

リラクタンストルク

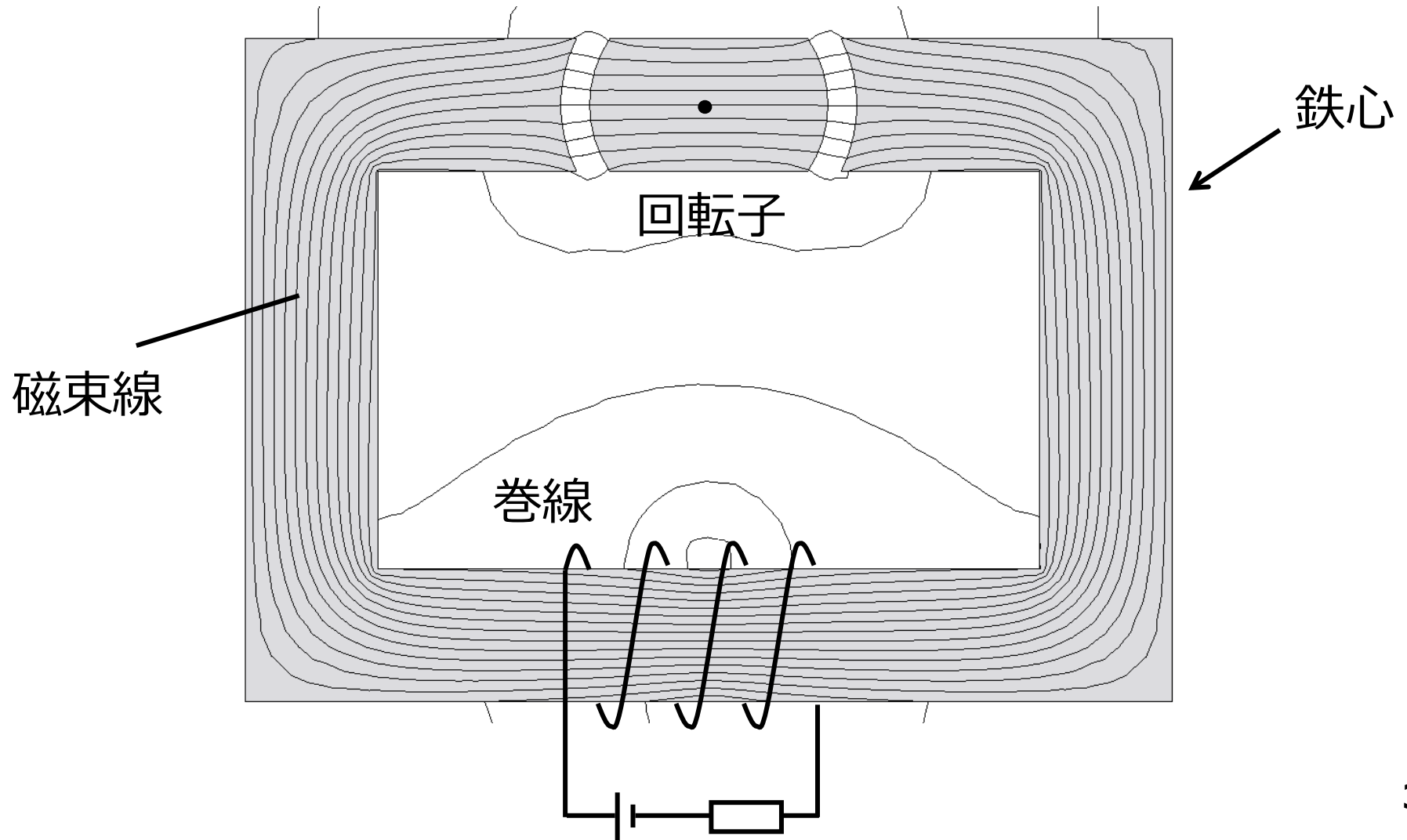
大阪府立大学 工学研究科
清水 悠生

本記事の目的

