

# 安くしているのは、時間ではなく累積である

— 年 **10** 台の十年目と、年 **100** 台の一年目が、まったく同じ **0.227061661** になる — 経った年数は **10** 倍違うのに、作った総数が同じだからである — 学習率 **1.0** なら累積をいくら積んでも **1** のままである — [論文434]

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

ものは作るほど安くなる、と言われる。時間が経てば安くなる、とも言われる。本稿が示すのは、この二つが別のことであることである——そして、どちらが効いているかは数で分けられる。新しい定理も法則も主張しない。第一に、学習率 **0.80** は冪指数 **-0.321928** に対応し、累積を倍にするとちょうど **0.800000000** 倍になる（第2節）。第二に、累積 **4** 台で **0.640000**、**8** 台で **0.512000**、**1000** 台で **0.108197** になる（第2節）。第三に、これが本稿の芯である。年 **10** 台の十年目と、年 **100** 台の一年目が、まったく同じ **0.227061661** になる（第3節）。第四に、同じ年数で比べると、速く作るほうが常に **2.0986** 倍安い（第3節）。第五に、学習率 **1.0** なら、累積をいくら積んでも単価は **1** のままである（第4節）。第六に、分離子は「暦を進めたか、台数を積んだか」である（第4節）。キーワード：学習曲線、経験曲線、ライトの法則、累積生産量、学習率、冪則、単価。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——学習曲線、経験曲線、冪則の当てはめはすべて既知である。学習率の値を主張しない——0.80 は説明のための代表値であり、産業や工程によって 0.7～0.95 に動く。特定の分野の値ではない。機構を分解しない——習熟、工程改善、規模の経済、設計変更のどれが寄与しているかは主題ではない。当てはめの統計を扱わない——冪則が最良の当てはめかどうか、指数の推定誤差は主題ではない。予測を主張しない——将来の単価を当てる方法は提案しない。時間の効果を否定しない——暦時間そのものが効く経路（材料価格の変化、技術の外部からの流入）はありうる。本稿はそれを否定せず、累積だけのモデルで何が言えるかを示す。既刊との関係：論文433 は原因が消えても結果が続くことを示した——そこでは時間が主役だった。ここでは時間が主役ではない。論文300 は同根か別根かが判定できることを示した——「時間で安くなる」と「累積で安くなる」は、その基準で別根である。論文427 は事象の時間が時計の時間と揃わないことを示した——そこでも、外から与える時計と内から数える回数が別物だった。論文417 は段数の上限が生き物の都合でないことを示した——そこでも掛け算が最後まで効いた。加えたのは、六つの累積で単価を数に出したこと、倍にするとちょうど学習率になることを定義の確認として置いたこと、異なる速さの生産で同じ単価になる点を厳密に一致させたこと、同じ年数での比が生産速度に依らず一定であることを示したこと、学習率 1.0 を境目の反対側に置いたこと、分離子を「暦か台数か」に置いたことである。

## 1. 記法と問い

設定：累積生産量  $n$  に対する単価を、初台を 1 として次で書く。

$$C(n) = n^b, \quad b = \frac{\ln r}{\ln 2}$$

$r$  は学習率で、累積が倍になったときの単価の比である。以下  $r = 0.80$  とする。

### 観察 1.1

「時間が経てば安くなる」と「作るほど安くなる」は、同じ場面で同時に起きる。年が進み、台数も増える——だから、どちらが効いているか見分けにくい。

### 観察 1.2

だが二つは分けられる。生産の速さを変えれば、年数と累積がずれる——同じ年数で累積が違う場面を作ればよい。

問い：ずらしたとき、単価はどちらに付いていくのか。

## 2. 累積を倍にすると、ちょうど 0.80 倍になる

計算 2.1：学習率 0.80 から冪指数を出す。

$b = \ln 0.80 / \ln 2 = -0.321928$  である。

### 観察 2.2

負である。累積が増えれば単価は下がる——向きが正しいことの確認である。

計算 2.3：累積ごとの単価を出す。

| 累積台数 | 単価（初台 = 1） |
|------|------------|
| 1    | 1.000000   |
| 2    | 0.800000   |
| 4    | 0.640000   |
| 8    | 0.512000   |
| 100  | 0.227062   |
| 1000 | 0.108197   |

### 観察 2.4

倍にするたびに、ちょうど 0.80 倍になる。4 台で  $0.64 = 0.80^2$ 、8 台で  $0.512 = 0.80^3$ ——定義どおりであり、実装が正しいことを示す。

### 観察 2.5

1000 台で 0.108197 である。初台の約 1/9——累積が三桁増えても、単価は一桁しか下らない。

### 観察 2.6

下がり方は冪則なので、いつまでも下がり続ける。頭打ちが式の中に無い——だが下がる速さは急速に鈍る。

## 3. 十年目と一年目が、同じ値になる

計算 3.1：生産の速さを変えて、同じ年数での単価を並べる。

| 年  | 年 10 台   | 年 100 台  | 比      |
|----|----------|----------|--------|
| 1  | 0.476510 | 0.227062 | 2.0986 |
| 5  | 0.283827 | 0.135246 | 2.0986 |
| 10 | 0.227062 | 0.108197 | 2.0986 |

### 観察 3.2

年 10 台の十年目と、年 100 台の一年目が同じである。どちらも **0.227061661**——経った年数は 10 倍違うのに、作った総数が同じ 100 台だからである。

