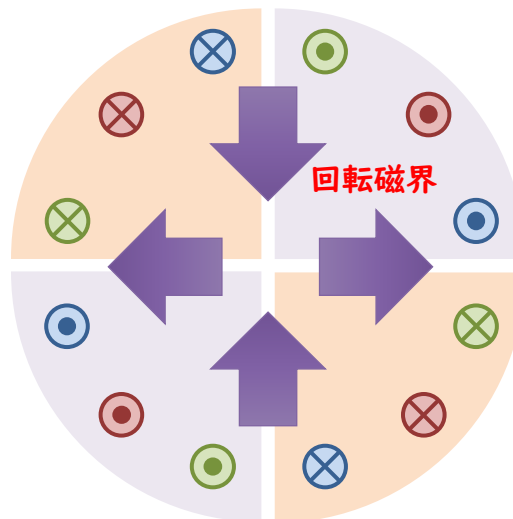
回転磁界と極数

2極



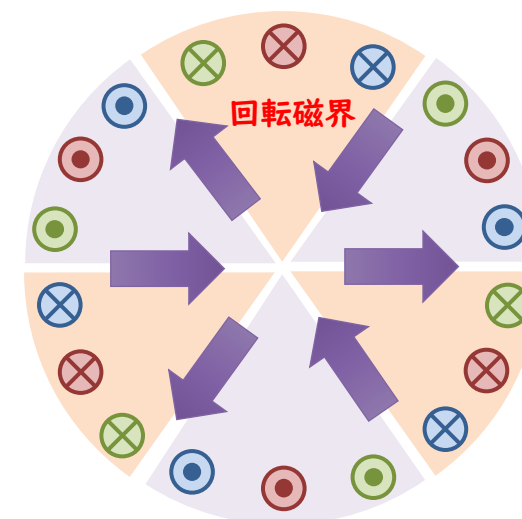
電気角： 360°
幾何学的角度： 180°

4極



電気角： 360°
幾何学的角度： 90°

6極

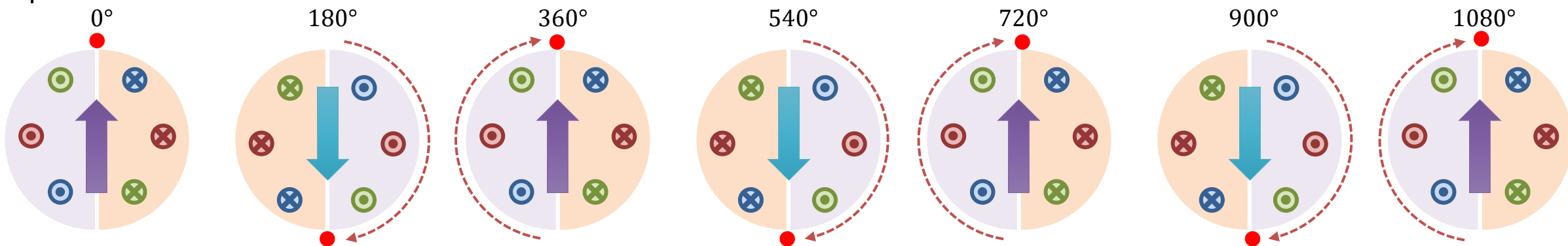


電気角： 360°
幾何学的角度： 60°

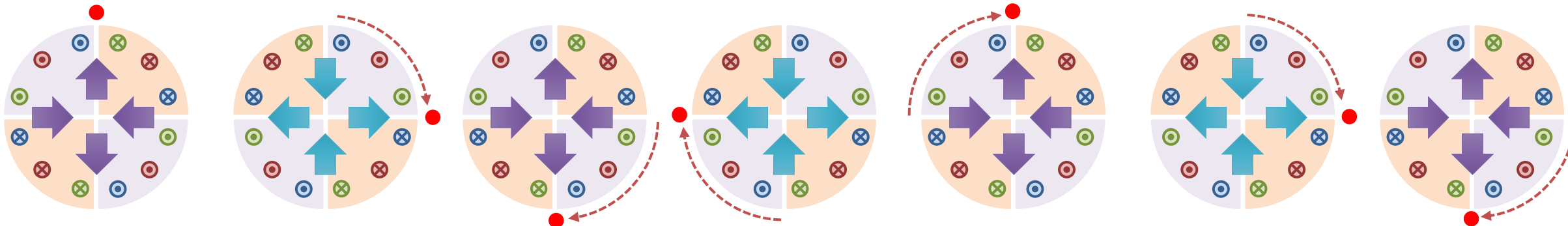
電気角：交流周波数の1周期で変化する電圧または電流の位相
幾何学的角度：回転構造における1つの極性が有する範囲の角度

