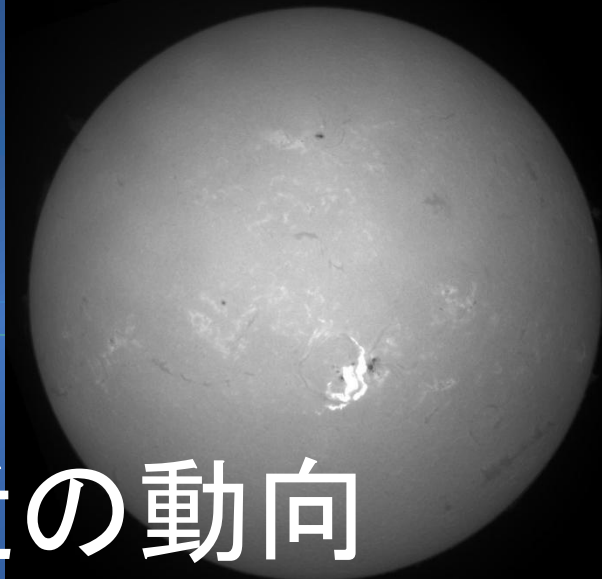


宇宙天気予報の最近の動向



国立研究開発法人情報通信研究機構

久保勇樹

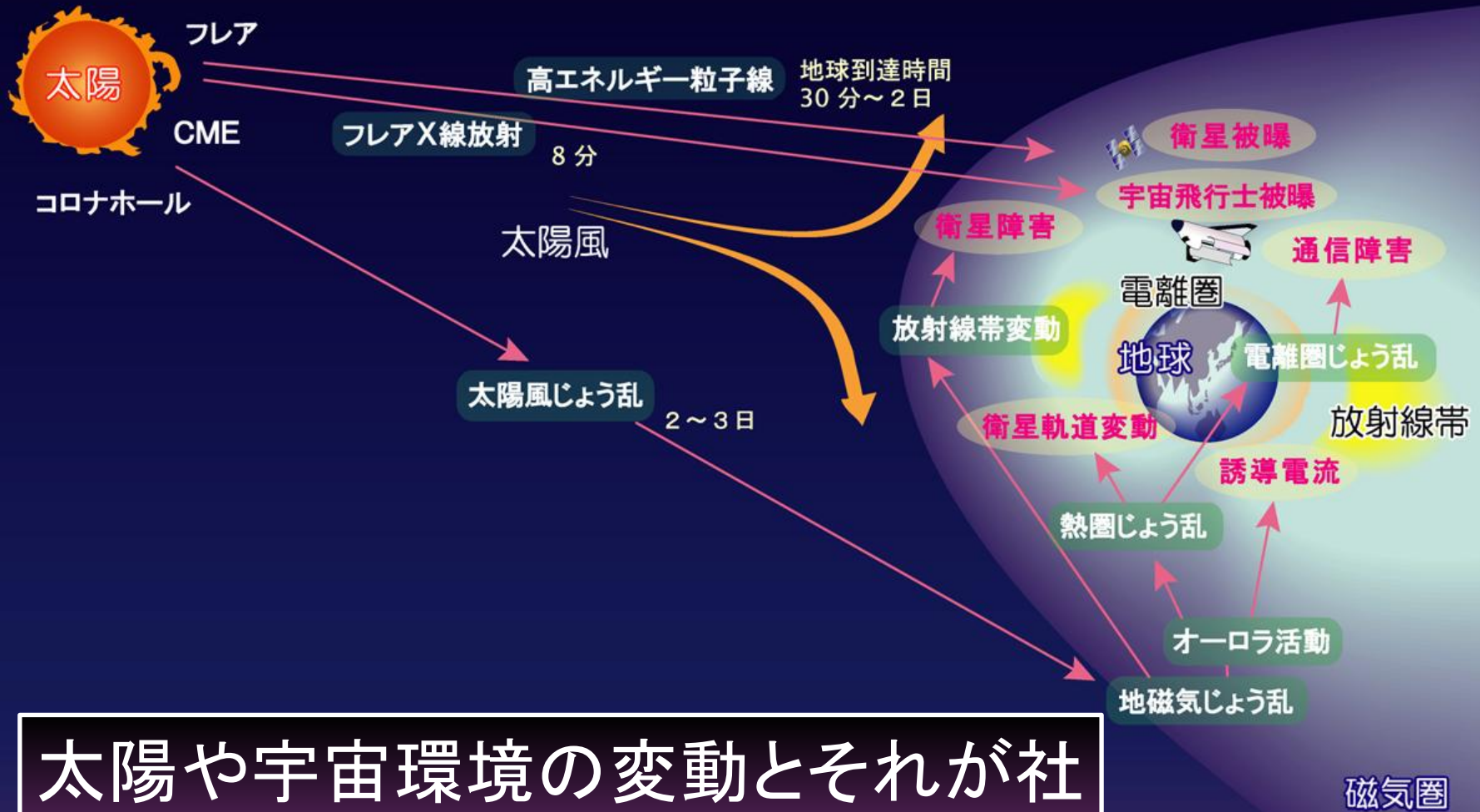
九州電波協力会講演会(2025年12月8日)

目次

- 宇宙天気予報と太陽活動
- 宇宙天気災害事例
- 宇宙天気予報の業務
- 宇宙天気予報の研究
- 宇宙天気予報の国際動向

宇宙天気予報と太陽活動

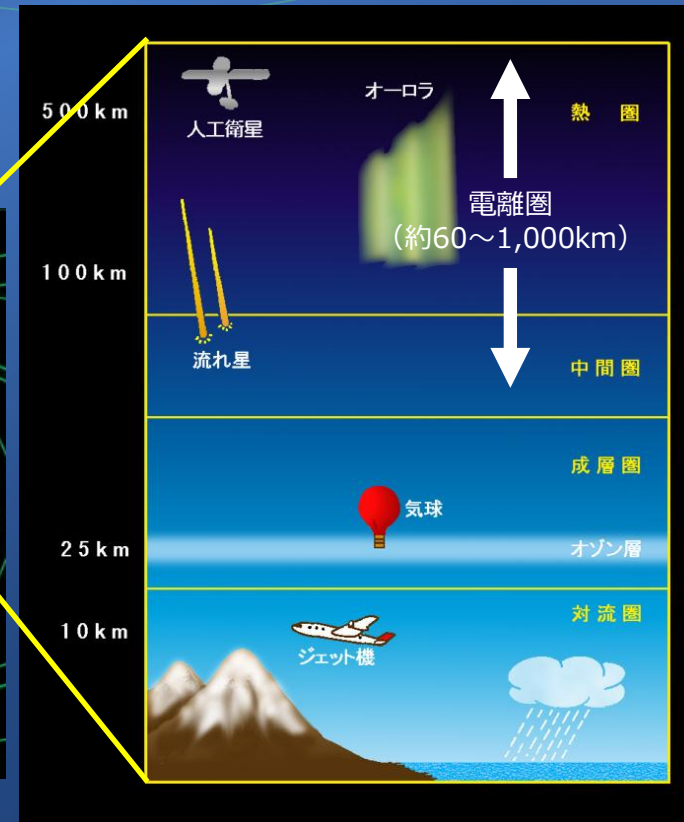
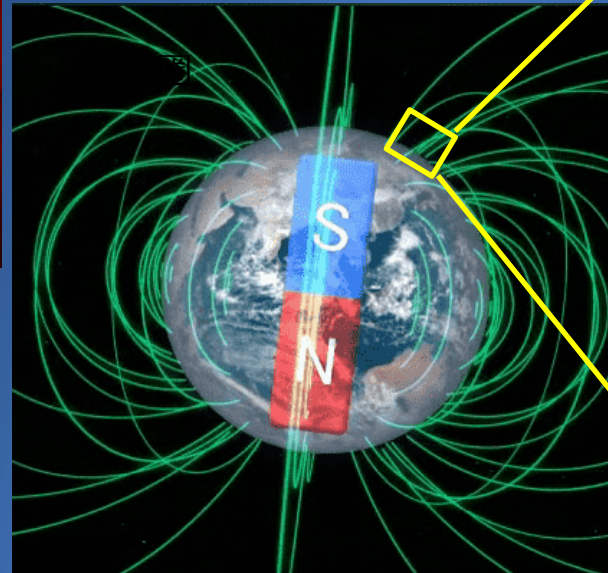
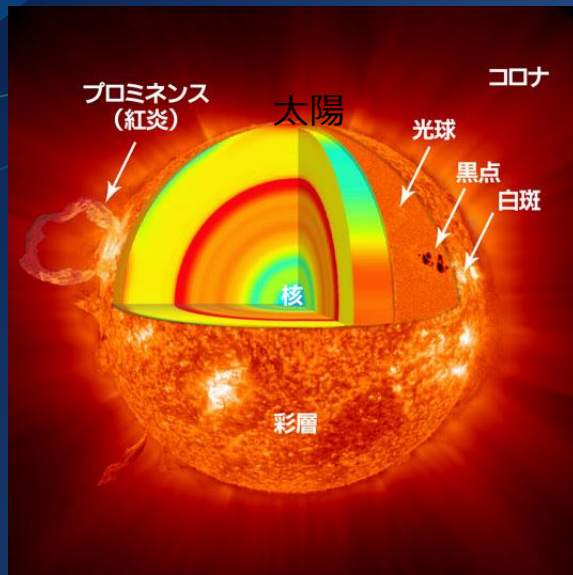
宇宙天気予報



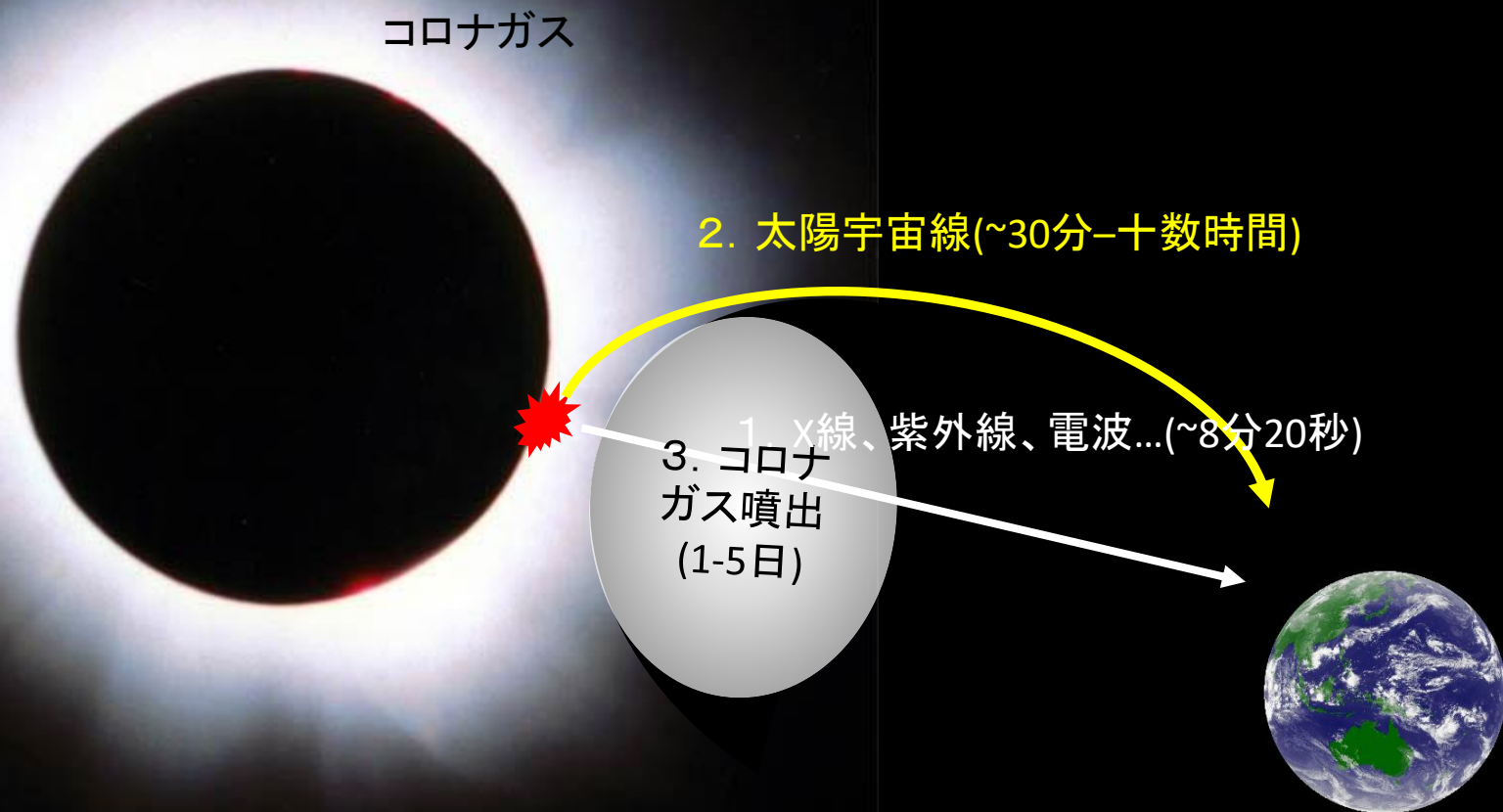
太陽や宇宙環境の変動とそれが社会生活に与える影響を予測する

宇宙環境じょう乱の発生から障害まで

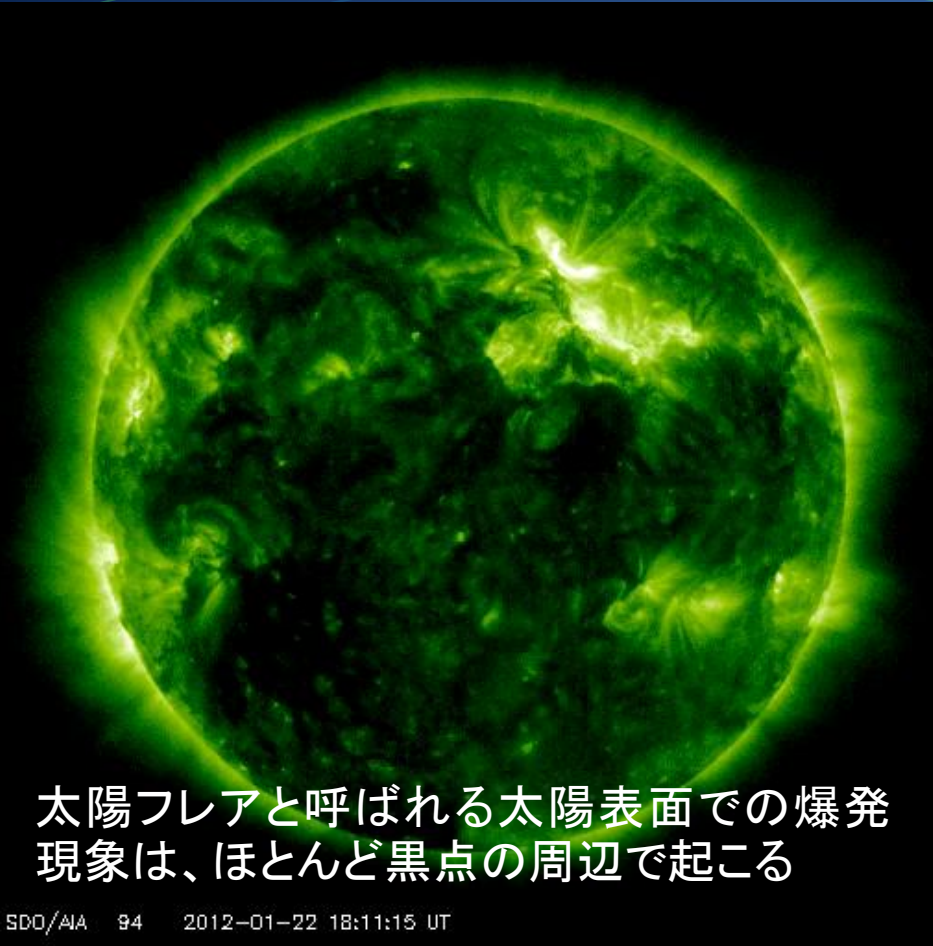
基礎知識(太陽、磁気圏、電離圏)



