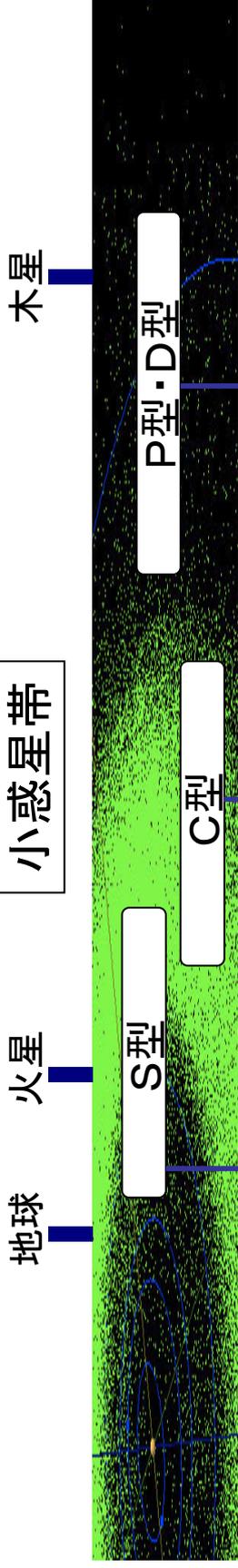


# はやぶさ2探査候補天体の

## 地上観測

安部正真(JAXA)、川上恭子(東大)、北里  
宏平(東大)、猿楽祐樹(東大)、長谷川直  
(JAXA)、吉川真(JAXA)、和田武彦  
(JAXA)、板由房(国立天文台)

# プログラム探査としての始原天体探査



## 「はやぶさ」: S型小惑星の探査

- ・小惑星帯の太陽に近い側に多く存在する小惑星の性質が分かる。
- ・岩石質の小惑星と推定されており、地球に多く落ちてくる隕石（普通コンドライト）との関連が分かる。
- ・地球のような惑星が生まれたときの状況が推定できる。
- ・「はやぶさ」で探査が実現。

## 「はやぶさ2」: C型小惑星の探査

- ・小惑星帯の太陽から遠い側に多く存在する小惑星の性質が分かる。
- ・有機物を多く含んでいると考えられており、炭素質コンドライトの母天体と推定されている。
- ・生命の起源や進化を考える上で重要な手がかりとなると考えられている。
- ・「はやぶさ」同等の探査機で探査が可能。

## 「はやぶさMk-II」: P・D型小惑星の探査

- ・地球に落ちてきている隕石では、対応するものがほとんどなく、表面物質は未知である。
- ・S型やC型の小惑星よりも始原的な天体であると考えられており、太陽系の起源に迫るような発見がある可能性がある。
- ・「はやぶさ」より進んだ技術が必要。ヨーロッパのグループと共同で、ESAのCosmic Visionに提案する。

