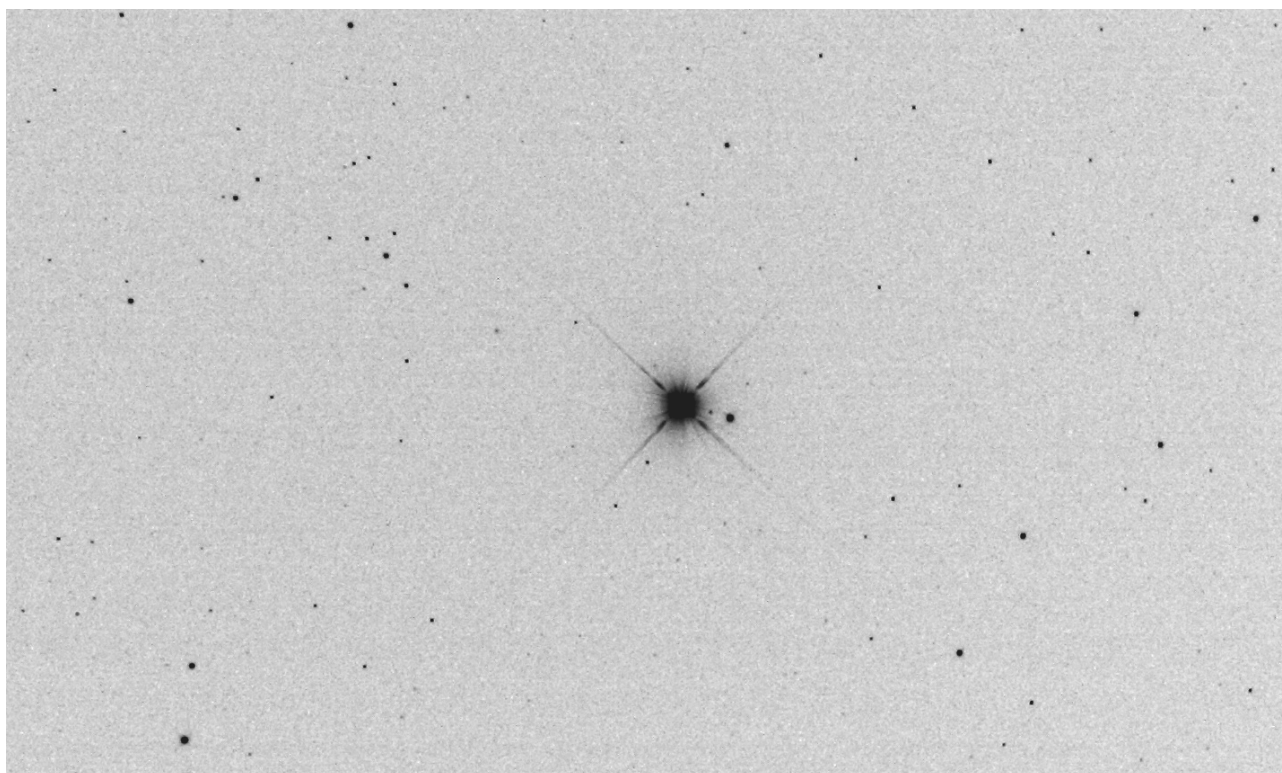


みんなで作った光度曲線

クリスマスにミラを見ようキャンペーン

2009

報告書



極大時のミラ 3.4等 (撮影：2009年11月12日)

目次

2009年のミラキャンペーン	渡辺 誠	1
2009年のミラキャンペーンに参加して	曾和 俊英	4
1998年からのミラの動向	渡辺 誠	5
終わりに	渡辺 誠	12
参考：1956年から2000年までのミラの光度曲線		13

日本変光星研究会

2009年のミラキャンペーン

2009年のキャンペーンにお寄せいただいた眼視観測は45名の方より、597目測の観測をいただきました。また、デジカメ観測は5名の方より18目測(10月の観測を含む)、CCD測光は2名の方より59目測の観測をいただきました。心より感謝申し上げます。以下に観測者名、観測夜数、目測数を表示しました。

【眼視観測者】(敬称略)

観測者	夜	数	観測者	夜	数	観測者	夜	数	観測者	夜	数
石井ひとみ	11	11	金井 清高	36	36	曾和 俊英	27	27	堀尾 恒雄	19	19
板倉 一樹	2	2	木下 未来	4	4	高橋あつ子	20	20	前田 豊	19	19
伊藤 弘	1	1	上坂 哲也	1	1	高橋 進	10	10	前原 裕之	17	17
井上 重利	14	14	小林 将人	7	7	中井 健二	45	45	松山 広史	30	31
今村 和義	7	7	小山 舜平	4	4	永田 佳希	4	4	村井 昌久	8	8
植木 信幸	5	5	斉藤 昌也	26	26	中谷 仁	18	18	守谷昌志郎	10	10
遠藤 雅克	14	14	佐久間精一	18	18	西山 洋	30	30	森山 雅行	3	3
大石 賢	8	8	清水優香	4	4	服部 通代	1	1	渡辺 誠	15	15
大西拓一郎	12	12	酒井 聡	1	1	広沢 憲治	10	10	渡辺 康徳	11	11
岡 明夫	9	9	須貝 秀夫	4	4	平賀 三鷹	12	12			
小野寺紀明	14	14	鈴木 翔太	4	4	深井 和吉	3	3			
加藤 太一	29	31	染谷 優志	8	8	藤橋 和弘	1	1			

表1 2009年のミラキャンペーン眼視観測者一覧

2日に1回以上にあたる30夜以上観測された方は金井清高さん、中井健二さん、西山洋さん、松山広史さんです。

【デジカメ観測者】(敬称略)

永井和男 8目測、鈴木節雄 4目測、鷹宏道 3目測、金津和義 2目測、沢村泰彦 1目測

【CCD観測者】(敬称略)

清田誠一郎 19目測、大金要次郎 8目測×5種類 = 40目測

【光度変化2009年】

以下に2009年のミラキャンペーン期間中の光度変化を紹介します。表2の中の標準偏差はデータのばらつき具合を表すもので、ばらつきが正規分布と仮定すると全体の68.27%が表示の範囲内に収まっていることを意味します。この期間の全観測をプロットしたものが図3です。ただし、極大がよくわかるように前後10日をつけ加えました。毎日の観測の平均をとり、その平均値をプロットして作成した光度曲線が下の図です。極大は11月10日頃で、3.4等でした。天文年鑑の予報は11月20日でしたので、10日早いこととなります。VSOLJの予報は11月14日でしたので、4日早いこととなります。これは誤差範囲内でしょう。

月日	等級	標準偏差	目測数	月日	等級	標準偏差	目測数	月日	等級	標準偏差	目測数
11月1日	3.77	0.11	9	11月22日	3.70	0.08	3	12月13日	3.83	0.09	3
2日	3.55	0.15	2	23日	3.63	0.19	29	14日	3.91	0.14	9
3日	3.65	0.21	22	24日	目測なし			15日	3.90	0.06	5
4日	3.73	0.23	4	25日	3.60	0.18	12	16日	4.03	0.23	8
5日	3.43	0.36	9	26日	3.62	0.20	12	17日	3.85	0.19	11
6日	3.55	0.19	23	27日	3.69	0.11	8	18日	3.88	0.14	12
7日	3.43	0.15	19	28日	3.71	0.17	11	19日	3.99	0.11	12
8日	3.50	0.30	10	29日	3.80		1	20日	3.99	0.11	12
9日	3.53	0.17	3	30日	3.65	0.17	13	21日	4.04	0.16	12
10日	3.30		1	12月1日	3.65	0.15	14	22日	4.04	0.12	13
11日	3.35	0.05	2	2日	3.72	0.12	10	23日	4.01	0.12	7
12日	3.50	0.17	7	3日	3.80	0.00	4	24日	4.02	0.09	6
13日	3.60	0.21	4	4日	3.69	0.15	9	25日	3.96	0.27	8
14日	3.57	0.30	19	5日	3.77	0.10	12	26日	4.08	0.16	6
15日	3.48	0.20	12	6日	3.78	0.18	16	27日	4.03	0.05	3
16日	3.60	0.10	2	7日	3.82	0.18	17	28日	4.09	0.12	15
17日	3.48	0.16	4	8日	3.79	0.13	9	29日	4.16	0.17	7
18日	3.50	0.31	12	9日	3.80	0.06	5	30日	4.15	0.11	8
19日	3.50	0.21	14	10日	3.90	0.08	3	31日	4.17	0.14	7
20日	3.67	0.05	3	11日	3.75	0.05	2				
21日	3.51	0.17	17	12日	3.81	0.13	16				

