

平成 30 年 6 月 19 日現在

機関番号：12102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K18306

研究課題名(和文)磁界共鳴による人工衛星間無線エネルギー送電の実現

研究課題名(英文)Wireless power transfer for small satellite

研究代表者

嶋村 耕平 (SHIMAMURA, Kohei)

筑波大学・システム情報系・助教

研究者番号：90736183

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)：軌道上での有人・無人の宇宙活動は将来活発になると予測される一方で、その活動を支えるエネルギーに関しては、現状で宇宙船単体ごとの自給自足状態であり、集中的な発電衛星システムからのエネルギー供給や衛星間の余剰電力のやり取りが行われれば、活動範囲の広がりが期待できる。本研究では、無線電力伝送を利用して、宇宙空間における宇宙機や人工衛星間での無線送電技術の基礎研究を行う。本研究では衛星搭載可能な電力伝送システムについて提案する。

研究成果の概要(英文)：While manned and unmanned space activities on orbit are expected to become active in the future, regarding the energy that supports that activity, it is self-sufficient state for each spacecraft alone at present. If energy supply and exchange of surplus electric power between the satellites are carried out, the range of activity can be expected to widen. In this research, we will conduct basic research on wireless transmission technology between spacecraft and artificial satellites in outer space using wireless power transmission. In this research, we propose a power transmission system that can be equipped with satellites.

研究分野：航空宇宙工学

キーワード：ビームエネルギー推進

#### 1. 研究開始当初の背景

軌道上での有人・無人の宇宙活動は将来活発になると予測される一方で、その活動を支えるエネルギーに関しては、現状で宇宙船単体ごとの自給自足状態であり、集中的な発電衛星システムからのエネルギー供給や衛星間の余剰電力のやり取りが行われれば、活動範囲の広がりが期待できる。

これに関連して、文部科学省 21 世紀 COE「機械システムイノベーション」のサブプロジェクトである「宇宙エネルギーイノベーション」や、日本学術振興会日韓二国間共同研究「宇宙エネルギー変換イノベーション」などにおいて、2 つの小型衛星を打ち上げて、その衛星間で無線エネルギー伝送デモンストレーション実験をおこなう機運が高まってきた。国内外では、マイクロ波フェーズドアレー伝送システムや、太陽光励起固体レーザーを用いた光伝送システムが提案され、その実現性を競っている。マイクロ波伝送システムの研究は先行していて、93 年に、京大・神戸大のグループが、軌道上での衛星間マイクロ波エネルギー伝送デモンストレーション(METS 実験)に成功している。[文献 1] 光技術に関しては、05 年日欧の共同実験で、JAXA 衛星「きりり」と ESA 衛星「アルテミス」間の衛星間光通信に世界で初めて成功し、軌道上におけるレーザー光補足追尾技術が格段に向上した。

#### 2. 研究の目的

無線電力伝送を利用して、宇宙空間における宇宙機や人工衛星間での無線送電技術の基礎研究を行う。本研究では衛星搭載可能な電力伝送システムについて提案する。

#### 3. 研究の方法

磁界共鳴やミリ波を利用した今までにない新たな送電方式による成立性および技術の開発に取り組んだ。近年の無線送電の分野では、磁界共鳴方式と呼ばれる技術が盛んに利用されており、14 年に MIT のグループが国際宇宙ステーション内で、模擬衛星を用いた磁界共鳴ワイヤレス給電のデモに成功している。またミリ波は指向性の高さエネルギー密度の高さから従来のマイクロ波方式に比べてより長距離での利用、宇宙空間での利用が期待される。

#### 4. 研究成果

ハブ衛星から小型衛星への複数近接給電を想定して、受電側回路におけるスイッチング回路を利用した位置によらない一定電力を得られるシステムを考案した。衛星内部の構造部への給電を可能とするために、金属を介したエネルギー給電に関するシステムを考案した。

また宇宙空間における長距離人工衛星間給電を想定して、ミリ波型電力伝送システムの人工衛星への搭載を視野に、発信源として

ジャイロトロンを利用した実験を筑波大学プラズマ研究センタ及び福井大学遠赤外線研究センタと共同で行った。

#### 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 7 件)

1. K. Shimamura, H. Sawahara, A. Oda, S. Minakawa, S. Mizojiri, S. Suganuma, K. Mori, and K. Komurasaki, Feasibility study of microwave wireless powered flight for micro air vehicles, Wireless Power Transfer, Volume 4, Issue 2 (Contactless Charging for Electric Vehicles) September 2017, pp. 146-159 (査読有)
2. K. Shimamura, K. Ohno, S. Yokota, Pseudo-Resonator Method for Power Delivery through Metal Barriers Based on Magnetic Resonance Coupling, TJSASS, Aerospace Technology Japan, ISTS special issue (2018)(in Press) (査読有)
3. 皆川俊介, 溝尻 征, 嶋村耕平, 横田茂, 斉藤輝雄, 立松芳典, 山口裕資, 福成雅史, 303 GHz レクテナのジャイロトロンを用いた評価実験, 信学技報, vol. 117, no. 466, WPT2017-76, pp. 45-49, 2018 年 3 月 (査読無)
4. 鈴木雅敏, 松倉真帆, 溝尻征, 嶋村耕平, 横田茂, 假家強, 南龍太郎, 28GHz ジャイロトロンを用いた長距離無線電力伝送の検討, 宇宙太陽発電 vol.3 p15-17, 2018 年 (査読無)
5. 松倉真帆, 鈴木雅敏, 嶋村耕平, 南龍太郎, 假家強, 横田茂: 300kW 級ジャイロトロンを用いた 28GHz レクテナ無線送電, 信学技報, vol. 117, no. 318, WPT2017-52, pp. 45-48, 2017 年 11 月 (査読無)
6. 大野圭介, 嶋村耕平, 横田茂, 磁気共振方式における金属構造物を共振器とした場合の無線給電への影響, 信学技報, vol. 116, no. 74, WPT2016-12, pp. 17-18, 2016 年 (査読無)
7. 桑原尚希, 嶋村耕平, 横田茂, 磁気共振結合の受電側スイッチングによる複

