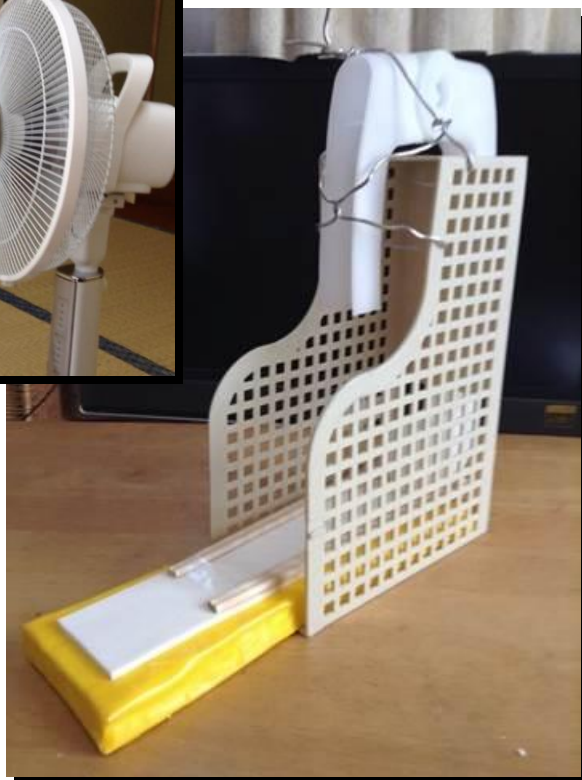
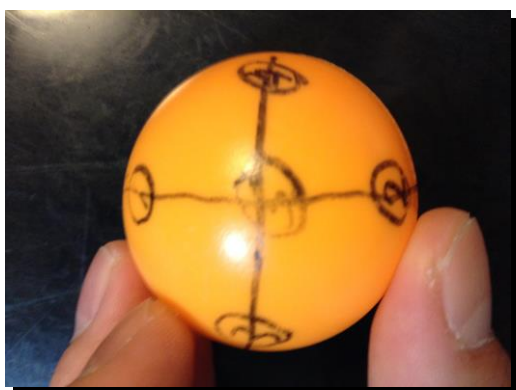




シュ〜ット うなる稲妻シュート⚡

～僕が日本代表になるための
無回転シュートの研究～



碧南市立西端中学校 3年A組

酢谷 元哉

1 研究の動機

僕はサッカーが大好きで、よく試合を見ています。当然、ゴールシーンはとても盛り上がります。特にPKやフリーキックでは、いろいろなタイプのシュートが見られます。その中で、もっとも気になるのが「無回転のシュート」です。日本代表の本田圭佑選手が得意です。

本田選手はボールのどこを蹴っているのか。なぜ、キーパーは正面にボールが飛んでくるのに取ることができないのか。これらの疑問を解明して、実際の試合で僕自身が試合で無回転シュートを決めたいと思い、この研究を始めました。

2 研究を始める前に

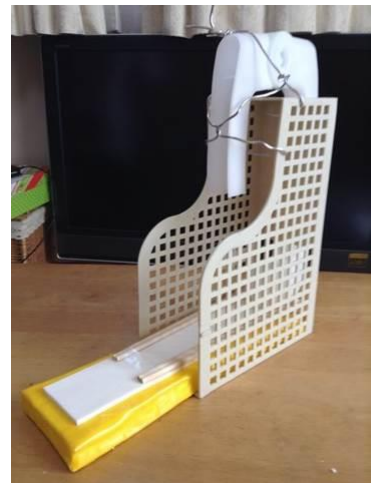
「無回転シュート」について、インターネットで調べてみました。

あまり回転のないシュートで、不規則に変化するのでキーパーが取りにくい。原理的には野球のナックルボールと同様であると言われ、空気抵抗を受けやすいため**軌道が揺れるように変化する**特性を持ち、「**ブレ球**」とも言われ、ゴールキーパーに取られにくい。(ウィキペディア)

ボールの中心を完璧にとらえると、ボールの回転が無くなり、落ちるようなシュートになる。(URL:www.soccer-shoot.com)

