

令和 4 年 6 月 14 日現在

機関番号：13102

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K21967

研究課題名(和文)家電モータ制御で無効電力をゼロにしたスマートハウスによる低電力社会の実現

研究課題名(英文) Realization of a low-power society through smart houses with zero reactive power by controlling home appliance motors

研究代表者

大石 潔 (Ohishi, Kiyoshi)

長岡技術科学大学・工学研究科・教授

研究者番号：40185187

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、電解コンデンサレス単相三相インバータ1台で、系統電源の瞬時電流とモータ駆動の瞬時電圧の両者を同時に予測制御することになる。モータの予測電流制御を系統側とモータ側の両者において構成し、電源高調波規制を常に満足させた上、無効電力ほぼゼロを達成する瞬時電源電力制御を、学術的にも工業的にも新しく確立する。本研究の実機実験より、提案するモデル予測直接電流制御(MPDCC)法は、従来制御法と比較して、入力力率をほぼ1(無効電力ほぼゼロ)の96%以上で、インバータの電力損失と平均スイッチング回数において、上回ることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で、エアコンと冷蔵庫のコンプレッサ駆動モータ制御を利用して、広範囲な速度と負荷条件下で、スマートハウス全体の無効電力ほぼゼロ化と高調波規制クリアの両方を満たす家電モータ制御システムを開発することができた。特に、電解コンデンサレス単相三相インバータは、壊れやすい能動的半導体素子数が非常に少ないので、壊れにくく低コストである。このインバータ1台で相反する入力電流とモータ駆動電圧の両方を同時に予測制御することを実現したことは、社会的にも地球環境的にも画期的で有意義な研究成果をあげることができたと言える。

研究成果の概要(英文)：This research has carried out the predictive control of both the instantaneous current of the grid power supply and the instantaneous voltage of the motor drive with a single single-phase, three-phase inverter without electrolytic capacitors. The predictive current control of the motor is configured on both the grid side and the motor side to establish a new instantaneous power control method that always satisfies the power supply harmonic regulation and achieves almost zero reactive power. The experimental results of actual equipment in this research confirm that the proposed model predictive direct current control (MPDCC) method outperforms the conventional control method in terms of inverter power loss and average switching frequency, with an input power factor of nearly one (nearly zero reactive power) at 96% or higher.

研究分野：電気工学

キーワード：電力工学 制御工学 パワーエレクトロニクス 電気機器 モーションコントロール

### 1. 研究開始当初の背景

近年、CO<sub>2</sub>の削減による環境負荷の軽減や頻発する自然災害による大規模停電回避などのために、地域ごとの電力ネットワークのロバスト安定化が強く求められている。理想的な電力ネットワークは無効電力ゼロ(力率1)で構成されることである。電力ネットワーク末端の住宅やオフィスを高力率・高効率で形成すれば、電力ネットワークの上位の基幹電力の余裕度が増して、安定な低電力社会が実現できる。電力ネットワーク末端の地域全体を無効電力ゼロにするには、それを可能にする設備を全ての住宅・オフィスに普及させる必要がある。その普及を図るためには、設備は安価で安全で小規模であることが必須である。

家電の使用電力の54%(平成27年省エネルギー庁調査)はエアコン・冷蔵庫などのモータ家電である。夏の日中の消費電力は75%まで上昇する。近年、先進国はもとより中国など新興国においても省エネ規制と電源高調波規制の両方を満たすことが求められている。そして、家電機器は常に、世界で最も厳しいIEC(国際電気標準会議)の電源高調波規制を厳守しなければならない。そこで、エアコンと冷蔵庫ではコンプレッサを駆動方式として、この規制を満足させる高力率制御(ほぼ力率1)として、電解コンデンサレス単相三相インバータ駆動IPMSM(埋込型永久磁石同期機)制御が、省エネかつ低コストという理由から近年展開されている。

### 2. 研究の目的

そこで本研究では、電力ネットワークの末端の住宅・オフィスにあるエアコンと冷蔵庫のモータ制御だけで無効電力ほぼゼロを安全かつ低コストで達成することを目的とする。エアコンの場合、国内最低価格帯の2万円台への変更で無効電力ほぼゼロの住宅を構成できる。これにより、電力ネットワーク末端をすべて無効電力ほぼゼロの住宅・オフィスで形成して、低電力社会を実現する。

