

# 族小惑星の観測 (2004年度)

長谷川直<sup>1)</sup>・宮坂正大<sup>2)</sup>・三戸洋之<sup>3)</sup>・  
黒田大介<sup>1,4)</sup>・猿楽祐樹<sup>1,5)</sup>・西原説子<sup>1,5)</sup>・  
縫田明理<sup>5)</sup>・森真知子<sup>6)</sup>・関口朋彦<sup>7)</sup>・  
石黒正晃<sup>8,1)</sup>・安部正真<sup>1)</sup>・小澤友彦<sup>9)</sup>

- 1) 宇宙航空研究開発機構宇宙科学本部, 2) 東京都庁,  
3) 東京大学木曾観測所, 4) 総合研究大学院大学,  
5) 東京大学理学系研究科, 6) 日本女子大学, 7) 国立天文台,  
8) ハワイ大学, 9) みさと天文台

# 2004年度観測実施状況

- 割り当て夜数(シュミット):5夜
  - この数字は2004年4月はぬかしたものの
  - 観測できた夜数:2.5夜
  
- 申し込み夜数(K.3T):3夜
  - 観測できた夜数:2夜

# 成果報告 (論文)

- S. Hasegawa, S. Miyasaka, and H. Mito 2004. Lightcurve observations of V-type asteroids 2511 Patterson and 2653 Principia and three other spectral asteroids, *Proc. 37th ISAS Lunar and Planet. Symp.*, 259-232.
- S. Hasegawa, S. Miyasaka, C. Yoshizumi, T. Sekiguchi, Y. Sarugaku, S. Nishihara, K. Kitazato, M. Abe<sup>1</sup>, and H. Mito 2004. Lightcurve Survey of V-type Asteroids. I. Observations until 2004 Spring, *Proc. Int. Sci. Symp. Sample Returns from Solar Sys. Minor Bodies “The 1st HAYABUSA Symp.”*, submitted.

# 成果報告(学会発表)

- 長谷川直、宮坂正大、吉住千亜紀、関口朋彦、猿楽祐樹、西原説子、北里宏平、安部正真、三戸洋之：ベストイドのライトカーブ観測0、**第1回小惑星ライトカーブ研究会、虎ノ門天文会館** (2004).
- 長谷川直、宮坂正大、吉住千亜紀、関口朋彦、猿楽祐樹、西原説子、北里宏平、安部正真、三戸洋之：Vタイプ小惑星のライトカーブ観測1、**第37回月・惑星シンポジウム、宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部**(2004).
- S. Hasegawa, S. Miyasaka, C. Yoshizumi, T. Sekiguchi, Y. Sarugaku, S. Nishihara, K. Kitazato, M. Abe, and H. Mito. Lightcurve survey of V-type asteroids I. **International Symposium on Sample Returns from Solar System Minor Bodies-The First HAYABUSA Symposium, Sagamihara, Japan** (2004).
- H. Nonaka, S. Hasegawa, R. Nakamura, A. Sogame, M. Ishiguro, M. Abe, and A Fujiwara. Estimate of Surface Geologic and Albedo Mapping of Vesta, **International Symposium on Sample Returns from Solar System Minor Bodies-The First HAYABUSA Symposium, Sagamihara, Japan** (2004).
- 長谷川直、小澤友彦、三戸洋之、黒田大介、森真知子、西原説子、石黒正晃、宮坂正大：ベストイドのライトカーブ観測0.5、**第2回始原天体小研究会 -小惑星・彗星・流星の起源に迫る-**、**国立天文台**(2005).
- 長谷川直、宮坂正大、尾崎忍夫、時政典孝：中小口径望遠鏡を用いたV型小惑星サーベイ、**西はりま天文台シンポジウム2005 西はりま天文台「なゆた望遠鏡」による天文学研究の公開、県立西はりま天文台公園**(2005).
- 長谷川直、宮坂正大、三戸洋之、黒田大介、森真知子、西原説子、石黒正晃、小澤友彦：ベストイドのライトカーブ観測1、**日本天文学会春季年会、明星大学**(2005).
- 長谷川直、宮坂正大、三戸洋之、黒田大介、森真知子、西原説子、石黒正晃、小澤友彦：V型小惑星のライトカーブ観測1、**地球惑星科学関学会2005年合同大会、幕張メッセ**(2005).
- 長谷川直、宮坂正大、三戸洋之、黒田大介、猿楽祐樹、西原説子、縫田明理、森真知子、関口朋彦、石黒正晃、安部正真、小澤友彦：ベストイドのライトカーブ観測1.5、**第2回小惑星ライトカーブ研究会、水道橋** (2005).

# 研究報告

- 「族小惑星」に関する研究意義・進捗状況等
- 具体的には「ベストイド(V型小惑星)」に焦点を絞って観測をおこなっている。

# ベストイドとは？

- スペクトルが**小惑星4ベスタ**と同じような特徴を持つ小惑星の事をV型小惑星という。
  - V型の小惑星は直径30 km以上の天体は**ベスタ**しか存在していない。
  - 現在確認されているV型小惑星はその殆どが**ベスタ**起源と考えられている。
- 特にベスタ起源のV型小惑星をベストイドという

# V型小惑星の研究意義

- **ベスタの形成と衝突進化**の知る上で、**小惑星4ベスタ**と**ベスタ起源の破片小惑星**の研究を行う事は重要である。
- よって、我々はベスタを含むV型小惑星の研究を行っている。

# ライトカーブ観測

- 小惑星の**ライトカーブ観測**を行う事により小惑星の**自転周期と変光度**(更に観測を増やすと自転ベクトルや形状等)がわかるが、その統計を取ることにより、**衝突破壊時の情報**が得られたりする。
- よって、我々は**ベスタ起源と思われる破片小惑星**のライトカーブ観測を行う事によって、ベスタの衝突破壊時の情報を得たいと考えている。

# V型小惑星の研究の研究意義

- **ベスタ族**の中には困った事に明らかにベスタ起源でないと思われる小惑星が混じり込んでいるので、スペクトル観測からはっきりベスタ起源と分かっている**V型小惑星**(ベストイド)に絞って観測を行う。

