"Gamma-ray Emission Concurrent with the Nova in the Symbiotic Binary V407 Cygni" Fermi-LAT Collaboration の記者発表資料

日本人アマチュアが発見した新星から新星爆発に伴なうガンマ線を初めて検出

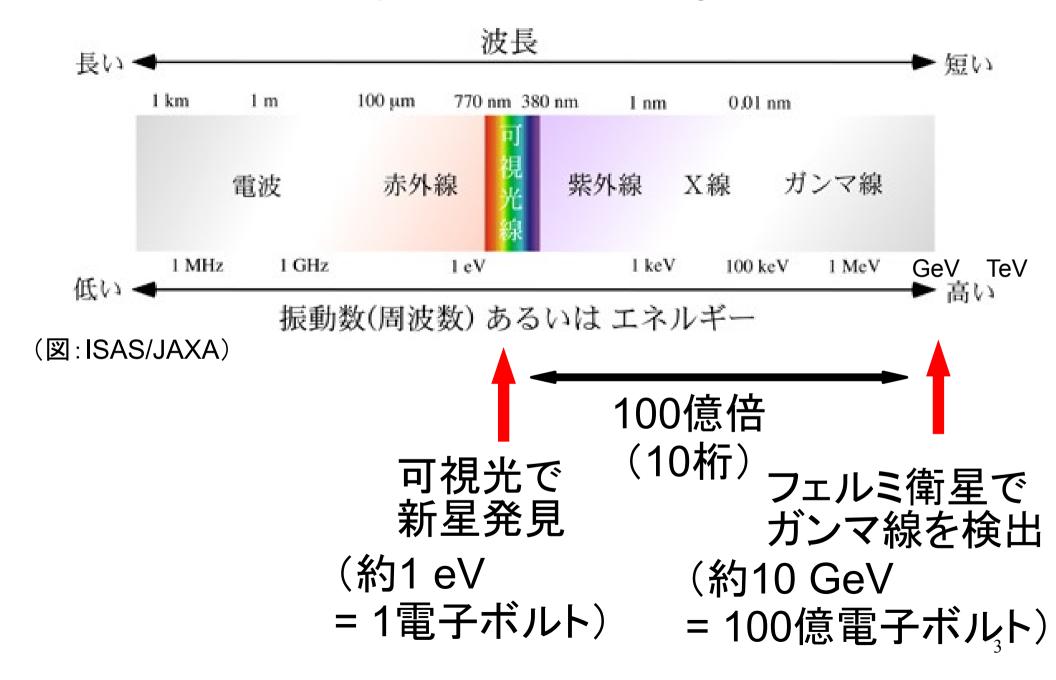
前原裕之(京都大学理学研究科附属天文台) 高橋弘充(広島大学 宇宙科学センター) 西山浩一 椛島冨士夫 はくちょう座V407観測チーム

- これまで新星爆発にともなって高エネルギーガンマ線が検出されたことはなく、そのような放射を出すメカニズムも予想されていなかった。
- 日本のアマチュア観測家が発見した新星「はくちょう座V407」から、最高で約100億電子ボルトもの高いエネルギーをもつガンマ線が検出され、新星が新種のガンマ線天体であることが初めて明らかとなった。

概要

- 可視光とガンマ線
- 連星系と新星(爆発)
- はくちょう座V407
- 日本のアマチュアによる可視光による発見
- フェルミ衛星によるガンマ線の検出
- 新星からガンマ線を初めて検出した意義

可視光とガンマ線



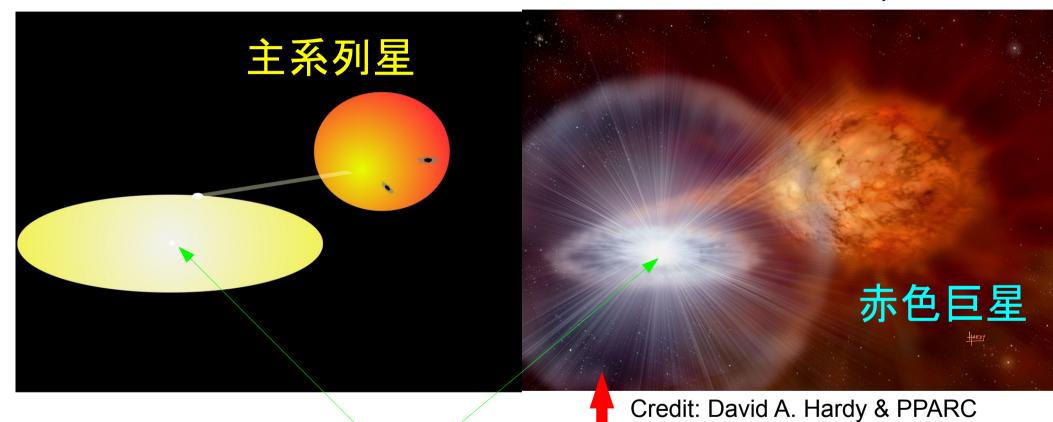
連星系と新星(爆発)