実際のボールでシュート実験をする場合、シュートのたびに蹴る強さや角度、風の影響など条件が変わってしまいます。そこで、シュートマシン『蹴るぞうくん』(右写真)をつくり、同じシュートを何度も再現できるようにしました。

100円ショップで購入したプラスチック製のファイルスタンドに布団バサミを針金で固定し、布団バサミのばねの動力でボールを打ち出します。ボールを打つ位置を微妙に調節するために、発射台を取り付けました。ボールには、卓球の玉を使用しました。また、回転がわかりやすいようにマジックで模様を書き入れました。



観察には、iPod (アップル社製) を用いて撮影した動画の中から、とり出した静止画も利用しました。

実験1 『蹴るぞうくん』をつかって、シュート実験する。

<予想>

簡単に無回転シュートが打てるだろう。

<結果>

ボールの軌道は比較的まっすぐでしたが、回転がかかってしまい、無回転シュートは簡単には再現できませんでした。

<考察>

単にボールを打ち出すだけでは、揺れる無回転シュートにならないため、ボールを打つ位置を微調整して中心を打たなければならないと考えました。

3 研究の目的

実験1から、単にボールを打ち出すだけでは、無回転シュートは生み出せないことがわかりました。そこで、今回の研究は、ボールを打つ場所を変えながら、無回転シュートが打ち出される条件を見つけることを目的としました。

4 研究の内容

今回実験で用いた卓球の玉は、軽量で風の影響を受けやすいため、無風状態を室内でつくり、実験することにしました。

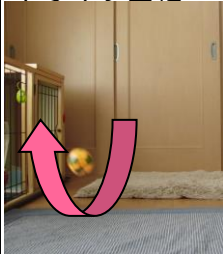
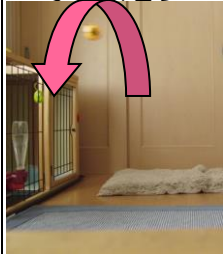
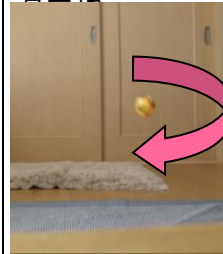
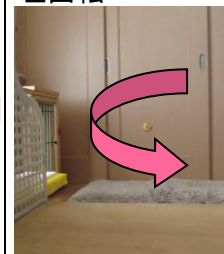
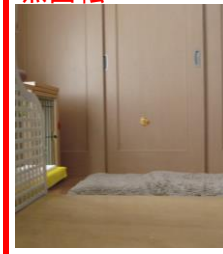
実験2 部屋の窓を閉め、エアコンも止めた状態で、『蹴るぞうくん』をつかって、シュート実験する。打つ場所をボールの上下（右写真の①②）、左右（右写真の③④）、中心（右写真の⑤）の5点とし、それぞれの飛び方を観察する。



<予想>

ボールの中心を打ったときは、無回転シュートが打てるだろう。左右を打ったときは回転してカーブするだろう。上下を打つと急に落ちたり、浮きあがったりするだろう。

<結果>

① 上	② 下	③ 左	④ 右	⑤ 中心
ドライブ回転 	バックスピン 	右回転 	左回転 	無回転 
軌道はまっすぐ	軌道はまっすぐ	軌道はまっすぐ	軌道はまっすぐ	軌道はまっすぐ

<考察>

無回転シュートは、ボールの中心を打つことで生まれ、少しでもずれると回転してしまいます。しかし、無風状態では、無回転であってもなくても軌道はまっすぐで、違いがな

いこともわかりました。そこで、無風状態ではなく、風が吹いていれば、ボールはそれに流され、いわゆる「ブレ球」に近づくと考えました。

風向きと強さを一定にするために、家庭用の扇風機を用いました。

実験３－１ 部屋の窓を閉め、軌道の左側からのみ風が当たるように扇風機１台を設置し、『蹴るぞうくん』をつかって、ボールの中心を打ったときの軌道を観察する。
なお、実験時の風量は「強」とする。

