

# 彗星型軌道を持つ小惑星のV・R測光観測

鳥取市さじアストロパーク(鳥取県鳥取市) 織部隆明

近年、彗星のような軌道を持つ小惑星が、以前に比べ多数見つかるようになってきています。これらの天体の正体は本当に小惑星なのか、それとも彗星なのか? そのような疑問から鳥取市さじアストロパークにある103cm反射望遠鏡を使って、VバンドとRバンドによる色指数やコマの有無の観測を2002年頃から継続的にこなしてきました。今回の発表では、これまでの観測結果をまとめて報告します。

## ☆彗星型軌道を持つ小惑星について

リニアやニート、ロニオス、マウントレモンなど、地球に接近する天体の大規模なサーベイの副産物として、彗星型軌道を持つ小惑星が近年多く見つかるようになってきました。国際天文学連合(IAU)の小惑星センター(MPC)のホームページには、そのような天体のリストが掲載されています(遠日点距離が9天文単位以上の天体のみを改変して掲載)。

※太字の天体は今回の観測に含まれる天体を表しています

登録番号	仮符号	近日点距離	遠日点距離	軌道傾斜角	離心率	軌道半長径	発見者
(944) Hidalgo	<b>1920 HZ</b>	1.957	9.55	42.5	0.66	5.753	W. Baade
	<b>2005 CR16</b>	3.253	10.001	9.4	0.509	6.627	LINEAR
	2004 RW141	3.509	10.334	7.7	0.493	6.922	LINEAR
	2003 CC22	4.195	10.46	6.4	0.428	7.327	Sheppard, Jewitt
(37117)	2000 VU2	3.094	10.702	13.8	0.551	6.898	Yeung
	2004 DA62	4.112	11.283	52.2	0.466	7.697	LINEAR
	1998 HO121	2.956	11.302	12	0.585	7.129	LINEAR
	2005 WY3	1.783	11.694	29.4	0.735	6.738	Spacewatch
	1999 LE31	4.348	11.914	151.9	0.465	8.131	LINEAR
	2001 QF6	2.267	12.195	24.2	0.687	7.231	LINEAR
(144908)	2004 YH32	3.527	12.778	79.1	0.567	8.152	Siding Spring
	2005 TJ50	3.782	14.641	110.3	0.589	9.212	Spacewatch
	2006 JG57	4.754	15.003	56.9	0.519	9.879	NEAT
(15504)	1999 RG33	2.122	16.629	34.9	0.774	9.375	CSS
	2006 RJ2	2.309	17.24	164.7	0.764	9.775	CSS
	<b>2006 BZ8</b>	1.898	17.436	165.3	0.804	9.667	CSS
	2001 YK61	3.272	17.941	12.3	0.692	10.606	LINEAR
	2006 FV4	3.254	18.626	32	0.703	10.94	LINEAR
	2000 DG8	2.222	19.331	129.3	0.794	10.777	LINEAR
	1998 QJ1	2.092	20.389	23.6	0.814	11.241	LINEAR
	2005 HL3	1.897	20.783	35.6	0.833	11.34	Siding Spring
(5335) Damocles	1991 DA	1.582	22.103	61.8	0.866	11.843	McNaught
(154783)	2004 PA44	3.431	25.021	3.3	0.759	14.226	NEAT
	2003 WN188	2.202	26.776	26.9	0.848	14.489	CSS
	1998 WU24	1.426	28.89	42.5	0.906	15.158	LINEAR
	2006 SO134	3.305	35.608	4.2	0.83	19.457	Spacewatch