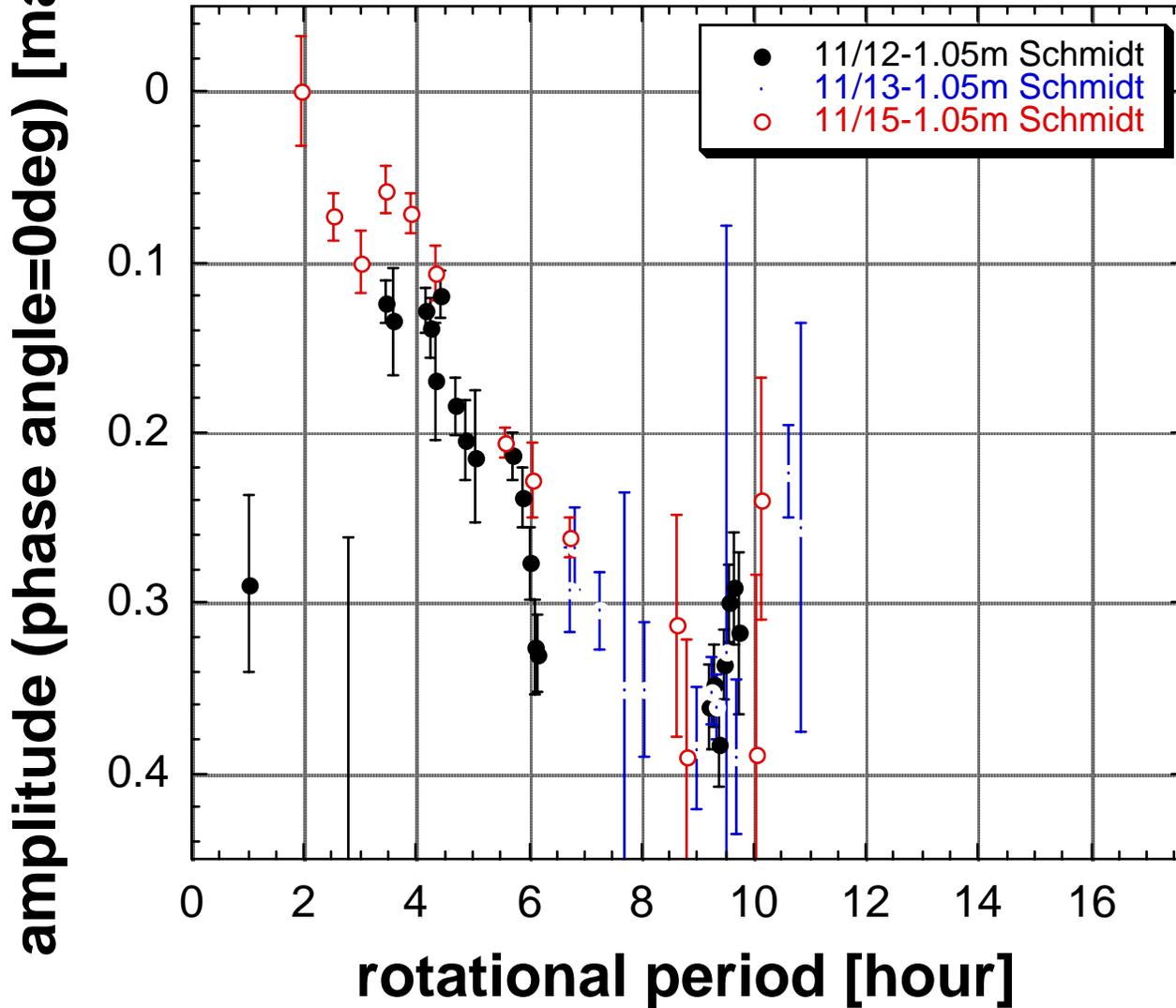
# V型小惑星の研究の研究意義

- 我々の観測以前では観測サンプル数が少なく(8個)、よくわからない状態なので、観測数を増やし統計的に有意な事が考えられるようにしたい。
- V型小惑星のライトカーブ観測を2003年度の秋から行っている。
- 本発表ではこれまで得られた結果とそこから考えられる考察を発表する。

# 観測

- 10/14,15 -K.3T :4796, 6611
- 11/12,13,15-Schmidt :2508, 10285, 10320

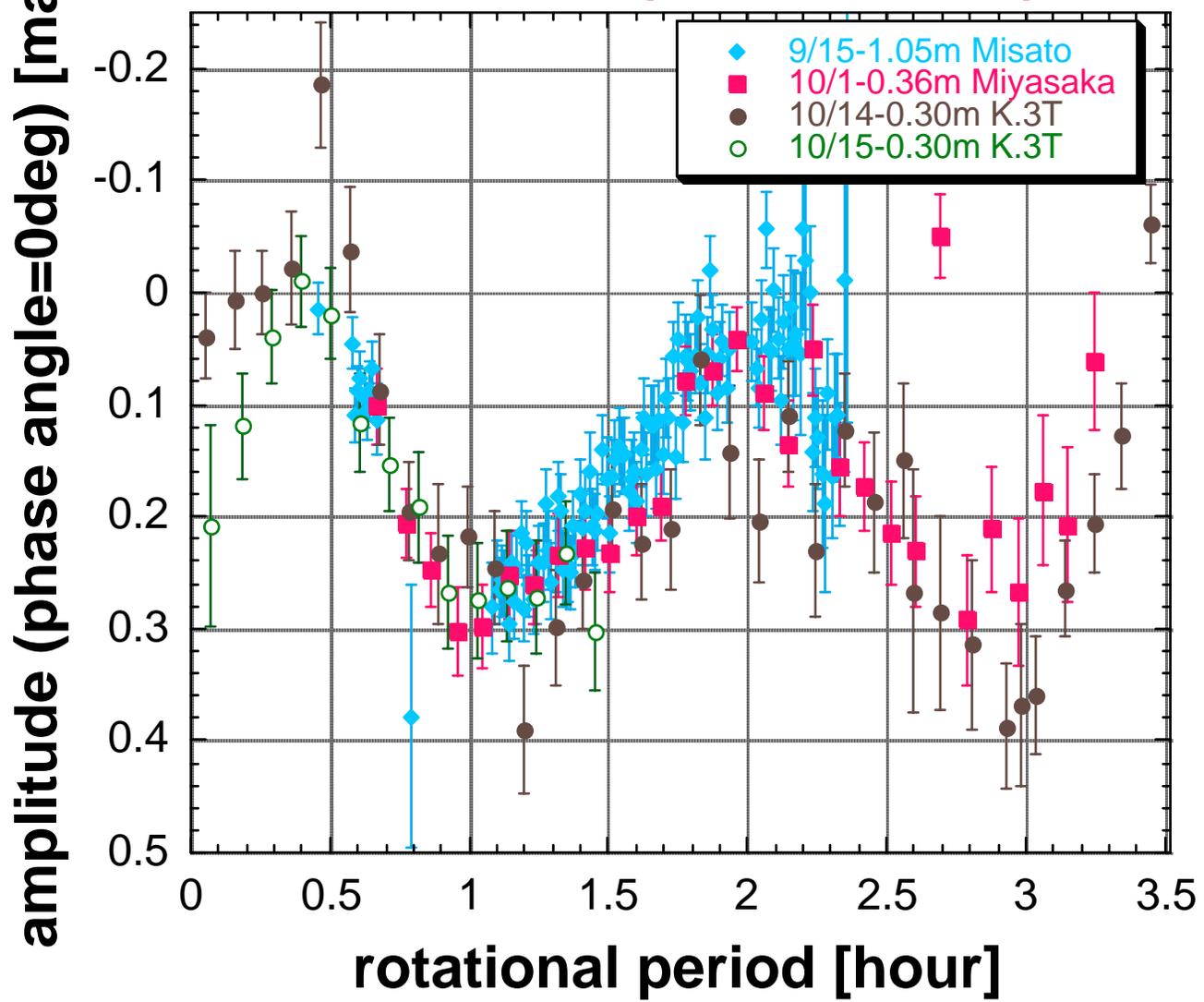
# 2508 Alupka (P=17.70 hour)



