

宇宙天気情報 利用ガイドライン

2025 年 6 月
(2025.6.19 ver.)

目次

1. 新警報基準と分野ごとの影響との関係	2
2. 宇宙天気情報利用ガイドライン	5
2.1 宇宙天気情報利用ガイドライン(通信・放送分野)	5
2.2 宇宙天気情報利用ガイドライン(宇宙システム運用分野)	7
2.3 宇宙天気情報利用ガイドライン(航空機運航分野)	9
2.4 宇宙天気情報利用ガイドライン(その他、新警報基準検討中の分野)	10
3. おわりに	11
備考	11
参考文献	12
別紙 SAFIR メール文例	13

1. 新警報基準と分野ごとの影響との関係

総務省主催「宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会」（以下、「検討会」という。）の報告書（令和 4 年 6 月）[1]において提言された「社会的影響を考慮した新たな予報・警報基準」を踏まえ、NICTにおいて社会的影響を考慮した新しい宇宙天気予警報の基準（以下、「新警報基準」という。）を策定し、令和 7 年 6 月から新警報基準に基づく宇宙天気イベント通報「^{セイフアー}SAFIR: Space weather Alert For social Impacts and Risks」の配信を開始した。SAFIRで配信される情報の概要は以下の通り。

対象分野（令和 7 年 6 月）

原則として検討会において基準値を検討・設定した以下の分野。

- ・ 通信・放送（HF 帯）
- ・ 宇宙システム運用（衛星）
- ・ 航空機被ばく

衛星測位分野等、基準値が未設定の分野は引き続き基準値の検討を行い、策定次第 SAFIR の対象に加える予定。

送信先・送信方法

宇宙天気予報ウェブサイトから登録申請を行ったメールアドレス宛に NICT からメールを送信する。

送信内容、タイミング等

表 1 に示すように、現象毎に原則として平常（Lv1）、注意（Lv2）、警報（Lv3）の 3 段階で警戒状況を示し、観測値が注意、警報レベルの基準値を超えた場合及び基準値を下回った場合に、定型文による自動メール送信を行う。警戒状況に応じて、各分野における影響についても記載した内容を送信する。太陽フレアが警報レベルの時など社会的影響が大きいと予想される場合は、今後の見通し等分析を踏まえた追加情報を手動により送信する。上記の注意・警報送信の基本フローを図 1 に示す。

なお新警報基準は、日本における分野ごとの基準であるが、検討会において国際的な基準との整合性も考慮して策定されたものを踏まえている。新警報基準の策定の詳細については、「宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会 新警報基準 WG」の報告資料を参照されたい [2]。

表 1: 注意・警報に用いる観測データの基準値等

	平常(Lv1)	注意(Lv2)	警報(Lv3)	影響を受ける分野
太陽フレア(*1)	< X1	X1	X10	通信・放送(HF 帯)
プロトン [pfu](*2)(*3)	< 1000	1000	100000	通信・放送(HF 帯)、 航空機被ばく
		1000	10000	宇宙システム運用
高エネルギー電子 [cm ² sr ⁻¹](*4)	< 3.8x10 ⁹	3.8x10 ⁹	—	宇宙システム運用 (地球低軌道)
	< 3.8 x10 ⁸	3.8 x10 ⁸	3.8 x10 ⁹	宇宙システム運用 (地球中軌道、静止軌道)
被ばく線量 [μSv/h]	< 30	地球上高度 150-600 FL(*5)の任意の地点で被ばく線量率が 30 μSv/h を超えた場合	— (*6)	航空機被ばく
CME の影響	—	—	—	【検討中】

*1: 太陽フレアは日本が夜間の場合でも発生するが、日本国内インフラには影響を与えないため、日本が夜間の場合には配信されない。夜間は日本最西端日の入時刻から日本最東端日の出時刻。

*2: proton flux unit (pfu) はプロトン粒子数の単位。1 [pfu]=1 [粒子/cm²/s/steradian]。

*3: 静止軌道にて 10 MeV 以上のプロトン粒子フラックス

*4: 静止軌道にて 2 MeV 以上の電子フラックスの 24 時間積分値(フルエンス)

*5: Flight level (FL) は気圧高度計で測られた航空機高度の単位。1013.25 hPa の圧力面を基準に 100 ft 単位で表される。10,000 ft の飛行高度は、FL100 と表記。

*6: 航空機被ばく線量は「宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会 新警報基準 WG」では警報(Lv3)を設けていたが、注意(Lv2)と記載に違いがないため設けないこととした。

