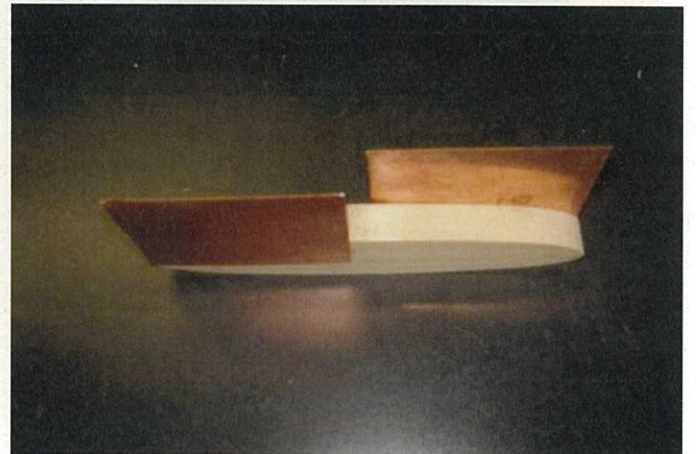
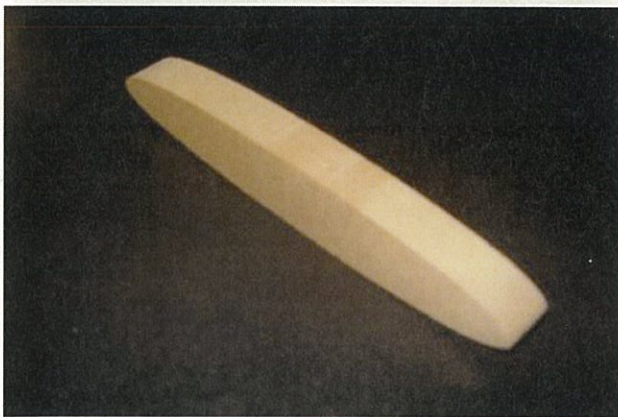


スピンくるが逆回転する 仕組み



刈谷市立刈谷東中学校

3年 ロ シンイー

2年 市川浩志

深谷 夏希

古田 創士

「スピンドルが逆回転する仕組み」

3年 ロ シンイー

2年 市川 浩志 深谷 夏希 古田 創士

1 はじめに

研究のテーマがなかなか見つからず、テーマを探すために私たちは、理科の先生である校長先生に「何かいい研究テーマはありませんか。」とお聞きしたところ、校長先生が以前研究していた「スピンドル」というガラスの棒とその研究論文を貸していただきました。

論文を読むと、スピンドルが逆回転する仕組みがまだ解明されておらず、疑問が残ったままでした。

そこで、スピンドルが逆回転する仕組みを完全に解明したいと思い、この研究を始めることにしました。

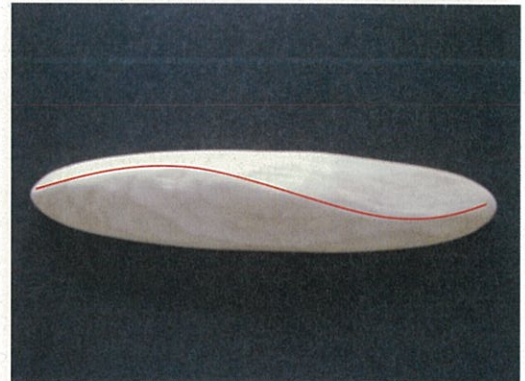


2 研究を始める前に

(1) 過去の研究から

「スピンドル」というガラスの棒は、下面が船の底のようになっており、その中心付近は尾根がS字状になっていて、反時計回りには回転できるが、時計回りに回転させると止まって、反時計回りを始める不思議なガラスの棒です。

過去の研究のまとめから次の3つのことが疑問に思いました。



- スピンドルの左右の重さが違うから逆回転するのではない。
- スピンドルが逆回転するのは、下面がS字のカーブの形をしているからである。
- スピンドルが逆回転するのは、中心付近の部分が床にさわり、両端の部分がスピンドルを縦方向にゆらせるためである。

(2) 実際に確かめてみる

論文からスピンドルの形はS字であり、上は平面であると書いてあったので、その形を守り、木を削ってみました。すると、逆回転するスピンドルとしないスピンドルがありました。私たちは同じS字のスピンドルでも逆回転するスピンドルと逆回転しないスピンドルができることを不思議に思いました。どうして同じS字の形なの

