

「アクセルとブレーキの踏み違いに関する
高齢者の認知・行動特性の分析」

報 告 書

平成28年3月

研究委員会の構成

総括 (Project Leader: PL) :

篠原 一光 (大阪大学大学院人間科学研究科 教授)

メンバー :

大須賀美恵子 (大阪工業大学工学部ロボット工学科 教授)

田久保宣晃 (科学警察研究所 交通科学部 部長)

土井 健司 (大阪大学大学院工学研究科 教授)

特別研究員 :

木村 貴彦 (関西福祉科学大学健康福祉学部 准教授)

小谷賢太郎 (関西大学システム理工学部 教授)

朝尾 隆文 (関西大学システム理工学部 助教)

土田 宣明 (立命館大学文学部 教授)

中村 隆宏 (関西大学社会安全学部 教授)

研究協力者 :

朝飛 拳悟 (大阪工業大学大学院工学研究科 修士 1 年)

荒川 洵 (関西大学システム理工学部 機械工学科 4 年)

渡邊 康教 (関西大学システム理工学部 機械工学科 4 年)

河上 実樹 (立命館大学文学部 4 年)

初谷 友希 (関西大学大学院社会安全研究科博士後期課程 2 年)

真鍋 貴也 (関西大学社会安全学部 4 年)

* 許可なく転載を禁じます

目 次

第1章 本プロジェクトについて	1
第2章 事件事例から探るアクセル・ブレーキ踏み間違い事故	4
1. はじめに.....	4
2. 新聞記事を対象とした事例抽出および考察	4
2. 1 新聞記事からの事例抽出	4
2. 2 新聞記事から抽出した事例に関する考察	5
2. 2. 1 当事者の年齢別構成比.....	5
2. 2. 2 当事者の性別.....	5
2. 2. 3 事故発生時間帯	6
2. 2. 4 事故発生場所.....	7
2. 2. 5 事故のパターン.....	8
2. 3 方法論上の課題	9
3. 裁判判例からの事例抽出および考察	9
3. 1 裁判判例からの事例抽出	9
3. 2 裁判判例から抽出した事例に関する考察	10
3. 2. 1 考察対象の選定	10
3. 2. 2 事故様態の概要	10
3. 2. 3 裁判判例事例にみる事故の特徴	12
4. おわりに.....	12
第3章 ペダル操作方法に関する聞き取り調査.....	14
1. 目的.....	14
2. 方法.....	14
2. 1 調査実施場所	14
2. 2 調査内容	14
3. 結果.....	17
3. 1 回答者	17
3. 2 ペダル操作方法.....	17
3. 3 ブレーキペダルの操作	18
3. 4 アクセルペダルの操作.....	19

3. 5 両ペダルの操作パターン	20
3. 6 ペダル踏み換え時のかかとの状態	21
3. 7 踏み違い経験	22
4. 考察	24
第4章 踏み違い事故の事例分析	25
1. 概要	25
2. 結果	25
2. 1 分析対象事例	25
2. 2 事故内容分析	27
3. まとめ	34
第5章 手と足の効果器の違いが運動抑制に与える影響	36
1. はじめに	36
2. 方法	38
2. 1 対象	38
2. 2 装置と手続き	38
2. 3 データ分析	39
3. 結果	39
4. 考察	41
5. 今後の課題	42
第6章 抑制課題を用いたアクセル・ブレーキ踏み違いの再現実験	45
1. 背景と目的	45
2. 踏み違いが生じる実験系の構築	46
2. 1 本実験で用いたペダル課題と踏み違いの再現例	46
2. 2 抑制課題を与えた際の思考・行動のプロセス	47
3. 実験方法	50
3. 1 実験装置	50
3. 2 被験者	50
3. 3 実験条件	50
3. 4 実験手順	51
3. 5 解析方法	51
4. 実験結果及び考察	53

5. まとめ	61
第7章 反応時間と事象関連電位 P3 潜時を用いた高齢者の認知機能評価.....	63
1. 目的.....	63
2. 若年者実験	65
2. 1 方法	65
2. 2 結果	67
3. 高齢者実験	70
3. 1 方法	70
3. 2 結果	70
4. 高齢者と若年者の比較	73
5. 個人の認知機能評価への適用の試み	74
6. おわりに.....	75
第8章 総括.....	77

第1章 本プロジェクトについて

大阪大学大学院人間科学研究科 篠原一光

アクセルとブレーキの踏み違いは時々起こり、ニュースになっている。2001年から2013年の踏み違いが原因の事故の発生状況は図1の通りである。事故件数は6239～7783件であり、踏み違いによる事故が事故全体の中で占める割合は多くはない。しかし店舗に突入して店舗内にいる人に衝突するなど衝撃的な事故になる場合がしばしばあり、また衝突後もアクセルを踏み続けて被害が大きくなるなど、意外性を持つ事故であるため、多くの関心を集めるタイプの事故といえる。また、全事故件数が減り続けているのに対して、ペダル踏み違いによる事故件数はさほど変化がないことも注目すべき点である。

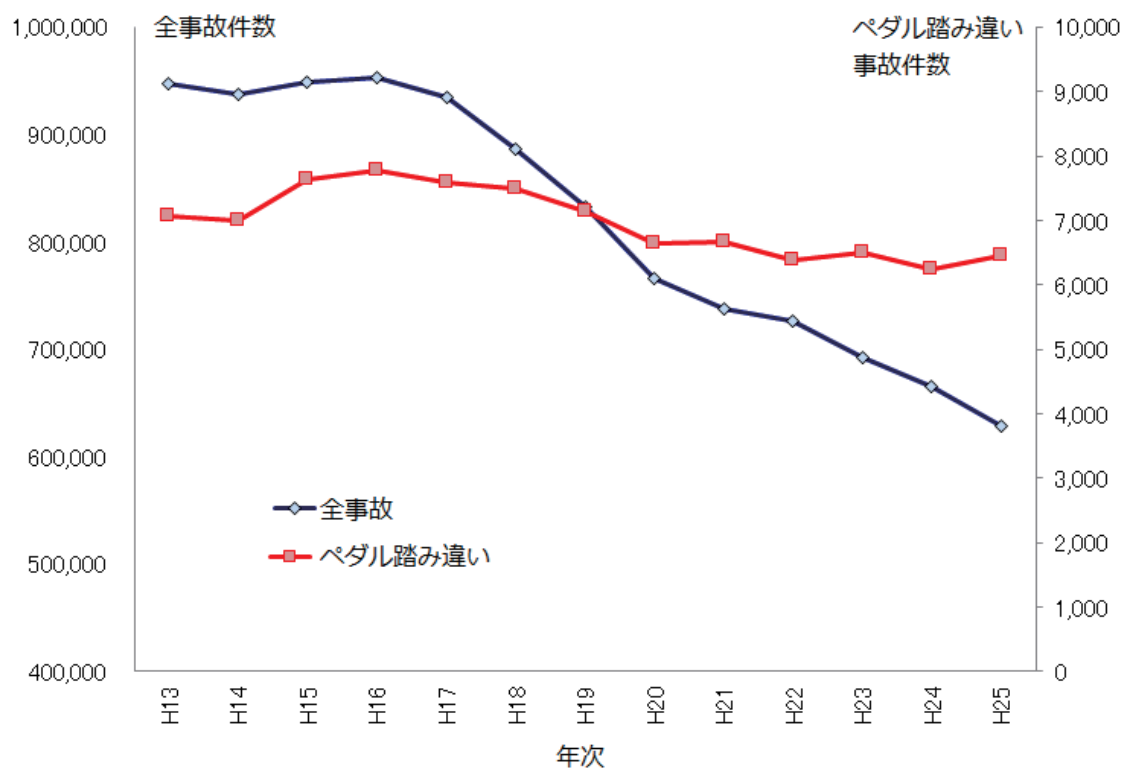


図1 ペダル踏み違いによる事故件数および全事故の推移

また性別・年齢別の全事故当たりの踏み違い事故割合（図2）を見ると、どの年齢でも女性のほうが割合が高く、また男女を通して高齢者で割合が高いことが示されている。若年層でもやや割合が高いが、高齢者ほどではないことから、高齢運転者で特に重要な問題と考えるべきであろう。

