

令和 6 年 5 月 18 日現在

機関番号：14101

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K14717

研究課題名（和文）波力エネルギー回生効率最大化に基づく小型高推力リニアモータの高効率波力発電の実現

研究課題名（英文）The realization of the high efficient wave power generation using high thrust density linear motor based on the regenerative power maximization

研究代表者

小山 昌人（Koyama, Masato）

三重大学・工学研究科・助教

研究者番号：50804473

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では波力発電に研究代表者らが独自開発してきた高い推力密度を有するスパイラルモータを発電機として用いることを提案、モータ数理モデルによって本モータの発電特性および発電効率を最大化する制御手法を明らかとした。本モータは常時磁気浮上制御を行うものであるが、仮想機械アドミタンス制御によって見かけ上の機械特性を適切に操作することで発電が可能となる。この機械特性を導出した効率理論式の最適化問題の解として得ることにより、効率最大化を実現した。またモータ制御手法の改善や構造再設計による性能向上を図り、0.1～1.0Hzの波力周波数において効率約90%が得られると実機模擬シミュレーションにより示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高推力密度を有するスパイラルモータを波力発電に適用、数理モデルから発電効率を最大化する制御系の設計法を明らかにした。本モータは常時磁気浮上のための電力を必要とするが、従来の発電制御では発電動作のみを考慮していたため、本研究は本モータ発電特性だけでなく力行動作も同時に考慮可能な手法を明らかにした。また効率最大化が可能な制御系設計法、構造再設計による推力密度向上により効率を更に改善できると明らかにした。日本近海での波力周波数0.1Hz～1.0Hzにおいて同程度の定格推力密度を有する一般的なモータでは60%前後だが、本研究成果では実機模擬シミュレーションにおいて90%の効率を保持できると示した。

研究成果の概要（英文）：This study proposed applying the helical motor which has high thrust density to wave power generation as the generator. By the mathematical model, it derived the power generation characteristic and the control method maximizing the generation efficiency. Although this motor needs magnetic levitation control continuously, we achieved the high efficient power generation by applying the virtual admittance control with designing the apparent mechanical characteristic properly. By optimizing the derived power generation efficiency by designing the parameters of the admittance model, it achieved the efficiency maximization. Furthermore, it improved the motion control performance and re-designed the motor structure for increasing the thrust density. As a result, we achieved the high efficient generation around 90% with the expected ocean wave frequency from 0.1 to 1.0Hz on the numerical simulation emulating the experiment.

研究分野：電気電子工学

キーワード：スパイラルモータ 波力発電 最大電力点追従制御 機械アドミタンス制御

### 1. 研究開始当初の背景

再生可能エネルギーの急速な導入が進む中、太陽光発電・風力発電は天候の影響を受けやすく電力供給の安定性が問題となっているが、波力発電は海洋の波エネルギーを利用するため、比較的安定供給可能な大規模エネルギー源として近年注目されている。波力発電は1970年代のオイルショックを受け、その代替エネルギー源として本格的な研究開発が世界各地でスタートした。日本国内では電力会社10社がもつ原子力発電容量約42GW(2013年度時点)に匹敵する36GW程度の波エネルギーが潜在していると試算されており、方式は3種類(可動物体型・越波型・振動水柱型)に分類され研究開発がなされている。越波型は防波堤を乗り越えた波を貯水池に蓄え、貯水池と海面の水位差を利用して水車を駆動して発電。次に振動水柱型は波の上下運動による風圧変動を利用してタービンを駆動させ発電する。最後に、可動物体型は海面にブイ(浮体)海底に発電器を設置し、波によって生じる浮体(ブイ)の上下運動エネルギーを接続した発電器によって直接回収する。振動水柱/越波型はタービンの最大回収効率が理論上59%(J. F. Manwell, J. G. McGowan, A. L. Rogers, Wind Energy Explained: Theory, Design, and Application. John Wiley & Sons Inc., England, 2002)であることから、機械エネルギーを直接回収できる可動物体型の研究が盛んに進められている。可動物体型の波力発電では(米国、Ocean Power Technologies社, Powerbuoy, 定格40kW)や(英国, Pelamis wave power社, Pelamis, 定格750kW)などが実証実験されているが、いずれも実用化には至っていない。上記やその他多くの可動物体型発電装置では波の低速な上下運動を回転型発電機に適した高速回転運動へ変換するため、油圧による力・速度変換を経て発電機に伝達しており流体の摩擦損失を避けられない。このような問題点に対して、リニアモータ(直動形同期電動機)を用いて機械損失なく波エネルギーを回収するプロジェクトが提案されている(例えば、スウェーデン Wave Energy Converter[定格出力10-40kW]やポルトガル Archimedes Wave Swing[最大出力2MW])。リニアモータでは円柱形永久磁石を用いたシャフトモータが広く利用されているが、これを用いても波の運動に対しては発電量が不十分であることが示唆されている(五明, 堀沢, シャフト型リニアモータを用いた波力発電に関する基礎的研究, 海岸工学論文集, 2005)。

