Annu. Rep. Nishi-Harima Astron. Obs. 2, 1 - 7 (1992)

BL Lac天体とクェーサーの光学モニター観測（予備報告）

尾久土正己
兵庫県立西はりま天文台

Optical Monitoring of BL Lac Objects and Quasars

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

Abstract

V-band photometric monitoring of four BL Lac objects and two quasars has been in progress at Nishi-Harima Astronomical Observatory since October, 1991 . Observations were carried out using a CCD camera system attached to the 0.6-m reflector. Results of six months observations are presented. The BL Lac object OJ287 dimmed about one magnitude in three months between November, 1991 and February, 1992.

Key Words: BL Lac objects; Quasars; Optical variablity

1．はじめに

近年、全国各地に60cmクラスの望遠鏡が続々と建設され、一般に公開されている。とくに、最近では冷却CCDカメラを導入する施設も登場し、光電管と小口径の望遠鏡の組み合わせの時代には、考えられなかったような、遠方の暗い天体を観測できるようになった。このようなサイトでは、日々の一般公開や普及活動などのノルマはあるものの、もし観測者の都合がつくならば、かなり豊富なマシンタイムを得ることができる。一方、研究機関に所属する大口径の望遠鏡は、共同利用やそれに類する形態で運営されており、個々の観測プログラムに割与えられる観測時間は限られている。

長周期の不規則変光星、激変星、活動銀河核などの研究には、長期にわたる高精度でかつ、一様なデータの蓄積が不可欠である。ここに1つ、マシンタイムの豊富な小口径の公開天文台の活躍の場がある。もちろん、明るい変光星については以前から、小口径の望遠鏡で観測されてきたが、CCDの登場で遠方の活動銀河核であるBL Lac天体やクェーサーも小口径の望遠鏡の観測範囲に入ってきた。そこで、西はりま天文台においてもそれらの中では比較的明るい北天のBL Lac天体やクェーサーのモニター観測を始めた。

これらの天体の長期にわたる観測データからもたらされた結果の中には次のようなものがあげられる。BL Lac天体の中でももっとも注目されているOJ287は、過去100年間の観測データから大きな増光が11.65年の周期で繰り返されていることが明らかになったが、Sillanpaa et al.(1988)はその現象を説明するモデルとして、2つの巨大なブラックホールの連星系モデルを提案している。もし、この周

期性が正しいのなら次回の大きな増光は1994年になるらしい。そこで、OJ287を増光前から詳細に観測しようというのも大きな動機の一つである。

すでに行われているモニター観測の内、最近発表されているのものとしては、写真乾板による観測はWebb et al.(1988), Sillanpaa et al.(1991)らによるもの、偏光測光観測はMead et al.(1990), Takalo(1991), Valtaoja et al.(1991)らによるもの、そしてCCD測光はXie et al.(1991)によるものがあげられる。

今回は、始めたばかりのモニター観測について予備報告として、観測の概略と、1992年3月現在までの観測結果を報告する。

2. 観測

観測は、1991年10月より開始し現在も続行中である。60cm反射望遠鏡に取り付けた窒素冷却式のCCD(アストロメッド社製、素子：EEV/P8603)で、目的天体を含む約4×6分角の天域を撮像している。フィルターは、広帯域のVフィルターを使っている。露出時間は、BL Lacの最初の頃の観測を除いてすべて2分間である。これは、望遠鏡の追尾上の欠陥からくる限界である。フラット画像は、白いドーム内壁を白熱灯で照らして撮像した。画像演算と測光にはIRAFのパッケージを使用した。

観測対象は、次のような条件で選んだ。望遠鏡の追尾精度の問題から、2分以上の露出が困難なので、明るい天体（<16等級）に限られる。また、なるべく長期にわたってモニターしたいので北天の天体に限った。さらに、日本の天候を考えると同一視野に比較星が複数個あることが望ましい。そこで、Smith et al.(1985)のリストにあがっているフィールドから4つのBL Lac天体と2つのクェーサーを選びだした。Table 1にそのリストをあげておく。これらのカタログデータはSky Catalogue 2000.0 Vol. 2(Hirshfeld and Sinnott, 1985)から引用した。

