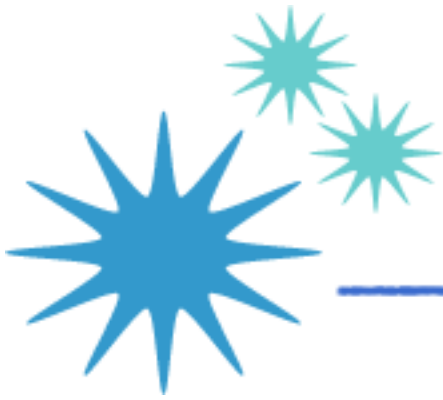


地球近傍小惑星8567の観測

浦川 聖太郎¹、浜野和 弘巳²、吉川 真^{1,3}

(¹日本スペースガード協会、²浜野和天文台、³JAXA)



スペースガードの近況

- 人類に壊滅的な被害を及ぼす直径1kmクラスの地球近傍小惑星(NEO)
→90%程度を発見
 - 都市に被害を及ぼす直径300mクラスのNEO
→Pan-STARRS計画等の2mクラス以上望遠鏡で発見が期待
-



口径1mスペースガード望遠鏡の役割

- 多くのNEOが発見されているものの、諸物性はそれほど詳しく調べられていない。
 - ライトカーブ観測、多色測光など、NEOの物理観測には十分活躍できる。
-



NEOを物理観測する意義

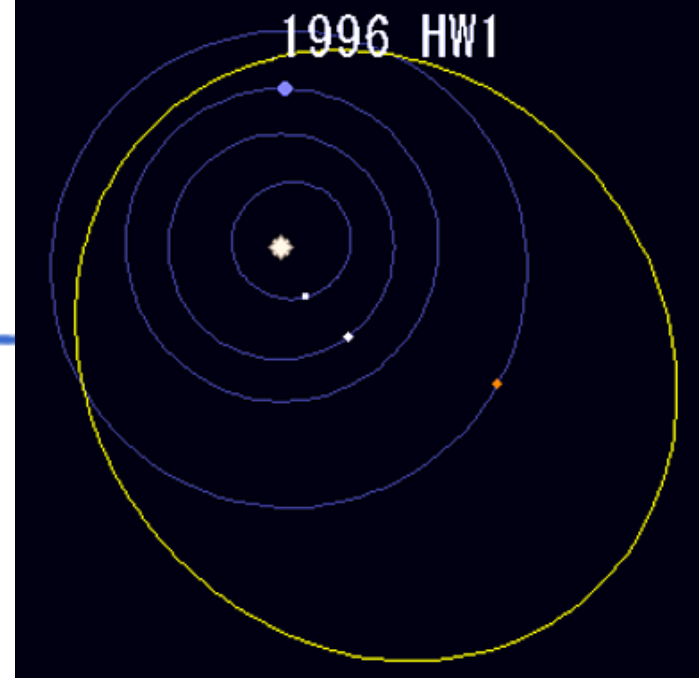
スペースガードの観点

- 万が一の時の回避方法の検討に必要な情報
(形状・スペクトル型etc)
- NEOの軌道進化の解明(例えばYORP効果の影響)

サイエンス・小天体惑星探査の観点

- 小惑星に着目した太陽系の起源と進化
(表面カラーの不均一性、バイナリ小惑星の発見etc)
 - 探査可能天体の事前情報
-

地球近傍小惑星8567 (1996 HW1)



アモール型の地球近傍小惑星

($a: 2.1\text{AU}$, $e: 0.45$, $i: 8.4^\circ$ 直径2km程度)

