

野球のピッチング動作における再現性

鈴木久貴* 湯浅景元**

Reproducibility of Pitching Motion in Baseball

Hisataka SUZUKI and Kagemoto YUASA

Abstract

This study investigated pitching motion reproducibility in baseball using two pitchers as subjects, a graduate student and a person on the university ball team. Both were asked to actually throw, and a photograph was taken with a high-speed camera. Analysis was done using 2-dimensional picture.

The results revealed that the coefficient of variation of the arm motion [two subjects] increased among the seven items measures.

From this, it is thought that the arm motion before release (forearm, upper arm, and elbow) is related to ball control.

I、はじめに

野球のピッチング動作において、投手は一球一球同じようなフォームをしていると言われているが、本当に毎回同じ動きをしているのであろうか。また、同じような体格・投球フォームをしている投手が必ずしも同じ球を投げているわけではない。その原因はどこにあるのであろうか。本研究では、投手におけるピッチングの再現性について明らかにすることを目的とした。

II、研究方法

1 実験 二次元での投球動作を撮影

被験者は、被験者 A (大学院生 1 名) と被験

者 B (大学の硬式野球部に所属する 1 名)、計 2 名で行った。実験開始前に、コントロールの良い方が悪い方か質問した。被験者 A は、良い方 (狙った所に大体投げられる)、被験者 B は、悪い方と申告していた。被験者 A は、身長 185cm・体重 65kg、競技歴については、小学校 5 年から高校 3 年の計 7 年であり、経験している守備位置は、一塁手と左翼手であった。被験者 B は、身長 176cm・体重 80kg、競技歴については、小学校 5 年から現在活動中であり、経験している守備位置は、投手、一塁手と左翼手であった。2 名とも右投げであり、オーバーハンドと呼ばれる投手であった。被験者には、十分なウォーミングアップ後、軟式野球ボール (B 級ボール) を平らな地上面からネットに向かって全力で投げるように指示し、被験者 2 人が一球ずつ交代

*大学院生, **教授

しながら20回投げさせた。

身体各部位の計測点は、①踏み出し脚の地面からの膝の高さ（最高点）、②踏み出し脚着地時（踵が着地した時）の踏み出し脚と軸足との歩幅、③踏み出し脚着地時の地面からの肘の高さ、④踏み出し脚着地時の上腕と前腕の角度（角度A）、⑤リリース直前の肘が耳の真横にある時の肘の地面からの高さ、⑥その肘の高さを通る地面に平行な直線を引き、その線と前腕の角度（角度B）、⑦リリースの高さ、⑧リリース時とリリース後から1/50秒後のボールの角度（ボールの角度）、⑨ボールスピード、計9項目のため、膝・足関節、つま先、左右の大転子点、手首、肘と肩峰点であった。それぞれの計測点には黄色の粘着テープを貼付した。

投球動作の撮影は、1台のデジタルハイスピードカメラ（MEMRECAM nac 社製）を用いて毎秒200フィールド、露出時間1/200秒で行った。ビデオカメラは、投球方向に対して90°の位置に置き、投球フォーム全体が入るように調整した。試技の撮影後に較正器を撮影範囲内で水準計を使い平行にして撮影した。

2 データ処理

デジタルビデオカメラから得た投球動作と較正器の二次元画像をVHSビデオテープに録画し、その画像をVTRからAppleビデオプレーを使用しPC（Macintosh）のディスプレイモニター上で再生、停止し、4つの写真（A、踏み出し脚の膝が最も高い位置にある場面・B、踏み出し脚が地面に接触した場面・C、リリース直前の肘が耳の真横にある場面・D、手からボールが離れた場面）をMac draw proを使用して身体各部位の計測点の座標・角度を読みとった。なお、写真A・Bをピッチング動作の初期、写真C・Dをピッチングの終期とする。また、各被験者20球すべてにおいて計測した。

