

(続紙 1)

京都大学	博士（ 理学 ）	氏名	丸藤竜之介
論文題目	X-ray Study on the Activity History of Sagittarius A* by Three-dimensional View of the Galactic Center (銀河中心の 3 次元描像による射手座 A*の活動歴史の X 線研究)		
(論文内容の要旨)			
天の川銀河中心には、太陽質量の 400 万倍の巨大ブラックホール射手座 A*が存在している。射手座 A*現在の X 線光度は $L \sim 10^{33}$ erg/s であり、最大光度(Eddington 限界)より 10 桁も低い。射手座 A*周辺の高エネルギー現象を代表しているのは、6.4 keV(中性)と 6.7 keV(高電離)の 2 つの鉄輝線である。6.7 keV 輝線は、約 1 億度の高温プラズマからの放射であり、銀河中心の約 1000 光年の領域で対称的に広がっている。6.4 keV 輝線は、外部 X 線の入射と再放射で作られた巨大分子雲からの蛍光 X 線である(X 線反射星雲)。X 線反射星雲を照らすのに必要な光度が通常の太陽質量天体では出せないほど大きいので、外部照射源の候補は射手座 A*に絞られている。射手座 A*は過去に大爆発を起こしたと考えられている。しかし、射手座 A*の過去の活動内容(回数、時期、規模など)は不明であり、爆発の名残である X 線反射星雲の三次元(奥行)位置が定量解明の鍵である。			
すざく衛星の観測を用いて、銀河中心東西の X 線反射星雲(射手座 B、C、D、E 領域)から良質な X 線スペクトルを取得した。銀河中心高温プラズマの中に X 線反射星雲が存在しているので、雲の背後にあるプラズマ放射は吸収される。その放射量は雲の奥行き位置に依存する。これらの効果を考慮した三次元モデルを構築し、9 個の X 線反射星雲のスペクトルに対してフィッティングを行った。その結果、X 線反射星雲の奥行位置、6.4 keV 輝線強度、柱密度を求めた。スペクトル解析で求めた奥行位置と直接観測した二次元射影図を合わせて、銀河中 X 線反射星雲の三次元分布図を初めて作成した。次に、9 個の X 線反射星雲に対して、求めた三次元位置と距離、6.4 keV 輝線強度、柱密度の情報からそれぞれの雲が対応する射手座 A*の爆発時間と光度を計算した。最終的に、射手座 A*の過去における光度曲線を初めて再構築し、次のような活動歴史であったことを明らかにした。過去の約 600 年間において射手座 A*は、X 線光度が現在の約 100 万倍である $L \sim 10^{39}$ erg/s の活動期にいた。活動期では、短い(時間スケールが約 5 年)爆発が複数回連続的かつ突発的に起きていた。そして、活動期は最近の 100 年以内に終了した。			

(論文審査の結果の要旨)

X線天文衛星すざくは論文審査時点で最も優れたエネルギー分解能・有効面積と安定し低いバックグラウンドを備える。特に本論文の主要研究課題である鉄のK輝線を含む6 keV以上のエネルギー帯域の感度は他の観測装置に比べて高い性能を誇る。本論文ではこの優れた特徴を最大限に活用して、天の川銀河中心の巨大分子雲からのX線放射について観測研究を行い、以下の成果を挙げた。

天の川銀河中心におけるX線反射星雲(6.4 keV 中性鉄輝線を放射する分子雲)の奥行位置を定量的に求めるX線手法を初めて開発した。この手法を銀河中心東西の分子雲領域に適応し、複数のX線反射星雲の三次元分布図を作成した。X線解析で求めた三次元位置・距離の情報からそれぞれの雲が対応する射手座A*の爆発時間と光度を計算し、最終的に射手座A*の過去における光度曲線を初めて再構築した。次のような活動歴史であったことを解明した。約600年前から100年前までの射手座A*は、X線光度が現在の約100万倍である $L \sim 10^{39}$ erg/s という活動期にいて、連続的かつ突発的に短い爆発を起こしていた。

上記の研究成果は申請者が独創的な手法を用いて初めて明らかにした結果である。これらは物理学と観測装置の特性に対する深い知識と理解、天体現象に対する洞察力によってなしえたものであり、銀河の高エネルギー活動の観測的分岐点となることが確実な重要な結果である。得た結果の信頼性も高いと判断できる。

従って、本論文は博士(理学)の学位論文として十分な価値があると認める。また、平成25年1月17日論文内容とそれに関連した口頭試問を行った。その結果合格と認めた。

要旨公開可能日： 年 月 日以降