## 彗星核・太陽系外縁天体の探査

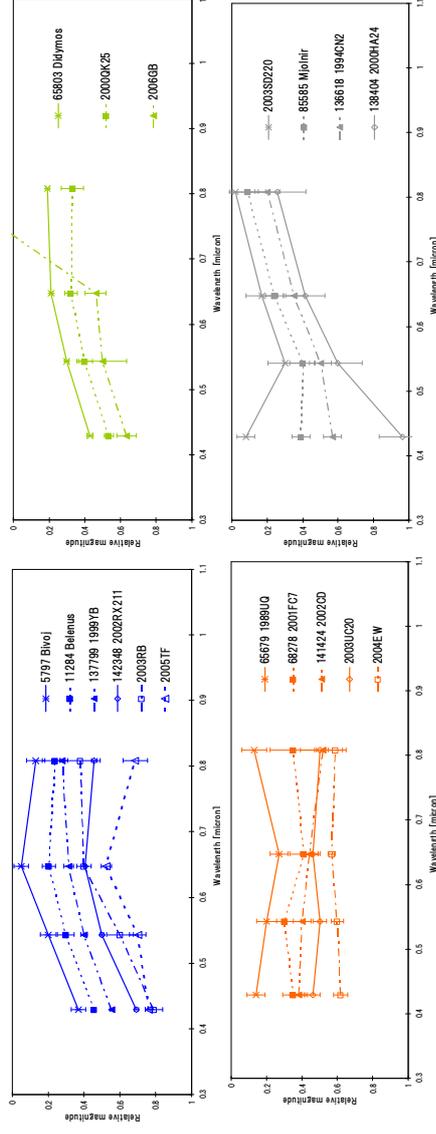
始原天体探査の最終ゴールである。技術的に難易度が高い。

# 探査候補小惑星の多色測光

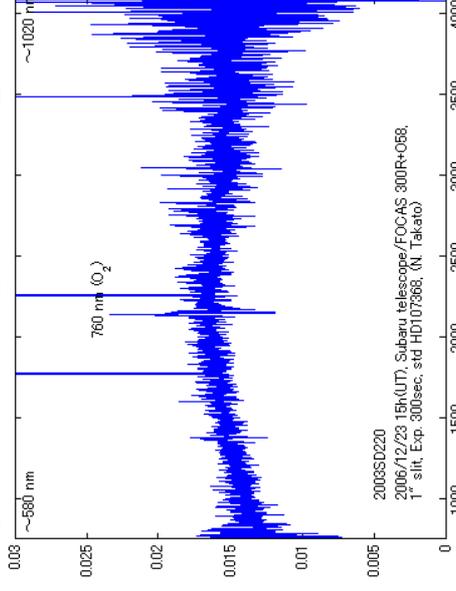
- 3年間で約30天体の探査候補天体の測光観測を行い、約20天体について多色測光データからスペクトルタイプの推定をすることができた。そのうち原始的な天体であるC型小惑星を5つ検出することができた

Object	B-V	VR	VI	TYPE
3361 Orpheus	0.17 (0.02)	0.12 (0.03)	-0.53 (0.08)	V
5797 Hwj	0.17 (0.04)	0.15 (0.04)	0.07 (0.05)	S
65679 1989UQ	-0.06 (0.05)	-0.07 (0.05)	0.07 (0.07)	C
65803 Didymos	0.13 (0.02)	0.09 (0.01)	0.11 (0.01)	M
68278 2001FC7	0.07 (0.03)	0.09 (0.04)	0.08 (0.15)	C
85685 Mjolnir	-0.01 (0.05)	0.16 (0.05)	0.31 (0.10)	D
11284 Belemus	0.16 (0.01)	0.10 (0.04)	0.06 (0.07)	S
136618 1994CN2	0.07 (0.05)	0.15 (0.06)	0.30 (0.07)	D
137799 1999YB	0.15 (0.01)	0.09 (0.03)	0.12 (0.01)	S
138404 2000 HA24	0.36 (0.13)	0.19 (0.11)	0.34 (0.16)	D
141018 2001 WC47	0.11 (0.02)	0.14 (0.01)	0.39 (0.04)	D
141424 2002 CD	-0.02 (0.05)	-0.04 (0.05)	-0.12 (0.05)	C
142548 2002 HX211	0.19 (0.01)	0.09 (0.00)	0.04 (0.02)	S
2000 QK35	0.14 (0.03)	0.08 (0.04)	0.07 (0.06)	X
2003 RB	0.19 (0.05)	0.20 (0.04)	0.22 (0.11)	S
2003 SD230	-0.22 (0.05)	0.13 (0.08)	0.28 (0.13)	D
2003 UC20	-0.04 (0.04)	0.04 (0.04)	-0.00 (0.03)	C
2004 EW	0.02 (0.04)	0.03 (0.02)	0.01 (0.04)	C
2005 TF	0.04 (0.02)	0.18 (0.03)	0.08 (0.07)	S
2006 GB	0.13 (0.05)	0.04 (0.06)	0.87 (0.22)	X

