

## Sensing wear “hitoe” による運転者の状態検知

～生体信号を活用した安全装置に向けた取り組み～

日本電信電話株式会社 NTT 物性科学基礎研究所 バイオメディカル情報科学研究センタ NTT フェロー 塚田 信吾

ドライバーによる自動車事故の一部は疾病や体調不良が原因と考えられ、その対策は超高齢化社会の課題となっている。運転者の体調や疲労を確認し、緊急事態を検知するために生体情報を正確に測定し、そのデータから状況を判定する技術が求められている。

### ドライバーのセンシング

ドライバーのモニタリングにはドライブレコーダー等のビデオ映像が用いられることが多く、今日では機械学習を用いて映像から健康状態や運転操作状況の判定が検討されている。しかしビデオ映像はプライバシーの制約があり、また条件により光線や照度の急激な変化や夜間の不鮮明な映像など分析に困難を伴う場合も少なくない。

近年スマートウォッチ等の心拍・活動センサがスポーツや健康管理機器として普及しており、ドライバーの計測にも活用できる。光学式の心拍センサは振動の影響を受けやすく、センサを装着する手は運転操作により頻繁に動くため信号の欠損や雑音を生じやすい。さらに平均値で示される脈拍数は情報の粒度の制約からドライバーの精密な状態の把握は難しい。アイカメラ、レーダー、シート内蔵の非接触電極等の検討が進められているが、運転中の雑音、欠損、歪への対応が課題となっている。

### 心電位の計測と hitoe®

医療の分野では患者のモニタリングに心電図などの生体信号が利用される。貼り付け式の医療用電極から取得した心電位は精度と信頼性が高く、ドライバーの異変検知への活用も期待されている。しかし電極を貼る手間や粘着剤により皮膚がかぶれるため長時間の連続使用には適さない制約があった。

我々は東レ株式会社と導電性高分子の PEDOT-PSS とポリエステルナノファイバ（線径 700nm）を組み合わせた布状のウェアラブル生体電極 hitoe® を開発した。この生体電極専用の布帛は、かぶれにくく長期間の連続使用に適しており、無線式（Bluetooth）の生体信号アンプ（トランスミッター）やスマートフォンを接続し、着るだけで心電位を計測できる。また長期のホルタ心

電図用の医療機器として実用化している。この技術を運転者のモニタリングに応用して心電位や筋電位等の生体情報から状態の可視化や異常の検知に取り組んでいる。

### レーシングドライバーの計測

ドライバーの計測技術の能力と限界を明らかにし、信頼性や耐久性を向上させる目的で、レーシングドライバー（インディーカー、スーパーフォーミュラ）を対象とした実証実験を行っている。レーシングドライバーには加減速の G だけでなくバンクのコーナーリングの際に斜め下方向の強い G を受けながら姿勢を維持する必要がある。耐久レースでは全身の筋疲労に脱水も加わり、骨格筋が痙攣を起こす場合もある。心拍数の変動は心理状態の推定に、体幹や四肢の筋電位は疲労度の指標として有用であることが分かった。

### 運転作業者のモニタリング

長時間に及ぶ旅客や運送業務の安全のため、運転作業者の健康状態、疲労の推定、体調不良の早期発見等が求められる。疲労に関しては、眼精疲労、運転操作や姿勢維持による筋疲労、精神的な疲労など、疲労の定義を含め評価尺度を明確化する必要がある。ドライバーの長時間計測の負担軽減のため、ウェアの締め付けを減らし、着心地を改善した作業者専用の安全ウェアを開発した。また着替えの不要な胸部ベルト型を用意した。

### 今後の課題 ドライバーの状態推定による安全システムへ

車体の振動や体動によって発生する雑音は、心臓の異常波形と判別の難しい場合があり、警報の誤作動の原因となる。判定の条件や閾値の調整により、誤作動を減らしつつ心臓由来の異常波形の検出精度の向上と判定時間の短縮を図っている。運転中の深刻な異常を迅速に判定し危険を回避する安全システムには、心臓発作のような発生頻度の低い危険を漏れなく検出し、同時に誤検出を減らす必要がある。医学的にも数理工学的にも要求される技術の水準は極めて高い。ドライバーセンシング技術の安全システムへの応用には豊富な実測データとさらなる技術の発展が必要である。