

平成21年 4月30日現在

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2005～2008

課題番号：17204012

研究課題名（和文） 偏光スペクトル観測による非等方天体现象の探究

研究課題名（英文） Study of Anisotropy of celestial objects with Spectro-photo-polarimetry

研究代表者

佐藤 修二 (Shuji Sato)

名古屋大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号：50025483

研究成果の概要：

我々は、南北両半球に配置された二つの小口径望遠鏡に搭載した観測器（IRSF/SIRIUS+かなた望遠鏡/TRISPEC）を用いて、激変星、原始星、ブレーザー（活動銀河核）、 γ 線バースト等の現象について同時測光偏光観測した。その膨大なデータはかなた ObsLog に保存されている。解析はこれからであるが、強度と偏光とも、数日間のタイムスケールで大きな変動を示す。また、南半球では、銀河磁場を研究している。星形成領域や銀河大域の磁場構造を明快に示した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	12,600,000	3,780,000	16,380,000
2006年度	14,700,000	4,410,000	19,110,000
2007年度	4,500,000	1,350,000	5,850,000
2008年度	5,200,000	1,560,000	6,760,000
総計	37,000,000	11,100,000	48,100,000

研究分野：光赤外線天文学

科研費の分科・細目：天文学

キーワード：

(1) 偏光 (2) ブレーザー (3) 原始星 (4) 非等方ジェット (5) 非等方ビーム (6) 銀河中心核 (7) 銀河磁場 (8) γ 線バースト

1. 研究開始当初の背景

多種多様な天体の光子（電磁波）を“できるだけ広いスペクトル波長域（ λ ）”にわたり、同じ時刻（ t ）に測定すること、さらにそのパラメータの偏り（ p ）という属性をも同時測定することによって、光子のすべての属性を捕捉すること、を目標とした。その具現化が「TRISPEC」である。TRISPECは1994～2003年で完成して働き場所を求めていた。一方、広島大学かなた望遠鏡計画は、2005年度完成予定であった。

2. 研究の目的

南半球の「IRSF/SIRIUS」と組んで、宇宙の多様な天体の熱的／非熱的現象を幾何学的な視点で統一的に眺める。宇宙天体の現象は、『重力と回転が根源であり、そのエネルギーは電磁相互作用を通じて重力と回転の間を行き来する、ジェット現象は末端に派生する現象である』という観点である。観測天体として、1) 激変星 2) 超新星 3) 原始星 4) γ 線バースト 5) ブレーザーが標的である。これらは、GLAST衛星（2008年打ち上げ後フェルミ衛星）での主目標でもある。

そこで、小望遠鏡とそれに特化された観測装置で独自かつ相補的測定を行うことを目標とした。

3. 研究の方法

(1)2005年：望遠鏡（かなた）と観測器（TRISPEC）のインターフェイス（ハード@京都西村製作所・ソフト@名古屋Z研）の設計と付加

(2)2006年：7月に観測器を広島に搬送、8月にかなた望遠鏡@東広島に搭載して、9月から試験観測 観測パラメータの tuning を行いつつ本観測に入った。

(3)2007年：種々の天体を晴れの夜は定常的に測定し続けた。

(4)2008年：6月にフェルミ衛星（元 GLAST）打ち上げ、8月から20個の活動銀河核（Active Galactic Nuclei:AGN）をモニターし続けた。

4. 研究成果

装置開発の成果：

開発当時および本研究開始時の目標である『可視-近赤外同時観測装置=TRISPEC=Triple Range Imager and SPECTrometer with Polarimetry on 小口径』の方向性の重要性を証明した。すなわち、倍波長一オクターヴの限界を超える広い波長域を同時にカバーすること、である。これは装置概念の成果であり、展望を開くものである。ヨーロッパ連合天文台 VLT の第二世代観測装置の第一号機である X-shooter と共通する概念であり、それよりも 10 年早く先駆的に着手された。TRISPEC の完成が予定より 6 年遅れた。なお X-shooter は 2009 年に就航する。しかし TRISPEC は偏光モードを有する分、先進的である。

天文学上の成果：

Topics 1) 激変星

広島大（植村誠）を中心として、北のかなた望遠鏡に TRISPEC (Triple Range Imager and SPECTrometer with Polarimetry) の3色