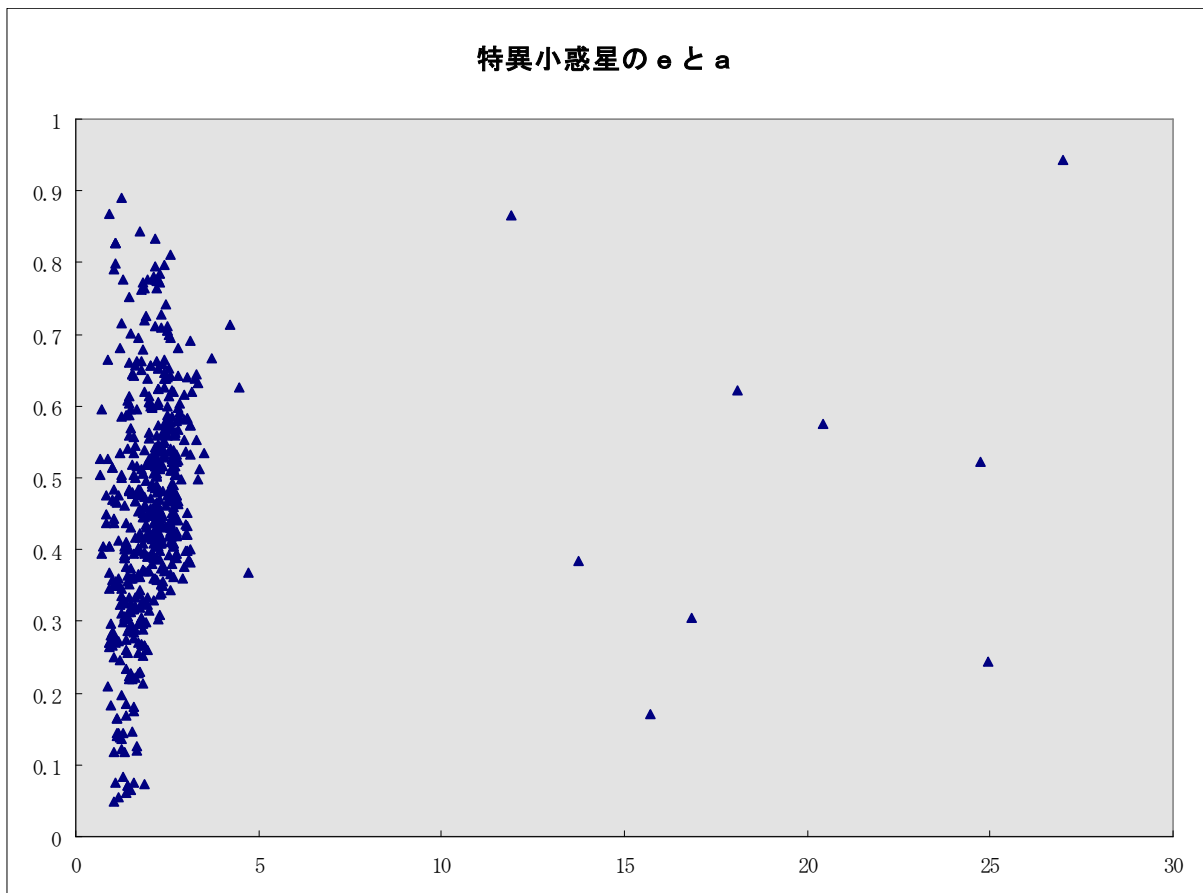
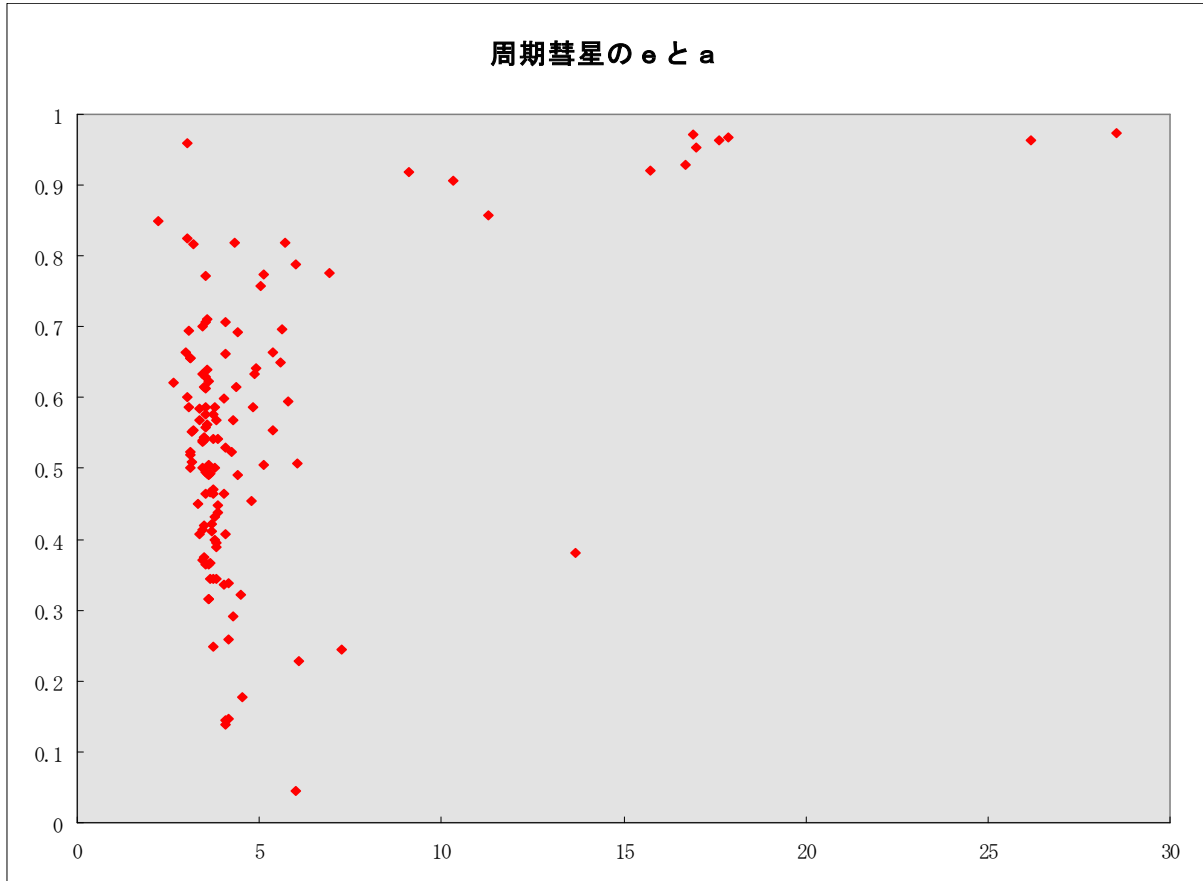
登録番号	仮符号	近日点距離	遠日点距離	軌道傾斜角	離心率	軌道半長径	発見者
	2000 HE46	2.374	44.877	158.5	0.9	23.625	LONEOS
(20461) Dioretsa	1999 LD31	2.396	45.446	160.4	0.9	23.921	LINEAR
	2006 RG1	2.018	49.22	133.3	0.921	25.619	Siding Spring
	1997 MD10	1.535	51.371	59.3	0.942	26.453	LINEAR
	2005 SB223	2.769	56.739	91.4	0.907	29.754	Siding Spring
	2004 CM111	4.942	61.417	4.7	0.851	33.18	Spacewatch
	2003 UY283	3.506	63.401	18.9	0.895	33.454	Spacewatch
	2006 LM1	3.711	70.656	172.1	0.9	37.184	Mt. Lemmon
	2006 EX52	2.577	84.566	150.3	0.941	43.571	CSS
	2000 AB229	2.308	104	68.6	0.957	53.242	LINEAR
(65407)	2002 RP120	2.467	107	119.1	0.955	54.59	LONEOS
	2005 OE	3.051	125	67.5	0.952	64.075	CSS
	2000 KP65	3.296	178	45.6	0.964	90.708	LONEOS
	2004 NN8	2.347	196	165.4	0.976	99.183	Siding Spring
	1996 PW	2.514	504	29.9	0.99	253	NEAT
	2007 DA61	2.656	1034	76.7	0.995	518	Mt. Lemmon
	2002 RN109	2.69	1190	58.1	0.995	597	LINEAR
	2005 VX3	4.115	2996	112.4	0.997	1500	Mt. Lemmon

