

# 小惑星の宇宙風化作用による カラー変化の解析

日本女子大学大学院修士1年

野沢 由依





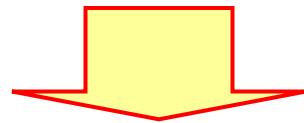
# 目次

1. 研究目的と概要
2. 小惑星について
3. 観測データ
4. 整約と解析
5. 結果と評価
6. まとめ
7. 今後の課題

# 研究目的と概要

小惑星は宇宙風化により表面カラーが変化するといわれている。

S型・C型小惑星とで、年代による表面カラーの変化がみられるか？



それぞれの小惑星の多色測光を行い、表面カラーを解析した。

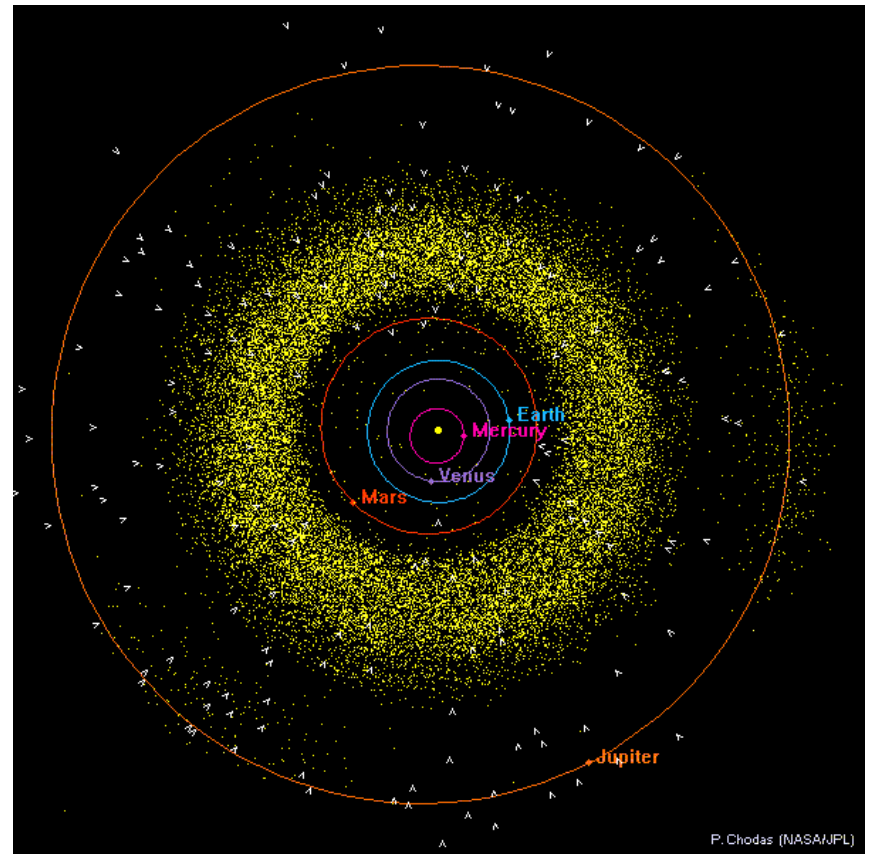
# 小惑星

- ★ 岩石が主成分
- ★ 火星と木星軌道の間分布
- ★ 表面スペクトルによる分類

研究対象とした小惑星タイプ

**S**型：表面がケイ素質

**C**型：表面が炭素質



小惑星の分布図

## ☆小惑星の族

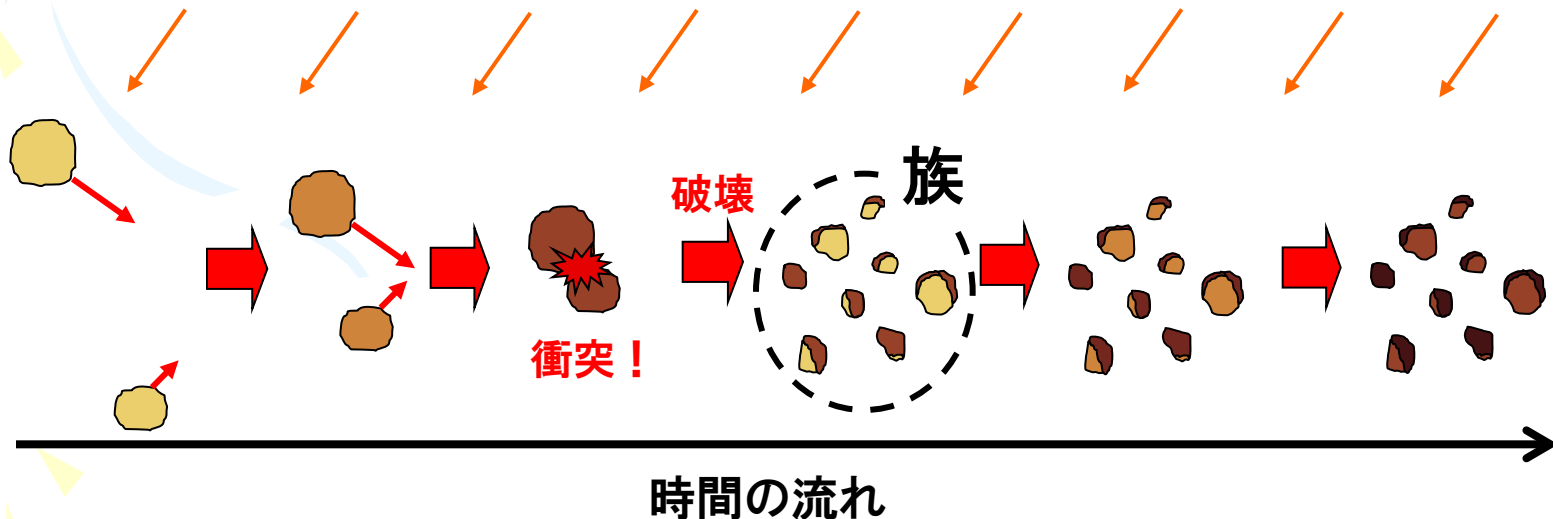
似通った軌道要素を持つ小惑星の集まりを族と呼ぶ。

## ☆小惑星の宇宙風化

太陽風や微小隕石の衝突により表面物質の色や明るさが変化すること

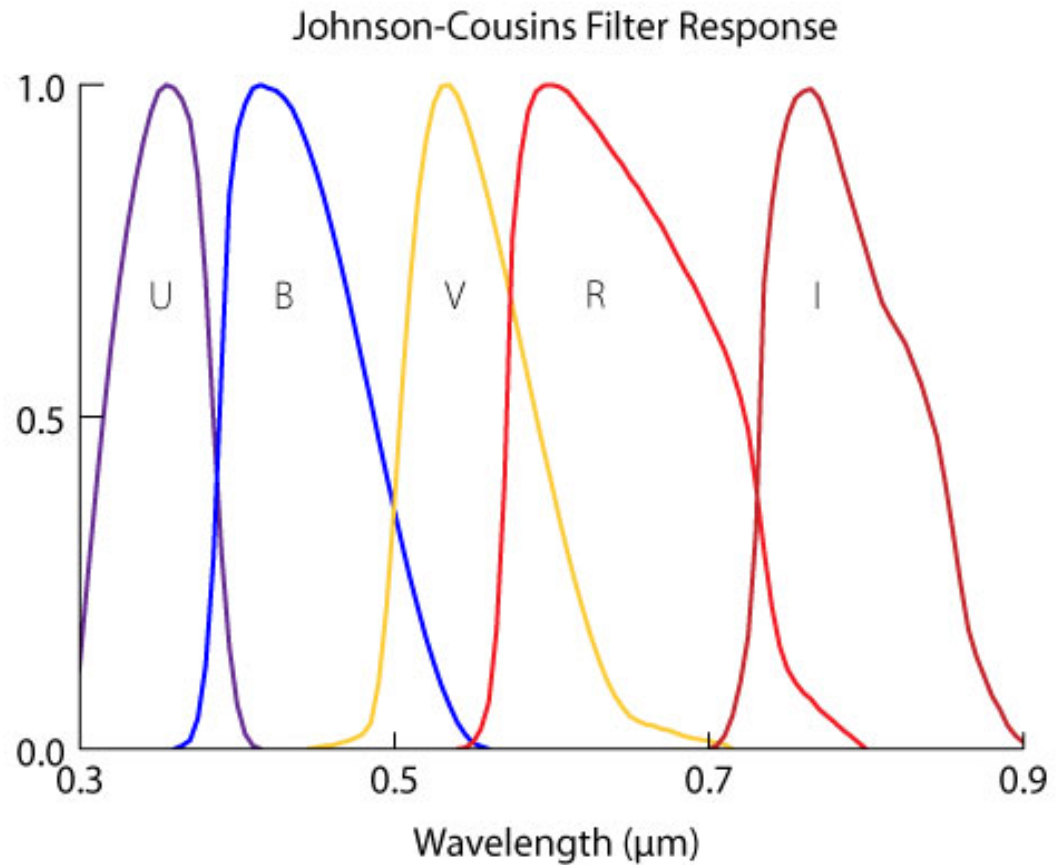
宇宙風化による表面カラーの赤化 (Chapman 2004)

太陽風や微小隕石の衝突により、時間と共に宇宙風化が進行する



