

---

---

# 次世代輸送システム研究部門

2019 年度活動サマリー・研究成果・業績リスト

## 次世代輸送システム研究部門

(部門長)

星野 祐 教授

(副部門長)

大島政英 教授

(部門研究員)

北村正司 教授

雷 忠 教授

國行浩史 教授

佐藤大記 助教

齊藤 茂 客員教授

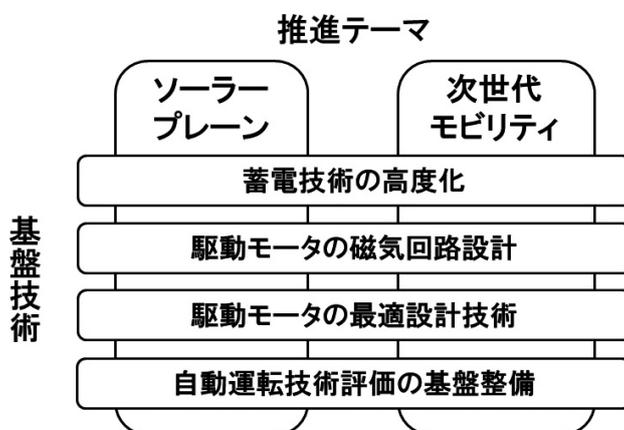
## 次世代輸送システム研究部門 活動サマリー

### 1. 背景・目的

長野県は2016年に「航空機産業振興ビジョン」を策定し、航空産業に参入する活動を推進している。また、航空機の環境問題対策として、航空機の電動化が注目されており、二酸化炭素 CO<sub>2</sub> の排出削減による環境負荷の低減を始め、燃費の改善、騒音の低下、制御系の電氣化による安全性の向上などの利点が期待できる。その実現には、機体設計、製造、インバーター、モータ、電池、材料の軽量化などの技術開発が求められる。

一方、少子高齢化及び都市圏の人口集中を背景に、今後の社会における新たな移動手段として次世代モビリティの利用が検討され、各地で社会実装が試行されている。少子高齢化は国内外で深刻な問題であるため、優れた次世代モビリティを開発・実用化して生産拠点を形成できれば地域の製造業振興の一助になると考えられる。

そこで本部門ではメンバーが連携し、電動航空機と次世代モビリティの実用化を地域と連携して進めることを目的とする。また、蓄電技術の高度化、駆動モータの磁気回路設計・最適設計技術の開発、及び自動運転技術評価などの基盤技術の整備も進める。



### 2. 2019年度活動サマリー

二つの推進テーマと、基盤技術の両面から研究を進めた。また、地元企業との共同研究にも取り組んだ。

#### 1) 電動航空機技術の研究開発（推進テーマ）

太陽光エネルギーを動力源とした無人航空機の研究開発を続けており、製作した7号機の飛行試験を実施した。さらに飛行性能を向上するため、機体設計の改良を行った。

一方、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の先導研究プログラム「航空機向け高出力・高密度モータの技術開発」において、本部門が再委託先として採択され、委託先の企業と共同で研究開発を進めている。

また、電動航空機の研究開発に関する研究会、5回を主催、参画した。県内の関連プロジェクトを支援するように活動を継続する。

## 2) 電動航空機用主駆動用モータの電磁界解析と出力特性

電動航空機用主駆動モータにアウターロータ型で永久磁石にハルバック配列を適用し、電磁界解析を行った。永久磁石の厚みや分割数、着磁方向がモータ出力に及ぼす影響について明らかにした。

## 3) 航空機向け高パワーウェイト比ブラシレス DC モータの電磁界最適設計

航空機向け装備品の電動化には軽量な高出力モータが必須である。本研究では、ギャップ磁場の増大が可能なハルバックアレイ（以下、HA）回転子を適用した内転及び外転型ブラシレス DC モータ（以下、BLDCM）を対象に、パワーウェイト比（以下、PWR）の最大化問題を解いて、モータ構造、PWR 値、効率などを調査した。

## 4) 次世代モビリティの実用化（推進テーマ）

これまでの球乗り型の問題点を解決した継手型電動車いす 2 台を開発し、姿勢の安定化制御に取り組んだ。その結果、下肢不自由者用電動車いす、及びスポーツ競技用電動車いすの安定化制御に成功し、提案した継手型電動車いすの利用可能性を部分的に確認した。

知財の国内外における確保と、国内外の商社や製造企業との製品化開発に関する協議を進めた。また、京都市、横須賀市などで展示を行い、市民、製造企業、自治体関係者に紹介し、交流の機会を設けた。その後も出展依頼などを受けている。

## 5) 次世代モビリティに対応する蓄電技術の高度化

次世代モビリティでは、従来のモビリティに適用されるような重厚な蓄電システムが必ずしも求められるものではない。むしろ、軽量化や低コスト化を意識した新たな蓄電システムが要求される。本研究では、既存の蓄電技術を次世代モビリティに適用する上での課題について整理し、パーソナルモビリティや電動飛行機等、本部門が対象とする次世代モビリティに適した新たな蓄電システムを提案する。

前年度の課題調査の結果から、以下の 3 項目を重点課題として検討を進めた。

- ① 急速充電・劣化抑制技術
- ② 低コスト化
- ③ エネルギーマネジメント

## 6) 自動運転技術評価の基盤整備

自動運転技術評価の基盤整備を目的として、3 テーマについて継続して検討した。

- ① 実車試験評価路の調査
- ② 自動運転実証実験の情報収集と参画
- ③ 自動運転模型車の調査・改良（自動運転化）および試験コースの作成と評価

## 7) 高速搬送を目的とした制振位置決め制御（共同研究）

地元企業から、地域連携開発機構に持ち込まれた共同研究案件として「制振制御システム」および「高速搬送システム技術」があり、今年度本格的な共同研究を進めた。基本的な振動制御技術については本学で特許を単独出願した。柔軟性を含む直動位置決め機構、及び共同研究先が製品として開発した高速搬送装置について、提案した制御手法を実装し、残留振動の低減に取り組んだ。その結果、タクトタイムの短縮に繋がるような振動制御の効果が確認できた。

## 【研究成果】

### 電動航空機技術の研究開発

#### 1. 背景・目的

近年、世界中に電動航空機に関する研究開発が急激に活発となり、2020年現在、約200社が関連プロジェクトを発表し、技術競合が激しくなっている。モータ、インバータ、バッテリー、軽量化材料、など電動化に関する要素技術が飛躍的に向上しており、2020年代半ば、小型電動航空機（1～5人）の実現が予測される。一方、航空機のCO<sub>2</sub>排出削減が重要な環境課題として取り上げられており、電動化による環境負荷の低減が注目を集めている。航空機電動化の利点としては、二酸化炭素CO<sub>2</sub>の排出削減による環境負荷の低減を始め、燃費の改善、騒音の低下、制御系の電化による安全性の向上などが挙げられる。

