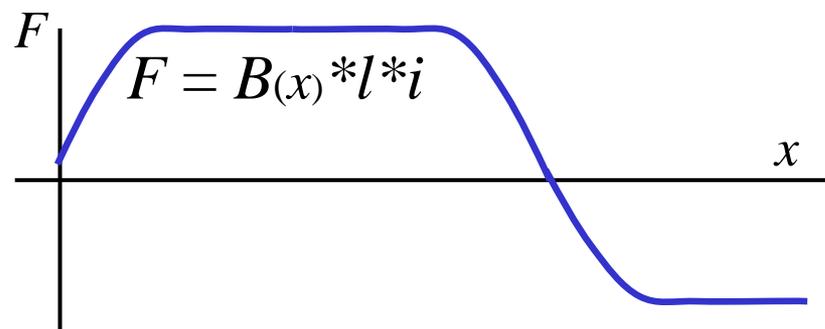
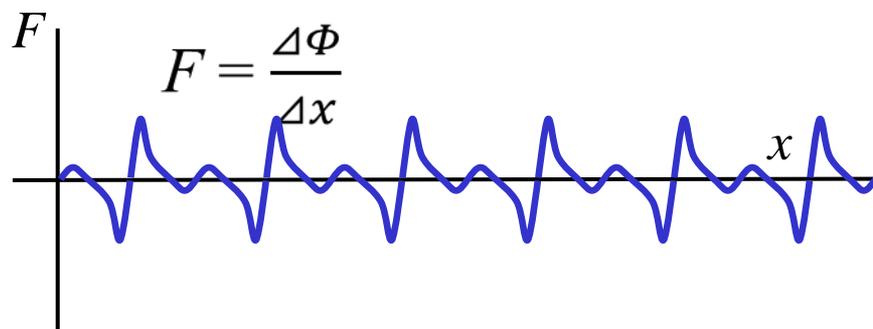
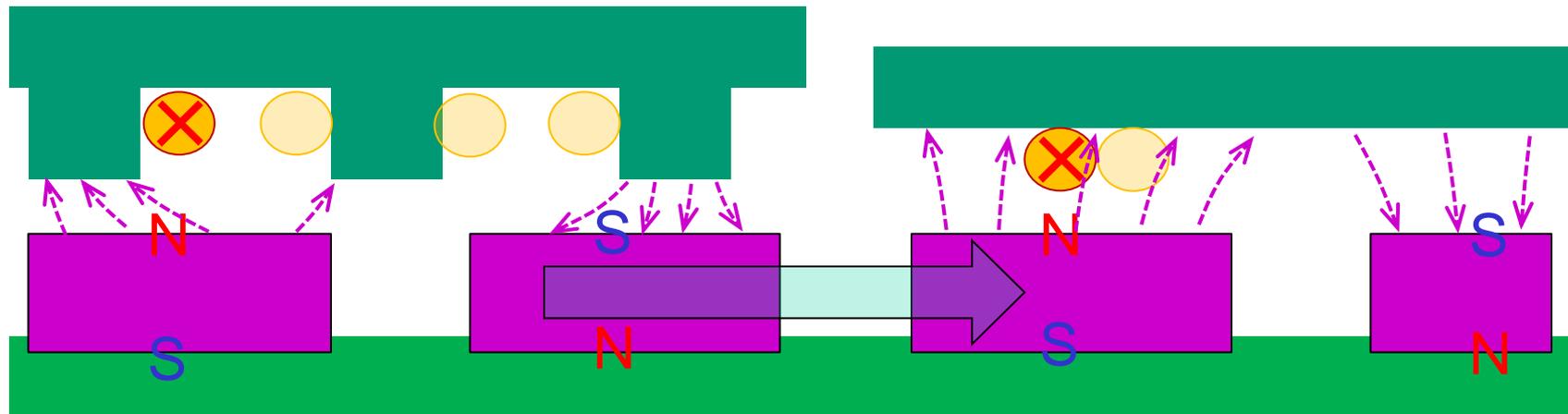