- ✓ 本記事は初学者向けにリラクタンストルクを直感的に理解してもらうことを目的とした資料です

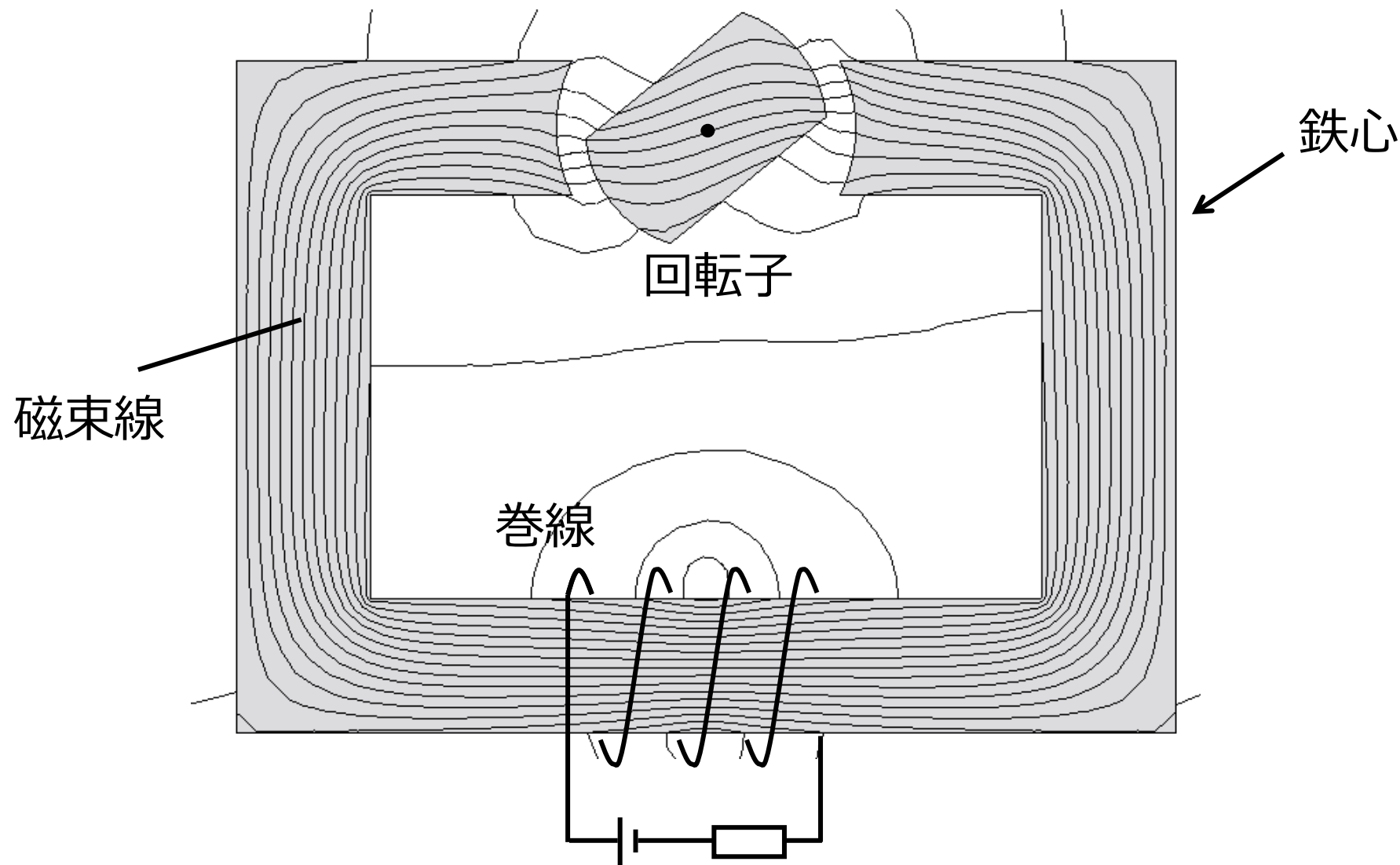
空隙付き鉄心 (1/3)

