

工学スタートアップセミナー

大講義室(8号棟3階)

# 電磁エネルギーシステムの研究

(電気自動車のための高効率な電気モータ駆動システム)

平成24年6月3日 (月)

13:55-14:06

電磁システム研究室 教授

藤崎 敬介

# 電気自動車COMSの解体

最高時速50km/h、一人乗り、普通免許、新車価格：60万円程度、トヨタ車体製作販売



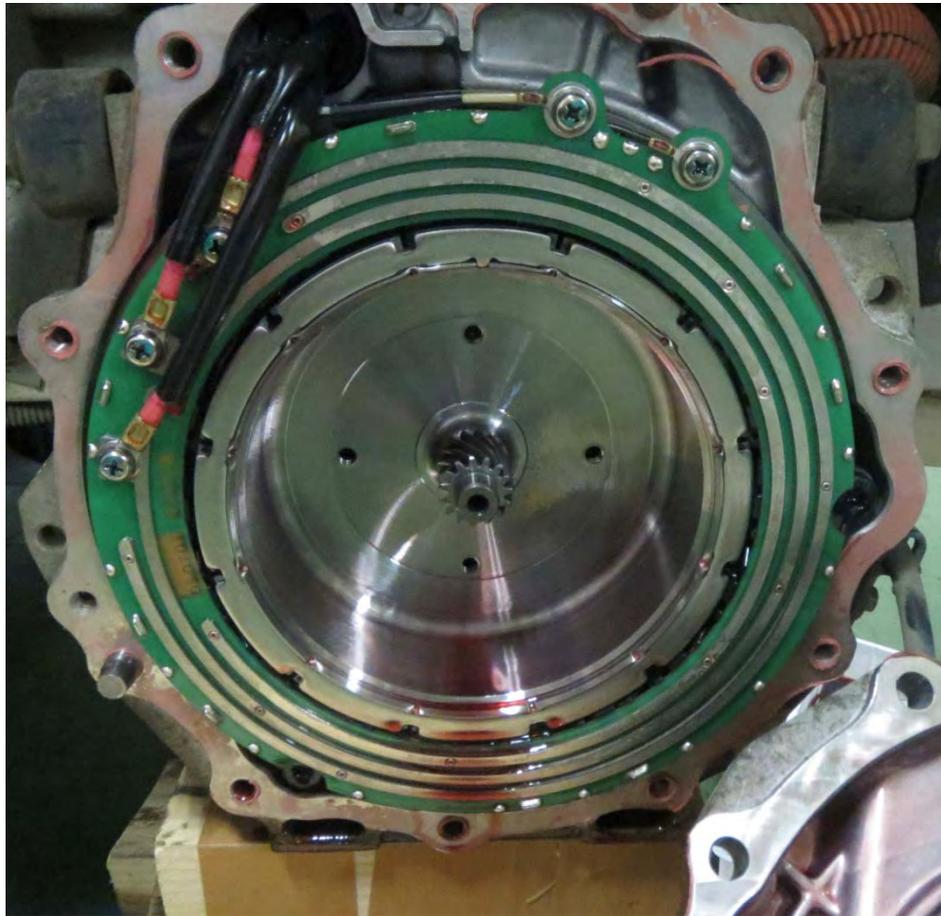
納車したCOMS  
(解体前)



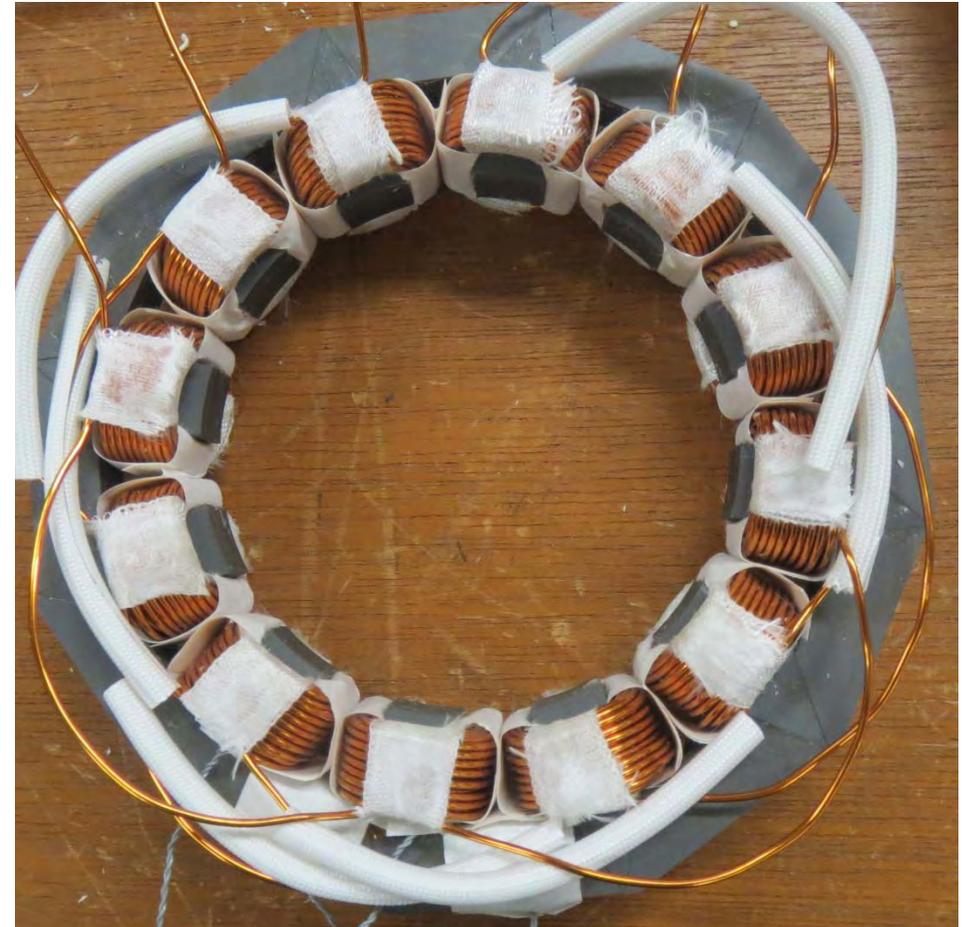
現在のCOMS  
(解体中)

