

野球ボールの投球軌道シミュレーション

Simulation of Trajectory of a Baseball in Pitching

発表者： 鈴木悠太

指導教員： 坪井一洋

1. はじめに

投手の投げるボールの変化というのは、長い野球の歴史の中で、どの時代でも見所の一つとされてきた。近年では、日本人選手のメジャーリーグへの進出や、国際試合も盛んになりつつある。そして、それに伴い新聞やテレビなどで、ボールの違いによる変化の違いが度々注目されてきた。一般的に、この変化の違いというのは「アメリカのボールは日本のボールよりも変化が大きい」と考えられている。しかし、この違いを定量的に示した例は少ない。

変化球はボールの大きさ、重さの他にもボールのシームや回転などによってその軌道が決まる。また、それ以外にも速度の増加によって抗力係数が急激に減少するドラッグクライシス現象や、回転によって発生するマグナス効果なども軌道に影響を与えるとされている。[1]しかしながら、変化球の詳細なメカニズムについてはいまだ十分には解明されていない。

変化球についての研究には、まず球種による軌道の違いをシミュレーションする研究がある。[2]また、他にも風洞実験などを行い、ボールに働く空気力を測定する実験など、これまでもいくつかあった。[3]

人間の投球は当然 1 球毎にボールに加わる回転や速度などが異なる。よって、軌道に影響を与えている要因が分かっているとしても、それらがどの程度の影響を軌道に与えているかを実測から知ることは困難である。そこで、本研究では一つの値だけを変化させたシミュレーションを行うことで、その値の変化のみが軌道に与える影響を検証する。そして、その結果から前述のような国際試合でのボールの違いが軌道に及ぼす影響を検証する。

2. シミュレーション

2.1 ボールの違いによる軌道の比較

日米では使用されるボールの違いから、軌道に差が出るといわれている。ここでは日米で使用されるボールの大きさや重さの観点から、それぞれのボールの軌道の違いを求める。公認野球規則によると硬式球は質量 141.7–148.8 g、円周 22.9–23.5 cm と定められている。[4]また、日本のボールがこの規則に定められた大きさ、重さのほぼ下限であるのに対して、アメリカではほぼ上限であると言われている。

表 1 に日米のボールについての測定データの一例を示す。[5]このデータを見ると、この例では日本のボールの方がアメリカのボールよりも重いという結果が出ている。このように、一般的にはアメリカのボールの方が大きく重いといわれているがそうとは限らず、また当然

ながら一つ一つのボールでもこれらの違いは出る。

表 1 日米の硬式ボールの測定値の一例

	日本	アメリカ
重量 (g)	145	142
直径 (cm)	7.203	7.321
縫い目の高さ (cm)	0.073	0.117

そこで、ボールの質量、大きさ共に下限(141.7 g, 22.9 cm)に設定した軌道と上限(148.8 g, 23.5 cm)に設定した軌道の比較を行った。ここで便宜上、上限に設定したものをアメリカ、下限に設定したものを日本と呼ぶ。また、軌道を求める際に設定した初期条件を表 2 に示す。ここで、回転軸ベクトルはストレートのバックスピンを表わしている。

表 2 初期条件

初速度 (km/h)	150
回転数 (rpm)	40
投げ出す高さ (m)	1.954
回転軸ベクトル	(0,-1,0)
水平方向の投射角 (°)	0
鉛直方向の投射角 (°)	0

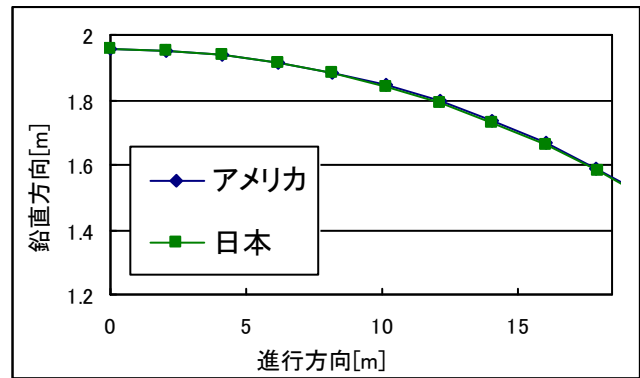


図 1 ボールの違いによる軌道の違い

上記の日米のボールそれぞれの軌道を図 1 に示す。図のプロット点は 0.05 s ごとのボールの位置を示している。図 1 より軌道を比較してみるとアメリカの方が最終的に約 0.7 cm ほど高い軌道を通っている。これはボール約 0.1 個分の違いである。このように、両者にあまり大きな変化は見られなかった。これらの事から日米での軌道の違いの原因がボールの大きさや重さによるとは考えにくい。

2.2 速度と回転数の違いによる軌道の比較

ここでは、ボールの大きさ、重さ以外の値が軌道に及ぼす影響について、実際の選手のデータを基に検証した。まず、実測データを表 3 に示す。[6]

表 3 各選手の実測データ[6]

選手名	球速(km/h)	回転数(rps)
投手の平均	143	37
松坂大輔(1999 年)	155	38
松坂大輔(2006 年)	156	41
藤川球児	156	45
マーク・クルーン	162	43
山本昌	143	52

