

東京体育学会第6回学会大会

発表抄録

## 伸腕屈伸力倒立の技術評価の試み

柏木 悠 (日本体育大学大学院トレーニング科学系)

水鳥 寿思 (慶応義塾大学)

袴田 智子 (国立スポーツ科学センター)

船渡 和男 (日本体育大学)

立花 泰則 (公益財団法人日本体操協会)

キーワード：器械体操, COP, COM

### 【背景】

伸腕屈伸力倒立(伸肘倒立)は、器械体操競技において、跳馬を除く5種目で使用される基本的な動作の一つである。倒立動作においては、先行研究(Kerwin, 2001, Yeadon, 2003)において検討されており、静止立位時のバランス制御と倒立動作バランス制御のストラテジーが共通であるか否かが主な焦点となっている。伸肘倒立は、倒立動作と同様に上肢で身体を支える動作であるが、股関節の大きな伸展動作を伴いながら倒立動作へ移行する動作であり、複雑な制御であることが考えられる。しかし、この動作に関する知見は乏しいことが現状である。そこで本研究は、運動力学的分析から伸肘倒立のメカニズムを明らかにし、技術評価の知見を得ることを目的とした。

### 【方法】

被験者は、大学男子器械体操選手11名を対象とした。フォースプレート上で被験者は、閉脚伸肘倒立を行い、体操競技経験10年以上の指導者によって上位群(Skill: n=6, 年齢: 20.1 ± 1.5yrs, 身長: 163.5 ± 6.5cm, 体重: 62.7 ± 3.9kg)と下位群(UnSkill: n=5, 年齢: 19.7 ± 1.6yrs, 身長: 165.6 ± 7.4cm, 体重: 62.6 ± 8.6kg)に群分けされた。伸肘倒立中の地面反力データ(Kistler社製1kHz)および映像データ(Basler社製100fps, シャッター1/1000)は、A/D変換画像統合システムTRAIS(DKH社製)を用いて同期された。映像データは、画像解析システムFrame-DIAS-V(DKH社製)を用いて解剖学的計測点にデジタイズを行い、2次元位置座標データに変換した。得られた位置座標、地面反力データおよびDempstar(1955)の身体部分係数を用いて2次元逆運動力学法により、手首、肩および股関節の関節トルク(Nm/kg)、パワー(W/kg)、仕事量(J/kg)を算出した。統計分析は、SkillとUnSkillの計測変数をt検定(welch)を用いて比較を行った。

### 【結果および考察】

Skillは、動作開始直後にCOMがCOPより前方に位置したが、UnSkillは常にCOMがCOPより後方に位置した。伸肘倒立中の関節トルクにおいて、Skillは、動作

開始から手関節トルクが常にUnSkillより大きな値を示し、肩関節トルクでは、Leg angleが0degになるタイミングまで小さな値を示した(Fig. 1)。一方で股関節トルクにおいて、Skillは屈曲トルクから伸展トルクへの変化がみられたが、UnSkillでは、屈曲トルクのみを示した。股関節トルクは、Leg angle 0°のタイミングで、Skillは、UnSkillより大きな値を示し、統計上有意な差がみられた(Skill: 0.18 ± 0.38Nm/kg VS UnSkill: -0.41 ± 0.28Nm/kg, P<0.05)。また、肩関節角度は、動作開始直後(Skill: 2.47 ± 0.12rad VS UnSkill: 2.31 ± 0.06rad, P<0.05)およびLeg angleが0degでSkillはUnSkillより大きな角度を示した(Skill: 2.89 ± 0.13rad VS UnSkill: 2.62 ± 0.07rad, P<0.01)。

### 【結論】

股関節屈曲トルクを離地直後に減少して伸展トルクへ転じることが伸肘倒立の技術と評価することができ、肩関節トルクを小さくし、手関節トルクを大きく発揮することが必要であることが示された。そのためには、動作開始から肩関節を大きく伸展させ、COMをCOPより前方に位置させることが重要であることが示唆された。

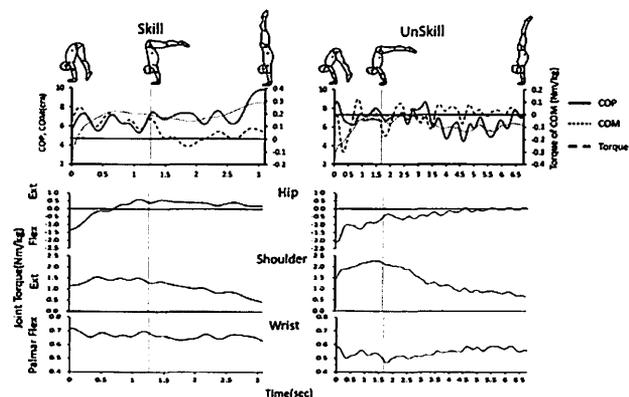


Fig. 1 Skill (n=1)とUnSkill (n=1)におけるCOP, COM, COM回りのトルクおよび関節トルクの比較。COPとCOMの原点は尺骨形状突起ランドマーカー位置を原点とした。

## 凹面走路を有する自走式トレッドミルでの歩行動作の特徴

平野 智也 (日本体育大学大学院トレーニング科学系)  
 柏木 悠 (日本体育大学大学院)  
 船渡 和男 (日本体育大学)

山岸 道央 (日本体育大学)  
 袴田 智子 (国立スポーツ科学センター)

キーワード：歩行, 自走式トレッドミル, 下肢キネマティクス

### 【背景】

トレッドミルは、省スペースで歩行や走行を行うことができ、ベルト速度を調節できることから、測定やリハビリテーションの分野で使用されている。近年では、凹面形状を有し、自らの脚でベルトを動かす自走式トレッドミルが開発された。しかし、走路の凹面形状が歩行の運動学的特徴に与える影響は明らかではない。本研究は、凹面走路を有する自走式トレッドミル上と平面歩行路上での歩行動作を比較し、自走式トレッドミルでの歩行における優位性を運動学的観点から明らかにすることを目的とした。

### 【方法】

被験者は、健康な成人男性10名(年齢:  $25.0 \pm 3.7$ 歳, 身長:  $172.3 \pm 3.5$ cm, 体重:  $68.9 \pm 7.8$ kg)を対象とした。平面歩行路(OG: Overground)条件は、12mの歩行路で被験者の快適な速度による歩行を3試技行った。歩行速度は、光電管を用いて、5m区間距離を計測タイムで除すことにより算出した。自走式トレッドミル歩行(TM: Non-motorized treadmill, Curve, Woodway社製)条件では、OG平均速度と同一になるように歩行速度を視覚フィードバックしながら1分間の歩行を行った。被験者には、解剖学的計測点35点にランドマークを貼付し、三次元動作分析装置(Vicon社製)を用いて、運動学データを取得した。運動学データの分析には、Plug-In Gaitモデルを使用した。歩行変数は、時間-空間変数、下肢関節角度および角速度を算出した。

### 【結果および考察】

表1は、TMとOGにおける時間-空間変数を示した。TMはOGと比較してストライド長が短く、ストライド頻度は高くなった( $p < 0.001$ )。この結果は、先行研究と同様であった。TMはOGのように身体重心を前方へ移動させる必要がなく、トレッドミルの凹面形状によりストライド長が制限され、頻度が高くなったと考えられる。TMにおける股関節と膝関節角度の最大屈曲角度は、OGよりも有意に大きな値を示し( $P < 0.001$ )、股関節の可動域も有意に大きな値を示した( $P < 0.01$ )。また、TMの股関節と膝関節の最大屈曲角速度は、有意に高い値を示した( $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$ )。TMは、つま先離地後の遊脚期において、膝を速く引き付ける動作を行い、その後、股関節の屈曲角度が増加していることから、歩行の特徴は大腿をより鉛直方向に持ち上げる動作であることが示された(図2)。したがって、TM歩行は、同一速度でのOG歩行よりも股関節屈筋群の活動が増加し、運動強度が高くなることが推察された。

節と膝関節の最大屈曲角速度は、有意に高い値を示した( $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$ )。TMは、つま先離地後の遊脚期において、膝を速く引き付ける動作を行い、その後、股関節の屈曲角度が増加していることから、歩行の特徴は大腿をより鉛直方向に持ち上げる動作であることが示された(図2)。したがって、TM歩行は、同一速度でのOG歩行よりも股関節屈筋群の活動が増加し、運動強度が高くなることが推察された。

### 【結論】

自走式トレッドミルでの歩行は、ストライド頻度が高く、遊脚期における股関節と膝関節の屈曲角度と股関節の可動域が大きい歩行動作であることが示された。

表1. TMとOGにおける時間-空間変数の比較

Variable	Unit	TM		OG		P-value
		Mean	SD	Mean	SD	
Speed	m/sec	1.60	0.09	1.60	0.08	0.6569
Stance time	sec	0.589	0.042	0.625	0.025	0.0115
Swing time	sec	0.334	0.013	0.413	0.014	0.0001
Stride time	sec	0.922	0.051	1.038	0.035	0.0001
Stride frequency	strides/s	1.09	0.06	0.96	0.03	0.0002
Stride length	m	1.47	0.11	1.65	0.07	0.0001

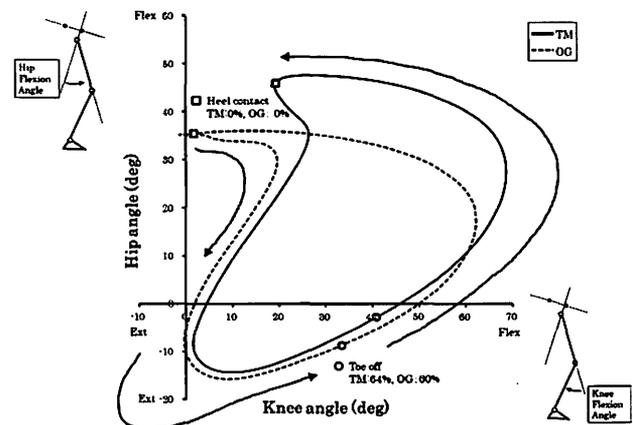


図1. 1歩行周期中の股関節と膝関節運動による角度-角度プロット

## 水中グライド距離の違いが競泳スタートタイムにおよぼす影響

堀畑 裕也 (日本体育大学大学院)  
 藤森 太将 (日本体育大学大学院)  
 山岸 道央 (日本体育大学)  
 和田 匡史 (国士舘大学)

平野 智也 (日本体育大学大学院)  
 柏木 悠 (日本体育大学大学院)  
 仁木 康浩 (富山高等専門学校)  
 船渡 和男 (日本体育大学)

キーワード：競泳, スタート局面, グライド

### 【背景】

競泳のレースでは、スタート後15mまでをスタート局面と定義されている。スタート局面は、6つの局面に分類されており、スタート台からの飛び出し後からキック局面開始までに推進動作は行われぬ。その中でも身体の完全入水からキック開始までのグライド局面は、水抵抗の影響から大きく減速する局面である。先行研究では、グライド局面は水上で得られた速度を可能な限り維持することが重要であることを報告している。また、エネルギー効率を考慮した場合には、グライドを5.63～6.01mまで保持するべきであることが報告されている。しかし、グライド距離の違いによるスタートタイムへの影響は検討されていない。そこで本研究の目的は競泳スタート局面におけるグライド距離の違いが15mスタートタイムに影響する要因を明らかにすることとした。

### 【方法】

被験者は、競泳男子選手6名(年齢 $25.9 \pm 2.4$ 歳、身長 $179.8 \pm 2.5$ cm、体重 $80.5 \pm 3.2$ kg)であった。試技は、競技会と同様にスタートシグナルからグライド距離の長い試技(以下、Long)と短い試技(以下、Short)を各1試技ずつ25m自由形全力泳にて行なった。水上は高速度カメラ(240fps)1台、水中はデジタルビデオカメラ(60fps)2台を用い、左側方から撮影を行った。15mスタートタイムは右側方からカメラ(100fps)を1台用い、頭通過タイムを

計測した。解剖学的計測点のランドマーク点から二次元動作分析を行い、大転子合成速度および膝関節角度を算出した。膝関節角度は大転子-大腿骨外側上顆-外果を通る角度とし、反時計回りをプラスとした。試技間の差を示すために対のt検定を行い、有意水準は5%未満とした。

### 【結果および考察】

15mスタートタイムではShort( $6.21 \pm 0.25$ sec)はLong( $6.44 \pm 0.21$ sec)より0.21sec速いタイムであった。大転子速度ではLongは減速し続ける傾向があるが、ShortはLongが減速している間にはキック局面に移行しており、高い速度を維持している傾向がみられた(Figure 1)。しかし、大転子軌跡ではShortとLongに大きな差は無くほぼ同様であった。

キック局面でのStroke RateにおいてShortはLongより高い値であった。膝関節角度ではShortはLongより小さい傾向がみられた。これらのことからShortは水抵抗が小さく早いキックを行うことでグライド後の速度を可能な限り維持していたと推察された。

### 【結論】

15mスタート局面では、グライド距離が短くなることでドルフィンキック中の高いStroke Rateと小さい膝屈曲角度が大転子速度に影響していたと示唆された。

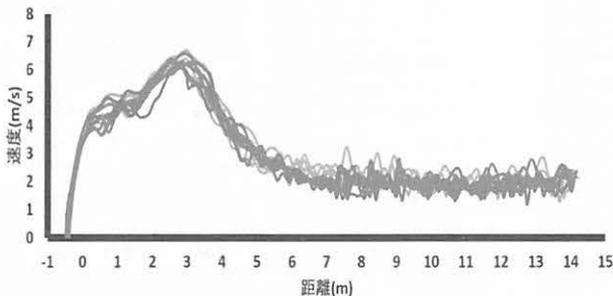


Figure 1 15mスタート局面中における大転子速度変化(— Long — Short)

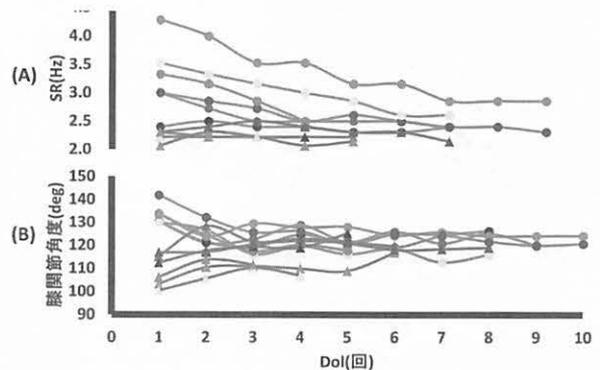


Figure 2 各試技でのStroke Rate(A)と膝関節角度(B)の変化(— Long — Short)

## やり投げの競技力とターボジャブに関する運動学的研究

右代 織江 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 田中 重陽 (国士舘大学政経学部)  
 岡田 雅次 (国士舘大学体育学部)

手島 貴範 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 宮崎 大佑 (国士舘大学体育学部)  
 角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：やり、ターボジャブ、最大移動速度

