

東京大学理学部

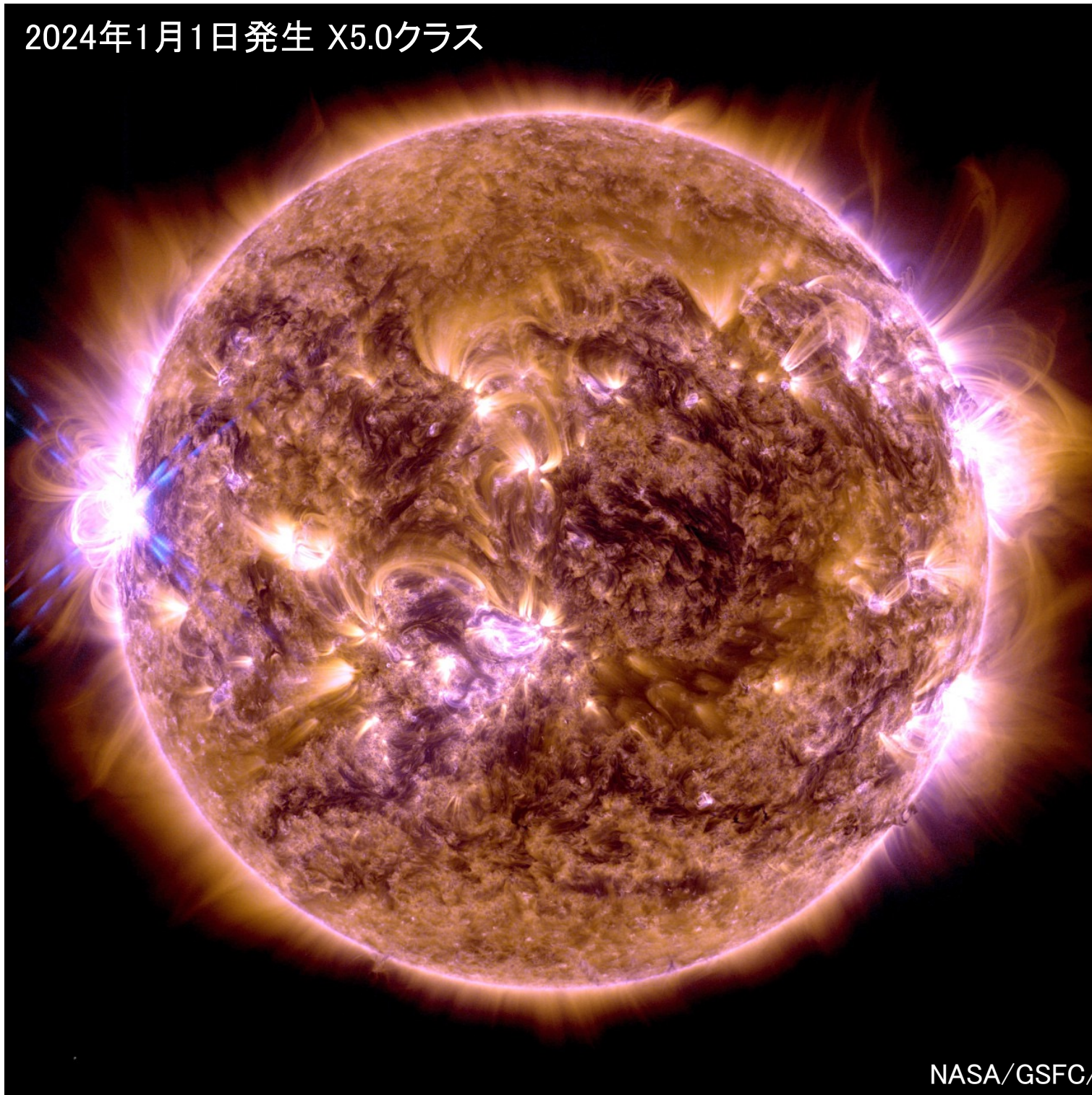
放射線取扱者講習会  
(一般講習会)

放射線の人体への影響

2024 年度(令和 6 年度)

2024年1月1日発生 X5.0クラス

G-2



NASA/GSFC/SDO より引用

# エックス線による太陽フレア等級

等級	100 - 800 pm での流速 [W/m <sup>2</sup> ] 最大値
A	$10^{-8} - 10^{-7}$
B	$10^{-7} - 10^{-6}$
C	$10^{-6} - 10^{-5}$
M	$10^{-5} - 10^{-4}$
X	$> 10^{-4}$

Wikipedia より引用

アメリカの GOES 衛星が常時観測している大気圏外の波長 100 – 800 pm のエックス線の流速に基づいて等級(クラス)を決定

平均的には X クラスで年 2、3 回、M クラスで 20~30 回、C クラスは 300 回発生する。

# 2025年頃の太陽極大期に対して高まる主要国の警戒 G-4

- 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**

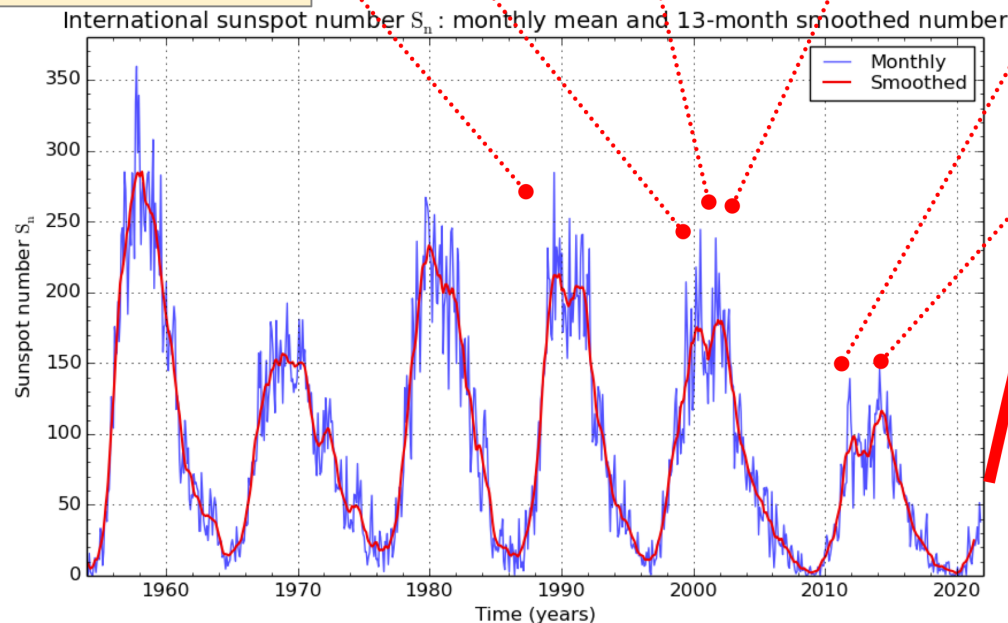
1989年3月、カナダ・ケベック州の電力網が影響を受け**約10時間の停電が発生し、600万人に影響**

