

宇宙天気予報業務の日本における現状と国際的動向について

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

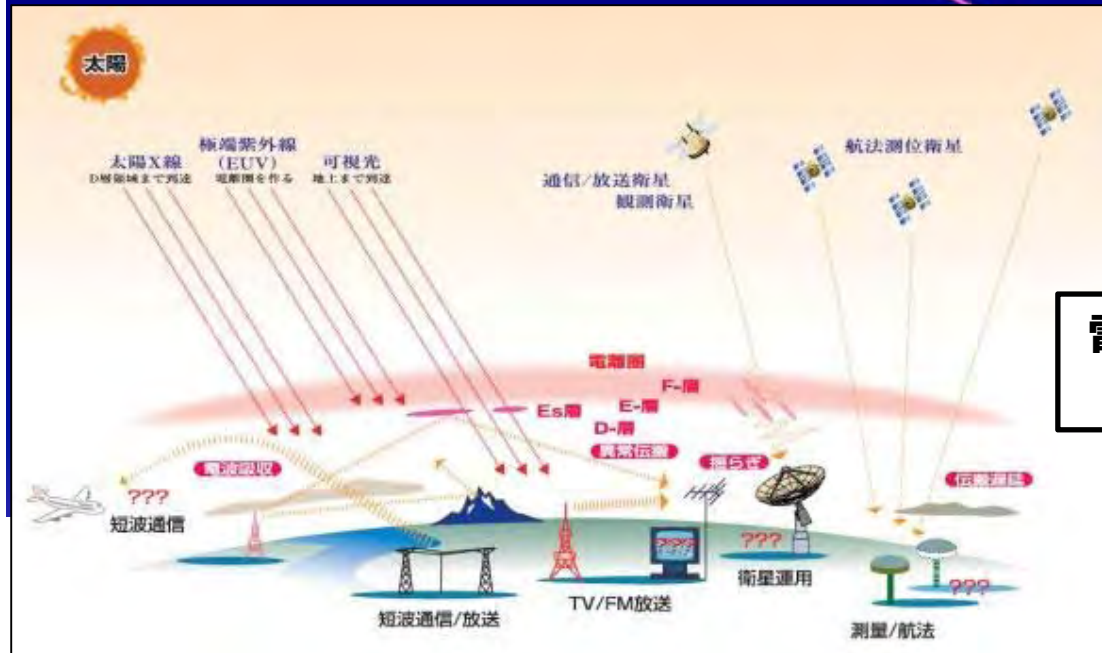
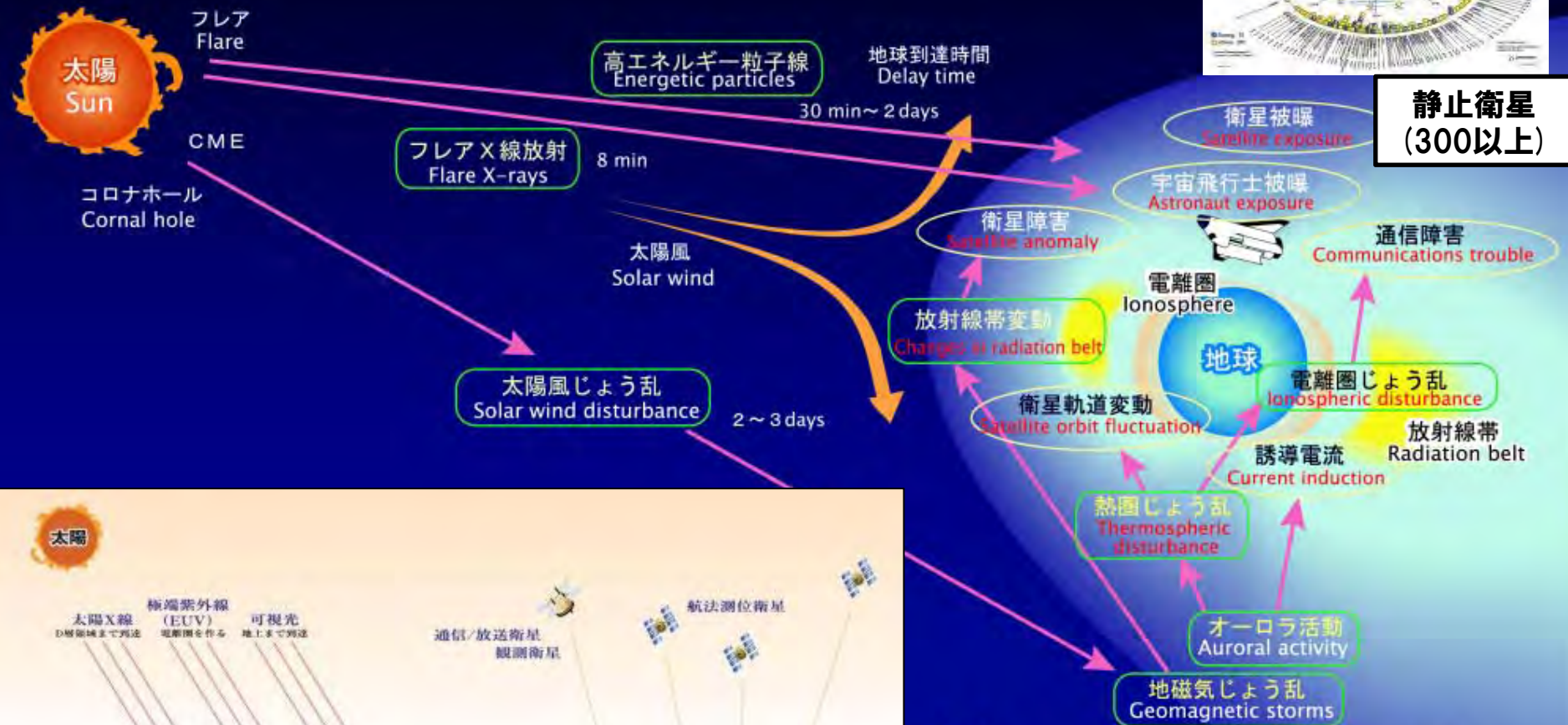
長妻 努

