
太陽フレア

新しい警報基準の設定に伴う 警戒態勢について

1.はじめに

2024/2/28 原子力規制委員会にて石渡委員から、新聞等で、政府として太陽フレアのリスク警報を来年度から国民に向けて発信するという報道がなされた件について、規制庁担当部門にて調査し、報告するよう指示あり。これまで技術情報検討会（第55回）でも建屋内は問題ないと報告していたが、委員からは建屋外の通信設備、送電線への影響について心配を示された。



- ATENAにて、太陽フレアによる通信設備への影響を検討し、宇宙衛星等の不具合により、衛星電話等の通信障害のおそれはあるものの、代替措置で対応可能であると評価した。
- またATENAは今後、国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)により「社会的影響を考慮した新たな予報・警報基準」が設定され、運用が開始された際には、それを踏まえた「原子力発電所の通信連絡設備に係る警戒レベル」の設定及び同警戒レベルに応じた事業者の体制強化等の必要性について検討を行うこととした。

* 上記内容については第66回技術情報検討会(2024/7/25)にて報告された。

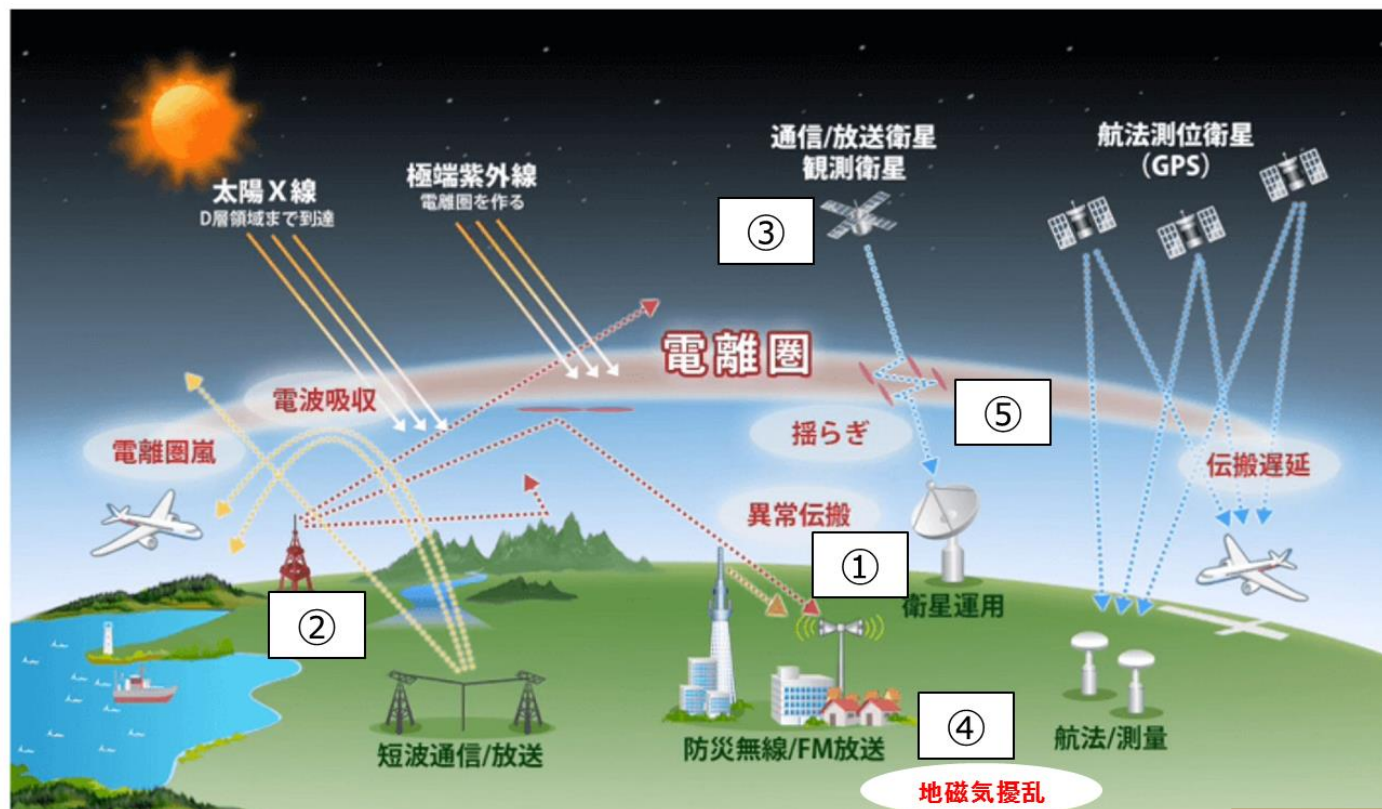


太陽フレアによる通信連絡設備及びデータ通信が必要な設備（以下、「通信連絡設備等」という。）への影響が懸念されることから、ATENAは「社会的影響を考慮した新たな予報・警報基準」の整備状況を踏まえ、原子力事業者における体制強化等の要否検討を実施するため、太陽フレアWGを設置した(2025年2月)。

- WGメンバー；電力9社、日本原電、電源開発、日本原燃、ATENA
- 検討内容；NICT警報発信時の警戒態勢検討、警戒レベルの設定、他

2.太陽フレア等による通信連絡設備等への影響（1）

- 太陽活動（以下、「太陽フレア等」という。）が通信連絡設備等に及ぼす影響については、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）の検討会報告書※及び2024年4月にNICTより聴取した情報を元に、①地上設備（無線）へのノイズ影響、②電離圏の変化による短波の擾乱、③宇宙衛星への電氣的影響、④磁気誘導電流が設備に及ぼす影響、⑤電離圏の変化によるL帯の擾乱の5要素に絞り込んだ。



（出典元：Deep Flare Netで高精度な宇宙天気予報を（NICT））

（※）宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討報告書（令和4年6月21日）。以下、「検討会報告書」という。

2024年7月4日面談資料
抜粋・再掲

2.太陽フレア等による通信連絡設備等への影響（2）

2024年7月4日面談資料
抜粋・再掲

3

- 原子力発電所には、以下に示すような通信連絡設備等がある。（関西電力の例）
- 後述の太陽フレア等の影響評価においては、通信方式と無線の周波数帯により異なるため、以降、通信連絡設備及びデータ通信が必要な設備は、これらの項目で類型化する。

機器名称（代表例） （※1）	要求		通信方式 （※2）	無線の周波数帯		通信連絡 設備	データ通信が 必要な設備
	DB	SA					
保安電話（固定）	○		地上（有線）	－	－	○	
保安電話（携帯）	○		地上（無線・有線）	UHF	1.9GHz	○	
運転指令設備	○		地上（有線）	－	－	○	
衛星電話（固定）※3	○	○	衛星（無線・有線）	UHF	固定：2.6GHz	○	
衛星電話（携帯）	○	○	衛星（無線）		携帯：1.6GHz（L帯）	○	
衛星電話（可搬）	○	○	衛星（無線・有線）	SHF	14GHz	○	
携行型通話装置	○	○	地上（有線）	－	－	○	
トランシーバ	○	○	地上（無線）	UHF	351MHz	○	
統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備 （TV会議システム、IP電話、IPFAX）、安全パラメータ伝 送システム(ERSS)	○	○	地上（有線）	－	－	○	○
			衛星（無線・有線）	SHF	14GHz	○	○
SPDS表示装置	○	○	地上（有線）	－	－		○
			無線（無線・有線）	SHF	25GHz		○
モニタリングステーション・モニタリングポスト	○		地上（有線）	－	－		○
			地上（無線・有線）	UHF	411MHz		○
可搬式モニタリングポスト		○	衛星（無線・有線）	UHF	2.6GHz		○
可搬式気象観測装置		○	地上（無線・有線）	UHF	2.5GHz		○
気象観測装置	○		地上（有線）	－	－		○

※1：保安規定において、運転上の制限が適用される無線網を使用した通信連絡設備や代替通信手段となる多様性拡張設備及びデータ通信が必要な設備（監視・記録装置）を網羅的に抽出した。

