

ペダル操作データ解析による踏み間違いの原因考察

日大生産工(院) ○井上 潤哉

日大生産工 風間 恵介

日大生産工 丸茂 喜高

1. はじめに

アクセルペダルとブレーキペダルの踏み間違いにより発生する事故は、高齢者を中心に近年頻発しており、今後も高齢ドライバーが増え続ける日本では喫緊の課題である。踏み間違いは、ドライバーが車両を減速・停止させようとペダルを踏み込んだ結果、逆に加速してしまう現象であることから、パニックに陥りやすく、重大な事故につながりやすい。実際に2018年から2020年の3年間で踏み間違いにより1万件近くもの死傷事故が起きている¹⁾。踏み間違い事故が発生する場所には傾向があり、最も発生する割合が高い道路形状は駐車場等の一般交通の場所とされている²⁾。このような傾向はドライバーが高齢になるにつれて顕著になることから駐車場等は踏み間違いを誘発する要素が多くあると思われる。狭い駐車場内では、歩行者や周りの車両、障害物に注意しながら運転操作をすること、切り返しによりペダルの踏み替えが多くなることなどから、ペダル操作に対する注意が散漫になることが考えられる。また、駐車時等、後方視で後退走行している状況では、ドライバーの足の知覚位置に誤差が生じることが報告されている³⁾。高齢者に関しては、身体の衰えにより関節の可動域が減少し、踏み替えに影響を及ぼすことが言及されている⁴⁾。また、若年層に関しても、踏み間違い事故の発生件数は高い。これは運転習熟度が低いことや運転する車に慣れていないことが要因とされている⁵⁾。このように、踏み間違いにつながる様々な要因は、ドライバーの高齢化による能力の低下や、運転習熟度が低いことなど、ドライバー自身の問題と複合することでペダルの誤操作につながると考えられている。

ペダル操作における足の使い方はドライバーごとに異なる。ペダルの踏み替え時の動作は、主に踵を軸にするタイプと足全体を動かすタイプに二分される⁶⁾。これは、関節の可動域に個人差があることや、車両ごとのペダル配置の影響が考えられる。このように、ドライバーが実

際にどのようなペダル操作を行っているのかはわかっていない。

本研究では、ドライバーのペダルの踏み替え動作に着目し、それぞれのペダルを踏む位置、踏み替えの方法、関節の角度等、ペダル操作時のデータの詳細を計測する。収集したデータから、踏み間違いの発生のメカニズムを足関節の運動の観点から考察する。

2. 実験概要

2.1. システム構成

本実験では、ドライバーのペダル操作時の下半身の動作を詳細に計測するため、専用の計測装置を作成した。システム全体の構成をFig. 1に示す。マイコン（PJRC社製 Teensy4.1）を使用し、踏み込み位置測定用の圧力センサ（台湾アルファ電子社製 MF01A-N-221-A11）、スイッチセンサ（ロジクール社製 Pebble Keys 2 K380s）の値を取得する。また、無線通信用ハブとレシーバを経由してモーションキャプチャのデータをTrigger Box（同期信号出力装置）で取得する。これらのデータはDSP（A&D社製 AD5436）を介して同期されホストPCに保存される。データ計測のサンプリング周波数は100Hzで行う。

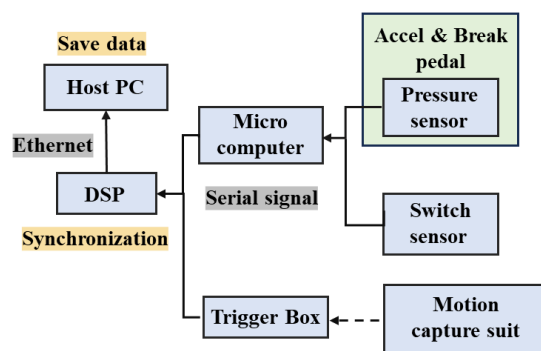


Fig. 1 System configuration

2.2. 踏み込み位置の測定

アクセルペダルに3つ、ブレーキペダルに8つの圧力センサ（直径10mm）を取り付け、それぞれペダルのどの位置を踏んでいるか、および踏み込みの強さを計測する。また、フロアマットに200mm×70mmのスイッチセンサを設置し、ペダル操作時の踵の位置変化を計測する。スイッチセンサの分解能は20mm×20mmである。実験車両にセンサを設置した様子をFig. 2に示す。