宇宙天気ターゲット

宇宙環境に起因する衛星障害



静止衛星 (300以上)



電離層(電離圏)の電波伝搬障害

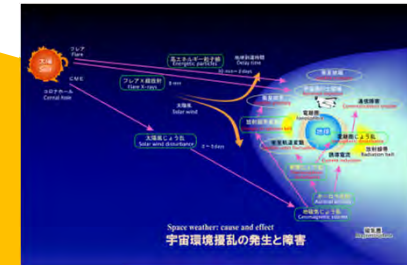
—電波警報から宇宙天気予報へ—

短波による
長距離通信の時代

→ 有線ネットワーク
による通信の時代

→ 宇宙開発・利用の時代

電波警報の国際組織IUWDS(現ISES)発足。地域警報センターとして加盟。



短波通信に対する電離圏の影響を通報・予報する「**電波警報**」を実施。

1962年

世界に先駆け、「**宇宙天気予報の研究開発**」に着手。

1988年

1940年代

1950年代

太陽活動が電離圏に与える影響の研究が盛んに。

1995~ 米国National Space Weather Program
2002~ ESA Space Weather Application Pilot Project

電波研(RRL) → 通総研(CRL) → 情報通信研究機構(NICT)

NICT 宇宙天気予報センター



ISES 予報センター間の
予報情報およびデータ
の交換・共有

実時間宇宙天気モニタリング観測

シミュレーション結果

- フレア予測
- 地磁気活動予測
- 高エネルギー粒子予測
- 短波電波伝搬状況予測



NICT 宇宙天気予報センター

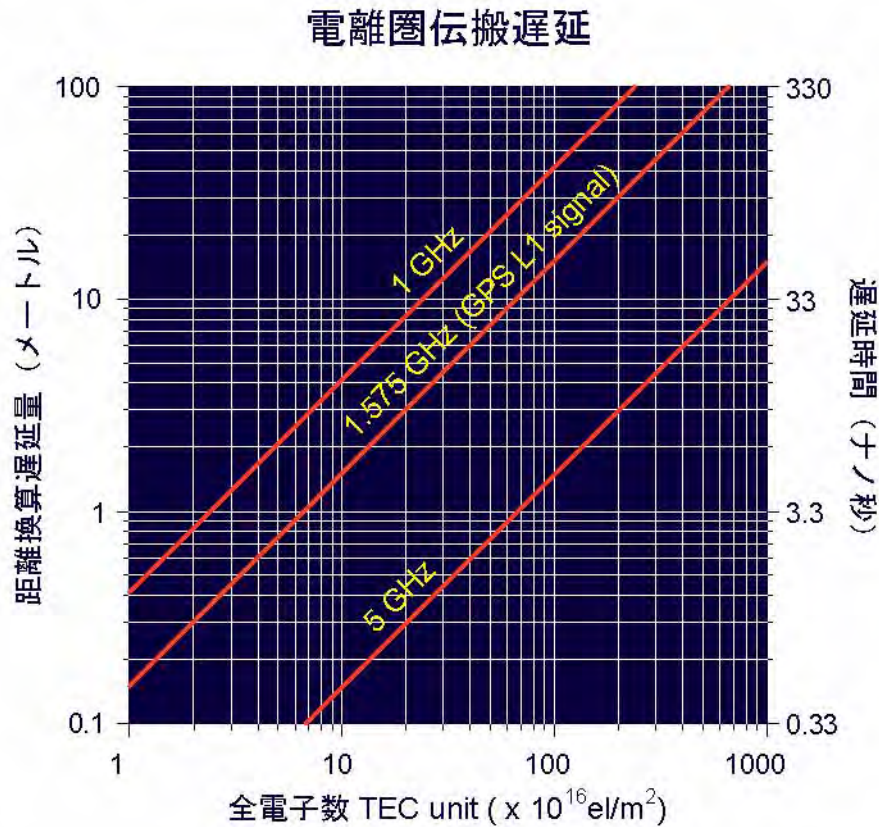
Webアクセス数:
158,057件/月
(2013年5月)
e-mail登録数:
9,271件(6/20現在)
FAX登録数:
17件(6/20現在)

