

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 28 日現在

機関番号：32644

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24650374

研究課題名(和文)カメラ付タブレット型PCを用いた器械運動学習支援システムの構築

研究課題名(英文)Construction of gymnastics learning support system using a tablet PC

研究代表者

小河原 慶太(OGAWARA, Keita)

東海大学・体育学部・准教授

研究者番号：90407990

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の最終目的は器械運動の学習に役立つ新しい学習支援システムを開発することであった。本研究ではそのための基礎資料を得るための実験を行った。器械運動の基本的な技のうち、マット運動の「伸膝前転」と鉄棒運動の「前方支持回転」を取り上げ、その習熟過程を考慮したスポーツバイオメカニクスの分析を行い、各技のメカニズムと指導上のポイントを明らかにした。計画当初はこのデータをカメラ付きタブレット型PCに組込んで学習者に呈示することを計画したが、ソフトウェアの設計に関わる技術的側面に未解決な問題が多く、完成には至らなかった。しかしながら、この研究は継続し、システム開発を今後も進めていく予定である。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to develop a new learning support system to help you learn of gymnastics. In this study, an experiment was conducted in order to obtain the basic data. Among the basic skills of movement, and took up the floor exercise of "forward roll with straight legs" and horizontal bar exercise "front hip circle". By using the analysis method of sports biomechanics, revealed the movement mechanism. Then, it was revealed points to guide the movement. Initially, it was planned to be presented to the learner to incorporate this data into a tablet PC. However, many unresolved issues in the design involved the technical aspects of the software, it did not reach completion. It is planned to continue in the future this research.

研究分野：スポーツバイオメカニクス

キーワード：器械運動 学習支援システム データベース

1. 研究開始当初の背景

器械運動の指導法に関する研究の多くは主観的な運動観察に基づく運動学的あるいはスポーツ方法学的な方法が一般的であるが、運動力学や解剖・生理学を基盤として動きのメカニズムに接近するスポーツバイオメカニクス的手法を用いた指導法のアプローチは少ない。また、一般に器械運動や体操競技を研究対象としたスポーツバイオメカニクス研究では、学習の課題となる個々の「技」についてその構造やメカニズムを検討することが多いが、学習者を支援する科学的取組みは少ない。実際の指導現場では、分析によって得られた客観的データを指導の場面に直接フィードバックさせ、その習熟過程や学習過程を呈示するようなシステムが望まれている。

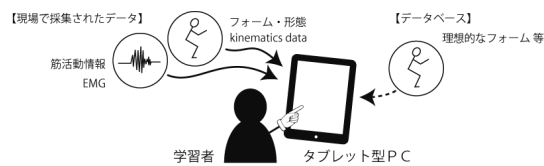


図1 研究イメージ

2. 研究の目的

そこで本研究では器械運動におけるマット運動、鉄棒運動および跳び箱運動の基本的な技について、各習熟過程の典型例について高速度カメラ、フォースプレート、筋電図計を用いてスポーツバイオメカニクスの分析を行い各技のメカニズムや有益指導上のポイントをデータベース化し、分析によって得られた客観的データを指導の場面に直接フィードバックさせ、その習熟過程や学習過程を呈示するようなシステムを構築することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) バイオメカニクスの分析

器械運動のマット運動、鉄棒運動および跳び箱運動の基本的な技について、各習熟過程の典型例について、ハイスピードデジタルカメラや筋電図計を用いてバイオメカニクスの分析を行う。

(2) データベースの構築

前項のスポーツバイオメカニクスの分析に基づいて、得られて結果を視覚化して、各技のメカニズムや指導上有益なポイントを映像データとともに学習者に呈示するためのデータベースを構築する。さらに、蓄積してきたデータを教員養成系の器械運動の実技授業で実際に活用して、その場で採取したデータを即座にフィードバックして行う学習方法を構築する。

4. 研究成果

(1) マット運動の「伸膝前転」に関する研究

初年度である24年度は計測機器の導入を行い、実験環境を整備するとともに計測精度や導入方法を検討するための予備実験を行った。その後、マット運動の「伸膝前転」を取り上げ、実験を行った。被験者は健康な男性大学生25名とし、伸膝前転の習熟レベルに基づき熟練群、未熟練群および不成立群の3段階に分けた。動作の記録にはモーションキャプチャシステムを用いた。その際、無線式筋電図計によるEMG測定を行うとともに、手が着床する位置に2台のフォースプレートを設置し、手押し動作の床反力データを同時記録した(図2)。