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

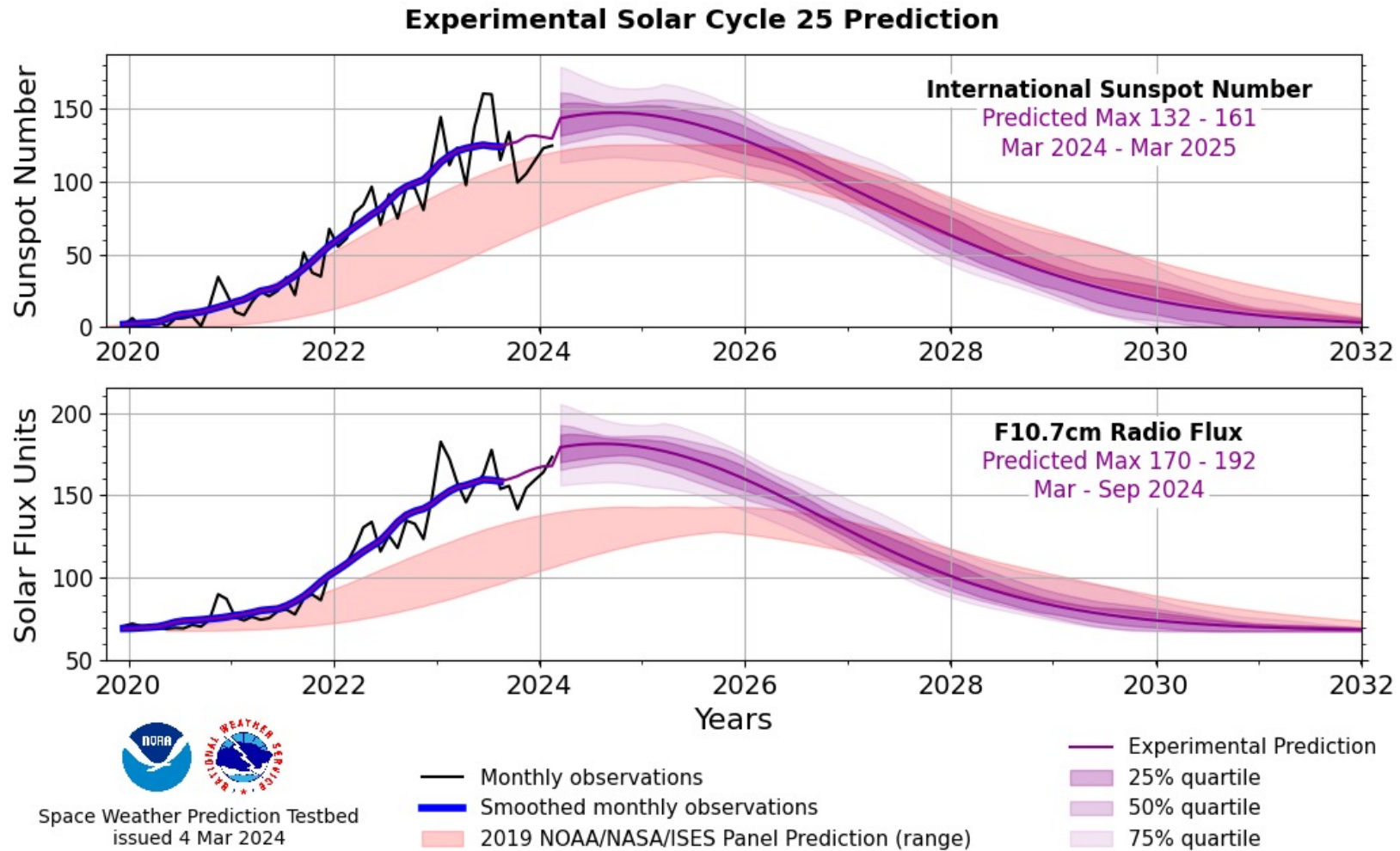
11年周期で増減を繰り返す太陽黒点数

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>

# NOAA/SWPC による新たな発表 (2023 年 10 月)

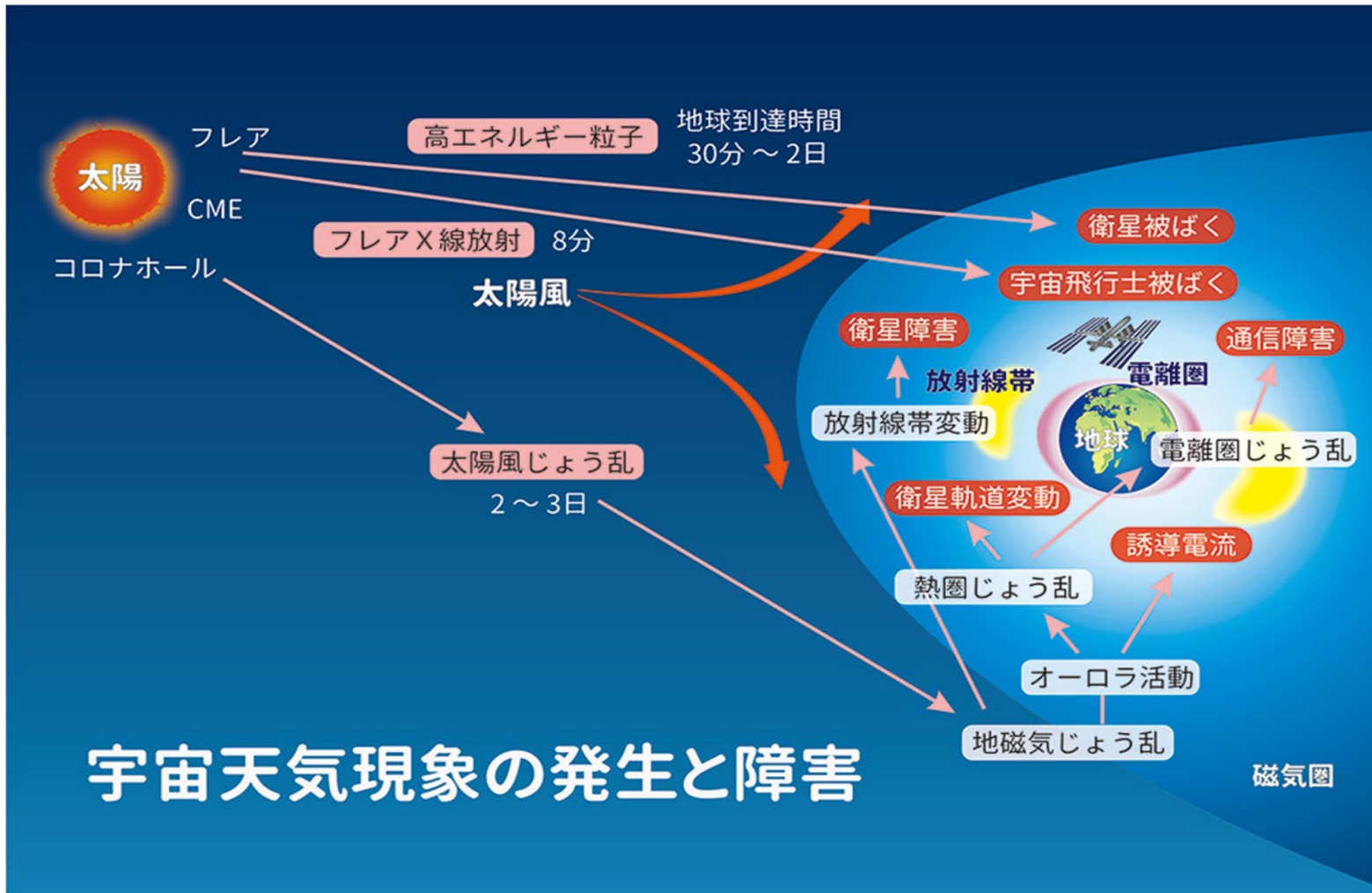


NOAA/SWPC ウェブサイトより引用

