

2019 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書

研究分野：強風防災

研究期間：2019 年度

課題番号：183010

研究課題名（和文）： 空中風力発電におけるテザー技術の性能向上手法の研究

研究課題名（英文）： Study on Performance Improvement of Tether Technology for Airborne Wind Energy

研究代表者：藤井 裕矩

交付決定額（当該年度）： 100000 円

※ページ数の制限はありません。

※成果等の説明に図表を使用していただいて構いません。（カラーも可）

※提出して頂いた成果報告書をホームページでの公開を予定しております。

1. 研究の目的

高空では地上の境界層から受ける影響が少ないため、豊富で定常的な風力エネルギーを得る我が国での空中の風力発電手法を確立することを目的としている。

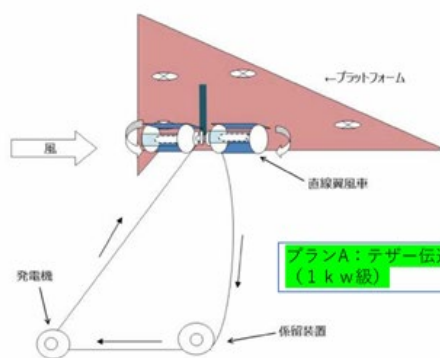
我が国での空中の風力発電手法を確立するため参加メンバーはこれまで、高空の風力を用いた風力発電技術に関して基礎的な研究を進めてきた。

本年度においては、上図

高空の良質な風エネルギー（一定で豊富な風速）の利用

風車を高空に浮揚
テザーで地上の発電機と接合

テザーによって風エネルギーを地上へ



プランA：テザー伝達型空中発電
(1kw級)



プランB：テザーねじり型空中発電 (100w級)



プランC：ポンピング型空中発電 (100kw級)

図1. 基礎技術の研究を行っている3種（プランA～C）の手法

(図1) に示すような3種類の手法について検討を行った：プランA（直線翼風車を水平に設置した連続発電、1kw級）、プランB（垂直に設置した連続発電、100w級）、プランC（ポンピング型、MW級）。その成果の一部は「研究成果1. および2.」において発表した。

2. 研究の方法

本研究では、これらの基礎技術のうち基本的なコンセプトは検討済みであるが、そのほかの次の2つの基礎技術：1. 風車高度の変化に係わらずエネルギーを伝達することのできるテザー機構技術、さらに、2. 風車プラットフォームの飛行制御技術、について実現に向けた機構の試作実装・性能検討を開始した。その成果の一部は「研究成果1.」において発表した。さらに、飛行制御については高空での風況が一様でないため、不安定な閉軌道の安定化と、運用位置からの落下を防ぐ、ロバストな実時間非線形制御が必要となるた

めこれについての検討を開始し、その成果の一部は〔研究成果3. および4.〕において発表した。

3. 研究成果

1. 藤井 裕矩、「最先端風力発電の研究：空中風力発電&新しい風車技術」「第9回高空風力発電研究会全体会議」 & 「第7回東京工芸大学・風工学共同研究拠点・共同集会」 & 「第2回極地研空中風力発電研究会」前田建設工業株式会社「ICI 総合センターICI」ラボ（新技術研究所、茨城県取手市）（2019年8月20日（火））。

2. 藤井 裕矩、山本広樹、「理論上可能です。」TBSテレビ、2019年12月23日（月）深夜0：26放送、<http://www.tbs.com/ro/ram/rimon20191223/>。

3. Hironori A. FUJII, Takumi TOMITA, Tairo KUSAGAYA, and Hiroki YAMAMOTO, "Three-Dimensional Flight Trajectories of Tethered UAV for Optimal Energy Generation", Airborne Wind Energy Conference 2019, 15-16 October 2019, University of Strathclyde, U.K.

4. 藤井 裕矩、富田 匠、草谷大郎、山本広樹、「空中風力発電のためのテザー型 UAV (Unmanned Aerial Vehicle) の最適軌道の検討」、第41回風力エネルギー利用シンポジウム、日本風力エネルギー学会、2019年12月4-5日、科学技術館、千代田区、東京、

4. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者には下線)

[学会発表] (計 6件)

1. 藤井裕矩、富田匠「テザー型 UAV の運動解析（定式化）」、第50期日本航空宇宙学会年会講演会、2C08、2019年4月18-19日、東京大学生産技術研究所。

2. 藤井裕矩、草谷大郎、山本広樹、丸山勇佑、大久保博志、高橋泰岳、遠藤大希、中台章、赤坂剛史、菊池雅行、「極地における空中風力発電の手法について」、**第16回南極設営シンポジウム**、2019年6月3日、国立極地研究所。

3. 藤井裕矩、富田匠、草谷大郎、山本広樹、「テザー型 UAV の3次元飛行の検討(その1)」、**第6回パイオニア航空講演会**、令和元年7月15日、東京都立産業技術高等専門学校。

4. Hironori A. FUJII, Takumi TOMITA, Tairo KUSAGAYA, and Hiroki YAMAMOTO, "Three-Dimensional Flight Trajectories of Tethered UAV for Optimal Energy Generation", Airborne Wind Energy Conference 2019, 15-16 October 2019, University of Strathclyde, U.K.

