

次世代型デブリ観測の提案

○上津原正彦, 田川真, 花田俊也 (九州大)

九州大学では2つの次世代型のデブリ観測の研究に取り組んでいる。

1つ目は地上光学観測による静止軌道デブリのサーチ観測の実証研究である。サーチ観測とは、デブリ生成・軌道伝播の数値計算により宇宙機の破砕現象由来のデブリの分布や運動を適切に予測することで、破砕現象由来のデブリを選択的に観測する方法である。貴重な軌道資源である静止軌道周辺では過去に宇宙機の破砕現象が10件以上起こっていると指摘されているが、そのうち破砕の瞬間が確認出来た事例は2件、また破砕で生じたデブリのうち現在追跡されているものは僅か4個に過ぎない。このように未解明な静止軌道デブリ環境をサーチ観測することで、効率良く環境解明を図る事が可能になる。

2つ目は軌道上ライダー観測システムを用いたデブリの軌道上観測の実現可能性の検討に関する研究である。ライダーとはレーザー光を用いた検知・測距技術であり、高い空間分解能での観測が可能である。光学観測とライダーの組合せによりデブリ軌道決定精度の向上を、軌道上に観測システムを配置することにより観測能力の拡充を図る。より多くの対象について高精度の軌道情報を得ることで、宇宙機に対する脅威評価を有効に実施することが可能となる。

次世代型デブリ観測の提案

上津原正彦*, 田川真, 花田俊也
九州大学



研究概要

地上光学観測グループ

IHI⁽¹⁾, JAXA⁽²⁾, 九州大⁽³⁾⁽⁴⁾

デブリ光学観測の 高効率化

- ◇ 数値解析によるデブリ状態推定
- ◇ サーチ観測技術
- ◇ デブリ検出技術(画像解析)
- ◇ デブリ起源同定技術

軌道上光学観測グループ

IHI⁽¹⁾, 九州大⁽³⁾⁽⁵⁾

レーザー光による軌道上 観測のフィジビリティ

- ◇ LEO→LEO光学観測
- ◇ 最適投入軌道・観測方向の探索
- ◇ 軌道決定精度評価

- (1) 川辺, 北澤, 橋本, 坂野
(2) 柳沢, 黒崎
(3) 花田
(4) 藤田, 藤原, 山岡, 上津原
(5) 田川 (敬称略)

10/12/16

2

次世代型デブリ観測の提案

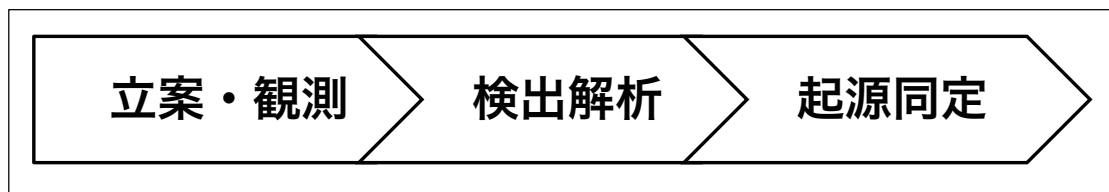
I. 静止軌道デブリのサーチ観測

10/12/16

3

研究目的

- 光学観測による未知デブリの効率的な検出
 - 未知物体:
UCT(Uncorrelated Target)
 - 既知物体:
CT(Correlated Target)
 - 発生起源が未同定
 - 宇宙機の破砕で生じた破片
 - 小さい, 低S/N比 (=暗い)
 - 位置・速度ベクトル分布不明確