次にピークに達するのは 2024 年 1 月から 10 月の間

# 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

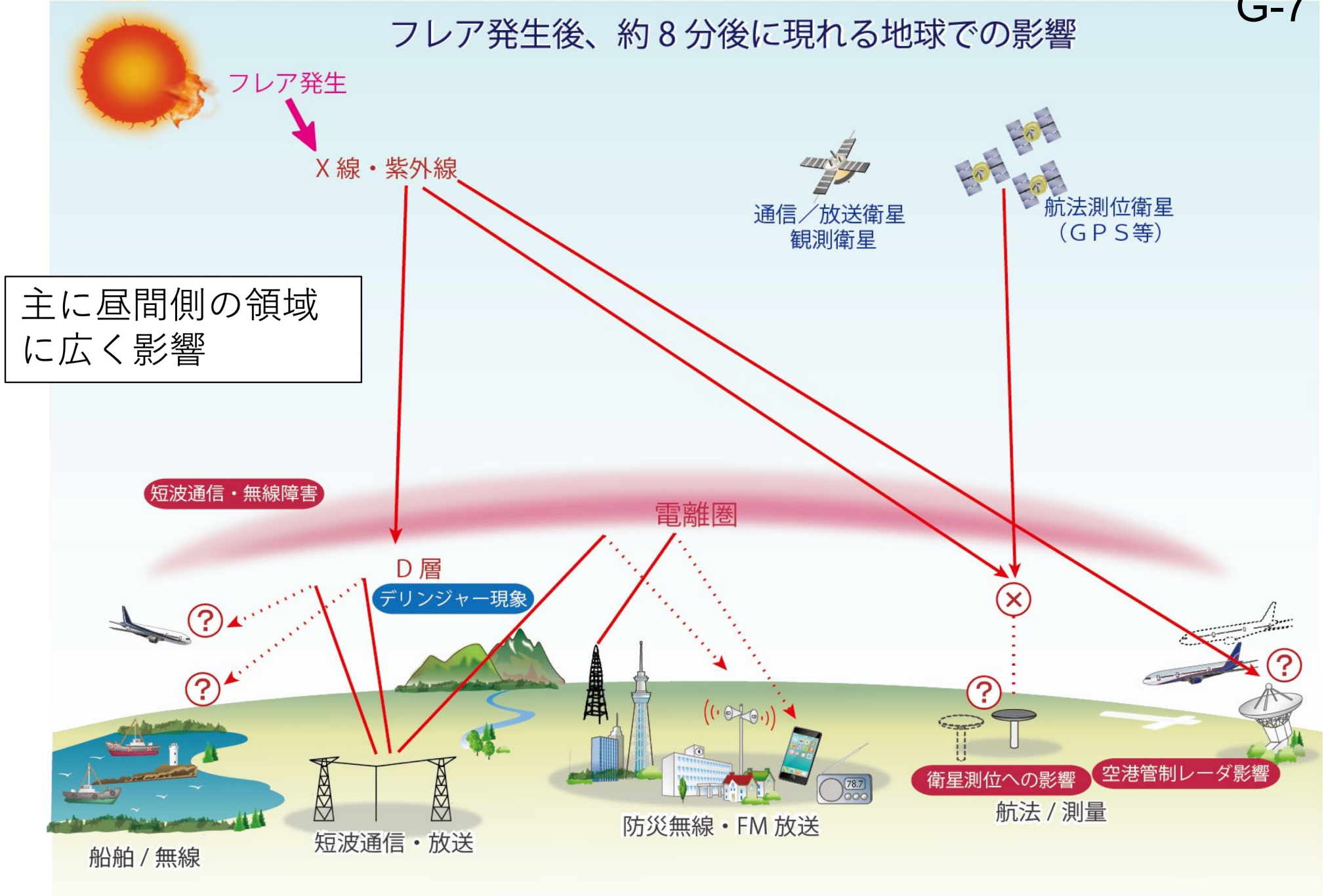


太陽の異常活動  
によってもたらされる  
可能性のある障害例

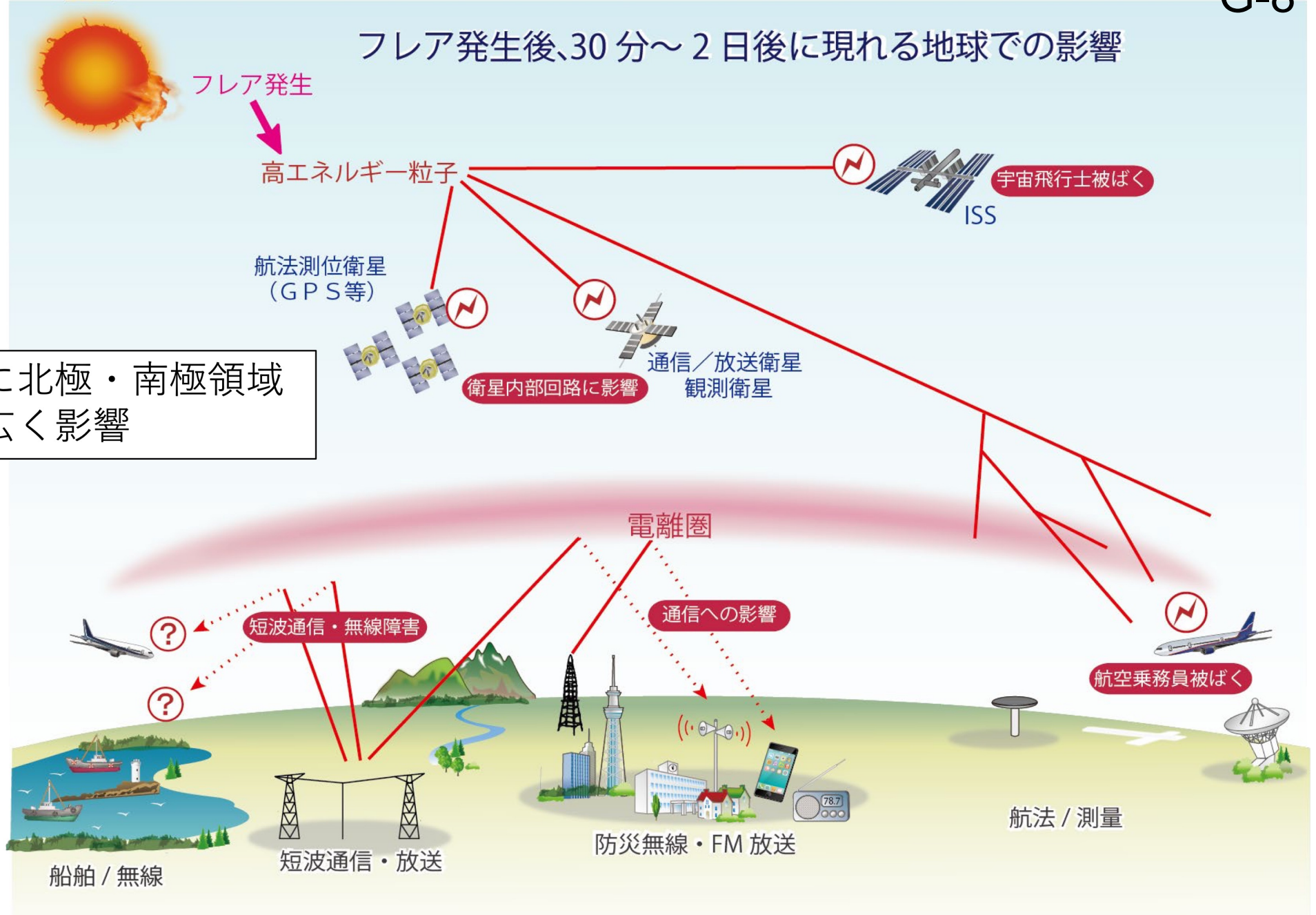
- 航空用無線の障害
- 短波放送の障害
- 電力網の停電
- 測位精度(GPS等)の劣化による衝突(自動車、船舶、ドローン)
- 人工衛星の故障
- 宇宙飛行士・航空機乗務員の被ばく

