

次期小惑星探査計画の 探査候補天体の地上観測

西原説子¹⁾ 安部正真²⁾ 北里宏平¹⁾
猿楽祐樹¹⁾ 長谷川直²⁾

1)東大・地惑 / I S A S

2) I S A S

2004/July/03

Post-HAYABUSAの探査候補天体をさがす

増加する小惑星の発見

- 1994年10月25000個（うちNEO370個）
- 2000年3月63000個（うちNEO790個）
- 2003年1月210000個（うちNEO2200個）

スペクトルタイプ、自転周期の観測が進む

- 分光観測：2600個（うちNEO160個）
- ライトカーブ：1400個（うちNEO270個）

探査機が行きやすく、かつS型でない小惑星を探す

Vと探査機重量の関係

$$V = g \cdot I_{sp} \cdot \ln(W_{in}/W_{fin})$$

I_{sp} : 比推力 (化学推進300s, 電気推進3000s)

g : 重力加速度

W_{in} : 地球出発時重量

W_{fin} : 小惑星到着時重量

$W_{in}=2000\text{kg}$, $I_{sp}=300\text{s}$ とすると

$V=4\text{km/s}$: $W_{fin}=510\text{kg}$

$V=5\text{km/s}$: $W_{fin}=365\text{kg}$

$V=6\text{km/s}$: $W_{fin}=260\text{kg}$

MUSES-CのDry重量:375kg

候補天体リスト

Shoemaker & Helin(1978)の手法で Vを計算
Vが小さい小惑星一覧

Anteros(V=4.921km/s)より行きやすい天体
1994年10月13個(7個)
2000年5月46個(22個)
2003年1月134個(55個)

Vが小さくスペクトルタイプが既知な天体

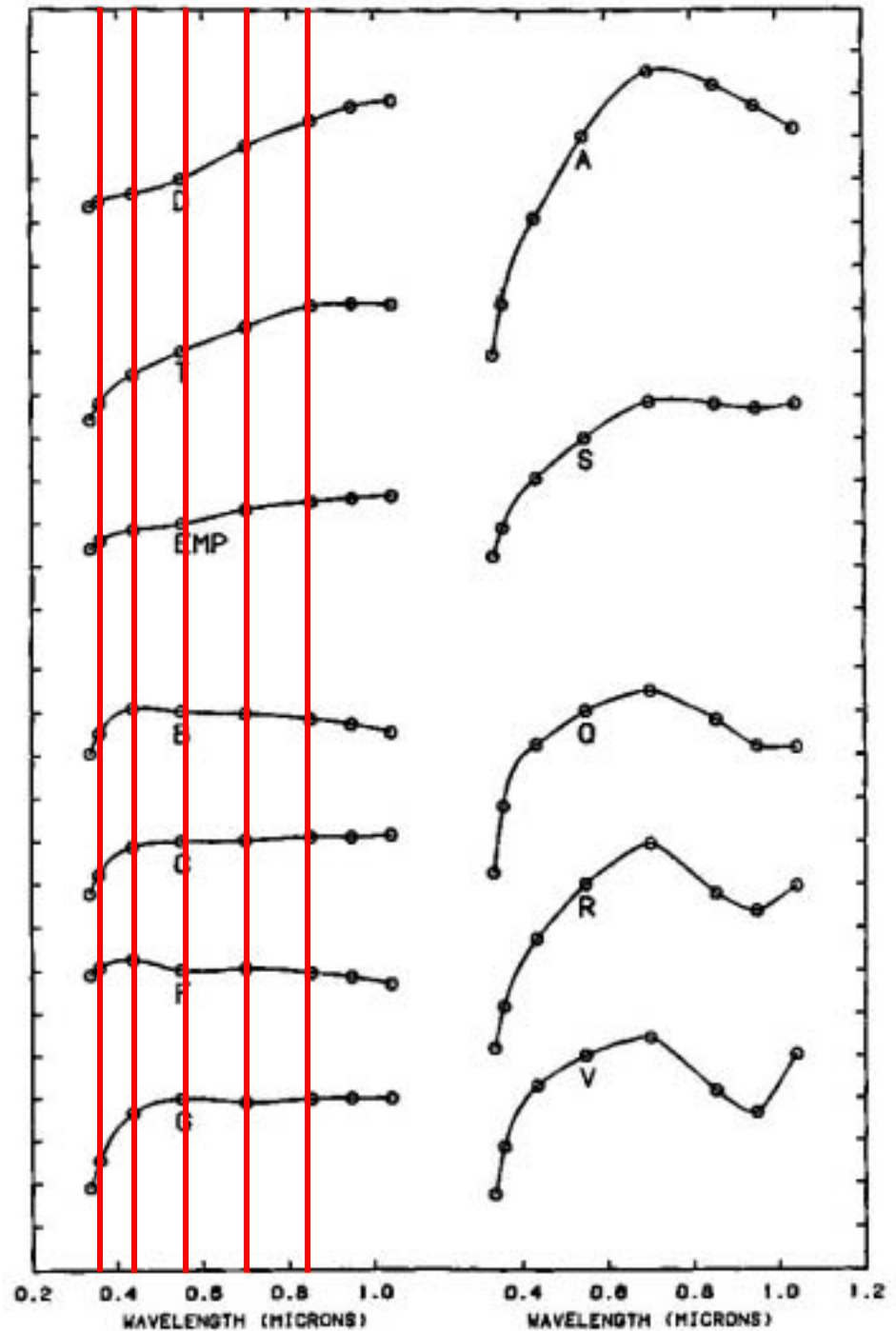
1998KY26(C)	3.700km/s
2000AE205(S):	3.746km/s
1999AQ10(S)	4.110km/s
1998SF36(S):	4.128km/s
1999JU3(C):	4.156km/s
1992BF(X):	4.283km/s
1989ML(X):	4.379km/s
2000AC6(Q)	4.413km/s
Nereus(E):	4.471km/s
1989UQ(B):	4.752km/s
2001AE2(T)	4.971km/s
Orpheus(V):	5.028km/s
2001CC21(L)	5.123km/s
Eros(S):	5.588km/s

