

手動・自動運転時におけるドライバの脳機能計測と評価

日大生産工(院) ○門井 健介 日大生産工(学部) 新井 洋祐 日大生産工(学部) 藤原 淳寛
 日大生産工 綱島 均 日大生産工 柳澤 一機
 金沢大・新学術創生機構 菅沼 直樹 金沢大・新学術創生機構 米陀 佳祐

1 緒言

近年, 新しい輸送手段として自動運転技術が注目を浴びている. しかし, 現在の技術では完全自動運転は存在せず, 加速・操舵・制動のうち複数の操作をシステムが行う準自動運転が限界である¹⁾. 準自動運転では前置きなくシステムが運転手に運転権限を渡す状況が考えられる. 自動走行中のドライバにはシステム, 走行環境の監視義務が発生するが, ドライバが漫然運転や脇見運転をしている状態で運転権限を渡された場合, 事故につながる可能性がある. そのためドライバの注意や監視状態をモニタリングする方法が求められている.

近年, 脳活動を非侵襲で簡便な脳機能計測ができるようになった. そのため脳活動を計測することによって, ドライバの認知や判断といった注意や監視状態に関連する反応をモニタリングできると考えられる. 運転行動を脳活動から計測, 評価した研究についてYoshino²⁾らが近赤外分光法 (near-infrared spectroscopy NIRS)を用いて高速道路での実走行中の脳活動を計測している. また柳澤³⁾が前頭前野に注目しNIRSを用いて脳活動からドライバの状態を評価している.

そこで本研究では自動, 手動運転時のドライバの注意状態を前頭前野からモニタリングできそうか予備調査を行った.

2 近赤外分光法(NIRS)

NIRS は近赤外光が生体を通過する際にヘモグロビンに吸光されることを間接的に脳の活動を計測する非侵襲的計測方法である. 人の脳において神経活動が起こると, その周辺の限られた領域の血管が拡張して血流が増加する. これに従い毛細血管も拡張するため組織に含まれる血液量が増加し血液中の酸素化ヘモ

グロビン(oxy-Hb)と脱酸素化ヘモグロビン(deoxy-Hb)の近赤外光の吸収度合が異なるため, 2波長以上で濃度の比率が変わる. oxy-Hbとdeoxy-Hb では同時に計測すると血液中のそれぞれの濃度変化が測定できる.

このように, oxy-Hb, deoxy-Hb を計測することで人間の脳の活動を間接的に計測することが可能となる.

3 実験方法

本実験ではインフォームドコンセントを得た運転免許を所持している成人男性2名を対象に手動運転, 自動運転時の脳活動を計測した. 計測に使用したNIRS装置はOEG-16(株式会社Spectratech製)を用いて前頭前野中央部のoxy-Hb, deoxy-Hbを16ch分計測した. 図1にプローブ構成と計測ch番号を示す. 実験に使用した自動運転車両は金沢大学が所有しているレベル2の自動運転車両を使用した. 運転コースについて珠洲市サテライトラボから珠洲総合病院までの市街地を往復走行した. 走行したコースについて図2に示す. 走行開始と終了後, 折り返し地点となる珠洲市総合病院で1分間の閉眼安静を実験参加者にしてもらった. 走行時

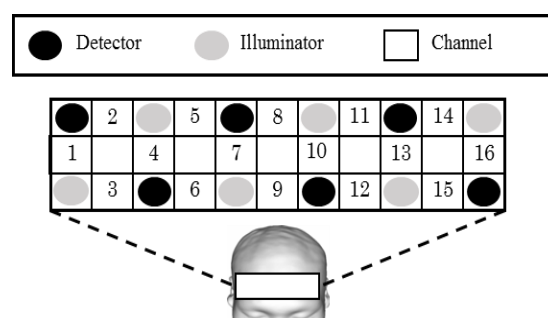


Fig.1 Position of optical fibers and channels

Measurement and Evaluation of Driver's Brain Function in Manual and Automatic Driving

