The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	X-Ray Studies of Evolved Supernova Remnants
Author(s)	勝田, 哲
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48773
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏　　名　勝　田　　哲（かつだ さとる）

博士の専攻分野の名称　博　士（理　学）

学　位　記　番　号　第　２１７８６　号

学位授与年月日　平成 20 年３月 25 日

学位授与の要件　学位規則第４条第１項該当

理学研究科宇宙地球科学専攻

学　位　論　文　名　X-Ray Studies of Evolved Supernova Remnants
（年老いた超新星残骸のＸ線による研究）

論文審査委員　（主査）
教　授　常深　　博

（副査）
教　授　松田　准一　　教　授　能町　正治　　准教授　森　　浩二
准教授　林田　　清

論　文　内　容　の　要　旨

全天で最も明るい年老いた超新星残骸（SNR）、Vela、Puppis A、Cygnus Loop のＸ線による研究結果を報告する。

Vela SNR の周りには、恒星の破片（爆発噴出物）と考えられている天体が６つある（破片 A-F ; Aschenbach et al. 1995）。我々は破片 A、D、E を XMM-Newton 衛星によって観測し、X 線スペクトルの解析を行った。その結果、解析した全ての破片で重元素間の相対組成比が太陽組成比と大きく異なっていた。すなわち、破片 A では、Si/O が太陽組成比と比較して～10 倍、破片 D では O/Fe、Ne/Fe、Mg/Fe がそれぞれ～５、～10、～10 倍、破片 E では Ne/Fe が～５倍であった。このことは破片 A、D、E が真に恒星の破片であることを強く支持する結果となった。

Puppis A SNR は XMM-Newton 衛星による５回の観測でその X 線放射領域ほぼ全体が観測された。我々は全ての XMM-Newton データを使って O、Ne、Mg、Si、S、Fe 元素からの輝線について等価幅分布図を作成した。その結果、Fe 以外の全ての元素について、等価幅が強調された領域、すなわちその元素が豊富な爆発噴出物の痕跡を発見した。Si と S 元素については、北東部分にのみ爆発噴出物の痕跡が残っていたことから、我々はこれらの元素は爆発時に非対称に噴出したと考えた。さらに我々は Puppis A 北東領域に、青方偏移した輝線を持つ爆発噴出物の塊を発見した。一方で近年、超新星爆発の後中心に残った中性子星は高速で南西に向かって動いていることが測定された（e.g., Winkler & Petre 2007）。このことから、今回我々が発見した北東領域の爆発噴出物は、超新星爆発時に中性子星に蹴り飛ばされた反跳物質ではないかと推測した。

我々は Cygnus Loop SNR を北東端から南西端にかけて、すざく衛星で 11 点、XMM-Newton 衛星で７点、Chandra 衛星で２点観測した。すざく衛星の低エネルギー側の高い感度によって、初めてこの天体から C、N の輝線を検出することに成功した。空間的に分離した詳細なスペクトル解析から、高温（～0.5 keV）で重元素が豊富な（爆発噴出物起源と考えられる）プラズマが、低温（～0.2 keV）の重元素が少ない（爆発噴出物によって掃き集められた）プラズマに取り囲まれて、この残骸中に大きく広がっていることが判った。Si、S、Fe の爆発噴出物は南部に北部の２倍程度偏って分布することが判った。さらに我々は、掃き集めた物質が支配的に放射する北東端領域で、重元素組成比の非一様を発見した。すなわち、衝撃波面直後の一部の領域で、重元素の絶対量（水素に対する量）が太陽組成比とファクター２で一致していたが、北東端領域の残り全ての領域では、太陽組成比の 1/5 程度しか無かった。我々は

測定した重元素組成比から判断して、重元素組成比の比較的高いプラズマは星間物質起源と考えた。一方で、北東端領域の大半を占める重元素組成比の低いプラズマの起源については決定的な答えが得られなかった。

論文審査の結果の要旨

勝田君は、「X-Ray Studies of Evolved Supernova Remnants」というタイトルで論文を執筆し、公聴会で発表した。そこでは、Vela SNR、Puppis A、Cygnus Loop という進化した超新星残骸の観測結果に基づきそれらを研究した。

Vela SNR の周りには、恒星の破片（爆発噴出物）と考えられている天体が６つ知られている（破片 A-F；Aschenbach et al. 1995）。我々は破片 A、D、E を XMM-Newton 衛星によって観測し、X 線スペクトルの解析を行った。その結果、解析した全ての破片で重元素間の相対組成比が太陽組成比と大きく異なっていた。すなわち、破片 A では、Si/O が太陽組成比と比較して～10 倍、破片 D では O/Fe、Ne/Fe、Mg/Fe がそれぞれ～５、～10、～10 倍、破片 E では Ne/Fe が～５倍であった。このことは破片 A、D、E が真に恒星の破片であることを強く支持する結果となった。

Puppis A SNR は XMM-Newton 衛星による５回の観測でその X 線放射領域ほぼ全体が観測された。我々は全ての XMM-Newton データを使って O、NO、Mg、Si、S、Fe 元素からの輝線について等価幅分布図を作成した。その結果、Fe 以外の全ての元素について、等価幅が強調された領域、すなわちその元素が豊富な爆発噴出物の痕跡を発見した。Si と S については、北東部分にのみ爆発噴出物の痕跡が残っていたことから、我々はこれらの元素は爆発時に非対称に噴出したものと考えた。さらに我々は Puppis A 北東領域に、青方偏移した輝線を持つ爆発噴出物の塊を発見した。一方で近年、超新星爆発の後中心に残った中性子星は、高速で南西に向かって動いていることが測定されている（e.g., Winkler & Petre 2007）。このことから、今回我々が発見した北東領域の爆発噴出物は、超新星爆発時に中性子星に蹴り飛ばされた反跳物質であろうと思われる。

我々は Cygnus Loop SNR を北東端から南西端にかけて、すざく衛星で 11 点、XMM-Newton 衛星で７点、Chandra 衛星で２点観測した。すざく衛星の低エネルギー側の高い感度によって、初めてこの天体から C、N の輝線を検出することに成功した。空間的に分離した詳細なスペクトル解析から、高温（～0.5 keV）で重元素が豊富な（爆発噴出物起源と考えられる）プラズマが、低温（～0.2 keV）の重元素が少ない（爆発噴出物によって掃き集められた）プラズマに取り囲まれて、この残骸中に大きく広がっていることが判った。Si、S、Fe の爆発噴出物は南部に北部の２倍程度偏って分布することが判った。さらに我々は、掃き集めた物質が支配的に放射する北東端領域で、重元素組成比の非一様を発見した。すなわち、衝撃波面直後の一部の領域で、重元素の絶対量（水素に対する量）が太陽組成比とファクター２で一致していたが、北東端領域の残り全ての領域では、太陽組成比の 1/5 程度しかなかった。我々は測定した重元素組成比から判断して、重元素組成比の比較的高いプラズマは星間物質起源と考えた。これに対して、北東端領域の大半を占める重元素組成比の低いプラズマの起源については決定的な答えが得られなかった。

以上のように、進化した超新星残骸中にも噴出物の塊が多くあることを発見し、爆発の非対称性なども観測データを基にして明らかにした。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。