コギングトルクとトルクリップルの違い

スロットタイプのコギングトルク

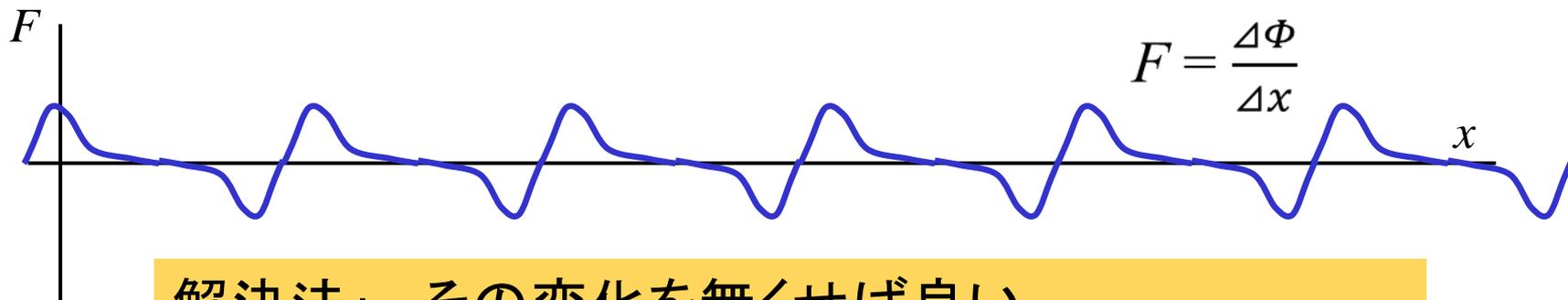
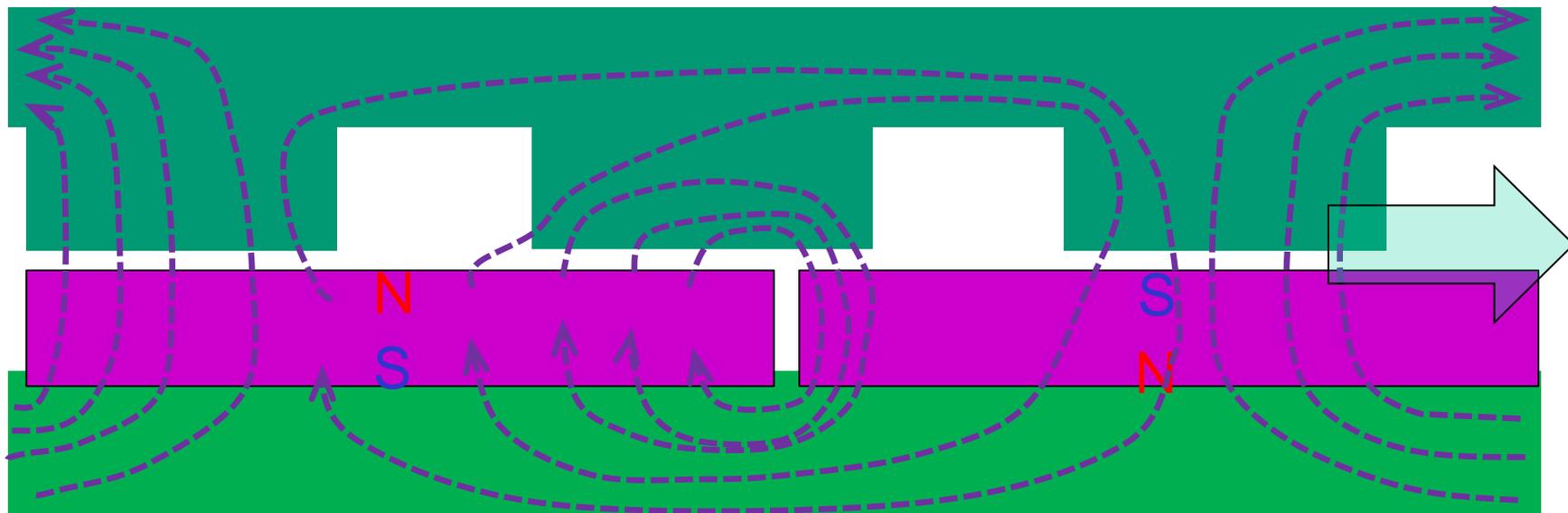
スロットレスタイプのトルクリップル



「磁石力」と「電磁力」の違い (みたいな?)