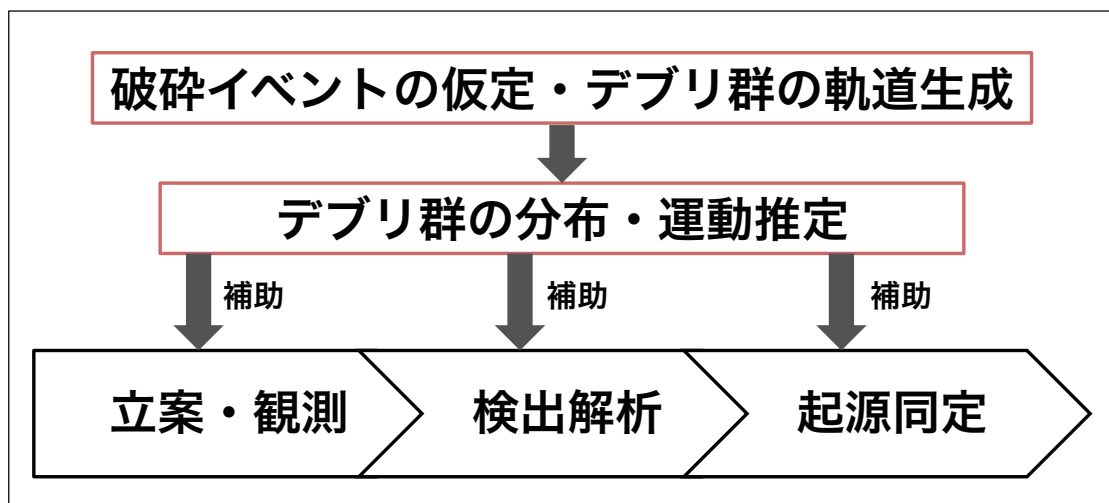
一般的なデブリ観測の流れ

10/12/16

4

サーチ観測の提案

- 任意の破砕由来デブリ群を選択的に観測



サーチ観測の流れ

10/12/16

5

分布・運動推定

• 分布推定

- 慣性空間上の
デブリ群の軌道分布を推定

• 運動推定

- 観測座標で取得される時系列画像上の
デブリ群の速度(移動量)ベクトル分布を推定

10/12/16

6

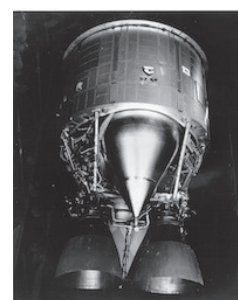
分布・運動推定の解析結果例

サーチ観測対象：

TitanIII C Transtage (68081E)

由来デブリ群

- 1992.2.21 9:31GMTに爆発
- 爆発直後、光学観測により23個の破片確認
- 8個の破片がSpace Trackカタログに登録
(2010.12.1現在)



*TitanIII Transtage
(Wikipedia)*

観測地点・期間：

JAXA入笠山光学観測施設

- Φ35cm望遠鏡+2k2kCCD
- 2010.12.4-6 (新月期)



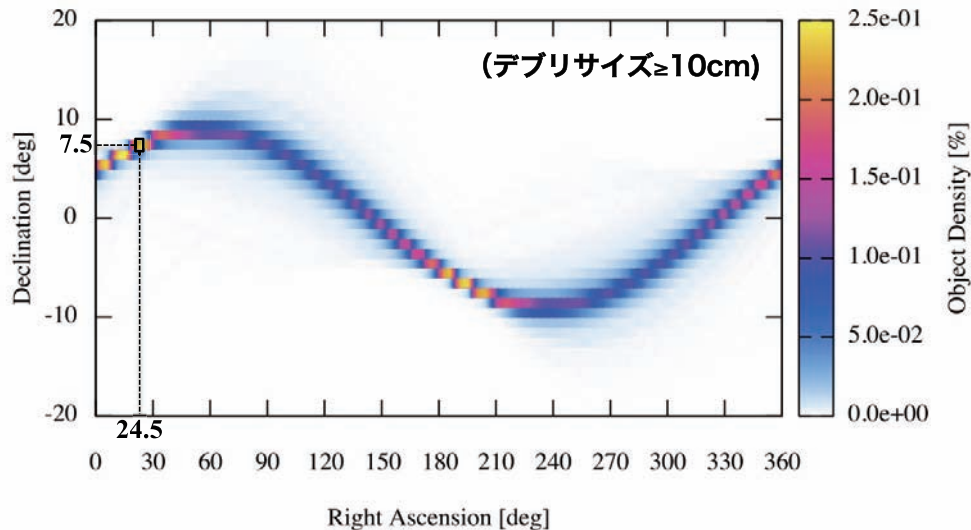
JAXA入笠山光学観測施設 (JAXA)