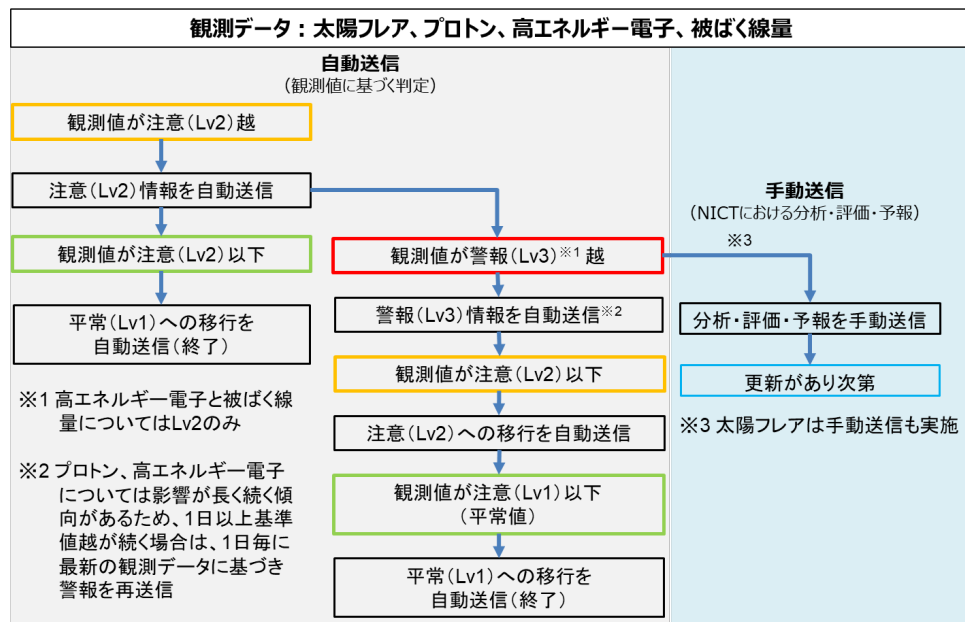


図 1: 注意・警報送信の基本フロー

過去の大規模フレア発生時に配信した SAFIR の事例

令和 6 年 5 月 8 日から 15 日にかけて大規模太陽フレアが連続して発生した際における SAFIR 配信の実例を図 2 に示す。



図 2 令和 6 年 5 月の連続した太陽フレア発生と SAFIR 配信の実例。

この期間、Xクラスの太陽フレアが13回発生し、日本が夜間ではない時間帯の8回について太陽フレアに関するSAFIRの配信が行われた。なお、プロトン、高エネルギー電子、被ばく線量については大きな変化はなく、SAFIRは配信されなかった。令和6年の間にXクラスの太陽フレアは52回発生し、そのうちSAFIR太陽フレア注意(Lv2)が33回配信された。また、プロトン注意(Lv2)も6回配信された。一方、高エネルギー電子、被ばく線量については注意(Lv2)以上になることはなく、SAFIRは配信されなかった。従って、SAFIRの配信頻度は、少なくとも太陽フレアについては、太陽活動極大期に月2〜3回程度と考えられる。

以下、SAFIR（検討中のものを含む）と分野毎の影響との関係について記載する。

2. 宇宙天気情報利用ガイドライン

宇宙天気現象の影響は、主に

- ① 太陽フレア発生直後の電磁波による影響(フレア発生直後)
 - ② 高エネルギーの荷電粒子（プロトンや電子）による影響（30分後〜2日後）
 - ③ コロナ質量放出（CME）の地球衝突に伴う磁気嵐・電離圏嵐による影響（2〜3日後）
- が想定される。なお、プロトン現象や磁気嵐、電離圏嵐による影響は太陽フレアと関係しない発生もあることに注意が必要である。

2.1 宇宙天気情報利用ガイドライン(通信・放送分野)

通信・放送分野における宇宙天気現象による影響は、太陽フレア発生後の時間経過と共に、以下の表2.1.1にまとめられる。社会的影響が生じる可能性がある場合には、表2.1.2に示す新警報基準に従いNICTからSAFIRを配信する。当該情報と事業者の具体的な対策との対応関係を表2.1.3に示す。

表 2.1.1: 太陽フレア発生後の時間経過に伴う宇宙天気現象による影響

	フレア X 線到達 (フレア発生直後)	高エネルギー粒子到達 (フレア発生約 30 分後)	CME 到達 (フレア発生約 2 日後)
通信・放送	✓ (主に昼間側)	✓ (主に極域)	✓

✓ : 大きな影響があり得る

表 2.1.2: 通信・放送分野で用いる新警報基準

	平常(Lv1)	注意(Lv2)	警報(Lv3)	備考
太陽フレア	< X1	X1	X10	日本が夜間の場合は配信されない
プロトン [pfu] (*1)	< 1000	1000	100000	

*1: 静止軌道にて 10 MeV 以上のプロトン粒子フラックス

表 2.1.3: フレア発生経過時間・影響継続時間に伴う通信・放送分野へのレベル別の影響と対策

新警報基準	フレア発生経過時間 (*1)	影響	【予】予防対策/【現】現場対策
太陽フレア 注意 (Lv2) (X1~X10)	太陽フレア発生直後の昼 間側の領域、継続時間は 数分から 1 時間程度	HF 通信：昼間側の広い範囲 で電波の吸収があり、低周 波帯は使用不可となる	【予】代替手段の確保 【現】高周波数側への利用のシフ ト、代替手段の利用
太陽フレア 警報 (Lv3) (>X10)		HF 通信：昼間側の広い範囲 で HF 常全域が使用不可とな る	【予】代替手段の確保 【現】代替手段の利用
プロトン 注意 (Lv2) ($10^3 \sim 10^5$ pfu)	太陽フレア発生 30 分後の 極域、継続時間は 1~6 時 間程度	HF 通信：高緯度地域(55 度 以上)で顕著な電波の吸収が 起き、2 日程度継続(*2)	【予】代替手段の確保 【現】高周波数側への利用のシフ ト、代替手段の利用
プロトン 警報 (Lv3) ($>10^5$ pfu)		HF 通信：高緯度地域 (52 度以上) で顕著な電波の吸 収が起き、3 日間程度継続す る(*2)	【予】代替手段の確保 【現】代替手段の利用
MUF(*3)30 % 減少 注意 (Lv2) 【検討中】	太陽フレア発生 2 日程度後 の地球全域、継続時間は 数時間から 2 日程度	HF 通信：国内外との通信可 能な周波数域が最大 3 割程度 縮小	【予】代替手段の確保 【現】低周波数側への利用のシフ ト、代替手段の利用
MUF50 %減少 警報 (Lv3) 【検討中】		HF 通信：国内外との通信可 能な周波数域が最大 5-6 割程 度縮小となり、一部の時間 帯で通信不可	【予】代替手段の確保 【現】代替手段の利用
スプラディック E 層 【検討中】	太陽フレアと関係なく春 ～夏の日中に地球全域で 継続的に発生し、数分か ら数時間継続	VHF 通信：通常届かない領 域まで電波が伝搬し、混線 する可能性がある	【予】代替手段の確保 【現】発生可能性を認識し、しば らく待機、代替手段の利用
電波バースト 【検討中】	太陽フレア発生直後、太 陽と無線通信インフラに おけるアンテナの指向特 性が直線に並ぶ領域（日 出または日没の時間帯の ごく狭い領域など）で、 最大数時間程度継続する 可能性がある	携帯電話等、断続的に電波 状況が悪化する	【予】代替手段の確保 【現】通信可能な場所に移動す る、代替手段の利用
プラズマバブル 【検討中】	基本的には太陽フレアと 関係なく発生(赤道～低緯 度、日没～真夜中に発 生。春・秋の発生多い)	UHF 通信：電波シンチレー ションが発生し、通信や放 送の質が劣化する	【予】TBD 【現】TBD