<予想>

扇風機の風にボールが流され、右に軌道がずれるだろう。

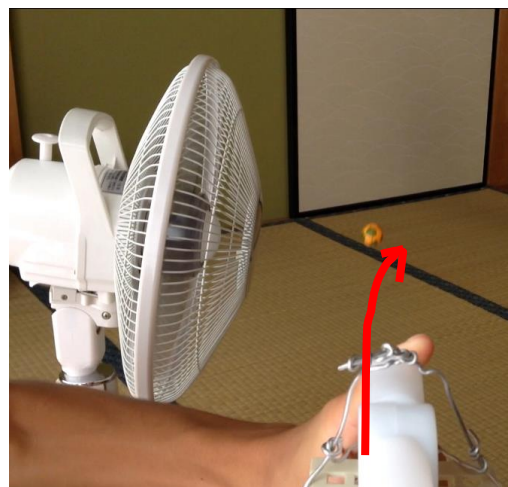
<結果>

予想通り、右に軌道がカーブしました。

<考察>

無回転シュートは、風に影響されることがわかりました。

今回、軌道のずれがわずかであったため、扇風機を２台に増やせば、はっきりさせることができると考えました。



実験３－２ 実験３－１の装置で扇風機を２台に増やして風量を倍増させ、『蹴るぞうくん』をつかって、ボールの中心を打ったときの軌道を観察する。

<予想>

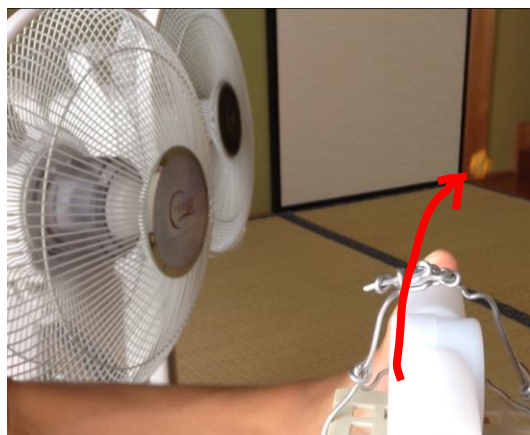
扇風機の風が強くなることで実験３－１の場合より、軌道が右に大きくずれるだろう。

<結果>

予想通り、大きく軌道がずれました。

<考察>

無回転シュートは、風が強く吹けば吹くほど軌道が影響されることがわかりました。しかし、僕が理想としている無回転シュートは、飛ぶ方向が予想ず揺れる「ブレ球」のことだから、一方向からの風では、再現できないと考えました。そこで、扇風機２台を軌道の左右にはさむようにして風を送れば、「ブレ球」が生まれるのではないかと考えました。



実験 3－3 実験 3－1 の装置に扇風機をもう 1 台増やし、軌道をはさむように設置して風を送りながら、『蹴るぞうくん』をつかって、ボールの中心を打ったときの軌道を観察する。どちらの扇風機の風量も「強」とする。

