

R007-04

C会場：11/25 PM2 (15:30-18:15)

16:15~16:30

膨張する太陽風磁気ロープに適用可能な Grad-Shafranov 方程式による新方式の解析法

#丸橋 克英¹⁾, 塩田 大幸¹⁾, 久保 勇樹¹⁾, 長谷川 洋²⁾, 徳丸 宗利³⁾, Al-Haddad Nada⁴⁾

(¹⁾ 情報通信研究機構, (²⁾ 宇宙科学研究所, (³⁾ 名古屋大学, (⁴⁾ ニューハンプシャー大学

A New Scheme of GS Equation-Based Analysis for Expanding Interplanetary Flux Ropes

#Katsuhide Marubashi¹⁾, Daikou Shiota¹⁾, Yuki Kubo¹⁾, Hiroshi Hasegawa²⁾, Munetoshi Tokumaru³⁾, Nada Al-Haddad⁴⁾

(¹⁾National Institute of Information and Communications Technology, (²⁾Institute of Space and Astronautical Science,

(³⁾Nagoya University, (⁴⁾University of New Hampshire

This is an attempt to extend the applicability of an analysis method of interplanetary magnetic flux ropes (IFRs) based on Grad-Shafranov (GS) equation so that the IFR structure can be reconstructed for the cases of expanding IFRs. The point is to estimate the expansion rate of the observed IFR, and to perform the GS reconstruction procedures after eliminating the effects of expansion from the observational data. An example of analysis with this new scheme is shown in the Figure. The analyzed IFR is the 15 July 2000 event. The observational data exhibits strong anti-symmetric behaviors in the magnetic field and velocity variations. Our analysis gives the expansion rate of 1/23 (the size becomes two times in 23 hours). With this expansion in mind, the structure was calculated for the time of the first contact of the spacecraft with this IFR. The left figure indicates that the Pt (pressure) vs A (vector potential) relation in the inbound pass and that in the outbound pass coincides with each other. The right figure shows the distribution of Bz (magnetic field component parallel to the axis) in the cross-sectional plane. A very important point is that the structure itself is symmetric at the time of the first contact (actually the symmetry is maintained afterwards), while the observational data shows a strong asymmetry.

Grad-Shafranov 方程式に基づく太陽風磁気ロープの構造決定法 (GS 法) を、膨張する磁気ロープに適用可能にする方式を開発した。GS 法では磁気ロープの断面形状が解析の結果として算出されるという利点がある一方、観測される磁場の時間変化は空間構造を観測しているとする強い仮定がされている。つまり、太陽風磁気ロープの構造は時間変化しないものとする強い制約がある。これまでの研究によれば、衛星が磁気ロープを通過するときに観測する磁場強度の減少、太陽風スピードの減速は、磁気ロープが膨張している証拠と理解されている。我々は 2022 年ごろから、磁気ロープの観測データを解析して、膨張を評価し、その効果を差し引いた上で GS 法による解析を実行することにより、各瞬間の構造が計算できることを示してきた。今回は、2000 年 7 月 15 日から 16 日にかけて地球を通過した太陽風磁気ロープに対する解析結果を報告する。このイベントの衛星観測データは非常に大きな非対称性を示すもので、膨張率は 1/23 (23 時間で 2 倍のサイズになる) と評価された。この膨張率を考慮して、磁気ロープが衛星に到達した時刻の構造を求めた結果を図に示す。左図は衛星が磁気ロープに侵入していく (inbound) と外向きに動く (outbound) 部分で、同一の Pt-A 関係が得られたことを示し、右図は構造自身がこの瞬間に (実際はその後も) 対称的であることを示している。

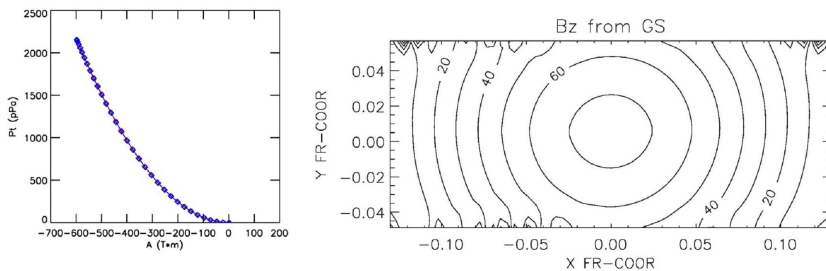


Figure. (Left): Pt (pressure) vs A (vector potential) obtained for the 15-July-2000 flux rope with the best fitted axis direction. Pt-A in the inbound and outbound portions of the spacecraft pass are completely coincident.

Figure. (Right): Magnetic field Bz (axial component) distribution in the cross-sectional plane.