

流星多点観測法による国際宇宙ステーションの経路同定の検証

東京工業大学工学部附属工業高等学校
山田翔大（高校2年）

はじめに

私は、昨年「国際ステーションを用いた流星経路同定手法の練習」について発表をしました。国際宇宙ステーションISSを流星に見立て筑波とぐんまから同時に写真撮影して、作図と計算で高さ、軌道要素(昇交点赤経、軌道傾斜角*i*)を求めました。結果は、公表されているデータと大きく異なっていました。

	実験値	参照値
高さ	出現点 171km 消失点 221km	384 × 401km
軌道要素		
軌道傾斜角	81°	51.6300°
昇交点赤経	250°	141.6134°

今年は、使用した方法に基づく誤差の検証、方法の改善策を検討します。

検証1 昇交点赤経の正しい参照値

前回発表では、参照値を間違えていました。人工衛星は地球の形により昇交点が西に移動していきますが、この変化(日変化)を補正せずにそのまま参照値としました。ここで正しい参照値を示します。

観測日の通日 t 、日変化量 $\dot{\lambda}$ 、元期の通日 t_0 と元期の昇交点赤経 λ_0 から下の式により観測日の昇交点赤経 λ を求めます。

$$\lambda = \lambda_0 + \dot{\lambda}(t - t_0)$$

観測日のデータは $t=46.388$ 、 $\dot{\lambda} = -5.02^\circ$ 、 $t_0=50.1072$ 、 $\lambda_0 = 253.29^\circ$ です。これらを代入すると $\lambda = 272^\circ$ となり、昇交点赤経の実験値に変化はありませんが比較的良好な値になる事が分かりました。この値を正しい参照値とします。

検証2 使用した方法に基づく誤差

次の3つの作業では方法に基づく誤差が生じます。

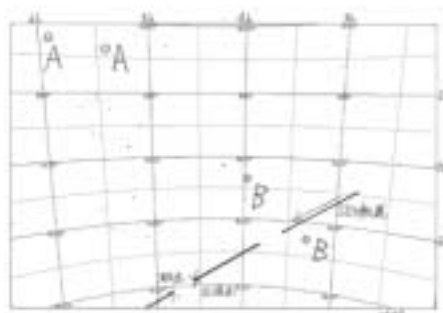
- (1) 観測地標高の補正 [高さの作図]
- (2) 基準星による読み取りのずれ [赤経・赤緯の読み取り]
- (3) 2地点での時間のずれ [ISSの写真撮影] (検討中)

(1) 観測地標高の補正 [高さの作図]

前回の発表では観測地の標高を考えずに高さを求めました。今回は、観測地ぐんまの標高を 800m として補正しました。これにより、出現点の高さが 16km 上がり、187km となりました。多少ですが実験値が良くなりました。

(2) 基準星による読み取りのずれ [赤経・赤緯の読み取り]

カメラと同じ写野の赤経・赤緯は右の図の通りです。写真はこれと一致しません。写真から赤経・赤緯を読み取る際に、重ね合わせの基準にする星を変えると赤経・赤緯の値が変化します。撮影した写真の中で、前回使用した基準星 A に対し最もずれを生じる B の値を表に示します。



	出現点の赤経 赤緯	消失点の赤経 赤緯
A (前回使用)	赤経 4h45.5m 赤緯 - 31.5 °	5h 2m - 33 °
B	4h31m - 25.5 °	4h47m - 27.5 °

表より、赤経・赤緯読み取りのずれは赤経 15m、赤緯 6° の範囲になります。この結果、最終的に軌道傾斜角 i には 36°、昇交点赤経 には 30° の誤差が発生します。

よって、この赤経・赤緯の読み取りで生じるずれが、一番値に影響を及ぼします。

原因は、写真が天球を平面に投影している事、そして広角レンズを使い撮影したことです。前者は計算により補正することが出来ます。更に、改善策としてカメラレンズを長焦点のものに変えて、ずれを軽減させることもできます。

謝辞

L A T の加茂昭先生には人工衛星観測についての基礎知識からたくさんの事を教えていただきました。J A X A の寺園淳也先生にはお忙しい中大変お世話になりました。この場をお借りして御礼申し上げます。

参考文献

新装改訂版 天文計算入門 長谷川一郎編 / 恒星社
人工衛星の観測方法 関口直甫編 / 恒星社
流星観測ガイドブック 日本流星研究会編 / 誠文堂新光社
天文年鑑 2003 年版 天文年鑑編集委員会編 / 誠文堂新光社