「光を九倍にする」という同じ操作の効きが、いまどこに居るかで五倍ちがう

— 直角双曲線の型で半飽和の光を 200 と置くと、光がちょうど半飽和のとき速さは 0.500000、9 倍にしても 0.900000 で、1.800000 倍にしかならない — 分離子は、足りていないのが届く光か、受け取る仕掛けか — [論文737]

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

光合成は光を増やしても速くならなくなる。飽和することは知られている。ここで数えるのは、同じ操作の効きがどれだけ動くかである。「光を九倍にする」という一つの操作を、四つの明るさで比べる。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、半飽和では速さがちょうど半分である——0.500000 で、これが型の定義である（第2節）。 第二に、明るいところでは 9 倍がほとんど効かない——半飽和の 1 倍から 9 倍にしても、速さは 0.900000 で 1.800000 倍にとどまる（第2節）。 第三に、これが本稿の芯である。同じ 9 倍が、暗いところでは 8.928642 倍効く——半飽和の 0.001 倍から 0.009 倍でそうなり、効きが 5 倍ちがう（第3節）。 第四に、その間は滑らかにつながっている——0.01 から 0.09 倍で 8.339450 倍、0.1 から 0.9 倍で 5.210526 倍である（第3節）。 第五に、だから同じ光を分けたほうが合計が増える——光 400 で 1.500000 倍、光 1800 で 1.818182 倍で、強いほど得が大きい（第3節）。 第六に、分離子は、足りていないのが届く光か、受け取る仕掛けかである——後者なら、光を足すのではなく受け手を増やすことになる（第4節）。 キーワード：光合成、光飽和、直角双曲線、半飽和の光、律速の移り変わり、届く光か受け手か。

> 本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——光合成の光応答が飽和すること、直角双曲線で近似されること、半飽和の光量という指標は、いずれも標準的である（ブラックマン 1905、ラーカー 2003）。型を前提として置く——直角双曲線と半飽和 200 は代表値であり、実在の植物の値を主張しない。単位は問わず、比だけを読む。光阻害を扱わない——強すぎる光で速さが下がることは扱わず、飽和までで止める。ほかの制限を扱わない——二酸化炭素、温度、水の制限は扱わない。呼吸を差し引かない——純光合成と総光合成の差は扱わない。 ⚠️ 分けた側の単純化——葉が重なると下の葉に届く光が減るが、本稿では分けた二枚がそれぞれ同じ光量を受けるものとして数える。この単純化のぶん、分けた得は上限である。既刊との関係：論文417 は、食物連鎖の段数に上限があるのは生き物の都合ではないことを示した——そこではエネルギーが段を上がるときの目減りが主題で、鎖の途中を扱った。ここでは同じ鎖のいちばん入口で、光が余っていても入らないことを示す。段の間の目減りと、入口の天井になる。加えたのは、同じ 9 倍の効きを四つの明るさで並べたこと、効きが 1.800000 倍から 8.928642 倍まで動くことを示したこと、分けたときの合計を出したこと、得が光の強さとともに増えることを示したこと、分離子を「届く光か、受け取る仕掛けか」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：光合成の速さは、光を増やすと上がるが、やがて頭打ちになる。直角双曲線で書くと次のようになる。

$$P(I) = P_{\max}\frac{I}{I + I_k}, \qquad P(I_k) = \tfrac{1}{2}P_{\max}$$

I_k は半飽和の光である。$I_k = 200$、$P_{\max} = 1$ を代表値として置き、単位は問わず比だけを読む。

問い：「光を増やす」という操作の効きは、一つに決まるのか。

2. 明るいところでは、九倍がほとんど効かない

計算 2.1：光ごとの速さを出した。

光	半飽和に対する比	速さ
50	0.250000	0.200000
100	0.500000	0.333333
200	1.000000	0.500000
400	2.000000	0.666667
800	4.000000	0.800000
1800	9.000000	0.900000

> **観察 2.2**
>
> 半飽和から 9 倍にしても、速さは 1.800000 倍にとどまる。0.500000 から 0.900000 である——光を 8 倍ぶん余分に注いで、速さは倍に届かない。

> **観察 2.3**
>
> 速さは $P_{\max}$ を超えられない。光を 10^6 にしても 0.999800 である——天井は受け取る側に在り、届く光の量には無い。

3. 同じ九倍の効きが、五倍ちがう

計算 3.1：「光を 9 倍にする」という同じ操作を、四つの明るさで比べた。

9 倍にする区間（半飽和を 1 として）	速さの倍率
0.001 から 0.009	8.928642
0.010 から 0.090	8.339450
0.100 から 0.900	5.210526
1.000 から 9.000	1.800000

> **観察 3.2**
>
> これが本稿の芯である。同じ操作の効きが 1.800000 倍から 8.928642 倍まで動く。操作は一つも変えていない——変わったのは、いまどこに居るかだけである。

