

解禁時間（テレビ，ラジオ，WEB，新聞）：2019年12月20日(金) 午後7時（英国時午前10時）

0.05秒の時間差の有無を見分ける脳の部位

時間を捉える能力は、私達の日常生活のなかの様々な行動を支えています。“時間”の感覚器官は存在せず、時間の検知、評価、生成は、脳によっておこなわれており、日・時・分・秒といった時間長の違いによって携わる脳の部位が異なることが知られています。

高知工科大学総合研究所脳コミュニケーション研究センターの木村岳裕元助教・客員准教授（金沢大学・准教授）、門田宏准教授、岩田誠教授は、宮崎真教授（静岡大）、河内山隆紀研究員（ATR）らとの共同研究により、究極に短い時間の知覚に関わる脳の部位を明らかにするために、fMRIを用いた脳活動計測実験を行いました。

その結果、両手に呈示された触覚刺激が同時であったか（時間差：0秒）、あるいは、それらのあいだに短い時間差（0.05秒）があったのかを判断しているときに、脳の右半球の「下頭頂小葉」が賦活していることをつきとめました。

微細な時間差の知覚は、音楽、スポーツ、ものづくりなどでの精緻な行動を実現するために必要な神経機能の一つといえます。本成果は、たくみ（巧/匠）の技を生み出す脳の仕組みを解明し、その訓練法や継承法を考案/開発していくための基盤知見の一つとなることが期待されます。また、この研究が発展していけば、人間のたくみの技を模したロボット制御などに、その知見が応用されていくことも期待されます。

本研究成果は、英国の Nature Publishing Group の刊行するオンライン科学誌“*Scientific Reports*”に2019年12月20日（金）午後7時（英国時 午前10時）に掲載される予定です。

【本リリースに関するお問い合わせ先】

■ 研究について

高知工科大学総合研究所脳コミュニケーション研究センター
准教授 門田 宏
TEL.0887-57-2237
E-mail : kadota.hiroshi@kochi-tech.ac.jp

■ 広報について

高知工科大学 広報課
TEL.0887-53-1080
E-mail : kouhou@ml.kochi-tech.ac.jp

【背景と目的】

時間を捉える能力は、私たちの日常生活のなかの様々な行動を支えています。しかし、私たちの身体に“時間”の感覚器官は存在しません。時間の検知、評価、生成は、脳によっておこなわれており、日、時、分、秒といった時間長の違いによって携わる脳の部位が異なることが知られています！

本研究は、究極に短い時間の知覚に関わる脳の部位を明らかにするために、同時性判断と呼ばれる課題を行っている実験参加者の脳活動を機能的磁気共鳴画像法 (fMRI, **用語解説 1**) を用いて計測しました。

【方法】

実験参加者 (32 名) は MRI 装置のなかで左右の手に触覚刺激を受けました (図 1a, b)。その刺激は、下記のような時間 (同時/非同時) × 数 (同数/非同数) = 4 条件の組み合わせで構成されました。

- ・ 時間条件：同時 (刺激時間差 0 秒), 非同時 (刺激時間差 ± 0.05 秒, +右手先, -左手先) (図 1d)
- ・ 数条件：同数 (2 vs. 2, 6 vs. 6), 非同数 (2 vs. 6, 6 vs. 2) (図 1c)

実験参加者は、上記のような刺激を受けて「同時性判断」と「同数判断」という二種類の課題を行いました (各被験者, 32 試行 × 2 セット × 課題 2 種 = 128 試行実施)。

上記の課題を行っている参加者の脳活動を fMRI により計測し、同時性判断を行っているときの脳活動から同数判断の脳活動を差し引くことにより、同時性判断特有に賦活する脳部位を特定しました。