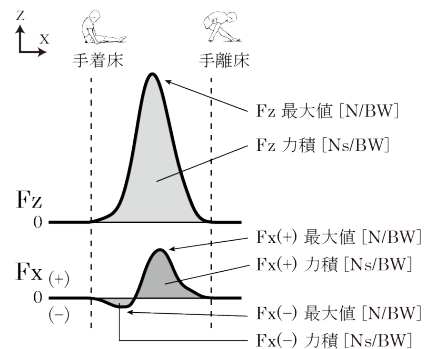


図2 床反力データの定義

算出した伸膝前転の立ち上がり時に生じる最大の回転角速度(踵と身体合成重心を結ぶ線分と水平軸の成す角の回転速度)を伸膝前転の成否を決定しうる変数として、股関節のキネマティクス、手押し動作のキネティクスデータとの相関分析を行った。その結果、以下のことが明らかになった。

踵まわり回転角速度(図3)は熟練群、未熟練群および不成立群の三群間に有意な差が認められ($p < 0.05$)、不成立群の最大回転角速度は熟練群、未熟練群に比べて低いことが明らかになった($p < 0.05$)。

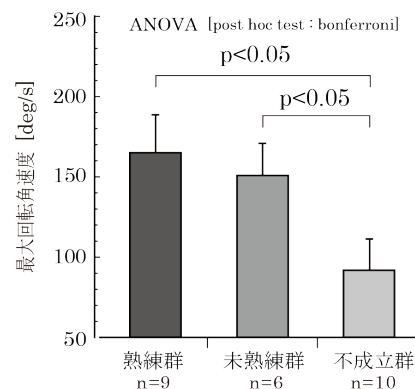


図3 踵まわりの最大回転角速度

股関節の動きに関するキネマティクス分析項目と踵まわりの最大回転角速度との相関分析の結果、股関節最小角度($r = -0.39$,

p<0.05)には負の相関関係、股関節最大角速度 ($r=0.44$, $p<0.05$)、股関節平均屈曲速度 ($r=0.54$, $p<0.05$)には正の相関関係が認められた。

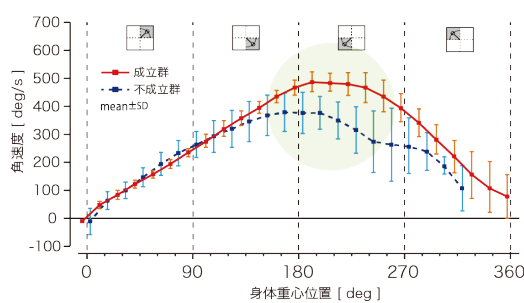
手押し動作の床反力データから求めたキネティクス分析項目と踵まわりの最大回転角速度との相関分析の結果、水平方向の力のうち、着床前半に生じる進行方向とは逆への力である $F_x(-)$ の力積には有意な相関関係が認められた ($r=0.60$, $p<0.05$)。

なお、この研究結果は日本体育学会第 64 回大会 (立命館大学)にて発表し、その内容を発展させて東海大学紀要 (体育学部)に原著論文として纏めることができた。

(2) 鉄棒運動の「前方支持回転」に関する研究

25 年度は鉄棒運動の「前方支持回転」を題材に実験を行った。器械運動において鉄棒運動の前方支持回転は支持系グループの中では比較的難易度が高い基本技といえる。本研究では鉄棒に対する身体重心の位置変化、上半身と下半身の各重心の相対的位置を手がかりに、前方支持回転が成立するための諸要因について検討し、指導上の基礎的知見を得ることを目的とした。被験者は男子大学生で、前方支持回転ができた者 10 名 (成立群)、できなかった者 10 名 (不成立群)とした。動作の測定には光学式 3 次元モーションキャプチャシステム (Mac3D, Motion Analysis 社製)を用いた。その際、無線式筋電図計による EMG 測定を行うとともに計測した身体各部 32 点の位置座標から身体合成重心、上半身部分重心及び下半身部分重心を算出し、鉄棒まわりの各重心の角速度 (回転速度)、鉄棒から各重心点までの距離 (回転半径)、上

