

平成 30 年 8 月 27 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26249061

研究課題名(和文) 制御技術が拓く新型電動モビリティの未来社会：EVから電気飛行機へ

研究課題名(英文) Future Society of Novel Electric Mobility Developed by Control Technology: From EV to Electric Airplane

研究代表者

藤本 博志 (Fujimoto, Hiroshi)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授

研究者番号：20313033

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 31,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、新しい電動モビリティとその制御技術により未来社会の交通の基盤となる革新的技術開発を進めることを目的とした。まず、研究代表者がこれまでに研究してきたモータの高制御性を利用した電気自動車(EV)の運動制御技術をより発展させ、EVならではの自動運転技術を開発した。さらにこれらの技術を元に、電気飛行機(EA)の実現に向けた制御技術を開発した。駆動輪にモータを搭載した、陸空両用の新型電動モビリティの実現に向けた基盤研究を行った。また未来社会において高速道路や滑走路に給電コイルが埋設されることを想定し、EVやEAに直接給電をするワイヤレスインホイールモータの研究開発を行った。

研究成果の概要(英文)：In this research, we aimed to develop advanced innovative technologies which is the basis of transportation of the future society by new electric mobility and its control technology. First of all, the automatic driving techniques unique to the EV have been developed based on our motion control technology of the electric vehicle (EV) utilizing the high controllability of the motor. Based on these technologies, we also developed a control technology to realize electric airplane (EA). We conducted a basic research aimed at realizing a new type of electric mobility (E-skycar) for both land and sky equipped with a motor on the drive wheels. We also conducted research and development on a wireless in-wheel motor for EV and EA to receive the energy directly from coils installed on highway or runway in a future society.

研究分野：制御工学，モーションコントロール

キーワード：電気自動車 電気飛行機 モーションコントロール ワイヤレス給電 インホイールモータ

1. 研究開始当初の背景

近年、温室効果ガスによる地球温暖化や大気汚染といった環境問題、化石燃料枯渇問題やエネルギー問題が深刻化し、社会は低炭素化を求められている。航空業界においても、国際航空運送協会(IATA)は 2050 年までに CO2 排出量の半減を目標に掲げているが、今後増大する航空輸送量を踏まえ、従来の機体やエンジンの性能改善では、この目標に到達は不可能であり、革新的技術として、最終的には推進系までの電動化が検討されはじめていた。

電気飛行機(EA)は 90 年代までは超小型な機体を低速で飛行させていただけであり、実用性は全くなかった。しかしながら電気自動車(EV)技術の発達により、モータやバッテリーの性能が飛躍的に進歩すると、その基幹技術を取り込む形で 2000 年代以降に性能が飛躍的に向上し、最近では航続距離が 300km を超えるようなバッテリー型 EA が欧米で開発され始めた。現状では、旅客機の完全電動化は困難であるが、数十年後にそれが実現される可能性は否定できない。また、乗員 5 名以下程度の EA でも、二次電池のみを電力源として成立可能であるため、維持・運用が容易になることから、エアタクシーや陸空両用自家用機のように、航空輸送の大衆化をもたらす可能性がある¹⁶⁾。特に維持・運用の点においては、電動モータを用いることで内燃機関の様に短期定期的なオーバーホールが必要なくなり、大幅に小型飛行機の利便性が上がることが期待できる。ところが、このような小型 EA には、1)小型機特有の不安定性と、2)航続距離の短さ、という本質的な問題が内在していた。

2. 研究の目的

本研究では、新しい電動モビリティとその制御技術により未来社会の交通の基盤となる革新的技術開発を進めることを目的とした。まず、研究代表者がこれまでに数多くの論文を発表している、モータの高制御性を利用した EV の運動制御技術をより発展させる。さらにこれらの技術を元に、EA の実現に向けた基盤技術を開発した。その駆動輪にモータを搭載し、離着陸距離を最小化させ、ひいては陸空両用の新型電動モビリティの実現に向けた基礎研究を行った。

また未来社会において高速道路や滑走路にワイヤレス給電コイルが埋設されることを想定し、EV や EA の駆動輪に直接給電をすることを可能とするワイヤレスインホイールモータ(WIWM)の研究開発を行った。

