

# 「はやぶさ2」探査ターゲット小惑星の地上観測

課題番号 D9401

川上恭子(東京大学、JAXA)、安部正真(JAXA)

長谷川直(JAXA)、黒田大介(国立天文台)

吉川真(JAXA)、春日敏測(ハワイ大学)、北里宏平(神戸大学)

猿楽祐樹(東京大学)、木下大輔(国立中央大学)、宮坂正大(東京都庁)、  
浦川聖太郎、奥村真一郎(日本スペースガード協会)、

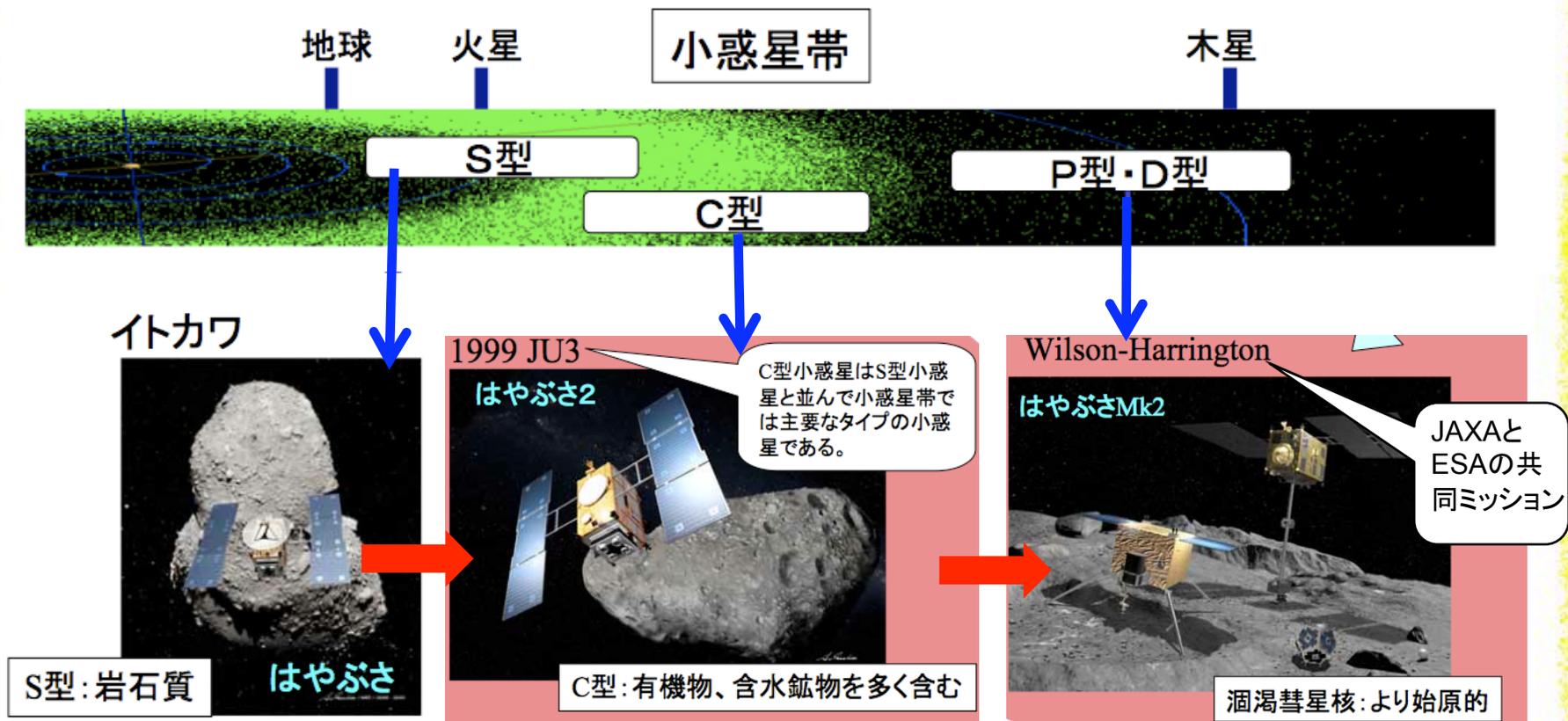
高木靖彦(愛知東邦大学)、高遠徳尚、藤吉拓哉、寺田宏(国立天文台)、  
和田武彦(JAXA)、板由房(国立天文台)、Faith Vilas(MMT observatory)、

Paul R. Weissman、Young-Jun Choi(JPL)、Alan Tokunaga、

Schelte J. Bus(ハワイ大学)、Steve Larson(アリゾナ大学)

Thomas G. Muller(Max-Planck-Institute)

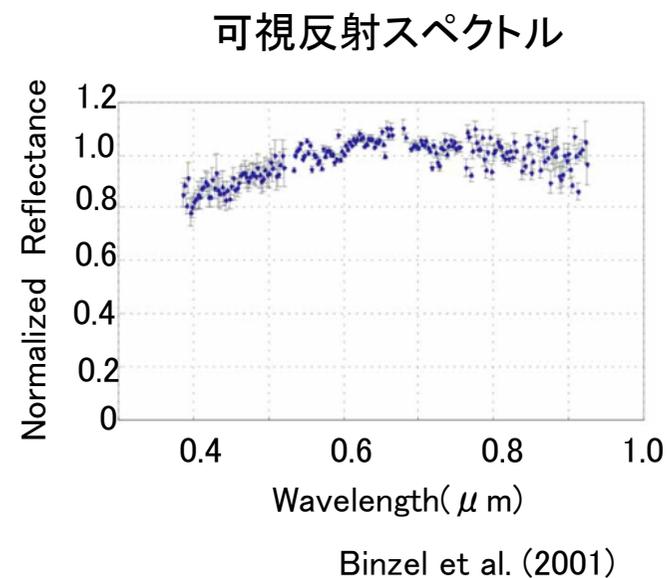
# 日本が目指す始原天体プログラム探査



はやぶさ2、はやぶさMk2(MARCOPOLOミッション)で  
より始原的な天体へ！

## (162173) 1999JU3 はどんな小惑星か？

可視絶対等級	H=19.21
スペクトル型	Cg型
反射率	不明 (C型の典型値は0.04)
サイズ(直径)	不明
自転周期	不明
自転軸の向き	不明
各軌道要素	a=1.189, e=0.190, i=5.885 , Node=251.7, Peri=211.3, M=147.3



- ・ミッションの策定のためにも、自転周期、自転軸の向きが知りたい！  
(可視の測光観測からわかる.)
- ・観測チャンスは2007年夏から～2008年の春  
(約8年ぶりの観測チャンスで、次は2012年まで観測できない.)