		a	e	i	V	H	arc	obs
	2000 LG6	0.916	0.112	2.828	3.429	29.11	3	13
	1999 AO10	0.912	0.110	2.626	3.440	23.93	33	73
	1991 VG	1.027	0.049	1.446	3.505	28.39	173	51
	1999 VX25	0.900	0.139	1.670	3.541	26.70	5	41
	2000 SG344	0.977	0.067	0.110	3.563	24.79	507	31
	2001 GP2	1.038	0.074	1.279	3.591	26.88	27	28
	2001 BB16	0.855	0.172	2.026	3.634	22.60	63	25
	2001 BA16	0.940	0.138	5.774	3.665	25.82	40	20
	2002 CD	0.980	0.177	6.887	3.694	20.15	347	42
	1998 KY26	1.232	0.202	1.481	3.701	25.47	11	207
	2001 QJ142	1.062	0.086	3.106	3.724	23.42	32	74
	2000 AE205	1.163	0.137	4.460	3.746	22.92	53	75
	1993 HD	1.126	0.039	0.546	3.851	25.31	1	4
	2001 AV43	1.278	0.238	0.279	3.852	24.32	54	44
	2000 YS134	0.857	0.224	3.497	3.927	23.25	60	17
	2001 US16	1.357	0.253	1.942	3.940	20.51	26	29
	1998 XN17	0.982	0.210	7.239	3.954	22.41	440	31
	2002 NV16	1.238	0.220	3.507	3.962	21.37	181	222
	1999 SF10	1.278	0.253	1.226	4.005	24.15	9	48
	2002 CW11	0.865	0.226	3.123	4.007	25.88	14	31
	2000 SZ162	0.930	0.166	0.891	4.009	27.24	8	29
	1998 KG3	1.161	0.118	5.463	4.021	22.42	10	18
	1999 CG9	1.061	0.062	5.156	4.024	25.17	24	43
	1993 BX3	1.395	0.281	2.789	4.034	20.76	1878	40
	2000 OK8	0.985	0.221	9.986	4.052	20.08	760	190
	1993 KA	1.255	0.197	6.044	4.057	26.10	12	24
	2000 FJ10	1.318	0.232	5.235	4.086	21.35	14	27
	1999 AQ10	0.937	0.234	6.561	4.110	20.28	42	138
	2001 KM20	1.184	0.209	3.735	4.110	23.34	13	67
	1998 HG49	1.201	0.113	4.196	4.112	21.99	1478	38
25143	1998 SF36	1.323	0.279	1.728	4.128	19.20	1091	620
	2001 CQ36	0.940	0.176	1.292	4.138	22.45	480	73
	2002 OA22	0.936	0.243	6.913	4.146	19.19	38	33

小惑星のタイプと スペクトル

Johnson systemのフィルター波長

}	U	3500
	B	4350
	V	5550
	R	6800
	I	8250



観測の記録

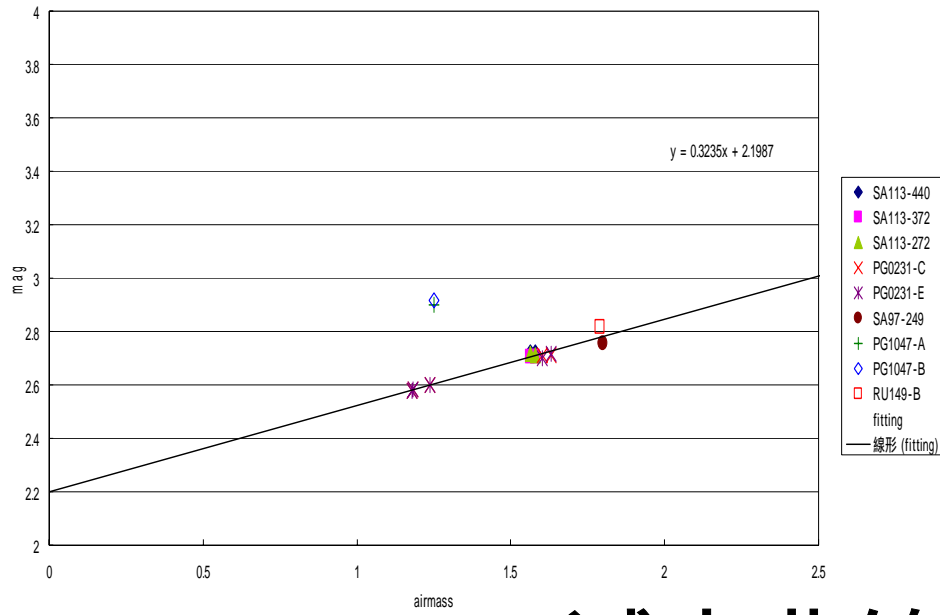
2003/Sep/26	2002CE10* (16.5)	2001FC7 (16.8)	1989UQ (17.6)
2003/Sep27	2003RB* (16.8)		
2003/Sep/28	2003RB* (16.8)	2002CE10* (16.5)	2001FC7* (16.9) 1998FG2 (18.30)
2003/Sep/29	2003RB (16.8)	1998FG2 (18.2)	2001FC7 (16.9) 1989UQ (17.4)
2003/Sep30	2003RB (16.8)	2001FC7 (16.9)	1998FG2 (18.06) 1989UQ (17.3)
2003/Dec/01	2003SD220 (17.9)	1996GT (13.0)	
2003/Dec/02	2001CC21 (17.4)	2003SD220 (17.9)	1996GT (13.1)
2003/Dec/03	2003UC20 (14.6)	2003SD220 (17.9)	1996GT (13.1)
2003/Dec/04	2003UC20 (14.6)	1996GT (13.2)	