太陽フレアとそれに伴う現象



太陽フレア、コロナガス噴出



<http://sdo.gsfc.nasa.gov/>



<http://sohowww.nascom.nasa.gov/>

太陽活動と黒点の関係

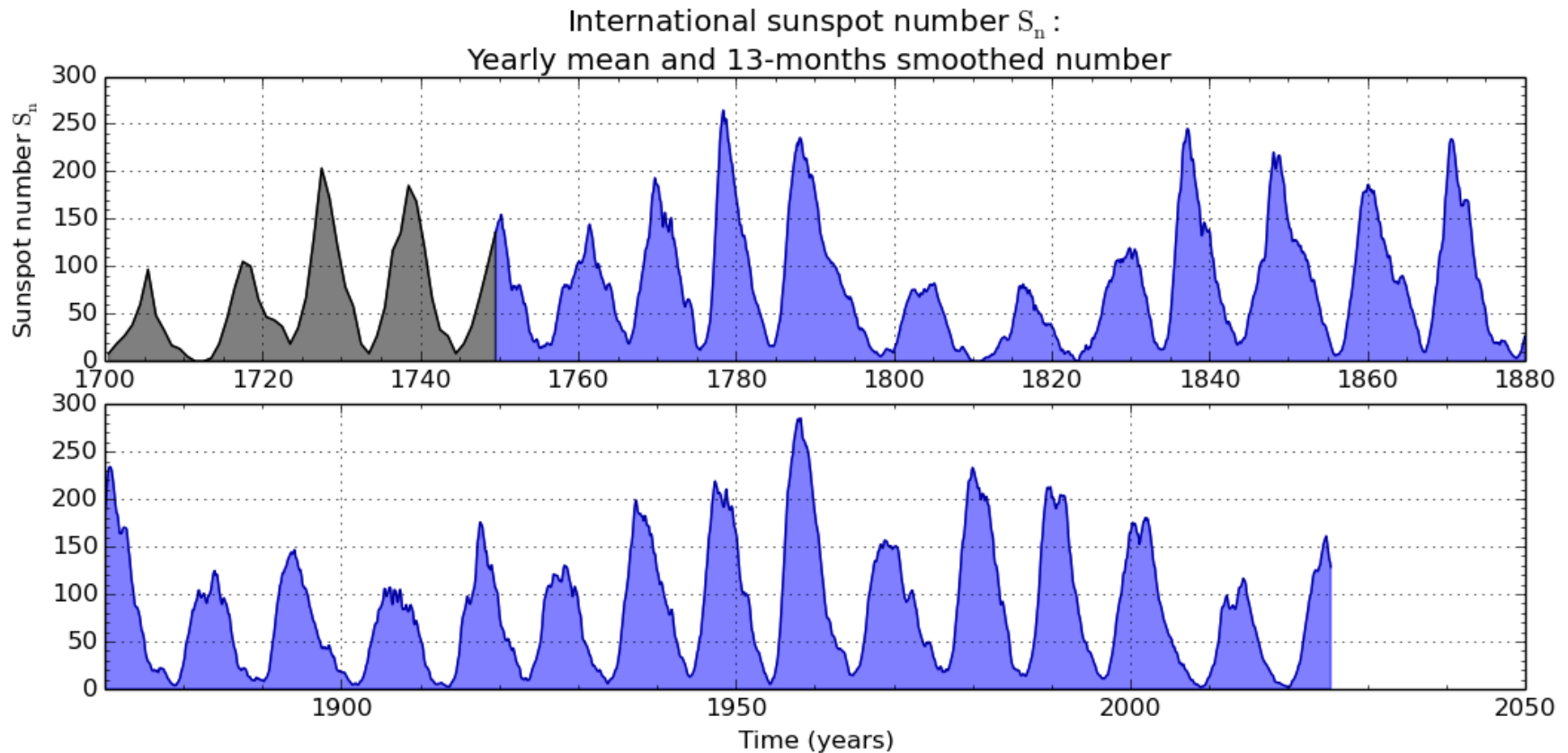
太陽フレアは、ほとんどの場合、黒点の周辺で起こる。



黒点数が多いと、太陽活動が活発。



太陽活動周期



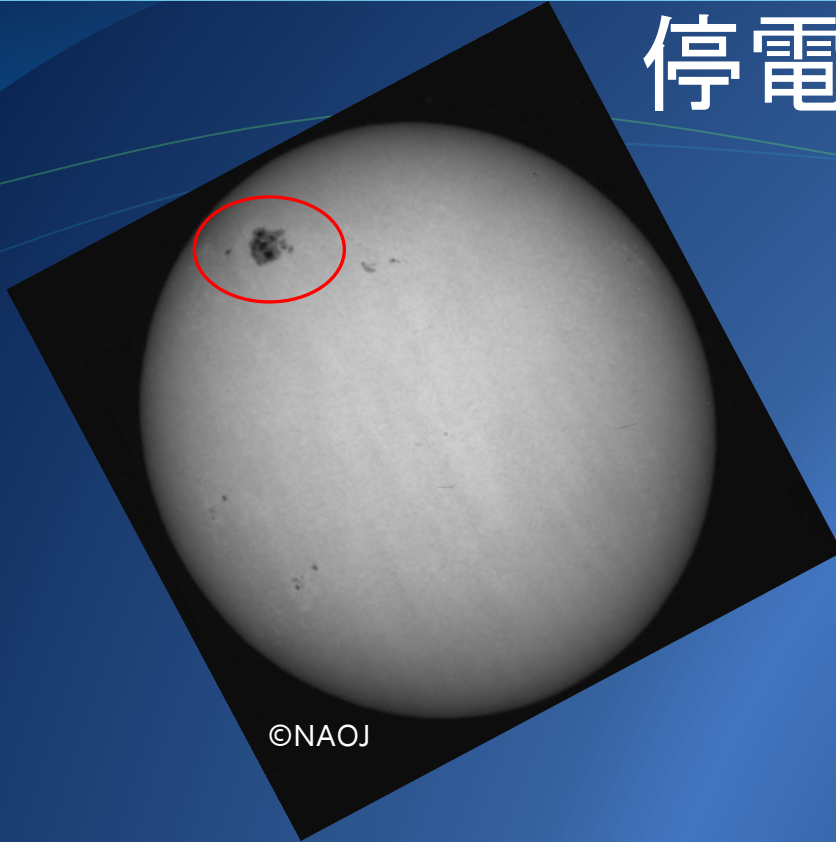
SILSO graphics (<http://sidc.be/silso>) Royal Observatory of Belgium 2025 December 1

現在、太陽活動極大期

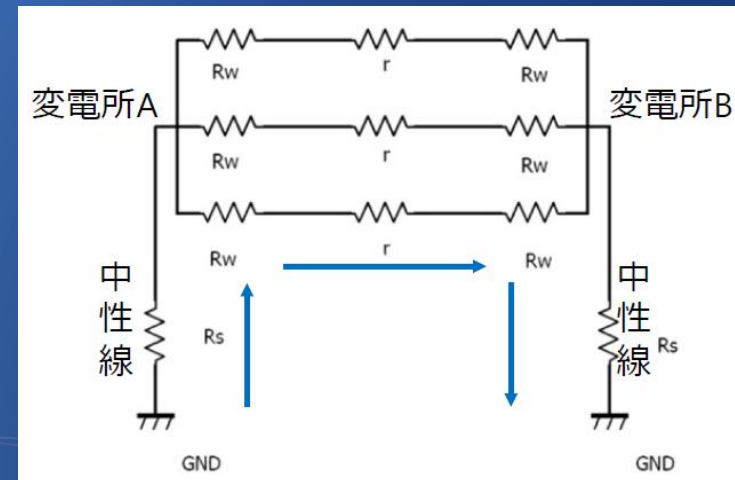
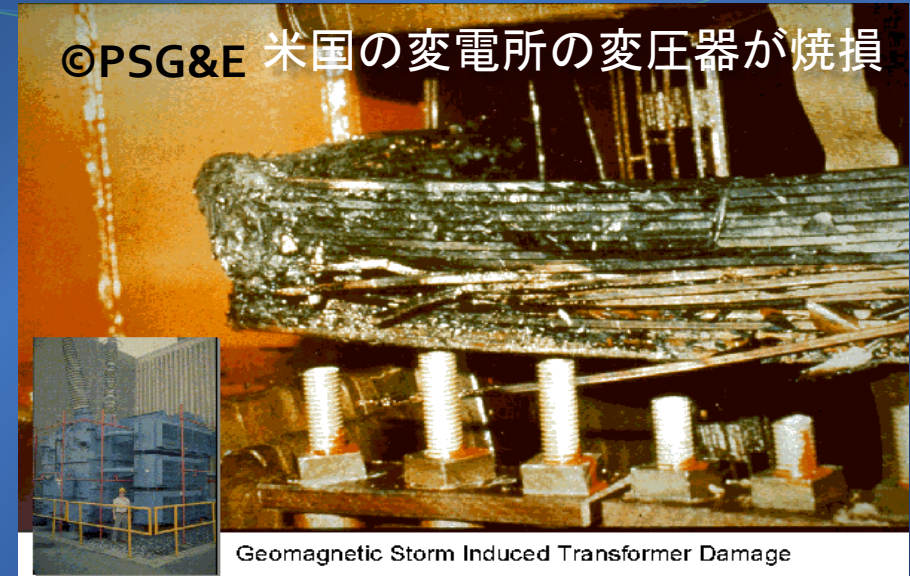
- 極大期とは、太陽黒点数が多くなる3～4年間くらいのことを言います。
- 「〇年△月に太陽活動が活発で大きなフレアが起こる」ということではありません。

宇宙天氣災害事例

1989年3月13日 カナダ／ケベック州 停電が発生



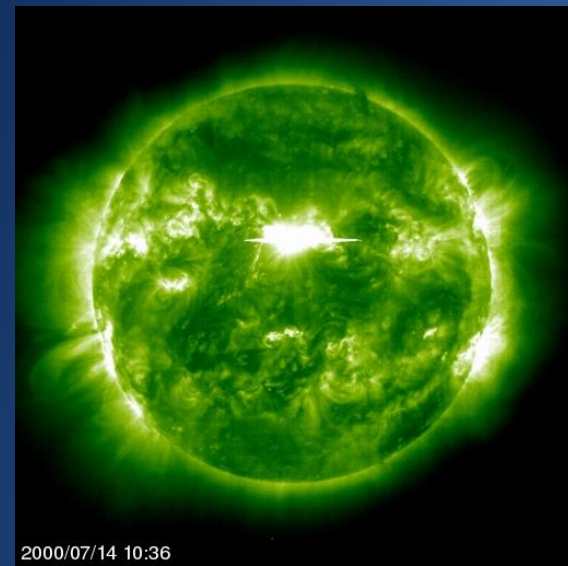
- 大規模太陽フレアが発生
- コロナガスが地球に衝突
- 地磁気嵐が発生
- 送電線に過剰な誘導電流が流れる
- 変電所の変圧器が焼損



2000年7月15日 宇宙空間

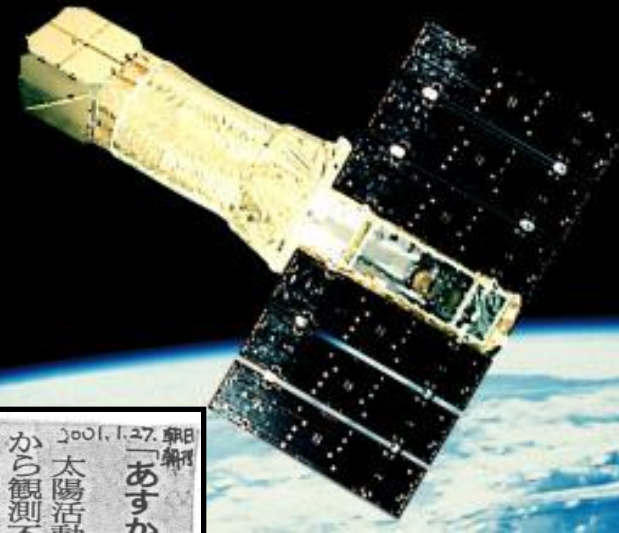
日本のX線天文衛星ASCAが制御不能

- 日本のX線天文衛星ASCAが姿勢制御不能となり運用終了
- 原因 太陽からのガスの塊が地球に衝突した



2000/07/14 10:36

ASCA | ASTRO-D



2001.1.27 朝日新聞
「あすか」結局落下へ
太陽活動の影響で昨年夏から観測不能になっていた文部科学省宇宙科学研究所（宇宙研）のX線天文衛星「あすか」が回復せず、二月末から三月初めの間に落下することが、二十六日明らかになった。次世代の衛星を積んだM5ロケットの打ち上げも昨年二月に失敗しており、次の打ち上げまで約四年間、日本の「お家芸」であるX線天文学に空白が生じることになる。

2022年2月4日 宇宙空間 スターリンク衛星40機ほど消失

スペースXがスターリンク衛星40機を喪失 地磁気嵐の影響で運用高度へ移動できず大気圏再突入へ



秋山文野 | エキスパート | サイエンスライター/翻訳者 (宇宙開発)

2022/2/9(水) 17:52

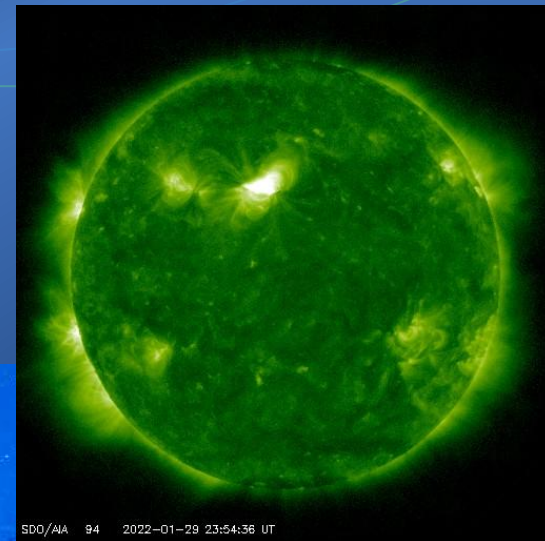


Credit : SpaceX

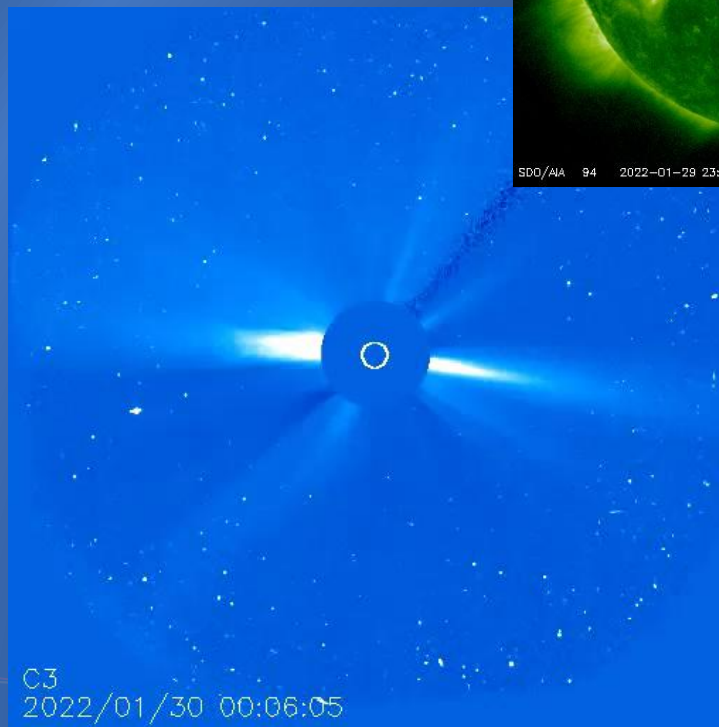
2022年2月8日、米スペースXは2月3日に打ち上げた通信衛星スターリンクの49機中、40機が地磁気嵐の影響で運用高度へ到達できず、大気圏に再突入すると発表した。スペースXは再突入は軌道の安全を守るための措置で、「衛星のスペースデブリ化を防ぐため」としている。

米国東部時間2月3日午後1時13分（日本時間4日午前3時13分）、スペースXはフロリダ州のケネディ宇宙センターから49機のスターリンク衛星を打ち上げた。衛星は近地点が高度210キロメートルの軌道に投入され、高度500キロメートルの運用高度まで移動する予定だった。

スペースXの発表では、米国時間で2月4日ごろに発生した地磁気嵐（強い磁気を帯びた太陽風と地球の磁場の相互作用で磁気圏の状態が乱される現象）のため、大気加熱され密度が高まって衛星が受ける大気の抵抗が増加し、スピードが低下した。大気抵抗は、打ち上げ前より50パーセント増したという。日本の情報通信研究機構（NICT）は、2月4日に地磁気嵐発生時の臨時情報を発出している。

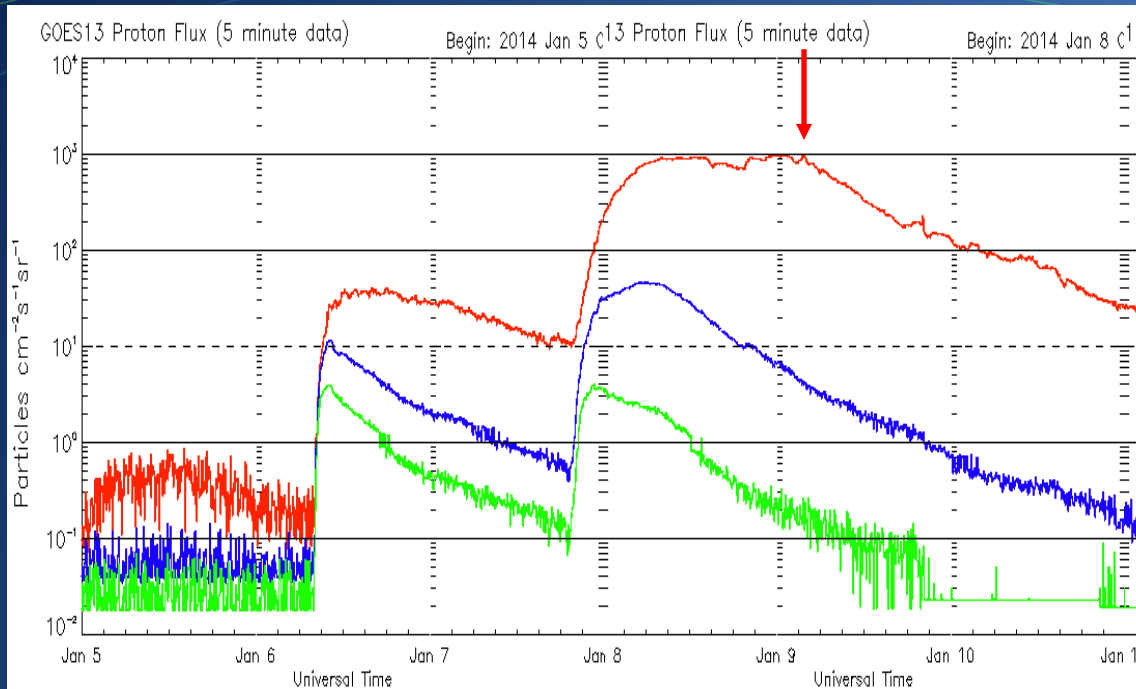


SDO/AIA 94 2022-01-29 23:54:36 UT



C3
2022/01/30 00:06:05

2014年1月8日 アメリカ ロケット打ち上げ延期



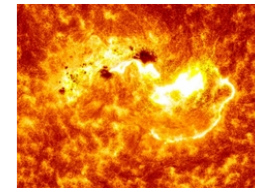
高エネルギー粒子の増加のため、電子機器の誤動作を懸念して打ち上げが延期された。

ホーム > 宇宙 > 企業動向 > 記事

> 宇宙

2014年01月08日(木) 07時45分

シグナス補給船運用第1号、太陽活動活発化のため打ち上げ延期



> オービタル・サイエンス (Orbital Sciences) 特別編集

シグナス補給船、大気圏に突入して燃料廃棄してミッション終了…
スカイボックス イメージング社高解像度地球観測衛星を2015年…
シグナス補給船ミッションを終了…国際宇宙ステーションから離脱