10/12/16

7

分布推定結果

68081Eデブリ群の推定存在確率密度分布



観測地点の可視域を考慮し、**確率密度の高い領域**を観測座標に設定
 →地心赤経24.5度, 地心赤緯7.5度を**定点観測**

10/12/16

8

運動推定結果

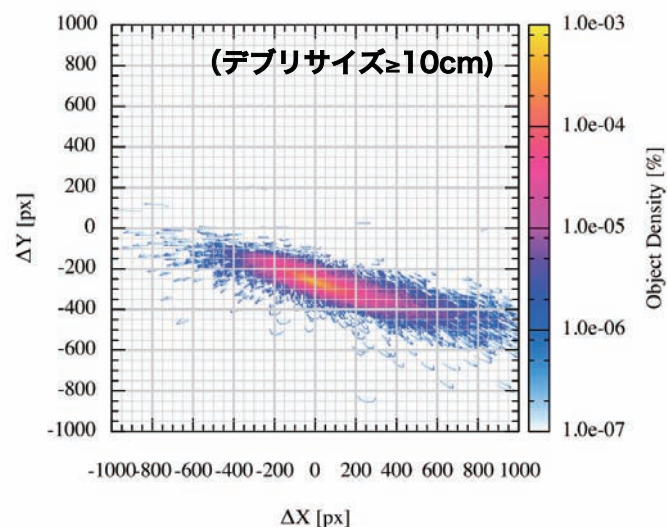
定点観測で取得される68081Eデブリ群の時系列画像上の
推定移動量ベクトル確率密度分布

観測時間：

18:00 JST - 24:00 JST

撮像条件：

- 1セットの時系列画像:
3秒露出 \times 32枚 / 7分
- 画像幅:縦横2048 px
- 画像解像度:2.25 arcsec
- 時系列画像取得中は
方位仰角固定



10/12/16

9

サーチ観測初期解析結果

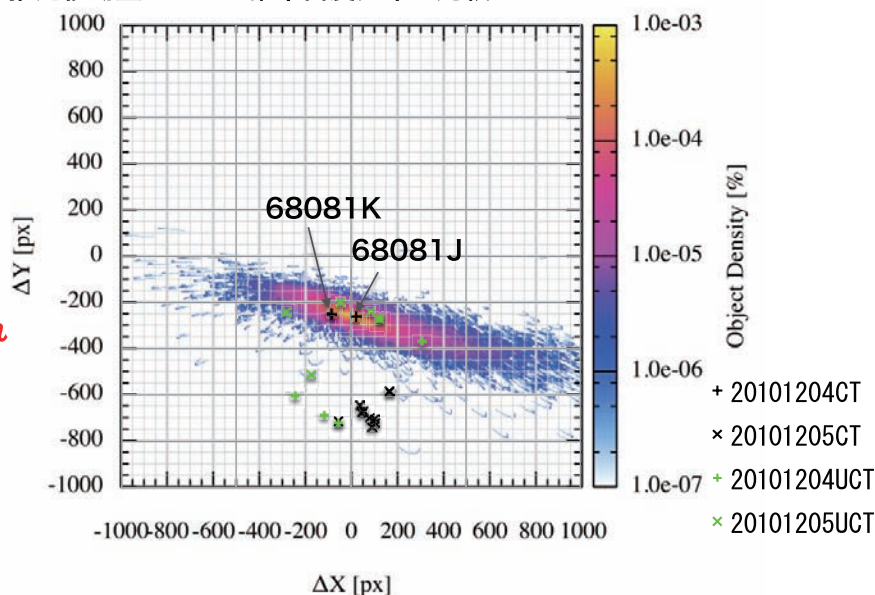
検出方法：線分検出技術

線分検出技術の移動量ベクトル計測値と、
68081Eデブリの推定移動量ベクトル確率密度分布を比較

6個のUCTと、
68081Eデブリの
CT2物体(K,J)が
p分布の傾向に一致
している。

68081E非由来の
CT10物体と
UCT4個はp分布の
傾向から大きく外れ
ている。

→ サーチ観測
成功の確証
高い。



10/12/16

10

今後の計画

- UCTの起源同定解析
- 暗いUCTの検出
- 68081Eデブリのサーチ観測の継続
- 分布・運動推定の精度検証
- 分布・運動推定方法の適用例の検討
 - TDI観測への応用
 - 静止軌道以外の軌道への適用
 - デブリ検出アルゴリズムへの組み込み