また、逆行軌道を持つ小惑星もこれまでに以下の16天体が見つかっています。

	登録番号	仮符号	軌道傾斜角	離心率	軌道半長径	近日点距離
1		2005 VD	<b>172.8</b>	0.254	6.673	4.979
2		2006 LM1	<b>172.1</b>	0.9	37.184	3.711
3		2004 NN8	<b>165.4</b>	0.976	99.183	2.347
4		2006 BZ8	<b>165.3</b>	0.804	9.667	1.898
5		2006 RJ2	<b>164.7</b>	0.764	9.775	2.309
6	(20461) Dioretsa	1999 LD31	<b>160.4</b>	0.9	23.921	2.396
7		2000 HE46	<b>158.5</b>	0.9	23.625	2.374
8		1999 LE31	<b>151.9</b>	0.465	8.131	4.348
9		2006 EX52	<b>150.3</b>	0.941	43.571	2.577
10		2006 RG1	<b>133.3</b>	0.921	25.619	2.018
11		2005 NP82	<b>130.6</b>	0.479	5.875	3.063
12		2000 DG8	<b>129.3</b>	0.794	10.777	2.222
13	(65407)	2002 RP120	<b>119.1</b>	0.955	54.59	2.467
14		2005 VX3	<b>112.4</b>	0.997	1500	4.115
15		2005 TJ50	<b>110.3</b>	0.589	9.212	3.782
16		2005 SB223	<b>91.4</b>	0.907	29.754	2.769

短周期彗星と特異小惑星を離心率(e)と軌道半長径(a)でプロットすると、図1のように、それぞれ特徴的な分布になることは、以前から知られるところです。

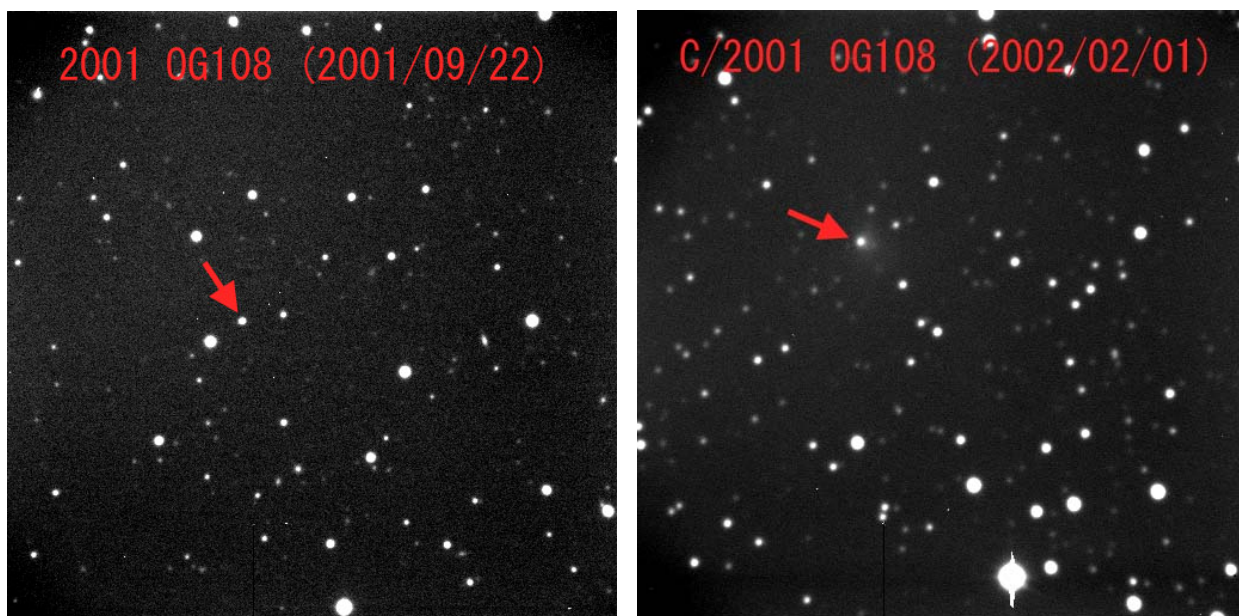
図1 「離心率 (e) と軌道半長径 (a) の分布にみる短周期彗星と特異小惑星」  
(第28回彗星会議発表資料 鳥取市さじアストロパーク 織部隆明、香西洋樹 より)



