

惑星状星雲NGC1501中心星の測光観測（予備報告）

佐藤隆夫、尾久土正己、時政典孝、黒田武彦、石田俊人
兵庫県立西はりま天文台

CCD Photometry of the pulsating central star of the planetary nebula NGC1501

Takao SATO, Masami OKYUDO, Noritaka TOKIMASA,
Takehiko KURODA and Toshihito ISHIDA

Nishi-Harima Astronomical Observatory, Sayo-cho, Hyogo 679-53

Abstract

We participated in a global photometric campaign on the pulsating central star of the planetary nebula NGC1501. Observations were carried out using a CCD on the 0.6-m telescope at Nishi-Harima Astronomical Observatory. They were made in V-band during the campaign and in R-band later on. We have detected a pulsating period of 46 minutes.

Key Words: CCD Photometry; Variable Stars; Pulsating Stars; Planetary Nebulae

1. はじめに

惑星状星雲NGC1501の中心星は、Bond et al.(1989)によって、全振幅 <0.1 等、典型的な周期が ~ 30 分の変光を示していることが報告されている。変光曲線が複雑なことから、中心星はたくさんの異なったモードで脈動していると考えられる。またスペクトルから、中心星の大気は水素が欠け、酸素や炭素が豊富であることがわかっているが、これはStarrfield et al.(1980)によって提案されている炭素と酸素の部分的な電離による脈動メカニズムを支持する。(Bond et al.(1989))

この天体は(1)多くの周期を高精度で検出することによって、その構造や質量、自転周

期などが明らかになること、(2)周期の変動を捉えることにより中心星の収縮の速さなど、進化の様子が明らかになることから、興味深い天体である。

高周波数分解能でより多くの周期を検出するためには、長時間の連続した測光観測が必要である。1つの観測地点では連続測光時間には限度があるが、全地球の望遠鏡を動員すれば24時間以上にわたる連続測光が可能である。上記の目的でH.E.Bond (Space Telescope Science Institute) の提唱により1991年11月19日~27日に国際測光観測キャンペーンが行われた。(Fig.1)

我々はキャンペーンに参加するととも

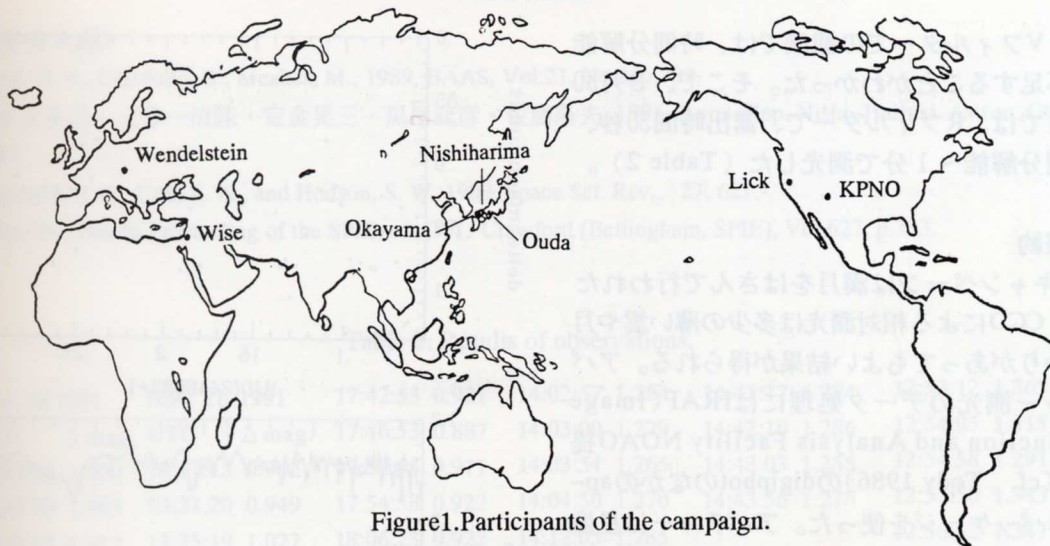


Figure1. Participants of the campaign.