10/12/16

11

次世代型デブリ観測の提案

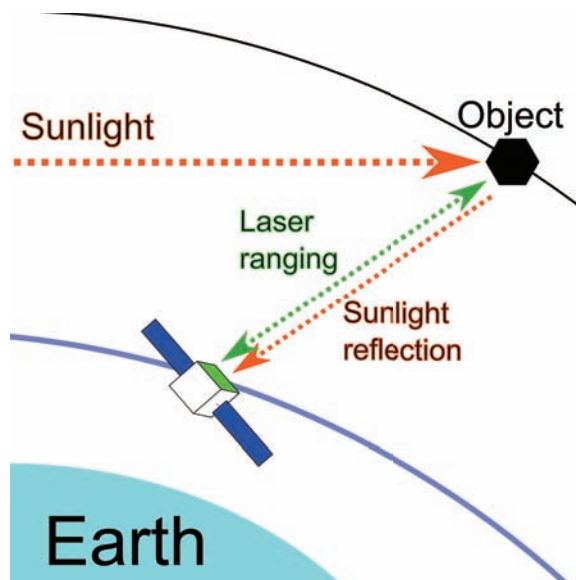
II. レーザー光を用いた軌道上デブリ観測

10/12/16

12

レーザー光を用いた軌道上デブリ観測

- LEO→LEO観測
 - 軌道上光学観測
 - 検出・軌道決定
- 通常光学＋
レーザー観測
 - 高精度測距
 - 高精度軌道決定



10/12/16

13

投入軌道・観測方向の検討

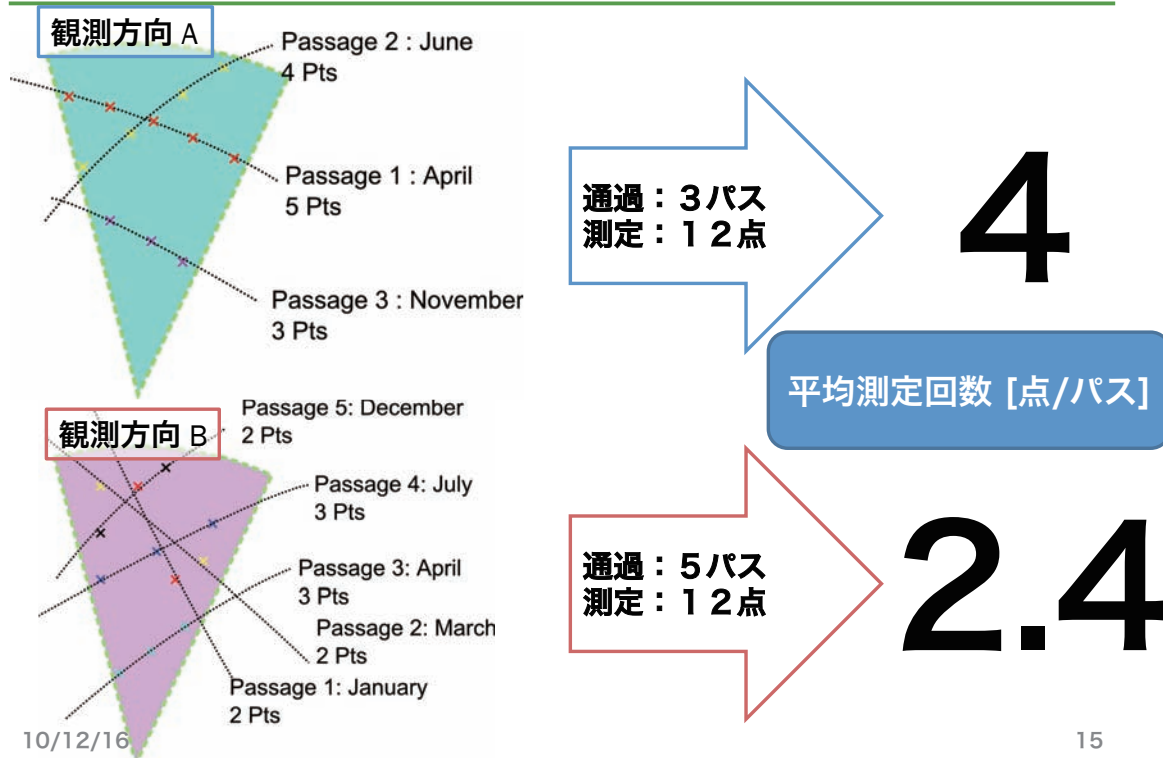
