

2 ボールはなぜ回転すると取りやすいのか？

1 研究の動機

僕は部活でバスケットボールをやっていて「なぜボールをパスするときわざわざ回転させるのか？無回転ではダメなのだろうか？」と疑問に思った。また、本に「ボールは回転しているほうが安定する」と書いあった。僕には、回転していたらそれだけ動いているのだから逆に安定しない気がする。さらにサッカーで、無回転シュートはボールの軌道が安定しないから強い、と話題になっていた。本当にそうなのか、またなぜそうなるのか、と疑問がわいてきた。これらのことから、ボールの回転と軌道の関係について調べようと思った。

2 研究の目的

- 目的① 本当にボールが回転すると安定して、無回転だと安定しないのか確かめる。
- 目的② 回転すると安定する理由、無回転だと安定しない理由を解明する。

3 「回転」の定義

回転にも様々なものがあるので、この研究では「バスケットのチェストパスのような、ボールの進行方向に対して回転軸が垂直な回転」を扱うことにした。そこでチェストパスの回転を正回転、その逆の回転を逆回転と呼ぶことにする。

4 「安定」の定義

「安定」にも様々な意味があるので、この研究での安定とは「軌道が規則的であり、それにより人が取りやすい状態である」と定義する。

5 目的①の実証実験

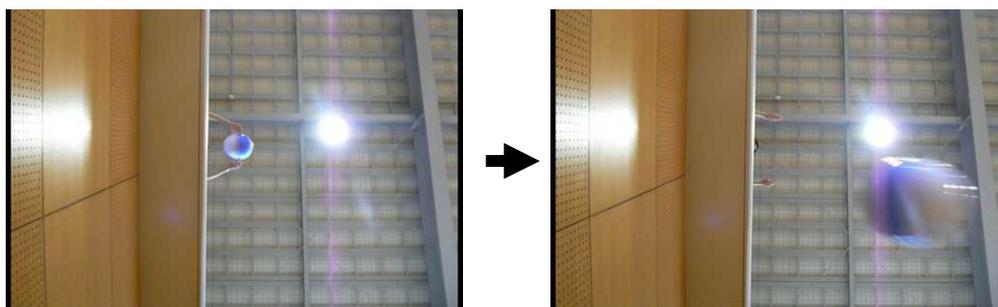
(1) 概要

「ボールを投げる」という動作は、傾けていけば「ボールを落下させる」動作と同じことである。よって体育館の2階から1階にビーチボールを回転・無回転の状態でも落下させ、その軌道を下からカメラで調べる。無回転時は合計18回落下させ、落下させたところの真下の地点と実際に落下した地点のずれを表にまとめる。ビーチボールを使用するのは、回転による軌道の変化を観察しやすくするためである。落下距離は約4.8メートル。

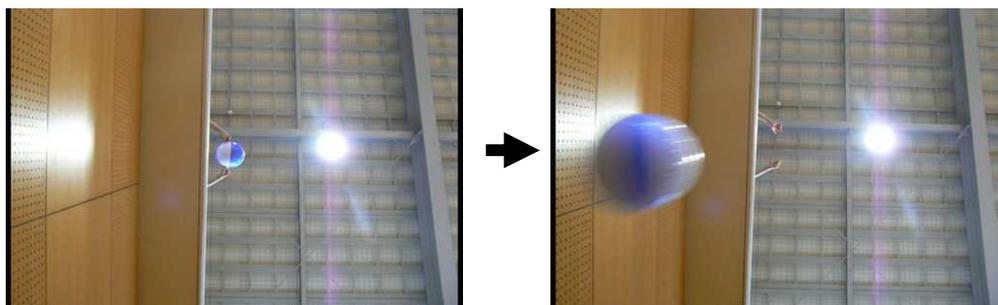
(2) 結果

回転させた場合はボールの落下を下から見て、表面が移動している方向に曲がりながら落ちていった。つまり正回転だと投下した人から見て「前」へ曲がり、逆回転だと「後ろ」へ曲がった。

〈連続写真①〉正回転の落下軌道（途中省略）



〈連続写真②〉逆回転の落下軌道（途中省略）



無回転の場合は落下中に軌道が曲がった。〈表〉真下の点と落下地点の距離

14 cm	17 cm	19 cm × 2	20 cm	21 cm × 3	25 cm	27 cm	28 cm	30 cm	36 cm × 2	47 cm
-------	-------	-----------	-------	-----------	-------	-------	-------	-------	-----------	-------

平均 24.3 cm 曲がる。

(3) 考察

回転すると規則的な方向に曲がり安定するが、無回転だと不規則に曲がり安定しないことが確かめられた。

6 目的②の原因説明実験

(1) 概要

前の実験をして、ボールが回転すると安定する理由について、仮説が生まれた。それは「ボールの周りの空気に関係している」というものだ。考えてみればボールの周りには常に空気があり、落下やパスなどでボール自体が動くことで何か特別な空気の流れができて、その影響を受けているのではないかと思う。よってボールの周りの気流を調べる実験を考案した。

扇風機を分解して回転部に球体の発砲スチロールを取り付け回転させ、横から別の扇風機で風を送った。そして気流を目で見ることが出来るように、細くちぎったビニールテープを横から風になびかせボールの周りに当てる。逆回転は風を当てる方向を反対にして、無回転はボールを回転させないで行う。



