

視差を用いた月までの距離の計算とそれを応用した立体星座カードの制作

小林 美琴 (中1) 【津島市立暁中学校】

要旨

カメラ間の経度差の距離と同時刻の月の視差を用い、地球から月までの距離を、三角関数を用い導き出した。さらに、その方法を応用し星までの距離から視差を求め、アナグリフ方式による立体星座カードを制作した。

月までの距離を求める

1-1. 使用機材

安八町側: ZWO SeestarS50 [焦点距離250mm、撮像サイズ5.6mm×3.2mm解像度1920×1080px]

板橋区側: タカハシ屈折望遠鏡FC100 [焦点距離800mm、キャノンEOS60D、センササイズ22.3×14.9mm]

1-2. 方法

(1) 視差を出す基点として月と土星を同一視野に入れて同時刻に撮影した画像を利用する。

(2) 同時刻に板橋区から撮影した画像データ (以下、板橋区画像) を船越浩海先生にご提供頂く。

(3) 画像サイズが異なるため、SeestarS50で撮影した画像に合わせるよう、板橋区画像のサイズを調整し、月の陰影に重ね合わせる。

(4) 視差を計測し、月までの距離を導き出す。

1-3. 結果

岐阜県安八町 (北緯35.335度 東経136.663度) と板橋区 (北緯35.763度 東経139.679度) から同時刻に撮影した月の合成画像 (以下、視差画像) を図1に示す。



図1 視差画像

1-4. 考察

(1) 撮影した2点間の経度差の距離 (以下、2点間距離) を求める。同緯度とし高精度計算サイト (以下、計算サイト) に入力したところ273.852958kmであった。

(2) 月の視差を求める。

図2のように月の視差 (以下視差) を水平に計測した。

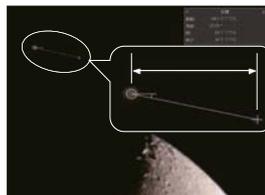


図2 視差を計測する様子

① 1px当たりの幅 (mm)

$$0.00296\text{mm}/\text{px} = \text{センササイズ} 3.2\text{mm} \div \text{画像サイズ} 1080\text{px}$$

② 視差の単位pxをmmへ変換する

$$\text{視差} 0.18667\text{mm} = \text{センササイズ} 0.00296\text{mm} \times \text{視差} 63\text{px}$$

計算結果は、視差63pxは、0.18667mmであった。

③ 視差の単位mmを度に変換する

計算サイトの三角関数の計算を用い、視差 (mm) の1/2を直角三角形の底辺とし視差を求める。

$$\text{底辺} 0.09333\text{mm} = \text{視差} 0.18667\text{mm} \div 2 \quad \text{SeestarS50焦点距離} 250\text{mm} \text{を高さとして、視差の} 1/2 \text{は} 0.02139\text{度} \text{となり視差は} 0.04278\text{度} \text{となった。}$$

(3) 視差1/2の0.02139度 (頂角) を使い月までの測心距離 (斜辺) を求める

計算サイトの三角関数の計算を用いて求めた。

$$\text{底辺} 136926479\text{mm} = 2\text{点間距離} 273.852958\text{km} \div 2$$

$$\text{月までの測心距離} = 366767359703\text{mm} = 366767\text{km} (\text{約} 36.68\text{万km})$$

(4) 計算結果の精度を検証する

月までの距離の計算値は、約36.68万kmであった。計算精度の確認のため、ステラナビゲーター12 (天文シミュレーションソフト)。以下、ステラナビで撮影日時の月までの測心距離を調べたところ36.86万km (誤差0.5%) であり遠方対象物までの距離を正確に計算できていた。

立体星座カードの制作

2-1. 制作方法

- (1) ステラナビを使用し星の距離と等級を調べる。
- (2) ステラナビで星座線を結ぶ星 (以下、星座星) の距離に応じた視差を計算する。
- (3) アナグリフ方式で左右の画像を合成し専用メガネで見ることで立体的に見る。左目を赤、右目をシヤンのフィルムを用いる立体星座カードを制作した。

2-2. 結果

ステラナビを用い星座星の等級と距離 (光年) を

調べた結果を表1にまとめた。

2-3. 考察

(1) 視差を計算する。 (いるか座の例)

① 距離 (光年) の最大と最小との差が、立体感が強調される20mmの場合の1光年当たりの比

1光年当たりの比 $0.07645 = 20\text{mm} \div (\text{最大距離} 359\text{光年} - \text{最小距離} 97.4\text{光年})$

② 距離 (光年) の最大と最小の差が20mmの場合の星座星の比 (いるか座 α 星の場合)

距離差20mm時の比 $18.43 = 241\text{光年} \times 1\text{光年当たり} \text{比} 0.07645$

対象の「星座星における距離 (光年) の最大値と最小値の差が20mmの場合の比」を表1に記した。また、星座カード制作時は、GIMPでのピクセル差の最大が左右差20が最も立体感を認識しやすかった。そのため「距離差20mmとした場合の星座星の比」の左右10になるよう置き換えた。距離と赤青の星座星の配置を表2に示す。星座カードの制作には、ステラナビで取得した星座画面と等級サイズ、及び前述の比を用いた。近い場合は左に青、右に赤、遠い場合は左に赤、右に青になるよう星座星を配置し、赤青の重なる部分は光の三原色を応用し、白を配色し図3のように制作した。

表1 いるか座の星座星データ

表2 アナグリフ遠近と配色

表1

表2

バイエル符号	等級	サイズ (等級を四捨五入)	星座星までの距離 (光年)	距離 (光年) の最大値と最小値の差が20mmの場合の星座星の比
α	3.77	4	241.0	18.43
β	3.64	4	97.4	7.45
γ	4.27	4	101.0	7.72
δ	4.43	4	203.0	15.52
ϵ	4.03	4	359.0	27.45

表2

表1

表