

二重跳びに要る高さは一重跳びの四倍で、回す速さを二倍にすれば一重と同じ高さで跳べる

— 縄を毎秒 ω 回まわして k 回くぐるには、足が離れている時間が k/ω 秒要り、跳ぶ高さは $g(k/\omega)^2/8$ になる — 分離子は、跳ぶ力を問うか、腕の速さを問うか — [論文881]

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

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

2026年9月

YOI: <https://www.yamagishiyuuki.com/yoi/881>

— From thinking to syncing. —

要旨

二重跳びができないのは、跳ぶ力が足りないからだ、と思いがち。本稿は、何重跳びにどれだけの高さが要るかを、縄をまわす速さと並べて数える。新しい定理も法則も主張しない。第一に、要る高さは、くぐる回数の二乗に比例する。毎秒 3 回まわすとき、一重 **0.136250 m**、二重 **0.545000 m**、三重 **1.226250 m** で、四倍・九倍である（第2節）。第二に、これが本稿の芯である。回す速さを二倍にすれば、二重跳びも一重跳びの高さで足りる。毎秒 6 回にまわすと、二重跳びに要る高さは **0.136250 m** で、毎秒 3 回の一重跳びと同じになる（第2節）。第三に、足の離れている時間は式と合う。高さ **0.05~0.40 m** の跳躍を細かく刻んで追った時間は、式 $2\sqrt{2h/g}$ と 2×10^{-5} 秒以内で一致した（第3節）。第四に、高さが決まると、一重跳びの回数に上限がある。高さ **10 cm** では足が **0.285569** 秒離れ、一重跳びは毎分 **210.107116** 回まで（第3節）。第五に、同じ高さで二重跳びをするには、腕を倍の速さでまわす。高さ **10 cm** のままなら、毎秒 **7.003571** 回まわす必要がある（第3節）。第六に、分離子は、跳ぶ力を問うか、腕の速さを問うかである。要る高さは回数の二乗に比例し、まわす速さの二乗に反比例するので、腕の速さを二倍にするのは高さを四倍にするのと同じだけ効く（第4節）。キーワード：縄跳び、二重跳び、滞空時間、跳ぶ高さ、回す速さ。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない。真上に跳んだときの滞空時間と高さの関係 $h = gt^2/8$ は、力学の標準的な式である。実在の記録を主張しない。まわす速さと高さは模型の値で、どの選手の記録にも対応しない。足の着いている時間を入れない。着地してから跳び上がるまでの時間、縄のたるみ、空気抵抗は入れない。練習法を勧めない。どう練習すべきかは述べない。既刊との関係：論文380 は、走る速さの限界は脚を速く動かせないことではなく、地面を強く押せないことであると示した。本稿はその隣に置く。あちらは地面を押す強さが限界を決めた。ここでは跳ぶ高さ、縄をまわす腕の速さの二つが要る高さを分け合うことを数える。加えたのは、四つのまわす速さで一重・二重・三重に要る高さを並べたこと、刻んで追った滞空時間を式と突き合わせたこと、高さ 10 cm で一重跳びの上限と二重跳びに要る速さを出したこと、分離子を「跳ぶ力か、腕の速さか」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：縄を毎秒 ω 回まわし、一回の跳躍のあいだに k 回くぐる。足が地面から離れている時間を t 、跳ぶ高さを h とし、重力の加速度を $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ とする。

$$t = \frac{k}{\omega}, \quad h = \frac{gt^2}{8} = \frac{g}{8} \left(\frac{k}{\omega} \right)^2$$

足の着いている時間、縄のたるみ、空気抵抗は入れない。滞空時間は、式と、跳躍を 10^{-5} 秒刻みで追った値の二通りで出した。

問い：二重跳びには、どれだけ高く跳ぶ必要があるのか。

2. 何重跳びに要る高さ

計算 2.1：まわす速さ ω ごとに、一重・二重・三重に要る高さを出した。

ω (回/秒)	一重 (m)	二重 (m)	三重 (m)
2	0.306563	1.226250	2.759062
3	0.136250	0.545000	1.226250
4	0.076641	0.306563	0.689766
6	0.034062	0.136250	0.306563

観察 2.2

要る高さは、くぐる回数の二乗に比例する。どのまわす速さでも、二重は一重の 4 倍、三重は 9 倍だった。足の離れている時間は回数に比例するが、その時間を得るのに要る高さは時間の二乗に比例するからである。