<予想>

扇風機の風が左右から吹くので、実験 3－1、2 では見られなかった「ブレ球」が再現できるだろう。

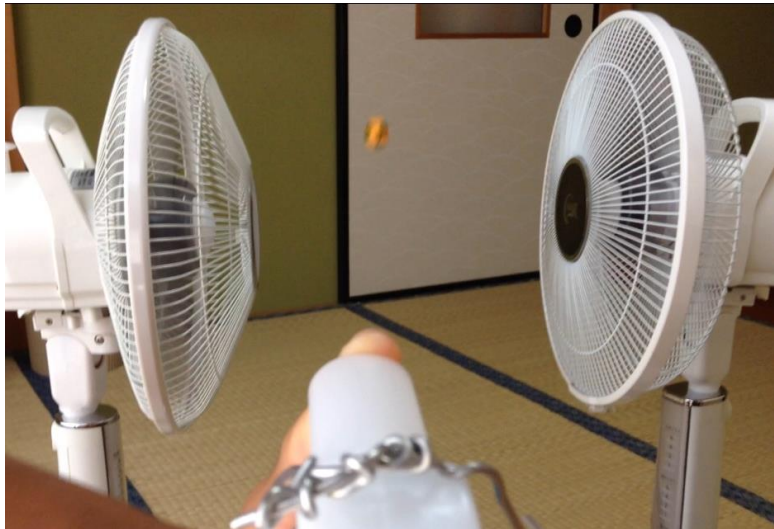
<結果>

予想とは異なり、それほど揺れは観察できませんでした。

<考察>

今回は、左右から同じ風の強さを受けたため、互いに風の強さを打ち消しあってしまったのではないかと考えました。

そこで、2 台の扇風機の風の強さに強弱をつければ、「ブレ球」になるのではないかと考えました。



実験 3－4 実験 3－3 の装置で、左右の扇風機の風量を強と弱に設定し、『蹴るぞうくん』をつかって、ボールの中心を打ったときの軌道を観察する。

<予想>

扇風機の風が左右異なるため、実験 3－3 では見られなかった左右に揺れる「ブレ球」が再現できるだろう。

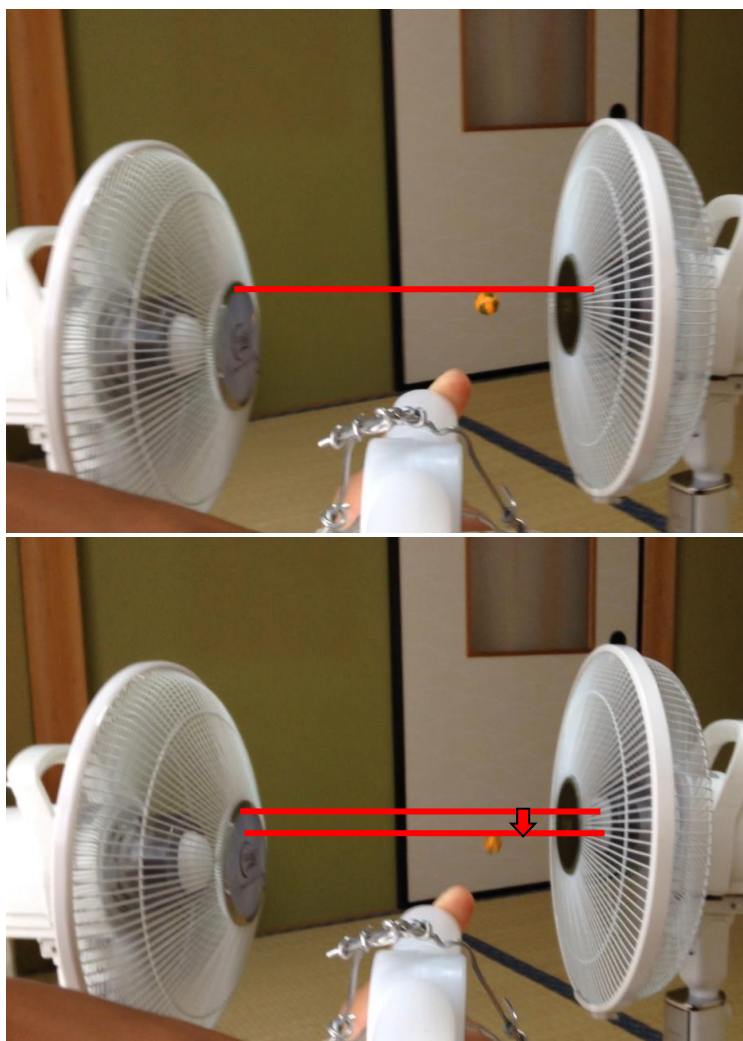
<結果>

「ブレ球」が再現できました。しかし、左右ではなく急激に下に落ちるところが観察できました。（次ページの 2 枚の連続写真のとおり、矢印が下方へのブレ幅）

<考察>

無回転シュートは、風が強い方から弱い方に流されますが、流れた方からも弱く風が吹いてきているため、少し押し戻され左右に揺れると考えていました。

しかし、予想していない下向きに揺れたことから、左右だけでなく、上下方向への空気の流れが新たに生じているのではないかと考えました。

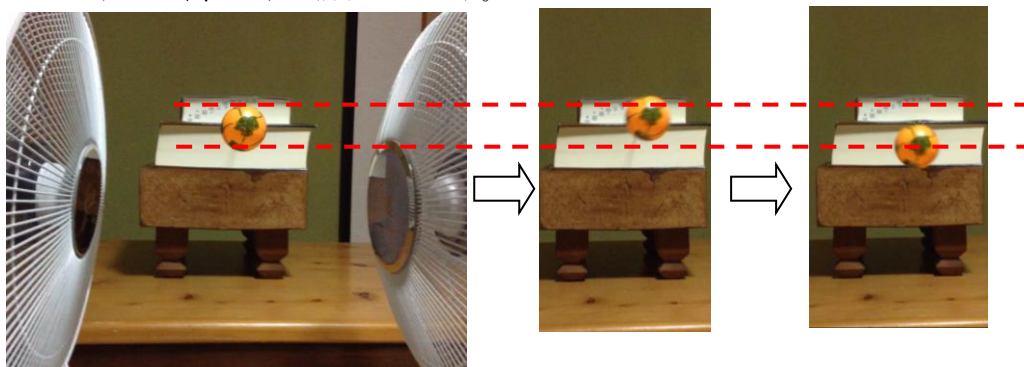


実験 3－5 実験 3－4 の装置で、風量の強弱をつけた 2 台の扇風機の間にある空気の流れを調べるために、卓球の球に針金を串刺しにして、扇風機の上に置いた。そのときのボールの動きを観察する。

<予想>

扇風機の風は左右からぶつかっているが、強弱があるため、上下の流れが新たに生じ、ボールが左右だけでなく、上下に揺れるだろう。

<結果>



予想通り、球が左右だけではなく、上下にも揺れるところが観察できました。風を送ったまま、少しの時間、そのままにしておくと、ボールが左回りにぐるぐる回転するようになりました。