- 観測システムを軌道上に配置
→ 観測システム投入軌道・観測方向の検討

任意の軌道に観測システムを投入と仮定
+
観測対象デブリの軌道データを用意
↓
ミッション期間中の観測履歴をシミュレート

10/12/16

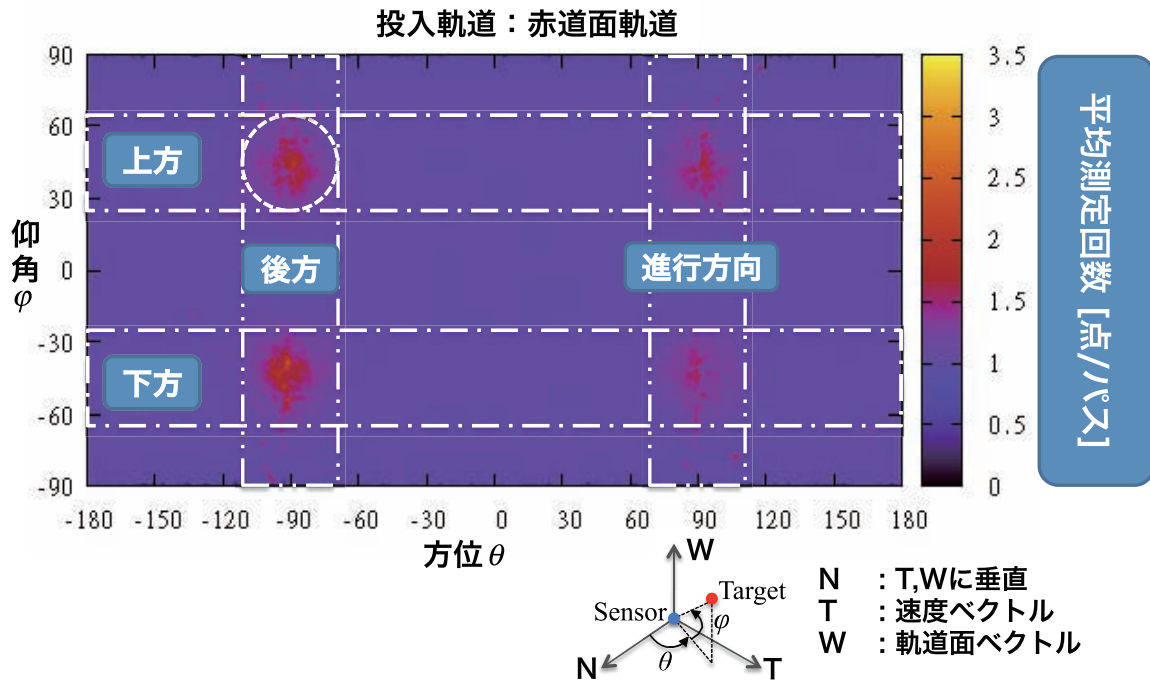
14

観測方向解析手法



15

観測方向解析結果の一例



今後の計画

- 様々な投入軌道における観測方向の検討
 - 軌道決定精度の比較
 - 通常の光学観測（角度情報）による軌道決定
- VS
- 測距データを追加したデータによる軌道決定