

## G P S電波掩蔽法による電離圏観測：大規模太陽フレアに伴う電子密度増加の高度分布

### Ionospheric observations by GPS RO: Height distributions of electron density increases by a large scale solar flare

岡崎 郁也<sup>1\*</sup>, 日置 幸介<sup>2</sup>

Ikuya Okazaki<sup>1\*</sup>, Kosuke Heki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学理学部地球科学科, <sup>2</sup>北大大学院理学研究院自然史科学研究部門

<sup>1</sup>Earth Sciences, Hokkaido Univ., <sup>2</sup>Natural History Sciences, Hokkaido Univ.

電離圏(電離層)は太陽から来る紫外線等の電磁波によって大気分子が電離している領域である。その様相は太陽活動の影響を受けて常に変動しており、中でも太陽フレアの影響は顕著で、電磁波の急増に伴って電子密度が増加する。Donnelly (1976)によると、フレアには時間発展の異なる二つの放射成分(ImpulsiveとSlow)が存在する。これらは含まれる電磁波の波長に差があるため、電離圏で電子密度を増加させる高度の分布が異なる。典型的なフレアにおける計算結果から、静穏時に電子密度最大であるF<sub>2</sub>層よりも下部、E層の高度110km付近において増加が最大かつ長く継続することが示された。測位のためのGPS (Global Positioning System)衛星は二種類の異なる周波数の搬送波を用いており、その位相差から電波の伝搬経路に存在する電子の総量を求めることができる。近年のGPS衛星網の発達によって、電離圏の電子数が全球規模で定常的に観測できるようになり、フレアによる電離圏全電子数の急増(SITEC: Sudden Increase of Total Electron Content)の観測が報告されている。しかし、搬送波経路に沿って積分された電子数を求めるGPS-TEC観測では電離圏の鉛直構造がわからないため、電子密度増加の高度分布が直接推定できない。最近になって、GPS受信機を搭載した低軌道衛星が複数個打ち上げられ、GPS衛星が地平線に沈む直前や昇った直後の搬送波位相の変化から、大気屈折率の高度プロファイルを推定するGPS掩蔽(occultation)観測が盛んに行われるようになってきた。本研究では、FORMOSAT-3/COSMIC衛星によるGPS電波掩蔽観測で得られた電子密度鉛直プロファイルを用いて、2006年12月5日の太陽フレアに伴う電子密度増加の高度分布を調べた。フレア発生時の様々な地域のプロファイルから、主に太陽フレアのSlowな成分に起因すると思われる高度100-110kmにおける顕著な増加を確認した。一方Impulsiveな成分による、より広い高度範囲における電子密度の増加についてはそれほど顕著ではなかった。これは対象としたフレアの発生位置が太陽の周縁に近いこと、Impulsiveな成分の多くが太陽大気によって減衰されたためだと考えられる。また、南北半球の中、高緯度地域で基準値を差し引いた電子密度増加分のプロファイルを求めた。増加分プロファイルからは明瞭なピーク高度が観測され、南北でピーク高度と増加量がやや異なるという結果も得られた。今後は別のフレアで同様の解析を行い、電子密度増加の高度分布の特徴をより詳細に解明していきたい。

文献

E. R. Kursinski, G. A. Hajj, T. Schofield, R. P. Linfield, K. R. Hardy, Observing Earth's atmosphere with radio occultation measurements using the Global Positioning System, JGR, 102, 2

3,429-23,465, 1997

日置幸介,太陽フレアに伴う電離層全電子数上昇のGPS観測,測地学会誌, 52, 319-328, 2006

R. F. Donnelly, Empirical Models of Solar Flare X Ray and EUV Emission for Use in Studying Their E and F Region Effects, JGR, 81, 4745-4753, 1976

R. F. Donnelly, K.Davies, R.N.Grubb and R.B.Fritz, F Region Enhancements Induced by Solar Flares, The Geophysical Use of Satellite Beacon Observations; Proceedings of the Symposium, Boston University, Boston, Mass., June 1-4 1976, 345-359, 1976

キーワード:GPS電波掩蔽法,電離圏,太陽フレア

Keywords: GPS radio occultaion, Ionosphere, Solar flare