回転磁界の回転速度

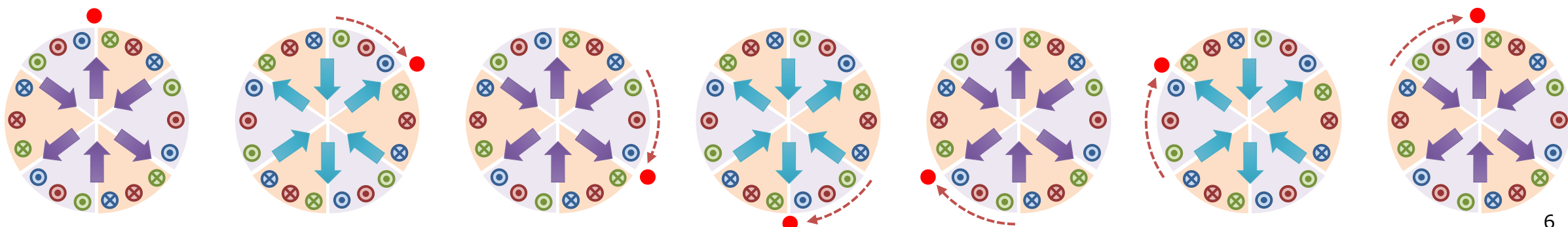
2極



4極



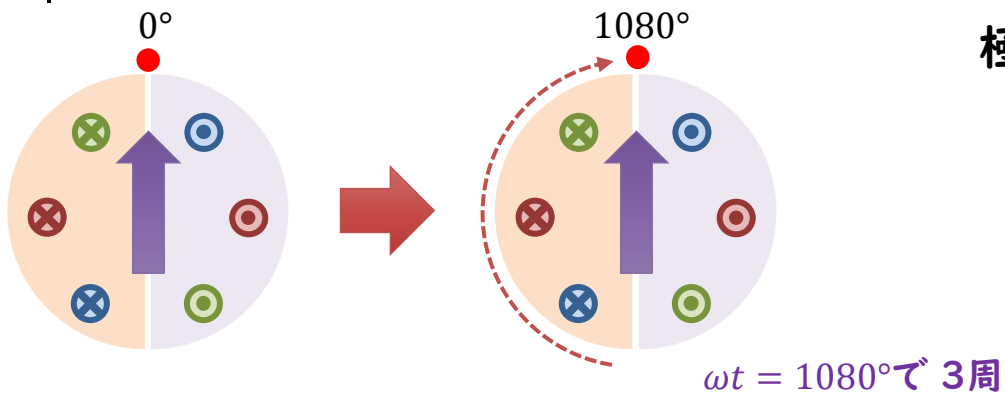
6極



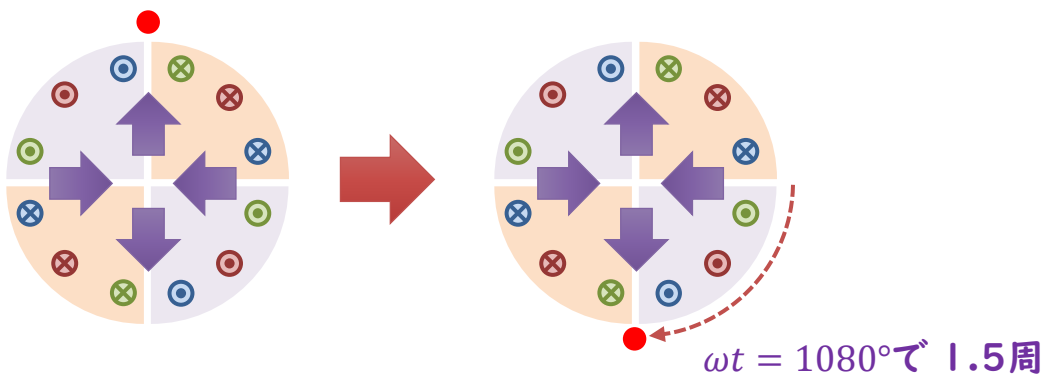
回転磁界の回転速度

極数が増えると、物体が一周するのに時間がかかる

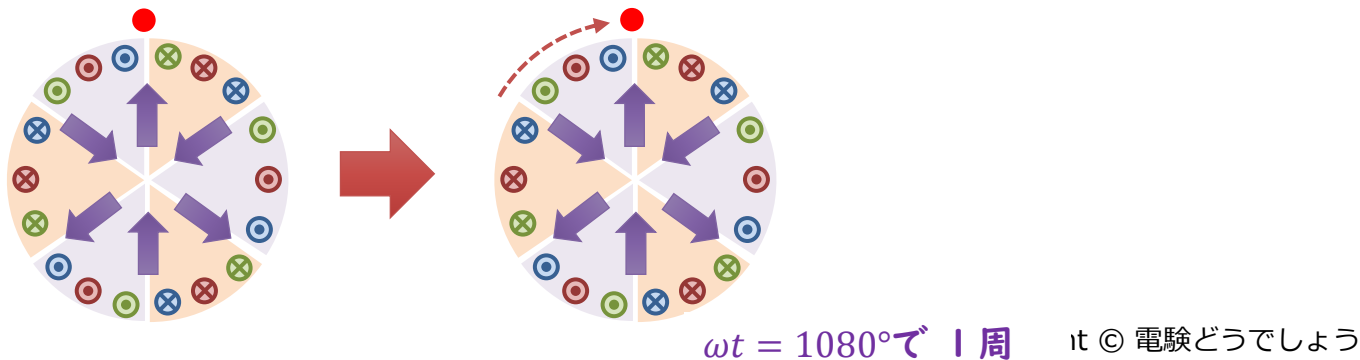
2極



4極



6極



回転磁界の回転速度（同期速度）

$$N_s = \frac{120f}{p} [\text{min}^{-1}]$$

N_s : 同期速度 $[\text{min}^{-1}]$

f : 電源周波数 $[\text{Hz}]$

p : 極数

誘導（電動）機の回転の原理

かご形誘導電動機

回転磁界

回転子
(かご形)

磁界が少し回転

かごを貫く磁束の変化について考える

B

磁界が少し回転

B

貫く磁束が
少なくなる

減った磁束を
補うように

磁束の変化を妨げるように
かごに電流が流れる
(ファラデーの法則)

