

28. 交流回転磁界 (1)

28. AC Rotating Magnetic Field (1)

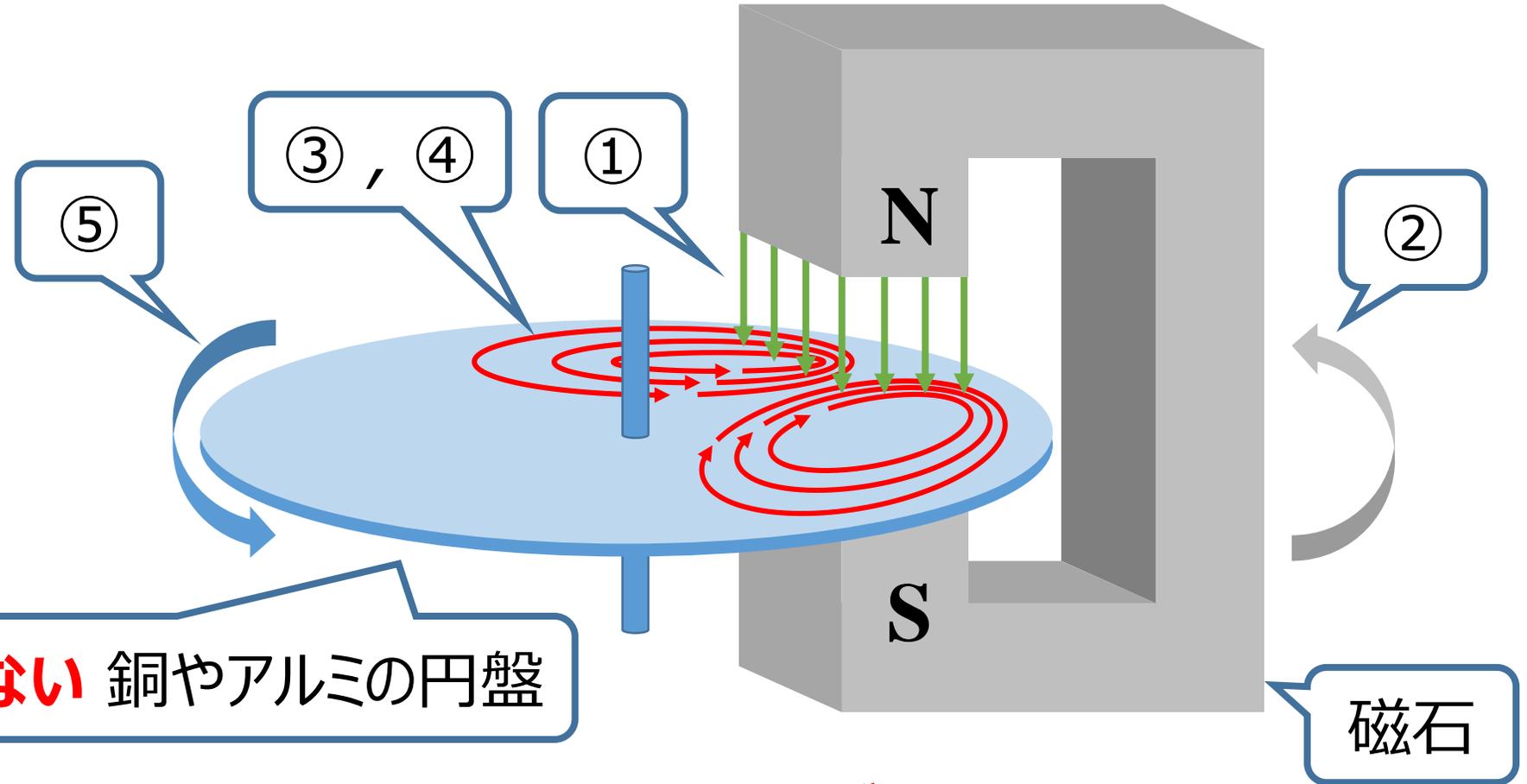
講義内容

- 1. 誘導機の基本原理**
- 2. 交番磁界と回転磁界**
- 3. 三相交流による回転磁界**

アラゴの円盤



François Jean
Dominique Arago
(1786~1853)



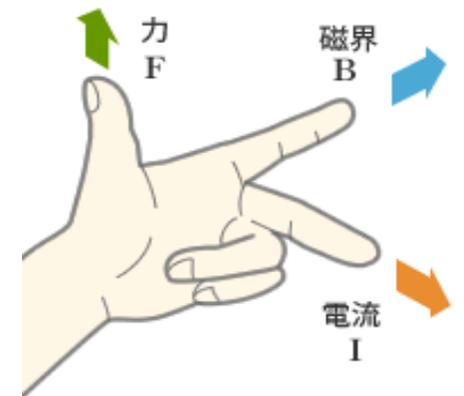
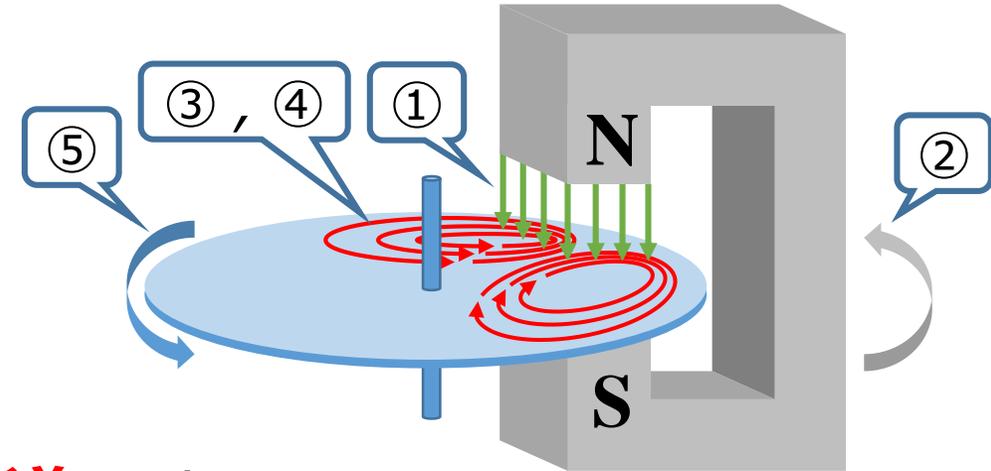
磁石に **付かない** 銅やアルミの円盤