表 2 2009 年のミラキャンペーン期間中の光度変化

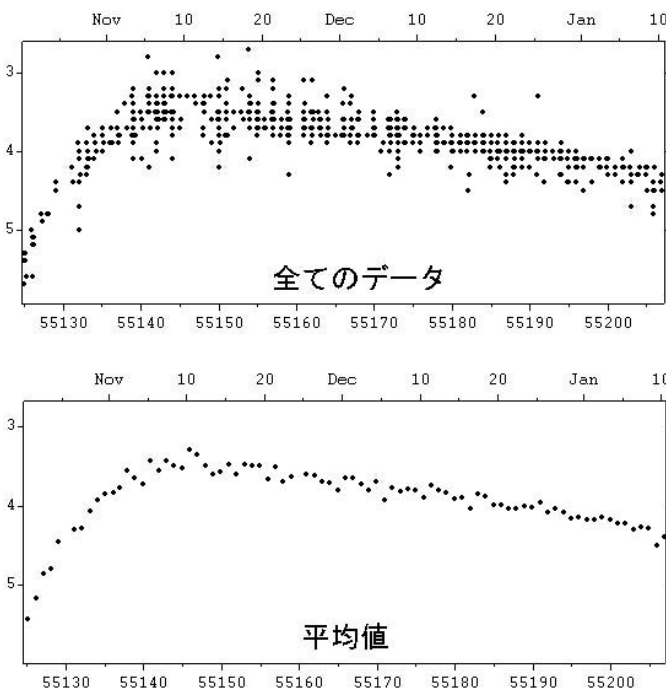


図 3 2009 年ミラキャンペーン時の眼視観測(全観測)

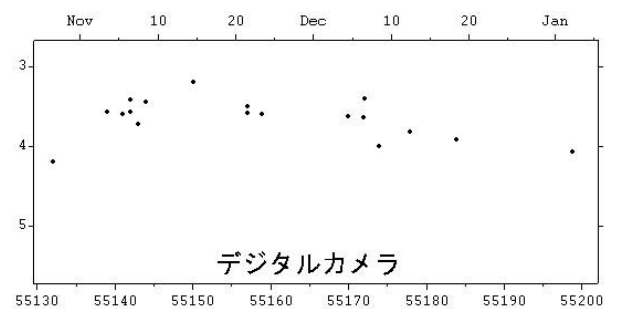


図 4 2009 年ミラキャンペーン時のデジタルカメラの観測

図 4 はデジタルカメラによる観測です。デジタルカメラによる観測は一般の方が気軽に観測することができるので、将来、変光星観測には有望な手段ではないかと思っています。眼視観測より、観測期間が若干短いのですが、おおよその光度変化はとらえられているようです。今後、さらなる研究が必要でしょう。

■ 波長別による光度曲線

CCD 観測により波長別の光度曲線が得られました。今回は極大期にあたりますので、一般に光度変化があまりありません。

昨年度の観測では V 光度に観測者による系統的な差がみられましたが、今回はそれが解消され、きれいな曲線を描いています。極大頃の光度は 11 月 6 日に 3.37 等、12 日に 3.30 等、18 日に 3.40 等となっています。これを見る限り、極大は 12 日で 3.3 等となります。

U 光度と B 光度は V 光度とほとんど同じ曲線を描いていますが、若干減光が早いようです。一方、赤い方は光度変化が少なく、Rj 光度はわずかに減光し、Ij 光度はほとんど光度変化がありません。眼視光度では大きく変光するのに対して、赤い波長での変化は小さいことがよくわかります。

■ 極大日と極大光度

極大日は全体の光度曲線から 11 月 10 日、極大光度は 3.4 等としました。これは V 光度よりも 0.1 等暗くなっています。しかし、極大光度は人により、差があります。今回は観測者が最も明るい目測をした等級を極大光度と考えました。その等級と観測者の数をグラフにしたものが次ページの図 6 です。

このグラフではサンプル数は 28、平均は 3.4 等、標準偏差は 0.02 等とかなり小さい値になりました。ここで、多くの方が 3.3 等から 3.5 等の間に分布しているのがわかります。この集中度は非常に高いと言えます。一方、最も明るく見積もった方は 2.8 等、暗く見積もった方は 4.0 等で、この差は昨年より大きくなっています。ただし、極大光度はグラフのでこぼこを平らにすることにより得られるので、この値は真の極大光度より明るくなります。一方、昨年度行った、極大付近の 10 日間の等級の平均値をとると逆に暗くなりま

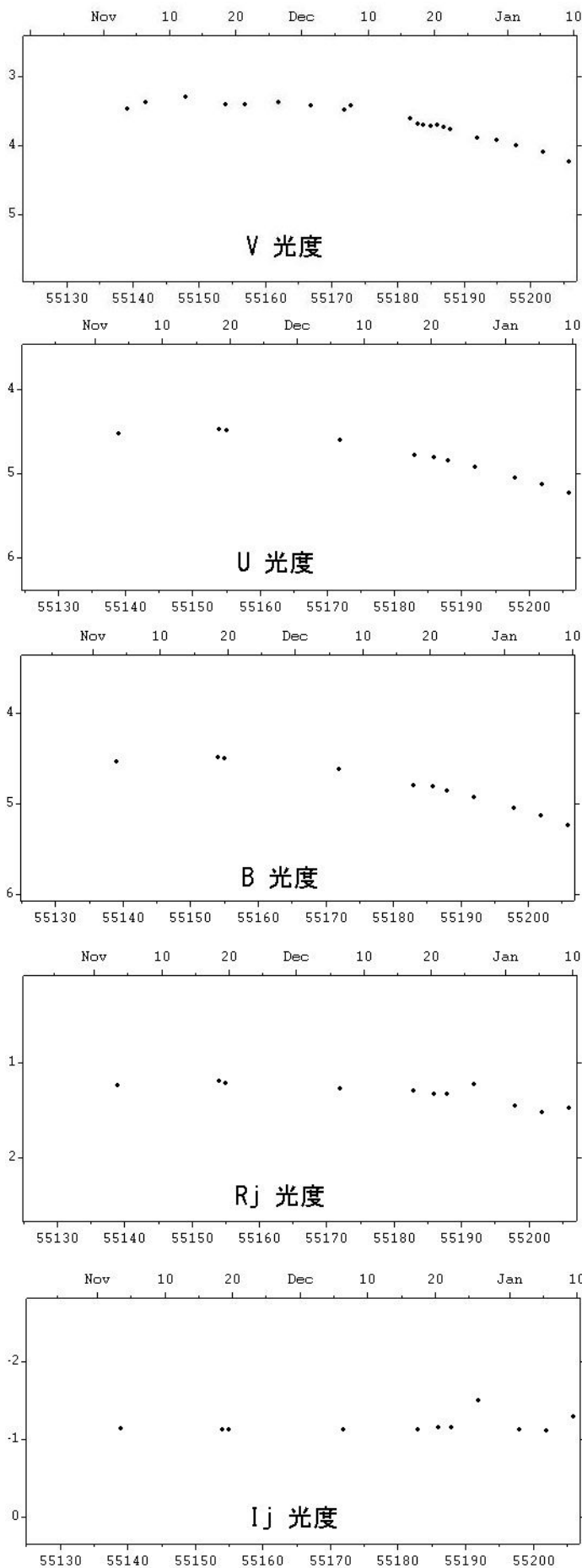


図 5 ミラの波長別の光度変化

す。観測数の多くない個人の観測による極大光度をどのようにとるかは今後検討が必要と思われます。

しかし、眼視観測では極大光度はばらばらというイメージがありますが、多くの観測者がある場合、平均値をとれば、極大光度はある値に収束すると言っているかと思えます。今後、できるだけ多くの観測がなされることが望まれます。

