

マルチタスクに伴う意識の脇見の検出 Detection of inattentiveness associated with multitasking

藪内 舜陽[†] 鈴木 郁[‡]
Shunya Yabuuchi Kaoru Suzuki

1. はじめに

近年歩きスマホや運転中の通話など、複数の物事を同時進行で処理するマルチタスク行動が一般的になっているが、マルチタスク作業は注意不足に起因するエラーを引き起こすといわれている。自動車運転中の通話のマルチタスク作業は、脳内で情報処理リソースの競合を引き起こす可能性がある。一方でマルチタスク作業は脳血流に変化を生じさせる可能性がある。自動車運転中の運転者に対しては、覚醒度低下などを目的に様々な生理指標の取得や処理が試みられてきた。脳科学でよく用いられる fMRI (機能的 MRI) は求められる姿勢などから自動車運転者に適用することが難しい。また PET (陽電子断層撮像法) は、侵襲性などからさらに適用が困難である。

本研究では NIRS (後述) を用いてマルチタスクとシングルタスクを比較する。NIRS で得た脳血流という生理指標に基づき客観的にマルチタスキングを検出できれば、リソース競合に関する研究に役立つ可能性がある。そこで運転同様言語脳を使わないスマホゲームを主作業とし、会話同様言語脳を使う暗算を副次作業として、マルチタスクで生じた意識の脇見の検出可能性について検討した。

2. NIRS とは

NIRS とは、近赤外線分光法 (波長 700~900nm) を用いた生体内のヘモグロビン (Hb) 濃度変化の測定方法である。生体に頭皮上から近赤外光を照射して照射点から数 cm 離れた頭皮上の受光器で体外に現れた光を検出し、Hb 濃度変化を求める。照射された光は直進せず、頭部内で散乱を繰り返して進み、経路上の Hb により一部吸収される。そのため、脳活動によって脳内の血液量 (Hb 濃度) に変化が生じると、光の吸収量が変化し、検出される光量も変化する¹⁾。この変化から Hb 濃度の変化を測定するものである。

3. 研究方法

3.1 使用する装置

使用する装置は、日立製のウェアラブル光トポグラフィ (WOT100) である²⁾。頭部に装着することで、Hb 濃度変化を測定することができる。WOT100 は、前頭部 (主に短期記憶、思考、意思決定をつかさどる部位) 専用の装置である。装置の内側は、縦 2 ブロック、横 6 ブロックで、送光部と受光部の光の送受信で測定される。隣り合う送光部、受光部の組み合わせで測定チャンネルが決まり、チャンネルは ch4~19 までの全 16 チャンネルある。

1) 所属：法政大学大学院 理工学研究科 Graduate School of Science and Engineering

2) 所属：法政大学 理工学部 Faculty of Science and Engineering

3.2 課題の内容

NIRS とは、近赤外線分光法 (波長 700~900nm) を用い
本研究では、言語的思考を必要とせず反射的に行えるスマホゲームを主作業とした。一方で、言語的思考を要する 7 シリーズ改良版を副次作業とした。

3.2.1 主作業課題の仕様

言語脳を使用しない単純な操作でできる “Smash Hit” というスマートフォンのゲームアプリを用いた。ゲーム内容は、金属のボールを駆使してできる限り遠くまで進むのが目的である。道中のいたるところに障害物が存在するが、ボールを当てて障害物を破壊して進んでいく。道中に落ちているクリスタルにボールを当てると、所持ボール数が 5 個分増える。逆に障害物に当たってしまうと所持ボール数が 10 個分減るといった仕組みである。ゲームの後半部分は難易度が高く言語的思考を使用する可能性があるため、本研究ではゲームの前半部分の言語脳を使わず反射的に行える難易度のステージを使用した。

3.2.2 副次作業課題の仕様

副次作業として用いた暗算課題の基となった 7 シリーズとは、“100, 93, 86, 79…” というように 100 から 7 ずつ引く暗算の結果を、口頭で回答し最終的に負になる直前まで行うものである³⁾。7 を一回引くごとに回答の正誤を確認し、正当数を数えた。本研究では引き始めの数を、600, 601, 602, 603, 604 の 5 種類とし、2 桁になる直前まで被験者には引いてもらった。2 桁になる直前まで暗算を終えてしまった場合は、異なる引き始めの数から減算を再び開始する。

4. 実験方法

外部の音が遮断された防音室の椅子に着座した被験者に WOT100 を装着し、主作業課題 (スマホゲームのみ)、副次作業課題 (7 シリーズのみ)、そしてそれらを同時に行うマルチタスク課題を行ってもらう。図 1 のように 5 分間の主作業課題を行っている最中に 1 分間のマルチタスク作業を挟み、主作業課題のみの時とマルチタスク課題の時の脳血流変化の違いを調べた。