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。

# フレア発生後、約 8 分後に現れる地球での影響



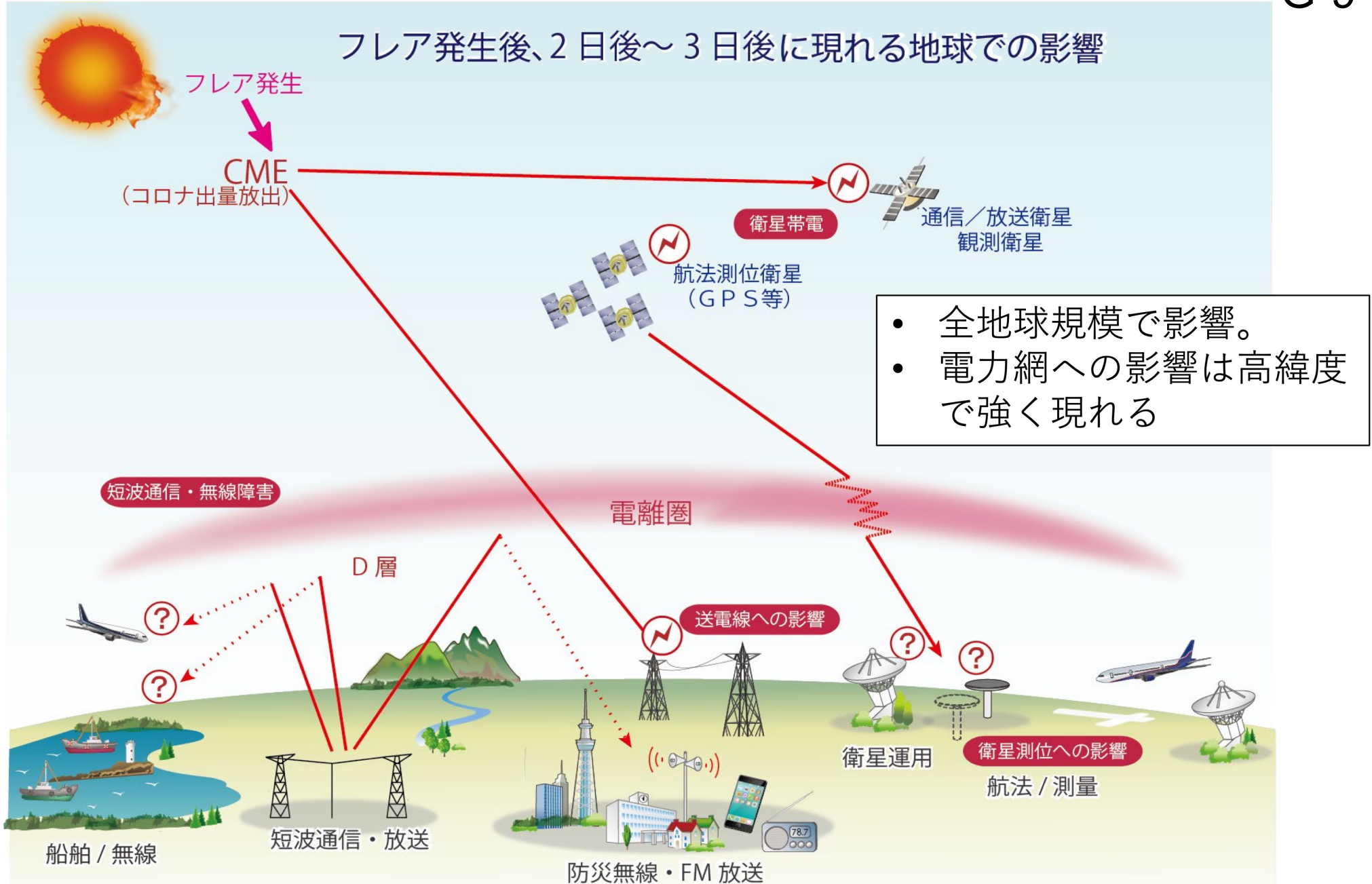
# フレア発生後、30分～2日後に現れる地球での影響



特に北極・南極領域  
に広く影響



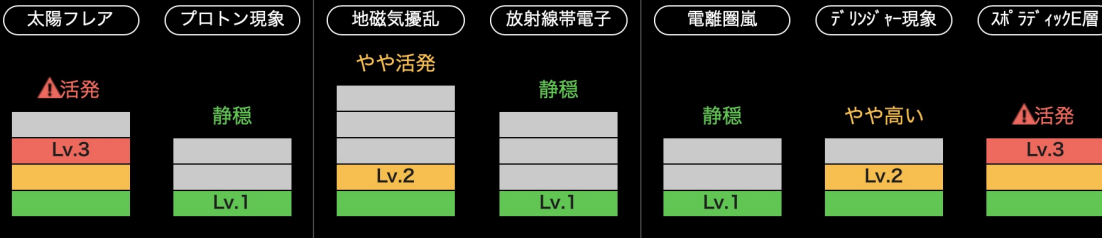
# フレア発生後、2日後～3日後に現れる地球での影響





## 予報

2024/04/16 15:00 JST ~ 2024/04/17 14:59 JST



### 概況・予報

2024/04/16 09:00 JST 更新

太陽活動は活発でした。引き続き今後1日間、太陽活動は活発な状態が予想されます。地磁気活動は静穏でした。今後1日間、地磁気活動はやや活発な状態が予想されます。電離圏は静穏な状態でした。引き続き今後1日間、電離圏は静穏な状態が予想されます。

[詳しくはこちら](#)

## 現在の太陽

黒点 (光球)



[黒点数はこちら](#)

プロミネンス (彩層)

