



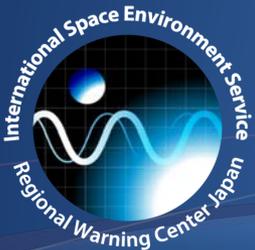
National Institute of Information and Communications Technology

2020年の宇宙天気

国立研究開発法人情報通信研究機構

宇宙環境研究室長

石井 守

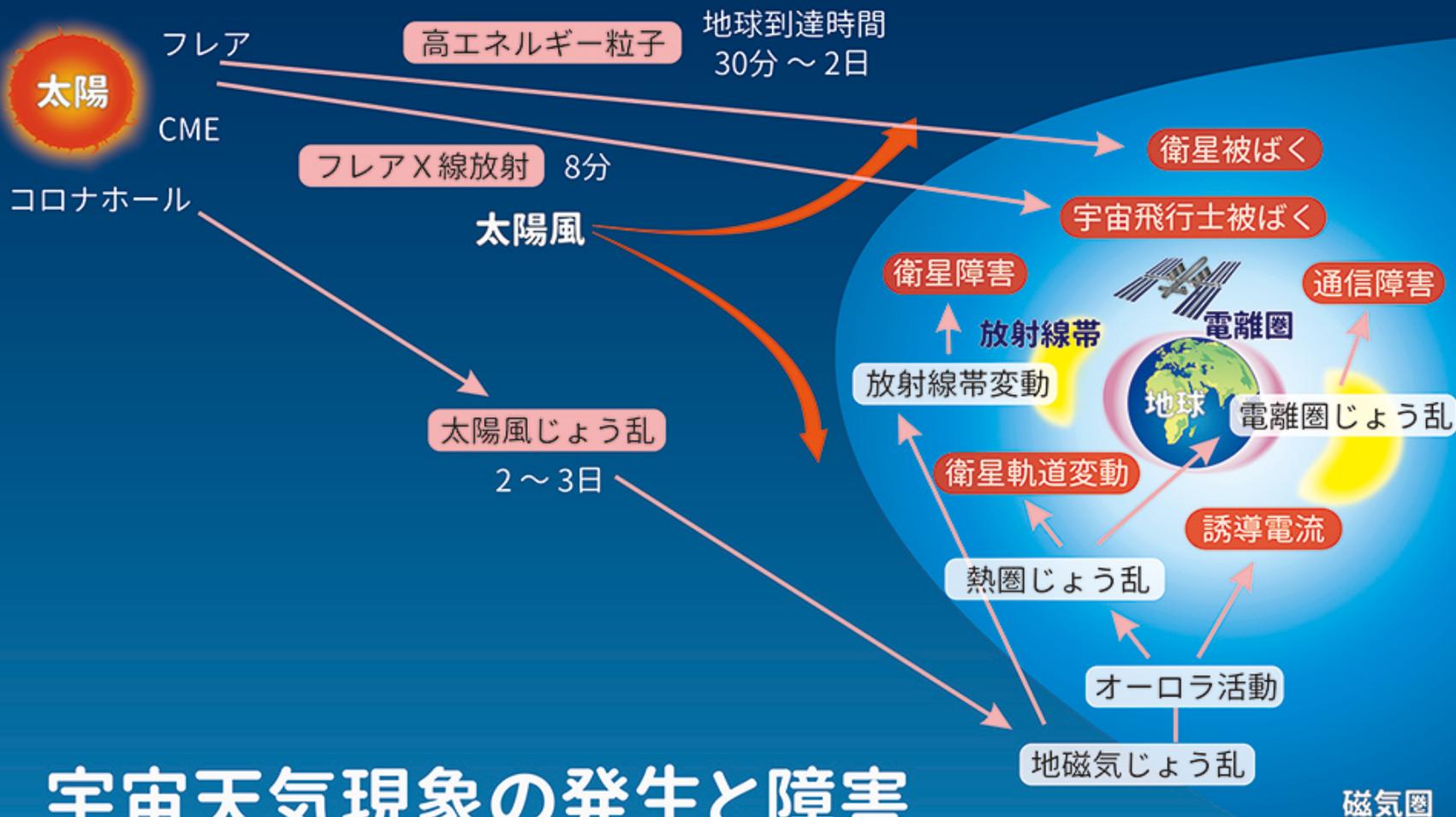


本日の話題

1. 宇宙天気とは
2. 2020年の宇宙天気活動
3. 宇宙天気に関する海外の動向
 1. ICAOにおける宇宙天気情報利用
 2. 米国における宇宙天気政策
 3. アジアにおける動向
4. 国内の宇宙天気研究動向
 1. 太陽地球圏環境予測 (PSTEP)
 2. NICTの将来計画
5. まとめ

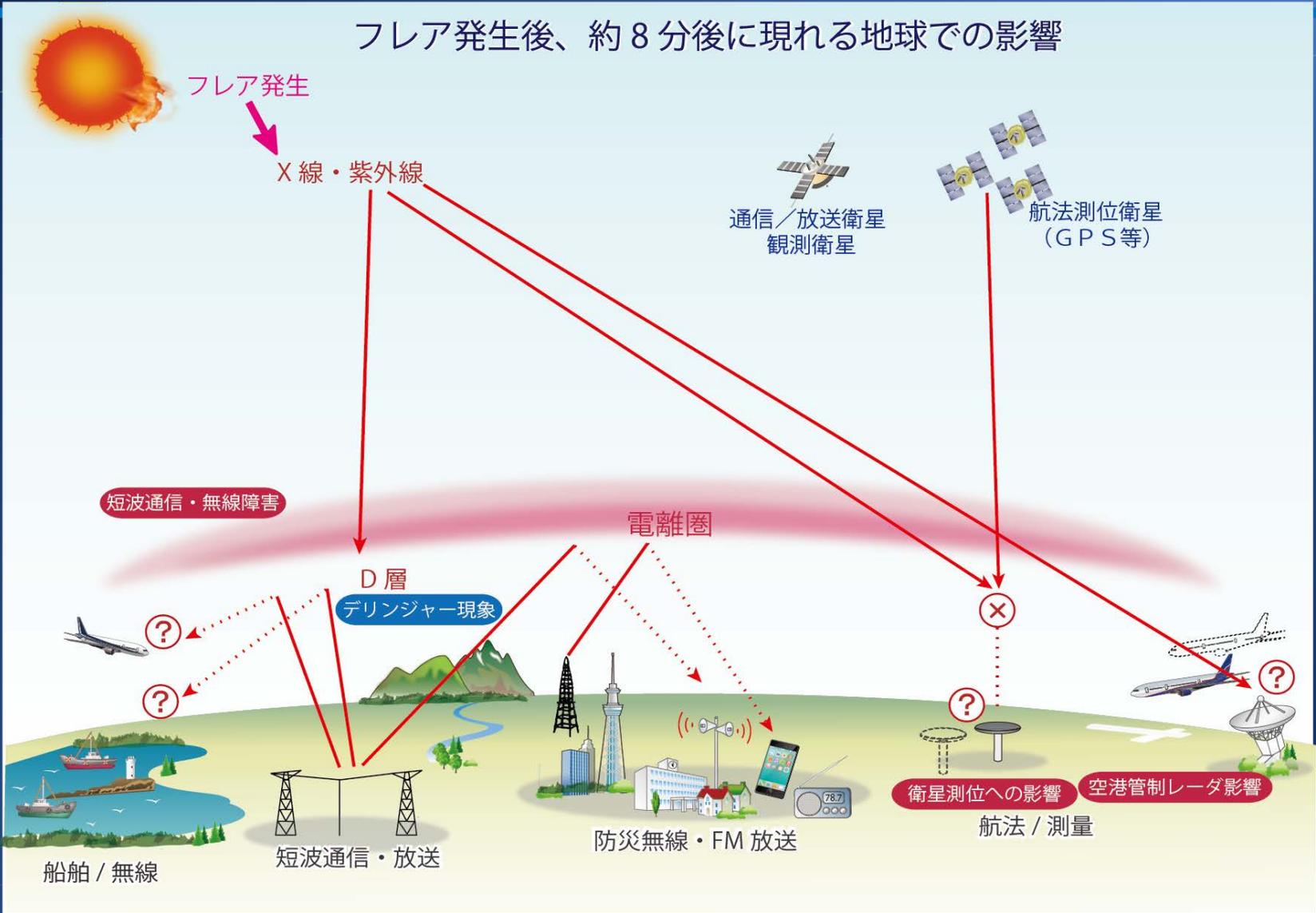
本日の話題

1. 宇宙天気とは
2. 2020年の宇宙天気活動
3. 宇宙天気に関する海外の動向
 1. ICAOにおける宇宙天気情報利用
 2. 米国における宇宙天気政策
 3. アジアにおける動向
4. 国内の宇宙天気研究動向
 1. 太陽地球圏環境予測 (PSTEP)
 2. NICTの将来計画
5. まとめ

