

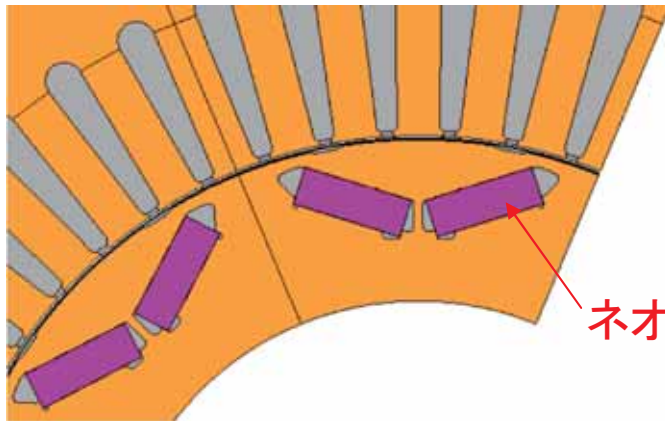
希土類磁石を用いない 高性能PMモータの開発

大阪府立大学大学院 工学研究科
准教授 真田 雅之

研究背景

現在用いられている高性能PMモータには、高いエネルギー積を有する**希土類永久磁石(NdFeB)**が大量に使用されている。

例:ハイブリッド自動車用駆動モータ(埋込磁石同期モータ)



ネオジム磁石

※プリウス用駆動モータでは
ネオジム磁石を1kg以上使用

[出典] M. Kamiya, "Development of Traction Drive Motors for the Toyota Hybrid System", IPEC-Niigata 2005.

- ▼近年の希土類材料の高騰
- ▼将来にわたる資源確保への懸念



**脱希土類材料を実現する
高性能モータの研究開発**

研究背景

同期リラクタンスモータ (SynRM):

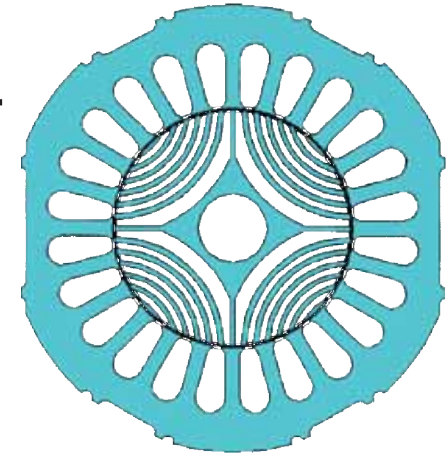
- 永久磁石を使用せず磁氣的突極性により生じるリラクタンストルクのみによって駆動力を得るモータ

