

剣道公式審判員の判定に関わる視覚探索ストラテジ

秋山 雅美¹⁾ 星野 聡子²⁾

Visual search strategy on judgment of official referee of Kendo

Masami Akiyama¹⁾ Satoko Hoshino²⁾

Abstract

In this study, we examined about that the official referee of Kendo has done what kind of vision search activities when they judge, by conducting the measurement experiment of eye movement in comparison with the novice.

As a result, the expert has acquired the information for judging efficiently by putting a visual point from one to the other of 2 players. When judging comparatively easy striking movement, it is that experts form prediction 333ms before striking movement and they were making the visual point forestall.

In the striking movement, which is thought that judgment is difficult, experts read the changes of the players by fixating the point of bamboo sword. And it is contemplated that they moved the visual point in order to check the element or requirements of effective striking movement at the moment of striking movement.

From the result of this research, it was guessed that the visual search activities of the referee were to predict the kind of work and the direction of striking movement, and to use the central vision.

Therefore when judging Kendo, it was proposed that to predict happening from now on, and to collect many certain and intimate information by central vision is the effective strategy.

(Research Journal of Sport Science in Nara Women's University, 8: 41- 48, 2006)

Key words: visual search, prediction, central vision, judgment, Kendo

キーワード：視覚探索，予測，中心視，審判，剣道

¹⁾ 奈良女子大学文学部人間行動科学科スポーツ科学専攻

〒630-8506 奈良市北魚屋西町

Nara Women's University, Faculty of Letter, Human Behavioral Science,
Course of Sport Sciences, Kitauoyanishi-machi, Nara, 630-8506

²⁾ 奈良女子大学文学部人間行動科学科スポーツ科学講座

〒630-8506 奈良市北魚屋西町

Nara Women's University, Faculty of Letters, Human Behavioral Sciences,
Chair of Sport Sciences, Kitauoyanishi-machi, Nara, 630-8506

緒 言

現在スポーツ競技に関わる判定は、球技などのように客観的判断によって判定されるものと、体操や柔道などのように主観的判断によって判定されるものがある⁸⁾。客観的判断による判定を行う競技は、勝敗が点数やタイムなどで決定するため¹⁰⁾判定は比較的容易である。しかし主観的判断によって判定を行う競技では、競技歴の浅い者、あるいはその競技に関わる機会が少ない者にとって判定が大変困難だといえる。したがって、主観的判断を行う競技の審判員に必要とされる要素として、競技に関する知識、公平無私であること、経験などの他に、判定に効率的な視点の配置、選手やコートに対する適切な立ち位置などがあげられる。しかし、スポーツにおける審判に関する先行研究には審判員の動きや、位置取り⁹⁾、エネルギー代謝など身体活動的側面からの報告は多くあるが、知覚、認知的側面に関する報告は皆無に等しい。

目前に広がる視野に存在する多くの視覚情報の中から、特定の情報を選択し、対象を正確に捉える過程は視覚探索と呼ばれる²⁾。加藤²⁾はあらゆるスポーツにおける競技者の視覚探索活動について、熟練者は視支点を置き周辺視を使って情報を取り入れており、また、速い動きに対しては予測を行い、対象物の到着位置に視点を先回りさせていると述べている。一方、非熟練者は眼球運動により注視する場所を選択し、中心視により情報を取り入れていると報告している。

競技者に関する先行研究では、Nagano⁶⁾は、サッカープレイヤーの視覚探索ストラテジについて次のように報告している。熟練者はボールから目を離し、先の動きやボールの位置を効率よく予測しており、また、相手選手がフェイントを行う際には、相手の膝辺りに視支点を置き、全体の動きを周辺視で捉えている。これに対し、非熟練者はボールそのものに視線を配置させていると報告している。また剣道競技についても、加藤は、熟練者は遠い山を望むように相手の目を中心に体全体をおおらかに見るべきとする「遠山の目付(えんざ