# 観測キャンペーン(2007年5月～2008年4月)

## <可視測光観測>

→自転周期、自転軸、形状の情報

・2007年7月～2008年4月

木曾観測所、台湾鹿林天文台、石垣島天文台

美星スペースガードセンター、ハワイ大学UH88、Steward天文台

## <赤外測光観測>

→直径 =  $922 \pm 48$  m、アルベド =  $0.063 \pm 0.006$

赤外線天文衛星「あかり」、すばる望遠鏡 COMICS

CFHT 3.6m望遠鏡

## <可視分光観測>

→C型小惑星と確認され、特徴的な吸収はなかった。

アリゾナ大学 MMT 6.5m望遠鏡

## <近赤外分光観測>

IRTF 3m赤外線望遠鏡

# 可視測光観測

<木曾観測所> PI: 安部

- ・1.05mシュミット望遠鏡
- ・2kCCD
- ・視野 50'×50'
- ・積分 180~360秒
- ・B,V,R,Iバンド



<台湾鹿林天文台> PI: 安部

<石垣島天文台> PI: 黒田

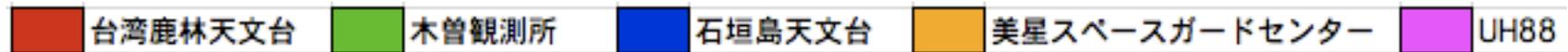
<美星スペースガードセンター> PI: 浦川

<ハワイ大学 UH88> PI: 春日

<Steward天文台> PI: Paul R. Weissman

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
7月 20等 (5.5時間)								■											■	■	■	■	■									
8月 19等 (7.0時間)				■	■		■		■	■					■		■			■												
9月 18等 (8.0時間)				■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■																	
10月 19等 (5.5時間)															■		■															
11月 19等 (4.5時間)																																
12月 19等 (4.5時間)																																
1月 19等 (3.5時間)																																
2月 18等 (3.5時間)																																
3月 18等 (3.5時間)																																
4月 18等 (4.5時間)	■			■	■									■	■																	

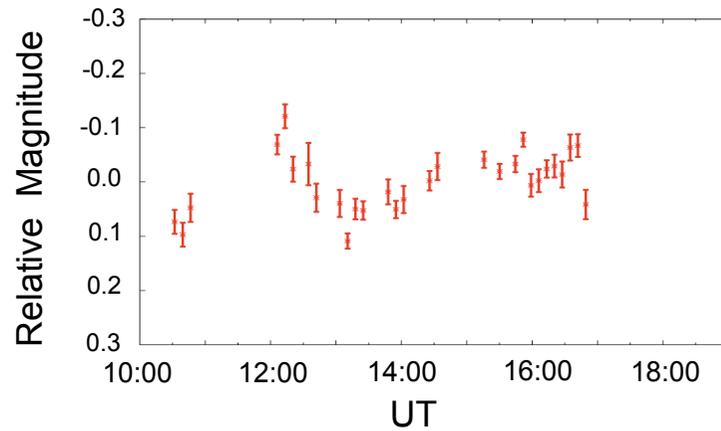
10ヶ月間で、のべ 52晩もの観測データを取得！！  
(木曾では19晩)、観測は終了



