

衛星測位での宇宙天気情報の 利用方法

情報通信研究機構 電磁波計測研究所

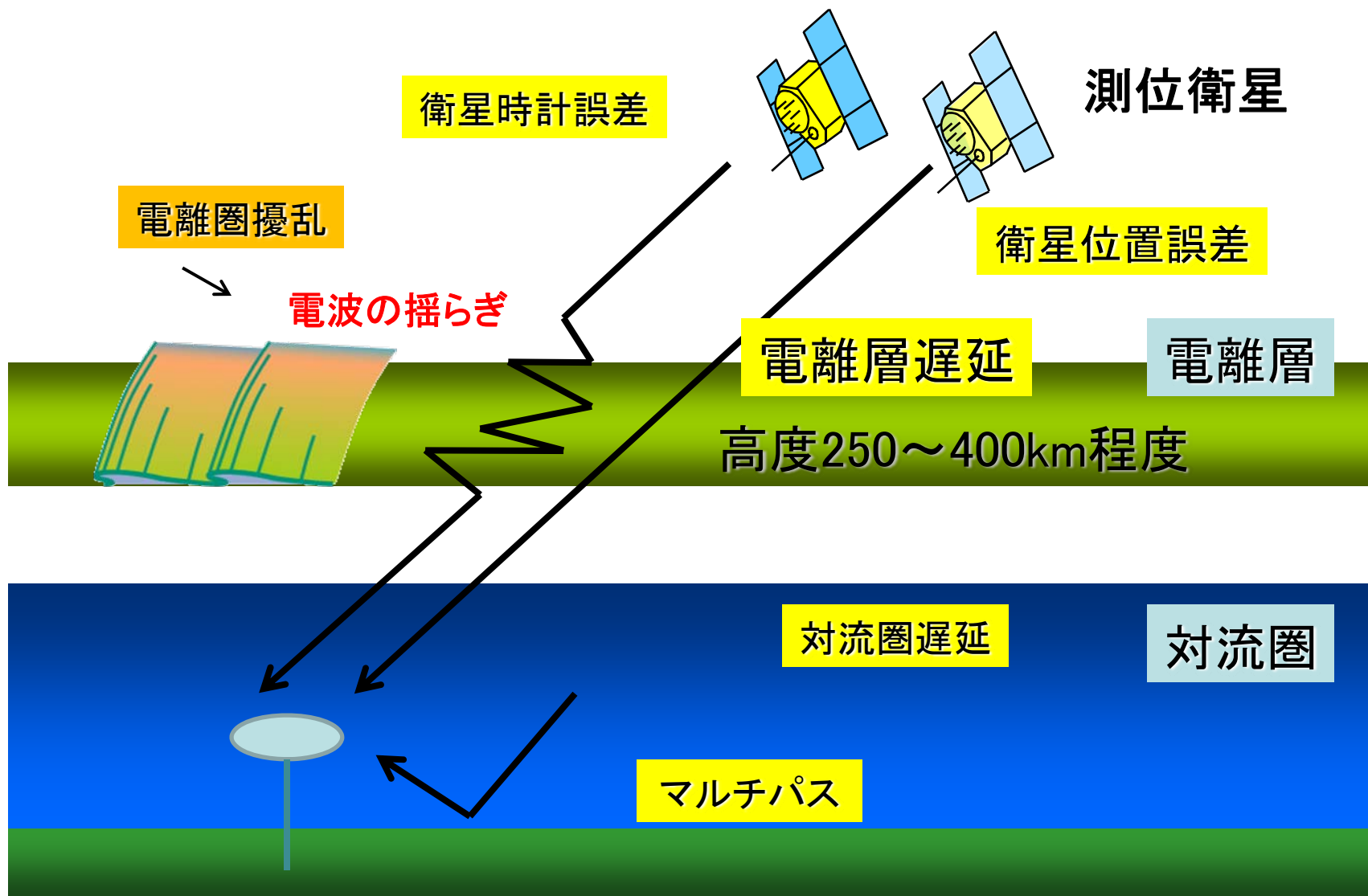
宇宙環境インフォマティクス研究室

津川 卓也