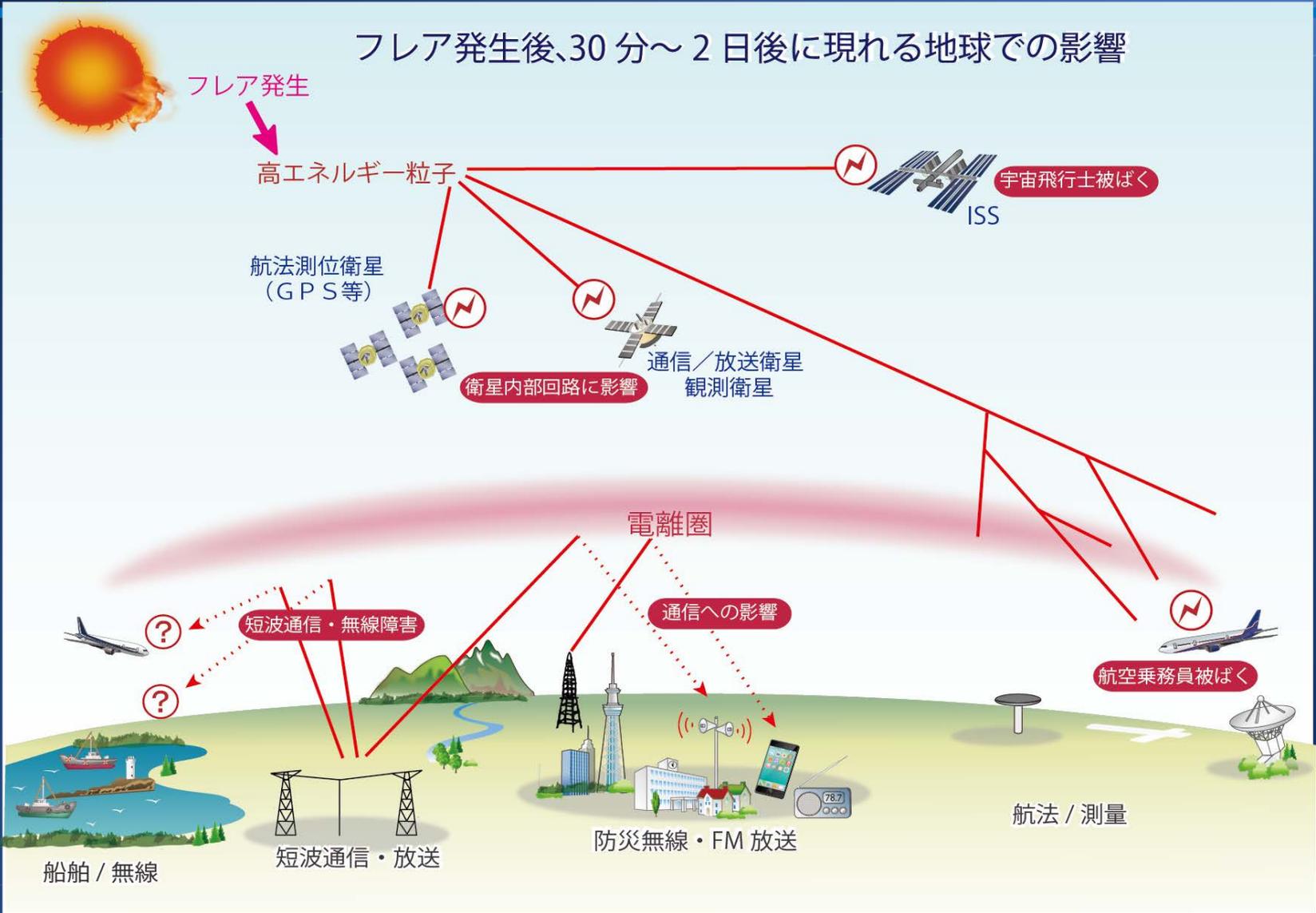


宇宙天気現象の発生と障害

フレア発生8分後

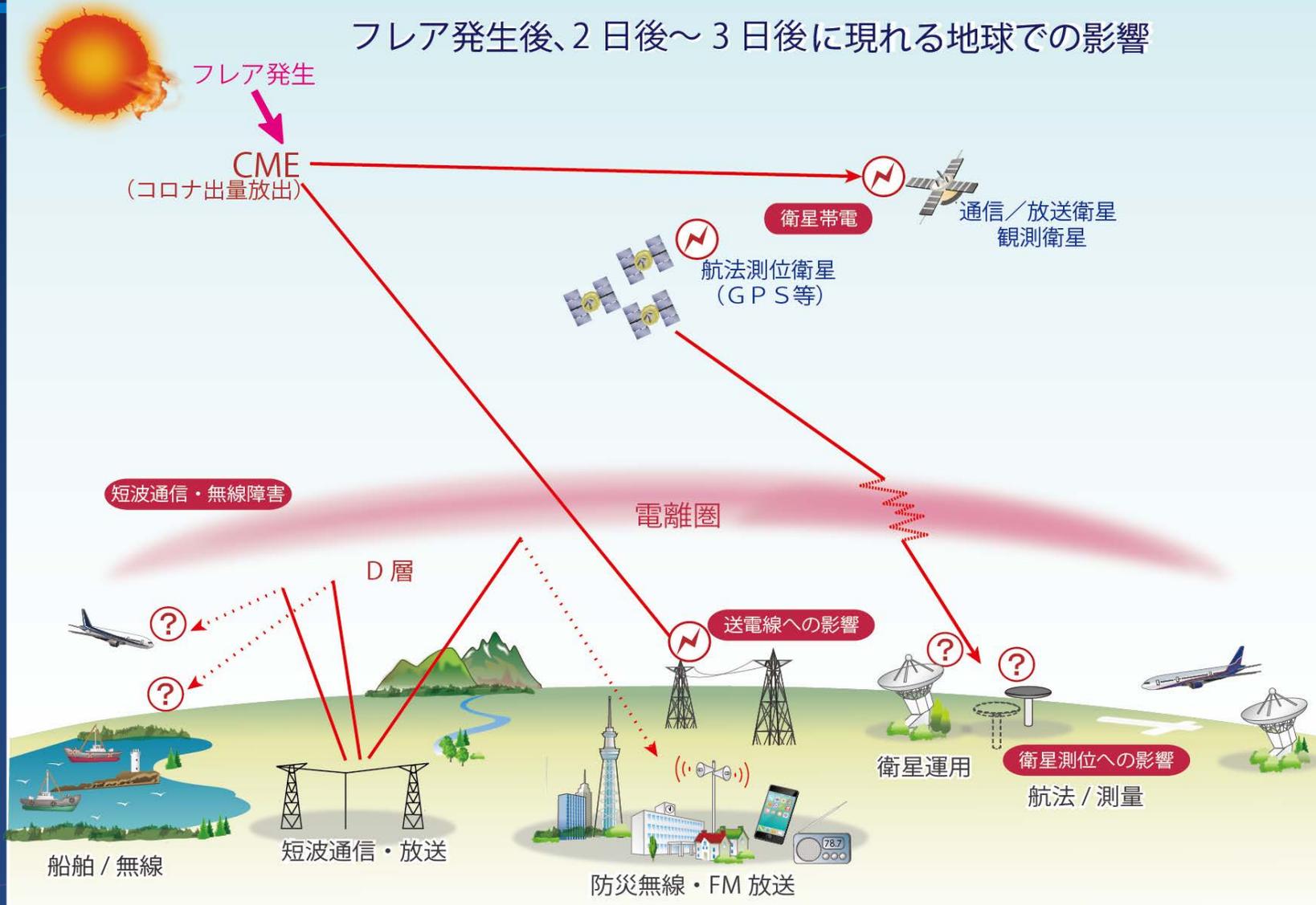


フレア発生30分後



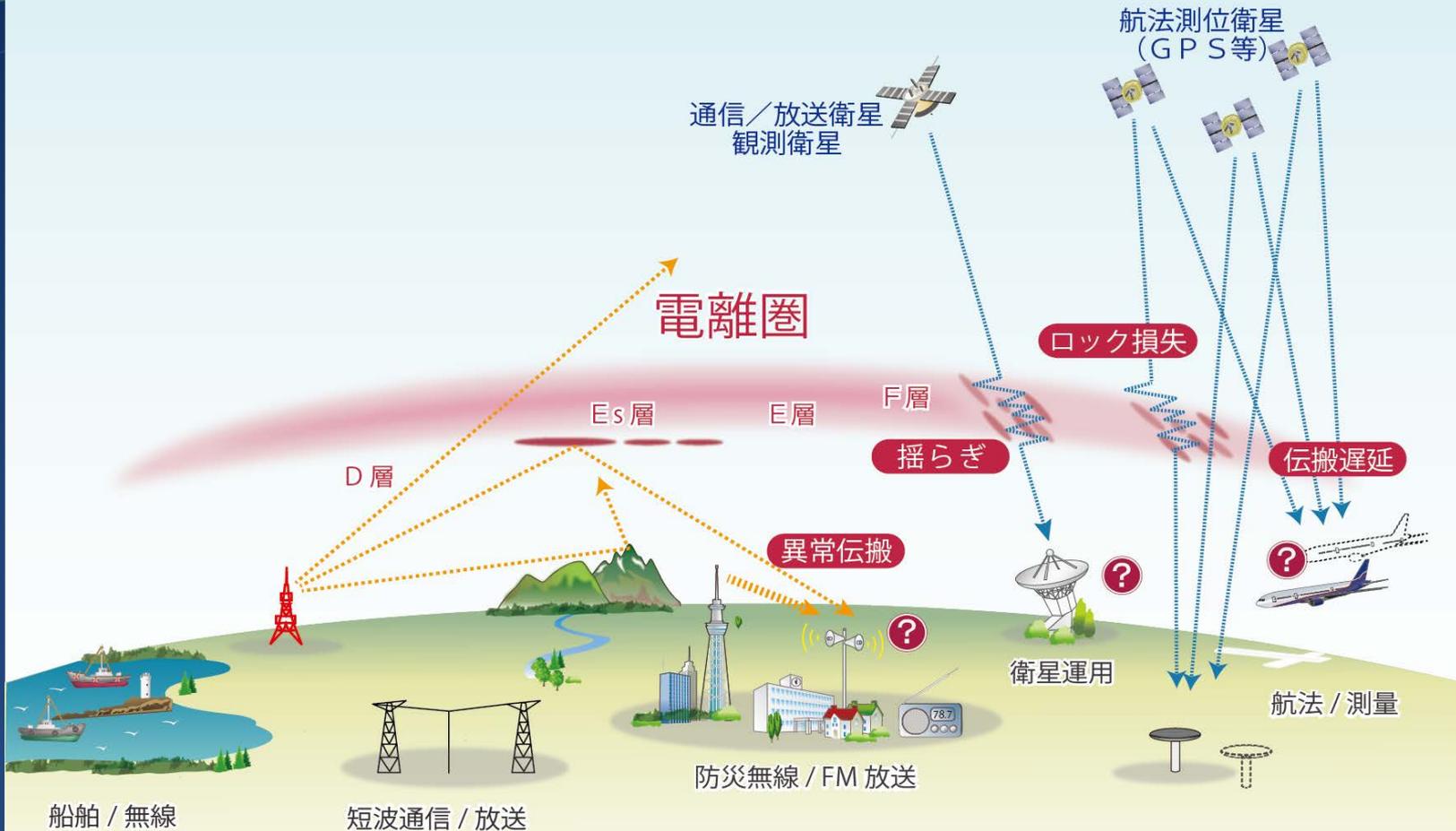
フレア発生2日後

フレア発生後、2日後～3日後に現れる地球での影響



太陽フレアに起因しない現象

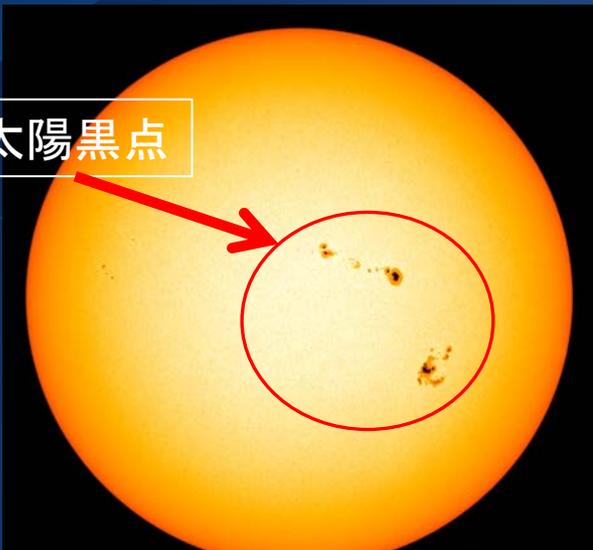
スποラディック E層・プラズマバブル



本日の話題

1. 宇宙天気とは
2. 2020年の宇宙天気活動
3. 宇宙天気に関する海外の動向
 1. ICAOにおける宇宙天気情報利用
 2. 米国における宇宙天気政策
 3. アジアにおける動向
4. 国内の宇宙天気研究動向
 1. 太陽地球圏環境予測 (PSTEP)
 2. NICTの将来計画
5. まとめ

太陽活動の現状

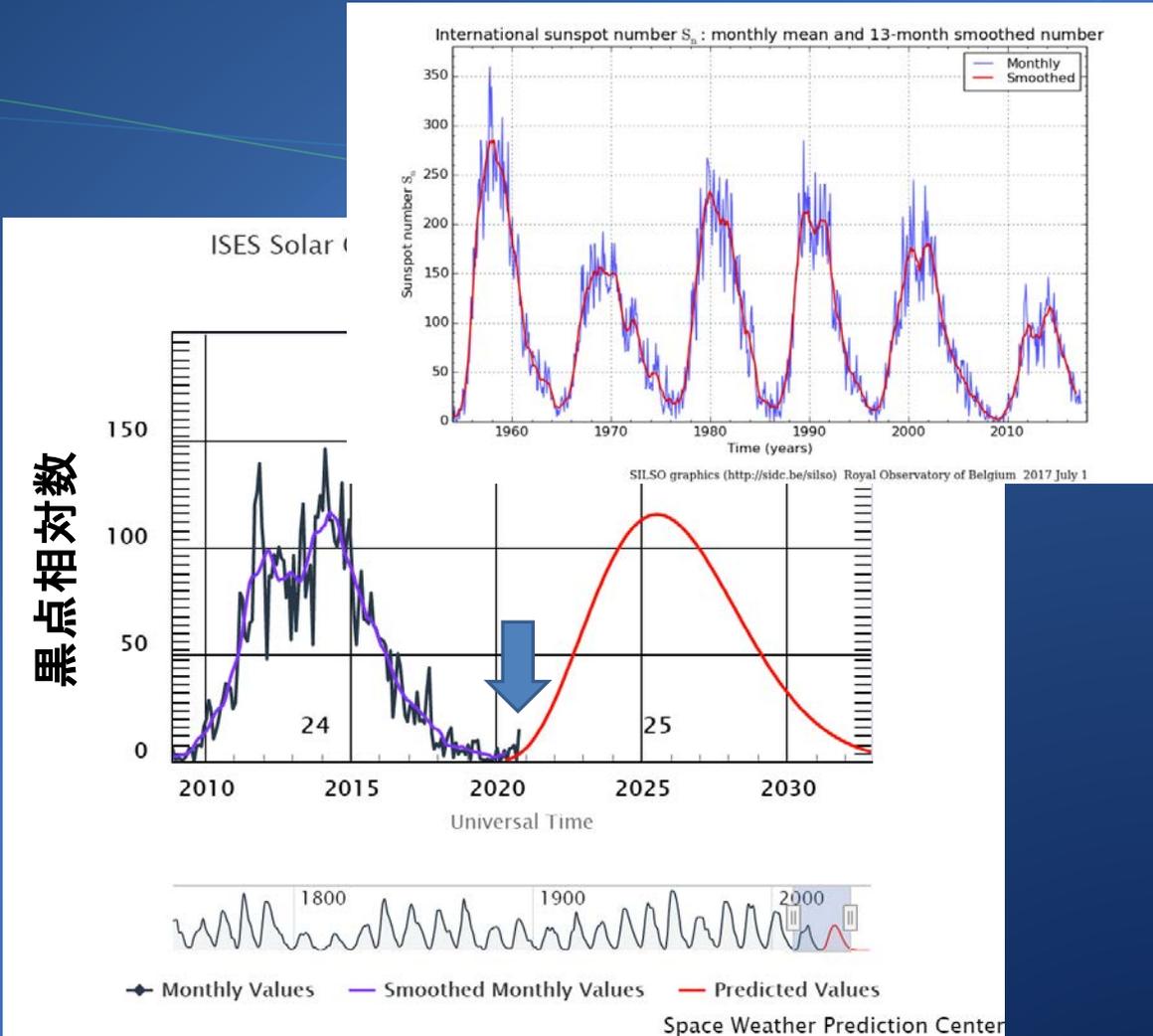


太陽黒点

2017年9月6日の太陽



2020年1月1日の太陽



2010年1月から2019年1月までの
太陽活動変化 (赤線は予測値)

[Topics](#)[Missions](#)[Galleries](#)[NASA TV](#)[Follow NASA](#)[Downloads](#)[About](#)[NASA Audiences](#)

