

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K06474

研究課題名（和文）固視微動および事象関連fNIRS信号解析に基づく認知機能のモニタリング

研究課題名（英文）Cognitive brain monitoring based on analyses of fixation eye movements and event related fNIRS signals

研究代表者

小濱 剛（Kohama, Takeshi）

近畿大学・生物理工学部・准教授

研究者番号：90295577

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、注意の統制に関与する神経ネットワークの機能を客観的に評価することを目的として、注視を維持したまま注意の集中や移動を課す空間手がかり課題を実施した。このとき計測された固視微動の解析に基づき注意の集中度を定量的に把握するとともに、事象関連fNIRS信号を解析することで、注意の統制に伴う脳活動を評価した。その結果、受動的な注意の移動に伴ってマイクロサカード発生頻度が変動することが示され、固視微動の解析に基づいた注意の統制に対する客観的判定基準が得られた。また、事象関連fNIRS計測によって、注意の維持あるいは割込と関連して応答する神経ネットワークの定量的評価が可能であることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、固視微動および事象関連fNIRS計測に基づいて、注意の統制時に脳内で生じる情報処理過程を客観的に評価することにより、認知機能の定量的な評価技術の確立を目指した点に学術的意義を持つ。本研究の結果、固視微動の解析により、注意の移動が生じたか否かが識別可能であることが示され、事象関連fNIRS信号の統計的解析により、注意の変動に対応した脳活動の特徴抽出も可能であることが示された。本研究から得られた知見は、認知症を早期に発見するための手がかりとなるだけでなく、高次脳機能障害リハビリ手法などの医療・福祉分野、ヒューマンインタフェース等の情報工学分野等への応用が期待され、社会的な貢献度も高い。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to establish an objective evaluation of the functions in neural network involved in visual attention control. We conducted spatial cueing tasks in which the subjects had to concentrate or move their visual attention while maintaining their gaze. The concentration of attention was quantitatively evaluated based on an analysis of the fixation eye movements measured in the tasks. We also analyzed the event-related fNIRS signals to objectively assess the brain activity associated with attentional control. The results showed that the microsaccade-rate varied with passive attention shifts, indicating that the microsaccade-rate is a potential candidate for an objective criterion of attentional state. In addition, the results of the event-related fNIRS analysis suggest that the responses of the brain neural network associated with attention maintenance or interruption can be evaluated quantitatively.

研究分野：視覚認知科学

キーワード：認知機能 視覚的注意 固視微動 fNIRS 定量的評価 生体信号解析

1. 研究開始当初の背景

世界に先駆けて超高齢社会に突入した我が国では、高齢者の介護に要する財政問題に直面している。平成22年の厚生労働省による国民生活基準調査によれば、介護を必要とする原因の15.3%が認知症によるものとされることから、介護費の削減には、認知症による介護をできるだけ少なくすることが効果的対策の一つであるといえ、可能な限り早期の段階で発見して適切にケアすることが重要となる。そのためには、健康診断のような場において、認知機能の健康状態を簡便かつ定量的に評価するための技術の開発が望まれる。日常生活における我々の行動は、周辺状況に合わせて認知の対象を明確に定め、もっとも適した応答が選択されることにより表出する。このような高度な認知機能を「注意」と呼び、脳の情報処理リソースのダイナミックな統制に重要な役割を果たしている。注意の機能は加齢に伴って低下することが知られており、例えば、外界に生じた突発的な変化に対して注意が誘導されやすくなること、すなわち、加齢によって能動的な注意の統制が鈍化することが示されている (Kramer A.F. et al. 2000)。こうした能動的注意の機能を非侵襲的に計測することができれば、健康診断のような場で気軽に認知機能の検査が可能になるものと思われる。しかしながら、同時並列的かつ高速に進行する注意の情報処理過程を観察することは容易ではなく、fMRIによる脳機能イメージング手法を用いても、時間分解能の不足により十分にとらえることができない。そのため、注意に関する神経ネットワークの情報処理過程を生体信号から客観的に捉えた研究はほとんど存在しておらず、未だに十分な知見が得られていない。

