

(3200) Phaethon観測 (2025/9/19)

# 日本とタイの高校生の共同観測計画 (海外への掩蔽観測普及に向けて)



IOTA/EA 0018 加瀬部 久司

# おもな内容

- 国内高校の共同観測経緯
  - タイの高校生との共同観測 紹介
  - 体験から得られたこと
  - IOTA/EAに期待すること
- など

# 活動状況

| 学校名           | 指導                | R4 (2022) |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   | R5 (2023) |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   | R6 (2024) |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   | R7 (2025) |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |
|---------------|-------------------|-----------|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|-----------|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|-----------|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|-----------|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|
|               |                   | 4         | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4         | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4         | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4         | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
| KUS (タ)       |                   |           |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |           |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |           |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |           |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |
| a:宮崎県立宮崎北高校   | JOIN<br>河野        |           |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |           |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |           |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |           |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |
| b:愛知県立一宮高校    | JOIN<br>高村        |           |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |           |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |           |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |           |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |
| c:兵庫県立小野高校    | 稲葉                |           |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |           |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |           |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |           |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |
| d:兵庫県立三田祥雲館高校 | JOIN<br>岸本<br>加瀬部 |           |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |           |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |           |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |           |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |

次世代人材育成事業  
SSH スーパーサイエンスハイスクール

SSHとは | 事例と成果 | SSH指定校 | SSH生徒研究発表会 | お知らせ | 広報資料

先進的な理数系教育による創造性豊かな科学技術人材の育成

文部科学省  
事業の方針決定

学校の指定等  
評価  
指導助言

スーパーサイエンスハイスクール指定校

課題研究、探究的な学習活動の推進

科学技術、理科・数学に重点を置いたカリキュラムの開発と実施

管理機関  
(都道府県教育委員会等)

SSH指定校における取組の進捗管理

管理機関が定める理数

↑ TOP

現地指導

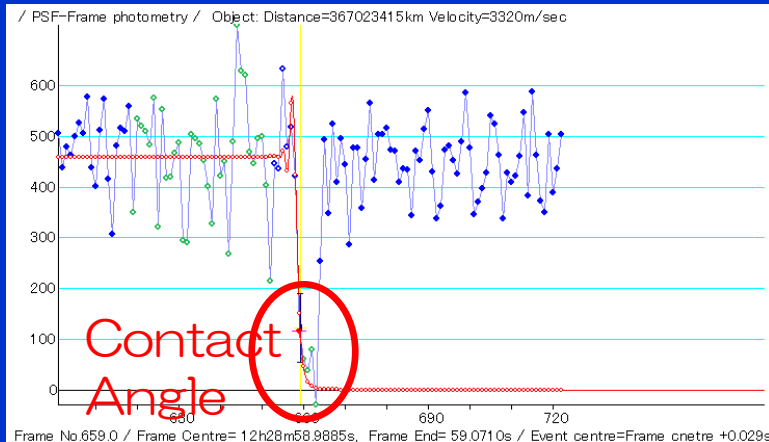
11/18(火) ~23(日)