<考察>

驚いたのは、風を送るとまず上に揺れ、その後下に揺れたことです。上方向に揺れるということは重力に逆らったことになります。強弱のある風がぶつかるとき、互いが吹いていく方向だけでなく、別の方向にも空気の流れることができることが証明できたと考えられます。

無回転シュートは、風の影響であると自分なりに結論付けようと思い始めたとき、テレビでW杯バレーボールの試合を見ていて、無回転サーブに目が止まりました。ほぼ無風状態の体育館で無回転サーブが何度も決まっていました。つまり、風がないのに「ブレ球」が生み出されているのです。選手はポンとボールを押し出すようなフォームで無回転サーブを打っていました。僕が作ったシュートマシン『蹴るぞうくん』と同じ原理だと思いました。

バレーボールの無回転サーブをスピードの観点で観察してみると、他のサーブとそれほど違いがなさそうでした。僕は、最初の頃に行った実験2を振り返ってみました。『蹴るぞうくん』ではボールを打つ位置を調節することはできますが、打ち出す強さは調節できません。つまり、ボールの速さはほぼ同じだったのです。そして、バレーボールと違って、「ブレ球」にならず、すべての軌道がまっすぐでした。

僕は、実験2では『蹴るぞうくん』で打ち出すボールのスピード自体が遅いのではないかと考えました。『蹴るぞうくん』では、これ以上スピードを速めることはできません。そこで、飛んでいく前方から向かい風を送り、空気の中を高速で進むときの空気抵抗を再現することになると考えました。

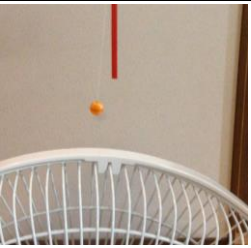
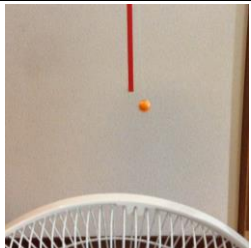
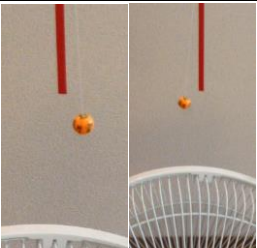
実験5－1 扇風機で前方から送風しているところに糸でつるした卓球の球をセットし、その動きを観察する。ボールには左右の回転をかけた場合と、無回転の場合のゆれ具合を比較した。

