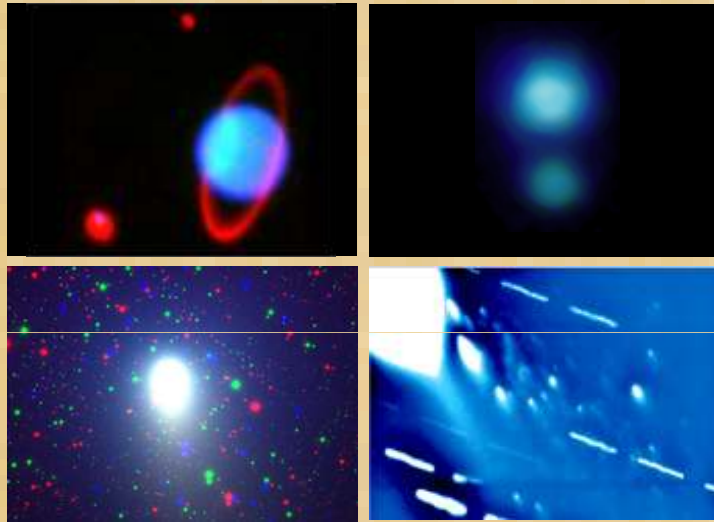


# すばる望遠鏡による太陽系小天体観測



寺居 剛 (国立天文台)

石黒 正晃 (ソウル大学)