Latest



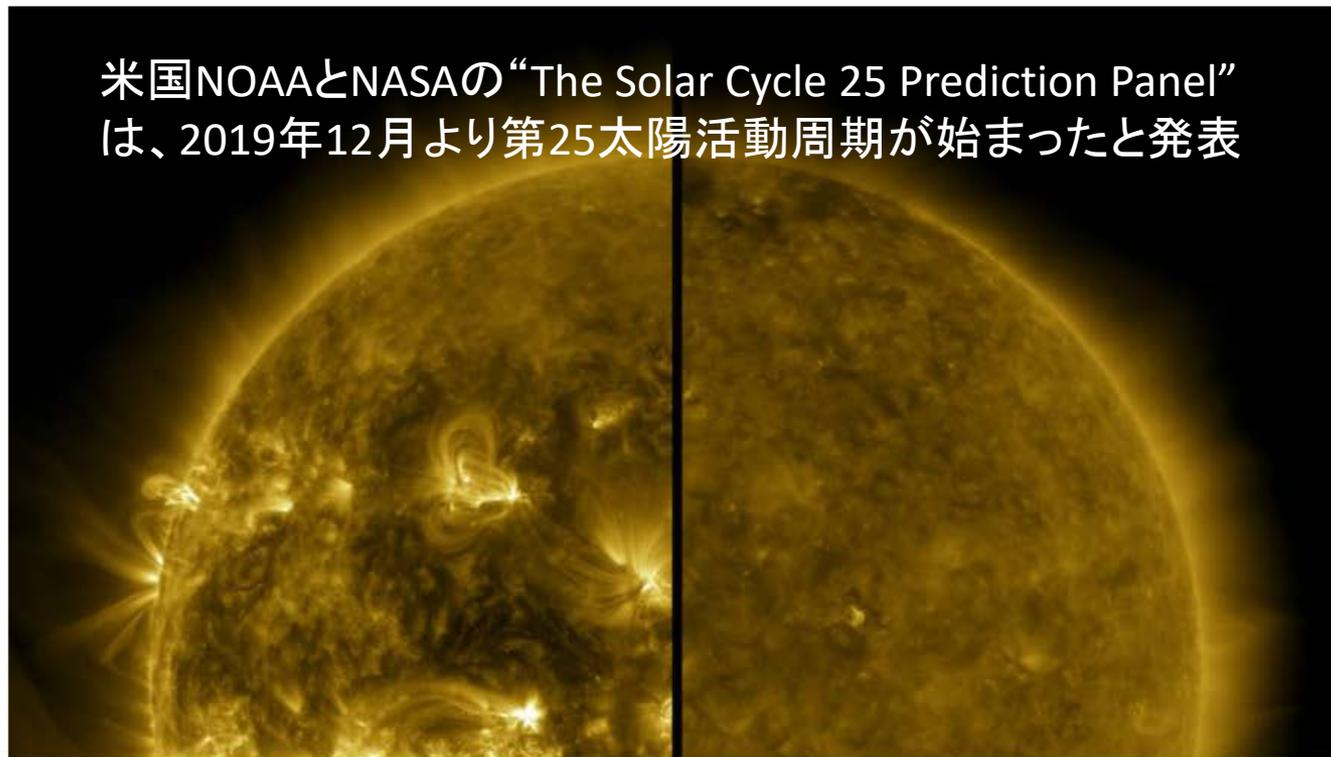
Space Weather

Sept. 16, 2020

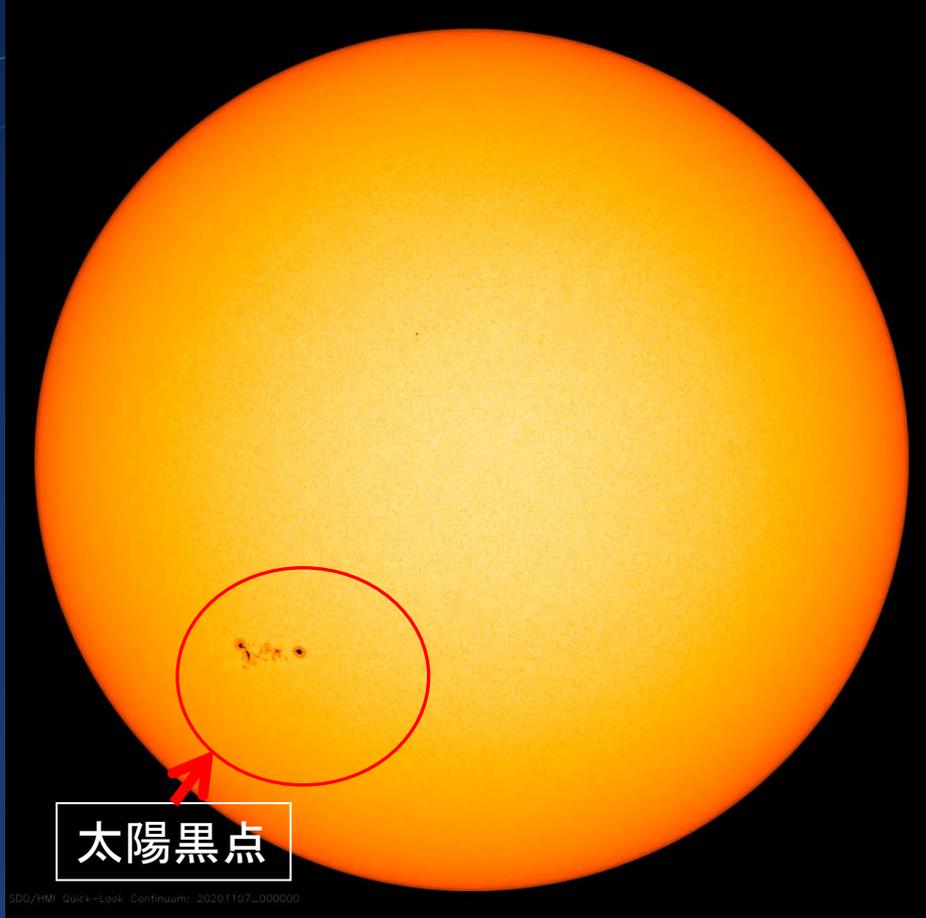
Solar Cycle 25 Is Here. NASA, NOAA Scientists Explain What That Means



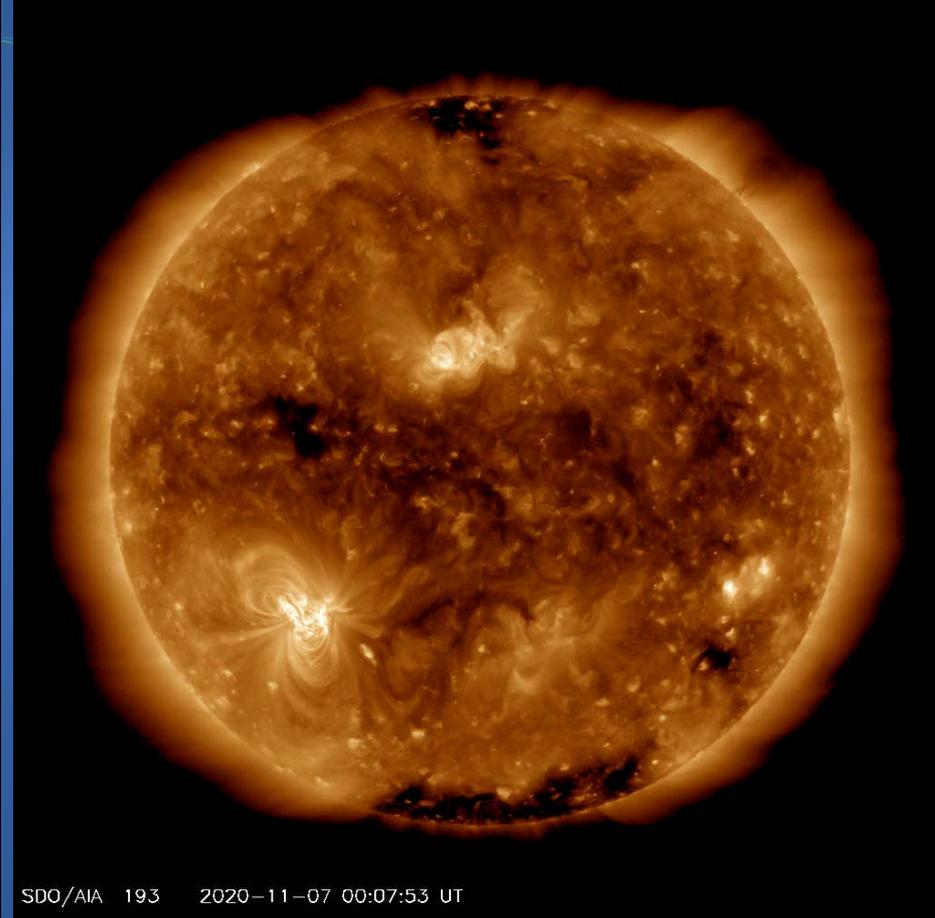
米国NOAAとNASAの“The Solar Cycle 25 Prediction Panel”は、2019年12月より第25太陽活動周期が始まったと発表



太陽活動の現状



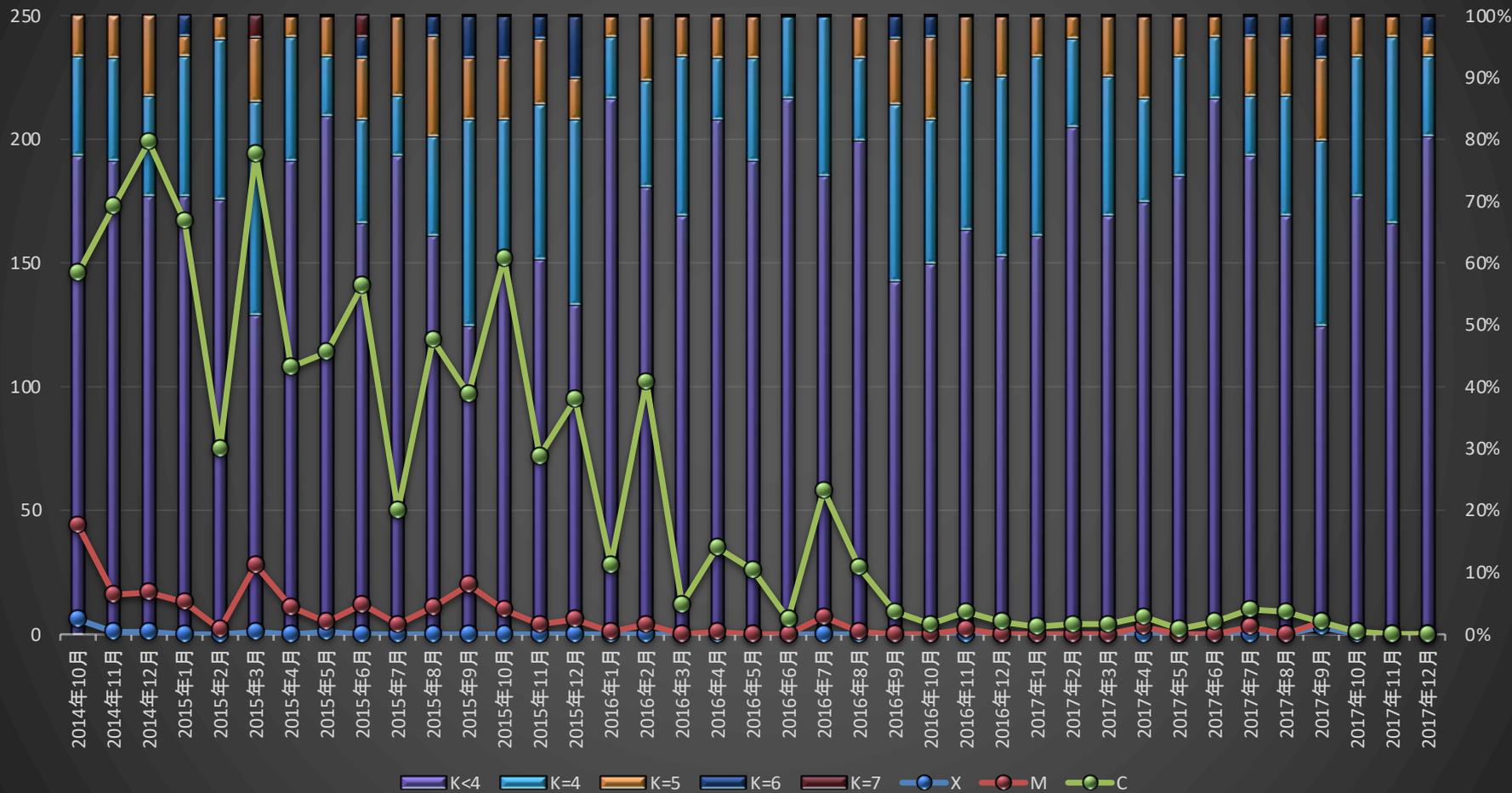
2020年11月7日の太陽(可視光)



2010年11月7日の太陽(紫外線)

