

Tomo-e Gozenによる 移動天体と人工物体観測

奥村真一郎（日本スペースガード協会）

柳沢俊史、黒崎裕久、吉川 真（JAXA）

伊藤孝士（国立天文台）、吉田二美（千葉工大）

浦川聖太郎（日本スペースガード協会）

Tomo-e Gozen 開発チーム

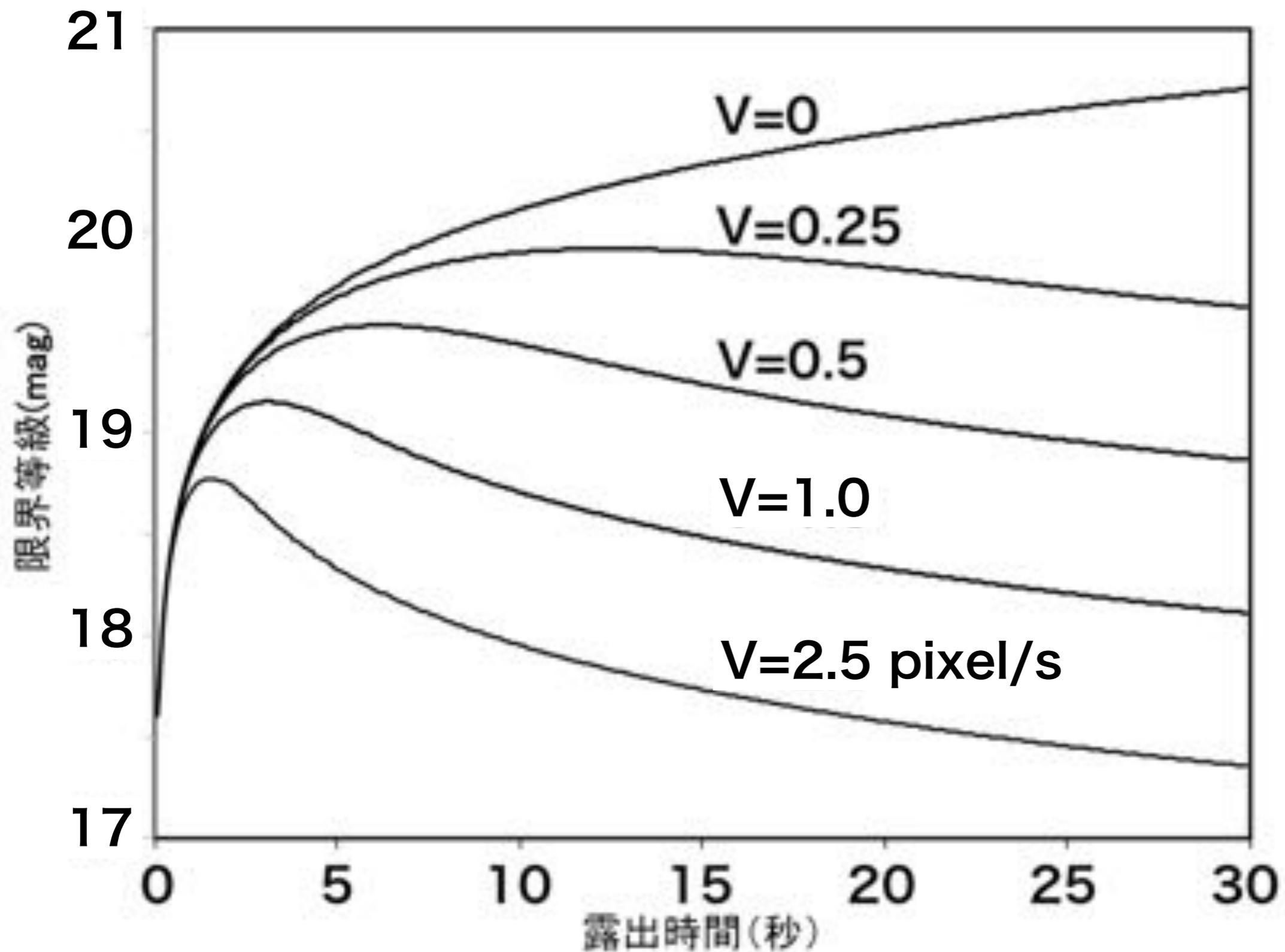
内容

- Tomo-e Gozen カメラ（以下、Tomo-eカメラ）
と重ね合わせ法による移動天体
(地球接近小天体・スペースデブリ)の観測
- 超短周期時間変動物体のライトカーブ観測
- Tomo-eカメラによる観測と他との連携

Tomo-e カメラと重ね合わせ法による 移動天体(地球接近小天体・スペースデブリ)の観測

- ・ 移動天体→露出中にトレイルするため検出しにくい
- ・ 短い露出の画像を足し合わせる「重ね合わせ法」
(Yanagisawa+ 2005, PASJ 57, 399)
あらゆる方向、あらゆる速度を仮定して足し合わせ
- ・ マシンパワーが必要
→ 解析時間を短縮するアルゴリズムの開発と
FPGAボードの導入により改善

