

ボールの進行方向の変化

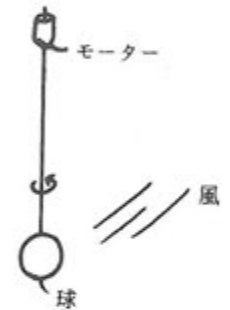
53期生

I テーマ設定の理由

僕は、小さい頃からサッカーをやっている。最近、テレビで中村俊輔選手などのよく曲がるカーブを見て、「あんなよく曲がるカーブを自分でもけてみたい!」と思い、ボールのどの部分をどういうふうに、そしてどのような回転をかけたなら、キレがよく、変化の大きいカーブをけることが出来るのか調べてみたかったため。

II 研究方法

- (1) 実験…図1のような実験装置を作り、モーターの回転力・風力・風向を変え、データを処理する。
- (2) 実践…実験で出たデータを元に、自分の足でボールをkick!



▲図1

III 実験内容

1. 実験装置の作製

- (1) 小型モーターを使って作製

◦作業手順

- ①小型マブチモーター用DCコントローラキットを、説明書の組立参考図通りに部品を取り付けていく。
- ②①で出来上がったものを板に固定する。モーターを付ける所は、動力軸が通るように板に穴を開ける。
- ③発泡スチロール球に塩ビパイプを通し、それとモーターの動力軸をゴムジョイントでつなぐ。

◦実験開始

しかし、回してみると、図2のような感じに軸がブレて、球が左右に動き回り、棒がやたら曲がる…となり、とても実験が出来そうではなかった。

◦問題点

- ・モーターがしっかり板に固定されていない。
- ・モーターの回転が速すぎる。
- ・スチロール球が受けている風が、ボールをけったときに受ける風と性質が違う。
- ・うまく回転速度を変えることが出来ない。

→このような問題点をなくすため、違うモーターで再び実験装置を作製。

—完成—



▲図2

(2) シンクロモーターを使って作製

・作業手順

- ①コンセントとスイッチ、延長コード線をつなぐ。
- ②モーターを板に取り付け、モーターとスイッチをビニールテープでつける。
- ③板の四隅に、足となる棒を取り付ける。
- ④足がグラグラしないように、下の方をつなぐ。さらに、周りをビニールひもでしばる。
- ⑤動力軸に、発泡スチロール球を片端に取り付けた棒を、ゴムジョイントでつなぐ。

-完成-



▲図3

・実験開始…の前に

前回の装置の問題点を克服できているか。

・軸のブレ・球の動き・棒の曲がり具合…

→あまり納得は出来ないが前回より大分とマシになった(図3のような感じ)ので、OK(!?)

・モーターがしっかり板に固定されていない。

→ねじでしっかり固定。無問題!

・回転速度が速すぎる。

→シンクロモーターはかなり遅い。

・受ける風の性質が異なる。

→後に克服する。

・うまく回転速度が変えられない。

→これだけは克服出来なかった。一番試してみたかったことだが、他のことでもわかるかも知れないので、今回は無視!

→この装置で実験実行。

(3) 整流装置の作製

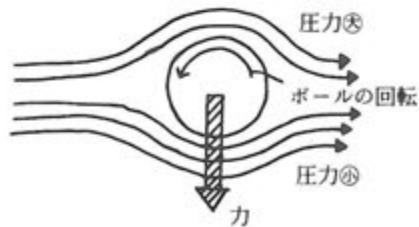
・整流と乱流について

整流とは、ボールをけったり投げたりするときに、ボールが受ける風。乱流とは、扇風機の風。そこで、実践と条件をそろえるために、扇風機の風を整流にする必要がある。

・マグヌス効果

一様な流れの中で、球や円柱を流れに直角な軸のまわりに回転すると、流れと回転軸の方向に直角な向きに力を受ける現象。

力の大きさは流体の密度、流速、および回転速度にほぼ比例する。図4において、球の上側では回転による流れが右から左に向くので流れは遅くなり、圧力が上がる。下側では回転によって流れが速くなり、圧力が下がる。その結果、全体として上から下へ向く力が生じる。ボールの回転が与えら