- ▼ 永久磁石による界磁磁束を持たないため、トルク・効率・力率が永久磁石同期モータに比べて劣る



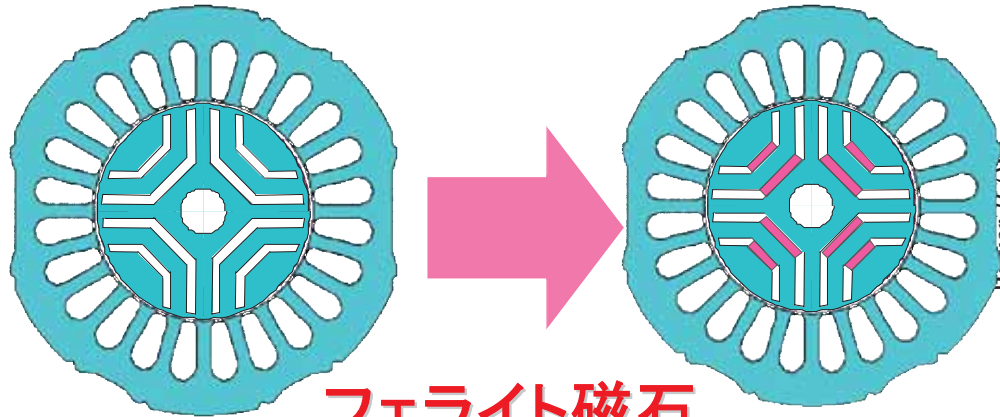
高トルク化、力率・効率向上のための方策が必要

磁石レス

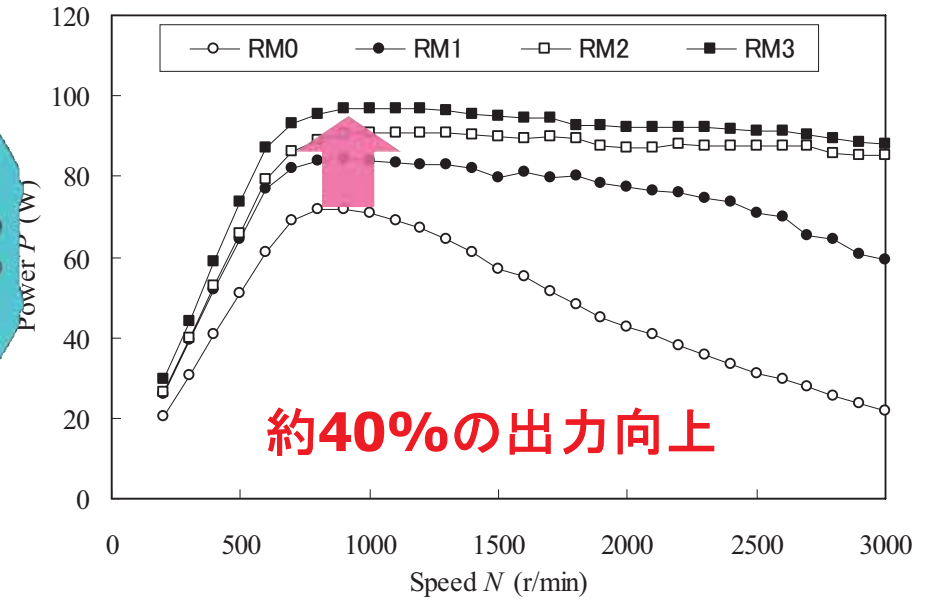
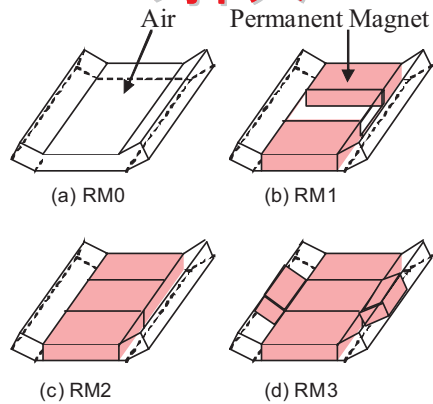


フラックスバリア
多層スリット構造

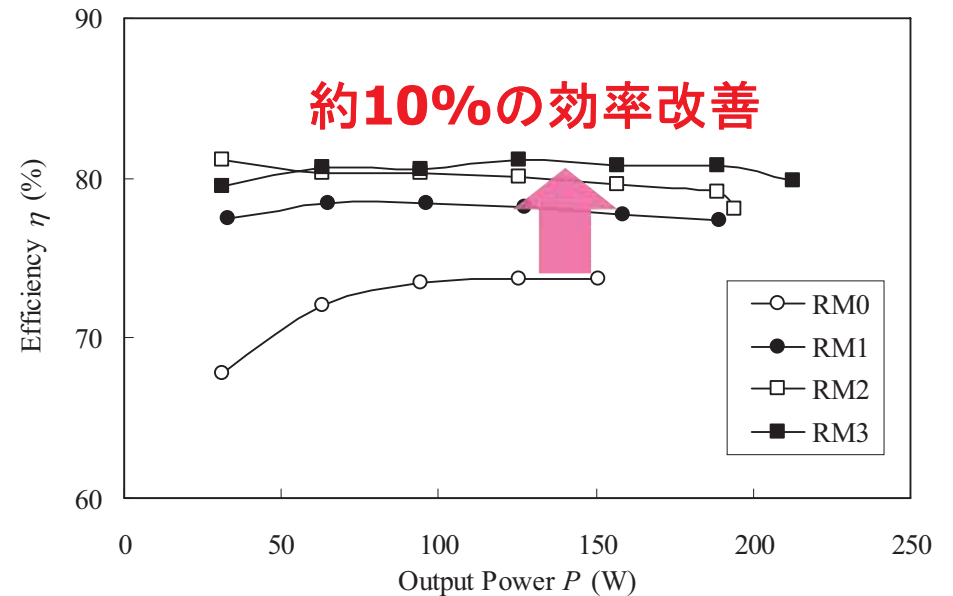
永久磁石補助型SynRM (PMASynRM)



