

【本件リリース先】

文部科学記者会、科学記者会、
広島大学関係報道機関



NEWS RELEASE

平成30年6月29日

本件の報道解禁につきましては、平成30年
7月3日(火)0時以降(日本時間)にお願い
いたします。

国立大学法人 広島大学
アメリカNASAゴダード宇宙飛行センター

記者説明会（7月2日 13時・東京）のご案内

銀河系最大級の連星が太陽フレアの1万倍以上の高エネルギー粒子
を撒き散らしている様子を世界で初めて観測！
～定期的な宇宙線粒子加速メカニズムを硬X線で初めて捉えた～

【本研究成果のポイント】

- ・銀河系で最大級（太陽質量の90倍と30倍の恒星）の連星「りゅうこつ座エータ星」を、1-5万電子ボルトの極めてエネルギーの高い（波長の短い）X線（硬X線^{注1}）で、複数回にわたって撮像・分光観測しました。
- ・この結果、お互いの恒星から吹き出す星風（陽子や電子といった荷電粒子の流れ）が激しく衝突した際に、その粒子の一部がほぼ光速まで加速されることを、硬X線で高い精度で観測して初めて明らかにしました。この活動は、5.5年周期の連星の公転運動に伴って変動しており、「りゅうこつ座エータ星」は定期的に粒子をほぼ光速まで加速して宇宙空間に撒き散らす新種の宇宙線^{注2}源であると分かりました。
- ・今後は、「りゅうこつ座エータ星」や、その他の大質量の連星を硬X線で観測することで、このような機構で加速された粒子が、どれくらい地球に宇宙線として降り注ぐのか明らかにできると期待されます。また粒子が宇宙空間でどのように加速されるのか、その物理機構を理解するのに役立つと思われます。
- ・今回の成果は、広島大学も参画するフェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡で得られた兆候を、現在、世界で唯一の硬X線の撮像能力をもつアメリカの観測衛星NuSTARを利用することで決定づけられました。

【概要】

このたび、広島大学大学院理学研究科の高橋弘充助教、アメリカNASAゴダード宇宙飛行センターの濱口健二研究員ら、日本とアメリカ他の国際共同研究グループは、銀河系で最大級の質量の連星「りゅうこつ座エータ星」を、硬X線で4年間にわたって複数回観測しました。利用したのは、1万電子ボルト以上の硬X線を集光できる望遠鏡を初めて搭載したNuSTAR衛星です。この衛星は現在唯一、硬X線での高解像度な撮像観測を行えます。

8年前の我々のフェルミ・ガンマ線衛星のデータ解析により、強力なガンマ線が「りゅうこつ座エータ星」付近から到来していることが分かりました。そのようなガンマ線を放射するには、ほぼ光速まで加速された超高エネルギーの粒子が必要です。しかしそのような粒子を作り出す極めて激しい活動現象は、「りゅうこつ座エータ星」のような普通の星（ブラックホールや中性子星といった高エネルギー天体ではなく）では予期されていませんでした。フェルミ衛星はガンマ線の飛んで来る方向をさほど精度良く（数分角程度でしか）決められないため、近くに知られていない高エネルギー

天体が隠れている可能性があります。今回のNuSTAR衛星の観測では、同じ高エネルギー粒子からの硬X線波長域での放射を見つけ、その硬X線が「りゅうこつ座エータ星」から来ていることを極めて高い位置精度（5秒角以内、フェルミ衛星の数十倍高精度）で突き止めました。

NuSTAR衛星は更に、硬X線の強度変動を高い精度で測定（測光）できます。我々は「りゅうこつ座エータ星」を2014年から4年間にわたって継続的に観測し、連星がお互いに近づくタイミング（彗星が何十年かおきに太陽に近づくのと同様）で、硬X線の強度が数ヶ月間急激に弱まる現象を発見しました。これは、超高エネルギー粒子が連星間の相互作用で出来ている事を明確に示しています。