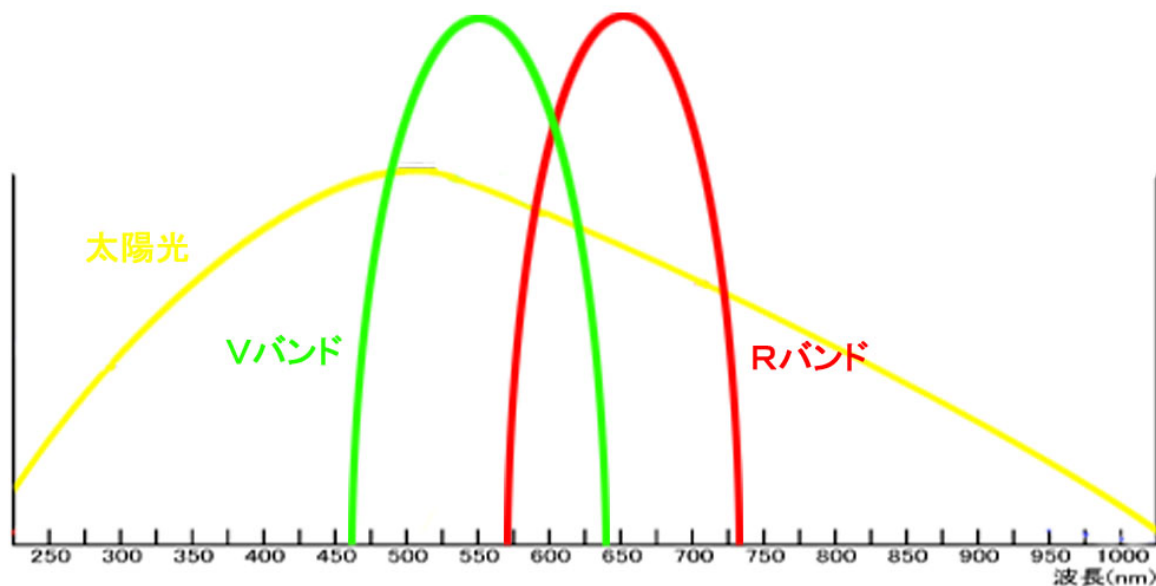
## ☆観測の目的

1. 形状に彗星活動が見られないかを観測すること。

下面像の天体「2001 OG108」のように、恒星状から彗星状に変化した例などがある！



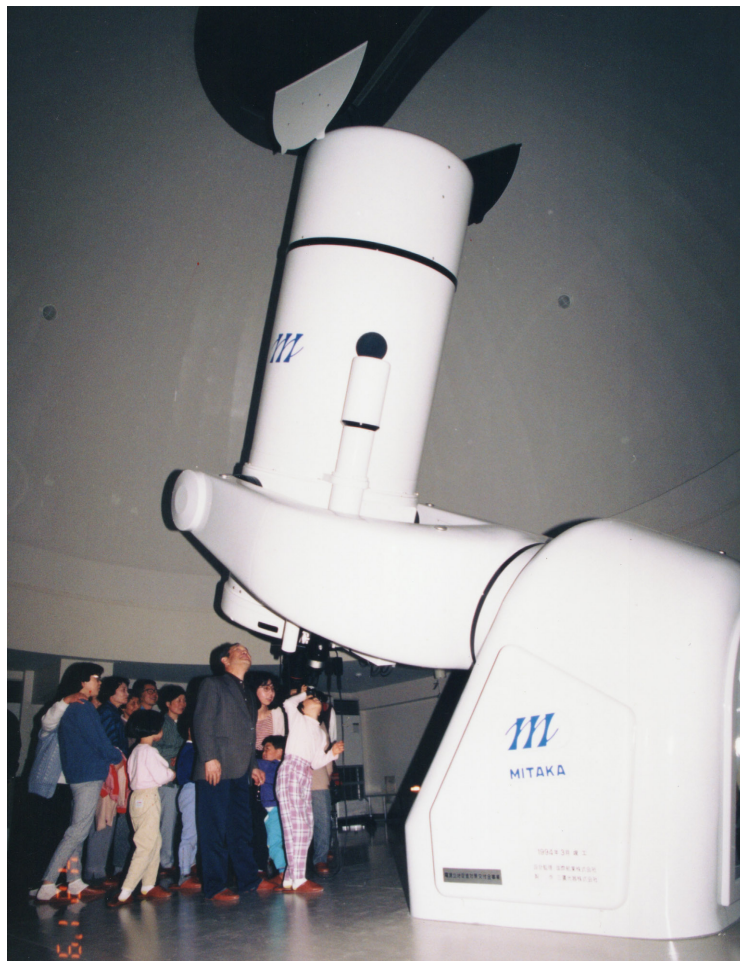
2. 形状的な彗星活動が見られなくても、太陽光に比べてどのような色をしているかを観測すること。



太陽光のVバンドとRバンドとの差は「 $V-R = 0.37$ 等」です。彗星の場合、 $C_2$ など青から緑付近に強いバンドが存在するため、天体にコマが見られなくても太陽光より青緑がかっていないかを期待しています（ただし、 $C_2$ や $NH_2$ などによるバンドがRバンド領域にも含まれる）。

## ☆観測方法

1. 103cm 反射望遠鏡に冷却 CCD カメラを取り付け、できるだけ南中付近を狙って、望遠鏡を向ける。
2. VフィルターとRフィルターを用いて、十分なSNが得られる露出時間で少なくとも4枚程度の撮像をおこなう。
3. 高度 55~30 度にある 3つの光度比較星を選び、それぞれのフィルターで撮像する。
4. ダークフレームやフラットフィールドフレーム等を取得する。
5. パソコンを用いて、画像の1次処理をおこなう。
6. 光度比較星の測定から、それぞれのバンドでの大気減光係数を求める。
