

ドライバの注意時における脳活動計測

日大生産工（院） ○若林 翔太
日大生産工 綱島 均

日大生産工（院） 柳沢 一機
日大生産工 丸茂 喜高

1. 緒論

近年、ドライバの運転時の負担を軽減することで、安全を確保する様々な運転支援システムが開発・導入されている。例えば、夜間の運転時にドライバの視覚をサポートする、夜間視認支援システム（ナイトビジョン）やドライバの視認が困難な位置にある自動車等の情報を、車載装置などを通じて注意を促す安全運転支援システムなどが挙げられる。しかし、負担の軽減やシステムへの過信によって、運転への注意力が低下し予期せぬ事故の原因になることが考えられる。より安全な運転支援システムの開発には、ドライバの運転時の注意を評価する必要がある。特に、運転中の知覚・認知・判断を行っている脳の活動とドライバの注意の関係について明らかにする必要がある。

脳活動を計測する非侵襲的計測機器として近赤外分光法（NIRS: Near-Infrared Spectroscopy）が挙げられる。NIRSは、体動制限が少なく、被験者が自然な状態で測定が行えるため自動車運転時の脳活動の評価を行う上で有望な方法である。現在、NIRS計測によるドライビングシミュレータを用いた実験や実車実験が報告されている¹⁾²⁾。しかし、これらの研究はドライバのワークロードや負荷軽減を評価しているもので、運転時の注意を脳機能から評価する研究は十分に行われていない。

そこで、本研究では、ドライバの注意力を脳活動から評価できるか検証する。基礎実験として、運転画像を用いた課題を設定し、注意すべき情報量を変化させた2条件で実験を行い、その脳活動から注意力が評価できるか検討した。

2. 近赤外分光法（NIRS）の原理

NIRSは、近赤外光を用いて脳血流の変化を計測することによって、間接的に脳活動を捉える非侵襲的計測法である。神経活動が生じる部位では、局所的に血流が増加し、血中のヘモグロビンの濃度が増加する。NIRSは、生体への透過性が良好な700～900nmの波長の近赤外光を照射し、その透過光・拡散光からoxy-Hb, deoxy-Hbの濃度変化を計測することが可能である。しかし、計測された値

は絶対量ではなく、相対量である。このことから、その扱いには注意しなければならない。一般的には、脳が活動するとき、課題が始まるとoxy-Hbが上昇し、少し遅れてdeoxy-Hbが減少することが知られている。

3. 実験方法

3.1. 実験内容

注意力の変化を脳活動から評価することが出来るか検証するために、運転画像を用いて課題を行った。実験デザインを図1に示す。実験は1試行を前レスト15秒、タスクを30秒、後レストを15秒とし、6試行繰り返す。タスク時には10秒間画像を呈示した後、2秒後に画像に関する質問を3秒間で声に出して回答をする。それらを1回のタスクで2度行う。レスト15秒間は画面に提示される十字記号を注視し、安静にするようにした。本実験では、与えられる情報量を変化させた2条件において実験を行った。注意すべき情報量を減少させた課題においては、画像は直後の質問に関係ある部分のみを表示し、関係のない部分に網掛けされている状態で提示した。

3.2. 計測条件

NIRSを用いて前頭葉の脳活動を計測した。測定装置は、島津製作所製 OMM-3000を用いた。プローブ配置は3×9とし計42ch計測した。被験者は健常な20代男性5名とした。実験実施前には実験の趣旨説明とあわせてインフォームドコンセントを行った。

3.3. 離散ウェーブレット変換による多重解像度解析

NIRS信号には、測定装置のノイズ、呼吸による影響、血圧変動など脳活動には無関係な信号が含まれるため、詳細な脳活動の評価を行うために、これらの無関係な信号を取り除く必要がある。そこで離散ウェーブレット変換による多重解像度解析を用いて、測定したNIRS信号を分解し、実験課題に関連する成分について再構成した³⁾。

Measurement of driver's attention from brain activity
Shouta Wakabayashi, Kazuki YANAGISAWA,
Hitoshi TSUNASHIMA and Yoshitaka Marumo

4. 解析結果

図2に網掛け画像の場合、図3に通常画像の場合の6試行の被験者1名分の加算平均を行った結果(左外側部24ch)および再構成したoxy-Hb信号から作成した脳機能画像を示す。図2(a)より、網掛け課題の場合には、実験に関連したoxy-Hbの動きは見られなかった。同様に図2(b)の脳機能画像においてもタスクに関連した変動は見られなかった。

