

小型望遠鏡を用いたスペースデブリの観測と軌道算出

甲斐 涼雅、松中 陽路、有吉 裕哉、青木 翼 (高2)、北里 虎大、梶崎 天翔 (高1)

【福岡工業大学附属城東高等学校】

1、研究の動機・先行研究

近年スペースデブリ（以下デブリ）問題が深刻化している。そこで小型望遠鏡での観測方法について研究した。

先行研究では、未登録デブリを効率的に観測するために、モデル軌道を算出し、モデル軌道上にモデルデブリを配置して観測を行った結果、未登録デブリを撮影することに成功した。

2、今回の研究目的

未登録デブリをデータベース（スペーストラック）に新たなデブリとして登録する際には、そのデブリの軌道を算出する必要がある。そこで、観測した画像からデブリの軌道を算出するための数式を構築し、小型望遠鏡で撮影したデブリの軌道を算出する。

3、研究方法

使用機材は以下のとおりである

望遠鏡…ボーク 101ED、冷却 CCD カメラ…QHY9、

使用ソフト…heavensat2.4、ds9、赤道儀…ピクセン SXP

観測手順

1. 望遠鏡にレデューサー・カメラを取り付け、モデルデブリに望遠鏡を向けて固定撮影を行う。
2. 観測したデブリを未登録デブリと仮定し、デブリの追尾撮影を行い、時間差のある複数枚の画像を撮影する。

軌道算出について

今回の軌道算出では、デブリの軌道要素6つのうち軌道傾斜角と昇交点赤経の2つを算出することにした。一般的に用いられる数式は大学数学を応用した難解な数式であるため、高校数学だけを用いた数式を構築した。

軌道の算出方法

1. 観測時間の異なる2枚以上の画像より割り出した赤経赤緯を、地球中心のから見た赤経赤緯に補正する。
2. 補正した数種類の赤経赤緯を天球上に配置し、その点を曲線でつなぎ合わせて軌道要素を算出する。

構築した数式は以下のとおりである

[地心赤経]

$$\frac{\text{軌道長半径} \times \cos \text{赤緯}}{\sin(180^\circ - \text{地方恒星時} + \text{測心赤緯})} = \frac{\text{動径}}{\sin \text{視差}}$$

$$\text{地心赤経} = \text{視差} + \text{測心赤経}$$

[地心赤緯]

$$\text{赤道面距離} = \text{地球半径} \times \sin \text{観測地点緯度}$$

$$\text{観測者赤道面距離} = \text{水平測心距離} \times \tan \text{測心赤緯}$$

$$\text{地心赤緯} = \sin^{-1} \frac{\text{赤道面距離} + \text{観測者赤道面距離}}{\text{軌道長半径}}$$

[軌道要素]

$$\tan \text{地心赤緯} = \tan \text{軌道傾斜角}$$

$$\times \sin (\text{地心赤経} - \text{昇交点赤経})$$

4、結果

小型望遠鏡で観測した画像から得られた値を構築した数式に代入した結果得られた値は以下のとおりである。

軌道傾斜角…4.47° 昇交点赤経…307.9°

	1枚目補正前	補正後	2枚目補正前	補正後
赤経	323.08°	319.44°	4.17°	-0.28°
赤緯	-4.42°	0.90°	-1.05°	3.53°

算出した軌道よりスペーストラックを用いて観測したデブリの同定を行ったところ、未登録デブリと仮定したデブリはタイタン3Cの既知デブリである NORAD 番号 3432 であることが分かった。

5、考察・結論

モデル軌道・モデルデブリを用いた観測は未登録デブリの観測に有効であることが分かった。また、軌道を高精度に算出することに成功したことから、私たちが構築した数式は難解な数式に代用できることが考えられる。

6、今後の展望

小型望遠鏡で観測した未登録デブリの画像から、軌道要素すべてを算出し、スペーストラックに登録したい。