太陽活動や地球周辺の宇宙環境の現状と予測をWeb,電子メール、RSS、FAX等により配信。大規模現象時にはプレスリリース等でも注意を喚起。

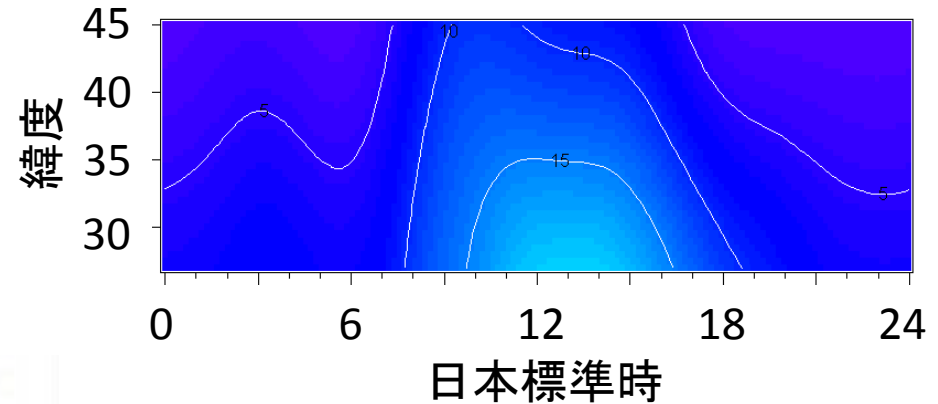


国内の主なユーザ:衛星運用機関、航空局および航空機関、電力機関、短波利用機関、物理探査、大学・研究機関等学術機関、アマチュア無線 等

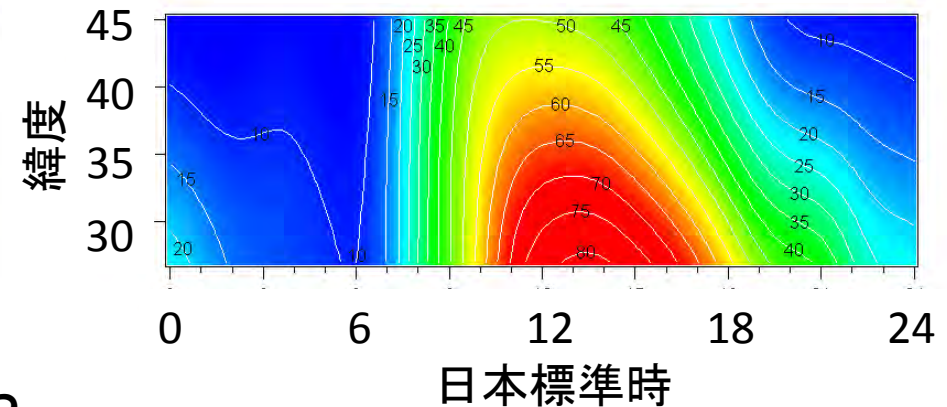
GNSS測位誤差の原因



1998年1月(太陽活動極小期)



2002年1月(太陽活動極大期)

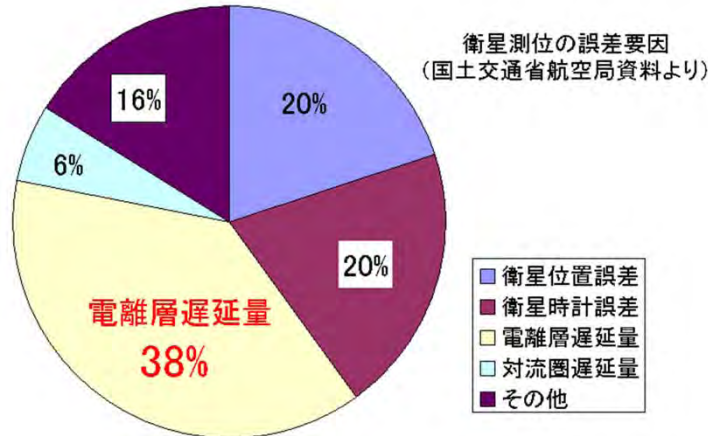


GNSS衛星電波は、経路上の全電子数によって、伝搬遅延を生じる。伝搬遅延は高精度測位の誤差要因となる。但し、電離圏による遅延については、2周波数の測位信号を常時利用することで補正可能。

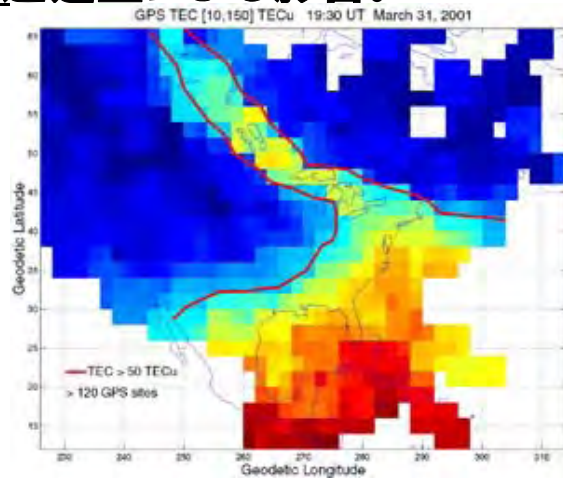
電離圏の全電子数は、緯度、経度、地方時、地磁気活動、太陽活動等様々な要因によって変動する。