申請者らは、これまでに、注意機構が注視を維持するための神経活動に及ぼす影響の解明を目的として、固視微動の解析に取り組んできた。その結果、知覚閾下で運動する視覚情報によって、注視中の微小な視線のジャンプとして観測されるマイクロサッカードの発生頻度が減少することや (入江, 小濱 2011)、固視微動の解析に基づいた覚醒水準の評価も可能であることを明らかにした (Honda S. et al. 2013, Honda S. et al. 2014)。また、不規則性低周波雑音として観測されるドリフト眼球運動は、注意に集中度に応じて、特定の周波数帯域にパワーの増減が生じることも示した (小濱ら 2010)。これらの事実から、固視微動を詳細に解析することによって、意識的な注意の統制に関する情報処理過程を定量的に計測できる可能性が強く示唆される。一方、fNIRS 信号の解析に基づいて脳活動の時間的変動を捉え、注意機構の情報処理過程を客観的にモニタリングするための手法の確立を目指した研究にも取り組んできた。その成果として、fNIRS により安定的に脳活動を計測するための条件や解析手法について検討し、安静時に動的ランダムドットパターンのような無意味な視覚情報を観察させることで前頭前野から側頭葉にかけての計測信号が安定することや (並河ら 2016, Namikawa H. et al. 2015)、独立成分分析のような信号解析を適用したとしても、タスクと相関のあるアーチファクトは除去できないことなどを示した (岡本ら 2016)。これにより、fNIRS により注意機構の計測を行う際は、種々のアーチファクトの混入をできるだけ回避するために、事象関連応答として計測するなど、実験課題の設定に配慮が必要であり、その上で独立成分分析などの数理統計学的手法を適用することで、認知機能にまつわる脳活動を適切に捉えられる可能性が示された。

以上のような固視微動と注意機構に関する数々の知見と、fNIRS 計測により得られる成果を統合するにより、注意機構の情報処理過程の解明が可能となると考えられ、これによって認知機能の健康状態を定量的にモニタリングするための技術の開発が期待される。

2. 研究の目的

本研究課題では、注意の統制に関与する機能的な神経ネットワークにおける情報処理過程を客観的にモニタリングする手法の確立を目的とした。

認知課題遂行中には、前頭葉腹側部 (VFC) と頭頂側頭接合部 (TPJ) の腹側ネットワークにより、その時点では注意が向けられていないものの、従事中の課題と関連する認知対象が検出される。一方、前頭眼野 (FEF) と頭頂間溝 (IPS) の背側ネットワークにおいて、合目的なトップダウン性の注意が統制されるが、TPJ と IPS 間の情報交換によって、新たな認知の対象に注意を向けるか否かが定められるとされる。大脳皮質の器質的変容が明確でない早期認知症に対しては、これらの注意の統制に関する機能的な神経ネットワークをモニタリングし、健常状態との比較を行うことでスクリーニング検査が可能であると考えられる。しかしながら、広域にわたる機能的な神経ネットワークが実際にどのようなタイミングで賦活するのかは、時間分解能の低い fMRI では十分に把握することができない。

そこで本研究課題では、これまでに申請者らが培ってきた知見に基づいて、注視を維持した状態で注意だけを移動させる空間手がかり課題遂行時に計測された固視微動を解析することにより、注意の集中状態を定量的に把握するとともに、このときに計測された事象関連 fNIRS 信号

の解析によって、注意の統制に関与する機能的な神経ネットワークにおける情報処理過程の客観的な評価を試みる。これによって、認知機能の健康状態を定量的にモニタリングするための技術の開発を目指す。

3. 研究の方法

本研究は、注意機能の統制に関与する情報処理過程を客観的にモニタリングすることを目的とするものである。その実現のために、注意の集中状態を定量的に把握するための実験方法や解析手法を検討し、注意の統制に関与する情報処理過程の客観的な評価の実現を目指した。以下に、申請当時に計画した研究方法の概要を述べる。

