

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 3 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350794

研究課題名(和文) サビタイジングの機能局在の同定と競技能力との関連性について

研究課題名(英文) Electrophysiological correlates of subitizing and athletic performance

研究代表者

佐久間 春夫 (Sakuma, Haruo)

立命館大学・スポーツ健康科学部・教授

研究者番号：10128572

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)： 持続的な広い注意集中と瞬間的に的確な情報処理を求められるアイスホッケーのゴールキーパーを対象に、subitizingの特徴について機能局在と競技能力との関連性について、誘発脳波を中心に検討すると共に発生源の推定を行った。実験の結果、ゴールキーパーは他のプレーヤーと同様に刺激個数の関数として反応時間は増加するものの、正確な判断をなす傾向が示された。誘発脳波では、頭頂部から後頭部かけて顕著なN1成分が見出され、刺激個数の少ない方にP3成分が顕著な傾向が見出され、sLORETA解析の結果この領域に発生源の存在を認めた。

研究成果の概要(英文)： Enumeration of four or fewer objects is very fast and accurate, but gets slower and more error for more than four items. Generally the former is called subitizing and the latter is counting. In this study, we examined the electrophysiological correlates of subitizing and athletic performance for goaltender in ice hockey who is expected sustainable and wide-ranging attention. An electroencephalogram was recorded during enumeration task on visual arrays of ice hockey players in silhouette that varied in numerosity (3-6 and 7-12 silhouettes) and analyzed by using sLORETA (standardized low resolution brain electromagnetic tomography) to estimate the source characterization. The results demonstrated the increment of reaction time as a function of silhouettes, but goaltender performed more accurate estimate in numerosity than other players. The results of sLORETA showed increased activity in the occipitoparietal network.

研究分野：体育心理学

キーワード：サビタイジング 脳波 バイオフィードバック 生体情報 精神生理学 注意 メンタルトレーニング

1. 研究開始当初の背景

情報処理能力に関する研究では、これまでの注意能力に関する研究に近いものであるが、ある特定の対象に意識を向け、集中するといった能動的な焦点的注意に関心が向けられていた。そこではフィルター・モデル (Shiffrin)、減衰モデル (Treisman)、最終選択モデル (Deutsch & Deutsch) など種々の概念モデルが提唱されてきたが、それらの整合性や精神運動機能の分析を通しての構造モデル (Donders) と容量モデル (Kahneman) との検証にとどまり、また研究自体発展性の乏しいものでもあり、スポーツ場面への適用にも無理があった。特に、最少限の注意資源で比較的長時間にわたる注意能力の保持が求められるスポーツ場面での意識下の注意能力の変動、注意需要の適切な評価と配分については、上記の理論では明らかにすることはできない。試合状況といった「環境」では、瞬間的に状況を把握できる範囲 (サブタイジング subitizing) の能力の高いことが選手の活動を誘発したり方向付けたりする性質、即ち、ある試合場面で「手足が勝手に動き出す」かたちで発揮される選手の巧みな動作の発現メカニズムを事象関連脳電位を用いることにより、「運動学習は運動パターンの反復により特定の神経回路が確立されること」とするこれまでの運動学習理論に変わる「状況に応じた柔軟性を獲得していく」プロセス反復論 (アフォーダンス) を実証することができるものと考えられる。

このことは、時々刻々と変化する試合場面で、無意識的に最適方略を選択し、遂行する選手の無意識的な受動的注意能力の変動状況を明らかにすることにより、瞬時の情報処理能力の発現に寄与する最適配分のメカニズムを知ることにも繋がるものであり、スポーツ心理学におけるメンタルトレーニング技法の実証科学的基礎となるものである。

2. 研究の目的

優れた競技パフォーマンスを達成するためには、高次の状況判断能力や瞬時の合目的な情報処理能力が不可欠であり、これらの能力の優劣が勝敗に大きく影響する。

本研究では高い競技パフォーマンスを達成する上で重要な要因となっている状況判断といったワーキングメモリーにおける身体的、情動的、認知的要因からの注意メカニズムのもととなるサブタイジング subitizing (瞬間的な状況判断対象識別数) について、脳波・誘発脳波を用いた基礎的な実験と、それらに大きな影響を与える心理的プレッシャーとパフォーマンスとの関係、ストレス・コーピング (対処法) のためのバイオフィードバックトレーニングに関する応用的な実験を行い、以下の観点から多角的・多面的な検討を行った。

