

トラックマンデータを用いた変化球としてのフォーシームの回帰分析

序論

近頃、プロファン野球ファンの間において、球質について耳にする機会が増えた。この要因としては、MLBでは、トラックマンデータやホークアイについてのデータが野球ファンに向けて公開されたことが挙げられる。また、ラプソードなどの投球の計測機器の登場により、これまで主観的に評価していたものが客観的な評価が可能になったことが挙げられる。そして、今回は、トラックマンデータを用いて、最も代表的な球種であるフォーシームのトラックマンデータを用いて、投球結果と球質についての分析を行う。

すでに先行研究として、デルタ・ベースボール・レポート2の八代久通が執筆したトラックマンを活用したストレート変化量の研究が存在する。この先行研究はストレートの変化量を分割して、分割した変化量ごとの打球速度や打球角度やxwobaや被コンタクト率の平均値を示すことで変化量と打席結果との関係性を示している。しかしP値やT値が乗ってない為、これらの指標と変化量との関係性が本当に統計的に有意であるのかが不明であり、またアウトなどの打席結果と変化量との結びつきが正式な論文ではないため不明である。そこで今回は、変化量ごとにストレートを分類し、回帰分析の手段を用いることで、目的変数と説明変数との統計的有意性を示すことで補完しつつ、アウトを取りやすくなるストレートの特徴はどこに存在するのかを明示していく。

1章 空振りとストレートの関係

1章の分析のテーマは、4シーム（ストレート）の回転数と球速と縦変化と横変化と相手打者の空振りとの関係性について、baseball savantの2022年度の4シームの全投球のトラックマンデータを用いて回帰分析することで球質のどの要素が空振りとの結びつきが深い要素なのかについて有意性を持って明示することが目的である。データの分析手法としては、descriptionを目的変数として、その中の項目のswinging_strikeを1として、それ以外の項目を0として設定する。また説明変数としては、縦変化と横変化と球速と回転数を用いる。縦変化としては、pfx_z、横変化としてpfx_xを用いる。この際、フットからcmに修正したデータを用いる。さらに、今回横変化の量に関しては、投手の利き手によって、データの数値がプラスとマイナスに変動が見られるため、これを防ぐ為に絶対値のデータを用いる。また、球速に関しては、打者側の体感球速としてeffective_speedとスピードガン上で計測された球速としてrelease_speedを用いる。その際、球速表記をmileからkmに変換する。最後に回転数に関しては、release_spin_rateを用いる。以上の説明変数と目的変数を用いたrを用いたロジスティック回帰によって、今回の分析を行う。

1 章結果

データの分析結果としては、以下の図1の通りである。今回の分析結果として、4 シームで空振りを取る為には、空振りと縦変化と球速と回転数の間に強い統計的有意性が見られ、空振りを取る上で重要な要素であることが示された。なお横変化に関しては、有意性が見られない形となった。また、z 値の大きさから、縦変化量とストレートの回転数がストレートで空振りを奪う上においてはとりわけ重要な要素であることが示されている。また休息に関しては、体感球速の方が、ガン上の球速より比較的重要な要素である。以上の点においてストレートで空振りを奪うという点においてはストレートの縦変化量と回転数が重要である。しかし、投球の目的は、本来 27 個のアウトを奪う事であり、ストレートで空振りを奪うことではないという点においては留意しなければならない。ゆえに次の章においては、ストレートとアウトを奪う事についての分析を行っていく。

図1 空振りとストレートの関係の分析結果

	係数	標準誤差	Z値	P値
切片	-10.36	0.275	-37.679	2/10 ¹⁶
pfx_x	-0.00007	0.0008	-0.089	0.928858
pfx_z	0.017	0.001	16.468	2/10 ¹⁶
release_speed	0.02	0.006	3.506	0.000455
effective_speed	0.021	0.005	4.059	4.93/10 ⁵
release_spin_rate	0.0005	0.00005	10.804	2/10 ¹⁶

2 章 アウトの関係性

次にストレートとアウトを奪うことについての分析を行う。引き続き 2022 年度の MLB のフォーシームのトラックマンデータを用いて分析を行う。今回は対象をフォーシームの投球データのうち、フォーシームで四球を除いてゲームが進んだ時の投球データを用いる。まずはフォーシームの変化量ごとに分類を行う。この際、変化量データとして、