に、キャンペーン期間後に独自に測光を行い、変光周期の解析をしたので、その結果を報告する。

2. 観測

観測対象天体の諸元をTable 1に、また比較星を含むCCDフレームをFig.2に示す。観測には西はりま天文台の液体窒素冷却CCDカメラ(尾久土・他、1991)を用い、Vフィルター、露出時間2分間、時間分解能~4分で測光を行った。フィルターについては、星雲の5007A line をカットするものとしてStromgren y フィルターが推奨された。しかし、入手がキャンペーンに間に合わなかった

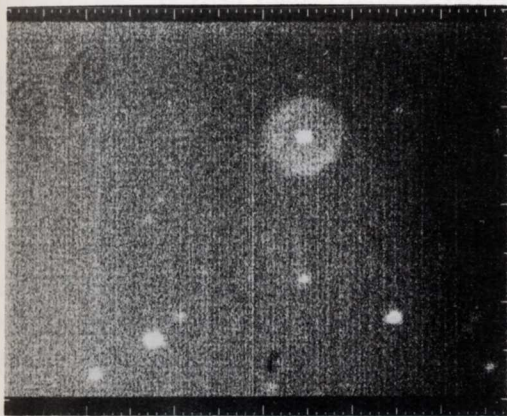


Figure2. NGC1501 and three comparison stars.

Table 1 : The target of the campaign

Central Star of NGC1501	
O VI OBJECT	
V mag.	approx. 13.
R.A.(2000)	4 07.0
Dec.(2000)	+60 55

ことから、Vフィルターとした。ただし、キャンペーンに参加の他の観測者からの試験報告によりVフィルターでも十分な精度が得られる事は確認した。測光の時間分解能については、約25分という中心星の変光周期から2分間を越えない事が望まれた。しかし、60cmの小口径にVフィルターという集光力の制約から、観測精度をあげるために露出時間をのばした。また、望遠鏡のガイド上の制約から、時間分解能は4分となった。

キャンペーン期間中、データが得られたのは、1991年11月18日と21日である。キャンペーン期間終了後、長期的な周期変動を捉えることを目的として測光観測を継続した。データを得たのは、1991年12月7日、1992年1月27日、2月27日、3月30日である。12月7日については、キャンペーン期間中と同様の観測を行った。しかし、その後の解析の結

果、Vフィルターでの観測では、時間分解能が不足することがわかった。そこで、3月30日までは、Rフィルターで、露出時間30秒、時間分解能～1分で測光した（Table 2）。

3. 整約

キャンペーンは満月をはさんで行われたが、CCDによる相対測光は多少の薄い雲や月明かりがあってもよい結果が得られる。アパチャー測光のデータ処理にはIRAF(Image Reduction and Analysis Facility NOAO提供)(cf. Tody 1986)のdigiphotのなかのap-photパッケージを使った。アパチャーは星像のFWHMとほぼ同じ値とし、バックグラウンドは星像のすぐ外側の円環とした。測光はphotを使い、中心星と比較星2つの平均との相対測光を行なった。キャンペーン期間中に得られた星像はFWHMでほぼ3秒角であった。また比較星のふらつきから評価した観測精度は0.015等程度であった。

4. 周期解析

露光開始時刻はCCDカメラ制御のソフトウェアで記録されるようになっていたが、それから露出中心時刻のHeliocentric Julian Dayに変換し、周期解析を行なった。キャンペーン期間中の観測については、われわれの観測結果からは46分程度の長い周期が検出された。なお、キャンペーンの主唱者であるBondからは、同じ時期に行われた観測結果から24.5分程度の周期で変光していると報告されている。(Fig.3)

