

令和 2 年 9 月 11 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H01869

研究課題名(和文)脳情報処理に基づくスポーツビジョンの確立とスポーツパフォーマンスの向上方略

研究課題名(英文) Establishment of the measurement of visual functions for sports and improvement strategy of sports performance on the basis of brain information processing

研究代表者

七五三木 聡 (Shimegi, Satoshi)

大阪大学・全学教育推進機構・教授

研究者番号：20271033

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、脳情報処理の観点から“スポーツに寄与する視覚機能”の計測・評価法を確立し、脳状態の最適化により視覚情報処理の速度・精度を向上させることで、スポーツパフォーマンスを向上させる方法論を確立することである。球技スポーツで重要な運動視能(物体の動きを視覚的に感知する能力)は、非スポーツ競技者に比べて球技系アスリートの方が高く、特に、動きの検出を妨げるノイズに満ちた視覚条件下でその優位性は顕著であった。スポーツ中、脳内に分泌されるノルアドレナリンやセロトニンなどの神経修飾物質は大脳皮質視覚野ニューロンの視覚反応性や情報処理を修飾し、視覚刺激検出能を改善する作用を持つことが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究によりスポーツに直接寄与する視覚機能が脳の情報処理経路・領野と対応づけられ、特定視機能の計測および訓練の意図が明確になり、スポーツ視覚トレーニング分野の変革のきっかけになることが期待される。また、本研究方略は視覚に限らず、感覚系全体に応用可能であることから、楽器演奏や表現系(ダンスやバレエ)など基本的に全ての身体パフォーマンスの向上方略として有効であり、パフォーマンスの伸びが頭打ちだった競技者や音楽家の壁を知覚系の改善により突破させるなどの効果が期待される。そして、脳状態の最適化方略は、教育現場や作業現場などでも教育効果・作業効率の改善に直結する。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to establish a methodology for measuring and evaluating "visual function that contributes to sports" from the viewpoint of brain information processing and improving the speed and accuracy of visual information processing by optimizing the brain state to improve sports performance. The study clarified that the visual ability to analyze the movement of an object (motion vision) is superior in ball-sports athletes than non-athletes and also that the superiority became clearer when the target was harder to detect due to the ambient noise. It suggests that advantage in motion vision is formed by daily practice, and visual information processing ability can be improved by training. During sports, various neuromodulators (noradrenaline and serotonin, etc.) are secreted into the brain, and the study found that these modify the state of the brain and improve visual target detectability.

研究分野：スポーツ神経科学

キーワード：運動視能 脳状態 視覚運動 視覚情報処理 背側視覚経路

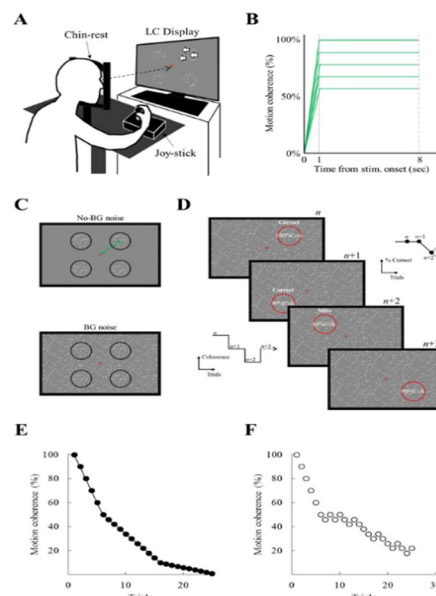
**1 . 研究開始当初の背景 :** 東京オリンピック開催が決定し、科学的根拠に基づく効率的・効果的な競技力向上法の確立が切望されている。その中で、視覚への依存度が高い球技スポーツでは、「視機能」を改善することの重要性が指摘され、その計測法や訓練法の開発に大きな期待が寄せられている。しかし、これまでのスポーツ領域における視覚研究では、脳の情報処理を基礎としていないために、重要視すべき視機能が計測・訓練されておらず、視機能が脳の状態に依存して動的に変動することが考慮されていないために、「脳の視覚情報処理という観点から視覚機能がスポーツパフォーマンスにどのように関係するのか」という重要な問題が未解決のまま残されていた。

