

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：32644

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K18670

研究課題名(和文) 器械運動における安全で効果的な補助技法の開発

研究課題名(英文) Development of safe and effective assistive techniques for Gymnastics.

研究代表者

小河原 慶太(OGAWARA, Keita)

東海大学・体育学部・教授

研究者番号：90407990

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究はスポーツバイオメカニクス的手法を用いて器械運動の安全で効果的な補助技法の開発することが目的である。特に指導者が学習者を直接触って補助をする「直接補助法」の効果を検証した。その結果、正しい補助動作を理解していれば、熟練度に関係なく補助を用いることで安全に学習効果を高めることができる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

器械運動の指導方法の一つである「直接的補助法」は限られた体操競技経験者が有する経験的かつ専門的な技術といわれ、専門経験のない体育指導者にとっては非常に難しく思われており、科学的知見もほとんどない。本研究ではマット運動の「前方倒立回転跳び」などの基本的な技の補助技法を検証し、安全に学習者のパフォーマンスを向上させ方法の一つであること、さらには正しい補助動作を理解していれば補助が未熟な指導者、つまり、生徒同士であっても安全に学習効果を高める可能性があることは、身体教育において社会的に意義があるものと思われる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to develop a safe and effective assistive technique for gymnastics using sports biomechanics. therefore, we verified the effect of the "direct assistance method."

As a result, it was suggested that the learning effect could be enhanced safely by using the assistance regardless of the skill level, if the correct assistance movement was understood.

研究分野：バイオメカニクス

キーワード：器械運動 直接補助法

## 1. 研究開始当初の背景

今、体育系大学・学部で教職を目指す学生の多くは器械運動が苦手なようである。新学習指導要領においても、器械運動の授業では生徒・児童が合理的な技術ポイントを互いに学習し、技術系統に沿って練習を工夫しながら学んで行くことが求められているが、教職を希望する大学生ですら苦手意識が先行し、うわべの指導法を暗記するばかりで、自らその裏付けとなる経験をしたがらない傾向は極めて問題である。こうした事態が続けば、付け焼き刃で教員採用対策の実技課題をクリアするのみで、めでたく教員となったとしても、より良い教育の実践には遠く及ばない。教員養成課程では、知識や指導理論の獲得だけではなく、実際に自ら「できる」ことを目指して学習させることが重要である。しかし、現実には少年期に習得しておくべきスキルを身につけていない者にとって、その学習は非常に困難であると言わざるを得ない。

器械運動では技を「できる」ように学習することが目標となるが、誰もが一人で非日常的な特殊な運動を身につけられるわけではないので系統的かつ段階的な指導が必要になるが、経験的には言語による指導やお手本となる模範を教示しての指導のほか、補助(幫助)による指導がおこなわれる。補助技法には安全マットを用意して恐怖心を取り除いたり、マットの段差や傾斜台を利用して練習を行ったりして、練習における場の工夫によって間接的に補助を行う「間接的補助法」のほか、学習者の体に直接触れて身体を支えたり、技の成立を導く「直接的補助法」があるが、教師や指導者の力量に左右される「直接的補助法」の技術解明と普及が安全で効果的な器械運動指導において課題となっている。しかしながら、器械運動の指導法に関する研究の多くは学習対象である個々の「技」に対する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り、指導力不足を解消するには至っていないのが現状である。

我々はこれまで運動力学や解剖・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として「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(2014)」や「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(2014)」などの基礎的な技に関する研究を手がけ一定の成果を得てきたものの、これもまた指導力不足を解消するには至っていない。



写真 直接補助法の例

この器械運動領域の指導力不足は子どもの発育発達段階において、子どもの安全と教育効果に致命的な結果をもたらすことが考えられる。本研究が目指すところの補助技法の技術解明と安全で効果的な補助技法の開発、さらにはその検証は器械運動を教える教員や指導者の指導力不足を解消する切り札となるとともに子ども達の安全確保と新しい指導法を創造することになり、その結果、器械運動を教えることが上手な指導者の養成と安全で楽しい器械運動の普及につながると思われる。先に述べたように、これまでこのような研究が行われてこなかった背景である実験的検証の困難さに挑戦し、限定的な知見であっても指導力不足に悩む保健体育教師や指導者に役に立つ知見を見出すことは意義あることと考える。