次世代輸送システム部門においては産業界と連携して、電動航空機に関する研究を行っており、研究開発計画、機体設計、推進モータシステム、ソーラープレーン無人航空機などの研究開発を進めている。

#### 2. 研究メンバー

メンバー	主な役割分担
雷 忠	電動航空機概念設計、研究企画作成
大島政英	電気モータの磁気回路設計、機械構造設計
北村正司	電気モータのマルチフィジックスと多目的最適化
佐藤大記	インバータ開発、電源システム設計

#### 3. 今年度の研究成果

##### (ア) ソーラープレーンの実用化

太陽光エネルギーを動力源とした無人航空機の研究開発を続けており、製作した7号機の飛行試験を実施した。さらに飛行性能を向上するため、機体設計の改良を行った。実用化に向けて、企業と連携して開発を進める方法を模索している。



図1 ソーラープレーン7号機

### (イ) 電動航空機推進モータの研究開発（新規委託研究）

2019年7月に多摩川精機株式会社が国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の先導研究プログラム「航空機向け高出力・高密度モータの技術開発」に採択された。本部門が再委託先として本研究に参画し、これまで蓄積してきた航空機設計技術と電気推進技術を活かし、推進モータおよびコントローラに関する設計、実験を行っている。

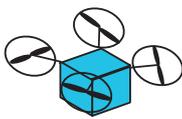
				
	ドローン	軽航空機	6席単発機	10席双発機
最大乗員数	0	1	1+5	1+9
最大離陸重量	230 kg	250 kg	3350 kg	5500 kg
モータ基数	4	1	1	2
モータ最大出力	20 kW x 4	20 kW	600 kW	600 kW x 2
飛行速度	40 km/h	80 km/h	467 km/h	589 km/h

図2 電動推進モータの検討対象

### (ウ) 電動航空機研究会

産学連携のもとに電動航空機の研究開発に関する研究会、5回を主催、参画した。本研究会は製品開発、事業化に関して意見交換、技術協力の場として活動を行っており、企業の製品開発に技術支援を提供し、航空機システムに関する電装化製品の開発を提案している。航空機産業における競争力を高め、将来、電動航空機、大型旅客機産業に事業を拡大するため、企画作成、技術調査、プロジェクト提案などを実施し、地域産業の振興を支援するように活動を行っている。

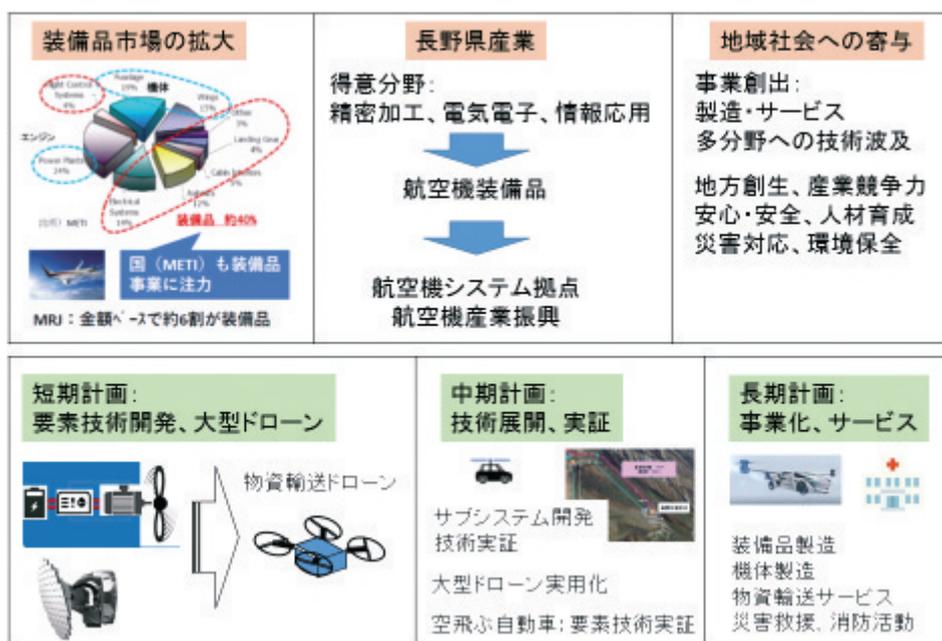


図3 電動航空機研究活動の概要

#### 4. 今後の計画

NEDO プロジェクトにおいて、多摩川精機(株) に協力し、開発目標を達成するように研究を進めていく。さらに、次期の国家プロジェクトに向けて要素技術や研究環境などを準備する。また、電動航空機の研究に関して、企業、公的機関、地方団体、などと協力し、地域プロジェクトを支援しながら、実用化技術の研究開発を推進する。

### 電動航空機用主駆動用モータの電磁界解析と出力特性

#### 1. 背景・目的

電動航空機用主駆動モータにアウターロータ型で永久磁石にハルバツハ配列を適用し、電磁界解析を行う。永久磁石の厚みや分割数、着磁方向がモータ出力に及ぼす影響について明らかにする。

