

# 最も曲がるボールの回転数を調べる

物理班：上野翔太郎 塚本健太 元川大介

## 1. はじめに

スポーツの試合を見ていてよく目にするカーブボール（ボールに回転をかけることで軌道が途中で変化するボール）の変化量に興味を持った。その軌道の変化には、回転数や球速がどのように関わっているのかが気になり、実験室にある器具を用いて調べた。

## 2. 実験方法

材料：力学スタンド（2）、10g程で表面がつるつるのボール（1）、150g程で表面がつるつるのボール（1）、輪ゴム、タコ糸（適宜）、定規（1）、送風機（1）、風速測定器（1）、カメラ（1）

<<実験1>>

- ① 実験道具(写真1)を組み立て、10gのボールをつるす。
- ② ボールを10回、20回、30回と上から見て反時計回りにねじることで回転をかけて、それぞれ弱、中、強と真横から風を当てる。風速は測定器で測る。
- ③ 上から撮影し、ボールの風に対して左向きの変化量を調べる。
- ④ 斜め上から弱風を当てて、②③と同じ測定を行い、結果を比較する。

次の<<実験2>>ではボールにあたる風が乱れないように改良した。(写真2)

<<実験2>>

- ① 実験道具(写真1)を組み立て、150gのボールをつるす。
- ② ボールを10回、20回、30回、40回、50回、60回と<<実験1>>と同じようにねじることで回転をかけて、それぞれ弱、中、強と真横から風を当てる。
- ③ 上から撮影し、ボールの風に対して左向きの変化量を調べる。

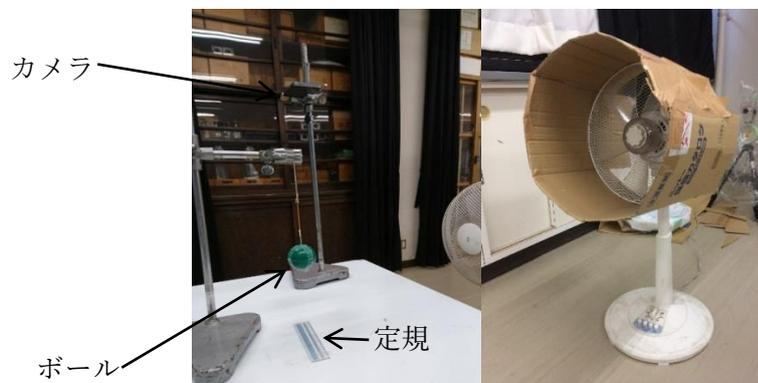


写真1

写真2

いずれの実験でも、輪ゴムを巻いた数を大きくするとボールの回転の速さが大きくなっていった。

また、“真横からあてた風の風速 $\approx$ ボールの球速”とみなして考える。

### 3. 実験結果

<<実験1>>巻いた回数と変化量の大きさは次の表の通りである。

ボール 10g	0回	10回	20回	30回
弱(1.7m/s)	4mm	12mm	19mm	13mm
中(3.0m/s)	11mm	17mm	24mm	17mm
強(3.6m/s)	18mm	23mm	34mm	15mm

どの風の強さでも20回ボールを巻いたときに変化量が最も大きくなった。

ボール 10g	0回	10回	20回	30回
水平	4mm	12mm	19mm	13mm
斜め上16°から	8mm	10mm	14mm	8mm

上の表は弱風(1.7m/s)を水平方向からとボールに対して斜め上から当てたときの変化量である。

斜めと水平では特に大きな差はなかった。

<<実験2>>ボールに当たる風が乱れないように修正した。そのときの結果は次の通りである。

ボール 150g	10回	20回	30回
弱(2.2m/s)	7.3mm	7.7mm	6.7mm
中(3.5m/s)	8.0mm	8.7mm	7.7mm
強(4.5m/s)	9.7mm	15.3mm	14.3mm

風速があがるにつれて、変化量が大きくなった。

ボール 150g	10回	20回	30回	40回	50回	60回
強(4.5m/s)	9.7mm	15.3mm	14.3mm	17.7mm	21mm	21mm

巻いた数を大きくするにつれて変化量が大きくなった。

### 4. 補足

カルマン渦：流体中を物体が移動するとき物体の後方にできる渦列のことであり、これは物体に作用するが影響の大きさは、物体のスピードによって変化する。

乱流：流体の速度や圧力などが不規則に変動する流れのことである。

## 5. 考察

### <<実験1>>

軽い10gのボールでは回転時にボールの後方にできるカルマン渦の影響を受けすぎない20回転がもっとも適切な回転数である。また、ボールの変化量は風の水平成分の大きさのみに左右される。

### <<実験2>>

風が強くなればなるほど変化量は大きくなっていったが、実際はボールの後方にできる乱流の影響を受ける。これは、ボールの速が大きくなればなるほど大きな力が生まれるが今回の実験では風速が小さすぎたためにこのような結果になった。また、60回ねじったときは輪ゴムが伸びきっており空回りも多くなっていたので、実験装置を改良して空回りを減らし、より多くの回転をボールにかけることができたならより大きな変化量を得られたと考えられる。

### <<実験1、2>>を比較して

ボールの後方にできるカルマン渦や乱流はボールの速さと回転数により大きくなるが、質量が小さいとその影響を受けて左右にふられてしまう。したがって、質量によって最もよく曲がる回転数が決められている。

## 6. 結論

単に回転数と速が大きくなればなるほどボールの変化量が大きくなるのではなく、質量によってボールの変化量が最大となるボールの回転数が定まり、その量に達するまではボールの変化量は単調に増加する。

## 7. 今後の展望

今回の実験では表面がつるつるでビニール素材のボールを使用した。今後はテニスボールのように表面が一様でないボールや、野球ボールのように表面に縫い目があるボールを使っていきたい。また、それぞれの競技において一般化していきたい。

## 8. 参考文献ならびに参考 web ページ

「変化球はなぜ曲がる」

<http://baseballers.fc2web.com/pitching/re-nazemagaru.html>