大質量の星は、陽子や電子といった荷電粒子を、風のように高速に吹き出します（星風、太陽の場合の太陽風）。大質量星が連星を成す場合、お互いから吹き出す星風は中間で激しく衝突し、衝撃波を定常的に形成します。星風中の粒子の一部は、この衝撃波によって加速するかもしれないと考えられてきました。今回の観測は、この機構が「りゅうこつ座エータ星」で実際に働いて粒子がほぼ光速まで加速され、星から外の宇宙空間に撒き散らされている事を明らかにしました。

地球の周りには、宇宙線と呼ばれる粒子がほぼ光速で飛び交います。宇宙線は、宇宙飛行士や飛行機のパイロットの被曝の原因や、自然現象として雲の発生の要因にもなるため、どこでどのように作られるのかは宇宙物理学の重要な問題の一つと考えられています。宇宙線は陽子や電子といった荷電粒子のため、飛ぶ方向が宇宙空間に漂う磁場で曲げられてしまい、個々の粒子の飛来方向を地球で測っても、それらがもともとどの天体からやって来たのかわかりません。一方で、硬X線やガンマ線を含む電磁波は磁場の影響を受けない事から、「りゅうこつ座エータ星」が宇宙線粒子の生成箇所と特定できました。今後、「りゅうこつ座エータ星」や、これに似た連星をNuSTAR衛星で更に観測することで、恒星の連星が宇宙線をどれだけ作り出しているのか、また恒星の星風どうしの相互作用でどのように高エネルギー粒子の加速が行われるのかなどの理解が進むと期待されます。

本研究成果は、ロンドン時間の2018年7月2日（月）16時（日本時間：2018年7月3日0時）に英国科学誌「Nature Astronomy」（オンライン版）で公開されます。

