

宇宙天気予報 高まる必要性と国際連携体制の強化

NICTオープンハウス2015

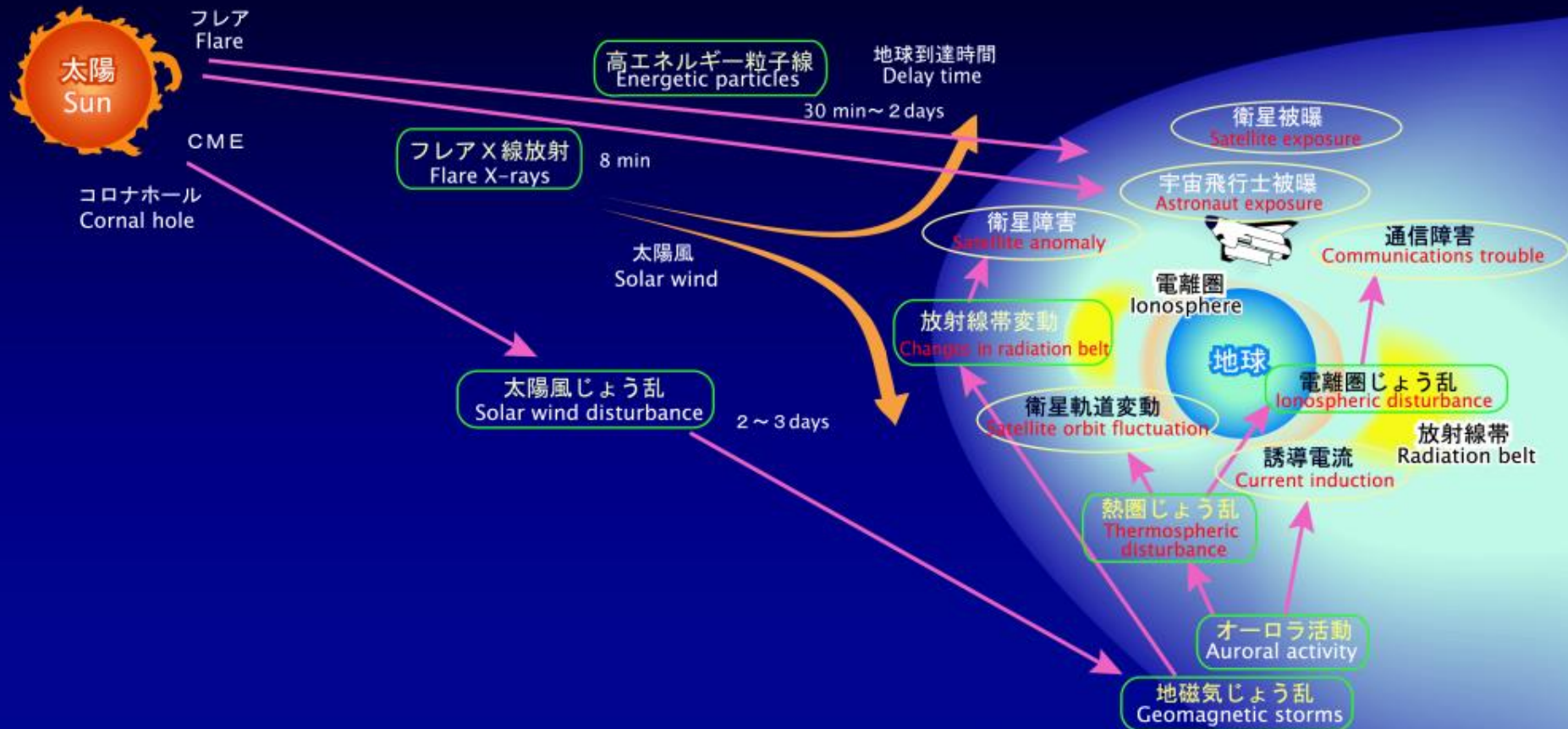
平成27年10月22日

国立研究開発法人情報通信研究機構
宇宙環境インフォマティクス研究室 石井 守



情報通信研究機構 稚内観測施設

平成27年6月23日 13:46 UT (22:46 JST) ISO 3200 露出 20秒



Space weather: cause and effect
宇宙環境擾乱の発生と障害

宇宙天気の影響

大フレア時に約100 mSvの被曝可能性

宇宙放射線

大フレア時に約4 mSvの被曝可能性

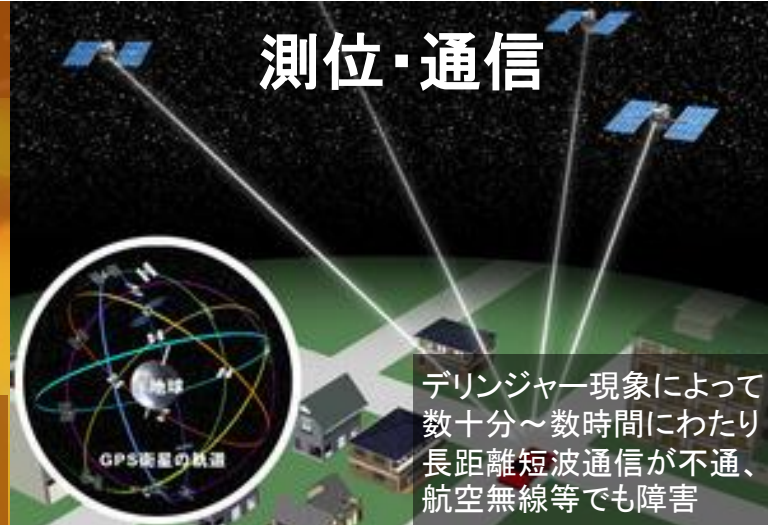


2014年1月 宇宙放射線増加によりISSへの補給機打上延期



2012年1月アメリカ連邦航空局が極航路の変更を勧告

測位・通信



デリンジャー現象によって数十分～数時間にわたり長距離短波通信が不通、航空無線等でも障害

宇宙放射線による宇宙飛行士・航空機乗員の被曝

電離圏擾乱による測位・通信障害



1989年3月の巨大磁気嵐によりケベック州で大停電が発生し、北アメリカ全体に影響が広がった。

ケベック大停電の際に焼けたトランス



衛星 X線天文衛星あすか：2000年7月の巨大太陽フレアの影響で姿勢制御不能となり、大気圏に突入した。

衛星障害・軌道影響



気候影響

「凍るテムズ川 (1677)」

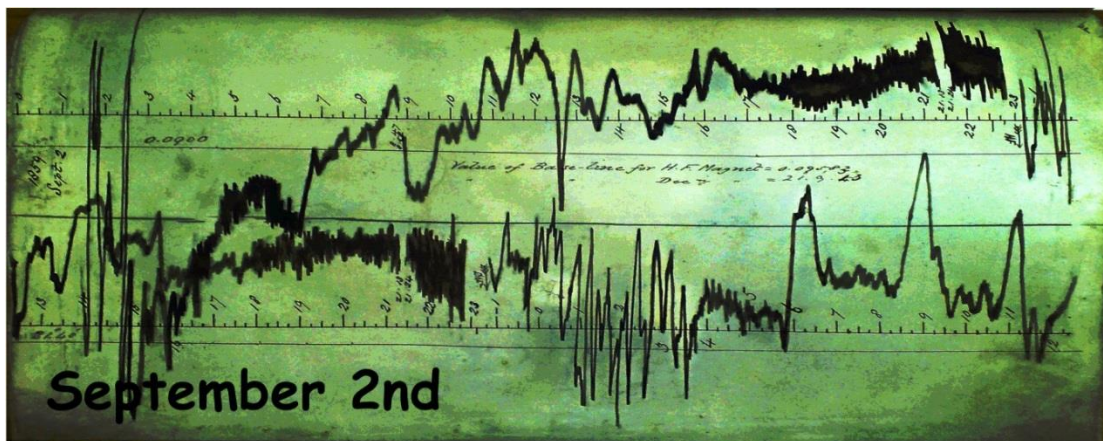
http://en.wikipedia.org/wiki/File:The_Frozen_Thames_1677.jpg