移動速度と限界等級



Tomo-e カメラと重ね合わせ法による 移動天体(地球接近小天体・スペースデブリ)の観測

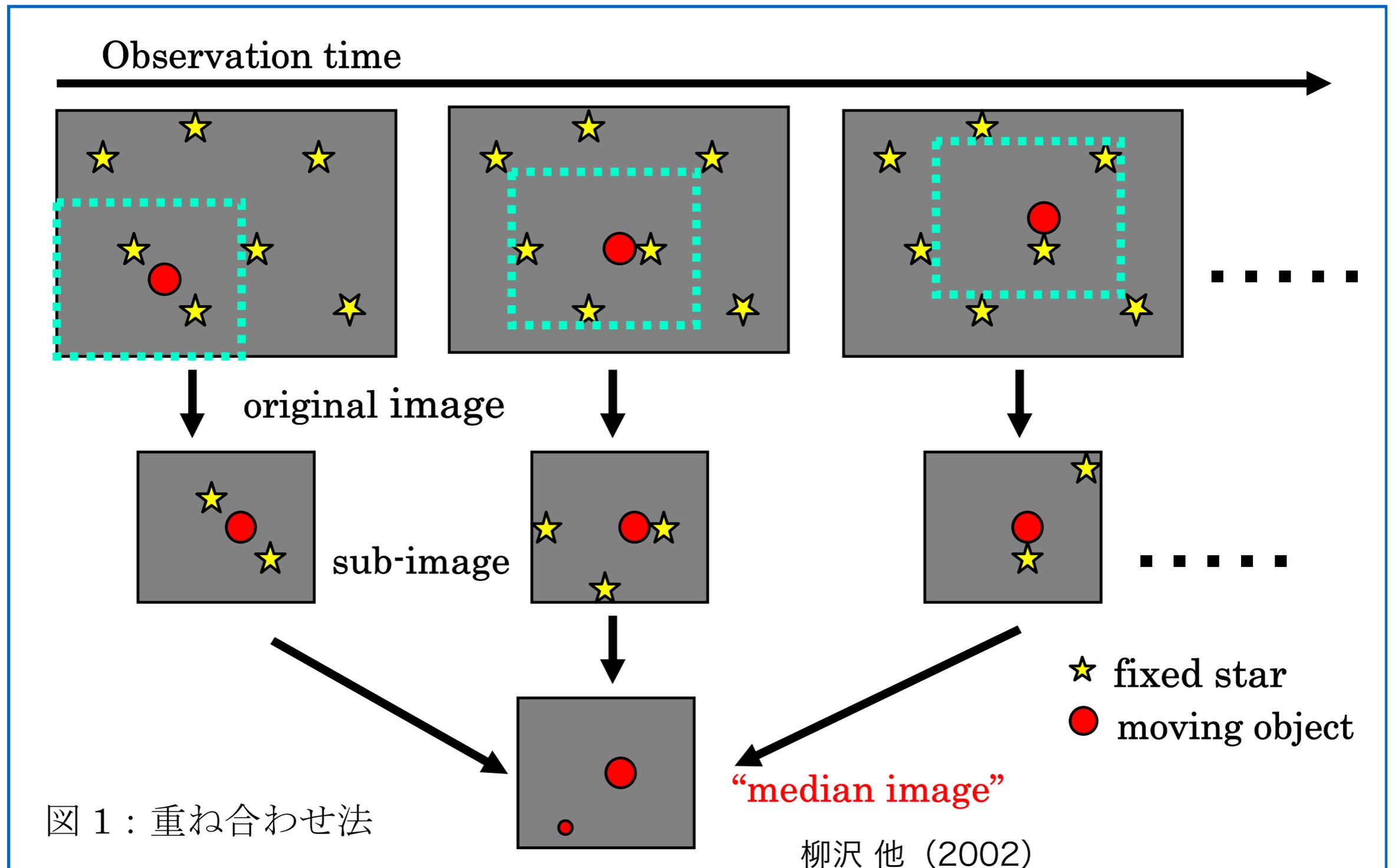
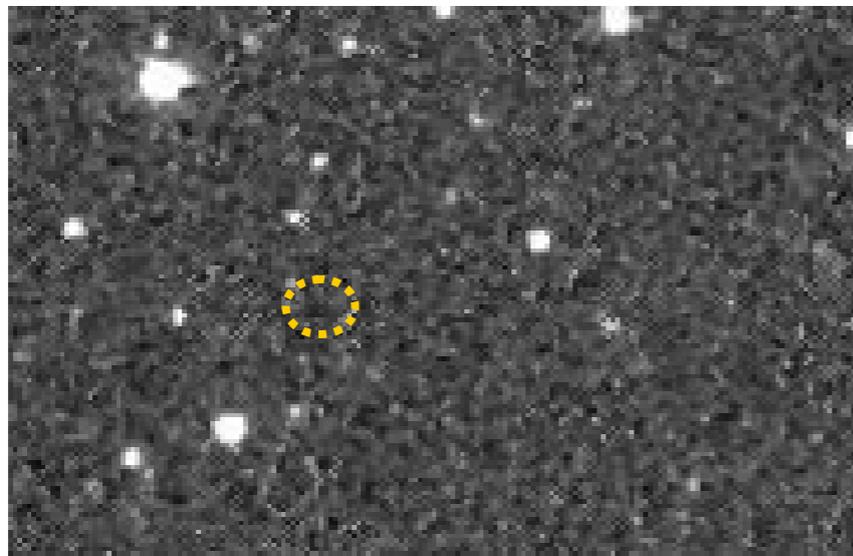


図 1 : 重ね合わせ法

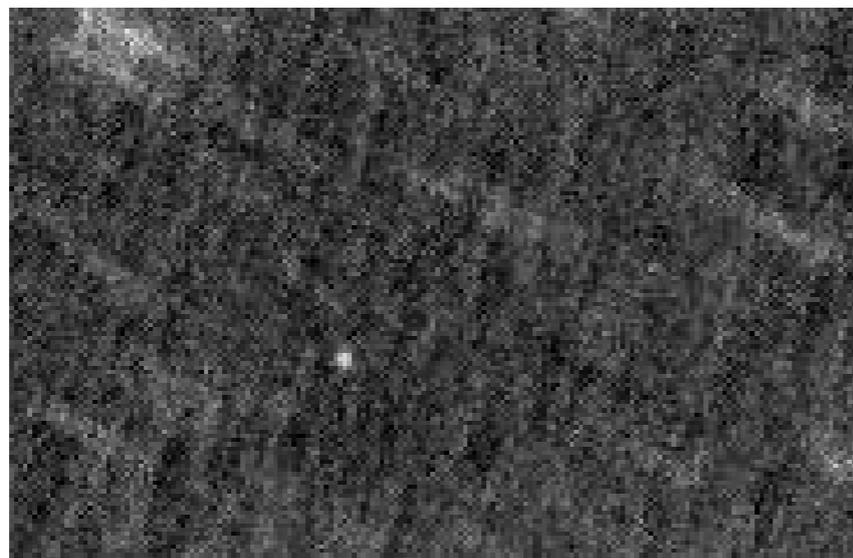
柳沢 他 (2002)

第46回宇宙科学技術連合講演会集録より

Tomoe-e カメラと重ね合わせ法による 移動天体(地球接近小天体・スペースデブリ)の観測



(a)



(b)

図 2 : 重ね合わせ法で検出された小惑星

柳沢 他 (2002)

第46回宇宙科学技術連合講演会集録より

Tomo-e カメラと重ね合わせ法による 移動天体(地球接近小天体・スペースデブリ)の観測

★Tomo-eカメラ＋重ね合わせ法による観測対象

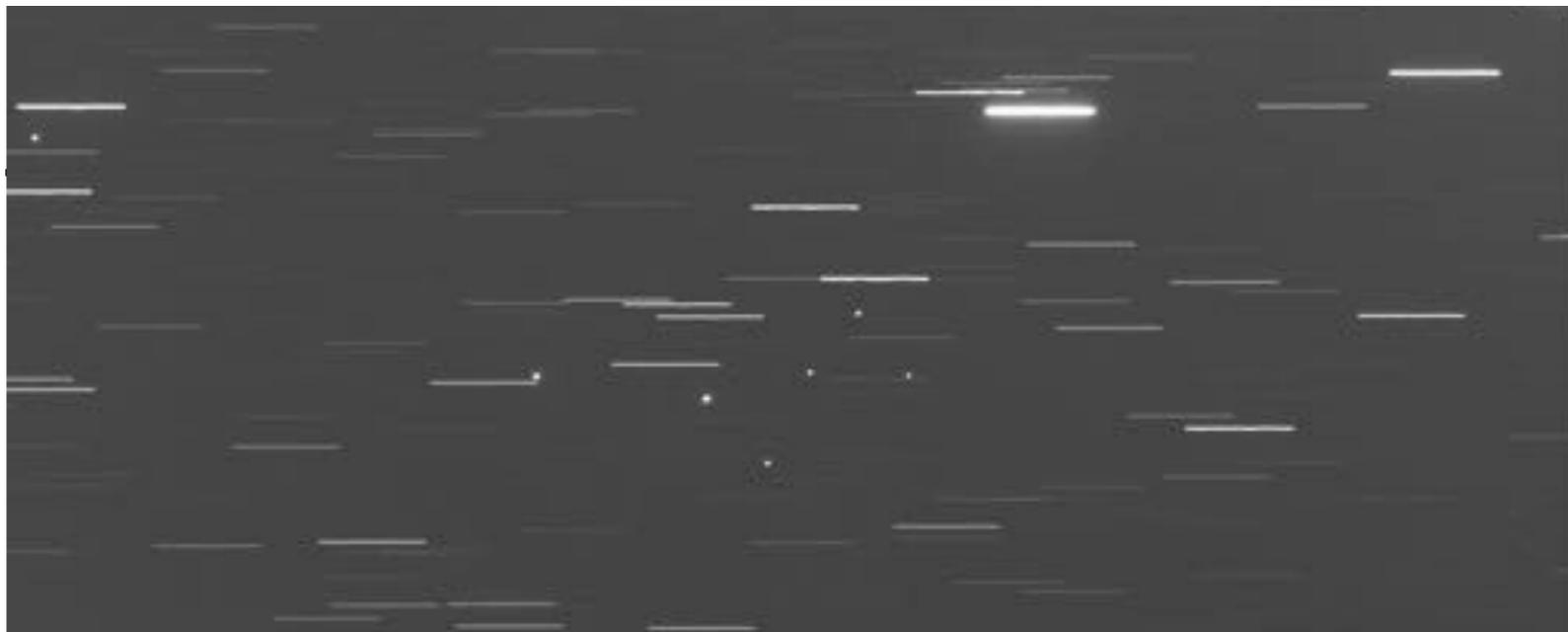
1. 未発見の地球接近小惑星
2. 静止軌道の未知スペースデブリ (高度36000km)