# 2023/7/28 はじめての4校共同観測

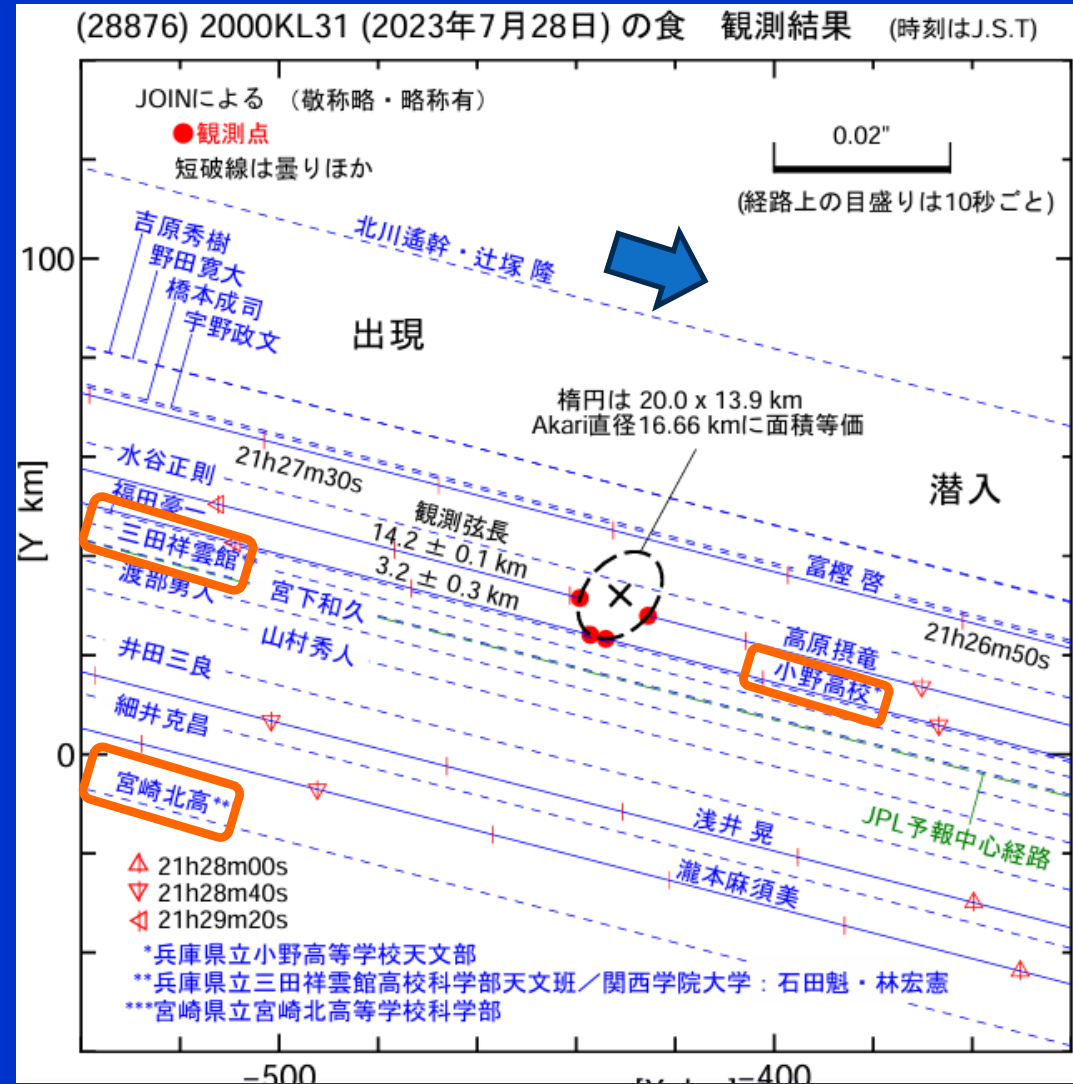
対象星は11.8mag、(28876) 2000 KL31、観測は各校で実施



小野高校の観測風景



減光時間：0.754sec, C/A：69°



30近い観測網であったが、成立は5件のみ

# 兵庫県立小野高校

# 全国大会で受賞



全国大会で発表



2024年8月  
全国総合文化発表会で奨励賞

高校生観測チーム→

○←九工大

# 2024/11/16 (土) Phaethon観測



本番前の待機中

| 参加学校        | 生徒数 | 望遠鏡         |
|-------------|-----|-------------|
| 宮崎県立宮崎北高校   | 9   | 20cmF4+赤道儀  |
| 愛知県立一の宮高校   | 6   | 20cmF10+赤道儀 |
| 兵庫県立小野高校    | 8   | 20cmF4+赤道儀  |
| 兵庫県立三田祥雲館高校 | 6   | 20cmF4+赤道儀  |
| 計           | 28  | 女子生徒20名     |



観測は不成立

Phaethon観測は不成立・・・

# 曇雨天メニュー

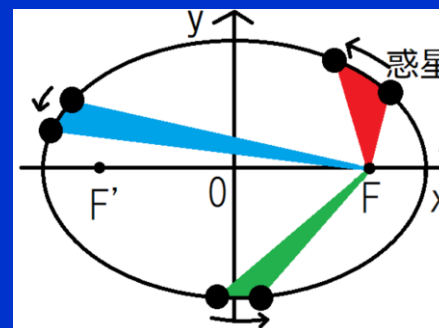


公園で塩づくり体験

## ケプラーの第3法則など学習



各校の活動報告



$$\frac{T^2}{a^3} = \text{一定}$$

公転周期の2乗と楕円の長半径の3乗との比は、すべての惑星について共通な一定値

# 記念撮影 高校生のPhaethon観測チャレンジ



記念撮影

このあと宮崎北高生は、神戸大でのセミナーへ合流

# 2025/2/3 南限界線接食の観測

Grazing Occultation

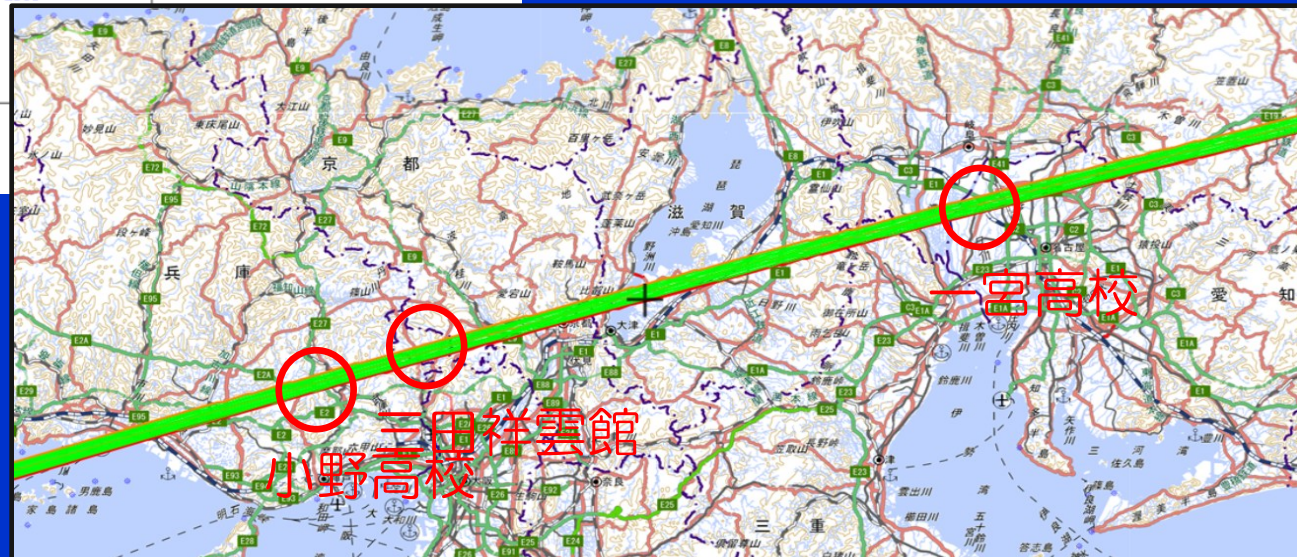
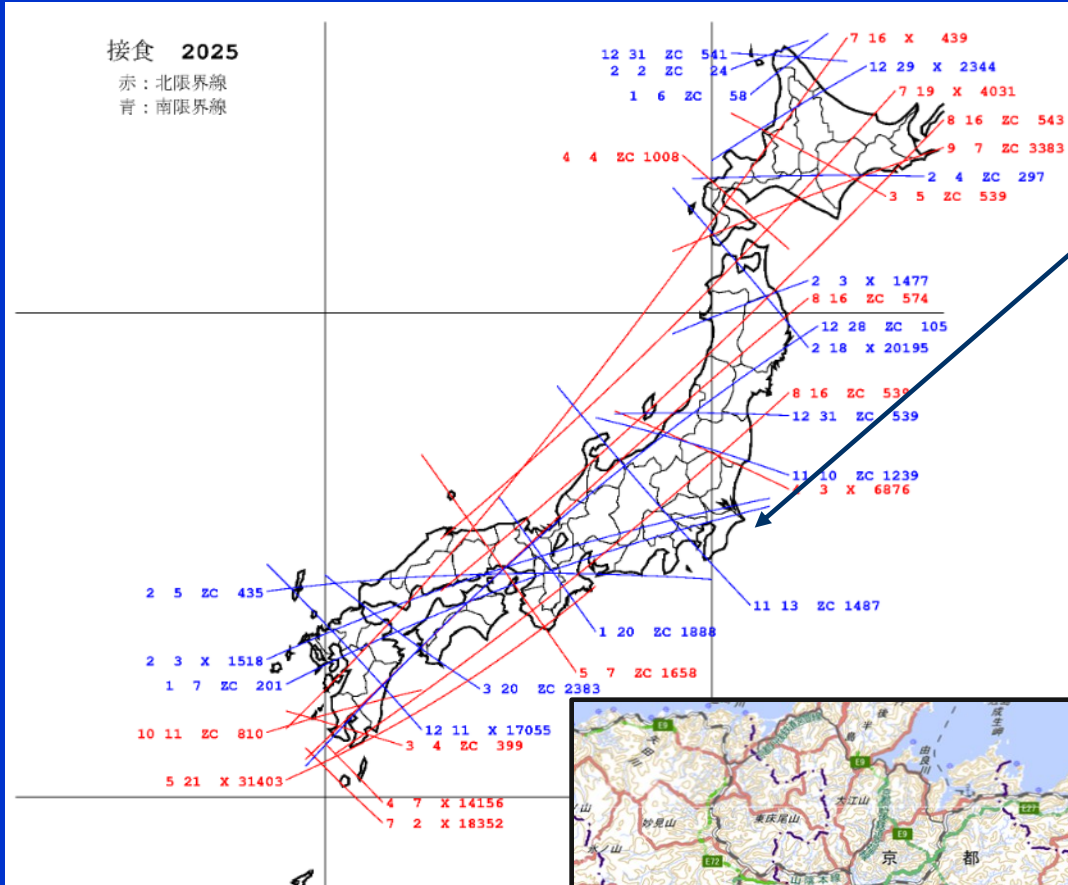
予報NO. X1518  
8.0等星（南限界線接食）