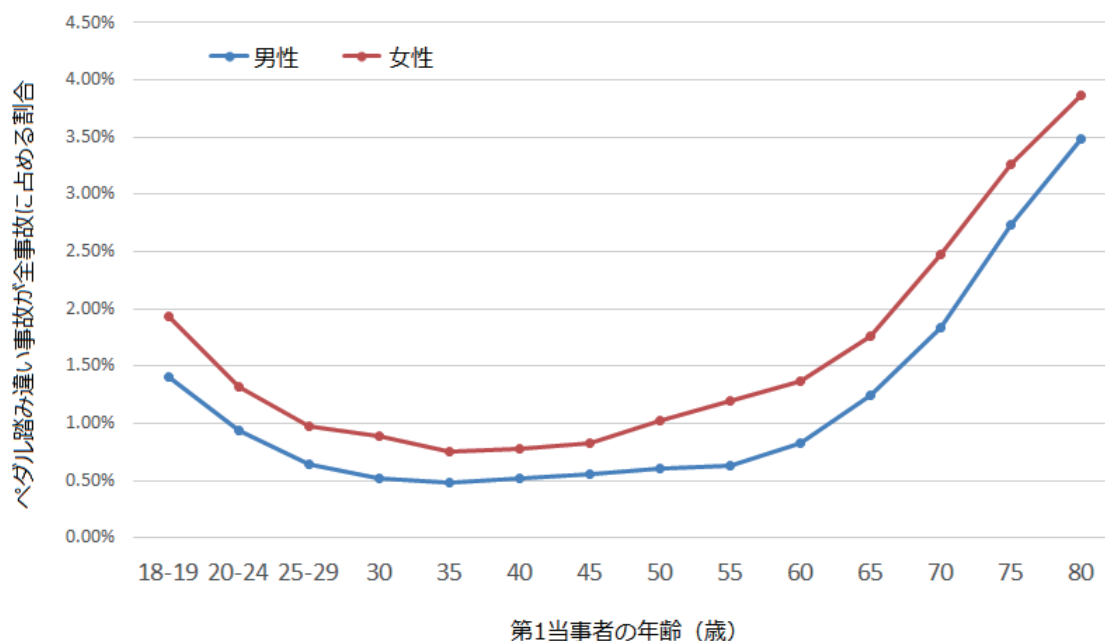


図 2 性別・年齢別の全事故当たり踏み違い事故割合

国際交通安全学会では研究調査プロジェクトとして、平成 23～24 年に「アクセルとブレーキの踏み違えエラーの原因分析と心理学的・工学的対策の提案 (H2305、H2427)」と題した研究を実施し、ペダル踏み違いによる事故の原因解明と対策について検討している。これらのプロジェクトでは事故統計分析による事故の特徴の解明を行うとともに、高齢者の認知機能の低下と踏み違いに関連があること、音による警報を出すことで踏み違いを抑制できる可能性があること等を示した。しかし、交通事故統計の分析だけでは事故の実態解明に限界があること、高齢者の認知機能と踏み違いの関係については明確な結果が得られたとは言えないこと、また通常のペダル操作習慣と踏み違いの関係等未検討の部分が多く残されていること等、多くの課題が未解決のまま残されていた。

そこで、本プロジェクトでは高齢運転者のペダル踏み違いに焦点を当て、以下の観点で研究を行うこととした。

- ① 事故統計・事故事例からその実態を明らかにする。
- ② 一般運転者によるペダル操作が実際どのように行われているのかを解明する。
- ③ 踏み違いに関係の深い認知機能について解明する。
- ④ 踏み違いをしやすい、あるいは踏み違いにくいペダルの物理的特性を解明する。

この目的を達するため、以下の 3 つの研究班体制により研究を実施することとした。

- ① 認知機能研究班：加齢変化する認知機能の中で踏み違いに関連するものを明らかにするとともに、その評価手法を検討する。

② 行動機能研究班：ペダル配置とペダル操作行動の関連を検討する。ペダル操作の実態を解明する。

③ 事故統計・事故分析研究班：事故統計・事故事例の分析から踏み違い事故の実態を解明する。

なお、踏み違いに至る過程を図 3 に模式的に示す。実際にペダル踏み違いから事故に至る過程で、事故という結果に至る分岐点は 2 つあり、その一つはペダル操作の間違いが発生する直前、もう一つはペダル踏み違いが発生した後である。本研究で研究対象とするのは前者であり、踏み違いという行動のエラーそのものが起こる原因と対策を検討することが目的である。現在、各種センサを利用した踏み違い衝突を防止する技術が開発されているが、これらは踏み違いが生じたことを検知して警告したり加速を抑制したりするものである。踏み違いが生じた時には運転者がパニックに陥り、適切な運転操作ができないことも多いようである。この時、事故を防止するためにはこのような技術的介入を行うしかなく、最終的に事故を防止するために重要な技術であるが、このような踏み違い発生後の事故回避は本研究の範囲には入らない点に留意されたい。

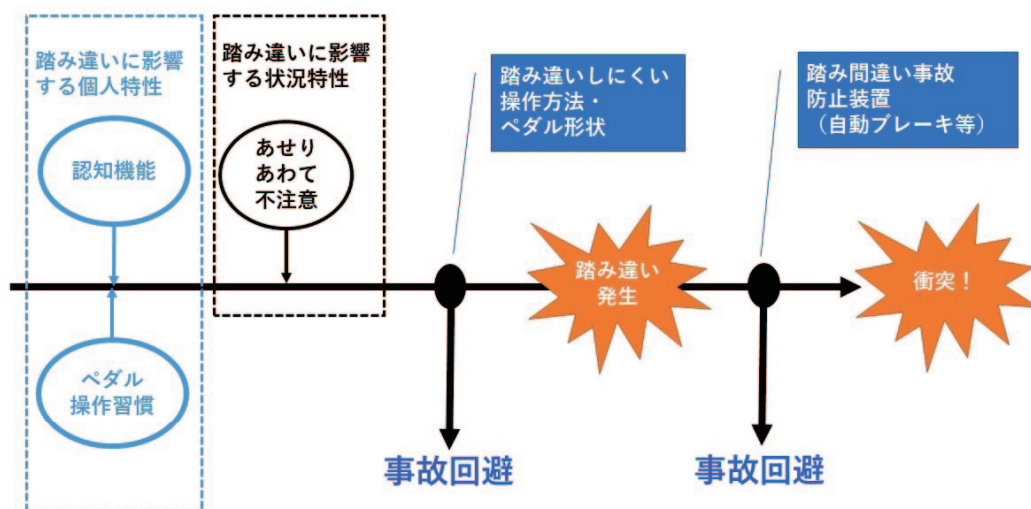


図 3 ペダル踏み違い事故に至る過程と事故回避への分岐点

第2章 事故事例から探るアクセル・ブレーキ踏み間違い事故

関西大学社会安全学部 真鍋 貴也
関西大学社会安全学部 中村 隆宏

1. はじめに

近年、自動車がコンビニに突っ込む、道路を暴走するといったニュースが報道されている。これらの事故は、いわゆるアクセル・ブレーキ踏み間違いによるもの、とされており、メディアでも度々注目されている。アクセル・ブレーキ踏み間違い事故は年間約6,500件（図4）発生している^[1]が、その原因ははっきりしておらず、決定的な防止策は見出されていない。

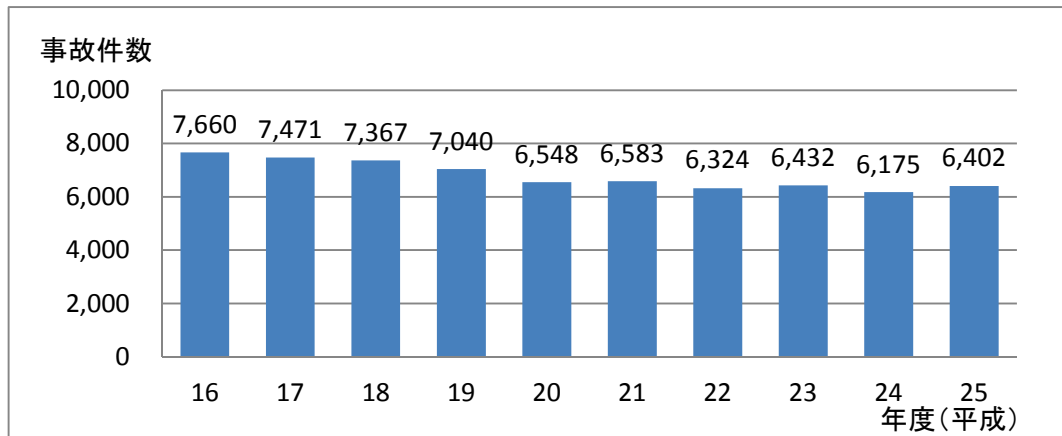


図4 平成16年～25年の年間アクセル・ブレーキ踏み間違い事故件数

本研究では、アクセル・ブレーキ踏み間違い事故の対策立案に向けて、過去のアクセル・ブレーキ踏み間違い事故事例を抽出し、アクセル・ブレーキ踏み間違い事故の原因および発生経緯について検討した。

2. 新聞記事を対象とした事例抽出および考察

2.1 新聞記事からの事例抽出

アクセル・ブレーキ踏み間違い事故の実態を把握するため、新聞記事データベースを利用して関連記事を抽出した。関西大学図書館 KOALA のデータベースより、毎日新聞社のデータベース「毎索」、朝日新聞記事データベース「聞蔵Ⅱ」を利用し、交通事故事例を検索した。試行的検索を経て、検索の際に用いたキーワードは、「毎索」では「交通事故」「アクセル」「ブレーキ」「踏み間違」とし、「聞蔵Ⅱ」では「アクセル」「ブレーキ」「踏み間違」とした。