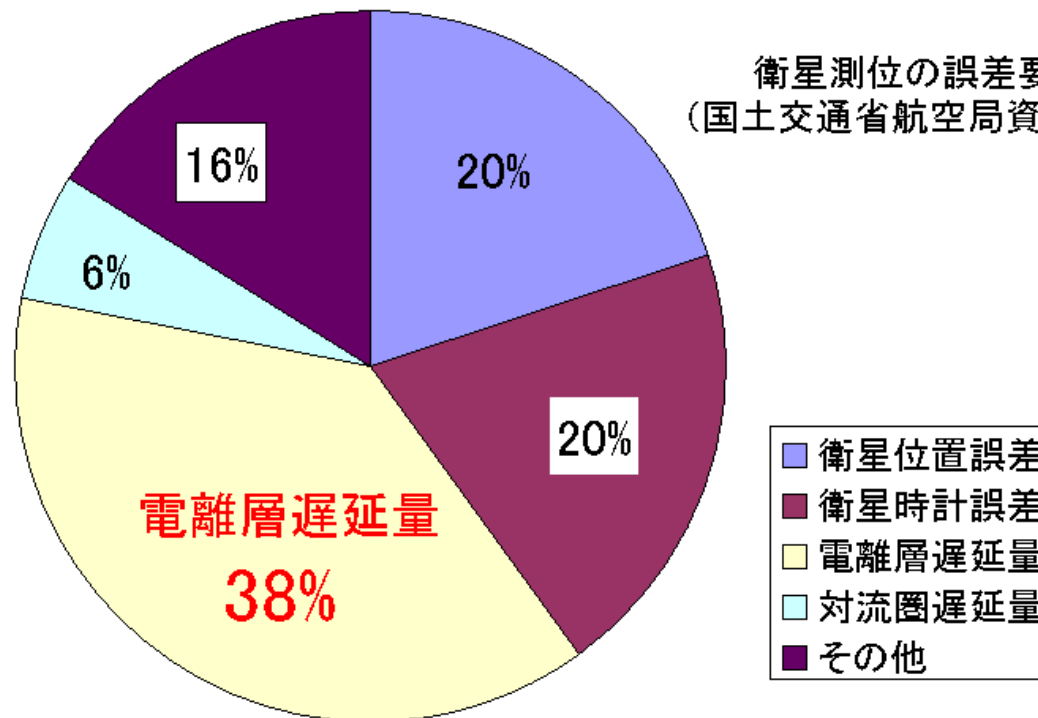


Global Positioning System (GPS)



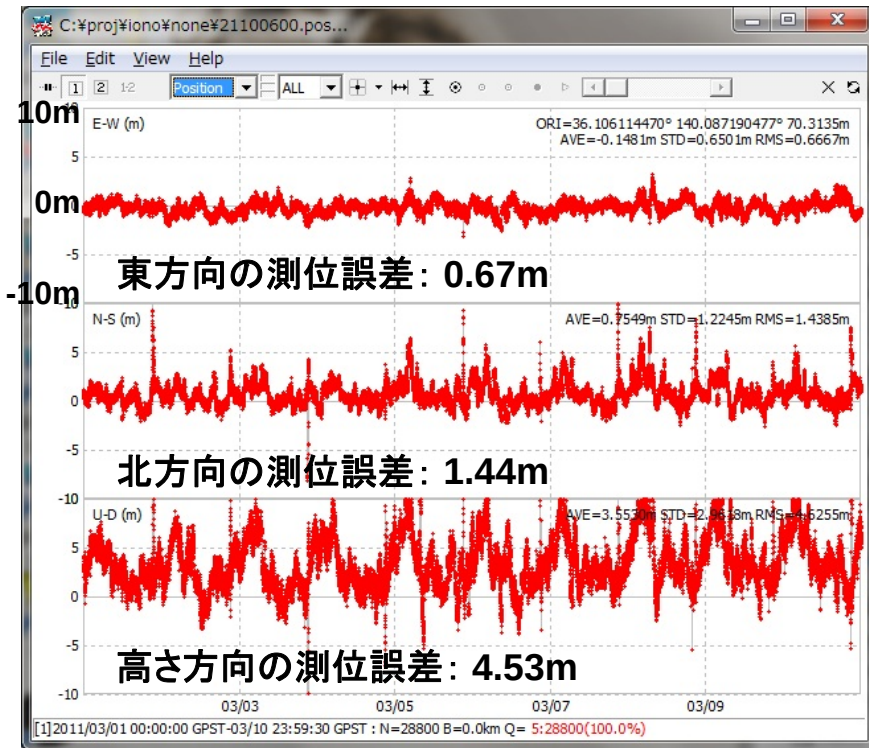


衛星測位の誤差要因
(国土交通省航空局資料より)

