

# モータ理論式の位相角は 時間？空間？

大阪府立大学 工学研究科  
清水 悠生

# 本記事を読む前に

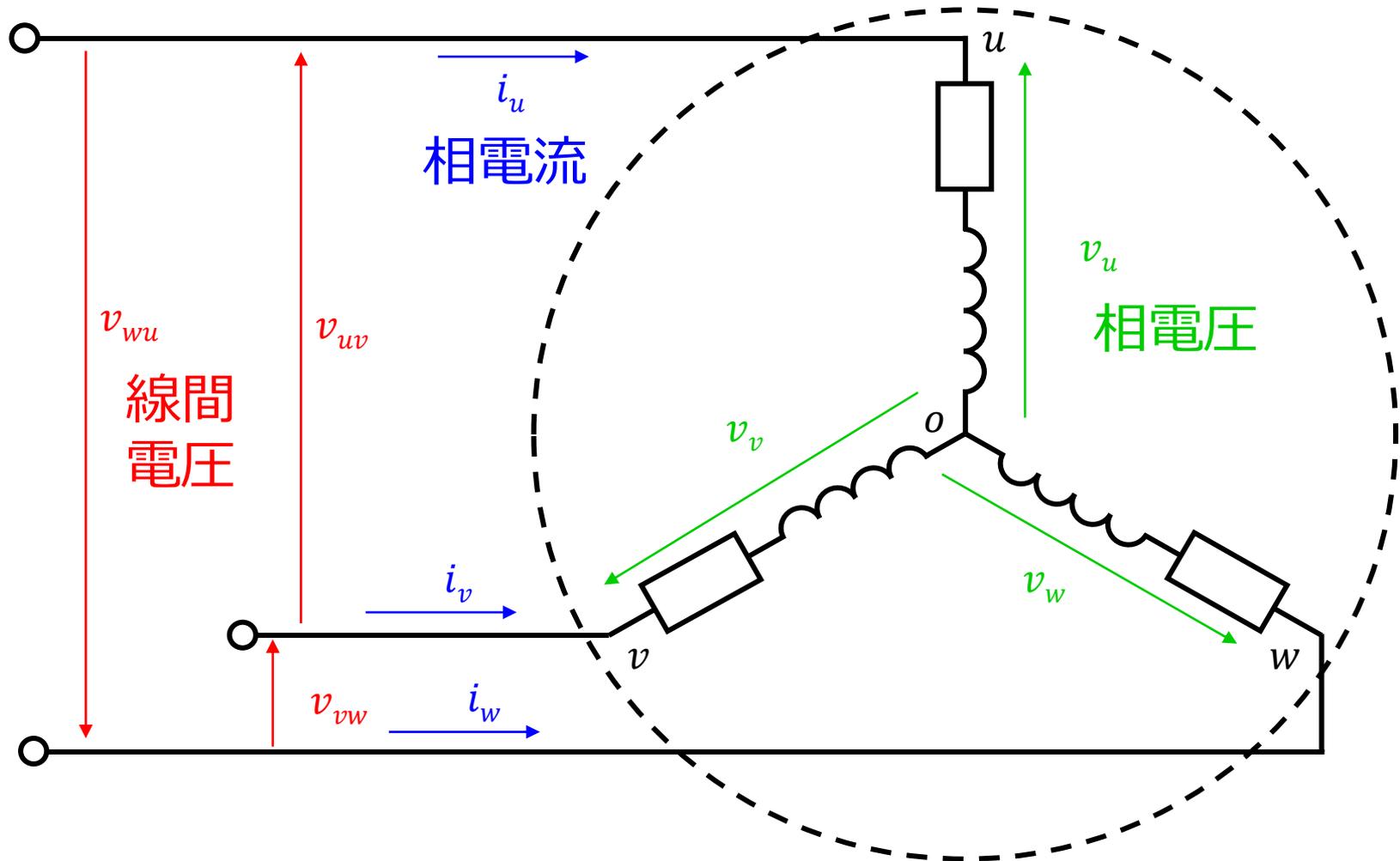
- ✓ d-q回転座標系の記事を読んでいる方がより理解できると思いますので是非↓の記事も読んでみてください
- ✓ d-q回転座標系のお話①-③
  - ✓ <https://yuyumoyuyu.com/2020/07/05/dqrotatingcoordinate1/>
  - ✓ <https://yuyumoyuyu.com/2020/07/12/dqrotatingcoordinate2/>
  - ✓ <https://yuyumoyuyu.com/2020/07/19/dqcrotatingroordinate3/>