フェライト磁石
の挿入



約40%の出力向上



約10%の効率改善

PMASynRMの高トルク化

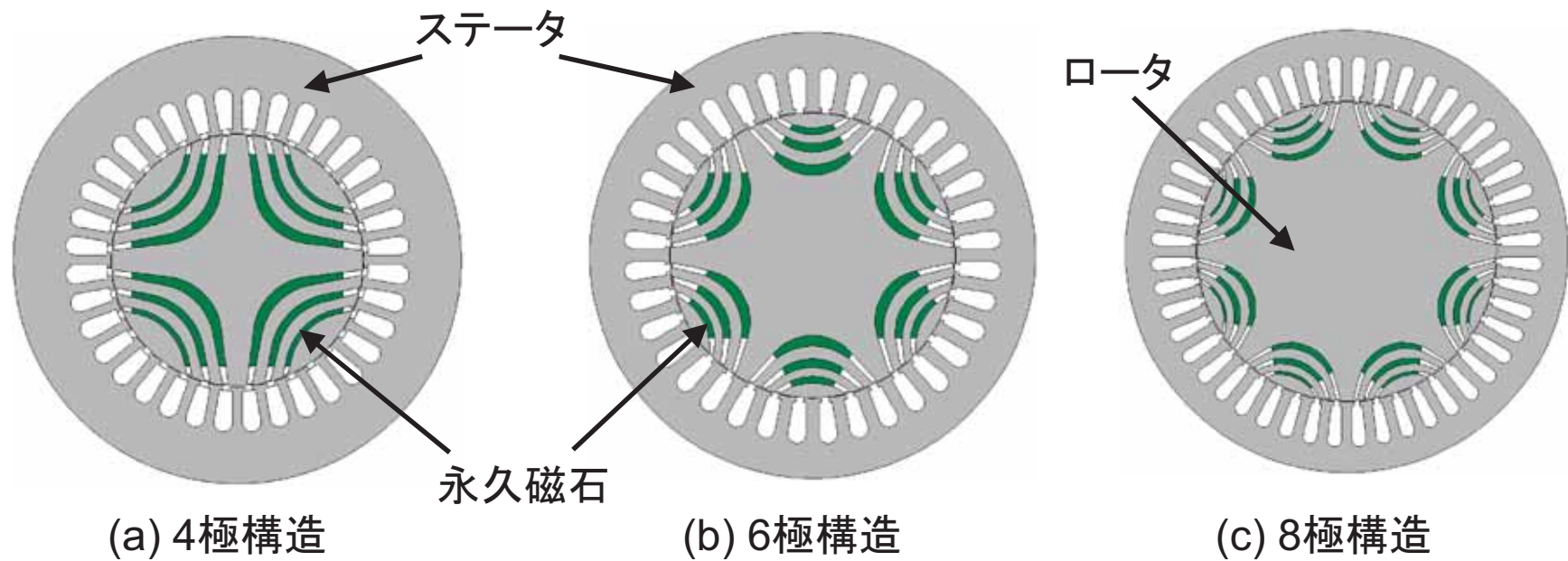
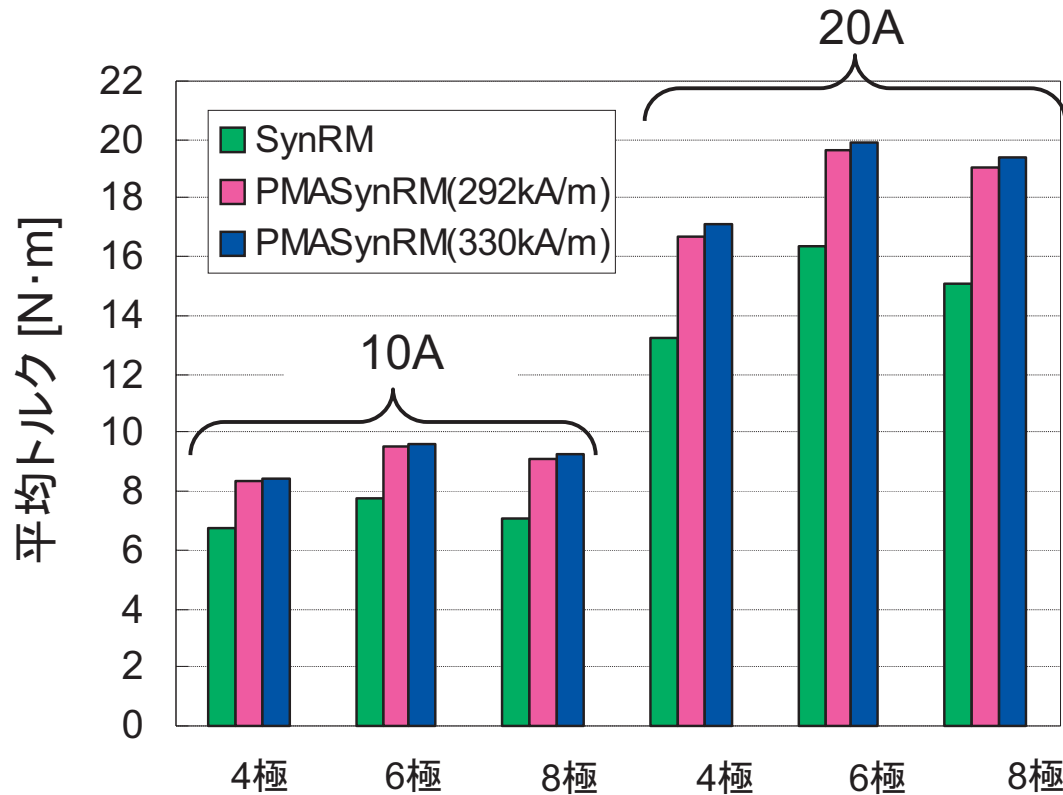