*1 ここに記載した継続時間は 1 つの太陽フレアによる影響であり、複数の太陽フレアが短時間で連続して発生した場合には継続時間が長くなる可能性がある。2.2 以降の表も同様。

*2 プロトン警報発出時における HF 通信の影響緯度(52°, 55°)は、6.6 MHz で 10dB とする吸収量が起る緯度帯を[3][4]の情報から換算。これ以上の緯度帯はより大きい吸収量となる。10 dB より小さい吸収量でも影響する場合はこの影響緯度よりも低緯度側まで影響が広がり、10 dB より大きい吸収量で影響がある場合はこの影響緯度よりも高緯度側の範囲で影響が収まる。

*3 電離圏伝搬における最高利用周波数を Maximum Usable Frequency (MUF)と呼ぶ。電離圏嵐などにより MUF が通常よりも下がることもある。

2.2 宇宙天気情報利用ガイドライン(宇宙システム運用分野)

宇宙システム運用分野における宇宙天気現象による影響は、太陽フレア発生後の時間経過と共に、以下の表 2.2.1 にまとめられる。社会的影響が生じる可能性がある場合には、表 2.2.2 に示す新警報基準に従い NICT から SAFIR を配信する。当該情報と事業者の具体的な対策との対応関係を表 2.2.3 に示す。

表 2.2.1: 太陽フレア発生後の時間経過に伴う宇宙天気現象による影響

	フレア X 線到達 (フレア発生直後)	高エネルギー粒子到達 (フレア発生約 30 分後)	CME 到達 (フレア発生約 2 日後)
宇宙システム運用		✓	✓

✓ : 大きな影響があり得る

表 2.2.2: 宇宙システム運用分野で用いる新警報基準

	平常(Lv1)	注意(Lv2)	警報(Lv3)	備考
プロトン [pfu] (*1)	< 1000	1000	10000	
高エネルギー電子 [cm ² sr ⁻¹] (*2)	< 3.8x10 ⁹	3.8x10 ⁹	-	低軌道の場合
	< 3.8x10 ⁸	3.8x10 ⁸	3.8x10 ⁹	中軌道、静止軌道の場合

*1: 静止軌道にて 10 MeV 以上のプロトン粒子フラックス

*2: 静止軌道にて 2 MeV 以上の電子フラックスの 24 時間積分値(フルエンス)

表 2.2.3: フレア発生経過時間・響継続時間に伴う宇宙システム運用分野への
レベル別の影響と対策 (注: 対策は衛星の軌道や設計に応じて変わり得る)

【低軌道衛星 (*1)】

新警報基準	フレア発生経過時間	影響	【予】予防対策/【現】現場対策
プロトン 注意(Lv2) (10 ³ ~10 ⁴ pfu)	フレア発生 30 分後 (数時間~数日程度継続)	高エネルギー陽子起因のシングルイベント効果 (*2)やトータルドーズ (*3) 急増による、誤動作、半導体・材料劣化、故障のリスク	【予】打ち上げ前の設計による対策。異常事態発生に備えた体制 【現】姿勢変更や軌道変更、ソフトウェア更新などクリティカルな運用を停止。衛星各機器の電源の一時的な遮断等の措置
プロトン 警報(Lv3) (>10 ⁴ pfu)		高エネルギー陽子起因のシングルイベント効果やトータルドーズ急増による、誤動作、半導体・材料劣化、故障のリスク	
高エネルギー電子 注意(Lv2) (>3.8x10 ⁹ cm ² sr ⁻¹)	太陽フレアと関係しない発生。(数日~数週間継続)	高エネルギー電子起因の深部帯電(ESD)による、誤動作、故障のリスク	【予】打ち上げ前の設計による対策。異常事態発生に備えた体制
地磁気の乱れ 【検討中】	フレア発生約 2 日後 (数時間~1 日程度継続の可能性)	大気抵抗増加による衛星の姿勢・軌道の変化	【予】打ち上げ時期や打ち上げ高度の検討 【現】姿勢変更や軌道変更、ソフトウェア更新などクリティカルな運用を停止
地磁気の乱れ 【検討中】	フレア発生約 2 日後 (数時間~1 日程度継続の可能性)	極軌道では帯電放電の発生率の増加。誤作動・故障の発生	【予】打ち上げ前の設計による対策。異常事態発生に備えた体制

			【現】姿勢変更や軌道変更、ソフトウェア更新などクリティカルな運用を停止
プラズマバブル 【検討中】	基本的には太陽フレアと関係なく発生(赤道～低緯度、日没～真夜中に発生。春・秋の発生多い)	VHF・UHF 帯: シンチレーションにより、衛星通信での電波減衰。撮像画像の乱れ、通信品質劣化。L 帯, S 帯まで影響	【予】代替手段の確保。 【現】発生可能性を認識し、しばらく待機。代替手段の利用
波状構造 (伝搬性電離圏じょう乱) 【検討中】	太陽フレアと関係なく日本では夏・冬の夜間と冬の昼間の発生が多い	SAR 衛星 (*4) : L 帯では、ファラデー回転により偏波面が回転、位相がずれる。干渉計・高さ推定値に影響	【予】 TBD 【現】 TBD

