

# アンダースローの投球は打ちにくいのか

## -VR を用いた実験的検討-

Is a submarine pitcher's throwing hard to hit?

-An experiment on using Virtual Reality-

櫻井豊<sup>1</sup> 鳥居拓馬<sup>1</sup> 日高昇平<sup>1</sup>

Yutaka Sakurai<sup>1</sup>, Takuma Torii<sup>1</sup>, Shohei Hidaka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北陸先端科学技術大学院大学

<sup>1</sup>Japan Advanced Institute of Science and Technology

**概要:** プロ野球では、高成績をあげているものの、アンダースロー投手の人数は少ない。そこで本研究では、アンダースローの新たな優位点の発見を目指し、投球法の違いが打者のスイングに及ぼす効果を、VRを用いた実験で検証する。

### 1. はじめに

近年プロ野球の世界では、セイバーメトリクス<sup>1)</sup>という野球ゲームの統計データの分析やバイオメカニクスによる身体データの分析により、従来の経験型の野球からデータ駆動型の野球に変わってきている。これにより、対戦回数が少ない選手に対しても対策がとれるようになった。また、数値化されることで選手の特徴や得意・苦手を発見しやすくなった。このことにより、打者は慣れていない投手に対しても対応できるようになり、投手は慣れない打者であってもその打者の苦手な球種・コースに絞って投げるようになった。

その結果、オーバースローが主流になる一方で、アンダースロー投手は急激にその数を

減らしている。過去には人数は多くはなくても、数十人のアンダースロー投手が日本プロ野球界に存在していた。しかし、近年は急激に数を減らし、2019年ではプロ野球(NPB)で活躍する選手は2人のみ(MLBの1名除く)になっている。その原因としては、アンダースロー投手はほぼ全員右投げであるがゆえに、左打者の増加により、ボールが打者に対して近づいてくるため、またカーブなどの変化球が打者側に曲がるため球筋を見やすくなってしまい打たれやすくなってしまったことやセイバーメトリクスに基づき投手数が少なくても対策されるようになったこと、それに指導者不足によりそもそも教わる方法が少ないことなどが挙げられる。アンダースローに左投

げがほとんどいない理由としては、アンダースローは他の手段では活躍できなかった選手がとる最後の手段とも言われており<sup>[2]</sup>、数が少なく貴重とされる左投げの投手は、そもそも変則投球といわれているアンダースローにわざわざ変更しないからではないかと言われている。しかし、アンダースロー投手は近年も活躍し続けている。

近年では、2001~2013年に千葉ロッテマリーンズで先発として活躍し、2009年のWBC

では世界一に貢献した渡辺俊介投手や、2011~2017年に埼玉西武ライオンズで中継ぎとして活躍した牧田和久、それに2018年~現在まで活躍し、先日のWBSCプレミア12でも世界一に貢献した高橋礼投手が存在する。表1に2019年度のアンダースロー投手と投手全体の比較<sup>[1]</sup>を示す。この表を見ると、アンダースロー投手は投手全体より防御率と被安打は少ないが、三振率も少なく、死球率も高いといった特徴がみられる。

表1 アンダースロー投手と投手全体の比較

	防御率	被安打	三振率	四球	死球率
アンダースロー	3.77	0.226	4.6	3	0.71
投手全体	3.9	0.252	7.6	3.35	0.17

アンダースロー投手の既存の優位点としては、浮き上がるようなボールを投げられることや、投球フォームを調整しやすく、いつ球がリリースされるか分かりにくい投球ができるので、打者がタイミングを狂わせやすいこと<sup>[2]</sup>が挙げられる。一方で、欠点としては速いボールを投げにくいことや、投球に時間がかかるので盗塁されやすいことが挙げられる。

過去の先行研究では、投球動作の分析に関する研究<sup>[3]</sup>はされているが、ほとんどがオーバースローを前提とした内容である。また、アンダースローに関する動作分析の研究<sup>[4]</sup>もあるが、ほとんどが障害や疲労に関する内容あり、他の投球動作と比較したときのアンダースローの優位点に関する研究は未だされていない。もし新たな優位点が見つければ、アンダースローを目指す選手が増え、その結果アンダースロー投手を増えるのではないかと考えている。そこで我々は、他の投球動作とアンダースローを比較して実験を行うことが

必要であると考えた。

アンダースローの実験を行うにあたり、一番の問題点は、アンダースロー投手の数が少なく、十分な実験データが取れないことが挙げられる。この問題点を解決するためには、ピッチングマシンを使用するという手段もあるが、ピッチングマシンだと投球時のボールの座標の把握が難しいことや、実際の投手と軌道が異なるといった問題点が挙げられる。更に、アンダースロー用の地面すれすれから投げられるピッチングマシンは存在しないので、ピッチングマシンだと実験するには不十分である。そこで、筆者らはVIVE Pro<sup>[5]</sup>を用いたVR(仮想現実)空間でのバッティング実験を提案する。