太陽活動の大極小期(グランド・ミニマム)における小氷期の発生

地磁気誘導電流による電力網障害と停電

記録上最大の宇宙天気現象

キャリントンイベント (1859年9月1-2日)



- 電信線が帯電
- 電信オフィスが発火
- 非常に明るいオーロラが発生し、夜でも新聞が読めた

今も起こるキャリントン級の爆発

ScienceDaily®

Your source for the latest research news

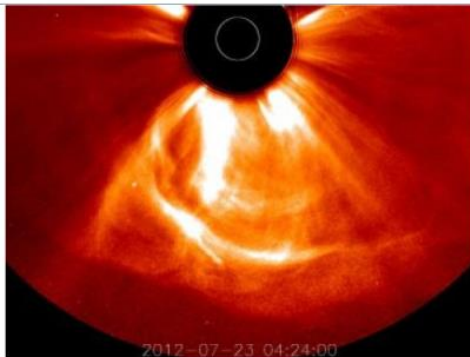
Fierce 2012 magnetic storm just missed us: Earth dodged huge magnetic bullet from the sun

Date: March 18, 2014

Source: University of California - Berkeley

Earth dodged a huge magnetic bullet from the sun on July 23, 2012.

According to University of California, Berkeley, and Chinese researchers, a rapid succession of coronal mass ejections -- the most intense eruptions on the sun -- sent a pulse of magnetized plasma barreling into space and through Earth's orbit. Had the eruption come nine days earlier, it would have hit Earth, potentially wreaking havoc with the electrical grid, disabling satellites and GPS, and disrupting our increasingly electronic lives.



This image captured on July 23, 2012, at 12:24 a.m. EDT, shows a coronal mass ejection that left the sun at the unusually fast speeds of over 1,800 miles per second.

Credit: NASA/STEREO

2012年7月23日に、キャリントン級のフレアが発生。地球方向を外れたため影響はなかった。

現在キャリントン級の現象が起こった時の 経済的損失の見積もり

Regions	Best	Worst
米国、カナダ	128,808	163,866
スカンジナビア、 英国	28,903	37,210
独・仏・伊・ 瑞・澳	73,934	95,185
欧州全体	102,837	132,395
日本	41,746	53,745
豪州	7,617	9,806

参考：東日本大震災の経済損失：
100,000-250,000（百万ドル）

Reference: SWISS Re, Space Weather Workshop
2014, April 8-11, 2014, Boulder US.

宇宙天気を地震や津波と並ぶ米国戦略的国家危機評価 (US Strategic National Risk Assessment) の一つとして検討

Threat/ Hazard Group	Threat/Hazard Type	National-level Event Description
Natural	Animal Disease Outbreak	An unintentional introduction of the foot-and-mouth disease virus into the domestic livestock population in a U.S. state
	Earthquake	An earthquake occurs within the U.S. resulting in direct economic losses greater than \$100 Million
	Flood	A flood occurs within the U.S. resulting in direct economic losses greater than \$100 Million
	Human Pandemic Outbreak	A severe outbreak of pandemic influenza with a 25% gross clinical attack rate spreads across the U.S. populace
	Hurricane	A tropical storm or hurricane impacts the U.S. resulting in direct economic losses of greater than \$100 Million
	Space Weather	The sun emits bursts of electromagnetic radiation and energetic particles causing utility outages and damage to infrastructure
	Tsunami	A tsunami with a wave of approximately 50 feet impacts the Pacific Coast of the U.S.
	Volcanic Eruption	A volcano in the Pacific Northwest erupts impacting the surrounding areas with lava flows and ash and areas east with smoke and ash
	Wildfire	A wildfire occurs within the U.S. resulting in direct economic losses greater than \$100 Million



1988年から予報開始

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

国内の主なユーザ: 衛星運用機関、航空関係機関、
電力事業者、短波利用機関、物理探査事業者、
大学・研究機関等学術機関、アマチュア無線 等

毎日 14:30 予報、15:00 Web掲載



[RSS](#)
[用語集](#)
[English](#)

[トピックス](#)
[データ配信サービス](#)
[リンク集](#)

[HOME](#)
[臨時情報](#)
[最新の宇宙天気データ](#)
[予報](#)
[宇宙天気ニュース](#)
[お問い合わせ](#)

HOME

DesktopViewer (760 X 260)

ひので SOHO 黒点



NOAA 黒点数: 68
観測値 F10.7 : 103

フレア

発生日 JST 検出

8/21 --- --- ---

8/20 14:07 C3.4 0.47

8/19 --- --- ---

太陽風(ACE)