これまでのターボジャブの研究は、やり投げの動作と比較したものや、練習器具としての有効性などが検討されている。そこで、本研究では、長さや重量の異なるターボジャブに着目し、投動作の特性を検討することを目的とした。

被検者は、大学陸上競技部に所属する男子15名及び、女子5名の計20名とした。男子上位群をHG、下群をLGとした。また、女子はFGのみとした。やり及びターボジャブ投げにおける投動作の撮影は、高速度カメラ(HSV-1700 デジモ社製)を用いて行った。

図1は、やりのベスト記録と各重量のターボジャブにおける飛距離の関係を示したものである。400g、500g、600gのターボジャブにおいては、正の相関関係が認められ、重量の重いターボジャブほど高い相関係数が得られた。これらの結果から、重量の重いターボジャブほど、ターボジャブの飛距離がやりのベスト記録をより反映することが明らかとなった。

表1には、各群別にみた手関節におけるやりの最大移動速度に対する各ターボジャブの最大移動速度比について示した。HGは400gのターボジャブでやりの試技より最大移動速度が20%上回り、300gのターボジャブにおいてLGでは15%、FGでは13%上回った。

表2は、HG及びLGの関節の最大移動速度出現時間とリリースまでの時間差を示したものである。男子HGの肩関節、肘関節、手関節の順に各関節のリリース時間差が現われたのは、300g、400g、600gのターボジャブ及びやりであった。男子LGにおいては、600gのターボジャブのみで肩関節、肘関節、手関節の順に各関節のリリース時間差が現れた。

以上の結果から、ターボジャブは長さや、重量を考慮することで手関節の移動速度の向上及び、やり投げの投動作習得の可能性のあるものと考えられる。

表1. 各群別にみた手関節におけるやりの最大移動速度に対する各ターボジャブの最大移動速度比

Group	TJ300 (%)	TJ400 (%)	TJ500 (%)	TJ600 (%)
HG	109.48±9.7	120.46±18.7	105.17±14.8	104.08±5.7
LG	115.15±15.3	105.09±8.5	100.58±11.5	100.52±9.9
FG	113.67±9.5	100.71±5.5	105.17±5.2	101.83±9.5

TJ:Turbo-jav(300g:TJ300, 400g:TJ400, 500g:TJ500, 600g:TJ600) Values are mean ± S.D.  
 HG:High performance group  
 LG:Low performance group  
 FG:Female group

表2. HG及びLGの関節の最大移動速度出現時間とリリースまでの時間差

object	Shoulder joint		Elbow joint		Wrist joint	
	HG	LG	HG	LG	HG	LG
TJ300	-0.06 (15.4%)	-0.04 (10.1%)	-0.04 (9.9%)	-0.05 (12.1%)	0.02 (5.5%)	0.02 (6.1%)
TJ400	-0.05 (17.4%)	-0.04 (9.8%)	-0.04 (10.9%)	-0.04 (9.8%)	0.03 (7.6%)	0.03 (7.1%)
TJ500	-0.04 (11.0%)	-0.04 (10.5%)	-0.04 (11.0%)	-0.05 (16.8%)	0.02 (5.5%)	0.02 (6.3%)
TJ600	-0.08 (19.6%)	-0.06 (14.1%)	-0.04 (11.3%)	-0.05 (12.1%)	0.01 (2.1%)	0.01 (2.0%)
javelin	-0.08 (20.0%)	-0.04 (11.1%)	-0.05 (12.6%)	-0.04 (9.1%)	0.01 (3.2%)	0.04 (9.0%)

TJ:Turbo-jav(300g:TJ300, 400g:TJ400, 500g:TJ500, 600g:TJ600)

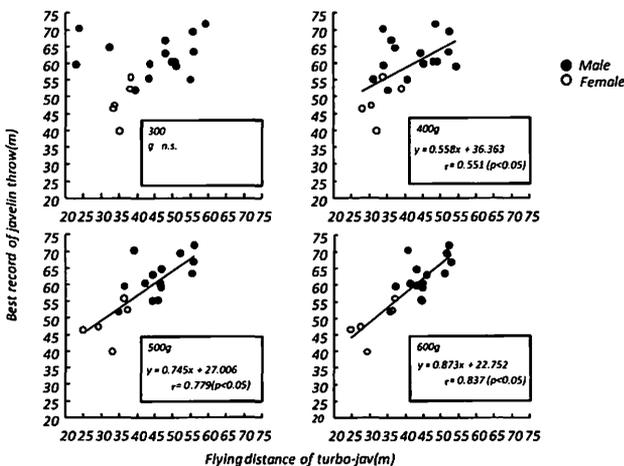


図1. やりのベスト記録と各重量のターボジャブにおける飛距離の関係

## モーションセンサ法による競歩の運動学的研究

友池 翔一 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 岡田 雅次 (国士舘大学体育学部)  
 平塚 和也 (国士舘大学体育学部)  
 岩城 翔平 (国士舘大学体育学部)

手島 貴範 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 田中 重陽 (国士舘大学政治経済学部)  
 宮崎 大佑 (国士舘大学体育学部)  
 角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：競歩, モーションセンサ

競歩の先行研究は、高速度カメラを用いた動作分析<sup>5)</sup>による報告はみられるものの、歩行速度を決定するための要因については不明な点が多く残されている。近年、慣性センサを用いた研究<sup>3)4)</sup>が盛んになってきている。センサデバイスによるスポーツ評価の今後の可能性について期待されている。そこで本研究では、動作中の角速度を計測することができるワイヤレスモーションセンサを用い、運動学的観点から競歩の動作特徴及び歩行速度を決定するための要因について検討することを目的とした。

被検者は、大学陸上競技部に所属する男子競歩選手6名及び男子長距離選手6名の計12名とした。ワイヤレス

モーションセンサを用いて、競歩動作中における腰部、大腿部、下腿部の角速度を測定した。歩行距離は、100mとし、50m地点の右脚踵接地から次の右脚踵接地までのデータを算出し、分析を実施した。

両群の競歩試技における各部位の最大角速度を比較したところ、腰部の前傾、左回旋、右回旋、左沈み及び右沈み大腿部の内転、屈曲及び伸展の動作において、下腿部の全ての動作の角速度において、両群間に有意な差が認められ、競歩選手はこれらの動作を利用し、競歩動作を行っていることが推察された。また、両群の競歩試技における歩行速度と各運動方向の最大角速度の関係から、競歩選手の競歩動作における下腿の内反動作の角速度の増加は、歩行速度を減少させる一要因であるものと考えられた。一方で、非熟練者である長距離選手は、大腿部の屈曲及び下腿部の屈曲における相関係数が特に高い値を示したことから、股関節の屈曲と膝関節の屈曲を主として使った競歩動作を行っていることが考えられた。また、両群の大腿部の屈曲と下腿部の伸展における連動をみたところ、これまでの先行研究と同様に末端にいくにつれて最大値が出現し、大きくなる傾向を確認できた。しかし、競歩群が長距離群より高値を示し、両動作の発生の機序が早かった。これは、大腿部から下腿部への伝達能力の差が起因しているものと考えられた。

表1. 競歩試技における最大角速度の比較

部位	運動方向	競歩群		長距離群	
		角速度 (rad/sec)	標準偏差	角速度 (rad/sec)	標準偏差
腰部	後傾	2.53±1.63	n.s.	1.47±0.57	
	前傾	3.55±1.46	*—	1.96±0.66	
	左回旋	6.05±1.54	*—	2.79±0.88	
	右回旋	5.73±1.40	*—	3.25±1.10	
	左沈み	5.28±0.74	*—	3.20±0.70	
	右沈み	5.01±1.21	*—	2.60±0.53	
大腿部	内転	7.67±2.24	*—	4.67±1.96	
	外転	4.83±1.63	n.s.	4.30±2.70	
	内屈	10.25±2.19	n.s.	7.63±2.57	
	外屈	13.89±4.63	n.s.	10.54±5.37	
	屈曲	7.46±0.45	*—	6.21±1.18	
	伸展	9.99±1.21	*—	6.69±2.56	
下腿部	内反	7.86±1.98	*—	4.49±1.52	
	外反	8.62±1.99	*—	4.13±1.28	
	内旋	10.95±3.08	*—	6.62±3.34	
	外旋	14.75±5.13	*—	6.64±2.85	
	伸展	13.93±1.25	*—	11.16±1.63	
	屈曲	9.83±0.85	*—	7.20±1.21	

平均値±標準偏差 \* :p<0.05

表2. 競歩試技の歩行速度と最大角速度の関係

部位	身体各部位の運動方向											
	後傾	前傾	左回旋	右回旋	左沈み	右沈み						
競歩群	0.6554	0.4139	0.4319	0.3859	0.7675	0.2771						
大腿	内転	0.7330	外転	0.1212	内屈	0.6110	外屈	-0.006	屈曲	0.5030	伸展	0.5033
	内反	-0.9274*	外反	0.3913	内旋	0.0794	外旋	0.2462	伸展	0.1549	屈曲	0.0500
長距離群	0.8459*	0.7778	0.1942	0.6681	0.7029	0.1936						
大腿	内転	0.7820	外転	0.6619	内屈	0.4530	外屈	0.6006	屈曲	0.9825*	伸展	0.8125*
	内反	0.7251	外反	0.6096	内旋	-0.6540	外旋	0.8339*	伸展	0.8621*	屈曲	0.9597*

\* :p<0.05

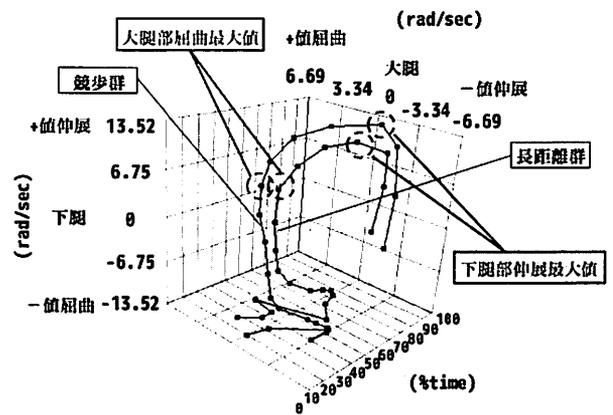


図1. 両群の大腿部と下腿部における連動

## 空手道有段者における形動作の運動学的研究

田中 理沙 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
手島 貴範 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

宇佐美里香 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
亀山 歩 (国士舘大学体育学部)

キーワード：空手道, 形, 逆突き

空手道の形における、審判の判定基準である“技の正確性、良いタイミング、リズム、スピード、パワー、バランス、極め”は、形競技選手にとって重要な要素である。空手道は、多面的で高度な運動技能を要して競技するスポーツであることから素早い動きや正確で卓越された技が要求され、個々の行使は極く短い時間内に正確かつ迅速になされることが必要とされる。空手道に関する先行研究は、空手道の運動強度、心拍数などについて検討したものは多く存在するものの、空手道における基本技の動作分析を行っているものはほとんど見られない。そこで本研究では、基本動作である逆突きにおける動作特性について検討することを目的とした。

被検者は、定期的な空手道の稽古を実施している形競技選手12名とし、男子レギュラー群、男子非レギュラー群、女子レギュラー群の3群に分類した。測定試技は、空手道の基本技である逆突きとし、ランプの点灯を合図に右腕による突きを行わせた。動作の撮影は、被験者の前方及び側方から高速度カメラを用いて撮影した。本研究における移動速度算出の対象とした部位は、手背部であった。被験者の逆突き動作における突き始めから突き途中にみられる減速部分の画像を抜き出し、被験者の右肩を中心とした左肩と右肘がなす肩関節角度の測定を行った。

手背部の移動速度は、全被検者において逆突き途中でピークを迎えた後、極めstartで減速し、極めfinishで再加速する変化を示した。このことから、瞬間的に一定の目標で最大限の力を爆発させ、極めを表現していたものと推察された。また、男子レギュラー群及び女子レギュラー群は、突き始めから突き途中にかけて手背部における移動速度に大きな減速は認められなかった。一方、男子非レギュラー群は、大きな減速が認められたことから、減速部分の画像を抽出し、被験者の右肩を中心とした左肩と右肘がなす肩関節角度の測定を行った。その結果、突き始めから突き途中における肩関節角度は男子非レギュラー群が、男子レギュラー群及び女子レギュラー群に比べ大きいことが明らかとなった。このことから、男子非レギュラー群は突き始めから突き途中にかけて脇が開いており、男子レギュラー群及び女子レギュラー群におい

ては、脇を占めることで、突き始めから突き途中にかけて減速のない突きが行われていたものと推察された。

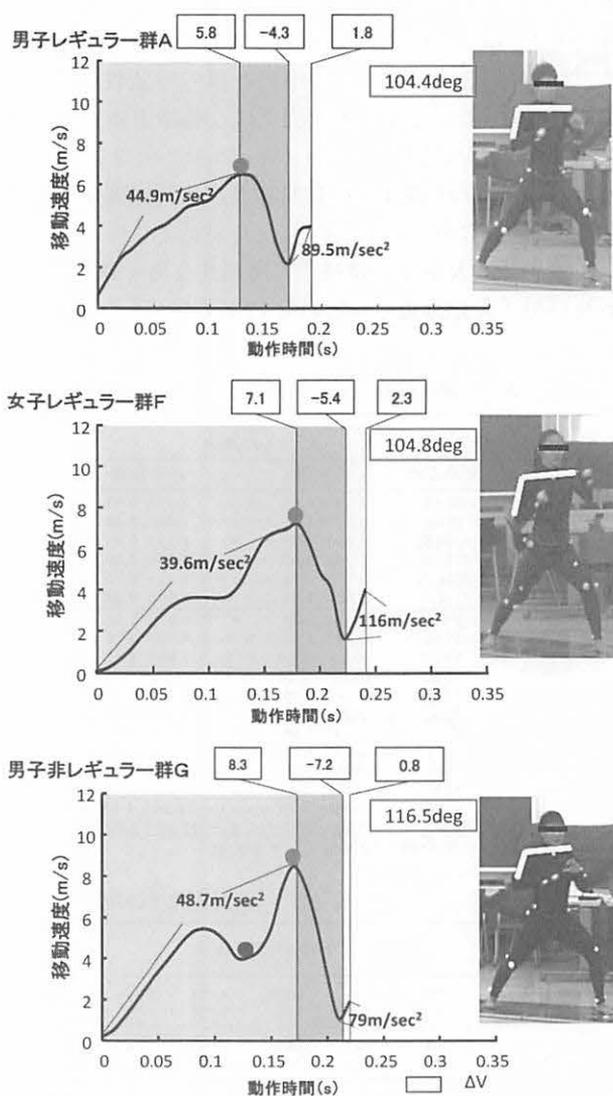


図1. 逆突き動作時における動作時間及び移動速度の変化

## 武術太極拳の「弓歩沖拳」における上級者と下級者の比較

羅 劉星 (早稲田大学大学院スポーツ科学研究科) 矢内 利政 (早稲田大学スポーツ科学学術院)