コギングトルク対策の方針

磁気抵抗(の総和)の差、あるいは総磁束数の移動による変化



解決法: その変化を無くせば良い。

コギングトルクの具体的要因

1. 磁気設計の未熟(総磁束数の移動による変化が大きい)
→ 磁極数とスロット数の公倍数で均等なコギングトルク波形が観測される。
(ex. p6s9なら18山)



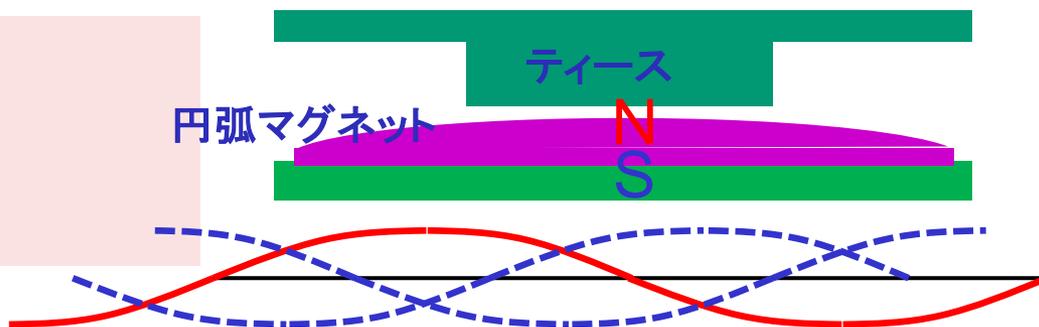
2. 機械設計の公差過大, 加工や組立て不良
ティースのピッチ誤差
マグネットの貼付位置誤差
マグネットの着磁不均一
ステータの真円度不足
ステータとロータの同軸度不足、等
→ 不均一なコギングトルク波形が観測される。



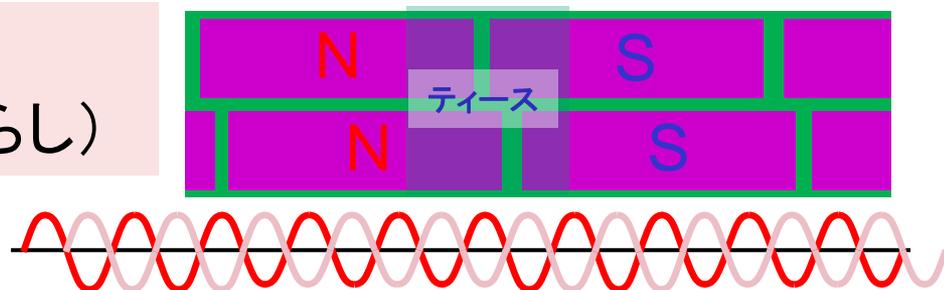
磁気設計改善によるコギングトルクの対策

1. 起磁力(磁気抵抗)を正弦波化
(正弦波の3相和は0)

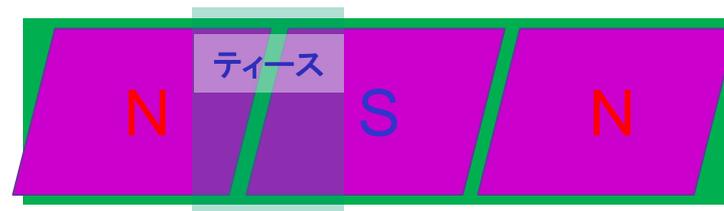
1相のコギング



2. コギング波形を正弦波化
(波形の反ピッチを磁極ずらし)