時刻 速度 南北磁場

JST km/s nT

09:22 468 2.3

-2 454 1.6

-4 462 0.3

-6 479 4.9

無線通信

● 稚内 ● 国分寺

● 山川 ● 沖縄

地磁気嵐 デリッジャー現象 スボラディックE層

衛星運用

地磁気嵐 高エネルギー電子 高エネルギー粒子

電力・磁気探査 GPS

地磁気嵐 地磁気嵐

航空機関係



Copyright NICT 2015/08/21 13:56 の最新データ

今日の宇宙天気情報

2015/08/20 15:00 更新
担当 川原

→ 宇宙天気情報メール配信サービス

JST 2015/08/21 13:56:38

UT 2015/08/21 04:56:38

臨時情報

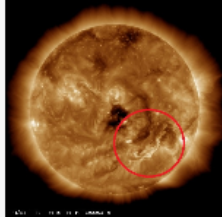
2015/08/19 09:40 更新
担当 酒井

静止軌道の2MeV以上の高エネルギー電子フラックスが、18日11時15分(UT)に高いレベルに達しました。

>> つづきを読む

>> 臨時情報ページへ

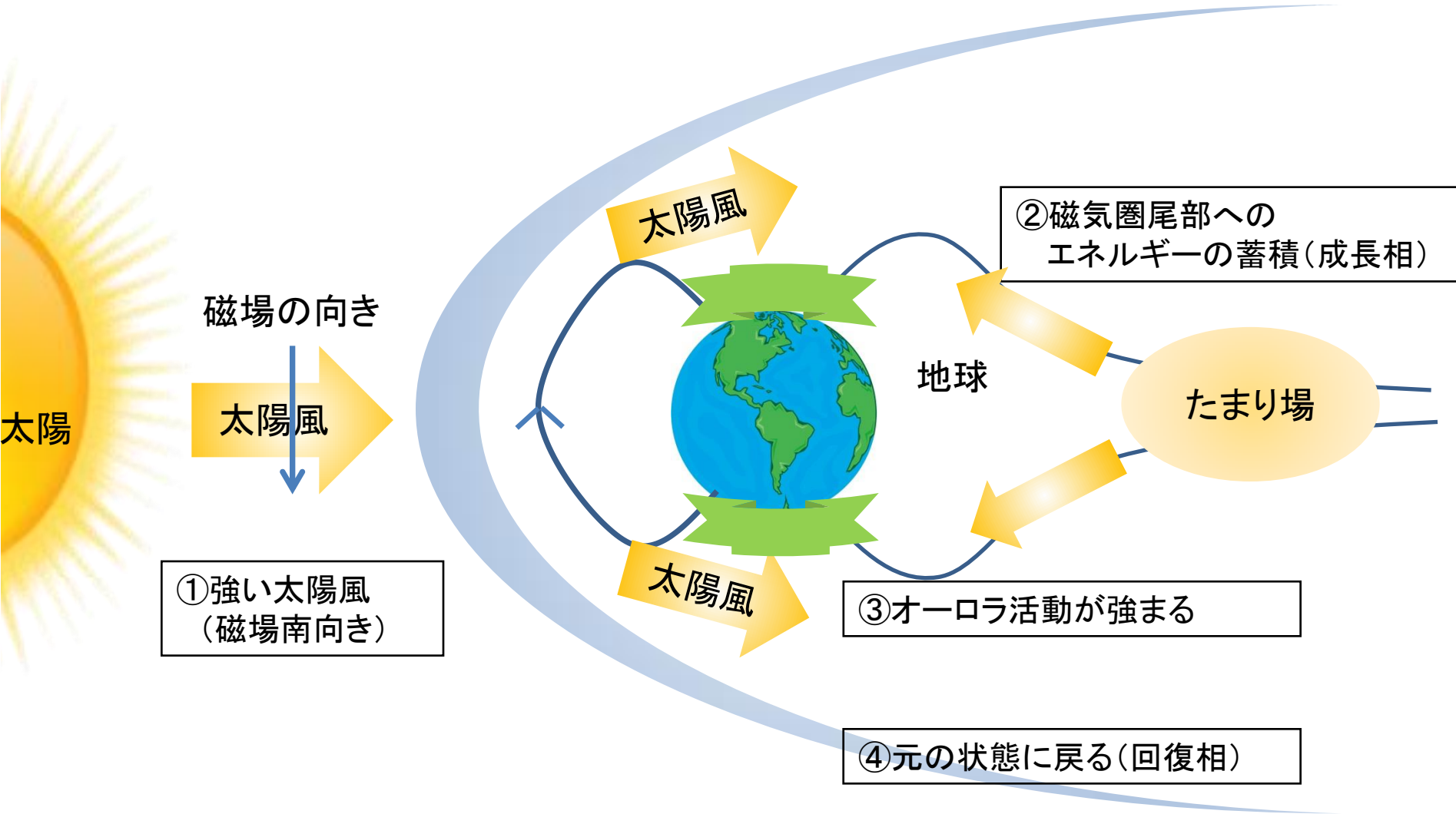
トピックス



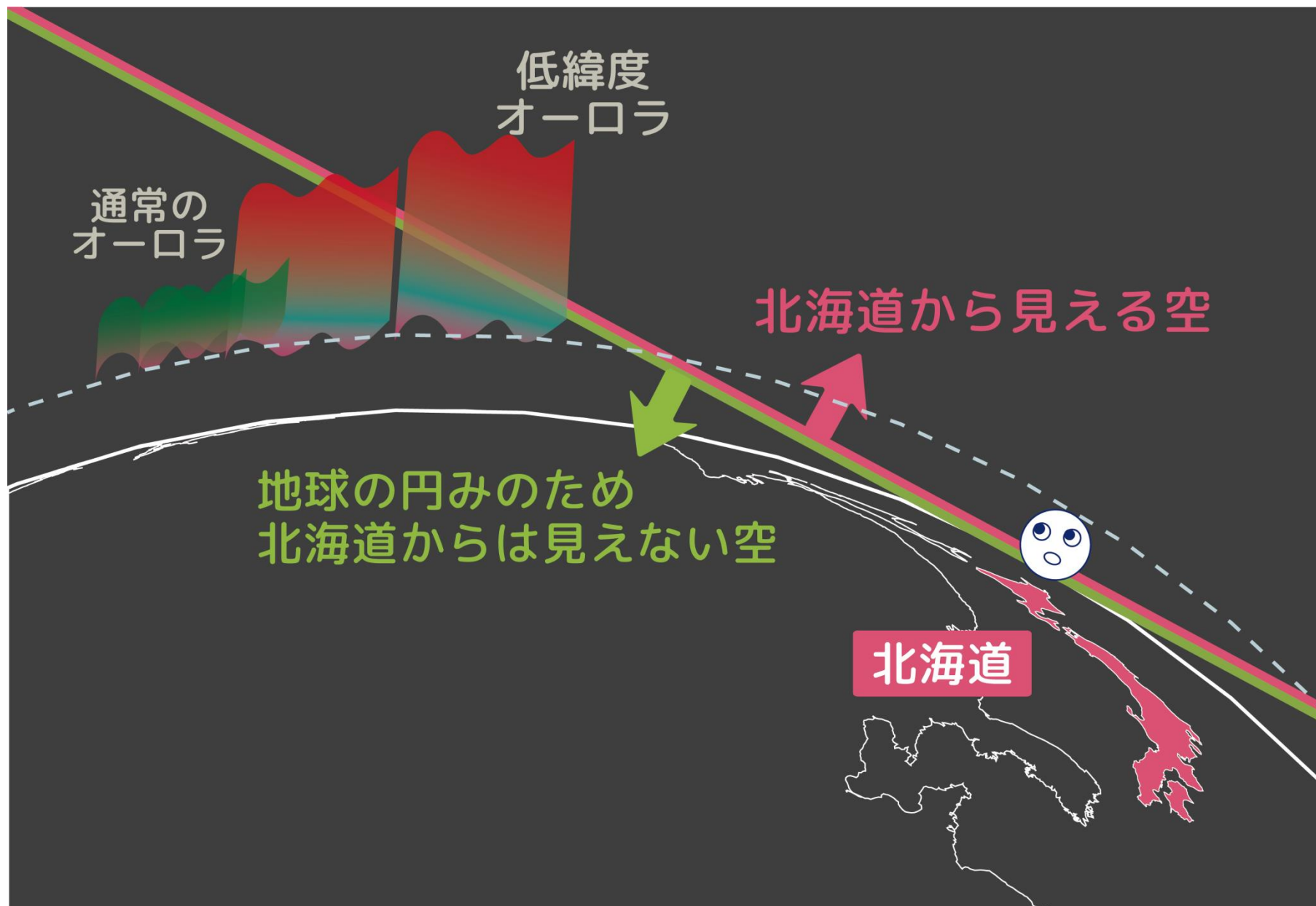
X線による太陽フレアの等級

等級	X線(100-800pm)での 流束[W/m ²]最大値
X	$>10^{(-4)}$
M	$10^{(-4)} \sim (-5)$
C	$10^{(-5)} \sim (-6)$
B	$10^{(-6)} \sim (-7)$
A	$10^{(-7)} \sim (-8)$

オーロラ発生のメカニズム



日本で見えるオーロラ



NICT太陽監視システム



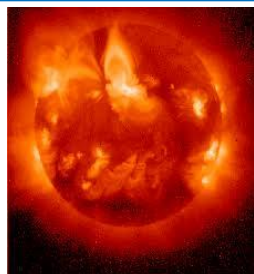
太陽電波望遠鏡

NICT小金井本部
(東京都)

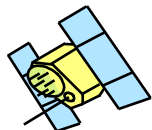
山川電波観測施設
(鹿児島県)



太陽風観測データ受信システム



太陽風



太陽風監視機
(ACE, DISCOVER)

