

第4回 衝突勉強会TVセミナー

Near-Infrared Spectroscopy of Trojan Asteroids: Evidence for Two Compositional Groups

Astronomical Journal **141**, 25 (2011)

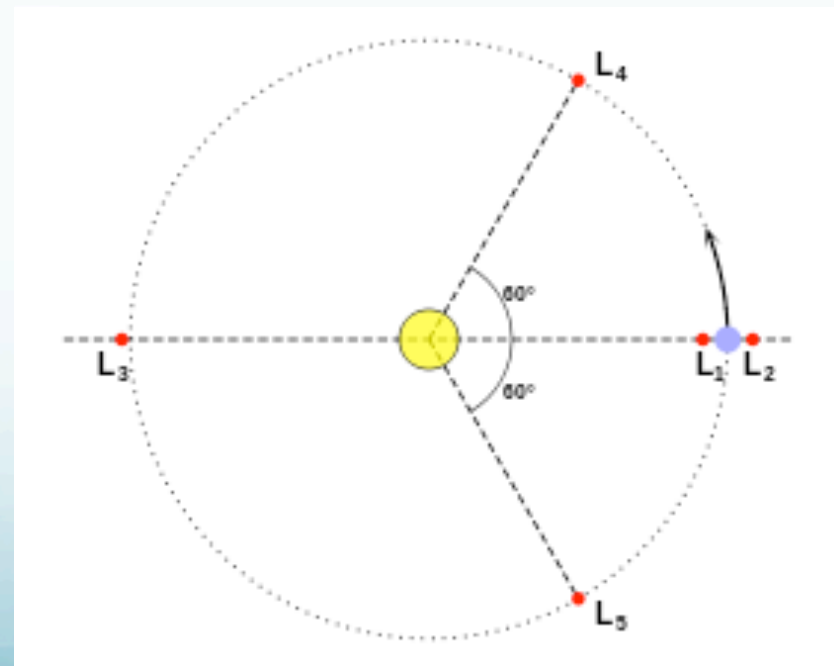
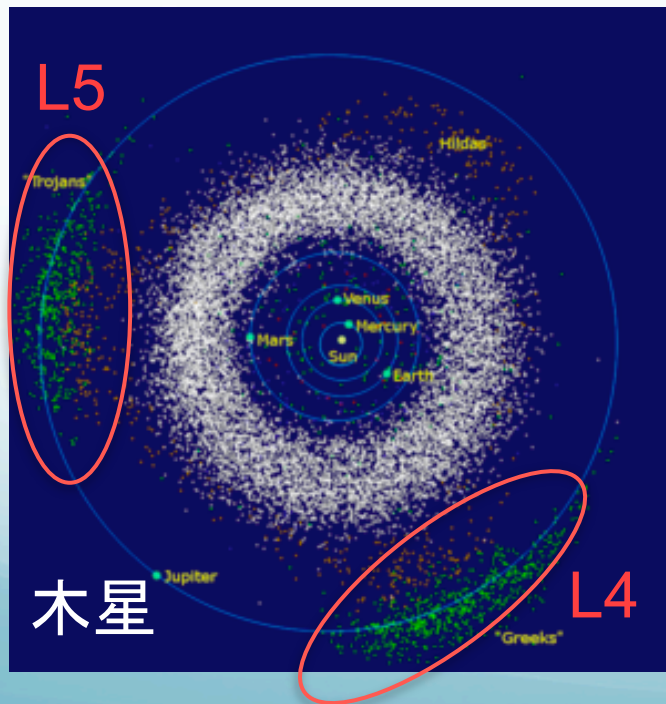
東大柏
岡村 奈津子

Summary

- IRTFを用いて観測した58個トロヤ群小惑星の66個の新しい近赤外領域0.4-2.5 μm のスペクトルを提示した
- 観測波長域のスペクトルの傾きの違いによって2つのグループ(Redder Trojan group, Less-red Trojan group)に分けられることを明らかにした
- Less-redgroupは木星付近か小惑星帯起源である一方で、Redder spectral groupはKuiper belt起源であると考えられる

