

磁束量保存と磁気雲の軸方向長さについて

山本 哲也 [1]; # 井上 諭 [2]; 片岡 龍峰 [3]

[1] 名大・STEL; [2] NICT; [3] 東工大

Helical Lengths of Magnetic Clouds from the Magnetic Flux Conservation

Tetsuya Yamamoto[1]; # Satoshi Inoue[2]; Ryuho Kataoka[3]

[1] STEL, Nagoya Univ.; [2] NICT; [3] Tokyo Tech

We present a clue of spatial structures of magnetic clouds estimated from the helicity conservation law.

Spatial structures of magnetic clouds are an enigma in the interplanetary physics because of a few, at least one, *in-situ* data points. It is difficult to clearly decide spatial structures of magnetic clouds from *in-situ* data fitting, because we can fit *in-situ* data either by using closed structures (e.g., torus model) or by using the magnetic flux model rooting in the solar corona (e.g., Marubashi & Lepping, 2007, Ann. Geophys., 25, 2453). Additional restrictions are needed.

The helicity conservation law is one of promising restrictions for magnetic cloud structures. Magnetic helicity is a quantitative measure of the magnetic field helicalness, and is a conserved quantity in the corona and in the interplanetary space. Recently magnetic helicities in the solar atmosphere have been quantitatively measured by several authors. Field pitch angles or values of force-free parameter α in magnetic clouds are also obtained from model fitting. Applying the magnetic flux tube model whose spatial scale length is longer than 2 AU, total helicities in magnetic clouds are much larger than those in solar active regions (10.–100. >> 0.01–1.0; e.g., Leamon et al., 2004, JGR, 109, A05106). However, by using the helicity conservation law and data of Leamon et al., we can estimate spatial scale lengths of magnetic clouds, 0.01–0.1 AU. From the short scale lengths, we propose two possible candidates of magnetic cloud structures. One is the spheromak, and another is the magnetic flux tube having partial helical structure around the apex. Several sample events supporting our hypothesis are shown to discuss in detail.

本発表では、太陽活動領域中と磁気雲中での磁束量保存から決定された、磁気雲の軸方向の長さについて述べる。

コロナ質量放出によって、系内空間へと放出されたコロナ磁場は、磁気雲と呼ばれる磁場構造として地球近傍で観測され、磁気嵐などの原因となる。地球近傍での衛星観測により、磁気雲の断面の構造は、線形フォースフリー磁場で近似できる事が分かっている。ただ、観測点の少なさの為、磁気雲の全体像を、観測から決定する事は困難である。現在、磁気雲の全体像として、系内空間で閉じているトーラス型と、太陽大気に磁気雲の根元を持つシリンダー型、の2種類が考えられている (e.g., Marubashi & Lepping, 2007)。これらのモデルについて、定性的な理由はいくつか提案されているが、定量的にどちらかをサポートする結果は得られていない。

磁気雲の定量的な研究として、いくつかの先行研究 (e.g., Leamon et al. 2004) では、磁場のねじれの程度 (磁気ヘリシティ) を、太陽大気中の活動領域と磁気雲中で比較している。これらの研究では、磁気雲の軸の長さとして太陽地球間の距離 (2AU) を仮定している。得られた結果として、いずれも磁気雲中での磁場のねじれが大きく、問題の一つとなっている。

本研究では、磁束量保存の観点から、磁気雲中のポロイダル磁場の磁束量が、対応する活動領域中のトロイダル磁場、あるいはポロイダル磁場の磁束量以下であると考え、磁気雲中でポロイダル磁場が存在する軸方向の長さの最大値を求めた。結果、0.013–7.9 AU、という長さが得られた。いくつかのサンプルでは、2AUより長い値が得られたが、別のサンプルでは、2AUより短い値が得られた。トーラス型の磁気雲を考えた場合、磁場構造が閉じているため、これらの短い値もあり得ると考えられる。一方、シリンダー型の磁気雲を考えた場合、ポロイダル磁場は、磁気雲中の一部に局在していることになる。本発表では、このようなシリンダー型の磁気雲構造について議論するとともに、他の領域から磁気雲への磁場のねじれ (ポロイダル磁場) 供給の可能性について議論する。