エアコンと冷蔵庫のコンプレッサ駆動方式として、この規制を満足する高力率制御(ほぼ力率1)で、電解コンデンサレス単相三相インバータ駆動IPMSM(埋込型永久磁石同期機)制御が、省エネかつ低コストという理由から近年展開されている。この究極化だけで、住宅・オフィス全体の無効電力ほぼゼロ化を達成する。それは、電解コンデンサレス単相三相インバータ(単相全波整流回路と小容量フィルムコンデンサと最小数の電力用半導体素子で構成された究極の低コストインバータ)1台で、系統電源の瞬時電流とモータ駆動の瞬時電圧の両者を同時に予測制御するという超難解な課題になる。この課題に本研究では、モータの予測電流制御を系統側とモータ側の両者において構成し、電源高調波規制を常に満足させた上、無効電力ほぼゼロを達成する瞬時電源電力制御を、学術的にも工業的にも新しく確立する。

学術的には、インバータからモータまでの従来の数式モデルに加え、インバータから電源までの数式モデルを新しく構築し、この拡張モデルに基づいた系統電源電流予測制御と瞬時電源電力制御を、1台のモータ駆動インバータで達成する新しい制御法を構築する。工業的には、広範囲なモータ駆動速度に対して、ほぼ力率1・電源高調波規制適合・安定したモータトルク制御の3つの条件を兼ね備えた新しい制御法を確立する。

### 3. 研究の方法

本研究は、3グループの研究体制で実施し、3年間で完遂する。研究統括は研究代表者の大石(長岡技術科学大学)と研究協力者の大西(慶應義大学)が行う。

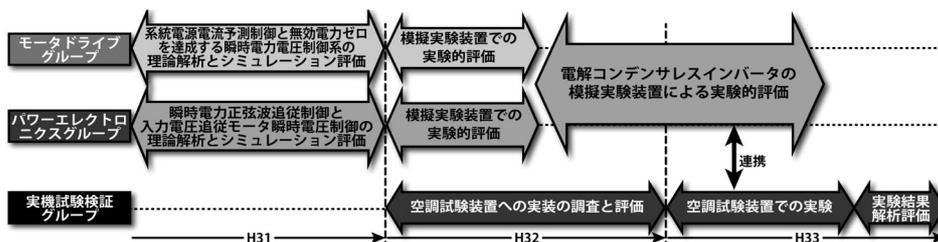


図1. 本研究のロードマップ

研究協力者の大西(慶應義大学)が行う。パワーエレクトロニクスグループは、電源高調波規制を満足させる系統電源電流予測制御と無効電力ほぼゼロを達成する瞬時電力電圧制御系を開発する。

モータドライブグループは、瞬時電力制御と入力電圧追従モータ瞬時電圧制御を併用し安定したモータトルク制御を実現する。実機試験検証グループは実機試験する。本研究課題を3年間で完遂するロードマップは、図1のようになっている。

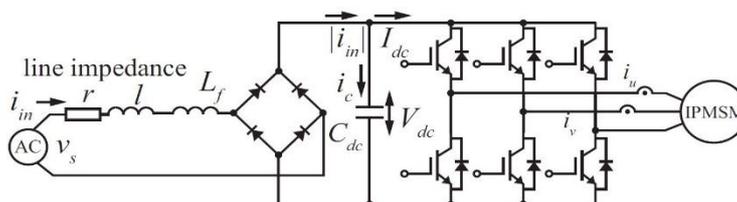


図2. 電解コンデンサレスインバータの主回路構成

電解コンデンサを小容量のフィルムコンデンサに置き換えた電解コンデンサレスインバータを用いたモータドライブシステム(図2参照)では、系統側のリアクトルと、DC-Link のコンデンサの間の共振によって入力電流が振動し入力電流に高調波が重畳する問題が発生する(図3参照)。入力電流の高調波について、高調波規制を満足するためにDC-Link 電流を直接制御する瞬時電圧制御を提案してきている。瞬時電圧制御では、DC-Link 電流指令値に基づいて電圧平面上に描かれる等電流線の線上に電圧ベクトルを配置することでDC-Link 電流の制御を行う(図4参照)。しかしながら、等電流線の線上に電圧ベクトルを配置するために PWM 変調を用いた電圧ベクトル制御を行うため、キャリア周波数を一定以上高くしないと入力電流高調波の規制を満足できない。

