

# SUBARU Spectroscopy of 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\*\*\*

東京大学・理・地惑, \*国立天文台

\*\*ぐんま天文台, \*\*\*国立天文台ハワイ観測所

# Contents

## 1. Introduction

隕石母天体・宇宙風化作用・小惑星 Karin

## 2. Observation & Data Reduction

すばる望遠鏡・CISCO・ $0.7\sim 2.5\mu\text{m}$ ・IRAF

## 3. Results

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

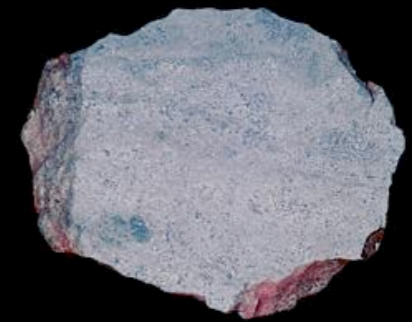
普通コンドライト — (宇宙風化) → S型小惑星

## 4. Discussion

急激なスペクトル変化の理由



# 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

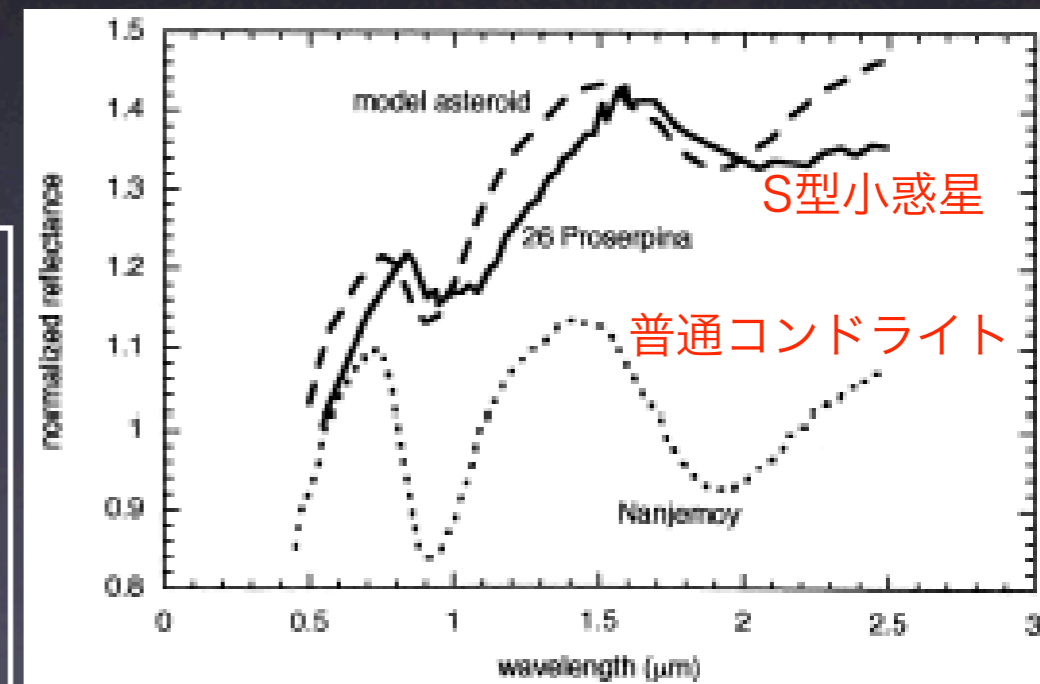
S型小惑星：小惑星帯で観測される小惑星の大部分



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]