- ✓ 磁束は最も磁気抵抗の小さい（透磁率の大きい）磁路を通ろうとするため、磁束が鉄心内をまっすぐ通る



空隙付き鉄心 (2/3)

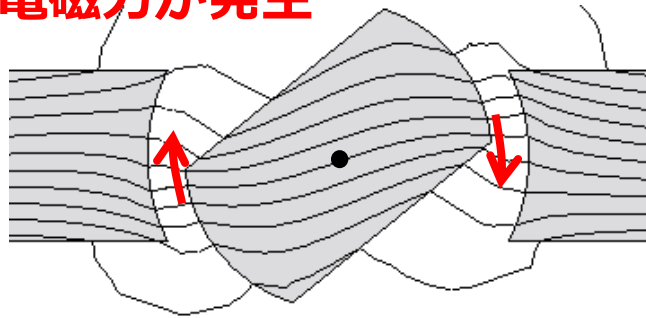
- ✓ 回転子の回転により、磁気磁路がむりやり曲げられる



空隙付き鉄心 (3/3)

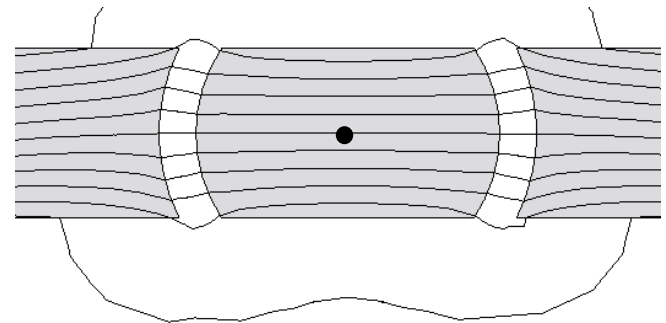
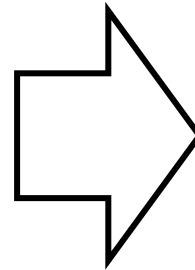
- ✓ 磁気抵抗の小さい安定な状態になろうとする回転方向にリラクタンストルクが働く