▲図4

れたとき、曲がるとぶのはこの効果によるものである。

・カルマンの渦

物体が水や空気などの流体中を進むとき、物体の後方に現れる、規則的な構造をした渦。物体が運動するときの抵抗力として作用する。野球のフォークボールが急激に落下するのはこのためである。

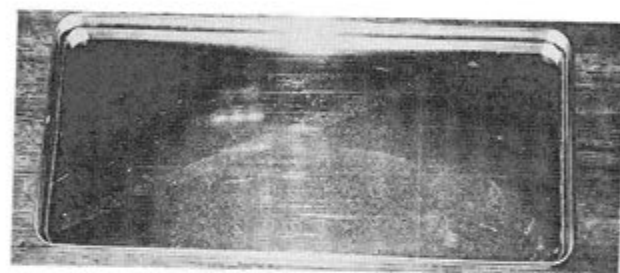
※カルマンの渦列を見る実験

①図5のように、パットに水を入れる。

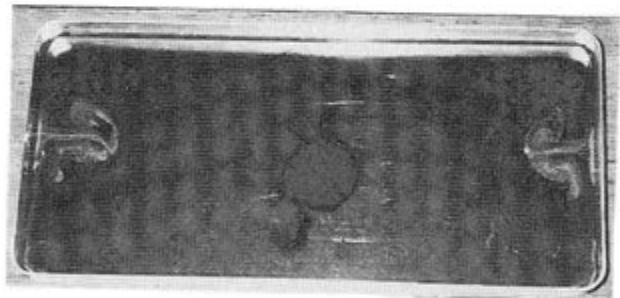
②そこに、図6のように少し墨を入れ、均等な濃さになるように混ぜる。

③そこに墨を含んだ筆を、横に直線を書くようにする。

④きれいにうずができたなら、紙をパットに置き、数秒たってから紙を取り出して乾かす。それでできたのが図7。



◀図5



◀図6



◀図7

・作業手順

①同じ形の長方形を6枚厚紙で作る。

②うち3枚を、短い辺が4等分されるように線をひき、その線にそって切れこみを入れる。

③もう3枚も、短い辺が4等分されるように線をひく。切れこみは入れない。

④切れこみを入れた紙と線をひいた紙を、線に合わせて十字になるように全てを組み立てる。

⑤これを直方体になるようにダンボールで包む。

⑥すきまがあるところをガムテープでとめる。

-完成-

これらでできた装置(図8が今回できた装置)でいよいよ実験。

2. 実験

今回は、扇風機の中心の高さを48cmにして、扇風機、実験装置、その間に整流装置を置いて実験した。

球を回し、風を送ったことによって、球が中心から動いた距離を、それぞれの条件のものを5回ずつ測定し、それぞれの平均値を使って調べた。

(1) 実験1

球の重さは、棒、ゴムジョイントを含め、約5g。扇風機、実験装置間は60cmにして行った。

—結果—

ソフト：右へ1.7cm、左へ1.2cm (約)

中：右へ1.9cm、左へ1.8cm (約)

強：右へ2.5cm、左へ1.6cm (約)

—この実験を行って—

数値から、風は強ければ強いほど曲がることはわかるが、整流装置を固定せずに実験したため、ボールにあたる風向が、それぞれ違っていた可能性がある。これでは、より正確な数値がとれないので、今度は整流装置をしっかり固定して実験を行うようにした。

(2) 実験2

実験1の条件に、整流装置を固定して行った。

—結果—

ソフト：右へ1.4cm、左へ2.2cm (約)

中：右へ2.0cm、左へ2.0cm (約)

強：右へ2.9cm、左へ2.6cm (約)

—この実験を行って—

右・左どちらへよく動いたかはバラバラだが風力と球の動く距離は比例のような関係である、ということがわかる。今回の実験中に、『球を重くしたらどうなるんだろう?』という疑問が出てきた。今度は、球が重いときと軽いときの違いを調べてみることにした。