# 観測波長域(バンド)

波長域	中心波長
<i>B</i>	440nm
<i>V</i>	550nm
<i>R</i>	660nm
<i>I</i>	810nm



# カラー(色指数)

## ★ 定義

2波長域の明るさの比を等級(対数)尺度にしたもの  
短波長域の等級 — 長波長域の等級

(例)  $B - V > 0$        $B$ バンドの方が暗い  $\Rightarrow$  赤い  
 $B - V < 0$        $V$ バンドの方が暗い  $\Rightarrow$  青い

# 観測データ

## 観測条件

- ★ 観測期間: 2007/1/2~2007/11/14
- ★ 観測場所: ウズベキスタンのMaidanak天文台
- ★ 望遠鏡口径: 60cm
- ★ 観測波長域:  $B$ ,  $V$ ,  $R$ ,  $I$ バンド

## 観測対象

- ★ Landoltの標準星
- ★ S型, C型の小惑星(計13)



Maidanak 天文台

## 観測対象とした小惑星

族	タイプ <sup>o</sup>	形成年代	小惑星番号
Iannini	S	New 300万年前	4652
Koronis	S	Old >2~3億年前	720, 1835, 2051, 2729
Veritas	C	New 800万年前	490, 5594, 6343, 28546
Themis	C	Old >2~3億年前	379, 621, 2708