**2 . 研究の目的 :** 「脳情報処理の観点からスポーツパフォーマンスに寄与する視覚機能についての計測・評価方法を確立し、脳状態の最適化によりスポーツ選手の視覚情報処理の速度・精度を向上させることで、スポーツパフォーマンスを向上させる方法論を確立する」ことを本研究の目的とした。

**3 . 研究の方法 :** 実験 I. アスリートの運動視能 ( 1 ) 実験参加者 : 本研究には、裸眼および矯正視力が 1.0 以上の男子大学生 ( 卓球競技者・非競技者 ) が参加した。( 2 ) ランダムドットキネマトグラム ( RDK ) を用いた運動視能計測法 ( 図 1 ) : 球技スポーツにおける視覚機能として重要な役割を果たす“運動視”の機能を計測するために、運動方向弁別課題を独自開発した。ディスプレイの中央に固視点 ( FP ) を表示し、FP を中心とした座標平面の 4 つの象限に円形の刺激呈示領域を設定した ( 図 1C )。4 つの刺激呈示領域の 1 つには同じ方向に移動するドット ( ターゲットドット ) が含まれ、この領域のドット刺激をターゲット刺激と呼んだ。ターゲット刺激領域中のドットの総数に対するターゲットドットの割合を運動コヒーレンスと呼んだ。ターゲット刺激の運動方向は、上・下・左・右のいずれかとして、試行ごとに運動方向をランダムに変化させた。残りの 3 つの領域のドットは、運動コヒーレンスが 0% のランダムドット ( 非ターゲットドット ) として呈示し、この領域の刺激を非ターゲット刺激と呼んだ。ターゲット刺激と非ターゲット刺激のみを呈示する条件をバックグラウンドノイズ ( BG ) 無し条件 ( Non-BG noise 条件 )、それらの刺激以外の LC ディスプレイ全体にも運動コヒーレンス 0% の BG 刺激を呈示する条件を BG ノイズあり条件 ( BG noise 条件 ) として運動方向弁別課題を行った。ターゲット刺激は、運動コヒーレンス 0% で呈示され、1 秒かけて所定の運動コヒーレンス値まで増加し、その後 7 秒間は同じ運動コヒーレンス値を維持した。実験参加者は、ターゲットドットの運動方向を弁別し、弁別した方向へジョイスティックデバイスを倒すことで回答した。正答応答をヒット、誤答応答をミスと呼び、ジョイスティックによる応答直後に課題の正否を 2 種類のピープ音によって実験参加者にフィードバックした。また、ターゲット出現から 8 秒以内にジョイスティック応答ができなかった場合はミスとして解析した。ターゲット出現位置は、試行ごとにランダムに変化した。本研究では、弁別可能な運動コヒーレンス閾値の逆数を運動コヒーレ

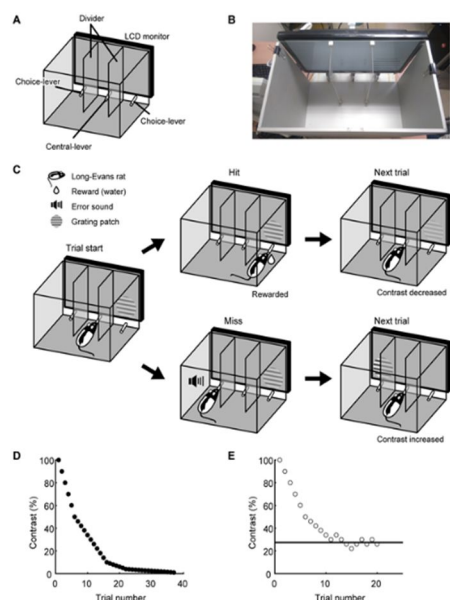
ンス感度として算出し、これを運動視能と定義した。運動コヒーレンス閾値を計測するために階段法を採用し、運動コヒーレンス 100%のターゲット刺激から課題を開始し、正答すると運動コヒーレンスを 1 段階減少、誤答すると 1 段階増加させることで、正答率がチャンスレベルになる運動コヒーレンス閾値を決定した。