んのめつけ)」を用いていると報告している²⁾。他競技のプレイヤーに関する研究^{3) 7) 11) 12)}においても、上に記したような、熟練のプレイヤーと未熟練のプレイヤーとでは、視覚探索のストラテジが異なること報告している。競技者の視覚探索活動には以上のような違いがみられたが、では、第三者が審判をするとき、視覚探索活動はどのように行われているのだろうか。

本研究では、審判員の視覚探索活動を探るために、判定に主観的判断を必要とし、その判定が困難だと思われる剣道を対象とした。剣道の打突運動は、瞬時の現象で、多彩な条件や要素を総合的に判断し、相対的要因を加味しなければならない独特の規範を持つ、極めて複雑な一過性の現象である¹³⁾。その打突が「一本」に相当するか否かによって、判定は行なわれる。一本と判定される打突を有効打突といい、有効打突と判定されるには、様々な要素や要件が必要となる。有効打突であるための要素には、姿勢、間合、機会、体捌、発声などがあり、要件には、打突部位、竹刀の打突部、刃筋、打突の強さなどがある¹⁴⁾。審判員は、これらの要素や要件を満たしているか否か、すべての打突において検討し、判定を行わなければならないのである。

このような、比較的判定の困難な剣道では、公式試合などで審判経験を数多く積んだ熟練の審判員と、審判経験の少ない非熟練の審判員とでは、視覚探索パターンに違いがあるのではないだろうか。剣道審判員の熟練者と非熟練者に、試合および1本のみの打突のVTRを呈示し、判定を行う際の眼球運動を測定した。さらに中心視、周辺視に関する内省報告を補助的に使用することで、熟練者と非熟練者の視覚探索を比較検討し、有効なストラテジを探ることを目的とした。

方 法

1. 被験者

熟練者群 (E 群) は公式審判員の経験を有する6名であった。被験者の内訳は、剣道五段1名 (32歳)、

同七段3名 (48.75 ± 8.34 歳), 同八段2名 (56.67 ± 5.86 歳) であり, 平均両眼視力は 1.03 ± 0.35 であった. 非熟練者群 (N 群) は大学から剣道を始めた審判経験の少ない7名とした. 内訳は, 段位なし2名 (20.5 ± 0.58 歳), 剣道初段3名 (20.33 ± 0.58 歳), 同二段1名 (21 歳), 同三段1名 (21 歳) で, 平均両眼視力は 0.98 ± 0.32 であった.

2. 実験課題

実験室内において, 3 条件のビデオ映像を呈示し技に対する判定を行わせた.

1) 通常試合条件(課題 M) : 4 分間の試合場面を 3 試行呈示した.

2) 判定容易条件(課題 E) : 1 つの映像において技を 1 種類打突している. 9 種類の技を 40 試行呈示し, 面と突きの計 10 試行を分析対象とした. 各試行後直ちにアンケートに回答させた. アンケートは打突の瞬間の映像を簡略化した図の中に, その瞬間に視点を置いていた箇所にながな丸を, 同時にどの範囲まで見えていたかを任意の大きさに囲むように指示した.

3) 判定困難条件(課題 D) : 1 つの映像において出端面のみを打突しているものを 15 試行呈示し, 1 場面ごとに判定させた. 出端面とは, 1 人が面を打つであろう動作の起こりの瞬間に, もう一方の選手が面を打つ技である.

3. 実験手順

審判時の視点に関する 3 つのアンケートおよびフェイスシートに回答させた後, 静止両眼視力を

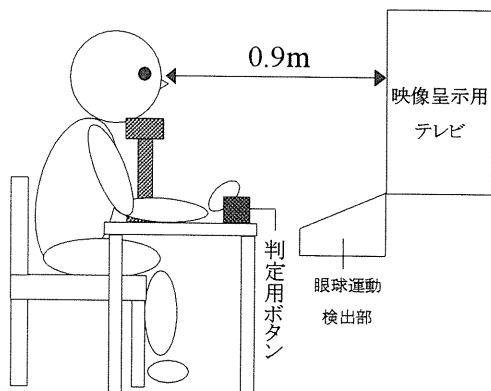


Fig. 1 実験システム

測定した. 実験の説明後, 椅座位姿勢で映像呈示用テレビ画面の正面 0.9m 前方に設置した顎台に顎部をのせて頭部を固定した. 判定は被験者の右手両サイドに設置した紅白のボタンを, 手関節のみを左右に動かし指の腹部で軽くたたかせ行わせた.

