

変動性判断の神経機序：
変動ある環境を克服する脳の仕組みの探究

メタデータ	言語: ja 出版者: 公開日: 2021-03-09 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 宮崎, 真 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/00027959

令和 2 年 6 月 17 日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H01866

研究課題名(和文) 変動性判断の神経機序 変動ある環境を克服する脳の仕組みの探究

研究課題名(英文) Neural mechanisms of variability judgment: Investigation of functional mechanisms of the brain that overcomes the environment with variability

研究代表者

宮崎 真 (MIYAZAKI, Makoto)

静岡大学・情報学部・教授

研究者番号：30392202

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,800,000円

研究成果の概要(和文)：我々の身体は、変動(不確定性)に満ちた環境にありながら、精緻で安定した認識と行動を生成している。それが如何なる神経機序により実現されているのか？本研究は、この問題を独自に探求すべく、感覚情報の変動性に焦点をあて、脳機能測定(fMRI, EEG, TMS)と心理物理学的測定を実施した。その結果、空間的変動性に関わる神経基盤(外側後頭複合体)を特定し、また、時間的、空間的変動性に関わる心理物理学的現象を発見した。先行プロジェクトから引き継ぐ、知覚-運動系のベイズ推定や身体知覚の時空間的適応性に関わる研究成果も得て、変動ある環境を克服する脳の仕組みを解明していくための多角的な知見を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

中枢神経系における変動(不確定性)の問題に関する研究は、近年、ベイズ推定モデルに基づく心理学的、神経科学的研究により大きな進展を遂げてきた。本研究は、独自の心理物理学的発見に基づき、既存の研究では手薄であった感覚情報における変動性に着目し、これに関わる神経基盤の一つを特定し、また、多様な心理物理学的成果も得た。さらに、本研究課題に関連し、派生した研究から、自閉症スペクトラム症者の身体知覚特性、二輪車搭乗中の多感覚統合特性が明らかになるなど、医学・産業応用への貢献が期待される成果も得られた。

研究成果の概要(英文)：We live in the environment that is filled with variability (uncertainty). However, we can generate elaborate and stable perception and motor behavior. What neural mechanisms enable it? To investigate this problem, we focused on variability in sensory information, and conducted brain function measurements (fMRI, EEG, TMS) and psychophysical measurements. As a result, we identified a neural basis involved in processing spatial variability (lateral occipital complex) and found psychophysical phenomena that are associated with temporal and spatial variability. Moreover, we also obtained research results inherited from our preceding projects (Bayesian estimation in the perceptual-motor system, adaptability of the somatic perception), which provided diversified findings to elucidate the functional mechanisms of the brain that overcomes the environment with variability.

研究分野：身体教育学, 認知神経科学

キーワード：変動性 不確定性 ベイズ推定 空間 時間 脳

1. 研究開始当初の背景

我々の身体は、変動（不確定性）に満ちた環境にありながら、精緻で安定した認識と行動を生成している。それが如何なる神経機序により実現されているのか？理論上、課題標的の確率分布（例：投球速度の傾向とバラつき）を事前情報として学習し、ベイズ則に従って感覚情報と統合することにより、その変動の影響を最小化（ヒット率を最大化）する最適推定が得られる [式(1)]¹。

$$X_{\text{estimated}} = \frac{\sigma_{\text{sensed}}^2}{\sigma_{\text{prior}}^2 + \sigma_{\text{sensed}}^2} \mu_{\text{prior}} + \frac{\sigma_{\text{prior}}^2}{\sigma_{\text{prior}}^2 + \sigma_{\text{sensed}}^2} X_{\text{sensed}} \quad (1)$$

最適推定

事前情報

感覚情報

$X_{\text{estimated}}$: 標的の最適推定
 μ_{prior} : 事前に経験した標的の代表値
 σ_{prior}^2 : 事前に経験した標的の分散
 X_{sensed} : 感覚処理段階での標的の代表値
 σ_{sensed}^2 : 感覚処理段階での標的の分散

代表者は、人間の脳が実際にそのベイズ推定を行っていることを、一致タイミング課題²や時間順序判断³⁻⁵を用いた心理物理学実験により示してきた。近年、神経機序の探求も進められ、たとえば、タイミング課題にあたって小脳が事前分布の表象していることを示す神経回路モデルが提案され⁶、また代表者らは、触覚刺激の時間順序判断にあたって、右の背側運動前野が事前分布と感覚情報の統合に関与していることを示唆する実験結果を得た⁷。

このように、事前分布の表象、事前分布と感覚情報の統合に関わる神経基盤が示唆されていたが、ベイズ推定を成立させるためには、これらに加えて、感覚情報における変動性の評価が必要である。分担研究者の山田と代表者らは、視覚パタンの乱雑さ（i.e., 空間的変動性）の知覚に陰性残効が生じることを発見していた（乱雑さ残効）⁸。この乱雑さ残効の存在から、視空間的な乱雑さ（変動性、不確定性）の処理を担う特定の脳部位が視覚関連領野のなかにあることが示唆された。