# 解析の流れ

## 一次処理

↓ bias補正、dark補正、flat補正、sky補正

## アパーチャー測光

↓ B,V,R,Iの各バンドで小惑星と標準星の測光を行う

## ▶ 大気減光補正

↓ 標準星の減光係数で大気吸収による減光の補正を行う

## ▶ ライトカーブによる等級の決定

↓ 小惑星のライトカーブから、 $B-V$ ,  $V-R$ ,  $V-I$  の等級を求める

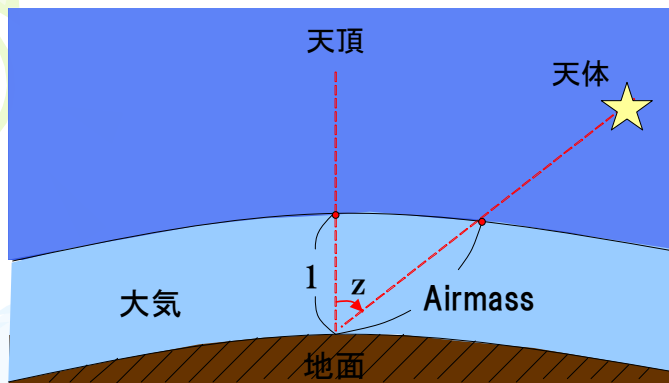
## 太陽カラーの補正

↓ 小惑星の $B-V$ ,  $V-R$ ,  $V-I$ の等級から、太陽カラーを引く

