

## 令和3年度 卒論説明会

# 川畑・平山研究グループ

担当教員	テーマ
川畑	超伝導変圧器用次世代高温超伝導線材の均流特性の評価
	液体窒素蒸発法による高温超伝導コイルの交流損失特性評価
	高温超伝導電力ケーブル用Bi2223テープ線材の交流損失特性評価
	桜島火山降灰地域に適した太陽電池モジュールの開発に関する研究
平山	高速搬送用リニアモータに関する研究
	高温超伝導リニアモータに関する研究



## リニア搬送システム

### 実用例

- “LCMR200”@YAMAHA
- “ACOPOStrak”@B&R Industrial Automation
- “iTRAK 5730”@Rockwell Automation
- “MagneMover LITE”@MagneMotion など

自由なレイアウト&省スペース, 省メンテナンス&長寿命  
高速&高精度&高加速, スループットの向上



搬送時間の短縮, 高い生産性, コスト低減

半導体製造, 電気・電子部品, 車載部品の組立工程, 物流業界などで

**生産効率向上のためにリニア搬送システムが必要不可欠**

### 課題

#### リニアモータの製品例

- “LM-Fシリーズ”@三菱電機
- “SGLF2 Series”@安川電機 など

#### 界磁に永久磁石を使用

- 低コスト化の妨げ
- 無価値時間（ワークを運ぶだけの搬送時間）での消費電力低減の妨げ
- 高速運転時の特性低下

#### 位置センサが必要

- 低コスト化の妨げ
- 省スペース化の妨げ
- 高速, 高加速の妨げ
- 信頼性の低下

これらの課題を解決し,  
生産効率の向上のみならず,  
これまで実現できなかった用途・分野  
にまでリニア搬送システムを導入

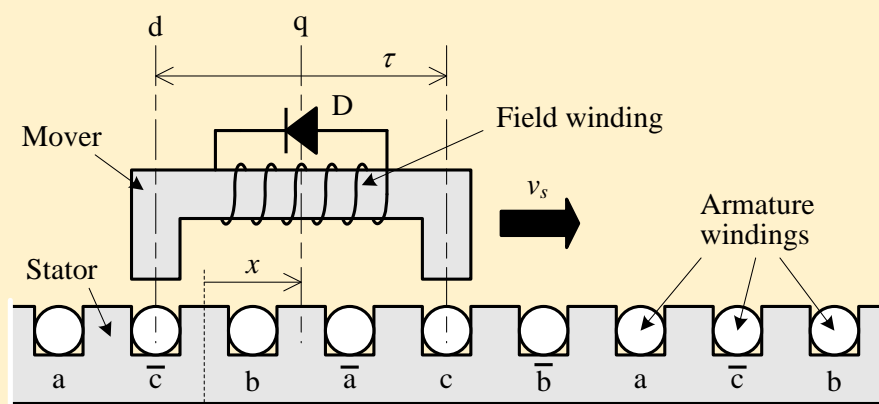
**リニアモータでイノベーションを  
起こす！**



## 具体的な研究テーマ

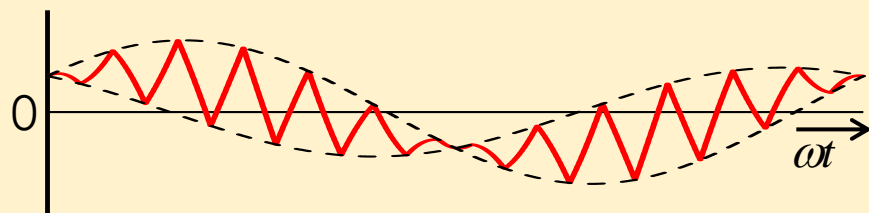
- 高推力密度化を目指した新型リニアモータの開発
- リニアスイッチトリラクタンスモータのセンサレス制御

