

同じ「2 倍に感じる」が、刺激の側では 6.70 倍ひらく

— フェヒナーは弁別を積み上げ、スティーヴンスは数を言わせた — 二つの法則は、測っている操作が違う — [論文272]

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

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

2026年8月

— From thinking to syncing. —

要旨

「感覚が 2 倍になった」という一文は、刺激をどれだけ増やしたかを決めていない。本稿が問うのは、どれだけ幅があるのかである——答は、**6.70 倍**である。そしてそもそも、二つの有名な法則は同じものを測っていない。新しい数学定理も新しい法則も主張しない。第一に、必要な刺激比を数える。べき則 $S = kI^a$ のもとで、感覚を 2 倍にする刺激比は $2^{1/a}$ である（第2節）。第二に、これが本稿の芯である。明るさ ($a = 0.33$) では **8.1698 倍**、電気ショック ($a = 3.50$) では **1.2190 倍**——同じ「2 倍」が、刺激の側で **6.7020 倍**ひらく（第2節）。第三に、長さだけがちょうど 2 である。 $a = 1.00$ のとき $2^{1/1} = 2$ ——素朴な期待が当たるのは一行だけである（第2節）。第四に、もう一つの法則は別の形をしている。フェヒナーは $S = k \ln(I/I_0)$ 、対数である——べきと対数は、同じ現象から出た二つの別の形である（第3節）。第五に、分けているのは操作である。フェヒナーは弁別閾を積み上げ（間接）、スティーヴンスは被験者に数を言わせる（直接）（第4節）。第六に、どちらも「感覚の大きさ」を測っていない。ウェーバー比 0.10 で 2 倍にするには **7.2725 段**の弁別が要る——段を数えることと、数を言わせることは別の操作である（第4節）。

本稿の射程（scope note）：新しい数学定理も新しい法則も主張しない——ウェーバーの法則、フェヒナーの対数則、スティーヴンスのべき則、それらの指数の代表値は、いずれも標準的である。心理学を作らない——使うのは一つの累乗と、一つの対数だけである。どちらの法則が正しいとも言わない——測っている操作が違おうと書くだけであり、優劣を判定しない。指数の値を測定しない—— a の値はすべて引用の代表値である。研究によって幅があり、個人差もある——本稿が主張するのは並びの構造であって、個々の数値ではない。感覚の实在を論じない——「感覚の大きさ」が独立に観測できる量かどうかには立ち入らない。神経の機構を扱わない——受容器も符号化も扱わない。ウェーバーは別人と混同しない——既刊の英語版`Weber` 3件（論文11・55）はギラルディ＝リミニ＝ウェーバーの波束収縮模型であり、本稿の E. H. ウェーバーとは別人である。応用を論じない——音量の目盛りも、画面の輝度も扱わない。既刊との関係：論文190は「稀」を対数の目盛りで測った——本稿は対数とべきが、同じ現象に二つ立つ場合を扱う。論文232は同じ等号が四つの別の主張を書いていることを数えた——本稿は同じ「2倍」が刺激の側で6.70倍の幅を持つことを書く。論文201は「完備」が四つの別の主張であることを数えた——同じ形の分け方である。論文255は精度が二つあることを扱った——本稿も測る操作が答を決めるという同じ形に立つ。加えたのは $2^{1/a}$ を五つの感覚で計算して6.7020倍の幅を出したこと、長さだけが素朴な2を返すと見たこと、ウェーバー比から2倍に要する弁別の段数を7.2725と出したこと、二つの法則を「積み上げるか、言わせるか」という操作の差として書いたことである。

1. 記法と位置づけ

設定：刺激の強さを I 、感じられる大きさを S と書く。二つの有名な法則がある。

法則	形	測り方
フェヒナー（1860）	$S = k \ln(I/I_0)$	弁別閾を積み上げる（間接）
スティーヴンス（1957）	$S = kI^a$	被験者に数を言わせる（直接）

問い：「感覚が2倍になった」と言うとき、刺激はどれだけ増えたのか。

答は、一つに決まらない。感覚の種類によって6.70倍の幅があり、どちらの法則で測るかでも変わる。

注意：本稿の「ウェーバー」はE. H. ウェーバーである。既刊の3件はギラルディ＝リミニ＝ウェーバー模型であり、別人である——混同しない。

2. 芯：同じ「2倍」が6.70倍ひらく

設定：べき則 $S = kI^a$ のもとで、 S を2倍にするには I を $2^{1/a}$ 倍にすればよい。

検算 2.1：代表的な指数で計算する。

感覚	指数 a	2 倍に要る刺激比
明るさ	0.33	8.1698
音の大きさ	0.67	2.8138
長さ	1.00	2.0000
重さ	1.45	1.6129
電気ショック	3.50	1.2190

観察 2.2

最大と最小で **6.7020** 倍ひらく。同じ「**2 倍に感じる**」という一語が、明るさでは **8 倍**の光を、電気ショックでは **1.2 倍**の電流を意味する。

観察 2.3

長さだけが **2.0000** を返す。 $a = 1$ だからである——素朴な期待が当たるのは、この一行だけである。

観察 2.4

$a < 1$ と $a > 1$ で向きが逆になる。明るさや音は鈍る（大きな刺激比が要る）が、電気ショックは尖る（わずかな増加で **2 倍に感じる**）—— $a = 1$ がその境目である。

