

蜃気楼に要るのは、気温が下がる勾配ではなく、上がる勾配である

— 光を地球の丸みに沿わせるには $+0.131351$ K/m の逆転層が要り、標準大気の減率の **20.2078** 倍で、しかも向きが逆である — [論文349]

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

空気は温度で密度が変わり、光は其中で曲がる。本稿が問うのは、どれだけの温度勾配があれば、光が地球の丸みに沿うかである——答は、標準大気の **20.2078** 倍で、向きが逆である。新しい数学定理も新しい法則も主張しない。第一に、要るのは $+0.131351$ K/m、すなわち高さとともに気温が上がる逆転層である（第3節）。第二に、これが本稿の芯である。標準大気は -0.006500 K/m で気温が下がるので、向きが逆である（第3節）。第三に、屈折率を動かしているのは温度だけではない。高さとともに気圧が下がる効果のほうが大きく、尺度高さは **8434.4 m** である（第2節）。第四に、標準大気でも光は少し曲がる。屈折係数は **0.1671** で、通説の約 **0.13** に入る（第2節）。第五に、勾配が $+1$ K/m あれば、曲率半径は地球半径の **0.1600** 倍になる（第3節）。第六に、分離子は「気温が上がるか、下がるか」である（第5節）。

本稿の射程（射程注記）：新しい数学定理も新しい法則も主張しない——空気の屈折率が密度に比例すること、静水圧平衡、屈折係数、逆転層はいずれも標準的である。気象学を作らない——逆転層がどうやってできるか、放射冷却や海面の温度差には立ち入らない。触れるにとどめる。光線追跡をしない——様な勾配のもとでの曲率半径だけを見る。実際の蜃気楼は勾配が高さで変わる場所に起きる。像の形を計算しない——上位蜃気楼と下位蜃気楼の見え方、倒立像の枚数には入らない。湿度を扱わない——乾燥空気とする。水蒸気の効果は主題にしない。観測記録を扱わない——特定の日時・場所の蜃気楼は主題にしない。既刊との関係：論文325は虹の角度に水滴の大きさが入っていないと示した——そこでは大きさが入らず、ここでは温度勾配だけがすべてを決める。どちらも「何が式に入るか」を数える。論文328は光行差が距離に依らないと示した——そこでも本稿でも、大気や運動が像の位置を動かしている。論文340は最短の道が航海者の道でないと示した——そこで扱った水平線の見え方は、本稿の屈折係数がそのまま効く場所である。論文300は同根か別根かは判定できると示した——本稿の温度による寄与と気圧による寄与は、判定に掛ければ別根である。加えたのは気圧の寄与と温度の寄与を分けて数で出したこと、必要な勾配が逆転層であることを符号つきで示したこと、標準大気の屈折係数を計算して通説と照らしたこと、分離子を「気温が上がるか下がるか」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：空気の屈折率 n は、 $n - 1$ が密度に比例する。乾燥空気の $15\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot 1\text{ 気圧}$ で $n - 1 = 2.732600 \times 10^{-4}$ である。密度は P/T に比例するので

$$\frac{d(n-1)}{dh} = (n-1) \left[\frac{1}{P} \frac{dP}{dh} - \frac{1}{T} \frac{dT}{dh} \right]$$

となる。

観察 1.1

右辺には二つの項がある。気圧が高さとともに下がる項と、気温が高さとともに変わる項である——どちらも屈折率を動かすが、大きさが違う。

観察 1.2

屈折率が高さ方向に変わると、光線は曲がる。曲率半径は $R = 1/|dn/dh|$ である——この R が地球半径に等しくなれば、光は地面に沿って進む。

観察 1.3

本稿の測り方を先に固定する。 $T = 288.15\text{ K}$ 、乾燥空気、静水圧平衡とし、 dT/dh は上がる時正と書く——符号を先に決めておかないと、答の向きが読めない。

問い：どれだけの温度勾配があれば、光が地球の丸みに沿うのか。

2. 屈折率を動かしているのは、主に気圧である

検算 2.1：二つの項を分けて計算する（本稿で計算）。

項	式	値
気圧の尺度高さ	$H = R_g T / g$	8434.4 m
気圧の項	$-1/H$	-1.185617×10^{-4} /m
温度の項（標準大気）	$-(dT/dh)/T$	$+2.255770 \times 10^{-5}$ /m

観察 2.2

気圧の項が温度の項の **5.2559** 倍ある。標準大気の減率のもとでは——光を曲げているものの多くは、気温ではなく気圧である。

観察 2.3

そして二つの符号が逆である。気圧は高さとともに下がりて n を下げ、標準大気の気温も下がりて n を上げる——打ち消し合っている。それでも気圧が勝つ。

検算 2.4：標準大気での光線の曲率と、屈折係数を出す（本稿で計算）。

量	値
標準大気での光線の曲率半径	38118.4 km
地球半径	6371.0 km
屈折係数 k = 地球曲率/光線曲率	0.1671

観察 2.5

自己検査——屈折係数 **0.1671** は、測量で使われる通説の 約 **0.13** と同じ桁に入る。最初、温度の項だけで計算したところ **0.0393** となり、通説と一桁近く外れた——気圧の項を落としていたためである。この検査が無ければ、本稿は誤った値を載せていた。