# トピックス

---

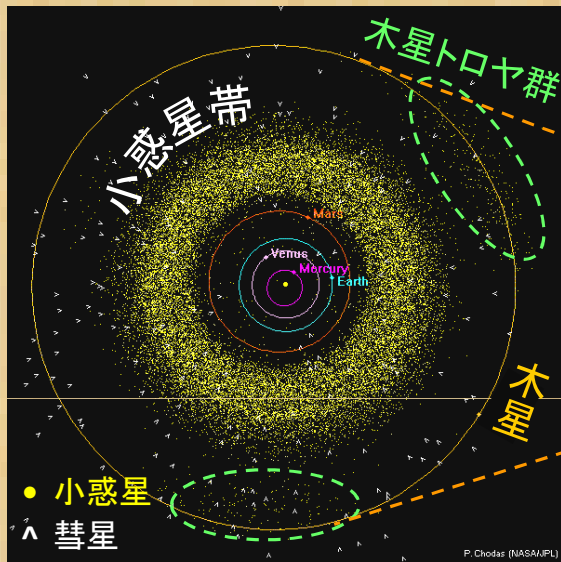
1. 太陽系小天体の軌道要素決定

2. 太陽系小天体の突発現象観測

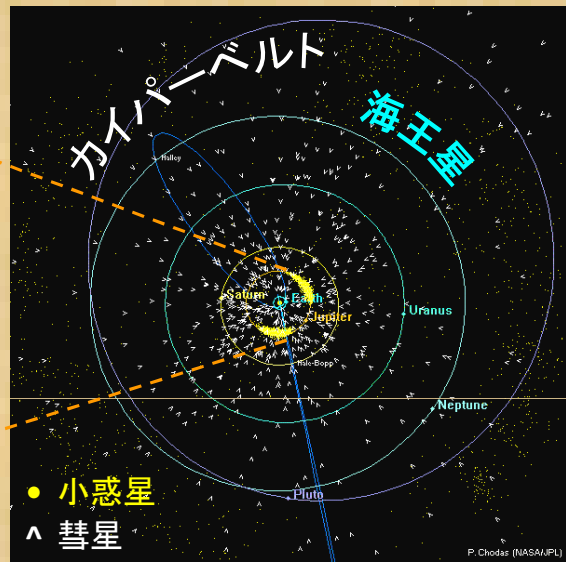
# 1. 太陽系小天体の軌道要素決定

---

# 太陽系小天体



太陽系内側部



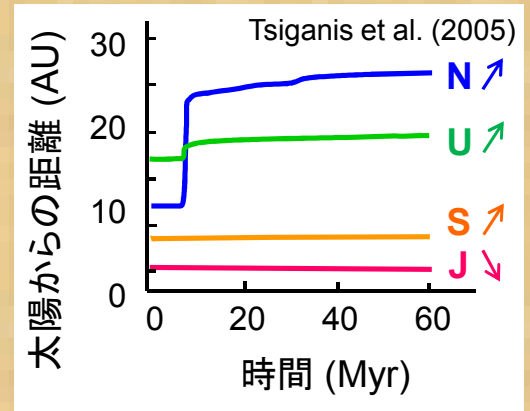
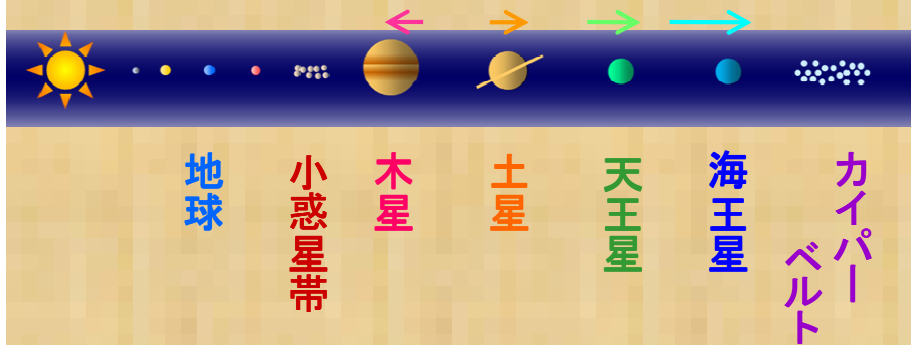
太陽系外側部

地球に近い = 移動速度大

地球から遠い = 暗い

大型望遠鏡での観測が必要

# 惑星移動モデル



- ・ 巨大惑星は形成位置から移動した (e.g. Tsiganis et al. 2005)
- ・ 惑星からの重力散乱で小天体が大規模に軌道進化



小天体の軌道進化を探ることにより、惑星形成・進化を理解することができる

# 太陽系外縁天体

## 軌道要素

軌道長半径  
軌道離心率  
軌道傾斜角

惑星からの  
摂動によって  
変化する

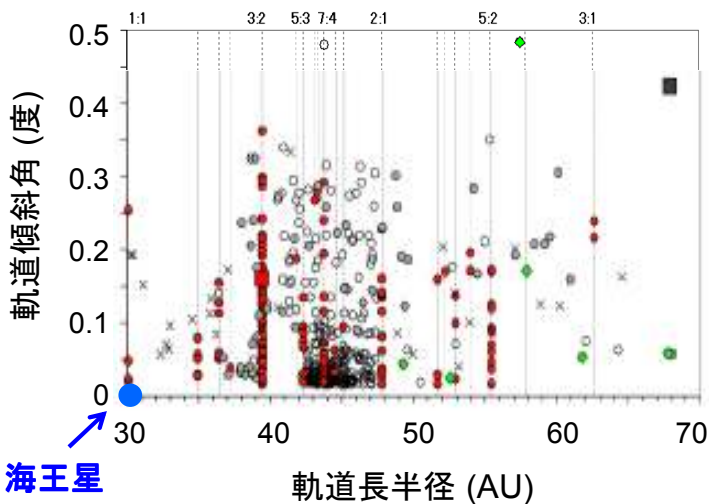
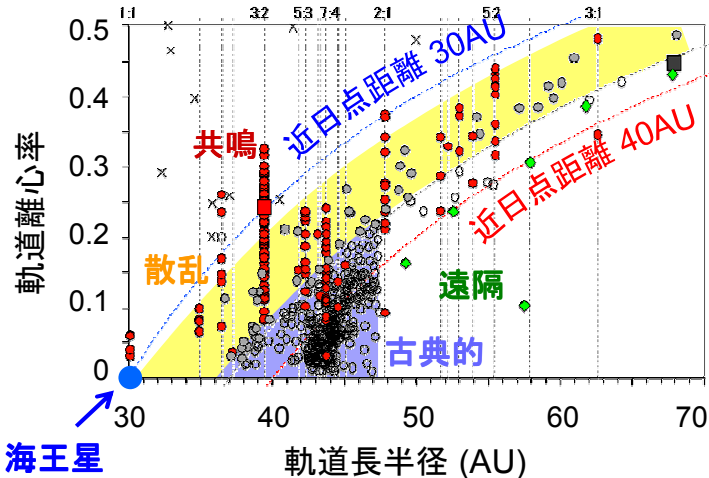
## 軌道分布 → 4グループ

- ・ 共鳴天体
- ・ 古典的天体
- ・ 散乱天体
- ・ 遠隔天体

現在も形成当時の  
軌道を保持?