【静止軌道・中軌道衛星】

新警報基準	フレア発生経過時間	影響	【予】予防対策/【現】現場対策
プロトン 注意(Lv2) ($10^3 \sim 10^4$ pfu)	フレア発生 30 分後 (数時間～数日程度継続)	高エネルギー陽子起因のシングルイベント効果やトータルドーズ急増による、誤動作、半導体・材料劣化、故障のリスク	【予】打ち上げ前の設計による対策。異常事態発生に備えた体制 【現】姿勢変更や軌道変更、ソフトウェア更新などクリティカルな運用を停止。衛星各機器の電源の一時的な遮断等の措置
プロトン 警報(Lv3) ($>10^4$ pfu)		高エネルギー陽子起因のシングルイベント効果やトータルドーズ急増による、誤動作、半導体・材料劣化、故障のリスク	
高エネルギー電子 注意(Lv2) ($3.8 \times 10^8 \sim 3.8 \times 10^9 \text{ cm}^{-2} \text{sr}^{-1}$)	太陽フレアと関係しない発生。(数日～数週間継続)	高エネルギー電子起因の深部帯電 (ESD) による、誤動作、故障のリスク	【予】打ち上げ前の設計による対策
高エネルギー電子 警報(Lv3) ($>3.8 \times 10^9 \text{ cm}^{-2} \text{sr}^{-1}$)		高エネルギー電子起因の深部帯電 (ESD) による、誤動作、故障のリスク	
地磁気の乱れ 【検討中】	フレア発生約 2 日後 (数時間～1 日程度継続の可能性)	帯電放電の発生率の増加。誤動作・故障の発生	【現】姿勢変更や軌道変更、ソフトウェア更新などクリティカルな運用を停止

【非地球周回衛星】

新警報基準	フレア発生経過時間	影響	【予】予防対策/【現】現場対策
プロトン 【検討中】 (*5)	フレア発生 30 分後 (数時間～数日程度継続)	運用誤作動: シングルイベントの発生率の増加による誤作動 材質劣化: トータルドーズ増加による太陽電池パネル等の材質劣化	【予】打ち上げ前の設計による対策、異常事態発生に備えた体制 【現】姿勢変更や軌道変更、ソフトウェア更新などクリティカルな運用を停止

- *1 低軌道衛星とは、高度 2,000 km までの地球低軌道(Low Earth Orbit, LEO)と呼ばれる軌道を飛ぶ人工衛星。約 90～120 分で地球を 1 周する。
- *2 シングルイベント効果 (SEE)とは、半導体デバイスに高エネルギーの粒子が入射して発生する電荷が原因で、デバイスが一時的に誤作動したり永久故障したりする現象。
- *3 トータルドーズとは、放射線や宇宙線などの入射量 (累積線量) によって、材料や半導体素子が劣化すること。
- *4 SAR 衛星 (合成開口レーダー衛星) は、人工衛星や航空機に搭載されたレーダーで、地表の形状や性質を画像として観測する衛星。
- *5 非地球周回軌道にはプロトン計測器がない場合があり検討中としている。

2.3 宇宙天気情報利用ガイドライン(航空機運航分野)

航空機運航における宇宙天気現象による影響は、太陽フレア発生後の時間経過と共に、以下の表 2.3.1 にまとめられる。社会的影響が生じる可能性がある場合には、表 2.3.2 に示す新警報基準に従い NICT から SAFIR を配信する。当該情報と事業者の具体的な対策との対応関係を表 2.3.3 に示す。

表 2.3.1: 太陽フレア発生後の時間経過に伴う宇宙天気現象による影響

	フレア X 線到達 (フレア発生直後)	高エネルギー粒子到達 (フレア発生約 30 分後)	CME 到達 (フレア発生約 2 日後)
通信・放送	✓(主に昼間側)	✓(主に極域)	✓
衛星測位	✓(主に昼間側)	✓	✓
航空機被ばく		✓	

✓ : 大きな影響があり得る

表 2.3.2: 航空機の運航分野で用いる新警報基準

	平常(Lv1)	注意(Lv2)	警報(Lv3)	備考
太陽フレア	< X1	X1	X10	日本が夜間の場合は配信されない
プロトン [pfu] (*1)	< 1000	1000	100000	
被ばく線量 [μSv/h]	< 30	地球上高度 150-600 FL の任意の地点で被ばく線量率が 30 μSv/h を超えた場合	-	

*1 静止軌道にて 10 MeV 以上のプロトン粒子フラックス

表 2.3.3: フレア発生経過時間・影響継続時間に伴う航空機運航分野へのレベル別の影響と対策

(*1)

新警報基準	フレア発生経過時間	影響	【予】予防対策/【現】現場対策
被ばく線量 注意 (Lv2) (>30μSv/h)	フレア発生 30 分後(数分～数時間程度継続)	航空機高度の被ばく線量率が増大する。主に中緯度～高緯度地域の航空機高度で発生	【予】運航計画変更: 航路変更(高度・緯度)の検討

*1 通信・放送、衛星測位への影響と対策については、表 2.1.3、表 2.4.1 をそれぞれ参照すること。

2.4 宇宙天気情報利用ガイドライン(その他、新警報基準検討中の分野)