VRを使った研究は、シミュレーションと組み合わせることで、実際の投手なしでも様々な投球パターンを試せること、軌道の忠実な再現が可能なこと、それにボールやバットの座標の把握が可能であるという利点があ

る。この利点は、投手頻度の少ないアンダースローの利点を調べるのに適している。一方で、VR 実験の課題としては、VR 空間を用いた際には装置の重量やバットの重量の現実との違いの問題で実際の打席との相違点は必ず発生してしまうことや、フレームレートが VR の場合最大でも 120fps であるので、実空間とは違った見え方になってしまうという問題点がある。しかし、最近のプロ野球でも、特に DeNA という野球チームが VR を用いた練習法を取り入れているので、実用性も十分にあると考えている。

## 2. 研究目的

以上のことを踏まえて、本研究では VR とシミュレーションを用いて、アンダースローの利点を探究する。本研究では、VR を用いて投球シミュレーションを行い、打者の反応の違いを調べることで、投球フォームの違いがバッター視点での投球の見え・予測可能性に与える影響を明らかにすることを目的とする。また、様々な投球の中からアンダースローに着目し、アンダースローと他の投球を比較したときのバッティング成績からアンダースローの優位性を新たに発見することを目的とする。

## 3. 仮説

アンダースロー投手、渡辺俊介氏はその著書<sup>[2]</sup>でアンダースローの利点に関する仮説を述べている。渡辺氏によると、アンダースローの利点は他の投球法にはない浮き上がる球を投げられること、また、投球中に間を作ることにより打者のタイミングを外しやすいことがあると述べている。一方で、リリースポイントの低さは重要とは限らないとも述べている。

我々はこの仮説に加え、球の落差がアンダースローの優位点になるのではないかという仮説を立てた。アンダースローは下から投げることにより浮き上がるように見えるが、実際にはボールはマウンドから打席までの距離 18.44m の間に上がってから落ちている。ボールの落ちる方もうまく使い、落差の高低と配球の高低を自在に使い分けることで、打者は変化球、速度だけでなくボールの高低差も考えなくてはならなくなり、思考の要素が増え、その結果打者がボールをとらえにくくなると考えた。そこで我々は、今回は以下のような予備実験を計画した。

## 4. 予備実験

今回の実験の前に、図 1 のように 2D で動画をスクリーン上に映し、一球ごとに予測地点を記入してもらうといった予備実験を行った。その際に、バットとボールの接触率を求めたが、表 1 のように、まともにボールとバットが接触しないといった結果になってしまった。



図 1 2D 実験時の様子

そこで今回の予備実験では 2D よりも VR 環境の方が実際のバットを振る環境に近いかを確認することを目的とした。そのためのアプローチとしては、VR 空間内で野球場を構築し

表 1 2D 実験時の接触率

実験条件	110km/h(over)	130km/h(over)	110km/h(under)	130km/h(under)
接触率(<6.9cm)	0.06	0.06	0.06	0

球速によって接触率が変わるかを確認することに設定した。

今回の実験は、打者の視点から、被験者にHMDをかぶってもらい、オーバースローとアンダースローの二種類での球速による打ちやすさを検証した。被験者は、学内の学生6名(初心者2名、野球経験者(ブランクあり)4名)で実験を行った。被験者は、VR上に映された動画に対し、VR空間では1回1回バットを振ってもらい、実空間では、図2のように、コントローラーをバットとみなして振ってもらった。



図2 VR実験時の様子

実験条件は、ボールの初期条件は色々変えるが、空気抵抗は、unityに物理演算として実装されているDragを利用し、今回はDragの値を2に設定した。また、マウンドから打席までの距離はプロ野球仕様様の18.44mとした。具体的には、以下のような実験条件を設定した。

① 投球動作：オーバースローとアンダースローの2種類

② ストレートを投じる。球速は、オーバースロー、アンダースローのどちらも110km/hと130km/hを用いる。

③ 図3に示すように、ストライクゾーンを3×3分割し、{低め、真ん中、高め}×{内角、真ん中、外角}の9マスの他に、ストライクゾーンの外部に1マス进行け、ボール球として右打者に対しての{更に高め}×{真ん中}、{更に高め}×{更に内角}、{真ん中}×{更に内角}、{真ん中}×{内更に外角}、{更に低め}×{更に外角}、{更に低め}×{真ん中}の6マスの投球位置を用いる。

