

令和 6 年 5 月 18 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H01315

研究課題名（和文）小型電池推進船の環境対応性を高める半波整流可変界磁モータの開発

研究課題名（英文）Development of a half-wave rectified variable field flux motor for enhancing the environmental friendliness of small battery-powered electric boats

研究代表者

阿部 貴志（Abe, Takashi）

長崎大学・工学研究科・教授

研究者番号：30222649

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、研究代表者が提案し実用性を検証してきた半波整流可変界磁モータを小型電池推進船の駆動源に適用することを目的とする。それにより、様々な運転場面にて界磁磁束を制御することで最高効率点を移動して、燃料費とCO2排出量の削減が可能となる。

本研究期間では、船舶の運転場面である低船速・低トルクと高船速・高トルク領域において効率を向上しトルクリップルを低減する設計を検討し試作機を作成した。また、船速や負荷に応じて高効率を維持する可変界磁制御法を確立し実証試験を実施した。さらに、シミュレーションを用いて電池推進船に搭載した際のエネルギー消費量について検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

SDGsに係る取り組みとして、モータを利用した電動力応用駆動システムの高性能化がある。養殖場や離島沖の浮体式発電システムへの人と物の往来に必要となる小型船舶には、排ガスを海水中に排出する従来のエンジン船舶に変わり、モータで駆動する環境に配慮した電池推進船の利用が必要となる。本研究は研究代表者が提案し実用性を検証してきた可変界磁モータを小型電池推進船の駆動源に適用することを目的としており、その成果は、再生可能エネルギーの導入の更なる加速、地産地消型のシステムの確立、地域に適したエネルギーの有効利用による特産種の養殖、沿岸環境の保全に寄与することで、持続可能な社会の実現に貢献できる。

研究成果の概要（英文）：The objective of this research is to incorporate a half-wave rectified variable field flux motor into the power source of a small battery-powered electric boat. The practicality of the variable field flux motor was confirmed by a principal investigator. By controlling the field flux under various operating conditions, this motor is expected to reduce fuel costs and CO2 emissions by shifting the maximum efficiency point.

During this period, the research team focused on creating a motor design that would enhance efficiency and minimize torque ripple across both low-speed, low-torque, and high-speed, high-torque drive ranges. To verify the results, a prototype was constructed and validated. A variable field flux control method that can maintain high efficiency depending on boat speed and load was established, and this control method was demonstrated on the prototype. Furthermore, the energy consumption of a small battery-powered electric boat was verified using simulations.

研究分野：電力工学関連

キーワード：可変界磁モータ 電池推進船 同期モータ ダイオード整流 ブラシ無し自己励磁

### 1. 研究開始当初の背景

SDGsに係る取り組みとして、再生可能エネルギー（再エネ）の導入が進められているが、変動型再エネの大量導入は様々な問題を抱えている。地産地消型の再エネシステムの更なる性能向上に向けての重要な技術課題として、蓄電・変換システムの改善と共に、モータや発電機を利用した電動応用駆動システムの高性能化がある。インテリジェント養殖場や離島沖の浮体式発電システムへの人と物の往来に必要となる小型船舶において、静穏性や低振動性能だけではなく、環境保全も重要な点である。このため、従来のエンジン駆動船舶やディーゼル発電機を電源として駆動する電気推進船では排ガスを海水中に排出しており、二次電池のみを電源としてインバータとモータで構成される電池推進船の利用が必要となる。この電池推進船は、完全な電動応用駆動システムであり、エンジン駆動船舶と比べて、燃料費の削減率は86%、CO<sub>2</sub>排出量削減率は76%という試算結果が東京海洋大学「らいちょうS」の実証結果にて報告されている。

この電池推進船では、完成したシステムである自動車用の電動応用システムが流用されており、97%を超える高効率である埋込型永久磁石モータ（IPMSM）が利用され、一充電での航行距離を拡大している。ただし、このIPMSMは最高効率を發揮できる運転領域が意外に狭く、車両のカタログ燃費を向上させるために、市街地走行と高速走行の中間領域に適する中速・低トルクとなる走行領域に焦点を絞った高効率設計が施されている。ところが、船舶では低船速・低トルク、高船速・高トルクとなる運航領域での高効率設計が必要となる。さらに、加減速の頻度も多くなるため、一充電中の運航領域が拡大し、広範囲の高効率駆動と高トルク特性をもつ設計が必要となる。しかしながら、高い固定磁束をもつIPMSMでは広い運転領域に対応した高効率かつ高トルク設計には限界がある。この問題の解決には、磁束密度が高く、その大きさが固定された高性能な永久磁石の使用がその改善を妨げており、近年のレアアースの供給問題と共に、脱・省レアアースもしくは脱永久磁石のモータ開発が進み、最近では、磁束を可変とする可変磁束モータやモータ定数を変更可変可能な可変定数モータなどが盛んに研究されている。