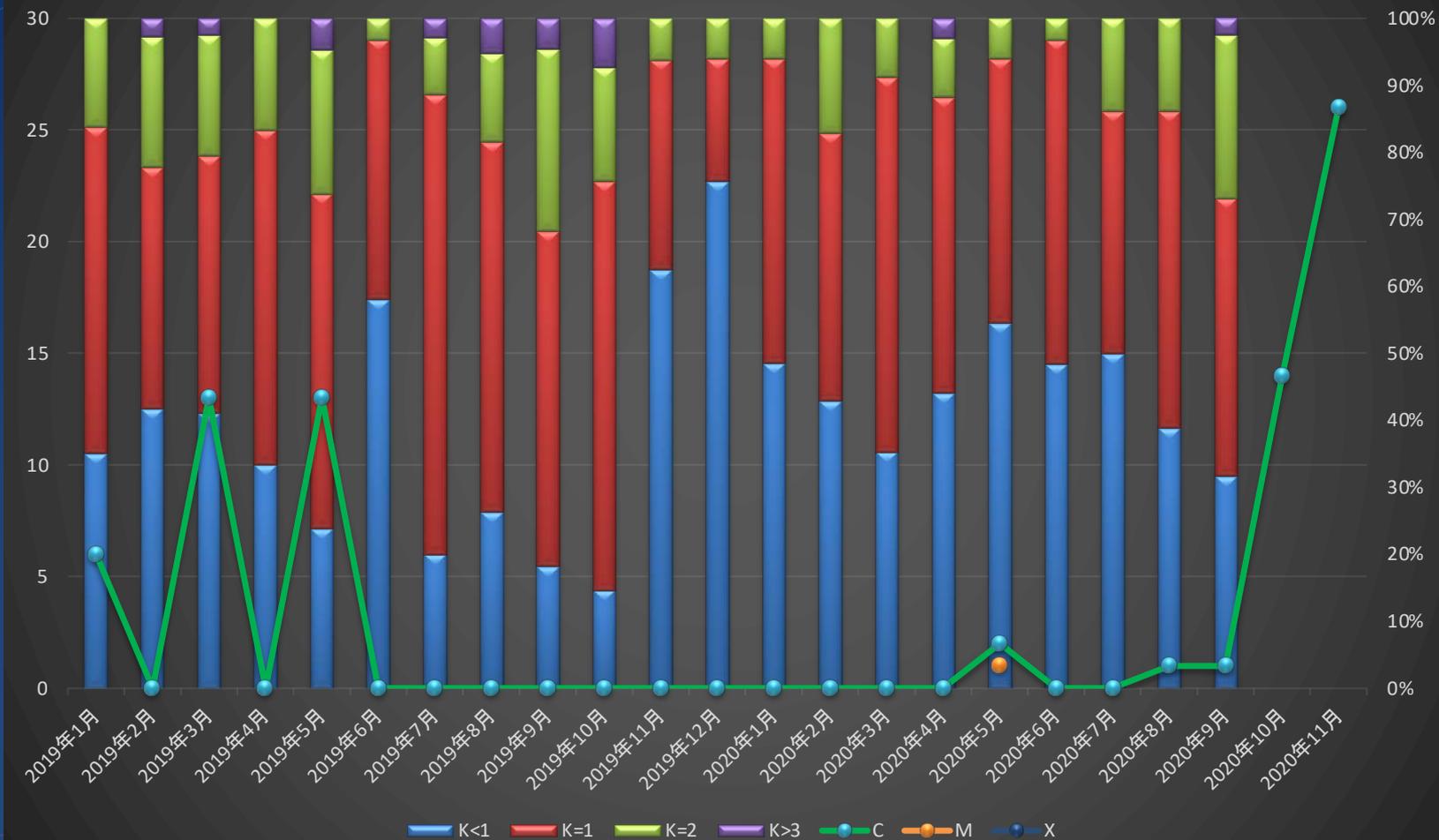
2014～2017年の太陽フレアと地磁気

太陽フレア発生回数と地磁気の状態



2019～2020年の太陽フレアと地磁気

太陽フレア発生回数と地磁気の状態

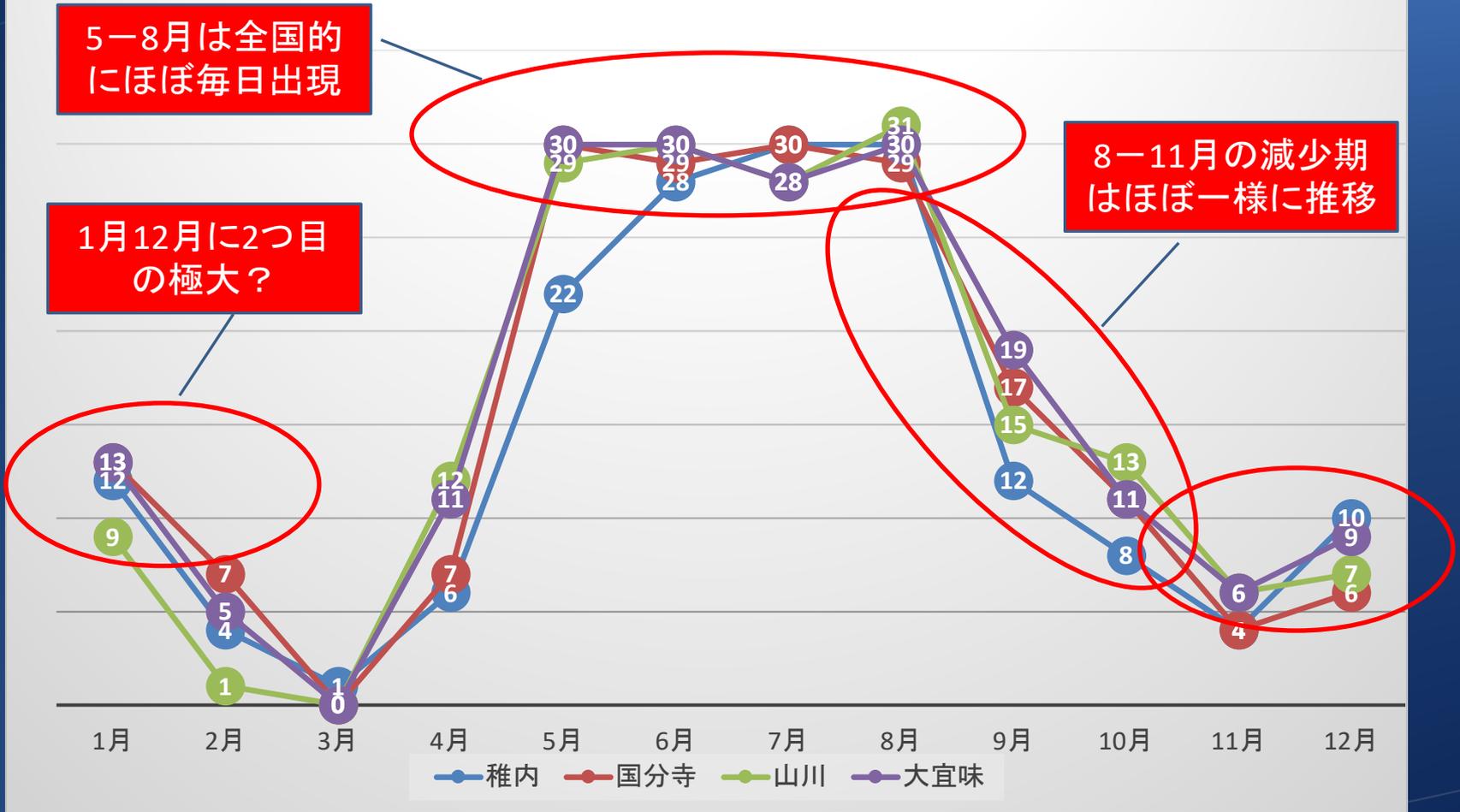


2015-2018年のスポラディックE発生日数



2019年のスポラディックE発生日数

スポラディックE層発生日数



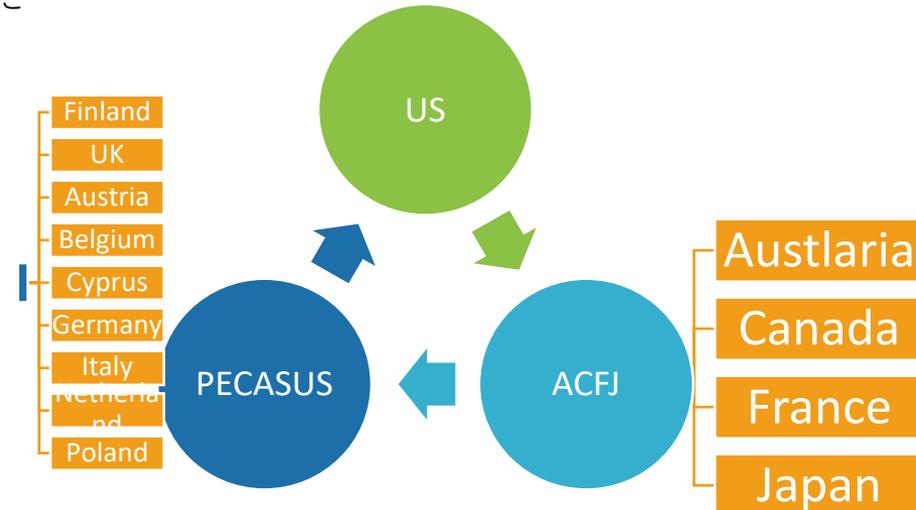
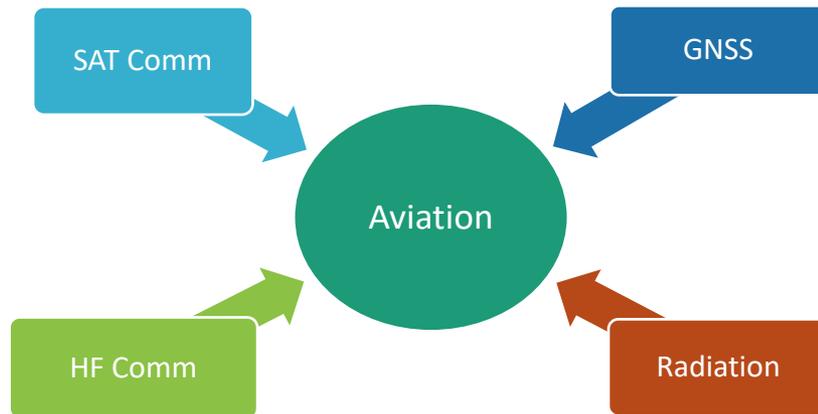
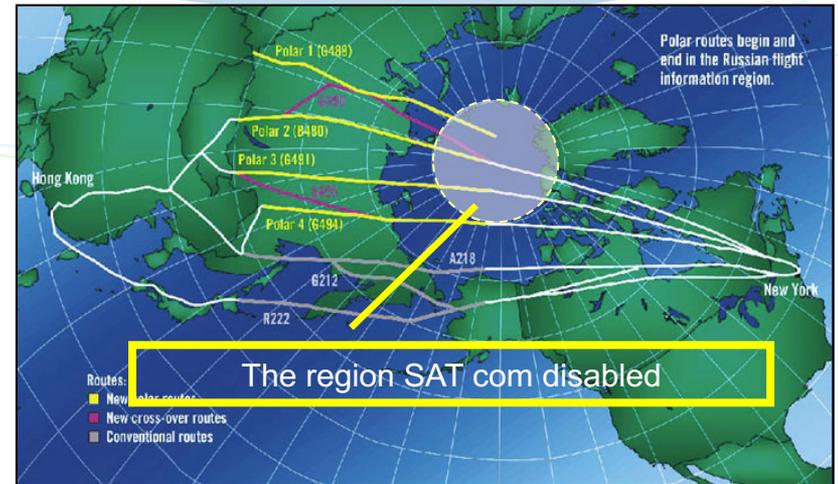
本日の話題

1. 宇宙天気とは
2. 2020年の宇宙天気活動
3. 宇宙天気に関する海外の動向
 1. ICAOにおける宇宙天気情報利用
 2. 米国における宇宙天気政策
 3. アジアにおける動向
4. 国内の宇宙天気研究動向
 1. 太陽地球圏環境予測 (PSTEP)
 2. NICTの将来計画
5. まとめ



ICAO 宇宙天気情報サービス

- ◆ 国際民間航空機関（ICAO）は特に極域における通信・測位・被ばくの影響を懸念、21世紀初頭より宇宙天気情報の民間航空での利用を検討。
- ◆ ICAOは3つのグローバル宇宙天気センターを指名し、民間航空に対するサービスを2019年11月より開始（US, 欧州連合(PECASUS) およびACFJ（日豪仏加連合））。2週間ごとにその役割を交代
- ◆ グローバルセンター間のデータの共通化を目指し、NICTがサーバーを構築、情報共有の枠組みを構築中。2021年初頭よりサービス開始予定。
- ◆ 2022年よりCRC（China-Russia Concorcium）が新たにグローバルセンターとして参入が決定。



3センターの構造

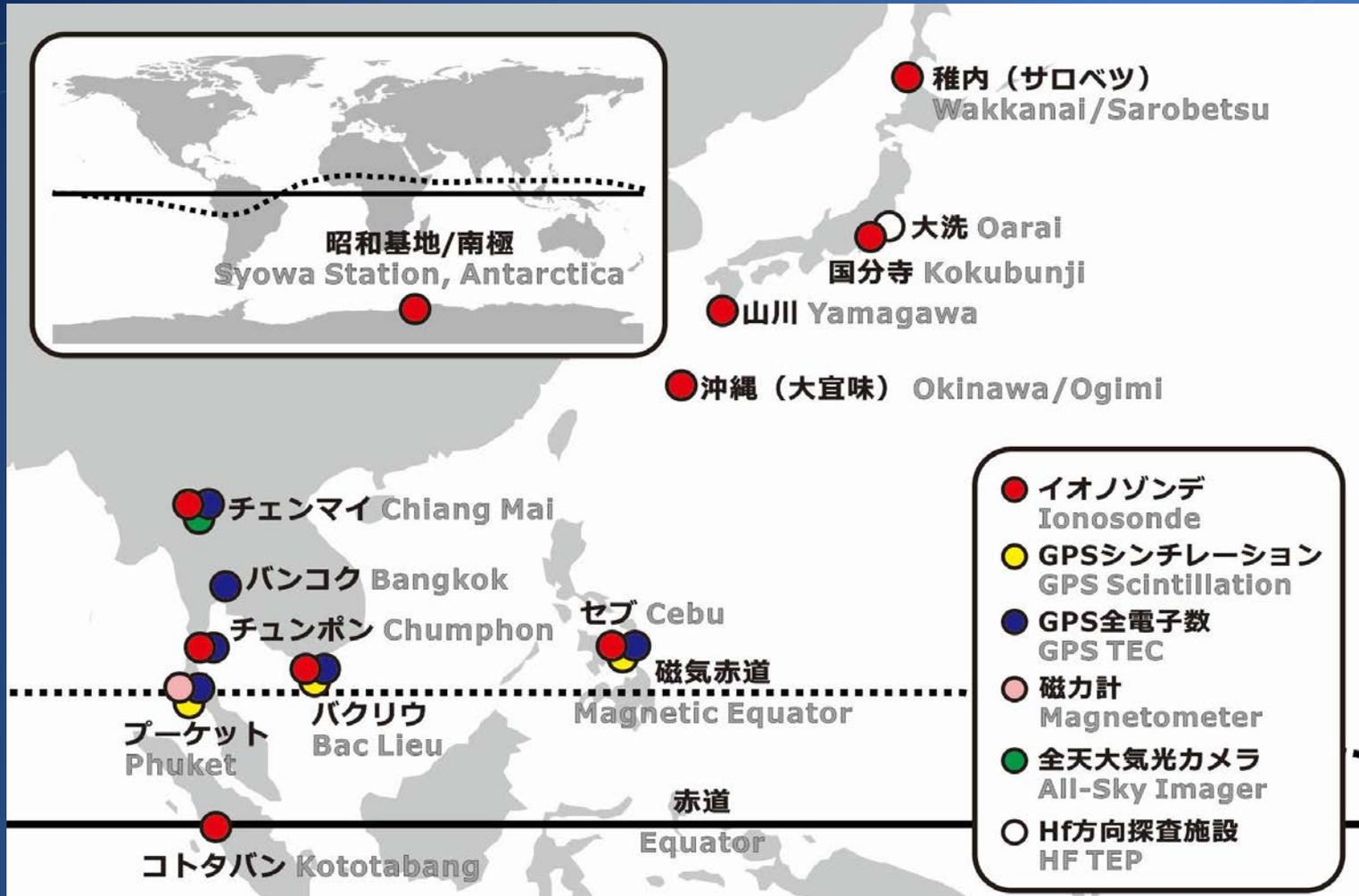


米国の動向

- ◆ 大統領、米国の宇宙天気予測能力と対策・連携強化する超党派法案に署名【U.S. Senator Gary Peters他, 2020/10/21】
- ◆ トランプ大統領は、10月21日、重大な宇宙天気イベントを予測し、地球への悪影響を軽減するための米国の能力を強化する「Promoting Research and Observations of Space Weather to Improve the Forecasting of Tomorrow (PROSWIFT) Act」法案に署名した。
- ◆ PROSWIFT法は、宇宙天気を研究・予測する連邦政府機関に民間セクターと連携して宇宙天気の潜在的な影響を評価させるとともに、宇宙天気の予測能力を向上させ、潜在的な被害を軽減するためにどのような新しい研究や技術が必要かを決定するよう指示するもの。
- ◆ NOAAに対しては、NASAやDoDとともに、老朽化が進む「Solar and Heliospheric Observatory : SOHO」衛星のバックアップ計画を策定することを命じている。
- ◆ 大気研究大学連合 (UCAR) のアントニオ・ブサラッチ代表は、「PROSWIFT Actは、有害な宇宙天気イベントを予測するために、政府、民間企業、学术界の専門知識を結集する明確なロードマップを示している」と評価。
- ◆ 参考：トランプ大統領声明
<https://www.whitehouse.gov/briefings-statements/signing-statement-president-donald-j-trump-s-881/>
- ◆ ゲイリー・ピーターズ上院議員報道発表
<https://www.peters.senate.gov/newsroom/press-releases/peters-bipartisan-bill-to-predict-and-mitigate-space-weather-threats-signed-into-law>