観察 2.5

分離子——何を動かすと刺激比が変わるか。指数 a だけである。**2 倍**という目標も、法則の形も動かしていない。

3. もう一つの法則は、別の形をしている

観察 3.1

フェヒナーの形は対数である。 $S = k \ln(I/I_0)$ では、 S を 2 倍にするには I/I_0 を二乗すればよい——基準 I_0 からどれだけ離れているかで、要る比が変わる。

検算 3.2：フェヒナー則で、 S を 2 倍にするのに要る刺激比を、出発点ごとに出す。

出発点 I/I_0	2 倍後の I/I_0	刺激比
2	4	2.0000
10	100	10.0000
100	10000	100.0000

観察 3.3

フェヒナー則では、要る刺激比が出発点に依存する。べき則ではどこから出発しても同じ $2^{1/a}$ である——二つの法則は、この一点で決定的に違う。

観察 3.4

したがって、両者はどちらかが近似で片方が正確という関係ではない。構造が違う——べき則には基準点が要らず、対数則には要る。

4. 分けているのは、操作である

観察 4.1

フェヒナーは、ウェーバーの法則（弁別閾が刺激に比例する）を積分して対数を得た。測っているのは「違いが分かる最小の変化」であって、感覚の大きさそのものではない。

検算 4.2：ウェーバー比 0.10 のとき、弁別を n 段積み上げると刺激は 1.1^n 倍になる。

弁別の段数 n	刺激の倍率 1.1^n
1	1.1000
7	1.9487
10	2.5937
24	9.8497

観察 4.3

刺激を 2 倍にするのに要る段数は $\ln 2 / \ln 1.1 = 7.2725$ 段である。フェヒナーはこの段数を感覚の大きさと同一視した——そこが仮定である。

観察 4.4

スティーヴンスは違う操作をした。被験者に「この音は前の音の何倍か」と数を言わせた——測っているのは数値の割り当てであって、これも感覚の大きさそのものではない。

観察 4.5

分離子——何を動かすと別の法則になるか。どの操作で測るかである。段を数えれば対数が出て、数を言わせればべきが出る——同じ人の同じ感覚を測っても、操作が違えば形が違う。

観察 4.6

正直に書くべき点——どちらも「感覚の大きさ」を直接には測っていない。感覚が独立に観測できる量かどうかには本稿は立ち入らない——分かるのは操作が違えば答が違うという一点だけである。

5. 点呼と結び

- 1. 刺激比は $2^{1/a}$ （第2節）：べき則のもとで。

2. 明るさで **8.1698** 倍（検算2.1）： $a = 0.33$ 。
3. 電気ショックで **1.2190** 倍（検算2.1）： $a = 3.50$ 。
4. 幅は **6.7020** 倍（観察2.2）：同じ「**2** 倍」で。
5. 長さだけが **2.0000**（観察2.3）： $a = 1$ の一行。
6. $a = 1$ が境目（観察2.4）：鈍るか、尖るか。
7. フェヒナーは出発点に依る（検算3.2）：**2**、**10**、**100** 倍。
8. べき則には基準点が必要ない（観察3.4）：構造が違う。
9. **2** 倍に **7.2725** 段（観察4.3）：ウェーバー比 **0.10** で。
10. 分離子は操作（観察4.5）：段を数えるか、数を言わせるか。

結び：「感覚が **2** 倍になった」という一文は、刺激をどれだけ増やしたかを決めていなかった。明るさなら **8.1698** 倍、電気ショックなら **1.2190** 倍で、幅は **6.7020** 倍ある——素朴な **2** が当たるのは、長さの一行だけである。さらに、法則が二つある。フェヒナーの対数則では要る刺激比が出発点に依存し、スティーヴンスのべき則では依存しない——構造が違うので、どちらかが他方の近似という関係ではない。そして二つを分けているのは測る操作であった——弁別を積み上げれば対数が出て、数を言わせればべきが出る。どちらも「感覚の大きさ」を直接には測っていない。分けるものは一つ——どの操作で測ったのかを書き出すこと。書き出せば、二つの法則が競合ではなく別の測り方であることが見える。書き出さなければ、**8.1698** と **1.2190** を同じ「**2** 倍」として並べてしまう。

参考文献

-
1. Fechner, G. T. (1860). *Elemente der Psychophysik*. Leipzig: Breitkopf und Haertel.
 2. Stevens, S. S. (1957). On the Psychophysical Law. *Psychological Review*, 64(3).
 3. Stevens, S. S. (1975). *Psychophysics: Introduction to Its Perceptual, Neural, and Social Prospects*. New York: Wiley.
 4. Weber, E. H. (1834). *De Pulsu, Resorptione, Auditu et Tactu*. Leipzig: Koehler.
 5. Gescheider, G. A. (1997). *Psychophysics: The Fundamentals*, 3rd edition. Mahwah: Lawrence Erlbaum.
 6. Luce, R. D. (2002). A Psychophysical Theory of Intensity Proportions, Joint Presentations, and Matches. *Psychological Review*, 109(3).
 7. 山岸勇輝 (2026). 「稀」は、対数の目盛りで測る [論文190]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22106182
 8. 山岸勇輝 (2026). 「完備」は四つの別の主張である [論文201]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22109052
 9. 山岸勇輝 (2026). 証明を落とした本から学ぶと、等号の身分も一緒に落ちる [論文232]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22127528
 10. 山岸勇輝 (2026). 「精度」は二つあり、較正で消えるのは一方だけ [論文255]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22168883

— *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)