

中京大学博士審査学位論文

大学院体育学研究科

剣道における残心の特徴に関する研究

Examination of the Characteristics of Zanshin in Kendo

2015年3月19日 学位授与

中京大学大学院体育学研究科

氏名 濱口雅行

本論文は以下の2編の論文に基づいて構成されている。

- 1) 濱口雅行, 浅田 博, 北川 薫 (2012)
瞬目に見る剣道経験者における注意集中の特徴.
体育学研究 57 : 119-127. (第2章を構成)

- 2) HAMAGUCHI, M., ASADA, H., ARAMAKI, Y., KITAGAWA, K. (2014)
Characteristics of Zanshin of Kendo Practitioners : Examination of the
Relationship between Eye Blinking and CNV Resolution Time.
International Journal of Sport and Health Science, 12(0) : 53-60. (第3章を構成)

目次

第1章 序論

1-1. 研究小史	2
1-1-1. 剣道の歴史	
1-1-2. 剣道競技の歴史と問題点	
1-1-3. 残心の考え方と方法	
1-1-4. 残心との問題点	
解説	6
1-2. 研究の目的	7

第2章 瞬目から見た残心の特徴

2-1. はじめに	10
2-2. 方法	12
2-2-1. 被験者	
2-2-2. 測定方法	
2-2-3. 計測	
2-2-4. 統計解析	
2-3. 結果	18
2-3-1. 瞬目	
2-3-2. 反応時間	
2-3-3. 競技力と瞬目および反応時間との関係	
2-3-4. 剣道群の競技力におよぼす瞬目の影響	
2-4. 考察	27
2-5. 小括	29

第3章 瞬目と脳波から見た残心の特徴

3-1. はじめに	31
3-2. 方法	33
3-2-1. 被験者	
3-2-2. 測定方法	
3-2-3. 計測	
3-2-4. 統計解析	
3-3. 結果	35
3-3-1. CNV の grand average (GA) と面積	
3-3-2. 反応時間	
3-3-3. CNV 解消時間	

3-3-4. S2 呈示後の初発瞬目発生時間	
3-3-5. S2 後における CNV 解消時間と初発瞬目発生時間の関係	
3-4. 考察	42
3-5. 小括	44
第4章 総括	
4-1. 本研究のまとめ	46
4-2. 体育学への貢献および今後の展望	48
謝辞	49
参考・引用文献	50～53

第 1 章 序論

1-1. 研究小史

1-1-1. 剣道の歴史

剣道は、防具を着用し、竹刀を用いて一対一で打突し合う形式で行われる武道の一つである。剣道という名称は新しく、昭和8年初版の近代的国語辞典である「大言海」に「撃剣：今、剣道トイウ」と説明がある。したがって、剣道という名称で一般に呼ばれるようになるのは、昭和10年頃からであろう。それまでは剣術と称され、刀による実践上の格闘技を競技化したものが剣道である。刀は、歴史においても知られているように、古には権力の象徴として三種の神器の一つに数えられた。そして、武士の台頭により武器として使われる時代が長く続くことになる。しかし、刀の遣い方が一つの技術体系として完成されるのは、刀の武器としての目的が定まってからのことである。したがって、刀の操法である剣術が興ったのは、刀が一定の構造を持つようになった室町・戦国時代の頃と考えられる。また、剣術という名称が一般化したのは、1500年代の後半となる¹⁾。

国内統一後の江戸時代に、剣術は大きく発展し、流派は700を超えたと言われる。また、徳川幕府によって発令された武家諸法度により、それまでの武士道とは異なり文武両道を軸とした新しい「武士道」が全国に広められ、さらに300年近くにもおよぶ平和な時代が続いたことから、禅など精神鍛錬に重きを置く流派が出るなどして、剣術が人間形成の手段として昇華した。

その徳川時代も歴史に終わりを告げた。1868年、明治時代の始まりとなる。従来の武家政治は崩壊し、全ての機構は、新政府に移行したのであるが、1870年にその新政府が出した脱刀令（明治3年）や1876年の廃刀令（明治9年）により、これまでの剣術はまったく途絶えることになる。武士の生活も困窮を極めた。そこで、直心陰流の榊原鍵吉は、衰退する剣術の維持と困窮する武士の生活について救済を考えた。それは、「撃剣（げきけん）」^{解1)}と称され、剣術を相撲や現代のプロレス興行のように試合形式で行い、興行化することにより剣術の継承と武士の生活を支えたのである。幕末には、竹刀が考案されたこともあり、時代は木刀稽古による剣術から、竹刀稽古による撃剣へと移っていった²⁾。

後世の剣道界から撃剣興行に対して、武道精神の軽視としての批判は、かなり厳しいものがあるが、従来、武士が独占していた剣術をたとえ生活のためとはいえ、大衆に受け込ませて、全国津々浦々まで普及させ、武士の剣術から国民の剣術にまで発展させた功績は大きい。残念ながら、大衆に飽きられ、撃剣興行の成功は長くは続かなかった。しかし、1877年の西南戦争を契機として、その後組織された警察によって撃剣の必要性が認められ、警視庁では、級などを設けてその到達目標を示して大いに奨励した。

同時期、全国的な規模で武術復興運動が興り、その運動は、学校教育への採用を求める運動へと高まっていく。そして、1895年（明治28年）に武道の奨励を目的として大日本武徳会が設立され、その下部組織として1905年（明治38年）に武術

教員養成所、後の武術専門学校が併設された。1911年（明治44年）、「中学校令施行規則」が改正され、撃剣は学校教育の中に必修科目として採用されるのである³⁾。

1919年（大正8年）、警視総監を辞して、武術専門学校の校長に就任した西久保弘道^{解2)}は、武道は修身であるとの観点から、武術を武道と名称を改めた。それによって武術専門学校は武道専門学校に変わり、剣術（通称は撃剣）も剣道へと改められた。また、1926年（大正15年）には学校教育においても剣道として正式な教科名に変わる⁴⁾が、前述と同様に昭和10年頃までは撃剣と呼ばれた。

1945年（昭和20年）、第二次世界大戦の敗戦により、占領軍総司令部（General Headquarters:GHQ）から、剣道は日本刀による切り込みという危険なイメージを抱かせるため、活動の停止を命じられた。その間、剣道愛好家により、「撓（しない）競技」^{解3)}というものが、剣道を純粋なスポーツの立場から考案された。その競技形式は、袋しないを使用し、剣道の技術的要素を破壊しない範囲において、一定時間内に打突し合い、当たった数を得点化して、その得点の多い者を勝ちとした。文部省から、中学校以上の体育教材としても採用され、終戦後における剣道の近代化に果たした役割は大きい。その後、1951年（昭和26年）の講和条約締結により日本が独立国となったことから、1953年（昭和28年）文部省社会教育長名で剣道禁止の解除が通告され、正課の科目としても採用されたことにより、剣道は学校教育の中に正式に復活した。

1-1-2. 剣道における競技の歴史と問題点

かつて剣術の稽古には、真剣、または木刀が用いられていた。戦国時代以前の剣術においては、現在でいうような試合は無く、素振りや形稽古（かたげいこ）が主体であった。その後、時代は戦国の世に終わりを告げ、戦いの無い泰平の江戸時代へと移ったが、死傷者の生じる木刀での立ち合い（試合）は幕府によって禁止され、約束動作の形稽古が続いた。

木刀の形稽古に一大転機をもたらしたのは、江戸時代中期の武士、一刀流中西派第二代中西忠蔵である⁴⁾。彼が改良した防具と剣道に近い竹刀により安全性が確保された結果、古い形だけの稽古よりも、実戦に近い形で相手と打突し合う竹刀稽古が中心の「撃剣」として新たな展開を見せていく。それと同時に試合の研究も進められ、それまで他の流派との交流などありえないことであったが、それも解禁されはじめ、各地で「他流試合」が頻繁に行われるようになっていく。このように「撃剣」の竹刀稽古は、実戦との乖離をもたらしたかもしれないが、打突部位の限定など競技的側面を発展させ、剣道の発展へと繋がっていくのである⁵⁾。しかし、二つの大きな問題があらわれた。一つは、審判制の問題がまったく未解決であったことから、撃剣試合において、実戦を忘れた勝利至上主義により、竹刀の一部がとにかく当れば勝ちという考え方の台頭である⁴⁾。それは、打突後、勝手に試合を中断する、また、不十分な打突であるのに大声で打突の部位を宣言し、その有効性を強調

するなどという態度であった。そのような姿勢態度を「引き上げ（ひきあげ）」^{解4)}と称し、教育的にも大きな問題であると認識されていた。日本刀に籠められた武士の象徴性を担う武技として、実戦との乖離をもたらし、国民に対し軽々しい印象を与えたのである。

そこで、大日本武徳会は、審判制の問題に対し、それまで曖昧であった試合・審判規則を整備し、撃剣の試合において勝敗を決定する有効打突の定義を示し、打突部位（現在と同様）も限定した。それにより、打突の間合いや機会が勝敗の要因として感覚的に明確に把握することができるようになった。さらに、撃剣は学校教育に採用されたことにより、試合の機会も増え、競技性が洗練され、剣道の基礎を作っていた¹⁾。

しかし、木刀の操作に比べ、圧倒的に早い竹刀の動きに対する検討がなされていないという、さらにもう一つの大きな問題が残った。対戦する両者は、至近距離ですばやい竹刀の動きに対応するため、注意・集中とその持続が必要とされる。そこで、先の問題も踏まえ、これらの解決策として、木刀による形稽古に取り入れられていた「残心」という考え方・方法が取り入れられた。⁶⁾

1-1-3. 残心の考え方と方法

残心とは、打突直後の相手の動きに対する心身の準備のことであり、打突後も相手の変化に応じられるような油断の無い心構えと身構えをいう⁷⁾。剣道の打突動作においては、攻撃が成功しなかったとき、あるいは攻撃が成功した後の心身の備えが立派であることが要求される。真剣勝負を想定して制定された「剣道形（けんどうがた）」は竹刀稽古の規範とされていることから、剣道形に示されているように、打突後も注意・集中を怠らず相手の正面に剣先をつけるという身構えは、当然ながら普段の竹刀稽古の中でも、また試合においても実践されることが要請された。特に試合においては、残心の有無は勝敗を決する有効打突の重要な要件⁸⁾とされ、審判によって「一本」と認められる有効打突にするための「決めの姿勢」と考えられた。現在の試合においても試合・審判規則において、有効打突の判定には「残心あるもの」と明記されている。この残心を採用することにより、撃剣で行われていた「引き上げ」問題は解決へと繋がり、教育的理念を担う教科目へと高めるには、なくてはならない要件となった。

さらに残心は、至近距離における相手のすばやい竹刀の動きに対しても心構えを要請するものである。すなわち注意・集中の持続である。剣道では、この注意・集中の具体的な方法を「目付け（めつけ）」^{解5)}と称して、目の働きを大切な要素として教えている。古くには剣豪宮本武蔵が、自身が著わしたとされる「五輪書」^{解6)}において、「近き所を遠く見る」という「遠山の目付け」を推奨している。彼が生きた世は、試合といえど生死を賭けた戦いである。その経験からわざわざ目付けのこと、として記していることから、その働きの重要性を窺い知ることができる。現

在においても、「一眼・二足・三胆・四力」⁹⁾と言い、剣道における修錬要素を順に上げ、眼の働きを最も重要なものとしている。一般的にも「目は心の窓」とも言われるように、心の動きを表すと考えられている。したがって、残心の心構えは、目付けによって表現されると言える。その伝統的な方法としては「まばたき」を意味する「瞬目（しゅんもく）」を抑制することであるとされている¹⁰⁾。

1-1-4. 残心の問題点

剣道において残心という技術は、前述の通り勝敗を決定する有効打突の要件の1つである。全日本剣道連盟発刊の剣道指導要領では、残心は「打突した後に油断せず、相手のどんな反撃にもただちに対応できるような身構えと気構えである」としている。さらに剣道試合・審判・運営要領の手引きにおいても上位要件として構えを示した上で、下位要件として身構えと気構えを提示している。すなわち、残心には2種類の構えが必要とされる。その一般的な解釈と具体的な体現方法は剣道指導要領において以下のように述べられている。まず、身構えとは「相手の様々な状況の変化に対して即応できるよう姿勢や態度を整えている状態」である。基本的には、竹刀の剣先を相手の全面上部に向けている中段の構えとなる。一方、気構えとは「相手の心身の動きを捉え、いつでも対応できるように体の隅々まで神経を行きわたらせている心の状態」であるとしている。しかし、その具体的な方法として瞬目の抑制という教えはあるものの、科学的な裏づけのもとに示されたものはない。また、全日本剣道連盟発刊の剣道英和辞典で残心を調べると「**The body posture and state of mind in which, even after striking, one is alert and ready to respond instantly to any counterattack by the opponent.**」¹¹⁾と述べられており、英語圏の人達にとっても意味は理解できるものの、その具体的な方法については記されていないため、残心の本質についてまでは理解することは難しい。これでは学校教育における武道必修化に伴う教育や指導、また国際的普及に向けての重大な問題の1つと言わざるを得ない。

