

影を二つ測れば太陽の向きは周長から消え、残るのは角度の読みと南北の距離である

— 二つの町の南中の天頂角の差は緯度差そのもので、太陽の赤緯は入らない — 分離子は、太陽の天頂角を片方の町で 0 と置くか、両方で測るか — [論文914]

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan | 山岸勇輝ラボ

2026年9月

YOI: <https://www.yamagishiyuuki.com/yoi/914>

— From thinking to syncing. —

要旨

地球の周長は、南北に離れた二つの町で同じ日の正午の影を測り、角度の差と町の距離から出せる。本稿は、この出し方で何が結果を動かし、何が動かさないかを、代表の座標（アレクサンドリアとアスワン）と球の地球で数える。新しい定理も法則も主張しない。第一に、影を二つ測れば、太陽の向きは消える。二つの町の南中の天頂角は **7.76 度** と **0.65 度** で、差 **7.11 度** は緯度差そのものだった。太陽の赤緯を **1 度** 動かしても差は変わらない（差 0）（第2節）。第二に、影を一つしか測らないと、太陽の向きが角度に入る。南の町で太陽が真上と置くと、角度は緯度差の **1.091421 倍** に読まれ、周長は **0.916237 倍** になる。そのとき南の町に落ちている棒の影は、高さの **0.011345 倍** である（第2節）。第三に、距離は南北の成分だけが効く。二つの町の大円距離は **843.208 km**、南北の成分は **790.597 km** で、大円距離を使うと周長は **1.066546 倍** になる。南北の成分なら球の周長 **40030.229 km** に戻る（第3節）。第四に、残る角度の読みと長さの単位も、周長を動かす。角度を **0.1 度** 小さく読むと周長は **1.4085 パーセント** 大きくなり、**1/50 周・5000 スタディオンの周長**は、スタディオンを **157.5 m** と **185 m** のどちらに取るかで **1.174603 倍** 違う（第3節）。第五に、分離子は、太陽の天頂角を片方の町で 0 と置くか、両方で測るかである。両方で測れば太陽の向きは引き算で消え、周長を動かすのは角度の読みと距離の側だけになる（第4節）。キーワード：エラトステネス、地球の周長、天頂角、太陽の赤緯、大円距離、誤差の伝わり方。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない。二つの町の影から地球の周長を出す方法、南中の天頂角が緯度と太陽の赤緯の差であること、球面上の大円距離は、いずれも標準的である。歴史を裁かない。エラトステネスが実際に何を測り、どのスタディオンを使ったか、どの値が正しかったかは扱わない。二つの長さは代表値として並べるだけである。座標は代表値である。アレクサンドリア北緯 **31.20 度**・東経 **29.92 度**、アスワン北緯 **24.09 度**・東経 **32.90 度**、夏至の太陽の赤緯 **23.44 度**、地球の平均半径 **6371.0088 km** を使う。地球を球と置く。扁平・大気の屈折・太陽の見かけの大きさによる影のぼけは入れない。既刊との関係：論文**814** は、月までの距離が月食の影と時計だけで出ることを示した。ここでは、その前に要る地球の大きさを、正午の影の角度と町の距離から出すときの誤差の入り方を数える。論文**297** は、宇宙の距離が七段のはしごで、直接測られているのは一段目だけであることを示した。ここでは、はしごの足元にある地球の大きさを、影二つで測るときに何が効くかを分ける。論文**340** は、同じ半径 **6371.0088 km** の球で、最短の道と一定の方角で進む道が別物であることを示した。ここでは、二つの町を結ぶ大円距離と、周長に効く南北の成分が別物であることを数える。加えたのは、影二つの角度の差から太陽の赤緯が消えることを確かめたこと、影一つで角度が緯度差の **1.091421** 倍に読まれることを出したこと、大円距離を使うと周長が **1.066546** 倍になることを出したこと、角度の読みと長さの単位の効き方を並べたこと、分離子を「天頂角を片方で **0** と置くか、両方で測るか」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：北の町 **A** と南の町 **S** が南北に離れているとし、同じ日の正午に棒の影から太陽の天頂角 $z_A \cdot z_S$ を測る。緯度を φ 、太陽の赤緯を δ とすると、南中の天頂角は次のとおりである。

$$z_A = \varphi_A - \delta, \quad z_S = \varphi_S - \delta, \quad z_A - z_S = \varphi_A - \varphi_S$$

町の距離を d 、角度の差を θ （度）とすると、周長は $C = 360d/\theta$ である。検算では、アレクサンドリア（**A**）とアスワン（**S**）の代表の座標を球の地球に置き、大円距離と南北の成分を別々に出した。