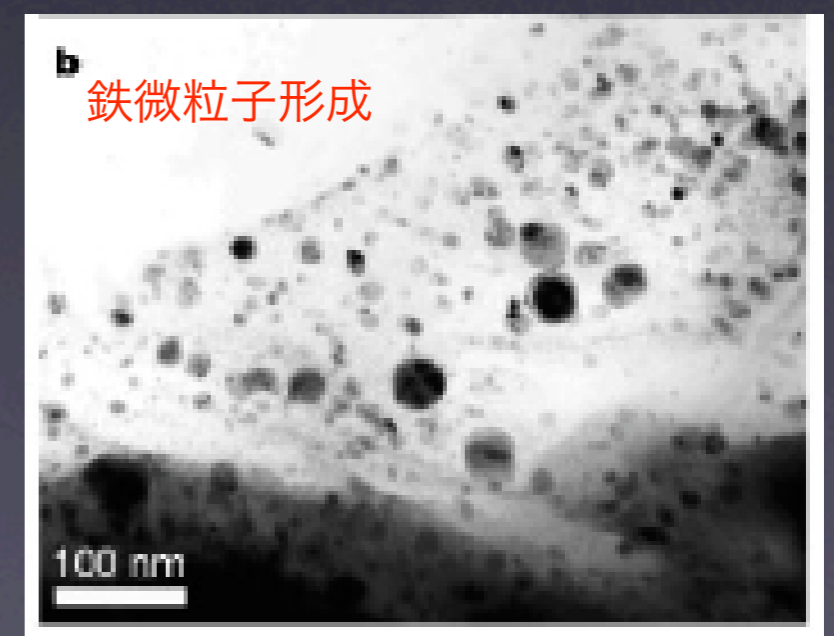
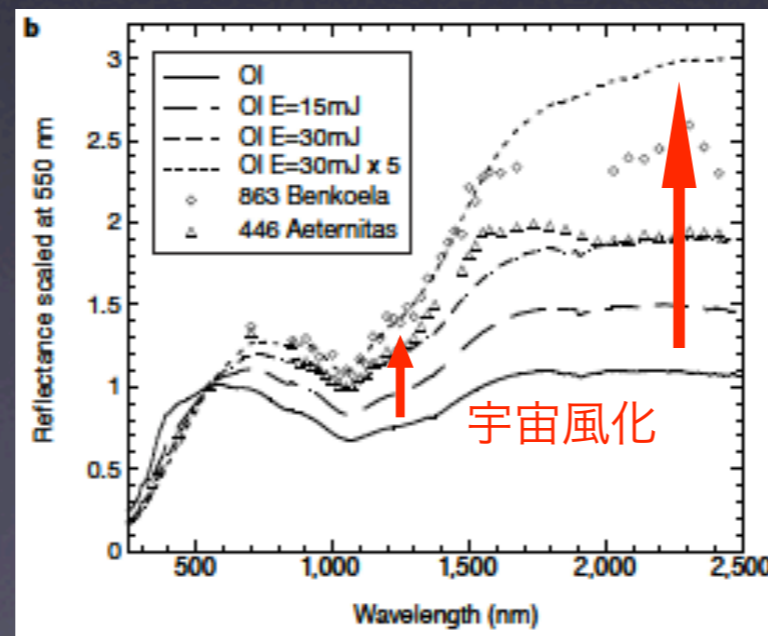
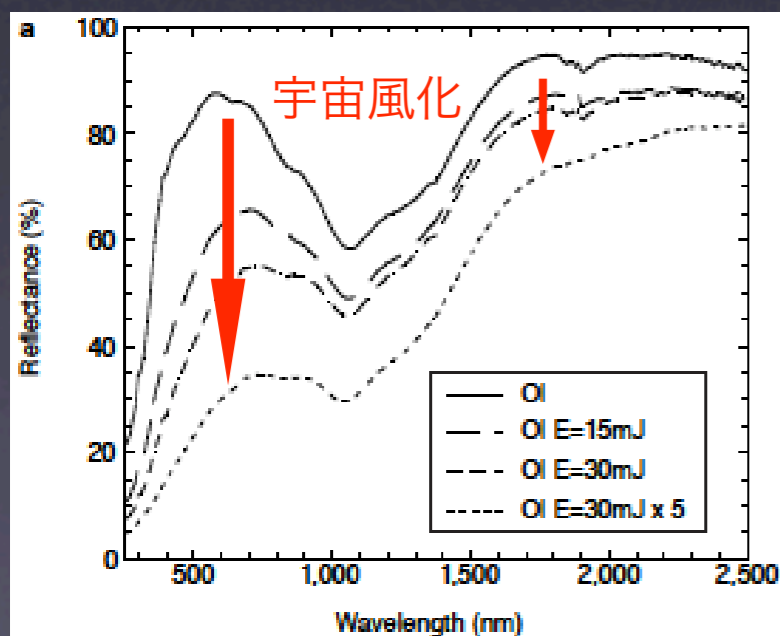
# 宇宙風化作用