(1) subitizing の基礎的な実験として視覚情報処理課題の速さに及ぼす参加者の

動機づけ水準と競争事態といったストレス環境との関連について 波の応答から明らかにする。

- (2) 持続的な広い注意集中と瞬間的に的確な情報処理を求められるアイスホッケーのゴールキーパーを対象に、subitizing の特徴について機能局在と競技能力との関連性について、誘発脳波を中心に検討するとともに、sLORETA (standardized low resolution brain electromagnetic tomography) 解析により発生源の推定を行う。
- (3) トップアスリートを対象に、集中力の向上やセルフコントロール能力の向上に資する生体情報の可視化を基に、メンタルトレーニングの効果について明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 参加者 (大学生・院生) 83 名に対し競争心尺度質問紙を実施し、高競争心群 26 名、低競争心群 24 名を選び、競争条件下と単独条件下、さらに競争相手の可視性を設定した。実験課題では予告刺激を伴う反応時間課題 (S1 - S2 + R) を用いた。脳波は国際 10 - 20 法による両耳朶連結を基準電極として 9 部位 (Fz, F3, F4, Cz, C3, C4, Pz, P3, P4)、時定数 5 秒で導出し、200Hz で A/D 変換した。脳波は周波数解析を行い、波帯域および波帯域のパワー値から パワー比として $\frac{A}{B} + \frac{C}{D}$ を求めた。

(2) 参加者 (大学アイスホッケー選手) 5 名に対し図 1 に示すような実験パラダイムで subitizing 課題 (刺激数 3 - 12) を行った。注視刺激提示 2 秒後に刺激数の異なるアイスホッケー選手のシルエット像が提示され、参加者は 1 秒以内で回答 (反応) する。脳波の記録は頭皮上 13 部位から導出した。

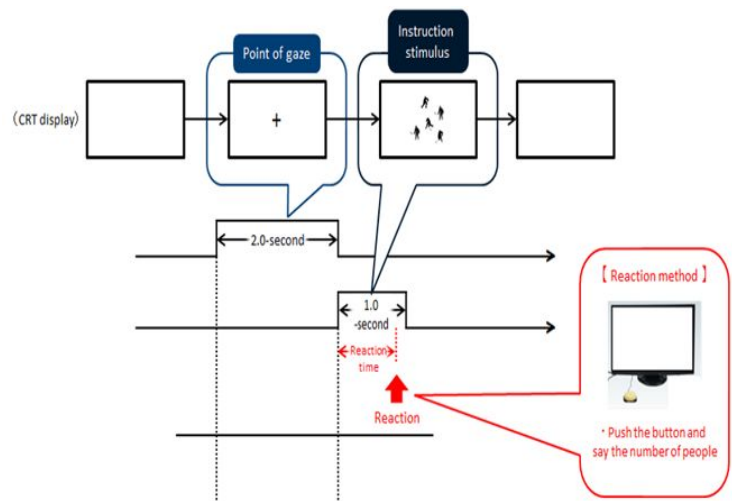


図 1 : 実験パラダイム

(3) 参加者は日本代表レベルの個人競技選手 4 名で、過度の緊張とネガティブ思考、外的妨害要因による集中困難を主訴としており、

生体情報として自律神経系の活動指標として呼吸と心拍を可視化指標とした Stress Eraser (図2) を用い、それぞれ2ヶ月間10セッションの介入を行った。実験課題は以下の通りである。