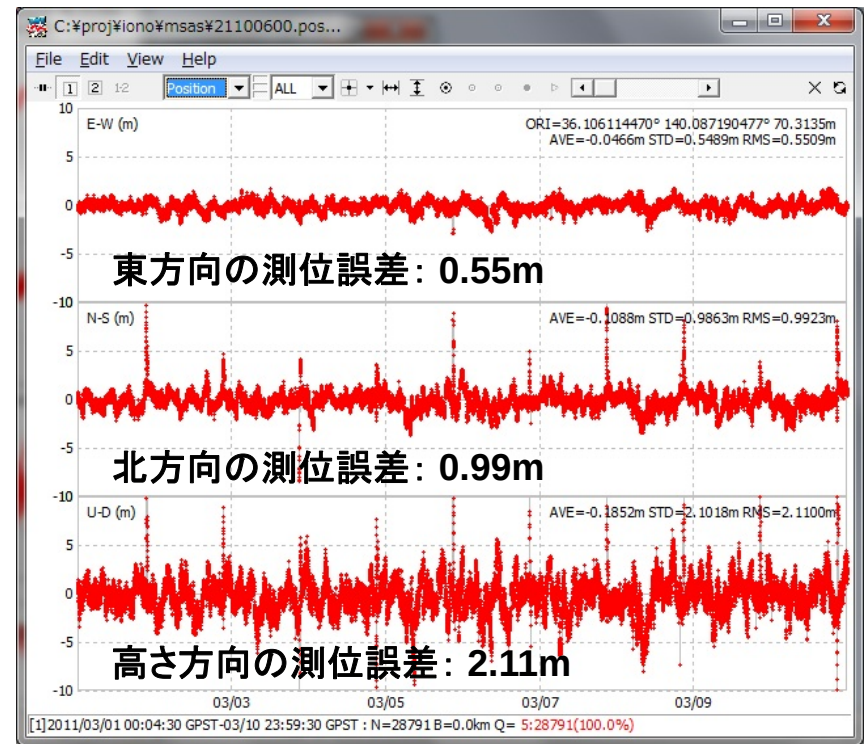


電離圏モデル補正による衛星測位精度向上

2011年3月1－10日、GEONET2110局(筑波)にける1周波測位(Single モード)の測位誤差。



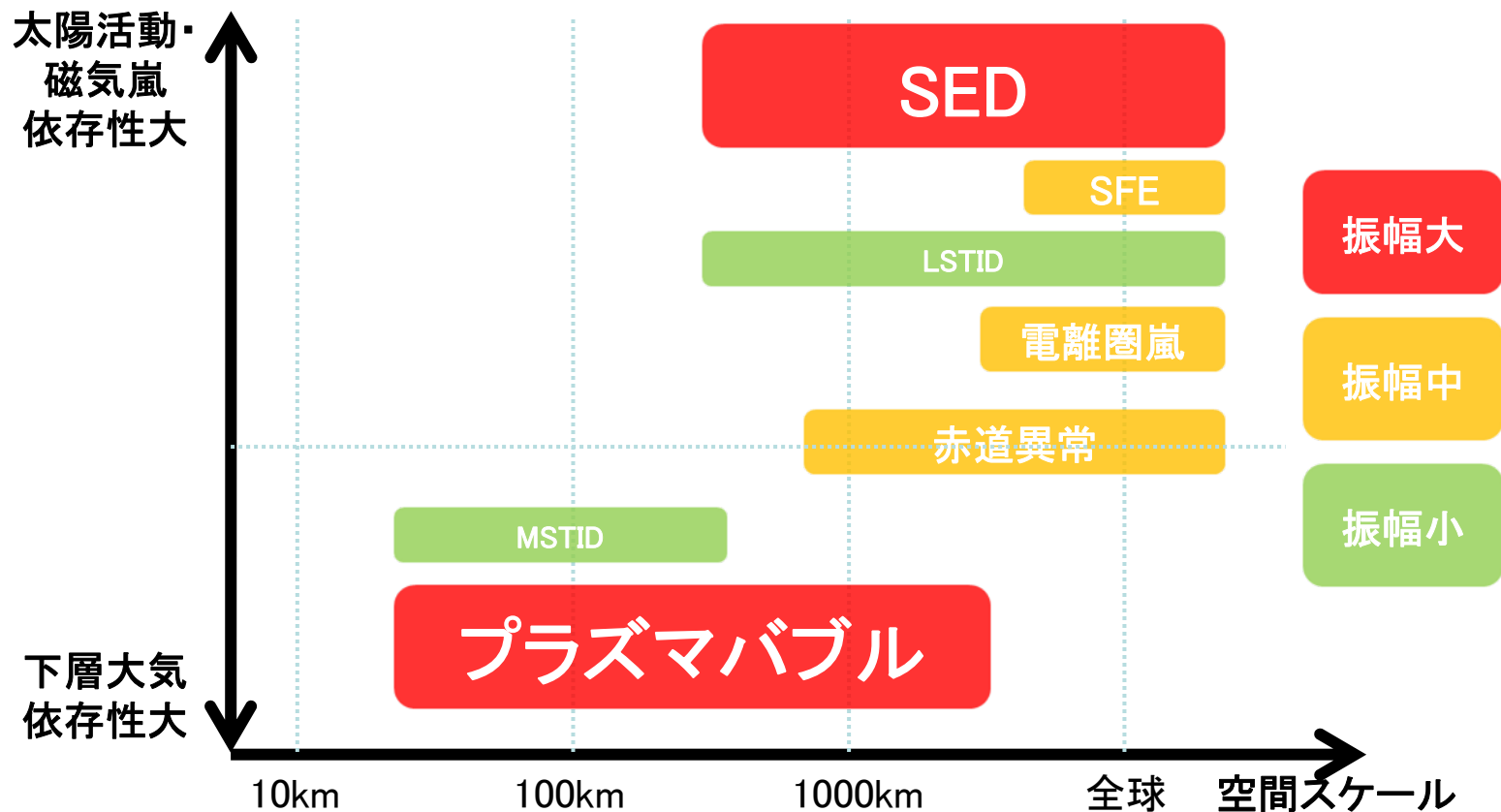
電離圏補正なし



MSAS/SBASモデル補正

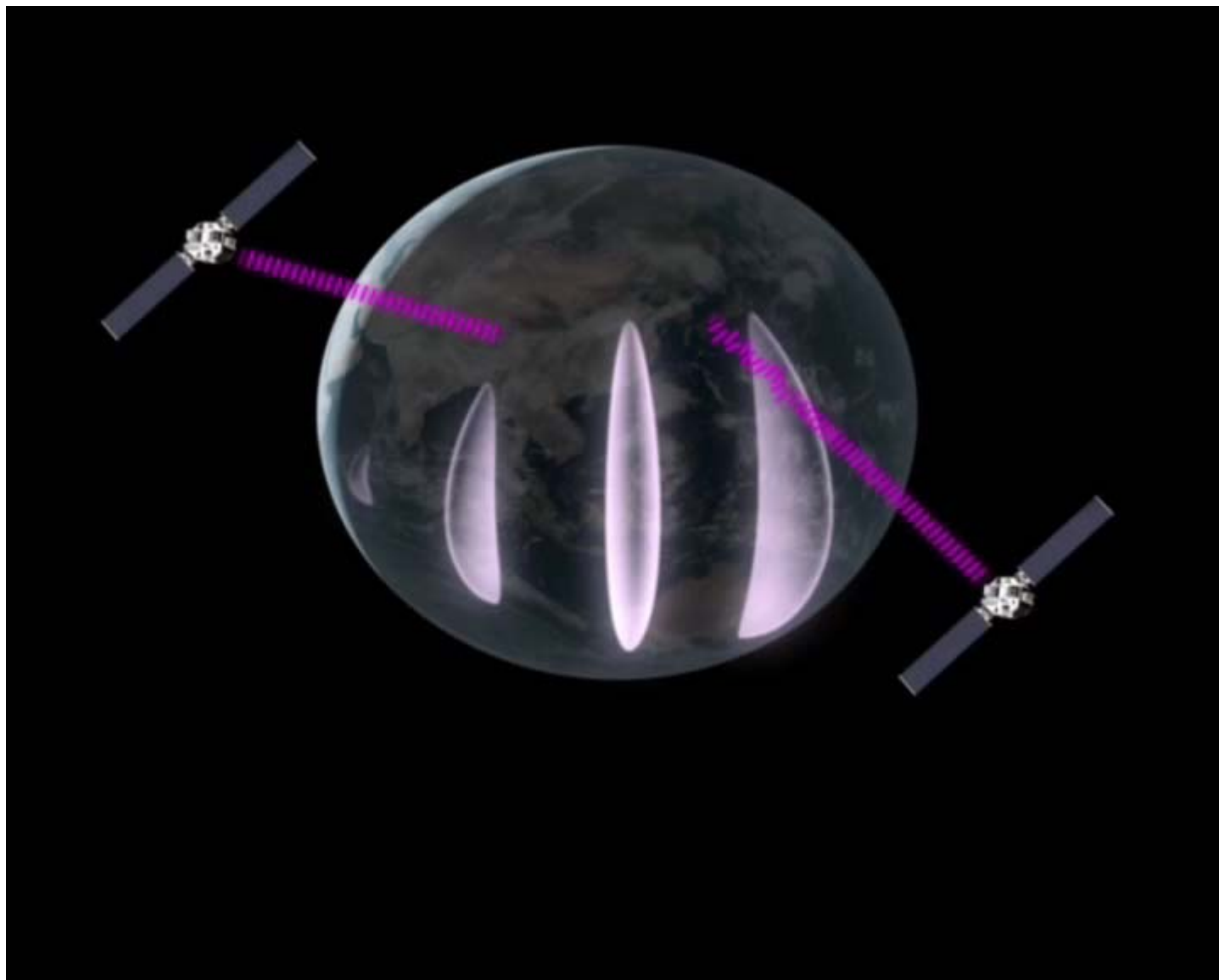
緯度5° × 経度5° メッシュの全電子数モデル。カバーするエリアは緯度0-65°、経度100-175°。数分毎に更新。

電離圏擾乱現象と電波伝播への影響



- 衛星測位等に影響が大きいのは電子密度の空間勾配が大きいプラズマバブルとSED (Strom Enhanced Density)。
- 中低緯度に位置する日本付近では、SEDよりもプラズマバブルの出現の方が頻度大。
- プラズマバブルは数100mスケールの不規則構造を内包し、GPSシンチレーション・ロック損失等を起こす。
- 振幅は小さいが、MSTID (中規模伝播性電離圏擾乱) は衛星搭載SARやDGPSに影響を与える。
- 高緯度のオーロラ粒子振込によってもGPSシンチレーションやロック損失は起こる。





