

形から探る最高の独楽

物理班：井上 貴弘 難波 凜 田中 雄翔

要約

本研究の目的は、独楽の空気抵抗を小さくし、よく回る形状を明らかにすることである。まず、実験1によって、空気抵抗の小さい形がよく回る傾向が見られたが、加工による重心のずれが本実験の結果に大きく影響したと考えられる。次に、実験2で重心を統一することで空気抵抗の小さいものがよく回る事が分かった。従って本研究では、重心位置を考慮し形状を加工することで最高の独楽の形が決定されるということが結論付けられた。

Abstract

The purpose of this study is revealing the shape of a spinning top with low air resistance. The first experiment shows that the low air resistance shape of a spinning top tend to rotate well. However, the shift of barycenter by processing has a significant impact on this study.

Next, the second experiment shows the spinning top with low air resistance rotates well by unifying its barycenter. Therefore, this study concludes that the best shape of a spinning top is decided by processing the shape with considering its barycenter.

1. 序論

多くの方が子供の頃独楽で遊んだことがあるだろう。私たちはそのような独楽に注目し、どうすれば独楽を長く回すことができるのかについて考えた。そこで、先行研究では注目されていなかった形と空気抵抗から長く回る、つまり「最高の独楽」を見つけようとした。私たちは表面が滑らかなものが空気抵抗が小さくなり回りやすいと仮定し、独楽の形状を加工して回転時間を比較することで実験を行った。

2. 研究手法

《実験1》

- ① 木製の独楽を加工することで形状の異なる独楽を5種用意した。



標準型



側面波状型



上面波状型

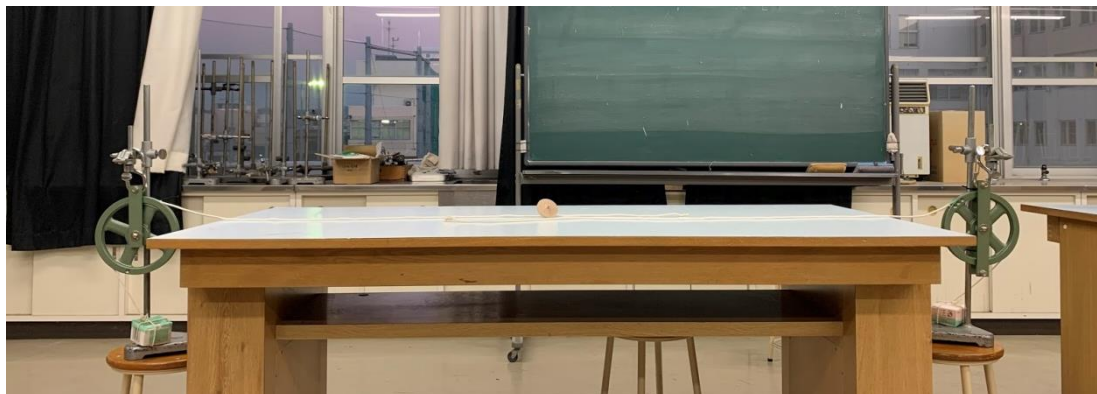


上面ドーム型



双円錐型

- ② すべての独楽を同等の力で回せるように、両端に同質量の重りを付けた回転装置を作成した。



- ③ 5種の独楽の回転時間を計測した。

《実験 2》

- ① 木製の独楽を加工することで作成した表面の状態が異なる独楽を2種と無加工の独楽を用意した。



紙やすり加工



セロハンテープ加工

- ② 3種の独楽の回転時間を計測した。

3. 結果

《実験 1》長く回った順に加工なし、上面波状型、上面ドーム型、双円錐型、側面波状型だった。

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
加工無し	45.82	50.21	53.43	40.12	41.99	46.31
上面波状	28.95	22.19	29.33	27.70	37.56	29.15
上面ドーム	37.85	22.13	19.93	33.11	26.86	27.98
双円錐	17.40	21.89	12.35	21.30	18.98	18.38
側面波状	6.96	7.13	6.14	8.50	9.35	7.62

単位 [s]

《実験 2》長く回った順にセロハンテープ加工、加工なし、紙やすり加工だった。

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
加工無し	45.47	41.67	46.97	40.06	47.67	44.37
セロハンテープ	50.05	42.08	43.86	41.30	44.74	44.44
紙やすり	40.29	32.12	45.74	32.55	47.08	39.56

単位 [s]

4. 考察

《実験1》より、空気抵抗の小さいものがよく回る傾向が見られた。しかし、実験では加工した独楽に重心のズレが生じてしまったために回転軸がぶれてしまい、回転停止前に地面と接触し、回転時間が短くなってしまった。そのために重心のズレがほとんどなく回転軸のぶれも少ない加工無しが最もよく回ったと考えられる。

また《実験2》より、表面における空気との摩擦が小さいものが長く回る傾向が見られた。このことより、空気抵抗がわずかに回転停止に関与していると考えられる。

5. 結論

《実験2》より、空気抵抗が回転停止にわずかに関与していることが分かった。しかし、《実験1》より重心のズレなどその他の条件により大きく回転が左右されることが分かった。その他の条件の一例として慣性モーメントというものがある。これは物体の動かしにくさと運動の止まりにくさを表す値であり、この値が大きい物体は運動開始させにくい、その運動は止まりにくいということになる。一般的な独楽の慣性モーメントは慣性モーメントを I 、質量を m 、回転半径を r とすると、 $I = mr^2$ (エネルギー研究部. “慣性モーメントとは?”. 東京電機大学エネルギー研究部. 2020-07-06) となる。この式から慣性モーメントは独楽の質量と回転半径の二乗に比例する。以上により、「最高の独楽」を見つけるためには重心のズレを極力をなくすこと、実際に手で回す際に回しづら過ぎずかつ停止しやす過ぎない慣性モーメントの値を調べる、これらに考慮して空気抵抗が小さい形を調べる、これらを可能にする加工技術といった様々な条件を満たす必要がある。

6. 参考文献

エネルギー研究部. “慣性モーメントとは?”. 東京電機大学エネルギー研究部. 2020-04-15.
<http://www.sg.dendai.ac.jp/slg-energy/contents/blog/inertia/inertia.html>,
(2020-07-06)