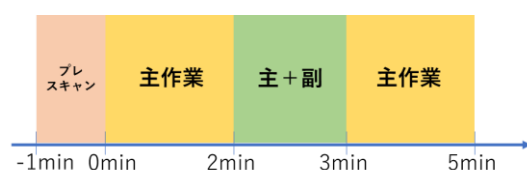
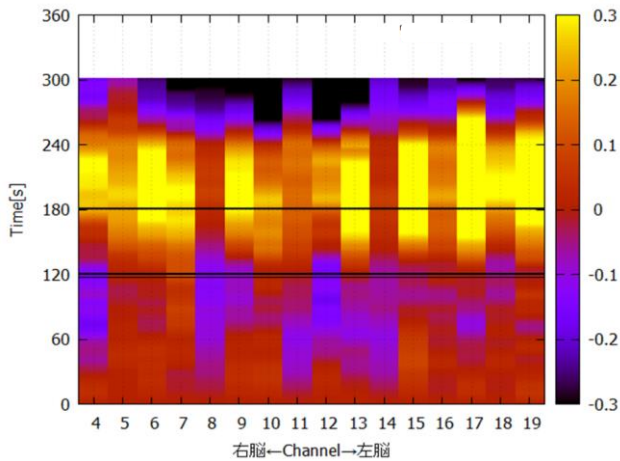
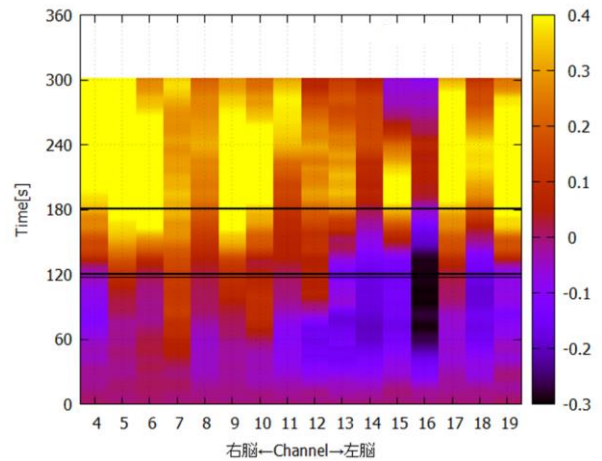


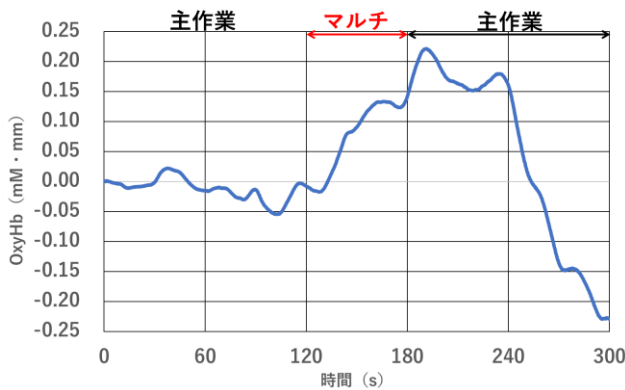
図 1. 実験タスク概略図



(a) 全チャンネル別の経時的変化例 1

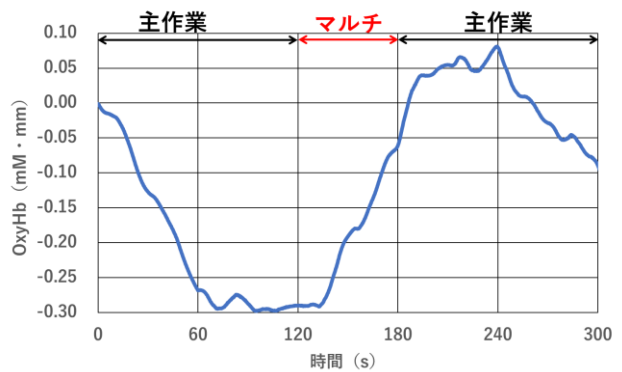


(a) 全チャンネル別の経時的変化例 2



(b) ch16の経時的変化例 1

図 2. Hb 濃度変化の経時的変化例 1



(b) ch16の経時的変化例 2

図 3. Hb 濃度変化の経時的変化例 2

5. 実験結果と考察

2人の被験者を対象に行った実験結果を図2, 3に示す。ここで (a) は Hb 濃度の経時的変化であり, (b) は ch16 の酸素化ヘモグロビンの濃度変化である。四則演算等の計算は一般的に言語を司る前頭前野の左脳側で処理されるので, (b) では ch16 を選定した。図 2, 3 に示した例では, 主作業課題の成績は, マルチタスク時はシングルタスク時に比べ 30% 低下した。なお, 本研究で用いた NIRS 装置 (WOT100) は, 両端近くのチャンネルについては不良となることもあった。

これらの例では, 主作業課題では言語的思考を要さないため脳血流は上がらず, マルチタスクに入ると脳血流は増加する傾向が見られた。これは, 言語的思考にリソースが割かれていることを示唆していて, このことはマルチタスク時の主作業課題の成績が 30% 低下したことも符合している。これらより, 単純な作業を行っている条件下であれば, 脳血流からマルチタスクを客観的に検出できる可能性がある。

6. おわりに

現状では統計的検定を行うには至っていないので, 被験者を増やしサンプル数を集めることが必要である。

運転中の会話など運転者の視覚情報処理の影響に関する研究は多く³⁾, 今後の展望として, 運転シミュレータを用いて NIRS とアイマークレコーダーを同時装着し, 脳血流の変化とアイトラッキングを対比していく。これにより, アイトラッキングが適さない作業について, 脳血流を用いた客観的評価をしていくことを目指す。

参考文献

- [1] 玉木宗久, “NIRS による脳機能計測”, 国立特殊教育総合研究所紀要, 33, p30 - 33, 2006
- [2] 黒田恭史, “計算機遂行時の脳内ヘモグロビンの濃度変化の特徴 - 減法課題を用いて -”, 佛教大学教育学部論集, 16, p37-50, 2005.
- [3] 内田信行 他, “「意識の脇見」を伴う対話時における運転者の視覚情報処理”, 自動車技術会論文集, vol. 39, No. 6, p217 - 222, 2008.