

令和 6 年 6 月 19 日現在

機関番号：32309

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K12089

研究課題名（和文）数値処理により変化する左右空間への注意とその神経基盤

研究課題名（英文）The neural basis of shift of attention toward the right / left space due to numerical processing

研究代表者

洞口 貴弘（Horaguchi, Tkahiro）

群馬パース大学・リハビリテーション学部・講師

研究者番号：50447249

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、数字の提示後にヒトの注意が左右の視空間に向く現象（SNARC効果）が、視覚刺激と触覚刺激によって異なる影響を示すかを調べることを目的としている。特に、触覚刺激が与えられた場合、被験者の指折り数える方向に応じた注意の移動が起こるかを検証した。さらに、頸頭蓋直流電流刺激法（tDCS）を用いて左頭頂連合野の活性を抑制し、SNARC効果に対するその影響を評価した。結果として、触覚刺激では被験者の数え方によって反応に差が現れ、tDCSによる左頭頂連合野の抑制がSNARC効果の顕著化に寄与する可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、数字の呈示による左右空間への無意識な注意の移動を誘発させ、意思決定にバイアスをかけることができるかを検証し、さらにその神経基盤の一端を明らかにする研究である。本研究を行うことにより、ヒト特有の「数字」と注意の関係が明らかになり、未知の感性が開拓されるため、科学的な意義がある。本研究結果は数字を見せるだけでヒトの注意の向きに無意識なバイアスをかけ、それにより例えばヒトの消費行動を調節するようなWEBデザインや店舗での商品配列などにおける感性デザインのさらなる発展に寄与するものであり、社会的意義もある。

研究成果の概要（英文）：The study aimed to investigate how visual and tactile stimuli affect the Spatial-Numerical Association of Response Codes (SNARC) effect in humans. Cultural influences and manual counting habits, particularly in Japanese participants who often count right to left, were considered. The study used transcranial direct current stimulation (tDCS) to temporarily inactivate the left parietal cortex, hypothesizing this would alter the SNARC effect. Findings suggested tactile stimuli influenced attention based on counting habits, and tDCS intensified the SNARC effect, especially for those counting from right to left.

研究分野：認知神経科学

キーワード：SNARC 触覚 視覚 注意 頭頂葉 tDCS

1. 研究開始当初の背景

小さなまたは大きな数字の呈示により、ヒトの注意は左または右の視空間に向くとされる。これを **Space – Numerical Association of Response Codes (SNARC)** 効果という。注意が向く結果、注意が向いた空間に提示される視覚刺激に対する反応時間の減少が見られるという。この現象には、視空間座標上を数字が昇順に左から右に順に並ぶメンタルナンバーラインと呼ばれる仮想的な数直線が関わりとされる。このメンタルナンバーラインの数字の並び順は数字記述の文化に依存するとされる一方、指折り数え始める手指の左右に依存するとされる研究結果もあり、まだ統一的な見解は示されていない。統一的な見解が示されづらい背景には、多くの研究は欧米でなされており、欧米人は記述的な数字の並び順と指折り数える手指の順序がいずれも左から右に昇順に並ぶ傾向が強いことが影響しているからではないかと申請者は考えた。一方日本人は、申請者が調べた結果から、記述的な数字の並びは欧米と同様だが、指折り数える方向はその逆で、右から左に順に数える者が多いことが分かっていた。そのため、数字の呈示後に被験者に視覚刺激を与えた場合は視空間座標への注意が増し、視空間座標上のメンタルナンバーラインが使用され記述的な数字の並びに従った注意の移動が、手指に触覚刺激を与えた場合は体の空間への注意が増し、視空間上ではない、体座標上のメンタルナンバーラインが使用され、指折り数える方向に従った注意の移動が生じるのではないかと考えた。