解説

- 1) 撃剣：小手・面・胴・垂を着用し、竹刀を使用して自由に打ち込む剣術。最初は型剣術を補完するために考案されたが、時代と共に試合剣術として発展・普及し現代剣道のルーツとなった。一般財団法人全日本剣道連盟（2008）、剣道指導要領, P158。印刷：プリ・テック株式会社。
- 2) 西久保弘道：（にしくぼ ひろみち：1863-1930）内務省に出仕し官吏として累進した弘道は福島県知事、北海道長官、警視總監を歴任する。その後大礼使参与を務め、その功により勲二等瑞宝章を受章。1916年10月5日に貴族院議員に勅選され、後に東京市長を務める。卒去の同日付で勲一等瑞宝章を受章。
フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』（2014/05/26 00:48 UTC 版）。
- 3) 撓競技：戦後、GHQによって剣道は禁止されていたが、昭和25年（1945）に全日本撓競技連盟が発足し、形を変えてスポーツ競技の一つとして作られ、剣道を復活させる基となった。昭和29年（1954）、全日本剣道連盟と合同し、剣道に一本化されたことにより自然に消滅した。一般財団法人全日本剣道連（2008）、剣道指導要領, P160。印刷：プリ・テック株式会社。
- 4) 引き上げ：打突後の不適切な行為で、試合において必要以上の余勢や有効を誇示した場合などは、有効打突を取り消される場合がある。一般財団法人全日本剣道連盟（2008）、剣道指導要領, P165。印刷：プリ・テック株式会社。
- 5) 目付け：目の付け所。相手の目を見ながらも身体全体に意を配ること。
図説剣道辞典（1970）持田盛二監修、中野八十二、坪井三郎著、P227。講談社印刷：図書印刷株式会社。
- 6) 五輪書：1645年、宮本武蔵玄信により執筆された兵法書。「地・水・火・風・空」の五巻からなる。図説剣道辞典（1970）持田盛二監修、中野八十二、坪井三郎著、P22。講談社、印刷：図書印刷株式会社。

1-2. 研究の目的

本研究では、1-1-3（残心の考え方と方法）で触れているが、剣道を修業する過程において、重要な事柄を述べた古人の教えである「1. 眼、2. 足、3. 胆、4. 力」に着目した。これは大事な要素をその重要度に応じて順に示しており、視機能の活用が最も重要であると教えている。しかし、人は行動の大半を視覚情報に委ねているが、「瞬目」することにより情報の収集は遮断される。およそ1回の瞬目で100-200msの暗闇（black out）となり¹²⁾、特にスポーツ競技において動作遂行に必要な視覚情報を逃し、不利益を被る可能性が考えられる^{13) 14)}ことから、瞬目の抑制と注意集中との関係が注目されている。中でも、対人競技である剣道は、打突の攻防に使用される竹刀の先端部分である剣先の動きが速く¹⁵⁾、瞬目発生の有無が勝敗に大きく影響を与えると考えられるため、「残心」という稽古法を取り入れ、出来るだけ瞬目を抑制するように訓練している。したがって、剣道経験者の注意集中の特徴としては、日頃の訓練において打突後も瞬目の抑制が継続しているものと推測される。

このように、剣道における残心の重要性は古くから認知されているが、筆者らが調べた限り、その特徴が十分に明らかにはされていない。そこで、瞬目を測定することにより、残心の特徴を探ることとした。

瞬目は、基本的には角膜の乾燥の予防という生理的条件により変わると同時に、生理心理学的指標として注目されてきている。Sternら¹⁶⁾は、瞬目には(1)光や電気刺激等の外的刺激によって誘発される反射性瞬目、(2)被験者の明確な意思によって行われる随意性瞬目、(3)不随に行われる自発性瞬目の3種類存在することを提示した。中でも自発性瞬目には、ヒトの意思が介在しないという指標としての客観性に注目が集まり、情動、意識、記憶、高次認識等の心理的側面を自発性瞬目（以下：瞬目とする）から評価しようと試みる研究が精力的になされている^{17) 18)}。一般に心的負荷や課題の困難度が瞬目発生に影響すると言われており、視覚条件下では、瞬目すると課題遂行に悪影響を及ぼすため、瞬目率は低下する。逆に聴覚条件下では、瞬目しても課題遂行は行うことができるため心的負荷が少なく、瞬目率が高くなるとされている。剣道では、視覚条件下で打突による攻防を行うため、打突を行うまでの瞬目率が低くなることは想像に難くない。また福田・松尾¹⁹⁾は、聴覚条件や視覚条件を問わず、課題遂行と同時に瞬目が見られ、それは、課題の困難度が高いほど発生率が高くなると報告されている。しかし、剣道の場合、残心は打突後、つまり課題後の問題である。剣道における日頃の残心を意識した瞬目抑制の訓練が、実験として行われる課題遂行にも般化する可能性があるのかどうか注目すべきところであり、これまでの先行研究では見られない。この点における瞬目の測定による検討は、剣道における残心の特徴について一隅を照らすことになることと期待できる。

一方、スポーツ競技に限らず、視覚を通じた認知処理過程の重要性は認知されており、事象関連電位（Event Related Potentials：ERPs）を指標とした研究も

多くなされている^{20) 21) 22)}

事象関連電位とは、文字通り何らかの事象に関連して生じる脳電位のこと、心的活動や随意運動によっても電位変化が生じる。随伴性陰性変動も(Contingent Negative Variation : CNV)も ERPs のひとつで、予告刺激(S1)－命令刺激(S2)＋運動反応(R)からなるパラダイムによって、S1 呈示の後、S2 に向かって陰性に発達する電位変動として観察される²³⁾。CNV は主に早期と後期の 2 成分によって構成される。早期 CNV は S1 呈示による定位反応や覚醒水準を反映するとされ、後期 CNV は S2 呈示に対する注意、期待といった予期的反応や運動準備を反映するとされている²⁴⁾。また、CNV は発生後にそれが解消されていく過程がある。すなわち、陰性電位から陽性電位に転じて基線に接するまでの期間である。この CNV 解消過程も脳の活動を反映していると考えられている。精神障害者では、CNV の命令刺激後も脳波が陰性のままで基線に戻らない命令刺激後陰性変動 (Post Imperative Negative Variation : PINV) が起こることが報告されている²⁵⁾。また、Elbert ら²⁶⁾ は、健常者でも S2 呈示後に嫌悪刺激をコントロールできない場合、CNV 後に PINV が見られることを報告している。そもそも認知処理の指標として用いた反応時間課題の中で、最初に瞬目を測定したのは Obrist and Webb ら²⁷⁾ の CNV 研究である。Obrist and Webb ら²⁷⁾ は、反応命令刺激が提示されるのを被験者が予測するとき、脳波の陰性成分は変動するが、それと同期して瞬目は抑制され、反応命令刺激の提示後、瞬目が多発することを明らかにしている。残心の心構えが、視覚情報に影響を与える瞬目抑制と関係があるとするならば、認知処理過程を CNV から検討を試みることは、瞬目抑制との関連を裏付けるという観点からも、大いに意味あるものと考えられる。

しかし、スポーツ競技における CNV の実験では前述の瞬目と同様、課題後の検討はこれまで余りなされていない。もし、残心が教えの通り、打突後も終了感を持たず、注意を持続しようと訓練しているものであれば、脳内における情報処理系も当然注意が持続しているものと想像できる。このことから、剣道における打突後の注意持続という訓練が、CNV 実験パラダイムによる刺激－弁別・判断－反応において課題遂行後における CNV 解消過程の時間および瞬目との関係に般化による特徴的な影響を見出すことができるのではないかと考えられる。

そこで本研究では瞬目、特に課題後の瞬目と CNV の後期成分の測定だけでなく、S2 呈示後、つまり課題終了後の CNV 解消時間と瞬目との関係を指標とし、日頃の残心における瞬目抑制の訓練による般化の有無という独自の視点から、注意集中の維持と関連付けられる剣道における残心の特徴を明らかにすることを目的とした。

第2章 瞬目から見た残心の特徴

2-1. はじめに

視機能が勝敗や結果におよぼす影響については、これまで米田ら²⁸⁾や望月ら²⁹⁾、また真下³⁰⁾など数多く報告されている。しかし、前章で述べた通り、視機能の発揮においてマイナスの働きとなるのが瞬目である。瞬目は、開眼覚醒時において瞬間的に両眼の眼瞼を閉じることであり、一時的に視覚情報を遮断する。

吉田ら¹³⁾¹⁴⁾によれば、球技や対人競技に限らず、個人競技においても一瞬の瞬目が情報の遮断を招き不利益をもたらすと報告している。実験では、特に課題提示とほぼ同時に瞬目が行われた場合は、50ms から 150ms の反応遅延が見られたと報告している。石垣³¹⁾は、卓球ラリー中と剣道対峙中の瞬目について測定し、卓球の1分間ラリー中では、通常時に比べて瞬目が抑制されていることを確認しているが、剣道経験者においても相手と竹刀を合わせて構え合っている時間において、同様な抑制を確認している。

また、課題の複雑性や対象への感情などに関係して瞬目発生の抑制が生じると報告³²⁾³³⁾³⁴⁾されており、対象への注意の強さや持続が瞬目抑制と関係していることが窺える。

さらに、松原・前阪ら³⁵⁾は、剣道では剣術の時代より、「目付け」^{解5)}が相手の心の発動、動作の起こりを察知する上で重要視されていたことを諸流派の伝書を基に調査している。その結果、瞬目の抑制が具体的方法として教え継がれていると報告⁶⁾している。

以上のことから、瞬目や瞬目の抑制が心的活動とどのように関係があるのかを捉えることは、残心の特徴を知る上で重要であると思われる。また、残心の訓練が剣道競技以外の心的活動にどのように影響するのかを解明することは、西洋の剣術と違い、日本の武道の一つである剣道にとって非常に意味あることと確信する。

瞬目と心的活動との関係を研究する場合、二つのパラダイムに分けることができる。一つは、従来の研究³⁶⁾³⁷⁾に多く見られる連続試行パラダイム (Continuous trail paradigm) である。この研究は、瞬目数の多少を問題にすることが多く、刺激に対して連続して反応しているときの瞬目の抑制や促進に注目しているだけなので、なぜ抑制と促進が生じるのかは明確な説明ができない。それに対して、Fukuda and Matsunaga³⁸⁾は、被験者に刺激弁別を行わせると、弁別中に瞬目の抑制が生じ、刺激直後に瞬目が多発することを明らかにしている。これをSternら¹⁶⁾は、分離試行パラダイム (Discrete trail paradigm) と呼んだ。

分離試行パラダイムでは、提示された刺激に対する弁別—判断—運動反応とそれに随伴して生じる瞬目との関係が重要視されており、Sternら¹⁶⁾は、秒単位の短い時間の変化を扱う反応時間実験では、分離試行パラダイムを使うことを推奨している。

刺激提示に伴って生じる瞬目について、その刺激を何回も提示していくと、その刺激に特有の瞬目生起の様子が浮かび上がってくるからである。また、刺激を提示

してから瞬目が生起するまでの瞬目潜時と反応時間のばらつきが一致しているならば、瞬目は認知終了の指標となり得る。さらに福田・松永³⁹⁾らは、被験者に2種類の刺激弁別をさせ、一方には運動反応を行わせ、他方には運動反応を行わせなかった。その結果、運動反応直後に瞬目率のピークが見られ、遅い場合でも運動反応後0.5secにはピークを形成した。それに対して、運動反応を行わない場合は、どの被験者も刺激提示後0.7sec付近で瞬目が生じ、ピークを形成した。つまり、運動反応を伴うと、直後に瞬目率は増大するが、弁別反応を行うと一定の時期に瞬目が生じることを明らかにした。運動反応を行わなくても、刺激提示後0.7sec経って瞬目率のピークができたことは、認知活動終了と同期して瞬目が生起することを示唆するだけでなく、運動反応を伴わない条件の必要性を示唆している。また、課題の違いにより、瞬目率のピークに時間的な違いが見られたということは、課題に対して瞬目がどれくらい多く生じたかということよりもむしろ、瞬目がどの時点で集中して生じたかという瞬目生起の時間分布への関心を示唆している。この瞬目生起を時間分布で表す方法が、分離試行パラダイムにおける瞬目と認知過程とを対応付けるための重要な視点となる。

以上のことから、本研究においても分離試行パラダイムを基本とし、運動反応における反応時間と同期して瞬目を測定するため、ボタン押しにより課題に反応するGoの場合と、反応しないNoGoの場合によるGo-NoGo課題を採用して実験を行うこととした。Go-NoGo課題は、実際の剣道の場面においてGoは打突を行ったイメージや逆にNoGoは打突を思い止まらせるイメージを剣道経験者に抱かせやすく、特に課題後における残心の検討をする上で重要なtaskになると考えられる。本研究において剣道経験者の瞬目抑制の訓練が、Go-NoGo課題に対して般化が認められれば、残心の特徴の一端を明らかにできるものと期待できる。

そこで、「対戦型」である剣道と注意の対象が「的」という固定されたものに対して静的に発揮される「対物型」の弓道やアーチェリー競技とを比較することにより、瞬目から見た剣道競技における残心の特徴を明らかにすることを目的とした。

2-2. 方法

2-2-1. 被験者

被験者は、大学で剣道部に所属し、ほぼ毎日練習を行っている男子学生 18 人（年齢 21.1 ± 2.1 歳）を剣道経験者群（以下、剣道群とする）とした。対照群としては、大学でアーチェリー部に所属している男子学生 10 人（年齢 19.7 ± 1.0 歳）と弓道部に所属している男子学生 8 人（年齢 20.8 ± 0.7 歳）の計 18 名とし剣道非経験者群（以下、非剣道群とする）とした。剣道群の段位は、3 段 9 名、2 段 9 名であった。また体育や武道を専門とする学生はおらず、1 名の文系学部にも所属する学生を除き、残りの 17 名の学生は全員が理系学部にも所属していた。アーチェリー部と弓道部には、剣道経験者はいなかった。いずれの被験者も神経疾患に関する既往歴はなく、右利きであった。なお、始めの被験者総数は 43 人であったが、測定記録の基線動揺のため瞬目を判定できない 7 人を除外し、残りの被験者 36 人を分析の対象とした。