縦変化を pfx_z、横変化については pfx_x を用いる。2022 年度のフォーシームの変化量の平均値が、小数点 3 桁を四捨五入して横変化が 18.98cm、縦変化が 41.11cm であった。ゆえに横変化量が 15cm 未満の物を L、15cm 以上 22cm 未満を A、22cm 以上の物を M とし、また縦変化量が 35cm 未満の物を D、縦変化量が 35cm 以上 46cm 未満を A、46cm 以上の物を L とする。なお横変化量の区分が L で、縦変化量の区分が D の場合、LD と表記し、計 9 通りに分類した。分析手法として、対象データに該当するトラックマンデータの内、events の中でもフォアボールやデッドボールを除いた物を目的変数として、single、double、triple、home_run などのヒットによる出塁の項目を 0 と置き、それ以外の項目を 1 と置く。次に説明変数として、球速として release_speed、横変化量として、pfx_x、縦変化量として、pfx_z、また回転数として release_spin_rate の数値を設定する。上記の目的変数と説明変数を用いたロジスティック回帰分析を行う。

2 章結果

解析結果は図2の通りである。9個の項目の内、MDを除いた8個の項目は、4個の説明変数の内、球速の項目が強弱問わず、アウトに対して統計的有意性を示した。特に横変化が比較的少なく、縦変化が大きいLRとARにおいてはとりわけ球速が特に強い統計的有意性を示した。また縦変化が比較的少なく横変化が強いMAやMDにおいては回転数がアウトに対して統計的有意性を示した。また、縦変化が大きいLR、MR、ARにおいては縦変化が統計的有意性を示し、とりわけシュート回転が弱い縦変化が強いLRには、縦変化だけでなく回転数もとても強い統計的有意性を示した。上記の分析により、アウト全体についてのストレートの球質の要素とアウトとの結びつきについてはある程度分かったものの、アウトを稼ぎやすい奪三振やゴロやポップフライとストレートの球質との結びつきについての深掘りを行う必要がある。次の章ではこれらの深掘りを行っていく。

図2 アウトと直球の球質との関係の分析結果

MR	係数	標準誤差	z値	p値	AR	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-7.259	1.974	-3.678	0.0002	切片	-8.264	1.817	-4.548	0.000005
pfx_x	0.002	0.012	0.214	0.8305	pfx_x	0.027	0.02	1.371	0.1705
pfx_z	0.043	0.018	2.41	0.016	pfx_z	0.032	0.015	2.203	0.0276
release_speed	0.039	0.012	3.234	0.0012	release_speed	0.043	0.011	3.815	0.0001
release_spin_rate	0.0001	0.0003	0.573	0.5664	release_spin_rate	0.0004	0.0003	1.301	0.1932
MA	係数	標準誤差	z値	p値	AA	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-2.353	0.903	-2.606	0.0092	切片	-3.777	1.156	-3.267	0.0011
pfx_x	0.009	0.005	1.859	0.063	pfx_x	-0.016	0.012	-1.258	0.2083
pfx_z	0.008	0.007	1.073	0.2833	pfx_z	0.017	0.009	1.94	0.0524
release_speed	0.014	0.006	2.328	0.0199	release_speed	0.025	0.008	3.302	0.001
release_spin_rate	0.0003	0.0002	2.148	0.0317	release_spin_rate	0.0003	0.0002	1.602	0.109201
MD	係数	標準誤差	z値	p値	AD	係数	標準誤差	z値	p値
切片	1.412	1.087	1.298	0.1942	切片	-3.124	1.805	-1.731	0.0834
pfx_x	0.007	0.006	1.281	0.2003	pfx_x	0.022	0.025	0.888	0.3747
pfx_z	-0.016	0.007	-2.358	0.0184	pfx_z	-0.007	0.011	-0.676	0.4994
release_speed	-0.008	0.007	-1.145	0.2522	release_speed	0.021	0.012	1.753	0.0797
release_spin_rate	0.0005	0.0001	2.377	0.0175	release_spin_rate	0.0002	0.0003	0.852	0.3941

