

## 第5章 結果

### 第1節 踏切局面における足関節最大背屈位時

#### (1) 踏切局面における足関節最大背屈位時

飛込競技での先行研究で Hamill<sup>3)</sup>は、「空中で必要とされる角運動量は踏切局面に依存する。そのため、回転数を増加させることで、踏切局面の全身の角運動量が増加する。」と述べている。また、小林<sup>8)</sup>は、「離台後のダイバーの身体は、重力以外の外力はほとんど受けないため、離台後の身体重心の高さや、距離、回転速度、身体の横軸を通る重心周りの角運動量は、踏切局面に依存する。つまり、踏切局面で獲得した直線および角力積の量が離台後のダイバーの重心の高さ回転速度を決めるため、踏切局面は重要視されるべきである。」と述べている。これらのことから、高さのある飛び出し局面や、回転速度のある演技(回転)局面は、踏切局面で獲得した直線および角力積の量による結果であるため、飛込競技者と体操競技者の「後踏切前宙返り(402C)」の技術的な違いがアプローチ局面～踏切局面に絞られることとなる。そこで、アプローチ局面～踏切局面までを飛込競技において競技成績の最も高い被験者 A と、体操競技者の中で最も着地姿勢において腰の位置が高かった被験者 I の2名をピックアップし、運動学的手法を用いてトレース局面図を作成し動きそのものの比較をしたところ、4番目の予備ステップからの台への接地の瞬間(図8)と、5番目の踏切局面の足首が最も背屈位の瞬間(図8)において、上体が立位に近い姿勢で踏み切っているか、上体が前に倒れた姿勢で踏み切っているか、という相違が見られた。

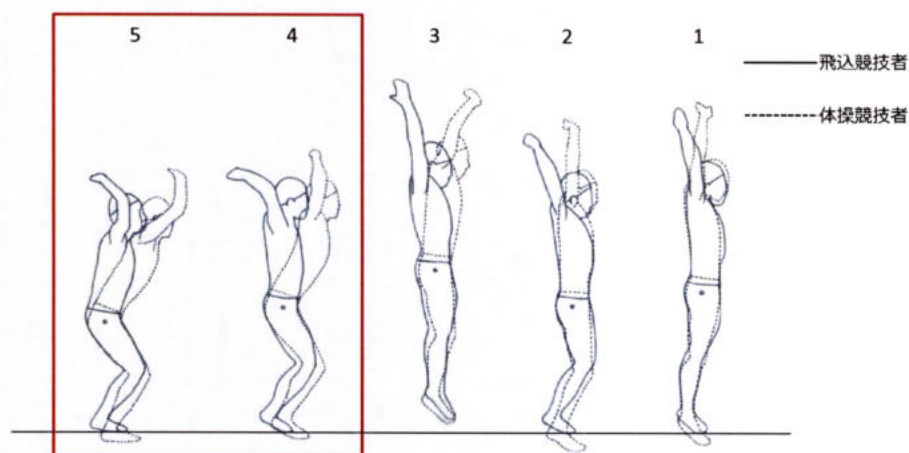


図8 被験者 A と被験者 I アプローチ局面～踏切局面までの比較

先行研究で述べる踏切局面は、踏切局面において獲得したものが次の局面に活かせるというものであり、4番目の予備ステップからの台への接地の瞬間(図8)では、直線および角

力積を獲得する直前の段階であり、一方 5 番目の踏切局面の足首が最も背屈位の瞬間(図 8)は、最も体重負荷がかかっている踏切局面であることが推測でき、先行研究で述べる踏切局面により近いことが示唆される。そこで、先ほどと同様に、飛込競技において競技成績の最も高い被験者 A に被験者 B~K の全被験者を 1 人 1 人ピックアップし、運動学的手法を用いてトレース局面図を作成し動きそのものの比較をしたところ、飛込競技者(被験者 A~E)は上体が立位に近い姿勢で踏み切っているのに対し、体操競技者(特に被験者 G、I、J)は、上体が前に倒れた姿勢で踏み切っている相違が見られた(図 9)。また、被験者 K の体操競技から飛込競技へトランスファーした選手は、飛込競技者寄りの動きであることが観察された(図 9)。

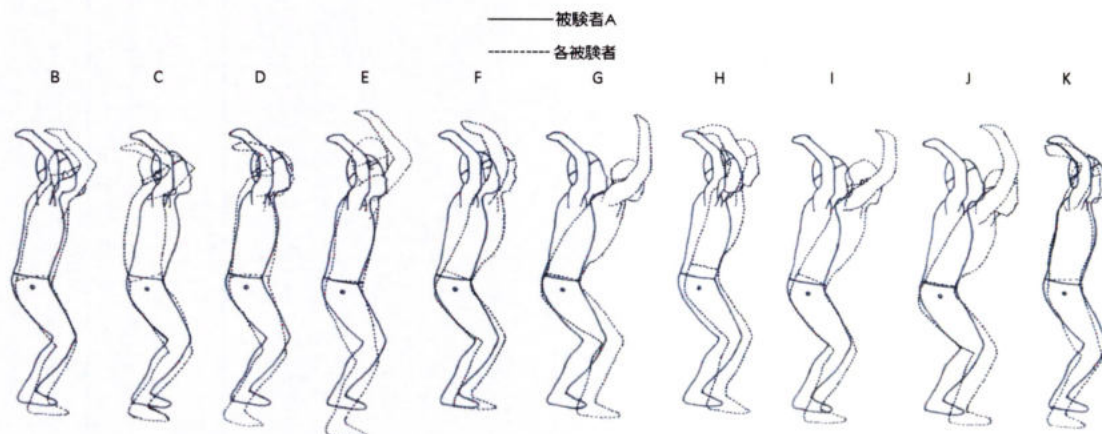


図 9 被験者 A と被験者 B~K 踏切局面における足関節最大背屈位時の比較

このことにより、踏切局面の足首が最も背屈位の瞬間(以下、踏切局面における足関節最大背屈位時)における「踏切姿勢」の違いが見られたため、キネマティクスの的に定量化した。

(2) 踏切局面における足関節最大背屈位時の上体傾斜、股関節、膝関節、足関節角度  
 飛込競技被験者 A~E、体操競技被験者 F~J、トランスファー被験者 K の踏切局面にお  
 ける足関節最大背屈位時の上体傾斜、股関節、膝関節、足関節角度の図は、次の通りであ  
 る(図 10)。