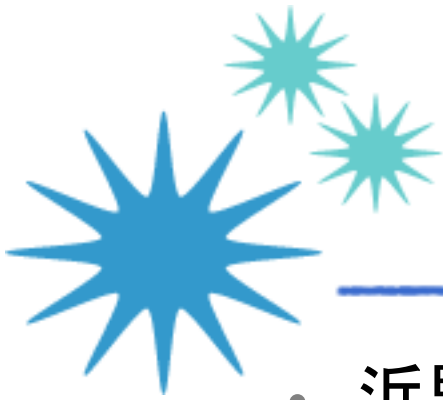
長期の観測好機: 2008年7月-10月

目的

自転軸方向の決定、形状モデルの作成

多色測光によるスペクトル型の決定

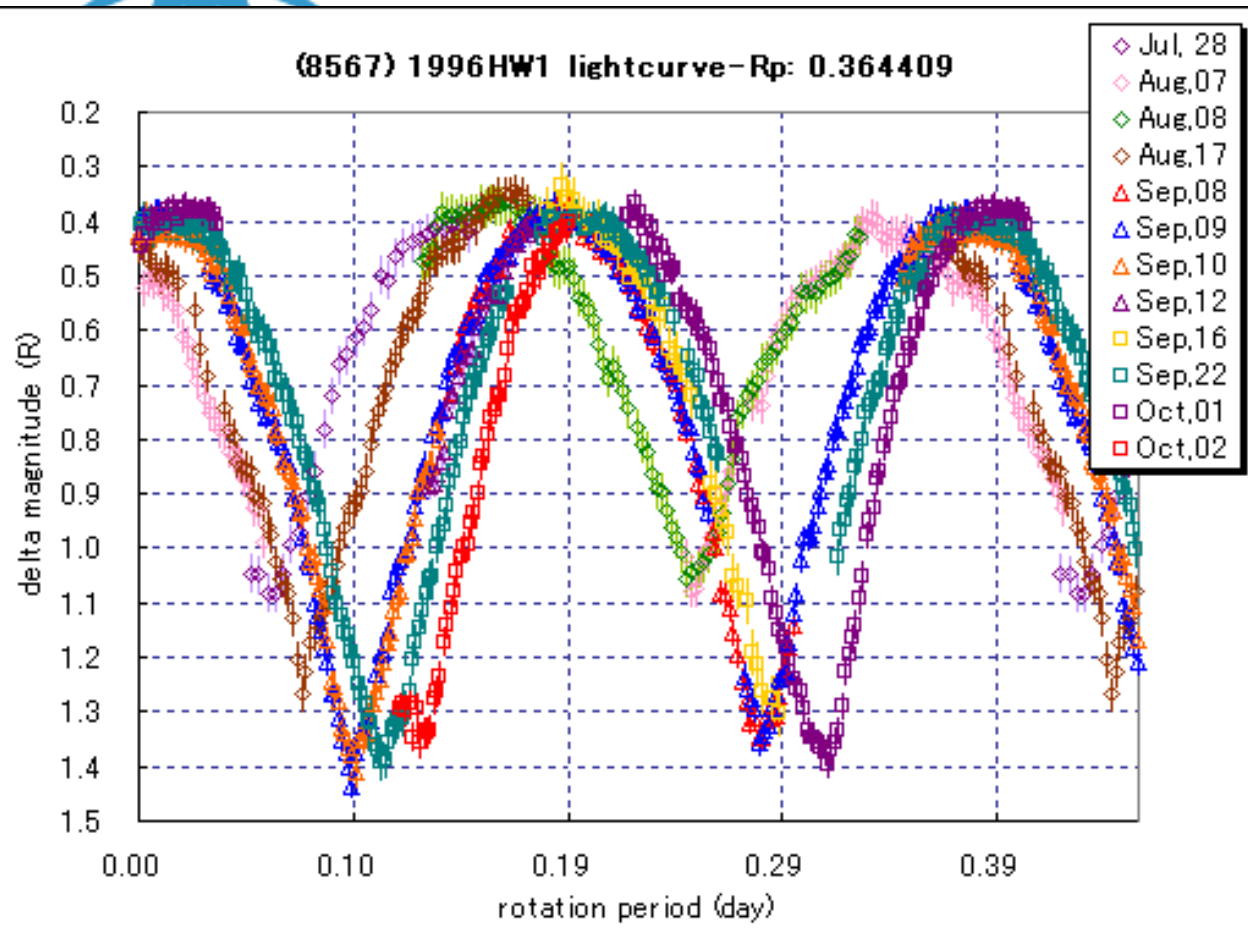
これらを求めるノウハウの取得 (参考文献: 川上修士論文)



ライトカーブ観測

- 浜野和天文台よりデータ提供
 - 望遠鏡: 浜野和天文台40cm望遠鏡
($f=1800\text{mm}$, $F=4.5$)
 - 観測日: 2008年7月28日, 8月7, 8, 17日, 9月
8, 9, 10, 12, 16, 22日, 10月1, 2日(計12日間)
 - フィルター: R
 - CCD: SBIG ST-8E
 - 積分時間: 120秒-360秒
-