Kensuke KADOI, Yosuke ARAI, Atsuhiko FUJIWARA, Hitoshi TSUNASHIMA,
 Kazuki YANAGISAWA, Naoki SUGANUMA and Keisuke YONEDA

間は閉眼安静の時間を含め往復約12分であった。

得られた実験データについて離散ウェーブレット変換³⁾を用いて10Hz以上の周波数成分をノイズとして取り除き、往路、復路の走行区間ごとにデータを分割、各レストの平均値が0になるようにベースライン補正をした。

4 実験結果

今回の実験条件で突発的に起きた自動運転から手動運転への切り替わりや大型車通過時、停車車両回避時にoxy-Hbが上昇した。例として停車車両回避時の眼窩前頭皮質右側付近の6chの脳活動を図3に、自動運転から手動運転に切り替わった時の中央部上側付近の8chの脳活動を図4にそれぞれ示す。

図3のデータについて脳活動は停車車両を回避する直前からoxy-Hbの上昇、deoxy-Hbの減少が見られたことから、対向車や後続車の注意に関連したものと考えられる。

図4のデータについて、210秒から225秒の間先行車両が道路脇に停車、その後自動運転車両が回避できない障害物と判断して自動運転が停止し手動運転に切り替わり、手動運転で停止車両を回避した場面だった。この時の脳活動について先行車が停止する直前からoxy-Hbの上昇、deoxy-Hbの減少が見られたことから、先行車の減速による接近やに関連したものと考えられる。

これらについて、ドライバの注意である可能性があるが車両の速度やそれに伴う体動と関連して脳血流が変動している可能性がある。そのため今後はドライビングシミュレータを用いて運転中の注意と脳活動の関係を明らかにする。

5 まとめ

そこで本研究では自動、手動運転時のドライバの注意状態を前頭前野からモニタリングできそうか予備調査を行った。結果、突発的に起きた自動運転から手動運転の切り替わり時や大型車通過時、停車車両回避時にはoxy-Hbが上昇した。この傾向についてはドライバの注意の可能性があるが車両の速度やそれに伴う体動などの影響が考えられる。

今後はドライビングシミュレータと併用して運転中の注意と脳活動の関係を明らかにする。

「参考文献」

- 1) 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 自動走行システム 研究開発計画, 内閣府政策統括官 (科学技術・イノベーション担当), (2016) .
- 2) Kayoko Yoshino et al. “Functional brain imaging using near infrared spectroscopy during actual driving on an expressway”, Frontiers in Human Neuroscience, vol. 7, (2013) pp. 1-16.
- 3) 柳澤一機, 網島均, NIRSによるドライバの状態評価に関する基礎的検討, 日本機械学会第22回交通・物流部門大会講演論文集, (2013) pp.215-218.



Fig.2 Driving course

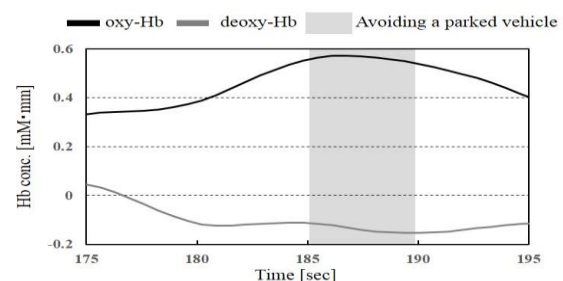


Fig.3 Activity of brain of avoiding a parked vehicle (6ch)

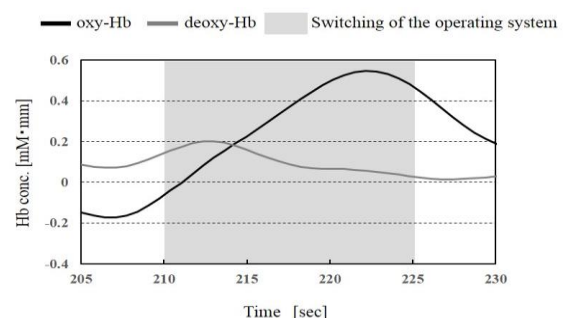


Fig. 4 Activity of brain of switching of the operating system (8ch)