海王星に接近して  
重力散乱された

しかし、軌道傾斜角の大きな  
古典的天体が多数存在する



● 共鳴天体 ○ 古典的天体 ● 散乱天体 ● 遠隔天体

Lykawka & Mukai (2007)

# 起源と進化

## 高軌道傾斜角 (>5°) の古典的天体

- 直径 > 500 km の大型天体
- 赤から中性まで幅広い可視カラー



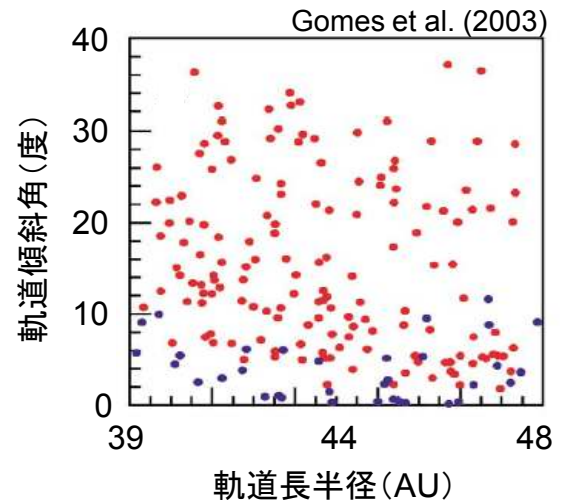
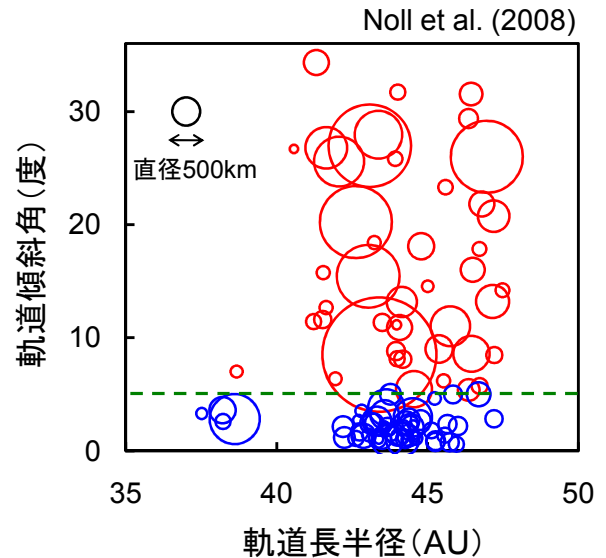
現在よりも内側の領域で形成され、惑星移動に伴って運ばれた

## 軌道進化計算 (Gomes et al. 2003)

- 内側領域起源 (14 – 18 AU)
- 外側領域起源 (26 – 28 AU)



