



宇宙天気三二講座 – 磁気圏編 –

情報通信研究機構 宇宙環境研究室
坂口 歌織

太陽



太陽風



磁氣圈

地磁氣擾亂・放射線帶變動

電離圈

磁気圏領域

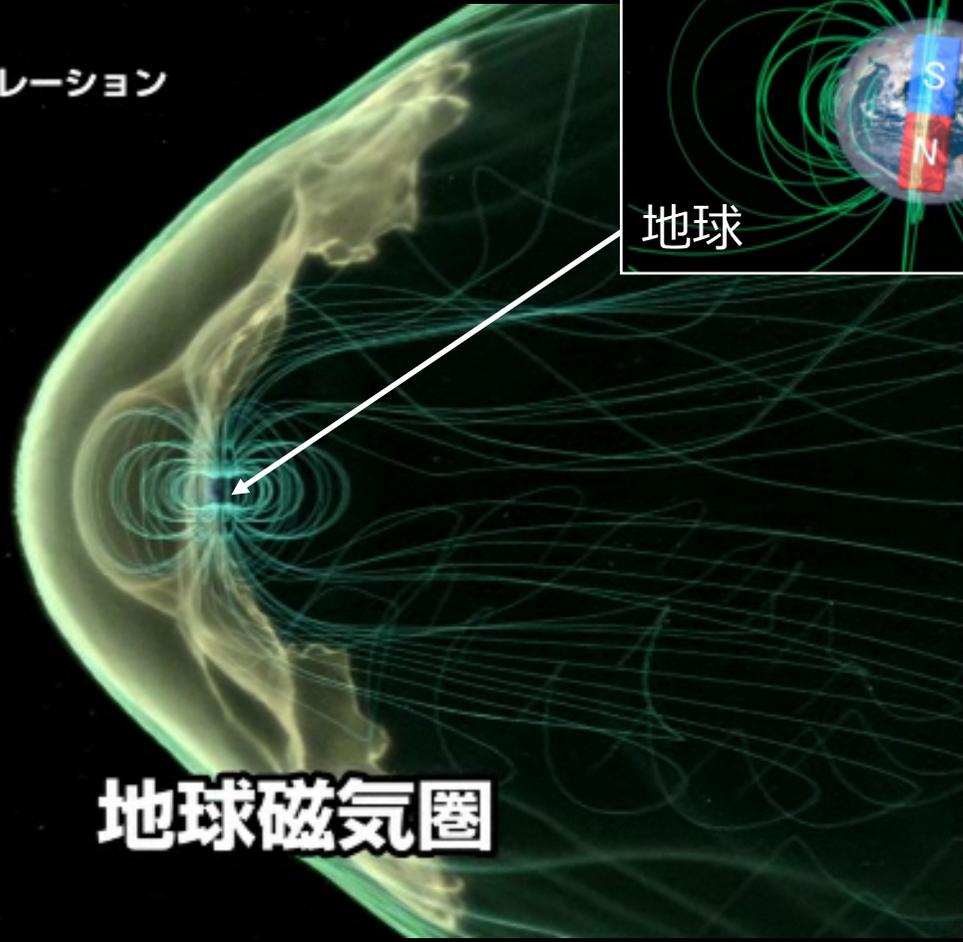
地球の固有磁場に支配された領域



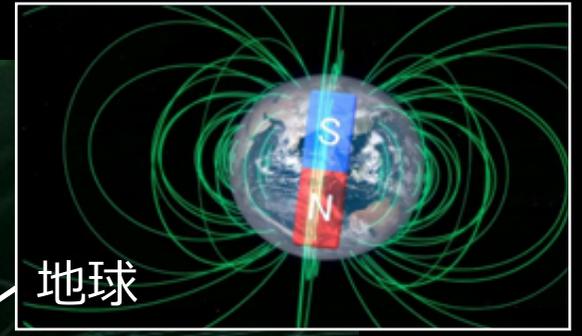
NICT コンピュータシミュレーション



太陽風



地球磁気圏



地球

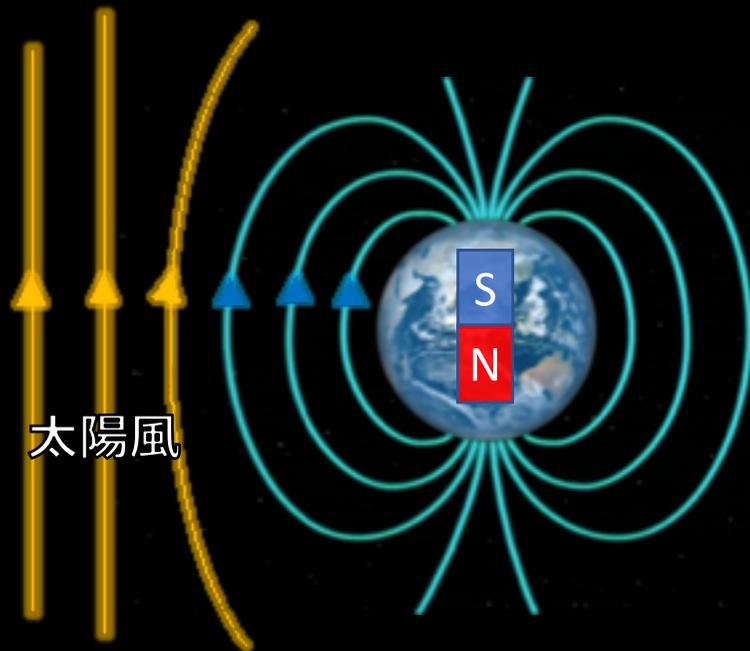
磁気圏は、太陽風によって太陽と反対方向に引き伸ばされた形状をしている

バリアとしての磁気圏

太陽風や宇宙線の侵入を防ぎ、地球を守る

