

Tomo-e Gozenによる 移動天体と人工物体の観測

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、吉田二美（国立天文台）

浦川聖太郎（日本スペースガード協会）

酒向重行、大澤 亮 ほかTomo-e開発チーム

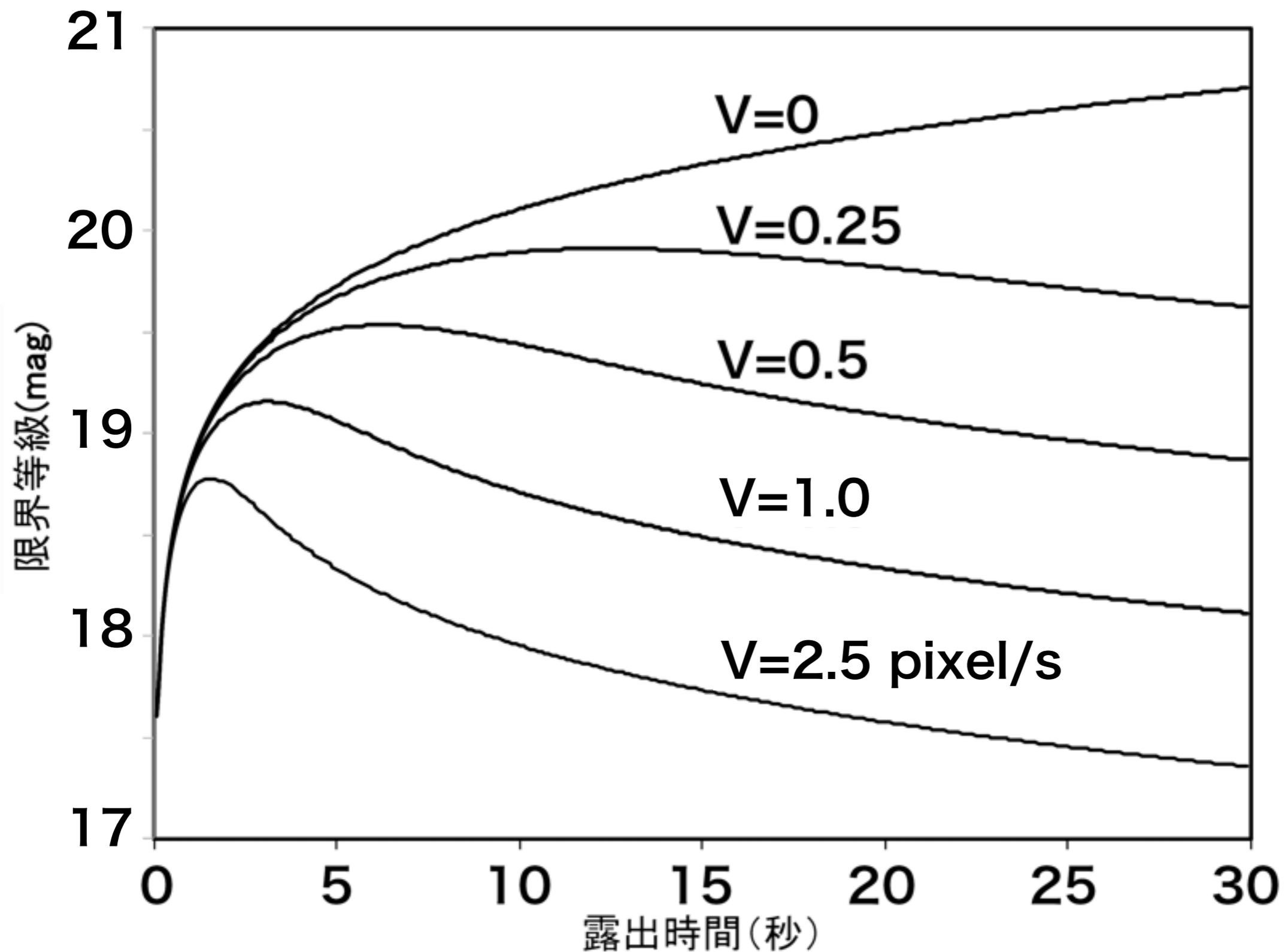
内容

- Tomo-e Gozen (以下、Tomoe)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
- 地球接近小惑星の即時分光
- 短周期時間変動物体のライトカーブ

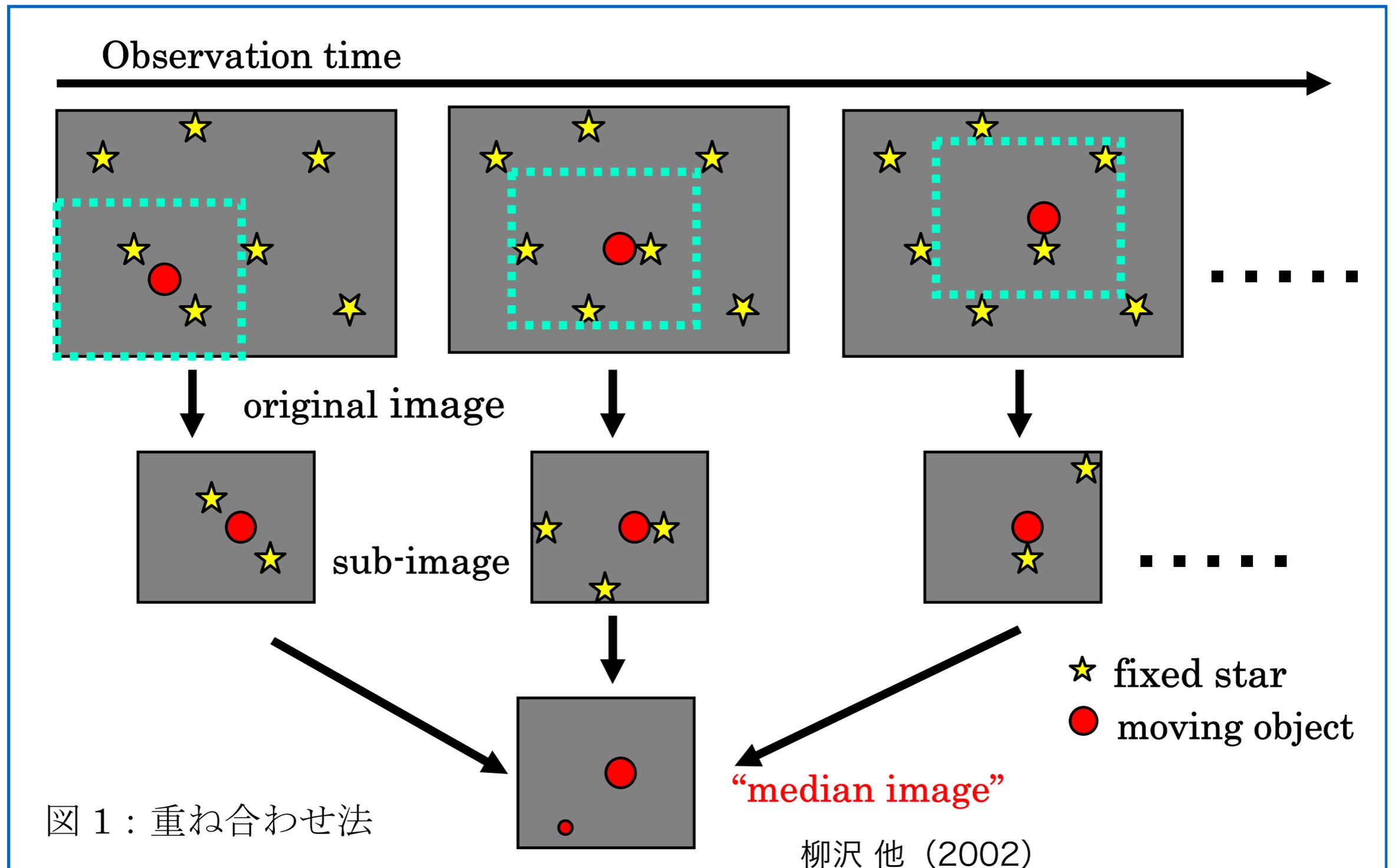
Tomo-e カメラと重ね合わせ法による 移動天体(地球接近小天体・スペースデブリ)の観測