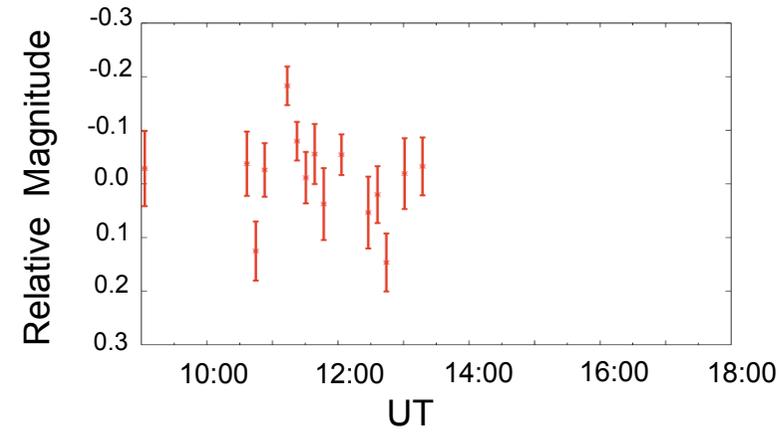
- 自転周期
- HGパラメータ
- 自転軸

# Rバンドライトカーブの一例

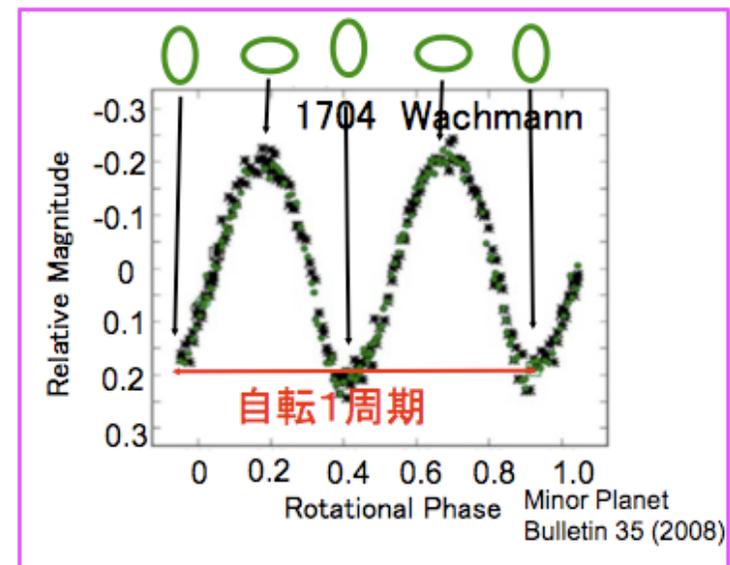
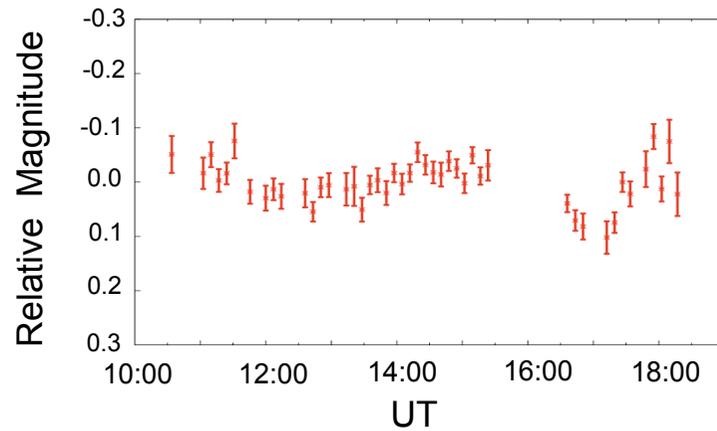
9/7 木曾観測所



11/8 木曾観測所



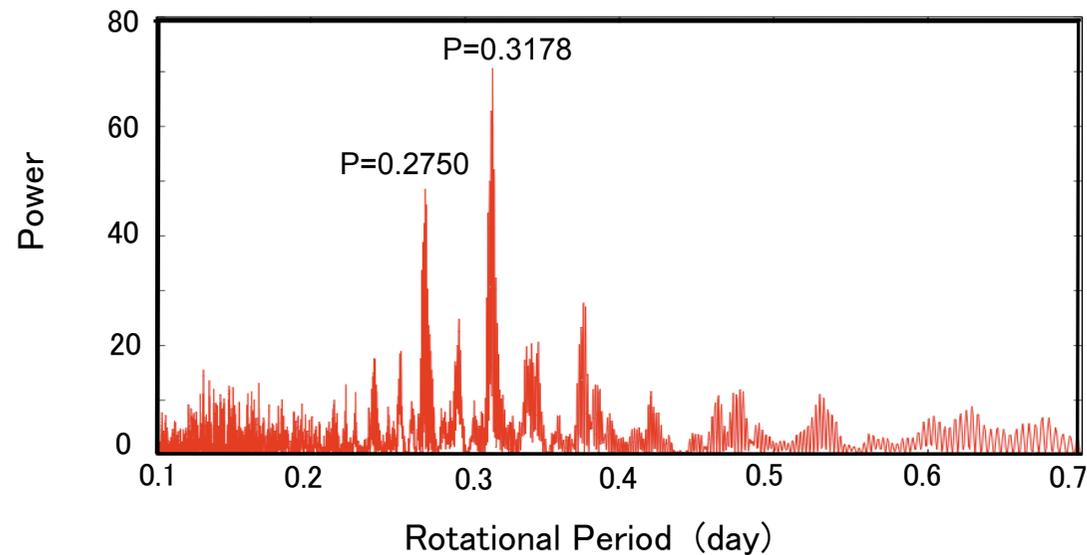
9/8 木曾観測所



## 自転周期の解析

- ・7月～9月の天候の安定した13晩のデータを使用.
- ・スペクトル解析

(Period Searching & Lightcurve Fitting Program; B. Dermawan)