オービタル・サイエンス社は、2014年1月8日に予定されていた国際宇宙ステーション民間補給機「シグナス Orb-1」の打ち上げを、1月7日に発生した太陽活動の活発化

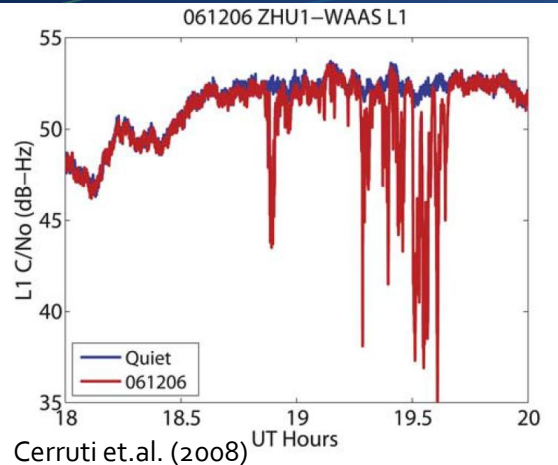
のため延期すると発表した。

1月7日、NASAとESAの太陽活動観測衛星SOHOは大規模な太陽活動を捉えた。また、NASAの太陽観測衛星SDOがアメリカ東部時間1月7日午後1時32分に撮影した映像には大規模な黒点が見られ、Mクラスの太陽フレアが発生したことが判明した。

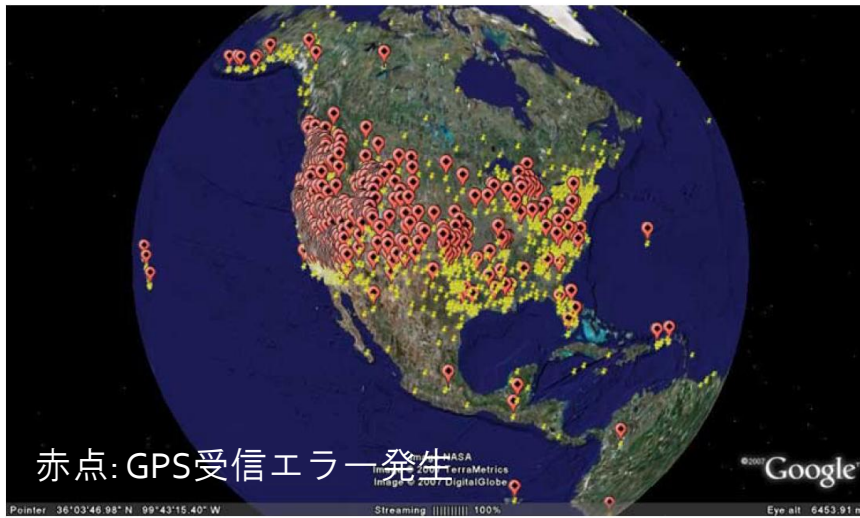
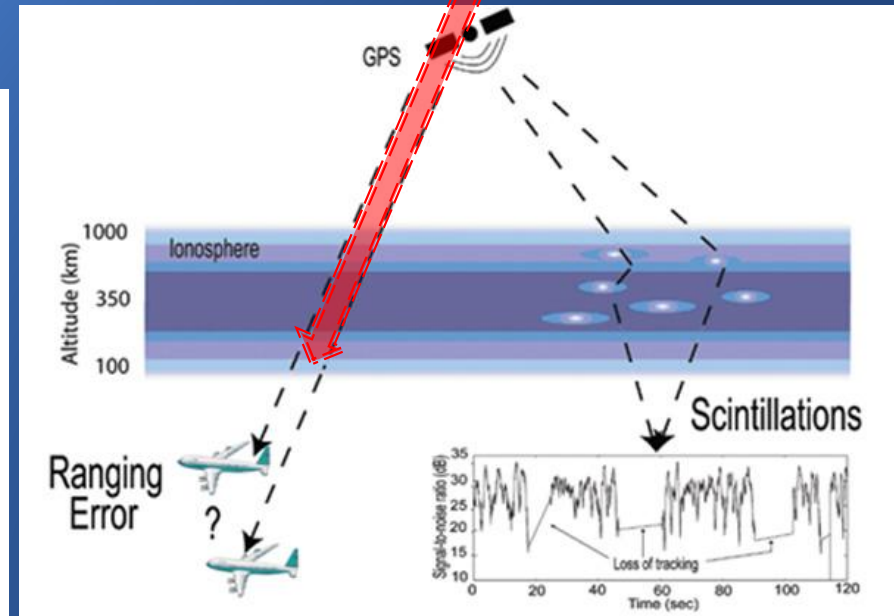
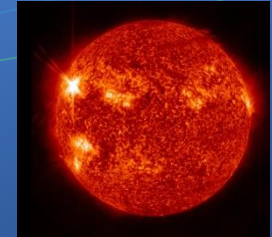
大規模な太陽フレアが発生すると、国際宇宙ステーションに到達する宇宙放射線の量も増大し、滞在中の宇宙飛行士は船内の壁の厚い場所に退避するといった対応を迫られることがある。オービタル・サイエンス社は、アメリカ東部時間1月8日午後1時32分(日本時間1月9日午前3時32分)に予定していたシグナス補給船の打ち上げを延期した。

新しい打ち上げ日時は1月8日の時点では未定だが、翌9日(木曜日)中に打ち上げが可能な場合は午後1時7分(日本時間1月10日午前3時7分)となる。ISSへの到着は1月12日の午前となる予定だ。

2006年12月6日 アメリカ他 GPS信号に太陽電波が混信



大規模な太陽電波バーストが起こると、GPSなどの電波と混信を起こすことがある。



2025年11月12日 日本 GPS測位誤差の増大

国土交通省 国土地理院
Geospatial Information Authority of Japan

本文へ 総合トップへ 文字サイズ変更 標準 拡大 ENGLISH

Google 提供

サイトマップ

国土地理院について 位置の基準・測量情報 地図・空中写真・地理調査

地理院ホーム > 位置の基準・測量情報 > 電子基準点 > 報道発表資料等
> 太陽フレアによる11月12日のGNSS測位への影響

太陽フレアによる11月12日のGNSS測位への影響

発表日時: 2025年11月14日(金) 09時30分

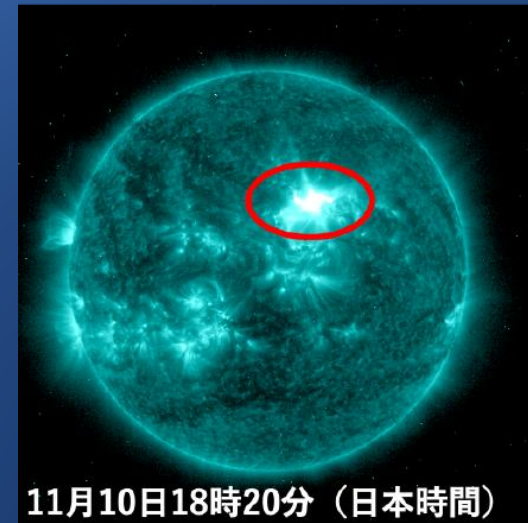
- カーナビやスマートフォンなどで一般の皆様が利用する測位方式では、日本時間の11月12日に誤差が大きくなる時間帯がありました。
- 測量で用いられる測位方式においても、同日の朝から夕方にかけて測量を実施した場合、電離層の乱れの影響を受けた可能性があります。

カーナビやスマートフォンなどで用いられる一般的なGNSS測位方式

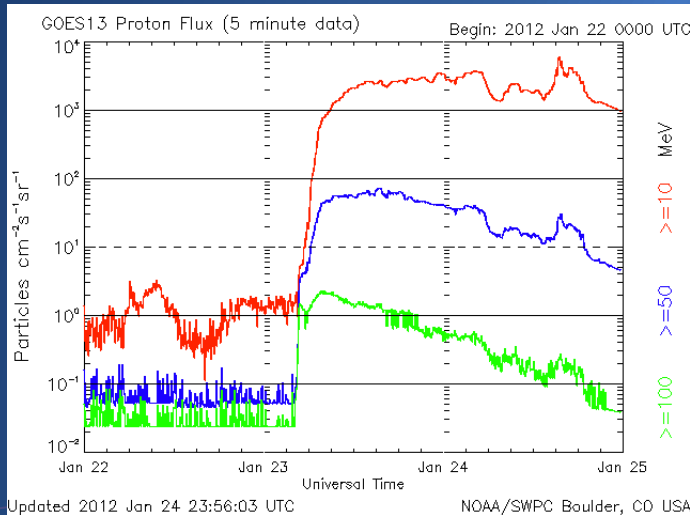
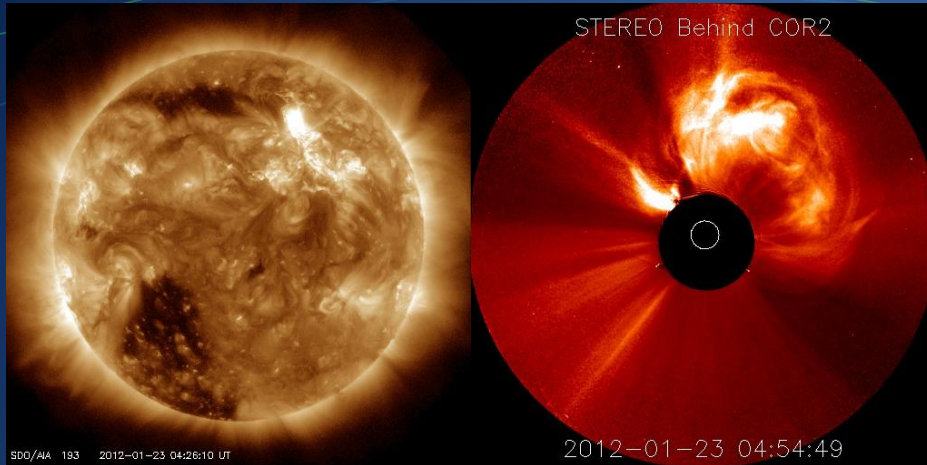
つくばにある電子基準点のデータを、一般的なGNSS測位方式で解析したところ、日本時間の11月12日9時頃から21時頃に測位結果の誤差が大きくなることが確認されました(図1)。



カーナビやスマートフォンなどで一般の皆様が利用する測位方式では、日本時間の11月12日に誤差が大きくなる時間帯がありました。



2012年1月23日 アメリカ他 民間航空機の飛行ルート変更



Delta diverts polar flights due to solar storm | Reuters - Mozilla Firefox

ファイル(E) 編集(E) 表示(V) 履歴(S) ブックマーク(B) ツール(I)

www.reuters.com/article/2012/01/24/us-delta-idUS

Delta diverts polar flights due to sol...

REUTERS EDITION: U.S.

Business Markets World Politics Tech Op

WestlawNext Hear what Ed and others are saying

"IT MEANS V PRODUCT A EDWARD DEUTSCH MCELROY, DEUTSCH

UNITED POLAR ROUTES

Delta diverts polar flights due to solar storm

おすすめ 21人がすすめています。Facebookにアカウント登録して、友達のおすす

VIDENCE MOUNTING. WestlawNext

MORE REUTERS RESULTS FOR: airline polar route"

Not aims for record-breaking polar flight 2011

Glass build-up found in NATO F-16 engine-US 2010

4-up found in NATO F-16 engine: US official 2010

y going green to shrink fuel costs 2009

Reuters

Twitter RSS YouTube

Login or register Latest from My Wire

Delta Air Lines jet takes off past a Northwest Airline jets parked at gates at the Minneapolis St. Paul International Airport in Minneapolis, Minnesota October 30, 2008. Credit: Reuters/Eric Miller

Tue Jan 24, 2012 3:56pm EST

(Reuters) - Delta Air Lines was diverting some flights on polar routes between Detroit and Asia to avoid disruptions to aircraft communications by a strong solar radiation storm, the airline said on Tuesday.

The storm, considered the strongest since 2005, has caused minor disruptions for U.S. airlines, and Delta said it altered routes for "a handful"

Related News

Sun hurls strong geomagnetic storm toward Earth Mon, Jan 23 2012

2011 was ninth-warmest year since 1880: NASA Thu, Jan 19 2012

US airlines seen profitable despite economic woes Wed, Jan 19 2012

US airlines boost domestic long-haul fares Fri, Jan 13 2012

観測史上最大級の現象が起こったら？

経済損失の計算

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

Unit; 百万ドル

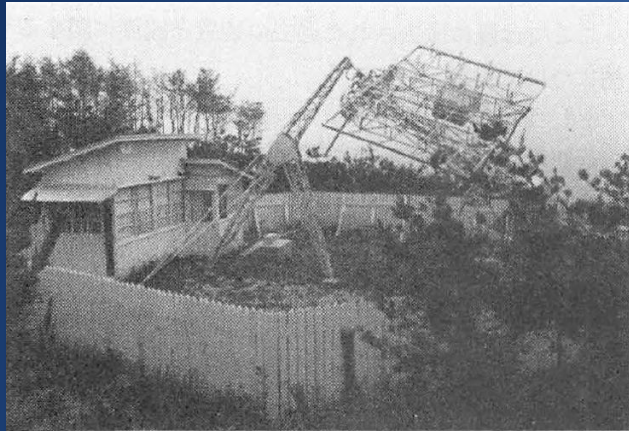
- 潜在的・地球レベルの影響は本計算に含んでいない
- 東日本大震災の経済損失: 100,000-250,000 (百万ドル)

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

宇宙天気予報の業務

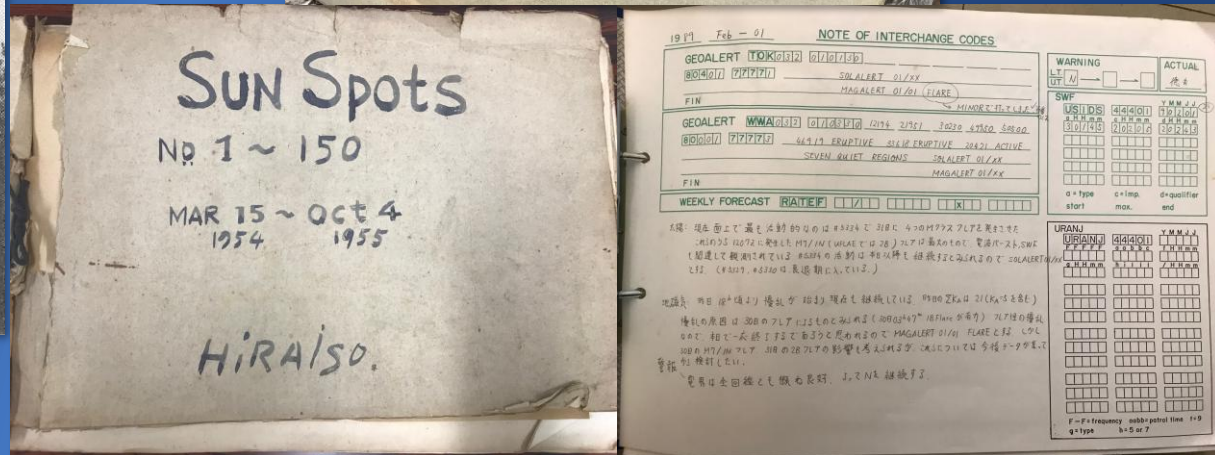
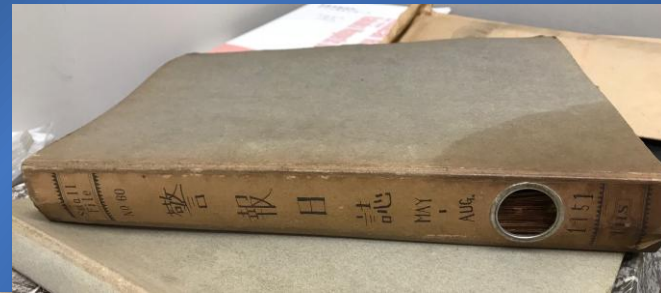
宇宙天気予報業務(1950年代～)

- 1940年代後半から1950年代前半、郵政省電波研究所において、短波通信障害を事前に利用者に知らせるため、「電波伝搬警報」の発信を開始
 - 1932年、電離層観測開始
 - 1952年、太陽電波観測開始



平磯における200MHz太陽電波観測(1952)

Isobe & Yamashita (1994)



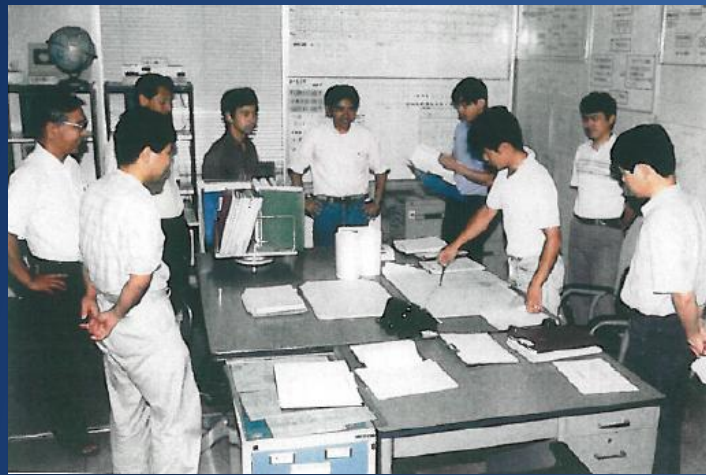
1950年代の短波伝搬警報の記録

宇宙天気予報業務(1988～)