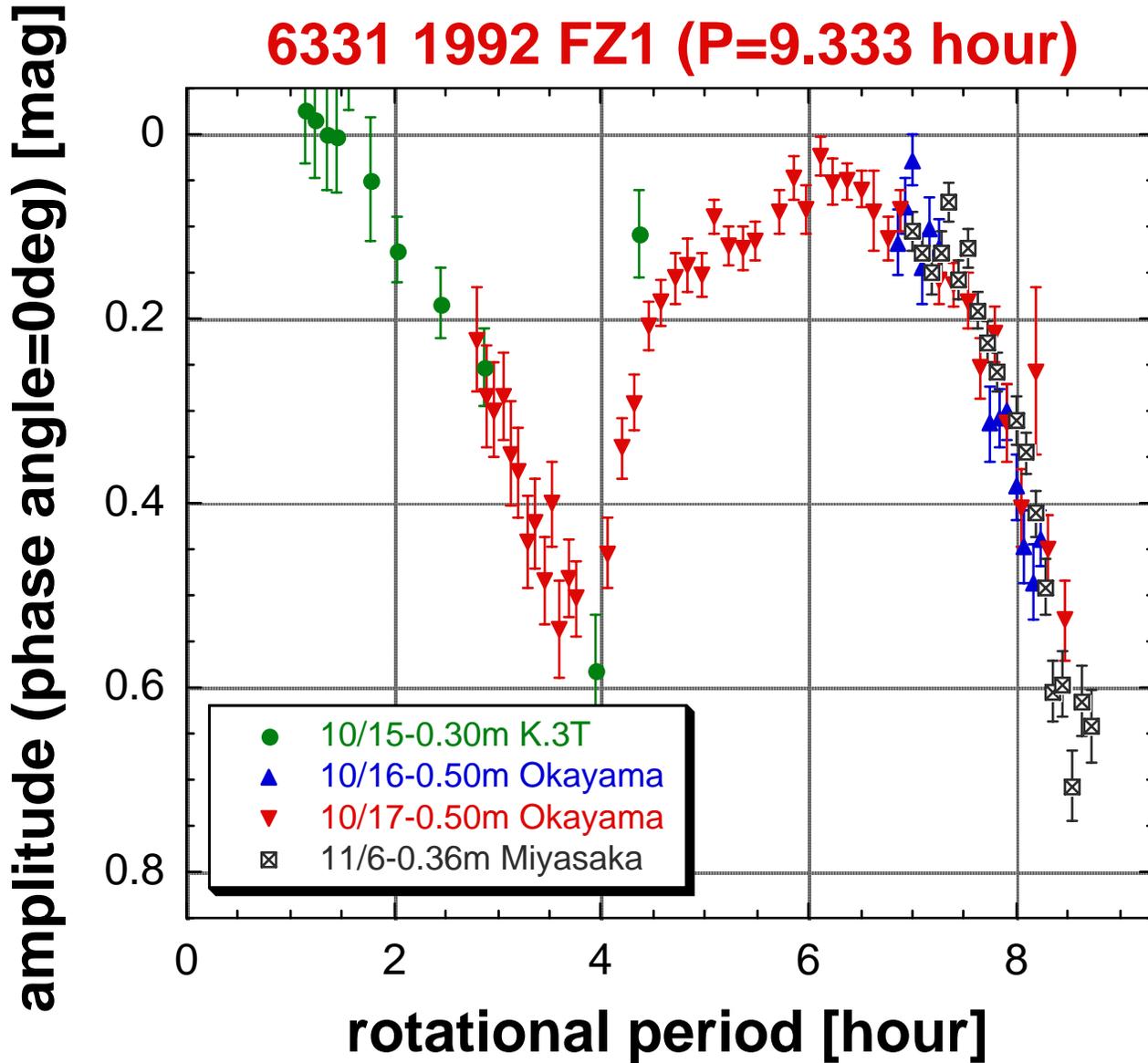




# 4796 Lewis (P=3.508 hour)



# 6331 1992 FZ1 (P=9.333 hour)



# 正式なマシンタイムの結果

## 2003年度

- 2511: 4.144 hr
- 2640: 22.90 hr
- 2653: 5.522 hr
- 2795: 60.42 hr
- 3307: 4.901 hr
- 4147: ~140 hr
- 4977: 61.2 hr

## 2004年度

- 2508: 17.70 hr
- 4796: 3.508 hr
- 6331: 9.333 hr
- 10285: 40 hr??
- 10320: 5.92hr

