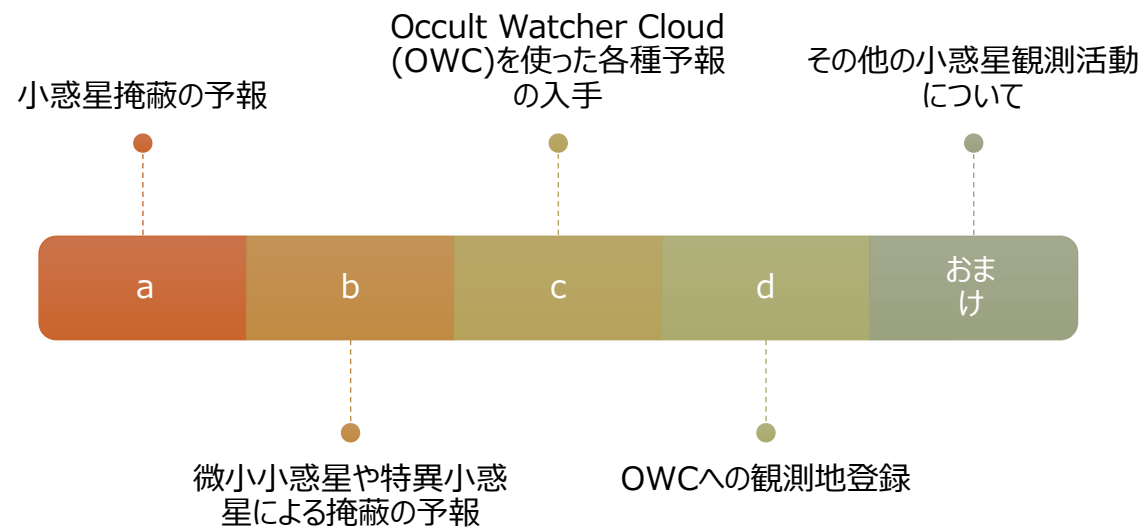




# 微小惑星による掩蔽予報と観測

渡辺裕之

# 目次



# 小惑星について

- 太陽のまわりを公転する天体のうち、惑星と準惑星、それらの衛星を除いた小天体を「太陽系小天体」と呼びます。その中でも主に**木星の軌道周辺より内側にあるものを「小惑星」と呼びます**。小惑星はその軌道によって分類されており、火星と木星の間の「メインベルト小惑星（main-belt asteroids: **MBA**）」、地球軌道付近に存在する「地球接近小惑星（near-Earth asteroids: **NEA**）」、木星軌道上の木星から60°前後方に存在する「木星トロヤ群小惑星（Jupiter Trojans: **JT**）」などに大別されます。地球から遠い天体ほど、観測時のみかけの動きはゆっくりになります。
  - **NEO**は、near-Earth object（地球接近天体）の略称で、**地球に接近する軌道を持つ天体（彗星、小惑星、流星体）の総称**です。NEOのうち小惑星のみを指したものが**NEA**（near-Earth asteroids）です。 [COIAS \(u-aizu.ac.jp\)](http://COIAS(u-aizu.ac.jp)) サイトより
  - **太陽系外縁天体**<sup>[1]</sup>（たいようけいがいえんてんたい、英: trans-Neptunian objects, **TNO**）とは、**海王星**よりも遠い平均距離で太陽の周りを公転する天体の総称である。[エッジワース・カイパーベルト](#)や**オールトの雲**に属する天体、かつて**惑星**とされていた**冥王星**もこれに含まれる<sup>[1]</sup>。[太陽系](#)についての話題であることが自明な場合には、単に**外縁天体**とも呼ばれている<sup>[1][2]</sup>。  
[太陽系外縁天体 – Wikipedia](#) サイトより
- 今回、直径**10km**以下の小惑星を微小小惑星、**NEA・TNO**を特異小惑星とします。



## 小惑星による掩蔽の予報

- [Asteroidal Occultation Updates](#) →世界
  - [2024 年の小惑星掩蔽予測](#) – IOTA/EA ([it-chiba.ac.jp](http://it-chiba.ac.jp)) →東アジア
- いずれも概要予報なので、[OWC \(occultwatcher.net\)](http://occultwatcher.net)サイトで詳細を確認するのが一般的。
- 上記の予報を観測者が、日時・観測場所を選択し観測。
  - また知見のある人がOccult4を使って予報を出し、メーリングリストや、Occult Watcher Cloudに掲載している場合がある。(山村氏、井田氏e.t.c.)

