

Mature and fresh surfaces on new-born asteroid 832 Karin

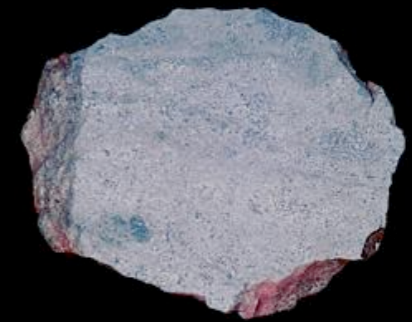
佐々木貴教○

佐々木晶 渡部潤一 関口朋彦 河北秀世 布施哲治
高遠徳尚 吉田二美 Budi Dermawan 伊藤孝士

○東京大学・理・地惑



小惑星 v.s. 隕石



- 小惑星 = 隕石の母天体

普通コンドライト：地球上に落下する隕石の大部分

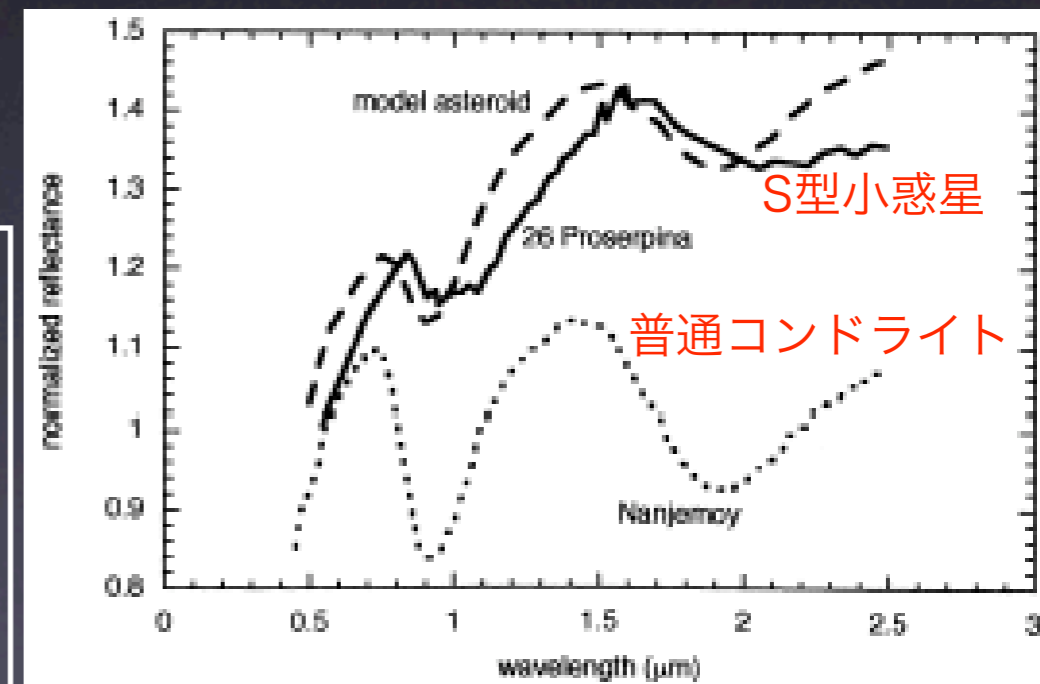
S型小惑星：小惑星帯で観測される小惑星の大部分



スペクトルが互いに一致していない！

原因

- 隕石は限られた共鳴軌道からやって来る？
- 普通コンドライトの母天体は小さくて観測にかからない？
- 宇宙風化作用によってスペクトルが変化？



[Hapke, 2001]

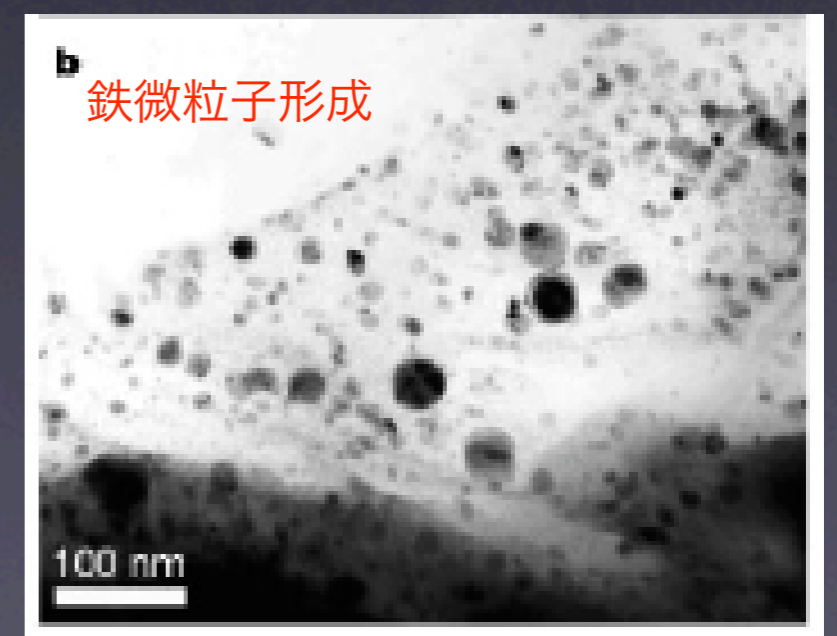
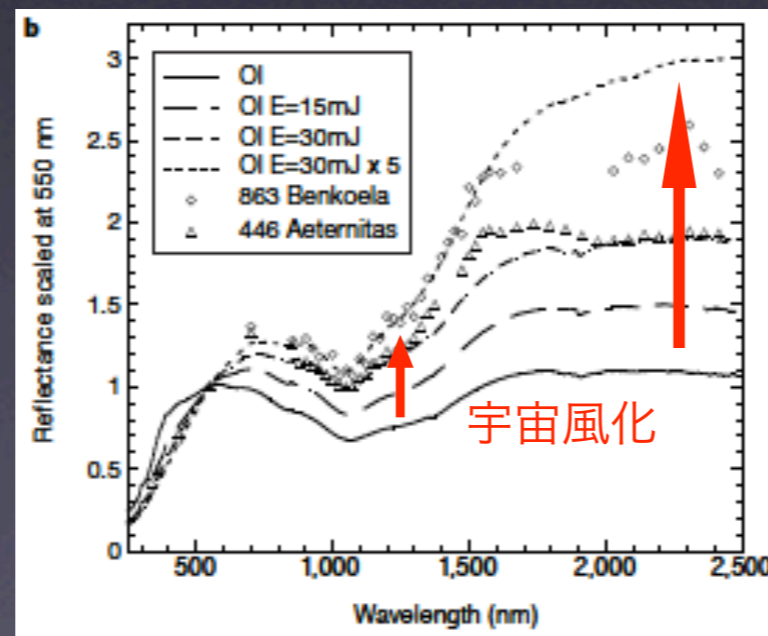
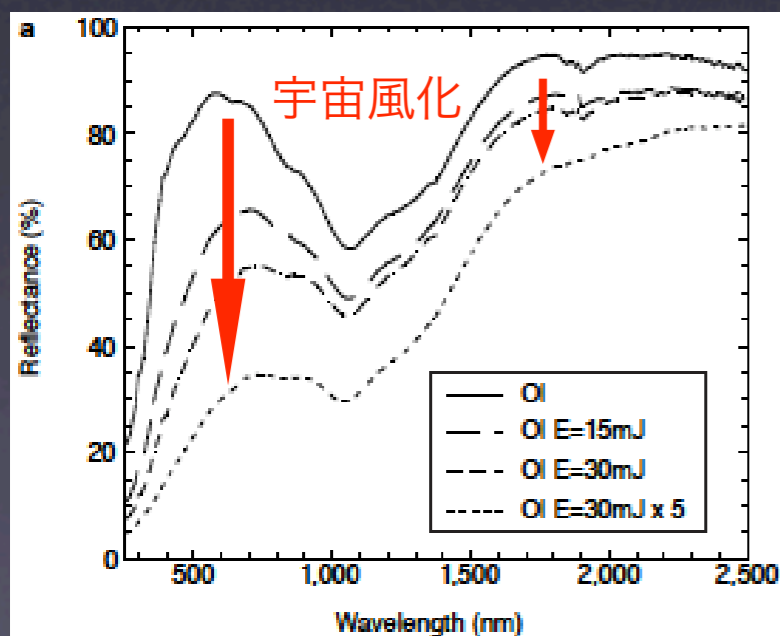
宇宙風化作用