月影の移動は、約1km/秒東進

接食 2025

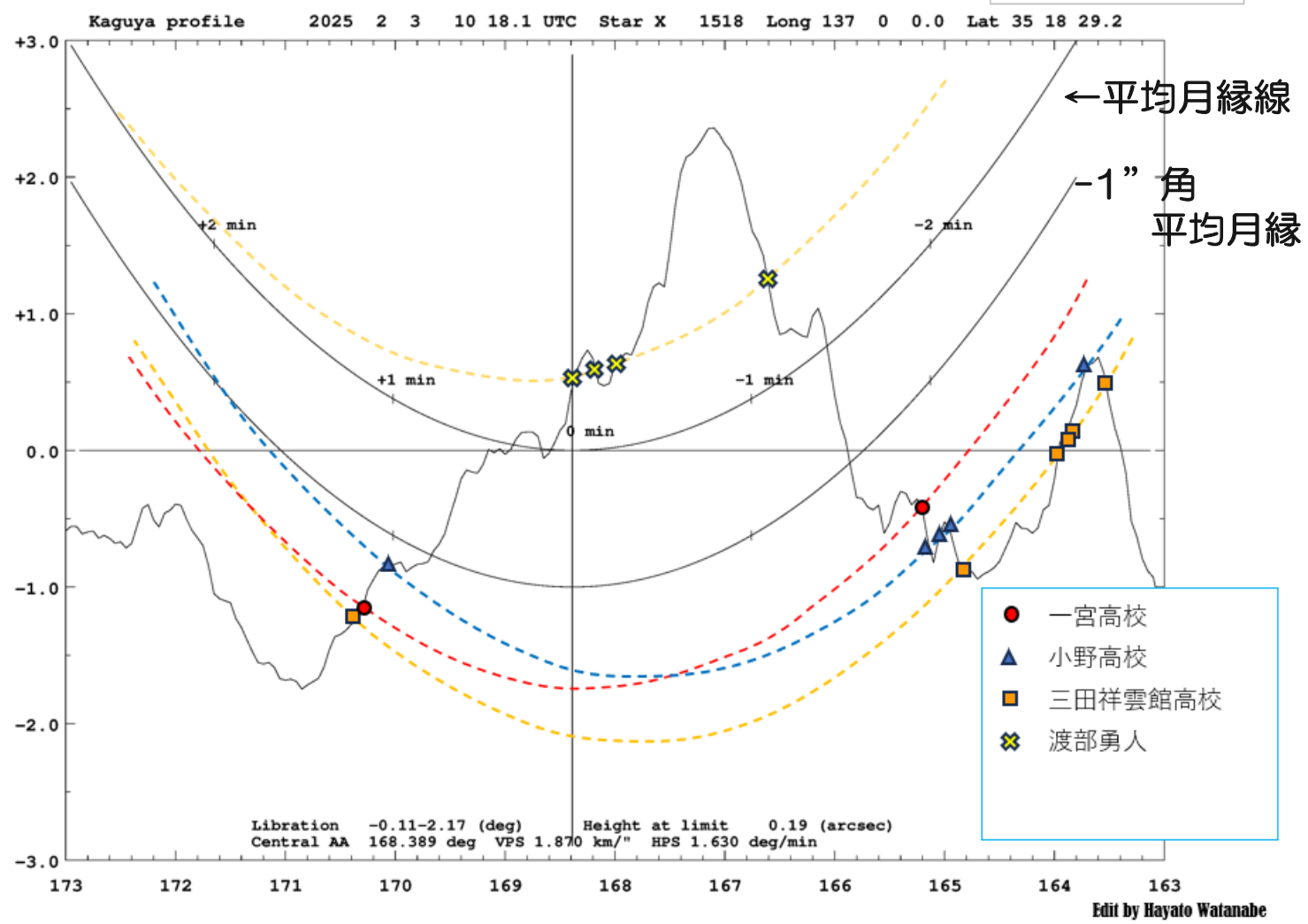
赤：北限界線

青：南限界線



# 2025/2/3 南限界線接食の観測

update: Jan 19 2025



予報図

← 時間

横軸に対して縦軸は約4,400倍拡大記載されている

# タイと日本の高校生 による 小惑星共同観測

バンコク（タイ）：

カセサート大学附属高

望遠鏡なし  
観測経験なし

現地指導

11/18~23



一宮高校



小野高校



三田祥雲館高校



Somsak先生 (理科)