* Rバンドのみ

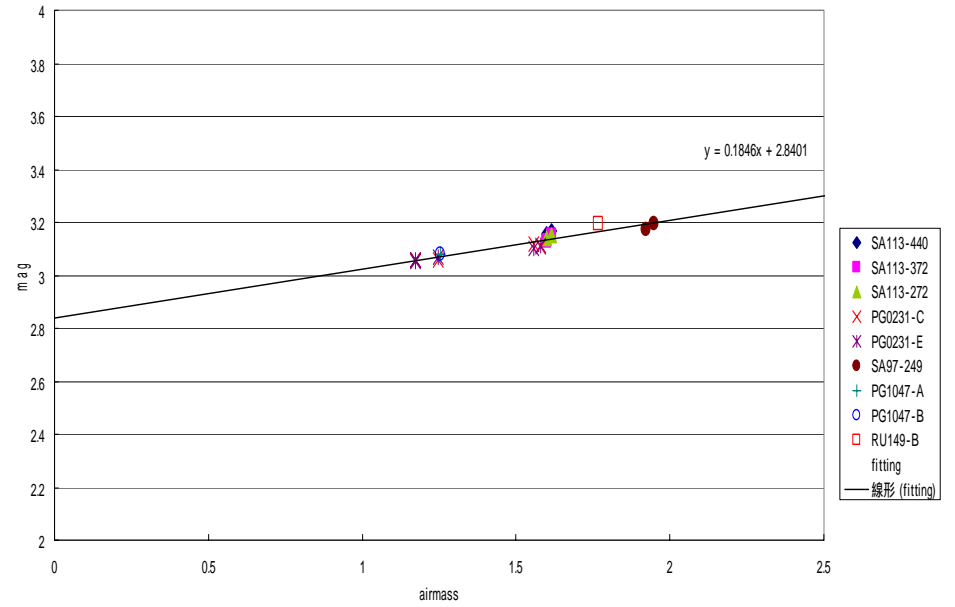
解析の流れ

- 画像の一次処理
- 小惑星、標準星(Landolt 1992)をそれぞれ測光する。
- 標準星の減光曲線から、各バンドの減光係数を求める。
- 小惑星の測光値を減光曲線で補正し、各バンドでの実等級を求める。
- B , R , I を V で規格化する。
- 太陽スペクトルの情報を差し引き、小惑星のスペクトルを求める。
- 室内実験や過去の観測結果から得られている小惑星のスペクトルタイプ区分と比較する。

