

R010-07

Zoom meeting C : 11/4 AM1 (9:00-10:30)

09:00-09:15

## 磁気流体緩和法で再現された黒点上空磁場の三次元構造

#山西 涼友<sup>1)</sup>, 近藤 光志<sup>2)</sup>, 鳥海 森<sup>3)</sup>, 井上 諭<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>愛大・理工, <sup>2)</sup>愛媛大・RCSCE, <sup>3)</sup>JAXA・宇宙研, <sup>4)</sup>名大・ISEE

### Three-dimensional structure of the magnetic field above the sunspots modeled by the MHD simulation

#Ryosuke Yamanishi<sup>1)</sup>, Koji Kondoh<sup>2)</sup>, Shin Toriumi<sup>3)</sup>, Satoshi Inoue<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Science, Ehime univ., <sup>2)</sup>RCSCE, Ehime Univ., <sup>3)</sup>ISAS, JAXA, <sup>4)</sup>ISEE, Nagoya University

It is well known that solar flares and coronal mass ejections (CMEs) tend to occur in sunspot regions. Toriumi & Takasao (2017) conducted a series of flux emergence simulations and succeeded in reproducing four types of typical sunspot structures that have been observationally suggested to cause strong flares. However, the magnetic structure in the corona above these reproduced sunspots, its time development, and the force-freeness known to exist in the actual solar corona have not been analyzed in detail yet.

Therefore, we set two purposes in this study. First, we investigate the magnetic structure in the corona of the simplest standard sunspots in Toriumi & Takasao (2017). Then, we apply the nonlinear force-free field (NLFFF) extrapolation method to these sunspots and compare with the original 3D simulation data.

On the structural analyses of the magnetic field in the simulation, first, we visualized the magnetic field lines and investigated the time development of the three-dimensional magnetic structures and of the distribution of the magnetic field strength. These emerging magnetic field lines expand into the corona and then gradually settle into a steady state. Second, we calculated epsilon-force value (Wiegelmann et al. (2009)), which measures the force-freeness, and investigated the relationship between the height and epsilon-force. The epsilon-force value decreases with height and with time, that is, the coronal field gradually becomes force-free state. Furthermore, we will calculate NLFFF using the 2D slices at various heights in the 3D simulation data as the bottom boundary conditions and report these results.

In the presentation, we report on the detailed analysis results of sunspots modeled by Toriumi & Takasao (2017) and NLFFF extrapolations using these simulation data.

太陽フレアやCMEは、黒点周辺での発生が多いことが知られている。Toriumi & Takasao (2017)は、太陽対流層に埋め込んだ磁束管を浮上させる磁気流体シミュレーションを行ない、太陽表面で観測された4種類の典型的な黒点構造を再現することに成功した。しかし、再現された黒点上空の詳細な磁場構造やその時間発展、太陽コロナに見られるフォースフリー状態がどの程度再現されているかについてはまだ調べられていない。

そこで、本研究の目的は以下の二つである。一つは、Toriumi & Takasao (2017)で示されたシミュレーションのうち最もシンプルな基準データを解析し、コロナ中の磁場構造を明らかにすること。もう一つは、その結果に基づいて非線形フォースフリー磁場(NLFFF)外挿計算を行い、シミュレーションで得られた磁場構造との違いを調べることである。シミュレーションデータの構造解析は以下の二手法で行った。はじめに、三次元の磁力線を可視化することで、磁場構造や磁場強度の時間変化を調べた。その結果、浮上磁場が光球面を突破してしばらく発展した後、徐々に定常状態に落ち着いていくという結果が見られた。次に、フォースフリーの度合いを評価する指標である  $\epsilon_{\text{force}}$  (Wiegelmann et al. (2009))を計算し、各時刻における高度と  $\epsilon_{\text{force}}$  の関係を調査した。その結果、光球面から高度とともに急激に  $\epsilon_{\text{force}}$  が減少する、すなわちフォースフリー状態に近づく傾向が見られた。また、時間とともに領域全体として  $\epsilon_{\text{force}}$  が小さくなることから、時間経過に伴って磁場がフォースフリー状態に近づくことが分かった。また、シミュレーション結果の様々な高度の2次元平面データを底面境界条件としてNLFFF外挿計算を行い、フォースフリー度の変化に対する外挿計算の再現度を調べる予定である。本講演では、以上のようなToriumi & Takasao (2017)で再現した黒点の解析結果とそのデータを用いたNLFFF計算の結果の詳細を報告する。