# 高効率モータの試作

磁性材料の磁気特性を活かした高効率モータ(異方性モータ)を解析設計、試作評価し、電気自動車にてその特性を確認



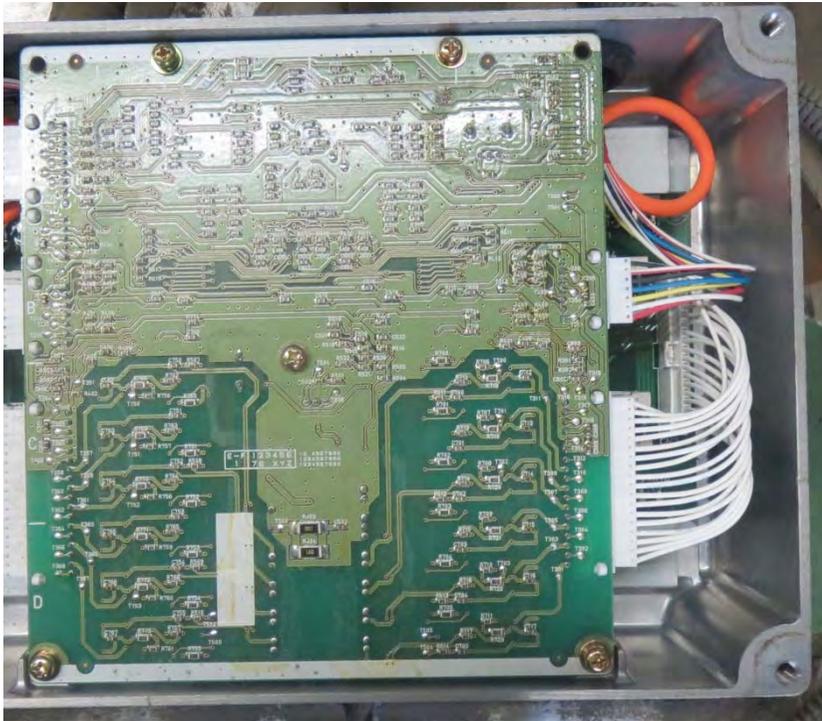
COMSのモータ  
(0.29kW, IPMモータ)



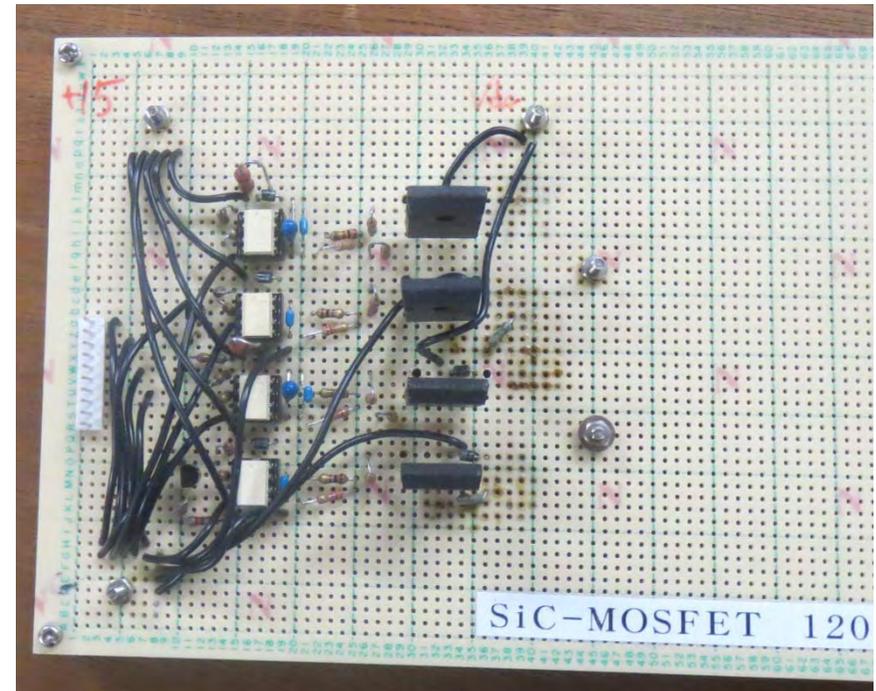
「異方性モータ」  
(GO材低鉄損IPMモータ)

# 将来のインバータの試作

- インバータを試作し、その特性を明らかにしている。
- 特に将来の材料SiCのデバイスと鉄損との関係から、モータ駆動システムとしての高効率化を目指す。



COMSのインバータ  
(DC72V、PWMベクトル制御)<sup>4</sup>



SiCインバータ試作  
(単相AC、SiC-MOSFET)