#### 2. 研究メンバー

大島 政英

#### 3. 今年度の研究成果

##### (1) 解析モデルの仕様

図1にアウターロータ型ハルバツハ配列永久磁石同期モータの解析モデルを示す。また、図2に図1中の赤色の四角の枠内を拡大し、永久磁石の着磁方向を示した。

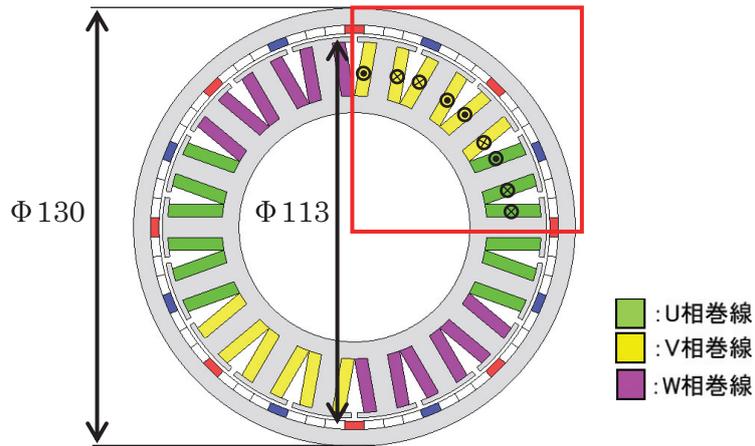


図1 解析モデル

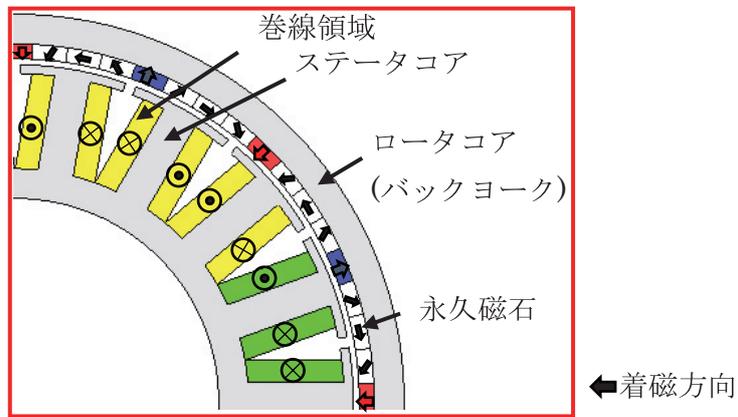


図2 永久磁石の着磁方向

また、表1、2に解析モデルの仕様と各部の材料をそれぞれ示す。

表1 電動航空機用主駆動用モータの仕様

回転速度 [r/min]	6,000
トルク [Nm]	32
出力 [kW]	20
パワー密度 [kW/kg]	8

表2 アウターロータ型ハルバツハ配列モータの材料

固定子鉄心	JFE スチール 35JN210
回転子鉄心	JFE スチール 35JN210
永久磁石	日立金属 NMX-S52
巻線	銅

次に表3に解析条件を示す。

表3 解析条件

回転速度 [r/min]	6,000
線径 [mm]	0.6
ターン数 [turns]	171
巻線抵抗 [mΩ/相]	163
占積率 [%]	80
電流密度 [A/mm <sup>2</sup> ]	10
解析範囲	0 deg から 45 deg まで 1 deg ずつ 46 ステップ

## (2) 永久磁石の分割数とモータ出力

図2に示した回転子のギャップに面する側の極性がN極（赤色）とS極（青色）の間、すなわち、極間の永久磁石を何枚に分割するかによって、ギャップ磁束密度分布が変化しモータの出力特性に影響を及ぼすと思われる。そこで、個数を図3に示すように、1から5枚に分割し、ギャップや回転子バックヨークの磁束密度分布、モータ出力を有限要素法解析により求めた。そのうち、図4にモータ出力の解析結果を示す。なお、比較のため図3には表面貼付型の磁束密度分布も示した。図3より表面貼付型ではバックヨークで磁気飽和が生じているのに対し、ハルバツハ配列では分割数にかかわらず磁気飽和は生じていない。これはハルバツハ配列の特長として永久磁石の片面側（この場合、ギャップ側）に磁束を集中させているためである。バックヨークの磁束密度はトルクリプルやモータ効率に影響を及ぼす

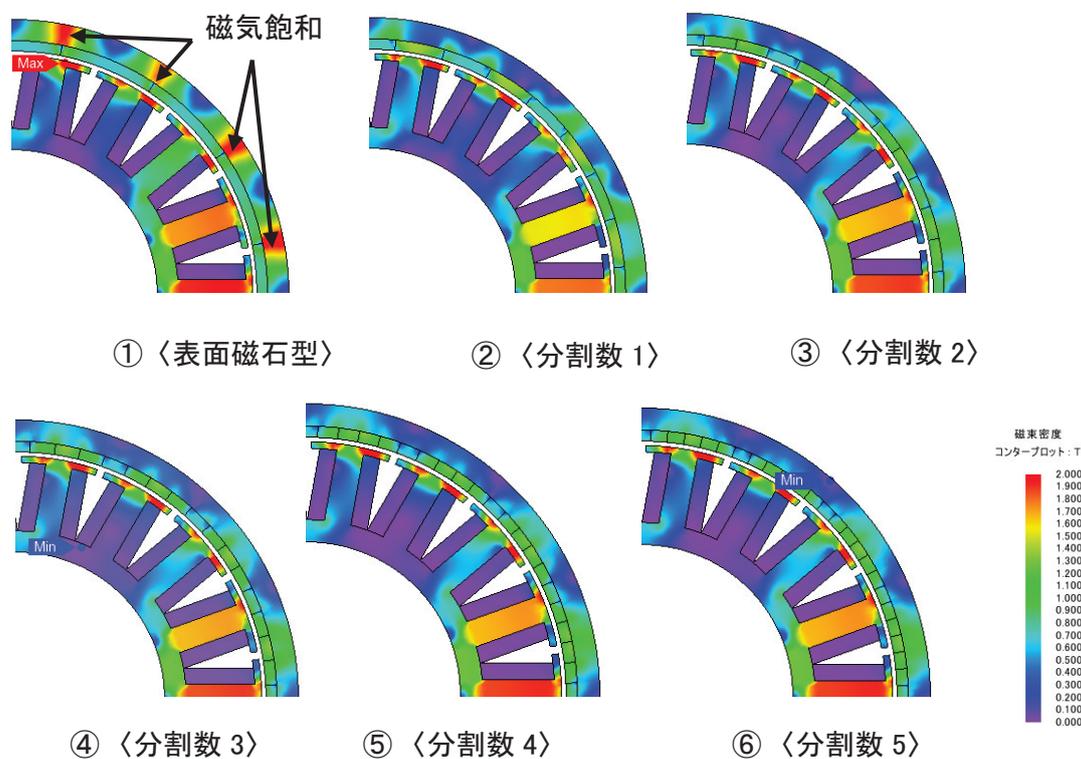


図3 ハルバツハ配列、表面磁石型モータの磁束密度分布

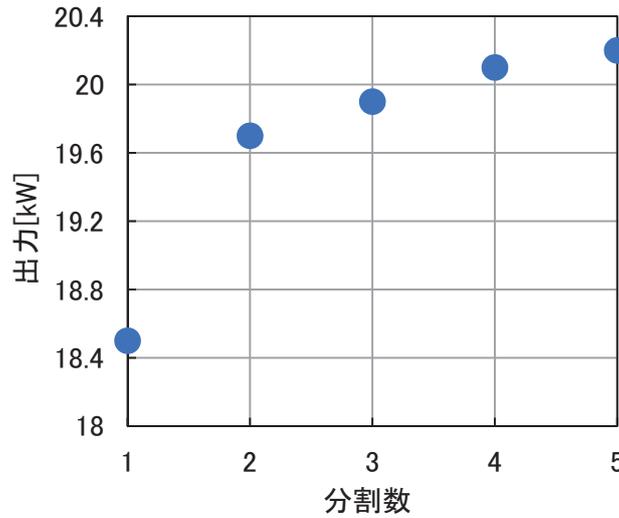


図4 永久磁石の分割数とモータ出力

ため、この点でハルバッハ配列は優位であると言える。

図4より永久磁石の分割数を増加するとモータ出力は増加する。これは永久磁石を細かく分割するとギャップ磁束の空間高調波成分が減少したためであると思われる。しかし、分割数2以上では出力の増加は数%程度である。

