

自発的進化系研究

Investigations of Spontaneously Evolving Systems

代表研究者 牧島 一夫 (牧島宇宙放射線研究室)
MAKISHIMA, Kazuo (Cosmic Radiation Laboratory)

本研究課題は牧島宇宙放射線研究室を中心に、2005年度からの5年計画として推進されている。恒星は自発的にエントロピーを減少させ、エネルギー非等分配熱平衡から離れる向きに進化する。そこで本研究では、星を「自発的進化系」としてとらえ、星が誕生から死後にまでわたって示す多彩な活動を理解し、それらが宇宙や地球の環境に及ぼす影響を探るとともに、自発的に進化する系の特徴を読み取る。今年度は手段として、2005年7月10日に打ち上げられたX線衛星「すざく」などを用いた大気圏外からのX線観測を主軸とし、チベットでの太陽フレア中性子の探査、南極氷柱の化学分析、雷雲ガンマ線の検出など、地上での実験観測を併用した。また国際宇宙ステーション搭載 MAXI装置の打ち上げ準備や、将来に向けての技術開発も進めた。

1. 生きている星の活動性

研究担当者：牧島、寺田、加藤、高橋[恵]、江副^{*1}、土屋^{*2}(牧島宇宙放射線研究室)、霜田、山田(先端技術開発支援センター)

Chandra 衛星を用い、星形成領域から、広がった硬X線放射を検出することに成功した。強い星風が分子雲と衝突するさい粒子加速が置きているようである。「すざく」硬X線検出器のPINダイオードを用いた観測では、2006年12月5日のX9.0フレアのさい、微弱ながら即発中性子とおぼしき信号を得た。チベット高原で運用中の中性子モニターでは、引き続き太陽フレアに伴う即発中性子を探査した。国立極地研究所と協力して進めている、南極氷柱の硝酸イオン濃度の化学分析では、年代決定の精度向上に努めた。雷雲中の電場での粒子加速を追求するため、新潟県柏崎市の刈羽原子力発電所に小型放射線検出器を設置して観測を行なった結果、2007年1月7日に続き、同12月14日にも強い寒害に伴い、10 MeVまで達するガンマ線を約1分間にわたり検出に成功した。

2. 星の死に際のインパクト

研究担当者：牧島、玉川、平賀^{*1}、川原田^{*1}、千田^{*1}、五十嵐^{*2}(牧島宇宙放射線研究室)、望月(仁科センター櫻井RI物理研究室)、高橋[和](仁科センター応用研究グループ)

2000年10月に打ち上げられた *HETE-2* 衛星は、継続時間の長いバーストは大質量星がブラックホールに崩壊するさい発生し、短いガンマ線バーストは中性子星どうしの合体で発生する可能性を突き止め、大きな成果を得たが、2007年3月で運用を終えた。かわって今年度は「すざく」硬X線検出器のシールド部を用い、ガンマ線バーストのMeV帯スペクトルの研究を進めた。ガンマ線バーストに伴う即発可視光を地上から探査する広視野望遠鏡 *WIDGET* は、東大天文センター木曾観測所にて運用を続けた。

「すざく」による観測では、チョコ・ブラーエの超新星(1572年)の残骸から、クロムとマンガンのK-X線の検出に成功した。銀河団の観測では、高温ガス中の鉄やシリコンの分布に比べ、その発生源である銀河は、より銀河団の中心に集中することを確認した。これは銀河がガス中を運動するさい抵抗を受け、宇宙年齢かけて、重力ポテンシャルの中心に落ち込んできた結果であろう。

3. 星が爆発後に示す極限物理現象

研究担当者：牧島、三原、加藤、磯部^{*1}、大須賀^{*1}、杉崎^{*2}、小浜^{*3}(牧島宇宙放射線研究室)、香村(放射光科学センター石川X線干渉光学研究室)

「すざく」により、ブラックホール天体「はくちょう座X-1」の速い時間変動に伴う、コンプトン雲の物理状態の変化を追求した。活動銀河核の観測では、ガス吸収体の形状を推定し、中質量ブラックホール候補では、ブラックホール連星との類似性を強めた。中性子星に関しては、電子サイクロトロン共鳴の幅やプロファイルを精密に測定し、それらを説明する物理過程を考察した。

国際宇宙ステーション日本実験モジュール「きぼう」の曝露部に取り付けられる第一期装置の1つとして、全天X線監視装置(MAXI; Monitor of All-Sky X-ray Image)を完成させ、打ち上げ前の各種試験に供した。同装置は2009年度の初め、スペースシャトルで打ち上げの予定である。トムソン散乱型の硬X線偏光計、光電子追跡型のX線偏光計、X線CCDなどの開発も進め、「すざく」後継機である *NeXT* 衛星(2013年度に打ち上げを目指す)の準備も進めた。

*1: 基礎科学特別研究員

*2: 協力研究員

*3: 協力技術員

This research, to be conducted for 2005-2009, focuses on spontaneously evolving properties of stars. This year, we mainly used the *Suzaku* satellite, to monitor solar flares, to diagnose chemical abundances of cosmic hot plasmas, to probe into cosmic particle acceleration processes, to quantify hard X-ray continua from mass accreting black holes, and to measure the strong magnetic fields of neutron stars. Gamma-ray bursts were studied with *Suzaku*, and their prompt optical flashes were searched using a wide-field optical telescope called *WIDGET*. Analyzing ancient Antarctic ice cores, we obtained hints of the past solar activity cycles and historical supernova. We successfully detected gamma-ray emission up to 10 MeV from winter thunder clouds on two occasions in 2007, on January 7 and December 14. Our instrumentation activity includes the *MAXI* experiment to be onboard the International Space Station in 2009, and several types of X-ray polarimeters. We also prepared ourselves for the next-generation cosmic X-ray/gamma-ray mission, *NeXT* (New Exploration X-ray Telescope), aiming at launch in 2013.