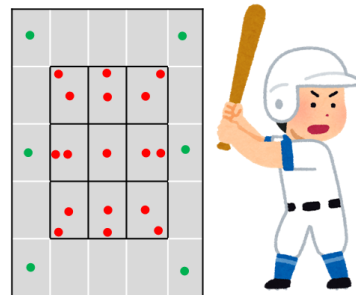


図3 バッティングゾーン<sup>[6]</sup>

- : ストライク(真ん中は×2)
- : ボール

今回は被験者1名に対して96球(投球動作と球速の計4条件、ボール球6球含む24球ずつ)の球軌道を見せた。また、実験前に練習として12球(投球動作と球速の計4条件で3球ずつ)の球軌道を見せた。

## 5. 実験結果

図4にバットとボールの接触率を示す。

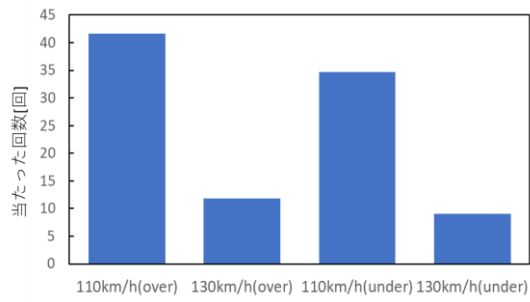
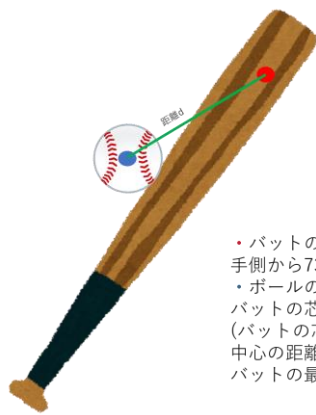


図4 各条件の接触率

図4を見ると、オーバースローとアンダースローともに110km/hの方が接触率が高かった。また、オーバースローとアンダースローは110km/hと130km/hともに有意差は見られなかった。

次に、図2のように設定したときのバットの芯からの誤差を表2、図6に示す。



- ・バットの芯の中心(バットの持ち手側から73cmの位置に設定)
  - ・ボールの中心の位置
- バットの芯からの誤差：  
 (バットの芯の中心とボールの芯の中心の距離)-(ボールの半径3.6mm+バットの最も太い部分の半径3.3cm)

表2 バットの芯からの誤差

	~3(cm)	3~23(cm)	23~43(cm)	43~63(cm)	63~(cm)
110km/h(over)(回)	23	13	19	5	0
130km/h(over)(回)	0	5	8	4	0
110km/h(under)(回)	17	20	8	4	1
130km/h(under)(回)	1	4	6	2	0

