

バイオメカニクスの観点からみたマット運動の伸膝前転の指導法

—伸膝前転ができない原因の男女差を探る—

岡本 敦*

1. はじめに

平成20年7月の中学校学習指導要領解説保健体育編²⁾では、マット運動の伸膝前転は前転の発展技として例示されている。器械運動の技能として、「技ができる楽しさや喜びを味わい、自己に適した技で演技することができるようにする。」とされている。そしてマット運動では、「回転系や巧技系の基本的な技を滑らかに安定して行うこと、条件を変えた技、発展技を行うこと、それらを構成し演技すること。」となっている。回転系接転技群前転グループでは、基本的な技として「開脚前転」を1・2年で例示し、「伸膝前転」を発展技として扱っている。したがって、中学校では3年生で「伸膝前転」を学習することになる。ところが「器械運動の領域は、第1学年及び第2学年においては、すべての生徒に履修させることとしているが、第3学年においては、器械運動、陸上競技、水泳及びダンスのまとまりの中から1領域以上を選択して履修できるようにすることとしている。」ため、第3学年ではすべての生徒が器械運動を履修するわけではない。したがって、マット運動の「伸膝前転」はすべての生徒が学習しているわけではない。ところが近年の教員採用試験でマット運動にこの「伸膝前転」を課題とする教育委員会も多く、保健体育の教員養成課程ではこの技の習得が必須となる。しかし、「伸膝前転」は教員養成課程の学生にとっても難易度の高い技の一つであり、器械運動の講義では習得が困難な学生も多く見受けられる。

そこで本研究では、学生の「伸膝前転」をモーションキャプチャーシステムによって記録し、バイオメカニクスの観点から解析し、学習における問題点を特に男女差について検討し、その指導方法を再検討することを目的とした。

2. 方法

マット運動における「伸膝前転」を習得できない学生では、男子と女子では異なる失敗のパターンが観察され、失敗の原因が異なると考えられる。そこで保健体育科教育法（体操・器械運動）を履修した学生の中で、「伸膝前転」を習得した男子2名と、習得できなかった学生の中から男女それぞれ典型的な失敗のパターンを示している男子2名、女子3名を被験者とした。被験者に実験の目的やリスクなどを説明し、参加の同意を得た。被験者は実験室に設置したマットの上で伸膝前転を実施した。その際の身体動作をモーションキャプチャーシステム（VICON社製MX-T20カメラ10台250fps）で記録した。また被験者がマットを左手で押す力をKISTLER社製フォースプレート9287C（1000Hz）で記録した。肩峰点と大転子を結ぶセグメントを胴体、大転子と果点を結ぶセグメントを下肢とした。得られたデータから被験者の左側面から見た胴体と下肢が水平線となす角度と角速度、股関節角度、左手でマットを押す力を求めた。

* 東海学園大学スポーツ健康科学部教授

3. 結果

図 1 に全被験者の胴体と下肢の水平線となす角度と股関節角度を伸膝前転の開始から、終了までを示した。伸膝前転で前転をして踵がマットに設置した時点を 0 秒とした。