# 空間的な位相角と時間的な位相角

- ✓ モータの理論の中には様々な三角関数が登場
- ✓ 交流電流で駆動するモータでは、電磁気量(電流や磁束)を表す数式に三角関数(sinやcos)が登場
- ✓ またモータは円形のため、構造の表現に極座標を用いることが多く、三角関数を使った数式が多く存在
- ✓ 同じ三角関数でも**前者は時間**、**後者は空間**を変数としており非常にややこしい
- ✓ 本記事では混同しやすいこれらの位相角について解説する

# 電気回路の上では時間的な角度のみ考える (1/2)

- ✓ 平衡3相交流駆動のモータを考える

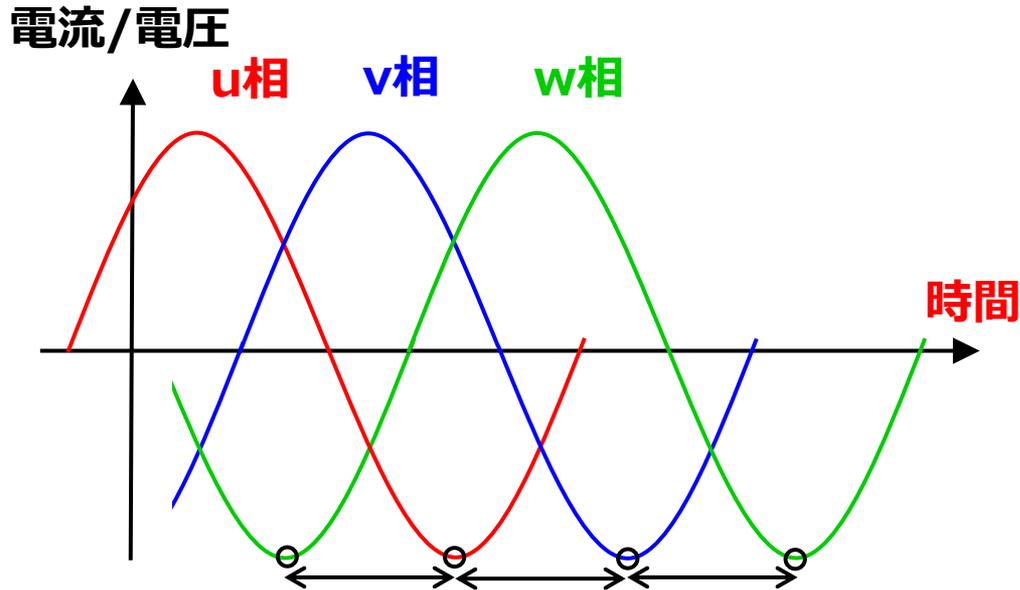


電機子巻線の回路図

# 電気回路上では時間的な角度のみ考える (2/2)

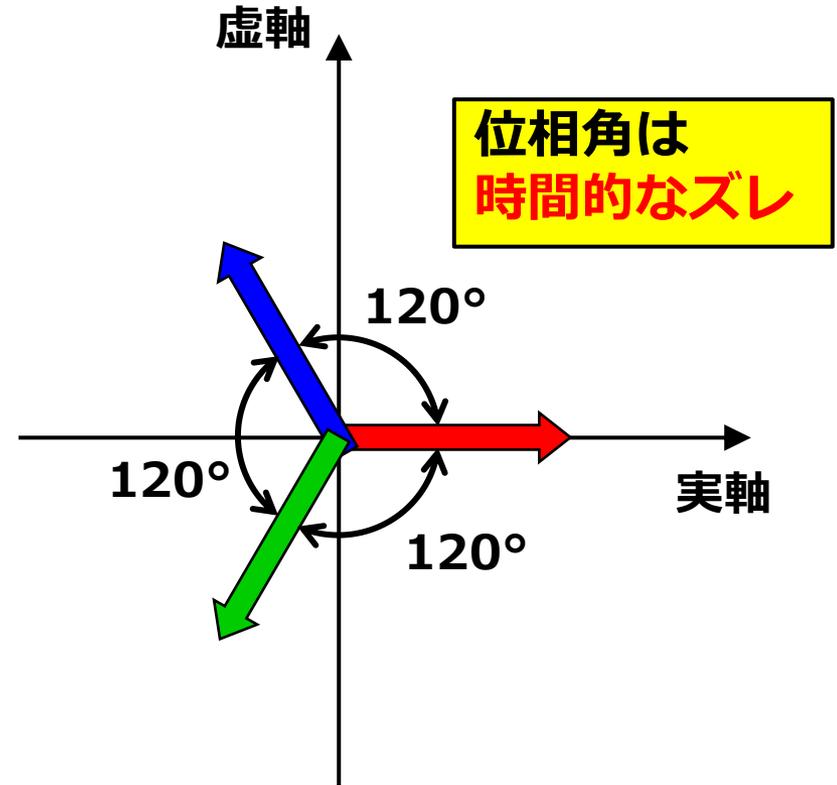
- ✓ 平衡3相交流では各相の位相角が $120^\circ$ ずつずれており  
この角度は**時間的なズレ**を表す

波形



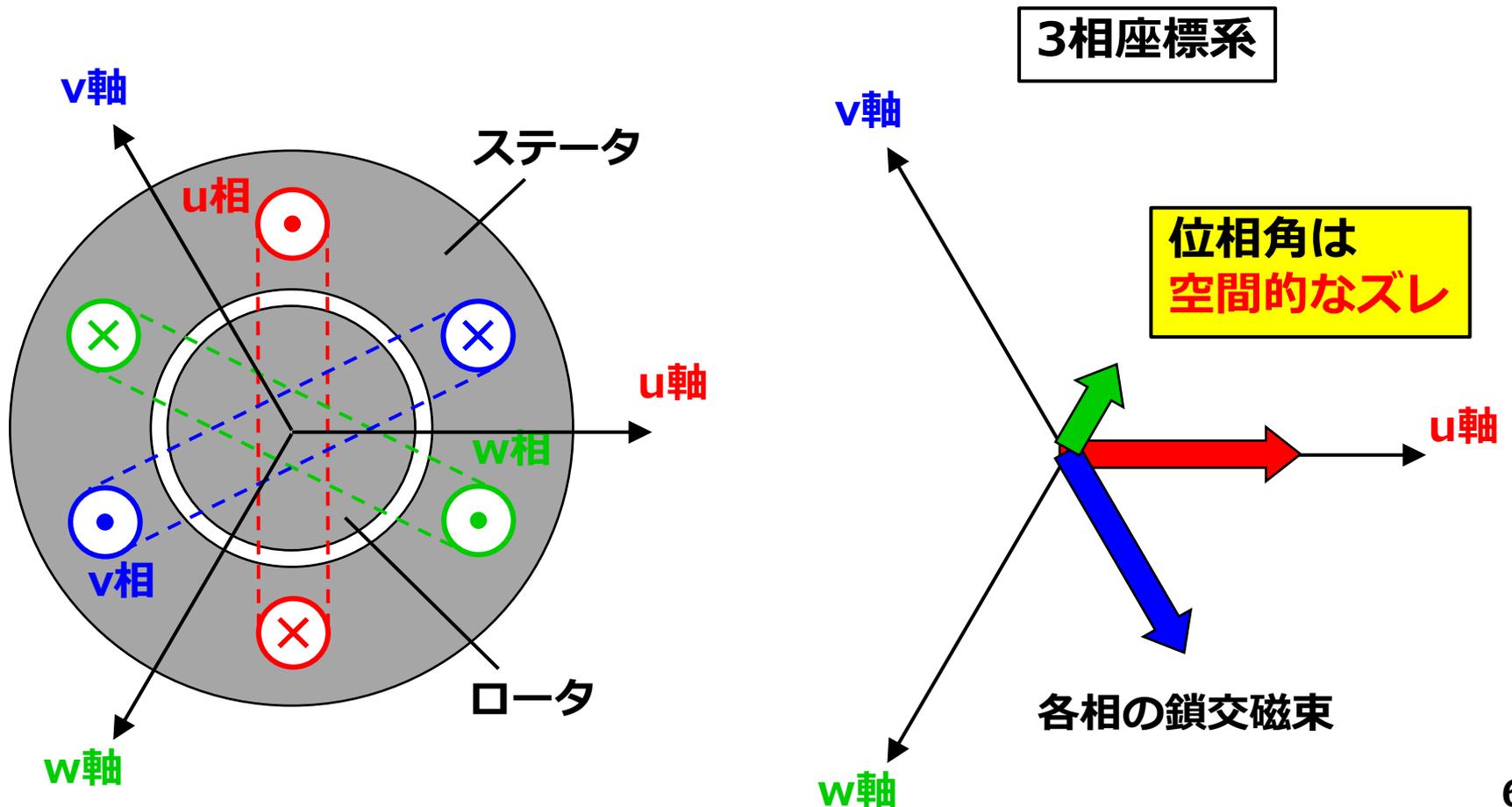
時間的に $120^\circ$ ずつ  
位相角がずれている  
(角周波数 $\times$ 時間)