**図 1 .RDK を用いた運動視能計測法.** (A)運動方向検出課題の実験場面. (B)ターゲットドットの運動コヒーレンスの時間変化. (C)刺激の空間配置と No-BG noise 条件と BG noise 条件. (D)運動方向検出課題の各試行におけるターゲット刺激の運動コヒーレンスと位置の変化について. (E)階段法. (F) 階段法で運動方向検出課題を実施した際の一例



**実験 II. 視覚刺激検出能の動的変化** ( 1 )動物：各実験には、Long-Evans ラットを用いた。( 2 )二肢強制選択 - 視覚刺激検出課題 ( two-Alternative Forced Choice Task, 2AFC-VDT ) 法の概要：自由行動下ラットの視覚刺激検出能を測定するため 2AFC-VDT 法を用いた。図 2 に実験系の概要を示す。中央のレバーを引くことで視覚刺激検出課題がはじまり、左右いずれかの画面にランダムに円形グレーティング刺激が呈示された。視覚刺激と同側のレバーを引いた際に報酬として水を与えた。刺激の呈示位置は試行ごとにランダムに変更された。本研究では、視覚刺激の可能な刺激コントラスト閾値の逆数をコントラスト感度として算出し、これを視覚刺激検出能と定義した。ラットのコントラスト感度は 2AFC-VDT と階段法を組み合わせ

て評価した。ラットのコントラスト感度-空間周波数関数は、ヒトと同じく特定の周波数帯域でピークを示す帯域通過型であることが当研究室のこれまでの研究結果から得られているので(Soma et al., 2013)、コントラスト感度が最大になる最適空間周波数(0.1 cpd)とコントラスト感度が最低になる限界空間周波数条件(0.5, 1 cpd)で計測を行なった。



**図 2. 2AFC-VDT の概要.** (A, B) 実験装置の概要 (A) と写真 (B). (C) 2AFC-VDT の流れ。(D) ラットが全試行で正答した場合の視覚刺激コントラストの変化。(E) 階段法と組み合

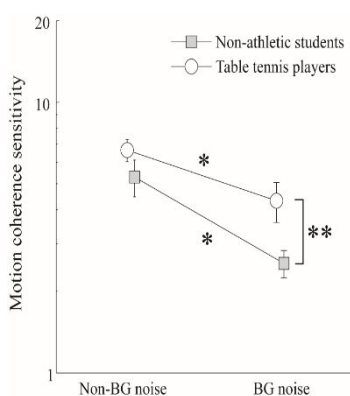
わせた 2AFC-VDT におけるセッションの典型例。

#### 4. 研究成果

**実験 I. アスリートの運動視能:**本研究で開発した運動方向検出課題を用いて大学卓球競技者と非競技者の運動視能を計測した。図 3 は、運動コヒーレンス感度の結果を示しており、Non-BG noise 条件では、卓球競技者の方が非競技者よりも高い感度値を示したが、両グループ間に有意な差異は認められなかった。

運動視能を含めた視覚刺激検出・弁別能は、視標を取り巻く周辺の視覚情報によって大きく影響を受けることが知られており、視標の動きに対する感度という観点だけでなく、視野全体の不要な情報（ノイズ）の中から、いかに必要とする視対象の情報（シグナル）を分離できるか、という観点からの視機能評価が実際のスポーツ場面を想定した評価としてより重要になってくる。そこで運動視能に対するノイズの影響を検討したところ、ノイズが加わることで運動コヒーレンス感度は低下し、特に、非競技者で著しい低下が観察される一方で、卓球競技者は耐性を示すことが明らかになった。このように、日常的に、視覚的に物体の動きを検出・弁別し、身体的に反応する訓練を積んでいる卓球競技者では、単に運動シグナル検出感度が高く、弱いシグナルを検出できるだけでなく、運動シグナルの検出を妨げるノイズ情報に満ちた視覚条件下にあってもシグナル情報を確実に処理できるように視覚情報処理機構が改善されている、ということが明らかになった。