- 電波伝搬警報が宇宙天気予報に発展
- 年間365日、休まず宇宙天気予報を発信
- 予報情報は国際宇宙環境サービス(ISES)加盟各国と交換
 - ISES: 宇宙天気予報を発信している運用機関の組織

国際宇宙環境サービス(ISES)。現在、21ヶ国が加盟している

1990年頃の宇宙天気予報会議



宇宙天気予報業務(2019～)

- 宇宙天気予報センター副局開設 (2019/3)
- ICAO 宇宙天気センター開設 (2019/11/7)
- 宇宙天気予報業務24時間運用開始(2019/12/1)



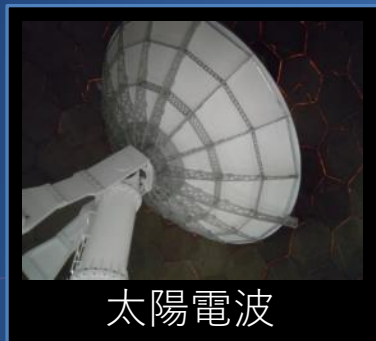
電離圏



副局



主局



太陽電波



太陽風



ICAO宇宙天気センターのパートナー(豪)

現在の宇宙天気予報

運用日	365日
運用時間	24時間
日報	00:00-01:00UTC 12:00-13:00UTC
週報	12:00-13:00UTC(金曜日)
臨時情報	イベント発生時(24時間)
イベント自動通報	イベント発生時(24時間)
ウェブサイト予報更新	06:00-07:00UTC

宇宙天気予報：swc.nict.go.jp

- 宇宙天気予報(swc.nict.go.jp)
 - レポート
 - ・ 情報配信サービス

宇宙天気予報
国立研究開発法人情報通信研究機構

JST 2023/01/10 11:58 UTC 2023/01/10 02:58

ホーム レポート 現況 予報 ユーザーガイド リンク

太陽フレア速報
GOES-16衛星の観測から、01月10日 02時33分UTに、Mクラスを超える太陽X線強度の急増が検出されました。

臨時情報
2023/01/10 09:10 更新
1月9日18時50分UTに発生したX1.9フレアの光学重畳度は38でした。

予報
2023/01/09 15:00 JST ~ 2023/01/10 14:59 JST

太陽フレア	プロトン現象	地磁気嵐	放射線帯電子	電離圏	デリタ現象	X線イメージ
▲活発 Lv.3 Lv.1	静穏 Lv.1	静穏 Lv.1	静穏 Lv.1	静穏 Lv.1	%やや高い Lv.2	静穏 Lv.1

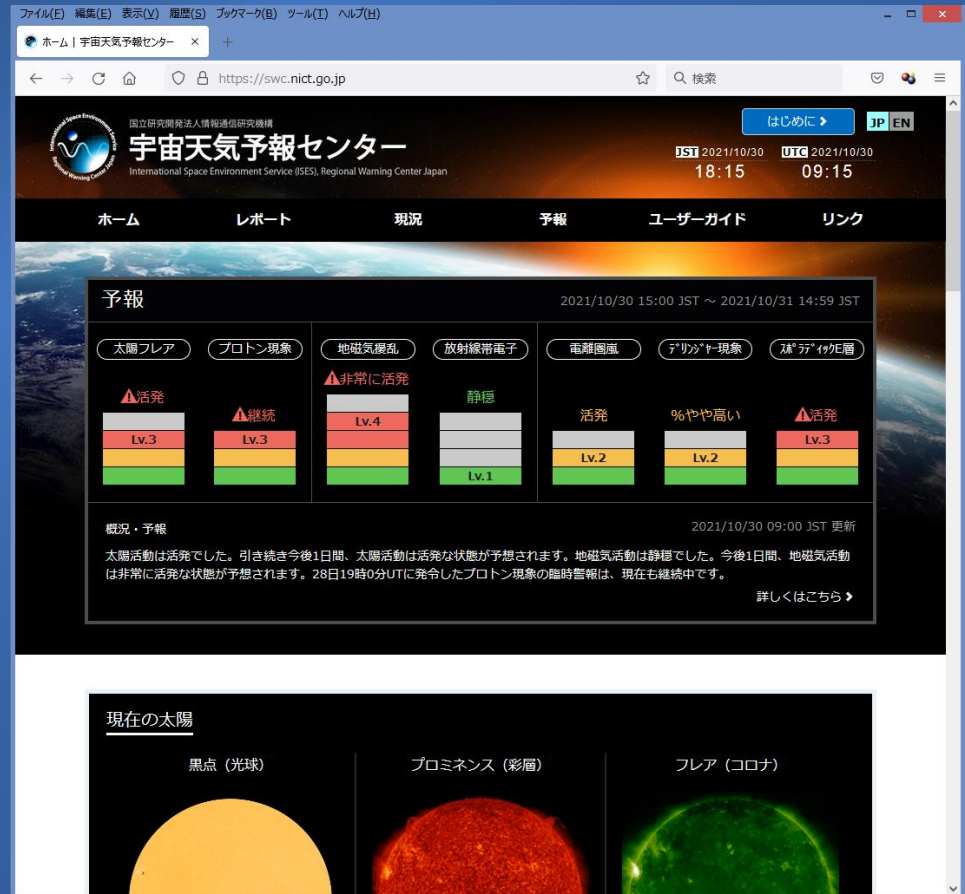
概況・予報
2023/01/10 09:00 JST 更新
太陽活動は非常に活発でした。今後1日間、太陽活動は活発な状態が予想されます。地磁気活動は静穏でした。引き続き今後数日間、地磁気活動は静穏な状態が予想されます。電離圏は静穏な状態でした。引き続き今後1日間、電離圏は静穏な状態が予想されます。

宇宙天気予報の内容

- 以下の7種類の予報を発信

- 太陽フレア
- プロトン現象
- 地磁気擾乱
- 放射線帯電子
- 電離圏嵐
- デリンジャー現象
- スポラディックE層

swc.nict.go.jp



臨時情報、イベント通報、宇宙天気警報

臨時情報(手動配信)

- 太陽フレア
 - Mクラス以上で継続時間が長いフレア(LDE)発生時
 - Xクラス発生時
- CME
 - 上記フレアに伴いFull-halo CME(地球への影響が確実視される)が発生した時
- プロトン現象
 - プロトン現象発生時(10, 100, 1,000, 10,000PFU)
- 地磁気嵐
 - 地磁気嵐発生・終了時(気象庁地磁気観測所による判断)
- 放射線帯電子
 - 高いレベル、非常に高いレベル到達時

イベント自動通報

- 太陽フレア
 - Mクラス以上発生時
- プロトン現象
 - プロトン現象発生時(10, 100, 1,000, 10,000PFU)
- 放射線帯電子
 - 高いレベル、非常に高いレベル到達時

宇宙天気警報(SAFIR)

- 太陽フレア(通信・放送)
 - Xクラス以上発生時(日本が昼間の場合のみ)
- プロトン現象(通信・放送、宇宙システム)
 - プロトン現象発生時(10, 100, 1,000, 10,000PFU)
- 放射線帯電子(宇宙システム)
 - 非常に高いレベル到達時
- 被ばく線量率(航空機被ばく)
 - FL150-600で30 μ Sv/hを超えた時

- 宇宙天気予報のページから登録できます。
- 登録者にメール配信しています。

● 宇宙天気予報(swc.nict.go.jp)

➢ レポート

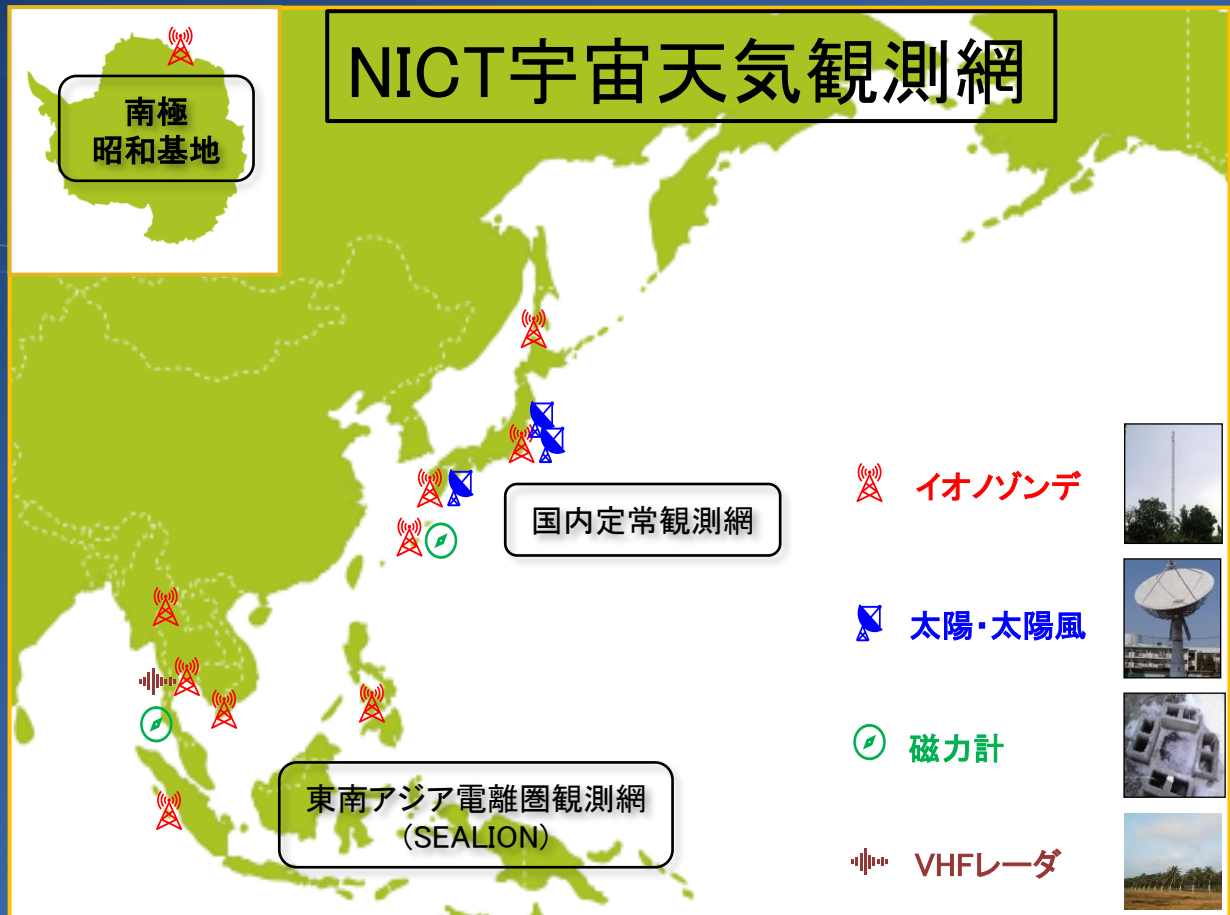
• 情報配信サービス

宇宙天気予報の研究

宇宙天気予報研究

- 現在を見る
 - 観測
- 未来を予測する
 - 数値シミュレーション
- 過去を振り返る
 - データ解析
- 社会に還元する
 - 情報発信

NICT宇宙天気観測網



現在を見る：観測

国内電離圏観測

電離圏の3次元変動を監視

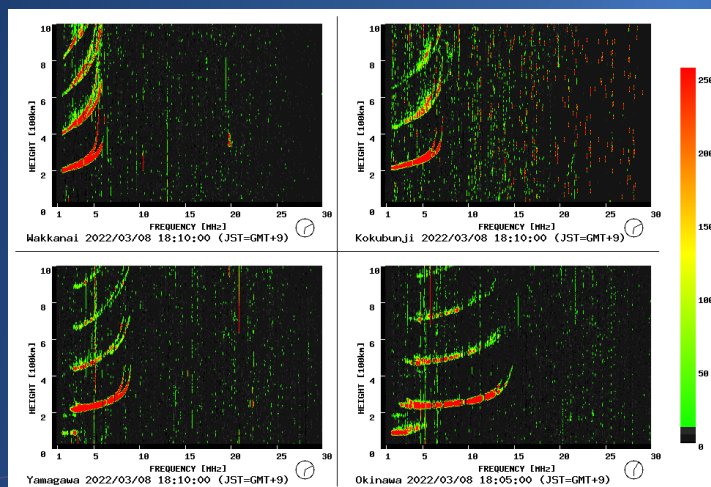
イオノゾンデ（稚内、国分寺、山川、沖縄）で電離圏を監視



イオノゾンデで高度方向、
GEONETで水平方向の電離圏
変動を知る。

GEONETデータで電離圏を監視

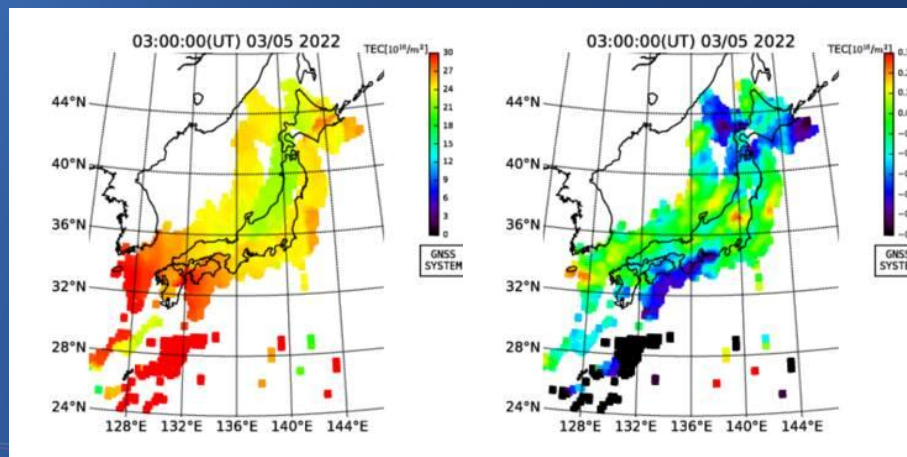
高度(100km)



周波数(MHz)

全電子数

全電子数変動成分



東南アジア電離圏観測

プラズマバブルの発生・伝搬を監視

東南アジア各国と協力しイオノゾンデを以下の場所に設置

- ・ チュンポン (タイ)
- ・ チェンマイ (タイ)
- ・ バクリウ (ベトナム)
- ・ コトタバン (インドネシア)
- ・ セブ (フィリピン)



イオノゾンデアンテナ

タイと協力しVHFレーダーをチュンポンに設置

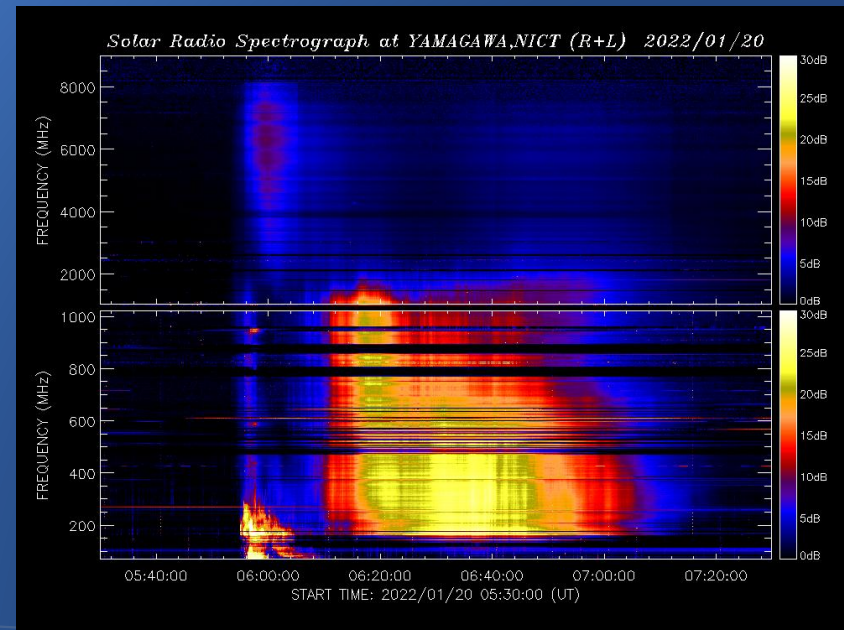
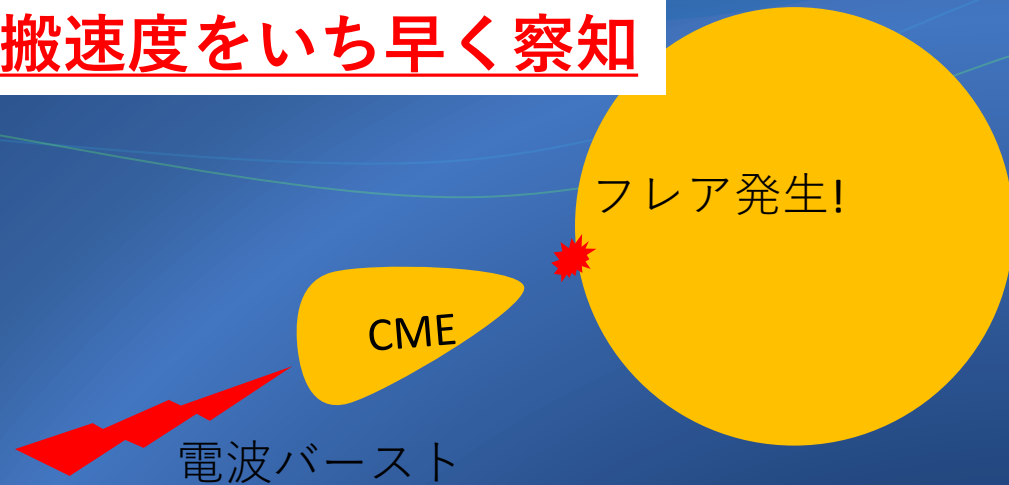


