

---

# スペースデブリの除去をめざして

小倉高等学校科学部SS天文研究会  
早瀬 加奈子、樋本 ゆき乃(高2)  
荒木 梨花、ペレス前田寿利明(高1)

---

## 1. 目的

私たちはスペースデブリ(以下デブリと表記)の除去に向けて、デブリの観測を行い、観測によって得たライトカーブ(対象天体が反射した光の量を表すグラフ)より、デブリの回転の様子と形状を決定しデブリの除去に貢献しようと考えた。

## 2. 研究内容

### ○観測1—静止画で撮影する

まずデブリを静止画で撮影しライトカーブを入手しようと考えた。

手法：CCDカメラを天頂付近に向け固定し、上空を通過したデブリをランダムで撮影する。

結果：2014年11月～12月に合計20時間観測を行い、32個のデブリを確認できた。その中から光度の変化により点滅しているデブリを1つ確認できた。

(観測を行った結果生じた問題点)

問題点A ランダムに撮影したため同じ対象天体を複数回観測できない→観測対象を絞り出現予測をするためのプログラムの作成が必要である

問題点B 点滅しているも細かい光度変化を確認できない→動画での撮影が必要である

### ○出現予測のプログラムの作成

問題点Aを解決するため、BASIC言語を用いてデブリの出現予測のプログラムを作成した。

### ○観測2—動画で撮影する

問題点Bを解決するため、デブリを動画で撮影した。

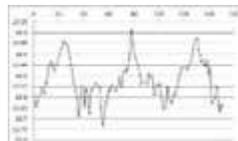
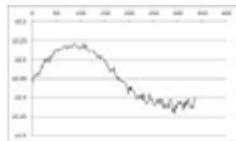
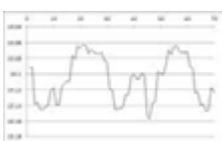
手法：プログラムで出現予測を行い、CCDカメラで動画を撮影した。2015年7月～10月に観測を行い53個のデブリが撮影できた。

結果：光度変化がないデブリ

Cosmos1346Rocket

50個は光度変化が0.02等級程度しかない。これは物体自体の光度変化ではなく、デブリはほとんど回転していないと考えられる。

結果：光度変化があるデブリ



Meteor1-28

USA238

Noaa12

これらは人工衛星に関連したデブリである。USA238とNoaa12はまだ使用されている衛星であるため、すでにデブリとなったMeteor1-28のモデル実験を行った。

## ○モデル実験

観測で得たライトカーブの変化する原因を推定して粘土モデルを作成し、観測で得たライトカーブと比較して複数回実験を行う。

(Meteor1-28の特徴)

- ・光度変化幅は0.10等級
- ・光度変化の周期は約1.2秒
- ・極大値の光度に差がある
- ・極小値の光度が一定である
- ・極小値の長さに差がある

これには1.形状 2.自転軸の傾き 3.素材 4.色が関係していると考え、モデル実験を行った。

### 1.形状：台形

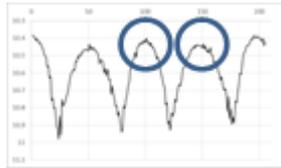
結果

極大値の光度に

0.05程度の差

極小値の光度、

長さが一定



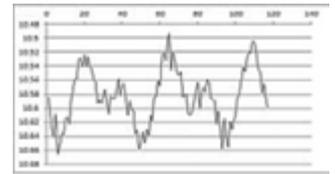
### 2.自転軸の傾き：約20°

結果

極大値の光度に0.05程度の差

極小値の光度に0.05程度の差

極小値の長さに差



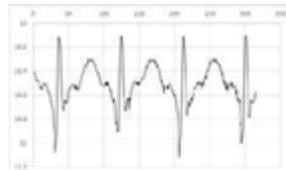
### 3.素材：アルミ箔

結果

極大値の光度が一定

極小値の光度に0.05程度の差

短時間で光度が非常に大きくなる

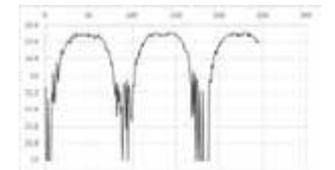


### 4.色：一部を黒く塗る

結果

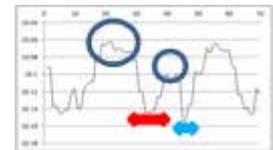
極大値が長く滑らか

極小値が一定



○実際のライトカーブと実験で得られたライトカーブを比較する

Meteor1-28の極大値の光度に差がある点から1と2、極小値の光度が一定である点から1と4、極小値の長さに差がある点から2のライトカーブが当てはまる。よってMeteor1-28の形状は1と2を組み合わせたものであると考え、さらに実験を行った。



結果：極大値の光度に0.05程度の差、極小値の光度の長さに差が生じ、実際のライトカーブと一致した。しかし極小値の光度にも差が出たため、表面の色も考慮する必要がある。

## 4.まとめ

### ○結論

ほとんどのデブリは光度変化がない。光度変化があるデブリは人工衛星に関連したものであり、ライトカーブよりおよそその形状を決定することができた。

### ○今後の展望

Meteor1-28について現在推定している形状と自転軸の傾き、さらに表面の色を考慮しながらより正確な形状決定を行う。観測を続けてライトカーブを入手し、詳細部分の決定まで行う。

### ○参考文献

宇宙航空研究開発機構(JAXA) HEAVESABOVE 人工衛星の位置計算推算の実際

天体の位置計算 小倉高校の過去の研究実績(平成17~23年度の小倉高校科学部論文)