

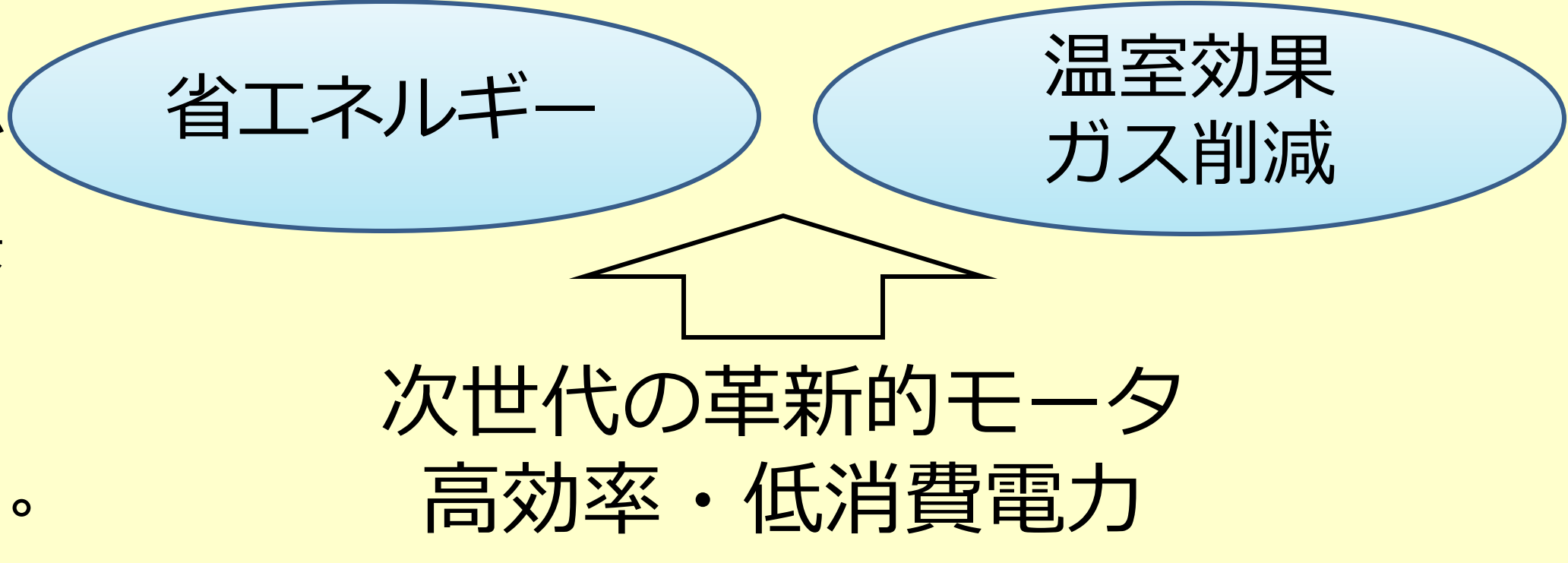


# エネルギー変換工学講座

## 電気機器(リラクタンスモータ, 磁気浮上モータ)の紹介

### 研究概要

省エネルギーや温室効果ガスの削減には、消費電力の大半を占めるモータの更なる高効率化や低コスト化が必要不可欠である。  
 本研究室では、永久磁石が不要なリラクタンスモータや機械的ベアリングが不要な磁気浮上ベアリングレスモータなどによって、これらの課題の解決を目指している。  
 本稿では本研究室にて研究を進めている、ハイブリッド自動車駆動用スイッチトリラクタンスモータや小型ベアリングレスモータなどを紹介する。