電磁力が発生



エネルギー的に不安定

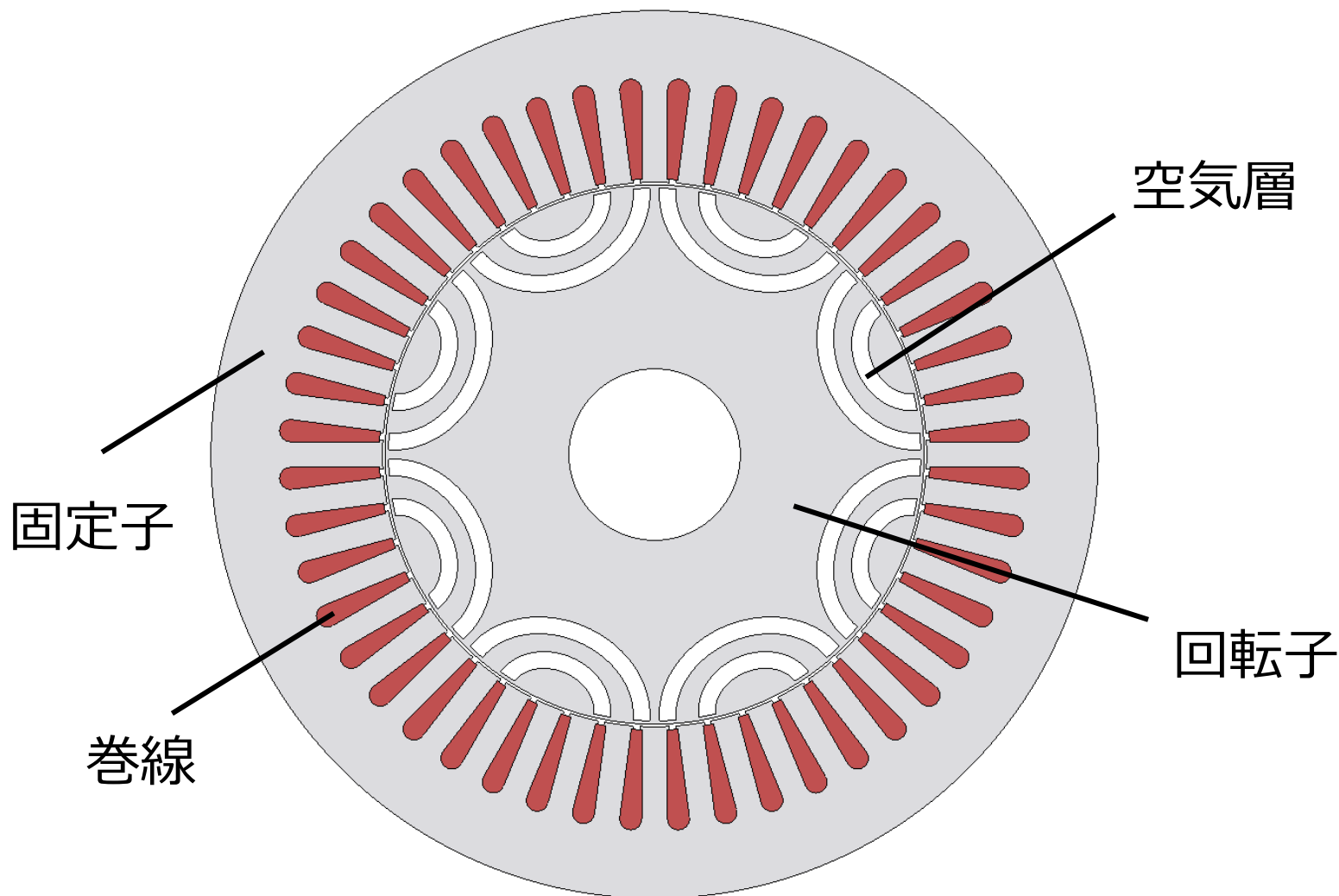
安定な状態になろうとする



エネルギー的に安定

同期モータの場合 (1/4)