磁界と電流の向き
→右ねじの法則

電流が流れる

I

左手人差指

B

F

左手親指

I

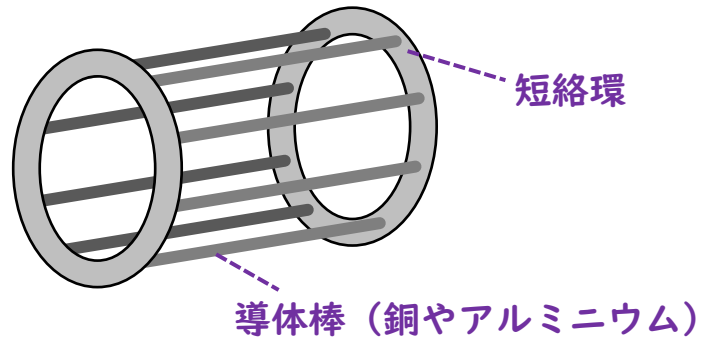
左手中指

かごに流れる電流と回転磁界に
よりかごにローレンツ力が発生
→回転磁界と同じ向きに
かごが回転する

ローレンツ力の向き
→フレミング左手の法則

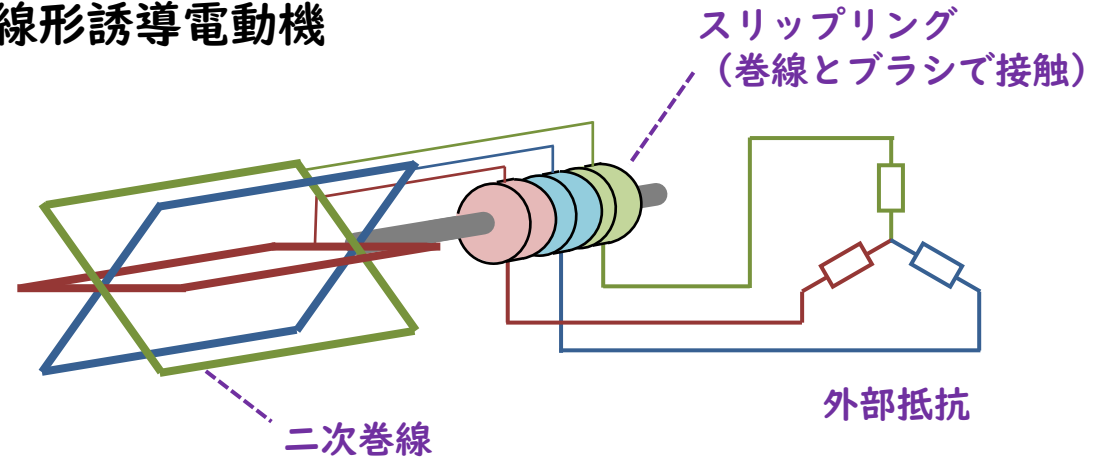
誘導機の回転子の構造

かご形誘導電動機



- ・ 内部に鉄心を有する
- ・ 構造が簡単（小型化が容易）
- ・ 頑丈

巻線形誘導電動機



- ・ 内部に鉄心を有する
- ・ スリップリングを介して外部抵抗を接続できる
→ 始動特性の改善、速度制御が可能（比例推移）

R03 問4

問4 次の文章は、誘導電動機の種類における、固定子と回転子に関する事項に関する記述である。

a. 固定子の分類

三相交流を三相巻線に流すと (ア) 磁界が発生する。この磁界で運転される誘導電動機を三相誘導電動機という。一方、単相交流では (イ) 磁界が発生する。この (イ) 磁界は、正逆両方向の (ア) 磁界が合成されたものと説明される。したがって、コンデンサ始動形単相誘導電動機では、コンデンサで位相を進めた電流を始動巻線に短時間流すことによって始動トルクの発生と回転方向の決定が行われる。

b. 回転子の分類

巻線形誘導電動機では、回転子溝に巻線を納め、その巻線を (ウ) とブラシを介して外部抵抗回路に接続し、 (エ) 電流を変化させて特性制御を行う。かご形誘導電動機では、回転子溝に導体棒を納め、 (オ) に導体棒を接続する。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	回転	交番	スリップリング	二次	端絡環
(2)	交番	回転	整流子	二次	継鉄
(3)	交番	回転	スリップリング	一次	継鉄
(4)	回転	交番	整流子	一次	端絡環
(5)	交番	固定	スリップリング	二次	継鉄

R03 問4

問4 次の文章は、誘導電動機の種類における、固定子と回転子に関する事項に関する記述である。

a. 固定子の分類

三相交流を三相巻線に流すと **回転** (ア) 磁界が発生する。この磁界で運転される誘導電動機を三相誘導電動機という。一方、単相交流では **交番** (イ) 磁界が発生する。この **交番** (イ) 磁界は、正逆両方向の **回転** (ウ) 磁界が合成されたものと説明される。したがって、コンデンサ始動形単相誘導電動機では、コンデンサで位相を進めた電流を始動巻線に短時間流すことによって始動トルクの発生と回転方向の決定が行われる。

b. 回転子の分類

巻線形誘導電動機では、回転子溝に巻線を納め、その巻線を **スリップリング** (ウ) とブラシを介して外部抵抗回路に接続し、 **二次** (エ) 電流を変化させて特性制御を行う。かご形誘導電動機では、回転子溝に導体棒を納め、 **短絡環** (オ) に導体棒を接続する。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	回転	交番	スリップリング	二次	端絡環
(2)	交番	回転	整流子	二次	継鉄
(3)	交番	回転	スリップリング	一次	継鉄
(4)	回転	交番	整流子	一次	端絡環
(5)	交番	固定	スリップリング	二次	継鉄

