オーロラの色を選んでいるのは大気の組成ではなく、寿命と密度の競争である

— 緑（**557.7** nm）の上の準位の寿命は **0.7** 秒、赤（**630.0** nm）は **110** 秒で、比は **157.142857**、その対数は **5.057155** — 分離子は、色を決めるのが物質か、寿命と密度の競争か — [論文690]

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

オーロラの緑と赤は、どちらも同じ酸素原子から出る。それでも高さが分かれるのは、光るまでの時間と、そこに来る衝突の頻度が競争しているからである。色の高さの差が何で決まるのかを、閉じた式で数える。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、これが本稿の芯である。高さの差は、寿命の比の対数で決まる——寿命の比 $\mathbf{157.142857}$ の対数は $\mathbf{5.057155}$ で、高さの差はスケールハイトにこれを掛けた値になる（第2節）。 第二に、その式から、組成が落ちる——密度の絶対値も衝突の断面積も熱速度も消え、残るのはスケールハイトと寿命の比だけである（第2節）。 第三に、数は観測と合う——$H = 30$ km なら高さの差は $\mathbf{151.714659}$ km で、緑が 100〜150 km、赤が 200〜400 km という観測の隔たりと同じ範囲に入る（第2節）。 第四に、閉じた式は、解き直しても同じ値を返す——密度の分布から二分法で高度を解いても差は $\mathbf{151.714659}$ km で、閉じた式と一致した（第3節）。 第五に、そもそも、これらは光るのが遅すぎる遷移である——緑の遷移確率 $\mathbf{1.428571}$ /s は許容遷移の目安 10^{8} /s の $\mathbf{1.428571} \times 10^{-8}$ 倍で、赤はさらに 157 分の 1 である（第3節）。 第六に、分離子は、色を決めるのが物質か、競争かである——同じ原子から出る二色が高さで分かれるのは、物質の違いではなく、寿命と密度の競争が二か所で決着するからである（第4節）。 キーワード：オーロラ、禁制遷移、衝突による消光、励起準位の寿命、スケールハイト、色と高度。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——酸素原子の禁制遷移、その寿命、衝突による消光、赤い発光が高いところに限られることは、いずれも既知である（チェンバレン 1961、リース 1989）。励起を扱わない——降り込む電子のエネルギー、侵入する深さ、励起の断面積は扱わない。励起は起きたものとして、そのあとだけを見る。窒素の発光を入れない——窒素分子による青や紫は入れず、酸素原子の二本だけを見る。大気を主張しない——密度・温度の高度分布、スケールハイト、衝突の断面積はいずれも代表値であり、スケールハイトは 20〜40 km の幅で示す。観測を扱わない——実際のオーロラの高度測定や形態の分類は主題ではない。既刊との関係：論文323 は、三原色の「三」が光の性質ではなく受け手の性質であることを示した——そこでは色の見えが受け手で決まった。ここでは色の高さが、発光する側の寿命と周りの密度の競争で決まる。どちらも「色は物質の属性ではない」の別の面である。論文668 は、「光る」の一語が蛍光と燐光で寿命の 10^8 倍の差を隠していることを示した——そこでは寿命の差が明るさと消えやすさに響いた。ここでは同じ寿命の差が、光る場所の高さに響く。時間の差が空間の差に翻訳される。加えたのは、高さの差が寿命の比の対数で決まることを示したこと、その式から組成が落ちることを示したこと、$H = 30$ km で 151.714659 km と数にしたこと、閉じた式と二分法の二通りで同じ値を出したこと、分離子を「物質か、競争か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：励起された原子は、寿命 τ で光を出すか、その前に衝突して励起を奪われるかのどちらかである。衝突の頻度は数密度に比例し、数密度は高さとともに指数で減る。

$$\nu(z) = n(z)\sigma v, \qquad n(z) = n_0 e^{-(z-z_0)/H}, \qquad \nu(z_{\text{消光}}) = \frac{1}{\tau}, \qquad \Delta z = H \ln \frac{\tau_{\text{赤}}}{\tau_{\text{緑}}}$$

右端の式に n_0 も σ も v も残らない。これが以下のすべてである。

問い：同じ酸素原子から出る二色が、なぜ高さで分かれるのか。

2. 高さの差は、寿命の比の対数である

計算 2.1：緑は 557.7 nm・寿命 0.7 秒、赤は 630.0 nm・寿命 110 秒である。比は 157.142857、その対数は 5.057155 である。

計算 2.2：スケールハイトごとに高さの差を出した。

スケールハイト	高さの差
20 km	**101.143106** km
30 km	**151.714659** km
40 km	**202.286212** km

> **観察 2.3**
>
> これが本稿の芯である。式から組成が落ちている。数密度の絶対値も、衝突の断面積も、熱速度も、二つの高度の差を取ったときに消える——「酸素だから緑」ではない。同じ原子の二つの準位が、寿命の比だけで高さを分けている。

> **観察 2.4**
>
> だから予測は頑丈である。断面積を 2 倍に取り違えても、密度を 10 倍に取り違えても、差は動かない。動くのはスケールハイトだけである——不確かな量が落ちる形に書き直すと、粗い入力でも当たる。

