

GPSを用いた電離圏擾乱の観測及び航空航法支援システムに対する影響評価 Observation of ionospheric disturbance using GPS, and evaluation of their impact on air navigation augmentation system

大松 直貴^{1*}, 大塚 雄一¹, 斎藤 享², 塩川 和夫¹
Naoki Omatsu^{1*}, Yuichi Otsuka¹, Susumu Saito², Kazuo Shiokawa¹

¹ 名大 STE 研, ² 電子航法研・航法システム

¹STEL, Nagoya Univ., ²NAV Department, ENRI

近年、航空航法において、GPSを用いた衛星航法の導入が進められている。GPSにおいて、GPS衛星と受信機間の全電子量(TEC)に起因する電離圏遅延は、大きな測位誤差の要因となる。電波の伝搬経路に存在する電子1TECU当たり、L1帯では0.16m、L2帯では0.27mの群遅延が発生する。GPSを用いた精密測量では、L1帯及びL2帯の2周波を用いて電離圏遅延補正を行うのが一般的である。しかし、航空航法では、L2帯は航法バンドとして国際的に保護されていないことから直接測位には利用できない。航空航法においては、測位精度だけでなく安全性が重要であり、安全性を確保するための補強システムが必要となる。補強システムには、静止衛星を介して補強情報を放送する広域で有効な静止衛星型衛星航法補強システム(SBAS)、地上設備からVHF波で補強情報を放送する空港周辺の比較的狭い範囲で有効な地上型衛星航法補強システム(GBAS)などがあり、一部で実利用が始まっている。

GBASとは、航空機が着陸経路に進入してから用いられるシステムであり、狭い範囲に限定して情報を提供するため、SBASと比較して高い精度を得ることができる。GBASでは通常、衛星のクロック誤差や衛星の軌道情報の誤差、対流圏遅延誤差、電離圏遅延誤差などの大部分を取り除くことが可能である。しかし、GBASの利用エリア内に電離圏遅延量の空間勾配が存在する場合には、GBASによる補正を行った後でも補正誤差が生じてしまい、安全性の脅威となることが分かっている。

今回の研究では、国土地理院が提供する国内地上GPS受信機観測網データを活用した。日本国内で北緯26.4度から35.6度までの観測点から6点を選び、2001年から2011年までの11年分の解析を行うことで、Rate of TEC change Index (ROTI)の緯度、季節、太陽活動度依存性を統計的に明らかにした。今回利用したTECのデータは30秒間毎に記録されたものだが、ROTIとは、TECの時間差分の5分間内の標準偏差をとったものであり、TECの変動性を表す指標である。その結果、ROTIの値が最も大きくなるのは、磁気緯度的に低緯度である北緯26.4度の観測点における太陽活動極大期の春季・夏季の夜間であることが分かった。これはプラズマバブルが原因であると考えられ、ROTIの値は最大6TECU/min程度であった。ただし、6TECU/minというのは、幾分大きな数値であり、サイクルスリップの補正が正しくできていないなど電離圏現象ではない可能性も考えられるため、TECデータを確認する必要がある。ROTIは、電離圏遅延量の空間勾配を表す指標であるとも考えられるため、これによりGBASに対する電離圏遅延量の空間勾配の影響を評価した。本講演では、より詳細な研究結果について報告する予定である。

キーワード: 電離圏, GPS, 衛星航法, GBAS, ROTI

Keywords: ionosphere, GPS, satellite navigation, GBAS, ROTI