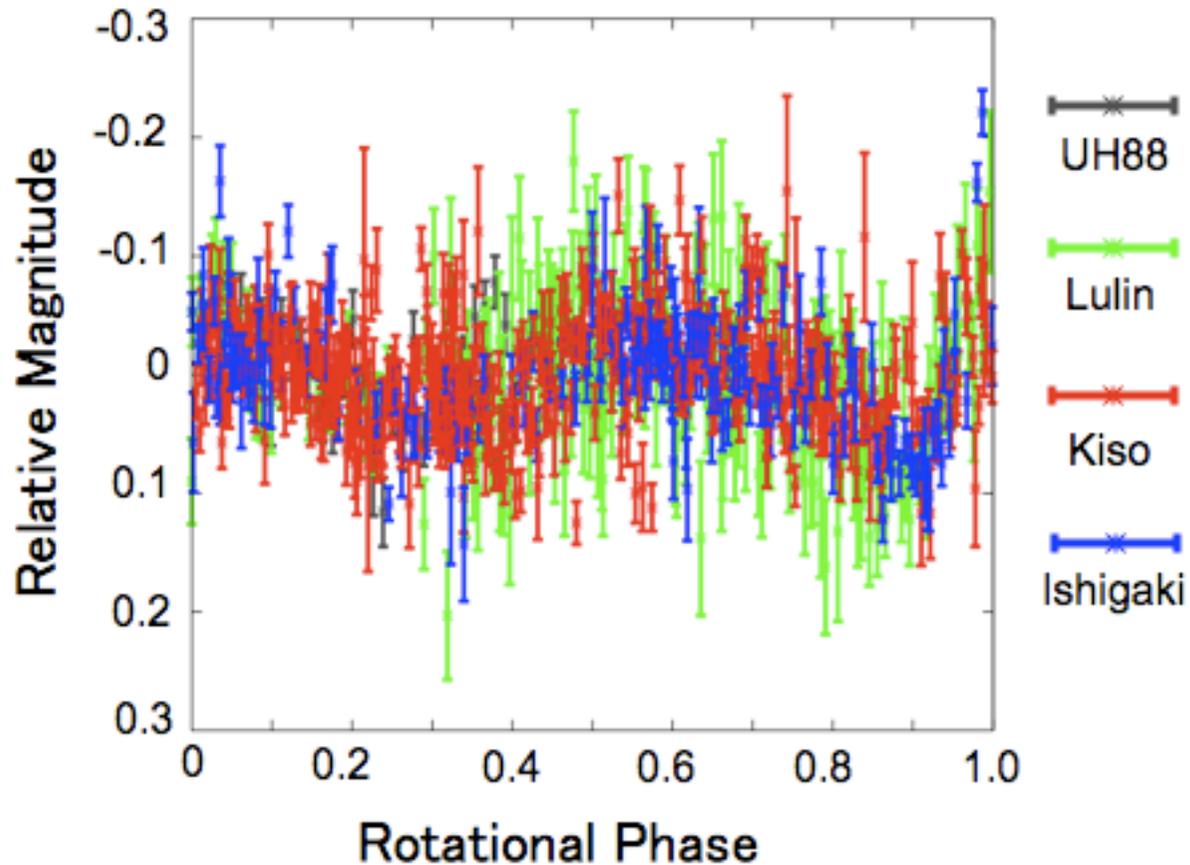


自転周期 0.3178日の場合 : 1日に約3.14回転  
自転周期 0.2750日の場合 : 1日に約3.64回転  
→ アメリカの観測結果から決着がついた.

自転周期は

0.3178 ± 0.0003 日  
(7時間37分38秒 ± 21秒)

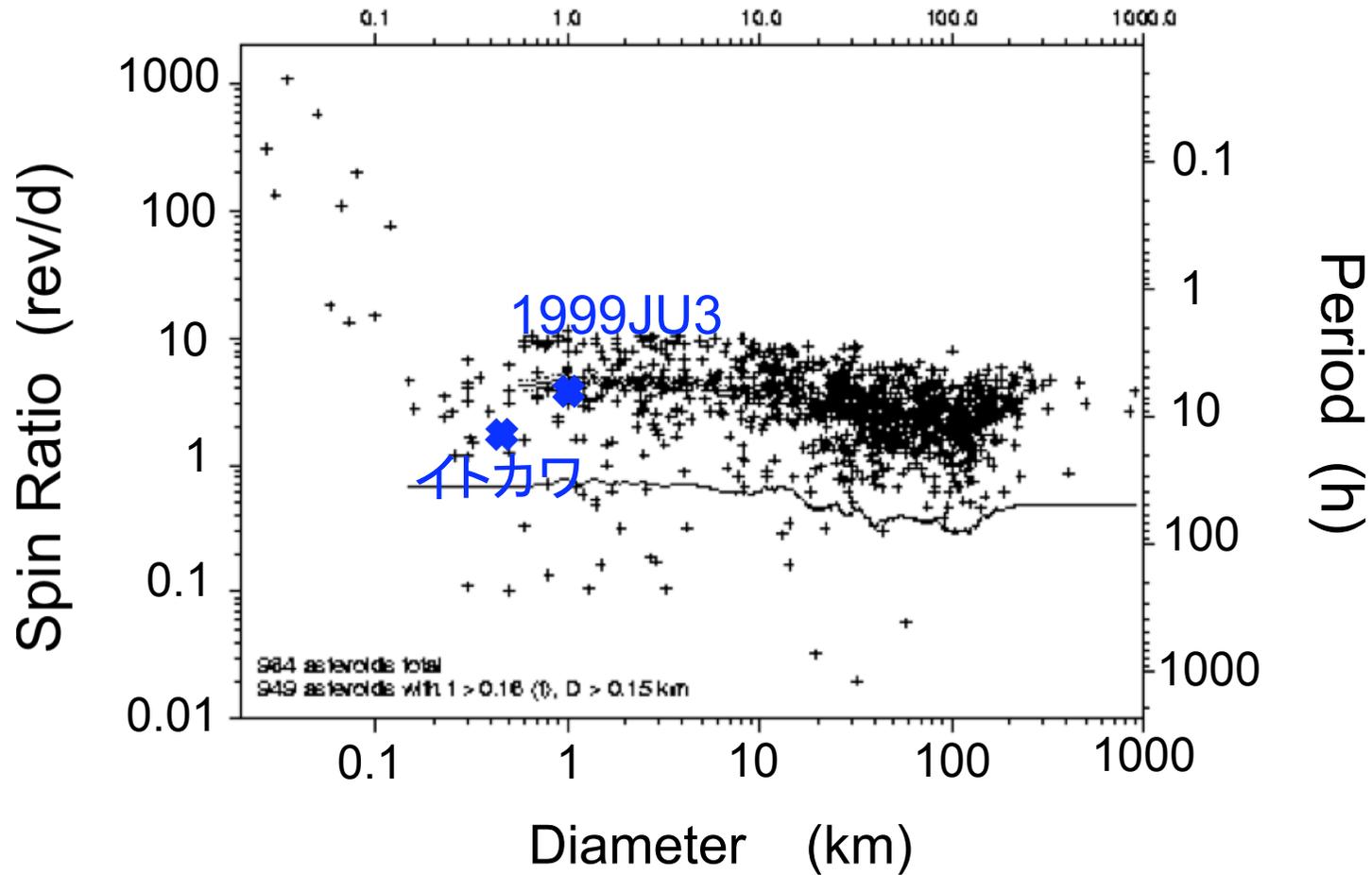
## 自転周期P=0.3178日で折り畳んだRバンドのライトカーブ



・ライトカーブの振幅が小さい。

→ 自転軸が地球の方向近くを向いている. or 形状が球形に近い.