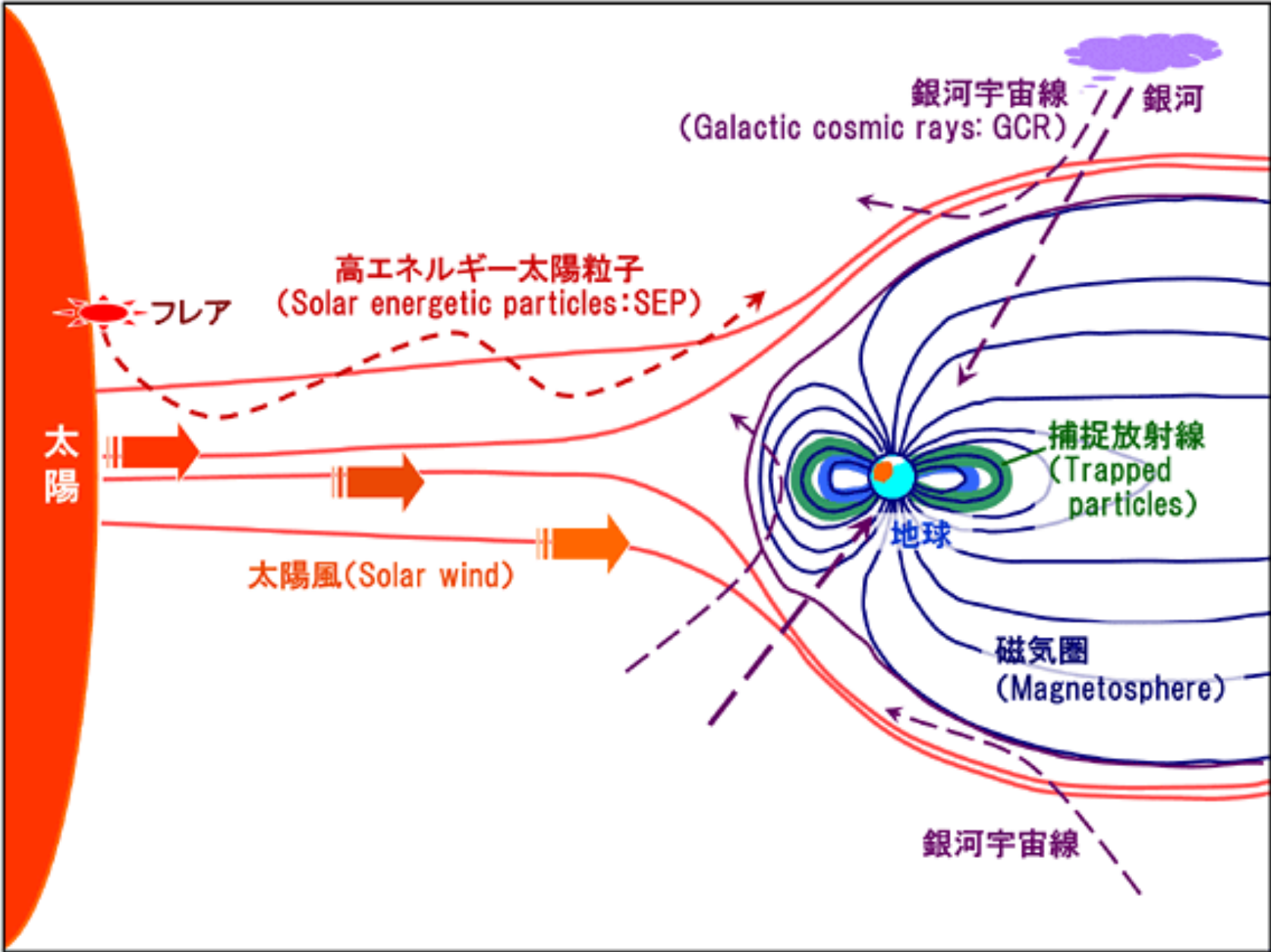


フレア (コロナ)



[X線強度はこちら](#)

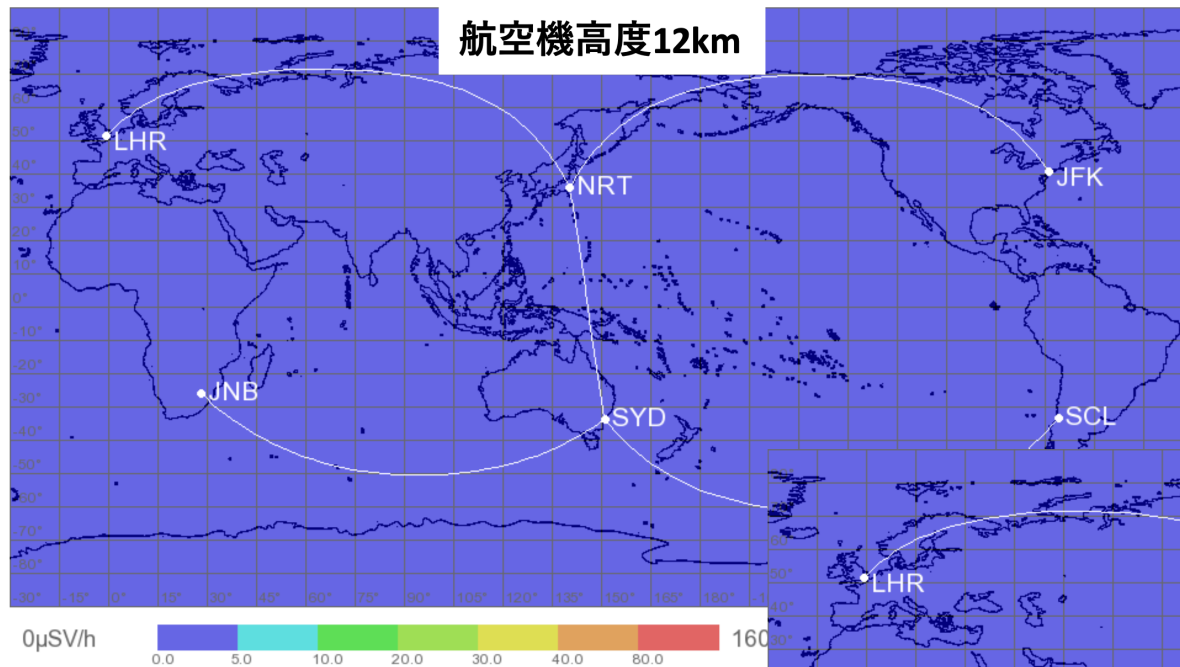
# 地球をとりまく宇宙放射線環境



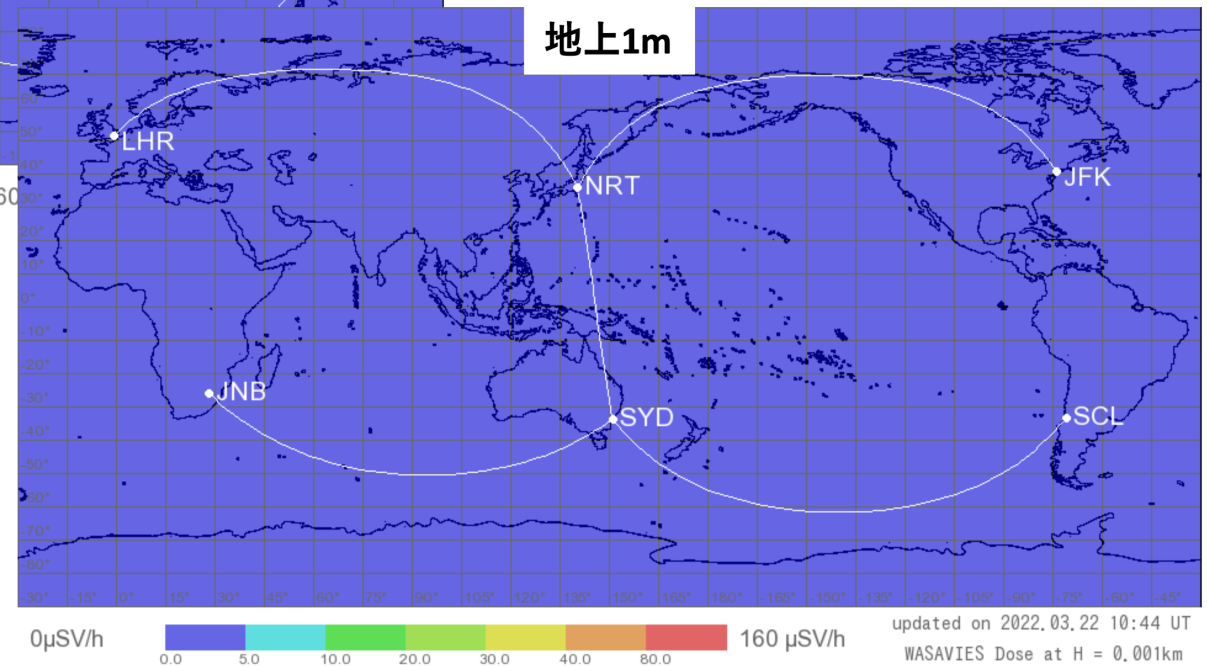
JISCARDウェブサイト (<http://www.jiscard.jp/index.shtml>) より引用