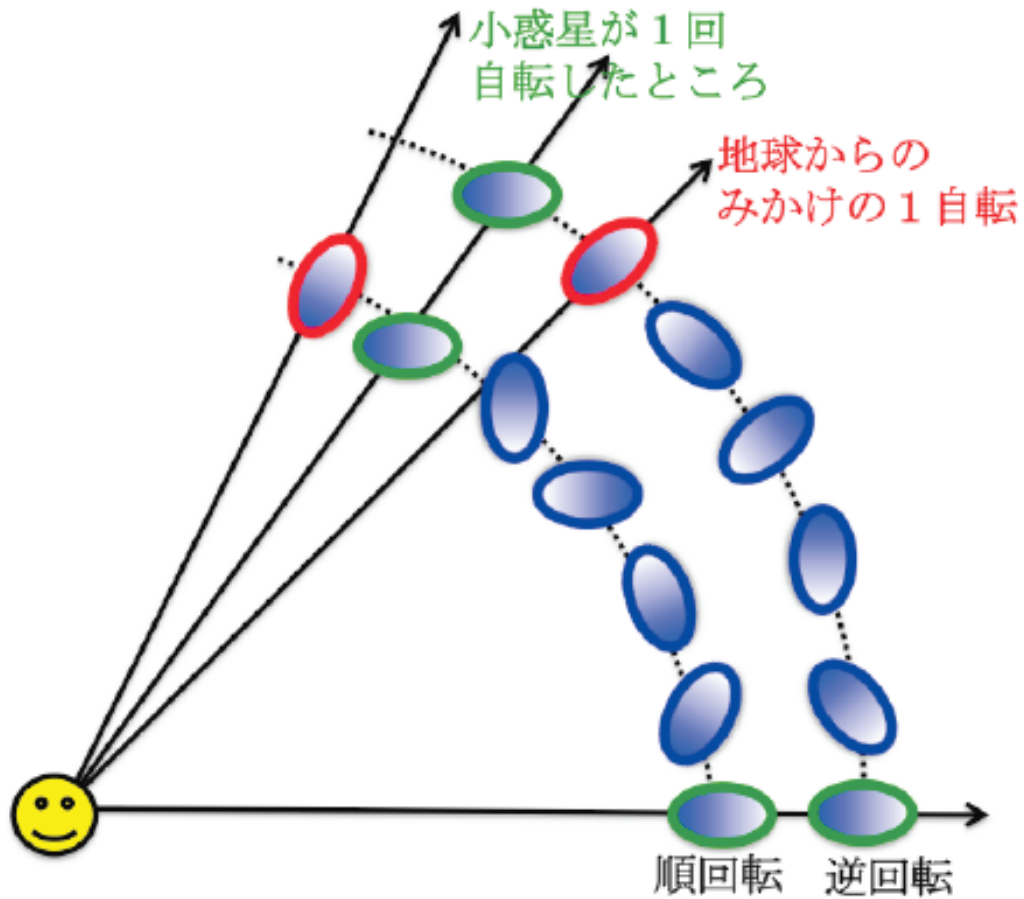
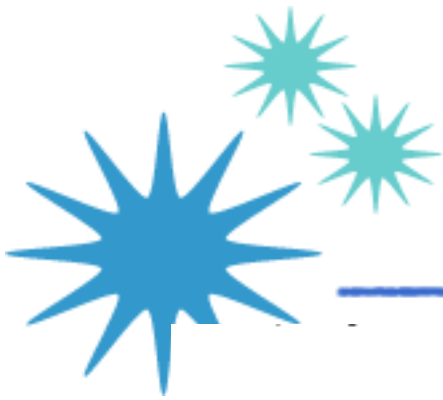
ライトカーブ観測-周期解析結果-



周期解析 Cyclocode