- 白色矮星(主星)と普通の恒星(伴星)の連星系
 - 白色矮星:太陽程度~太陽の数倍の重さの星が一生を終えた 後に残る小さくて重い天体 (地球くらいの半径だが、太陽程度の質量)
 - 相手の星は、太陽のような星(主系列星)の場合と、年をとって大きく膨張した低温の星(赤色巨星)の場合がある。(はくちょう座 V407は後者)
- 普通の星から白色矮星に向けてガス(水素)が流れ込み、 白色矮星の表面に積もっていく。
- ガスが十分積もり、温度や密度が十分高くなると、白色矮星の表面で核融合反応が爆発的に起きる。発生した高温ガスにより、急激に明るくなって観測される連星系自身のことを新星と呼ぶ。また大量のガスが周囲に吹き飛ばされており、この爆発状況を新星爆発と呼んでいる。
- 新星は年に数天体の頻度で観測されている。

新星爆発を起こす可能性のある天体

(予想図)

伴星が赤色巨星である連星系をとくに共生星(または共生連星)と呼ぶ。



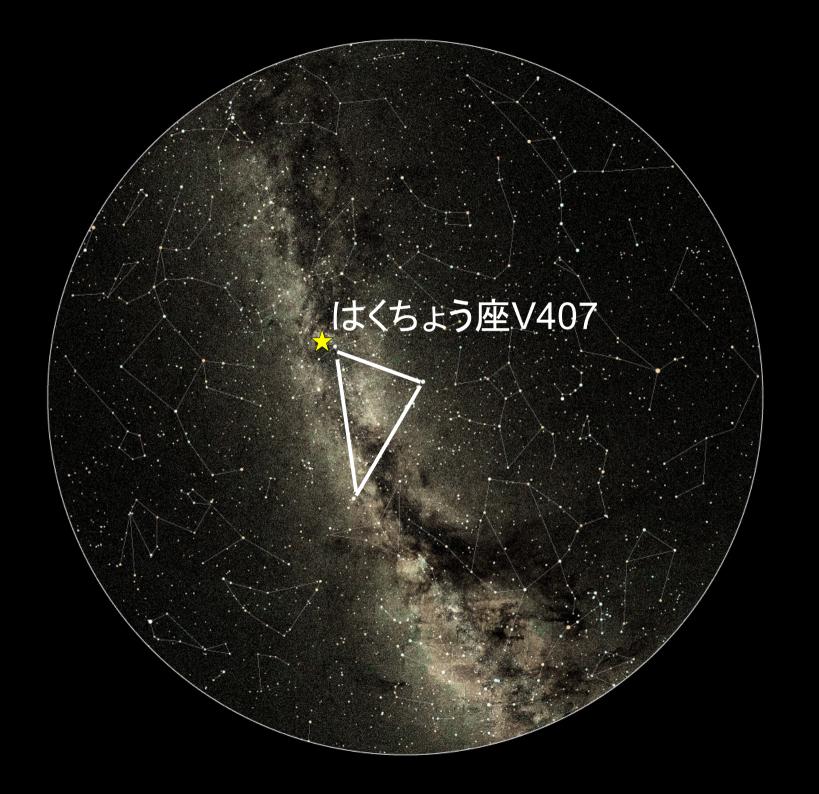
白色矮星

新星爆発により 吹き飛ばされている物質

1回の新星爆発で解放される全エネルギーは太陽が1年間に放射しているエネルギーの約1000倍

はくちょう座V407について

- 1940年にドイツのゾンネンベルグ天文台で発見された変光星
 - 1936年に増光を起こしていたことが分かり、1936年のはくちょう座新星とされた。
- 太陽系から約9000光年の距離にあり、白色矮星と 赤色巨星がお互いの周りを回りあっている連星系
 - 共生星と呼ばれる天体の1つとして知られていた (前ページの右側)。

