

フットサルとサッカーの種目特性と 生理反応の関連

本 多 麻 子¹・山 崎 勝 男²

Relationship of sports features and physiological responses between futsal and soccer

Asako Honda¹ and Katuo Yamazaki²

The present study investigated the sports features between futsal and soccer based on spontaneous eyeblink and skin potential responses during visual stimuli of a futsal game. Eighteen participants were divided into three groups: futsal experienced, soccer experienced, and inexperienced groups. Skin potential responses in the futsal experienced group during characteristic scenes from the futsal games increased more than that in the soccer experienced group. Increased skin potential responses could be caused by both elevated sympathetic nervous activities and arousal level in the futsal experienced group. The eyeblink rate in the futsal experienced group during impressive scenes decreased more than that of before those scenes. Predicated on suppressed spontaneous eyeblink links to both cognitive processing and subjective interest, a decrease in the eyeblink

¹白鷗大学教育学部
Faculty of education, Hakuoh University

²早稲田大学スポーツ科学学術院
Faculty of Sport Sciences, Waseda University

rate showed that the participants on the futsal experienced group were interested in visual stimuli of the futsal game and actively acquired visual information. The findings suggested that spontaneous eyeblink and skin potential responses during visual stimuli of the futsal game would be factors to discriminate between futsal and soccer experiences.

Keywords: futsal, eyeblink, skin potential response

目的

競技スポーツにおいて優れたパフォーマンスを発揮するためには、運動技能、体力、心理的競技能力に加えて、認知情報処理能力が必要である。運動を実行する際に、環境条件が予測不可能な形で変化し、その変化に合わせてながら運動を遂行するというオープンスkilスポーツでは、環境条件の変化を的確に分析把握し、何が適切な競技行為かを瞬時に決定するという状況判断が必要不可欠になる(中川、2000)。状況判断は運動遂行に先立つ内的過程を総合的に表す概念であり、環境内にある情報源への選択的注意、現在の競技状況の認知、未来の競技状況の予測を含む。この過程を経て、複数の実行可能な競技行為からひとつの競技行為を選択して、実際の遂行が具現する(中川、2000)。

注意や認知情報処理過程を反映する生理指標として、事象関連電位の他にも、瞬目(eyeblink)が挙げられる。瞬目は、随意性瞬目、反射性瞬目、自発性瞬目(内因性瞬目)に分類できる(Stern, Walrath, & Goldstein, 1984)。随意性瞬目とは意図的、意識的に眼瞼を閉じる行動である。反射性瞬目とはさまざまな外的な刺激によって誘発される瞬目である。自発性瞬目とは、随意性瞬目や反射性瞬目のように瞬目発生の原因が明白ではないのに生じる瞬目である(山田、2002)。自発性瞬目の生じるタイミングに着目した分離試行パラダイムを用いた研究によって、課題要求(task demand)や注

意集中などの認知情報処理の途中には瞬目の抑制が生じ、処理終了後に瞬目が多発すると報告されてきた(福田・山田・田多、1990)。また、津田・鈴木(1990)は映像刺激の呈示に対する主観的興味と瞬目率の関係を検討した結果、低興味条件と比較して、高興味条件における瞬目率の低減を報告した。スポーツ観戦時の自発性瞬目について、山崎・清水・正木(1996)は、硬式野球経験の有無が自発性瞬目に及ぼす影響を野球とアルティメットの試合映像を用いて検討した。その結果、野球経験者は未経験者と比較して、野球映像の特殊なイベントシーンに対してのみ瞬目抑制を示した。山崎他(1996)は単位時間あたりに多くの情報を摂取し、興味ある映像分析に利用するための行動であったと解釈している。実際のスポーツ場面において、たとえば卓球ではラリー中に瞬目が観察されず、ラリー終了後に瞬目が生起する。視覚刺激に対する卓球選手の瞬目活動を測定した結果、横方向動体視力が高い者には指標消失直後に瞬目が生起し、一方、横方向動体視力が低い者には瞬目の遅延傾向がみられた(吉井、2007)。