3. 研究の方法

紙面の都合上次節に結果と合わせて示す。

4. 研究成果

(1) 電気飛行機の推力制御

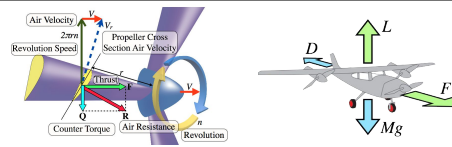


図 1: EA の揚力制御系

電動モータの高速度高応答性を活かした電気飛行機の新しい制御法として飛行時の安全性向上のためプロペラから出力する推力を気流によらず正確に制御する推力制御³¹⁾と、降下離着陸時の安全性向上のためプロペラ後流を利用した揚力制御¹⁸⁾、²⁷⁾と昇降速度制御²⁹⁾の研究を行った。こ

こでは後者の研究成果を紹介する。

飛行機の着陸時は姿勢が不安定になりやすく、特に小型飛行機においては上昇気流や下降気流の影響を受けやすい。そこで降下着陸時における安全性の向上のため、高応答な揚力制御を開発した。

図 1 の揚力の力学モデルや運動方程式から図 2 のように制御系設計に必要なモデル化を行い、電気モータの高応答性をいかしてプロペラ後流を瞬時に制御することにより、揚力を自由に制御できるシステムを構築した。

実験結果を図 4 に示す。青点線が指令値、赤実線が提案法を示し、緑破線は内燃機関型エンジンを模擬した回転数制御による揚力の変化である。エンジンは応答が遅いが、提案制御系ではモータ制御により実現される揚力を指令値に保つためにプロペラ回転数が適宜変化し、1 秒以内に指定値に追従している。この成果を着陸制御に適用したところ、

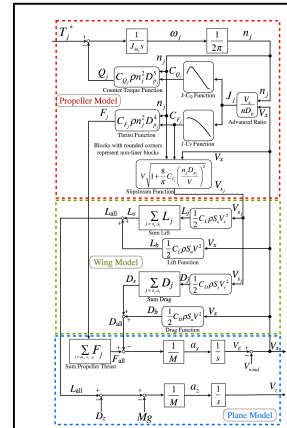


図 2:揚力モデル

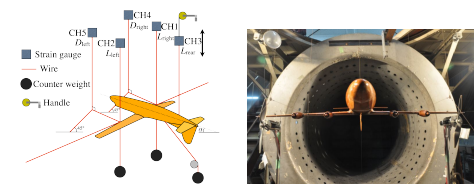


図 3: 揚力制御系実験環境

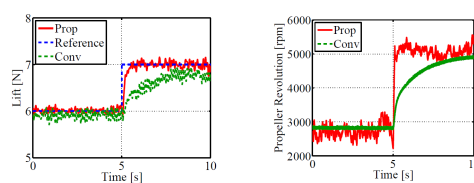


図 4: 揚力制御系実験結果

着陸衝撃を8割削減し,必要滑走路を25%短縮できることが分かった。

(2) 推力配分による航続距離延長制御

複数プロペラ電気飛行機において特性の異なる固定ピッチプロペラを配置し,図5のように対気速度や必要推力に応じて,推力をそれぞれ独立に制御することにより,総推力を変えずに消費電力を低減させる推力配分最適化による航続距離延長制御を開発した³⁰⁾。

機首に巡航時に効率の良い低ピッチのMainプロペラ,主翼に加速時に効率の良い高ピッチのSubプロペラを配置した機体を想定し,推力を逐次最適に配分する制御理論を構築した。均等に配分した場合に比べ約5%消費エネルギーを低減させることに成功した。