表 2.4.1：フレア発生経過時間・影響継続時間に伴う衛星測位分野へのレベル別の影響と対策

新警報基準	フレア発生経過時間	影響	【予】予防対策/【現】現場対策
電離圏の乱れ (SITEC) 【検討中】	フレア発生直後 (主に昼間の時間帯に 発生。数分から1時間 程度継続)	電離圏の乱れによる誤差の増 大(1周波測位では最大数 m 程度)が発生する	【予】他の代替手段を検討 【現】衛星測位誤差増大の可能性を 認識し、精密測量・ドロー ン・自動運転は日程延期等の 措置
電波バースト 【検討中】	フレア発生直後 (主に昼間の時間帯に あるときに発生。数分 から1時間程度継続)	電波バーストによる衛星信号 受信不良が発生する	【予】他の代替手段を検討 【現】衛星信号受信不良の可能性を 認識し、精密測量・ドロー ン・自動運転は日程延期等の 措置
電離圏嵐 【検討中】	フレア発生約2日後 (どこでも発生する可 能性あり。数時間から 1-2日程度継続)	電離圏の乱れによる誤差の増 大(1周波測位では最大数十 m)が発生する。相対測位で は、解が求まらない可能性が ある	【予】他の代替手段を検討 【現】衛星測位誤差増大の可能性を 認識し、精密測量・ドロー ン・自動運転は日程延期等の 措置
プラズマバブル 【検討中】	基本的には太陽フレア と関係なく発生(赤道 ～低緯度,日没～真夜 中に発生。春・秋の発 生多い)	シンチレーションによる GNSS 衛星信号受信不良が発 生し、手法に依らず、衛星測 位自体が不可となる可能性が ある	【予】他の代替手段を検討 【現】衛星信号受信不良の可能性を 認識し、精密測量・ドロー ン・自動運転は日程延期等の 措置

表 2.4.2：フレア発生経過時間・影響継続時間に伴う有人宇宙分野へのレベル別の影響と対策

新警報基準	フレア発生経過時間	影響	【予】予防対策/【現】現場対策
プロトン 【検討中】	フレア発生約30分後, 数時間～数日程度継続	被ばく線量率の増加。宇宙飛 行士が滞在する宇宙船で発生	【予】遮蔽率の高い区画を設置 【現】遮蔽率の高い区画への待避。 船外活動を控える。

表 2.4.3：フレア発生経過時間・影響継続時間に伴う電力分野へのレベル別の影響と対策

新警報基準	フレア発生経過時間	影響	【予】予防対策/【現】現場対策
【検討中】	太陽フレア発生2日程 度後、2日程度継続。 極域付近で影響大、中 緯度でも影響可能性あ り	地磁気の乱れによって送電線 に過電流としての地磁気誘導 電流(GIC)が発生するた め、変圧器の過熱による絶縁 性能の劣化、高調波発生によ る保護用リレーの誤動作、無 効電力の増加による電圧低下 等が発生する可能性がある	【予】設備の監視体制を確立、トラ ンスや保護装置等に対する 対策 【現】異常電流発生等の監視強化、 発生時に備えて該当する変 圧器の運転を一時停止等

3 おわりに

宇宙天気情報利用ガイドラインは、各分野における基礎的な内容をまとめたものである。個々のシステムへの影響についてはまだ研究対象であり、個別の対応が必要となる場合がある。また、宇宙天気は時々刻々と変化するものであるため、最新情報は宇宙天気予報ウェブサイト等を活用し確認する必要がある。

備考：宇宙天気予報の現状と限界（「宇宙天気情報利用の手引き」補足）

【現状】

- ・ 現状の宇宙天気予報は、太陽の状況を監視することがその起点となっている。特に、社会インフラに大きな影響を与える極端宇宙天気現象については、大規模太陽フレアの発生をもってその警報を行うトリガーとしている。
- ・ 大規模太陽フレアは、高エネルギー粒子の発生およびコロナ質量放出（Coronal Mass Ejection: CME）を伴うことが多い。
- ・ 太陽フレア、高エネルギー粒子、CME はそれぞれ速度が大きく異なるとともに、それぞれが社会インフラに与える影響も異なるため、一連の宇宙天気現象は 3 段階の時間差をもって社会インフラに影響を与える可能性がある。

【限界】

- ・ 太陽フレア、高エネルギー粒子および CME のそれぞれの規模には明確な比例関係がない。大規模な太陽フレアが発生したからと言って、高エネルギー粒子および CME の規模が大きいとは限らない。よって、大規模太陽フレアが発生しても、高エネルギー粒子および CME による影響は小さいこともある。また逆に、太陽フレアの規模が小さくても大きな社会的影響を与えた例もある。
- ・ 磁気嵐や電離圏嵐を発生させる CME の観測は、現状は地球方向からのみの観測でその速度および地球への到来時刻を推定している。このため、到来時刻の誤差は 12 時間程度と非常に大きい。
- ・ CME が到来しても、地球の磁場によって防御され社会的影響が発生しない可能性がある。これは、基本的には CME 内の磁場と地球磁場の関係によって決まり、例えば CME 内の磁場が北向きの場合には地球磁場が防御して社会的影響は発生しない。CME 内の磁場が正確に計測できるのは、現状第 1 ラグランジュ点にある探査機（ACE、DSCOVR）であるが、そこから CME が地球に達する時間は 1 時間程度である。よって、地球到達 1 時間前までは CME の影響を正確に見積もることができない。

免責事項について

- ・ 国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）は、SAFIR の配信及び宇宙天気情報利用ガイドライン（以下、「ガイドライン」という。）を含め公開した情報に起因して利用者又は第三者が被った損害、その他これらの利用に関連して生じた損害について、一切責任を負いません。
- ・ 実際の宇宙天気状況と公開データとの間に差異が発生する場合があります。
- ・ NICT は、SAFIR 及びガイドラインの改修を行うことがあります。

二次利用等について

- ・ SAFIR 及びガイドラインの利用者が報道発表（プレスリリース）および論文発表等を行う場合には、その本文または謝辞等に、NICT「SAFIR」又は NICT「宇宙天気情報利用のガイドライン」を利用した旨を記載してください。