電磁気的な力で物体を回転させることで有名な **アラゴの円盤**
(磁石と円盤は接触して **いない** ことに注意)

アラゴの円盤の回転原理

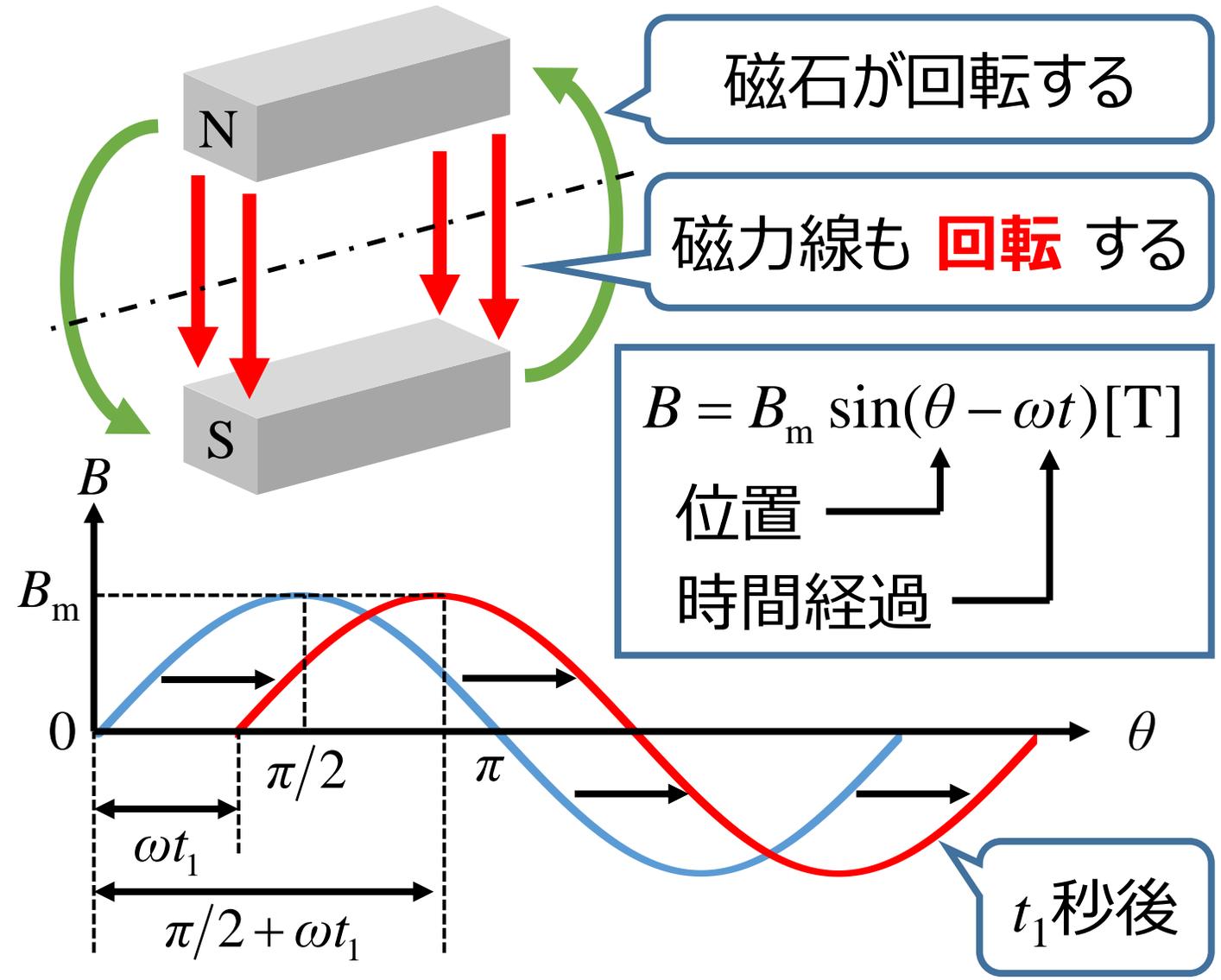
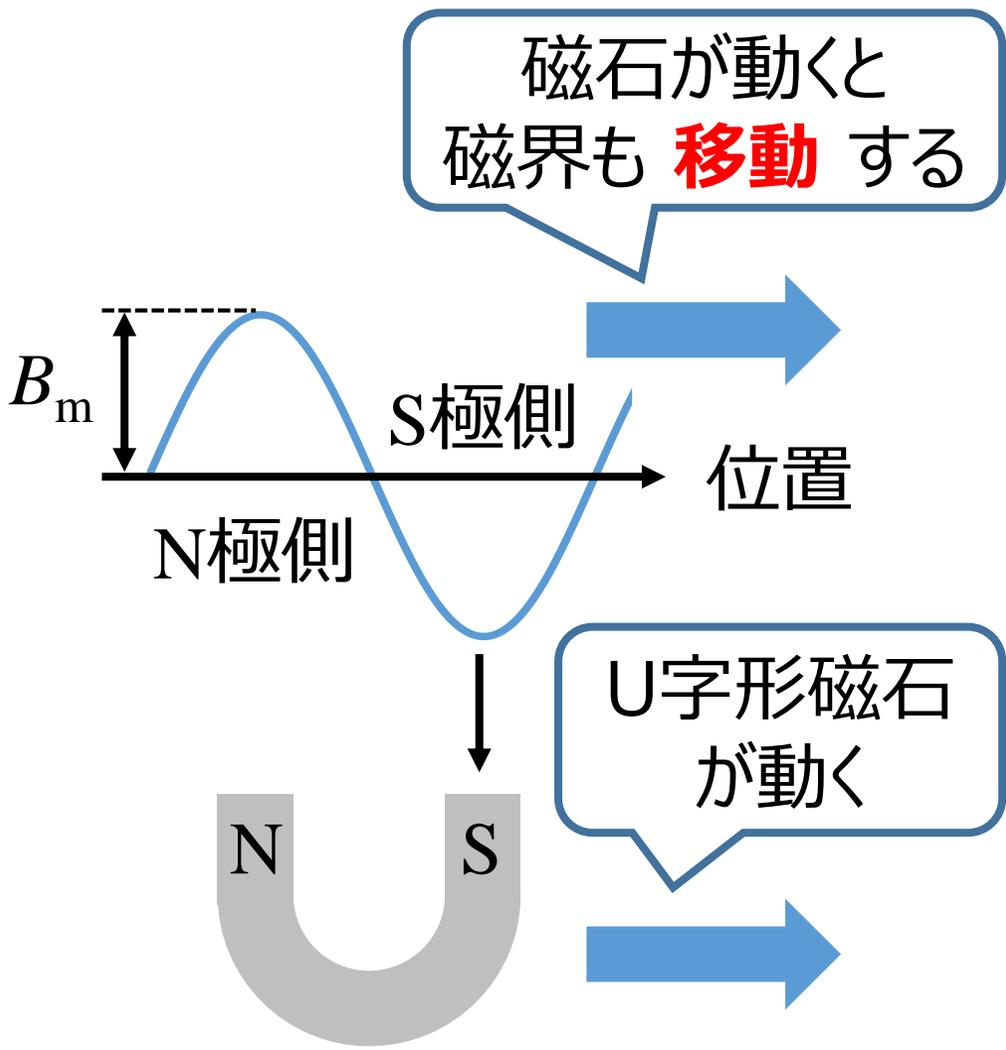
アラゴの円盤の回転原理