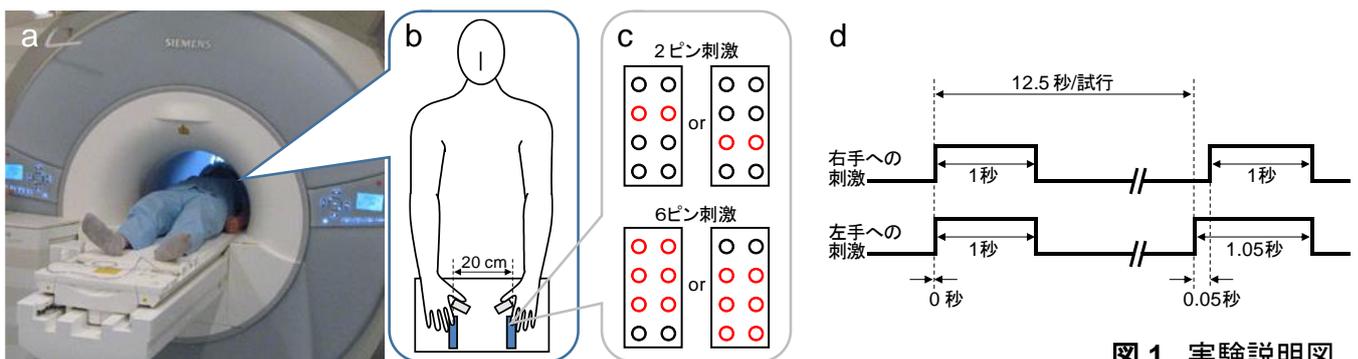


図 1. 実験説明図.

【結果】

参加者の上記の課題の正解率は平均 85-86%でした。そして、上記の脳活動解析の結果、同時性判断を行っているときには、脳の右半球の「下頭頂小葉」が賦活していることが明らかとなりました (図 2)。

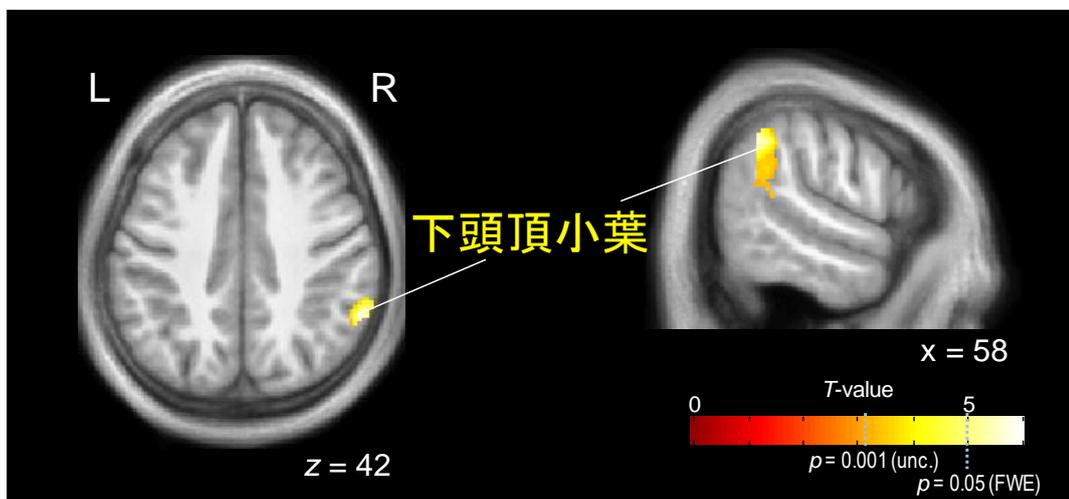


図 2. 同数判断を行っているときと比べて同時性判断を行っているときに強い活動を示した脳部位.

【本成果の学術的意義】

- ▶ 本研究で研究対象とした 0 秒/0.05 秒という時間は、時間知覚に関わる脳活動を調べたこれまでの研究のなかで最も短い時間であり、特に触覚刺激を対象とした研究では世界で初めての試みです。
- ▶ 今回、関連脳活動が脳の右半球に生じていました。著者らの研究グループは、触覚刺激の時間順序判断（どちらが先に刺激されたか?）では主に脳の左半球に関連脳活動を観測していました²。同時性判断と時間順序判断の理論モデル^{3,4}と考え合わせると、刺激の時間差の有無は脳の右半球、刺激の順序の判断は脳の左半球が担っているという脳の役割分担が示唆されます。
- ▶ 時間の知覚にあたって右脳と左脳のどちらが優位かという論争が続いていましたが^{2,5-7}、本成果は研究報告間の矛盾を解消し、この論争に決着をつけるものと考えられます。

