

南極昭和基地における高エネルギー電子降り込み観測に向けたスペクトルリオメータの開発

Development of spectral riometer for observation of energetic electron precipitation at Syowa Station, Antarctica

*田中 良昌^{1,2,3}、山本 真之⁴、西村 耕司^{1,2,3}、山岸 久雄¹、Antti Kero⁵、門倉 昭^{1,2,3}、水野 亮⁶、行松 彰^{1,3}、内田 ヘルベルト陽仁³、片岡 龍峰^{1,3}、小川 泰信^{1,2,3}、西山 尚典^{1,3}、堤 雅基^{1,3}、尾崎 光紀⁷、三好 由純⁶、大山 伸一郎⁶、土屋 史紀⁸

*Yoshimasa Tanaka^{1,2,3}, Masayuki Yamamoto⁴, Koji Nishimura^{1,2,3}, Hisao Yamagishi¹, Antti Kero⁵, Akira Kadokura^{1,2,3}, Akira Mizuno⁶, Akira Sessai Yukimatu^{1,3}, Herbert Akihito Uchida³, Ryuho Kataoka^{1,3}, Yasunobu Ogawa^{1,2,3}, Takanori Nishiyama^{1,3}, Masaki Tsutsumi^{1,3}, Mitsunori Ozaki⁷, Yoshizumi Miyoshi⁶, Shin-ichiro Oyama⁶, Fuminori Tsuchiya⁸

1. 国立極地研究所、2. 情報・システム研究機構 データサイエンス共同利用基盤施設 極域環境データサイエンスセンター、3. 総合研究大学院大学、4. 情報通信研究機構、5. ソダンキュラ地球物理観測所、6. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、7. 金沢大学理工研究域電子情報学系、8. 東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター

1. National Institute of Polar Research, 2. Polar Environment Data Science Center, Joint Support-Center for Data Science Research, Research Organization of Information and Systems, 3. The Graduate University for Advanced Studies, SOKENDAI, 4. National Institute of Information and Communications Technology, 5. Sodankyla Geophysical Observatory, 6. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 7. Faculty of Electrical and Computer Engineering, Institute of Science and Engineering, Kanazawa University, 8. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University

近年、宇宙天気研究の観点から、磁気圏起源の高エネルギー電子降り込みが地球大気に与える影響に対して注目が集まっている。数十keV以上の高エネルギー電子降り込みは、リオメータにより地上で観測される。リオメータは、銀河起源の雑音電波の電離層吸収を観測することにより、オーロラ電子降り込みによる電離圏D領域の電子密度増加を推定する装置である。しかし、単一周波数の銀河雑音電波を受信する従来のリオメータは、高エネルギー電子降り込みの有無は同定できるが、電子フラックスを定量的に知ることはできない。降下電子フラックスを定量的に推定するため、近年、広帯域の銀河雑音電波を受信するスペクトルリオメータがフィンランド地球物理観測所（SGO）により開発されている（Kero et al., 2014）。我々は、第63次南極地域観測（2022～2023年）において南極昭和基地でリオメータによる広帯域電波観測を実施するため、スペクトルリオメータの開発を行ってきた。本スペクトルリオメータは、周波数20～60MHzの銀河雑音電波を連続観測することにより、高度約50～120kmの電離圏電子密度プロファイル及び数keV～数MeVのエネルギー帯の降下電子エネルギースペクトルの導出を目指す。

昭和基地におけるスペクトルリオメータ観測において、解決すべき問題がある。昭和基地では、大型大気レーダー（PANSYレーダー）が送信周波数47MHzで定常観測を行っており、スペクトルリオメータと観測周波数が重なっている。この問題を解決するため、我々は、PANSYレーダーが送信していない時間帯の銀河雑音電波データのみを取得することにした。ソフトウェア無線用データ収集装置にPANSYレーダーの送信タイミング信号と銀河雑音電波を同時に入力し、パソコンに転送する。パソコンでは、レーダーの非送信時の銀河雑音電波データのみを抜き出す。さらに、パソコンでは、取得された銀河雑音電波データをリアルタイムで高速フーリエ変換（FFT）、間引き処理し、パワースペクトルとして毎秒記録する。本発表では、スペクトルリオメータ観測の科学目的、観測システム、試験観測の結果等について紹介する。

参考文献：

Kero, A., J. Vierinen, D. McKay-Bukowski, C.-F. Enell, M. Sinor, L. Roininen, and Y. Ogawa, Ionospheric electron density profiles inverted from a spectral riometer measurement, *Geophys. Res. Lett.*,

doi:10.1002/2014GL060986, 2014.

キーワード：オーロラ、高エネルギー電子降り込み、リオメータ、昭和基地、銀河雑音吸収、ソフトウェア無線

Keywords: aurora, energetic electron precipitation, riometer, Syowa Station, cosmic noise absorption, software-defined radio