観察 2.3

これが本稿の芯である。回す速さを二倍にすれば、二重跳びも一重跳びの高さで足りる。毎秒 6 回の二重跳びに要る 0.136250 m は、毎秒 3 回の一重跳びに要る高さと同じである。同じ k で、まわす速さを 3 から 6 に二倍にすると、要る高さは 4 分の 1 になった。

3. 高さ 10 cm の跳躍

計算 3.1：高さごとに、刻んで追った滞空時間と式を比べた。

高さ (m)	刻んで追った時間 (s)	式 $2\sqrt{2h/g}$ (s)
0.05	0.201930	0.201928
0.10	0.285570	0.285569
0.20	0.403860	0.403855
0.40	0.571140	0.571137

観察 3.2

高さが決まると、回数と、要るまわす速さが決まる。高さ 10 cm では足が 0.285569 秒離れるので、一重跳びは毎秒 3.501785 回、毎分 210.107116 回まで：同じ高さで二重跳びをするには毎秒 7.003571 回まわす必要がある。刻んで追った時間は、四つの高さで式と 2×10^{-5} 秒以内で合った。

4. 分離子

観察 4.1

分離子は、跳ぶ力を問うか、腕の速さを問うかである。要る高さは $(k/\omega)^2$ に比例する。回数 k を二倍にしても、まわす速さ ω を二倍にすれば比は変わらない。二重跳びに足りないのが跳ぶ力なのか、腕の速さなのかは、この比のどちら側を動かすかで分かれる。

観察 4.2

論文380 の隣に置く。380 は、走る速さの限界が脚を速く動かせないことではなく、地面を強く押せないことだと示した。そこでは地面を押す強さだけが限界を決めた。ここでは跳ぶ高さと言腕の速さの二つが要る高さを分け合い、どちらを伸ばしても同じだけ効く。

観察 4.3

言わないこと。実在の選手の記録も、足の着いている時間や縄のたるみも、練習法も扱わない。示したのは、二重跳びに要る高さが一重跳びの四倍で、まわす速さの二乗で減るということである。

5. 点呼と結び

1. $h = g(k/\omega)^2/8$ (第1節) : 時間の二乗。
2. 毎秒 3 回の一重 **0.136250 m** (計算 2.1) : 基準。
3. 二重 **0.545000 m** (計算 2.1) : 四倍。
4. 三重 **1.226250 m** (計算 2.1) : 九倍。
5. 毎秒 6 回の二重 **0.136250 m** (観察 2.3) : 本稿の芯。
6. 刻んだ時間と式が一致 (観察 3.2) : 2×10^{-5} 秒以内。
7. 高さ 10 cm で **0.285569 秒** (計算 3.1) : 足の離れる時間。
8. 一重は毎分 **210.107116** 回まで (観察 3.2) : 高さが決める上限。
9. 二重には毎秒 **7.003571** 回 (観察 3.2) : 同じ高さで。
10. 跳ぶ力か、腕の速さか (観察 4.1) : 分離子・論文380。

結び：二重跳びに要る高さは一重跳びの四倍で、回す速さを二倍にすれば一重と同じ高さで跳べる。毎秒 3 回まわすとき、一重に 0.136250 m、二重に 0.545000 m が要り、毎秒 6 回にまわせば二重も 0.136250 m で足りる。要る高さは、くぐる回数の二乗に比例し、まわす速さの二乗に反比例するからである。高さ 10 cm の跳躍では足が 0.285569 秒離れ、一重跳びは毎分 210.107116 回まで、同じ高さの二重跳びには毎秒 7.003571 回まわす必要がある。腕の速さを二倍にするのは、跳ぶ高さを四倍にするのと同じだけ効く。既刊との位置：論文380 の「地面を強く押せないことが限界」の隣に、跳ぶ高さや腕の速さが要る高さを分け合うことを置いた。正直に言えば、足の着いている時間、縄のたるみ、空気抵抗は入れていない。

参考文献

1. Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2014). *Fundamentals of Physics* (10th ed.). Wiley.
 2. 山岸勇輝 (2026). 『走る速さの限界は、足を速く動かせないことではなく、地面を強く押せないことである』 [論文380]. YOI: <https://www.yamagishiyuuki.com/yoi/380> ・ DOI: 10.5281/zenodo.22698815
-

— *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)