このような運動視能における優位性が日々の練習によって形成されたものであるならば、



練習時に処理される視覚情報の特性に応じた優位性が観察される可能性がある。そこで、運動視能の視野内の空間的位置に着目して、運動コヒーレンス感度を計測したところ、卓球競技者は全視野に渡って運動視能が優れているわけではなく、特定の視野領域のみで高い運動コヒーレンス感度を有すること（視野特異性）が明らかになり、また、この視野領域が卓球競技における動きの分析に重要な役割を果たすことが示唆された。

**図 3. 大学卓球競技者と非競技者の運動コヒーレンス感度.** バックグラウンドノイズ刺激無し条件(Non-BG noise)と有り条件(BG noise). \* $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$

#### 実験 II. 視覚刺激検出能の動的変化

スポーツ時、脳内に神経修飾物質が分泌されることで脳状態は変化する。その代表的な神経修飾物質がノルアドレナリンやセロトニンである。これらの生理活性物質が視覚機能に対する影響を調べるために、視覚刺激検出課題を学習させたラットのコントラスト感度を自由行動下で計測し、ノルアドレナリン受容体阻害薬および脳内セロトニン濃度の上昇作

用を有する SSRI の効果を検討した ( 図 4 )。

その結果、 受容体阻害薬はコントラスト感度を低下させることが示され、課題中に脳内分泌されるノルアドレナリンが 受容体を介してコントラスト感度を上昇させていることが明らかになった。これは明暗差が小さい見難い物体をより見えるように視覚情報処理を亢進させていることを意味し、スポーツ場面においても同様な効果が発揮されていると考えられる。一方、 1 あるいは 2 アドレナリン受容体阻害薬はコントラスト感度に対する影響は観察されず、ノルアドレナリンは受容体サブタイプ特異的に視覚刺激検出能を改善していることが分かった。

次に、セロトニンの再取り込み阻害薬投与による脳内セロトニン濃度上昇の効果を検討したところ、コントラスト感度が上昇することが示され、セロトニンは視覚刺激検出能を高める作用を有することが明らかになった。これは、ノルアドレナリンと同様に、見難い物体をより見えるように視覚情報処理を亢進させていることを意味し、スポーツ場面における視機能をダイナミックに調整する重要な要因と考えられる。

ノルアドレナリンやセロトニンによるコントラスト感度改善効果は、刺激の空間周波数に対する選択性があり、動物にとってコントラスト感度が最大になる最適空間周波数(0.1 cpd)でのみ改善効果が観察された。このような結果は、空間周波数に選択性を有する大脳皮質一次視覚野のニューロンが神経修飾物質の作用点であることを強く示唆する。そこで、ノルアドレナリンやセロトニンによるコントラスト感度上昇作用の神経メカニズムを電気生理学的に明らかにするために、頭部固定条件下で視覚刺激検出課題を遂行中のラットの脳視覚皮質から多点記録電極を用いて神経活動を記録する実験系を確立した。その結果、ノルアドレナリンとセロトニンは特定の受容体サブタイプの活性化を介して V1 ニューロンの

神経活動を修飾し、視覚刺激検出能を調節していることが明らかになった。

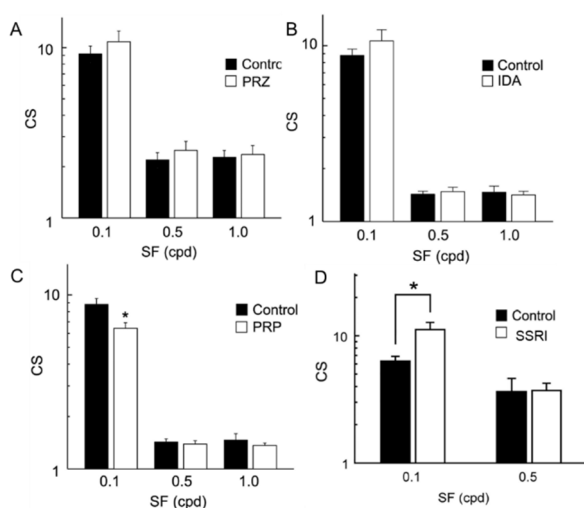


図 4. コントラスト感度(CS)に対する神経修飾物質関連薬物の効果.