キーワード：武術太極拳, 弓歩沖拳, 出来栄え, 「速さ」, 「早さ」

### 【緒言】

武術太極拳は10点満点の採点競技である。競技会で高得点を獲得する為には採点規則や指導書に記載されている要求通りに動作を実施し、出来栄えを高めることが求められる。しかし、要求の内容は抽象的で明確に把握するのは困難である。武術太極拳には弓歩沖拳(図1)という基礎動作があり、競技規則上、競技会で高頻度で実施される。弓歩沖拳の出来栄えを高める要求として体幹・上肢の動きの「はやさ」が重要であると言われている(中国武術教程, 2004)。本研究の目的は弓歩沖拳の体幹・上肢の動きの「はやさ」について、上級者と下級者の動きを比較することで、キネマティクスの違いを明らかにすることであった。



図1. 弓歩沖拳

### 【方法】

被験者は武術太極拳の全国大会に出場した16歳以上の男子選手15名とし、9点以上を上位群(7名)、9点未満を下位群(8名)とした。被験者が弓歩沖拳を実施した際の骨盤・胸郭・右上腕・右前腕の位置と方位を電磁ゴニオメータ(240Hz)で記録した。被験者が納得した1試技を分析対象とし、関節角度・セグメント角速度・拳速度を算出した。①抱拳開始②抱拳終了③弓歩開始④弓歩終了⑤沖拳開始⑥沖拳終了した時点の時刻を算出し、①②間を抱拳、③④間を弓歩、⑤⑥間を沖拳とした。また、沖拳を行う際の拳速度、各セグメント角速度の最大値を算出した。拳速度はt検定(2群間)、各セグメント角速度の最大値(2×4:群×セグメント)、各動作の開始・終了時刻(2×6:群×時刻)、動作の各局面の所要時間(2×3:群×局面)は2元配置の分散分析を用いて比較した。事後検定にはBonferroni法を用いた。有意水準は全て5%とした。

### 【結果・考察】

拳速度に群間差は見られなかった。また、各セグメント角速度の最大値に有意な群の主効果、および交互作用は見られなかった。これらの結果から沖拳における身体運動の「速さ」は点数差に直結しないことが示された。各動作

の開始・終了時刻に有意な群・時点の両主効果、および交互作用が見られた(図2)。上位群の方が下位群と比較して動作全体の所要時間が長かったことから、動作全体の「早さ」は点数差に直結しないことが示された。また、上位群は弓歩を終了した後に沖拳を開始していたのに対し、下位群は弓歩を終了する前に沖拳を開始していた。この結果から、上位群は弓歩と沖拳の間に「一時的な静止局面」(いわゆる「間」)を作っていたことが示された。動作の各局面の所要時間に有意な群・局面の両主効果、および交互作用が見られた(図3)。沖拳の所要時間のみ上位群の方が短く、他の局面に差は無かったことから、主要局面である沖拳の動作時間の短さとしての「早さ」が点数差に直結していたことが示された。

### 【結論】

上位群と下位群の得点差は身体運動の「速さ」ではなく、主要局面の動作時間の短さとしての「早さ」にあることに加え、主要局面の直前に「間」を作ることで、主要局面の「早さ」を強調することによって生まれていたと示唆された。

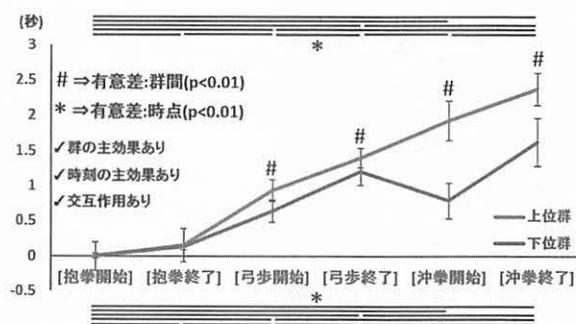


図2. 各動作の開始・終了時刻

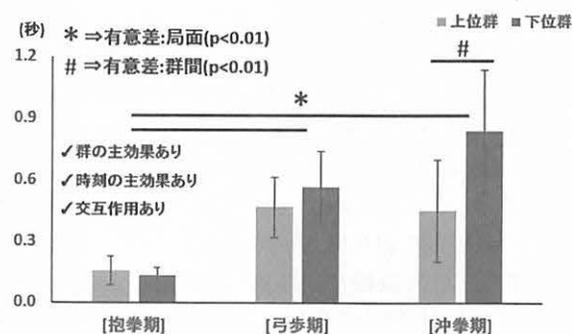


図3. 動作の各局面の所要時間

## 大学野球選手における走塁能力に関する研究

今若 太郎 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 手島 貴範 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 平塚 和也 (国士舘大学体育学部)  
 角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

伊原 佑樹 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 田中 重陽 (国士舘大学政経学部)  
 岩城 翔平 (国士舘大学体育学部)

キーワード：走塁, 疾走速度, 疾走動作, 光電管

本研究は、大学野球選手を対象に走塁3試技における疾走タイム、疾走速度及び動作の様相を明らかにすることを目的とした。

男子大学野球選手50名を被検者とし、全ての被検者に対して、1塁走、2塁走及び3塁走における疾走タイム及び動作の測定を実施した。疾走タイムは、ホームベースを0m地点として、13.7m毎に設置した7台の光電管を用い、計測を行った。

走塁疾走動作は、4台のカメラを使用し撮影した。カメラの1台は内野の中心に設置し、走者を側方よりパニング撮影し、ピッチを算出した。加えて、各塁の走路延長線上に1台ずつ固定して設置し、計3台のカメラを用いて2塁走及び3塁走における各区分最大横幅及び最大横幅出現時の体傾斜角度を測定した。

走塁3試技における疾走タイムは、1塁走で4.10±0.22sec、2塁走では8.02±0.32sec、3塁走においては12.11±0.52secを示した。また、2塁走及び3塁走に疾走速度は、触塁後の区間で有意に減速することが明らかになり(図1)、その減速率は9~10%であった。このことから、ベースを踏む動作は、走塁中の疾走速度が減速する要因だと示唆された。

走塁における疾走速度は、ベースを踏むと有意に減速することが明らかになったことから、触塁前の疾走動作が触塁後の疾走速度に与える影響を検討した。図2、3は3塁走における触塁前区間の最大横幅及び最大横幅出現時の体傾斜角度と触塁後区間における疾走速度の関係を示したものである。各項目におけるいずれの関係においても有意な正の関係が認められた。また、2塁走も同様な結果が得られた。これらのことから、2塁走及び3塁走における触塁前の最大横幅及び最大横幅出現時の体傾斜角度を大きくすることで、触塁後に起こる疾走速度の減少を抑えることが可能であるものと推察された。

以上のことから、1塁走、2塁走及び3塁走における疾走速度、動作の様相が明らかになった。また、走塁動作においては、最大横幅及び体傾斜角度が、2塁走及び3塁走疾走タイムを短縮するための、重要なスキルの1つであると考えられた。

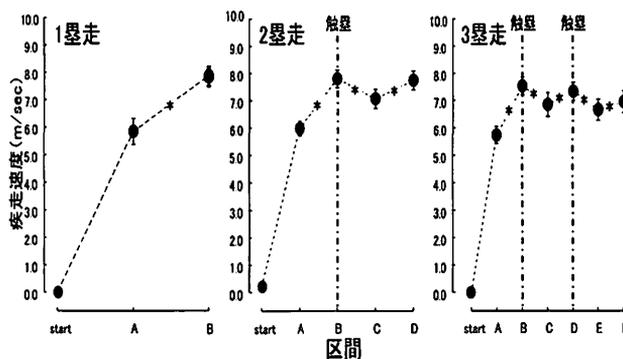


図1. 走塁各試技における疾走速度曲線

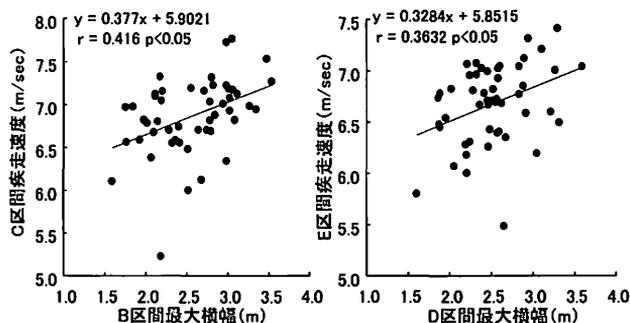


図2. 3塁走における触塁前最大横幅と触塁後疾走速度の関係

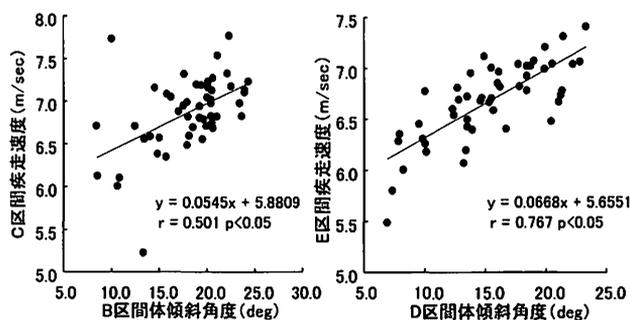


図3. 3塁走における触塁前体傾斜角度と触塁後疾走速度の関係

## 中高生男子サッカー選手における間欠的有酸素性能力と 試合中の移動距離に関する研究

新倉愛一朗 (国士館大学大学院スポーツ・システム研究科)  
手島 貴範 (国士館大学大学院スポーツ・システム研究科)  
細田 三二 (国士館大学体育学部)  
角田 直也 (国士館大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1, GPS, 発育発達

本研究は、実験1において、12～18歳までの男子サッカー選手を対象にYo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 (YYIR L1) 及びLevel 2 (YYIR L2) を実施し、間欠的有酸素性能力の発達過程を明らかにすることを、実験2では、試合中における移動特性と間欠的有酸素性能力との関連性について明らかにすることを目的とした。

実験1は、12～18歳における男子サッカー選手99名を対象に形態計測、YYIR L1及びL2を実施した。実験2は、高校生サッカー選手44名を対象に形態計測及び試合中におけるランニングパフォーマンスの測定を実施した。GPSによる試合中におけるランニングパフォーマンスの測定は、GK以外のフィールド選手10名の背中に特製のバンドを用いて固定し、前後半35分の合計70分の試合を行い、試合中の移動距離と移動速度を計測した。

実験1においては、発育期の男子サッカー選手においては、体格差が生じることや個人差が大きいことからYYIR L2を用いる場合は、約15歳以上が間欠的有酸素性能力を評価する指標として有効であることが示唆された。

実験2においては、高校生男子サッカー選手における試合中の移動距離について検討した場合、前半、後半及び試合全体の総移動距離においては、CHが他のポジションに比べ、最も高い値を示し、Side PlayerとCenter Playerにおける総移動距離を比較においては、Center Playerがより高い値を示すことが明らかになった。YYIR L2による

間欠的有酸素性能力の評価と試合中における移動距離の関連性について検討した場合、後半及び全体においては、Side Playerにおいてのみ有意な正の相関関係が認められたことからYYIR L2は、Side Playerにおける後半を走るために必要な体力的要素を評価する上での指標として有効であることが示唆された。

Table 4. Result of Match running performance in each position.

Category	n	1st half distance (m)				Total
		LIR	IIR	VHIR	Sprinting	
ALL	44	1403.2±172.2	1516.3±204.3	1350.3±220.9	470.7±197.9	4879.7±511.9
CB	9	1393.3±137.7	1441.3±170.4	1217.8±155.7	470.7±197.9	4513.1±197.9
SB	7	1272.1±211.1	1527.4±272.6	1277.7±160.0	597.7±214.7	4674.8±504.5
CH	11	1487.2±131.1*	1541.8±193.1	1530.7±240.2**	711.2±129.1*	5270.9±451.9**
SH	8	1337.7±134.4	1538.0±248.3	1265.3±231.0	568.6±184.9	4709.6±586.2
FW	9	1470.9±164.8*	1532.1±147.9	1394.1±146.9	689.4±122.9*	5068.6±293.5*
Side player	15	1307.0±184.5	1533.1±268.5	1271.1±194.2	582.2±192.6	4693.3±530.3
Center player	29	1453.0±145.0	1507.6±173.0	1391.2±225.9	639.8±182.6	4976.1±499.5

Category	n	2nd half distance (m)				Total
		LIR	IIR	VHIR	Sprinting	
ALL	44	1372.3±147.5	1523.9±179.2	1383.4±247.3	684.3±264.4	4963.9±536.2
CB	9	1267.5±89.7	1543.4±101.3	1339.4±306.1	650.6±362.8	4809.9±615.7
SB	7	1335.5±161.3	1491.9±231.0	1375.5±339.5	633.1±185.6	4836.1±538.6
CH	11	1434.6±143.1*	1538.1±199.8	1498.4±215.8	719.4±194.9	5190.4±516.1
SH	8	1324.1±134.4	1571.0±236.6	1308.4±226.9	624.8±245.0	4828.3±556.1
FW	9	1463.6±139.6*	1469.9±128.1	1359.6±136.2	768.1±318.8	5061.8±452.4
Side player	15	1329.4±142.2	1534.1±229.2	1339.7±276.3	628.6±211.6	4831.9±528.1
Center player	29	1394.5±147.7	1518.6±151.6	1406.0±232.8	713.1±287.1	5032.2±536.6

Category	n	Match Total distance (m)				Total
		LIR	IIR	VHIR	Sprinting	
ALL	44	2775.6±284.3	3040.1±357.1	2733.6±419.1	1297.9±402.6	9843.6±973.1
CB	9	2669.9±199.9	2984.7±244.6	2557.2±408.2	1121.2±504.0	9080.0±995.5
SB	7	2607.6±336.9	3019.3±485.9	2653.2±440.9	1230.8±376.2	9510.8±951.1
CH	11	2921.7±240.5**	3079.9±367.4	3029.1±424.2*	1430.6±315.5	10461.3±921.9**
SH	8	2661.8±277.1	3190.0±491.2	2573.7±439.8	1193.4±399.6	9537.8±1082.1
FW	9	2934.5±248.6**	3002.0±237.5	2753.1±225.0	1457.5±379.4	10119.8±580.4
Side player	15	2636.5±296.3	3067.2±473.3	2610.8±426.3	1210.8±375.3	9525.2±986.6
Center player	29	2847.5±253.9	3026.1±258.6	2797.2±408.2	1342.9±415.1	10008.3±940.8

Significant differences (p<0.05) \* : VS CB # : VS SB † : VS CH ‡ : VS SH § : VS Side Player Values are expressed mean ± S.D.  
CB: Center back SB: Side back CH: Center half SH: Side half FW: Forward  
Side Player: SB and SH Center Player: CH and FW

Table 1. Result of YYIR L1 and L2 performance in each age.