これらの球速、回転数のデータを参考に各選手の打球軌道を求めた。なお、速度、回転数以外の値は表 2 の値を用いた。求めた結果を図 2 に示す。

図 2 よりそれぞれ違った回転数、速度で投げ出されたボールは異なった軌道を通り、キャッチャーに到達している。球速が等しい松坂投手(06)と藤川投手の軌道の差は、それぞれ回転数のみによる軌道の違いといえる。二人の投手は回転数に 4rps の差があり、このときの軌道には最終的に約 2 cm の差が見られる。

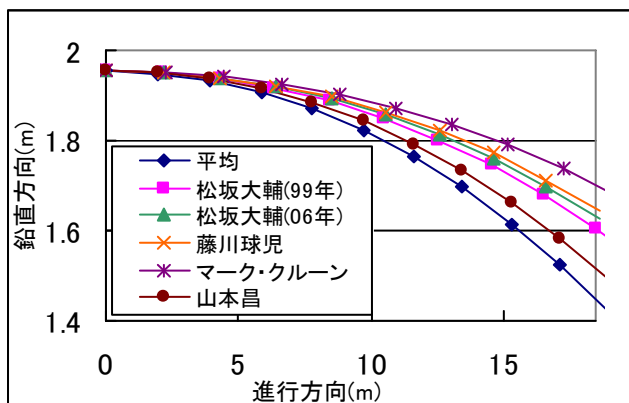


図 2 実測値を基にした軌道の比較

また、ここで速度や回転数が軌道に与える影響について、より詳しくまとめた結果を図 3 に示す。ここではボールがキャッチャーに到達する地点での高さのみに注目するので、回転数と速度によって変化するボールの最終的な高さを示している。

図 3 を見ると球速が 10 km/h 増加する毎に、軌道に約 10 cm から 20 cm の変化が見られる。回転数で見た場合でも 10 rps の増加毎に軌道に数 cm の違いが現れ、どちらもボールの重さ、大きさを変化させた場合と比べて軌道に与える変化は数倍程度大きい。

このように、速度や回転数が軌道に与える影響は比較的大きいことがわかる。日米ではボールのシームの高さが異なり、その事によって回転のかけやすさに違いが出ると思われる。よって、日米のボールの軌道の違い

も、これらの影響が大きく関わっていると思われる。

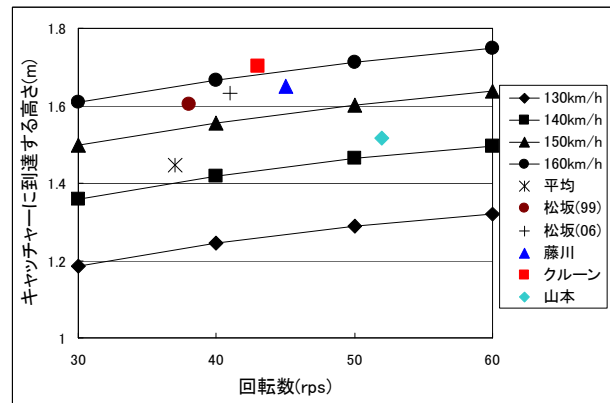


図 3 速度と回転数の軌道への影響

3. まとめと今後の課題

野球ボールの軌道を得るために、ボールの運動方程式と実験から得られた空気力の評価式を用いて軌道シミュレーションを行った。そして質量や直径といったボールの違いや回転数などが軌道に与える影響を調べた。

その結果、まずボールの質量や直径の変化に伴う軌道の違いが得られた。しかし、このときの軌道の違いは僅かなものであり、有意な差があるとはいえない結果となった。

次に速度や回転数による変化を見た結果、比較的大きな変化が軌道に表れることが確認できた。日米ではボールのシームの高さが異なるため、投球の際に回転のかけやすさに違いが出ると思われる。よって、日米のボールによる軌道の違いもこれらが大きく関係していると思われる。

今回、アメリカのボールに働く空気力の実測値を得ることができなかった。前述のとおり、日米のボールではシームの高さが異なるため、ボールに働く空気力に違いが生じると考えられる。本来ならば、シームの高さの違いからくる空気力の影響を考慮する必要がある。この点についての検証が今後の課題として挙げられる。

参考文献

- [1]谷口哲也, 宮寄武, 清水鉄也, 姫野龍太郎:ながれ, 第 25 巻 No.3, (2006) pp. 257-264
- [2]関口直人:『変化球の軌道シミュレーション』, (茨城大学工学部知能システム工学科卒業研究論文, 2004)
- [3]青木克己:シミュレーション, 第 22 巻, 第一号, (2003) pp. 26-33
- [4]富永靖弘:『ボールのひみつ』, (新星出版社, 2009)
- [5]高見圭太:ながれ, 第 28 巻, (2009) pp. 347-356
- [6]ストレートという名の魔球豪腕クローザー藤川球児, <http://blogs.yahoo.co.jp/gangnachcanossa/41152231.html>