(J/H/K) 同時撮像モードを使ってなされた。降着円盤へのエネルギー注入について新しい知見を得た。観測データは週ごとに Kanata ObsLog に掲載されている。

Topics 2) 超新星および新星

広島大（川端弘治）を中心として、北のかなた望遠鏡に TRISPEC の広波長 (0.46~2.5 μ m) 同時撮像装置を使ってなされた。観測データは週ごとに Kanata ObsLog に掲載。

Topics 3) 原始星=星周現象

南の IRSF/SIRIUS の3色 (J/H/K) 同時偏光撮像モード (SIRPOL) を使ってなされた。Orion Orion-South, NGC2071, 等、偏光による Trapezium 3次元構造の試み。

Topics 4) γ 線バースト

北のかなた望遠鏡に TRISPEC 3色 (J/H/K) 同時撮像モードおよび南の IRSF/SIRIUS の3色 (J/H/K) 同時撮像装置を使ってなされた。

衛星からの要請およびアラートに応じて行った。南アフリカは、地理的時刻的に隔離されており、貴重なデータ点を提供している。

Topics 5) ブレーザー

広島大（植村誠）を中心として、北のかなた望遠鏡に TRISPEC (Triple Range Imager and SPECTrometer with Polarimetry) の3色

(J/H/K) 同時撮像モードを使って、約40天体についてなされた。観測データは週ごとに Kanata ObsLog に掲載。

特に2008年6月にガンマ線衛星 Fermi が観測を始めて、ブレーザーの多色偏光撮像モニターを行った。Days のタイムスケールで、<5% から40%にわたって偏光度、偏光角が変動する。意外な程に現象の多様性が大きい：フレアに付随する（短周期項）偏光と定在的（長周期項）偏光とが混じってその成分比が大きく変動している。フレアの方が定在をはるかにしのぐ例がいくつも見つかった。植村らとベイズ統計を用いて縮退を解くことを試みている。

ブレーザーの多色偏光撮像モニター観測は、広島かなた望遠鏡と TRISPEC という組み合わせの独壇場である。

Topics 6) 銀河中心領域磁場構造

南の IRSF/SIRIUS の3色 (J/H/K) 同時偏光撮像モードを用いて、銀河中心領域 $3^\circ \times 2^\circ$ を偏光掃天した。銀河面に沿う成分を基本構造としているが、偏光 p と減光赤化 E との比 p/E の乱れは、信号 S / 雑音 N 比以上に大きく、視線にある複数の成分=複数の星間雲の重なりであると解釈した。

以上の6項目のトピックスは、星天体、銀河構造、活動銀河核において、角運動量=回転が保存量であり、宇宙および天体にわたる大小スケール、進化の段階で、円盤、トーラス、ジェット、反射星雲、磁場、の非等方性として発現すること、それを偏光という非等方性を表現する観測パラメータで追求することの意義を明らかにした。

しかしながら、「偏光」が、決定的パラメータか副次的パラメータかにすぎないか？問われる点である。宇宙天体の進化=膨張と重力収縮=において、回転と磁場はいかなる作用、反作用を果たしているのか、不明のままである。

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 14 件)

① Anti-Correlation of the Near-Infrared and X-Ray Variations of the Microquasar GRS 1915+105 in Soft State

Arai, Akira; Uemura, Makoto; Sasada, Mahito; Trushkin, Sergei A.; Ueda,

Yoshihiro; (全 24 名中、Kawabata 7 番目、Sato 22 番目)

PASJ, 2009, in press 査読有

② A Chain of Dark Clouds in Projection Against the Galactic Center

Nagayama, Takahiro; Sato, Shuji;

Nishiyama, Shogo; Murai, Yuka;

Nagata, Tetsuya; (全 12 名)

PASJ, 2009, in press 査読有

③ Discovery of a WZ Sge-Type Dwarf Nova, SDSS J102146.44+234926.3: Unprecedented Infrared Activity during a Rebrightening Phase

Uemura, M., Arai, A., Krajci, T., Pavlenko, E., Shugarov, S. Y., Katysheva, N. A., Goranskij, V. P., Maehara, H., Imada, A.,

(全 29 名中、Nogami 11 番目、Kawabata 15 番目、Sato 27 番目)

PASJ, 60, 227-236, 2008 査読有

④ Outburst of a WZ Sge-type Dwarf Nova, AL Com in 2007

Uemura, M., Arai, A., Sasada, M., Schmeer, P., Miller, I., Ohsugi, T., Yamashita, T., Kawabata, K. S., Isogai, M., Sato, S., & Kino, M.

