

こまがよく回るために必要な条件

呉市立和庄中学校 2年 中井 柚芭

1 研究の動機

小学生の妹が図画工作の時間に作製したこまで遊んでいた。妹のこまは牛乳パックをカットし、それを組み込んだプロペラのような変わった形のこまである。一般的なこまは丸形であるが、このこまが驚くほどよく回るのだ。単なる遊びだと思っていたこまだが、次第に長く回転するこまの特徴について興味が湧き、なぜこまは倒れず回転し続けるのかなど、こまの運動に関する疑問が生じてきた。そこで、よく回転するこまの特徴を調べる基本的な実験を行い、その結果から、科学的な視点でこまの運動について調べることにした。

2 研究の計画

- (1) 回転板の形状と寸法を変えて回転時間を比較し、よく回転する組み合わせを見つける。・・・(研究1)
- (2) 心棒の足の部分の長さを変えて回転時間を比較し、よく回転する心棒のバランスを見つける。・・・(研究2)
- (3) 心棒の位置を変化させ、重心がずれることによる回転時間の影響を調べる。・・・(研究3)
- (4) (研究1)~(研究3)をもとに作製した「プロペラ型牛乳パックごま」がよく回転する理由を見つける。
- (5) よく回転するこまの特性を生かして、「平面的なこま」から「立体的なこま」へ改良する。・・・(研究4)

3 研究の結果

- (1) (研究1)より、同じ形状でも、回転板が大きく重い方がよく回転する。
[心棒]:[回転板]・・・(円形) 6:25
(正三角形) 3:4
(正方形) 3:4
- (2) (研究2)より、心棒の足の部分は短い方が安定した回転をする。
心棒 12cm, 回転板の直径 12cmの最適値
[足の部分]:[頭の部分] = 1:3
- (3) (研究3)より、心棒が重心から少しでもずれると回転しづらくなる。
最適な心棒の位置=重心=回転軸上
- (4) (研究1)~(研究3)より、「プロペラ型牛乳パックごま」は(1)~(3)で分かった条件を満たしている。

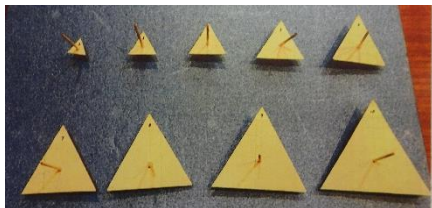
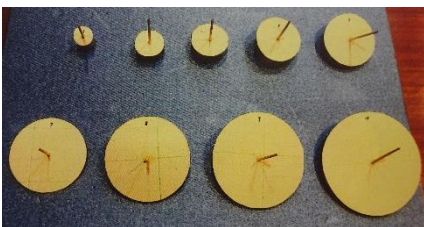
「プロペラ型牛乳パックごま」がよく回る理由

- ① 適度な大きさと重さ
- ② 重心が回転軸上にあり、低い
- ③ 左右対称で推力が大きい
- ④ 加速性が良い

○研究に使った自作のこま

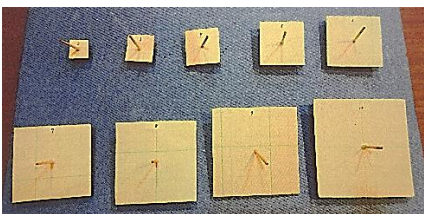
(円形回転板)

(正三角形回転板)



(正方形回転板)

(心棒を変えたこま)



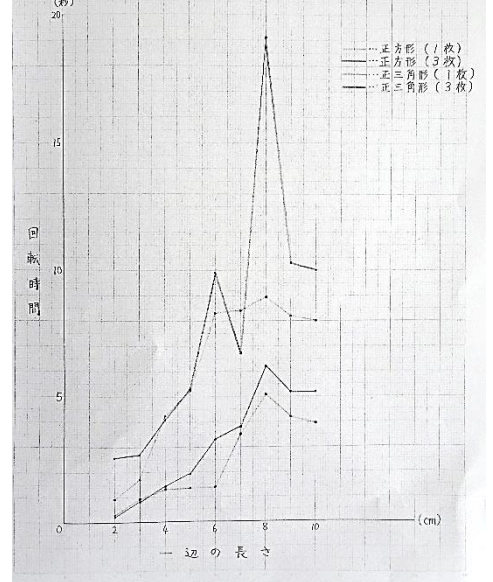
○データ(図・表)の一部

(正方形と正三角形の大きさと回転時間の関係)

(正方形の1辺の長ささと回転時間の関係)