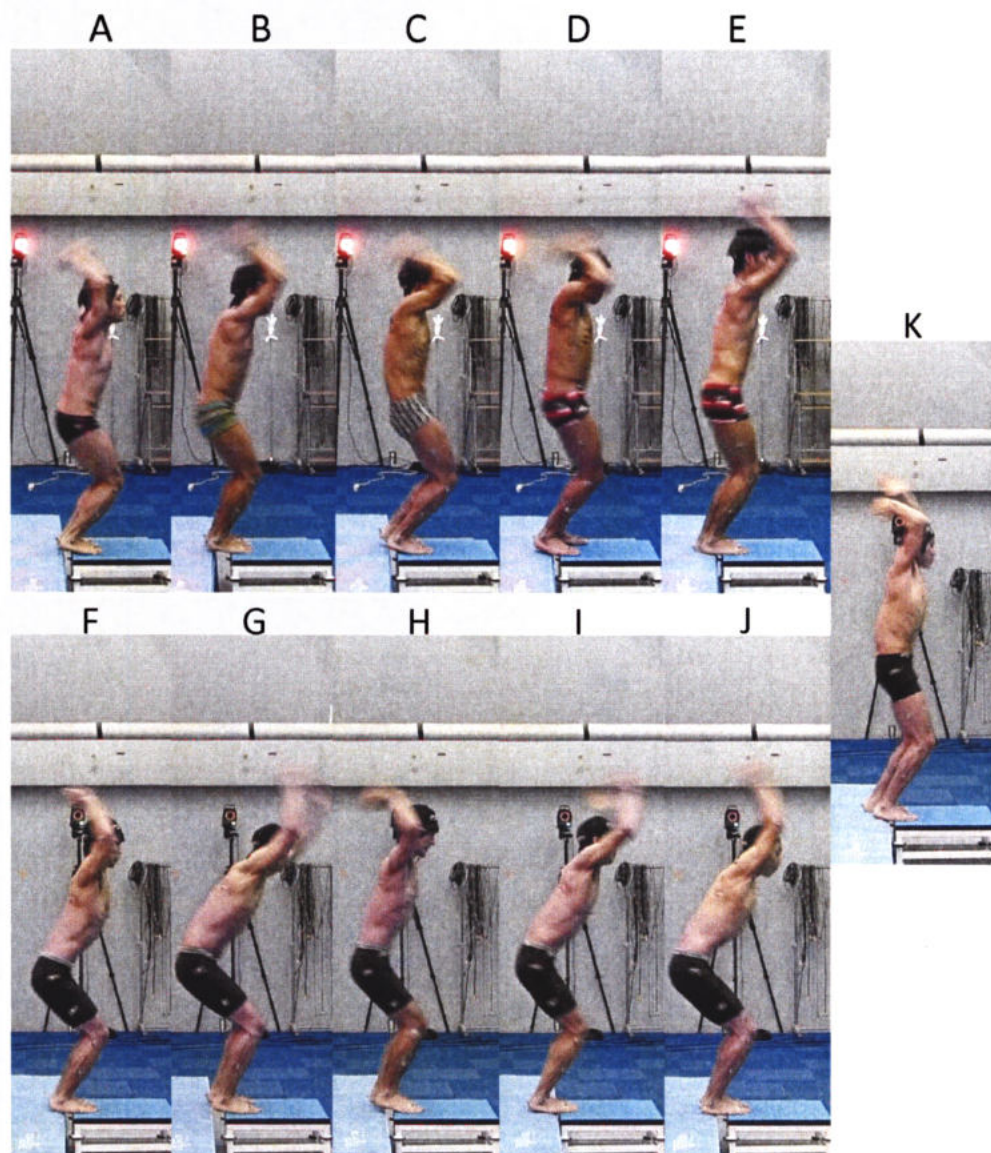


図 10 被験者 A~K 踏切局面における足関節最大背屈位時の  
 上体傾斜、股関節、膝関節、足関節角度

飛込競技被験者 A~E、体操競技被験者 F~J、トランスファー被験者 K の踏切局面にお  
 ける足関節最大背屈位時の上体傾斜角度、股関節角度、膝関節角度、足関節角度、平均、  
 標準偏差をまとめた表は、次の通りである(表 7・8・9)。また、t 検定の結果は、次の通り  
 である(表 10)。

表 7 飛込競技被験者 A~E 踏切局面における足関節最大背屈位時の

上体傾斜、股関節、膝関節、足関節角度				
飛込競技 被験者	上体傾斜 (°)	股関節 (°)	膝関節 (°)	足関節 (°)
被験者A	4	164	155	67
被験者B	10	150	158	67
被験者C	7	166	150	57
被験者D	5	169	162	68
被験者E	12	153	139	60
平均	7	160	153	64
標準偏差	3.7	7.7	8.2	4.6

表 8 体操競技被験者 F~J 踏切局面における足関節最大背屈位時の

上体傾斜、股関節、膝関節、足関節角度				
体操競技 被験者	上体傾斜 (°)	股関節 (°)	膝関節 (°)	足関節 (°)
被験者F	15	144	123	70
被験者G	25	136	123	77
被験者H	9	147	120	82
被験者I	20	146	130	71
被験者J	21	147	115	68
平均	18	144	122	74
標準偏差	6.2	3.9	4.9	5.2

表 9 トランスファー被験者 K 踏切局面における足関節最大背屈位時の

上体傾斜、股関節、膝関節、足関節角度				
トランスファー 被験者	上体傾斜 (°)	股関節 (°)	膝関節 (°)	足関節 (°)
被験者K	7	159	134	65

表 10 t 検定の結果

		飛込競技		体操競技		p
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
上体傾斜	(°)	7	3.7	18	6.2	0.0155
股関節	(°)	160	7.7	144	3.9	0.0085
膝関節	(°)	153	8.2	122	4.9	0.0005
足関節	(°)	64	4.6	74	5.2	0.0250

飛込競技被験者 5 名の踏切局面における足関節最大背屈位時の上体傾斜角度、股関節角度、膝関節角度、足関節角度の平均をまとめたグラフは、次の通りである(図 11)。

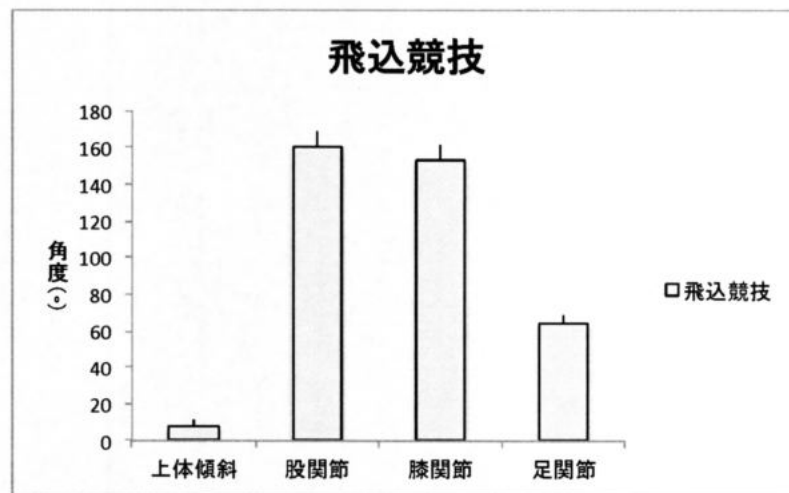


図 11 飛込競技者の踏切局面における足関節最大背屈位時の  
上体傾斜、股関節、膝関節、足関節角度平均

体操競技被験者 5 名の踏切局面における足関節最大背屈位時の上体傾斜角度、股関節角度、膝関節角度、足関節角度の平均をまとめたグラフは、次の通りである(図 12)。