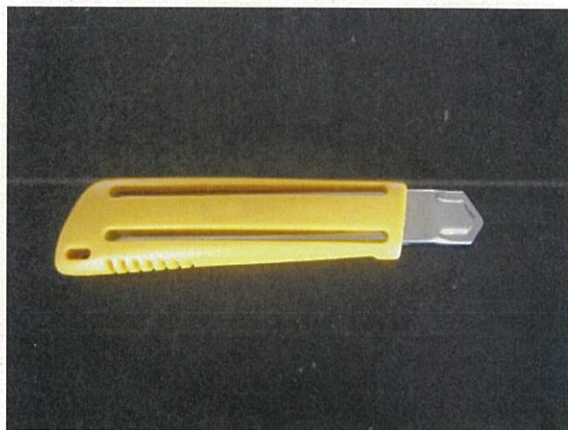


に逆回転するスピんくると逆回転しないスピんくることができるのだろうかと疑問に思いました。

しかし、いくら考えても原因はわからず、行き詰まってしまいました。

ある日、市川君がふと木を削るのに使っていたカッターナイフを回しました。すると、なんてことでしょう！時計回りに回転されたカッターナイフが反時計回りに回転を始めたのです。思わずカッターナイフを手にとるとさらに驚くべきことがありました。それは、カッターナイフの下の方はS字になっていなかったのです。私たちはびっくりしてスピんくると同じ動きをするカッターナイフに釘付けになりました。

下の形はS字でもないのにどうして逆回転するのか分かりませんでした。



3 研究の目的

スピんくると逆回転する仕組みを解明する

4 研究の内容

《仮説1》S字は逆回転に関係がないのではないかと

〈実験1-1〉下の形のS字を変えて調べる

S字は逆回転に関係ないことを調べるために、下の形をわざと直線に削り、S字ではない形に削ってみました。下の形がS字ではないスピんくると回してみたところ、逆回転をするスピんくるとがありました。

このことから、S字はスピんくるとの逆回転に関係ないことが分かりました。

〈実験1-2〉左右の厚さを変えて調べる

実験1-1でS字がスピんくるとが逆回転することに関係ないことが分かったけど、S字がスピんくるとの逆回転に関係なかったら、何がスピんくるとの逆回転を手伝っているのだろうと思いました。

そこで、左右の厚さをわざと変えて削り、回してみました。すると、スピんくるとはカタカタとゆれて逆回転をしました。

このことから、スピんくるとが逆回転するには、重

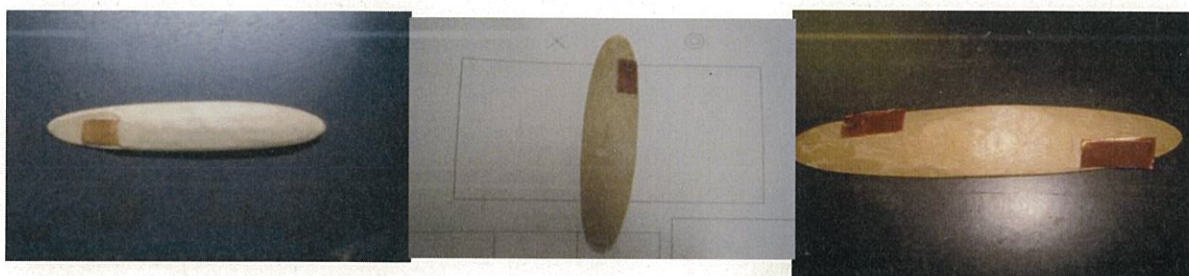


さが関係あるのではないのかと私たちは考えました。

《仮説2》逆回転するには、重さが関係あるのではないか

〈実験2〉スピンの重さを変えて調べる

重さがスピンの逆回転に関係があることを調べるために、木を削ってスピンを作り、下の面のあらゆる場所に銅板を埋め込んでみました。



しかし、いくら回してみてもスピンはあまり逆回転をしませんでした。

そこで私たちは下の面に銅板を埋め込むとうまく逆回転しなくなったならば、上の面にそのまま銅板をはり付ければ逆回転するのかなと考えました。

そして、上の面に銅板をはって回してみたけれど、うまく回りませんでした。そこで、今までスピンを作るのに使っていた木(本体)の形を変えないで、そのまま本体を立てて、下の面の形状を変えずに横の両面に銅板をはり付け、重さだけを変えてみました。回してみると、なんと!逆回転しました。