5. 藤井裕矩, “極地での風力発電の提案,” (第9回) 無人航空機の活用による極地観測の展開, 国立極地研究所, 2019年11月21日。

6. 藤井裕矩、富田匠、草谷大郎、山本広樹、「空中風力発電のためのテザー型 UAV (Unmanned Aerial Vehicle) の最適軌道の検討」、第41回風力エネルギー利用シンポジウム、日本風力エネルギー学会、2019年12月4-5日、科学技術館、千代田区、東京、
〔その他、産業財産権、ホームページ等〕

1. 藤井裕矩、山本広樹、「理論上可能です。」TBSテレビ、2019年12月23日（月）深夜0：26放送、<http://www.tbs.com/ro/ram/rimon20191223/>

5. 研究組織

(1) 研究代表者

藤井裕矩 ((株) TMIT・研究開発部・所長)

(2) 研究分担者

1. 松井正宏 (東京工芸大学・風工学共同研究・教授)

2. 大久保博志 (神奈川工科大学・機械工学科・教授)

3. 佐藤強 (神奈川工科大学・博士後期課程2年)

- 4 草谷大郎 (東京都立産業技術高専・准教授)
- 5 山本広樹 (東京都立産業技術高専・准教授)
- 6 丸山勇祐 (前田建設工業 (株)・技術研究所)
- 7 内山賢治 (日本大学・理工学部・教授)
- 8 小島広久 (首都大東京・SD学部・教授)
- 9 高橋泰岳 (福井大学大学院・工学研究科・教授)
- 10. 中嶋智也 (大阪府立大学・工学部・講師)
- 11 遠藤大希 (新居浜高専・機械工学科・助教)
- 12 中台章 (ジオスポーツ (株)・代表取締役)
- 13 栗田篤 ((有)トライアス・取締役)
- 14 関和市 (東海大学・元教授)
- 15 黒崎保秀 ((株)Bs-Tech・代表取締役)
- 16 赤坂剛史 (金沢工業大学・工学部・准教授)

6. 要約(abstract)

研究課題名：

空中風力発電におけるテザー技術の性能向上手法の研究

研究代表者名 (所属)

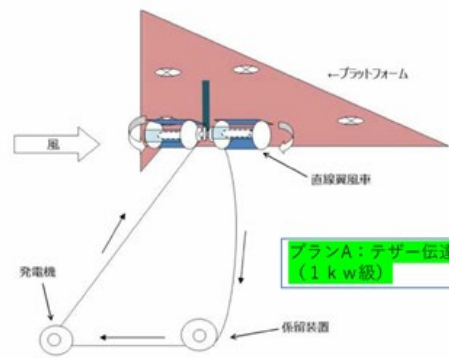
藤井裕矩 ((株) TMIT・研究開発部・所長)

高空での豊富で定常的な風力エネルギーを得る風力発電技術に関して基礎的な研究を進めてきたが、本年度においては、右図に示すような3種類の手法について検討を行った：プランA (直線翼風車を水平に設置した連続発電、1kw 級)、プランB (垂直に設置した連続発電、100w 級)、プランC (ポンピング型、MW 級)。このため、次の2つの基礎技術：1. 風車高度の変化に係わらずエネルギーを伝達することのできるテザー機構技術、さらに、2. 風車プラットフォームの飛行制御技術、について実現に向けた機構の試作実装・性能検討を開始した。

主な成果：

1. 藤井裕矩、他「最先端風力発電の研究：空中風力発電&新しい風車技術」 「第9回高空風力発電研究会全体会議」 & 「第7回東京工芸大学・風工学共同研究拠点・共同集会」 & 「第2回極地研空中風力発電研究会」 前田建設工業 (株) 「ICI 総合センターICI」 ラボ (茨木県取手市) (2019年8月20日 (火))。
2. 藤井 裕矩、山本広樹、「理論上可能です。」 TBSテレビ、2019年12月23日 (月) 深夜0：26 放送、<http://www.tbs.com/program/riron20191223/>。
3. Hironori A. FUJII, Takumi TOMITA, Tairo KUSAGAYA, and Hiroki YAMAMOTO, "Three-Dimensional Flight Trajectories of Tethered UAV for Optimal Energy Generation", Airborne Wind Energy Conference 2019, 15-16 October 2019, University of Strathclyde, U.K.

高空の良質な風エネルギー(一定で豊富な風速)の利用
 風車を高空に浮揚
 テザーで地上の発電機と接続
 テザーによって風エネルギーを地上へ



プランB：テザーねじり型空中発電 (100w 級)



プランC：ポンピング型空中発電 (100kw 級)