4. 測定項目および装置

眼球運動測定には, 瞳孔とプルキンエ像の中心座標の変化を利用した非接触型の眼球運動検出器を備えた眼球運動データ処理システム (Free View-DTS 竹井機器工業) を用いた. 眼球運動検出角度は水平・垂直各 $\pm 20^\circ$ 以内であった. 実験装置の配置図を図 1 に示す. さらに筋電図 (EMG) (TC:0.03), 皮膚電位反応 (SPR) (TC:3.0s) をデジタル生体情報測定アンプ (Polymate AP1000 TEAC 社) により測定した. EMG は判定時点を特定するために, 右前腕手根伸筋に Ag 電極を装着し, 双極式表面電極法により測定した. SPR は被験者の覚醒度合を観察するために, Ag-AgCl ディスポーザブル電極を左前腕および左手掌小指球に装着し, 電位法により測定した. これらのデータは収録部を介してコンピュータ (Dynabook Satellite 1850 SA120C/4 東芝) に記録した.

5. データ処理

注視点は眼球運動の角速度を 11 deg/s 以内¹⁾, 最小停留時間を 133.3 msec とし, サックード成分は 40 deg/s 以上とした. 視点の位置は X-Y 座標軸上の眼球移動角度で示され, これらのデータから眼球運動データ処理ソフト (竹井機器工業) を用いて注視位置, 注視時間, 瞬目時間を算出した.

6. 結果の処理

すべての課題において, 打突時を 0s とし, 時間経過を表した. 課題 E, D において,

Table. 1 打突前後の抽出時点と名称

時間経過	名称
500.0ms前	15フレーム前
333.3ms前	10フレーム前
166.6ms前	5フレーム前
0 (打突時)	打突時
166.6ms後	5フレーム後
333.3ms後	10フレーム後
500.0ms後	15フレーム後

打突時の視点移動を検討するために、打突時前後7つのフレームを抽出した(表 1)。7つのフレームとは、打突時から打突の前後 500ms まで5 フレーム(133.3ms) ずつの時点である。また、打突時の視点位置を容易に判別するために、打突場面を9つのエリアに分割した。エリアは15 フレーム前の場面を基準とし、エリアにおける垂直方向の分割は、二者それぞれの竹刀の先端とし、水平方向の分割は左こぶし下縁と、竹刀の先端とした(図 2)。このエリアは15 フレーム後まで変化させなかった。

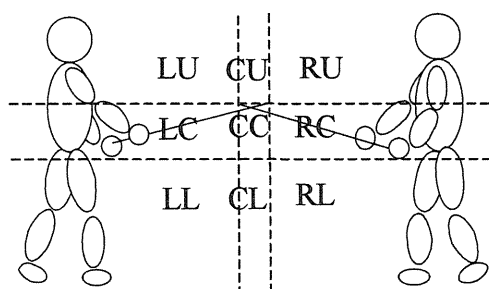


Fig. 2 視点配置エリア

結果

1. 蹲踞から打突後 2s までの視点移動

課題 M および課題 D より、蹲踞から打突後 2s

Table. 2 (課題 E-面)における E 群のフレームごとにみたエリア別視点配置率(%)

	LU	LC	LL	CU	CC	CL	RU	RC	RL
15フレーム前	23.9	6.7	0.0	22.5	30.6	0.0	3.3	13.1	0.0
10フレーム前	40.0	11.1	0.0	32.2	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0
5フレーム前	32.6	21.1	0.0	39.4	5.6	0.0	0.0	3.3	0.0
打突	76.7	3.3	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Table. 3 (課題 E-面)における N 群のフレームごとにみたエリア別視点配置率(%)

