

ミューオン観測ネットワークを用いた磁気中性面到来時の銀河宇宙線密度・密度勾配変動の解析

Modulations of galactic cosmic ray density and density gradient caused by sector boundary of solar wind magnetic field

岡崎 良孝 [1]; 宗像 一起 [2]; 福西 浩 [1]

Yoshitaka Okazaki[1]; Kazuoki Munakata[2]; Hiroshi Fukunishi[1]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 信州大理

[1] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ.; [2] Physics Department, Shinshu Univ

Kota and Jokipii [1983] は、22年周期で起こる太陽磁場の極性(以下 A) に依存して磁気中性面を中心とする太陽面緯度方向の銀河宇宙線 (Galactic Cosmic Ray; GCR) 密度分布が異なることをモデル計算により指摘した。A が正の期間では磁気中性面付近で最小、A が正の期間では磁気中性面で最大となるような GCR 密度緯度分布が求められている。

地球で観測される数日スケールの GCR 密度の変調現象の1つとして、低速風に高速風が追いついた太陽風相互作用領域 (Corotating Interaction Region; CIR) によって生じる現象が挙げられる。多くの場合 CIR には磁気中性面が含まれるため、地球で観測される GCR 変調現象は、太陽風速度および磁場の変動および太陽面緯度方向の GCR 密度分布の3つの要素によって生じると考えられる。

Richardson et al. [1996] 及び Richardson [2004] は、Helios や IMP 8 などの衛星観測で得られたデータを用いて CIR 到来時の GCR 密度変動を統計的に調べた。磁気中性面の有無に関わらず GCR 密度の減少が起こることから、sector boundary do not organize the cosmic ray intensity(修正) と述べている。いっぽう GCR 密度の減少幅の大きさに22年周期変動が見られることが明らかとなった。このことについて彼らは、CIR によって生じる GCR 変調減少には CIR のローカルな構造に伴う "barrier" 構造の影響に加え、22年周期で変動する大規模な太陽磁場構造の影響が現われていると述べている。

本研究ではミューオン観測ネットワークによって得られたデータを用いる。ネットワークから導出される惑星間空間内の GCR 密度勾配の向きと太陽磁場の away と toward の関係を A の正負について調べたところ、A が正の時に磁気中性面で最小、A が負の時に最大となるような密度分布を考えると観測結果を満足することが分かった。これはモデルで予想された太陽面緯度方向の GCR 密度分布と同様の傾向を示す。

ミューオン観測ネットワークが観測するエネルギー(約 60 GeV) は衛星観測のそれ(数 10MeV 以上) に比べて大きいいため、より大きな太陽風磁場構造で作られる GCR 密度の緯度分布の影響が現われやすいと考えられる。モデルにおいて磁気中性面は太陽面緯度方向の GCR 密度分布の中心となるため、磁気中性面到来時の GCR 密度の変調にはそのような緯度分布の影響が現われる可能性がある。

そこで本研究では、磁気中性面の有無を区別して、CIR 到来時の GCR 密度・密度勾配の変動を調査した。また、GCR 変調領域を厚みのある板状の構造と仮定し、観測された GCR 密度・密度勾配を満足するような構造を推定した。A が負である 2001年-2006年の期間について調べたところ、磁気中性面を含む CIR の場合磁気中性面に沿って密度が増大するような構造を考えると変動をうまく再現できる傾向があることが分かった。一方磁気中性面を含まない CIR の場合、Forbush decrease のようなステップ状の GCR 密度の減少がみられる傾向があり、緯度方向に立った板状の密度減少構造を考えると密度勾配の変動をうまく再現できるイベントが何例か見つかった。これは Richardson et al. [1996] らで述べられた、CIR のローカルな構造に伴う "barrier" 構造を捉えている例であると考えられる。発表では以上の内容に加え、A が正である 1996年から1997年の期間の解析結果および中性子観測と比較した結果を報告する予定である。