3. 結果

Table 2およびFig. 1a～fは、1992年3月30日までの観測結果である。この期間での特徴的な変化はOJ287とOQ530の大きな減光があげられる。OJ287では約100日の間に1等、OQ530では約50日間に0.6等減光している。どちらもそれ以前の観測がないのでピークから何等減光したかは不明である。

BL Lacの結果では標準偏差が大きいが、この理由としては次の理由が考えられる。一つは、1992年2月まではドーム内の熱環境が悪く星像の大きさが大きかった（岡野・他, 1992）こと、1991年10月～11月にかけてCCDが代用品でバイアスノイズが大きかったことがあげられる。さらに、観測したときはほとんど地平線に近い西の空であったこと、1991年11月3日まで露出時間が90秒であったこともその原因であろう。

Table 1. Catalogue data of observed objects.

Designation	Name	R.A.(2000)	Dec.(2000)	z	Type
0754+100	OI090.4	07h57m07s	+09° 56'34"	--	BL
0851+202	OJ287	08h54m49s	+20° 06'32"	0.306	BL
1226+023	3C273	12h29m07s	+02° 03'07"	0.158	QSO
1418+546	OQ530	14h19m47s	+54° 23'14"	--	BL
1641+399	3C345	16h42m59s	+39° 48'37"	0.595	QSO
2200+420	BL Lac	22h02m43s	+42° 16'40"	0.07	BL

Table 2. Results of CCD Photometric observations of BL Lac objects and quasars.

0754+101

Date	JD	Vmag	n	rms
1991 Nov. 1	562	16.21	4	0.01
1992 Jan.10	632	16.05	3	0.07
26	648	16.19	4	0.06
Feb. 5	658	16.02	4	0.06
26	679	15.96	4	0.02

OJ287

Date	JD	V mag	n	rms
1991 Nov. 1	562	14.92	4	0.01
1992 Jan.10	632	15.46	4	0.03
26	648	15.46	4	0.01
Feb. 5	658	15.81	4	0.02
21	674	15.84	8	0.12
26	679	15.73	4	0.02
Mar. 27	709	15.47	4	0.02

3C273

Date	JD	V mag	n	rms
1992 Jan.26	648	12.70	4	0.01
Feb. 5	658	12.69	4	0.01
26	679	12.68	4	0.00
Mar. 27	709	12.65	4	0.00

OQ530

Date	JD	V mag	n	rms
1992 Feb. 5	658	15.22	4	0.01
26	679	15.66	4	0.03
Mar. 27	709	15.82	4	0.02

3C345

Date	JD	V mag	n	rms
1992 Feb. 5	658	16.15	4	0.03
26	679	16.01	4	0.04
Mar. 27	709	15.89	4	0.01

BL Lac

Date	JD	V mag	n	rms
1991 Oct. 3	533	15.53	2	0.02
15	545	15.45	2	0.00
20	550	15.35	4	0.09
Nov. 1	562	15.24	3	0.06
3	564	15.36	4	0.05
10	571	15.41	4	0.07
21	582	15.28	2	0.05
Dec. 12	603	15.55	2	0.04
13	604	15.75	2	0.13
16	607	15.41	4	0.07
1992 Feb. 5	658	15.18	3	0.02

4．考察

今回の報告では、観測をはじめて間もないので、個々の天体についての考察を述べるにはデータ不足である。そこで、観測面について少し考察したい。

まず、精度について調べたのがTable 3である。そこでは、各フィールドでの一番暗い比較星の観測精度（Smith et al.(1985)の求めた等級との差の平均値と、毎夜ごとのrmsエラーの平均値）をあげている。OJ287の1991年2月21日のデータはここでは除外した。当日は、雪雲の合間を縫っての観測で最悪のシーイングだった。BL Lacの観測精度については、先に述べた通りで、そのことを考慮するなら、観測誤差は14等より明るい天体では1/100等までの範囲ならほとんど無視できる。15等級でもばらつきは0.02等におさまる。OJ287の比較星11では、Smith et al.(1985)の等級との差が少し大きくなっているが、Smith et al.(1985)の値の誤差内には入っている。これらの結果は、西はりま天文台で1991年初頭に行った三分一・他(1991)の測光試験の結果と比べるとかなり精度が向上している。これは、露出時間が2倍になったこと、ローカルなシーイングの改善により星像が良くなったこと、さらにはCCDの安定度が向上したこと