※2：無線設備についても、システム構成において有線設備を使用しているもの（例：アンテナ～端末間を有線接続している）は、「無線・有線」と表記。

※3：緊急時衛星通報システム（通信連絡設備）については、「衛星電話（固定）」と同衛星通信を使用しているため、当該機器に含める。

2.太陽フレア等による通信連絡設備等への影響（2）

- 2 ページの①～⑤に関し、発電所通信設備の影響有無を2024年4月にNICTより聴取した結果、下表のとおり、①③⑤は、衛星（無線）又は地上（無線）の通信設備に影響がある。

太陽活動	地球に与える影響	通信連絡設備等への影響 (期間：2週間程度)	原子力発電所通信連絡設備等の影響有無 (24年4月にNICTより聴取した結果)				
			衛星（無線）		地上 (有線)	地上（無線）	
			UHF	SHF		UHF	SHF
光エネルギー (太陽電波バースト)の放出	①昼間の間、超短波（VHF）～極超短波（UHF）の電磁波が地表面に降り注ぐ。	降り注ぐ電磁波が通信連絡設備等（受信側）のノイズとして作用し、昼間の間、断続的に通信障害が発生する可能性がある。	有	無	無	有	無
	②電磁波が電離圏のD層に作用し、電子密度が高まる。（デリンジャー現象）	デリンジャー現象は、短波（HF）を使う通信連絡設備等が発する電波の擾乱となり、昼夜問わず通信障害が発生する可能性がある。	無	無	無	無	無
高エネルギー粒子の放出	③荷電粒子が衛星軌道上の物体に衝突する。※1	荷電粒子が衛星の電子機器に衝突することで電子機器の誤動作を発生させる可能性がある。※1	有	有	無	無	無
太陽風（帯電粒子のガス）の放出	④地球に衝突し、磁気圏内に誘導電流が流れる。これに伴い、地表面などに誘導電流が発生する。※1	長い導体の間で磁気誘導電流（GIC）が発生し、設備に影響を及ぼす可能性がある。ただし、シールド線の構内接地を行い、設備間で電位差が生じないようにしておけば影響なし。	無	無	無	無	無
（複合要因）	⑤電離圏の一部に空孔（プラズマバブル）が生じる。	宇宙衛星から発するL帯の電波の擾乱となり、昼夜問わず通信障害が発生する可能性がある。	有	無	無	無	無

※1：2024年7月4日面談資料から、表現を見直し。

2024年7月4日面談資料
抜粋・再掲

2.太陽フレア等による通信連絡設備等への影響（3）

- 前ページで整理した発電所設備に影響のある太陽活動を以下のとおり再掲する。

太陽活動	地球に与える影響	通信連絡設備等への影響 (期間：2週間程度)	影響を及ぼす可能性のある設備	
			通信方式	影響箇所
①光エネルギー (太陽電波バースト)の放出	昼間の間、超短波(VHF)～極超短波(UHF)の電磁波が地表面に降り注ぐ。	降り注ぐ電磁波が通信連絡設備等(受信側)のノイズとして作用し、 <u>昼間の間、断続的に通信障害が発生</u> する可能性がある。	衛星(無線) 地上(無線)	地上アンテナ・端末(電波)
③高エネルギー粒子の放出	荷電粒子が衛星軌道上の物体に衝突する。※1	荷電粒子が衛星の電子機器に衝突することで電子機器の <u>誤動作を発生</u> させる可能性がある。※1	衛星(無線)	宇宙衛星(設備)
⑤太陽活動の複合要因(プラズマバブルの発生)	電離圏の一部に空孔(プラズマバブル)が生じる。	<u>宇宙衛星から発するL帯の電波の擾乱</u> となり、昼夜問わず通信障害が発生する可能性がある。	衛星(無線)	宇宙衛星(発信電波)

※1：2024年7月4日面談資料から、表現を見直し。

2.太陽フレア等による通信連絡設備等への影響（5）

- 太陽フレア等により具体的に影響を受ける可能性がある原子力発電所内の通信連絡設備等は、下表のように整理することができる。
- 具体的影響が顕在化した場合においても、表の右欄に示すとおり、太陽フレア等の影響を受けない代替措置が備わっていることから、発電所の運転継続は可能と考える。

宇宙天気予報の項目	通信連絡設備等に影響を与える起因事象	影響を受ける通信連絡設備等		具体的影響	影響が顕在化した場合の 運転継続可能性	
		種別	具体的設備 (関西電力の例)			
太陽フレア	光エネルギー（太陽電波バースト）の放出	地上（無線）	トランシーバ★ 可搬式気象観測装置★ 保安電話（携帯） モニタリングステーション・モニタリングポスト	断続的な通信障害 （昼間の間）	運転継続可能	トランシーバ：LCO逸脱に至る可能性がある。ただし、保安規定に従い、運転指令装置等による代替措置は可能であり、運転継続可能。 可搬式気象観測装置：LCO逸脱のに至る可能性があるが、測定値を対応要員により確認し、指揮拠点へ連絡する代替措置は可能であり、運転継続可能。 保安電話（携帯）：他の通信連絡設備により、運転継続は可能。（LCO設定機器ではない） モニタリングステーション・モニタリングポスト：有線系による通信は可能であり、運転継続は可能。（LCO設定機器ではない）
	電離圏へのプラズマバブルの発生	衛星	衛星電話（固定）★ 衛星電話（携帯）★ 衛星電話（可搬）★ 可搬式モニタリングポスト★ 統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備（ERSS含む）★	宇宙衛星からの電波の擾乱	運転継続可能	衛星電話：LCO逸脱に至る可能性がある。ただし、代替措置として認められている保安電話（固定）及び運転指令装置は使用可能であり、運転継続可能。 可搬式モニタリングポスト：LCO逸脱のに至る可能性があるが、測定値を対応要員により確認し、指揮拠点へ連絡する代替措置は可能であり、運転継続可能。 統原防ネットワークに接続する通信連絡設備（ERSS含む）：LCOの要求は、有線系または衛星系回線の通信であり、有線系による通信は可能であり、運転継続は可能。
プロトン現象	高エネルギー粒子の放出	衛星	統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備（ERSS含む）★	宇宙衛星の絶縁破壊		

★印：保安規定上のLCO設定機器

2.太陽フレア等による通信連絡設備等への影響（6）

- 柏崎刈羽の影響確認した結果を示す。設備構成等は違うものの、関西電力同様、運転継続は可能と考える。

宇宙天気予報の項目	通信連絡設備等に影響を与える起因事象	影響を受ける通信連絡設備等		具体的影響	影響が顕在化した場合の 運転継続可能性 (LCOの観点)	
		種別	具体的設備 (東京電力HDの例)			
太陽フレア	光エネルギー（太陽電波バースト）の放出	地上（無線）	無線連絡設備（常設）★ 無線連絡設備（可搬型）★ 電力保安通信用電話設備（PHS）	断続的な通信障害（昼間の間）	運転継続可能	無線連絡設備：LCO逸脱に至る可能性がある。ただし、保安規定に従い、電力保安通信用電話設備（固定）等による代替措置は可能であり、運転継続可能。 電力保安通信用電話設備：LCO設定機器ではない。
	電離圏へのプラズマバブルの発生	衛星	衛星電話設備（常設）★ 衛星電話設備（可搬型）★ 衛星電話設備（衛星社内電話機） 可搬式モニタリングポスト★	宇宙衛星からの電波の擾乱	運転継続可能	衛星電話設備：LCO逸脱に至る可能性がある。ただし、代替措置として認められている電力保安通信用電話設備（固定）及び送受信器は使用可能であり、運転継続可能。 可搬式モニタリングポスト、可搬型気象観測装置： LCO逸脱のに至る可能性があるが、測定値を対応要員により確認し、指揮拠点へ連絡する代替措置は可能であり、運転継続可能。
プロトン現象	高エネルギー粒子の放出	衛星	統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備（ERSS含む）★ モニタリングポスト 気象観測設備	宇宙衛星の絶縁破壊	運転継続可能	統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備（ERSS含む）：LCOの要求は、有線系または衛星系回線の通信であり、有線系による通信は可能であることから、運転継続は可能。 モニタリングポスト：有線系による通信は可能であり、運転継続は可能。（LCO設定機器ではない） 気象観測設備：有線系による通信は可能であり、運転継続は可能。（LCO設定機器ではない）