図 解析モデル構造

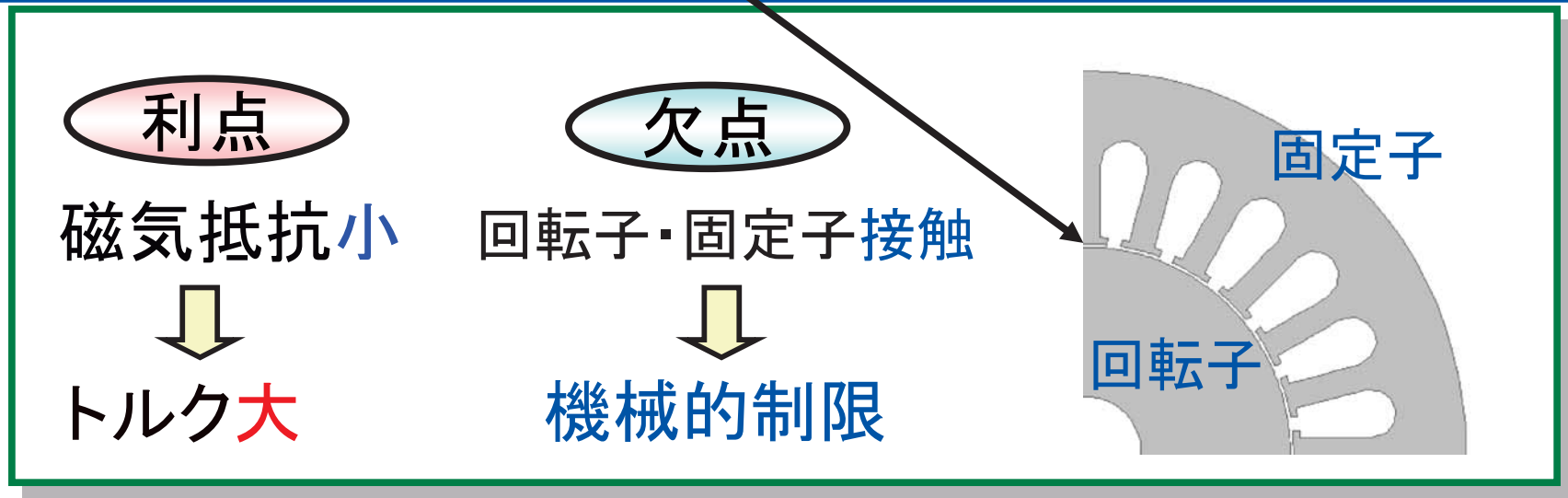
PMASynRMの高トルク化



平均トルクは
6極構造が最も大きい

図 SynRMおよびPMASynRMの平均トルク特性

エアギャップ長の短縮による効果



(同期リラクタンスモータでの検討例)

ギャップ長の短縮 (0.3mm→0.13mm)

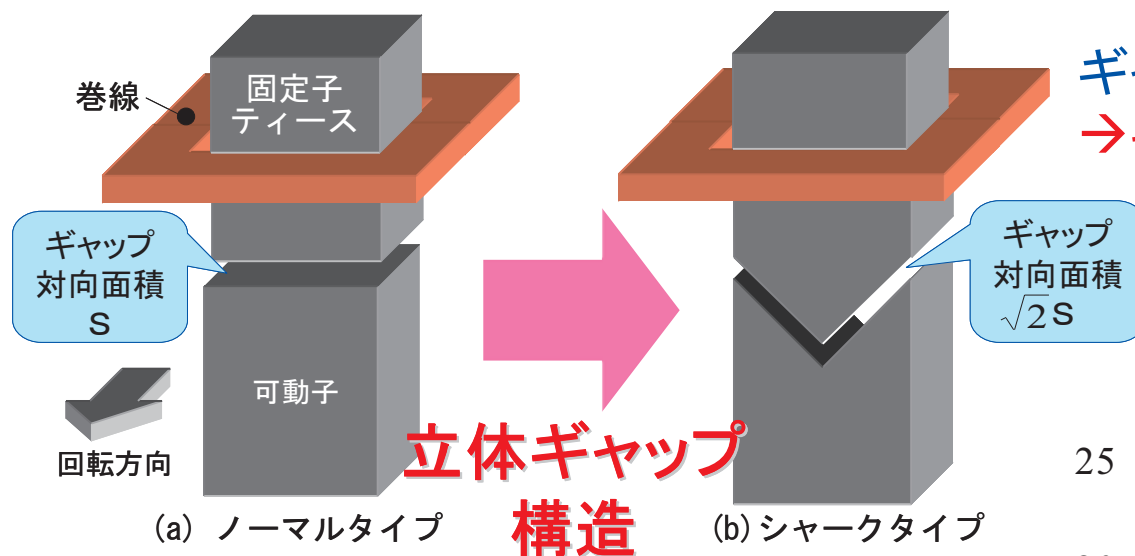
約**30%**のトルク増加 ⇒ 定格時に

10%以上の力率改善
約6%の効率改善

[参考文献]

