

# 剣道打撃動作の筋電図学的研究（２）

小手・面連続打撃における肘関節角度と光応答

勝 木 豊 成・佐 々 木 弘

## A Study of the Position of the Electromyogram on Hitting Motion in Japanese Fencing (2)

Toyonari KATSUKI・Hiroshi SASAKI

The achievement of sports is the result of the games, and sporting movement relates with the muscular activity of the nervous system.

As No.1 report, I have reported the comparison between the high, middle and lowest level player and non-player from the active aspect of the participating muscular groups of upper and lower body from blows to the head in Japanese Fencing.

This paper's aim is proposed to analyze the hand motions of the high and low level player during the process of hitting an opponent with a first wrist and head strike.

### 1. は じ め に

スポーツにおける成果は、その競技成績であり、その運動の成就には、神経系の働きである筋活動が大きく関与している。剣道は、竹刀を媒介として互いに有効打突を競い合う競技であり、技術的には、正確さ、スピード、パワーなど、いわゆる巧緻性・敏捷性が要求される。剣道における有効打突とは、「気剣体一致」の打突であり、これは充実した氣勢、無理のない理合いに適った姿勢、正確な打突の一致を言う。剣道運動の最大のパフォーマンスである有効打突を、ヒトの神経系の働きから科学的に分析する方法として、筋電図学的研究の利用も効果的と考えられる。すでに第1報で、面打撃における上下肢筋の作用機序面より、鍛練（習熟）度による筋作用について比較・検討し、一応の結果を得た。

本研究では、鍛練者及び非鍛練者の小手・面連続打撃における上腕の動作を、筋作用・肘関節の角度変化から分析した。また、光をトリガとした打撃時点までの意識的応答について考察を行った。

## 2. 測定対象及び方法

### 1) 被 検 者

被検者は、福井工業大学剣道部選手群 5 名、非選手群 5 名(以上鍛練者群)、福井工業大学一般学生群(非鍛練者) 8 名で、被検者の身体的特徴は表一 1 の通りである。

### 2) 測定方法

①各被験筋において、その筋線維走行に沿って、表皮に 2 個の銀・塩化銀電極(外径10mm)を約 3 cm 離して装着し、このとき電極間抵抗が20k $\Omega$  以下になるように配慮した。

②角度計を左右の肘関節に取り付けた。

③筋電測定のための生体電気現象用増幅器の時定数を0.001sec に、また、高域減衰用フィルターを 1 kHz に設定した。

④小手、面の位置に相当する被打撃面には、床面からそれぞれ100cm、170cm の高さで水平に固定した竹刀を使用し、これらの竹刀には打撃時点を検知するためのストレンゲージを貼付した。なお、被検者から小手までの間隔は、一步踏み込んだ状態で小手が打てる距離180cm とし、小手から面までの距離は40cm とした。

⑤被検者には、測定前に10回程度の試技を行わせた上で、5 回の打撃を測定した。

⑥被検者には、ストロボの発光を合図に小手・面の連続打撃動作を行わせ、このストロボの発光時点をシグナルプロセッサの掃引開始時に同期させて、各信号を取り込んだ。

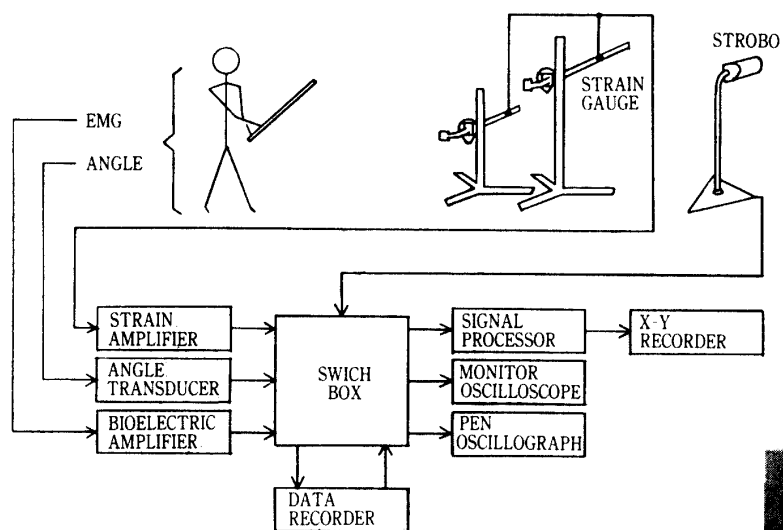
⑦ストロボの発光時点と、小手打撃時点及び面打撃時点の各間隔の時間を、シグナルプロセッサにて読み取り、各波形を X-Y レコーダにて導出した。