研究代表者も過去の研究において、車両駆動用に特化した半波整流可変界磁モータを提案しており、固定子巻線に供給する脈動励磁電流の振幅により、回転子巻線に挿入したダイオードの動作にて自己励磁される界磁磁束をゼロから最大まで変更可変である点が独創的であり、広範囲な高トルク・高出力・高効率特性を持つモータとして検証を続けている。

### 2. 研究の目的

本申請では、研究代表者が提案し実用性を検証してきた可変界磁モータである、半波整流可変界磁モータを小型電池推進船の駆動源に適用し、モータ設計法と制御法を確立することを目的とする。これにより、一充電での航行距離の拡大や加減速頻度の高さへの対応など、先に記載した諸問題を解決し、様々な運転場面にて高効率点を移動して、燃料費とCO<sub>2</sub>排出量の削減を可能とする。また、それらの有用性は、新たに試作するモータとバッテリー駆動される制御システムでの実機検証だけでなく、シミュレーションを用いて電池推進船へ適用した特性検証が可能なモデルベース開発システムにて検証する。

提案モータは、図1のように構成され、通常回転子巻線型三相交流同期モータと同様であるが、回転子界磁巻線がダイオードにて単相短絡されたブラシなし構造である。本モータの特殊な界磁磁束の自己励磁法である半波整流ブラシなし励磁法は、回転子のダイオードのオン・オフ動作にて、ほぼ一定の界磁磁束 $\Phi_{fd}$ を自己励磁する。本手法では、図2に示す三角波 $A_f(t)$ で振幅変調された励磁電流 $A_f(t)\cos\theta$ を流すことで、回転子d軸に脈動電流 $i_d$ が流れ、回転子d軸に同期して回転する脈動起磁力が発生し、回転子巻線に起電力を誘導することで実現する。従って、ブラシやスリップリングを用いないメンテナンスフリーな構造にて、三角波の実効値 $I_f$ によって界磁磁束はゼロから最大まで制御可能であり、その磁束とトルク電流 $-I_t\sin\theta$ によりトルク $T_M$ が発生する。

以上の原理より、本モータは他の可変界磁モータや可変定数モータと比較して、様々な特長を持つ独創的なモータであり、同様の可変界磁モータを船舶へ適用した事例は見当たらない。従って、本開発技術は、モータ単体の改良にて成立するものではなく、インバータや制御技術も併用した複合技術であり、新しいパワーエレクトロニクス利用モータの開発に寄与する。一方で、再エネの導入の更なる加速、地産地消型の再エネシステムの確立、地域に適したエネルギーの有効利用による特産種の養殖、沿岸環境の保全に関与することで、持続可能な社会の実現に貢献する。

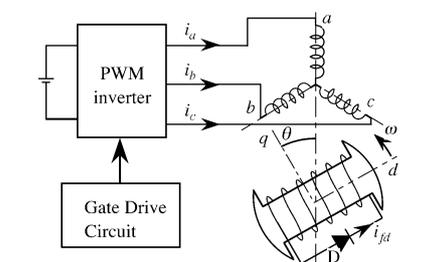


図1 提案モータ構成

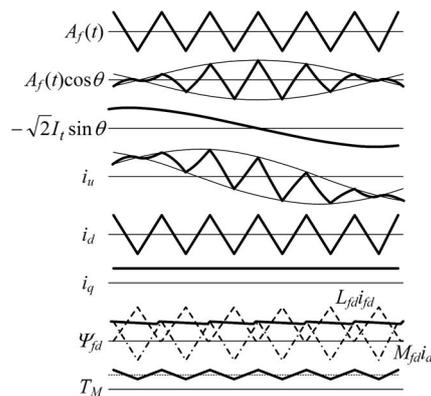


図2 電流と磁束、トルク波形

### 3. 研究の方法

電池推進船への本モータの適用課題に対して、図3の研究スケジュールに示すように、  
(a)電磁界解析を用いて、(a-1)低船速・低トルク領域と(a-2)高船速・高トルク領域での高効率・高トルク設計に取り組み、(a-3)全船速・全トルク領域へと展開した試作機を作成する。  
(b)船舶負荷に対応可能な制御法の確立と実機検証、  
(c)シミュレーションを用いた電池推進船に適用した際の特性検証を、以下に説明する詳細方法に基づいて実施する。