さらに飛行機の降下時にプロペラによる回生電力を最大化する制御系を開発した^{26),28)}。

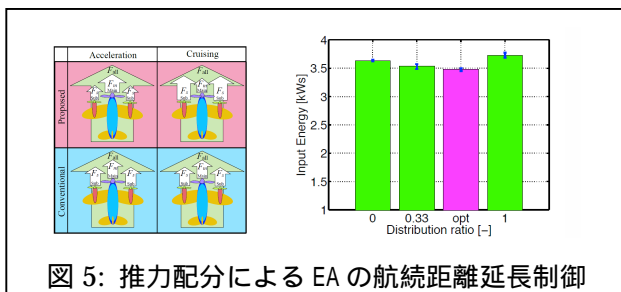


図5: 推力配分によるEAの航続距離延長制御

(3) 陸空両用電動スカイカーの基盤研究

未来の交通システムに革命を起こす新型電動モビリティとして陸空両用電動スカイカー(E-skycar)の基盤的研究を行った。

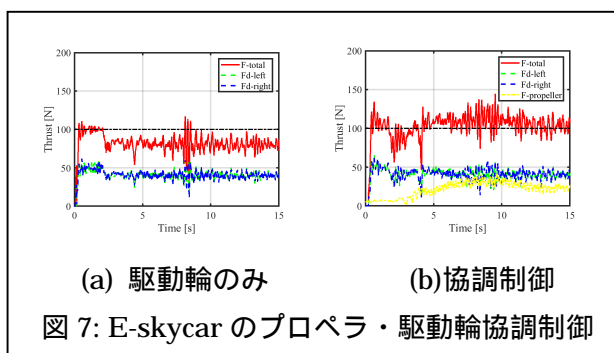
図6に示すように,電動プロペラ・インホイールモータ・電動ラダーアクチュエータを搭載した実験機を製作した。E-skycarは通常の飛行機に比べて,重量増加と引き換えに駆動輪による推進力・制動力を得られることから離着陸滑走路距離を短縮することができるという利点があるが,機体が軽量であり,重心位置が高く垂直尾翼が存在することによって横風外乱に弱いという問題がある。また,高速走行時は主翼を収納していたとしても,機体の構造上,荷重が抜け駆動輪だけでは十分な駆動力が得られない可能性がある。

そこで横風外乱下での着陸時に,左右の駆動力差やラダーを使って姿勢を安定化する制御技術や^{15),19)}プロペラと駆動輪の協調制御系を開発した。図7に後者の走行実験結果を示す。駆動輪だけでは推力が指令値に対して不足しているが,プロペラによる推力と協調することにより,指令値を達成できてい



図6: インホイールモータ搭載電動スカイカー

ることが分かる。



(a) 駆動輪のみ (b) 協調制御

図7: E-skycarのプロペラ・駆動輪協調制御

(4) その他の成果

紙面の都合上詳細は割愛するが,上記の成果に加えて,走行中給電に対応したワイヤレスインホイールモータの開発に成功し,90%を超える送電効率を達成した¹⁷⁾。これは不安定性を内在する可変電力負荷(モータ)への無線送受電力の制御技術や双方向無線電力制御技術など多くの基礎研究が実を結んだものである。また電気自動車の航続距離を延長させる自動運転制御においても多数多くの成果を生み出した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

(雑誌論文)(計43件)すべて査読有

Van-Duc Doan, Hiroshi Fujimoto, Takafumi Koseki, Tomioi Yasuda, Hiroyuki Kishi, Toshiyuki Fujita, "Simultaneous Optimization of Speed Profile and Allocation of Wireless Power Transfer System for Autonomous Driving Electric Vehicles", IEEJ Journal of Industry Applications, vol.7, no. 2, pp.189-201, 2018 DOI: 10.1541/ieejias.7.189

Van-Duc Doan, Hiroshi Fujimoto, Takafumi Koseki, Tomioi Yasuda, Hiroyuki Kishi, Toshiyuki Fujita, "Iterative Dynamic Programming for Optimal Control Problem with Isoperimetric Constraint and Its Application to Optimal Eco-driving Control of Electric Vehicle", IEEJ Journal of Industry Applications, vol.7, no. 1, pp.80-92, 2018, DOI: 10.1541/ieejias.7.80

竹内琢磨, 居村岳広, 郡司大輔, 藤本博志, 堀洋一, "スーパーキャパシタを搭載したワイヤレスインホイールモータのパワーフロー制御法", 電気学会論文誌 D, vol.138, no. 3, pp.219-226, 2018 DOI: 10.1541/ieejias.138.219

