

氏名	坂野正明
学位(専攻分野)	博士(理学)
学位記番号	理博第2160号
学位授与の日付	平成12年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	理学研究科物理学・宇宙物理学専攻
学位論文題目	X-ray population of the Galactic Center region (我々の銀河系中心部のX線天体の種族)

論文調査委員 (主査) 教授 小山勝二 教授 笹尾 登 教授 西川公一郎

論文内容の要旨

銀河系の中心部は、宇宙における最も主要な興味の対象のひとつである。中でも我々の銀河系の中心部は、最も、かつ圧倒的に近い銀河中心であり、従って最も詳細な情報が得られることが期待される。その情報は、他の銀河系中心部では検出できない新しい現象や、新しいスタイルの定量的な研究を可能にするものを含むかも知れない。しかし、我々自身が銀河系の円盤部にいるために、我々の銀河系の中心(以下、単に銀河中心)部は、厚い星間吸収のベールに覆われ、その観測的研究はなかなか進んでいない。

3 keV以上のX線帯域(以下硬X線)は、可視光や赤外帯域に比べても1桁以上吸収の断面積が小さく、銀河中心までは透明である。加えて、X線は比較的単純な物理素過程によって放射/吸収されるため、その背景の物理に迫りやすい。さらに低エネルギーX線まで調べることによって、その吸収から天体までの距離の推定も可能かも知れない。よって、銀河中心領域の研究には理想的な帯域である。しかし、銀河中心領域は通常の星と同様、X線天体も集中しており、それを分離して観測するための硬X線撮像能力が不可欠である。これは過去の硬X線観測衛星では不可能であり、したがって現在までは同領域の最も明るい種族の天体についての限られた情報しかなかった。

申請者は、硬X線撮像能力を初めて備えたX線天文衛星「あすか」によって、銀河中心領域ではこれまでで最も高い空間分解能、S/N比及び、エネルギー分解能のデータを取得した。さらに、特に明るい点源を中心としたX線天体に着目し、その系統的な解析を行った。

申請者はまず、同領域に特有の複雑な構造を考慮した点源探査の手法を開発し、46個の点源を検出した。特に3 keV以上の帯域においては、今までより1桁以上低い検出限界を達成したことになる。その中で、13個の明るい点源に対し、ひとつひとつの詳細な解析を行い、その性質を調べた。特に2天体からはX線バースト、1天体からは周期変動、1天体からは特異な時間変動を検出した。また、X線スペクトルを巾関数で統一的な解析をおこない各々の天体のX線スペクトルの巾と吸収量とを見積もった。そこから、X線スペクトルの巾と種族との間により相関関係があることを見い出した。一方でいくつかの広がった天体についても解析し、新たに2個の超新星残骸候補を発見した。

続いて申請者は、個々の天体の距離を推定するために、各天体までの吸収量が何に依って決まっているかを調べた。結果、吸収量は、天体の種族にはほとんど依らず、第一に銀河面からの距離(銀緯の絶対値)に従って一様に減少する単純な関数として良く再現できることを発見した。一方、星間物質も銀河円盤上に集中して分布しているので、この相関は各天体までの吸収量は天体手前の星間物質の総量によって決まっていることを意味する。また、相関の傾向から大きく外れた天体がないこと、さらに一部のX線天体は実際に銀河中心付近に存在していることが分かっていることから、申請者は、これらX線天体は、特に銀河面に近いものについては全て銀河中心領域に存在すると結論した。これは同領域のX線天体の距離をX線バースト以外の手法で見積もった初めての結果である。申請者はさらに、吸収量の銀河円盤成分を差し引いて、銀河中心領域の星間物質分布をX線から初めて推定することに成功した。

この結果を用いて申請者は、もっと暗い天体について、その吸収量から各天体が銀河中心領域に存在しているかどうかを判定し、2, 3 個の天体は実際に銀河中心領域に存在している、と結論づけた。また、うち1天体からは周期変動を検出した。

申請者は、全ての明るい X 線天体が銀河中心領域に存在していることから、これらの X 線天体の密度と種族とを銀河系全体と比較した。その結果、銀河中心領域は天体の密度は高いが、大質量連星系（候補）が有意に少ないことを示した。その結果、銀河中心領域では近い過去には活発な星生成活動がなかったことを示唆した。

論文審査の結果の要旨

我々の銀河中心領域は、圧倒的に近いという意味で唯一の天体であり、従って一般的な銀河中心のサンプルとして、最も詳細な研究が可能である。その領域からの硬 X 線は星間吸収をほとんど受けない、また軟 X 線からは吸収量が直接検出できるなどの利点に気づき、X 線天文衛星「あすか」による広 X 線帯域の観測を提案、実行したことに申請者のすぐれた着想力と研究遂行能力が伺われる。

申請者は「あすか」による銀河中心領域のすべての観測データを生かし、その系統的解析を行った。検出された X 線天体の数はこれまでの最大数であり、かつエネルギー分解能および S/N 比においても過去最高品質のデータセットを構成している。これだけでも本論文の価値の高さを証明していると判断できる。

解析方法とその結果における申請者の功績はまず

- (1) 銀河中心領域について系統的な点源探査手法を開発し、46 個の大きなサンプルを得たこと
 - (2) 個々の X 線点源に関する今までで最も詳細な分光・時間変動解析からその性質を明らかにし、またいくつかの興味深い時間変動現象を発見したこと
 - (3) 明るい X 線点源に関してスペクトルの巾と種族との関係を導いたこと
- である。さらにその天体の距離を見積もるために、申請者は天体の吸収量が距離の指標として使うことを考え、
- (4) 明るい各天体の吸収量が銀河座標のよい関数になることを発見し、特にその相関のばらつきが少ないことからほぼ全ての明るい天体が実際に銀河中心領域に存在していることを初めて見出した。

さらに、

- (5) 得られた吸収量と銀河座標（特に銀緯）との相関を基に、相対的に暗い天体の距離を推定する（現象論的）関係式を導出し、また実際に適用した。

その結果、銀河中心領域に存在する天体と手前の天体とを区別することができた。そこで、

- (6) 銀河中心領域にある天体みのサンプルと銀河系全体とを比較し、銀河中心領域は天体の密度は高いが、大質量連星系は少ないという示唆を得た。これは、銀河中心領域の最近の星生成活動の欠如を表すものである。

これらはいずれも本論文の根幹をなす、重要な発見、知見であると判断できる。さらに申請者は(4)の X 線の吸収量と冷たい星間物質質量との関係に着目し、

- (7) 銀河中心領域の冷たい星間物質質量分布を、X 線の吸収量を用いた全く新しい方法で導いた。

このように、本申請論文は、「あすか」衛星を用いて取得した質の高いデータに対する集中的かつ系統的な解析によって、銀河中心領域の X 線天体の詳細な性質を明らかにしたものであり、個々の天体の性質に対して多くの新しい発見を含んでいるのみならず、その統計的性質にまで迫った。また、X 線の吸収量という新しい視点を採り入れ、吸収量が距離のよい指標になることを示した成果は、物理量決定の際のひとつの大きな不定性（距離）を排除したという意味で、意義深い。

一方、X 線から冷たい星間物質質量分布を導いたことは、銀河中心領域の研究にとどまらず、銀河系全般に対して同様の手法が適用できる可能性を示唆する重要な知見である。

よって、本申請論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。

主論文および参考論文に報告されている研究業績を中心として、これに関連した研究分野について口頭試問した結果、合格と認めた。