⑧被検者が使用する竹刀は118cm、重さは510g のカーボン製竹刀であり、測定装置の構成は図一 1、電極・角度計の装着は図一 2、被打撃面(小手・面)とストロボの位置は図一 3、測定風景は図一 4 に示した。

⑨単純反応時間の測定は、反応時間測定器を使用し、光応答時間を測定した。

表一 1 被検者の身体的特徴

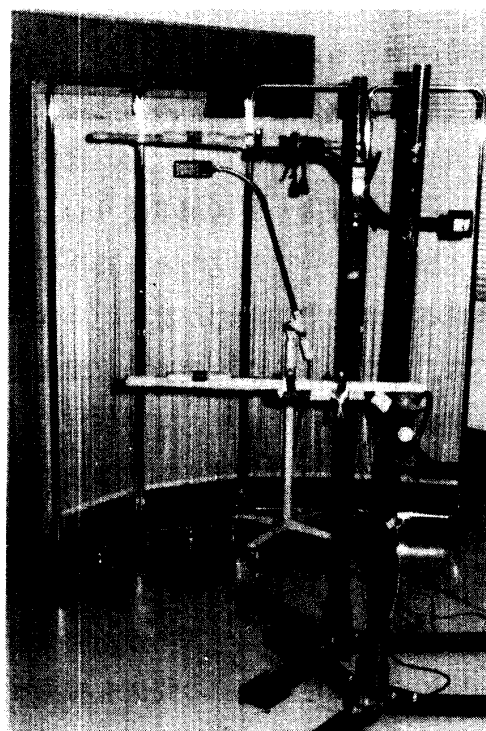
被検者	身長	体重	年齢	経験	被検者	身長	体重	年齢	経験
O. M	172cm	55kg	21才	無	M. E	173cm	66kg	20才	3 段
H. K	166	57	21	無	Y. O	176	82	21	4 段
K. K	167	61	22	無	R. U	175	93	22	4 段
S. T	173	54	21	無	T. K	180	84	21	3 段
K. M	167	63	21	無	S. K	164	56	21	3 段
H. T	172	63	21	無	H. N	179	72	21	3 段
T. N	175	57	21	無	Y. S	172	62	19	2 段
S. Y	179	58	20	無	T. H	172	54	19	2 段
					I. O	175	63	19	2 段
					K. N	172	60	19	2 段



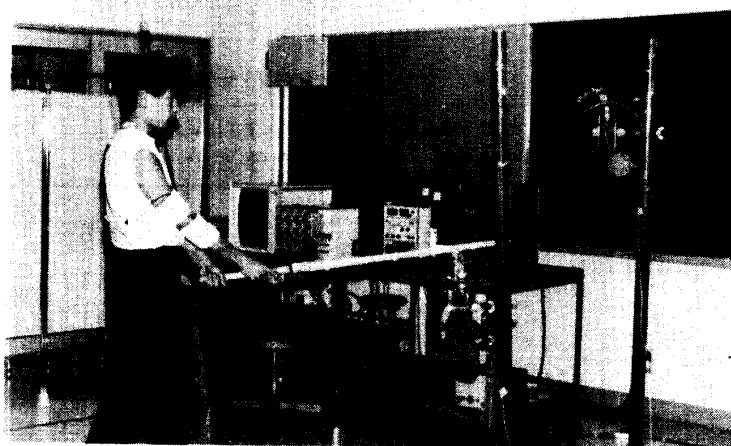
図一 1 測定装置の構成



図一 2 電極・角度計の装着(右腕)



図一 3 被打撃面(小手・面)とストロボの位置



図一 4 測定風景

⑩ストロボの発光から打撃までの時間及び反応時間の各群の平均の差の検定を行った。なお、分散の同質性の検定を 2 群間にあっては F 検定により、3 群間にあってはバートレット法により行い、有意でないものは t 検定、有意なものについては、コクラン・コックス法によった。