本研究では、注意と認知情報処理過程の点から、近年急速に普及してきたフットサルについて実証的研究を行う。フットサルは足でボールを扱い、相手チームのゴールを奪うという特徴から、サッカーの縮小形式であると捉えられる場合が多いものの、フットサルの競技特性はむしろハンドボールやバスケットボールに類似している。サッカーとの相違点として、フットサルでは試合人数は5人であり、選手交代は自由かつ何回でもプレーが可能である。また、オフサイドがなく、スライディングタックルやショルダーチャージはファウルとなり、反則の累積がある(須田・大嶽・依田・石手・田中、2004)。3次元映像を用いたビジュアルトレーニングによって、フットサル選手の奥行き知覚の改善が示唆されたという報告(大石・池田・前田、2006)があるものの、フットサルに関する実証的研究は数少ない。本研究では、競技経験に基づいたうえで、フットサル映像に対する生理指標の反応から、フットサルとサッカーの種目特性の違いを検討した。生理指標には自発性瞬目と皮膚電位反応(skin potential response: SPR)を

用いた。認知情報処理過程や主観的興味の他にも、瞬目に影響を及ぼす要因として課題要求、心的負荷、覚醒水準、感情、パーソナリティなどが指摘されている（田多・山田・福田、1991）。そのため、本研究では自発性瞬目に加えて、交感神経活動、覚醒水準および感情の変化に鋭敏なSPRを採用した。本研究の仮説として、フットサル経験者は、サッカー経験者および未経験者よりも、フットサル映像に対して自発性瞬目の抑制とSPRの増大を示すと予想される。

方法

実験参加者

大学生30名（男性24名、女性6名）が実験に参加した。競技経験に基づいて、フットサル経験群（10名。平均年齢 21.9 ± 0.7 歳）、サッカー経験群（11名。平均年齢 20.2 ± 1.0 歳）、フットサルとサッカーともに経験のない未経験群（9名。平均年齢 19.8 ± 1.1 歳）の3群に実験参加者を分類した。普段コンタクトレンズを使用している実験参加者は、コンタクトレンズを着せず、持参した眼鏡を使用して実験に参加した。

映像刺激

2002年7月に開催された第18回全国選抜フットサル大会優勝決定戦（東京都選抜チームVS大阪府選抜チーム）の試合映像を19分28秒に編集した映像を用いた。映像刺激呈示の際、音声は消去した。映像刺激の内容は、大阪府選抜チームが先取点を取り、東京都選抜チームが追いついた後、両チームの攻防が続き、延長戦の結果、東京都選抜チームが大阪府選抜チームを下して、2連覇を達成するというものであった。映像刺激の具体的な内容とイベント出現時間をTable 1に示した。実験参加者の前方1.9mに設置した29インチのカラーテレビに映像刺激を呈示した。

Table 1 イベント出現時間と内容

No.	VTRカウンタ	攻撃	内容	東京vs大阪
1	01:56-02:05	東京	パス回しからM選手のシュート→GKセーブ	0-0
2	02:11-02:19	大阪	Y選手のドリブルからゴール前へのパス→ゴール	0-1
3	03:20-03:30	東京	パス回しからN選手のシュート→S選手のディフェンス	0-1
4	04:10-04:17	大阪	S選手のパス→M選手のシュート→ゴールポスト直撃	0-1
5	04:37-04:44	大阪	F選手のパスカットからシュート→ゴールポスト直撃	0-1
6	06:35-06:45	大阪	F選手とY選手のパス回しより、Y選手のシュート→ゴールならず	0-1
7	07:15-07:20	東京	K選手のフリーキック→N選手のシュート→ゴール	1-0
8	07:37-07:47	大阪	M選手のドリブル→GKのペナルティエリア外での反則→退場	1-0
9	09:19-09:27	大阪	F選手のパス→I選手のシュート→ゴール	1-2
10	10:16-10:28	東京	K選手の個人技からパス→U選手のシュート→ゴールならず	1-2
11	10:43-10:49	大阪	コーナーキックよりF選手のシュート→GKのファインプレー	1-2
12	11:07-11:10	大阪	O選手のシュート→ゴールポスト直撃	1-2
13	12:15-12:28	大阪	M選手の第2ペナルティキック→ゴールならず	1-2
14	13:38-13:43	東京	N選手のフリーキック→M選手のシュート→ゴール	2-2
15	14:10-14:19	大阪	GKのスロー→O選手のヘディングシュート→GKのファインプレー	2-2
16	15:40-15:54	東京	パス回しからU選手の連続的の切り返し→シュート→ゴールならず	2-2
17	16:22-16:29	東京	M選手のパス→K選手のターン、シュート→GKのファインプレー	2-2
18	17:48-17:53	大阪	F選手の個人技→股抜きパス→ピヴォ当て	2-2
19	18:15-18:20	大阪	F選手のパス→Y選手のシュート→ゴールならず	2-2
20	19:00-19:20	東京	U選手のピヴォ当て→K選手のリターン→U選手のシュート→F選手のブロック→U選手の再シュート→こぼれ球をK選手がボレーシュート→逆転勝ち	3-2