Ⅲ、結 果

被験者Aの実験結果を表1とグラフ1に示した。被験者Aは、計測点①の平均は124.1cm、標準偏差は5.70、変動係数は4.59であった。計

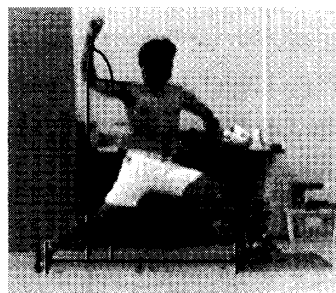
図 計測点

写真A



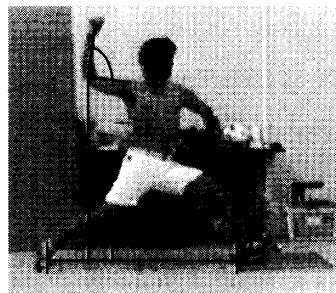
計測点：1、踏み出し脚の地面からの膝の高さ

写真B



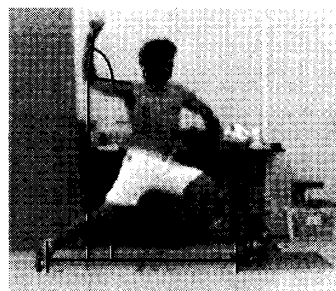
計測点：2、踏み出し脚と軸足との歩幅
3、地面からの肘の高さ
4、上腕と前腕の角度

写真C



計測点：5、リリース直前の肘が耳の真横にある時の肘の地面からの高さ
6、肘の高さを通る地面に平行な直線を引きその直線とその前腕の角度

写真D



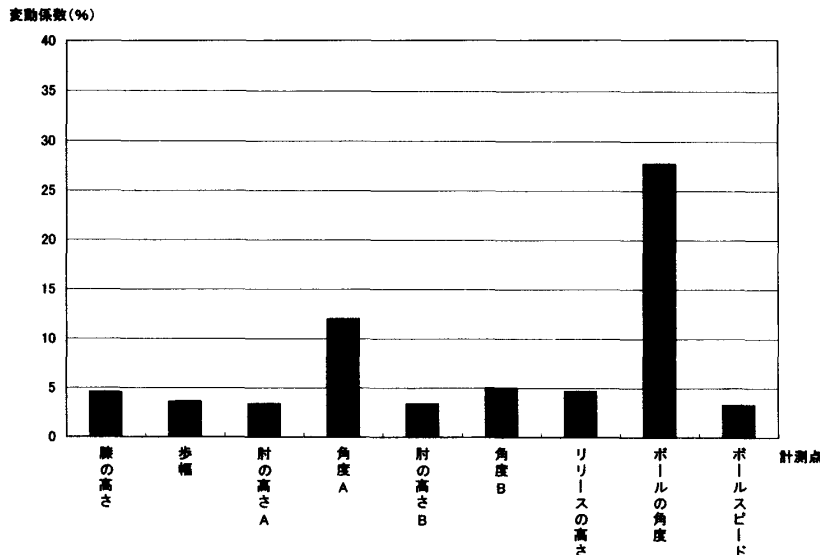
計測点：7、リリースの高さ

測点②の平均は、127.9cm、標準偏差は4.65、変動係数は、3.63であった。計測点③の平均は、120.0cm、標準偏差は、4.06、変動係数は、3.39であった。計測点④の平均は、146.8°、標準偏差は、17.62、変動係数は、12.01であった。計測点⑤の平均は、141.9cm、標準偏差は、4.82、

変動係数は、3.39であった。計測点⑥の平均は、1.9°、標準偏差は、38.98、変動係数は、5.00であった。計測点⑦の平均は、148.8cm、標準偏差は、6.96、変動係数は、4.68であった。計測点⑧の平均は、1.2°、標準偏差は、0.34、変動係数は、27.74であった。計測点⑨の平均は、115.3km/h、標準偏差は、3.80、変動係数は、3.30であった。

計測した9項目のうち一番変動係数が大きかったのは、計測点⑧であった。次に大きかったのは④であった。他の7項目は比較的小さな数値であった。

次に、被験者Bの実験結果を表2とグラフ2に示した。被験者Bは、計測点①の平均は、115.4cm、標準偏差は、9.08、変動係数は、7.87であった。計測点②の平均は、137.3cm、標準偏差は、6.50、変動係数は、4.73であった。計測点③の平均は、116.0