- ① 磁石の **磁束** が円盤に入り込む
- ② 磁石を動かすと, **磁束** も **移動** する
- ③ **磁束** が移動により **増減** するので, **電磁誘導** による **起電力** (誘導起電力)が円盤内部に発生する
- ④ **起電力** により円盤内部に **渦電流** が流れる
- ⑤ **渦電流** と磁石の **磁界** により円盤に **電磁力** が働く



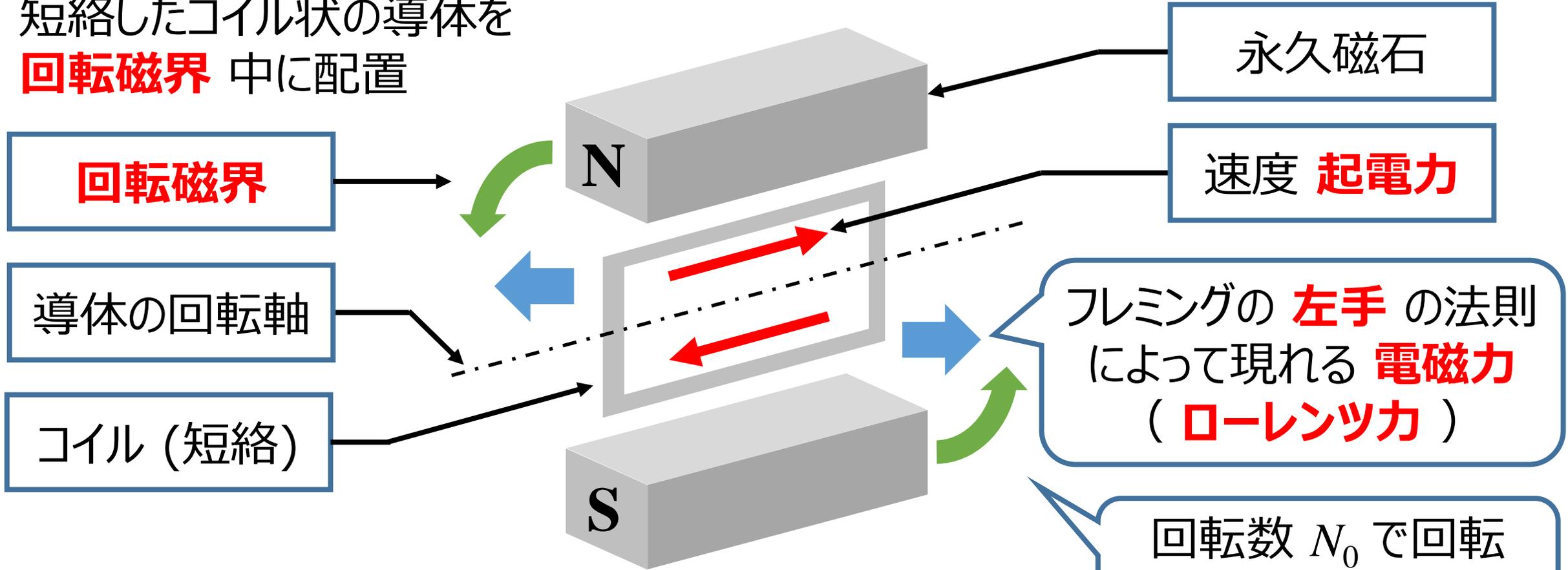
上記の回転原理より, 円盤は磁石の移動に **遅れて** 回転する