呼吸法について、コンサルタントのレクチャー受講。

コンサルタントと接触していない場面は、一人の落ち着ける空間でトレーニングを継続する。3分間の呼吸法トレーニングを計10Session実施。

呼吸法トレーニング実施時は、Stress Eraser による即時フィードバックを確認。

一回のトレーニング毎に、3分間の副交感神経優位な状況を表すスコアをポイントとして計測、記録。

記録用紙には、選手のコメント(主観的な感覚の変化/実施状況など)も記入。

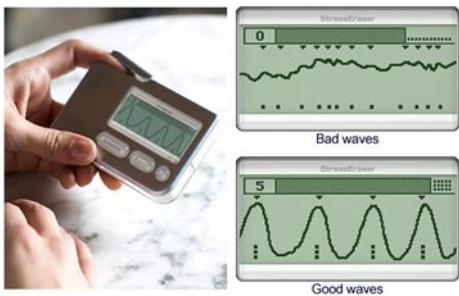


図2: Stress Eraser

4. 研究成果

(1) 競争心の低い被験者は、見えない相手と競争している時は前半から後半にかけてパワー比が増加したが、見える相手との競争

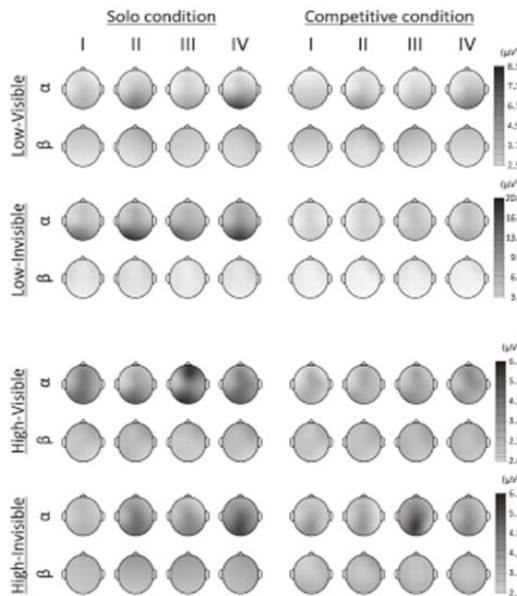


図3: 波・波帯域のトポグラフ

ではそのような時間的な変化は観察されなかった。競争心の高い被験者は、相手が見える競争条件の パワー比は単独条件よりも減少したが、相手が見えない競争条件と単独

条件との間の パワー比の差は見られなかった(図3)。

これらの結果から、競争心の低い人は、相手の可視性による覚醒レベルへの影響は見られるものの、競争事態でのストレスは低いことを示唆している。これに対し、勝利への動機づけが高い人にとって競争事態は大きなストレス刺激となり得るが、相手の姿が見えないことによってそのストレスは軽減する可能性が考えられる。

反応時間については、高い競争心の者で相手が見える条件では、単独条件に比べて競争条件では有意な短縮が見られた。

(2) ゴールキーパーは、守備の最終ラインに位置しており、相手チームの選手と自チームの選手の動きを瞬時に把握するために絶えず敵・味方の位置やその人数を常に把握しておく必要がある。そのため、他のポジションに比べ、対象の個数を瞬時に把握するサビタイジング能力が求められる。

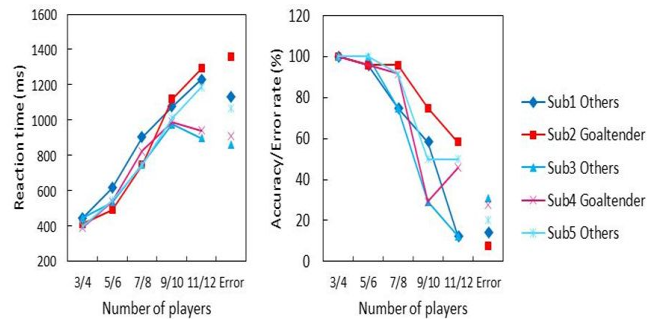


図4: 刺激個数による反応時間(左図)と正確さ(右図)