2. 研究の目的

従来のベイズ推定に関する研究は、感覚情報の変動性の評価が自ずと正確に成されていることを前提としてきた。本研究は、このことに着目し、また上述の乱雑さ残効の発見により、その神経基盤を探る手立てを得たと考え、感覚情報における変動性の判断に関わる神経機序に焦点を向けた。また同時に、先行研究課題も継続し、知覚-運動系におけるベイズ推定や身体知覚の時空間的適応性の生成機序の探求も進め、変動ある環境を克服する脳の仕組みを多角的に探求することを本研究の目的とした。

3. 研究の方法

本研究は、上記の目的に基づき、下記の手法による実験を行った。

- 機能的磁気共鳴画像 (fMRI) : 関連脳部位の特定。
- 脳波 (EEG) : 関連脳活動時間帯の特定。
- 経頭蓋磁気刺激 (TMS) : 関連脳部位の機能因果性の検証。
- 心理物理学測定 : 既存の知見の拡充/拡張、および、脳機能測定中に実験参加者の行う課題の洗練・開発を目的とする。また、探索的アプローチも用い、事前計画のみにとらわれず、変動性、ベイズ推定などに関わりながら、さらに新たな展開を生み出しうる心理物理学現象の発見も目指した。

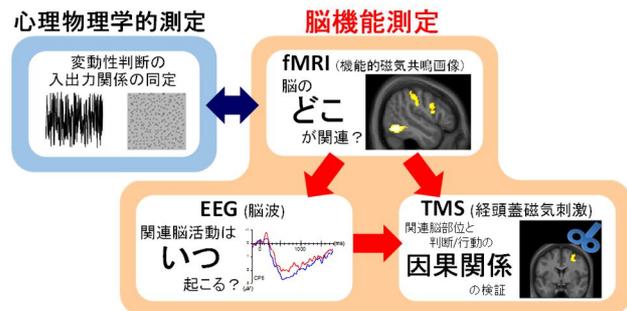


図1. 研究の全体構想。

4. 研究成果

- (1) fMRIによる脳機能測定の結果、視覚パタンの乱雑さ判断に関連する脳活動が右の外側後頭複合体に認められ⁹、心理物理学観測に基づく外側後頭複合体仮説⁸が支持された。
- (2) EEGによる脳機能測定の結果、視覚パタンの乱雑さ判断中、後頭側頭部のPO7 (10-10法)に配置した電極からの事象関連電位 (ERP) の潜時約 100 ミリ秒の陽性ピークが統制課題 (視覚パタンのコントラスト判断) 中よりも大きな振幅を示した¹⁰。PO7は外側後頭複合体の活動を反映していると考えられており、fMRIに続き、EEGによる測定結果も、外側後頭複合体仮説⁸を支持した。その一方で、PO7は左側に位置し、側性については(1)のfMRIによる観測⁹とは異なっていた。
- (3) (2)の視覚パタンの乱雑さ判断中のERPについて、外側後頭複合体の活動を反映すると考えられるPO7 (左側) およびPO8 (右側) に着目して更なる解析を行った¹¹。その結果、呈示された視覚パタンの乱雑度が低かった場合と比べて高かった場合では、PO7、PO8ともに潜時約 200 ミリ秒付近の陽性ピークがより大きな振幅を示した。さらに、その振幅増大は、PO8の方がより顕著であり、右側優位性が示された。
- (4) (3)の結果に基づき、視覚パタンの乱雑さ判断を行っている実験参加者のPO8に相当する頭

部位に TMS による機能障害実験を行った¹²。その結果、TMS を施した試行では反応時間が延長した。

以上の成果 (1) ~ (4) の脳機能測定による研究の結果により、視覚パタンの乱雑さ (視空間における変動性) の処理に右の外側後頭複合体が関与していることが示された。

- (5) 視覚パターン画像の主観的時間長を、視覚パタンの乱雑度の高い条件と低い条件で比較した¹³。その結果、乱雑度の高い条件に比べて低い条件の方が、視覚パターン画像の主観的時間長が長かった。
- (6) 音系列の主観的時間長を、各音間の時間間隔が変動する条件と一定の条件で比較した¹⁴。その結果、変動条件に比べて一定条件の方が、音系列の主観的時間長が長かった。さらに、知覚過程を純度高く反映すると考えられている同異判断型課題を用いても、この結果が再現されることを確認した。このことから、この主観的時間長の延長効果が高次の認知過程ではなく、初期の知覚過程で生じていることが示唆された。

以上の成果 (5) と (6) の現象は神経エネルギーモデル¹⁵により説明可能であり、このモデルに従って、感覚情報の変動性の表象機序を説明できる可能性も示唆された。

