

宇宙天気を巡る最新動向と 総務省における取り組み

2022年1月
総務省国際戦略局
宇宙通信政策課

説明内容

1. 政府・総務省における宇宙開発の取り組み
2. 太陽の異常活動がもたらす影響と
宇宙天気予報の取り組み
3. 主要国における動向
4. 気象衛星ひまわりの後継機に搭載する
宇宙環境計測機器の技術開発

政府・総務省における 宇宙開発の取り組み

1. 宇宙活動は従来の官主導から、官民共創の時代に
2. 宇宙システムは、通信、センシング、測位を提供。社会のデジタル化基盤
3. 宇宙は科学技術のフロンティア(チャンピオン)。経済成長の推進力となる。
4. 安全保障における宇宙空間の重要性の高まり。宇宙は米中の作戦領域に。
5. 人類の活動領域は月面開発、さらに深宇宙(火星など)へと拡大



政府の基本方針

- 安全保障や経済社会、災害対策を支えるインフラとして宇宙開発を推進
- 宇宙活動の自立性維持を支える産業・科学技術基盤の強化
- 衛星コンステレーションなど、宇宙産業のゲームチェンジと経済成長に対応
- 宇宙環境のモニタリング(宇宙天気)の推進

(参考)政府における宇宙開発利用推進体制

宇宙開発戦略本部 (宇宙基本法に基づき設置)

本部長:内閣総理大臣、副部長:内閣官房長官、宇宙政策担当大臣、本部長員:全閣僚

宇宙基本計画を策定、**工程表**を毎年改訂

諮問

宇宙政策委員会

(委員長:葛西敬之JR東海名誉会長)
我が国の宇宙開発利用に係る政策及び関係行政機関の宇宙開発利用に関する経費の見積もりの方針等の重要事項について調査審議

事務局

事務局

内閣府 宇宙開発戦略推進事務局

平成20年8月 内閣官房に宇宙開発戦略本部事務局設置
平成28年4月 内閣府へ移管

宇宙政策の総合的かつ計画的な推進・調整

総務省

通信・放送
関連研究開発等

文部科学省

ロケット・衛星
研究開発
科学技術探査等

経済産業省

産業基盤強化等

内閣官房 内閣情報調査室

情報収集衛星
開発・運用

国土交通省

気象衛星
運用等

環境省

気象観測衛星
利用等

防衛省

安全保障

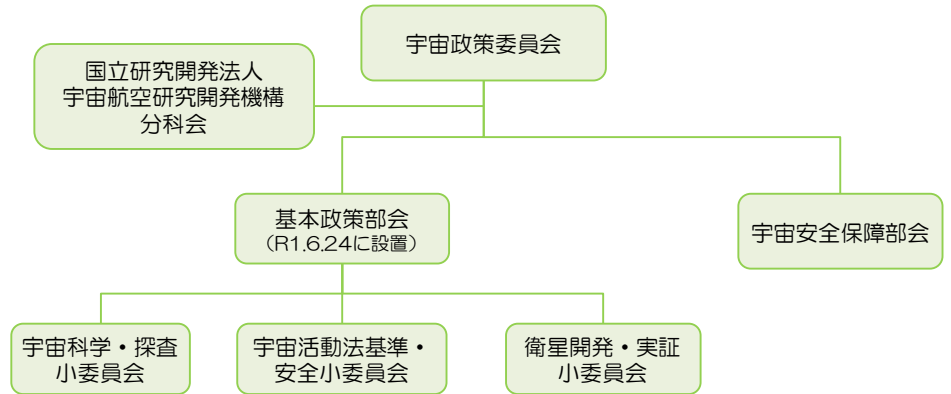
その他省庁
警察庁
外務省
農林水産省
Etc...

NICT

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構(JAXA)

宇宙開発利用を技術で支える中核的な実施機関として位置づけられ、
宇宙基本計画に基づき、中期目標を策定する

委員長 葛西 敬之 東海旅客鉄道株式会社名誉会長
委員長代理 松井 孝典 千葉工業大学学長、東京大学名誉教授
委員 青木 節子 慶應義塾大学大学院法務研究科教授
遠藤 典子 慶應義塾大学グローバルリサーチインスティテュート 特任教授
折木 良一 元防衛省統合幕僚長
後藤 高志 株式会社西武ホールディングス代表取締役社長
中須賀 真一 東京大学大学院工学系研究科教授
松本 紘 理化学研究所理事長
山崎 直子 宇宙飛行士



省庁間の横断的な連携

宇宙基本計画の概要(令和2年6月30日 閣議決定)

総務省関連

- 安全保障における宇宙空間の重要性や経済社会の宇宙システムへの依存度の高まり、リスクの深刻化、諸外国や民間の宇宙活動の活発化、宇宙活動の広がり、科学技術の急速な進化など、昨今の宇宙を巡る環境変化を踏まえ、宇宙基本計画を改訂。
- 多様な国益に貢献するため、戦略的に同盟国等とも連携しつつ、宇宙活動の自立性を支える産業・科学技術基盤を強化し、宇宙利用を拡大することで、基盤強化と利用拡大の好循環を実現する、**自立した宇宙利用大国**となることを目指す。
- この実現に向けて、官民の連携を図りつつ、予算を含む必要な資源を十分に確保し、これを効果的かつ効率的に活用して、政府を挙げて宇宙政策を強化していく。

基本的なスタンス

(1) 出口主導

- ✓ 出口戦略の明確化を徹底
- ✓ タイムリーな技術実証の実施など戦略的な対応

(2) 民間活力の活用

- ✓ 投資の予見性確保
- ✓ 民間が担える部分は可能な限り民間から調達

(3) 資源の効果的活用

- ✓ 安全保障や探査のための先端技術を産業等へ有効活用。
- ✓ 非宇宙分野との人材交流、資金の流れを活発化

(4) 同盟国・友好国等との戦略的連携

- ✓ 同盟国・友好国等との連携の下、国際的なルール作りや国際協力等を推進
- ✓ 我が国の強みを活かしながら、同盟国等と戦略的に連携

宇宙政策の目標と具体的アプローチ

(1) 多様な国益への貢献

① 宇宙安全保障の確保

- i 準天頂衛星システム
7機体制の確立と後継機の開発着手。
- ii Xバンド防衛衛星通信網
2022年度までに3号機の打上げ。
- iii 情報収集衛星
10機体制確立へ機数増を着実に実施。
- iv 即応型小型衛星システム
即応型の小型衛星等について、ニーズや運用構想等を検討。
- v 商用衛星等の利用
商用衛星等の利用による冗長性の確保。
- vi 早期警戒機能等
小型衛星コンステレーションについて米国との連携を踏まえながら検討。
- vii 海洋状況把握
海洋状況把握への宇宙技術の活用を推進。
- viii 宇宙状況把握
宇宙状況把握システムの運用開始。
- ix 宇宙システム全体の機能保証強化
- x 同盟国・友好国等と戦略的に連携した国際的なルール作り

② 災害対策・国土強靱化や地球規模課題の解決への貢献

- i 気象衛星
2022年度をめどに「ひまわり9号」運用を開始。
- ii 温室効果ガス観測技術衛星
2023年度に3号機の打上げを目指す。
- iii 地球観測衛星・センサ
先進光学・レーダ衛星の打上げ。基幹的衛星技術の継続的な高度化、情報基盤(DIAS)の強化。
- iv 準天頂衛星システム
衛星安否確認サービスについて、2021年度を目途に20都道府県程度に普及。
- v 情報収集衛星
被災状況の早期把握等のため、画像データを利活用。
- vi 災害対策・国土強靱化への衛星データの活用
2022年度までに、被災状況の迅速な把握等のためのシステム開発、社会実装。
- vii 資源探査センサ
「HISUI」の定常運用を早期に開始。

③ 宇宙科学・探査による新たな知の創造

- i 宇宙科学・探査
・「はやぶさ」等の世界的に高い評価を受ける技術等をベースにしつつ、ボトムアップで推進。海外ミッションにも参加。
・世界に先駆けて獲得すべき共通技術及び革新的技術の研究開発等を推進。
- ii 国際宇宙探査への参画
・米国提案の国際宇宙探査(アルテミス計画)への参画機会を活用し、日本人宇宙飛行士の活躍の機会を確保する等、宇宙先進国としてのプレゼンスを十分に発揮しつつ、政府を挙げて、意義ある取組を推進。
・我が国が強みを有する有人滞在技術、補給、月面での移動等で参画。さらに、測位、通信、リモートセンシング、多点探査、三次元探査、サンプルリターン、天体観測等を検討。
- iii 国際宇宙ステーション(ISS)を含む地球低軌道活動
・国際宇宙探査活動が必要となる技術の実証の場としてISSを最大限活用。
・将来の地球低軌道活動等に向けた取組へとシームレスかつ効率的につなげる。