<予想>

向かい風があるということは、スピードが速いことを想定しているから、実験2のときと違って、回転がある場合は決まった方向に揺れ、無回転のときは揺れる方向が定まらず「ブレ球」になるだろう。

<結果>

予想のとおり、ボールが右回転している場合は右に、左回転している場合は左に揺れました。無回転の場合は、右左どちらに揺れるかは定まらず、基準線付近でぶるぶるふるえながらとどまることもありました。このときは、後ろにたなびくようなこともあれば、そうでない場合もありました。

セット時	左回転	右回転	無回転
			
※基準線になるように壁に赤テープを貼った	回転が続いているときは、大きく左に揺れた後、基準線まで戻るが再び左に揺れることを繰り返した	回転が続いているときは、大きく右に揺れた後、基準線まで戻るが再び右に揺れることを繰り返した	右に揺れたり、左に揺れたりした。基準線を通り越し、反対に揺れることもあれば、つりあって後ろにたなびくだけのこともあった

<考察>

無回転の場合の揺れ方は定まっていないので、「ブレ球」が再現できたといえます。「ブレ球」が生じるには、無回転の状態に加え、スピードが大きな要因になっていることがわかってきました。

今回使用したつるしたボールの装置では、左右の「ブレ球」を再現するだけなので、実験3-5で使用した卓球の球に針金を串刺しした装置を用いれば、上下の方向の揺れも観察できると考えました。

実験5-2 扇風機で前から送風しているところに針金を串刺しにした卓球の球をセットし、その動きを観察する。

<予想>

今回は無回転状態のみを想定しているため、実験5-1で左右方向の揺れが定まっていなかったことから、それと同じように上下方向への揺れも定まらないだろう。

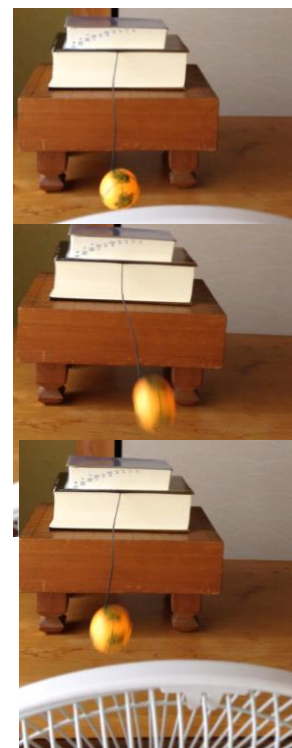
<結果>

右写真のとおり、ボールの揺れは、上下左右ともに定まりませんでした。右写真では、左右にだけ揺れているように見えますが、真ん中の写真のボールが縦にぶれていることから分かるように、上下の方向にも揺れています。

<考察>

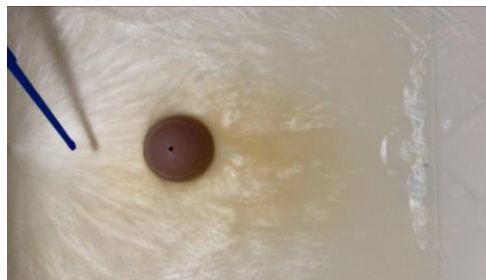
無回転でスピードがある程度速い場合は、上下左右に揺れる方向が定まらず、「ブレ球」が生じることが分かりました。

方向が定まらずボールが揺れるということは、ボールが動くということです。理科の授業では、物体が動くときには、物体に



何かしらの力が加わっていると習ったことを思い出しました。空気の中をボールが無回転で飛んで行きますが、無風状態の中なので場所による強弱はないはずです。僕は、ボールが通った後ろ側はどうなっているかが気になりました。そこで、空気を同じ流体の水に置き換えて、考えてみることにしました。

実験 6－1 板に水を流し、ボールに見立てたほぼ半球のつまようじ入れのふたを流れの中に置き、スポイトで垂らした色水を用いて、ふたの後ろ側にできた水の流れの様子を観察する。