GNSSによる精密測位に対する電離圏の影響

測位誤差

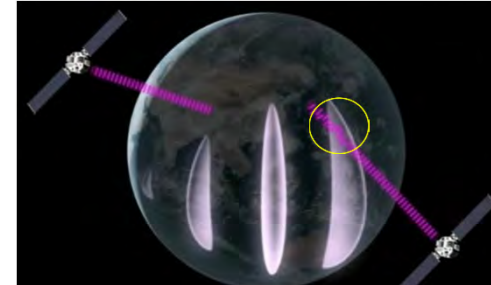


衛星測位の誤差要因のうち、約4割弱が電離層遅延量による影響。

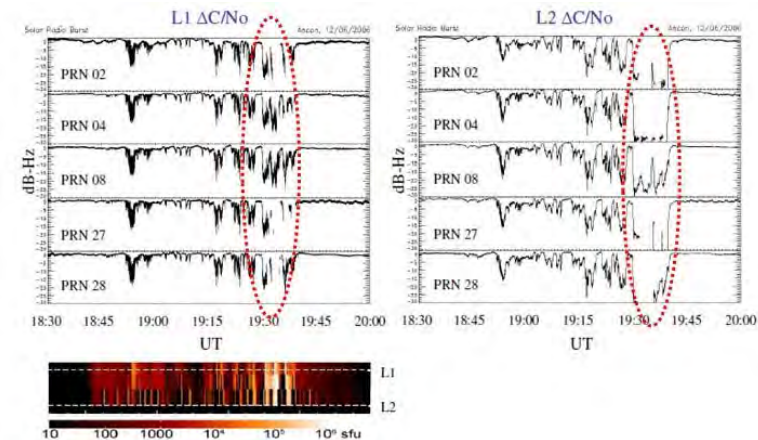


電離圏が大きく乱れ、局所的な全電子数の空間勾配が大きくなると、参照基準点による補正情報が機能しない可能性がある。