### 3. 結果と考察

#### 1) 光トリガから打撃までの時間と光応答時間

殆どのスポーツにおいて、敏捷性はスキルと高い相関関係があると言われている。敏捷性を知る上でのがかりの一つとして、全身反応時間の測定が上げられる。これらの研究は、タトル、猪飼、鷹野等多くの研究が報告され、剣道競技者の全身反応時間や、打撃反応時間、防御反応時間等の報告もある。猪飼らは、ミリ秒を競う陸上競技の短距離において、ピストルの音反応が競技の成果を左右することに注目した。剣道競技においては、相手の心身の動きを素早く捉え有効打突を与えることから、反応時間が短いとの期待をもつのが一般的であるが、渡辺によれば、剣道競技者が非鍛練者よりむしろ敏捷性に欠けるという報告をしている。しかし、恵土は、対人競技において変化のある相手の動作を正確に読みとる予知能力が好結果を得るために必要で、高度鍛練者は予知能力が高いために、反応時間が遅くても防御率が高いのではないかと示唆している。今回は、小手・面連続打撃における筋電及び肘関節角度の変化の測定に伴い、光トリガから打撃までの時間と光応答時間についても検討を加えた。

表一 2 は、剣道鍛練者群（剣道部員群）と一般学生群の光トリガから打撃までの時間と光応答時間の平均値と標準偏差及び有意差を示したものである。光をトリガにした単純反応時間では、剣道鍛練者群（剣道部員群）338msec，一般学生群321msec で、両者間には統計的に有意な差は認められなかった。表一 3 から、剣道鍛練者群を選手群・非選手群に区分し一般学生群との三群間の比較を試みた。三群の間にも有意な差は認められなかったが、選手群と一般学生群との間に有意に近い差が認められた。光トリガから小手打撃までの時間において、剣道鍛練者群868msec，一般学生群964msec，t 値2.01で有意に近い差が認められ、剣道鍛練者群の選手群と一般学生群との間には、1%水準の有意な差が認められた。また、鍛練者群と非鍛練者群間には有意に近い差が認められた。

表一 2 鍛練者群および一般学生群の光トリガから打撃までの時間と光応答時間

	光応答時間 (単純反応時間)			光トリガから小手 打撃までの時間			小手打撃から面 打撃までの時間			光トリガから面 打撃までの時間		
	M	SD	有意差	M	SD	有意差	M	SD	有意差	M	SD	有意差
鍛練者群 (n=10)	338	27.7		868	108.2		220	16.9	※※	1088	112.2	※
一般学生群 (n=8)	321	21.2		964	76.9		274	26.9	※※	1239	74.4	※

※※ 1%水準で有意 ※ 5%水準で有意 (単位：msec)

表一 3 選手群、非選手群および一般学生群の光トリガから打撃までの時間と光応答時間

	光応答時間 (単純反応時間)			光トリガから小手 打撃までの時間			小手打撃から面 打撃までの時間			光トリガから面 打撃までの時間		
	M	SD	有意差	M	SD	有意差	M	SD	有意差	M	SD	有意差
選 手 群 (n=5)	344	21.7		781	115.9	☆☆	218	13.0	☆☆	999	108.1	☆☆
非 選 手 群 (n=5)	333	34.3		935	72.2		220	21.4	★★	1156	93.1	
一般学生群 (n=8)	321	21.2		964	76.9	☆☆	274	26.9	☆☆ ★★	1238	74.4	☆☆

(単位：msec)

選手群と非選手群の有意差 ……★★ }  
選手群と一般学生群の有意差 ……☆☆ } 1%水準で有意  
非選手群と一般学生群の有意差 ……★★ } 5%水準で有意

小手打撃から面打撃間の所要時間では、選手群・非選手群間で選手群218msec、非選手群228msecで有意に近い差が、選手群・一般学生群間では、一般学生群284msecで1%水準の有意な差が認められ、非選手群・一般学生群間にも1%水準の有意差が認められた。鍛練者群と非鍛練者群間には、1%水準の有意差が認められた。

光トリガから面打撃までの時間においては、選手群999msec、非選手群1156msec、一般学生群1238msecであり、0.1%の高い水準の有意な差が認められた。鍛練者群と非鍛練者群間には、5%水準の有意差が認められた。