・ スペクトルの暗化・赤化

天体表面へのダストの高速衝突加熱によるナノメートルスケールの鉄微粒子形成が原因？ [Hapke, 1975; 2001]



宇宙風化を模したレーザー照射実験で証明 [Sasaki et al., 2001]

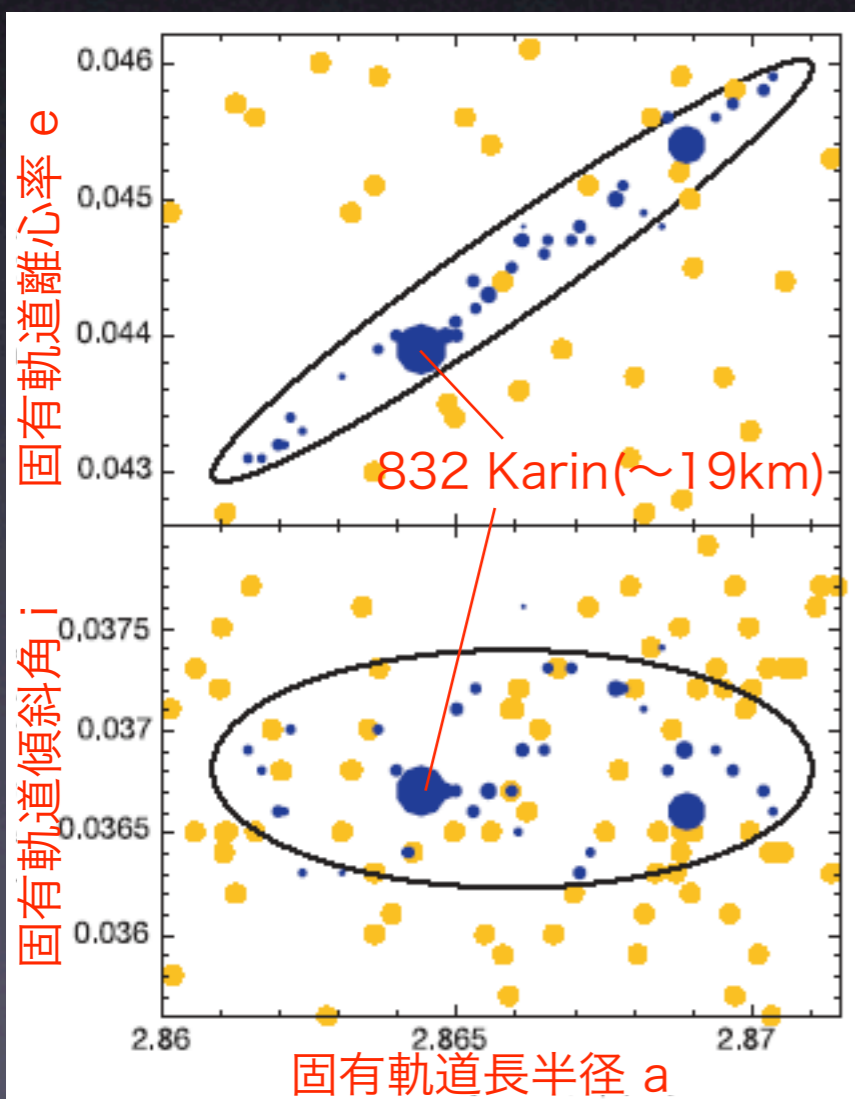


(左2枚) スペクトルの暗化・赤化 (右) ナノスケール鉄微粒子の形成 [Sasaki et al., 2001]

小惑星 832 Karin

わずか580万年前に形成されたばかりの若い族（カリン族）

その中で最大の天体が小惑星 832 Karin [Nesvorny et al., 2002]