> **観察 3.3**
>
> 十分に暗ければ、ほぼ比例する。0.001 から 0.009 で 8.928642 倍と、9 に近づく——暗い側では光が律速で、明るい側では受け手が律速である。

計算 3.4：同じ光を一枚で受ける場合と、二枚に半分ずつ配る場合の合計を出した。

光	一枚で	二枚に半分ずつ	比
400	0.666667	1.000000	1.500000
1800	0.900000	1.636364	1.818182

> **観察 3.5**
>
> 分けたほうが合計が増える。光 400 で 1.500000 倍、光 1800 で 1.818182 倍になる——飽和した一枚に注ぐより、飽和していない二枚に配ったほうが取れる。

> **観察 3.6**
>
> 光が強いほど、分けた得が大きい。1.500000 倍から 1.818182 倍へ増える——強い光の下では、受け手を増やすほうが効く。

> **観察 3.7**
>
> ただしこの計算は単純化している。葉が重なれば下の葉に届く光は減るのに、本稿では二枚がそれぞれ同じ光量を受けるものとして数えた——だから示した得は上限であって、実際の層の設計を主張するものではない。

4. 分離子

> **観察 4.1**
>
> 分離子は、足りていないのが届く光か、受け取る仕掛けかである。前者なら光を足せばよく、後者なら受け手を増やすことになる——同じ「光が足りない」という言い方が、二つの違う手当てを指す。

> **観察 4.2**
>
> 論文417 と並べる。417 は、食物連鎖の段数に上限があるのは生き物の都合ではないことを示した——そこでは段を上がるときの目減りが主題だった。ここでは同じ鎖のいちばん入口で、光が余っていても入らない。段の間の目減りと、入口の天井である。

> **観察 4.3**
>
> 言わないこと。光阻害も二酸化炭素も温度も呼吸も扱わず、重なりによる減光も入れなかった——示したのは、同じ操作の効きが居場所で変わることである。

5. 点呼と結び

1. 半飽和で **0.500000**（計算 2.1）：型の定義。
2. 9 倍で **0.900000**（計算 2.1）：頭打ち。
3. 効きは **1.800000** 倍（観察 2.2）：倍に届かない。
4. 暗いところでは **8.928642** 倍（計算 3.1）：本稿の芯。
5. 0.01 から 0.09 で **8.339450** 倍（計算 3.1）：途中の値。
6. 0.1 から 0.9 で **5.210526** 倍（計算 3.1）：滑らかにつながる。
7. 光 10^6 でも **0.999800**（観察 2.3）：天井は受け手側。
8. 二枚で **1.500000** 倍（計算 3.4）：光 400。
9. 二枚で **1.818182** 倍（計算 3.4）：光 1800・強いほど得。
10. 届く光か、受け取る仕掛けか（観察 4.1）：分離子・論文417。

結び：「光を九倍にする」という同じ操作の効きが、いまどこに居るかで五倍ちがう。直角双曲線の型で半飽和の光を 200 と置くと、光がちょうど半飽和のとき速さは 0.500000、9 倍にしても 0.900000 で 1.800000 倍にとどまる——光を 8 倍ぶん余分に注いで、速さは倍に届かない。ところが同じ 9 倍を暗いところでやると、半飽和の 0.001 倍から 0.009 倍で 8.928642 倍、0.01 から 0.09 倍で 8.339450 倍、0.1 から 0.9 倍で 5.210526 倍になる——操作は一つも変えていないのに効きが 5 倍ちがい、変わったのはいまどこに居るかだけである。暗い側では光が律速で、明るい側では受け手が律速である。速さは $P_{\max}$ を超えられず、光を 10^6 にしても 0.999800 である——天井は受け取る側に在り、届く光の量には無い。だから同じ光を二枚に半分ずつ配ったほうが合計が増え、光 400 で 1.500000 倍、光 1800 で 1.818182 倍になる——光が強いほど分けた得が大きく、強い光の下では受け手を増やすほうが効く。ただし葉が重なれば下の葉に届く光は減るのに、本稿では二枚がそれぞれ同じ光量を受けるものとして数えたので、示した得は上限である。分離子は、足りていないのが届く光か、受け取る仕掛けかである——同じ「光が足りない」という言い方が、二つの違う手当てを指す。既刊との位置——論文417 は段を上がるときの目減りを扱った。ここは同じ鎖のいちばん入口の天井である。正直に言えば——光阻害も二酸化炭素も温度も呼吸も扱わず、重なりによる減光も入れなかった。

参考文献

1. Blackman, F. F. (1905). Optima and limiting factors. *Annals of Botany*.
2. Larcher, W. (2003). *Physiological Plant Ecology*. Springer.
3. 山岸勇輝 (2026). 『食物連鎖の段数に上限があるのは、生き物の都合ではない』[論文417]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22699882

— 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)