

## 太陽風磁気ロープの構造を解析するモデルの比較

# 丸橋 克英 [1]; 久保 勇樹 [1]; 西村 信彦 [2]; 徳丸 宗利 [3]  
[1] 情報通信研究機構; [2] 名大・宇地研; [3] 名大 ISEE

## Comparison of Models for Analysis of Interplanetary Flux Rope Structures

# Katsuhide Marubashi[1]; Yuki Kubo[1]; Nobuhiko Nishimura[2]; Munetoshi Tokumaru[3]  
[1] NICT; [2] ISEE, Nagoya Univ.; [3] ISEE, Nagoya Univ.

The interplanetary magnetic flux ropes (IFRs) have long been studied from the viewpoints that they are main drivers of strong (Dst <math>\leq 100</math> nT) geomagnetic storms, and that they provide information on the generation mechanism of CMEs. It is a key problem in such studies to determine the 3-D geometries and the internal magnetic field structures of IFRs. In order to challenge the problem, we need to assume a model of the IFR and compare the model structure with observed magnetic fields in IFRs, because the in situ solar wind observations are made at a single point. Currently, the following three analysis methods are commonly used: (1) to compare the observations with models based on the force-free field configurations, (2) to assume appropriate electric current distribution without a force-free condition and compare the model fields with the observed fields, and (3) a method based on the Grad-Shafranov (GS) equation that is valid for 2-D magnetic field structure. The IFR properties obtained by these 3 methods do not completely agree, so far. Indeed, there are many IFR examples for which the 3 methods yield completely different geometries. Recently, Al-Haddad et al. (Solar Phys, 2018) examined the degree of mutual agreement between the results from the 3 methods for 13 simple IFRs carefully selected. Inspired by the work, we have decided to attempt to reconcile results from the force-free model and the GS reconstruction. The point is that the axial field is not zero at the surface of an IFR obtained from the GS method. In other words, the GS method cannot be applied to those IFRs which exhibit magnetic field rotations greater than  $180^\circ$ ; across the structure. On the contrary, the force-free model, in which it is commonly assumed that the axial field is zero at the surface, may not be appropriate to reproduce such IFRs for which the rotation angle are small. It is expected that a new model by Nishimura et al. (2018, presented in this SGEPS meeting) gives better results. We attempt to inspect the above idea using the 13 IFRs selected by Al-Haddad et al.

太陽風磁気ロープ (IFR) は、強い磁気嵐 (Dst <math>\leq -100</math> nT) の駆動源として、また CME 発生機構の手がかりをあたえるものとして、広く関心をもたれている研究課題である。いずれの面からも、IFR の 3 次元形状と内部磁場構造を決めることが重要なカギである。太陽風磁場の観測からこの問題にとりくむには、IFR のモデルを仮定して観測と比較する手法が必要になる。現在、以下の 3 つの解析法が広く使われている: (1) force-free 磁場構造を仮定するモデルによる解析、(2) force-free を仮定せず、適当に仮定した電流分布による磁場と比較する解析、(3) 2 次元的な磁場に適用される Grad-Shafranov (GS) 方程式から磁場構造を構築する解析。これまでのところ、上記 3 つの方法で得られる IFR の形状、内部構造には完全な一致は見られない。特に 3 つの方法が完全に異なる形状を与える事例も数多く存在する。最近 Al-Haddad et al. (Solar Phys, 2018) は、できるだけ簡単な 13 の IFR を選び、3 つの方法で得られる結果の一致度合を考察した。この論文に触発されわれわれは、force-free モデルと GS 方程式の結果を調和させることを試みる。ポイントは GS 方程式から得られる IFR 構造では、表面で軸方向の磁場が 0 にならないことである。言い換えれば、衛星が IFR を通過したときに観測される磁場ベクトルの回転が  $180^\circ$ ; 以上になるような場合には GS 法は使えないことになる。逆に、回転角の小さい IFR の再現には、表面で軸方向磁場が 0 になることを仮定した従来の force-free モデルは不適当かも知れない。Nishimura et al. (2018, 本学会講演) が提案する 0 でない軸方向磁場をゆるす force-free モデルが正しい形状をあたえる可能性がある。この発表では Al-Haddad et al. の選んだ 13 の IFR について、上に述べた考えを検証する。