太陽電波



Web, 電子メール
による宇宙天気
情報の提供

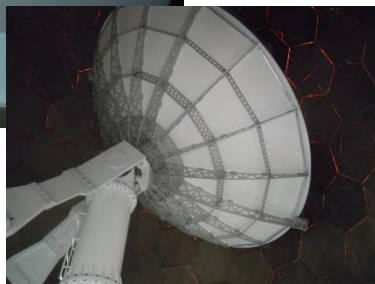
観測データ



データ解析



レドーム内には
直径8mのパラボラ
アンテナ



受信機



迅速な情報

太陽電波望遠鏡

- ・太陽面爆発現象の早期発見とその地球への影響の見積もりにより、リードタイムの延伸をはかる
- ・平磯から山川へのシステム機能の移設



直径11mの
パラボラアンテナ

受信機



高精度情報

太陽風観測データ受信システム

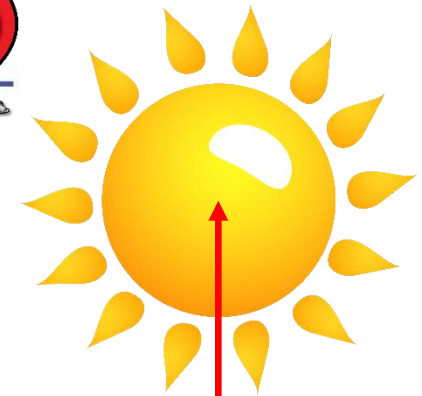
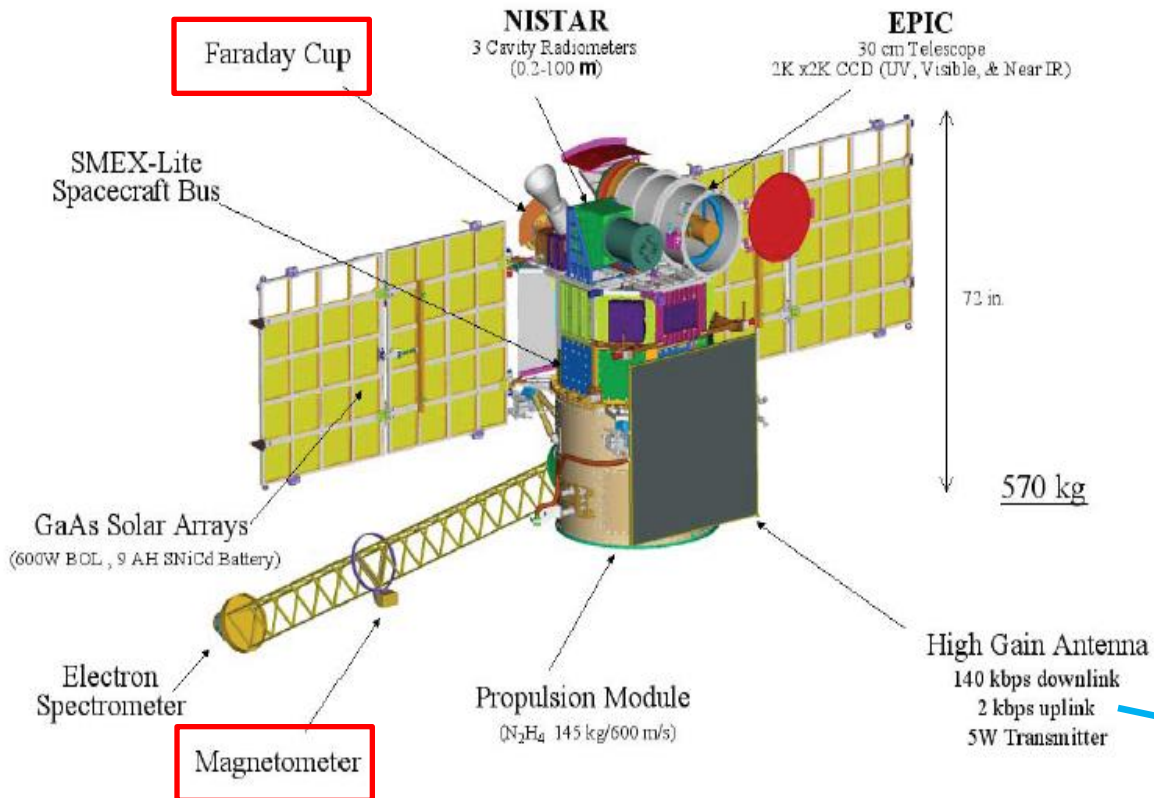
- ・ACE/DISCOVER観測データを受信
- ・リードタイムは短いものの精度の高い太陽風情報を取得

次期太陽風観測探査機

Deep Space Climate Observatory (DSCOVR)