LR	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-9.119	1.3777	-6.623	3.53/10 ¹¹
pfx_x	-0.01	0.0079	-1.205	0.2286
pfx_z	0.052	0.0112	4.627	3.71/10 ⁶
release_speed	0.04	0.0089	4.445	8.86/10 ⁶
release_spin_rate	0.0008	0.0002	3.599	0.00032
LA	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-1.593	0.908	-1.756	0.0791
pfx_x	-0.011	0.006	-1.856	0.0635
pfx_z	0.005	0.008	0.559	0.576
release_speed	0.013	0.006	2.111	0.0348
release_spin_rate	0.0002	0.0001	1.649	0.0992
LD	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-1.101	1.115	-0.987	0.3236
pfx_x	-0.004	0.009	-0.506	0.6127
pfx_z	0.004	0.007	0.538	0.5905
release_speed	0.014	0.008	1.863	0.0624
release_spin_rate	-0.0001	0.0002	-0.661	0.5085

3 章 三振とゴロとポップフライと球質との関係性

3-1 三振と球質との結びつき

この章では球質の要素とゴロとポップフライとの関係性について、2 章と同じ分類されたデータを用いてロジスティック回帰分析を用いる事で解明していく。まず、三振と球質との関係性から分析していく。データの対象は 2 章と同じ範囲で用いる。目的変数は、events の strikeout と strikeout_double_play を 1 として、それ以外の盗塁失敗でアウトになったものを除いた項目を 0 と置く。説明変数が先ほどと同じく、球速と回転数と縦変化量と横変化量を用いる。これらの目的変数と説明変数を用いたロジスティック回帰分析を先ほど分類した九つのデータに対して行う。1 章とは異なり、今回は見逃し三振もここでは考慮する。

3-1 結果

解析結果は図 3 のとおりである。9 個の分類されたデータ、全てにおいて、奪三振と 4 つの説明変数のうち、球速の項目が強弱問わず、奪三振に対して正の統計的有意性を示した。横変化量が大きく、縦変化はそこまで大きくない MA と MD では、回転数が奪三振に対して大きな統計的有意性を示した。尚 MA においては回転数だけではなく横変化量も奪三振に対して大きな統計的有意性を示した。また縦変化量が平均的な MR は、縦変化量が正の統計的優位性が示されたのに対して、横変化が大きく縦変化量が小さい MD においては、縦変化量が奪三振に対して負の統計的優位性が示された。縦変化量が大きい MR と AR と LR は、球速だけでなく縦変化量と奪三振に対して大きな統計的有意性が示された。その中でも横変化が少なく縦変化が大きい LR に関しては、微弱ながら横変化量が奪三振に対して負の統計的有意性が示された。縦変化量と横変化量が平均的な AA においては、球速だけでなく、奪三振に対して縦変化量と回転数が統計的有意性を示した。横変化量が少なく縦変化量がそこまで大きくない LA と LD は球速が奪三振に対して大きな統計的有意性を示した。さらに LA に関しては回転数が奪三振に対して統計的有意性を示し、LD に関しては微弱ながら横変化量が奪三振に対して負の統計的有意性を示す結果となった。上記の結果から推測すると、三振をとれるストレートは基本的に球速があるのが条件で、縦変化量が大きく回転数の多いストレートである可能性が高い。ただし、ストレートの横変化量が大きいいわばムービングの場合は、横変化量が大きく回転数が多く速いストレートが三振を奪える可能性がある。