Tomo-e カメラと重ね合わせ法による 移動天体(地球接近小天体・スペースデブリ)の観測

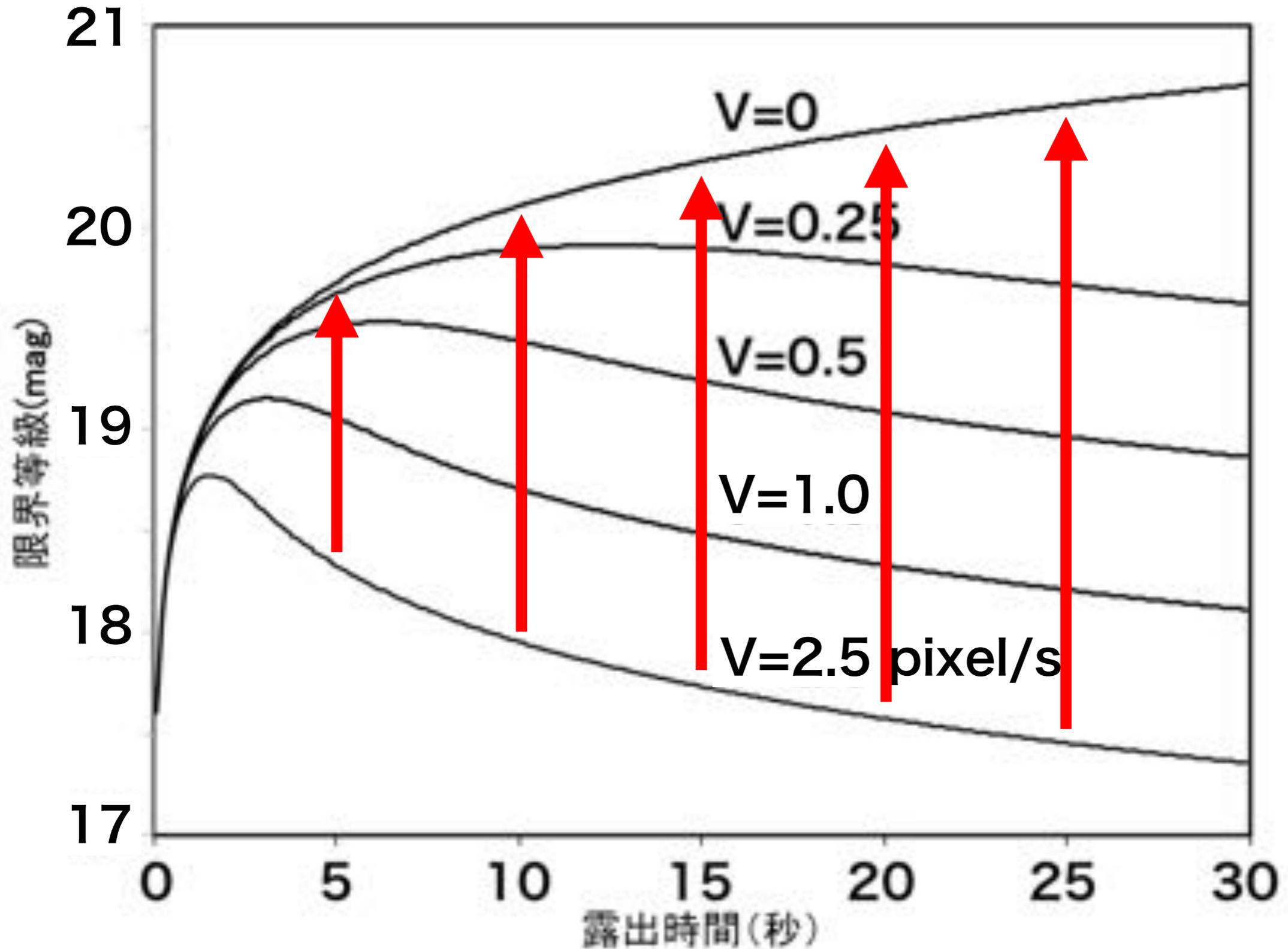
	望遠鏡 駆動方式	移動速度	必要枚数	他のサーベイ計画 との共存可能性
地球接近小惑星	恒星追尾	0.1-1"/s	2Hz×10-20枚 は欲しい	超新星サーベイ データは 利用可能？
静止軌道帯の スペースデブリ	静止	0-4"/s	2Hz×10枚 程度	他の観測と シェア不可



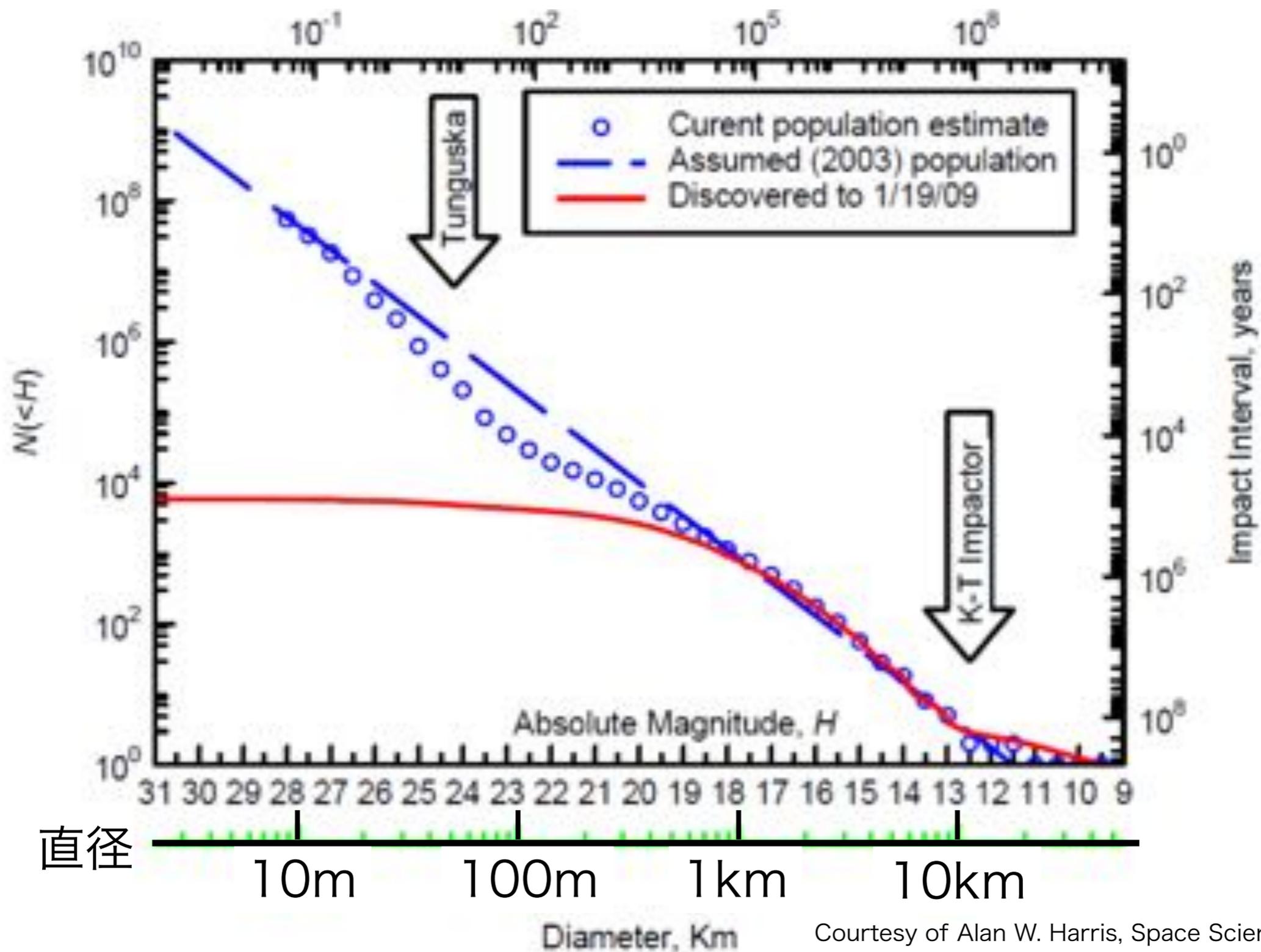
2014 JO₂₅ (2017.4.19) 阿南市科学センター天文館blogより
(アニメーションは70倍速)