- ・ 移動天体→露出中にトレイルするため検出しにくい

移動速度と限界等級



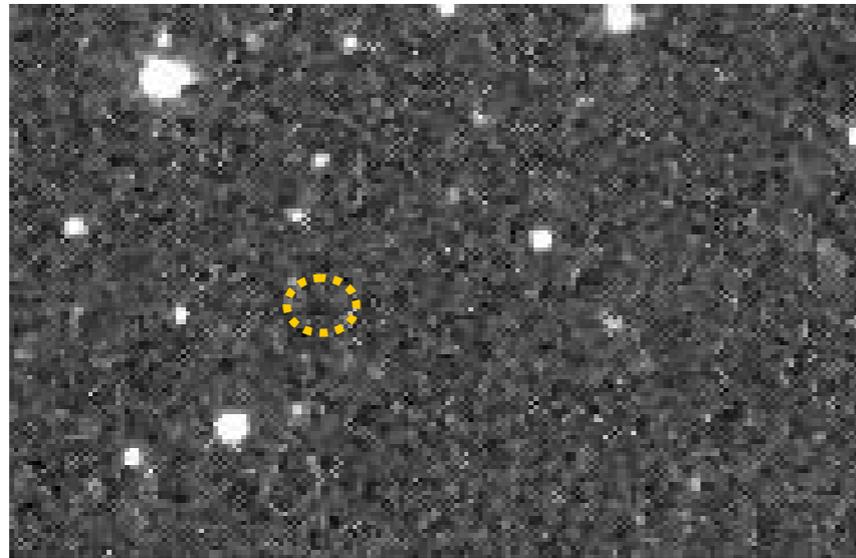
Tomo-e カメラと重ね合わせ法による 移動天体(地球接近小天体・スペースデブリ)の観測



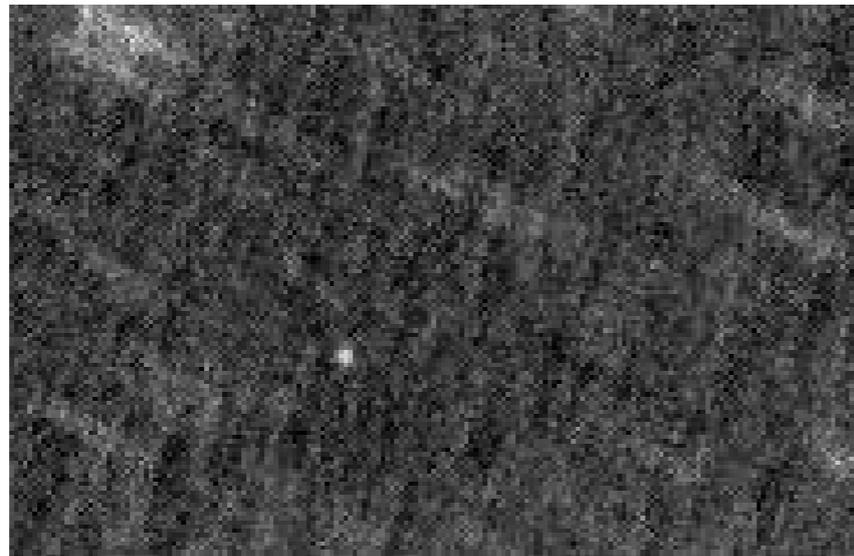
柳沢 他 (2002)

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



(a)



(b)

柳沢 他 (2002)
第46回宇宙科学技術連合講演会集録より

図 2 : 重ね合わせ法で検出された小惑星

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

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

★Tomoeカメラ+重ね合わせ法による観測対象

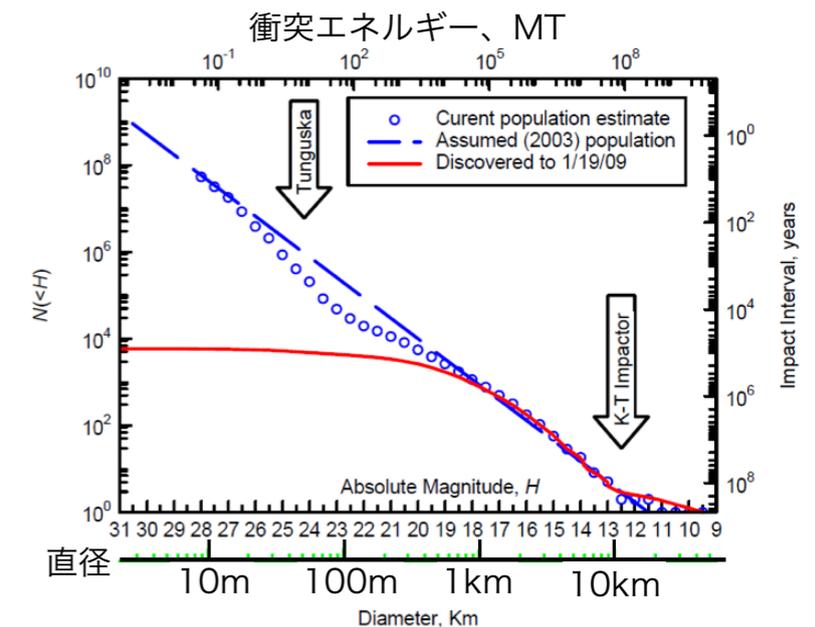
1. 地球接近小惑星

恒星時追尾

移動速度 $< 60''/\text{min} \cong 0.8\text{pixel}/\text{sec}$

2Hz×10-20枚は欲しい

超新星サーベイのデータは利用可能？

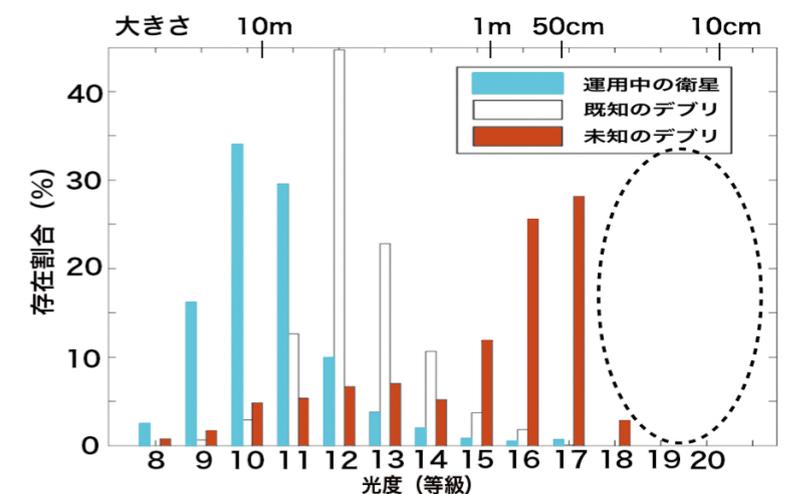


2. 静止軌道の未知スペースデブリ (高度36000km)

