

# 高反射率小惑星の絶対等級決定

寺居 剛、渡部 潤一（国立天文台）

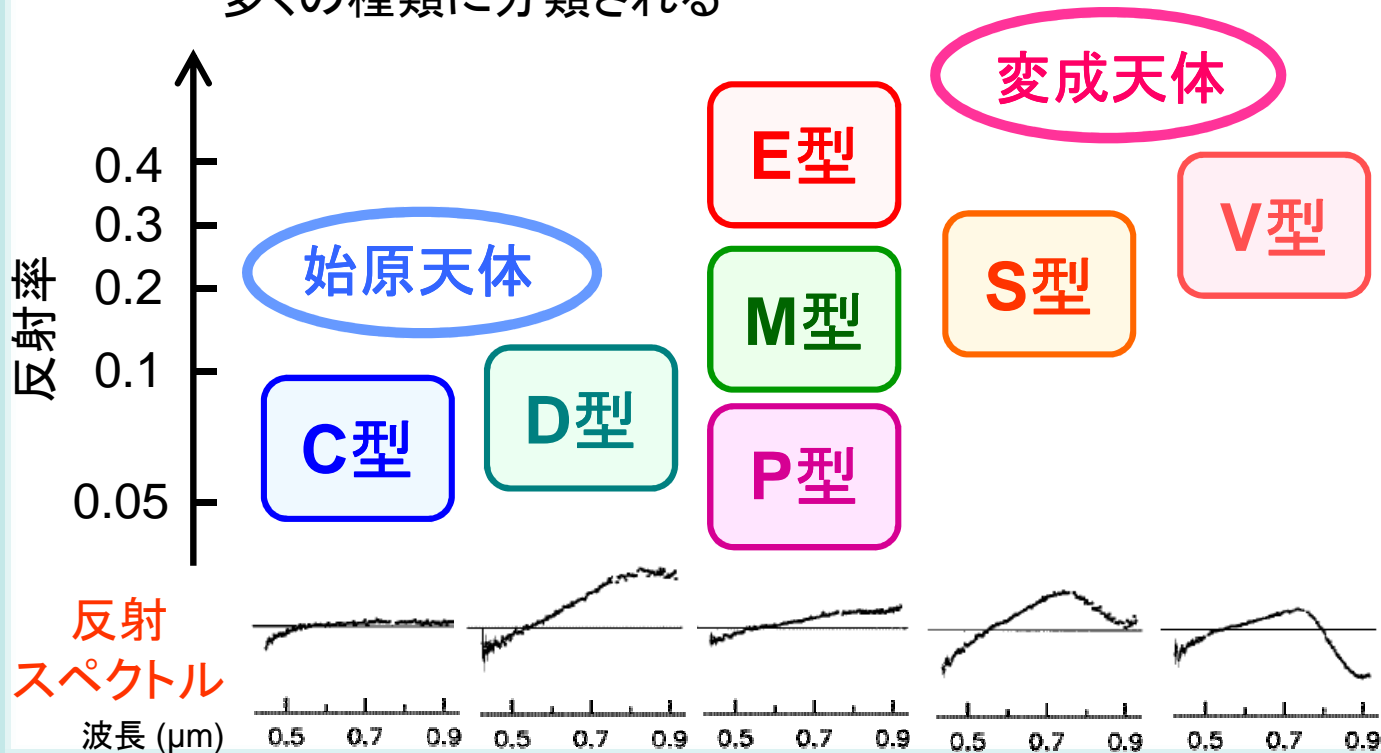
古莊 玲子（都留文科大学/国立天文台）

猿樂 祐樹、臼井 文彦（JAXA/ISAS）

関口 朋彦（北海道教育大学）

# 小惑星の表面組成

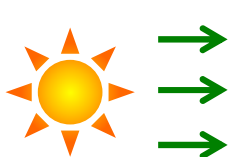
- ・ 鉱物組成は形成／進化を探るための基本情報
- ・ 反射スペクトルと反射率から表面組成を推定
- ・ 多くの種類に分類される