誘導機の回転速度

かご形誘導電動機

回転磁界

磁界が少し回転

回転子
(かご形)

ローレンツ力に対して

回転子が小さく軽かったら

→ 回転子の回転速度は大きい

回転子が大きく重かったら

→ 回転子の回転速度は小さい

回転磁界の回転速度 N_s > 回転子の回転速度 N

という関係になる（回転磁界と回転子の速度はずれる）

回転磁界と回転子の速度の関係を表すために、

$$N = (1 - s)N_s$$

N : 回転子の速度 [min^{-1}]

N_s : 回転磁界の速度（同期速度） [min^{-1}]

s : すべり

$$s = \frac{N_s - N}{N_s}$$

sN_s : 回転子からみた回転磁界の相対速度 [min^{-1}]

すべり

$s = 1$ → $s = 0$

回転子の回転速度

$N = 0$ → $N = N_s$

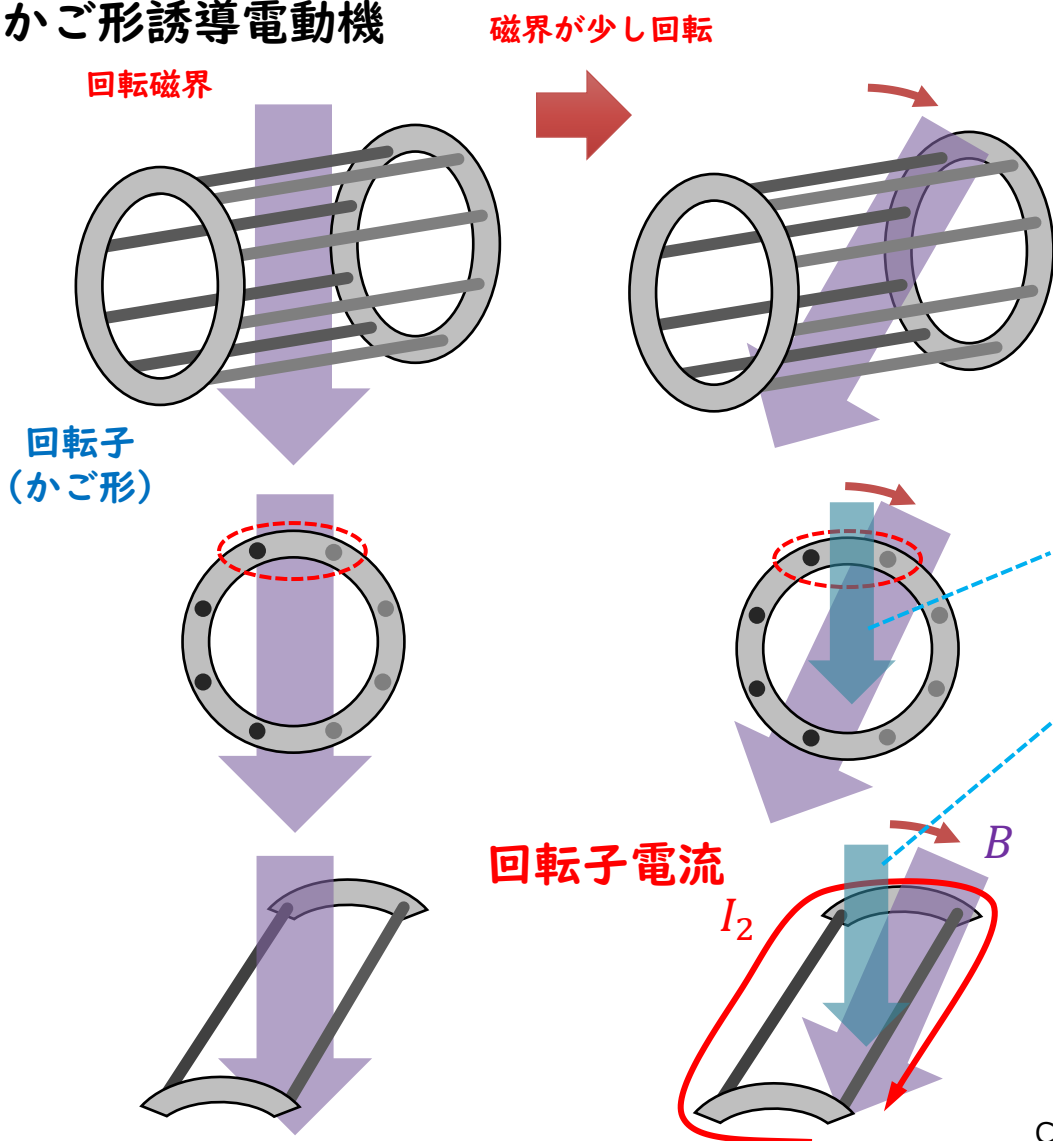
回転磁界の相対速度

$sN_s = N_s$ → $sN_s = 0$

ローレンツ力が
回転子の回転速度を決める

誘導機の電流

かご形誘導電動機

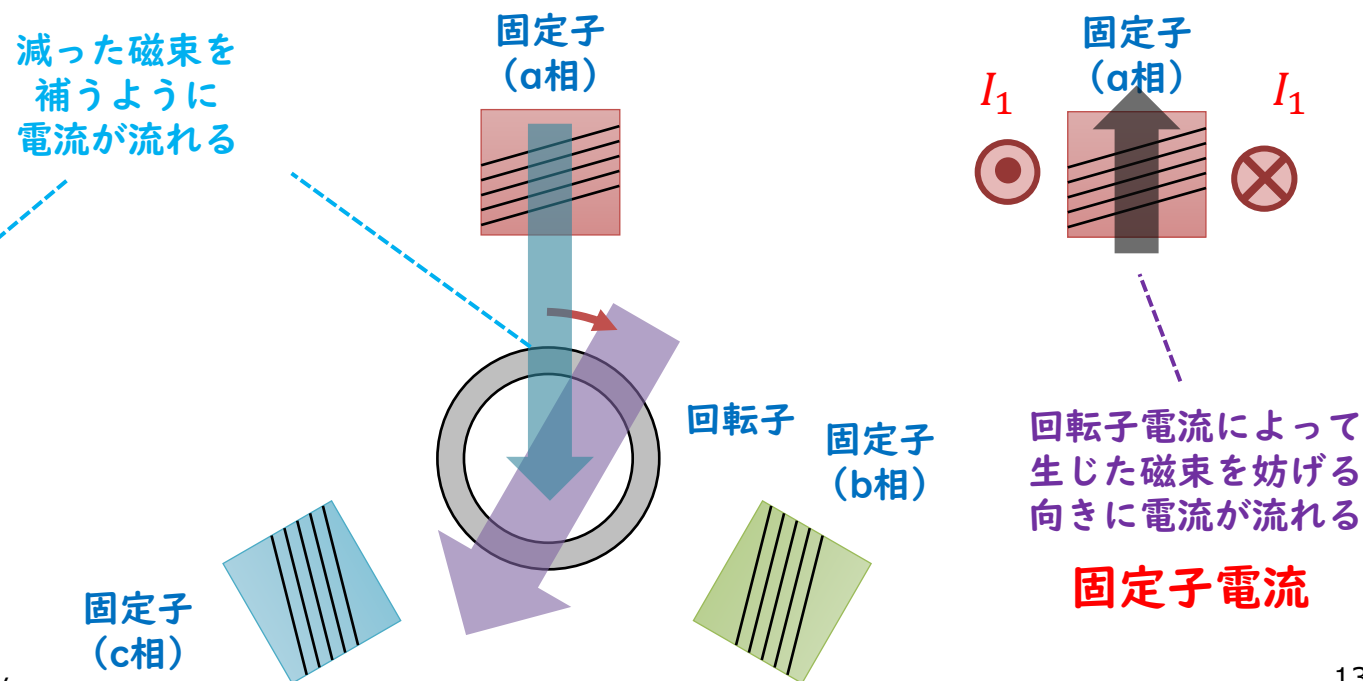


回転子電流によって生じる磁束（回転磁界を妨げるために生じた磁束）が固定子に影響を与える

固定子では回転子電流によって生じた磁束を妨げる向きに電流を流す（固定子電流）

→変圧器の1次巻線電流と2次巻線電流と同じ原理で発生している

変圧器	1次巻線電流	2次巻線電流
誘導電動機	固定子電流	回転子電流



H28 問3