## 2. 研究の目的

本研究はスポーツバイオメカニクス的手法を用いて器械運動の安全で効果的な補助技法の開発と検証を行い、学習者の安全確保と新しい指導法を創造するとともに器械運動を教えることが上手な指導者の養成と安全で楽しい器械運動の普及を目指すことが最終目的である。すなわち、本研究の目的は「直接的補助法」についてスポーツバイオメカニクス的手法を用いて実験的に動経過の“どのタイミング”で、身体の“どこを”、“どのように”補助するかという技術について解明することである。

## 3. 研究の方法

研究代表者は前述の通りスポーツバイオメカニクスを専門として主に3次元モーションキャプチャシステムを用いた映像解析・動作分析を専門領域としており、これまでバイオメカニクス的手法を用いて「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(2014)」や「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(2014)」などの基礎的な技に関する研究を手がけ一定の成果を得ている。

本研究ではモーションキャプチャシステムを使用した映像解析の手法を中心とするkinematics分析と補助者の筋活動を捉えるためのEMG解析やロードセル、フォースプレート等を使用して力学量を測定・分析するkinetics分析を併用した方法で行う。

なお、本研究における年度ごとの計画は以下の通りであった。

1) 平成 29 年度

実験環境については既に整っており、3次元光学式モーションキャプチャシステムや各種計測装置は既存の物を使用するが、初年度については計測精度や実験方法を検討するための予備実験を行い、器械運動の運動種目の内、マット運動の「前方倒立回転とび」を取り上げ、熟練した補助者と補助技法をマスターしていない補助者の相違についてバイオメカニクス的手法を用いて検討する。

2) 平成 30 年度

二年目となる平成 30 年度は器械運動の運動種目の内、「鉄棒運動」を取り上げる。鉄棒運動では、「逆上がり」、「け上がり」の他、「後方支持回転」、「前方支持回転」などの補助技法について分析する計画であった。

3) 平成 31 年度

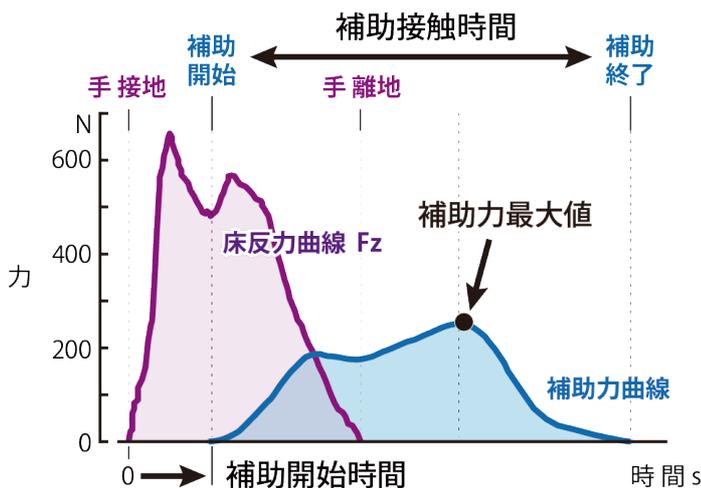
最終年度となる平成 31 年度はこれまで蓄積してきたデータや知見を教員養成系の器械運動の実技授業で活用する段階である。従来までの試行錯誤的学習方法や主観的な観察法による学習方法に加えて、本研究で開発した補助技法を使用した指導法の効果を検証する計画であった。

4. 研究成果

初年度となった平成 29 年度に器械運動の運動種目の内「マット運動」についての基本的な技の補助技法について予備実験を行なった。具体的な分析対象は補助が有効な指導方法であると思われる巧技的な技である「前方倒立回転とび」とした。予備実験では補助の際の「押す力」を計測装置を自作しその精度と妥当性を検証し、実際の補助力を測定した。その補助において熟練した補助者と補助技法をマスターしていない補助者の相違についてバイオメカニクス的手法を用いて検討した。その後の 2 年目である平成 30 年度には追加実験を行い、研究成果をまとめたものを日本体育学会第 69 回大会（徳島）において発表した。具体的には「マット運動における前方倒立回転跳びの補助技術の評価する。」と題して、マット運動における前方倒立回転跳びの対する直接補助法の有効性を明らかにした（下図参照）。