Introduction

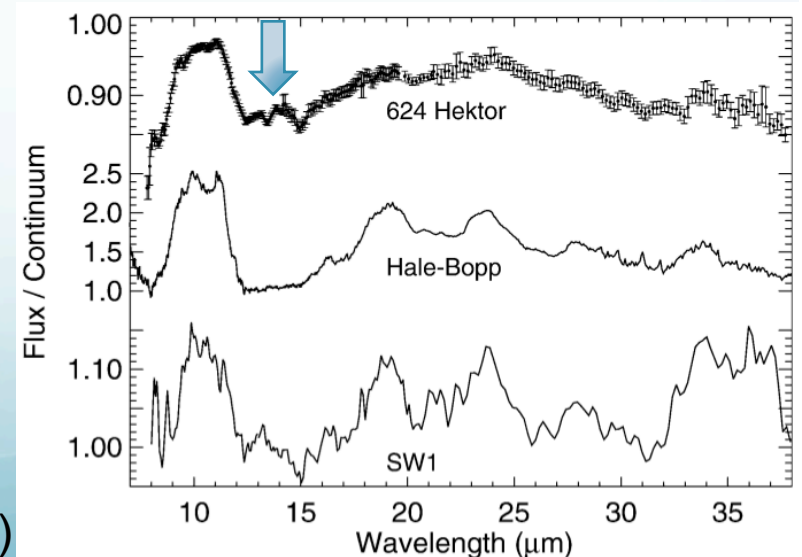
- トロヤ群小惑星: L4とL5に位置する小惑星
- 重要性: 太陽系の力学進化の異なるモデルに対して、モデルの制約を与えることができる可能性がある



Introduction

- 先行研究
 - 天体表面が暗い(アルベド0.03~0.07)ので観測が困難
 - 観測例はあまりない
 - トロヤ群小惑星の分光観測
 - **可視領域**: 吸収は検出できなかったが、スペクトルの傾きが全体的に赤化していることが分かった (e.g., Melita et al., 2008)
 - **近赤外領域**: 13天体を観測、鉱物による吸収なし (e.g., Yang & Jewitt, 2007)
 - **中間赤外領域**: 天体表面に微粒子シリケートを検出 (Emery et al., 2006)

(Emery et al., 2006)



Objectives

- トロヤ群小惑星の主要な構成物と考えられる含水シリケート、無水シリケート、有機物、水などの吸収帯は、**近赤外**領域スペクトルに存在する

- **本論文の目的**

- できるだけ多くトロヤ群小惑星を近赤外領域において分光観測することにより、表面の組成を調べる
- さらにトロヤ群小惑星の起源にも手がかりを得る

Observations and data reduction

- NASA Infrared Telescope Facility (IRTF)で観測
 - 観測波長域: 0.7-2.5 μm
 - 観測時期: 2003年4月、2006年7月、2007年3月、9月
 - 観測天体と回数: 58天体、66スペクトル
 - 先行研究に比べ、数多く・より小さい天体も観測
 - 観測パラメータはTable 1を参照
- データ解析
 - 一般的なNIRの解析手法

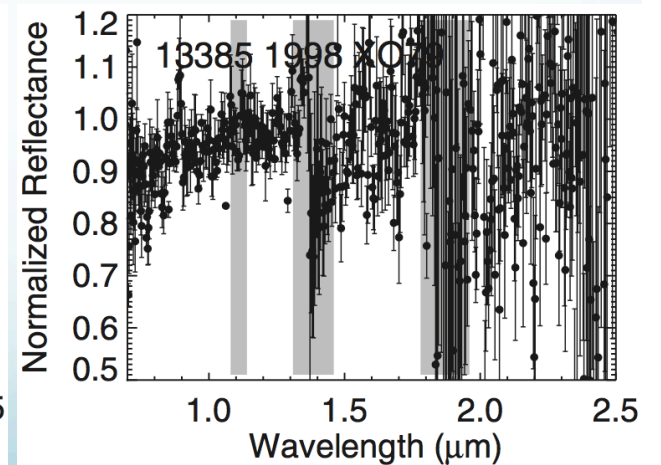
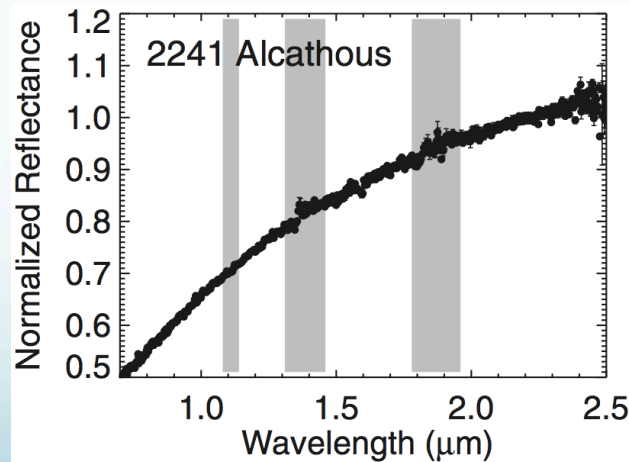
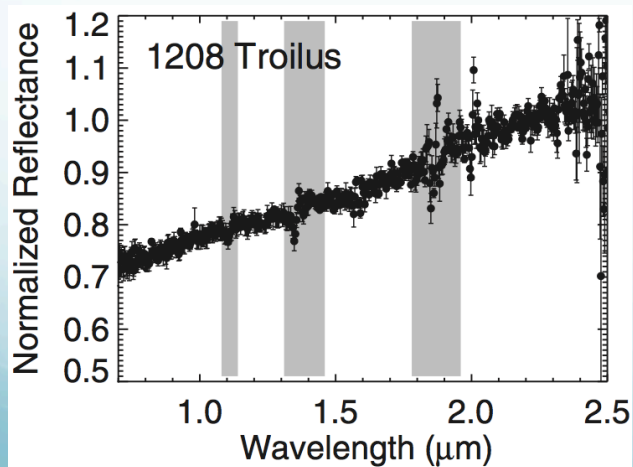
IRTF@Mauna Kea



