

R005-19

Zoom meeting C : 11/1 PM2 (15:45-17:30)

15:45-16:00

衛星＝地上間の電離圏全電子数観測の開発状況

#山本 衛¹⁾, 斎藤 享²⁾

¹⁾京大・生存圏研,²⁾電子航法研

Development of satellite-ground ionospheric total electron content (TEC) observation instruments and methods

#Mamoru Yamamoto¹⁾, Susumu Saito²⁾

¹⁾RISH, Kyoto Univ.,²⁾ENRI, MPAT

This paper gives an overview of the development status of the observation instruments and methods of ionospheric total electron content (TEC) by using radio wave propagation from satellites to the ground. The radio wave propagation in plasma shows higher phase velocity and lower group velocity than those in the vacuum. Since the amount of such velocity variation is inversely proportional to the square of the frequency, TEC can be obtained by measuring the phase variation of dual-band radio wave propagation or the propagation velocity of the modulated wave. We have developed a digital receiver that receives radio waves from a dual-frequency beacon satellite. The observations were carried out by using dual-band beacon from satellites and the GNU Radio Beacon Receiver (GRBR) that supports frequencies of 150MHz and 400MHz. We have also developed a new digital receiver GRBR-2 which measures the new beacon signal (401MHz/966MHz) from FORMOSAT-7/COSMIC-2 satellites launched in 2019. Observations with GRBR-2 have already been continued in Indonesia, Thailand, Vietnam, etc. since September 2019. On the other hand, recently, TEC observations using GNSS (Global Navigation Satellite System, satellite positioning, that is, a general term for GPS and similar systems) have been widely implemented. The deployment of GNSS satellites by the United States, China, Russia, and the EU is progressing, while the price of receivers is dropping dramatically. The price of a dual-frequency receiver dropped down to 20,000-30,000 yen. This situation helps development of multiple-points measurement of the ionospheric TEC. We are now developing a TEC observation system with a receiver board using F9P (a dual frequency GNSS consultation chip developed by Ublox). In the lecture we will discuss the current status of instrument development and observations.

衛星から地上までの電波伝搬を用いた電離圏全電子数 (Total Electron Content; TEC) の観測手法の開発状況について概観する。電波はプラズマ中において真空中に比して電波の位相速度は速くなり、一方で群速度は低下する。その変化の程度は周波数の二乗に反比例するため、同じ経路に複数の周波数の電波を伝搬させ、その位相変化あるいは変調波の伝搬速度を測定することによって、TECが測定できる。これまで我々は、2周波ビーコン衛星からの電波を受信するデジタル受信機を開発してきた。初期には 150MHz と 400MHz の周波数に対応した GNU Radio Beacon Receiver (GRBR) によって、通常のビーコン衛星を用いた観測を行ってきた。また 2019 年に打上げられた FORMOSAT-7/COSMIC-2 衛星に搭載された 401MHz/966MHz の電波を用いた新しい 2 周波ビーコン観測に対応した新しいデジタル受信機 GRBR-2 を開発してきた。GRBR-2 による観測は、2019 年 9 月からインドネシア・タイ・ベトナムなどにおいて開始され、現在まで継続されている。一方、最近では、GNSS (Global Navigation Satellite System、衛星測位つまり GPS とその類似システムの総称) を用いた TEC 観測が広く実施されている。米国・中国・ロシア・EU による GNSS 衛星の配備が進んでおり、一方では受信機の価格が劇的に下がりにつつある。ついに 2-3 万円の 2 周波受信機が現れたため、これを利用することで、電離圏 TEC の多点観測が容易になってきた。我々は、Ublox 社が開発した 2 周波 GNSS 受信 LSI である F9P を用いた受信ボードによる TEC 観測システムを開発中である。講演では現在の機器開発と観測の状況について述べる。