- (7) fMRI による脳機能測定を行い、触覚刺激の時間順序判断と同時性判断に関連する脳活動を比較した¹⁶。その結果、時間順序判断に特有の脳活動が左の腹側運動前野と後頭頂野、および左右の背側運動前野と視床に認められ、統計閾値を緩和すると小脳にも認められた。その一方で、同時性判断に特有の活動が認められたのは、左の後島皮質のみであった。この結果は、時間順序判断の方が同時性判断よりも多くの神経プロセスを要するという心理物理学考察¹⁷や理論モデル¹⁸と一致した。さらに、時間順序判断特に関連活動を示した脳部位は、到達運動の関連脳部位としても知られており¹⁹、触覚刺激の時間順序の判断に運動の制御と共通の神経基盤が関与していることが示唆された。これは、時間的な予測の生成にあたって知覚と運動が共通の神経ネットワークを有するという仮説²⁰とも通じるものでもあった。また、ここで行った時間順序判断特に関連脳部位の抽出は、(8)の研究を進めるにあたっての関連脳部位候補の特定の意味も有していた。
- (8) TMS による実験の結果⁷についてモデル解析を行った結果、触覚刺激の時間順序判断において、右の背側運動前野が感覚情報の不確定性に基づき、感覚情報と事前分布の最適統合を行なっていることが示唆された²¹。
- (9) 触覚刺激の同時性判断において、非同時性の陽性残効が生じることを発見した²²。すなわち、非同時の適応刺激組を受けると、その直後の検査刺激組を非同時と判断する割合が高まった。この陽性残効はベイズ推定モデルによる予測と一致するものであった。その一方で、同時の適応刺激組を受けても、その後の検査刺激の同時性判断に変化は生じなかった。
- (10) 非時間型統制課題 (同数判断) を用いた fMRI 測定により、触覚刺激の同時性判断の関連脳部位として、右の下頭頂小葉を特定した²³。また、同時性判断中、非同時な刺激を受けたときに左の線条体などの活動が増大していた一方で、同時の刺激を受けたとき特に関連活動が増大した部位は認められなかった。このことから、触覚の時間処理については、脳に同時の検知器はなく、非同時の不検知をもって同時の判定がなされていることが示唆された。この解釈は、(9)の心理物理学実験の結果と一致したものと見える。
- (11) カップ効果と呼ばれる時空間錯覚が周辺視では起こりづらくなることを発見した²⁴。これは、ベイズモデルの予測と一致するものであった。
- (12) カップ効果が触覚と運動出力では正反対の作用として観測されることを発見し、それがペーサーメーカー・カウンターモデルで統一的に説明できることを提案した²⁵。
- (13) 事前の連続刺激の呈示による時間間隔弁別の精度向上 (多観察効果) は、連続刺激の時間間隔が変動する場合では生じず、それらが一定の場合 (リズムを形成した場合) でのみ生じること、また、一定の時間間隔の連続刺激を事後的に呈示しても生じないことを明らかにした²⁶。これにより、多観察効果は予測により生じる一方で事後測 (ポストディクション) によっても生じないことが示された。
- (14) (13) の一方で、事前刺激と事後刺激の双方を配置すると、事後刺激の効果が現れ、多観察効果が更に向上することを発見した²⁷。この結果から、予測によって事後測が促進されること、すなわち、予測と事後測に共通の処理過程が関与していることが示唆された。
- (15) (14) をベイズモデルによって解釈し、事後測を表す代表例として知られる皮膚兔錯覚²⁸について多観察効果の影響を理論的に予測し、それを実験的に検証した²⁹。その結果、ベイズモデルの予測のとおり、多観察効果による皮膚兔の錯覚量の増大が認められた。
- (16) 自閉スペクトラム症 (ASD) 者を対象に皮膚兔錯覚²⁸およびスティック兔錯覚³⁰を調べた³¹。その結果、皮膚兔、スティック兔ともに、事後測の指標となる錯覚量について ASD 者群と定型発達者群のあいだで差が認められなかった。これらの結果から、触覚における事後測については ASD 者も定型どおりに機能していることが示された。従来の研究により、ASD 者は予測に障害があることが報告されていた³²。成果 (14) でも、予測と事後測が共通の処理過程を有することが示唆されたが、この実験結果により、それぞれに特有の処理過程も有

することが示された。また、スティック兎錯覚については、ASD 者 13 名のうち 5 名では、事後測の指標となる錯覚は起こっていたものの、その錯覚が、手にしたスティック上には感じられず、実際に刺激されたのは反対側の手にまで飛躍していた。その 5 名は全てスポーツが苦手であった。スティック兎錯覚は、脳のなかの「道具の身体化」の表れと考えられており³⁰、その 5 名は道具を身体の一部のように感じづらく、それがスポーツの苦手の一因となっている可能性が示唆された。

- (17) サッカーユニフォームの選好判断における視線操作効果を心理物理学の実験より検証した³³。その結果、実験参加者のうちサッカー経験のある群では、長く目を向けたユニフォームを好きだと判断する確率が高かった。この成果は、広告効果を検討するための基礎知見となることも期待される。
- (18) VR シミュレータを用いた心理物理学の実験により、二輪車搭乗時の速度判断における視覚情報と聴・触覚情報の統合は「平均化効果」(=多感覚間のベイズ統合) として生じることを発見し、音・振動刺激による速度超過防止技術の可能性を提案した³⁴。さらに、この多感覚統合作用を利用する手法が VR 酔いの低減効果にも有効であることが確かめられた³⁵。

