

令和 4 年 6 月 7 日現在

機関番号：34416

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K20059

研究課題名（和文）野球のバッティング動作中に負う腹斜筋肉離れの受傷メカニズム解明への基礎的研究

研究課題名（英文）Basic study to clarify the mechanism of abdominal oblique muscle strain during baseball batting

研究代表者

堀内 元 (Horiuchi, Gen)

関西大学・人間健康学部・特任体育講師

研究者番号：40824652

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、野球のバッティング動作中における体幹についてスポーツバイオメカニクスの観点から分析し、投手側の腹斜筋肉離れの受傷メカニズムの解明に寄与する基礎的資料の獲得を目指した。その結果、野球のバッティングにおけるフォロースルー局面では、体幹関節を捕手方向へ回旋させる筋（投手側の外腹斜筋）が伸張性収縮していることが推察された。また、ボールインパクト後におけるバットのスイングスピードが大きいほど、投手側の腹斜筋を肉離れする可能性が高い可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で得られた研究成果は、野球のバッティング動作中に負う投手側腹斜筋の肉離れの受傷メカニズムの理解や当該箇所における肉離れを防ぐための動作や技術などの提案をするための基礎的資料になりうるものであると考えられる。

また、野球のバッティング以外にも、野球のピッチングやゴルフのドライバースhoot、テニスのストロークのような体幹の回旋を伴う類似した動作における腹斜筋の肉離れや腰痛などの傷害に関する研究の足掛かりとなることが期待される。

研究成果の概要（英文）：In this study, the torso in baseball batting during follow through was analyzed from the viewpoint of sports biomechanics. We aimed for obtaining the basic data that would contribute to understanding the mechanism of the abdominal oblique muscle strain on the pitcher side. As a results, the muscle that rotates the torso joint in the direction of catcher (i.e., the external abdominal oblique muscle on the pitcher side) is in eccentric contraction in baseball batting during the follow through. The results suggest that the higher the bat head speed immediately after the ball impact, the higher the possibility that the muscle strain of abdominal oblique muscle occurs during the follow through in baseball batting.

研究分野：スポーツバイオメカニクス

キーワード：フォロースルー バットヘッドスピード 脇腹 伸張性収縮 逆動力学演算 関節トルク 力学的仕事  
バイオメカニクス

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

### 1. 研究開始当初の背景

日本あるいはアメリカのプロ野球選手の傷害調査において、腹斜筋の肉離れが多いことが野球選手の特徴であり、投球やバットスイングなどの野球特有の動作がその理由であると考えられている。加えて、打者における腹斜筋の肉離れは、そのほとんどが投手側の腹斜筋である。バッティング動作中に投手側の腹斜筋を肉離れしたプロ野球選手のコメントをみると、空振りやファールチップのようにボールを正確にインパクトできなかったときに肉離れを受傷していることがわかる。野球のバッティングでは、インパクトに近づくにつれてバットに作用する遠心力が急増する。このとき、空振りしてしまうとバットの遠心力は減衰しないため、バットは打者の身体をスイング方向へ回転させる作用を保ったままとなる。これに対して、打者は身体が過剰に捻られることを防ぐため、バットを減速させるための力を発揮するが、身体はそのままスイング方向へ回転してしまうため体幹筋群は伸張性収縮の状態にあることが推察される。

社会人野球選手 1 名のバッティング動作のフォロースルー局面を分析した結果、体幹関節（体幹を上下に分割する仮想関節）が発揮するトルクによる負の力学的仕事が顕著に大きいことが確認された（図 1）。この結果は、体幹関節周辺の筋群（特に左右回旋筋群）が伸張性収縮していることを意味する。腹斜筋は体幹の左右回旋に関わる筋であることから、上述した傷害調査の結果との関連性もうかがえる。しかしながら、野球のバッティング動作中に生じる傷害について力学的観点から検討した研究は皆無であるため、その発生メカニズムや受傷タイミングを明らかにするための基礎的資料は不足していた。

