

March 2, 2013

「捻りモデル」から考察する テッド・ウイリアムズの「バッティングの科学」

＜力を生み出すメカニズムと理論の応用について＞

猪膝武之
ino@kusumoto.co.jp

本日は、発表の機会をいただきまして、ありがとうございます。前回は、2011年の第10回研究会に発表させていただきましたので、今回は二年ぶり三回目の発表ということになります。

簡単な自己紹介ですが、私は、普段は楠本化成(株)という化学系のメーカーに勤めている会社員で、個人で野球動作のメカニズムについて研究させていただいており、気がつけば20年以上になります。

野球のメカニズムというと、野球の研究には、例えば打球速度を上げるには、インパクトでのバットスピードを上げなければいけないという、「回転」に基づいた、いわゆる「回転モデル(Rotational Model)」が一般的に広く信じられていますが、私が研究しているのは捻りの組み合わせに基づくモデルで、「捻りモデル(Twisting Model)」と名付けたモデルについての野球の動作研究です。

「回転モデル」をベースにメカニズムを研究されている方々とは理論も結論も違ってくるため真っ向から意見が対立しており、どちらのモデルが実際の野球動作に合っているかについては、議論の対象となってまいりました。

今日お話をさせていただく内容は、こうした「捻りモデル」と「回転モデル」の争点についての解釈とともに、実際に「捻りモデル」を野球をプレーする選手に対してどの様に应用していくかについて考察したものです。その目的の為にテッド・ウイリアムズの著作「バッティングの科学(The Science of Baseball)」を題材に取り上げました。

発表内容

1. バッティングにおける「力」について

何がボールを前に飛ばすのか

2. 力の性質について

- ・ 流し打ち・引っ張り・手打ちの違いについて
- ・ 「体重の乗った打ち方」とは何か

3. フィールドワークに向けて

- ・ グリップ/右手と左手の役割について
- ・ 体の違いを考慮する (捻り幅とステップ位置について)

「バッティングの科学」における打撃の説明はかなり感覚的な表現が多く、実際にどのような動作が力学的にどのような力を生み出しているかについて理解しにくいように思われます。さらにウィリアムズ自身「回転」あるいは「ピボットの様な動作」という表現を使っているため、彼の説明は「回転モデル」に基づくものだという解釈がアメリカにおいても一般的なのですが、「捻りモデル」の立場から彼の説明を解釈すると、シンプルにある特定の性質を持つ力を生み出すことがわかります。またその説明は理論からの予想と矛盾がなく、むしろ「捻りモデル」を採用する方が、理解が深まることわかります。ある意味、時空を超えてテッド・ウィリアムズに対してフィールドワークを行ったような結果となり、非常にエキサイティングな内容となりました。

本日の発表の構成ですが、これら三つの項目についてお話ししたいと思います。

その際に「バッティングの科学」における打撃のメカニズムについて「捻りモデル」の立場から解釈していくという内容のため、まず「バッティングの科学」からメカニズムに関する説明を抜粋し、次に「捻りモデル」から関連する内容を紹介します。

そして最後に、「捻りモデル」から考察し、力学的に無理のないと思われる説明をお話するというスタイルで、バッティングにおいて発生するエネルギーや力といった成分について説明するスタイルを進みたいと思います。

また説明の中に、先ほどお話ししました「回転モデル」との違いや争点についても述べたいと思います。

そして最後に、今後のフィールドワークを想定し、重要と思われる箇所についての統一事項について、それぞれ説明したいと思います。

バッティングにおける「力」について

(バッティングの科学)

スイングの要 – 腰

私は、腰のひねりほど大事なことは、思いつく事もできない。...体重を両足に均等にかけてから、腰は水平に動き始めるが、実際にスイングの動きにはいるまでは腰の動きを気にかける必要はない。腰と手の構えは前足を踏み出しているうちに決まる。

この時、前のひざが回って、腰が後ろに回転しやすくなる。腰がひねられるのは。前足を踏み出している時である。...

それは振り子のような動きである。動いて、またその逆方向に動く。
メトロノームである。

ハッキリした意識はないかもしれないが、ボールを投げるのも、ゴルフのクラブをスイングするのも、投げ釣りの竿を振るのも、皆同じ動きなのだ。後ろに引いてから、また前に動く。

それではまず、バッティングにおける「力」について考えていきたいと思います。まずはウィリアムズの著作からです。

わかりにくいかもしれませんが読んでみましょう。

英文でもわかりにくい内容ですが、翻訳でさらに解釈が難しくなっていると思います。例えば原文では“cocking of the hips”とあるところ、訳しようもないのですが単に「腰のひねり」と訳されているところです。

しかしここは翻訳についての説明ではないので、あえて日本語をそのまま記載させていただきました。

バッティングにおける「力」について

(バッティングの科学)

腰がスイングをリードする

第2球が投げられた。打者の腰と手はためられ、頭は後ろよりの所定の位置から動かない。多かれ少なかれ体が巻き込まれるが、その方向は、あとで腰を回転させて開く時とは正反対で、力の入れ具合は腰を開く時と同じくらい。腰が回るとつれて手がフォローし、ゴルフと同じように、手の後ろからバットがついていく。ヒッティング・エリアにはいるにつれ、スピード・アップされるのもゴルフと同じ。バットは手に、手は腰に、自然に従っていく。

腰が先導しない限り、正しい動きは望みえない。

こちらは別の抜粋です。原文では“hips and hands are cocked”のところ、「腰と手はためられ」となっています。

バッティングにおける「力」について

(バッティングの科学)

写真による説明 (1)



(Picture 1)



(Picture 2)



(Picture 3)

続いてイラストによるウィリアムズの説明です。

(Picture 1)

腰のひねり(大きな矢印)は、ゴルフでは早くから決定的要素、とされているが、野球では、それほどやかましくはわれていない。

だが、バッティングのパワーの源泉である。これは前足の踏み出しと連結して起こる動きであって、腰と肩の回転を容易にするために、前足のひざ(矢印)が回っている。手がしぼられている(cocked)点にも注意。

(Picture 2)

パワー・スイングをフルにやる時、手(矢印)は...

(Picture 3)

バットを引っ張って、ヒッティング・ゾーンを通り、腰が開く(hips are opens up)

バッティングにおける「力」について

(バッティングの科学)

写真による説明 (2)



(Picture 4)



(Picture 5)

(Picture 4)

手は、まだリードしている。両腕は伸び、スイングの円弧は...