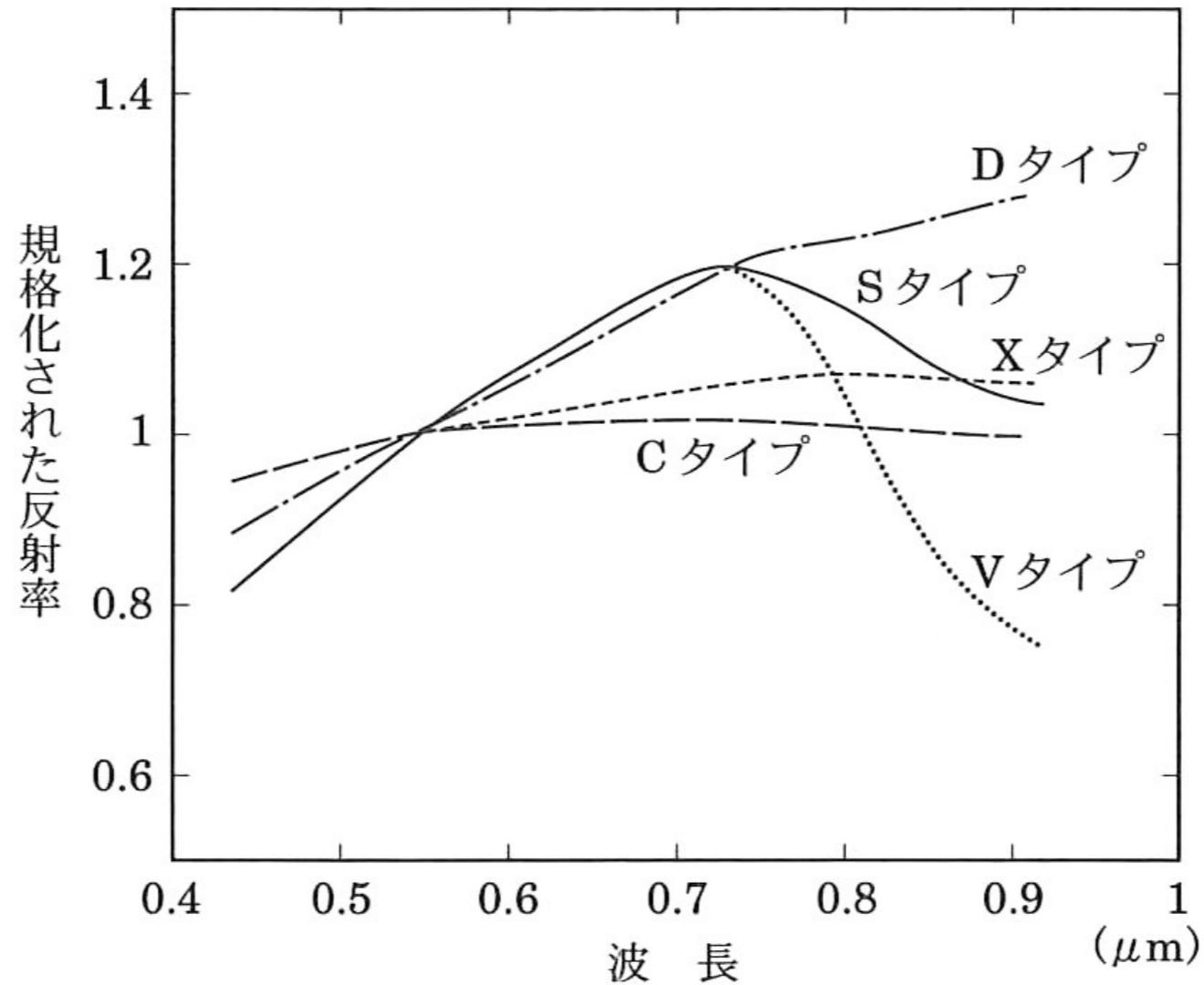
望遠鏡固定

移動速度 0-4''/sec

2Hz×10枚程度



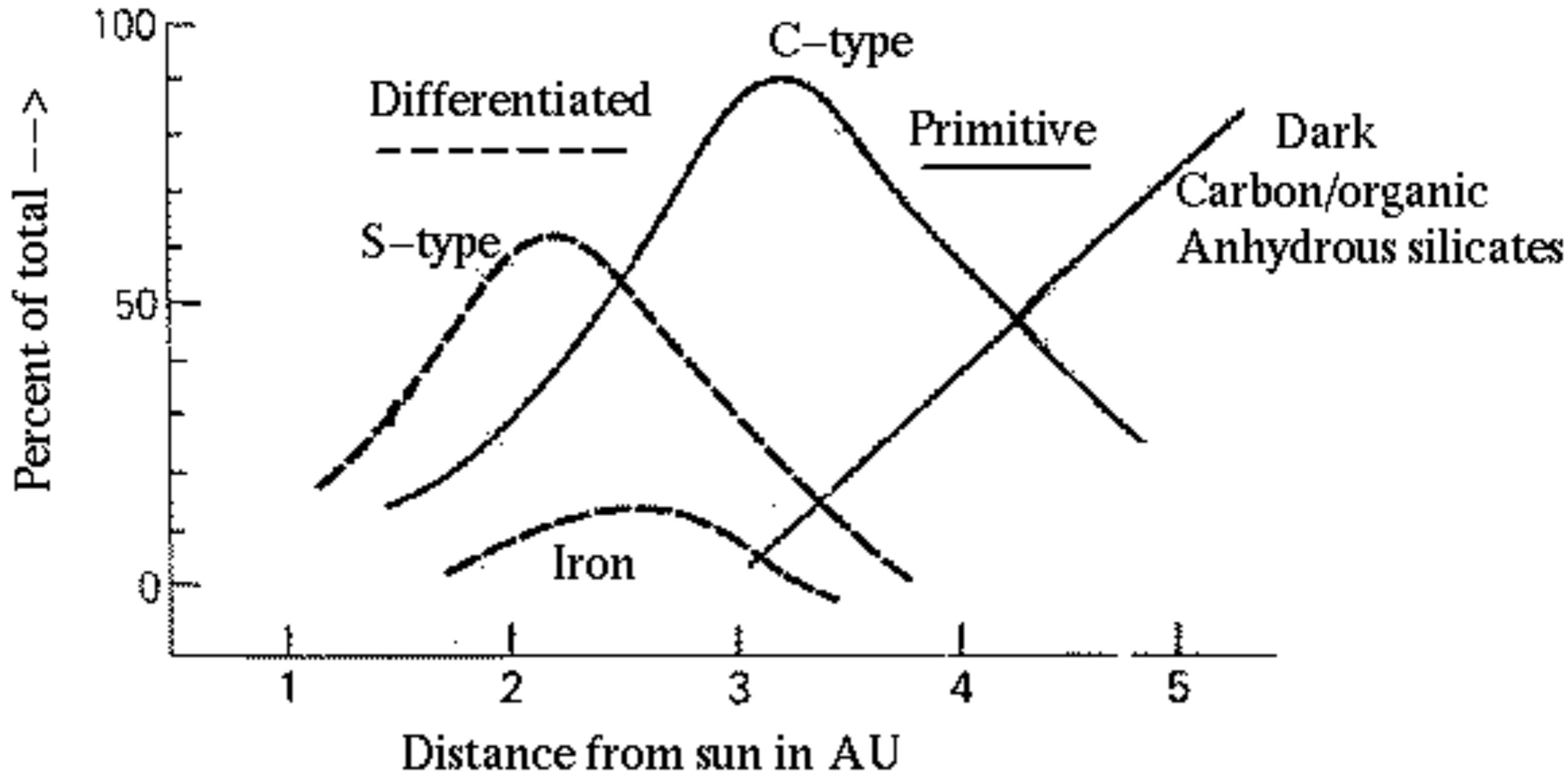
地球接近小惑星の即時分光



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)

地球接近小惑星の即時分光



地球接近小惑星の即時分光

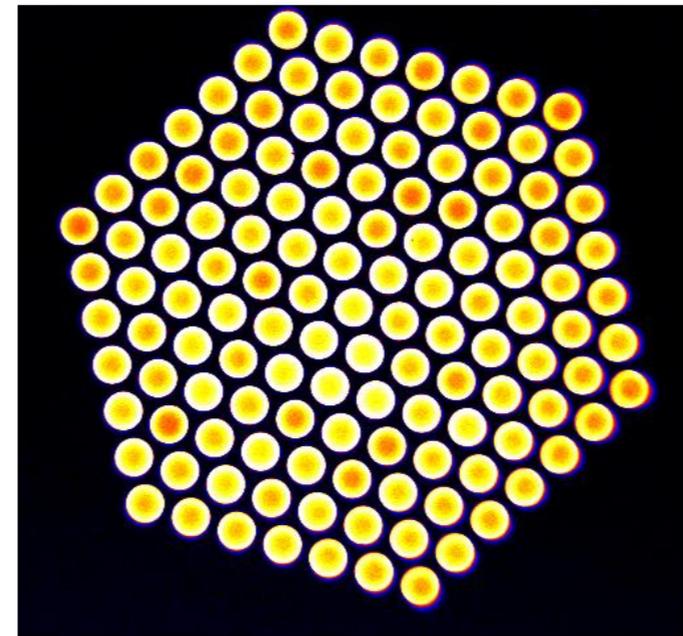
- ・ 数十mクラスの小惑星の分光はほとんど成されていない
 - 地球に近づいた時しか明るくならない
 - 分光観測が困難
- ・ 数十mクラスの小惑星
 - 一枚岩
 - 衝突によってできた破片
 - 表面は母小惑星内部の情報