2000年2月12日 磁気嵐時に発達したプラズマバブル

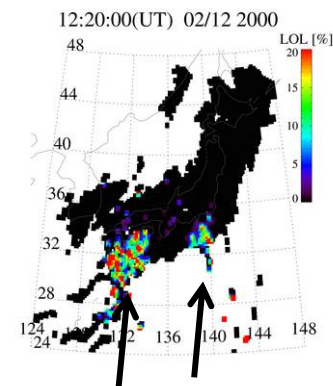
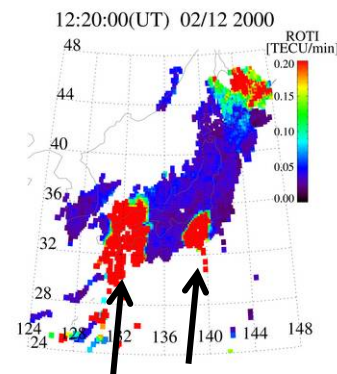
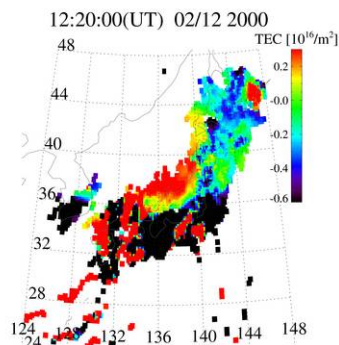
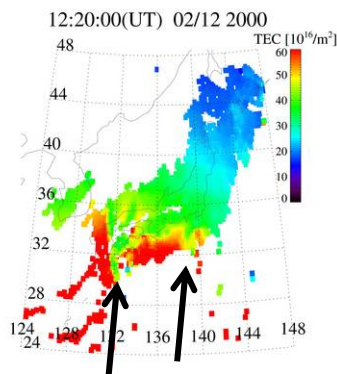
TEC絶対値

60分以下のTEC変動

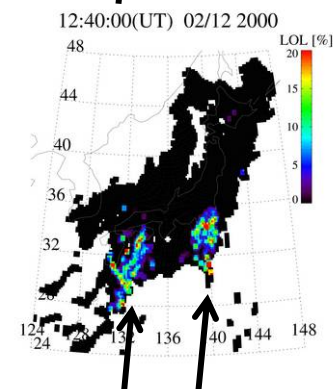
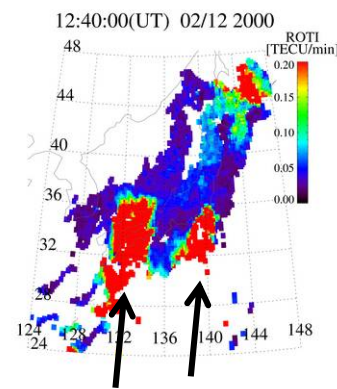
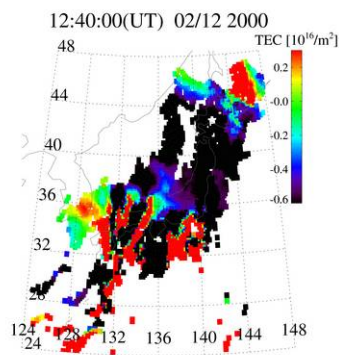
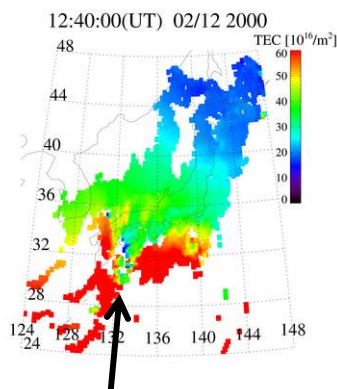
ROTI

ロック損失率

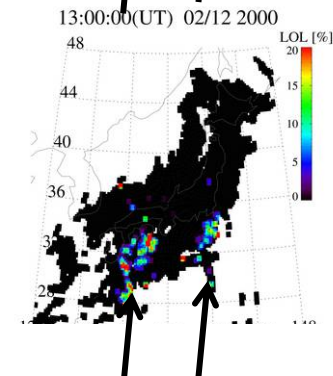
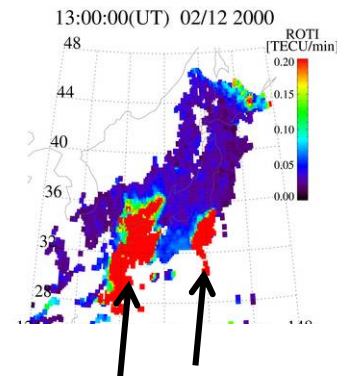
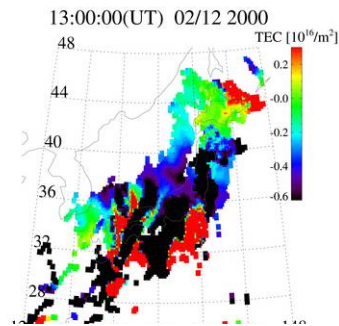
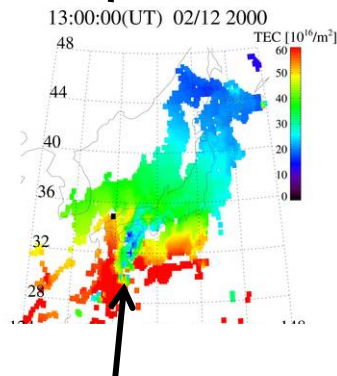
12:20 UT
(21:20 JST)