	LU	LC	LL	CU	CC	CL	RU	RC	RL
15フレーム前	4.8	3.6	3.6	27.1	46.7	3.6	10.7	0.0	0.0
10フレーム前	5.7	7.1	5.7	49.3	25.7	2.9	0.0	3.6	0.0
5フレーム前	18.8	21.7	5.7	41.0	6.4	2.9	3.6	0.0	0.0
打突	56.2	30.2	0.0	10.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0

までの X 座標上および Y 座標上の視点移動を求めた。X 座標上の視点移動にはそれぞれ典型的な視点移動がみられた。E 群では開始直後から約 $\pm 15^\circ$ の位置を交互に移動している。 $\pm 15^\circ$ 間の移動はサッケードによって行われており、 $\pm 15^\circ$ 時

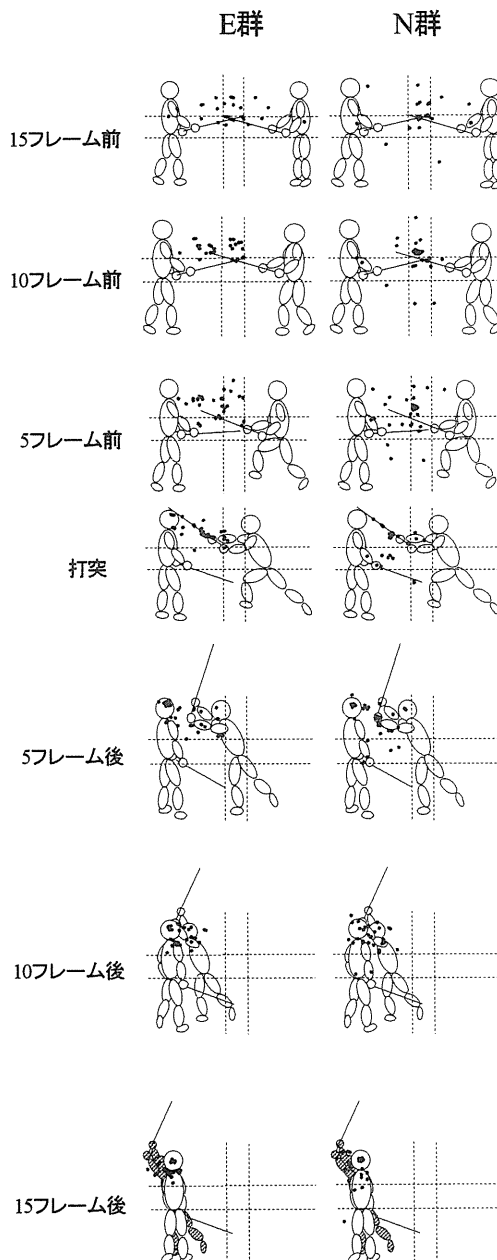


Fig. 3 (課題 E-面)におけるフレームごとの視点配置

点での注視滞時間は約 100ms から約 1000ms であった。N 群は選手二者の中心である 0° の位置において打突までの間における注視状態がみられた。E 群、N 群ともに Y 座標上の視点移動に大きな相違

Table. 4 (課題 E-突き)における E 群のフレームごとにみたエリア別視点配置率(%)

	LU	LC	LL	CU	CC	CL	RU	RC	RL
15フレーム前	4.8	3.6	0.0	26.0	40.7	2.9	10.0	3.6	8.6
10フレーム前	3.6	3.6	0.0	44.3	27.1	2.9	7.1	2.9	8.6
5フレーム前	21.9	13.6	0.0	23.6	14.8	14.3	8.3	3.6	0.0
打突	41.4	24.8	5.7	14.8	0.0	5.7	7.3	0.0	0.0
5フレーム後	44.3	27.9	10.7	7.1	2.9	3.6	3.6	0.0	0.0
10フレーム後	78.6	11.9	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15フレーム後	82.1	17.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Table. 5 (課題 E-突き)における N 群のフレームごとにみたエリア別視点配置率(%)