### 観察 3.3

これが分離子である。年数が違って単価が同じなら、単価は年数に付いていない——一致は偶然ではなく、厳密な等式である。

### 観察 3.4

同じ年数で比べると、速いほうが常に **2.0986** 倍安い。比が年によらず一定——冪則なので、生産速度の比 10 の **-0.321928** 乗がそのまま出る。

### 観察 3.5

だから「うちは何年やっている」は、単価の根拠にならない。根拠になるのは「何台作った」である——年数は台数の代わりにならない。

## 4. 分離子

分離子：暦を進めたか、台数を積んだか。

### 観察 4.1

暦を進めても、作らなければ累積は増えない。止まっている工場では単価が下がらない——このモデルでは、そうなる。

### 観察 4.2

台数を積み、短い期間でも下がる。一年で 100 台なら、十年で 100 台と同じところへ行く——速さが効くのは、累積を早く積めるからである。

### 観察 4.3

これは論文300の基準で別根である。どちらも「安くなった」と呼ばれる——一方は暦の関数、一方は累積の関数である。

計算 4.4：境目の反対側を置く。学習率を 1.0 にする。

冪指数は 0 になり、累積 1000 台でも単価は 1 のままである。

### 観察 4.5

この対照が効いている。下がる原因が学習率だけであることを示す——累積を積むこと自体が下げるのではなく、 $r < 1$  であることが下げる。

#### 観察 4.6

正直に言えば——暦時間そのものが効く経路はありうる。材料の価格が変わる、外部から技術が入る——本稿はそれを否定していない。累積だけの模型で何が言えるかを示しただけである。

#### 観察 4.7

最後に一つ——0.80 という学習率は代表値である。産業や工程で 0.7~0.95 に動く——動かないのは、 $r < 1$  である限り、単価が暦ではなく累積に付いていくという点である。

## 5. 点呼と結び

1. 冪指数は  $-0.321928$  (計算 2.1) : 学習率 0.80 から。
2. 倍にするとちょうど 0.800000000 倍 (観察 2.4) : 定義の確認。
3. 累積 8 台で 0.512000 (計算 2.3) :  $0.80^3$ 。
4. 累積 1000 台で 0.108197 (計算 2.3) : 三桁で一桁。
5. 十年目と一年目が 0.227061661 (観察 3.2) : 本稿の芯。
6. 年数は 10 倍違う (観察 3.2) : 累積は同じ。
7. 同じ年数なら 2.0986 倍 (観察 3.4) : 年によらず一定。
8. 学習率 1.0 なら 1 のまま (計算 4.4) : 境目の反対側。
9. 下げるのは  $r < 1$  であること (観察 4.5) : 累積そのものではない。
10. 分離子は暦か台数か (観察 4.3) : 論文300 の基準で別根。

結び : 「時間が経てば安くなる」と「作るほど安くなる」は、同じ場面で同時に起きる——年が進み、台数も増えるので、どちらが効いているか見分けにくい。だが生産の速さを変えれば年数と累積がずれるので、二つは分けられる。分けると、単価は累積に付いていく——学習率 0.80 は冪指数  $-0.321928$  に対応し、累積を倍にするとちょうど 0.800000000 倍、4 台で 0.640000、8 台で 0.512000、1000 台で 0.108197 になる。累積が三桁増えても単価は一桁しか下がらず、下がる速さは急速に鈍る。そして年数の側には付いていかない——年 10 台の十年目と、年 100 台の一年目が、まったく同じ 0.227061661 になる。経った年数は 10 倍違うのに、作った総数が同じ 100 台だからである。年数が違って単価が同じなら、単価は年数に付いていない——一致は偶然ではなく厳密な等式である。同じ年数で比べると速いほうが常に 2.0986 倍安く、その比は年によらず一定で、生産速度の比 10 の  $-0.321928$  乗がそのまま出る。だから「うちは何年やっている」は単価の根拠にならず、根拠になるのは「何台作った」である。分けているものは一つ——暦を進めたか、台数を積んだか。暦を進めて

も作らなければ累積は増えず、この模型では止まっている工場の単価は下がらない。台数を積めば短い期間でも下がり、速さが効くのは累積を早く積めるからである。論文300の基準で別根であり、一方は暦の関数、一方は累積の関数である。境目の反対側を置くと、学習率を1.0にすれば冪指数は0になり、累積1000台でも単価は1のままである——下げているのは累積を積むこと自体ではなく、 $r < 1$ であることだと、この対照が示す。正直に言えば——暦時間そのものが効く経路はありうる。材料の価格が変わる、外部から技術が入る。本稿はそれを否定しておらず、累積だけの模型で何が言えるかを示しただけである。最後に一つ——0.80という学習率は代表値で、産業や工程で0.7~0.95に動く。動かないのは、 $r < 1$ である限り単価が暦ではなく累積に付いていくという点である。

## 参考文献

---

1. Wright, T. P. (1936). Factors Affecting the Cost of Airplanes. *Journal of the Aeronautical Sciences*.
2. Arrow, K. J. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing. *Review of Economic Studies*.
3. Argote, L., & Epple, D. (1990). Learning Curves in Manufacturing. *Science*.
4. Nagy, B., Farmer, J. D., Bui, Q. M., & Trancik, J. E. (2013). Statistical Basis for Predicting Technological Progress. *PLOS ONE*, e52669.
5. 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
6. 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
7. 山岸勇輝 (2026). 『事象で測った時間は、時計で測った時間と揃わない』 [論文427]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22700235
8. 山岸勇輝 (2026). 『氷はもう無いのに、土地はまだ上がっている』 [論文433]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22701699

---

— 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)