(左)カリン族の固有軌道要素分布

青丸：カリン族天体（39個）

黄丸：コロニス族天体

楕円：同母天体から等方的に
飛び出した破片の分布

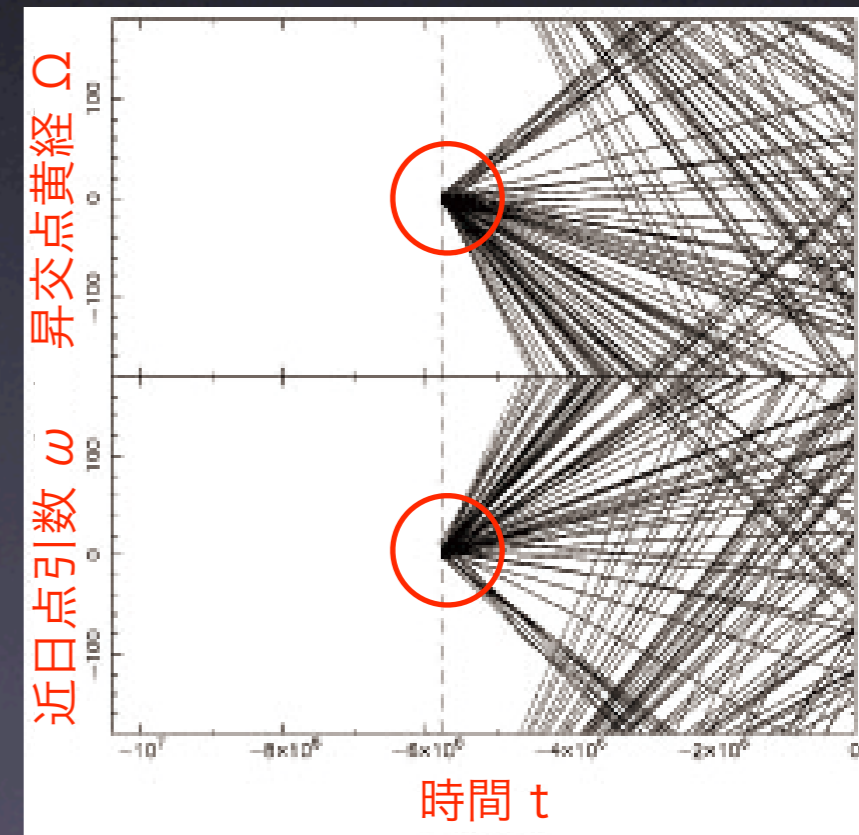
[Nesvorny et al., 2002]

(右)カリン族の過去の軌道の変遷

832 Karin に対する相対値

赤丸：580万年前にほぼ一致

[Nesvorny et al., 2004]



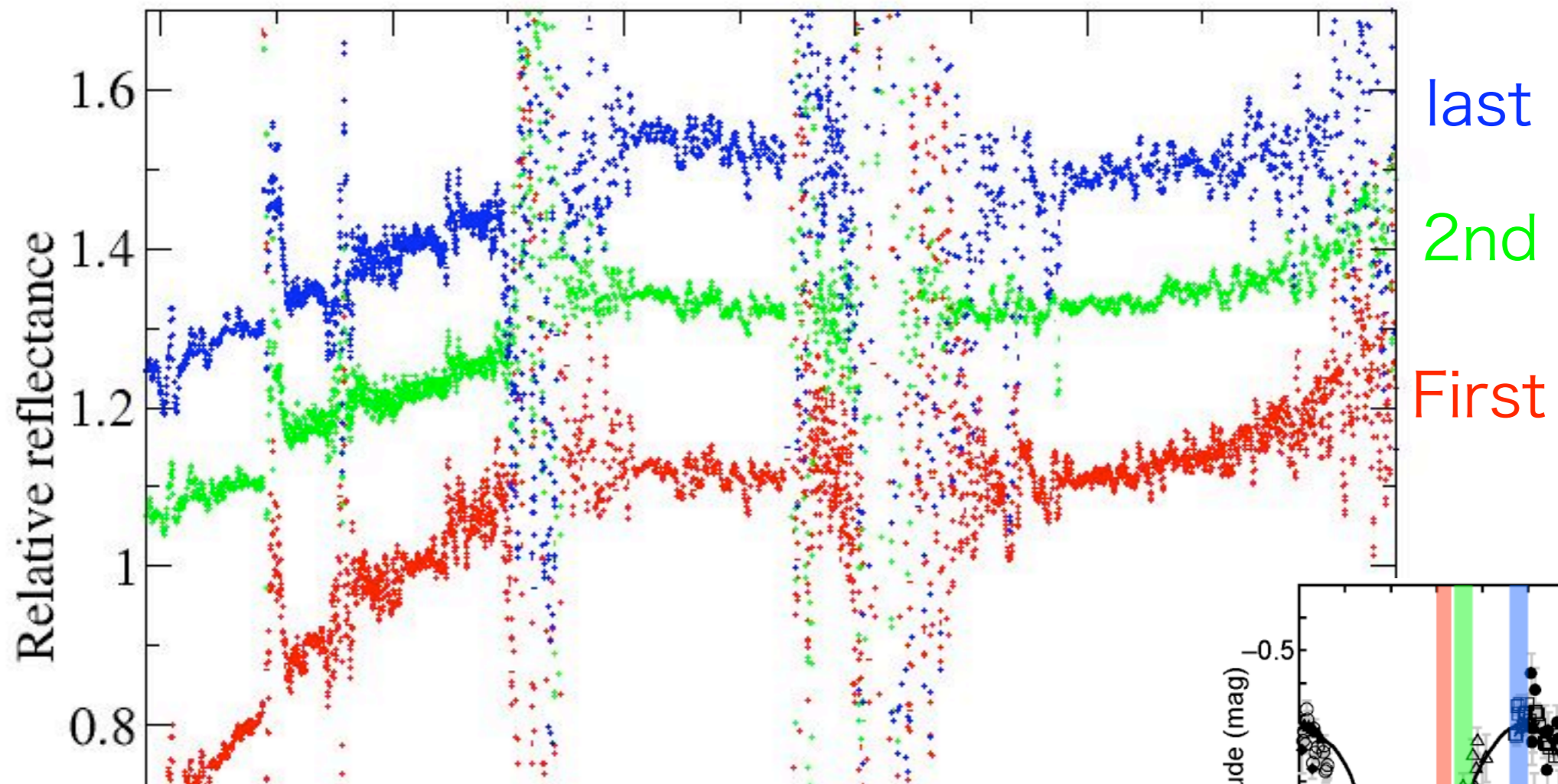
観測@すばる望遠鏡

- 観測日：2003年9月14日 (UT)
- 装置：CISCO (Cooled Infrared Spectrograph and Camera for OHS)
- 観測波長域：0.7~2.5 μm (zJ + JH + wK)
- 分光積分時間：2400s を3セット
- 分光標準星：HIP3990 (G2V型)
- 測光積分時間：120s
- 測光標準星：FS29 (K = 13.34, H = 13.27, J = 13.17)
- スリット幅：0.8"
- seeing：0.2"~0.3"