また、検索範囲は、「毎索」では2015年10月9日～2010年9月27日、「聞蔵Ⅱ」では2015年9月26日～2012年10月20日とした。検索の結果、該当した記事は、「毎索」で73件、「聞蔵Ⅱ」では98件となった。これらの中から重複する事例を省いた結果、対象となる記事は171件となった。さらに、事故当事者の年齢・性別・事故発生時間帯等を把握できなかった事例を考察対象から除外したところ、当事者の年齢については168事例、性別に関しては169事例、事故発生時間帯に関しては168事例、その他（事故発生場所／事故のタイプ）に関しては170事例が考察の対象として抽出された。

当事者の年齢については「22歳以下／23～30歳／31～40歳／41～50歳／51～60歳／61～65歳／66歳以上」の7分類、当事者の性別については「男性／女性」の2分類、事故発生時間帯に関しては「0:00～5:59／6:00～11:59／12:00～17:59／18:00～23:59」の4分類、事故発生場所については「コンビニ駐車場／その他駐車場／駅／一般道／交差点／その他」の6分類として考察する。

2.2 新聞記事から抽出した事例に関する考察

2.2.1 当事者の年齢別構成比

新聞記事から抽出したアクセル・ブレーキ踏み違い事故の事例について、当事者の年齢別構成比を図5に示す。これら事例の当事者については、63%が66歳以上であった。

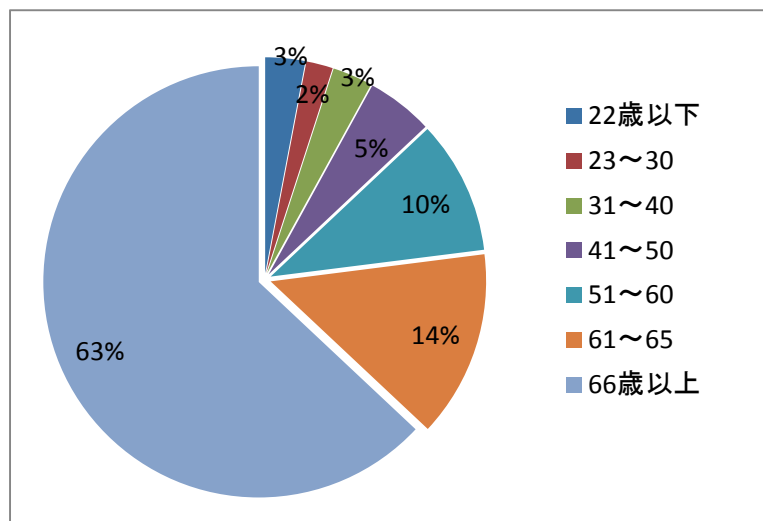


図5 当事者の年齢別構成比

2.2.2 当事者の性別

当事者の性別構成比については、男性が73%、女性が27%であった。しかし、免許保有者に関して、男性数と女性数がもともと異なっていることを考慮する必要がある。平成25年の20歳～65歳までの年齢別／男女別運転免許保有者数は、10%ほど男性の方が多い一方、65歳以上の高齢者については年齢別／男女別運転免許保有者数は、高齢になるほど男

性の方が多くなり、差が大きくなる(表 1) ^[2]。65 歳以上の免許保有者データと、新聞記事から抽出した事例(表 2)を比較したところ、免許保有者数の男女比と比べ、新聞記事から抽出した事例において男性の割合が高かった。単純には、女性よりも男性の方がアクセル・ブレーキ踏み違い事故への関与が高いことを示唆するが、暴露度(走行距離や頻度、運転環境等)を含めた検討が必要である。

表 1 平成 25 年 年齢別、男女別運転免許保有者数構成比

	65 歳～ 69 歳	70 歳～ 74 歳	75 歳～ 79 歳	80 歳～ 84 歳	85 歳以上
男性	58.5%	65.2%	74.2%	82.1%	90.6%
女性	41.5%	34.8%	25.8%	17.9%	9.4%

表 2 新聞記事から抽出した事例に関する当事者の年齢別／性別構成比

	65 歳～ 69 歳	70 歳～ 74 歳	75 歳～ 79 歳	80 歳～ 84 歳	85 歳以上
男性	70.4%	63.3%	89.3%	100%	100%
女性	29.6%	36.7%	10.7%	0%	0%

2.2.3 事故発生時間帯

新聞記事から抽出した事例に関して、事故発生時間帯別に分類したところ、午前 6:00～午後 18:00 の間に 92%の事故が発生していた(図 6)。ただし、前述したとおり、抽出した事例については、当事者の 63%が 66 歳以上であり、高齢者の一般的な外出時間との関連が高いものと考えられる。

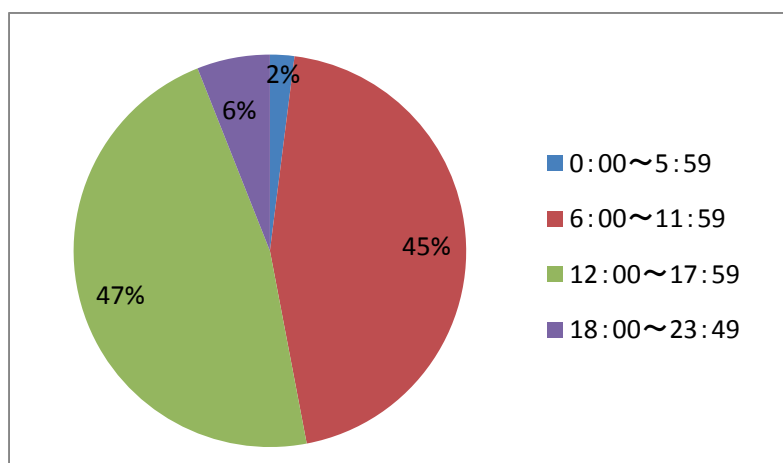


図 6 事故の発生時間帯別構成比

2.2.4 事故発生場所

新聞記事から抽出した事例に関して、事故発生場所別に分類したところ、81%が「駐車場」であった（図 7）。

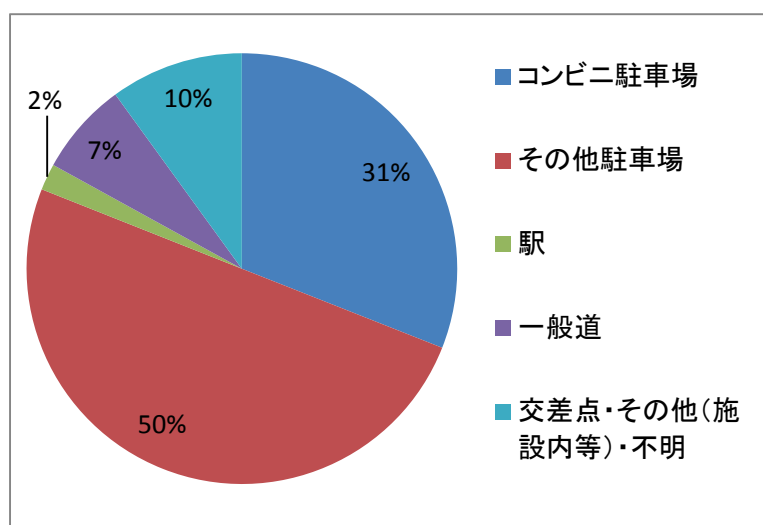


図 7 事故の発生時場所別割合

一方で、先行研究^[3]において示された平成 17 年～平成 21 年のアクセル・ブレーキ踏み違い事故発生場所の構成率を見ると、駐車場など道路以外の場所での構成率は 13.4%であり、新聞記事から抽出した事例の 81%（コンビニ駐車場 31%およびその他駐車場 50%）とは大きく異なる結果となった。毎日新聞の記事については、73 件中 54 件（コンビニ:24 件、スーパー:10 件、その他:20 件）、朝日新聞記事については 98 件中 67 件（コンビニ:28 件、スーパー:9 件、その他:30 件）が店舗や建物などに突っ込んでいる記事であることから、新聞記事では、踏み間違いによりコンビニやスーパーに車が突っ込むといった事故が報道さ

れがちであるため、81%を「駐車場」が占める結果となったと考えられる。

2.2.5 事故のパターン

新聞記事から抽出した事例に関して、記事から読み取ることが出来る範囲でその事故パターンを判断した（図 8）。

事例の半数近くについては、パターンが不明であるが、いくつかの典型的なケースも見られる。

前述のとおり、アクセル・ブレーキ踏み間違えが発生している場所は「駐車場」がほとんどだが、踏み間違えを起こす直前に縁石に乗り上げるなどして慌ててしまい急いでハンドルの操作をし、ブレーキを踏もうとした際、誤ってアクセルを踏んでしまうというケースがある。また、駐車場以外では、走行中に一方通行に気がつかず逆側から進入してしまいそうになり、ブレーキを踏もうとした際に踏み間違えるといったケースもあった。さらに、一時停止の際にブレーキを踏もうとし誤ってアクセルを踏んでしまうといった事例もある。他にも、自分の車でなく乗りなれていない車に乗った際にも踏み間違えが起こっている。このように、平常時と異なる状況が突発的に生じた際に、アクセルとブレーキを踏み間違える可能性が高まることが示唆される。