**(3) 永久磁石の着磁方向とモータ出力**

次に永久磁石の分割数3の場合を例に挙げ、永久磁石の着磁方向がモータ出力の及ぼす影響を解析的に求めた。図5に永久磁石の着磁方向の定義を示す。図5(a)は永久磁石の着磁方向の例を、また、図5(b)にベクトル表示した着磁方向を示す。

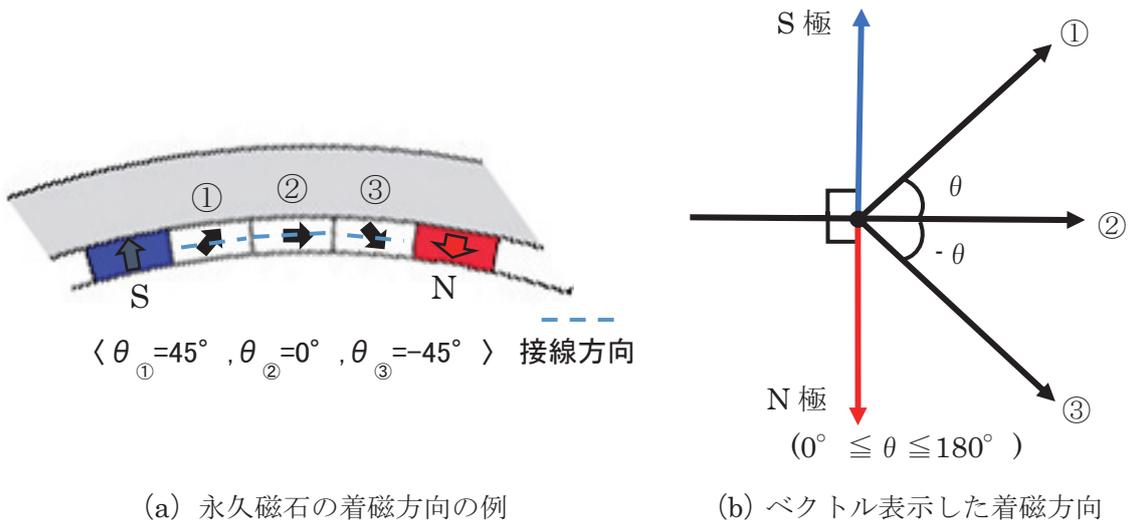


図5 永久磁石の着磁方向の定義

図5(a)に示した赤、青色で示した永久磁石2個とそれらの極間に3分割された永久磁石①-③、合計5枚の永久磁石の着磁方向について、図5(b)に描いたベクトルを使用して定義する。まず、永久磁石の真ん中の磁石②のように回転子の中心を中心として磁石②の

中心点 A を通る円を描き、その中心点 A における接線方向を  $0^\circ$  と定義する。すると、赤、青色で示した 2 個の永久磁石の着磁方向はそれぞれ  $-90^\circ$ 、 $90^\circ$  となる。さらに、永久磁石①、③の着磁方向は対称性からそれぞれ  $\theta$ 、 $-\theta$  と定義する。図 5 (a) の例は  $\theta=45^\circ$  の例である。

図 6 に永久磁石①③の着磁方向  $\theta$  とモータ出力の関係を示す。図 6 より  $\theta$  が  $45^\circ$  から増加していくとモータ出力は増加するが、 $\theta$  が  $85^\circ$  以上になると減少する。これは図 4 と同様に  $\theta$  の値によってギャップ磁束の空間高調波成分が変化し、 $\theta=85^\circ$  のとき高調波成分が最も小さく、出力が最大になったと思われる。

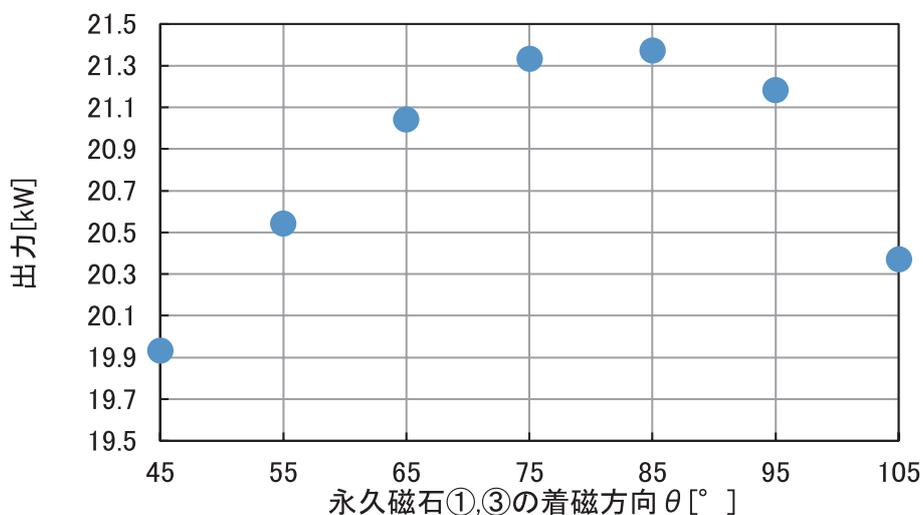


図 6 永久磁石の着磁方向とモータ出力

なお、当初計画にあったベアリングレスドライブ技術の電動航空機主駆動モータへの応用については、将来的に実施を計画し、先ずは上述したにアウターロータ型ハルバツハ配列永久磁石同期モータを優先して実施することになった。

#### (4) 今後の計画

##### 2020 年度

電動航空機用主駆動アウターロータ型ハルバツハ配列永久磁石同期モータの仕様に合った磁気回路設計。概念設計から詳細設計へ。

##### 2021 年度

試作機部品製作（業者に依頼）、インバータ、制御システム構築、制御プログラム作成  
組立、調整、速度制御試験

## 航空機向け高パワーウェイト比ブラシレス DC モータの電磁界最適設計

### 1. 背景・目的

航空機向け装備品の電動化には軽量な高出力モータが必須である。本研究では、ギャップ

磁場の増大が可能なハルバックアレイ（以下、HA）回転子を適用した内転及び外転型ブラシレス DC モータ（以下、BLDCM）を対象に、パワーウェイト比（以下、PWR）の最大化問題を解いて、モータ構造、PWR 値、効率などを調査した。

## 2. 研究メンバー

北村 正司

## 3. 今年度の研究成果

### (1) 最適化問題と最適化の方法

図 1 は、内転及び外転型 10 極 -12 スロット BLDCM（6,000 rpm で出力 20 kW）の計算モデルである。HA の 1 極当たりのセグメント磁石（図中の→は磁化ベクトルを示す）の数は 5 である。最適化の変数は図中の  $x_1$  から  $x_7$  である。目的関数の PWR を最大化する際に、ティースとヨークにおける磁束密度の大きさに制約条件を課して、各部の磁束密度を許容値以下に収めるようにした。