ロック損失



中・低緯度では、プラズマバブルと呼ばれる電離圏の泡(低密度領域)による電波の揺らぎで、GNSS信号が受信できなくなることがある。



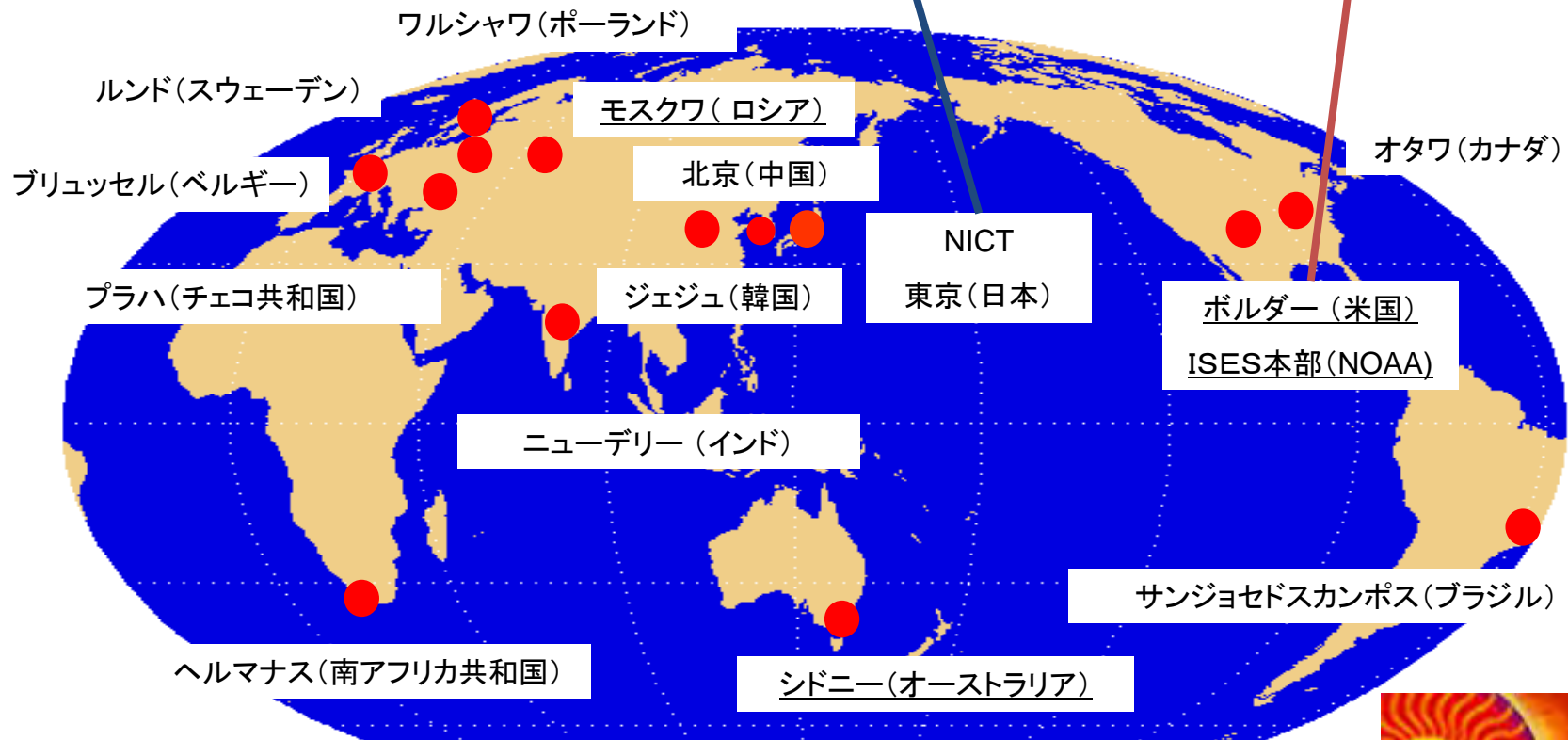
太陽フレアに伴う強力な電波バーストによるGPSロック損失(2006年12月6日)。但し、このような現象は極めて稀(数十年に1回)。