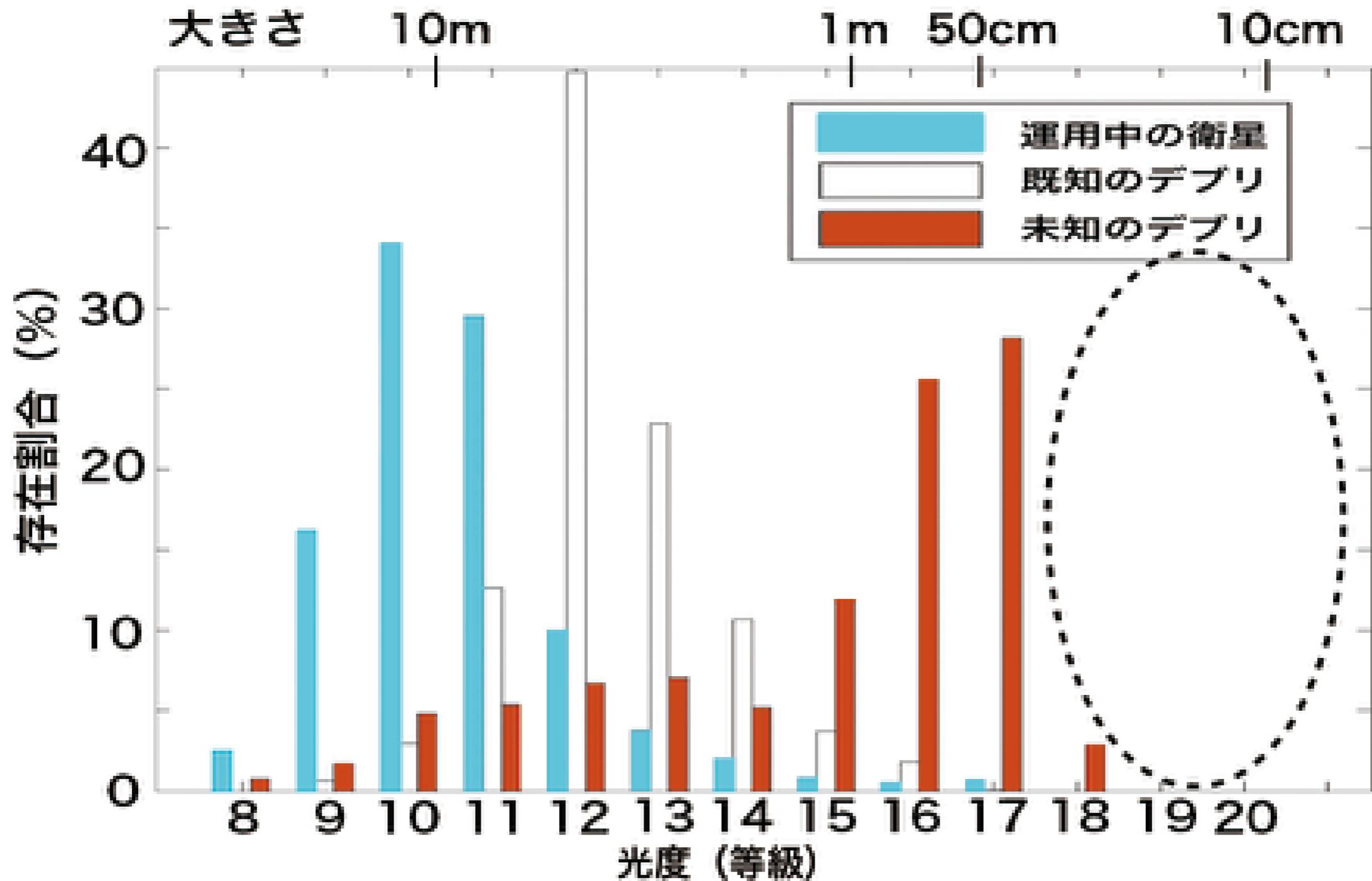
移動速度と限界等級



地球接近小惑星の大きさ分布



静止軌道物体の大きさ分布



P. Seitzer et al. 2011を改変

データ解析フローへの組み込み



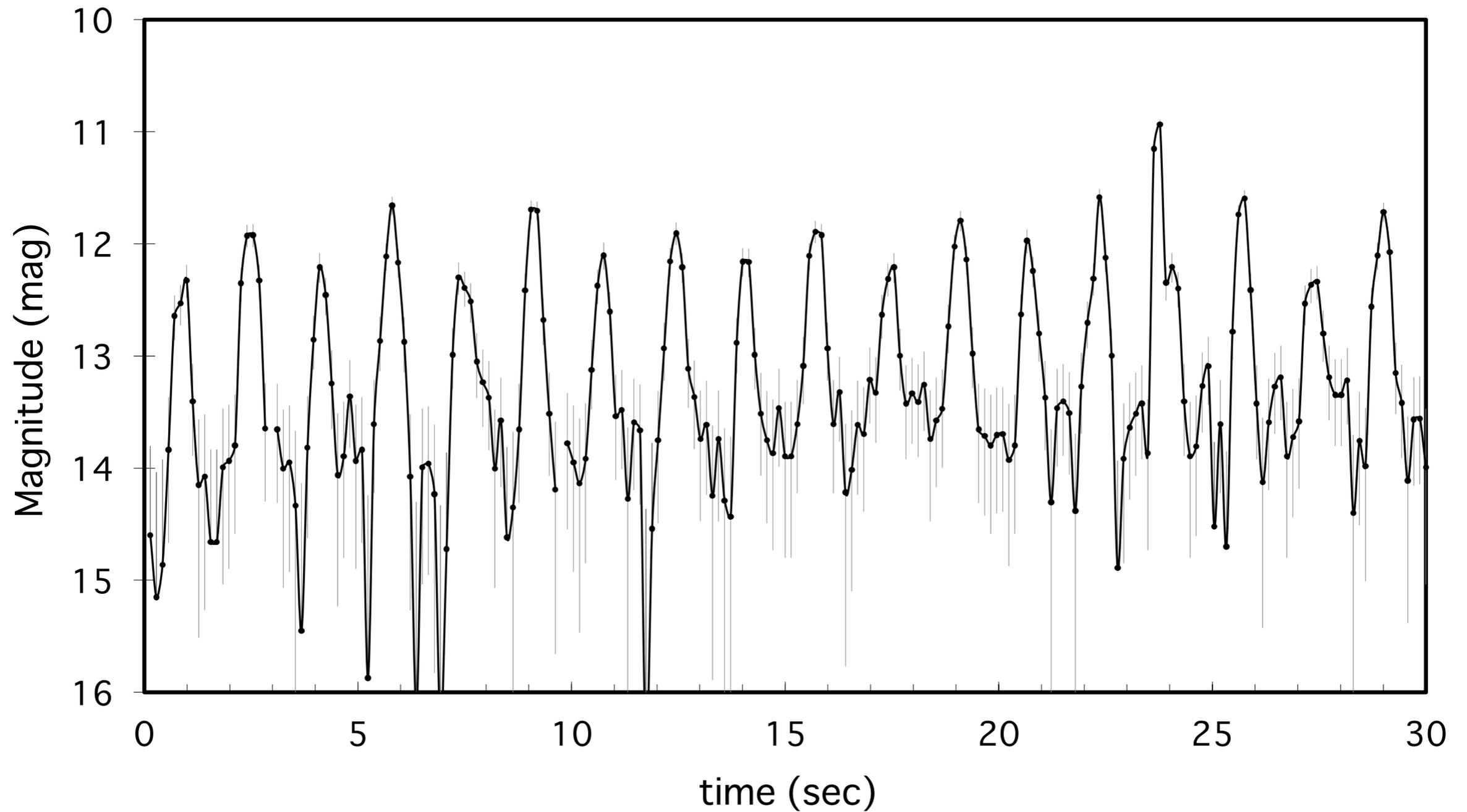
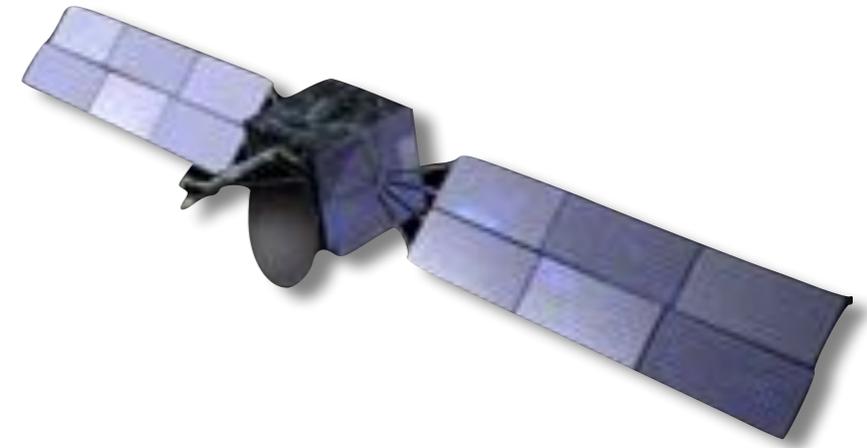