# 電気エネルギーへの社会ニーズ

## 1. 電気自動車の実用化

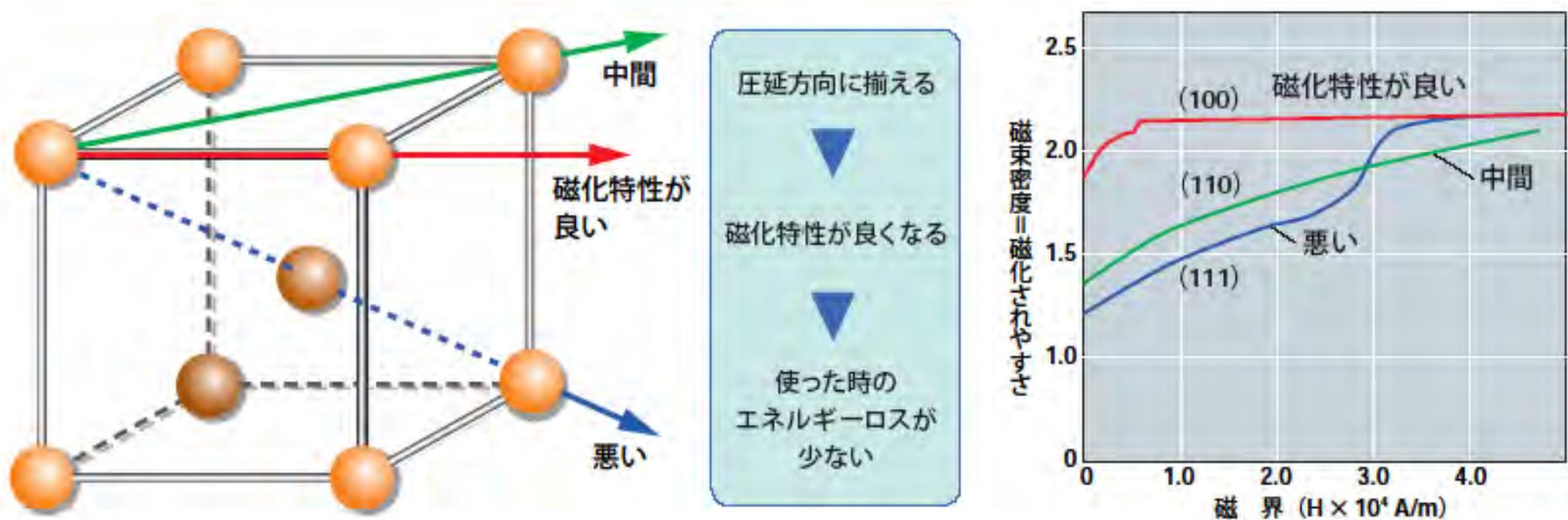
- PRIUSの出現により、国内のエネルギー消費の2-3割を占める輸送部門において、内燃機関から電気モータへの転換が促進されている。
- この動きは、自動車に限らず、船舶、飛行機(B787等)まで及んでいる。

## 2. スマートグリッドへの期待

- 太陽光発電など再生可能エネルギーへの期待が高まっているが、その実現のためには、スマートグリッドといった電気エネルギー変換技術が必須である。
- パワーエレクトロニクス技術のニーズが増えている。

# 材料は異方性である

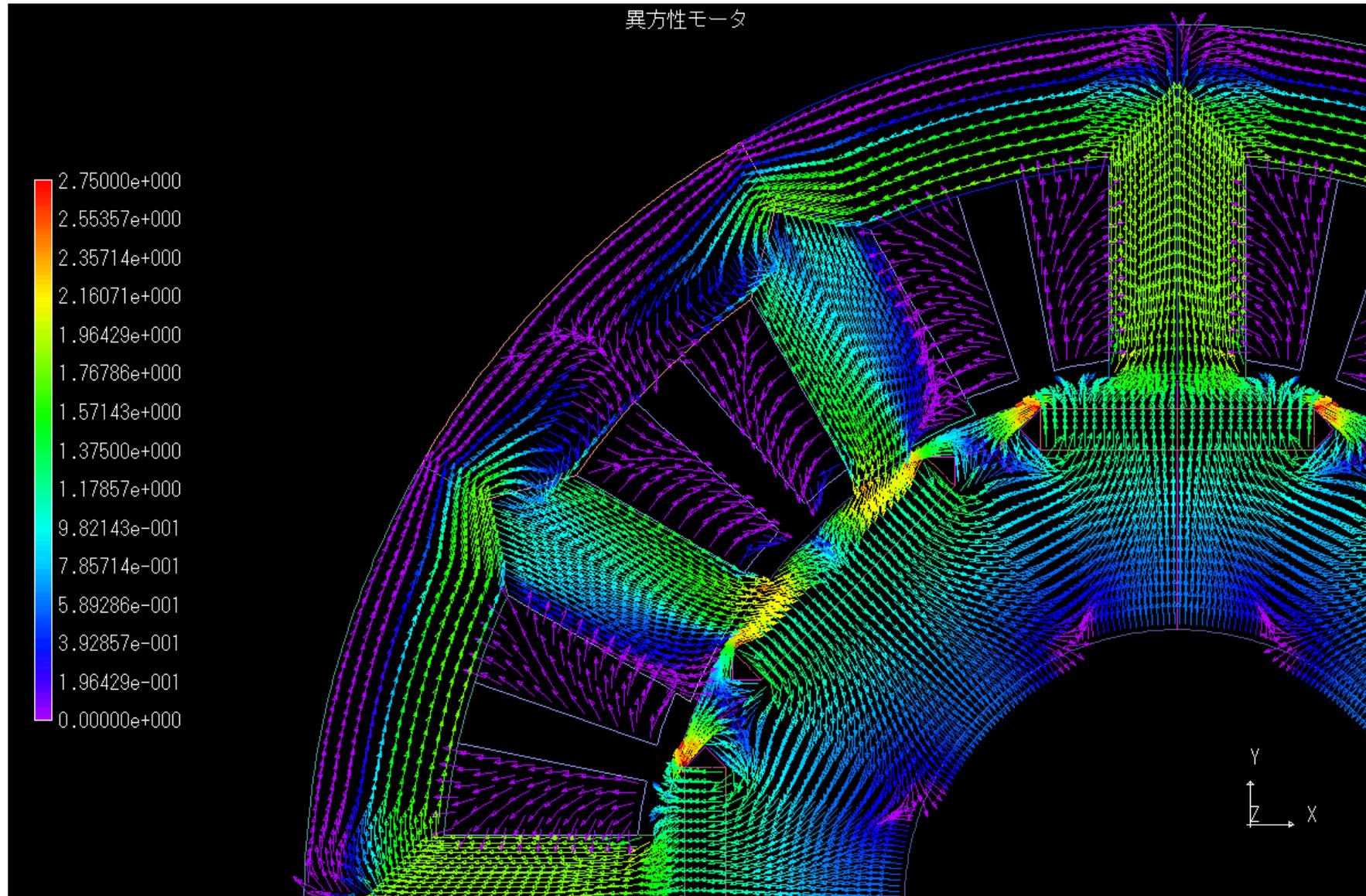
- 鉄原子の結晶方位によって磁気特性が異なる。
- 磁気異方性が発生する要因である。