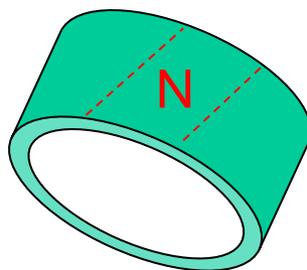
3. 変化を緩やかにする
(マグネットスキュー, 面取り等)



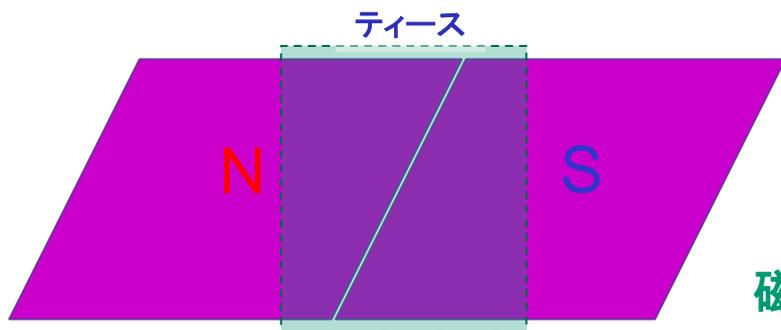
4. 凸に凹をあてる (磁界解析上でトライ&エラー)

マグネットの着磁スキューと面取り

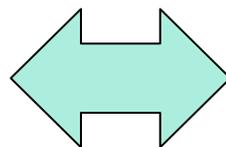
1. リングマグネットの着磁スキュー



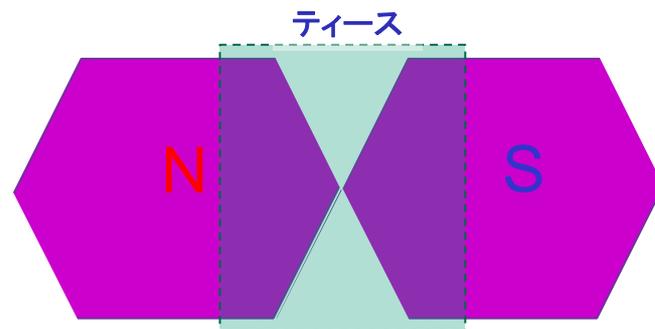
2. 分割マグネットでは、面取りが経済的



マグネットスキュー



磁束数は同等



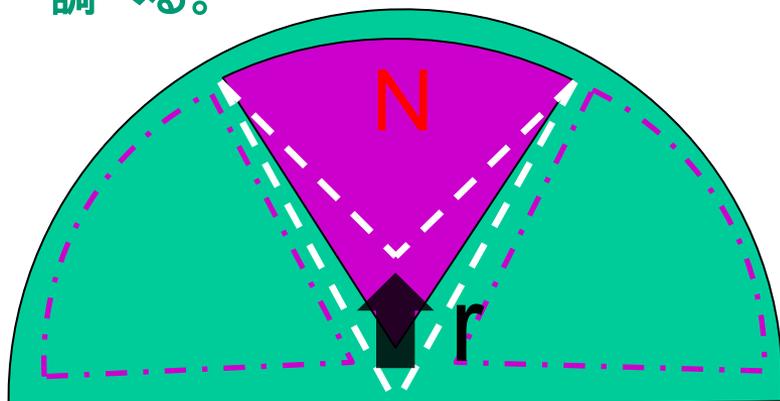
マグネット面取り

上の例では、総磁束数が同じであるにも拘わらず、面取りの方がマグネット使用量が少なく、鉄損の低減も期待できる。