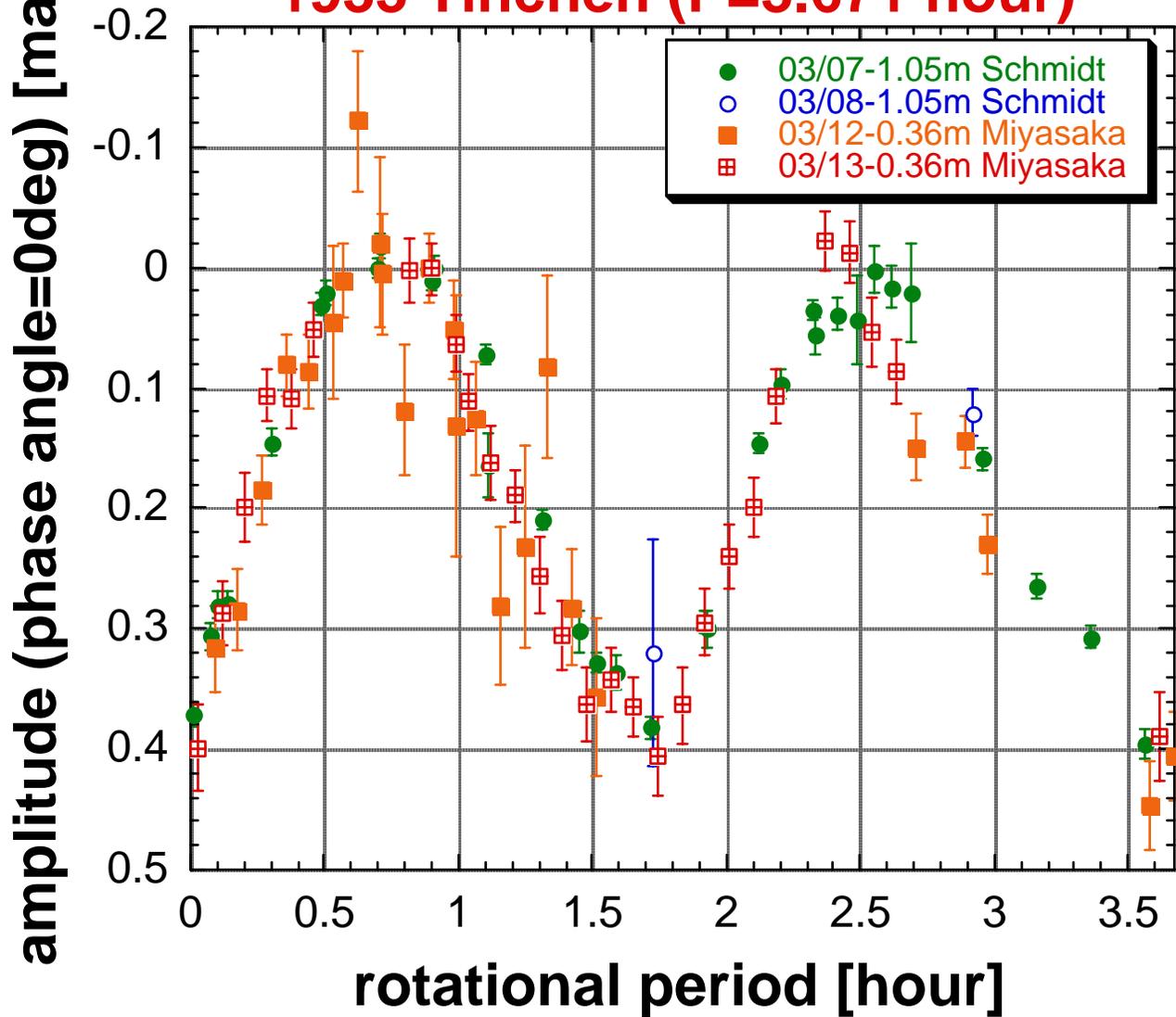
# 観測

- 正式なシュミットのマシンタイムでは実質2天体のライトカーブしか得られなかった。
- このままではデータが揃わない為に シュ

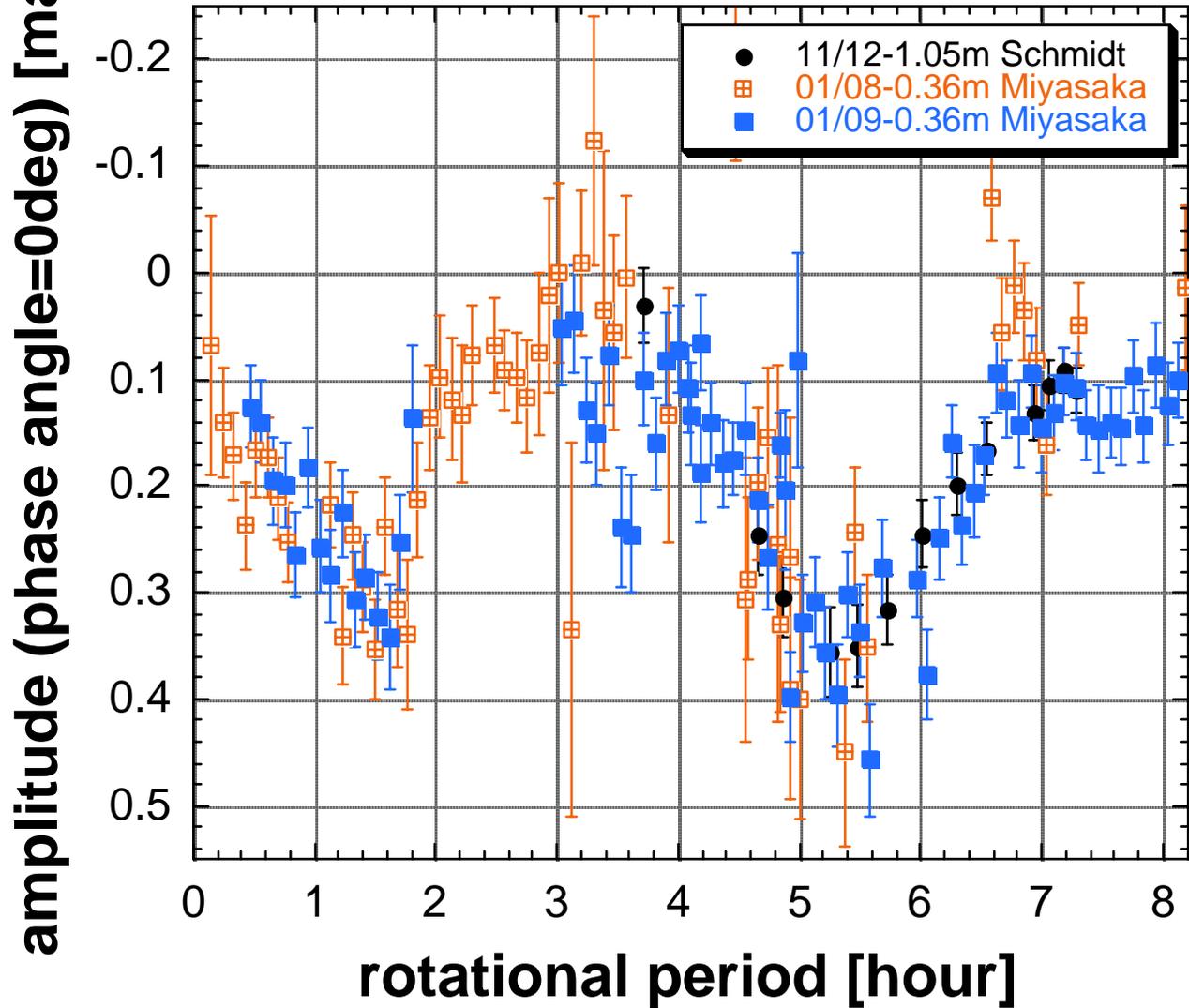
# 2004年度観測実施状況

- 割り当て夜数(シュミット):5夜
  - この数字は2004年4月はぬかしたものの
  - 観測できた夜数:2.5夜
  - 他の人のマシンタイムで**天気の悪い時の時間**  
**やオブジェクトの無い時間**:10夜
- 申し込み夜数(K.3T):3夜
  - 観測できた夜数:2夜

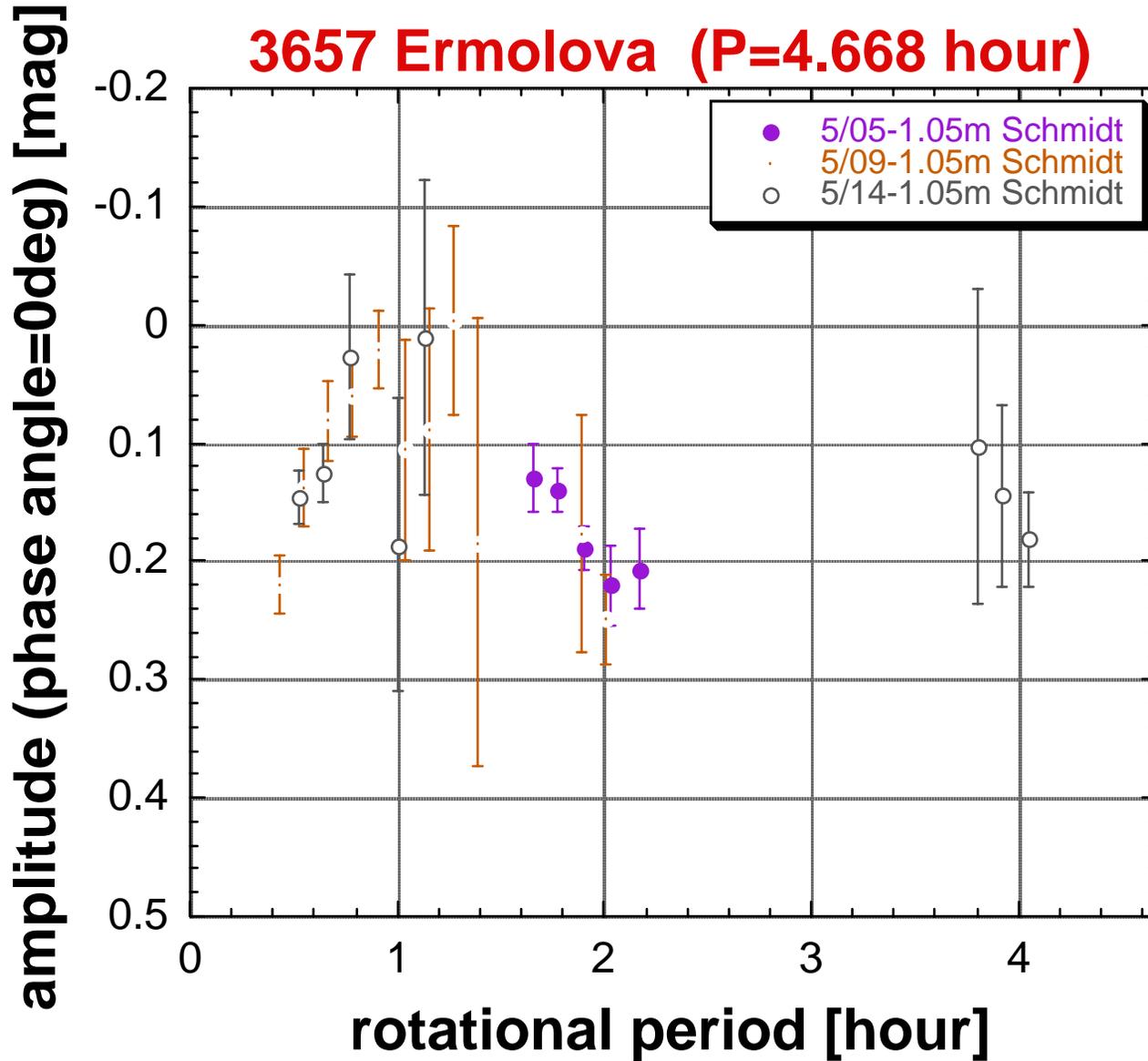
# 1933 Tinchon (P=3.671 hour)