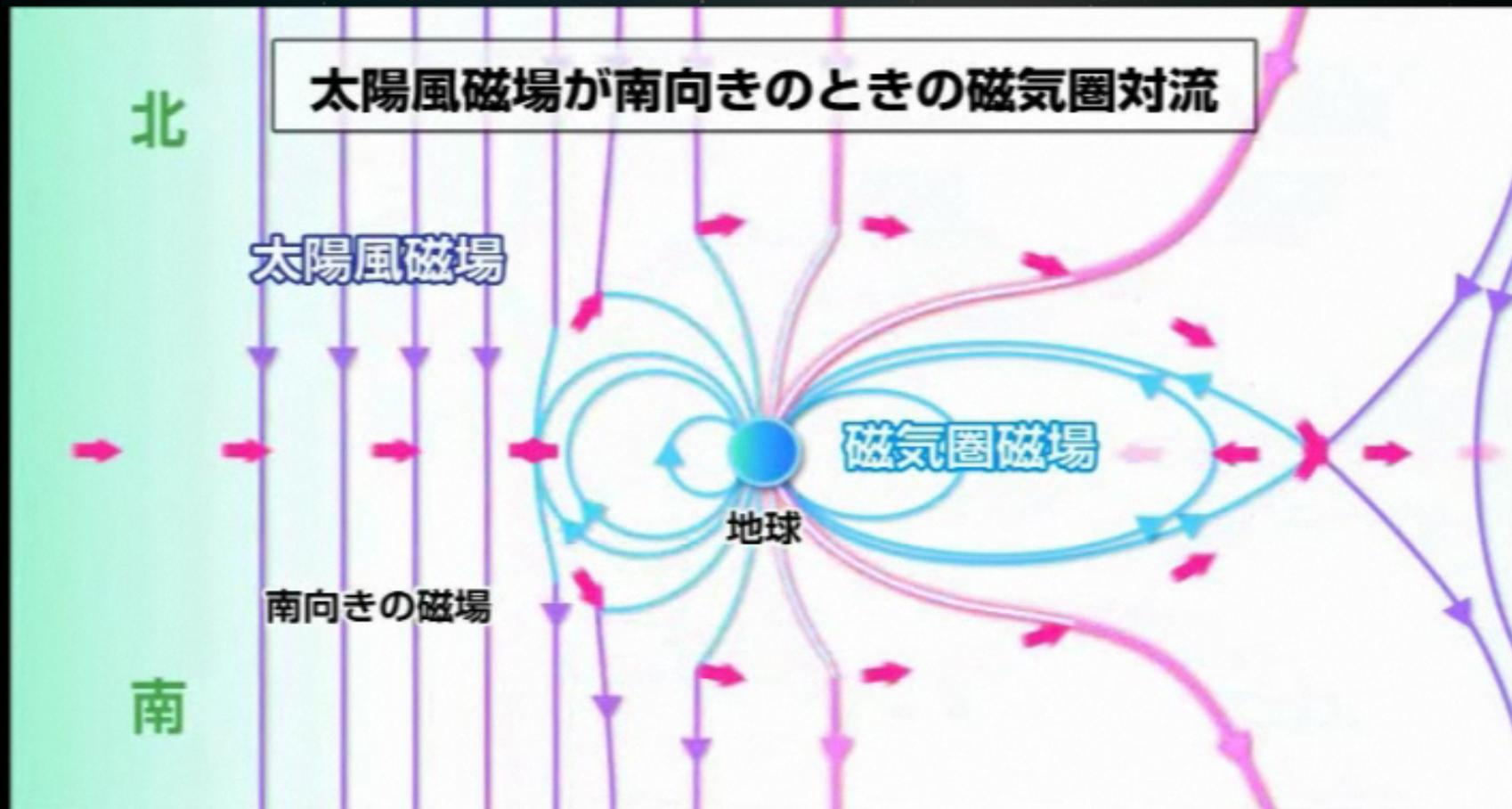
磁場が北向きの太陽風は斥力を受ける

荷電粒子はローレンツカを受け進路が曲がる



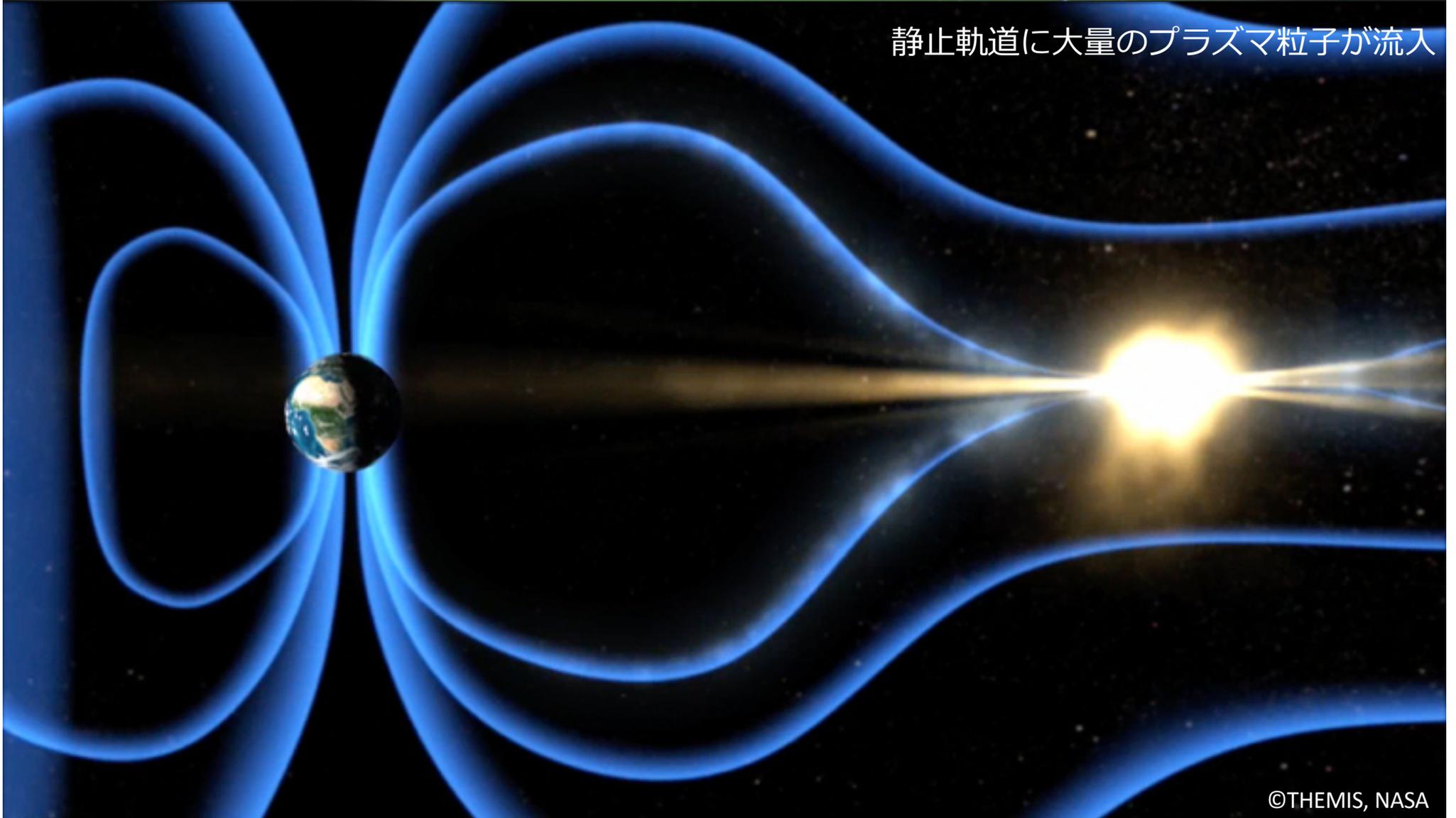
太陽風は数10 nT 地表は3万~5万 nT

太陽風磁場が南向きの場合、磁気圏が乱れる サブストーム発生



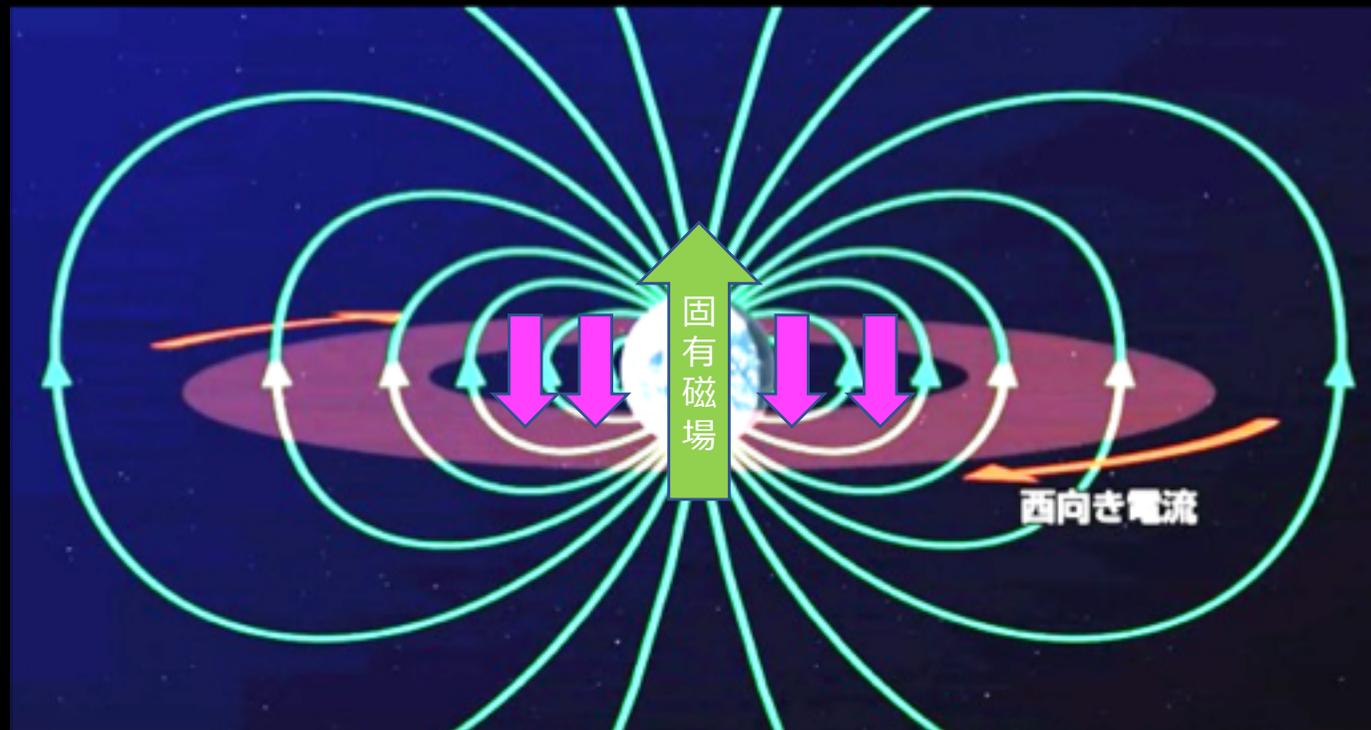
太陽風磁場が南向きの場合、磁気圏が乱れる サブストーム発生（動画）

静止軌道に大量のプラズマ粒子が流入



太陽風磁場が南向き、かつ速度が高速の場合 地磁気嵐が発生

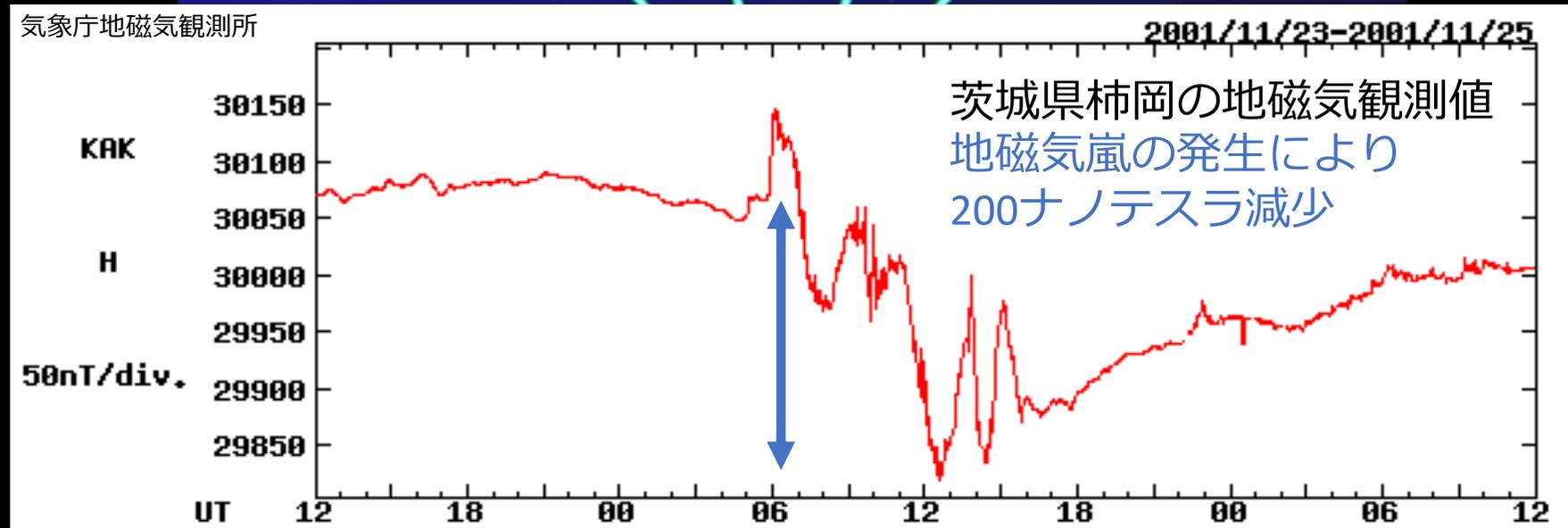
