



## スポーツ科学者の立場から

## 神事 努

國學院大學人間開発学部健康体育学科

バイオメカニクスを専攻し、中京大学大学院にて博士号（体育学）を取得。国立スポーツ科学センター、国際武道大学を経て、現職。投手の動作解析を中心とした研究で、第18回日本バイオメカニクス学会奨励賞、第55回東海体育学会奨励賞、日本バイオメカニクス学会優秀論文賞、秩父宮記念スポーツ医・科学賞奨励賞を受賞。2016年まで東北楽天ゴールデンイーグルスの戦略室 R&D グループに所属し、スポーツ科学を使ったチームの強化を推進した。



## 野球を科学の対象として扱うこと

「科学というものは、あることをいう場合に、それがほんとうか、ほんとうでないかという学問である。つまり、いろいろな人が同じことを調べてみて、それがいつでも同じ結果になる場合に、「ほんとうである」といえるのである」（中谷，1958）。ほんとうかどうかを明らかにするためには、再現可能な現象を自然界から抜き出すことが必要である。しかしながら、この再現可能かどうかをスポーツを科学的に扱ううえで厄介な問題となる（深代ほか，2000）。

野球において、ボールやバットなどの物質を扱う場合と、トレーニングや技術など身体を扱う場合とでは、再現可能かどうかが大きく異なる。たとえば、投球したボールの変化を調べたいとき、ボールの速度、回転速度、回転軸の方向、投射角、空気の密度がわかれば、ボールの軌道のある程度再現できる。ナックルボールのようにボールの縫い目がどうなっているのかがわかれば、軌道の再現性は高くなる。しかし、厳密に言えば、ボールも個体差があるし、空気の力とボールの回転についてもまだわかっていない部分もあり、完全にボールの軌道を再現できるわけではない。とはいえ、身体を対象とするよりはだいぶ科学として扱いや

すい。

## トレーニングを科学の対象とする

ある高校球児が冬にウエイトトレーニングを行い、打球速度がトレーニング前よりも上がったとする。しかし、これがそのトレーニングをしたから打球速度が上がった、とは言いきれない。トレーニングをしなかったから打球速度が上がらなかった、と言えなければ、ほんとうであるとは言えないのである。トレーニングをしてしまったからには、しなかった場合と比較することはできないので、ほんとうかどうかを確かめられないのである。

実際にこの問題をどう扱っているかという、いろいろな状況や環境の選手をランダムに選択し、大勢の人に同じトレーニングさせてみるのである。100人のうち99人までの人が、打球速度が増大したとすれば、これは確かに効果があったと言わざるを得ない。トレーニング以外に打球速度に影響しそうなことを、無視できるように単純化する。身体を科学の対象とする場合は、多くの条件を近似的に扱うしかほかない。

## 動きの科学における単純化の問題

バイオメカニクスという学問領域では選

手の動きを扱う。投球動作で言えば、人がどうやって投げているのか、うまい人の投げ動作は何が違うのか、うまくなるにはどうしたら良いのか、怪我をしない投げ方はどんな投げ方かなどを対象としている。これら対象も再現性に大きな問題が生じる。ほんとうかどうかを調べるには、繰り返し発生するかどうか調べれば良いのであるが、機械ではなく人が投げている以上、全く同じ動作が再現されない。疲労という問題もあり、際限なく繰り返すことができない。そこで、多くの投手に投げさせて、その共通する動きを実験によって確かめるのである。このとき、投手は好き勝手に投げるわけではない。自然界には法則がきちんとあって、条件を一定にしてやれば、同じ現象が起こるはずだという仮定のもと実験を行うのである。もちろん条件を完全に一定にすることは不可能である。しかし、なるべく条件を一定にしたならば、だんだん再現可能に近い状態が得られるだろうとして、この条件をなるべく簡単に、あるいは一定にして行ってみるのである。投球の実験であれば、打者のいない室内のマウンド上で、捕手に向かって4シームを全力で投球させることが多い。球種は制限され、ランナー、アウトカウントも無視することで、実際の試合を単純化して実験するのである。



### 野球の目的

公認野球規則の第1条には「各チームは、相手チームより多くの得点を記録して、勝つことを目的とする」と記述されている。つまり、野球は勝つことを目的としている。そして、勝つためには失点よりも得点が上回ることが必要となる。投手は失点を防ぐために何をすれば良いのか考えなくてはならない。

投手は三振を奪えば、ほぼ100%アウトカウントが増える(表1)。内野フライに関してほぼアウトとなる。ゴロは、長打の危険性が低く、75%前後がアウトとなる(Baseball savant)。外野フライは78%がアウトになるものの、14%がホームランとなるためリスクが高い打球でもある。ライナーを打たれると34%しかアウトにならない。ホームランは即失点となり、四死球も失点のリスクが高い。つまり、投手は奪三振や内野フライを打たせ、ホームランを打たせず、四死球を与えないような投球をすれば良い。また、ライナーはもとより、外野フライよりもゴロを打たせたほうが失点は少なくなるだろう。

表1. 2016年のMLBにおける打者の打席結果と失点のリスク

打席結果	起こりうるリスク
奪三振	ほぼ100%アウトが見込める
内野フライ	98%前後アウトが見込める
ゴロ	75%前後アウトが見込め、長打も少ない
外野フライ	78%前後アウトが見込めるが、14%本塁打
ライナー	34%前後のアウトしか見込めない
四死球	無条件で攻撃が継続、失点可能性が高まる
本塁打	無条件で攻撃が継続、かつ失点が生じる