# 小惑星の直径VS自転周期

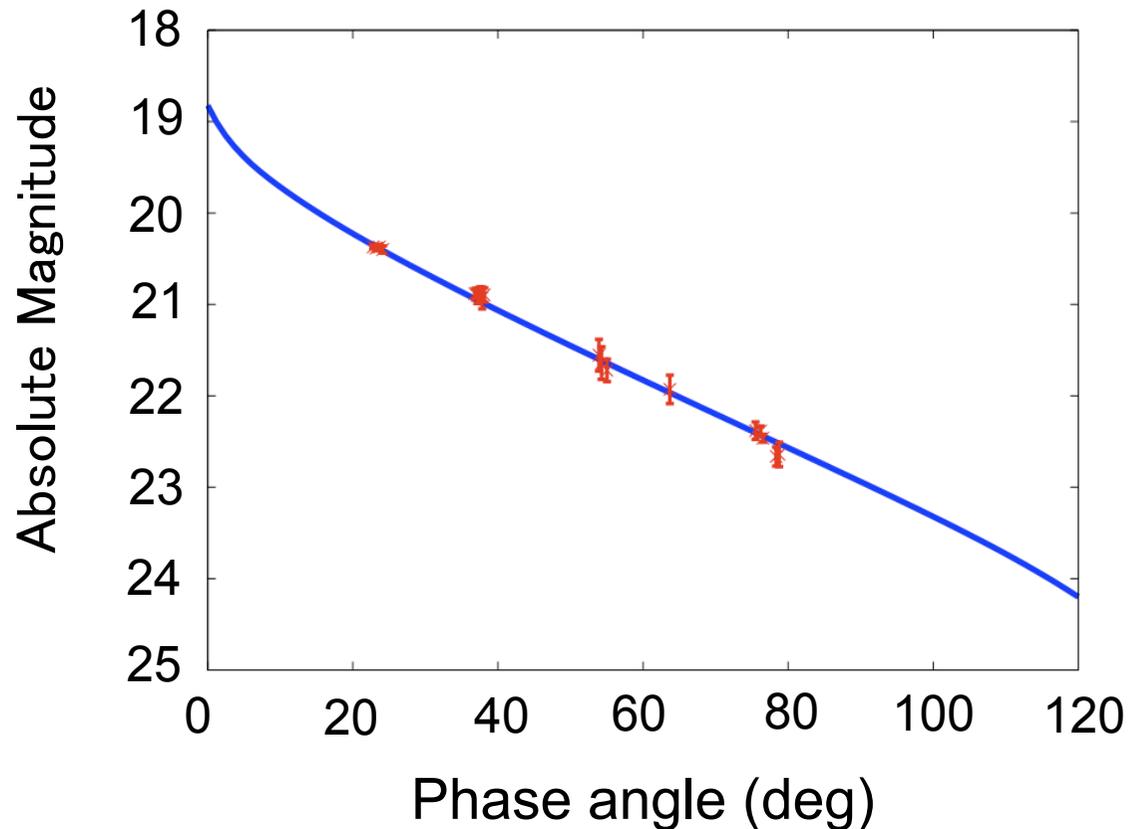


Pravec et al. 2002

- ・ 自転周期
- ・ HGパラメータ
- ・ 自転軸

## HGパラメータ

- H...小惑星の絶対等級(太陽、地球から1AU, 位相角0度の等級).
- G...スロープパラメータ(位相角変化に伴う小惑星の明るさの変化を示す指標)



▪  $H=18.82$

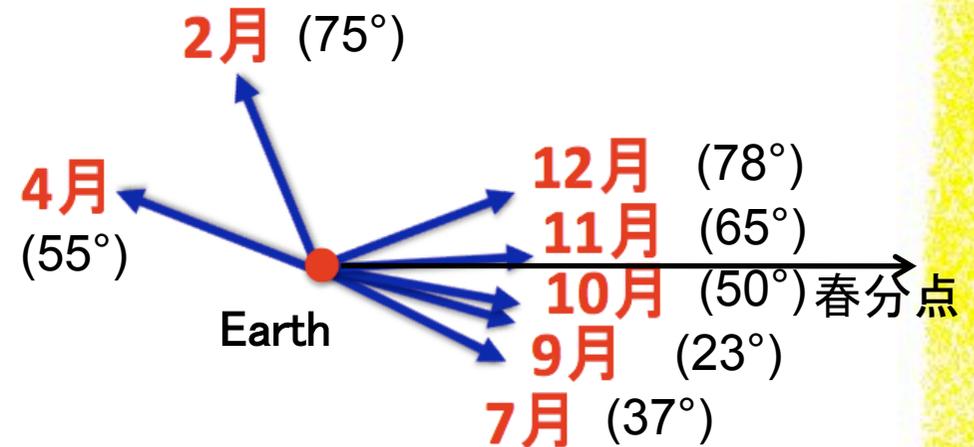
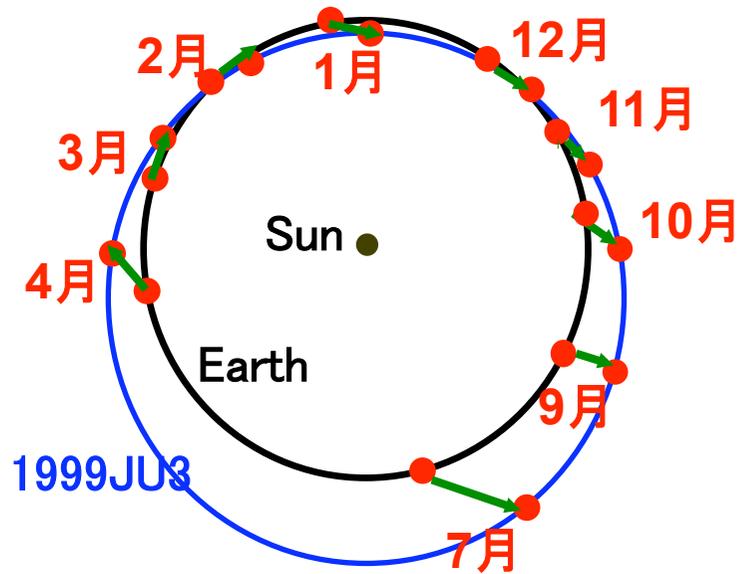
▪  $G=-0.110$