図3(a)より、通常課題を開始するとoxy-Hbが上昇し、課題終了時に高い値を示している。図3

(b)の脳機能画像からも同様に、前頭葉外側部が賦活していることが確認できる。被験者5名中3名から同様の傾向が見られた。

この結果から、注意すべき情報量が増えたとき、前頭葉外側部がより賦活していることから、前頭葉外側部を計測することによって注意を評価することができる可能性を示した。

5. 結言

運転時の注意を脳活動から評価することができるか検証するために、注意すべき情報量の異なる2つの課題を用いて実験を行った。網掛け画像を用いて実験を行い、多重解像度解析や加算平均を行った結果からは、課題に関連した活動は見られなかったが、通常画像を用いて実験を行った場合において、課題開始後にoxy-Hbが上昇を始め、課題終了時に高い値を示すことが確認できた。また脳機能画像から注意すべき情報量が多くなると、それに関連して前頭葉両外側部が賦活することが確認できた。この結果から、NIRSを用いた脳機能計測のデータから被験者の注意の評価が行うことができる可能性を示した。今後の予定としては、ドライビングシミュレータを用いてドライバの運転時の注意が評価できるか検討を行う。

「参考文献」

- 1) 広瀬悟, 清水俊行, 南部起可, 柳沢一機, 丸茂喜高, 綱島均, 土師知己, 泰羅雅登, 機能的近赤外分光装置(fNIRS)によるドライバーの脳活動計測, 自動車技術会論文集, No.40-3, (2009), pp.681-686
- 2) 清水俊行, 南部起可, 機能的赤外分光法による実車運転時の脳活動の測定, 自動車技術会学術講演前刷集, No.65-10 (2010), pp.19-24
- 3) 柳沢一機, 綱島均, 丸茂喜高, 広瀬悟, 清水俊行, 泰羅雅登, 土師知己, 機能的近赤外分光装置(fNIRS)を用いた高次脳機能計測とその評価, ヒューマンインターフェース学会紙, Vol11, No.2 (2009), pp.183-192

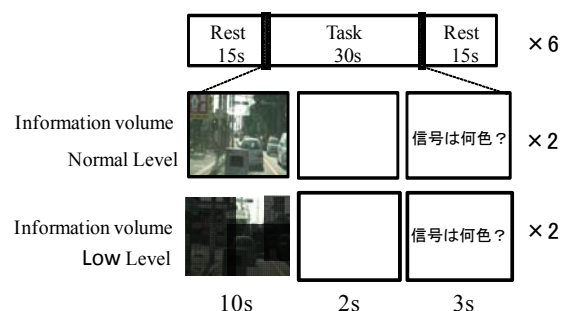
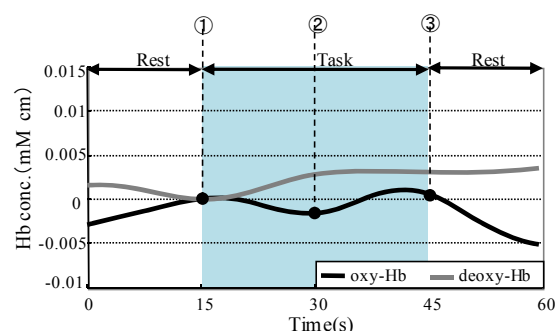
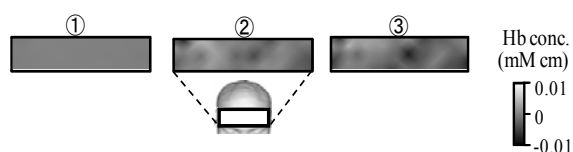


Fig.1 Block design

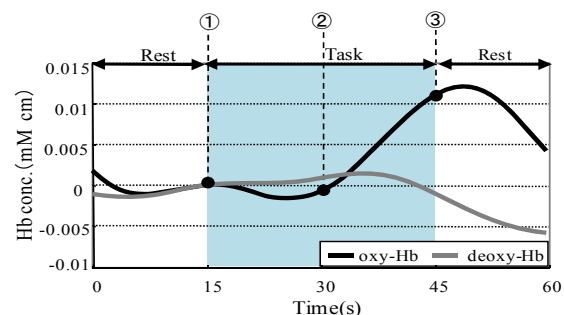


(a)Averaged NIRS signal (channel 24)

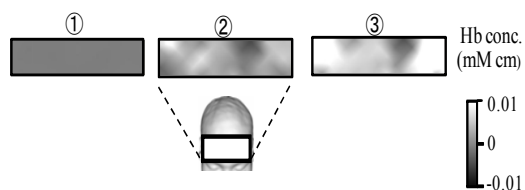


(b) Functional brain imaging

Fig.2 Averaged result of low level



(a)Averaged NIRS signal (channel 24)



(b) Functional brain imaging

Fig.3 Averaged result of normal level