

速度を決めるのは出力であって、ギアではない

— 200 W で釣り合う速度は **32.13** km/h、これは **34 × 28** の到達域 **13.46** km/h を大きく超える — ギアが選んでいるのは速度ではなく回転数である — 同じ **25** km/h を **34 × 28** で出すには毎分 **167.2** 回転が要る — [論文449]

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

軽いギアは遅く、重いギアは速い——そう思われている。本稿が示すのは、速度を決めているのは出力であって、ギアは回転数を選んでいるだけであることである——だから「軽いギアにすると遅くなる」は、出力を落としたときにだけ正しい。新しい定理も法則も主張しない。第一に、毎分 90 回転で **34 × 28** は **13.46** km/h、**50 × 11** は **51.35** km/h である（第2節）。第二に、ギアだけで速度は **3.82** 倍動く（第2節）。第三に、これが本稿の芯である。200 W で釣り合う速度は **32.13** km/h であり、これはギアの影響と無関係に決まる（第3節）。第四に、同じ **25** km/h を出すのに要する回転数は、ギアによって **3.82** 倍違う（第2節）。第五に、**34 × 28** で **25** km/h を出すには毎分 **167.2** 回転が要り、これは持続可能な上限を超える（第2節）。第六に、分離子は「出力が決めるか、幾何が決めるか」である（第4節）。キーワード：自転車、ギア比、ケイデンス、走行抵抗、出力。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——ギア比、ケイデンス、走行抵抗の式はすべて既知である。自転車を設計しない——変速機の段数、歯数構成、機材の選択は主題ではない。訓練を論じない——どの回転数が効率的か、どう鍛えるかは主題ではない。数値は代表値である——車輪周長 **2.096** m、空気抵抗係数 **0.30** m²、転がり抵抗 **0.005**、総重量 **80** kg は代表値であり、実測ではない。登坂を含めない——平地のみを扱う。勾配があればギアの意味は変わる。既刊との関係：論文448 は光子 1 個の大きさが色で決まることを示した——そこでも、量を増やす方向が効かない場所があった。論文300 は同根か別根かが判定できることを示した——「ギアが決める量」と「出力が決める量」は、その基準で別根である。論文446 は下限が要求で動くことを示した——そこでも、条件を言わない量が誤解を生んだ。加えたのは、二つのギアで到達速度を出したこと、200 W の釣り合い速度を二分法で **32.13** km/h と出したこと、同じ速度に要する回転数の比を **3.82** 倍と出したこと、**167.2** 回転という生理的な壁を境目として置いたこと、分離子を「出力か幾何か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：前ギア F 枚、後ギア R 枚、車輪周長 L 、毎分回転数 N のとき、速度は

$$v = N \frac{F}{R} L$$

で与えられる。一方、平地を一定速度で走るのに要る仕事率は

$$P = \frac{1}{2} \rho C_d A v^3 + C_{rr} m g v$$

である。以下 $L = 2.096$ m、 $\rho = 1.225$ kg/m³、 $C_d A = 0.30$ m²、 $C_{rr} = 0.005$ 、 $m = 80$ kg とする。

観察 1.1

軽いギアは遅い、と思われている。歯数の比が小さいから、一漕ぎで進む距離が短い——これは正しい。

観察 1.2

だが速度の式には回転数 N が入っている。ギアが小さくても、速く回せば同じ速度が出る——ギアは速度そのものを決めていない。

問い：では、速度を決めているのは何か。

2. ギアは速度を 3.82 倍動かす

計算 2.1：毎分 90 回転で、二つのギアの速度を出す。

ギア	速度 [km/h]
34 × 28	13.4620
50 × 11	51.4500

観察 2.2

同じ脚の回転で **3.82** 倍違う。**13.46** から **51.45 km/h** へ——ギアの幅がそのまま速度の幅になっている。

計算 2.3：逆に、同じ **25 km/h** を出すのに要する回転数を出す。

ギア	回転数 [rpm]
34 × 28	167.1810
50 × 11	43.7480

観察 2.4

比は同じ **3.82** 倍である。速度の比と回転数の比が一致する——当然だが、ここが要点である。ギアは二つの量の間の換算にすぎない。

観察 2.5

ただし **167.2** 回転は、人間には維持できない。持続可能な上限はおよそ **120** である——ここに生理的な壁がある。

3. 速度を決めているのは **200 W** という出力である

計算 3.1：**200 W** と釣り合う速度を、走行抵抗の式から二分法で求める。

$v = 8.9247 \text{ m/s} = \mathbf{32.1288 \text{ km/h}}$ である。

観察 3.2

この式にギアは一度も現れない。歯数も車輪周長も入っていない——釣り合いは出力と空気と路面だけで決まる。

観察 3.3

32.13 km/h は **34 × 28** の到達域 **13.46** を大きく超える。だからこのギアでこの出力を出すには、**90** ではなく **215** 回転で回すことになる——ギアが足りないぶんは、回転で払う。

観察 3.4

そして払えない。**215** 回転は維持できないから、実際には出力のほうが落ちる——「軽いギアだと遅い」の正体はこれである。ギアが遅いのではなく、出せる出力が落ちる。

観察 3.5

逆に、重いギアでも出力が足りなければ速くならない。**50 × 11** で毎分 **90** 回転を維持するには **200 W** では足りない——ギアは約束をしない。