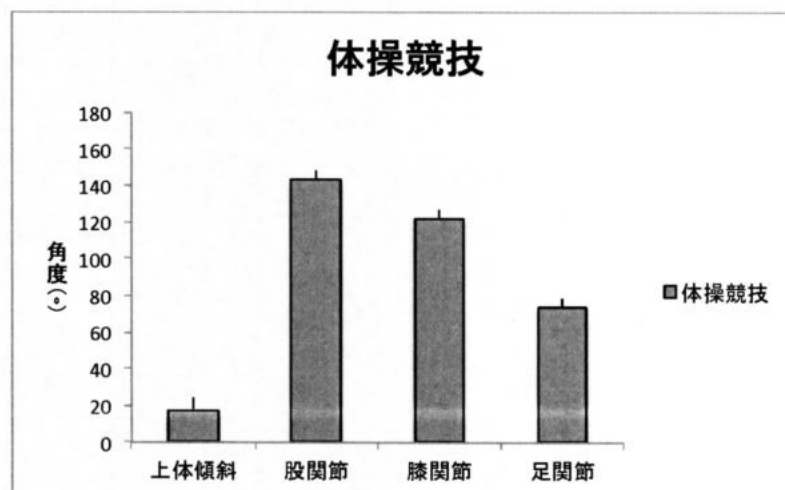


図 12 体操競技者の踏切局面における足関節最大背屈位時の  
上体傾斜、股関節、膝関節、足関節角度平均

トランスファー被験者 1 名の踏切局面における足関節最大背屈位時の上体傾斜角度、股関節角度、膝関節角度、足関節角度をまとめたグラフは、次の通りである(図 13)。

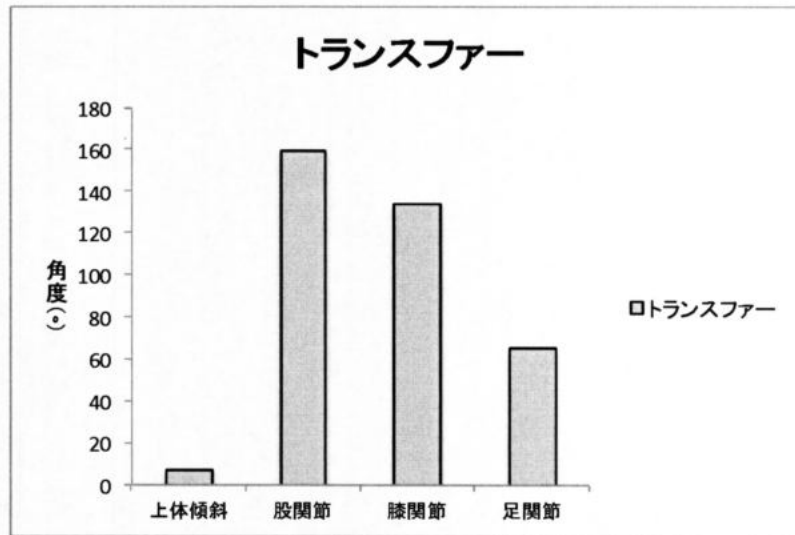


図 13 トランスファーした選手の踏切局面における足関節最大背屈位時の  
上体傾斜、股関節、膝関節、足関節角度平均

飛込競技被験者 5 名と体操競技被験者 5 名の踏切局面における足関節最大背屈位時の上体傾斜角度、股関節角度、膝関節角度、足関節角度の平均をまとめたグラフは、次の通りである(図 14)。

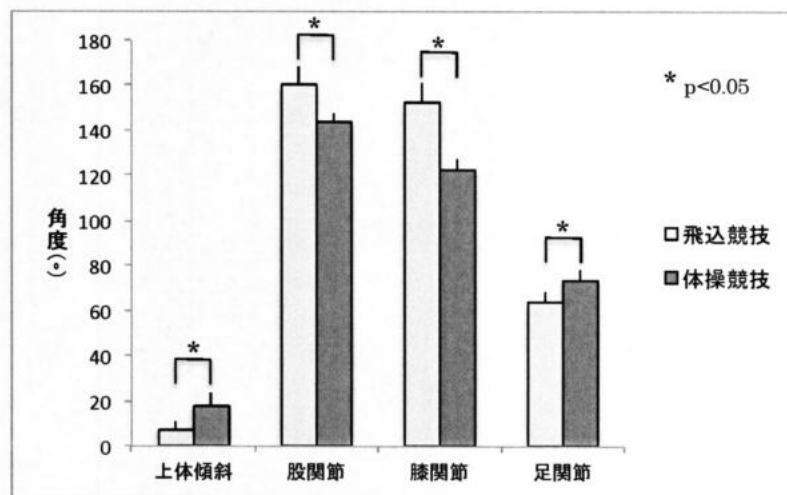


図 14 飛込競技者と体操競技者の踏切局面における足関節最大背屈位時の  
上体傾斜、股関節、膝関節、足関節角度平均

飛込競技被験者 5 名、体操競技被験者 5 名、トランスファー被験者 1 名の踏切局面における足関節最大背屈位時の上体傾斜角度、股関節角度、膝関節角度、足関節角度の平均をまとめたグラフは、次の通りである(図 15)。