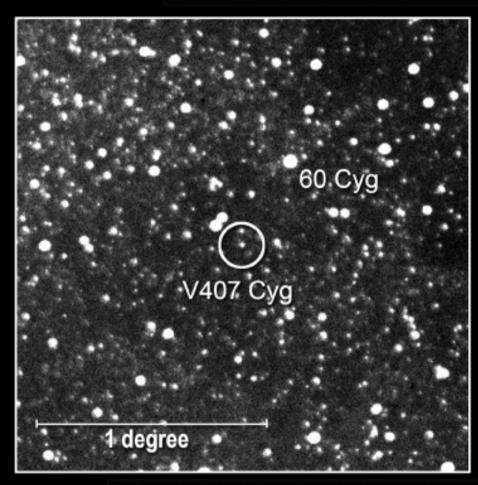


はくちょう座 V407の新星爆発の発見

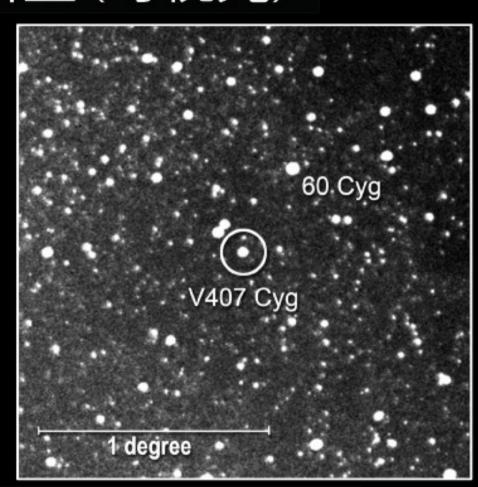
- 今回の発見は、すべて日本のアマチュア観測家による。
- 2010年3月11日早朝に西山浩一さんと椛島冨士 夫さんがはくちょう座を撮影した画像から発見
 - 3月8日には暗かった星が、11日には約10倍の明るさになっていた。
- ・京都大学花山天文台で増光を確認すると同時に、 国際天文学連合の天文電報中央局やVSNETを通 じて世界中の研究者に連絡。
- ・小嶋正さん(群馬県)、坂庭和夫さん(長野県)、多胡昭彦さん(岡山県)も翌12日早朝に独立に発見。

新星爆発前後の画像

はくちょう座新星(可視光)



発見前(2010年3月8日 5時36分)



発見後(2010年3月11日 4時8分)

西山浩一、椛島冨士夫、前原裕之(花山天文台)提供

はくちょう座V407からのガンマ線の検出

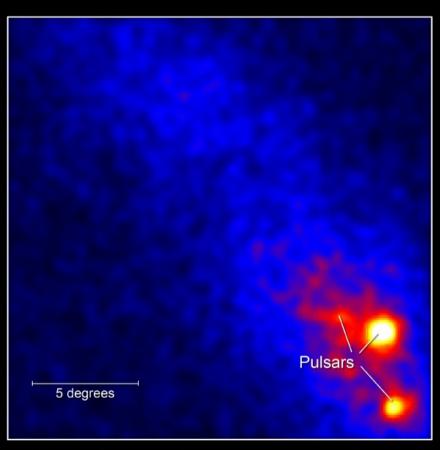
- フェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡によって、はくちょう座に 新しいガンマ線を放つ天体が発見された。
 - ・ ガンマ線天体の位置: はくちょう座V407の方向に一致
- 詳しいデータ解析の結果、新星が発見される前には ガンマ線を放つ天体はなく、新星爆発の時からガンマ線 で光りだし、その後15日間かけてガンマ線が弱くなって いったことが判明。
 - はくちょう座V407の新星爆発に伴なってガンマ線が 放出された!
 - 放出されたガンマ線の最高エネルギーは 約100億電子ボルトにも達した (可視光の100億倍のエネルギー)。

新星爆発前後の画像(フェルミ衛星)

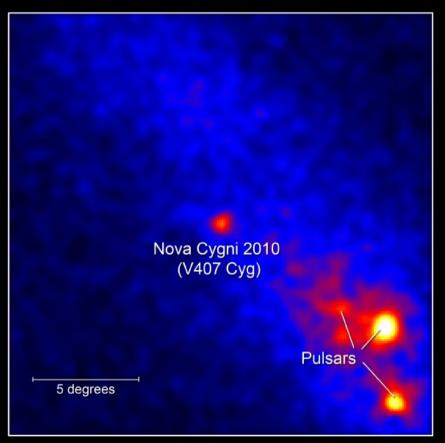


はくちょう座新星(ガンマ線)





発見前(2010年2月19日~3月9日)



発見後(2010年3月10日~3月29日)