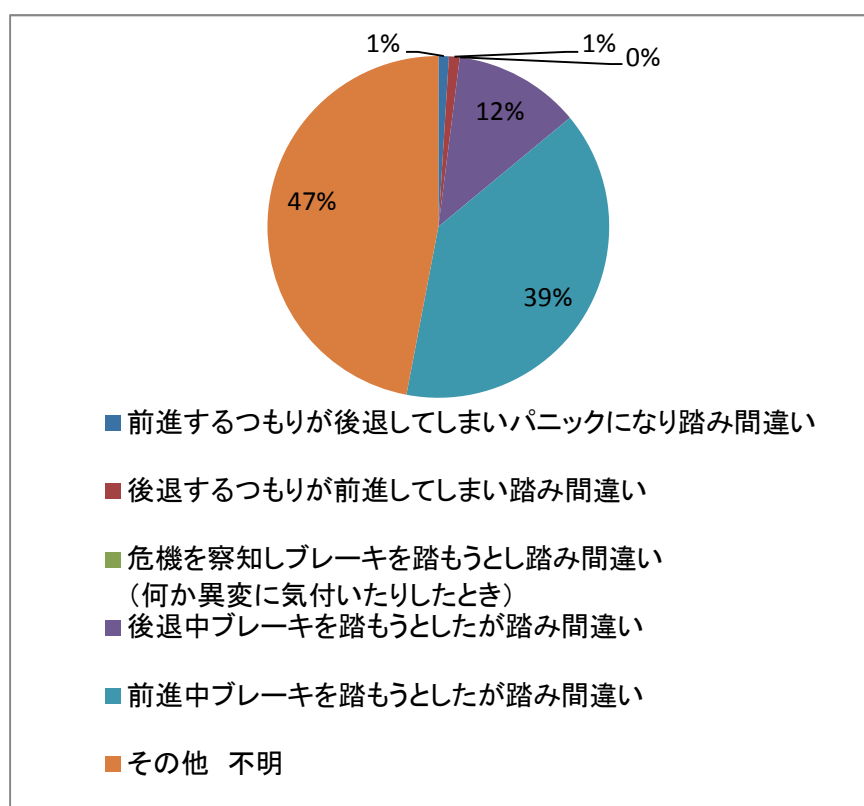


図 8 事故のパターン別構成比

2.3 方法論上の課題

新聞記事を対象としてアクセル・ブレーキ踏み違い事故の事例を抽出する試みからは、当事者の年齢や性別、事故発生時間帯などについてある程度把握することが可能であった。また、駐車場で発生していた事例の場合、踏み間違える前に縁石に乗り上げているケースが170件中7件あるなど、不注意や操作ミスによって通常とは異なる状況に陥り慌ててしまう、あるいは焦りやパニック状態で通常の状態に比べ注意が運転以外に向けられることが、アクセル・ブレーキ踏み間違い事故の誘発要因にあることが示唆される。

一方で、事故発生場所については、先行研究の結果と大きく異なるなどの違いも見られている。その理由を明確に把握することは困難だが、店舗に車が突っ込んだ写真付きの記事等はインパクトも強く新聞をはじめ報道記事になりやすい、といったことがあるとするならば、データソースとして新聞記事から事例を抽出すること自体が、アクセル・ブレーキ踏み違い事故の現状をそのまま反映しているというよりも、むしろ一定の偏りを含んでいる可能性がある点に留意する必要がある。

さらに、事故パターンの分類から、「なぜ踏み違いが生じたのか」という背景を探ろうとしたものの、記事の内容からは必ずしも把握することは出来なかった。これは、事故原因としての「踏み違い」は記事から読み取ることが出来るものの、抽出された記事の多くで「踏み違い」に至った経緯や背景については記述されていないことによるものである。踏み違い事故の原因や発生経緯の把握には、事故発生に至る状況や経緯をより詳細に把握することが必要となるが、新聞記事の内容からこれらの情報を把握することには限界があると判断せざるを得ない。

3. 裁判判例からの事例抽出および考察

3.1 裁判判例からの事例抽出

新聞記事を対象とした事例抽出からは、必ずしも事故原因と背景の把握に十分な情報を得ることが出来なかった。従って次の段階として、事故に至る経緯や発生の背景についてより詳細な情報が得られることを期待して、裁判判例事例に注目した。

関西大学図書館 KOALA のデータベース、法律・判例・行政資料タイプから、「D1-Law.com」、 「lexis.com」を対象に、過去10年分(2006年～2015年)のアクセル・ブレーキ踏み間違い事故に関連する裁判判例を抽出した。試行的検索を経て、D1-Law.com、lexis.com共に検索キーワードを「交通事故」「アクセル」「ブレーキ」「踏み間違い」としたところ、計28件の判例が抽出された。なお、重複判例は省いている。

さらに、アクセルとブレーキを踏み間違える直前の行動に着目し、事故発生場所(一般道、駐車場、丁字交差点、交差点、波止場、店舗出入り口)、およびアクセル・ブレーキ踏み間違いを起こす直前の行動について分類した。

3.2 裁判判例から抽出した事例に関する考察

3.2.1 考察対象の選定

過去 10 年間のアクセル・ブレーキ踏み間違い事故に関連する裁判判例は計 28 件あったが、故意にアクセル・ブレーキ踏み間違い事故を起こし、不正に保険金を保険会社に請求した事例が 4 件含まれていた。また、「アクセル・ブレーキ踏み間違いが事故の原因だ」と被告、または原告が主張しているものの、その事実を証明する証拠がなく、裁判所の判決ではアクセル・ブレーキ踏み間違いが起こったという事実が認められていない事例が 8 件含まれていた。これら 12 件については、考察すべき事例として不適切であるため、考察対象から除外した。

また、後方から追突されたことに驚きブレーキを踏むつもりが誤ってアクセルを踏んで暴走してしまうという事例が 2 件(平成 23 年 12 月 22 日 東京、平成 24 年 6 月 20 日 熊本)、交差点で出会い頭に衝突し、衝突後パニックになりブレーキとアクセルを踏み間違えるという事例が 1 件(平成 19 年 8 月 9 日 神戸)、アクセルとブレーキを踏み間違えたことが原因とされているが詳細が不明な事例が 1 件(平成 24 年 6 月 7 日 東京)含まれていたが、これら 4 件については、事故原因としての運転者の関与が不明確であるため、考察対象から除外した。

結果として、残りの 12 件について考察を行った。

3.2.2 事故様態の概要

表 3 に、裁判判例の事故態様の概要を示す。D1-Law.com から抽出した判例が 9 件(表 3 No.1～9)、lexis.com よりから抽出した判例が 3 件(表 3 No.10～12)で、計 12 件である。

表 3 事故のパターン別構成比

No	裁判が開かれた年月日、場所	アクセル・ブレーキ踏み間違いを起こす前後の行動及び状況
1	平成 23 年 3 月 11 日 名古屋	交差点に進入する際、一時停止をしなければいけないところを、ブレーキとアクセルを誤って車と衝突。
2	平成 18 年 1 月 20 日 大阪	波止場に車を止め車中で寝ていたところ、車移動のため起こされ、寝起き、時間的圧迫により、急きょ運転を開始したため踏み間違い海に転落か。
3	平成 20 年 12 月 25 日 宮崎	道路から右折で店舗駐車場に進入する際、踏み間違い歩道を自転車で行中の被害者をボンネットに跳ね上げ、そのまま暴走。
4	平成 23 年 6 月 10 日 京都	丁字交差点の信号待ちの車両の後方で一度停止したが、その後アクセル・ブレーキを踏み間違い追突。

5	平成 24 年 4 月 13 日 名古屋	道路を歩行中の人にアクセルとブレーキを踏み間違え衝突し、橋下の川に落下させた。
6	平成 24 年 8 月 9 日 熊本	駐車場に車を駐車する際、無灯火の自転車が横切り、自転車と接触を避けるためにハンドルを切って停車しようとした。しかし、アクセルとブレーキを踏み間違え、車両前方部をブロック塀に衝突。
7	平成 25 年 10 月 3 日 神戸	丁字路を右折する際、アクセルとブレーキを踏み間違え車を急加速させ直進車に衝突。
8	平成 26 年 1 月 27 日 東京	丁字路交差点を左折進入する際、左方から車が来たことに気づき、両車両とも一旦停止した。そして、左方から来た車が進みだしたため、ブレーキを放し微速で進行を始めたが、速度調整のためにブレーキを踏もうとしてアクセルを踏んでしまい、加速し車両に衝突。
9	平成 26 年 9 月 11 日 大阪	車を駐車させる際、後退前進し停止した後、再度後退しようとした際にアクセルとブレーキを踏み間違え、車が急後退し、車の後方を歩行していた人に衝突。
10	平成 25 年 3 月 19 日 東京	自車を修理に出し、自車と異なる車種の代車を借り、その店舗から出る際、店舗スタッフの指示に従い歩道部分で一時停止をし、道路に合流するはずだった。しかし、アクセルとブレーキを踏み間違え、自転車道に設置されていた鉄製ポールに車両の前部を衝突させた。
11	平成 25 年 7 月 19 日 岐阜	無免許で車をおよそ 90km/h で運転中、前方不注視で 2 車線の道路が 1 車線に減少し、その際ハンドル操作を誤り、道路左側のカードレールに接近したことに驚き、慌ててハンドルを右に切ろうとした。その際、アクセルとブレーキを踏み間違えた。そして道路右端の縁石に衝突し、乗り越え、路外コンクリー壁に衝突。助手席に座っていた人はシートベルトを着用していなかったため車外に放出され死亡。
12	平成 26 年 3 月 19 日 甲府	アクセルとブレーキを踏み違い続け、148km/h まで加速させ、前方の車両との衝突を避けるため対向車線にハンドルを切り、対向車線を走っていた車両に衝突。その後も止まることなく暴走し車両と衝突。