<http://www2.ifa.hawaii.edu/newsletters/>

Search for absorptions

- トロヤ群小惑星は一般的に水氷や有機物が豊富だと考えられているが、今回の観測結果でこれらの吸収は見られず
- 近赤外領域で見られる微粒子シリケートの吸収もなし
- ほとんどが赤化(=右肩上がり)のスペクトル



その他のスペクトルはAppendix参照

Distribution of spectral slopes

- Fig. 1の軸の値を求める式

$$m_{\lambda_1} - m_{\lambda_2} = 2.5 \log(R_{\lambda_2} / R_{\lambda_1})$$

- 上式の計算値はTable 2参照
- Fig. 1 (b):複数回観測した天体には色がついている
- スペクトルの傾きによって2つのグループに分けられる

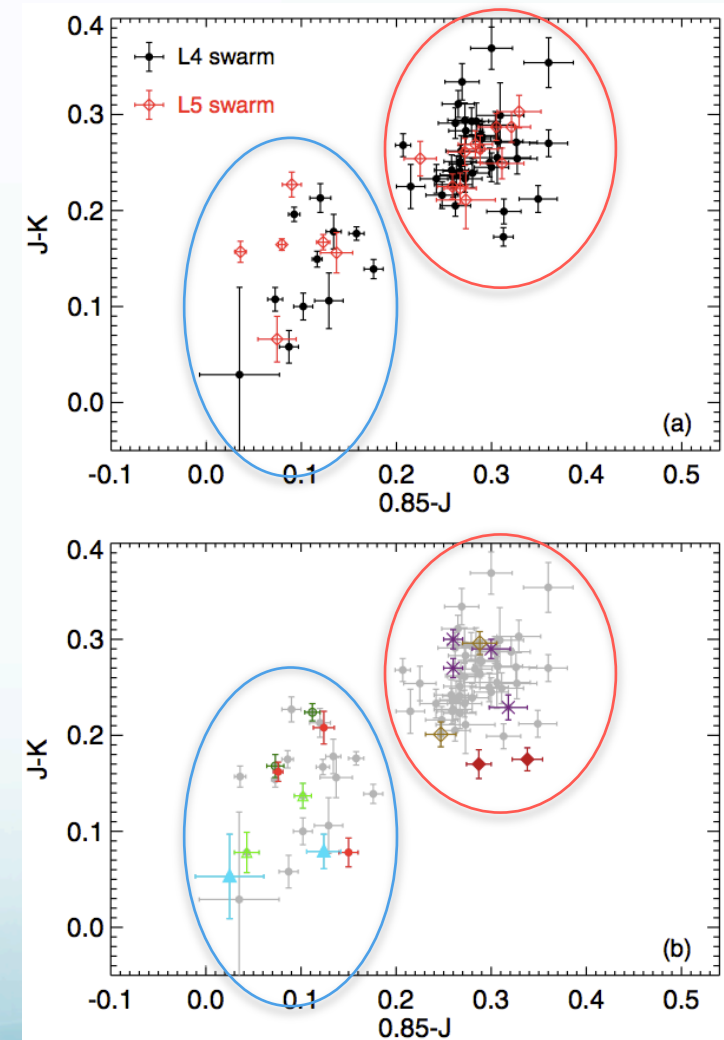


Fig. 1 color-colorプロット

Distribution of spectral slopes

- Fig. 2 (a)
 - 短波長側($\sim 1.5\mu\text{m}$)の傾きが特に異なる
- Fig. 2 (b) (c)
 - 上記の傾向はヒストグラムをみると明らか。
 - (b): ダブルピークが存在
 - (c): 単一のピークのみ