## ・ 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]

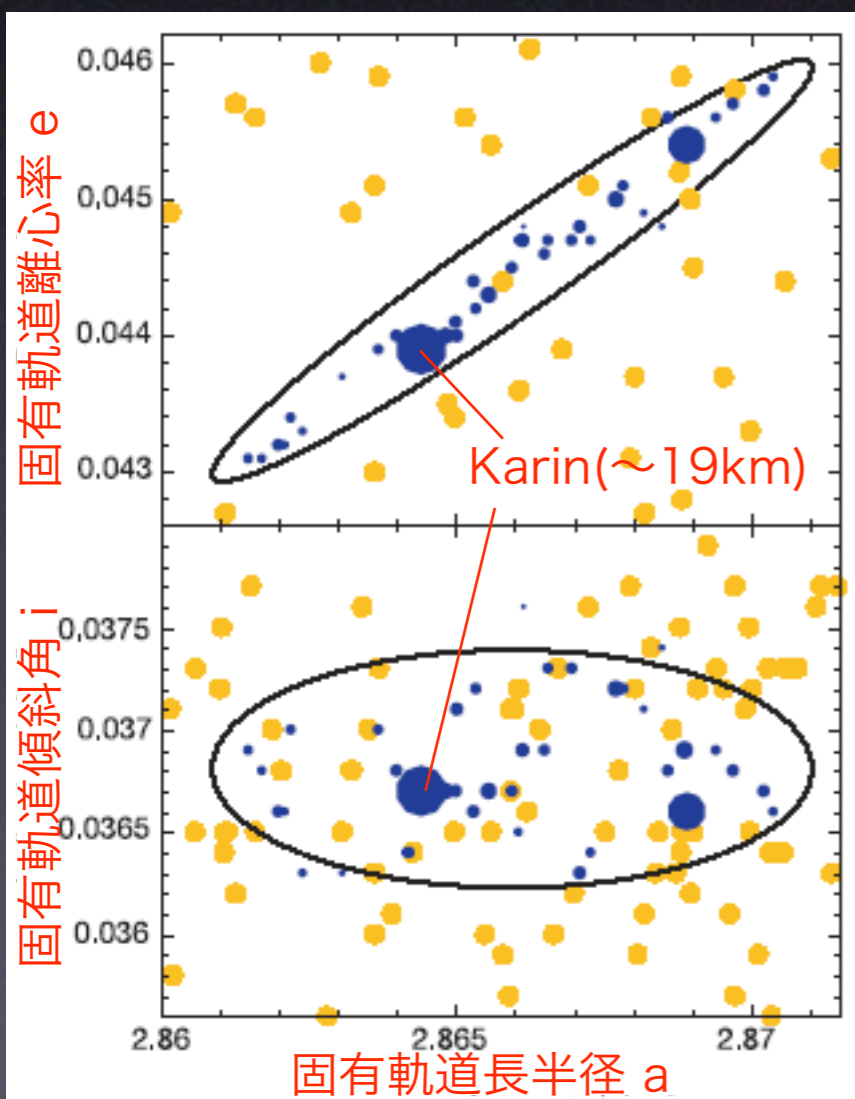


(左2枚) スペクトルの暗化・赤化 (右) ナノスケール鉄微粒子の形成 [Sasaki et al., 2001]