スチャダ先生 (理科)



宮崎北高校



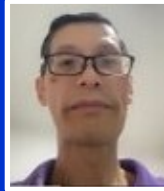
河野先生



Andy先生 (化学)



Wongduan先生 (化学)



Kim先生 (日本語)

サポート

Tony (トンさん)

- Telescope Thailand
- タイ天文学協会会長 (The Thai Astronomical Society)
- KUS 卒業生



Mr. Panu



National Astronomical  
Research Institute of Thailand



Mr. Sittaporn

Matipon教授



20cm GOTO ドブ



動画カメラ



GPS受信器  
with PPS



加瀬部

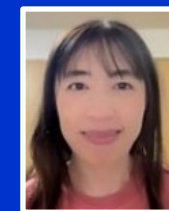


山村氏



岸本氏

サポート



産業医大  
吉田助教授



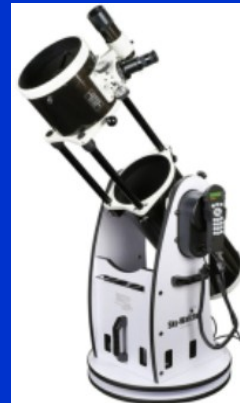
IOTA/EA

# 機材の選定

BKK 東経：100° 北緯：13°

キーワード

**現地調達！**



|                                                     | 最終：現地調達                                                           | 当初：日本から持参？                                           |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1. 口径                                               | 20cmF6 (セット品)                                                     | Vixen 20cmF4                                         |
| 2. 架台の方式<br>(AC電圧)<br>(マニュアル)<br>(指導)<br>(アフターサービス) | 経緯台 ←低緯度に最適<br>(220V)<br>(英語or現地語)<br>(現地指導が期待できる)<br>(継続して期待できる) | 赤道儀 ←極軸合わせ難<br>(100V)<br>(日本語)<br>(日本人が実施?)<br>(やや難) |
| 3. 調達方法                                             | 現地購入                                                              | 日本から送付 (運搬?)                                         |
| 4. 制御                                               | 自動導入 (PC制御可)                                                      | 自動導入 (PC制御可)                                         |
| 5. 価格                                               | ¥168,300.-                                                        | ¥536,000.-                                           |
| 6. 注意点                                              | 水平重要、天頂苦手、写野回転                                                    | 極軸合わせ                                                |