なお、今回、周期解析に用いたPDM法のソフトウェアについては、現在、精度などについて検討を行っており、近いうちに報告される予定である。

5. 考察

キャンペーン期間中の観測結果からは、Bondから報告された周期は検出されなかった。これは、われわれのシステムでVフィル

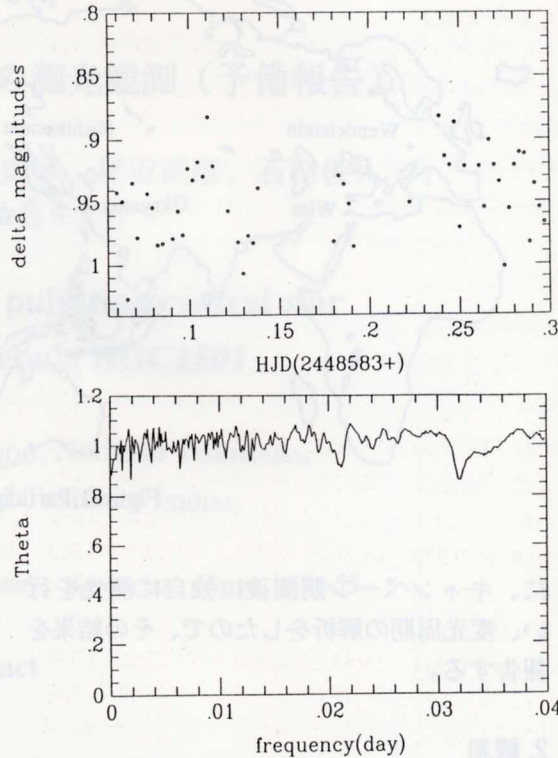


Figure3. The light curves (upper) and the results of the frequency analyses by PDM method. The period detected is indicated by arrows.

ターでの測光では、時間分解能が不足していたためと思われる。

その後に行なった、時間分解能を重視したRフィルターでの観測ではカウントが低く、天体の高度も低かったので、S/Nが低かった可能性がある。また、測光継続時間が短かった。

今後は時間分解能とS/Nをあげるために、ノーフィルターでの観測を行って、まずBondの報告にある約25分の周期を検出したい。その後、その典型的な周期がどのように変動するのかを追跡していく予定である。

H.E.Bondには、キャンペーン期間中に種々の情報を提供して下さったことに感謝する。また、東北大学の竹内峯教授には、今回のキャンペーンに著者達の注意を引いて下さったことに感謝する。

《参考文献》

- Bond, H. E., Ciardullo, R., Meakes, M., 1989, BAAS, Vol.21, No.2, p.789.
 尾久土正己・三分一清隆・定金晃三・黒田武彦・佐藤隆夫, 1991, Annu. Rep. Nishi-Harima Astron. Obs.,
 1, 17.
 Starrfield, S. G., Cox, A. N., and Hodson, S. W., 1980, Space Sci. Rev., 27, 621.
 Tody, D. 1986, in Proceeding of the SPIE, ed. D. L. Crawford (Bellingham, SPIE), Vol.627, p.733.

Table 2: Results of observations.