探査候補天体多色測光結果まとめ



木曾・鹿林で取得した探査候補天体多色スペクトル



すばるFOCASを用いた2003SD220の可視スペクトル観測結果

# 「はやぶさ」から「はやぶさ2」、「はやぶさ

イトカワ

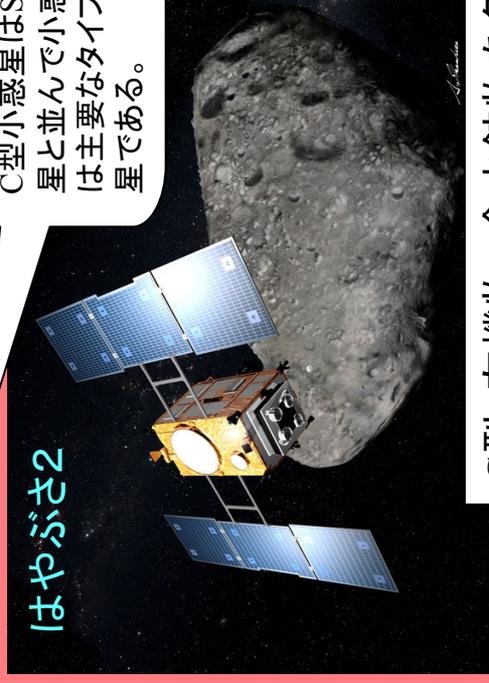


S型: 岩石質

Mk2」

1999 JU3

はやぶさ2



C型小惑星はS型小惑星と並んで小惑星帯では主要なタイプの小惑星である。

C型: 有機物、含水鉱物を多く含む

Wilson-Harrington

はやぶさMk2

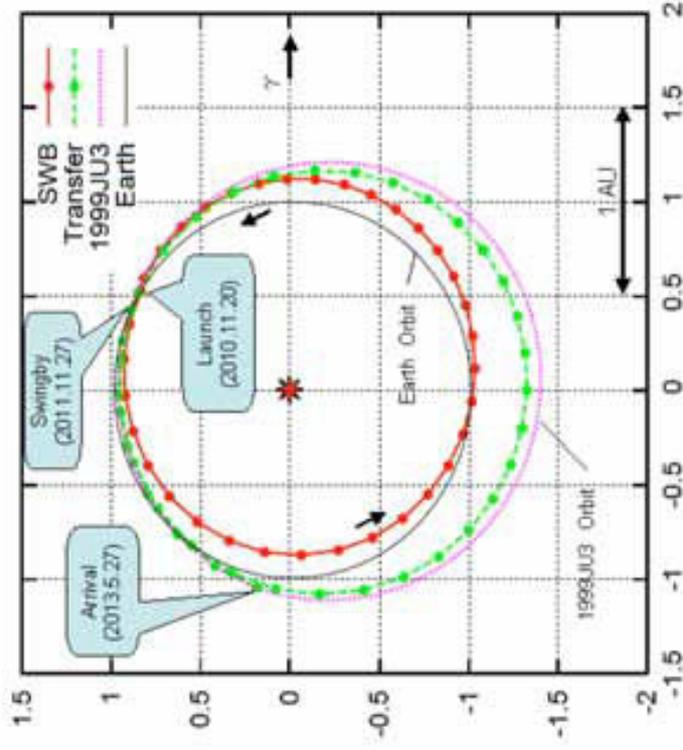