データ解析

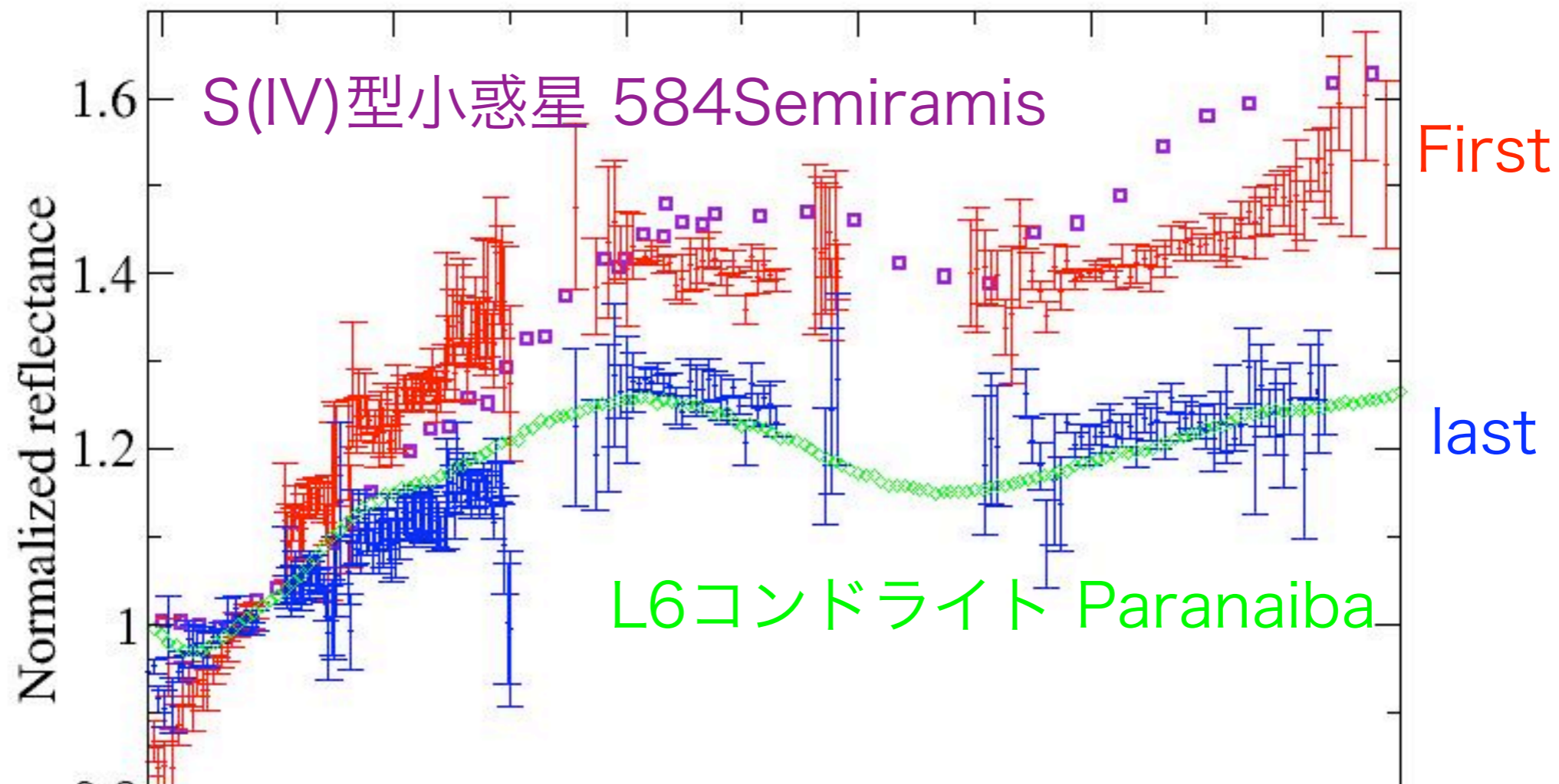
- 解析用ソフト IRAF を使用
- 測光解析から Karin の各バンドでの等級を算出し、その結果を用いて zJ, JH, wK バンドのスペクトルをつなぐ
(Karin の等級 : $J = 13.64$, $H = 13.48$, $K = 13.40$)
- 観測時間別の 3 セットのスペクトルを求めて比較
 - 位相によるスペクトルの違いを検証
- S型小惑星、普通コンドライトのスペクトルと比較
 - 宇宙風化作用の影響について検証