池澤 佑太, 藤本 博志, 川野 大輔, 後藤 雄一, 武田 雄資, 佐藤 宏治, "電気自動車における旋回を考慮した速度軌道最適化による航続距離延長自動運転", 電気学会論文誌 D, vol.137, no. 12, pp.899-907, 2017, DOI: 10.1541/ieejias.137.899

大西 亘, 藤本博志, "時間軸反転による状態変数軌道生成とマルチレートフィードフォワードを用いた完全追従制御法", 電気学会論文誌 D, vol.137, no. 6, pp.469-477, 2017, DOI:10.1541/ieejias.137.469

Jia-Sheng Hu, Yafei Wang, Hiroshi Fujimoto, Yoichi Hori, "Robust Yaw Stability Control for In-wheel Motor Electric

Vehicles", IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, vol. 22, no. 3, pp.360-1370, 2017,

DOI: 10.1109/TMECH.2017.2677998

佐藤基, Giuseppe Guidi, 居村岳広, 藤本博志, "ワイヤレスインホイールモータの高効率化および高応答回生の実現に関する研究", 電気学会論文誌 D, vol.137, no. 1, pp.36-43, 2017, DOI:10.1541/ieejias.137.36

Yafei Wang, Hiroshi Fujimoto, Shinji Hara, "Driving Force Distribution and Control for EV With Four In-Wheel Motors:A Case Study of Acceleration on Split-Friction Surfaces", IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol.64, no. 4, pp.3380-3388, 2017, DOI: 10.1109/TIE.2016.2613838

Motoki Sato, Gaku Yamamoto, Daisuke Gunji, Takehiro Imura, and Hiroshi Fujimoto, "Development of Wireless In-Wheel Motor using Magnetic Resonance Coupling", IEEE Transactions on Power Electronics, vol.31, no. 7, pp.5270-5278, 2016, DOI:10.1109/TPEL.2015.2481182

Yafei Wang, Hiroshi Fujimoto, Shinji Hara, "Torque Distribution-based Range Extension Control System for Longitudinal Motion of Electric Vehicles by LTI Modeling with Generalized Frequency Variable", IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, vol.21, no. 1, pp.443-452, 2016, DOI:10.1109/TMECH.2015.2444651

Binh-Minh Nguyen, Hiroshi Fujimoto, Yoichi Hori, "Upper-Bound-Based State Estimation with Large-Time-Delay Measurement and Its Applications to Motion Control", IEEE Journal of Industry Applications, vol.5, no. 4, pp.303-313, 2016, DOI:10.1541/ieejia.5.303

Yuta Ikezawa, Hiroshi Fujimoto, Yoichi Hori, Daisuke Kawano, Yuichi Goto, Misaki Tsuchimoto, Koji Sato, "Range Extension Autonomous Driving for Electric Vehicles Based on Optimal Vehicle Velocity Trajectory Generation and Front-Rear Driving-Braking Force Distribution", IEEE Journal of Industry Applications, Vol.5, No.3, pp.228-235, 2016, DOI:10.1541/ieejia.5.228

郡司大輔, 居村岳広, 藤本博志, "磁界共振結合ワイヤレス給電における相互通信を要さない伝送電力制御手法", 電気学会論文誌 D, Vol.136, No.3, pp.222-231, 2016

山本岳, 郡司大輔, 居村岳広, 藤本博志, "ワイヤレスインホイールモータの送電電圧および負荷電圧制御による電力伝送効率最大化の検討", 電気学会論文誌 D, Vol.136, No.2, pp.118-125, 2016, DOI:10.1541/ieejias.136.118

Hiroshi Fujimoto, Shingo Harada, "Model-based Range Extension Control System for Electric Vehicles with Front and Rear Driving-Braking Force Distributions", IEEE Transaction on Industrial Electronics, vol.62, no. 5, pp.3245-3254, 2015, DOI:10.1109/TIE.2015.2402634