# G-12 平常時 (2005/1/20)

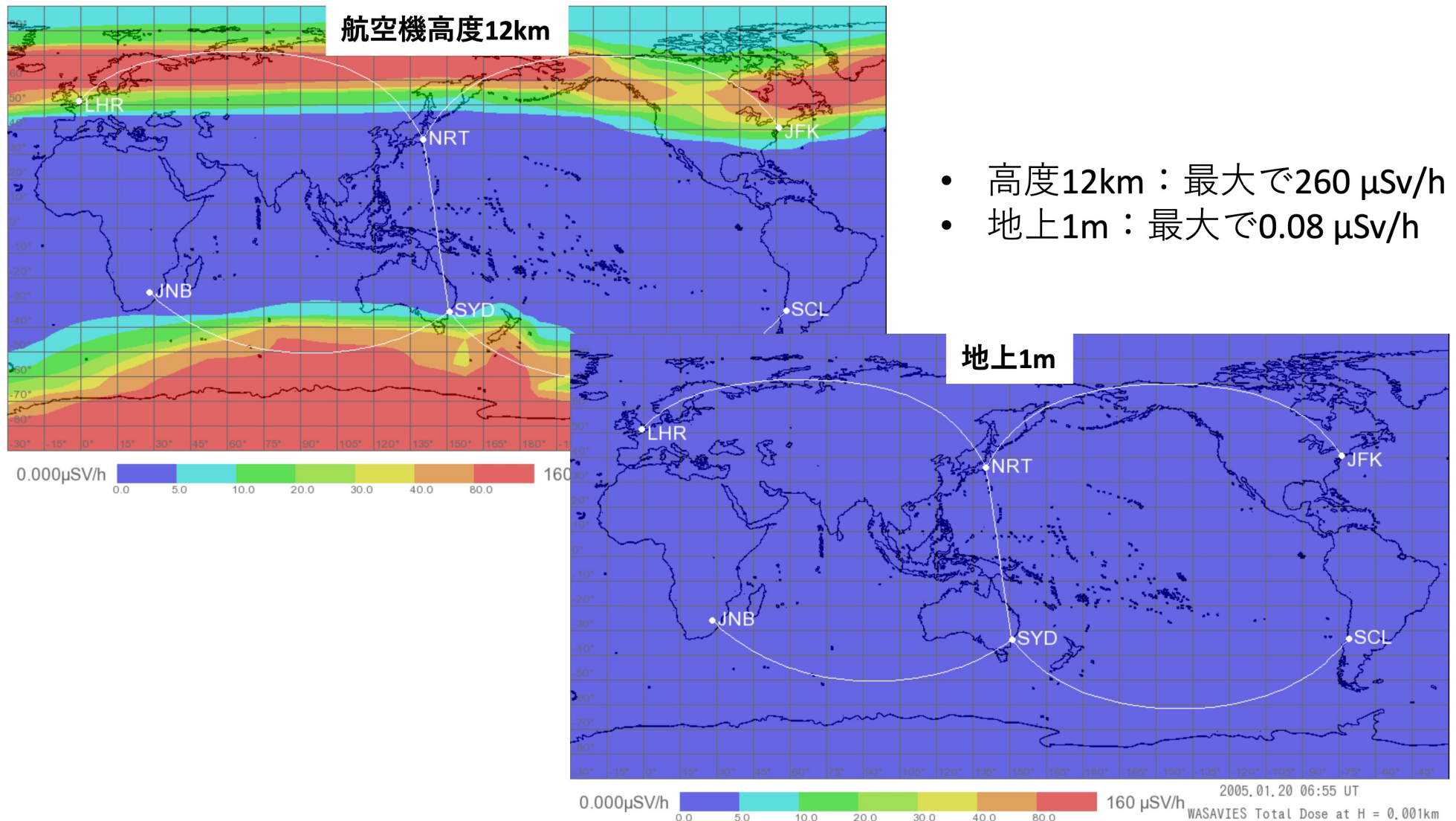
## 世界中の宇宙放射線による被ばく線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) : WASAVIESにより算出



- 高度12km : 最大で4.7  $\mu\text{Sv/h}$
- 地上1m : 最大で0.03  $\mu\text{Sv/h}$



## 世界中の宇宙放射線による被ばく線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) : WASAVIESにより算出

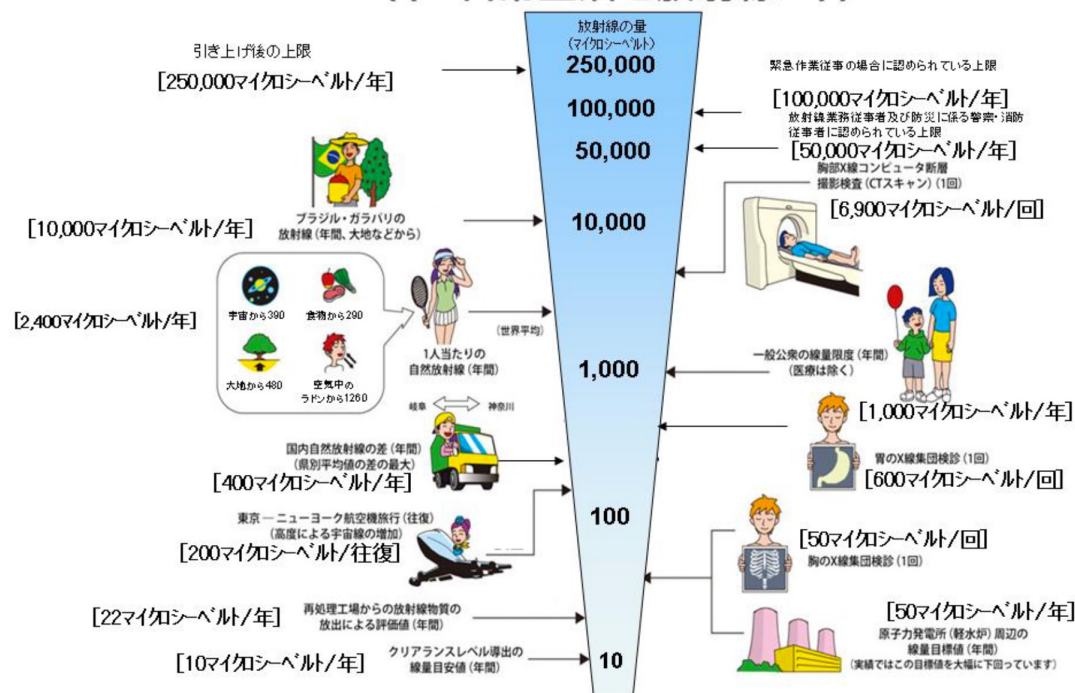


# 一般公衆の年間被ばく線量制限(医療被曝を除く)：1,000 $\mu\text{Sv}$

最大被ばく線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	地上1m(最大)	高度12km(最大)
平常時(2005/1/20)	0.03	4.7
太陽フレア時(2005/1/20)	0.08	260
最悪時	11	37,000

## 《 日常生活と放射線 》

科学提言のための宇宙天気現象の社会への影響評価より



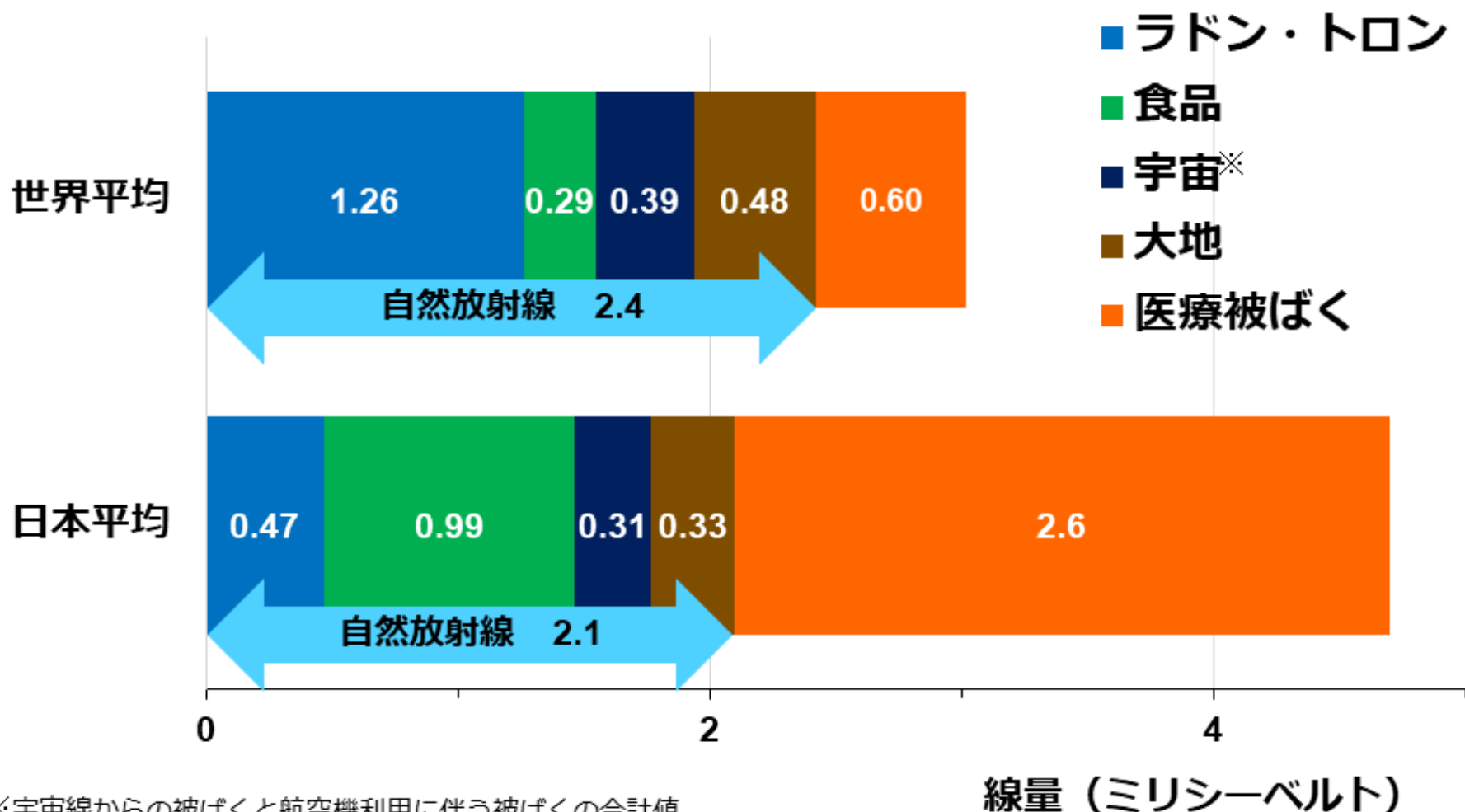
- 胸部レントゲン1回：50  $\mu\text{Sv}$
- 胃部レントゲン1回：600  $\mu\text{Sv}$
- 胸部CTスキャン1回：6,900  $\mu\text{Sv}$