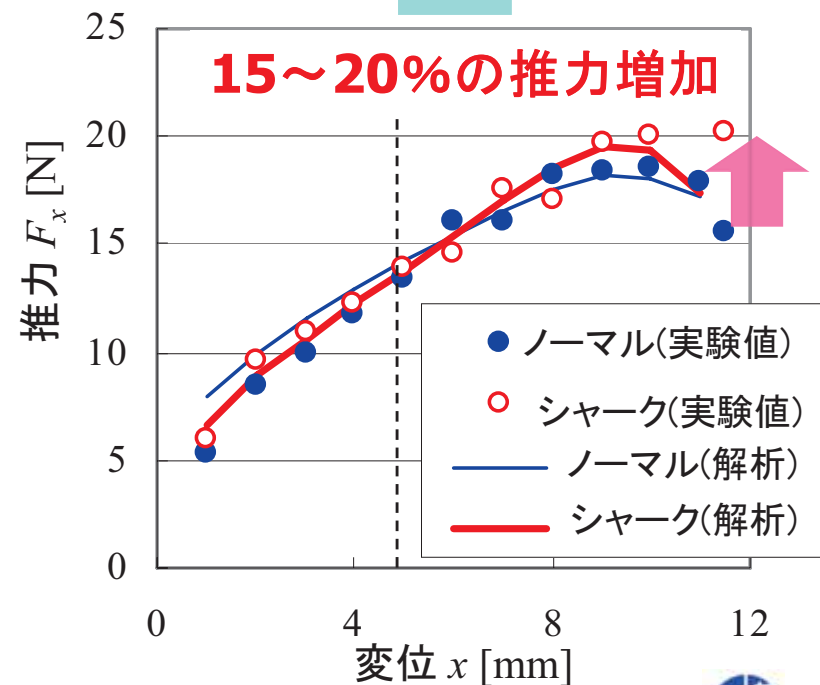
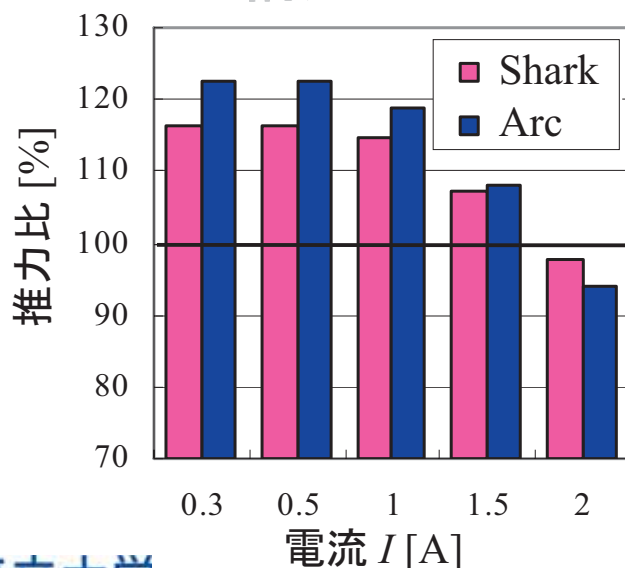
梨木政行、井上芳光、河合庸市、横地孝典、佐竹明喜、大熊繁: "スリット回転子を用いたシンクロナスリラクタンスモータの力率・トルク向上に関する検討", 電気学会論文誌D, 126 (2006) 116-123

立体ギャップ構造による狭ギャップ効果



ギャップ部対向面積の拡大
→ギャップ長短縮と等価な効果

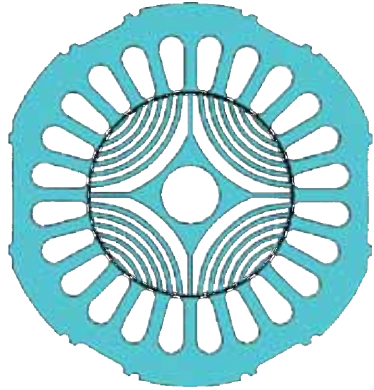
ギャップ長を約70%に
短縮したのと同様



研究開発モータのコンセプト

同期リラクタンスモータ

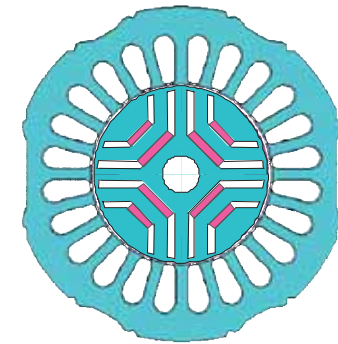
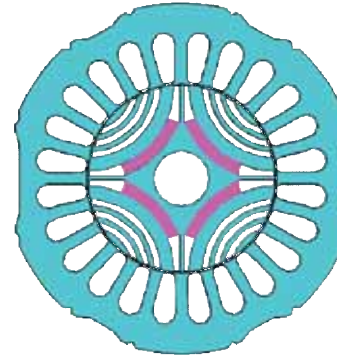
フェライト磁石補助形同期リラクタンスモータ



