



# 野球のピッチングにおける投法の違いが 動作に与える影響

山田 洋 (体育学部体育学科) 長尾秀行 (大学院総合理工学研究科)

小松真二 (大学院体育学研究科) 内山秀一 (体育学部体育学科)

小河原慶太 (体育学部体育学科)

Effect of Differences in the Baseball Pitching Position on the Pitching Motion

Hiroshi YAMADA, Hideyuki NAGAO, Shinji KOMATSU, Shuichi UCHIYAMA and Keita OGAWARA



## Abstract

We conducted a biomechanical study on the effect of differences in the baseball pitching position on the pitching motion. The subjects were 6 top-level pitchers who belonged to Tokai University's baseball club (Age:  $21.2 \pm 1.8$  [yr], Height:  $179.4 \pm 7.4$  [cm], Weight:  $84.8 \pm 7.4$  [kg]). The subjects included a player who later turned professional. Through video analysis, we compared the speed of the pitched ball, time taken for the pitching motion, and load velocity between three pitching positions: the windup, set, and slide step. The mean speed of the pitched ball was  $137.2 \pm 1.94$  [km/h] at the windup,  $137.8 \pm 3.31$  [km/h] at the set, and  $137.3 \pm 2.58$  [km/h] at the slide step. The mean time taken for the pitching motion was  $1.5 \pm 0.07$  [sec] at the windup,  $1.2 \pm 0.26$  [sec] at the set, and  $0.8 \pm 0.08$  [sec] at the slide step. The mean load velocity in the direction of pitching at the time of grounding the left foot was  $3.17 \pm 0.29$  [m/s] at the windup,  $3.12 \pm 0.23$  [m/s] at the set, and  $3.13 \pm 0.24$  [m/s] at the slide step. For all variables, we observed no marked variation due to the difference in the pitching position. The results suggest that the performance of top-level university baseball pitchers is not influenced by changing the pitching position.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 26, 45-51, 2014)

## I. 緒言

スポーツ基本法（平成23年法律第78号）（条文）には、「スポーツの国際的な交流や貢献が、国際相互理解を促進し、国際平和に大きく貢献するなど、スポーツは、我が国の国際的地位の向上にも極めて重要な役割を果たすものである<sup>1)</sup>」とある。今日、社会情勢が世界中において慢性的に

不安定であり、日本のみならず世界全体がスポーツにさらなる力を求めている昨今、競技スポーツを支える「科学」の使命はますます重要であるといつて過言ではない。

日本において最も人気のあるスポーツのひとつとして野球があげられる。この野球に関しても、様々な観点から科学的な研究がなされている。宮西ら（1996）<sup>2)</sup>は野球の投球動作における3次元のデータを分析し、ボール速度に対する体幹およ

び投球腕の貢献度を報告している。さらに宮西(2012)<sup>3)</sup>はオーバーハンド投げのバイオメカニクスに関して“ムチ投げ”という観点から、野球の投球動作のメカニズムについて検討している。高橋ら(2005)<sup>4)</sup>は球速の異なる野球投手の動作に関して上肢を中心にキネマティクスの比較し、下胴と上胴の回転、肩関節水平外転と肘関節伸展等の動き出しやピーク出現のタイミングに相違があることを明らかにしている。平山ら(2008)<sup>5)</sup>は野球投球における投球数が動作キネティクスに及ぼす影響について検討し、投球の増加に伴い、踏込脚の股関節伸展の仕事の減少及び投球腕の肩関節水平内転の仕事の増加することを報告している。さらに斉藤ら(2011)<sup>6)</sup>は野球投球における上肢・体幹運動を対象として、加速度センサとジャイロセンサを併用した分析法を提案している。このように、バイオメカニクスの手法により投球動作を検討した研究は多い。

しかしながら、これらの研究は主として投球のメカニズムの解明に焦点が当てられていることから、極めて専門的な力学量や指標を用いているため、研究としては完成されているものの、指導やコーチングの資料とすることは困難である。また、競技レベルも国内トップクラスとは言い難く、得られた数値データが、国内トップ選手の目標値であるとは断言しにくい。これらをふまえ、我々は実践的な観点から、国内トップレベルの投手における投球を映像解析によりわかりやすいかたちで数値化し、指導やコーチングへフィードバックできるような知見を得たいと考えた。具体的には、主として映像解析によりボール速度、動作時間、重心移動速度・手先速度を算出し、ワインドアップ・セットポジション・クイック間において比較・検討を行った。このような投法間の比較は、功刀ら(1995)<sup>7)</sup>による大学投手のセットポジション姿勢からの投球における検討、島田ら(1999)<sup>8)</sup>によるオーバーハンドスローおよびアンダーハンド投法間の比較により、事例的に行われているものの、被験者数も少ないことから検討の余地が残されている。本研究の大きな目的は、野

