

太陽活動領域 NOAA10930 の 3次元磁場構造解析

井上 諭 [1]; 草野 完也 [2]; 真柄 哲也 [3]
[1] NICT; [2] 名大 S T E 研; [3] 慶熙・応用・宇宙

The Analysis of 3D Magnetic Structure on the Solar Active Region NOAA 10930

Satoshi Inoue[1]; Kanya Kusano[2]; Tetsuya Magara[3]
[1] NICT; [2] STEL, Nagoya Univ; [3] Kyung Hee Univ.

Because the magnetic energy of solar active regions is the primary driver of solar active phenomena in the solar corona, the understanding of magnetic structure on active regions is important to reveal the mechanism of the solar active phenomena. Since, especially, solar flares and Coronal Mass Ejections (CMEs) may cause the electromagnetic disturbance in the geo-space, it is crucially important for space weather forecast to clarify the magnetic structure of the active region driving solar eruptions. Therefore the understanding the solar active region play a critical rule to establish the space weather forecast. The purpose of this study is to understand the three-dimensional (3D) magnetic field on the solar active region NOAA 10930, which had induced an X3.4 class flare on Dec.13, 2006. 3D magnetic field was reconstructed in terms of the Non-Linear Force-Free Field (NLFFF) approximation using the vector magnetogram observed by the solar physics satellite Hinode.

First, we compared the 3D NLFFF with the flare ribbons of Ca II images observed by Hinode/SOT. As a result, it was found that the location of the two foot-points of magnetic field lines well correspond to the flare ribbons. This result indicates that the NLFFF well captures the 3D structure of magnetic field in the flaring region. Second, we have performed the quantitative analysis of twistness of magnetic field, and found that the most of magnetic field line is subject of twist less than one turn, although the twistness increased before the onset of the flare. This result implies that the active region might be stable to the kink mode instability at least by six hours prior to the flare onset. Finally, it is also found that the twistness of field lines rooted on the regions where the flare ribbons had been strongly illuminated was drastically weakened after the flare. It can be explained well as a consequence of reconnection of twisted magnetic field.

太陽活動領域は、太陽コロナ中で起こりうる多くの活動現象のエネルギー源の役目を果たしており、活動領域の磁場構造を理解する事は太陽活動現象を理解する上で極めて重要となる。特に、太陽フレアやコロナ質量放出 (CME) は、ジオスペースに電磁気的な擾乱現象をもたらすため、活動領域磁場を理解する事は宇宙天気予報を確立させるためにも必要不可欠である。本研究の目的は、X3.4 クラスのフレアを発生させた複雑な磁場構造を持つ太陽活動領域 NOAA10930 の 3次元の磁場構造を理解する事である。本研究で用いられた 3次元の磁場構造は非線形フォースフリー近似に基づいており、「ひので」から得られた観測磁場データを用いて外挿された。

まず、外挿された NLFFF と「ひので」可視光望遠鏡の Ca-line で観測された two-ribbon フレアとの比較を行った。その結果、NLFFF の磁力線の足下の両端は、Ca-line で観測された two-ribbon で強く発光している位置によく一致している事がわかった。この結果は、NLFFF がフレア前の磁場構造をよく再現している一つの根拠となる。次に、時系列データに従って磁力線の twistness を定量的に計算した。その結果、フレアに至るまで、時間の経過と共に twistness は強くなるが、ねじれた磁力線の回転数は 0.5-1 回転の間に多く分布し、磁場形状としてはキックモードに対して安定な構造である事が示唆された。さらに、フレア前に形成されていた強い twistness 分布を持つ領域は、ca-line が強く増光していた箇所に相当しており、フレア後には twistness が消失していた事から、この結果は twistness の消失と磁気リコネクションの関係性を示唆している。