表1(1) 正方形の1辺の長ささと回転時間の関係(自作回転3枚のとき)

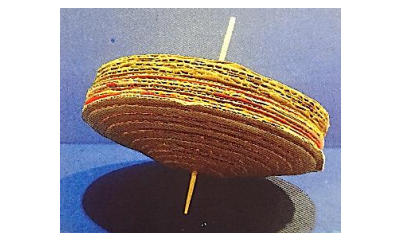
| 回転時間(秒) | 1辺の長さ(cm) | | | | | | | | | |
|---------|-----------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 1 | 2.47 | 2.40 | 3.91 | 5.20 | 8.70 | 7.35 | 20.02 | 9.57 | 10.08 | |
| 2 | 2.62 | 2.66 | 3.92 | 5.61 | 9.30 | 6.75 | 18.75 | 10.32 | 9.45 | |
| 3 | 2.35 | 2.63 | 4.01 | 5.56 | 9.50 | 6.32 | 18.53 | 10.82 | 10.23 | |
| 4 | 2.52 | 2.61 | 4.27 | 5.98 | 11.89 | 6.95 | 18.58 | 10.34 | 12.90 | |
| 5 | 2.53 | 2.49 | 4.02 | 4.61 | 10.39 | 6.42 | 16.49 | 11.31 | 9.53 | |
| 6 | 3.88 | 2.89 | 4.38 | 5.26 | 10.85 | 7.23 | 18.58 | 10.06 | 9.42 | |
| 7 | 2.02 | 3.12 | 3.70 | 5.46 | 9.53 | 6.54 | 18.22 | 11.23 | 9.04 | |
| 8 | 3.27 | 2.54 | 3.97 | 4.88 | 8.47 | 6.23 | 21.59 | 9.98 | 9.33 | |
| 9 | 2.05 | 3.19 | 4.70 | 5.02 | 9.79 | 6.45 | 20.06 | 9.43 | 10.04 | |
| 10 | 2.21 | 2.89 | 4.05 | 5.63 | 11.32 | 7.02 | 20.13 | 10.47 | 10.21 | |
| 平均 | 2.64 | 2.74 | 4.09 | 5.32 | 9.97 | 6.73 | 19.11 | 10.35 | 10.02 | |



(研究のきっかけとなった妹自作のこま)



(見つけた条件で作製した「よく回るこま」)



4 わかったこと(まとめ)

- (1) こまがよく回るために必要な条件
 - ① 回転板の直径が大きくて重い。
 - ② その重さは円の外周付近にあるとよい。
 - ③ 心棒はその重心を通っている。
 - ④ 心棒の足の部分が頭の部分より短い。
 - ⑤ こまの重心が低い。
- (2) こまの回転運動は、**ねむり運動→歳差運動→みそすり運動**の順に変化する。
- (3) その回転運動を維持するために**慣性の法則とジャイロ効果**が働いている。
- (4) プロペラ型の回転板のように、左右非対称のものは**回転面の前後で生じる空気の運動量の差**でよく回る。

5 反省と感想(振り返り)

- (1) 今回こまの研究をするにあたり、中学生がテーマとして取り上げて良い内容かどうか悩んだ。実験自体が非常にシンプルで、遊びの延長のようだからだ。だからこそ、「よく回るこまの組み合わせが分かった」で結論づけるのではなく、「科学的にはどう考えたら良いのか」を大切に考察することを心掛けた。
より信頼できるデータを収集するために、研究ごとに条件をはっきりさせることや、たくさんのサンプルを作り、繰り返し計測することを意識して研究に取り組んだ。
- (2) 残念だったのは、時間の関係上、こまの心棒の種類や、回す場の素材の比較ができなかったことだ。それが分かれば、より回転しやすいこまの条件が明らかになったと思う。この点に関しては、引き続き調べてみたい。
- (3) **遊びの中にも科学がある！科学は遊びの一環！**
今回の研究はそう思わせてくれた楽しい研究だった。

「こまがよく回るために必要な条件」を見つけることをテーマにして始めた研究だが、感心したことは、自分で考えられる条件を設定したことである。更に、回転板の形状・大きさ・材質・重さ、心棒の長さ・位置・太さなど、考えられる条件を変えたこまを実際に工作して、自作したこまを何度も繰り返し回して計測したデータをもとにして考察したことは、まさに「科学研究」と言える。中井さんの「遊びの中にも科学がある！科学は遊びの一環！今回の研究はそう思わせてくれた楽しい研究だった。」と感想に述べている、これから科学研究に取り組む人にもこの感覚を感じてほしい。