

令和 2 年 5 月 25 日現在

機関番号：15401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K17359

研究課題名(和文) 感覚と運動の同期における刺激の空間的情報および社会的文脈の影響とその神経基盤

研究課題名(英文) Effects of spatial information and context in sensori-motor synchronization

研究代表者

小野 健太郎 (Ono, Kentaro)

広島大学・脳・こころ・感性科学研究センター・助教

研究者番号：30435870

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：刺激に含まれる空間情報やリズムなどの社会的な文脈情報が我々の行動に与える影響を検討した。一定間隔で提示される刺激にタイミングを合わせて指でタッピングを行うという同期タッピング課題を用いて調べたところ、聴覚における同期タッピングでは運動情報の付加による同期精度の低下や、下頭頂葉小葉の刺激によって精度低下が抑えられることが示された。逆に視覚では運動情報の付加により同期精度が良くなること、さらにリズムパターンを繰り返す音列を用いた同期タッピングではリズムによって精度が良くなることを明らかにすることができた。これらの結果は、我々の行動が刺激文脈によって大きく影響されていることを示唆している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、我々の行動が文脈や状況によって大きく影響を受けることを明らかにした。また刺激の空間情報(運動情報)処理における頭頂葉の関与を示したことは、我々の脳が視聴覚の感覚入力をもとに行動につなげるまでの一連の脳内メカニズムの解明に対する重要な知見であり、学術的な意義は高い。また応用面から見れば、例えば野球でボールをバットにうまく当てる技術や息のあったアンサンブルなど、運動情報をうまく利用することが必要な行動の精度を向上させるための重要な知見であると言える。

研究成果の概要(英文)：I investigated the effects of spatial and contextual information on sensori-motor synchronization. Using synchronized tapping task, several interesting results were found. First, motion information in a tone sequence decreased the accuracy of synchronization between the timing of tones and tappings. Second, Contrary to the audition, motion information in a visual stimulus increased the accuracy of synchronized tapping. Third, rhythm pattern in a tone sequence also affected the accuracy of synchronized tapping. Forth, a longer interval between tones increased the accuracy of synchronization, while the shorter interval decreased it. These results suggest that the contextual information has many effects on our behavior.

研究分野：認知神経科学

キーワード：聴覚 視覚 同期 タッピング 運動情報 tDCS

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

感覚・運動同期に関わる神経・心理メカニズムについては、一定のリズムで提示されるクリック音や光の点滅に運動(指を用いたタッピング)を同期させるという同期タッピング課題を用いた研究が行われてきた。そして心理学的な研究からは刺激提示よりもタッピングの方が先に起こる傾向が明らかにされており、MRI や MEG を用いた脳機能計測からは小脳や運動野といった運動系だけでなく、下前頭回や頭頂葉なども含む広い範囲の神経ネットワークの関与が示唆されている。しかし、多くの先行研究では単調な音や光の繰り返しが刺激として用いられ、飛んでくるサッカーボールのように刺激に空間的な情報が含まれる場合、また楽器演奏におけるテンポ変化のように刺激提示の文脈の理解が必要な場合など、感覚モダリティの違いやより現実的な状況における感覚と運動の同期に関わる神経・心理メカニズムについてはまだよく分かっていない。

2. 研究の目的

本研究では、同期タッピング課題における刺激の空間的な情報や刺激提示文脈の影響を調べることで、感覚と運動の同期に関わる神経・心理メカニズムと感覚刺激の特性による違いを明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

2016年度: 聴覚における音の運動知覚とタッピングによる同期に関わる神経基盤に関する研究を行った。まず、聴覚刺激に対する運動情報の付加によって動機タッピングの精度がどのような影響を受けるかを、刺激の周波数や提示間隔などの刺激パラメータを複数用意して、それらのパラメータが同期タッピングに与える影響を検討した。また、聴覚での同期タッピングに対して運動情報の付加が与える影響について、関与する脳部位を特定するために経頭蓋直流電気刺激(tDCS)を用いて下頭頂小葉への刺激を行いながら同期タッピングを行わせる実験を行った(図1)。

2017年度: 同期タッピング課題における運動情報の影響が視覚と聴覚でどのような違いが生じるかについての実験を行った。まず、前年度に行った聴覚刺激との同期タッピング課題において見られた運動情報付加の影響が視覚でも同様に見られるかを検討した。そして同一被験者内での比較を行うために、視覚と聴覚それぞれの刺激に対する同期タッピング課題を実施した。