図3 奪三振と球質の関係の分析結果

MR	係数	標準誤差	z値	p値	AR	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-18.36	1.858	-9.879	2/10 ¹⁶	切片	-25.59	1.907	-13.416	2/10 ¹⁶
pfx_x	0.014	0.011	1.31	0.19	pfx_x	0.005	0.019	0.256	0.798072
pfx_z	0.053	0.016	3.398	0.0007	pfx_z	0.051	0.051	3.692	0.000222
release_speed	0.097	0.011	8.505	2/10 ¹⁶	release_speed	0.142	0.014	12.082	2/10 ¹⁶
release_spin_rate	-0.00008	0.0003	-0.25	0.803	release_spin_rate	0.0001	0.0003	0.569	0.569328
MA	係数	標準誤差	z値	p値	AA	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-16.27	0.983	-16.545	2/10 ¹⁶	切片	-18.649	1.347	-14.063	2/10 ¹⁶
pfx_x	0.019	0.005	3.64	0.000272	pfx_x	0.001	0.014	0.092	0.92655
pfx_z	0.018	0.008	2.278	0.022709	pfx_z	0.028	0.01	2.775	0.00551
release_speed	0.08	0.006	12.902	2/10 ¹⁶	release_speed	0.096	0.009	11.087	2/10 ¹⁶
release_spin_rate	0.0007	0.0002	4.467	7.94/10 ⁶	release_spin_rate	0.0008	0.0002	4.27	1.95/10 ⁵
MD	係数	標準誤差	z値	p値	AD	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-6.304	1.241	-5.079	3.79/10 ⁷	切片	-5.879	2.305	-2.55	0.0108
pfx_x	0.007	0.006	1.05	0.293849	pfx_x	0.021	0.03	0.7	0.4842
pfx_z	-0.016	0.007	-2.245	0.024795	pfx_z	-0.01	0.013	-0.736	0.4619
release_speed	0.022	0.008	2.658	0.007868	release_speed	0.027	0.015	1.737	0.0824
release_spin_rate	0.0008	0.0002	0.0002332	0.000228	release_spin_rate	0.00008	0.0003	0.239	0.811

LR	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-26.22	1.415	-18.53	2/10 ¹⁶
pfx_x	-0.015	0.008	-2.013	0.0441
pfx_z	0.056	0.01	5.645	1.65/10 ⁸
release_speed	0.146	0.009	15.774	2/10 ¹⁶
release_spin_rate	0.0002	0.0002	0.961	0.3363
LA	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-16.58	1.099	-15.085	2/10 ¹⁶
pfx_x	-0.002	0.007	-0.232	0.816
pfx_z	-0.002	0.009	0.269	0.788
release_speed	0.091	0.007	12.222	2/10 ¹⁶
release_spin_rate	0.0006	0.0002	3.95	7.8/10 ⁵
LD	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-9.677	1.562	-6.195	5.84/10 ¹⁰
pfx_x	0.017	0.011	-1.57	0.1165
pfx_z	0.013	0.009	1.503	0.1329
release_speed	0.045	0.011	4.169	3.05/10 ⁵
release_spin_rate	0.0005	0.0002	1.886	0.0593

3-2 ゴロと球質との結びつき

次にゴロと球質との関係性から分析していく。データの対象は2章と同じ範囲の内、event項目のswinging_strikeとcalled_strikeを取り除いたデータを用いる。これにより、純粋にバットに当たって試合が動いた時のデータにすることができる。次に、目的変数はbb_typeのground_ballを1として、それ以外の項目を0と置く。説明変数が先ほどと同じく、球速と回転数と縦変化量と横変化量を用いる。これらの目的変数と説明変数を用いたロジスティック回帰分析を先ほど分類した九つのデータに対して行う。

3-2 結果

解析結果は図4の通りである。9つの分類のうち、全てにおいて、縦変化量とゴロの間に強弱問わず何らかの負の傾きが発生しており、統計的有意性が観測された。ADとMRを除いた7個の項目では回転数がゴロに対して、強弱問わず負の統計的有意性が示された。また縦変化量が大きいMRとARと

LRを除いた6つの項目においては、球速とゴロの間に比較的強い統計的有意性が観測された。シュート回転が少ないLDとLAにおいてはLDを除いて、横変化の大きさとゴロとの間に負の統計的有意性が観測された。変化量が縦横共に平均的なAAにおいては、球速とゴロとの間に強い正の統計的有意性が見られ、また横変化と縦変化と回転数との間には負の統計的有意性が見られた。このことから、ストレートが早くてかつ回転数が少なく縦変化量が少ない時にはストレートで差し込ませて詰まらせたゴロを打たせ取ってアウトを奪うことができる可能性が生じる。

