日本体育大学紀要（Bull. of Nippon Sport Sci. Univ.），43 (2)，57–63，2014

【研究資料】

マット運動の前転動作中の地面反力および動作分析データによる指導法について

小柳　将吾[1)]，三宅　良輔[1)]，秋武　　寛[2)]，柏木　　悠[3)]，船渡　和男[4)]

[1)] 日本体育大学体操研究室

[2)] 日本体育大学大学院

[3)] 日本体育大学大学院・博士後期課程研究員

[4)] 日本体育大学スポーツバイオメカニクス研究室

Research on methodology for instructing forward roll operation of mat exercises by means of floor reaction force and motion analysis data

Shogo KOYANAGI, Ryosuke MIYAKE, Hiroshi AKITAKE, Yu KASHIWAGI and Kazuo FUNATO

Abstract: The purpose of this study was to examine the characteristics of forward roll from floor reaction force and motion analysis data in college students and schoolchildren, and to find a new way of giving instruction for forward roll.

The subjects were 6 men who were specializing in gymnastics, and 30 boys from 4th grade to 6th grade (4th graders: 10, 5th graders: 10, 6th graders: 10).

The experimental items measured were the angles of the shoulder joint, hip joint and knee joint from ground reaction force measurement and motion analysis during forward roll, and the distance from the tips of the toes to the hands when landing on the hands. Regarding the peak magnitude of ground reaction force of the vertical component and horizontal component during forward roll, there was a significant difference in the vertical component, whereas a significant difference was not seen in the horizontal component. From these two facts, it emerged that in doing the forward roll, it is important to use the leg so as to kick strongly into the vertical component, to keep the center of gravity high during rotation. Regarding the joint angles when the feet leave the floor, experienced subjects showed a larger value as compared with unexperienced subjects in the shoulder joint, hip joint, and knee joint. Therefore, when the feet leave the floor, it is necessary to increase each joint angle in order to raise the center of gravity, and rotate from the higher center of gravity for an efficient forward roll, as shown by the experienced subjects. Regarding the distance from the tip of the foot to landing on the hands during forward roll, experienced subjects showed a higher value than unexperienced subjects. This showed that subjects land at a point distant from the body, and suggests that the distance should be sufficient to allow a good kick in the vertical direction.

(Received: October 28, 2013 Accepted: January 30, 2014)

Key words: forward roll, vertical component, teaching method
キーワード：前転，鉛直成分，指導法

1. 緒　　言

いつでもどこでもだれでも実施できる体操は，年齢性別に関係なく幼児期から高齢者といったあらゆる年代の対象者に対して展開されている。地域での体操の取り組みでは，健康維持または増進を目的とした体操教室や，参加者が気軽に参加できるように地域名を冠にした体操教室など，特に高齢者を対象にした体操教室が多く見受けられる[1–3)]。また近年では，地域の公共団体施設やスポーツクラブなどを利用して，幼児や児

童，その親子を対象にした体操教室も数多く展開されている[4–6]。さらに健常者のみに留まらず，障害者に対しても体操は活用されている[7]。このように，実施される体操の目的は年齢や対象者によって異なり，人々の生活の中で体操の需要は多い。

特に，体操は学校という教育現場で必ず実施される運動である。保健体育の授業において体操は，体つくり運動と器械運動の分野で実施される。中でもマット運動の前転は，その後の授業展開で実施される伸膝前転や倒立前転などの発展技習得に欠かせない技であり，他の器具である鉄棒の前回りや，とび箱の台上前転への発展技に対する前段階の技術として，基本となる技に位置づけられている。小学校学習指導要領解説体育編[8]において，小学校低学年児では遊びの要素を含めて前転を指導することと唱えている。体つくり運動の領域では，将来の体力向上につなげるため，様々な体の基本的な動きを培っておくことから「多様な動きを作る運動遊び」と記されている。また器械運動の領域では，いろいろな動きに楽しく取り組み自分の力にふさわしい動きを身に付けることから「器械・器具を使っての運動遊び」と記している。このように遊びの要素を多く含み指導される前転は，習得が容易であると考えられ，さらにその後の体つくり運動および器械運動の授業展開における動きと技の習得にとっても，重要であると考えられる。