- 材料本来は、強い磁気異方性を有しているが、モータで使用する材料は、異方性特性を減じる方向で製造されている。

# 異方性モーメント

異方性モーメント



# インバータ励磁による鉄損増加1

- 電磁鋼板の損失は、高調波を含まない正弦波励磁で評価されてきた。
- しかし電磁鋼板を使用するモータは、高調波を含むインバータにて励磁される。

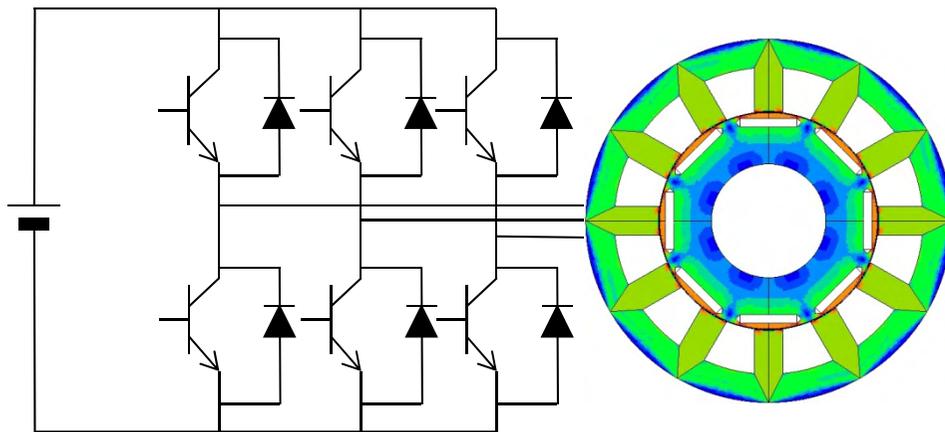


Fig. 1 インバータ回路によるモータ駆動

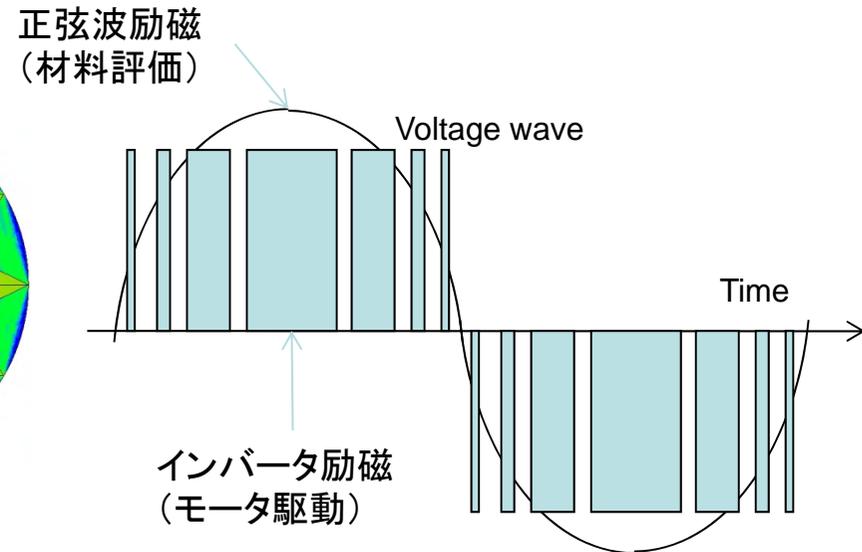
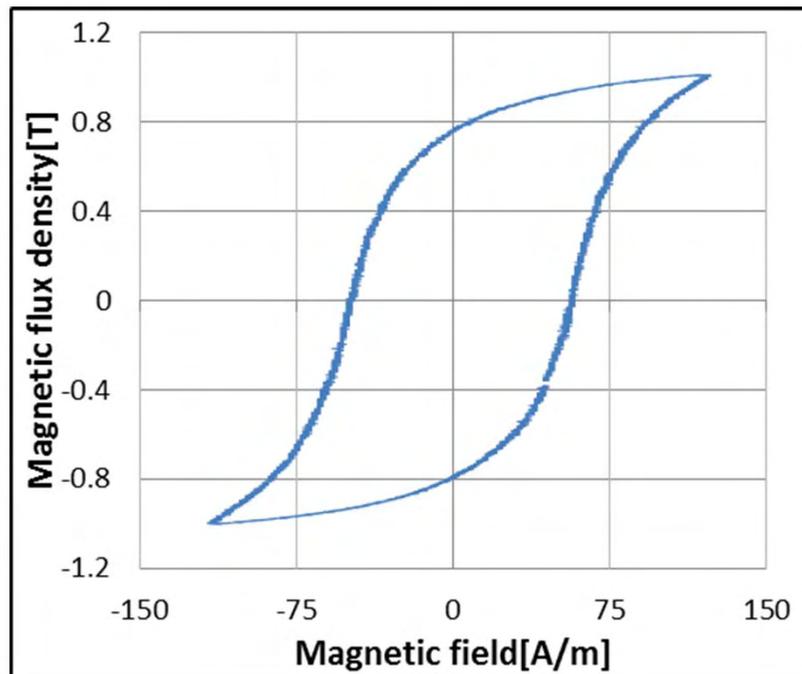
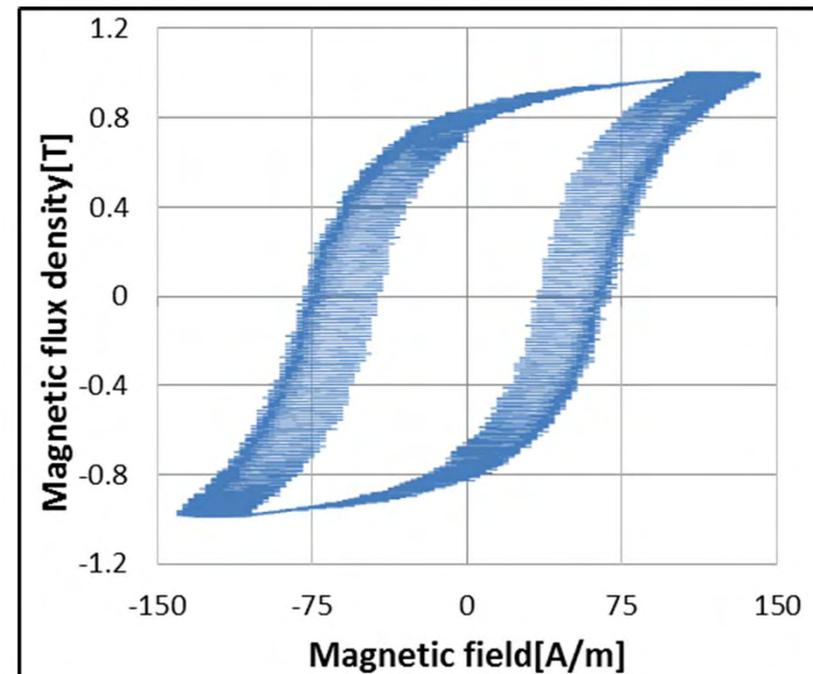


Fig. 2. インバータ波形(モータ駆動)と正弦波波形(材料評価)