永久磁石を用いない，パワエレ技術を駆使した自励式で可変界磁のリニアモータ



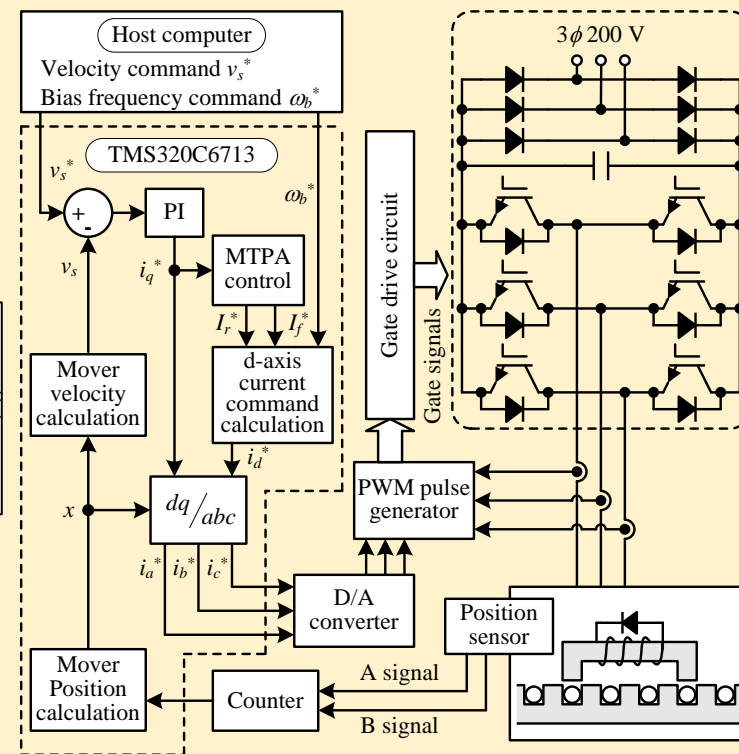
a-phase winding axis

● 電機子電流波形 (a相のみ)



```
//速度PI制御↓  
werr_old = werr; ↓  
werr = scom-speed; ↓  
iq += KP*(KI*werr+werr-werr_old);  
iq_MAX = SQRT(3)*sqrt(Iam*Iam);  
if(iq > iq_MAX) iq = iq_MAX;  
else if(iq < -iq_MAX) iq = -iq_MAX;  
//↑↑↑合点↑↑↑
```

デジタル  
信号処理  
(DSP)



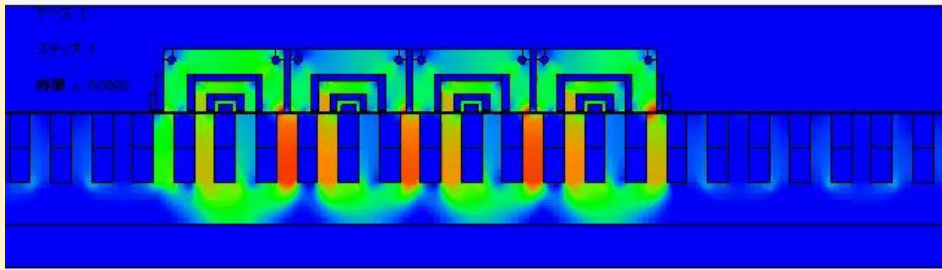
インバータ

## 具体的な研究テーマ

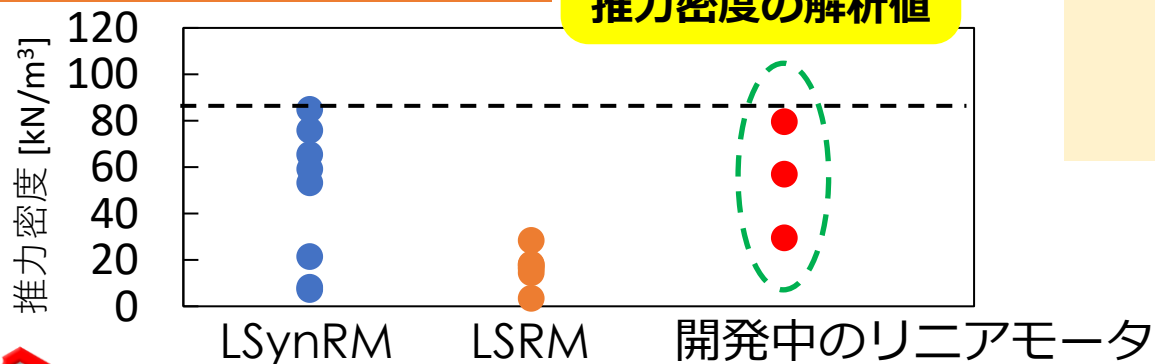
- 高推力密度化を目指した新型リニアモータの開発
- リニアスイッチトリラクタンスモータのセンサレス制御