この実験によって、S字はスピンの逆回転にあまり関係ないことが分かりました。



スピンを回していくうちに、私たちはあることに気がつきました。それは、スピンは逆回転をする前に、縦にゆれているということです。私たちはこれを『縦ゆれ』と呼ぶことにしました。そこで、私たちは重さと縦ゆれがスピンを逆回転させる原因ではないのかと考えました。

《仮説3》縦ゆれがスピンの逆回転に関係があるのではないのか

〈実験3〉縦ゆれを起こしてスピンくるが逆回転するかを調べる

スピンくるに縦ゆれを起こせば逆回転するのではないかと思い、『回る』、『少し回る』、『回らない』、『スピンくる本来の形とは違うもの』とに分け、それぞれに100回ずつ縦ゆれ（スピンくるの端っこを指で押さえて離す）を起こし、回転するかを調べました。調べていくうちに、縦ゆれを起こせば100%逆回転をすることが分かりました。

その結果から、私たちは「スピンくるが逆回転するのは縦ゆれが起こって、スピンくるが止まり、逆回転を始める。」と確信しました。しかし、その時、市川君が「あれ？縦ゆれ以外に横にもゆれているんじゃない？」と言い出しました。私たちも、スピンくるをよくみてみました。すると、確かにスピンくるは、縦ゆれをする前に、横にゆれもゆれていました。私たちは、これを『横ゆれ』と呼ぶことにしました。