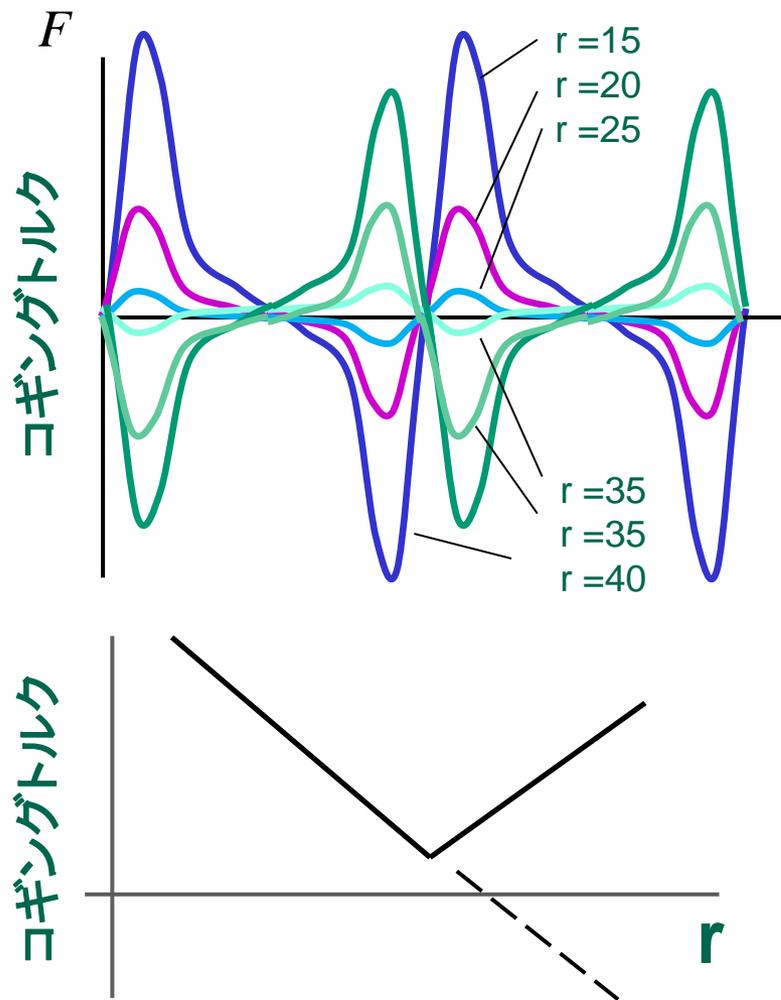
面取り効果：要因変数

アキシシャルギャップモータのマグネット面取り例

この例では、トルクに貢献する外側のマグネットは減らさないで、内側の半径を変数としてコギングの影響を調べる。



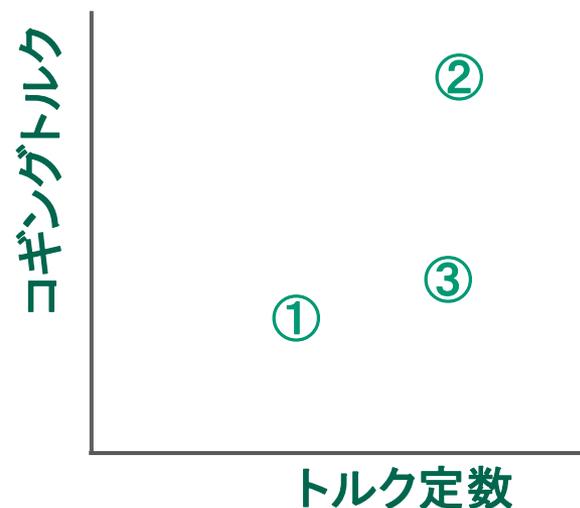
まず、コギングに大きな影響を与える要因を見つけ、0に最も近づく値を探す。



面取り効果の良否判断

コギングトルクを小さくできる変数を見つけ、トルク定数の低下レベルを確認する。

変数	最小コギングトルク	トルク定数
① r を変化	0.3%	87%
② c を変化	2.4%	93%
③ θ を変化	0.7%	92%



総磁束数の移動による変化を緩和することは、結局、トルク特性を低下させる。特性低下を最小に、コギングを減らす方法を考える。