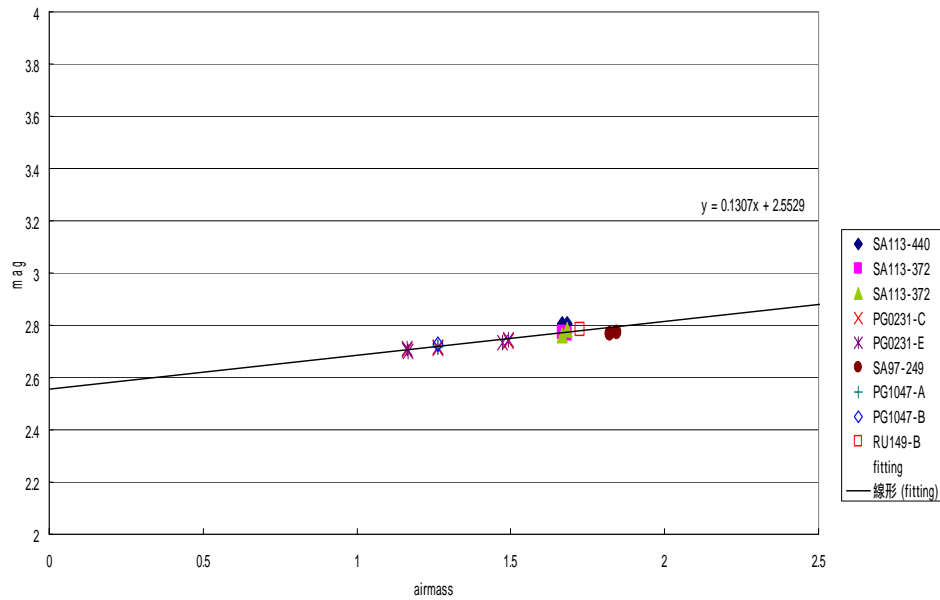
B-band



V-band

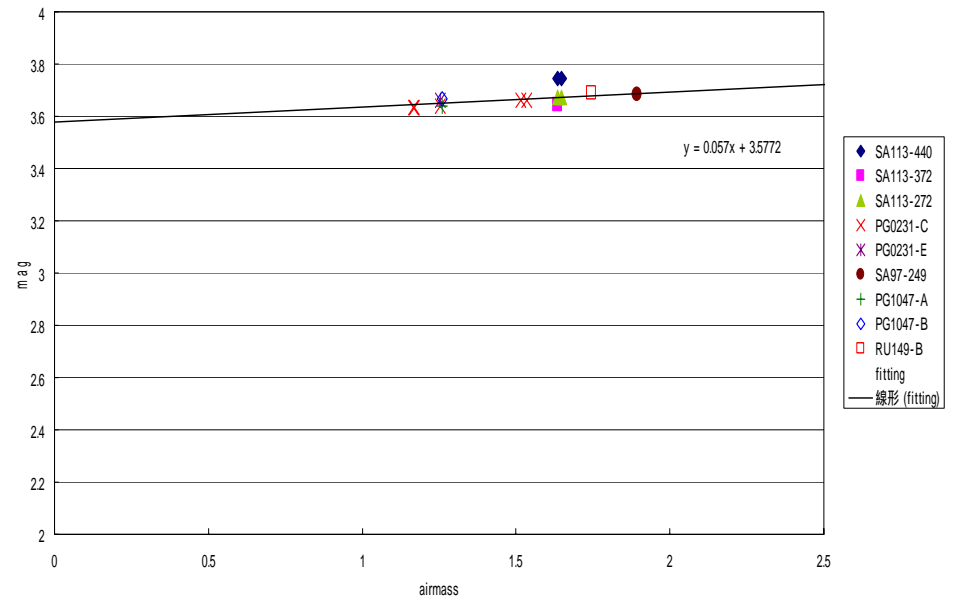


R-band

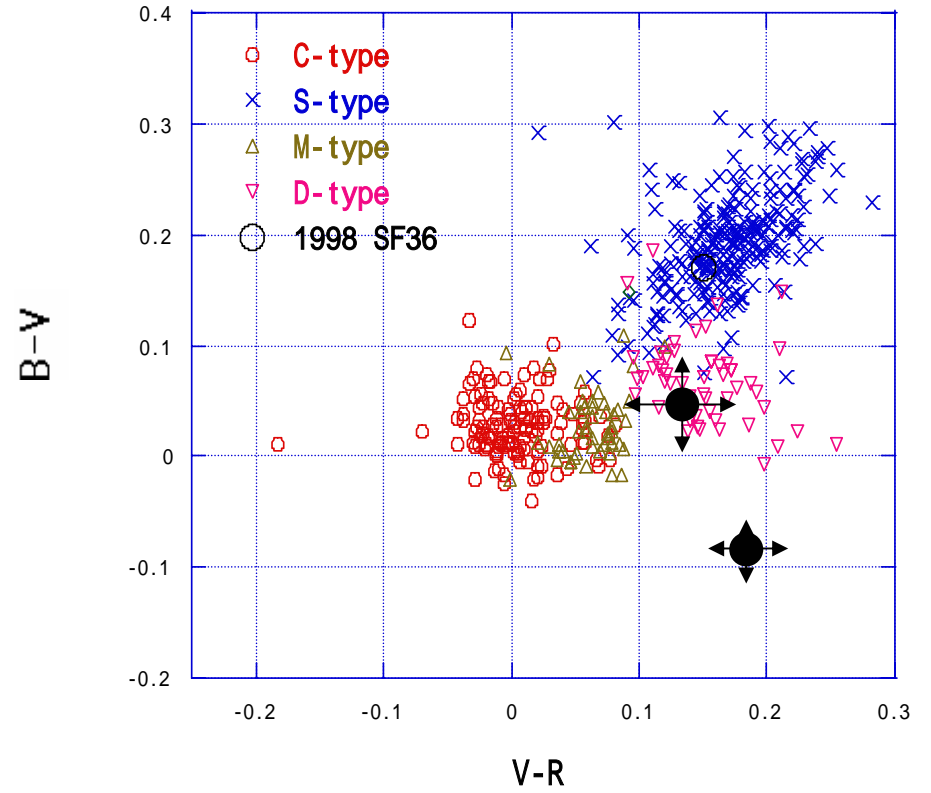
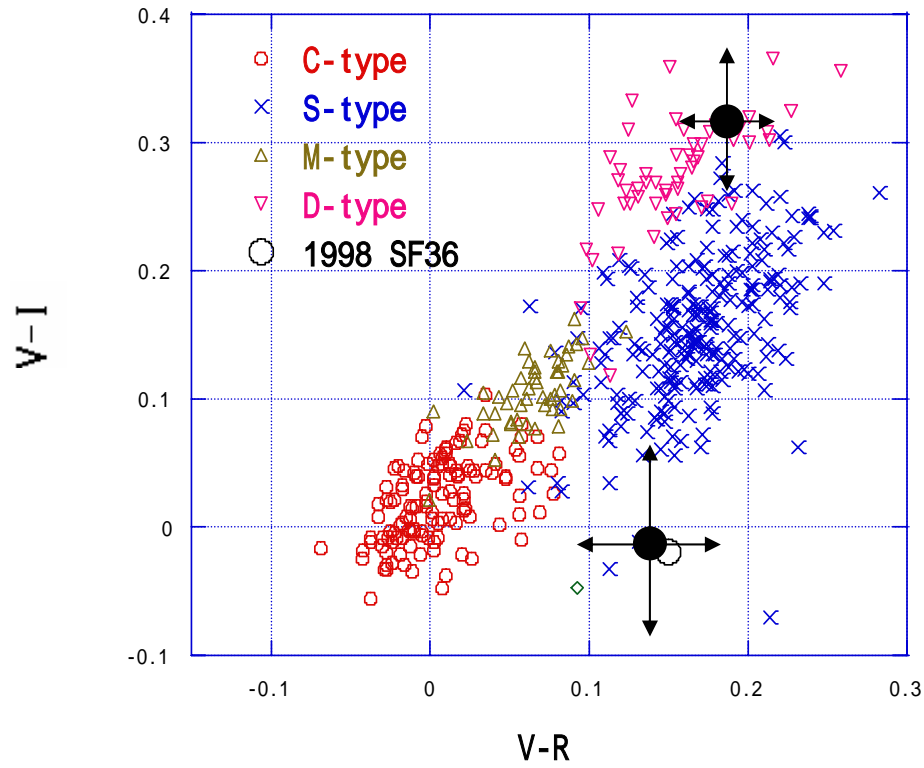


減光曲線(Dec03)