そこで本研究では、予測制御に基づいた直接電流制御によってDC-Link 電流とモータ電流について評価を行うことで入力電流高調波規制を満足しつつ、スイッチング周波数を低減する制御手法を提案する(図5参照)。

しかしながら、DC-Link 電流での評価では入力部の LC 共振によって励起される共振電流について考慮できないという問題点がある。高効率にするためにスイッチング周波数を低くする場合において、共振電流の影響を受けやすくなり、高調波規制を満足することが難しいときがある。

本研究では、共振が励起される入力電流について予測し制御することによって共振電流を抑制する制御法について提案して、実際に実現する。入力電流の予測のために入力部を含んだ電解コンデンサレスシステムの予測モデルを導出し、モータ電流と入力電流、DC-Link 電圧を予測する。導出された予測モデルを用いてモデル予測直接電流制御(MPDCC) を適用することによって、入力部の共振電流を抑制しスイッチング周波数の低減する制御法を実験的に確立する。そして、提案制御法の有効性を実機実験により確認する。

#### 4. 研究成果

本研究は、電解コンデンサレスインバータにおける IPMSM 駆動のための制御として、モデル予測制御に基づいた直接電流制御によってモータ電流と入力電流を制御する制御系について開発した。入力電流を予測するために系統側の入力部回路と三相インバータ側のモータ回路について状態方程式を、図6に基づいて導出してその離散化を行った。

導出された電解コンデンサレスシステムの予測モデルによってモータ電流と入力電流、DC-Link 電圧などの状態変数を正確に予測することが可能であることを、図7の実験結果によって確認した。導出した予測モデルを用いて入力電流を予測し、モ

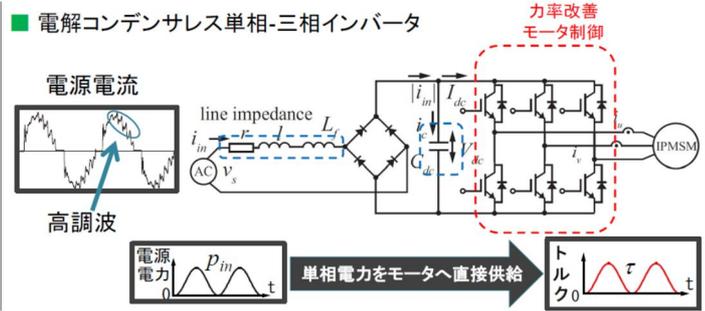


図3.電解コンデンサレスインバータの IPMSM 駆動制御

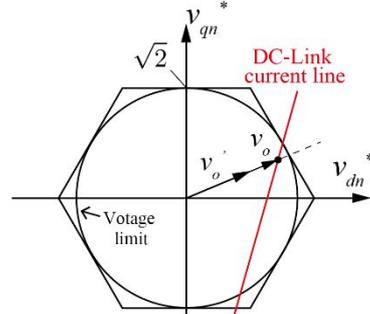


図4.DC-Link 電流の等電流線

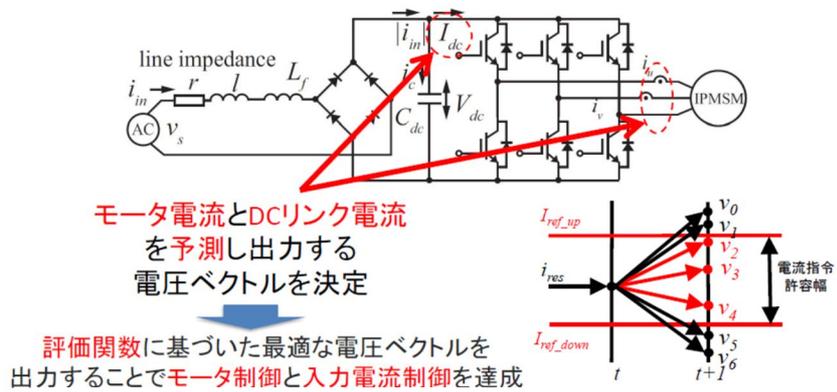
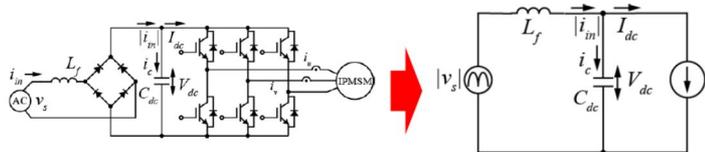