参考文献

- [1] 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(2022 年 6 月 21 日)・配布資料
(https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/space_weather/)
- [2] 宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会報告書 配布資料 宇天-7-5 宇宙天気の警報基準に関する WG からの報告(2022 年 4 月 12 日)
https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/space_weather/02tsushin05_04000126.html
- [3] Sauer, H. & Wilkinson, D., “Global mapping of ionospheric HF/VHF radio wave absorption due to solar energetic protons” 2008 Space Weather, 6, S12002
<https://>
- [4] Jiggins, P. et al. “Updated Model of the Solar Energetic Proton Environment in Space” 2018, J. Space Weather Space Clim., 8, A31
<https://doi.org/10.1051/swsc/2018010>

別紙 SAFIR メール文例

(1) 太陽フレア発生時のメールテンプレート。太陽フレア(静穏→X1 イベント発生中)

件名:【SAFIR】太陽フレア(静穏→X1 イベント発生中)

本文:

【\$1】

GOES 衛星の観測によると、\$3 (\$2)に、X 線強度が X1 を超える太陽フレアが発生しました。通信・放送関連は注意が必要です。

- 通信・放送(HF 帯電波強度減衰):注意(Lv2)

昼間側の広い範囲で電波の吸収があり低周波帯は使用不可となる可能性があります。

※今後の推移によっては、宇宙システム運用、衛星測位、航空機被ばく、電力についても注意が必要です。基準値を超えたデータが観測され次第警報を送信します。

最新情報及び詳細は下記ウェブサイトをご参照ください。

宇宙天気予報ウェブサイト:<https://swc.nict.go.jp/>

この情報は、国立研究開発法人情報通信研究機構が配信しています。

※ \$1 はメール通報時刻 JST (YYYY 年 MM 月 DD 日 hh 時 mm 分 JST)

※ \$2 はイベント発生時刻 JST (MM 月 DD 日 hh 時 mm 分 JST)

※ \$3 はイベント発生時刻 UT (MM 月 DD 日 hh 時 mm 分 UT)

(2) 太陽フレア発生時のメールテンプレート。太陽フレア(X1→X10 イベント発生中)

件名:【SAFIR】太陽フレア(X1 イベント発生中→X10 イベント発生中)

本文:

【\$1】

GOES 衛星の観測によると、\$3 (\$2)に、X 線強度が X10 を超える太陽フレアが発生しました。通信・放送関連は最大限の注意が必要です。

- 通信・放送(HF 帯電波強度減衰):警報(Lv3)

昼間側の広い範囲で HF 帯全域で使用不可となる可能性があります。

※今後の推移によっては、宇宙システム運用、衛星測位、航空機被ばく、電力についても注意が必要です。基準値を超えたデータが観測され次第警報を送信します。

最新情報及び詳細は下記ウェブサイトをご参照ください。

宇宙天気予報ウェブサイト:<https://swc.nict.go.jp/>

この情報は、国立研究開発法人情報通信研究機構が配信しています。

(3) 太陽フレア発生時のメールテンプレート。太陽フレア(X10→X1 イベント発生中)

件名:【SAFIR】太陽フレア(X10 イベント発生中→X1 イベント発生中)

本文:

【\$1】

GOES 衛星の観測によると、\$3 (\$2)に、太陽フレアに伴う X 線強度は X10 を下回りました。通信・放送関連は引き続き注意が必要です。

- 通信・放送(HF 帯電波強度減衰):注意(Lv2)

昼間側の広い範囲で電波の吸収があり低周波帯は使用不可となる可能性があります。

※今後の推移によっては、宇宙システム運用、衛星測位、航空機被ばく、電力についても注意が必要です。基準値を超えたデータが観測され次第警報を送信します。

最新情報及び詳細は下記ウェブサイトをご参照ください。

宇宙天気予報ウェブサイト:<https://swc.nict.go.jp/>

この情報は、国立研究開発法人情報通信研究機構が配信しています。

(4) 太陽フレア発生時のメールテンプレート。太陽フレア(X1 イベント発生中→静穏)

件名:【SAFIR】太陽フレア(X1 イベント発生中→静穏)

本文:

【\$1】

GOES 衛星の観測によると、\$3 (\$2)に、太陽フレアに伴う X 線強度は X1 を下回りました。通信・放送への影響は終息しました。

- 通信・放送(HF 帯電波強度減衰):平常(Lv1)

※今後の推移によっては、引き続き通信・放送、宇宙システム運用、衛星測位、航空機被ばく、電力については注意が必要です。基準値を超えたデータが観測され次第警報を送信します。

最新情報及び詳細は下記ウェブサイトをご参照ください。

宇宙天気予報ウェブサイト:<https://swc.nict.go.jp/>

この情報は、国立研究開発法人情報通信研究機構が配信しています。

(5) 太陽フレア発生時のメールテンプレート。太陽フレア(日の入時 X1 イベント発生中)

件名:【SAFIR】太陽フレア(日の入時 X1 イベント発生中)

本文:

【\$1】

X 線強度が X1 を超える太陽フレアが発生していますが、日の入りとなったため、通信・放送への影響は終息しました。

- 通信・放送(HF 帯電波強度減衰):平常(Lv1)

※今後の推移によっては、通信・放送、衛星測位、宇宙システム運用、航空機被ばく、電力については注意が必要です。基準値を超えたデータが観測され次第警報を送信します。

最新情報及び詳細は下記ウェブサイトをご参照ください。

宇宙天気予報ウェブサイト:<https://swc.nict.go.jp/>

この情報は、国立研究開発法人情報通信研究機構が配信しています。

(6)プロトン現象発生時のメールテンプレート。プロトン現象(静穏→1,000PFU イベント発生中)

件名:【SAFIR】プロトン現象(静穏→1,000PFU イベント発生中)

本文:

