

高速測光装置による太陽系小天体の掩蔽観測

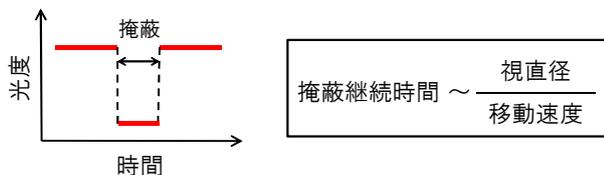
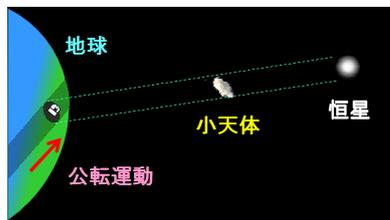
寺居 剛¹, 伊藤 洋一¹

¹神戸大学 理学研究科

太陽系小天体の掩蔽現象は、小天体の直径を高精度で決定できる貴重な機会であり、近年世界中で観測体制が構築されている。岡山3.8m望遠鏡に搭載予定の高速測光装置は、小型の小惑星や遠方のカイパーベルト天体の掩蔽観測に大変適している。直径10km以上の小惑星は年に約1回、直径100km以上のカイパーベルト天体は年に約4回の掩蔽が観測可能である。

1. 太陽系小天体の掩蔽

- 太陽系小天体の直径とアルベドはサイズ分布、組成、内部構造などを理解するための最も基本となる情報
- 補償光学を用いた直接撮像で空間分解できるのは直径数百メートルの大型小惑星のみ
- 熱放射観測による直径測定は不定性が大きい
- 掩蔽観測は小天体の直径を最も高い精度で測定できる



→ 掩蔽継続時間から小天体の直径を算出

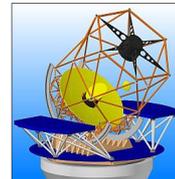
小天体	日心距離	移動速度	掩蔽継続時間
メインベルト小惑星	2 - 3.5 AU	~ 35 arcsec/hr	~ 90 msec/km
カイパーベルト天体	39 - 48 AU	~ 3 arcsec/hr	~ 40 msec/km

2. 掩蔽観測

- Shevchenko & Tedesco (2006): 掩蔽観測のデータを用いて、小惑星57天体の直径およびアルベドを決定
 - 大半が直径100km以上の大型小惑星
- Elliot et al (2010): カイパーベルト天体55636(直径~143 km)の掩蔽観測に成功。
 - 観測例はごくわずか
- 本掩蔽観測のターゲット天体
 - ① 直径10 km程度の既知メインベルト小惑星
 - ② 直径100 km程度の既知カイパーベルト天体
- 掩蔽予報
 - ① Steve Preston氏による小惑星の掩蔽予報 (<http://asteroidoccultation.com/>)
 - ② Denissenko (2004): 2004–2014年に起こるカイパーベルト天体の掩蔽現象64回を予報

3. 観測装置

岡山3.8 m望遠鏡
+
高速測光装置
(浜松ホトニクス社製C9100-12)



「岡山3.8m新技術光学赤外線望遠鏡計画書」(2010年)

- ・ 最速 35.8 frame/sec
- ・ 飽和電荷量 370,000 e⁻, 読み出しノイズ 40 e⁻
- ・ 波長500 – 650 nmで量子効率90%以上

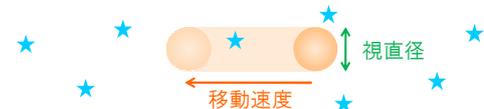
→ 高感度・低ノイズの高速測光観測を実現



暗い背景星で起こる短時間の掩蔽を観測できる

4. 観測可能な掩蔽頻度の見積もり

- ある小天体が掩蔽を起こす頻度(f)
= 視直径 × 移動速度 × 恒星の数密度



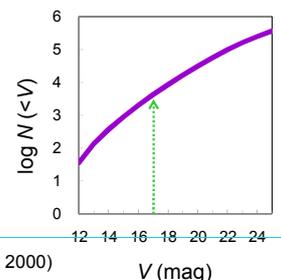
- 恒星の数密度

露出時間100 msecの場合、
限界等級 ~17 mag

→ 全天の平均的数密度は

$$\log N (<17\text{mag}) [\text{deg}^{-2}] = 3.6$$

(Allen's Astrophysical Quantities, 2000)



- 地上のある場所で掩蔽現象が観測される確率(p)
= $\int_{\text{直径}} (f \times \text{小天体の個数} \times \text{観測可能な面積の割合})$

メインベルト小惑星

直径 10 km → 視直径 0.01", 掩蔽継続時間 ~0.9 sec
観測可能な直径10 km以上の小惑星の総数 ~3,900個

→ $p \sim 1.2 \text{ yr}^{-1}$

年に約1回

(Jedicke et al. 2002)

カイパーベルト天体

直径 100 km → 視直径 0.005", 掩蔽継続時間 ~4 sec
直径100 km以上の天体の軌道が全て確定していると仮定
→ 観測可能なカイパーベルト天体の総数 ~33,000個

(Fuentes & Holman 2008)

→ $p \sim 3.7 \text{ yr}^{-1}$

年に約4回