# 8/20(水) 望遠鏡一式提供



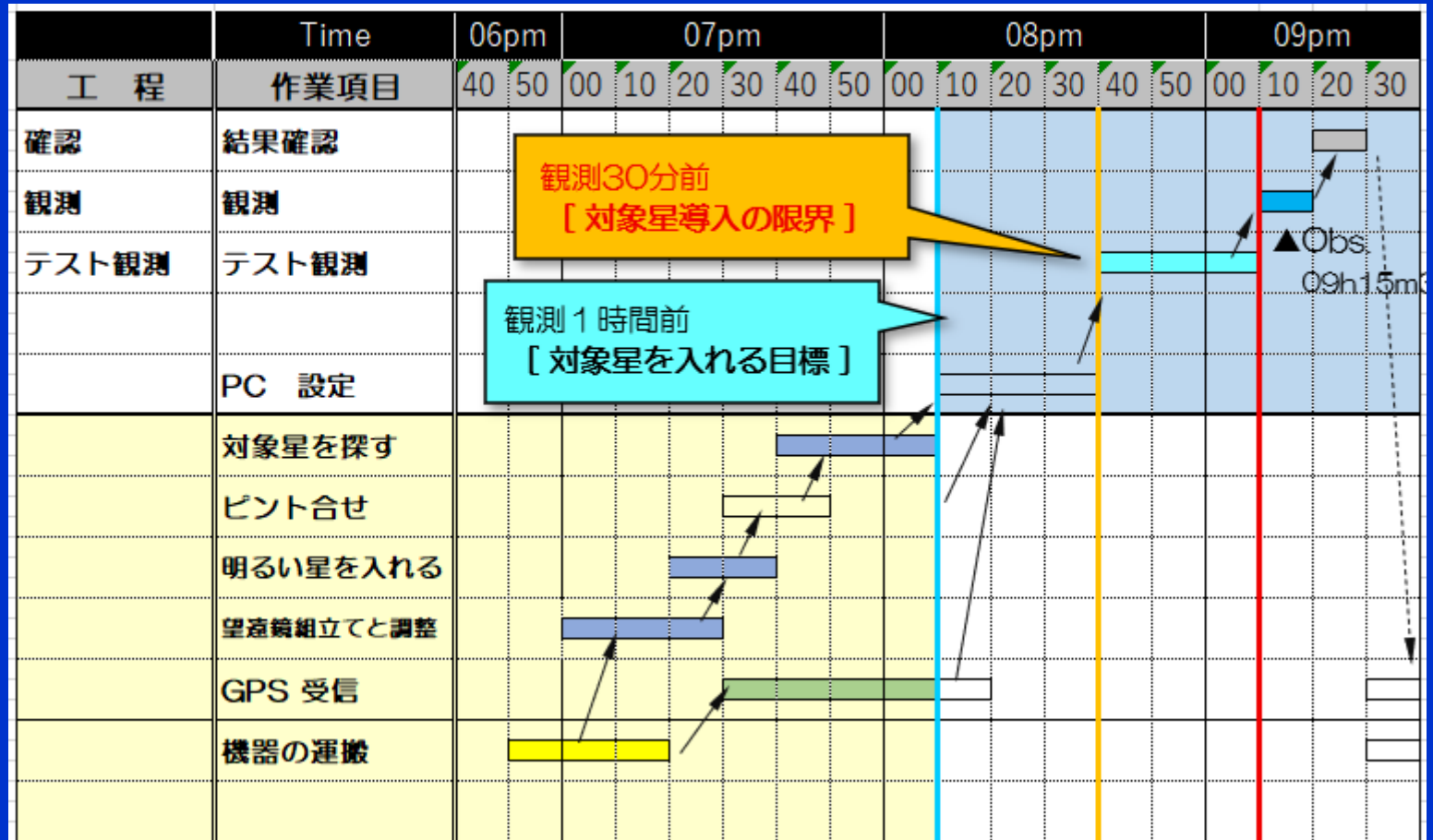
校内に天文同好会が結成された！

# 観測の作業ステップ

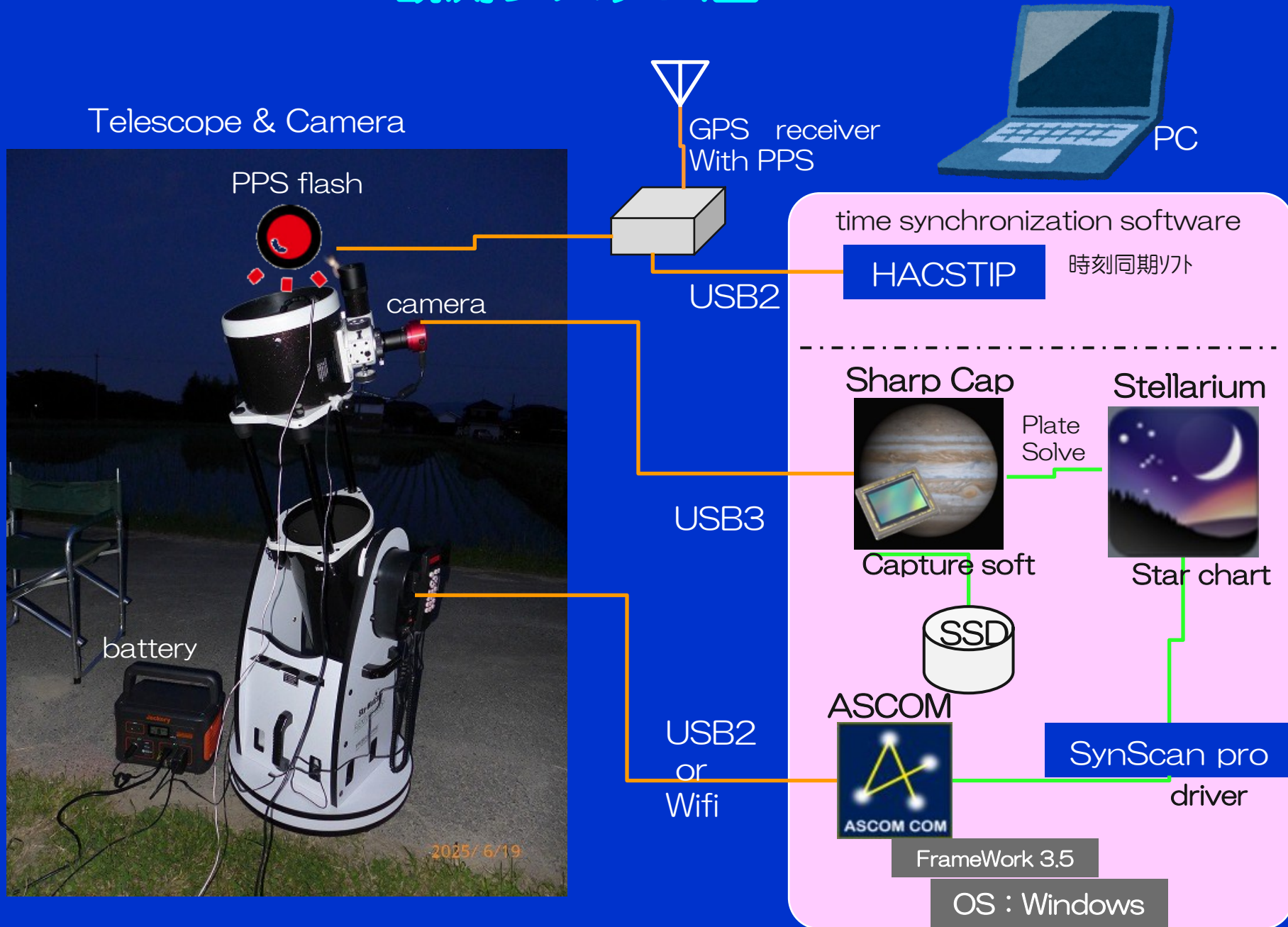
観測1時間前には、対象星を見つけよう！

## ① 準備段階

## ② 観測段階



# 観測システム図



# 5/20ごろ 理科の先生やOB・子供たちで観望会開催



星座早見盤の勉強会



観望会



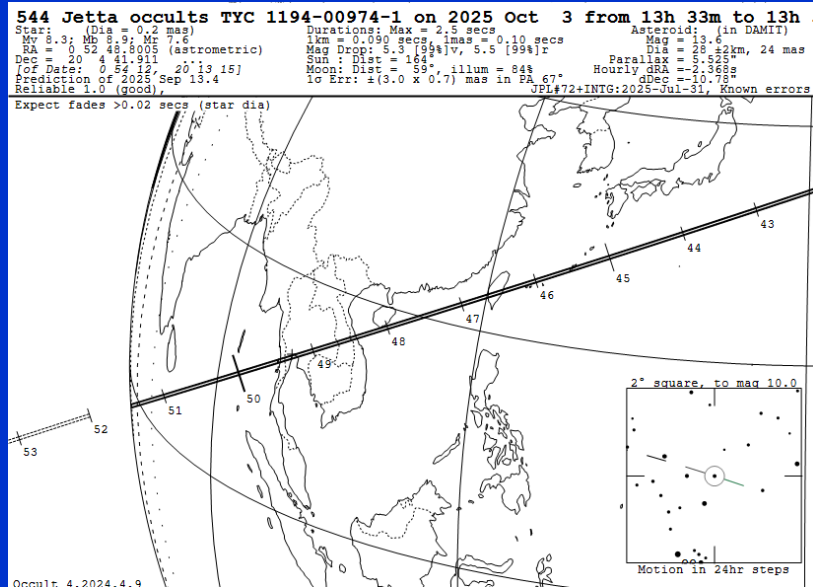
望遠鏡の操作レクチャー



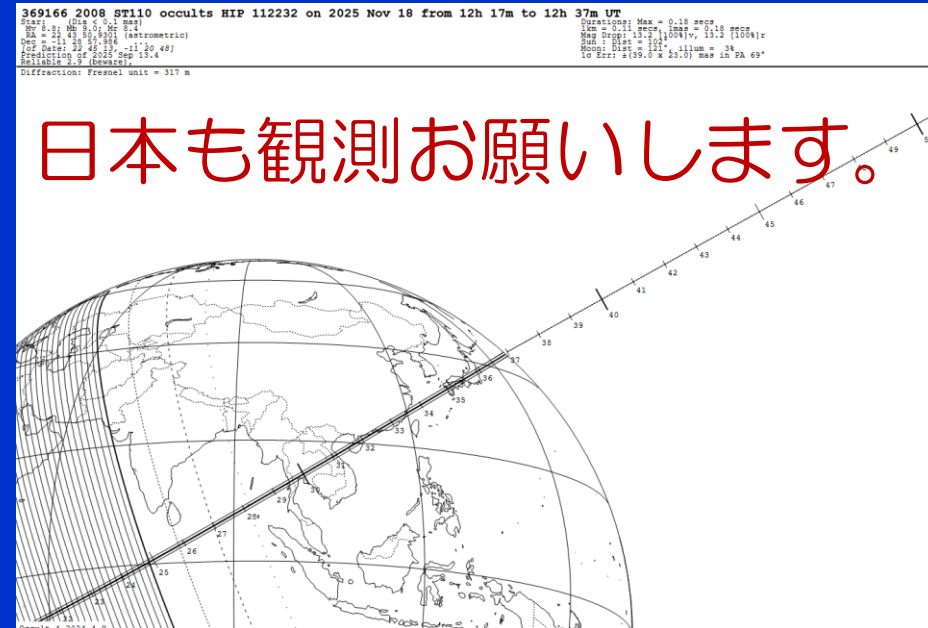
観望会

# 予報提供の重要性

2025/10/3 (544) Jetta