武井大輔, 藤本博志, 堀洋一, "昇圧コンバータにおける平滑コンデンサの小型化を目的とした負荷電流フィードフォワード制御", 電気学会論文誌 D, vol.135, no. 5, pp.457-466, 2015, DOI:10.1541/ieejias.135.1

山田翔太, 藤本博志, 堀洋一, "高分解能エンコーダの適用による駆動側情報をを用いない2慣性系の制振制御法", 電気学会論文誌 D, vol.135, no. 3, pp.212-219, 2015, DOI:10.1541/ieejias.135.212

郡司大輔, 居村岳広, 藤本博志, "磁界共振結合によるワイヤレスインホイールモータの電力変換回路の制

御に関する基礎研究", 電気学会論文誌 D, vol.135, no. 3, pp.182-191, 2015,

Yunha Kim, Kanghyun Nam, Hiroshi Fujimoto, Yoichi Hori, "Caster-Wheeled Independent-Motor-Driven Electric Vehicle (CIMEV), Its Design and Control as A Future Mobility Solution", International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research, vol.3, no. 3, pp.1-20, 2015,

Kanghyun Nam, H. Fujimoto, and Y. Hori, "Design of Adaptive Sliding Mode Controller for Robust Yaw Stabilization of In-Wheel-Motor-Driven Electric Vehicles", International Journal of Vehicle Design, vol.67, no.1, pp.98-113, 2015, DOI:10.1504/IJVD.2015.066474

② H.Zhu, T.Sugie, H. Fujimoto, "Smooth Output Reconstruction for Linear Systems with Quantized Measurements", Asia Journal of Control, vol.17, no. 3, pp.1--12, 2015, DOI:10.1002/asjc.950

②H. Zhu, H. Fujimoto, "Mechanical Deformation Analysis and High-Precision Control for Ball-Screw-Driven Stage", IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, vol.20, no. 2, pp.956-966, 2015 DOI:10.1109/TMECH.2014.2337933

③郡司大輔, 藤本博志, "タイヤ横力センサの計測性能定量化と電気自動車のヨーレート制御への応用", 電気学会論文誌 D, vol.134, no. 8, pp.742-749, 2014, DOI:10.1541/ieejias.134.1

④Masato Kanematsu, Takayuki Miyajima, Hiroshi Fujimoto, Yoichi Hori, Toshio Enomoto, Masahiko Kondou, Hiroshi Komiya, Kantaro Yoshimoto, Takayuki Miyakawa, "Radial Force Control of IPMSM Considering Fundamental Magnetic Flux Distribution", IEEE Journal of Industry Applications, vol.3, no.41, pp.328-334, 2014, DOI:10.1541/ieejias.134.1

⑤Hiroshi Fujimoto, Tadashi Takemura, "High Precision Control of Ball-Screw-Driven Stage Based on Repetitive Control Using N-Times Learning Filter", IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol.61, no.7, pp.3694-3703, 2014, DOI: 10.1109/TIE.2013.2290286

⑥H. Zhu, H. Fujimoto, "Suppression of Current Quantization Effects for Precise Current Control of SPMSM using Dithering Techniques and Kalman Filter", IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol.10, no.2, pp.1361-1371, 2014, DOI:10.1109/TIE.2014.2307195

⑦Hiroshi Fujimoto, Koichi Sakata "Multirate PWM Control of Precision Stage for Ultrahigh-Speed Nanoscale Positioning", IEEE Journal of Industry Applications, vol.3, no. 3, pp.270-276, 2014, DOI: 10.1541/ieejia.3.270

⑧原田信吾, 藤本博志, "電気自動車におけるスリップ率とモータ損失を考慮した前後輪制駆動力配分による加減速時の航続距離延長制御", 電気学会論文誌 D, vol.134, no. 3, pp.268-275, 2014, DOI: 10.1541/ieejias.134.268

⑨前田健太, 藤本博志, 堀洋一, "タイヤ横すべりを考慮した限界スリップ率推定に基づく電気自動車の駆動力制御", 計測自動制御学会論文集, vol.60, no.3, pp.259-265, 2014, DOI: 10.9746/sicetr.50.259