前述のことから，前転は習得されるべき基本的な技であり，誰もが習得できる技であると認識し指導されている。しかし小学校中学年・高学年児になっても前転が未習熟な者がおり，佐伯は[9]未習熟であるが故にマット運動に苦手意識を持ち，体操嫌いを誘発してしまう危険性もあると報告している。このことは，体操の知識や指導法を持った専門的な指導者を小学校の教育現場に配置できない現状や，基本となる前転を軽視し，倒立前転や転回運動などの発展技を重視して指導している傾向などが問題であると本著者は考える。また井上[10]が指摘するように，前転という基本とされる技習得は完成されなければならず，不完全な状態では後に続く発展技の習得に多くの時間がかかってしまうという報告からも理解できる。よって，発展技の実施で前転自体を熟練させていくのは困難であり，前転自体に焦点を当てた指導は必須であると考えられる。

しかし，これまで多くのマット運動に関する指導書や学校現場の指導では，前転が容易な技であるが故に「おへそを見る」や「後頭部を着けるように」,「体を小さく丸める」といった抽象的で簡単な解説が多い。また，「足を伸ばすように」や「腰の角度を広げるように」といったアドバイスが指導書には記述されているにも関わらず，前転における脚部の使い方に関して指摘している指導書はほぼ皆無であり，そのほとんどが上半身誘導型の指導であった[11–14]。また，先行研究においても上半身誘導型の研究は多く見られるが，下半身から誘導される動き方，特に脚部に関して焦点をあてた研究は皆無であった[15,16]。前転の発展技である伸膝前転の研究では，川島[17]は伸膝前転の熟練者は実施時に上方へ脚および腰を高く上げて回転速度を得ながら実施していることが明らかになったと報告されている。また佐藤ら[18]の研究では，未熟練者の練習方法として実施面に傾斜を作りそこから伸膝前転を実施した方がより効果的に技の習得が行えると述べている。つまり，伸膝前転の実施において脚の重要性を述べていることから，前転においても同様に脚の使い方に何らかの新しい指導方法があると考えられる。

そこで本研究は，前転熟練者と未熟練者との前転動作中における地面反力および動作分析から，前転時の脚部の動作について検討し，従来の指導法に加え新たな指導法を見つけることを目的とした。

2. 方　法

A）被験者

被験者はN大学の体操を専門とする男性6名（以下，熟練者群）と，東京都にあるJ学園小学校4年生から6年生の男子児童30名（4年生：10名，5年生：10名，6年生：10名）（以下，未熟練者群）であった。小学生の選出方法は，本研究の趣旨を理解できる中学年高学年児とし，且つ体操を得意な科目としていない児童とした。表1に被験者の身体特性を示した。実験の測定前には，首，手首，肩周りなどをほぐす準備体操を3分間行ったのち測定を開始した。被験者には，事前に本研究の趣旨，内容および安全性に関する説明を行い書面により参加の同意を得た。なお本研究は，日本体育大学倫理審査委員会の承諾（承認番号第012-H43号）を得て実施した。

B）統計処理

熟練者群と未熟練者群の比較は，対応のないt検定を行った。なお，統計上の有意水準はすべて5%未満とした。すべての統計処理は，SPSS ver 19.0を用いて分析した。

表1　被験者の身体的特徴

	熟練者群 (n=6)		未熟練者群 (n=30)		
	mean	S.D.	mean	S.D.	
年齢 (age)	20.3 ±	1.2	11.0 ±	0.8	***
身長 (cm)	167.6 ±	5.7	145.8 ±	7.7	***
体重 (kg)	63.6 ±	10.4	40.7 ±	9.3	**

