

# 自作の四分儀を用いた緯度・経度の測定から地球の円周を求める

長野工業高等専門学校 天文部：

藤田 乃亜、塚田 耕大（高専3）、若井 由衣、上田 成花（高専2）、  
上本 衣都、笹澤 愛花、佐藤 陽、下島 周、高橋 恵来（高専1）【長野工業高等専門学校】

## 要 旨

自作の四分儀を用いて観測点の緯度・経度を求め、2地点での測定結果から地球の大きさを求めることを目標とし、そのために恒星の子午線観測を行った。9個の恒星の南中高度・南中時刻の測定から観測点の経度・緯度を求めた結果、既知の値との差が緯度で0.1度、経度で0.2度の範囲で求められた。今後、2地点での緯度・経度を測定し、2地点の緯度・経度の差とその距離から地球の大きさを求めることを目指す。

### 1. 研究の背景

地球の円周の導出には、2地点間の緯度・経度差とその間の弧長が必要である。私たちは、約50kmの短い基線長で、地球の円周を有効数字2桁程度の精度で求めることを目標に、四分儀を設計・自作した。しかし昨年度の研究<sup>[1]</sup>で算出された円周は、真値(約40,000km)に対し約30%の誤差が生じた。一方で、北極星の日周運動を正確に捉えられたことから、四分儀そのものの工作精度は十分であり、誤差の主因は器械の設置精度等に起因する系統誤差であると推測した。

本研究では、観測精度の向上を目的に、複数の恒星を用いた子午線観測を行った。具体的には、恒星の高度が最大となる南中時刻を測定することで観測点の経度を、その時の南中高度から緯度を測定し、それぞれの測定精度を検証した。最終的には、これら2地点での子午線観測の結果を統合し、地球の円周をより高い精度で決定することを目指す。



図1 自作した四分儀

### 2. 観測および解析方法

(I) 四分儀を用いた測定：昨年度製作した、0.01度まで読取り可能なダイアゴナル目盛付きの四分儀を使用した。測定手順を以下に記す。① おもりを用いて器械を水平に設置し、望遠鏡で恒星を視準する。② 視準時の高度および時刻（電波時計）を記録する

(II) 子午線観測：恒星の日周運動に伴う高度変化を、自作の四分儀を用いて複数回観測した。観測対象はオリオン座と冬の大三角の9つの恒星とし、長野工業高等専門学校(北緯36.68度、東経138.23度)にて観測を行った。

(III) 解析：恒星の高度・時刻の観測セットを、二次式： $y = a(x - p)^2 + q$  でフィットした。ここで、 $p$ が南中時刻、 $q$ が南中高度となる。得られた南中時刻から、経度を式： $\lambda (^\circ) = (\alpha - \theta) \times 15$  より求める。ここで、 $\lambda$ は経度、 $\alpha$ は赤経、 $\theta$ は南中時刻 $p$ におけるグリニッジ恒星時である。同様に緯度を、式： $\varphi (^\circ) = \delta + (90 - q)$  から求める。ここで、 $\varphi$ は緯度、 $\delta$ は恒星の赤緯である。赤経・赤緯とグリニッジ恒星時は、国立天文台暦計算室のデータ<sup>[2][3]</sup>を参照した。

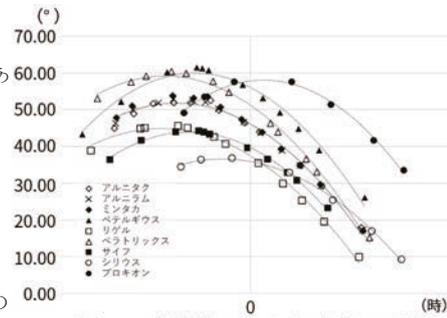


図2 二次関数で表した高度の変化

### 3. 結果の整理

南中の前後数時間にわたり高度観測を行い、最小二乗法を用いて高度の変化を二次関数でフィットした。また、恒星の南中が1日に約4分ずつ早くなることを考慮して時刻補正を行い、複数日の観測結果を統合した(図2)。各恒星の南中高度・南中時刻をもとに計算した緯度・経度の値の平均は、緯度： $36.58 \pm 0.26$ 度、経度： $138.03 \pm 0.51$ 度となった(表1)。

### 4. 考察・今後の課題

既知の測定値と既知の値(138.23度)との差は $-0.20 \pm 0.51$ 度であり、南中時刻に換算すると $-49 \pm 124$ 秒の誤差に相当する。また、緯度の測定値と既知の値(36.68度)との差は $0.10 \pm 0.26$ 度であった。観測データは南中後の測定点が多く、南中前後で非対称な分布となっていた。このことが南中の決定精度を低下させ、緯度経度の測定誤差に影響したと考えられる。この誤差は、南中より前の観測回数を増やすことで低減できると考える。

別の地点において同様の観測を行い、2地点間の緯度差・経度差と、それぞれの東西距離および子午線距離から地球の円周を求めることができる。今後も四分儀を用いた観測を継続し、比較的短い基線長(～100km)でどこまで正確に地球の円周が測定できるか挑戦したい。

### 参考文献

[1] 自作の四分儀を用いて地球の円周を求める, 長野高専天文部, 2025年ジュニアセッション予稿集  
[2] 恒星の出入りと子午線通過, 国立天文台暦計算室, [https://eco.mtk.nao.ac.jp/cgi-bin/koyomi/cande/rises\\_et\\_rhip.cgi](https://eco.mtk.nao.ac.jp/cgi-bin/koyomi/cande/rises_et_rhip.cgi) (2026/01/10閲覧)  
[3] グリニッジ恒星時, 国立天文台暦計算室, <https://eco.mtk.nao.ac.jp/cgi-bin/koyomi/cande/gst.cgi> (2026/01/10閲覧)

表1 経度の計算結果

No.	恒星名	HIP	南中時刻	赤経	グリニッジ恒星時	経度
1	ベテルギウス	27989	2026/1/9 22:27:48	5h 55m 10.29s	20h 44m 11.746s	137.74
2	リゲル	24436	2026/1/9 21:45:23	5h 14m 32.27s	20h 01m 39.778s	138.22
3	ベラトリックス	25336	2026/1/9 21:51:36	5h 25m 07.87s	20h 07m 53.799s	139.31
4	サイフ	27366	2026/1/9 22:21:09	5h 47m 45.39s	20h 37m 31.654s	137.56
5	アルニタク	26727	2026/1/9 22:13:16	5h 40m 45.52s	20h 29m 37.359s	137.78
6	アルニラム	26311	2026/1/9 22:08:04	5h 36m 12.81s	20h 24m 24.504s	137.95
7	ミンタカ	25930	2026/1/9 22:04:34	5h 32m 00.40s	20h 20m 53.930s	137.78
8	シリウス	32349	2026/1/9 23:15:24	6h 45m 09.25s	21h 31m 55.566s	138.31
9	プロキオン	37279	2026/1/10 0:12:18	7h 39m 18.54s	22h 28m 58.913s	137.58