### 設計と特性解析

専用のソフトで磁場解析



### これまでの成果の一例



### 実験装置の作製と実験



鉄心の組立

巻線



完成



実験機の実験機特性測定, 制御法の検討

永久磁石レスリニアモータの推力密度で  
世界No.1を目指す！！

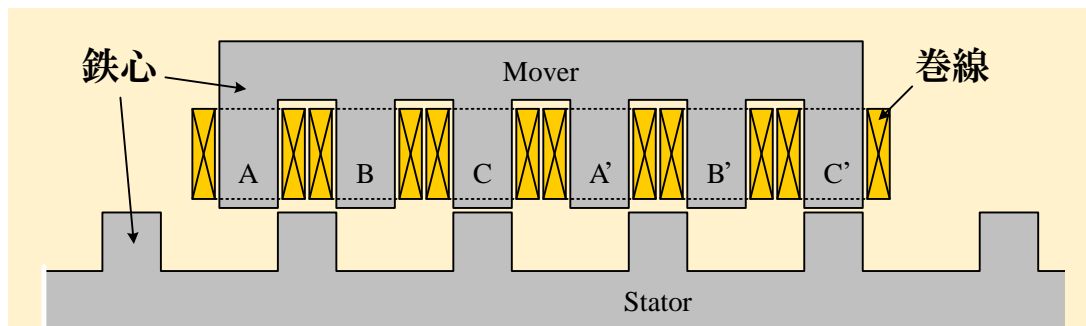




## 具体的な研究テーマ

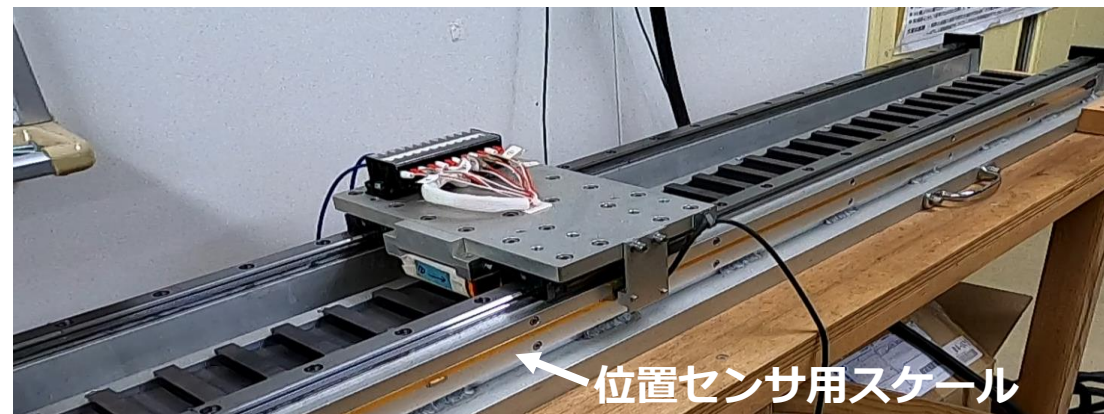
- 高推力密度化を目指した新型リニアモータの開発
- リニアスイッチトリラクタン্সモータのセンサレス制御

## パワエレ技術で実現されるリニアスイッチトリラクタン্সモータ (LSRM)



### リニアスイッチトリラクタン্সモータ

- 鉄心と巻線のみで作製可能な簡単，安価，堅牢，故障に強い構造
- 広い速度範囲にわたる良好な効率特性
- 大推力化が可能
- 可動子位置に応じて通電を切り替えて駆動