本研究成果につきまして、下記のとおり、記者説明会を開催しご説明いたします。ご多忙とは存じますが、是非ご参加いただきたく、ご案内申し上げます。

記

日 時：平成30年7月2日（月） 13時00分 ～ 14時00分

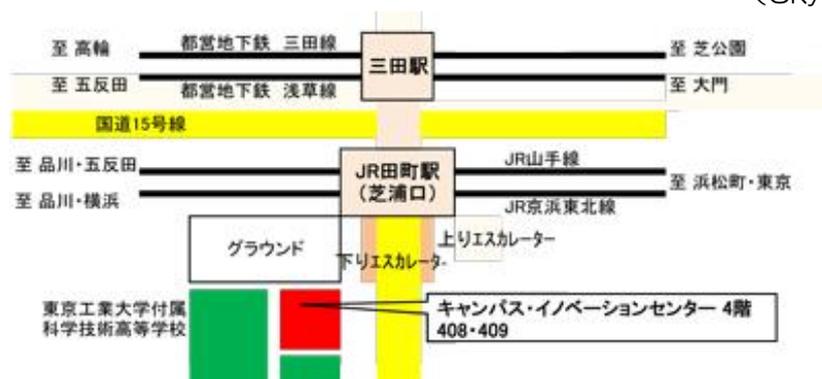
場 所：キャンパス・イノベーションセンター4階 408号室

（広島大学東京オフィス 同センター4階 TEL: 03-5440-9065）

出席者：広島大学大学院理学研究科 助教 高橋 弘充

アメリカ NASA ゴダード宇宙飛行センター 研究員 濱口 健二

（Skypeによる出席）

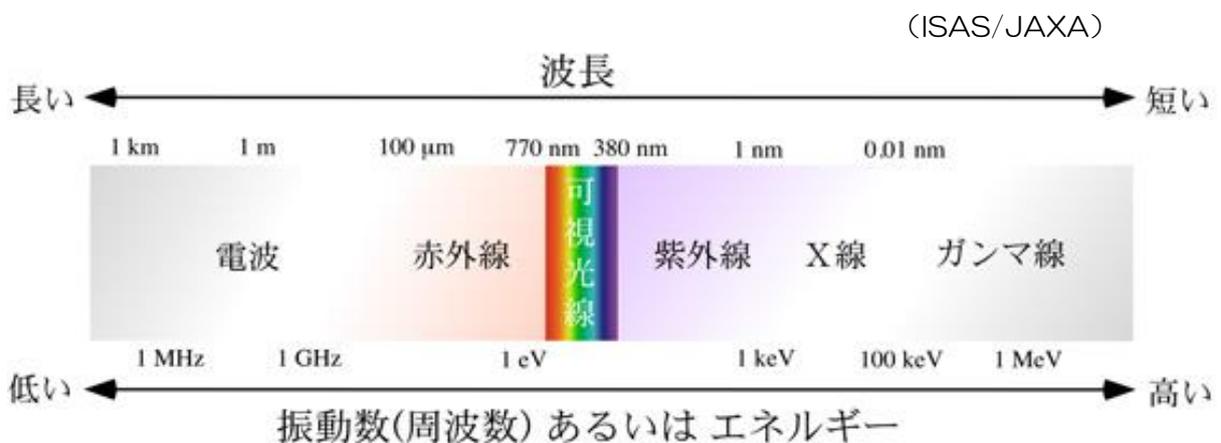


【論文情報】

- 掲載雑誌：Nature Astronomy
- URL: <http://dx.doi.org/10.1038/s41550-018-0505-1>
- DOI 番号：10.1038/s41550-018-0505-1
- 論文題目：“Non-thermal X-rays from colliding wind shock acceleration in the massive binary Eta Carinae”
(大質量連星「りゅうこつ座エータ星」における星風衝突による衝撃波加速で生じた非熱的なX線放射の検出)
- 著者：Kenji Hamaguchi, Michael F. Corcoran, Julian M. Pittard, Neetika Sharma, Hiromitsu Takahashi, Christopher M. P. Russell, Brian W. Grefenstette, Daniel R. Wik, Theodore R. Gull, Noel D. Richardson, Thomas I. Madura, & Anthony F. J. Moffat

【参考資料】

注1) 硬X線：X線とガンマ線の間エネルギーをもつ電磁波。



注2) 宇宙線：宇宙から地球にほぼ光速で降り注ぐ粒子（陽子・電子など）

地球に降り注ぐ高エネルギー粒子は目には見えませんがその数は大量であり、1秒間に数100粒子も我々の体を突き抜けています。DNA損傷により生物の進化に寄与した可能性や、日々の雲の発生にも関係していると考えられています。

宇宙線は100年以上前に発見され、高エネルギー粒子が太陽系外から到来していることが分かっています。しかし、これらの粒子は宇宙空間の磁場で方向を曲げられてしまうため、その起源やどのように光速に近い高エネルギーまで加速されたかなど未だに多くの謎が残っています。



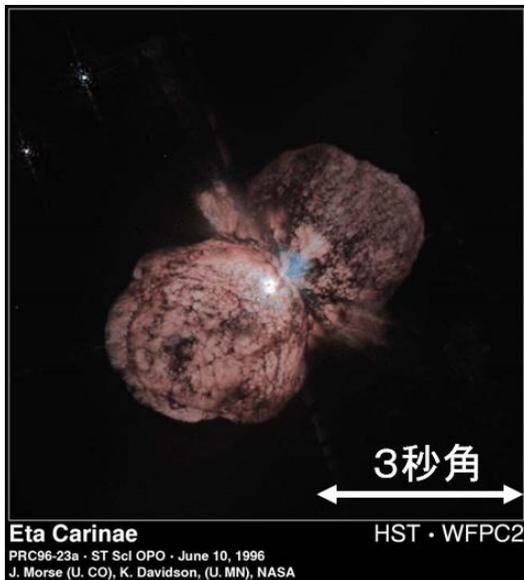
(環境科学技術研究所より)

注3) 太陽の質量の90倍と30倍の恒星の連星「りゅうこつ座エータ星」:

我々の銀河系で最大級の連星で、地球から約7500光年の距離にあります。星の進化の末期(つまり老年期)にあたり、いつ超新星爆発を起こすのかと話題にされます。ハッブル望遠鏡でこの星をみると、普通の星とは違い、ダンベル状の塊が星の周辺を覆っています。この星は1840年代に大爆発を起こして全天で2番目に明るい星になりましたが、その爆発で飛び出した物質が現在このように周りを覆い隠しているのだと考えられています。中心部に連星(太陽の質量の90倍と30倍の恒星)がある事は、ここ20年ほどの集中的な観測で明らかになりました。