問い：影から周長を出すとき、何が結果を動かし、何が動かさないか。

2. 影一つと、影二つ

計算 2.1：夏至（ $\delta = 23.44$ 度）の南中の天頂角。

町	緯度（度）	南中の天頂角（度）
アレクサンドリア	31.20	7.76
アスワン	24.09	0.65
差	7.11	7.11

天頂角の差は緯度差そのもので、赤緯を 1 度動かしても差は変わらなかった（差 0）。

計算 2.2：南の町で太陽が真上と置いた場合（影一つ）。北の町为天頂角 7.76 度をそのまま角度に使うと、角度は緯度差の 1.091421 倍に読まれ、周長は 0.916237 倍になる。南の町の棒の影の長さは棒の高さの 0.011345 倍だった。

観察 2.3

影を二つ測れば、太陽の向きは引き算で消える。影を一つしか測らないと、南の町で太陽が真上から外れているぶんがそのまま角度に入る。そのずれは、南の町の棒に高さの 0.011345 倍の影として残っている。

3. 距離と角度の読み

計算 3.1：距離の取り方（緯度差 7.11 度）。

距離の取り方	距離（km）	周長（km）
南北の成分	790.597	40030.229
大円距離	843.208	42694.064

南北の成分で出した周長は球の周長と 10^{-11} km の桁で一致し、大円距離を使うと 1.066546 倍になった。

計算 3.2：角度の読みと長さの単位。

条件	周長
角度を 0.1 度小さく読む	1.014085 倍（1.4085 パーセント大きい）
角度を 0.5 度小さく読む	1.074627 倍（7.4627 パーセント大きい）
7.2 度・5000 スタディオンの 157.5 m	39375.0 km（球の 0.983632 倍）
7.2 度・5000 スタディオンの 185 m	46250.0 km（球の 1.155377 倍）

二つのスタディオンの周長の比は 1.174603、1/50 周の 7.2 度とこの座標の緯度差 7.11 度の比は 1.012658 だった。

観察 3.3

影二つで太陽の向きが消えたあと、周長を動かすのは角度の読みと距離の側である。距離は道のりではなく南北の成分だけが効き、角度の **0.1 度** は周長の **1.4085** パーセントに効く。長さの単位の選び方は、それよりずっと大きく周長を動かす。

4. 分離子

観察 4.1

分離子は、太陽の天頂角を片方の町で **0** と置くか、両方で測るかである。片方で **0** と置けば、太陽の赤緯と町の緯度の差がそのまま角度に入り、この座標では角度が **1.091421** 倍になる。両方で測れば赤緯は引き算で消え、残るのは角度の読みと、南北の成分としての距離と、その長さの単位である。

観察 4.2

言わないこと。エラトステネスが実際に何を測ったか、どのスタディオンが正しいか、扁平や大気の屈折は扱わない。示したのは、影二つの差が太陽の向きを消し、残る誤差が距離と角度の読みから来ることである。

5. 点呼と結び

1. $z_A - z_S = \varphi_A - \varphi_S$ (第1節)：赤緯が消える。
2. 天頂角 **7.76 · 0.65 度**、差 **7.11 度** (計算 2.1)：緯度差。
3. 影一つで **1.091421** 倍 (計算 2.2)：周長 **0.916237** 倍。
4. 大門距離で **1.066546** 倍 (計算 3.1)：南北の成分なら **40030.229 km**。
5. **0.1 度** で **1.4085** パーセント (計算 3.2)：角度の読み。
6. スタディオンで **1.174603** 倍 (計算 3.2)：長さの単位。
7. 片方で **0** か、両方で測るか (観察 4.1)：分離子・論文**814 · 297 · 340**。

結び：影を二つ測れば太陽の向きは周長から消え、残るのは角度の読みと南北の距離である。二つの町の南中の天頂角の差は緯度差そのもので、太陽の赤緯を動かしても変わらなかった。南の町で太陽が真上と置くと、この座標では角度が **1.091421** 倍に読まれた。距離は南北の成分だけが効き、大門距離を使うと周長は **1.066546**

倍になった。角度の 0.1 度は 1.4085 パーセントに効き、長さの単位の選び方はそれより大きく効く。分離子は、太陽の天頂角を片方の町で 0 と置くか、両方で測るかである。既刊との位置：論文814 が影と時計で月までの距離を出した手前にある地球の大きさを、論文297 のはしごの足元として、論文340 の大門と同じ球の上で数えた。正直に言えば、どの長さが正しかったかは言わない。影二つが何を消し、何を残すか、そこまでである。

参考文献

1. Heath, T. L. (1921). *A History of Greek Mathematics*. Clarendon Press.
2. 山岸勇輝 (2026). 『宇宙の距離は七段のはしごで、直接測られているのは一段目だけである』 [論文297]. YOI: <https://www.yamagishiyuuki.com/yoi/297> ・ DOI: 10.5281/zenodo.22171788
3. 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]. YOI: <https://www.yamagishiyuuki.com/yoi/340> ・ DOI: 10.5281/zenodo.22682089
4. 山岸勇輝 (2026). 『月までの距離は影と時計だけで出るが、影のすぼまりを入れないと四割遠くなる』 [論文814]. YOI: <https://www.yamagishiyuuki.com/yoi/814> ・ DOI: 10.5281/zenodo.23015478

— *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)