図 2 に最適化計算の手順と、最適化エンジンに搭載したローゼンブロック法による直接探索のアルゴリズムを示す。

### (2) 計算結果

図 3 は前節の最大化問題を解いた結果をまとめたものである。ここでは、4 ケースの導体電流密度に対して最適解を求めた。PWR の観点では両者はほぼ同等（内転型が若干有利）である。電流密度が  $10 \text{ A/mm}^2$  で PWR は約  $5 \text{ kW/kg}$  である。内転型では HA の径方向幅が比較的大きく、HA の特長（ギャップ磁場の増大）が活かしている。一方、外転型では磁石質量の増大の影響を強く受けて、HA の幅が大きくなれないことがわかる。モータ効率の面では内転型が有利である。特に、外転型では HA の渦電流損が大きい問題（熱減磁のリスクが大）がある。

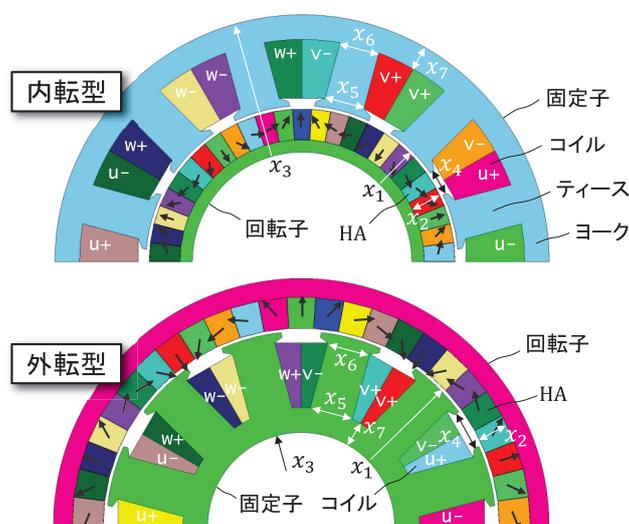


図 1 最適化の計算モデル (45%)

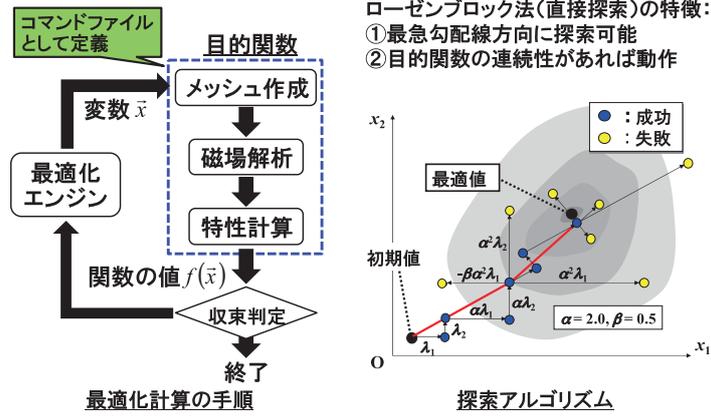


図2 最適化計算の手順と探索アルゴリズム

(3) まとめ

HA 回転子を適用した内転及び外転型 BLDCM の最適設計 (PWR を最大化) を実施し、以下の結論を得た。

- ① 内転及び外転型 BLDCM の PWR は同等である、
- ② モータ効率では内転型が優れ、機内の温度上昇低減で有利である。

以上より、航空機向け装備品には内転型 BLDCM が好適であると言える。

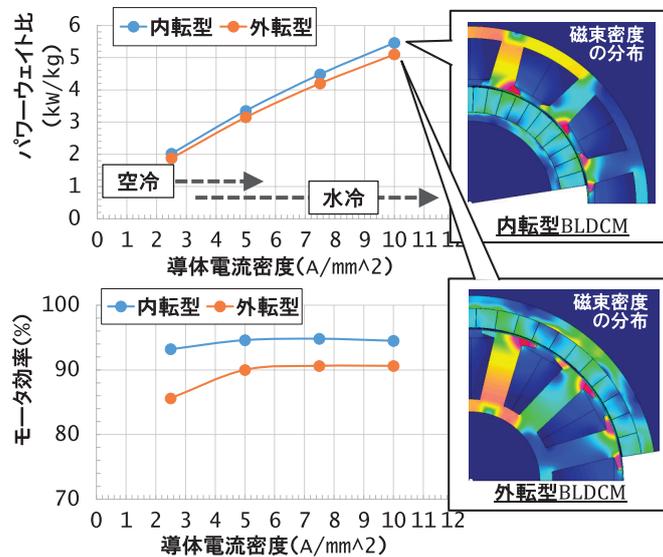


図3 10極-12スロット BLDCM に関する最適化計算の結果

4. 今後の計画

- (1) 高熱伝導、高熱伝達モータ構造の開発
- (2) 熱-磁場連成解析を用いたモータの最適設計

## 次世代モビリティの実用化

### 1. 背景・目的

次世代モビリティの中で、電動一人乗りのスローモビリティを実現する移動支援機器がパーソナルモビリティであり、研究室では球乗り型を提唱し、全方向移動性と車体の水平維持といった利点を主張してきた。しかしながら、これを電動車いすに応用すると、段差乗り越え時には推進力を得るために車体が15度前傾することが判明した。また、球体と路面との接地面積が小さく、十分な推進力が得られない問題もあった。

そこで、球乗型に代わる全方向移動モビリティとして、新たに「継手型」を提案した。本研究ではこれを試作し、その機能及び性能を実験的に確認することを目的とする。

### 2. 研究メンバー

星野 祐

### 3. 今年度の研究成果

図1が継手型モビリティの構造であり、表1は試作機的主要仕様である。昨年度までに機械的な組立と電装を終えていたが、DCブラシレスモータのドライバに難点があり、今年度は4象限のサーボドライバを採用した。また、機械的剛性の低い部分を交換して、特に車体の鉛直軸周りの振り剛性を高めた。

車体の運動学及び動力学モデルに基づいて構築される制御系が図3であり、車体の姿勢安定化の実験を実施した。図4が実験結果である。ピッチ角（車体左右軸周りの角度）、ロー