図4 ゴロと球質との関係の分析結果

MR	係数	標準誤差	z値	p値	AR	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-1.931	2.258	-0.855	0.393	切片	-1.19	2.108	-0.565	0.5719
release_speed	0.021	0.014	1.526	0.121	release_speed	0.016	0.013	1.235	0.2168
pfx_z	-0.061	0.021	-2.921	0.003	pfx_z	-0.029	0.017	-1.692	0.0906
pfx_x	0.021	0.013	1.565	0.11767	pfx_x	0.019	0.022	0.86	0.39
release_spin_rate	0.00007	0.0004	0.173	0.86259	release_spin_rate	-0.0006	0.0003	-1.687	0.0915
MA	係数	標準誤差	z値	p値	AA	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-5.32	1.005	-5.295	1.19/10 ⁷	切片	-1.835	1.266	-1.449	0.147
release_speed	0.044	0.006	6.853	7.23/10 ¹²	release_speed	0.035	0.008	4.231	2.33/10 ⁵
pfx_z	-0.035	0.008	-4.368	1.26/10 ⁵	pfx_z	-0.059	0.01	-6.138	8.33/10 ¹⁰
pfx_x	0.0008	0.005	0.156	0.8762	pfx_x	-0.029	0.014	-2.092	0.036
release_spin_rate	-0.0003	0.0002	-2.003	-2.003	release_spin_rate	-0.0005	0.0002	-2.946	0.003
MD	係数	標準誤差	z値	p値	AD	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-5.519	1.137	-4.853	1.21/10 ⁶	切片	-6.704	1.958	-3.424	0.000618
release_speed	0.05	0.008	6.42	1.37/10 ¹⁰	release_speed	0.052	0.013	3.991	6.57/10 ⁵
pfx_z	-0.032	0.007	-4.736	2.18/10 ⁶	pfx_z	-0.035	0.011	-3.082	0.0002055
pfx_x	0.011	0.006	1.803	0.0714	pfx_x	0.004	0.026	0.142	0.8873
release_spin_rate	-0.0008	0.0002	-4.073	4.64/10 ⁵	release_spin_rate	-0.0002	0.0003	-0.655	0.512602

LR	係数	標準誤差	z値	p値
切片	2.502	1.508	1.66	0.096952
release_speed	0.001	0.01	0.118	0.906339
pfx_z	-0.042	0.012	-3.454	0.000552
pfx_x	-0.015	0.008	-1.775	0.07857
release_spin_rate	-0.0006	0.0002	-2.539	0.011123
LA	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-0.41	0.948	-0.433	0.66511
release_speed	0.018	0.007	2.765	0.00569
pfx_z	-0.048	0.008	-5.651	1.6/10 ⁸
pfx_x	-0.031	0.006	-5.024	5.05/10 ⁷
release_spin_rate	-0.0003	0.0001	-1.958	0.05021
LD	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-1.406	1.112	-1.265	0.205928
release_speed	0.025	0.0079	3.129	0.001756
pfx_z	-0.025	0.007	-3.665	0.000248
pfx_x	-0.012	0.009	-1.351	0.176716
release_spin_rate	-0.0007	0.0002	-3.466	0.000528

3-3 ポップフライと球質との結びつき

次にポップフライと球質との関係性から分析していく。データは3-2と同じデータを用いる。次に、目的変数はbb_typeのpup_upを1として、それ以外の項目を0と置く。説明変数が先ほどと同じく、

球速と回転数と縦変化量と横変化量を用いる。これらの目的変数と説明変数を用いたロジスティック回帰分析を先ほど分類した九つのデータに対して行う。

3-3 結果

解析結果は以下の図5の通りである。9個の分類した項目のうちARとADを除いて、縦変化量とポップフライとの間に強弱問わず統計的有意性が観測された。LAとARとMRを除いた6個の項目は、球速とポップフライとの間に強弱問わず統計的有意性が観測された。またMRとLRとARとAAを除いた5つの項目では回転数がポップフライとの間に何らかの統計的有意性が観測された。AAとポップフライの結びつきについて、縦変化量と球速とポップフライとの間に強い統計的有意性が観測された。以

