

# 日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2014年06月10日採択

申請者氏名	佐藤寿紀 (会員番号 6125)
連絡先住所	〒 192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1
所属機関	首都大学東京
職あるいは学年	M2
任期 (再任昇格条件)	
渡航目的	研究集会での口頭発表
講演・観測・研究題目	Time variation of Cassiopeia A and a new evidence of the variation
渡航先 (期間)	ロシア・モスクワ (2013年8月1日～8月10日)

今回、私は2014年8月2日からロシア・モスクワで開催された、“THE 40TH COSPAR SCIENTIFIC ASSEMBLY”に早川基金を利用して参加した。本会議は、宇宙科学系の国際学会でも最大規模のもので、さまざまな研究分野における発表がなされていた。そして、特に私は超新星残骸 (SNR) における研究成果について、“Time variation of Cassiopeia A and a new evidence of the variation”と題し、20分間の口頭発表を行った。

本研究は、銀河系内の超新星残骸 Cassiopeia A の時間進化を追うことで、非熱的放射 (宇宙線電子によるシンクロトロン放射) が卓越する硬 X 線 (15-40 keV 帯域) と熱的 X 線の時間変動を同時に調査した結果である。これまで、数百～数千歳の SNR は我々の観測タイムスケールでの時間進化はしないと考えられていた。しかし、近年いくつかの天体で数年スケールの変動が検出された事で、SNR の劇的な進化が明らかになりつつある (Uchiyama et al. 2007 & 2008, Patnaude et al. 2009 & 2011)。特に、本研究の研究対象である Cassiopeia A は、これまで ASCA 衛星のキャリブレーションターゲットとして用いられるなど、静的な現象・天体としての認識が通常であった。しかしながら、近年では *Chandra* 衛星のモニタリング観測で、約 10 年で一割ほど減光している事が明らかになり、爆発から 300 年以上たった今でも、劇的な進化を遂げている事がわかりはじめている (Patnaude et al. 2011)。

この Cassiopeia A の時間変動は、低エネルギー X 線帯域 (1-3 keV) ではみられず、高エネルギー X 線帯域 (4.2-6.0 keV) の連続成分のみで確認されていた。そして、その減光原因としては、宇宙線電子由来の非熱的 X 線放射であると考えられている。宇宙線電子は、SNR の衝撃波面でフェルミ加速によって 100 TeV ほどまで加速されると考えられている。この時、ショック面が減速すると、電子に与えられる運動エネルギーも減少し、結果として非熱的放射も減光する。先行研究では、この減光から減速は 30-70 km/s であると見積もられている。しかしながら、実際の Cassiopeia A のショック面の proper motion から導き出される減速は 5 km/s 程度であり相違がある (DeLaney & Rudnick 2003, Patnaude et al. 2009)。加えて、この 4.2-6.0 keV の連続成分は、非熱的 X 線のみならず、熱的 X 線成分も混在していると考えられている。Helder et al. 2008 では、おおよそ半分はその熱

的成分で説明できる事が示されている。つまり、4.2-6.0 keV の時間変動は必ずしも、非熱的放射が原因である訳ではない。以上の点から我々は、この Cassiopeia A における時間変動の要因として熱的成分も候補としてあがるのではないかと考えた。

本研究では、先行研究と同じ 4.2-6.0 keV band の時間変動を調査すると共に、*Suzaku* 衛星の硬 X 線検出器 HXD を用いた 15-40 keV の硬 X 線帯域、また 6.6 keV 程度に存在する鉄輝線を用いる事で、熱的・非熱的 X 線の時間変動を同時に調査した。15-40 keV band のほとんどは非熱的放射と考えられているため (Maeda et al. 2009)、この解析によって初めて、両成分の時間変動を調査できる。結果として、観測精度の問題で、硬 X 線領域では信頼の高い精度での観測ができなかったものの、4.2-6.0 keV band と同時に鉄輝線強度も落ちている事を世界で初めて発見した。この変動率は、連続成分とほぼ一致し、変動成分として熱的 X 線が有力となった。しかし現状としては、熱的 X 線が暗くなるためのプロセスや非熱的成分との変動の切り分けができておらず、はっきりとした結論まで導けていない。

国際学会の発表では、その熱的・非熱的成分の切り分けに関してご指摘をもらったり、おおくの議論をかわす事ができた。また、会議では NuSTAR 衛星によるこの Cassiopeia A の硬 X 線イメージも発表されており、熱的・非熱的の分布の違いが示された。このイメージを用いる事ができれば、非熱的・熱的 X 線がそれぞれ優勢の領域に分けた時間変動解析も可能となるため、本研究の結論へ近づくかもしれない。このようなアイデアを得る事ができたのも、多くの議論を交わせたことも今回、早川基金を利用させて頂いたおかげである。ここに日本天文学会 早川幸男基金への感謝を申し上げる。