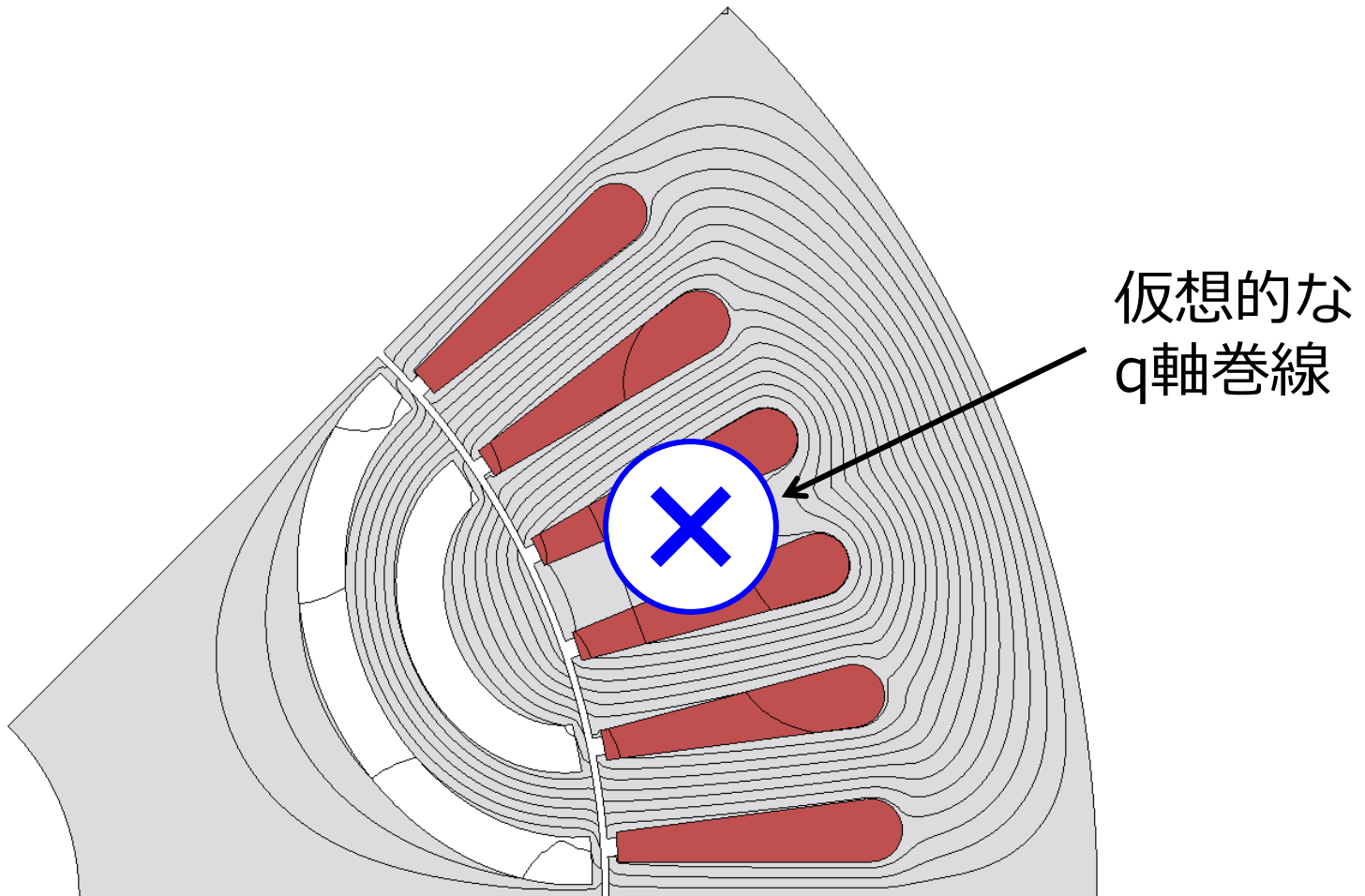
- ✓ 同期モータの例として, 回転子に空気層のみが存在する同期リラクタンスモータ (SynRM) を考える



同期モータの場合 (2/4)