図5 ポップフライと直球の球質の回帰分析結果

MR	係数	標準誤差	z値	p値	AR	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-5.101	2.824	-1.806	0.07095	切片	-3.385	2.748	-1.232	0.218
release_speed	-0.006	0.017	-0.363	0.71689	release_speed	-0.004	0.017	-0.216	0.829
pfx_z	0.071	0.024	2.994	0.00276	pfx_z	0.02	0.021	0.953	0.34
pfx_x	-0.023	0.018	-1.295	0.19524	pfx_x	0.219	0.029	0.748	0.454
release_spin_rate	0.0006	0.0005	1.124	0.26096	release_spin_rate	0.0002	0.0004	0.567	0.571
MA	係数	標準誤差	z値	p値	AA	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-1.046	1.646	-0.635	0.525178	切片	3.47	2.073	1.674	0.09415
release_speed	-0.037	0.011	-3.444	0.000574	release_speed	-0.053	0.013	-3.923	8.74/10 ⁵
pfx_z	0.057	0.012	4.3	1.71/10 ⁵	pfx_z	0.044	0.016	2.779	0.00546
pfx_x	0.006	0.009	0.009	0.475116	pfx_x	-0.029	0.023	-1.266	0.20549
release_spin_rate	0.0007	0.0003	0.0003	0.0049	release_spin_rate	0.0003545	0.0003	1.146	0.25196
MD	係数	標準誤差	z値	p値	AD	係数	標準誤差	z値	p値
切片	1.806945	2.185	0.827	0.408199	切片	7	3.798	1.843	0.0653
release_speed	-0.058	0.015	-3.871	0.000108	release_speed	-0.059	0.026	-2.321	0.0203
pfx_z	0.026	0.014	1.874	0.06082	pfx_z	-1.16	0.023	-0.005	0.96
pfx_x	-0.004	0.011	-0.31	0.756758	pfx_x	-0.058	0.055	-1.057	0.29
release_spin_rate	0.002	0.0004	4.234	2.29/10 ⁵	release_spin_rate	0.00006	0.0006	0.103	0.918

LR	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-9.814	2.008	-4.888	1.02/10 ⁶
release_speed	0.022	0.013	1.668	0.0952
pfx_z	0.071	0.014	5.007	5.53/10 ⁷
pfx_x	-0.012	0.011	-1.185	0.236
release_spin_rate	0.0005	0.0003	1.402	0.1609
LA	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-4.221	1.629	-2.592	0.00955
release_speed	-0.013	0.111	-1.139	0.254579
pfx_z	0.05	0.014	3.387	0.000706
pfx_x	0.007	0.01	0.651	0.514936
release_spin_rate	0.0007	0.0003	2.806	0.005015
LD	係数	標準誤差	z値	p値
切片	-2.035	2.453	-0.829	0.406841
release_speed	-0.031	0.018	-1.731	0.083384
pfx_z	0.062	0.018	3.355	0.000792
pfx_x	-0.011	0.019	-0.58	0.562238
release_spin_rate	0.0008	0.0004	1.908	0.056379

上の仮説に基づく、ある程度以上の回転数がある縦変化量が大きく速いストレートに関してはポップフライが取りやすくなるものの、AR や AD を見るとポップフライが球質だけでなく打者に依存している可能性がある。傾向としては先ほどのゴロとの縦変化や回転数の結びつきとは逆である。このことから、球速で打者を差し込んだ際、投げている球の縦の変化量と回転数が少ない場合、思ったよりも球が浮いてこないでボールの上を叩いてゴロになり、逆に縦変化量が多く回転数が多い場合には球が伸びてきてボールの真下付近を叩いてポップフライに打ち取ってアウトにする確率を高めている可能性が考察される。上記から考察すると、ゴロで打ち取るかポップフライで打ち取るかについてストレートの球質面での違いとして、回転数と縦変化量の大きさが要素として大きく占めている。以上でストレートの球質ごとのアウトの取り方については大まかにわかった。次の章で、ストレートを弾き返した時の打球の質とストレートの球質との結びつきを分析することによって、ストレートの球質次第で狙って打たせてとることは可能なのかについて分析したい。