移動磁界と回転磁界



誘導電動機の原理（磁石を回転させている）

短絡したコイル状の導体を
回転磁界 中に配置

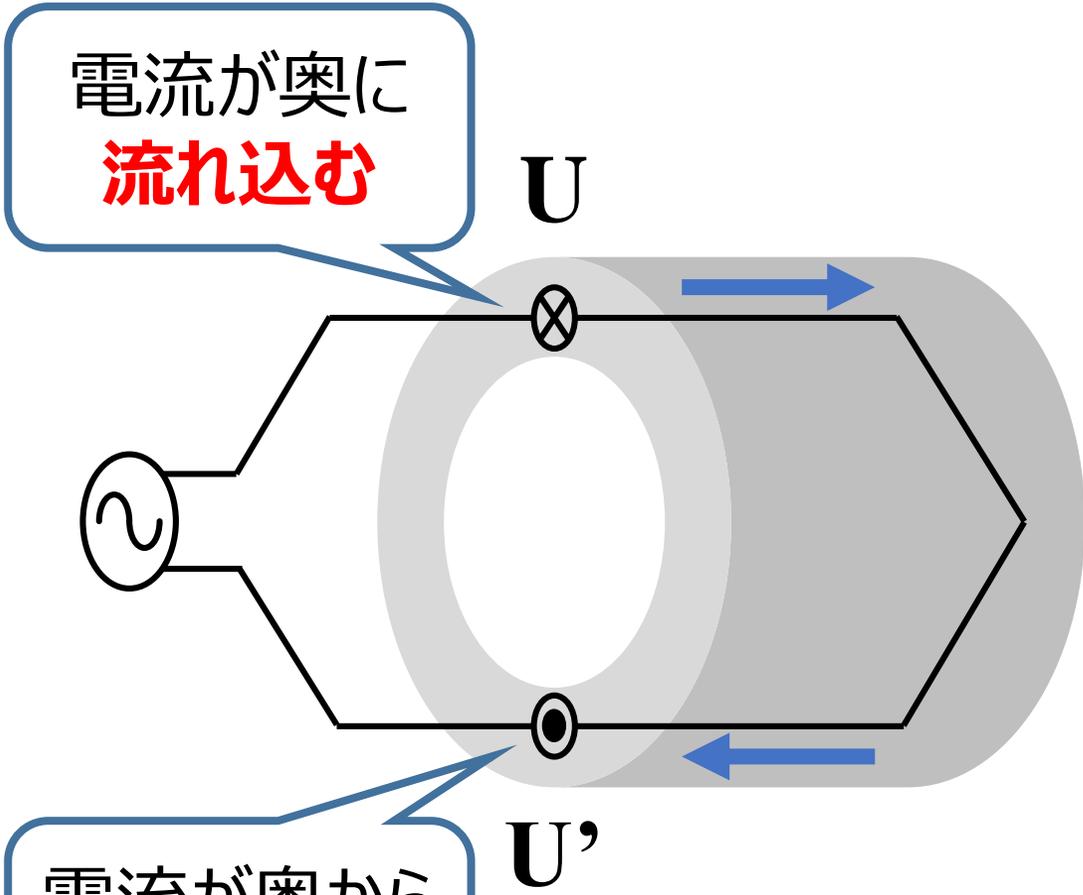


速度 **起電力**（**誘導起電力**）及びそれによって
流れる電流はフレミングの **右手** の法則によって現れる

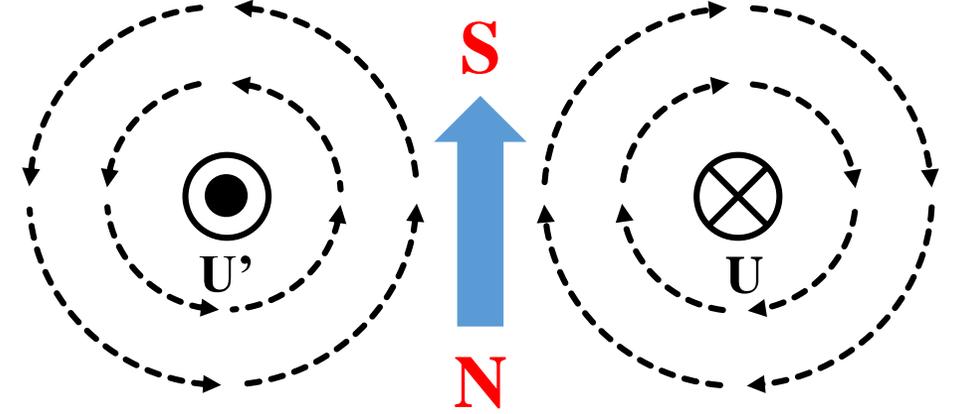
フレミングの **左手** の法則
によって現れる **電磁力**
（**ローレンツ力**）

回転数 N_0 で回転
※ [s⁻¹] = [r/s] = [rps]