**P<0.01, ***P<0.001

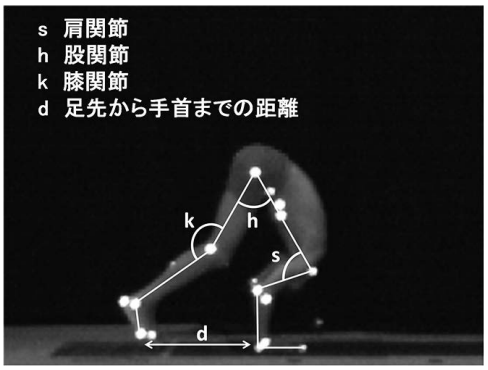


図 1　離足時の各関節角度および足先から着手までの距離

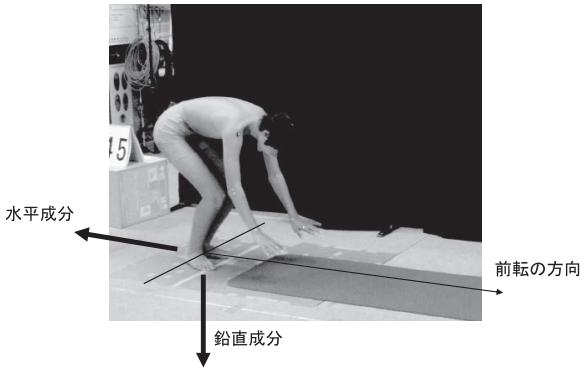


図 2　地面反力計の埋設と鉛直および水平成分の定義

C）実験設定

熟練者群を 1 グループ，未熟練者群を 3 グループに分け，計 4 グループをローテーションにて実験を行った。実験項目は，前転時における地面反力測定および動作分析による肩関節，股関節，膝関節の各関節角度測定，着手時の足先から着手までの距離の測定を行った。

前転の撮影は，右矢状面よりハイスピードカメラ（Basler 社製, A600f, 100 fps）を用いて撮影した（図 1）。得られた映像は，画像解析ソフト Frame-DIASIV System（DKH 社製）を用いて動作分析を行った。身体セグメントモデルは，大学生が 15 セグメントモデル[19], 小学生が 14 セグメントモデル[20] を用いた。フィルターは，各解剖学計測点の鉛直および前後成分それぞれの残差分析を行い，最適遮断周波数を決定し 4 次の Butterworth　Low-pass フィルターを用いて平滑化した（6–10 Hz）[21]。

地面反力は，地面反力計（Kistler 社製，9281C, 1 KHz）を用い，地面反力計上から前転を実施させ，鉛直および水平成分の最大値を計測した（図 2）。この際，被験者にはいつも通りの前転を行うように指示をした。得られた反力データは，両群で体格に差があるので体重で除することにより正規化した。

前転の範囲は，立位姿勢から前転を実施し立位姿勢になるまでとし，前転動作の局面は，石垣ら[22] が用いた①動作開始，②着手，③離足，④着肩，⑤着腰，⑥着足，⑦離腰に分類し分析を行った（図 3）。

肩関節，股関節，膝関節の各関節角度測定は映像による動作分析にて行った。肩関節角度は外側上顆点，肩峰点，大転子点のなす角度，股関節角度は肩峰点，大転子点，外側上顆点のなす角度，膝関節角度は大転子点，大腿骨外側上顆，外果のなす角度として計測した。（図 1）。本研究における前転時の関節角度は，地面反力との関係性を明らかにするため，7 局面のうち特に③離足時の局面に着目した。比重心高は，鉛直成分の高さを身長で除することにより正規化した。

着手時の足先から着手までの距離は，得られた映像から分析し，距離は足先から着手時の手首までとした（図 1）。得られたデータは両群で体格差があるため身長で除することで正規化した。

3. 結　　果

A）前転動作中の地面反力

図 4 は，熟練者群と未熟練者群の鉛直成分および水平成分への地面反力のピーク値を示したものである。前転は地面反力からみると，鉛直成分のピーク値が高いと実施者の前転動作の蹴り出す力が大きくなる。一方，水平成分のピーク値が高いと，推進方向への重心速度が速くなり，前へ進む運動が大きくなる。図 4 の縦軸は，地面反力を示しており値は N/BW で示した。鉛直成分では，熟練者群が 1.92 ± 0.36 N/BW，未熟練者群が 1.25 ± 0.30 N/BW を示し熟練者群が未熟練者群