# インバータ励磁による鉄損増加2



Bipolar amp. Excitation  
Iron loss: 1.22 W/kg

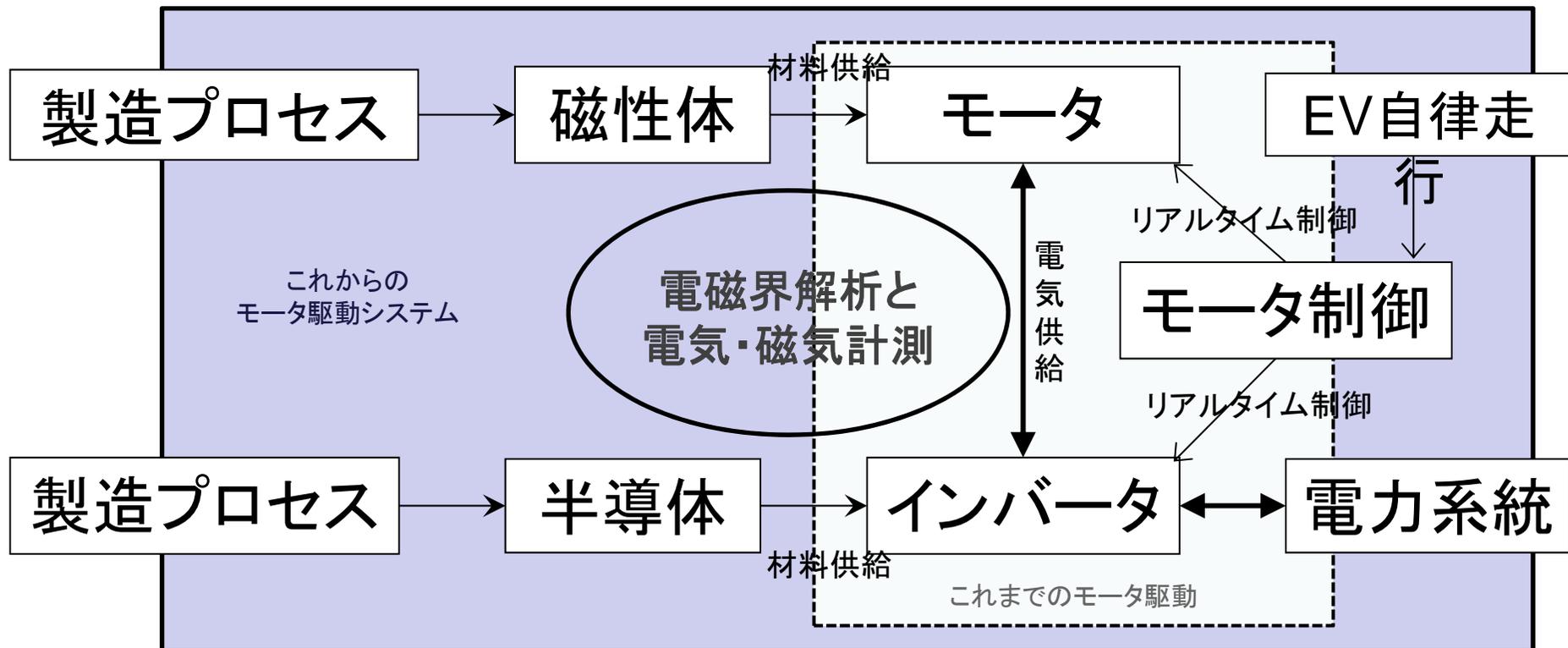


PWM Inverter excitation  
Iron loss: 1.65 W/kg

- インバータの高調波により、鉄損が増加する。