よって高効率な波力発電を実現するには海洋波の低周波運動において高い発電量、起電力係数を有する発電機が必要である。

### 2. 研究の目的

一方で研究代表者らは有効体積あたりの推力密度が従来の2倍以上の小型高推力リニアモータ(スパイラルモータ、図1)を開発し、リニアモータの高推力化に貢献してきた。本モータはねじ構造を有するリニアモータであり、雌ねじには三相巻線、雄ねじには永久磁石が設置される。雄ねじを電磁力・磁気吸引力により磁気浮上させ、ねじと同様の直動運動を行う。ギャップ(電磁力発生)面積の拡大および磁気浮上による従来形リニアモータと同等の低摩擦駆動により、高推力密度化を実現している。しかし、これまで力行動作、電動機としての解析、実証に主眼が置かれており、回生・発電動作における特性は明らかにされていなかった。また、一般的な発電機と異なり、本モータでは発電制御と同時に電源による磁気浮上のための電力供給、制御を行わなくてはならない。

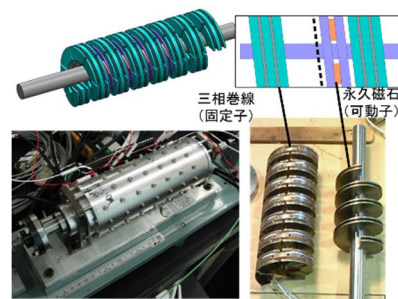


図1 スパイラルモータ試作機

そのため、本研究の目的は小型高推力なスパイラルモータの発電特性を明らかとし、これを最大化かつ省電力浮上を同時実現する制御系を開発することである。また、従来の波力発電では40%程度の発電効率が示されているが、本モータの構造再設計により50%以上の効率を目指す。

### 3. 研究の方法

上記目的を達成するために下記の方法により本研究を実施した。

#### (1) スパイラルモータ数理モデルに基づく発電特性の解明および発電効率最大化条件の導出

まずは本モータにおける発電システムを後述の理由より仮想アドミタンス制御をこれまでの運動制御系に加えたものとし、電圧方程式、運動方程式、制御則ならびに波力発電用浮体の運動方程式といった数理モデルによって発電特性を明らかにした。続いてこれをもとに発電効率が最大となる条件を数学的に求める。またインバータ(駆動回路)の影響を考慮するため、実験結果を模擬する回路シミュレーションを作成、これと導出した発電特性・最大効率点の比較によって妥当性を検証する。

#### (2) スパイラルモータ発電・浮上同時制御に向けた制御性能向上

上記より求めた発電効率最大化条件が実現するための運動制御系などについてさらに、理論/数値解析および実験により妥当性を検証する。加えて、本モータ制御性能などを向上させる

べく、主にモータ運動制御系（位置・力制御、省電力浮上制御）設計手法を最適制御理論などを用いて改良を図る。

### (3) 更なる高推力密度化を図ったモータ構造再設計による発電性能の向上

より高推力密度を有するスパイラルモータを設計・作成し、従来のスパイラルモータに対して更に高効率な波力発電の実現可能であるか明らかとする。科研費課題番号：16H0235の研究協力で得られた本モータ高推力密度化に関する知見をもとに本モータ数値モデルや有限要素法による電磁界解析を行い、これに基づいて主には固定子形状の再設計による高推力密度化を行った。