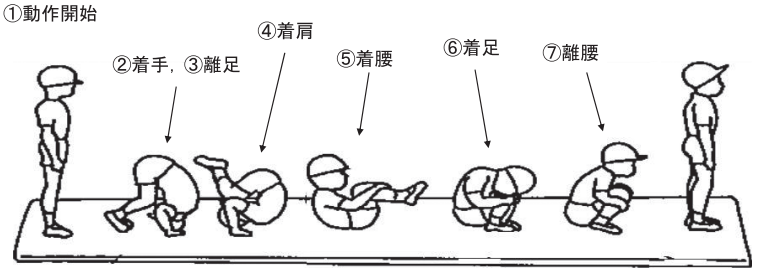


図 3　前転動作の 7 局面

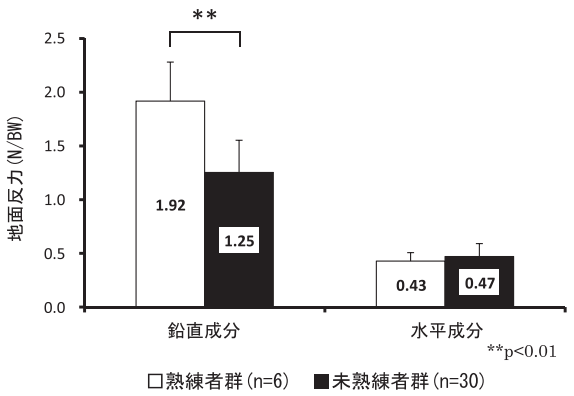


図4　前転離足時の地面反力の鉛直および水平成分における熟練者群と未熟練者群の比較

より有意に高い値を示した（p<0.01）。水平成分は，熟練者群が 0.42 ± 0.07 N/BW，未熟練者群が 0.47 ± 0.11 N/BW を示し有意差は見られなかった。

B）前転における熟練者群と未熟練者群それぞれの各測定指標を平均したスティックピクチャーの比較

図 5 は熟練者群と未熟練者群の前転 7 局面を動作分析から各測定指標を平均しスティックピクチャーとして表したものである。身体重心位置を比較するため，座標は x=mm，y=mm/BH で示した。図中の◓マークは，身体重心位置を示したものである。局面②着手から局面⑤着腰の重心位置をみてみると，熟練者群は局面②着手 3.3 mm/BH から局面③離足 3.5 mm/BH となり +0.5 mm/BH を示した。その後，局面③離足 3.5 mm/BH から局面④着肩 2.0 mm/BH で –1.5 mm/BH，局面④着肩 2.0 mm/BH から局面⑤着腰 1.7 mm/BH で –0.3 mm/BH を示した。未熟練者群は，局面②着手 2.8 mm/BH から局面③ 2.3 mm/BH で –0.5 mm/BH，局面③ 2.3 mm/BH から局面④着肩 1.6 mm/BH で –0.7 mm/BH，局面④着肩 1.6 mm/BH から局面⑤脚腰 1.5 mm/BH で –0.1 mm/BH を示し，局面②着手から局面⑤着腰にかけて重心位置が徐々に下がっていた。このことから熟練者群は，着手後，一度重心を上げてから前転しているのに対し，未熟練者群は着手後から一度も重心が上がらずに前転を実施していることが示された。

C）前転動作中における関節角度

図 6 は熟練者群と未熟練者群の離足時における肩関節，股関節，膝関節角度を示したものである。縦軸は離足時における各関節角度で値を deg と示した。肩関節角度は熟練者群が 93.8 ± 6.6 deg，未熟練者群が 70.5 ± 14.8 deg で熟練者群が未熟練者群より有意に高い値を示した（p<0.001）。股関節角度は熟練者群が 68.6 ± 8.5 deg，未熟練者群が 47.4 ± 9.3 deg で熟練者群が未熟練者群より有意に高い値を示した（p<0.001）。膝関節角度は熟練者群が 168.8 ± 8.2 deg，未熟練者群が 120.1 ± 29.1 deg で熟練者群が未熟練者群より有意に高い値を示した（p<0.001）。このことから，全ての関節角度において未熟練者群よりも熟練者群の方が高い値を示した。

