

# 人工天体の観測及びその高度をもとめる

小倉高等学校科学部 S S 天文研究会 2 年 那須陽彦 1 年 田振直輝

## 1. はじめに

人工天体とは人工衛星とスペースデブリの総称である。スペースデブリとは使用済みロケットや人工衛星の破片のことである。現在、宇宙空間には観測できるだけで約 1 万 5 千個ものスペースデブリがあり、稼働中の人工衛星に衝突する可能性が高まっておりとても危険な状態だ。したがって、スペースデブリの位置を把握する必要がある。その第一歩として今回の研究では静止画より人工天体の高度を求めた。

## 2. 研究内容

### (I) 観測

2014 年	12 月	29 日	夕方
		30 日	明け方
2015 年	1 月	6 日	夕方
		7 日	明け方
		8 日	夕方
		9 日	明け方

#### 観測器具

冷却 CCD カメラ S B I G S T - 402 M E

レンズ Canon EF 50mm (単焦点)

撮影時の画角  $7.8^\circ \times 5.2^\circ$

#### 観測手法

カメラを固定する。

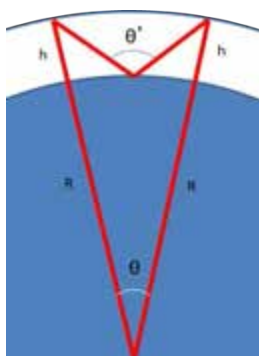
露出は 3 秒に設定し、4 秒おきに連続撮影。

### (II) 解析

観測した静止画像を天体画像処理ソフトウェア『ステライメージ』というソフトにかけることで画像に映っている人工天体の角距離を計測した。



### (III) 計算



観測によって得られた角距離から人工衛星の高度を求める。計算式は高校の物理で習う万有引力の法則を用いた。

遠心力 = 万有引力より

$$m(R+h)\omega'^2 = \frac{GMm}{(R+h)^2} \dots \textcircled{1}$$

観測によって得られる角距離は  $\theta'$  なので

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad \text{より} \quad \frac{\omega'}{\omega} = \frac{R+h}{R} \quad \text{の関係が成り立つ。}$$

これを①に代入して変形すると

$$h^3 + Rh^2 - gR^2 \frac{\Delta t^2}{\Delta \theta^2} = 0 \quad \text{となる}$$

この三時間数の式をグラフ作成ソフト grapes に入力する。このとき  $\theta'$  の値を自由に変えられるようにし、 $\theta'$  に観測で得られた角距離を入力してグラフを描く。すると、グラフと X 軸との交点が人工天体の高度  $h$  となる。

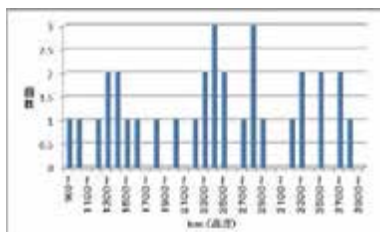
### 3. 結果

実際につくった高度をもとめる計算式に計測した角距離を代入すると、人工衛星の高度としてふさわしい値を求めることが出来た。

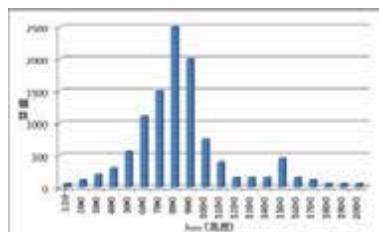
日	時	分	角距離 $\theta'$	高度	
1月8日	19	8	0.33018	3338	
		8	0.32302	3397	
1月9日	5	31	2.17117	485	
			39	90474	1365
			39	81787	1345
			40	129905	975

### 4. 検証

もとめた人工衛星の高度の分布を論文に記載されている人工衛星の高度の分布と比較することで、この方法が正しいことを証明する。



観測で得られたデータ



論文のデータ

### 5. 考察

実際に高度として出した値を分布図にまとめたものと、論文に記載されている高度の分布図を比較してみると、異なる点が多々見られた。よって、研究手法を見直す必要がある。

### 6. 展望

今回の研究で万有引力の法則から人工天体の高度を求める計算式を立式できたが、精度が低いので研究内容を見直しして行きたい。

### 7. 参考文献

Heavens above <http://www.heavens-above.com/>

高等学校理科用教科書 総合物理① 数研出版

スペースデブリ環境について 北澤幸人、花田俊也、柳沢俊史、松本晴久

2010.10.29 発表