3.2.3 裁判判例事例にみる事故の特徴

これら12件の事例を概観すると、事故の発生場所については以下のとおりとなる。

- 一般道：4 件
- 駐車場：2 件
- 丁字交差点：3 件
- 交差点／波止場／店舗出入口：各 1 件

また、踏み違いが生じる直前の行動については、以下のとおりとなる。

- 一時停止しようとした：3 件
- 右折：2 件
- 寝起き／左折／接触を避けるためハンドルを切った／後退前進し再度後退／前方不注意でハンドル操作ミス：各 1 件
- 不明：2 件

事故発生場所としては「一般道」「丁字交差点」「駐車場」において、直前の行動としては「一時停止」「右折」の際に、複数の踏み違い事故が確認できるが、サンプル数が極めて限られていることから、これらが一般的傾向であるか否かを判断することは困難である。

4. おわりに

本稿では、アクセル・ブレーキ踏み間違い事故の対策立案に向けて、過去のアクセル・ブレーキ踏み間違い事故事例を抽出し、アクセル・ブレーキ踏み間違い事故の原因および発生経緯についての検討を試みた。

新聞記事から抽出した事例については、当事者の年齢や性別、発生場所等の情報を把握することは可能であった一方で、事故原因としての「踏み違い」に留まらず、「踏み違い」へ至った経緯や背景についての情報が不足していることが明らかとなった。また、事故発生場所については、先行研究の結果と大きく異なるなどの違いも見られている。データソースとして新聞記事から事例を抽出すること自体が、アクセル・ブレーキ踏み間違い事故の現状を必ずしも反映しないのであれば、事故に至るまでの状況を含め、「踏み違い」が生じた原因を把握できるような詳細な情報を把握するための方法を見出す必要がある。

次に、事故に至る経緯や発生の背景についてより詳細な情報が得られることを期待して、裁判判例事例に注目した。新聞記事から抽出した事例と比べ、事故の発生状況などについてある程度把握することが出来た一方で、サンプル数が限られており、これら裁判判例から読み取れる内容が踏み違い事故に共通する一般的特徴と判断することは困難である。裁判判例のように詳細な情報が入手できる踏み違い事故と比べ、裁判判例等には示されない踏み違い事故の件数が圧倒的に多いことを考えれば、前述した通り、事故に至るまでの状況を含め、「踏み違い」が生じた原因を把握できるような詳細な情報を把握するための方法を見

出す必要がある。

《引用・参考文献》

- [1] 運転操作の誤りを防ぐ-交通事故総合分析センター

<https://www.itarda.or.jp/itardainfomation/info107.pdf> (2015 年 12 月 3 日確認)

- [2] 運転免許統計(平成 25 年版)－警察庁

https://www.npa.go.jp/toukei/menkyo/pdf/h25_main.pdf (2015 年 1 月 11 日確認)

- [3] 国際交通安全学会(2011) アクセルとブレーキの踏み違いエラーの原因分析と心理学的・工学的対策の提案報告書 pp. 10-11

*なお、本稿は、真鍋貴也「アクセル・ブレーキ踏み間違い事故について」(関西大学社会安全学部平成 27 年度卒業論文)を基に再構成し、加筆・修正を加えたものである。

第3章 ペダル操作方法に関する聞き取り調査

大阪大学大学院人間科学研究科 篠原 一光

関西福祉科学大学健康福祉学部 木村 貴彦

1. 目的

ペダル操作方法は、自動車学校で運転のための基本的技能として教育されている。指導用教本にはアクセルペダルやブレーキペダルを操作する時の足の動かし方そのものについては明確に記載されていないが（最初ブレーキは軽く踏み、その後徐々に踏み込むといった踏み込み方や、AT車を運転する時のペダル操作については明記されている）、それぞれのペダルを確実に踏むこと、アクセルペダルはかかとをついて操作し、ブレーキペダルはかかとを床につかずに踏むという指導がなされている。

しかし、一般ドライバーが免許取得後に自ら運転する際、実際にどのようにペダル操作を行っているかは明らかではない。ペダル踏み違いの起こりやすさとペダル操作方法については何らかの関係があるように思われるため、ペダル操作の実態について調べる必要がある。なお、実際には相当のサンプルサイズを用いた研究が必要であるが、本調査はそのような大規模調査に向け、どのような調査項目を用いる必要があるか等を調べるための予備的調査と位置づける。

2. 方法

2.1 調査実施場所

2015年8月29日にハービス HALL(大阪市北区・ハービス大阪内)で開催された JAF 関西本部主催の「JAF 関西本部夏休み会員感謝イベント in ハービス HALL」内で、交通安全関連ブースを出展し、イベント参加者に対して調査参加を募った。

2.2 調査内容

調査内容として、基本的な属性のほか、ペダル操作の習慣についての質問を行った。項目については以下に示すとおりである。なお質問紙に質問内容が記載されており、参加者はそれらを読みながら回答を進めた。

