時計の経度の誤差は日数とともに積もり、月の一分角は経度で恒星月の日数と同じ分角になる

— 月と星の角距離を 1 分角読み違えると経度は 27.321661 分角ずれ、日差の誤差 1 秒の時計は 109.286644 日で月の 1 分角に並ぶ — 分離子は、誤差が日数とともに積もる時計か、積もらない空の時計か — [論文805]

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)
Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan｜山岸勇輝ラボ
2026年9月

— From thinking to syncing. —

要旨

海の上で経度を知るには、ある基準地の時刻と船の地方時の差が要る。その基準の時刻を、運んできた時計で読むか、月と星の角距離という空の時計で読むかで、誤差がどう違うかを数える。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、月の角度の 1 分は、時刻で 109.286644 秒である——月は恒星に対して 1 時間に 32.940896 分角しか動かない（第2節）。 第二に、経度では、恒星月の日数と同じ 27.321661 分角になる——時刻のずれは恒星月の日数の 4 倍の秒、経度のずれは恒星月の日数の分角で、式の上で一致する（第2節）。 第三に、これが本稿の芯である。時計の誤差は日数とともに積もり、月の誤差は積もらない——日差の誤差 1 秒の時計は 109.286644 日で月の 1 分角に並び、日差 5 秒なら 21.857329 日で並ぶ（第3節）。 第四に、月の時計の目盛りは一様ではない——離心率 0.0549 で、1 分角の経度のずれは 24.440951〜30.449850 分角のあいだで動く（第2節）。 第五に、同じ角度の誤差が、高い緯度ほど短い距離になる——月の 1 分角は赤道で 50.599716 km、緯度 50 度で 32.524871 km（第4節）。 第六に、分離子は、誤差が日数とともに積もる時計か、積もらない空の時計か——「時計のほうが正確だ」は、航海が何日かを言うまで正しいかどうかが決まらない（第5節）。 キーワード：経度、月距法、恒星月、時計の日差、運ぶ時計、離心率。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——時刻の差から経度を出すこと（時刻 1 時間が経度 15 度）、月と星の角距離から基準地の時刻を読む方法（月距法）、恒星月の長さは、いずれも既知である。航法を教えない——実際の月距の測り方、視差と大気差の補正、表の引き方、観測の手順には入らない。歴史を扱わない——経度の問題の経緯、時計の製作、懸賞、実際の時計の成績は主題ではない。月の運動を平均で数える——恒星月の平均の角速度で数え、離心率による揺れは幅として示すだけで、太陽の摂動などは入れない。船の地方時は正しく出せるとする——地方時を出す誤差は二つの方法に同じくかかるので、比べるときに除いた。時計の誤差を一つの数に置く——日差の誤差を一定の秒/日とし、その揺らぎは扱わない（偏りと揺らぎの区別は論文 255 に任せる）。既刊との関係：論文596 は、日の入りが最も早い日が冬至の半月前に来ることと、日時計と時計のずれが二つの原因の和であることを示し、射程注記で暦と時計の歴史は扱わないとした——本稿はその席の隣に置く。ここでも時計と空の時刻を比べるが、ずれの原因ではなく、経度を読むときの誤差の積もり方を数える。論文340 は、最短の道が航海者の舵を切る道ではないことを示し、射程注記で航法を教えないとした——本稿もその席の隣に置き、航法は教えない。論文406 は、同じ面が見えていることが月の自転の証拠であることを、恒星月を使って示した——ここでは同じ恒星月の日数が、経度の誤差の拡がりの数そのものになる。論文535 は、月の見える面積を決めているのが二つの法線がどちら側にあるかであることを示し、月の軌道の離心率 0.0549 を使った——ここでは同じ離心率が、月の時計の進み方を揺らす。論文255 は、「精度」が二つあり較正で消えるのは一方だけであることを示した——本稿は日差の誤差を較正しきれない分の一つの数として置き、その中身には入らない。加えたのは、月の 1 分角の経度のずれが恒星月の日数と同じ数になることを式と二分法で示したこと、時計の誤差が月の誤差に並ぶ日数を日差ごとに出したこと、離心率による月の時計の揺れを幅として出したこと、分離子を「誤差が積もる時計か、積もらない空の時計か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：基準地の時刻と船の地方時の差 Δt から経度の差 $\Delta\lambda$ を出す。時刻 1 秒は経度 15 秒角である。基準地の時刻を二つの方法で読む。

$$\Delta\lambda = 15\,\Delta t, \qquad \omega_{\mathrm{M}} = \frac{360^\circ}{P \times 24\ \text{時間}}, \qquad \delta t_{\text{月}} = \frac{\delta d}{\omega_{\mathrm{M}}}, \qquad \delta t_{\text{時計}} = r\,D$$