大澤他 「木曾広視野高速CMOSカメラTomo-e Gozenによるサーベイデータとデータ解析フロー」
木曾広視野サーベイと京都3.8m即時分光によるタイムドメイン天文学の推進 発表資料より

超短周期時間変動天体の ライトカーブ

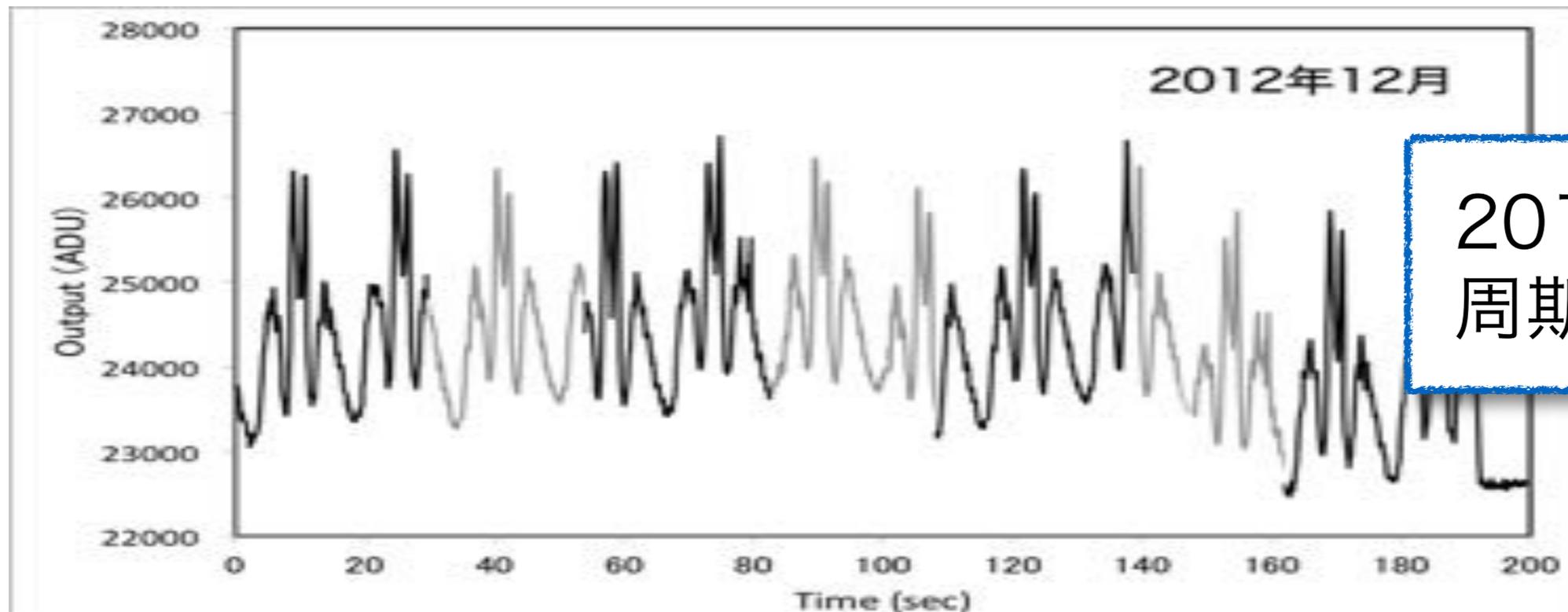
- ・ 秒スケール、それ以下の時間スケールの変動観測
← 通常のCCDでは検出不可能、
高速CCDもしくはCMOSが必要