2025/11/18  
(369166) 2009ST110

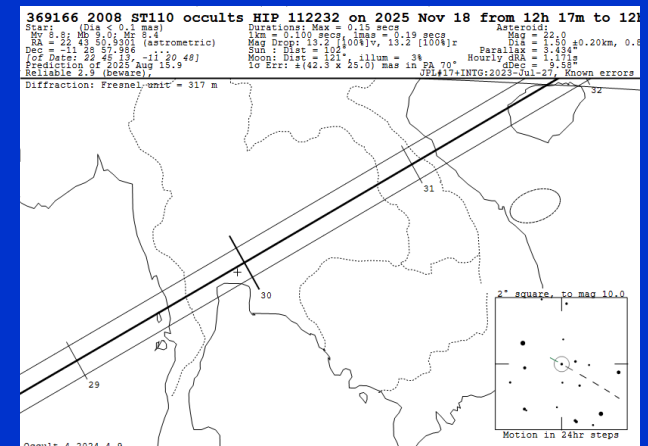


日本も観測お願いします。

根元さんの掩蔽予報が、

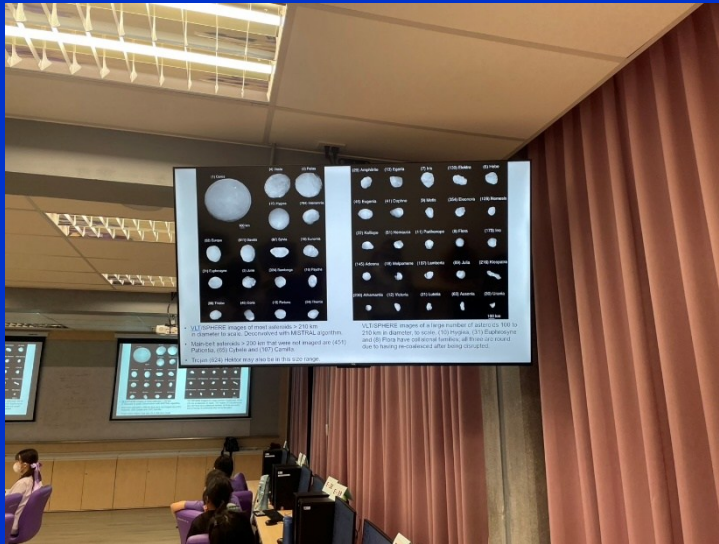
大変役立っています。 感謝！

xmlファイルを送付



# 現在の現地状況：Occult4を使った予報抽出勉強会

9/12（金）有志約30名、大半中学生！



# 11/18(火) ~23(日) 現地での活動 (予定)

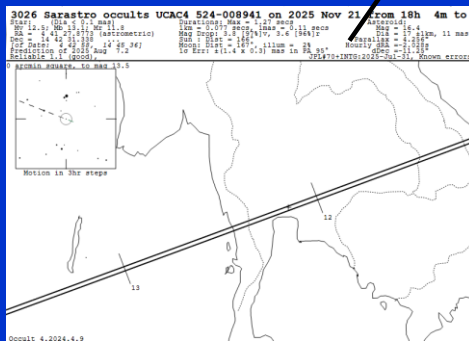
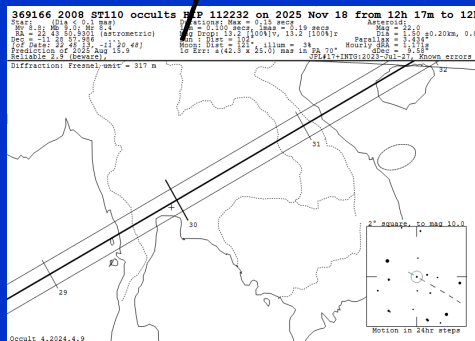
tentative