以上の成果 (7)~(18) により、先行研究課題から引き継いできたテーマ (e.g., ベイズ推定, 身体性) に関わる神経科学的知見と心理物理学の知見の拡充も進められた。そのなかには、(16), (17), (18) のように、障がい者福祉や商・産業への応用が期待される成果も得られた。

<引用文献>

1. Kording P & Wolpert DM. *Nature* 27(6971):244-247, 2004.
2. Miyazaki M, Nozaki D & Nakajima Y. *J Neurophysiol* 94(1): 395-399, 2005.
3. Miyazaki M, Yamamoto Y, Uchida S & Kitazawa S. *Nat Neurosci* 9(7): 875-877, 2006
4. Nagai Y, Suzuki M, Miyazaki M & Kitazawa S. *Front Psychol* 3:276, 2012.
5. Yamamoto S, Miyazaki M, Iwano S & Kitazawa S. *PLoS One* 7(7): e40379, 2012.
6. Narain D, Remington ED, De Zeeuw CI & Jazayeri M. *Nat Commun* 9(1):469, 2018.
7. Takeuchi S, Sekiguchi H & Miyazaki M. *Int J Psychophysiol* 94(2): 189-190, 2014.
8. Yamada Y, Kawabe T & Miyazaki M. *Sci Rep* 3: 2906, 2013.
9. Yamada Y, Kadota H, Funai TD, Iwata M, Kochiyama T & Miyazaki M. (投稿中)
10. Miyagi T, Fujimura H, Kuroda T, Yamada Y, Kannaga K, Takeuchi S & Miyazaki M. 47th Ann Meet Soc Neurosci (Washington DC, USA), Nov. 11, 2017.
11. 畑中麻希, 宮城拓弥, 吉岡大貴, 金長幸希, 藤村楓, 黒田剛士, 山田裕樹, 竹内成生, 宮崎真情報学シンポジウム 2018「スポーツと情報」(浜松), 2018 年 12 月 22 日.
12. 金長幸希, 畑中麻希, 吉岡大貴, 宮城拓弥, 竹内成生, 山田裕樹, 山本裕之, 板口典弘, 関口浩文, 宮崎真. 第 42 回日本神経科学大会 (新潟), 2019 年 7 月 27 日.
13. Sasaki K & Yamada Y. *i-Perception* 8(5):2041669517728944, 2017.
14. Kannaga K & Miyazaki M. 48th Ann Meet Soc Neurosci (San Diego, USA), Nov. 3, 2018, (selected for a symposium presentation).
15. Eagleman DM & Pariyadath V. *Phil Trans Roy Soc B* 364(1525): 1841-1851, 2009.
16. Miyazaki M, Kadota H, Matsuzaki KS, Takeuchi S, Sekiguchi H, Aoyama T, Kochiyama T. *Sci Rep* 6: 23323, 2016.
17. Pöppel E. *Mindworks: time and conscious experience* (Harcourt Brace Jovanovich, New York), 1988.
18. García-Peréz MA & Alcalá-Quintana R. *Psychon Bull Rev* 19(5): 820-846, 2012.
19. Shadmehr R & Holcomb HH. *Science* 277(5327): 821-825, 1997.
20. Coull J & Nobre A. *Curr Opin Neurobiol* 18(2): 137-144, 2008.
21. 宮崎真, 竹内成生, 関口浩文. 日本スポーツ心理学会第 45 回大会 (名古屋), 2018 年 10 月 13 日.
22. Widjaja K, Saito K, Kannaga K, Yoshioka D, Itaguchi Y, Miyazaki M. 49th Ann Meet Soc Neurosci (Chicago, USA), Oct. 20, 2019.
23. Kimura T, Kadota H, Kuroda T, Funai TD, Iwata M, Kochiyama T, Miyazaki M. *Sci Rep* 9: 19481, 2019.
24. Kuroda T, Grondin S, Miyazaki M, Ogata K, Tobimatsu S. *Multisensory Res* 29(8): 703-725, 2016.
25. Kuroda T & Miyazaki M. *Sci Rep* 6: 23365, 2016.
26. Kuroda T, Yoshioka D, Ueda T & Miyazaki M. *Front Hum Neurosci* 12: 31, 2018.
27. 吉岡大貴, 黒田剛士, 上田誠也, 宮崎真. 第 40 回日本神経科学大会 (千葉), 2017 年 7 月 20 日.
28. Geldard FA & Sherrick CE. *Science* 178(4057): 178-179, 1972.
29. Yoshioka D, Miyazaki M. 12th FENS Forum Neurosci (Glasgow, UK), Jul. 11-15, 2020 (to be held virtually).