(Picture 5)

大きくなりながら、バットの芯でボールをとらえる

バッティングにおける「力」について

(「捻りモデル」)

「捻りモデル」について

スポーツの才能とは何だろうか？

同じ体重、身長選手でも身体能力に差が見られるのはなぜ？(錦織、イチロー、松坂等の一流選手と他の選手あるいは一般人との違いは何だろうか？)

テニス・野球・ゴルフの例

選手によって打球の飛距離、投球スピードに差が見られる。必死に練習をしたからといって同じようにできるわけではない。

「運動時の股関節の稼働域」が違うことで、力を生み出す能力に差が出るのが説明できる。

第10回研究発表資料”A new batting model for the Twisting Model”参照

今回は、第4回および第10回研究会で発表させていただいた「捻りモデル」が考える力について御説明いたします。

今回発表の主題ではないので、少々駆け足になりますが、ご了承ください。

私の研究テーマは、野球における才能とは具体的に何か、才能ある選手と普通の選手とでは、力学的に具体的に何が違うのかというところから始まりました。その結果、一連のバッティングや投球動作を、上半身と下半身における「捻りの組み合わせ動作」と考えることで、従来の「回転」(バットスピードや腕の振り)を基にしたモデルとは全く違う性質の力が生み出されること、また才能ある選手とそうでない選手の違いは、動作時の股関節稼働域の大きさに起因する構造的な要素が大きい事が説明できるようになりました。

この「捻りの組み合わせ動作」により力を発生させているモデルを、「捻りモデル」としています。

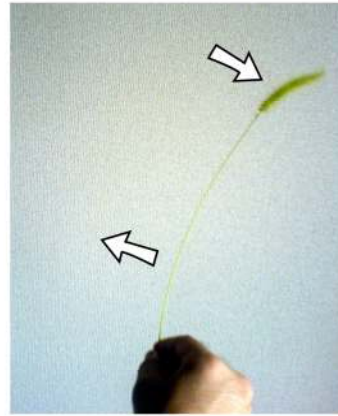
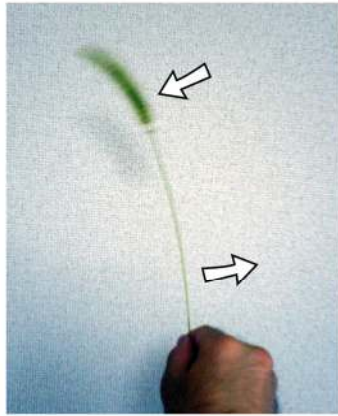
もともとは、SABRのweb上で議論を進めるにあたり、既存の体の回転に起因したモデル「Rotational Model」に対して、私が勝手に「Twisting Model」として話を進めたのですが、今では大分「Twisting Model」という呼び方は定着した感があります。

ちなみに捻りと言っても、捻りの組み合わせでなく単捻りを考察した例は過去にもあります。しかしそれらのモデルは、捻りのトルクをバットスピードを上げるために寄与させるモデルであり、後ほど説明いたしますが、従来の「回転モデル」と基本的には同じ分類と考えてよいと思います。もし先ほどのウィリアムズの説明で、皆さまが思い浮かべたのが、単純な捻り戻しからバットのスピードを上げるといった動作でしたら、そのモデルは回転モデルに分類されるということによいでしょう。

バッティングにおける「力」について

(「捻りモデル」)

しならせることで力を蓄える



しなりを生むには、反対方向の力を組み合わせなければならぬ。

では「捻りモデル」が、どのような力を生み出すかについてご説明いたします。

研究の初めのころには、投げる、打つといった野球の動作について実際のプレーなどを通して、ばくぜんと筋肉から発生するいわゆる「筋力」による力よりも、体全体をしならせてばねのような力を発生させるメカニズムがあるように思われました。

そこで、体をしならせるようなメカニズムが野球の動作にあり、かつしならせることで発生する力が、筋力よりも投げる、打つといった野球の動作の源であると想定し、野球の動きを観察してみました。

まず「しならせて力を生み出す」にはどうすればよいかというと、写真のように方向の違う動き、ベクトルを組み合わせる必要があります。いわゆる「テンソル量」ですが、ベクトルの組み合わせによりひずみの応力が発生します。メトロノームの動きに似ていますね。

こうした動きが実際の動作にあるか見てみましょう。

バッティングにおける「力」について

(「捻りモデル」)

上半身の捻りと下半身の捻りを別々に使うことで、体全体のしなり(パワー)を生み出している(メトロノームの動き)



これはテニスの写真ですが、ラケットでボールを打つ動作をするときに、上半身と下半身を別々に使っていることがよくわかる写真なので、あえて最初にご紹介しています。テニスのフォアハンドでは、反対方向の動きを組み合わせることで、体をしならせてボールを打っているのがわかります。

あえて最初から「捻り」と言ってしまうのですが、まず体を捻り、その後下半身を先に動作させ、インステップすることで下半身に「捻り戻し」の力を発生させます。そこにタイミングよく遅れてきた上半身の捻りをぶつけることで反対方向のベクトルの組み合わせを発生させることで、ひずみの応力を発生させていると考えられます。

ウィリアムズの説明を思い起こしてみましょう。「腰がひねられるのは、前足を踏み出している時である。...それは振り子のような動きである。動いて、またその逆方向に動く。 **メトロノーム**である。...後ろに引いてから、また前に動く。」

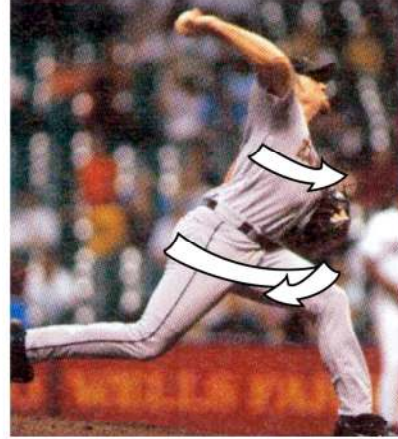
皆さんも、テニスをするときにこのような体の使い方をしていたと思いついたことはありませんか？

ちなみに下半身を前方に動作させるときには、反作用により上半身は後方に捻られるので、「腰がひねられるのは、前足を踏み出している時である」という説明と合致します。

バッティングにおける「力」について

(「捻りモデル」)

上半身の捻りと下半身の捻りを別々に使うことで、体全体のしなり(パワー)を生み出している



さて、野球の動作を見てみましょう。これはブラッド・リッジという速球派ピッチャーの写真です。

先程のテニスの写真と同様の視点から見ると、どうも股関節を境に上半身と下半身を別々に使うことで、しならせるような力を発生させていることが見てとれます。下半身を踏み出す動作による反作用で、上半身が後方に捻られていることが良くわかります。

「腰がひねられるのは。前足を踏み出している時である。...それは振り子のような動きである。動いて、またその逆方向に動く。メトロノームである。...後ろに引いてから、また前に動く。」

「動いて、またその逆方向に動く」というのは、下半身の捻り戻しの動きと合致します。

バッティングにおける「力」について

(「捻りモデル」)

上半身の捻りと下半身の捻りを別々に使うことで、体全体のしなり(パワー)を生み出している(例3)