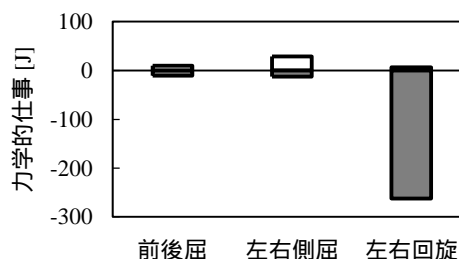


図 1 野球のバッティングのフォロースルー局面における体幹関節トルクによる力学的仕事

### 2. 研究の目的

野球のバッティング動作中の体幹部についてスポーツバイオメカニクスの観点から分析することで、投手側の腹斜筋における肉離れの受傷メカニズムの解明に寄与する基礎的資料を獲得すること。そのうえで、以下の仮説について検証した。

- 野球のバッティングにおけるフォロースルー局面では、体幹関節周辺の筋群は伸張性収縮（体幹関節トルクによるパワーの値が負）の状態にある。
- ボールインパクト直後におけるバットのスイングスピードが大きいほど、フォロースルー局面において体幹関節が発揮するトルクは大きい。

### 3. 研究の方法

#### (1) データ収集・処理

分析対象者は、男子大学野球選手 29 名（身長：173.0±5.4cm、体重：70.6±6.8kg、年齢：19.9±1.3年、競技歴：12.4±2.0年）であった（右打ち：15名、左打ち：14名）。分析対象者の解剖学的特徴点に再帰反射マーカを貼付し、最大努力によるティーバッティングを行わせた（図 2）。そして、ティーバッティング動作を光学式モーションキャプチャーで記録し、同時に両足に作用する地面反力を 2 台のフォースプレートでそれぞれ測定した（図 3）。

後述するデータ分析の範囲はボールインパクトから体幹関節の左右回旋角度が最大に達するまでとし、分析範囲の時間を 100%に正規化した。なお、同範囲において、再帰反射マーカ的位置座標は Butterworth 型デジタルローパスフィルター（カットオフ周波数：25 - 41Hz）で平滑化された。

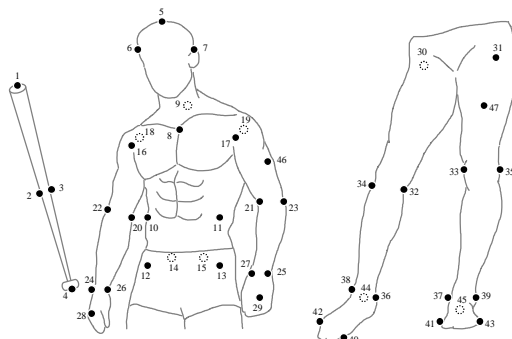


図 2 再帰反射マーカを貼付した位置

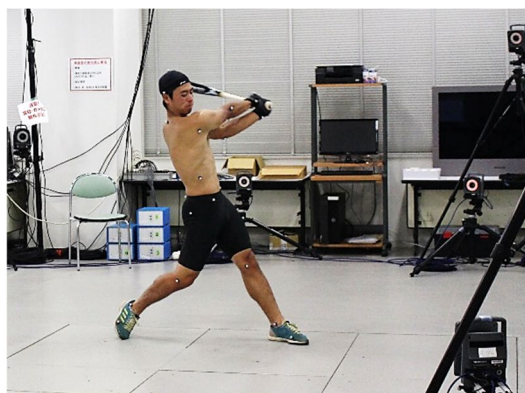


図 3 データ収集のための実験の様子

## (2) データ分析

### バットのスイングスピード

バットヘッドの位置座標を時間微分することでバットヘッドスピードを算出し、バットのスイングスピードとした。

### 体幹関節の運動学的変数

体幹関節角度は、体幹下部に対する体幹上部のオイラー角として算出した。また、体幹関節角速度は、体幹下部に対する体幹上部の相対的な角速度として算出した。

### 体幹関節の力学的変数

逆動力学演算によって、体幹関節が発揮する正味トルクを算出した。また、体幹関節トルクと体幹関節角速度の内積を体幹関節トルクによるパワーとして算出した。そして、算出した体幹関節トルクによるパワーを分析範囲で時間積分することで、体幹関節トルクによる力学的仕事を算出した。

### 統計分析

ボールインパクト直後のバットヘッドスピードと体幹関節に関する変数との間の相関係数を算出した。統計的有意水準は5% (Holm法によって多重比較問題を調整) とした。

## 4. 研究成果

### (1) バットヘッドスピード

ボールインパクト時のバットヘッドスピードは  $35.9 \pm 1.7$  (32.8~39.0) m/s、ボールインパクト直後のバットヘッドスピードは  $25.7 \pm 1.5$  (23.0~29.1) m/s であった。そのため、ティーバッティングにおけるバットとボールのインパクトによるバットヘッドスピードの減速率は  $28.6 \pm 1.7$  (25.4~31.8) % であった。