内部磁気圏でリングカレント（西向き環電流）が発達



中低緯度の地上の磁界強度が弱まる

太陽風磁場が南向きの場合、磁気圏が乱れる 地磁気嵐

リングカレント（西向き環電流）発達による地磁気嵐の発生



中低緯度の地上の磁界強度が弱まる

地磁気擾乱の影響



送電設備のトラブル

誘導電流が発生し、その影響で送電設備に障害が生じて停電が発生する可能性があります（サブストーム・リングカレント）



人工衛星の不具合

プラズマ粒子が増大すると、帯電・放電により人工衛星に不具合が発生することがあります（サブストーム）



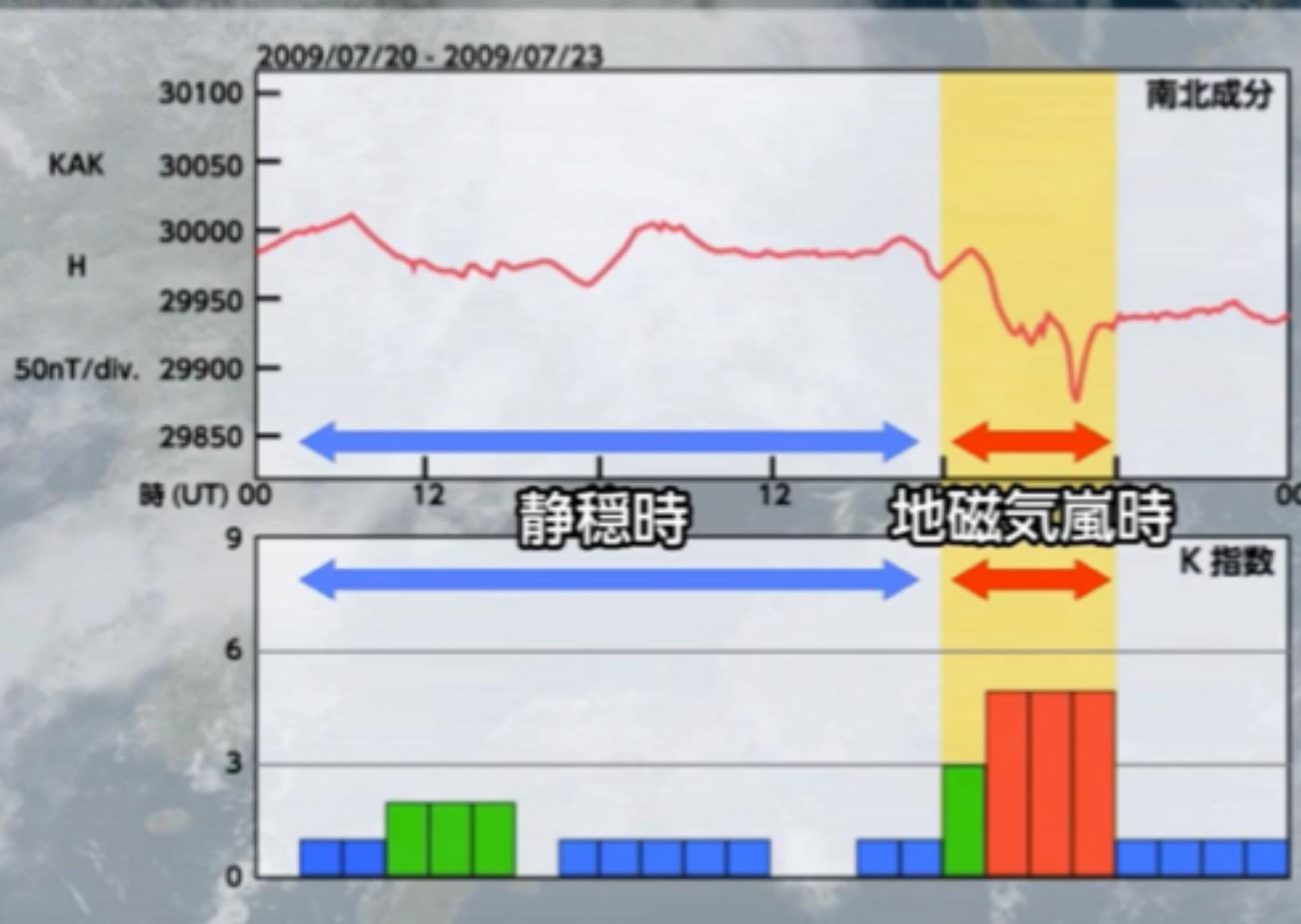
オーロラの出現

大規模な地磁気嵐が発生した時には、日本のような低緯度でも赤いオーロラが見えることがあります（サブストーム）

K指数

地磁気の乱れ具合を表す指数

日本付近の平均的な地磁気の強さは約 3 万ナノテスラ（日変化は30nT程度）



地磁気活動が静かな日の日変化曲線からのずれの程度を準対数目盛で0-9の10階級で分類

NICT宇宙天気予報センターでは、気象庁地磁気観測所による柿岡の観測値を地磁気擾乱の基準値として利用しています

地磁気擾乱レベル



5段階

レベル	表記	説明
1	静穏	地磁気k指数（柿岡）の最大値が4未満
2	やや活発	地磁気k指数（柿岡）の最大値が4
3	活発	地磁気k指数（柿岡）の最大値が5
4	非常に活発	地磁気k指数（柿岡）の最大値が6
5	猛烈に活発	地磁気k指数（柿岡）の最大値が7以上