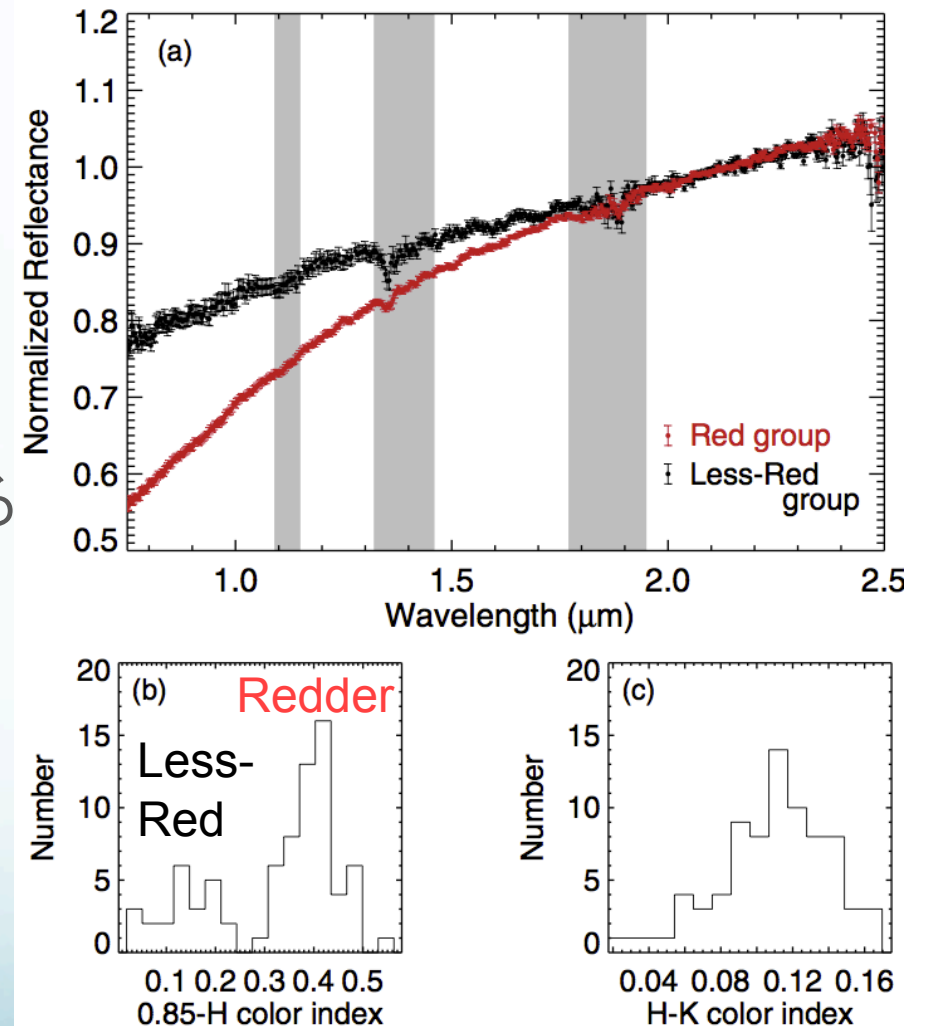


Fig. 2 (a) 各グループの平均スペクトル
(b) (c) color-indexの個数

Albedo

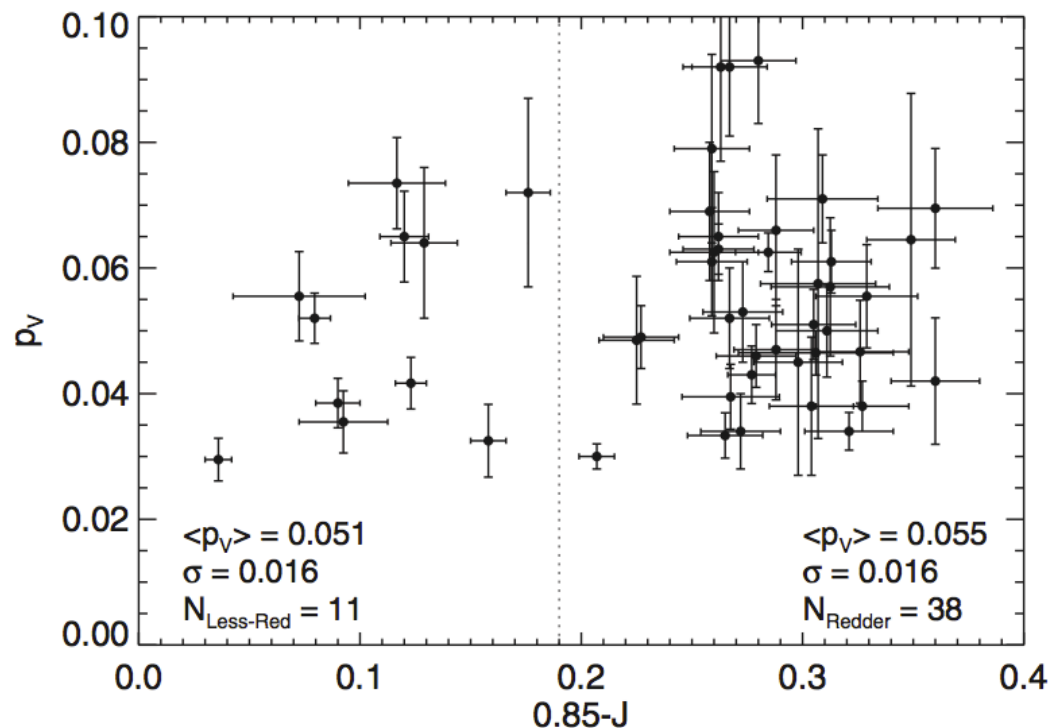


