

航空航法における宇宙天気情報の利用について

斎藤 享 [1]

[1] 電子航法研・航法システム

Utilizing Space Weather Information for Air Navigation

Susumu Saito[1]

[1] NAV Department, ENRI

Global Navigation Satellite System (GNSS) has been widely used for air navigation and is going to be used in all flight phases from oceanic en route to precision approach and landing. Since safety is extremely important for air navigation, systems must satisfy the international standards specified by International Civil Aviation Organization (ICAO). However, core satellite systems available for aviation purposes (GPS and GLONASS) cannot satisfy the standards by themselves. Thus, augmentation systems that corrects ranging errors and check the navigation information broadcast by satellites are necessary. For GNSS-based systems for precision approach and landing that require extremely high safety level, rare safety issues must be considered. However, too conservative systems may not be practically usable although they are safe.

Spatial and temporal variation of ionospheric total electron content (TEC) are one of the most difficult error sources in GNSS to correct. Currently available GNSS augmentation systems assumes that such ionospheric disturbances always exist with the worst geometry for users because of difficulty in quantifying the probability of existence of ionospheric disturbances by closed systems that do not rely on external systems. However, if any systems could provide information on existence and non-existence of ionospheric disturbances with quantitative reliability, they could potentially be used for air navigation to realize advanced GNSS applications. Indeed, ICAO is working on standardizing utilization of space weather information for various aspects of aircraft operations.

In this talk, what is required for ionospheric monitoring information as a part of space weather is presented. Based on the requirements, possible means of ionospheric monitoring will be introduced. Some simulation results to evaluate the monitoring performance for GNSS augmentation systems will be demonstrated.

航空航法では GPS に代表される全地球的衛星航法システム (Global Navigation Satellite System: GNSS) の利用が増大しており、洋上飛行から精密進入・着陸に至る全ての飛行フェーズで GNSS の利導入が進められている。航空航法においては安全性が極めて重要であり、GNSS を航空機の運航に用いるためには国際民間航空機関 (ICAO) が定める厳しい安全性基準を満足する必要がある。しかし、現在航空用途で利用可能な GNSS コア衛星システム (GPS、GLONASS) 単独では ICAO が定める基準を満足できないため、測位誤差の補正や衛星の起動情報の監視・検証を行う補強システムが必要となる。精密進入などの必要な安全性のレベルが高い GNSS アプリケーションにおいては、極めて稀な現象に対しても対策をとる必要があるが、保守的すぎる対策は実用システムとしての可用性を損なうため、安全性と可用性のバランスが重要である。

衛星航法の誤差要因としては、電離圏擾乱に伴う電離圏全電子数の空間・時間変動が最も大きく、また最も補正が難しいものである。現在実用化されている衛星航法補強システムにおいては、電離圏擾乱が常に GNSS ユーザにとって最悪の配置で存在していると仮定して安全性設計を行っている。これは、衛星航法補強システムが外部のシステムに依存しないクロズドなシステムとする設計思想の基で、電離圏擾乱の存在・不存在を定量的に示すことができていないためであるが、このような保守的な設計のために、より高度な GNSS 利用において可用性が損なわれる原因となっている。しかしながら、電離圏擾乱の存在・不存在の情報が、その定量的な信頼性情報とともに提供されれば、航空航法において利用できるものとなり、衛星航法の高度な利用を可能とする可能性を持つ。実際に、ICAO においては航空航法が宇宙天気情報の航空における様々な面での利用を目指して国際標準の策定に向けた活動が行われている。

本講演では、宇宙天気の重要な一部としての電離圏監視情報に必要な条件を述べ、それに基づいて利用可能性のある電離圏監視手法を紹介する。さらに、一部の手法についてはシミュレーションに基づく、衛星航法補強システムに対する効果の性能評価の初期結果についても紹介する。