① フェース項目

- ・性別 ・年齢 ・免許取得年月（AT 限定か否か）
- ・通常運転する車のミッション形式

② 自分の能力に対する自信（自信がある～全くない：5 件法）

- ・自動車の運転に対する自信 ・自分の運動神経に対する自信

③ AT 車運転時のペダル操作（両足、右足だけ）

④ ブレーキペダルを踏むときのかかとの状態（床から離れている→はい・いいえ）

- ⑤ ブレーキペダルを踏んだ時の足の状態（図 9 に示される 4 種類から選ぶ）

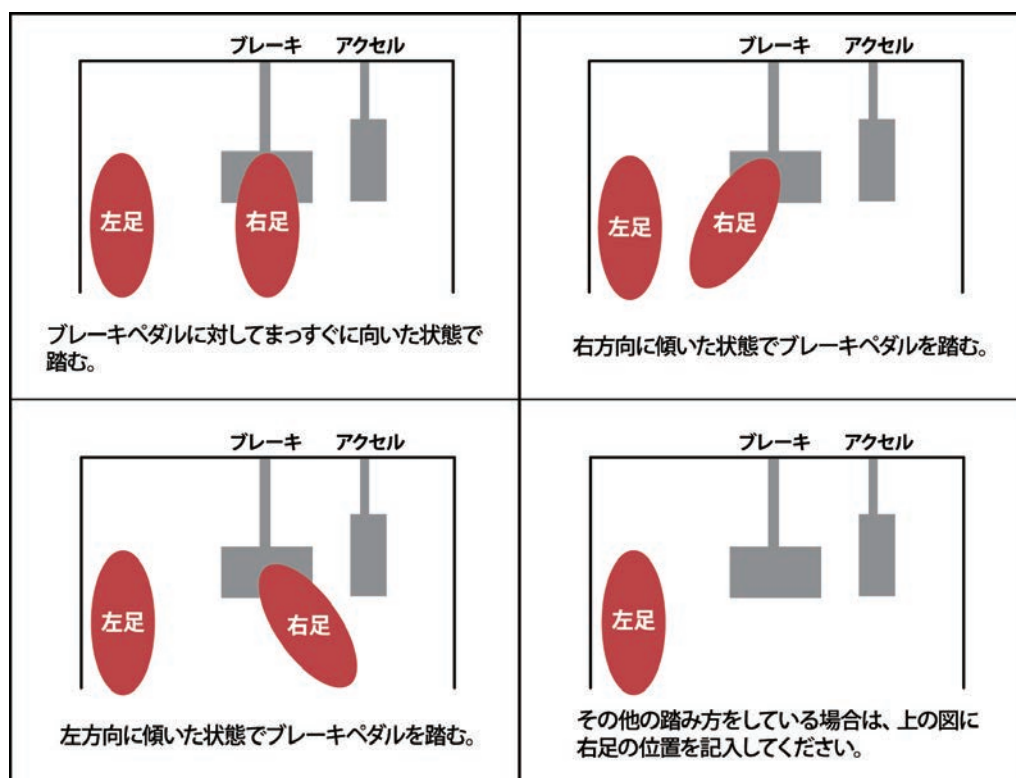


図 9 ブレーキの踏み方

- ⑥ アクセルペダルを踏んだ時のかかとの位置（図 10 に記入する）

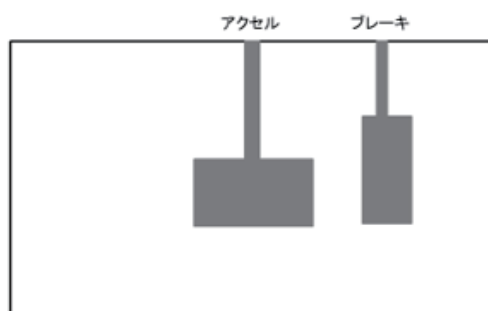


図 10 かかとの位置を記入するための図

- ⑦ ブレーキペダルを踏むときのかかとの状態（床から離れている→はい・いいえ）
 ⑧ アクセルを踏んだ時の足の状態（図 11 に示される 4 種類から選ぶ）

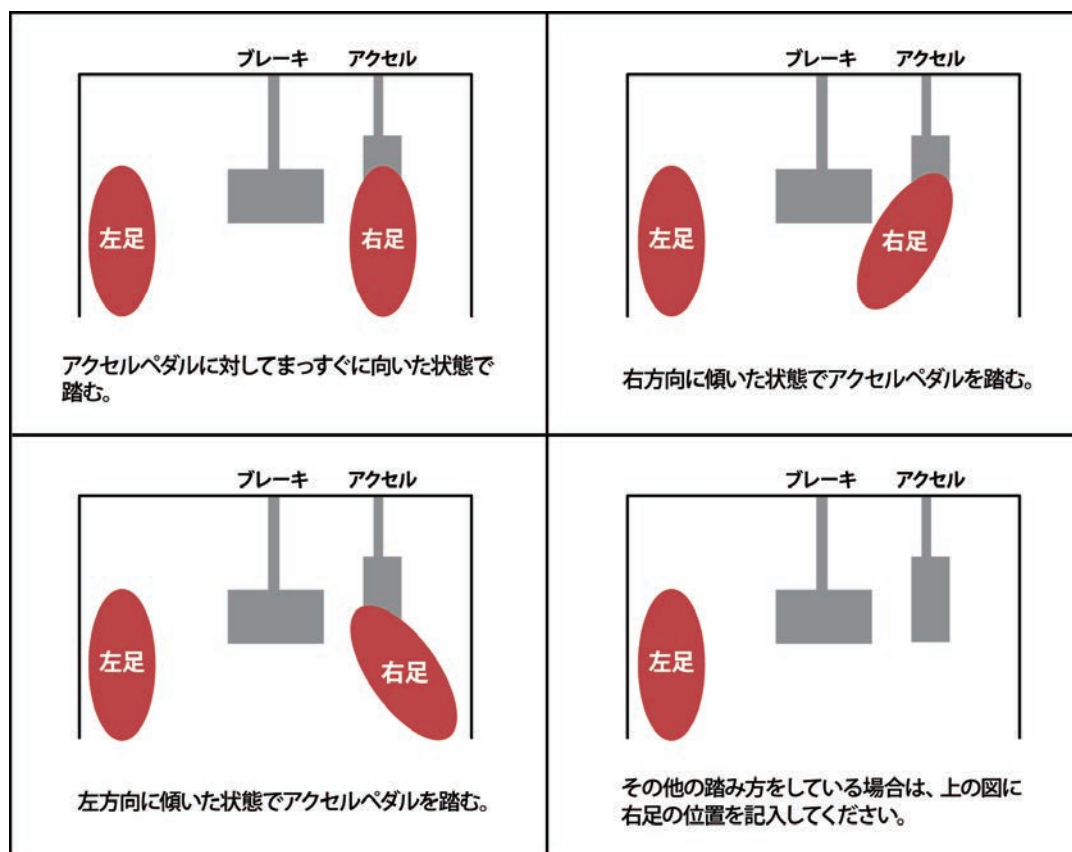


図 11 アクセルペダルの踏み方

- ⑨ アクセルを踏んだ時のかかとの位置（図 10 に記入する）
- ⑩ ブレーキを踏んでいる状態からアクセルに踏み換える時の、かかとの状態（床から離れている→はい・いいえ）
- ⑪ アクセルを踏んでいる状態からブレーキに踏み換える時の、かかとの状態（床から離れている→はい・いいえ）
- ⑫ ペダル操作ミスの経験
 - ・踏み違い経験の有無 ・踏み間違えかけた経験の有無
 - （以下、踏み違い経験、または踏み間違えかけた経験がある人のみ）
 - ・時期 ・時間帯 ・車 ・ミッションタイプ ・場所 ・運転状況
 - ・踏み間違えたときにしていたこと ・踏み違いの原因
 - ・記憶の程度 ・危険をどのくらいに感じたか

ブースに立ち寄った参加者に対してまず参加同意書への記入を求め、続いて質問紙に記入を求めた。質問紙は参加者が一人で回答するのではなく、必ず調査者が立ち合った状況で記入を行うようにした。

3. 結果

3.1 回答者

48名の回答者を得た(表4)。運転頻度は数に数回程度が多かった(表5)。日常的に運転している車のミッション形式(表6)では男女ともAT車を使用している人が多かった。自分の運転や運動神経への自信(表6)について、「ある」を5点、「まあまあある」を4点、「ふつう」を3点、「あまりない」を2点、「全くない」を1点としたところ、運転への自信については男性より女性のほう高く評価していた($t(46)=3.50$, $p<.01$)。運動神経への自信については有意差は見られなかった($t(46)=1.36$, n.s.)。

表4 回答者の人数、性別、年齢

	年齢		
	人数	平均	標準偏差
男性	37	47.05	10.01
女性	11	38.18	9.06

表5 運転頻度

	月に				週に							年に	無回答
回数	1	3	6	8	1	2	3	4	5	6	7	1	1
男性	0	1	1	1	5	9	7	3	3	2	4	0	1
女性	0	1	1	1	2	0	0	2	2	0	1	1	0

表6 よく使う車のミッション形式と運転・運動への自信

	ミッション形式			運転の自信度		運動神経への自信	
	AT	MT	両方	平均	標準偏差	平均	標準偏差
男性	30	1	6	2.43	.77	2.68	.67
女性	10	1	0	3.36	.81	3.00	.77

3.2 ペダル操作方法

ペダル操作を右足のみで行っているか、あるいは両足を使うかを尋ねた。なお、日常的に運転している車のミッション形式がMTと回答した場合には、AT車を運転する場合にはどうするかと尋ねた。その結果、男性では右足のみが33名、両足が4名、女性では右足のみが10名、両足が1名あった。両足で操作していると回答した5名の回答者については、この後のペダルの操作方法に関する質問は行わなかった。

3.3 ブレーキペダルの操作

ブレーキペダル操作時に、右足がどのような状態になっているか、また踏み込む時にかかとが床についているかについて質問したが、表 7 に示す結果となった。なお、図 12 に各回答時における右足の状態を示す。

男性、女性ともブレーキペダルに対して足がまっすぐに向いた状態で踏む場合が最も多く、次にやや左に傾いた状態で踏む場合が多い。右方向に傾いた状態で踏むという回答は非常に少ない。なお、女性のほうがブレーキペダル踏み込み時にかかとが床から離れる割合が高い。

表 7 ブレーキを踏む時の右足の位置とかかとの状態

性別	かかと	右足の位置		
		①	②	③
男性	離れない	2	12	7
	離れる	0	8	4
女性	離れない	0	2	3
	離れる	0	4	1

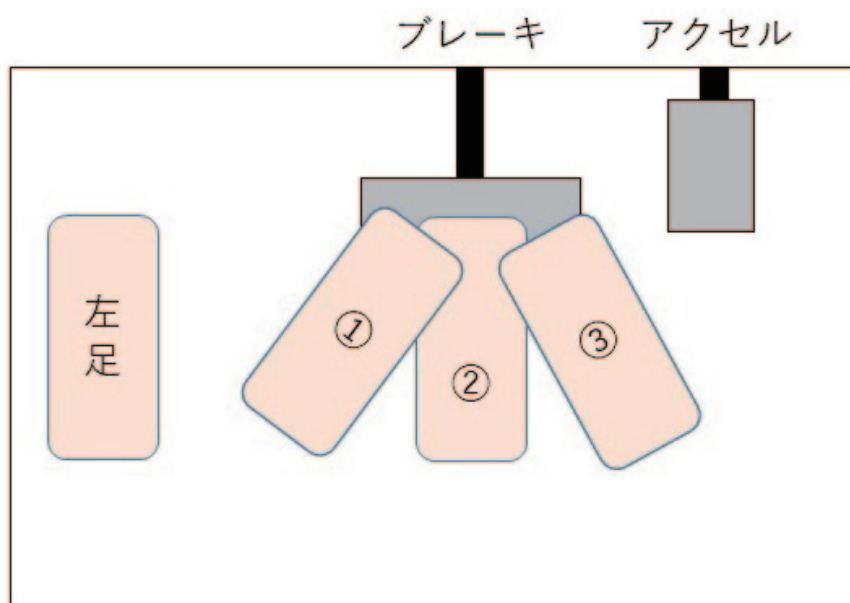


図 12 ブレーキペダルを踏む時の右足の位置

3.4 アクセルペダルの操作

アクセルペダル操作時に、右足がどのような状態になっているか、また踏み込む時にかかとか床についているかについて質問したが、表 8 に示す結果となった。なお、図 13 に各回答時における右足の状態を示す。