7. 天体の測定をおこない、大気減光や標準等級への変換の補正をおこない、それぞれのバンドでの光度を求める。



103cm f/10.2 反射望遠鏡（観測時は補正レンズで f/4.3 としている）

### 冷却CCDカメラ「アポジー AP-7p」

CCD : SITe 512 x 512 (裏面照射型)  
ピクセルサイズ: 24  $\mu\text{m}$   
画像スケール : 1.1 秒/ピクセル  
写野 : 9 分 x 9 分

## ☆観測結果

### 1. (944) Hidalgo $a = 5.753$ $e = 0.66$ $i = 42.5$

観測時刻 (UT)	V等級	R等級	V-R	地心距離 (AU)	日心距離 (AU)
2004 08 11.78	15.48	14.75	<b>+0.73</b>	2.138	2.507
2004 12 02.59	15.03	14.36	<b>+0.67</b>	1.283	2.018
2004 12 09.55	14.02	13.25	<b>+0.77</b>	1.331	2.002

※観測精度は $\pm 0.05$ 等くらい

### 2. 2005 CR16 $a = 6.627$ $e = 0.509$ $i = 9.4$

観測時刻 (UT)	V等級	R等級	V-R	地心距離 (AU)	日心距離 (AU)
2005 03 07.59	20.59	19.77	<b>+0.82</b>	2.794	3.659