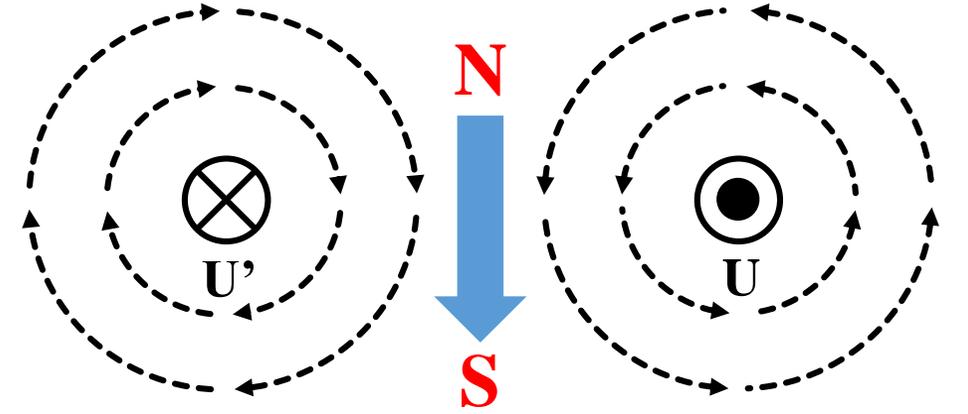
単相交流電流による交番磁界



$U \rightarrow U'$



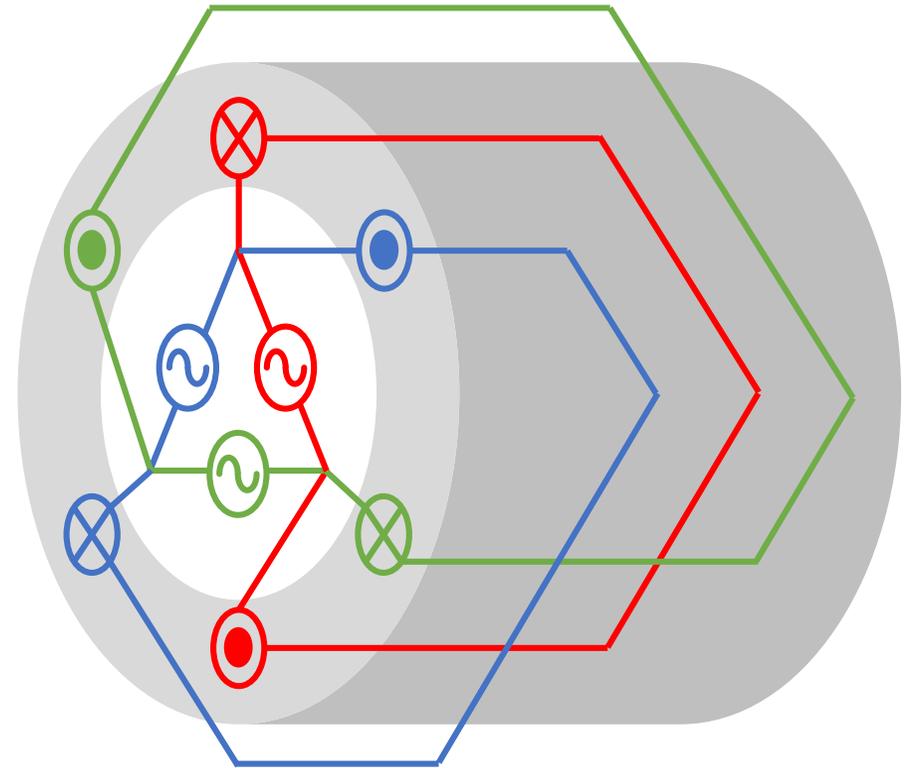
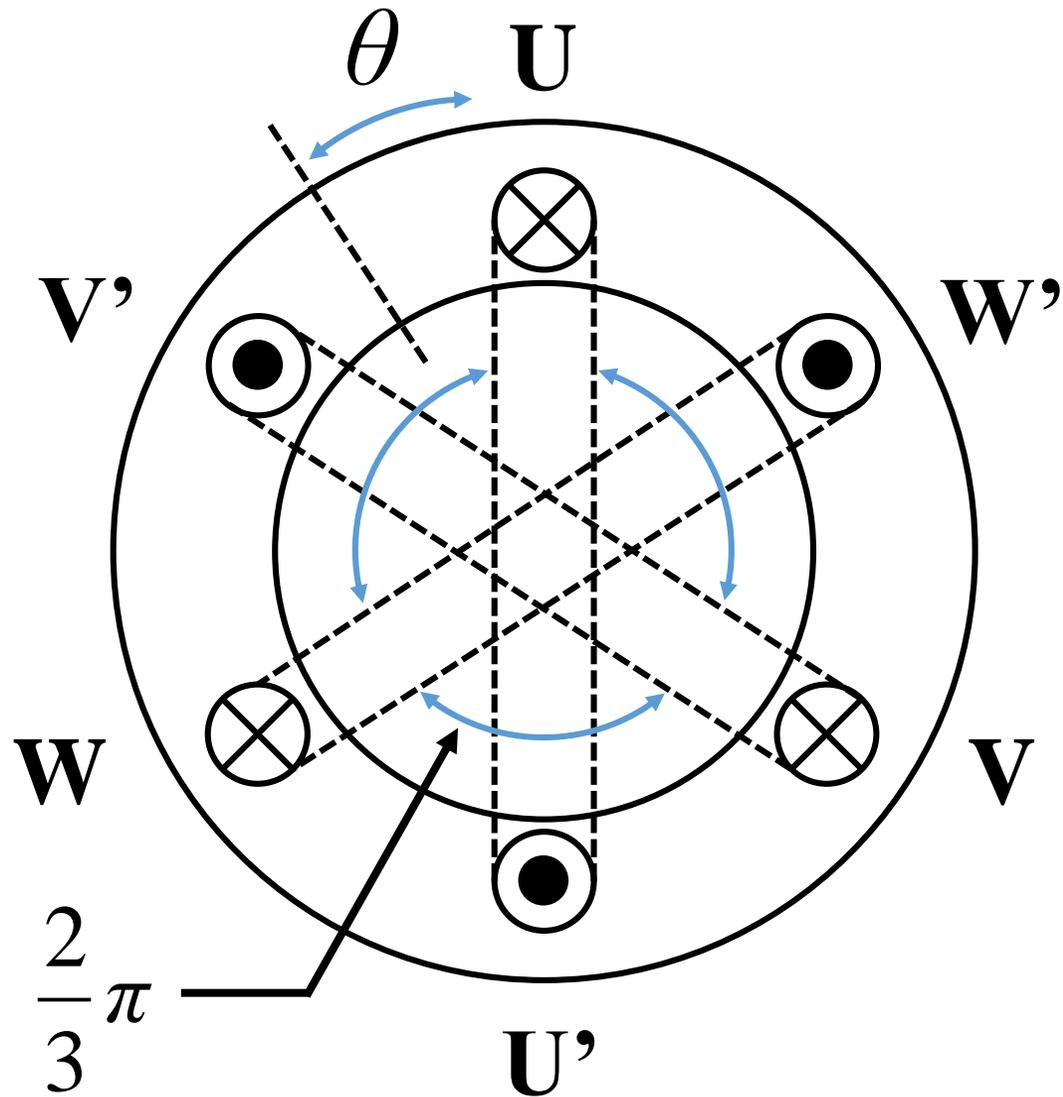
$U' \rightarrow U$