Age group (yrs)	n	YYIR L1 (m)	YYIR L2 (m)	L2/L1 (%)
ALL	99	1564.4±493.0	428.5±180.5	27.2±7.5
12	3	826.7±283.1	140.0±72.1	16.7±4.9
13	7	925.7±458.2	197.1±88.3	24.2±10.4
14	8	845.0±373.8	192.5±51.2	24.8±8.1
15	17	1556.7±409.7** † ‡	435.6±167.3** † ‡	28.0±6.8*
16	36	1736.6±289.7** † ‡	504.0±91.1** † ‡	29.3±4.6*
17	18	1666.7±402.6** † ‡	417.8±165.9** † ‡	24.9±8.7
18	10	2036.0±312.4** † ‡	608.0±181.6** † ‡	30.0±9.1*

YYIR L1:Yo-Yo intermittent recovery test Level 1 Values are expressed mean ± S.D.  
YYIR L2:Yo-Yo intermittent recovery test Level 2

Significant difference (p<0.05)  
\* : VS 12 # : VS 13 † : VS 14  
‡ : VS 15 † : VS 16 § : VS 17

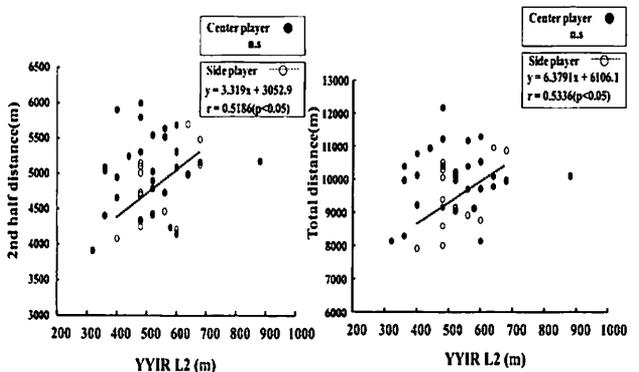


Fig 1. Relationship between 2nd half distance Total distance and YYIR L2 in each player area.

# 大学生男子ハンドボール選手における間欠的持久性能力に関する研究

寺田 弘太 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 手島 貴範 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 田中 重陽 (国士舘大学政経学部)  
 角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：ハンドボール， 間欠的運動， Yo-Yo Intermittent Recovery Test

ハンドボール競技は、激しい無酸素的な動きと緩やかな有酸素的な動きがランダムに混在する間欠的な運動の特徴を持つ競技である。従って、ハンドボール競技には、間欠的な運動能力が非常に必要とされるものと考えられる。そこで本研究では、大学男子ハンドボール選手を対象としたYo-Yo intermittent recovery test Level1 (YYIRL1) とLevel2 (YYIRL2) の測定から、ハンドボール選手のポジション別にみた体力特性及びシーズン前後の間欠的持久性能力の変化について検討することを目的とした。被検者は、関東大学男子ハンドボール1部リーグに所属するK大学男子ハンドボール選手(秋季リーグ前後の測定)35名及びM大学男子ハンドボール選手(秋季リーグ後の測定)17名の合計52名とした。

- 1) ハンドボール競技者におけるフィットネステストの検証では、YYIR L1とYYIR L2の関係は有意な正の相関関係が認められたが、ポジション別にみた場合、ポジション別における両者の関係には、有意な正の相関関係が認められたポジションと、認められなかったポジションが存在した(図1)。この結果から、ハンドボール選手にとって、YYIR L1はYYIR L2を、必ずしも反映するとは言えないものと考えられた。
- 2) シーズン前後における間欠的持久性能力の変化では、YYIR L1とYYIR L2は両テストとも増加を示した(表1、表2)。

このことから、YYIR L1はシーズンを通して、必要なトレーニングとして考えられて、YYIR L2においてはシーズン前及びシーズン中に行うことが重要なトレーニングになると推察される。また、シーズンを通してYYIRを行うことによって、ハンドボール選手の間欠的持久性能力の指標を得られると推察される。

これらのことから、大学ハンドボール選手の間欠的持久性能力を測定する場合にYYIRは適している。また、YYIR L1よりもYYIR L2を用いることの有用性が明らかになった。

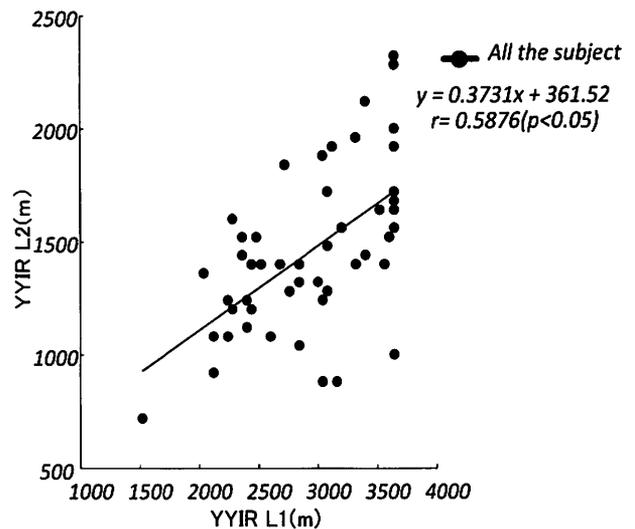


図1. L1とL2の関係

表1. シーズン前後における男子ハンドボール選手のYYIR走行距離

Season	n	YYIR L1 (m)	YYIR L2 (m)
Pre	35	2528.2±580.3	952.9±246.1
Post	35	3190.6±472.6*	1503.5±376.5*

YYIR L1:Yo-Yo intermittent recovery test Level 1 平均値±標準偏差  
 YYIR L2:Yo-Yo intermittent recovery test Level 2  
 (\* :p<0.05)

表2. シーズン前後におけるYYIR増加率

n	L1の増加率 (%)	L2の増加率 (%)
35	31.8±32.3	65.5±53.5

YYIR L1:Yo-Yo intermittent recovery test Level 1 平均値±標準偏差  
 YYIR L2:Yo-Yo intermittent recovery test Level 2

## ジュニアレスリング選手の発育発達に伴う体力特性

半田 守 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 手島 貴範 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：レスリング, 発育発達

本研究では、ジュニアレスリング選手の身体及び体力特性を明らかにすることを目的とした。

被検者は、5歳から12歳までのジュニアレスリング選手、男子83名及び女子27名の計110名であった。身体測定は、身長、体重及び体脂肪率を測定した。体力測定項目は、20m走、立ち幅跳び、垂直跳び、プロアジティテスト及び反復横跳びを採用した。加えて、レスリングに必要な持久力の評価を目的としたレスリングシャトルラン(WSR)及びレスリングに必要な敏捷性の評価を目的としたレスリングタックルテスト(WTT)の測定を実施した。WSRは、12mのレスリングマットを用いた往復走であり、1分×2セットの間における走行距離を記録した。また、WTTは、レスリングのトレーニング時に用いられる、「馬跳び股くぐり」の動作を30秒間行わせ、その回数を記録し。

WSR及びWTTは、男子の10歳までにおいて著しく発達しており、20m走及び反復横跳びと同様の発達傾向を示していた(Table 1)。また、WTTは、男女ともに全ての体力測定項目との間で有意な相関が得られた(Table 2)。中でも、反復横跳びとの間において、最も高い相関係数が得られた(Fig. 1)。これらのことから、疾走能力及び敏捷性能力の発達がWSR及びWTTの記録の増加に影響していたと考えられた。また、WTTは、レスリングの専門的な動作の習得及び敏捷性能力を向上させるトレーニングである可能性が考えられた。さらに、そのトレーニング効果は、5歳から10歳までの低年齢時において、特に有効である可能性が考えられた。

Table 1. Comparisons of physical fitness test and wrestling performance test in age groups.

Sex	Group	n	20m run (sec)	Standing jump(cm)	Vertical jump (cm)	Pro agility test (sec)	Side jump (times)	WSR (m)	WTT (times)
Male	5 - 6	25	4.8 ± 0.5	124.6 ± 15.4	18.8 ± 3.5	7.2 ± 0.6	31.0 ± 5.0	302.5 ± 38.8	7.2 ± 1.8
	7 - 8	31	4.2 ± 0.2	143.7 ± 9.2	22.7 ± 3.0	6.5 ± 0.4	39.3 ± 3.5	335.6 ± 26.7	10.0 ± 2.1
	9 - 10	20	4.0 ± 0.2	160.1 ± 17.5	26.7 ± 3.1	6.2 ± 0.5	46.2 ± 6.4	364.2 ± 23.4	12.0 ± 2.2
	11 - 12	7	3.7 ± 0.1	179.3 ± 11.5	31.2 ± 5.4	5.9 ± 0.5	51.0 ± 3.1	382.3 ± 22.4	12.6 ± 1.1
All	83	4.3 ± 0.5	144.9 ± 21.5	23.2 ± 5.1	6.6 ± 0.7	39.5 ± 8.1	335.9 ± 40.3	9.9 ± 2.8	
Female	5 - 6	6	4.9 ± 0.3	116.5 ± 13.8	18.1 ± 2.9	7.5 ± 0.5	27.2 ± 4.4	296.0 ± 34.5	7.2 ± 2.1
	7 - 8	6	4.3 ± 0.2	138.7 ± 10.7	22.1 ± 2.7	6.7 ± 0.5	38.0 ± 1.7	334.0 ± 26.7	7.7 ± 0.7
	9 - 10	9	4.0 ± 0.1	160.8 ± 13.6	27.8 ± 3.8	6.1 ± 0.3	46.4 ± 4.9	353.3 ± 31.4	10.1 ± 0.5
	11 - 12	6	3.8 ± 0.2	185.3 ± 13.9	30.8 ± 5.3	5.9 ± 0.2	51.7 ± 4.1	374.0 ± 14.0	11.5 ± 0.4
All	27	4.2 ± 0.5	151.3 ± 28.0	25.1 ± 6.0	6.5 ± 0.7	41.4 ± 9.9	340.9 ± 38.9	9.0 ± 2.1	

\*:p<0.05 Values are mean ± S.D.

Table 2. Correlation coefficient relationship between WTT and each physical fitness test.

Y axis	Sex	Correlation coefficient
20m run(sec)	m	0.7140
	f	0.8131
Standing jump(cm)	m	0.7517
	f	0.7688
Vertical jump(cm)	m	0.6645
	f	0.7143
Pro agility test(sec)	m	0.6560
	f	0.8293
Side jump(times)	m	0.7905
	f	0.8504
WSR(m)	m	0.7107
	f	0.6930

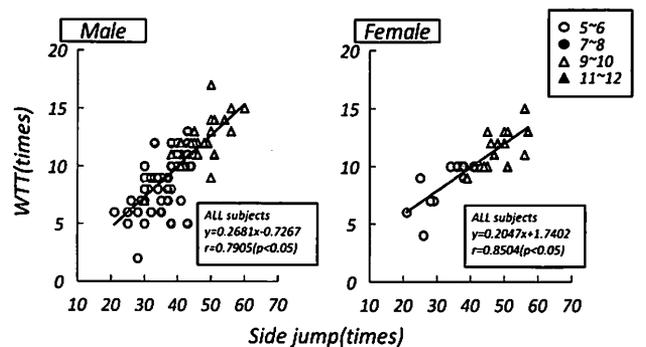


Fig.1. Relationship between WTT and side jump in all the subjects.

## 女子新体操選手における身体発育と動的バランス能力の発達

竹澤 恵葉 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 手島 貴範 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 田中 重陽 (国士舘大学政経学部)  
 角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：新体操、動的バランス能力、発育発達

人間のバランス能力において、基底面が小さいことは、不安定になる要因であることが報告されている。一方、スポーツ選手においては、競技トレーニングによってバランス能力が向上することが報告されている。女子新体操競技は、幼少時から競技が盛んに行われており、演技中はつま先立ちの姿勢を保持し、高いバランス能力が要求される。そのため、発育に伴うバランス能力の発達過程を明らかにすることは、今後の指導に役立つことが考えられる。そこで本研究では、女子新体操選手の身体発育と、動的バランス能力の発達の变化について明らかにすることを目的とした。

被検者は、6歳から22歳までの女子新体操選手83名とした。形態計測は、身長、体重及び全身筋量を測定した。バランス能力の測定には、Zebriis FDM フォースプレートと2台の高速度カメラを用いた。測定姿勢は新体操の演技中に用いられる片脚垂直挙上姿勢とし、測定試技は、支持脚の踵が接地した(A Terre)状態：AB及びつま先立ち(Releve)の状態：RBの2種類をそれぞれ2秒間とした。また、分析項目は、総軌跡長及び矩形面積とした。

身体発育において、身長、体重、脂肪量及び除脂肪量の全ての項目において20歳まで年齢に伴って高い値を示す傾向がみられた(表1)。全被検者のバランス能力は、総軌跡長及び矩形面積においてRBがABより有意に低い値を示した(図1)。また、年齢群別においても、総軌跡長及び矩形面積の全ての年齢群でRBがABより低い値を示したものの、年齢に伴う変化はされなかった(図2)。年齢群間の比較においては、ABの足圧中心軌跡長及び矩形面積、RBの矩形面積において6-8歳群から9歳-11歳群間に有意な差が認められた(図2)。

以上のことから、女子新体操選手は狭い基底面において優れたバランス能力を発揮することができ、発育の影響を受けない可能性が示唆された。また、女子新体操競技に必要なバランス能力は6歳から11歳で著しく発達していたことから、早い年齢から競技を開始することで競技力向上に繋がる事が推察された。

表1. 被検者の身体的特性

年齢群 (歳)	n	身長 (cm)	体重 (kg)	脂肪量 (kg)	除脂肪量 (kg)
6-8	7	121.2±6.1	21.0±2.4	2.0±0.6	19.0±1.9
9-11	8	138.8±7.2	29.9±4.3	3.4±1.5	25.3±6.0
12-14	14	151.7±4.9	39.0±7.0	5.6±2.9	31.5±4.5
15-17	14	158.8±5.2	47.5±4.2	8.4±2.2	36.6±2.2
18-20	28	159.7±4.8	50.4±4.9	10.4±3.0	37.7±3.1
21-22	12	160.8±4.4	50.0±3.0	9.9±1.9	37.8±2.2

平均値±標準偏差 \* : (p<0.05)