球のピッチングにおける投法の違いが動作に与える影響を検討し、指導現場へフィードバック可能な数値データを得ることであった。

## II. 方法

### 1. 被験者

被験者は東海大学硬式野球部に所属する投手6名(年齢 $21.2 \pm 1.8$  [歳]、身長 $179.4 \pm 7.4$  [cm]、体重 $84.8 \pm 7.4$  [kg])であった(内1名、2013年度よりプロ野球選手含む)。被験者は全員右投げのオーバースローであった。測定は、東海大学硬式野球部室内練習場で実施した。

選手およびコーチには予め実験の趣旨を十分に説明し、文書にて同意を得た。なお、本研究は、東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の承認を得た上で実施されたものである。

### 2. 運動課題・測定

試技は、キャッチャーに対するピッチングとし、投球方法はワインドアップによる投球(以下、ワインドアップ投法: windup)、セットポジションからの投球(以下、セットポジション投法: set)およびクイックモーションによる投球(以下、クイック投法: slide step)の3種類とした。

選手にはウォーミングアップを十分に行わせ、全力投球するように指示した。球種はストレートとし、各投球方法で4回の試技をさせた。試技毎に被験者に内省報告をさせ、最も良いと述べた試技、かつストライクと判定された試技を分析対象とした。

被験者は全身タイツを着用し、身体測定点に反射マーカを付けた。反射マーカを貼付ヘレンヘイズモデル<sup>9)</sup>を用いた(図1)。

図2に測定概略図を示す。動作の測定には、光学式モーションキャプチャシステム(Mac 3D System, Motion Analysis社製)を用いた。記録用のカメラは12台用い、記録周波数250Hz、露光時

