

巨大データベースに基づく沿磁力線電流系構造の組織的研究

Systematic study of the large-scale field-aligned current structures from large database

上野 玄太[1], 樋口 知之[1], 大谷 晋一[2]

Genta Ueno[1], Tomoyuki Higuchi[2], Shin-ichi Ohtani[3]

[1] 統数研, [2] ジョンズホプキンス大・応用物理研

[1] ISM, [2] Inst. Stat. Math., [3] JHU/APL

宇宙天気予報を目的とした人工衛星などのデータ解析の課題として、観測された時系列データを高速かつ自動で処理することが挙げられる。高速性はタイムリーな予報を行う際には不可欠であり、長期間にわたって予報を続けるには自動化による時間と人手の省略が期待される。また、処理結果は定量的にもデータを十分に反映したものであることが望まれるため、解析に導入するモデルは精緻かつ柔軟にデータを表現できるものでなくてはならない。

この視点から進められた研究として、樋口・大谷 [2000] は、衛星観測の磁場データから大規模沿磁力線電流 (LSFAC) の空間構造を自動的に同定する手法を提案した。LSFAC の空間的位置や大きさは、時間的に変化する太陽風の影響や日照条件の違いなどさまざまな要因でかなり変動するため、従来この作業は解析に慣れた知識のある研究者の目による作業にほぼ依存していた。このため、主観的な判断も入りうることはもちろん、大量データに対しては相応の時間もかかるいった、有効な解析の限界があった。

樋口・大谷 [2000] が提案した手法は、可変節点リニアスプライン函数(すなわち折れ線) を磁場時系列にあてはめるというものである。LSFAC が平面状の構造をしていると仮定できるならば、スプライン函数を構成するそれぞれの線分 LSFAC に、節点が LSFAC の境界面に対応する。節点の位置の自由度を許すことで、LSFAC の空間的位置の変動に対応できる。また、節点の数もモデルのパラメタのひとつとして、赤池情報量規準 (AIC) が最小値をとる数を選択する。彼らは以上の方法を DMSP-F7 衛星の 5 年間に及ぶすべてのデータに適用し、LSFAC の自動同定および分類を実行した。計算時間も LSFAC の観測時間と比べて十分に短く、オンライン解析も実施できる。

今回は、以上の方法をさらに DMSP-F12, 13, 14, 15 衛星の磁場データに適用した。これらの衛星はほぼ同時期に観測を行っており、さらに極軌道の地方時が異なるため、同じイベントの多点観測が可能なデータセットを与えている。得られた LSFAC のリストに対し、LSFAC の境界面上にある磁力線沿いの電離層高度での太陽天頂角を計算するとともに、IMP-8 衛星により観測された太陽風データを付加し、LSFAC と太陽風との関係を定量的かつ丹念に調べるための準備を整えた。

Reference: Higuchi, T. and S. Ohtani, Automatic identification of large-scale field-aligned current structures, J. Geophys. Res., 105, 25,305-25,315, 2000