# 2011 Veteraniya (P=8.209 hour)

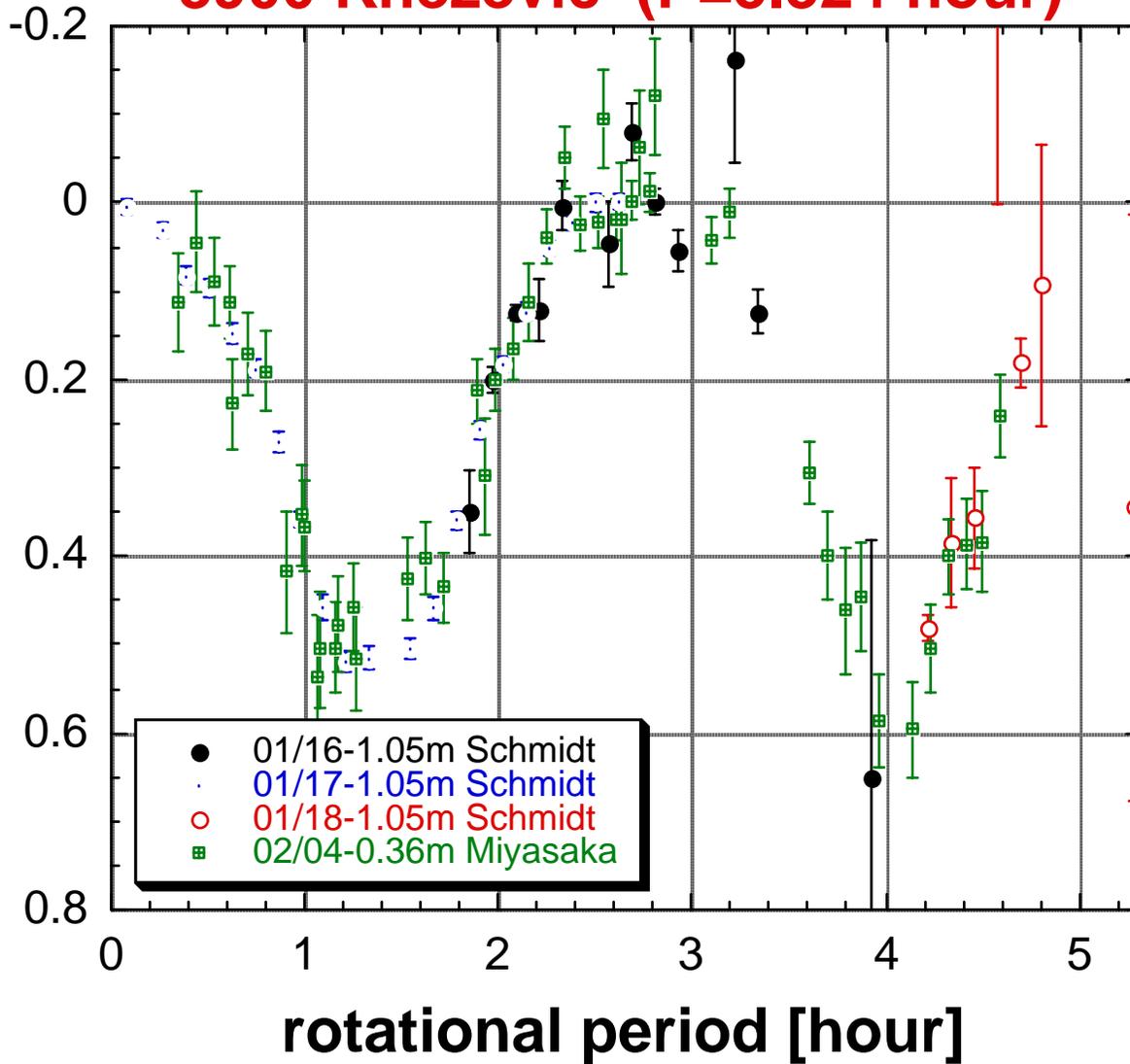


# 3657 Ermolova (P=4.668 hour)

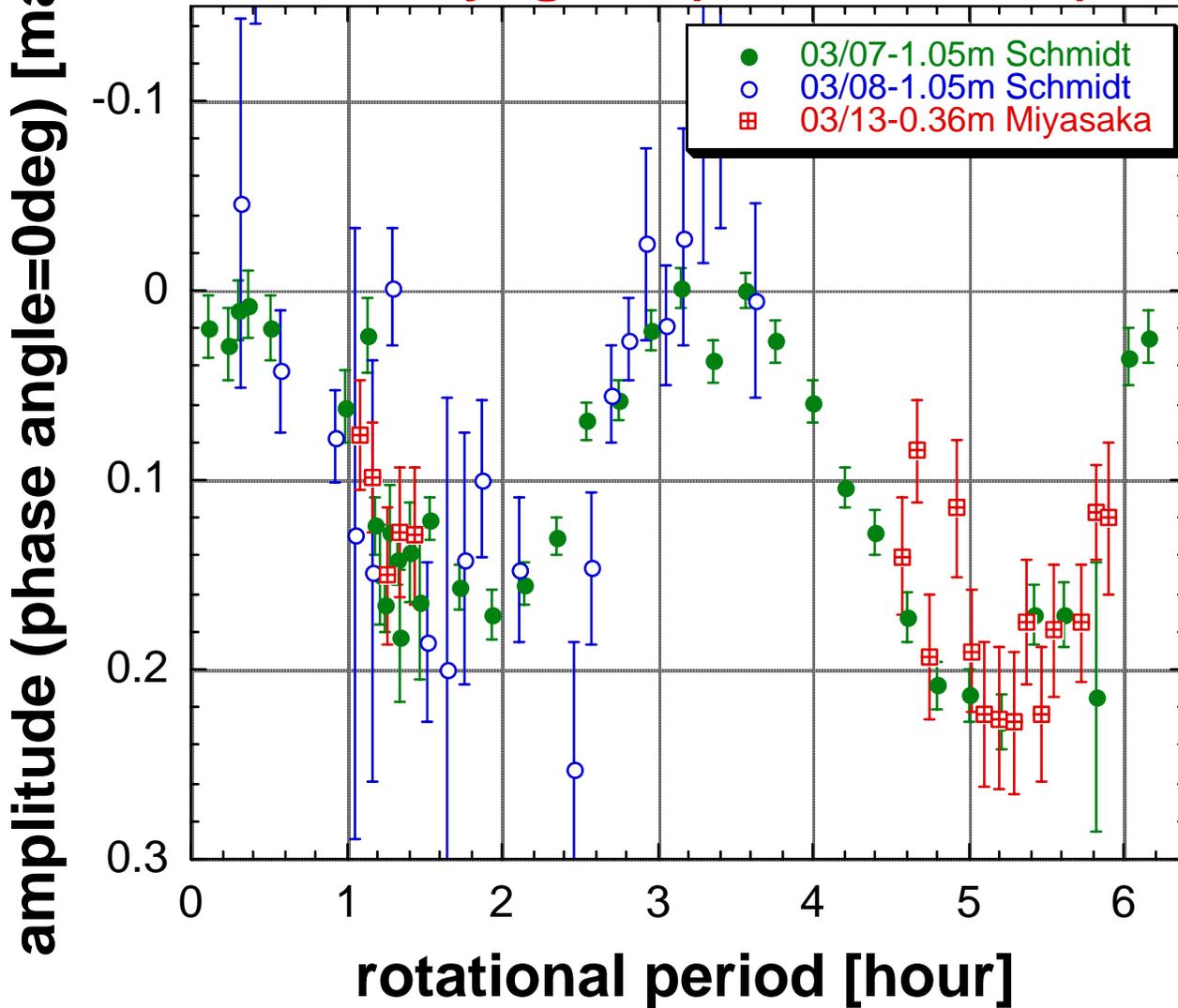


amplitude (phase angle=0deg) [mag]

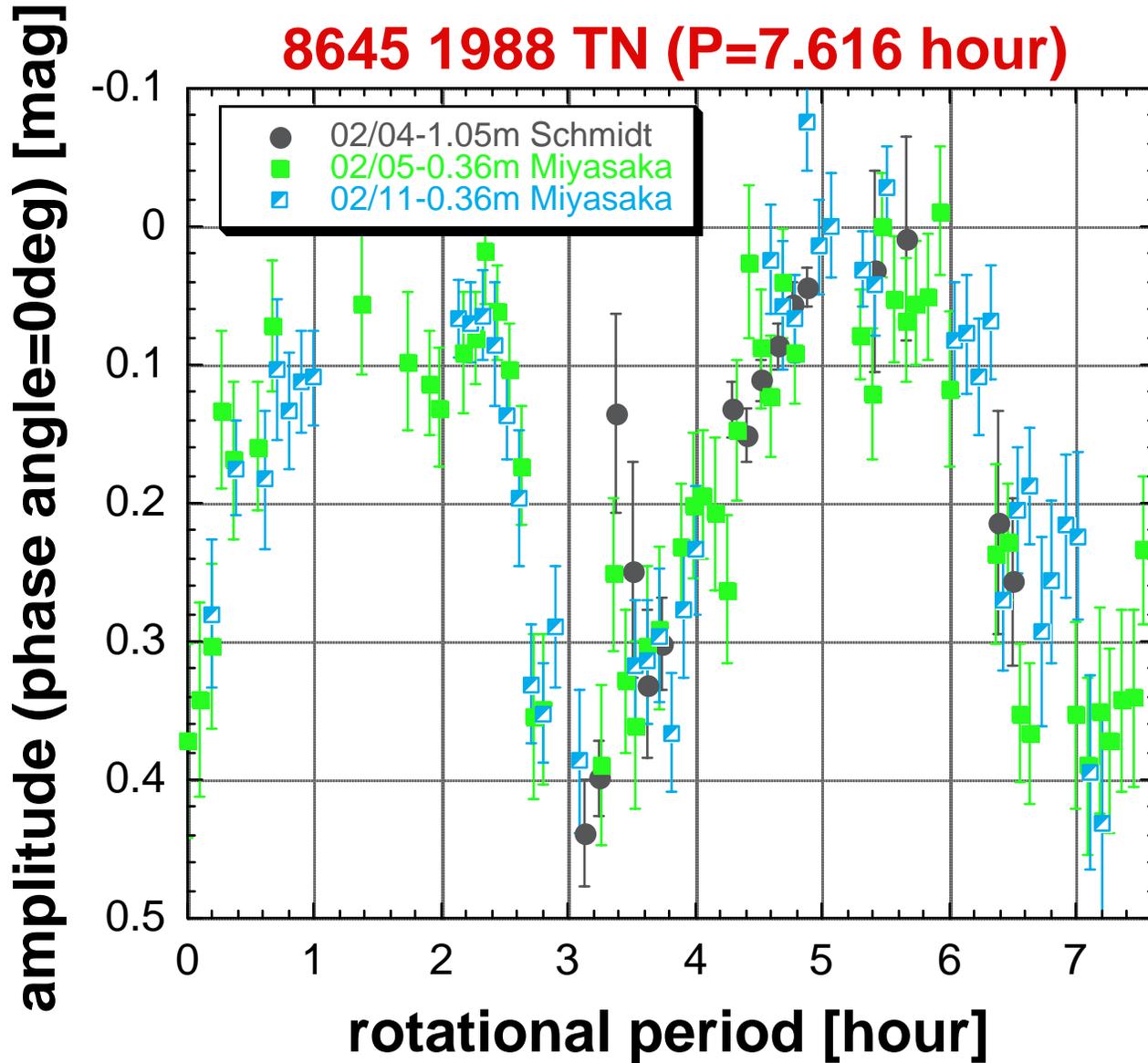
### 3900 Knezevic (P=5.324 hour)



# 4005 Dyagilev (P=6.400 hour)



# 8645 1988 TN (P=7.616 hour)



# すべての結果(自転周期)

## 2003年度

- 2511: 4.144 hr
- 2640: 22.90 hr
- 2653: 5.522 hr
- 2795: 60.42 hr
- 3307: 4.901 hr
- 4147: ~140 hr
- 4977: 61.2 hr