新星からのガンマ線を初めて発見

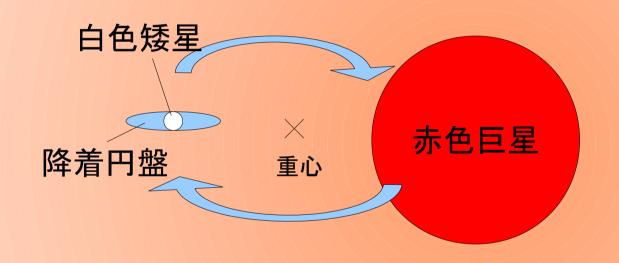
- **従来・**新星爆発では、X線が放射されることは知られていたが、 これまでより高エネルギーのガンマ線が検出されたことは なかった。
 - また100億電子ボルトにも達するエネルギーの高いガンマ線が放射されることは予想もされていなかった。
 - 超新星爆発で生じた高速で膨張する物質(超新星残骸)の 衝撃波では、粒子を非常に高いエネルギーまで加速する 現象が起こることが知られていた。
 - 高エネルギーのガンマ線も検出されている。
- 今回・新星が新種のガンマ線天体であることが分かった。
 - 超新星爆発と同様の現象が、より規模の小さな新星爆発で生じる衝撃波でも起きていることを示唆。

アマチュア天文家の発見と様々な観測手法を駆使する研究者の連携が非常にうまくいった成果

高エネルギーガンマ線を出すメカニズム

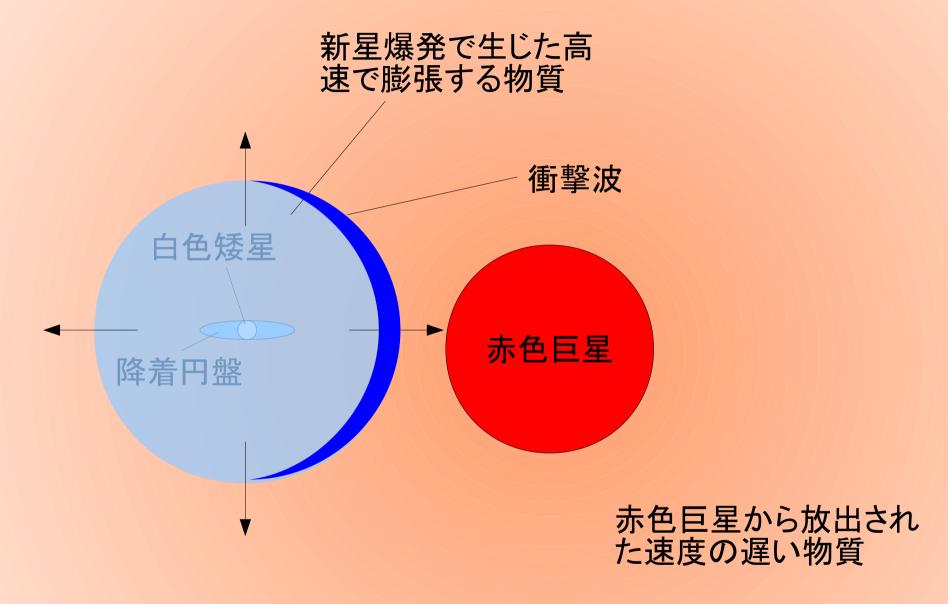
- ・ 光速近くまで加速された粒子(陽子・電子)が鍵
 - 新星爆発で生じた高速(秒速数千km)で膨張する物質が、伴星から放出された速度の遅い(秒速数十km)物質に衝突 → 衝撃波が生じる
 - 衝撃波付近の粒子が光速度近くまで加速される。
- 陽子の衝突によってできた中性パイ中間子の崩壊
 - 加速された陽子が他の陽子と衝突すると中性パイ中間子ができる。
 - 中性パイ中間子はすぐに崩壊してガンマ線を放出する。
- 高エネルギー電子による逆コンプトン散乱
 - 高エネルギーの電子が赤色巨星から放射された赤外線の 光子を散乱し、光子に大きなエネルギーを与えてガンマ線 にする。

