マット運動における前転とびの動作分析的研究

佐野裕司* 浅見俊雄* 古谷嘉邦**

Cinematographic Study of the Front Handspring

by

YUJI SANO, TOSHIO ASAMI and YOSHIKUNI FURUYA

(Department of Physical Education, College of General Education, University of Tokyo)

The purpose of the study was to analyse cinematographically a form of the front handspring and compare the performances between skilled and unskilled players.

The subjects for investigation were five well-trained gymnasts and four non-gymnasts.

Results obtained were as follows:

1. In the performance of the skilled player, shorter supporting time with hand and longer flying time were observed comparing with the unskilled players' performance.

2. Quite different forms were observed between the skilled and the unskilled groups. One of the main differences was seen in backward bend of the whole body. The skilled players made backward bend well from the early phase of their performance but the unskilled did not. [Proceedings of the Department of Physical Education, College of General Education, University of Tokyo, No. 7, pp, 77-82, 1972]

目　　的

前転とびは，体操競技の床運動の構成に数多く使用される一方，学校体育で器械運動の教材に〝腕立て前転〟としてとり入れられており，また，児童たちの間で〝地上転回〟という愛称で遊びの中で親しまれている．

この前転とびについて板垣[1]は，16 mm 高速度撮影によって，前転とびの局面フォームを熟練者と未熟練者とを比較し，初心者の練習の上達過程と合わせて検討している．大森[2)3)4)]は，軌跡描写法および映画分析法によって，前転とびの局面フォームを女子の熟練者と未熟練者とを比較し，また，前転とびの開始動作の違いが，前転とびの各局面にいかなる影響を与えているかについて比較検討している．Hebbelinck, M. と J. Borms[5)]は，16 mm 撮影による軌跡，および，筋電図によって検討している．

筆者は，前転とびにおいて，体のそりを利用することにより，空中での回転を有効にし，安全に足から着地できるものと考えている．前転とびの着手動作に入る時，先に地床を離れる脚を〝振り上げ脚〟，後から離れる脚を〝踏切り脚〟とすると，振り上げ脚の上方への振り上げや踏切り脚のけり等によるタイミングが，そりの表われ方に影響し，空中動作にも大きく影響するものと考えられる．しかし，今までなされた前述の研究には，そりを中心にして検討はなされていない．

そこで本研究は，フィルム分析法により，着手動作のフォームを連続的にとらえ，そりの表われ方に関して，熟練者と未熟練者との間にどのような差があるかを比較検討し，前転とびの指導の一

* 東京大学教養学部体育研究室
** 東海大学体育学部

資料を得ようとしたものである．

方　　法

被検者は，東海大学体育学部の男子の教員と学生で，熟練者として，器械体操部5名（以後，A群とする），および，未熟練者として，バスケットボール部3名，学生時代バレーボール選手であった教員1名（以後，B群とする）であった．また，未熟練者も，前転とびにおいて足から着地できるものとし，全被検者とも2～3歩の助走から前転とび両足着地を行なわせた．

分析の便宜上，実験時には，被検者に海水パンツのみを着用させ，身体の基準点を，肩峰(Acromion)，大転子(Trochanter major)，外側顆(Condylus lateralis)，内側顆(Condylus medialis)，内顆(Malleolus medialis)，および，橈骨手根関節(Articulation radiocarpea)とし，各基準点に白色の伴創膏を貼付した．

撮影には，16 mm カメラ，（ミリケン）を使用し，毎秒100コマ，1コマのシャッター速度1/1000秒で撮影した．また，撮影時に，フィルムにAC 50 サイクルマークを入れ，撮影後に，このマークからフィルム速度を検討した結果，毎秒100コマであることを確認した．

撮影後は，Ruth B. Glassow と Marion R. Broer[6] の考案した分析台を参考にして古谷[7] が試作した分析台を使用し，次の点について分析した．