★印：保安規定上のLCO設定機器

3.NICT・社会的影響を考慮した新たな予報・警報基準

国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）により、新たな警報基準に基づく警報の配信サービスが予定されている。

- 警報の対象分野；通信・放送（HF帯）、宇宙システム運用（衛星）、航空機人体被ばく
- 警報レベル；分野毎に、平常、黄（注意）、赤（警報）の3段階
- 警報の送信内容・タイミング；警報レベルの基準値を超えた場合に、定型文自動配信
- 警報配信（一般向け大規模配信）スケジュール；25年6月(予定)

	平常	注意（黄）	警報（赤）	影響を受ける分野	備考
太陽フレア	<X1	X1	X10	通信・放送 (HF帯) 宇宙システム	夜間のNICT からの警報 配信なし
プロトン	<1,000PFU	1000- 100,000PFU	100,000PFU 以上	通信・放送 (HF帯)	
		1000- 10,000PFU	10,000PFU 以上	宇宙システム	

警報(赤)が設定されている
発電所の通信連絡設備等
に影響のある事象

* 宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会報告書(2022.06.21)およびNICTからの情報を整理

4.宇宙天気予報

- NICTからの、太陽活動に関する情報提供として、「宇宙天気予報」がある。
宇宙天気予報会議を開催し、太陽、磁気圏、電離圏等の観測データを検討して、毎日宇宙天気予報を発表している。
- ＊ 予報対象は以下7種類の現象
- ①太陽フレア ②プロトン現象 ③地磁気じょう乱
 - ④放射線帯電子 ⑤電離圏嵐 ⑥デリンジャー現象
 - ⑦スプラディックE層
- 太陽フレアは4段階、プロトン現象は3段階の予報レベルを設定しているが、双方ともに設定されている予報の最大レベルは、新たな警報基準での警報レベルを下回る。
(例；太陽フレア予報では、最大レベルの予報は、新たな警報基準での「注意」レベル以上の太陽フレアの発生を予測するもの)

【太陽フレア予報レベル】			【太陽フレア警報レベル】	
レベル	説明	内容	警報 (X10以上)	注意 (X1~X9)
4	非常に活発	Xクラスの太陽フレアが発生すると予測される		
3	活発	Mクラスの太陽フレアが発生すると予測される		
2	やや活発	Cクラスの太陽フレアが発生すると予測される		
1	静穏	Cクラス以上の太陽フレアが発生しないと予測される		

予報の最高レベル(レベル4)は、「注意」以上の太陽フレア発生を予測するもの

【太陽フレア予報レベルと警報の関係】

【プロトン予報レベル】			【プロトン警報レベル】	
レベル	説明	内容	警報 (10000PFU以上)	注意 (1000~10000PFU)
3	警戒	10 MeV以上のプロトン粒子の最大フラックスは10 PFU以上で推移すると予測される		
2	継続	10 MeV以上のプロトン粒子フラックスは上昇すると予測される		
1	静穏	10 MeV以上のプロトン粒子の最大フラックスは10 PFU未満と予測される		

予報の最高レベルと、「注意」「警報」レベルとの差分は大きい

【プロトン予報レベルと警報の関係】

5.警戒レベルの検討(1/2)

太陽フレア等に伴う通信連絡設備等への影響の可能性を踏まえると、太陽フレア等の新たな警報基準と実績の対比や、宇宙天気予報の発信状況を踏まえて、警戒レベルを定め、そのレベルに到達したときには、警戒態勢を敷き、太陽フレア等の影響を受けない通信連絡設備等を確実に使用できるようにすることが望ましい。

(1)2024年の観測実績と新たな警報基準との比較

- ① 太陽フレア、プロトン現象ともに警報レベルの観測実績は無い
- ② 太陽フレアは警報レベルに近いX9.0を観測しているが、警報レベル超過実績はない
- ③ プロトン現象は注意レベルをわずかに超過したのみ
- ④ 注意レベルに到達しても通信連絡設備等で影響（実害）が見られていない

(2)2024年の宇宙天気予報の発信状況

2024年にNICTから発表された宇宙天気予報の予報レベルは、太陽フレアについて、最大のレベル4（非常に活発）が合計43回(日)発信されているが、通信連絡設備等で影響（実害）が見られていない。

なお、レベル4の発信は警報レベルではなく注意レベル以上の太陽フレアの発生を予測したものである(前頁参照)。

宇宙天気予報 の項目	新しい警報基準を超過した回数 (2024年：NICT臨時情報の回数でカウント)
プロトン現象	注意：2回、警報：0回 (太陽フレアとの相関はあまりない)
太陽フレア	注意（ $\geq X1.0$ ）：50回以上 警報（ $\geq X10$ ）：0回（MAX：X9.0）

宇宙天気予報		2024年での予報日数(合計)	
レベル4	非常に活発	43	12%
レベル3	活発	231	63%
レベル2	やや活発	88	24%
レベル1	静穏	4	1%

5.警戒レベルの検討 (2/2)

太陽活動による通信連絡設備等への影響の可能性を考慮し、以下の理由から、新たな警報基準の設定を踏まえ、下表を警戒レベルとして設定し、警戒態勢・対応をとることとしたい。

宇宙天気現象	警戒レベル	
	新たな警報基準	備考
太陽フレア	警報	X10以上のフレア発生 (夜間のNICTからの警報配信なし)
プロトン現象	警報	10000PFU以上

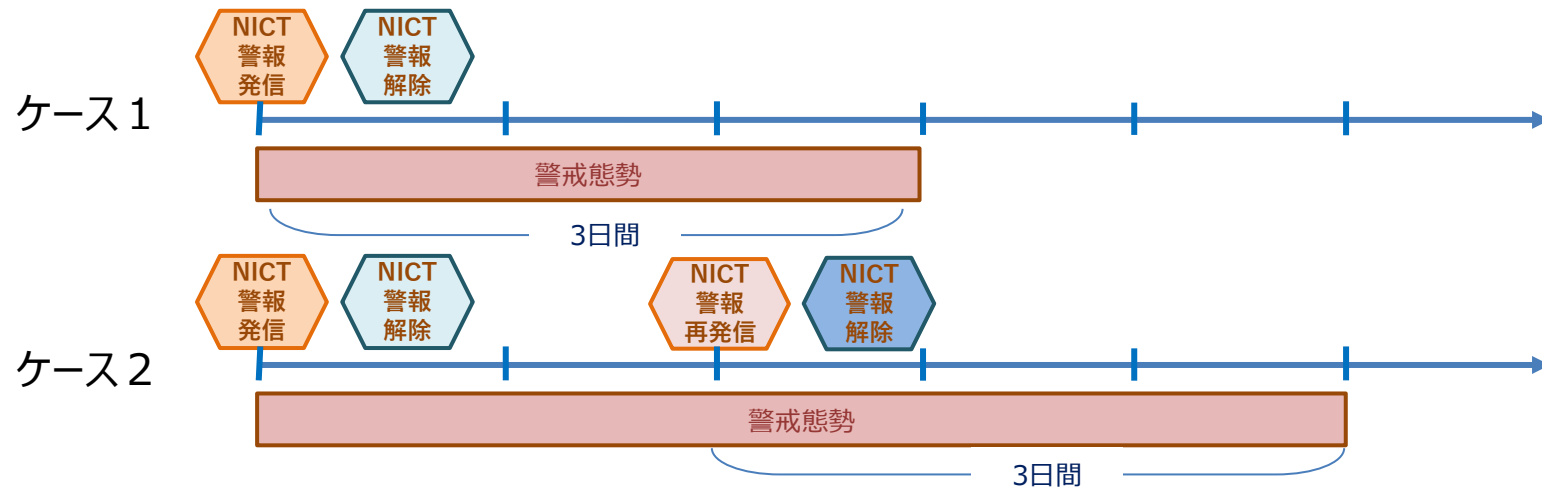
<理由>

- ① 対象とする宇宙天気現象は、発電所の衛星通信機能に影響を及ぼす可能性のある、a)太陽フレア、b)プロトン現象を対象とする。(P5 2(3)参照)
- ② NICTが社会的影響を考慮した上で「新たな警報基準」を設定しようとしている。その警報基準には、「平常」「注意」「警報」が設定されるが、より社会的影響が大きいものが、「警報」基準となる。
- ③ 宇宙天気予報においては、最大レベル4の発信時に上記「警報」基準とそれを下回る「注意」基準の両方が含まれてしまうことから、宇宙天気予報は、警戒レベルのトリガとしては考慮しないこととする。
- ④ 尚、NICTの「新たな警報基準」での「注意」レベルでは、2024年において通信連絡設備等への影響（実害）が見られていない。