**地上での宇宙放射線による被ばく線量率は、医療被ばくなどに比較して無視できる程度に小さい**

※ Sv【シーベルト】=放射線の種類による生物効果の定数(※) × Gy【グレイ】  
※ X線、 $\gamma$ 線では 1

資源エネルギー庁「原子力2002」をもとに文部科学省において作成

日常生活における被ばく（年間）

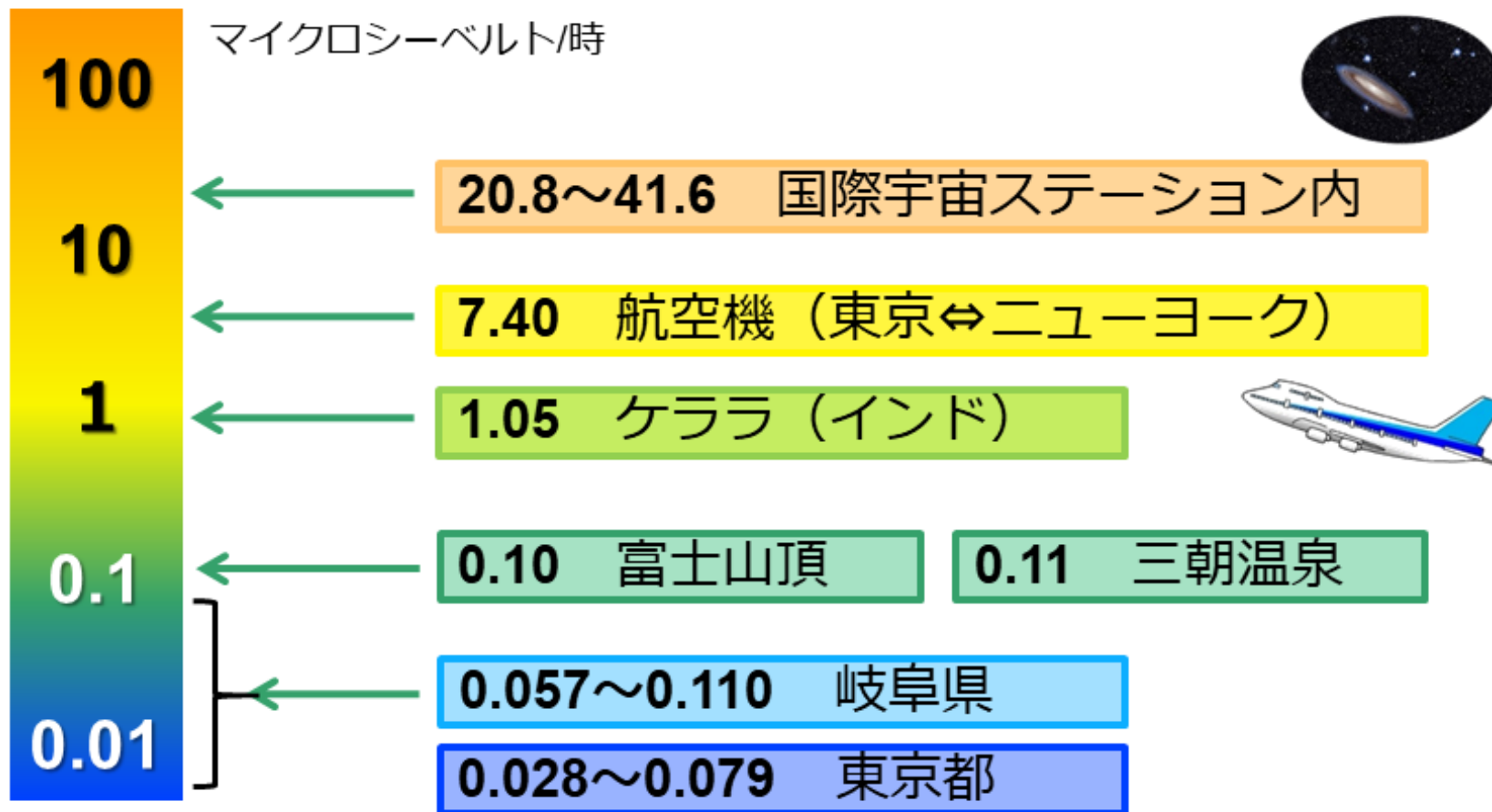


※宇宙線からの被ばくと航空機利用に伴う被ばくの合計値。

出典：国連科学委員会（UNSCEAR）2008年報告、  
（公財）原子力安全研究協会「生活環境放射線（国民線量の算定）第3版」（2020年）より作成

出典：「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 令和5年度版」

空間線量率の比較



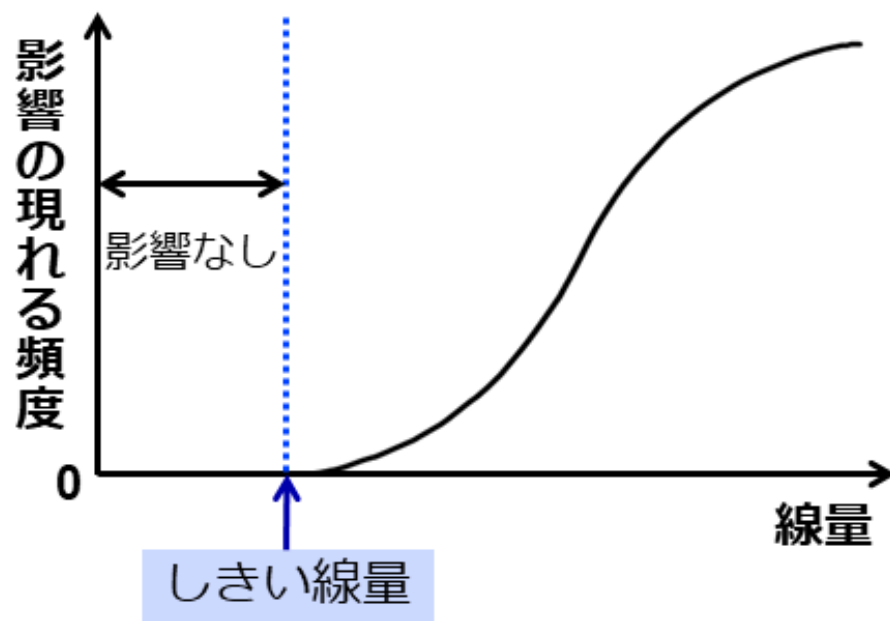
出典：JAXA宇宙ステーションきぼう広報・情報センターサイト「放射線被ばく管理」2013、放射線医学総合研究所ウェブサイト「航路線量計算システム (JISCARD)」、放射線医学総合研究所ウェブサイト「環境中の空間ガンマ線線量調査」、古野. 岡山大学温泉研究所報告. 51号. P25-33. 1981、原子力規制委員会放射線モニタリング情報 (モニタリングポストの過去の平常値の範囲) より作成