フェーザ図



# 3相座標系は空間的な角度

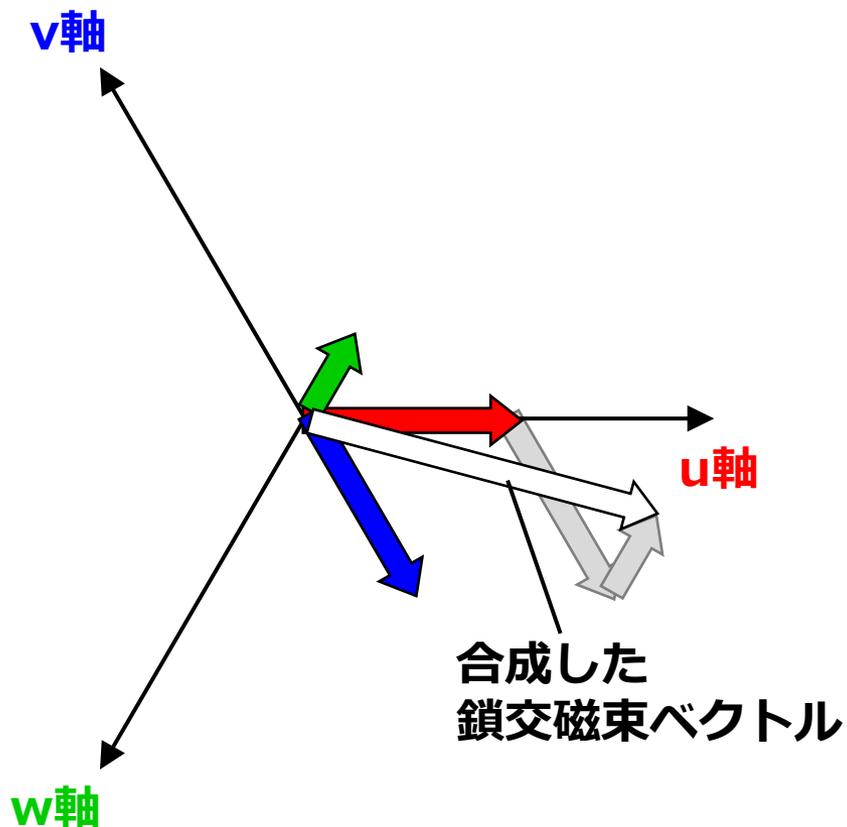
- ✓ 3相座標系は各相巻線をモータ内部のどの部分に配置したかによって決定されるため  
3相座標系内の位相角は**空間的なズレ**を表す