VHFレーダー@チュンポン (タイ)

太陽電波望遠鏡(鹿児島県指宿市)

太陽フレアやCMEの発生、伝搬速度をいち早く察知

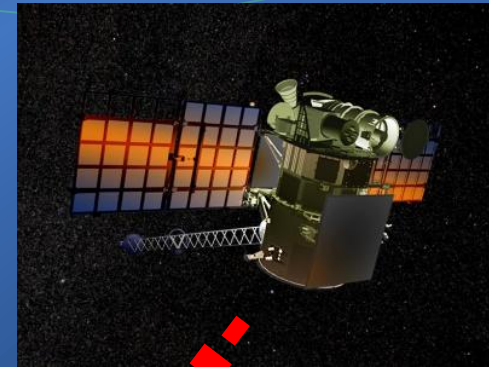
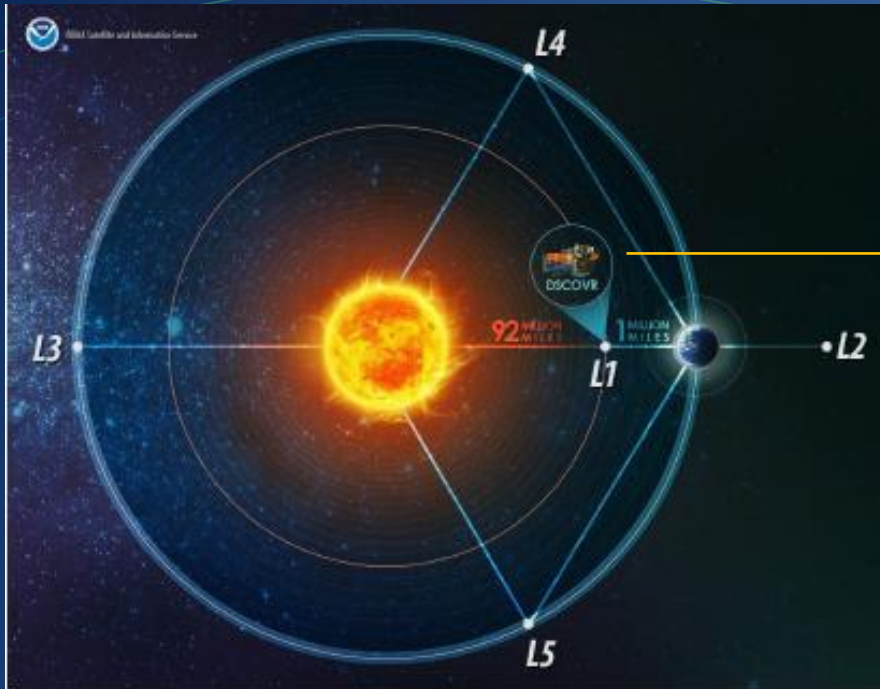
	山川太陽電波望遠鏡
周波数帯域	70 MHz～9.0 GHz
周波数分解能	31.25 kHz (70 MHz～1.0 GHz) 1.0 MHz (1.0 GHz～9.0 GHz)
時間分解能	8ミリ秒
偏波	右左偏波



太陽・太陽風観測衛星データ受信

24時間365日太陽風を監視

太陽風(嵐)を常時監視する
探査機DSCOVR (NOAA)

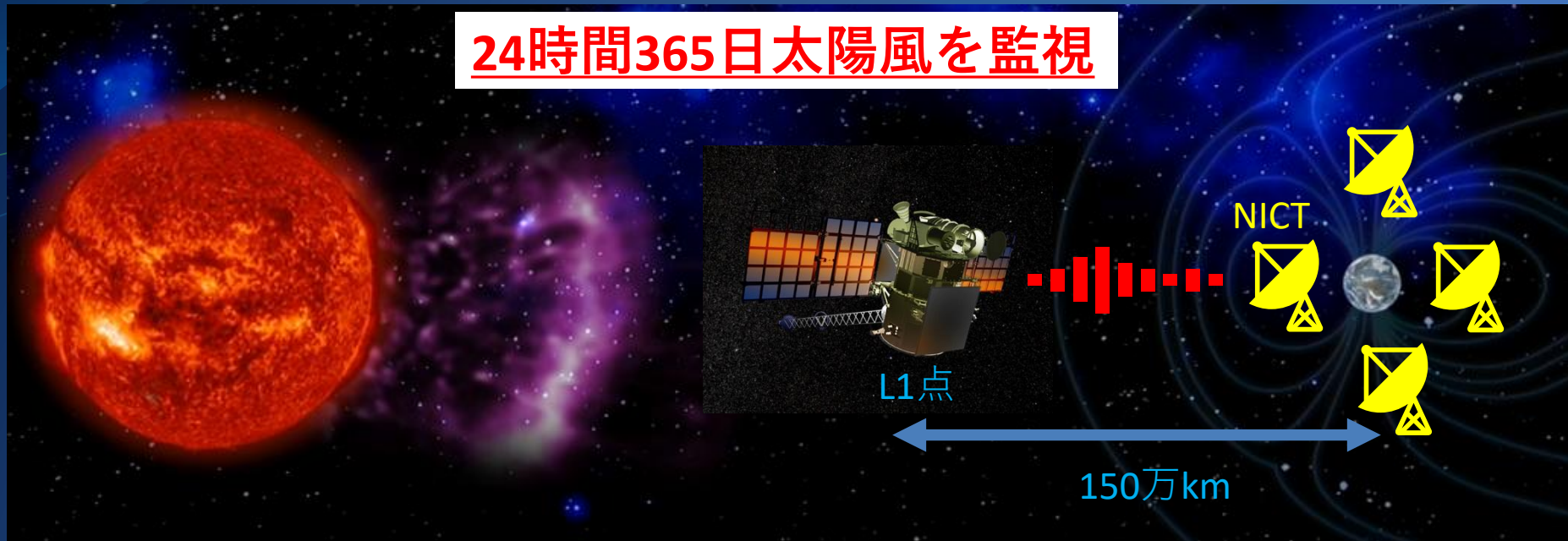


DSCOVR地上局
(RTSW Net : 米、独、日、韓)



次期太陽風監視衛星データ受信

24時間365日太陽風を監視



- 2025年9月打ち上げ成功。
- 現在、L1点に向けて飛行中。
- 米国NESDIS/NOAAが運用。
- NICTは国際協力（SWFO Antenna Network）へ参加。
- アンテナネットワーク地上局を鹿島宇宙技術センターに設置。



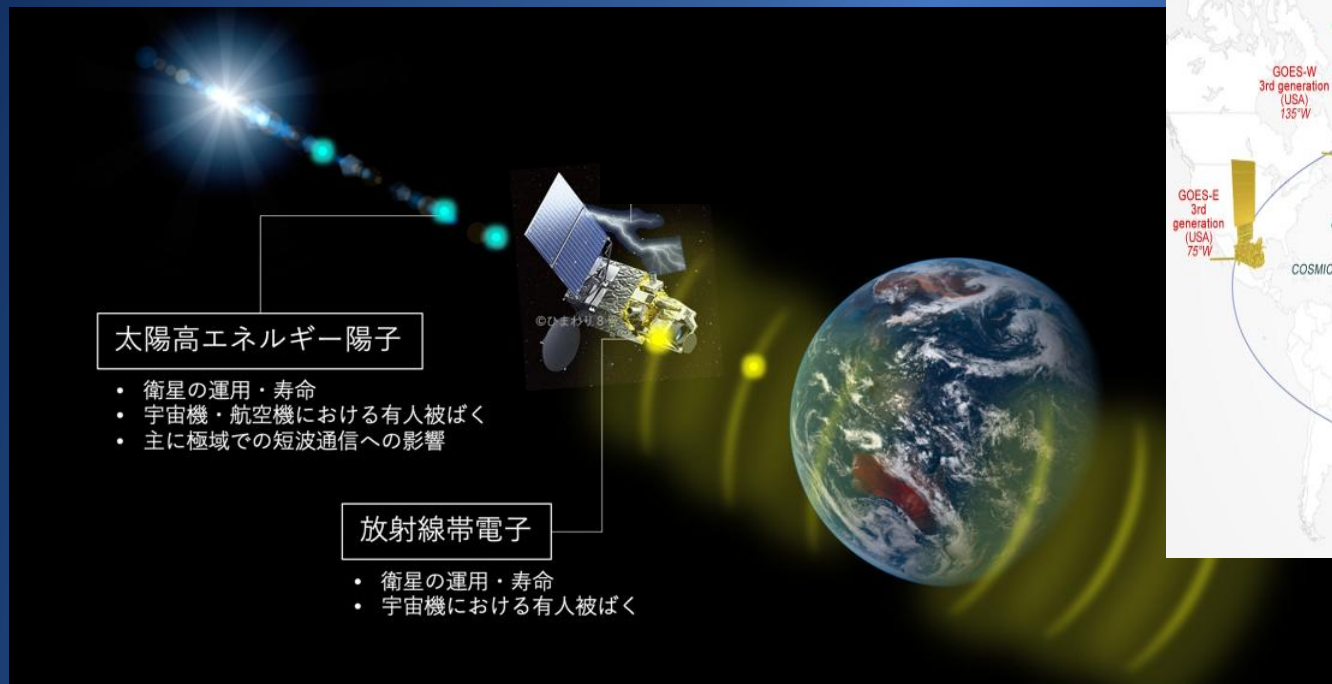
衛星搭載センサー(次期ひまわり)

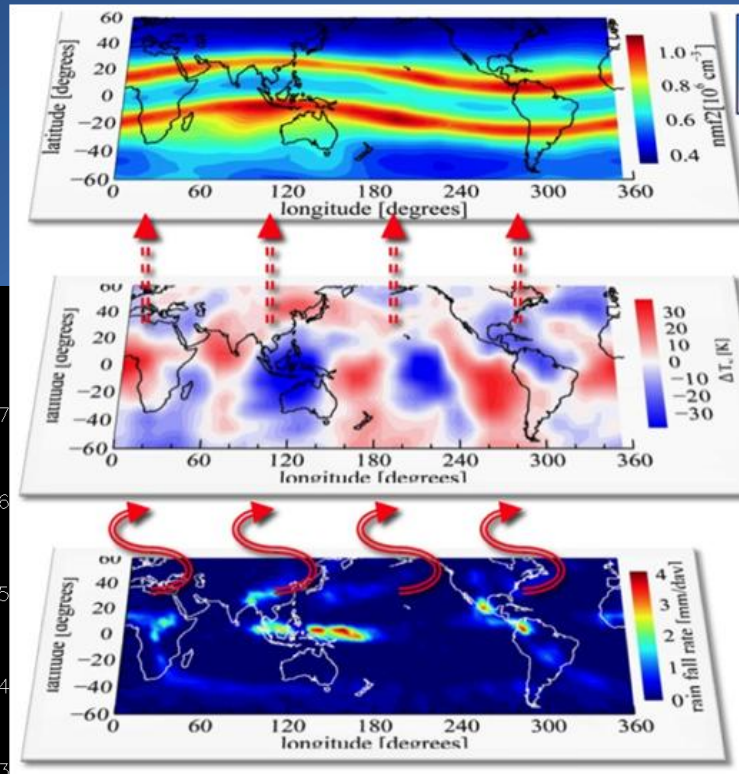
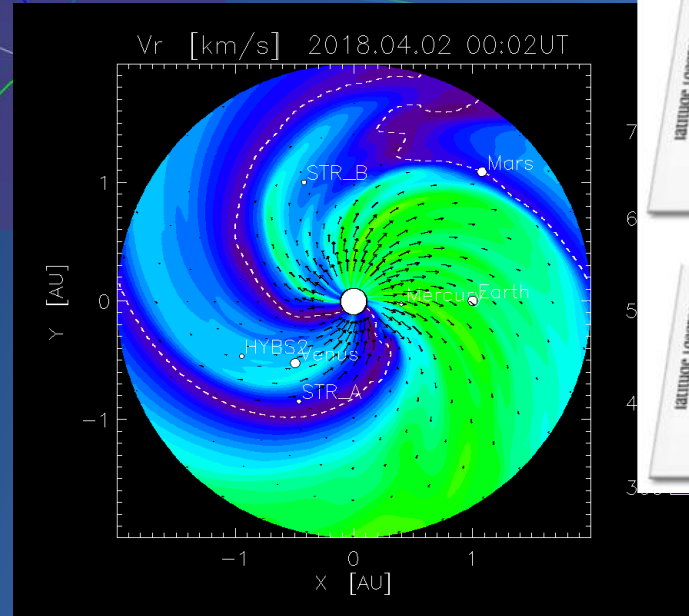
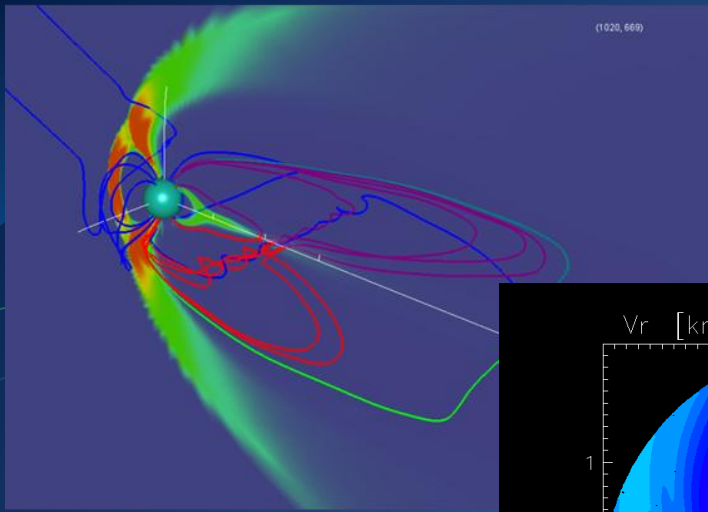
宇宙放射線状況を監視