最終年度となる 2019 年度には日本体操競技・器械運動学会にて 2018 年度に実施した鉄棒に関する補助法の検討（「け上がりの動感発生に関する運動学的考察」）と新たに筋電図を使用した力技の補助法について検討（「筋電図を用いた体操競技力静止技の努力度に関する検討」）したものを発表し、補助法の有用性について明らかにできた。

補助力最大値と補助接触時間の定義

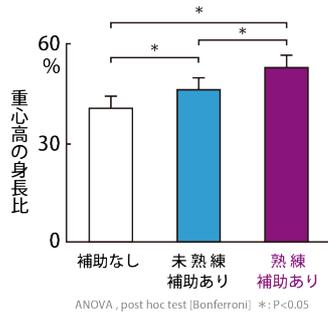


▼ 補助力計測用 補助パット

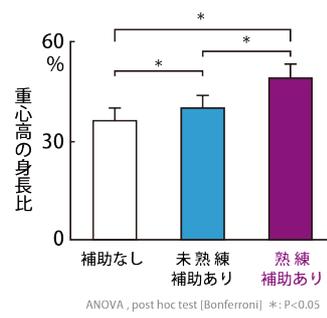


図 「マット運動における前方倒立回転跳びの補助技術の評価する。」 研究結果 1  
補助力計測用補助パットの計測結果

### 空中局面の最大重心高

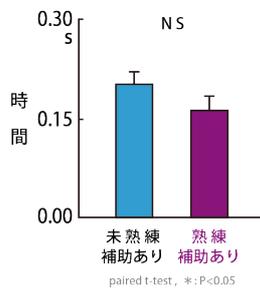


### 着地時の重心高

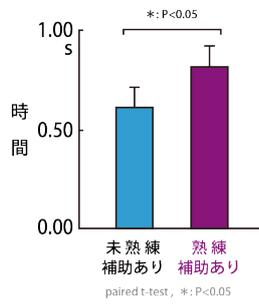


👉 直接補助は補助者の熟練度に応じて、学習者のパフォーマンスを一時的に向上させる。

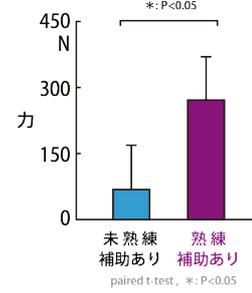
### 補助開始時間



### 補助接触時間



### 補助力最大値



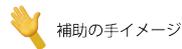
👉 熟練者は長い時間触り、強く押している！ 補助を開始するタイミングの違いはない。

### 各実験課題の連続図 (学習者 Y の例)

#### 補助なし



#### 未熟練 補助あり



#### 熟練 補助あり

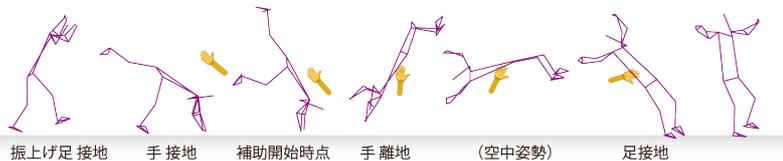
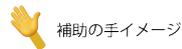


図 「マット運動における前方倒立回転跳びの補助技術を評価する。」 研究結果 2

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小河原慶太 植村隆志 小西康仁 西葉月 五十嵐健太 山田洋
2. 発表標題 マット運動における前方倒立回転跳びの補助技術の評価する。
3. 学会等名 日本体育学会第69回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 半澤瑛梨、大塚隆、野坂俊弥、小西康仁、植村隆志、小河原慶太
2. 発表標題 け上りの動感発生に関する運動学的考察 -ズボンを履く動感に着目して-
3. 学会等名 日本体操競技・器械運動学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安井佑太郎、鎌田達也、山田洋、植村隆志、小河原慶太
2. 発表標題 筋電図を用いた体操競技力静止技の努力度に関する検討
3. 学会等名 日本体操競技・器械運動学会
4. 発表年 2019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
研究分担者	山田 洋  (YAMADA Hiroshi)  (30372949)	東海大学・体育学部・教授    (32644)	