▼ 上半身重心角速度



▼ 下半身重心角速度

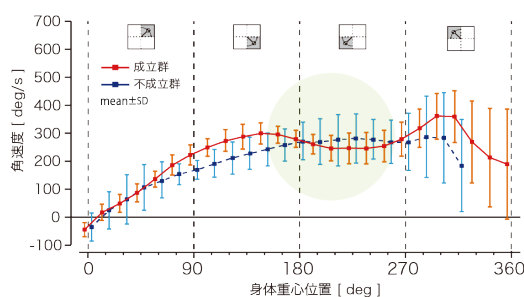
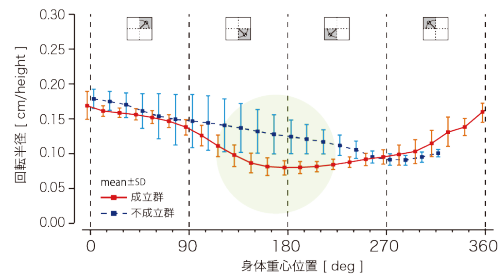


図 4 前方支持回転の身体角速度

半身及び下半身部分重心と鉄棒の成す角 (腰角度) を求めた。分析の結果、成立群は上半身部分重心の最大回転速度が速く、運動後半で下半身部分重心の回転速度が急激に減少すること (図 4)、成立群の上半身回転半径は長いが下半身回転半径は短く、その最小値は身体合成重心位置がほぼ真下の時期に出現すること、成立群の腰関節屈曲速度は速いことが明らかになった (図 5)。

▼ 下半身重心回転半径



▼ 腰角速度

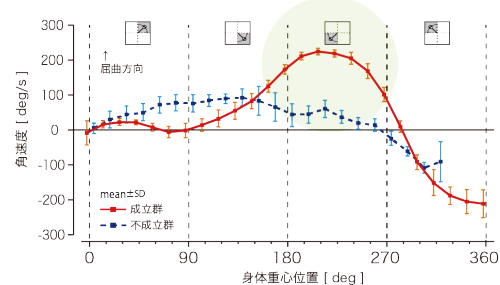


図 5 前方支持回転の回転半径と角速度

なお、この研究結果は 26 年の日本体育学会第 65 回大会 (岩手大学)にて発表し、現在、その内容を発展させた論文を作成中である。

(3) 今後の課題

26 年度は跳び箱運動の「開脚とび」を題材に研究を進め、これまで蓄積してきたデータや知見をカメラ付きタブレット型 PC に組込んで教員養成系の器械運動の実技授業で活用する段階として計画をしたが、タブレット型 PC に搭載するソフトウェアの設計と構築に関わる技術的側面に未解決な問題が多く、本研究の目的である映像データとともに学習者に呈示するためのデータベースの完成には至らなかった。学習者への効果的なフィードバックは、即時的で直感的、さらにはより視覚に訴える説得力のあるデータを提供することが極めて重要であるが、最近では撮影した (撮影された) 映像をモニターやビデオプロジェクターから、より手軽なタブレット端末やスマートフォンへと移行が進み、よりインタラクティブな方向、すなわち、必要なデータを学習者自らの手で操作しながら、欲しい情報を得ることが可能となってきた。これまでの研究は大学生を対象とした研究であったが、将来的には小学校、中・高等学

校などの教育現場での利用を想定してこの研究を継続し、教育現場で採取したデータを即座にフィードバックする学習支援システムの構築を目指していきたい。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

小河原 慶太、長尾 秀行、小西 康仁、宮崎 彰吾、山田 洋、マット運動における伸膝前転のメカニズムに関するバイオメカニクス的研究、東海大学紀要(体育学部) 査読有、第44号、2014、1-9

〔学会発表〕(計2件)

小河原 慶太、長尾 秀行、山田 洋、マット運動における伸膝前転の成立に関する基礎的検討、日本体育学会第64回大会、2013年8月28日、立命館大学(滋賀県・草津市)

小河原 慶太、長尾 秀行、小西 康仁、山田 洋、鉄棒運動における前方支持回転の成立に関する基礎的検討、日本体育学会第65回大会、2014年8月28日、岩手大学(岩手県・盛岡市)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

特になし

6. 研究組織

(1)研究代表者

小河原 慶太 (OGAWARA Keita)

東海大学・体育学部・准教授
研究者番号：90407990

(2)研究分担者

山田 洋 (YAMADA Hiroshi)
東海大学・体育学部・教授
研究者番号：30372949