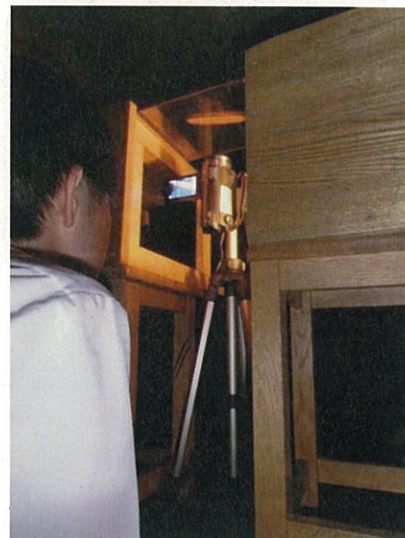
《仮説4》縦ゆれ以外にもスピンくるを逆回転させる何かがあるのではないのか

〈実験4-1〉ビデオカメラで回転の様子を撮り、観察する

スピンくるの逆回転する瞬間の様子を詳しく観察するために私たちは、ガラスのスピンくるを下からビデオカメラで撮り、その映像をコマ送りにして観てみました。

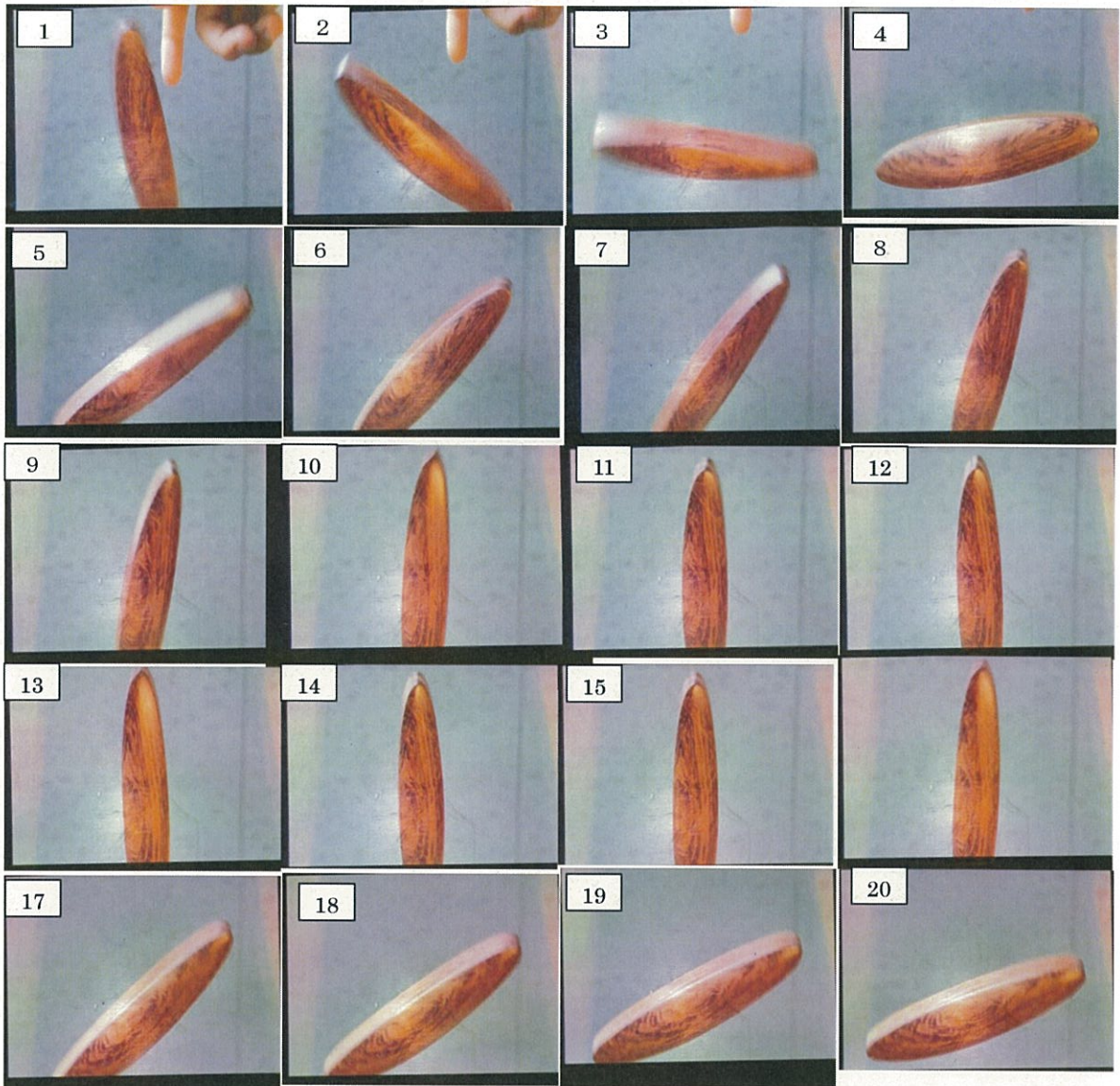
何回か見ていくうちに、またまた市川君が「始めに横ゆれが起きて、重さの傾きでだんだんと斜めゆれになっていって、だんだんと縦ゆれになっていって、逆回転しているのではないのかな。」と言いました。ビデオをコマ送りで再生しながら説明する市川君の意見になるほど。とグループのみんなが納得しました。

そこで、このことが本当に合っているのかどうか確かめることにしました。何回もスピンくるを回し、それを下からビデオカメラで撮影し、同じように観察しました。



すると、どのスピンくるの映像も、『横ゆれ (No. 2~No. 6) → 重い方へ偏る → 斜めゆれ (No. 7) → 縦ゆれ (No. 8~No. 16) → 戻る (No. 17~)』という風になっていました。

この実験4-1からスピンくるのゆれのメカニズムが分かりました。

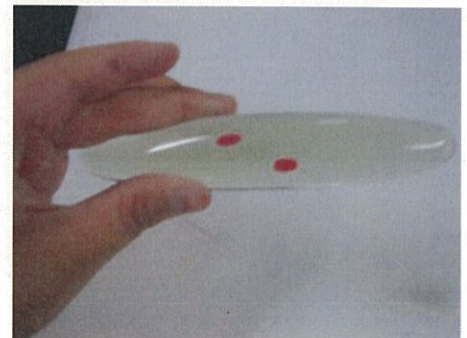


しかし、そこで新たな疑問が生まれました。縦ゆれから逆回転する瞬間にはどんなことが起きているのかということでした。私たちは、スピンくると接地面が『ぶつかる』ことが原因ではないかと考えました。