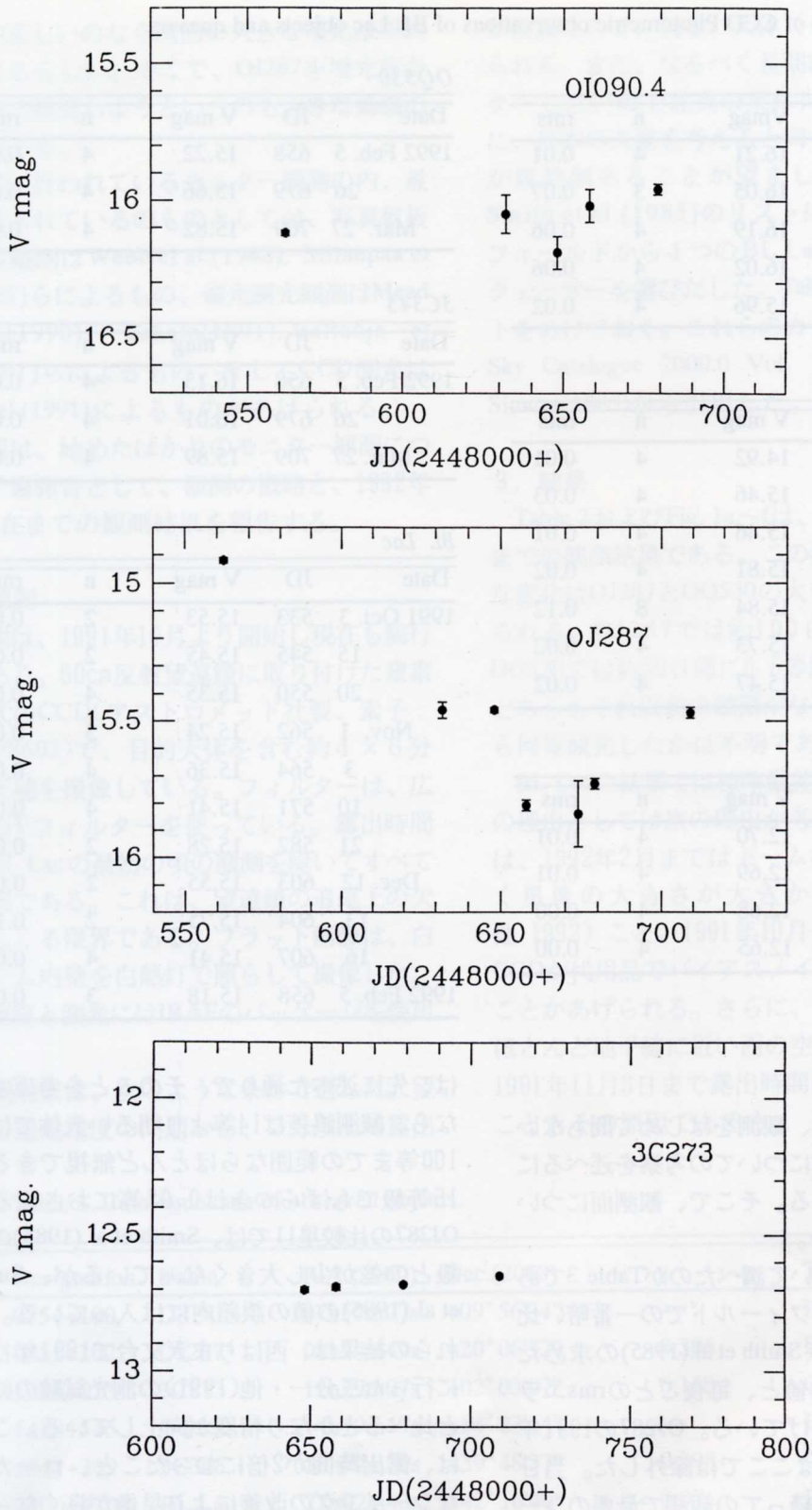

Figure 1. The light curves of ovserved objects in V–band.