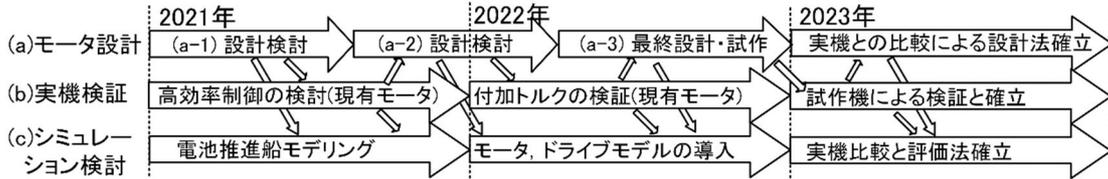


図3 本申請中に実施する研究スケジュール

#### (1) 電磁界解析によるモータ設計と試作 ( 図3 (a) )

##### 低船速・低トルク領域での高効率設計 ( a-1 )

この領域での問題は、固定子巻線電流と回転子巻線電流による銅損と交流抵抗の増加が引き起こす交流銅損、バイアス周波数 600Hz の脈動起磁力による鉄損がある。これらを最小化するために、既存の本モータ原理検証機を基本モデルに用い、固定子巻線と回転子巻線の巻数比を回転子突極形状と共に検討し、固定子巻線電流を最小にして銅損を低減する設計指針を得る。

##### 高船速・高トルク領域での高効率・高トルク設計 ( a-2 )

この領域では、自己励磁磁束による鉄損の増加、自己励磁に必要な励磁電流の増大による銅損の増加に着目し、(a-1)での結果を再検討し、固定子巻線電流を最小にする設計指針を得る。また、銅損の軽減の実現と自己励磁される界磁磁束の減少を避けるには、限られたバッテリー電圧を昇圧するために、電気自動車でも利用されている昇圧形 DC-DC コンバータを本課題でも適用する。

さらに、リラクタンストルクなどの併用を検討し、トルク電流の位相を制御する最大トルク/電流制御法を適用する。また、必要に応じて永久磁石トルクの併用も検討し、半波整流トルクに必要な自己励磁される主磁束に影響を与える可能性もあり、磁石配置の最適化を検討する。

##### 試作機の作製と全船速・全トルク領域での特性検証 ( a-3 )

上記の検討結果を利用して試作機を作製する。その際に、固定子と回転子の巻数比や回転子突極形状が共有できる範囲であれば、(a-2)の結果を用いて試作する。

さらに、永久磁石トルクを付加する場合は、回転子構造が大きく異なるため、(a-2)にて設計した形状にて1次試作し、最終年度において再設計を行い回転子のみ2次試作として作成する。

#### (2) 船舶負荷に対応可能な全船速・トルク領域での制御法の確立 ( b )

船速や負荷の変化に応じて、本モータの特長である自己励磁に必要な三角波のバイアス周波数を可変とし、実効値  $I_f$  を電機子電流が最小となるよう定め、鉄損と銅損を抑える制御法とする。さらに、既存の試験モータ制御システムに昇圧 DC-DC コンバータを導入し、速度や負荷に応じてモータへの供給電圧を昇圧する制御法を検討し、銅損の減少と自己励磁界磁磁束の増加を可能とする制御法を実現する。

#### (3) 電池推進船への適用を考慮したシステムシミュレーションによる検証 ( c )

実験システムでは、電池推進船の負荷を模擬したモータ単体での実験検証は可能となるが、実際に電池推進船に適用した検証は大学の研究室では不可能である。また、モータの電磁界解析による設計指針検討においても実際に導入した場合に起こる諸問題を考慮した検討は不可能である。そこで、試験モータや駆動システムのモデルだけでなく、電池推進船の構造もモデル化し、システムシミュレーションを用いて電池推進船へ適用した特性試験検証を実施し、設計フェーズにもフィードバック可能なモデルベース開発システムとする。