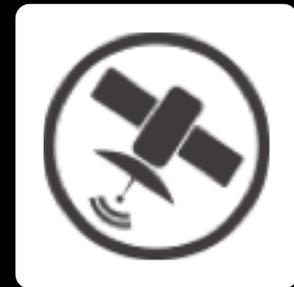
北海道でオーロラが見える可能性あり

地域と規模によっては、送電設備への影響が懸念される



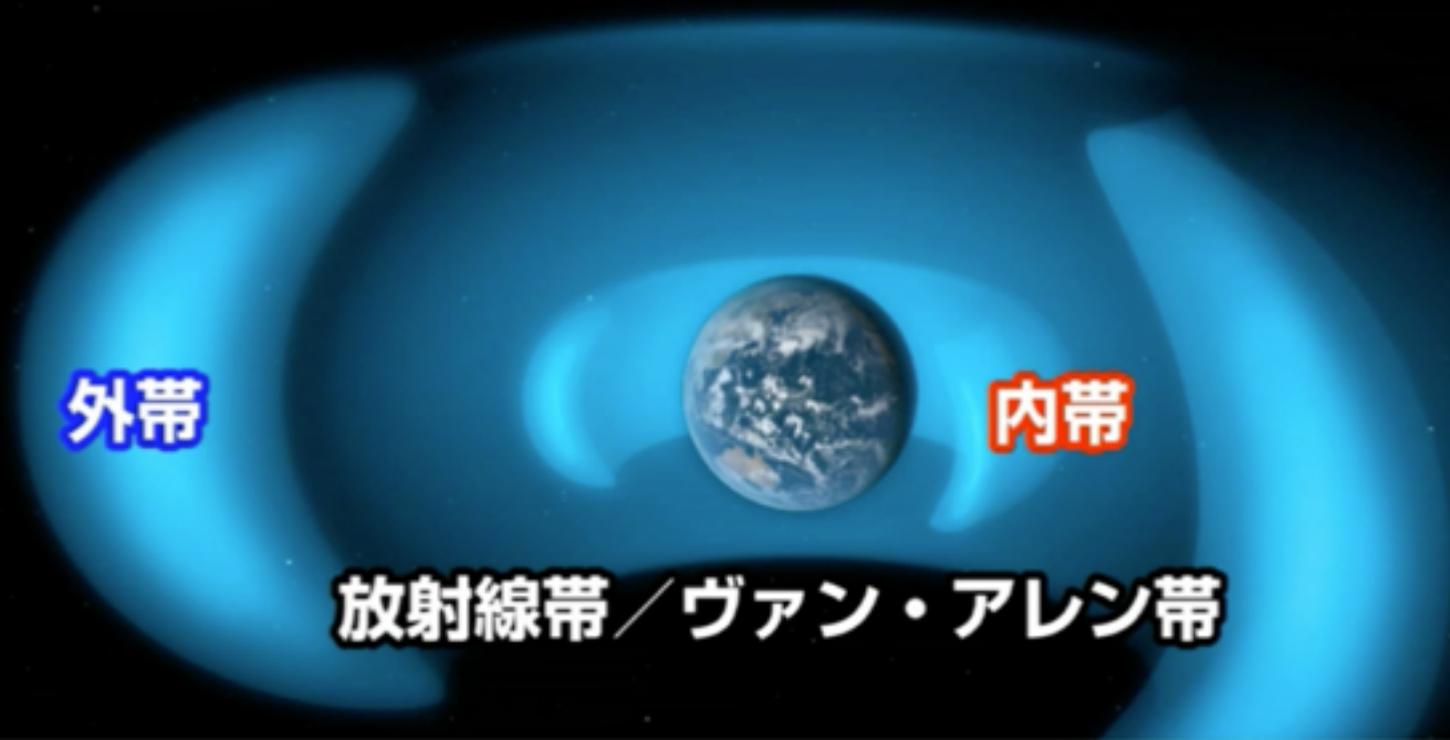
放射線帯電子が大気に降下した時に発生する特殊なオーロラ

放射線帯 Van Allen radiation belts



放射線帯

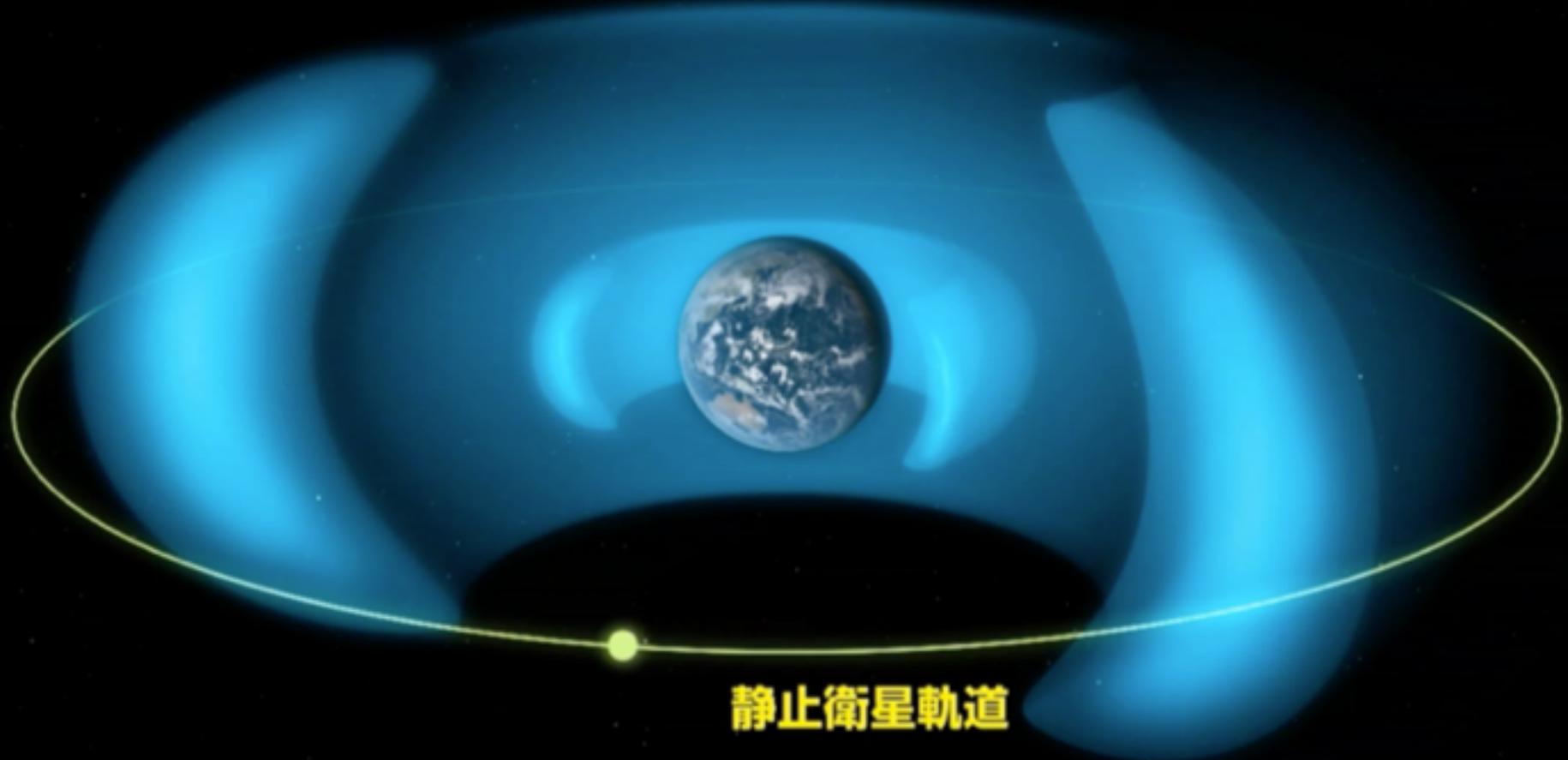
高エネルギーの荷電粒子が地球磁場に捕捉されている領域



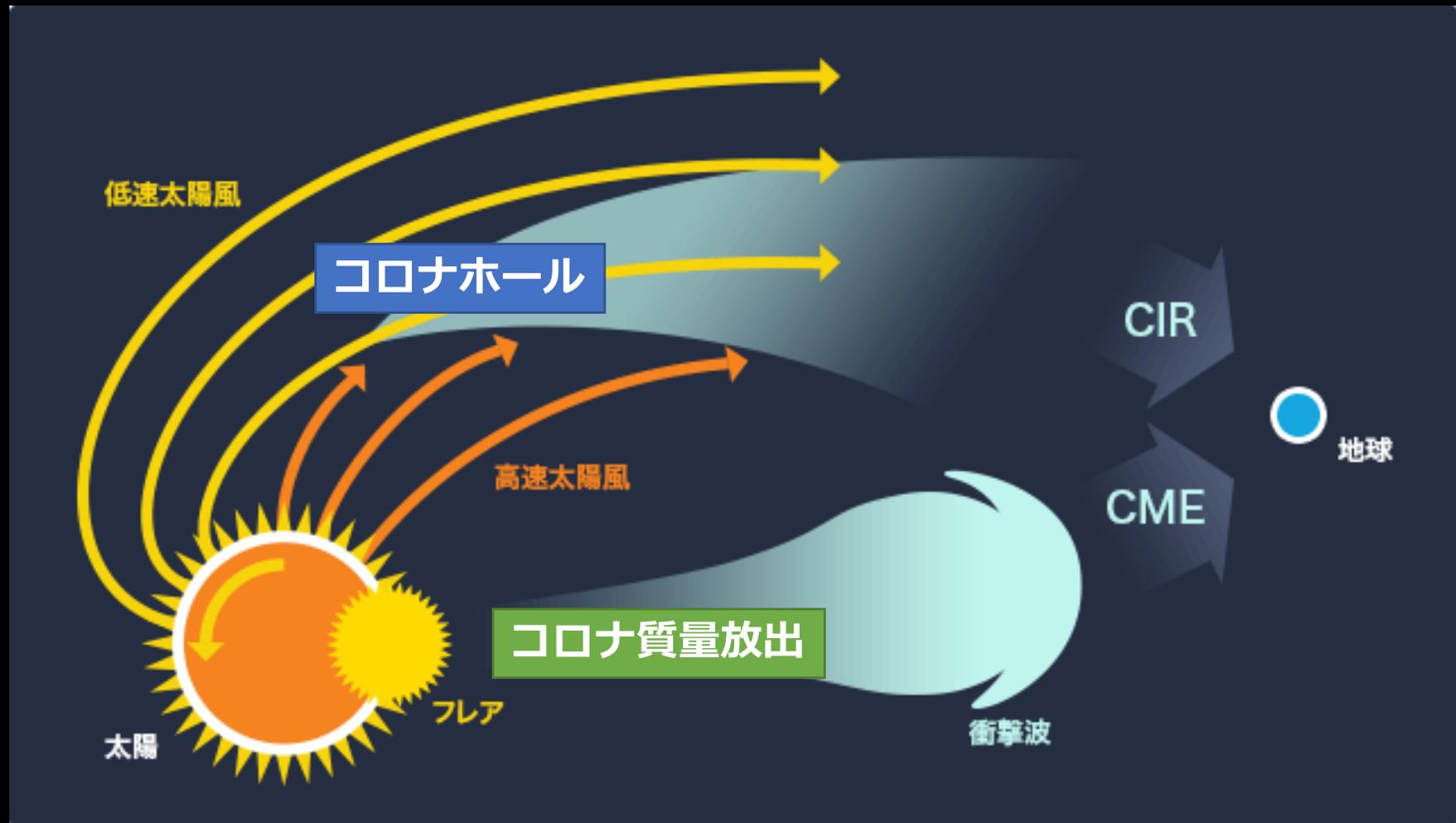
内帯…高エネルギーの陽子がたまっている