お互いの恒星から流れ出る星風(太陽における太陽風)が激しく衝突することにより、光速に近い速度をもつ高エネルギー粒子が生成されていることが、今回の研究により明らかになりました。この高エネルギー粒子から、硬X線やガンマ線が放射されていると考えられます。

「りゅうこつ座エータ星」可視光
ハッブル宇宙望遠鏡 (NASA より)

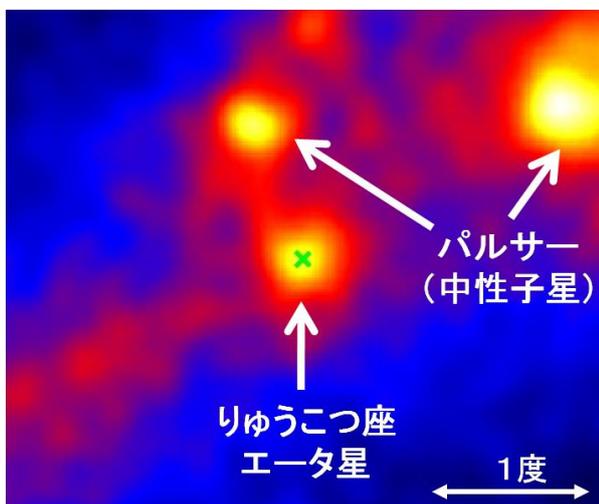


「りゅうこつ座エータ星」の想像図
(NASA より)

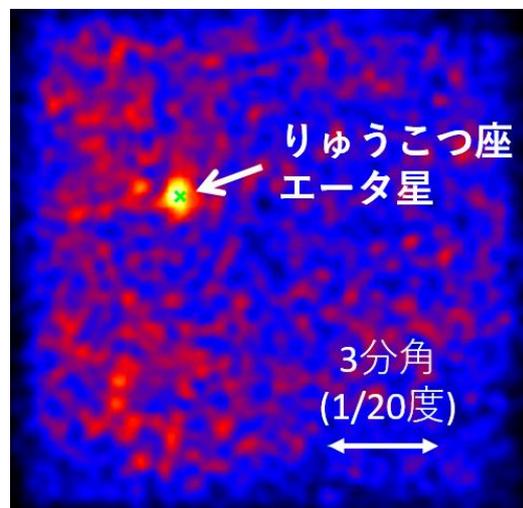


注4) 「りゅうこつ座エータ星」からのガンマ線と硬X線放射の画像:

ガンマ線 (フェルミ衛星)



硬X線 (NuSTAR 衛星)



左図: 従来の我々の研究から、ガンマ線を放射する天体が「りゅうこつ座エータ星」の方向に存在することは分かっていました。しかし、その角度分解能は数分角(1分

角は 1/60 度) と粗いものでした。

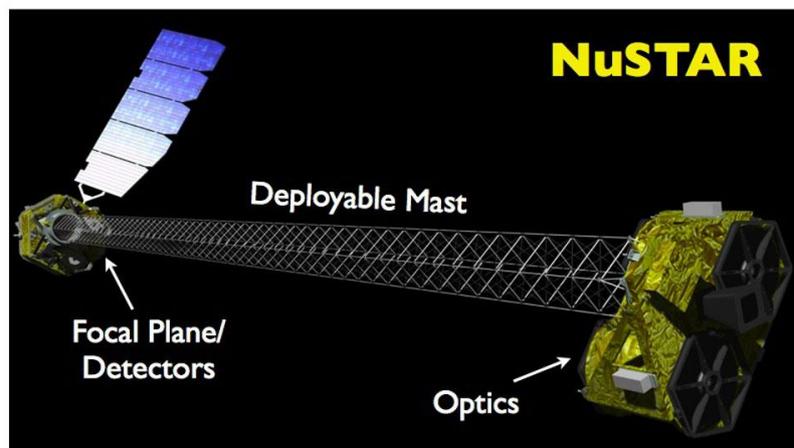
右図：今回得られた硬 X 線の撮像画像。硬 X 線を放射する天体が「りゅうこつ座エータ星」と 5 秒角以内 (1 秒角は 1/60 分角 = 1/3600 度) で一致していることを明らかにすることができました。