出典：「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 令和5年度版」



**確定的影響（組織反応）**  
（脱毛・白内障・皮膚障害等）

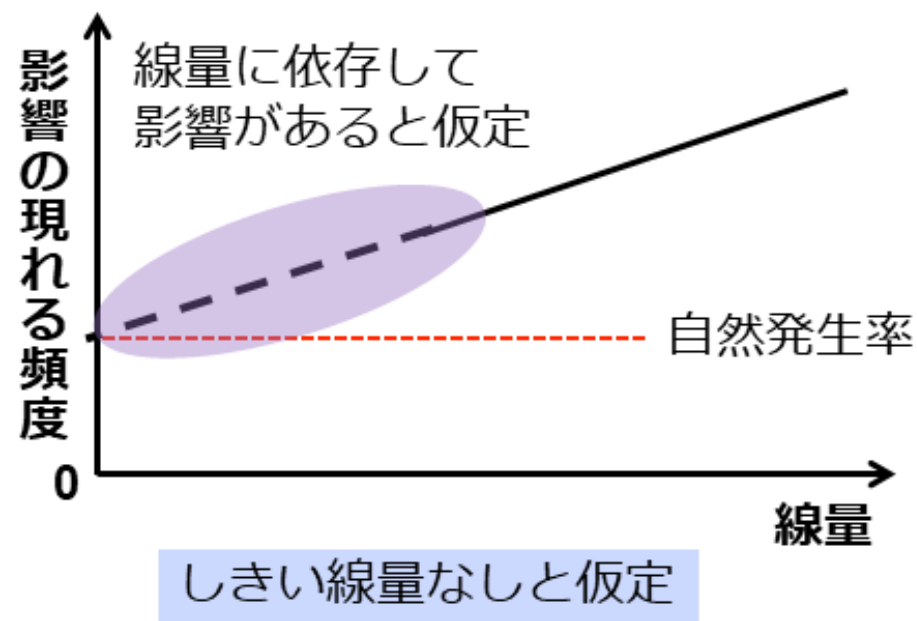
同じ線量を多数の人が被ばくしたとき、  
全体の1%の人に症状が現れる線量を  
「しきい線量」としている。  
（国際放射線防護委員会（ICRP）2007年勧告）



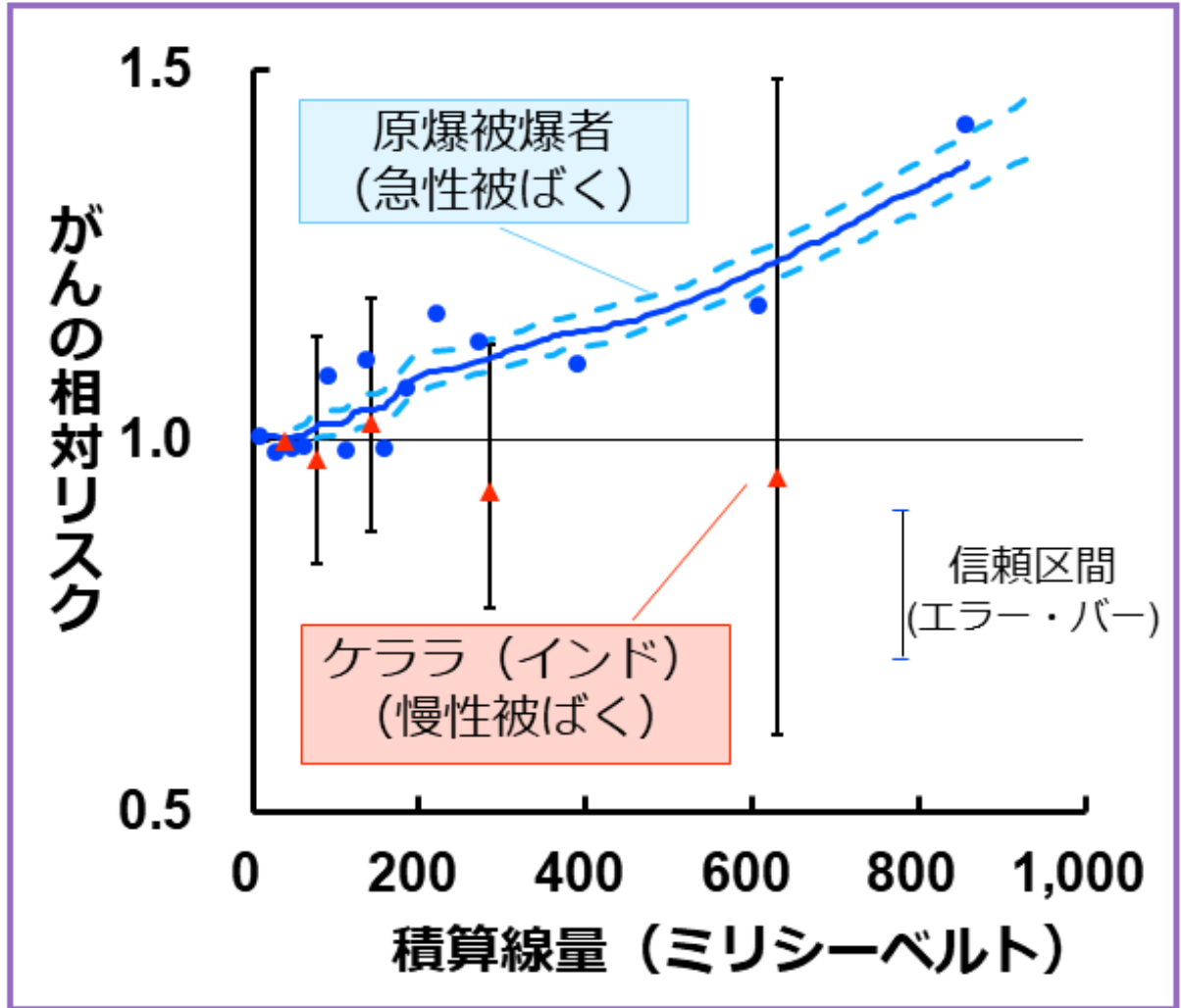
**確率的影響**

（がん・白血病・遺伝性影響等）

一定の線量以下では、喫煙や飲酒と  
いった他の発がん影響が大きすぎて見  
えないが、ICRP等ではそれ以下の線  
量でも影響はあると仮定して、放射線  
防護の基準を定めることとしている。



# インド高自然放射線地域住民の発がん



mSv : ミリシーベルト

- **空間線量率**は空間の $\gamma$ （ガンマ）線を測定。  
1時間当たりのマイクロシーベルト( $\mu\text{Sv}/\text{時}$ )で表示。
- **降下量**は、一定期間の間に単位面積当たりに沈着した（あるいは降下した）放射性物質の量。  
例えばベクレル/平方メートル( $\text{Bq}/\text{m}^2$ )