④ 宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現

- i 衛星データの利用拡大
衛星データ利用の原則化、準天頂衛星を活用したG空間プロジェクトの推進。
- ii 政府衛星データのオープン&フリー化
- iii 政府衛星データプラットフォーム
民間活力を最大限活用し「Tellus」の機能向上。
- iv 民間事業者への宇宙状況把握サービス提供のためのシステム構築
- v 国のプロジェクトにおけるベンチャー企業等からの民間調達の拡大
民間でできるものは民間から調達することを基本とし、ベンチャー企業等民間からの調達拡大。
- vi JAXAの事業創出・オープンイノベーションに関する取組強化
- vii 異業種企業等の宇宙産業への参入促進
- viii 制度環境整備
サブオービタル飛行、宇宙資源開発、軌道上サービスなどに必要な制度環境整備。
- ix 射場・スペースポート
- x 海外市場開拓
- xi 月探査活動への民間企業等の参画促進
- xii 地球低軌道活動における経済活動等の促進

(2) 産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化

- i 基幹ロケットの開発・運用
基幹ロケットの継続的な開発・高度化等の推進。政府衛星の打上げに優先使用。
- ii 将来の宇宙輸送システムの研究開発
抜本的な低コスト化等を目指した革新的な将来宇宙輸送システム技術の研究開発の推進。
- iii 衛星開発・実証を戦略的に推進する枠組み(衛星開発・実証プラットフォーム)の構築
将来のユーザーニーズを先取りした衛星開発・実証を推進。

- iv 衛星関連の革新的基盤技術開発
iiiの枠組みの下、量子暗号通信、宇宙光通信、フレキシブル化、衛星コンステレーション、テラヘルツ波に係る基盤技術等の開発・実証。
- v 有人宇宙活動の在り方の検討
- vi スペースデブリ対策
デブリ除去やデブリ化抑制等のための技術開発。国際的なルール作りを主導。

- vii 宇宙大太陽光発電の研究開発
- viii 宇宙環境のモニタリング(宇宙天気)
- ix 宇宙活動を支える人材基盤の強化
- x 宇宙分野の知財活動のための環境整備
- xi 宇宙産業のサプライチェーンの強化
- xii 国際的なルール作りの推進
- xiii 国際宇宙協力の強化
- xiv 調査分析・戦略立案機能の強化
- xv 国民理解の増進

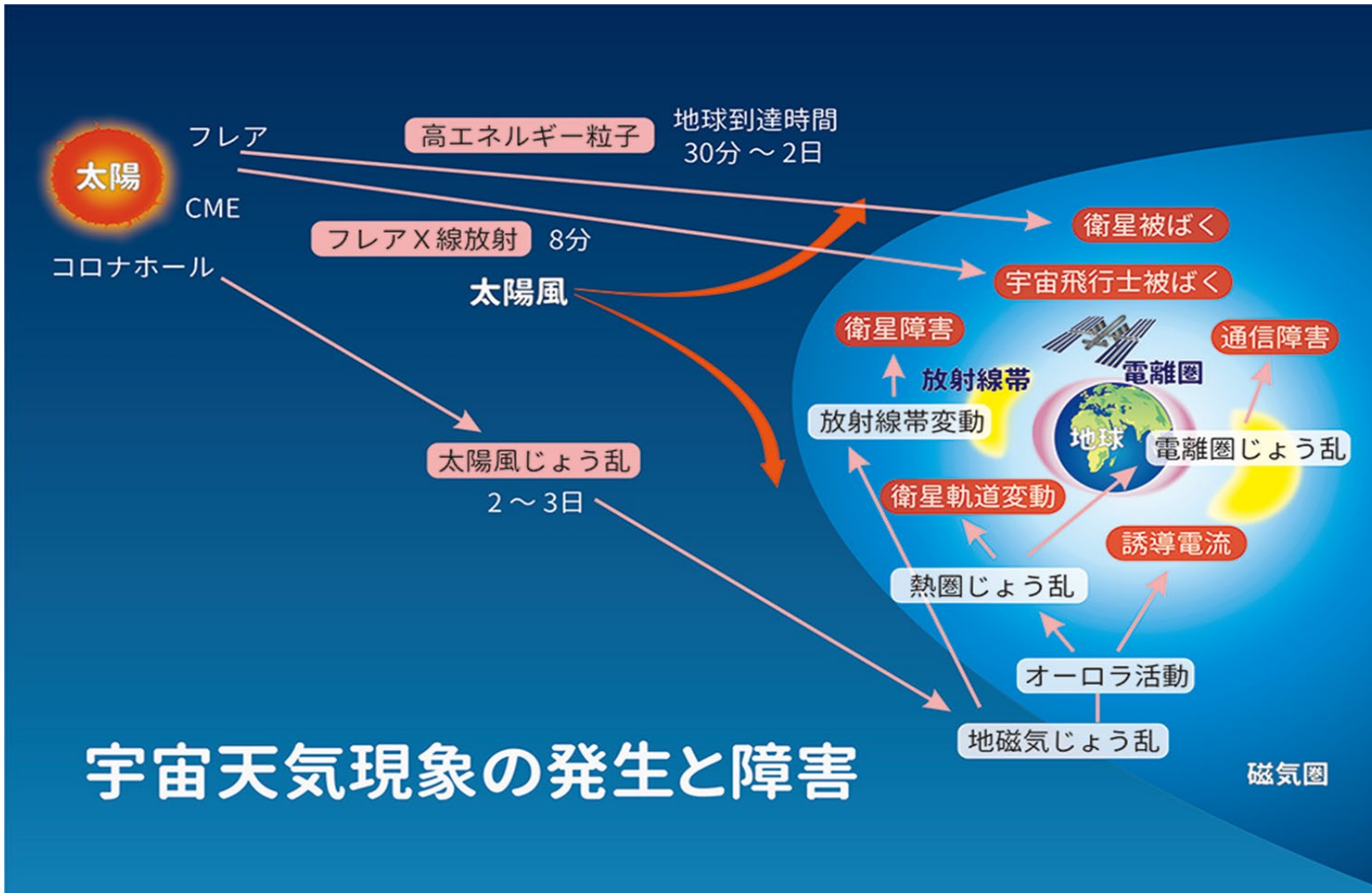
(参考)総務省の宇宙関連予算(2021年度)

| 施策名 | 財源 | 予算額 (2021年度) | 研究委託先 |
|---|--------|-----------------|--------------------------------|
| 衛星に搭載する量子暗号通信の実用化①(「衛星通信における量子暗号技術の研究開発」) | 一般 | 5億円 | NICT、ソニー、スカパーJSAT、東京大学、NEST RA |
| 衛星に搭載する量子暗号通信の実用化②(「グローバル量子暗号通信網構築のための衛星量子暗号通信技術の研究開発」) | 一般 | 15億円 | NICT、スカパーJSAT、NEC、東芝 |
| 技術試験衛星9号機(ETS-9)の推進(「多様なユースケースに対応するためのKa帯衛星の制御に関する研究開発」) | 利用料 | 16.3億円 | NICT、三菱電機、東京大学、東北大学、天地人 |
| アジア・太平洋地域における準天頂衛星活用の実証調査 | 一般 | 0.5億円 | 日立製作所 |
| テラヘルツ波を用いた月面の広域な水エネルギー資源探査(多チャンネルテラヘルツセンサ搭載の超小型衛星システムの開発等) | 内閣府推進費 | 2.2億円 | NICT、JAXA、東京大学、SpaceBD |
| ひまわりの高機能化研究技術開発(静止気象衛星ひまわり後継機に気象観測装置と同時搭載可能な宇宙環境計測装置の実現) | 内閣府推進費 | 1.2億円 | NICT、東京都市大学 |
| 宇宙天気予報の推進(「電波伝搬の観測・分析等の推進」) | 利用料 | 15億円 | NICT |
| 合計 | | 55.2億円 | |
| 【経済対策】 衛星コンステレーションにおける量子暗号通信を実現するための光地上局テストベッド環境の整備(令和3年度補正予算) | | 50.5億円 | NICT施設整備 |