各被験者の競技力の判定については、各種目のクラブ内において 1 年間で開催された競技結果をもとに順位付けをして決定した。つまり、剣道部ではクラブ内リーグ戦（51 試合/人）における勝率を競技結果とした。アーチェリー部では、クラブ内で開催された競技会における各得点率（得点/720 点満点）の平均得点率を競技結果とした。同様に弓道部においても、クラブ内で開催された競技会における的中率（的中/20 射）の年間平均得点率を競技結果とした。

なお、被験者には、研究の目的・意義を文章と口頭で十分説明し、自由意思による実験参加の同意を文書で得て実験を実施した。

2-2-2. 測定方法

簡易シールドルーム内に講義用机と椅子を設置し、図 1 に示したように、被験者は椅子に楽に腰をかけた状態で右手を机上にのせた。被験者から正面 1 m のところに黒色カーテンを背景として、3 つの発光ダイオード（径: 0.5 cm, 色: 中央は黄色, 左右は赤色）を水平に設置した（左右視野角 0.57° ）。被験者には、裸眼でも十分に発光刺激が認識できることを確認の上、眼鏡やコンタクトレンズを使用しない状態で実験を行った。まず、5~7 秒間隔でランダムに点滅する中央の黄光点（第 1 刺激: S1）を注視するよう教示した。S1 点灯の 2 秒後に左右どちらかの赤光点を 50% の確率でランダムに点灯（第 2 刺激: S2, 右: RS2, 左: LS2）させた。机上の右手下に光電スイッチを設置し、被験者には Go 試行のときのみ右手示指ですばやく光を遮蔽して反応するよう教示した。（図 2）

被験者の試行として 4 種類を用いた。まず、右赤光点が点灯した時に反応する場合を右 Go 試行とし、左赤光点が点灯した時に反応する場合を左 Go 試行とした。逆に、右赤光点点灯では反応しない試行を右 NoGo 試行とし、左赤光点点灯では反応しない試行を左 NoGo 試行とした。

また、この4種類の試行は各々の全試行回数が同数となるようにした。

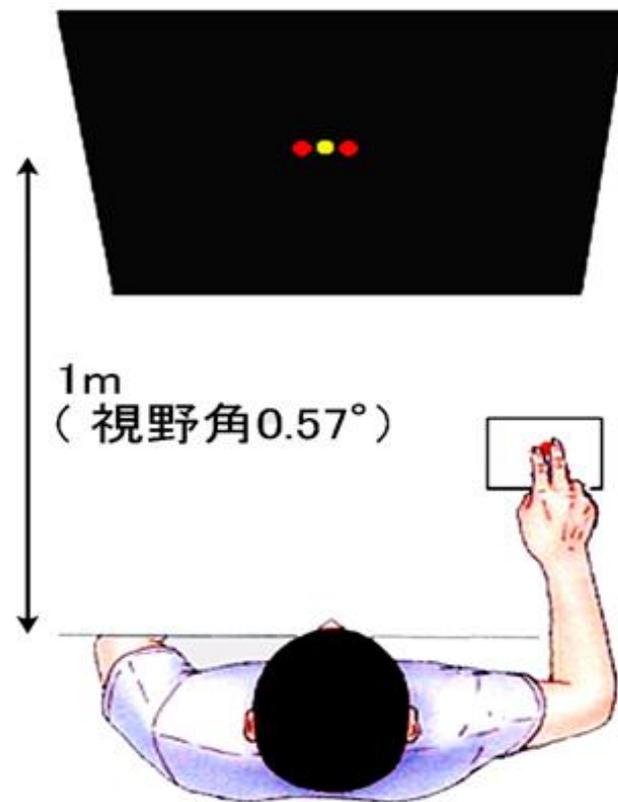


図 1 実験課題

- S1 正面黄がイトト注視
5~7sec間隔 ランダム点灯
- S1 - S2 間隔2sec
右赤がイトト点灯 → GO
左赤がイトト点灯 → NOGO
左右点灯確率50%点灯順序はランダム

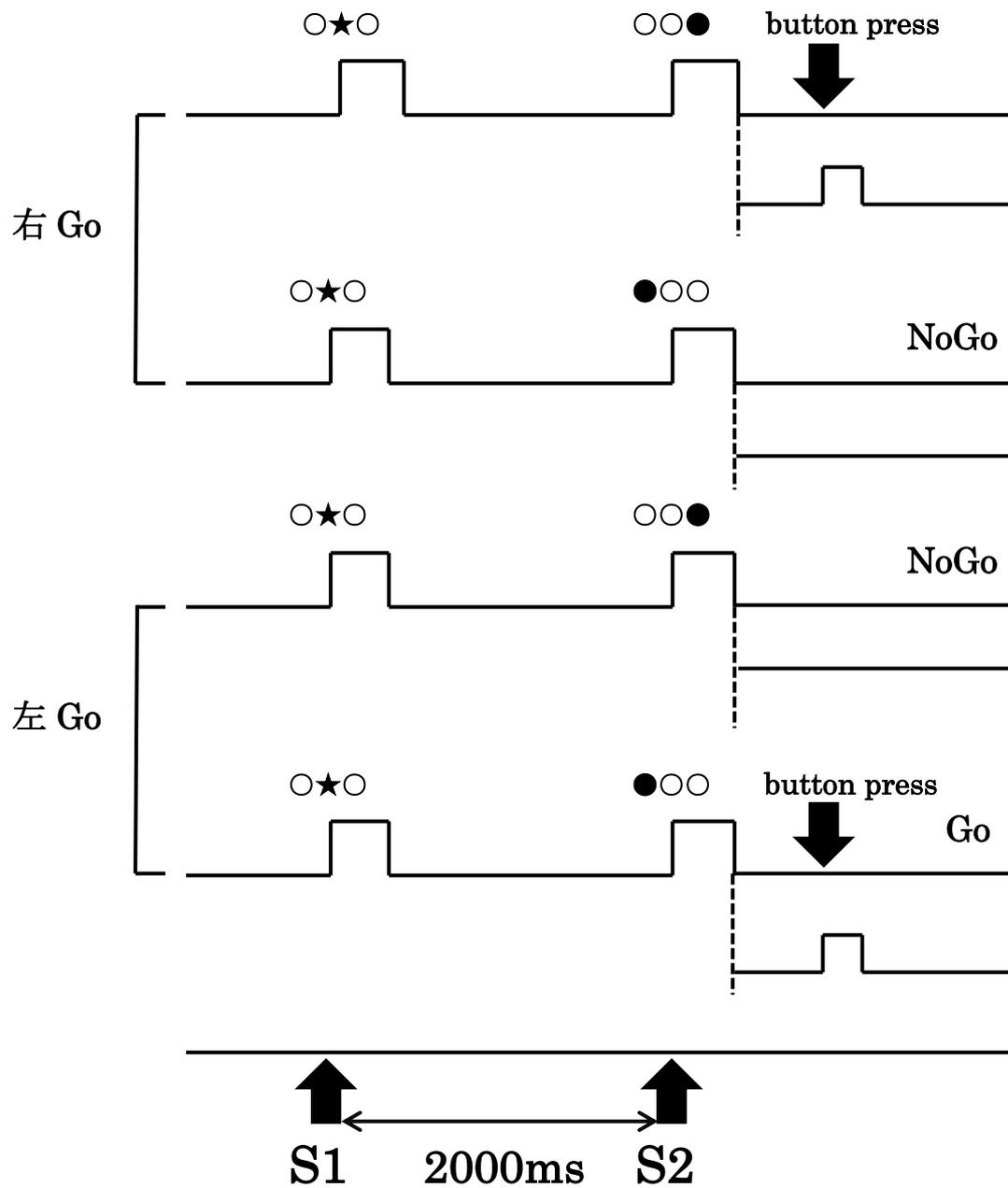


図2 実験模式図

★ : 黄色ライト点灯 ● : 赤ライト点灯
 S1 : 第 1 刺激 S2 : 第 2 刺激

2-2-3. 計測

被験者の左眼球上方 4cm の前額部と下方 3cm の頬部の計 2 箇所と左右の外眼角(目じり)に電極を貼付し、垂直方向および水平方向の眼球電図(EOG)をサンプリング周波数 500Hz、時定数 2.0、ハイカット周波数 15Hz で記録(日本光電製 EEG9100)した。垂直方向の変動波形(VEOG)が大きくかつ水平方向の変動波形(HEOG)が見られない場合を眼球運動ではない瞬目と判定し、瞬目発生の確認を行った。また S1、LS2、RS2 の刺激信号および光遮断反応信号を同時計測し記録した。計測後に off line にてキッセイ EPLYZER II を用い、Go-NoGo 反応に分けて S1 をトリガーとして各被験者の瞬目の重ね書きを行った。

測定は、まず 3 分間の安静記録を実施し、次いで 3 分間の実験を行った。各実験では、Go 試行および NoGo 試行をランダムな順序でそれぞれ 12~14 試行を行った。各実験間には 2 分間の休憩をはさんだ。各被験者は実験を 12 回行い、右 Go 試行を 65 回、左 Go 試行を 65 回、同様に NoGo 試行も左右 65 回ずつ、全体として Go 試行・NoGo 試行はそれぞれ 130 試行となり、すべてを合わせると計 260 試行であった。

瞬目発生は、S1 呈示後 0-1000ms を区間 A、S2 呈示後 0-1000ms を区間 B、S2 呈示後 1000-2000ms を区間 C の 3 区間に分け、今回の分析の対象とした。特に区間 B と C については、浅田ら⁴⁰⁾の先行研究において、剣道経験者の瞬目が Go 課題後の 1000-2000ms 間において初発の瞬目発生率が有意に高かった点を考慮した。区間 A では、S 呈示後の 0-1000ms において 1 回以上瞬目の発生が見られた試行のみを対象とし、その瞬目発生の見られた試行数を全試行数の 260 で除した値を「予告瞬目率(%)」とした。区間 B と C では、反応刺激である S2 呈示後における瞬目抑制時間の長短を見るため、どちらかの区間において最初に瞬目が発生した試行を対象とした。すなわち、通常の課題刺激直後に一般には瞬目が発生しやすい 1 秒間の区間 B で最初に発生した瞬目を「早期発生」とし、1 秒後以降の区間 C で発生した瞬目を「遅延発生」とした。また、この 2 区間において瞬目が発生した試行数を Go と NoGo の場合でそれぞれの全試行数 130 で除し、その値を区間 B で発生した場合は瞬目の「早発率(%)」とし、同様に区間 C で発生した場合を瞬目の「遅発率(%)」として、その発生の違いについて比較検討した。S1 呈示後の区間 A における瞬目発生は、S2 呈示後の瞬目発生とどのような関係を持つかについて検討した。さらに全被験者における Go 刺激に対する反応時間の検討を行った。反応時間の計測は、Go 刺激に対する光遮蔽までの時間を反応時間とし、反応の誤答(2%)を除外し、正答の中から各被験者の正答反応のヒストグラムより、その最大頻度までの時間を各被験者の反応時間として分析を行った。

2-2-4. 統計解析

対照群である「対物型」のアーチェリー部と弓道部の区間 A における予告瞬目率について対応のない t 検定を用いて比較した結果、有意差は無かった

($t(16)=1.63, ns$)。同様に区間 B における Go (GoB) と NoGo (NoGoB) での早発率と区間 C における Go (GoC) と NoGo (NoGoC) での遅発率について対応のない t 検定を用いて比較を行った結果、両者間に有意差は無かった [(GoB: $t(16)=0.97, ns$)、(GoC: $t(16)=0.76, ns$)、(NoGoB: $t(16)=1.47, ns$)、(NoGoC: $t(16)=1.15, ns$)]。さらに、反応時間についても対応のない t 検定を用いて比較した結果、両者間に有意差は無かった ($t(16)=1.05, ns$)。したがって「対物型」のアーチェリー部と弓道部をまとめて非剣道群として分析を行うこととした。

そこで、区間 A における予告瞬目率について剣道群と非剣道群の 2 群について対応のない t 検定により比較を行った。区間 B の早発率と区間 C の遅発率については、剣道経験 (剣道群-非剣道群) を実験被験者間、課題遂行 (Go-NoGo) を実験被験者内とする混合モデル二元配置分散分析を行った。反応時間については、剣道経験 (剣道群-非剣道群) の 2 群間で対応のない t 検定を用いて比較した。また、競技力と予告瞬目率、早発率、遅発率および反応時間との関係については、Pearson の積率相関係数を算出した。剣道群の競技力におよぼす予告瞬目率と遅発率の影響については、共分散構造分析を行った。

