

スライダーは、なぜスライドするのか？

摂陵中学校・高等学校教諭 塚平恒雄

1 モンキーハンティングの実験

「ハンターが木の上にいるモンキーを見つけライフルで撃ちました。ところが、敵も“さる”もの、すぐに木から飛び降りたのです。はたしてモンキーはライフルの弾から逃れられるのでしょうか？」

モンキーを赤玉、ライフルの弾を白玉として、天井にぶら下げた赤玉目掛けて白玉を発射させ、同時に赤玉が落ちるようにします。白玉は勢いよく飛び出しますが、落下してきた赤玉に見事に命中し、生徒たちの予想は裏切られました。

「あっ、大変！お猿さんはライフルの弾に当たって死んじゃいました。」

実験室が一際明るい笑い声で包まれました。「モンキーの虐待！」という非難もありますが、放物運動を学ぶ上で大きな動機付けとなる実験です。

「それでは、ライフルの弾をもっと遅くしてみましょう。今度は、どうなると思いますか？」

飛び出した白玉は大きくおじぎをすることになりますが、やはり上から落ちてきた赤玉に命中しました。そして、今度は、生徒たちの予想も的中しました。

この実験では、斜方向の初速度(等速直線運動)と鉛直方向の自由落下運動(等加速度運動)の関係がわかれば目的達成となります。が、この時生じる単純な疑問をもう一步踏み込んで考えてみると意外なことが発見できるのです。

2 実際のモンキーハンティング

「ということは、お猿さんは飛び降りない方が良かったことになりませんか？」

今度は、赤玉が落ちないようにセッティングして白玉を発射してみます。命中しません。

「でも、おかしいですね。実際のモンキーハンティングでは、お猿さんが木から飛び降りることもなければ、かといってハンターが撃ち損じることもないですよ。どうしてでしょう？」

答えはすぐに見つかります。ライフルの弾が非常に速いスピードで飛ぶからです。秒速にしておよそ1000m、音速(毎秒320m)の3倍ものスピードで飛ぶ

弾は、100m先の標的なら0.1秒で到達し、ねらった場所から5cmだけ下にそれることになります。したがって、モンキーは木から飛び降りても飛び降りなくても弾に当たってしまうのです。

ところが、弾のスピードを速くしただけでは弾をまっすぐに飛ばすことはできません。弾が速くなればなるほど、弾の後ろで空気の乱れ(渦)が生じ、弾に奇妙な力が働くからです。その結果、弾はふらついて目標から大きくはずれることとなります。当然、ライフルにはこの空気の乱れ(渦)をなくす工夫がなされています。銃身の筒の内側に彫られた「腔線」というらせん状の溝がそれで、弾は銃身内を進む間に「進行方向を軸とする回転」を得、空気の乱れ(渦)をなくし、まっすぐに飛ばすことができるのです(図1)。

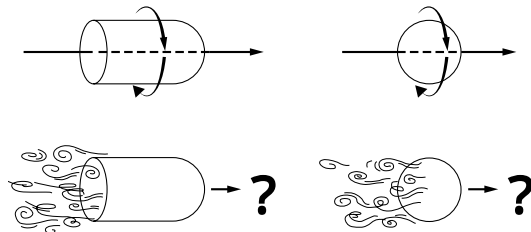


図1 ライフルの弾の回転とボールの回転

3 再び、モンキーハンティングの実験

今度は、直径7.4cm、重さ145gの白玉を秒速37m(時速133km)のスピードで水平に発射し、18.44m先の赤玉をねらいます。もちろん、空気の乱れ(渦)をなくし命中率を高めるために、白玉にライフルの弾と同じ回転を与えることにします(図1)。白玉は18.44mを0.5秒かけて飛び、その間に1.23m落下、真上から落ちてきた赤玉に命中するはずですが...。「当たらないのでは」というのが私たちの考えです。なぜなら、白玉が1.23m落ちる間に左側の空気を巻き込むようにするので、左側にそれると予想したからです。

直径7.4cm、重さ145gの白玉、それに18.44mの距離と秒速37m(時速133km)のスピード...。そうです、野球です。そして、バッターの手元で落ちながら左(バッターから見ると右)に曲がる変化球といえば...、そう、スライダーですよ。

