

令和元年度研究ステーション研究成果報告書

1. 研究ステーション名 地球環境研究ステーション
研究代表者名（所属部局・職・氏名） 情報理工学研究科 教授 芳原容英

2. 研究組織(今年度関わった全ての構成員を記してください。)

<学内構成員>

電気通信大学	大学院情報理工学研究科	情報・ネットワーク工学専攻	教授	芳原容英
電気通信大学	大学院情報理工学研究科	情報学専攻	教授	山本佳世子
電気通信大学	大学院情報理工学研究科	情報・ネットワーク工学専攻	准教授	津田卓雄
電気通信大学	宇宙・電磁環境研究センター		助教	菊池博史

<学外構成員>

名古屋大学太陽地球宇宙環境研究所	教授	塩川和夫
東海大学熊本教養教育センター	教授	岡野大祐
湘南工科大学 工学部 電気電子工学科	教授	成田知巳
群馬大学 教育学部 大学院教育学研究科	教授	岩崎博之
函館工業高等専門学校 電気電子工学科	教授	山田一雅
マサチューセッツ工科大学	教授	E. R. Williams
英国 シェフィールド大学	教授	M. Balikhin
テルアビブ大学	教授	C. Price
フランス国立学術センター環境物理化学宇宙研究所	主任研究員	J. L. Pincon
イスラエル Herzliya (IDC)	教授	Y. Yair
インド R. B. S. College	教授	B. Singh
台湾 National Central 大学	教授	J. Y. Liu
インドネシア バンドン工科大学	准教授	A. Munir
インド コルカタ大学	助教	S. Pal

3. 令和元年度の研究の特筆すべき成果

(1) 電通大国内トータル雷ネットワーク及び、フェーズドアレーレーダデータを用いた極端気象の監視と予測

従来、本ステーションでは国内の共同研究者との協力により国内に展開した電通大トータル雷ネットワークからの連続雷観測データを用いて、極端気象の事例及び統計解析を実施している。本年度は、新たに世界最高速の時空間分解能を誇る気象レーダである、国内2地点に設置されたフェーズドアレーレーダデータの解析も開始して、極端気象発生時の雷雲の気象学的な詳細

な特徴と関連する雷活動についての調査を行っている（本年度科学研究費 B 採択済み）。初期解析結果は、国際および国内学会にて発表された。

(2) 非線形同定手法によるモデリングに関する研究

昨年度に引き続き、放射線帯高エネルギー粒子強度の長期観測データを用いて、非線形同定手法による時空間モデリングを行なった。本研究成果は、国際学会にて発表され、既に学術雑誌への投稿に向け、国際学術論文の執筆を行なっている。また、ULF 帯磁場の時間変動に関する研究は継続して実施中である。

(3) ELF 帯空電を用いた高エネルギー雷に関する研究

昨年に引き続き、電通大による ELF 帯空電観測データと、LF 帯雷標定システムからの落雷データを用いて、リアルタイムでの落雷電荷量を含む、雷放電の時空間分布の導出システムを開発後、長期のデータ解析を実施し、高エネルギー雷の統計的分布の作成を行なっている。

(4) 国際宇宙ステーション(ISS)からの光学観測による雷放電の電気的特性の導出

昨年に引き続き、ISS に搭載された、GLIMS ミッションの高速フォトメーターによる全世界の雷発光観測データから、世界の落雷電荷モーメントの推定に関する研究を行い、世界で初めて、光観測による落雷電荷モーメントの世界における空間分布の統計結果を導出した。本研究成果は、国内外の学会にて発表され、ステーションメンバーの研究室に所属する本学の修士学生(M2)が、優秀学生発表表彰を受賞した（詳細は「受賞」項参照）。