ISES: 国際宇宙環境サービス

(14か国が加盟。ESAがCollaborative Expert Centerとして参加。)

局所的電離圏観測や地磁気観測の地上観測網が充実している他、独自の宇宙天気数値予測モデル(太陽風、磁気圏、電離圏)の開発を実施。

太陽監視衛星、太陽風監視衛星、静止軌道衛星など多くの衛星を運用し、データを提供。



国際協力によって宇宙天気予報を推進。



国際組織の動向（宇宙天気予報関連）

UN COPUOS（国連 宇宙平和利用委員会）長期的宇宙活動維持WG 宇宙天気
専門家会合（EG C）

- ・宇宙天気予報の観点から、長期的な宇宙活動維持に必要な5つのガイドラインと2つの勧告を含む報告書を作成中。

WMO ICTSW（世界気象機関 宇宙天気国際共同チーム）

- ・ISESと協力して宇宙天気予報業務に必要な観測データの検討や、後述するICAOのConOps作成に協力。

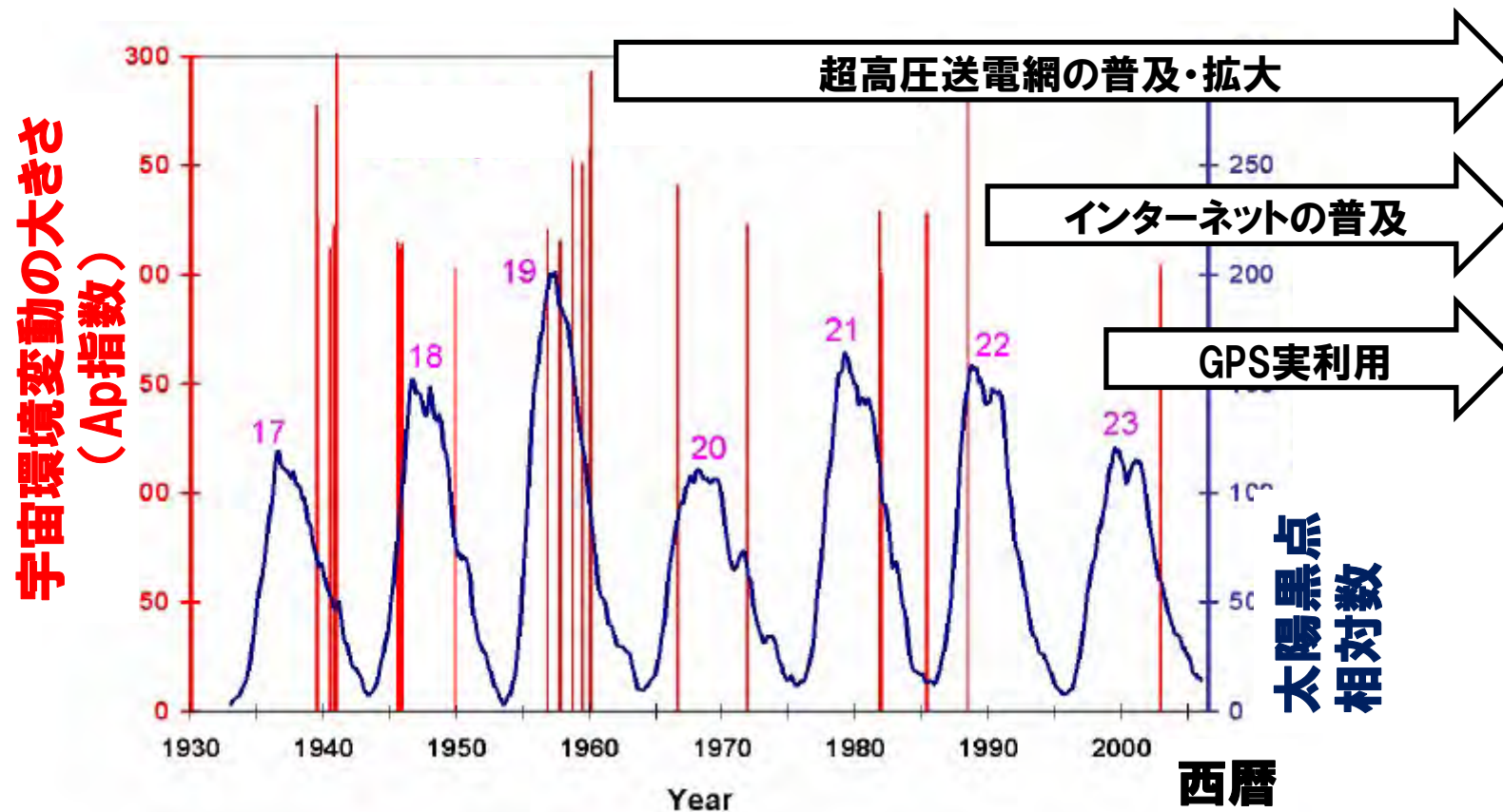
ICAO（国際民間航空機関）

- ・ISES, WMOの協力の元、短波による通信、GNSSによる精密航法の2点に関して宇宙天気情報の航空利用の運用コンセプト（ConOps）を策定中。

COSPAR Space Weather Roadmap Study Group（宇宙空間委員会 宇宙天気
ロードマップ研究グループ）

- ・宇宙天気予報業務に必要な観測データ、予測モデル、予報のニーズに関するロードマップの作成に着手。

太陽活動変動と大規模な宇宙環境変動



- ここ数10年間にはあまり大規模な宇宙環境変動は頻発していない。
 - 一方、過去にはより規模の大きな宇宙環境擾乱が発生していた。(観測史上最大の宇宙環境変動(100年に1度のレベル)は1859年9月に発生。)
- 太陽活動の状況によっては、より大きな宇宙環境変動による社会インフラへの大規模な影響が起こりうる可能性はある。今後、宇宙天気利用者とNICT,大学等研究機関が連携して、日本における影響を定量的に検討すべき。