## 4. 研究成果

### (1) スパイラルモータ数値モデルに基づく発電特性の解明および発電効率最大化条件の導出

図2のスパイラルモータ波力発電システムを新たに開発した。これまで開発してきた本モータ回路方程式・運動方程式・各制御測（電流制御、省電力磁気浮上制御、位置制御）に加え、発電時の機械特性を実現するための仮想機械アドミタンス制御、波力発電用浮体がこれに含まれる。また、本モータと浮体の関係は接続用ワイヤを介した二慣性系として数学モデルを構築した。モータが発電する際には質量、ダンパ、ばねの機械要素のうちダンパとして抵抗力を発生、これによって機械エネルギーを吸収、電力として消費する。この性質に着目して本研究では仮想機械アドミタンス制御により本モータをダンパとして見かけ上動作させ、発電量の制御を行うことを提案した。仮想機械アドミタンス制御は本モータの位置制御系によって実現されるが、位置制御系は浮上制御系とは異なる電流成分により構成されるため、制御系が安定である限りは発電制御と浮上制御は独立的に実現される。

これらの連立微分方程式よりモータへ浮体を介して伝達される力やモータ速度、電圧・電流などについて時間応答を導出、得られた応答式の積から電力ならびにモータ・浮体で生じる機械エネルギーをさらに導出した。これによって波力による機械エネルギーから、モータへ入力される機械エネルギー、電源で生じる電力、発電効率の応答式を得た。得られた応答式をアドミタンス制御に与える仮想ダンパ係数に関する最適化問題として解くことで発電効率を最大化する係数が得られる。この手法では回路方程式も含めて算出するため、発電および浮上制御によって生じる銅損等も考慮した解を一度に得ることができる。ただし、本研究で計算用に使用したPC・ソフトウェアでは浮体を含めた連立方程式において最適化計算がソフトウェアの対応できないメモリ量を必要とし実施出来なかったため、モータに加わる外力から電力までとして係数を算出した。

得られた最大効率理論値の妥当性を検証するため、実機模擬回路シミュレーション（図3）を作成し実機応答波形と比較、確認したうえでインバータ（駆動回路）などを考慮した場合での精度を確認した。