硬 X 線からガンマ線の高エネルギー放射がスムーズにつながっていることから、ガンマ線も硬 X 線と同一の天体「りゅうこつ座エータ星」が起源と考えられます。

注 5) アメリカ NuSTAR 衛星：

2012 年に打ち上げられた硬 X 線帯域での撮像を世界で初めて実現した観測衛星。多層膜スーパーミラーを利用することで、従来の X 線望遠鏡では集光できなかった 1-8 万電子ボルトの硬 X 線の画像が撮れます。

日本の「ひとみ」衛星の硬 X 線撮像検出器でも同等の性能が実現されていました。



(NASA より)

【内容に関するお問い合わせ先】

広島大学

大学院理学研究科 物理科学専攻 助 教

高橋 弘充 (タカハシ ヒロミツ)

〒739-8526 広島県東広島市鏡山 1-3-1

Tel : 082-424-7379 (もしくは-7378、-7380)

FAX : 082-424-0717

E-mail : hriotaka@astro.hiroshima-u.ac.jp

NASA ゴダード宇宙飛行センター 研究員

濱口 健二 (ハマグチ ケンジ)

E-mail : kenji.hamaguchi@nasa.gov

【報道 (記者説明会) に関するお問い合わせ先】

広島大学 財務・総務室広報部広報グループ

担当：坂本 晃一 (サカモト コウイチ)

〒739-8511 広島県東広島市鏡山 1-3-2

Tel : 082-424-6762 Fax : 082-424-6040

E-mail : koho@office.hiroshima-u.ac.jp

【FAX返信用紙】

Fax：082-424-6040

広島大学財務・総務室広報部広報グループ 行

記者説明会（7月2日 13時・東京）のご案内

銀河系最大級の連星が太陽フレアの1万倍以上の高エネルギー粒子を撒き散らしている様子を世界で初めて観測！
～定期的な宇宙線粒子加速メカニズムを硬X線で初めて捉えた～

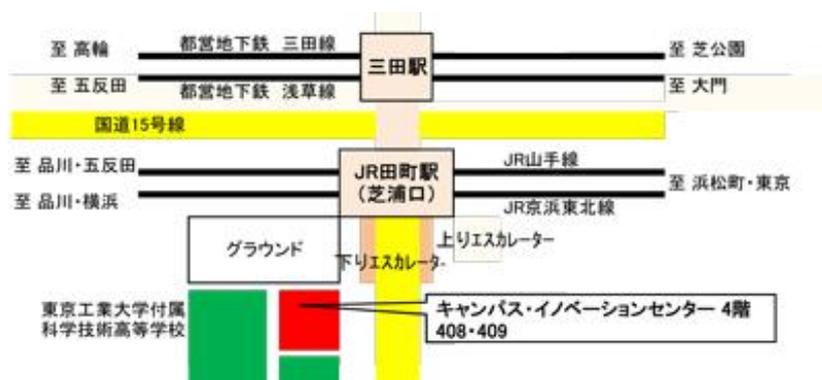
日 時：平成30年7月2日（月） 13時00分 ～ 14時00分

場 所：キャンパス・イノベーションセンター4階 408号室

（広島大学東京オフィス 同センター4階 TEL: 03-5440-9065）

出席者：広島大学大学院理学研究科 助教 高橋 弘充

アメリカNASAゴダード宇宙飛行センター 研究員 濱口 健二
（Skypeによる出席）



ご出席

ご欠席

貴社名 _____

部署名 _____

ご芳名 _____ (計 名)

電話番号 _____

※お手数ですが準備の都合上、出席予定の報道機関の方は上記にご記入頂き、
7月2日（月）10：00までにご連絡ください。

発信枚数：A4版 6枚（本票含む）