グラフ1 被験者Aの各計測点の変動係数

表1 被験者Aの計測結果

投球回数	肘の高さ	歩幅	肘の高さA	角度A	肘の高さB	角度B	リリースの高さ	ボールの角度	ボールスピード
1球目	111.5	119.2	115.4	153.4	142.3	7.1	153.8	0.9	109.7
2球目	115.4	123.1	119.2	129.8	138.5	0.0	150.0	1.3	115.5
3球目	115.4	126.9	123.1	119.8	142.3	7.1	153.8	0.5	111.0
4球目	130.8	130.8	123.1	150.3	150.0	0.0	161.5	1.4	110.2
5球目	130.8	126.9	123.1	172.9	142.3	0.0	157.7	1.4	110.3
6球目	126.9	130.8	123.1	166.0	142.3	8.1	146.2	1.4	120.0
7球目	123.1	126.9	123.1	159.4	142.3	0.0	142.3	0.9	110.9
8球目	126.9	130.8	123.1	159.4	150.0	0.0	142.3	1.4	119.3
9球目	123.1	138.5	119.2	164.1	146.2	0.0	153.8	1.4	114.8
10球目	130.8	130.8	119.2	159.4	146.2	0.0	146.2	1.4	120.0
11球目	130.8	130.8	126.9	166.0	146.2	0.0	161.5	1.4	120.0
12球目	126.9	130.8	123.1	150.3	142.3	7.1	146.2	1.8	115.4
13球目	123.1	130.8	123.1	135.0	142.3	0.0	142.3	0.9	114.8
14球目	123.9	130.8	123.1	159.4	146.2	0.0	153.8	1.8	115.4
15球目	126.9	130.8	115.4	135.0	130.8	9.5	134.6	0.9	118.9
16球目	123.1	119.2	111.5	135.0	138.5	0.0	150.0	0.9	110.3
17球目	123.1	126.9	115.4	140.2	138.5	0.0	142.3	0.9	114.8
18球目	119.2	123.1	115.4	141.3	138.5	0.0	146.2	1.4	119.3
19球目	119.2	123.1	115.4	104.0	134.6	0.0	146.2	1.4	116.3
20球目	130.8	126.9	119.2	135.0	138.5	0.0	146.2	1.0	119.3
平均	124.1	127.9	120.0	146.8	141.9	1.9	148.8	1.2	115.3
標準偏差	5.70	4.65	4.06	17.62	4.82	38.98	6.96	0.34	3.80
変動係数	4.59	3.63	3.39	12.01	3.39	5.00	4.68	27.74	3.29

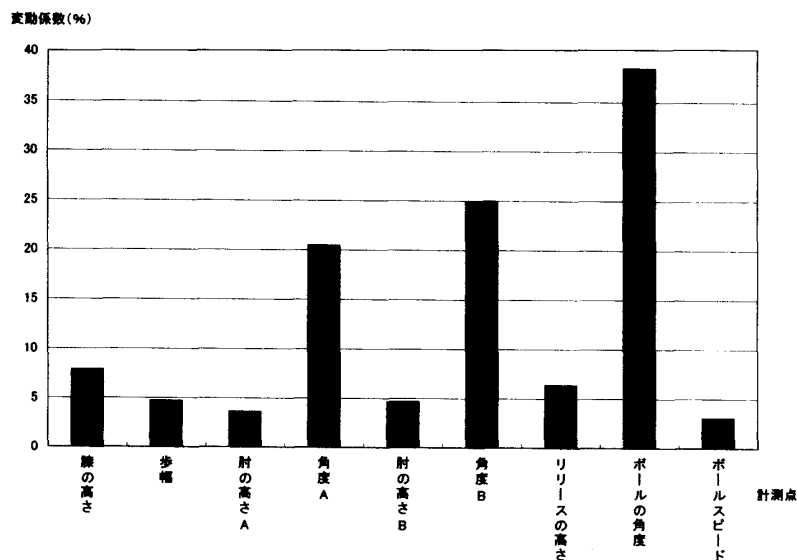
cm、標準偏差は、4.19、変動係数は、3.61であった。計測点④の平均は、107.0°、標準偏差は、21.88、変動係数は、20.45であった。計測点⑤の平均は、133.5cm、標準偏差は、6.25、変動係数は、4.68であった。計測点⑥の平均は、35.5°、標準偏差は、8.86、変動係数は、24.96