太陽の異常活動がもたらす影響と 宇宙天気予報の取り組み

太陽の異常活動がもたらす障害

- 太陽の異常活動によって、航空無線、電力網、通信・放送・測位システムに誤動作を発生させるおそれがある。
- このため、情報通信研究機構(NICT)では、社会インフラの安定運用を確保するため、太陽活動を観測・分析し、24時間365日の有人運用による予警報(“宇宙天気予報”)を提供中



太陽の異常活動
によってもたらされる
可能性のある障害例

航空用無線の障害

短波放送の障害

電力網の停電

測位精度(GPS等)の劣化による衝突
(自動車、船舶、ドローン)

人工衛星の故障

宇宙飛行士・航空機乗務員の被ばく

宇宙天気現象の発生と障害

フレア: 太陽における爆発現象、高エネルギー粒子: エネルギーを帯びた電子、陽子、重イオン
CME: コロナ質量放出(Coronal mass ejection)、太陽から突発的にプラズマの塊が放出される現象
コロナホール: 太陽のコロナの密度が低い部分のこと。高速の太陽風はコロナホールに沿って移動する。

2025年頃の太陽極大期に対して高まる主要国の警戒

- 太陽活動(太陽の黒点数)は、約11年周期で活発と静穏を繰り返している。活発時には各地で被害が発生
- 次回のピークは2025年頃に到来すると予想され、主要国で警戒が高まっている。

2001年11月6日に発生した磁気嵐では**中部電力駿遠変電所で最大42Aの地磁気誘導電流が発生**

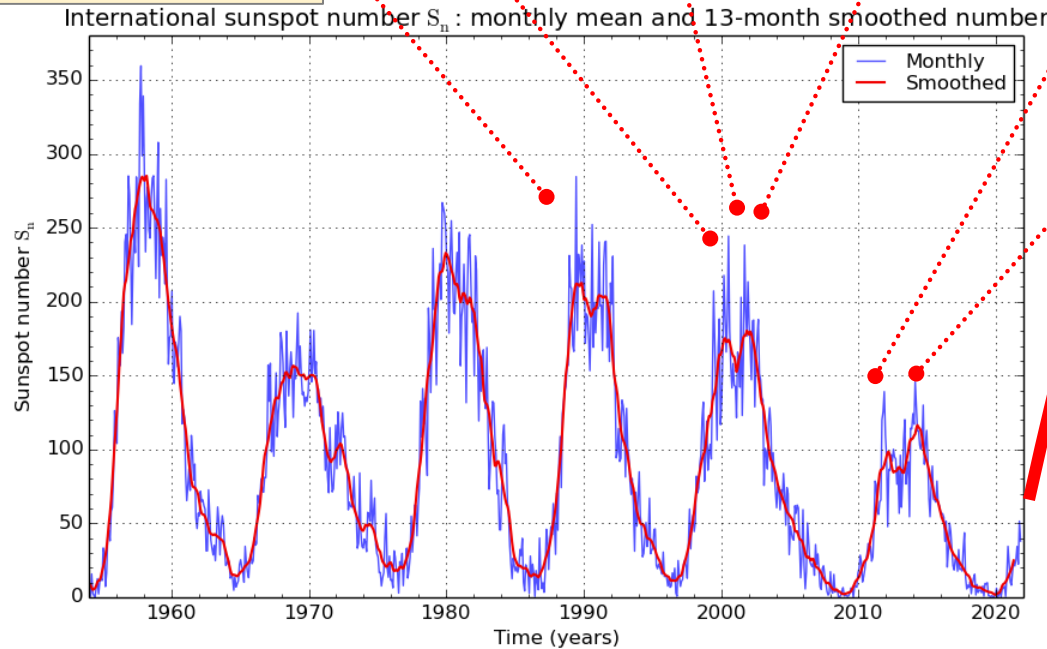
1989年3月、カナダ・ケベック州の電力網が影響を受け**約10時間の停電が発生し、600万人に影響**

2003年10月、スウェーデンのマルメで保護リレーの不要動作が発生し**約1時間の停電、約5万人に影響**。
南アフリカ共和国では**変圧器が焼損**

2003年10-11月、磁気嵐により**多数の衛星障害が発生**。NASAによると科学衛星・宇宙機の約59%が影響を受け、約24%のミッションが機器の一時遮断を行うことで安全策を取った。
日本の環境観測技術衛星みどり2号衛星が観測不能になり故障

2010年4月、米国のGalaxy15衛星がオーロラ活動に伴う帯電の影響によりコマンドを受け付けられない状態に陥り、約9ヶ月後に復旧

2012年7月23日、非常に大規模なコロナ質量放出が発生。太陽の地球から見て反対側で発生したため、地球への直撃を免れた。



SILSO graphics (<http://sidc.be/silso>) Royal Observatory of Belgium 2021 November 1

11年周期で増減を繰り返す太陽黒点数

出典:ベルギー王立天文台のウェブサイトより。図を一部加工

2025年頃に太陽活動のピークが到来(予測)

<https://www2.nict.go.jp/spe/benchmark/>
<https://swc.nict.go.jp/knowledge/solar.html>
<https://wwwbis.sidc.be/silso/monthlyssnplot>

2021年10月29日(金)に発生した太陽フレアの爆発

時事ドットコムニュース > 社会 > 太陽フレアの影響収まる 情報通信研究機構

Twitter Facebook B! コメント

小 中 大

太陽フレアの影響収まる 情報通信研究機構

2021年11月01日17時34分



情報通信研究機構の本部 = 東京都小金井市

情報通信研究機構は1日、太陽で10月29日午前0時35分に発生した大規模なフレア（表面の爆発現象）の影響は、1日朝に収まったことを明らかにした。

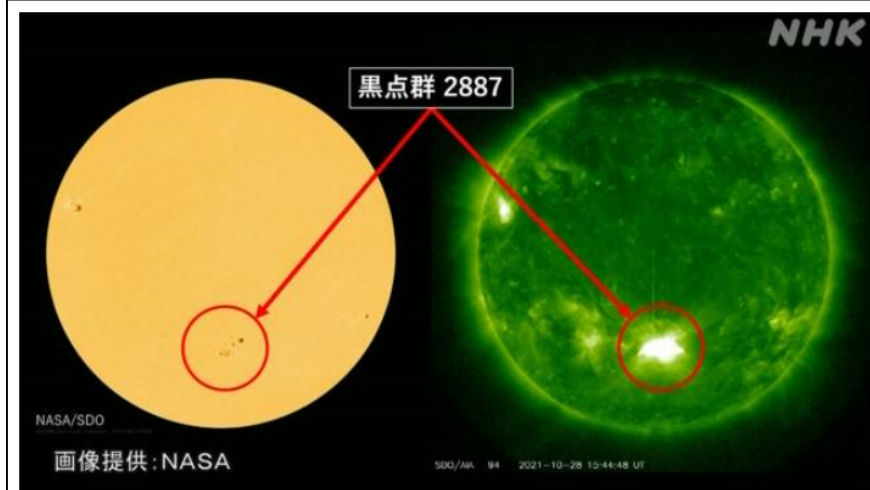
フレアにより放出されたコロナ（上層大気）のガスは、予想より遅く、10月31日夕方に地球へ到来。その後1日朝にかけ、中程度の地磁気嵐が生じたほか、電離圏の乱れも観測された。日本では南方で短波通信に影響が出た可能性があるという。

2021年11月1日 時事ニュースより引用

■「太陽フレア」が発生

太陽の表面で29日午前0時過ぎ（日本時間）、「太陽フレア」と呼ばれる大きな爆発現象が起きた。情報通信研究機構（NICT）によると、放出されたガスが30日夕方から夜ごろに地球に届いて、無線通信が乱れたり、全地球測位システム（GPS）の誤差が大きくなったりする可能性がある。同機構の久保勇樹さんによると、一般の人は特に注意して暮らす必要はない。

2021年10月30日
朝日新聞記事
より引用



「太陽フレア」30日以降数日 通信衛星やGPSなどに影響のおそれ

2021年10月29日 21時53分

「太陽フレア」と呼ばれる太陽表面の巨大な爆発現象が発生し、電気を帯びた粒子が、30日午後から31日にかけて地球に到達する見通しです。この影響で、通信衛星やGPSなどに影響が出るおそれがあり、情報通信研究機構が注意を呼びかけています。