男性ではやや右に傾いた状態で踏むという回答と、アクセルペダルに対してまっすぐの状態で踏むという回答にほぼ二分された。女性では右に傾いた状態で踏むという回答のほうが多くなっていた。アクセルペダルを踏む時のかかとの状態はほとんどの人が床についた状態で踏んでいるという回答であった。

表 8 アクセルペダルを踏む時の右足の位置とかかとの状態

性別	かかと	右足の位置		
		①	②	③
男性	離れない	14	17	1
	離れる	1	0	0
女性	離れない	7	3	0
	離れる	0	0	0

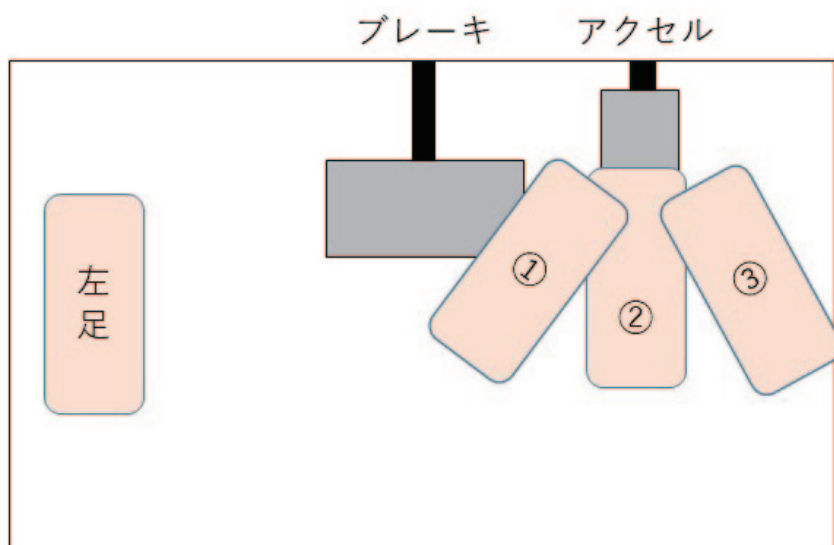


図 13 アクセルペダルを踏む時の右足の位置

3.5 両ペダルの操作パターン

各回答者がアクセルペダル、ブレーキペダルの双方をどのように操作しているかを分析した。それぞれのペダル操作時の足の状態を3種類に分類しているため、全体で9種類の操作パターンがありうる。結果は表9に示すとおりである（各パターンを図14に示す）。最も多いものは、アクセル、ブレーキそれぞれのペダルに対して、足をまっすぐに向けて踏む、というものである。続いて、アクセルは足を右に傾けて踏み、ブレーキは足をまっすぐに向けて踏むというものであり、またアクセルは足を右に、ブレーキは足を左に傾けて踏むというものがほぼ同数となった。

またそれぞれのパターンでのブレーキペダル操作時にかかとが床から離れると回答した人数も示している。アクセル、ブレーキともまっすぐに向けて踏むパターンを回答した人では、半数近く（14名中6名）が、かかとが床から離れると回答した。ほかのパターンでも床から離れると答えた人は多くない。一方女性ではどのパターンでも半数以上の人が、かかとが床から離れると回答している。

表9 アクセルペダルとブレーキペダルの操作方法

		アクセル操作			かかとが床から離れる (ブレーキペダル操作時)		
	ブレーキ操作	①	②	③	①	②	③
男性	①	1	1	0	0	0	0
	②	6	14	0	2	6	0
	③	8	2	1	2	1	0
女性	①	0	0	0	0	0	0
	②	5	1	0	3	1	0
	③	2	2	0	0	1	0

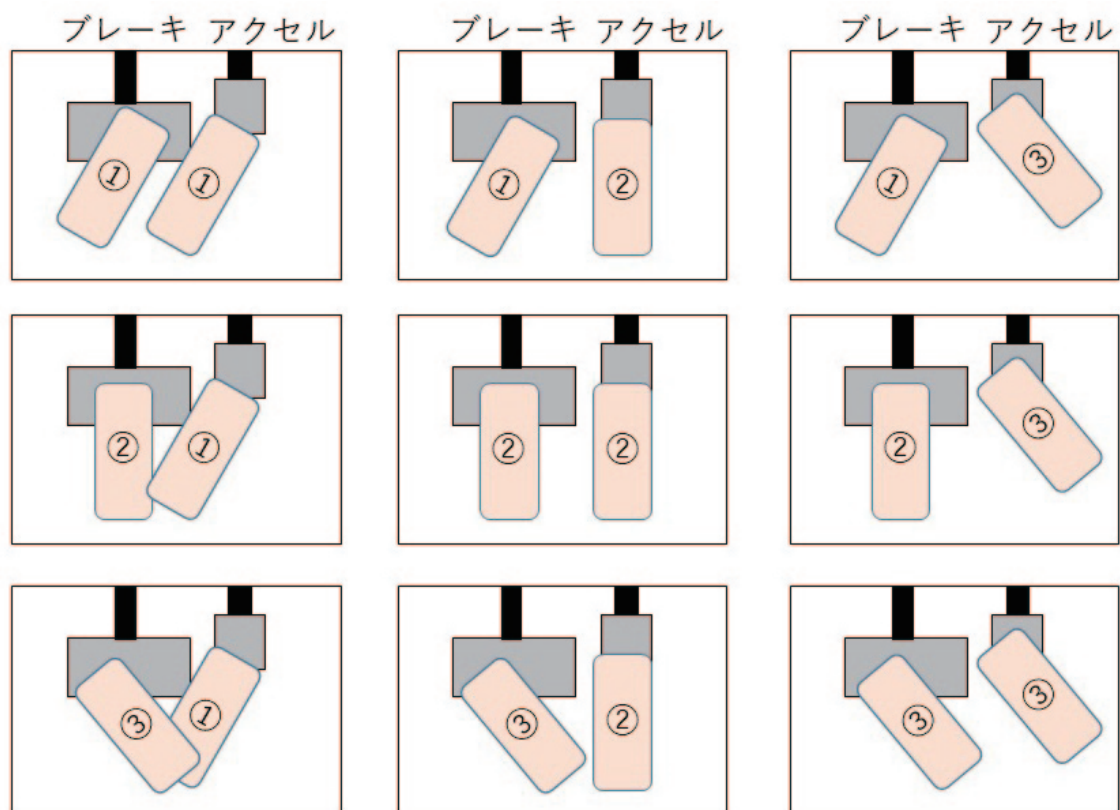


図 14 アクセルペダルとブレーキペダルの操作パターン

3.6 ペダル踏み換え時のかかとの状態

ペダルを踏み換える際に、かかとを床につけたまま足の向きだけを変えて踏み換えるというやり方と、かかとを床から離して踏み込み位置まで足全体を移動させるというやり方がある。いずれのやり方をとるかについて調べるため、踏み換え時にかかたが床から離れるか否かを尋ねた。結果を表 10 に示す。

男性では 33 名中 11 名が、女性では 10 名中 4 名が踏み換え時にかかたが床から離れると答えている。1 名を除いて、アクセルからブレーキに踏み換える場合と、ブレーキからアクセルに踏み換える場合でかかとの状態は同じと回答している。

表 10 ペダル踏み換え時にかかたが床から離れるか

		ブレーキからアクセル	
	アクセルからブレーキ	離れない	離れる
男性	離れない	22	0
	離れる	0	11
女性	離れない	5	0
	離れる	1	4

3.7 踏み違い経験

1 度以上の踏み違いは男性では 8 名 (26%)、女性では 3 名 (30%) が経験ありと回答している。また 1 度以上の踏み間違えかけた経験は、男性では 11 名 (37%)、女性では 2 名 (20%) が経験ありと回答している。

アクセルペダル、ブレーキペダルの操作パターンと踏み違い経験の関係を検討したところ、踏み違い経験(表 11)は足を右に傾けてアクセル操作を行う操作パターンをとる人に多く見られた。踏み違いかける経験(表 12)についても足を右に傾けてアクセル操作を行う操作パターンをとる人に多くみられるが、男性では足をまっすぐにしてアクセル操作を行う操作パターンにも踏み違いかける経験がみられる点が特徴的である。

表 11 操作パターン別踏み違い経験

		アクセル操作		
		①	②	③
男性	①	0 (.00)	0 (.00)	0 (.00)
	②	3 (.50)	1 (.07)	0 (.00)
	③	4 (.50)	0 (.00)	0 (.00)
女性	①	0 (.00)	0 (.00)	0 (.00)
	②	2 (.40)	0 (.00)	0 (.00)
	③	1 (.50)	0 (.00)	0 (.00)