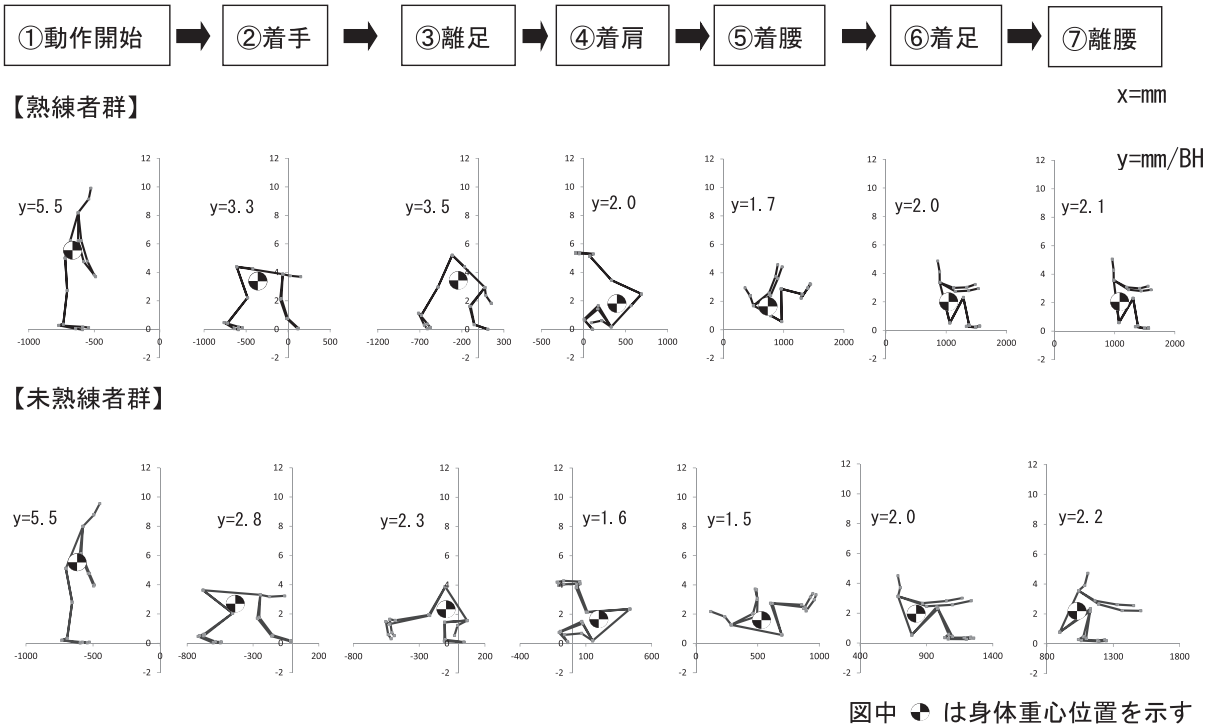


図5　前転における熟練者群と未熟練者群それぞれの各測定指標を平均したスティックピクチャーの比較

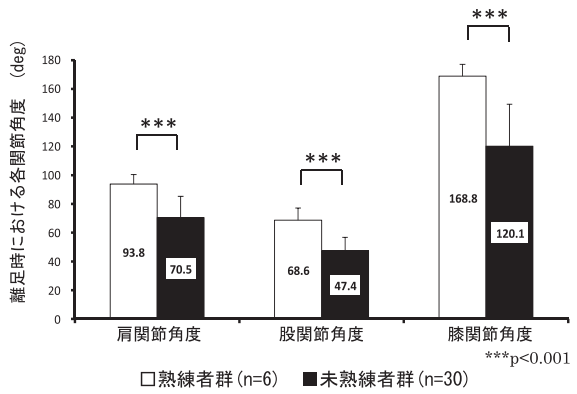


図 6　離足時における熟練者群と未熟練者群の肩関節，股関節，膝関節角度の比較

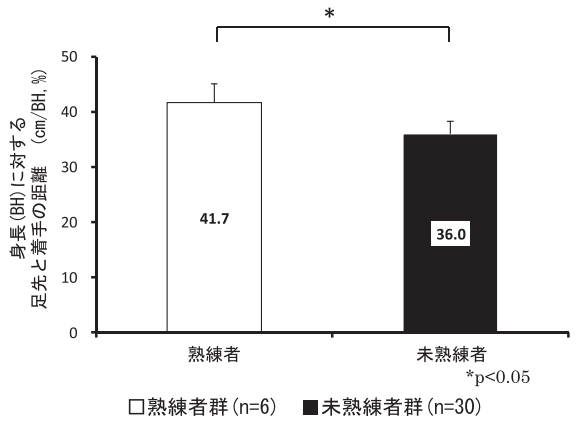


図 7　着手時における足先から着手までの距離の割合の比較

D）着手時における足先から着手までの距離

図 7 は，前転動作中の着手時における身長に対する足先から着手までの距離の割合を示したものである。縦軸は身長に対する足先と着手の距離で値を cm/BH, %と示した。前転の実施において，手が実施者の足から遠く離れた地点へ着くと前方への力が働く。熟練者群の値は 41.7±3.6%，未熟練者群は 36.0±5.1%を示し，熟練者群が未熟練者群より有意に高い値を示した（$p<0.05$）。