# 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

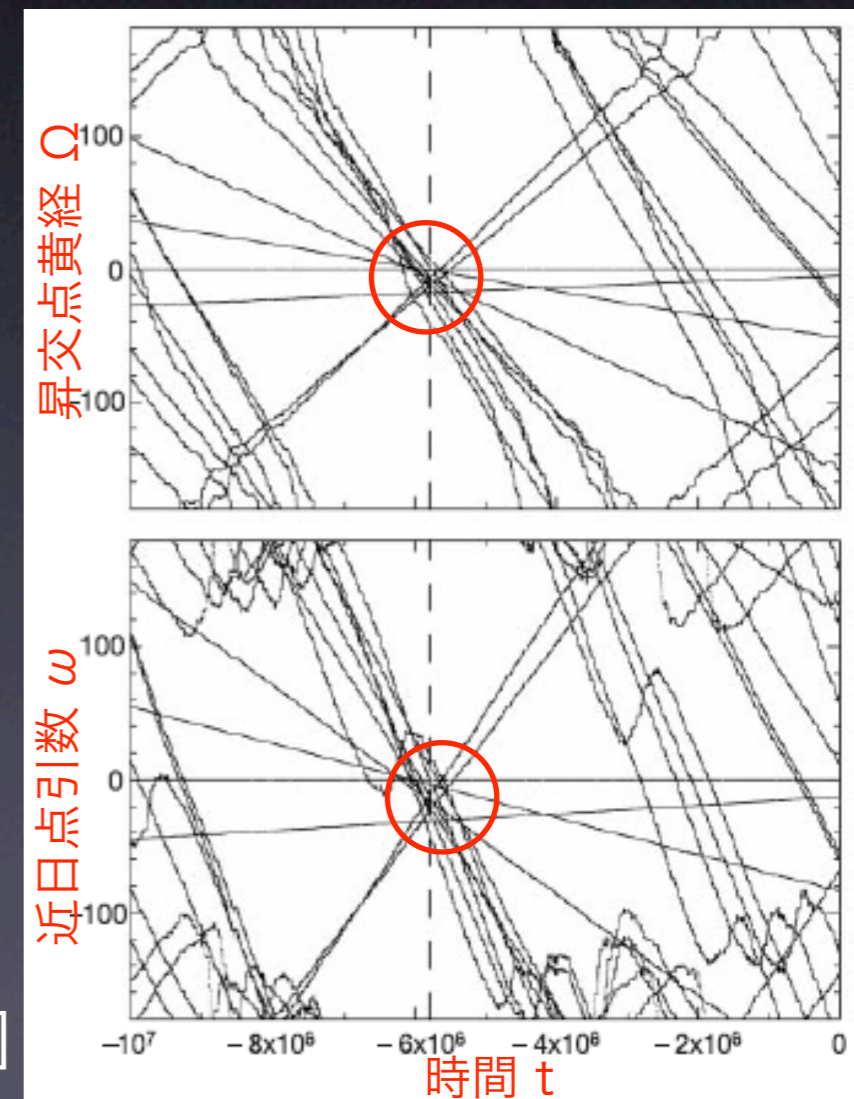
楕円：同母天体から等方的に  
飛び出した破片の分布

(右)カリン族の過去の軌道の変遷

Karin に対する相対値（13個）

赤丸：580万年前にほぼ一致

[Nesvorny et al., 2002]