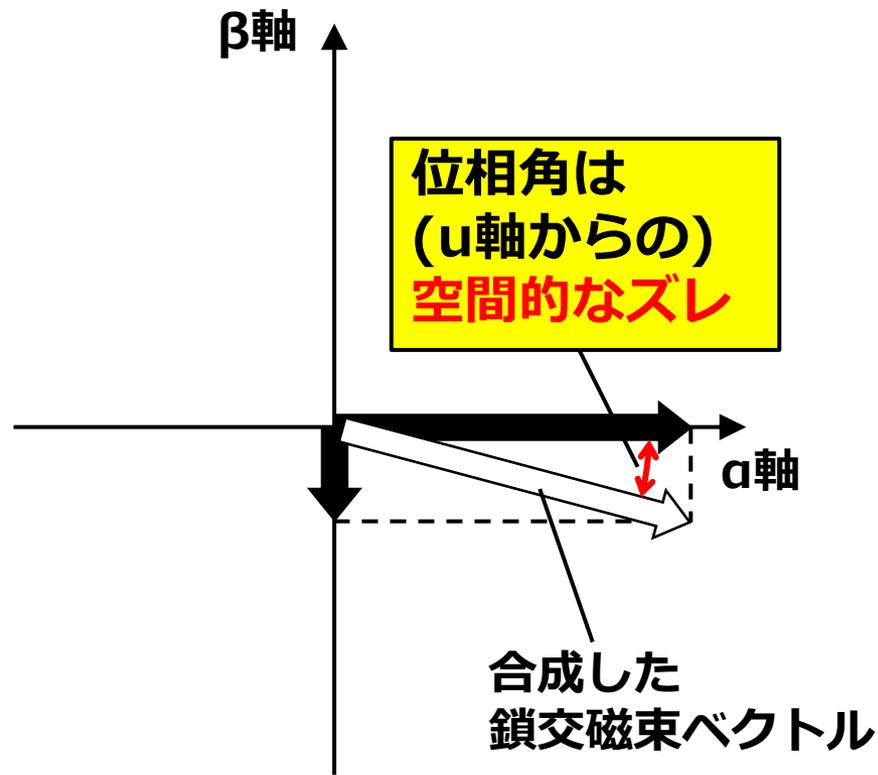
# $\alpha$ - $\beta$ 座標系も空間的な角度

- ✓  $\alpha$ - $\beta$ 座標系も同様に位相角は空間的なズレを表す