(5) 国内外との共同研究の推進

a) 英国：シェフィールド大学

昨年度の課題である、放射線帯高エネルギー電子の強度の時空間変動のモデルに関する研究はほぼ終了し、論文投稿に向けたまとめを行なっている。また新たな課題としての ULF 帯磁場時間変動の予測モデルに関する研究を学生とともに開始した。

b) インド：コルカタ大学

インドにおけるトータル雷観測データを用いた極端気象との関連性の研究や、VLF 帯送信電波を用いた下部電離層擾乱と地球気候変動に関する研究についての成果が学術雑誌に間もなく発表予定である。今後も、電通大の観測データの共同解析、国際共同研究のための外部資金の応募を含め、引き続き共同で研究を実施することになった。

c) インド：RBS College

インドにおける ULF 帯磁場等の電磁気現象の観測データを用いた地震に関連する異常との関連性の研究を実施し、複数の学術論文が発表された。下部電離層擾乱と地球気候変動に関する研究について、電通大の観測データの解析とともに引き続き共同で研究を実施することになった。

4. 令和元年度の研究成果の公表実績 (主催した研究会・シンポジウム、研究成果の発信状況等)

2019年9月5日(木)～6日(金)に、本学東キャンパスにて、国際会議である URSI 日本電波科学会議(URSI-JRSM 2019)が開催された。本会議は、電磁波伝搬・計測、環境電磁工学、エレクトロニクス、フォトニクス、地球、宇宙、天文、生体を含む電波科学の広範な研究領域において、日本を中心とするアジアの研究者・技術者が参集する場を提供することで、電波科学の異なる分野間の連携を強化し、我が国の電波科学関連活動を更に活性化するとともに、アジア各国との協力関係を確立することを目的としている。電子情報通信学会主催の会議であるが、本ステーションの研究内容に大変関わりの深い、国際電波科学連合、特に電磁波の雑音及び干渉を扱う E 小委員会、日本大気電気学会も後援に入っている。芳原は、本会議の幹事団の一人として、会場、財務を担当し、本ステーションのメンバー及び、研究室所属学生も本会議にて多数発表を行なった。

主な研究成果の発信情報等は、' 7. 発表論文等' に記載した。

5. 外部資金の獲得状況

1. 科学研究費 基盤研究(B) (代表)「雷嵐の電波観測と高速気象レーダ観測との融合による極端気象雷災害の監視と予測」 (H31～R3)

代表者名 芳原容英 直接経費 13,800,000 円 間接経費 3,510,000 円

2. 国内共同研究：(代表)「落雷電荷量標定技術を用いた電荷量観測システムによる雷観測と観測結果の評価研究」 (H31)

代表者名 芳原容英 直接経費 1,800,000 円 間接経費 180,000 円

3. 助成金：(代表) 高橋産業経済研究財団「世界最高速フェーズドアレーレーダーと雷放電観測の融合による豪雨および突風の早期警戒システムの開発」 (H31～R2)

代表者名 芳原容英 直接経費 1,700,000 円

6. 今後の研究発展

電通大の運用する、トータル雷、VLF 帯送信電波、ELF 帯磁場等の連続観測が継続されており、貴重なデータが蓄積されている。今後も、地球宇宙環境という大きなくくりで、国内外の共同研究者とのデータも併用しつつ、マルチパラメータを用いたデータ解析により、学際的な研究を推進していく予定である。

7. 発表論文等 (各項目ごとに記載してください。)

「雑誌論文」

1. V. Singh and Y. Hobara, Simultaneous study of VLF/ULF anomalies associated with earthquakes in Japan, Open Journal of Earthquake Research, 201-215, doi: 10.4236/ojer.2020.92012, (査読有), 2020.

2. H. Kikuchi, E. Yoshikawa, T. Ushio and Y. Hobara, Clutter reduction for phased-array weather radar using diagonal capon beamforming with neural networks, *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, (99):1-5, doi:10.1109/LGRS.2019.2962558, (査読有) , 2020.
3. H. Kikuchi, T. Suezawa, T. Ushio, N. Takahashi, H. Hanado, Y. Hobara, Initial observations for precipitation cores with X-Band dual polarized phased array weather radar, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, doi:10.1109/TGRS.2019.2959628, (査読有) , 2020.