ガスや塵を出さなくなった彗星であり、より始原的な物質でできていると考えられている。

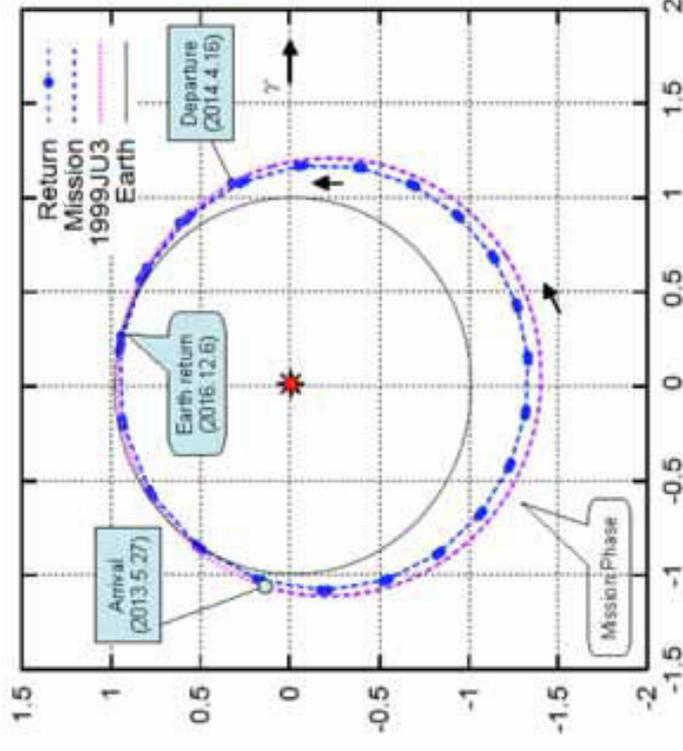
涸渇彗星核: より始原的

# 1999JU3の探査軌道

打ち上げ～1999JU3到着



1999JU3到着～地球帰還



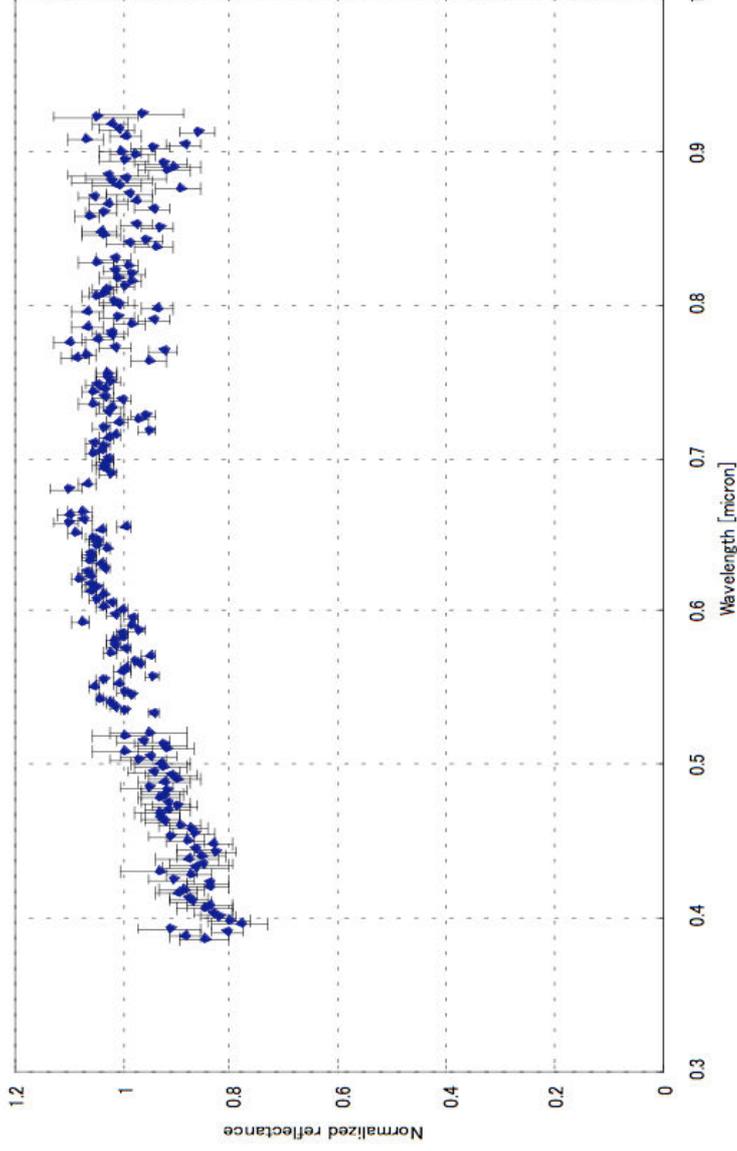
2010年初頭の打ち上げ、約6年間のミッション：例えば

イベント	日程
打上げ	2010年11月中旬～下旬
地球スイングバイ	2011年11月27日
1999 JU3 到着	2013年5月27日
1999 JU3 離脱	2014年4月中旬
地球帰還	2016年12月6日

