

平成22年 6月 7日現在

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2008～2009

課題番号：20740110

研究課題名（和文） 突発的電波新星の観測的研究

研究課題名（英文） Observational Studies of Radio Transient Phenomena

研究代表者

新沼 浩太郎 (NIINUMA KOTARO)

国立天文台・水沢 VLBI 観測所・研究員

研究者番号：30434260

研究成果の概要（和文）：

2009年12月に論文化されている4つの電波トランジェントの位置誤差に対し、実際の追観測を想定したVLBIでのモザイク観測を行った。この観測では4つの電波トランジェントに対応すると思われる電波源の同定には至らなかったが、これらの領域に定常的に150mJy（雑音レベルの8倍）を超えるような天体は存在しないという上限値を設定することができ、またVLBIで十分な感度をもって電波トランジェントを追観測できることを示すことができた。

研究成果の概要（英文）：

Actually, on December 2009, we made the mosaicing VLBI observation for 4 radio transients which were already reported. In this observation, the progenitors of 4 radio transients couldn't be identified, but we could confirm that no radio sources whose flux densities exceed 150 mJy at 8 GHz (signal to noise ratio of 8) are exists. And we could also confirm to be sensitive enough to carry out the follow-up observation for radio transients with the VLBI

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：天文学・天文学

キーワード：電波天文学、突発天体、VLBI

1. 研究開始当初の背景

この広い宇宙において、いつ、どこで起こるか分からない突発的な天体現象を捉えるためには 1). 広い視野でモニターできる望遠鏡の開発、2). 非常に多くの観測時間の確

保と繰り返しのモニター観測が不可欠である。

現在高エネルギートランジェント現象として最も注目を集めているガンマ線バース

ト (GRB) は電波の領域にまで及ぶ残光が観測されるとともに、その残光観測によって、非常に大きい赤方偏移が確認されるなど宇宙論的な距離でも起こる現象としてその検出や起源の理論的特定に力が注がれている。そのため宇宙空間に打ち上げられた高エネルギー天文衛星での検出から地上における多波長でのフォローアップ観測に至るまで非常に大規模な体制が整っている。このような状況から、X線やガンマ線など非常に高いエネルギー領域におけるトランジェント現象をターゲットにした検出器は次々と広視野をモニターでき、高性能で高分解能なものが開発され続けている。

一方、電波領域における従来までのトランジェント現象や変動電波源のモニターの例としては、Cyg X-3 などのマイクロクエーサーの電波バーストのモニターや、80年代にアメリカ電波天文台 (NRAO) の Green Bank Telescope を用いて行われた銀河面における変動電波源・トランジェント電波源のモニター観測、最近では銀河中心方向のトランジェント電波源のモニター観測などがある。しかしその起源や再現性のあることが分かっている天体や比較的領域の絞りやすい銀河中心方向などを除くと、繰り返しのモニター観測・サーベイ観測は行われてこなかった。その理由として電波望遠鏡で集光力や分解能を上げるためには、必然的に非常に口径の大きい鏡面が必要になり、その莫大な開発・運営コストから小規模な研究機関が 1)、2) を満たすために数多くの電波望遠鏡を所持することは困難だと考えられていたからである。

現在電波領域においても全天におけるトランジェント現象を効率良く検出するためアメリカや、オランダを中心としたヨーロッパにおいて、低周波領域での広域サーベイ計画が進められている。ヨーロッパの Low Frequency Array (LOFAR) 計画は運用され始めてまだ間もなく、またアメリカの Long Wavelength Array (LWA) 計画はデモンストレーションの段階であることから、GRB 検出器のように数多くの電波トランジェント現象を検出するには今しばらく時間がかかると思われる。

2. 研究の目的

本研究の目的は早稲田大学那須パルサー観測所において高銀緯で続々と観測されて

いる突発的に発生する電波新星 (トランジェント電波源) をさらに高い精度の観測で検出し、その起源の特定を目指すことである。現在のところこのトランジェント電波源は那須観測所の観測範囲においてそのほとんどが高銀緯で観測されている現象であるということを除いて、その正体を掴むための情報が無いというのが現状である。

宇宙にはこのように広範囲を繰返しモニターすることで初めて観測にかかる天体現象があることが最近の我々の観測で分かってきた。しかし現在得られている情報からだけでは今まで見つかっていなかったような未知の高エネルギー天体現象の可能性や、すでに知られている種族の天体の未知の振舞いの可能性など、このトランジェント電波源の正体や起源について想像の域を超えることはできない。この天体の正体・起源を特定、あるいは推定することができれば、トランジェント電波源を用いて新たな輻射の物理過程や非常に遠方 (高赤方偏移) の宇宙の描像を考える足掛かりになる可能性がある。

本研究課題である電波トランジェントの正体・起源を特定するための情報をより得るため、アラートシステムを開発した。バーストの詳細な継続時間や位置情報特定のため、このシステムを利用し他観測所と連携観測を目指す。

3. 研究の方法

那須パルサー観測所では4組の電波干渉計での観測を23時間30分連続で行い、30分でPCにデータを書き込み、また翌日の観測を開始するといった方法で観測を行ってきた。研究室の人数がそれほど多く無い為、大量のデータを頻繁には処理しきれないのでこの方法を採用してきた。しかし、この観測方法だと観測開始直後に電波トランジェントが観測されていても確認できるのが24時間後であるため、バーストは終わっている可能性が高い。そのため他の観測所に協力を要請し、他周波での同時観測を行い、この天体現象のスペクトル情報を得ることができなかった。そこで、観測時間間隔を一時間にまで細分化し、ソフトによる位置情報取得・情報の即時転送までを自動化するシステムを開発した。このシステムにより電波トランジェント発生から位置情報の取得までを最長でも70分以内に行うことができる。