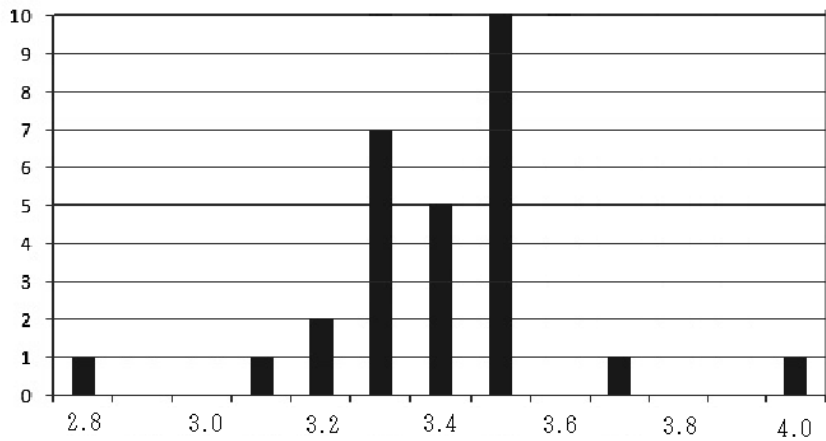
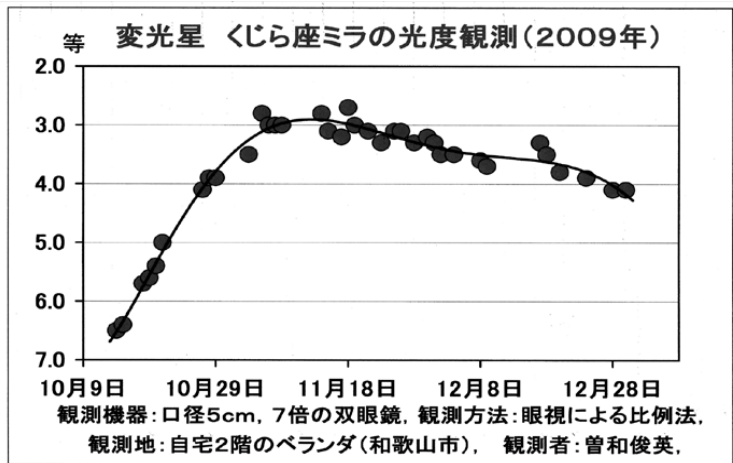


図6 最も明るい目測値の分布(縦軸は人数、横軸は等級)

2009年のミラキャンペーンに参加して

曾和 俊英

私はミラキャンペーンに参加させていただいたのは、今回が7回目になりますが、今回は合計27回の観測ができました。今回のキャンペーン期間中の私の最初の観測は11月3日の夜、そして最後の観測は12月30日になりました。このキャンペーン以前の10月14日から10月29日までの9回の観測も含めた合計36回分の観測結果をグラフにしてみました。



観測機器は、5 cm (7倍)の双眼鏡です。

そして今年も私が観測したのは、自宅2階のベランダです。そこは真南を向いていて冬の深夜には晴れてさえいれば、あのカノープスが肉眼で見えるほどの恵まれた視界が広がっています。寒くても冬の豪華な星座を見るのは楽しいものでした。

2009年版天文年鑑の予報では、ミラの極大日は11月20日になっていましたが、私の観測では11月10日頃で、その極大光度は約2.9等くらいです。一方、皆様の平均値でも極大日は同じように、11月10日頃になっているようですが、極大光度はそれより少し暗くて約3.4等くらいになっているようです。今までの経験では、私の光度観測は、皆様の平均より少し暗めだったのですが、今回はどういう訳か、少し明るめになっているようです。その原因については今のところ、まだはっきりとしませんが、もう少し観測を続けてみて、今後の課題にしたいと考えています。

「昨夜までは何もなくても、今夜は何が起こっているのかは、誰にもわからない。そしてそれを知るには実際に空を見上げている者だけなのだ。」と自分に言い聞かせて、2010年もがんばりたいと思います。変光星愛好家の皆様、これからも末永く、どうぞよろしくお祈りします。

(2010年1月7日)

1998年からのミラの動向

ミラキャンペーンは1998年に始まり、2009年で12年になりました。ミラの周期は約332日ですので、13回の極大があり、12年の期間を観測すると、すべての位相を観測することができたこととなります。この12年間のミラキャンペーン期間の1日ごとの平均値の光度曲線が図7です。その次のページ以降はVSOLJに寄せられた観測から作成した1日ごとの平均値の光度曲線です。これらのグラフからミラの光度曲線の特徴を以下の表にして見ました。

極大	極大日	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2008	2009
		12/7	11/6	10/10	9/13	8/1	—	—	—	3/23	2/18	1/19	12/14	11/10
	光度	4.6	3.2	3.6	2.8	2.8	—	—	—	3.7	2.1	3.7	3.4	3.4
	形	稍平	稍平	平	三角	稍平	—	—	—	—	三角	稍平	稍平	稍平
	周 期	—	334	339	338	322	—	—	—	—	332	335	330	331
極小	極小日	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2005	2006	2007	2008	2009	—
		—	—	—	—	—	2/6	1/16	12/18	10/28	10/14	9/13	—	—
	光度	—	—	—	—	—	9.2	9.4	9.3	8.9	9.6	9.7	—	—
	周 期	—	—	—	—	—	—	345	336	304	371	325	—	—
6等以上の期間		104	131	119	159	141	—	134	140	160	—	—	115	142
6等以下の期間		224	196	209	185	—	206	191	178	183	—	—	217	—
6等以下の周期		328	327	328	344	—	—	325	318	343	—	—	332	—
増光日数	9.0→8.0	27	41	—	—	—	—	—	—	56	—	31	不明	53
	8.0→7.0	6	13	10	8	—	—	—	—	7	13	7	7	7
	7.0→6.0	8	7	7	6	—	—	—	—	5	11	5	8	6
	6.0→5.0	14	6	8	9	10	—	—	—	6	8	7	4	4
	5.0→4.0	—	9	13	12	6	—	—	—	6	6	16	7	6
4等以上の期間		—	70	63	—	81	—	—	—	—	80?	31	57	55
減光日数	4.0→5.0	—	26	16	33	23	24	25	26	—	—	43	24	56
	5.0→6.0	25	19	19	33	31	27	24	21	—	—	—	23	25
	6.0→7.0	28	28	29	29	19	18	23	22	26	22	—	—	—
	7.0→8.0	—	—	34	28	33	32	29	34	37	18	—	—	—
	8.0→9.0	—	—	—	—	62	53	43	54	—	37	—	—	—

表3 ミラの光度変化の特徴

◆ 極大光度

極大光度の平均は3.33等、標準偏差は0.64等でした。この期間で最も明るい極大は2007年の2.2等、反対に暗い極大は1998年の4.6等でした。ミラは増光が急で、減光が緩やかなので、極大も前の方にあります。したがって、極大光度が明るい時は光度曲線は少しとがった形（上の表では三角）になるようです。そして、4等以上の期間も長くなるようです。しかし、6等以上の期間がながくなるかどうかは今回の期間の分析ではわかりませんでした。