テニスのレシーブ(例1)との基本的な違いは、手首の向きだけ！

今度はバッティングの写真ですが、こちらも股関節を境に、上半身と下半身を別々に使い力を発生させていることがわかります。

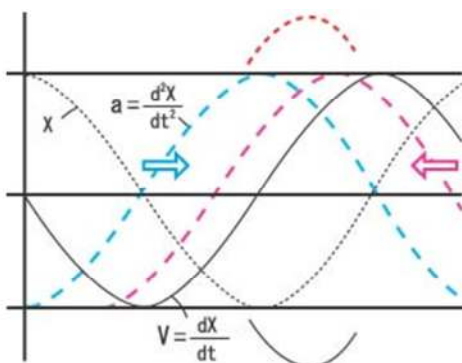
「捻りモデル」では、パワーのあるバッターは、このようにインステップすることで、強い捻り戻しの力を発生させていると考えられます。

また、いわゆる「壁を作る」といったあいまいな表現は、こうした動作、下半身の捻り戻しに上半身の捻りがぶつかっている様子を、感覚的に説明しようとしたものと考えれば理解できるでしょう。

バッティングにおける「力」について

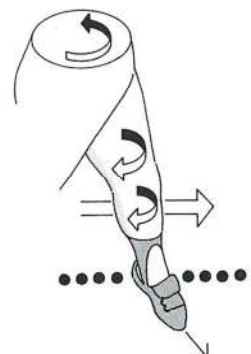
(「捻りモデル」)

上半身の捻りと下半身の捻りを別々に使うことで、体全体のしなり(パワー)を生み出している事は、波の干渉で表現できる



力を生み出すのに、何故タイミングが重要なのか説明できる(捻りの組み合わせ)

(Illustration 1)



股関節を中心とした上半身と下半身の捻りの組み合わせ

(Illustration 2)

「科学する野球」から

さて先ほどから捻り捻りと言っていますが、私はこの上半身と下半身を反対方向に動かす動作は、1980年代に「科学する野球」という著書で村上豊さんが指摘されましたが、体を捻ることで生み出されていると想定しました。

余談ですが、私は「科学する野球」は単捻りをベースとした議論と思ってきましたが、Illustration 2に見られるように、著者の村上豊氏は、上半身と関心の捻りの組み合わせを意識していたと思われます。ただ科学する野球では、この動作が、従来の「回転モデル」と同様にバットのスピードに寄与するとした説明はありますが、捻りの組み合わせから生まれる力と単純な捻りから生まれる力の性質の違いには記載はありません。

さて、右の図のように上半身と下半身の捻り応力がぶつかると大きな干渉が起こり、先ほどの猫じゃらしのしなりのように、体全体に大きなひずみの応力を発生すると考えられます。このひずみ応力を投げる・打つといった動作に利用していると考えるのが「捻りモデル」です。

捻りから生み出される力は波と同様の性質を持つことから、左の図では、左と右から来た波が干渉している様子を表そうとしています。

この様に「捻り」から生まれる応力は波の性質を持つため、「動いて、またその逆方向に動く」といったメトロノームのような動きを生み出せるのです。

この「捻りモデル」についての検証は、前回第10回研究会の発表でもお話ししたので、ご興味のある方は、第10回発表資料を御参照ください。私の名前 (takeyuki inohiza) からも検索できると思います。

バッティングにおける「力」について （「捻りモデル」による「バッティングの科学」の解釈）



ウィリアムズの説明に、「捻りモデル」の解釈、捻りの組み合わせによる動きを追加してみると、板バネをしならせたようなポテンシャル（青線）が描かれる

いよいよ、「捻りモデル」の立場から、ウィリアムズの説明を解釈してみましょう。前述のイラストに、「捻りモデル」から想定される動きを追加してみました。

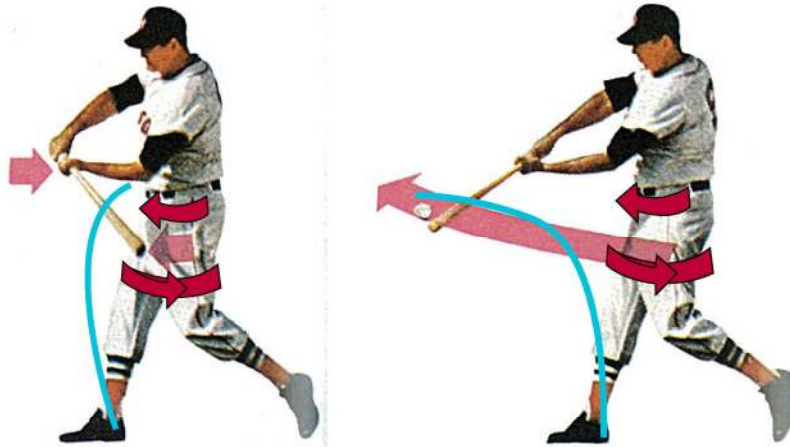
（Picture 1）

足を踏み出すことによる下半身の捻りだしを追加してみました。

（Picture 2）

下半身の捻り戻しと、上半身の捻りだしを追記しました。これはウィリアムズのいう「メトロノームの動き」を説明します。「動いて、またその逆方向に動く」と表現した振り子のよ様な動きと考えられ、このとき体幹に発生する応力は、青線であらわしたようにまるでバネをしならせたようなポテンシャルであると説明できるでしょう。このオリジナルの手部分の矢印は慣性力と考えられます。

バッティングにおける「力」について (「捻りモデル」による「バッティングの科学」の解釈)



体幹ひずみからのポテンシャルによりバットは前方に動かされる。前足に体重が移動することで、この力は大きく使うことができると予想される

「捻りモデル」では、まさにこの様な青線の体幹ひずみポテンシャルが捻りの組み合わせで生みだされると考えられ、ウイリアムズの説明と矛盾なく符号することがわかります。(実はウイリアムズは、最初から後ろに体を捻っていてはパワーがでない」と記述しています)

さてこうしたポテンシャルがバットを前方に振りだす力の源泉となると考えると、前足に体重をしっかり移動することで、ポテンシャルは強まる事が予想されます。

バッティングにおける「力」について

(「捻りモデル」による「バッティングの科学」の解釈)



ポテンシャルを溜めるまでの動作で、体に力を入れず柔らかく使うことで、より大きなひずみを得ることができる。必ずしも速く動かす必要はないと考える。

また「捻りモデル」の観点からは、「腰がまわるにつれ手がフォローする」といったバットスイングは一つの動作ではなくて、ポテンシャルを溜める動作とリリースする動作の2行程に分けて解釈できます。

「捻りモデル」の解釈では、ここまでは先ほどの青線でしめしたポテンシャルを溜める動作で、板ばねで例えればバネをしならせるための動作で、より大きくしならせるためには体の力を抜いて柔らかく使うことで、より体幹のひずみを大きくできると予想します。何故なら柔らかいバネほどよくしなるからです。そう考えると、この動作は必ずしも速い動作である必要はありません。いわばポテンシャルを溜めつつ、ボールを見極めるまでの動作と言えるでしょう。