図5. 提案法のモデル予測直接電流制御(MPDCC)の概要

#### ■入力部LC共振回路の状態方程式

ダイオード整流器は常に導通状態であると仮定し電源電圧についても絶対値をとることで考慮する



$$C_{dc} \frac{dV_{dc}}{dt} = i_c = i_{in} - i_{dc}$$

$$L_f \frac{di_{in}}{dt} = |v_s| - V_{dc}$$

$$\frac{dV_{dc}}{dt} = \frac{1}{C_{dc}}(i_{in} - i_{dc}) = \frac{1}{C_{dc}}(i_{in} - \frac{i_d v_{dn} + i_q v_{qn}}{2})$$

$$\frac{di_{in}}{dt} = \frac{1}{L_f}(|v_s| - V_{dc})$$

図6. 系統側回路とモータ回路のモデル化と状態方程式

ル予測直接電流制御(MPDCC)によって制御することで、モータ電流および入力電流を任意の指令値近傍に制御可能であることも確認した(図8参照)。

実機実験より、提案するモデル予測直接電流制御(MPDCC)法と従来制御法の平均スイッチング回数、インバータの電力損失と入力力率を表1に示す。表1より、平均スイッチング回数を1/3に、インバータの電力損失を15%~30%の改善、そして入力力率をほぼ1(無効電力ほぼゼロ)の96%以上を、それぞれ確認した。

表1. 従来法と提案法の実験結果の数値データ

		Switching frequency	Inverter loss	improvement rate	Input power factor
Conventional method	50% load	10.6 kHz	40 W		84.5 %
	100% load	10.6 kHz	145 W		93.5 %
Proposed method	50% load	3.2 kHz	28 W	30.0 %	96.6 %
	100% load	3.2 kHz	124 W	14.5 %	96.1 %

したがって、実験結果より、本研究で提案するモデル予測直接電流制御(MPDCC)法が、従来制御法と比較して高力率高効率であることが立証された。さらに、高調波規制で最も厳しい IEC61000-3-2 Class A の電源高調波規制値も図9のFFT実験結果で示すようにクリアすることも確認できた。

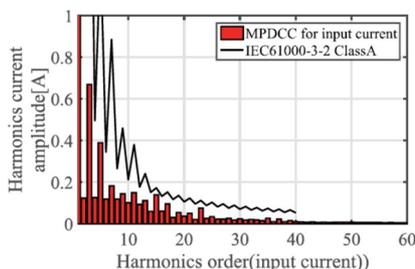
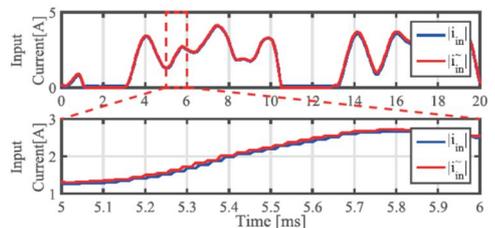