データの集計、解析には、PASW Statistics 18、共分散構造分析には Amos 17.0 を使用し、両側検定にて危険率 5%未満を有意水準とした。

2-3. 結果

2-3-1. 瞬目

図3に、剣道群、非剣道群のうち各1名のGo-NoGo課題における各試行のEOG記録の重ね書き例を示す。

表1に、区間Aにおける予告瞬目率についての剣道群と非剣道群との比較を示したが、両群間に有意な差は無かった($t(34)=0.47, ns$)。

区間Bの早発率と区間Cの遅発率については、剣道経験(剣道群-非剣道群)を実験被験者間、課題遂行(Go-NoGo)を実験被験者内とする二元配置分散分析を行った。その結果、表2に見られるとおり、区間Bの早発率では、剣道群と非剣道群の2群間に有意差は無かったが($F(1, 34)=0.03, ns$)、課題遂行(Go-NoGo)は、GoよりもNoGoの方が有意に高かった($F(1, 34)=9.26, p<0.01$)。また、表3に示すとおり、区間Cの遅発率では、剣道群と非剣道群の2群間に有意差があり、剣道群の方が非剣道群よりも有意に高かった($F(1, 34)=10.78, p<0.01$)。さらに、課題遂行(Go-NoGo)においても有意差があり、NoGoよりもGoの方が有意に高かった($F(1, 34)=5.79, p<0.05$)。表2における区間Bの早発率と表3における区間Cの遅発率ともに、交互作用に有意差は無かった[(区間B: $F(1, 34)=0.23, ns$)、(区間C: $F(1, 34)=0.01, ns$)]。

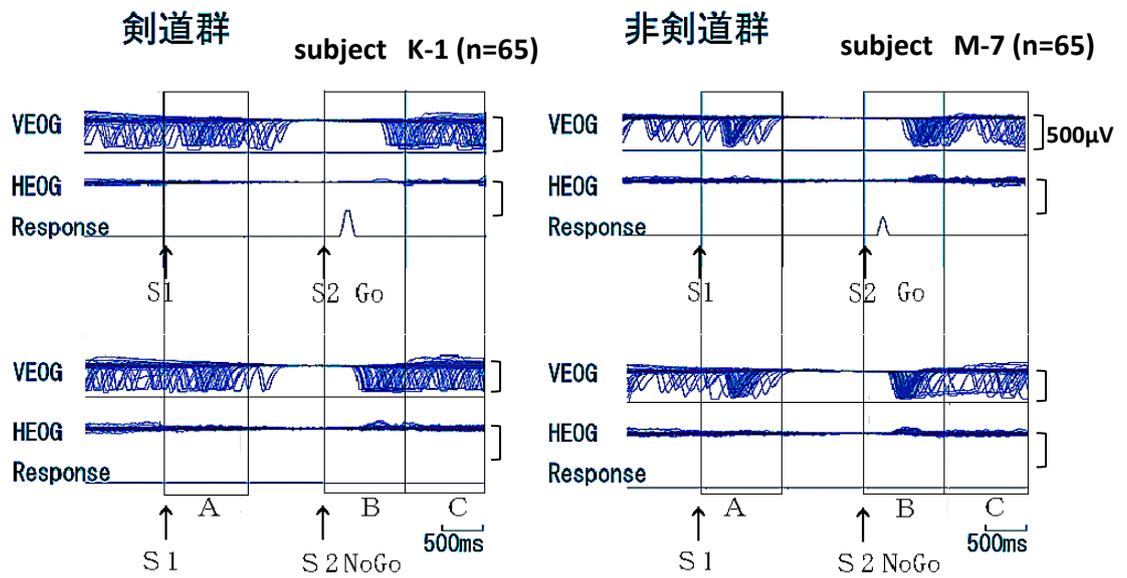


図3 剣道群・非剣道群各1名のGo/NoGo課題時の瞬目および反応応答の重ね書き例
 VEOG: 垂直方向の眼球電図 HEOG: 水平方向の眼球電図
 A: S1後 0~1000ms B: S2後 0~1000ms C: S2後 1000~2000ms

表1 予告瞬目率における群間比較

予告瞬目率(%)		
剣道群(n=18)	非剣道群(n=18)	t
21.5±16.9	18.6±20.3	0.47 ns

t検定 ns:有意差なし

※予告瞬目率(%)…区間A(S1後0-1000ms)

表中にM±SDで表記

表2 瞬目の早発率における群間比較

早発率(%) ¹⁾						
剣道群(n=18)		非剣道群(n=18)		F		
Go	NoGo	Go	NoGo	剣道経験 ²⁾	課題遂行 ³⁾	交互作用
42.9±23.0	52.9±23.2	45.6±30.3	52.9±30.6	0.03	9.26**	0.23

二元配置分散分析 ** $p < 0.01$

1) 早発率(%)…区間B(S2後0-1000ms),表中にM±SDで表記

2) 剣道経験…剣道群-非剣道群

3) 課題遂行…Go-NoGo

表3 瞬目の遅発率における群間比較

遅発率(%) ¹⁾						
剣道群(n=18)		非剣道群(n=18)		F		
Go	NoGo	Go	NoGo	剣道経験 ²⁾	課題遂行 ³⁾	交互作用
18.2±11.5	15.3±7.9	10.6±6.7	7.4±4.3	10.78**	5.79*	0.01

二元配置分散分析 ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

1) 遅発率(%)…区間C(S2後1000-2000ms),表中にM±SDで表記

2) 剣道経験…剣道群-非剣道群

3) 課題遂行…Go-NoGo

2-3-2.反応時間

表4に示すとおり、反応時間については、剣道群と非剣道群の2群間でt検定を用いて比較した結果、有意差は無かった($t(34)=0.22, ns$)。

表4 反応時間における群間比較

反応時間(ms)			
剣道群(n=18)	非剣道群(n=18)	t	
320.9±35.5	318.3±32.9	0.22	ns

t検定 ns:有意差なし

反応時間(ms), 表中にM±SDで表記

2-3-3. 競技力と瞬目および反応時間との関係

競技力と予告瞬目率、早発率、遅発率および反応時間との関係については、表 5 に示すとおり、Pearson の積率相関係数から見て、剣道群の競技力と遅発率 Go ($r=0.73$, $p<0.01$)、および遅発率 NoGo ($r=0.71$, $p<0.01$) の間において有意な正の高い関係があった。競技力と Go および NoGo の遅発率の相関関係を散布図として図 4 (剣道群)・図 5 (非剣道群) に示した。

表5 競技力と予告瞬目率, 早発率, 遅発率
および反応時間との関係

		剣道群 (n=18)	非剣道群 (n=18)	
		競技力 ⁴⁾	競技力 ⁵⁾	
瞬目 開始期	予告瞬目率 ¹⁾	-0.13	-0.22	
	早発率 ²⁾	Go	-0.24	-0.18
		NoGo	-0.21	-0.17
	遅発率 ³⁾	Go	0.73 **	0.15
		NoGo	0.71 **	-0.20
反応時間		-0.14	0.33	

Pearson の積率相関係数 ** $p < 0.01$

1) 予告瞬目率……区間A(S1後0-1000ms)

2) 早発率 …………… 区間B(S2後0-1000ms)

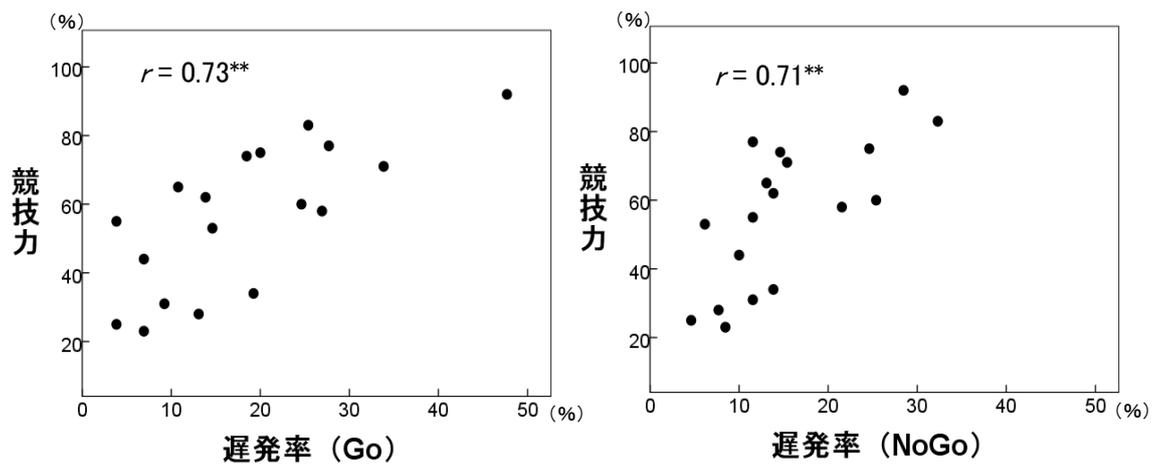
3) 遅発率 …………… 区間C(S2後1000-2000ms)

4) 競技力 剣道群

[(勝数/部内リーグ戦総数) × 100]の部内順位

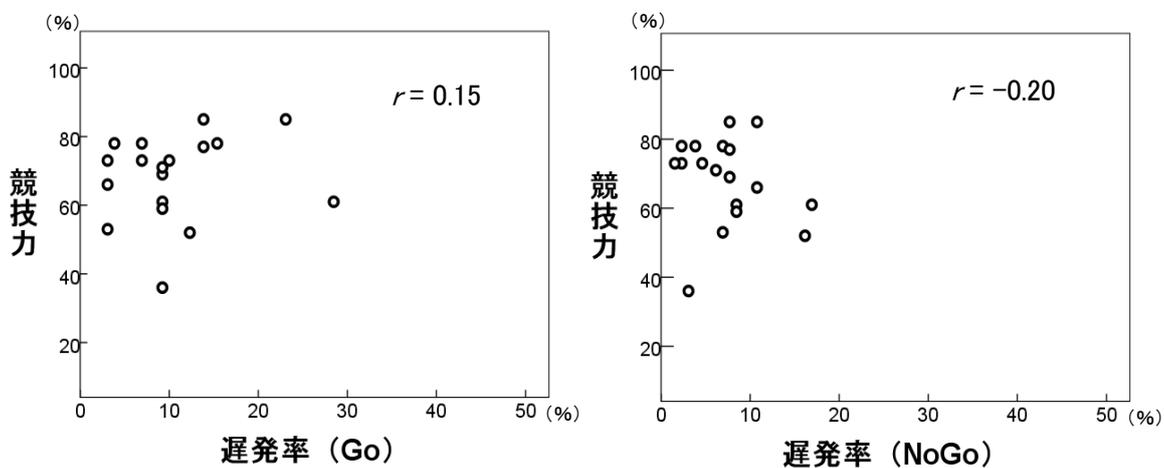
5) 競技力 非剣道群

[(得点・的中数/部内競技会総射数) × 100]の部内順位



剣道群(n=18)
 Pearson の積率相関係数 $**p < 0.01$
 遅発率…区間C(S2後1000-2000ms)

図4 競技力と遅発率の散布図(剣道群)



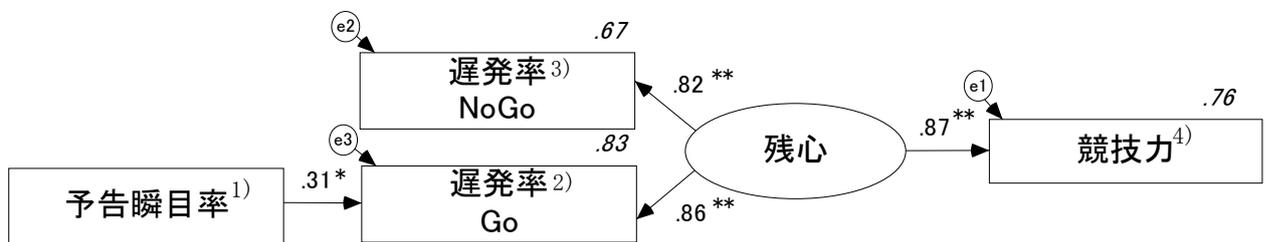
非剣道群(n=18)
 遅発率…区間C(S2後1000-2000ms)

図5 競技力と遅発率の散布図(非剣道群)

2-3-4. 剣道群の競技力におよぼす瞬目の影響

剣道群の競技力におよぼす予告瞬目率と遅発率の影響について、共分散構造分析の結果を図6に示す。なお、前項(2-3-3)の分析により、非剣道群には、競技力と全ての瞬目との間に有意な関係が見られなかったため、剣道群での影響についてのみ検討することとした。

分析には、前項(2-3-3)の結果、および仮説にもとづく理論的整合性を考慮し、以下の変数を用いてモデルを構築した。「競技力」、「予告瞬目率」を観測変数とした。さらに「残心」を潜在変数として、その因子から影響を受ける項目として区間CのGo課題における遅発率を「遅発率Go」とし、同様にNoGo課題における遅発率を「遅発率NoGo」として、この二つを観測変数とした。モデルの評価は $\chi^2(2)=0.33$ 、 $p=0.85$ 、適合度指標はGFI=0.991、AGFI=0.953、CFI=1.000、RMSEA=0.000の値が得られ、モデルはデータに適合していることが確認された。分析の結果、「予告瞬目率」から「遅発率Go」に対するパス係数は有意であった(0.31, $p<0.05$)。「遅発率Go」と「遅発率NoGo」の背後にある共通の潜在変数「残心」から「競技力」に対するパス係数は有意であった(0.87, $p<0.01$)。また、「競技力」の説明に寄与する割合は、76%と高い数値を示した。



共分散構造分析 標準化解, 剣道群(n=18)

$\chi^2(2)=0.33, p=0.85$

GFI=0.991, AGFI=0.953, CFI=1.000, RMSEA=0.000

パス係数 ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

1) 予告瞬目率……区間A(S1後0-1000ms)

2) 遅発率Go ……区間C(S2後1000-2000ms)