I-band

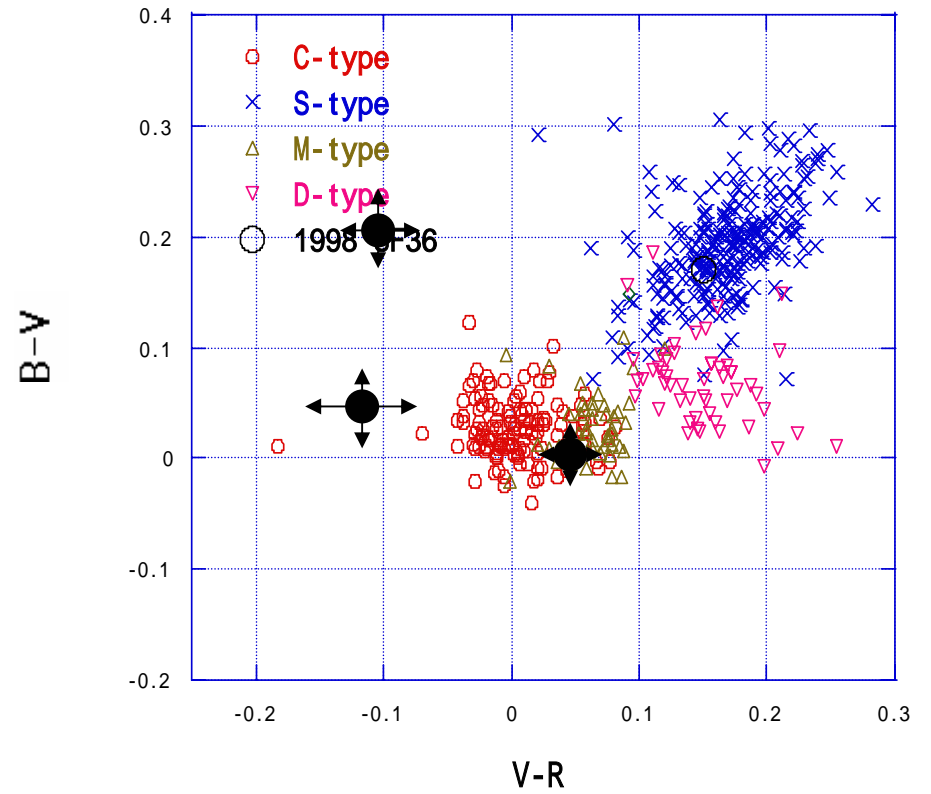
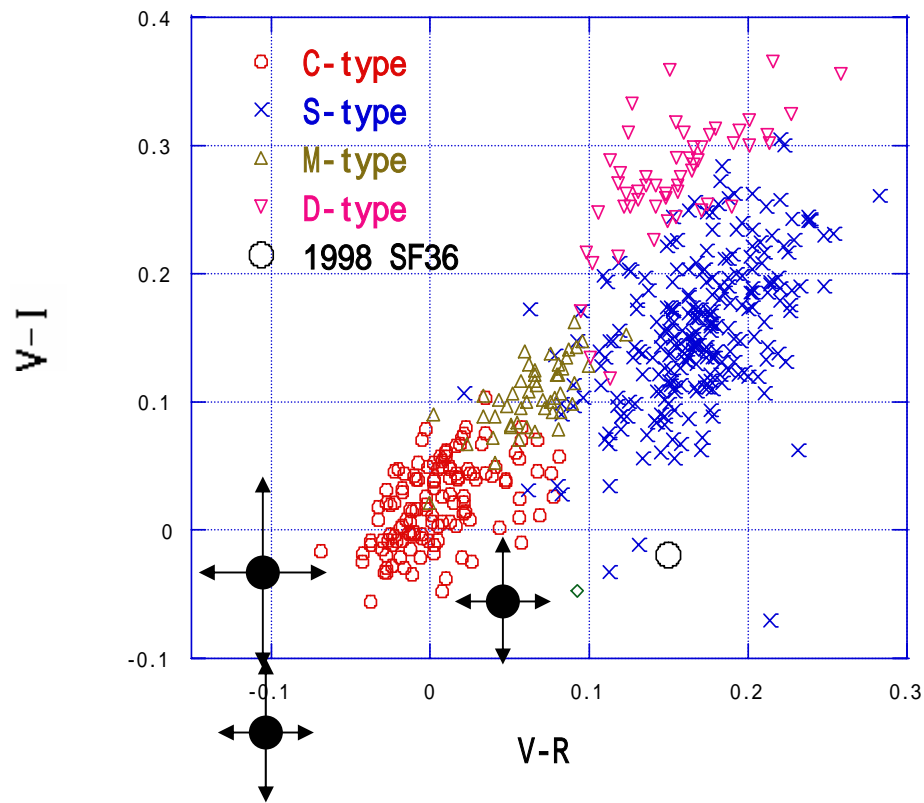


