

マット運動における伸膝前転の動作解析

MOTION ANALYSIS OF THE FORWARD ROLL WITH STRETCHED KNEES ON THE FLOOR EXERCISE

山本 博男 松井 一洋* 鈴木 孝佳*
牛津 安未* 湯浅真梨也*

Hiroh YAMAMOTO, Kazuhiro MATSUI, Takayoshi SUZUKI,
Ami USHIZU, Marina YUASA

緒言

鉄棒やマットを使う器械運動では、個人差はあるが、学習過程で所謂運動のコツを覚える形で運動を可能にする場合が多い。とりわけ伸膝前転では、起き上がる時点で重心をより高く引き上げる必要がある。即ち、回転により生まれた力を伝動させ、立位へ戻るための鉛直方向の力に変えている。前転系の技に限らず、発展した高難度の技を成功させるためには、加速技術だけでなく、回転開始時における加速しやすい姿勢が重要である。

従って、本研究の目的は、伸膝前転における「できる者」と「できない者」を動作解析し、回転開始時の姿勢に注目し、伸膝前転を成功させる運動のコツを明らかにすることである。

研究方法

本研究では、二つの実験を行った。

実験1の被検者は金沢大学教育学部学校教員養成課程保健体育コース及びスポーツ科学課程の健康な男子学生で伸膝前転ができる者5名（以下A群と略記する）、できない者5名（以下B群と略記する）の計10名である。両群の身体特性と全体の身体特性を表1に示した。被検

表1 身体特性

	身長(cm)	体重(kg)
A群	169.2±4.97	65.6±7.40
B群	173.6±4.56	70.4±6.19
全体	171.4±5.06	68.0±6.91

者は上下黒色スパッツを着用、リフレクティブマーカーを身体右側の耳、肩、肘、手首、大転子、膝、足首の計7ヶ所（図1）につけ、マットの上で伸膝前転を行った。伸膝前転の全体を撮影するため、ハイスピードカメラ（ディテクト社製 HAS-220）1台をマットから4mの位置に固定し、毎秒200フレームで撮影した。A群とB群の伸膝前転における各変量の比較について、対応のないt-検定を用い有意差を求めた。有意水準は $\alpha=0.05$ に設定した。



図1 実験1における身体計測点

実験2の被検者は金沢大学教育学部体育科の健康な男子学生で伸膝前転ができる者1名（身長：172cm，体重：72kg）である。被検者は、

リフレクティブマーカーを右側の大転子、膝、足首、踵、小指の5ヶ所(図2)につけ、マットの上で伸膝前転を行った。伸膝前転の踏み切り局面と立ち上がり局面の脚の使い方を撮影するため、ハイスピードカメラ2台をマットから2mの位置に配置し、毎秒200フレームで撮影した。



図2 実験2における身体計測点

測定する角度として、肩-大転子-膝が成す角を①腰角度、大転子-膝-足首が成す角を②膝角度、膝-足首-足底が成す角を③足首角度、小指-踵-マットが成す角を④足部の傾きと定義した(図3)。

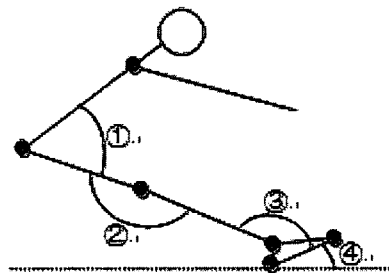


図3 角度定義

1 試行の開始を1回目の着手、終了を腰角度が最小になるまでとし、1 試行あたりの時間を算出した。また、試行の中で重要と思われるpointを設定した。設定したpointは次のとおり

である。

- point 1…試行開始、マットに手をついた瞬間
- point 2…耳と大転子につけたポイントを結ぶ線がマットに対して垂直になった瞬間
- point 3…肩と膝につけたポイントを結ぶ線がマットに対して垂直になった瞬間
- point 4…背面の接触局面、肩と膝につけたポイントを結ぶ線がマットに対して平行になった瞬間
- point 5…立ち上がり局面でマットに手をついた瞬間
- point 6…立ち上がり局面でマットに足をついた瞬間
- point 7…試行終了、腰角度が最小になった瞬間

撮影にあたり、実験1、実験2ともに、被検者には立位で静止した状態から始めることを指示した。

表2 足首Y変位

A 群	point1足首Y変位(cm)	B 群	point1足首Y変位(cm)
subj. 1	40.8	subj. 6	6.9
subj. 2	49.0	subj. 7	5.5
subj. 3	20.4	subj. 8	9.9
subj. 4	28.3	subj. 9	11.7
subj. 5	44.7	subj. 10	7.5
平均	36.64±5.34	平均	8.29±1.10