（A）フォームの関係（図1参照）

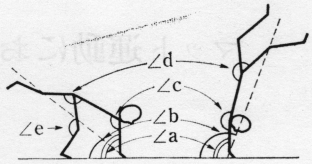

図1　角度の測定方法

1）腕と地床とのなす角（∠a），2）振り上げ脚の膝と手首を結ぶ線と地床とのなす角（∠b），3）体幹と腕とのなす角（∠c），4）振り上げ脚の大腿と体幹とのなす角（∠d），5）踏切り脚の大腿と下腿とのなす角（∠e）．

（B）時間的関係

1）着手時から踏切り脚が地床を離れるまでの時間，2）着手時間，3）滞空時間．

結果と考察

全測定項目について，各被検者ごとのデータをまとめたものが表1である．以下，これをもとに，各項目について論議を進めていく．

I　着手時のフォーム

∠a：腕と地床とのなす角

この角は，地床に対する腕の位置を表わし，A群は，67°～74°，B群は，1例（被検者K，71°）を除けば，77°～87°で，B群がA群より大きい傾向を示した．

∠b：振り上げ脚の膝と手首を結ぶ線と地床とのなす角

この角は，脚の振り上がりを表わし，A群は，50°～58°，B群は，46°～52°で，B群がA群よ

表　1

グループ	被検者	着手時のフォーム ∠a	∠b	∠c	∠d	∠e	離手時のフォーム ∠a	∠b	∠c	∠d	踏切り足が地床を離れる時の ∠e	着手時から踏切り足が地床を離れるまでの時間 sec.	着手時間 sec.	滞空時間 sec.
熟練者	T	67	50	159	165	174	87	104	193	210	180	0.02	0.24	0.33
	Y	74	53	151	169	170	101	108	175	216	173	0.01	0.27	0.34
	S	72	58	156	173	178	98	104	177	208	178	0.00	0.23	0.34
	H	68	53	163	163	183	85	104	195	211	183	0.00	0.24	0.35
	O	74	55	154	172	180	90	111	195	224	180	0.01	0.24	0.31
未熟練者	F	87	51	138	149	150	108	124	198	201	171	0.04	0.36	0.28
	K	71	52	156	160	158	118	129	185	215	161	0.01	0.33	0.16
	I	77	46	141	154	132	119	128	188	197	155	0.03	0.34	0.18
	M	77	47	145	156	—	112	116	175	208	172	−0.01	0.31	0.31

り一般的に小さい傾向を示した．

∠c：体幹と腕とのなす角（以後，肩角度とする）

この角は，肩角度の大きさを表わし，A群は，151°～163°，B群は，1例（被検者K，156°）を除けば，138°～145°で，B群がA群より小さい傾向を示した．

∠d：振り上げ脚の大腿と体幹とのなす角（以後，腰角度とする）

この角は，腰のそりの状態を表わし，A群は，163°～173°，B群は，149°～160°で，B群がA群より小さい傾向を示した．

∠e：踏切り脚の大腿と下腿とのなす角

この角は，踏切り脚の膝の曲がりを表わし，A群は，170°～183°，B群は，1例（被検者M）を除けば，132°～158°で，B群がA群より小さい傾向を示した．被検者Mは，着手以前に踏切り足が地床を離れているという，他の者にみられないパターンであり，ここでは検討から除いた．

これらの事から着手時のフォームを熟練者と未熟練者についてまとめてみると図2のようになる．熟練者は，未熟練者に比べ，腕が手前に倒れ，振り上げ脚があがり，踏切り脚の膝が伸び，肩角度，および，腰角度が大きく，手から振り上げ脚までの体のそりが入りやすいフォームで，かつ腕で体全体を支えやすい状態であった．これに対し未熟練者は，腕が立ち，振り上げ脚が低く，踏切り脚の膝が曲り，肩角度，および，腰角度が小さく，体のそりが入りにくいフォームで，かつ腕で体全体を支えにくい状態であった．

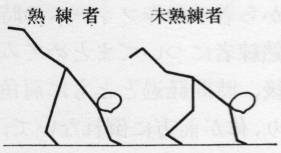

図 2　着手時のフォーム

このように熟練者が着手時にそりが入りやすいフォームで，かつ腕のみで体を支えやすい状態にあるのは，着手動作に入る時，脚の振り上げと，踏切り脚のけりとのタイミングがうまく合っているためと考えられる．