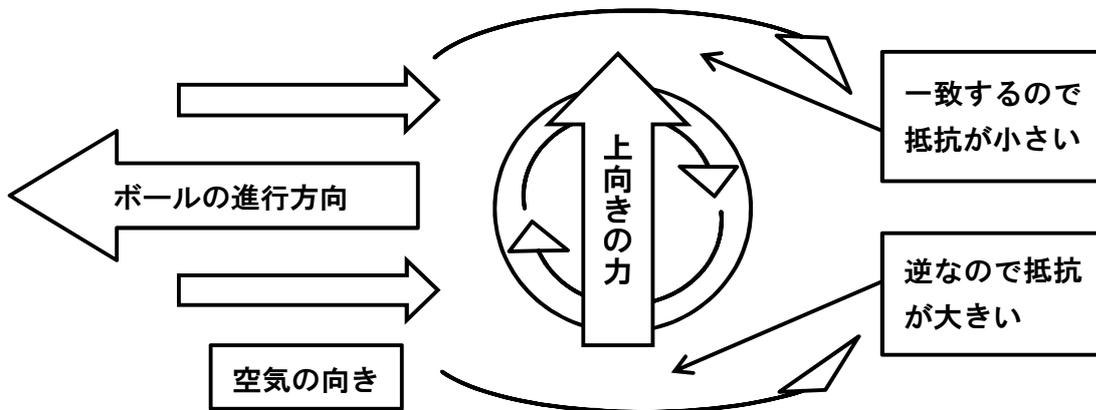
(2) 結果

正回転の場合、ボールの上の方はテープがボールに接するほど近く、下の方はテープが3 cmほど離れていた。逆回転の場合、ボールの上の方はテープがボールから2 cmほど離れていて、下の方はテープがボールに接するほど近い。無回転の場合、上も下もテープはボー

ルの周りを普通に流れていたが、扇風機の風があたっていない後ろ側にはあまりテープが行っていない。

(3) 考察

正回転と逆回転の場合のテープの位置を照らし合わせると「ボールの周りの空気はボールの表面の回転と一致する方向の近くを流れる」ということがわかる。これを目的①の実験結果と照らし合わせると「ボールの表面の回転方向とその周りの気流の向きが一致する方向に曲がる」ということがわかる。つまり気流の向きに対し表面の回転方向が同じ場合は生じる空気抵抗が小さくなる。しかし回転方向が反対の場合は気流がボールからはなれていたため、空気抵抗が大きいことをしめすと思う。空気抵抗の大きい方が小さい方の側に力を加え、ボールの軌道を曲がらせているということだと思う。これなら正回転・逆回転の両方の場合も説明がつく。



無回転の場合、後ろ側にはあまりテープが行っていないという結果から「後ろ側で何か違う気流が発生しているため、そこへ周りの気流が行きにくい」という仮説を立てた。

7 目的②無回転が安定しない理由の仮説実証実験

(1) 概要

球体ではなく円柱型でも同じように実験できると考え、容器に浸した牛乳の中で墨をつけた筆を動かしてできる炭の模様を調べることにした。筆は回転させないで平行移動させるので、無回転ボールの移動時の気流を調べるのと実質は同じである。

(2) 結果

筆を動かしていくと通った跡に墨がジグザグ状になっていき、分離して2つの渦巻きになった。〈連続写真③〉筆を右→左に動かした場合にできる墨の模様



(3) 考察

筆を動かしたときに発生した渦巻きが、無回転ボールが安定しなくなる原因だと考えられる。よって「複数の渦巻きがボールの後方から影響を与え不規則な動きになる」のだとわかる。

8 追加実験

(1) 概要

これまで行ってきた実験はボールの軌道について調べるものであり、回転すると取りやすくなる理由として「回転すると軌道が安定するから」という結論を導き出すことが出来た。しかし軌道以外にも取りやすさに関係する要素があるのではと思った。それはボールをキャッチした時の衝撃の大きさである。無回転の場合手にあたった時にそのまま真っ直ぐ衝撃を感じる。しかし回転していると衝撃が真っ直ぐではなくなりボールの勢いを弱く感じてしまうことで取りやすくなるのではと思い、追加実験を行った。

ホイップクリームを容器に詰めて回転・無回転のビー玉を落とし、どちらが深くめりこんだかを調べる。落下距離 15 cm。

(2) 結果

どちらかと言えば回転させたビー玉のほうが深くめり込んでいた。しかし回転させながら落とすので、余分な力が加わってしまった可能性も否定できない。また、回転させた方にだけビー玉がクリームを押し退けた痕跡が見られた。

(3) 考察

回転させた方にだけ押し退けた跡があることから、押し退けると広い面積を掘るので、回転させた方は実際よりも深く見えるのではないか。この仮説が正しいとすると「回転・無回転のボールでキャッチした時の衝撃の大きさは等しい」ということになる。

しかし、回転している方はクリームを押し退ける分だけ回転をさまたげる摩擦力も大きくなるはずである。つまり「回転による力が摩擦力を生み出しボールの勢い自体を弱めている」ということである。

9 研究のまとめ

回転すると安定する理由は「気流とボール表面の回転方向の一致と相違により生じた空気抵抗の差でボールが一定方向へと規則的に曲がる」ということだと分かった。

無回転だと安定しない理由は「ボールの後方にできる複数の渦巻きが影響を与えることでボールが不規則に曲がる」ということだと分かった。

また追加実験により、回転すると取りやすくなる理由として「ボールが回転すると手にあたった時に摩擦力が生まれ、ボールの勢い自体を弱めるから」ということも加わった。

10 終わりに

ボールの自動的に回転させる装置をどうやって作ればいいのか悩んだときに、近くで回っていた扇風機を見てひらめき、それを改造して作ることが出来た。この事から、科学研究ではいかに身近にあるものから発想を膨らませて工夫することが大切か分かった。研究を進めて疑問を解明していくほど新たな疑問が絶えず生まれてきた。これからも今回の研究での経験を生かして新たな疑問を解明していきたいと思う。