地球接近小惑星の即時分光

- IFUなら視野中心から多少はずれても大丈夫！？

精密配列2次元ファイバーアレイ

- 2次元MLAと組み合わせて、2次元ファイバーアレイ側のfilling factorをほぼ100%にしたい
- ファイバー位置が正確な2次元ファイバーアレイを作れる？
(最終目標: ずれ10 μm 以下)



KOOLS-IFUの2次元
ファイバーアレイ端末

15"

短周期時間変動天体の ライトカーブ

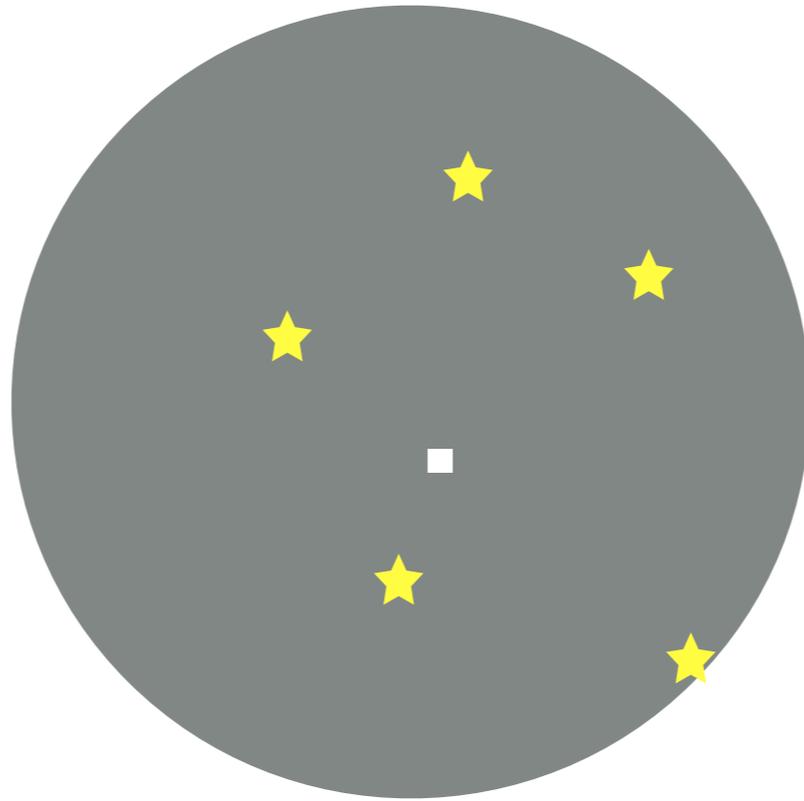
- ・ 秒スケール、それ以下の時間スケールの変動観測
← 通常のCCDでは不可能、
高速CCDもしくはCMOSが必要