記録方法

眼電図は、銀・塩化銀電極を用いて右目眼窩上下縁部より、時定数 (time constant: T. C.) 3 s、高域遮断周波数 (high cut filter: H. C.) 30Hzで導出し

た。SPRは探查部位の右手小指球部と基準部位の右手前腕部に不分極性銀・塩化銀電極を装着して、T. C. 6s、H. C. 30Hz で導出した。生理指標はポリグラフ（日本電気三栄製、360システム）を通して増幅し、レクチグラフ（日本電気三栄製、レクチホリー、8K23-L）を用いて紙送り速度3mm/sでペン書き記録すると同時に、データレコーダ（TEAC製、DR-M3）に磁気記録し、オフライン処理に供した。映像刺激の呈示には、ビデオテープレコーダ（東芝製、A-E52）とカラーテレビ（パナソニック製、TH-29FP5）を用いた。

質問紙

映像刺激の呈示終了後、質問紙に記入をさせた。質問紙の内容は、性別、年齢、競技歴、最高成績など、実験参加者の基本情報と、最も印象に残った場面、その場面に対する感想、フットサルとサッカーの類似点と相違点、およびフットサルに関する自由記述であった。フットサルとサッカーは同じ種目であると思うかという質問項目について、はい・いいえの2件法で回答を求めた。

実験手続き

実験参加者は1名ずつ実験に参加した。実験概要の説明後、実験参加同意書に署名することにより、同意を得た。電極類を装着した後、映像刺激の呈示や質問紙の記入方法、身体のを抜いて楽な姿勢で椅子に座ること、体動の抑制などについて教示を与えた。安静時記録を3min間測定後、実験を開始した。映像刺激の呈示終了後、質問紙に記入を求めた。実験終了後に内観報告を聴取した。

分析方法

質問紙について、フットサルとサッカーは同じ種目であると思うかという項目に対して、はい・いいえの各回答数を2項検定によって比較した。また、最も印象に残った場面として回答数の多かったイベント8（回答者10名）とイベント20（回答者12名）を分析対象とした。イベント8は、大阪府選抜チームの選手のドリブルを東京都選抜チームのゴールキーパーが阻止

したもの、反則のためにゴールキーパーが退場するという場面であった。イベント20は、東京都選抜チームの連続的な攻撃、シュートの後、ゴールが決まり、東京都選抜チームの勝利という場面であった。

各イベントについて、イベント前10 s 間、イベント中、イベント後10 s 間の3区間を設定し、区間毎に眼電図の波形から自発性瞬目を計数後、瞬目率 (N/min) を算出した。眼電図の電位が0.1mV以上変動し、閉瞼開始から再度開瞼までの持続時間が400ms以内の場合を瞬目と同定した。SPRについて、潜時を考慮してイベント開始後3 s 以内に生じたSPR反応量 (mV) を計測した。瞬目率について、イベント毎に、群 (3) × 区間 (3) の2要因分散分析を行った。SPRについて、群 (3) × イベント (2) の2要因分散分析を行った。分散分析の多重比較にはTukey法を用いて、 $p < .05$ の場合に有意とした。

結果

質問紙

フットサルとサッカーは同じ種目であると回答した実験参加者は1名であり、同じ種目ではないと回答した実験参加者は29名であった。2項検定の結果、フットサルとサッカーは同じ種目ではないと回答した実験参加者が有意に多かった (両側検定: $p < .01$)。自由記述の内容によると、サッカーとは異なるフットサルの特徴として、攻守の切り替えが速いこと、選手個人の競技能力が試合に大きな影響を及ぼすこと、ボールを扱う足の部位などが指摘された。