⑩K. Nam, H. Fujimoto and Y. Hori, "Advanced Motion Control of Electric Vehicles Based on Robust Lateral Tire Force Control via Active Front Steering", IEEE/ASME Transaction on Mechatronics, vol.19, no.1, pp.289-299, 2014, DOI: 10.1109/TMECH.2012.2233210

⑪Yafei Wang, Binh Minh Nguyen, Hiroshi Fujimoto, Yoichi

Hori, "Multi-rate Estimation and Control of Body Slip Angle for Electric Vehicles based on on-board vision system", IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol.61, no.2, pp.1133-1143,2014,DOI:10.1109/IECON.2012.6389202

〔学会発表〕(計 134 件)

1)Toshiki Niinomi, Hiroshi Fujimoto, Akira Nishizawa, Hiroshi Kobayashi, Yasumasa Watanabe, "Total Thrust Control Method with Propeller and Electrically Driven Wheel for Electric Aircraft", The 15th International Workshop on Advanced Motion Control, Tokyo, Japan, 2018

2)Tomoki Emmei, Hiroshi Fujimoto, Daisuke Gunji, Kenji Omata, "Proposal of Load-side Encoder Based Slip Ratio Estimation Method for 4-wheeled In-wheel-motor with Reduction Gear", The 4th IEEJ international workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization, Tokyo, Japan, 2018

3)Kensuke Hanajiri, Katsuhiko Hata, Takehiro Imura, Hiroshi Fujimoto, "Dynamic Voltage Control for Maximum Efficiency Operation of WPT with Secondary-side Supercapacitor", The 4th IEEJ international workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization, Tokyo, Japan, 2018

4)Hiroyuki Fuse, Hiroshi Fujimoto, Yoichi Hori, "Minimum-time Maneuver and Friction Coefficient Estimation Using Slip Ratio Control for Autonomously-Driven Electric Vehicle", The 4th IEEJ international workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization, Tokyo, Japan, 2018

5)Takaki Shimoda, Hiroshi Fujimoto, Norihiro Kumagai and Yuki Terada, "Experimental Verification of Extremum Seeking Control of Spindle Speed in NC machining for Chatter Avoidance and Suppression", The 4th IEEJ international workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization, Tokyo, Japan, 2018

6)Naoyuki Ogawa, Hiroshi Fujimoto, Nobunori Okui, Yusuke Takeda, Koji Sato, ""Basic Study on Range Extension Autonomous Driving for Electric Vehicles Considering Uncertainty of Signal Information"", The 4th IEEJ international workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization, Tokyo, Japan, 2018

7)Kota Miyahara, Hiroshi Fujimoto, Yoichi Hori, "Fundamental Study of Four Wheel Steering System without Rear Steer Actuator for Four Wheel Driving Electric Vehicles", The 4th IEEJ international workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization, Tokyo, Japan, 2018

8)Takuma Takeuchi, Takehiro Imura, Hiroshi Fujimoto, Yoichi Hori, "Power Management of Wireless In-Wheel Motor with Dynamic-Wireless Power Transfer", The 30th International Electric Vehicle Symposium and Exhibition, Stuttgart, Germany, 2017

9)Naoki Kamiya, Hiroshi Fujimoto, Yoichi Hori, Etsuo Katsuyama, Takeshi Kanou, "Reduction of Vertical Vibration for Improvement of Ride Comfort Using In-Wheel Motors", The 30th International Electric Vehicle Symposium and Exhibition, Stuttgart, Germany, 2017

10)Shota Yamada, Thomas Beauvain, Hiroshi Fujimoto, Takeshi Kanou, and Etsuo Katsuyama, "Model-Based Longitudinal Vibration Suppression Control for Electric

Vehicles with Geared In-Wheel Motors", IEEE International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, Munich, Germany, 2017

11)Takaki Shimoda, Hiroshi Fujimoto, Norihiro Kumagai and Yuki Terada, "External sensorless adaptive chatter avoidance in NC machining by applying disturbance observer using high resolution linear encoder", IEEE International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, Munich, Germany, 2017