	LU	LC	LL	CU	CC	CL	RU	RC	RL
15フレーム前	8.3	8.3	0.0	12.5	58.3	0.0	0.0	12.5	0.0
10フレーム前	37.5	12.5	0.0	20.8	25.0	0.0	4.2	0.0	0.0
5フレーム前	87.0	5.6	0.0	0.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0
打突	91.1	5.6	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0
5フレーム後	84.7	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10フレーム後	86.1	13.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15フレーム後	95.8	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Table. 6 (課題 D)における E 群のフレームごとにみたエリア別視点配置率(%)

	LU	LC	LL	CU	CC	CL	RU	RC	RL
15フレーム前	12.8	5.4	3.6	19.5	23.6	3.6	23.9	6.4	1.3
10フレーム前	16.1	7.0	1.8	21.6	12.8	7.1	22.7	9.6	1.3
5フレーム前	24.7	6.7	2.7	20.1	11.8	4.3	20.7	6.4	2.6
打突	20.9	4.8	5.5	24.7	2.0	3.3	32.0	4.2	3.7

Table. 7 (課題 D)における N 群のフレームごとにみたエリア別視点配置率(%)

	LU	LC	LL	CU	CC	CL	RU	RC	RL
15フレーム前	4.4	15.0	2.6	19.8	36.3	1.3	9.2	12.8	0.0
10フレーム前	8.8	8.6	1.3	13.2	22.9	0.0	28.9	16.2	0.0
5フレーム前	6.9	6.7	0.0	18.3	18.5	0.0	33.1	16.5	0.0
打突	17.5	1.2	0.0	16.6	8.3	0.0	50.4	0.0	0.0

はみられず、その位置は-1° から3° 内であった。

2. 課題 E における視点配置および視点移動

面課題について表 2, 3 および図 3 に、突き課題について表 4, 5 および図 4 に示す。E 群は 15 フレーム前において、面では配置するエリアにばらつきがみられ、突きでは CC への配置が多かったが、面、突きともに 10 フレーム前から LU および CU に移行していた。打突時には LU へ高い割合で配置されていた。N 群は、15 フレーム前において CU, CC が高い値を示し、E 群よりも二者の中心