- ✓ 仮想的なq軸巻線による磁束は、右ねじの法則に従って巻線の周囲に発生する
- ✓ q軸巻線の詳細についてはこちら

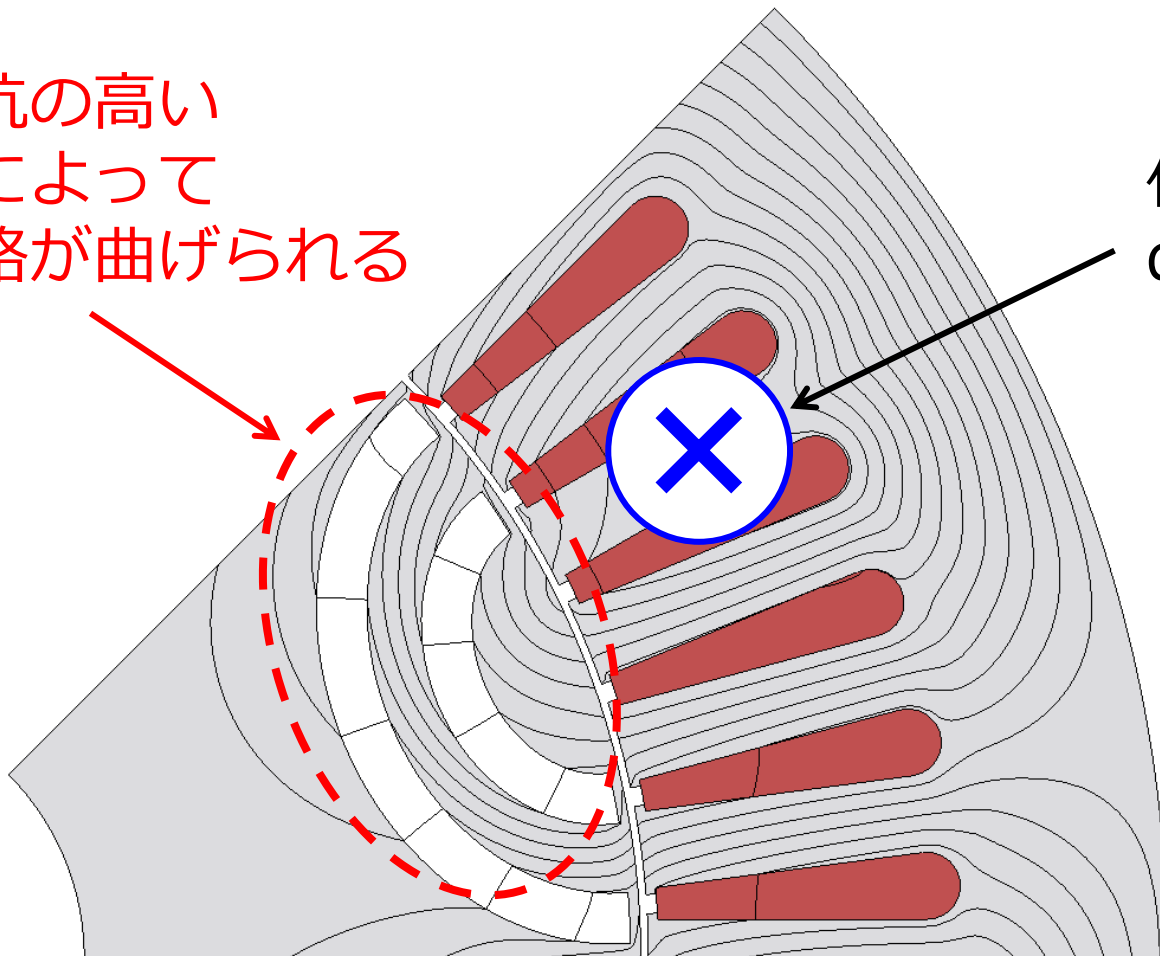
<https://yuyumoyuyu.com/2020/07/19/dqcrotatingroordinate3/>



同期モータの場合 (3/4)