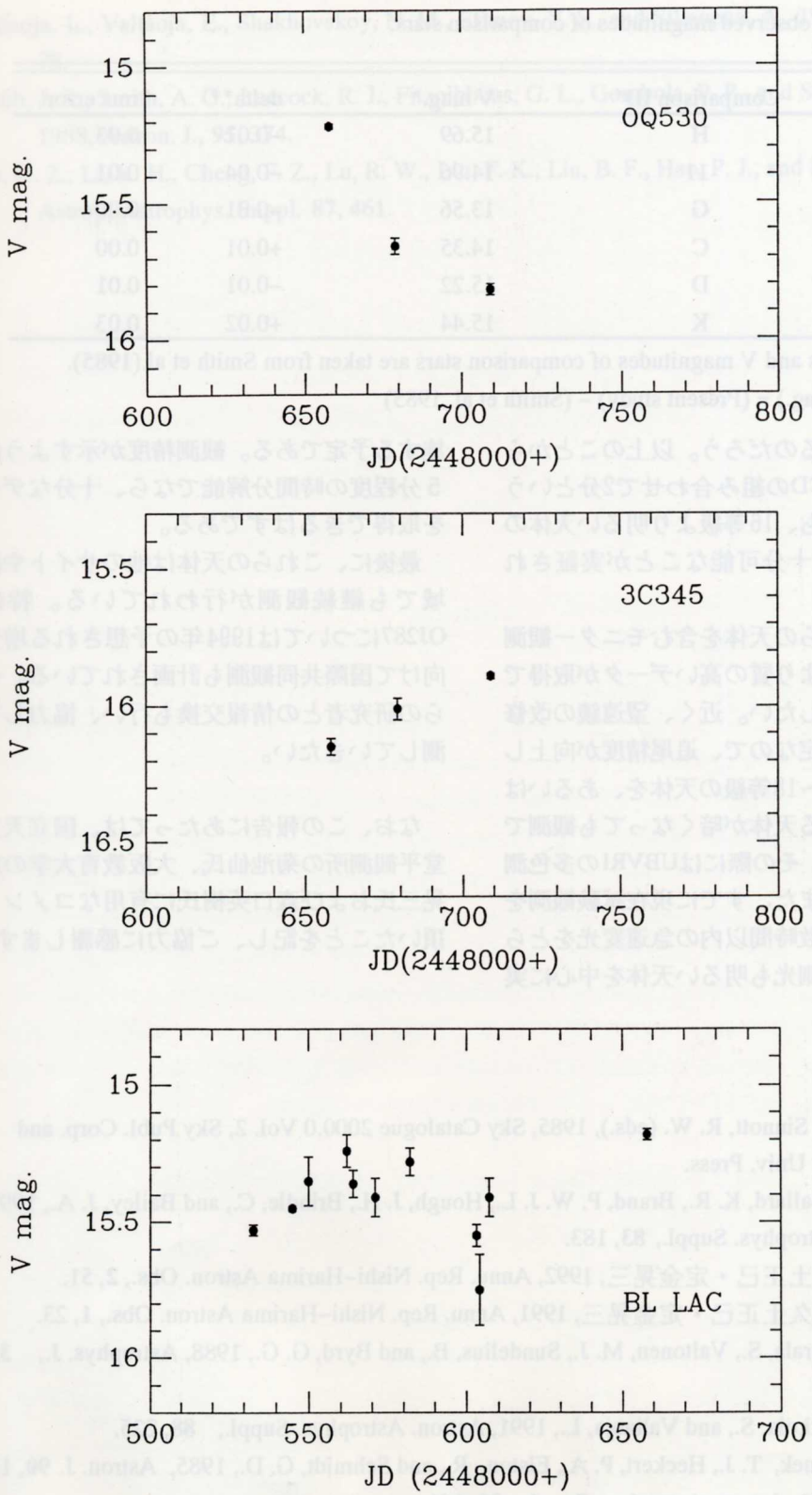

Figure 1. (continued)

Table 3. Errors in observed magnitudes of comparison stars.