3) 遅発率NoGo ……区間C(S2後1000-2000ms)

4) 競技力(剣道群) ……[(勝数/部内リーグ戦総数) × 100]の部内順位

図6 剣道経験者の競技力におよぼす予告瞬目率と遅発率の影響

2-4. 考察

本研究では、剣道経験者における残心の特徴について、瞬目を指標として検討を行った。数多く見られる剣道以外の研究では、星野ら⁴¹⁾は、ライフル射撃選手について競技中の瞬目を測定し、得点上位の方が、得点下位者よりも瞬目抑制時間が長かったと報告している。楠本ら⁴²⁾は、弓道選手に対してその競技中の打起こしから離れまでの瞬目発生の回数を測定した結果、熟練選手の中には、的中時の瞬目抑制時間が不的中時のそれより長い選手がいたと報告している。同様に太田ら⁴³⁾は、アーチェリー選手にできるだけ瞬目を我慢させ、姿勢の違いによる耐忍時間を測定した。その結果、椅坐位での耐忍時間より立位での耐忍時間の方が有意に長かった。この特徴は、アーチェリーの競技姿勢の特性が影響しているのではないかと考察している。

しかし、これらの報告は、弓道やアーチェリーでは、弓を指から放す「離れ」や「リリース」までの瞬目の測定を行った研究であり、ライフル射撃においても弾を発射させる「撃発」までの瞬目の測定を行った研究である。言うなれば、「射る」・「撃つ」という課題遂行までの瞬目抑制について測定し、検討を行っている。

本研究での重要な視点は、課題提示である S2 呈示後のどの時点において瞬目が発生したか、つまり、区間 B と区間 C のどちらで最初の瞬目が集中して発生したかという点である。すなわち、最初の瞬目発生が区間 B であれば、課題遂行直後の早期発生を意味し、区間 B では見られず、区間 C で最初の瞬目発生が見られれば、それは瞬目の遅延発生を意味する。結果は表 3 に示すように、課題表示である Go と NoGo にかかわらず、S2 呈示後の区間 C において、剣道群は非剣道群と比べて最初の瞬目が多く発生していた。さらに、表 5 に示すように、剣道群内においても競技力の高い者ほど課題表示後の瞬目発生の遅発率が高く、最初の瞬目発生が区間 C において多く見られた。以上の結果は、課題後の瞬目抑制が剣道経験者における注意集中の特徴であることを示している。

瞬目の抑制に関して、Baumstimler and Parrot⁴⁴⁾は、瞬目が課題や注意の終了といった心的活動と深く関係していると報告している。彼らは、視覚刺激に対するキー押し反応を被験者にさせた時、キー押し反応が行われるまでは、瞬目が抑制され、キー押しと同時に抑制が解除されるかのように瞬目が群発することを明らかにした。また、Fukuda and Matsunaga³⁸⁾は、瞬目率ピークが刺激処理の終了によって生じると考察した。さらに、福田・松尾¹⁹⁾は、被験者にとって関心度の違う材料を視覚刺激にした時のキー押しに伴う瞬目を測定した結果、発生のタイミングが異なると報告している。すなわち、被験者にとって関心の深い刺激を提示された時は、瞬目はキー押しとほとんど同時に発生してピークを形成するが、被験者にとって関心の浅い刺激を提示されたときは、瞬目はキー押しから遅れて発生しピークを形成すると報告している。

しかし、本研究の結果、剣道群における瞬目は遅発率が有意に高く、瞬目のピー

クは刺激処理終了後に生じるとする前述の Fukuda and Matsunaga³⁸⁾の報告と比べても遅延しているといえる。また Go 課題は、出来るだけ早く反応するよう教示をされているので、被験者にとっては精神的関与の程度は高いはずであったと考えられることから、剣道群では、関心の深い刺激を提示された時は、瞬目はキー押しとほとんど同時に発生するという前述の福田・松尾¹⁹⁾や Baumstimler and Parrot⁴⁴⁾の報告とは逆の結果となった。剣道群にとって、S2 呈示によりできるだけ早くボタンを押すという課題に対して、日頃の打突後における注意の継続という訓練が、心的活動に影響を及ぼした可能性が考えられる。また、表 5 の競技力と遅発率の関係から、剣道群では、Go と NoGo の両方において競技力の高い者ほど遅発率が有意に高かった。競技力の高い者における遅発率の高さは、普段の訓練においても注意を継続している可能性が高く、結果として打突される機会が減少し、競技力の高さに繋がったのではないかと想像される。すなわち、日頃の打突後における注意の継続という訓練が、本実験においても般化の影響を及ぼしたと考えることができる。

また、本研究で用いた共分散構造分析によると、剣道群では、瞬目遅延の背後にある残心と競技力の高さに高い関係が示されたことから、剣道の競技力上位者は、瞬目の抑制が継続していると考えられる。さらに課題遂行である Go の後の区間 C における瞬目が、その前である S1 呈示後の区間 A の影響を受けていることから、剣道競技力上位者は、課題遂行前の瞬目を視覚感度の更新や精神的緊張の緩和などに有効に活用しているものと推察される。今後は太田ら⁴³⁾の報告にあるように、区間 A において被験者に対して強制的に瞬目を耐忍させることにより、課題後の瞬目と反応時間などにどのように影響をおよぼすのかということから、区間 A における瞬目の役割を明らかにすることが検討すべき課題であると考えられる。

2-5. 小括

本研究では、瞬目に着目して残心の特徴を検討したところ、剣道経験者において以下の点が明らかとなった。

1. 瞬目

区間 A における予告瞬目率については、剣道群と非剣道群の 2 群間に有意差は無かった。区間 B における早発率では、剣道群と非剣道群に有意差が無かったが、課題遂行では Go よりも NoGo の方が有意に高かった。区間 C における遅発率では、剣道群と非剣道群において有意差があり、剣道群の方が非剣道群よりも有意に高かった。また、課題遂行においても有意差があり、NoGo よりも Go の方が遅発率は有意に高かった。

2. 反応時間

反応時間については、剣道群と非剣道群の 2 群間に有意な差は無かった。

3. 競技力と瞬目および反応時間との関係

競技力と予告瞬目率、早発率、遅発率および反応時間との関係については、剣道群の競技力の高さと課題表示後の遅発率の高さにおいて有意な正の高い関係が見られた。

4. 剣道群の競技力におよぼす瞬目の影響

剣道群の競技力におよぼす予告瞬目率と遅発率の影響について、「予告瞬目率」は、「遅発率 Go」に対して有意なパス係数を示した。「遅発率 Go」と「遅発率 NoGo」の背後にある共通の潜在変数「残心」は、「競技力」に対して有意なパス係数を示した。

以上の結果より、剣道群の競技力と瞬目抑制との関係は、非剣道群よりも高いことが明らかとなった。その主因として、日頃の訓練において打突後も相手の動きを把握し続けようとする「残心」の訓練方法が推察され、本研究における実験において般化を示したといえることができる。

本研究結果からは、「残心」と称される剣道経験者における注意集中の特徴の一端を、瞬目の視点から明らかにできたものと考えられる。

第3章 瞬目と脳波から見た残心の特徴

3-1. はじめに

剣道において、残心を打突後であるにもかかわらず、いわば精神的な要因として判定基準の有効打突の一つとしているのは、西欧の剣術競技と異なり、日本の運動競技としての剣道が持つ大きな特徴である。打突後も競技は続行されており、競技終了感を持たずに相手に対する注意レベルを維持し続ける精神的な訓練が日常の剣道指導においてなされている。しかし、客観性が低く、視覚による認識が困難な「残心がある」と審判員が判定する要件の元となる生理的事実を明らかにしておくことは、運動競技としての日本の剣道にとって意義あるものと確信する。

第2章では、LED光刺激に対するGo-NoGo課題時の瞬目について眼球電図 (EOG) を用いて記録し、剣道経験者と非経験者間で比較を行った。その結果、剣道経験者は、Go課題において課題終了後も瞬目発生の抑制が剣道非経験者に比べて有意に長く持続し、また剣道競技能力の高い者ほど有意に長いことが示された。その要因として、打突後も相手に対して注意を持続しようとする剣道特有の「残心」の影響が考えられることから、剣道における残心の長期にわたる訓練の影響が分離試行パラダイムにおける瞬目測定の前刺激—反応の場においても発現された可能性が示唆された。

一方、残心の心構えが、視覚情報に影響を与える瞬目抑制と関係があるとするならば、視覚による認知処理過程から検討を試みることは、瞬目抑制との関連を裏付けるといふ観点からも、大いに意味あるものと考えられる。

ヒトの認知や注意、行動における脳の活動をとらえる手段として、事象関連電位 (event-related potentials : ERPs) が用いられている。本研究においては、その一つである随伴性陰性変動 (contingent negative variation : CNV) に着目した。Walter ら²³⁾によって報告された CNV は、予告刺激 (S1) の一定時間後に提示される命令刺激 (S2) との間に出現する陰性電位である。Tecce⁴⁵⁾は、期待や予測、また注意などの心理的要因との関連があると報告している。CNV は、主に早期と後期の2成分によって構成される。Hillman ら⁴⁶⁾やGeert ら⁴⁷⁾は、CNV の前期成分は予告刺激に対する定位反応や覚醒水準を反映するとされているに対し、後期成分は、運動準備とともに、期待や予測、注意といった非運動関連成分も含まれると報告している。さらに、Burunia ら⁴⁸⁾やWascher ら⁴⁹⁾は、後期 CNV と運動反応との関連の研究において、反応時間の短縮と同時に後期 CNV の増大を観察している。

一方、S2 呈示後に CNV が解消されていく過程も脳の活動を反映していると考えられている。柿木⁵⁰⁾は、CNV 解消過程は課題の完了という心理的要因によると考察しており、岩永ら⁵¹⁾は、S2 呈示刺激弁別の有無は、CNV 解消時間に影響を及ぼすと報告している。また、Kotani ら⁵²⁾やChwilla ら⁵³⁾は、運動反応後にその成績をフィードバック刺激 (S3) として提示するという条件によって、S3 の直前にも刺激先行陰性電位 (Stimulus-Preceding Negativity : SPN) の増大を観察している。剣道での打突という運動課題終了後における相手からの攻撃の有無の可能性がフ

フィードバック刺激である S3 に相当すると仮定すると、注意の持続という心理的要因が瞬目と CNV 解消過程に反映される可能性が考えられる。したがって、Kotani ら⁵²⁾や Chwilla ら⁵³⁾のようにフィードバック刺激提示の有無という条件は無いものの、剣道競技者の打突後の注意の持続という訓練が、CNV 実験パラダイムにおける刺激—弁別・判断—反応において課題遂行後における瞬目および CNV 解消過程の時間との関係に般化の影響を見出すことができるのではないかと考えられる。

さらに、刺激—弁別・判断—反応のパラダイムにおいて出来るだけ早くボタン押しをするよう反応課題を与えると、人は競争心が生起しやすくなる⁵⁴⁾。また、競技者は結果へのこだわりがより強いという特徴があるため⁵⁵⁾、反応直後の結果に対する SPN が CNV に重畳し、CNV 解消過程において陽性への電位変動を遅らせる可能性も考えられる。

以上のことから、本研究では認知処理の指標となり得る CNV と瞬目において、S2 呈示後の CNV 解消時間と S2 呈示後に最初に生起した瞬目の時間を初発瞬目発生時間として解析することで剣道経験者と剣道非経験者の比較を行った。剣道経験者の残心における日頃の訓練が、S2 呈示後の生理的指標に対して般化の影響が見られるのかという可能性も含め、その特徴を明らかにすることにより、剣道における有効打突の一つである「残心」について知見を得ることを目的とした。

実験では、第 2 章の研究と同様に分離試行パラダイムを基本として、広く運動応答の実行と抑制の神経基盤の研究に用いられる視覚性の刺激弁別課題 (ボタン押し Go-NoGo) を用いて検討を行った。

3-2. 方法

3-2-1. 実験参加者

大学で剣道部に所属し、経験年数が10年以上の男子学生7名（年齢 21.3 ± 1.5 歳）を剣道経験者群（以下、剣道群とする）とした。彼らは、全員が3段を取得している。また、運動部に所属せず、日頃も運動習慣を持たない男子学生9名（年齢 22.4 ± 3.3 歳）を剣道非経験者群（以下、非剣道群とする）とした。いずれの被験者も神経疾患に関する既往歴はなく、全員が右利きであった。なお、被験者には、世界医師会のヘルシンキ宣言⁵⁶⁾の趣旨に沿った研究の目的・意義を文章と口頭で十分に説明を行い、自由意志による実験参加の同意を文書で得て実施した。

3-2-2. 測定方法

簡易シールドルーム内に講義用机と椅子を設置した。図1と同様に、被験者には椅子に楽に腰をかけた状態で、右手を机上に設置された発泡スチロール製の箱の上に乗せ、さらに右手示指を箱の表面中央部に設置された光電スイッチの上に置くよう指示した。被験者から正面1mのところに黒色カーテンを背景として、3つの発光ダイオード（径：0.5cm, 色：中央は黄色, 左右は赤色）を水平に設置した（左右視野角 0.57° ）。被験者には、裸眼でも十分に発光刺激が認識できることを確認の上、眼鏡やコンタクトレンズを使用しない状態で実験を行った。まず、5~7秒間隔でランダムに点滅する中央の黄光点（第1刺激:S1）を注視するよう教示した。S1点灯の2秒後に左右どちらかの赤光点を50%の確率でランダムに点灯（第2刺激:S2, 右:RS2, 左:LS2）させた。なお、刺激提示時間は150msであった。机上の右手下に光電ボタンスイッチを設置し、第2章の実験と同様に、被験者にはGo試行のときのみ右手示指ですばやく光遮蔽の反応をするよう教示した。図2と同様に、被験者の試行として4種類を用いた。右赤光点が点灯した時に反応する場合を右Go試行とし、左赤光点が点灯した時に反応する場合を左Go試行とした。逆に、右赤光点点灯では反応しない試行を右NoGo試行とし、左赤光点点灯では反応しない試行を左NoGo試行とした。また、それぞれのGo-NoGo課題に対する慣れや学習の影響を避けるために参加者間でカウンターバランスをとった。なお、日内変動の影響を避けるため、脳波を計測する時間帯は、各参加者内で統一した。