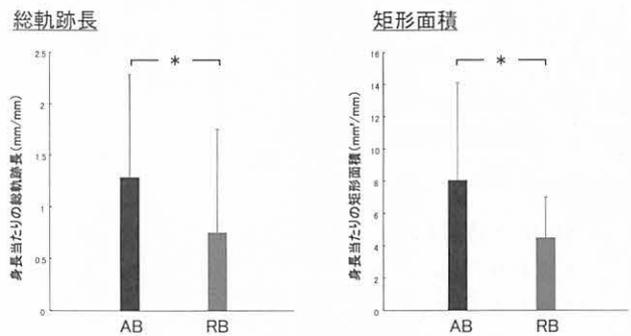


図1. 各試技における全被検者の身長当たりの足圧中心の総軌跡長及び矩形面積

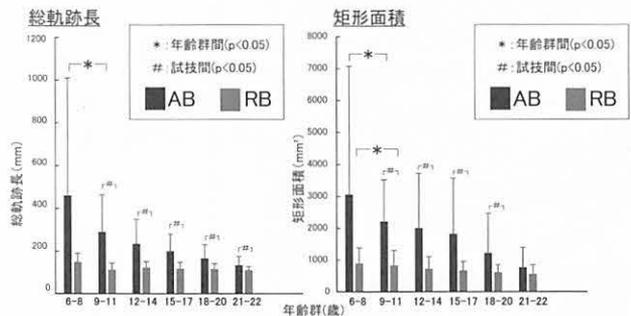


図2. 各年齢群別の足圧中心の総軌跡長及び矩形面積

## 伸張性の筋力トレーニングが筋形態及び出力特性に及ぼす影響

藤原悠太郎 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

平塚 和也 (国士舘大学体育学部)

田中 重陽 (国士舘大学政経学部)

宮崎 大佑 (国士舘大学体育学部)

角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：筋力トレーニング, 伸張性収縮, 筋力測定, 筋厚測定

本研究は、3つの速度による伸張性収縮様式を用いたトレーニングを実施し、トレーニング前後でのトルク変化及び部位別での筋厚変化を検討することを目的とした。

被検者は、健常な右利きの成人男性29名とした。トレーニング群の群分けとして、トレーニング速度別に低速群6名、中速群9名及び高速群8名と分類した。また、対象群を6名とした。形態計測は、身長、体重、除脂肪体重及び上腕長を測定した。

筋力トレーニングには総合筋力測定装置 (Biodex System III) を用いた。期間は8週間とし、頻度は週3回の1日3セットに設定した。回数設定は、30deg/secでの筋力発揮3回分の仕事量を測定し、その数値に相当する仕事量を中速群及び高速群でのトレーニング負荷値にそれぞれ設定した。

筋厚の測定は、Bモード超音波診断装置を用いて、上腕屈筋群の筋厚を測定した。上腕屈筋群における測定位置は上腕長の肩峰近位から50、60、70及び80%部位とした。

筋力測定は、上腕屈筋群を被験筋として、被検者に肘関節の等尺性収縮、短縮性収縮及び伸張性収縮 (240、120及び30deg/sec) を行わせた。トレーニング前とトレーニング後である8週間後にそれぞれ測定を実施した。

収縮様式別のトルク強度において、伸張性収縮、等尺性収縮、短縮性収縮がみられた。トルク変化は、いずれの群においてもすべての収縮様式及び角速度間で増加傾向を示した。また、低速群では、いくつかの角速度で有意な増加が認められたのに対し、中速群及び高速群において全ての角速度で有意な増加が認められた。トルク増加率は、3群とも、すべての角速度で増加がみられたが、伸張性収縮において高速群が他の群よりも有意に高い増加率を示した。

トレーニング前後における筋厚変化は、すべての群において筋厚の部位の差は、80%、70%、60%、50%位置という関係がみられ、トレーニング後もこの関係に変化はみられなかった。また、トレーニング前後で比較し、中速群及び高速群ではすべての筋厚測定位置で有意な増加が認められた。一方、低速群では50%位置のみで有意な増加がみられた。筋厚変化の増加率はすべての部位で増加

しているが、群間に差は認められなかった。

これらのことから、8週間の伸張性収縮様式における高速域でのトレーニングが、トルク及び筋厚の増加を目的とした場合に効果的であると示唆された。また筋厚は速度の影響を受けず、一様に増加傾向を示すが、トルクはより速い運動速度の影響を受けることが認められた。

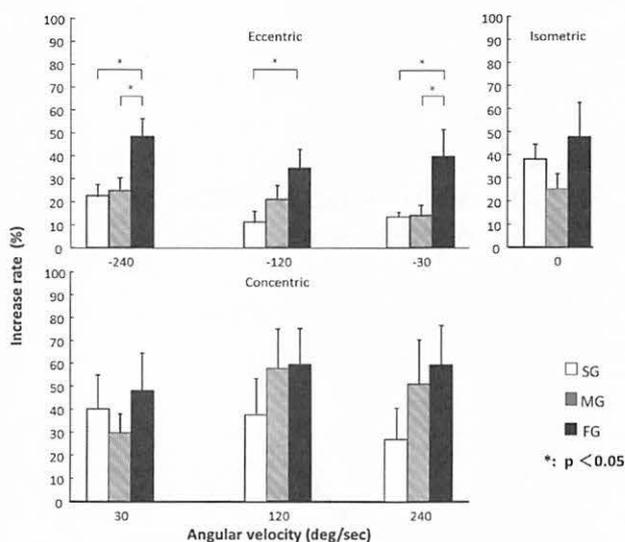


図1. トレーニング前後における筋力の増加率

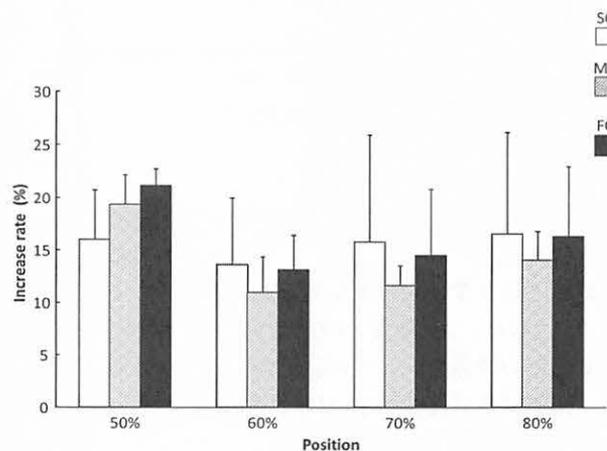


図2. トレーニング前後における筋厚の増加率

## 個人内パフォーマンス変動がリスク選択方略に及ぼす影響 —— ゴルフパッティングを用いた検討 ——

太田 啓示 (東京大学大学院)  
進矢 正宏 (東京大学大学院)

森岡 祐平 (東京大学大学院)  
工藤 和俊 (東京大学大学院)

キーワード：意思決定、パッティング分散、信号強度依存ノイズ

人の運動出力には変動(ばらつき)がある。ゴルフパッティングではターゲットまでの距離が長くなるほど、ボール停止位置のばらつきは大きくなる。本研究では、パット距離が2mと3mでばらつきが異なる中、各条件でのばらつきに応じて、パフォーマンスの期待値を最大化する最適なショットが選択可能かどうか検討した。

本研究では、2m条件と3m条件を設けた。2m条件では、ボールの停止位置が1cm長くなるごとに0.5点ずつ得点が増え、2m地点で100点貰えた。ただし、2mを超えると0点となった(図1)。3m条件では1m地点から3m地点まで0.5点ずつ得点が増え3mを超えると0点となった。被験者は練習の後、2m条件と3m条件をそれぞれ行った。被験者には、30試行の総得点(期待値)を最大化するように、どこまでボールを打つのかという意思決定が求められた。各試行のフィードバックとして、2mもしくは3mからの誤差(cm)を教えた。条件の実施順に関しては、被験者間でカウンターバランスを実施した。

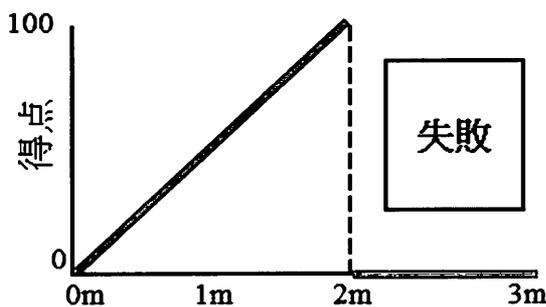


図1. 2m条件の得点関数

被験者の30試行の平均停止位置とその標準偏差を算出し、被験者それぞれの標準偏差から求められる、総得点が最大となる最適停止位置を数理モデルにより算出した。図2には、2m条件での最適停止位置と停止位置の標準偏差の関係を示している。黒線で示す最適停止位置は、標準偏差が大きくなるほど、2mから遠ざかっている。つまり、停止位置のばらつきが大きくなり、パッティングが不正確なほど、2mよりも手前を狙うことが合理的であると言える。しかしながら、実際の平均停止位置は、7名

において、灰色の線で示す最適停止位置の95%信頼区間よりも上に位置して、最適なショットを選択できていないことが明らかとなった。この結果は、最適値が観測値よりも2mに近い場合、失敗数が増加するリスク追求的な方略を採用していたことを示している。さらに、ボール停止位置の標準偏差が有意に増加した3m条件においても、同様の傾向が確認された。観測値が、両条件ともに信頼区間内にあった被験者は2名のみであった。

以上の結果から、人は運動出力の変動を考慮した合理的なショット選択方略を採用できずにリスク追求的な方略を採用し、個人内で変動が変化してもその傾向は一貫することが示唆された。この原因としては、人は自身の運動出力の変動を正しく認識することが困難であり、より正確にショットを打てると過大な評価を行っていた可能性が考えられる(O'Brien & Ahmed, 2013)。この点に関しては今後の課題とする。

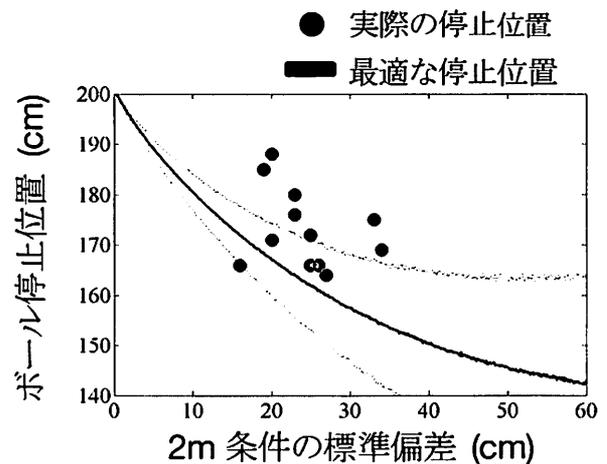


図2. ショット変動に応じた最適方略

## 横泳ぎを取り入れたクロール泳指導の有用性

### ——中高年者の指導実践から——

宮地 建人 (東京学芸大学大学院)

森山進一郎 (日本女子体育大学)

金沢 翔一 (日本女子体育大学)

北川 幸夫 (日本女子体育大学)

キーワード：クロール泳, 横泳ぎ, 中高年者

#### 【研究目的】

日本泳法の一重伸しにあたる横泳ぎは、伸びを取ることで中高年者でも長い距離を楽に泳ぐことができる泳法である。また、クロール泳の原型であるという歴史を持ち、グライド時の姿勢や歩行同様なリズムなどの類似性を持つ。そこで、中高年者に対するクロール泳指導法として、横泳ぎの練習を取り入れ、その有用性を練習中におけるストローク数の計測やアンケート調査を通じて検討することを目的とした。

#### 【研究方法】

##### (1) 対象

経験年数が5年以上で競技経験のない女性12名を対象とした(66.2歳±13.7)。横泳ぎの経験は学校や講習会で習ったことがある者が4名いたが、その他の者は見よう見まねで泳げる、もしくは未経験であった。

##### (2) 試技

被験者には2時間の練習の中で、25m×6本のクロール泳を泳がせ、ストローク数(SC)を測定し、その後横泳ぎとクロール泳を組み合わせたドリル練習を行い、最後に再び25m×6本のクロール泳の試技を行ってSCを計測して、横泳ぎを取り入れたクロール泳のドリル練習の前後でSCを比較した。比較にはt検定を用いた。

##### (3) アンケート調査

調査全体の前後においてクロール泳の技能面および意識面に関するアンケート調査を実施し、クロール泳の主観的な変化を調査した。

#### 【結果】

##### (1) ストローク数

有意差はないもののSCの減少傾向が見られた(12名中7名で減少)。

また、経験年数10年以下の群、年齢が40代から50代の群において有意にSCが減少した( $p<0.05$ )一方で、経験年数が21年以上の群、および年齢が70代から80代の群で有意にSCが増加した( $p<0.05$ )。

##### (2) アンケート調査

得られた回答のカテゴリー

- ① 手を前方に出し、肩の前方で入水すること
- ② 手先を肩の前方に伸ばしてグライドすること
- ③ 2ビート泳法のクロールが泳げること
- ④ 泳ぎの負担度の印象：

Ex.「クロールが楽になり、力が抜けて以前より長く泳げるようになった」

- ⑤ 呼吸動作の印象：

Ex.「苦手な側の呼吸ができるようになった」

感覚としては変化なしとする回答も見られた。

#### 【考察】

SCの減少から、横泳ぎの横体でのグライド姿勢がクロール泳でもグライド姿勢を維持するための練習として有用性を示したものと考えられる。またアンケート結果から、体全体が横を向くことで首の回転だけではなく、体のローリングを伴った呼吸法の練習としても有用であることが示唆された。

#### 【まとめ】

調査の結果、以下の3点が明らかになった。

- 1) 横泳ぎの練習は、クロール泳のグライドの習熟に有用であった。
- 2) 横泳ぎの練習は、クロール泳の体のローリングを伴った呼吸動作の形成や2ビート泳法の学習での有用性が示唆された。
- 3) 以上の効果が見られた一方で、「変化を感じなかった」者が見られた。

これらのことから、横泳ぎの練習はクロール泳のフォーム改善に有用であることがわかった。ただしその効果は、経験が短い者や年齢が低い者に顕著に現れ、経験や年齢が増すにつれて小さくなった。

## 競泳選手のクロール泳における異なる泳速度による体幹筋活動の変化

森山進一郎（日本女子体育大学）  
北川 幸夫（日本女子体育大学）  
高橋 英幸（東京学芸大学大学院）  
柴田 義晴（東京学芸大学）

金沢 翔一（日本女子体育大学）  
宮地 健人（東京学芸大学大学院）  
平野 裕一（国立スポーツ科学センター）

キーワード：腹腔内圧、筋電図、水泳

### 【緒言】

体幹部の特に深層筋群の協働作用に影響を受ける腹腔内圧 (Intra-Abdominal Pressure : IAP) は、最大下の泳速度によるクロール泳においては、泳速度とともに上昇する (Moriyama et al). しかしながら、最大下から最大努力まで泳速度を高めた際の変化についてはまだ検討されていない。加えて、クロール泳時の IAP は、体幹部のどの筋の活動の影響を受けているかどうかに関しても、まだ明らかにされていない。

そこで、本研究では、よく鍛錬された大学女子競泳選手を対象に、最大下から最大努力までの泳速度によるクロール泳における体幹筋活動の変化について検討することを目的とした。

### 【方法】

被検者は、日常的によく鍛錬された大学女子競泳選手 9 名 ( $20.0 \pm 0.9$  歳,  $1.61 \pm 0.03$  m,  $54.6 \pm 4.8$  kg) であった。実験は静水プールにて実施し、試技は被検者の主観的泳速度を「V1: とてもゆっくり」、「V2: ゆっくり」、「V3: ふつう」、「V4: 速く」、および「V5: とても速く」という 5 段階に設定した 25 m クロール泳とした。測定項目は、泳速度 (Swimming velocity : V)、ストローク頻度 (Stroke rate : SR)、ストローク長 (Stroke length : SL)、腹腔内圧 (IAP) と、腹直筋 (RA)、脊柱起立筋 (ES) および腹横筋-内腹斜筋 (TrA) の筋電図とした。なお筋電図は、すべて右側の筋より導出した。分析対象は、12.5m から 20m 区間における 2 ストロークサイクルとし、その平均値を各測定項目の値とした。なお、IAP は最小値から最大値までの変化量とし、筋活動量は RMS 値とした。統計的有意水準は、危険率 5% とした。

### 【結果および考察】

V および SR は全ての速度間で有意差が認められ、主観的泳速度と共に増大した。一方 SL はその逆の傾向が認められ、SR の増大と相反する有意な減少が見られた。以上より、本研究は泳パフォーマンスが有意に異なる試技の比較となっていることが示唆された。

体幹部の筋活動の変化 (図) より、最大下の速度間において若干の差が見られるものの、IAP も RA、TrA として ES の筋電図も共に、最大努力時では、他の努力度と比較して有意に増大した。それゆえ、競泳選手が泳速度を高める際には、体幹部の深層筋だけでなく、表層筋も協働的に収縮しつつ、IAP の上昇が生じている可能性が示唆された。

### 【参考文献】

Moriyama S, Ogita F, Huang Z, Kurobe K, Nagira A, Tanaka T, Takahashi H, Hirano Y. (2014). Int J Sports Med, 35(2), 159-63.