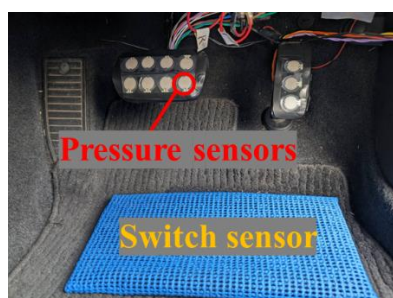


Fig. 2 Pedal pressure sensor and floor switch sensor

2.3. モーションキャプチャ

Fig.3に、実験参加者が体に着用するモーションキャプチャスーツを示す。モーションキャプチャは関節角度を計測するのに有用である。実験は狭所である運転席内で計測を行うため、一般的なマーカーとカメラを用いたものではなく、加速度センサを用いたモーションキャプチャスーツ(Xenoma社製e-skin MEVA)を使用する。実験で計測する動作は、足首の背屈・底屈、内転・外転、回内・回外、膝関節と股関節の屈曲・伸展、内転・外転、内旋・外旋である。これにより、ペダル踏み替え時の関節の動きを詳細に計測する。



Fig. 3 Motion capture suit

2.4. 実験内容

実験参加者に実験車両を運転してもらい、ペダル操作時の身体動作を計測する。実験参加者にはモーションキャプチャスーツを下半身に着用してもらい、実験車両にて計測装置を使用する。実験参加者には実験前に実験の趣旨に関する説明を行い、インフォームドコンセントを

得たうえで実験に参加してもらう。実験内容は以下の5つの運転状況を設定し、それぞれでペダル操作のデータを取得する。

- (1) 低速走行(発進、直進)
- (2) 低速走行(右折)
- (3) 低速走行(左折)
- (4) バック駐車(右折)
- (5) バック駐車(左折)

実験は、一般的に踏み間違いが発生しやすいとされる駐車場内のシナリオを想定し、低速走行や駐車時のペダル操作に焦点を当てる。これらの条件で今後実験を行い、ドライバが実際にどのようなペダル操作を行い、ペダルの誤操作に至る可能性のある動作がどのような要因によって引き起こされるのかを検証する。

3. まとめ

本研究ではペダルの踏み間違いによる事故の発生メカニズムを解明するため、実験車両を用いた実験を行い、ドライバのペダル操作時の身体動作を詳細に計測し、足首の関節の動きに着目した分析を行う。実験によって得られた傾向により、ペダル配置はどのようなものが適切なものか、また、高齢ドライバの足の動きにどのような補助が必要なのかを考察する。

参考文献

- 1) 河口健二, "ペダル踏み間違いによる事故～事故統計分析から多重衝突の実相に迫る～", イタリアダイノフォーメーション, No.139, (2022) pp.2-11.
- 2) 平川晃洋, "アクセルペダルとブレーキペダルの踏み間違い事故～高齢ドライバーに特徴的な事故の防止に向けて～", イタリアダイノフォーメーション, No.124, (2018) p.3.
- 3) 朝尾隆文小, 谷賢太郎, 鈴木哲, "後方視時にアクセル/ブレーキペダル操作を行う際の足位置知覚に関する実験的検討", ヒューマンファクターズ, Vol.24, No.2 (2020) pp.35-44.
- 4) 関根康史, 柴崎宏武, 伊藤聡子, 平川晃洋, "高齢運転者の着座姿勢がペダル踏み間違いに及ぼす影響の分析", 日本機械学会第26回交通・物流部門大会講演論文集, No.17-53, (2017) p.11.
- 5) 細川崇, 橋本博, 平松真知子, "アクセルペダルとブレーキペダルの踏み間違い発生メカニズムに関する基礎的検討—高齢者を対象としたペダル操作足位置の分析—", 自動車技術会論文集, Vol.50, No.3 (2019) pp.879-882.