### (2) 体幹関節の角度

野球のバッティングにおけるフォロースルー局面の体幹関節角度の変化を記述した (図4)。後屈/背屈方向では、約10度の背屈位から更に約10度背屈していた。左右の側屈方向では、約15度の右側屈位から約10度左側屈していた。左右の回旋方向では、約10度の右回旋位から約55度左回旋していた。

野球のバッティングにおけるフォロースルー局面の体幹関節角度の変化からピーク値と変化量を抽出した (表1)。体幹関節角度のピーク値および変化量は、ボールインパクト直後のバットヘッドスピードとの間に有意な相関関係は認められなかった。

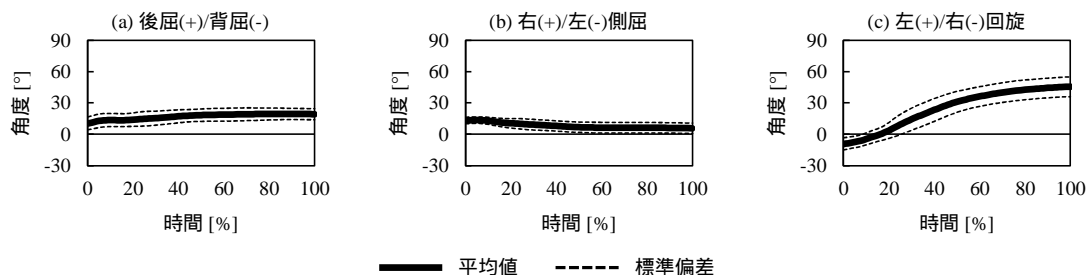


図4 体幹関節角度の変化

表1 体幹関節角度のピーク値と角変位置

変数	平均値 ± 標準偏差	相関係数 (p 値)
ピーク角度 [°]	後背屈	21.6 ± 5.8
	左右側屈	14.4 ± 2.7
	左右回旋	45.4 ± 9.5
角変位置 [°/s]	後背屈	11.1 ± 4.1
	左右側屈	1.2 ± 1.6
	左右回旋	54.6 ± 9.7

(3) 体幹関節の角速度とトルク、パワー

野球のバッティングにおけるフォロースルー局面の体幹関節の角速度とトルク、パワーの変化を記述した(図5)。後背屈および左右側屈方向における体幹関節の角速度は概ねゼロであったため、同方向における体幹関節トルクによるパワーも概ねゼロであった。左右回旋方向における角速度は概ね正(左回旋)であったのに対して、トルクは20%時間以降では負(右回旋)であった。そのため、左右回旋方向におけるパワーは20%時間以降では負であった。

野球のバッティングにおけるフォロースルー局面の体幹関節の角速度とトルク、パワーのピーク値を抽出し、力学的仕事を算出した(表2)。左右回旋方向におけるピークトルクおよびピークパワーは、ボールインパクト直後のバットヘッドスピードとの間に有意な相関関係がそれぞれ認められた( $r=-0.635$ ,  $p<0.001$ ;  $r=-0.590$ ,  $p=0.001$ )。ピーク角速度と体幹関節トルクによる力学的仕事とボールインパクト直後のバットヘッドスピードとの間に有意な相関関係は認められなかった。