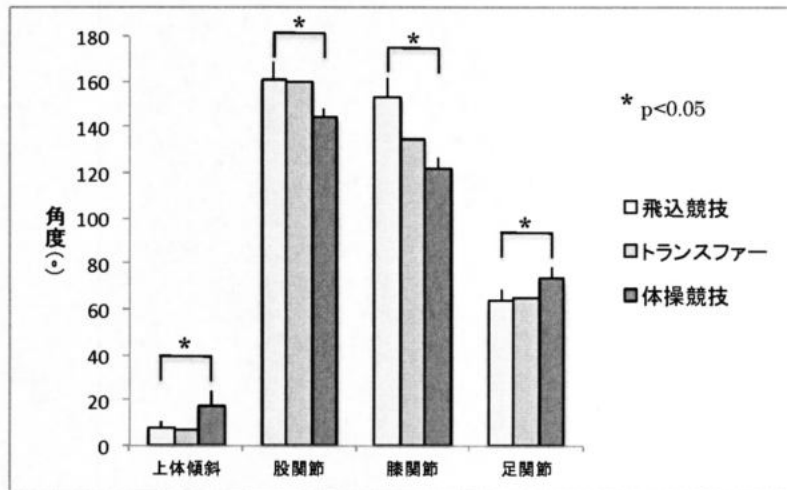


図 15 飛込競技者、体操競技者、トランスファーした選手の踏切局面における足関節最大背屈位時の

上体傾斜、股関節、膝関節、足関節角度平均

## 第2節 自己観察報告書

自己観察報告「全体で最も意識していること」は次の通りである(表 11)。

表 11 自己観察報告「全体で最も意識していること」

被験者 A	台との距離感(調整する為に重心の位置、姿勢を意識)
被験者 B	踏切局面で、つま先に全体重がのるようにする(重心が身体の後側にならないようにする)
被験者 C	重心を動かさない。足を後ろに返すことを意識(足の返しで回転をかける)
被験者 D	台を蹴る時に頭の重心をしっかりのせておく(真っすぐ上に蹴る為)
被験者 E	踏切る前に足首がしっかり使うことができているか
被験者 F	踏切した後に素早くかかえ込む(できるだけ高い所で小さくなる)
被験者 G	できるだけ身体を小さくすることにより、回転を速くなるように意識した
被験者 H	腕を振ってできるだけ小さくかかえ込む事を意識した
被験者 I	最も意識したのは踏切。台をしっかり蹴ることで勢いをもらった
被験者 J	後ろへいこうとはせず上方向へ飛ぶ意識。後ろへの意識が強過ぎると回転が追いつかずに背中からの着地になってしまうから上へ飛ぶようにしている
被験者 K	ボールをスローインで投げるイメージをととても意識

自己観察報告「アプローチ局面で意識していること」は次の通りである(表 12)。

表 12 自己観察報告「アプローチ局面で意識していること」

被験者 A	立った時の姿勢、重心、伸び上がる方向を意識し、つま先よりも前に頭と胸が出ないようにして、腰はつま先にのせるようにする。これらを意識する事によって踏切局面、飛び出し局面の癖を調節ができる為
被験者 B	耳より後ろに腕をおく。視線を 1m 前の地面を見るようにおく。手首を後ろに返す
被験者 C	肩の力を抜く(肩の位置を動かさない為) しっかり前を見る
被験者 D	踏切の姿勢での良いイメージを意識している
被験者 E	特になし
被験者 F	腰を引かないように上に伸びるイメージで立つ
被験者 G	少しでも勢いがつくために身体を反らした
被験者 H	素早く小さくかかえ込むイメージをしている
被験者 I	上に伸び上がり、踏切への準備をすることを意識した
被験者 J	身体の軸が垂直に真上へ向かうように立ち、ブレないようにする。この時点で揺れていたり、傾いていると上手く蹴れないと思うから
被験者 K	真っすぐ両腕を上げ、できるだけ両腕を耳より後ろにおき反らすのではなく自然と胸が中心になるように意識。最後にアゴを少し上げ胸のポジションを固める

自己観察報告「踏切局面で意識していること」は次の通りである(表 13)。

表 13 自己観察報告「踏切局面で意識していること」

被験者 A	かかとを高い位置でキープし頭の位置が低くならないようにして、骨盤が前傾しないようにする(力が台に伝わりやすく安定した距離を出せるようになる)。
被験者 B	視線を変えない。かかとを落とさない。
被験者 C	つま先でしっかりジャンプする意識。前をしっかり確認する。
被験者 D	力強く台を蹴るためにつま先に重心をのせておく。



被験者 E	足首の動き
被験者 F	地面を真っすぐ蹴るイメージ
被験者 G	踵を少し上げ、上げ下げの動作で反動をつけた。
被験者 H	あまり膝を曲げずに下に力を加えて踏み切る。
被験者 I	台をしっかり踏み切ること。
被験者 J	足関節の力で踏み切る(真上に) あまり膝やその他の部位を使うと台を踏み外しそうになるから
被験者 K	とにかくボールを遠くにスローインで投げるイメージが強い。そのボールのイメージは高く遠くに放物線を描いて飛んでいくイメージ。

自己観察報告「飛び出し局面で意識していること」は次の通りである(表 14)。

表 14 自己観察報告「飛び出し局面で意識していること」

被験者 A	つま先を後ろに蹴り出す
被験者 B	お尻が真上に上がるイメージ 頭は下げすぎない
被験者 C	手をしっかり振る お尻を後ろに引かない 足をしっかり後ろに返す(足の返して回転をかける) 前を見る(アプローチ局面の時と視線を変えない)
被験者 D	手を速い速度で振り下ろす(回転を速くする為)
被験者 E	飛び出してから飛び出す方向
被験者 F	胸の前の空間で回転しに行く
被験者 G	胸を丸め、胸に空間作りをすることで回転させる意識をした
被験者 H	少し怖いけど、あまり後ろに飛びすぎないようにしている
被験者 I	少しお尻を後ろに引いて、台にあたらないよう意識した
被験者 J	手を思い切り振り下ろし、膝を曲げ抱え込む。手と膝のかかえ込みで回転に対する勢いをつける為
被験者 K	自分で意識をして飛び出さないで踏切局面で得た力に身を任せている

自己観察報告「演技(回転)局面で意識していること」は次の通りである(表 15)。

表 15 自己観察報告「演技(回転)局面で意識していること」

被験者 A	頭が遅れないようにして、なるべく早くタックポジションになる(1 回転目のタックが大きくなるとその後小さくなる事が難しい為)
被験者 B	身体と脚がくっつく(空間を作らない)ようにする。足首の辺りをつかむ
被験者 C	しっかりタックルをしめる つま先を伸ばす
被験者 D	抱えをできるだけ小さくする(回転の速度を落とさないようにする為)
被験者 E	宙返りを早めにしてフォームを固める事
被験者 F	かかえ込み動作を速く、できるだけ小さくなる
被験者 G	できるだけ頭を入れ(胸に空間作りをした事により頭を入れやすくした)膝を素早くつかみにいく
被験者 H	小さくなる
被験者 I	回転している時は、脚をなるべく身体にくっつけるようにした
被験者 J	脚を開き、膝を曲げ、できるだけ小さい姿勢になる。小さくなれた方が回転効率が上がるから
被験者 K	脚をできるだけ開き、すね下にタックルを入れ、いかに 0m の間で身体が何回転できるか戦っている

自己観察報告「アプローチ局面・踏切局面・飛び出し局面・演技(回転)局面の中で最も重要だと思う局面とその理由」は次の通りである(表 16)。

表 16 自己観察報告「最も重要だと思う局面とその理由」

被験者 A	【踏切局面】 ここの局面での姿勢や重心の位置で、回転力や距離の出かたが決まってくる
被験者 B	【踏切局面】 踏切の姿勢や体重ののり方で入水ラインや角度、陸上ではどのように着地するか決まる
被験者 C	【踏切局面】 踏切局面から飛び出し局面に変わる所で回転の質が決まると思う。

被験者 D	【踏切局面】 踏切局面の時の姿勢で宙返りの高さや回転速度が決まると思うから
被験者 E	【踏切局面】 踏切が出来ていなければその先の宙返りに繋げる事が出来ないから
被験者 F	【飛び出し局面】 飛び出した時の空間をうまく使うように意識したから
被験者 G	【飛び出し局面】 空中での回転動作が良い実施に繋がると思うから
被験者 H	【飛び出し局面】 慣れていないと怖くて後ろに飛び出し過ぎて効率が悪くなってしまおうから
被験者 I	【踏切局面】 踏切をしっかりしないと上昇力もなくなるし、回転もつけられなくなるのでこの局面が重要だと思った。
被験者 J	【踏切局面】 空中に出てしまってからだと、あまり変化をつける事が出来ないから、この踏切時にどこまで正確に踏み切れるかが大切だと感じるから。
被験者 K	【踏切局面】 踏切局面での動作が残りの局面の動きを生むから。

