

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月27日現在

機関番号：15501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2012

課題番号：22740130

研究課題名（和文） 高精度電波観測による突発的電波新星の起源解明

研究課題名（英文） Study of the possible origin of radio transients by high accurate radio observation

研究代表者

新沼 浩太郎 (NIINUMA KOTARO)

山口大学・大学院理工学研究科・助教

研究者番号：30434260

研究成果の概要（和文）：那須観測所におけるモニター体制の整備に関しては当初よりも遅れが出たものの、後処理等の整備については当初予定を上回る成果を得ることができた。

高感度・高精度 VLBI 観測システムについては予定通り整備が進んだ。実際に突発現象への対応を想定し、ある領域内に存在する多くの候補天体を観測するための試験を重ねるとともに、2010年に発生した活動銀河中心核天体における突発的なバースト現象に国内 VLBI 観測網として対応するという実績を作ることができた。

研究成果の概要（英文）：Development of the automatic data reduction and detected signal evaluation system in Nasu observatory are progressed more than the one was expected, although preparing the framework of monitor of transient phenomena between Nasu observatory and the Japanese VLBI network (JVN) was more delayed than originally scheduled.

Snap-shot observations for about 900 radio sources with high sensitivity VLBI system in using JVN were carried out to start-up these system. Also, we succeeded to conduct a quick follow-up observation for the transient flare phenomenon from an active galactic nucleus in 2010 using JVN.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
2012年度	900,000	270,000	1,170,000
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、VLBI

1. 研究開始当初の背景

- (1) 電波トランジェントや電波強度を大きく変動させる天体のサーベイは過去にも何度か行われている。これらのサ

ーベイにより現在ではマイクロクエーサーと呼ばれている系内ジェット天体の電波バーストやトランジェント電波源が検出されている。また、銀河中心方

向のモニター観測も度々行われ、数 Jy レベルのトランジェント電波源が検出された。しかし、共同利用が常識である電波望遠鏡という大規模な観測装置を一つの目的のために長期間占有し続けることは難しく、高銀緯も含めた広範囲において電波トランジェントの検出を主目的とした系統的なサーベイ観測はされていない。

※ $1 \text{ Jy} = 10^{-26} \text{ W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$

(2) このような状況の中、早稲田大学は電波トランジェント・変動電波源サーベイに目的を絞り、また装置設計などを極力自分たちで行うことによって、直径 20m の電波望遠鏡 8 基という非常に大規模な観測装置を 1 つの研究室だけで作り上げ、那須観測所を立ち上げることに成功した。独自の観測装置を作り上げたことで世界に先駆け、ほとんど手つかずだった銀河面から離れた領域（高銀緯）も銀河面と同様に効率良く繰り返しサーベイすることが可能になった。申請者は観測周波数 1.42 GHz での電波トランジェント広域サーベイプロジェクトの一員としてこのサーベイ観測を行い、銀河座標上で等方的に分布する非常に明るい電波トランジェントを検出した。

(3) しかしながら、空間分解能や感度、及び時間分解能の不足により、その正体については特定することができていなかった。

2. 研究の目的

本研究の目的は「電波トランジェント天体の正体の特定」である。それには以下の 3 つを解決することで、目的の達成が期待できる。

- (1) 電波トランジェントのバースト継続時間へ制限を付ける
- (2) 複数の波長で観測することによる電波トランジェントのスペクトル情報取得
- (3) 高分解能観測での高精度位置決定による電波トランジェントの対応天体同定（絞り込み）

3. 研究の方法

当初の予定では以下のように進める計画であった。

- (1) 那須観測所の広視野サーベイ観測により、電波トランジェント天体のモニター及び早急な解析
- (2) 那須観測所による検出の速報を受

け、その検出位置誤差（5 分角×50 分角（赤経×赤緯）の長方形）内全ての領域に対し、高分解能観測（VLBI 観測）を実施

- (3) そのために必要な速報システムの整備

4. 研究成果

本研究を行ってきた過程において、方法の(2)及び(3)については以下に示すように当初の予定以上の成果を得ることができた。

(1) 3-(2)については、既知の天体で実際にフレア現象が起こった際、国内 VLBI 観測網を用いた追観測を過去報告されているどの観測よりも最速の時期に行なうことに成功した。これにより、国内 VLBI 観測網を用いた突発イベントへの対応という実績を作ることができた。また高感度 VLBI システムの確立に向け、およそ 900 の電波源に対し各天体短時間のスナップショット観測を行った。この試験観測では、国内 VLBI 観測網の実際の感度の評価、及び突発現象発生の際より多くの候補天体を短い時間で全て観測するためのデモンストレーションを行なうことができたと考えている。

(2) 3-(3)については、自動解析システムのアップデートにより、那須観測所における「観測→解析→天体信号の検出」というスキームに要する時間の大幅な改善が達成できた。また、検出信号に対する独自の信号評価アルゴリズムの作成により、検出した信号が天体現象起因であることに対する信頼度を定量的に示すことができるようになった。