# 微小小惑星や特異小惑星による掩蔽の予報

- 直径10km未満の微小小惑星は、前ページのサイトに載らないため、Occult4を使って自力で作成。ただし> 10kmの算出の6倍以上の時間かかったり、計算上限越える。
- Occult4計算対象小惑星：83,469個
  - >2km：83,467 → <2km：2
  - >3km：83,466 → <3km：3
  - >4km：83,461 → <4km：8
  - >5km：55,739 → <5km：27,730 →全体の約33%
  - >6km：37,152 → <6km：46,317 →全体の約55%
  - >7km：25,540 → <7km：57,929 →全体の約70%
  - >8km：18,607 → <8km：64,862 →全体の約78%
  - >9km：14,535 → <9km：68,934 →全体の約83%
  - >10km：11,797 → <10km：71,672 →全体の約86%
- 地域を300km以内と限定すれば、計算の上限越え回避できるが、計算時間がかなりかかる。
- 計算時間と計算上限と上記を目安に直径を決定、計算させる。
- 特異小惑星は、Taxonomyから種類を選択し、計算させるだけ。  
Amor:22, Apollo:15, Aten:1, Centaur:384, PHA:5, TNO:517, Trojan:5938

The image shows a screenshot of the Occult4 software interface. The top section, titled "Search filters", includes several checkboxes and input fields: "Exclude if mag drop less than" (0.30), "Exclude stars fainter than mag" (14.0), "Passes within" (unchecked), "Select site" (900), "km of longitude" (-180), and "Latitude" (-88). Below this, a section titled "3. Select asteroids to search, or planets [including Pluto] to search" has two radio buttons: "Asteroids & Comets" (selected) and "Planets". Under "Asteroids & Comets", there is a button "Select asteroid or Set a comet" and a list showing "(1) Ceres <=> (659951) 2021 UK1" and "( 5938 asteroids )". There are also checkboxes for "use Horizons elements" (unchecked), "use Horizons ephemeris (predictions will be slow)" (unchecked), "use USER file of elements" (unchecked), "Exclude minor planets smaller than" (10 km), and "Exclude if duration less than" (0.05 secs). A "Set automatically" checkbox is checked. A "Limit search to:" dropdown menu is set to "Trojan" under the "Taxonomy" label.

## OCCULT WATCHER CLOUD (OWC)を 使った各種予報の入手？

- OWCは観測する小惑星と年月日がわかってないと自分の地域の予報を確認することができない。
- 多くはHome画面にある各予測グループから選ぶことになるが、日本にかかる予測は少ない（または無い）
- Occult4を使って予報作成した人が、Occult Watcherに転送し、個人的なリストを作って登録したものが、Occul Watcher Cloudに載ることが多い。