補助フェライト磁石
の挿入

手法1

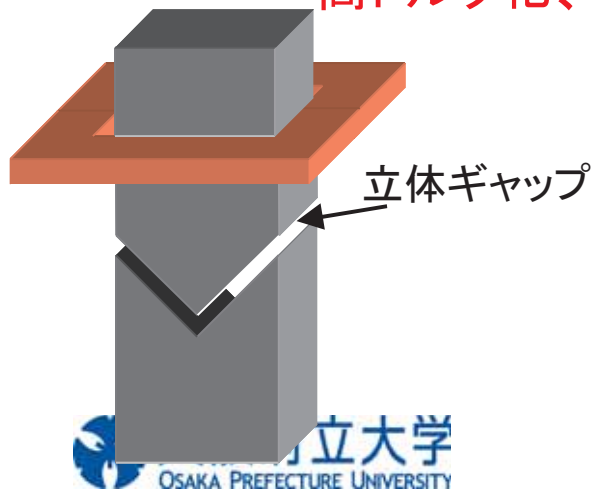
高トルク化、
力率・効率の向上



手法2

立体ギャップ構造の採用
→等価的にエアギャップ短縮

高トルク化、力率・効率の向上



組合せ

等価狭ギャップ構造の
希土類材料を用いない
高性能PMモータ

希土類材料の使用量ゼロ

従来技術と同等の総合効率・出力密度

従来技術とその問題点

<ギャップ長短縮の問題点>

- ✓ モータは固定子と回転子のギャップ長が短いほど出力、効率の面で性能が良くなるが、機械的な制約から実ギャップ長の短縮には限界がある。

<従来型の立体ギャップ構造の問題点>

- ✓ 高磁束密度領域で磁気飽和の影響により特性が劣化していた。
- ✓ 永久磁石を使用するような電気機器には適さないと考えられていた。

新技術の特徴・従来技術との比較

ギャップ長短縮の制限に対して:

- ✓ 実ギャップ長を短縮することなく狭ギャップの磁気回路と同等の磁束密度が得られる。

高磁束密度領域の問題に対して:

- ✓ 高磁束密度領域でも特性の劣化が少ない。
- ✓ 永久磁石機にも適用可能と考えられる。

新技術の特性例(磁束密度特性)