観察 2.6

$k = 0.1671$ は、何もしなくても光が少し下向きに曲がることを意味する。だから水平線は、幾何だけで計算するより少し遠くに見える——論文340 が扱った海の水平線には、この効果がそのまま乗っている。

3. 芯：要るのは逆転層である

検算 3.1：曲率半径が地球半径に等しくなる dT/dh を解く（本稿で計算）。

量	値
必要な dT/dh	$+0.131351$ K/m
標準大気の dT/dh	-0.006500 K/m
大きさの比	20.2078 倍
向き	逆

観察 3.2

これが本稿の芯である。符号が正である——高さとともに気温が上がらなければならない。標準大気は下がるので、向きが逆である。

観察 3.3

$+0.131351$ K/m は、一メートル上がるごとに **0.13** 度暖かくなるということである。目の高さの **1.7 m** で **0.2233** 度——数字としては小さいが、標準大気の **20.2078** 倍の急さである。

検算 3.4：勾配ごとの曲率半径を並べる（本稿で計算）。

dT/dh [K/m]	曲率半径 [km]	地球半径との比
-0.006500（標準大気）	38118.4	5.9831
0.000000（等温）	30865.9	4.8448
+0.050000	12529.1	1.9666
+0.100000	7859.7	1.2337
+0.131351	6371.0	1.0000
+0.300000	3155.6	0.4953
+1.000000	1019.7	0.1600

観察 3.5

等温でも曲率半径は地球半径の **4.8448** 倍である。気温を一切変えなくても、気圧だけで光は曲がる——温度勾配はゼロから始まるのではなく、既にある曲がりに足し引きしている。

観察 3.6

+1 K/m あれば、曲率半径は地球半径の **0.1600** 倍になる。光が地球より急に曲がる——このとき地平線より下の物が浮き上がって見え、上位蜃気楼になる。

観察 3.7

逆に気温が急に下がる場合（地面が熱いとき）、光は上向きに曲がる。 dT/dh が大きく負になると dn/dh の符号が変わる——これが逃げ水（下位蜃気楼）で、空が地面に映って見える。同じ式の、符号の反対側である。

4. 同じ式が、二種類の蜃気楼を作る

観察 4.1

一つの式の中で、 dT/dh の符号だけが二つの現象を分けている。

	dT/dh	光の曲がる向き	見えるもの
上位蜃気楼	大きく正（逆転層）	下向きに強く	地平線の下の物が浮く
標準大気	-0.0065	下向きに弱く	水平線が少し遠い
下位蜃気楼	大きく負（地面が熱い）	上向き	逃げ水

観察 4.2

三つは別の現象ではない。同じ dn/dh の、値と符号が違うだけである——論文300 の基準に当てれば同根であり、分けているのは一つの数の符号である。

観察 4.3

ただし気圧の項と温度の項は、別根である。気圧の項は静水圧平衡から、温度の項は熱の分布から出る——片方を動かしても他方は動かない。同じ dn/dh に二つの独立な入口がある。

観察 4.4

正直に書くべき点——本稿は勾配が一様だと仮定している。実際の蜃気楼は、勾配が高さとともに急に変わる薄い層で起きる——倒立像が現れるのはそのためで、一様な勾配では像は歪むだけで反転しない。本稿の数は「どれだけ急なら地球に沿うか」の目安であって、像の形の説明ではない。

観察 4.5

論文325 との位置関係。325 は虹の角度に水滴の大きさが入らないと書いた——本稿は逆で、温度勾配という一つの量がすべてを決める。入らない場合と、それしか入らない場合の対である。

5. 分離子：気温が上がるか、下がるか

観察 5.1

分離子——高さとともに気温が上がるか、下がるか。

	符号	屈折率の勾配	起きること
逆転層	$dT/dh > 0$	強く負	光が地球に沿う
通常の減率	$dT/dh < 0$	弱く負	水平線がやや遠い

観察 5.2

分離子は、空気の側にも光の側にもない。同じ空気、同じ光、同じ式である——差を作っているのは、どちらが暖かいかという配置だけである。

観察 5.3

分離子は動かせる。冷たい海面の上に暖かい空気が乗れば逆転層ができ、熱い舗装の上なら逆になる——同じ日に、海では上位蜃気楼が、道路では逃げ水が起きうる。

観察 5.4

必要な急さは、日常の感覚では大きい。**0.131351 K/m** は、**10 m** 上がるだけで **1.3135** 度暖かくなるということである——そういう層は、海面や雪面の上でしか安定して作れない。蜃気楼が特定の場所に偏るのはそのためである。

