

ノルウェー・トロムソにおける GNSS 受信機を用いたシンチレーション観測

伊藤 裕作 [1]; 大塚 雄一 [2]; 塩川 和夫 [2]; 細川 敬祐 [3]; 小川 泰信 [4]
[1] 名大 STE 研; [2] 名大 STE 研; [3] 電通大; [4] 極地研

Ionospheric scintillation measured by closely-spaced GNSS receivers in Tromsø, Norway

Yusaku Ito[1]; Yuichi Otsuka[2]; Kazuo Shiokawa[2]; Keisuke Hosokawa[3]; Yasunobu Ogawa[4]
[1] STEL Nagoya Univ.; [2] STEL, Nagoya Univ.; [3] UEC; [4] NIPR

A radio signal passing through small-scale irregularities in the ionospheric electron density fluctuates in amplitude and phase because the irregularities act as diffraction gratings. This phenomenon is known as scintillation. The GNSS (Global Navigation Satellite System) scintillation is caused by irregularities with a scale-size of several hundred meters.

In this study, we install GNSS receivers at the EISCAT radar site in Tromsø, Norway, where optical and radio measurements are carried out. On January, 2012, we have installed a GNSS receiver at EISCAT radar site in Tromsø, Norway. The receiver measures phase and signal-to-noise ratio of the radio wave from the GNSS satellites at dual frequency (L1 and L2) at 50 Hz, so that total electron content (TEC) and phase and amplitude scintillations of the ionosphere can be obtained. On September, 2012, we have installed two more receivers at Tromsø. The distances between the three GNSS receivers are 172m, 242m and 218m, respectively. Drift velocities of irregularities can be measured using cross-correlation analysis with the time series of the GNSS signal intensity and phase obtained from the three receivers.

Weak scintillation with S4 index of 0.15 was observed between 1545 and 1605 UT on Nov. 20, 2012. Period of the signal intensity variation was approximately 0.5 seconds. Since the scale-size of the irregularity causing the GPS scintillation is approximately 200 m, drift velocity of the irregularity causing the scintillation is estimated 400 m/s. On the other hand, using cross-correlation analysis with the time series of the GPS signal intensity obtained from the three receivers, the drift velocity can be measured. The drift velocity for this event is 350-400 m/s, This velocity is consistent with that estimated from the period of the signal intensity variation and aurora movement observed with a digital camera at the same site.

In this presentation, we will discuss relationship of the irregularity drift velocity with aurora structure and movement.

人工衛星から送信された電波は、電離圏中に生じたプラズマ密度不均一構造を通過することにより回折する。このため、地上で受信した信号は振幅及び位相の変動を伴う。この現象をシンチレーションという。現在、GPSをはじめとするGNSS(Global Navigation Satellite System)受信機が広く普及し電離圏観測においても有力な手段の一つとなっている。GNSS受信機で観測されるシンチレーションは数100m~数kmのスケールのイレギュラリティによるものである。

本研究では、2012年1月にノルウェーのトロムソEISCAT(欧州非干渉散乱)レーダーサイトにGNSS受信機を1台設置した。L1、L2の2周波をサンプリング周波数50Hzにて受信し、振幅・位相シンチレーションや全電子数(TEC)の連続観測を開始した。2012年9月11日からは受信機を2台追加し、3台での連続観測を開始した。3台の受信機をそれぞれ172m、242m、218m離して設置した。それぞれの受信機で得られた信号強度及び位相変動の相関から電離圏イレギュラリティのドリフト速度を測定することができる。

2012年11月20日15時45分から16時05分UTに、GPS・PRN20番衛星からの電波で、S4指数が0.15である弱い振幅シンチレーションが観測された。この時、信号強度変動の周期は0.5秒程度であった。シンチレーションを起こすイレギュラリティの空間スケールは200m程度である(イレギュラリティの高度を150kmと仮定)ので、イレギュラリティは、約400m/sの速度で移動していたと考えられる。また、3台の受信機で観測された信号強度変動について、それぞれ1分間の時系列データの相互相関係数を計算し、相互相関係数が最大になるラグを求めた。3通りの受信機の組合せで求めたラグを用い、イレギュラリティが平面波であると仮定してドリフト速度を求めたところ、西北西方向に約350-400m/sとなった。

このドリフト速度の値は、信号強度変動の周期から予測されるものと矛盾していない。さらに、同サイトに設置されたデジタルカメラで撮影されたオーロラの全天画像と比較したところ、GPS・PRN20番衛星の電波が電離層を通過する位置に、弱い発光のオーロラが見られ、西方向に動いていることが明らかになった。

本講演では、オーロラ活動に伴うシンチレーション・イベントについて、シンチレーション・ドリフト速度とオーロラの光学観測データとの比較を行う。