(A) 1 アドレナリン受容体阻害剤プラゾシン塩酸塩(PRZ)、(B) 2 アドレナリン受容体阻害剤イダゾキサン塩酸塩(IDA)、(C) アドレナリン受容体阻害剤プロプラノロール(PRP)、(D)選択的セロトニン再取り込み阻害剤フルオキセチン塩酸塩 ( SSRI )。 \* p < 0.05

ン塩酸塩 ( SSRI )。 \* p < 0.05

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

|  |                       |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Tsunoda K, Sato A, Kurata R, Mizuyama R, Shimegi S   | 4. 巻<br>199           |
| 2. 論文標題<br>Caffeine improves contrast sensitivity of freely moving rats  | 5. 発行年<br>2019年       |
| 3. 雑誌名<br>Physiology & Behavior  | 6. 最初と最後の頁<br>111-117 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1016/j.physbeh.2018.11.014   | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難   | 国際共著<br>-             |
| 1. 著者名<br>Soma S, Suematsu N, Yoshida J, Rios A, Shimegi S   | 4. 巻<br>157           |
| 2. 論文標題<br>Discretion for behavioral selection affects development of habit formation after extended training in rats  | 5. 発行年<br>2018年       |
| 3. 雑誌名<br>Behavioural Processes  | 6. 最初と最後の頁<br>291-300 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1016/j.beproc.2018.10.014  | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難   | 国際共著<br>-             |
| 1. 著者名<br>Satoshi Shimegi, Akihiro Kimura, Akinori Sato, Chisa Aoyama, Ryo Mizuyama, Keisuke Tsunoda, Fuyuki Ueda, Sera Araki, Ryoma Goya and Hiromichi Sato | 4. 巻<br>110           |
| 2. 論文標題<br>Cholinergic and serotonergic modulation of visual information processing in monkey V1   | 5. 発行年<br>2016年       |
| 3. 雑誌名<br>Journal of Physiology -Paris   | 6. 最初と最後の頁<br>44-51   |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1016/j.jphysparis.2016.09.001.   | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である）  | 国際共著<br>-             |
| 1. 著者名<br>Ryo Mizuyama, Shogo Soma, Naofumi Suemastu and Satoshi Shimegi   | 4. 巻<br>11            |
| 2. 論文標題<br>Noradrenaline improves behavioral contrast sensitivity via $\alpha$ -adrenergic receptor  | 5. 発行年<br>2016年       |
| 3. 雑誌名<br>PLOS ONE   | 6. 最初と最後の頁<br>1-10    |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1371/journal.pone.0168455  | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である）  | 国際共著<br>-             |

〔学会発表〕 計29件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

|                                       |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>呉屋良真、青山千紗、水守大河、小見山高明、七五三木聡 |
| 2. 発表標題<br>大学卓球競技者は優れた運動視能を有している      |
| 3. 学会等名<br>第2回スポーツニューロサイエンス研究会        |
| 4. 発表年<br>2018年                       |

|                                       |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>小見山高明、武富大剛、呉屋良真、青山千紗、七五三木聡 |
| 2. 発表標題<br>視知覚形成過程に対する運動の効果           |
| 3. 学会等名<br>第73回日本体力医学会                |
| 4. 発表年<br>2018年                       |

|                                       |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>呉屋良真、青山千紗、水守大河、小見山高明、七五三木聡 |
| 2. 発表標題<br>大学卓球競技者は優れた運動視能を有している      |
| 3. 学会等名<br>第73回日本体力医学会                |
| 4. 発表年<br>2018年                       |

|                                       |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>青山千紗、呉屋良真、小見山高明、水守大河、七五三木聡 |
| 2. 発表標題<br>連続視覚運動時の視線行動の特性とその役割       |
| 3. 学会等名<br>第73回日本体力医学会                |
| 4. 発表年<br>2018年                       |