(3) 実験3

球に10gのおもりをつけて、扇風機、実験装置間を60cmにして行った。

—結果—

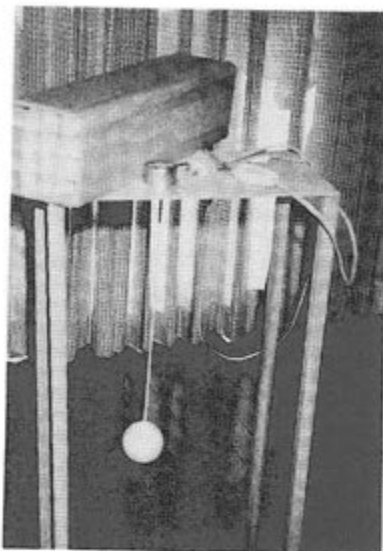
データ不足により、不明。

—この実験を行って—

球が予想以上に大きくゆれ、そのために球が整流装置にぶつかってしまい、データにならなかった。失敗。そこで今度は、球と整流装置の間を少し長くして実験することにした。

(4) 実験4

球の重さは15gで、扇風機、実験装置間の距離は60cmのままで、球と整流装置の間をあたらぬ程度に以前より広げて行った。



▲図8

—結果—

ソフト：右へ2.5cm、左へ2.5cm (約)

中：右へ3.4cm、左へ4.4cm (約)

強：右へ6.3cm、左へ5.5cm (約)

—この実験を行って—

球を重くすると、変化が大きくなることは数値でわかるのだが、これと比べると、実験2とは、球と整流装置間の長さが違うので、もう一度、球と整流装置間の長さをこのままにして、球が軽いときの実験をすることにした。

(5) 実験5

扇風機、整流装置、球間の距離は実験4と同じにして、球を5gに戻して行った。

—結果—

ソフト：右へ1.6cm、左へ1.1cm (約)

中：右へ2.3cm、左へ1.9cm (約)

強：右へ4.8cm、左へ3.0cm (約)

—この実験を行って—

やっと比べるデータができた。いよいよ考察。

IV 考察

実験の数値を見ると、風力を強くすることによって変化が大きくなることはわかった。実験4、5の数値を比べると、球を重くすることによって変化が大きくなるという結果は出たが、これは遠心力が大きくなったからとも考えられないだろうか。だから、球を重くすることによって、変化が大きくなると言いきっていかどうかは現段階ではわからない。サッカーで考えると、風力を大きくするのは、単純にキック力を上げることでできる。そして、もし、球を重くすることによって変化が大きくなるのなら、雨などでボールが水を含んだときに応用できるのではないだろうか。あと、テレビで見たことだが、フリーキックやコーナーキックのときに、自分がボールに対してかける回転を考えて、ボールの空気穴の位置にこだわってボールを置く選手がいるらしい。これも、空気穴のわずかな重みで回転速度が上がり、より圧力が下がり、ボールが曲がる力が大きくなるからではないのだろうか。

V 総括

正直、とても大変だった。始めは、自分でサッカーボールをポンポン蹴ってりゃできると思っていた。それなのに、いざやってみると、実験装置が必要だ、ビデオ撮った方がいい、整流装置もいる…と、自分が思ってもいなかったことを次々とするハメになってしまった。しかし、そのような思いもよらない大変なことをやっていったから、自分が考えていた研究方法では絶対に出ないような疑問・意見が出てきた。特に、ボールの重さのことは、このような実験をしたからこそ出たもの。蹴っているだけだと、同じボールを使うし、雨の日はしないので、一切触れなかったことだと思う。

結果としては、はっきりとしていないことがあることや、まだ実践を行っていないことなどから、疑問のままで残ってしまっていること(重さのことなど)があるが、それ

はこれからの課題にして、いずれはわかるようにしたいと思っている。

結果のことは関係ないが、実験装置を作る際、半田付けの作業が必要だったが、これは選択授業でやったとこだったので、難なくクリアできた。もし、半田付けをしたことがなかったら、ただでさえ手こずっていた研究が、さらに手こずり、ここまでいかなかったかもしれない。経験は大切なんだなあ、今回の研究で実感した。

VI 参考文献

- 加藤 久著 「最新 サッカー入門」 小学館
- 「世界大百科辞典 27」 平凡社刊
- 「野球のひみつ」 学習研究館