4．考　　察

本研究では，前転熟練者と未熟練者の前転動作中における地面反力および前転動作の分析から，前転時の脚部の動作について検討した。その結果，地面反力では熟練者群の鉛直成分が未熟練者群の 1.25±0.30 N/BW より 1.92±0.36 N/BW と高い値を示した。これは，熟練者群の前転は体の重心を高い位置へ移行させながら前転する，下半身誘導型であると言える。諸言で述べた佐藤ら[18]の伸膝前転の研究で指摘しているように，伸膝前転の習得に向け立ち上がりの技術を向上させるのに，傾斜を利用して練習した場合，最大下体角度（腰点と足首点を結ぶラインが実施面（平面）となす角度）が練習前より 10.7° 大きくなったことからも理解できる。伸膝前転をスムーズに行うため傾斜を利用するということは，伸膝前転開始時の重心位置が，傾斜のないフラットな地面で実施する前転の重心位置に比べ高くなっているということである。重心を高くした状態で回転することで前方へ回転する力が大きくなり，伸膝前転の立ち上がりへとつながる。つまり傾斜がない場合は，重心を上げるために床を下方向へ蹴れば良いと考えられるため，伸膝前転の前段階の技である前転に対しても同様のことが言えるであろう。また，近藤ら[23]が前転の習得において，被験者へ腰部が肩の位置より高くなるよう腕支持の重要性を指導したところ，被験者 41 名中 47.1%の被験者が前転をできるようになったと報告されている。このことから，本研究において鉛直成分で両群に有意差が見られたという結果は，離足時には鉛直成分の力を大きくすることで前転が円滑に回れると理解できる。前転は円運動であることから，水平成分の力が大きくなると，本来回転運動に必要な鉛直成分の力が十分発揮されず進行方向へ進む力が大きくなってしまう。さらに，離足時に重心が高い位置へ移行していても，水平成分の力が強くなると足が後方へ抜け円運動とはならず，結果円滑に回れる前転が実施できなくなってしまうと考えられる。これは佐伯[24]の壁倒立の研究で，着手時に肩が着手の垂直線上に位置している状態で様々な身体操作を行わせた結果，倒立経験がほとんどない被験者の 37 名中 17 名がほぼ完全な壁倒立を自力で実施できるようになったことからも，着手時には重心を肩の上まで上げることが壁倒立の習得につながることとなり，水平成分よりも鉛直成分へ動作を意識させることが重要であると理解できる。これらのことから，前転の習得において着手時に肩が着手の垂直線上まで上がっている前転を行えるようになれば，発展技習得においても有効的に習得が進むと考えられ，鉛直成分へ力を発揮することが重要であると考えられる。このことはスティックピクチャー（図 5）の局面②着手から局面③離足への重心移動をみた場合，熟練者群が +0.5 mm/BH であるのに対し未熟練者群では –0.5 mm/BH と下がっていることからも明らかである。

さらに，古谷ら[25]の研究では，伸膝前転ではいったん腰角度や膝角度を増大させた方が床に着いた時点で足や腰の位置を高めることが重要であると述べている。これは，本研究での肩関節，股関節，膝関節角度の全てにおいて，熟練者群が未熟練者群より高い値を示したことと同様の結果を得たことになる。またスティックピクチャーの局面（図 5）③離足の重心位置を比較してみると，熟練者群が 3.5 mm/BH，未熟練者群が 2.3 mm/BH で，各関節角度が大きくなれば重心位