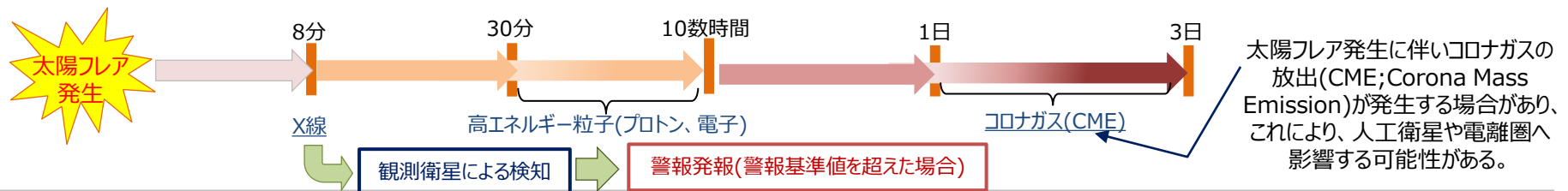
6.警戒期間の検討

(2)警戒態勢の発令・解除

- ① NICTより、太陽フレア警報又はプロトン警報が発信された場合に、警戒態勢を整える。
- ② 警報発信より、3日間は警戒態勢を維持し、後続の事象(コロナガス放出(CME)他)への対応を可能とする。
(NICTの当該警報が解除されても、3日間警戒態勢を維持する) 【ケース1】
- ③ 上記維持期間に、新たな警報が発信された場合は、その時点より3日間警戒態勢を維持するものとする。
【ケース2】



【太陽フレア発生時の時間経緯】



7.警戒態勢・対応の検討 (1/4)

(1)警戒態勢時の対応

- ① NICTより警報が発信された場合、関係部署への周知を行うとともに、太陽フレア等により影響を受ける可能性のある通信連絡設備等※¹並びに当該設備の代替措置※²の健全性を確認する。
- ② 上記設備のどちらかの健全性を確保し、発電所の通信連絡設備等の機能を確保する。
- ③ 代替措置の健全性が確保できていない場合は、太陽フレア等により影響を受ける可能性のある通信連絡設備等の使用可否に関わらず、代替措置の早期復旧処置に努める。
- ④ LCO設定設備の健全性が確保できない場合は、保安規定に従い処置を行う。
- ⑤ 警報発信時に、太陽フレア等により影響を受ける可能性のある通信連絡設備等の健全性が確認された場合でも、警戒期間中は、24時間以内ごとに健全性維持の確認を行う。なお、健全維持の確認において、健全性が維持されていない場合は、改めて当該設備の代替措置の健全性を確認する。
- ⑥ 警報発信時に、代替措置の健全性が確認された場合には、当該設備は太陽フレア等の影響を受けないことから、警戒期間中の健全性維持の確認については、原則実施しない。（⑤のなお書きの場合にのみ、念のため実施する。）

※ 1：太陽フレア等により影響を受ける可能性のある通信連絡設備等

保安規定において、運転上の制限が適用される無線網を使用した通信連絡設備や代替通信手段となる多様性拡張設備及びデータ通信に必要な設備(監視・記録装置)のうち、太陽フレア等の影響を受ける可能性がある設備（P14に具体例を示す。）

※ 2：代替措置

太陽フレア等により影響を受ける可能性のある通信連絡設備等に対してあらかじめ設定した代替設備及び代替手段（P15に具体例を示す。）

7.警戒態勢・対応の検討 (2/4)

(2)太陽フレア等により影響を受ける可能性のある通信連絡設備等

関西電力 高浜発電所の例

太陽フレアの影響を受ける通信連絡設備等		衛星/無線	周波数	
通信連絡設備	保安電話（携帯）：屋外使用	無線	UHF	1.9GHz
	衛星電話（固定）※1	ワイドスターⅡ	UHF	2.6GHz
		ワイドスターⅢ	UHF	2.6GHz
		イリジウム	UHF	1.6GHz
	衛星電話（携帯）	インマルサット	UHF	1.6GHz
	衛星電話（可搬）	Esバード	SHF	14GHz
データ通信が必要な設備	トランシーバ	無線	UHF	351MHz
	統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備：衛星（TV会議システム、IP電話、IPFAX）	Esバード	SHF	14GHz
	安全パラメータ伝送システム：衛星（ERSS）	Esバード	SHF	14GHz
	モニタリングステーション・モニタリングポスト：無線	無線	UHF	411MHz
	可搬式モニタリングポスト：衛星	ワイドスターⅡ	UHF	2.6GHz
	可搬式気象観測装置：無線	無線	UHF	2.5GHz
確認数		5	4	
			9	

※1：緊急時衛星通報システム（通信連絡設備）については、「衛星電話（固定）」と同衛星通信を使用しているため、当該機器に含める。

東京電力HD 柏崎刈羽原子力発電所の例

太陽フレアの影響を受ける無線設備		衛星/無線	周波数	
通信連絡設備	電力保安通信用電話設備（PHS）：屋外使用	無線	UHF	1.9GHz
	衛星電話設備（常設）	インマルサット	UHF	1.6GHz
	衛星電話設備（衛星社内電話機）	Esバード	SHF	14GHz
	無線連絡設備（常設）	無線	UHF	351MHz
	無線連絡設備（可搬型）	無線	UHF	351MHz
	統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備：衛星（TV会議、電話、FAX）	Esバード	SHF	14GHz
データ通信が必要な設備	安全パラメータ伝送システム：衛星（ERSS）	Esバード	SHF	14GHz
	モニタリングポスト：衛星	Exバード	SHF	14GHz
	可搬型モニタリングポスト：衛星	ワイドスターⅡ	UHF	2.6/2.5GHz
	可搬型気象観測設備：衛星	ワイドスターⅡ	UHF	2.6/2.5GHz
	気象観測設備：衛星	Exバード	SHF	14GHz
確認数		4	2	
			6	

＜確認方針＞

太陽フレア等の影響は、衛星や通信電波に共通要因として表れるため、健全性確認としては、同じ通信形態（同一の衛星・同一の周波数）でグルーピングし、代表設備を選定して確認する。なお、同一設備が複数台ある場合も代表にて確認する。

＜確認方法例＞

- ・代表設備で実際に通話の可否を確認する。
- ・代表設備で実際にデータ通信の可否を確認する。
- ・代表設備のうち、太陽フレア等の影響を受ける部分（通信連絡やデータ通信部分）のみを確認する。
- ・衛星を経由する通信連絡やデータ通信設備の確認については、衛星通信運営会社に状況を問合せ、衛星通信の状況を確認する。
- ・警報機能を有する通信連絡設備等（通信連絡やデータ通信に異常がある場合、警報が発信する設備）については、警報の有無によって状況を確認する。

7.警戒態勢・対応の検討 (3/4)