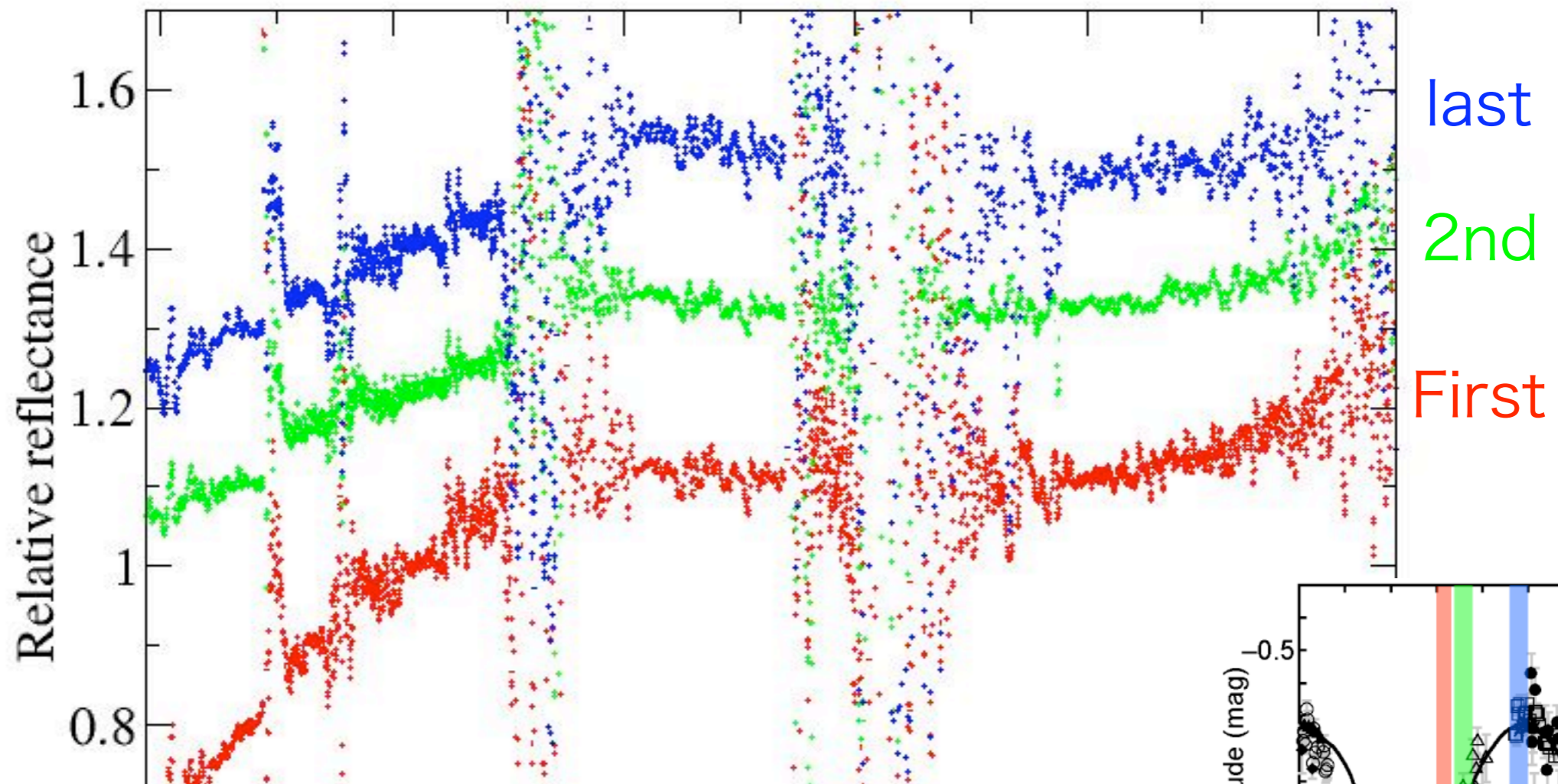
# 観測@すばる望遠鏡

- 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  $\mu\text{m}$  ( 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