置も高くなると理解できる。このことから，肩関節，股関節，膝関節角度を大きくし重心を高く上げることは，前転において重要であると考えられる。

また，着手時の足先から着手までの距離の結果から分かるように，着手が足に近すぎると鉛直成分が大きくても前進することが困難であり円滑に回る前転とはならないと言える。これは川島[26]の研究の通り，足首と手首の距離において前転成功者は足首と手首の間隔が 50 cm であるのに対し，前転不成功者では 35 cm であった結果からも理解できる。しかし，川島の研究では足首と手首の距離が離れた方が良いと述べているが，この距離感が離足時に対する鉛直成分と水平成分との関わり合いまでは触れていなかった。また，木下[27]は両手による支持機能は技の安全な実施上かなり大きなポイントになると指摘しているが，足先と着手の距離には触れておらず地面反力との関わり合いに関しても指摘されていなかった。先の井上[10]の研究では，より強い踏切で前転した場合，必要以上に足先が振り上げられ，回転過剰になってしまう例が認められたが，両手の着く位置を蹴り上げた足から遠く離すように指示したことで解決したと述べている。しかし井上は，地面反力と着手の関係に着目しているが着手を遠くするよう指示した指導方法の研究であってデータ分析までには至っていなかった。これらのことから，着手が足先から近すぎると鉛直成分の力が十分に発揮されず，またその力が有効に活用されないため，前転がうまく実施できないと考えられる。鉛直成分の力を十分に生かすためには，本研究での分析データの通り，身長に対する足先と着手の距離の割合はスムーズな前転を行った熟練者群の 41.7±3.6%が妥当であると考えられる。

本研究の諸言でも述べたように，これまで前転における脚部の動きに関する指摘はほぼ皆無であり，前転指導の現場では上半身誘導型の指導が主流となっていた。しかし，本研究の結果で明らかになった通り，鉛直成分へ力を大きくした脚部の使い方に重点を置いた指導方法を実施することは，これからの指導現場で有効な指導方法になるであろう。

本研究では，被験者を大学生と小学生で比較しており体格差の正規化を身長および体重で補正した。しかし，両被験者の腕力および脚力（瞬発力，持久力）といった筋力データを補正するに至らなかった。この点において，本研究では今後の課題である。

5. 結　　論

本研究では，熟練者群と未熟練者群の前転動作を測定し地面反力データと得られた映像分析から前転の脚部の使い方について検討した結果，以下の知見が得られた。

1. 前転時の鉛直成分および水平成分の地面反力のピーク値は，鉛直成分では有意な差がみられた。水平成分では有意な差は見られなかった。これらのことから前転時の脚部の使い方は，鉛直成分の力を強くするように床を蹴り，重心を高くして回転することが重要であると分かった。
2. 離足時の各関節角度では，肩関節，股関節，膝関節角度の全てにおいて熟練者群が未熟練者群に比べて大きな値を示した。熟練者群のように，離足時は重心を上げるために各関節角度を大きくすることが必要となり，重心を高い位置から回転させることが円滑に回転する前転となることが分かった。
3. 前転着手時の足先から着手までの距離の割合では，熟練者群が未熟練者群に比べ高い値を示したことから，着手は足から離れた地点であり，さらに鉛直成分が十分に発揮される距離が良いと分かった。

上記 3 つの結論を踏まえ，未熟練者に対して前転を指導する場合は，着手を実施者の足から遠い位置へ着き，床を下へ強く蹴るように脚部を使い，さらに足が床から離れる時には腰を高く持ちあげながら前転を行うことで，円滑に動作開始から終末まで到達する前転を習得することができると分かった。

謝辞　本研究にご理解ご協力いただきました，自由学園の児童および先生方に心より深く感謝いたします。

6. 参考文献

1) 木下昌代，中村好男，地域高齢者が設立した運動自主グループの設立経緯―千葉県市川市「はつらつ健康体操教室」の実例―，スポーツ産業学研究，22(1), 111–115, 2012
2) 川守田千秋，渡部鐐二，健康体操教室に参加している高齢者の生活活動の変化，神奈川県立保健福祉大学誌，7(1), 97–102, 2010
3) 堀内弓子，1 年間の体操教室参加者の評価，横浜女子短期大学研究紀要，10, 99–110, 1995
4) 山田美紀子, 幼児期における幼児体操（運動遊び）の意義―「みんなげんき幼児体操教室」の実践から見えてきたこと―，子ども学，7, 15–22, 2005
5) 斎藤卓，松元正竹，井上尚武，児玉光雄，北川淳一，萩裕美子，金高宏文，北村尚浩，永峯康雄，幼児・児童を対象とした体操教室における運動能力・柔軟性のトレーニング効果―NIFS スポーツクラブ「楽しい体操教室」の実践を通して―，学術研究紀要，35, 61–66, 2007
6) 富田寿人，森恵美子，藤原敬志，芹沢佑亮，板垣昌行，母親と幼児のふれあいに及ぼす親子体操教室の影響，静岡理工科大学紀要，18, 67–75, 2010
7) 花田道子，信田よしの，地域スポーツ活動支援を通した指導者育成―知的障害児者対象の「ニコニコ体

