

大規模太陽フレア発生に関する臨時情報

5月10日から数日間、宇宙天気変動に注意

～大型の太陽フレア及び地球方向へのコロナガス放出を確認～

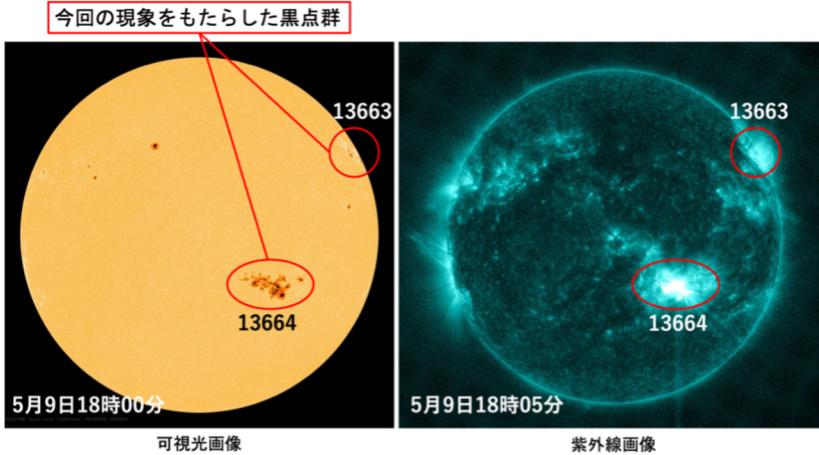
2024年5月17日 10時30分 更新
電離圏嵐に情報追加
2024年5月15日 18時00分 更新
太陽フレア・デリンジャー現象・太陽高エネルギー粒子・電離圏嵐に情報追加
2024年5月13日 18時00分 更新
太陽フレア・太陽高エネルギー粒子・電離圏嵐に情報追加
2024年5月12日 18時00分 更新
太陽フレア・デリンジャー現象・太陽高エネルギー粒子・太陽風・地磁気嵐・電離圏嵐に情報追加
2024年5月11日 18時00分 更新
太陽フレア・デリンジャー現象・太陽高エネルギー粒子・太陽風・地磁気嵐・電離圏嵐に情報追加
2024年5月10日 21時00分 更新
太陽フレア・デリンジャー現象に情報追加
2024年5月10日 16時30分 作成

日本時間5月8日(水)10時41分以降、太陽黒点群13663および13664で大規模な太陽フレア13回を含む複数回の太陽フレアの発生を確認しました。この現象に伴い、太陽コロナガスが地球方向へ放出したことが複数回確認されました。コロナガスの第1波は、日本時間の5月11日(土)の1時半頃に地球周辺に到来し、地球周辺では大規模な磁気嵐・電離圏嵐が観測されました。5月16日頃までは、この非常に活発な黒点群による同規模の太陽フレア及び関連現象の発生可能性があります。

1. 観測した現象

1.1. 大規模太陽フレア

太陽黒点群13663および13664で、日本時間5月8日10時41分以降、15日17時37分までに、Xクラスの太陽フレアが13回発生しました。Xクラス以上のフレアが72時間で7回発生したことはGOES衛星による観測史上初めてです。また、一連の太陽フレアで最大の規模は5月15日に発生したX8.7であり、これは現在の太陽活動周期25が始まってから現在までに観測された最大規模の太陽フレアです。



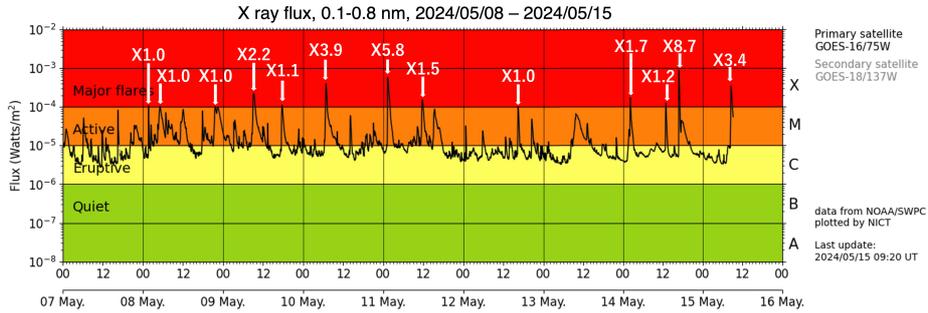
人工衛星SDO(米国NASA)で観測された太陽画像(左:可視光、右:紫外線)