### 4. 研究成果

#### (1) 電磁界解析によるモータ設計と試作

##### 試作モデル

設計した HVFM の断面図を図4に示し、モータの主要諸元を表1に示す。固定子巻線は直径 0.8 mm の導線を7本持ちとして8 T/スロット、毎極毎相スロット数  $q = 3$ 、短節分布巻 ( $\beta = 7/9$ ) で構成し、電流制限を  $I_{rms} = 17.6$  A とする。また、界磁巻線は直径 1.0 mm の導線を2本持ちで巻線1ターンとして60 T/極、集中巻で構成し、電流制限を  $I_{fd} = 7.8$  A とする。固定子コアには 10JNEX900 を、回転子コアには 35H300 を利用する。なお、回転子コアに対して空間高調波によるトルクリブルの削減を目的とした1スロットピッチのスキューを施している。

##### 出力 - 効率特性

電磁界解析にて計算した 600, 1800, 3000, 4200  $\text{min}^{-1}$  における出力 - 効率特性を図5に示す。 $I_f$  をパラメータとして界磁磁束制御を行い、 $I_f$  を変化し特性を解析している。3000 と 4200  $\text{min}^{-1}$  では端子間電圧 200  $\text{V}_{rms}$  以下となるように  $I_f$  の範囲を制限する。図5に示すように、各速度 - 出

力領域において、 $I_f$ を調整することで、各出力において高效率駆動が可能となる。しかし、各速度領域における最高効率を比較すると、 $1800 \text{ min}^{-1} \sim 4200 \text{ min}^{-1}$ では90%を超えているのに対して、低速  $600 \text{ min}^{-1}$ では85%と5%近く低下している。これは本自己励磁手法により発生する電機子銅損による影響が顕著に現れているためである。そのため、この領域での更なる効率向上には、リラクタンストルクや永久磁石トルクの併用など改善が必要となる。

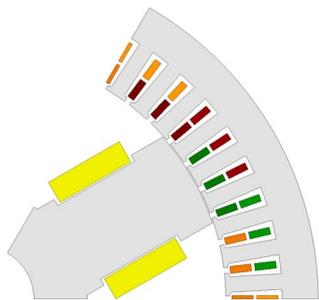


図4 設計モデル

表1. モータの主要諸元

Number of poles	6	Number of stator slots	54
Stator teeth width	4.4 mm	Stator outer diameter	190 mm
Pole width	28 mm	Rotor outer diameter	138 mm
Motor length	83 mm	Stator back core length	10.1 mm
Air gap length	0.3 mm	Armature winding	8 turn/slot
Shaft diameter	30 mm	Field winding	60 turn/pole

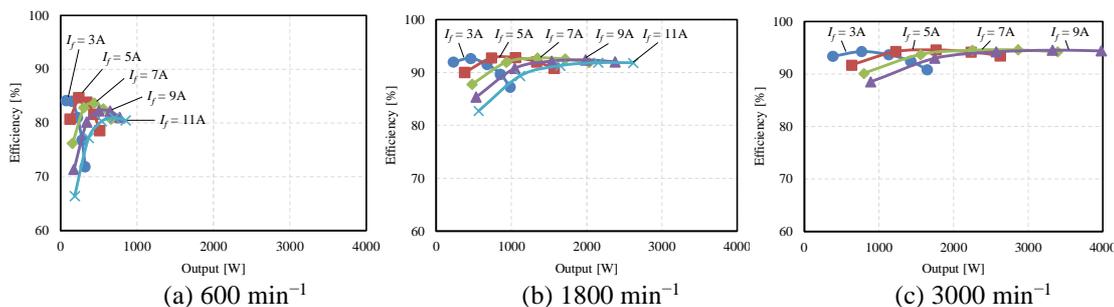


図5 出力 - 効率特性

### 効率マップ

従来の材料と試作の際に選定した材料での効率マップを図6に示す。各動作点においては効率を最大にする $I_f$ と $I_r$ の繰り返しの解析より選定している。また、定格出力ポイント  $2 \text{ kW}@1800 \text{ min}^{-1}$ にはx印を付けて示している。従来の材料でも本論文での設計検討により、90%近い効率が中速から高速、低トルクから高トルクの広い領域にて確認できる。さらに、低鉄損特性をもつ材料を用いた場合、効率の向上が見られ、その高效率領域も拡大している。