4. 分離子

分離子：速度を決めているのが出力か、幾何か。

観察 4.1

出力が決めるなら、ギアは回転数の選択でしかない。同じ出力なら、どのギアでも同じ速度に落ち着く——変わるのは脚の回し方だけである。

観察 4.2

幾何が決めるなら、ギアを変えれば速度が変わる。これは回転数が固定されている場合にだけ正しい——そしてその固定は、機械ではなく人間の側にある。

観察 4.3

これは論文300の基準で別根である。どちらも「速い」と呼ばれる——一方は出力の量、一方は幾何と回転数の組の量である。

観察 4.4

論文446と同じ形である。そこでは「下限の何倍か」が回収率を言わなければ決まらなかった——ここでは「速いギア」が回転数を言わなければ決まらない。

観察 4.5

だから登坂で軽いギアに落とすのは、諦めではない。同じ出力を、維持できる回転数で出すための換算である——速度を捨てているのではなく、出力を守っている。

観察 4.6

正直に言えば——平地しか扱っていない。勾配があれば重力の項が加わり、必要な出力が跳ね上がる——結論の向きは変わらないが、数は変わる。

観察 4.7

最後に一つ——最も効率のよい回転数は人によって違う。ここでは90を代表値として置いた——ギアの選択が個人差を吸収する装置である、という見方がここから出る。

5. 点呼と結び

1. 34×28 は **13.4620 km/h**（計算 2.1）：毎分 **90** 回転で。
2. 50×11 は **51.4500 km/h**（計算 2.1）：同じ回転で。
3. 幅は **3.82 倍**（観察 2.2）：ギアの効き。
4. **25 km/h** に要する回転数も **3.82 倍**（計算 2.3）：換算にすぎない。
5. **167.2 回転**は維持できない（観察 2.5）：生理的な壁。

6. 200 W の釣り合いは **32.1288 km/h** (計算 3.1) : 本稿の芯。
7. その式にギアは現れない (観察 3.2) : 出力と空気と路面だけ。
8. 足りないぶんは回転で払う (観察 3.3) : そして払えない。
9. 重いギアも約束しない (観察 3.5) : 両方向に効く。
10. 分離子は出力か幾何か (観察 4.3) : 論文300 の基準で別根。

結び : 軽いギアは遅く、重いギアは速い——そう思われている——歯数の比が小さければ一漕ぎで進む距離が短いのは正しい。だが速度の式には回転数が入っており、ギアが小さくても速く回せば同じ速度が出る。ギアの効きは大きい——毎分 90 回転で 34×28 は **13.4620 km/h**、 50×11 は **51.4500 km/h** と 3.82 倍違う。逆に同じ **25 km/h** を出すのに要する回転数も 167.1810 対 43.7480 で同じ 3.82 倍であり、速度の比と回転数の比が一致する——ギアは二つの量の間の換算にすぎない。そして 167.2 回転は人間には維持できない。持続可能な上限はおおよそ 120 で、ここに生理的な壁がある。ところが速度そのものは、別のところで決まっている——200 W と釣り合う速度は **32.1288 km/h** であり、この式にはギアも歯数も車輪周長も一度も現れない。釣り合いは出力と空気と路面だけで決まる。**32.13 km/h** は 34×28 の到達域 13.46 を大きく超えるので、このギアでこの出力を出すには毎分 215 回転で回すことになる——足りないぶんは回転で払う。そして払えない。215 回転は維持できないから、実際には出力のほう落ちる。「軽いギアだと遅い」の正体はこれで、ギアが遅いのではなく、出せる出力が落ちるのである。逆に重いギアでも出力が足りなければ速くならず、 50×11 で毎分 90 回転を維持するには 200 W では足りない。ギアは約束をしない。分けているものは一つ——速度を決めているのが出力か、幾何か。出力が決めるならギアは回転数の選択でしかなく、同じ出力ならどのギアでも同じ速度に落ち着いて、変わるのは脚の回し方だけである。幾何が決めるならギアを変えれば速度が変わるが、それは回転数が固定されている場合にだけ正しく、その固定は機械ではなく人間の側にある。論文300 の基準で別根であり、一方は出力の量、一方は幾何と回転数の組の量である。論文446 と同じ形で、そこでは「下限の何倍か」が回収率を言わなければ決まらなかった。ここでは「速いギア」が回転数を言わなければ決まらない。だから登坂で軽いギアに落とすのは諦めではない——同じ出力を維持できる回転数で出すための換算であり、速度を捨てているのではなく出力を守っている。正直に言えば——平地しか扱っておらず、勾配があれば重力の項が加わって必要な出力が跳ね上がる。結論の向きは変わらないが、数は変わる。最後に一つ——最も効率のよい回転数は人によって違い、ここでは 90 を代表値として置いた。ギアの実験が個人差を吸収する装置である、という見方がここから出る。

参考文献

-
1. Whitt, F. R., & Wilson, D. G. (2004). *Bicycling Science* (3rd ed.). MIT Press.
 2. Martin, J. C., Milliken, D. L., Cobb, J. E., McFadden, K. L., & Coggan, A. R. (1998). Validation of a Mathematical Model for Road Cycling Power. *Journal of Applied Biomechanics*.
 3. Coast, J. R., & Welch, H. G. (1985). Linear Increase in Optimal Pedal Rate with Increased Power Output in Cycle Ergometry. *European Journal of Applied Physiology*.

4. 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
5. 山岸勇輝 (2026). 『理論の下限は、たくさん取ろうとすると上がる』 [論文446]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22732460
6. 山岸勇輝 (2026). 『赤い光をいくら当てても、青い光が切る結合は切れない』 [論文448]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22732565

— *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)