3相座標系

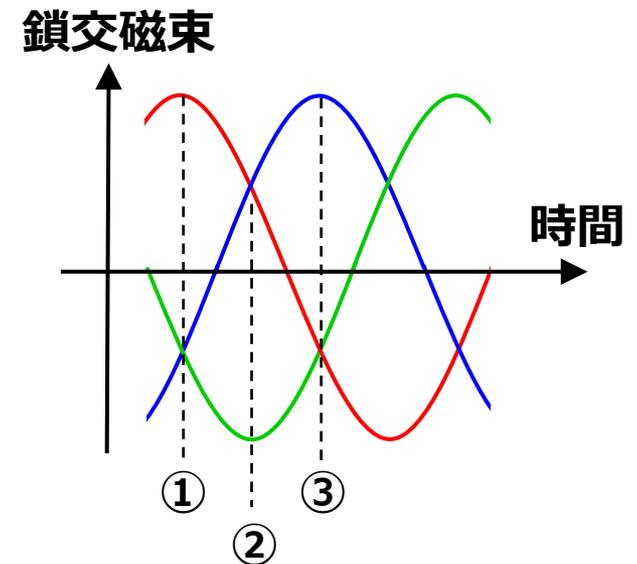
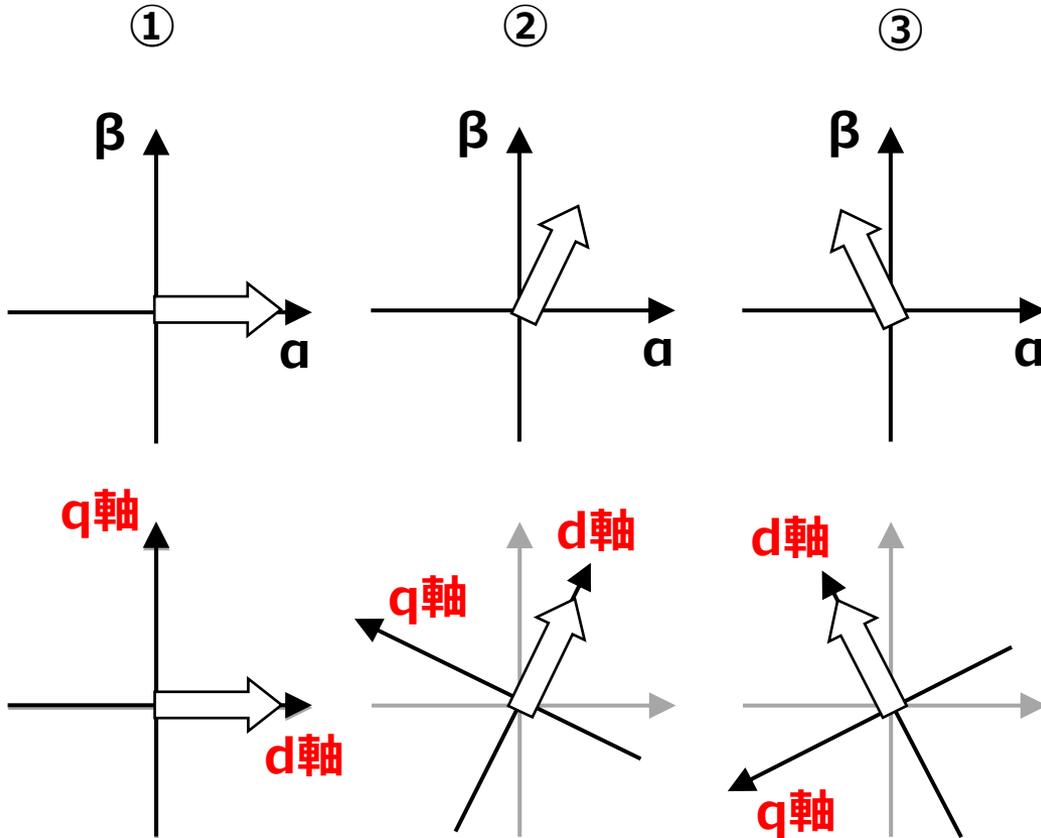