> **観察 2.5**
>
> 観測と突き合わせる。緑は 100〜150 km、赤は 200〜400 km に見える。隔たりはおよそ 150 km で、$H = 30$ km の予測 151.714659 km と同じ範囲に入る——合ったのは高さそのものではなく、高さの差である。そこだけが組成に依らない。

3. 解き直しと、遅さ

計算 3.1：閉じた式を使わず、密度の分布から二分法で消光の高度を解いた。緑が 275.737995 km、赤が 427.452654 km、差は 151.714659 km で、閉じた式と一致した。

> **観察 3.2**
>
> 高度そのものは当てにならないが、差は当たる。置いた密度と断面積は代表値にすぎないので、275 km という高度は観測の緑（100〜150 km）と合わない——それでも差は正しい。どの数が入力に依り、どの数が依らないかを分けて読まねばならない。

計算 3.3：遷移確率は寿命の逆数で、緑が $1.428571\ /\mathrm{s}$、赤が $0.009091\ /\mathrm{s}$ である。許容遷移の目安 $10^{8}\ /\mathrm{s}$ に対し、緑は 1.428571×10^{-8} 倍、赤は 9.090909×10^{-11} 倍にあたる。

> **観察 3.4**
>
> この遅さが、高いところでしか光れない理由である。許容遷移なら 10^{-8} 秒で光ってしまうので、地表付近の密度でも衝突より速い——禁制であることが、消光という競争を成立させている。

4. 分離子

> **観察 4.1**
>
> 分離子は、色を決めるのが物質か、寿命と密度の競争かである。物質が決めているなら、色は場所によらない。競争が決めているなら、同じ物質でも場所で色が変わる——オーロラは後者であり、高さが色を選んでいる。

> **観察 4.2**
>
> 論文323 と並べる。323 は、三原色の「三」が光の性質ではなく受け手の性質であることを示した——そこでは色の見えが受け手で決まった。ここでは色の高さが、光る側の事情で決まる。どちらも「色は物質の属性ではない」の別の面である。

> **観察 4.3**
>
> 論文668 と並べる。668 は、「光る」の一語が蛍光と燐光のあいだに寿命の 10^8 倍の差を隠していることを示し、それが出はじめの明るさと消えやすさに響くことを数えた——そこでは寿命の差が時間の側に出た。ここでは同じ寿命の差が、対数を通って空間の側（高さ）に出る。157.142857 倍という小さな比でも、対数を取って掛けるだけで 151.714659 km になる。

> **観察 4.4**
>
> 言わないこと。励起の機構も窒素の発光も扱わず、密度と断面積は代表値である——示したのは、高さの差だけが入力に依らない量であることである。

5. 点呼と結び

1. 寿命の比 **157.142857**（計算 2.1）：110/0.7。
2. その対数 **5.057155**（計算 2.1）：高さの差の芯。
3. $H = 30$ km で **151.714659** km（計算 2.2）：本稿の芯。
4. $H = 20$ km なら **101.143106** km（計算 2.2）：スケールハイトだけが効く。
5. 組成が式から落ちる（観察 2.3）：断面積も密度も消える。
6. 二分法でも **151.714659** km（計算 3.1）：閉じた式と一致。
7. 高度そのものは **275.737995** km（計算 3.1）：こちらは当てにならない。
8. 緑の遷移確率 **1.428571** /s（計算 3.3）：禁制遷移。
9. 許容の $\mathbf{1.428571} \times 10^{-8}$ 倍（計算 3.3）：遅いから競争になる。
10. 物質か、競争か（観察 4.1）：分離子・論文323・論文668。

結び：オーロラの色を選んでいるのは、大気の組成ではない。緑（寿命 0.7 秒）と赤（110 秒）の比は 157.142857、その対数は 5.057155 で、消光が効く高度の差はスケールハイトにこれを掛けた値だけで決まる——密度の絶対値も衝突の断面積も熱速度も、差を取ると消える。$H = 30$ km なら 151.714659 km で、緑が 100〜150 km、赤が 200〜400 km という観測の隔たりと同じ範囲に入る。閉じた式に頼らず密度の分布から二分法で解いても同じ 151.714659 km になったが、高度そのもの（緑 275.737995 km）は入力の代表値に引きずられて観測と合わない——どの数が入力に依り、どの数が依らないかを分けて読まねばならない。そもそも緑の遷移確率 1.428571 /s は許容遷移の 1.428571×10^{-8} 倍でしかなく、遅いからこそ消光との競争が成り立つ。分離子は、色を決めるのが物質か、寿命と密度の競争かである。既刊との位置——論文323 では色の見えが受

け手で決まった。ここでは色の高さが光る側の事情で決まる。正直に言えば——励起の機構も窒素の発光も扱わず、密度と断面積は代表値である。

参考文献

1. Chamberlain, J. W. (1961). *Physics of the Aurora and Airglow*. Academic Press.
2. Rees, M. H. (1989). *Physics and Chemistry of the Upper Atmosphere*. Cambridge University Press.
3. 山岸勇輝 (2026). 『三原色の「三」は、光の性質ではない』[論文323]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22209319
4. 山岸勇輝 (2026). 『「光る」の一語が隠しているのは、一億倍の時間差である』[論文668]. Zenodo. 10.5281/zenodo.23014720

— 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)