結果と考察

point 1の足首Y変位(表2)において、subj.1~5がA群、subj.6~10がB群である。A群B群それぞれの平均をみると、A群は36.64cm、B群は8.29cmであり両群に有意差がみられた。A群各被検者の値から、A群は全員手をついた時にはすでに足がマットから離れている。つまり、A群の方がより飛び込むような姿勢で回転動作にはいつている。一方、B群は手をマットについてからマットを蹴り、回転を開始している。伸膝前転は回転により生まれた力を腰角度の減少と手の押す力によって腰部の鉛直方向の力へ効率よく伝動させることが必要であ

表3 1試行あたりの時間

A 群	1試行あたりの時間(s)	B 群	1試行あたりの時間(s)
subj. 1	1.53	subj. 6	1.86
subj. 2	1.33	subj. 7	2.22
subj. 3	1.83	subj. 8	1.64
subj. 4	1.58	subj. 9	1.73
subj. 5	1.48	subj. 10	1.85
平均	1.55±0.08	平均	1.86±0.10

り、飛び込むような姿勢で回転動作に入ること
で、より大きな水平方向への運動量を得ることが
できる。

1試行あたりの時間(表3)において、A群
の平均はB群の平均に比べ0.31秒短く、両群に
有意差がみられた。point 1-point 2間の時間を
みると、A群が0.12秒、B群が0.27秒であ
り、両群に有意差がみられた。前述したとお
り、A群は手をついた時点で踏み切りを完了し
回転を開始している。これが1試行あたりの時
間を短くする1要因として考えられる。

表3におけるsubj.3とsubj.8及びsubj.9の値を
みると、A群であるsubj.3よりB群であるsubj.8
とsubj.9のほうが、1試行あたりの時間が短い。
subj.8とsubj.9は回転の速さは成功する範囲
におさまっているが、他の要素がその範囲から
極端に外れているため、立位に戻ることができ
ないと考えられる。

立ち上がり局面のpoint 5からpoint 7までの各
point間の時間を表4に示した。立ち上がり局
面において、point 5-point 7間の時間はA群の
平均が0.34秒、B群の平均が0.51秒とA群の方
が0.17秒短く、両群に有意差がみられた。立ち
上がり局面の中でも、point 5-point 6間の時間
については有意差はみられなかったが、point 6
-point 7間の時間は両群に有意差がみられた。
即ち、B群では手をつくタイミングと足のとく
タイミングは成功する範囲で行っているが、足
がマットについたあとの身体の折りたたみが遅
い。身体の折りたたみが遅くなることは、足を

振り下ろしたことで生まれた力と身体の折りた
たむことで生まれた力を合わせることができ
ず、その力を鉛直方向への力にするための伝動
も効率よくできなくなる原因であり、立ち上
りにくくなる。

表4 立ち上がり局面の時間

群	point 5-point 6間(s)	point 6-point 7間(s)	point 5-point 7間(s)
A 群	0.07±0.04	0.27±0.01	0.34±0.04
B 群	0.15±0.03	0.35±0.03	0.51±0.01

実験2の踏み切り局面の結果を図4、5、6
に示した。踏み切る前の段階で、蹴り動作のた
め膝の屈曲がみられたが、蹴り動作とともに膝
角度も立位時の角度に近づいていた。膝角度の
減少に合わせて足首角度も減少している。足部
の傾きと踵と足首の速度Y成分から、蹴り動作
のための膝屈曲時には、すでに踵がマットから
離れ、つま先立ちになっている。また、この時
大転子がX軸正方向へ移動していることから、
実験1のpoint 1における飛び込むような姿勢を
作るため、この時点で前傾姿勢になっている。

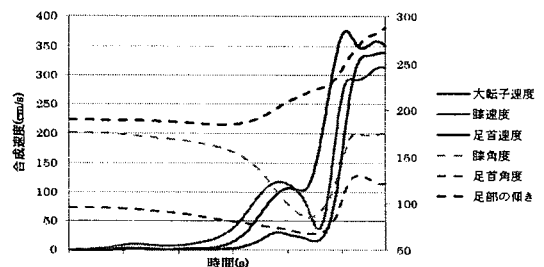


図4 踏み切り局面(合成速度・角度)

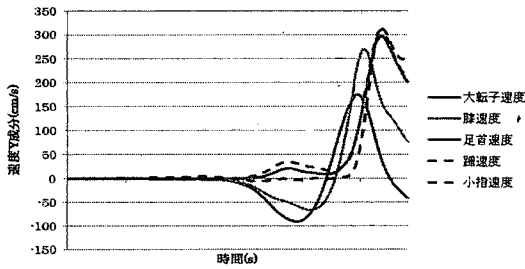


図5 踏み切り局面 (速度Y成分)