バッティングにおける「力」について

(「捻りモデル」による「バッティングの科学」の解釈)



ポテンシャルをリリースする動作。体に力を入れ固い状態にすることで、より大きなポテンシャルをリリースできるだろう。

「捻りモデル」の解釈ではこれらは体幹ポテンシャルをリリースする動作と考えます。体幹ひずみを大きなエネルギーに変えるためには、体に力を入れて固くする方が良いでしょう。何故なら固く強いバネほど、大きな力を生むからです。

このようにバットの「スイング」という動作は、二つの行程が一つになった動作であり、理想的な体の使い方柔らかくから固く変化することが望ましいと予想されます。

こうした体の使い方が実際のプレーで効果があるかどうかについても、フィールドワークの対象であると思います。

「力」の性質について

(バッティングの科学)

プッシュ・ヒッティングとプル・ヒッティング

実際はレフトへの打ち方がわからなくて苦心していた。...タイ・カップが自分ならどうするかということを書き便箋2枚に書いてくれた。...カップはどちらかというプッシュ・ヒッターであり、スラップ・ヒッターである。バットの端を2インチほどあけて持ち、両手の間隔が4インチもあいていた。そしてホーム・プレートに近く立ち、両手を前に突き出していた。カップは、ボールをプッシュする能力、あらゆる方向に打ち散らす能力にかけては抜群のものを持っていた。偉大なスポーツマンだった。いや、もっとも偉大なスポーツマンだったかもしれない。しかしカップは、私とは全く異なる人間であった。カップの言うことは、私にはまるで理解できなかった。

次に、バッティングにおいて生み出される「力」の性質を、プッシュ・ヒッティングとプル・ヒッティングの違いから考えてみようと思います。

プッシュ・ヒッティングあるいはスラップ・ヒッティングは、文字通り「押すように打つ」、「ピシャッと打つ」という打ち方で、「バッティングの科学」では主に流し打ちに必要な打ち方とされています。

これはウィリアムズが流し打ちができず、ウィリアムズシフトに苦しんでいる時に、タイ・カップに打ち方をレクチャーされた時の記述です。

訳文は穏やかですが、原文ではhe was completely different animal from me, and his words were like Greek. となっています。

「力」の性質について

(バッティングの科学)

プッシュ・ヒッティングとプル・ヒッティング

(シフトを破った時) 今までより少し離れてスタンスをとり、投球に対して踏み込むように打ったのである。..この時ボールの上をとらえて、これをプッシュするように心掛けた。...

バットをボールにインパクトさせるのは手首のかえしではない。手首のスイングではないということである。バットがボールに当たる時は、斧で木を切る時と同じで、手首がスクエアでかえていない。力が加えられるのは、いつも手首をかえす前である。バットを振るのは手首ではなく腰なのだから。プル・ヒッターの場合も同じ事が言える。..バットを持って電柱に向かってスイングする。..インパクトの時点で手首の構えはどうなっているか。斧で木を切るのと全く同じことで、手首はかえていない。野球のスイングは強い、プッシュ・スイングである。

カップの説明はわからないとしながら、ウィリアムズは、プッシュ・スイングをとり入れることで流し打ちに成功します。

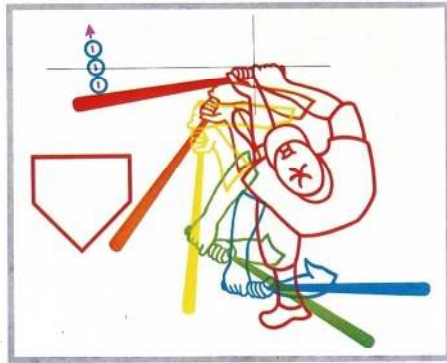
これはウィリアムズのパッシュ・スイングの説明箇所ですが、手首の返しで打つのではないという記述から、その理由は、野球のスイングは腰により振られる強いプッシュ・スイングであるからで、プル・ヒッターの場合も同じ事が言えるとしています。

何を説明しようとしているのでしょうか。

「力」の性質について

(バッティングの科学)

プッシュ・ヒッティングとプル・ヒッティング



プッシュ・ヒッティングによる流し打ち



強いプッシュ・スイング

これらは「バッティングの科学」から、プッシュ・ヒッティングによる流し打ちの説明と、「強いプッシュ・スイング」の説明イラストです。

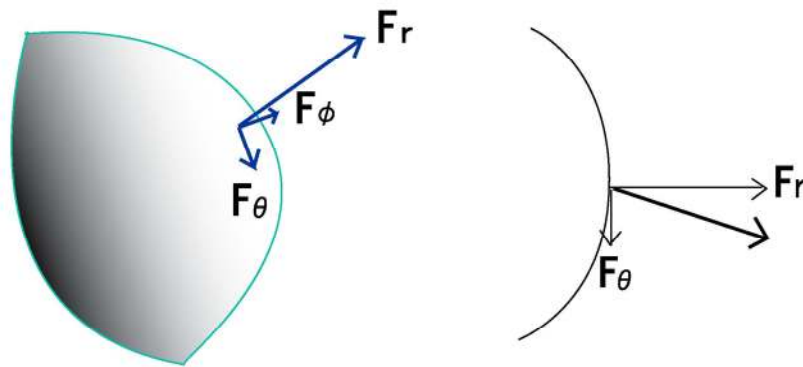
バットを回転させるというよりも、前方に向かうような力の使い方を説明しているようです。

それでは次に、「捻りモデル」と典型的な「回転モデル」を比較することで、両モデルが想定するバッティングに必要な力を考えてみようと思います。考察のなかに、ウィリアムズが考えていたプッシュ・スイングに相当するものはあるでしょうか。

「力」の性質について

(「捻りモデル」)

「捻りモデル」と「回転モデル」



極座標とバッティングによりボールに与えられる力の方向

「捻りモデル」および「回転モデル」による力の性質について考える前に、簡便のため極座標を導入しておきたいと思います。

一般的に使われるxyzによるデカルト座標ではなく、回転方向に角 θ と ϕ をとり、法線方向は r で表わすとします。

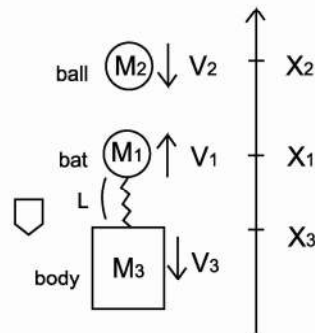
ボールを剛体とすれば、打撃時にボールに与えられる力は、「回転に並進を加えたもの」、つまり回転と直線的な変位であることから、これを回転方向に θ -方向、直線的方向を r -方向としたいと思います。