操教室」参加学生の自己概念に着目して―，九州共立大学スポーツ学部研究紀要，2, 33–37, 2008
8) 文部科学省，小学校学習指導要領解説　体育編，13–15, 2008
9) 佐伯聡史，マット運動における倒立前転の自習法に関する研究―恐怖感のマネジメントを中心として―，富山大学人間発達科学部紀要，2(1), 87–95, 2007
10) 井上麻子，マット運動における前転ファミリーの予備技に関する研究，実技教育研究，15, 59–69, 2001
11) 岡田和雄，村上紀子，内田雄三，新 絵でみるマット運動指導のポイント，改訂版第1刷，Ⅱ単一種目とその指導，32–33，株式会社日本標準，2008
12) 体育授業実践研究会，マット運動のすすめ方①〈技のポイントと学習カードの活用〉，初版，Ⅰ技能向上をめざす学習指導段階と方法，22–23，明治図書出版株式会社，1994
13) 三浦勇，保坂一郎，大野幸男，これからの小学校体育　図説指導教本　マット遊び・マット運動，初版，30，株式会社東洋館出版社，1989
14) 教育技術研究所（編），図説 小学校 体育科授業の事典，初版，各論編第1章，134，小学館，1982
15) 中井隆司，高橋功太郎，松本雅宏，「動きのリズム化能力」を学ぶマット運動の実践開発―採点から始まる「綺麗な組み合わせ技」の共同的学び―，奈良教育大学教職大学院研究紀要「学校教育実践研究」，1, 49–58, 2009
16) 三浦武，器械運動の効果的指導法―マット運動の前転について―，徳島大学学塾紀要，33, 99–105, 1984
17) 川島俊明，「伸膝前転の指導に関する研究」，体育學研究，11(5), 232, 1967
18) 佐藤友樹，加納實，マット運動における「伸膝前転」の指導に関する研究，順天堂スポーツ健康科学研究，3(1), 48–52, 2011
19) 阿江通良，日本人幼少年およびアスリートの身体部分慣性係数，Jpn.J.Sports.Science, 15, 155–162, 1996
20) 横井孝志，渋川侃二，阿江通良，日本人幼少年の身体部分係数，体育学研究，31(1), 53–66, 1986
21) David A. Winter, Biomechanics and Motor Control of Human Movement (Third Edition), John Wiley & Sons, New Jersey, 35–53, 2005
22) 石垣隆孝，後藤幸弘，辻野昭，幼児・児童期における「前転」の運動 pattern の加齢的変遷，日本教科教育学会誌，9(3), 143–152, 1984
23) 近藤拓自，五十嵐久人，器械運動の技能習得に結びつく動きづくり―前ころがり・前転指導において―，新潟体育学研究，28, 85–90, 2010
24) 佐伯聡史，マット運動のおける倒立系技群の段階的練習法に関する研究①壁倒立，富山大学人間発達科学部紀要，3(2), 73–88, 2009
25) 古谷嘉邦，野口泰博，有吉正博，宮川千秋，深倉和明，村木征人，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，7, 157–172, 1977
26) 川島俊明，マット運動の前転に関する一考察，大阪教育大学紀要Ⅳ，16, 127–137, 1967
27) 木下英俊，マット運動の前転に関する構造体系論的一考察，宮城教育大学紀要　第1分冊　人文科学・社会科学，31, 83–94, 1996

〈連絡先〉
著者名：小柳将吾
住　所：東京都世田谷区深沢 7-1-1
所　属：日本体育大学体操研究室
E-mail アドレス：koyanagi@nittai.ac.jp