

R010-07

A 会場 : 9/24 PM2 (15:45-18:15)

16:00~16:15

## 物理モデルに基づくフレア警報システムの開発

#伴場 由美<sup>1)</sup>, 塩田 大幸<sup>1)</sup>, 久保 勇樹<sup>1)</sup>, 草野 完也<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup> 情報通信研究機構, (<sup>2)</sup> 名古屋大学宇宙地球環境研究所

## Development of a large-flare warning system based on $\kappa$ -scheme

#Yumi Bamba<sup>1)</sup>, Daikou Shiota<sup>1)</sup>, Yuki Kubo<sup>1)</sup>, Kanya Kusano<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup>National Institute of Information and Communications Technology, (<sup>2)</sup>Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

NICT provides space weather forecast and predicts the largest solar flare which is expected to occur within 24 hours. We announce the urgent solar flare alert right "after" the large flare occurred. However, it does not sometimes work to prevent geoeffective incidents (e.g., Dellinger phenomena), because the electromagnetic waves immediately reach to Earth from the Sun. It is thus required to develop the large flare warning system that predicts and notices the large flare occurrence at least a few hours "before" its onset. On the other hand, a new large flare prediction model "  $\kappa$ -scheme" was recently developed by Kusano et al. 2020. In  $\kappa$ -scheme, the critical condition of the large flare occurrence is quantitatively described based on the double-arc instability theory (Ishiguro & Kusano 2017).

In this study, we develop an X-class flare warning system based on the  $\kappa$ -scheme, in order to practically use in our space weather forecast operation. We first extrapolate the three-dimensional coronal magnetic field (nonlinear force-free field; NLFFF) in an active region from the photospheric magnetic field data obtained by SDO. We then calculated the following parameters based on the NLFFF: High Free Energy Region (HiFER) where the strong magnetic free energy is stored, the critical radius  $r_c$  to trigger the double-arc instability in the reconnection region, and the estimated minimum energy  $E_r$  that can be released by the double-arc instability. Kusano et al. 2020 suggests that flares larger than X2-class occur under the condition of  $r_c < 0.1$  [Mm],  $E_r > 10^{32}$  [erg]. We are planning to issue the advisories and/or alerts for the imminent X-class flare based on the HiFER together with the  $r_c$ , and  $E_r$  conditions. In the presentation, we report the progress of the system development and tasks to utilize the system in our space weather forecast operation.

情報通信研究機構 (NICT) における宇宙天気予報業務では、今後 24 時間以内に発生が期待されるフレアの最大規模を予報している。特に大規模なフレアが観測された際などには臨時情報を配信しているが、地球からフレアを観測した時点で既にその影響 (例えば、デリンジャー現象による短波通信への影響) は現れており、フレアによる通信等への影響を回避・軽減するための対応が間に合わない可能性が高い現状である。そこで、少なくともフレア発生の数時間「前」に、その発生を確定的に予測し注意喚起する「フレア警報」の提供が求められる。一方、近年、太陽表面で発生する不安定性の理論 (ダブルアーク不安定性, Ishiguro & Kusano 2017) に基づきフレア発生の条件を導くことで、大規模フレアを予測する新しい物理モデル「 $\kappa$ スキーム」が開発された (Kusano et al. 2020)。

そこで本研究では、NICT 宇宙天気予報業務への実装を目指した、 $\kappa$ スキームに基づく大規模フレア発生予測および警報配信を行うシステムの構築を行なっている。まず Solar Dynamics Observatory (SDO) により取得した太陽活動領域の光球面磁場データから、非線形フォースフリー磁場 (NLFFF) モデリングにより 3次元コロナ磁場を外挿し、活動領域の中で特にエネルギーが蓄積されている「High Free Energy Region (HiFER)」を算出した。次に、HiFER 内に含まれる磁気中性線上のすべての点に対して、ダブルアーク不安定性によりフレアを起こすために必要なリコネクション領域の臨界半径  $r_c$  およびその領域で実際にリコネクションが起きた際に解放可能な最小のエネルギー  $E_r$  を算出した。Kusano et al. 2020 では、X2 クラス以上の大規模な太陽フレアは  $r_c < 0.1$  [Mm],  $E_r > 10^{32}$  [erg] の点から起こることが示唆されており、本研究では HiFER の出現や ( $r_c, E_r$ ) の条件により段階的に X クラスフレア発生「注意報」「警報」を出すことを目指している。発表では、警報システム開発の進捗状況とともに、予報業務の中でリアルタイム運用できるシステムを構築するための課題等について報告する。