BSAT-2A

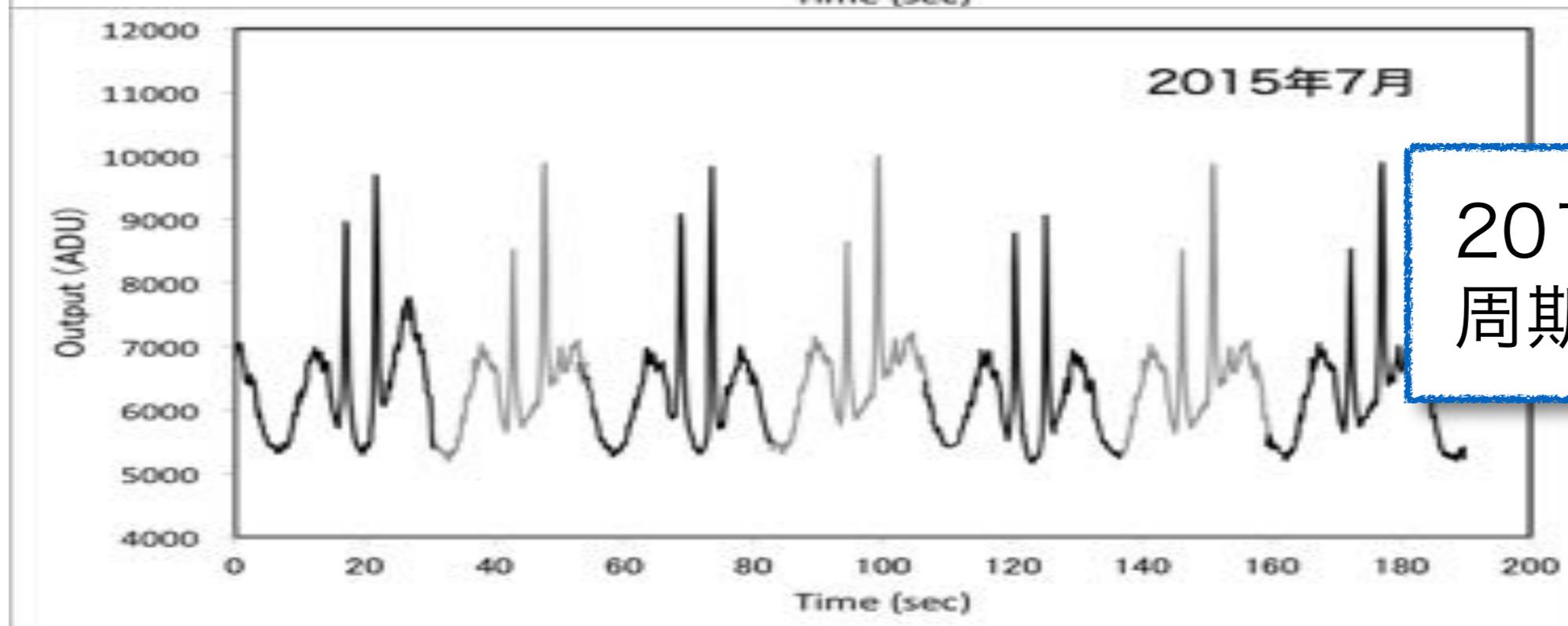
(2013年1月運用停止)



H-IIA のロケットボディ (WINDS: KIZUNA) (2008年2月打ち上げ)