## Practice Schedule for Asteroidal Occultation Observations at BKK

|                | 18-Nov             | 19-Nov        | 20-Nov        | 21-Nov                         | 22-Nov        | 23-Nov    | 24-Nov |
|----------------|--------------------|---------------|---------------|--------------------------------|---------------|-----------|--------|
|                | Tue                | Wed           | Thu           | Fri                            | Sat           | Sun       | Mon    |
| UT             |                    |               |               |                                |               |           |        |
| LT             |                    |               |               |                                |               |           |        |
| Obs.           |                    |               |               |                                |               |           |        |
| place          | Obs.1<br>(KUS)     | spare<br>Obs. | spare<br>Obs. | Obs.2<br>(KUS)                 | spare<br>Obs. |           |        |
| Rectu<br>res   |                    | (KUS)         | spare         |                                | spare         |           |        |
| Other<br>s     | K.Kono<br>H.Kasebe |               |               |                                |               |           |        |
| Site<br>Seeing |                    |               |               | 予定：カンチャナブリ<br>จังหวัดกาญจนบุรี | spare         | free time |        |

Dpt\_01:00am

Dpt\_08:15a



## その他の課題

- ・ 予報抽出方法
- ・ 解析方法
- ・ 報告、その他



# まとめ 海外普及への要点

## 1. 現地リソースの最大活用（ショップ、団体、ひと）

- (1) 掩蔽観測は、アマチュアなど市民主体に普及させることが重要
- (2) 潜在能力やモチベーションは、十分あると思われる。

## 2. 日本からのサポート

- (1) 英語版マニュアル・資料の提供・観測指南
- (2) 掩蔽予報（Occult4 xmlファイル）提供 ←現地専門家が育つまで

## 3. 定着化 →指導者育成、現地体制の構築

- ①オンライン指導 ②現地指導 ③日本での集合研修？ など

## 4. その他

- (1) GPS受信器（PPS）の自作方法or提供体制
- (2) 観測機材、PCなど

# この観測を通じ、何が期待できるか？

関西学院大学理学部 物理・宇宙学科 松浦教授より

## (1) 期待される効果

- ①太陽・地球・小惑星の位置関係や、天球座標への理解
- ②小惑星の知識や、太陽系誕生期との関係性
- ③NEO（地球接近型危険天体）への理解
- ④望遠鏡の知識、きめ細かな操作能力
- ⑤GPS受信やC-MOSセンサーなどの知識
- ⑥解析方法や科学的手法への理解
- ⑦共同で結果を出す手法である（競い合う方法でない）
- ⑧総合して、企画・準備・観測・解析・結果確認の流れや技術の享受など、科学的プロセスを実体験できる

- (2) 結果が明確に表れるところは、本観測の特徴。  
努力がすぐに報われ、感動と共に活力となる。

**多くの知識と共に、総合的体系として学べる。**

# ビギナーは体験主体

| 階層<br>目的           | 高校生<br>(中学生) | 大学生 | 一般 | 成果                                                                                   | ポイント                             |
|--------------------|--------------|-----|----|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| A:調査・研究<br>(キャンパス) | —            | △   | ○  | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 整合性重視</li><li>・ 失敗不可</li></ul>               | 計画性・連携<br>水準合わせ<br>移動観測<br>テスト観測 |
| B:通常観測             | △            | ○   | ○  | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 連携で成果</li><li>・ 失敗不可</li></ul>               | 個々観測の<br>集合<br>固定／移動             |
| C:体験・普及            | ○            | ○   | —  | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 体験主体</li><li>・ 共同体験</li><li>・ 失敗あり</li></ul> | 広域性<br>学校で観測<br>早めの時間帯<br>夏休み、週末 |

# 特に高校生の観測は、困難多すぎ！

## 生徒

- 知識、経験ほぼなし  
(知識＝天文＋機材原理・取扱)  
(指導＝講義＋実践)
- 実質2年間
- 後輩への伝承は期待薄
- 観測日が少ない(月1～2回)
- 参加者読みにくい



## 指導者

- 天文の指導者少数
- 予算限定的
- 予定が立ちにくい
- 機材調達・コンディション
- 予報の提供必須
- 天候や諸事情で、計画変更多い



## 観測会の条件

- 計画
  - ① 学校長の許可
  - ② 生徒の納得
  - ③ 保護者了解(文書で)
- 安全確保
- 観測は校内(校外は対象外)
- 時間の制約(例：20時までに下校)
- 教員の働き方改革



# 掩蔽観測の現状

## うまく行ってること

1. 予報提供は大変ありがたい
2. オンラインでの指導支援をいただいている

## 課題とおもわれること

1. GPS受信器（PPS）の入手経路がない
2. 予報やマニュアルが分散・・・HPにリンクを張る？
3. 海外からは・・・英語版マニュアル・資料少ない

# まとめ IOTA/EAへの期待

- (1) 「キャンペーン」呼びかけは早めに発信
  - ① スケジュールや予算があり、半年～1年前には発信希望
  - ② 学生さんは、1カ月前には観測地決定・表明してほしい。
  - ③ そのためスプレッドシートは、1カ月以上前に公開。
- (2) 学校関係者への情報、動機付け
  - ① 計画、予算確保
  - ② 基礎知識はオンライン活用
- (3) 実地指導・支援体制
  - ① オンライン説明会
  - ② 必要により実技指導派遣 ←実際には限定的か？
- (4) その他
  - ① 普段から小惑星掩蔽観測や、星食観測体験でトレーニング

# Limovie による解析マニュアル

## 日本天文同好会 (Japan Astronomical Club)

Newly revised:r4/4/4, Last update:r7/7/7

☆ホーム

★70周年記念例会  
9月7日(日)13:30~  
大淀コミュニティセンター

☆沿革

★小惑星による恒星食  
の解析マニュアル (Limovie)

☆JACとは?