(C型の典型値 0.15)

※S型の典型値 0.40

- ・自転周期
- ・HGパラメータ
- ・自転軸

# 7月～4月のライトカーブ



☆地球から小惑星を見る方向が変化している.

※数字は太陽位相角

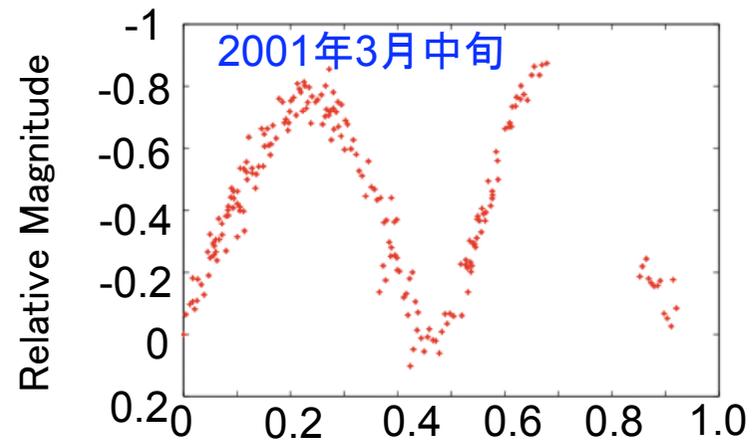
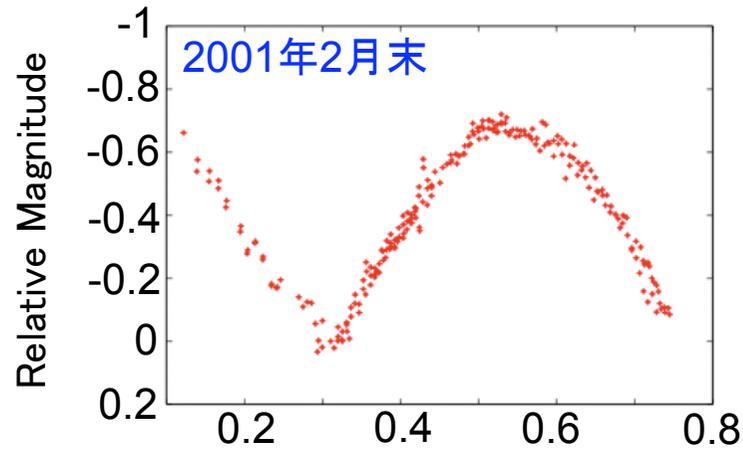
## Epoch法

→ライトカーブの位相のズレから自転軸の向きを求める.

## Amplitude法

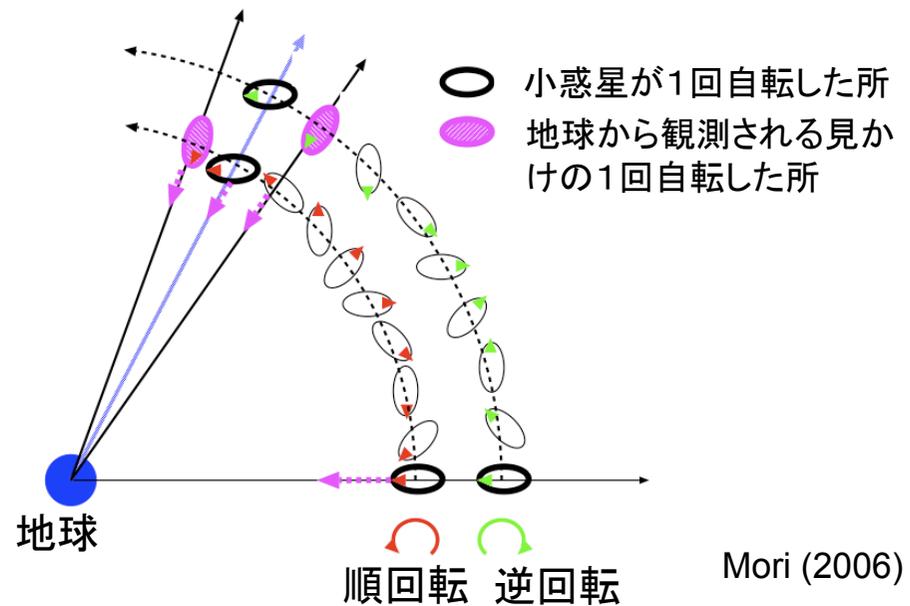
→ライトカーブの振幅の変化から自転軸の向き、軸比を求める.