自己観察報告「上半身の動作について」は次の通りである(表 17)。

表 17 自己観察報告「上半身の動作について」

被験者 A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アプローチ局面では、頭が前後ではなく上下に動くように意識 (距離を出すのと力を伝えやすくする為)</li> <li>・踏切局面では、肘と頭の位置を高くする (力を回転と高さにかす為)</li> <li>・飛び出し局面では首に力を入れ、タックを取りに行く (タックを小さく早く完成させる為)</li> </ul>
被験者 B	飛び出し局面では、腕は大きく振る

被験者 C	上半身は常にリラックスさせる 頭、肩は動かさない 上半身はアプローチ局面で前にも後ろにもずらさない
被験者 D	踏切局面では肘の位置をできるだけ高い所から振り下ろす (高さに繋がり回転速度も速くなると思うから)
被験者 E	手の振り方で広くなると宙返りが中途半端になってしまう 頭の残し方を意識しないと回転がわからなくなってしまう
被験者 F	できるだけアプローチ局面の姿勢を崩さないように飛び出し局面まで動きを繋げる
被験者 G	頭の位置をスタート時から変えないよう意識 胸を丸めるイメージ 肩、肘については何も意識はしていない
被験者 H	軽く肘を曲げて腕の振りの反動を思いきり使いながら回転に繋げる
被験者 I	回転をつけるために手をしっかり振り下ろした
被験者 J	肩から上の腕は踏切後に一気に振り下ろし、頭も使って振り下ろす 胸をふくみ小さくできるようにする
被験者 K	アプローチ局面では胸を最大限に踏切局面で活かせるよう肩を後ろにもっていき自然な形で反り、頭を少し上げ胸の空間をとる

自己観察報告「下半身の動作について」は次の通りである(表 18)。

表 18 自己観察報告「下半身の動作について」

被験者 A	アプローチ局面では、足首を柔らかく大きく使う(反動と動きを大きくする)。 踏切局面では、骨盤を前傾させすぎないように尻に力を入れる(力を逃がさないため)。同じく踏切局面で、踵を高い位置にして足首を固定する(力を逃がさない為)
被験者 B	踏切局面で、尻は後ろにいかないようにする。
被験者 C	演技全体を通して、つま先に体重をのせること(つま先に体重がのらないと蹴れないため)。足を後ろに蹴り返す事を意識する事でつま先にのせられるようになる。

被験者 D	踏切局面で母趾球に体重をのせる(できるだけ力を一点に集中させたいから)
被験者 E	足首の動きを意識しないと良い実施の宙返りに繋がらない。重心がしっかりとっているか。
被験者 F	膝ではなく足首で跳ねる(後方に出る意識はせずに上に伸びるイメージ)。
被験者 G	できるだけ膝を身体に素早く近づけることにより上半身と下半身の入れ替えを素早く行う。
被験者 H	踏切局面で、思いきって踏み切る事だけを意識している。
被験者 I	演技(回転)局面において脚を横に開き小さくなる事を意識した。
被験者 J	空中に出たら股関節を外側へ開き身体を折りたたむ為の空間を作る。膝は出来る限り曲げて後部へと引っ張るようなイメージを持つ。
被験者 K	踏切局面の際、足首は本来もう少し動かさなければいけないという意識があるが、ずり落ちてしまわないかと不安が大きくあまりイメージ通りに使えていない。

自己観察報告「その他の意識について」は次の通りである(表 19)。

表 19 自己観察報告「その他の意識について」

被験者 A	アプローチ局面ではリラックスして、踏切局面で一気に力を出すイメージをしている(力を発揮しやすくする為)
被験者 B	目線は、ずれないようにする(立った位置から 1m 前)
被験者 C	目線はタックルをとるまでアプローチの局面からずらさない
被験者 D	踏切局面でイメージは真下に台を蹴り真上に上がるイメージ
被験者 E	目線はなるべく遠くを見て頭が下がらないようにする
被験者 F	イメージは腰より高い位置で回転する意識で実施した
被験者 G	大きな姿勢から、小さくなる事により素早い回転動作に繋がる事を意識した
被験者 H	後ろに飛びすぎないように、ほんの少し後ろの場所に目指すようイメージしている
被験者 I	アプローチの局面で目線を下にして飛び出すまで下を向いている
被験者 J	イメージでは、体操競技の床の前宙ダブルの踏切時 目線は前方の斜め下を見るようにしていた

被験者 K	距離は身体中の洗脳された意識で必ず後ろに出る事が分かっている。なので、いかに回転を効率良く行う事が出来るか。
-------	--

自己観察報告「失敗するときの要因として考えられること」は次の通りである(表 20)。

表 20 自己観察報告「失敗するときの要因として考えられること」

被験者 A	重心が後ろや前に傾いてしまう時
被験者 B	お尻が先に後ろに行動してしまっている時 つま先が蹴りきれしていない時
被験者 C	力み過ぎている時
被験者 D	重心が後ろにかかってしまうと、上手に台へ力を伝えることが出来ない
被験者 E	・重心が踵にあってしまう時(足首が上手く使えない) ・頭が早く下がってしまう
被験者 F	踏切で後方に飛び過ぎる(腰が引ける)
被験者 G	飛び出し局面において頭の位置が上に上がってしまうと身体の入替えが上手くいかず回転に繋がらない
被験者 H	踏切からの飛び出し動作が繋がらない 恐怖心から後ろに飛び出し過ぎてしまう
被験者 I	踏切がしっかり出来ていない 腰が引け過ぎてしまうこと
被験者 J	腰が抜けたような踏切になると回転できない 遠心力等が考えられるため、思っている以上に小さくならないと着地姿勢が高くなる
被験者 K	踏切局面で、(早まって)飛び出し局面の動きを行ってしまった時。 飛び出し局面は自分の意識で行おうとせず踏切局面で獲得した力で自然とやってくれる局面

