様 式 Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９ （共通）

科研費
KAKENHI

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　３ 年　５ 月 １９ 日現在

機関番号：３２１０４
研究種目：若手研究
研究期間：2019～2020
課題番号：１９Ｋ１９８３９

研究課題名（和文）認知課題でなぜ二重課題干渉が抑制できるのか ～背外側前頭前野の脳活動に着目して～

研究課題名（英文）The effect of changes in the dorsolateral prefrontal cortex induced by cognitive tasks on the dual-task interference

研究代表者
木村　剛英（Kimura, Takehide）

つくば国際大学・医療保健学部・助教

研究者番号：６０６３６５２０

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　3,200,000円

研究成果の概要（和文）：　二つの課題を同時に行うと、一方もしくは両方の課題成績が低下する。この現象は二重課題干渉と呼ばれ、転倒や交通事故の一因になると考えられている。この二重課題干渉を抑制する方法として我々は、認知課題の有用性を追求してきた。本研究では認知課題が二重課題干渉を抑制する機序として、認知課題により誘起される脳活動の変化に着目した。
　研究の結果、認知課題によって生じる右背外側前頭前野の活動の変化と二重課題干渉の抑制量に関係性を見出すことができた。今後は、背外側前頭前野の活動を指標として二重課題干渉の抑制効果に優れる認知課題を追求する、発展的研究の展開を想定している。

研究成果の学術的意義や社会的意義
二重課題干渉が発生すると、転倒や交通事故に結びつくことが示唆されている。本研究から認知課題によって二重課題干渉が抑制される機序の一端が明らかとなった。
　認知課題はパソコンがあれば、誰でもどこでも実施できる。したがって、認知課題は臨床現場へ導入しやすい高い汎用性をもつ。本研究の結果をもとに今後は、二重課題干渉の抑制効果に優れた認知課題の追求、といった研究成果の臨床還元を念頭においた研究を展開していく。本研究を足がかりとして、転倒や交通事故の予防につながる新たな介入手段の創出をめざす。

研究成果の概要（英文）：Impaired task accuracy under dual-task conditions (i.e., dual-task interference) leads to issues such as falls and traffic accidents. Recently, we reported that cognitive tasks might reduce dual-task interference. However, mechanisms why cognitive tasks could reduce dual-task interference are still unknown. In the present study, we focused on changes in brain excitabilities induced by cognitive tasks, and investigated that these changes contributed to reducing dual-task interference.
As a result, an enhancement of right dorsolateral prefrontal cortex excitability was positively correlated with an improvement of dual-task performance. In the future, we will investigate more effective cognitive tasks on reducing dual-task interference based on the present findings.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：二重課題　理学療法　認知課題

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

１．研究開始当初の背景

従来、二重課題干渉の抑制には「抑制したい二重課題を反復する方法」が用いられてきた。しかし、この方法は、反復した二重課題以外に二重課題干渉の抑制効果が生じにくい (Wongcharoen et al., 2017)。したがって、二重課題を反復する方法は日常生活の様々な場面で生じる二重課題干渉を抑制するには汎用性にとぼしく、非効率的な方法であった。

背外側前頭前野 (DLPFC) は二重課題の遂行に関わる脳部位の一つと考えられている (D’Esposito et al., 1995)。また、経頭蓋直流電気刺激（tDCS）にて DLPFC の活動を亢進すると、二重課題を行わずとも二重課題干渉は抑制される (Zhou et al., 2015)。これらの知見から、DLPFC の活動の変化は二重課題の遂行能力に影響する可能性が高いと考えられる。

そこで申請者は、特定の認知課題を実施すると DLPFC の活動が高まるという知見をふまえ (Owen et al., 2005)、その認知課題を反復することで二重課題干渉が抑制されることを見出した (Kimura et al., 2017; 平成 29～30 年度 科研費テーマ)。しかしながら、認知課題の反復によって生じる DLPFC の活動の変化が二重課題干渉の抑制に寄与したのか、その直接的な証拠は掴めておらず、認知課題が二重課題干渉を抑制する機序についても明らかとなっていない。

２．研究の目的

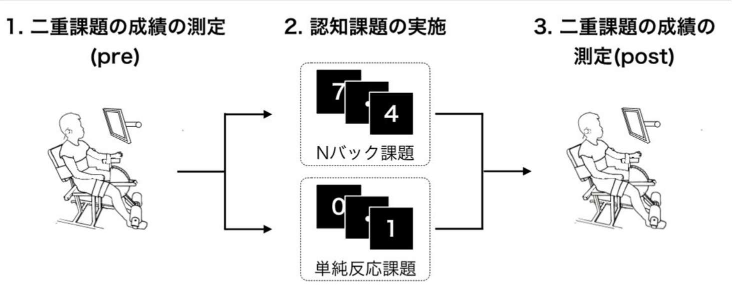
そこで本研究では、認知課題の反復による脳活動の変化と二重課題干渉の抑制効果との関係を明らかにすることを目的とした。具体的には近赤外線分光法 (NIRS) を用いて、認知課題の反復による DLPFC の活動の変化量と二重課題干渉の抑制量との関係性を明らかにする。

