

東京工業大学工学部附属工業高等学校 科学部(天文班)

山田 翔大 (高1)

高津 貴大 (高1)

佐々木 祐一 (高2)

竹本 孝輔 (高3)

1. はじめに

複数の地点から写真撮影された流星は、作図や計算により経路や輻射点を求められます(多点観測)。しかし、そのような流星にめぐり合うことはなかなかありません。私たちは、人工衛星、特に国際宇宙ステーション ISS を流星に見立てて、流星の多点観測シミュレーションをしました。残念ながら今までに3回挑戦していますがまだ撮影できていません。ここでは、ドイツ航空宇宙局ホームページ heavens-above に公開された2003年2月13日のデータを使って、シミュレートした結果を記載します。

2. 方法と結果

(1) 撮影方法

学校のある東京都芝浦と茨城県筑波の2点から、協定時刻に同じ空を同じ時間露光して固定撮影します。

図1-1は、2003年2月13日日本上空を通過するISSの軌道です。ここに枠の通り写野を想定します。

図1-2は、芝浦と筑波から見たISSの軌道です。この軌道のうち18時27分30秒から18時28分00秒の太線部分を流星に見立てます。したがって協定観測時刻は18時27分30秒、30秒露光の固定撮影を行ったものと想定します。出現時刻と消失時刻は次の通りです。

出現:18時27分30秒 消失:18時28分00秒

(2) 赤経 赤緯 の読み取り

(1)で撮影した写真から出現点、消失点の赤経 と赤緯 を読み取ります。図1-2より結果は次の通りです。

	出現		消失	
芝浦:	= 3h 31m	= 68.5°	= 6h 13m	= 47°
筑波:	= 3h 8m	= 62°	= 5h 14m	= 42°

(3) 恒星時の計算

時刻 JST、観測地経度、世界時 0 時の視恒星時 t_0 から、次の式により地方恒星時 t を求めます。

$$t = t_0 + 1.002738(\text{JST} - 9\text{h}) +$$

天文年鑑による $t_0 = 9\text{h}30\text{m}28.2\text{s}$

観測地緯度 : 芝浦 139.7472° 、筑波 140.0967°

結果は次の通りです。

	出現 (18 時 27 分 30 秒)	消失 (18 時 28 分 00 秒)
芝浦 :	$64^\circ 22' 41.30''$	$64^\circ 30' 10.74''$
筑波 :	$64^\circ 43' 39.50''$	$64^\circ 51' 10.74''$

(4) 高度 h、方位角 A の計算

(2) の t と t_0 で時角 H を出します。

$$H = t - t_0$$

次の式で、H と t_0 、観測地経度 λ から方位角 A と高度 h に換算します。

$$\cos h \sin A = -\cos \delta \sin H$$

$$\cos h \cos A = \cos \delta \sin \lambda - \sin \delta \cos \lambda \cos H$$

$$\sin h = \sin \delta \sin \lambda + \cos \delta \cos \lambda \cos H$$

結果は次の通りです。

	出現	消失
芝浦 :	$A = -7.7^\circ$ $h = 56.5^\circ$	$A = 53.1^\circ$ $h = 65.8^\circ$
筑波 :	$A = -17.6^\circ$ $h = 61.8^\circ$	$A = 63.3^\circ$ $h = 73.1^\circ$

(5) 輻射点の作図

(1) で撮影した ISS の経路を星図に作図し、経路を逆に延長して輻射点を読み取ります。結果は次の通りです。

赤経 $= -10^\circ 42'$ 赤緯 $= 21\text{h}40\text{m}42\text{s}$: みずがめ座方向

(6) 対地軌道の作図 (図 2)

それぞれの観測地点からの出現点、消失点の方位角 A を地図上に作図して、その交点である直下点を求めます。この出現、消失の直下点を結んだ線が対地軌道になります。

3．まとめ

ISS の出現は夕方と明け方に限られる。また観測好機が周期的に巡る。このため、撮影が想定していたよりも困難であった。引き続き機会をねらい、発表の際には本物のデータで発表に臨みたい。また、シミュレーションの結果、対地軌道は heavens-above に公開されていた Ground Track と等しく、方法は十分と考えられる。しかし、作図に利用する地図の精度は無視できない要素であるとわかった。

4．謝辞

撮影カメラの一つ、「とりっきりコニカ簡易バルブカメラ」試用機の利用にあたり、国際航業株式会社天文コンサルタント事業部の原田泰典様にたいへんお世話になりました。また、クラブ 0B 梅沢陽明先輩には、何回も何回も観測につきあっていただきました。この場をお借りして御礼申し上げます。

5．参考文献とホームページ

流星観測ガイドブック 日本流星研究会編/誠文堂新光社

天文計算入門 長谷川一朗編/恒星社

天文年鑑活用ハンドブック 天文年鑑編集委員会編/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

宇宙開発事業団きぼう広報ホームページ URL <http://jem.tksc.nasda.go.jp/>

ドイツ航空宇宙局ホームページ Heavens-above URL <http://heavens-above.com/>