外帯…高エネルギーの電子がたまっている

放射線帯と静止軌道

静止衛星は放射線外帯の外側境界付近。放射線帯の粒子の量は、宇宙環境の乱れによって大きく増減するため、人工衛星の不具合の原因となることがある。

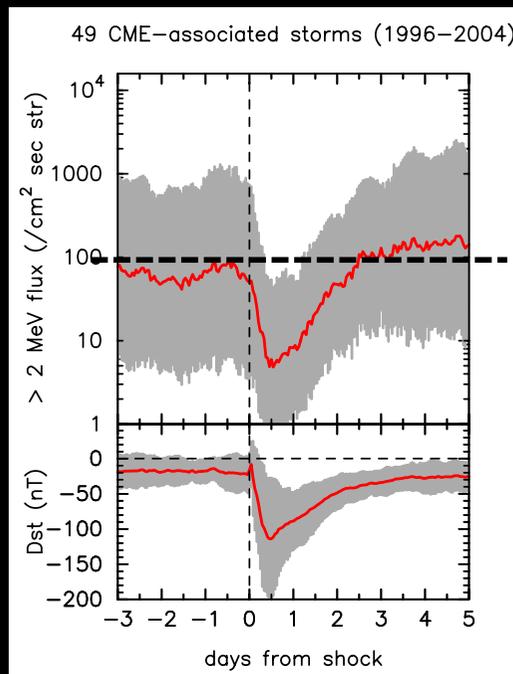


外帯高エネルギー電子の増減原因 高速太陽風



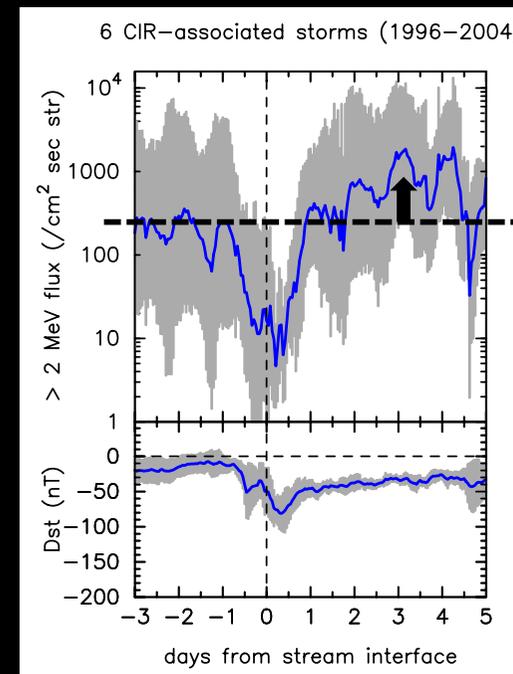
静止軌道の高エネルギー電子の増加原因 コロナホールからの高速太陽風

コロナ質量放出の場合



減少後、元の量に戻る

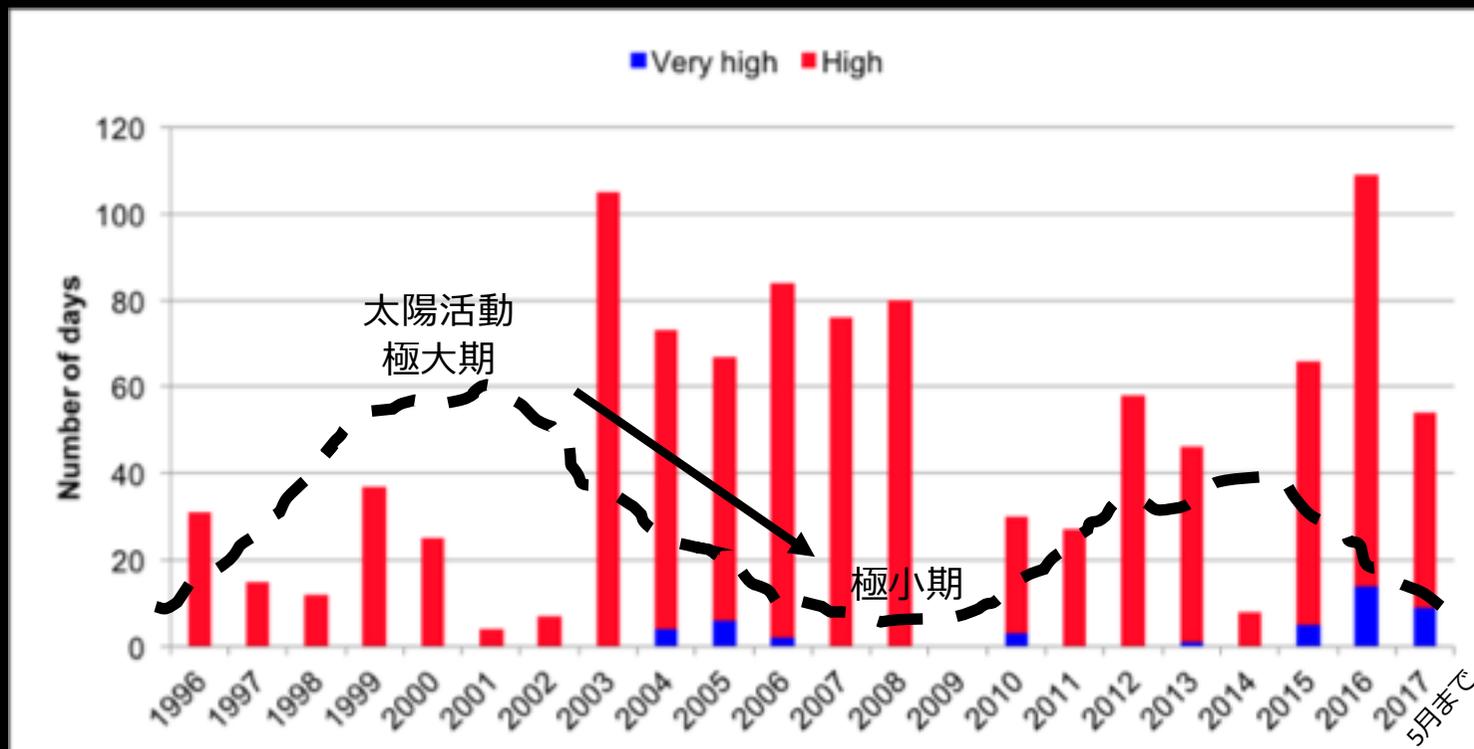
コロナホールの場合