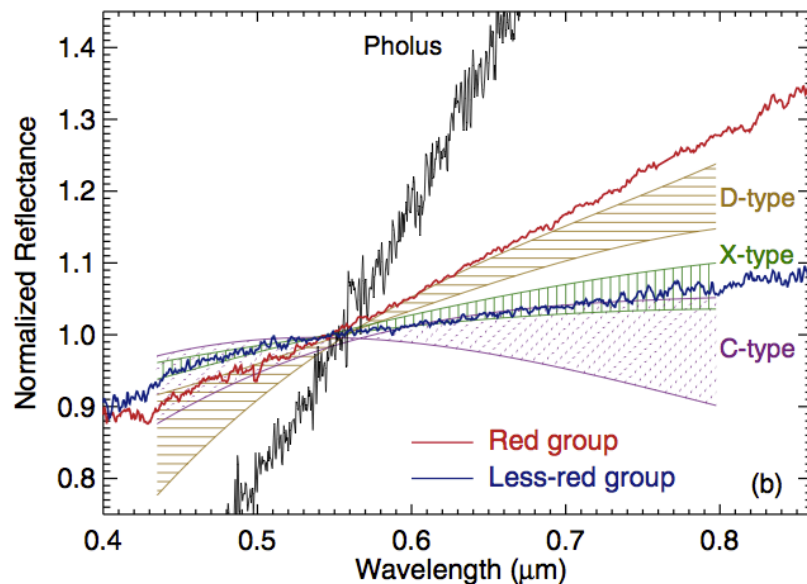
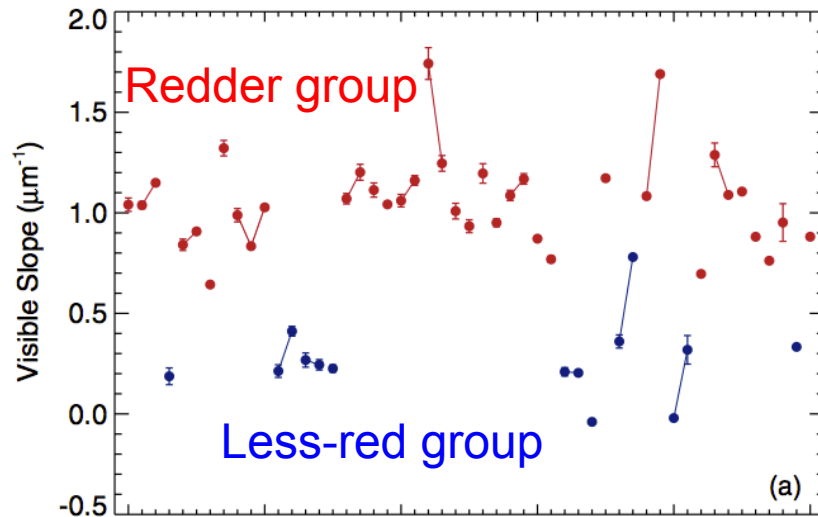
Fig. 3 アルベドはIRASより