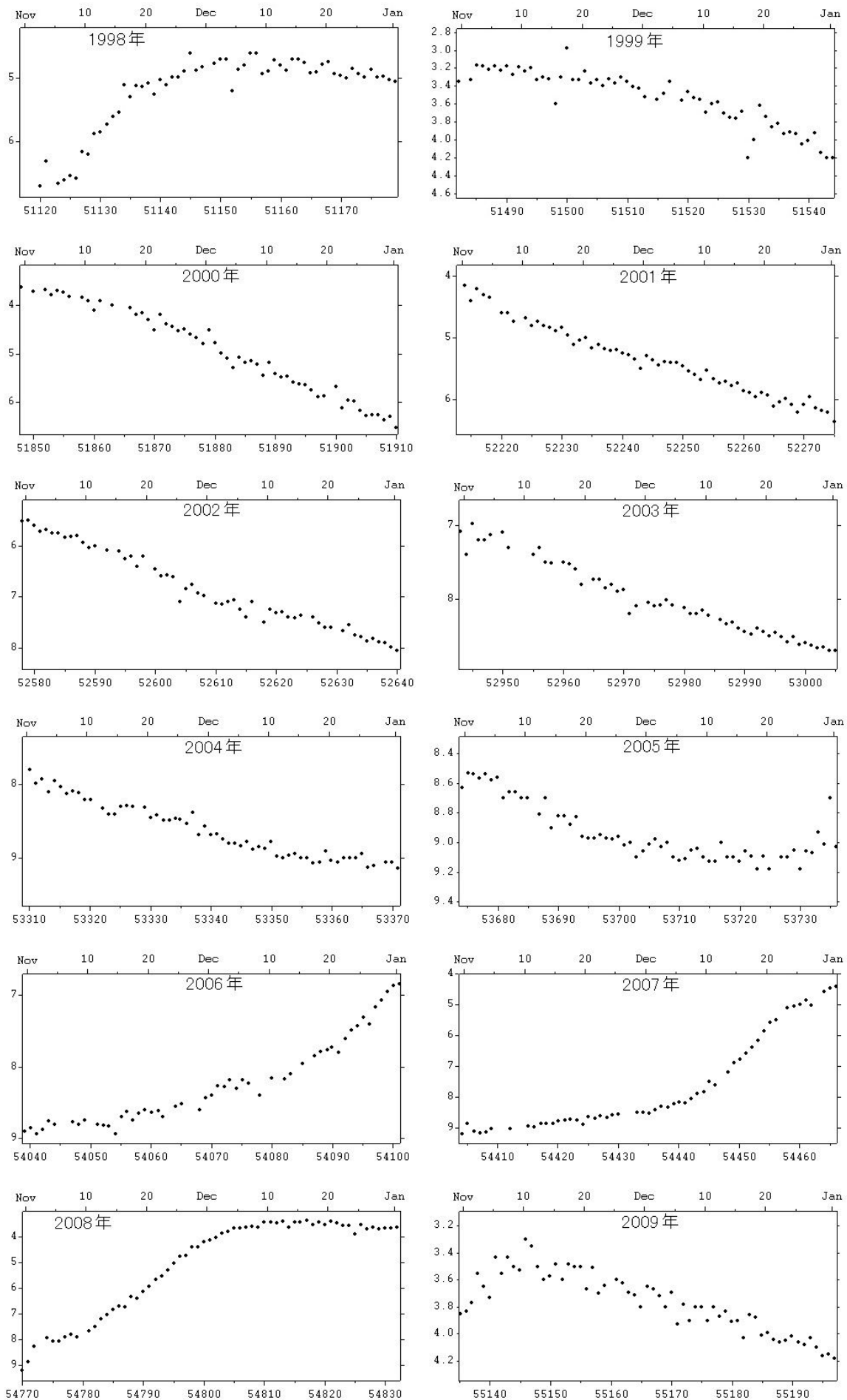
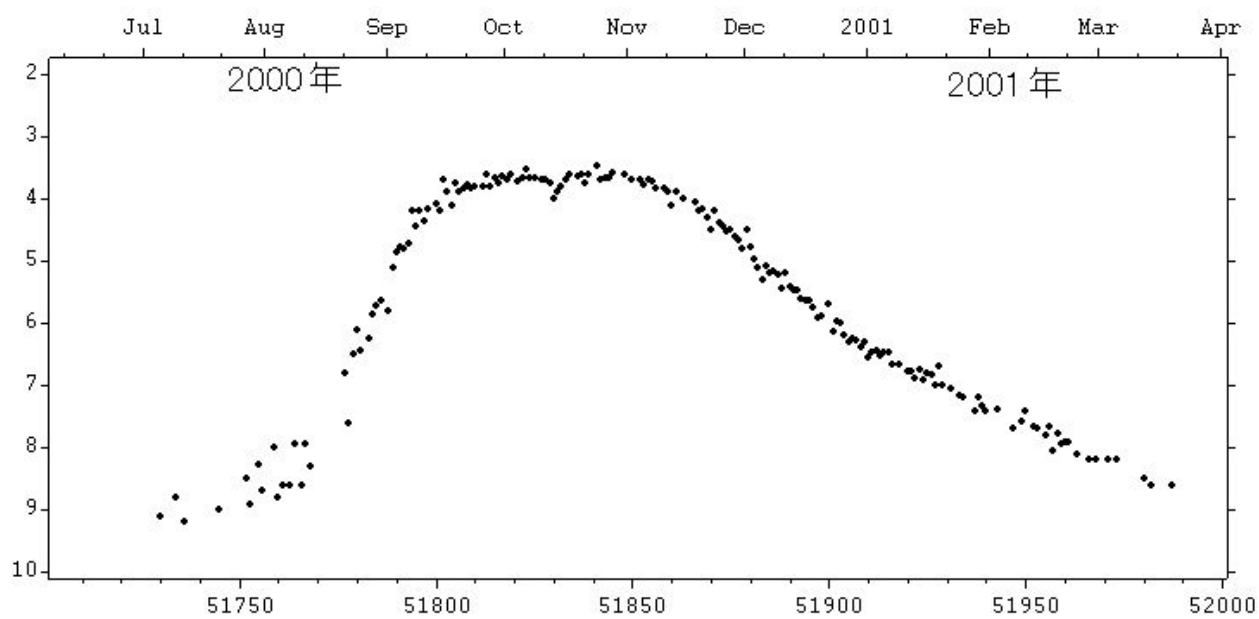
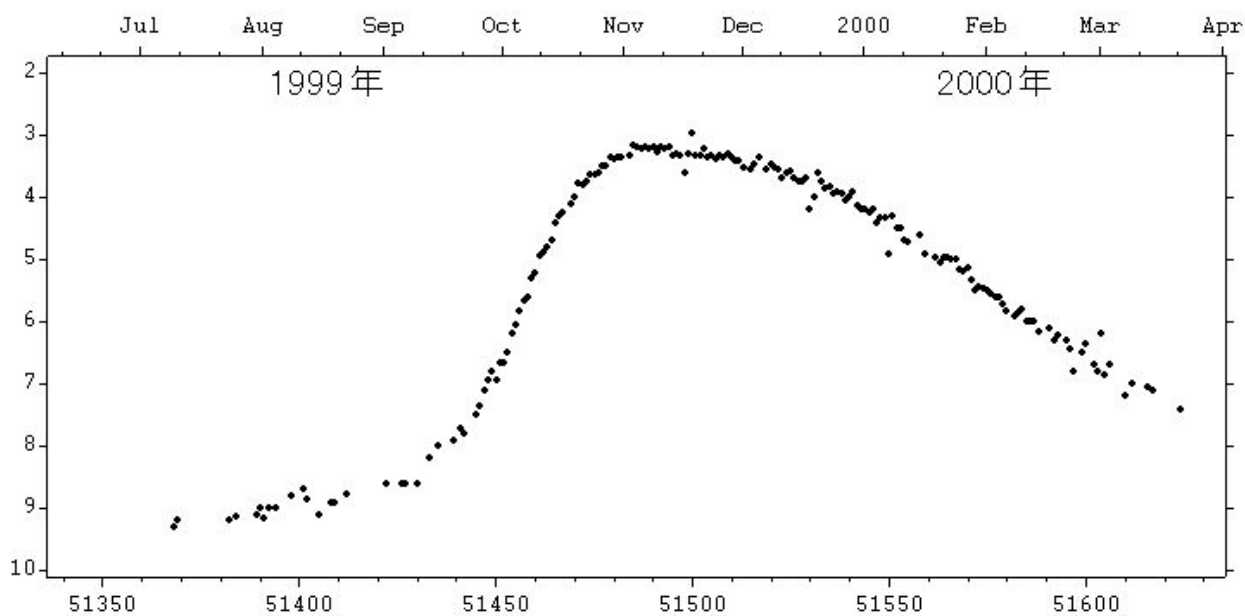