次期気象衛星ひまわり10号、およびその後の11号(+...)への搭載を目指し、宇宙環境センサーを開発中。

フライトモデル製造中

- **高エネルギー陽子**：衛星誤動作等の原因、航空機等被ばくの原因
- **放射線帯電子**：衛星帯電等の原因

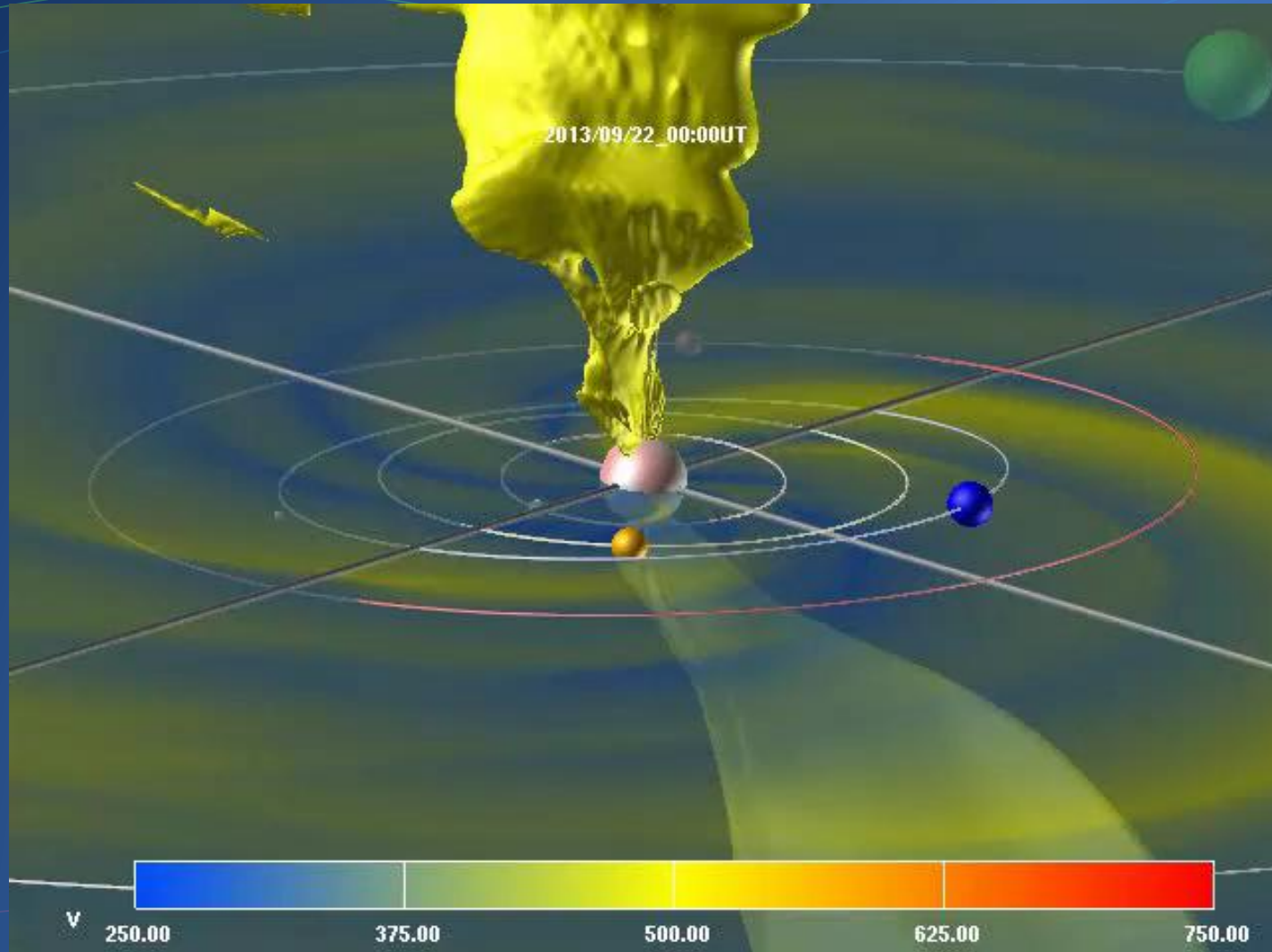




未来を予測する：数値シミュレーション

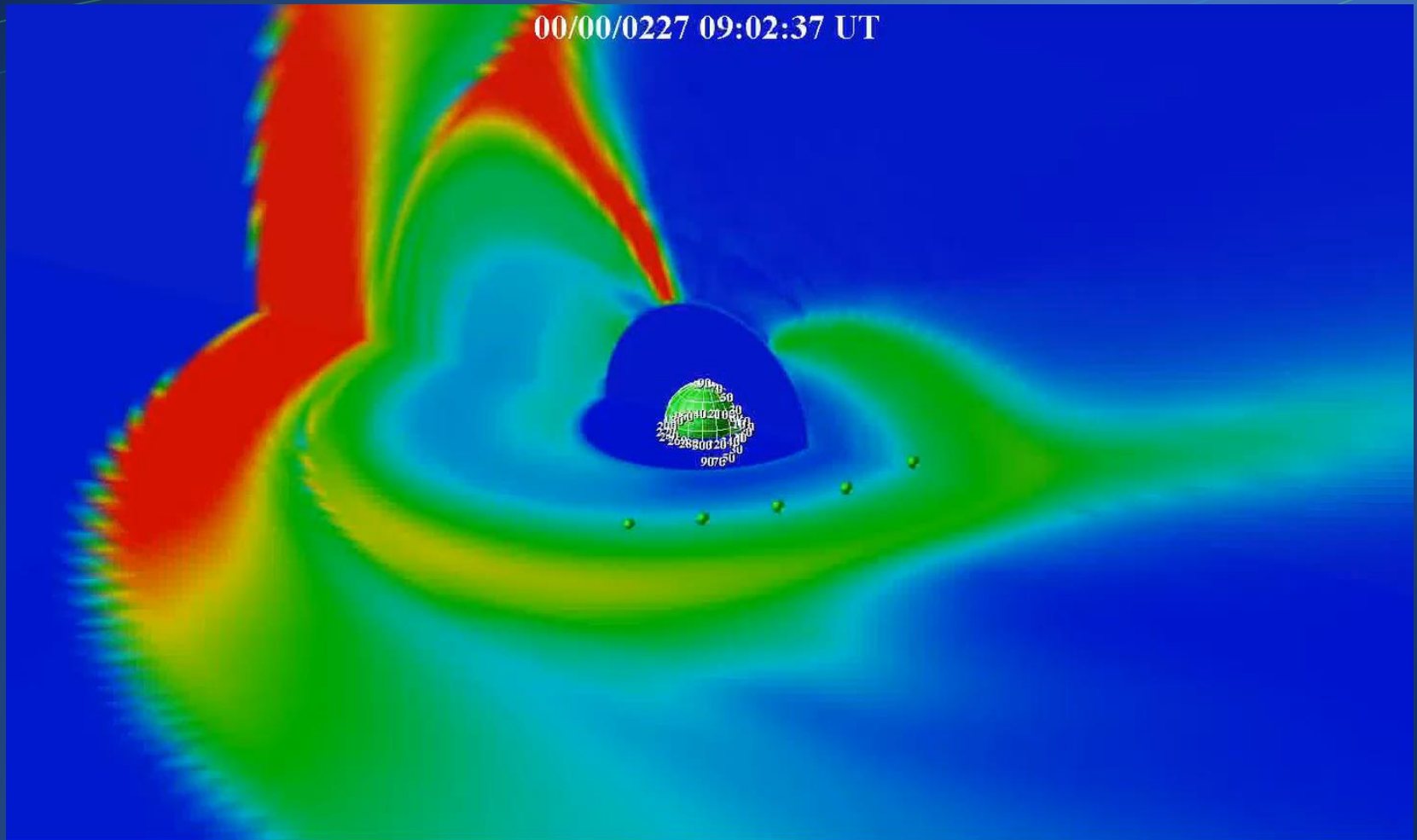
太陽嵐到来予測

©塩田大幸(NICT)



磁気嵐予測

©久保田康文(NICT)

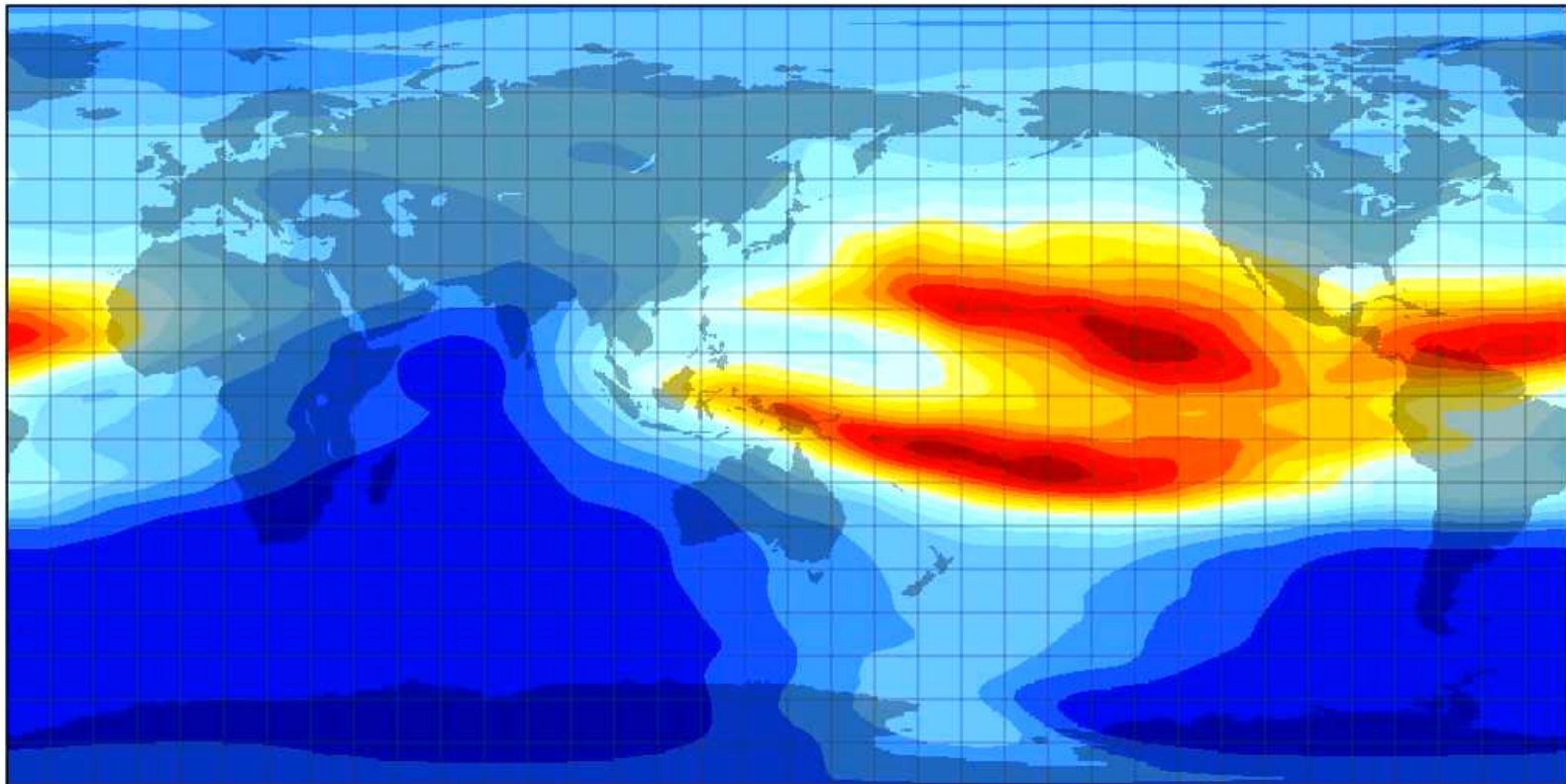


電離圈擾乱予測

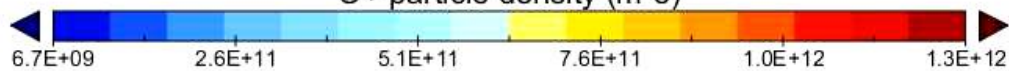
©陣英克(NICT)

O⁺ particle density

Time: 2015-05-31 02:15:00 +0200



O⁺ particle density (m⁻³)



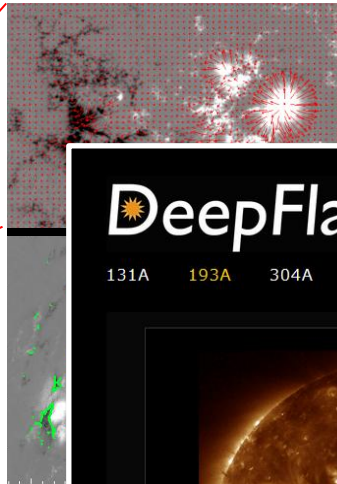
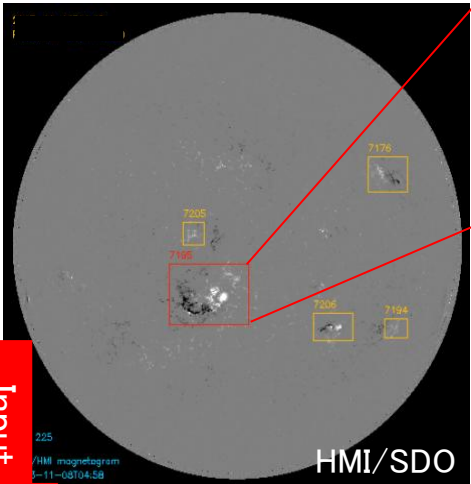
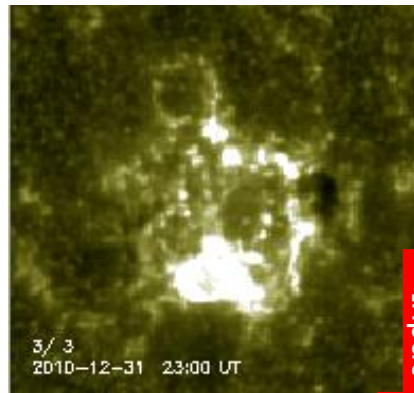
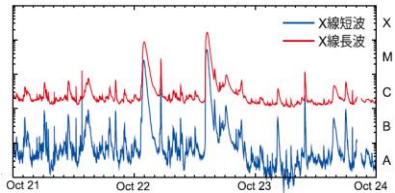
Data Min = 6.7E+09, Max = 1.3E+12

過去を振り返る：データ解析

AIフレア発生予測

Used data

30万枚以上の太陽画像から60種以上の特徴量を抽出

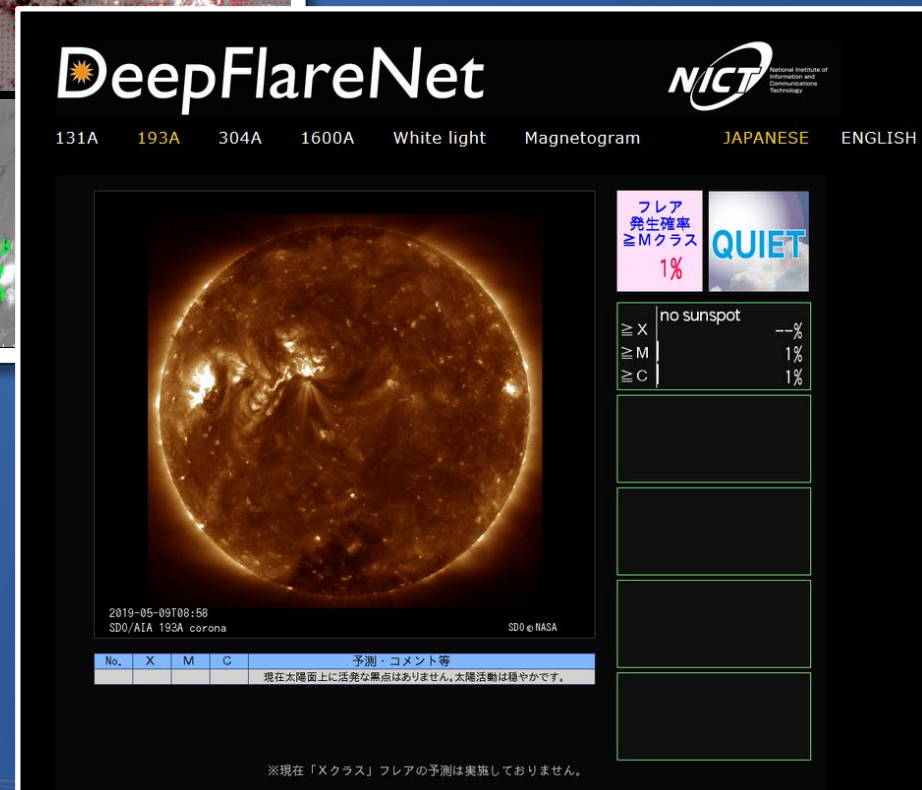


Input



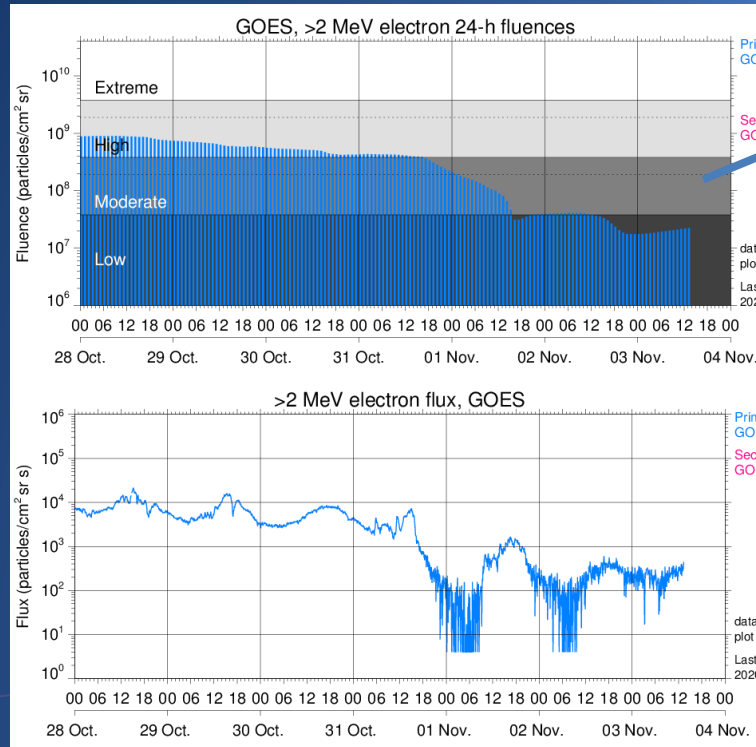
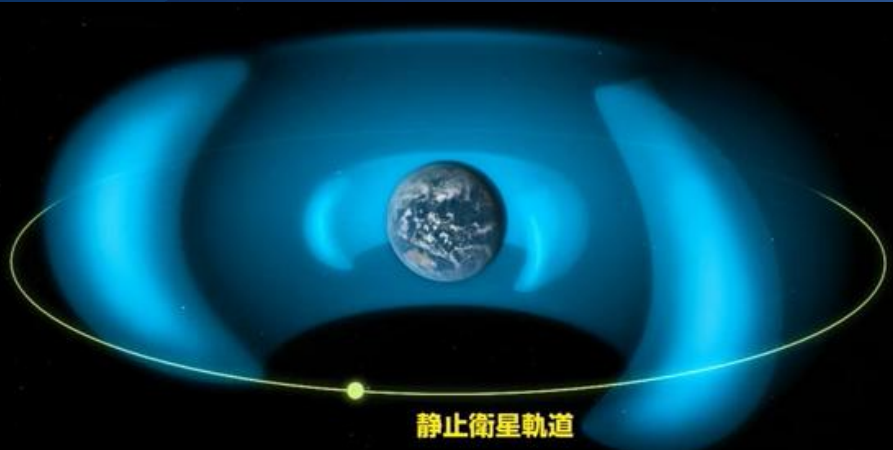
Output

Deep learning techniques



AI放射線帯電子予測

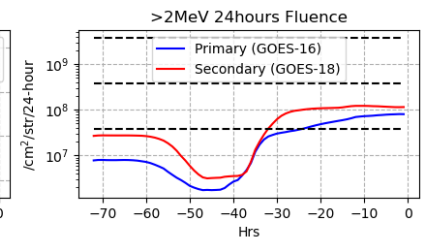
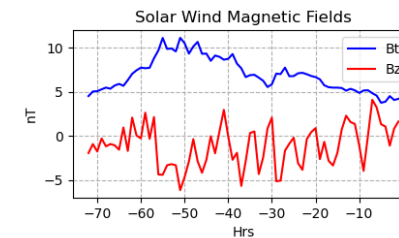
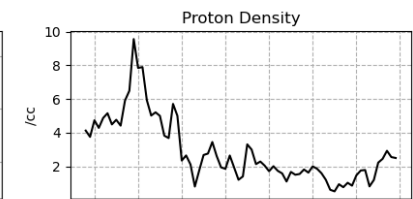
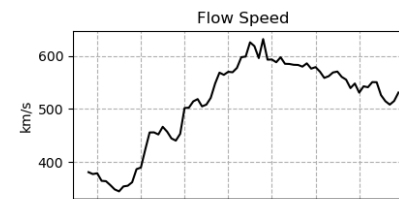
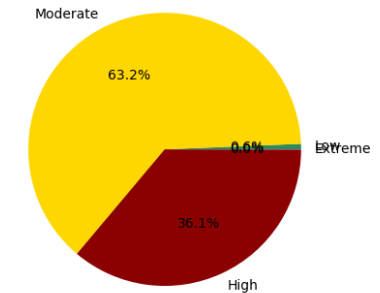
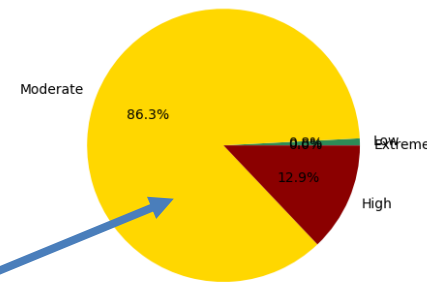
24時間後の4レベルの発生確率