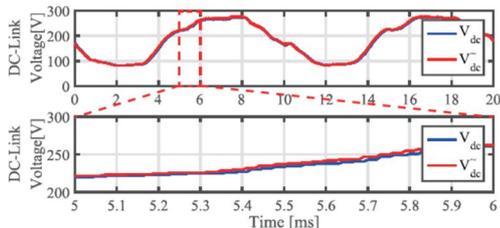
図9. 予測直接電流制御のFFT実験結果

本研究は、「住宅に入る直前の系統電源のインピーダンスをどのようにリアルタイムに同定するか」と、「同定したインピーダンスの値に基づいて瞬時電源電力制御系と電源電流予測制御系をどのように構成するか」の2つを、制御理論とパワーエレクトロニクスの学術的な融合とした課題解決である。これらの学術的課題を理論的に解決して、エアコンと冷蔵庫のコンプレッサ駆動モータ制御を利用して、広範囲な速度と負荷条件下で、スマートハウス全体の無効電力ほぼゼロ化と高調波規制クリアの両方を満たす家電モータ制御システムを開発することは、学術的にも工業的にも今までに無い全くオリジナルな内容である。特に、堅牢なダイオード整流回路と半永久的に使用できるフィルムコンデンサを用いた電解コンデンサレス単相三相インバータは、壊れやすい能動的半導体素子数が非常に少ないので、壊れにくく低コストである。その反面、インバータ1台で相反する入力電流とモータ駆動電圧の両方を同時に予測制御するという制御理論の構築は難解で挑戦的な研究とである。その内容を、今回の本研究で理論的にも実験的にも達成することができた。

以上のことから本研究は社会的にも地球環境的にも画期的で有意義な研究成果をあげることができたと言える。

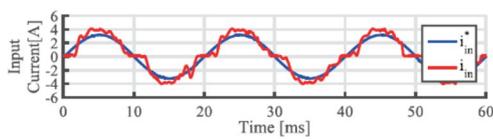


(a) Input Current

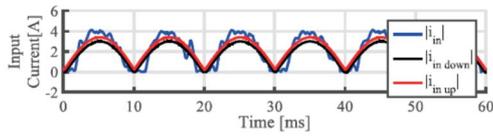


(b) DC-Link Voltage

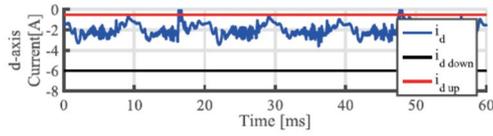
入力電流とDC-Link電圧の予測実験結果



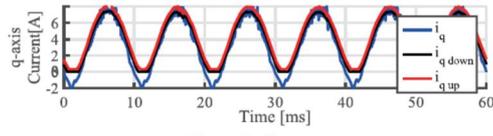
(a) Input Current



(b) Input Current



(c) d-axis Current



(d) q-axis Current

図8. 予測直接電流制御(MPDCC)の実験結果

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Iwata Hiroki, Ohishi Kiyoshi, Yokokura Yuki, Okada Yuji, Ide Yuji, Kuraishi Daigo, Takahashi Akihiko	4. 巻 9
2. 論文標題 Robust Estimation Method for Stator Temperature Based on Voltage Disturbance Observer Autotuning Resistance for SPMSM	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEJ Journal of Industry Applications	6. 最初と最後の頁 341 ~ 350
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejjia.9.341	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 Matsui Yuki, Yokokura Yuki, Ohishi Kiyoshi, Hotta Daigo, Morita Hiroshi	4. 巻 9
2. 論文標題 Quick Force Balance Control Based on Equilibrium Point Movement of Tie-bar Temperature Controllers for Injection Molding Machine	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEJ Journal of Industry Applications	6. 最初と最後の頁 597 ~ 604
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejjia.9.597	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 Kawai Yusuke, Yokokura Yuki, Ohishi Kiyoshi, Miyazaki Toshimasa	4. 巻 68
2. 論文標題 High-Robust Force Control for Environmental Stiffness Variation Based on Duality of Two-Inertia System	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Industrial Electronics	6. 最初と最後の頁 850 ~ 860
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TIE.2020.3009591	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 Yabuki Akinori, Ohishi Kiyoshi, Miyazaki Toshimasa, Yokokura Yuki, Kanmachi Toshiyuki, Ando Itaru	4. 巻 10
2. 論文標題 Vibration Suppression Control Using Resonance Frequency Damping Disturbance Observer for Robot Servo System	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEJ Journal of Industry Applications	6. 最初と最後の頁 36 ~ 44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejjia.20003474	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 Tran Phuong Thao, Kiyoshi Ohishi, Yuki Yokokura	4. 巻 67
2. 論文標題 Fine Sensorless Force Control Realization Based on Dither Periodic Component Elimination Kalman Filter and Wide Band Disturbance Observer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Industrial Electronics	6. 最初と最後の頁 757-767
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TIE.2018.2883256	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 Yuki Yokokura, Kiyoshi Ohishi	4. 巻 67
2. 論文標題 Fine Load-Side Acceleration Control Based on Torsion Torque Sensing of Two-Inertia System	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Industrial Electronics	6. 最初と最後の頁 768-777
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TIE.2018.2881944	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 3)Yousuke Akama, Kodai Abe, Yushi Araki, Kiyoshi Ohishi, Yuki Yokokura	4. 巻 8
2. 論文標題 Predictive Direct DC-link Current Control of IPMSM Drive System Using Electrolytic Capacitorless Inverter for Fine Harmonics Suppression Regulation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEJ Journal of Industry Applications	6. 最初と最後の頁 394-103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejia.8.394	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 4)Kodai Abe, Hitoshi Haga, Kiyoshi Ohishi, Yuki Yokokura, Haruya Kada	4. 巻 8
2. 論文標題 Source Current Harmonics and Motor Copper Loss Reduction Control of Electrolytic Capacitor-less Inverter for IPMSM Drive	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEJ Journal of Industry Applications	6. 最初と最後の頁 404-412
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejia.8.404	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 -