(B.Dermawan 2003,
Lomb 1976)

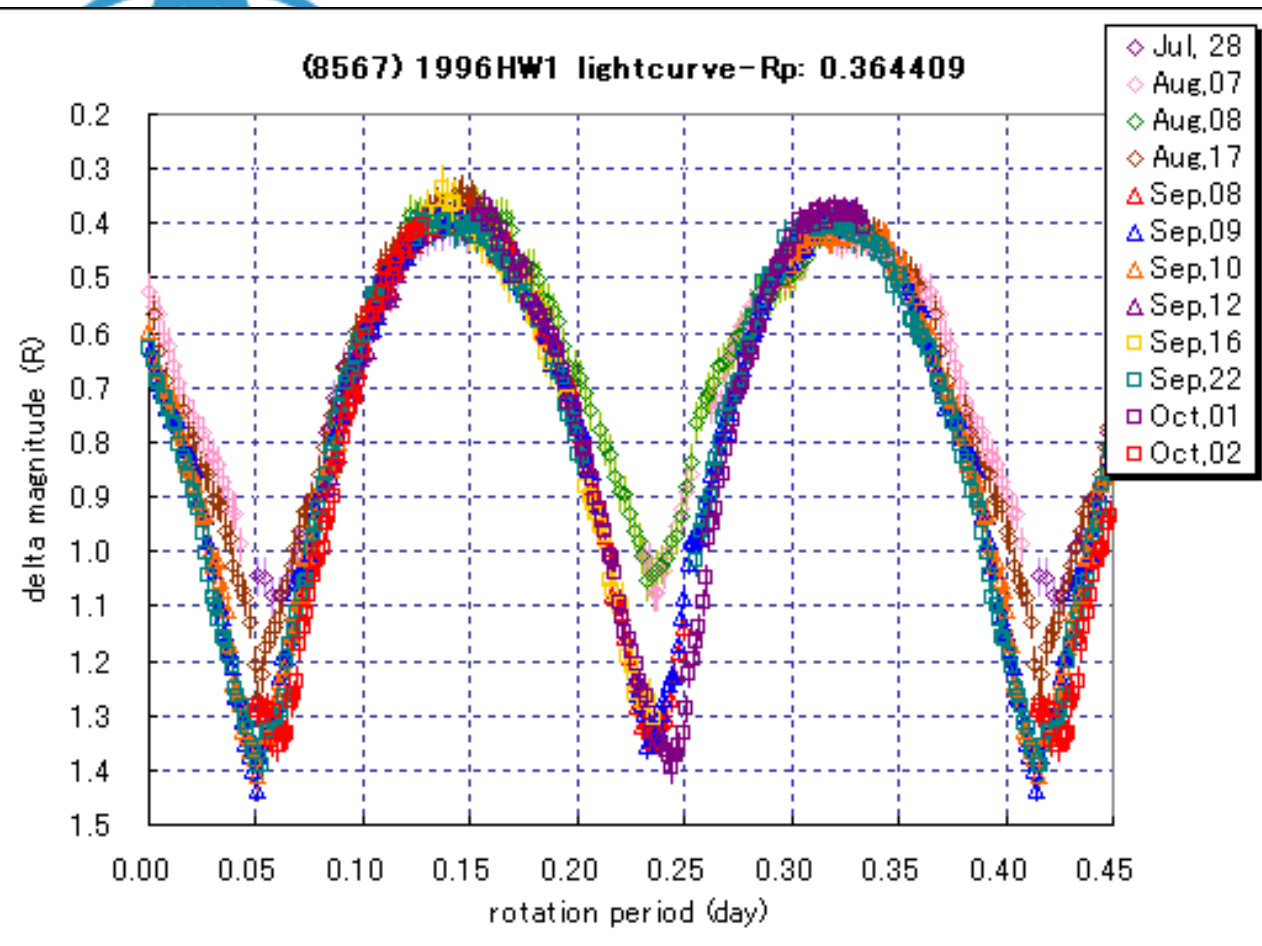
0.364409 ± 0.00003 日
(9月8-10日のデータから算出)
振幅 1.04 ± 0.02 mag