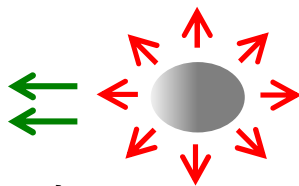
# 小惑星の反射率

エネルギー収支：

$$\text{太陽光照射} = \text{反射光} + \text{熱放射}$$

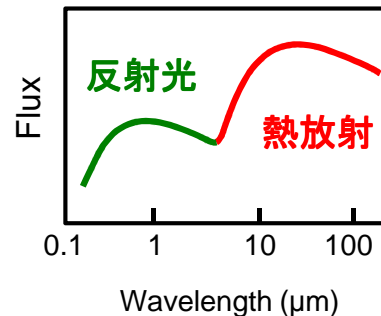


太陽定数



反射

吸収 → 再放射



反射光強度（可視－近赤外）

熱放射強度（中間赤外－電波）

反射率を算出

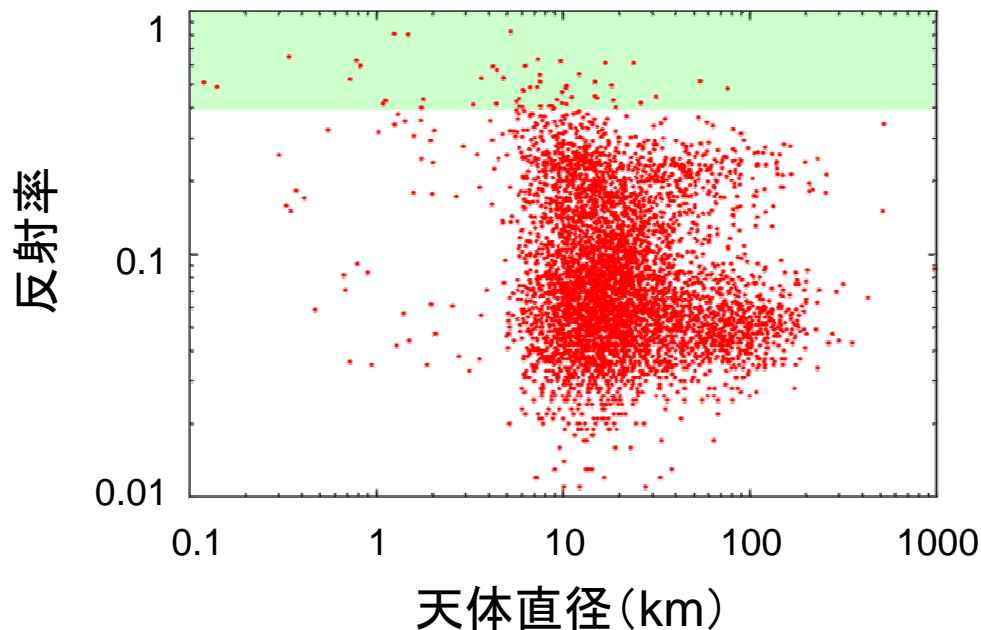
IRASによる熱放射測定 (Tedesco 1994, Barucci+ 1987)

分類	C型	D型	M型	S型	V型	E型
反射率	~0.05	~0.07	~0.11	~0.15	~0.3	~0.4

# 熱放射測定

赤外線衛星「あかり」：小惑星5120個の熱放射強度を測定

→ 小惑星の直径・反射率カタログ「**AcuA**」 (Usui et al. 2011)



→ 極めて高い反射率の小惑星が存在 (0.4以上の天体が約50個)

# 反射率決定の問題点

- 直径 ( $D$  km) – 反射率 ( $p_v$ ) の関係式 (Bowell et al. 1989)

$$\log p_v = 6.259 - 2 \log D - 0.4 H$$

$H$  : 可視 ( $V$ バンド) の絶対等級 (太陽・地球からそれぞれ1AUの距離で太陽・地球・天体が一直線上に位置したときの等級)

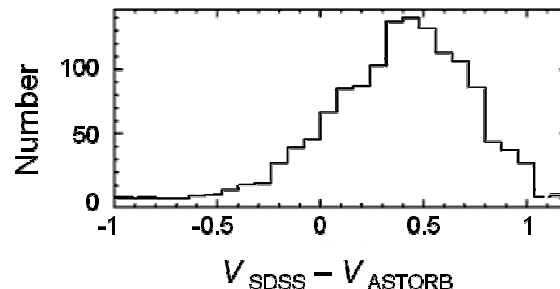
→ AcuAカタログでは小惑星軌道データベース「**ASTORB**」 (Lowell 天文台配布) に記載された絶対等級を使用

- ASTORBの絶対等級は精度が保証されていない

Juric et al. (2002) :

SDSSデータによる等級と比較

→  $\sim 0.4 - 0.5$  等の系統的なずれ



# 反射率決定の問題点

太陽位相角 ( $\alpha$ ):

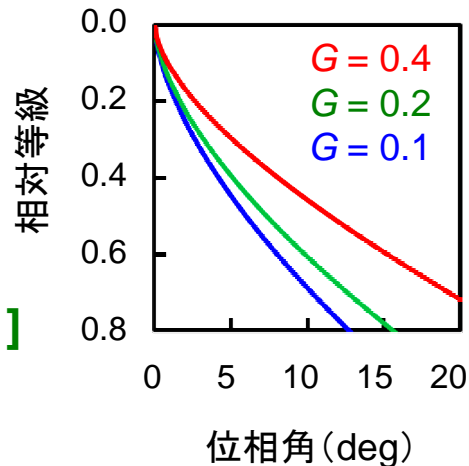
太陽 - 天体 - 観測者のなす角

位相角による光度変化 (位相曲線):

$$\Delta m = -2.5 \log [(1 - G) \Phi_1(\alpha) + G \Phi_2(\alpha)]$$

$\Phi_{1,2}(\alpha)$ : 特定位相関数 (Bowell et al. 1989)