３．研究の方法

3-1．概要

研究対象者は健常成人 19 名 (20.2±1.2 歳) とした。研究対象者はまず、二重課題と二重課題を構成する各課題の成績を測定した。その後、認知課題 (2 種類のうちいずれか) を実施し、その後改めて二重課題と各課題の成績を測定した。認知課題は 2 種類あり (N バック課題、単純反応課題)、実験日によって実施する認知課題の内容を変えた (図 1)。

図1 実験の概略

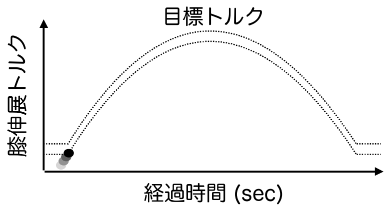


3-2．二重課題の内容

二重課題を構成する課題は、1)膝関節の伸展トルクを調節する「運動課題」、2) イヤホンから流れる音声に従い暗算を行う「計算課題」、の二種類とした。

運動課題で研究対象者は、前方のパソコン画面に呈示された目標トルク (図 2) に沿うよう、膝関節伸展トルクを反映したマーカーを操作する。目標トルクと発揮トルクのずれをこの課題の評価指標とした。計算課題は、イヤホンから数字が 3 回呈示される。研究対象

図2 運動課題で呈示した目標トルク波形



者は「1 番目に読まれた数字 - 2 番目に読まれた数字 = 3 番目に読まれた数字」が正しいか否かの判断が求められた。二重課題は、「運動課題」と「計算課題」を同時に行わせた。運動課題、計算課題、二重課題を認知課題前後にそれぞれ 16 回ずつ実施した。

3-3．認知課題の内容

二重課題干渉の抑制効果を狙う認知課題には、複雑な認知的処理を要する「N バック課題」を用いた。N バック課題ではパソコンの画面に数字が一つずつ、一定の時間間隔をあけて呈示される。研究対象者は、現在呈示されている数字と N 個前に呈示された数字が同一であった場合、手元のボタンを押すことが求められた。N バック課題は 30 回の刺激呈示で 1 セットとし、計 6 セット行った。また、N 数はセット内の成績に応じて調整し、研究対象者には常に高い認知的負荷をかけ続けた。

「N バック課題」のコントロール課題として、「単純反応課題」も設定した。単純反応課題でも N バック課題と同じくパソコン画面に数字が呈示される。呈示される数字は「0」か「1」であり、研究対象者は「1」が呈示された場合、ボタンを押した。刺激呈示数、セット数は N バック課題と同じとした。

3-4．認知課題実施中の脳活動の測定

認知課題を実施している最中の前頭前野の活動を NIRS（Spectratech OEG-16; Spectratech Inc.，Yokohama，Japan）にて測定した。認知課題実施前の Oxy-Hb の値と認知課題の終了直前(6 セット目）の Oxy-Hb の値から、z-score を算出し、これを各 ch の脳活動の変化を表す指標とした。

4．研究成果

N バック課題の実施後、二重課題実施時の「運動課題」の成績が向上した。また、N バック課題により生じる脳活動のうち、「右 DLPFC の活動の亢進量」と「二重課題実施時の運動課題の成績の向上量」に有意な正の相関を認めた。本研究から、認知課題により二重課題干渉が抑制される背景には、認知課題による DLPFC の活動の変化が関わっている可能性が示唆された。また、DLPFC は二重課題の遂行に加え、視覚情報の保持・操作に関わる脳部位と考えられている。本研究で用いた運動課題は、視覚的なフィードバックをもとに自身の膝伸展トルクを操作する課題であった。したがって、認知課題により生じた DLPFC の活動の向上は、二重課題を構成する課題の中でも、運動課題に影響しやすかったのかもしれない。認知課題による二重課題干渉の抑制効果が大きい課題についても、今後検討すべきテーマであると考えている。

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計3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 Kimura Takehide、Matsuura Ryouta	４．巻 396
２．論文標題 Changes in brain activity induced by the N-back task are related to improved dual-task performance	５．発行年 2021年
３．雑誌名 Behavioural Brain Research	６．最初と最後の頁 112881～112881
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.bbr.2020.112881	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3件（うち招待講演　0件／うち国際学会　0件）

１．発表者名 木村剛英，松浦亮太
２．発表標題 認知課題により生じる脳活動の変化は二重課題実施時の成績向上に寄与するのか
３．学会等名 第25回 基礎理学療法学会学術大会
４．発表年 2020年

１．発表者名 木村剛英
２．発表標題 認知課題の新たな可能性
３．学会等名 第25回 基礎理学療法学会学術大会 ～若手研究者（U39）による最先端研究紹介～
４．発表年 2020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