情報通信研究機構などによりますと、29日未明、「太陽フレア」と呼ばれる太陽表面での爆発現象の中でも最大クラスに分類される、巨大な爆発が発生しました。

2021年10月29日夜 NHK(ウェブニュース)より引用

注意を呼びかけたものの
障害の発生は確認されなかった。

○ 宇宙基本計画(令和2年6月30日 閣議決定) 抜粋

viii. 宇宙環境のモニタリング(宇宙天気)

宇宙状況把握や衛星の開発・運用、地上での通信・放送、衛星測位等の安定的な利用に寄与するため、電離圏や磁気圏、太陽活動を間断なく観測、分析し、24時間365日の有人運用による宇宙天気予報の配信を引き続き実施する。また、宇宙環境の変動への対応力を更に高めるため、国内外の関係機関等と連携し、電離圏や太陽活動等の観測・分析システムの更なる高度化を図るとともに、観測データを用いたシミュレーション技術の研究を行い、宇宙天気予報システムの高精度化等を進める。(総務省)

国立研究開発法人情報通信研究機構
宇宙天気予報センター
International Space Environment Service (ISES), Regional Warning Center Japan

はじめに ▶ JP EN

JST 2021/08/06 09:46 . UTC 2021/08/06 00:46 .

ホーム レポート 現況 予報 ユーザーガイド リンク

予報

2021/08/05 15:00 JST ~ 2021/08/06 14:59 JST

| 太陽フレア | プロトン現象 | 地磁気擾乱 | 放射線帯電子 | 電離圏風 | デリンジャー現象 | スラッシュイグレ層 |
|-------|--------|-------|--------|------|----------|-----------|
| 静穏 | 静穏 | 静穏 | やや高い | 静穏 | 静穏 | ▲活発 |
| Lv.1 | Lv.1 | Lv.1 | Lv.2 | Lv.1 | Lv.1 | Lv.3 |

概況・予報 2021/08/05 21:00 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。

詳しくはこちら ▶



NICT研究者による予報会議

【国立研究開発法人情報通信研究機構法】

（業務の範囲）

第十四条 機構は、第四条の目的を達成するため、次の業務を行う。

四 電波の伝わり方について、観測を行い、予報及び異常に関する警報を送信し、並びにその他の通報をすること。

（参考）

○気象業務法

第三章 予報及び警報

（予報及び警報）

第十三条 気象庁は、政令の定めるところにより、気象、地象（地震にあつては、地震動に限る。第十六条を除き、以下この章において同じ。）、津波、高潮、波浪及び洪水についての一般の利用に適合する予報及び警報をしなければならない。ただし、次条第一項の規定により警報をする場合は、この限りでない。

2（略）

3 気象庁は、前二項の予報及び警報をする場合は、自ら予報事項及び警報事項の周知の措置を執る外、報道機関の協力を求めて、これを公衆に周知させるように努めなければならない。

第十三条の二 気象庁は、予想される現象が特に異常であるため重大な災害の起こるおそれが著しく大きい場合として降雨量その他に関し気象庁が定める基準に該当する場合には、政令の定めるところにより、その旨を示して、気象、地象、津波、高潮及び波浪についての一般の利用に適合する警報をしなければならない。

2～5（略）

第十五条 気象庁は、第十三条第一項、第十四条第一項又は前条第一項から第三項までの規定により、気象、地象、津波、高潮、波浪及び洪水の警報をしたときは、政令の定めるところにより、直ちにその警報事項を警察庁、消防庁、国土交通省、海上保安庁、都道府県、東日本電信電話株式会社、西日本電信電話株式会社又は日本放送協会の機関に通知しなければならない。地震動の警報以外の警報をした場合において、警戒の必要がなくなつたときも同様とする。

2 前項の通知を受けた警察庁、消防庁、都道府県、東日本電信電話株式会社及び西日本電信電話株式会社の機関は、直ちにその通知された事項を関係市町村長に通知するように努めなければならない。

3 前項の通知を受けた市町村長は、直ちにその通知された事項を公衆及び所在の官公署に周知させるように努めなければならない。

4 第一項の通知を受けた国土交通省の機関は、直ちにその通知された事項を航行中の航空機に周知させるように努めなければならない。

5 第一項の通知を受けた海上保安庁の機関は、直ちにその通知された事項を航海中及び入港中の船舶に周知させるように努めなければならない。

6 第一項の通知を受けた日本放送協会の機関は、直ちにその通知された事項の放送をしなければならない。

- ◎昭和15年(1940)頃まで 電離層の研究は海軍、陸軍、逓信省電気試験所で実施
- ◎昭和16年(1941) 電離層及び電波伝播に関する研究機関として文部省に電波物理研究会が設立
- ◎昭和17年(1942) 電波物理研究会が電波物理研究所に発展
- ◎昭和23年(1948) 新設の逓信省電気通信研究所に合併される形で廃止

- ◎昭和27年(1952) 電波監理委員会の廃止、郵政省電波研究所が発足
・郵政省設置法において、電波研究所の業務として電波の伝わり方の予報・警報が規定

- 郵政省設置法(改正後)
(電波研究所)

第十七条の二 電波研究所は、左に掲げる事項を行うための機関とする。

- 一 電波の伝わり方の観測、研究及び調査を行うこと。
- 二 周波数標準値を定め、標準電波を発射し、及び標準時を通報すること。
- 三 電波の伝わり方について、予報及び異常に関する警報を送信し、並びにその他の通報をすること。
- 四～七 (略)

- ◎昭和63年(1988) 電波研究所が通信総合研究所に名称変更

- ◎平成13年(2001) 独立行政法人通信総合研究所が発足

- 独立行政法人通信総合研究所法 法律第百六十二号(平一一・一二・二二)
(業務の範囲)

第十条 研究所は、第三条の目的を達成するため、次の業務を行う。

- 四 電波の伝わり方について、観測を行い、予報及び異常に関する警報を送信し、並びにその他の通報をすること。

- ◎平成27年(2015) 国立研究開発法人情報通信研究機構に名称変更

1.重点研究開発分野の研究開発等

(1)電磁波先進技術分野

宇宙天気に関する計測技術

②宇宙環境計測技術

通信・放送・測位・航空・人工衛星等の安定運用を実現する宇宙環境の計測技術及び計測した現況から分析・予測する技術の研究開発を実施し、宇宙環境擾乱等の予報・警報等の高度化を目指すものとする。

(2)革新的ネットワーク分野

宇宙通信技術

③宇宙通信基盤技術

衛星通信を含む非地上系ネットワークや通信システムの利用拡大を鑑み、電波や光による柔軟な衛星通信ネットワークの構築により、次世代衛星通信基盤技術の研究開発を実施するとともに、産学連携を推進するものとする。

(5)フロンティアサイエンス分野

衛星に搭載する量子暗号技術

③量子情報通信基盤技術

衛星・地上等の量子暗号網を統合したグローバルな量子セキュアネットワークの将来的な実現を目指し、あらゆる計算機で解読不可能な安全性を実現する量子暗号をはじめとする量子セキュアネットワーク技術に係る研究開発を実施するとともに、社会実装を想定したシステム化を図る。あわせて、量子計測標準、光量子制御、量子誤り訂正を含む高度な量子制御技術の研究開発を推進し、より汎用的な量子ノード技術の実現を目指すものとする。

2.分野横断的な研究開発その他の業務

情報収集衛星の開発

③その他の業務

電波利用料財源による業務、型式検定に係る試験事務、情報収集衛星に関する開発等について、国から受託した場合には、適切に実施するものとする。

宇宙天気予報

3.NICT法第14条第1項第3号から第5号までの業務

NICT法第14条第1項第3号に基づき、社会経済活動の秩序維持のために不可欠な尺度となる周波数標準値を設定し、標準電波を発射し、及び標準時を通報する業務を行う。

また、NICT法第14条第1項第4号に基づき、短波帯通信の途絶や衛星測位の誤差増大等の影響を生じさせる太陽活動や地磁気及び電離圏の乱れ、宇宙放射線の変動に関する観測や予報・警報を行う。

