体の時計は正確である必要がない。毎日合わせられれば足りる

— 自由継続周期 **24.18** 時間なら、**1** 日あたりの補正は **10.800000** 分で、周期の **0.007444** にすぎない —

分離子は、同調信号が届くかどうか — [論文695]

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

体の時計は **24** 時間ちょうどではない。それでも困らないのは、毎日合わせ直しているからである。精度ではなく引き込みの幅が要求になることを、ずれと余裕の数で示す。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、ずれ自体は小さい——自由継続周期 **24.18** 時間なら **1** 日の補正は **10.800000** 分で、周期の **0.007444** にすぎない（第2節）。 第二に、放っておけば、溜まる——**1** 週間で **1.260000** 時間、**30** 日で **5.400000** 時間、**1** 年で **65.700000** 時間ずれる（第2節）。 第三に、これが本稿の芯である。一年放置すれば、昼と夜が入れ替わる——**2.737500** 日ぶん回るので、同じ時刻に起きていた人が、同じ時刻に眠るようになる（第2節）。 第四に、それでも、合わせられれば問題にならない——**±1** 時間/日 の引き込みがあれば周期 **23.00**〜**25.00** 時間まで同調でき、この時計のずれの **5.555556** 倍まで余裕がある（第3節）。 第五に、だから要求の置き場所が変わる——「時計を正確に作る」ではなく「毎日どれだけずらせるか」が設計の要求になる（第3節）。 第六に、分離子は、同調信号が届くかどうかである——届けば周期のずれは露出せず、届かなければ **10.800000** 分ずつ露出する（第4節）。 キーワード：概日リズム、自由継続周期、同調、引き込みの幅、位相のずれ、精度と合わせやすさ。

> 本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——ヒトの自由継続周期がおよそ 24.2 時間であること、光による同調、引き込みの範囲は、いずれも既知である（チェイスラーほか 1999、ピッテンドリー＆ダーン 1976）。機構を扱わない——時計遺伝子、視交叉上核、位相反応曲線の形は扱わない。周期を主張しない——24.18 時間は代表値であり、人によって 23.5〜24.6 時間ほど動く。健康影響を論じない——時差ぼけ、交代勤務、睡眠障害は主題ではない。光以外を扱わない——食事や運動による同調の効きは扱わない。引き込みの幅は前提として置く。既刊との関係：論文691 は、周期があることと時計があることが別であり、外の時計が無ければ位相が $\sqrt{k}$ で拡散し、在れば $\sigma/\sqrt{2K}$ で飽和することを示した——そこでは「強制」の側は比較のために置かれただけだった。ここではその側に実物を一つ入れ、引き込みの幅がどれだけ余裕を持つのかを数にする。加えたのは、ずれを日・週・月・年で並べたこと、1 年で **2.737500** 日ぶん回ることを示したこと、補正が周期の **0.007444** にすぎないことを示したこと、引き込みの幅ごとに同調できる周期の範囲と余裕 **5.555556** 倍を出したこと、分離子を「同調信号が届くか」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：同調信号が無いときの周期を τ とする。外の 24 時間に合わせるには、毎日 $\tau - 24$ だけ補正すればよい。引き込みの幅を Δ とすると、同調できるのは $|\tau - 24| < \Delta$ のときである。

$$d = \tau - 24, \qquad D(n) = nd, \qquad |\tau - 24| < \Delta, \qquad \text{余裕} = \frac{\Delta}{|\tau - 24|}$$

$\tau = 24.18$ 時間を置く。

問い：体の時計に要求されるのは、精度か、合わせやすさか。

2. 放っておけば、昼と夜が入れ替わる

計算 2.1：1 日あたりの補正は 10.800000 分で、周期の 0.007444 にすぎない。

計算 2.2：同調信号が届かないときのずれを出した。

経過	ずれ
1 日	0.180000 時間
1 週間	1.260000 時間
30 日	5.400000 時間
1 年	65.700000 時間

1 年のずれは 2.737500 日ぶんにあたる。

> **観察 2.3**
>
> これが本稿の芯である。1 日では気づかない量が、1 年で昼と夜を入れ替える。10.800000 分は一日の中では誤差の内だが、365 回積めば 2.737500 日回る——小さいことと、溜まらないことは別である。

> **観察 2.4**
>
> 時計としての精度は、じつはかなり良い。補正は周期の 0.007444、すなわち 1 % 未満である——機械の時計なら十分な精度だが、それでも一年で昼夜が入れ替わる。