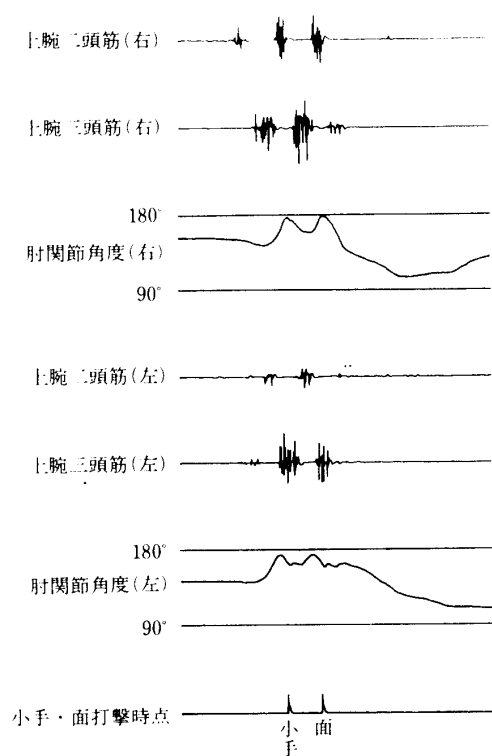
これらのことから、単純反応時間については、従来言われているように、生得的なものも考えられ、鍛練度による差はないと思われる。光トリガから小手打撃について、前述のように光反応においては、鍛練度別による差はないが、打撃動作が加わることにより意識的、技術的要因が関与し、時間が短縮されたと思われる。特に選手群と一般学生群間においてその差が顕著に現われていた。小手・面打撃間の所要時間においては、まさに剣道運動の習熟による差が示されたと推察される。光トリガから面打撃の差は、光トリガから小手打撃及び小手打撃から面打撃までの各結果から導かれたものと考えられる。

## 2) 小手・面連続打撃時の筋放電様相と肘関節角度

図一5は鍛練者(選手群)、図一6は鍛練者(非選手群)、図一7は非鍛練者(一般学生群)の小手・面連続打撃における左右上腕4筋の筋電波形と肘関節角度変化の測定結果である。

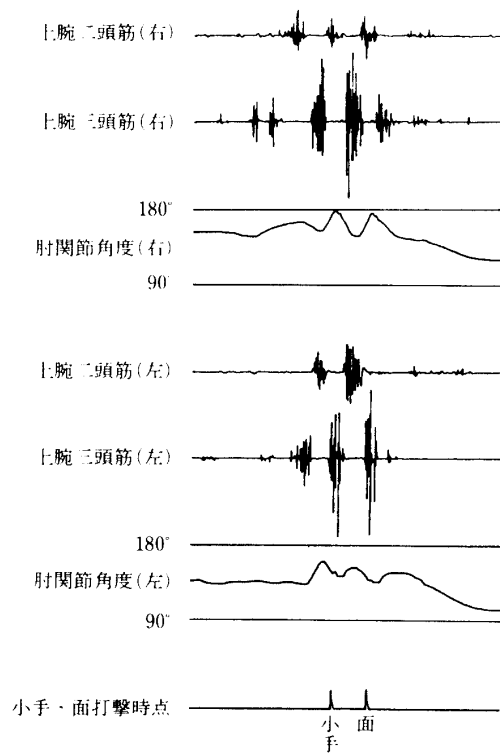
鍛練者は、選手群・非選手群を問わず、小手打撃・面打撃いずれの打撃時においても右腕の最大伸展(約180°)が見られるが、非鍛練者においては肘関節角度約150°の伸展が概観され、十分な打撃動作が行われていないことがうかがえた。このことは、非鍛練者が打撃時に、両腕を十分に伸ばすという剣道の基本動作を学習していないことを示している。

打撃時前後における左右の肘関節角度の変化についてみると、鍛練者の場合、左右の最大伸展に時間的ズレがみられる。剣道の打撃は、両腕の作用のみならず手首の作用、つまり剣道で言う