$\alpha$ - $\beta$ 座標系



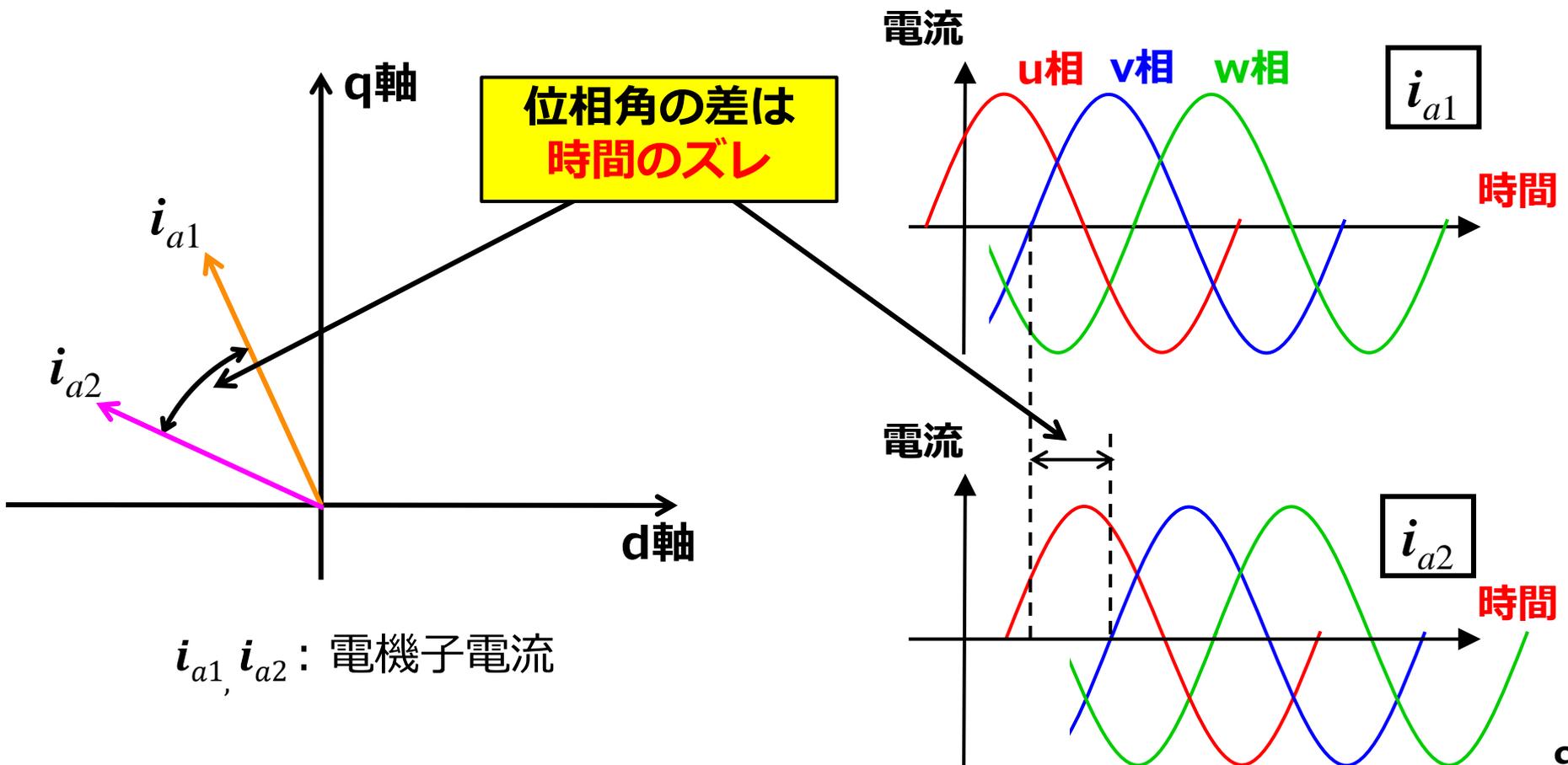
# d-q回転座標系はちょっとややこしい

- ✓ d-q回転座標系の位相角は，座標系自体が時間変化するため  
**時間的なズレとも空間的なズレともとれる**



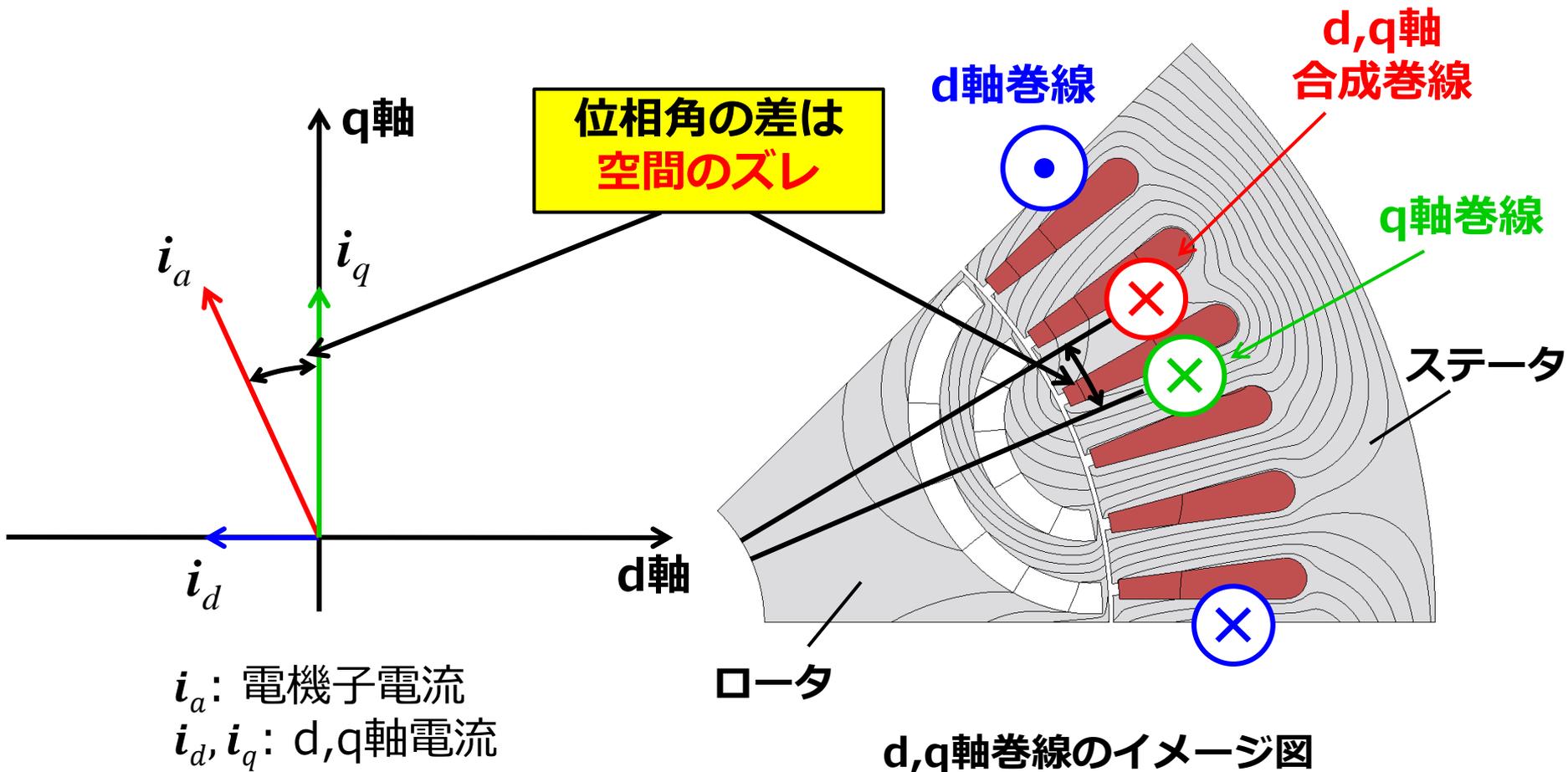
# d,q軸上の時間的なズレのイメージ

- ✓ 例えば、d-q回転座標系における電流ベクトルの位相差は**時間的なズレ**として考えることができる
- ✓ すなわち、フェーザ図と同様の考え方が可能



# d,q軸上の空間的なズレのイメージ

- ✓ d-q回転座標系における電流ベクトルの位相差は d,q軸を基準とした空間的なズレとしても考えられる
- ✓ ただし、モータの極数により角度の絶対値は変わる



# 空間も時間もどちらも考える場合

- ✓ エアギャップ中の磁束密度は、空間内の位置(角度)によっても、時間によっても周期的に変化するため **時空間両方の変数**として記述される

## ギャップ磁束密度 (基本波)

$$B_{gap} = B \cos(\underbrace{P_n \theta}_{\text{空間}} + \underbrace{\omega t + \varphi}_{\text{時間}})$$

$B$	: 振幅
$P_n$	: 極対数
$\theta$	: 空間内の角度
$\omega$	: 角周波数
$t$	: 時間
$\varphi$	: 初期位相