図4は、提示刺激数に応じた反応時間と応答の正確さを示したものである。ゴールキーパーは刺激数の関数として反応時間は増加するものの正確な判断をなしている傾向が

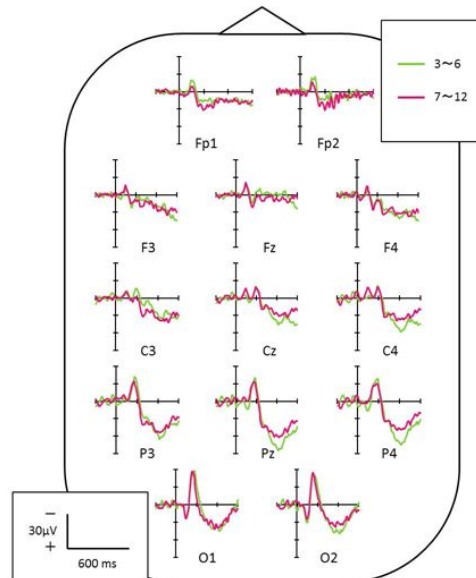


図5: 刺激個数と誘発脳波

見られた。

図5は正確性が急に減少する刺激個数に基づき大別し、部位別に誘発脳波を示したものである。頭頂部から後頭部かけて、顕著なN1成分が見出され、刺激個数の少ない方がP3成分が顕著であった。

脳電位の分布を、多チャンネル間の連結性、発生源について脳画像的に示すために、sLORETA解析を行った(図6)。刺激提示後の後頭部の顕著な活動が見られた。

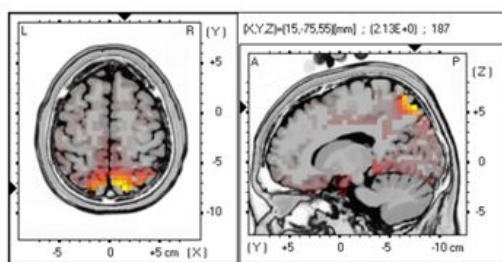


図6：sLORETA解析による部位推定

(3)集中力の向上や自己コントロール能力の向上など競技力の向上に生体情報の活用法として呼吸を用い、即時的フィードバックによる呼吸法習得過程による副交感神経系の変化(Stress Eraserによる得点)を示した代表的な1事例が図7である。

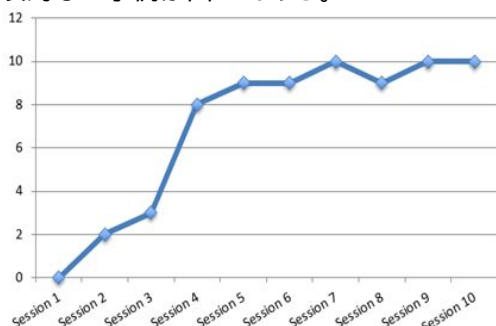


図7：介入期間のStress Eraser得点

セッションが進むにつれ、「何か今すごい落ちていた・・・何かすっきりした・・・集中できるようになった」といった肯定的な感情に関する内省報告が得られ、主観的な感情と定量的な生体情報(副交感神経系)との対応関係を示すことができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計4件)

松本 清・佐久間春夫：競争事態に対する成分の反応に基づいた対人ストレスの評価,査読有り,バイオフィードバック研究第42巻1号,2015,25-32.

佐久間春夫：自律神経系の制御 太極拳の生体への効用,査読無し,JOHNS,第31巻8号,2015,1041-1043.

Ikuko Sasaba and Haruo sakuma: Support Technology in Sport Psychology Career Transition of Elite Athletes- Role of Mental Training-, 査読有り,icSPORT PROCEEDINGS, 2015, 126-131.

笹場育子・佐久間春夫：トップアスリートを対象とした心理サポートにおける呼吸法習得時の即時バイオフィードバックの有効性 -メンタルトレーニングの効果を双方向から評価する試み - , 査読有り,バイオフィードバック研究第41巻1号,2014,27-36.

[学会発表](計14件)

Haruo Sakuma, Sjingo Imagawa, and Sayaka Matsumoto: Psychophysiological Characteristics of Ice Hockey Goaltender in Subitizing, 47th Applied Psychophysiology and Biofeedback Annual Meeting, 2016年3月11日, Seattle, USA.

