

ノルウェー・トロムソにおけるGNSS受信機を用いた電離圏シンチレーションの多点観測

#坂本 明香 [1]; 大塚 雄一 [2]; 小川 泰信 [3]; 細川 敬祐 [4]
[1] 名大・ISEE; [2] 名大宇地研; [3] 極地研; [4] 電通大

Closely-spaced observations of ionospheric scintillation using GNSS receivers in Tromso, Norway

Sayaka Sakamoto[1]; Yuichi Otsuka[2]; Yasunobu Ogawa[3]; Keisuke Hosokawa[4]
[1] ISEE, Nagoya Univ.; [2] ISEE, Nagoya Univ.; [3] NIPR; [4] UEC

sakamoto.sayaka@isee.nagoya-u.ac.jp

In the terrestrial ionosphere, electron density irregularities may cause variations of signal strength and/or carrier phase in trans-ionospheric satellite transmission signals received on the ground, which are commonly called ionospheric scintillations. Scintillations are categorized into amplitude scintillations and phase scintillations. Amplitude scintillations are observed as fluctuations of the signal strength, which are caused by interference between signals diffracted by irregularities. The amplitude scintillation index is defined as standard deviation of the received power normalized by its mean value. Phase scintillations are detected as high frequency fluctuations in the carrier phase, which are caused by variations in the refractive index due to temporal variations in electron density along the ray path between the satellite and receivers. The phase scintillations are normally quantified by the index, which is the standard deviation of the carrier phase. The phase scintillations occur both in equatorial and polar regions. In contrast, it is known that the amplitude scintillations in the equator are larger than those in the polar region.

In this study, we investigated GPS scintillations at high latitude using three dual frequency GNSS receivers in Tromso, Norway. The receivers have antennas installed 150-250 m away from each other and record the signal strength and carrier phase. Phase scintillations are monitored by estimating ROTI, which is the standard deviation of differences of the TEC time-series. We compared ROTI with the amplitude scintillation index S_4 . According to previous studies, amplitude scintillations at high latitudes was not remarkable. However, we observed weak scintillations at high latitude by using low noise receivers in this study. By comparing S_4 and ROTI observed for three years, from January 2013 to December 2015¬¬, we have found that both S_4 and ROTI have larger values at night mainly in spring and summer, and that S_4 increases do not always coincide with the ROTI increases. Therefore, we investigated increases of S_4 and ROTI on daily basis. The simultaneous increase of S_4 and ROTI occurs mainly in the morning and daytime. Either S_4 or ROTI increases mainly in the nighttime. Duration of S_4 increases tends to be longer than that of ROTI. Moreover, only ROTI increase in the daytime of summer. We have further found that duration of S_4 increases tends to be longer than that of ROTI. In this work, we study cross-correlation coefficients of signal intensities and drift velocities of the irregularities obtained from each pair of the three receivers, and then we observed increases of the velocities. In this way, we consider generation mechanisms of the ionospheric irregularities which result in scintillations in the polar region.

電離圏において電子密度不規則構造が存在すると、人工衛星からの送信された電波の信号強度やキャリア位相が変化することがある。これを電離圏シンチレーションと呼ぶ。電離圏シンチレーションには、受信信号の振幅が変動する振幅シンチレーションと、搬送波位相が変動する位相シンチレーションがある。振幅シンチレーションは、電子密度不規則構造により回折した異なる位相の信号と干渉し合うことによって発生する。振幅シンチレーション指数は、受信信号強度の標準偏差を平均信号強度で正規化したものである。一方、位相シンチレーションは、電波の伝搬経路上の屈折率変動による受信信号の位相変動であるため、電子密度の空間的・時間的変動によって引き起こされる。位相シンチレーション指数は、搬送波位相の標準偏差で定義される。位相シンチレーションは赤道域および極域のどちらにおいても発生するが、振幅シンチレーションは主に赤道域で大きく、極域では小さいことが知られている。

本研究では、ノルウェー・トロムソに設置されている3台の2周波GNSS受信機を用いて、高緯度における位相シンチレーションと振幅シンチレーションを調べた。受信機のアンテナは互いに150-250m離して設置し、50Hzのサンプリングで衛星からの信号の信号強度や位相を記録している。位相シンチレーション指数としてTECの時系列差分の標準偏差であるROTIを用いて、振幅シンチレーション指数 S_4 と比較・解析を行った。従来の研究では、極域における振幅シンチレーションは弱くノイズにかき消されてしまっていたが、本観測では低ノイズの受信機を使うことによって極域での弱い振幅シンチレーションも観測することができた。2013年1月から2015年12月までの約3年分の観測データをもとに S_4 とROTIの変動を調べ、 S_4 とROTIの増大が確認できた。 S_4 とROTIは主に春と冬の夜間に大きな値になっており、季節・地方依存性が見られた。しかしながら、 S_4 とROTIの増大は必ずしも一致していなかったため、両値の日変動を調べた。このとき、 S_4 とROTIが同時に増大した場合、 S_4 のみが増大した場合、ROTIのみが増大した場合に分類した。 S_4 とROTIは主に朝や日中に同時に増大した。一方のみが増大するのは夜間に多かった。また、同時に増大した場合で

も S₄ の方が長時間継続する傾向がみられた。本研究ではこれらの違いがみられた時の、3地点の信号強度の位相の時間差から計算した相互相関係数や電離圏電子密度のドリフト速度を調べ、ドリフト速度の増加がみられた。このようにして、極域におけるシンチレーションを起こす電離圏擾乱の生成機構について考察する。