# 1999JU3のこれまでの情報

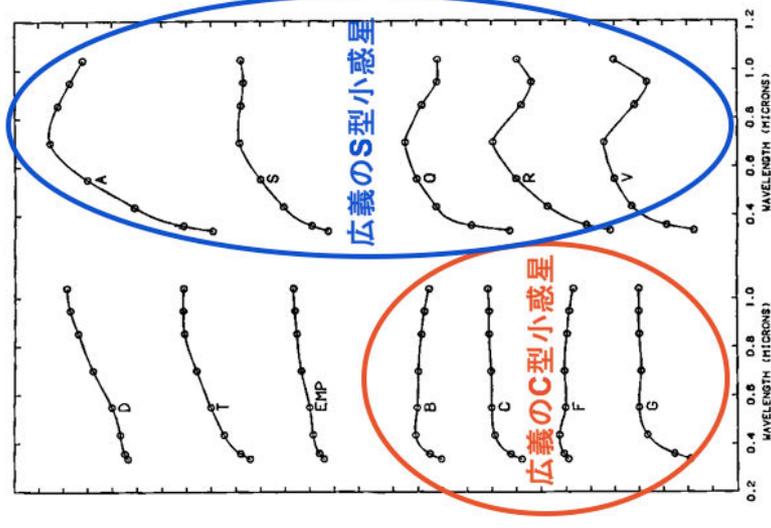
	地上観測から得られたデータ
絶対等級 サイズ(直径) [m] 自転周期 [Hr] 自転軸の向き 反射率 スペクトル型	H=19.23 960m (反射率が0.04の場合) 不明 不明 不明 (C型小惑星の一般的な反射率は0.04) Cg型
各軌道要素 Epoch=54000MJD	a=1.18908 e=0.190031 i=5.885 Node=251.697 Peri=211.296 M=355.264

# 1999JU3の可視反射スペクトル



## 1999 JU3の反射スペクトル

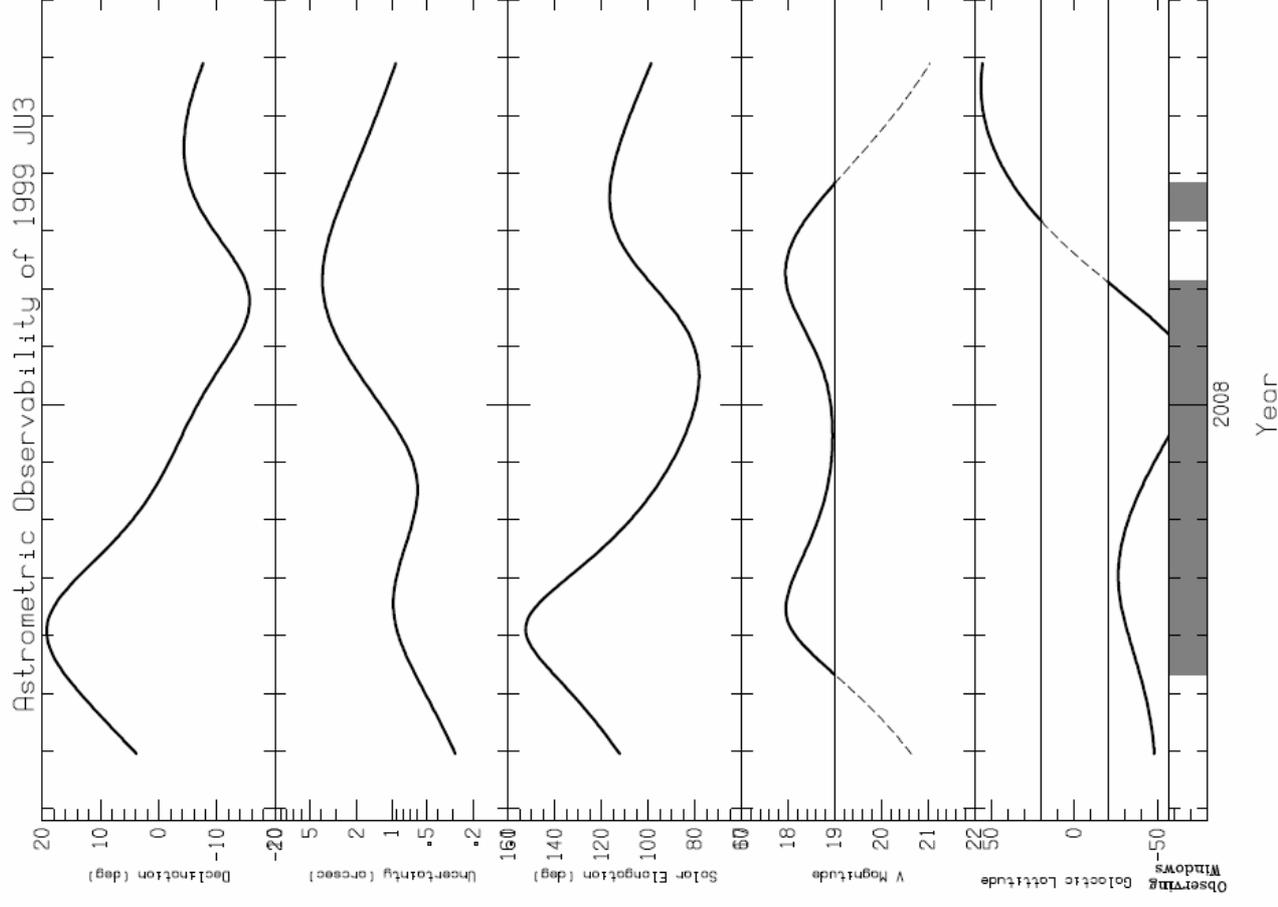
データは次の論文より: Binzel, R. P., Harris, A. W., Bus, S. J., and Burbine, T. H. (2001). "Spectral Properties of Near-Earth Objects: Palomar and IRTF Results for 48 Objects Including Spacecraft Targets (9969) Braille and (10302) 1989 ML." *Icarus*, **151**, 139-149.