図5 バットの芯からの誤差

110km/hに関して、130km/hよりバットの内側でボールが接触していた。しかし、接触したボールのほとんどがバットの芯から外れていた。

次に、図7のようにストライクゾーンを中心の座標を(0,0)とみなす。このときのボールの位置を表3、図8に示す。

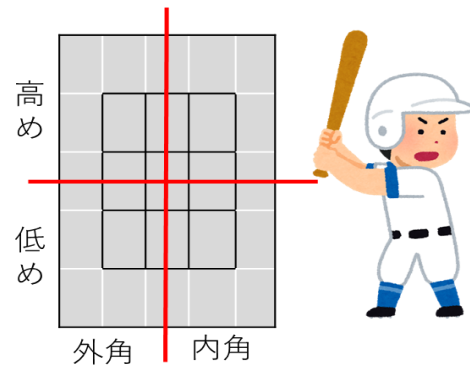


図7 ストライクゾーンの内訳<sup>6)</sup>

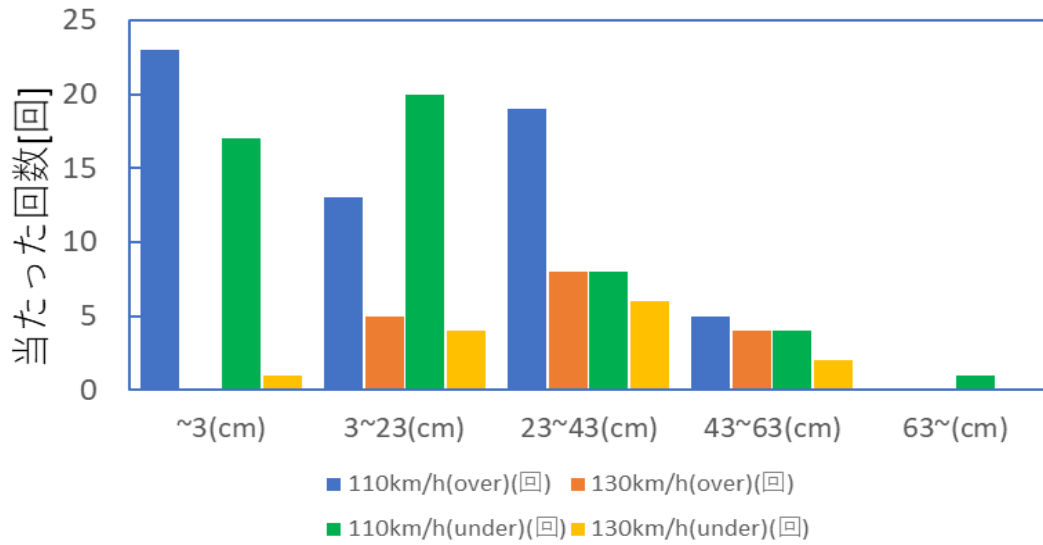


図 6 バットの芯からの誤差

表 3 接触したときのボールの位置

	110km/h(over)	130km/h(over)	110km/h(under)	130km/h(over)
内角高め(回)	6	4	6	1
外角高め(回)	19	8	16	1
内角低め(回)	13	1	7	6
外角低め(回)	22	4	21	5

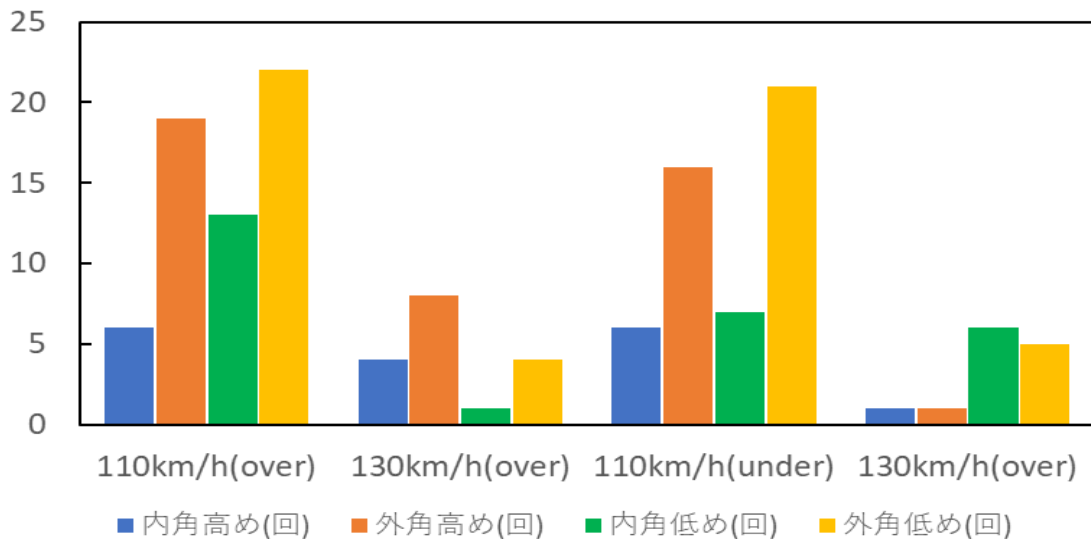


図 8 接触したときのボールの位置

6. 考察

今回の結果を通して、接触率に関しては 2D

よりも VR 環境の方が実際のバットを振る環境に近いことが確認できた。しかし、図 4, 図

にあるように、ほとんどがバットの芯から外れているなどといった、実際にバットを振る環境とは異なった結果が得られた。これは、今回は VIVE のコントローラーをバットとみなして振ったので、実際のバットとは異なり長さや重心が分かりにくかった可能性が考えられる。以上の結果を踏まえて、次回は実際のバットに VIVE Tracker を取り付けて実際のバットを持って振ってもらう実験を行う予定である。

謝辞

本研究は科学研究費補助金 JP16H05860, JP17H06713 の助成を受けて行われた。

参考文献

[1] データで楽しむプロ野球

<http://baseballdata.jp/> (2019/11/21 参照)

[2] 渡辺俊介, “野球 アンダースロー”, 株式会社ベースボールマガジン社, 2016

[3] 宮西智久ほか, “野球の投球動作におけるボール速度に対する体幹および投球腕の貢献度に関する 3 次元的研究”, 体育学研究 41, p23-37, 1996

[4] 高崎恭輔ほか, “アンダースロー投法の動作分析-『動作中の関節運動が持つ意義』に着目して-”, 関西理学 7, p43-49, 2007

[5] <https://www.vive.com/jp/> (2019/11/21 参照)

[6] [https://www.irasutoya.com/2017/04/blog-post\\_150.html](https://www.irasutoya.com/2017/04/blog-post_150.html) (2019/11/21 参照)