本研究により、アラートによる他観測所（国外あるいは国内の大学連携VLBI網など）との連携観測を試行し、那須観測所で電波トランジェントを検出した際のフォローアップ体制を築く。例えば国内のVLBI網でのフォローアップが実現すると、1.4GHzから22GHz程度に渡るスペクトル情報の取得と共に、VLBIでの高分解能観測を行うことで起源天体の決定も期待できる。このような体制の構築を行うことで電波トランジェント検出から追観測をルーチン化し、その正体の解明を目指す。

4. 研究成果

早稲田大学那須パルサー観測所は2008年秋の大規模な落雷により観測所全体が被害を受けてしまい、2009年夏前まで定常観測がストップしてしまっていた。トラブルにより半年程度観測にブランクが生じてしまっていたが、2009年12月に実時間相関処理可能な光結合VLBI (e-VLBI: 図1) を利用し、既に検出済みの電波トランジェント数天体の座標に対し、追観測を行うことができた。

このVLBI観測によって、1) 実際の追観測を想定し“モザイク観測法”を用いることで効率良く電波トランジェントの広い位置誤差 (5分角 x 50分角) をVLBIで観測することが可能である、2) すでに検出済みの電波トランジェントの誤差内に定常的に150mJy (雑音レベルの8倍の強度) を超える強度の電波源は存在しない(図2)、という2点を確認することができた。

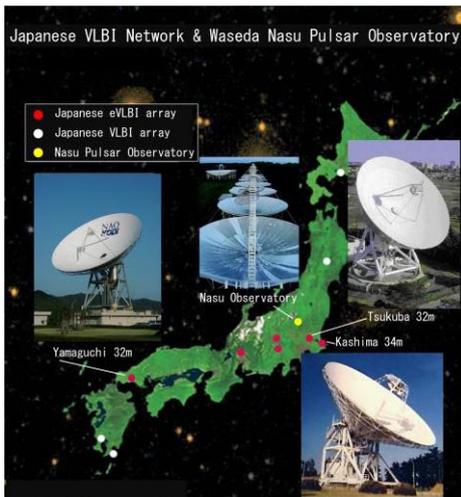


図1. 観測に使用したeVLBIのアンテナ配置と早稲田大学那須パルサー観測所

特に1)によって、通常は広がった構造の天体を描く際に用いられるモザイク観測をVLBIで行うことにより、超高分解能観測による電波トランジェントの追観測の実現性を確認することができた。

本研究の実施期間の間に電波トランジェントの起源の特定に至ることはできなかったが、那須観測所の広域モニター用電波望遠鏡以外の観測装置を用いて実際に想定した観測方法で観測を行うことができたこと、そしてその実現性を検証することができたことで、次年度以降に本格的な追観測を行い電波トランジェントの起源解明に向けた研究を展開するための足がかりを築くことができた。

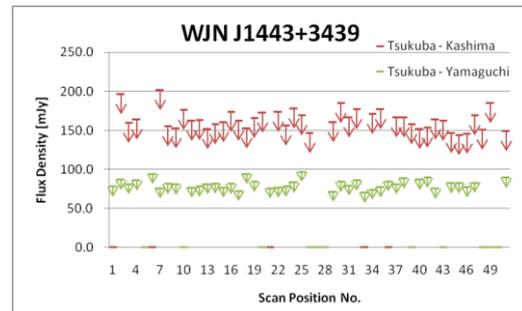


図2. 電波トランジェントの位置誤差におけるFlux densityの上限値。赤色が筑波-鹿島基線における上限値。緑が筑波-山口基線における上限値。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

- ① “Discovery of Two Radio Transients at a High Galactic Latitude in A 1.4 GHz Drift-Scan Survey”
Niinuma, K., Daishido, T., Matsumura, N., et al. The Astrophysical Journal, Volume 704, Issue 1, pp. 652-660, 2009 [査読有]
- ② “The Closely Positioned Three Radio Transients in the Nasu 1.4 GHz Wide-Field Survey”
Matsumura, N., Niinuma, K., Kuniyoshi, M., et al., The Astronomical Journal, Volume 138, Issue 3, pp. 787-795, 2009 [査読有]
- ③ “高銀緯で発見された正体不明の電波バースト”

新沼浩太郎、天文月報、Vol. 103, No. 4
pp. 256-262, 及び表紙説明, 2010
[査読無]

[学会発表] (計 7 件)

- ① “The Observation of Radio Transients
with e-VLBI”
Niinuma K., et al., “Pathways to SKA
Science in Australasia”, Feb 16-18
2010, Auckland, New Zealand
- ② “The High Galactic Radio Transients
in the Waseda Drift-Scan Wide Field
Survey”
Niinuma K., et al., “24th Texas
Symposium on Relativistic
Astrophysics”, Dec 8-12 2008,
Vancouver, Canada
- ③ “The Alerting System for Waseda Radio
Transient Survey Program”
Niinuma K., et al., “The 29th URSI
General Assembly”, Aug 7-16 2008,
Chicago, USA

6. 研究組織

(1) 研究代表者

新沼 浩太郎 (NIINUMA KOTARO)
国立天文台・水沢 VLBI 観測所・研究員
研究者番号：30434260

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者

該当なし