1998FG2



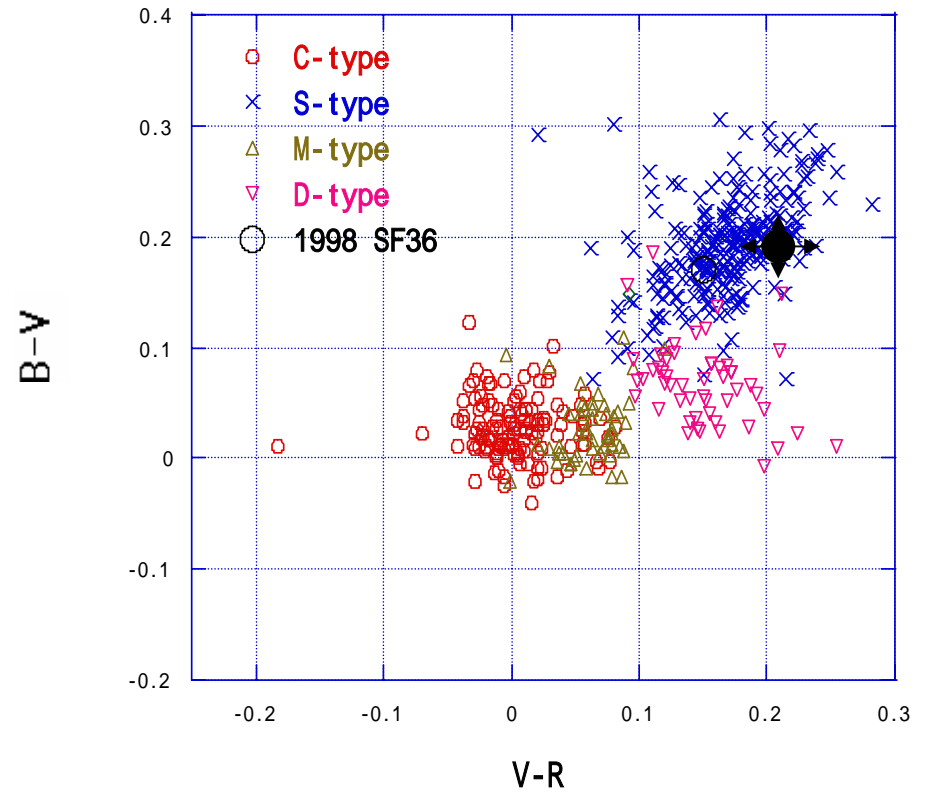
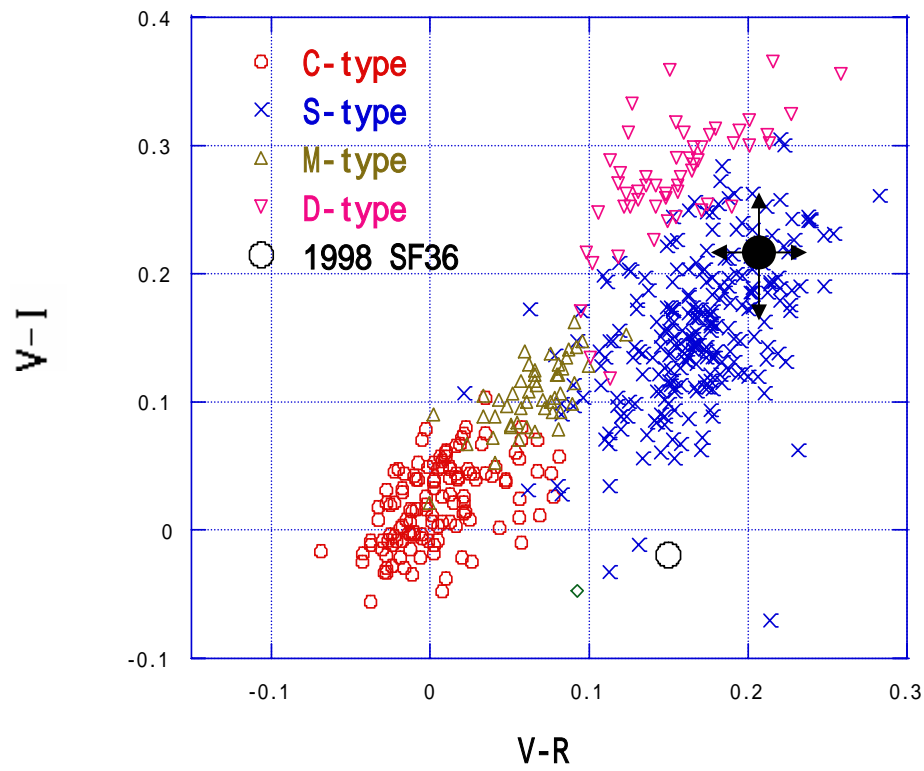
D-type