高軌道傾斜角の外縁天体へ進化



# これまでの観測

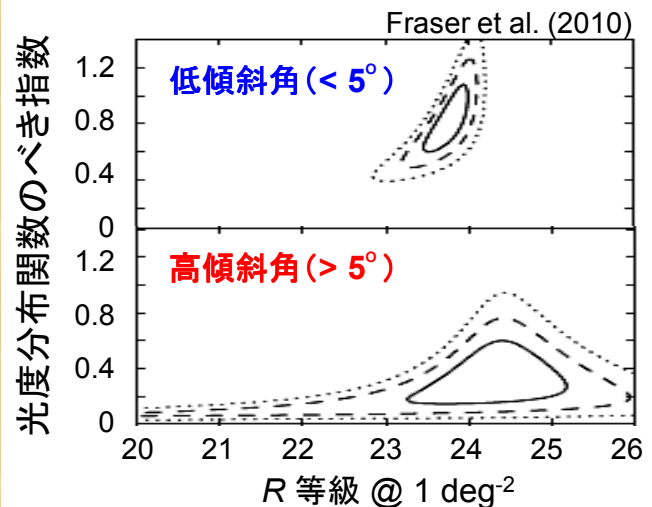
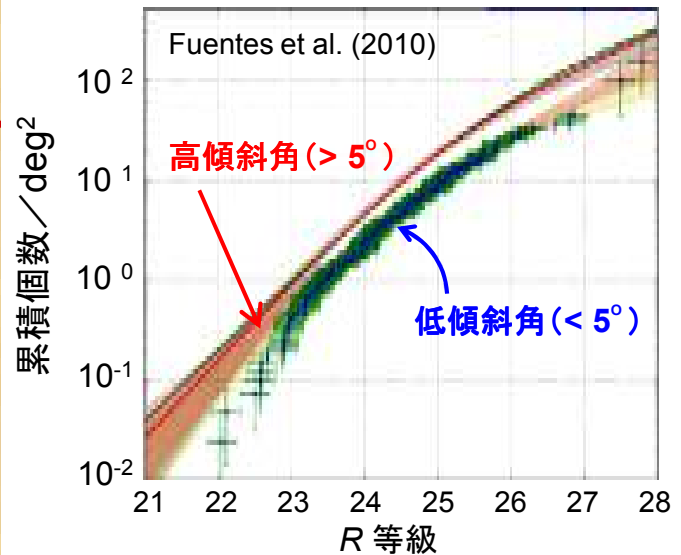
## サイズ分布の比較 → 起源の違い

- すばる+S-Cam によるサーベイ観測  
(Fraser et al. 2010)
- HST+ACS によるサーベイ観測  
(Fuentes et al. 2010)

→ **高傾斜角**の外縁天体の方が傾斜の緩やかなサイズ分布を持つ

→ 力学グループの分類は行われていない

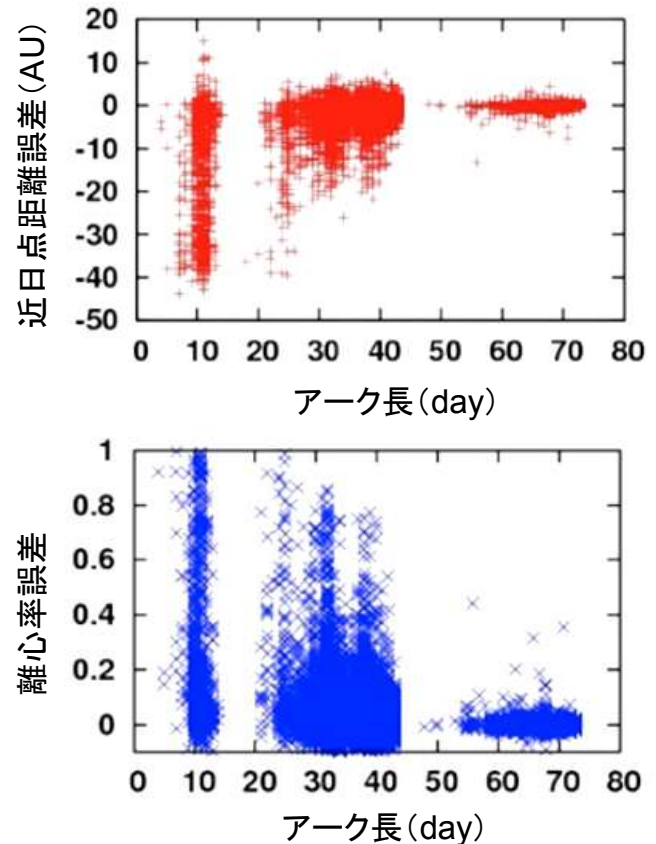
古典的天体・散乱天体・共鳴天体のそれぞれでサイズ分布を決定し、起源と軌道進化を調べたい





# 共同利用への要望

- ・ 太陽系外縁天体の軌道決定のためには長期間にわたる複数回の追観測が必要
- ・ 力学グループ分類のためには2.5ヵ月以上の期間が必要
- ・ 間隔が長くなると lost/confusion する可能性が高まる
- ・ 一月間隔の観測を3ヵ月以上にわたって継続して行いたい