## ▶ 2色図の作成

小惑星の $B-V$ ,  $V-R$ ,  $V-I$  の等級を2色図上にプロットする

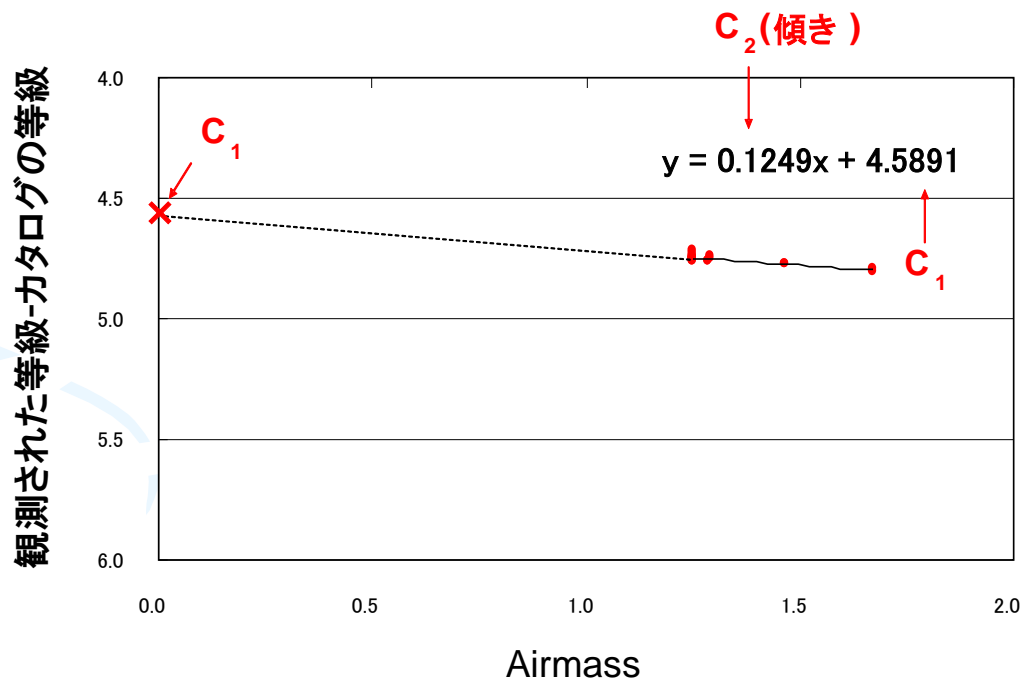
# 大気減光補正



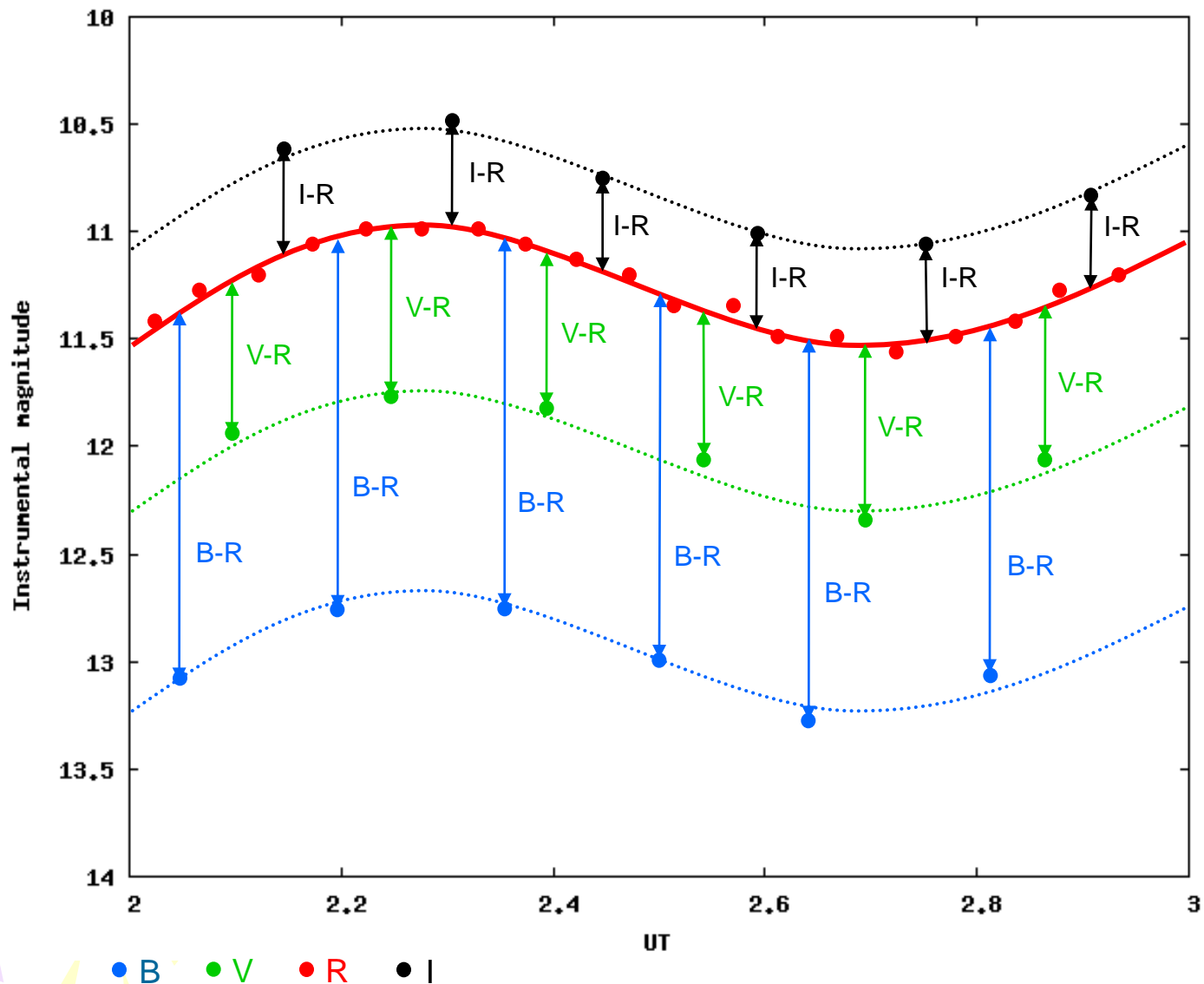
フィルターごとの大気減光係数により、小惑星の大気による吸収を補正

## 【大気減光補正式】

補正後の等級 = 補正前の等級 -  $C_1 - C_2x$



# ライトカーブによる等級の求め方



B-Rの平均  
V-Rの平均  
I-Rの平均