3-2-3. 計測

被験者には、国際10-20法に従いCzに電極インピーダンスを $10K\Omega$ 以下として貼付し、両耳朶連結を基準電極として単極誘導した。CNVはサンプリング周波数500Hz、時定数2.0、ハイカット周波数30Hzで記録（日本光電製EEG9100）した。またS1、LS2、RS2の刺激信号とボタン押し反応信号を同時計測し記録した。さらに、脳波記録と同時に水平および垂直方向の眼球運動（EOG）も同時記録した。計測後off lineにてキッセイEPLYZER IIを用い、ボタン押し反応のGoと、ボタン押し反

応無しの NoGo 試行に分けて S1 をトリガーとし、CNV の加算平均を求めた。測定は、まず 3 分間の安静記録を実施し、次いで 3 分間の実験を各実験間に 2 分間の休憩をはさんで行った。実験は、Go および NoGo をランダムな順序で 25 試行×12 回行った。ただし、純粋な脳電位以外のアーチファクト電位成分波及を受けたデータやノイズの大きいデータおよびはボタン押しの全試行回数から反応の誤答 (1.5%) を分析から除外することとした。最終的に Go と NoGo はそれぞれ 130 試行となり、計 260 試行を分析対象とした。

さらに、全被験者における Go 刺激に対する反応時間の検討を行った。反応時間の計測は、Go 刺激に対するボタン押しまでの時間とした。前述の通り、ボタン押しの全試行回数から反応の誤答を除外して平均値を求め、各被験者の反応時間として分析を行った。

CNV 波形は、S1 呈示前 1000ms から S2 呈示後 2000ms までの計 5000ms について解析対象とした。また基線算出区間は、S1 呈示前 1000ms から S 呈示 1 までの区間を指定して基線を求め、被験者毎に実験条件別に加算平均 (grand average:GA) を行った。CNV 面積値については、S1 呈示後 1800ms から 2000ms (以下 1800-2000ms とする) までの CNV 波形の後期成分を採用し、その区間の積分値を求めた。CNV 解消時間は、S2 呈示から CNV が陽性に移行し、基線に接するまでの時間とした。S2 呈示後の初発瞬目発生時間については、第 2 章の報告から、提示後 1000ms-2000ms 間に生じた初発瞬目発生時間の平均値とした。

3-2-4. 統計解析

CNV 面積値、CNV 解消時間、S2 呈示後の初発瞬目発生時間については、剣道経験 (剣道群-非剣道群) を実験被験者間、課題遂行 (Go-NoGo) を実験被験者内とする混合モデル二元配置分散分析を行った。交互作用が認められた場合は、水準ごとの単純主効果を分析した。反応時間については、剣道経験 (剣道群-非剣道群) の 2 群間で対応のない t 検定を用いて比較した。また、S2 呈示後における CNV 解消時間と初発瞬目発生時間の関係については、Pearson の積率相関係数を用いて分析した。

解析には、IBM SPSS Statistics 22、および js-STAR 2012, 2.0.6j を使用し、両側検定にて危険率 5%未満を有意水準とした。

3-3. 結果

3-3-1. CNV の grand average (GA) と面積

図7は、剣道群、非剣道群における Go-NoGo 課題における Cz の GA 波形と S2 呈示に対する反応時間および S2 呈示後の初発瞬目発生時間を示す。S1 呈示後 1800-2000ms で後期 CNV 成分の面積値を求め、その群間比較を行った。その結果、表6に示すように CNV 面積値では剣道経験 ($F(1, 14)=0.04, ns$)、課題遂行 ($F(1, 14)=0.18, ns$) の主効果、交互作用 ($F(1, 14)=0.26, ns$) に有意差は無かった。

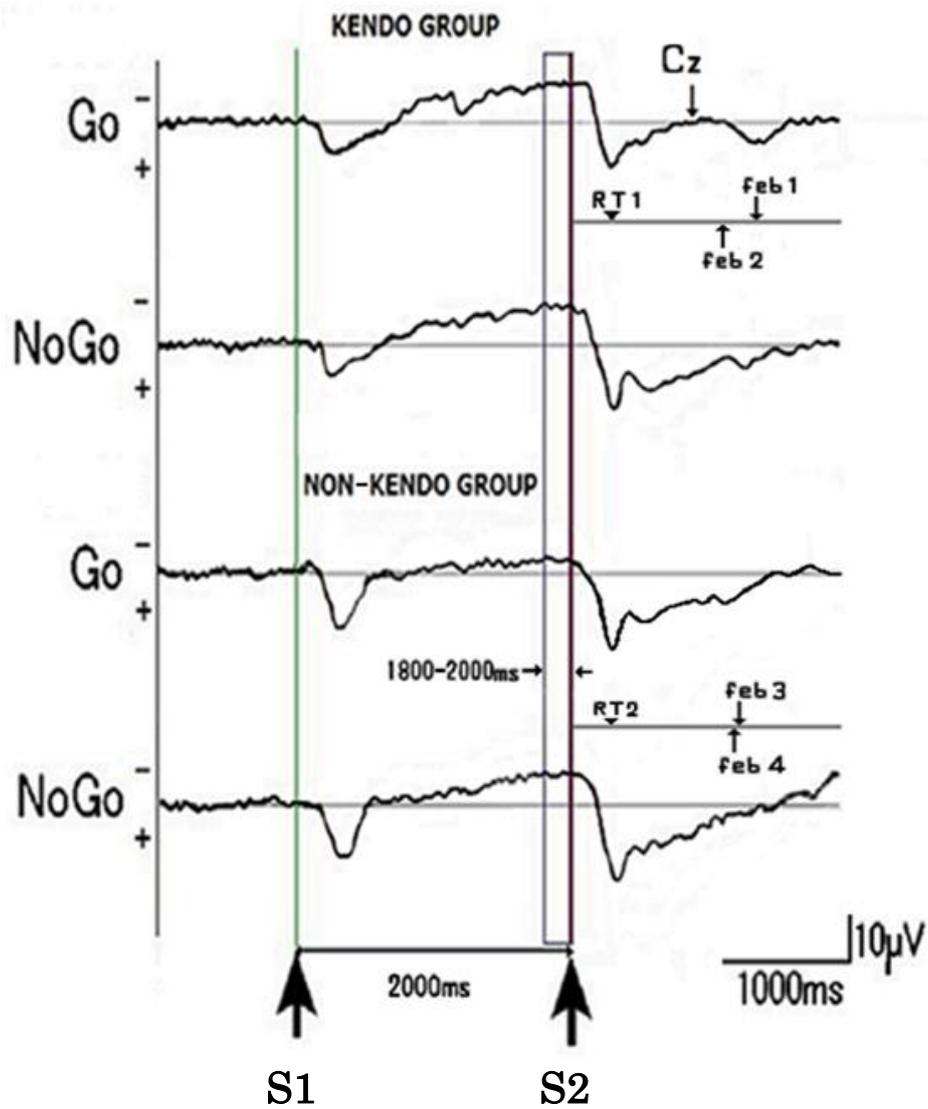


図7 2群における CNV 波形の GA

※RT1: 剣道群における反応時間, RT2: 非剣道群における反応時間

※febl: 剣道群の Go 時における初発瞬目発生時間

※feb2: 剣道群の NoGo 時における初発瞬目発生時間

※feb3: 非剣道群の Go 時における初発瞬目発生時間

※feb4: 非剣道群の NoGo 時における初発瞬目発生時間

表6 CNV面積の群間比較

	S1後1800-2000ms CNV面積				二元配置分散分析	
	剣道群(n=7)		非剣道群(n=9)		<i>F</i>	
剣道経験					剣道経験(A)	0.04 <i>ns</i>
課題遂行	Go	NoGo	Go	NoGo	課題遂行(B)	0.18 <i>ns</i>
	1092.2±1243.0	1082.1±1086.3	936.3±747.5	1046.6±752.2	(A×B)	0.26 <i>ns</i>

ns:有意差なし

表中にM±SDで表記

3-3-2. 反応時間

反応時間については、剣道経験（剣道群／非剣道群）の2群間でt検定を用いて比較した結果、有意差は無かった（ $t(14)=0.58, ns$ ）（表7）。

表7 反応時間の群間比較

反応時間(ms)		<i>t</i>	
剣道経験	剣道群(n=7) 非剣道群(n=9)	0.58	<i>ns</i>
	253.5±20.5 262.1±34.7		

*t*検定, *ns*: 有意差なし
表中にM±SDで表記

3-3-3. CNV 解消時間

CNV 解消時間については、剣道経験（剣道群-非剣道群）を実験被験者間、課題遂行（Go-NoGo）を実験被験者内とする二元配置分散分析を行った結果、表 8 に示すように、主効果は、剣道経験[剣道群/非剣道群: $F(1, 14)=0.17, ns$]、課題遂行[Go/NoGo: $F(1, 14)=2.99, ns$]のいずれにも有意差はなかったが、交互作用[$F(1, 14)=33.58, p<0.01$]において有意差が認められた。水準ごとの単純主効果を分析した結果、剣道経験では、要因[課題遂行]の Go 水準において有意差があり、[$F(1, 14)=9.93, p<0.01$]、Go の解消時間は、非剣道群より剣道群の方が長かった。NoGo 水準では、有意差はなかった[$F(1, 14)=2.44, ns$]。

課題遂行では、要因[剣道経験]の剣道群水準において有意差があり[$F(1, 14)=8.26, p<0.05$]、剣道群は、NoGo より Go の解消時間の方が長かった。また、非剣道群水準においても有意差があり[$F(1, 14)=28.31, p<0.01$]、非剣道群は、Go より NoGo の解消時間の方が長かった。

表8 CNV解消時間における群間比較

	解消時間(ms)				二元配置分散分析	
	剣道群(n=7)		非剣道群(n=9)		F	
剣道経験					剣道経験(A)	0.17
課題遂行	Go	NoGo	Go	NoGo	課題遂行(B)	2.99
	195.7±41.9	157.7±43.5	132.1±38.6	202.4±65.0	(A×B)	33.58 ** ※1

※1 (A×B)交互作用の単純主効果

- ・剣道経験(Go) $F=9.93^{**}$ [剣道群>非剣道群]、剣道経験(NoGo) $F=2.44, ns$
- ・課題遂行(剣道群) $F=8.26^*$ [Go>NoGo]、課題遂行(非剣道群) $F=28.31^{**}$ [Go<NoGo]

** $p<0.01, *p<0.05, ns$: 有意差なし

表中にM±SDで表記

3-3-4. S2 呈示後の初発瞬目発生時間

S2 呈示後の初発瞬目発生時間は、剣道経験（剣道群-非剣道群）を実験被験者間、課題遂行（Go-NoGo）を実験被験者内とする二元配置分散分析を行った結果、表 9 に示すように、主効果は、剣道経験[剣道群-非剣道群: $F(1, 14)=31.40, p<0.01$]において有意差が認められた。課題遂行では有意差は無かったが[Go-NoGo: $F(1, 14)=0.48, ns$]、交互作用[$F(1, 14)=15.10, p<0.01$]において有意差が認められた。水準ごとの単純主効果を分析した結果、剣道経験では、要因[課題遂行]の Go 水準において有意差があり[$F(1, 14)=64.28, p<0.01$]、初発瞬目発生時間は、非剣道群より剣道群の方が長かった。NoGo 水準では、有意差は無かった[$F(1, 14)=0.19, ns$]。

課題遂行では、要因[剣道経験]の剣道群水準において有意差があり[$F(1, 14)=5.10, p<0.05$]、剣道群は、NoGo より Go の初発瞬目発生時間の方が長かった。また、非剣道群水準においても有意差があり[$F(1, 14)=10.48, p<0.01$]、非剣道群は、Go より NoGo の初発瞬目発生時間の方が長かった。

表9 S2後の初発瞬目発生時間の群間比較

S2後1000-2000ms間 初発瞬目発生時間(ms)					二元配置分散分析	
剣道経験	剣道群(n=7)		非剣道群(n=9)		F	多重比較
	Go	NoGo	Go	NoGo		
課題遂行	1335.3±43.8	1249.3±98.9	1108.4±63.9	1231.7±60.9	剣道経験(A) 31.40 **	剣道群>非剣道群
					課題遂行(B) 0.48	
					(A×B) 15.10 **	※1

※1 (A×B) 交互作用の単純主効果□

・剣道経験(Go) $F=64.28^{**}$ [剣道群>非剣道群]、剣道経験(NoGo) $F=0.19, ns$

・課題遂行(剣道群) $F=5.10^*$ [Go>NoGo]、課題遂行(非剣道群) $F=10.48^{**}$ [Go<NoGo]