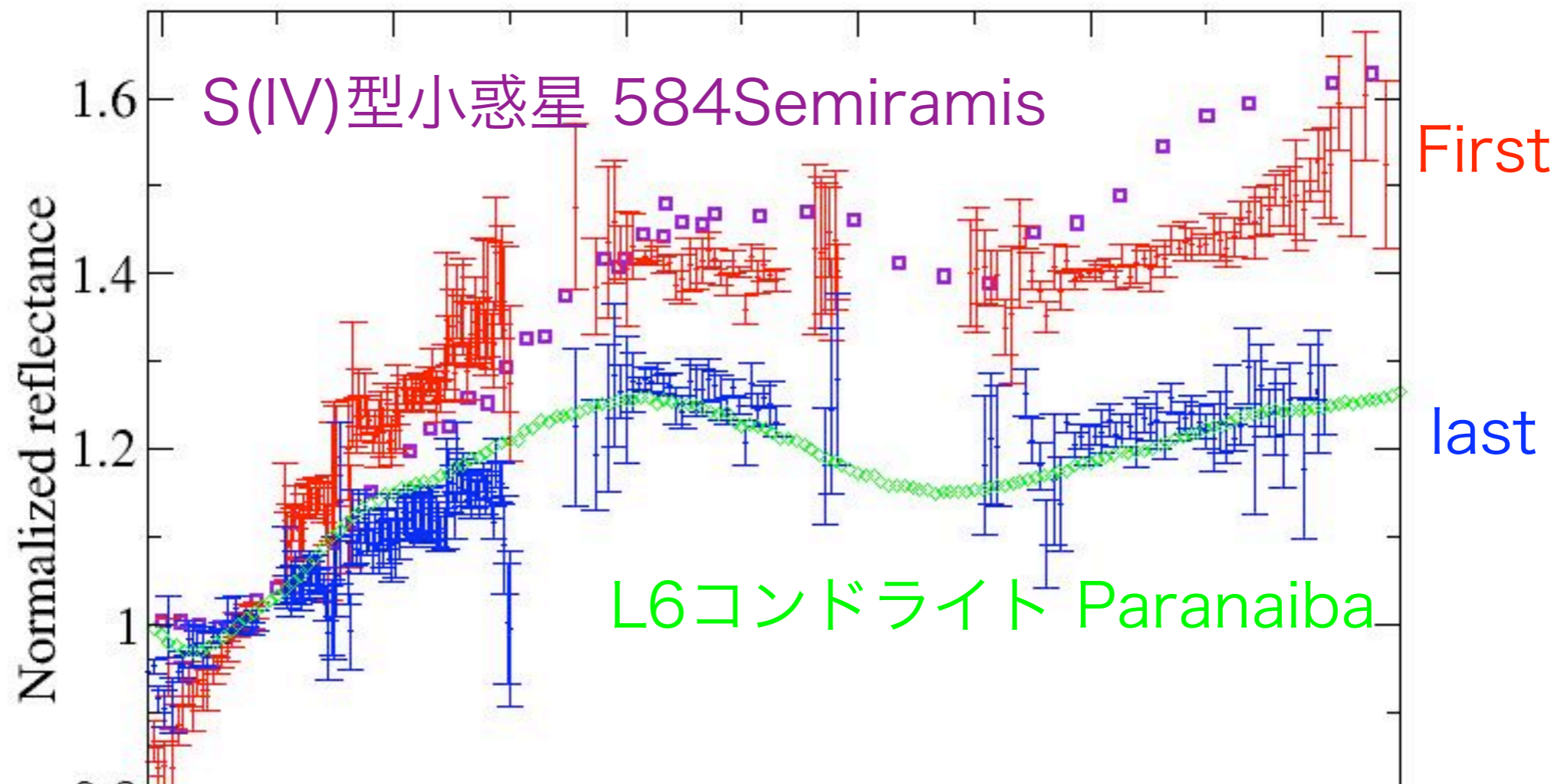
- 解析用ソフト IRAF を使用
- 測光解析から Karin の各バンドでの等級を算出し、その結果を用いて zJ, JH, wK バンドのスペクトルをつなぐ  
( Karin の等級 :  $J = 13.64$ ,  $H = 13.48$ ,  $K = 13.40$  )
- 観測時間別の 3 セットのスペクトルを求めて比較
  - 位相によるスペクトルの違いを検証
- S型小惑星、普通コンドライトのスペクトルと比較
  - 宇宙風化作用の影響について検証

## 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！

# 急激なスペクトル変化の理由

- phase  $< 0.3$  に more mature な面が存在？  
→ 観測された赤化スペクトルは fresh な面と more mature な面の足し合わせ？
- 可視のマルチバンド観測 (Yoshida et al.)  
でも phase 0.2 が mature に見えている