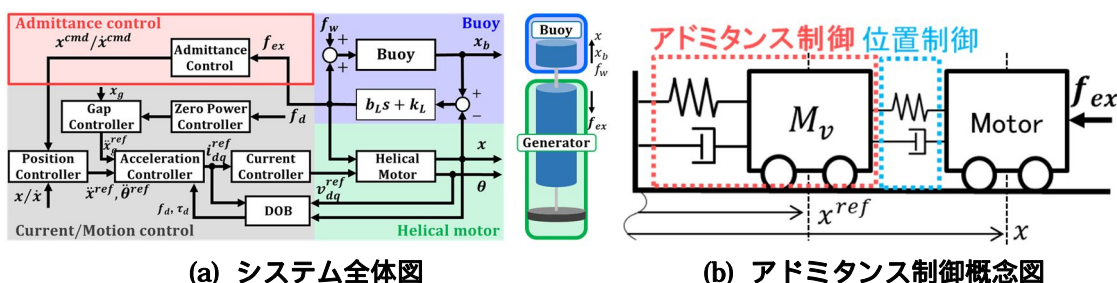


図2 スパイラルモータ波力発電システム

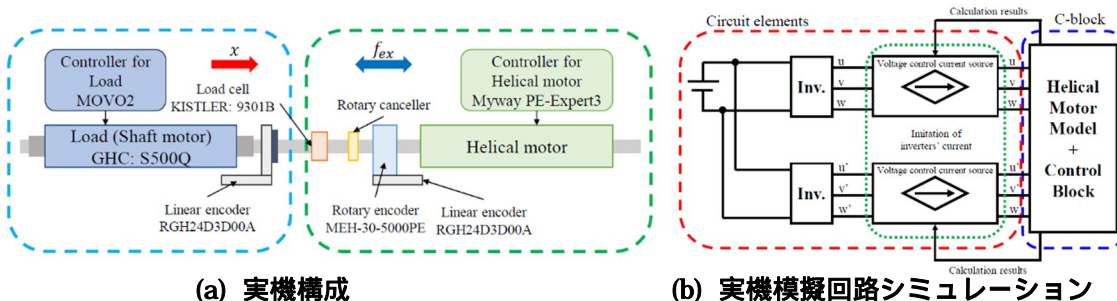
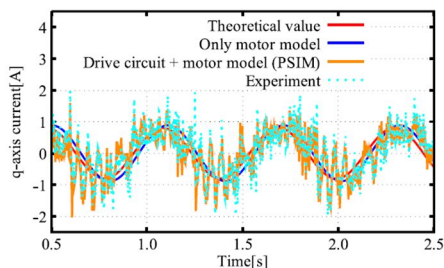
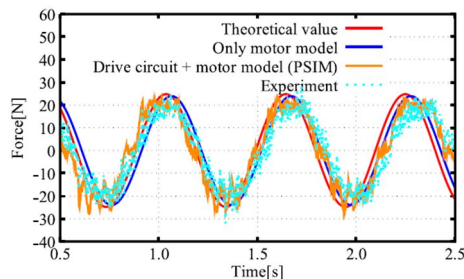


図3 スパイラルモータ試作2号機 波力模擬実験



(a) モータ電流 (実機模擬)



(b) モータ外力 (実機模擬)

図 4 実機模擬回路シミュレーション・実機・理論値比較

回路シミュレーションにおいて電流やモータに加わる外力が実機波形と極めて近い波形を得られると図 4 などから分かる。実機においては効率測定が測定器の都合上難しかったため、回路シミュレーションと導出した効率理論値を比較した。スイッチ特性や配線インピーダンスなど把握の難しい要素があるため効率値に誤差はあるものの、最大効率となるダンパ係数は本研究によって得た理論値では  $56\text{Ns/m}$ 、実機模擬においては  $40\text{Ns/m}$  とおおよそ近い値を得ることができた。

これにより目的(1)を達成できたと言える。加えて、仮想アドミタンス制御に与える仮想機械モデルを変更、波力周波数に合わせた仮想共振特性を持たせることでモータ特性によっては効率改善が可能であることも明らかにした。この場合、他の可動物体形波力発電における近似複素共役制御に近いものと言えるが、本研究の手法では効率を仮想ダンパ係数によって直接的に設計できる点などが異なる。

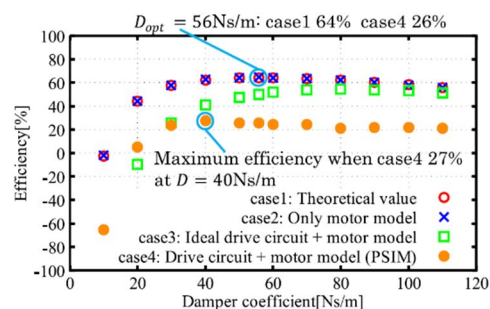


図 5 発電効率比較

## (2) スパイラルモータ発電・浮上同時制御に向けた制御性能向上

前述の仮想ダンパ係数最適化計算(図 6、後述の新型モータ時の結果を含む。添字 opt は波力周波数ごと、const は  $0.5\text{Hz}$  にてダンパ係数最適化。VD は仮想ダンパのみ、RFM は共振特性を加えたもの)により波力周波数に応じてダンパ係数や仮想機械モデルを変化させることで最大効率が達成できると明らかになった。しかし、係数・モデル切替時には速度指令値の急激な変化により、電流指令が瞬間的に増大、これがサージ電流要因となって損失を増加させると分かった。そのため、本研究では図 2 の発電制御システムに対して発電制御用仮想機械モデルと位置制御系の間に、急峻な位置・速度指令値変化を抑制するための追加仮想モデル挿入を提案した。この追加モデルは波力発電の動作周波数域に影響しない周波数特性を持つように設計しているため、定常状態における効率を損ねることなくサージ電流を大きく低減することができた。