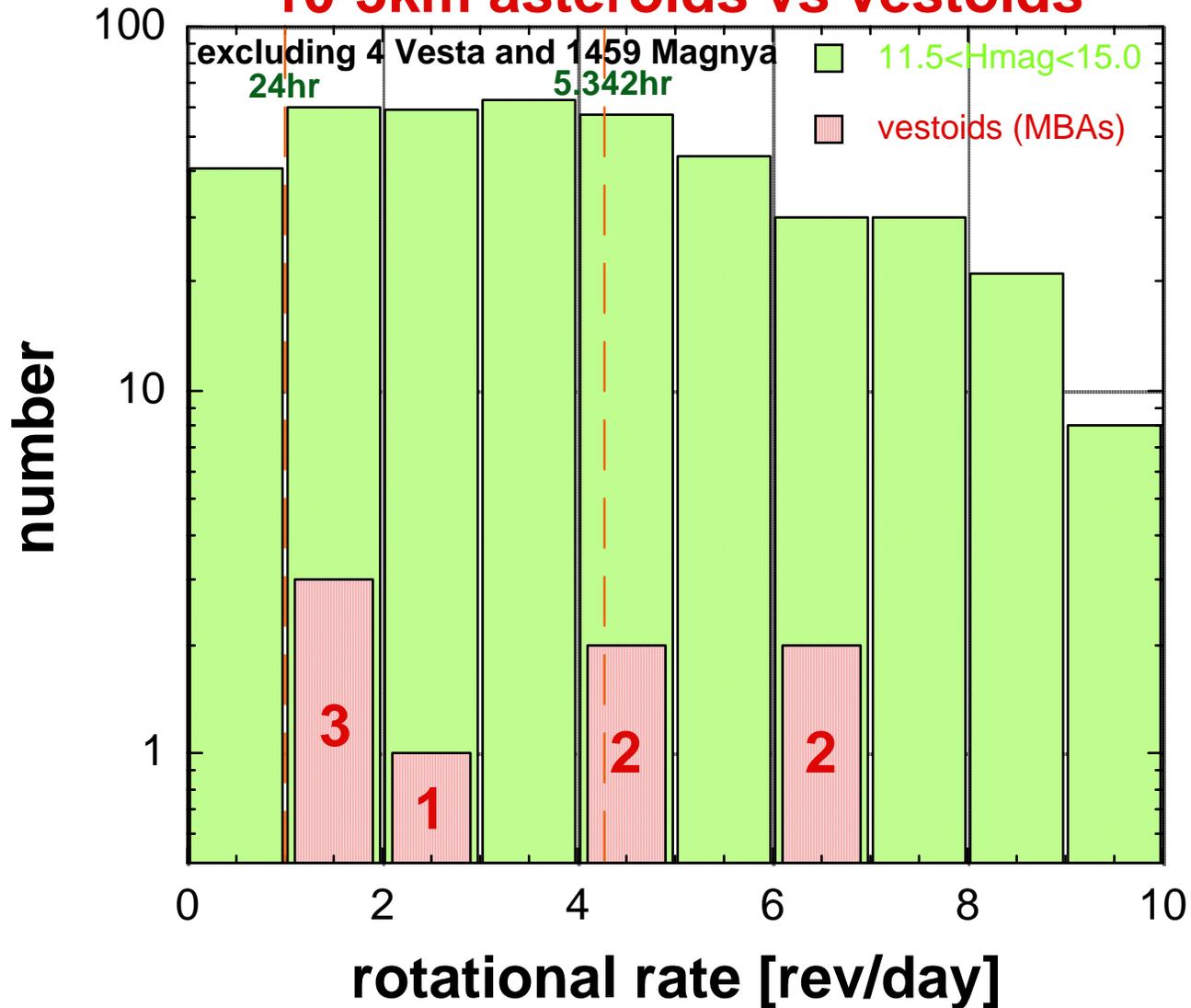
## 2004年度

- 1933: 3.671 hr
- 2011: 8.209 hr
- 2508: 17.70 hr
- 3657: 4.668 hr
- 3900: 5.324 hr
- 4005: 6.400 hr
- 4383: 3.811 hr
- 4434: 68 hr??
- 4796: 3.508 hr
- 6331: 9.333 hr
- 8645: 7.616 hr
- 10285: 40 hr??
- 10320: 5.92hr