結果1. 観測時間ごとのスペクトル



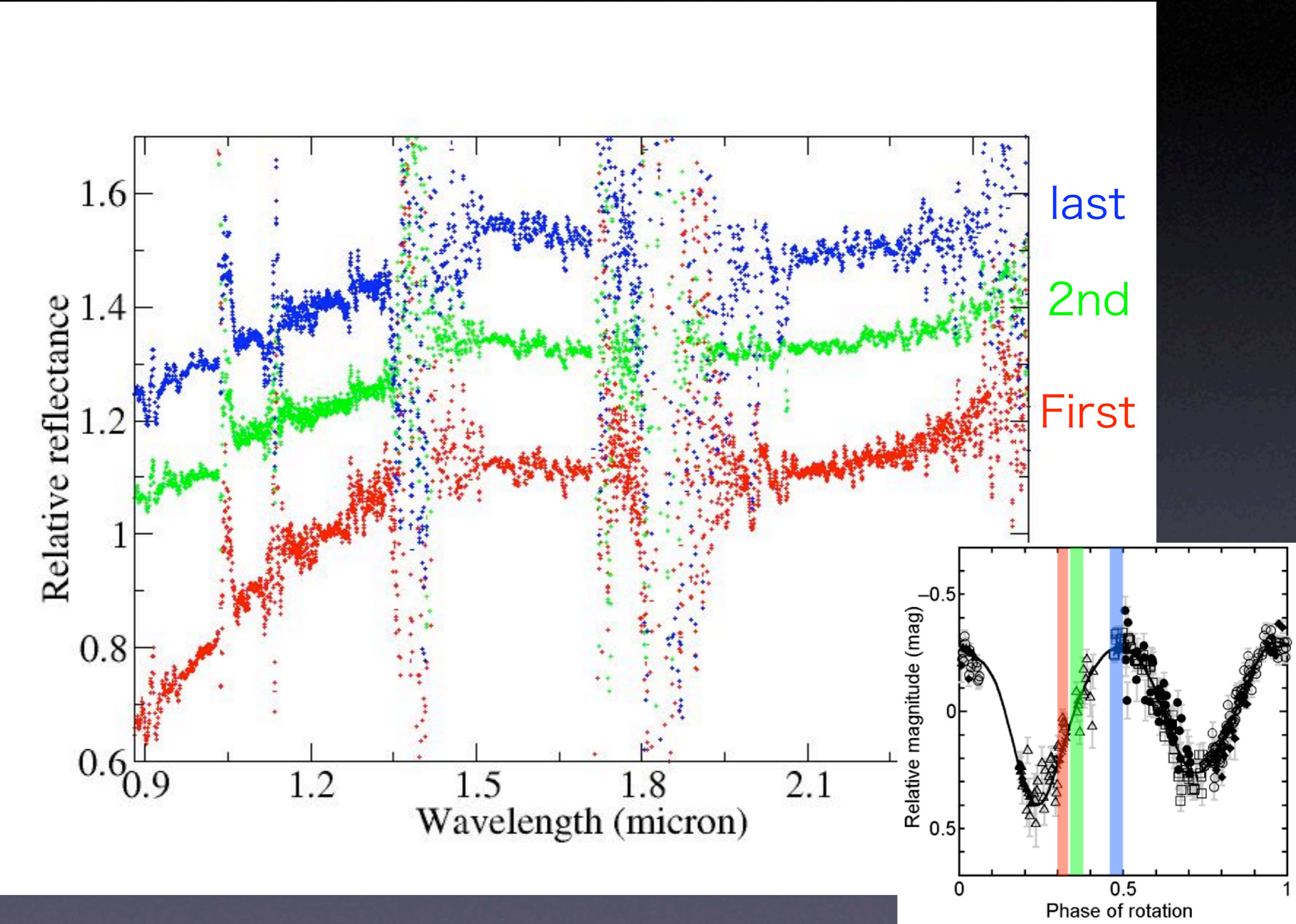
観測時間によって赤化の度合い（=宇宙風化の度合い）が異なる
→ カリンにはmatureな表面とfreshな表面がともに存在する
しかもそれらを一晩で同時に観測することができた！