## 第6章 考察

### 第1節 踏切局面における足関節最大背屈位時

#### (1) 踏切局面における足関節最大背屈位時

飛込競技において競技成績の最も高い被験者 A に被験者 B～K の全被験者を 1 人 1 人ピックアップし、運動学的な動きそのもののシルエットを連続写真局面図からトレース局面図を作成し、飛込競技者と体操競技者を比較したところ、踏切局面における足関節最大背屈位時において、飛込競技者(被験者 A～E)は上体が立位に近い姿勢で踏み切っているのに対し、体操競技者(特に被験者 G、I、J)は、上体が前に倒れた姿勢で踏み切っている相違が見られた。そこで、飛込競技者と体操競技者の踏切局面における足関節最大背屈位時を VICON を使用してキネマティクスの的に定量化し数値化したところ、上体傾斜、股関節、膝関節、足関節角度において有意な差が検出された( $p<0.05$ )(表 10)。よって、体操競技から飛込競技へトランスファーし「後踏切前宙返り(402C)」を習得する際、踏切局面における足関節最大背屈位時の「踏切姿勢」が重要になってくるのではないかと、という可能性が示唆された。また、元来体操競技の時点で、前方宙返りを踏み切る際に上体の前傾があまり見られないタイプの選手は、トランスファーした際に「4 群：後踏切前飛込」の技群は、比較的スムーズに習得できる可能性が高いのではないかと推察される。体操競技被験者が今後、飛込競技の選手にトランスファーし、「4 群：後踏切前飛込」の技群を習得する際は、上体が立位に近い姿勢で踏み切れるように修正を行えば、上達が早い可能性が考えられる。

#### (2) 上体傾斜、股関節、膝関節、足関節角度

飛込競技者と体操競技者の上体傾斜角度を VICON を使用してキネマティクスの的に定量化し数値化したところ、飛込競技者の平均  $7^\circ$ 、体操競技者の平均  $18^\circ$  となり有意な差が検出された( $p<0.05$ )(表 10)。

本研究である「後踏切前宙返り(402C)」は、踏み切った後、後方に飛び出し前方に 1 回転する運動であり、本来体操競技で実施されている「前方宙返り」と大きく違う点は、踏み切った後の飛び出す方向である。体操競技で実施されている「前方宙返り」は踏切った後、前方に飛び出し前方に 1 回転する運動である。この体操競技で実施されている「前方宙返り」の上体傾斜角度について古谷ら<sup>2)</sup>は、「踏み切り時に上体を起こし体が前に倒れないようにすることが望ましい」と報告している。「後踏切前宙返り(402C)」においても、上体が前傾せずに踏み切ることは、習得する上で必要な要因であると考えられる。

自己観察報告書で「アプローチ局面・踏切局面・飛び出し局面・演技(回転)局面の中で

最も重要だと思う局面」を聞いたところ、被験者 A~E の飛込競技者 5 名が「踏切局面」と報告している。その理由として、被験者 A「この局面での姿勢や重心の位置で、回転力や距離の出かたが決まってくる」、被験者 B「踏切の姿勢や体重ののり方で入水ラインや角度、陸上ではどのように着地するか決まる」、被験者 C「踏切局面から飛び出し局面に変わる所で回転の質が決まると思う」、被験者 D「踏切局面の時の姿勢で宙返りの高さや回転速度が決まると思うから」、被験者 E「踏切が出来ていなければその先の宙返りに繋げる事が出来ないから」と報告している。飛込競技での先行研究で Hamill<sup>9)</sup>は、「空中で必要とされる角運動量は踏切局面に依存する。そのため、回転数を増加させることで、踏切局面の全身の角運動量が増加する。」と述べている。また、小林<sup>8)</sup>は、「離台後のダイバーの身体は、重力以外の外力はほとんど受けないため、離台後の身体重心の高さや、距離、回転速度、身体の横軸を通る重心周りの角運動量は、踏切局面に依存する。つまり、踏切局面で獲得した直線および角力積の量が離台後のダイバーの重心の高さ回転速度を決めるため、踏切局面は重要視されるべきである。」と述べている。これらの先行研究と同じように、被験者 A、D は「回転力や距離の出かたが決まってくる」、「宙返りの高さや回転速度が決まる」と報告している。そして、これらの先行研究を参考にすると、被験者 A、B が報告する踏切姿勢の「重心の位置」や「体重ののり方」は、固定台からの反発力を有効に利用するために意識していることと推察される。

一方、体操競技者は被験者 F、G、H の 3 名が「飛び出し局面」、被験者 I、J が「踏切局面」と報告している。その理由として、まず飛込競技者と同じ「踏切局面」であった被験者 I、J は「踏切をしっかりとしないと上昇力もなくなるし、回転もつけられなくなるのでこの局面が重要だと思った」、「空中に出てしまっただと、あまり変化をつける事が出来ないから、この踏切時にどこまで正確に踏み切れるかが大切だと感じるから」と報告している。次に「飛び出し局面」と報告した被験者 F、G、H は、その理由として、「飛び出した時の空間をうまく使うように意識したから」、「空中での回転動作が良い実施に繋がると思うから」、「慣れていないと怖くて後ろに飛び出し過ぎて効率が悪くなってしまったから」と報告している。飛込競技者は「踏切局面」があってからこそその「飛び出し局面」であることを認識していると推察できるが、体操競技者の 3/5 の被験者は最も重要だと思っている「飛び出し局面」の意識が強く(結果的には被験者 I、J も)、反発力をもらう重要な「踏切局面」において、次の段階の局面となる「飛び出し局面」の動作が入り込んでしまっていることが推察される。そのため体操競技者は、踏切局面時において上体が前



に倒れた姿勢となったのではないかと推察される。

他に上体を前傾してしまう理由として、下肢に明確な要因があるだろうと考え、それぞれの下肢関節角度をキネマティクスの的に定量化した。

股関節角度を VICON を使用してキネマティクスの的に定量化し数値化したところ、飛込競技者の平均  $160^{\circ}$ 、体操競技者の平均  $144^{\circ}$  となり有意な差が検出された ( $p < 0.05$ ) (表 10)。

股関節角度が飛込競技者よりも体操競技者の方が屈曲していることから、体操競技者は、上体が前に倒れた姿勢で踏み切っていることがわかる。それに対し、飛込競技者は、上体が立位に近い姿勢で踏み切っていることがわかる。

体操競技では、弾性のほとんどない女子平均台でも「前方宙返り」は実施されている。鷹野<sup>28)</sup>は、「踏み切り時に、背屈頭位で胸を張り、背中を反ることが、平均台という条件の中で高さを生み出す一つの方法である。」と述べている。「後踏切前宙返り(402C)」においてでも、上体が立位に近い姿勢で踏み切っているか、上体が前に倒れた姿勢で踏み切っているか、という相違は見られるが、両競技者とも踏切局面において胸を張り、回転するためへの準備をしていることが観察できる(図 10)。このように体操競技者は、ほとんど経験したことのない「後踏切前宙返り(402C)」においてでも、回転するきっかけへの技術を備えていることが踏切局面において確認できるため、さらに上体が立位に近い姿勢で踏み切れるように修正を行えば、上達が早い可能性が考えられる。

膝関節角度を VICON を使用してキネマティクスの的に定量化し数値化したところ、飛込競技者の平均  $153^{\circ}$ 、体操競技者の平均  $122^{\circ}$  となり有意な差が検出された ( $p < 0.05$ ) (表 10)。

膝関節角度が股関節角度と同様に、飛込競技者よりも体操競技者の方が屈曲していることから、「後踏切前宙返り(402C)」の技術に関しては、踏切局面での身体の沈み込みは、必要ではなく失敗する要因であるのではないかと推察される。