であった。計測点⑦の平均は、141.7cm、標準偏差は、9.02、変動係数は、6.37であった。計測点⑧の平均は、0.9°、標準偏差は、0.34、変動係数は、38.44であった。計測点⑨の平均は、109km/h、標準偏差は、3.30、変動係数は、3.02であった。

計測した9項目のうち、変動係数は、計測点④と⑥と⑧がかなり高い結果が出た。次に計測点①と⑦が大きかった。残りの4項目については、比較的小さな数値であった。

Ⅳ、考 察

本研究において、被験者Aについては、写真Bでの角度Aの変動係数が大きいという結果になった。これはピッチング動作の初期における前腕と上腕との関係の再現性は低いのではないかと考えられる。これに対しピッチング終期の写真Cの角



グラフ2 被験者Bの各計測点の変動係数

表2 被験者Bの計測結果

投球回数	肘の高さ	歩幅	肘の高さA	角度A	肘の高さB	角度B	リリースの高さ	ボールの角度	ボールスピード
1球目	115.5	130.8	126.9	82.9	142.3	31.0	161.5	0.5	109.7
2球目	146.2	126.9	119.2	82.9	138.5	23.2	146.2	0.5	109.7
3球目	119.2	134.6	119.2	97.1	142.3	29.8	150.0	1.4	105.8
4球目	103.8	126.9	111.5	113.2	126.9	38.7	138.5	1.0	110.2
5球目	107.7	142.3	119.2	106.0	138.5	33.7	150.0	1.4	105.8
6球目	111.5	134.6	119.2	125.5	138.5	35.5	142.3	0.9	105.8
7球目	107.7	138.5	111.5	143.1	138.5	33.7	153.8	0.5	109.5
8球目	111.5	142.3	119.2	102.5	134.6	39.8	134.6	0.9	105.8
9球目	123.1	146.2	115.4	123.7	134.6	29.8	130.8	0.5	109.8
10球目	115.4	142.3	115.4	135.0	134.6	35.5	130.8	0.9	118.9
11球目	119.2	146.2	115.4	113.2	130.8	45.0	146.2	0.9	110.3
12球目	123.1	142.3	115.4	113.2	134.6	35.5	146.2	0.9	109.5
13球目	115.4	146.2	115.4	110.6	126.9	40.6	146.2	0.9	109.8
14球目	119.2	138.5	115.4	113.2	138.5	29.8	138.5	0.9	109.8
15球目	119.2	142.3	115.4	123.7	138.5	35.5	142.3	0.9	105.3
16球目	111.5	134.6	111.5	97.1	126.9	35.5	126.9	0.5	109.8
17球目	107.7	134.6	111.5	108.4	126.9	45.0	138.5	1.4	106.5
18球目	107.7	126.9	119.2	49.4	130.8	12.5	126.9	0.9	110.3
19球目	111.5	130.8	107.7	123.7	126.9	45.0	138.5	1.4	114.8
20球目	111.5	138.5	115.4	76.0	119.2	54.5	146.2	0.5	105.0
平均	115.4	137.3	116.0	107.0	133.5	35.5	141.7	0.9	109.1
標準偏差	9.08	6.50	4.19	21.88	6.25	8.86	9.02	0.34	3.30
変動係数	7.87	4.73	3.61	20.45	4.68	24.96	6.37	38.44	3.02

度 B では再現性が高かった。このことから、前腕と上腕の関係はピッチング動作の初期から終期に向かって再現性が高くなると考えられる。計測した 9 項目のうち 7 項目においては、変動係数がかなり小さいということは非常に安定したフォームをしていると考えられる。事前調査によるコントロールについての質問の答え通り、コントロールが良いということがこの実験結果から言えると考えられる。

被験者 B については、写真 B での角度 A、写真 C での角度 B の変動係数がかなり大きいという結果となった。この 2 つの角度の変動係数が大きいということは、全体的なピッチングフォームが安定せず、コントロールも安定していないのではないかと考えられる。事前調査通り、フォームが安定しないためにコントロールが悪いと考えられる。