観測センサ

地上アンテナによる観測

衛星搭載センサーによる太陽観測

観測データ

● 太陽領域

太陽黒点

太陽フレア

プロトン現象

● 磁気圏領域

放射線帯電子

地磁気擾乱

● 電離圏領域

電離圏嵐

テリンジャー現象

スホラティックE層

国際協力に基づく
海外からの観測データ

分析・予報・配信



- ◆ スパコンによる数値計算
- ◆ 予測モデル、24時間監視体制
- ◆ 予報担当による総合解析プロダクツの生成
- ◆ 電子メール、インターネットでの情報配信

◆ 国際民間航空機関(ICAO) グローバル宇宙天気センター

◆ JAXA 宇宙環境計測情報システム(SEES、Space Environment & Effects System)との連携

◆ 宇宙天気ユーザー協議会、宇宙天気ユーザーズフォーラムを通じた宇宙天気情報の活用



提供

予報の利用分野とハザード

● 航空

通信障害

位置測位精度劣化

レーダ障害

電子機器誤作動

乗務員の被ばく

航空事故

● 電力送電

変圧器加熱、絶縁オイル劣化

停電(送電線の過電流、保護リレー誤動作)

● 測位

測位精度(GPS)の劣化、衝突事故
(自動車、海運、ドローン等)

● 通信・放送

短波放送、テレビ、FMラジオの混信

無線通信の混信・途絶(船舶通信、防災・消防無線等)

● 有人宇宙飛行

宇宙飛行士の被ばく問題

● 人工衛星の運用

電子機器誤作動

回線ショート

軌道・姿勢異常

太陽電池劣化

大気ドラッグによるスペースデブリ異常軌道、衝突リスク

衛星通信異常

全損事故

主要国における動向

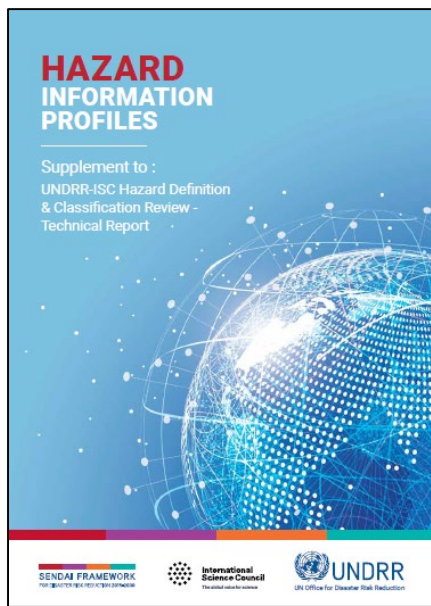
【ポイント】

- **国連防災機関(UNDRR)**: 宇宙天気現象(4種類)を含む302種類のハザードを発表(2021年10月)
- **米国**:「国家宇宙天気戦略」を発表(2015年10月)。宇宙天気は、国土安全保障に大きな影響を与える可能性のある自然災害の1つと位置づけ。
- **英国**:「深刻な宇宙天気への対処戦略」を発表(2021年9月)。深刻な宇宙天気現象への備えを高める戦略
- **中国**: 北京に中国・ロシアコンソーシアム(CRC)宇宙天気センターを設立(2021年11月17日)

- 2019年5月、国連防災機関(UNDRR)と国際学術会議(ISC)は、各国がリスク軽減政策を見直し、強化するための基盤として、仙台防災枠組に関連するハザードの全容を明らかにするための技術作業部会を設置
- その成果として、科学者、国連機関、民間から成る500人以上の技術専門家との協議を経てハザードリストが作成。2021年10月に公表された詳細なハザードリストは、①気象・水文ハザード、②地球外ハザード(Extraterrestrial)、③ジオハザード、④環境ハザード、⑤化学ハザード、⑥生物ハザード、⑦技術ハザード、⑧社会的ハザードの8つのクラスターに分類された302種類のハザードで構成
- 今回のハザードリストでは、宇宙天気現象は「地球外ハザード」のカテゴリで具体的に定義された。

○地球外ハザードの一覧

UNDRR: United Nations Office for Disaster Risk Reduction



UNDRR発行レポート(2021年10月)
ハザードの詳細定義

| EXTRATERRESTRIAL 地球外ハザード | | | |
|--------------------------|------------------|---|---------------|
| ET0001 | Extraterrestrial | <u>Airburst</u> | 核爆発・大型隕石の空中爆発 |
| ET0002 | Extraterrestrial | <u>Geomagnetic Storm (including energetic particles related to space weather, and solar flare radio blackout [R Scale])</u> | 地磁気嵐 |
| ET0003 | Extraterrestrial | <u>UV Radiation</u> | 紫外線 |
| ET0004 | Extraterrestrial | <u>Meteorite Impact</u> | 隕石衝突 |
| ET0005 | Extraterrestrial | <u>Ionospheric Storms</u> | 電離圏嵐 |
| ET0006 | Extraterrestrial | <u>Radio Blackout</u> | 太陽活動による電波障害 |
| ET0007 | Extraterrestrial | <u>Solar Storm (Solar Radiation Storm) (S Scale)</u> | 太陽嵐(太陽放射嵐) |
| ET0008 | Extraterrestrial | <u>Space Hazard / Accident</u> | 宇宙事故(デブリ等) |
| ET0009 | Extraterrestrial | <u>Near-Earth Object</u> | 地球近傍天体(小惑星等) |

宇宙天気現象

→地球外ハザード全9種類のうち4つが宇宙天気現象のハザード

<https://www.undrr.org/publication/hazard-definition-and-classification-review>

<https://council.science/publications/hazard-information-profiles/>

<https://www.undrr.org/news/launch-undrr/isc-hazard-information-profiles-supplement-undrr/isc-hazard-definition>

- 米国・国家科学技術会議(NSTC)は「国家宇宙天気戦略(NATIONAL SPACE WEATHER STRATEGY)」を発表。あわせて「国家宇宙天気アクションプラン(NATIONAL SPACE WEATHER ACTION PLAN)」も発表。
- 2011年12月、国土安全保障省(DHS)は、大統領指令に基づき戦略的国家リスクアセスメント(SNRA)を作成。宇宙天気は、国土安全保障に大きな影響を与える可能性のある9つの自然災害の1つと位置づけられ、国家戦略はそれらに基づき策定されたもの。
- 国家戦略の策定後、具体的なベンチマークに関するレポートが2018年6月に策定されている。

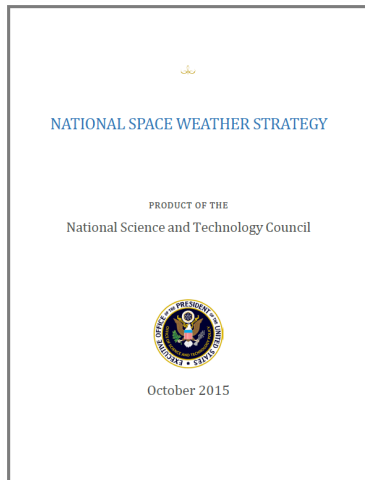
【基本認識】

- 宇宙天気は、衛星や航空会社の運航、通信ネットワーク、ナビゲーションシステム、電力網など、米国の経済活力や国家安全保障の基盤を混乱させる可能性がある。宇宙天気に対する脆弱性を低減することが国家的な優先事項であることは明らか。
- 宇宙天気現象は定期的に発生し、重要なインフラシステムに影響を与える。一つのシステムの故障が他のシステムに連鎖する可能性がある。
- 宇宙天気は地球規模の問題である。地上の気象現象(例:ハリケーン)とは異なり、宇宙天気は、北米全体に影響を与えると同時に、地球上のさらに広い地域に到達する可能性がある。
- 米国は宇宙天気現象の観測と予測において世界的なリーダーであるが、これらの能力は国際的な協力と協調に依存している。
- 政府は、宇宙天気に関連するリスク管理能力を向上させるため、官民の専門知識や能力のネットワークを活用し、目標を定めて強化していく必要がある。
- この戦略を完全に実行するためには、政府、機関、緊急事態管理者、学界、メディア、保険業界、非営利団体、民間企業の全国的なネットワーク活動が必要である。