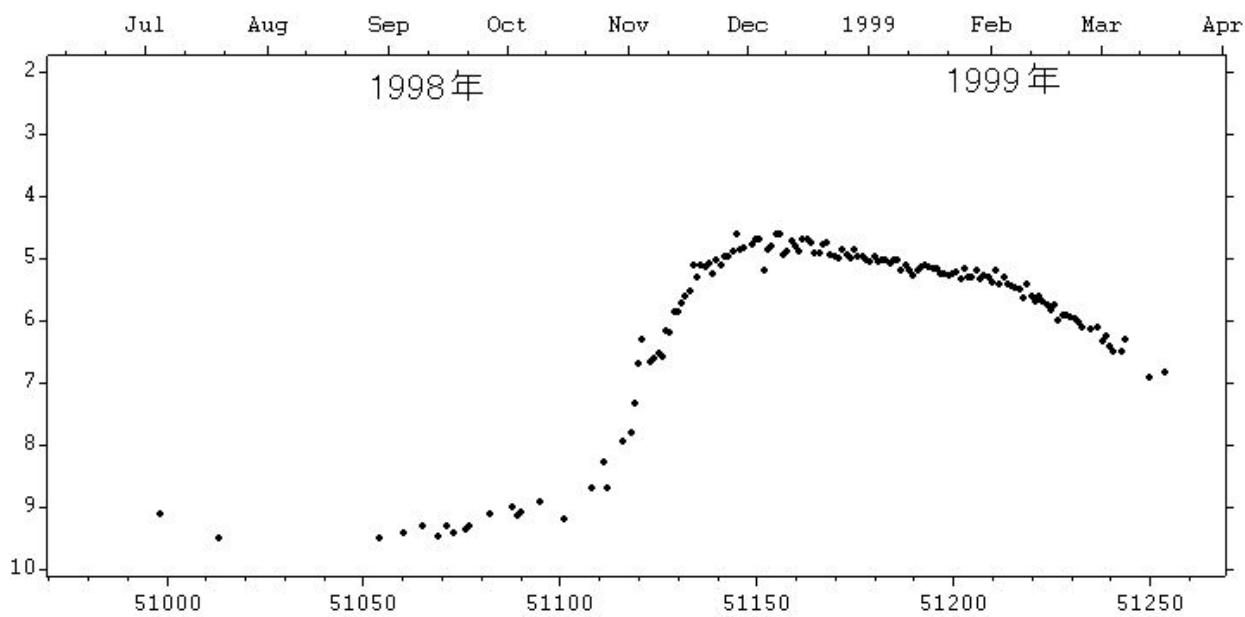
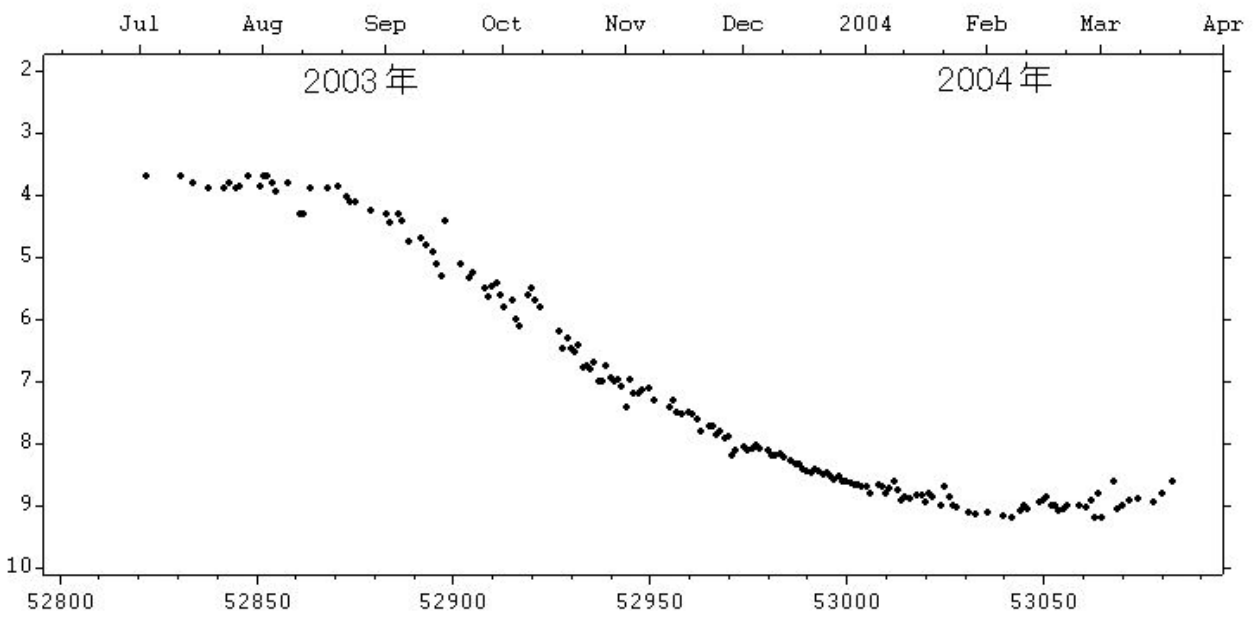
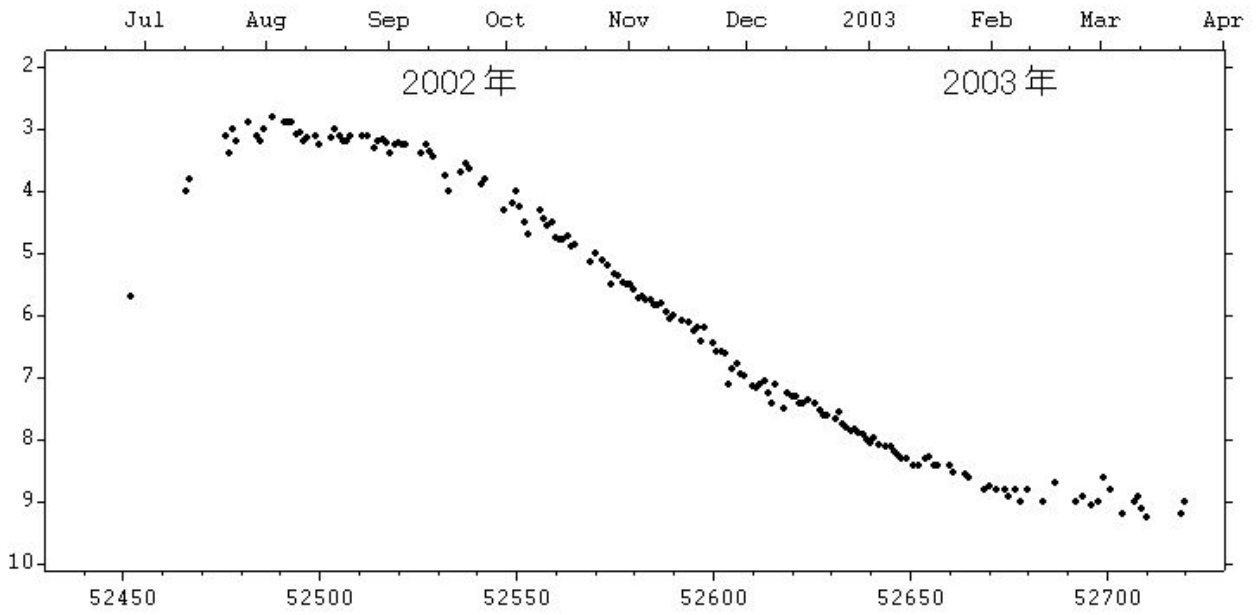
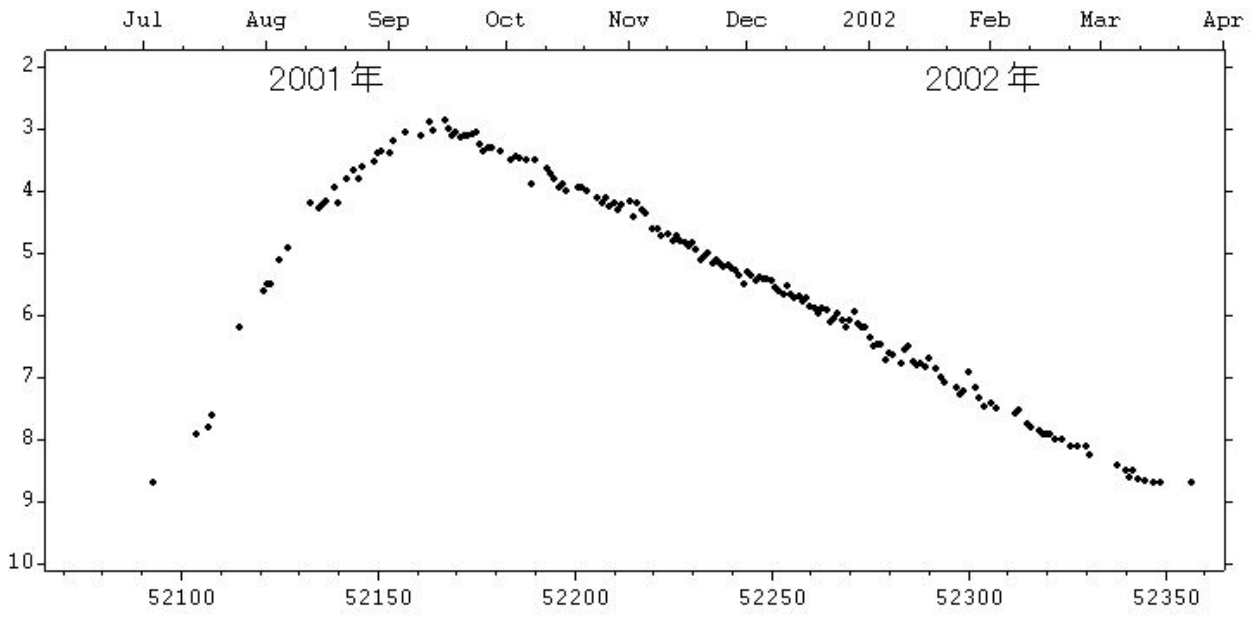
