

S002-17

A 会場 : 11/26 AM2 (10:30-12:00)

10:30~10:50

2024年5月の大規模太陽フレアによる高精度GNSS測位の測位精度への影響

#藤原 智¹⁾, 細谷 素之¹⁾, 来田 倍周¹⁾

(¹⁾ ジェノバ

Impact of a Large Solar Flare in May 2024 on the Positioning Accuracy of High-Precision GNSS

#Satoshi Fujiwara¹⁾, Motoyuki Hosoya¹⁾, Masunori Kitada¹⁾

(¹⁾JENOBA CO., LTD.

1. Introduction

GNSS radio waves, such as those used in GPS, are subject to delays and other effects when they pass through the ionosphere. In this presentation, we will report on the impact of the large solar flare in May 2024 on high-precision GNSS positioning accuracy.

2. GNSS Positioning and Ionospheric Disturbances

GNSS positioning for navigation and smartphones generally uses a code (with a wavelength equivalent of about 300 m) modulated onto a GNSS carrier wave, resulting in positioning accuracy of a few meters. In contrast, high-precision positioning, used in surveying and other applications, relies on the phase of the GNSS carrier wave (wavelength of about 19 cm) to achieve accuracy within a few centimeters or less.

The ionospheric delay is a significant issue for high-precision positioning. Using two frequencies, L1 (1575.42 MHz) and L2 (1227.60 MHz), can mitigate ionospheric delays by taking advantage of the fact that delay amounts differ depending on the frequency. However, disturbances in the ionosphere caused by solar flares, among other factors, can lead to irregular GNSS signals, resulting in reduced positioning accuracy.

In high-precision positioning, determining the integer number of radio waves (integer ambiguity) between the satellite and receiver is crucial for accurate distance measurement. The state in which this integer value is correctly determined is called a FIX solution (accuracy: within several centimeters), as opposed to a FLOAT solution (accuracy: ranging from tens of centimeters to several meters). The FIX solution is a key indicator of positioning accuracy, which can be affected not only by ionospheric disturbances but also by a decrease in the number of usable satellites, multipath effects, and radio wave interference.

3. Positioning Status from May 11, 2024

We provide a service that enables position measurements with an accuracy of a few centimeters every second throughout Japan using the network RTK method, leveraging GSI's continuously operating reference station network (GEONET). Beginning around 22:00 JST on May 11, 2024, our monitoring detected a phenomenon where the FIX solution became unavailable in certain areas, gradually moving southward from Hokkaido to Kyushu.

This issue first appeared in eastern Hokkaido around 22:00. By 23:00, parts of the Tohoku region were also experiencing a loss of FIX solutions. By midnight on May 12, the disturbance had spread across nearly the entire Tohoku region, moving westward to Kanto by 1:00 a.m. and then to Kansai by 2:00 a.m. The disturbance reached its peak by 4:00 a.m., affecting a wide area from Tohoku to Kyushu. It gradually subsided, becoming confined to southern Kyushu by 7:00 a.m., and was no longer observed by 9:00 a.m. This phenomenon appears to have affected not only our service but also RTK positioning services in general.

Since the disturbance occurred from late Saturday night to early Sunday morning, the impact on general users was minimal. Although advancements in equipment and software have improved our ability to mitigate such large-scale disturbances, some phenomena, such as this one, cannot yet be fully prevented. Therefore, further countermeasures and public awareness, including advance warning of anticipated impacts, are essential.

1. はじめに

GPSに代表されるGNSSの電波は電離圏を通過する際に遅延等の影響を受ける。本講演では、2024年5月に発生した大規模太陽フレアの影響を受けた高精度GNSS測位の測位精度の状況について報告する。

2. GNSS測位と電離圏擾乱

一般にナビゲーションやスマホで用いられるGNSS測位はGNSS搬送波に変調し載せられたコード(波長換算約300m)を使っており、測位精度は数m程度である。これに対して、測量等の高精度測位にはGNSS搬送波(波長約19cm)の位相を用いることで数cm以下の精度が得られる。

高精度測位では電離圏における遅延が問題になり、周波数によって遅延量が異なる性質を利用してL1(1575.42MHz)とL2(1227.60MHz)の2周波を用いることで電離圏での遅延をキャンセルできる。しかしながら、太陽フレア等に伴

う電離圏の各種擾乱では、GNSS 信号が不規則になってしまうことで測位精度の低下が発生する。

高精度測位においては、衛星と受信機間の電波の波の数（整数値アンビギュイティ）の決定が絶対距離を求めるために必須である。この整数値が正しく決定されている状態を FIX 解（精度数 cm）と呼び、そうでない状態の FLOAT 解（精度数 10cm～数 m）と区別する。電離圏擾乱のみならず、利用衛星数減少、マルチパス、電波障害等で測位精度低下の有無を判断する基準が、FIX 解が得られているかどうかである。

3. 2024 年 5 月 11 日からの測位状況

当社は国土地理院の電子基準点網（GEONET）を用いて、毎秒ごとに数 cm 精度の位置測定が全国どこでもできるサービス（ネットワーク型 RTK）を提供しており、2024 年 5 月 11 日 22 時（日本時間。以下同じ）ごろから、FIX しづらい地域が、北海道から九州に南下する現象を当社の監視で確認した。

この現象は 22 時頃に北海道東部で始まった。23 時過ぎには東北地方の一部で FIX しなくなった。翌 12 日 0 時には東北地方ほぼすべてに影響が広がり、1 時過ぎに関東、2 時過ぎには関西へと西に移動した。4 時頃には東北から九州の広域で最大規模の擾乱となっている。その後徐々に収まり、7 時には九州南部のみとなり、9 時前には擾乱はみられなくなった。こうした現象は当社のサービスだけではなく RTK 測位全般でみられたようである。

今回は擾乱の時間が土曜深夜～日曜早朝であったため、一般的なユーザーへの影響は小さかった。機器やソフトウェアの向上でこうした大規模な擾乱への対策は進んでいるものの、今回のように防ぎきれない現象が存在するため、影響が予測される場合の事前注意喚起を含め、さらなる対策と周知は必須である。