Object	Comparison ID*	V mag.*	delta**	rms error
OI090.4	H	15.69	−0.01	0.03
OJ287	11	14.96	−0.04	0.01
3C273	G	13.56	−0.01	0.00
OQ530	C	14.35	+0.01	0.00
3C345	D	15.22	−0.01	0.01
BL Lac	K	15.44	+0.02	0.03

* ID names and V magnitudes of comparison stars are taken from Smith et al.(1985).

** delta(mag.) = (Present study) − (Smith et al.,1985)

などが効いているのだろう。以上のことから60㎝望遠鏡とCCDの組み合わせで2分という短い露出時間でも、16等級より明るい天体のモニター観測が十分可能なことが実証された。

今後も、これらの天体を含むモニター観測を継続するが、より質の高いデータが取得できるように改善したい。近く、望遠鏡の改修が実施される予定なので、追尾精度が向上したときには、17〜18等級の天体を、あるいは現在観測している天体が暗くなっても観測できるはずである。その際にはUBVRIの多色測光も行いたい。また、すでに現在試験観測を進めているが、数時間以内の急速変光をとらえるための高速測光も明るい天体を中心に実施する予定である。観測精度が示すように、５分程度の時間分解能でなら、十分なデータを取得できるはずである。

最後に、これらの天体は他のサイトや波長域でも継続観測が行われている。特に、OJ287については1994年の予想される増光に向けて国際共同観測も計画されている。それらの研究者との情報交換も行い、協力して観測していきたい。

なお、この報告にあたっては、国立天文台堂平観測所の菊池仙氏、大阪教育大学の定金晃三氏および森口英樹氏に有用なコメントを頂いたことを記し、ご協力に感謝します。

《参考文献》

Hirshfeld, A., and Sinnott, R. W. (eds.), 1985, Sky Catalogue 2000.0 Vol. 2, Sky Publ. Corp. and Cambridge Univ. Press.

Mead, A. R. G., Ballard, K. R., Brand, P. W. J. L., Hough, J. H., Brindle, C., and Bailey, J. A., 1990, Astron. Astrophys. Suppl., **83**, 183.

岡野浩平・尾久土正己・定金晃三, 1992, Annu. Rep. Nishi-Harima Astron. Obs., **2**, 51.

三分一清隆・尾久土正己・定金晃三, 1991, Annu. Rep. Nishi-Harima Astron. Obs., **1**, 23.

Sillanpaa, A., Haarala, S., Valtonen, M. J., Sundelius, B., and Byrd, G. G., 1988, Astrophys. J., **325**, 628.

Sillanpaa, A., Mikkola, S., and Valtaoja, L., 1991, Astron. Astrophys. Suppl., **88**, 225.

Smith, P. S., Balonek, T. J., Heckert, P. A., Elston, R., and Schmidt, G. D., 1985, Astron. J. **90**, 1184.

Takalo, L. O., 1991, Astron. Astrophys. Suppl., **90**, 161.

Valtaoja, L., Valtaoja, E., Shakhovskoy, N. M., Efimov, Y. S., and Sillanpaa, A., 1991, Astron. J. **101**, 78.

Webb, J. R., Smith, A. G., Leacock, R. J., Fitzgibbons, G. L., Gombola, P. P., and Shepherd, D. W., 1988, Astron. J., **95**, 374.

Xie, G. Z., Li, K. H., Cheng, F. Z., Lu, R. W., Liu, F. K., Liu, B. F., Hao, P. J., and Liu, Z. H., 1991, Astron. Astrophys. Suppl. **87**, 461.