- ✓ 電流位相が変化し, 仮想的な巻線位置が移動した場合
磁気磁路は回転子の空気層によって曲げられる

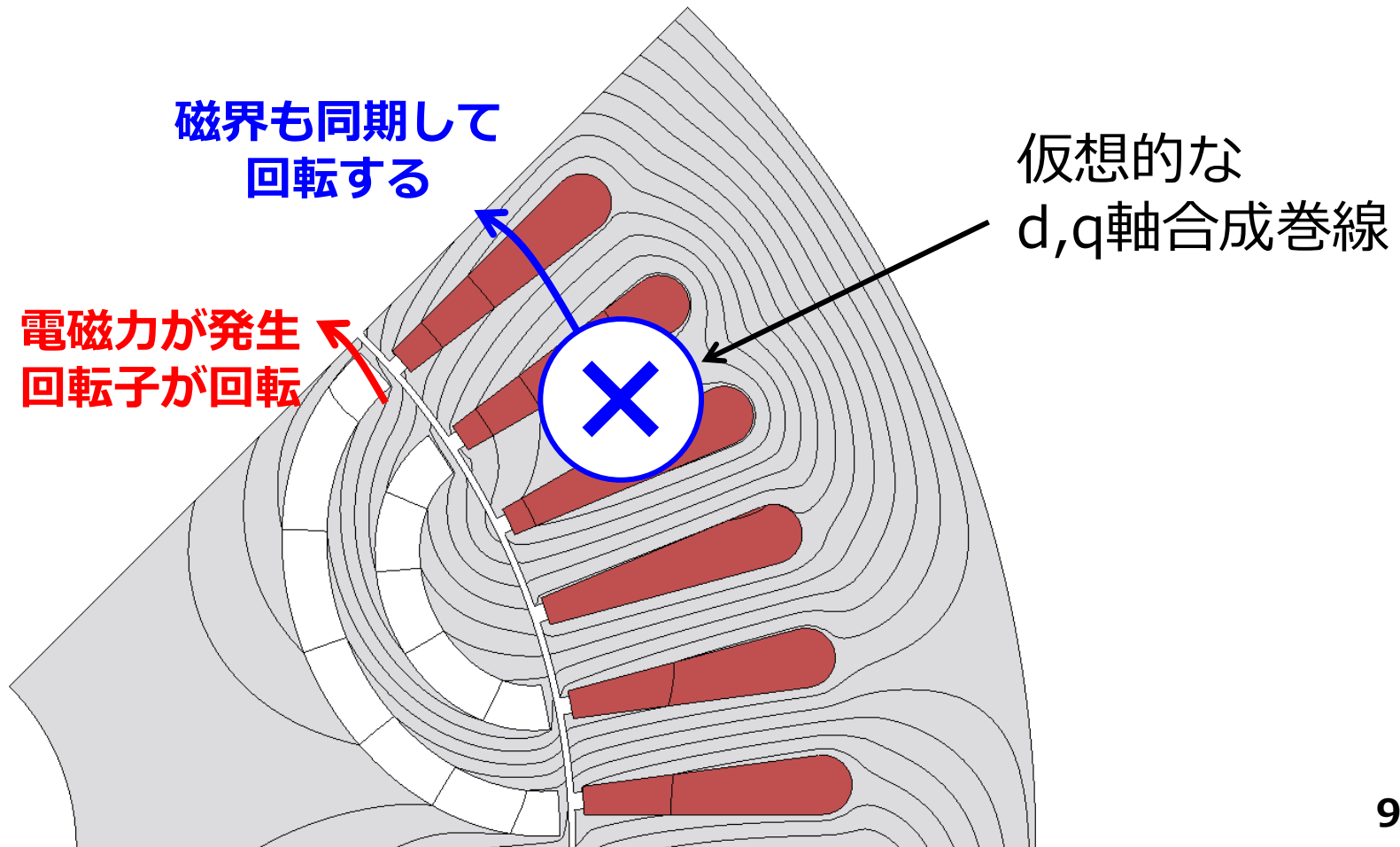
磁気抵抗の高い
空気層によって
磁気磁路が曲げられる



仮想的な
d,q軸合成巻線

同期モータの場合 (4/4)