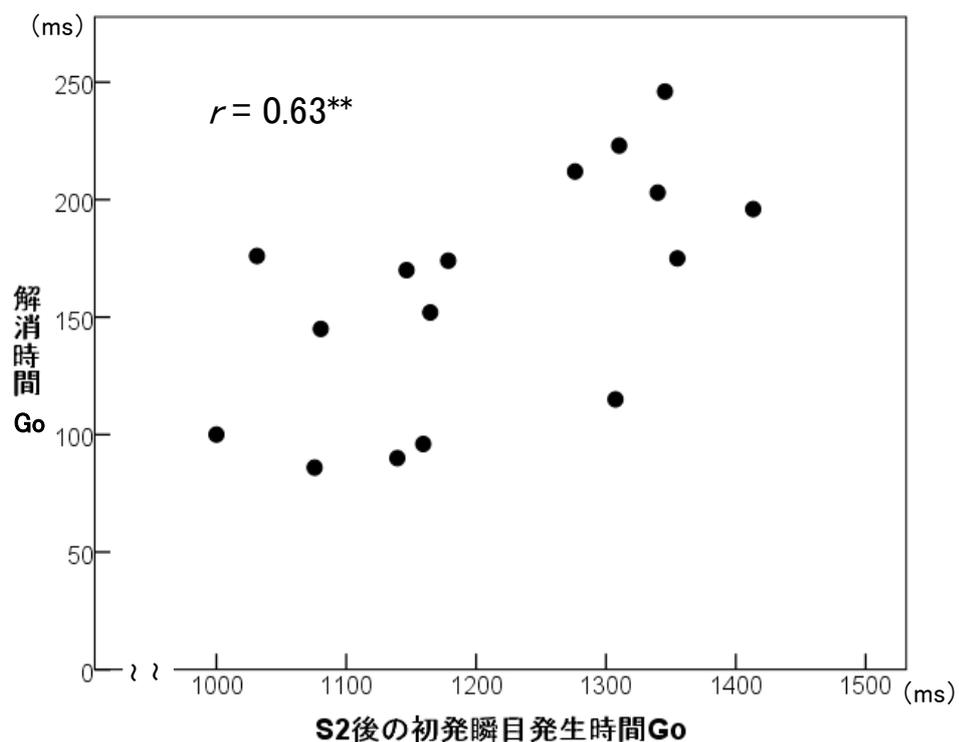
** $p<0.01, *p<0.05, ns$: 有意差なし

表中にM±SDで表記

3-3-5. S2 呈示後における CNV 解消時間と初発瞬目発生時間の関係

S2 呈示後における CNV 解消時間と初発瞬目発生時間については、前述（3-3-3 および 3-3-4）のとおり、剣道経験（剣道群-非剣道群）と課題遂行（Go-NoGo）の単純主効果において同様の統計結果を得た。つまり、共に剣道経験では、要因[課題遂行]の Go 水準において有意差があり、非剣道群より剣道群の方が長かった。NoGo 水準では、有意差は無かった。また課題遂行においても、要因[剣道経験]の剣道群水準において有意差があり、剣道群は、NoGo より Go の方が長かった。また、非剣道群水準においても有意差があり、非剣道群は、Go より NoGo の方が長かった。

以上のことから、S2 呈示後における CNV 解消時間と初発瞬目発生時間の関係について Pearson の積率相関係数を算出した。その結果、有意な正の関係があった ($r=0.63$, $p<0.01$)。相関関係を散布図として図 8 に示した。



Pearsonの積率相関係数 $**p<0.01$
($n=16$)

図8 S2後におけるCNV解消時間と初発瞬目発生時間の関係

3-4. 考察

本研究では、剣道経験者の注意の持続と関連付けられる「残心」の特徴を明らかにすることを目的として、CNV 後期成分の面積値と S2 提示に対する反応時間および S2 呈示後の CNV 解消時間と初発瞬目発生時間に焦点を当て、剣道非経験者と比較し検討を行った。

CNV後期成分の面積値と反応時間には、2群間に有意差は無かった。特に面積値については、G. J. M. Van Boxtelら⁵⁷⁾が、CNV 後期成分に非運動成分が存在することを示しており、CNV の測定には筋電図を測定し、運動の筋電位出力が各条件間で差がないことが重要だとしている。本研究においても、剣道群と非剣道群との間でCNV の面積値に差が出なかった理由として、筋の出力が各群間に大きなばらつきがあり、そのためにCNV後期成分の中に含まれる運動成分 (motor component) のばらつきも大きくなり、その結果、認知的な準備状態の差 (non-motor component) が統計結果に反映されなかった可能性がある。今後のCNV 測定においては、筋電図を同期して測定することで、被験者の筋出力を統制することの重要性が示唆された。

CNV 解消時間において、岩永ら⁴⁶⁾は弁別運動課題条件では単純運動課題条件に比べて有意に短かったと報告している。本研究においても、非剣道群における CNV 解消時間は、NoGo 課題に比べ、Go 課題の方が有意に短かった。岩永ら⁵¹⁾や Imashioya ら⁵⁸⁾は、心理的負担の大きい課題の方が、CNV 解消時間が短いことから、CNV 解消過程については、課題の完了という心理的終息感が影響すると考察している。本研究においても、非剣道群の CNV 解消時間は、Go 課題で 132.1 ± 38.6 ms、NoGo 課題で 202.4 ± 65.0 ms と、心理的負担の大きい Go 課題のほうが解消時間は短く、岩永ら⁵¹⁾や Imashioya ら⁵⁸⁾と同様の結果を得たことから、課題の完了という心理的終息感の影響を受けたと考えられる。しかし、剣道群の解消時間では、Go 課題で 195.7 ± 41.9 ms、NoGo 課題で 157.7 ± 43.5 ms と、非剣道群とは逆に Go 課題の方が有意に長い結果であった。「はじめに(2-1)」で述べたように、Go-NoGo 課題は、実際の剣道の場面において、Go は打突を行ったイメージや逆に NoGo は打突を思い止まらせるイメージを剣道経験者に抱かせやすく、特に Go 課題後は、打突後における残心のイメージと重なるため、注意の持続が般化した可能性が窺える。

したがって、本研究の剣道群は、Go 課題において S2 呈示後も残心に対する般化の影響を受け、課題後も注意レベルが維持されたことから、CNV 解消時間において非剣道群とは逆の結果になったのではないかと考えられる。

また、松本ら⁵⁹⁾は、CNV 解消時間の遅延に関してボタン早押し競争時のストレス下における被験者の CNV と PINV について検討した結果、命令刺激直後の PINV については、勝敗結果の呈示まで多くの電極装着部位で陰性の維持が見られたと報告している。

本研究の剣道群が、S2 呈示後において CNV 解消時間が長かった点については、

他者との競争条件を用いてはいないものの、できるだけ早いボタン押しをするという、その結果に対する期待が、より大きく反映された可能性も考えられる。

一方、S2 呈示後の Go 課題における剣道群の初発瞬目は、非剣道群と比較して有意に遅く発生した。このことは、第 2 章で示したように、剣道群に瞬目の抑制が見られたといえる。

Stern ら¹⁶⁾は、瞬目は期待や注意といった人の心理的過程を探る生理的指標になり得ると報告している。また Nakano ら⁶⁰⁾は、映画を見ている時の瞬目と脳活動を計測し、瞬目により注意の神経ネットワークの活動が減少することを報告している。つまり、ある行為から瞬目までの時間が長いということは、ある行為に対する注意が長く持続していると考えられる。剣道経験者において、Go 課題後も非剣道群に比べ CNV の振幅が保たれる時間が長く、さらに Go 課題後から瞬目発生までの時間が長かった。さらに、S2 呈示後における CNV 解消時間と初発瞬目発生時間について正の関係が認められた。これらの結果は、Go 課題終了後に対しても注意が長く保たれた結果だと考えられ、剣道経験の長い選手における残心の習慣が、剣道以外の一般課題にも般化していると推察できる。

以上のことから、剣道における残心は「行為後の注意の持続」行動と定義することができると同時に、CNV 解消時間と初発瞬目発生時間はともに「残心」の生理指標の一つになり得ると考えられる。

3-5. 小括

本研究において、CNV 解消時間と初発瞬目発生時間から見た剣道経験者の注意の持続と関連付けられる「残心」の特徴については、以下のように要約できる。

剣道経験の Go 水準において、剣道群では S2 呈示後において非剣道群と比べ、CNV 解消時間が有意に長かった。

また、S2 呈示後における初発瞬目の発生においても、剣道群では非剣道群と比べ有意に遅かった。さらに、S2 呈示後における CNV 解消時間と初発瞬目発生時間について、正の関係が認められたことから、日頃の訓練における残心の意識が般化した可能性が窺え、課題遂行後も脳内処理過程において注意の持続が行われていると推察された。

以上の結果より、剣道経験者における「残心」の特徴の一端を、CNV 解消時間と初発瞬目発生時間の視点から明らかにできたと考えられる。同時に、剣道経験者における心の鍛錬の具体的方法の一つとして、瞬目抑制に対する意識の介在が窺い知れた。

第4章 総括

4-1. 本研究のまとめ

武道においては、技を行った後に特定の形で構え、相手の反撃に瞬時に対応する準備と、更なる攻撃を加える心の準備を伴った一挙動を、「残心」と呼ぶ。特に剣道においては、一つの技を打ち終えた後も引き続き一貫して維持される精神状態を身構えと気構えとして示さなければならない。このことは、剣道試合・審判規則においても規定されている。つまり、残心を体現することによって勝利を決定する「有効打突」として認められるのである。

そこで本研究の目的は、剣道経験者の注意集中の持続と関連が深い、残心の特徴を瞬目と CNV 解消時間を指標として見出すことであった。これら 2 つの生理反応を指標として選択した理由は、「1. 眼、2. 足、3. 胆、4. 力」という剣道を修行する過程における教えである。この教えは、修行のための大事な要素をその重要度に応じて順に示しており、視機能の活用が最も重要であると教えている。しかし、その視機能の発揮においてマイナスの働きとなるものがあり、それが瞬目である。

瞬目は動作遂行に必要な視覚情報を逃し、不利益を被ると考えられることから、スポーツでは瞬目の抑制と注意集中や持続との関係が注目されている。特に対人競技である剣道は、打突の攻防に使用される竹刀の剣先の動きが速く、瞬目発生の有無が勝敗に大きく影響を与えると考えられるため、出来るだけ瞬目を抑制するよう訓練している。したがって、瞬目を測定し検討することは、剣道経験者の「残心」の具体的且つ特徴的な方法を明らかにすると共に、瞬目が注意持続の極めて有用な指標に成り得ると考えられる。

また、これまで注意集中に関して多くの研究がなされているが、近年では注意集中と関連して、運動と脳内情報処理の過程との関係を検討した事象関連電位の研究もなされている。中でも期待や注意といった心理的要因との関係が取り上げられることから、CNV を指標としてスポーツにおける集中状態や運動準備状態を検討する研究もなされるようになった。また、CNV は出現後の解消過程も脳の活動を反映していることから、CNV 解消時間にも影響を及ぼすと考えられている。すなわち課題終了後、つまり残心時の脳内処理過程を検討することは、前述の残心時の瞬目生起との関連が窺え、非常に意義のある指標となることが期待された。

さらに、上記の瞬目や CNV 解消時間の測定に日頃の打突後における注意持続の訓練が般化するのかという客観的事実を確認することも目的の一つとした。

本研究で行った実験パラダイムは、瞬目と CNV の両測定において分離試行パラダイムを採用した。この方法は、同じ刺激を何回も繰り返し、そのデータを加算平均することにより刺激に対応した電位変化を取り出せるという利点がある。その結果、まず瞬目の測定では、剣道群において Go 課題後の瞬目抑制が非剣道群に比べ有意に長く、日頃の残心における瞬目抑制の訓練が般化している可能性が示唆された。剣道群内においては、競技力の高い者ほど瞬目抑制時間が長く、注意持続と競

技力の高さに正の相関が見られた。つまり、打突後においても注意持続時間が長いということは、打突される機会が減少し、逆に打突できる機会が増加することが考えられ、結果として競技力を高めることに繋がっていくものと思われる。

一方、瞬目と CNV の関係においては、S2 呈示から最初の瞬目が生起するまでの瞬目抑制時間が非剣道群に比べ有意に長く、CNV 解消時間も非剣道群に比べ有意に遅かった。このことは、注意の持続が行われていると判断できると同時に、瞬目が注意の解消に大きく関わっていることが示唆された。特に Go 課題呈示後から初発瞬目発生までの時間において、剣道群は非剣道群に比べ有意に長かった。逆に、打突直後に瞬目をして完全な black out の状態を作ってしまうと反応が遅れ、相手に打突の機会を与えてしまうことになる。剣道では、日頃の稽古による訓練や試合において、このような状況が次々と展開される。特に、打突直後は相手との距離が近く、危険度はさらに高まっていることは自明のことであり、これが剣術の時代であれば命にさえ関わる事態である。先人達が、残心を打突後であるにもかかわらず、勝敗を決定する要件に組み入れたことは賢明であったと確信すると共に、瞬時たりとも注意を怠らないという剣道の核心に触れるものとして、是非とも教え伝えて行こうと強く願ったことは想像に難くない。

本研究が、剣道における打突後の注意持続を瞬目抑制および瞬目抑制と CNV 解消時間の関係から客観的指標を持って明らかにできたことは、残心の特徴を知る上で、重要な知見を得たと思われる。また日頃の残心を心掛けた訓練が、他の行為にも般化していることを証明できたことは、日本の武道の一つである剣道にとってスポーツ科学的にも意義あることと考えられる。