12)Tomoki Emmei, Hiroshi Fujimoto, Yoichi Hori, Yoshinori Murakami, Masaki Nakano, "Fundamental Research on Collision Force Reduction Control for In-wheel-motor Evs", The 30th International Electric Vehicle Symposium and Exhibition, Stuttgart, Germany, 2017

13)Takuya Fukuda, Hiroshi Fujimoto, Yoichi Hori, Daisuke Kawano, Yuichi Goto, Yusuke Takeda, Koji Sato, "Range Extension Autonomous Driving of Electric Vehicle Considering Maximum Jerk Constraint", The 30th International Electric Vehicle Symposium and Exhibition, Stuttgart, Germany, 2017

14)Tomoki Emmei, Hiroshi Fujimoto, Yoichi Hori, "Slip Ratio Control using Load-side High-resolution Encoder for In-wheel-motor with Reduction Gear", International Conference on Mechatronics, Gippsland, Australia, 2017

15)Toshiki Niinomi, Hiroshi Fujimoto, Akira Nishizawa, Hiroshi Kobayashi, Yasumasa Watanabe, "Aircraft Yaw-rate Control by Electrically Driven Wheel for Crosswind Landing", in Proc. The 3rd IEEJ international workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization, Niigata, Japan, 2017

16)西沢啓, 小林宙, 藤本博志, "オンデマンド航空機に関する最近の動向", 一般社団法人 日本航空宇宙学会 年会講演会, 2B01, 2017

17)藤本博志, 竹内琢磨, 畑勝裕, 居村岳広, 佐藤基, 郡司大輔, "走行中ワイヤレス電力伝送に対応した第 2 世代ワイヤレスインホイールモータの開発", 自動車技術会 2017 年春季大会, pp.277-282, 2017

18)Tokuma Ikegami, Hiroshi Fujimoto, Akira Nishizawa, Hiroshi Kobayashi, Yasumasa Watanabe, "Fundamental Study on Vertical and Longitudinal Force Control for Electric Airplane with Multiple Propellers", The 2nd IEEJ International Workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization, Tokyo, Japan, 2016

19)Sho Umeda, Hiroshi Fujimoto, Akira Nishizawa, Hiroshi Kobayashi, "Experimental Verification of Rudder Control Method Based on Yaw Moment Observer for Electric Skycars in Driving Mode", The 2nd IEEJ International Workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization, Tokyo, Japan, 2016

20)Shota Yamada, Hiroshi Fujimoto, "Proposal of High BackDrivable Control Using Load-Side Encoder and Backlash", 42nd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Firenze, Italy, pp.6429-6434, 2016

21)Motoki Sato, Giuseppe Guidi, Takehiro Imura, Hiroshi Fujimoto, "Model for Loss Calculation of Wireless In-Wheel Motor Concept Based on Magnetic Resonant Coupling", IEEE Workshop on Control and Modeling for Power Electronics, COMPEL 2016, Norway Trondheim, 2016

22)Daite Kobayashi, Katsuhiko Hata, Takehiro Imura, Hiroshi Fujimoto, Yoichi Hori, "Sensorless Vehicle

Detection Using Voltage Pulses in Dynamic Wireless Power Transfer System", The 29th International Electric Vehicle Symposium and Exhibition, Montreal, Canada, 2016

23) Takuma Takeuchi, Takehiro Imura, Hiroshi Fujimoto, Yoichi Hori, Daisuke Guniji, "Study on Energy System Configuration of Wireless In-Wheel Motor with Supercapacitor", The 29th International Electric Vehicle Symposium and Exhibition, Montreal, Canada, 2016

24) Hiroshi Fujimoto, Hideki Yoshida, Daisuke Kawano, Yuichi Goto, Misaki Tsuchimoto, Koji Sato, "Bench Test of Range Extension Autonomous Driving for Electric Vehicles Based on Optimization of Velocity Profile Considering Traffic Signal Information", International Electric Vehicle Technology Conference & Automotive Power Electronics Japan 2016, Yokohama, Japan, 2016