(1) 固視微動の解析に基づく注意機構の定量的把握

本研究では、注視を維持しつつ、注意だけを移動させる空間手がかり課題を実施する。被験者がモニタ中央の注視ターゲットを注視した状態で実験が開始され、一定時間が経過した後に注視ターゲットが左右いずれかを指す矢印に切り替わる。被験者には、予め矢印の示す方向にターゲットが現れることを教示しておき、矢印の方向に能動的に注意を向けさせる（トップダウン注意キュー）。ランダムに選択された試行において、ターゲットが出る直前に周辺に提示されたボックスの一方を45度傾斜させ、被験者の受動的注意を誘導する（ボトムアップ注意キュー）。矢印の方向にターゲットが提示される割合を操作することによって被験者の能動的注意の操作を統制し、受動的注意によるターゲット検出課題への影響を評価する。これにより、トップダウン注意の制御とボトムアップ注意による割り込み処理がもたらされ、注意の統制に関与する機能的な神経ネットワークを効率的に賦活させることができると考えられる。この時に得られた固視微動データからマイクロサッカードの頻度、発生間隔についての解析を行い、注意の状態を定量的に評価する。

(2) 事象関連 fNIRS 信号解析による認知機能の定量化

前述の実験課題において、事象関連 fNIRS 信号の計測を実施し、その分析結果に基づいて、注意の統制に関与する注意機構の機能的なネットワークとその情報処理過程を明らかにする。fNIRS 信号に混入した皮膚血流によるアーチファクトを fNIRS 信号から除去する手法を前処理として適用し、トップダウン注意キューおよびボトムアップ注意キューのそれぞれを時間原点に取った事象関連 fNIRS 信号の加算平均信号から、タスクに依存した賦活の有無を統計学的に検証し、注意機構の機能的なネットワークとその情報処理過程を明らかにするとともに、固視微動や事象関連 fNIRS 信号の解析に基づいた認知機能の客観的なモニタリングの実現を目指す。

4. 研究成果

(1) 固視微動の解析に基づく注意機構の定量的把握

計画では、空間手がかり課題を実施し、能動的注意の制御時に生じる受動的注意の割り込み処理による影響をマイクロサッカードの解析に基づき評価することを目指した。

はじめに、空間的な注意が統制されているか否かを客観的に判断するためのインデックスを設けるために、受動的な注意の移動が固視微動に及ぼす影響についての評価も行った。注視を維持した状態で、周辺視野にランダムなタイミングで光刺激を提示して受動的な注意の移動を誘発する実験を行い、このとき計測された眼球運動データからマイクロサッカードを抽出して、その発生頻度を解析した。その結果、光刺激が視認可能な条件においては、刺激提示から約 300ms 後にマイクロサッカードの発生が抑制され、さらにその 200ms 程度後にリバウンドに転じることが明らかとなった。光刺激の輝度が十分に視認できない状態においては、この過渡的な変動が消失した。これらの結果から、受動的な注意の移動により、マイクロサッカードの発生頻度が影響されることが示された。固視微動の解析に基づき、意図的でない注意の移動が把握できる可能性が示されたことから、注意の統制に対する客観的な判定基準が得られた。

(2) 事象関連 fNIRS 信号解析による認知機能の定量化

当初の計画では、事象関連 fNIRS 信号の分析に基づき、注意の統制に関与する注意機構の機能的なネットワークとその情報処理過程を明らかにすることを目指した。

まず、視覚的注意の統制に関与する脳活動が fNIRS で計測可能であることを確認するために、空間手がかり課題遂行中の右脳頭頂側頭接合部周辺における fNIRS 信号を計測し、注意機構に

よって生じる脳活動の修飾を評価するための解析手法を検討した。その結果、注意の配置場所とは異なる位置に提示されたターゲットに対して、頭頂側頭接合部付近に賦活が認められ、fMRI 計測に基づいた従来知見と矛盾のない結果が得られた。