2001FC7



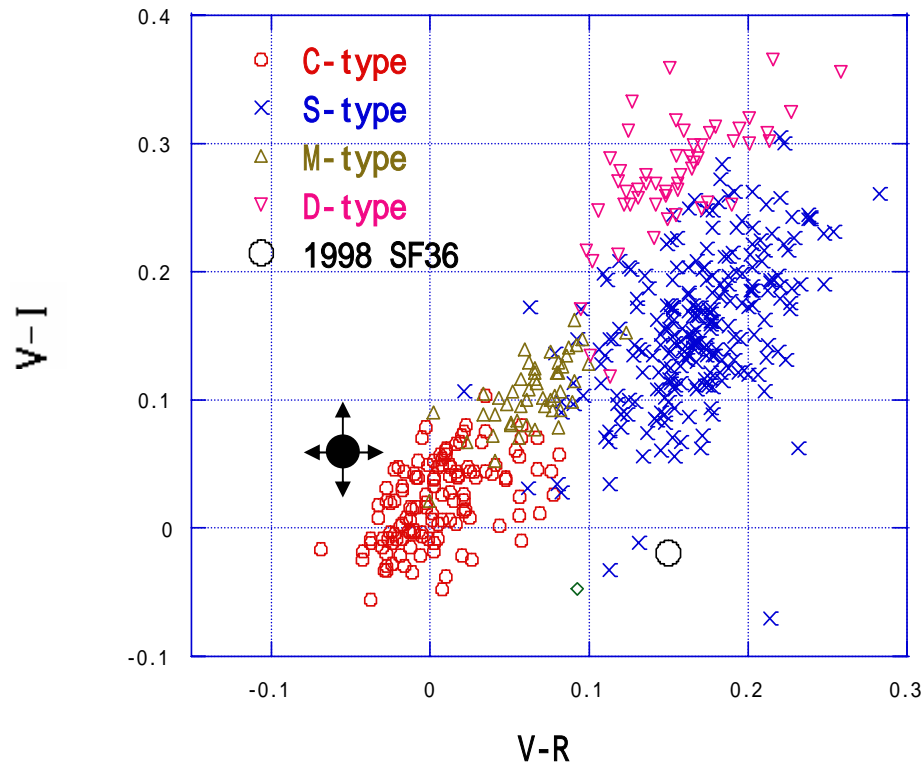
C-type

2003RB

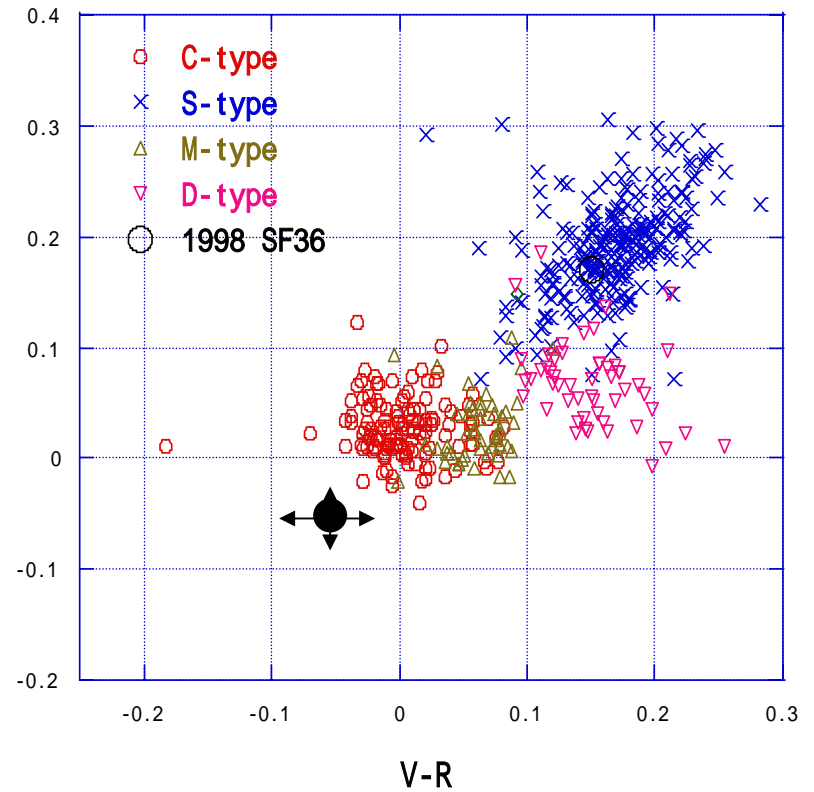


S - type

1989UQ



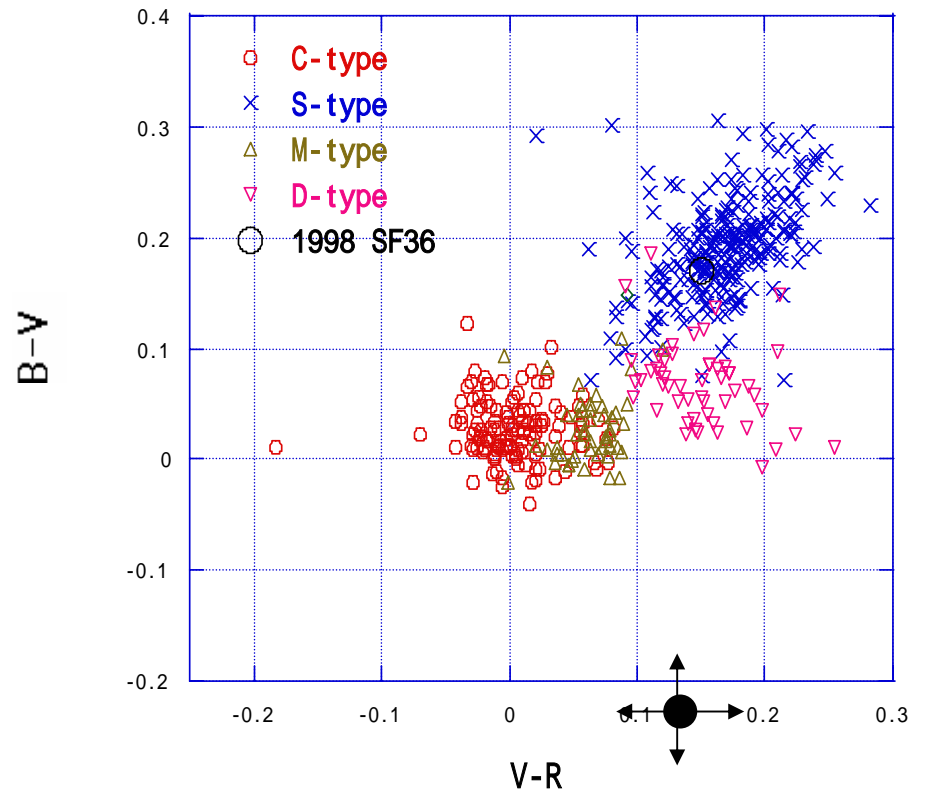
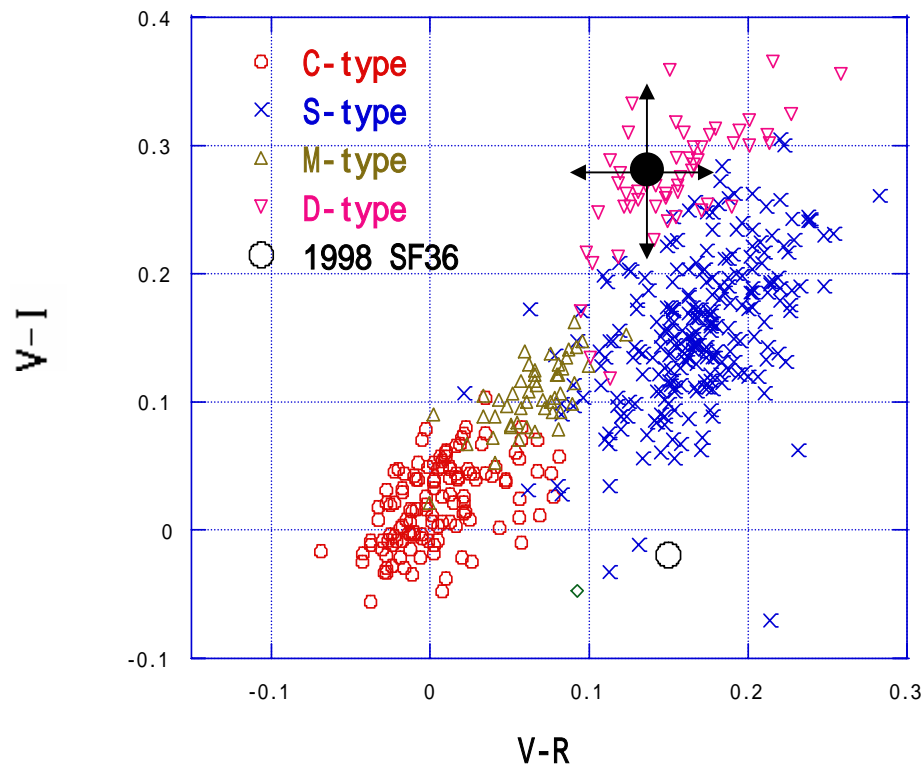
C - type