小惑星の典型的な反射スペクトル  
データは次の論文より: Tholen D. J. and M. A. Barucci, Asteroid Taxonomy, in Asteroid II (Eds. R. P. Binzel, T. Gehrels, and M. S. Matthews), 298-315, 1989.

# 1999JU3 の観測好機

- 今年9月と来年3月  
に18等級
- 発見年以來約8年  
ぶりの観測好機
- 次の観測好機は  
2012年



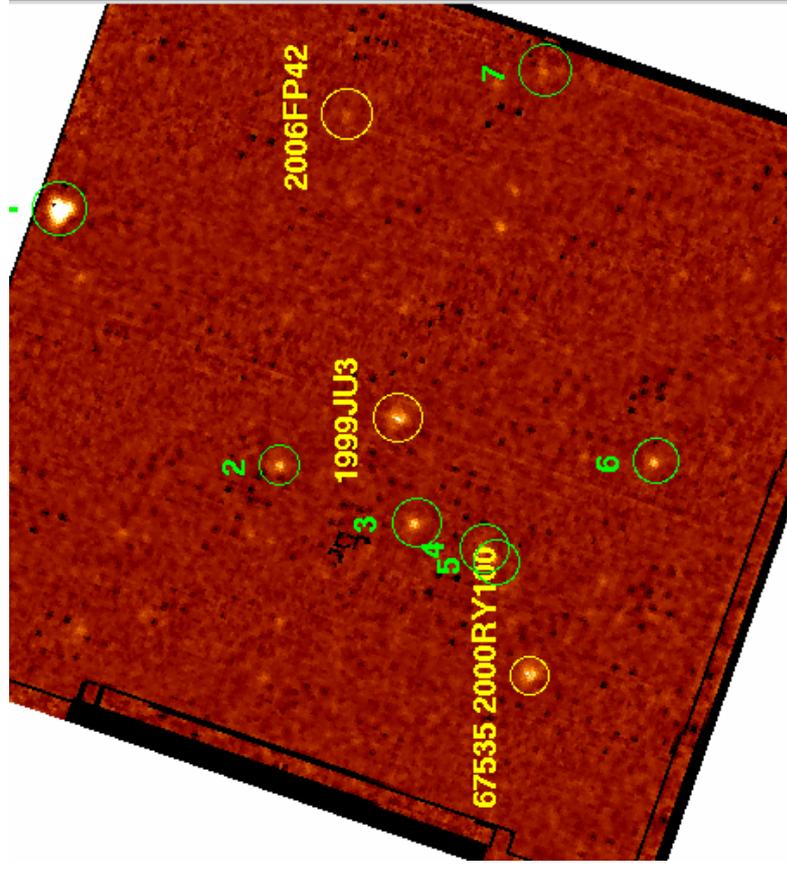
# 現在の観測計画

- 熱赤外観測
  - あかり:5/16に実施
  - すばる:8/27に実施予定
- 可視測光観測
  - 7/19-23, 8/9-13に台湾鹿林1m
  - 9/4-17木曾シュミット1.05m
  - 9月、10月石垣島天文台1m
  - この他、スペースガード協会、入笠望遠鏡、UH88、MMTなどに観測協力を依頼中
- 近赤外分光観測
  - 9月、IRTFでの観測を依頼中