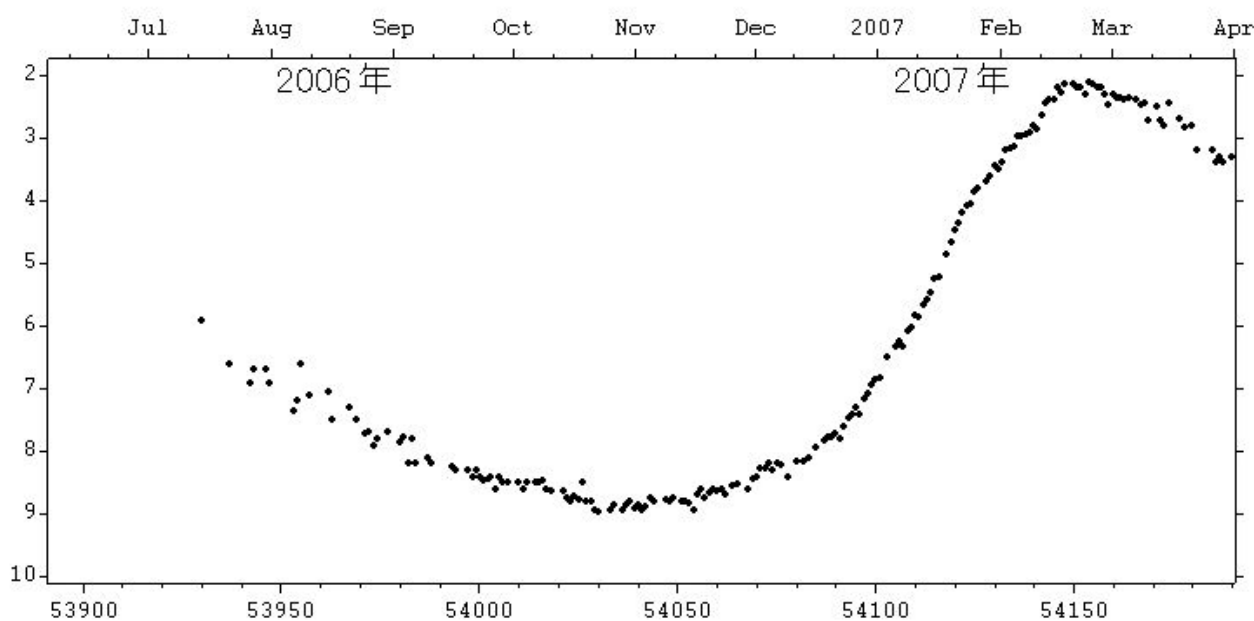
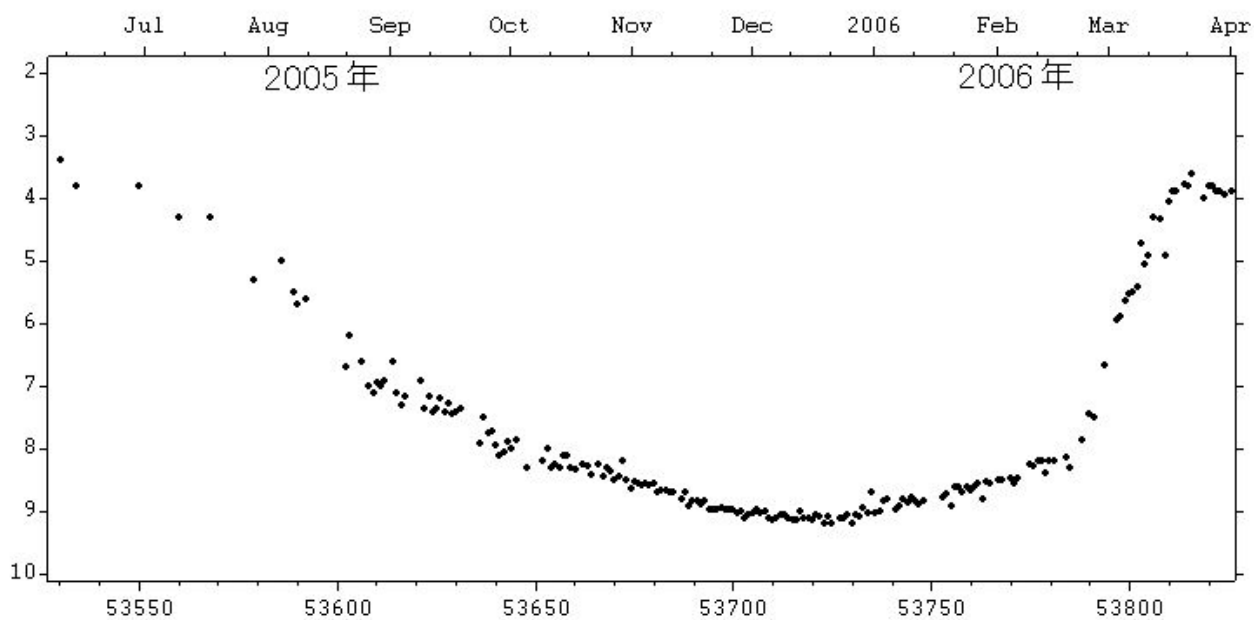
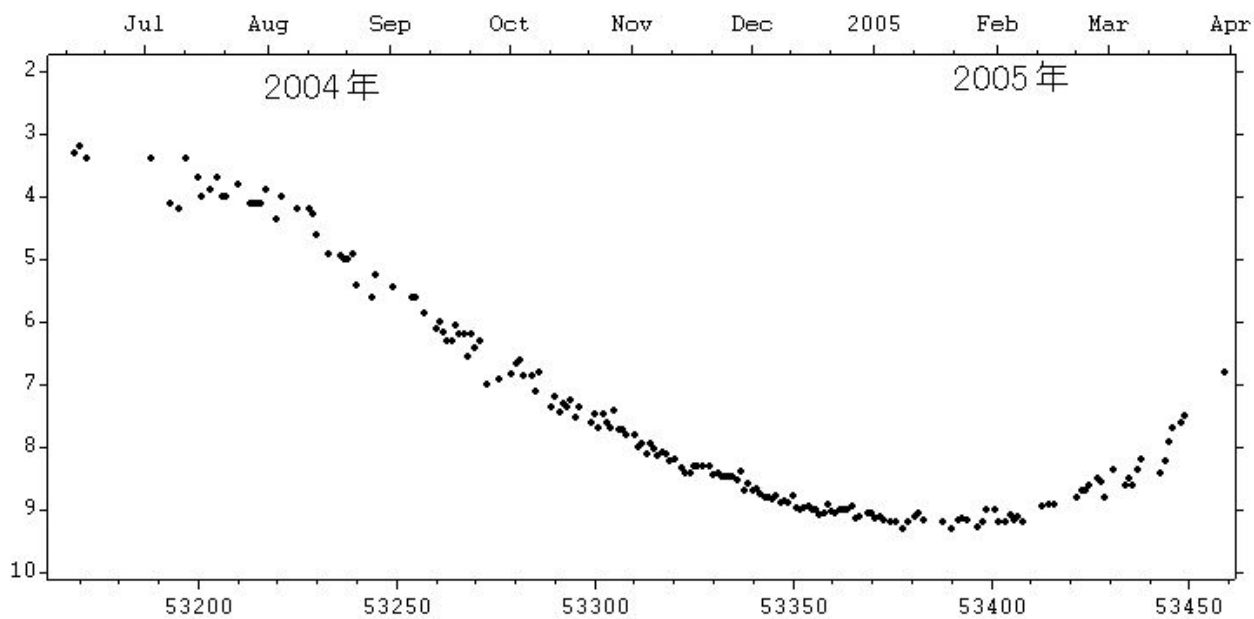