CCDを用いた短時間スケールの ライトカーブ観測

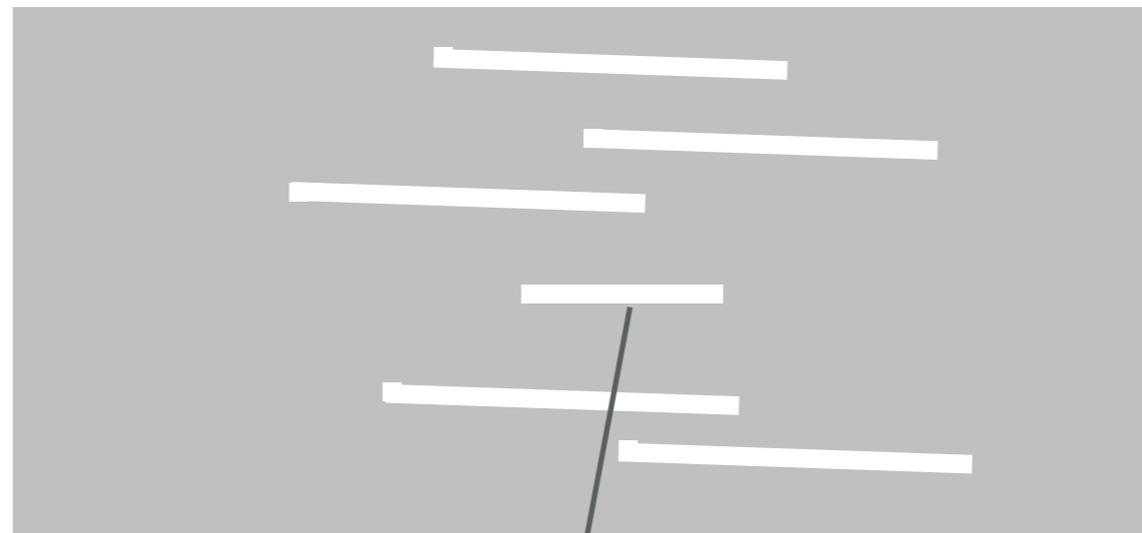
- ・ TDI (Time Delay Integration)を応用

* TDI…CCDの電荷転送をしながら露出を行う。
本来は視野の中で移動する天体を点状に
撮影するための技術。
SDSS等の大規模サーベイで採用

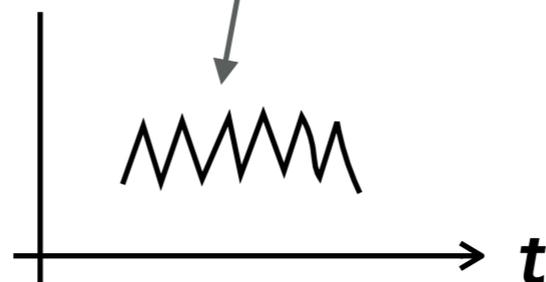
視野



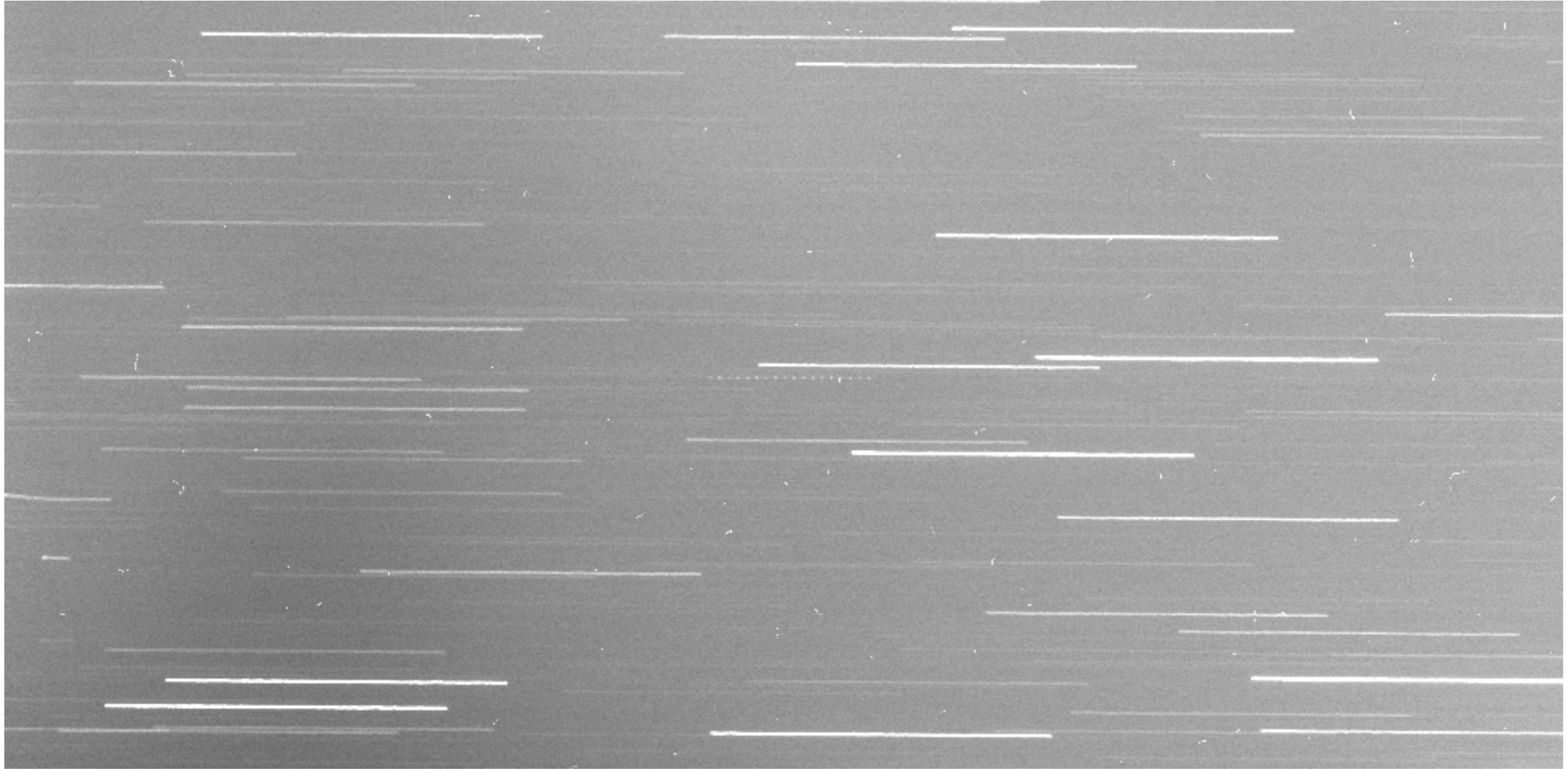
CCD画像



← 転送方向

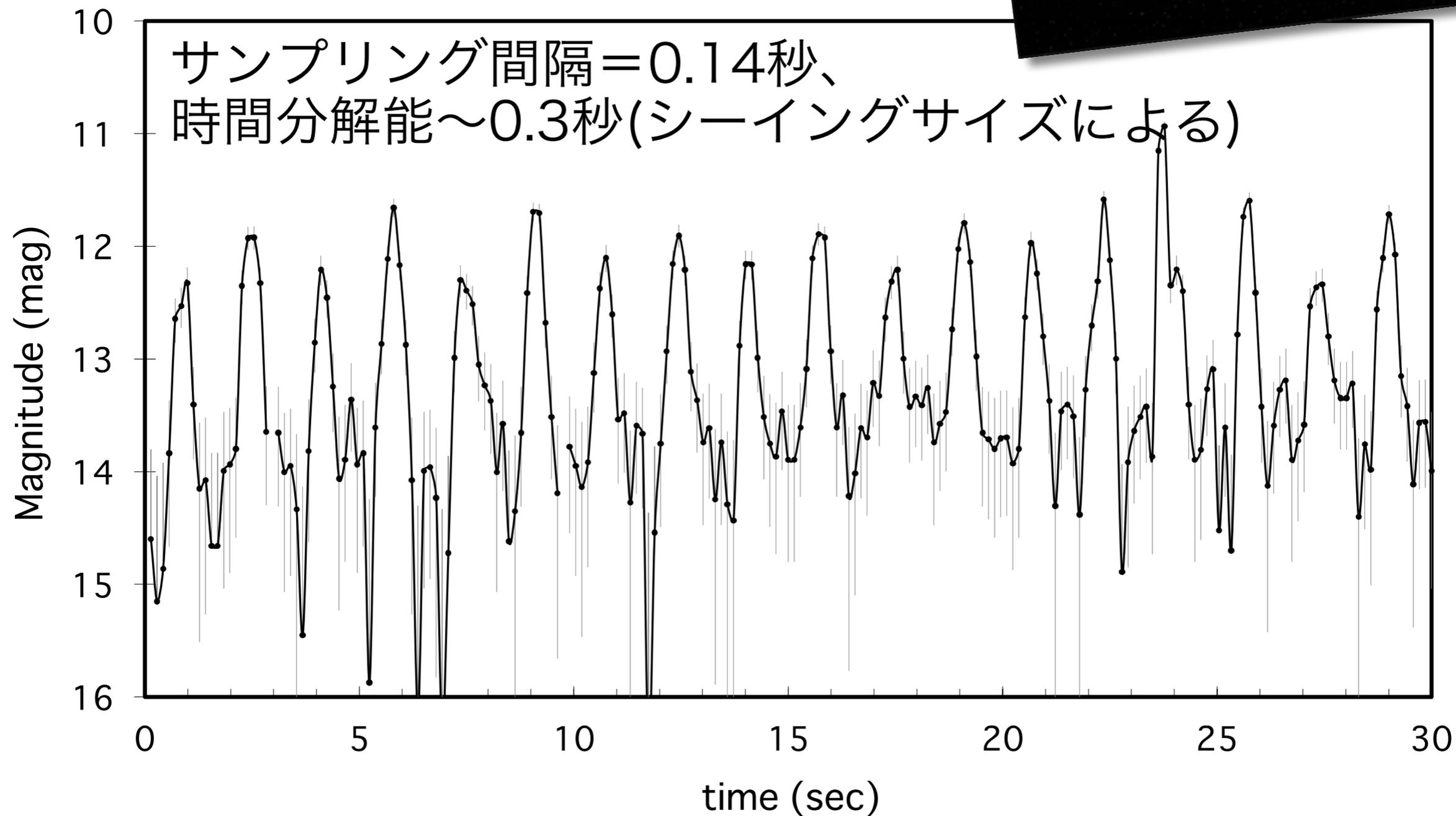
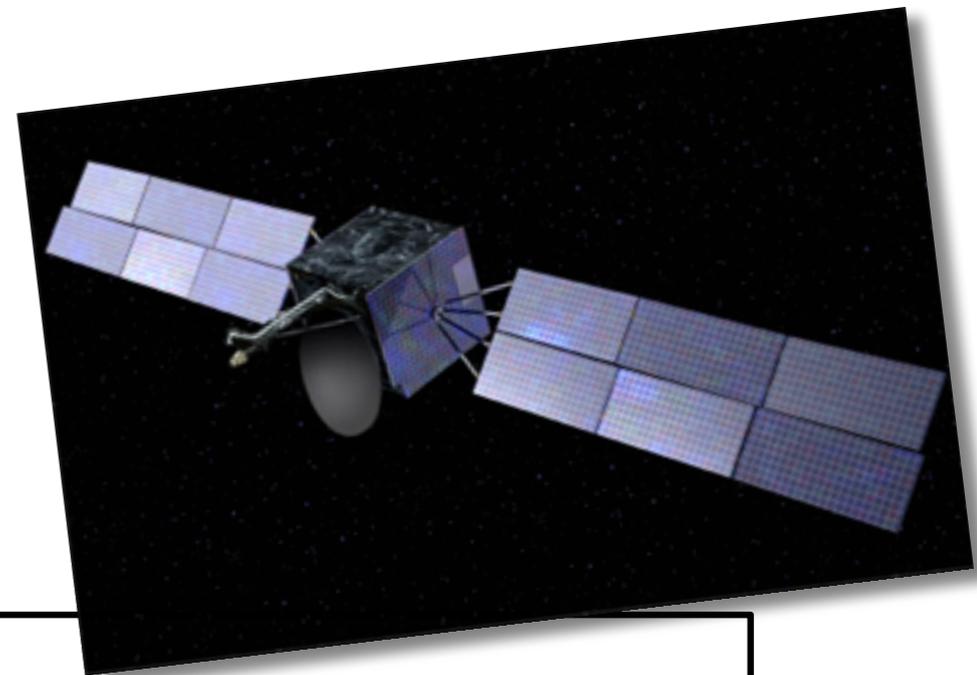