NICTの電離圏観測ネットワーク





東南アジア諸国の動向

インドネシア、マレーシア、タイ等から
宇宙天気予報研修に、
2015年-2018年



インドネシア・LAPANが
宇宙天気予報機関としてISES加盟、
2016年6月



タイ、GISTDAを中心に宇宙天気監視体制
検討、2019年11月29日

タイの宇宙天気体制構築に向けNICTと国際
共同研究開発



ASEAN IVOシンポジウム@KMITLチュンボン
キャンパス、2020年1月17日

“ASEAN IVO”は、ICTの技術開発を目的とした日-ASEAN間の枠組み。2019年度からタイ・ラオス・カンボジアが連携して電離圏観測網の構築に着手。





2020年1月にタイ・チュンポン市に VHF レーダーを設置



本日の話題

1. 宇宙天気とは
2. 2020年の宇宙天気活動
3. 宇宙天気に関する海外の動向
 1. ICAOにおける宇宙天気情報利用
 2. 米国における宇宙天気政策
 3. アジアにおける動向
4. **国内の宇宙天気研究動向**
 1. 太陽地球圏環境予測 (PSTEP)
 2. NICTの将来計画
5. まとめ

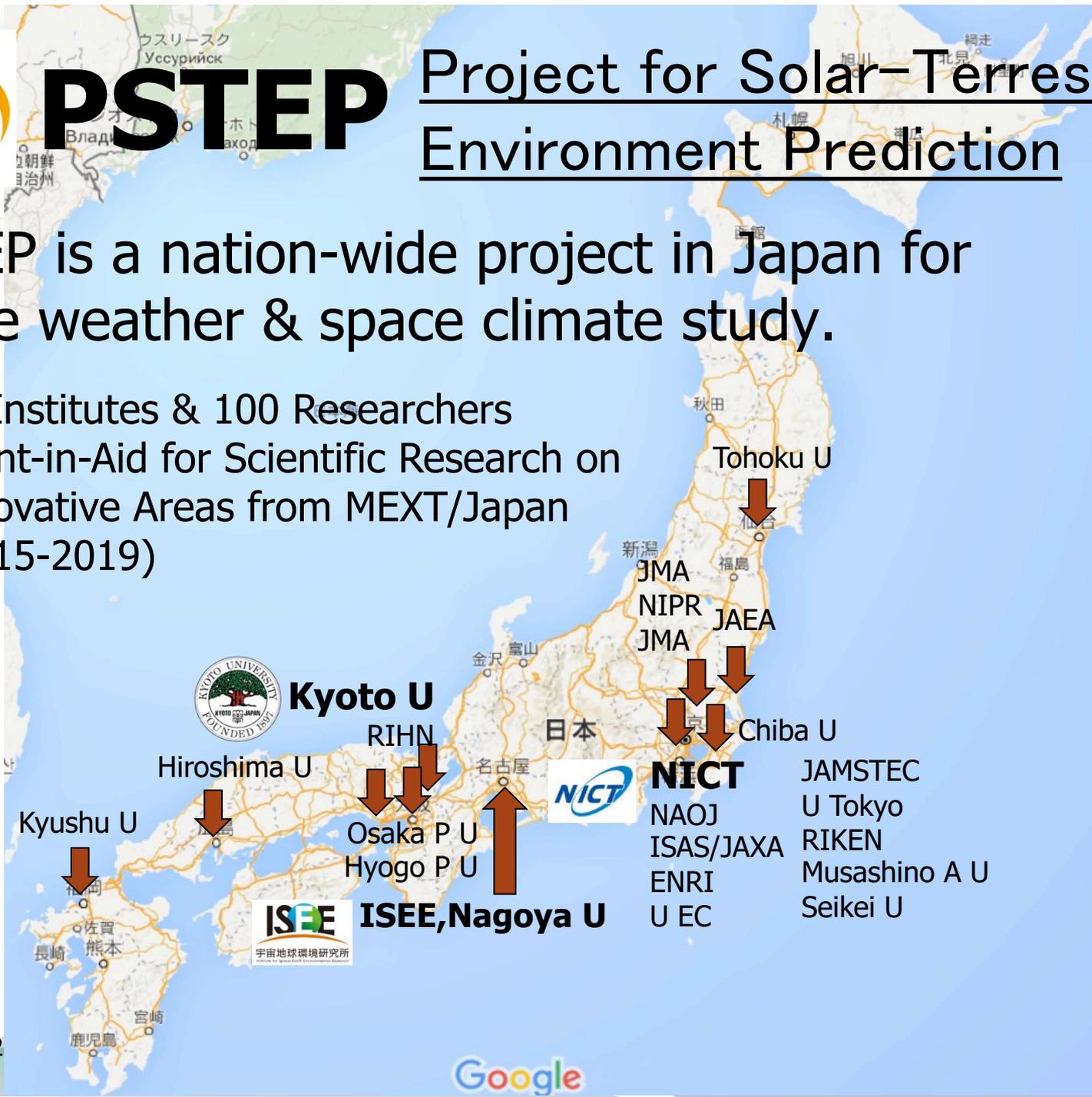


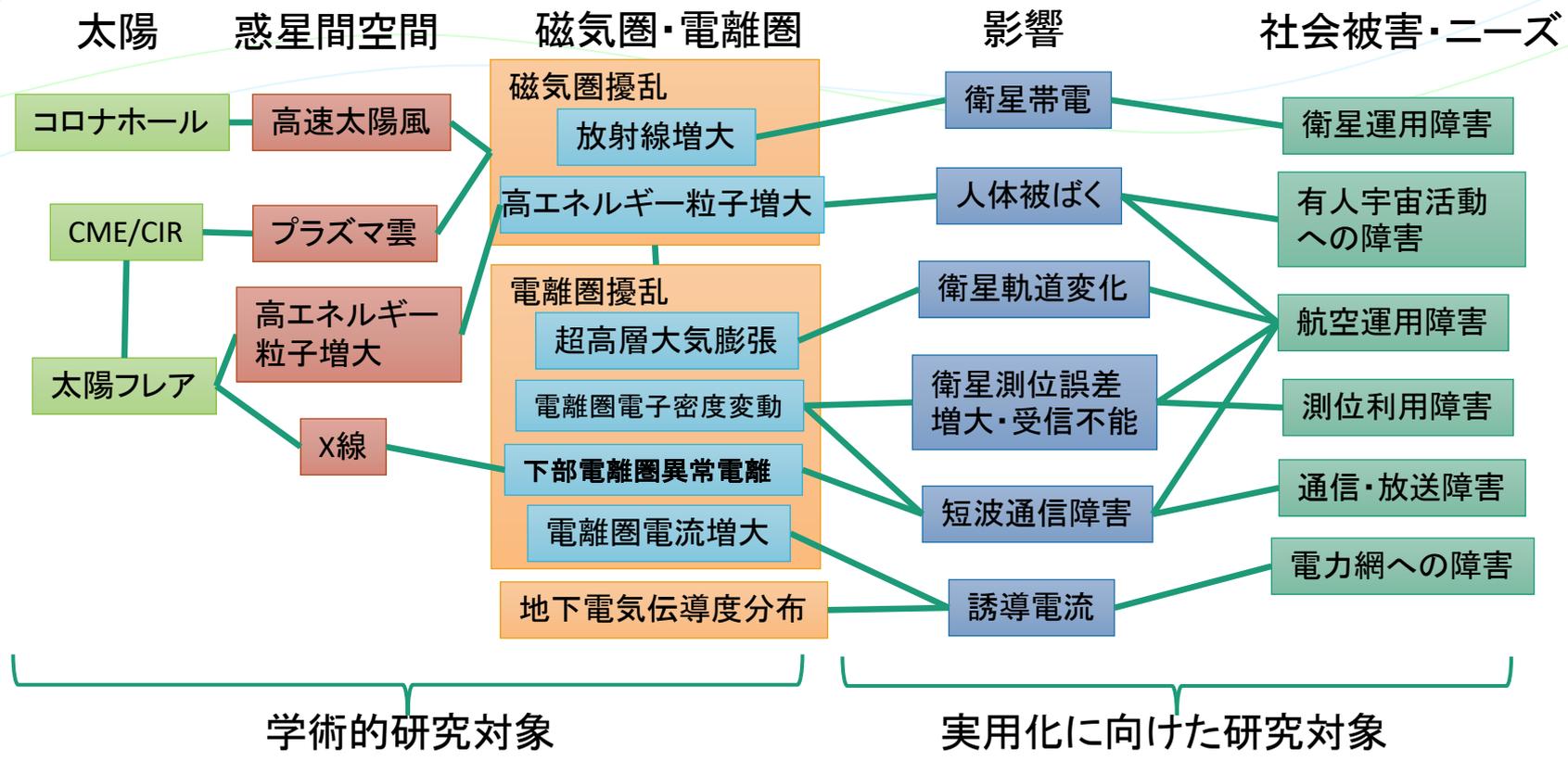
PSTEP

Project for Solar-Terrestrial Environment Prediction

PSTEP is a nation-wide project in Japan for space weather & space climate study.

- 20 Institutes & 100 Researchers
- Grant-in-Aid for Scientific Research on Innovative Areas from MEXT/Japan (2015-2019)





大学・研究機関

宇宙天気の未解明のプロセスの研究や新たな知見を探求



NICTは宇宙天気において学術と実利用をつなぐ我が国唯一の組織

官公庁・企業

宇宙天気情報は利用者が業務を遂行する上で不可欠な情報



PSTEPの実績 (1)

目的：宇宙天気の実利用を担うユーザーと大学等の研究者の間での双方向コミュニケーションをとり、宇宙天気データの利用を推進、ユーザーの利便に答えるとともに研究者の目標を具体的に示す

- 計画：
- PSTEPの成果とニーズ間のギャップ解析を行い、実現時期による分類を行うとともに、アプリケーションの開発を進め実利用に供する。
 - PSTEPで開発されたモデルを、実利用で利用する観点から結合を検討するとともに、その評価の過程から改善すべきパラメータの抽出を行う。
 - 研究者およびユーザーの意見を反映させるため、主な分野のユーザーとの会合を定期的開催する。

アプリケーション開発



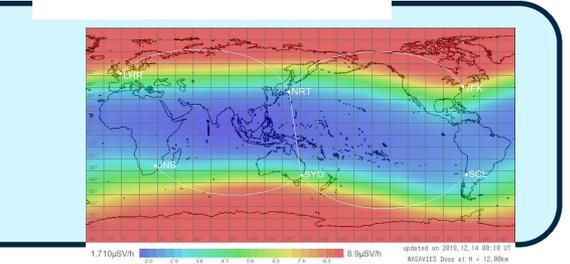
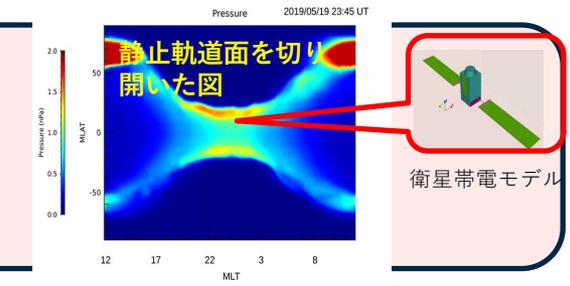
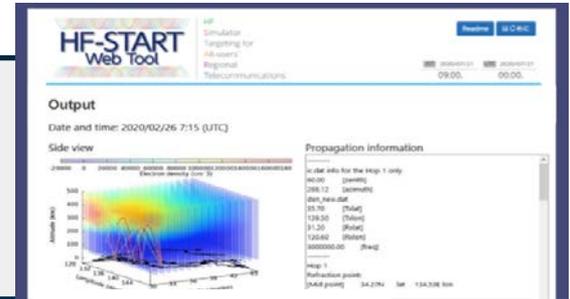
- 任意の2点間のHF伝搬シミュレータを開発、Web上で公開
- 電離圏の情報として、各種モデルの出力およびリアルタイム観測からの出力等用途に応じて選択可能



- 磁気圏シミュレーションにより静止軌道面の磁気圏の状況を推定
- プロトタイプ衛星モデルについて、磁気圏の任意の場所での帯電の状況を監視するシステムを開発、Web上での公開 (R2年度末予定)



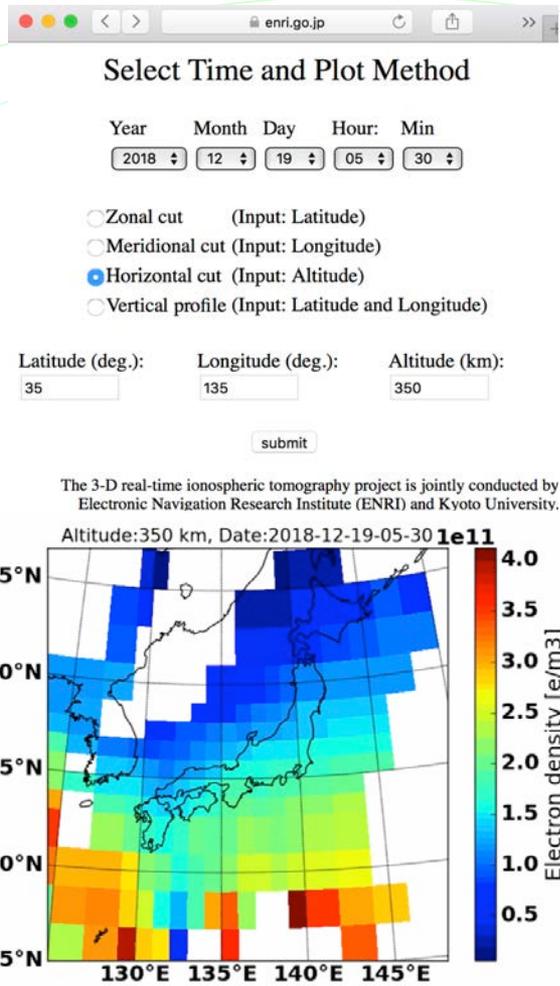
- 高エネルギー粒子による航空機高度の放射線量を推定、全球マップを表示
- 日本からの主要航空路については高さ分布も表示可能に
- ICAO (国際民間航空機関) の宇宙天気予報でも使用