数デバイス給電、信学技報, vol. 116, no. 12, WPT2016-5, pp. 23-25, 2016年(査読無)

[学会発表](計 11件)

1. Maho Matsukura, Masatoshi Suzuki, Sei Mizojiri, Satoru Suganuma, **Kohei Shimamura**, Shigeru Yokota, Ryutaro Minami, and Tsuyoshi Kariya,, Demonstration of long distance transmission with rectenna array using 300kW-class 28GHz Gyrotron, IEEE MTT-S Wireless Power Transfer Conference June3-7, 2018 Polytechnique Montreal, Canada.
2. Sei Mizojiri, Shunsuke Minakawa, Masatoshi Suzuki, **Kohei Shimamura**, Shigeru Yokota, Masafumi Fukunari, Teruo Saito, Yoshinori Tatematsu and Yusuke Yamaguchi, Sub-Terahertz MSL and CPW rectenna using 303 GHz 300 kW-class Gyrotron, IEEE MTT-S Wireless Power Transfer Conference June3-7, 2018 Polytechnique Montreal, Canada.
3. M. Suzuki, Maho MATSUKURA , **Kohei SHIMAMURA** , Sigeru YOKOTA1, Tsuyoshi KARIYA , Ryutaro MINAMI, High Power and Long Distance Microwave WPT using 300kW Gyrotron at 28GHz , 2017 Asian Wireless Power Transfer Workshop (AWPT2017), Singapore December 2017 . (口頭)
4. N. Kuwabara, K. Ohno, **K. Shimamura**, S. Yokota, Wireless power transmission for the small space satellite via Magnetic resonant coupling, 31st International Symposium on Space Technology and Science, Matsuyama, July, 2017 (ポスター)
5. K. Ohno, **K. Shimamura**, S. Yokota, Pseudo-Resonator Method for Power Delivery through Metal Barriers Based on Magnetic Resonance Coupling, 31st International Symposium on Space Technology and Science, Matsuyama, July, 2017 (ポスター)
6. 高木健吾, 皆川俊介, 溝尻 征, **嶋村耕平**, 横田 茂, 斉藤輝雄, 立松芳典, 山口裕資, 福成雅史, 303GHz ジャイロトロンを用いたレクテナの評価, 第37回宇宙エネルギーシンポジウム, ISAS/JAXA, 相模原, 2018年3月(口頭)
7. 皆川俊介, 溝尻 征, **嶋村耕平**, 横田 茂, 斉藤輝雄, 立松芳典, 山口裕資, 福成雅史, 303 GHz レクテナのジャイロトロンを用いた評価実験, 無線電力伝送研究会, 京都大学宇治キャンパス, 2018年3月(口頭)
8. 鈴木雅敏, 松倉真帆, 溝尻征, **嶋村耕平**, 横田茂, 假家強, 南龍太郎, 28GHz ジャイロトロンを用いた長距離無線電力伝送の検討, 宇宙太陽発電, 東北大学青葉台キャンパス 2018年11月(口頭)
9. 松倉真帆, 鈴木雅敏, **嶋村耕平**, 南龍太郎, 假家強, 横田茂: 300kW級ジャイロトロンを用いた 28GHz レクテナ無線送電, 無線電力伝送研究会, 機械振興会館, 東京, 2017年11月(口頭)
10. 大野圭介, **嶋村耕平**, 横田茂, 磁気共振方式における金属構造物を共振器とした場合の無線給電への影響, 無線電力伝送研究会, 機械振興会館, 東京大学本郷キャンパス, 2016年6月(口頭)
11. 桑原尚希, **嶋村耕平**, 横田茂, 磁気共振結合の受電側スイッチングによる複数デバイス給電, 無線電力伝送研究会, 機械振興会館, 東京 2016年4月(口頭)

〔その他〕

ホームページ等

<http://wpp.kz.tsukuba.ac.jp/index.html>

## 6．研究組織

### (1)研究代表者

嶋村 耕平 ( SHIMAMURA, Kohei )

筑波大学・システム情報系・助教

研究者番号：90736183

### (4)研究協力者

南龍太郎 (MINAMI, Ryutaro)

假家強 (KARIYA, Tsuyoshi)

斉藤輝雄 (SAITOH, Teruo)

立松芳典 (TATEMATSU, Yoshinori)

山口裕資 (YAMAGUCHI, Yuusuke)

福成雅史 (FUKUNARI, Masafumi)

横田 茂 ( YOKOTA, Shigeru )