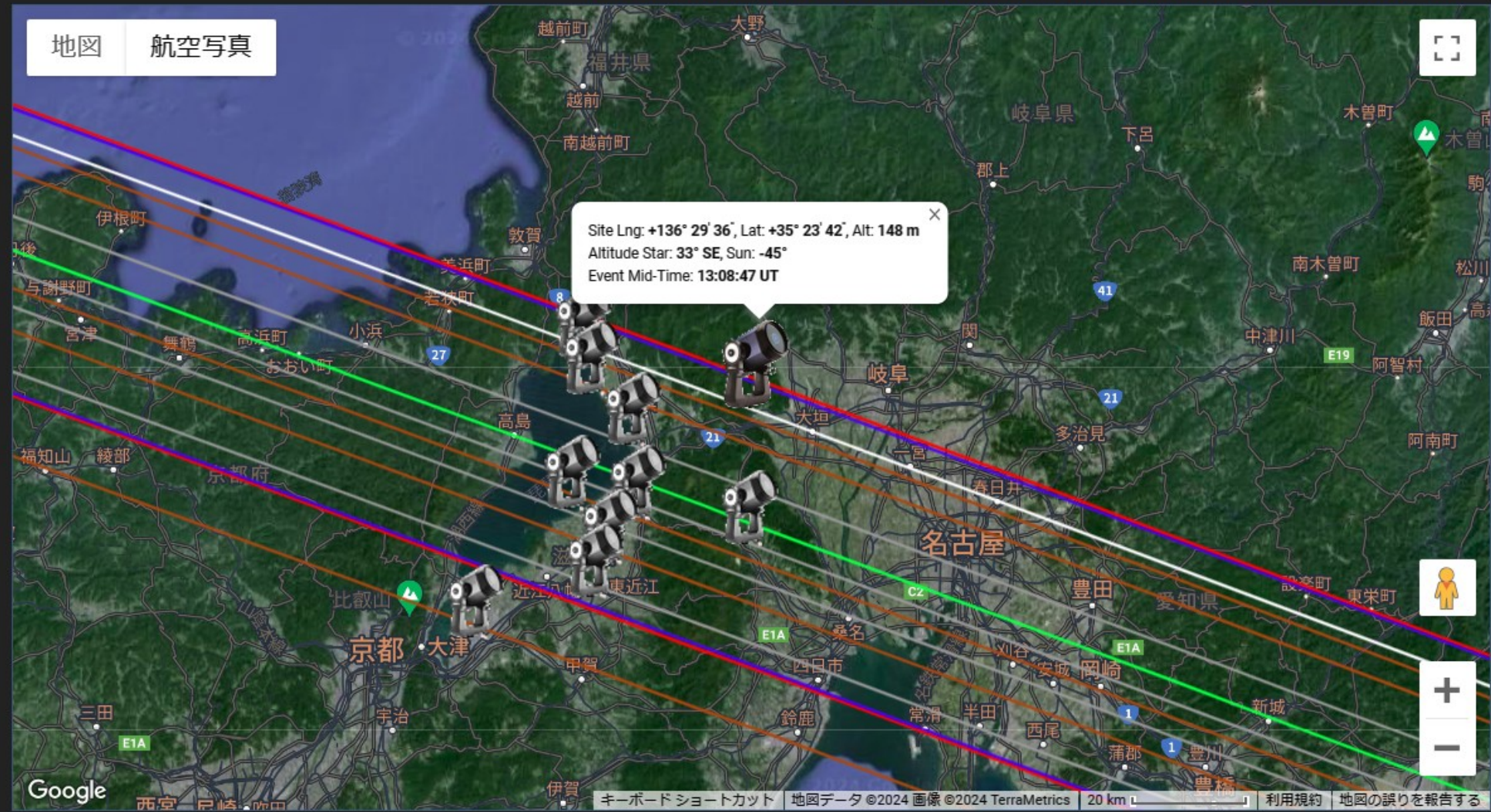
## OWCへの観測地登録

- キャンペーン等多人数で観測を行う場合、観測ラインが重ならない様、調整が必要。
- OWCではGoogleMapに各人の観測場所を登録可能でラインの重なり回避ができる。。ただし、他人からはおおよそではあるが正確な位置をみることが出来ないことが課題。
- 登録は、画面上で位置を指定クリックし、右下のSubmitで登録完了。



Change prediction: [default] Horizons/GaiaEDR3, last upd: 22 Feb, 11:33 by OWC, orbit date: 20 Feb 2024 (JPL#62) ▾

地図 航空写真



|                     |           |             |         |         |                      |             |        |        |
|---------------------|-----------|-------------|---------|---------|----------------------|-------------|--------|--------|
| Distance:           | Altitude: | Site name:  | Method: | Timing: | Show site to others: | Comittment: | Cancel | Submit |
| 17.49 km (fp) right | 148 m     | Hi Watanabe | Video ▾ | GPS ▾   | Exact location ▾     | High ▾      |        |        |



## おまけ：新しい観測機器

- 2023年夏のIOTA総会で、小惑星掩蔽観測専門というべき、GPS付きコンピュータカメラ「Astrid」が報告された。開発者はMark Simpson氏
- Astridには、OWCからの予測情報とGPSの位置情報から観測地のイベント時刻と星の位置を予測し、イベント時刻に撮影する機能がある。
- 架台は自動追尾機能の必要なく、簡単な微動機能がついた固定式のもので良い。
- →固定観測（星が流れていくが、イベント時に画面の中に入る様画面の指示にしたがって位置合わせする）
- グローバルシャッターCMOSだがQHY-174GPSより感度が良い。
- まだ数十台レベルの実績だが、今後IOTAでも扱う可能性あり。

## その他の小惑星観測活動について

- COIAS(Come On! Impacting Asteroids)による小惑星の探索  
[COIAS \(u-aizu.ac.jp\)](http://u-aizu.ac.jp)  
日本スペースガード協会の浦川氏が中心に昨年立ち上げたサイト。  
すばる望遠鏡の過去の画像から小惑星をPCのみで探索できる。これまでに8万個以上の新小惑星候補が見つけられている。  
将来その計測者は命名権をもらえるかも。。渡辺は3000個観測し、6個の仮符号付与に貢献。
- MPCのNEOCPでのNEOフォローアップ観測 (昨年末 滋賀の井狩さんから紹介いただいた。)  
[The NEO Confirmation Page \(minorplanetcenter.net\)](http://minorplanetcenter.net)  
→観測所を持っている方にお勧め。観測所コード取得要。  
仮符号もつけられていない新しいNEOを、仮符号が付けられる様にフォローアップ観測する活動。  
新しいNEOがほぼ毎日発見されているので、晴れていれば毎日観測が可能。  
観測結果はMPCに報告し、データが蓄積され、軌道が決まってきたら、MPECに掲載発行される。MPEC Watcher, MPEC staticsサイトで記録が統計処理され、モチベーション維持される。  
→将来 小惑星掩蔽観測結果もシステム化できると良いなあと思いました。