

論文審査の結果の要旨

氏名 奥村 暁

我々の銀河系において、100 MeV 以上のエネルギーをもつガンマ線が、銀河面全体から放射されていることが知られている。このようなガンマ線は、高エネルギー宇宙線と星間物質との衝突で生じた π^0 中間子の崩壊によるものと考えられている。従って、その詳細な観測により、銀河系における宇宙線の強度分布、星間物質の分布などについて、本質的情報を得ることができると期待される。本論文は、2008年に打ち上げられたフェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡を用いて、近傍巨大分子雲であるオリオン座分子雲を対象に、この問題に本格的に取り組んだものである。

本論文は7章から構成されている。第1章で研究の背景と目的について、第2章で宇宙線、星間物質、観測領域などの概要について、第3章で観測に用いたフェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡の装置について、それぞれ述べている。第4章で観測の概要と取得した生データについて触れた後、第5章と第6章でその本格的な解析・議論を行っている。第7章は結論である。

申請者は、まず、取得したガンマ線のスペクトルを調べ、それが宇宙線と星間物質の衝突で生じた π^0 中間子の崩壊によるものであることをシミュレーション結果と比較して結論している。銀河面からのガンマ線放射には GeV 領域に π^0 崩壊では説明できない超過が存在する可能性が過去の EGRET 衛星の観測で示唆されていたが、今回の観測ではそのような成分は存在しないことが確認できた。また、太陽系近傍と比べて、オリオン座分子雲では宇宙線強度がやや低い可能性を指摘した。その上で、オリオン座分子雲からのガンマ線放射分布を詳しく調べた。HI ガスによる寄与を周辺の HI 雲の情報をもとに差し引き、分子雲に由来する成分を取り出して、CO 分子の電波スペクトル線強度、可視減光度などと比較した。ガンマ線強度と CO 強度は概ねよい相関を示すが、相関の傾きがオリオン座分子雲内部の3つの領域で $\pm 20\%$ 程度有意に異なることが示された。特に、Orion A⁺と名付けた領域については、CO の強度の割にはガンマ線強度が顕著に強い。その理由として、CO 分子の電波スペクトル線強度が必ずしも分子雲質量を正確に反映しない可能性を指摘した。これまで CO 分子の電波スペクトル線強度は銀河系分子雲の質量のよい指標であると考えられ、多くの研究で用いられてきた。その際、強度と質量との間の比例係数としては一定の値が使われることが多かった。本論文の結果は、ガンマ線観測というまったく独立な手法により、その妥当性に限界があることを明確に示し、警鐘を鳴らしたもので、宇宙物理学において基本的重要性がある。さらに、本研究は、銀河系における宇宙線強度の分布の理解にとっても一里塚となる成果であり、大きな学術的意義と先進性がある。

本論文は、指導教員である牧島一夫教授、および SLAC の釜江常好教授との共同研究であるが、データ解析、議論、および論文執筆はすべて申請者が主体となって行ったものであり、申請者の寄与は十分であると判断する。従って、博士（理学）の学位を授与できると認める。