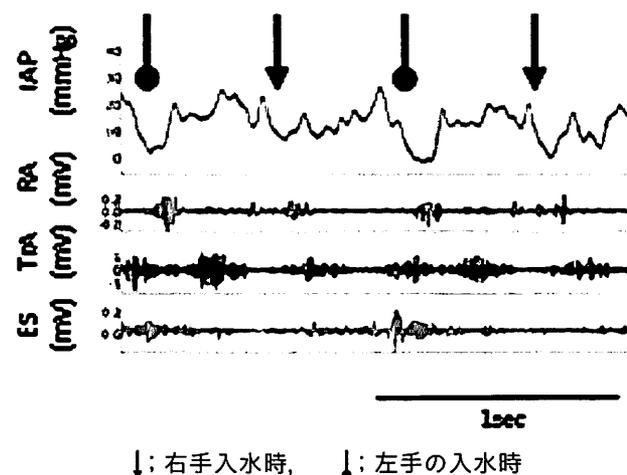


図. 最大努力クロール泳における体幹筋活動の変化の典型例

## クロール泳における呼吸方向が鼻腔内圧に及ぼす影響

金沢 翔一 (日本女子体育大学)  
宮地 建人 (東京学芸大学大学院)

森山進一郎 (日本女子体育大学)  
北川 幸夫 (日本女子体育大学)

キーワード：クロール泳, 鼻腔内圧, 初心者

### 【背景】

水中や水泳時の呼吸特性について科学的検証を試みた研究報告には、平泳ぎに関する報告<sup>2)</sup>、背泳ぎに関する報告<sup>1), 3)</sup>ならびにクロールに関する報告<sup>4)</sup>がある。これらの研究では、鼻腔内の圧力を測定し、主に呼気の値から呼吸様相を表している。先行研究より、熟練者は、鼻で呼気を行い、その後口で吸気を行っていることが明らかにされている<sup>2)</sup>。これらの研究では、熟練者を対象としたものが多く、未熟練者のみを対象としたものは稀有である。クロール泳の呼吸動作は、未熟練者には習得が困難であることが知られている。未熟練に対する呼吸指導は、横方向を向くものと後方向を向くものの2パターンあるが、これらの指導の有効性について科学的根拠を示す研究は、筆者らの文献収集の範囲では見られなかった。これらの指導について科学的根拠を示すことは、今後のクロール泳の指導の現場での資料となるだろう。

そこで、本研究は、クロール泳における呼吸の向きが呼吸時の鼻腔内圧および泳パフォーマンス関連指標に与える影響を明らかにすることを目的とした。

### 【方法】

被検者は、学校の授業のみで水泳を受けてきた一般女子大学生10名とした。試技は、25mクロール泳とし、横方向(BS)を向くものと後方向(BB)を向くものの計2回行った。測定区間は、12.5m～20mまでの7.5mとした。鼻腔内圧の測定は、鼻腔に圧力センサーをつけて測定し、鼻腔内圧の上昇量(INP; kPa)、鼻腔内圧の最大値(max INP; kPa)、泳パフォーマンス指標(泳速度: V; m/s, ストローク長: SL; m, ストローク頻度: SR; Hz)および内省調査を行った。統計処理は、対応のあるt検定を用いた。なお、危険率は5%とした。

### 【結果】

本研究の結果は、以下の通りであった。INP (BS: 2.48 ± 0.49 kPa vs BB: 2.85 ± 0.78 kPa), max INP (BS: 2.36 ± 0.42 kPa vs BB: 2.65 ± 0.64 kPa), V (BS: 0.66 ± 0.10 sec vs BB: 0.68 ± 0.12 sec), SL (BS: 1.76 ± 0.38 m vs BB: 1.78 ± 0.38 m) および SR (BS: 22.99 ± 3.97 Hz vs BB: 23.32 ± 4.14 Hz) というすべての測定項目について、

BSとBBとの間に有意な差は認められなかった。しかしながら、内省調査において、10人中7人の被験者が後方向のほうが呼吸しやすいという結果になった。

### 【考察】

本研究の結果から、呼吸の向きを変えても鼻腔内圧および泳パフォーマンス関連指標において有意な差は認められなかった。呼気は呼吸動作において重要であることが知られているが、未熟練者にとって呼吸のしやすさとは、呼気のしやすさではない可能性が示唆された。内省調査において7名が後方向のほうが横方向よりも呼吸が容易であると回答したことからも、呼吸のしやすさには、他の要因が影響していると考えられる。

### 【参考文献】

- 1) 花木敦ほか(2002) 鼻腔内圧の変化から見た背泳ぎの呼吸法, 水泳水中運動科学, (5), 5-10.
- 2) Hideki Hara et al. (2010) Analyses of instruction for breath control while swimming the, BMS XI. 319-320.
- 3) 柴田義晴ほか(2005) 背泳ぎの呼吸特性とその指導法に関する研究, 体育科教育学研究, 21 (2) : 21-30.
- 4) 長岡裕里子ほか(2013) クロール泳における呼吸制限による呼吸法の変化—ビデオ分析と鼻腔内圧の変化から—, 日本水泳水中運動学会2013年次大会論文集, 46-49.

## 高強度自転車ペダリング時における大腿部筋群の筋活動 —— 足部固定の有無に注目して ——

福田 渉 (早稲田大学大学院)  
稲見 崇孝 (早稲田大学)

江間 諒一 (早稲田大学大学院)  
川上 泰雄 (早稲田大学)

キーワード：ペダリング, 筋活動, MRI, 大腿四頭筋, ハムストリングス

### 【緒言】

ペダリングでは、ペダルへ足部を固定するビンディングペダルを用いることで、クランクトルクを生み出すための脚部の「引き・上げ」動作を効果的に行うことが可能になると考えられている。最大努力時のペダリングにおいて、「上げ」動作のクランクトルクや総出力が増加する (Capmal & Vandewalle 1997)。一方、最大下努力時には、ペダルへの足部固定 (ビンディングペダル) と非固定 (フラットペダル) の比較において、クランクトルクのパターンの違いや「上げ」動作に伴う筋の活動の出現には差がない (Mornieux et al. 2008)。このことから、ペダリングでは、高い運動強度においては大腿部筋群の活動の程度や協働筋内の筋間差が足部固定の有無によって異なる可能性があり、特に「引き・上げ」動作の主働筋の活動の違いがペダリングパフォーマンスに影響すると予想される。そこで本研究では、大腿部の筋を対象とし、高強度のペダリングにおける足部固定の有無が筋活動に及ぼす影響を、深層部や筋全体の筋活動を評価可能な横緩和時間 (T2) 強調MRI画像を用いて検討することを目的とした。

### 【方法】

10～20代の男女トライアスリート8名を対象とし、試行条件は非固定条件と固定条件とした。運動課題は最大クランク回転数の80%の回転数で10秒間のペダリングを行い、試行間に10秒の休憩を挟み、回転数が維持出来なくなるまで繰り返し行った。MRI法 (スライス厚: 10mm, FOV: 240mm, 撮像マトリクス 256×256) による測定は、運動課題前後に行い、大腿長 (大転子-関節裂隙間) から10%毎のT2強調画像を取得した。得られた画像の中から大腿長の20-80%間を分析対象とした。スライス毎に大腿直筋、外側広筋、内側広筋、中間広筋、大腿二頭筋長頭・短頭、半腱様筋、半膜様筋の計8筋のT2の平均値を算出した。また、分析した全スライスのT2を平均し、それらを代表値とした (式1)。固定-非固定間・協働筋間の比較を行った。

$$\{Post(T2)/Pre(T2) - 1\} \times 100 = \text{変化率}(\%) \quad (\text{式1})$$

### 【結果・考察】

大腿直筋のT2は、固定条件が非固定条件に比べ有意に高値を示した。一方、広筋群に条件間・筋間の差はみられなかった。また、ハムストリングスは、ペダルへの足部固定の有無を問わず、半腱様筋および大腿二頭筋短頭が、大腿二頭筋長頭および半膜様筋よりも有意に高い値を示した (図1)。この結果より、ペダルへの足部固定によって、広筋群のみならず、大腿直筋やハムストリングスの活動によってクランクの回転を生み出している可能性が示された。

### 【結論】

高強度ペダリングでは、足部を固定することで、広筋群を除く多くの筋、とりわけ大腿直筋や大腿二頭筋短頭、半腱様筋の活動が増加する。

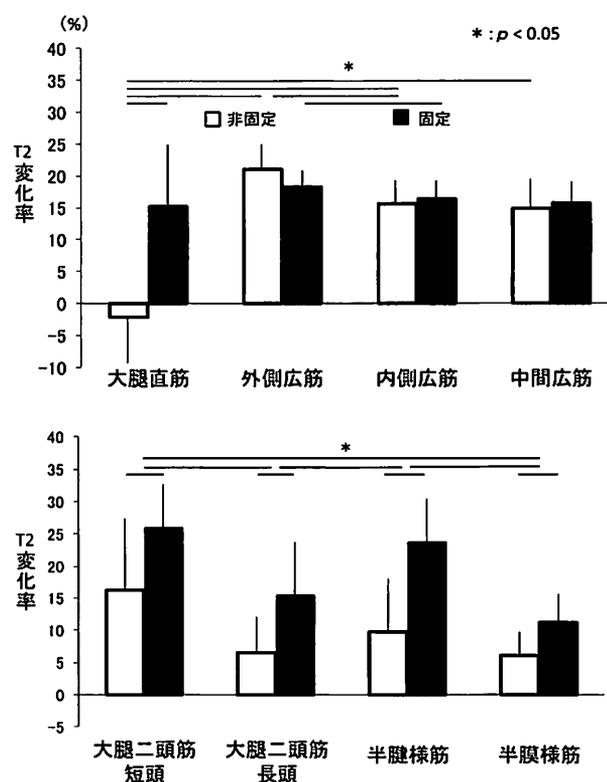


図1. 運動課題前後の大腿部の筋群のT2変化率

## 対側手足と同側手足の協調動作のパフォーマンスの違いに関連する脳部位

川島彩恵子 (早稲田大学スポーツ科学研究科)  
水口 暢章 (早稲田大学スポーツ科学学術院)

中川 剣人 (早稲田大学スポーツ科学学術院)  
彼末 一之 (早稲田大学スポーツ科学学術院)

キーワード：運動制御, fMRI, 脳活動, 補足運動野

### 【序論】

ヒトが手足を周期的に矢状面上に動かす場合、同方向に動かすことは易しく、逆方向に動かすことは難しい (Baldissera et al., 1982)。また、逆方向動作の難しさは同側手足 (例：右手関節と右足関節) もしくは対側手足 (例：右手関節と左足関節) の組み合わせによって異なり、対側手足よりも同側手足を逆方向に協調させるのは困難である (Kelso and Jeka, 1992)。本実験では対側手足と同側手足の難しさの違いに関係する脳部位を検討することを目的とした。

### 【方法】

被験者は健康な成人21名であった。被験者はMRI装置のガントリーに頭部から仰臥位、前腕回内位の姿勢で入った。手関節及び足関節の関節角度変位は非磁性体のゴニオメーターを用いて計測した。被験者は装着したゴーグル型視覚刺激装置に映し出される赤丸の点滅に合わせて、対側手足) または同側手足を動かした (動作周期0.88秒)。被験者に課した条件は以下の4つであった。

- ① con\_anti 対側手足を逆方向に動かす
- ② con\_in 対側手足を同方向に動かす
- ③ ip\_anti 同側手足を逆方向に動かす
- ④ ip\_in 同側手足を同方向に動かす

手関節と足関節の関節角度変位のデータから位相差を算出し、協調動作の安定性として位相差の標準偏差を、正確性として目標とする位相差と実際の位相差の差を各条件で求めた。Blood Oxygenation Level Dependent (BOLD) 信号から、各条件で賦活した部位を求めた。さらに、条件間でのBOLD信号変化の程度を定量的に示すため、安静中と課題中のBOLD信号の比 (Percent signal change) を算定した。その対象は4条件のいずれかで賦活が見られた部位とした。

### 【結果・考察】

協調動作の安定性は対側手足、同側手足ともに同方向動作より逆方向動作で低く、協調動作の正確性は対側手足の逆方向動作よりも同側手足の逆方向動作で低かつ

た ( $p < 0.05$ )。この結果は、同方向動作と比べて逆方向動作が難しく、対側手足よりも同側手足で難しいことを意味し、先行研究と一致した (Kelso and Jeka, 1992)。二肢の協調動作に関わるとされている一次運動野、一次体性感覚野、補足運動野などに賦活が各条件で見られた ( $p < 0.001$ )。補足運動野 (左半球)、二次体性感覚野 (左半球)、下頭頂小葉 (左半球) の Percent signal change は、いずれも con 条件よりも ip 条件で anti 条件と in 条件の Percent signal change の差が大きくなり、ip\_anti が ip\_in より高かった ( $p < 0.05$ ) (図1)。よって、難しい動作である同側手足の逆方向動作の制御には、これらの部位の貢献度が対側手足の逆方向動作よりも高いことが示唆された。

### 【結論】

対側手足の逆方向動作に比べて、同側手足の逆方向動作では補足運動野、二次体性感覚野、下頭頂小葉の活動が大きいことが示唆された。よって、これらの部位の活動量の高さが、対側手足と同側手足のパフォーマンスの違いに関係することが推測された。