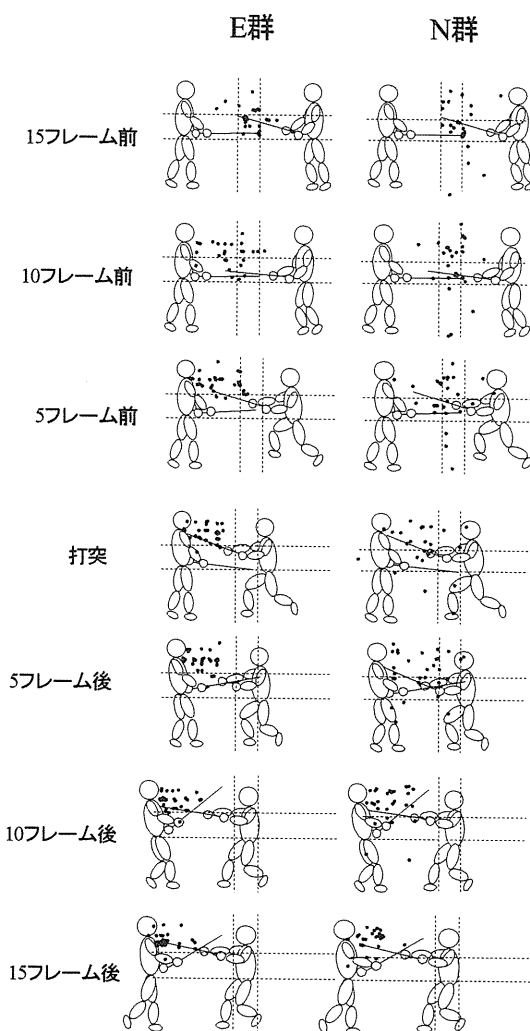


Fig. 4 (課題 E-突き)におけるフレームごとの視点配置

に配置させる傾向にあった。打突時にはE群と比較してLUは少なく,LCへの配置が多くみられた。突きでは10フレーム後にE群に近い値となった。

3. 課題Dにおける視点配置および視点移動

表6, 7および図5に示す。E群は, 15フレーム

前において, 竹刀の交わる場所に最も視点が集まっていた。10フレーム前から5フレーム後にかけて, 中心より右側への配置が左側に比べて約3倍多くみられた。N群では, 打突時に選手の手元への視点配置がみられ, E群に比べ竹刀や面など選手に近い部分への配置は少なかった。

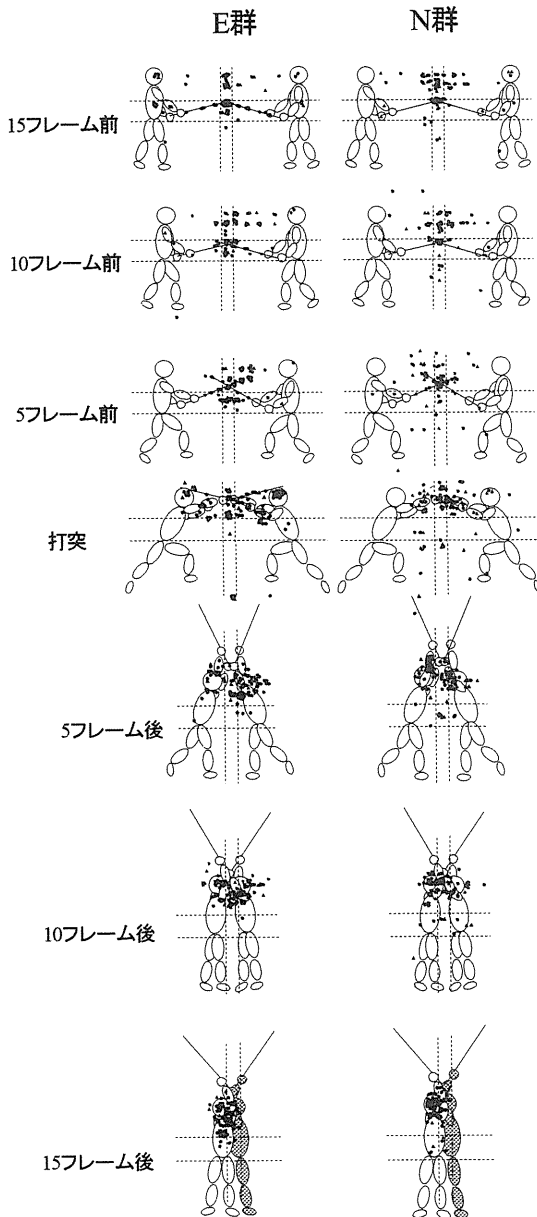


Fig. 5 (課題D)におけるフレームごとの視点配置

考 察

1. 蹲踞から打突2s後までの視点移動について

X群において, 約 $\pm 15^\circ$ を交互にサッカードによって移動する現象がみられた。画面上X座標 $\pm 15^\circ$ の位置は, 選手二者が構えて立っている位置である。Y座標上の変化が -1° から 3° 内であることから, このX座標上の $\pm 15^\circ$ 間の移動は, 選手の小手部や, その周辺を交互に観察しているということがわかる。この視点の動きから, 選手二者の比較, もしくは各選手から何らかの情報を得ていると考えられる。剣道では, ただ打突部位に当たっただけでは有効打突とならないことは先に述べた。選手の姿勢, 着装などから, その選手の背景にあるもの, 例えば技術レベルや稽古量などをよみ取ることで, より効率的な判定が可能になると考えられる。