瞬目率

各群における平均瞬目率 (N/min) と標準誤差 (SE) をFigure 1 に示した。イベント8について、群 (3) × 区間 (3) の2要因分散分析の結果、区間要因の主効果が有意傾向であった ($F(2, 54) = 2.87, p < .10$)。群要因の主効果 ($F(2, 27) = .35, n. s.$) と交互作用は認められなかった ($F(2, 54)$

=.87, *n. s.*)。イベント20について、群 (3) × 区間 (3) の2要因分散分析の結果、区間要因の主効果 ($F(2, 54)=4.86, p < .05$) と交互作用が認められた ($F(4, 54)=3.11, p < .05$)。群要因の主効果はなかった ($F(2, 27)=.16, n. s.$)。交互作用の単純主効果の検定の結果、フットサル経験群では、イベント前10 s 間と比較して、イベント中の瞬目率が減少した ($p < .05$)。未経験群では、イベント中と比較して、イベント後10 s 間の瞬目率が増加した ($p < .05$)。

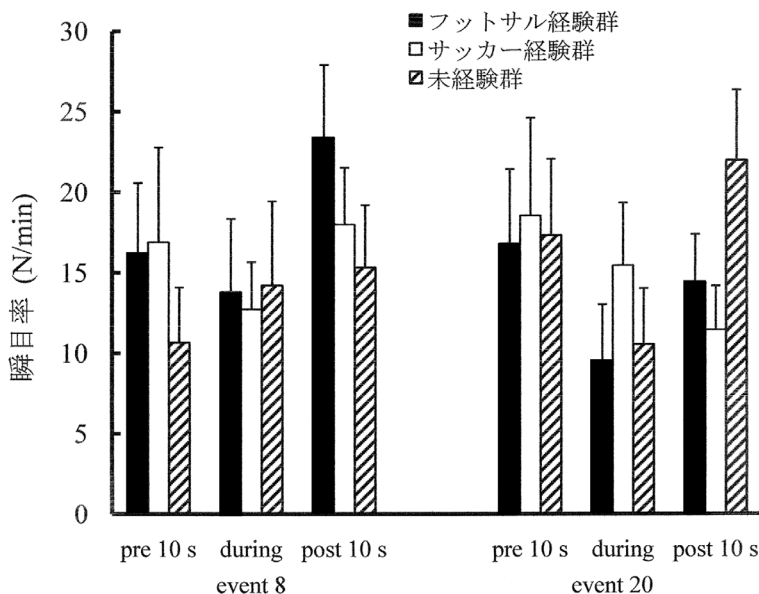


Figure 1 各群における平均瞬目率 (N/min) とSE

SPR

各群における平均SPR反応量 (mV) とSEをFigure 2 に示した。群 (3) × イベント (2) の2要因分散分析の結果、群要因の主効果が認められた ($F(2, 27) = 3.4, p < .05$)。イベント要因の主効果 ($F(1, 27) = 1.1, n. s.$) と交互作用は認められなかった ($F(2, 27)=.78, n. s.$)。多重比較の結果、サッ

カー経験群と比較して、フットサル経験群のSPR反応量は増加した ($p < .05$)。

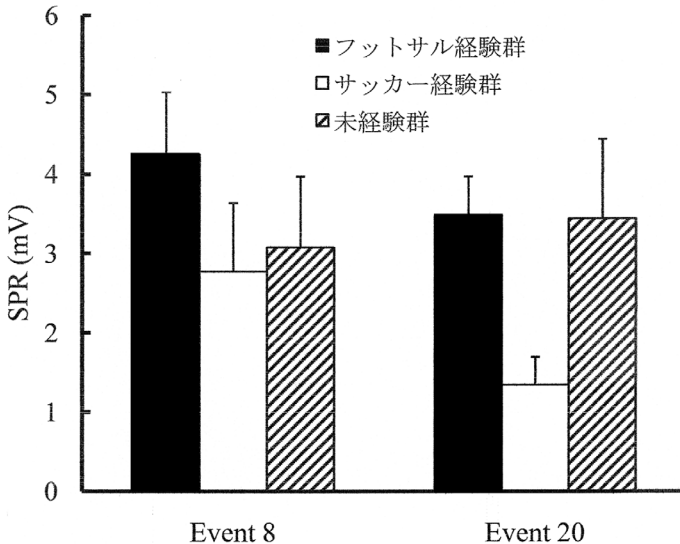


Figure 2 各群における平均SPR (mV) とSE

考察

本研究では、競技経験に基づいたうえで、認知情報処理過程や主観的興味を反映する自発性瞬目と、交感神経活動、覚醒水準および感情の変化に鋭敏なSPRを用いて、フットサル映像に対するフットサルとサッカーの種目特性の違いを検討した。本実験の結果、サッカー経験群と比較して、フットサル経験群のSPR反応量は増加した。フットサル経験群と未経験群ではフットサル映像に対する瞬目率の増減の時点が異なると判明した。