【本成果の社会的意義・今後の展望】

- ▶ たとえば、ギター、バイオリン、ピアノ、ドラムといった楽器を演奏するときには左右の手の動きのタイミングの協調を維持することが必要です。そのためには、触覚情報に基づき、左右の手の動きのタイミングのズレを検知し、修正することが必要です。すなわち、触覚の微細な時間差の検出や評価は、音楽、スポーツ、ものづくりなどでの精緻な行動を実現するために必要な神経機能の一つです。
- ▶ 本成果は、たくみ（巧/匠）の技を生み出す脳の仕組みを解明し、その精度向上法や効果的な訓練法を開発するための基盤知見の一つとなることが期待されます。
- ▶ たとえば、経頭蓋直流刺激（tDCS、用語解説 2）を対象脳部位に施すことにより、その脳部位が担う感覚情報処理の精度が向上することが知られています⁸。また、近年、この tDCS を工夫することにより学習内容を操作できることも報告されています⁹（本研究の第一著者の木村も、この研究の共著者の一人です）。この tDCS を右の下頭頂小葉に施すことにより、刺激時間差の検知/評価能力が向上する可能性が考えられます。
- ▶ また、本成果を足がかりに、脳のなかの微細な時間差検出のための情報処理過程が明らかとなり、それを制御用プログラムや人工知能に組み込めば、人間のたくみ（巧/匠）の技を模したロボット制御が可能になるかもしれません。

【用語解説 1: 機能的磁気共鳴画像法 (fMRI)】

MRI (磁気共鳴画像) を用いて、脳の活動した場所を可視化する方法。たとえば私達が何かを見たり、触ったり、体を動かしたりすると、それに関連した脳の領域の神経細胞が活動し、酸素が消費されます。すると、消費された酸素を補うために、活動した神経細胞の周りに血流が集まります。その血流量の変化と酸素代謝の変化を MRI によって捉えることにより、活動している脳領域を特定します。現在、人間の脳の活動領域を調べるために最も優れた手法の一つです。

【用語解説 2: 経頭蓋直流刺激 (tDCS)】

頭部に貼付した電極から微弱な直流電流を流し、脳活動を変調する方法です。たとえば、一次運動野の直上にあたる頭部位に陽極を置いて 1mA の電流を数分～10 分程度流すと増強効果、陰極を置いて流すと抑制効果が生じることが報告されています¹⁰。

【引用文献】

1. Buhusi & Meck. *Nat. Rev. Neurosci.* **6**, 755–765 (2005).
2. Miyazaki, Kadota et al. & Kochiyama. *Sci. Rep.* **6**, 23323 (2016).
3. Hirsh et al. *J. Exp. Psychol.* **62**, 423–432 (1961).
4. García-Peréz & Alcalá-Quintana. *Psychon. Bull. Rev.* **19**, 820–846 (2012).
5. Battelli et al. *Trends Cogn. Sci.* **11**, 204–210 (2007).
6. Woo et al. *Brain Cogn.* **69**, 337–343 (2009).

7. Davis et al. *J. Neurosci.* **29**, 3182–3188 (2009).
8. Rarget et al. *Clin. Neurophysiol.* **119**, 805–811 (2008).
9. Nozaki, Yokoi, Kimura et al. *eLife* **5**, e15378 (2016).
10. Nitsche & Paulus. *J. Physiol.* **527**, 633–639 (2000).

【論文情報】

題名 : Neural correlates of tactile simultaneity judgement: a functional magnetic resonance imaging study

誌名 : *Scientific Reports*

著者 : 木村岳裕 (金沢大学)*, 門田宏 (高知工科大学), 黒田剛士 (静岡大学), 舟井友美 (山口大学),
岩田誠 (高知工科大学), 河内山隆紀 (ATR 脳活動イメージングセンタ), 宮崎真 (静岡大学)*

*連絡著者 (corresponding authors)