Ikuko Sasaba, Tomoaki Ueda, Nobuhito Yamamori, and Haruo Sakuma: Visualization of Concentration State Utilizing Noncontact Measuring Devices, 47th Applied Psychophysiology and Biofeedback Annual Meeting, 2016年3月11日, Seattle, USA.

Ikuko Sasaba and Haruo Sakuma: Support Technology in Sport Psychology-Career Transition of Elite Athletes: Role of Mental Training, 3rd 3rd International Congress on Sport Sciences Research and Technology Support, 2015年11月16日, Lisbon, Portugal.

松本清・佐久間春夫：脳波からみた運動学習における運動イメージの効果について,日本体育学会第66回大会,2015年8月25日,国土館大学(東京都).

笹場育子・佐久間春夫：競技場面での集中状態からみるメンタルトレーニングの効果 - エリートアスリートを対象として -, 第43回日本バイオフィードバック学会学術総会, 2015年7月5日, 筑波大学(茨城県).

亀井誠生・佐久間春夫：連続した負け体験は結果の重要性を高める 事象関連電位を用いて, 第23回感情心理学会, 2015年6月14日, 新渡戸文化短期大学(東京都).

今川新吾・佐久間春夫：アイスホッケー競技を対象とした心理面における指導法の検討について セルフトークを用いたメンタルトレーニング, 日本

体育学会第 65 回大会,2014 年 8 月 28 日,岩手大学(岩手県)。

松本清・佐久間春夫:競争ストレスが脳波に与える影響について(3),日本体育学会第 65 回大会,2014 年 8 月 28 日,岩手大学(岩手県)。

Yuko Hayashi and Haruo Sakuma: Psychophysiological Changes in the Movement imagery,7th ASPSP, 2014 年 8 月 9 日,国立オリンピック記念青少年総合センター(東京都)。

松本清・佐久間春夫:競争ストレス時における脳波(3),第 42 回日本バイオフィードバック学会学術総会,2014 年 6 月 29 日,東邦大学(東京都)。

Haruo Sakuma: Psychophysiological study on competitive anxiety in female university tennis players, NASPSA2014,2014 年 6 月 13 日,Minneapolis,USA.

今川新吾・佐久間春夫:試合中におけるセルフトークとパフォーマンスの関係について - アイスホッケー・インラインホッケー選手を対象として -,日本体育学会第 64 回大会,2013 年 8 月 30 日,立命館大学(滋賀県)。

Haruo Sakuma and Sayaka Matsumoto: The Effects of Competitive Situations on Cognitive Processes and Behavior as Evaluated by the CNV Components, ISSP 13th World Congress of Sport Psychology, 2013 年 7 月 23 日,Beijing, China.

林 悠子・佐久間春夫:安静体験イメージによる精神生理学的変化(2),第 41 回日本バイオフィードバック学会学術総会,2013 年 6 月 30 日,鎌倉女子大学(神奈川県)。

〔図書〕(計 2 件)

Shingo Imagawa and Haruo Sakuma: The Effects of Self-Talk on Psychological Skill of Ice Hockey Players, 査読有り,SEME PROCEEDINGS, DEStech Publications,Inc, ISBN: 978-60595-185-0,2014,4/780.

Ikuko Sasaba and Haruo Sakuma: Finding the final missing Piece as a mental preparation-the effect of team-building for high school, 査読有り,SEME PROCEEDINGS, DEStech Publications,Inc, ISBN:978-60595-185-0,2014,5/780.

6. 研究組織

(1)研究代表者

佐久間 春夫 (SAKUMA, Haruo)
立命館大学・スポーツ健康科学部・
教授
研究者番号:10128572

(4) 研究協力者

松本 清(MATSUMOTO, Sayaka)

立命館大学・学生部

今川新悟(IMAGAWA, Shingo)

立命館大学大学院・スポーツ健康科学
研究科

笹場育子(SASABA, Ikuko)

立命館大学大学院・スポーツ健康科学
研究科

亀井誠生(KAMEI, Mio)

立命館大学大学院・スポーツ健康科学
研究科

林 悠子(HAYASHI, Yuko)

立命館大学大学院・スポーツ健康科学
研究科