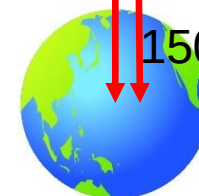


DSCOVR Observatory



約1億5千万 km

ラグランジュ点



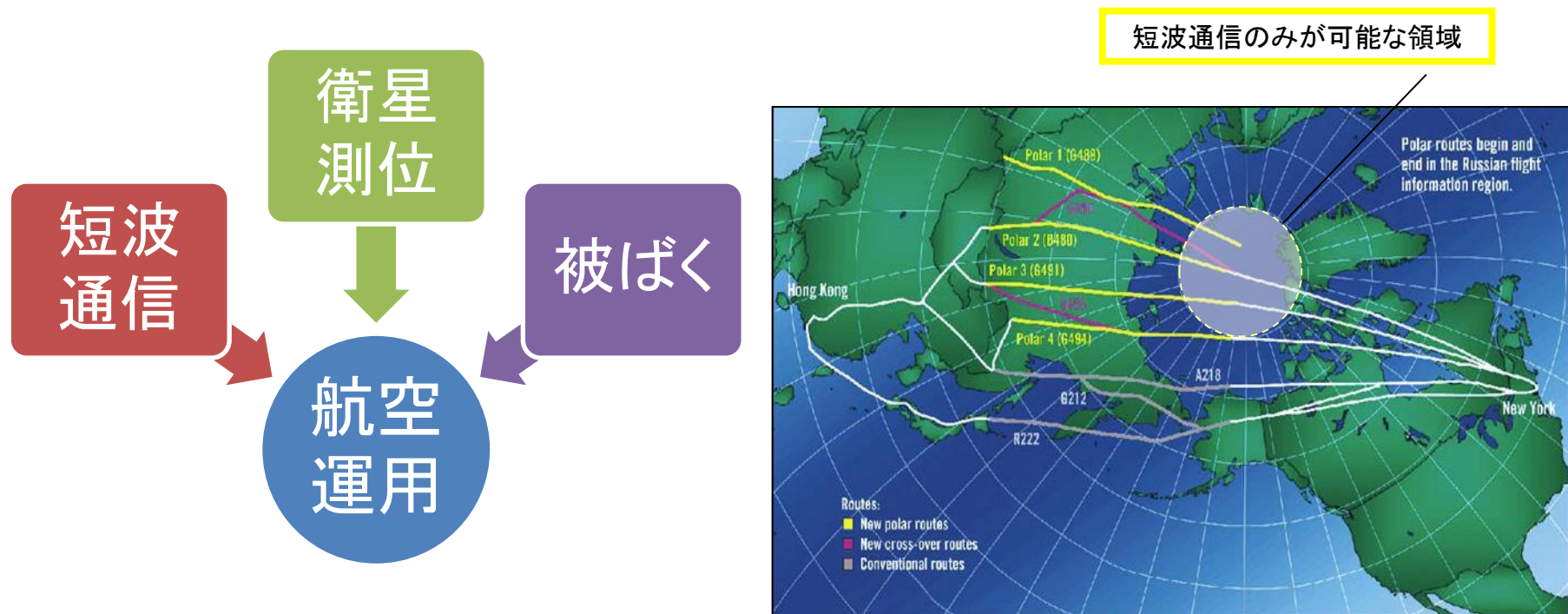
150万 km

2015年2月11日打ち上げ
2015年6月にラグランジュ点到達



宇宙天気情報の航空機運用への利用義務化

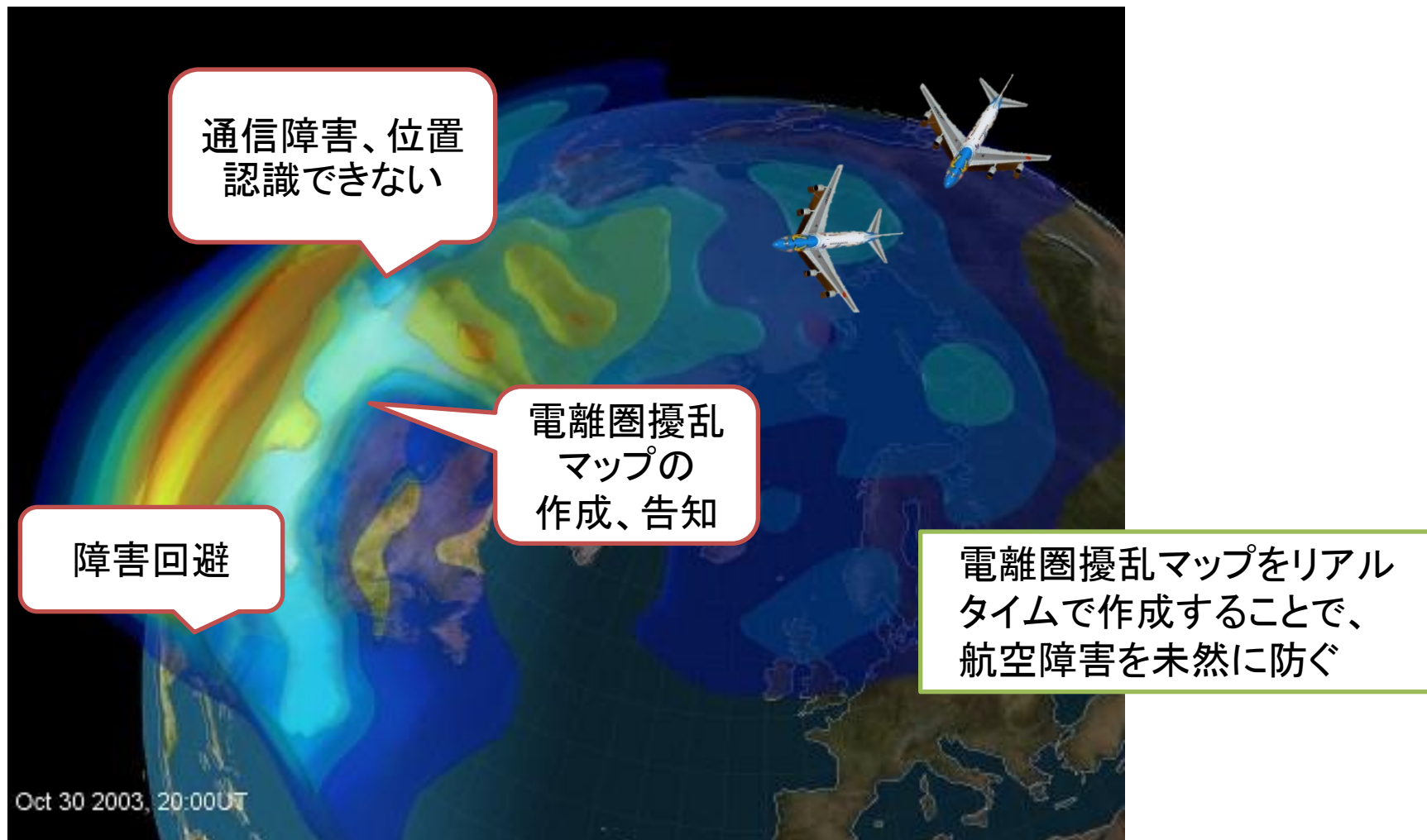
- 国際民間航空機関(ICA0)第3付属書: 航空機の運行責任者等に提供しなければならない気象情報を規定。
- 現在、宇宙天気情報を含めるよう第3付属書の改定が進められている。
- 2020年代には、宇宙天気情報が航空運用に不可欠な情報として使用される見込み



プラズマバブル(電離圏の“泡”)



Global Positioning System (GPS)