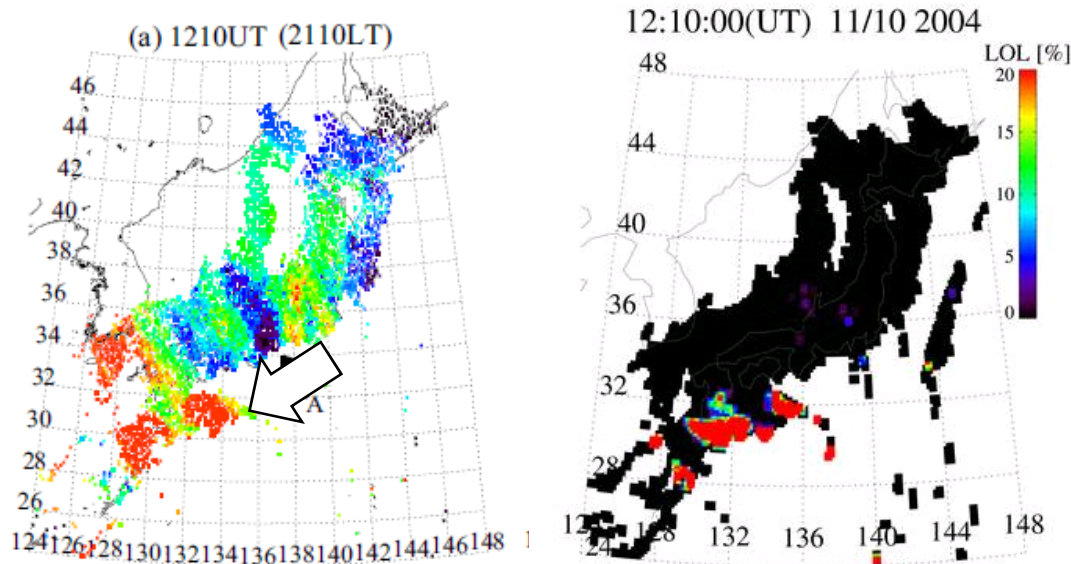
12:40 UT
(21:40 JST)



13:00 UT
(22:00 JST)



GPS電離圏観測で捉えた電離圏擾乱現象

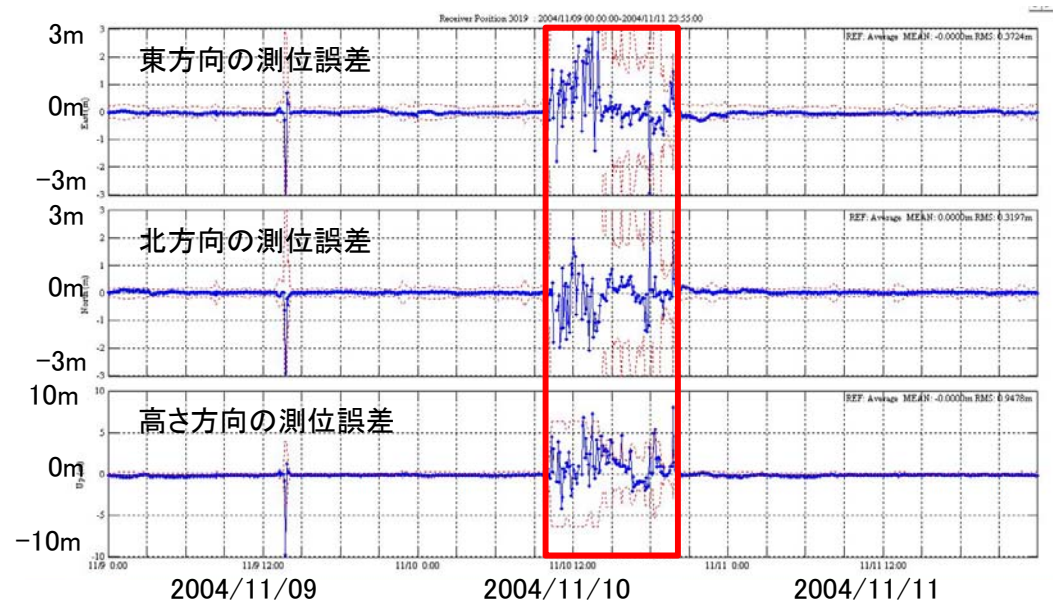


←(左図)2004年11月10日の夜間に観測された振幅の大きな中規模移動性電離圏擾乱 (Super-MSTID)。(右図)振幅の大きな領域で、GPS信号ロック損失率の増大が見られる。