野球のピッチングにおける投法の違いが動作に与える影響

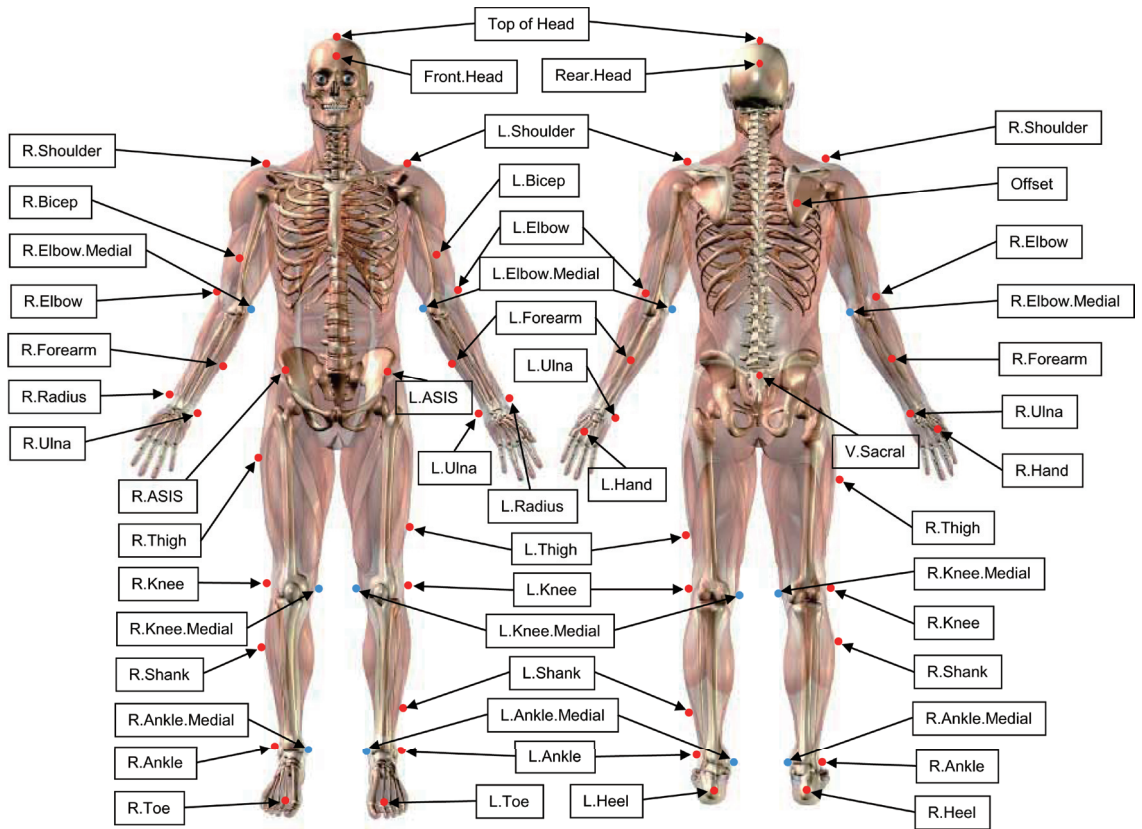


図1 マーカー貼付位置  
Fig 1 Illustration of measurement points distribution

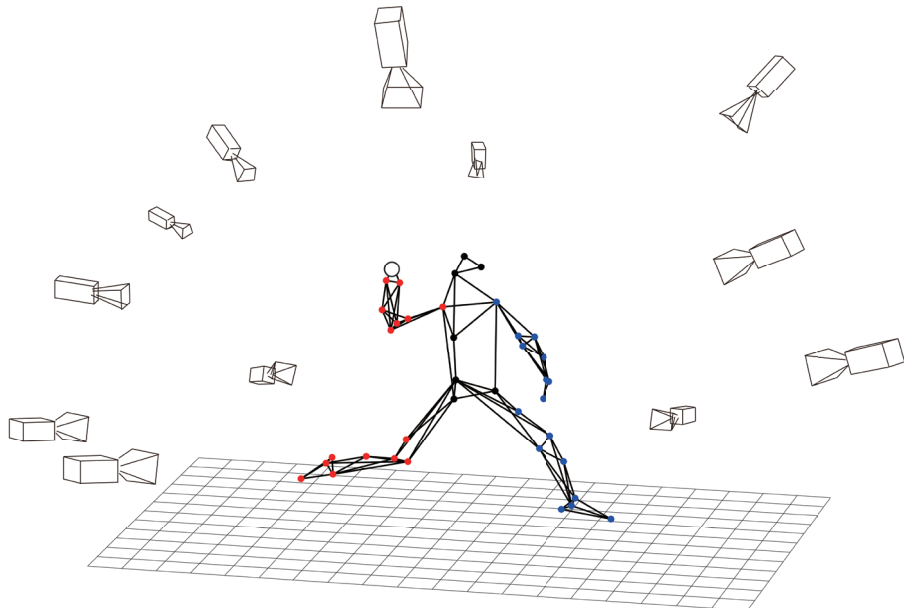


図2 測定概略図  
Fig 2 Measurement schematic representation

間 1/500sec とした。球速の記録 km/h には、スピードガン（ミズノコードレススピードガン，ミズノ社製）を用いた。

### 3. 解析

投球の所要時間 [sec] は、左足の離地からボールリリースまでとした（図3）。計測した身体の計測点の座標値から身体合成重心を算出し、重心変位より重心速度 [m/s] を求めた。同様に、リリース時の投球方向への右手速度 [m/s] を算出した。

投球方法の違いによる各分析項目の平均値の差の検定には、一元配置分散分析を用いた。多重比較検定には Tukey 法を用いた。有意水準は危険率 5%未満とした。

## Ⅲ. 結果および考察

### 1. 球速について

図4に各投法における球速の平均値を示す。球速の平均値は、windup投法137.17±1.94 [km/h]、セットポジション投法137.83±3.31 [km/h]、クイック投法137.33±2.58 [km/h] であった。球速の平均値に、投球方法の違いによる

有意な差は認められなかった。

先行研究による報告<sup>5)</sup>では、平均のボールスピードは125 [km/h] 程度である。本研究の被験者における球速の平均値は137 [km/h] 程度であることから、本研究の被験者は大学トップレベルであり、かつ国内トップレベルであったといえる。

### 2. 所要時間について

図5に各投法における投球の所要時間の平均値を示す。投球時間とは、左足の離地からボールリリースまでに要する時間である。投球所要時間の平均値は、windup投法1.48±0.07 [sec]、セットポジション投法1.21±0.26 [sec]、クイック投法0.84±0.08 [sec] であった。投球所要時間の平均値において、投球方法の違いによる有意な差が認められた。クイック投法と比較して、セットポジション投法およびwindup投法の方が大きな値を示した (p<0.01)。また、セットポジション投法と比較して、windup投法の方が大きな値を示した (p<0.05)。