courtesy of Dr. Shinsuke Abe

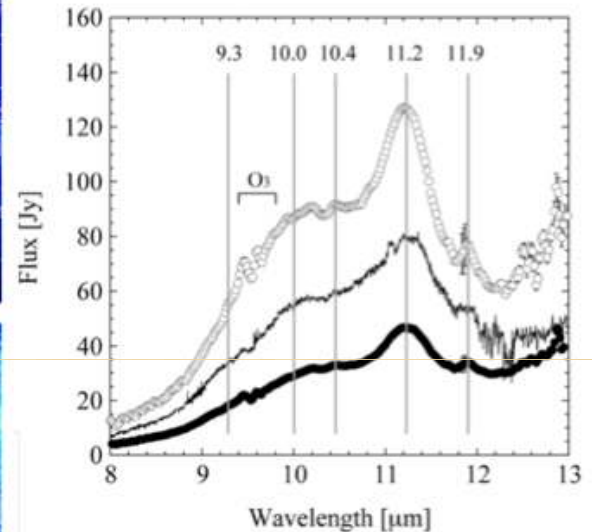
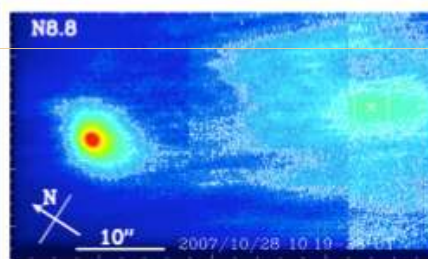
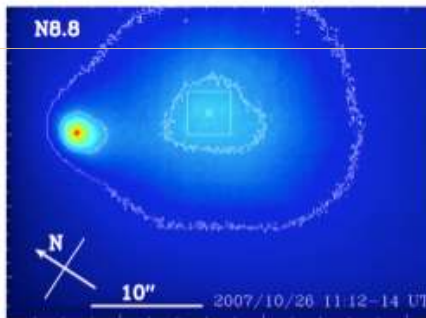
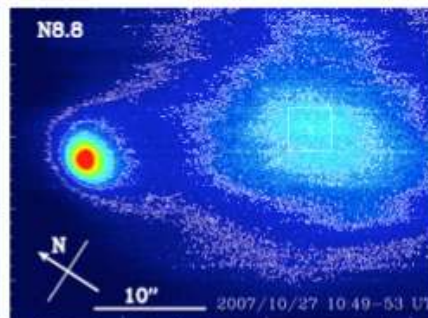
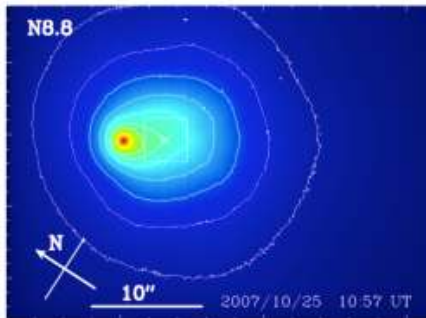
## 2. 太陽系小天体の突発現象観測

# 1. 彗星核分裂 (2006年)



- 2006年73P/Schwassmann-Wachmann 3 B核の分裂
- 50個以上の分裂破片を検出 (世界最多)
- 分裂破片のサイズ分布やロケット効果による運動を解析→彗星核の物理構造の解明
- 分裂の原因となったアウトバースト日時と、そのダスト放出量を推定
- Suprime-Cam約1時間の観測で、査読論文2本  
(Fuse et al. PASJ **59**, 381, 2007, Ishiguro et al. Icarus **230**, 561, 2009)