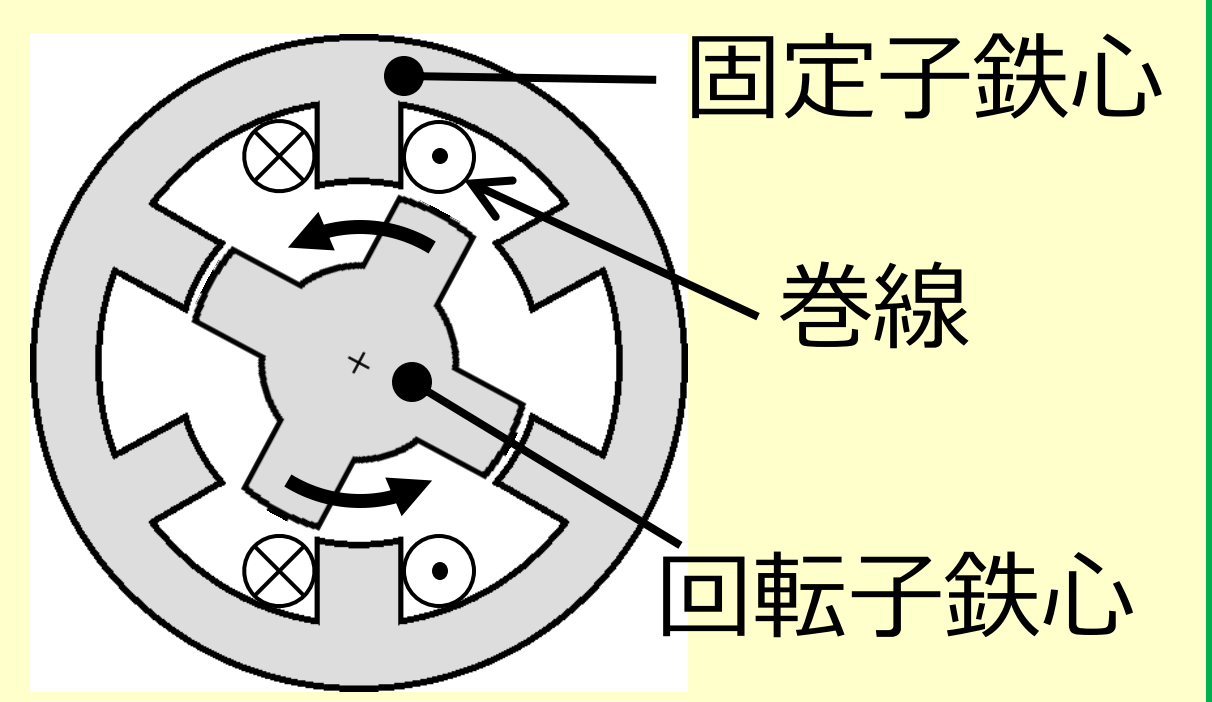
### リラクタンスモータ

#### 研究背景

ハイブリッド自動車やサーボモータの主流：永久磁石を用いて駆動する永久磁石同期電動機  
 しかし、永久磁石にネオジウムやジスプロジウムなどのレアアースが含まれている  
 ↓  
 レアアースを用いない  
**スイッチトリラクタンスモータ(SRM)**の研究