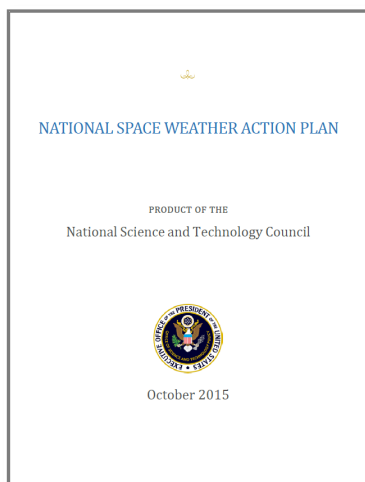
【6つの戦略的目標】

1. 宇宙天気現象のベンチマークの確立
2. 対応能力・復旧能力の強化
3. 保護・被害軽減のための取り組みの改善
4. 重要インフラへの影響の評価、モデリング、予測の改善
5. 理解と予測の促進による宇宙天気サービスの向上
6. 国際協力の強化

<https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2015/10/28/enhancing-national-preparedness-space-weather-events>



国家宇宙天気戦略の表紙



国家アクションプランの表紙

○米国・国土安全保障省(DHS):戦略的国家リスクアセスメント(SNRA)

- 2011年12月、DHSは、戦略的国家リスクアセスメント(SNRA)を作成。
- 宇宙天気は、国土安全保障に大きな影響を与える可能性のある自然災害の1つと位置づけられた。

Table 1: SNRA National-Level Events

| 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 |

| 戦略的目標 | 目標のポイント |
|--|---|
| <p>1. 宇宙天気現象のベンチマークの確立 (Establish Benchmarks for Space-Weather Events)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 宇宙天気現象に対する効果的な行動には、<u>現象の「規模」と「頻度」の理解が必要</u>。 ベンチマークとは、現象を評価するための一連の特性や条件のこと。<u>政府や産業界が重要インフラの脆弱性を評価し、行動のための「判断基準」や「しきい値」を設定し、対応策や復旧計画を強化するための参考となる</u>。 ベンチマークは、現在の科学的理解と過去の記録に基づいて、宇宙天気現象に関連する物理的パラメータを明確かつ一貫して記述する。様々な状況に対応するため、複数のベンチマークを作成する。 |
| <p>2. 対応能力・復旧能力の強化 (Enhance Response and Recovery Capabilities)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 宇宙天気の異常現象は、社会経済に大きな影響を与える事象であり、国家が協調して取り組む必要。 宇宙天気現象に対する<u>政府や民間の能力について、対応・復旧の能力を強化する包括的ガイダンスを策定する</u>。 オールハザードの停電対応・復旧計画を完成させる。異常気象による主なリスクは、電力の長期的な損失と、それが他の重要なインフラ部門に与える連鎖的な影響である。 極端な宇宙天気現象に対する<u>政府および民間の計画・管理を支援する</u>。 政府および産業界の対応・復旧計画を改善・試験するため、<u>演習を開発・実施する</u>。 |
| <p>3. 保護・被害軽減のための取り組みの改善 (Improve Protection and Mitigation Efforts)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 宇宙天気現象に対する国家の準備を改善するには、<u>保護と被害緩和のアプローチを強化する必要がある</u>。「保護」とは、宇宙天気の影響から国家を守るための能力開発であり、脆弱性の軽減も含まれる。「被害軽減」とは、リスクの最小化、連鎖的な影響への対応、耐性強化に重点を置く。 宇宙天気の影響に対する脆弱性を軽減し、リスクを管理し、対処を支援するハザード軽減計画の策定を奨励する。宇宙天気に対する脆弱性を軽減するための行動を支援するため、<u>官民の協力関係を強化する</u>。 |
| <p>4. 重要インフラへの影響の評価、モデリング、予測の改善 (Improve Assessment, Modeling, and Prediction of Impacts on Critical Infrastructure)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 宇宙天気現象に対する国家の備えを向上させるための<u>重要な要素は、関連する影響を観測し、予測する能力である</u>。<u>重要な国家インフラに対する影響を観測、評価、モデル化し、予測する能力の向上が必要</u>。 リアルタイムのインフラ評価・報告機能を開発する。<u>様々な重要インフラシステムの状態を状況に応じて把握する</u>。 宇宙天気が重要インフラに及ぼす<u>影響予測モデルを開発・改良</u>する。インフラに与える影響に関する研究を行う。 |
| <p>5. 理解と予測の促進による宇宙天気サービスの向上 (Improve Space-Weather Services through Advancing Understanding and Forecasting)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 宇宙天気への理解を深め、<u>宇宙天気の観測・予測(および関連製品・サービス)の精度・信頼性を向上させる</u>。 最新技術を開発し、<u>宇宙天気オペレーションセンターの能力を向上させる</u>。 宇宙天気予報に対する<u>ユーザーニーズの理解を深め、リードタイムと精度の目標を設定する</u>。 |
| <p>6. 国際協力の強化 (Increase International Cooperation)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 宇宙天気に対する<u>グローバルな関与と協調的な国際対応が必要</u>。 <u>観測インフラ、データ共有、数値モデル、科学研究に関する国際社会との連携を強化する</u>。 |

○米国・政府組織における宇宙天気への対応状況

| 組織 | 宇宙天気に関する主な対応や業務 |
|--|--|
| <p>宇宙天気業務・研究・被害軽減小委員会 (SWORM)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 2016年10月にオバマ前大統領が発布した大統領命令「宇宙天気イベントに備えた取組の調整」によって、国家科学技術会議 (NSTC) の環境・自然資源・持続委員会 (CENRS) に新たに創設された常設小委員会 省庁横断的な調整・戦略策定を担当 SWORMには、20以上の省庁や連邦政府機関の関係者が参加。 OSTPと商務省 (NOAAの上部組織)、国土安全保障省が議長を務め、メンバーとして、国防総省、内務省、運輸省、エネルギー省、NASA、NSF等が含まれる。 https://www.sworm.gov/ |
| <p>海洋大気庁 (NOAA)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 1946年に宇宙天気予報センターを創設し、関連データを収集すると共に、1965年からは毎日、宇宙天気予報を発表。 同センターは、地上と宇宙空間の両方にあるセンサーから、太陽や太陽圏、磁気圏、電離層のリアルタイムの状態を示すデータを収集し、これらの情報を基に、予測、観測、警告・警報発令等を行っている。 宇宙天気予報センターが運営しているテストベッド (SWPT: Space Weather Prediction Testbed) は、宇宙天気予報に資する予報技術やモデル、製品、予報技術の開発を実施し、センターの予報や通知サービス等の向上に資するほか、関連研究を行っている他組織の支援を行うことを目的としている。 https://www.swpc.noaa.gov/content/space-weather-faq-frequently-asked-questions |
| <p>国防総省 (主に米空軍)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 米空軍の宇宙天気担当部局は、米軍四軍の共通作戦のため、宇宙天気のデータを軍事作戦に役立つインテリジェンス情報へと分析・加工する役割を担う。 また太陽放射の状況を監視し、軍事ミッションに合わせた形でデータを加工し、解析や予報、警報を提供。 太陽から放出される高エネルギー粒子、エックス線、電波バーストは作戦に次の影響を与える可能性があり懸念事項となっている。 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 軌道にある衛星やその他機器の電氣的異常や部品の劣化 ▶ 高周波数 (HF) 通信、超高周波 (UHF) 通信、全地球測位システム (GPS) のナビゲーション信号の電磁信号への影響 ▶ 低軌道衛星にかかる負荷の増加 ▶ 太陽または極向きレーダーへの干渉または誤リターンが増加 ▶ 高高度および極地の上空で活動するパイロットへの放射線暴露による潜在的な健康被害 <p style="text-align: right;">www.ofcm.gov/publications/fedplan/FCM-p1-2017.pdf</p> |
| <p>地質調査所 (USGS)</p> | <ul style="list-style-type: none"> USGSの地質災害科学センターの地磁気プログラム (Geomagnetism Program) は、米国内14か所45に地上観測所を設置し、リアルタイムの地球磁場のデータの収集・提供を実施。USGSのデータは、衛星ベースで収集されている地球磁場のデータを補完する役割を担い、太陽や太陽風、磁気圏、電離層、熱圏の状況監視や、宇宙天気の衛星やGPSへの影響分析に貢献。 |
| <p>国土安全保障省 (DHS)、 連邦緊急事態管理庁 (FEMA)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 国土安全保障省傘下の連邦緊急事態管理局 (FEMA) は、国家宇宙天気戦略の策定を支援し、特にエネルギー省やNOAA等と共に、同戦略の第二目標である「対応・復興能力強化 (Enhance Response and Recovery Capabilities)」の作成を主導。 FEMAはエネルギー省と協力し、宇宙天気イベントの最大の脅威に備える目的で「対応と復興のための連邦省庁間運用計画 (FIOP)」の「停電事故付属書 (POIA: Power Outage Incident Annex)」の作成を率いた。 |
| <p>米航空宇宙局 (NASA)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 自組織の活動や宇宙飛行士の生命を守る等の観点から、宇宙天気の観測能力強化。 NASA科学ミッション本部の太陽系物理学局 (Heliophysics Division) は、太陽ならびに太陽と地球・太陽圏との相互作用に関する研究を行っており、研究対象には宇宙天気も含まれる。重点領域は、理論開発、データ収集と解析、モデリングの三つ。 |