2018年度: 当初はMRIを用いて動機タッピング課題における運動情報の有無に関わる脳部位の同定を行う予定だったが、機器の故障や更新があり時間的に実験が不可能となった。そこで刺激提示文脈が同期タッピングに与える影響を調べるための実験を行った。具体的には、音を単純に繰り返す音列と、特定のパターンを繰り返すことで知覚的体制化を促す音列を用いて、体制化が起こることで同期タッピングにどのような影響が生じるかを検討した(図2)。また、その際に被験者が持つ過去の音楽経験が与える影響についても検討した。

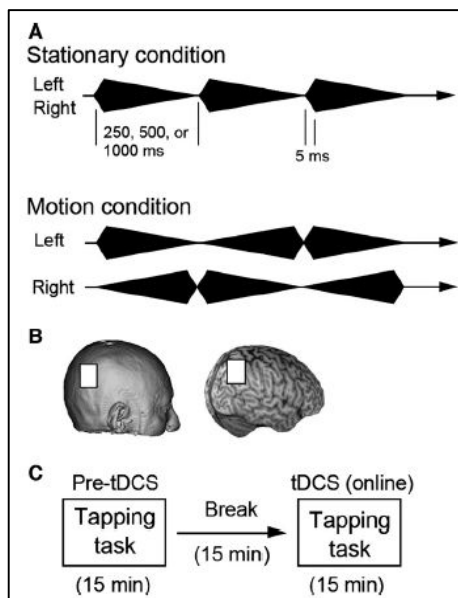


図1 A. 聴覚での同期タッピング課題における運動情報付加の影響を検討するための刺激. B. tDCSを行った位置. C. 実験の順序.

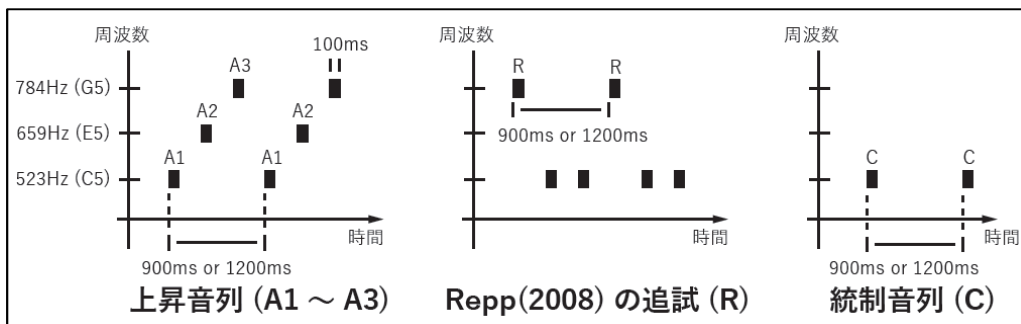


図2 刺激の提示文脈が同期タッピングに与える影響を調べるための実験デザイン。3音のパターンを繰り返すことでパターンによる知覚的体制化を促す上昇音列、先行研究の追試音列、統制条件として同じ音を繰り返す統制音列を被験者に提示した。上昇音列では、3つの音のうちタッピングすべき音が試行ごとにランダムに変わるが、追試音列と統制音列ではそれぞれRとCがタッピングすべき音であった。

2019年度：前年度に引き続いて、聴覚における動機タッピングに対して知覚的体制化による刺激提示文脈の変化が与える影響を調べる実験を行った。体制化の起こりやすさは刺激提示の間隔に依存することから、提示間隔を複数用意して同期タッピング課題を実施した。

4. 研究成果

2016年度：聴覚における同期タッピング課題において、運動情報の付加により同期精度が低下すること、またその低下が下頭頂小葉への tDCS により抑えられることを明らかにし (図 3)、European Journal of Neuroscience に論文が採択された。

2017年度：視覚と聴覚の同期タッピング課題において、運動情報の付加により聴覚では同期精度が低下する一方で、視覚では逆に精度が向上することを明らかにし (図 4)、Neuroscience Letters に論文が採択された。

2018年度：聴覚の同期タッピング課題において、特定のパターンを繰り返すことで知覚的体制化を促す音列において、音楽非経験者ではタッピングすべき音がパターンの中でどの位置にあるかによって同期精度が変わる一方、音楽経験者ではその影響が見られないことを明らかにした。この成果は翌 2019 年度の心理学会で発表を行い、優秀発表賞に採択された⁵。