また、永久磁石を併用した回転子も最終年度において再設計を行い、回転子を試作している。この結果については、早急に実機試験を実施して電気学会主催の会議にて公開する。

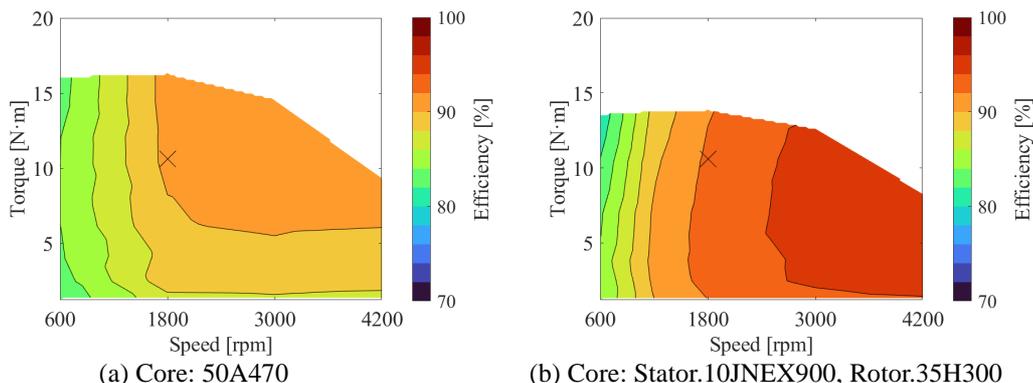


図6 効率マップ

### (2) 船舶負荷に対応可能な全船速・トルク領域での制御法の確立

図7に本研究にて構築した駆動システムを示す。本システムでは自己励磁に必要となる特殊な三相固定子電流を供給するために、電流追従型ヒステリシスPWM方式を選択し、変調三角波 $A_f(t)$ を精度良く供給するためにSiCデバイスを搭載した電圧形PWMインバータを用いている。図8に実験システム全体とモータベンチの写真を示す。モータベンチの左が試験モータ、右は負荷用サーボモータであり、中央のトルク検出器を用いて表示器によりトルクを観測する。

図9には $1800 \text{ min}^{-1}$ における実験結果と解析結果の効率特性の比較を示す。可変界磁電流をそれぞれの負荷に適した大きさに制御し、さらにインバータ印加電圧  $200 \text{ V}$  に調整することで、90%以上の効率を維持し、解析結果と乖離の無い結果が得られている。

また、各回転数における最適な印加電圧を検討した効率特性については、最終年度に実施しており、これらは電気学会主催の会議にて公表する。

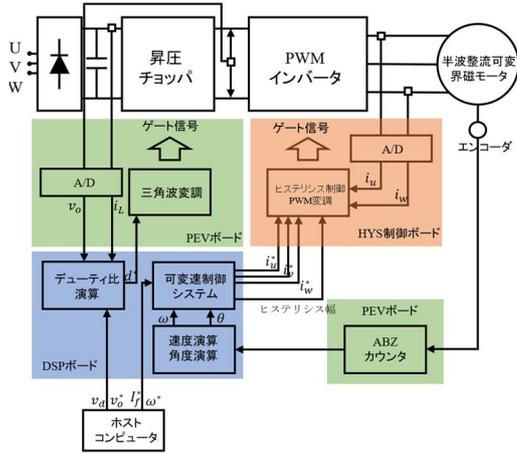
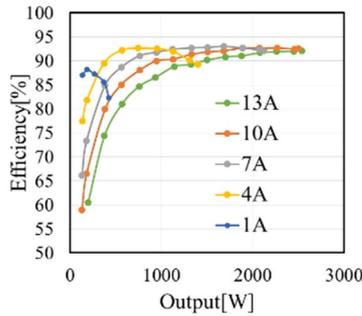


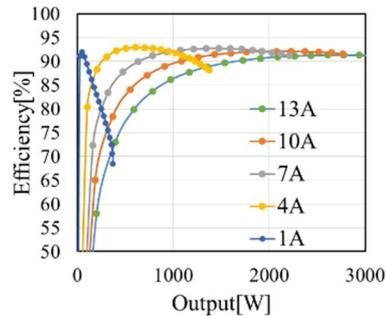
図7 駆動システム構成



図8 実験システムとモータベンチ



(a) 実験結果



(b) 解析結果

図9 効率特性

(3) 電池推進船への適用を考慮したシステムシミュレーションによる検証

図10に電池推進船システムモデルの構成図を示す。本システムは電気自動車の燃費検証システムを参考に作成している。例えば、自動車ではドライバがアクセルとブレーキ信号を出力するが、本船舶システムではブレーキの代わりにモータに逆回転指令を出力している。また、推進距離はプロペラが回転した際のすべりを考慮して算出する。さらにバッテリー、インバータ、モータ等の電化システムを作成し、全体システムを構築している。結果として、電力消費量は実船体速度の三乗に比例しており、モデルの妥当性を確認している。さらに、本モデルにて1200sec間の航行試験を行った際の電力消費量は、推進距離とバッテリー電力消費量から算出しており、4920.14Wh/kmという結果を得ている。