本研究は，そりを問題にしたため板垣[1]や大森[3]の研究による角度の測定方法と多小の違いはあるが，本研究の熟練者・未熟練者のフォームは，板垣の報告による男子の熟練者・未熟練者とそれぞれ同じ傾向のフォームを示した．また，本研究は，男子であり，大森は，女子についての比較で，女子は男子に比べ，体力的な差等があることから直接比較することは必ずしも適当ではないが，熟練者が未熟練者に比べ，足が振り上がり，肩角度が大きいことが大森の報告にもみられ，熟練者と未熟練者との差が同様な傾向であったといえる．

Ⅱ　離手時のフォーム

∠a：腕と地床とのなす角

A群は，87°～101°，B群は，108°～119°で，B群がA群より大きい傾向を示した．

∠b：振り上げ脚の膝と手首を結ぶ線と地床とのなす角

A群は，104°～111°，B群は，116～129°で，B群がA群より大きい傾向を示した．

∠c：肩角度

A群は，175°～195°，B群は，175°～198°で，両群の間に差は認められなかった．

∠d：腰角度

A群は，208°～224°，B群は，1例（被検者K，215°）を除けば，197‘～208°で，B群がA群より小さい傾向を示した．

これらの事から離手時のフォームを熟練者と未熟練者についてまとめてみると図3のようになる．熟練者は，腕・体幹が垂直に近く，腰のそりが十分に入っているのに対し，未熟練者は，体が前方に倒れこみ，腰のそりが十分に入っていない．

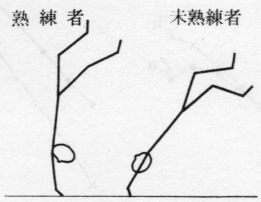

図 3　離手時のフォーム

板垣[1]の報告では，熟練者は，体が垂直に近く，未熟練者は，体が前方に倒れていることが報

告されており，本研究と同様なフォームの傾向であるといえる．

なお，フォームに関して，踏切り脚が地床を離れる時の ∠e（踏切り脚の大腿と下腿とのなす角）についてみてみると，A群は，173～183°，B群は，155°～172°で，B群がA群に比べ小さい傾向を示した．したがって，A群は，踏切り脚の膝が十分に伸びているのに対し，B群は，十分に伸びずに地床を離れている．このことから，A群は，踏切り脚のけりが十分に入っているのに対し，B群は，十分なけりが入らずに地床を離れていることが考えられ，このけりが腰のスピードにも影響するものと思われる．

Ⅲ　着手動作フォームの時間的変化

これについては，多小個人的な差が認められたが，一般的には同様の傾向を示したので，A・B両群の代表例を図4に示した．

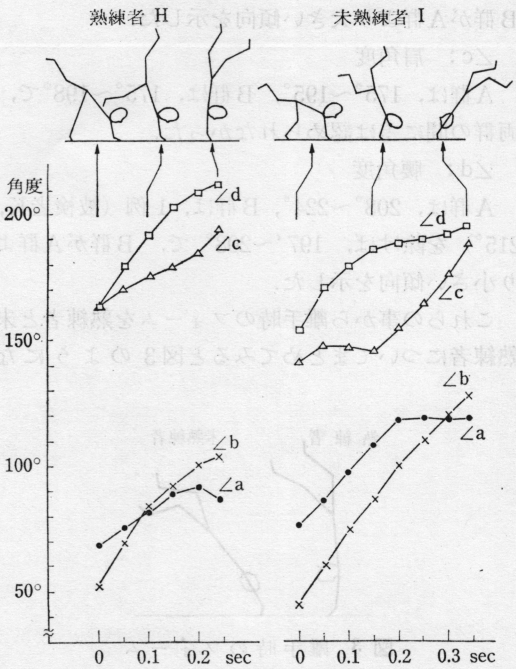

図 4　着手動作フォームの時間的変化

∠a：腕と地床とのなす角

A・B両群とも時間経過とともに大きくなったが，A群は，90°前後で変化を示さなくなるのに対し，B群は，A群より大きい角度で変化を示さなくなる傾向であった．

∠a：腕と地床とのなす角に対する∠b：振り上げ脚の膝と手首を結ぶ線と地床とのなす角の関係

∠b が ∠a より大きくなった時が，手から振り上げ脚までのそりが入った時と考えられる．この時期をA・B両群について比較すると，A群は，時間的に早く，∠a・∠b がともに小さい角度の時であるのに対し，B群は，前半に ∠a・∠b がともに大きくなり，∠a・∠b がA群より大きくなってからであった．また，図の ∠b線の勾配は，振り上げ脚の角速度を表わすが，A群は，前半に比べ後半の角速度が小さくなるのに対し，B群は，等角速度の傾向を示した．