これまでは 0.364888 日、 0.25 mag
(Higgins et al. 2005)



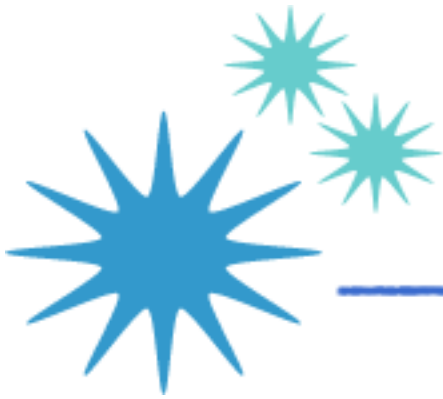
川上さん修士論文より

ライトカーブ観測-周期解析結果-



地球から見た小惑星の見かけの自転周期と対恒星系で見た自転周期の違いによる位相のずれがある。
観測初日と各観測日におけるPABの差分から補正
($\Delta\text{Phase} = \Delta\text{PAB}/360$)

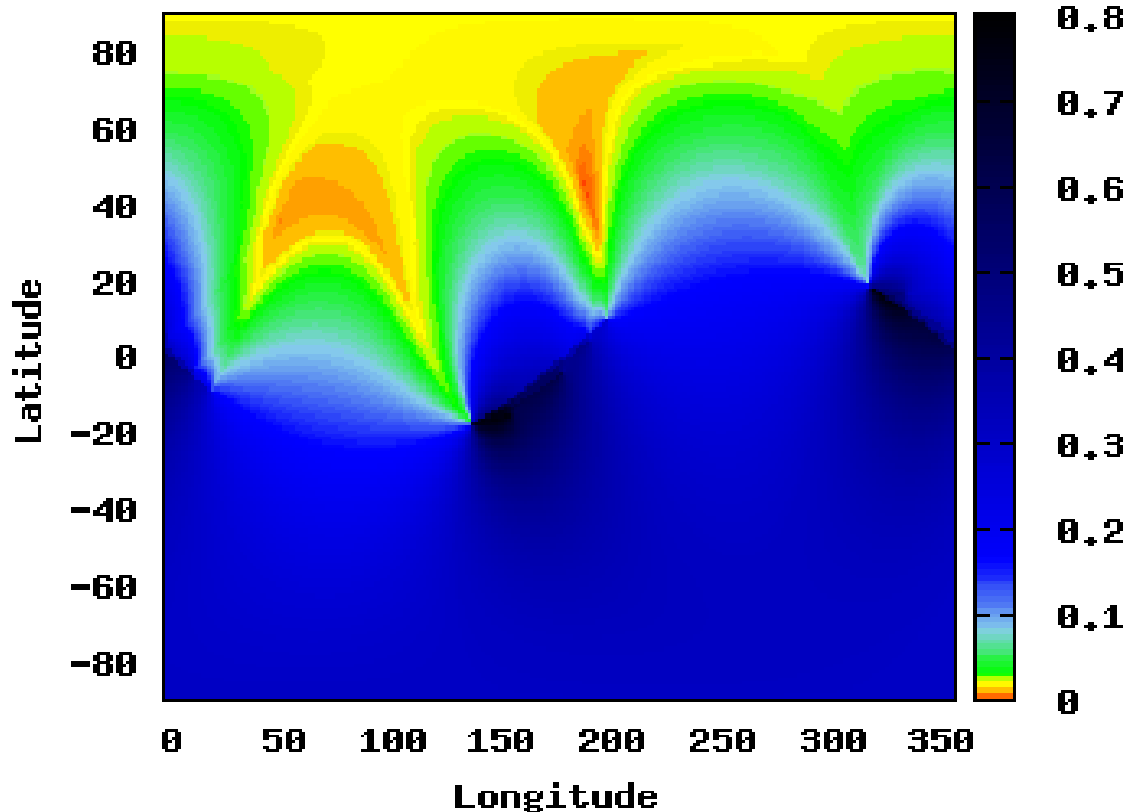
順回転



形状モデル

- I. エポック法とアンプリチュード法により、もっともらしい自転軸方向の候補を導出
 - II. 候補となった自転軸方向を初期値に3次元形状モデルを作成(Kaasalainen et al. 1992など)
 - III. 得られた形状モデルのうち、ライトカーブからの残差が少ないものを解とする
-

自転軸方向-エポック法による候補-



候補その1