4-2. 体育学への貢献および今後の展望

剣道は、日本の歴史と伝統の中で生まれ育った武道の一つである。特に第二次大戦後、新制中学校の選択教材として解禁(1953)されて以降は、普及に向け競技化が進み、近代スポーツ発展の一翼を担ってきた。その背景においては、技術力や身体能力の向上においてスポーツ科学の成果は大きい。科学的に裏付けられた技術論や身体のトレーニング方法など、指導現場にもたらす役割も大きく、選手のパフォーマンスを測定し評価することで、トレーニング効果の確認やトレーニングの処方などに重要な役割を果たしている。しかし、武道の特徴として、伝統的な訓練方法に頼ることが多い。中でも精神面に関する指導については、経験的且つ観念的な指導が中心であり、科学的分析により裏づけされたものは少ない。これでは、学校教育における武道必修化による指導や国際的普及に向けての重大な問題の1つと言わざるを得ない。

本研究における瞬目と事象関連電位の一つである CNV からみた残心の分析は、競技能力と瞬目との関係や、また脳内における情報処理との関係を客観的に示しており、実際の指導現場において大いに役立てられるものと考えられる。特に「瞬目の抑制」という残心の特徴を具体的に示した点については、国際普及の観点からも、その果たした役割は大きい。

剣道は、中学校教育において武道の一環として必修科目となった。生徒にとっては、竹刀を持っての慣れない運動になることは想像されるが、打突という動作をその終了後も含めて注意をさせるよう指導することは、剣道の一つの特徴を通して、教育的効果や意義があると考えられる。

また、残心が打突後であるにも係わらず、精神的な要因として有効打突という判定基準の一つとしているのは、西欧の剣術競技と異なり、日本の伝統的運動競技としての剣道がもつ大きな特徴である。したがって、客観性の低い「残心がある」と審判員が判定する要件の元となる生理的事実を明らかにしておくことが、剣道にとって大いに意義あるものと確信する。

今後は、瞬目抑制後の初発瞬目と注意持続の指標とされる CNV 解消時間の相関が高く示されたことから、筆者らは打突後における瞬目抑制後の最初の瞬目を残心の完了を客観的に示すものとして提示し、その評価を確立させていく責任を負わなければならないと考えている。

さらに剣道では、「1. 眼、2. 足、3. 胆、4. 力」という言葉において、視機能の活用が最も重要であると教えている。そこで今後は、視野との関係から情報処理範囲の拡大を目的とする「遠山の目付け」について脳波学的に検討をしていくことに加え、指導現場からの要請に応えられる指導法に関する研究を課題としていく。

謝辞

本研究にあたり、格別熱心なご指導を賜りました中京大学大学院体育学研究科の北川 薫教授に心から感謝申し上げます。

また、実験の際には被験者として協力していただいた大阪府立大学剣道部、弓道部およびアーチェリー部の皆様、そして大阪府立大学高等教育研究機構生物学研究室のスタッフの皆様に心から感謝申し上げます。

参考・引用文献

- 1) 持田盛二監修, 中野八十二, 坪井三郎(1960). 図説剣道辞典, 「剣道の歴史とその性格」, 講談社, 10-45. 印刷: 図書印刷株式会社.
- 2) 頼住一昭(2002) E. ベルツの剣術・柔術理解に関する一考察: 榊原鍵吉および三浦謹之助との出会いを中心として. スポーツ史研究, 15:1-10.
- 3) 杉江正敏(1973) 近代武道の成立過程に関する研究—明治期における武道理念の変遷について—. 武道学研究, 6(1): 44-45.
- 4) 戸星善宏(2003) 「残心」の意味変化について. 国際文化論集、西南学院大学. 17(2):191-235.
- 5) 榎本鐘司(1985) 剣道における二重的性格の形成過程について. 武道学研究, 17(1):104-105.
- 6) 香田郡秀・吉谷 修・有田祐二・鍋山隆弘(2005) 剣道における有効打突の構成要素に関する研究—現代的意義と視点の設定—. 筑波大学体育科学系紀要, 28:73-78.
- 7) 図説剣道辞典(1970) 持田盛二監修, 中野八十二, 坪井三郎著, P232. 講談社、印刷: 図書印刷株式会社.
- 8) 一般財団法人全日本剣道連盟(1995) 剣道試合・審判規則 第1編 試合, 第2章 試合, 第2節 有効打突, 第12条. P6. 印刷: 六誠社.
- 9) 一般財団法人全日本剣道連盟(2008) 剣道指導要領第11章, 主な剣道用語, P156. 印刷: プリ・テック株式会社.
- 10) 安部 鎮著(1965) 「剣道の極意」. 56-64 土屋書店, 東京
- 11) 一般財団法人全日本剣道連盟(1995) 剣道和英辞典・第1章 一般用語 P111. 印刷: サトウ印書館
- 12) 多田英興(編集)・山田富美雄・福田恭介(1991) まばたきの心理学. 2-7. 北大路書房 京都.
- 13) 吉田 茂・朴 寅圭(1999) 瞬目による押しボタン反応時間の遅延. 筑波大学体育科学系紀要, 22:109-117.
- 14) 吉田 茂・朴 寅圭(2000) 瞬目による握力反応時間の遅延. 筑波大学体育科学系紀要, 23:73-80.
- 15) 神崎 浩・伊藤 章(2005) 剣道の正面打ち動作に関する動作学的研究: 剣先速度に及ぼす動作要因. 大阪体育大学紀要, 36:51-60.
- 16) Stern J.A., Walrath L. C., and Goldstein, R. (1984) The endogeneous eyeblink. *Psychophysiology*, 21:22-33.
- 17) 田中 裕(1999) 「覚醒水準と瞬目活動」 *The Japanese Journal of Psychology*, 70(1):1-8.
- 18) 福田恭介・早見武人・志堂寺和則・松尾太加志(2007) ビジランス課題中における持続性瞬目と一過性瞬目. 福岡県立大学人間科学部紀要 15(2):27-35.

- 19) 福田恭介・松尾太加志(1997) キー押し反応に伴う瞬目. 福岡県立大学紀要, 6:101-109.
- 20) 松本 清・佐久間春夫(2011) CNV の構成成分からみた競争事態における認知および行動の特徴. バイオフィードバック研究, 38(1):28-34.
- 21) 紙上敬太・西平賀昭・東浦拓郎(2009) 運動強度と身体活動量が認知・脳機能に与える影響. 体力科学, 58:63-72.
- 22) 有藤平八郎・高橋正也(1991) 随伴性陰性変動と反応時間の加齢研究. 産業医学, 33:170-178.
- 23) Walter W.G., Cooper R., Aldridge V.J., McCallum W.C., and Winter A.L. (1964) Contingent negative variation: an electric sign of sensorimotor association and expectancy in the human brain. *Nature*, 203:380-384.
- 24) Gaillard A. W. (1976) Effects of warning-signal modality on the contingent negative variation (CNV). *Biological Psychology*, 4, 139-154.
- 25) Wagner M., Rendtoff N., Kathmann N., and Engel R.R. (1996) CNV, PINV and evoked potentials in schizophrenics. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 98(2):130-43.
- 26) Elbert T., Rockstroh B., Lutzenberger W., and Birbaumer N. (1982) Slow Brain Potentials After Withdrawal of Control. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*, 232(3):201-214.
- 27) Obrist P.A., Webb R.A., and Sutterer J.R. (1969) Heart rate and somatic changes and during aversive conditioning and a simple reaction time task. *Psychophysiology*, 5: 696-723.
- 28) 米田 悠・和田 優・石垣尚男(2006) ジュニアテニス選手における視機能と球技能力に関する研究. 人間工学, 42:134-135.
- 29) 望月誠子・枝川 宏・蓮池正博(1998) スポーツ選手における動体視力と屈折の検討. 日本視能訓練士協会誌, 26:137-143.
- 30) 真下一策(1997) 動体視力. 体力科学, 46(3):321-326.
- 31) 石垣尚男(2005) 卓球ラリー中と剣道対峙中の瞬目. 愛知工業大学研究報告, 40(B):267-268.
- 32) Fogarty C., Stern J.A. (1989) Eye movements and blinks: their relationship to higher cognitive processes. *International Journal of Psychophysiology*, 8(1):35-42.
- 33) Goldstein R., Bauer L.O., and Stern J.A. (1992) Effect of task difficulty and interstimulus interval on blink parameters. *International Journal of Psychophysiology*, 13(2):111-7.
- 34) Ridder W.H. 3rd., Tomlinson A. (1997) A comparison of saccadic and blink suppression in normal observers. *Vision Res*, 37(22):3171-9.

- 35) 松原 章・前坂茂樹(1993) 剣道における目付けについて—諸流派に見る目付けの比較より—。鹿屋体育大学学術研究紀要, 9:26-29.
- 36) Holland M.K., Tarlow G.(1975) Blinking and thinking. *Perceptual. motor. Skills*, 41(2):503-506.
- 37) Wood J.G., Hasset J. (1983) Eyeblinking during problem solving : The effect of problem difficulty and internally vs externally directed attention. *Psychophysiology*, 20(1): 18-20.
- 38) Fukuda K, Matsunaga K. (1983a) Changes in blink rate during signal discrimination tasks. *Japanese Psychological Research*. 25:140-146.
- 39) 福田恭介・松永勝也(1983b) マバタキについての心理学的研究—コンピューターによるマバタキ処理—。日本心理学会第 47 回大会発表論文集, 47.
- 40) 浅田 博・黒田直之・濱口雅行 (2008) 長期剣道経験者における課題反応時の遅延瞬目活動. *日本生理人類学会誌*, 13(1) :154-155.
- 41) 星野聡子・中宮敏之・宮崎順史・児玉昌久(1995) ライフル射撃における試射・本射の射撃リズムの検討. *日本体育学会大会号*, 46:255.
- 42) 楠本恭久・山岡 淳・山本麻子(1982) 弓道の生理心理学的研究 —打起しから離れまで—。 *スポーツ心理学研究*, 9:26-29.
- 43) 太田浩二・楠本恭久・斎藤 朗・中村絵里・崔 二準・長田一臣・谷嶋喜代志 (1989) アーチェリー選手の眼瞼運動停止(瞬目耐忍)に関する基礎的研究(1) —眼瞼運動停止(瞬目耐忍)時間を中心として—。 *日本体育学会大会号*, 40(A) :203.
- 44) Baumstimler Y., Parrot J. (1971) Stimulus generalization and spontaneous blinking in man involved in a voluntary activity. *Journal of Experimental Psychology*, 88:95-102.
- 45) Tecce J.J. (1972) Contingent Negative Variation (CNV) and Psychological Processes in man. *Psychological Bulletin*, 77(2):73-108.
- 46) Hillman C.H., Apparies R.J., and Hatfield B.D. (2000) Motor and non-motor event-related potentials during a complex processing task. *Psychophysiology*, 37:731-736.
- 47) Geert J.M. Van Boxtel., Brunia C.H. (1994) Motor and non-motor components of the Contingent negative variation. *International Journal of Psychophysiology*, 17: 269-279.
- 48) Brunia C.H., Vingerhoets A.J. (1980) CNV and EMG preceding a plantar flexion of the foot. *Biological Psychology*, 11:181-191.
- 49) Wascher E., Verleger R., Jaskowski P., and Wauschkuhm B. (1996) Preparation for action: an ERP study about two tasks provoking variability in response speed. *Psychophysiology*, 33:262-272.
- 50) 柿木昇治(1977) 脳の緩電位変動と心理要因. 広島修道大学論文集,

18(1):27-61.

- 51) 岩永竜一郎・三崎一彦・西平賀昭・八田有洋・麓 正樹 (2002) 運動準備, 運動反応, 刺激弁別が随伴性陰性変動(CNV)解消過程に及ぼす影響. 日本運動生理学雑誌, 9 : 93-100.
- 52) Kotani Y., Ohgami Y., Kuramoto Y., Tsukamoto T., Inoue Y., and Aihara Y. (2009) The role of the right anterior insular cortex in the right hemisphere preponderance of stimulus-preceding negativity (SPN): an fMRI study. *Neuroscience letters*, 450:75-79.
- 53) Chwilla D.J., Brunia C.H. (1991) Event-related potentials to different feedback stimuli. *Psychophysiology*, 28:123-132.
- 54) 詫摩武俊編集, (2000) 性格と対人関係. pp. 251-267. ブレーン出版, 東京
- 55) Buss A.H., 優 越., 大淵憲一監訳 (1991) 対人行動とパーソナリティ, pp.85-90. 北大路書房, 京都
- 56) 畔柳達雄 (2009) 2008年ソウル改訂の「ヘルシンキ宣言」について, 改訂宣言の逐条解説. 日本医師会雑誌, 138:752-769.
- 57) G. J.M. Van Boxtel., Koen B.E. Böcker. (2004) Cortical Measures of Anticipation. *Journal of Psychophysiology*, 18:61-76.
- 58) Imashioya H., Dollins A.B., and Kakigi S. (1987) Motor Response Information Influence on CNV Shape and Resolution Time. *The Pavlov J Biol. Sci*, 22:1-6.
- 59) 松本 清・佐久間春夫 (2006) 競争ストレス時における CNV 及び PINV. バイオフィードバック研究, 33:17-24.
- 60) Nakano T, Kato M, Morito Y, Itoi S, and Kitazawa S. (2012) Blink-related momentary activation of the default mode network while viewing videos. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110:702-706.