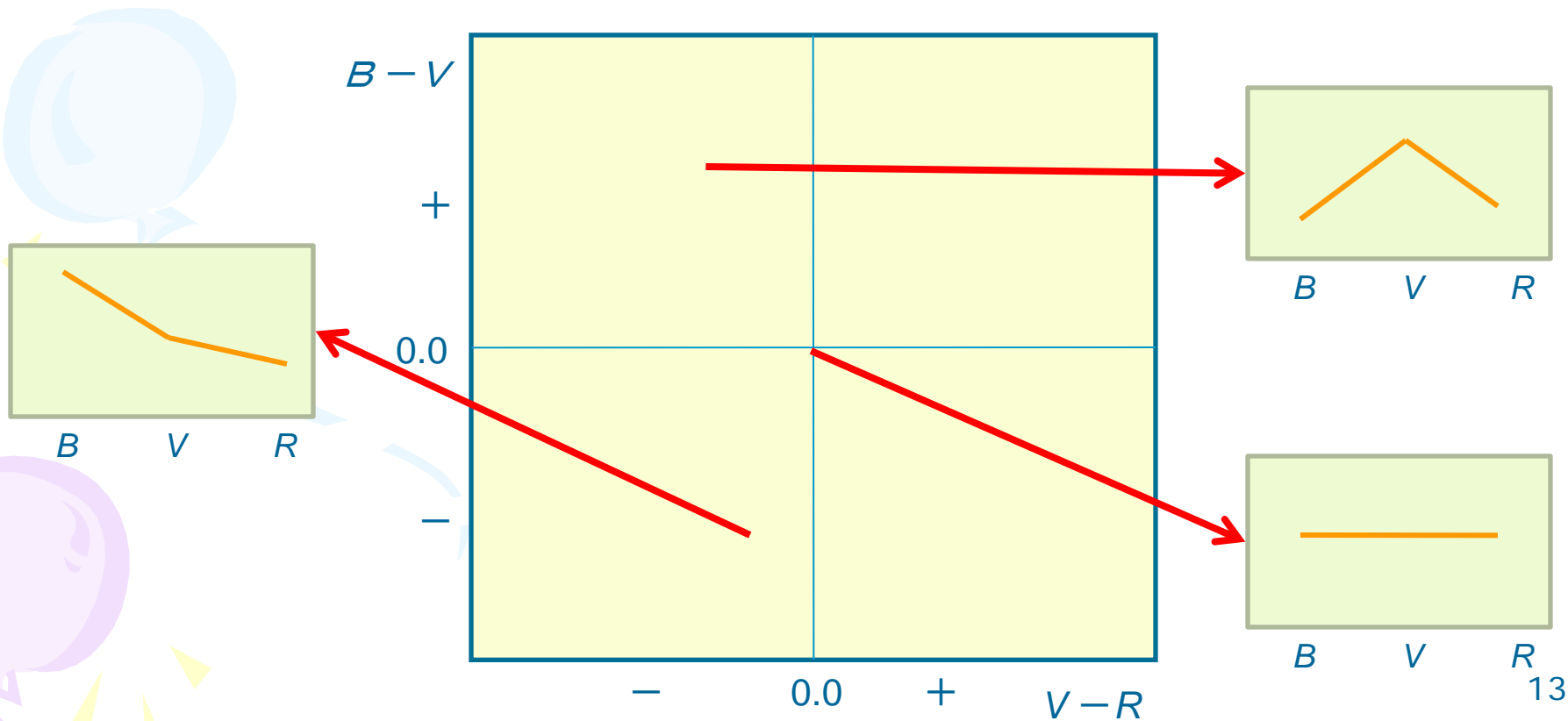
式変形

B-V  
V-R  
V-I

# 2色図

★ 2種類のカラーを縦横軸にとった図

★ 反射率の大局的スペクトル



# 結果

## S型小惑星

スペクトルが赤化

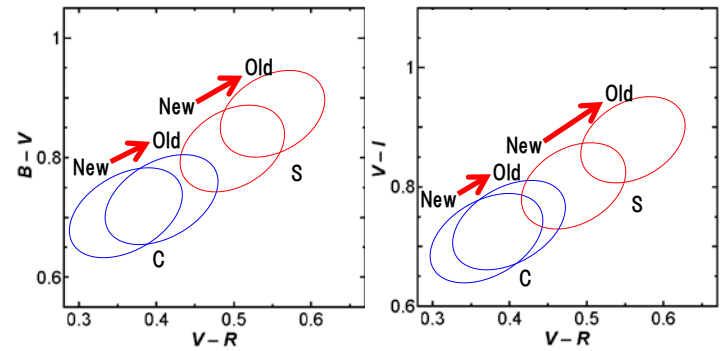
→宇宙風化している！

## C型小惑星

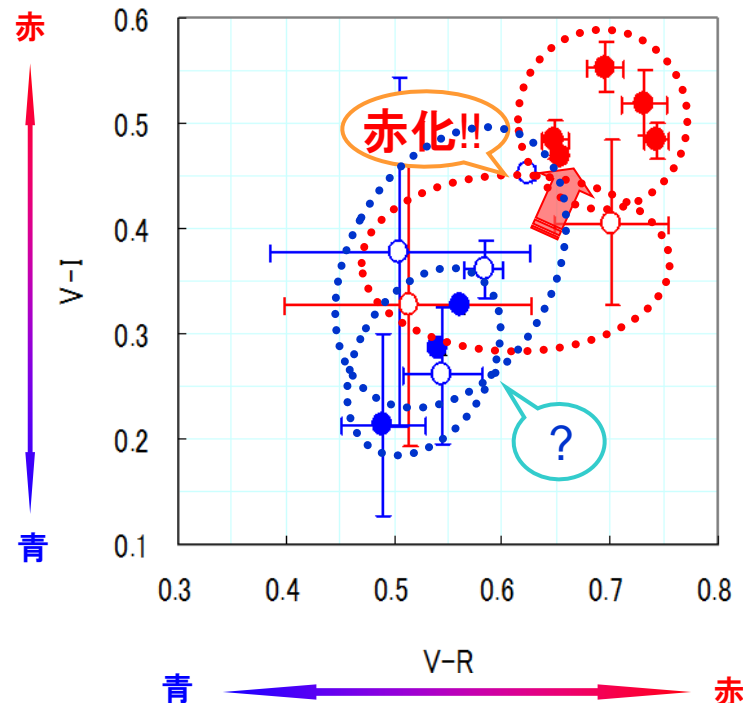
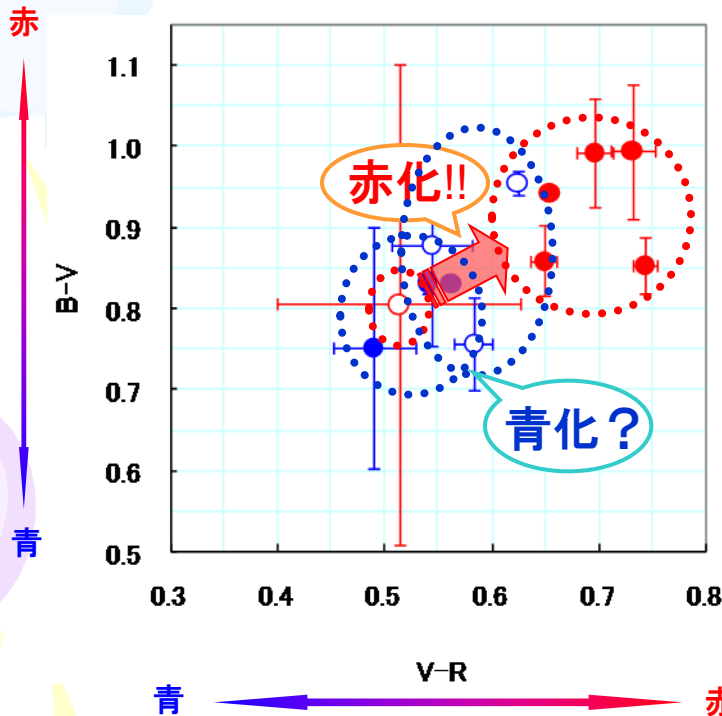
スペクトルに違いが見られない