(3)代替措置

関西電力 高浜発電所の例

	代替措置設備
通信連絡設備	運転指令設備
	保安電話（固定）
	携行型通話装置
	保安電話（携帯）：屋内使用
	統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備：有線（TV会議システム、IP電話、IPFAX）
データ通信※1が必要な設備	安全パラメータ伝送システム：有線（ERSS）
	モニタリングステーション・モニタリングポスト：有線
	気象観測装置：有線
確認数	8

※1：可搬式モニタリングポスト（衛星）、可搬式気象観測装置（無線）の代替として、データ通信部分に対応要員にて連絡する場合は、通信連絡設備の代替措置を用いるため、その確認は、代替の通信連絡設備の確認にて包絡できている。

<確認方針>

健全性確認としては、設備種別ごとに確認を実施する。なお、同一設備が複数台ある場合は、代表にて確認する。

<確認方法例>

- ・代表設備で実際に通話の可否を確認する。・代表設備で実際にデータ通信の可否を確認する。
- ・警報機能を有する通信連絡設備等（通信連絡やデータ通信に異常がある場合、警報が発信する設備）については、警報の有無によって状況を確認する。

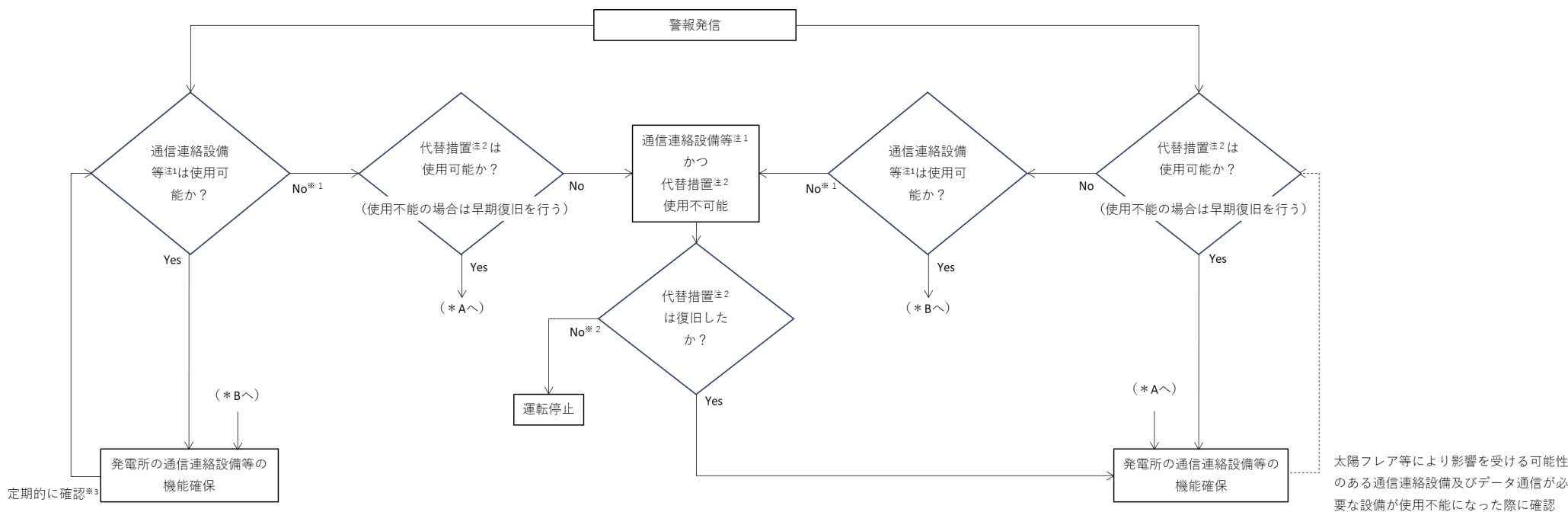
東京電力HD 柏崎刈羽原子力発電所の例

	代替措置設備
通信連絡設備	送受話機
	電力保安通信用電話設備（固定）
	統合原子力防災ネットワーク：有線（TV会議、電話、FAX）
	電力保安通信用電話設備（PHS）：屋内-屋内使用
データ通信※2が必要な設備	安全パラメータ伝送システム：有線（ERSS）
	モニタリングポスト：有線
	気象観測設備：有線
確認数	7

※2：可搬式モニタリングポスト（衛星）、可搬式気象観測設備（衛星）の代替として、データ通信部分に対応要員にて連絡する場合は、通信連絡設備の代替措置を用いるため、その確認は、代替の通信連絡設備の確認にて包絡できている。

6.警戒態勢・対応の検討（案）（4/4）

（4）警戒態勢時の太陽フレア等による通信連絡設備等への影響確認フロー



注1：太陽フレア等により影響を受ける可能性のある通信連絡設備及びデータ通信が必要な設備

注2：太陽フレア等により影響を受ける可能性のある通信連絡設備及びデータ通信が必要な設備の代替措置

※1：LCO設定設備であれば、LCO逸脱

※2：LCO設定設備であれば、AOT期間内に代替設備が復旧しない場合は、運転停止
（代替措置設備自体のLCO逸脱については、表記していない）

※3：24h以内ごと

7.まとめ

- 太陽活動による通信連絡設備等への影響が懸念されることから、NICTによる「社会的影響を考慮した新たな予報・警報基準」の整備状況を踏まえ、原子力事業者における対応体制強化を検討し、NICTの新たな警報基準での「警報」(太陽フレア及びプロトン現象)配信をトリガーに警戒態勢をとる。
- 今回の検討結果をもとに、今後、各事業者にて以下を実施することとする。
 - ① 警報配信時の対応態勢の確立
 - ② 太陽フレア等により影響を受ける可能性のある通信連絡設備等及び代替措置の確定
 - ③ 警戒態勢時の対応の手順確立(手順書への反映)



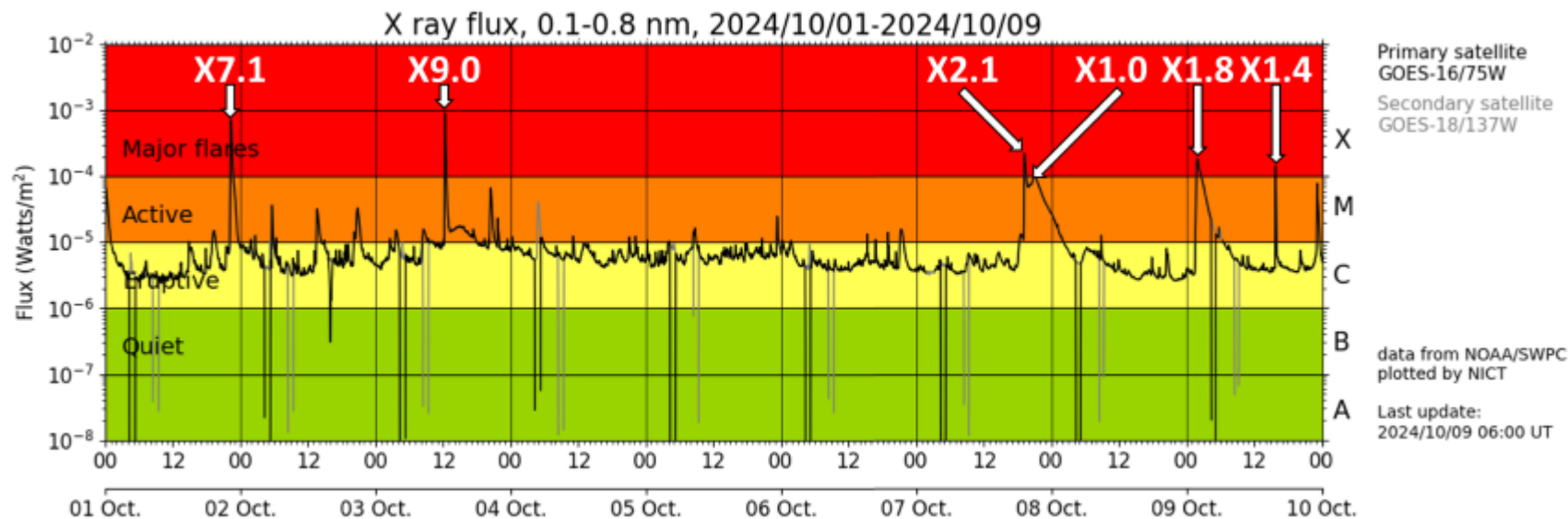
- 上記内容について、安全対策としてATENAステアリング会議での決議(25年6月12日)を経て、各事業者へ実施の要求を行い、2か月を目途に各事業者にて対応準備を行う。
- 太陽活動の極大期である本年(2025年)経過後、NICT警報発信状況や通信連絡設備等への影響状況について確認する。
また、今後、実際の太陽フレアによる通信連絡設備等への影響に基づき、警戒態勢の運用について、必要に応じて適宜見直す。
- なお、再稼働前の発電所においては、通信連絡設備等でLCO設定設備がないため、再稼働までに上記対応を実施する。