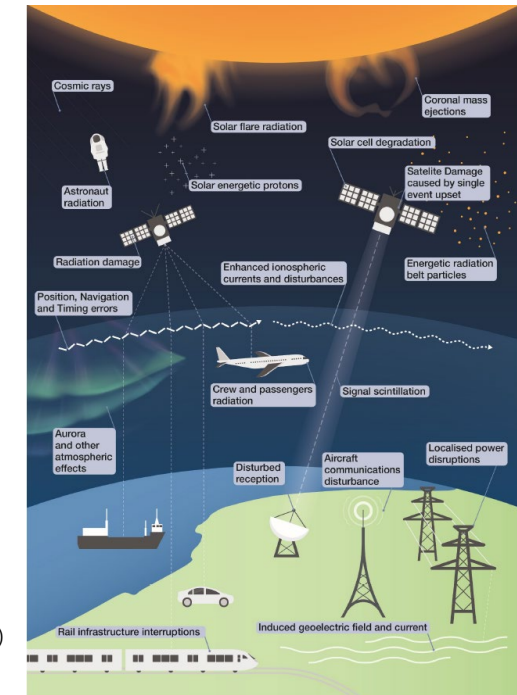
英国 ビジネス・エネルギー・産業戦略省「深刻な宇宙天気への対処戦略」(2021年9月27日)

UK Severe Space Weather Preparedness Strategy ～深刻な宇宙天気現象への備えと強靱性を高めるための国家戦略～

- 深刻な宇宙天気現象への備えを確実にするため、**今後5年間を見通した対処戦略を策定**(今回は2015年に「宇宙天気戦略」を発表)
- 英国政府は、人間・経済・環境・インフラに重大な被害をもたらす可能性のあるリスクを評価した「**国家リスク登録簿(National Risk Register)**」を定期的に発表。発生した場合には広範かつ重大な影響があることを踏まえ、**2011年に「深刻な宇宙天気」が国家リスクとして追加登録**
- 政府は**2019年から4年間で1,990万ポンド(約30億円)の観測機器・測定・モデリング・リスク(SWIMMR)プログラムを運営**。宇宙天気のモデル開発、計測機器開発を支援

【戦略の骨子】

1. 評価 : 深刻な宇宙天気の影響、引き起こされる出来事の予測能力についての理解を深める。
 - ① **観測能力の向上**: 欧州宇宙機関が打ち上げるミッション(「L5」ミッション)に対する英国の支援
 - ② **予測能力の向上**: 宇宙天気とその影響を予測する能力を向上させるための研究開発投資
 - ③ **影響の理解**: 航空機、人工衛星、通信システム、エネルギーインフラ、鉄道・海事、人間の健康、全地球測位衛星システムなどの分野における影響を理解するための作業提案
さらに、測位システムに依存している金融、健康、食料、水、緊急サービスなど他のセクターへの影響を理解する。
2. 準備 : 重要インフラやサービスの回復力を高めることに重点を置く。
 - ① **対処計画の策定とテスト**: 政府省庁や産業界が深刻な宇宙気象現象に対して強固な対処計画を持つ。
 - ② **緩和策の開発**: 産業界が厳しい宇宙天気への耐性を高めるための対策を策定し、定期的に演習を行う。
3. 対処 & 回復 : 障害に効果的に対応し、迅速に回復できるようにする。
 - ① **アプローチの公式化**: 対処計画の迅速な実施、正確な情報を産業界や一般市民に効果的に周知、復旧作業を調整するための対応体制の迅速な確立
 - ② **国際協力**: データの相互共有を可能にするシステムを確立することで、国際的なパートナーとの協力関係を深める。主なパートナーは、欧州宇宙機関(ESA)、米国航空宇宙局(NASA)、米国海洋大気庁(NOAA)など。



右上 宇宙天気予報センターの様子(同書より)
右 宇宙天気をもたらす影響(同)

○英国 2020年版国家リスク登録簿 (National Risk Register) より

発生した場合の影響

| | | | | | | |
|---|--|------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------|
| Impact (of the reasonable worst case scenario using the impact indicators below) | Level E | | 7 25 [†] | | | |
| | Level D | 34* | 12 13 29 | | | |
| | Level C | 18 28 33* 36* | 14 19 21 26 [†] 27* 38 | 2 3 6* 15 16 17 20 | | |
| | Level B | 30 | 24 | 35* | 4 5 9* 10* 11* 23 32* 37 | 1 |
| | Level A | | | 8* 22 | 31 | |
| | | < 1 in 500 | 1 to 5 in 500 | 5 to 25 in 500 | 25 to 125 in 500 | > 125 in 500 |
| | Likelihood 発生する可能性 (of the reasonable worst case scenario of the risk occurring in the next year) | | | | | |

Malicious Attacks

1. Attacks on publicly accessible locations
2. Attacks on infrastructure
3. Attacks on transport
4. Cyber attacks
5. Smaller scale CBRN attacks
6. Medium scale CBRN attacks
7. Larger scale CBRN attacks
8. Undermining the democratic process*

Serious and Organised Crime

9. Serious and organised crime – vulnerabilities*
10. Serious and organised crime – prosperity*
11. Serious and organised crime – commodities*

Environmental Hazards

12. Coastal flooding
13. River flooding
14. Surface water flooding
15. Storms
16. Low temperatures
17. Heatwaves
18. Droughts
19. Severe space weather
20. Volcanic eruptions
21. Poor air quality
22. Earthquakes
23. Environmental disasters overseas
24. Wildfires

Human and Animal Health

25. Pandemics[†]
26. High consequence infectious disease outbreaks[†]
27. Antimicrobial resistance*
28. Animal diseases

Major Accidents

29. Widespread electricity failures
30. Major transport accidents
31. System failures
32. Commercial failures*
33. Systematic financial crisis*
34. Industrial accidents – nuclear*
35. Industrial accidents - non nuclear*
36. Major fires*

Societal Risks

37. Industrial action
38. Widespread public disorder

*Risk not plotted in the 2017 NRR | [†]COVID-19 is not included in the risk matrix and is therefore not included in these risks

- 中国とロシアは、国際民間航空のためのサービスを強化するため、北京に中国・ロシアコンソーシアム(GRC)宇宙天気センターを設立
- 両国が国際民間航空機関(ICAO)の承認を受けたもので、世界で4番目(アジアで2番目)のグローバル宇宙天気センターとなる。
- CRCは、中国気象局(CMA)、中国民間航空局、ロシア連邦水文気象・環境監視局(IAG)によって運営される。

【両国の協力分野】 ※ICAOにおける作業文書より

中国・国家宇宙天気センター(NCSW)とロシアIAGの相互協力協定(2018年6月)に基づく協力分野

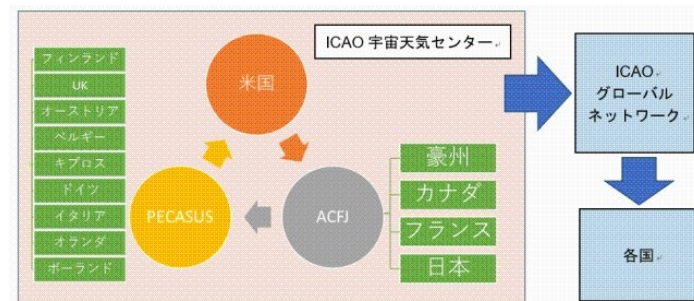
- 宇宙天気のハザードの監視
- 宇宙天気の予測
- 航空支援のための宇宙天気プロダクトの作成
- 航空宇宙天気サービスのための情報の共有と発信
- 航空宇宙天気サービスのための検証と妥当性確認
- 航空宇宙天気予報サービスのための品質管理システム
- 相互バックアップ能力の提供