TDI画像例



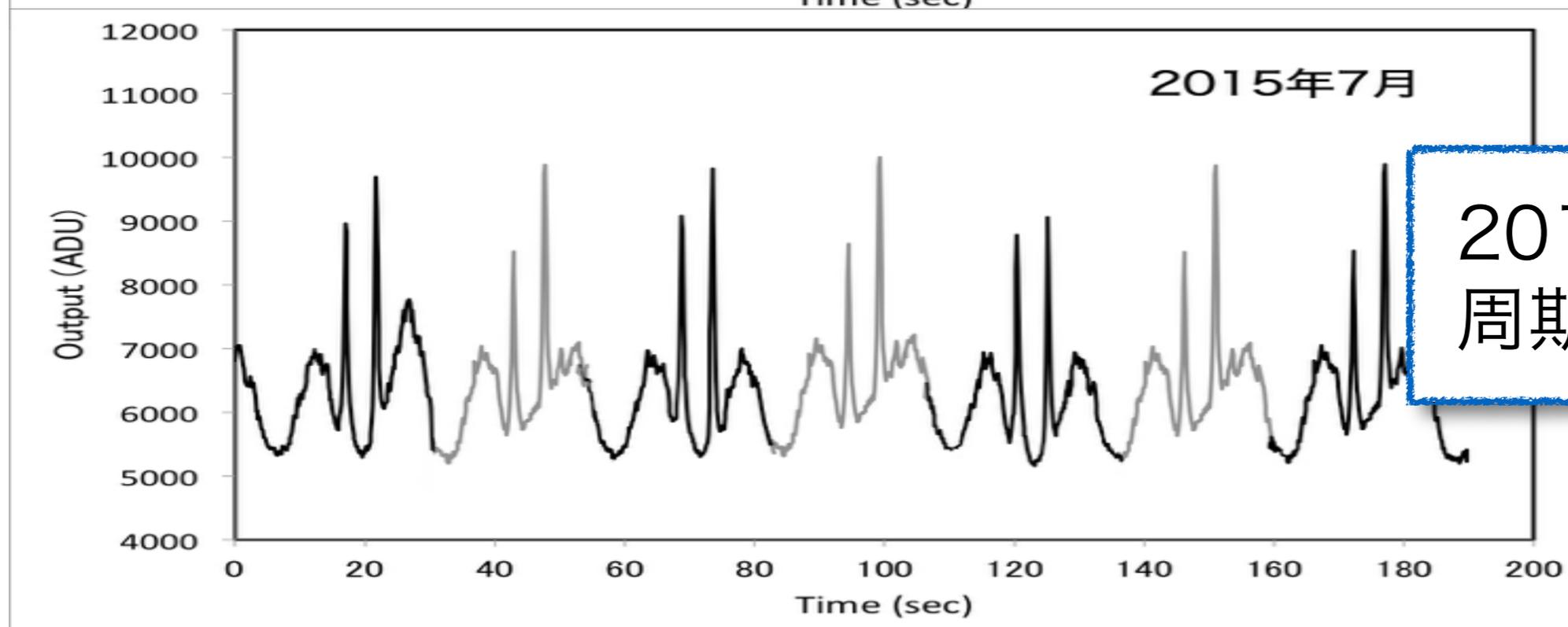
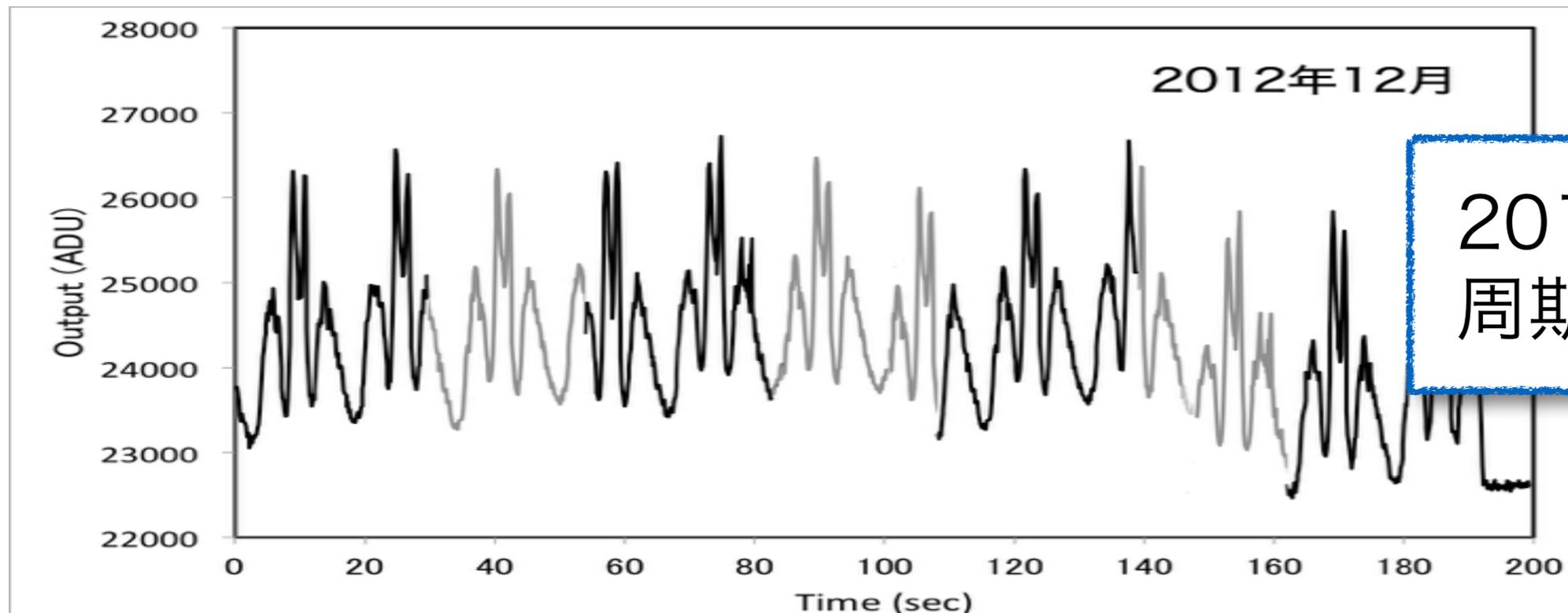
対象物体(BSAT-2A)をトラッキングし、TDIで30秒露出