(イトカワの場合 Ohba 2002)



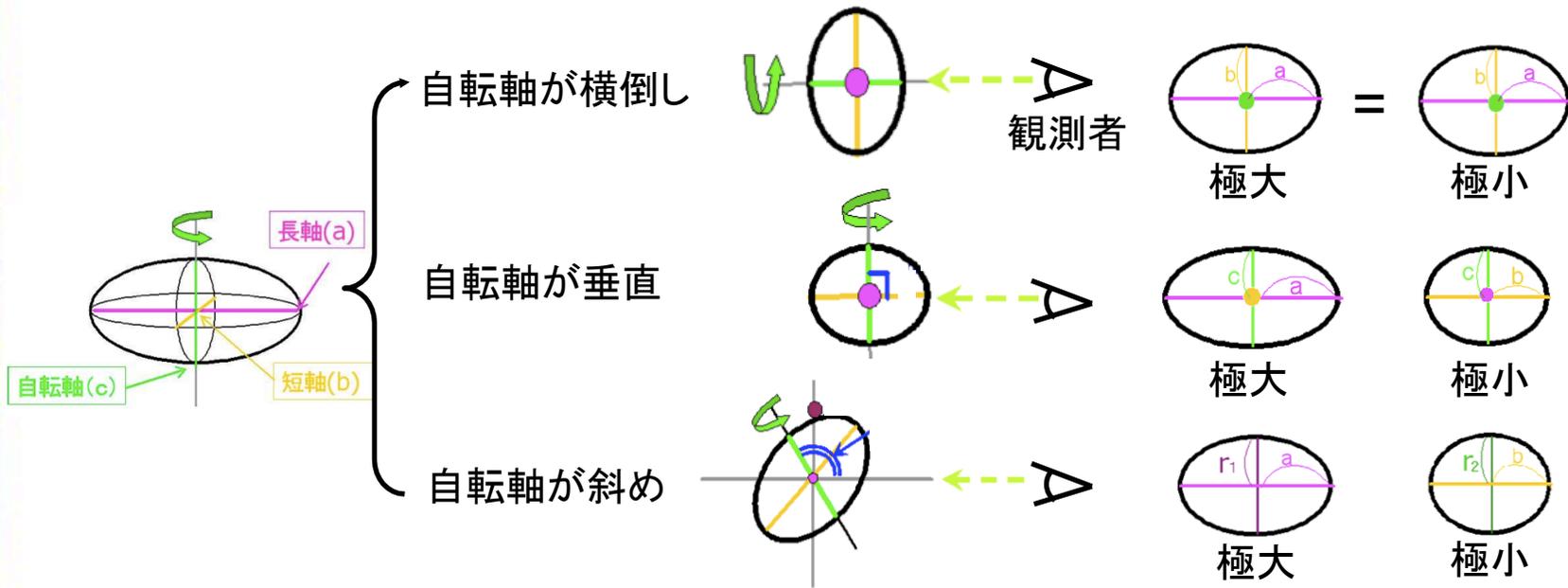
### 1. Epoch法

☆ライトカーブの位相のズレから  
自転の方向、自転軸の向きを推  
定する方法.



## 2. Amplitude法

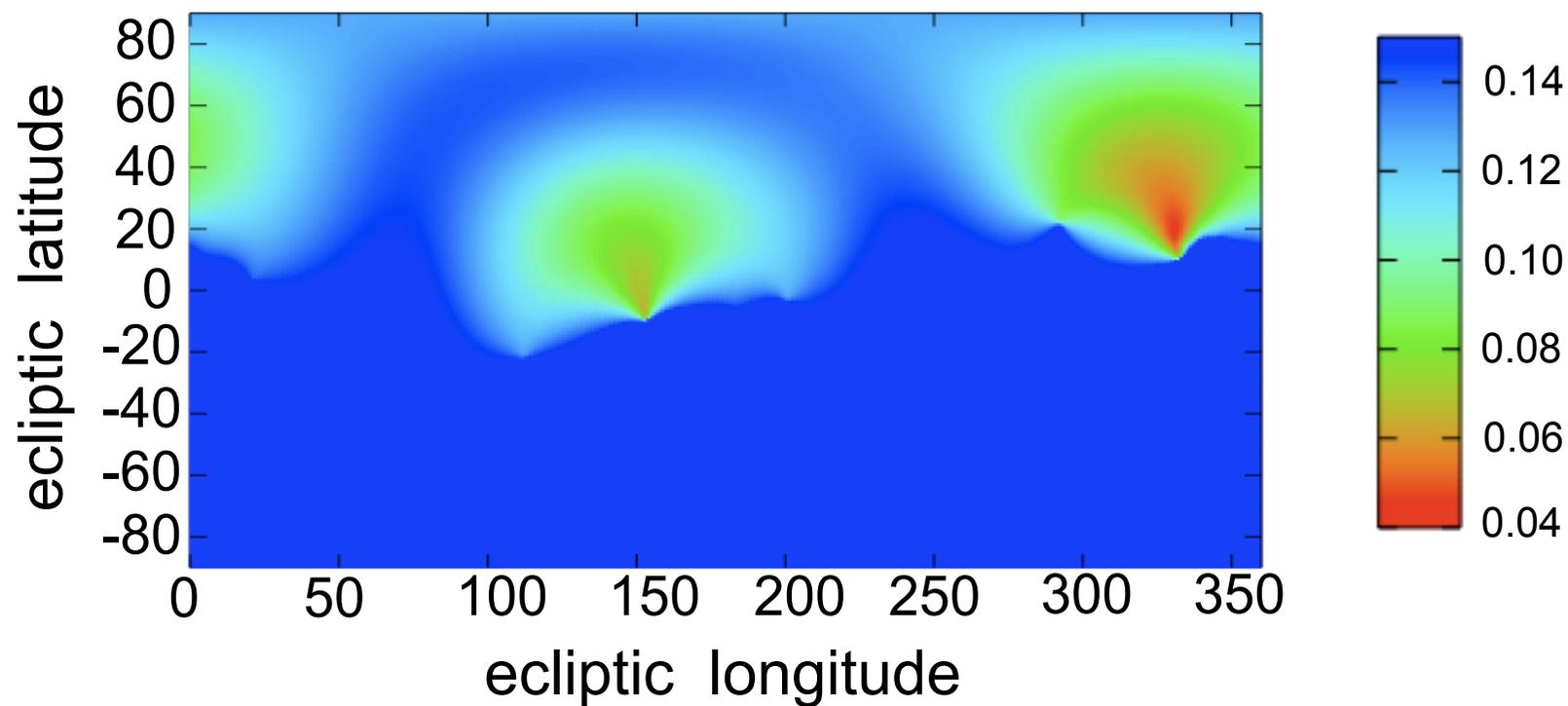
☆ライトカーブの振幅の変化から自転軸の向き、形状を推定する方法。



Mori (2006)