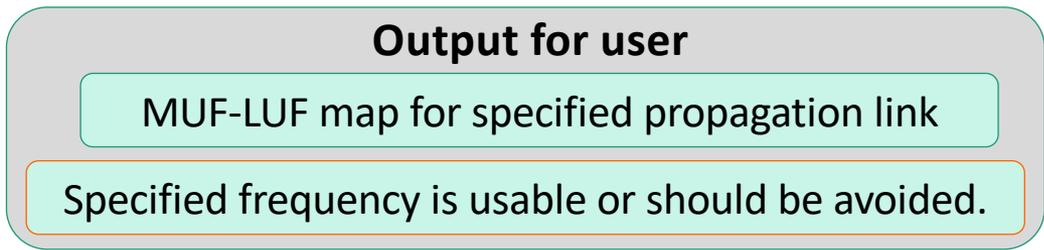
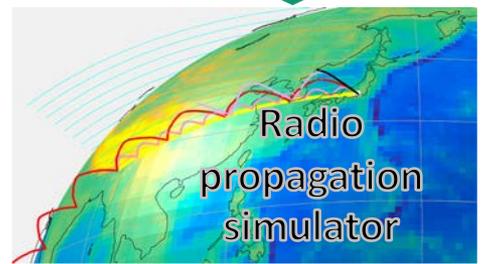
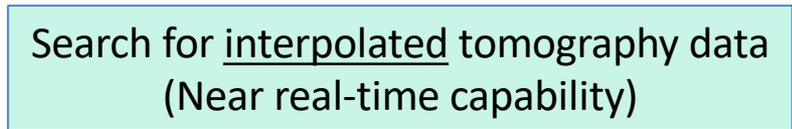
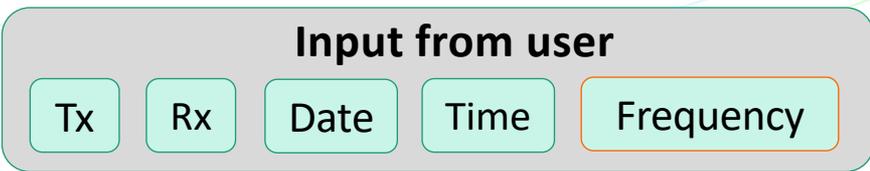


電波伝搬シミュレータHF-STARTの公開

Japanese GNSS Tomography



Basic domestic option



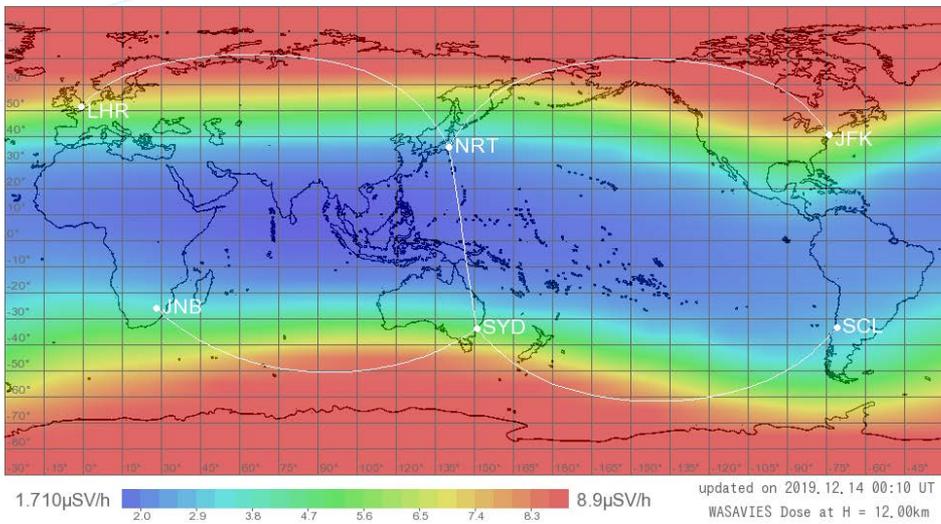
Tomography: <https://www.enri.go.jp/cnspub/tomo3/plotting.html>





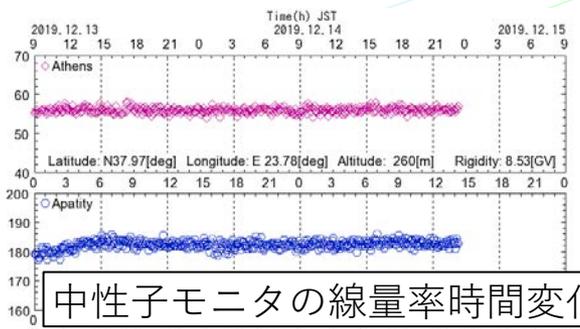
WASAVIES (Warning System for Aviation Exposure to Solar energetic particle)

<https://wasavies.nict.go.jp/about.html>

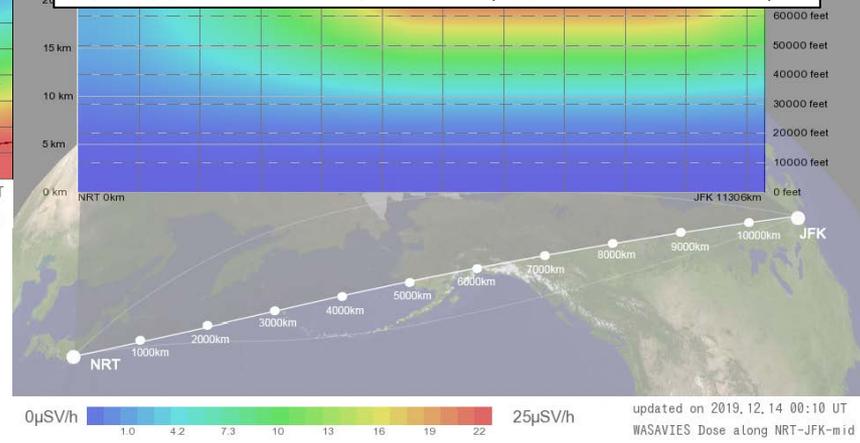


航空機高度の被ばく線量率

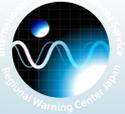
2019年11月7日web公開開始



航路別の被ばく線量率 (成田-New York)



- GOES Proton fluxと地上の中性子モニタのリアルタイム観測データから大気中の任意の点における被ばく線量率を表示するシステム
- 普段は1日1回更新、GLE発生時は5分ごとにデータを更新。
- GLE発生時は、発生時刻からの線量率の時間変化が確認可能。



宇宙天気災害に向けた科学提言のための ハザードマップ（ダイジェスト版）

人類の健康や社会インフラに影響を与える宇宙放射線や地磁気嵐などの宇宙環境変動を「宇宙天気」と呼びます。宇宙天気現象の社会影響について、現在得られている知見を駆使して検討を行いました。

表1は、分野および発生頻度別の影響の有無を示しています。日常的な発生規模から、1000年に1度発生するような巨大規模までの現象の**日本**社会影響を、影響なし(緑色)・あり(橙)・影響大(赤)で分類して示しています。

表1. 分野および発生頻度別の影響マトリクス

分野	影響と被害	障害を起こし得る宇宙天気現象	発生頻度と影響				
			日常～複数回/年	1回/1年	1回/10年	1回/100年	1回/1000年
電力	停電（送電線の過電流）	地磁気誘導電流（GIC）	緑	緑	緑	緑	橙
衛星運用	宇宙機（表面帯電）	高エネルギー電子	緑	橙	橙	赤	赤
通信・放送	短波(HF)通信の障害	電離圏嵐（負相嵐）	緑	橙	赤	赤	赤
		デリンジャー現象	緑	橙	赤	赤	赤
		極冠吸収（PCA）	緑	橙	赤	赤	赤
		プラズマバブル	緑	橙	赤	赤	赤
	超短波(VHF)通信の障害	スポラディックE層	橙	橙	橙	橙	橙
測位利用	測位精度の劣化	電離圏正相嵐	緑	緑	赤	赤	赤
		プラズマバブル	緑	緑	赤	赤	赤
		電離圏シンチレーション	緑	緑	赤	赤	赤
航空運用	通信障害	デリンジャー現象	緑	橙	赤	赤	赤
		極冠吸収（PCA）	緑	橙	赤	赤	赤
		プラズマバブル	緑	橙	赤	赤	赤
		スポラディックE層	緑	緑	赤	赤	赤
	測位精度の劣化	電離圏正相嵐	緑	橙	橙	赤	赤
		プラズマバブル	緑	橙	橙	赤	赤
		電離圏シンチレーション	緑	橙	橙	赤	赤
航空乗務員の被ばく	太陽高エネルギー粒子(SEP)	緑	橙	赤	赤	赤	
有人宇宙活動	宇宙飛行士被ばく	太陽高エネルギー粒子(SEP)	緑	橙	赤	赤	赤
地上生活	地上での被ばく	太陽高エネルギー粒子(SEP)	緑	橙	赤	赤	赤

カラースケール





電力網への影響

過去の事例

2003年10月31日のハロウィンイベント時に発生した磁気嵐に伴う地磁気誘導電流では、特に変圧器の異常は見られなかったとの報告がある。電力事業者に確認したところ、こうした過去に経験のあるGICの規模であれば日本の電力網は十分耐性があるといえるが、それ以上のGICに対する耐性は不明であるというのが見解であった。

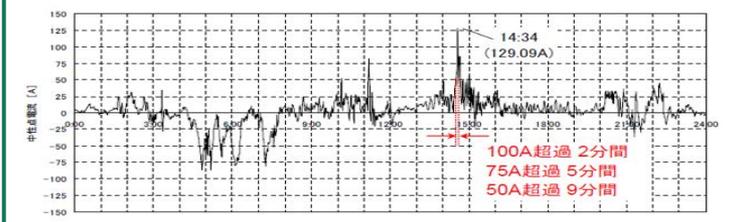


図 4-2 日本のGIC測定波形（2003年10月31日：24時間）

日本で発生しうる事例

Kappenman, 2004は、中部電力で測定されたGICを分析し、GIC規模とDst規模には線形の関係性があるとした(図 4 7)。さらに、巨大宇宙天気現象に対しても線形近似で外挿できると仮定すれば、1859年の推定Dst=-1700のイベントにおけるGICは、1989年3月の磁気嵐時の3倍の強度になると見積もることができるとしている。2.6項にて議論した磁気嵐規模の定義をもとに、図 4 7からGIC規模を読み取ると、100年に1回、1000年に1回規模のDstで生じるGICは、それぞれ約93 A、約136 Aとなる。

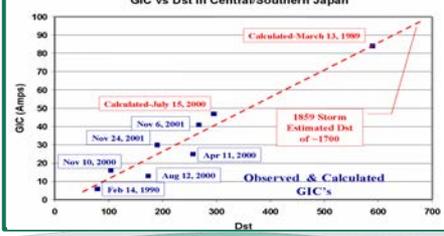


図4-7 -Dst指数と中部電力で測定されたGICの関係

日本社会に影響を与える頻度

宇宙天気現象	被害	発生頻度と影響				
		日常～複数回/年	1回/1年	1回/10年	1回/100年	1回/1000年
地磁気誘導電流 (GIC)	停電 (送電線への過電流)	なし	なし	なし	なし	不明

100年に一度程度の現象は既に経験済みであり、日本の電力網に影響はないと言える。一方、1000年に一度程度の現象については電力網の体制が不明なことからも言えない。

経済インパクト

関東地域の電力が24時間停止した場合の各産業に対する経済影響とその総額を産業連関分析を行った。一般的な産業連関分析によると、238億円/日と試算された。また先行研究で用いられた、別の産業連関分析手法を用いた場合198億円/日の損失となった。

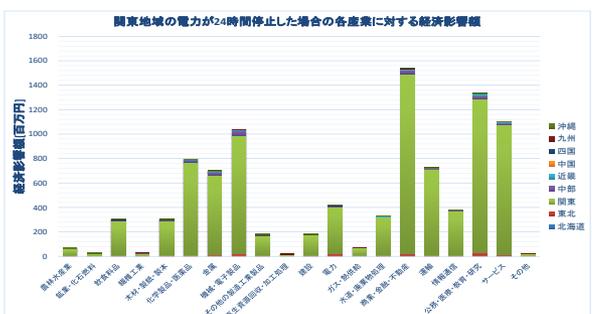


図 4 1/ 関東地域の電力が24時間停止した場合の各産業に対する経済影響



衛星運用への影響

衛星運用への影響の種類

衛星運用への影響には、帯電（表面帯電、深部帯電）、シングルイベントアップセット、太陽電池劣化、軌道および姿勢擾乱がある。

表面帯電：衛星表面部材および構造体に蓄積する電化によって生じる。

深部帯電：放射線帯電子が衛星の深部まで侵入し帯電を起こす。内部の集積回路に不具合をもたらすことがある。

シングルイベントアップセット：太陽フレアに伴う陽子（プロトン）や重イオンなどの高エネルギーの荷電粒子による半導体論理回路の誤動作、または故障

太陽電池劣化：太陽高エネルギー粒子（比較的エネルギーの低い粒子）は、太陽電池の材質を変性させることで発生電流と電圧の減少を加速し、太陽電池を劣化させることで衛星の寿命を縮める