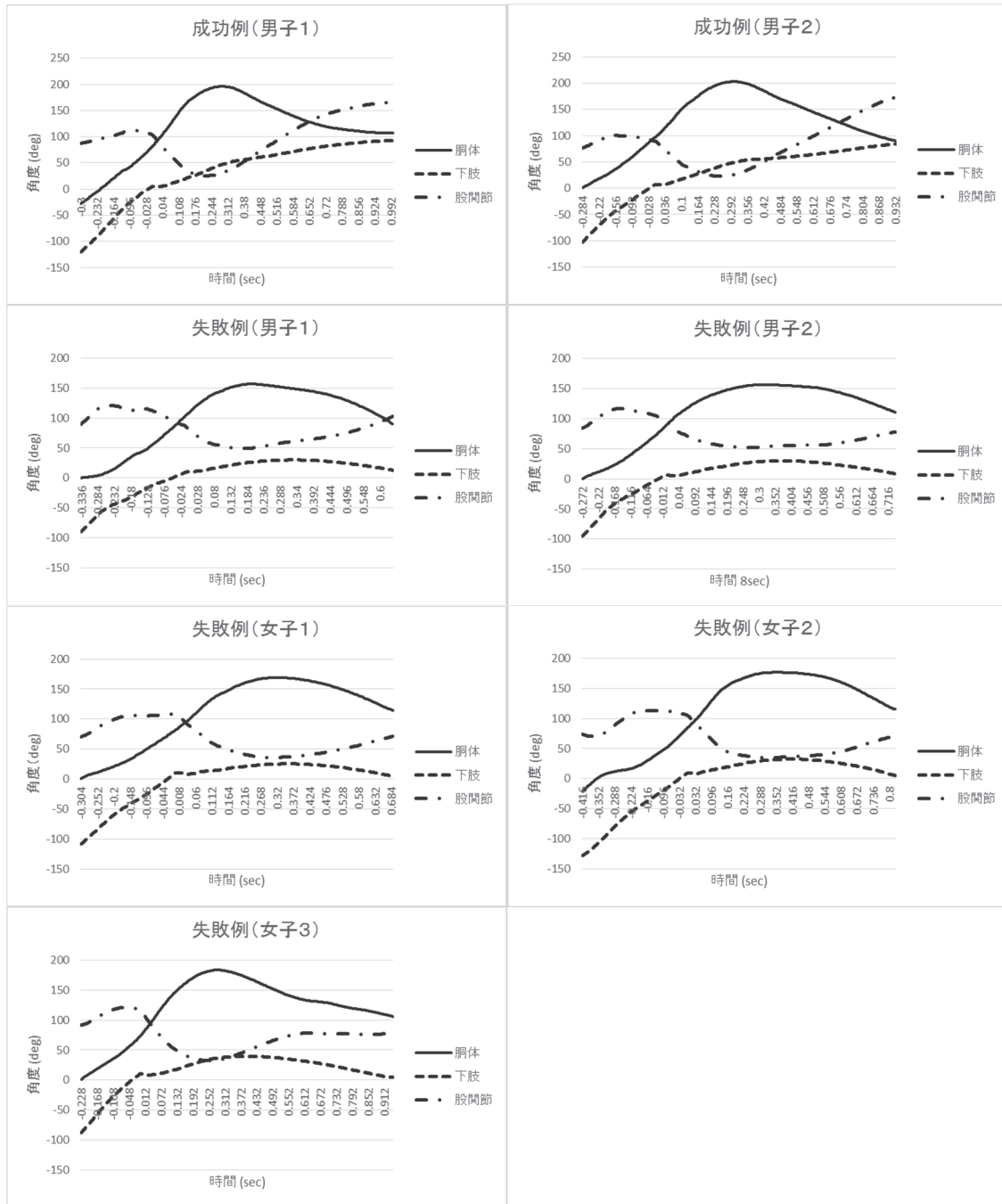


図 1 全被験者の胴体と下肢の角度と股関節角度の経時的変化

成功例では股関節角度が 50 度以下まで小さくなっているのに対して失敗例の男子では 50 度以下には屈曲できず前屈が硬いことを示している。他方、女子の失敗例では股関節角度が 50 度以下まで屈曲されているにも関わらず失敗しており男子と女子で異なる原因で失敗していると考えられた。また、失敗例の男子、失敗例の女子ではそれぞれ類似した角度の変化を示しており、今回の被験者が伸膝前転の失敗の男女の典型例を示していると考えられた。

そこで今回の報告では、伸膝前転の成功例として成功例（男子 1）を、男子の失敗例として失敗例（男子 1）を、女子の失敗例として失敗例（女子 1）の結果の詳細を示した。

図 2 に成功例として、成功した男子の胴体と下肢の角度の経時的変化を示した。また伸膝前転に失敗した男子と女子の典型例を図 3、図 4 に示した。以下に示す角度と角速度は前転して踵がマットに付いた時点を 0 秒とし、角度の経時的変化では前転開始から上昇局面を、角速度では踵接地以降の上昇局面を示した。

