

論文審査の結果の要旨

氏名 柳田健之

太陽の2倍程度以下の質量の小質量星では表面での活発な対流活動によって磁気的な活動が誘起され、時間変動を含む、比較的高温(> 1 keV)のX線が放射される。一方、太陽の10倍以上の大質量星では表面には対流層は発達しないが、外縁部の放射層から吹き出す強い恒星風 (~ 1000 km/s)に伴うショック加熱によって、比較的低温(< 0.5 keV)なX線を定常的に放射する。しかし、これらの中間に位置する中質量星は、対流が弱いために磁場が弱く、また恒星風の速度も遅いため、X線放射は、観測できないくらいに弱い、と従来は考えられてきた。しかし、1990年代に、ROSAT 衛星による太陽近傍の中質量星の系統的な研究 (サンプル数74天体)により、magnetic Bp/Ap 型星や、中質量星が主星となっている Algol 型星のような特殊な中質量星は頻りにX線フレアを起こすこと、「あすか」衛星による16天体の観測により、若い中質量星である Herbig 型星は強いX線源であり、その強度は時間変動をも起こすことがわかった。しかし、これらの結果に対して、空間分解能の不足により近傍の若く活動的な小質量星からの放射を検出しているという、伴星説が提示され、実際に「あすか」で観測された強いX線を放射する中質量星のいくつかは、近年の高空間分解能観測によって、強いX線源の小質量星と弱いX線源の中質量星に分解された。

本論文で、論文提出者は、これまでで最高の空間分解能 (0.5秒角)を持つChandra衛星を用いて、若い中質量星の大量サンプルを系統的に調べた。すなわち、76個の星形成領域の観測データを解析し、その視野内に存在し、可視光の観測から中質量星であることがわかっている812個の天体の中の約40%からX線を検出した。このような大量のサンプルを扱ったのは史上初めてのことである。

本論文は、8章と5つのAppendicesからなる。第1章ではイントロダクションとして論文全体の流れを記述し、2章でこれまでの太陽を含む星からのX線放射についてレビューしている。3章は、本論文で用いた観測装置であるChandra衛星についての記述である。第4章では観測データからX線天体を抽出し、サブミリ波および可視光の観測データとの比較を行い、中質量星からのX線を検出するまでを記述している。続く第5章、第6章では、X線の検出された347個の中質量星のデータについて時間変動とX線スペクトルの解析を行っている。最後の第7章では、得られた結果を議論し、磁気的な総合作用によることを仮定した解釈もおこなっている。

本論文で検出されたX線は、小質量伴星で説明するには1桁から2桁以上強く、しかも、検出された星の数も伴星で説明するには多すぎる。このことから、多く (約40%) の若い中質量星が、間違いなく強いX線を放射することが結論される。時間変動とX線スペクトルの研究から、太陽フレアとよく似た時間変動を示す星があり、その

数はX線が検出された中の1/4程度であると考えて矛盾がないこと、X線は温度1keV程度の高温プラズマからの熱的放射スペクトルを持つこともわかった。これらは、磁気的な相互作用により、プラズマ加熱が起こり、X線が放射されている事を示唆する。論文提出者は、その仮定のもとで、さらに磁場の強さと磁気ループの幾何学的な長さを求め、これからX線放射は星周円盤および連星系にともなう磁気的な相互作用による可能性が高いことを結論した。

以上の本論文の結果は、進化の初期段階にある中質量星と、その周辺環境の理解に重要、かつ新しい成果である。したがって、本論文は宇宙物理学の研究として新規性に富みかつ十分に意義の大きなものであり、研究内容とその結果は博士（理学）の学位に相応しいものである。

また、本論文の研究は、牧島教授との共同研究であるが、大量かつ系統的なデータ処理から、得られた結果の解釈にいたるまで、論文提出者が主体となって行ったことを確認している。このため、論文提出者の主体性と寄与は博士論文として認めるのに十分であると判断する。

したがって、本論文提出者に博士（理学）の学位を授与できると認める。