BSAT-2A



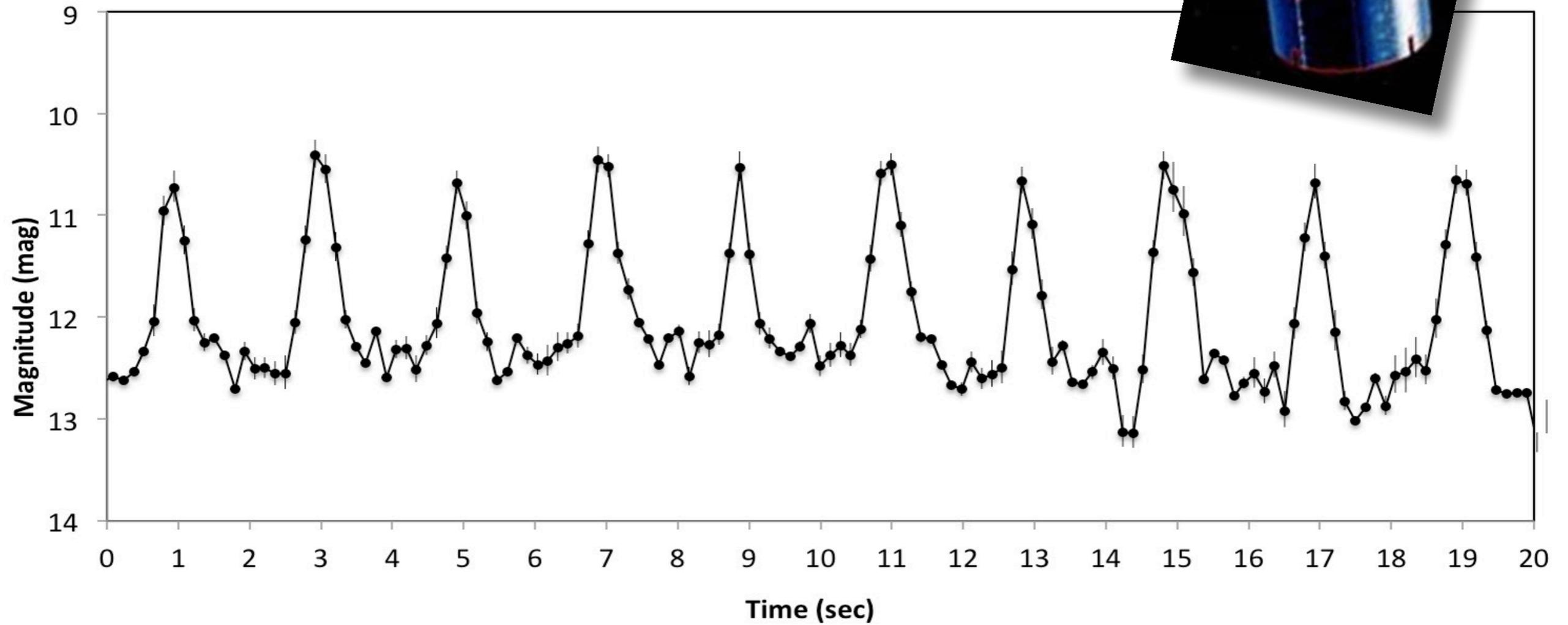
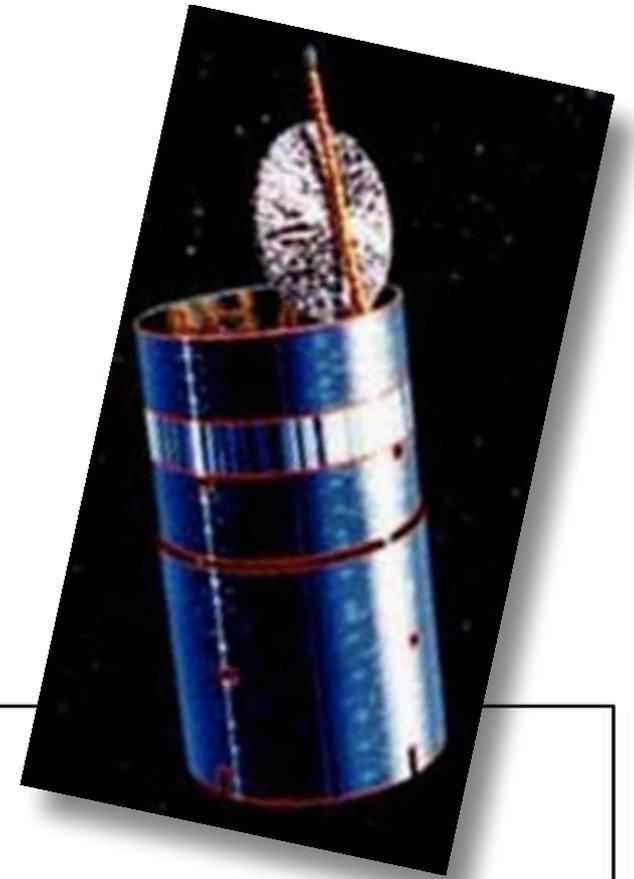
H-IIA のロケットボディ (WINDS: KIZUNA)

(2008年2月打ち上げ)



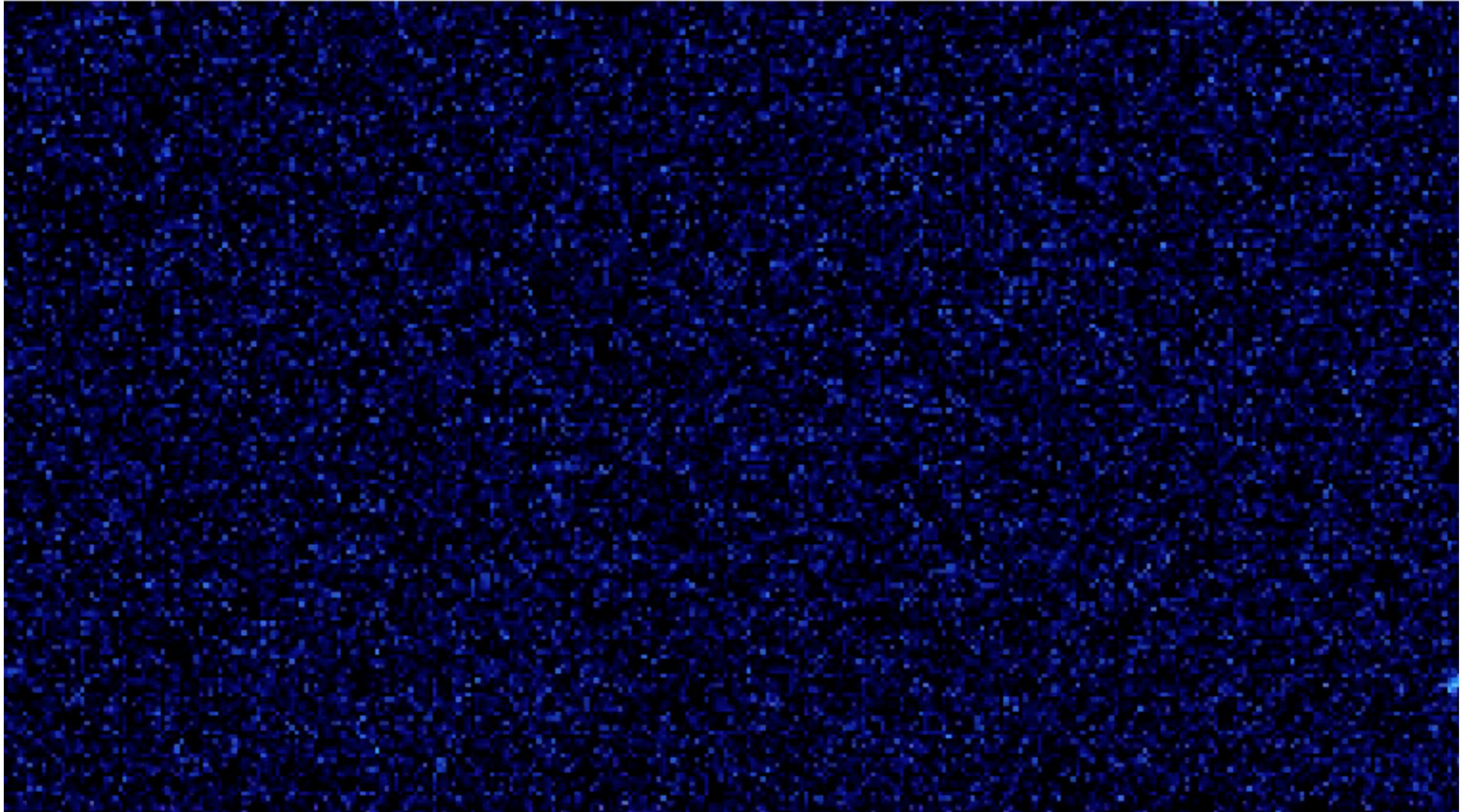
JCSAT-2

(2002年7月運用停止)