自己観察報告書の失敗するときの要因として、体操競技被験者 J は「腰が抜けたような踏切になると回転できない」と報告している。「蹴り負けてしまう」、「膝が抜ける」、「腰がぬける」といったこれらの現象は、重心がのっていないために現れるものだと推察される。失敗するときの要因として飛込競技被験者は、被験者 A 「重心が後ろや前に傾いてしまう時」、被験者 B 「お尻が先に後ろに行動してしまっている時」、被験者 D 「重心が後ろにかかってしまうと、上手に台へ力を伝えることが出来ない」、被験者 B 「重心が踵にあってしまう時(足首が上手く使えない)」と、それぞれ報告している。共通して言えることは、踏切局面において上体が前や後ろに倒れた姿勢では「重心」が安定せず失敗してしまう可能

性が高いということである。「後踏切前宙返り(402C)」の踏切局面において、上体が立位に近い姿勢で踏み切ることが習得できると、「重心」が安定し「蹴り負けてしまう」、「膝が抜ける」、「腰がぬける」といった失敗を防げる可能性があることが推察される。

足関節角度を VICON を使用してキネマティクスの的に定量化し数値化したところ、飛込競技者の平均  $64^{\circ}$ 、体操競技者の平均  $74^{\circ}$  となり有意な差が検出された( $p < 0.05$ )(表 10)。

自己観察報告書の全体で最も意識していることで飛込競技被験者 E は「踏切る前に足首がしっかり使うことができているか」と報告している。また、踏切局面で意識していることにおいてでも被験者 E は「足首の動き」と報告し、「足首の動きを意識しないと良い実施の宙返りに繋がらない。重心がしっかりとっているか。」、さらに失敗するときの要因としてでも「重心が踵にあってしまう時(足首が上手く使えない)」と、股関節や膝関節と同様に、「重心」について足関節においても意識がなされている。足関節においても、上体が立位に近い姿勢で踏み切ることが習得できていないと、「重心」が安定しづらい可能性が高く、足関節を柔軟に動かすことが困難になってしまうことが推察される。

### (3) まとめ

「後踏切前宙返り(402C)」の踏切局面において、体操競技者は飛込競技者に比べると上体が前に倒れた姿勢で踏み切っていることが運動学的・キネマティクスの考察から明らかとなった。それに対し、飛込競技者は、上体が立位に近い姿勢で踏み切っていることが明らかとなった。

そして、自己観察報告書において「全体で最も意識していること」では、飛込競技者は、「踏切」「重心」の特に 2 つを意識していることが明らかとなった。それに対し、体操競技者は、演技(回転)局面の「かかえ込み姿勢」を特に意識していることが明らかとなった。また「下半身の動作について」では、飛込競技者は、特に「踏切局面」においての下半身の動作(骨盤、足首、つま先)を意識していることに対し、体操競技者は、特に「演技(回転)局面」においての下半身の動作を意識していることが明らかとなった。

これらの自己観察報告から、重要だと思う局面や意識をしている局面が、飛込競技者は「踏切局面」であることに対し、体操競技者は「飛び出し局面」や「演技(回転)局面」であることが明らかとなった。

## 第7章 結論

本研究により、体操競技から飛込競技へトランスファーする際、飛込競技における「後踏切前宙返り(402C)」を習得するための技術として、以下の点が示唆された。

「後踏切前宙返り(402C)」の踏切局面において、体操競技者は飛込競技者に比べると上体が前に倒れた姿勢で踏み切っているのに対し、飛込競技者は、上体が立位に近い姿勢で踏み切っていることがわかった。

## 第8章 要約

近年、日本のスポーツ界において競技転向(以下、トランスファー)が注目されている。本来トランスファーとは、特に陸上競技における種目転向の際に使われている言葉であるが、2020年東京五輪・パラリンピック開催決定、2019年ラグビーW杯日本大会などの自国開催決定を受け、競技間トランスファー(実施していた競技から他の競技への転向)を行っている競技者も多く、日本のスポーツ界の動きが激しい。その中でも体操競技から飛込競技へのトランスファーにも期待が寄せられている。体操競技から飛込競技へトランスファーする際、二つの競技で実施される運動形態の多くは密接に類似している。しかし、「後踏切前飛込」の動きは体操競技において実施される事がほとんどなく、トランスファーをする際、習得に時間を要する。

本研究は「後踏切前飛込」の技群である「後踏切前宙返り(402C)」の比較考察を通し、技術的解明を目的とする。技術的解明をすることにより、体操競技から飛込競技へトランスファーする選手に貢献できるものと考えられる。

被験者として、飛込競技者5名、体操競技者5名、体操競技から飛込競技へトランスファーした競技者1名を選出し、「後踏切前宙返り(402C)」をデジタルビデオカメラで撮影した。得られた映像から運動学的手法を用いてトレース局面図を作成し、飛込競技者と体操競技者の動きそのものの比較を行った。また、三次元動作解析システム(以下、VICON)により、キネマティクス的手法を用いて関節角度を数値化し、運動学的・キネマティクスの考察を行った。

運動学的手法で比較をしたところ、踏切局面における足関節最大背屈位時において飛込競技者(被験者A~E)は、上体が立位に近い姿勢で踏み切っているのに対し、体操競技者(特に被験者G、I、J)は、上体が前に倒れた姿勢で踏み切っている相違が見られた。そこで、両競技者の踏切局面における足関節最大背屈位時をVICONを使用してキネマティクス的手法で関節角度を数値化したところ、上体傾斜、股関節、膝関節、足関節角度において有意な差が検出された( $p < 0.05$ )。体操競技から飛込競技へトランスファーし「後踏切前宙返り(402C)」を習得する際、踏切局面における足関節最大背屈位時の「踏切姿勢」が重要になってくることが示唆された。

本研究により、次のことが示唆された。「後踏切前宙返り(402C)」の踏切局面において、体操競技者は飛込競技者に比べると上体が前に倒れた姿勢で踏み切っているのに対し、飛込競技者は、上体が立位に近い姿勢で踏み切っていることがわかった。

## 謝辞

本論文の作成にあたり、多大なご指導、ご支援を頂きました指導教授の加納実教授、並びに本論文の審査を担当して頂きました柳谷登志雄先任准教授、原田睦巳先任准教授に厚く御礼申し上げます。

また、実験に際しましては、被験者として快くご協力頂きました飛込競技、体操競技の皆様、並びに撮影にご協力頂きましたバイオメカニクス研究室の皆様、体操競技研究室の皆様には心から感謝の意を表します。