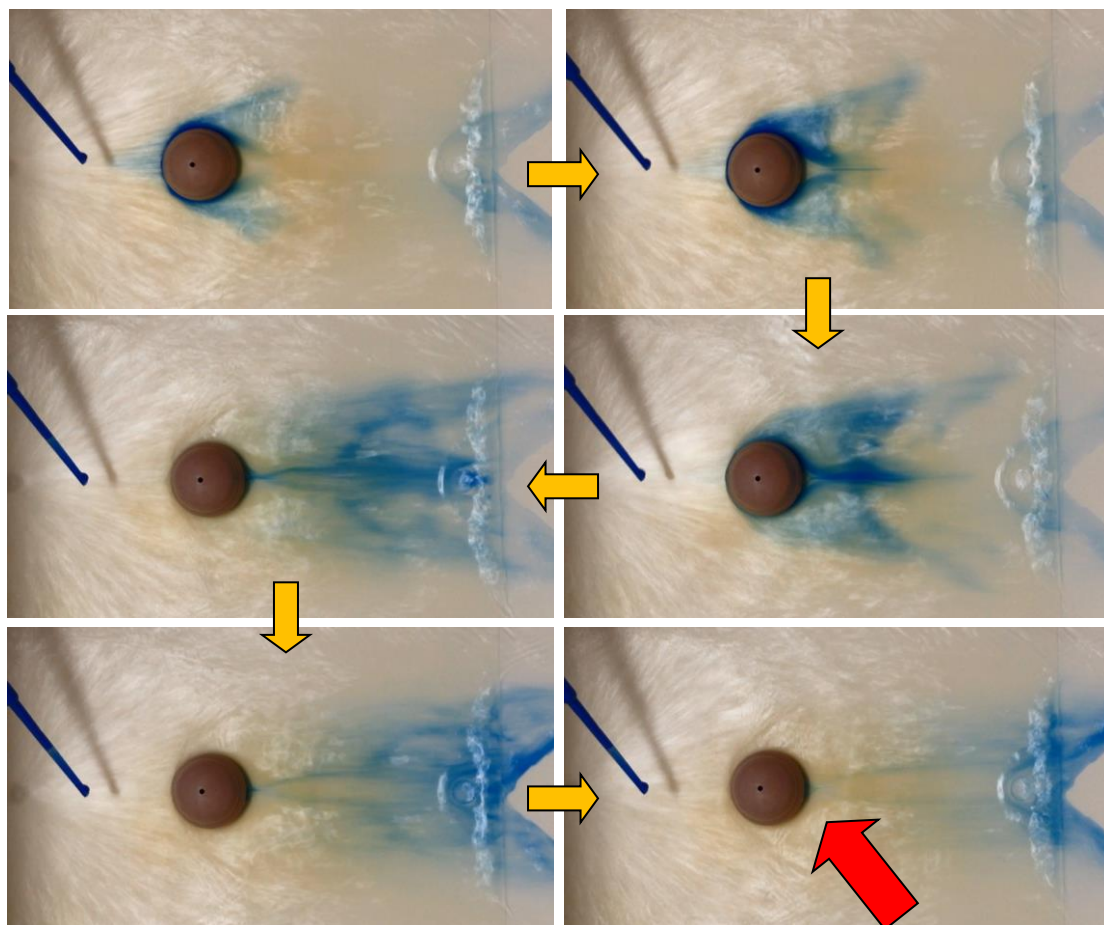


<予想>

つまようじ入れのふたに沿って水の流れが後ろに回り込んでいくだろう。

<結果>

つまようじ入れのふたにぶつかった水は、はじめのうちふたの側面に沿って流れました。その後、ふたの後ろに色水が回り込み、左右の流れがぶつかって流れていきます。しかし、一部の水が後方にとどまるところが観察されました。よく見ると渦を巻いていました。(赤矢印) 水の勢いを増したり、板の角度を大きくしたりして、速い流水にすると渦が複雑になっていました。