∠c：肩角度

A群は，直線的に大きくなるのに対し，B群は，前半変化せず後半に急激に大きくなる傾向を示した．

∠d：腰角度

この角は，180°を越えた時が腰のそりが入った時と考えられ，この時期をA・B両群について比較すると，B群の代表例の被検者Ⅰは，B群の中ではもっとも早いものであったが，それでもA群と比べ遅い時期であった．

以上の事から着手動作フォームの時間的変化を熟練者と未熟練者についてまとめてみると，熟練者は，着手後，時間経過とともに肩角度・腰角度が大きくなり，体が前方に倒れないで，腰，および，手から振り上げ脚までのそりが早くから入っていた．これに対し，未熟練者は，着手後，時間経過とともに体全体が回転し，肩が前方にだされ，腰のそりが遅く，体が前方に倒れてから，手から振り上げ脚までのそりが入っていた．また，熟練者は，振り上げ脚の角速度が前半に比べ後半に小さくなることから上方へ脚を振り上げていることが考えられるが，未熟練者は，等角速度であり，手を中心に体が前方に回転していることが考えられる．

この様に，熟練者が早くからそりが入っているのは，上方への脚の振り上げと踏切り脚のけりとのタイミングが合い，着手時に振り上げ脚があがり，踏切り脚の膝が伸び，肩角度，腰角度の大きいそりの入りやすいフォームをつくり，かつ腕で体全体を支えやすい状態で，肩より腰，腰より振り上げ脚の角速度がまさったためと思われる．未

熟練者は，着手時に肩角度，腰角度が小さくそりの入りにくいフォームをつくり，かつ腕で体全体を支えにくい状態をなし踏切り脚のけりも十分に入らなかったため，そりのはいるのが遅くなったものと考えられる．

Ⅳ　着手時から踏切り脚が地床を離れるまでの時間

A群は，0.00秒～0.02秒，B群は，1例（被検者M，－0.01秒）を除けば，0.01～0.04秒であった．したがって，A群は，着手直後に踏切り脚が地床を離れるのに対し，B群は，やや遅れて離れている傾向を示した．B群の被検者Mは，－0.01秒とマイナスの値を示し，着手以前に踏切り脚が地床を離れているという他の者にはみられないパターンであった．

A群は，踏切り脚が地床を離れる時の膝の伸びからみても，けりが十分に入っていることがうかがわれ，踏切り脚のけりから着手動作へとタイミングよく移行されているものと思われた．

Ⅴ　着　手　時　間

A群は，0.23秒～0.27秒，B群は，0.31秒～0.36秒で，B群がA群より長い傾向を示した．

B群は，着手時に，そりの入りにくいフォームで，かつ，腕で体を支えにくい状態であったため，着手後，腕で体を支えるのが不安定となり，そりが遅くれ，A群より着手時間が長くなったものと思われる．

Ⅵ　滞　空　時　間

A群は，0.31秒～0.35秒，B群は，0.16秒～0.31秒で，B群がA群より短い傾向を示した．

A群は，体が垂直に近い状態で離手しているが，B群は，体が前方に倒れこんで離手していることから，この様な差が表われたものと考えられる．

A群は，B群より滞空時間が長く，また，大森[2]によると女子ではあるが熟練者の方が未熟練者より前転とびでの振り上げ脚，踏切り脚の足首の軌跡が高い弧を描くことが報告されており，両者を考え合わせると熟練者の方が未熟練者より前転とびのスケールの大きさが考えられる．