「力」の性質について

(「捻りモデル」)

単純化した「捻りモデル」

- M1 : bat weight
- V1 : bat speed
- X1 : bat position
- M2 : ball weight
- V2 : ball speed
- X2 : ball position
- M3 : body weight
- V3 : body speed
- X3 : body position
- L : length of spring



写真は原稿の裏面に掲載したもので、アウトラインの
 234

Conservation of momentum

$$M_1V_1 + M_2V_2 + k\Delta Ldt = M_1V_1 + M_2V_2 + \int Fdt = P \text{ (momentum)}$$

(V3 = 0)

前回、第10回研究会発表でお話しましたが、先ほど(P13)でウィリアムズのバッティングフォーム上に青い線で記した板バネの様なポテンシャルについて、よりシンプルかつ力の性質をわかりやすくするために、板ばねではなくコイルバネで表し、この様なモデルを提示させていただきました。

体幹に蓄えられたポテンシャル(縮まったバネによるエネルギー)により、飛んでくるボール(M2)に向かって、タイミング良くバット(M1)が打ちだされるイメージです。

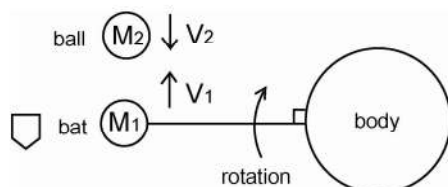
このモデルでは、打球速度に影響すると思われる力積成分として、バットやボールの運動量とは別に、体幹からの力積成分(体幹に対する衝撃力)が直線的に現れ、その方向は、以後r-方向とします。

「捻りモデル」においては、この「r-方向」の直線的な力こそ、ウィリアムズがプッシュ・スイングで表そうとしたもので、ボールを前に飛ばすために大きな役割を果たすと考えます。

「力」の性質について

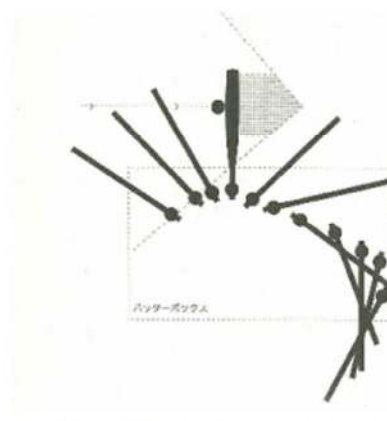
(「捻りモデル」)

単純化した「回転モデル」



Conservation of momentum

$$M_1V_1 + M_2V_2 = P \text{ (momentum)}$$



次に、既存の「回転モデル」を単純化したモデルを見てみましょう。

バットのスイングを「回転」ととらえるモデルは、実は幅広く受け入れられています。このモデルの「捻りモデル」との大きな違いは、打球速度に影響を及ぼす要素としては、インパクト時のボールの運動量とバットの運動量(バットの質量×速度)のみを考慮しており、「捻りモデル」にあるような、r-方向の力、体幹からの力積成分は考慮されていません。

これは「単捻り」をベースにしたモデルも同様ですが、回転方向のバットの運動量のみ考慮されているため結論は単純で、打球速度を上げたければバットを速く振れということを主張します。ですからウィリアムズがプッシュヒッティングとして説明しようとした直線的な力は現れてきません。

以降、回転による力積成分の方向を、 θ 方向とします。

なお「回転モデル」では、打球速度を上げるためにはバットを速く振れと主張しますが、ちなみに「捻りモデル」では、バットスピードよりもむしろ、打球時における体幹からの力積成分が大きくなるようにスイングすることを主張するので、スイングの最高速度は、打撃ポイントよりだいぶ後、フォロースルーのあたりになるだろうと予想します。

例としては、良く言われるフォロースルーを大きくするようにスイングするということは、フォロースルーのあたりでバットの速度最大になるようにスイングすることだというわけです。

「力」の性質について

(「捻りモデル」)

「捻りモデル」における力積問題

実験から、力積成分はボールに伝わらないか？

Dynamics of the baseball-bat collision, Alan Nathan (Univ. of Illinois), 2000

(...the momentum transferred to the ball is essentially complete by the time the elastic wave first arrives at the handle...)

Models of baseball bats, Howard Brody (Univ. of Pennsylvania), 1989

(...Grip firmness at impact time should not influence the post-impact velocity of the ball...)

少し余談になりますが、なぜ従来から広く受け入れられているという「回転モデル」に、体幹からの力積成分が含まれていないかについて、考察しようと思います。その根拠は、実験の結果力積成分は観察されなかったとされる論文にあるようです。

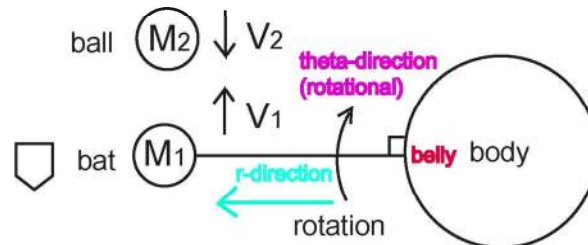
ここにいくつか挙げましたが、Nathan教授のレポートは、「ボールがバットに当たった後に、バットの振動が手元に届く前にボールはバットを離れている」という実験結果についてレポートしています。

こうした実験結果からも、体幹からの力積成分はボールに伝わらないという説が信じられてきました。

「力」の性質について

(「捻りモデル」)

「捻りモデル」における力積問題



Conservation of momentum

$$M_1V_1 + M_2V_2 = P \text{ (momentum)}$$

このモデル下においては、そもそも「捻りモデル」が想定するr方向の体幹からの力積成分は、いかなる実験においても伝わらない

しかしこれらの実験について見てみると、もともと「回転モデル」における理想的な打撃条件、つまり回転によりθ方向の速度がmaxになる条件を想定しているため、このイラストに見るように、そもそも「体幹からの力積成分」であるr-方向の成分は、ボールに対して直角になるため、どのようにしても体幹からの力積成分は伝わらない条件下で試験されていたと考えられます。

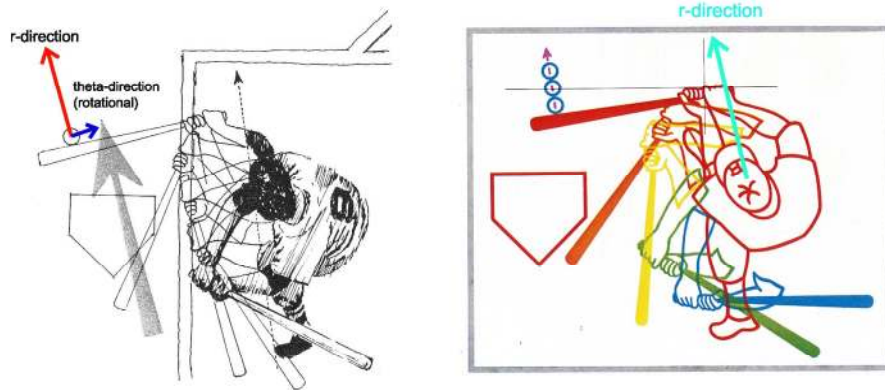
体幹からの力積成分は、実験の条件が違えば観察されることでしょう。

私はSABRのweb上にて、ナタン教授と直接議論する機会に恵まれましたが、特にこの点についての回答は得られませんでした。

「力」の性質について

(「捻りモデル」による「バッティングの科学」の解釈)