<考察>

色水がつまようじ入れのふたに当たり後ろに到達するまでは、色水の形がほぼ左右対称であることから、流水がふたにおよぼす力が左右で変わらないと考えられます。

その後、ふたの後ろ側に色水がたまり、水の渦が発生することから、その渦によってボールに何かしらの力が与えられることが推測できます。

今回の実験では、水の渦が小さく、変化が早いため、はっきりと観察しにくいと思いました。そこで、空気に見立てた水を流水ではなく止水にし、そこを物体が移動するようにして、無風状態の空气中をボールが飛んでいくことを再現しようと思いました。

実験 6－2 容器にはった止水中に物体を入れ、すばやく移動させたときに後ろ側にできた水の流れの様子を観察する。ボールに見立てた物体には、リップクリームに墨汁をつけたものを用意し、水に浮いた墨汁の模様で渦が観察できるように工夫した。

<予想>

物体の後ろがわに渦が観察できるだろう。

<結果>

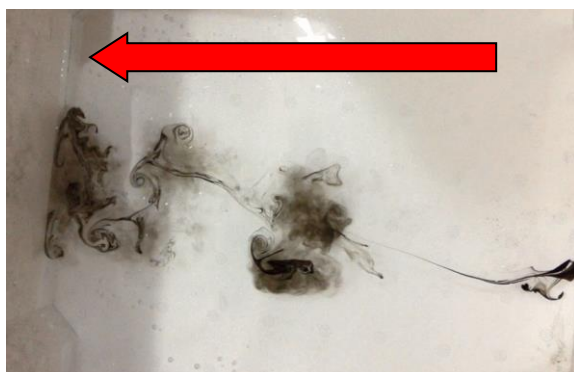
矢印の方向にリップクリームを移動させた後の水面には、渦巻き模様が観察できました。速く移動させた場合（下写真）、はっきりとした渦ができましたが、速すぎると乱れてしまうことが観察できました。

<考察>

物体の移動の速さが大きくなればなるほど複雑な渦ができるため、渦が与える力も様々な方向からになり、揺れが大きくなると考えられます。

小さい頃にお風呂やプールでボールなどを深く沈めて手を放すと、まっすぐではなく揺れながら浮き上がってきたことを思い出しました。ボールが揺れながら浮き上がってくるのは、正に「ブレ球」だったのです。

今回の実験で用いた水は、空気をモデル化したものです。水流が速かったり、物体を速く移動させたりするということは、空气中でスピードの速いボールを蹴ったことと同じになります。つまり、シュートしたボールが無回転でスピードが速ければ、「ブレ球」が生まれやすいことが証明できたのです。



4 研究のまとめ

今回の研究で明らかになったことは、以下のとおりです。

- ①無回転シュートを生み出すには、ボールの真ん中を打たなければならない。
- ②少しでも中心から外れてしまうと、横回転や縦回転(バックスピンの)がかかってしまう。
- ③無回転シュートは、風を受けると急に軌道が変わってしまう。
- ④横からの風だけでも上下方向への空気の動きが生じるため、思いもよらない軌道の変化が見られることがある。
- ⑤無回転でスピードが速いボールは、ボールの後ろにできる空気の渦の力によって、上下左右に揺れる「ブレ球」になる。

5 終わりに

今回の実験でボールの中心を打つことが無回転シュートの最低条件でした。しかし、ボールの中心を捉えることが最も苦勞したことの一つです。そこから、シュートマシン『蹴るぞうくん』が生まれました。

僕が一番驚いたのは、スピードの実験でした。スピードがある程度速くなければ「ブレ球」は発生しなかったからです。これまでは、無回転にすることだけを考えていました。

実際のサッカーの試合中だと、四方八方から風が吹いています。スピードのある無回転シュートさえ打てれば、もともとの揺れに加え、キーパーに届くまでに風の影響でボールが大きく揺れ、キーパーの処理をさらに難しくさせます。

この研究を通して、疑問に思ったことを自分なりに解決することの楽しさを味わうことができました。特に大好きなサッカーに関わる内容だったので、ずっとわくわくしながら実験に取り組み続けることができました。今回の研究ではっきりしたことを実際のサッカーで生かし、エースストライカーの座を奪いたいと思います。

