

論文審査の結果の要旨

氏名 内 山 泰 伸

本論文は9章からなり、第1章は研究内容の概説であり、第2章では銀河内での宇宙線の起源や衝撃波加速、及び放射過程の一般論について述べ、第3章は観測データを取得したX線衛星の観測装置について述べ、第4章、第5章では二つの超新星残骸近傍のフラットなエネルギースペクトルを示すX線源の発見についてそれぞれ述べ、第6章ではこれらのX線源の放射機構についての考察を行い、第7章では二つの超新星残骸のシンクロトロン放射とみられるX線放射の観測と、そこから示唆される高エネルギー電子の存在について述べ、第8章ではこのシンクロトロンX線放射の微細構造の衝撃波加速理論による解釈について議論し、第9章では以上の観測から得られた結論について述べている。また、付録では超新星残骸SN1006の「フィラメント」構造の詳細について記している。

荷電粒子が放射する電波・X線・ガンマ線を観測することにより、相対論的エネルギーにまで加速された高エネルギー荷電粒子が、大きなエネルギー密度を持って宇宙のあらゆる階層に存在していることが明らかになってきた。そのような高エネルギー粒子の代表的なものが地球に降り注ぐ宇宙線であり、銀河系の星間空間に存在する宇宙線のエネルギー密度は、ほぼ星間ガスの圧力に匹敵している。こうした宇宙線は、地上で観測される物理現象とは異なった様相を示す宇宙の高エネルギー現象のプロブとなるばかりではなく、銀河のエネルギー収支を理解する上で極めて重要である。そのため、宇宙線の生成機構の解明と加速領域の特定は、高エネルギー天文学における中心課題といえる。銀河系内の宇宙線の加速に関しては、超新星爆発によって星間空間に形成される強い衝撃波の関与が确实視されている。X線によるイメージとスペクトルの観測により、こうした衝撃波面の近傍で加速され、数GeVから100TeVという高いエネルギーを持つ粒子を探索することが可能である。

申請者は二つのX線衛星、ASCAとChandraによる超新星残骸の観測データ

を解析し、特に以下の二つの点で新しい結果を得た。

一つは非常にフラットなエネルギースペクトルを示し、GeV 以下の宇宙線の制動放射として解釈できる X 線源の発見である。第 4 章では γ Cyg、第 5 章では RX J1713.7-3946 とそれぞれ呼ばれる超新星残骸領域で見つかったこのような X 線源の観測について述べ、第 6 章の議論では、この特徴的なスペクトルを放射する GeV 以下の宇宙線のエネルギー収支について調べる新しい手段として用いることが可能であることを指摘している。

もう一つは、シンクロトロン放射の分布の詳細から、衝撃波での「加速領域」と「放射領域」を分離することにはじめて成功したことである。第 7 章では、TeV 領域のガンマ線が観測されており、高エネルギーまで粒子加速が起きていることが知られている超新星残骸として、RX J1713.7-3946 と SN1006 の Chandra 衛星による非熱的なシンクロトロン X 線放射の観測について述べている。第 8 章ではこれらの超新星残骸の X 線放射が示す微細構造（「フィラメント」と「プラトー」）がそれぞれ「加速領域」と「放射領域」に対応していると解釈し、特に前者の天体では、X 線の硬いスペクトルが高エネルギーまで伸びていることから、標準的な衝撃波加速理論で考えられるよりも加速時間が早いことが示唆されることを指摘している。

なお、本論文第 4 章は宇宙科学研究所・高橋忠幸、マックスプランク核物理学研究所・F.A. Aharonian、フランス・マリオン大学・J.R. Mattox との共同研究であり、第 5 章は 高橋忠幸、F.A. Aharonian との共同研究であるが、論文提出者が主体となって観測及び解析・解釈を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。