Xクラスフレア一覧とX線強度の推移を以下に示します。

大規模(Xクラス)太陽フレア一覧

No.	発生日	発生時刻(JST)	規模
1	2024年5月8日	10時41分	X1.0
2	2024年5月8日	14時09分	X1.0
3	2024年5月9日	06時40分	X1.0
4	2024年5月9日	18時13分	X2.2
5	2024年5月10日	02時44分	X1.1
6	2024年5月10日	15時54分	X3.9
7	2024年5月11日	10時23分	X5.8
8	2024年5月11日	20時44分	X1.5
9	2024年5月13日	01時26分	X1.0

No.	発生日	発生時刻 (JST)	規模
10	2024年5月14日	11時09分	X1.7
11	2024年5月14日	21時55分	X1.2
12	2024年5月15日	01時51分	X8.7
13	2024年5月15日	17時37分	X3.4



人工衛星GOES(米国NOAA)によって観測された太陽X線強度。グラフの時刻はUT表記。

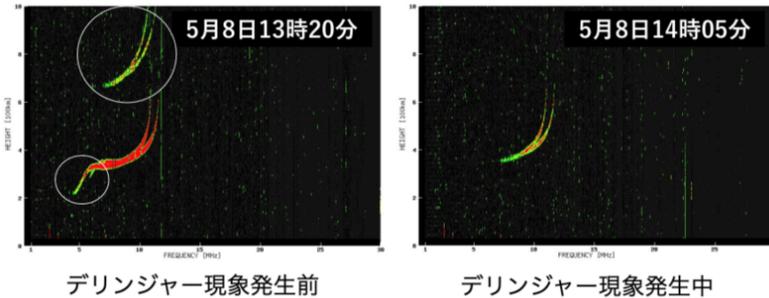
1.2. デリンジャー現象

大規模太陽フレアの発生に伴って、デリンジャー現象が発生しました。NICTのイオノゾンデにより観測された5月8日から15日までのデリンジャー現象の一覧と、観測画像の例を以下に示します。なお、5月11日の10時から13時の時間帯は日本各地で強いデリンジャー現象が発生しており、短波帯の通信途絶が発生した可能性が高いと考えられます。

デリンジャー現象の一覧

発生日	発生時刻 (JST)	場所 (規模)
2024年5月8日	10時45分	日本各地
2024年5月8日	11時30分	日本各地
2024年5月8日	13時30分から14時30分	日本各地
2024年5月9日	6時30分から8時15分	日本各地
2024年5月9日	12時15分から12時45分	日本各地 (弱い)
2024年5月9日	15時15分	国分寺・山川・沖縄 (弱い)
2024年5月10日	12時30分	国分寺 (弱い)
2024年5月10日	15時45分から16時15分	日本各地
2024年5月11日	10時15分から11時45分	日本各地
2024年5月12日	9時45分	日本各地
2024年5月14日	11時15分	日本各地
2024年5月15日	17時45分	日本各地 (弱い)

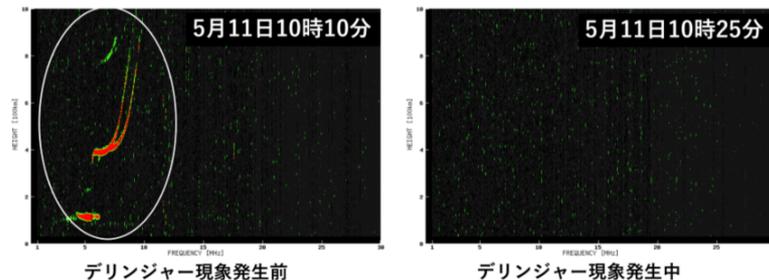
イオノゾンデによる電離圏観測 (鹿児島 山川)



デリンジャー現象発生前

デリンジャー現象発生中

イオノゾンデによる電離圏観測 (沖縄)