30. Miyazaki M, Hirashima M, Nozaki D. J Neurosci 30(5): 1856-1860, 2010.
31. Wada M et al. (他 11 名) & Miyazaki M. Sci Rep 10: 1665, 2020.
32. Pellicano E & Burr D. Trends Cogn Sci 16(10): 504-510, 2012.
33. Saito Y, Uchida S, Yabe Y, Miyazaki M. Int J Sport Health Sci 15: 1-5, 2017.
34. 上田誠也, 宮城拓弥, 黒田剛士, 渡邊淳司, 末神翔, 大本浩司, 宮崎真. 第 40 回日本神経科学大会 (千葉), 2017 年 7 月 20 日 (プレスリリース演題に選定).
35. Sawada Y, Itaguchi Y, Hayashi M, Aigo K, Miyagi T, Miki M, Kimura T & Miyazaki M. Sci Rep 10: 7553, 2020.

< 研究成果に関する新聞などでの報道 >

▶成果(7)に関する報道

1. 静岡新聞 2016 年 4 月 13 日朝刊 30 面：左脳が刺激順序判断か 静大教授ら解明.時間的な「順序」の判断を可能にする仕組み発見
2. マイナビニュース 2016 年 4 月 11 日配信： "左と右、どちらを先に触られたか"を判断するのは身体運動の脳領域 - 静大
3. 科学新聞 2016 年 4 月 22 日 4 面：時間的な『順序』の判断を可能にする仕組み 体の動きを司る脳領域が関与 静岡大の研究グループが発見
4. 上毛新聞 4 月 12 日 22 面：脳 4 領域で順序判断 リハビリ分野応用に期待 上武大、静岡大チーム
5. NHK 高知放送局 4 月 11 日「こうち一番」「ニュース 845 こうち」放送：両手の指先への刺激 “時間差の判断”は左脳の運動領域が関与

▶成果(10)に関する報道

6. 読売新聞 2019 年 12 月 21 日朝刊 24 面：0.05 秒差知覚 脳部位発見 静大「匠の技」生む仕組み解明へ
7. 中日新聞 2019 年 12 月 21 日 32 面：0.05 秒差を認識 脳の部位解明 静大研究グループ
8. 静岡新聞 2020 年 1 月 10 日朝刊 29 面：0.05 秒差認識 脳部位を解明 静岡大など研究チーム
9. 山口新聞 2019 年 12 月 21 日 17 面：ごく短い時間差の有無 判断する脳部位解明
10. 北陸中日新聞 2019 年 12 月 22 日 24 面：「0.05 秒差」右脳が反応 金沢大准教授らメカニズム解明 スポーツや音楽 応用に期待
11. 高知新聞 2020 年 1 月 23 日朝刊 26 面：人の触覚 0.05 秒差判別 工科大チーム 脳の部位解明

▶成果(16)に関する報道

12. 静岡新聞 2020 年 2 月 5 日朝刊 27 面：自閉スペクトラム症、道具とらえる感覚鈍く 静岡大など研究結果
13. 科学新聞 2020 年 2 月 14 日 4 面：「道具が身体の一部として感じられない」自閉症スペクトラム症者 スポーツが苦手な理由 「皮膚兔錯覚」現象利用 国リ八と静岡大が解明

▶成果(17)に関する報道

14. 静岡新聞 2017 年 3 月 4 日朝刊 32 面：長く見たユニホームを選好 静岡大・宮崎教授ら研究成果.
15. 科学新聞 2017 年 2 月 10 日 6 面：長く見たユニフォームを好きになる サッカー選手の不思議な？傾向

▶成果(18)に関する報道

16. 時事通信 2017 年 7 月 20 日配信：音や振動で速く感じる効果 = バイク実験、安全技術にも - 静岡大
17. 日経産業新聞 2017 年 8 月 4 日 8 面：エンジン音・振動を変えると...バイクの速度錯覚 静岡大とヤマハ発 VR 装置で実験 スピード抑制技術に道
18. 中日新聞 2017 年 7 月 21 日 30 面：疑似走行 + エンジン音、振動 「より速く」感じる効果 静大・ヤマハ発が実験
19. 静岡新聞 2017 年 7 月 20 日夕刊 2 面：バイク速度体感 音振動からも 静大院生、ヤマハ発と共同研究 事故防止技術に応用へ
20. 科学新聞 2020 年 5 月 29 日 4 面：オートバイシミュレーターの欠点改善 エンジン音と振動同期で VR 酔い軽減に効果
21. 中日新聞 2020 年 5 月 13 日 26 面：映像酔い、音と振動で軽減 静大とヤマハ発が研究
22. 静岡新聞 2020 年 5 月 13 日朝刊 23 面：エンジン連動、VR 酔い低減 静岡大とヤマハ発が共同研究
23. 科学新聞 2017 年 8 月 11 日 6 面：バイクの速度超過 音を操作して防止 静岡大とヤマハ バイチャル走行実験で可能性探る