結果2. S型小惑星・普通コンドライトとの比較

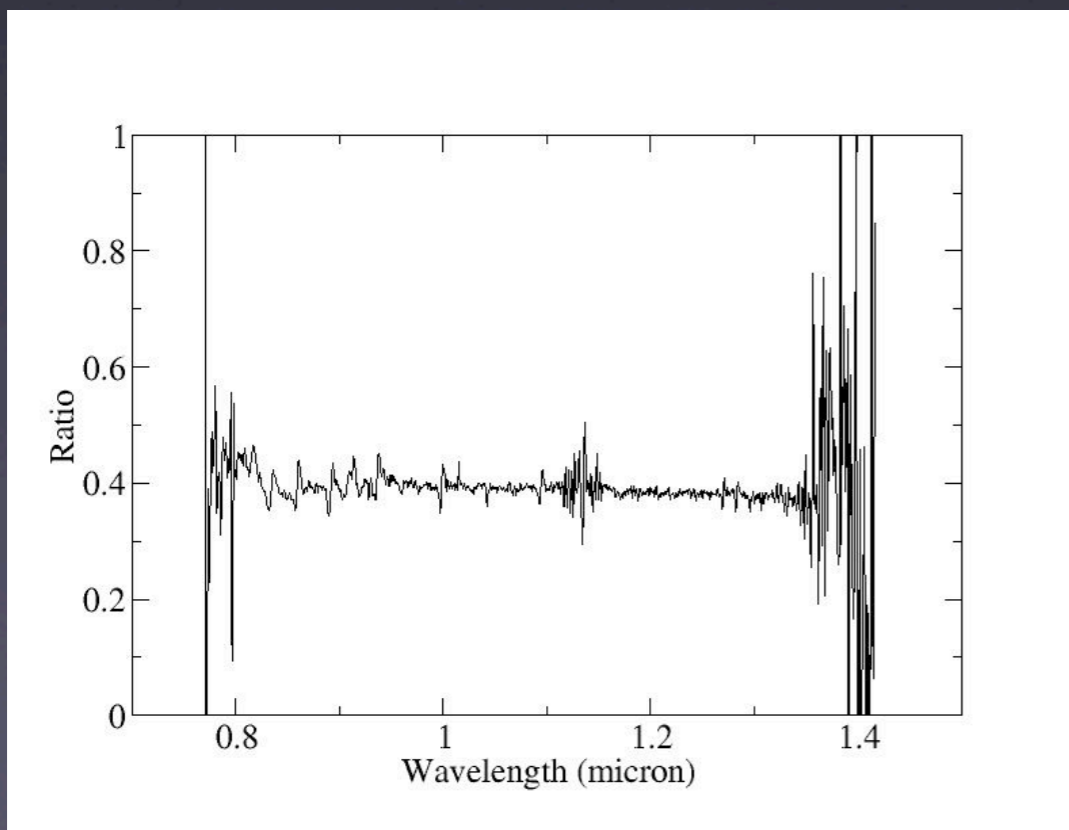
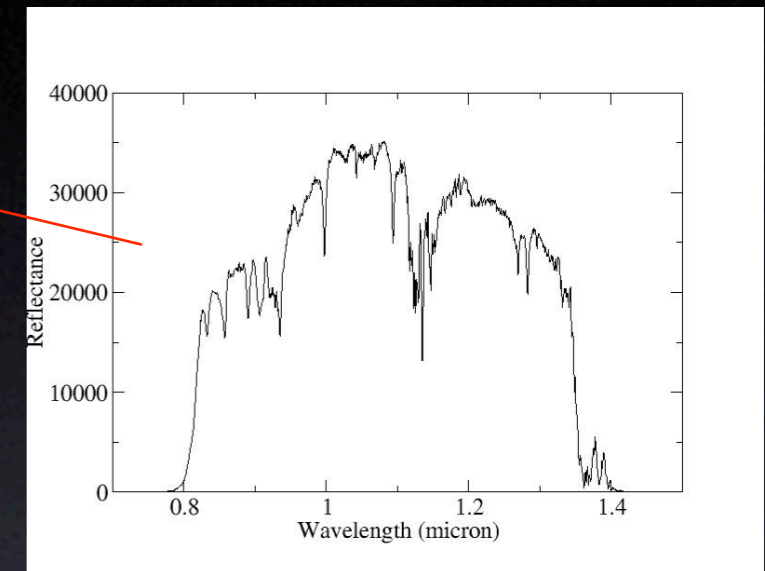
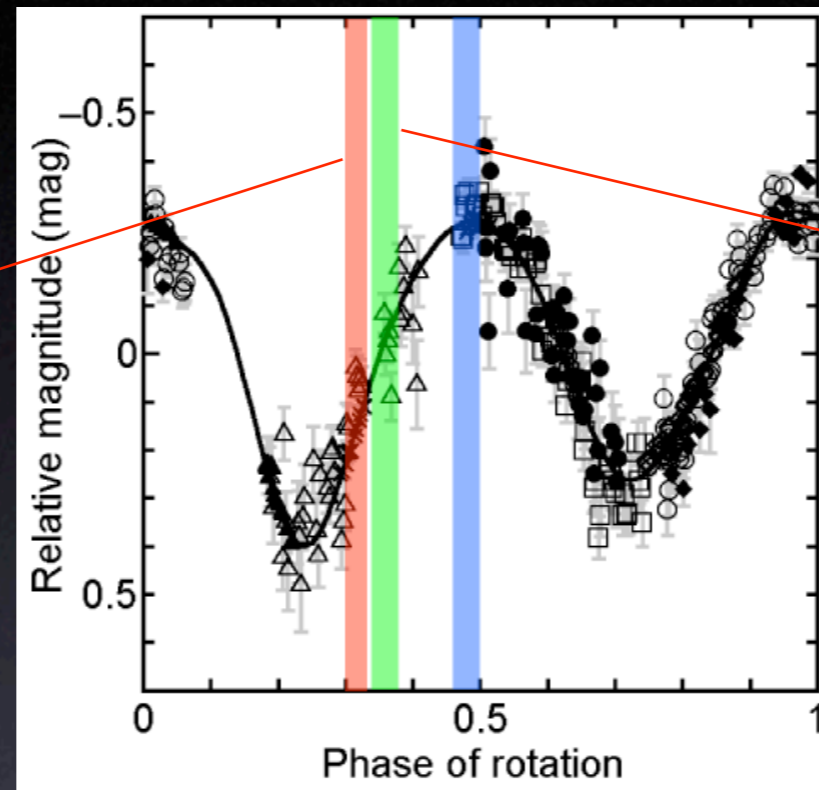
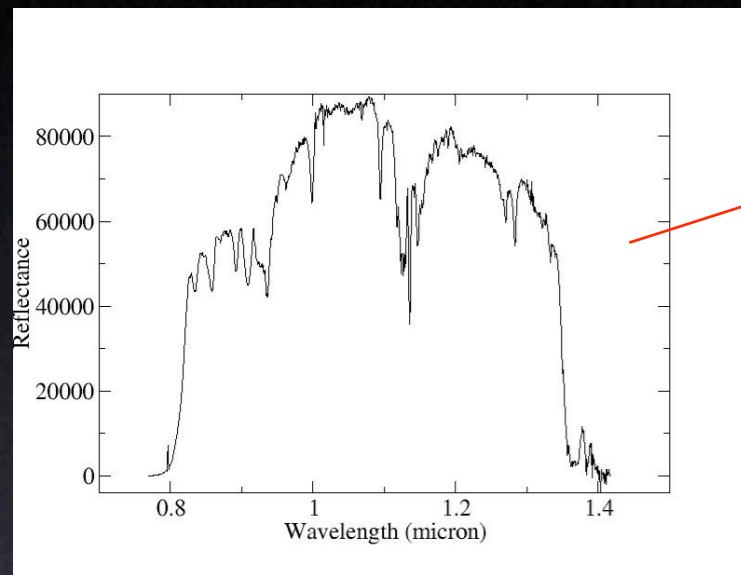


- matureな表面のスペクトル ≡ S型小惑星のスペクトル
 - freshな表面のスペクトル ≡ 普通コンドライトのスペクトル
- S型小惑星 = 普通コンドライトの母天体 の観測的証拠！