Super-MSTID

[Nishioka et al., JGR, 2009]

→GPS 2周波を利用した Kinematic GPS測位の誤差 (国分寺、2004年11月9－11日の3日間)。赤枠は、Super-MSTIDが観測されていた時間帯を示す。

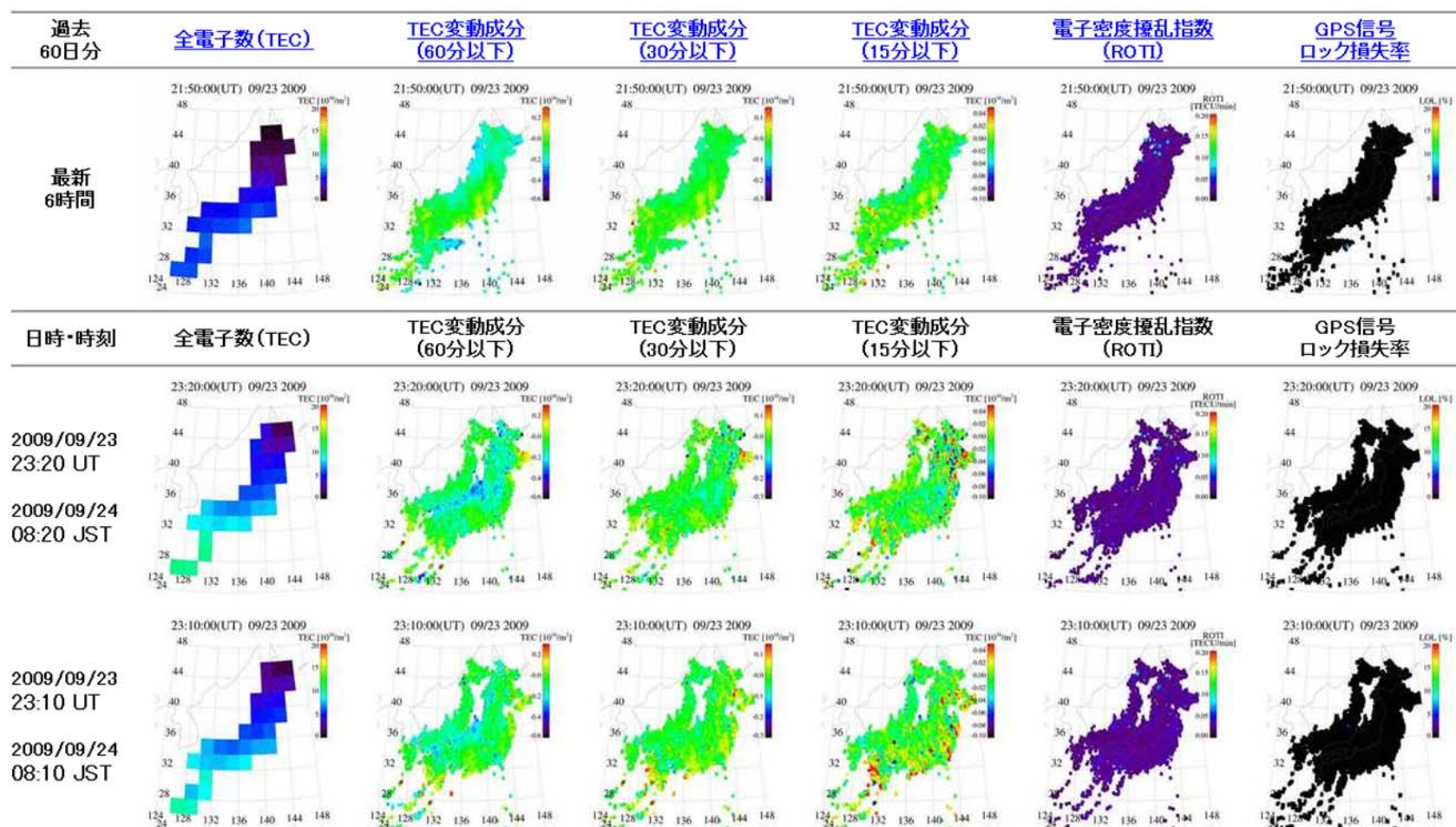


準リアルタイムGPS全電子数マップ ウェブサイト

<http://wdc.nict.go.jp/IONO/realtimeGPS/ALLMAP/>

準リアルタイムGPS全電子数マップ (最新6時間、10分間隔)