P は恒星月の日数、ω_{M} は月が恒星に対して動く角速度、δd は月と星の角距離の読み違い、r は時計の日差の誤差（秒/日）、D は航海の日数である。

問い：経度を読む誤差は、時計と月でどう違い、どこで入れ替わるか。

2. 月の時計

計算 2.1：恒星月 $P = 27.321661$ 日として、月の角距離を 1 分角読み違えたときのずれを出した。

量	値
月が恒星に対して動く角速度	32.940896 分角/時（0.549015 度/時）
1 分角の読み違いの時刻	109.286644 秒（二分法も 109.286644 秒）
1 分角の読み違いの経度	27.321661 分角（0.455361 度）

> **観察 2.2**
>
> 経度のずれは、恒星月の日数と同じ数になる。次の式で、時刻のずれは $4P$ 秒、経度のずれは P 分角であり、計算の値との差は -3.553×10^{-15} だった——月が遅い時計であることが、そのまま経度の誤差を恒星月の日数の分だけ拡げる。

$$\delta d = 1' \;\Rightarrow\; \delta t_{\text{月}} = \frac{60''}{15''/P\ \text{秒}} = 4P\ \text{秒}, \qquad \delta\lambda_{\text{月}} = 15 \times 4P\ \text{秒角} = P\ \text{分角}$$

計算 2.3：月の軌道の離心率 0.0549 で、月の角速度は平均の 0.897268〜1.117864 倍（比 1.245854）に揺れる。1 分角の経度のずれは 24.440951〜30.449850 分角である。

> **観察 2.4**
>
> 月の時計の目盛りは一様ではない。同じ 1 分角の読み違いが、月の軌道の位置で 24.440951 分角にも 30.449850 分角にもなる——空の時計は、目盛りの間隔そのものが月ごとに伸び縮みする。

3. 運ぶ時計

計算 3.1：時計の日差の誤差 r ごとに、月の 1 分角と同じずれになる日数と、42 日の航海での経度のずれを出した。

日差の誤差	月の 1 分角に並ぶ日数	42 日での経度のずれ
0.5 秒/日	218.573288 日	5.250000 分角
1 秒/日	109.286644 日	10.500000 分角
2 秒/日	54.643322 日	21.000000 分角
5 秒/日	21.857329 日	52.500000 分角

> **観察 3.2**
>
> これが本稿の芯である。時計の誤差は日数とともに積もり、月の誤差は積もらない。時計のずれは rD で航海の日数に比例し、月のずれは読み違いの角度だけで決まって日数に依らない。二つが並ぶ日数は次の式で、日差の誤差 1 秒の時計なら 109.286644 日、5 秒なら 21.857329 日である——短い航海では時計が勝ち、長い航海では、角度を 1 分で読める月が勝つ。

$$D^{*} = \frac{4P}{r} \text{ 日} \qquad (r \text{ は秒/日})$$

> **観察 3.3**
>
> 日差 1 秒の時計が月に並ぶ日数は、月の 1 分角の時刻の秒数と同じ数である。どちらも 109.286644 である——1 秒/日の誤差を $4P$ 日積むと、月の 1 分角の $4P$ 秒に届く。

4. 距離に直す

計算 4.1：経度のずれを東西の距離に直した（1 分角は赤道で 1.852 km、緯度 φ で $\cos\varphi$ 倍）。

緯度	月の 1 分角の読み違い	時計の 1 秒
0 度	50.599716 km	0.463000 km
30 度	43.820640 km	0.400970 km
50 度	32.524871 km	0.297611 km