4 章 球質と打球の質との関係性

この章では、打球の質とストレートの球質を重回帰分析することによって、球質と打球の質との関係性を示していきたい。用いるデータは 3-2 と 3-3 の分析に使ったデータを使って分析する。重回帰分析の目的変数として、estimated_woba_using_speedangl (xwOBA) を用いる。この指標は、打球速度と打球角度から打った打球の質を評価し他指標である。この指標を用いることで運の良いポテンヒットや、アウトになったものの守備次第ではヒットになってもおかしくない良い当たりについてのノイズを除去できる。その為、今回はこの指標を目的変数として用いる。また、説明変数の指標として、縦変化量は pfx_z、横変化量は pfx_x、球速は release_speed を使う。なお今回は回転数を説明変数として用いない。以上の説明変数と目的変数の重回帰分析を変化量ごとに分類した 9 個の項目に対して行う。

4-1 結果

解析結果は次のページの図 6 の通りである。9 つの項目とも決定係数が 0.01 未満の低い値に収まった。その為、球質と打球の質は無相関である可能性が高い。要因としては、打球の質は球質よりも打者の打球速度や打球角度などバッターの打撃能力に対しての結びつきが強い可能性があげられる。また各要素と打球との結びつきに関しては、横変化量が少ない LD や LA や LR や AR や AA の場合、横変化量と xwOBA との間に正の統計的有意性が観測された。これは、横変化量が増えれば、xwOBA の値が大きくなり、ヒット性の当たりになりやすくなることを表している。また、横変化量が平均以上に大きく縦変化量の少ない MD や AD に関しては、縦変化量と xwOBA との間に正の統計的優位性が見られた。また LR の場合、縦変化量と xwOBA との間に負の統計的有意性が見られた。なお横変化量と縦変化量が平均的もしくは平均より少ない場合、LA を除いて球速と xwOBA との間に負の統計的有意性が観測された。上記の結果から考察すると、横変化量が平均より少ない球質の場合、微弱な横変化量が増えるとヒット性の当たりを打たれる確率が高まり、縦変化量が平均より少ない球質の場合縦変化量が微弱に増えるとヒット性の当たりを打たれる確率が高まる傾向にある。さらに縦変化と横変化が少ない球質の場合は球速が遅いとヒット性の当たりが増える傾向にある。言い換えると制球が乱れてこれまで平均より低く抑えていた余計な変化量が微妙に増えてしまった場合、三振やゴロやポップフライに打ち取

っていた物がヒットや長打性の当たりを許して失点につながる確率が上がりやすくなる傾向にある。ただし、あくまでも xwOBA は球質との結びつきがとても弱く打球速度や打球角度との関係性が強い指標なので、球質との結びつきについては参考程度に耳に入れるくらいで良いだろう。

図6 打球と直球の球質の回帰分析結果

MR	係数	標準誤差	t値	p値	AR	係数	標準誤差	t値	p値
切片	0.596	0.415	1.436	0.151	切片	0.327	0.401	0.814	0.4159
release_speed	-0.001	0.002	-0.579	0.563	release_speed	0.001	0.002	0.255	0.7984
pfx_z	-0.0003	0.004	-0.092	0.927	pfx_z	0.002	0.003	0.788	0.4306
pfx_x	-0.00004	0.003	-0.017	0.986	pfx_x	-0.007	0.004	-1.743	0.0815
決定係数	0.0001518				決定係数	0.001424			
MA	係数	標準誤差	t値	p値	AA	係数	標準誤差	t値	p値
切片	0.766	0.192	3.982	6.89/10 ⁻⁵	切片	1.306	0.205644	6.352	2.25/10 ⁻¹⁰
release_speed	-0.001	0.001	-1.064	0.28755	release_speed	-0.007	0.001287	-5.271	1.4/10 ⁻⁷
pfx_z	-0.002	0.002	-1.604	0.1087	pfx_z	-0.002	0.001573	-0.973	0.331
pfx_x	-0.003	0.001	-2.833	0.00462	pfx_x	0.005	0.002309	2.157	0.031
決定係数	0.001227				決定係数	0.004624			
MD	係数	標準誤差	t値	p値	AD	係数	標準誤差	t値	p値
切片	0.755	0.313	2.413	0.01593	切片	0.942	0.34	2.77	0.00567
release_speed	-0.003	0.002	-1.613	0.10698	release_speed	-0.004	0.002	-1.845	0.0652
pfx_z	0.005	0.002	2.974	0.00298	pfx_z	0.004	0.002	1.737	0.08261
pfx_x	-0.0006	0.002	-0.258	0.79682	pfx_x	-0.002	0.005	-0.437	0.66212
決定係数	0.006484				決定係数	0.003836			

