

自己評価報告書

平成23年 5月 2日現在

機関番号：15401
 研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2008～2011
 課題番号：20740107
 研究課題名（和文） 1 露出型広視野偏光撮像器を用いたガンマ線バースト初期可視残光の観測的研究
 研究課題名（英文） Observational study of early optical afterglow of gamma-ray Bursts with the one-shot wide-field polarimeter
 研究代表者
 川端 弘治（KAWABATA KOJI）
 広島大学・宇宙科学センター・准教授
 研究者番号：60372702

研究分野：光学赤外線天文学
 科研費の分科・細目：天文学
 キーワード：天文、偏光、ガンマ線バースト、超新星

1. 研究計画の概要

- (1) 広島大学 1.5m 望遠鏡と 1 露出型広視野偏光撮像器 HOWPol を用いて、ガンマ線バースト（GRB）の明るい初期残光の偏光測光観測を行う。
- (2) GRB の輻射源となっているのジェット構造や電子エネルギー分布、輻射機構を追究する。
- (3) 望遠鏡や HOWPol の制御システムを整備し、自動観測化を実現する

2. 研究の進捗状況

2008 年度には、主に HOWPol の組み上げと制御システムの開発を行った。年度の終わりには HOWPol を望遠鏡のナスミス焦点に常設し、試験観測を開始して、結像性能や観測効率において所期性能が達成されていることを確認した。その後も制御系の整備が進められ、2009 年 5 月には、GRB アラート受信後に最速 50 秒程度で自動観測する環境が整い、2009 年 12 月 8 日には GRB の偏光観測に成功した。また、他財源を基に開発した偏光プリズムが 2009 年度末に納品され、一回の露出で広視野に亘り観測する素地が整った。また、GRB が現れていない時間を利用して超新星の観測も行った。2010 年度は、高精度偏光測定を目指したキャリブレーション観測を行いながら、GRB および超新星の観測研究を進めた。

これにより、これまで報告例が殆ど無かった GRB 初期残光（爆発から 1000 秒以内）の新たな観測例として、GRB 091208B を得たことは特筆されよう。爆発から 149 秒後から露出を開始したが、これだけ早期に観測を開始した例は過去に例が無い。可視光と X 線の光度曲線の振る舞いを標準モデルと比較す

ることで、数千秒までの可視・X 線輻射は外部衝撃波による残光でうまく説明されること、また、その場合観測された $p=10\pm 4\%$ の直線偏光はシンクロトンモデルを支持する結果を得ることができた。

また、ナスミス焦点における器械偏光のキャリブレーション方法が確立でき、最終的な偏光測定精度として、GRB 観測に十分な $\Delta p=0.3\%$ が達成できたことも成果である。

GRB が現れない晩には、GRB の関連天体と考えられている超新星の観測を行った。2009 年 4 月に現れた例外的に明るい Ia 型超新星 SN 2009dc においては、継続的な多色撮像観測を行い、総輻射強度を得ることで、この Ia 型超新星がこれまでに見つかったものの中で最も明るく、親星がチャンドラセカール限界質量を超える量の ^{56}Ni を合成した可能性が高いことを見出したことも特筆すべきであろう。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している
制御系および観測体制の整備が順調に進み、2009 年度以降、25 個の GRB に対して自動即応観測が行われた。うち一つでは有意な偏光が観測され、現在論文執筆を進めている。このまま観測スタンバイを継続することで、より明るい残光に対する有意な偏光観測例を得ることが期待される。また、関連天体として超新星の観測研究も行い、2つの研究成果については記者発表を行った。うち一つについて、その主な観測データは HOWPol で得られたものである。

4. 今後の研究の推進方策

当初、本課題は 2011 年度までを研究期間

としていたが、主たる開発は 2010 年度までで完了し、観測スタンバイを継続していること、および 2011 年度から基盤(B)の別課題が採択されたことから、本課題は 2010 年度にて終了することになった。ただ、HOWPol による GRB 観測の自動観測は今後も継続する予定であり、明るい GRB 残光が現れた場合には世界的にも貴重なデータが得られることが期待される。

5. 代表的な研究成果

(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 23 件)

1. 上原岳士、植村誠、川端弘治ほか、Infrared/optical - X-ray simultaneous observations of X-ray flares in GRB 071112C and GRB 080506, *Astronomy and Astrophysics*, 査読有り, 519, 2010, pp. A56: 1-9
2. 川端弘治、前田啓一、野本憲一ほか、A massive star origin for an unusual helium-rich supernova in an elliptical galaxy, *Nature*, 査読有り, 465, 2010, pp. 326-328
3. 山中雅之、川端弘治、衣笠健三ほか、Early Phase Observations of Extremely Luminous Type Ia Supernova 2009dc, *Astrophysical Journal*, 査読有り, 707, 2009, pp. L118-L122
4. 川端弘治、田中雅臣、前田啓一ほか、The Extremely Luminous Supernova 2006gy at Late Phase: Detection of Optical Emission from Supernova, *Astrophysical Journal*, 査読有り, 690, 2009, pp. 1745-1752

[学会発表] (計 9 件)

1. 小松智之ほか、可視 1 露出型偏光撮像器 HOWPol の開発: (6) 広視野モードと器械偏光、日本天文学会 2011 年春季年会、2011 年 3 月 18 日、筑波大学
2. 奥嶋貴子ほか、大きな膨張速度を持つ IIb 型超新星 SN 2010cn の早期観測、日本天文学会 2010 年秋季年会、2010 年 9 月 22 日、金沢大学
3. 小松智之ほか、可視 1 露出型偏光撮像器 HOWPol の開発: (5) 分光、GRB モードと器械偏光、日本天文学会 2010 年春季年会、2010 年 3 月 26 日、広島大学
4. 川端弘治ほか、GRB 091208B の初期可視残光の偏光アッパーリミット、日本天文学会 2010 年春季年会、2010 年 3 月 25 日、広島大学
5. 山中雅之ほか、極めて明るい Ia 型超新星 SN 2009dc の可視近赤外観測、日本天文

学会 2009 年秋季年会、2009 年 9 月 14 日、山口大学

6. 小松智之ほか、HOWPol を用いたナスミ焦点における器械偏光の評価、日本天文学会 2009 年秋季年会、2009 年 9 月 14 日、山口大学

7. 川端弘治ほか、可視 1 露出型偏光撮像器 HOWPol の開発: (3) ファーストライトと試験観測、日本天文学会 2009 年春季年会、2009 年 3 月 27 日、大阪府立大学

8. 田中祐行ほか、可視 1 露出型偏光撮像器 HOWPol の開発: (4) 駆動制御系と性能評価、日本天文学会 2009 年春季年会、2009 年 3 月 26 日、大阪府立大学

9. 川端弘治ほか、Wide-field one-shot optical polarimeter: HOWPol, SPIE#7014 Ground-based and Airborne Instrumentation for Astronomy II, 2008 年 6 月 24 日、Parc Chanot (フランス・マルセイユ)

[その他]

1. 観測成果「軽い重力崩壊型超新星の確認と恒星進化理論の検証」記者発表ウェブページ (2010 年 5 月発表)

http://hasc.hiroshima-u.ac.jp/publications/sn2005cz/sn2005cz_pr-j.html

2. 観測成果「これまでの限界を超えた超新星の発見」記者発表ウェブページ (2009 年 9 月発表)

http://home.hiroshima-u.ac.jp/d083239/asj09b_kisha.html

3. HOWPol 観測装置ウェブページ

<http://hasc.hiroshima-u.ac.jp/instruments/howpol/>