NIRSを用いた覚醒度評価システム

生産工学部　機械工学科　教授　綱島 均

目的・背景

交通事故削減や渋滞緩和など交通に関する問題解決手段として自動運転が注目されている．自動運転ついて，SAEによってレベルが6段階に定義されている．この自動運転の定義によると，レベル4，5はドライバの状態にかかわらず自動運転システムが車両操舵を行うと定義されているのに対し，レベル2までは環境監視をドライバが行い，ドライバが全てあるいは一部の運転タスクを担当する．レベル 3 では自動運転システムが全ての運転タスクを実行するが，自動運転システムの作動継続が困難な場合は，ドライバの対応が必要であることが示されている．

現在，自動運転技術で実現されているものはレベル2の自動運転であるが，今後はレベル3の自動運転技術が確立されることが考えられる．その際に，ドライバが適切に運転できる状態でない場合，誤った操作による事故が発生する可能性が考えられる．自動運転から手動運転に切り替わり，ドライバが運転を開始するまでの時間が長くなることから，自動運転から手動運転の切り替り場面での危険性が指摘されている．そのため，ドライバが安全に運転できる状態かどうかをモニタリングする必要がある．

- 自動運転が注目
- 自動運転から手動運転への切り替え

↓

ドライバの状態によっては，事故につながる可能性

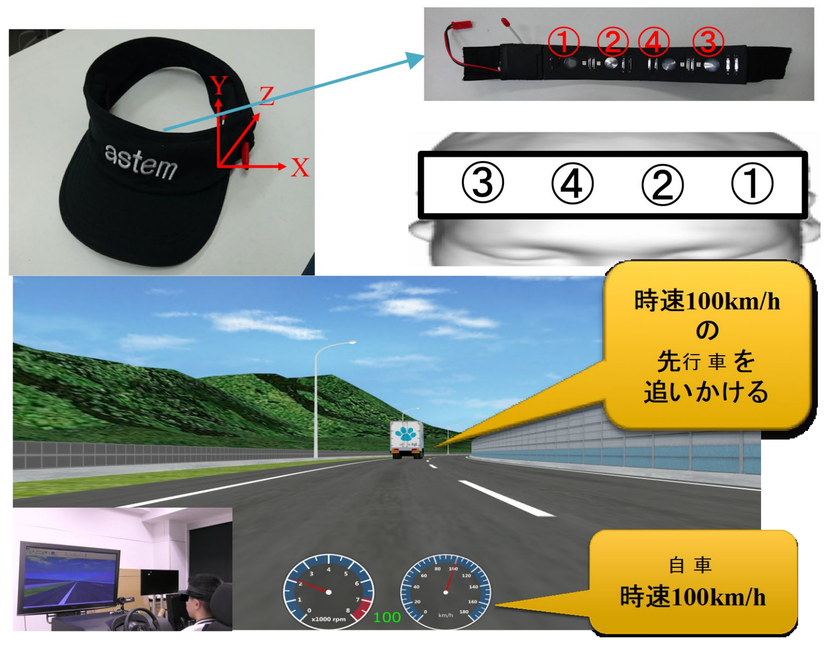
脳の活動を計測することによって，ドライバの状態をモニタリング

原理・方法

近赤外分光装置は「生体の窓」と呼ばれる生体透過性が高い近赤外領域の光（700-900nm）を用いてヘモグロビンの濃度変化を計測する手法である．近赤外光の透過光，拡散光の減衰量から酸素化ヘモグロビン(oxy-Hb)，脱酸素化ヘモグロビン(deoxy-Hb)の濃度変化を計測することが可能である．

ウエアラブルNIRS装置（Hb-131S: Astem）を用いて，ドライビングシミュレータ運転時の脳活動計測を行った．使用した ウエアラブルNIRS 装置と計測部位及び計測チャンネルを右図に示す．計測部位は前頭前野で，装着者正面を基準とすると，左から 1，2，4，3 順にチャンネルが設定されている．また，サンプリング周波数2Hzで計測した．計測したデータに対して，離散ウェーブレット変換を用いた多重解像度解析を行い，60秒の時間以下の周期成分を除去し，信号を再構成した．また，ドライバの上半身から顔面までの状態を，ビデオカメラを用いて動画に記録し，覚醒度の評価を行った．