問3 次の文章は、三相誘導電動機の誘導起電力に関する記述である。

三相誘導電動機で固定子巻線に電流が流れると (ア) が生じ、これが回転子巻線を切ることで回転子巻線に起電力が誘導され、この起電力によって回転子巻線に電流が流れることでトルクが生じる。この回転子巻線の電流によって生じる起磁力を (イ) ように固定子巻線に電流が流れる。

回転子が停止しているときは、固定子巻線に流れる電流によって生じる (ア) は、固定子巻線を切るのと同じ速さで回転子巻線を切る。このことは原理的に変圧器と同じであり、固定子巻線は変圧器の (ウ) 巻線に相当し、回転子巻線は (エ) 巻線に相当する。回転子巻線の各相には変圧器と同様に (エ) 誘導起電力を生じる。

回転子が $n[\text{min}^{-1}]$ の速度で回転しているときは、(ア) の速度を $n_s[\text{min}^{-1}]$ とすると、滑り s は $s = \frac{n_s - n}{n_s}$ で表される。このときの (エ) 誘導起電力の大きさは、回転子が停止しているときの (オ) 倍となる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	交番磁界	打ち消す	二 次	一 次	$1-s$
(2)	回転磁界	打ち消す	一 次	二 次	$\frac{1}{s}$
(3)	回転磁界	増加させる	一 次	二 次	s
(4)	交番磁界	増加させる	二 次	一 次	$\frac{1}{s}$
(5)	回転磁界	打ち消す	一 次	二 次	s

H28 問3

問3 次の文章は、三相誘導電動機の誘導起電力に関する記述である。