軌道・姿勢擾乱：低軌道の地球周回衛星の場合は、超高層大気による摩擦が衛星を減速させ軌道を低下させたり、姿勢を変動させたりするなど、衛星運用へ影響を及ぼす。

過去の事例

表面帯電

2003年10月-11月みどり2号が帯電により観測不能、全損

2010年4月 Galaxy15衛星シャットダウン、9か月後復旧

深部帯電

2003年10月 NOAA17のマイクロ波観測装置故障

2003年10月 GOESSのX線センサがOFFになり復帰しなかった

シングルイベントアップセット

1989年3月 7つの静止衛星の姿勢制御が困難となり、計177回のマニュアル制御を実行

1989年9月 13の静止衛星でSEU多発、NOAA-10衛星がコマンドなしのテレメトリ変化やスターセンサの不具合

1991年3月 CRESSでSEU率の上昇を確認

太陽電池劣化

1989年3月 GOES7衛星の太陽電池セルの半数で機能損失、衛星寿命が半分に短縮

1989年9月 GOES-5,6,7で太陽電池出力電流が0.1A低下

1989年10月19日13の商用衛星の太陽電池出力が0.3-0.7A 低下。平均6%の電力ロス。

軌道・姿勢擾乱

1989年3月 米国SMM衛星高度が短時間に4.8km降下

2000年7月 あすか衛星が大気ドラッグによる姿勢制御異常が発生、セーフモード、翌年大気圏再突入。

2003年10月-11月 ISS高度定家量が1.5倍に増加

日本社会に影響を与える頻度

宇宙天気現象	被害	発生頻度と影響				
		日常～複数回/年	1回/1年	1回/10年	1回/100年	1回/1000年
サブストーム高温電子	誤動作等の不具合、衛星損失)	なし	あり	あり (太陽活動下降期に増加傾向)	未評価	未評価
放射線帯電子	深部帯電	(低い)	あり	あり	未評価	未評価



通信・放送への影響

通信・放送への影響の種類

短波 (HF)への障害としては、デリンジャー現象、電離圏負相嵐、スポラディックE層、極冠吸収などがある。

超短波 (VHF)への障害としては、プラズマバブル、スポラディックE層などがある。

影響の事例

発生日	影響事象概要	太陽フレア規模
1948/5/6-5/8	日本でデリンジャー現象による国内及び国外短波通信への障害 [120]。	データなし
1958/1/22	日本でデリンジャー現象による国外短波通信への障害 [120]。	データなし
1958/2/11-2/12	デリンジャー現象により世界の大部分の短波通信に障害 [158]。	データなし
1959/2/5-2/6	日本でデリンジャー現象による国外短波通信への障害 [120]。	データなし
1960/3/29	日本でデリンジャー現象による国外短波通信への影響 [120]。	データなし
1966/9/4	日本でデリンジャー現象による国外短波通信への影響 [120]。	データなし
1967/5/26	日本でデリンジャー現象による国外短波通信への影響 [120] [159]。	データなし
1972/8/2	日本でデリンジャー現象による国内短波放送への影響。全国規模で1時間継続。国外通信はケーブル通信に切り替えて通信障害回避 [120] [160]。	データなし
1989/3/6, 13 (ケベックストーム)	世界的な短波通信障害。ロランを使った海上ナビゲーションで多数の問題が起きたが、その警報を伝える短波回線が通信障害中で使えなかった [59] [145]。	X15 (3/6 14:05)
2012/3/7	Xクラス太陽フレアに伴うデリンジャー現象により日本で短波放送の受信状態が悪化 [120] [161]。	X5.4 (3/7 00:21)

日本社会に影響を与える頻度

宇宙天気現象	被害	発生頻度と影響				
		日常～複数回/年	1回/1年	1回/10年	1回/100年	1回/1000年
電離圏嵐 (負相嵐)	短波通信障害	低太陽活動時には影響は小	低太陽活動時には影響は小	あり	あり	あり
デリンジャー現象	短波通信障害	低太陽活動時には影響は小	低太陽活動時には影響は小	あり	あり	あり
極冠吸収	短波通信障害	低太陽活動時には影響は小	低太陽活動時には影響は小	あり	あり	あり
プラズマバブル	短波通信障害	低太陽活動時には影響は小	低太陽活動時には影響は小	あり	あり	あり

宇宙天気現象	被害	発生頻度と影響				
		日常～複数回/年	1回/1年	1回/10年	1回/100年	1回/1000年
スポラディックE層	超短波 (VHF) 通信への影響	あり	あり	あり	あり	あり
	foEs >13.3MHzでの継続時間	約3時間	約5時間			
	foEs >18MHzでの継続時間	約1-2時間	約3時間			



人体への影響

人体への影響の種類

宇宙天気による人体への影響は宇宙からの高エネルギー粒子によってもたらされる。地球大気は高エネルギー粒子に対して遮蔽効果があるため、人体への影響は大気の密度によって大きく異なる。

日本社会に影響を与える頻度

宇宙天気現象	被害	発生頻度と影響				
		日常～複数回/年	1回/1年	1回/10年	1回/100年	1回/1000年
太陽高エネルギー粒子 (SEP)	宇宙飛行士被ばく	なし	なし	安全区域への退避	安全区域への退避または地球帰還	地球帰還
	航空乗務員の被ばく	なし	なし	航空機航路変更	航空機航路変更	航空機運休
	地上での被ばく	なし	なし	なし	なし	なし

影響の事例

発生日	影響事象概要	太陽フレア規模	陽子フラックス (>10MeV)
2003/10/23-11/6 (ハロウィンイベント)	FAA (アメリカ連邦航空局) は 25000 フィート (7620m) 以上の飛行に対しアラートを発表 (10/28-30) [125]。放射線量の増加が予想されたことから、高緯度域 (北緯57°以上) の航空路が一時閉鎖された (10/30) [125]。	X1 (10/26 18:19) X17 (10/28 11:10) X28 (11/04 19:29)	466pfu (10/26 22:35) 29500pfu (10/29 06:15) 1570pfu (11/3 08:15) 353pfu (11/5 06:00)
2012/1/23~1/28	デルタ航空：アジア行8便、エアーカナダ：東京便、上海便、香港便、カンタス航空：シドニー-ブエノスアイレス便がそれぞれ極域航路を低緯度の航路にルート変更 [120] [167]。	M8 (1/23 03:59) X1 (1/27 18:37)	6310pfu (1/24 15:30) 796pfu (1/28 02:05)
2012/3/7-3/13	デルタ航空が極域航路の航空便で航路を低緯度に変更 (3/8-3/9) [120]。	X5 (3/07 00:24) M7 (3/13 17:41)	6530pfu (3/8 11:15) 469pfu (3/13 20:45)

NICT 宇宙天気予報業務の現状



国内ユーザー：衛星運用、航空、電力、電波利用者、学術利用

電子メール:7000件/日

Web70,000件/月

Facebook, Twitterでも情報提供中



Ionosonde VIPIR2



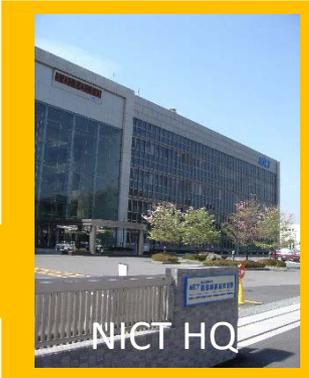
Kobe center



Kobe



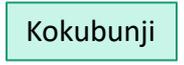
Hiraiso



NICT HQ



Space Weather forecast center



Kokubunji

最近の活動

- 財源：電波利用料移行
- ICAO サービスイン (2019/11/7～)
- 24時間運用 (2019/12/1～)
- 強靱化
 - システムの二重化
 - 通信回線増強
 - 神戸副局



Yamagawa



Ogimi



Yamagawa solar radio Observatory

次期中長期(2021-2025)における宇宙環境研究の展望：宇宙の安全利用

次期中長期計画（2021-2025）
の宇宙天気に関するニーズ(例)

宇宙観光旅行の本格化

大気圏外への宇宙旅行が本格化。オーロラを宇宙から見るのは一生の思い出だけど健康への影響は？



高精度衛星測位利用

みちびきによる高精度測位で農業・建築の人手不足が解消！でも時々ずれて苗を踏んだり、法面を削りすぎたり...

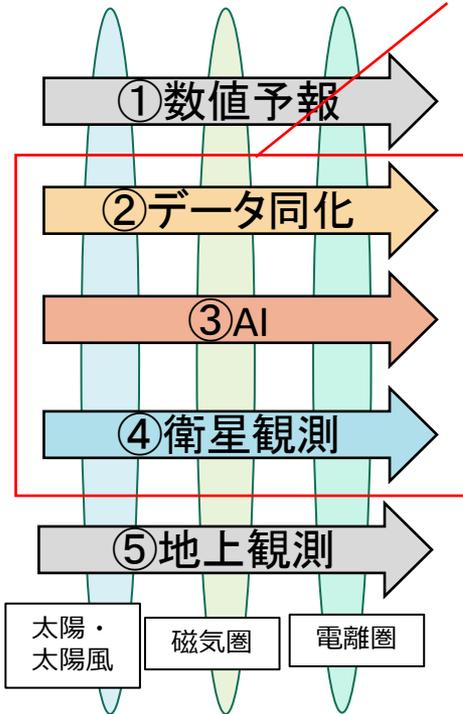


宇宙天気災害への対応

次の太陽活動のピークは2025年頃。100年に一度の太陽フレアが発生！その時何が？対策は？



次期中長期重点項目

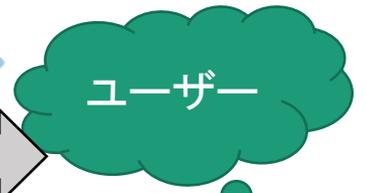


- 地上・衛星定常観測を入力
- 地上の気象予報と同じ手法による予報（数値予報+データ同化）
- AIを用いた予報精度

⑥ 宇宙天気予報業務



- ⑦ 被ばく推定システム
- ⑧ 電波伝搬シミュレータ
- ⑨ ハザードマップ



等々
情報をユーザーにわかりやすい形で伝える橋渡しコンテンツ

➡ 予報精度の向上



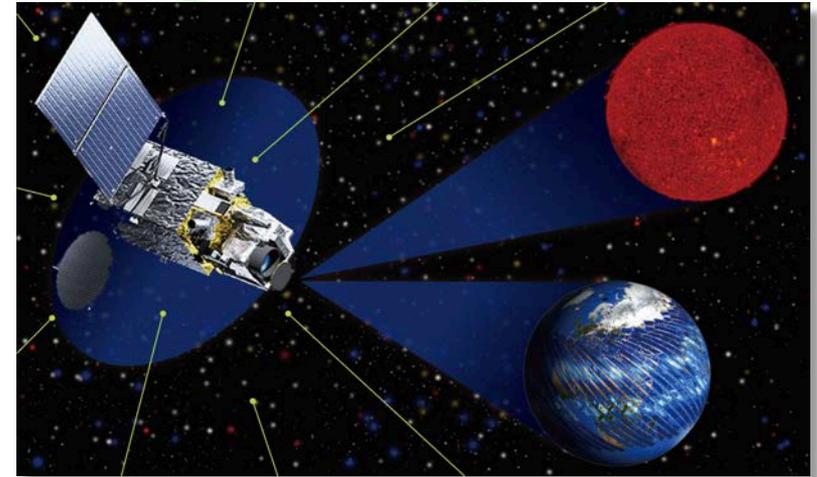
NICT次期中期計画検討案（2021-2025）

1. 衛星搭載宇宙環境センサの開発

- 日本としては初の業務用宇宙天気センサ開発の試み
- JAXAおよび大学等と協力し、科学衛星搭載センサ開発のノウハウを投入
- 開発スキームにおいて科学衛星と実用衛星は大きく異なることから、開発に関する考え方を大きく変える必要がある：基本的な設計はあらかじめ進めておく必要がある
- 概念設計検討開始

現在検討中の宇宙環境センサ

- ▶イオン・電子計測器、磁力計
 - 高エネルギー粒子および放射線帯監視
- ▶衛星帯電モニタ
 - 実際の帯電を計測し、帯電と宇宙環境の関係を調査
- ▶電離圏イメージャ
 - 衛星からプラズマバブルの全球分布を監視



宇宙環境を計測する科学衛星は日本でも数々打ち上げている一方、
現業衛星は初めての試み

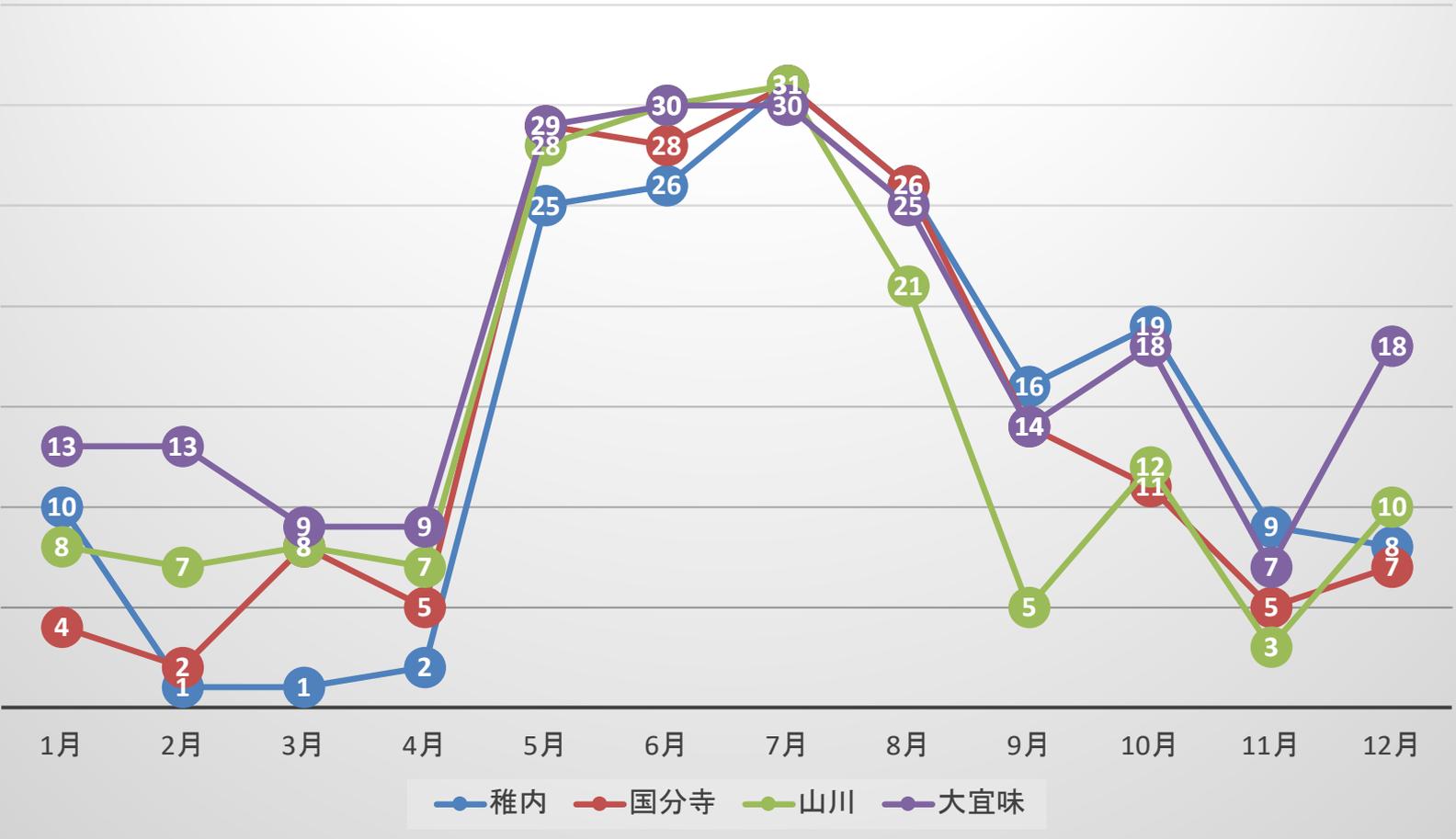
将来的に、MMXやアルテミスなど月・惑星探査（特に有人！）を進める場合には宇宙天気情報が（現在の）天気予報と同等（かそれ以上！ = 命に係わる！）に求められる。そのための現業観測が必要となる。