静穏時の描像



赤色巨星から放出された速度の遅い物質

新星爆発の時の描像



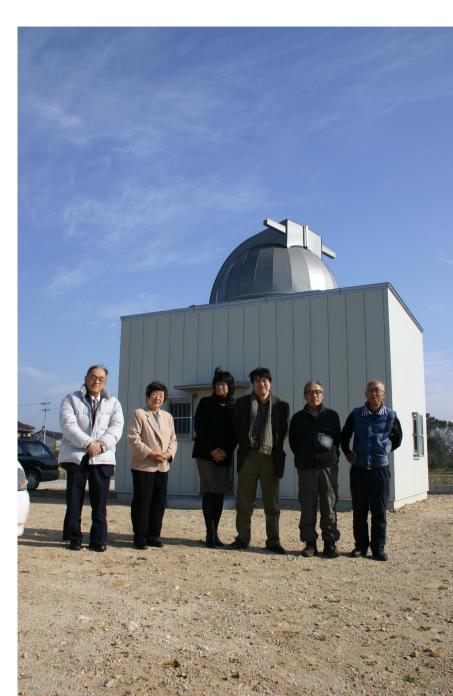
西山さん、椛島さんの観測所

- 場所:佐賀県みやき町
- 105mm望遠レンズ+CCDカメラで撮影された画像から新星を発見し、口径40cmの望遠鏡で確認。
 - 2007年8月から新星捜索を開始し、これまでに53個の新星 (銀河系内13個、銀河系外40個)と1個の超新星を発見。
 3007年8月から新星捜索を開

銀河系内の新星発見の記録

発見総数13個:世界2位タイ

2008年の発見数5個:世界1位タイ



突発天体の速報体制

VSNET

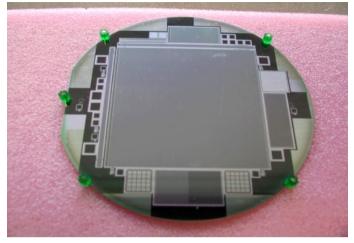
- 京都大学宇宙物理学教室と附属天文台では1994年から「VSNET」という新星を含むの変光星の突発現象の速報や情報共有を行なうメーリングリストを運用している。
- 速報用に使われているメーリングリストには世界中のプロの研究者、アマチュアを含めて約500人が登録。

- 国際天文学連合 天文電報中央局
 - 新星や超新星、彗星、小惑星の発見情報を受けつけ、 発見の認定や公表を行なっている。

フェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡



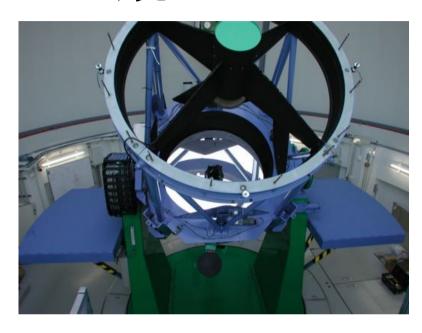




- 日米欧が共同で開発し2008年に打ち上げられたガンマ線観測衛星。 衛星の観測主要部には日本が開発した約1万枚の半道体センサー
 - 衛星の観測主要部には日本が開発した約1万枚の半導体センサー が使われている。
- 広い視野と大きな有効面積により、従来の衛星よりも数十倍も高い 感度を実現。
 - 3時間に1回の頻度で全天をサーベイ観測している。
- 日本からは広島大学、東京工業大学、ISAS/JAXA、早稲田大学などが衛星の運用やデータ解析に参加。
 - 取得された観測データは日米欧の研究者により日々モニターされ。ており、このが今回の突然に明るくなった天体の発見につながった。

広島大学 宇宙科学センター 「かなた」望遠鏡





- 1.5m の可視光・近赤外の望遠鏡
- フェルミ衛星と連携し、ガンマ線で変動を示した天体を長期に わたってモニター観測。
 - これまでにブレーザー天体(銀河系外の超巨大ブラックホール)について、多くの成果を出してきている。
- 今回ははくちょう座V407の可視光度の変化、高速に噴き出す。
 物質の速度を計測。

その他の情報

- 本研究についてのプレスリリース(日本語)
 京都大学 http://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/topics/v407_cyg/
 広島大学 http://www-heaf.hepl.hiroshima-u.ac.jp/glast/100812/press/
- 本研究についてのNASAのプレスリリース
 http://www.nasa.gov/mission_pages/GLAST/news/shocking-nova.html
- フェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡について
 http://www-heaf.hepl.hiroshima-u.ac.jp/glast/glast-j.html
- はくちょう座V407の新星爆発(VSOLJニュース 237)
 http://www.cetus-net.org/ml/vsolj-news/201003/msg00000.html

本研究のチーム

- フェルミ・ガンマ線望遠鏡チーム
- 可視光、X線で観測者

問い合わせ先

- はくちょう座新星の可視光での発見について 前原 裕之 (京都大学大学院理学研究科附属天文台 火山天文台 教務補佐員) 075-581-1235 / maehara _at_ kwasan.kyoto-u.ac.jp
- フェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡、ガンマ線観測、「かなた」望遠鏡について 高橋 弘充 (広島大学宇宙科学センター 特任助教) 082-424-7379 / hirotaka _at_ hep01.hepl.hiroshima-u.ac.jp
 - _at_を @ に置き換えて下さい。