# 半導体・磁性体の融合による高効率モータ駆動システム

- モータ駆動は、電気・制御・材料の供与を受けており、これまではそれぞれ独立して研究開発をしてきた。

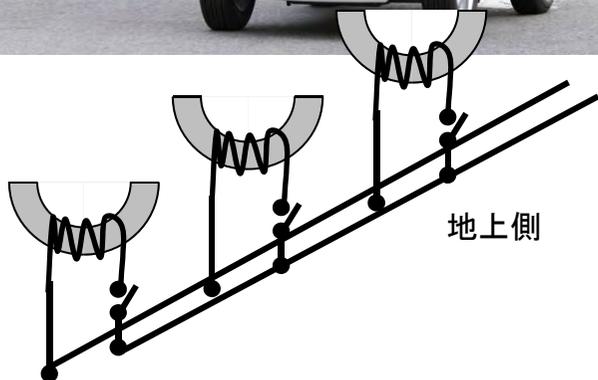
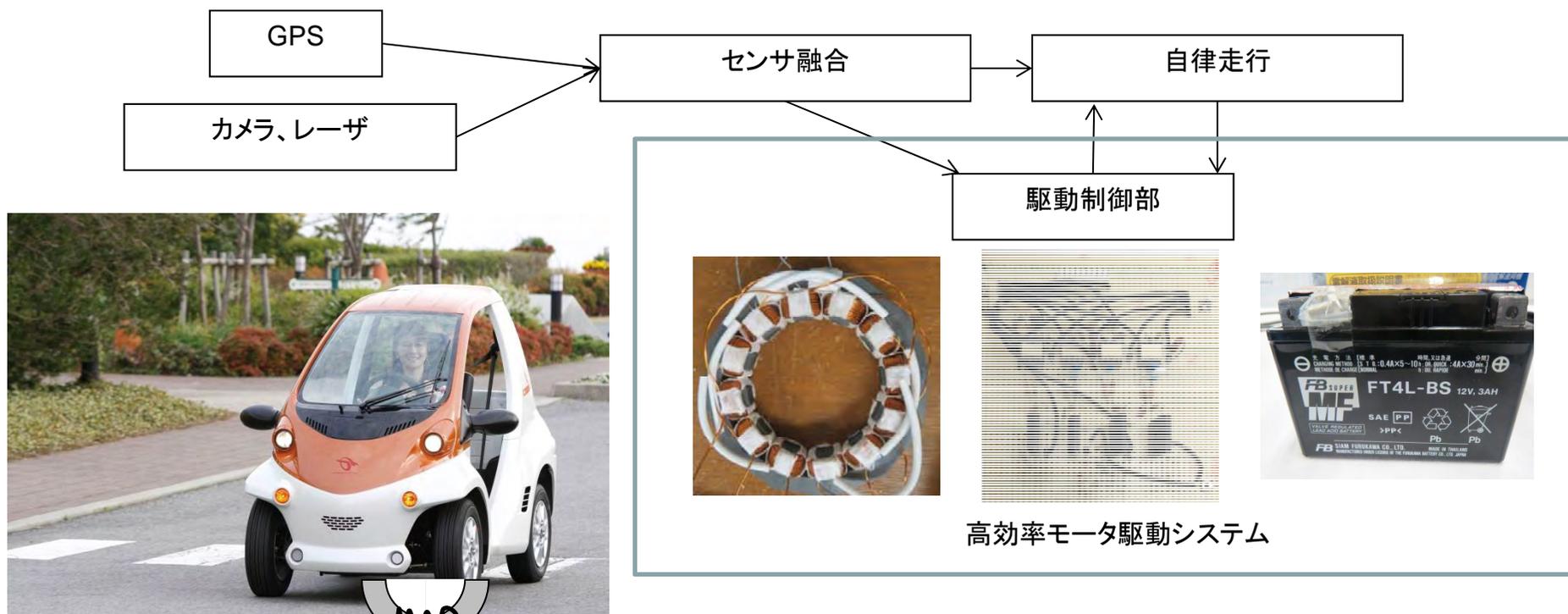