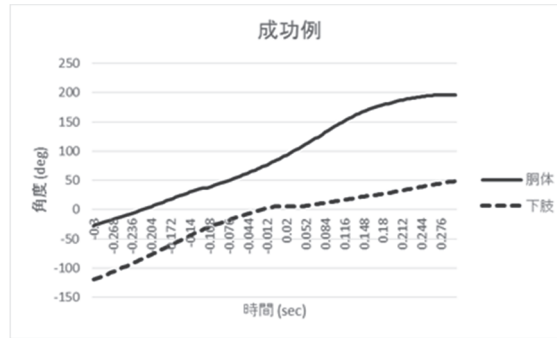


図 2 伸膝前転の成功例の胴体と下肢の角度の経時的変化

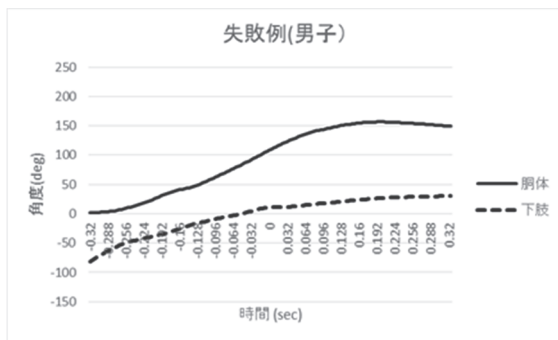


図 3 伸膝前転の失敗例の角度変化（男子）

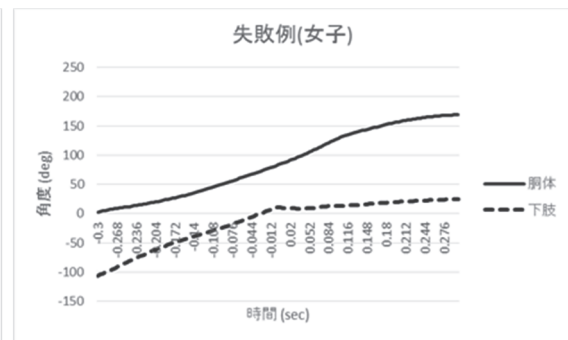


図 4 伸膝前転の失敗例の角度変化（女子）

伸膝前転に失敗した男子では、前半部分（踵接地まで）は胴体と下肢の角度変化は比較的、成功した男子と類似した角度変化を示していた。しかし、後半部分（踵接地以降）では、成功例では胴体が 200 度近くまで回転を継続したのに対して、失敗例では胴体が 150 度程度で止まっていた。これは失敗した男子の前屈の柔軟性が低い（体が硬い）こと示すものである。一方、伸膝前転に失敗した女子の胴体と下肢の経時的角度変化では、前半部分から成功例と比較して差が見られた。女子の失敗例では下肢の角度変化に比べて胴体の角度変化が小さく、前転で上半身が下半身の回転に遅れていた。

胴体と下肢の角速度の経時的変化に注目して見ると、成功例の胴体の角速度が 650 度 / 秒の最大値を示しているのに比べて、失敗例では男女とも、胴体の角速度の最大値が 500 度 / 秒程度と明らかに小さかった。また、失敗した女子では、下肢の角速度が 100 度 / 秒程度と成功例の 200 度 / 秒に比べて明らかに小さかった（図 5、図 6、図 7）。

マットを押す力の最大値では、成功例が体重の 35.3%、失敗例の男子が 56.4%、女子が 35.3% であった。したがって、失敗した男子は、力は十分に発揮できていたと考えられた。また、失敗した女子でも成功した男子と同値を示したが、それ以降の胴体の前傾が深くなった部分（胴体が水平線から 55 度まで前傾した時）の力の発揮が小さかった（図 8 から図 14）。

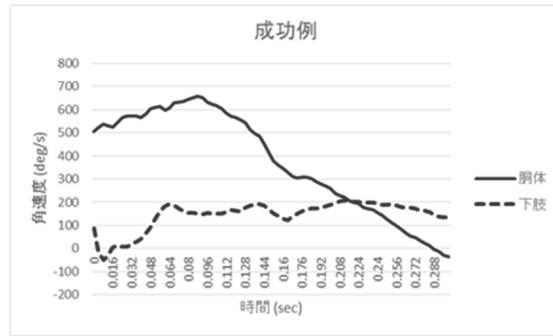


図 5 伸膝前転の成功例の胴体と下肢の角速度の経時的変化

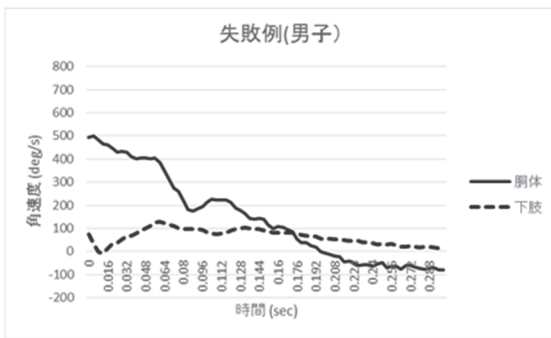


図 6 伸膝前転の失敗例の角速度変化 (男子)