功刀ら<sup>7)</sup>は、大学選手大会の準決勝・決勝に登板したエースピッチャー4名を対象として、実際の試合の中で、セットポジション投法およびクイック投法の所用時間を調べている。その結果、クイックモーション投法主体の投手では、所用時間

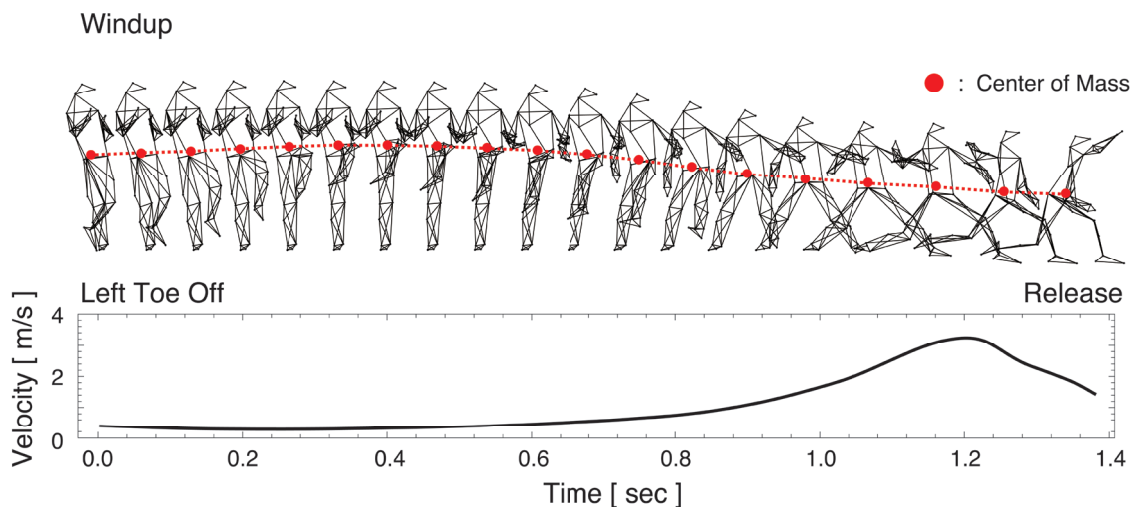


図3 分析範囲の定義と身体合成重心の投球方向速度  
Fig 3 Definition of Analytical Range and Center of Mass Velocity

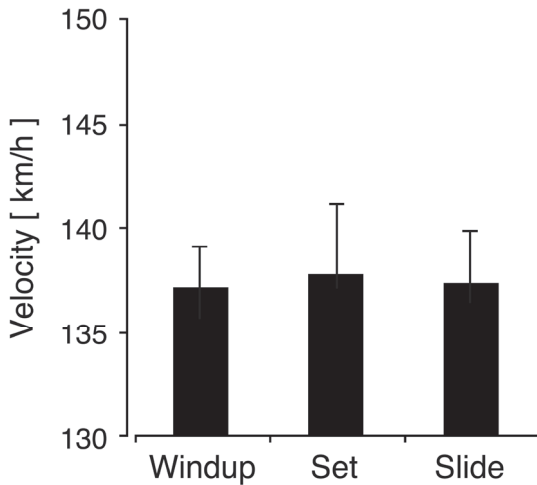


図4 各投法における球速の平均値  
Fig 4 Average ball velocity in each pitching position

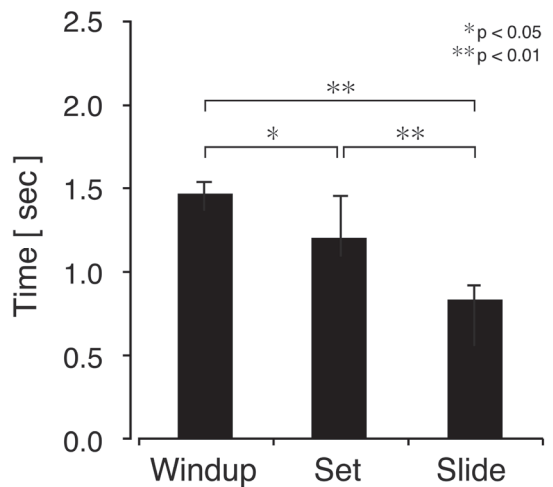


図5 各投法における投球所要時間の平均値  
Fig 5 Average pitching required time in each pitching position