プッシュ・ヒッティング



さて、いよいよ「捻りモデル」から、ウィリアムズの言う「プッシュ・ヒッティング」と「プル・ヒッティング」の違いについて、解釈していこうと思います。その前に、実際のバッティング動作は回転か並進かという単純化したモデルとは違い、ボールに対して回転と直線的な並進の両方、つまり「捻りの組み合わせ」からくる直線的なr-方向成分と「回転」からうまれる θ 方向の成分が混合して現れてくるということを述べておきたいと思います。「剛体の一般的な変位は、回転に並進を加えたものである」ということですね。

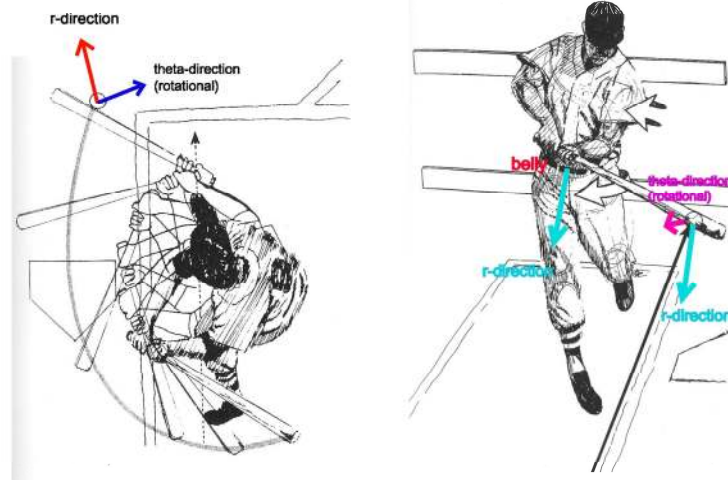
まずウィリアムズが流し打ちに意識したプッシュ・ヒッティングですが、r-方向と θ 方向の力積成分を矢印で追加してみますと、プッシュヒッティングというのは、r-方向の体幹からの直線的な力積成分を最大限生かした打ち方で、回転による θ 方向の力積が少ないと考えれば筋が通ります。

よく流し打ちしてHRIになる時は好調であるといいますが、これはr-方向へ力積を生むポテンシャルが十分大きいことを意味しているのでしょう。

「力」の性質について

(「捻りモデル」による「バッティングの科学」の解釈)

プル・ヒッティング



次に「プル・ヒッティング」です。

理想的な「捻りモデル」に従ってバットが前方へ打ちだされていくと、バットはいつまでも r -方向に向かっていくわけではないため、腕が伸びきるあたりからバットの r -方向への運動を止めるように、体幹方向へ「引く」力 ($-r$ 方向への向心力) が加わり始め、この引く(プル)力が加速度となって回転方向へのバットの運動が始まると考えられます。

ですからプル・ヒッティングではプッシュ・ヒッティングよりもより θ 方向、回転方向の力積成分が大きくなり、そのためライト方向にボールが飛ぶこととなります。プル・ヒッティングにおいて、何故引くかという、「回転」の要素(バットの運動量)を大きくするためと言えるでしょう。

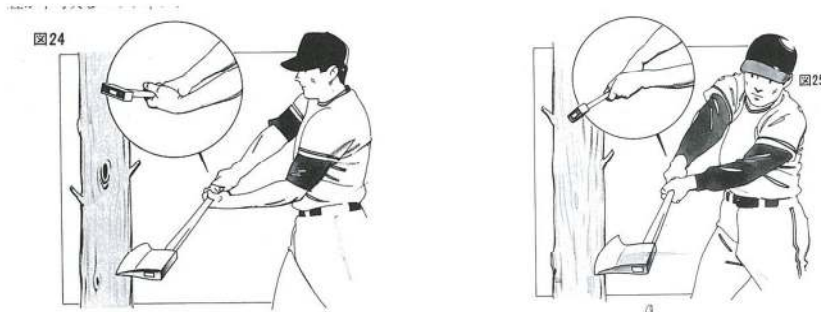
ちなみにこの時、体幹 r -方向の成分が大きい方向でボールをインパクトすることができれば強い打球を打てますが、 r -方向とバットの回転成分 θ 方向に開きが大きいと、例えば r がレフトの方向で θ がライトの方向を向いていたりする場合は、 θ 方向の力積成分のみが働くこととなり、いわゆる体重の載っていない手打ちと言われる現象となり、打撃力の弱さからボテボテのゴロがライト方向に転がることになるでしょう。

フィールドワークに向けて

(実践における注意事項)

グリップについて

バットをボールにインパクトさせるのは手首のかえしではない。手首のスイングではないということである。バットがボールに当たる時は、斧で木を切る時と同じで、手首がスクエアでかえていない。



インパクト時における手首の位置が、左図のとおり打撃面に対してスクエア(直角)になるようにして固定する (イラスト「科学する野球」より)

「捻りモデル」については、私の説明が不十分だからでもあります、未だに広く受け入れられておりません。

しかし個人的には、ここまで見てきたとおり「捻りモデル」は、ウィリアムズの説明はもとより実際の動作とよく符合することから、従来の「回転モデル」よりも現実に近いモデルである確信しております。

既にこのプレゼンテーションの英文資料はSABRの会員web上で公開されていますが、英文の資料をご覧いただいた方々の反応を見ても、納得していただいているようです。

しかしいくら優れたモデルや理論であっても、実際のプレーに役立てられないのでは面白くありません。

今後のワークとしては、捻りモデルをより多くの人々に受け入れていただけるようにするためにも、実際にプレーヤーによる検証、具体的には「捻りモデル」を導入することによってパフォーマンスが、いかに向上するかといったフィールドワークは欠かせないと考えています。