$\lambda: 194^\circ$ $\beta: 42^\circ$ 付近

候補その2

$\lambda: 56^\circ$ $\beta: 36^\circ$ 付近

が有意。しかし、他の解も
否定できない。



自転軸方向-アンプリチュード法による候補-

軸比もフリーパラメータになるため、一意に決定するのは困難

候補その3 λ : 106° β : 30° 付近 (a:b:c=1.9:1.1:1)

候補その4 λ : 291° β : 72° 付近 (a:b:c=1.7:1.1:1)

エポック法とアンプリチュード法の残差平均から求めると

候補その5 λ : 104° β : 24° 付近

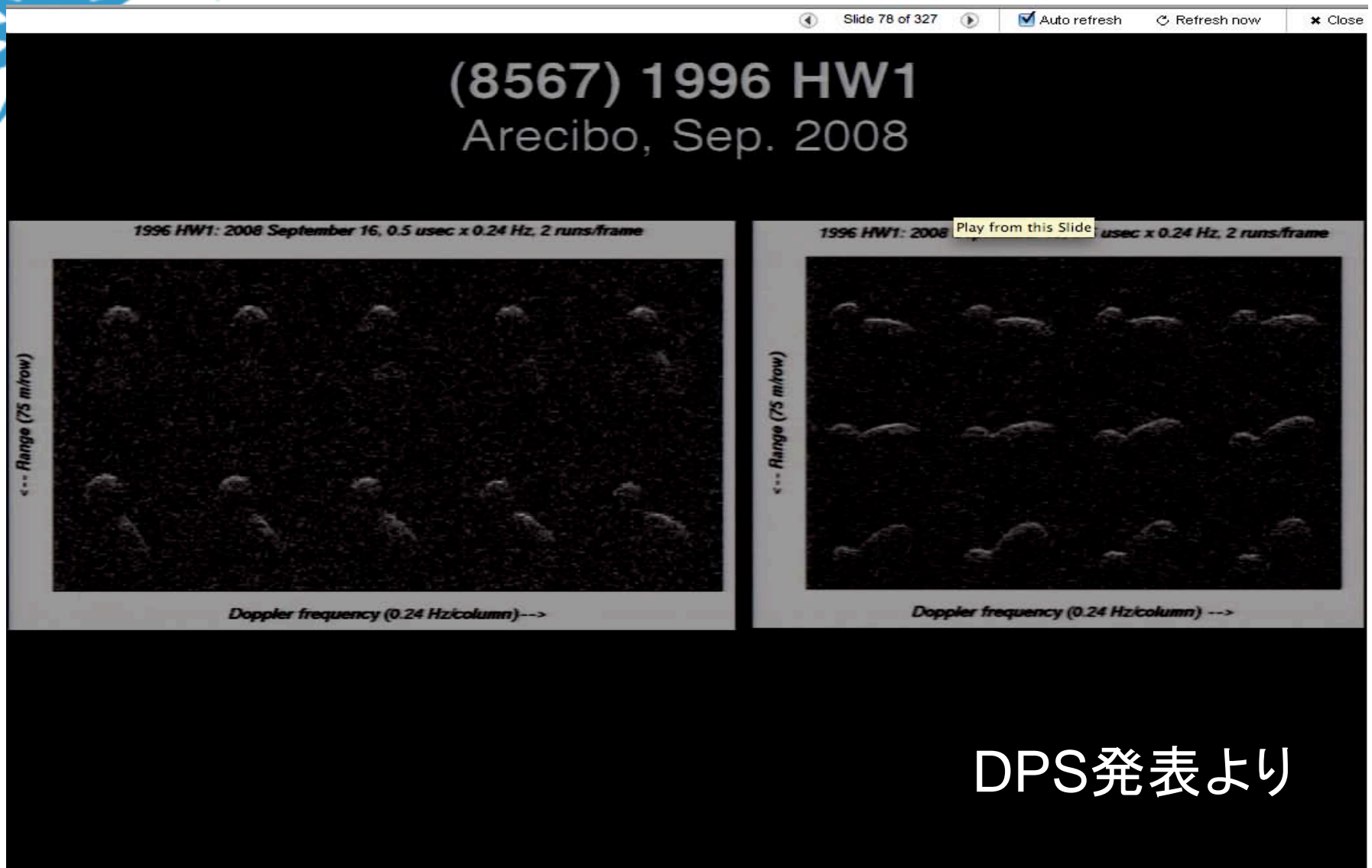
候補その6 λ : 289° β : 77° 付近

候補その7 λ : 5° β : 89° 付近

候補4,6を初期値としたモデルが最も確からしい。 $\lambda:298^\circ$ $\beta 77^\circ$
 $a:b:c=1.8:1.1:1$ コンタクトバイナリー小惑星の可能性