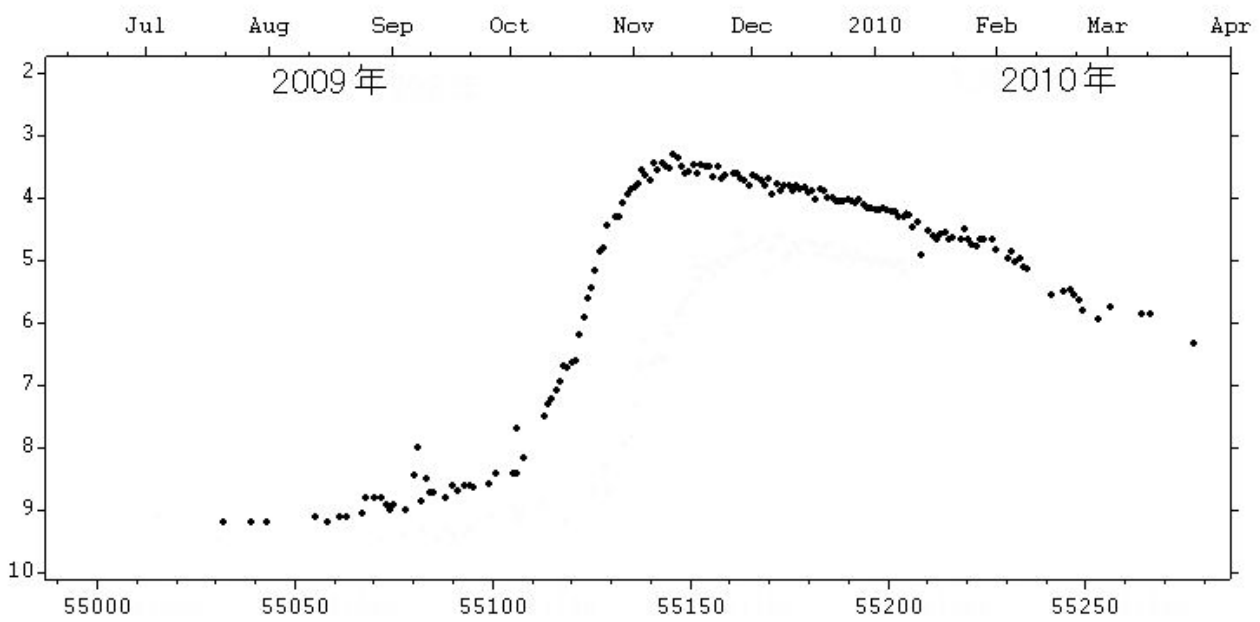
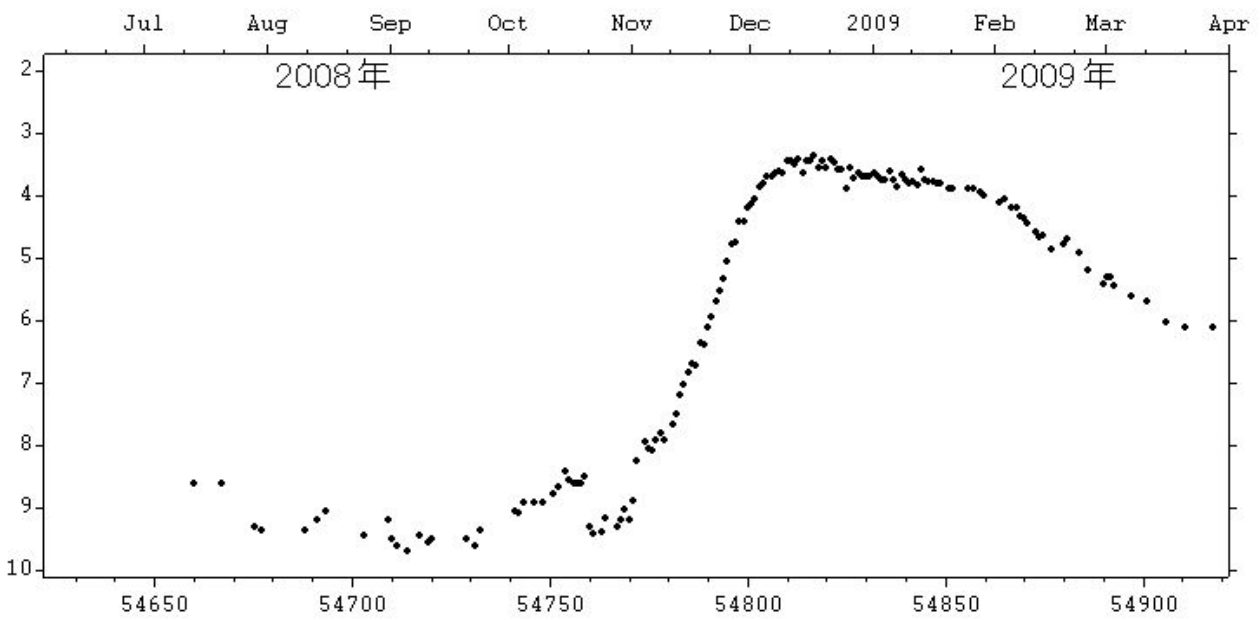
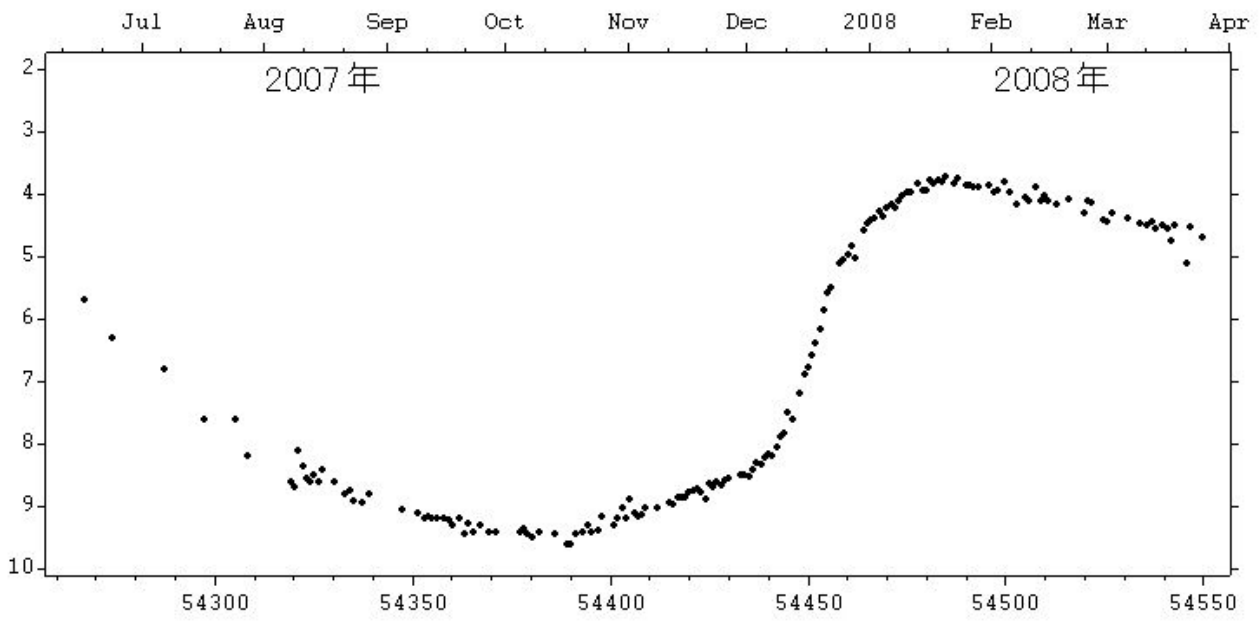