また、図 2 の発電システムにおいてはモータへ加わる外力検出や位置制御・省電力磁気浮上制御系の高精度・高性能化が必要であるため、これらについてそれぞれ研究を行った。本モータにおける外力検出では力センサ取付、またはモータ数学モデルによる推定が可能であるが、可動子永久磁石と固定子鉄心間に働く磁気吸引力の係数および平衡点の変動によって数学モデルによる推定に大きな誤差を生じさせていた。そこで本研究では直動方向、回転方向外乱推定の和を取ることでこの影響がキャンセル可能であることに注目、また各外乱推定におけるセンサ雑音の影響を考慮した設計を提案することにより、推定精度を図 8 に示すように大きく向上させることができた。

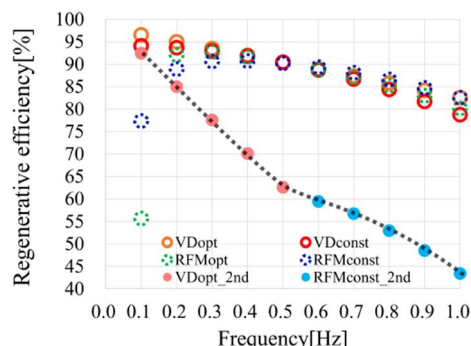


図 6 算出したダンパ係数最適値

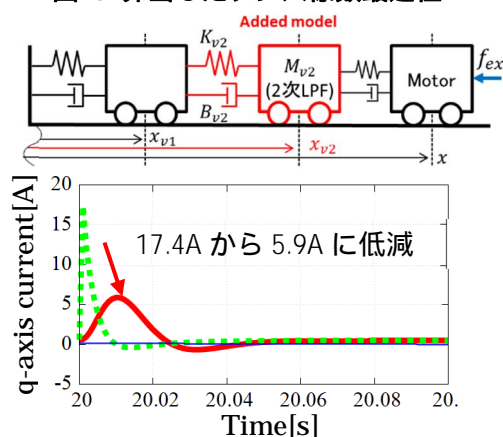


図 7 仮想機械モデル切替時のサージ抑制  
(上: 概念図、下: 電流応答比較)

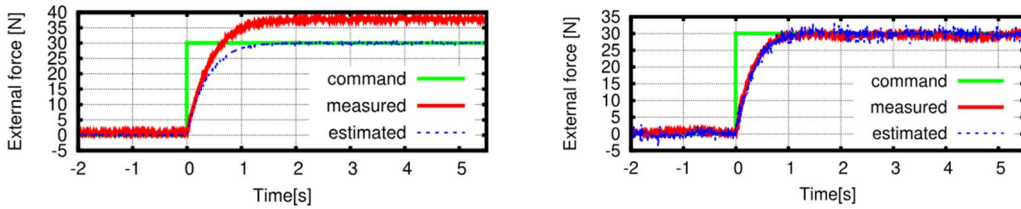


図 8 提案したスパイラルモータ外乱推定手法実験結果 (左: 従来、右: 提案手法)

次に本モータ位置制御系の制御帯域は前述の発電制御、つまりは仮想機械モデル実現精度に大きく影響を及ぼすことから、これの向上のため最適制御理論による制御系再設計を行った。また本研究期間では発電制御に機械アドミタンス制御を適用したが、過剰な力などが生じた場合にはアドミタンス制御から任意の力指令値を与える力制御に切り替える可能性もあるためこれについても制御設計を行った。一方でこれらの制御では速度検出値を用いるが、位置センサ擬似微分による微分ノイズが制御性能を劣化させていた。このことからローパスフィルタを用いた一般的な擬似微分器ではなく検出精度の高いスライディングモード微分器を適用したほか、この微分器では極低周波域においてチャタリングが生じるため、入出力信号を正規化しチャタリングを抑えることができる信号レベルで算出したのち復元する手法を新たに提案、これにより性能向上を図 9 のように確認した。