参考資料

【参考 1】 2024年の太陽活動状況（太陽フレア）

- 太陽フレアの警報基準は、NICT資料「新たな警報基準に基づく警報等の概要」によると、注意（黄）でX1以上、警報（赤）でX10以上。
- 2024年の太陽フレアの実績を確認したところ、注意（黄）相当の太陽フレアが53回、観測されているが、原子力発電所の通信連絡設備等への影響が見られていない。 警報（赤）相当は0回。
- 2024年の最大フレアは、10月3日のX9.0であった。

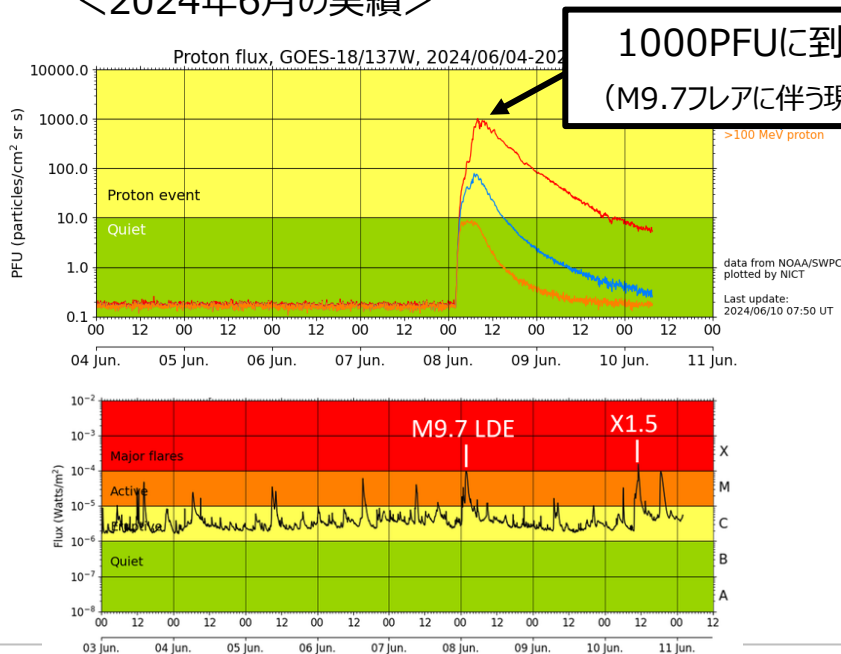
<2024年10月の実績>



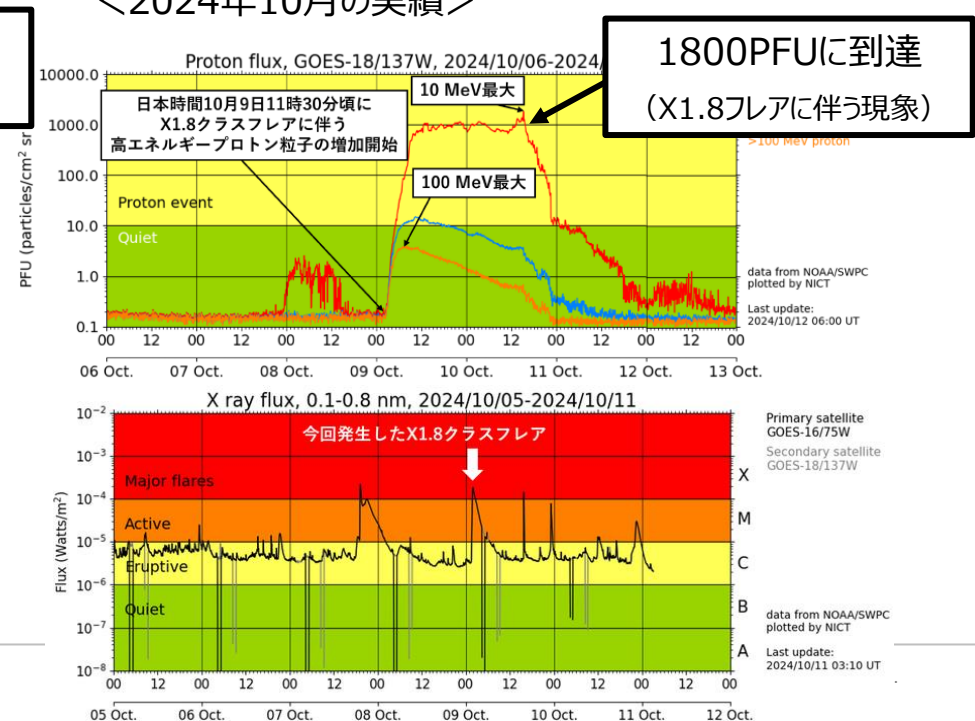
【参考2】2024年の太陽活動状況（プロトン現象）

- プロトン現象の警報基準は、NICT資料「新たな警報基準に基づく警報等の概要」によると、注意（黄）で1,000～10,000PFU、警報（赤）で10,000PFU以上。
- 2024年のプロトン現象の実績を見ると、2024年6月及び10月に注意（黄）相当のプロトン現象（2回）が観測されているが、原子力発電所の通信連絡設備等への影響は見られていない。警報（赤）相当は0回。
- 上記2回のプロトン現象は、それぞれ太陽フレア現象によるものであった。

＜2024年6月の実績＞



＜2024年10月の実績＞



【参考3】 2024年 太陽活動観測結果

2024年

発出日	時間 (JST)	発生日	発生時間 (JST=UT+9h)	太陽フレア	プロトン現象
2024/1/1	7:40	2024/1/1	6:55	X 5.0	—
2024/1/5	16:00	2024/1/5	9:35		25
2024/1/30	14:10	2024/1/30	3:05		137
2024/2/9	22:40	2024/2/9	22:14	X 3.3	—
2024/2/12	8:50	2024/2/10	8:55		187
2024/2/15	9:40	2024/2/13	15:15		117
2024/2/16	16:30	2024/2/16	15:53	X 2.5	—
2024/2/22	8:50	2024/2/22	8:07	X 1.8	—
2024/2/22	16:30	2024/2/22	15:32	X 1.7	—
2024/2/23	8:10	2024/2/23	7:34	X 6.3	—
2024/3/17	2:30	2024/2/16	15:35		16
2024/3/23	11:30	2024/3/23	10:33	X 1.1	—
2024/3/26	3:40	2024/3/24	3:20	—	956
2024/3/29	6:50	2024/3/29	5:56	X 1.1	—
2024/5/3	12:00	2024/5/3	11:22	X 1.6	—
2024/5/5	15:30	2024/5/5	15:01	X 1.3	—
2024/5/5	21:30	2024/5/5	20:54	X 1.2	—
2024/5/6	16:10	2024/5/6	15:35	X 4.5	—
2024/5/8	11:30	2024/5/8	10:41	X 1.0	—
2024/5/8	15:40	2024/5/8	14:09	X 1.0	—
2024/5/9	7:10	2024/5/9	6:40	X 1.0	—
2024/5/9	18:30	2024/5/9	18:13	X 2.2	—
2024/5/10	3:20	2024/5/10	2:44	X 1.1	—
2024/5/10	16:50	2024/5/10	15:54	X 3.9	—
2024/5/11	11:30	2024/5/11	10:23	X 5.8	—
2024/5/11	21:20	2024/5/11	20:44	X 1.5	—
2024/5/13	2:10	2024/5/13	1:26	X 1.0	—
2024/5/13	4:50	2024/3/11	2:45		207
2024/5/14	12:10	2024/5/14	11:09	X 1.7	—
2024/5/14	22:30	2024/5/14	21:55	X 1.2	—
2024/5/15	2:10	2024/5/15	1:51	X 8.7	—
2024/5/15	18:10	2024/5/15	17:37	X 3.4	—
2024/5/16	0:10	2024/5/15	23:38	X 2.9	—
2024/5/17	7:30	2024/5/15	0:20		120
2024/5/27	16:30	2024/5/27	16:08	X 2.9	—
2024/5/30	0:20	2024/5/29	23:37	X 1.4	—
2024/6/1	7:40	2024/6/1	7:03	X 1.1	—
2024/6/1	18:50	2024/6/1	17:48	X 1.4	—
2024/6/2	4:20	2024/6/2	3:36	X 1.0	—
2024/6/10	11:40	2024/6/8	17:00	—	1028
2024/6/10	20:50	2024/6/10	20:08	X 1.5	—
2024/7/14	12:30	2024/7/14	11:34	X 1.2	—
2024/7/16	23:10	2024/7/16	22:26	X 1.9	—
2024/7/24	11:00	2024/7/23	19:40		24
2024/7/29	12:00	2024/7/29	11:37	X 1.5	—