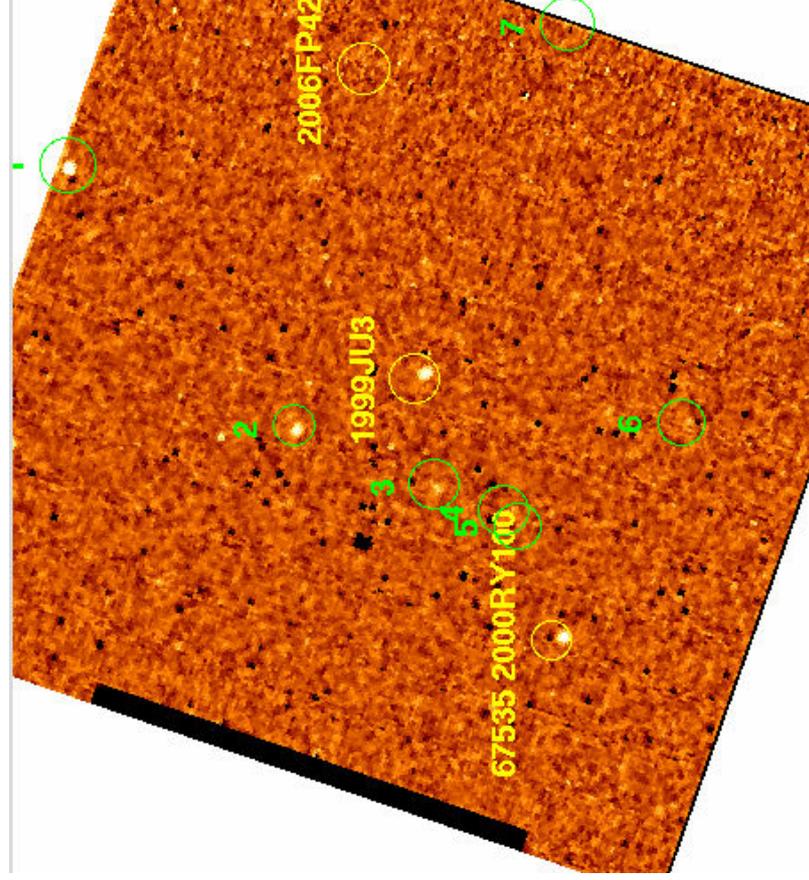
# あかりによる1999JU3観測

- 使用望遠鏡：赤外線天文衛星「あかり(ASTRO-F)」
- 使用観測装置：近・中間赤外カメラ(IRC)
- 観測波長：15  $\mu\text{m}$ と24  $\mu\text{m}$  (MIR-Lを使用)
- 観測モード：ポインティング観測
- 観測日時：2007/05/16\_00:51:19.0 (from 00:36:19 to 01:06:19)
- 地心距離：0.98915AU
- 日心距離：1.41446AU
- 太陽位相角：45.63度
- 予想可視等級：21.7等級

# あかりが捕らえた1999JU3



15  $\mu\text{m}$ での観測結果



24  $\mu\text{m}$ での観測結果

黄色の丸枠で囲まれたのが小惑星（中央が1999JU3）。緑の丸枠は背景の恒星。

# まとめ

- 1999JU3については、ライトカーブ観測データの取得が最重要課題である。
- 今年夏から来年春にかけて長期間ライトカーブデータを収集して、小惑星の自転周期だけでなく、形状や自転軸についての情報も得たい。
- この小惑星は、事前に実施された熱赤外観測から、自転周期が早いことが予想されており、本当に早いかどうかを早期に確認することは「はやぶさ2」の計画策定に重要なだけでなく、科学的にも重要な発見につながるため、この夏の集中観測を是非成功させると同時に、更なる観測呼びかけを行いたい。