→宇宙風化しているかは不明

## 2色図の予想図

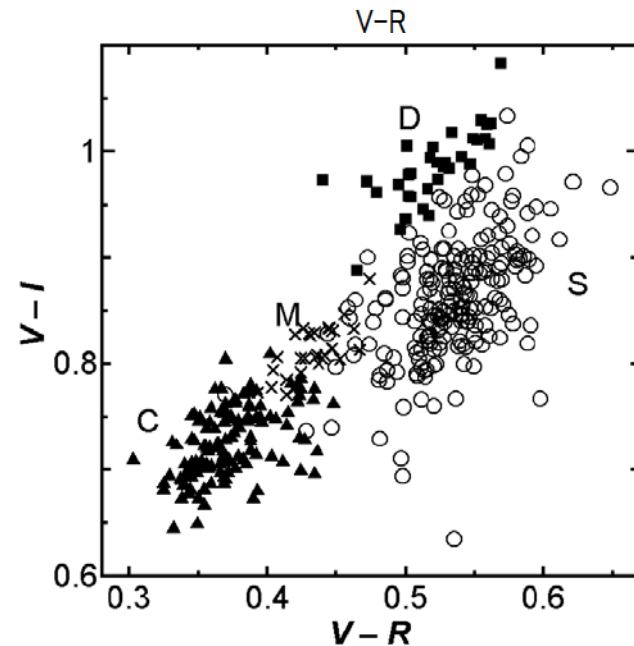
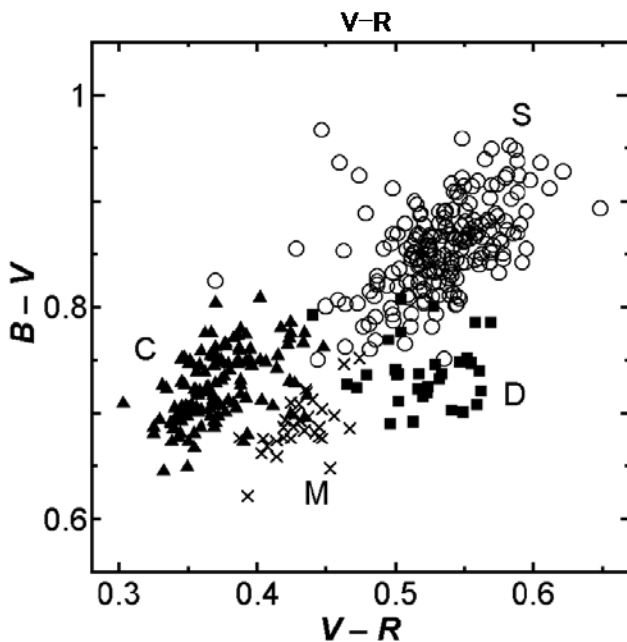
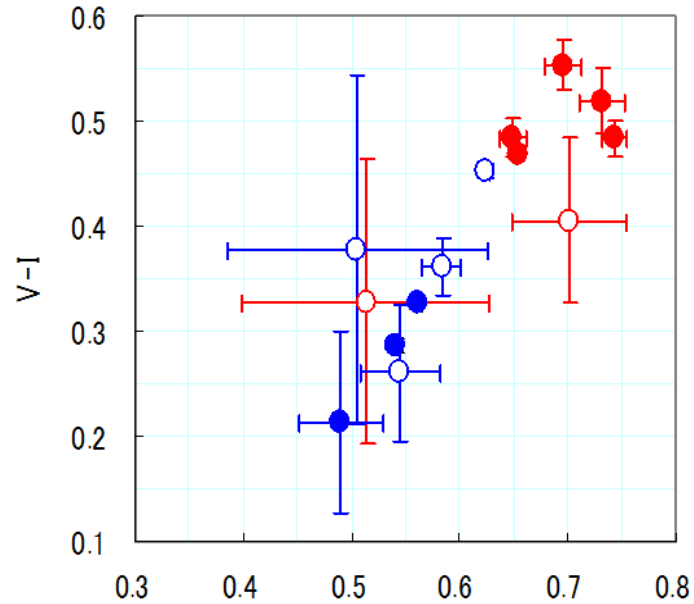
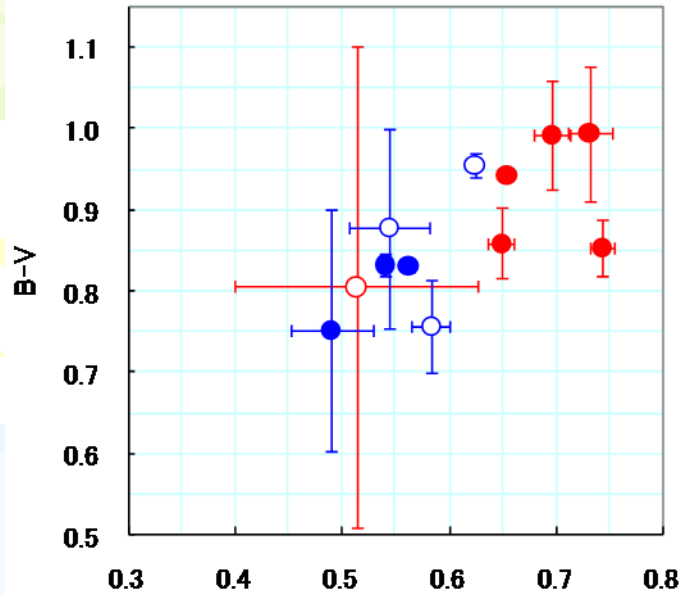


S型: ○Iannini族(新) ●Koronis族(古)  
 C型: ○Veritas族(新) ●Themis族(古)



# 結果と基準値の比較

S型: ○ Iannini族(新)    ● Koronis族(古)  
C型: ○ Veritas族(新)    ● Themis族(古)

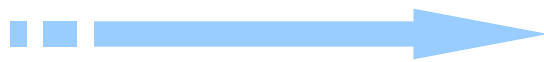


Zellner (1985)