電流が奥から流れ出す

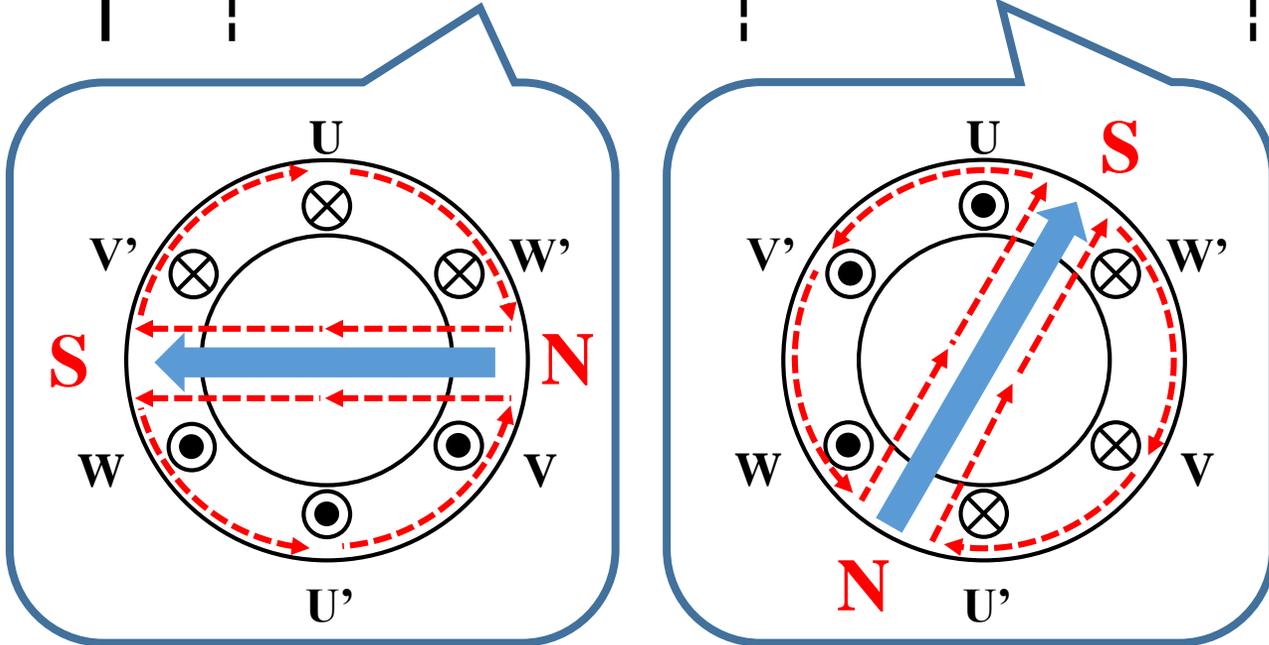
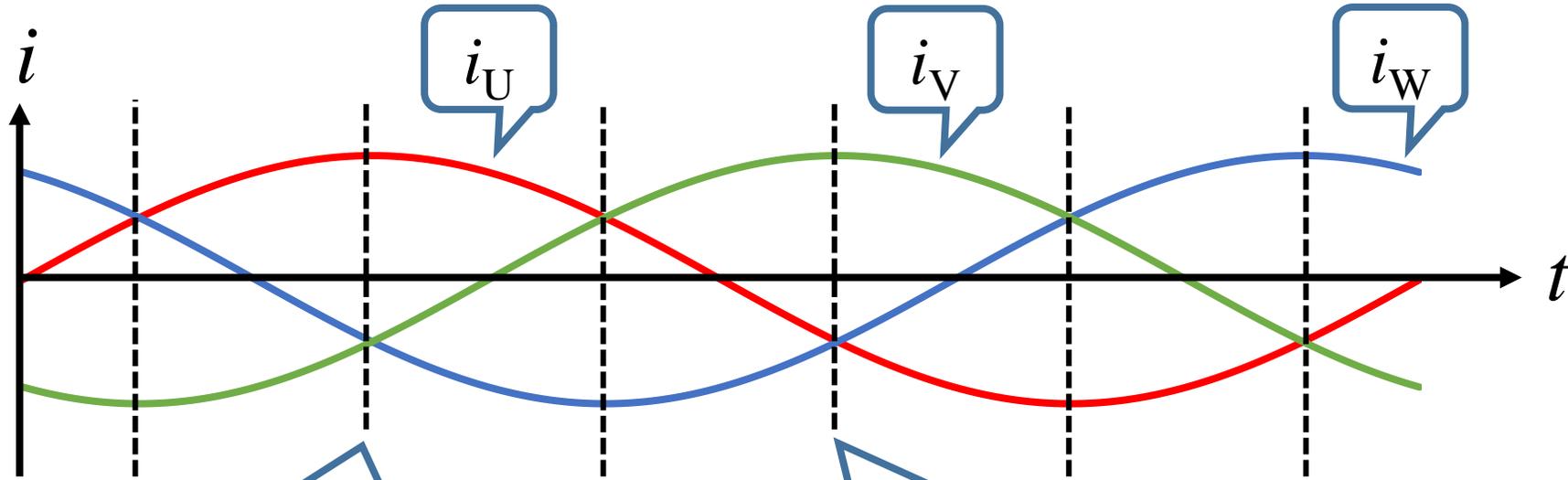
右ねじの法則に従って磁界が交互に現れる (交番磁界)