ただし、このモデルではPMモータのモデルを使用している。最終年度において、図4に示す試作機のビヘイビアモデルの導入方法を検討し、縮約モデルの作成方法を確立し、船舶の航行パターンを模擬したプロファイルデータを作成し、電池推進船の電費特性を算出可能なドライブモデルを作成しており、これらの成果は電気学会主催の会議にて公表する。

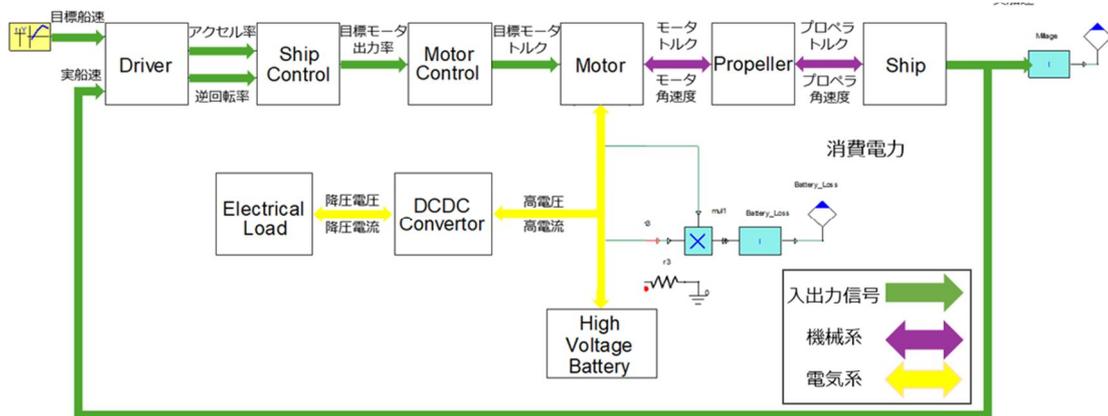


図10 電池推進船システムモデル

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 矢狹健太郎, 阿部貴志, 大友佳嗣, 古賀誉大, 下原祐全	4. 巻 No.144, No.5
2. 論文標題 アキシャルギャップ構造半波整流可変界磁モータの設計とトルク特性改善	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 電気学会論文誌D	6. 最初と最後の頁 381 ~ 390
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejias.144.381	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Koga Takahiro, Abe Takashi, Otomo Yoshitsugu, Yamamoto Masaki, Rosu Marius	4. 巻 13
2. 論文標題 Surrogate Modeling and Application of Half-Wave Rectified Brushless Synchronous Motor for Model-Based Design	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 IEEJ Journal of Industry Applications	6. 最初と最後の頁 81 ~ 90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejjia.23005913	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Koga Takahiro, Abe Takashi, Otomo Yoshitsugu, Yamamoto Masaki, Rosu Marius	4. 巻 12
2. 論文標題 Reduced Order Modeling of Half-Wave Rectified Brushless Synchronous Motor for Model-Based Design	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEEJ Journal of Industry Applications	6. 最初と最後の頁 826 ~ 834
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejjia.22011214	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Yuzen Shimohara, Takashi Abe, Yoshitsugu Otomo, Takahiro Koga	4. 巻 1570811976
2. 論文標題 Study on Torque Performance Improvement of Half-Wave Rectified Variable Field Flux Motor with Axial Gap Structure	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc. of 2022 International Conference on Electrical Machines and Systems	6. 最初と最後の頁 p.1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICEMS56177.2022.9983012	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shota Hoyama, Takashi Abe, Yoshitsugu Otomo	4. 巻 1570811977
2. 論文標題 A Study on Torque Ripple Reduction of Half-Wave Rectified Variable Field Flux Motor	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc. of 2022 International Conference on Electrical Machines and Systems	6. 最初と最後の頁 p.1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICEMS56177.2022.9983385	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kohei Kanaida, Tetsuji Daido, Shin-ichi Hamasaki, Takashi Abe	4. 巻 1570806778
2. 論文標題 Torque Ripple Reduction by injecting q-axis Suppression Current for Half-Wave Rectified Brushless Synchronous Motor	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc. of 2022 International Conference on Electrical Machines and Systems	6. 最初と最後の頁 p.1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICEMS56177.2022.9983270	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tetsuji Daido, Shinichi Hamasaki, Takashi Abe	4. 巻 Vol.11, No.1
2. 論文標題 Novel Digital Control Method with Pulse Width Modulation for Half-wave Rectified Brushless Synchronous Motors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEJ Journal of Industry Applications	6. 最初と最後の頁 138-147