### 単純化された実験と実際の試合

バイオメカニクスの分野では、速いボールをどうやって投げるのかということが議論されることが多い。これは、「4シームのボール速度が大きい投手は失点のリスクが少ない」と想定し、野球の構造を単純化して考えて

いるからである。2016年のMLBで投球されたボールの球種割合をみると(Baseball savant)、4シームが36%ともっとも多く投球されている(図1)。それらボールを投球した場合の結果の割合をみてみると、4シームの空振り割合は16%と、2シーム以外のすべての球種よりも空振りが取れない。また、ゴロになりやすく、ライナーや外野フライになりやすい。ストレートは「投球の中心」と言われるものの、実際は全体の4割程度であり、他の球種に比べて失点のリスクが高い球種なのである。実験で単純化された状況は必ずしも成り立っていないのである。

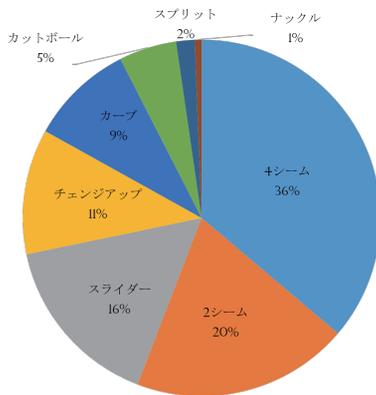


図1. 2016年にMLBで投球された球種の割合

表2. 2016年にMLBで投球された各球種の結果割合

球種	空振り/スイング	内野フライ	ゴロ	外野フライ+ライナー	ファール
4シーム	16%	3%	14%	20%	47%
2シーム	13%	2%	25%	20%	40%
スライダー	33%	3%	16%	16%	33%
チェンジアップ	30%	2%	19%	17%	31%
カーブ	31%	2%	19%	16%	32%
カットボール	22%	3%	18%	18%	39%
スプリット	32%	2%	19%	14%	32%
ナックル	25%	4%	17%	19%	36%

### ボール速度が大きくなると打撃結果はどうなるのか?

2016年のMLBにおける4シームのボール速度の平均値は、150.2km/hであった。そして、ボール速度が大きくなると空振りの割合

が増える(図2)。さらに、ライナーや外野フライが減り、失点のリスクは減る。したがって、ボール速度を大きくさせることは重要ではある。しかし、155km/hを超えても空振り割合はせいぜい20%程度であり、他の球種よりも劣る。高速な4シームであっても、失点のリスクは高いままである。

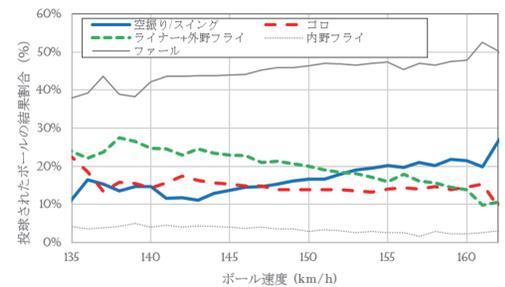


図2. 2016年にMLBで投球された4シームのボール速度と投球の結果割合

### “Bridge the gap”の“gap”を生むものはなにか?

研究の結果を指導の現場で活用するためには、研究の結果を簡易な表現でわかりやすく説明することももちろん必要である。しかし、現在の研究の成果は、単純化した部分が多く、野球で起こる現象を説明できる部分がまだまだ少ない。野球で起こる現象のすべてが、研究の対象として扱いやすいわけではない。「全力で投球した4シーム」のように、再現性が保証されていて、数値化しやすい方向にのみ科学は進歩していく。研究者が論文を書くのは仕事の一つではあるが、論文の書きやすさと、野球で起こる現象の真理を追究することが必ずしも一致していないのである。研究者は、現場に心を「開く」と同時に、新しい研究の切り口を「拓く」ことも考えなくてはならないのではないだろうか。

一方、今の研究が不十分だからといって、指導の現場は科学を無視することはできない。科学的な検証を経て、正しいことと間





違っていることの知見が積み重ねられている。「こうしたほうが良いはずだ」とか、「そんなことをしてもあまり意味がない」といえる部分は増えてきている。選手や指導者がいかに多くの経験を積み重ねていても、偶然や誤りも多くある（浅見，1985）。最近では高速度で撮影できるカメラが普及しており、フォームを客観的に観察できるようになった。しかし、視覚から得られる情報（位置や速度）と力の情報は位相がずれるため、運動の結果とその原因を誤って解釈をしてしまう場合も多くある（例えばボールを手から離す直前、

ボールは捕手方向に速度を持っているが、力の方向は下向きとなる）。科学の知識は、感覚を補強し、誤りを補正するのに役立つ。選手が競技を続けられる期間は限られている。科学の進歩と普及によって、試行錯誤する時間が短縮すれば、その時間を他の練習に向けることができる。また、決定的な間違いによって選手生命を奪うことも少なくなるだろう。「Bridge the gap」によって、野球というスポーツが持つ競技性や本来の面白みがさらに強調され、野球の文化的価値が高まっていくことを祈っている。

## 参考文献

浅見俊雄（1985）スポーツトレーニング（現代の体育・スポーツ科学）。朝倉書店：東京，pp. 5-11.

Baseball savant. <https://baseballsavant.mlb.com/>（参照日 2017年8月8日）。

深代千之・平野裕一・桜井伸二・阿江通良（2000）スポーツバイオメカニクス。朝倉書店：東京，pp. 6-8.

中谷宇吉郎（1958）科学の方法（岩波新書）。岩波書店：東京。