[学会発表] 計22件(うち招待講演 0件/うち国際学会 10件)

1. 発表者名 Juan Padron, Yusuke Kawai, Yuki Yokokura, Kiyoshi Ohishi, Toshimasa Miyazaki
2. 発表標題 Fine Torsion Torque Control for Geared Motors by a State-Reference-Dependent Variable-Order Friction Observer
3. 学会等名 The 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics ISIE2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Thao Tran Phuong, Kiyoshi Ohishi, Yuki Yokokura
2. 発表標題 Enhancement of Performance on Sensor-less Force Sensation Using Singular Spectrum Analysis Based Force Observers
3. 学会等名 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics AIM2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yusuke Kawai, Yuki Yokokura, Kiyoshi Ohishi, Toshimasa Miyazaki
2. 発表標題 Switching Controller-less Approach and Contact Controls Based on Force Impulse Regulator
3. 学会等名 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics AIM2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yusuke Kawai, Sora Nagao, Yuki Yokokura, Kiyoshi Ohishi, Toshimasa Miyazaki
2. 発表標題 Quick Torsion Torque Control Based on Model Error Compensator and Disturbance Observer with Torsion Torque Sensor
3. 学会等名 IEEE/SICE International Symposium on System Integration, SII2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Taisei Shinagawa, Kiyoshi Ohishi, Kodai Abe, Yuki Yokokura, Tatsuki Inoue
2. 発表標題 Harmonics Reduction Control of Source Current of Electrolytic Capacitorless Inverter for Position-Sensorless Drive System of Induction Motors
3. 学会等名 The 23rd International Conference on Electrical Machines and Systems ICEMS2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuki Yokokura, Kiyoshi Ohishi
2. 発表標題 Wideband Backforward-Drivability Motor Drive Based on Fast Current Control of Geared SPMSM
3. 学会等名 The IEEE International Conference on Mechatronics ICM2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Taiga Shinozaki, Yusuke Kawai, Yuki Yokokura, Kiyoshi Ohishi, Toshimasa Miyazaki
2. 発表標題 Position Control Based on Robust Load-side Acceleration Control Using Instantaneous State Observer
3. 学会等名 The 7th IEEJ International Workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization SAMCON2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuto Kobayashi, Kiyoshi Ohishi, Yuki Yokokura, Tenjiro Hiwatari, Sota Sano, Akira Satake
2. 発表標題 High Efficient Motor Drive System by Voltage-Integral-based Reference Tracking Modulation with Voltage Prediction
3. 学会等名 The 7th IEEJ International Workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization SAMCON2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Thao Tran Phuong, Kiyoshi Ohishi, Yuki Yokokura
2. 発表標題 Deep Learning Based Singular Spectrum Analysis for Realization of Wideband Force Sensing
3. 学会等名 The IEEE International Conference on Mechatronics ICM2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Juan Padron, Yusuke Kawai, Yuki Yokokura, Kiyoshi Ohishi, Toshimasa Miyazaki
2. 発表標題 Stable Torsion Torque Control for Two-Inertia Systems with Backlash Based on Duality of Nonlinear Friction and Backlash
3. 学会等名 The 7th IEEJ International Workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization SAMCON2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 篠崎 泰雅, 川合 勇輔, 横倉 勇希, 大石 潔, 宮崎 敏昌
2. 発表標題 ドリフトフリー瞬時状態オブザーバを用いた2 慣性系の高精度力制御
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