or

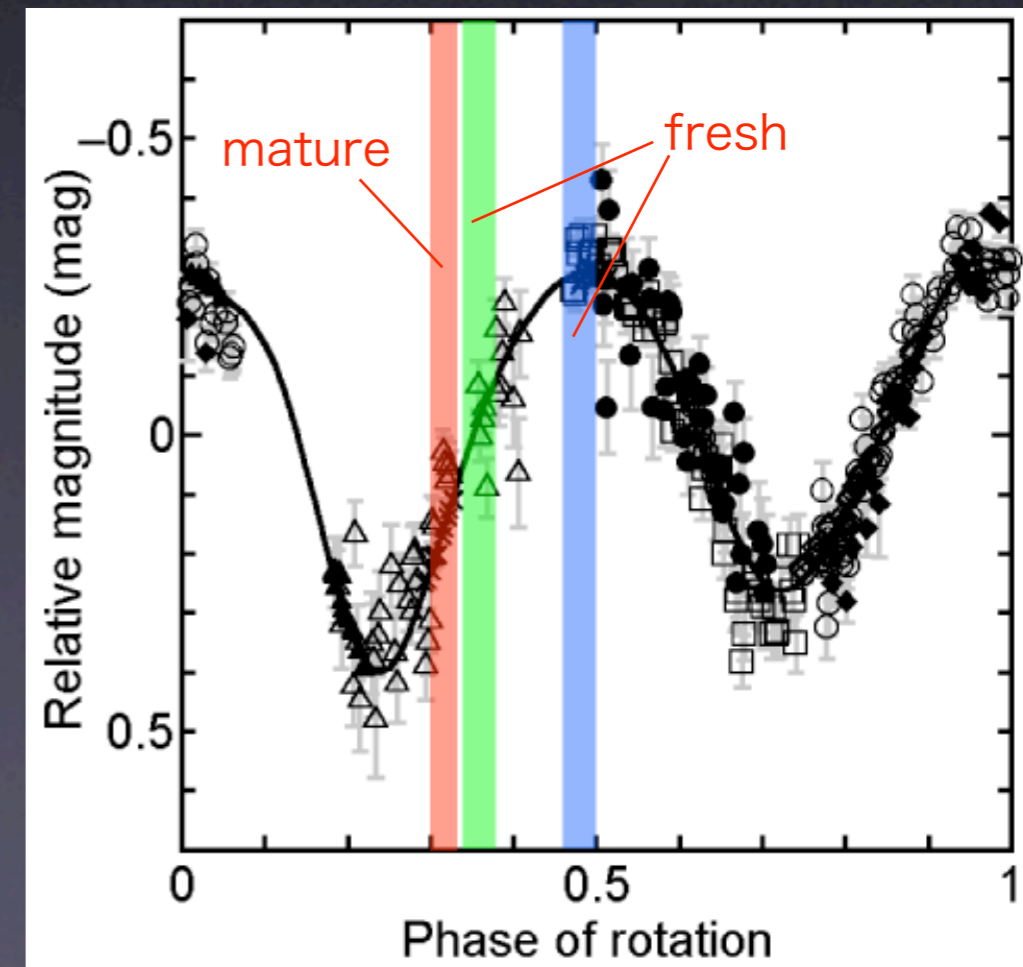
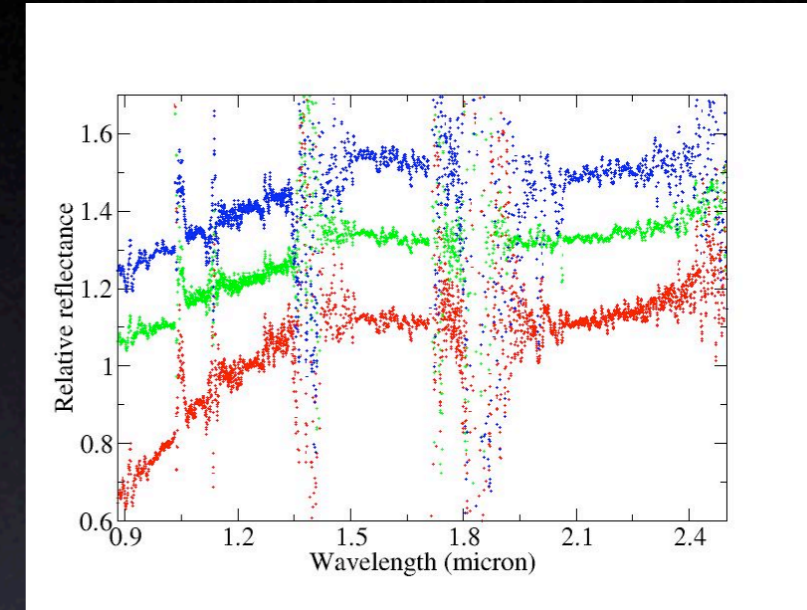
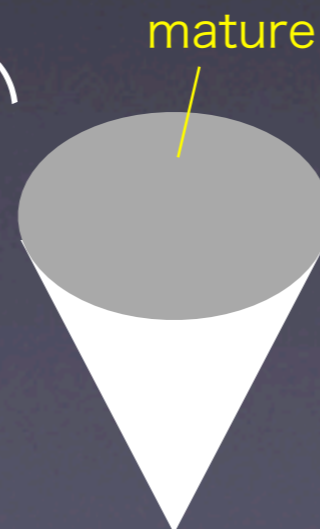
- 1 と 2 の境が鋭角に割れている？
- 回転楕円体だとすると…

位相0.2の方が位相0.7より深い

→ 宇宙風化の暗化の影響？

面積が狭い部分が古い表面？

→ コーン状の衝突破片？



# 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
- 位相  $< 0.3$  には more mature な面が存在？
- Karin は cone-shaped fragment ?