三相巻線と三相交流



実際のコイルは Δ 結線や Y 結線で構成されている

対称三相交流電流と回転磁界

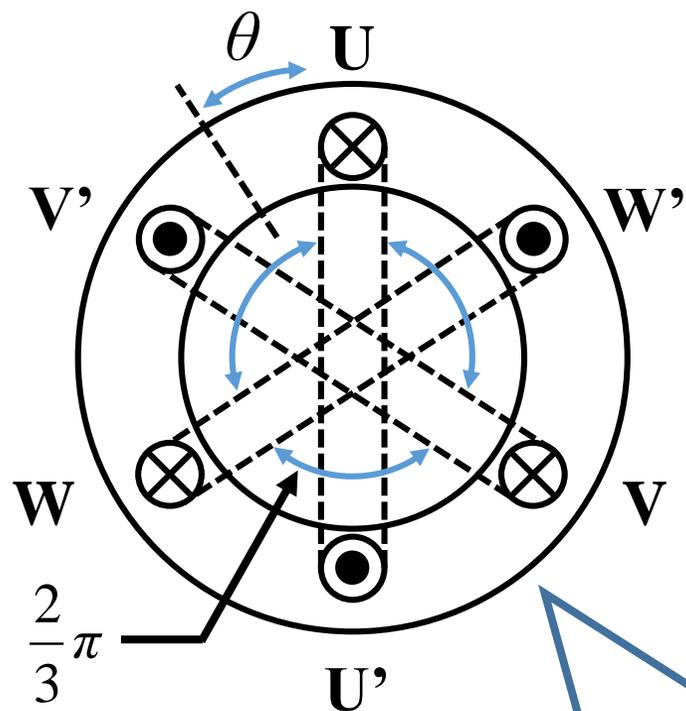


交番 磁界と異なり，時間に応じて磁界の向き(**磁極**)が円を描くように変化している (**回転** 磁界)

電流の **流れ** を入れ替えると回転磁界の回転 **方向** が変化

三相交流による回転磁界

3つのコイルによる中心部の磁界を考える（多相交流は **回転** 磁界を生じる）



各コイルに流れる **電流**

$$\begin{cases} i_U = I_m \sin \theta \\ i_V = I_m \sin \left(\theta - \frac{2\pi}{3} \right) \\ i_W = I_m \sin \left(\theta - \frac{4\pi}{3} \right) \end{cases}$$

各コイルに生じる **磁界**

$$\begin{cases} H_U = H_m \sin \theta \\ H_V = H_m \sin \left(\theta - \frac{2\pi}{3} \right) \\ H_W = H_m \sin \left(\theta - \frac{4\pi}{3} \right) \end{cases}$$

コイルは **物理的** に
120°ズレている

磁界の強さは電流に比例
(**ビオ・サバル** の法則等)