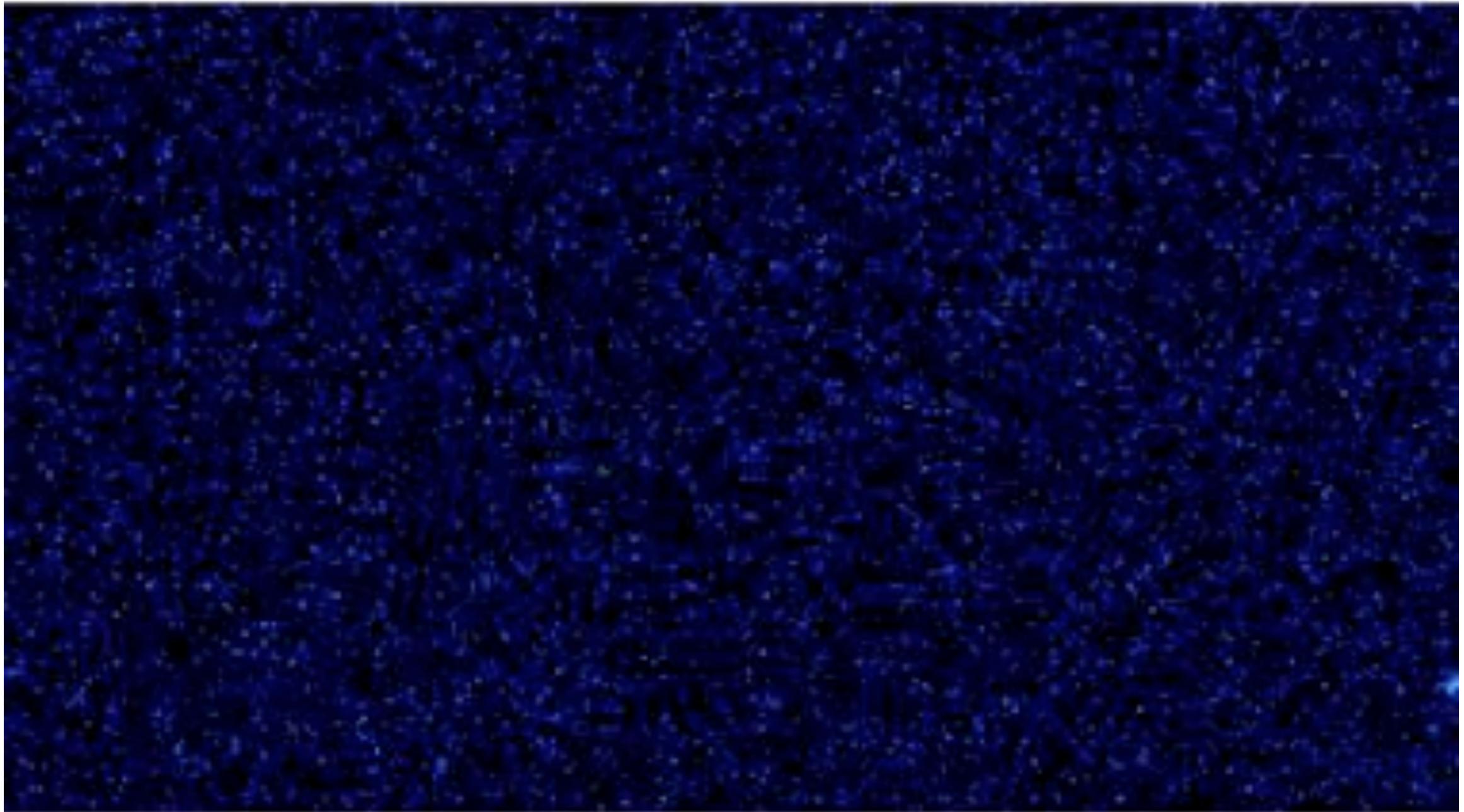
2012年12月
周期 16.0秒



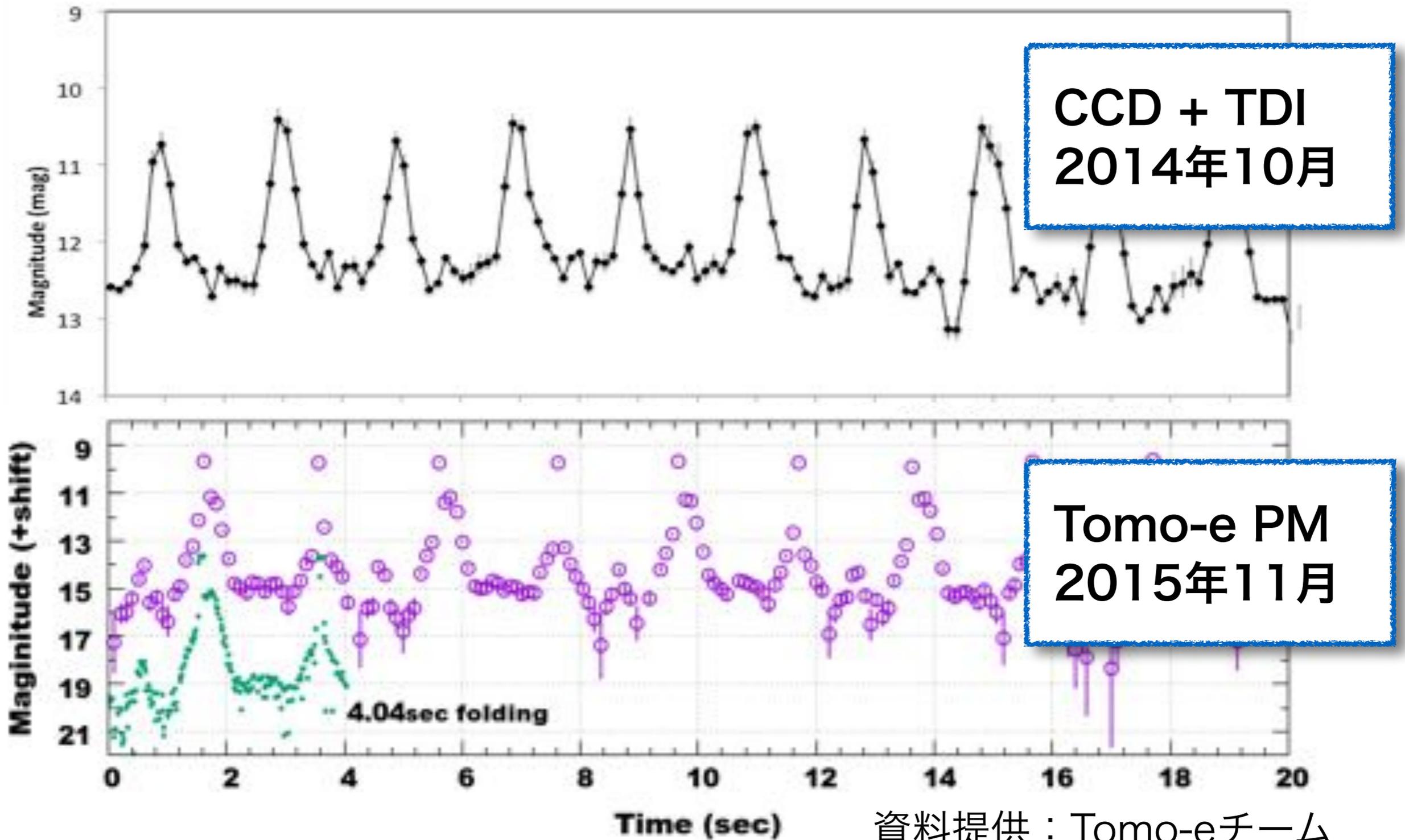
2015年7月
周期 25.9秒

JCSAT-2

(Tomo-e Gozen PM, 10Hz)

