

学位論文の審査結果の要旨

論文前半では、Global Muon Detector Network (GMDN)による観測データを用いて、太陽面爆発で発生後に地球に到来する惑星間空間衝撃波が、地球で観測される宇宙線強度を1日～10日間にわたって減少させる現象（フォーブッシュ減少）を解析している。太陽面爆発の太陽光球面上での発生時刻と位置が同定されている合計39事象を解析し、それらの事象に伴ってGMDNで観測された宇宙線密度及び密度勾配を重ね合わせるにより、衝撃波背後の宇宙線密度の空間分布を導いている。特に、観測された宇宙線密度及び密度勾配に、太陽面爆発の発生位置の経度・緯度に応じた非対称性が見られることを示し、それが宇宙線密度の空間分布に起因するものであることを明らかにした。また、GMDNに比べてより低エネルギー宇宙線に感度を持つ中性子計で観測された宇宙線密度も併せて解析し、宇宙線密度の空間分布のエネルギー依存性を導いている。

論文後半では、太陽活動と関連した宇宙線日変化異方性の11年及び22年周期変動を解析し、少なくとも年平均値の長周期変動に関しては、名古屋の単一宇宙線計で観測された結果とGMDNによる結果の間に良い一致が見られることを示した。この結果は、GMDNによる観測データが長周期変動の解析にも使え、従来行えなかったより詳細な解析に道を開くもので、この点からも重要な結果である。この研究でも中性子計で同期間に観測されたデータを併せて解析し、長周期変動のエネルギー依存性を導いている。

従来この分野の研究では観測された宇宙線密度の解析が主なものであったが、この論文では、宇宙線密度に加えて宇宙線密度勾配という新たな観測量を解析することにより、従来は得ることのできなかった宇宙天気現象の新たな側面を明らかにしている。本論文のこれらの内容は、世界的にも類を見ないネットワーク観測（GMDN）を用いて、宇宙線密度勾配という新たな側面から宇宙天気現象を解析したものであり、博士論文として十分な水準に達している。研究内容の口頭発表を聴き、発表後に質疑応答を行った結果、申請者の専門的知見、研究能力、英語読解能力も充分であると言える。公表論文その他の条件も審査基準の目安を満たしており、本論文が学位論文に相応しいものであると判断できる。

なお本論文は英語で書かれており、十分な国際的通用性を備えている。本論文の英文の完成度から言っても、申請者が十分な語学力を兼ね備えていると判断される。

以上のことから、審査の結果本論文が博士の学位論文として相応しいものであると判断された。

公表主要論文名

- **Masayoshi Kozai**, Kazuoki Munakata, Chihiro Kato, Takao Kuwabara, John W. Bieber, Paul Evenson, Marlos Rockenbach, Alisson Dal Lago, Nelson J. Schuch, Munetoshi Tokumaru, Marcus L. Duldig, John E. Humble, Ismail Sabbah, Hala K. Al Jassar, Madan M. Sharma, Jozsef Kóta, The spatial density gradient of galactic cosmic rays and its solar cycle variation observed with the Global Muon Detector Network, *Earth, Planets and Space*, **66**:151, 1-8 (2014).
- K. Munakata, **M. Kozai**, C. Kato, J. Kóta, Long-term variation of the solar diurnal anisotropy of galactic cosmic rays observed with the Nagoya multi-directional muon detector, *The Astrophysical Journal*, **791**:22, 1-16 (2014).
- M. Rockenbach, A. Dal Lago, N. J. Schuch, K. Munakata, T. Kuwabara, A. G. Oliveira, E. Echer, C. R. Braga, R. R. S. Mendonca, C. Kato, **M. Kozai**, M. Tokumaru, J. W. Bieber, P. Evenson, M. L. Duldig, J. E. Humble, H. K. Al Jassar, M. M. Sharma, I. Sabbah, Global Muon Detector Network used for space weather applications, *Space Science Reviews*, **182**, 1-18 (2014).