25) Masato Kanematsu, Hiroshi Fujimoto, "Fundamental Study for a Fractional Order Repetitive Control Using Generalized Repetitive Control for High Precision Motor Control", The 14th International Workshop on Advanced Motion Control, Auckland, New Zealand, 2016

26) 西沢 啓, 小林宙, 藤本博志, "航空機用回生型電動推進システムの飛行実験", 航空宇宙学会年会講演会, 2016

27) Nobukatsu Konishi, Hiroshi Fujimoto, Hiroshi Kobayashi, Akira Nishizawa, "Lift Control of Electric Airplanes by Using Propeller Slipstream for Safe Landing", The IEEE/IES International Conference on Mechatronics 2015, Nagoya, Japan, pp.331-336, 2015

28) 向雲, 藤本博志, 堀洋一, 渡辺保真, 鈴木宏二郎, 小林宙, 西沢啓, "電気飛行機におけるプロペラのピッチ角と回転数の最適化による回生電力最大化制御", 平成 27 年メカトロニクス制御研究会/モーションコントロール, MEC-15-49, pp.121-126, 2015

29) Nobukatsu Konishi, Hiroshi Fujimoto, Yasumasa Watanabe, Kojiro Suzuki, Hiroshi Kobayashi, Akira Nishizawa, "Vertical Velocity Control of Electric Airplanes by Using Propeller Slipstream for Safe Landing", The 1st IEEE International Workshop on Sensing, Actuation, and Motion Control, Nagoya, Japan, pp.1-6, 2015

30) Nobukatsu Konishi, Hiroshi Fujimoto, Hiroshi Kobayashi, Akira Nishizawa, "Range Extension Control System for Electric Airplane with Multiple Motors by Optimization of Thrust Distribution Considering Propellers Efficiency", 39th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Dallas, USA, pp.2848-2852, 2014

31) Kenichiro Takahashi, Hiroshi Fujimoto, Yoichi Hori, Hiroshi Kobayashi, Akira Nishizawa, "Modeling of Propeller Electric Airplane and Thrust Control using Advantage of Electric Motor", The 13th International Workshop on Advanced Motion Control, Yokohama, Japan, pp.482-487, 2014

32) Hiroshi Fujimoto, Shingo Harada, Yuichi Goto, Daisuke Kawano, Yusuke Matsuo, "Field and Bench Test Evaluation of Range Extension Control System for Electric Vehicles Based on Front and Rear Driving-Braking Force Distributions", The 7th International Power Electronics Conference, IPEC-Hiroshima 2014 -ECCE Asia-, Hiroshima, Japan, 2014

33) Hiroshi Fujimoto, Takayuki Miyajima, Junya Amada, "Development of Electric Vehicle with Variable Drive Unit

System", International Electric Vehicle Technology Conference & Automotive Power Electronics Japan 2014, Yokohama, Japan, No.20144060, 2014

〔図書〕(計1件)

藤本博志 他(電気学会編)「自動車技術ハンドブック第7分冊 設計(EVハイブリッド)」のうち

第7章第2節(6頁)執筆担当
自動車技術会, 2016年1月

〔産業財産権〕

出願状況(計2件)

名称: インホイールモータシステム
発明者: 藤本博志, 居村岳広, 山本岳, 郡司大輔, 佐藤基

権利者: 同上

種類: 特許

番号: 特願 2014-045477

出願年月日: 2014.3.7

国内外の別: 国内

名称: インホイールモータシステム

発明者: 藤本博志, 居村岳広, 山本岳, 郡司大輔, 佐藤基

権利者: 同上

種類: 特許

番号: 104107284

出願年月日: 2015.3.6

国内外の別: 国外(台湾)

〔その他〕

ホームページ:

<https://sites.google.com/edu.k.u-tokyo.ac.jp/hflab>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤本 博志 (FUJIMOTO, Hiroshi)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授

研究者番号: 20313033

(2) 研究分担者

堀 洋一 (HORI, Yoichi)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授

研究者番号: 50165578

西沢 啓 (NISHIZAWA, Akira)

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構・航空技術部門・研究領域主幹

研究者番号: 00358665