また一般的に、空間的な注意や数字の処理には左頭頂連合野の関与が考えられているが、SNARC 効果の神経基盤についてはまだ十分に検討されてはいなかった。そこで安全にヒトの脳の働きを変化させることができるとされる頸頭蓋直流電流刺激法(tDCS)を用い、被験者の左頭頂連合野を不活化することで、SNARC 効果に対する左頭頂連合野の関与が明らかになるのではないかと考えた。

2. 研究の目的

視覚刺激または触覚刺激を用い、SNARC 効果が生じるか、またその効果が、刺激の種類により異なるかを検討する。さらに、tDCS を用いて左頭頂連合野の働きを抑制することで、頭頂連合野の SNARC 効果に対する影響を調べる。

3. 研究の方法

健常被験者を PC モニタ正面に配置し、一桁の数字(2、3、7、8 のいずれか)を呈示し、次いで視覚刺激または触覚刺激を左右視空間もしくは左右人差し指に与える課題 3 種類を実施させた。また予め被験者にはアンケートを実施し、被験者が数字を読み書きする方向や指折り数える方向を調べておいた。

課題 1

触覚刺激を左→右または右→左人差し指の順に与え(刺激間隔: 5、15、30、40、50、75、100 ms、または、5、15、25、50 ms)、どちらの指が先に刺激されたのかを左右人差し指の下に設置したボタンをなるべく早く押すことで答えさせ、その正答率を解析した。

課題 2

視覚刺激を左または右視空間に与え、どちらの視空間に与えられたのかを左右人差し指の下に設置したボタンをなるべく早く押すことで答えさせ、その反応時間を解析した。

課題 3

触覚刺激を左または右人差し指に与え、どちらの指に与えられたのかを左右人差し指の下に設置したボタンをなるべく早く押すことで答えさせ、その反応時間を解析した。

また tDCS により左頭頂連合野(国際 10-20 法の P3)を 20 分間最大 2mA で陰極刺激し、その上で上記 3 種類の課題を被験者に実施させた。

4. 研究成果

被験者は全て、数字を読み書きする場合は左→右の順に行うことが確認できた。一方、指折り数える方向については人それぞれであったが、約 2/3 は右→左の順に数えていた。以降、右→左の順に指折り数える被験者を R-starter、その逆を L-starter と呼ぶこととする。

まず本研究の根幹である、触覚刺激を用いることで体座標上のメンタルナンバーラインが刺激され、指折り数える方向に従った注意の移動が生じるかを確かめるため、課題 1 を用いて実験を行なった。その結果、R-starter も L-starter も、左手における応答では大差なかったが、右手における反応では、特に判断が難しい 5、15 ms の時間間隔において、R-starter は大きい数字の呈示、L-starter は小さい数字の呈示でその正答率が有意に 50% を超えることがわかった。このことから、触覚刺激を用いることで R-、L-starter で異なる応答が示されることが示された。この成果については、北米神経科学学会(Society for Neuroscience)で発表し、現在論文を作成中である。

次いで、課題 1-3 について、tDCS を行った。tDCS の実験被験者は現在 20 名を超えているが、

L-starter は5名に留まっているため、R-starter の結果のみを示す。課題 1-3 において、tDCS 後の方がより数字の大小の違いによる差が顕著となる結果となった。成功率は変わらないものの、tDCS 後に反応時間が大きくなったことから、抑制的な効果が見られたことは間違い無いと考えられるが、抑制することにより SNARC 効果が顕著に現れることは新たな知見であった。今後は L-starter の被験者を増やし、R-と L-starter の結果を比較していければと思っている。

Horaguchi, T., The unconscious selection bias in temporal order judgment task with tactile stimulation after presentation of numbers., The Society for Neuroscience, OO20, Washington DC, Nov.,2023

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

| |
|---|
| 1. 発表者名 Takahiro Horaguchi |
| 2. 発表標題 The unconscious selection bias in temporal order judgment task with tactile stimulation after presentation of numbers. |
| 3. 学会等名 The Society for Neuroscience (国際学会) |
| 4. 発表年 2023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 |
|---------------------------|-----------------------|----|
|---------------------------|-----------------------|----|

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|