

M13b MHD 緩和法に基づく有限プラズマ β コロナ磁場外層コードの開発

山崎大輝 (ISAS/JAXA)、三好隆博 (広島大学)、井上諭 (ニュージャージー工科大学)

太陽大気は弱電離プラズマで構成され、磁場との相互作用から多様な磁気流体現象を示す。中でも最も高エネルギーな現象として、磁気リコネクションを介した突発的磁気エネルギー解放である、太陽フレアが挙げられる。太陽フレアの物理機構の理解には、エネルギー蓄積及び解放領域であるコロナの3次元磁場が鍵を握るが、観測上の制約からコロナ磁場の定量的な直接診断は難しい。これまでの研究では、観測可能な光球ベクトル磁場を底面境界条件としてコロナ磁場を数値的に外挿する手法が用いられてきた。特に、コロナ中でよく成立するプラズマ $\beta = 0$ の近似に基づいて、ローレンツ力のみを釣り合いを考えた力学平衡解である非線形フォースフリー磁場 (NLFFF) を用いたフレア研究がよく行われてきた (cf. Inoue et al. 2014)。しかし、NLFFF は、弱磁場領域や高高度に存在する捻れた磁力線構造の再現性が悪い (e.g. Jiang et al. 2014, Kawabata et al. 2020)。

本研究では、観測光球磁場データに適用可能な、有限プラズマ β の磁場外挿コードの開発を行った。本コードは、ローレンツ力とガス圧勾配力の釣り合いを考えた力学平衡解を計算する。開発したコードの性能検証のため、2021年10月に大規模な太陽フレアが発生した活動領域 NOAA 12887 の SDO/HMI による光球ベクトル磁場を境界条件として磁場外挿計算を行い、既存の NLFFF との3次元磁場構造及び残差力の比較を行った。その結果、NLFFF と同様に活動領域上空の捻れた磁力線構造の再現に成功した。また、NLFFF と比較して、残差力の平均値が 3.6%、最大値が 2.6%それぞれ減少することが分かった。このことから、開発した有限プラズマ β の磁場外挿コードは、既存の NLFFF よりも力学平衡状態により近い3次元磁場を再現可能であると結論づけた。