〈実験4-2〉 スピンくると接地面のぶつかりを調べる

ゆれの問題は目でみて簡単に分かりましたが、接地面のぶつかりは映像を見るだけではいまいちよく分かりませんでした。

なので、ガラスのスピンくるの下の面に色ペンで印をつけて下からビデオカメラで撮影し、コマ送りにしてスピンくる

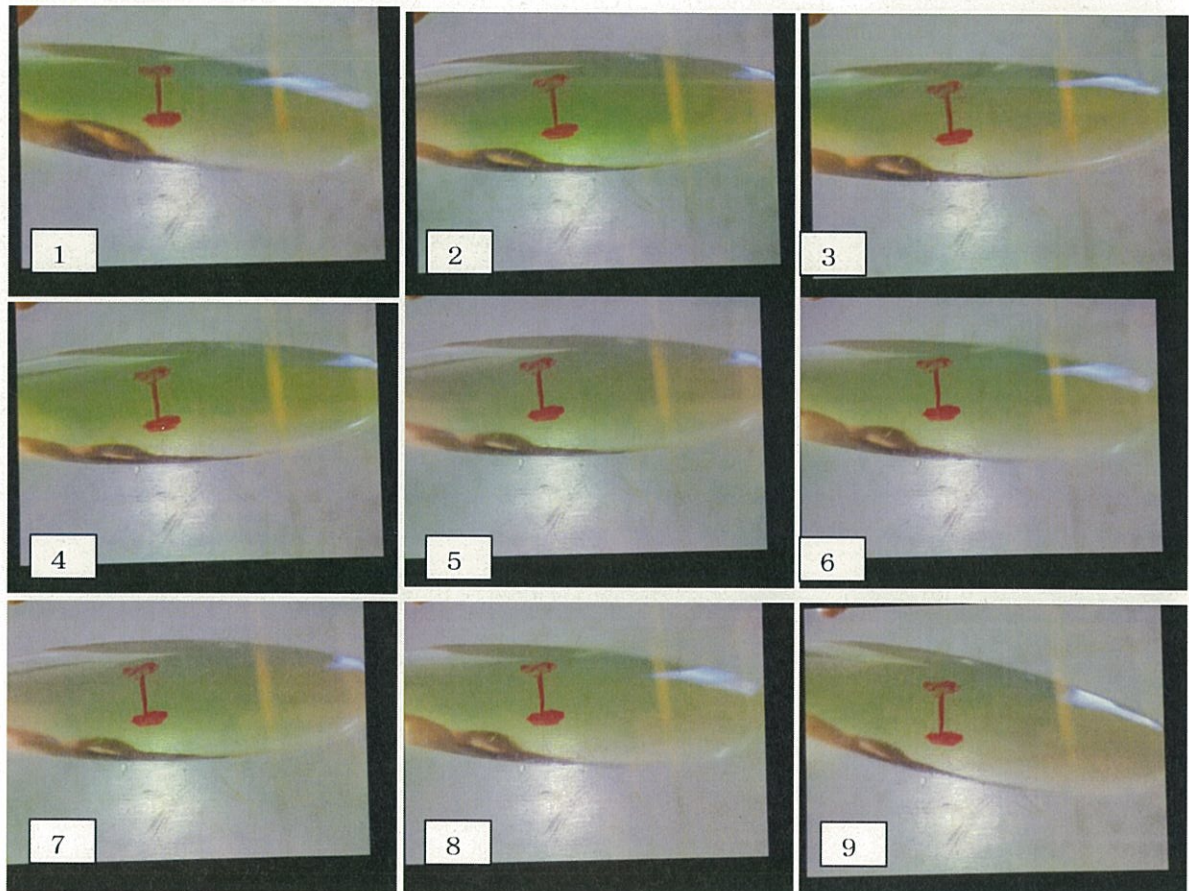


と接地面のぶつかりを見ることにしました。

最初にぶつかっていると思われる場所に点を書いて、回して撮影し、コマ送りにして見ました。しかし、点1つではぶつかりは分からず、点を2つに増やして見ました。けれど、やっぱり分かりませんでした。

なので、点を斜めの線に変えて撮影し、見てみました。ぶつかりは分からなかったものの、点の印よりは見やすかったので斜めの線を何本か増やして、「米」印にしました。ビデオカメラで撮影し、見てみたところ、スピンくるにつけた「米」印の米という字の二画目の「/」が少しぶつかっている感じがしたので、印を「H」に変えて見やすくし、撮影しました。コマ送りにして見たところ、「H」の字の左上と右下がぶつかっているようにみえました。

No. 2 から No. 4 にかけては縦ゆれが起きています。そして、No. 5 で図の右側が手前にぶつかります。すると次の No. 6 から徐々に逆回転が始まりました。つまり No. 5 の『ぶつかり』をきっかけに逆回転が始まったのです。