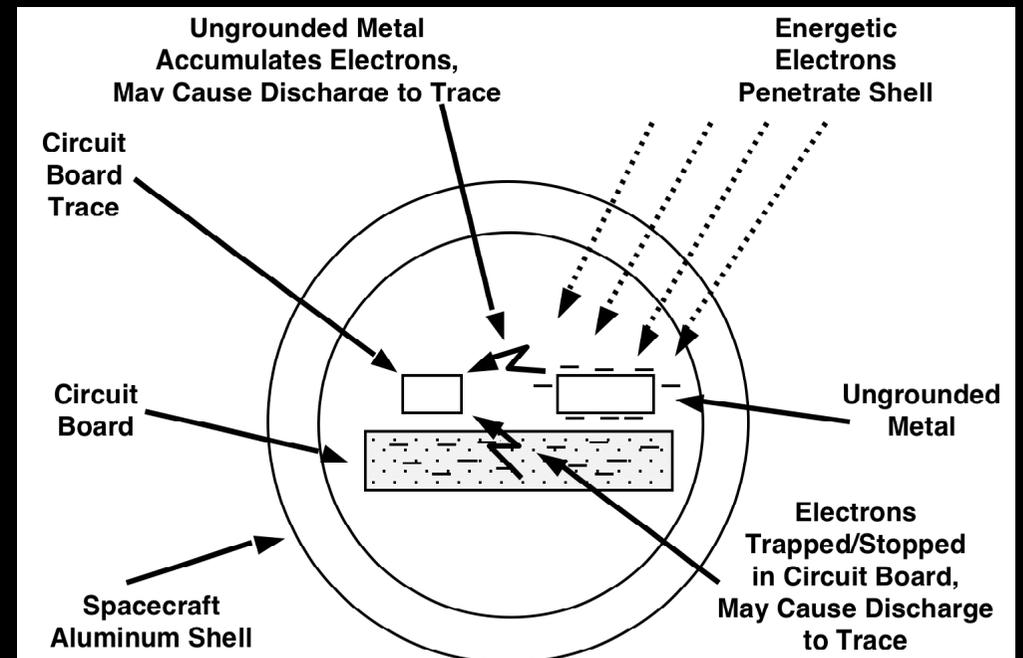
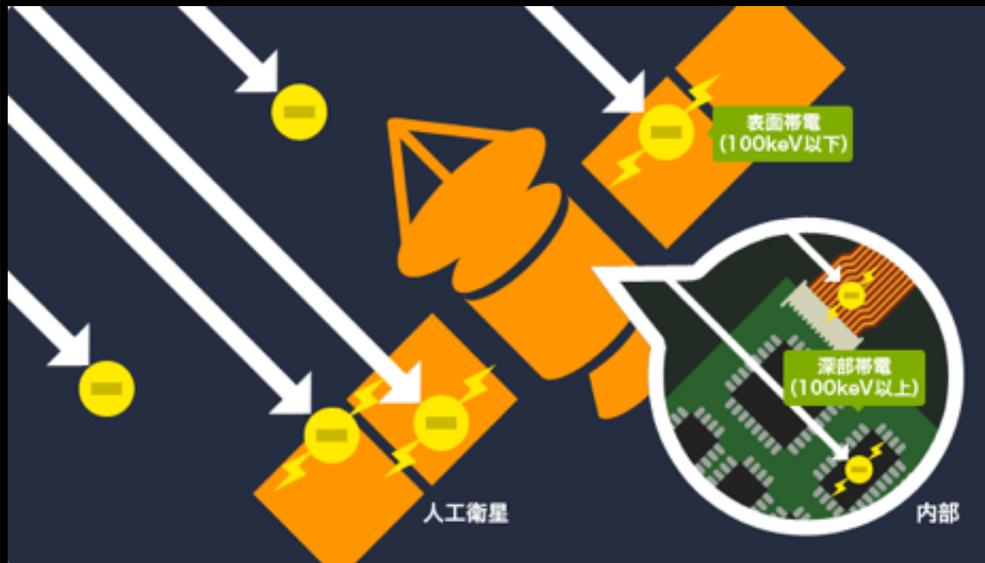
減少後、元の量より**増える**

外帯高エネルギー電子の増減と太陽活動の関係

コロナホール起源の高速太陽風が回帰的に地球に到来する
太陽活動の下降期に増える



深部帯電による 人工衛星の不具合



シールドを貫通した電子が衛星内部に帯電
耐電圧を越えると放電し、ハード・ソフト両方にダメージ

放射線帯電子レベル

やや高い



放射線帯電子>

4段階

レベル	表記	説明
1	静穏	高エネルギー電子 (>2 MeV) の24時間フルエンスが 3.8×10^7 [/cm ² sr] 未満
2	やや高い	高エネルギー電子 (>2 MeV) の24時間フルエンスが 3.8×10^7 以上 3.8×10^8 [/cm ² sr] 未満
3	高い	高エネルギー電子 (>2 MeV) の24時間フルエンスが 3.8×10^8 以上 3.8×10^9 [/cm ² sr] 未満
4	非常に高い	高エネルギー電子 (>2 MeV) の24時間フルエンスが 3.8×10^9 [/cm ² sr] 以上



宇宙天気三二講座

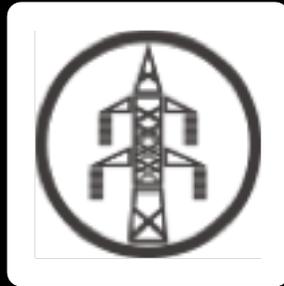
磁気圏

地磁気擾乱・放射線帯

まとめ

影響：

電力



人工衛星



オーロラ



原因：

地磁気嵐

放射線帯電子
サブストーム

サブストーム

ご静聴ありがとうございました