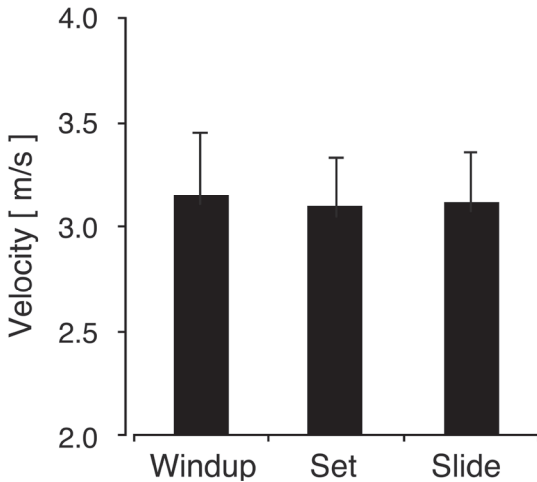


図6 各投法における重心速度の平均値  
Fig 6 Average COM velocity in each pitching position

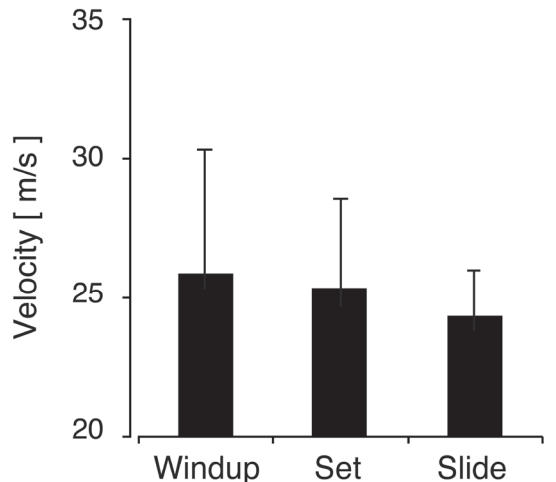


図7 各投法におけるリリース時の右手速度の平均値  
Fig 7 Average right hand velocity in each pitching position at moment of release

が $0.81 \pm 0.05$  [sec] (ストレート)で、セットポジション投法主体の投手では、所要時間が $1.24 \pm 0.07$  [sec] (ストレート)であったことを報告している。本研究の実験で得られた値は、大学トップレベル実際の試合で得られた先行研究とほぼ同程度の値を示しており、トップ選手の投球所要時間として妥当な値だったといえる。

投球方法の違いは、パフォーマンスにも何らかの影響を及ぼすと考えられるが、投球方法を変えても最も重要なパフォーマンスの指標のひとつである球速に違いが見られなかった。このことから、

国内トップレベルの投手は投球方法を変えて投球所要時間を変えても、合目的に投球を調節することによって、球速に差異が生じさせていなかったものと推察する。

### 3. 左足接地時の投球方向重心速度およびリリース時の右手速度について

図6に各投法における左足接地時の投球方向重心速度の平均値を示す。左足接地時の投球方向重心速度は、ワインドアップ投法 $3.17 \pm 0.29$  [m/s]、セットポジション投法 $3.12 \pm 0.23$  [m/s]、ク

イック投法 $3.13 \pm 0.24$  [m/s] であった。左足接地時の投球方向重心速度において、投球方法の違いによる有意な差は認められなかった。

図7に各投法におけるリリース時の右手速度の平均値を示す。リリース時の右手速度は、ウィンドアップ投法 $25.93 \pm 4.47$  [m/s]、セットポジション投法 $25.37 \pm 3.23$  [m/s]、クイック投法 $24.37 \pm 1.65$  [m/s] であった。リリース時の右手速度において、投球方法の違いによる有意な差は認められなかった。右手速度の平均値は、他の変数と比較して、標準偏差が大きいことから、選手間、およびあるいは一個人内における投球間でのバラツキが大きいことを意味していた。

高橋ら<sup>4)</sup>は社会人野球投手9名と大学野球投手13名を対象として、球種の異なる野球投手の動作をキネマティクスの比較しており、最大手速度が、高速群(平均球速 $35.7 \pm 1.0$  [m/s]、時速換算 $128.5$  [km/h])において $25.7 \pm 1.4$  [m/s]、低速群(平均球速 $33.2 \pm 1.1$  [m/s]、時速換算 $119.5$  [km/h])において $24.1 \pm 1.1$  [m/s] であったことを報告している。