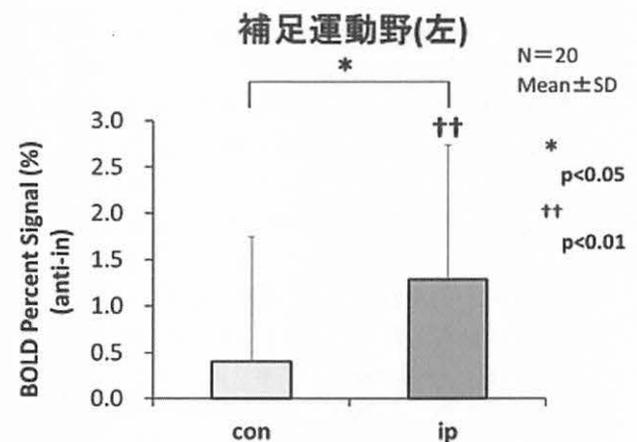


図1. 補足運動野のBOLD信号の変化

縦軸がanti条件とin条件のBOLD Percent Signalの差を、横軸が手足の組み合わせ (con, ip) を示す。\*はcon条件とip条件間のp値が0.05未満であることを示す。††はip\_antiとip\_in間のp値が0.01未満であることを示す。

## 一過性の運動が脳の基本的機能単位系に及ぼす影響

玉城 耕二 (日本体育大学大学院) 柴原健太郎 (日本体育大学大学院) 本郷 由貴 (日本体育大学大学院)  
園部 豊 (日本体育大学) 西條 修光 (日本体育大学)

キーワード：運動, 疲労感, 脳

### 【はじめに】

過度な運動によって思考や記憶をはじめとする認知活動に支障をきたすことがあるといわれている。大脳活動についてルリア(1975)は、精神過程が3つの基本的機能単位系(トームスと覚醒の調節、情報の受容・加工・貯蔵、プログラミングの調整・制御)からなること、斎藤ら(1970)は断眠実験を行い、各種の脳機能の測定をしたところ3つの変動パターンに集約されることを報告し、ルリアの提唱を裏付けている。

本研究では疲労、特に疲労感が「生理的な変化を予見」し、「生活に変化やフシ目をつける信号」(小木, 1977)としての役割をもっていることに着目した。つまり、運動中の休息欲求時に運動を一時的にやめさせ、心理的、生理的な指標を測定することで、運動時の疲労が脳機能に与える影響を検討できるのではと考えている。そこで、本研究では運動時の疲労が脳の機能単位系に及ぼす影響を検討した。

### 【方法】

1. 被験者は体育系大学に所属する大学生、大学院生の男子11名(19.7(±1.3)歳)であった。
2. 疲労感は全体的疲労感(9ポイントスケール、吉竹)と「自覚症状しらべ」(I群:ねむけ・だるさ、II群:注意集中の困難、III群:身体的違和感の症状群、産業疲労研究会)を用いた。また脳の機能単位系の指標は、フリッカー値、選択反応時間、ワーキングメモリ(以下:WM)課題であった。測定時間は15-18分であった。
3. 実験室に入室後安静をとらせ、その後、運動(自転車エルゴメーター)を行わせた。運動時間は、一律にせず、疲れたら被験者各自に休憩をとらせ、休憩時に指標を測定し、再び運動を繰り返させ、オールアウトに至らせた。このため、運動時間は21-59分と被験者間で異なり、運動を3回(運動1, 2, 3)または4回行い、オールアウトに至っている。データの処理は、運動を4回行った被験者では3回目を運動2として行っている。

### 【結果と考察】

図1は、ステージ毎の全体的疲労感の変化をみたもので、安静時から運動3にかけて全体的疲労感が上昇し、

特に、運動2, 3で7-8ポイントを示し、かなりの激運動になっていることが推定される。図2は、自覚症状群の構成比(総訴え率に対するI, II, III群の訴え率の比)の変化をみたものである。ねむけ・だるさの症状群はあまり変化してないが、運動時に注意集中の困難における症状に上昇傾向がみられ、反対に身体的違和感の症状群の低下傾向がみられる。この結果から、疲労感の中で精神的な疲れが大きな役割を果たしていることが考えられる。表はステージ毎における脳の機能単位系の変化をみたもので、フリッカー値はあまり変化してないが、選択反応時間とWM得点が運動2と3において低下傾向がみられた。したがって、注意集中の困難の訴え率が高くなるに伴い、脳の機能単位系の中で、情報の受容・加工・貯蔵やプログラミングに関わるとされる選択反応時間やWMに何らかの影響を与えているのではと考えられる。

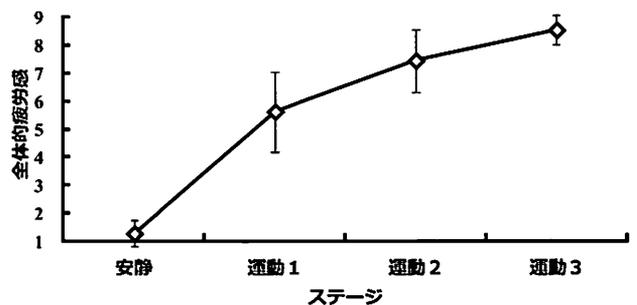


図1. ステージ毎における全体的疲労感の変化

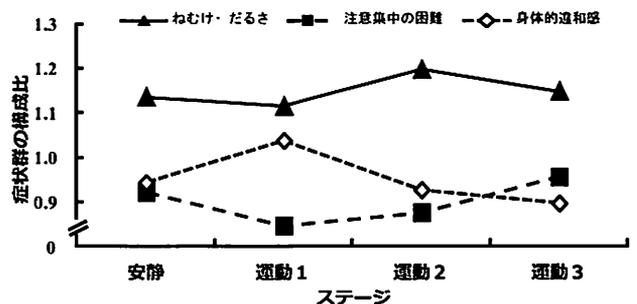


図2. ステージ毎における各症状群の構成比の変化

表. ステージ毎における脳の機能単位系の変化

	安静	運動1	運動2	運動3
フリッカー値(%)	100	100.8 ± 3.4	99.7 ± 4.0	99.2 ± 4.7
選択反応時間(%)	100	104.5 ± 9.8	97.3 ± 8.8	97.0 ± 14.1
WM得点(点)	38.9 ± 15.9	38.2 ± 15.4	36.5 ± 18.5	35.7 ± 15.3

## 女子しない競技の誕生に果たした薙刀の役割： 日本における女子剣道史研究の一環として

矢野 裕介（日本体育大学）

キーワード：薙刀対太刀，榊田八重子，なぎなた

日本の女子剣道史に焦点化した従前の研究によれば、戦後以前（以下、戦前）の女子の武道は薙刀が主流であったことから、当該期において女子が剣道に触れる機会はほとんどなかったとされている。そのため、女子の剣道の道が拓かれたのは、戦後の剣道の母体となり、女子をも対象としていたスポーツとしての剣道、すなわち「しない競技」の登場を待たなければならなかったという。

しかしここで注意したいのは、「薙刀」は、現在の「なぎなた」のような「なぎなた対なぎなた」ではなく、「薙刀対太刀」（図1参照）で行われるということである。この視点に基づけば、薙刀の習得には、薙刀のみならず、太刀をも扱う技術（＝剣道）を身につけなければならなかったことが想像され、それをもって女子はしない競技に応じたのではないかと推定される。

そこで本研究では、①戦前の薙刀教育において太刀の動作はどのような内容が教授されていたのか、②しない競技の大会に参加した女子にはどのような人物がいたのか、という2つの側面を分析し、それらを検討することを通して、女子しない競技の誕生に果たした薙刀の役割について明らかにしていくことを目的としていた。

本研究で検討した結果は、以下の通りである。

1. 中等学校における薙刀教育が急速に普及した1937年以降に刊行された薙刀教本にみる太刀の教授内容は、園部ひでを・園部繁八（1938）の『学校薙刀道』（「太刀として必要なる斬撃法と薙刀の受け方を剣道に準じて授け、是を練習する」、p.100）、美田村邦彦（1939）の『大日本薙刀道教範』（「太刀として必要なる操法を剣道に準じて授け、是を練習する」、p.372）、丸山軌玄編（1941）の『薙刀道基本動作』（「太刀ノ扱方」は「剣道基本及帝國剣道形ニ準ズ」、p.21）に確認できるように、剣道教材を準用したものが掲げられていた。これと同様の解説、項目は他の薙刀教本にも示されている。戦前の薙刀教育では、女子にも男子と同様に剣道が教授されていたのである。
2. 1950年9月10日、全国に先駆けて京都府（円山公園音楽堂）でしない競技大会が開催された。本大会のプログラムによれば、A級（上級者）、B級（中級者）、

C級（初心者）といった階級別の試合が行われているが、そこには榊田八重子、榊田栄といった薙刀の名手を含む数名の女子が、男子に交えて出場している（図2参照）。なお、その後開催されたしない競技大会に出場した女子の中には、大和田颯子、齋藤春子、東興子、山尾陽子、蓮田美香などの薙刀熟練者がいた（各種しない競技大会のプログラムを参照）。

3. これらを勘考すると、しない競技に、男子とともに女子が対応できたのは、彼女らが戦前の薙刀教育を通して剣道に触れる機会が確かにあり、その技術をも培うことができていたから、と見做すことができる。ここに、女子しない競技の誕生に果たした薙刀の役割をみておきたい。

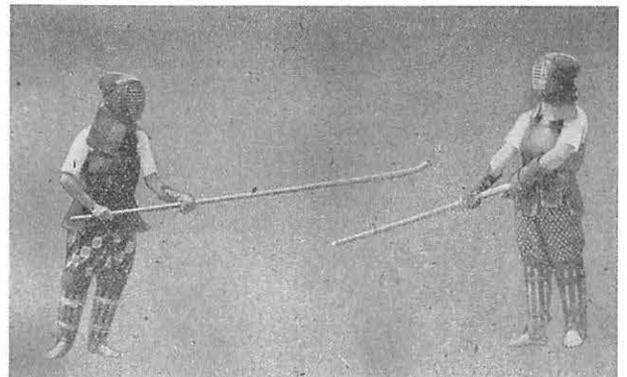


図1. 薙刀（左：薙刀，右：太刀）  
（園部繁八『薙刀要義』實文館，1944，p.48）



図2. 女子によるしない競技（左：多賀しげる，右：榊田八重子）  
（『剣道時代』第40巻第8号，体育とスポーツ出版社，2013，p.89）

# 日本におけるバスケットボール競技のウィーブに関する史的研究

小谷 究 (日本体育大学)

キーワード：戦術、フィギュア・エイト、ドリブル・ウィーブ

本研究では、カナダ・ウエスタンチームが来日した1939年頃の日本で採用されていた戦術について明らかにしたうえで、ウエスタンチームが使用したドリブル・ウィーブを分析し、日本におけるドリブル・ウィーブの採用過程について明らかにすることにしたい。

## I. ウエスタンチーム来日時の日本のオフェンス戦術

ウエスタンチームが来日した1939年頃の日本では、フィギュア・エイトがセットオフェンスの主流であった。当時の日本では、「中距離シュートは難しいもの、球は何でもゴール下でシュートするものといった傾向」があったことから、当時採用されていたフィギュア・エイトでは、ミドルシュートはあまり使用されず、主にゴール下でのシュートが用いられた。このことからすると、当時採用されていたフィギュア・エイトはディフェンス側がゴール下を固めるだけで得点を防がれてしまうことになる。したがって、竹崎が「現在の日本の如くゴール下集中防禦作戦のために、システムプレイ(ゴール下持込戦法)(フィギュア・エイト—引用者注)の運行困難に直面している」と述べているように、フィギュア・エイトはディフェンス側がゴール下を固めるだけで得点を防がれてしまうため、有効に機能していなかった。

## II. ウエスタンチームが使用したドリブル・ウィーブ

ウエスタンチームが日本で使用したオフェンス戦術は、5人のプレイヤーがドリブルスクリーンを連続するドリブル・ウィーブであった。ウエスタンチームは日本のチームとのゲームを通してドリブル・ウィーブを使用しており、当時のゲームの戦評からは、ウエスタンチームがドリブル・ウィーブのなかでミドルシュートを使用していたことが読みとれる。

また、芦田は「この戦法(ドリブル・ウィーブ—引用者注)も鍵は2人の選手がドリブルを用ひて交叉する處にあるのであるからその重要な部分を取り出して原則的な攻撃のチャンスを考えて見よう」とし、ドリブル・ウィーブのなかでミドルシュートを使用する場面について紹介している。

このように、ウエスタンチームが使用したドリブル・ウィーブは、ゴール下でのシュートのみならず、ミドルシュートを積極的に使用するものであり、ディフェンス側

がゴール下を固めるだけで得点を防がれてしまうといったフィギュア・エイトの問題を解決できるものであったといえる。

このウエスタンチームが使用したドリブル・ウィーブは日本のチームとの対戦において高い効果を示した。

## III. ドリブル・ウィーブの採用

日本のバスケットボール競技界は、フィギュア・エイトの問題を解決できたドリブル・ウィーブの有効性を認識し、1940年頃より採用するチームが現れるようになった。

## これからの武道教育としての嘉納柔道

高平 健司（筑波大学大学院）

キーワード：嘉納柔道、三宅雪嶺、現象即實在論

1882（明治15）年、嘉納は柔術を母体として「自然体」を基本とした柔道を創始し、その理念として「精力善用・自他共栄」を掲げた。このことと関連して、嘉納は次のように述べている。「立つにも坐るにも静かに、戸の開閉も落ち着いてするようにありたい。食事の時なども箸、茶碗、フォーク、ナイフの音をさせたり、（中略）柔道の修行は自然それらの修養を助けるわけである。」このように、嘉納の目指した柔道修行（修養）（つまり、相手の力に逆らうのではなく、それを利用して、軽妙にくずし、ベストのタイミングで最小限の力で技をかける利他行（善行）としての柔道）と日常生活としての修行（修養）は同じ「自利利他円満」な構造をとっている。そして、その「修行（修養）」とその実践による「意識の厳密なる統一」との関係は「本体」とその「作用」との関係であり、儒教や仏教の「修行」と「道」との関係でもある。そして、嘉納柔道修行（修養）により体得される「道」、「精力善用自他共栄」の形成において、性善説の流れを汲む陽明学をベースとした三宅雪嶺の「現象即實在論」の一種である「宇宙有機体説」がその構成理論となっている。

つまり、嘉納柔道修行の修養（つまり、「精力善用活用の修養」により、）1、「欲求」が抑制されていき、2、「道徳性（自他共栄）」が高まっていく人格的な変化が同時併行的に進行する。このことを嘉納は、1、「己を完成し」2、「世を補益する」と述べたのだと考えられる。そして、その修養により「心」が超越的な（宗教性を帯びた）「天＝天理」と一体化する時、「心即理」のテーゼが成立し、宇宙大の「心」である「良知」＝「精力善用自他共栄」が「人格的行為主体」として、「道」を体現するようになり、（たとえば、スリッパを無意識に真っ直ぐに揃えられるようになる。）人格は完成することになる。このことを陽明学では「知行合一」と述べたのだと思われる。