【文献表】

- 1) 占橋廣之進(1984). 水泳競技を見るための本. 第 1 版, 東京, 同文書院, pp. 158-159, 194-198.
- 2) 古谷嘉邦, 広田公一, 板垣了平, 春山国広, 畑岡正夫(1966). マット運動における走り前方宙返りについての研究. 体育学研究 10 (2), pp. 244
- 3) Joseph Hamill, Mark D. Ricard, Dennis M. Golden(1986). Angular Momentum in Multiple Rotation Nontwisting Platform Dives.
- 4) 金子明友(1974). 体操競技のコーチング. 第 7 版, 東京, 大修館書店, pp. 5-22, 49-59, 70-78, 203-206, 259-274, 323-334, 429-436.
- 5) 金子明友(2002). わざの伝承. 第 1 版, 東京, 明和出版, pp. 187-192, 430-439.
- 6) 金子明友, 朝岡正雄(1990). 運動学講義. 第 1 版, 東京, 大修館書店, pp. 67-72, 126-133, 136-137, 142-146.
- 7) Klint K. A, Weiss M. R(1986). "Dropping in and dropping out : Participation motives of current and former youth gymnastics, "Canadian Journal of Applied Sport Science, 11-2 : pp. 106-114.
- 8) 小林和真(2013). 飛込競技における第三群種目の 3 次元動作分析. 筑波大学卒業論文
- 9) Meinel.K(1981). マイネル・スポーツ運動学. 金子明友訳, 第 1 版, 東京, 大修館書店, pp. 106-109, 122-130, 146-236, 253-254, 261-269, 374-419, 453, 462, 476.
- 10) Meinel.K(1998). 動きの感性学. 金子明友訳, 第 1 版, 東京, 大修館書店, pp. 55-67.
- 11) Miller DI(2000). Biomechanics of competitive diving : U. S. Diving Publications.
- 12) Miller DI, Henning E, Pizzimenti MA, Jones IC, Nelson RC(1989). Kinetic and kinematic characteristics of 10-m platform performances of elite divers : I. Back takeoffs. Int. J. Sport Biomech. 5 : pp. 60-88.
- 13) Miller DI, Jones IC, Pizzimenti MA(1988). Taking off : Greg Louganis' diving style. Soma : Engin. Human Body 2 (4) : pp. 20-28.
- 14) Miller DI, Jones IC, Pizzimenti MA, Henning E, Nelson RC(1990). Kinetic and kinematic characteristics of 10-m platform performances of elite divers : II. Reverse takeoffs. Int. J. Sport Biomech. 6 : pp. 283-308.
- 15) 日本水泳連盟(2005). 水泳コーチ教本. 第 2 版, 東京, 大修館書店, pp. 258-267.
- 16) 日本水泳連盟(2014). 水泳コーチ教本. 第 3 版, 東京, 大修館書店, pp. 226-240,

266-267.

- 17) 日本水泳連盟競技委員会(2014). 飛込競技規則競技役員(飛込)の手引き 2014. pp. 54.
- 18) 日本水泳連盟飛込委員会審判部編(2010). FINA DIVING OFFICIALS MANUAL 2010. 2010年度飛込競技審判講習会資料.
- 19) 佐藤淳, 中島光広(1984). 体操競技技術のモルフォロジー的考察. 筑波大学体育科学系紀要, pp. 7, 55-62.
- 20) 佐藤徹(1993). 体操競技における運動技術の形態発生の把握に関するモルフォロジー的考察. 体操競技研究, pp. 1, 31-42.
- 21) 鈴木大地(2014). 毎日新聞(2014年5月17日掲載). 時評・点描: 体操→飛び込み、転向に期待.
- 22) 鈴木康弘, 杉原隆(1993). ドロップアウト, トランスファー, 継続者の負事態における帰属様式の比較. 東京学芸大学紀要, 第5部門, 芸術・健康・スポーツ科学, 45: pp. 144.
- 23) 鷹野都(2011). 平均台における「前方宙返り」の技術に関する研究. 順天堂大学大学院修士論文
- 24) 戸田盛和(1982). 力学 物理入門コース 1. 東京, 岩波書店, pp. 15-17, 23-26, 125-130.
- 25) 渡邊將司, 森丘保典, 伊藤静夫, 三宅聡, 森泰夫, 山崎一彦, 榎本靖士, 遠藤俊典, 木越清信, 繁田進, 尾縣貢(2014). 日本代表選手におけるスポーツ・種目転向(トランスファー)の特徴 — 日本代表選手に対する追跡調査 —. 公益財団法人日本陸上競技連盟 陸上競技研究紀要, 第10巻, pp. 13-21.
- 26) 山崎一彦(2014). 今、なぜタレントトランスファーなのか. 公益財団法人日本陸上競技連盟 陸上競技研究紀要, 第10巻, pp. 26-28.
- 27) 古田章, 森井博之(1983). 飛込競技における身体運動のメカニズム. Japanese Journal of Sports Sciences. vol. 2, No7, pp. 509-517.

A study of the Technique of “Inward Somersault(402C)” performed on the Diving  
~ Transfer from Gymnastics to Diving ~

Shota IIISANAGA

Abstract

In recent years, the transfer of athletes between sports in Japan has been attracting attention. Originally, the transfer is the word used for the conversion of item in track and field in particular. It has been decided that Rugby World Cup in 2019 will be held in Japan, and that Tokyo will host the Olympics and Paralympics in 2020. There are a lot of competitors who doing transfer between competitions (from competition that they did before to another competition). Therefore the flux of sports in Japan has become intense. Among these, anticipation of the transfer from Gymnastics to Diving has been rising. When trying the transfer from Gymnastics to Diving, most of the forms of movement carry out by two competitions are similar closely. However, the form of movement “Inward Group,” is hardly ever done in Gymnastics, because it takes time to learn.

Therefore the purpose of this study is to conduct technical elucidation through comparison and consideration for “Inward Somersault (402C)” of “Inward Group”. By conducting technical elucidation, this study will be able to contribute to those athletes who transfer from Gymnastics to Diving.

The participants are 5 Divers, 5 Gymnasts, and 1 who transferred from Gymnastics to Diving. We used digital video camera noted the form of movement when they did “Inward Somersault(402C)”. By the taken video, I made the figure of trace situation by using kinesiography technique from took picture and compared the movement itself between Gymnastics and Diving. Then by taken the three-dimensional coordinates of VICON motion analysis system, I digitized the joint angle by using kinematic technique and considered from the perspective kinesiology and kinematics.



We conducted comparison from the perspective kinesiology and the facts are emerged as following. In time of the maximum dorsiflex posture of ankle joint at the phase of taking off, Divers (subject A to E) took off in the position of in a position of their upper body kept standing. On the other hand, Gymnasts (especially subjects G, I, J) took off in a position of their upper body bending forward. Accordingly, I digitized in time of the maximum dorsiflex posture of ankle joint at the phase of taking off, by using VICON. Then I emerged that there were a significant difference ( $p < 0.05$ ) at body inclination angle, hip joint angle, knee joint angle, and ankle joint angle. It is suggested that the important thing is "the position of taking off" in time of the maximum dorsiflex posture of ankle joint at the phase of taking off, when learning "Inward Somersault(402C)" for the person who transferred from Gymnastics to Diving.

In this research, I have found the following;

At the phase of taking off of "Inward Somersault(402C)", Gymnasts took off in a position of their upper body bending forward. On the other hand, Divers took off in the position of in a position of their upper body kept standing.