三相誘導電動機で固定子巻線に電流が流れると **回転磁界** (ア) が生じ、これが回転子巻線を切ることで回転子巻線に起電力が誘導され、この起電力によって回転子巻線に電流が流れることでトルクが生じる。この回転子巻線の電流によって生じる起磁力を **打ち消す** (イ) ように固定子巻線に電流が流れる。

回転子が停止しているときは、固定子巻線に流れる電流によって生じる **回転磁界** (ア) は、固定子巻線を切るのと同じ速さで回転子巻線を切る。このことは原理的に変圧器と同じであり、固定子巻線は変圧器の **一次** (ウ) 巻線に相当し、回転子巻線は **二次** (エ) 巻線に相当する。回転子巻線の各相には変圧器と同様に **二次** (エ) 誘導起電力を生じる。

回転子が n [min⁻¹] の速度で回転しているときは、 **回転磁界** (ア) の速度を n_s [min⁻¹] とすると、滑り s は $s = \frac{n_s - n}{n_s}$ で表される。このときの **二次** (エ) 誘導起電力の大きさは、回転子が停止しているときの **二次** (エ) 倍となる。
S

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	交番磁界	打ち消す	二次	一次	$1-s$
(2)	回転磁界	打ち消す	一次	二次	$\frac{1}{s}$
(3)	回転磁界	増加させる	一次	二次	s
(4)	交番磁界	増加させる	二次	一次	$\frac{1}{s}$
(5)	回転磁界	打ち消す	一次	二次	s

ご聴講ありがとうございました!!