# まとめ

S型小惑星とC型小惑星とで年代によりどのように宇宙風化が進んでいるかを調べた。

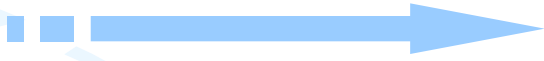
**S型**



スペクトルが赤化

**宇宙風化を確認！**

**C型**

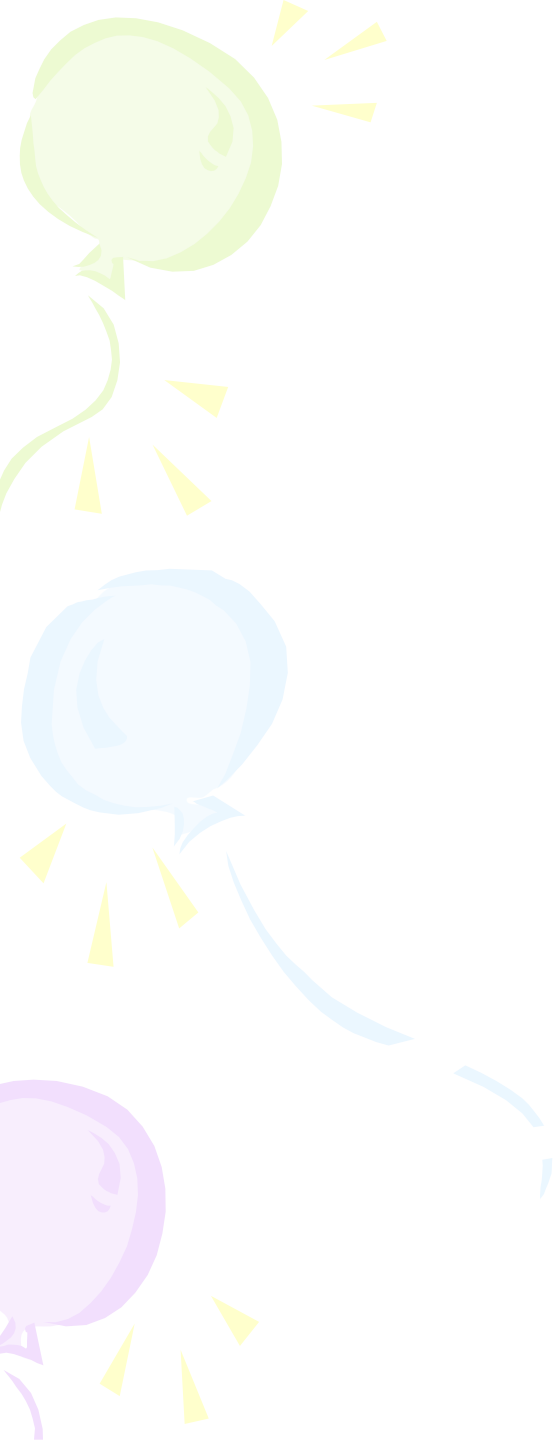


顕著な変化なし

**宇宙風化は確認出来ず**

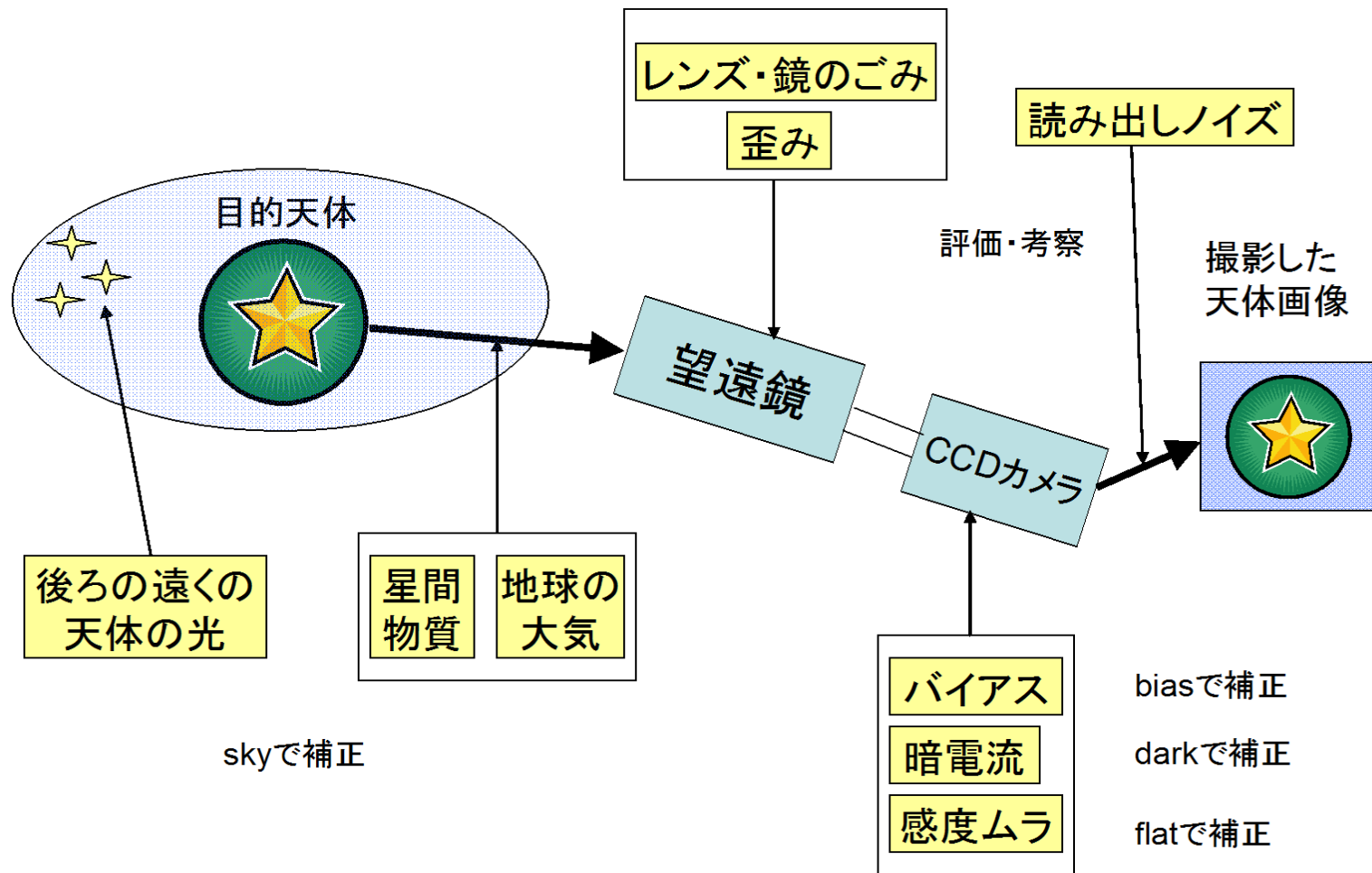
# 今後の課題

- ★ C型小惑星のカラー変化の様子を伺うために、より精度の高い観測により、多くの小惑星の観測データを得る。
- ★ 誤差の大きな暗い小惑星を解析するために、大きな望遠鏡を用いて観測する。
- ★ 小惑星の絶対較正を行う。