Nov. 18 1991	Nov. 21, 1991	17:42:53 0.921	14:02:57 1.284	14:41:17 1.284	12:53:12 1.365
UTC Δ mag.	UTC Δ mag.	17:46:53 0.887	14:03:00 1.279	14:42:10 1.286	12:54:05 1.415
14:41:25 1.000	13:17:15 0.942	17:50:55 0.971	14:03:54 1.265	14:43:03 1.255	12:54:58 1.291
14:45:28 1.003	13:21:20 0.949	17:54:58 0.922	14:04:50 1.270	14:43:56 1.276	12:55:50 1.343
14:49:27 0.917	13:25:19 1.027	18:06:25 0.922	14:12:05 1.285		12:56:42 1.347
14:53:29 0.978	13:29:21 0.934	18:10:25 0.955	14:13:12 1.281	Mar. 30 1992	12:57:34 1.327
14:57:31 0.936	13:33:24 0.978	18:14:27 0.901	14:14:05 1.269	UTC Δ mag.	12:58:39 1.327
15:01:34 0.916	13:41:25 0.943	18:18:26 0.921	14:14:57 1.292	12:27:11 1.323	12:59:32 1.328
15:09:27 0.954	13:45:26 0.954	18:22:27 0.934	14:15:52 1.274	12:29:27 1.450	13:00:32 1.350
15:21:30 0.977	13:49:33 0.984	18:26:29 1.002	14:16:44 1.287	12:30:22 1.398	13:01:24 1.316
15:25:31 0.941	13:53:35 0.983	18:30:30 0.956	14:17:38 1.309	12:31:14 1.298	13:02:20 1.368
15:29:33 0.942	14:01:38 0.979	18:34:33 0.921	14:18:30 1.297	12:32:12 1.100	13:03:14 1.383
17:14:51 0.988	14:05:47 0.957	18:38:33 0.911	14:19:24 1.274	12:33:04 1.270	13:04:20 1.270
17:18:54 0.974	14:09:34 0.976	18:42:34 0.912	14:20:16 1.288	12:33:57 1.241	13:05:22 1.312
17:26:53 0.950	14:13:41 0.923	18:46:37 0.983	14:21:09 1.309	12:34:50 1.303	13:06:15 1.254
17:30:54 1.017	14:17:43 0.932	18:50:37 0.936	14:22:03 1.329	12:35:42 1.202	13:07:08 1.307
17:34:54 0.964	14:21:43 0.918	18:54:38 0.955	14:22:56 1.297	12:36:35 1.539	13:08:18 1.369
17:42:52 0.981	14:25:45 0.929	18:58:39 0.967	14:23:49 1.262	12:37:27 1.357	13:09:10 1.469
17:46:54 0.959	14:29:47 0.882		14:24:41 1.293	12:38:20 1.258	13:10:04 1.266
17:50:57 0.982	14:33:48 0.921	Feb. 27 1992	14:25:34 1.300	12:39:12 1.313	13:10:56 1.413
17:54:59 0.968	14:45:53 0.957	UTC Δ mag.	14:26:26 1.283	12:40:04 1.186	13:11:48 1.379
17:58:59 0.965	14:53:48 0.982	13:47:46 1.286	14:27:19 1.272	12:40:56 1.240	13:12:41 1.344
18:05:07 1.009	14:57:48 1.007	13:48:48 1.276	14:28:12 1.273	12:41:51 1.272	13:13:37 1.365
18:41:17 1.035	15:01:47 0.977	13:49:57 1.269	14:29:05 1.287	12:42:44 1.268	13:14:30 1.338
18:45:15 1.013	15:05:46 0.983	13:50:59 1.290	14:29:58 1.319	12:43:38 1.398	13:15:23 1.298
18:49:19 1.045	15:09:46 0.939	13:52:02 1.273	14:30:55 1.281	12:44:30 1.351	13:16:17 1.373
19:02:18 0.993	16:10:15 0.982	13:53:06 1.257	14:31:47 1.287	12:45:23 1.223	
19:06:20 1.013	16:14:16 0.929	13:54:04 1.270	14:32:41 1.267	12:46:15 1.262	
19:10:20 0.983	16:18:23 0.936	13:55:04 1.240	14:33:35 1.300	12:47:07 1.367	
19:14:22 0.998	16:22:25 0.952	13:56:05 1.259	14:34:28 1.249	12:47:59 1.348	
19:22:24 1.016	16:26:20 0.986	13:57:04 1.280	14:36:35 1.285	12:48:51 1.372	
19:26:26 1.042	17:10:39 0.951	13:58:20 1.265	14:37:31 1.270	12:49:43 1.278	
19:30:29 1.023	17:34:48 0.882	13:59:18 1.280	14:38:35 1.250	12:50:35 1.225	
	17:38:50 0.914	14:01:12 1.233	14:39:28 1.256	12:51:28 1.476	
		14:02:04 1.238	14:40:21 1.281	12:52:20 1.437	