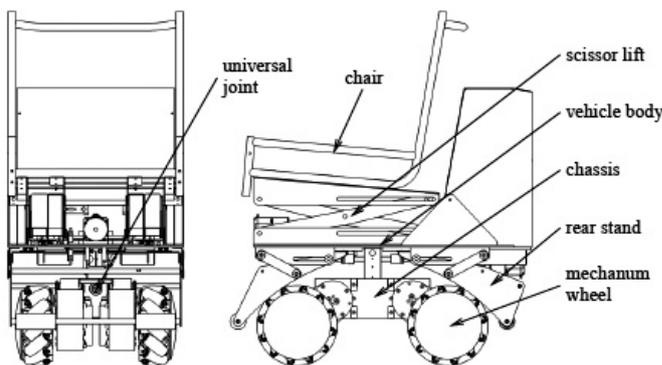


図1 提案する継手型モビリティの構造

表1 継手型モビリティ試作機の仕様

size	900 mm L, 600 mm W, 870mm H
mass	60 kg
driver's mass	up to 75 kg
lift stroke	350 mm
actuator	four DC brushless motors (4 WD)
rated power	400 W (100 W × 4)
maximum speed	6 km/h
batteries	Lithium Polymer, 900 Wh
operating time	10 h (depends on driving condition)



図2 継手型モビリティの試作機；座面上昇時

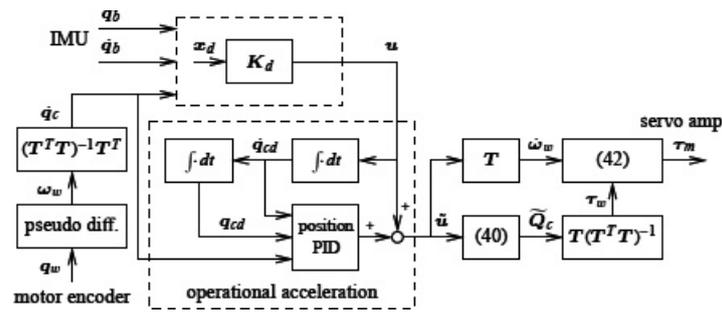


図3 数理モデルから導出された継手型モビリティの制御系

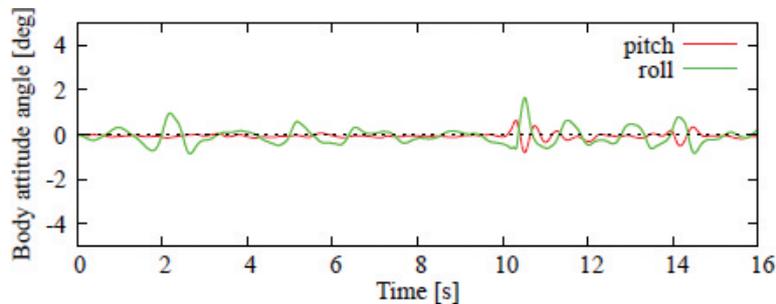


図4 車体の姿勢安定化制御実験

ル角（車体前後軸周りの角度）とも0度付近に保たれており、継手型モビリティの姿勢が動力的に安定化されていることが確認できた。これは、提案するモビリティの実用可能性、構築したモデルと導出された制御系の妥当性を示している。

#### 4. 今後の計画

学会での意見交換を踏まえ、継手型モビリティの実用化を推進する。特に、段差や傾斜面の走破性能や走行安定性を確認する。また、運転支援や自動操縦の実装にも取り組む。

### 次世代モビリティに対応する蓄電技術の高度化

#### 1. 背景・目的

次世代モビリティでは、従来のモビリティに適用されるような重厚な蓄電システムが必ずしも求められるものではない。むしろ、軽量化や低コスト化を意識した新たな蓄電システムが要求される。本研究では、既存の蓄電技術を次世代モビリティに適用する上での課題について整理し、パーソナルモビリティや電動飛行機等、本部門が対象とする次世代モビリティに適した新たな蓄電システムを提案することを目的とする。

前年度の課題調査の結果から、以下の3項目を重点課題として検討を進めている。

- ① 急速充電・劣化抑制技術
- ② 低コスト化
- ③ エネルギーマネジメント

## 2. 研究メンバー

佐藤 大記

## 3. 今年度の研究成果

2018年度の研究成果を踏まえ、①急速充電・劣化抑制技術、および②低コスト化に関する検証を進めた。

これまでの研究成果から、蓄電池の急速充電・劣化抑制には、電氣的劣化を軽減するセルバランス回路と、残容量や健全度を検出するセル監視回路が必要となることが明らかとなっている。しかしながら、これら2種類の回路を実装することは蓄電システムのエネルギー密度低下やコスト増加を招く。そこで、セルバランス回路にセル監視機能を付加し、両回路の機能を統合する手法について検討した。研究成果として、セルバランス回路を利用したセル監視手法（図1）、温度や回路中の寄生成分が監視精度に与える影響の定量化（図2）が得られた。

また、電動航空機用蓄電システム特有の課題として、低温環境下（巡航高度で約 $-30^{\circ}\text{C}$ ）における蓄電池性能低下の抑制に着目した検討も行った。研究成果として、補助蓄電デバイスとして電気二重層キャパシタを組み合わせることで、低温環境下での蓄電池温度制御を実現する電力制御手法（図3）を開発した。開発手法は電動航空機だけでなく、長野県や茅野市が推進する環境調和型山小屋等への応用も期待される。