【\$1】

GOES 衛星の観測によると、静止軌道の 10MeV 以上のプロトン粒子フラックスは、\$3 (\$2)に 1,000 PFU を超えました。宇宙システム運用、通信・放送関連に注意が必要です。

- 宇宙システム運用(低軌道、中軌道、静止軌道、非地球周回):注意(Lv2)

高エネルギー陽子起因のシングルイベント効果やトータルドーズ急増による誤動作、半導体・材料劣化、故障に注意が必要です。

- 通信・放送(HF 帯電波強度減衰):注意(Lv2)

高緯度地域(55 度以上)で顕著な電波の吸収が起き、2 日間程度継続する可能性があります。

※今後の推移によっては、衛星測位、航空機被ばく、電力についても注意が必要です。基準値を超えたデータが観測され次第警報を送信します。

最新情報及び詳細は下記ウェブサイトをご参照ください。

宇宙天気予報ウェブサイト:<https://swc.nict.go.jp/>

この情報は、国立研究開発法人情報通信研究機構が配信しています。

(7)プロトン現象発生時のメールテンプレート。

プロトン現象(1,000PFU イベント発生中→10,000PFU イベント発生中)

件名:【SAFIR】プロトン現象(1,000PFU イベント発生中→10,000PFU イベント発生中)

本文:

【\$1】

GOES 衛星の観測によると、静止軌道の 10MeV 以上のプロトン粒子フラックスは、\$3 (\$2)に 10,000PFU を超えました。宇宙システム運用に最大限の注意が、通信・放送関連に引き続き注意が必要です。

- 宇宙システム運用(低軌道、中軌道、静止軌道、非地球周回):警報(Lv3)

高エネルギー陽子起因のシングルイベント効果やトータルドーズ急増による誤動作、半導体・材料劣化、故障に最大限の注意が必要です。

- 通信・放送(HF 帯電波強度減衰):注意(Lv2)

高緯度地域(55 度以上)で顕著な電波の吸収が起き、2 日間程度継続する可能性があります。

※今後の推移によっては、衛星測位、航空機被ばく、電力についても注意が必要です。基準値を超えたデータが観測され次第警報を送信します。

最新情報及び詳細は下記ウェブサイトをご参照ください。

宇宙天気予報ウェブサイト:<https://swc.nict.go.jp/>

この情報は、国立研究開発法人情報通信研究機構が配信しています。

(8)プロトン現象発生時のメールテンプレート。

プロトン現象(10,000PFU イベント発生中→100,000PFU イベント発生中)

件名:【SAFIR】プロトン現象(10,000PFU イベント発生中→100,000PFU イベント発生中)

本文:

【\$1】

GOES 衛星の観測によると、静止軌道の 10MeV 以上のプロトン粒子フラックスは、\$3 (\$2)に 100,000 PFU を超えました。宇宙システム運用、通信・放送関連に最大限の注意が必要です。

- 宇宙システム運用(低軌道、中軌道、静止軌道、非地球周回):警報(Lv3)

高エネルギー陽子起因のシングルイベント効果やトータルドーズ急増による誤動作、半導体・材料劣化、故障に最大限の注意が必要です。

- 通信・放送(HF 帯電波強度減衰):警報(Lv3)

高緯度地域(52 度以上)で顕著な電波の吸収が起き、3 日間程度継続する可能性があります。

※今後の推移によっては、衛星測位、航空機被ばく、電力についても注意が必要です。基準値を超えたデータが観測され次第警報を送信します。

最新情報及び詳細は下記ウェブサイトをご参照ください。

宇宙天気予報ウェブサイト:<https://swc.nict.go.jp/>

この情報は、国立研究開発法人情報通信研究機構が配信しています。

(9)プロトン現象発生時のメールテンプレート。

プロトン現象(100,000PFU イベント発生中→10,000PFU イベント発生中)

件名:【SAFIR】プロトン現象(100,000PFU イベント発生中→10,000PFU イベント発生中)

本文:

【\$1】

GOES 衛星の観測によると、静止軌道の 10MeV 以上のプロトン粒子フラックスは、\$3 (\$2)に 100,000PFU を下回りました。引き続き、宇宙システム運用に最大限の注意が、通信・放送関連に注意が必要です。

● 宇宙システム運用(低軌道、中軌道、静止軌道、非地球周回):警報(Lv3)
高エネルギー陽子起因のシングルイベント効果やトータルドーズ急増による誤動作、半導体・材料劣化、故障に最大限の注意が必要です。

● 通信・放送(HF 帯電波強度減衰):注意(Lv2)
高緯度地域(55 度以上)で顕著な電波の吸収が起き、2 日間程度継続する可能性があります。

※今後の推移によっては、衛星測位、電力についても注意が必要です。基準値を超えたデータが観測され次第警報を送信します。

最新情報及び詳細は下記ウェブサイトをご参照ください。

宇宙天気予報ウェブサイト:<https://swc.nict.go.jp/>

この情報は、国立研究開発法人情報通信研究機構が配信しています。

(10)プロトン現象発生時のメールテンプレート。

プロトン現象(10,000PFU イベント発生中→1,000PFU イベント発生中)

件名:【SAFIR】プロトン現象(10,000PFU イベント発生中→1,000PFU イベント発生中)

本文:

【\$1】

GOES 衛星の観測によると、静止軌道の 10MeV 以上のプロトン粒子フラックスは、\$3 (\$2)に 10,000PFU を下回りました。引き続き、宇宙システム運用、通信・放送関連に注意が必要です。

● 宇宙システム運用(低軌道、中軌道、静止軌道、非地球周回):注意(Lv2)
高エネルギー陽子起因のシングルイベント効果やトータルドーズ急増による誤動作、半導体・材料劣化、故障に注意が必要です。