IBVS, No. 5815, 2008 査読有

⑤ Discovery of a Jupiter/Saturn Analog with Gravitational Microlensing

Gaudi, B. S.; Bennett, D. P.; Udalski, A.; Gould, A.; Christie, G. W.; Maoz, D.;

(全 69 名中、Sato 47 番目)

Science, 319, 927-930, 2008 査読有

⑥ Near-Infrared Study of the Carina Nebula

K. Sanchawala, W. Chen, D. Ojha, S. K. Ghosh, Y. Nakajima, M. Tamura, D. Baba, S. Sato, and M. Tsujimoto

ApJ, 667, 963-979, 2007 査読有

⑦ Near-Infrared Polarization Images of the Orion Molecular Cloud 1 South Region

J. Hashimoto, M. Tamura, R. Kandori, N. Kusakabe, Y. Nakajima, S. Sato, C. Nagashima, M. Kurita, T. Nagata, T. Nagayama, and J. H. Hough

PASJ, 59, 481-486, 2007 査読有

⑧ Near-Infrared Imaging Polarimetry of the NGC 2071 Star Forming Region with SIRPOL

M. Tamura, R. Kandori, J. Hashimoto, N. Kusakabe, Y. Nakajima, S. Sato, C.

Nagashima, M. Kurita, T. Nagata, T. Nagayama, J. Hough, T. Matsumoto, and A. Chrysostomou

PASJ, 59, 467-479, 2007 査読有

⑨ SIRPOL: a JHKs-simultaneous imaging polarimeter for the IRSF 1.4-m telescope

Kandori, Ryo; Kusakabe, Nobuhiko; Tamura, Motohide; Nakajima, Yasushi;

(全 13 名中、Sato 9 番目)

SPIE, Volume 6269, pp. 626951, 2006

査読有

⑩ The Distance to the Galactic Center Derived from Infrared Photometry of Bulge Red Clump Stars

S. Nishiyama, T. Nagata, S. Sato, D. Kato, T. Nagayama, N. Kusakabe, N. Matsunaga, T. Naoi, K. Sugitani, and M. Tamura

ApJ, 647, 1093-1098, 2006 査読有

⑪ Interstellar Extinction Law in the J, H, and K_S Bands toward the Galactic Center

S. Nishiyama, T. Nagata, N. Kusakabe, N. Matsunaga, T. Naoi, D. Kato, C. Nagashima, K. Sugitani, M. Tamura, T. Tanabe, and S. Sato

ApJ, 638, 839-846, 2006 査読有

⑫ Near Infrared Imaging Survey of Bok Globules: Density Structure

R. Kandori, Y. Nakajima, M. Tamura, K. Tatematsu, Y. Aikawa, T. Naoi, K. Sugitani, H. Nakaya, T. Nagayama, T. Nagata, M. Kurita, D. Kato, C. Nagashima, and S. Sato

Astron. J., Vol. 130, P2166-2184, 2005

査読有

⑬ TRISPEC: A Simultaneous Optical and Near-Infrared Imager, Spectrograph, and Polarimeter

Makoto Watanabe, Hidehiko Nakaya, Tomoyasu Yamamuro, Takahiro Zenno, Miki Ishii, Makoto Okada,

(全 20 名中、Sato 14 番目)

PASP, Vol. 117, Number 834, pp. 870-884, 2005 査読有

⑭ A Distinct Structure inside the Galactic Bar

Shogo Nishiyama, Tetsuya Nagata, Daisuke Baba, Yasuaki Haba, Ryota Kadowaki,

(全 19 名中、Sato 19 番目)

ApJ Letters, 621, 2005 査読有

[学会発表] (計 1 件)

佐藤修二、IRSF の 10 年、日本天文学会秋季

年会、2008年9月12日、岡山理科大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤 修二 (Shuji Sato)
名古屋大学・大学院理学研究科・教授
研究者番号：50025483

(3) 連携研究者

川端 弘治 (Koji Kawabata)

広島大学・宇宙科学センター・助教

研究者番号：60372702

連携研究者

野上 大作 (Daisaku Nogami)

京都大学・大学院理学研究科附属・飛騨天文台・助教

研究者番号：20332728