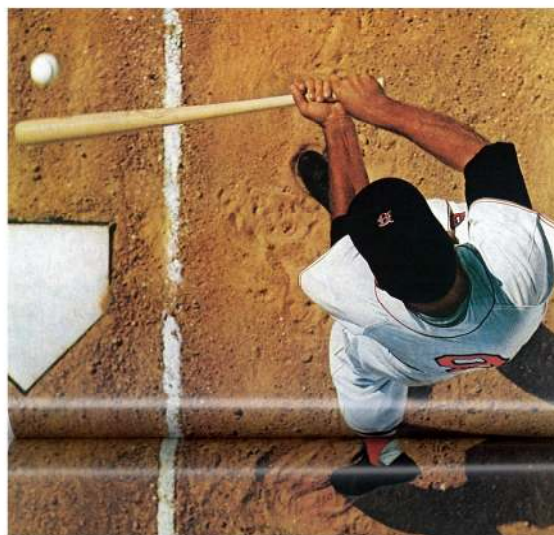
ですからここからは、こうしたフィールドワークのために現時点で私が考える注意事項を話したいと思います。どういうことかということ、ある動作については、これらの違いによって結果が大きく左右される可能性があるため、実際に検証するプレーヤーの動作についてある程度統一した条件下でワークをする必要があると考えるのです。まずはグリップについてです。

これは村上豊氏の著書「科学する野球」からですが、ウィリアムズや村上氏の指摘通り、私も手首がスクエアでないと打撃時の力積成分のベクトルが100%生かせない事、また結果としてインサイドアウトスイングをしにくくなることから、フィールドワークにおいては手首の位置を固定すべきと考えます。

フィールドワークに向けて

(実践における注意事項)

グリップについて



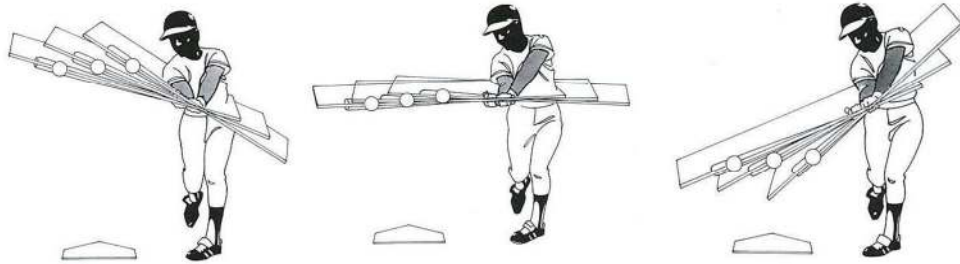
これは実際のウィリアムズの、ほぼインパクト時の写真ですが、確かにスクエア(打撃面に対して直角、掌の形も四角形)になっています。

この様にグリップの位置について統一したいと思います。

フィールドワークに向けて

(実践における注意事項)

レベルスイングについて



村上豊「科学する野球」で紹介されたレベル(スイング)の定義。
低い位置に構えてインパクト点を含めた仮想面に対して直線的な軌道で打つことに統一する。

次にバットのスイングについてです。これは先ほどの「科学する野球」で紹介された、レベルスイングの例です。

村上氏の説明によると、レベルスイングとは、インパクト点を含めた仮想面に対してレベルに打つということで、それぞれ高めのボール、低めのボールに対してバットの軌道が変わっています。

私もこの様なバットの軌道は、ボールに対して、 r -方向の力が最も直線的にボールに伝わると考えるため良いと考えます。

バットを上段に構えて振りおろすスイング、いわゆるダウンスイングは日本では一般的ですが、これはボールに対して斜めにインパクトする軌道で、打撃力や打率を大きく損なう要因となりかねないと考えます。ですからフィールドワークに際しては「科学する野球」のスイングに統一したいと思います。

ちなみにタイ・カップの打撃について私は、 r -方向の力を最大限に発生させ回転の要素はミニマムにしている打ち方だったのだろうと考えています。そうすればバットの軌道は前方に打ち出すようになり、インコース高めのビーンボールに対して左図のようにバットを立てて打つというのは、「捻りモデル」の観点からは理にかなっていません。

バットをあまり回転させないので、グリップの間が空いていてもかまわなかったのです。

フィールドワークに向けて

(実践における注意事項)

ステップ位置



これらは「捻りモデル」からみた理想的なステップ位置と上体の向きの例であるが、この様に打てるバッターは少ない。

次はステップの位置です。まずは「捻りモデル」から見た理想的なステップ位置と上体の向きの例を御紹介します。ケン・グリフィーJrと大谷選手の例ですが、この様にインステップしたまま上体を振りきれるのが理想だと思います。しかしこの様にできる例はプロでの選手においても少ないと思います。では、フィールドワークに際しては、ワークに参加する選手はどのようにステップすればよいのでしょうか。

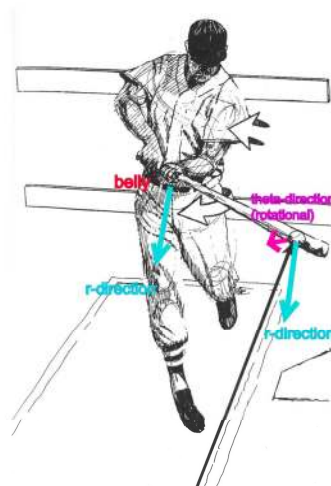
フィールドワークに向けて

(実践における注意事項)

ステップ位置

股関節稼働域に差があるため、どれだけインステップしたままr方向の力を打撃方向にむけられるか(へそを前に向けられるか)には個人差がある。

個々人のステップ位置を調整し、無理なくr方向が正面を向くようにすることで統一する。



「捻りモデル」の観点から考えると、強い打球を打てるかどうかは、r方向の力を打球に伝えられるかどうかにかかっています。

理想的には、このr方向の力を大きくするには、強いひねり戻しを下半身に生み出すため、できるだけインステップしたまま打てれば良いのですが、これは股関節の稼働域によるところが大きい動作なので個人差が大きいところです。

フィールドワークに際しては、この個人差を考慮しなければいけないため、ステップの位置を統一するのではなく、r方向の力の向きを統一したいと思います。

ワークに参加する選手たちは、無理なく上体が正面を向く位置をキープしながら、できるだけインステップできる位置を各人で調整してください。人によってどれだけインステップしたままバットが振れるかは違うことでしょう。

ちなみにYouTubeに、私自信がステップ位置を模索していた時の映像をup-loadしているので見てみましょう。

<http://www.youtube.com/watch?v=6vL8K1B6ZLI&feature=youtu.be>

私の股関節稼働域はかなり狭いので、いわゆるインステップしては上体が正面を向かず上手く打てません。そこでこの時は、上体がr方向を向くように、かなり開いた位置でステップすることを優先した場合、どの様に打てるかを確認しているところです。

ここでは何球か手打ちを繰り返した後に、ホームラン性の当たりを連発しています。

もちろんこのようにアウトステップした状態でアウトコース低めを引っ張って打つなどできませんが、この時の私の目的は、「r方向の力の方向にミートすることで力のある速球を打ち返す事ができるか」という事を確認することだったので、この実験の目標は達