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Sawada Y, Itaguchi Y, Hayashi M, Aigo K, Miyagi T, Miki M, Kimura T & Miyazaki M	4. 巻 10
2. 論文標題 Effects of synchronised engine sound and vibration presentation on visually induced motion sickness	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 7553(1-10)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-64302-y	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -
1. 著者名 Wada M, Ide M, Ikeda H, Sano M, Tanaka A, Suzuki M, Agarie H, Sooyung Kim, Tajima S, Nishimaki K, Fukatsu R, Nakajima Y & Miyazaki M	4. 巻 10
2. 論文標題 Cutaneous and stick rabbit illusions in individuals with autism spectrum disorder	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1665(1-10)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-58536-z	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -
1. 著者名 Kimura T, Kadota H, Kuroda T, Funai TD, Iwata M, Kochiyama T & Miyazaki M	4. 巻 9
2. 論文標題 Neural correlates of tactile simultaneity judgement: a functional magnetic resonance imaging study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 19481(1-13)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-54323-7	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -
1. 著者名 Kuroda T, Yoshioka D, Ueda T & Miyazaki M	4. 巻 12
2. 論文標題 Multiple looks of auditory empty durations both improve and impair temporal sensitivity	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Human Neuroscience	6. 最初と最後の頁 31(1-13)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnhum.2018.00031	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 黒田剛士, 吉岡大貴, 宮崎真	4. 巻 88(5)
2. 論文標題 タウ/カップパ効果の規定因となる運動速度の予測を巡る研究の動向と課題	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 心理学研究	6. 最初と最後の頁 504-517
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4992/jjpsy.88.16403	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 Sasaki K, Yamada Y.	4. 巻 8(5)
2. 論文標題 Regular Is longer	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 i-Perception	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/2041669517728944	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 Saito Y, Uchida S, Yabe Y & Miyazaki M	4. 巻 15
2. 論文標題 The Effect of Gaze Manipulation on Preference Decisions: A Study of Football Shirt Evaluation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Sport and Health Science	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5432/ijshs.201528	査読の有無 有
オープンアクセス 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 該当する

1. 著者名 Kuroda T, Tomimatsu E, Grondin S & Miyazaki M	4. 巻 78
2. 論文標題 Perceived empty duration between sounds of different lengths: Possible relation with repetition and rhythmic grouping	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Attention, Perception, & Psychophysics	6. 最初と最後の頁 2678 -2689
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3758/s13414-016-1172-x	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 該当する

1. 著者名 Kuroda T, Grondin S, Miyazaki M, Ogata K & Tobimatsu S	4. 巻 29(8)
2. 論文標題 The kappa effect with only two visual markers	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Multisensory Research	6. 最初と最後の頁 703-725
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1163/22134808-00002533	査読の有無 有
オープンアクセス 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 該当する

1. 著者名 Miyazaki M, Kadota H, Matsuzaki KS, Takeuchi S, Sekiguchi H, Aoyama T & Kochiyama T	4. 巻 6
2. 論文標題 Dissociating the neural correlates of tactile temporal order and simultaneity judgements	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 23323(1-10)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/srep23323	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 Kuroda T & Miyazaki M	4. 巻 6
2. 論文標題 Perceptual versus motor spatiotemporal interactions in duration reproduction across two hands	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 23365(1-10)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/srep23365	査読の有無 有
オープンアクセス 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 -