※観測精度はVバンドで $\pm 0.3$ 等くらい、Rバンドで $\pm 0.2$ 等くらい

### 3. 2006 BZ8 $a = 9.667$ $e = 0.804$ $i = 165.3$

観測時刻 (UT)	V等級	R等級	V-R	地心距離 (AU)	日心距離 (AU)
2006 03 04.63	17.28	16.78	<b>+0.50</b>	1.347	2.306

※観測精度は $\pm 0.05$ 等くらい

### 4. (65407) 2002 RP120 $a = 54.59$ $e = 0.955$ $i = 119.1$

観測時刻 (UT)	V等級	R等級	V-R	地心距離 (AU)	日心距離 (AU)
2002 10 02.71	16.52	16.03	<b>+0.49</b>	1.705	2.474
2002 10 16.76	15.91	15.31	<b>+0.60</b>	1.537	2.476
2002 11 06.58	15.93	15.33	<b>+0.60</b>	1.540	2.496
2002 11 28.59	16.92	16.42	<b>+0.50</b>	1.856	2.537
2002 12 14.57	18.03	17.56	<b>+0.47</b>	2.194	2.580
2003 01 06.41	17.85	17.36	<b>+0.49</b>	2.709	2.659
2003 01 17.41	17.92	17.39	<b>+0.52</b>	2.943	2.703
2003 02 06.42	18.53	18.01	<b>+0.52</b>	3.319	2.794

※観測精度は $\pm 0.05 \sim 0.1$ 等くらい

### 5. 2005 OE $a = 64.075$ $e = 0.952$ $i = 67.5$

観測時刻 (UT)	V等級	R等級	V-R	地心距離 (AU)	日心距離 (AU)
2005 08 03.78	19.22	18.49	<b>+0.73</b>	2.622	3.525

※観測精度はVバンドで $\pm 0.2$ 等くらい、Rバンドで $\pm 0.1$ 等くらい

### 6. 2007 DA61 $a = 518$ $e = 0.995$ $i = 76.7$

観測時刻 (UT)	V等級	R等級	V-R	地心距離 (AU)	日心距離 (AU)
2007 03 20.58	19.80	19.26	<b>+0.54</b>	1.922	2.661

※観測精度は $\pm 0.2$ 等くらい



## 7. 2005 VX3 $a = 1500$ $e = 0.997$ $i = 112.4$

観測時刻 (UT)	V 等級	R 等級	V - R	地心距離 (AU)	日心距離 (AU)
2005 11 25. 65	20. 27	19. 81	<b>+0. 46</b>	3. 173	4. 133

※観測精度は $\pm 0.2$  等くらい

## (おまけ). 2004 YJ35 $a = 7600$ $e = 0.9998$ $i = 52.5$

観測時刻 (UT)	V 等級	R 等級	V - R	地心距離 (AU)	日心距離 (AU)
2005 03 07. 53	17. 99	17. 47	<b>+0. 52</b>	1. 437	1. 782

※観測精度は $\pm 0.1$  等くらい

この天体は 2005 年 11 月 30 日にチリのラスカンパナス天文台 2.5m 望遠鏡による観測で彗星活動が認められたため、現在は彗星に分類されている。

以上の結果をまとめると、以下ようになります。

- ・ 撮像時にコマなどが確認できた天体はなかった。
- ・ 色指数 (V - R) は「+0.5~0.8 等」くらいであり、太陽光よりは赤い色をしている。

### ☆課題など

- ・ これらの観測では、測定値のバラツキから精度を推測したが、「どのように最終的な誤差を見積もるか」が未だ大きな課題である。
- ・ 暗い天体で移動量が大きな天体は、なかなか良い S/N の画像取得ができず、測光精度が悪くなってしまう。移動天体の追尾の問題をクリアーしたい。
- ・ 通常の彗星はどのような色指数なのか、また、どのように変化するのも比較のため観測しておきたい。
- ・ 今後も彗星型軌道を持つ小惑星を継続して観測したい。