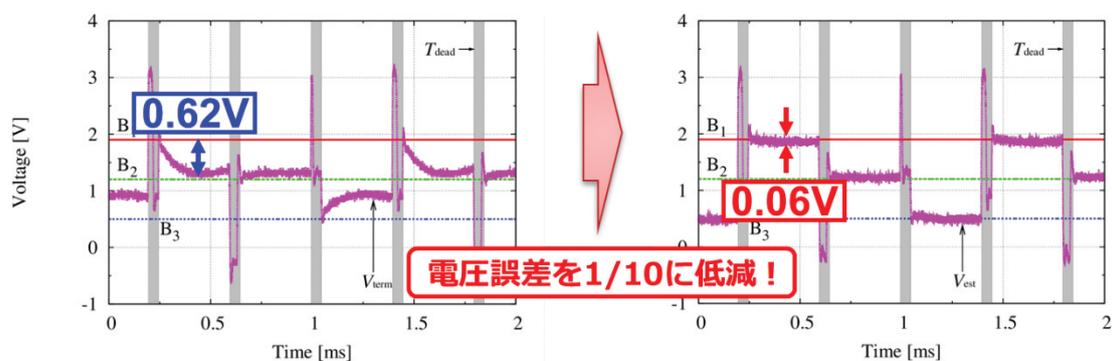


図1 セルバランス回路を利用したセル監視手法

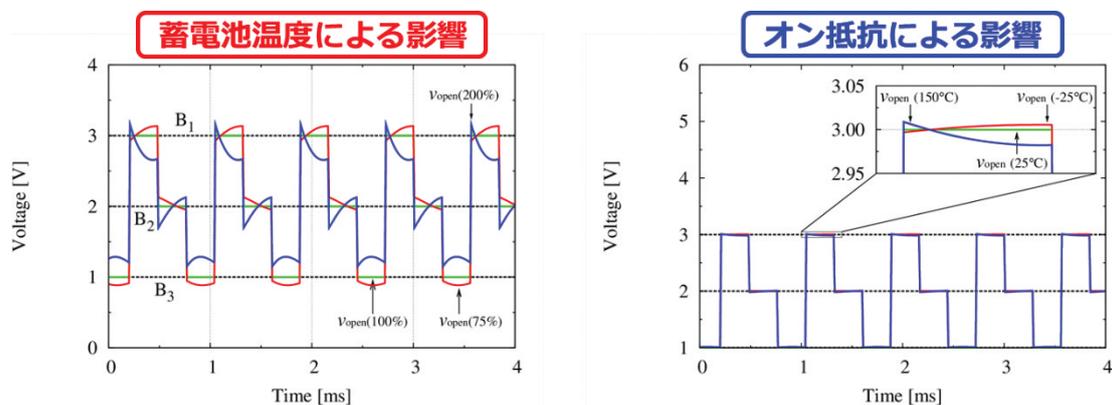


図2 温度や回路中の寄生成分が監視精度に与える影響の定量化

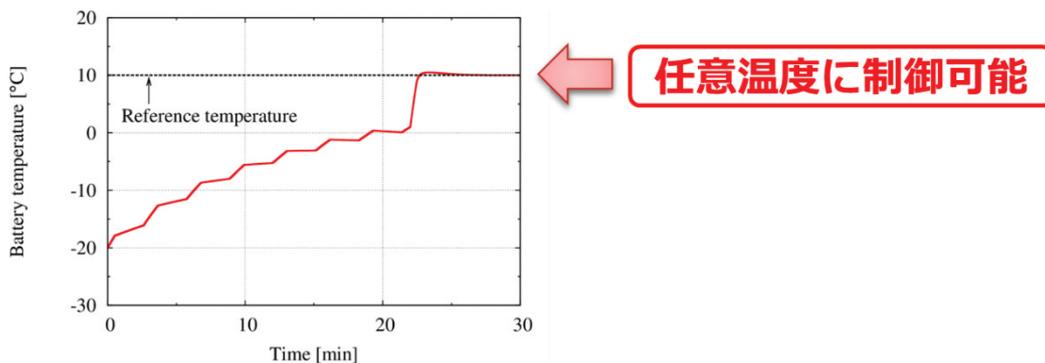


図3 低温環境下での蓄電池温度制御を実現する電力制御手法

#### 4. 今後の計画

引き続き、①急速充電・劣化抑制技術、②低コスト化の検証を進め、セルバランス回路を利用したセル監視技術の確立を目指す。また、低温環境下での電力制御手法については、大学内において低温環境を再現した実機検証を進め、課題の抽出を図る。

### 自動運転技術評価の基盤整備

#### 1. 背景・目的

自動運転技術評価の基盤整備を目的として、3テーマについて継続して検討した。

- ① 実車試験評価路の調査
- ② 自動運転実証実験の情報収集と参画
- ③ 自動運転模型車の調査・改良（自動運転化）および試験コースの作成と評価

#### 2. 研究メンバー

國行 浩史

#### 3. 今年度の研究成果

- ① 日本自動車研究所が2017年に開設した自動運転評価拠点 Jtown の情報の詳細を入手した(図1)。多目的市街路は片側2車線道路、信号交差点も有しており、一通りの市街地の様々な運転評価が可能である。外部への貸出・委託試験も可能である。
- ② 南アルプスむら長谷において実施していた自動運転バスの実証実験は終了したが、今年度は残念ながら参画はできなかった。地元の受け入れは良かったとのことであった。次年度も引き続き情報収集していく。
- ③ 小型のPC(NVIDIA製 JetsonNano)を組み込んだ市販自動運転の模型車の調査、製作を行った。2輪の駆動輪で転舵、走行できる JetBot(GClue製、図2)は、前方カメラで障害物、道路検知(白線内の識別)を学習させることが可能であり、正誤100回程度の学習でもレゴの簡易道路に沿っての走行が可能であった。さらに、4輪自動車模型タイプの



図1 日本自動車研究所 Jtown

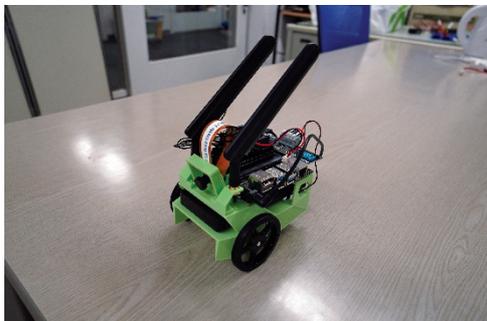
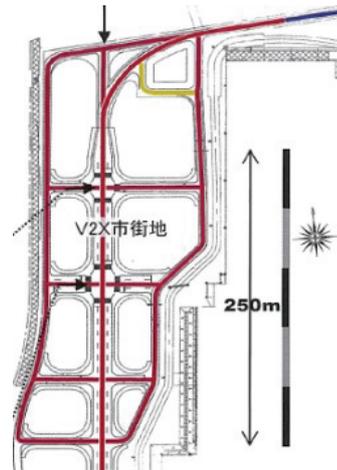


図2 JetBot

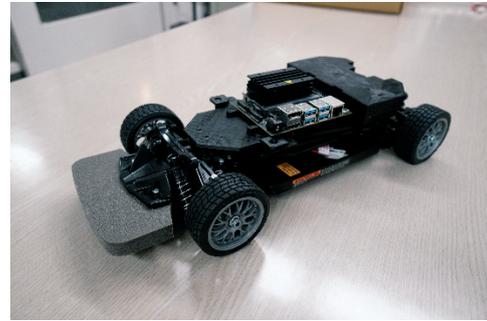


図3 JetRacer (ベースのみ)

JetRacer (GClue 製、図3) を購入、調査中であり、今後実力を調査していく。先行して自動運転化の組み込みを検討している模型自動車へこれら調査した技術をフィードバックしていく計画である。

#### 4. 次年度以降の計画

次年度は、自動運転時、自動運転から手動運転への交代時などの人の運転行動や危険度を評価できる環境構築の一つの取り組みとして、ドライビングシミュレータ (DS) を活用していく計画である。よりリアルな運転評価ができるように改良するために、現在、DS用の運転席の試作を進めている (図4)。その他の項目は、引き続き以下に着目して調査、模型の試作検討、評価を進める。



図4 DS運転席の改良

- ① 実車試験評価路の調査 (特に、大学等の研究機関など)
- ② 自動運転実証実験の情報収集と参画
- ③ 自動運転模型車の調査・改良 (自動運転化など) および試験コースの作成と評価

## ④ 自動運転化に向けた DS の改良と評価環境の整備（新規）

## 高速搬送を目的とした制振位置決め制御

## 1. 背景・目的

パーツフィーダなどの高速位置決め機構は、機械的及び電気的な柔軟性により位置決め後に残留振動を生じ、これがタクトタイム劣化の一因になっている。地域の企業から特定の高速搬送装置についてこの問題が指摘され、振動制御の共同研究案件が提示された。