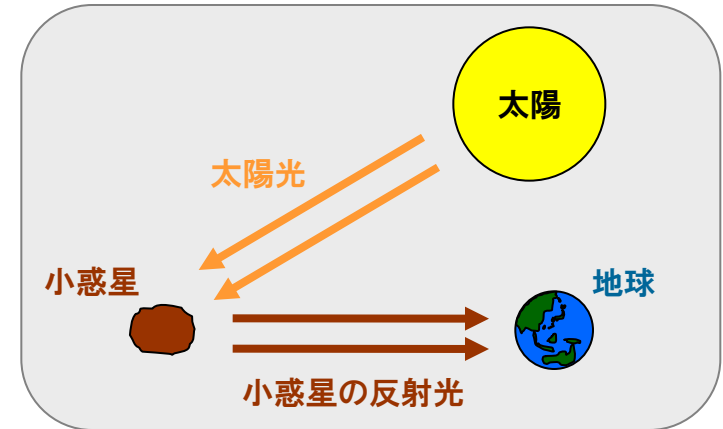
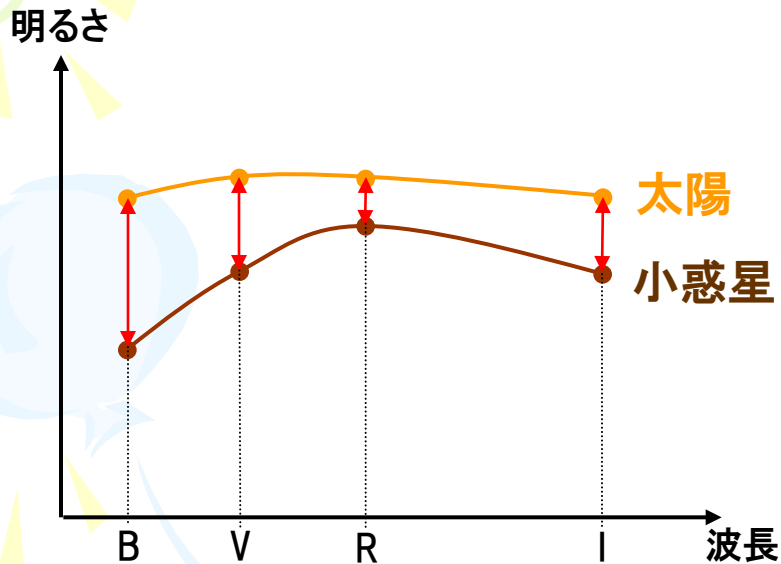


おわり

# 一次処理



# 太陽カラーの補正



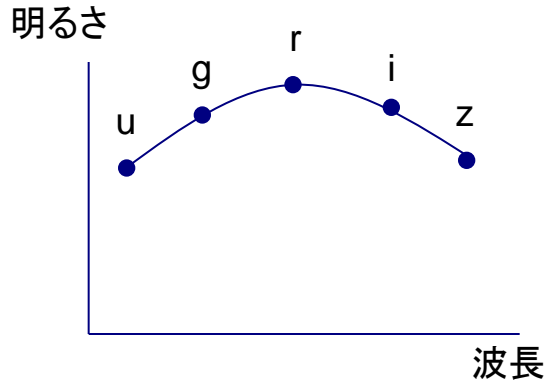
太陽光と小惑星の反射光の明るさの差  
= 小惑星の反射率の違い

実際には、

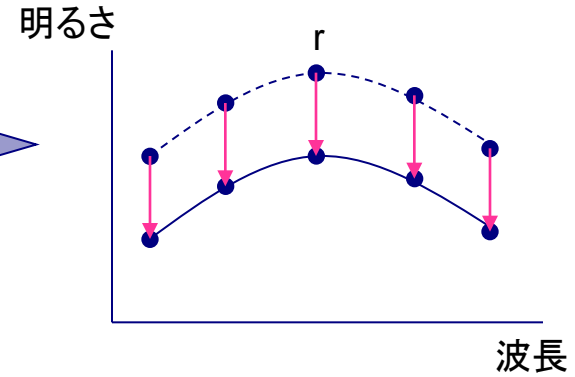
$B-V, V-R, V-I$ それぞれの等級 - 太陽カラー  
という計算により、小惑星の波長による反射率の違いを求めた。

# 小惑星と太陽スペクトルの関係

太陽のスペクトル



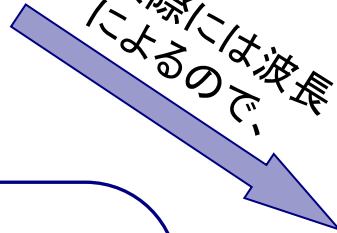
小惑星のスペクトル



反射率が  
波長によらないなら



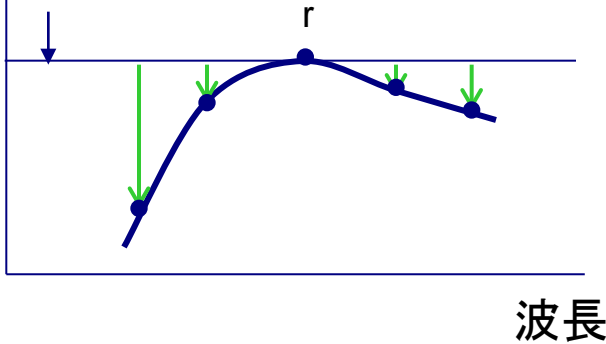
実際には波長  
によるので、



反射スペクトル

反射率

反射率一定



小惑星のスペクトル