着手時間と滞空時間は板垣[1]の報告と同じ傾向を示したが，本研究の未熟練者の方が，着手時間，滞空時間，および，離手時の腕の倒れ等からみて熟練者に近い傾向を示していた．これは，本研究の未熟練者が体育学部の学生と教員であり，また，前転とびにおいて足から着地できるものとしたので，板垣の場合よりも前転とびの技術が多小優っていたためではないかと考えられ，このような違いとなったものと思われる．

このように，熟練者は，未熟練者に比べ早い時期からそりを利用し，そりの表われ方に関して，はっきりした差が示され，上方への脚の振り上げと踏切り脚によるけりとのタイミングが着手動作でのそりの表われ方に影響をおよぼし，そりの表われ方が空中動作にも大きく影響しているものと思われる．しかし，多くの指導者や指導書等[8)9)10)11)12)]での前転とびの指導のポイントは，そりをつくる要素と考えられる，上方への脚の振り上げと踏切り脚によるけりとのタイミングを強調しているものはほとんどない．

前転とびといっても個人的な差等があり，きわめて複雑であると考えられるが，本研究の結果から体のそりをつくる要素と考えられる〝振り上げ脚〟〝踏切り脚〟にも指導のポイントをおいた方が，前転とびのスケールを大きくするためにもよいと思われる．

要　　約

本研究の目的は，映画分析法により前転とびの着手動作を連続的にとらえ，体のそりを中心に時間やフォームの分析を行ない，熟練者と未熟練者との差を検討することである．その結果は，次の通りであった．

①　熟練者は，未熟練者に比べ着手時に腕が手前に倒れ，振り上げ脚があがり，踏切り脚の膝が伸び，肩角度，腰角度が大きく，そりの入りやすいフォームでかつ腕で体全体を支えやすい状態であった．

②　熟練者は，未熟練者に比べ着手後，肩角度，腰角度が大きくなり体のそりが入りやすい状態に変化し，体が前方に倒れることなくそりが早くから入っていた．それに対し，未熟練者は，そりが入るのが遅れ，体が前方に倒れてからそりが入っていた．

③ 熟練者は，離手時に体が垂直に近く，腰のそりが十分に入っていたが，未熟練者は体が前方に倒れこみ，腰のそりが熟練者ほど十分に入っていなかった．

④ 熟練者は，未熟練者に比べ踏切り脚が地床を離れる時の踏切り脚の膝が十分に伸びていた．

⑤ 熟練者は，着手直後に踏切り脚が地床を離れているのに対し，未熟練者は，やや遅れて離れていた．

⑥ 熟練者は，未熟練者に比べ着手時間が短く，滞空時間が長かった．

参考文献

1) 板垣了平：腕立前方転回の研究，東京教育大学体育学部紀要，3，131～138，1963
2) 大森芙美：マット運動の分析的研究，東京女子体育大学紀要，(1)，30～39，1966
3) 大森芙美：マット運動の分析的研究（そのⅡ），東京女子体育大学紀要，(2)，36～41，1967
4) 大森芙美：マット運動の分析的研究（そのⅢ）―腕立て前方転回の開始動作の違いによる分析結果の一考察―，東京女子体育大学紀要，(3)，40～46，1968
5) Hebbelinck, M. and J. Borms: Cinematograpic and electromyographic study of the front handspring, Biomechanics I, 1st Int. Seminar Zurich, 324～327, (Karger, Basel/NewYork 1968)
6) Glassow, Ruth B. and Marion R. Broer: A convenient apparatus for the study of motion picture films, Res. Quart. 9 (2), 41～49, 1938
7) 古谷嘉邦：平行棒の Swing について―スウィングの際のフォームとバーに加わる力について―，東京大学教養学部体育学紀要（5），13～23，1970
8) 竹本正男：図解コーチ体操競技，成美堂，21～22，1968
9) 桧森丈策・長谷川輝紀：器械運動の指導，道和書院，58～59，1970
10) 浜田靖一：回転運動，不昧堂書店，104～109，1965
11) 相場　宏：体操競技（男子），不昧堂書店，55，1967
12) 金子明友：体操競技（男子編），講談社，40～41，1971