- ✓ 磁気抵抗の小さい安定な状態になろうとする回転方向にリラクタンストルクが働き回転子が回転する
- ✓ 磁界も同じ速度で回転するため，トルクは発生し続ける



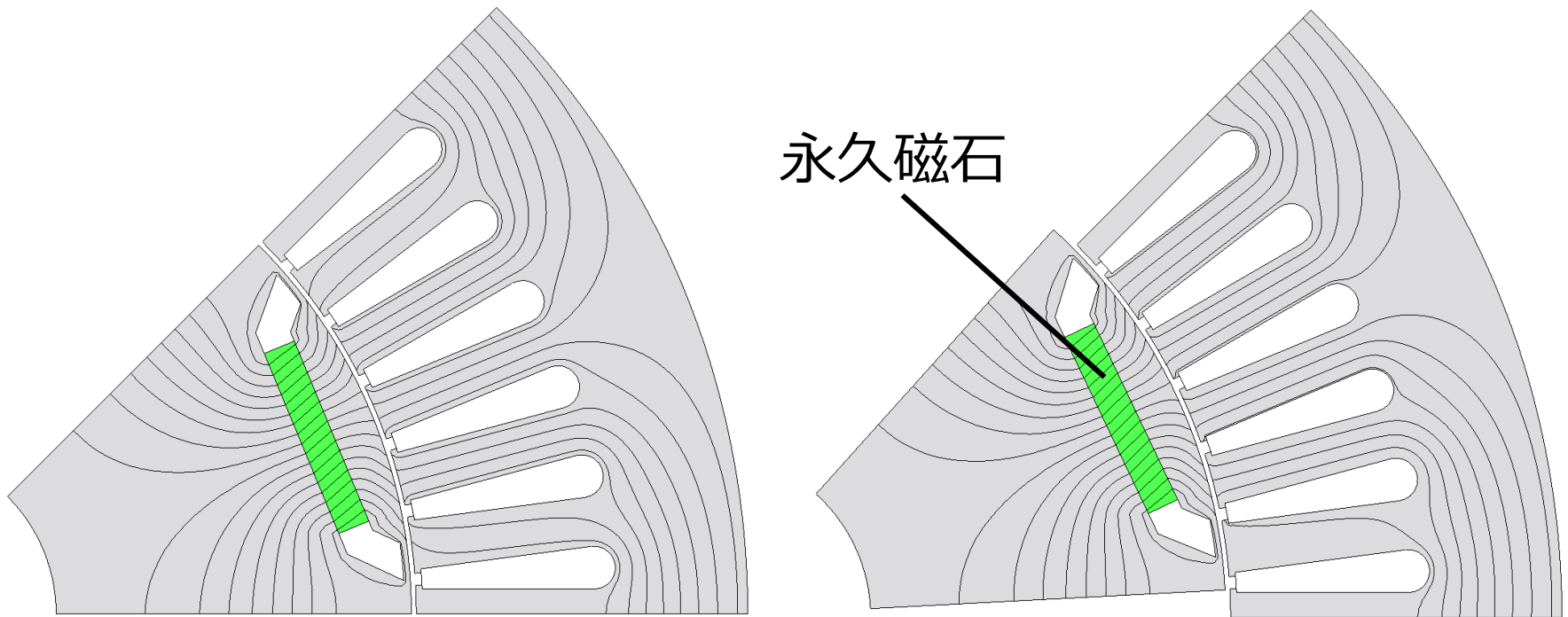
磁気エネルギーとインダクタンス

- ✓ エネルギー的に安定/不安定の「エネルギー」は磁気(随伴)エネルギーのことを指している
- ✓ 磁気(随伴)エネルギーは巻線の自己/相互インダクタンス (=通電時の磁束の通りやすさ) によって記述され磁束の通りやすい (磁気抵抗の低い) 回転子位置と磁束の通りづらい (磁気抵抗の高い) 回転子位置のときのエネルギーの差によってリラクタンストルクが発生する (エネルギーの差=回転子に加えられる仕事)
- ✓ もっと厳密にいうと, インダクタンスの回転子位置による微分によってトルクは与えられる
- ✓ 磁気エネルギーについてはこちら

<https://yuyumoyuyu.com/2020/08/30/magneticcoenergy/>

コギングトルクも原理は一緒

- ✓ 無通電時の永久磁石同期モータ(PMSM)を考える
- ✓ 回転子位置が変化すると永久磁石による界磁磁束の磁路も変化し、磁気抵抗の変化によりトルクが発生
- ✓ こういった界磁磁束に基づいて発生するトルクを**コギングトルク**という（トルクリプルの一因）



回転子位置により磁気磁路が変化する