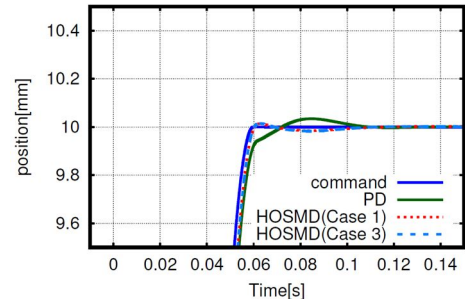


図 9 提案した位置最適制御およびスライディングモード微分器での数値解析結果 (PD: 従来、HOSMD: 提案)

### (3) 更なる高推力密度化を図ったモータ構造再設計による発電性能の向上

これまでの研究にて製作してきた試作機は一般的な円柱形リアモータに比べ、2 倍から 3 倍程度の推力密度を有していたが、本事項では同程度の寸法でさらに解析上 6 倍程度となる新型機により波力発電時の発電効率を更に向上させた。ただし、研究当初の一体型固定子形状(図 10 上)ではコイル巻線の巻き付け時に導線が摩擦などすることで被膜が剥がれ、線間で短絡してしまうことが頻繁に生じた。三年度目までは巻き付け工程の工夫により解消を試みたが困難であったため、構造再設計を行った。再設計した構造では分割構造を採用しており、個々のコイル巻線を可能な限り摩擦を避けて巻き付けることができる。これにより巻き付け作業の難度低下に成功し、3D プリンタによる試作品に巻き付けた際は再設計前と比べて作業時間が半分程度に改善できた。またモータの電磁氣的性質は変化の生じないように数理モデル・電磁界解析に基づいて設計しており、コイルインダクタンスやモータ推力の変化は約 1 倍である。図 3 の従来機と前述の発電効率などを比較し、新型機では広い周波数で 90% 程度の効率で発電可能と図 6, 12 により示した。今後は再設計した実機の製作・実験を行う。

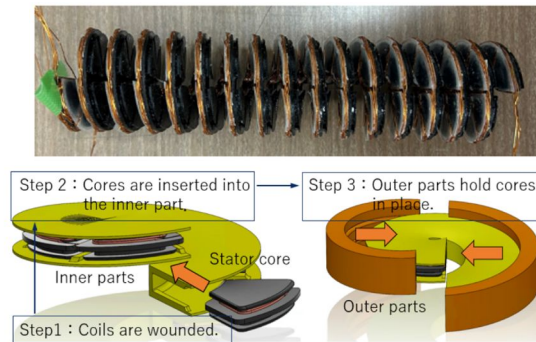


図 10 推力密度向上および製作難度改善を図ったモータ構造再設計 (上: 研究当初の新型構造、下: 再設計)

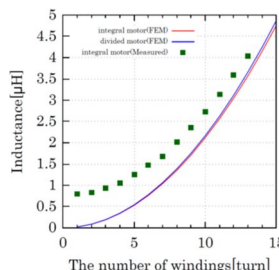


図 11 3D プリンタ試作空芯コイルのインダクタンス測定: 実測値 (緑)、再設計前/後解析値 (赤/青)