〔学会発表〕 計32件 (うち招待講演 10件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 Yoshioka D, Miyazaki M
2. 発表標題 The Multiple-look effect in the cutaneous rabbit illusion
3. 学会等名 The 12th FENS Forum of Neuroscience, Glasgow, UK, July 11-15, 2020 (to be held virtually) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮崎真
2. 発表標題 日常と非日常からみる こころと脳の科学
3. 学会等名 公開講座 令和元年度 大学特別公開講座「脳科学 環境 AI 新たな時代を生きる3つのヒント」, 榛原郡吉田町, 2020年2月7日 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Itaguchi Y, Yoshioka D, Miyazaki M
2. 発表標題 Stimulus onset synchrony and automatic modulation of motor response induced by a visual distractor
3. 学会等名 The 49th meeting of the Society for Neuroscience, Chicago, USA, October 23, 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Aigo K, Itaguchi Y, Hayashi M, Swada Y, Miyagi T, Ueda T, Miki M, Kimura T, Miyazaki M
2. 発表標題 Visually induced motion sickness is reduced by synchronous engine sounds and vibrations in a motorcycle simulator
3. 学会等名 The 49th meeting of the Society for Neuroscience, Chicago, USA, October 20, 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kevin Widjaja, Saito K, Kannaga K, Yoshioka D, Itaguchi Y, Miyazaki M
2. 発表標題 Prior asynchrony causes a positive aftereffect on tactile synchrony judgment
3. 学会等名 The 49th meeting of the Society for Neuroscience, Chicago, USA, October 20, 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮崎真
2. 発表標題 日常と非日常からみる こころと脳の科学
3. 学会等名 創立70周年記念 静岡大学・読売新聞連続市民講座 2019 令和を生きる～新時代への展望～, 静岡市, 2019年8月17日(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金長幸希, 畑中麻希, 吉岡大貴, 宮城拓弥, 竹内成生, 山田祐樹, 山本裕之, 板口典弘, 関口浩文, 宮崎真
2. 発表標題 視覚パタンの乱雑さ判断の神経基盤: 経頭蓋磁気刺激による研究
3. 学会等名 第42回日本神経科学大会, 新潟市, 2019年7月27日
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 齋藤和哉, 金長幸希, Kevin Widjaja, 板口典弘, 宮崎真
2. 発表標題 非同時性の陽性残効: 触覚刺激の同時性判断における事前経験の影響
3. 学会等名 第42回日本神経科学大会, 新潟市, 2019年7月26日
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮崎真
2. 発表標題 脳のなかの身体と時間
3. 学会等名 浜松工業会ヤマハ発動機支部 平成31年新年総会, 浜松市, 2019年1月13日(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 畑中麻希, 宮城拓弥, 吉岡大貴, 金長幸希, 藤村颯, 黒田剛士, 山田祐樹, 竹内成生, 宮崎真
2. 発表標題 乱雑な視覚パターンは後頭側頭部の事象関連電位の応答を賦活する
3. 学会等名 情報学シンポジウム2018「スポーツと情報」, 浜松市, 2018年12月22日
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kannaga K, Miyazaki M
2. 発表標題 Constant stimulus intervals elongate subjective duration of the auditory stimulus sequence
3. 学会等名 The 48th meeting of the Society for Neuroscience, San Diego, USA, Nov. 3, 2018 (selected as a symposium speaker) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮崎真, 竹内成生, 関口浩文
2. 発表標題 時間順序判断におけるベイズ推定の神経基盤 経頭蓋磁気刺激による研究
3. 学会等名 日本スポーツ心理学会第45回大会, 名古屋市, 2018年10月13日
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 和田真, 井手正和, 池田華子, 佐野美沙子, 田中有, 鈴木繭子, 東江浩美, 金樹英, 西牧謙吾, 深津玲子, 中島八十一, 宮崎真
2. 発表標題 自閉スペクトラム症者における皮膚およびスティックラビット錯覚課題
3. 学会等名 第41回日本神経科学大会, 神戸市, 2018年7月27日
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 梅沢侑実, 佐野美沙子, 田島世貴, 西牧謙吾, 深津玲子, 熊谷晋一郎, 宮崎真, 和田真
2. 発表標題 自閉スペクトラム症者の感覚運動の特異性の基盤となるベイズ推定障害
3. 学会等名 第41回日本神経科学大会, 神戸市, 2018年7月27日
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 金長幸希, 宮崎真
2. 発表標題 刺激の不変性による主観的時間の延長: 心理物理学的研究
3. 学会等名 第41回日本神経科学大会, 神戸市, 2018年7月26日
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ueda T, Miyagi T, Kuroda T, Watanabe J, Suegami T, Daimoto H, Miyazaki M
2. 発表標題 Cross-modal effects in speed judgments during virtual motorcycle riding
3. 学会等名 The 47th meeting of the Society for Neuroscience, Washington DC, USA, Nov. 15, 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Miyagi T, Fujimura H, Kuroda T, Yamada Y, Kannaga K, Takeuchi S, Miyazaki M
2. 発表標題 Neural correlates for judgment of visual pattern randomness: an event-related potential study
3. 学会等名 The 47th meeting of the Society for Neuroscience, Washington DC, USA, Nov. 11, 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宮崎真, 宮城拓弥, 上田誠也
2. 発表標題 人間の知覚-運動システムの時空間的適応性
3. 学会等名 浜松工業会東京支部平成29年秋の講演会, 東京都港区, 2017年10月25日 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 上田誠也, 宮城拓弥, 黒田剛士, 渡邊淳司, 末神翔, 大本浩司, 宮崎真
2. 発表標題 自動二輪車搭乗中の速度判断における感覚モダリティ間相互作用
3. 学会等名 第40回日本神経科学大会, 千葉市, 2017年7月20日 (プレスリリース演題選定)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宮城拓弥, 藤村颯, 黒田剛士, 山田祐樹, 竹内成生, 宮崎真
2. 発表標題 視覚パタンの乱雑さ判断に伴う神経生理学的応答: 事象関連電位による研究
3. 学会等名 第40回日本神経科学大会, 千葉市, 2017年7月20日
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉岡大貴, 黒田剛士, 上田誠也, 宮崎真
2. 発表標題 音の時間間隔の反復観察による時間精度の向上における予測/遡及的推測メカニズム
3. 学会等名 第40回日本神経科学大会, 千葉市, 2017年7月20日
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宮崎真
2. 発表標題 脳と時間
3. 学会等名 中京大学 第1回スポーツ脳情報科学セミナー, 豊田市, 2017年7月10日 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宮崎真
2. 発表標題 脳と時間
3. 学会等名 慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス, 藤沢市, 2017年6月13日 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宮崎真
2. 発表標題 身体知覚の時空間的適応性
3. 学会等名 自動車技術会第8回エレクトロニクス部門委員会, 東京都文京区, 2017年3月17日 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宮崎真
2. 発表標題 身体知覚の時空間的適応性 その心理物理学特性と神経基盤
3. 学会等名 自動車技術会第5回ドライバ評価手法検討部門委員会, 東京都千代田区, 2017年3月13日 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Sekiguchi H, Takeuchi S, Miyazaki M, Yamanaka K
2. 発表標題 Changes associated with motor learning of TMS-evoked EEG responses
3. 学会等名 The 46th meeting of the Society for Neuroscience, San Diego, USA, Nov. 14, 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Kimura T, Kochiyama T, Kuroda T, Iwata M, Kadota H, Miyazaki M
2. 発表標題 Neurofunctional coupling in tactile simultaneity judgment
3. 学会等名 The 46th meeting of the Society for Neuroscience, San Diego, USA, Nov. 12, 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 黒田剛士, 吉岡大貴, 上田誠也, 宮崎真
2. 発表標題 リズムから見た Multiple Look Effect
3. 学会等名 日本基礎心理学会 第35回大会, 東京都杉並区, 2016年10月30日
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Kuroda T, Grondin S, Miyazaki M
2. 発表標題 Dichotic continuity illusion for steady-state versus frequency-gliding sounds
3. 学会等名 Technical Session "Evaluation of steady state and unsteady sound" in 45th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Inter-noise 2016), Hamburg, Germany, Aug. 24, 2016 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Kuroda T, Tomimatsu E, Grondin S, Miyazaki M
2. 発表標題 Effects of repetition on the isochronous perception of sounds at different lengths
3. 学会等名 31st International Congress of Psychology, Yokohama, Japan, Jul. 25, 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 宮崎真
2. 発表標題 主観的時間の確率論的最適化
3. 学会等名 日本認知科学会分科会「間合い 時空間インタラクション」第5回研究会, 横浜市, 2016年7月9日 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 佐々木恭志郎, 山田祐樹
2. 発表標題 クロノ・トリガー：規則性が誘発する時間バイアス
3. 学会等名 日本時間学会第8回大会, 京都市, 2016年6月12日
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 宮崎真, 阿部匡樹, 山田祐樹 (企画・編著)	4. 発行年 2017年
2. 出版社 コロナ社	5. 総ページ数 199
3. 書名 日常と非日常からみる こころと脳の科学	