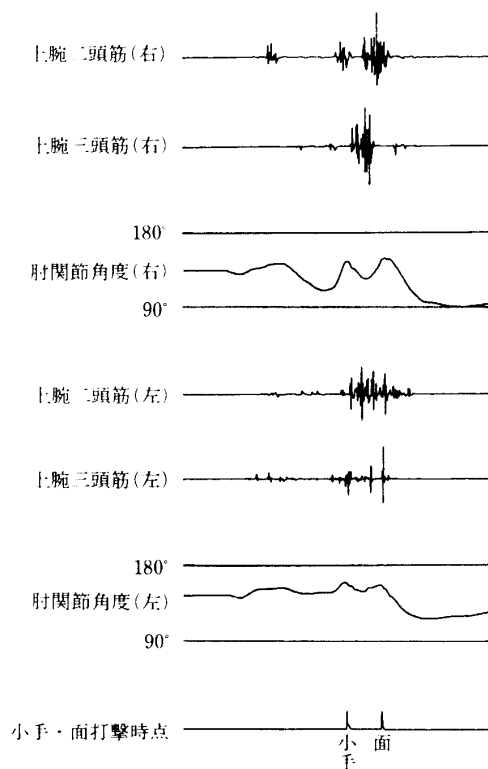
2 [mV]  
400 [msec]

図一 5 鍛練者(選手群)の小手・面連続打撃における上腕筋電波形と肘関節角度変化



2 [mV]  
400 [msec]

図一 6 鍛練者(非選手群)の小手・面連続打撃における上腕筋電波形と肘関節角度変化



2 [mV]  
400 [msec]

図一 7 非鍛練者(一般学生群)の小手・面連続打撃における上腕筋電波形と肘関節角度変化

「手の内」の動作も参加することから、「さえ」のある習熟した打撃を行っていると考えられる。なお、このような傾向は、筋放電パターンからも推察され、右上腕二頭筋及び上腕三頭筋、左上腕二頭筋及び上腕三頭筋の円滑な交互作用による打撃動作の現われと思われる。鍛練者間の左右肘関節角度の出現パターンには近似が見られるが、非鍛練者においては、近似が見られない。非鍛練者の左右差は、右腕の変化が大きいことから、左を主とする剣道打撃とは異なり、右手を主としたいわゆる叩く動作の現われと考えられる。一般的に、上腕を屈曲する動作には撓側手根屈筋、上腕二頭筋が主に関与し、伸展動作は、撓側手根伸筋、上腕三頭筋が主に関与するが、剣道の小手・面連続打撃に見られるような素早い上腕の屈伸動作においては、必ずしも前述のような放電パターンを示すとは言えないことが各測定結果から、特に右腕にその傾向が散見される。そのことは、上腕の伸展動作から屈曲動作の移行期前に先行して、上腕二頭筋がすでに作用していることを示し、上腕の屈曲動作から伸展動作においては、上腕三頭筋の先行作用を示していると思われる。腕の屈伸を素早く繰り返すと、次期動作に備え現動作の抑制を目的とした筋活動が行われると考えられる。

選手群と非選手群の筋放電パターンを見ると、打撃時点に集中的に放電しているが、選手群の方が放電量が少なく、効率の良い筋活動をしていることがうかがえた。非鍛練者の放電パターンについては、鍛練者と比べて放電時間が長いことから無駄な筋緊張があるものと思われた。

#### 4. ま と め

1) 光トリガから打撃までの時間と光応答時間において、単純反応時間には、鍛練度による差は見られなかったが、打撃動作の加わる光トリガから打撃までの所要時間に、剣道運動の習熟による差が明らかに示された。

2) 鍛練者は、選手群・非選手群を問わず、小手打撃・面打撃いずれの打撃時においても右腕の最大伸展(約180°)が見られるが、非鍛練者においては肘関節角度約150°の伸展が概観され、十分な打撃動作が行われていないことがうかがわれた。

3) 鍛練者の筋放電パターンから、選手群に効率の良い筋活動をしていることが示された。非鍛練者の放電パターンについては、鍛練者と比べて放電時間が長いことから無駄な筋緊張があるものと考えられた。

#### 参 考 文 献

- |            |   |
|------------|---|
| 勝木豊成, 佐々木弘 | 剣道打撃動作の筋電図学的研究(1) 福井工業大学研究紀要16号 1986。   |
| 山本高司       | 動作の調整能 杏林書院 1983。                       |
| 矢部京之助      | 人体筋出力の生理的限界と心理的限界 杏林書院 1980。            |
| 日本バイオニクス学会 | スポーツのバイオメカニクス 杏林書院 1983。                |
| 波多野義郎ら     | スポーツ動作の科学的分析 泰流社 1977。                  |
| 恵土孝吉       | 剣道の防禦における時間的研究(III) 金沢大学教育学部紀要33号 1984。 |