

オーロラ発光と GPS シンチレーションの関連性

三井 俊平¹、細川 敬祐¹、大塚 雄一²、小川 泰信³、西川 未知⁴

¹ 電通大

² 名大 STE 研

³ 極地研

² 情報通信研究機構

Relationship between auroral emission and GPS scintillation

Shumpei Mitsui¹, Keisuke Hosokawa¹, Yuichi Otsuka², Yasunobu Ogawa³, Michi Nishikawa⁴

¹UEC

²STEL, Nagoya Univ

³NIPR

²NICT

In this paper, we investigate relationship between the intensity of auroral emission and the magnitude of the GPS scintillation indices, by comparing data from an all-sky color digital camera and GPS scintillation monitoring system in Tromsø, Norway (69.60°N, 19.20°E). First, an interval of successive auroral breakups during a moderate magnetic storm on January 22-23 (Dst index was -80nT) has been studied in detail. The characteristics of GPS scintillations during this storm-time interval can be summarized as follows: 1) intense auroras and resulting phase scintillations were observed almost continuously for 12 hours from 1600 to 0400 UT, 2) storm time reddish auroras were observed and their impact on the phase scintillation was found to be different from that of typical greenish aurora. By using all the optical and GPS data during this interval, we confirmed that there existed a linear correlation between the emission intensity of the reddish aurora and phase scintillation. This result suggests that the ionospheric scintillation caused by the reddish aurora was diffractive, probably due to ionospheric irregularities in the F region. On the other hands, we were not able to confirm similar linear correlation between the emission intensity of the greenish aurora and phase scintillation. This implies that the generation of phase scintillation associated with the greenish aurora includes some nonlinear processes. In the presentation, we report how the characteristics of ionospheric scintillation depend on the nature of aurora (color etc.). Then, we discuss the origin of the nonlinear nature in the correlation between the greenish aurora and the scintillation.

地上で受信される GPS 測位信号に現れる電離圏シンチレーションは、電離圏電子密度の空間的な不規則性による回折性のものと、電子密度の時間的な変動に起因する屈折性のものの2つに大別される。回折性シンチレーションの場合、電離圏電子密度の空間的な不規則構造によって電波の回折が生じ、回折の結果位相が乱れた信号が互いに干渉し合うことにより、地上で受信される信号の振幅と位相にシンチレーションが発生する。一方、屈折性シンチレーションの場合、電離圏電子密度に依存する位相屈折率が時間変化することによって信号の位相が乱れ、結果として位相シンチレーションを引き起こす。本研究では、ノルウェー・トロムソ (69.60N, 19.20E) の欧州非干渉散乱レーダー (EISCAT) サイトに設置されたオーロラ全天カメラと GPS 受信機 (GSV4004B) を用いて、オーロラ発光が電離圏シンチレーションの発生とどのように関連しているかを調べた。特に、位相シンチレーションの指数である σ_ϕ 指数と、オーロラ発光強度の間の相関を明らかにすることを目的としている。

まず、最大 AE 指数が 1000 nT 程度、Dst 指数が -80 nT 程度の中規模磁気嵐中にオーロラ爆発が連続的に発生した 2012 年 1 月 22、23 日のイベントについて詳細な事例解析を行った。このイベントでは、以下に挙げられるような性質を示す電離圏シンチレーションが観測された: 1) 12 時間にわたって活動的なオーロラが現れ、それに伴う位相シンチレーションが断続的に発生した、2) 磁気嵐時に特有の赤色オーロラが現れ、緑色オーロラ発生時とは異なる位相シンチレーションの応答が確認された。このイベントの時間帯について、赤色オーロラ発光強度と位相シンチレーション指数の間の関連性を調べたところ、両者の間には単純な線形相関が存在することが分かった。このことは、時間変化の少ない赤色オーロラが、それに伴う電子密度の不規則構造を介して、回折性の電離圏シンチレーションを引き起こしていることを示唆している。一方、緑色オーロラ発光強度と位相シンチレーション指数の間の関連性を調べたところ、両者の間に単純な線形的な相関は見られなかった。これは、時間変動の激しい緑色オーロラによる電離圏シンチレーションの生成プロセスには、何らかの非線形過程が含まれていることを示唆している。発表では、赤色、緑色オーロラに伴って発生する電離圏シンチレーションの違いについて報告し、

双方のケースについて、シンチレーション発生の物理的メカニズムに関する考察を行う。特に、緑色オーロラの発光強度とシンチレーション指数の相関に見られた非線形性について、その原因を議論する。