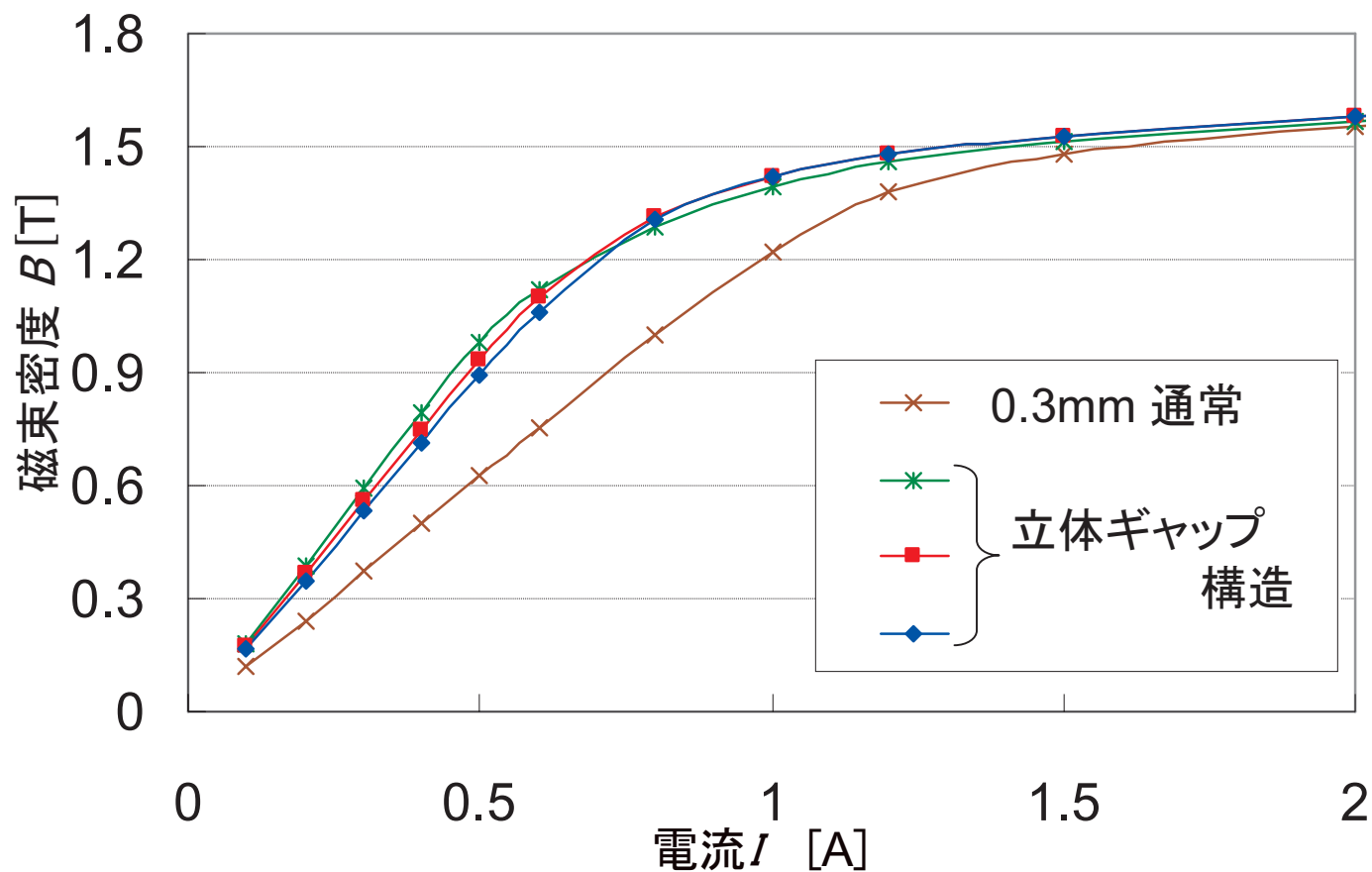


図 電流－磁束密度特性

新技術の特性例（ギャップ長短縮効果）

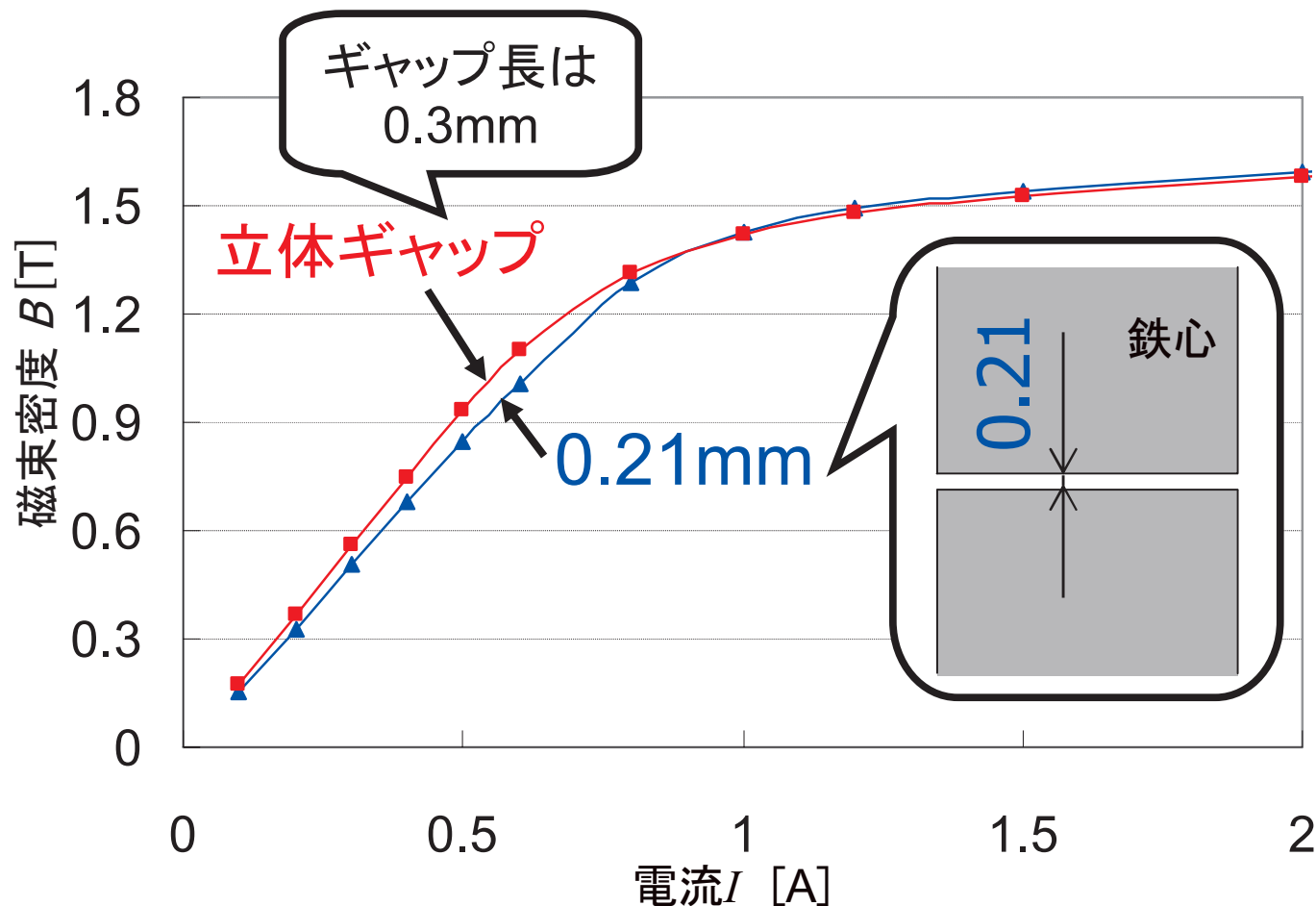
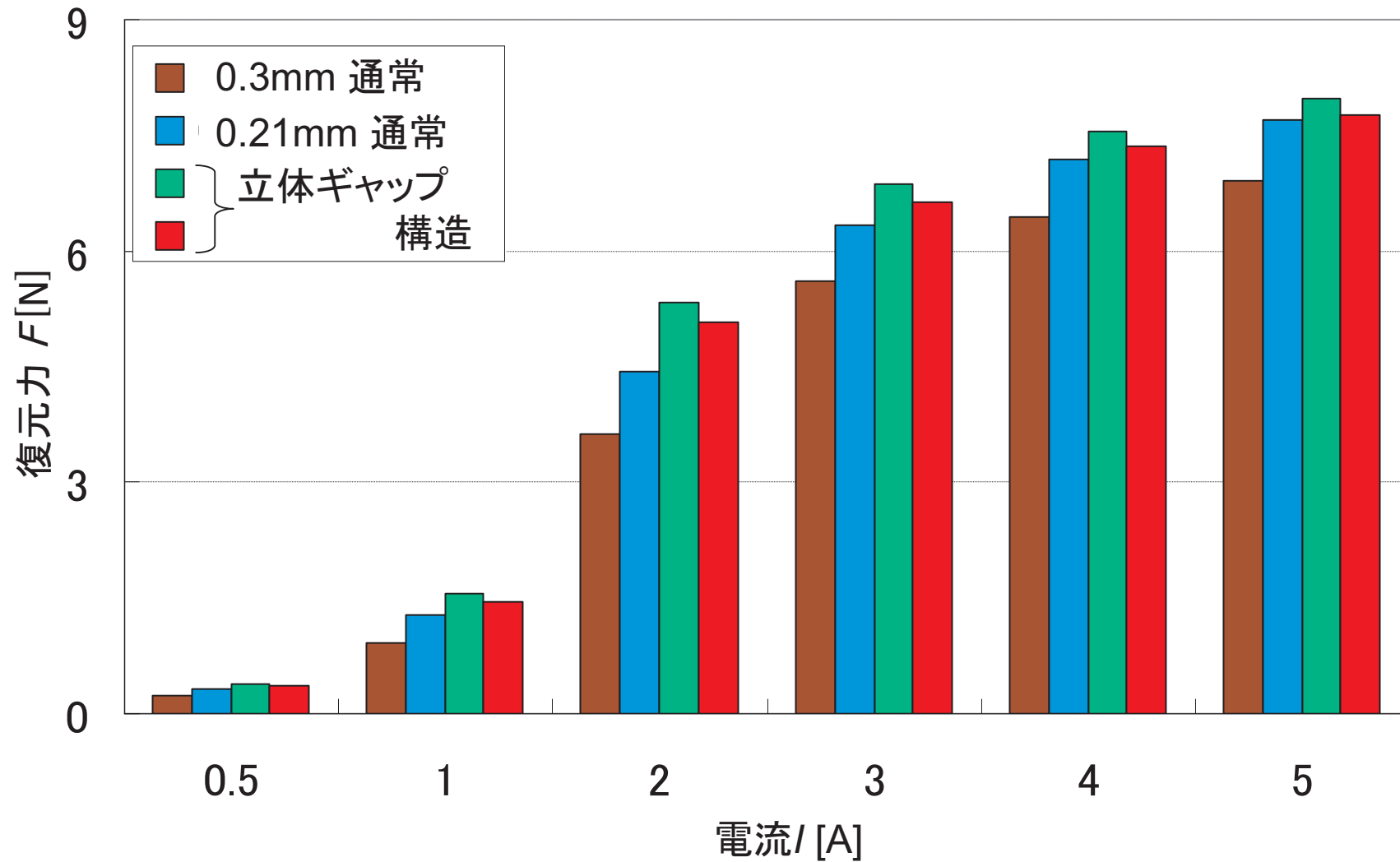