- 更なる高効率小型化を目指すためには、それぞれを融合した技術の研究開発が必要である。

# 高効率と充電

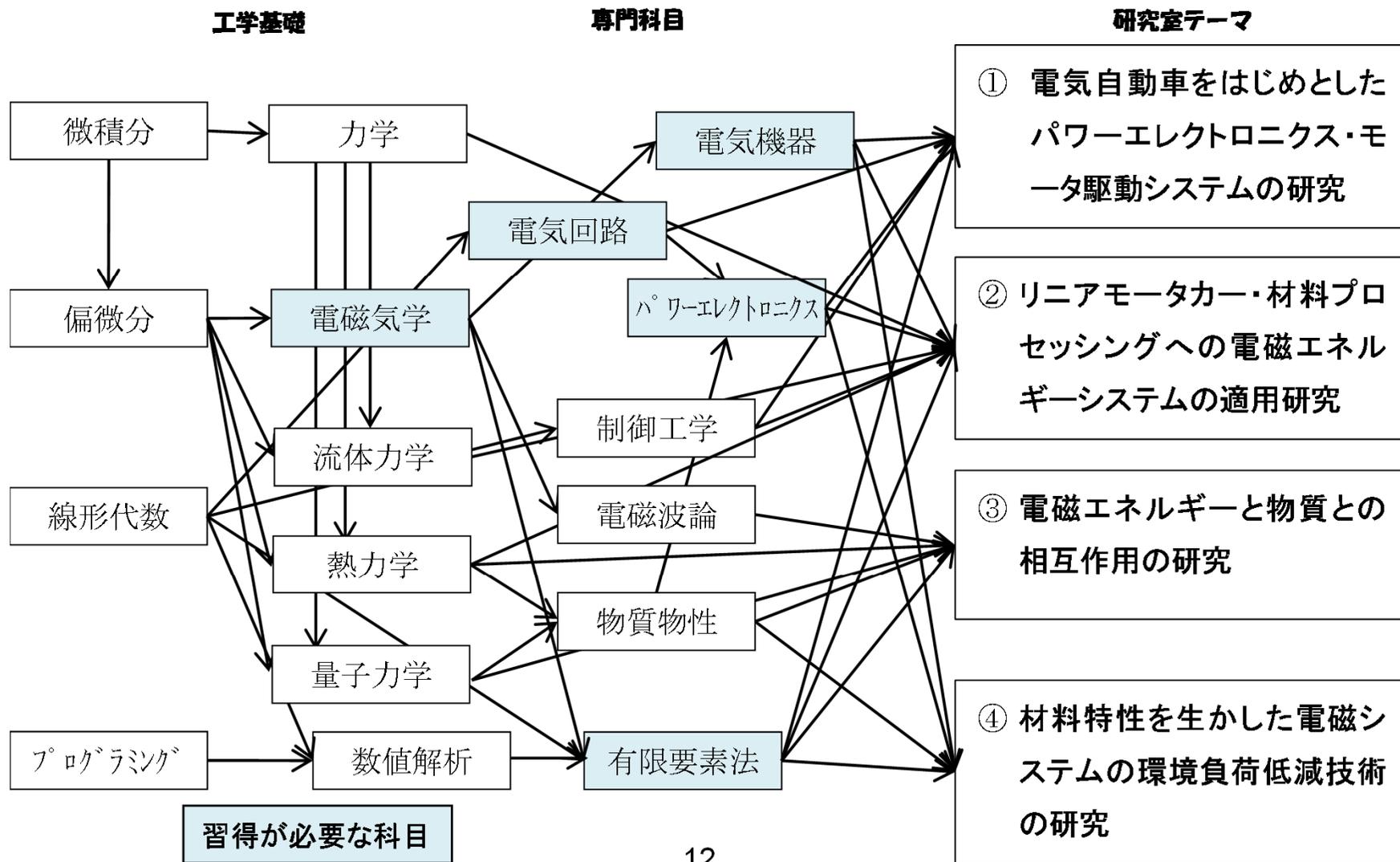
## EV用高効率モータ駆動システムの研究

- モータ駆動システムの損失は、速度、トルクで変動するため、それを決める自律走行特性に合わせたシステムの構築、制御方法をも研究の視野に入れる。



- 磁性材料特性を活かした異方性モータの研究。
- インバータ励磁による鉄損増加要因の解明とその低減策

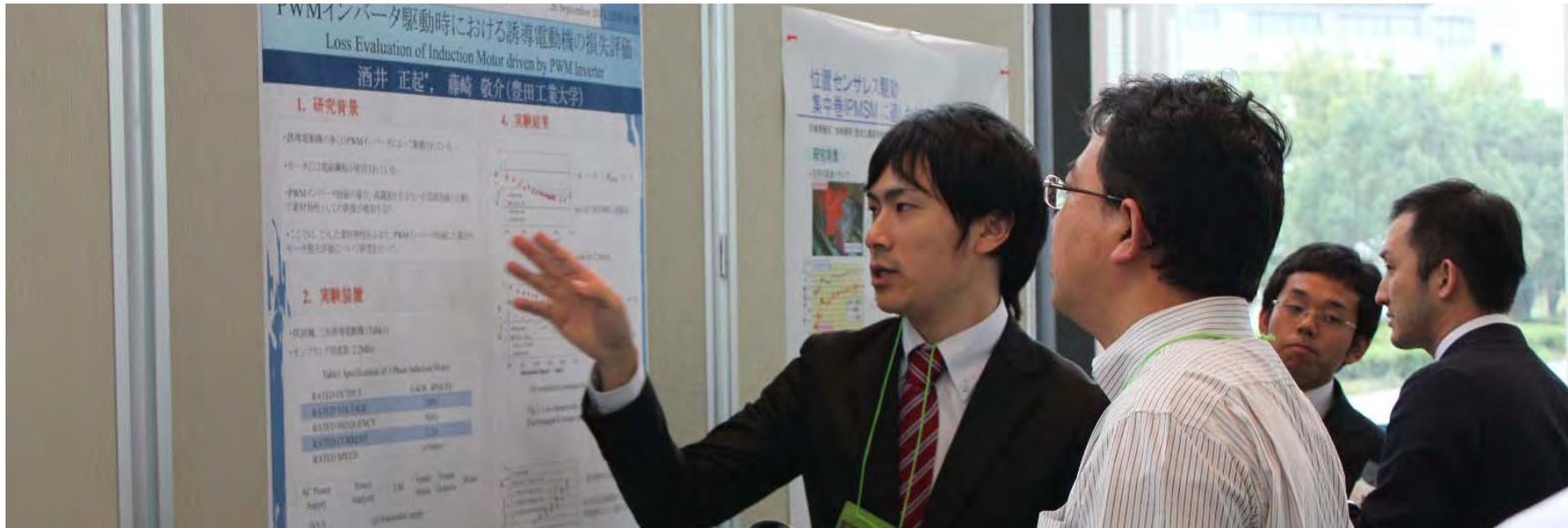
# 先端研究を行うには基礎学力が必須



# 週に1度の研究室打ち合わせ



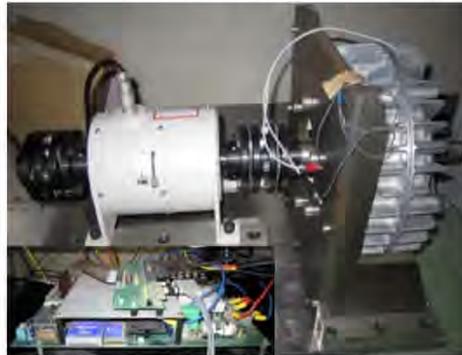
# 国内・海外での学会発表



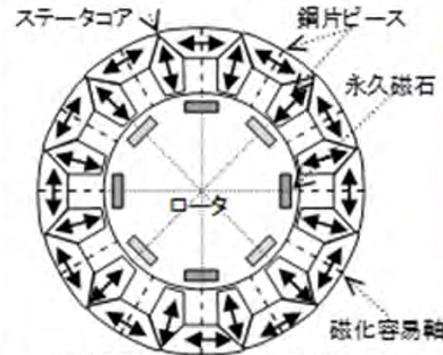
# 電磁界融合学

## 【電磁エネルギー機器】

・モータ、パワーエレクトロニクス、電磁場発生装置



パワーエレクトロニクス・モータ駆動システム



材料特性を活かしたモータ研究：「異方性モータ」<sup>[1]</sup>

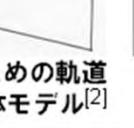
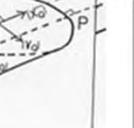
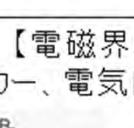
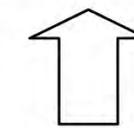