|                                      |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>青山千紗                      |
| 2. 発表標題<br>連続視覚運動に果たす視線行動の運動特性と機能的役割 |
| 3. 学会等名<br>日本スポーツ心理学会第45回大会          |
| 4. 発表年<br>2018年                      |

|                                    |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>七五三木聡                   |
| 2. 発表標題<br>眼球運動トレーニングが連続視覚運動に果たす効果 |
| 3. 学会等名<br>日本スポーツ心理学会第45回大会        |
| 4. 発表年<br>2018年                    |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>青山千紗、呉屋良真、小見山高明、水守大河、佐藤宏道、七五三木聡 |
| 2. 発表標題<br>連続視覚運動時の視線行動の特性とその役割            |
| 3. 学会等名<br>大阪大学医学部 全国教授の会 第6回総会            |
| 4. 発表年<br>2018年                            |

|                                    |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>呉屋良真、七五三木聡              |
| 2. 発表標題<br>運動視能計測法の確立と大学卓球競技者の運動視能 |
| 3. 学会等名<br>SRIP若手人材育成発表会           |
| 4. 発表年<br>2018年                    |



|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>呉屋良真、七五三木聡  |
| 2. 発表標題<br>運動視能計測法の確立と大学卓球競技者の運動視能                             |
| 3. 学会等名<br>JSCPS(Japan Sports Cyber Physical System)構築研究事業 報告会 |
| 4. 発表年<br>2018年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Keisuke Tsunoda, Akinori Sato, Ryo Mizuyama, Satoshi Shimegi                                |
| 2. 発表標題<br>Modulatory effects of caffeine on behavioral and neural visual contrast sensitivity of rats |
| 3. 学会等名<br>18th World Congress of Basic and Clinical Pharmacology (招待講演)                               |
| 4. 発表年<br>2018年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>佐藤彰典、角田圭輔、水山遼、七五三木聡                        |
| 2. 発表標題<br>行動学的および電気生理学的に計測したラット視覚コントラスト感度へのセロトニン修飾効果 |
| 3. 学会等名<br>第41回日本神経科学大会                               |
| 4. 発表年<br>2018年                                       |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>角田圭輔、佐藤彰典、水山遼、七五三木聡            |
| 2. 発表標題<br>カフェインは一次視覚野ニューロンのコントラスト感度を修飾する |
| 3. 学会等名<br>第41回日本神経科学大会                   |
| 4. 発表年<br>2018年                           |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>佐藤彰典、角田圭輔、水山遼、七五三木聡                  |
| 2. 発表標題<br>視覚刺激検出課題遂行中ラットの視覚コントラスト感度へのセロトニン修飾効果 |
| 3. 学会等名<br>視覚科学フォーラム2018                        |
| 4. 発表年<br>2018年                                 |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>角田圭輔、佐藤彰典、水山遼、七五三木聡              |
| 2. 発表標題<br>視覚刺激検出課題遂行中ラットに及ぼすカフェインの視覚応答修飾効果 |
| 3. 学会等名<br>視覚科学フォーラム2018                    |
| 4. 発表年<br>2018年                             |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>佐藤彰典、角田圭輔、水山遼、七五三木聡           |
| 2. 発表標題<br>セロトニンは自由行動下ラットのコントラスト感度を向上させる |
| 3. 学会等名<br>第72回日本体力医学会大会                 |
| 4. 発表年<br>2017年                          |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>佐藤彰典、角田圭輔、水山遼、七五三木聡                          |
| 2. 発表標題<br>ラットの行動学的・神経活動的に計測された視覚コントラスト感度に及ぼすセロトニンの修飾効果 |
| 3. 学会等名<br>第95回日本生理学会大会                                 |
| 4. 発表年<br>2018年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>佐藤彰典、角田圭輔、水山遼、七五三木聡                        |
| 2. 発表標題<br>行動学的および電気生理学的に計測したラット視覚コントラスト感度へのセロトニン修飾効果 |
| 3. 学会等名<br>第41回日本神経科学大会                               |
| 4. 発表年<br>2018年                                       |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Akihiro Kimura, Satoshi Shimegi, Fuyuki Ueda, Akinori Sato, and Hiromichi Sato   |
| 2. 発表標題<br>Temporal analysis of GABAergic effect on shaping the spatial frequency tuning of relay cells in the dorsal lateral geniculate nucleus of the cat |
| 3. 学会等名<br>北米神経科学学会 Neuroscience 2017 (国際学会)  |
| 4. 発表年<br>2017年   |