次に、予め指定された特定の視対象に注意を維持し続ける条件（注意維持課題）、および、突発的变化に対して受動的に注意が捕捉される条件（注意割込課題）のうちのいずれかを課す空間手がかり課題を実施し、このときの脳活動を fNIRS により計測した。両条件において提示される視覚情報は同一であり、注意の対象のみが異なる。したがって、これらの差分は、持続的注意の維持に関する領域、または外乱への注意の移動を司る領域を明瞭化することが期待される。目標刺激への応答時間の分析により、実験条件の妥当性が確認されたことから、fNIRS を用いて右脳側頭葉を対象にして脳機能計測を行った。計測された fNIRS 信号に対しては、血流動態分離法 (Yamada et al. 2012) を適用して脳機能性信号を抽出し、長期トレンドおよび高周波ノイズを除去した後、試行間の加算平均を求め、両条件間の差分を算出した。その結果、注意維持課題においては前頭葉腹側部 (VFC) が優位となり、注意割込課題においては、頭頂側頭接合部 (TPJ) が優位となることが明らかとなった。この結果は、fMRI による空間手がかり課題において賦活する脳領域に関する報告 (Corbetta et al. 2005) と概ね一致したことから、fNIRS 計測に基づいた注意の統制に関与する神経ネットワークの計測が可能であることが示された。

申請時には固視微動と fNIRS との同時計測を目標に掲げていた。それぞれに対する計測条件および解析手法の確立にまで達したものの、同時計測データの定量的な評価にまでは至らず、今後の課題として残された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 野口翔悟, 小濱 剛, 吉田 久	4. 巻 43, 37
2. 論文標題 ボトムアップ注意がマイクロサッカー頻度に及ぼす影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 映像情報メディア学会技術報告	6. 最初と最後の頁 29, 32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -
1. 著者名 北岡由圭, 永野海斗, 小濱 剛, 吉田 久	4. 巻 43, 37
2. 論文標題 状態空間モデルを用いた固視微動成分の検出	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 映像情報メディア学会技術報告	6. 最初と最後の頁 25, 28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -
1. 著者名 松本知樹, 小濱 剛, 松川哲也, 瀧川義浩, 吉田 久, 梶山慎一郎	4. 巻 43, 37
2. 論文標題 fNIRS計測に基づく前頭前野の血流変動におけるアロマ効果	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 映像情報メディア学会技術報告	6. 最初と最後の頁 33, 36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -
1. 著者名 平井 碩, 正岡明浩, 小濱 剛	4. 巻 43, 37
2. 論文標題 スパイク応答特性を再現する自己回帰型神経応答モデル	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 映像情報メディア学会技術報告	6. 最初と最後の頁 1, 4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 宮竹海地, 小濱 剛	4. 巻 43, 37
2. 論文標題 ポロノイ分割アルゴリズムによる網膜視細胞分布の再現	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 映像情報メディア学会技術報告	6. 最初と最後の頁 5, 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 永野海斗, 小濱 剛, 吉田 久	4. 巻 44, 9
2. 論文標題 RSVP課題下における固視微動諸特性への加齢の影響	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 映像情報メディア学会技術報告	6. 最初と最後の頁 3, 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 平井 碩, 正岡明浩, 小濱 剛	4. 巻 44, 9
2. 論文標題 自己回帰型神経応答モデルによる同期発火現象のシミュレーション	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 映像情報メディア学会技術報告	6. 最初と最後の頁 23, 26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 宮竹海地, 小濱 剛	4. 巻 44, 9