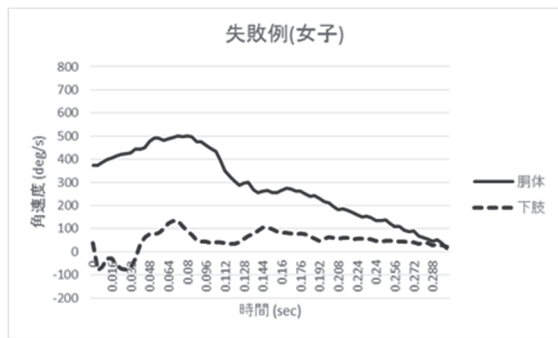


図 7 伸膝前転の失敗例の角速度変化 (女子)

4. 考察

伸膝前転を力学的エネルギーの観点から考えると、前半部分は前転の回転を加速することによる運動エネルギーの増加部分、後半は運動エネルギーを位置エネルギーに変換して立ち上がる分と考えることができる。今回の失敗例の男女では、いずれも後半部分の運動エネルギーを位置エネルギーに変換する部分が出来ていないと考えられるが、その原因は異なると考えられる。男子学生では、手で押す力が成功例よりも大きいにも関わらず立ち上がり失敗していることから、柔軟性の欠如による失敗と考えられる。他方、女子学生においては、胴体の角速度に比して下肢の角速度が低いことから、胴体と下肢を一体化（剛体化）して倒立振り子のようになって運動エネルギーを位置エネルギーに変換することが出来ていないと考えられる。踵接地後に下肢の回転が増加せず、胴体の回転が加速していることから、踵接地による回転のブレーキによって胴体が振られている可能性が示された。このことは胴体と下肢を一体化（剛体化）する体幹筋力の不足が示唆される結果であると考えられた。

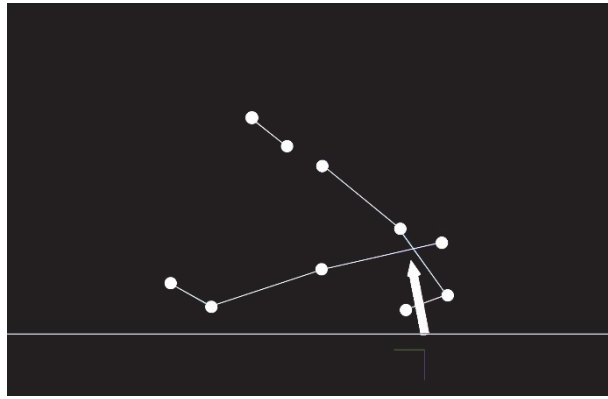


図 8 伸膝前転の成功例の左手でマットを押す力の最大値とスティックピクチャー

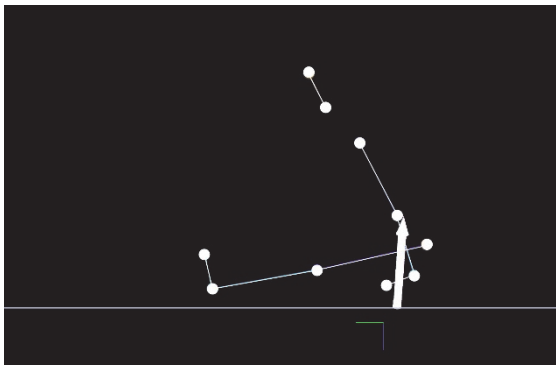


図 9 左手でマットを押す力の最大値 (失敗例男子)

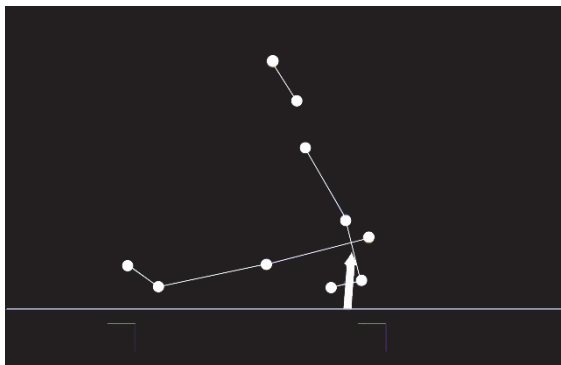


図 10 左手でマットを押す力の最大値 (失敗例女子)