図7 ミラキャンペーン時の光度曲線(1日ごとの平均値)









◆ 極小光度

極小光度の平均は 9.35 等、標準偏差は 0.26 等でした。極大に比べて標準偏差が小さいことがわかります。これは極小期になるとミラの伴星が見えるためだとおもわれます。この期間で最も明るい極小は 8.9 等、反対に暗い極小は 9.7 等でした。一般に極小はカーブが緩やかなので、極小日を決めるのは少しむずかしいようです。

◆ 周期

周期は一般に極大あるいは極小間の周期で調査することが多いようですが、両者とも明るさの変化が少ないところですので、誤差が大きくなるようです。ここでは、それ以外に 6 等の通過時点での日を求め、周期を求めて、両者と比較してみました。6 等の通過点の調査ではその時に観測ができればいいので、観測できる回数もおおくなります。その結果は極大による周期 332.63 日、標準偏差 5.00 日、極小による周期 336.20 日、標準偏差 22.14 日、6 等の通過点による周期 330.63 日、標準偏差 8.31 日となりました。極小は時期の決定が難しいので、標準偏差は大きくなりました。もう少しサンプル数をふやして、今後の研究課題としたいと思います。

◆ 増光日数と減光日数

今回は 1.0 等 増光するのに要する日数と減光するのに要する日数をまとめてみました。これを以下の表にして見ました。ミラは増光が速く、減光が遅いのがよくわかります。ただ、極大光度が 4 等より暗かったり、9 等より明るいとこの数値は大きく変化します。そこで、標準偏差は中間の部分で小さくなっています。今後の観測の指標の一つになるかと思います。

	増光日数					減光日数				
等級	9.0→8.0	8.0→7.0	7.0→6.0	6.0→5.0	5.0→4.0	4.0→5.0	5.0→6.0	6.0→7.0	7.0→8.0	8.0→9.0
平均値	41.60	8.67	7.00	7.60	9.00	29.60	24.70	24.40	30.63	49.80
標準偏差	11.52	2.54	1.76	2.84	3.56	11.07	4.43	3.93	5.48	8.80

◆ 光度曲線の形

光度曲線の形が何らかの形で指標化できないかと思い、4 等より明るい期間、6 等より明るい期間、6 等より暗い期間とわけて、数値化してみました。その結果、それぞれ、62.43 日（標準偏差 15.96）、134.50 日（標準偏差 17.15）、198.78 日（標準偏差 15.14）となりました。同じデータから求めた周期の標準偏差は 8.31 ですから、何らかの変化する指標を指示していると思われます。

以上、皆様から寄せられた観測データをもとに光度曲線の特徴をまとめてみました。この分析には VSO LJ のデータベースを使用させていただきました。心より感謝申し上げます。

終わりに

渡辺 誠

高橋進さんにより10年にわたって行われたキャンペーンを2年間引き継ぎました。高橋さんのようにリアルタイムでの情報発信を心がけましたが、ホームページは更新したものの、1週間ごとにハガキでミラの情報をお知らせする事はできませんでした。はがきやFaxでの参加された皆様には本当に申し訳なく思っています。高橋さんの思いは実現できなかったのではないかと反省しています。

そこで、報告書だけは斬新なものにできないかと思っていました。ミラのダイナミックな変光を皆様にお知らせできないかと思っていました。昨年はミラの光度変化の激しい時期でしたので、ミラキャンペーンの期間中に撮影した写真でミラの変光がよくわかりました。今年は残念ながら、キャンペーン期間中はほとんど変化がありませんでした。そこで、以前より、今回の報告書ではミラキャンペーンが始まってからの観測データを集計したいと思っていました。全観測を載せた光度曲線よりも、1日ごとの平均値を出した方がわかりやすいので、その種の光度曲線をエクセルを使いながら作ってみました。コンピュータに詳しい方ならすぐにプログラムを組んでできるかと思いますが、なかなか苦労しました。光度曲線の作成には Windbvs を使用しました。ただ、PC98時代のものとは異なり、様式の指定ができないので、光度曲線をそろえるには一気につくるしかなく、失敗を重ねながらなんとかたどりつきました。

できあがった報告書はグラフと数値だらけで、説明図もなく、面白くないと思われるかと思います。しかし、実際に観測して光度曲線を描いてみると、今回の光度変化はいつもと同じではなかった、ここが違っていたということがわかります。観測して初めて面白さがわかるかと思います。

ミラは変光星の中でも明るく、何と言っても極大の時には空のいいところでは肉眼で見えます。そして、増光期、減光期にみえてみると、明らかに光度が変化していることがわかります。多くの方がミラを観測して、自然の不思議さに感動していただけるとありがたいと思っています。

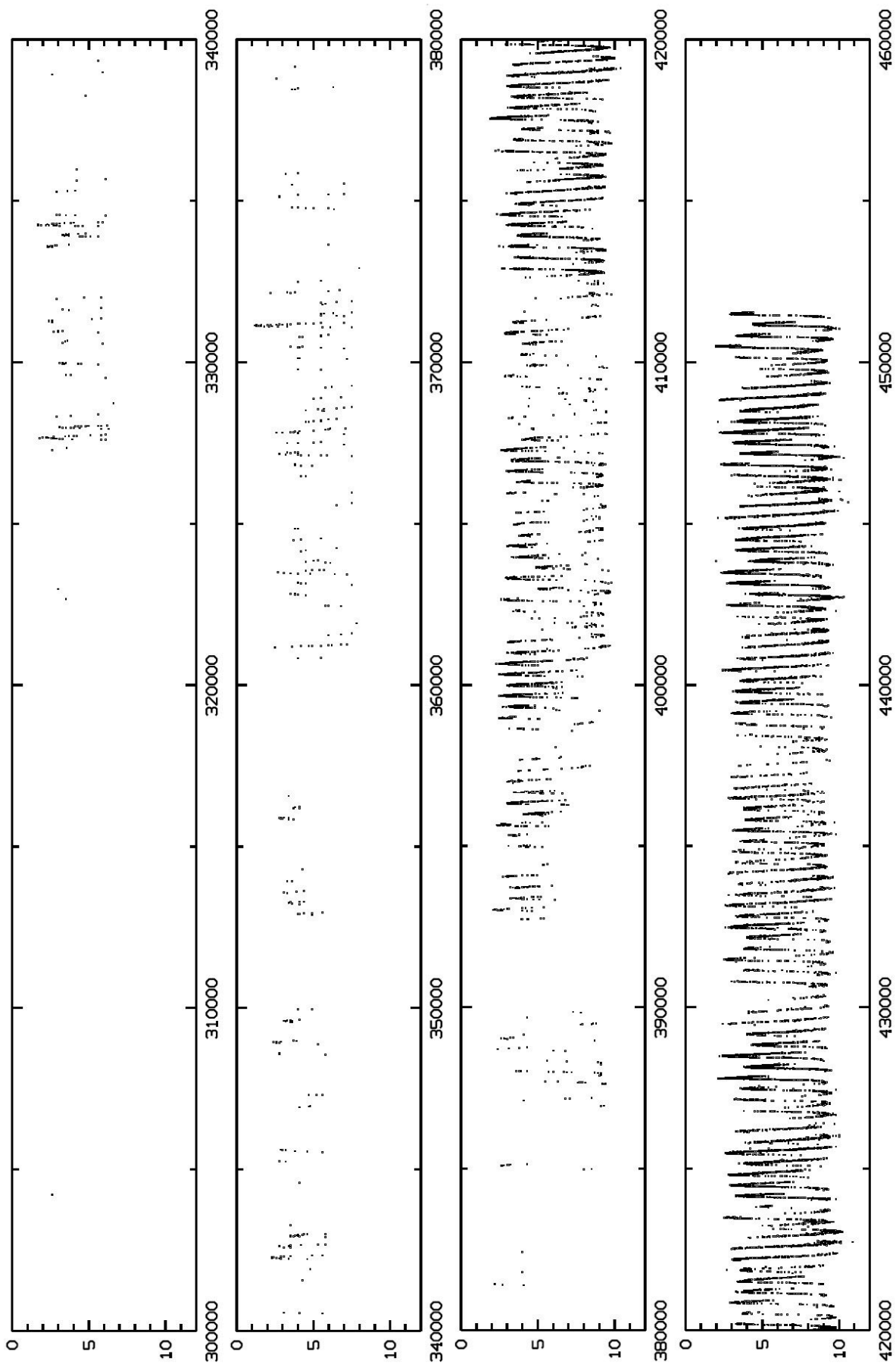
クリスマスにミラを見ようキャンペーン2009 報告書

著 者：渡辺 誠

発行日：2010年4月8日

発行者：日本変光星研究会

〒930-0832 富山県富山市中富居15-35 渡辺誠方 富山事務局



参考：1956年から2000年までのミラの光度曲線

「Visual light variation of Mira Ceti」

Publications of the Astronomy Department of the Eötvös University (PADEU) Vol. 14. p.245-250,2004より