一方N群では, 選手の蹲踞後および攻め合いの場面において, 約0度の位置で注視し続けるパターンがみられた。アンケートの回答より, 周辺視によって, 選手両者を同時に捉えている可能性がある。周辺視では, 広い範囲の情報を, 同時に取り入れることはできるが, 視力は左右 15° の位置において, 約0.15となる⁴⁹⁾。したがって, 周辺視を用いると, 各選手の像は捉えられるが, 詳細な情報を捉えることは困難となる。このことから, E群にみられたような効率的な判定を行うための情報収集は行われていない可能性があると考えられる。

したがって, E群は, N群よりも眼球の運動量が多く, 中心視を使うことでより深い情報を取り入れ, 打突時に備えていると思われる。

2. 課題Eについて

E群において、打突の10フレーム前からエリアLUへ視点が移動する傾向がみられた。列Lのエリアには元立ちがおり、LUは打突部位およびその周辺のエリアである。視点は打突の10フレーム前から移動し始め、打突時には視点のほとんどがLUに配置されていた。このことから、E群は、15フレーム前から10フレーム前の間に、打突の方向、技の種類を予測し、打突よりも先に打突部位、もしくはその周辺に視点を配置させていた可能性が非常に高いといえる。本研究では、15フレーム前から10フレーム前のどの時点で予測が成立するのか、特定することはできなかった。今後、検討する必要がある。

N群においては、予測したであろう視点移動は極めて少なかった。また、N群では、面と突きでは異なる視点配置がみられた。そこで両群の視点配置を、技別に検討してみる。

1) 面課題遂行時の視点配置について

E群は10フレーム前に、先に述べたように予測が成立したと考えられ、打突部位への移行がみられた。打突時にはLUの、特に、打突者の竹刀およびその周辺への配置が多くみられた。打突部位である面への配置は少なかった。また、面課題でのアンケートには、「視点を置いていたところに小さな丸を描き込む」と呈示したのにも関わらず、竹刀全体に丸をつける回答が多くあった。これは、竹刀の角度や撓りなどを見ることにより、打突部位を打突しているか否かだけでなく、打突の強さなども同時に捉えていたのではないかと考えられる。

N群は、15フレーム前から5フレーム前において、CUおよびCCに多く配置されていた。これは、1で述べたように、周辺視によって二者を捉えていたからだと考えられる。打突時にはE群に比べ竹刀への配置は少なく、打突部位である面に視点はまったくなかった。しかし、面課題全試行において、全員が有効打突だと判定している。5フレーム後には打突部位および打突者に多く視点配置されている。つまり、打突時ではなく打突後に、視点

を打突部位に移動したと考えられる。したがってN群は、打突時に周辺視によって捉えられた打突部位周辺の情報、打突部位を打突した音や、打突後の竹刀の状況などを加味して判定を行ったと推察される。

2) 突き課題遂行時の視点配置について

E群において、5フレーム前にほぼすべての視点がLUに配置されており、打突時には打突部位、打突者の竹刀周辺に視点があることから、予測がなされていた可能性が極めて高いと考えられる。この予測は、先に述べたように、打突の500ms前から333.3ms前の間に成立したと思われる。

一方でN群は、打突時において、二者より成す空間の広い範囲に分布していた。さらに、5フレーム後においても、打突時と同じように二者間でばらついており、10フレーム後に打突部位周辺に視点が移動していた。つまり、打突されてから166.6msから333.3ms後に打突部位を捉えたといえる。サッケードの潜時が約200msであることから、N群は打突されたことを認知してから打突部位に視点を移動させたのではないかと考えられる。E群全員が有効打突だと判定した試行においてのN群は、4名が「判定なし」としていた。これは、打突時に打突部位を捉えることができず、したがって判定が不可能だったために「判定なし」となったのではないかと推察される。