LR	係数	標準誤差	t値	p値
切片	0.963	0.267106	3.606	0.000314
release_speed	-0.002	0.001603	-1.484	0.137854
pfx_z	-0.005	0.002058	-2.629	0.0086
pfx_x	0.002	0.001509	1.649	0.099227
決定係数	0.002753			
LA	係数	標準誤差	t値	p値
切片	0.523	0.175	2.995	0.00276
release_speed	-0.001	0.001	-1.042	0.29727
pfx_z	0.0001	0.002	0.1	0.92036
pfx_x	0.0028	0.001	2.517	0.01185
決定係数	0.001018			
LD	係数	標準誤差	t値	p値
切片	0.794	0.181	4.388	1.18/10 ⁻⁵
release_speed	-0.004	0.001	-2.894	0.00382
pfx_z	0.0004	0.001	0.362	0.71736
pfx_x	0.003	0.001	2.318	0.02052
決定係数	0.003608			

まとめ

今回は、ストレートのトラックマンデータに記載された変化量や球速や回転数を用いて、主に投球結果から回帰分析を行うことで、投球結果とストレートの球質との結びつきを定量化しようと試みた。今回の分析は、自分が立てた仮説におおむね沿った結果を出す事ができて、LR、シュート回転が少なく縦変化量の多いストレートが最も投手有利なストレートであることがわかった。しかし、今回の分析では、投球に占める大きな要素である緩急や縦横の揺さぶりといったストレートと変化球との組み合わせ

を無視してストレートの球質だけで分析を行ったことで、無視した投球の大きな要素とストレートとの関係性を示していないのが今回の分析の課題である。この辺りを考慮した分析を行なっていく事で、投球におけるストレートの効果や役割をより厳密に深く捉えることが可能である。その為、変化球の分析を行なっていくことで、卒業論文では、投球における左右高低の揺さぶりや近年のトレンドであるピッチトンネルといった直球と変化球の組み合わせについての分析を行なっていきたい。最後ではあるが、この長い駄文を最後まで付き合ってもらったことに感謝申し上げる。

参考文献

データ引用

Baseball savant, Statcast Search, MLB,

https://baseballsavant.mlb.com/statcast_search?hfPT=FF%7C&hfAB=&hfGT=R%7C&hfPR=&hfZ=&hfStadium=&hfBBL=&hfNewZones=&hfPull=&hfC=&hfSea=2022%7C&hfSit=&player_type=pitcher&hfOuts=&hfOpponent=&pitcher_throws=&batter_stands=&hfSA=&game_date_gt=&game_date_lt=&hfMo=&hfTeam=TOR%7CBAL%7CTB%7CBOS%7CNYY%7CCLE%7CKC%7CDET%7CMIN%7CCWS%7CLAA%7CHOU%7COAK%7CSEA%7CTEX%7CATL%7CMIA%7CNYM%7CWSH%7CPHI%7CMIL%7CSTL%7CCHC%7CPIT%7CCIN%7CARI%7CLAD%7CSF%7CSD%7CCOL%7C&home_road=&hfRO=&position=&hfInfield=&hfOutfield=&hfInn=&hfBBT=&hfFlag=&metric_1=&group_by=team&min_pitches=0&min_results=0&min_pas=0&sort_col=pitches&player_event_sort=api_p_release_speed&sort_order=desc#results, 2022 年 11 月 2 日

先行研究

八代久通,トラックマン (Trackman) を活用したストレート変化量の研究. デルタベースボールレポート 2, 2018 年 10 月 29 日, 105~116