観察 4.2

同じ角度の誤差が、高い緯度ほど短い距離になる。経度の 1 分角が $\cos\varphi$ で縮むので、月の読み違いも時計の 1 秒も同じ割合で縮む——どちらの方法が勝つかは緯度では変わらず、航海の日数で変わる。

5. 分離子

観察 5.1

分離子は、誤差が日数とともに積もる時計か、積もらない空の時計か。月の 1 分角は時刻 **109.286644** 秒・経度 **27.321661** 分角で日数に依らず、時計は日差の誤差に日数を掛けて積もる——「時計のほうが正確だ」は、航海が何日かを言うまで正しいかどうかが決まらない。

観察 5.2

論文**596・340・406・535** と並べる。**596** は時計と空のずれの原因を、**340** は航路の選び方を、**406** と **535** は恒星月と離心率で月の見え方を数えた——ここでは同じ恒星月と離心率が、経度を読む空の時計の目盛りになり、運ぶ時計とは誤差の積もり方が違うことを数えた。

観察 5.3

言わないこと。月距の測り方と補正、表の引き方、経度の問題の歴史、実際の時計の成績、日差の揺らぎ、太陽の摂動は扱わない——示したのは、二つの時計の誤差の積もり方の違いである。

6. 点呼と結び

1. 月の角速度 **32.940896** 分角/時（計算 2.1）：遅い時計。
2. 1 分角が時刻 **109.286644** 秒（計算 2.1）：恒星月の 4 倍の秒。
3. 経度 **27.321661** 分角（観察 2.2）：恒星月の日数と同じ数。
4. 離心率で **24.440951** 分角から（計算 2.3）：目盛りが縮む側。
5. **30.449850** 分角まで（計算 2.3）：目盛りが伸びる側。
6. 日差 1 秒の時計が並ぶ **109.286644** 日（観察 3.2）：本稿の芯。

7. 日差 5 秒なら **21.857329** 日（計算 3.1）：積もる速さ。
8. 赤道で **50.599716** km（計算 4.1）：月の 1 分角の距離。
9. 緯度 50 度で **32.524871** km（計算 4.1）：同じ割合で縮む。
10. 積もる時計か、積もらない空の時計か（観察 5.1）：分離子・論文596・340・406・535。

結び：経度を時計で読む誤差は航海の日数とともに積もり、月で読む誤差は積もらないが、月の角度の一分は経度で恒星月の日数と同じ分角になる。月は恒星に対して 1 時間に 32.940896 分角しか動かないので、角距離の 1 分角の読み違いは時刻で 109.286644 秒、経度で 27.321661 分角になり、式の上で恒星月の日数と一致する——月は遅い時計である。時計の誤差は日差に日数を掛けて積もるので、日差の誤差 1 秒の時計は 109.286644 日、5 秒の時計は 21.857329 日で月の 1 分角に並び、それより長い航海では月が勝つ。月の目盛りは離心率 0.0549 で 24.440951〜30.449850 分角に揺れる——積もらない代わりに、目盛りが揺れる。分離子は、誤差が日数とともに積もる時計か、積もらない空の時計かである。既刊との位置——論文596 と論文340 の席の隣に置き、論文406 の恒星月と論文535 の離心率を、経度を読む時計の目盛りとして数えた。正直に言えば——月距の測り方も補正も歴史も扱っておらず、時計の誤差は一つの数に置いた。

参考文献

1. 山岸勇輝 (2026). 『「精度」は二つあり、較正で消えるのは一方だけ』[論文255]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22168883
2. 山岸勇輝 (2026). 『最短の道は、航海者が舵を切る道ではない』[論文340]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22682089
3. 山岸勇輝 (2026). 『同じ面が見えていることが、月が自転している証拠である』[論文406]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22699455
4. 山岸勇輝 (2026). 『月の見える面積を決めているのは、二つの法線がどちら側にあるかである』[論文535]. Zenodo. 10.5281/zenodo.23014119
5. 山岸勇輝 (2026). 『日の入りが最も早い日は冬至の半月前に来る——日時計と時計のずれは、二つの原因の和である』[論文596]. Zenodo. 10.5281/zenodo.23014410

— *From thinking to syncing.* —

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

© 2026 Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan · Licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)