左足接地時の投球方向重心速度に、投球方法の違いによる差はなかったことから、投球方法を変えても、左足接地時には巨視的に見た身体運動は変わらないものと考えられる。それに関連して、腕の振り自体も変わらなかったと推察される。

これまで国内トップレベルの投手における投法間のKinematicsデータの比較は、事例的に行われているものの、体系化・定量化には検討の余地があった。本研究において、国内トップ投手は、投法の違いにより投球動作時間を変えても、球速、右手速度・重心速度を変えずに投球を維持することが明らかになるとともに、具体的な数値データを得ることができた。これらの知見は、今後、指導やコーチングにおける有益な資料となり得ると考える。

## IV. まとめ

本研究の目的は、野球のピッチングにおける投法の違いが動作に与える影響をバイオメカニクスの手法により検討することであった。被験者は現在プロ野球選手1名を含むT大学硬式野球部に所属する大学トップレベルの投手6名(年齢 $21.2 \pm 1.8$ 歳、身長 $179.4 \pm 7.4$ cm、体重 $84.8 \pm 7.4$ kg)とした。映像解析を用いて、ウィンドアップ投法、セットポジション投法、クイック投法間で球速、動作時間、重心速度を比較した。球速の平均値は、ウィンドアップ投法において $137.2 \pm 1.94$  km/h、セットポジション投法において $137.8 \pm 3.31$  km/h、クイック投法において $137.3 \pm 2.58$  km/hであった。投球の動作時間の平均値は、ウィンドアップ投法において $1.5 \pm 0.07$  [sec]、セットポジション投法において $1.2 \pm 0.26$  [sec]、クイック投法において $0.8 \pm 0.08$  [sec]であった。左足接地時の投球方向重心速度は、ウィンドアップ投法において $3.17 \pm 0.29$  [m/s]、セットポジション投法において $3.12 \pm 0.23$  [m/s]、クイック投法において $3.13 \pm 0.24$  [m/s]であった。本研究の結果から、投球方法による動作時間の違いは認められたものの、その他の変数については有意な差は認められなかった。すなわち、大学トップレベルの投手は、投法をかえてもそのパフォーマンスがかわらないことが明らかとなった。

### 謝辞

本研究は、株式会社ナックイメーজテクノロジー社より多大なご協力を得て行われました。また、東海大学硬式野球部の選手に被験者としてご協力いただきました。記して、感謝の意を表します。

### 引用・参考文献

- 1) 文部科学省 HP: スポーツの振興, スポーツ基本法, スポーツ基本法(平成23年法律第78号)(条文), <http://www.mext.go.jp/>, 2011.

- 2) 宮西智久, 藤井範久, 阿江通良, 功刀靖雄, 岡田守彦: 野球の投球動作におけるボール速度に対する体幹および投球腕の貢献度に関する3次元的研究. 体育学研究, 41, 23-37, 1996.
- 3) 宮西智久: オーバーハンド投げのバイオメカニクス-“ムチ投げ”の野球の投球動作研究-. 体育の科学, 62, 361-365, 2012.
- 4) 高橋佳三, 阿江通良, 藤井範久, 島田一志, 川村卓, 小池関也: 球速の異なる野球投手の動作のキネマティクスの比較. バイオメカニクス研究, 9, 36-52, 2005.
- 5) 平山大作, 藤井範久, 阿江通良, 小池関也: 野球投球における投球数と動作キネティクスとの関係. バイオメカニクス, 19, 91-102, 2008.
- 6) 齊藤健治, 渡辺正和, 井上一彦, 井上伸一, 酒井淳一, 竹田忠紘: 野球投球における上肢・体幹運動の慣性センサ計測. 名古屋学院大学論集 人文・自然科学編, 48, 33-48, 2011.
- 7) 功刀靖雄, 安田貴彦, 松本稔, 宮崎光次, 木内敦詞: 大学投手のセットポジション姿勢からの投球に関する一考察. 日本体育学会大会号, 46, 600, 1995.
- 8) 島田一志, 阿江通良, 藤井範久, 前田健, 川村卓: 野球のオーバーハンドおよびアンダーハンド投法の事例的比較. 日本体育学会大会号, 50, 716, 1999.
- 9) Kadaba, M. P., Ramakrishnan, H. K., Wootten, M. E. : Measurement of lower extremity kinematics during level walking. Journal of Orthopaedic research, 8, 383-392, 1990.