2. 論文標題 ポロノイ分割アルゴリズムによる網膜視細胞マップの構築と網膜神経機構モデルへの適用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 映像情報メディア学会技術報告	6. 最初と最後の頁 27, 30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 正岡明浩, 小濱 剛	4. 巻 11, 3
2. 論文標題 視覚的注意による修飾を再現する神経機構モデル	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌 数理モデル化と応用 (TOM)	6. 最初と最後の頁 1, 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 出田達大, 小濱 剛	4. 巻 118, 262
2. 論文標題 意味空間学習モデルの構築と側頭極における機能的役割の検討	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術報告	6. 最初と最後の頁 5, 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 小濱 剛, 中井裕真, 大谷尚平, 山本雅也, 上田慎一, 吉田 久	4. 巻 19, 2
2. 論文標題 マイクロサッカード頻度解析に基づいた音声応答および身体応答に要する認知負荷の定量的比較	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ヒューマンインタフェース学会論文誌	6. 最初と最後の頁 189, 198
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 久保賢典, 堺 浩之, 内山祐司, 小濱 剛	4. 巻 48, 5
2. 論文標題 網膜数理モデルによる高齢者ドライバの網膜応答シミュレーション	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 自動車技術会論文集	6. 最初と最後の頁 1135, 1141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 岡崎那耶, 小濱 剛	4. 巻 117, 259
2. 論文標題 確率的顕著性マップモデルによる自由観察条件におけるスキャンパスのシミュレーション	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術報告	6. 最初と最後の頁 57, 60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 大谷尚平, 堺 浩之, 小濱 剛	4. 巻 117, 259
2. 論文標題 固視微動における加齢効果	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術報告	6. 最初と最後の頁 61, 64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 正岡明浩, 小濱 剛	4. 巻 117, 259
2. 論文標題 視覚的注意による神経応答の修飾を再現する線形数理モデル	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術報告	6. 最初と最後の頁 53, 56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 久保賢典, 小濱 剛	4. 巻 117, 259
2. 論文標題 網膜錐体細胞層モデルに基づく副尺視力におけるトレマの効果	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術報告	6. 最初と最後の頁 49, 52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 岡崎那耶, 小濱 剛	4. 巻 42, 7
2. 論文標題 初期視覚系の受容野特性を考慮した確率的顕著性マップによる自由観察時の視線予測	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 映像情報メディア学会技術報告	6. 最初と最後の頁 13, 16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 久保賢典, 小濱 剛, 吉田 久	4. 巻 42, 7
2. 論文標題 視細胞サンプリング特性を考慮した網膜神経回路モデルに基づく副尺視力におけるトレマの効果	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 映像情報メディア学会技術報告	6. 最初と最後の頁 9, 12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 大谷尚平, 堺 浩之, 小濱 剛	4. 巻 42, 7
2. 論文標題 ドリフト眼球運動における加齢の影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 映像情報メディア学会技術報告	6. 最初と最後の頁 5, 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