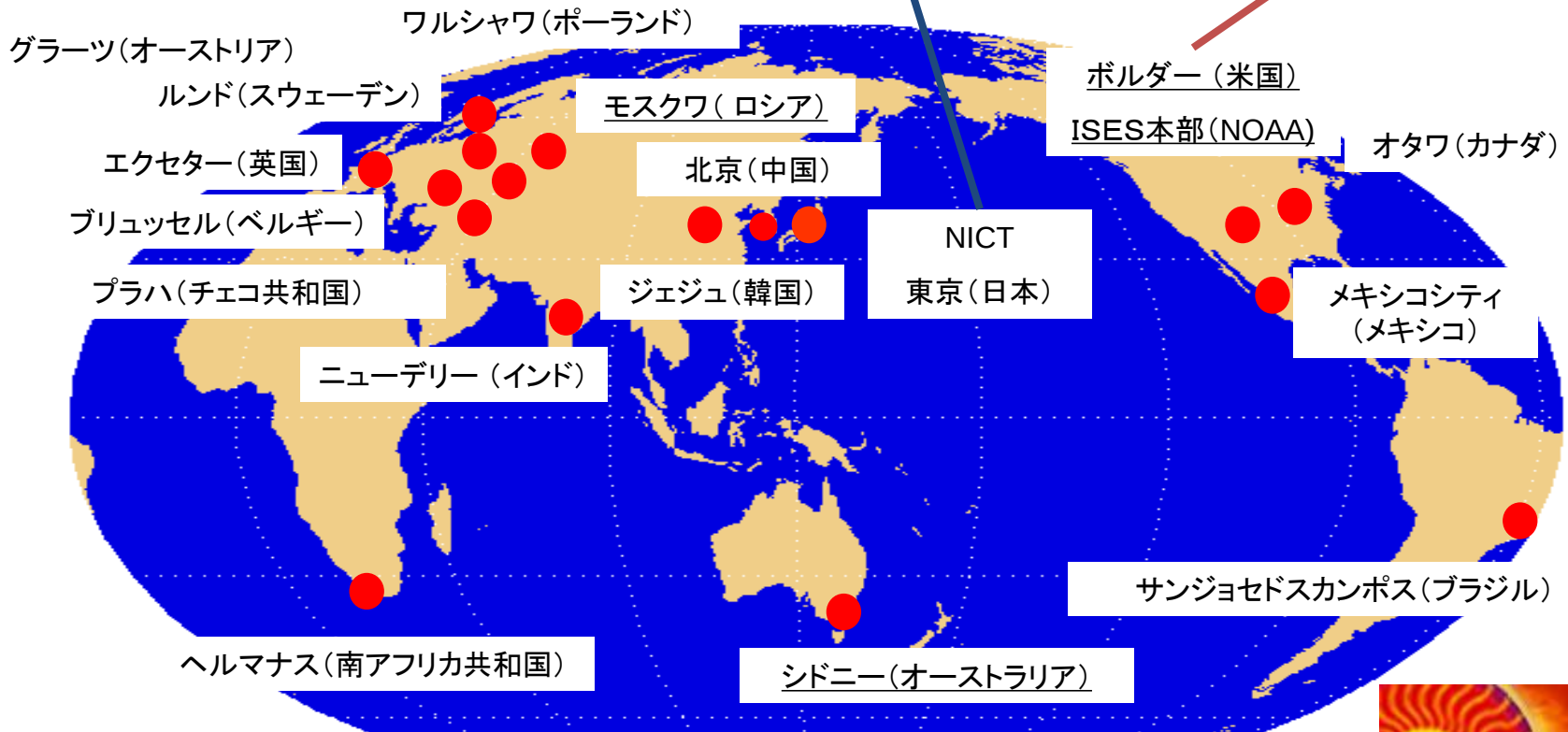


ISES: 国際宇宙環境サービス

(17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。

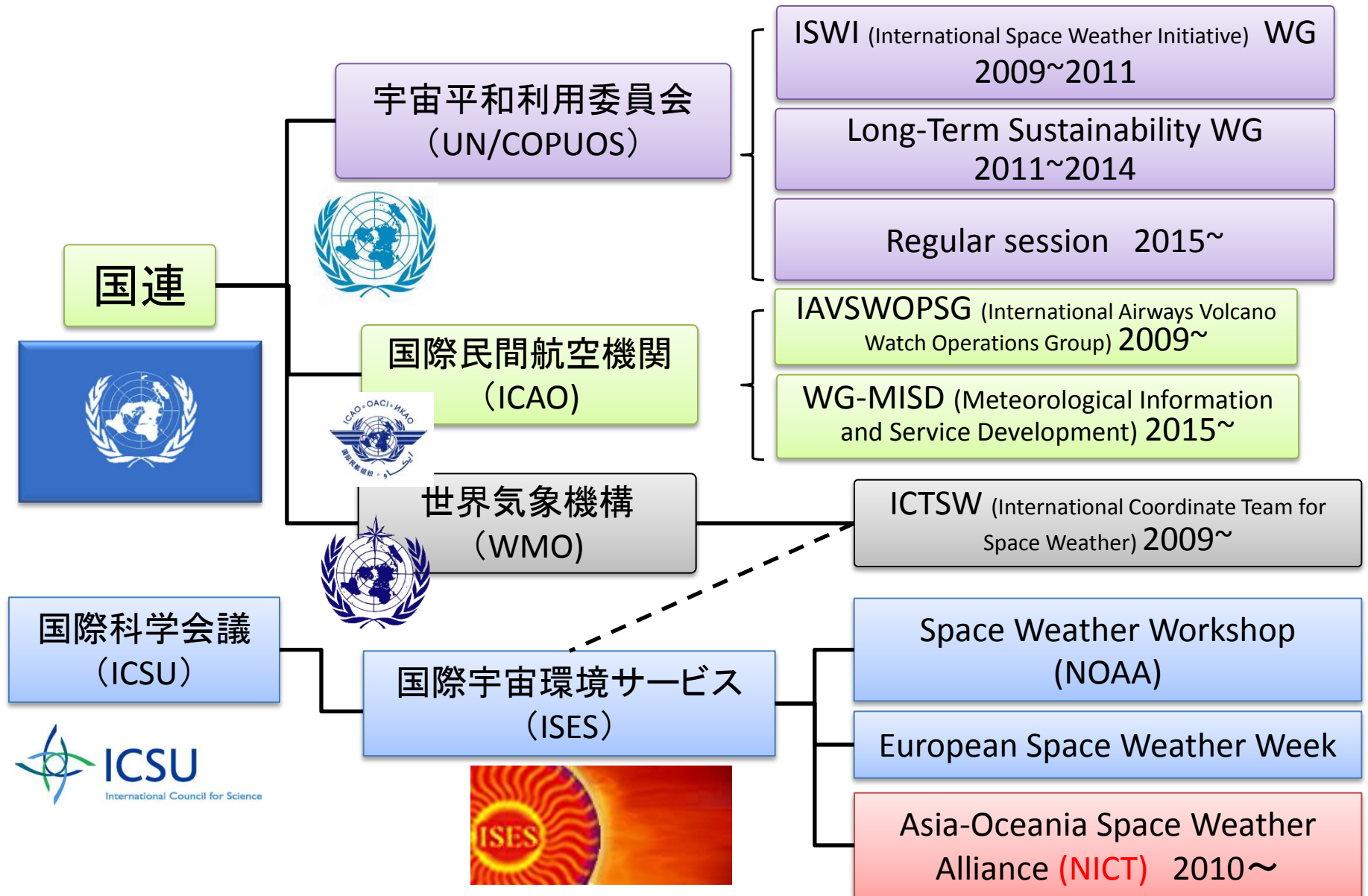
太陽監視衛星、太陽風監視衛星、静止軌道衛星など多くの衛星を運用し、データを提供。



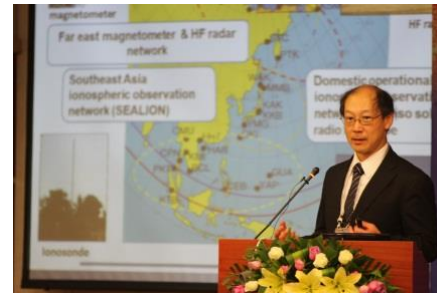
国際協力によって宇宙天気予報を推進。



世界の宇宙天気(運用)関係組織



- AOSWA:
アジア・オセアニア宇宙天気アライアンス
(Asia-Oceania Space Weather Alliance)
- SEALION の枠組みを発展
- キックオフ:
2010年10月に5か国で開始
- 目的:
宇宙天気の運営および研究に関する
情報交換
- 現在、13か国26機関が参加
- 第1回会合:
2012年2月22-24日, タイ・チェンマイ
- 第2回会合:
2013年11月4-7日, 中国・昆明
- 第3回会合:
2015年3月2-5日, 日本・福岡



国内連携の新しい枠組み構築

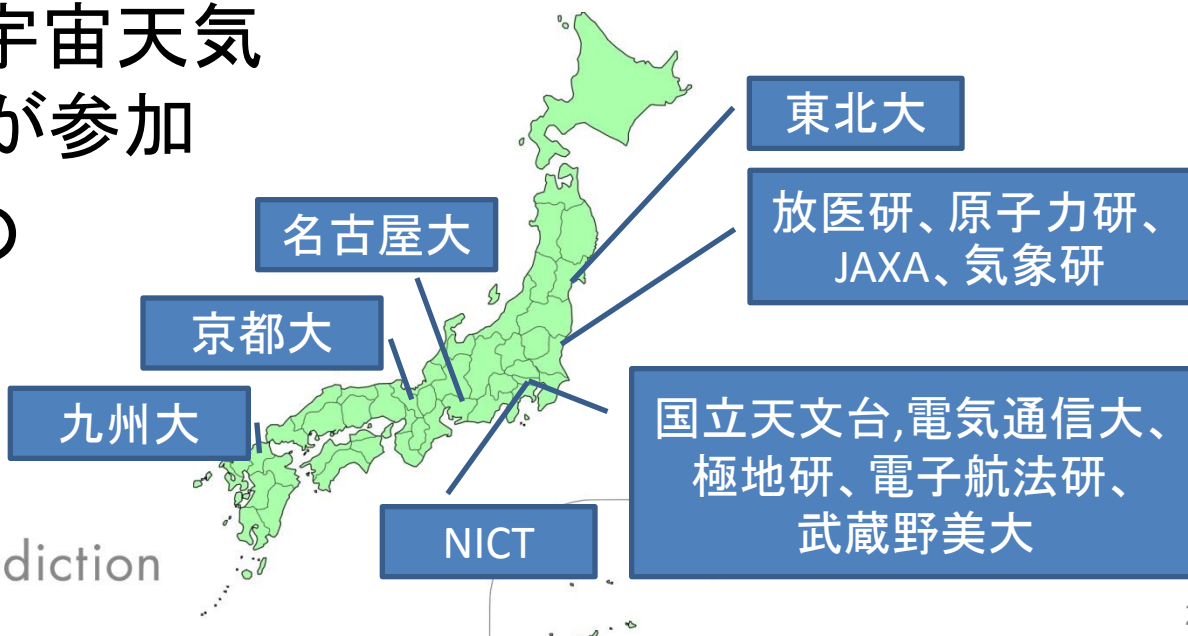
- 科研費：新学術領域研究「太陽地球圏環境予測」
- A01班「双方向宇宙天気予報システムの構築」



- 国内の主要な宇宙天気関連研究機関が参加
- 放射線、航空の専門家が参画



Project for
Solar-Terrestrial
Environment Prediction



SEALION(South-East Asia Low-latitude Ionospheric Observation Network)



- King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
- Chiang Mai University (CMU)



- National Institute of Aeronautics and Space (LAPAN)