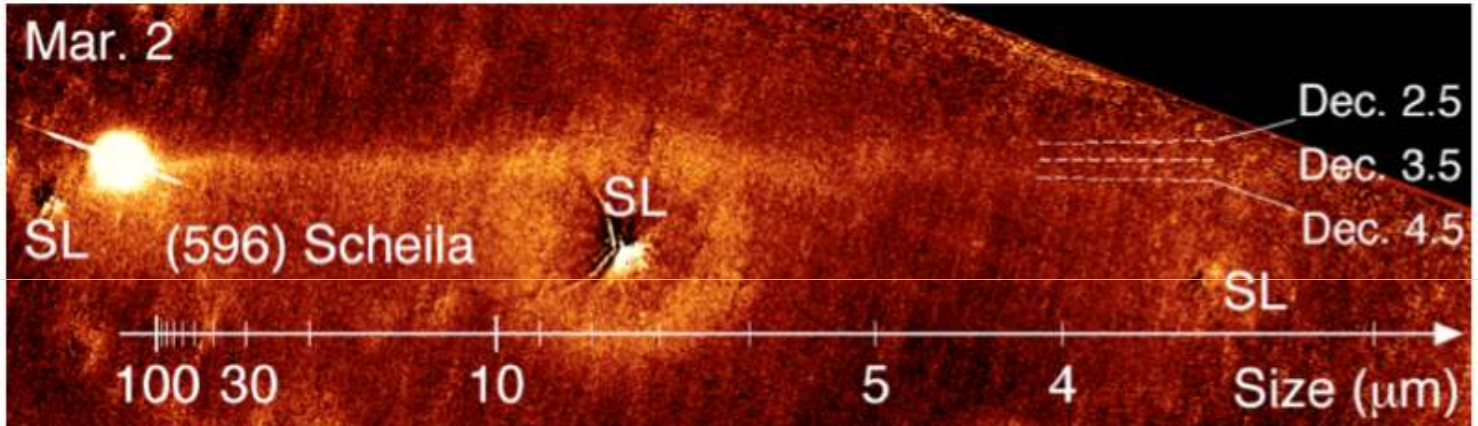
## 2. 彗星アウトバースト(2007年)



2007年10月25-28日COMICSにて撮像&分光。Watanabe et al. PASJ **61**, 679, 2009

- 2007年ホームズ彗星アウトバースト。明るさ100万倍に（観測史上最大規模のバースト）
- 彗星近傍から飛び出すチリ雲を検出。その運動を解析。
- 中間赤外域でシリケートフィーチャーを検出。以上から、彗星内部物質が放出されたと推定
- チリのアルベドや温度、ダスト総質量を推定。
- COMICS 約数10分×4夜の観測で、査読論文2本  
(Watanabe et al. PASJ **61**, 679, 2009, Ishiguro et al. ApJ **714**, 1324, 2010)

### 3. 小惑星衝突（2010年）



2011年3月1日S-Camにて撮像 (Ishiguro et al. 2011)

- 2010年12月突如、既知の小惑星Scheilaがアウトバースト（チリ雲の放出）
  - ダスト放出後3ヶ月以上経て、直線上構造（上図）を世界で初めて検出
  - 直線上構造からダスト放出時刻（12月3日 $\pm$ 1日）と粒子サイズを決定(世界初)
  - 他の観測結果と併せて、数十 $\mu\text{m}$ サイズの小惑星がScheilaに衝突したと断定
  - S-Cam一時間の観測で、査読論文1本(+1本投稿中)
- (Ishiguro et al. ApJL, in press, Ishiguro et al. ApJL, submitted)

# 観測提案：太陽系突発現象の撮像観測

- 探査機では観測できない、**小惑星同士の衝突**や**彗星のアウトバースト**など、現在の太陽系で起っている突発現象を観測し、これら太陽系小天体の進化について研究することが可能。
- 1 mクラス望遠鏡による小惑星サーベイの副産物として、最近は**1～2年に1回のペースで、これら突発天体が報告**されている。より暗いダスト雲構造、より小さな破片を検出するために、大型望遠鏡によるフォローアップ観測が重要。
- 発見から、数週間～3ヶ月以内の観測を希望。必要な観測時間は約**1時間で最低1晩の観測でもよい**。観測装置は可視（利用できなければ中間赤外・近赤外でも可）の**撮像装置(ブロードバンドフィルター)**で。
- 明るい観測対象（例Holmes彗星）は、分光も。

# 過去5年以内に発生した太陽系内突発現象

イベント時刻	天体名	種別	代表的なリファレンス論文
2006年上旬	73P/SW 3B	彗星核分裂	<a href="#">Fuse et al. PASJ 59, 381, 2007</a>
2007年10月23日	17P/Holmes	彗星アウトバースト	<a href="#">Watanabe et al. PASJ 61, 679, 2009</a>
2009年10月13日	217P/LINEAR	彗星アウトバースト	Sarugaku et al. ApJ 724, L118
2009年上旬	P/2010 A2	小惑星崩壊	Jewitt et al. Nature 467, 817, 2010
2010年12月3日	(596) Scheila	小惑星衝突	<a href="#">Ishiguro et al. ApJL (in press)</a>
2011年7月発見	213P/Van Ness	彗星分裂	Hanayama et al. (in preparation)