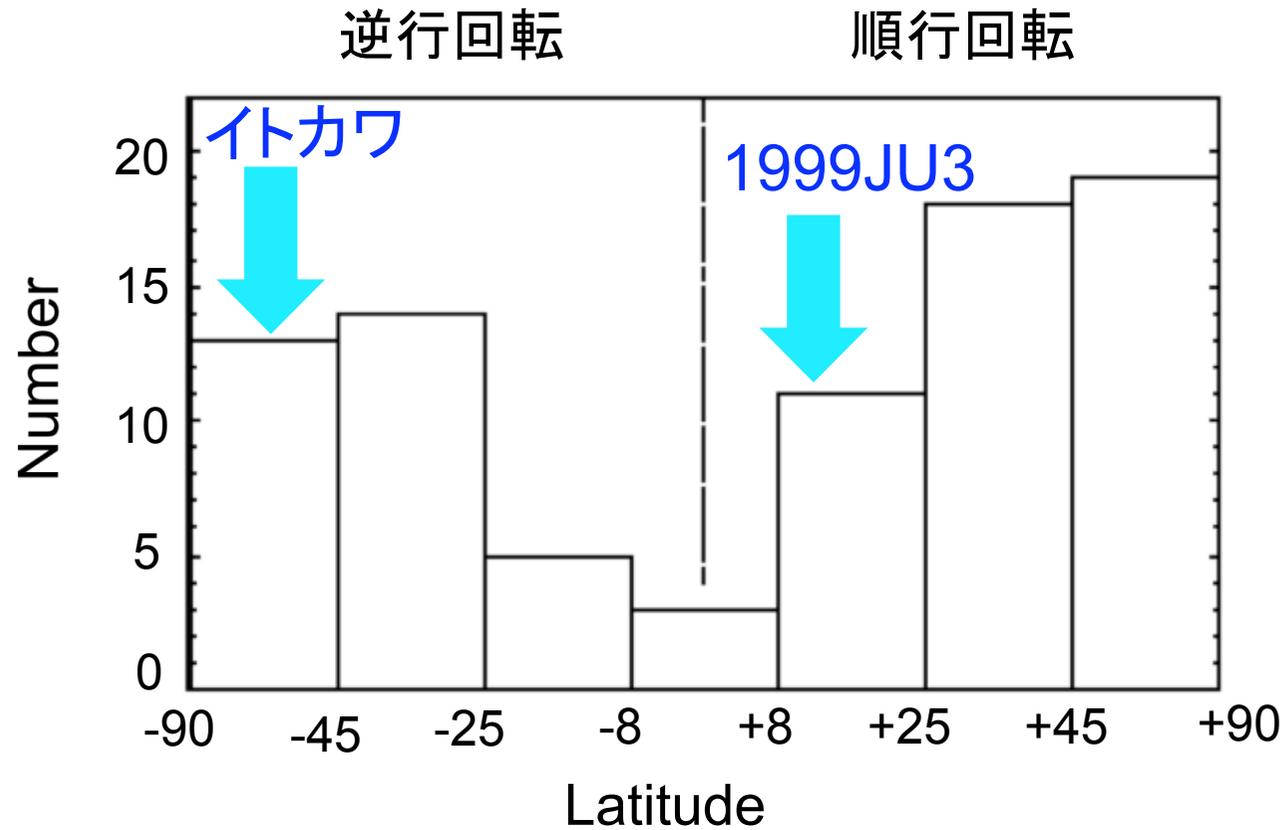
## Epoch法 + Amplitude法

自転軸の傾き



- ・自転の向きは順方向.
- ・自転軸の方向は、黄経 $331^\circ$  , 黄緯 $20^\circ$
- ・形状は  $a : b : c = 1.3 : 1.1 : 1.0$

# 小惑星の自転軸の向き



Pravec et al. 2002

## まとめ

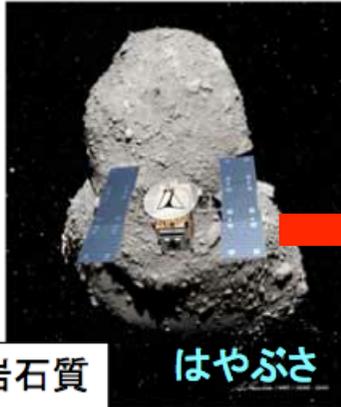
1999JU3(162173)を探查するための情報集めの観測が2007年5月から始まり、2008年4月で終了した。

### ☆可視測光観測の結果☆

可視絶対等級	H=19.23 → 18.82
スロープパラメータ	不明 → -0.110
自転周期	不明 → 7.6272時間 (探查機が着陸できる)
自転軸の向き	不明 → 自転の向きは順方向. (公転と同じ向き.) 自転軸の方向は、黄経331° , 黄緯20° .
形状	不明 → a : b : c = 1.3 : 1.1 : 1.0

# 今後

イトカワ



S型: 岩石質

はやぶさ

1999 JU3

はやぶさ2



C型: 有機物、含水鉱物を多く含む

C型小惑星はS型小惑星と並んで小惑星帯では主要なタイプの小惑星である。

Wilson-Harrington

はやぶさMk2



涸渇彗星核: より始原始的

JAXAとESAの共同ミッション

はやぶさMk2(MARCOPOLOミッション)の探査ターゲット「Wilson-Harrington (107P)」が2008年に観測好機!!

木曾観測所などで観測予定.