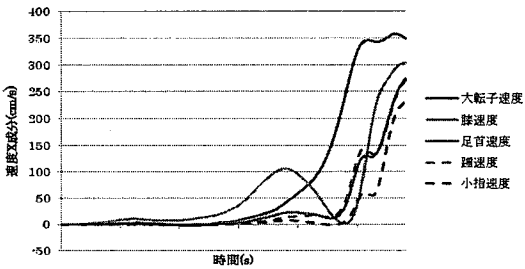


図6 踏み切り局面 (速度X成分)

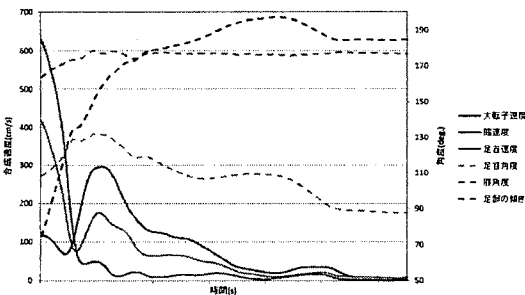


図7 立ち上がり局面 (合成速度・角度)

立ち上がり局面の結果を図7に示した。立ち上がり局面における足首角度の変化から、振り下ろし動作中に足を底屈させ、それが腰部の上昇速度が最大になるあたりまで続いている。また、大転子及び膝の速度変化が緩やかになるあたりで足部の傾きが約180°になり、完全に立位に戻る前に足底全体がマットについている。

結論

1. 本研究において、伸膝前転が「できる者」5名と「できない者」5名を対象に行った実験から、以下のことが明らかになった。

- ① point 1の足首Y変位において、A群とB群の間に有意差が認められた。B群はマットに手をついた時点でまだマットに足がついているのに対し、A群はマットに手をつく前に蹴り動作を終え、足が離床していること。
- ② 1試行あたりの時間について、A群とB群の間に有意差が認められた。回転開始の着手から立ち上がり局面における腰角度が最小になるまでの時間がB群よりもA群の方が短いこと。
- ③ A群とB群の立ち上がり局面において、point 5—point 6間の時間に有意差は認められなかったが、point 6—point 7間とpoint 5—point 7間の時間に有意差が認められた。B群はA群より足がマットについてから腰角度が最小になるまでが長く、身体の折りたたみが遅いこと。

2. 伸膝前転が「できる者」1名を対象に行った実験により、以下のことが明らかになった。

- ① 踏み切り動作において、「できる者」が前傾姿勢になるのは、蹴り動作の準備段階である膝の屈曲時であること。
- ② 立ち上がり動作において、「できる者」は、振り下ろし動作中からつま先を伸ばし始め、完全に立位に戻る前に足底全体がマットについていること。

参考文献

文部科学省 「中学校学習指導要領解説 保健体育編」 東山書房 2008

文部科学省 「高等学校学習指導要領解説 保健体育編 体育編」 東山書房 2007

湯田恵菜 「伸膝前転が成功するための諸要素に関する研究」 茨城大学教育学部卒業論文抄録 2005

小林和弘, 加賀 勝 「マット運動における伸膝前転の運動学的研究」 日本体育学会大会号 (54) 2003, pp.555

本間二三雄 「伸膝前転の問題性」 東京学芸大学紀要 第5部門 芸術・体育 1979, 31: pp.265-278

古谷嘉邦, 野口泰博, 有吉正博, 宮川千秋, 深倉和明, 材木征人 「体育実技指導に関する運動技術の分析的研究 その1 -マット運動の前転および伸膝前転について-」 東海大学紀要 (体育学部) 第7輯 1977, pp.157-172

藤墳規明, 小沢教子, 池上康男, 松井秀治 「伸膝前転の習熟過程に関する身体運動学的研究: 6. キネシオロジーに関する研究」 日本体育学会大会号 (26) 1975, pp.370

水島宏一 「器械運動の指導に関する研究」 東京学芸大学紀要 第5部門 芸術・健康・スポーツ科学 2004, 56: pp.103-119

水島宏一 「マルチメディア教材を使用しての器械運動」 東京学芸大学紀要. 芸術・スポーツ科学系 2006, 58: pp.81-89

佐藤道雄 「器械運動における技能の到達度評価のための諸条件」 千葉大学教育学部研究紀要 I 教育科学編 1995. 43: pp.125-129

Miha Marinšek, Iva Čuk 「LANDING ERRORS IN MEN'S FLOOR EXERCISE」 Acta Univ. Palacki. Olomuc., Gymn. 2008, 38: 3; pp.29-36

Lynda M. Nilges 「Refining Skill in Educational Gymnastics: Seeing Quality through Variety」 Journal of Physical Education, Recreation & Dance, 1999, March 01