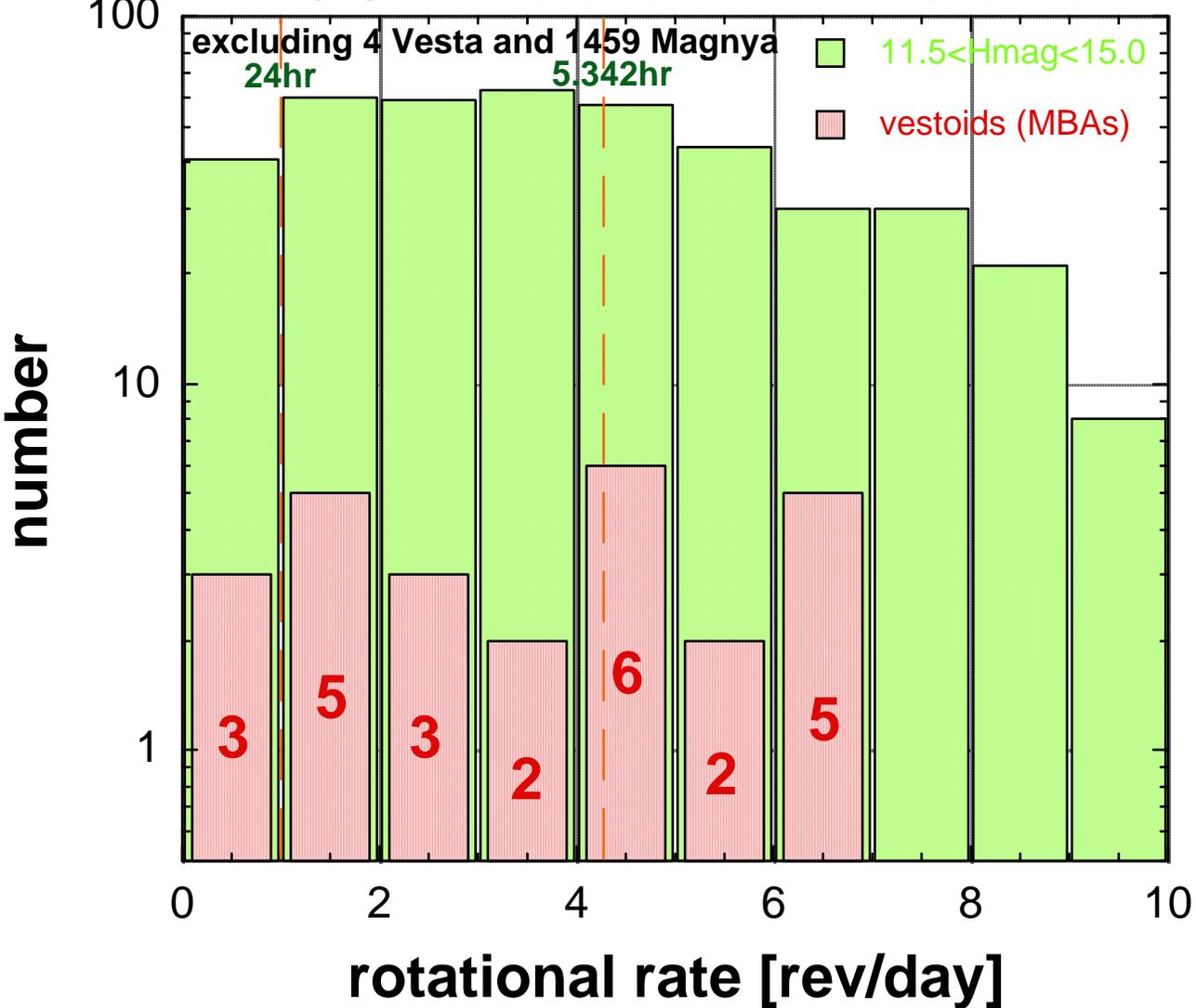
# 我々の観測以前のデータのみ

## Distribution of rotational rate

### 10-3km asteroids vs vestoids



# Distribution of rotational rate 10-3km asteroids vs vestoids



# 観測結果

- メインベルトのV型小惑星の自転周期の分布に明らかに偏りがある。
- もし、この偏りを説明しようと考えたと、YOPR効果で説明出来ると考えられる。

# 考察

- メインベルトのベストイドの自転周期の分布に明らかに偏りがある。
  - コロニス族の小惑星で順回転の小惑星は2.5 ~ 3.5回転 / 日、逆回転の小惑星は4.8回転 / 日以上、または1.8回転 / 日以下に集まっている事が判明し、これはYORP効果で集まったと考えられている。
  - 同様にベストイドもYORP効果で分類されている可能性がある。
- もし、そうであるならばベストイドを作った衝突年代がGyrレベルの年代でなければいけない。

# 考察

- ベスタ族の形成年代について
  - HED隕石の宇宙線放射年代は表面が曝露された時間を表すが、実はそれは地球にやってきたHED隕石が途中でバラバラになった時の年代かもしれない(ベスタを飛び出した年代とイコールでなくてよい)。
  - Wakefield et al. (2004)はHED隕石のAr-Ar年代を測定し、HED隕石の母天体のベストイドが3.5Gyr前に飛び出したと推測。
  - Marzari et al. (1996)は族の数値シミュレーションを行い、族形成年代を大凡1Gyr前としている。

# 考察

- ベスタ族の形成年代について
  - Nesvorny et al. (2003)は5 ~ 250Myr前に衝突破壊した族が現在みえているダストバンドの源としているが、ベスタ族に対応するダストバンドがない為にそれより古いと考えられるとした。即ち、Gyr前に形成されたと考えられる。
- 以上の事より、ベスタ族(ベストイド)の形成年代がGyr前という事が考えられる。
- このことから自転の分布の偏りがYOPR効果で起こっていると可能性がある事になる。

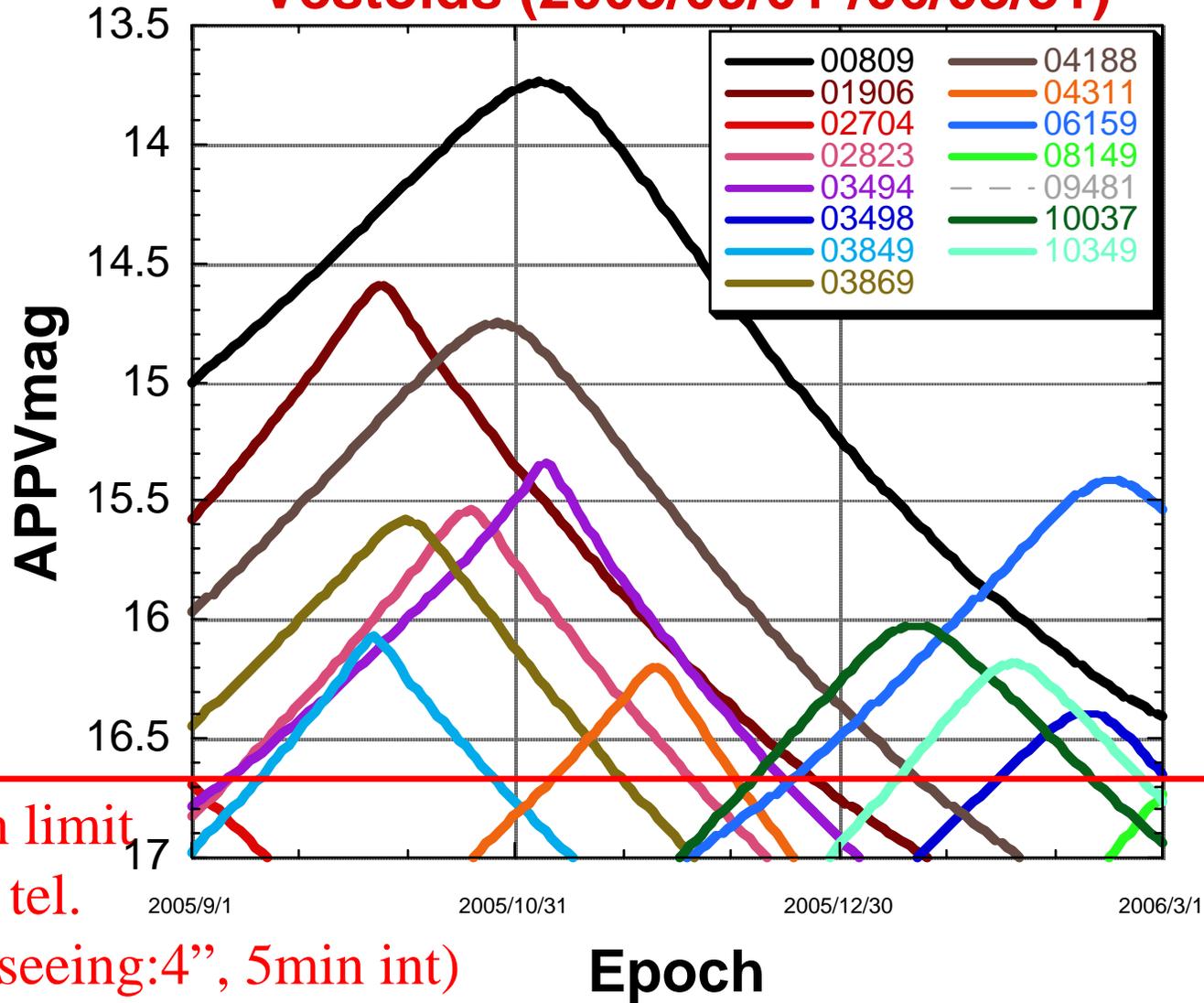
# まとめ

- 20個のベस्टイドのライトカーブ観測を行い、過去の観測と比較して、2倍以上の個数のデータを得た。
- ベस्टイドの回転の分布をみるとその分布はガウス分布的でなく、偏りがある事が分かった。
- 偏りがある原因としてYOPR効果が考えられる
- 他の研究からベスタ族を作った衝突破壊がGyr前である可能性が高いことが分かっているが、Gyrくらいの時間をかければ、YOPR効果で自転の周期(と自転ベクトル)を一方向に揃える事は可能性であると考えられる。

# まとめ

- ただ、サンプル数はまだまだ少ない。その事によって、セレクションバイアスがかかっている可能性がある。
- よって、まだまだサンプルを取得していく事を考えている。

# Vestoids (2005/09/01-/06/03/31)



Detection limit  
for 36cm tel.  
(SN~30, seeing:4", 5min int)