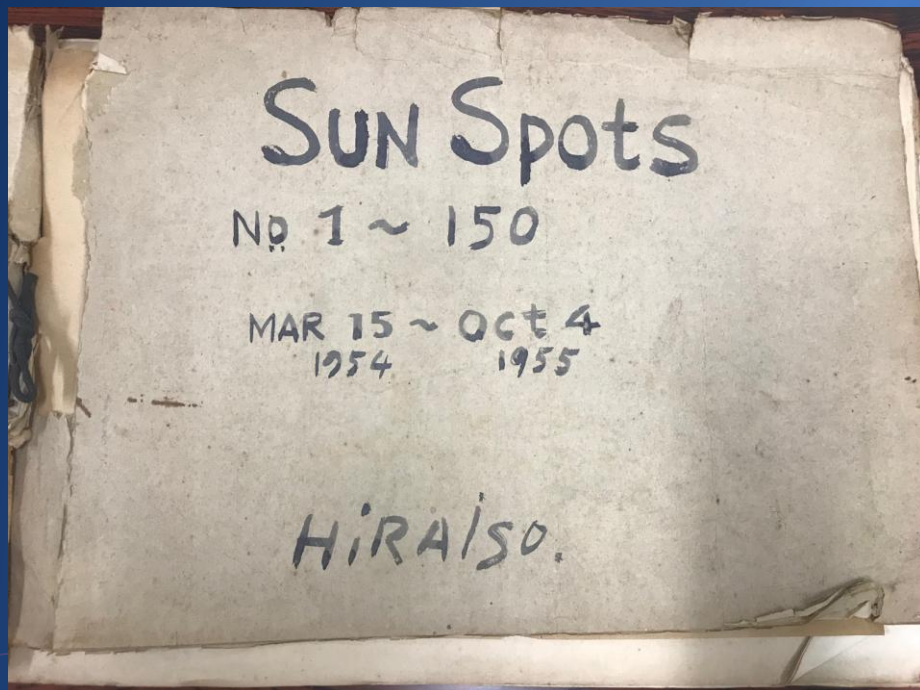
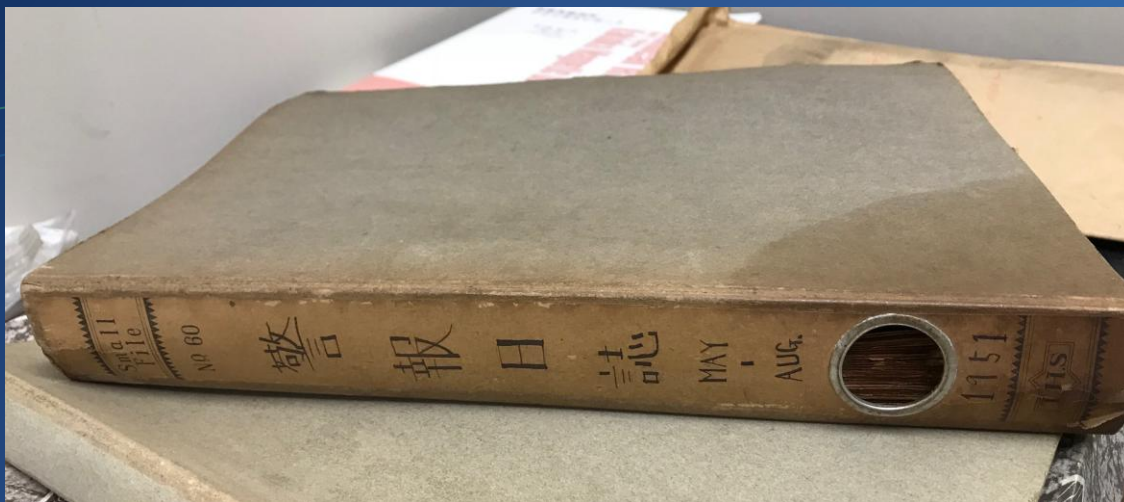
Fluence Level Probability
Plot UT: 2023-10-31 02:30:30 Lead Time: 24 hrs

GOES-Primary (GOES-16)
Low: 0.82% Slightly High: 86.27%
High: 12.90% Very High: 0.01%

GOES-Secondary (GOES-18)
Low: 0.65% Slightly High: 63.22%
High: 36.09% Very High: 0.04%



過去データ再生



1979 Feb - 01

NOTE OF INTERCHANGE CODES

GEOALERT		TOK032	010130	
00407	77777	SOLALERT 01/XX MAGALERT 01/01 (FLARE)		
FIN				

MINOR 77.77.77

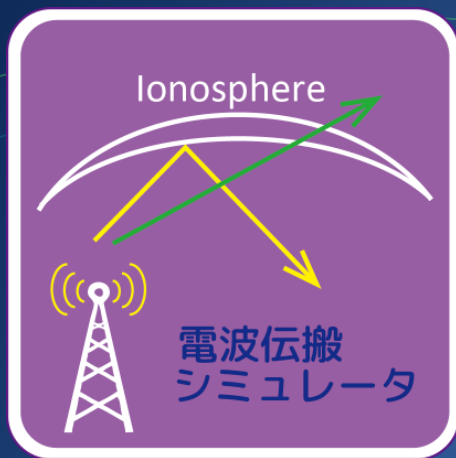
GEOALERT		MWA032	010330	12194	21951	30230	49760	50500
00007	77777	46919 ERUPTIVE 33418 ERUPTIVE 20421 ACTIVE SEVEN QUIET REGIONS SOLALERT 01/XX MAGALERT 01/XX						
FIN								

WEEKLY FORECAST	RATEF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
------------------------	--------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------------------	--------------------------	--------------------------

太陽：現在面上で最も活動的なのは #5334 で 3日 に 4つの M7クラスフレアを発生させた。
 これの75%は 12072に発生した M7/IN (URLAEで 2B) フレアは最大のもので、電波バースト、SWF
 も関連して観測されている。#5334 の活動は 相対的に継続するとみられるので SOLALERT 01/XX
 とす。(#5327, #5330 は、衰退期に入っている)

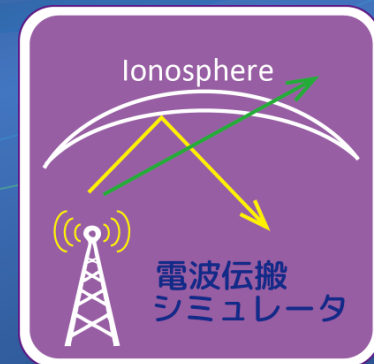
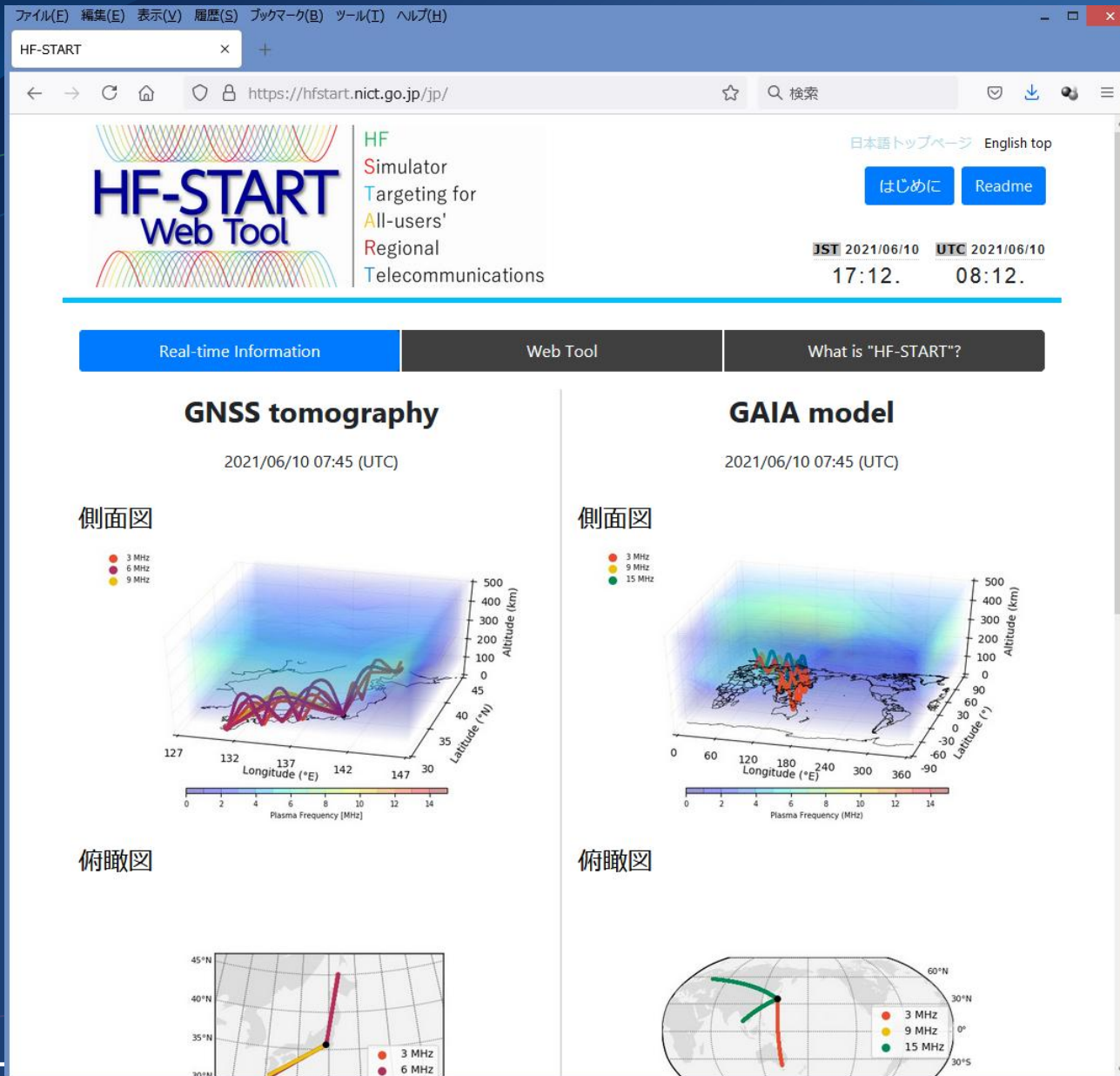
地磁気：昨日 18時頃より擾乱が始まり現在も継続している。昨日のZKは 21(KA5を含む)
 擾乱の原因は 30日のフレアに3つものとみれる(30日03147 ~ 18Flare が有力) フレア性の擾乱
 4個で、相対的に終了するであろうと思われるので MAGALERT 01/01 FLARE とす。しかし
 30日の M7/IN フレア、31日の 2B フレアの影響も考えられるが、これについては今後データが来たら検討したい。

電界：全回線とも概ね良好、J2-N2 継続する。



社会に還元する：情報発信

電波伝搬シミュレータ HF-START



hfstart.nict.go.jp

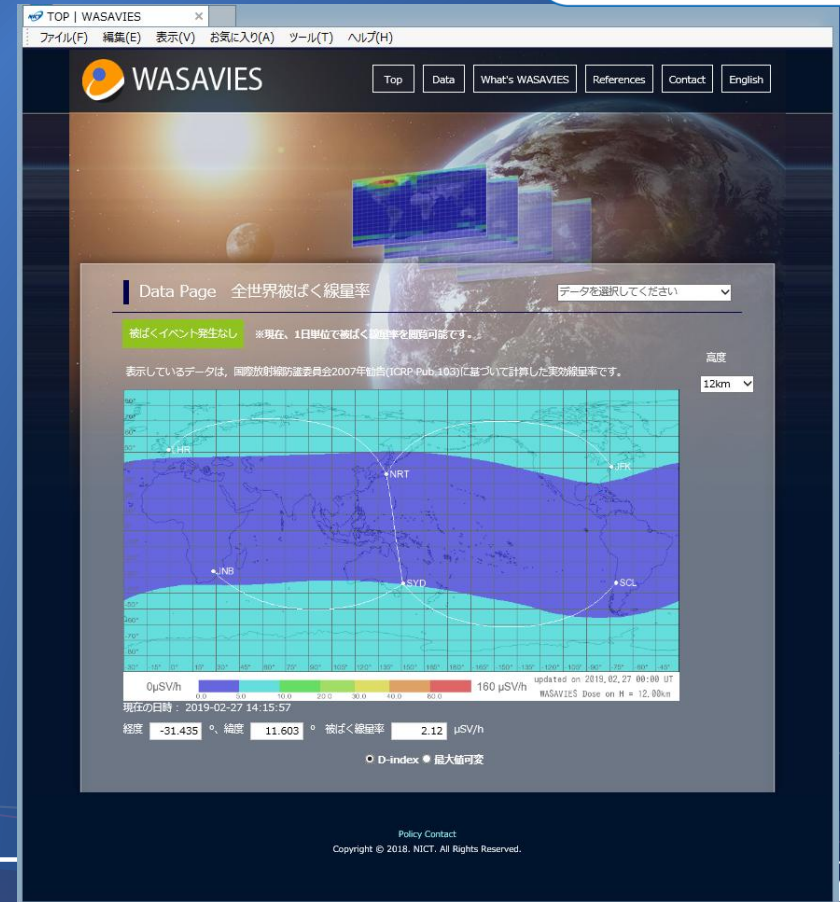
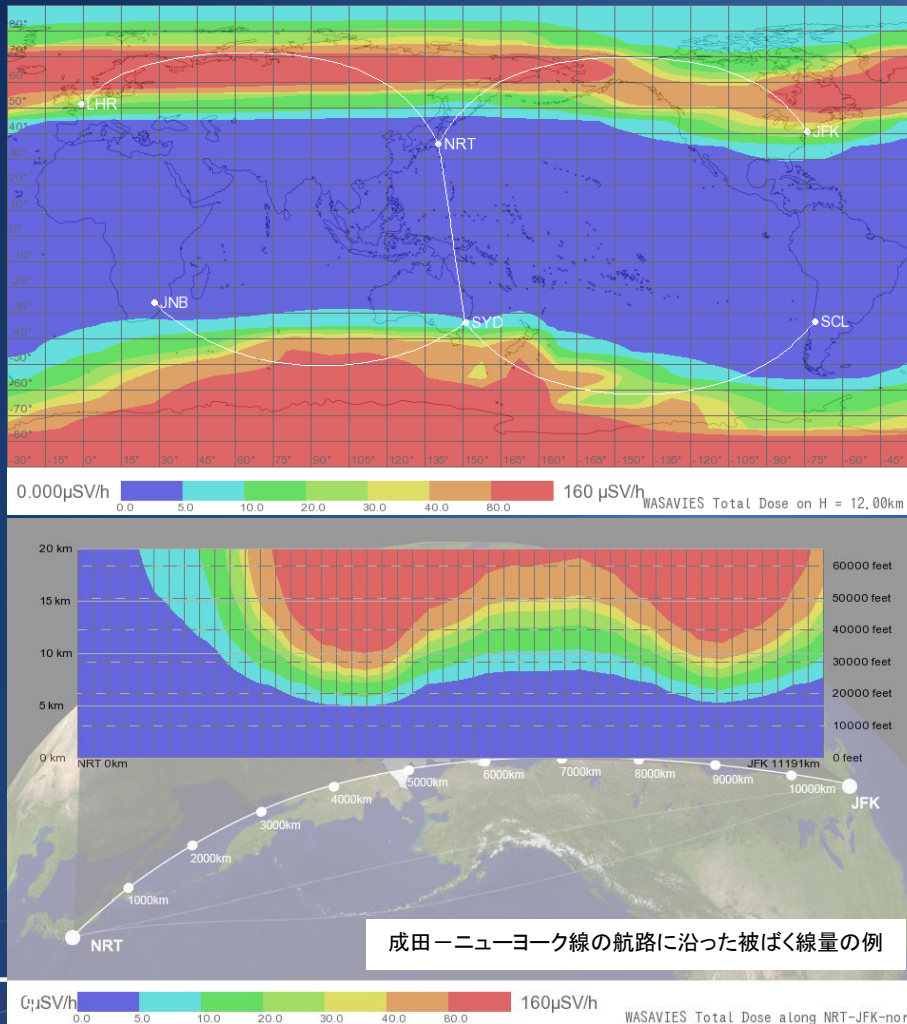
- 電離圏中の電波の伝搬を追跡するシミュレーション
- 電離圏擾乱予測シミュレーションで再現された電離圏情報を用いることで電波伝搬予想になる。

太陽放射線被ばく警報システム WASAVIES

- 地球上のあらゆる場所での宇宙放射線による被ばく線量をリアルタイムに計算。



wasavies.nict.go.jp



衛星帯電評価システム SECURES



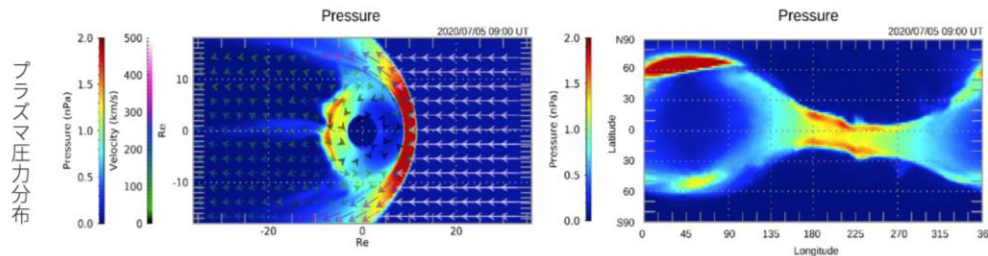
Space Environment Customized Risk Estimation for Satellite (SECURES)
Realtime Assessment of Satellite Surface Charging at Geosynchronous Region
by Global Magnetosphere Simulation and Spacecraft Surface Charging Analysis Model