- 太陽活動は2019年12月より第25周期に入った模様。特に2020年11月に入り活動が高まりつつある。
- 国際動向
 - ICAO宇宙天気サービスインから1年がたち、滞りなく業務を遂行している。
 - 米国ではPROSWIFT法が大統領署名を受け、宇宙天気監視体制がさらに強化される模様
 - 東南アジアでの宇宙天気に関する関心が高まりつつある。
- 国内動向
 - 新学術領域研究「太陽地球圏環境予測（PSTEP）」において、研究と現業の間のギャップ“死の谷”を超える試みを行った。
 - 現業体制の強靱化
 - ◆ 2017年9月の大規模太陽フレアを機に、宇宙天気監視の現業体制の強靱化が促進された。
 - ◆ 2019年12月より宇宙天気の24時間監視が開始された。
 - 過去5年間で我が国の宇宙天気研究・予報において、学術研究から現業利用に大きく進んだ。
- 今後の展開
 - 現業衛星による宇宙環境計測
 - 月・惑星探査における宇宙天気監視・予報

謝辞：本活動の一部は、総務省電波利用料によるものである。太陽地球圏環境予測プロジェクト（PSTEP）は2015-2019年に実施された文部科学省補助金新学術領域研究によるものである。

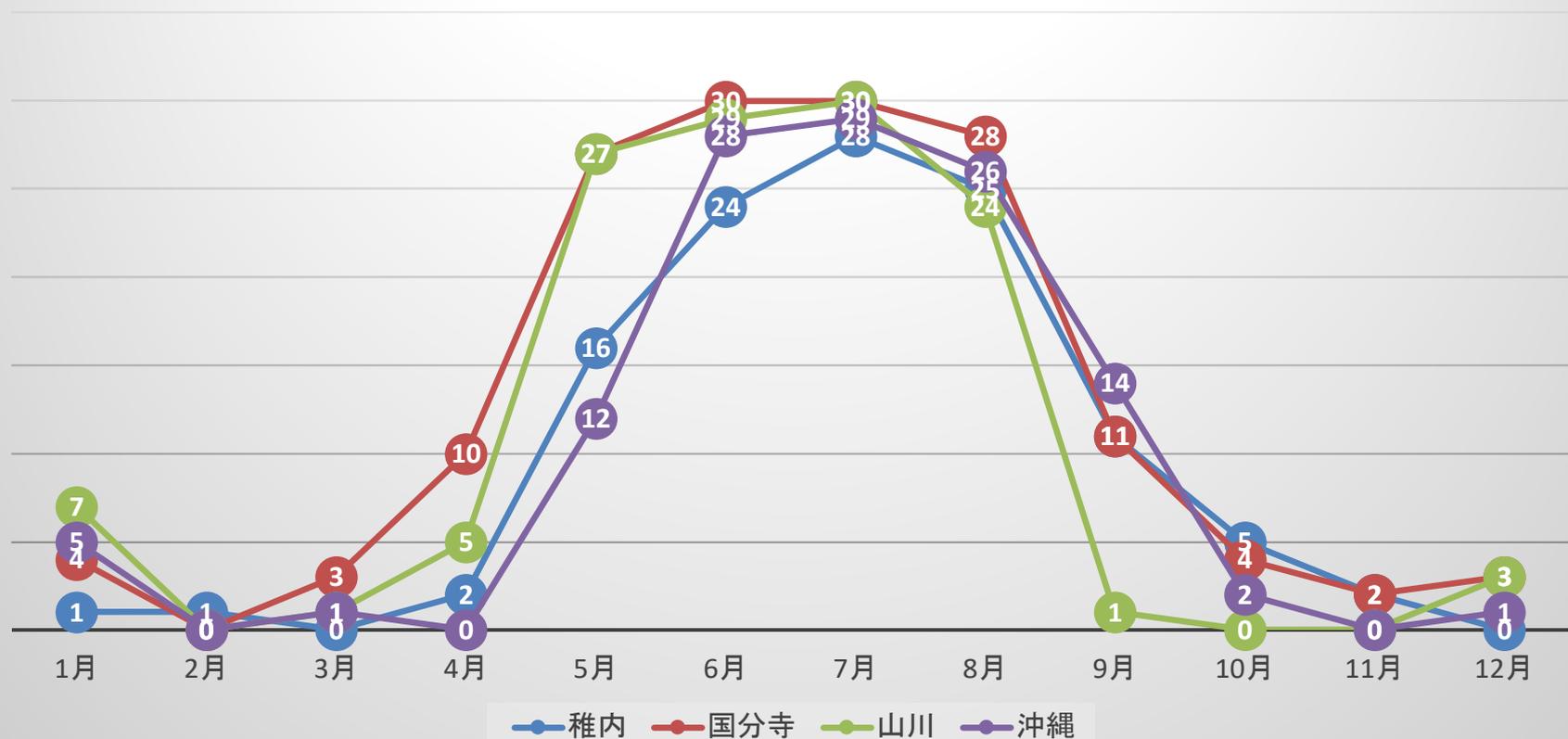
2018年のスポラディックE発生日数

スポラディックE層発生日数



2015年のスポラディックE発生日数

スポラディックE発生日数



山川は2015年8月31日～9月16日の間機器故障により欠測

2016年のスポラディックE発生日数

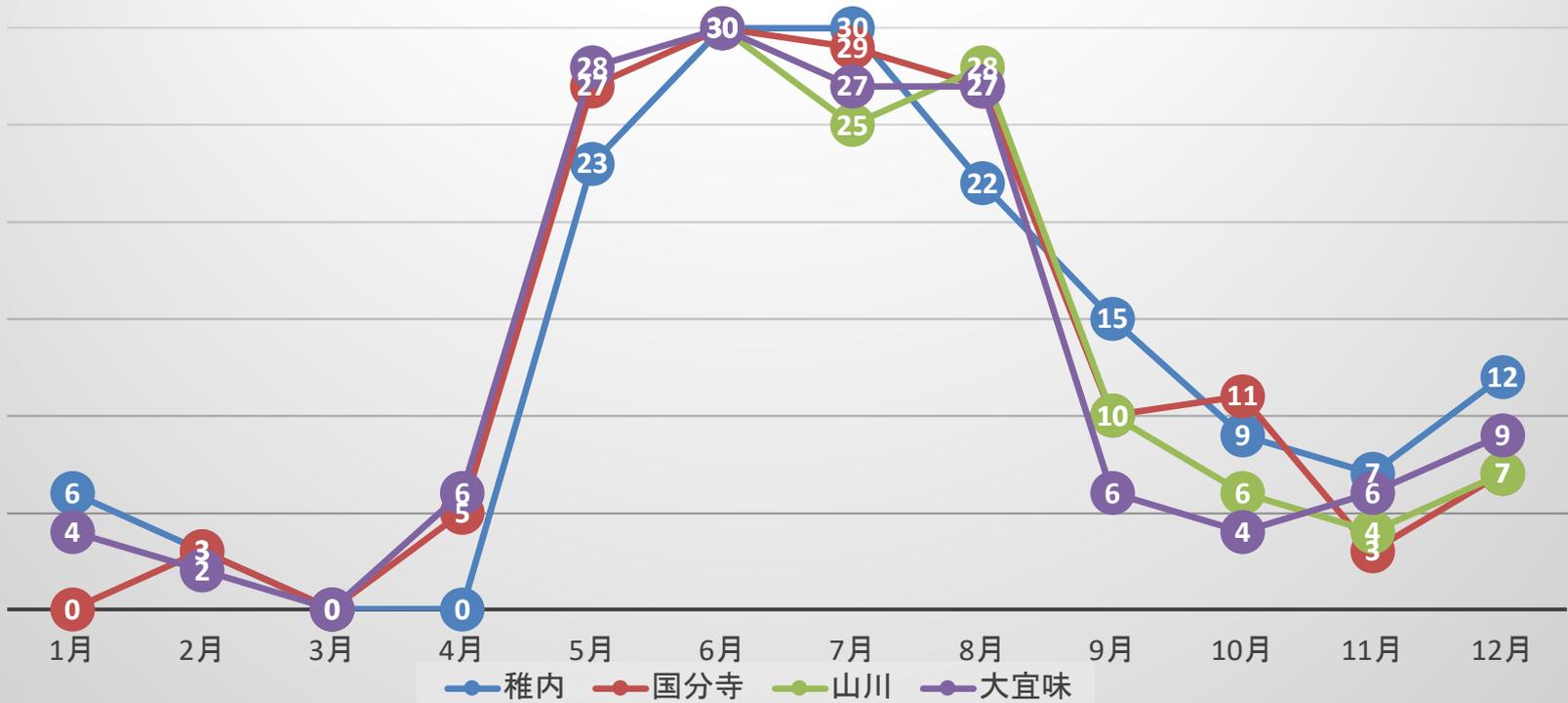
スポラディックE層発生日数



稚内は2016年5月13日~19日、山川は2015年10月21日~12月31日、大宜見は12月2日~5日の間機器故障により欠測

2017年のスポラディックE発生日数

スポラディックE層発生日数

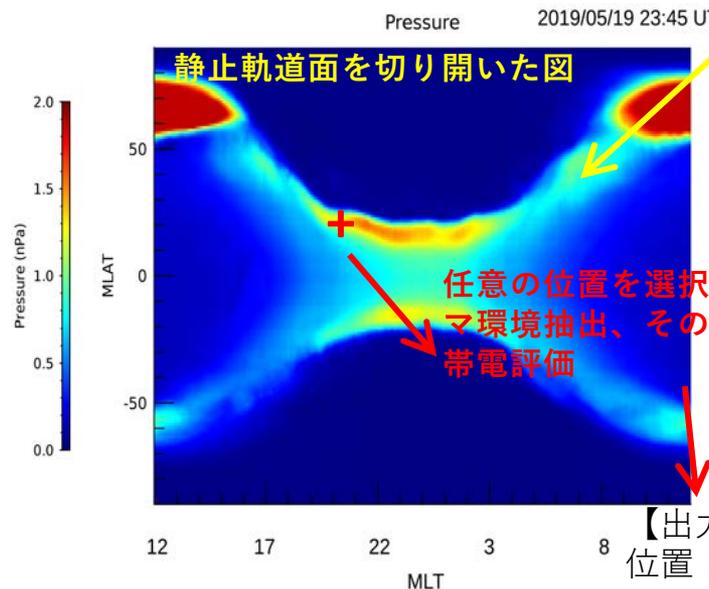
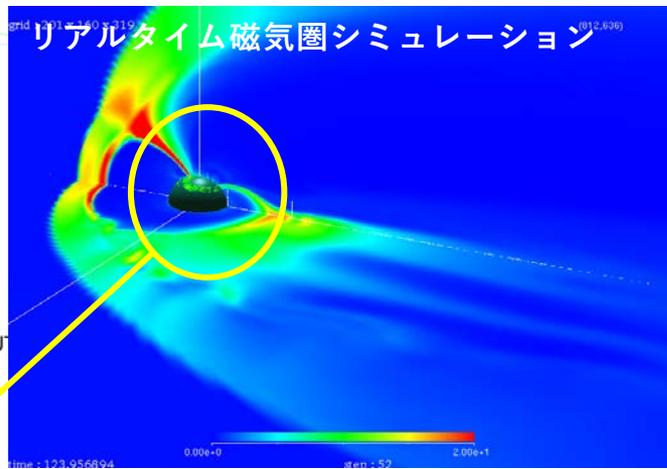




衛星帯電評価リアルタイム表示システムの開発

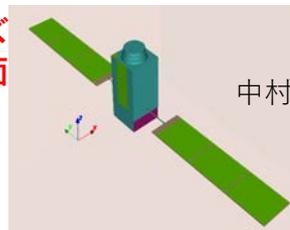
衛星表面帯電評価

衛星が密集する静止軌道のプラズマ環境を抽出し、衛星帯電モデルと組み合わせて、帯電状況を評価。(#衛星スペックは模擬的なものを使用)



任意の位置を選択するとプラズマ環境抽出、その位置での表面帯電評価

衛星帯電モデル



中村先生グループ(SPIS)

【出力イメージ】

位置：6.6Re, 磁気緯度10度、経度135度
電子密度・温度：1/cc、10keV
イオン温度・密度：1/cc、20keV
表面帯電値：800eV



今年度末に完成予定