● 通信・放送(HF 帯電波強度減衰):注意(Lv2)
高緯度地域(55 度以上)で顕著な電波の吸収が起き、2 日間程度継続する可能性があります。

※今後の推移によっては、衛星測位、電力についても注意が必要です。基準値を超えたデータが観測され次第警報を送信します。

最新情報及び詳細は下記ウェブサイトをご参照ください。

宇宙天気予報ウェブサイト:<https://swc.nict.go.jp/>

この情報は、国立研究開発法人情報通信研究機構が配信しています。

(11)プロトン現象発生時のメールテンプレート。プロトン現象(1,000PFU イベント発生中→静穏)

件名:【SAFIR】プロトン現象(1,000PFU イベント発生中→静穏)

本文:

【\$1】

GOES 衛星の観測によると、静止軌道の 10MeV 以上のプロトン粒子フラックスは、\$3 (\$2)に 1,000PFU を下回りました。宇宙システム運用、通信・放送関連への影響は終息しました。

- 宇宙システム運用(低軌道、中軌道、静止軌道、非地球周回):平常(Lv1)
- 通信・放送(HF 帯電波強度減衰):平常(Lv1)

※今後の推移によっては、衛星測位、電力についても注意が必要です。基準値を超えたデータが観測され次第警報を送信します。

最新情報及び詳細は下記ウェブサイトをご参照ください。

宇宙天気予報ウェブサイト:<https://swc.nict.go.jp/>

この情報は、国立研究開発法人情報通信研究機構が配信しています。

(12)プロトン現象発生時のメールテンプレート。プロトン現象(10,000PFU イベント継続)

件名:【SAFIR】プロトン現象(10,000PFU イベント継続)

本文:

【\$1】

GOES 衛星の観測によると、静止軌道の 10MeV 以上のプロトン粒子フラックスは、\$3 (\$2)現在、\$H PFU で推移しています。引き続き宇宙システム運用、通信・放送関連に注意が必要です。

- 宇宙システム運用(低軌道、中軌道、静止軌道、非地球周回):警報(Lv3)

高エネルギー陽子起因のシングルイベント効果やトータルドーズ急増による誤動作、半導体・材料劣化、故障に最大限の注意が必要です。

- 通信・放送(HF 帯電波強度減衰):注意(Lv2)

高緯度地域(55 度以上)で顕著な電波の吸収が起き、2 日間程度継続する可能性があります。

※今後の推移によっては、衛星測位、電力についても注意が必要です。基準値を超えたデータが観測され次第警報を送信します。

最新情報及び詳細は下記ウェブサイトをご参照ください。

宇宙天気予報ウェブサイト:<https://swc.nict.go.jp/>

この情報は、国立研究開発法人情報通信研究機構が配信しています。

※ \$H は現在のプロトンフラックス値(新イベント通報用整数値)

(13)放射線帯電子のメールテンプレート。放射線帯電子 3.8×10^8 イベント発生中→ 3.8×10^9 イベント発生中)

件名:【SAFIR】放射線帯電子(3.8×10^8 イベント発生中→ 3.8×10^9 イベント発生中)

本文:

【\$1】

GOES 衛星の観測によると、静止軌道における 2MeV 以上の電子の 24 時間フルエンスが、\$3 (\$2)頃に非常に高いレベルに達しました。宇宙システム運用(中軌道、静止軌道)に最大限の注意が、宇宙システム運用(低軌道)に注意が必要です。

- 宇宙システム運用(低軌道):注意(Lv2)
- 宇宙システム運用(中軌道、静止軌道):警報(Lv3)

最新情報及び詳細は下記ウェブサイトをご参照ください。

宇宙天気予報ウェブサイト:<https://swc.nict.go.jp/>

この情報は、国立研究開発法人情報通信研究機構が配信しています。

(14)放射線帯電子のメールテンプレート。放射線帯電子 (3.8×10^9 イベント発生中→ 3.8×10^8 イベント発生中)

件名:【SAFIR】放射線帯電子(3.8×10^9 イベント発生中→ 3.8×10^8 イベント発生中)

本文:

【\$1】

GOES 衛星の観測によると、静止軌道における 2MeV 以上の電子の 24 時間フルエンスが、\$3 (\$2)頃に非常に高いレベルを下回り高いレベルになりました。引き続き、宇宙システム運用(中軌道、静止軌道)に注意が必要です。宇宙システム運用(低軌道)への影響は終息しました。

- 宇宙システム運用(低軌道):平常(Lv1)
- 宇宙システム運用(中軌道、静止軌道):注意(Lv2)

最新情報及び詳細は下記ウェブサイトをご参照ください。

宇宙天気予報ウェブサイト:<https://swc.nict.go.jp/>

この情報は、国立研究開発法人情報通信研究機構が配信しています。

(15)太陽放射線被ばくのメールテンプレート。

太陽放射線被ばく(静穏)→30 μ Sv/h イベント発生中)

件名:【SAFIR】太陽放射線被ばく(静穏→30 μ Sv/h イベント発生中)

本文:

【\$1】

情報通信研究機構の太陽放射線被ばく警報システム(WASAVIES)によると、\$3 (\$2)に太陽放射線による被ばく線量率の増加が検出されました。航空機搭乗者の被ばく線量がわずかに増加する可能性があります。

被ばく線量率が増加している緯度、経度、高度は WASAVIES ウェブサイト
(<https://wasavies.nict.go.jp/>)をご参照ください。

注意:太陽放射線による被ばく線量率の増加は、直ちに健康影響が表れるような線量率ではありません。

※今後の推移によっては、通信・放送、宇宙システム運用、衛星測位、電力についても注意が必要です。基準値を超えたデータが観測され次第警報を送信します。

最新情報及び詳細は下記ウェブサイトをご参照ください。

宇宙天気予報ウェブサイト:<https://swc.nict.go.jp/>

この情報は、国立研究開発法人情報通信研究機構が配信しています。