制御装置や制御技術を駆使して  
モータの電流，電圧から可動子の位置を推定

位置センサレス制御によって，ストローク，  
速度，加速度，環境などの使用制限を取り去る  
⇒リニア搬送システムの応用の幅を広げる



## エレベータ

従来のロープ式エレベータ：ケーブル，カウンタウェイト，モータを使って駆動

- ビルの高層化に伴って床面積が減少（例：100階建てでは全空間の約30%をエレベータに使用）
- ケーブルの長さや強さ，重さによりエレベータの高さ，速度に制限

キャabinをリニアモータで駆動



ロープレス

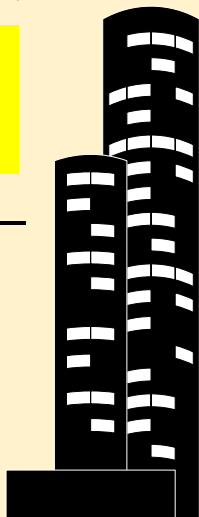
- 1シャフトに複数のキャbinを駆動
- 垂直+水平移動

限られた建物の容積を有効に利用，待ち時間の緩和，経済効率の向上

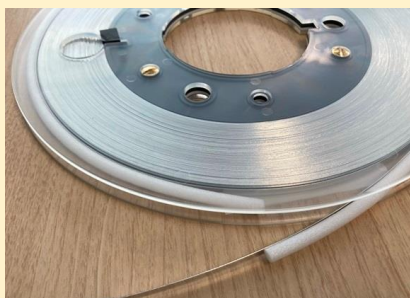
### ● ロープレスリニアエレベータ

“MULTI”@thyssenkrupp  
Elevator

- 約250mのテストタワーで試験運転中



### 高温超伝導線材の応用



高電流密度によるモータの高推力密度化

- さらなる省スペース化
- 輸送重量の増加

次世代の縦方向輸送システムの開発



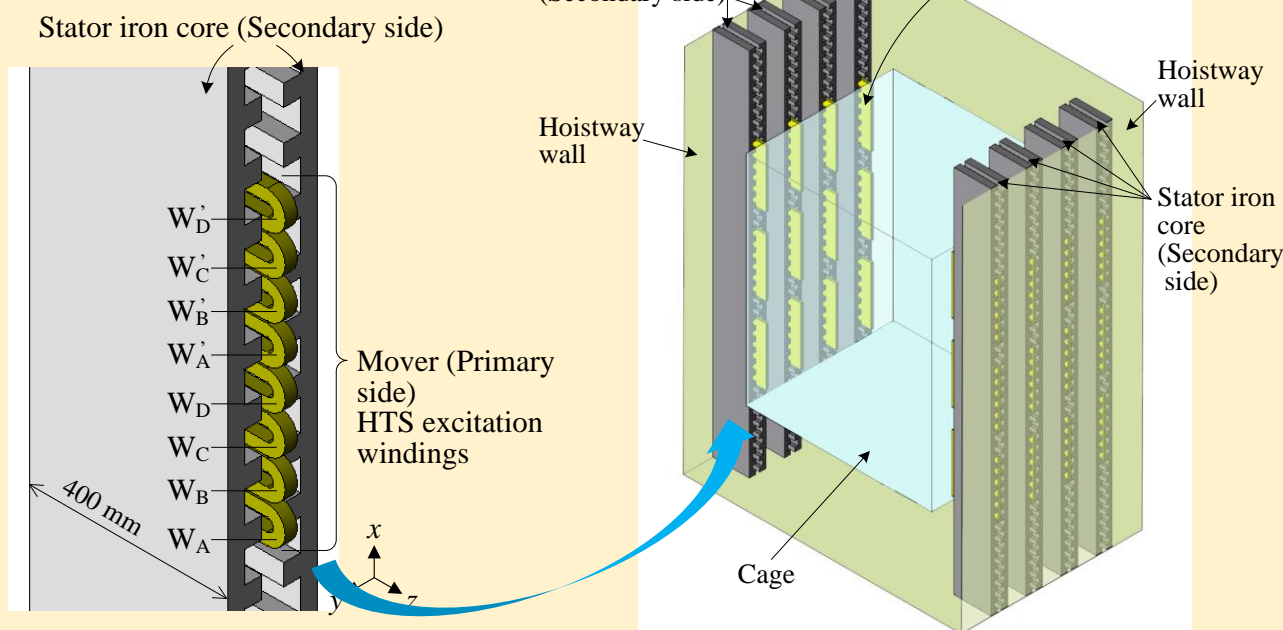
## 具体的な研究テーマ

➤ ロープレスリニアエレベータ用高温超伝導リニア  
スイッチトリラクタンスモータの開発

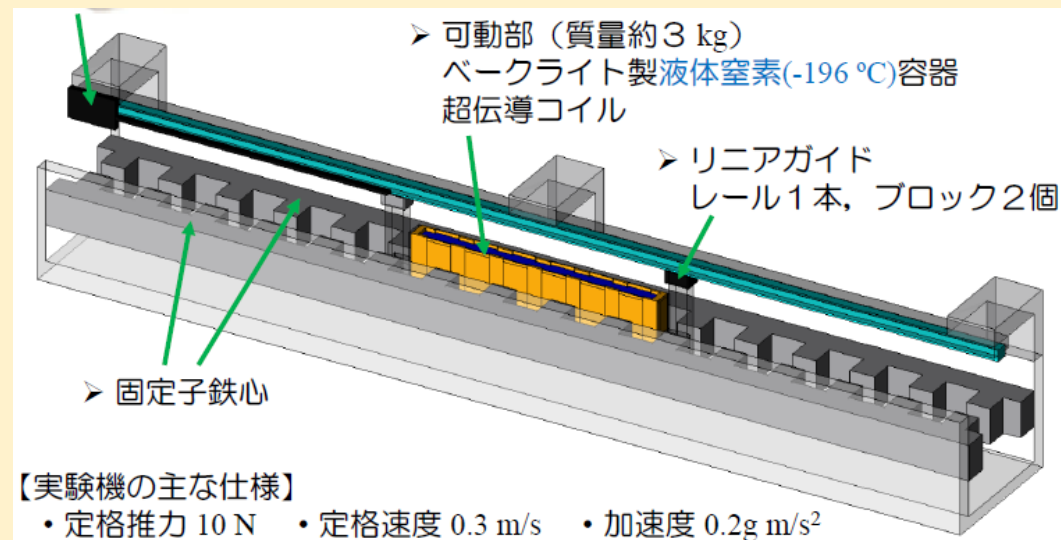
## リニアスイッチトリラクタンスモータ (LSRM) に高温超伝導コイルを使用

### 高温超伝導LSRMによるリニアエレベータのモデル図

#### ● 高温超伝導LSRM



### 実験機的设计と作製



世界初の実験機で特性評価