|                                     |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>青山千紗, 呉屋良真, 七五三木聡        |
| 2. 発表標題<br>連続視覚運動時のパフォーマンスと眼球運動の関係性 |
| 3. 学会等名<br>第72回日本体力医学会大会            |
| 4. 発表年<br>2017年                     |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>角田圭輔、佐藤彰典、水山遼、七五三木聡          |
| 2. 発表標題<br>カフェインは自由行動下ラットの視覚刺激検出能を向上させる |
| 3. 学会等名<br>第72回日本体力医学会大会                |
| 4. 発表年<br>2017年                         |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>角田圭輔、佐藤彰典、水山遼、七五三木聡           |
| 2. 発表標題<br>ラット視覚刺激検出課題の確立とカフェインによる視機能の調節 |
| 3. 学会等名<br>第95回日本生理学会大会                  |
| 4. 発表年<br>2017年                          |

|                                 |
|---------------------------------|
| 1. 発表者名<br>呉屋良真、青山千紗、檜垣靖樹、七五三木聡 |
| 2. 発表標題<br>大学卓球競技者の運動視能の検討      |
| 3. 学会等名<br>第72回日本体力医学会大会        |
| 4. 発表年<br>2017年                 |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>長江真志、越智祐貴、青山千紗、呉屋良真、萩野正樹、七五三木聡 |
| 2. 発表標題<br>VRを利用した奥行き方向の動体視力トレーニング        |
| 3. 学会等名<br>第22回ヴァーチャルリアリティ学会大会            |
| 4. 発表年<br>2017年                           |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>青山千紗、七五三木聡                     |
| 2. 発表標題<br>連続的な視覚運動変換課題のパフォーマンスを決定づける重要因子 |
| 3. 学会等名<br>第39回日本神経科学大会                   |
| 4. 発表年<br>2016年                           |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>水山遼、佐藤彰典、角田圭輔、七五三木聡                          |
| 2. 発表標題<br>ノルアドレナリンは アドレナリン受容体を開始空間周波数依存的に視覚刺激検出能を向上させる |
| 3. 学会等名<br>第39回日本神経科学大会                                 |
| 4. 発表年<br>2016年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>木村晃大、七五三木聡、上田美悠紀、佐藤彰典、佐藤宏道                    |
| 2. 発表標題<br>ネコ外側膝状体ニューロンにおける空間周波数形成に果たすGABA抑制の効果についての時間解析 |
| 3. 学会等名<br>第39回日本神経科学大会                                  |
| 4. 発表年<br>2016年  |

|                                     |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>七五三木聡                    |
| 2. 発表標題<br>視覚性高速連続運動のパフォーマンスを決定する要因 |
| 3. 学会等名<br>第71回日本体力医学会大会            |
| 4. 発表年<br>2016年                     |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>青山 千紗、呉屋 良真、武富 大剛、末松 尚史、七五三木 聡 |
| 2. 発表標題<br>視覚性高速連続運動のパフォーマンスを決定する視覚的要因    |
| 3. 学会等名<br>第71回日本体力医学会大会                  |
| 4. 発表年<br>2016年                           |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>呉屋良真、青山千紗、武富大剛、檜垣靖樹、七五三木聡                |
| 2. 発表標題<br>アスリートの意識状態定量評価法の確立と視覚性高速連続運動課題を用いた妥当性の検証 |
| 3. 学会等名<br>第71回日本体力医学会大会                            |
| 4. 発表年<br>2016年                                     |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

|  | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号) | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号) | 備考 |
|--|---------------------------|-----------------------|----|
|  |                           |                       |    |