結果 1. 観測時間ごとのスペクトル



Supporting material 1

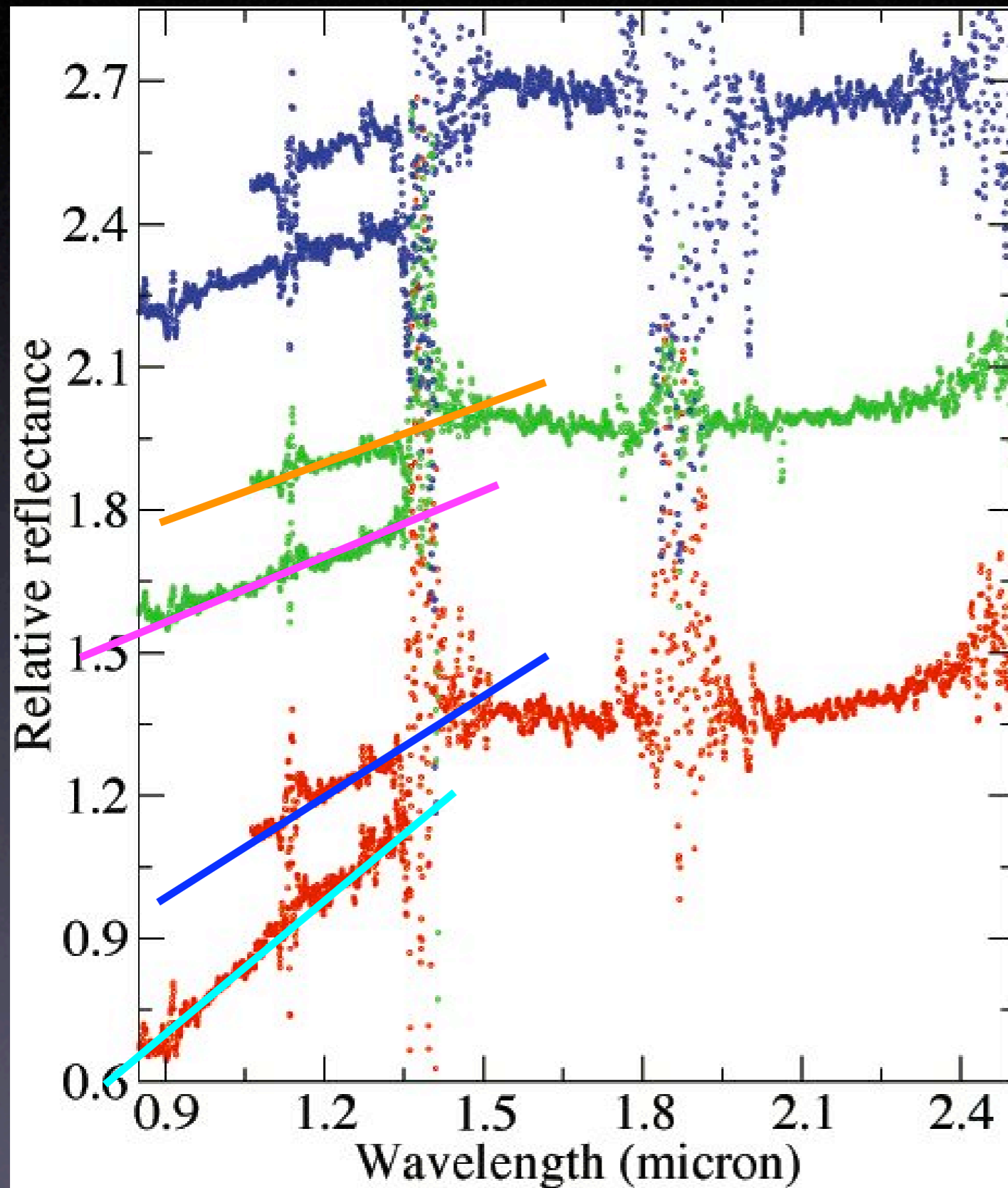


“1st set の前” と “2nd set の後” で
観測した標準星（同じ星）の zJ スペ
クトルを割り算

→ バンド内で一定

→ 1st set 付近で空の状態が悪く
て赤化したわけではない

Supporting material 2



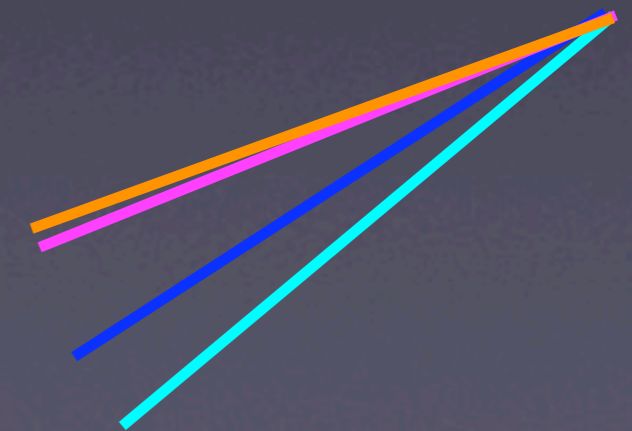
1.04 - 1.40 μm は zJ バンド
ドと JH バンドの両方でスペ
クトルが得られている