$G$ : 位相曲線の傾斜パラメータ ( $0 < G < 1$ )



低反射率

C、D、P型

S、M型

V、E型

高反射率

傾斜が急

$G \sim 0.1$

$G \sim 0.2$

$G \sim 0.4$

傾斜緩やか

(Harris & Young 1988)

ASTORBでは、ほとんどの小惑星に対して  $G = 0.15$  を仮定

→ 高反射率の小惑星ほど明るく見積もられやすい

# 目的と手法

---

- 「あかり」の測定から高い反射率が示唆された小惑星の絶対等級を高い精度で再決定し、反射率を検証
- 複数の位相角で光度を測定し、位相曲線を決定
- 自転(周期 数時間 – 十数時間)によって変光するため、各天体を一晩で数時間、20分程度の間隔で観測
- 対象天体：反射率40%以上の小惑星 ( $V=13-18$  mag)
- 高反射率であることが確定されれば、可視／近赤分光など表面組成を特定するための観測を実施

# 観測

## ■ 観測日

2012.05.23 – 05.31

2012.12.18 – 12.20

2013.03.11 – 03.17

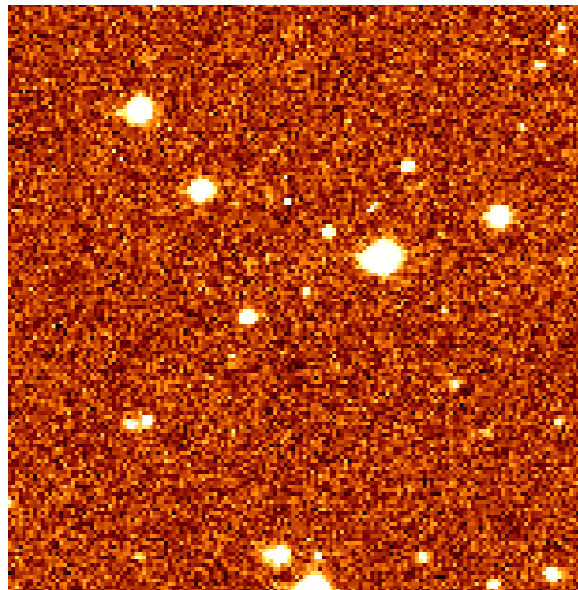
2013.05.02 – 05.06

## ■ 木曾シュミット + KWFC

## ■ Vバンド、 $2 \times 2$ binning

## ■ 露出時間 90 – 300 秒、20分程度の間隔で連続撮像

## ■ これまで小惑星21天体を(1回以上)観測

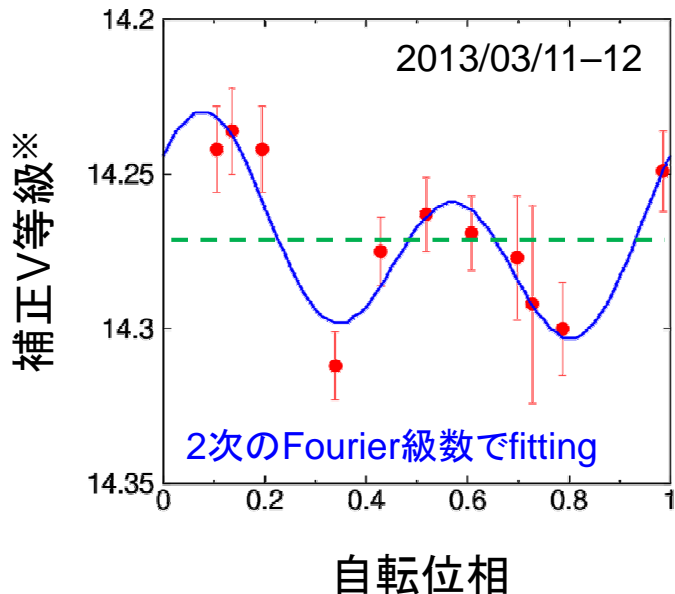


← 5' →



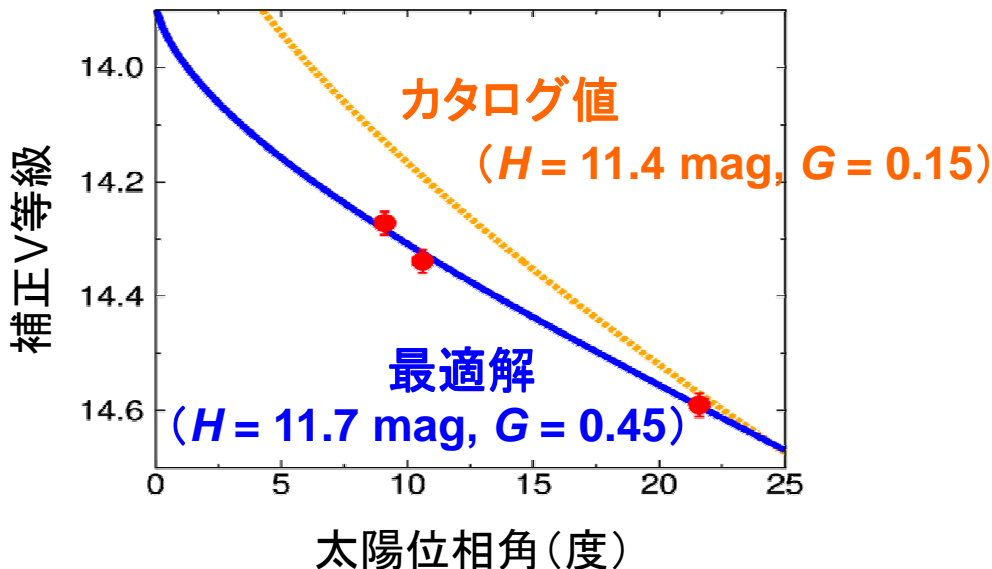