さらに、「精力善用自他共栄」が「仏教（密教）」の理論で「止観」と読み替えられて、それが「禅定 智慧」という形で「精力善用 自他共栄」として発表される。（「止観」は「禅定＋智慧」に相当している。）これはグローバルスタンダードが意識されてのことであろう。そして、三宅の「現象即實在論」の一種である「宇宙論（宇宙有機体説）」が嘉納柔道思想の1、「精力善用」説：精力善用は、（1）柔道技術に存する根本義であり、同時に（2）世の各般の事柄をなす上での原理、そして、さらに、2、柔道の定義：柔

道という言葉は（1）攻撃防御の技術に存する根本原理であり、同時に（2）世の各般の事柄をなす上での根本原理たる精神身体の力を、最も有効に使用する道である。1、2、において、「（1）即（2）」の関係が成立しており、その構成理論であると言えよう。

# ポジティブ感情の喚起が野球の投球パフォーマンスに及ぼす影響について

木下 敬太 (東海大学大学院)

高妻 容一 (東海大学)

キーワード：ポジティブ感情, パフォーマンス, ポジティブ心理学

## I. 研究目的

本研究の目的は、ポジティブ感情及びネガティブ感情の喚起が野球の投球パフォーマンスにどのような影響を与えるかを分析し証明することであった。

## II. 研究方法

本研究の被験者は、高校生野球部員39名を対象とし、被験者一人に対し感情誘導なし条件、ポジティブ感情喚起条件、ネガティブ感情喚起条件の3条件を設定した。ここでの課題は、10球ずつの的当て課題を実施した。測定項目は、1) 的への的中の成否、2) 平均スピード、3) 的中時の平均スピード、4) 最大スピード、5) 的中最大スピードとし、的の大きさは、日本人男性の平均身長である171cmの選手のストライクゾーンの大きさとし、その範囲を縦71cm・横45cmとした。

## III. 結果

各測定項目に条件を因子とする一元配置分散分析を実施した結果、5項目中2項目(平均スピード、最大スピード)において有意な主効果が認められた。主効果が認められた2項目について多重比較を実施した結果、感情誘導なし条件(条件1)がポジティブ感情喚起条件(条件2)及びネガティブ感情喚起条件(条件3)よりも有意に高い値を示した。

## IV. 考察

分析の結果、球速に関するパフォーマンス発揮において、映像によるポジティブ及びネガティブの感情喚起がネガティブな影響を与えたと考えられる。ここで得た知見としては、パフォーマンスの直前にポジティブな感情又はネガティブな感情を誘導するという普段とは違うことをすることが、パフォーマンスにネガティブな影響を与えたと考えられる。このことは、メンタルトレーニングの理論において、普段やらないことを試合当日に実施することは、プレーのリズムや呼吸を乱し、パフォーマンスの発揮を妨げるであろうという考え方に一致すると考察した。

## V. 今後の課題

今後の課題としては、選手に対して心理的プレッシャーのかかる状況において実験を行うことが望ましいと

考える。さらに質的研究から被験者の個人的な感情の要因を分析することも必要だと考える。

## VI. 参考文献

Isen, A. M., Daubman, K. A., & Nowicki, G. P. (1987). Positive affect facilitates creative problem solving. *Journal of personality and social psychology*, 53, 1122-1131.

表1. パフォーマンス項目の測定結果

		全体(n=39)				
		①条件1	②条件2	③条件3	有意差	多重比較
成功投球回数	M	5.3	5.4	5.2		
	SD	1.8	1.9	2.2		
平均スピード	M	109.5	107.2	106.3	**	①>②
	SD	7.7	8.4	8.3		①>③
的中平均スピード	M	106.9	107.2	106.3		
	SD	19.1	8.5	8.3		
最大スピード	M	112.1	109.7	109.4	**	①>②
	SD	7.6	8.5	8.2		①>③
的中最大スピード	M	109.1	109.3	108.5		
	SD	19.4	8.7	8.5		

\* &lt; .05 \*\* &lt; .01

# 高校運動部活動における雰囲気構築する要因に関する質的分析

織田 郁子（東海大学大学院）

高妻 容一（東海大学）

キーワード：高校生運動部活動、雰囲気、質的分析

## I. 目的

スポーツの試合を観戦するときに、そのチーム特有の雰囲気を感ずることはよくあると考える。

本研究では、まだ明らかにされていない高校生運動部活動における雰囲気を構築する要因を質的なアプローチにより明らかにし、基礎的知見とすることを研究の目的とした。

## II. 方法

調査対象は、高校生運動部活動2チームの指導者(3名)と選手(2名)とし、インタビューを実施し、個人・全体でKJ法により分析した。

## III. 結果及び考察

各指導者および選手、全体での分析結果を表1に示す。全体での分析から、雰囲気を構築する要因として、「指導者による要因」「選手による要因」「部活動の特徴による要因」「学校教育の影響による要因」の4つの上位概念が明らかになった。インタビューデータから抽出したコードをたどりながら、各上位概念の中の主要な下位概念ごとに分析過程を説明していく。

最初に、「指導者による要因」では、「最終目標が○○」といったコードから、「指導者自身の理想像」や、「高校生活の大半を占めるのが学校生活で、土台作りは学校生活。部活よりも、それは常に意識してやっている。」とい

たコードから「学校生活の重要視」といった下位概念が抽出された。これまであげられてきた選手に対する指導や評価だけでなく、指導者自身の理想像や学校生活の重要視といったものが雰囲気に影響していることが明らかになった。次に、「選手による要因」では、「影響できる人間が一人いるだけで、二十人でも三十人にでも影響する。」といったコードから「選手の相互作用」が抽出された。これは、先行研究において、授業の雰囲気は子どもの人間関係行動に影響されるといったことが明らかにされているが、高校生運動部活動でも、選手同士の関わりが雰囲気に影響していることが分析できた。さらに、「部活動の特徴による要因」では、「規律が雰囲気を作っている。」といったコードから抽出された「部活動の規律」や「基盤はあっても、毎年選手は変わるし、良い雰囲気も作り出せる雰囲気も違う。」といったコードからの「選手の入れ替わり」といったことが抽出された。最後は、「学校教育の影響による要因」である。「基盤はあっても、毎年選手は変わるし、良い雰囲気も作り出せる雰囲気も違う。」といったコードから「学校のルール」といった概念、「どうやったら雰囲気がでるか考えたら、学校の名前に誇りを持ちましょうとか。」といったコードから「学校への意識」が、抽出された。

これらのことから、「指導者による要因」「選手による要因」だけでなく、「部活動の特徴による要因」や「学校教育の影響による要因」が雰囲気作りにおいては重要な要素であり、これらを考慮する必要があることが示唆された。

表1. 各指導者、選手、全体の分析における文字数・コード数・下位概念数・上位概念

	指導者A	指導者B	指導者C
テキストデータ数	14872文字	9477文字	8552文字
コード数	32	30	29
下位概念数	11	10	7
上位概念	指導者による要因 選手による要因 部活動の特徴による要因 学校教育の影響による要因	指導者による要因 選手による要因 部活動の特徴による要因 学校教育の影響による要因	指導者による要因 選手による要因
	選手A	選手B	全体
テキストデータ数	5149文字	3007文字	41057文字
コード数	19	12	122
下位概念数	9	7	29
上位概念	指導者による要因 選手による要因 部活動の特徴による要因 学校教育の影響による要因	指導者による要因 選手による要因 部活動の特徴による要因	指導者による要因 選手による要因 部活動の特徴による要因 学校教育の影響による要因

## ボクシングに対する心理的側面に関する研究(その2)

小林 玄樹 (東海大学大学院)

高妻 容一 (東海大学)

キーワード：ボクシング、メンタルトレーニング、心理的サポート

### I. 研究目的

近年、心理的サポートが心理的競技能力にどのように影響するかを検討する研究は多い。しかし、本研究で取り上げるボクシングという競技に対しての心理的競技能力に関する研究はほとんどない。

そこで本研究は、最初に、3つのボクシングジムの92名の選手に対して調査を実施し、ボクサーの心理的側面を分析した。また、そのうちのひとつのNボクシングジムのボクサーに対して、メンタルトレーニング指導と心理的サポートを実施し、メンタル面強化非実施群との比較分析を実施した。さらに、Nボクシングジムのボクサーの事例的研究を実施した。本発表は、主に事例的な研究を取り上げることとする。

### II. 研究方法

Nボクシングジムの世界・東洋太平洋タイトル戦に挑戦した2名のボクサーに対して、試合前の心理状態を分析するために、試合前の心理状態診断検査(DIPS-B.1: Diagnostic Inventory of Psychological State Before Competition)を3回実施した。

また、タイトル戦終了後に試合後の心理状態診断検査(DIPS-D.2: Diagnostic Inventory of Psychological State During Competition)をタイトルマッチ終了後に実施し、タイトル戦における試合中の心理状態について分析をした。

### III. 結果

DIPS-B.1を分析した結果、A選手は、世界タイトル戦1ヶ月前(Pretest)はリラックス度が極端に低く、試合に向けたプレッシャーがあったことが分析できた。その後、世界タイトル戦1週間前(Posttest-1)と当日(Posttest-2)に、リラックス度が向上し、試合に向けたプレッシャーが軽減していることが分析できた。またB選手のDIPS-B.1の分析から、PretestよりもPosttest-1とPosttest-2において、勝利意欲が低下していた。このことから、試合で勝つという結果よりも、この試合でやるべきプロセスに目が向いていたことが分析できた。

さらに、試合中の心理状態を明らかにするために、A選手にDIPS-D.2を実施した結果、50点満点中46点を示しており、内省報告では、実力発揮に関しては「まあまあで

きた」とコメントしていた。加えて、B選手は、50点満点中、50点を示し、内省報告では90%実力が発揮できたと述べている。

### IV. 考察

試合前の心理状態に関しては、世界・東洋太平洋タイトル戦という大きな試合に向けて安定した準備ができたことが考察できる。また、西野(2012)の大学バレーボール選手にDIPS-B.1を調査した先行研究と比較した結果、A・B選手が高い傾向であることが考察できた。これは、1年間のメンタルトレーニング指導と心理的サポートが選手の試合前の心理状態を安定させ、試合に対する心理的準備にポジティブな影響を与えたのではないかと考える。また、試合中の心理状態に関しては、A選手は50点満点の46点、またB選手は満点の50点とタイトル戦を振り返り、試合中の実力発揮度が高かったことが考察できた。

### V. まとめ

本研究では、ほとんど先行研究のないボクシングという競技のタイトル戦に対する試合前・試合中の心理状態について、基礎資料ができたのではないかと考える。

表1. メンタルトレーニング指導(講習)の内容

4月	心理テスト(DIPCA.3)・アンケート調査	メンタルトレーニングとは
5月	リラクゼーション&サイキングアップ	
6月	目標設定	練習日誌
7月	イメージ	
8月	イメージ 集中力	
9月	プラス思考	
10月	心理テスト(DIPCA.3)・アンケート調査	メンタルトレーニング中級編
11月	メンタルトレーニング中級編	
12月	メンタルトレーニング中級編(プレー中の自信)	
1月	メンタルトレーニング中級編(試合に対する心理的準備)	
2月	メンタルトレーニング中級編	
3月	心理テスト(DIPCA.3)・アンケート調査	メンタルトレーニング中級編

# 大学バドミントン競技における凡ミスの実態調査

## — A大学について —

本郷 由貴 (日本体育大学大学院)  
柴原健太郎 (日本体育大学大学院)  
西條 修光 (日本体育大学)

玉城 耕二 (日本体育大学大学院)  
園部 豊 (日本体育大学)

キーワード：バドミントン, 凡ミス, 実態調査

### 目的

バドミントン競技は、対戦相手との駆け引きや試合を有利に展開するための戦略が求められるスポーツである。バドミントンの試合で勝利するためには、相手との駆け引きの中でいかに自らのエラー、いわゆる「凡ミス」を減少させるかが重要であると考えられる。本研究では、試合での凡ミスを「主導権が自分にあるときに引き起こすなんでもない、単純なミス」と定義した。

このようなヒューマンエラーについて、小松原(2008)は、「すべきことが決まっている」ときに、「すべきことをしない」あるいは「すべきでないことをする」と定義している。エラー・ミスの原因について Reason(1994)は、計画時と実行時の失敗に分け、期待した結果が得られないのは、計画通りに行動できないのか、計画自体が不完全であったかによって決まると述べている。

そこで本研究では、試合での「凡ミス」についてその実態を調査し、さらに性差や技能レベルによってその違いがみられるかどうか検討することを目的とした。

### 方法

調査対象者：関東学生バドミントン連盟一部リーグに所属するA大学部員64名(男子33名、女子31名)であった。

質問紙作成：バドミントン部員6名を対象に「試合での凡ミスについて」のテーマで座談会を開き質問項目を収集し、35項目の選定を行った。なお、凡ミスについての質問項目は、これまで出場した試合での凡ミスを思い出して、「いつもそうである…5」から「ほとんどそうではない…1」の5件法で回答を行わせた。

### 結果・考察

- 質問紙の信頼性を検討するために、再テスト法を用いて(3週間後)信頼性係数を算出したところ=.794の高い有意な相関が示された。
- 質問紙の基準関連妥当性を検討するために、DIPCAの12尺度の中で「予測力」「判断力」尺度との相関係数を算出したところ=.477、=.501のいずれも中程度

の有意な相関が示された。

- 「凡ミス」の実態と性差の関連について検討するために、男子と女子の「凡ミス」の原因上位5項目の平均得点と標準偏差のランキングをみたところ、上位3項目で男女とも共通していた。(表1)

表1. 男子と女子の「凡ミス」の原因上位5項目

項目内容		平均得点	SD
<b>男子</b>			
20	攻め急いだ	3.8	0.9
07	焦っていた	3.7	1.1
32	コースを狙いすぎた	3.5	1.0
05	早くラリーを終わらせたかった	3.5	1.2
14	疲れていた	3.2	1.1
<b>女子</b>			
20	攻め急いだ	4.1	0.7
07	焦っていた	3.8	1.0
32	コースを狙いすぎた	3.8	1.1
15	プレーが不安になった	3.7	1.0
26	いつも入る球が入らなくなった	3.6	1.2

- 「凡ミス」について技能レベルや性差との関連について検討するために、対応のない2要因の分散分析を行った。その結果、「どうしていいかわからなかった」、「プレーに自信がなかった」、「プレーに集中できなかった」、「体育館の照明や床、風などが気になった」の4項目において有意な交互作用が見られた。特に女子の下位群において Reason(1994)のいう「計画時」の失敗が多いことから、計画段階での失敗が、実行段階での失敗を誘発し「凡ミス」の発生を引き起こしていると考えられる。