研究室では従来から提案している周波数整形法（SST）に基づく振動制御技術があり、特に今年度、移動時間を最短とするような準最短時間 SST を考案したばかりであったため、これを使って残留振動の低減を検討することとなった。

## 2. 研究メンバー

星野 祐

## 3. 今年度の研究成果

振動制御を実装する対象を、企業から提供された高速搬送装置と、研究室で保有する直動位置決め機構（機械的な柔軟部位を含む）の2種類とした。

残留振動の発生源を特定し、また振動を定性した。振動制御をパルス列指令のステッピングモータで実装する必要があり、複数のステッピングモータを用意し、それぞれを使用した場合の制振性能の違いなども検討した。

図1 (a) が準最短時間 SST で算出された可動部の目標速度軌道であり、図1 (b) が振動制御の結果である。非制振時（緑）に比べて残留振動が低減されている（赤い）ことが確認できる。

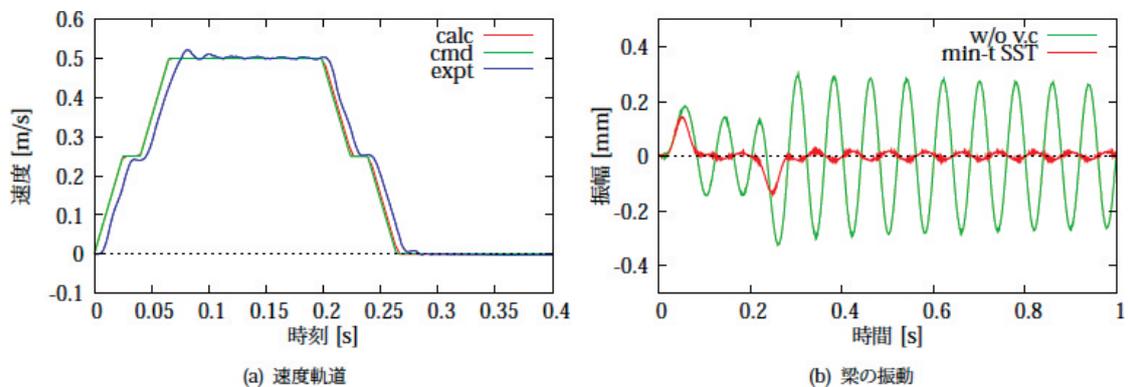


図1 準最短時間 SST による残留振動の抑制 (b の赤；b の緑は非制振時)

## 4. 今後の計画

成果を踏まえ、相手先企業からの要求に応じて手法の改善や実装の助言を行う。

## 次世代輸送システム研究部門 研究業績リスト

### 査読付き論文

- [1] 佐藤大記, 星 伸一, 内田晃介: 「LC 直列回路方式セル電圧均等化回路における蓄電セル電圧の大小関係推定を利用した均等化時間低減法」, 電気学会論文誌 D, Vol.139, No.6, pp. 565-573, (2019).
- [2] Daiki SATOU, Nobukazu HOSHI, Kosuke UCHIDA: “An equalization time reduction method using the magnitude relation of each cell voltage estimated from an equalization current for an LC series circuit type cell voltage equalizer”, Electronics and Communications in Japan, Vol. 102, Issue 9, pp.38-47, (2019) (translated paper).

### 査読付き国際会議

- [3] Daiki SATOU: “Real-time Battery Cell Voltage Measurement Method Using LC Series Circuit Type Cell Voltage Equalizer”, IEEE Proceedings of 4th International Future Energy Electronics Conference, Vol. A1, Issue PEA1, pp.157-160, (2019).

### 口頭発表

- [4] 佐藤大記: 「蓄電セル温度が LC 直列回路方式セル電圧監視回路の電圧推定精度に与える影響に関する一考察」, 2019 年電気学会産業応用部門大会, Vol. IV, pp.137-138, (2019).
- [5] 佐藤大記: 「回路中の寄生抵抗が LC 直列回路方式セル電圧均等化回路の電圧推定精度に与える影響に関する一考察」, 令和 2 年電気学会全国大会, 4-205, pp.334-335, (2020).
- [6] 雷忠, 羽賀拓磨: 固定翼小型電動航空機の概念設計検討, 日本航空宇宙学会 第 50 期定時社員総会および年会講演会, 東京, 2019 年 4 月 17~18 日.

### 講演

- [7] 雷忠, 電動航空機の研究開発について~無人ソーラープレーンから有人電動航空機へ, 公立諏訪東京理科大学「地域連携研究開発機構 2018 年度研究成果報告会~諏訪の地からの未来創造~」2019 年 7 月 6 日.
- [8] 雷忠, 電動航空機の研究開発と産業化, 情報学研究に関する産学促進ワークショップ 2019, 山梨, 2019 年 6 月 14 日.
- [9] 雷忠, ウルトラファインバブル (超微細気泡) 技術及び産業応用, 第 119 回 DTF 研究会, 岡谷, 2019 年 5 月 23 日.

### 受賞

- [10] 受賞者: 佐藤大記  
受賞名: 電気学会優秀論文発表賞

受賞題目：LC 直列回路方式セル電圧均等化回路におけるセル切替周期と均等化時間の関係性に関する一考察

受賞内容：平成 31 年（2019 年）電気学会全国大会において講演した 35 歳以下の若手研究者の中で、特に優れた論文と評価された。

受賞日：2020 年 3 月 12 日

### 特許

- [11] 星野 祐，可動部制御装置，可動部制御方法及びプログラム，特願 2019-138404，2019 年 7 月 27 日出願

### 企業連携

- [12] 星野 祐，共同研究「高速搬送システム技術の開発」（野村ユニソン株式会社），2019 年 7 月 1 日～2020 年 3 月 31 日
- [13] 星野 祐，共同研究「自在継手型全方向移動電動車いすの開発」（有限会社藤美工業），2019 年 3 月 5 日～2020 年 3 月 31 日

### 外部資金獲得

- [14] 佐藤大記（研究代表者），日本学術振興会 科学研究費助成事業（科研費）若手研究，高効率セルバランス機能と常時セル監視機能を統合した革新的電池管理システムの開発，No.19K14969，2019.4-2021.3.

### 展示

- [15] よこすか YY のりものフェスタ 2019，2019/6/8-9，横須賀市三笠公園
- [16] Interop Tokyo 2019，2019/6/12-14，幕張メッセ
- [17] ネクストモビリティ Expo2019（京都スマートシティ Expo 2019），2019/10/3-4，KICK
- [18] ヨコスカ×スマートモビリティ・チャレンジ 2020，2020/2/7-8，YRP センター 1 番館