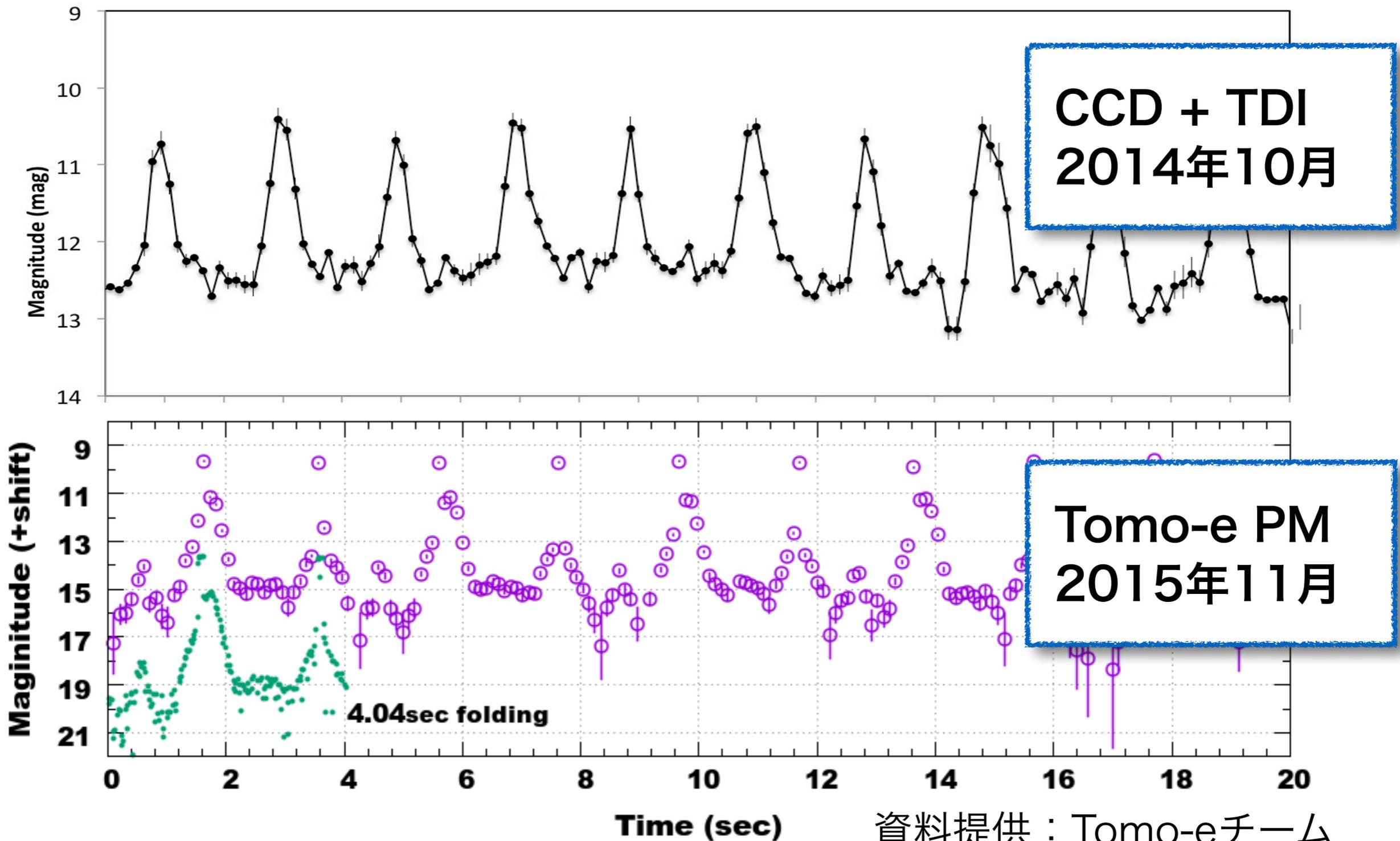


JCSAT-2

(Tomo-e Gozen PM, 10Hz)

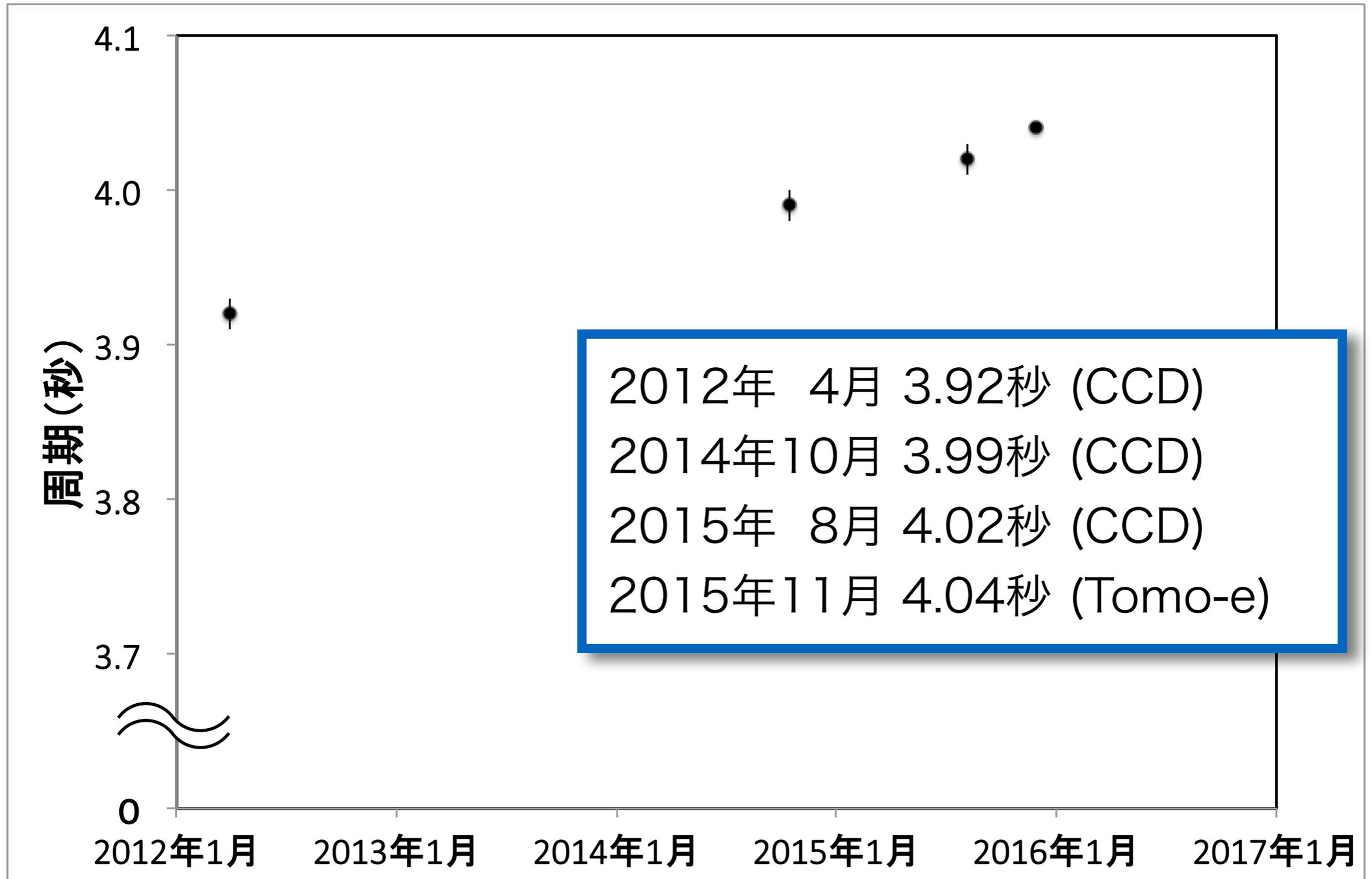


JCSAT-2



資料提供：Tomo-eチーム

JCSAT-2



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
大量に発見できる可能性
- 地球接近小惑星の即時分光
→ IFUは移動天体の分光に有効
→ 母天体内部の情報
- 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