磁界の合成：各方向成分に分解（復習）

磁界の **横** 方向成分を H_x とする

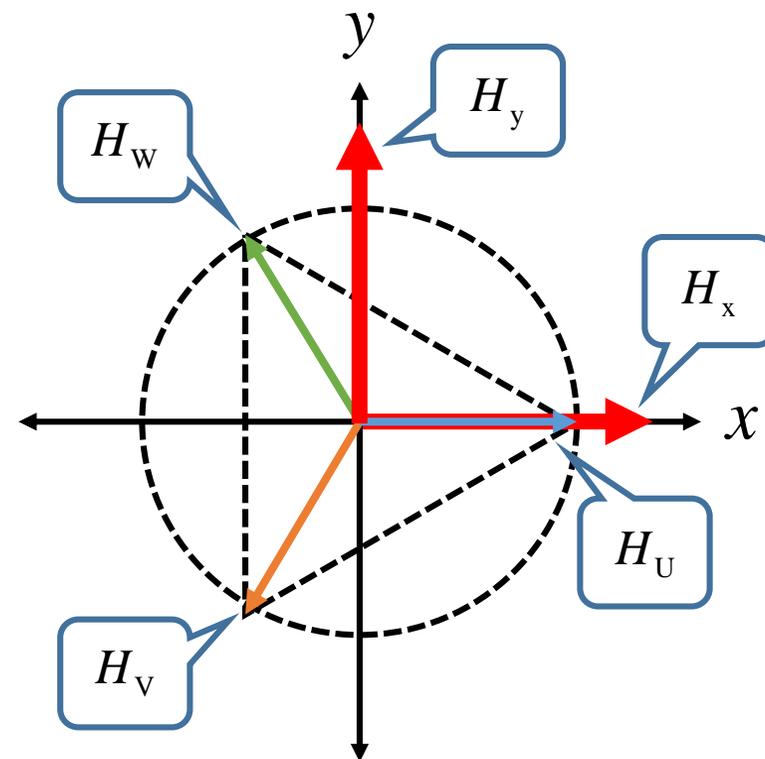
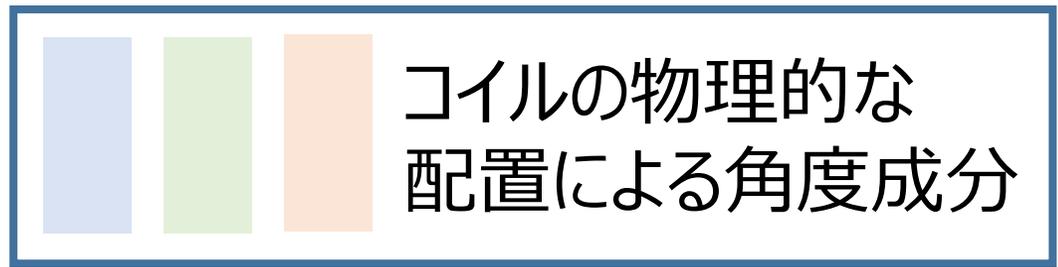
$$H_x = H_U \cos 0 + H_V \cos\left(-\frac{2\pi}{3}\right) + H_W \cos\left(-\frac{4\pi}{3}\right)$$

$$= H_m \sin \theta + \frac{1}{4} H_m \sin \theta + \frac{1}{4} H_m \sin \theta = \frac{3}{2} H_m \sin \theta$$

磁界の **縦** 方向成分を H_y とする

$$H_y = H_U \sin 0 + H_V \sin\left(-\frac{2\pi}{3}\right) + H_W \sin\left(-\frac{4\pi}{3}\right)$$

$$= \frac{3}{4} H_m \cos \theta + \frac{3}{4} H_m \cos \theta = \frac{3}{2} H_m \cos \theta$$



合成磁界の大きさと形状

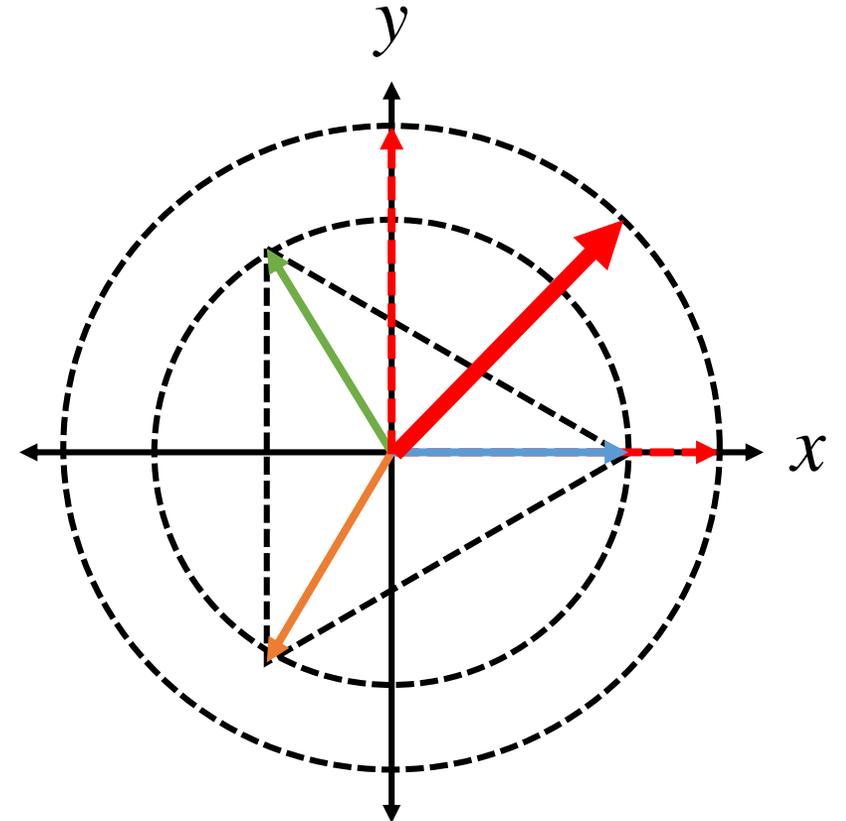
磁界の大きさ (**円** の **半径**)

$$\begin{aligned} |H| &= \sqrt{H_x^2 + H_y^2} = \sqrt{\left(\frac{3}{2}H_m \sin \theta\right)^2 + \left(\frac{3}{2}H_m \cos \theta\right)^2} \\ &= \frac{3}{2}H_m \sqrt{\sin^2 \theta + \cos^2 \theta} = \frac{3}{2}H_m = r \end{aligned}$$

合成磁界の形状 ($\varphi = 90^\circ - \theta$)

$$H_x = \frac{3}{2}H_m \sin \theta = r \cos \varphi$$

$$H_y = \frac{3}{2}H_m \cos \theta = r \sin \varphi$$



原点 中心で半径 $1.5H_m$ の **回転** 磁界が生じる
(回転磁界により, 誘導電動機が回転する)