1. 発表者名 溝 大貴, 大石 潔, 宮崎 敏昌, 横倉 勇希, 矢吹 明紀
2. 発表標題 動力学補償計算に基づく状態オブザーバによるロボットモーション制御
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

1. 発表者名 溝 大貴, 大石 潔, 宮崎 敏昌, 横倉 勇希, 矢吹 明紀
2. 発表標題 慣性モーメントのリアルタイム代入FDTD動力学補償器を用いた産業用ロボットの位置制御法の提案
3. 学会等名 第38回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Juan Padron, Yusuke Kawai, Yuki Yokokura, Kiyoshi Ohishi, Toshimasa Miyazaki
2. 発表標題 A switched torsion disturbance observer for improving the performance of torsion torque control in a two inertia system with backlash
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

1. 発表者名 溝 大貴, 大石 潔, 宮崎 敏昌, 横倉 勇希, 矢吹 明紀
2. 発表標題 動力学外乱トルク入力型FDTDオブザーバを用いたロボット関節の状態推定
3. 学会等名 令和2年電気学会東京支部新潟支所研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井脇 隆議, 大石 潔, 横倉 勇希, 滝 智洋
2. 発表標題 クラッチを有する二慣性系サーボシステムのための特性評価
3. 学会等名 令和2年電気学会東京支部新潟支所研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 溝 大貴, 大石 潔, 宮崎 敏昌, 横倉 勇希, 矢吹 明紀
2. 発表標題 動力学外乱トルク入力型FDTDオブザーバを用いた産業用ロボットの位置制御
3. 学会等名 電気学会 メカトロニクス制御研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井脇 隆議, 滝 智洋, 大石 潔, 横倉 勇希, 川合 勇輔, 山口 晃, 波多野 崇
2. 発表標題 クラッチを有する二慣性系の非線形モデル予測制御に基づく駆動力制御法
3. 学会等名 電気学会 メカトロニクス制御研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 滝 智洋, 井脇 隆議, 大石 潔, 横倉 勇希, 山口 晃, 波多野 崇
2. 発表標題 クラッチを有する二慣性共振系の制約条件付きモデル予測制御に基づくハイブリッド自動車のスムーズな加速制御法
3. 学会等名 電気学会 メカトロニクス制御研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井脇 隆議, 滝 智洋, 大石 潔, 横倉 勇希, 川合 勇輔
2. 発表標題 クラッチを有する二慣性系の非線形モデル予測制御に基づくねじれトルク制御法
3. 学会等名 電気学会 半導体電力変換モータドライブ合同研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 品川 大成, 大石 潔, 阿部 晃大, 横倉 勇希, 井上 達貴
2. 発表標題 誘導電動機の位置センサレス駆動システムのための電解コンデンサレスインバータの電源電流高調波抑制制御 -第二報-
3. 学会等名 電気学会 半導体電力変換モータドライブ合同研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小林 勇斗, 大石 潔, 横倉 勇希, 樋渡 天次郎, 佐野 壮太, 佐竹 彰
2. 発表標題 スイッチング損失低減のためのLUTに基づく直接仮想磁束制御
3. 学会等名 電気学会 半導体電力変換モータドライブ合同研究会
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	和田 安弘  (Wada Yasuhiro)  (70293248)	長岡技術科学大学・工学研究科・教授   (13102)	
研究分担者	横倉 勇希  (Yokokura Yuki)  (70622364)	長岡技術科学大学・工学研究科・准教授   (13102)	
研究分担者	宮崎 敏昌  (Miyazaki Toshimasa)  (90321413)	長岡技術科学大学・工学研究科・教授   (13102)	

#### 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
---------	---------