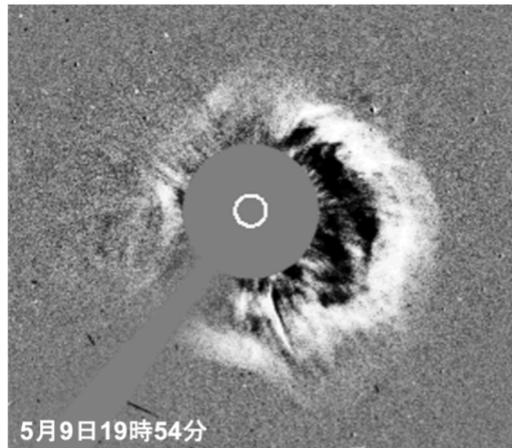
デリンジャー現象発生前

デリンジャー現象発生中

イオノゾンデ(鹿児島 山川/沖縄 大宜味)による電離圏観測。白丸で示した部分の電離圏エコーの消失とともに、信号強度が弱くなっている様子が確認できます。

1.3. 太陽コロナガス

太陽フレアに伴って、地球方向へのコロナガスの放出が複数回観測されました。5月9日に発生した太陽フレアに伴うコロナガスの放出の様子を以下に示します。

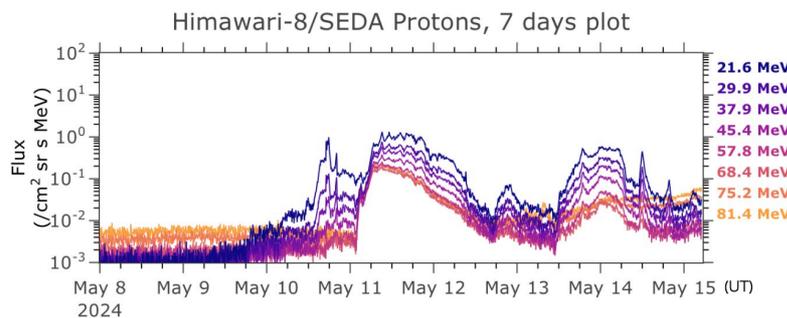
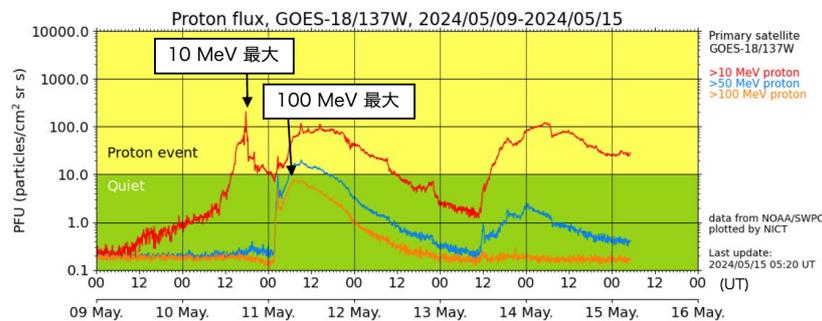


太陽フレアに伴うコロナガス放出

探査機SOHO (欧州ESA・米国NASA)によって観測されたコロナガス放出の様子。中心部の白丸が太陽の位置を示します。

1.4. 太陽高エネルギー粒子

大規模太陽フレアの発生、及び太陽コロナガスの到来に伴って、静止軌道(高度約36,000km)で高エネルギープロトンの増大が観測されました。GOES衛星の観測によると、エネルギー10 MeV以上のプロトンは日本時間5月9日18時頃から、エネルギー100 MeV以上のプロトンは11日11時頃に増大が始まりました。太陽高エネルギープロトンは、12日12時35分に、10 PFU以下の低いレベルまで減少しましたが、5月13日18時に発生した中規模太陽フレアの影響により、13日23時0分に再び10 PFUを超えました。一連の太陽フレアに伴って観測された太陽高エネルギープロトンの最大値は、10 MeV以上のプロトンで207 PFU、100 MeV以上のプロトンで7 PFUです。また、ひまわり衛星の観測から、日本経度域の静止軌道(東経140度)でも同様にプロトン粒子が増加していることが確認されました。



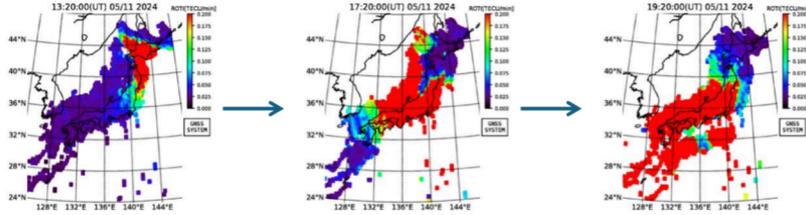
(上図)人工衛星GOES(米国NOAA)によるプロトン粒子の観測値
(下図)人工衛星ひまわり9号(日本 気象庁・NICT)によるプロトン粒子の観測値

1.5. 太陽風

大規模太陽フレアに伴い放出された太陽コロナガスが、日本時間5月11日1時半頃に地球周辺に到来したことが観測されました。太陽コロナガスの到来に伴い、太陽風の速度は770 km毎秒、磁場強度は72 nTへ急上昇し、磁場の南北成分は一時-50 nT前後の非常に強い南向きの状態となりました。8日以降、複数回発生したコロナガスが順次、地球周辺を通過しました。一連のコロナガスの通過に伴って観測された太陽風速度の最大値は約1000 km毎秒、磁場強度の最大値は72 nTです。