〔学会発表〕 計27件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 13件)

1. 発表者名 Tomoki Matsumoto, Aoi Kobayashi, Hisashi Yoshida, Takeshi Kohama
2. 発表標題 An fNIRS-based investigation of brain activity related to focal attention
3. 学会等名 The 15th Asia-Pacific Conference on Vision (APCV 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Shogo Noguchi, Chinatsu Toriyama, Hisashi Yoshida, Takeshi Kohama
2 . 発表標題 The effect of bottom-up attention in the frequency of microsaccade
3 . 学会等名 The 15th Asia-Pacific Conference on Vision (APCV 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Suguru Hirai, Akihiro Masaoka, Takeshi Kohama
2 . 発表標題 An autoregressive mathematical model of neuronal spiking responses
3 . 学会等名 The 15th Asia-Pacific Conference on Vision (APCV 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Shogo Noguchi, Hisashi Yoshida, Takeshi Kohama
2 . 発表標題 Bottom-up attention in association with microsaccade rate
3 . 学会等名 Society for Neuroscience 2019 (SfN 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kaito Nagano, Takeshi Kohama, Hisashi Yoshida
2 . 発表標題 Age related modulation of microsaccade rate in rapid serial visual presentation
3 . 学会等名 Society for Neuroscience 2019 (SfN 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Hisashi Yoshida, Kaito Nagano, Takeshi Kohama
2. 発表標題 Microsaccade detection method using a non-Gaussian state-space model
3. 学会等名 Society for Neuroscience 2019 (SfN 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoki Matsumoto, Takeshi Kohama, Yoshihiro Takikawa, Shinichiro Kajiyama, Hisashi Yoshida
2. 発表標題 Aroma effects on hemodynamic modulation in the prefrontal lobe measured using fNIRS
3. 学会等名 Society for Neuroscience 2019 (SfN 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kaichi Miyatake, Takeshi Kohama
2. 発表標題 A retinal photoreceptor distribution model based on an algorithm of the Voronoi diagram
3. 学会等名 Society for Neuroscience 2019 (SfN 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Suguru Hirai, Akihiro Masaoka, Takeshi Kohama
2. 発表標題 An autoregressive mathematical model for reproducing neuronal responses with respect to various types of spiking
3. 学会等名 Society for Neuroscience 2019 (SfN 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮竹海地, 小濱 剛, 吉田 久
2. 発表標題 再帰型ニューラルネットワークによるマイクロサッカード検出手法
3. 学会等名 第57回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永野海斗, 角野 彩, 松田康太, 小濱 剛
2. 発表標題 動的ランダムドット操舵課題を用いた発話による認知負荷の定量的評価
3. 学会等名 第57回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoya Okazaki, Takeshi Kohama
2. 発表標題 Scan path prediction based on a probabilistic saliency map model in free-viewing conditions
3. 学会等名 The 41st Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 出田 達大, 小濱 剛
2. 発表標題 深層学習による意味ベクトル空間の構築と意味性認知症の病態シミュレーション
3. 学会等名 第122回数理モデル化と問題解決研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林 葵, 岡本亮太, 小濱 剛, 吉田 久
2. 発表標題 事象関連fNIRS計測に基づく認知機能の定量的評価
3. 学会等名 第56回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 奥 慎介, 大谷尚平, 小濱 剛, 吉田 久
2. 発表標題 マイクロサッカードの動的特性を再現する固視微動の数理モデル
3. 学会等名 第56回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tomoya Okazaki, Takeshi Kohama
2. 発表標題 A probabilistic saliency map models in free-viewing condition
3. 学会等名 The40th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kensuke Kubo, Takeshi Kohama
2. 発表標題 An effect of tremor on vernier acuity based on a simulation of cone cell layer
3. 学会等名 The40th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Akihiro Masaoka, Takeshi Kohama
2. 発表標題 A neuron network model of visual attention in higher order brain area
3. 学会等名 The40th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Akihiro Masaoka, Takeshi Kohama
2. 発表標題 A linear mathematical model of attentional modulation in visual system
3. 学会等名 The 13th Annual Asia Pacific Conference on Vision (APCV2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shinsuke Oku, Takeshi Kohama
2. 発表標題 A mathematical model of microsaccade properties
3. 学会等名 40th European Conference on Visual Perception (ECPV 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tomoya Okazaki, Takeshi Kohama
2. 発表標題 A saliency based scan path prediction model in free-viewing condition
3. 学会等名 40th European Conference on Visual Perception (ECPV 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Aoi Kobayashi, Takeshi Kohama, Hisashi Yoshida
2. 発表標題 Can cognitive brain function be quantitatively evaluated by event-related fNIRS measurement?
3. 学会等名 40th European Conference on Visual Perception (ECPV 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小濱 剛
2. 発表標題 高次脳機能障害リハビリテーションの現状とニューロリハビリテーションへの期待
3. 学会等名 計測自動制御学会ライフエンジニアリング部門シンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小濱 剛
2. 発表標題 受動的注意の移動により誘発されるマイクロサッカード
3. 学会等名 計測自動制御学会ライフエンジニアリング部門シンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小林 葵, 小濱 剛, 吉田 久
2. 発表標題 fNIRSによる注意の統制に関わる高次脳機能の計測
3. 学会等名 計測自動制御学会ライフエンジニアリング部門シンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小濱 剛
2. 発表標題 固視微動が副尺視力に及ぼす影響 網膜数理モデルシミュレーションによる視知覚形成メカニズムの解明を目指して
3. 学会等名 第3回視覚生理学基礎セミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小濱 剛
2. 発表標題 ドライバの視線を予測する - 視覚情報の顕著性に基づいた視線のシミュレーション -
3. 学会等名 知の拠点あいち重点研究プロジェクト 平成29年度公開シンポジウム 眼球運動の神経基盤と社会実装（招待講演）
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	吉田 久 (Yoshida Hisashi) (50278735)	近畿大学・生物理工学部・教授 (34419)	