#### SRMの特徴

- 鉄心と巻線のみで構成 鉄心形状がシンプル
- ◎製造が簡単
- ◎低コスト
- ◎高速・高温に強い



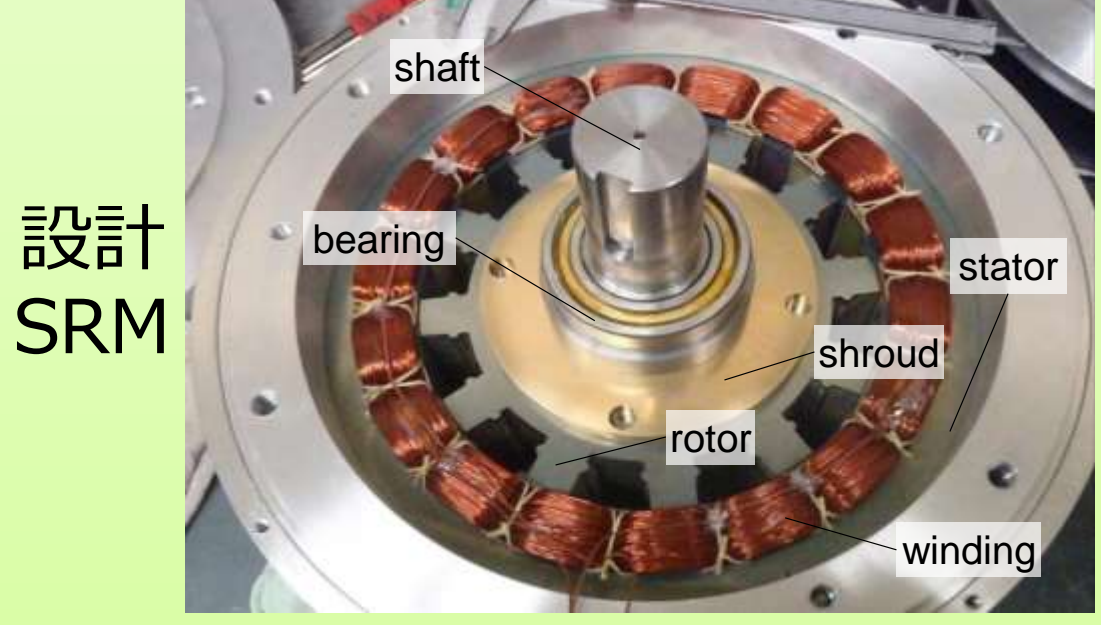
#### SRMの課題

- ×効率特性が悪い
  - ×機械的寸法が大きい
  - ×振動・騒音が大きい
- 課題を解決可能な構造や制御の検討

### ハイブリッド自動車用スイッチトリラクタンスモータ

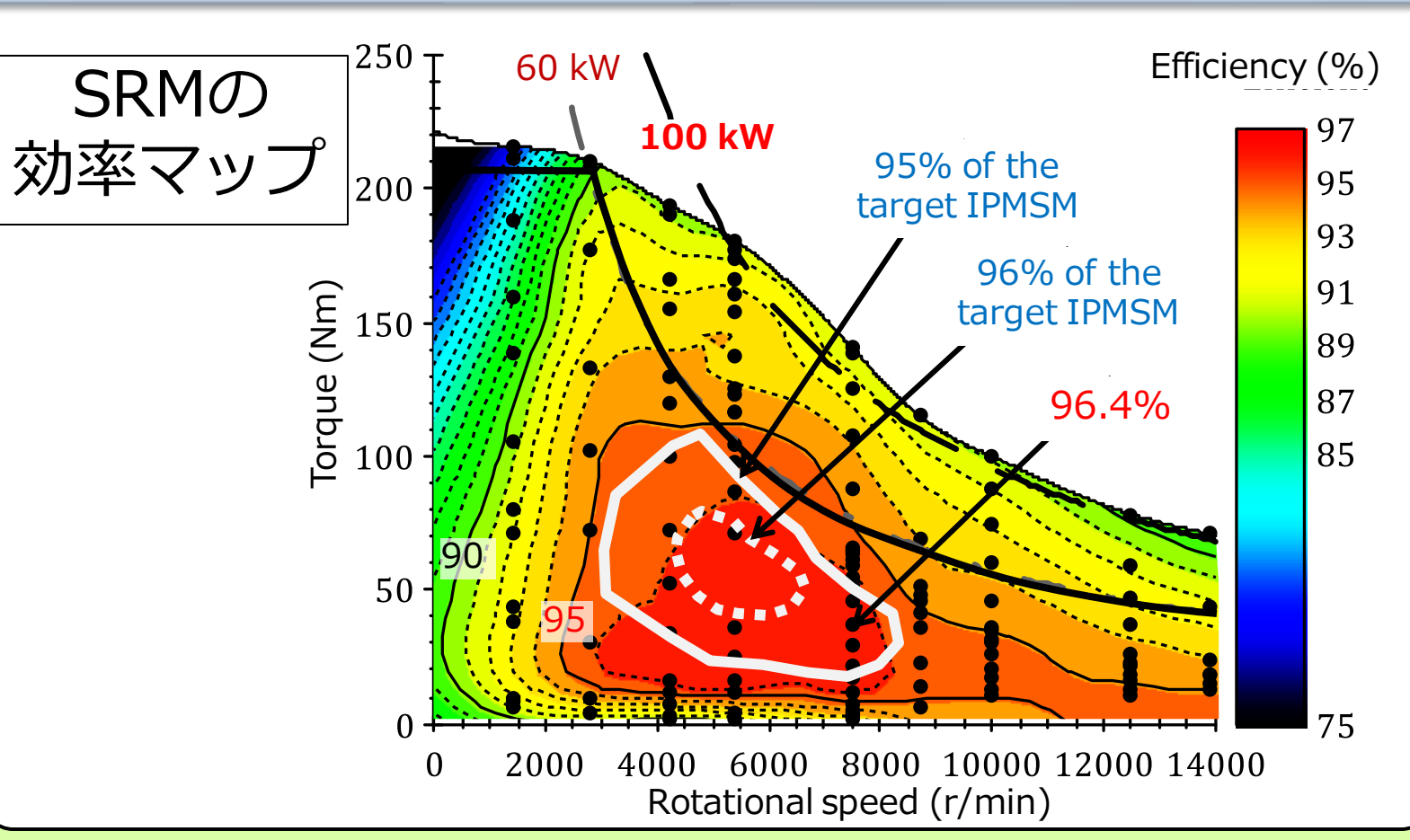
現行型HEV用IPMSMと同等の寸法・電流実効値で同等以上の**出力、トルク、効率、運転範囲**を目指す

	IPMSM	SRM
外径	264 mm	
コイルエンド+積厚	108 mm	
電流実効値	141 A	136 A
トルク	207 Nm	211 Nm
出力	60 kW	100 kW
出力密度	10.1 kW//	16.9 Nm//
最高効率	97%	97%