図 電流－磁束密度特性

立体ギャップ構造は0.21mm(0.3mmの70%)
の構造とほぼ同等の特性

新技術の特性例(復元力特性)



想定される用途

- 電気自動車・ハイブリッド自動車用モータ
(主機・補機)
- 産業用・家電用モータ
- 自然エネルギー用発電機

想定される業界

- 利用者・対象

輸送機器メーカー

電装機器メーカー

家電メーカー

産業用ロボットメーカー

等、駆動源としてモータを使用する全ての業種

実用化に向けた課題

立体ギャップ構造における機械精度：

- ✓ 精度を維持しつつ大量生産に向けた構造
- ✓ 低コストな組立技術
の確立

希土類PMモータとの性能差：

- ✓ フェライト磁石材料の高性能化
- ✓ 減磁を防ぐロータ構造の開発

企業への期待

- 実用化のための構造の検討については、現在1社と共同研究が進行中。
- モータに限らず、新技術を生かせそうなアプリケーションをお考えの企業との共同研究。
- 希土類磁石モータの低コスト化、フェライト磁石モータの高性能化を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。

本技術に関する知的財産権

発明の名称 : 磁気回路構造体

出願番号 : 特願2009-092936号

出願人 : 大阪府立大学

発明者 : 真田雅之, 森本茂雄

※ 平成20～21年度、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発委託研究」産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

お問い合わせ先

大阪府立大学
産学官連携機構 リエゾンオフィス

TEL: 072-254-9872

FAX: 072-254-9874

Email: ipbc@iao.osakafu-u.ac.jp