開始日付: 2020/07/05

開始時間: 09:00

SM座標系
磁気圏赤道面

地理座標系
静止軌道球面(6.6 [R_E])展開図



再生 停止 表示日時: 2020年07月05日 09:00

パラメータ					
経度 [°]	緯度 [°]	プラズマ密度 [1/cc]	プラズマ圧力 [nPa]	プラズマ温度 [keV]	
220.0	-18.0	1.000	1.622	11.098	
モデル衛星1 (Scientific Satellite)		モデル衛星2 (Commercial Satellite)			
日時=1	表面電位 φ _{SC} [V]	表面電位最大値 φ _{MAX} [V]	フレーム電位 φ _{FRAME} [V]	帯電電位 [V]	
日時=0	-8700	-5600	-8100	2500	

プラズマ環境データは、磁気圏MHDシミュレーションにより計算されたものです。

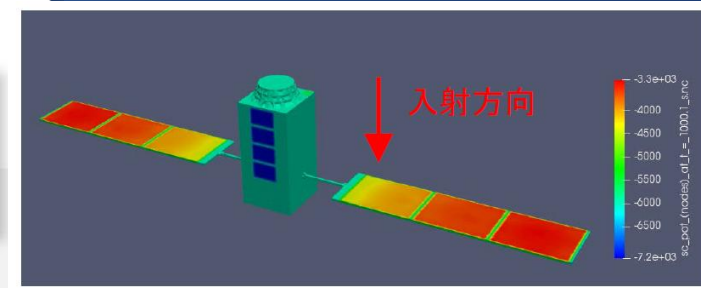
衛星帯電は、シミュレーションで算出されたプラズマ環境データを用いた、衛星帯電計算モデルによる推定値です。

本システムの基礎研究は、科学研究費補助金 新学術領域研究「太陽地球圏環境予測：我々が生きる宇宙の理解とその変動に対応する社会基盤の形成(PSTEP)」の枠組みのもと、大阪府立大学、宇宙航空研究開発機構、情報通信研究機構の協力で実施されました。(参考文献: Nagatsuma, T., Nakamizo, A., Kubota, Y., Nakamura, M., Koga, K., Miyoshi, Y., and Matsumoto, H. Development of space environment customized risk estimation for satellites (SECURES). Earth Planets Space 73, 26 (2021).)



secur.es/nict.go.jp/geo/

みちびき衛星の帯電状況



- 磁気圏内での典型的な衛星の表面帯電量を評価するシステム
- 地磁気嵐予測シミュレーションとつなげることでリアルタイムに情報を発信
- 人工衛星ごとにカスタマイズすることで個々の衛星の帯電量予測情報になる

宇宙天気予報・警報の発信



- 24時間365日、宇宙天気現象の監視をしています。
- 毎日3回、宇宙天気予報を発信しています。

臨時情報 2018/10/10 09:10 更新
【放射線帯電子】
静止軌道における2MeV以上の電子の24時間フルエンスが、10月9日15時UTに高いレベルに達しました。
[詳しくはこちら](#)

予報 2018/10/10 15:00 JST ~ 2018/10/11 14:59 JST

太陽領域		磁気圏領域		電離圏領域	
静穏	静穏	静穏	非常に高い Lv.4	静穏	静穏
Lv.1	Lv.1	Lv.1	Lv.1	Lv.1	Lv.1
太陽フレア	プロトン現象	地磁気擾乱	放射線帯電子	電離圏擾乱	デリッド現象

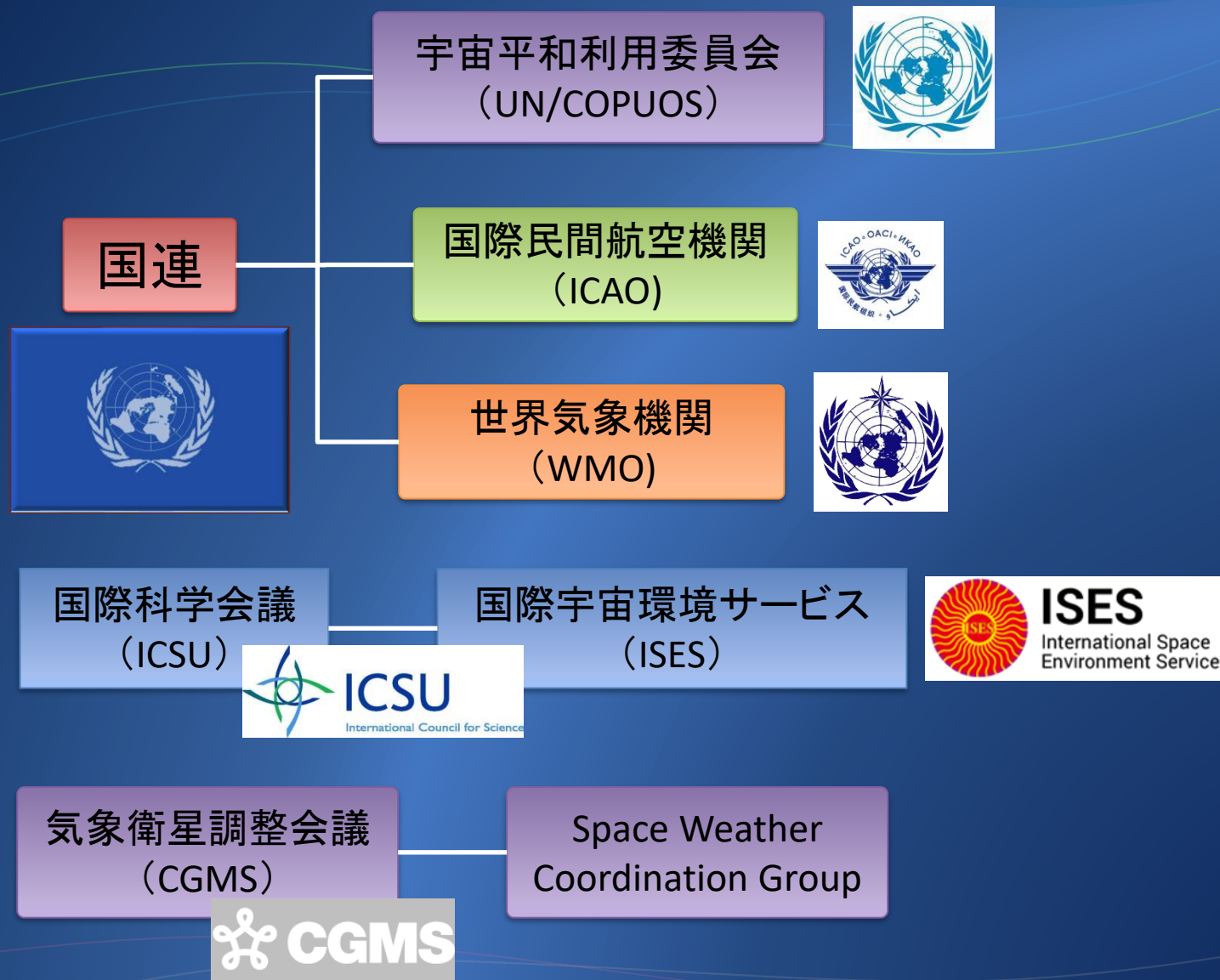
社会システムとの関わり

今日の宇宙天気 2018/10/10 15:00 JST 更新
太陽活動は静穏でした。引き続き今後1日間、太陽活動は静穏な状態が予想されます。地磁気活動はやや活発でした。今後数日間、地磁気活動は静穏な状態が予想されます。10月10日0時10分UTに放射線帯電子の臨時警報を発令しました。
[詳しくはこちら](#)

トピックス 2018/10/01 14:00 JST 更新
第5回アジア・オセアニア宇宙天気連合 (AOSWA) ワークショップがインドネシアで開催されました
[詳しくはこちら](#)

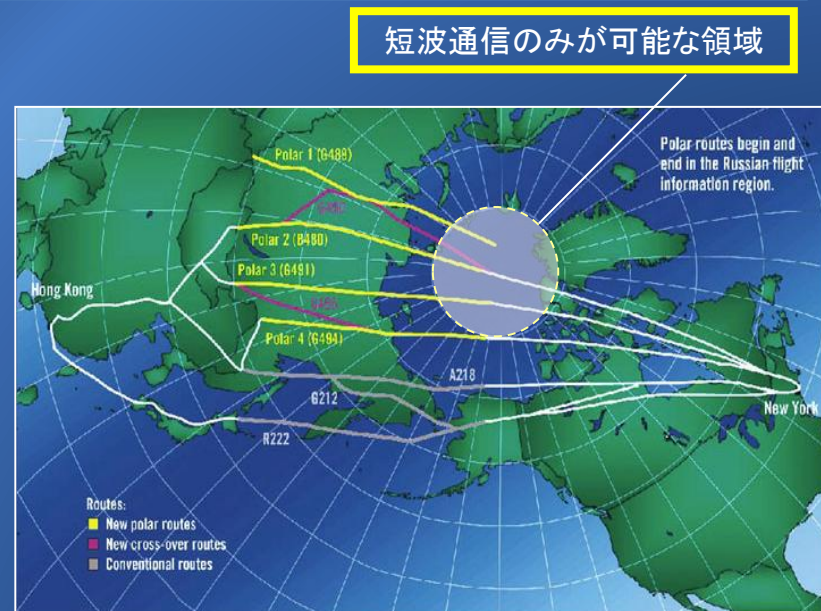
宇宙天気予報の国際動向

宇宙天気関係国際組織



宇宙天気情報の航空機運航への利用

- 国際民間航空条約第3附属書: 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。
- 第3附属書の第78次改訂(2018年)において宇宙天気情報が規定された。
- 宇宙天気情報が航空運航に不可欠な情報として使用されている。



ICAO宇宙天気センター

米国

欧州連合

日豪仏加連合

中露連合

国連防災機関(UNDRR)

HAZARD INFORMATION PROFILES

Supplement to :
UNDRR-ISC Hazard Definition
& Classification Review -
Technical Report

UNDRRが2021年10月に公表したハザードリストの中に、宇宙天気に関わる4つの災害が含まれている。

Hazard Information Profiles - Supplement to UNDRR-ISC Hazard Definition & Classification Review - September 2021

HAZARD TYPE			
Identifier	Hazard Cluster	Specific Hazard	Page Number

EXTRATERRESTRIAL

ET0001	Extraterrestrial	Airburst	159
ET0002	Extraterrestrial	Geomagnetic Storm (including energetic particles related to space weather, and solar flare radio blackout [R Scale])	162
ET0003	Extraterrestrial	UV Radiation	164
ET0004	Extraterrestrial	Meteorite Impact	167
ET0005	Extraterrestrial	Ionospheric Storms	169
ET0006	Extraterrestrial	Radio Blackout	171
ET0007	Extraterrestrial	Solar Storm (Solar Radiation Storm) (S Scale)	174
ET0008	Extraterrestrial	Space Hazard / Accident	177
ET0009	Extraterrestrial	Near-Earth Object	179

磁気嵐

電離圏嵐

短波減衰

太陽放射線

米国では...

宇宙天気を地震や津波と並べ、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 宇宙天気	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

他国の状況

● 国際動向

- ・ 米国：宇宙天気に関する対策・ワークプランを発表、国家的対応
- ・ 英国・韓国・豪州・スウェーデン等も同様の対応



Summary of space weather worst-case environments. Revised edition.

Good, M Angling, G Attrib, C Burnett, P...
s, R Harrison, C Hord, R Horne, D Jackson

Space Weather Study Results

• Summary of CBA



日本の状況

宇宙天気ハザードマップ <https://www2.nict.go.jp/spe/benchmark/>

ファイル(E) 編集(E) 表示(V) 履歴(S) ブックマーク(B) ツール(I) ヘルプ(H)

科学提言のための宇宙天気現象の ×

← → ↺ ↻ 🔍 検索

https://www2.nict.go.jp/spe/benchmark/

科学提言のための宇宙天気現象の社会への影響評価

科学研究費補助金：新学術領域研究「太陽地球圏環境予測 (PSTEP)」*1

図：宇宙天気現象と社会への影響

はじめに

本報告は、科学研究費補助金：新学術領域研究「太陽地球圏環境予測：我々が生きる宇宙の理解とその変動に対応する社会基盤の形成 (2015-2019, 略称：PSTEP)」*1の活動のもとにまとめられたものである。

宇宙天気とは、主に太陽活動が源となつて発生する、地球近傍宇宙の諸現象のことであり、我々の社会活動に与える影響が重要なファクターとなっている。しかしながら、従来の研究では宇宙環境の変動メカニズムおよびその予測までは対象としていたものの、その社会への定量的な影響についての議論は進められていなかった。このため、たとえ宇宙天気予報の警報を発信したとしても、そのための備えをどのようにしたら良いかについての指針がなく、その結果ユーザーの過剰な心配あるいは無関心に陥っていたのが現状である。

本報告は、宇宙天気現象の社会への影響について、現在得られている知見を駆使し検討を行ったものである。加えて、我が国において今後どの程度の宇宙天気現象・災害が発生しうるか、その際にどのようなことが発生しうるかについて可能な限り検討を重ねた結果を示してある。

我が国は中緯度に位置する島国ということもあり、例えば誘導電流による電力網への影響などは従来無視されてきた。しかしながらPSTEPの研究の中でその認識を再検討するべき結果も示されてきている。

本稿をもとに今後宇宙天気情報のユーザーとのコミュニケーションを語り、ユーザーサイドの具体的な対応策の検討まで進めることで、最先端の研究成果を社会活動に取り入れる好例としたい。また、本検討を進めている中で、現在の知見では十分な答えが得られない点も露わになってきた。これらを今後の課題として示し、将来の研究テーマとして検討を進めることで本稿を随時改訂していきたい。

国立研究開発法人情報通信研究機構 石井 守 (PSTEP A01 班代表)

宇宙天気現象の社会影響について、現在得られている科学的知見を駆使して検討した214ページに及ぶ報告書を発表

日本の状況

宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会（総務省）

宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会 報告書

「文明進化型の災害」に対応した
安全・安心な社会経済の実現に向けて

令和4年（2022年）6月21日

宇宙天気予報ユーザーを交えて、社会影響を考慮した警報基準を策定。
これに従った情報サービスを準備中。

		社会的影响発生領域と影響								
		影響が無視できる範囲	軽微な影響の可能性	影響の可能性	深刻な影響の可能性					
		※ 今後の研究により変わらうもの		■ システムに依存するもの		△ 障害というより「通常と異なる」もの		※各Lvに記載の物理量は閾値		
分野	影響と被害	障害を起し得る宇宙天気現象・物理量	(領域・軌道)	Lv 1	Lv 2 (注意警報相当)	Lv 3 (監視相当)	Lv 4 (特別監視相当)			
宇宙システム運用	深部帯電 衛星の誤動作・故障	地磁気嵐・サブストーム サブストーム粒子	低軌道	■	■	■	■	⑪		
			中軌道	■	■	■	■			
			静止軌道 (非地球周回)	■	■	■	■			
			静止軌道 (地球周回)	■	■	■	■			
	表面帯電 衛星の誤動作・故障		低軌道	■	■	■	■	⑫		
			中軌道	■	■	■	■			
			静止軌道 (非地球周回)	■	■	■	■			
			静止軌道 (地球周回)	■	■	■	■			
	天候ドラッグの増加 衛星姿勢・軌道変化		低軌道	(高度に依存) *	(高度に依存)	(高度に依存)	(高度に依存)	⑬		
			中軌道	-	-	-	-			
			静止軌道	-	-	-	-			
			静止軌道 (非地球周回)	-	-	-	-			
				3.8×10 ⁻⁷ cm-2 sr-1未満	3.8×10 ⁻⁷ cm-2 sr-1以上 3.8×10 ⁻⁸ cm-2 sr-1未満	3.8×10 ⁻⁸ cm-2 sr-1以上 3.8×10 ⁻⁹ cm-2 sr-1未満	3.8×10 ⁻⁹ cm-2 sr-1以上			
	トータルドーズ増加 衛星の半導体・材料の劣化	放射線帯電子増大 高エネルギー陽子 (2MeV以上)	低軌道	■	■	■	■	⑭		
			中軌道	■	■	■	■			
			静止軌道	■	■	■	■			
			高度50,000 km以上	-	-	-	-			
	深部帯電 (ESD) 衛星の誤動作・故障		低軌道	■	■	■	■	⑮		
			中軌道	■	■	■	■			
			静止軌道	■	■	■	■			
			高度50,000 km以上	-	-	-	-			
					100PFU以下	100-1,000PFU	1,000-10,000PFU	10,000PFU以上		
	シングルイベント効果 衛星の誤動作・故障		プロトン現象 高エネルギー陽子 (10MeV以上)	低軌道	△	■	■	■	⑯	
				中軌道	■	■	■	■		
				静止軌道	■	■	■	■		
		非地球周回		■	■	■	■			
	トータルドーズ急増 衛星の半導体・材料の劣化	低軌道		■	■	■	■	⑰		
		中軌道		■	■	■	■			
静止軌道		■		■	■	■				
非地球周回		■		■	■	■				

- 現在そして将来の社会インフラの安全に資するため

24時間365日休まず、宇宙天気予報を行っています。

swc.nict.go.jp

ご清聴ありがとうございました。