〔産業財産権〕

〔その他〕

第4期静岡大学研究フェロー授与
<http://www.shizuoka.ac.jp/news/detail.html?CN=5448>
 静岡大学教員データベース
<https://tdb.shizuoka.ac.jp/RDB/public/Default2.aspx?id=11164&l=0>
 研究室HP
<http://lab.inf.shizuoka.ac.jp/miyazaki-makoto/>
 Researchmap
<https://researchmap.jp/miyazakimakoto/>

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	山田 祐樹 (YAMADA Yuki) (60637700)	九州大学・基幹教育院・准教授 (17102)	
研究分担者	門田 宏 (KADOTA Hiroshi) (00415366)	高知工科大学・情報学群・准教授 (26402)	
研究分担者	竹内 成生 (TAKEUCHI Shigeki) (10329162)	上武大学・ビジネス情報学部・准教授 (32301)	
研究分担者	関口 浩文 (SEKIGUCHI Hirofumi) (20392201)	上武大学・ビジネス情報学部・教授 (32301)	
研究分担者	中澤 公孝 (NAKAZAWA Kimitaka) (90360677)	東京大学・大学院総合文化研究科・教授 (12601)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	河内山 隆紀 (KOCHIYAMA Takanori) (90380146)	株式会社国際電気通信基礎技術研究所・脳活動イメージングセンター・研究員 (94301)	
研究協力者	黒田 剛士 (KURODA Tsuyoshi) (50725950)	静岡大学・情報学部・特任助教 (13801)	
研究協力者	宮城 拓弥 (MIYAGI Takuya) (13801)	静岡大学・大学院総合科学技術研究科・研究補佐員 (13801)	
研究協力者	吉岡 大貴 (YOSHIOKA Daiki) (13801)	静岡大学・大学院総合科学技術研究科・研究補佐員 (13801)	
研究協力者	上田 誠也 (UEDA Tomoya) (13801)	静岡大学・大学院総合科学技術研究科・研究補佐員 (13801)	
研究協力者	藤村 楓 (FUJIMURA Hayate) (13801)	静岡大学・情報学部・研究補佐員 (13801)	
研究協力者	金長 幸希 (KANNAGA Koki) (13801)	静岡大学・大学院総合科学技術研究科・研究補佐員 (13801)	
研究協力者	畑中 麻希 (HATANAKA Maki) (13801)	静岡大学・情報学部・研究補佐員 (13801)	