6 set のスペクトルがあり、
赤化の度合いが次第に小さく
なっていく

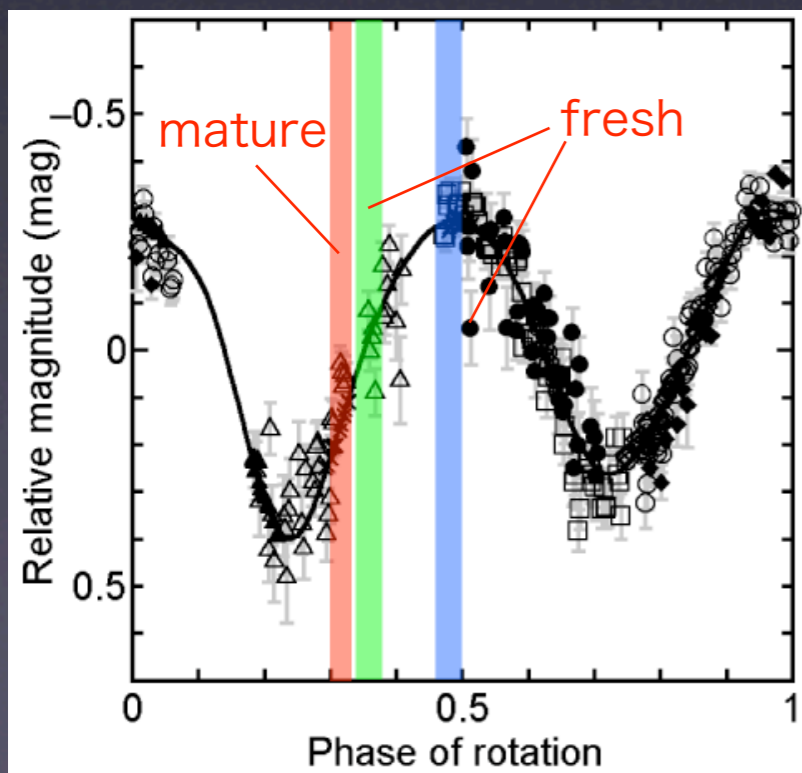


1st set のみに、エラー等
による赤化が生じたわけではな
い

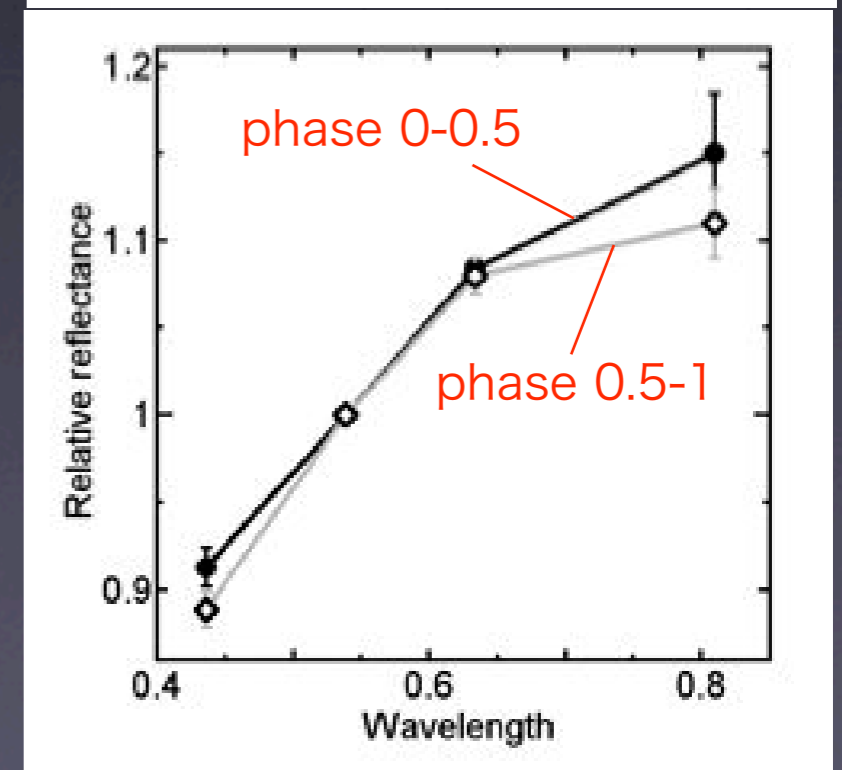
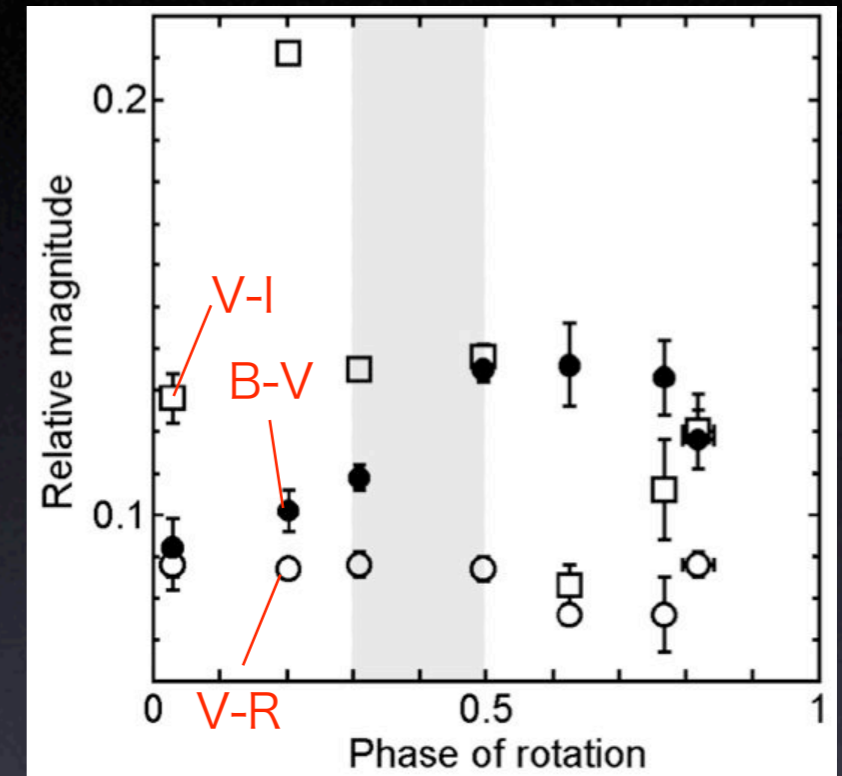


可視での観測と調和的

- 可視のマルチバンド観測 (Yoshida et al.)
でも **phase 0.2** で強く赤化 (V-I 参照)
- phase 0-0.5** にかけて、B-V が増加
- phase 0-0.5 の平均と phase 0.5-1 の平均
を比較 → **前者の方が赤化**



**phase 0.2 を中心に
mature な表面が存在？**
ライトカーブの phase
0.2 が 0.7 より深いのも
宇宙風化作用の暗化の影
響が見えている？



[Yoshida et al., 2004]

Conclusion

- 小惑星と隕石のスペクトル対応の矛盾は宇宙風化作用によるスペクトルの暗化・赤化で説明可能
- 580万年前に形成されたばかりの若い小惑星 Karin をすばる望遠鏡 (CISCO) で分光観測した
($0.7\sim 2.5\mu\text{m}$; zJ + JH + wK)
- Karin にはmatureな表面とfreshな表面がともに存在する
(mature : 位相0.30-0.33 ; fresh : 位相0.34-0.50)
- matureな表面 = S型小惑星のスペクトル
- freshな表面 = 普通コンドライトのスペクトル
- 可視の観測 (Yoshida et al., 2004) とともに調和的
- phase 0.2 を中心に mature な表面が存在している？