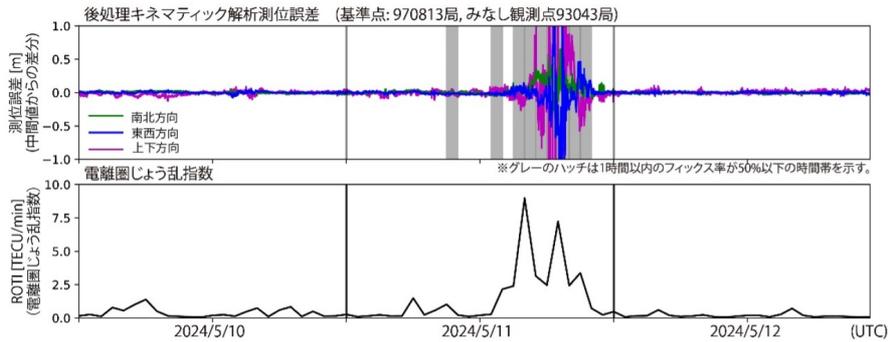
国土地理院GEONETデータから算出された日本上空の電離圏全電子数の推移

また、国土地理院GEONETのデータから算出された電離圏じょう乱指数ROTIのマップによると、日本時間5月11日の21時過ぎから12日の明け方にかけて日本上空を電離圏じょう乱が通過しました。



国土地理院GEONETのデータから算出された電離圏じょう乱指数 (ROTI) のマップ
 ※ROTI: Rate of TEC index. 空間スケール数10 kmの電子密度変動を示す。

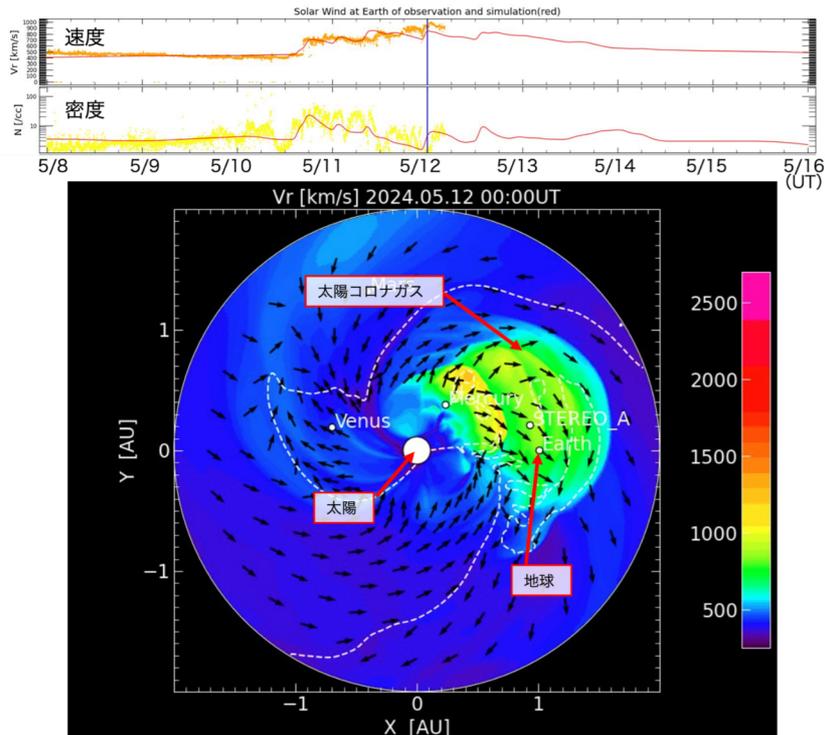
この電離圏じょう乱指数ROTIの増大が観測された時間帯で、基準局の位置情報を利用するRTK-GNSS等の相対測位に影響があった可能性があります。以下に、後処理キネマティック解析により算出した測位誤差および電離圏じょう乱指数を示します。



(上図) 後処理キネマティック解析により算出した測位誤差
 (下図) 電離圏じょう乱指数ROTI

2. シミュレーション

以下に、NICTの太陽風シミュレーションSUSANOOによって算出された太陽風の予測値を示します。太陽フレアに伴って複数回放出されたコロナガスが塊になって地球周辺を通過している様子が可視化されています。黄緑～黄色がコロナガスの領域です。X5.8フレアに伴って放出された最後のコロナガスは、日本時間5月12日夜に到来することがシミュレーションにより予測されています。探査機DSCOVRの観測によると、この衝撃波は日本時間12日18時頃地球周辺を通過しました。



上のグラフは地球に到来する太陽風速度と密度の推移予測
 下の図は日本時間5月12日9時の惑星間空間の太陽風の速度の分布

3. 補足情報

・ 太陽フレア

太陽の黒点付近で生じる爆発現象。強い紫外線やX線、電波等が放射されるほか、コロナガスが放出されることもあります。発生したフレアのX線強度の最大値により、小規模なものから、A、B、C、M、Xの順にクラス分けされています。

・ コロナガス放出 (Coronal Mass Ejection (CME))

太陽の上層大気であるコロナのガスが惑星間空間に放出される現象。地球に到来すると大規模な宇宙環境変動を引き起こすことがあります。