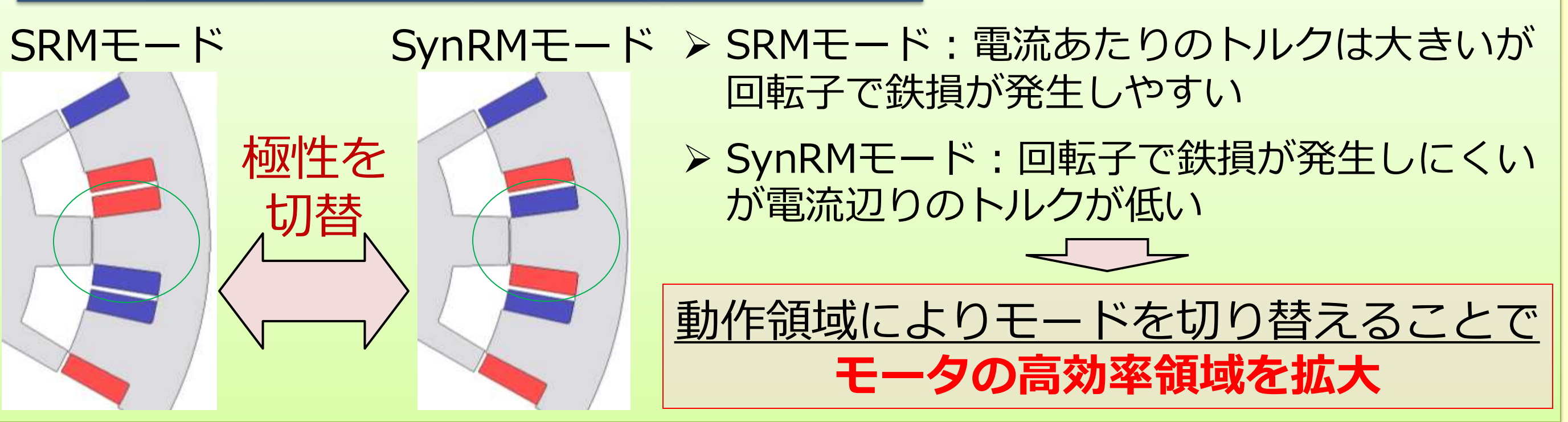


#### 実験結果

- ・目標トルク207 Nm以上の**210 Nm**達成
- ・目標IPMSMの最大出力を67%以上上回る出力**100 kW**を達成
- ・100 kW出力を5400-13900 r/minで達成
- ・目標最高効率96%以上の**96.4%**を達成



### 特性切替可能なリラクタンスモータ



### ベアリングレスモータ

#### ベアリングレスモータとは

**モータと磁気軸受**が磁氣的に一体化された回転機  
 ⇒ 機械的な軸受がなく、非接触で磁気浮上しながら回転する。

#### ベアリングレスモータの利点と応用

##### 利点

- ✓無汚染
  - ✓無摩擦・無摩耗
  - ✓潤滑油レス
  - ✓メンテナンスフリー
- クリーンルームで使用可能な遠心ポンプ, 回転テーブル
  - 電力貯蔵用フライホイール, 風力発電機
  - 冷却ファン, ブロアモータ

#### ベアリングレスモータの種類

本研究室では、主に小型のベアリングレスモータの研究開発を行っている。

	制御軸	出力	コスト	インバータ数	変位センサ数
5軸Belm	x, y, z, θ <sub>x</sub> , θ <sub>y</sub>	大	高	3相3台, 単相1台	5台
2軸Belm	x, y	中	中	3相2台	2台
1軸Belm	z	小	低	3相1台	1台

### アキシアルギャップ型シングルドライブリラクタンスモータ

アキシアルギャップ型リラクタンスモータ

反発型磁気軸受

B phase force, A phase force, C phase force

$f_r = k_r i^2$

Sum:  $f_{rsum} = f_{rA} + f_{rB} + f_{rC}$

従来の小型ベアリングレスモータ  
モータ部にレアアース永久磁石を使用

モータ価格が上昇  
≒コスト重視な用途では使用困難

リラクタンス型ベアリングレスモータ

➢アキシアルギャップ型モータとすることにより、通常の3相の巻線のみで、軸方向の磁気支持力とトルクを両方発生可能

➢軸方向の磁気支持力の制御はスイッチトリラクタンスモータの騒音低減手法を応用して制御が可能

**低コストでシンプルなベアリングレスモータを実現**

FEM解析により解析  
⇒実機試験により検証(今後)

### まとめ・今後の展望

【その他のテーマ, キーワード】 スイッチトリラクタンスモータの一般的なインバータ駆動化, リラクタンスモータの低騒音化(電流制御・モータ構造), シンク+リラクタンスモータ, etc.

最新のモータとして、永久磁石を使用しないリラクタンスモータや、磁気浮上により非接触で回転するベアリングレスモータを取り上げた。モータは長い歴史を持っているが、今日でも未だに進化が進んでいる。今後も最新の材料や解析技術、制御を使用することにより、さらなる高効率化・低騒音化が期待される。