# 「コーン状衝撃破片」のサポート

- 衝突破壊実験 [Fujiwara et al., 1989]
  - 高速衝突 (>1km/s) : core-type shattering
  - 低速衝突 (<1km/s) ; cone-type shattering



小惑星帯での低速衝突を仮定すれば OK

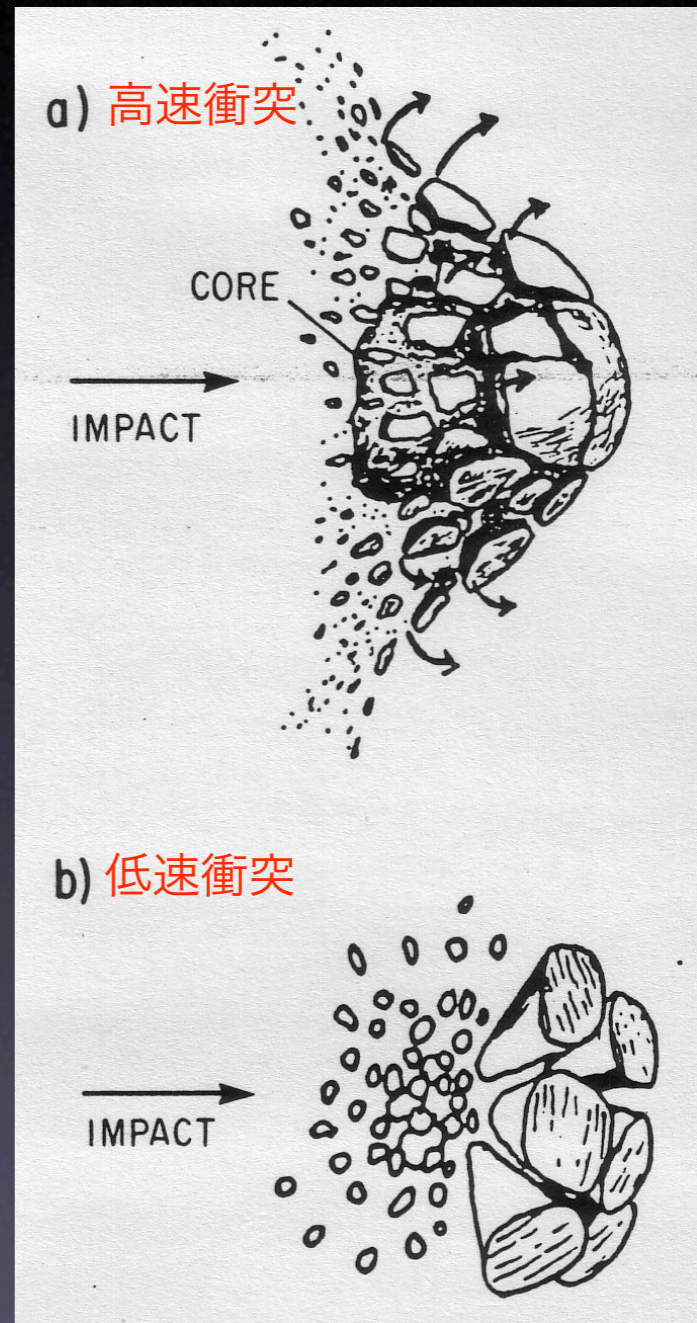
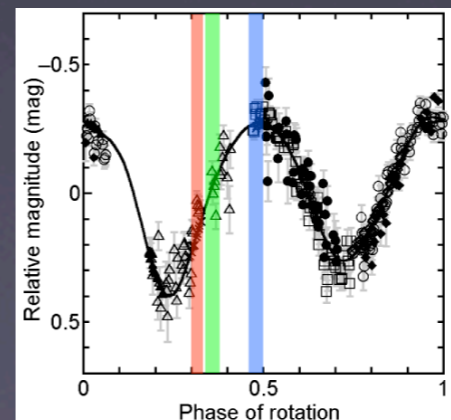
1: mature な表面を正面から見ている



自転とともに mature な表面は隠れる  
fresh な表面が一気に姿を現す



2: fresh な表面が支配的になる



[Fujiwara, 1986]