映像刺激のイベント8は、相手チームの攻撃をゴールキーパーがペナルティエリア外で止めたことから反則となり、ゴールキーパーが退場するという場面であった。サッカーにおいて同様のプレーが生じた場合、即座に退場となる事例は少ないだろう。また、映像刺激のイベント20は、相手

チームのピヴォ（サッカーのセンターフォワードに相当）の選手に意図的にボールを当てて、そのリターンをシュートした後、両チームの攻防が続き、最終的にボレーシュートが決まって勝敗が決定するという場面であった。分析対象とした映像刺激のイベント8とイベント20はフットサルの特徴的なプレーを含む場面であったといえる。これらの場面において、フットサル経験群のSPR反応量は、サッカー経験群よりも増加した。単位時間内のSPR出現数の多寡や振幅は実験参加者の情動・興奮水準と対応しており、興奮時や注意時にはSPRが多発傾向、振幅大となり、安静時には減少傾向、振幅小を示すと報告されてきた（Goldwater, 1987；Lader & Wing, 1964；新美・渡辺・山崎・堀・丹治, 1971；山崎・多喜乃・上田, 1990）。したがって、本実験の映像刺激は、フットサル経験群の交感神経活動を亢進させて、覚醒水準を高めて、注意を喚起したことから、SPR反応量が増加したものと考えられる。

覚醒水準と瞬目率の間にはU字関数が想定される（田多他, 1991）。覚醒水準が極端に高いとき、すなわち強い興奮状態は瞬目率を高め、逆に、眠気が生じるほどに覚醒水準が低下すると瞬目は多発する。一方、ある程度高い覚醒水準を維持している場合、覚醒水準の低下は瞬目率を増加させ、覚醒水準が明らかに低下している状況下において瞬目率は低くなるという逆U字仮説も報告されている（田中, 1999）。映像刺激のイベント20に対する瞬目率の推移について、未経験では、イベント後10 s間の瞬目率がイベント中よりも増加した。イベント20はフットサルに特有のプレーが続く場面であったものの、最終的にはシュートが決まり、逆転勝利となる内容であった。したがって、フットサルについてあまり知識や興味のない未経験群の実験参加者でさえも、誰が観ても明らかなシュートやゴール場面に注目して、イベント中に瞬目の抑制が生じた可能性がある。未経験群のSPR反応量はフットサル経験群とサッカー経験群のいずれの群とも有意差がなかったことから、未経験群の覚醒水準や注意はフットサル経験群とサッカー経験群のいずれの群とも違いがあるとはいえないと考えられる。した

がって、未経験群で確認されたイベント後の瞬目率の増加は、覚醒水準や注意の影響よりもむしろ、シュートやゴール場面への主観的興味による瞬目抑制の解消に起因したりバウンド反応であると解釈できる。映像刺激において、イベント20の出現時間は映像開始後19分の時点から20秒間であったことから、比較的長時間の視覚刺激の呈示による疲労や心的負荷が瞬目率を増加させた可能性もあるだろう。

フットサル経験群とサッカー経験群の瞬目率に違いはなかった。フットサル経験群のSPR反応量はサッカー経験群よりも増加したことから、サッカー経験群と比較して、フットサル経験群の覚醒水準は高く、映像刺激に対する注意も大であったといえる。しかしながら、両群の瞬目率に有意差がなかったことから、SPR反応量に反映された覚醒水準や注意の違いは瞬目率に影響を及ぼさなかったものと考えられる。