2019年度：前年度に続いて同期タッピング課題における知覚的体制化の影響を検討し、体制化の影響が刺激提示間隔に依存する形で生じることを明らかにし、現在雑誌投稿中である。

研究期間内に得られた成果は、1) 聴覚において運動情報が感覚-運動の同期にマイナスの影響を及ぼすこと、2) 聴覚情報と運動の同期に下頭頂小葉が関与すること、3) 視覚と聴覚では運動情報付加の影響が正反対に現れること、4) 刺激提示の文脈によって我々の運動が干渉を受ける、という4つにまとめることができる。それぞれがこれまでの感覚-運動の同期メカニズムに関わる研究では知られていなかった事であり、この分野の研究を大いに進めることができたという意味でそのインパクトは非常に大きい。特に、感覚-運動の同期における下頭頂小葉の重要性を示すことができたが、この部位だけが関与しているとは考えにくい。今後の展望としては、脳内で他にどのような部位が同期に関わるネットワークを形成しているのかを明らかにしていくことで、スポーツや楽器演奏など感覚と運動の同期が重要な役割を持つ運動のメカニズムの解明につながる事が期待される。

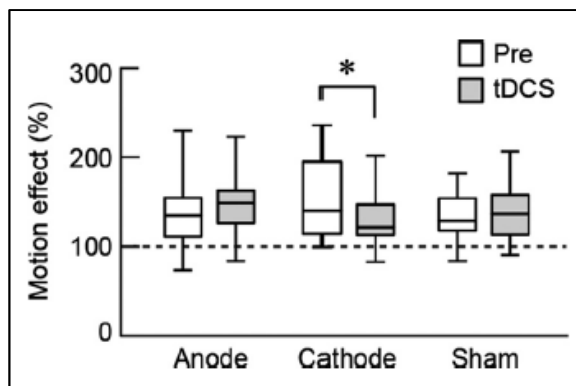


図3 運動情報付加の影響(Motion effect)が tDCS の前後でどのように変化したかを示した図。

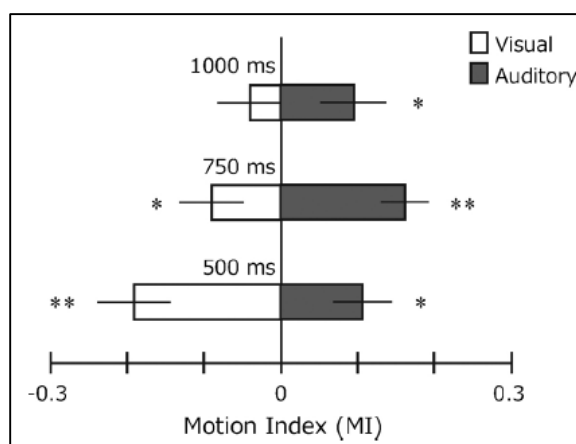


図4 運動情報を付加したことで得られた同期の精度向上/低下を示した図. Motion Index がプラスなら運動情報付加によって精度が向上したことを示す。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2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 Kentaro Ono	4. 巻 675
2. 論文標題 Modality-dependent effect of motion information in sensory-motor synchronised tapping	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Neuroscience Letters	6. 最初と最後の頁 31-35
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.neulet.2018.03.055	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 Ono K, Mikami Y, Fukuyama H, Mima T	4. 巻 43
2. 論文標題 Motion-induced disturbance auditory-motor synchronization and its modulation by transcranial direct current stimulation (tDCS)	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 European Journal of Neuroscience	6. 最初と最後の頁 509-516
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/ejn.13135.	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 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小野健太郎, 橋本淳也, 平本亮介, 笹岡貴史
2. 発表標題 拍構造が聴覚と運動の同期に与える効果と音楽経験の影響
3. 学会等名 日本心理学会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 大串 健吾、桑野 園子、難波 精一郎、小川 容子、谷口 高士、中島 祥好、星野 悦子、三浦 雅展、山崎 晃男	4. 発行年 2020年
2. 出版社 北大路書房	5. 総ページ数 416
3. 書名 音楽知覚認知ハンドブック	

〔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
--	---------------------------	-----------------------	----