# 解析(1天体)

- 絶対等級 11.4 mag (ASTORB)、反射率 0.48 (AcuA)、自転周期 3.1時間の小惑星
- データ取得日
  - (1) 2013/03/11, 12
  - (2) 2013/03/15, 16
  - (3) 2013/05/02, 04, 06
- 同一チップ内の恒星10個程度を使用した相対測光
- 直前or直後に撮った標準星データを用いて測光較正
- 各期間の光度曲線から中央等級を算出



※ 日心距離を軌道長半径、地心距離を軌道長半径 - 1AUに換算した等級

# Preliminary result



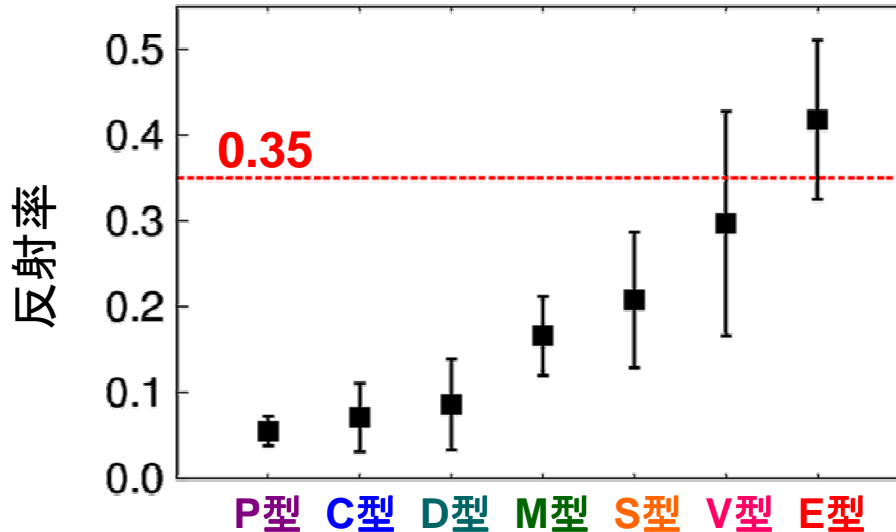
位相曲線の最適解:

絶対等級  $H = 11.7 \text{ mag}$ 、傾斜パラメータ  $G = 0.45$

→ 反射率  $0.35 \pm 0.02$

→ カタログ値 ( $0.48 \pm 0.06$ ) よりも顕著に低い値

# Preliminary result



位相曲線の最適解:

絶対等級  $H = 11.7$  mag、傾斜パラメータ  $G = 0.45$

→ 反射率  $0.35 \pm 0.02$

→ カタログ値 ( $0.48 \pm 0.06$ ) よりも顕著に低い値

# まとめ

---

- AKARIの観測から得られた高反射率小惑星候補の絶対等級を再決定し、反射率の値を検証
- 太陽位相角による小惑星の変光(位相曲線)を測定し、真の絶対等級を決定
- これまで21天体を観測(継続中)、うち1天体はカタログ値よりも顕著に低い反射率を示した
- 今後も継続的に観測を行い、1年程度で10 – 20天体の測定を完了させる