(3) しかしながら、本研究の要であった 3-(1)と 3-(2)を融合させることについては予定通りに研究を進めることができなかった。その最大の原因は、2011年3月の原発の事故により、那須観測所内における放射線量の大幅な上昇、及び電波環境の悪化である。後者については、フィルター等による対策を検討していたのだが、前者については、原発事故後半年以上観測所における現場作業を中断せざるを得ない状況であった（2011年は実質作業できず）。したがって、3-(2)と 3-(3)の整備等について独立に進めることしかできなかった。

(4) 当初予定には無かったのだが、多角

的視点から電波トランジェントの起源
解明を目指すため、重力波の研究者との
共同研究を開始し、セミナーも開催する
ことができた。

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6件)

- ① “Rapid Fringe Detection Technique
for Discovering Radio Transients in
Nasu Drift-scan Data” T. Tanaka, T.
Nakamizo, T. Aoki, S. Kida, K. Asuma,
K. Konishi, K. Niinuma, and T.
Daishido, 2013, Publications of the
Astronomical Society of the Pacific,
in press, 査読有り
- ② “Possible Detection of Apparent
Superluminal inward motion in
Markarian 421 after the Giant X-ray
are in February, 2010” K. Niinuma, M.
Kino, H. Nagai, N. Isobe, K. E.
Gabanyi, K. Hada, S. Koyama, T. Oyama,
and, K. Fujisawa, 2012, The
Astrophysical Journal, Vol. 759, pp.
84, 査読有り
DOI: 10.1088/0004-637x/759/2/84
- ③ “Method for Finding Variable Radio
Sources in Drift-Scan
Interferometric Data from the Nasu
Observatory” T. Tanaka, T. Nakamizo, T.
Aoki, S. Kida, K. Asuma, A. Imai, N.
Furukawa, R. Hiruma, N. Matsumura, .K.
Takefuji, K. Niinuma, and T. Daishido,
2012, Publications of the
Astronomical Society of the Pacific,
Vol. 124, pp. 616, 査読有り
DOI: 10.1086/666592
- ④ “Calculation of False-Detection Rate
for Nasu Interferometric Sky Survey”
T. Aoki, T. Tanaka, K. Niinuma, K.
Asuma, S. Kida, T. Nakamizo, N.
Furukawa, J. Ikouga, K. Odai, Y.
Yamada, R. Hiruma, T. Endo, K. Konishi,
T. Tsuda, and T. Daishido, 2012,
Publications of the Astronomical
Society of the Pacific, Vol. 124, pp.
371, 査読有り
DOI: 10.1086/665596
- ⑤ “Proposal for Multi-Messenger
Observations of Radio Transients by

Nasu and Ligo-Virgo” K. Hayama, K.
Niinuma, and T. Oyama, 2012, IAU
Symposium 285, Vol. 7, pp. 331, 査読
有り
DOI: 10.1017/S1743921312000968

- ⑥ “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(The
Astronomical Herald), 2010, Vol. 103,
No. 4, pp. 256-262, 査読なし
http://www.asj.or.jp/geppou/contents/2010_04.html

[学会発表] (計8件)

- ① 新沼浩太郎 他、「未同定 γ 線源の対応電
波源サーベイによる光結合 VLBI の性能
評価1」日本天文学会春季年会、2013年
3月20日-23日、埼玉大学(さいたま市)
- ② 端山和大 他、「Multi-messenger
observations of radio transients using
gravitational wave telescopes and the
Nasu radio telescope」、日本天文学会秋
季年会、2012年9月19日-21日、大分大
学(大分市)
- ③ 大師堂経明 他、「相対論的ビーミング現
象と時間空間信号処理」、日本天文学会秋
季年会、2011年9月19日-21日、鹿児島
大学(鹿児島市)
- ④ 青木貴弘 他、「WJN トランジェントフリ
ンジの再解析II」、日本天文学会秋季年会、
2011年9月19日-21日、鹿児島大学(鹿
児島市)
- ⑤ 田中泰 他、「那須パルサー観測所2素子
干渉計用解析ソフトウェアの開発」、日本
天文学会春季年会、2011年3月16日-19
日、筑波大学(つくば市)
- ⑥ “Quick Follow-up Observation of the
Largest X-ray Flare from the TeV blazar
Mrk 421”, K. Niinuma et al., “The
25th Texas Symposium on Relativistic
Astrophysics”, December 6-10, 2010,
Heidelberg, Germany
- ⑦ “Japanese VLBI Network (JVN) による
TeV γ 線ブレーザーMrk421の大規模X線
フレアの追観測”、新沼浩太郎 他、VLBI
懇談会シンポジウム、茨城大学宇宙電波
間(高萩市)、2010年12月1日-3日

- ⑧ 大師堂経明 他、「高速 AD と短時間天体現象解析システム」、日本天文学会秋季年会、2010年9月22日-24日、金沢大学（金沢市）

6. 研究組織

(1) 研究代表者

新沼浩太郎 (NIINUMA KOTARO)
山口大学・大学院理工学研究科・助教
研究者番号：30434260

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：