2024/1/29 4:38UTのフレアに伴う

2024/2/9 13:14UTのフレアに伴う

2024/3/23 1:33UTのフレアに伴う

2024/5/13 9:44UTのフレアに伴う

2024/6/8 1:49UTのフレアに伴う

2024年

発出日	時間 (JST)	発生日	発生時間 (JST=UT+9h)	太陽フレア	プロトン現象
2024/8/5	23:20	2024/8/5	22:40	X 1.7	—
2024/8/6	1:00	2024/8/6	0:27	X 1.1	—
2024/8/9	5:30	2024/8/9	4:35	X 1.3	—
2024/8/14	16:10	2024/8/14	15:40	X 1.1	—
2024/9/10	19:20	2024/9/10	7:50		34
2024/9/12	19:20	2024/9/12	18:43	X 1.3	—
2024/9/15	1:20	2024/9/15	0:29	X 4.5	—
2024/9/18	7:00	2024/9/17	19:50		33
2024/10/2	8:10	2024/10/2	7:20	X 7.1	—
2024/10/3	22:00	2024/10/3	21:18	X 9.0	—
2024/10/8	5:00	2024/10/8	4:13	X 2.1	—
2024/10/9	11:30	2024/10/9	10:56	X 1.8	>1000
2024/10/10	1:30	2024/10/10	0:47	X 1.4	↓
2024/10/11	17:20	2024/10/11	0:15	—	1811
2024/10/24	13:40	2024/10/24	12:57	X 3.3	—
2024/10/26	16:50	2024/10/26	16:19	X 1.8	—
2024/11/1	7:00	2024/11/1	6:20	X 2.0	—
2024/11/2	3:10	2024/10/28	22:50		363
2024/11/6	23:20	2024/11/6	22:40	X 2.3	—
2024/11/23	5:10	2024/11/22	12:55		125
2024/12/8	18:40	2024/12/8	18:06	X 2.2	—
2024/12/29	17:20	2024/12/29	16:18	X 1.1	—
2024/12/30	14:00	2024/12/30	13:14	X 1.5	—

2024/9/9 3:32UTのフレアに伴う

2024/9/16 23:57UTのフレアに伴う

2024/10/9 12:40UT以降

2024/10/9 1:56UTのフレアに伴う

※データ収集条件：太陽フレアがX1.0以上

(出典) NICT 宇宙天気予報

<https://swc.nict.go.jp/report/specialbulletin/>

【参考 4】太陽フレア等による通信連絡設備等への影響（例：関西電力）

- 衛星電話が喪失したとしても、事故時に想定される使用パターン（下表参照）において、太陽フレア時発生時であっても、通信連絡設備については、携行型通話装置、運転指令設備、保安電話（固定）、保安電話（携帯：屋内の場合）が待機していること、また、データ通信が必要な設備については有線等で通信可能であることから、いずれのパターンにおいても通信は可能と考える。

パターン	場所	使用する通信連絡設備等	場所	使用する通信連絡設備等	パターン	場所	使用する通信連絡設備等	場所	使用する通信連絡設備等
1	中央制御室	①保安電話（固定） ①保安電話（携帯） ①運転指令設備 ②携行型通話装置	現場（屋内）	①保安電話（固定） ①保安電話（携帯） ①運転指令設備 ②携行型通話装置	6	緊急時対策所	①保安電話（固定） ①保安電話（携帯） ①運転指令設備 ②衛星電話（固定）	現場（屋外）	①保安電話（携帯）※1 ①運転指令設備 ②衛星電話（携帯）
2	中央制御室	①保安電話（固定） ①保安電話（携帯） ①運転指令設備 ②携行型通話装置 ③衛星電話（固定）	現場（屋外）	①保安電話（固定） ①保安電話（携帯）※1 ①運転指令設備 ②携行型通話装置 ③衛星電話（携帯）	7	現場（屋内）	①保安電話（固定） ①保安電話（携帯） ①運転指令設備 ②携行型通話装置	現場（屋内）	①保安電話（固定） ①保安電話（携帯） ①運転指令設備 ②携行型通話装置
3	中央制御室	①保安電話（固定） ①保安電話（携帯） ①運転指令設備 ②衛星電話（固定）	緊急時対策所	①保安電話（固定） ①保安電話（携帯） ①運転指令設備 ②衛星電話（固定）	8	発電所	①保安電話（固定） ①保安電話（携帯） ②衛星電話（可搬） ③T V会議システム、IP電話、IPFAX（有線） ③ERSS（有線） ④T V会議システム、IP電話、IPFAX（衛星） ④ERSS（衛星）	所外（本店対策本部・国）	①保安電話（固定） ①保安電話（携帯） ②衛星電話（可搬） ③所外：有線系データ伝送 ④所外：衛星系データ伝送
4	現場（屋外）	①保安電話（携帯）※1 ①運転指令設備 ②トランシーバー※1 ③衛星電話（携帯）	現場（屋外）	①保安電話（携帯）※1 ①運転指令設備 ②トランシーバー※1 ③衛星電話（携帯）					
5	緊急時対策所	①保安電話（固定） ①保安電話（携帯） ①運転指令設備 ②携行型通話装置	現場（屋内）	①保安電話（固定） ①保安電話（携帯） ①運転指令設備 ②携行型通話装置	9	中央制御室 緊急時対策所（データ伝送）	①中央：有線系データ伝送 ②中央：無線系データ伝送※1 ③可搬式モニタポスト（衛星） ③可搬式気象観測装置（無線）※1 ④可搬式モニタポスト（要員による指示確認） ④可搬式気象観測装置（要員による指示確認）	現場（屋外）	①モニタステーション・モニタポスト（有線） ①気象観測装置（有線） ②モニタステーション・モニタポスト（無線）※1 ③可搬式モニタポスト（衛星） ③可搬式気象観測装置（無線）※1 ④可搬式モニタポスト（要員による指示確認） ④可搬式気象観測装置（要員による指示確認）
					10	緊急対策所（データ伝送）	①緊急対策所：有線系データ伝送 ②緊急対策所：無線系データ伝送	補助建屋等	①SPDS表示装置（有線） ②SPDS表示装置（無線）

※ 1：保安電話（携帯）、トランシーバ等の極超短波（UHF）周波数帯無線システムの屋外使用は、断続的な通信障害の可能性があることから、使用できない想定で影響を評価した。