「学会発表」 :

1. 平井 周, 金澤 璋吾, 芳原 容英, Jean-Louis Pincon, 雷起源ホイスラー波を用いた電離層 F 層電子密度の推定における精度向上の検討, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月 27 日, 千葉,
2. 松木 翔, 飯淵 隼人, H. Santos, 芳原 容英, Michael Balikhi, 非線形自己回帰ニューラルネットワークを用いた地震に先行する下部電離層異常の検出, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 千葉, 2019 年 5 月 27 日
3. 平田 浩大, 芳原 容英, 菊池 博史, 熱帯降雨観測衛星 TRMM からの雷の光学観測を用いた雷の電気エネルギー導出に関する研究, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 千葉, 2019 年 5 月 27 日
4. 小川 哲也, 芳原 容英, 岩崎 博之, S. Heckman, M. Stoc, 日本国内での豪雨に伴う雷放電を用いた降水量の推定, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月 27 日, 千葉,
5. Y. Hobara, Lightning Charge Moment Changes Deduced from Highly Sensitive ELF Magnetic Field Observations in Southeast Asia, EMC Sapporo & APEMC2019, Sapporo, Japan, 5th June 2019.
6. 北村隆之介, 芳原容英, 菊池博史, 佐藤光輝, 高橋幸弘, 足立透, 牛尾知雄, 鈴木睦, 国際宇宙ステーションからの光学観測に基づく世界雷の空間分布と電気的特性に関する研究, 環境電磁工学研究会 (EMCJ) , 2019 年 7 月 18 日, 東京
7. Y. Hobara, Lightning Applications to Natural Hazard Mitigation, 2019 URSI-Japan Radio Science Meeting, Tokyo, Japan, 5th September 2019.
8. R. Kitamura, Y. Hobara, H. Kikuchi, M. Sato, Y. Takahashi, T. Adachi, T. Ushio and M. Suzuki, Global distributions of lightning electrical characteristics estimated by optical observation from international space station, 2019 URSI-Japan Radio Science Meeting, Tokyo, Japan, 2019.
9. H. Kikuchi, Y. Hobara, M. Sato and T. Morimoto, Characteristics of optical lightning waveforms observed by photometers on the international space station optical observation from international space station, 2019 URSI-Japan Radio Science Meeting, Tokyo, Japan, 2019.
10. S. Hirai, Y. Hobara, J.L. Pincon and M. Parrot, Improving F-layer critical frequency deduced from fractional hop lightning whistlers, 2019 URSI-Japan Radio Science Meeting, Tokyo, Japan, 2019.
11. K. Matsuki, Y. Hobara and H. Santosa, Detecting ionospheric anomalies before earthquakes by machine learning technique, 2019 URSI-Japan Radio Science Meeting, Tokyo,

Japan, 2019.

12. Y. Hobara, H. Kikuchi, R. Aoyagi and M. Stock, Evolution of total lightning activity associated with severe thunderstorms in Japan characterized by a highspeed ground-based radar and meteorological satellite, American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting, San Francisco, USA, 2019.

「招待講演発表」：

1. Y. Hobara, ELF transient observations to mitigate damage to power grid systems, 4th International Symposium on Lightning Research (ISLR2019), Selangor, Malaysia, 28th August 2019.

「図書」：無し

「受賞」：

北村隆之介（芳原研究室修士2年），EMCJ 若手研究者発表会優秀発表賞，電子情報通信学会環境電磁工学研究会（EMCJ），発表タイトル：国際宇宙ステーションからの光学観測に基づく世界雷の空間分布と電気的特性に関する研究，2019年7月18日，東京

「特許出願」：無し

「その他」：無し