- 東南アジア電離圏観測ネットワーク
- プラズマバブルを中心とする赤道域電波伝搬障害を研究する目的で2003年よりNICTが構築
- 後のAOSWAの核となる

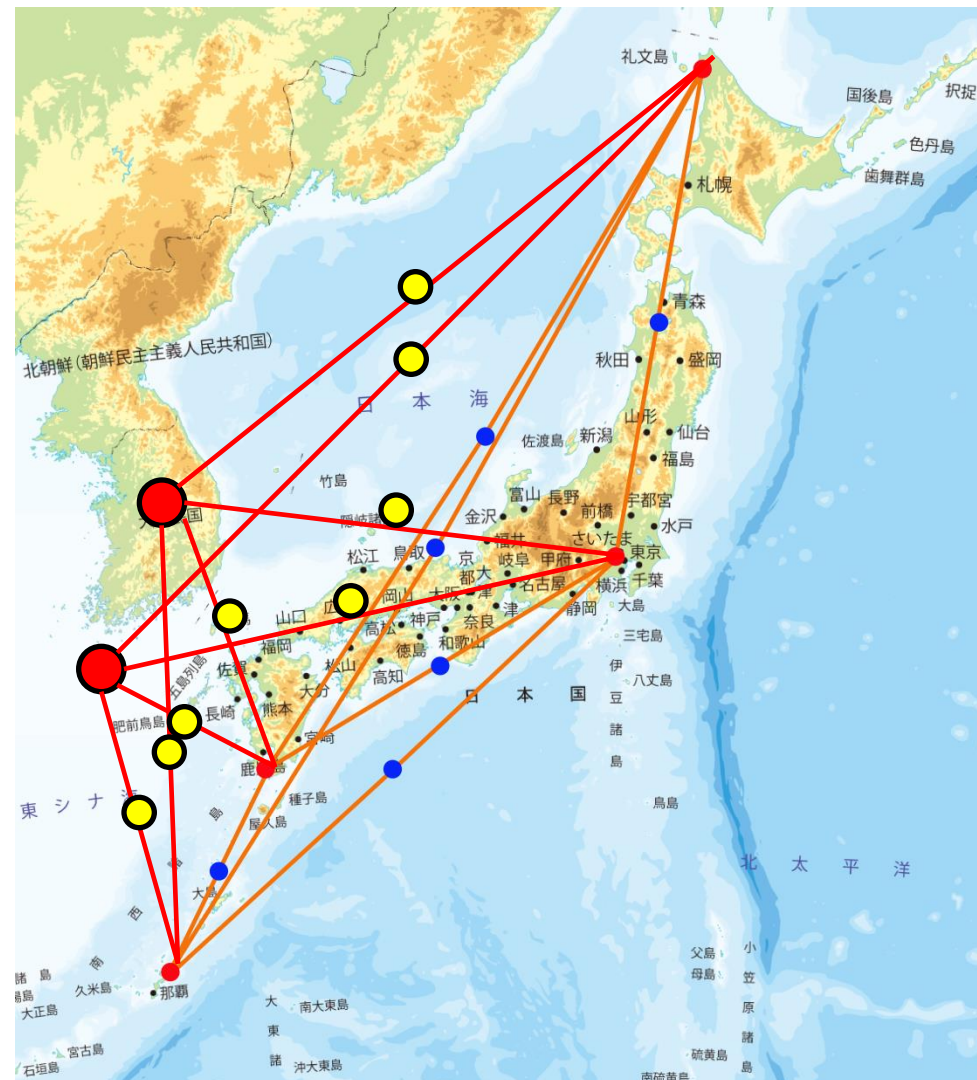


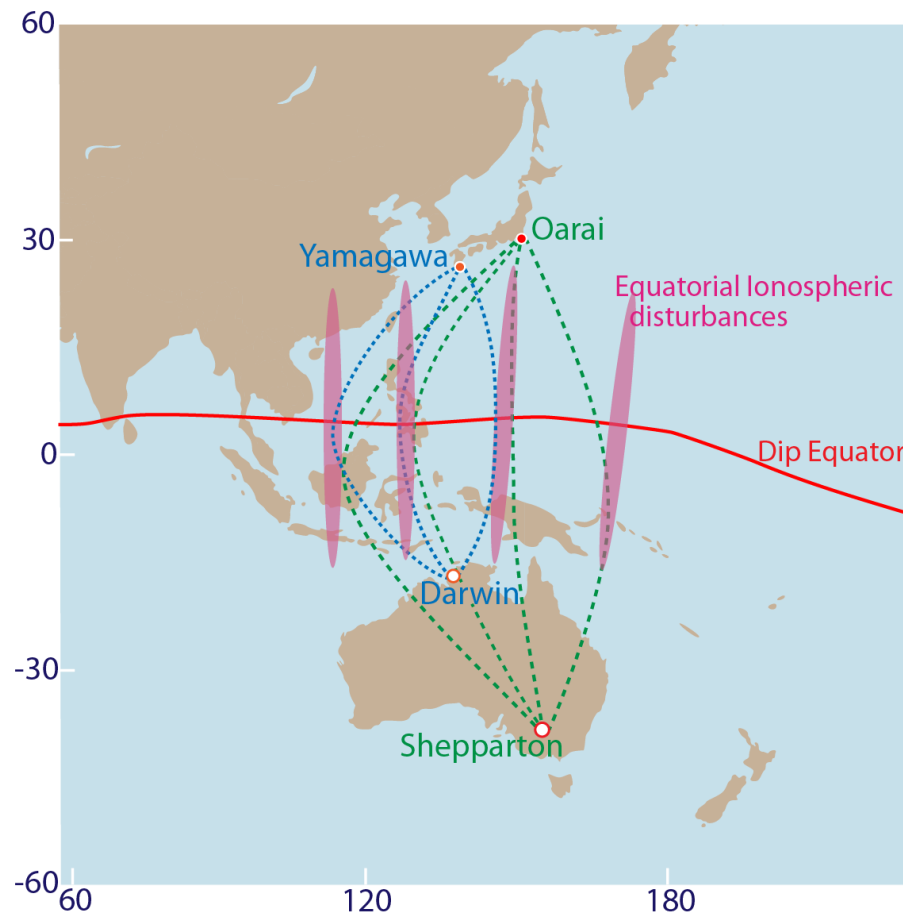
- University of San Carlos (USC)



- Hanoi Institute of Geophysics, Vietnamese Academy of Science and Technology (VAST)

- 航空運用に宇宙天気情報が利用されることから、海上電離圏情報を得ることが今後重要となってくる。
- 現在海上電離圏情報を得る手段としては
 - イオノゾンデ(電離圏レーダ)の斜め伝搬観測
 - 赤道越え電波伝搬
 - 低高度衛星オカルテーション
 - GPSバイが考えられる。
- NICTは近隣国と連携し手法開発を進めている。
- 図: 韓国との連携による日本海・東シナ海上空の斜め伝搬観測