3. 合わせられれば、問題にならない

計算 3.1：引き込みの幅ごとに、同調できる自由継続周期の範囲を出した。

1 日にずらせる量	同調できる周期
±0.5 時間	23.50〜24.50 時間
±1.0 時間	23.00〜25.00 時間
±2.0 時間	22.00〜26.00 時間

±1 時間/日 なら、この時計のずれ 0.18 時間の 5.555556 倍まで余裕がある。

> **観察 3.2**
>
> 要求は、精度から引き込みの幅へ移る。時計を 24.00 時間ちょうどに作る必要はない。毎日ずらせる幅がずれより広ければよい——「正確に作る」と「合わせられるようにする」は、別の設計である。

観察 3.3

余裕は、精度の向上よりも安く買える。周期を 24.18 から 24.02 に近づけるのは体の側の作り直しだが、引き込みの幅を広げるのは受け取る側（光の強さや当たる時刻）の問題である——外に置けるものを外に置くほうが、たいてい安い。

観察 3.4

ただし、余裕には端がある。±1 時間/日 なら 23.00〜25.00 時間までで、それを外れる人は同調できずに自由継続する——「合わせられる」は無条件ではなく、幅の中でだけ成り立つ。

4. 分離子

観察 4.1

分離子は、同調信号が届くかどうかである。届いているあいだ、τ が 24 でないことは一度も表に出ない。届かなくなった瞬間から 10.800000 分ずつ露出する——同じ時計が、環境によって「正確」にも「不正確」にも見える。

観察 4.2

論文691 と並べる。691 は、外の時計が無ければ位相が $\sqrt{k}$ で拡散し、在れば $\sigma/\sqrt{2K}$ で飽和することを示した——そこでは「強制」の側は比較のために置かれた抽象だった。ここではその側に体の時計という実物が入り、引き込みの幅という設計量が姿を現す。

観察 4.3

言わないこと。機構も健康影響も扱わず、周期も引き込みの幅も代表値である——示したのは、要求が精度から引き込みの幅へ移ることである。

5. 点呼と結び

1. 1 日の補正 **10.800000** 分（計算 2.1）：$\tau = 24.18$ 時間。
2. 周期の **0.007444**（計算 2.1）：1 % 未満。
3. 1 週間で **1.260000** 時間（計算 2.2）：溜まりはじめる。
4. 30 日で **5.400000** 時間（計算 2.2）：半日近い。
5. 1 年で **65.700000** 時間（計算 2.2）：本稿の芯。
6. それは **2.737500** 日ぶん（計算 2.2）：昼と夜が入れ替わる。
7. ±1 時間/日 で **23.00〜25.00** 時間（計算 3.1）：同調できる範囲。
8. 余裕は **5.555556** 倍（計算 3.1）：ずれに対して。
9. 要求は幅へ移る（観察 3.2）：精度ではない。
10. 同調信号が届くか（観察 4.1）：分離子・論文691。

結び：体の時計は正確である必要がない。自由継続周期 24.18 時間なら 1 日の補正は 10.800000 分、周期の 0.007444 にすぎない——機械の時計としては十分な精度である。それでも放っておけば 1 週間で 1.260000 時間、30 日で 5.400000 時間、1 年で 65.700000 時間ずれ、2.737500 日ぶん昼と夜が入れ替わる——小さいことと、溜まらないことは別である。ところが ±1 時間/日 の引き込みがあれば周期 23.00〜25.00 時間まで同調でき、この時計のずれの 5.555556 倍まで余裕がある。だから設計の要求は「時計を正確に作る」ではなく「毎日どれだけずらせるか」に移る——ただしその幅を外れる人は同調できず、自由継続する。分離子は、同調信号が届くかどうかである。既刊との位置——論文691 では「強制」の側は比較のための抽象だった。ここではその側に実物が入る。正直に言えば——機構も健康影響も扱わず、周期も引き込みの幅も代表値である。

参考文献

1. Czeisler, C. A., Duffy, J. F., Shanahan, T. L., Brown, E. N., Mitchell, J. F., Rimmer, D. W., & Kronauer, R. E. (1999). Stability, precision, and near-24-hour period of the human circadian pacemaker. *Science*.
2. Pittendrigh, C. S., & Daan, S. (1976). A functional analysis of circadian pacemakers in nocturnal rodents. *Journal of Comparative Physiology*.
3. 山岸勇輝 (2026).『周期があることと、時計があることは、別である』[論文691]. Zenodo. 10.5281/zenodo.23014848

— *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)