観察 5.5

正直に書くべき点——本稿は「地球に沿う」という一点だけを基準にした。実際の蜃気楼はそこまで急でなくても見える——**+0.131351 K/m** は蜃気楼の閾値ではなく、光が地面と平行に走る特別な値である。

観察 5.6

最後に一つ——標準大気でも $k = 0.1671$ だけ曲がっている。つまり我々が普段見ている水平線は、既に屈折で持ち上げられた像である——蜃気楼が特別なのではなく、屈折が無い日が無いだけである。

6. 点呼と結び

1. 必要な勾配は $+0.131351 \text{ K/m}$ (検算3.1)：気温が上がる向き。
2. 標準大気の **20.2078** 倍で向きが逆 (検算3.1)：標準は -0.006500 K/m 。
3. 気圧の尺度高さは **8434.4 m** (検算2.1)：気圧の項が温度の項の **5.2559** 倍。
4. 標準大気の屈折係数 $k = 0.1671$ (検算2.4)：通説 約 **0.13** と同じ桁。
5. 温度だけで計算すると **0.0393** (観察2.5)：最初これで外した。
6. 等温でも地球半径の **4.8448** 倍 (検算3.4)：気圧だけで曲がる。
7. $+1 \text{ K/m}$ で **0.1600** 倍 (検算3.4)：地球より急に曲がる。
8. 符号を変えると逃げ水になる (観察3.7)：同じ式の反対側。
9. 気圧の項と温度の項は別根 (観察4.3)：独立な二つの入口。
10. 水平線は既に屈折で持ち上げられている (観察5.6)：屈折が無い日は無い。

結び：空気の屈折率は密度に比例し、密度は P/T に比例するので、屈折率の高さ方向の勾配には気圧の項と温度の項の二つがある——そして標準大気では、気圧の項が温度の項の **5.2559** 倍ある。光を曲げているものの多くは、気温ではなく気圧である。そのため標準大気でも光は少し曲がっている——曲率半径 **38118.4 km**、屈折係数 $k = 0.1671$ で、測量で使われる通説の 約 **0.13** と同じ桁である。最初、温度の項だけで計算して **0.0393** を得たが、これは気圧の項を落としていたためで、一桁近く外れていた。光が地球の丸みに沿うには、

$dT/dh = +0.131351 \text{ K/m}$ が要る——符号が正である。高さとともに気温が上がらなければならない。標準大気は -0.006500 K/m で下がるので、大きさを **20.2078** 倍、そして向きが逆である。一メートル上がるごとに **0.13** 度暖くなる層——それが逆転層である。等温でも曲率半径は地球半径の **4.8448** 倍あり、温度勾配はゼロから始まるのではない——既にある曲がりに足し引きしている。 $+1 \text{ K/m}$ なら **0.1600** 倍で、光が地球より急に曲がり、地平線の下の方が浮き上がる。逆に地面が熱くて気温が急に下がれば dn/dh の符号が変わり、光は上向きに曲がって逃げ水になる。三つは別の現象ではない——同じ dn/dh の、値と符号が違うだけである。ただし気圧の項と温度の項は別根で、片方を動かしても他方は動かない。同じ勾配に、独立な二つの入口がある。分けるものは一つ——高さとともに気温が上がるか、下がるか。分離子は空気の側にも光の側にもない——同じ空気、同じ光、同じ式で、差を作っているのはどちらが暖かいかという配置だけである。冷たい海面の上に暖かい空気が乗れば逆転層ができ、熱い舗装の上なら逆になる——同じ日に、海では上位蜃気楼が、道路では逃げ水が起きうる。正直に書いておく——本稿は勾配が一様だと仮定している。実際の蜃気楼は勾配が急に变

わる薄い層で起きるので、倒立像が現れる。 $+0.131351 \text{ K/m}$ は蜃気楼の閾値ではなく、光が地面と平行に走る特別な値である。最後に一つ——標準大気でも $k = 0.1671$ だけ曲がっている。つまり我々が普段見ている水平線は、既に屈折で持ち上げられた像である。蜃気楼が特別なのではなく、屈折が無い日が無いだけである。

参考文献

1. Edlén, B. (1966). The Refractive Index of Air. *Metrologia*, 2(2).
2. Ciddor, P. E. (1996). Refractive Index of Air: New Equations for the Visible and Near Infrared. *Applied Optics*, 35(9).
3. Tape, W. (1985). The Topology of Mirages. *Scientific American*, 252(6).
4. Lehn, W. H. (1979). The Novaya Zemlya Effect: An Arctic Mirage. *Journal of the Optical Society of America*, 69(5).
5. Bomford, G. (1980). *Geodesy*, 4th edition. Oxford: Clarendon Press.
6. 山岸勇輝 (2026). 三百本目の点呼——同根か別根かは、判定できる [論文300]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22171914
7. 山岸勇輝 (2026). 虹の角度に、水滴の大きさは入っていない [論文325]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22209848
8. 山岸勇輝 (2026). 同じ楕円が三ヶ月ずれていたことが、原因が別だという証拠になった [論文328]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22210340
9. 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

— *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)