スピンくるのぶつかりが分かったことによって、『横ゆれ→重い方へ偏る→斜めゆれ→縦ゆれ→ぶつかる→戻る』という流れが明確になりました。逆回転するメカニズムは、まず横ゆれが起き、斜めゆれが起きる。回るスピードが遅くなっていくと、斜め揺れが縦ゆれと変化して回転が止まる。縦ゆれの時に地面とぶつかることで、そこに力が加わって、逆回転するということが分かりました。

逆回転するメカニズムが分かって、喜んでいたときに、深谷君が校長先生からもらったスピンくるで遊んでいました。すると、『回転しない方なのに逆回転しているよ』と言い出しました。私たちは言っている意味がわからず、良く聞いてみると、私たちが今まで調べていたのは、スピンくるを時計回りに回したときに、少しすると反時計回りになるということでした。しかし、深谷君は、初めから反時計回りに回して遊んでいたようです。研究の始めの段階では、反時計回りにまわっていたスピンくるは、そのまま反時計回りを続けたのですが、研究の終わりになって試してみると、少しだけ時計回りに回ることを発見したようです。そのことが気になった深谷君の『やってみようよ』の声にさらに追究してみることにしました。

《仮説5》摩擦も関係があるのではないのか

研究の最初の時は、時計回りに回した時にだけ逆回転していたのに、なぜ反時計回りにも逆回転するようになったのでしょうか。

ガラスのスピンくるは削ったりはしていないので、重さは同じはずです。しかし、私たちはガラスのスピンくるを回しすぎて、下の面に細かい傷がついていることに気がつきました。スピンくるの底に傷がついて、摩擦が変わったのではないのかと考えました。

〈実験5-1〉木のスピンくるを様々なやすりを使って調べる

木のスピンくるを240番、800番、2000番のやすりを使ってやすりをかけてみました。やすりは数字の番号が大きいほど、細かくなっています。

240番のやすりでやすりをかけてみると、反時計回りに回しても、逆回転しませんでした。800番のやすりでは、少し逆回転し、2000番のやすりでは、逆回転をしているなど分かるくらい逆回転しました。また、やすりをかける前は、反時計回りに回しても逆回転しなかったのが、逆回転するようになりました。

このことから、摩擦の力を小さくすれば逆回転しない方（反時計回り）に回しても、逆回転するようになることが分かりました。

〈実験5-2〉回す場所を変え、摩擦の力を小さくして調べる

スピンくるを回す場所を理科室の机の上から木の板の上に変えました。木のスピンくるに2000番のやすりをかけ、木の板にも240番、800番、2000番のやすりをかけて、回し



てみたときにスピンの逆回転するかどうかを調べてみました。

結果は表のようになりました。

スピンくる×板	逆回転する確率
240×240	0
800×800	97
2000×2000	24

スピンのくるると木の板の両方に240番のやすりをかけたときには、スピンのくるの回転が止まってしまい、逆回転しませんでした。スピンのくるの接地面と木の板が引っかかりすぎて回転が止まってしまったと考えられます。

スピンのくるると木の板の両方に800番のやすりをかけたときには、97%の確率で逆回転しました。滑らかになればなるほど、逆回転しやすくなるのかと思いましたが、2000番になると逆回転しにくくなりました。スピンのくるの接地面と木の板を触ったときの感触がツルツルになって、スピンのくるの接地面と木の板が引っかからず、逆回転しなくなると考えられます。

つまり、スピンのくるると接地面の摩擦は、大きすぎても、小さすぎてもいけないということが分かりました。

研究のまとめ

この研究では次のことがわかりました。

- スピンのくるの下の面のS字は逆回転に関係ない。
- スピンのくるが逆回転するのは左右の重さが違うからゆれが起きて、逆回転する。
- スピンのくるのゆれのメカニズムは、『横ゆれ→重い方へ偏る→斜めゆれ→縦ゆれ→ぶつかる→戻る』
- スピンのくるが逆回転する時は、横ゆれ、斜めゆれ、縦ゆれとゆれが徐々に変化し、最後にぶつかりに力が加わることで、逆回転する。
- 摩擦の力を小さくすれば逆回転しないほう(反時計回り)に回しても逆回転する。しかし、接地面との摩擦が小さくなりすぎると逆回転しなくなる。