★活動紹介

☆会則

★会員募集

日本天文同好会のHPで公開

<https://jactenmon.web.fc2.com/>



高校生が解析できている

慣れないうちは経験者へ結果確認を！



Limovieのアイコン

小惑星による恒星食

## Limovieによる解析方法

(光度変化測定用ソフト: Ver.1.0.0.6A(Pneuma) を用いて)

2024年9月12日  
Revision C.2

改訂



2021/10/3 広島県尾道市百島にて  
小惑星 (3200) Phaethonの遠征観測風景  
(写真提供: 関西学院大学理学部 林悠希氏)

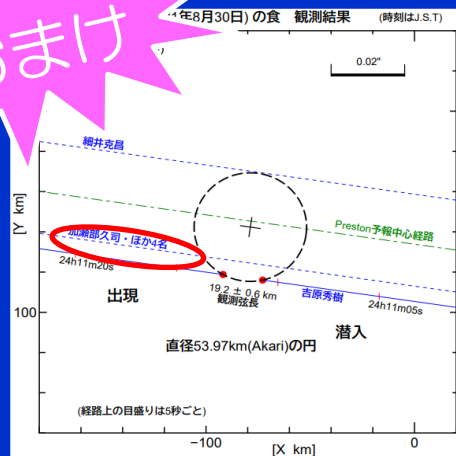
| Section   | 作業Step               | ページ     |
|-----------|----------------------|---------|
| § 1. 概 要  | 1. 概 要               | 2       |
|           | 2. 解析の流れ             | 3       |
|           | 3. 各部の機能             | 4       |
| § 2. 解 析  | 1. 時刻補正を行う (前段~後段)   | 5 ~ 11  |
|           | 2. 予報データを読み込む        | 12 ~ 13 |
|           | 3. 測光グラフをつくる         | 13 ~ 17 |
|           | 4. グラフと時刻のフィッティング    | 17 ~ 19 |
|           | 5. 現象時刻を決定める (減光・復光) | 20 ~ 21 |
| § 3. 報 告  | 1. 結果をまとめ報告する        | 22 ~ 25 |
|           | 2. 整約図を受けとる          | 41      |
| § 4. 補足資料 | 1. いろいろなグラフ結果を判断する   | 26 ~ 27 |
|           | 2. 予備観測              | 28 ~ 29 |
|           | 3. 各種資料              | 30 ~ 39 |
|           |                      | ~       |

IOTA/EA, JOIN, 日本天文同好会, さんだ天文クラブ  
加瀬部 久司 (発行責任者)  
(e-Mail: hikoboshi-k@jttkzacc.ne.jp)

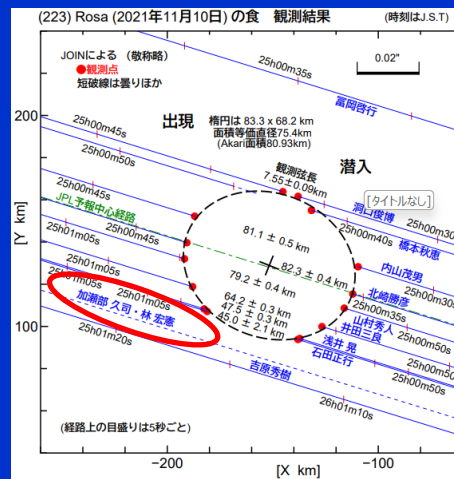
# 2021年～

# 関西学院大学生との観測

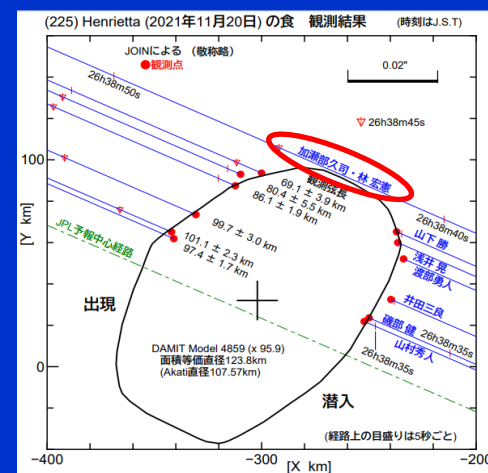
おまけ



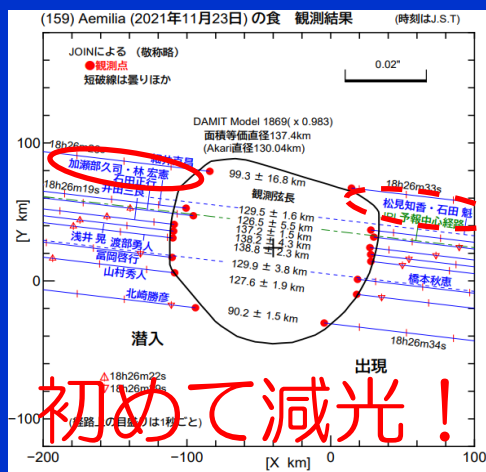
8/30(1280) Baillauda



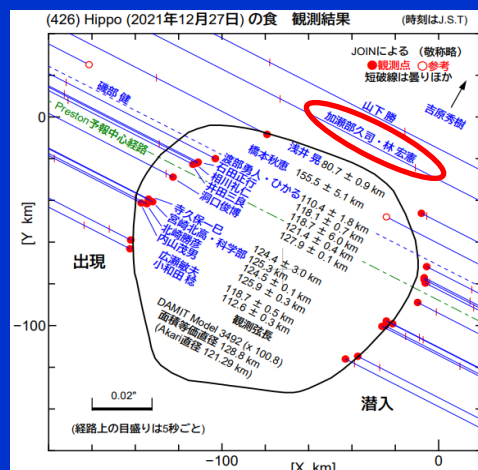
11/10(223) Rosa



11/20(225) Henrietta



11/23(159) Aemilia



12/27(426) Hippo



初めて減光!

# 2023/9/17 イベント会場で実演

おまけ

(0380) Fiducia 「#23 星をもとめて」会場にて 京都府南丹市 るり溪



約50名に実際の減光を見て貰った



解説中の筆者



おわり