映像刺激のイベント20に対して、イベント後に瞬目率の増加を示した未経験群とは異なり、フットサル経験群ではイベント前と比較してイベント中に瞬目率が減少した。フットサル経験群で確認されたイベント中の瞬目抑制は、時々刻々と変化する試合映像から数多くの視覚情報を取り入れて、的確に分析把握し、状況判断を行ったことに起因したものと考えられる。映像刺激の呈示時間は19分28秒であった。比較的長時間の映像刺激の呈示は、実験参加者の疲労を増大し、覚醒水準を低下させる可能性がある。しかしながら、SPR反応量の結果より、フットサル経験群の覚醒水準はある程度高い状態であり、主観的興味と注意が維持されていたと推測される。田多 (1997) の2過程相殺仮説によると、不安、緊張、疲労、心的負荷、覚醒水準などは内的状態 (内的要求 (inner demand)) と呼ばれ、瞬目率を増加させる。一方、視覚情報処理は課題要求 (外的要求 (outer demand)) と呼ばれ、瞬目率を減少させる。通常の視覚課題条件下では内的要求と外的要求が相殺しあって瞬目の増減が打ち消され、差がない結果を得ることになる。視覚課題に対する瞬目率には促進と抑制の両要因が影響を与えるために、結果の解釈が困難となることがある。2過程相殺仮説 (田多, 1997)

を考慮すると、本実験のフットサル経験群で示されたイベント中の瞬目抑制は、比較的長時間の視覚刺激呈示に伴う疲労、心的負荷、ある程度の高覚醒状態の維持などの内的要求と比較して、フットサル映像への主観的興味、認知情報処理過程などの外的要求が大であったことに起因すると考えられる。

本実験の結果より、フットサル映像に対する自発性瞬目とSPRから、フットサル経験者、サッカー経験者、未経験者の弁別が可能であると示唆された。フットサルはサッカーの縮小形式であるとみなされる場合が多いものの、フットサル経験の有無はフットサル映像に対する主観的興味や認知情報処理過程に影響を及ぼし、生理反応の違いに反映されることが明らかとなった。

引用文献

- 福田恭介・山田富美雄・田多英興 1990 分離試行パラダイムに基づいた自発性瞬目研究の動向 生理心理学と精神生理学, 8, 47-54.
- Goldwater, B. C. 1987 Effects of arousal on habituation of electrodermal versus vasomotor responses. *Psychophysiology*, 24, 142-150.
- Lader, M. H. & Wing, L. 1964 Habituation of the psycho-galvanic reflex in patients with anxiety states and in normal subjects. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 27, 210-218.
- 中川 昭 2000 状況判断能力を養うオープンスキル習得の原理― 杉原 隆・船越正康・工藤孝幾・中込四郎 スポーツ心理学の世界 福村出版 東京 Pp. 52-66.
- 新美良純・渡辺尊己・山崎勝男・堀 忠雄・丹治哲雄 1971 皮膚電位活動と覚醒準位 神経研究の進歩, 15, 127-139.
- 大石祥寛・池田佳也・前田 明 2006 3次元映像を用いたビジュアルトレーニングがフットサル選手の奥行き知覚に及ぼす影響 トレーニング科学, 18, 129-135.
- Stern, J. A., Walrath, L. C., & Goldstein, R. 1984 The endogenous eyeblink. *Psychophysiology*, 21, 22-33.
- 須田芳正・大嶽真人・依田珠江・石手 靖・田中博史 2004 日本におけるフットサルの普及に関する研究 慶應義塾大学体育研究所紀要, 43, 7-13.
- 田多英興 1997 内因性瞬目研究における作業仮説について 人間情報学研究, 2, 73-78.
- 田多英興・山田富美雄・福田恭介 1991 まばたきの心理学 北大路書房 京都
- 田中 裕 1999 覚醒水準と瞬目活動 心理学研究, 70, 1-8.

- 津田兼六・鈴木直人 1990 主観的興味が瞬目率と体動の生起頻度に及ぼす影響—見本評定法による主観的興味の統制— 生理心理学と精神生理学, 8, 31-37.
- 山田富美雄 2002 瞬目による感性の評価—驚愕性瞬目反射と自発性瞬目による感情評定— 心理学評論, 45, 20-32.
- 山崎勝男・清水泰貴・正木宏明 1996 スポーツ観戦時の自発性瞬目 早稲田大学体育学研究紀要, 28, 25-31.
- 山崎勝男・多喜乃亮介・上田雅夫 1990 末梢自律系反応による注意の分析 早稲田大学体育学研究紀要, 22, 1-12.
- 吉井 泉 2007 スポーツにおける瞬目 トレーニング科学, 19, 9-13.