Redder group: $p_V = 0.055 \pm 0.016$

Less-red group: $p_V = 0.051 \pm 0.016$

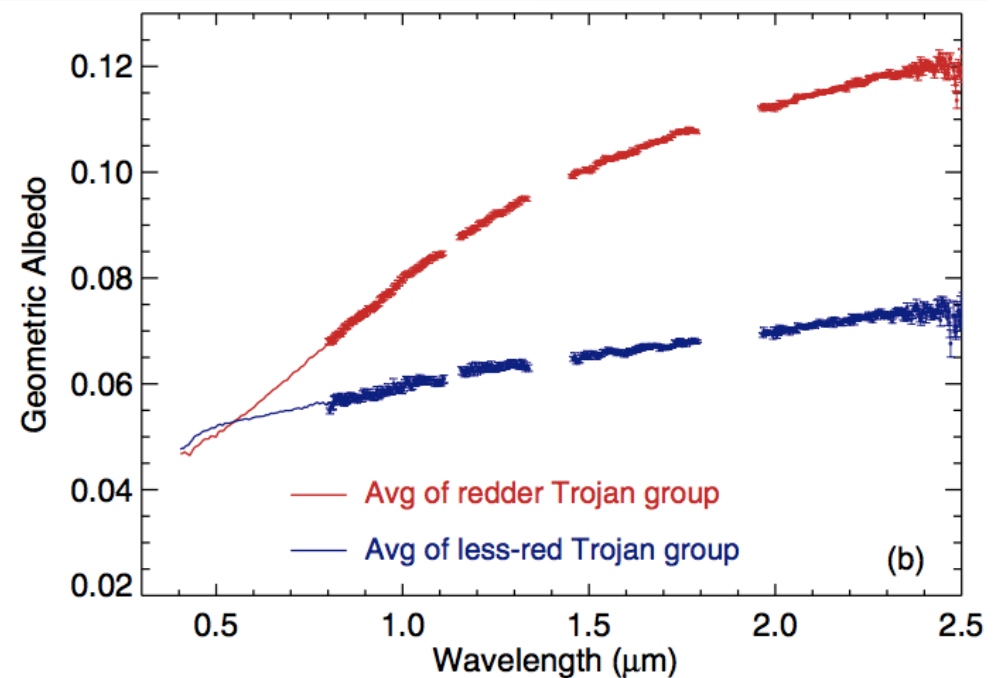
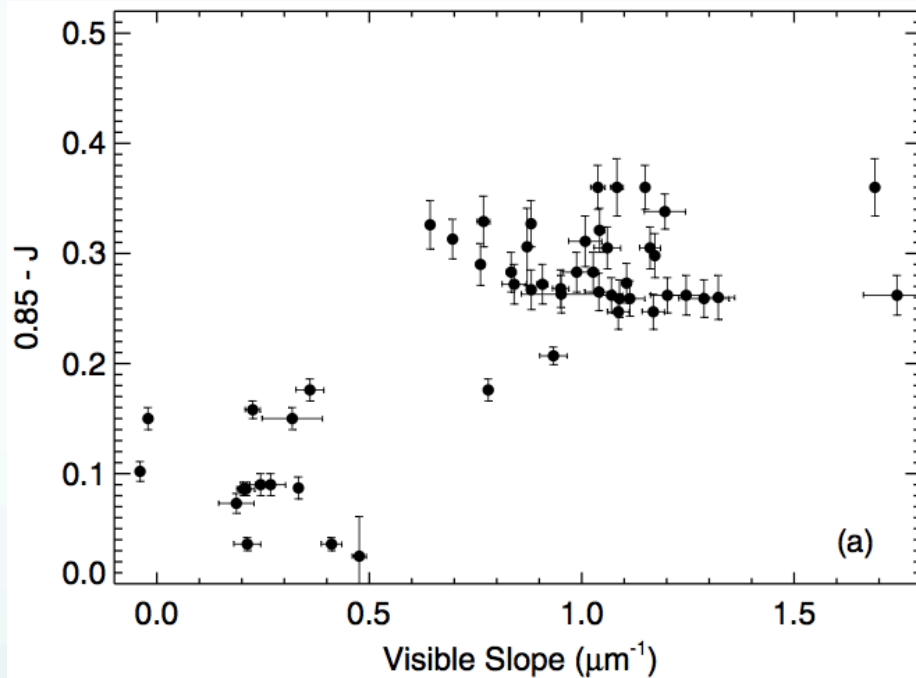
- Fig. 3: アルベドとスペクトルの傾きには関係性見られず
- 天体サイズについても同様
- トロヤ群小惑星における変成は、アルベドを変化させるだろう
- よって天体表面は始原的であるかもしれない