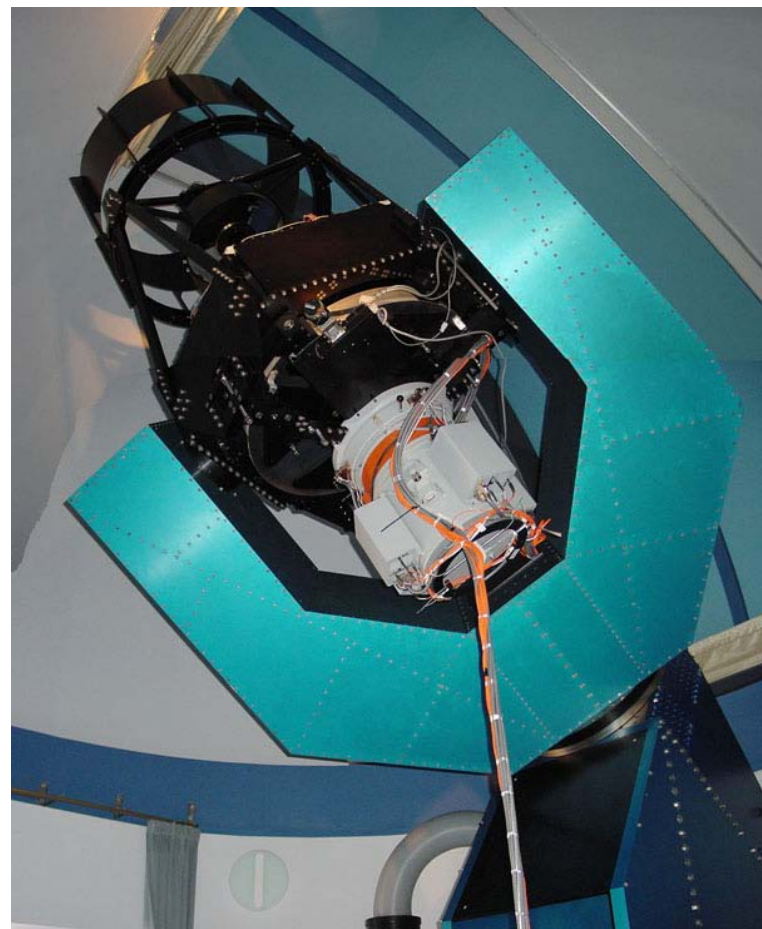


アレシボでのレーダー観測

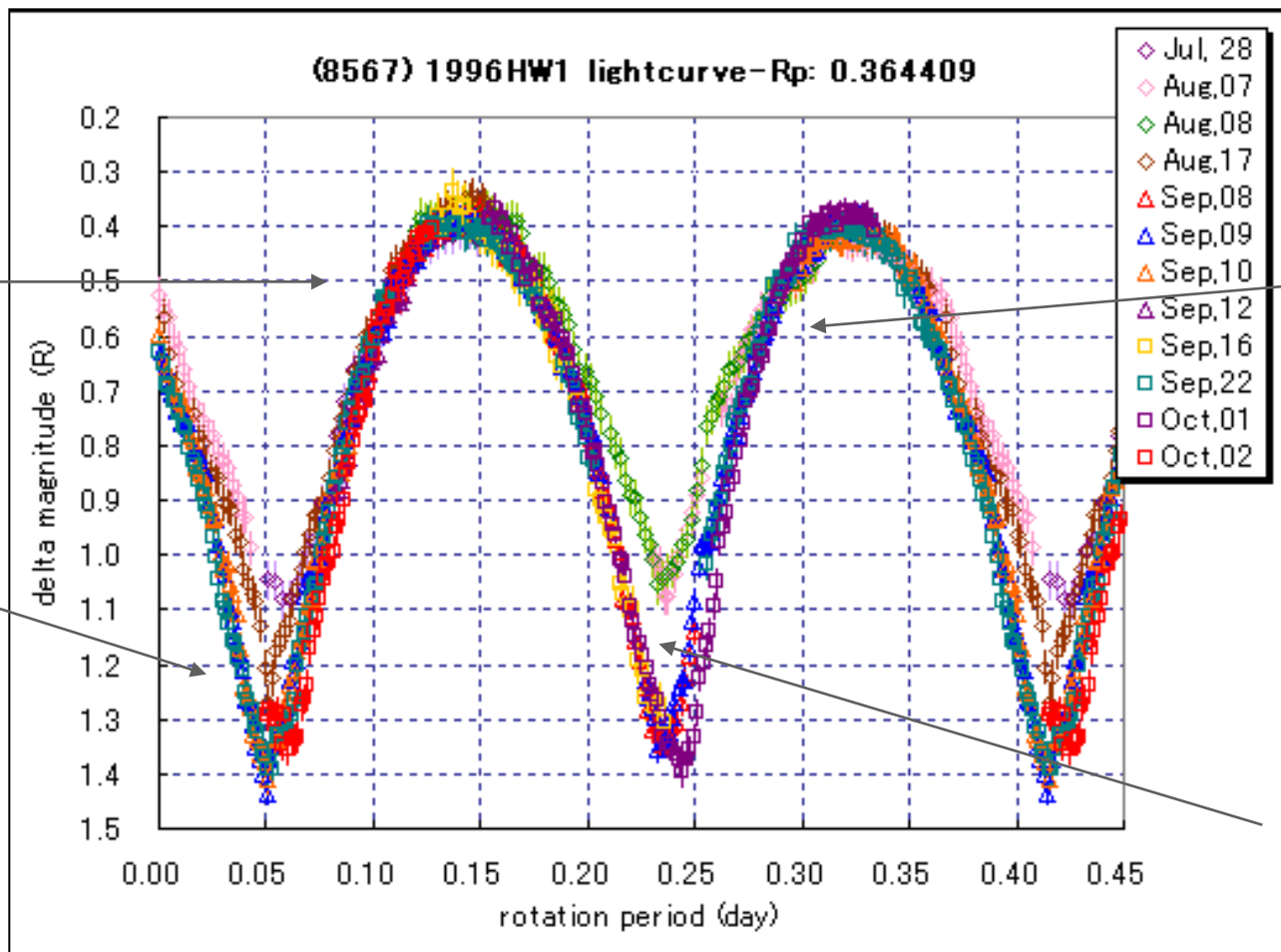
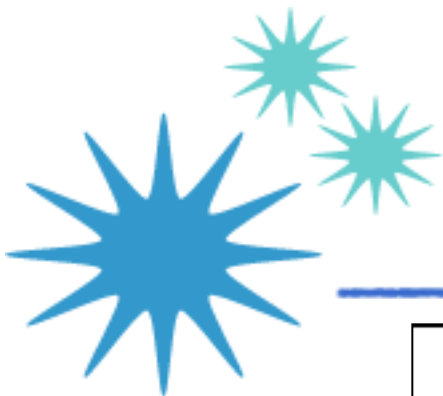


多色測光 -スペクトル型の決定-

- 望遠鏡: 美星スペースガードセンター
1m望遠鏡($f=3000\text{mm}$, $F=3$)
- 観測日: 2008年10月9, 11, 12, 18日
(計4日間)
- フィルター: SDSS g, r, i', z' の4色
- CCD: $2\text{K} \times 4\text{K} \times 4$ 枚
- 積分時間: 30秒-60秒
- 撮像のタイミング:
ライトカーブの極大、極小期