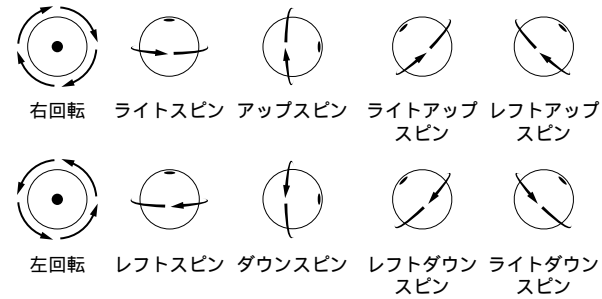


図2 ボールの回転の新しい定義(名称)

4 ボールの回転に新しい定義(図2)

野球のボールの回転を表す言葉としては、バックスピントップスピンそれにサイドスピがあります。バックspinはストレートの回転でダウンスピンともよばれています。そのバックスピンの逆の回転がトップスピんで、したがってトップスピンはアップスピンともよばれています。私たちは、バックspinでなくてダウンスピン、トップスピンでなくてアップスピンというよび方に注目していました。理由は、ピッチャーの側から見たボールの回転で名称をつけるべきだと考えたのです。その結果、サイドspinとよばれていた回転をライトspinとレフトspinの2種類に分けました。さらに、ライトアップspin、ライトダウンspin、レフトアップspin、レフトダウンspinという新名称も加えました。

そして、私たちが発見したスライダーの回転に「右回転」、その逆の回転を「左回転」と定義したのです。ところで、「進行方向を軸とする回転」はライフルの弾以外にも、ラグビーボールやアメリカンフットボールで見られます。ライフルの弾の場合は特に名前はないですが、ラグビーでは「スクリュー回転」、アメフトでは「ジャイロ回転」とよばれています。しかし、スクリュー回転はスクリューボールと混同しやすいこと、またジャイロ回転はジャイロスコープのイメージと結びつくことから、私たちはその使用を拒否しました。

5 仮想実験:真空中でボールを投げたら...

秒速37.0m(時速133km)で、すべてのボールを水平に投げ出します。ただし、真空中といっても地球上ですから重力は普通に働いています。まず、カーブを投げてみます。18.44mを0.5秒かけて飛び、その間に1.23m落下しました。次はスライダー、同じく0.5秒で飛び、1.23m落下しました。今度はフォーク、それではストレートでは...。すべて同じ結果で終わりました。

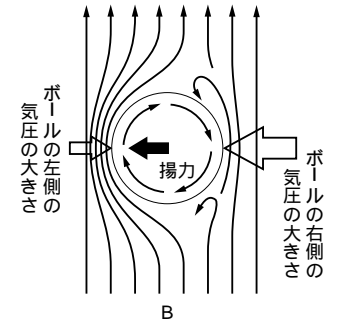
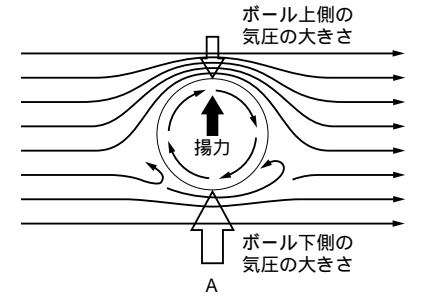


図3 ボールに生じる揚力

しかし、実際のプロ投手の投げるストレートは30cmほどしか落ちていません。空気の存在がストレートに揚力を与えているからです。図3のAは、ストレートを1塁側から見たものです。ボールの進行方向は左ですが、それを空気の流れ(右方向)で相対的に表しています。ボールが回転しながらたくさんの空気を上側に巻き込み、結果として上向きの揚力を生じています(マグナス効果)。

ところで、このAの図を左に90°回転させてみます。それがBです。そして、ここで発想の転換をしてみます。このBの図が示すものは「回転しているボールが落ちていくところ」、そして「ボールの飛んでいく方向は、こちら側から向こう側...」ということは、このボールの回転はダウンスピンでなくて「右回転」になります。そして「右回転」のボールは、18.44mを0.5秒かけて飛びその間に1.23mも落下。その1.23m落ちる間に左側の空気を巻き込んで左向きの揚力を得ることになりませんか。つまり、この図こそ「スライダーがなぜ左に曲がるのか？」を説明したもののなのです。そして、もし、「右回転」がゆるければ...左に曲がらないで1.23m落ちるだけ...これがカーブです。

参考文献

(1) 塚平恒雄:「平成の魔球」の謎に迫る/「子供の科学」誠堂新光社1999年4月1日