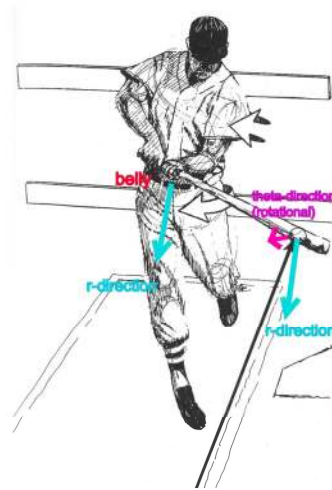
フィールドワークに向けて

(実践における注意事項)

右手・左手の役割について

「捻りモデル」では、パワーを伝えるのは、右バッターの右手(左バッターの左手)であるのは明らか。

一方で、右バッターの左手(左バッターの右手)は、r方向へ打撃面をリードする役目を果たしている。



次にフィールドワークの統一事項として客観的に違いを観察することはできませんが、「捻りモデル」の観点から右手と左手の役割について説明します。ウィリアムズは、右手と左手の役割について右バッターなら右手で、左バッターなら左手で打てと説明しています。

日本では、川上哲治氏などが従来から「左手一本で打て」と指導していますがこの違いについてはどのように考えればよいのでしょうか。

「捻りモデル」の観点からは、体幹からのパワーを伝えるのは明らかにフォアハンドに相当する手、右バッターなら右手、左バッターなら左手です。一方で右バッターの左手、左バッターの右手は、r方向にバットをリードする役割が大きいと考えられます。

ですから右バッターでは「左手一本で打つ」などということはずせず、遠慮なく両手で打つ(テニスのフォアハンドの要領で右手を、バックハンドの要領で左手を)ことを心掛けてください。打撃のパワーについて大きく改善できると予想します。

またr方向の力の性質についてですが、体幹に生み出された力の成分(力積成分)とともに、バットを通して間接的に体への衝突が与える成分を含んでいると考えるので、体の前で打つことでより強く打つことができると予想します。できるだけ体の前で打つようにしてみましょう。

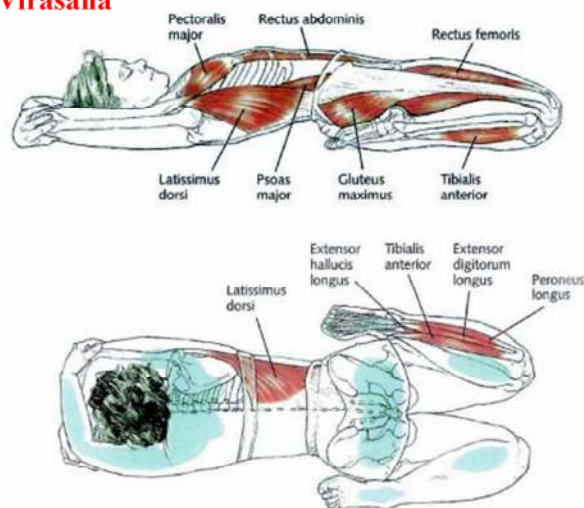
また先ほど少し説明しましたが、一方でr方向と打撃方向の違いが大きければ、いわゆる体重の乗っていない「手打ち」になるでしょう。

フィールドワークに向けて

(実践における注意事項)

ヨガによる股関節稼働域の確保

Supta Virasana



最後に、第10回研究会で説明いたしましたが、「捻りモデル」の観点からは、打撃時(投球時)における股関節稼働域がどれだけ大きいかで打撃(投球)のパワーに差が出ると予想しますので、股関節稼働域を特に内向きに広げるような準備体操をフィールドワークに取り入れたいと思います。

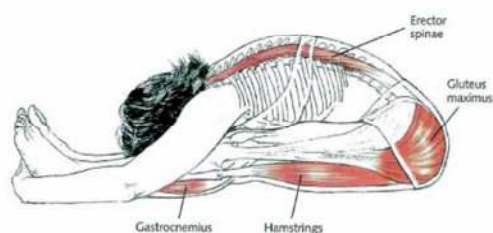
これはヨガによる股関節内向き体操の一例ですが、他にも股関節内向き体操を片足ずつ行うポーズや、捻りのポーズ等他にも多々有効と思われるポーズはあります。

フィールドワークに向けて

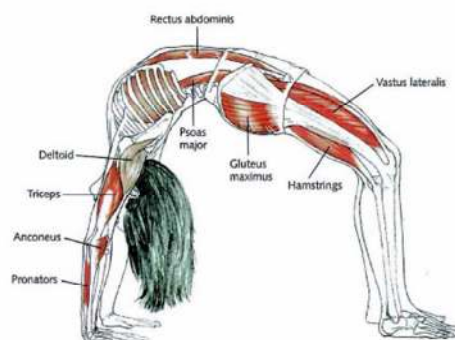
(実践における注意事項)

ヨガによる股関節稼働域の確保

Paschimottasana



Urdhva Dhanurasana



股関節稼働域(内向き)を確保する運動は、骨盤内から外向きの応力が発生していると思われる。骨盤の大きさ・形状により稼働域は変わってくると予想。

右のアーチのポーズも、体幹を伸ばすだけでなく両股関節周り内向き捻りの力が緩やかに働くと考えております。

前屈は、アーチのポーズとのバランスをとる意味でも組み合わせると良いと思います。

重要な事は、特に成長期において練習にこのような運動を取り入れることで穏やかに稼働域を大きくしていく、つまり野球の才能を開拓していくことができるのではないかと思います。

総括

「捻りモデル」は、テッド・ウィリアムズの「バッティングの科学」におけるプッシュ・ヒットやプル・ヒットなどの感覚的な説明を、力学的な立場から矛盾なく説明できる。

フィールドワークによる検証を通して、パフォーマンスの向上、選手の育成・再生、怪我・スランプの防止などの応用に適用できると思われる。

ここまで、テッド・ウィリアムズの「バッティングの科学」における説明を「捻りモデル」の観点から解釈するとともに、フィールドワークの際に必要なと思われる注意事項について述べてまいりました。

この「捻りモデル」は、従来の「回転モデル」と比較して学会等ではまだexperimentalの扱いですが、私の意見では実際の動作・現場で受け入れられている動きと比較してあるいは自ら試してみたことで「捻りモデル」の優位性は明らかと考えています。

一方でなぜか「回転モデル」があたりまえのように受け入れられている事から、選手の才能を十分に開花させることができないといった弊害が目立っているように思われます。

例えば、日本人の投手はMLBで通用しますが、野手は全体的にパワー不足であるという状況はその典型だと思います。

この様な「回転モデル」による弊害を打破するためにも、「回転モデル」に代わる「捻りモデル」のフィールドワークによる検証を進める必要があると思いますし、またそうした検証は次世代選手の育成などへの応用できるのではないかと考えます。

実際に「捻りモデル」を取り入れてみたいとか、有効性を確かめるためのフィールドワークに協力いただける選手やチームがありましたら、御連絡いただけないでしょうか。

今後の研究活動に是非ともご協力お願いいたします。

御連絡を、お待ちしております。

ご静聴、ありがとうございました