以上のことから、リリースの前における動作の再現性が高いほどコントロールが安定すると考えられる。被験者 A においては、ピッチング前期は再現性が低く、終期は再現性が高い、よってリリース直前の動作の再現性が高いのでボールコントロールが良くなる。一方、被験者 B においては、ピッチング前期・終期ともに再現性が低い、よってフォームが安定せず、ボールコントロールが悪くなる。このことから、ボールコントロールの安定する条件として、リリース直前の腕の再現性が挙げられると考えられる。

ピッチングの再現性について、被験者 A は高い精度で動作を行っていた。しかし、角度 A については再現性が低かった。被験者 B についても角度 A については同様であった。この理由として、「ピッチングの際にリリース前後に力を入れその他の動作ではできる限り力を抜いて投げなさい。」と言うのをよく聞くが、これが挙げられるのではないだろうか。今回の角度 A は、力を抜いている状態であると考えられ、投手自身が意識的に動かしていない、すなわち、無意識的に動かしているので変動係数が大きくなったのではないかと考えられる。

ボールスピードの変動係数が被験者 2 人ともとても小さい。これは、今回の実験では計測点

①～③、⑤、⑦がボールスピードに関係しているのではないかと考えられる。被験者 2 人ともにグラフ 1、グラフ 2 を観ると、この 5 項目の変動係数が低いからである。この 5 項目の安定がボールスピードの安定を生み出していると考えている。野球において、狙った所に投げる、ボールスピードを正確にするためにはピッチング初期の途中の動作は変動係数が大きくなり、ピッチング終期の動作は小さくなるのではないかとということも考えられる。今回の計測した 2 つの角度 A、B については、上記のことが言えるのではないと思われる。しかし、今回は角度については、試技してもらったボールがストライクかどうか、真横から撮影しただけなので正確な腕の角度がわからないため確かなことは言えない。

本研究では、投球方向から右 90° の場所から 1 台のカメラで撮影したため、腕の背中方向への動きなどが計測できないので、もう 1 台投球方向から 180° の場所（投球方向の真後ろ）に置くことによってさらに詳しいピッチング動作の再現性が見られると考えている。また、ピッチャーは、ストレート（直球）だけ投げるわけではないので変化球の時のピッチングフォームを撮影して再現性を見てみたいと考えている。

V、まとめ

本研究では、野球における投手のピッチング動作における再現性を、デジタルハイスピードカメラを用いて各計測点における変動係数を元に検証した。

デジタルハイスピードカメラを用いて計測し、そのデータを処理した結果から、変動係数は、被験者 A については踏み出し脚着地時の上腕と前腕の角度（角度 A）とボールの角度が大きくなった。その他の 7 項目は比較的小さかった。被験者 B については踏み出し脚着地時の上腕と前腕の角度（角度 A）、肘の高さを通る地面に平行な直線を引き、その線と前腕の角度（角度 B）とボールの角度が非常に大きくなった。次に、膝の高さとリリースの高さが大きく、そ

の他の項目は小さかった。被験者2人の共通点としては、踏み出し脚着地時の上腕と前腕の角度（角度A）とボールの角度が共に大きくなった。

本研究は、投球方向から右90°の場所から1台のカメラで撮影したので、腕の背中方向への動きなどが計測できなかった。さらに多くのカメラを設置し、多方面からの解析を進めれば、更に詳細なフォームの再現性が見られると考えられる。これによりピッチングコントロールとピッチングフォームの再現性を関連づけて研究できると思われる。

Ⅵ、謝 辞

本研究におきまして、実験やデータ処理にご協力いただきました神事努、望月知徳、鵜飼圭子、笹川慶、高木斗希夫、富田大輔、細井洋孝の皆様に深謝致します。

Ⅶ、参考文献

- 1) 湯浅景元：『プロゴルファーのコツを探る』
Japan Journal of Golf Sciences 2000, 13, 3, 20-27
- 2) 魚住廣信『読んでわかる見てわかるベースボールトレーニング』メディカルレビュー社（東京）1998