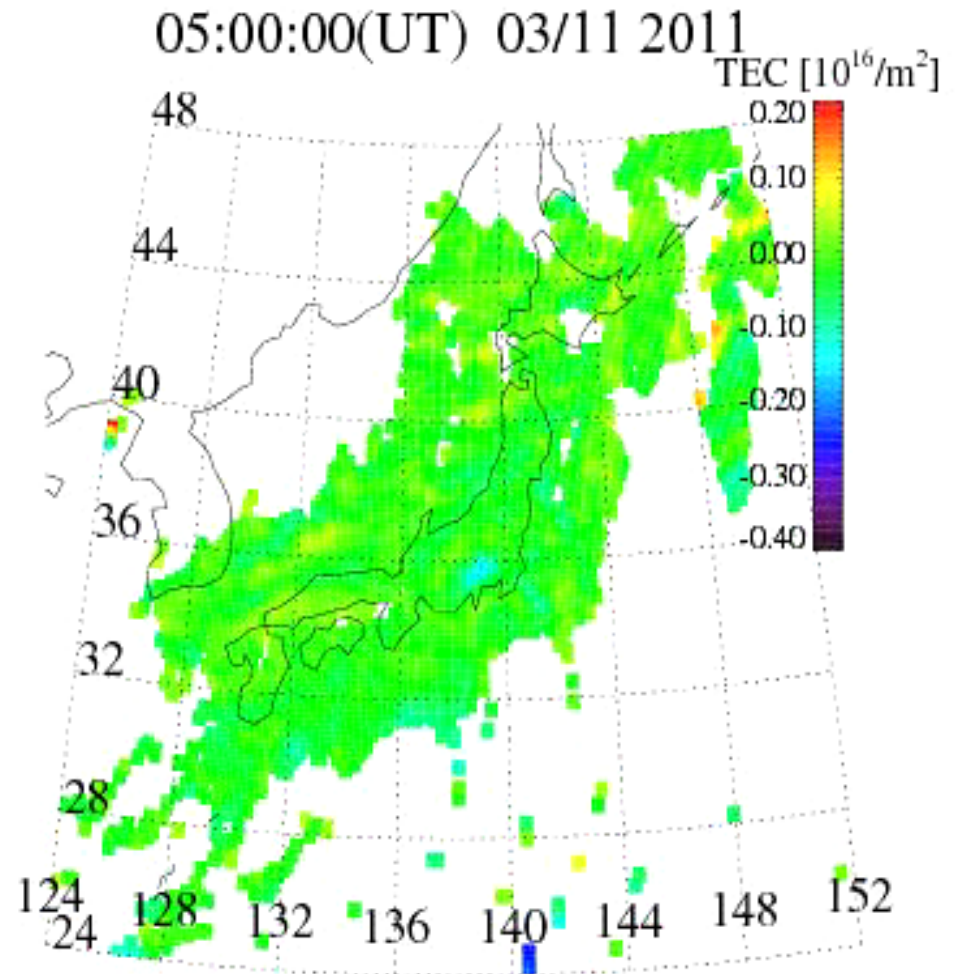
全電子数(TEC)マップに使用されているTECデータは、NICTで算出・提供されています。TEC変動成分、電離圏電子密度擾乱指数(ROTI)マップに使用されているTECデータは、京都大学で算出・提供されています。これらすべてのTECデータは、国土地理院のGPS受信機網(GEONET)データを利用しています。TEC、TEC変動成分、ROTIマップは速報値であり、正確な値で無い可能性があることにご注意ください。このページに対するご質問・ご意見等は、iono@ml.nict.go.jp にメールをお願いいたします。



2011年3月11日東北地方太平洋沖 地震後の電離圏擾乱

2011年3月11日14時46分
(JST)に発生したM9.0の東北
地方太平洋沖地震の後、数分
～数時間にかけて、大気波動
(音波、大気重力波)が高度
250km付近まで到達したことを
示す現象が電離圏の内部で
観測された。

→ 動画はGEONETを利用して算出された電離
圏全電子数(TEC)の10分以下の変動成分
。赤星は震央を示す。



まとめ

- GPS等の1周波衛星測位の精度向上には、高精度の電離圏全電子数モデルによる補正が必要。
- MSAS等の高度衛星測位で利用されている電離圏全電子数モデルの補正を行えば、電離圏静穏時において1～数m程度の誤差で1周波衛星測位が可能。
- しかし、上記のような全電子数モデルで再現出来ない電離圏擾乱現象(プラズマバブル等)が存在するため、電離圏擾乱時の測位精度は低い。
- プラズマバブルはGPSロック損失を発生させるため、2周波GPS測位においても、大きな測位誤差要因となる。
- NICTのソフトウェアやウェブサイトで、衛星測位に影響を与える電離圏擾乱現象の現況把握や、過去の事例の参照が可能。