（凡例） ：使用不可の可能性有 ：断続的に使用可 通信設備の番号（①他）は、使用の優先順位を示す。

2024年7月4日面談資料抜粋・再掲

【参考5】太陽フレア等による通信連絡設備等への影響（BWR例：柏崎刈羽原子力発電所）

- 衛星電話が喪失したとしても、事故時に想定される使用パターン（下表参照）において、太陽フレア発生時であっても、通信連絡設備については、送受信器、携帯型音声呼出電話機、電力保安通信用電話設備（固定）、電力保安通信用電話設備（PHS：屋内の場合）等が待機していること、また、データ通信が必要な設備については有線等で通信可能であることから、いずれのパターンにおいても通信は可能と考える。

パターン	場所	使用する通信連絡設備等	場所	使用する通信連絡設備等	パターン	場所	使用する通信連絡設備等	場所	使用する通信連絡設備等
1	中央 制御室	①電力保安通信用電話設備（固定）	現場 （屋内）	①電力保安通信用電話設備（固定）	6	5号炉 緊急時 対策所	①衛星電話設備（衛星社内電話機）	所外 （本社対策 本部・国）	①衛星電話設備（衛星社内電話機）
		①電力保安通信用電話設備（PHS）		①電力保安通信用電話設備（PHS）			②衛星電話設備（常設）		②衛星電話設備（常設）
		①送受信器		①送受信器			③統合原子力防災ネットワーク：TV会議、電話、FAX（有線系） ③ERSS（有線系）		③所外：有線系データ伝送
		②携帯型音声呼出電話設備		②携帯型音声呼出電話設備			④統合原子力防災ネットワーク：TV会議、電話、FAX（衛星系） ④ERSS（衛星）		④所外：衛星系データ伝送
2	中央 制御室	①電力保安通信用電話設備（固定）	5号炉 緊急時 対策所	①電力保安通信用電話設備（固定）	7	現場 （屋内）	①電力保安通信用電話設備（固定）	現場 （屋内）	①電力保安通信用電話設備（固定）
		①電力保安通信用電話設備（PHS）		①電力保安通信用電話設備（PHS）			①電力保安通信用電話設備（PHS）		①電力保安通信用電話設備（PHS）
		①送受信器		①送受信器			①送受信器		①送受信器
		②衛星電話設備（常設）		②衛星電話設備（常設）			②携帯型音声呼出電話設備		②携帯型音声呼出電話設備
		③無線連絡設備（常設）		③無線連絡設備（常設）					
3	中央 制御室 待避室	①電力保安通信用電話設備（PHS）	5号炉 緊急時 対策所	①電力保安通信用電話設備（固定） ①電力保安通信用電話設備（PHS）	8	現場 （屋外）	①電力保安通信用電話設備（PHS）※1	現場 （屋外）	①電力保安通信用電話設備（PHS）※1
		①衛星電話設備（常設）		①衛星電話設備（常設）			①送受信器		①送受信器
		②無線連絡設備（常設）		②無線連絡設備（常設）			②無線連絡設備（可搬型）※1		②無線連絡設備（可搬型）※1
4	5号炉 緊急時 対策所	①電力保安通信用電話設備（固定） ①電力保安通信用電話設備（PHS）	現場 （屋外）	①電力保安通信用電話設備（PHS）※1	9	空間線量率の データ伝送	①有線系データ伝送	現場 （屋外）	①モニタリングポスト（有線・無線）
		①送受信器		①送受信器			②衛星系データ伝送 ※1		②モニタリングポスト・可搬型モニタリングポスト（衛星）
		②無線連絡設備（常設）		②無線連絡設備（可搬型）※1					③可搬型モニタリングポスト（要員による指示確認）
5	5号炉 緊急時 対策所	①電力保安通信用電話設備（固定） ①電力保安通信用電話設備（PHS）	5号炉 緊急時 対策所 待機場所	①電力保安通信用電話設備（PHS）	10	気象観測データ の伝送	①有線系データ伝送	現場 （屋外）	①気象観測設備（有線）
		①送受信器		①送受信器			②衛星系データ伝送		②気象観測設備・可搬型気象観測設備（衛星）
		②携帯型音声呼出電話設備		②携帯型音声呼出電話設備					③可搬型気象観測設備（要員による指示確認）
11	プロセス計算機 室 （データ伝送）						①有線系伝送	5号炉 緊急時 対策所	①SPDS表示装置（有線）
							②無線系データ伝送		②SPDS表示装置（無線）

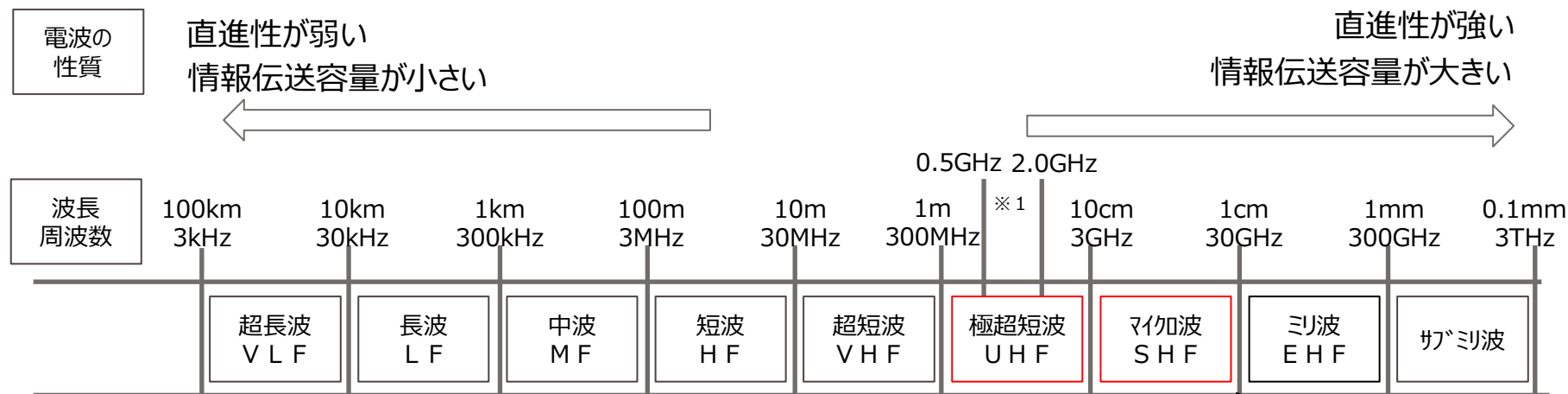
※1：電力保安通信用電話設備（PHS）、無線連絡設備（可搬型）等の極超短波（UHF）周波数帯無線システムの屋外使用は、断続的な通信障害の可能性があることから、使用できない想定で影響を評価した。

（凡例） ：使用不可の可能性有 ：断続的に使用可 通信設備の番号（①他）は、使用の優先順位を示す。

2024年7月4日面談資料抜粋・再掲

【参考 6】無線の周波数帯について

- 原子力発電所で使用する無線通信は、極超短波（UHF）帯、又は、マイクロ波（SHF）帯の電波を使用した通信である（関西電力の例）。



分類	通信連絡設備等※2	周波数帯	分類	通信連絡設備等※2	周波数帯	分類	通信連絡設備等※2	周波数帯
無線ネットワーク通信	モニタポスト モニタステーション	411MHz	移動体衛星通信	衛星電話（携帯）	1.6GHz	移動体衛星通信	衛星電話（可搬）	14GHz
移動体衛星通信	可搬式モニタリングポスト	2.6GHz	移動体衛星通信	衛星電話（固定）	2.6GHz	移動体衛星通信	統原防ネットワークに接続する通信連絡設備 ERSS	14GHz
無線ネットワーク通信	可搬式気象観測装置	2.5GHz	P H S	保安電話（携帯）	1.9GHz	無線ネットワーク通信	SPDS表示装置	25GHz
			簡易無線	トランシーバ	351MHz			

※1：L帯：極超短波（UHF）帯の1GHz前後の周波数帯を指す。

※2：通信連絡設備等の機器名称については、関西電力、東京電力HDの通信連絡設備等を代表例として記載する。