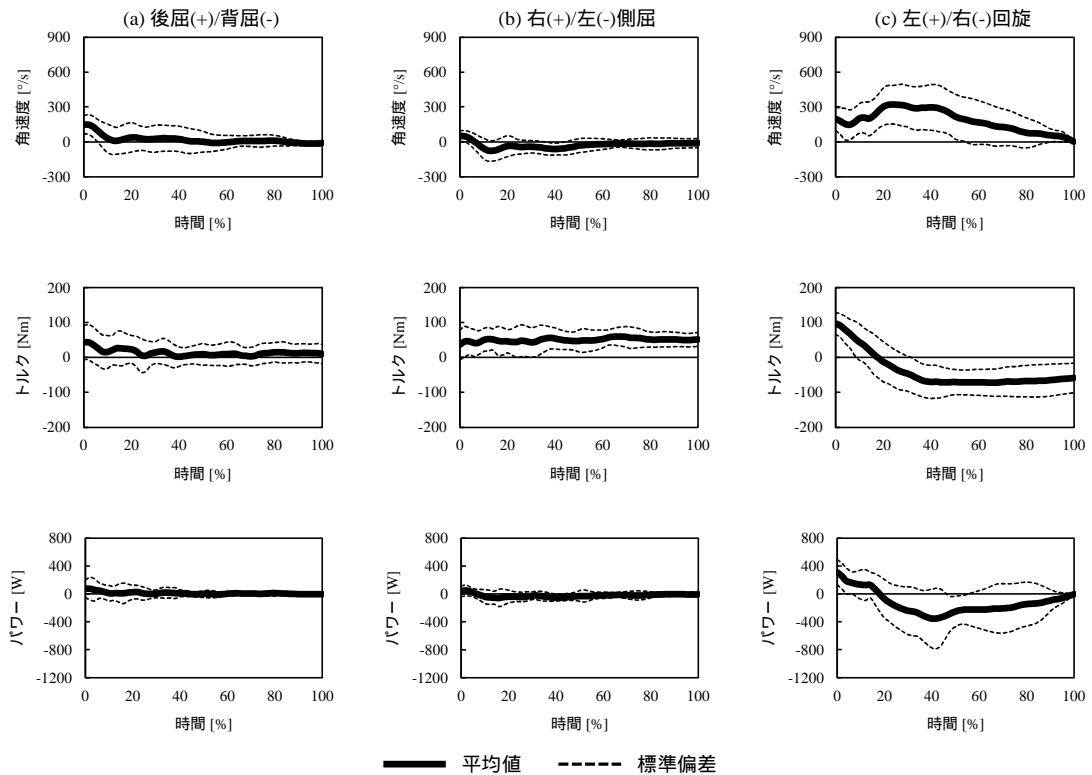


図5 体幹関節の角速度とトルク・パワーの変化

表2 体幹関節の角速度・トルク・パワーのピーク値と力学的仕事

変数		平均値 ± 標準偏差	相関係数 (p 値)
ピーク角速度	[°/s] 左右回旋	519.4 ± 159.5	0.176 (0.360)
ピークトルク	[Nm] 左右回旋	-117.9 ± 32.6	<b>-0.635 (&lt; 0.001)</b>
ピークパワー	[W] 左右回旋	-799.8 ± 356.7	<b>-0.590 (0.001)</b>
力学的仕事	[J] 後背屈	6.5 ± 5.0	-0.276 (0.147)
		-4.0 ± 5.0	-0.087 (0.653)
	左右側屈	17.8 ± 8.6	0.067 (0.730)
		-0.4 ± 0.6	0.035 (0.857)
	左右回旋	3.6 ± 1.9	0.109 (0.575)
		-18.3 ± 6.6	-0.223 (0.246)
合計		27.9 ± 10.5	0.001 (0.994)
		-22.7 ± 8.9	-0.226 (0.239)

太字はボールインパクト直後のバットヘッドスピードとの間に有意な相関関係の意味

#### (4) まとめ

以上の研究成果から、野球のバッティングにおけるフォロースルー局面では、体幹関節を捕手方向へ回旋させる筋(投手側の外腹斜筋)が伸張性収縮していることが推察された。また、ボールインパクト後におけるバットのスイングスピードが大きいほど、投手側の腹斜筋を肉離れする可能性が高い可能性が示唆された。本研究で得られた結果は、野球のバッティング動作中に負う投手側腹斜筋の肉離れの受傷メカニズムを理解や当該箇所における肉離れを防ぐための基礎的資料になりうる。また、野球のピッチングやゴルフのドライバーショット、テニスのストロークのような体幹の回旋を伴う類似した動作における腹斜筋の肉離れや腰痛などの傷害に関する研究の足掛かりとなることが期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Horiuchi Gen, Nakashima Hiroataka	4. 巻 -
2. 論文標題 Torso dynamics during follow through in baseball batting	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sports Biomechanics	6. 最初と最後の頁 1~11
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/14763141.2022.2071328	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 堀内元、中島大貴
2. 発表標題 野球のバッティングにおける体幹のダイナミクス ~ フォロースルー局面に着目して ~
3. 学会等名 第27回日本バイオメカニクス学会大会（順天堂大学）
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関