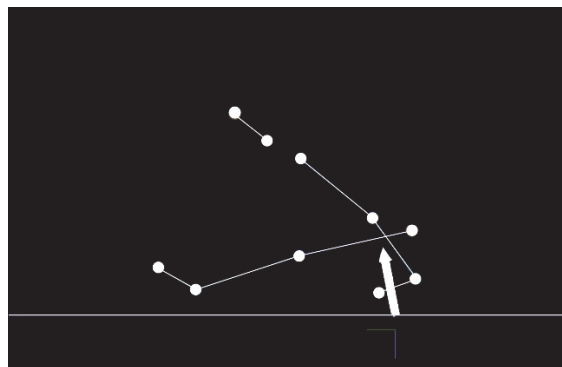


図 11 胴体が55度前傾した時の左手でマットを押す力 (成功例)

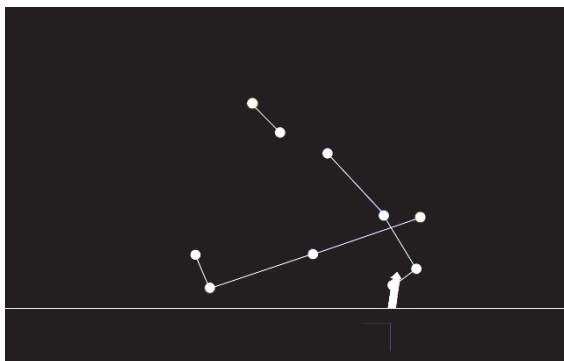


図 12 55度前傾時の左手でマットを押す力 (失敗例男子)

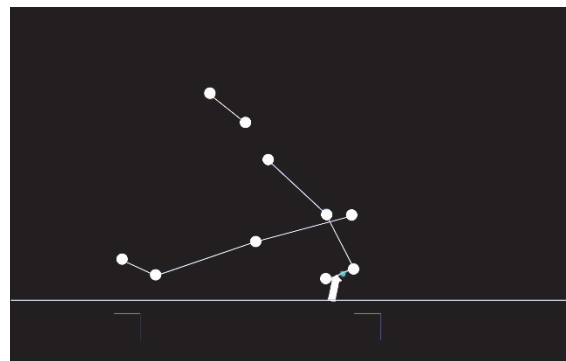


図 13 55度前傾時の左手でマットを押す力 (失敗例女子)

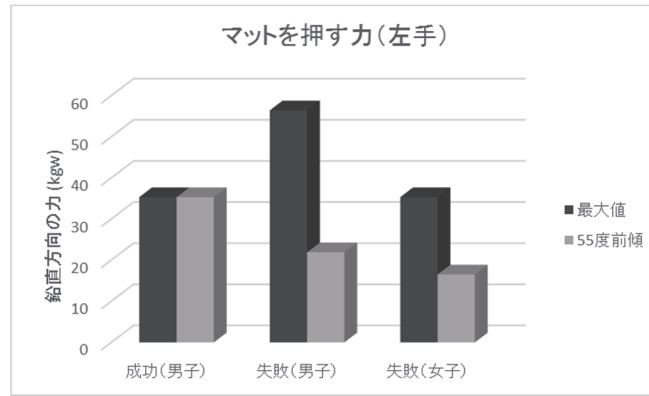


図14 左手でマットを押す鉛直方向の力



【技のポイント】

伸膝前転とは前転で膝を伸ばして立つ技である。伸膝前転ができるためには、前転と同じように順次接触、回転加速の二つの技術を十分にマスターする必要がある。

図15 伸膝前転の指導例¹⁾

伸膝前転の指導例を図15に示した。このように伸膝前転の指導では、男女分けて指導する例は殆ど見られない。しかし本研究の結果より、伸膝前転では、男子と女子は指導あるいはトレーニングにおいて、男子は柔軟性を主眼において、また、女子では筋力に主眼を置いた指導やトレーニングを組み入れていくことが必要であると考えられた。

5. まとめ

中学校学習指導要領における器械運動の中のマット運動で、発展技として教材に扱われている「伸膝前転」をモーションキャプチャーシステムによって動作解析し、この技を成功した学生と失敗した男女の典型例を比較した結果、男子学生と女子学生では「伸膝前転」ができない原因が異なることが明らかとなった。伸膝前転ができない典型的な原因は、男子では柔軟性の不足、女子では筋力の不足であった。したがって、学生に「伸膝前転」を指導する際には、男女それぞれに異なる指導法やトレーニング計画の立案が必要であると考えられた。

文献

- 1) 高橋健夫ら (1992) 器械運動の授業づくり, 36-39.
- 2) 文部科学省 (2008) 中学校学習指導要領解説 保健体育編, 49-56.