## 自励式で可変界磁の新型リニアモータの開発に関する研究

### 受賞

- 電気学会優秀論文発表賞 (M1, R2年, 電気・情報関係学会九州支部連合大会)
- 電気学会優秀論文発表賞 (M1, R2年, リニアドライブ研究会)

## リニアスイッチトリラクタンスモータに関する研究

### 受賞

- YPC優秀発表賞 (M2, R元年, 電気学会産業応用部門大会)
- 研究科長賞 (M2, R元年, 鹿児島大学大学院理工学研究科)
- 学長表彰 (M2, H29年, 鹿児島大学)
- YPC優秀発表賞 (M2, H28年, 電気学会産業応用部門大会)
- IEEE IAS Young Engineer Competition Award (M2, H28年, IEEE IAS Japan Chapter)

### 就職

- スズキ (M2, R元年度), 日立製作所 (M2, H30年度), テラプローブ (B4, H30年度), アイシン・エイ・ダブリュ (M2, H28年度), 富士電機 (M2, H27年度), 佐世保重工業 (B4, H27年度) など

学生の皆さんは貴重な人材です。  
学生が主役になって教員と一緒に  
活躍できる研究ができればと  
思っています。

## 高温超伝導リニアスイッチトリラクタンスモータに関する研究

### 受賞

- 電気学会優秀論文発表賞 (M2, R2年, リニアドライブ研究会)

### 就職

- 三菱重工業 (M2, R元年度), 山九 (B4, H28年度), ファナック (M2, H27年度), アロン電気 (B4, H27年度), 日本軽金属 (M2, H26年度) など