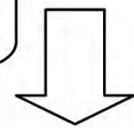
第一種の融合：各領域での融合（マルチスケール、マルチフィジックス）

第二種の融合：各領域間での融合（目的と手段の融合）

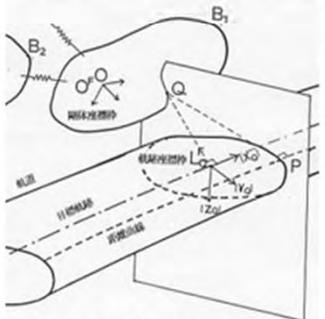
電磁アクチュエータと応用先との融合（マルチフィジックス）

材料特性を活かした電磁アクチュエータ（マルチスケール）

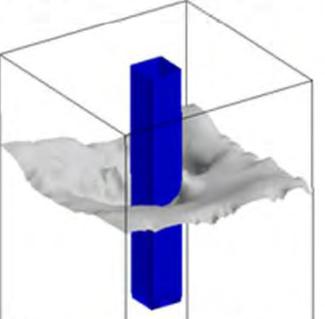
電磁界融合学  
電磁エネルギー機器の目的（応用先）と手段（材料）との融合



【電磁界応用】  
・リニアモーターカー、電気自動車、電磁プロセス



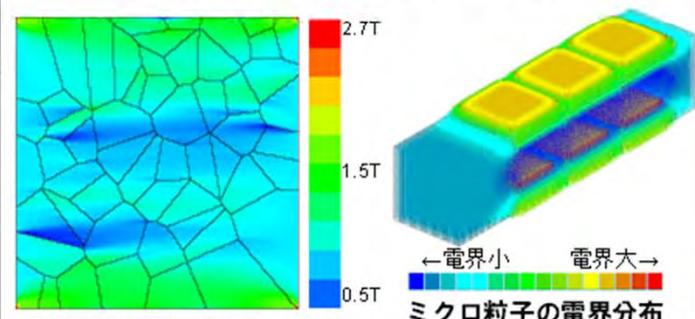
電気自動車等のための軌道追従三次元多剛体モデル<sup>[2]</sup>



リニアモーター駆動による自由表面・電磁流動<sup>[3]</sup>

15

【電磁材料】  
・磁性体、導電体、誘電体、半導体



多結晶磁性体の磁束密度分布（80mm<sup>2</sup>、56結晶粒、GO材）<sup>[4]</sup>  
マイクロ粒子の電界分布（2.4 $\mu$ m<sup>3</sup>（水）が3 $\mu$ m<sup>2</sup>、2.4GHz）<sup>[5]</sup>

図1. 電磁界融合学

# END

**【問合せ先】**

藤崎教授（3号館1階、3104号室）

内線：826、052-809-1826

[fujisaki@toyota-ti.ac.jp](mailto:fujisaki@toyota-ti.ac.jp)