Comparison with visible spectra



- 可視領域のスペクトルの傾きを調べる
- 可視のデータは先行研究のデータを用いた (e.g., Fornasier et al., 2007)
- 可視と近赤外のスペクトルの傾きは関係性あり
 - Redder group: 可視スペクトルの傾き大きい, D-typeの傾きに近い
 - Less-red group: 可視スペクトルの傾きが小さい, C-typeやX-typeに近い

Comparison with visible spectra



可視+近赤外のスペクトルを用いると、よりはっきりとグループ分けができる

Correlations with other parameters

- **もしかしたら**軌道傾斜角とLess-red groupにわずかに関係性があるかもしれない
- Redder groupはNice modelの結果と調和的な軌道傾斜角分布を持っている
- Less-red groupは5AU付近から木星が成長する過程で捕獲された場合の分布と、より調和的 (e.g., Marzari & Scholl, 1998)

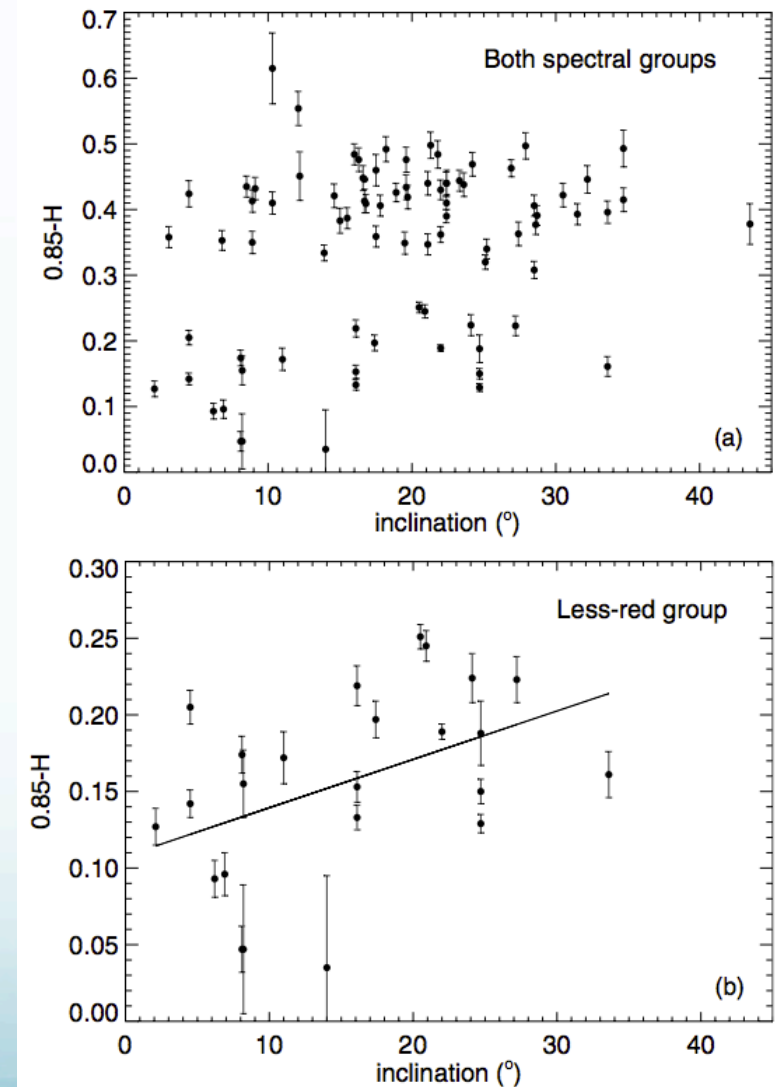
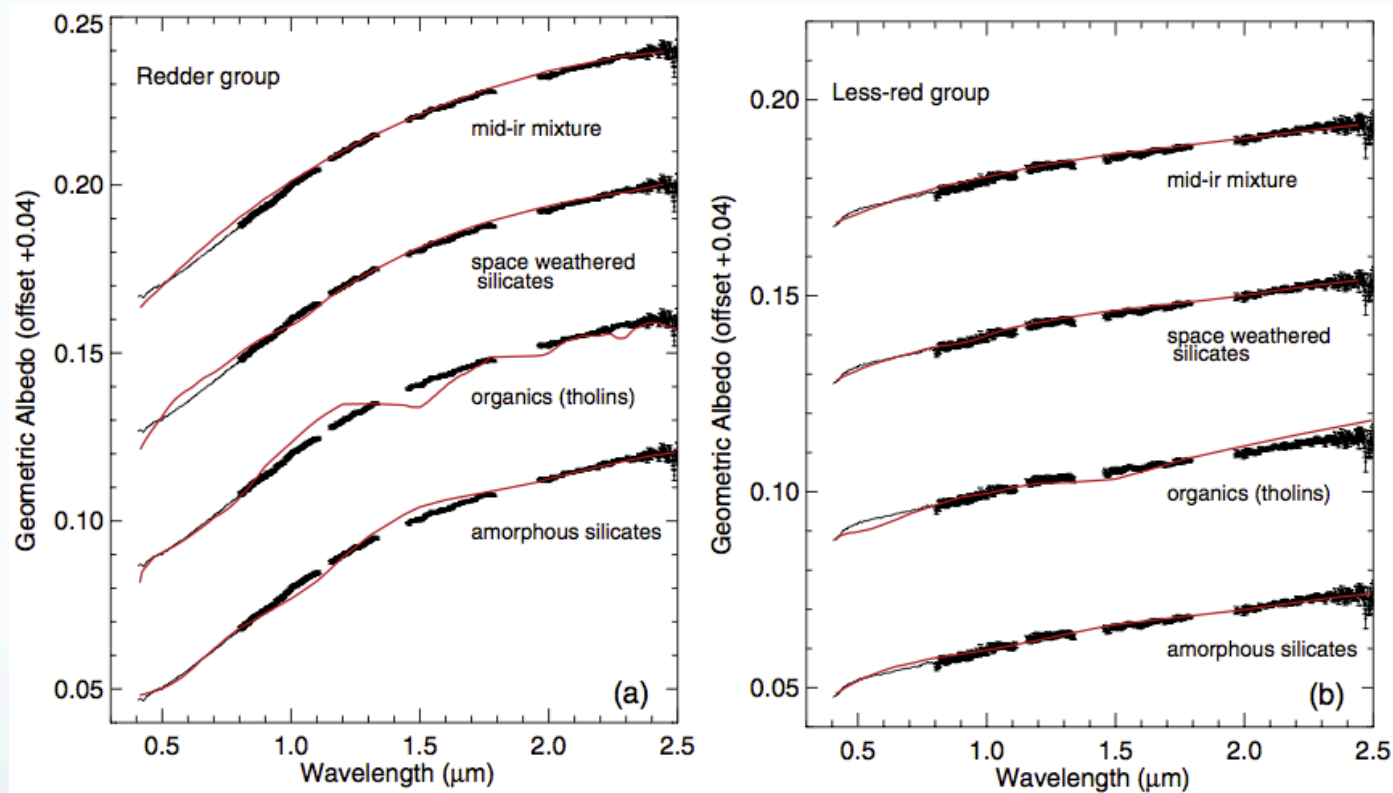


Fig. 4

Spectral model



- 水氷、有機物などのスペクトルをfitting
- Redder groupはspace-weathered silicatesがbest fit

Synthesis and implications

- トロヤ群小惑星はスペクトルの傾きによって2つのグループに分けることができる
- スペクトルの傾きの違いは、天体表面の変異というより、内因性の成分による違いとして説明できる
- 軌道傾斜角とLess-red groupに関係性がみられることから、Redder groupはKuiper belt起源で、Less-red groupは木星付近か小惑星帯起源の可能性はある。