中国・国家宇宙天気センター(NCSW)のウェブサイト

【中国における宇宙天気予報の経緯】

- 1990年代後半、CMAが宇宙天気予報の実験を開始。2002年に国家宇宙天気センター(NCSW)の設立され、2004年に正式運用が開始。
- 2012年、中国政府は航空宇宙気象サービスの開発に向けた準備を開始し、2018年に中国とロシアが共同で地域宇宙天気センターをICAOに申請。その結果、2020年にはCRCセンターが承認された。



青矢印: ICAO 宇宙天気センターからの情報の流れ。

ICAOグローバル宇宙天気センターは、航空運用に支障を来すおそれのある宇宙天気現象が発生していると予報した場合に“アドバイザリ”と呼ばれる情報を送信
 これまでの3センター: ①ACFJコンソーシアム(オーストラリア(気象局)、カナダ(天然資源省災害適用運用局)、フランス(環境連帯移行省)、**日本(NICT)**)、②米国、③PECASUSコンソーシアム(欧州連合:フィンランド、オーストラリア、ベルギー、キプロス、ドイツ、イタリア、オランダ、ポーランド、英国)

出典: <https://www.globaltimes.cn/page/202111/1239157.shtml>

<https://news.cgtn.com/news/2021-11-17/China-Russia-launch-space-center-for-aviation-weather-service-15g4CfLWFRK/index.html>

https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin05_02000034.html <https://www.nsmc.org.cn/NSMC/spaceweather/en/sws/index.html>

気象衛星ひまわりの後継機に搭載する
宇宙環境計測機器の技術開発
(総務省委託研究、2021年度～2024年度)

ひまわりの高機能化研究技術開発(2021年~2024年)

開発目標・目的

【目標】

静止気象衛星ひまわり後継機に気象観測装置と同時搭載可能な宇宙環境計測装置の実現



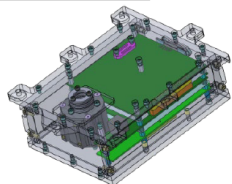
「地球の天気」と「宇宙の天気」を同時に観測

【目的】

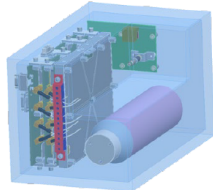
- 我が国の自律的な宇宙状況監視・宇宙天気予報の実現
- 我が国上空の人工衛星の保全・宇宙活動の安心安全

開発装置

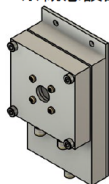
上記目的を達成可能な計測仕様で設計・製造 ※概念設計イメージ図



電子線計測装置
(50 keV~5 MeV)



陽子線計測装置
(10 MeV~ 1 GeV)



帯電量計測装置
(PEA法)

開発体制

(事業期間3年)



共同研究契約による

【研究開発運営委員会を新規設置】

大学・研究機関等の学識者・有識者等 3~5 名程度のメンバーで構成

波及効果

衛星運用
航空・通信・測位
(ニーズ)



宇宙環境
データ
(シーズ)

宇宙天気ユーザー協議会

宇宙天気予報システムの高度化

宇宙機の安心安全
(SECURES)



個別の衛星に対する
障害リスク評価

航空機→月・火星
(WASAVIES)



宇宙線による被曝線
量推定

全体スケジュール

ひまわりの高機能化技術開発(EM開発)

2021~(期間:3年間)

FM開発・統合試験

2024



打ち上げ

2028(予定)

運用・サービス開始

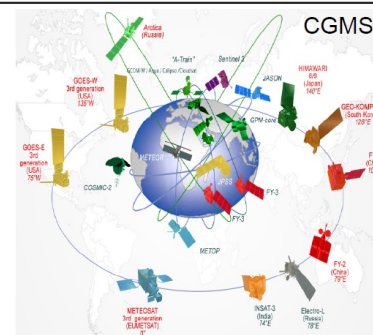


標準化

- ISO/TC20/SC14/WG4 (宇宙環境)
- ISO/TC20/SC14/WG9 (衛星耐放射線設計)
- ITU-R SG3 (電波伝搬)
- ITU-R SG7 (衛星・科学)

国際協力

- CGMS/SWCG(気象衛星調整会議/宇宙天気調整G)
 - 気象衛星への宇宙環境計測装置の搭載を勧告
 - 現在の搭載国: 米国・ロシア・中国・韓国・日本
- NOAA/NESDIS(米国海洋大気庁/環境衛星データ情報サービス)
 - SWFOプログラムによる次期L1ミッション(太陽風観測)・GOES-Uミッションとの連携を検討
- ISES(国際宇宙環境サービス)へのデータ提供
- ICAO(国際民間航空機関)へのデータ提供



【研究開発内容】

技術課題ア 宇宙放射線監視技術

放射線帯電子、太陽高エネルギー陽子及び銀河宇宙線(陽子)のエネルギースペクトルを、宇宙天気予報の基準としているエネルギー範囲で計測可能な計測装置を開発

技術課題イ 帯電量計測技術

衛星が実際に帯電している状況を把握するため、衛星を構成する材料内部の計測が可能な電位計を開発

内部帯電

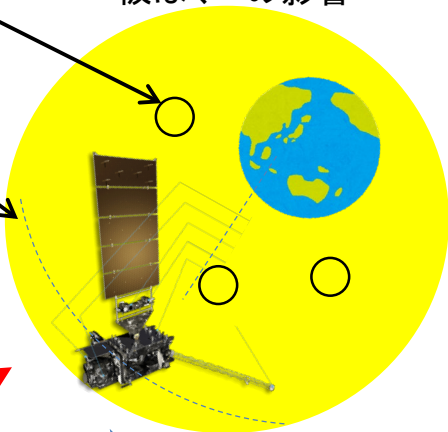
- 衛星の熱制御材や電子基板への影響

放射線帯電子

- 衛星の運用・寿命
- 宇宙機における有人被ばくへの影響

太陽高エネルギー陽子

- 衛星の運用・寿命
- 宇宙機・航空機における有人被ばく
- 主に極域での短波通信への影響



静止軌道上

我が国上空の静止軌道から宇宙天気を観測することで、宇宙状況把握や衛星の運用、地上での通信・放送、衛星測位等の安定的な利用に資する

人工衛星の故障予防

産学官連携 センサーで監視・操作

総務省は2021年度から産学官連携で人工衛星の故障を予防するセンサー開発に乗り出す。衛星は宇宙放射線を受けて帯電が続き部品が壊れやすい。新型センサーで状態を監視し、故障しないように衛星を操作する。衛星の管理費を軽くして宇宙ビジネスの活性化につなげる。

総務省はセンサー開発の委託先に国立研究開発法人の情報通信研究機構(NICT)と東京都大

大を選定した。宇宙航空研究開発機構(JAXA)も開発に協力する。

総務省とNICTは、21年度内に東京都大やJAXA、衛星メーカー、損害保険会社などとセンサー実用化に向けた協議

会を設ける。故障を防ぐことで衛星の損害時に備えて入る保険の料率引き下げなどを目指す。

衛星の故障は放射線の影響で電子部品が壊れるケースが15%を占めるとされる。衛星は放射線が内部に入ると電気を帯びる。宇宙は真空のため放電されず、誤作動や障害を引き起こす原因となる。

放置すれば全損に至るケースもある。帯電状態を測定できるセンサーを開発し、28年度に打ち上げを予定する気象衛星「ひまわり」の後継機に搭載する計画だ。同様のセンサーを打ち上げるのは初めて。総務省はデータを常時観測し衛星の所有者に提供する。衛星の向きや電気系

統を操作して放電し故障を防ぐ。

米国では大規模な宇宙放射線で100基の衛星を失えば損失額は約8兆円に上るとの試算がある。日本の衛星では地球観測技術衛星「みどり2」が03年10月に帯電で観測不能となったほか、18年6月には準天頂衛星「みちびき3号機」で異常動作が起きた。

測位衛星などはデジタル社会に欠かせない重要なインフラとなっている。日本は観測したデータをアジア諸国などに提供することもめざす。宇宙飛行士の被曝(ひばく)を抑えるための活用策なども検討する。