3. 課題Dの視点配置および視点移動について

E群では15フレーム前において、CU、CCに視点を配置させているものが多かった。「攻め合っている中で選手二者が同時に今にも打突しようとしている瞬間どのように視点を配置させているか」というアンケートに対し、「竹刀の交わるところに視点を置き、選手二者を同時に視野に捉える」とが回答していた。他の被験者においても2名が「二者の面の中心に視点を置き、選手二者を同時に視野に捉える」という回答であった。課題Dは、両者がほぼ同時に打突をする技であるため、二者が唯一触れ合っている(竹刀を介してであるが)部分に視点を置き、中心視によって二者を捉えること

で、どちらが先に動作を起こすかなどの情報を取り入れていたのではないかと考えられる。5 フレーム前において、左側の選手の竹刀に視点が多く、また、10 フレーム前から5 フレーム後にかけて、右側に視点を配置する割合が高かった。判定の割合が紅白ともに45%前後だったことから、視点の配置は判定の結果に依存していないと考えられる。

N 群において、15 フレーム前、10 フレーム前において二者の中心であるCU、CCに視点を配置させている傾向がみられた。これは、先に述べたように、周辺視による情報収集を行っていると考えられる。E 群においても、竹刀の交わるところに視点を置く傾向がみられたが、N 群のそれとは質が異なると考える。つまりE 群は、竹刀の先から情報を得るために配置させているが、N 群は周辺視を使うための視支点が、竹刀の交わる場所であると推察する。打突時においては、E 群のような左右への偏りがみられなかった。また、打突部位である面への配置も少なかった。これは、打突を判定する際にも、周辺視により打突部位を捉えている可能性がある。

まとめ

プレイヤーの熟練者では、剣道において遠山の目付と呼ばれる周辺視と予測を用いる視覚探索活動だと報告されていた。しかし本研究の結果から、剣道公式審判員においては中心視と予測を用いる視覚探索活動であると推察された。したがって剣道において審判をするにあたり、予測を行いつつ、中心視によって確実に詳細な情報を数多く収集することが有効なストラテジではないかと提案された。

引用文献

- 1) 福田亮子・佐久間美能留・中村悦夫・福田忠彦 (1996) 注視点の定義に関する実験的検討. 人間工学 32: 197-204.
- 2) 加藤貴昭 (2004) 視覚システムから見た熟練者のスキル・日本スポーツ心理学会編 スポーツ心理学. 東京, pp. 163-174.
- 3) 加藤貴昭・福田忠彦 (2002) 野球の打撃準備時間相における打者の視覚探索ストラテジー. 人間工学 38: 333-340.
- 4) 真下一策 (2002) スポーツビジョン—スポーツのための視覚学. pp.1-12.
- 5) 松本雅文・岩井一師 (2003) 剣道審判員の位置取りに関する研究—移動軌跡から—. 広島商船高等専門学校紀要 25: 57-62.
- 6) Nagano, T., Kato, T., and Fukuda, T. (2004) Visual search strategies of soccer players in one-on-one defensive situations on the field. *Perceptual and Motor Skills* 99: 968-974.
- 7) Naito, K., Kato, T., and Fukuda T. (2004) Expertise and position of line of sight in golf putting. *Perceptual and Motor Skills* 99: 163-170.
- 8) 大築立志 (1988) 「たくみ」の科学. 東京, pp. 2.
- 9) 視覚学会 視覚情報処理ハンドブック. 東京, pp.236-237
- 10) 野崎忠信・横倉三郎 (2002) 陸上競技における計測と判定. バイオメカニクス研究 6: 127-132.
- 11) Williams, A.M., Davids, K., Burwitz, L., and Williams, J.G. (1994) Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 65: 127-135.
- 12) Williams, A.M. and Davids, K. (1998) Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 69: 111-128.
- 13) 全国教育系大学剣道連盟 (2004) 教育剣道の科学: 東京, pp.182-185.
- 14) 全日本剣道連盟 (2002) 剣道試合・審判・運営要領の手引き: 東京, pp. 7.