B - type

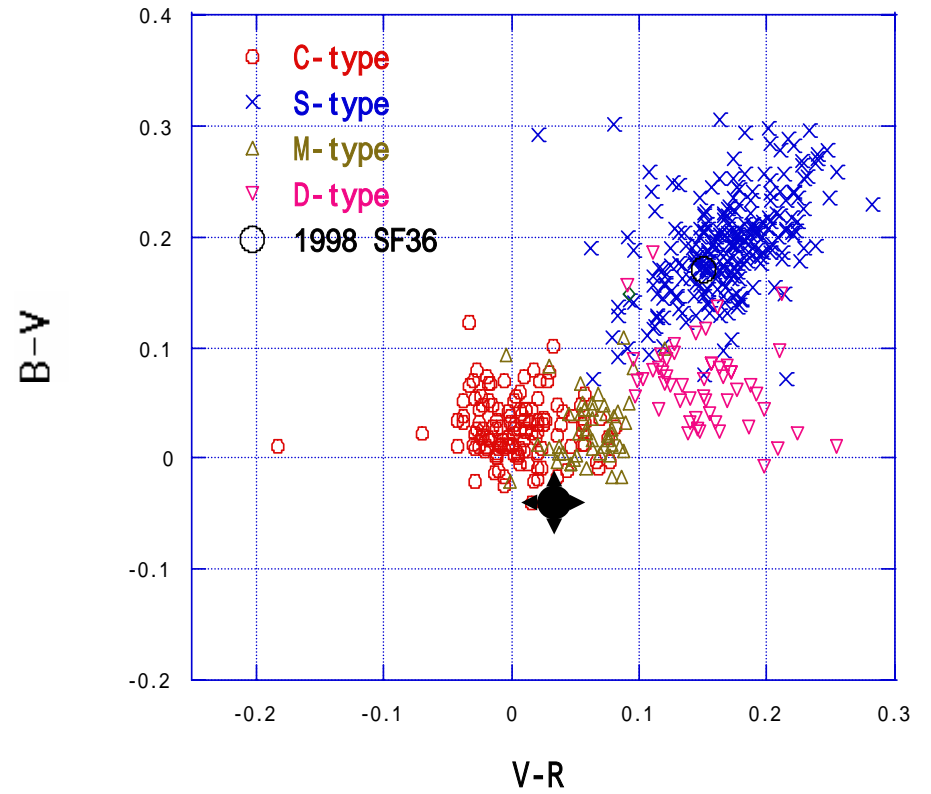
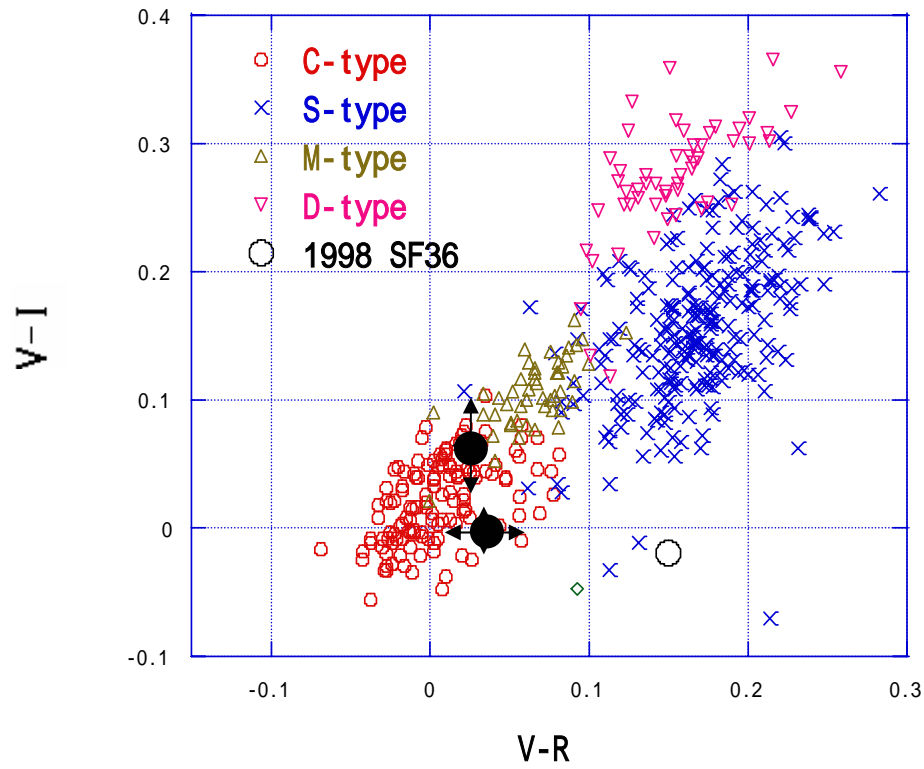
(Binsel et al. 2003)

2003SD220



D - type

2003UC20



C - type

結果

・ 7つの小惑星について
B V R I の4色で測光し、
スペクトルタイプを求めた。

S-type

2003RB

C-type

2003UC20・1989UQ

2001FC7

D-type

2003SD220・1998FG2

1998KY26(C)	3.700km/s
2000AE205(S):	3.746km/s
1999AQ10(S)	4.110km/s
1998SF36(S):	4.128km/s
1999JU3(C):	4.156km/s
1992BF(X):	4.283km/s
1989ML(X):	4.379km/s
2000AC6(Q)	4.413km/s
1996GT(M):	4.646km/s
Nereus(E):	4.471km/s
2003UC20(C) :	4.688km/s
1989UQ(B):	4.752km/s
1989UQ(C):	4.753km/s
2003SD220(D):	4.900km/s
2001AE2(T)	4.971km/s
Orpheus(V):	5.028km/s
1998FG2(D):	5.097km/s
2001CC21(L):	5.123km/s
2003RB(S):	5.183km/s
2001FC7(C) :	5.270km/s
Eros(S):	5.588km/s

まとめ

Post-HAYABUSAにむけて



Post-HAYABUSAとなる小惑星探査に関して、地上観測によってターゲット天体の情報を集める必要がある。

- ・ 今年、次期小惑星探査ワーキンググループが発足し、次期探査計画の検討・策定がすすんでいる。
- ・ すでに発見されている小惑星のうち、探査機が行きやすい天体でまだ十分な観測がなされていないものが多く、それらの観測好機はかなりの頻度で訪れる。(年間10天体ほど)
- ・ これらの天体について好機を逃すことなく観測を実施することで、Post-HAYABUSA計画における探査天体の候補を広げ、ミッションの科学的意義やフェージビリティを高めることに貢献する。