

コロナ質量放出・太陽風相互作用領域による数日スケールの銀河宇宙線強度の変調

Modulation of galactic cosmic ray intensity with a time scale of several days caused by CMEs and solar wind interaction regions

岡崎 良孝 [1]; 福西 浩 [1]; 宗像 一起 [2]

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

[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

太陽風によって生じる数日スケールの銀河宇宙線 (Galactic Cosmic Ray; GCR) の変調現象として、コロナ質量放出 (Coronal mass ejection; CME) に由来する現象と低速風に高速風が追いついた太陽風相互作用領域に由来する現象の2つが挙げられる。CME によるイベントは Forbush decrease (FD) と呼ばれる。太陽の自転と共回転する太陽風相互作用領域 (Co-rotating interaction region; CIR) によるイベントは、27 日間隔で再び発生する傾向があることから Recurrent storm 等と呼ばれている。

CME が FD を引き起こすメカニズムとして、(i) 惑星間空間衝撃波後方に乱れた磁場の構造が形成されることによって、その領域への GCR の侵入が妨げられること (shock 効果)、(ii) もともと銀河宇宙線密度がゼロであった太陽面上の閉じた磁場構造が、その内部に GCR が満たされる前に地球に到達すること (ejecta 効果) の2つの効果が提唱されている [Cane, 2000]。後者の ejecta 効果については Kuwabara et al. [2004] により、地上で観測された GCR 強度変動をよく再現するようなモデルが報告されている。いっぽう前者のメカニズムに関して、乱れた磁場構造が惑星間空間の GCR 密度にどのような影響を与え地上で観測される GCR 強度に変調を生み出すのかについて現在のところ未解明であり、物理モデルも確立されていない。

太陽風相互作用領域が GCR 強度変調を引き起こすメカニズムに関しても、太陽風構造との因果関係について解明されていない点が残されている。衛星観測で得られた GCR 強度減少が始まるタイミングと太陽風磁場構造との比較研究 [Richardson et al., 1996] によると、太陽風相互作用領域による変調メカニズムにおいても、FD と同様に太陽風中の乱れた磁場構造の存在が重要であることが示唆されている。しかしながら、必ずしも磁場の乱れた領域と強度減少の始まるタイミングが一致しないこと、変調の減少幅を何が決めるのか不明であるなどのいくつかの問題点が存在する。

そこで本研究では、これまでに未解決の問題である太陽風中の乱れた磁場構造が惑星間空間の銀河宇宙線密度分布にどのような変動を与えるかを明らかにすることを主目的に、地上 Muon 計ネットワークによって得られた GCR データの解析を行なった。地上での GCR 観測は衛星観測 (~ 1 GeV) に比べて、観測エネルギーが高い (~ 60 GeV) ことから衛星観測よりも大きな構造を捉えていると考えられる。

まず 2001 年から 2004 年にまでに得られたデータについて、強度減少イベント時の太陽風の状況を整理した。これまでの地上観測で問題となっていた CME と太陽風相互作用領域の区別は、太陽風速度・密度・flow angle の変動プロファイルを見ることと O7/O6 を用いる手法 [Richardson and Cane, 2003] を用いて行なった。その結果、強度減少イベント時の太陽風構造を (a) CME、(b) 太陽風相互作用領域において太陽風速度が低速から高速に上昇するとき、(c) 高速風、(d) 対応する明瞭な構造なし、の4つに分類することができた (a) CME と (b) 太陽風相互作用領域によるイベントのにおける GCR 強度減少のサイズと太陽風の各パラメータを比較したところ、これまでの研究結果に反して両者とも太陽風速度と有意な正の相関があることが分かった。今回の発表では、太陽風磁場の fluctuation を評価し比較した結果を併せて、GCR 強度の減少サイズを決める要因について報告する。また Kuwabara et al. [2004] によるモデルから求められる惑星間空間内の GCR 密度の減少領域が、どのような太陽風構造に対応するかを調査し報告する予定である。