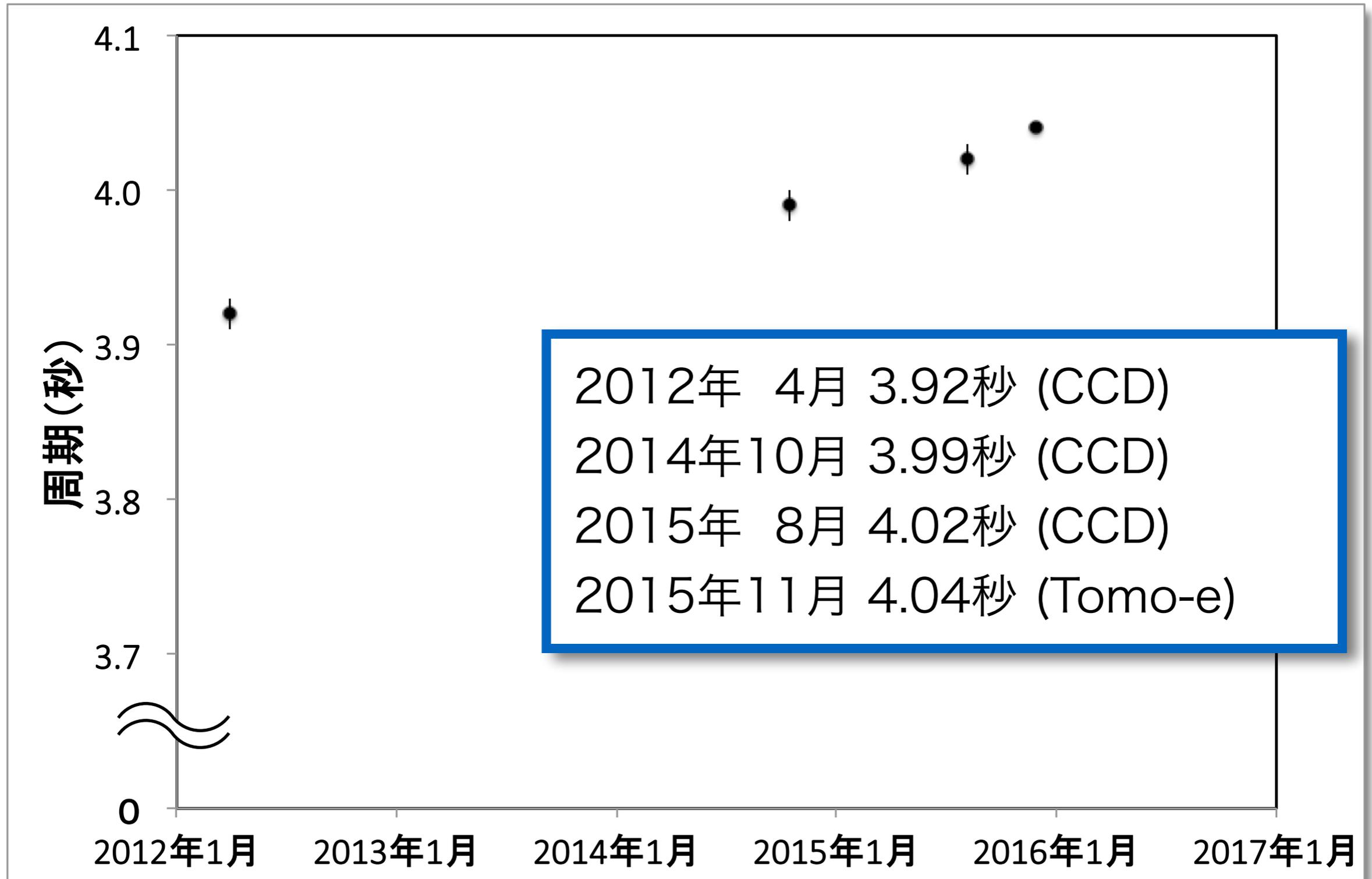


JCSAT-2



資料提供：Tomo-eチーム

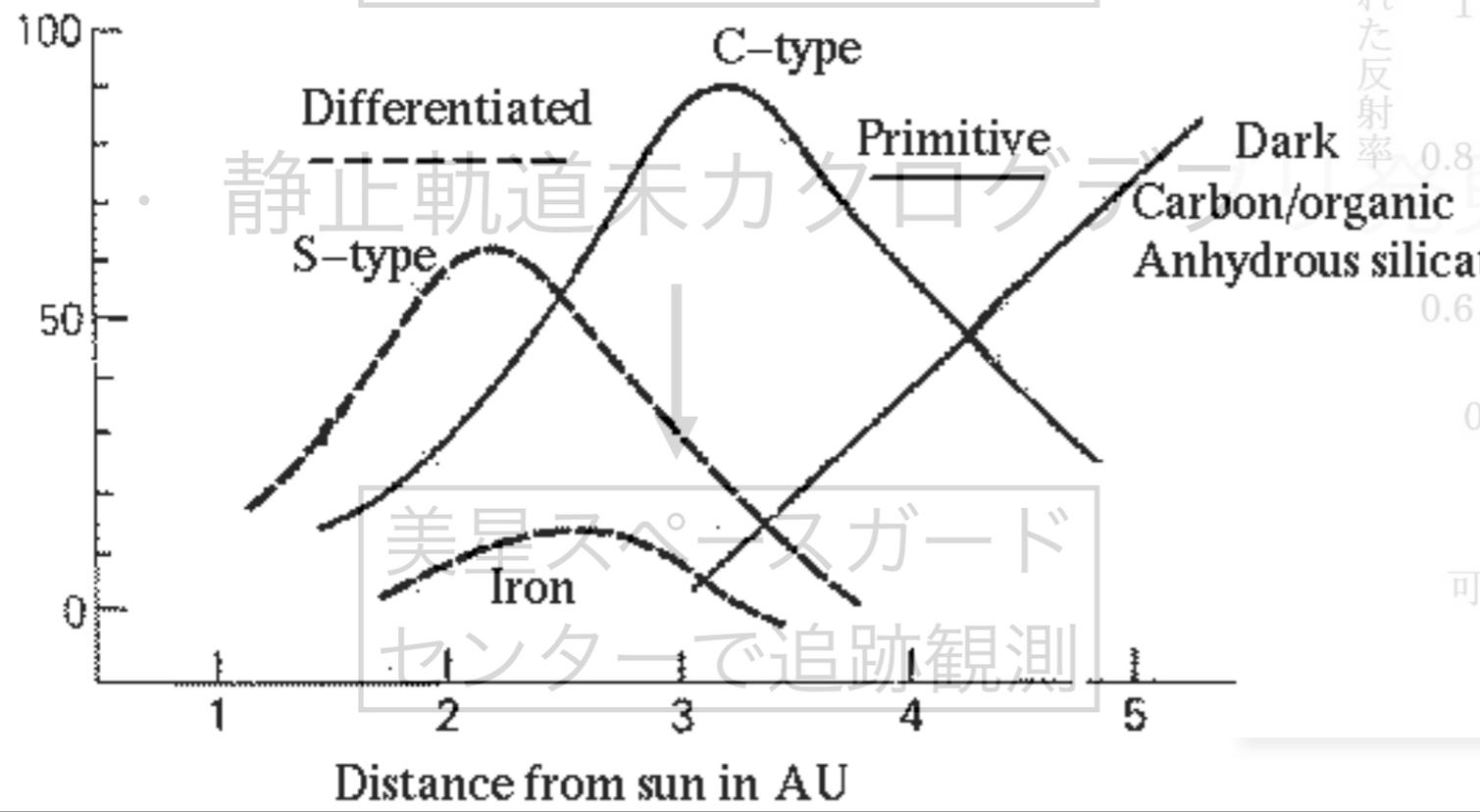
JCSAT-2変光周期の長期変動



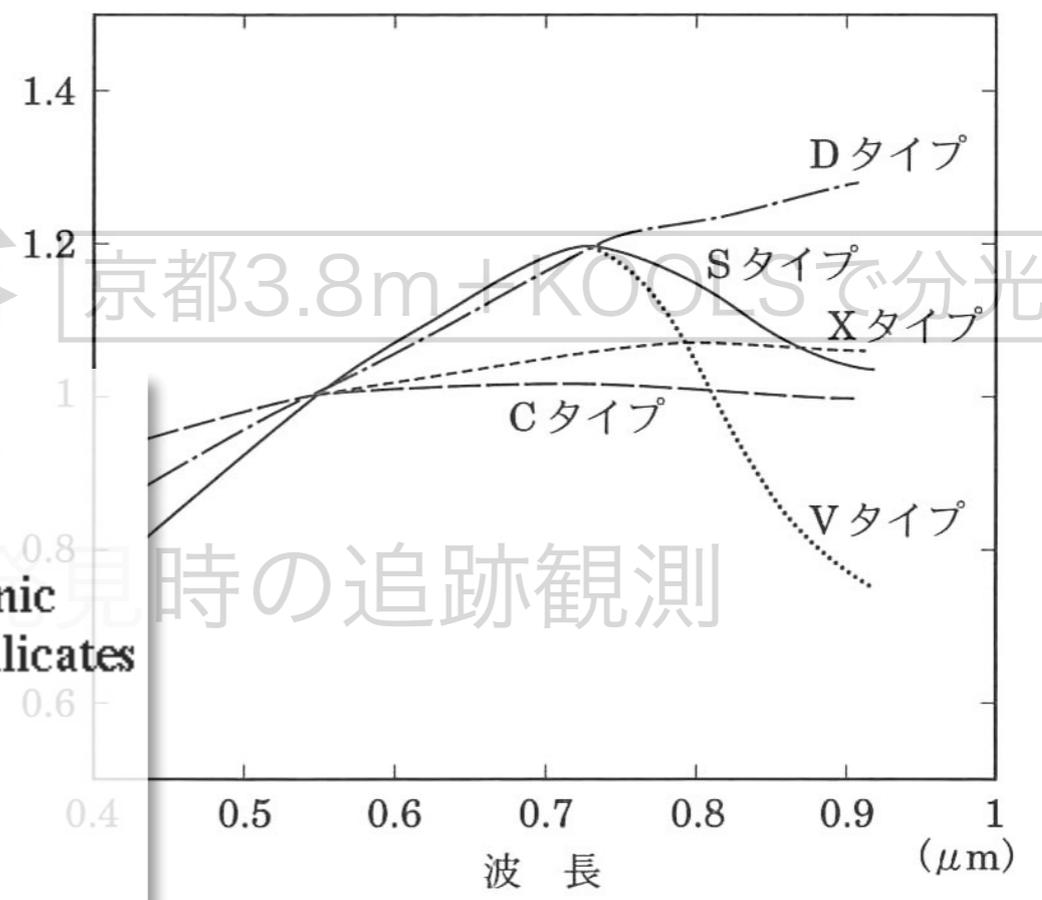
Tomo-eカメラによる観測と 他との連携

- 地球接近小惑星発見時の追跡観測

美星スペースガード
センターで追跡観測



規格化された反射率



可視光域での小惑星の各スペクトルタイプの比較図.

(シリーズ現代の天文学9 太陽系と惑星より)

まとめ

- Tomo-eカメラと重ね合わせ法による移動天体の観測
 - 未発見の地球接近小天体・スペースデブリが
効率良く大量に発見できる可能性
 - 移動天体の移動速度によっては5m-10m級の望遠鏡に
匹敵する検出能力
- 超短周期時間変動物体のライトカーブ
 - Tomo-eカメラで容易に取得可能
人工天体の運動状態把握
- 他との連携