脳活動の計測結果から，覚醒度を定量的に評価するために，oxy-Hbを横軸,oxy-Hbの微分値を縦軸とした1分ごとの平均値による位相平面を作成し，位相平面上の各データ点のマハラノビス距離を算出して，覚醒度を評価した．



自動運転・・・ハンドルだけ握り、走行画面をみる

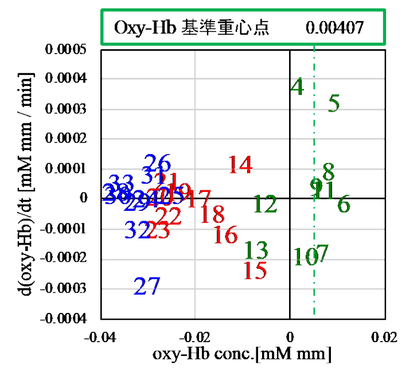
手動運転・・・ハンドル、アクセル、ブレーキを用いた運転

安静	運転	安静
3min	30min	3min

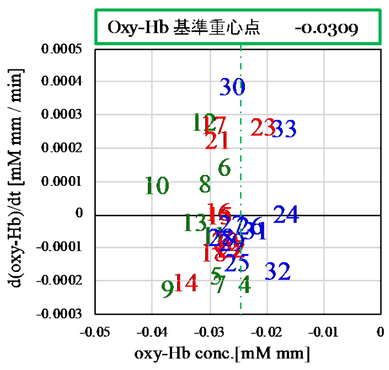
結果・まとめ

本研究では，ドライバの状態を脳活動からモニタリングすることを目的として，ウエアラブル NIRS 計測装置を用い，ドライバの脳活動を計測した．手動運転，自動運転の2つの条件で，実車およびドライビングシミュレータを用いて走行実験を行い，そのときの脳活動の計測と評価を行った．運転中のドライバの覚醒度を定量的に評価する方法として，NIRS信号から構成される位相平面上のマハラノビス距離を用いて，リアルタイムに評価できる方法を提案し，その有効性をドライビングシミュレータおよび実車両を用いた実験により，検証を行なった．

その結果，自動，手動運転ともに覚醒度が低下するにしたがって，脳活動が低下したことから，ドライバの状態を脳活動から推定できる可能性を示した．また，自動運転走行時は，手動運転走行時より覚醒度低下が早く，前頭前野全体の活動低下が早いことも明らかになった．



位相平面_自動運転

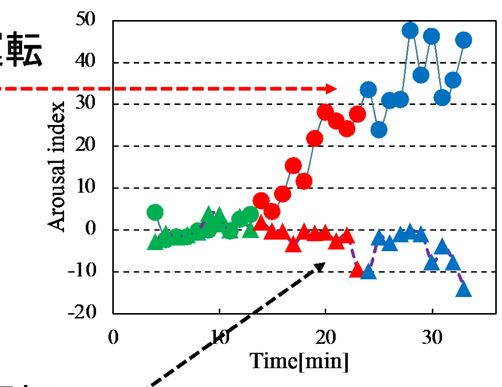


位相平面_手動運転

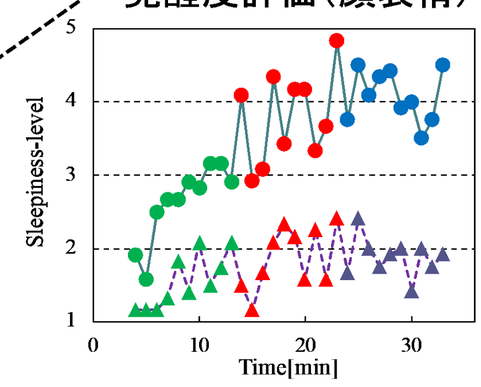
自動運転

手動運転

覚醒度評価（脳活動）



覚醒度評価（顔表情）



数値が上がるほど眠い

応用分野・用途

ドライバのモニタリング、学習・授業時のモニタリング

自主創造
日本大学
NIHON UNIVERSITY

日本大学産官学連携知財センター（NUBIC）

〒102-8275　東京都千代田区九段南4-8-24　日本大学会館
Tel: 03-5275-8139　Fax: 03-5275-8328　E-mail: nubic@nihon-u.ac.jp　http://www.nubic.jp

Nubic