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejia.21006123	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yuma Inakazu, Takashi Abe	4. 巻 No.12-0736
2. 論文標題 A Study on Higher Efficiency of Half-Wave Rectified Variable Field Flux Motor for Automobile Applications	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. of The 24th International Conference on Electrical Machines and Systems	6. 最初と最後の頁 1395-1399
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/ICEMS52562.2021.9634457	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yuzen Shimohara, Takashi Abe, Takahiro Koga	4. 巻 No. 12-0903
2. 論文標題 On the Half-Wave Rectified Variable Field Flux Motor With Axial Gap Structure	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. of The 24th International Conference on Electrical Machines and Systems	6. 最初と最後の頁 1400-1404
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/ICEMS52562.2021.9634551	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Masaki Yamamoto, Takashi Abe	4. 巻 No. 12-0908
2. 論文標題 Influence of the Modulation Function for Excitation Current on the Characteristics in Half-Wave Rectified Variable Field Flux Motor	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. of The 24th International Conference on Electrical Machines and Systems	6. 最初と最後の頁 1405-1409
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/ICEMS52562.2021.9634529	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 古賀誉大, 阿部貴志, 大友佳嗣
2. 発表標題 システムシミュレーション活用に向けた可変界磁同期モータの縮退モデリング技術
3. 学会等名 2023年電気学会産業応用部門大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 穂山翔大, 城島英彰, 阿部貴志, 大友佳嗣, 古賀誉大
2. 発表標題 広い高効率範囲をもつ半波整流可変界磁モータの設計
3. 学会等名 2023年電気学会産業応用部門大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 矢狹健太郎, 阿部貴志, 大友佳嗣, 古賀誉大, 下原祐全
2. 発表標題 キシャルギャップ構造半波整流可変界磁モータの設計とトルク特性改善
3. 学会等名 2023年電気学会産業応用部門大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中村有里, 阿部貴志, 大友佳嗣
2. 発表標題 半波整流可変界磁モータにおけるインバータ印加直流電圧が特性に与える影響
3. 学会等名 2023年電気学会産業応用部門大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 牧大智, 阿部貴志, 大友佳嗣
2. 発表標題 半波整流可変界磁モータの搭載を想定した電池推進船システムの検討について
3. 学会等名 2023年電気学会産業応用部門大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山本真生, 中村有里, 阿部貴志, 大友佳嗣
2. 発表標題 半波整流可変界磁モータの基礎出力特性
3. 学会等名 2022年電気学会産業応用部門大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 稲員佑真, 阿部貴志
2. 発表標題 気自動車駆動用半波整流可変界磁モータの効率を向上するモータ定数について
3. 学会等名 2021年電気学会産業応用部門大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 前田広大, 横井裕一, 阿部貴志, 樋口剛
2. 発表標題 半波整流可変界磁モータの励磁電流によるトルク脈動低減に関する一検討
3. 学会等名 2021年電気学会産業応用部門大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 金井田浩平, 大道哲二, 浜崎真一, 阿部貴志
2. 発表標題 半波整流可変界磁同期ブラシレスモータのトルク脈動低減制御
3. 学会等名 2021年電気学会産業応用部門大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	浜崎 真一  (Hamasaki Shin-ichi)  (80363472)	長崎大学・工学研究科・准教授   (17301)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	横井 裕一  (Yokoi Yuichi)  (80610469)	長崎大学・工学研究科・准教授    (17301)	
研究分担者	大道 哲二  (Daido Tetsuji)  (50739175)	長崎大学・工学研究科・助教    (17301)	
研究分担者	大友 佳嗣  (Otomo Yoshi tsugu)  (60964442)	長崎大学・工学研究科・助教    (17301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関