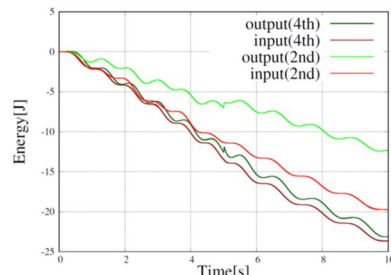


図 12 新型機 (図 10) と従来機 (図 3) の図 3(b) による発電量比較

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Atsumi Yuta, Koyama Masato	4. 巻 1
2. 論文標題 Design of optimal position/force/power-saving magLev control system of helical motor considering complementary sensitivity function	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proc. on 2023 62nd Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers (SICE)	6. 最初と最後の頁 449-454
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.23919/SICE59929.2023.10354246	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 Kihira Ryosuke, Koyama Masato	4. 巻 1
2. 論文標題 Design of optimal position/force/power-saving magLev control system of helical motor considering complementary sensitivity function	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Proc. IEEJ Int. Workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization 2024	6. 最初と最後の頁 243-248
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 Atsumi Yuta, Koyama Masato	4. 巻 1
2. 論文標題 Expanding the Control Bandwidth of Optimal Position/Power Saving MagLev Control System of Helical Motor Using HOSMD	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Proc. IEEJ Int. Workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization 2024	6. 最初と最後の頁 481-486
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 紀平稜介、小山昌人	4. 巻 1
2. 論文標題 スパイラルモータを用いた波力発電の波周波数変動に対応する切替制御におけるインバータを考慮した発電特性の検討	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 2023年電気学会産業応用部門大会	6. 最初と最後の頁 115-118
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
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 Ryosuke Kihira and Masato Koyama	4. 巻 TT2-1.1
2. 論文標題 The Study for Maximizing Regenerative Efficiency Control in Wave Power Using Helical Motor Under Frequency Fluctuation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of the 9th IEEJ international workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization (SAMCON2023)	6. 最初と最後の頁 210 -- 215
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Hayate Kazeoka and Masato Koyama	4. 巻 TT2-2.5
2. 論文標題 Improvement of the winding arrangement and manufacturing process for the fourth prototype of the helical motor	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of the 9th IEEJ international workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization (SAMCON2023)	6. 最初と最後の頁 321 -- 324
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Yuta Misawa and Masato Koyama	4. 巻 -
2. 論文標題 Force Optimal Control Based on Simultaneous Optimal Control System of Motion/Power-Saving Magnetic Levitation of Helical Motor	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 8th IEEJ international workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization (SAMCON2022)	6. 最初と最後の頁 149 ~ 154
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Koyama Masato, Fujimoto Yasutaka	4. 巻 10
2. 論文標題 Precise External Force Estimation of Helical Motors using Magnetic-attractive-force Error Compensation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEJ Journal of Industry Applications	6. 最初と最後の頁 178 ~ 183
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejjia.20004787	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Makimura Ayame, Koyama Masato	4. 巻 141
2. 論文標題 Operation Point Decision Method for Improvement of Regenerative Efficiency in Power Generation System Using Helical Motor	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems	6. 最初と最後の頁 68 ~ 75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejtrans.141.68	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 Misawa Yuta, Koyama Masato	4. 巻 -
2. 論文標題 Force Control Based on Simultaneous Optimal Control System of Motion/Power-saving Magnetic Levitation of Helical Motor	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of 2020 23rd International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS)	6. 最初と最後の頁 111 ~ 116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/ICEMS50442.2020.9291187	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 Makimura Ayame, Koyama Masato	4. 巻 -
2. 論文標題 Comparison of Resonant Frequency Matching Control and Virtual Damping Control for Wave Energy Converter Using a Helical Motor	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 7th IEEJ international workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization (SAMCON2021)	6. 最初と最後の頁 290 ~ 295
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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12件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 風岡颯、小山昌人
2. 発表標題 巻き付け作業の容易化、高占積率のための分割コアを採用したスパイラルモータ構造の提案
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 渥美裕太、小山昌人
2. 発表標題 相補感度関数を考慮したスパイラルモータの最適位置/力/省電力磁気浮上同時制御設計
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 紀平稜介，小山昌人
2. 発表標題 スパイラルモータを用いた波力発電の波周波数変動に対応した機械アドミタンス切替手法の検討
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 紀平稜介，小山昌人
2. 発表標題 スパイラルモータを用いた波力発電の周波数変動に対応した最大回生効率制御に関する研究
3. 学会等名 電気学会産業計測制御研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 風岡颯，小山昌人
2. 発表標題 スパイラルモータ試作4号機の巻線製作用治具の提案
3. 学会等名 令和4年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三沢優太, 小山昌人
2. 発表標題 スパイラルモータの位置/省電力磁気浮上同時最適制御系を基にした力最適制御系
3. 学会等名 電気学会産業計測制御研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 牧村愛萌, 小山昌人
2. 発表標題 スパイラルモータを用いたポイントアブソーバ式波力発電装置におけるブイを考慮した数学モデル構築
3. 学会等名 電気学会産業計測制御メカトロニクス制御合同研究会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

三重大学 電気システム研究室 モータ制御グループ <a href="https://sites.google.com/view/motor-ctrl-es-elec-mie-u">https://sites.google.com/view/motor-ctrl-es-elec-mie-u</a>
---

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

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
---------	---------