データ取得のタイミング



位相D

位相B

位相C

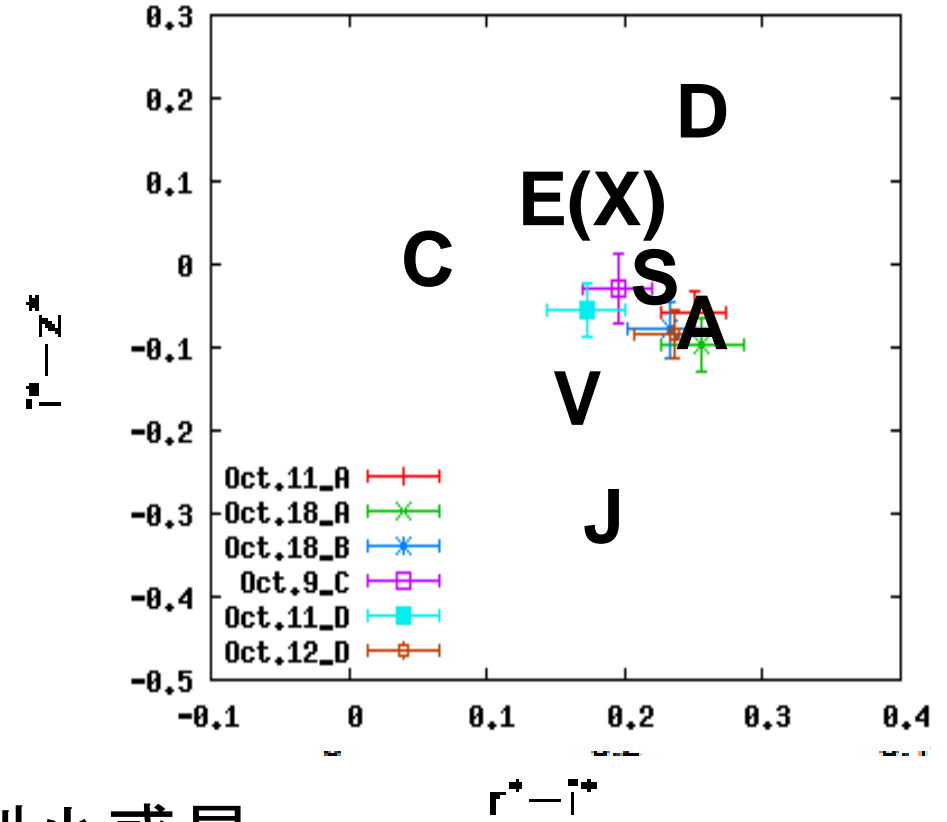
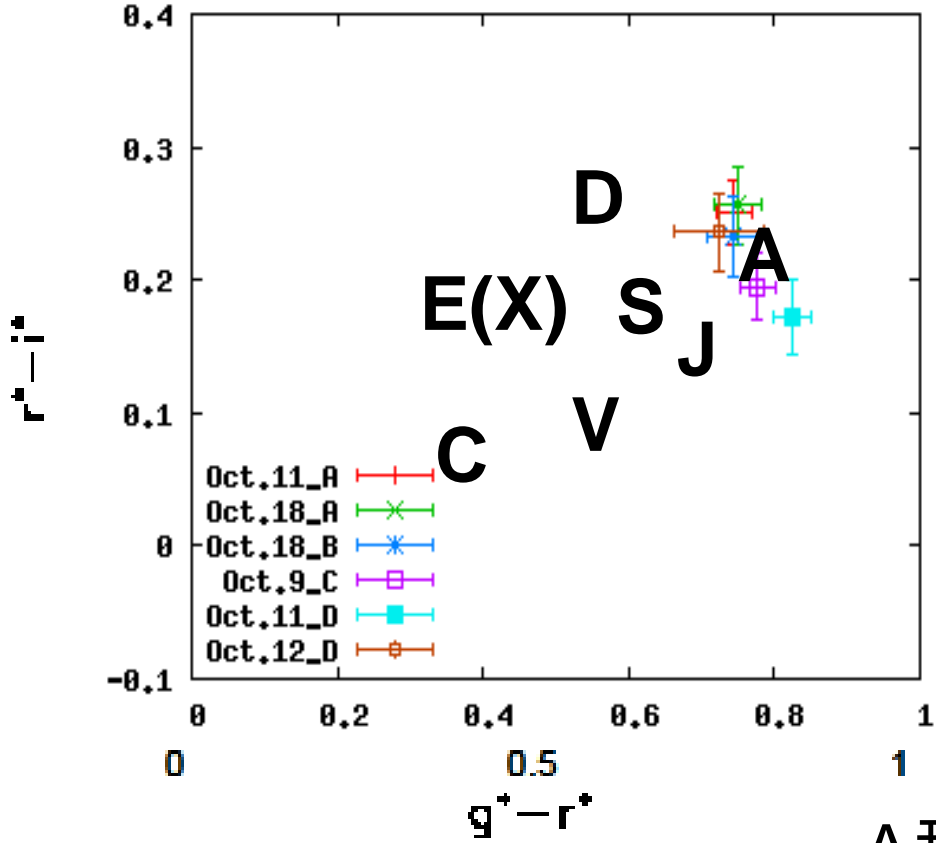
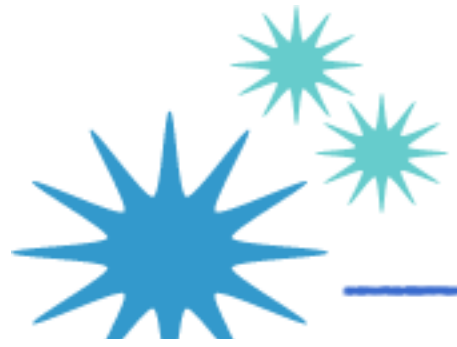
位相A



解析方法

- 1次処理
 - 測光比較星として小惑星視野近傍のSDSSカタログ星を利用(14等より暗い星)
 - IRAFでアパーチャ測光
 - 比較星をモニタリングし、airmass補正
 - ライトカーブデータを用いて観測時間中の小惑星光度変化量を補正
-

多色測光結果



A型小惑星



議論

- A型小惑星：S型より赤化の程度が大きい。
 - 分化した小天体のマントル部分
 - 純度の高いオリビンの存在を示唆 (Reddy et al. 2005)
 - 表面はほぼ一様かわずかに赤化の影響が弱い面がある。
 - 初めてのA型コンタクトバイナリーNEOの可能性
 - S型、X型という発表もある (アレシボ)
-



まとめ

- 自転周期は0.364409日の順回転
 - 自転軸方向は $\lambda 298^\circ$ $\beta 79^\circ$ 付近
 - イトカワのような形状。コンタクトバイナリー小惑星の可能性
 - 強い赤化→A型小惑星
 - 表面はほぼ一様かわずかに赤化の影響が弱い面があるかも。
-