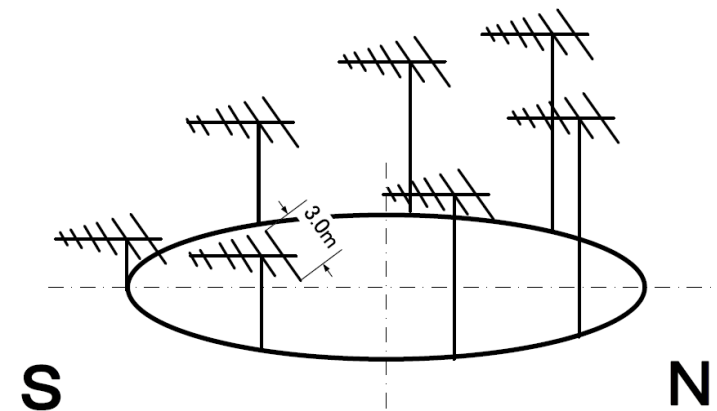




日本・豪州間のHF・VHF帯の電波伝搬の方向探査を定常的に行い、プラズマバブルに伴う伝搬異常からその位置を推定するリモートセンシング手法を開発



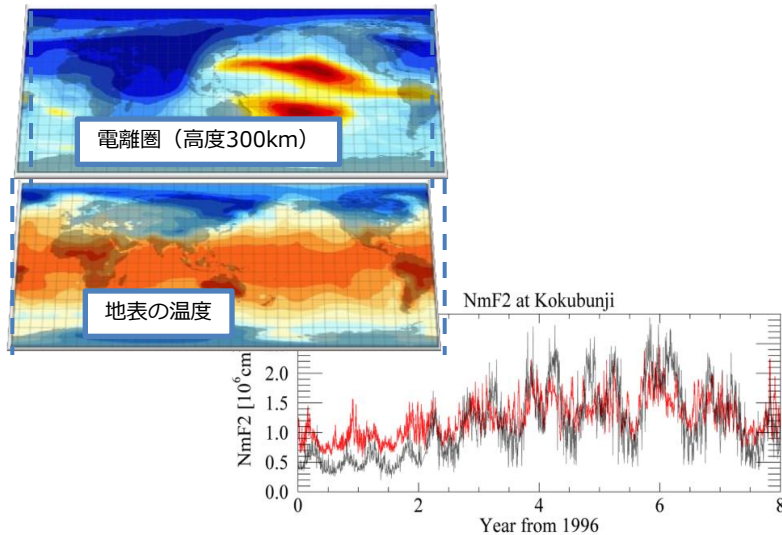
現存するHF-TEPシステム(大洗)



新規VHF-TEPシステム(山川)

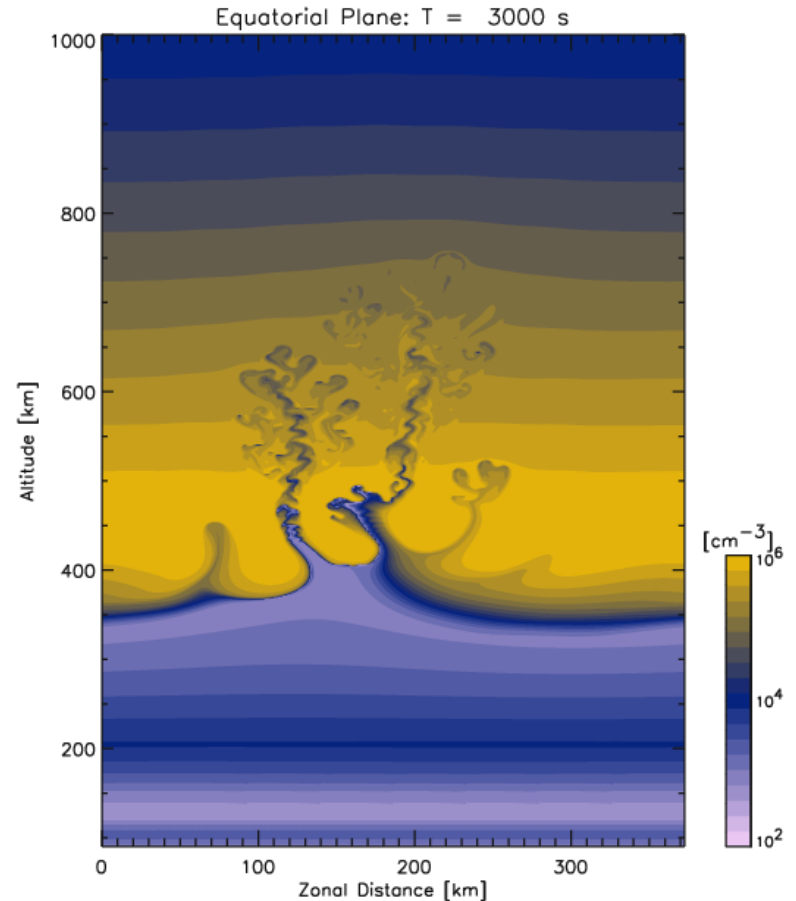
地表から電離圏までの天気予報モデル

電離圏擾乱予測のための地球全体の 数値モデル

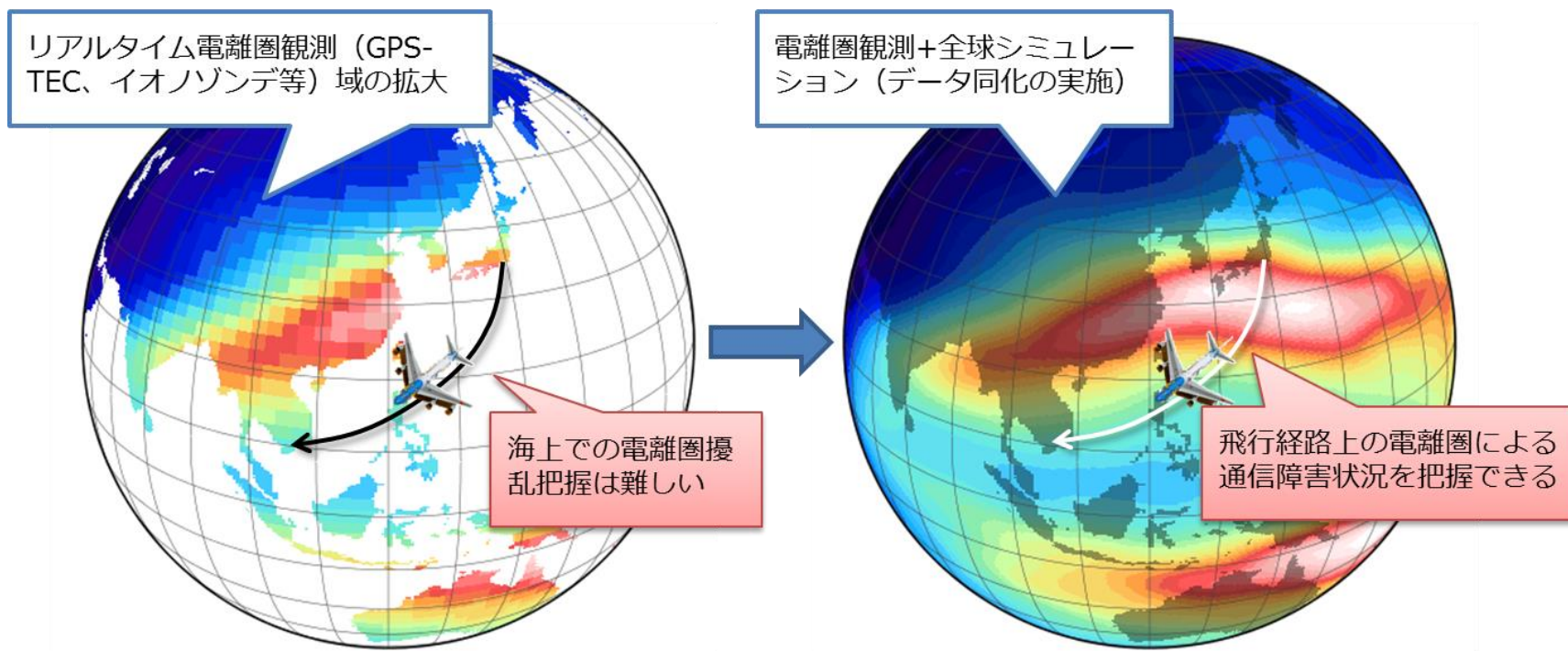


- 電離圏は太陽の影響とともに、地表近くの気象にも大きく影響を受ける。
- 電離圏の天気予報をするためには、地表の天気を取り入れた予報モデルを作る必要がある。
- NICTは地球全体を見渡すとともに、細かい変化をとらえるモデルづくりを進めている。

細かい乱れを再現する局所数値モデル



全球大気圏－電離圏モデルを利用したデータ同化のイメージ



- 全球モデルとの融合により、電離圏観測の空白領域を埋めることが可能となる。
- 観測データを同化することにより、全球モデルの再現精度が向上する。