表 12 操作パターン別踏み間違えかける経験

		アクセル操作		
		①	②	③
男性	①	1 (1.0)	1 (1.0)	0 (.00)
	②	2 (.33)	3 (.21)	0 (.00)
	③	4 (.50)	0 (.00)	0 (.00)
女性	①	0 (.00)	0 (.00)	0 (.00)
	②	1 (.20)	0 (.00)	0 (.00)
	③	0 (.00)	1 (.50)	0 (.00)

ペダル踏み換え時のかかとの状態別に、踏み違い経験および踏み違いかける経験の有無について検討した(表 13、表 14)。踏み違い経験は踏み換える際にかかどが床から離れる人により多く見られる。一方踏み違いかける経験では、かかどが床から離れない人に多くみられている。このことから、かかどが床につくことによって、踏み違いを意識することがあっても実際の踏み違いまでには至らないことが多くなることが示唆される。

表 13 踏み換え時のかかと状態別踏み違い経験

		ブレーキからアクセル	
		離れない	離れる
男性	離れない	4 (.18)	0 (.00)
	離れる	0 (.00)	4 (.36)
女性	離れない	1 (.20)	0 (.00)
	離れる	1 (1.0)	1 (.25)

表 14 踏み換え時のかかと状態別踏み違いかける経験

		ブレーキからアクセル	
		離れない	離れる
男性	離れない	7 (.32)	0 (.00)
	離れる	0 (.00)	4 (.36)
女性	離れない	2 (.40)	0 (.00)
	離れる	0 (.00)	0 (.00)

4. 考察

ペダル操作の個人差 ペダル操作の仕方には個人差がみられることが明らかになった。最も用いられている踏み方は、各ペダルに対してまっすぐに足を向けて踏み込むというものであるが、かかとを支点として踏み換えるという方法をとる人も多く見られた。かかとを支点とする場合も、ブレーキ側でかかとをつきアクセルを踏む場合には足を右に傾ける場合と、アクセルとブレーキの中間でかかとをつき、アクセルを踏む場合には右に、ブレーキを踏む場合には左に足を傾ける場合があった。また、ペダルを踏み込む際にかかとを床につけるか、浮いた状態で踏むかという点でも個人差があった。免許取得時にはペダル操作方法は各ペダルを確実に踏むように指導されるため操作パターンはどの人でもほぼ同じと予想されるが、免許取得後は運転する車の特性や運転習慣、ドライバーの身体的特徴、運転姿勢などにより、操作パターンの個人差が大きくなっていくのではないかと考えられる。

ペダル操作と踏み違いの関係 このような踏み方の違いが踏み違いに結びつくかについては、足を右に傾けてアクセルを踏むタイプの操作方法をとる人が踏み違い経験をより多く報告するという結果となった。この結果は、アクセル操作とブレーキ操作で足の状況が違うほうが、自分が行おうとしている動作を識別しやすいために踏み違いが少なくなるだろうという予測に反している。

また、ペダルを踏み換える際にかかとが床から離れる人は踏み違いをしやすいことを示す結果が得られた。これは足が基準なしに空中を移動することで、誤った場所に足が移動する可能性が高くなると解釈される。

本調査の限界と今後検討すべき点 なお、本調査は調査対象者が48名であり、また踏み違い事故の多い高齢ドライバーは対象者の中にほとんど含まれない。踏み違いのリスクの高い高齢ドライバーを対象として、同様の調査を行う必要がある。

また、「普段どのようにペダル操作をしているか」という質問は、普段ペダル操作のことをほとんど意識しないで運転している一般ドライバーにとっては意外なほど答えるのが難しいようで、回答者が実際に回答する際には、回答するまでに何度も足を動かしたり、また先の回答を後から修正したりするといった行動がみられた。ある程度経験を積んだドライバーにとってペダル操作は手続的知識に基づいて行われる技能であり、普段はほとんど意識することなく実行される行動であるため、そもそも言語化・意識化するのが難しいということであろう。質問紙を使うのではなく、実際に運転席でペダル操作を行ってもらう形で操作パターンを回答してもらうことが必要と思われる。

第4章 踏み違い事故の事例分析

大阪大学大学院人間科学研究科 篠原 一光

関西福祉科学大学健康福祉学部 木村 貴彦

1. 概要

4都道府県警察より、事故原因が「アクセルとブレーキの踏み違い」とされ、死亡者または重傷者が発生した事故の103件の事例を提供していただいた（死亡事故37件、重傷事故66件）。この中には交通事故統計に記録された情報のほか、記録された事故発生状況に関する記述も含まれている。基本的な事故情報のほか、事故状況の概要図、事故発生時の当事者の行動に関する情報を分析対象とした。

2. 結果

2.1 分析対象事例

分析対象となった事例の概要は表15～表18に示す通りである。男性が第1当事者となったものが多く、平均年齢は男女とも70歳以上である。事故類型としては車両単独が多い。発進または等速・加速で直進している場合の事故が多く、事故発生地点の道路形状としては一般交通の場所（路線コードが「一般の交通のように供するその他の道路」に該当する場所、および、高速道路、国道、都道府県道等に付属して設けられているサービスエリア、パーキングエリア等）が多い。

表15 第1当事者の性別・年齢

	人数	年齢・平均	年齢・標準偏差
男性	66	74.35	11.96
女性	37	70.35	12.09

表16 第1当事者性別の事故類型

事故類型		男性	女性
人対車両	対面通行中	1	0
	背面通行中	1	0
	横断歩道	1	1
	その他	3	4
車両相互	正面衝突	0	1
	追突・進行中	0	1

	追突その他	2	1
	出会い頭	3	1
	右折時—その他	0	1
	その他	0	1
車両単独	電柱	6	0
	標識	1	0
	分離帯・安全島	1	0
	防護柵等	6	4
	家屋・塀	16	7
	工作物その他	6	6
	駐車車両—運転者不在	4	0
	路外転落	6	4
	路外逸脱その他	2	1
	その他	7	4

表 17 第 1 当事者性別の行動類型

行動類型	男性	女性
発進	13	10
直進・加速	16	11
直進・等速	14	7
直進・減速	3	1
左折	5	1
左折・専用線利用	2	0
右折その他	3	3
転回	1	1
後退	8	2
横断	1	0
その他	0	1

表 18 第 1 当事者性別の道路形状

道路形状	男性	女性
一般交通	21	11
交差点	7	5
交差点付近	7	5
単路	13	6
単路（その他）	3	1
不明※	15	9
※道路形状が提供データに含まれなかったものは不明としている。		

2.2 事故内容分析

踏み違いを起こした状況や事故内容に基づいて類似した事例をまとめたところ、以下の 13 類型が見いだされた。

- ① 交差点での右左折時
- ② 交差点での直進時
- ③ 駐車のために前進時
- ④ 駐車のために後進時、あるいは駐車状態から後退発進するとき
- ⑤ 駐車状態から前進発進する時
- ⑥ 駐車場内を移動している時
- ⑦ 道路外施設（駐車場など）から車道に出る時
- ⑧ 直線、カーブを進行中
- ⑨ 車道から道路外施設（駐車場など）に出る時
- ⑩ 転回する時
- ⑪ 先行車に続いて停止・減速する時
- ⑫ ギア操作ミスをした時
- ⑬ 降車時に車が動き出し、止めるために乗り込んだ時

以下、各類型について概要を説明する。なお、提供情報に基づいて状況を完全に構成するのは難しいため、踏み間違え運転者のヒューマンファクターに関して推測を行っている。また、ここで行っている類型のいずれに当てはまるか確実でない（複数の類型に当てはまる可能性があるが識別できない）ものもある。よって、各類型の件数が踏み違いの起こりやすさを正確に反映しているとは言えないことに留意されたい。

【類型 1】交差点での右左折時の踏み違い(14 件)

事例 1 : T 字交差点を左折進行するため交差点手前で一時停止しようとしたところ、踏み間違えて前進し、ガードレールに衝突した。

事例 2 : 交差点で右折しようとした際に踏み間違え、右折先の横断歩道を進行中の自転車後部に衝突させた。

交差点で右左折しようとして交差点内に進入する際、減速または停止しようとしてブレーキを踏もうとしたところ踏み間違えて加速する、という事例と、右左折を開始してから進行する先に横断者等を確認、ブレーキを踏もうとしたところ踏み間違えるという事例がみられる(図 15 参照)。前者については、ブレーキに足をかけているつもりが実際にはアクセルに足がかかっていたという状況だった可能性がある。後者については、右左折後の加速に備えてアクセルペダルに足がかかっていたが、横断者や他車両を認めてブレーキに足を戻そうと考えたが、実際には足を戻す前に(アクセルペダルを)踏み込んでしまった、という状況が考えられる。後者については特に横断者や他車両を予想していなかった場合に、足をブレーキペダルに戻す動作が省略される可能性が高くなると思われる。

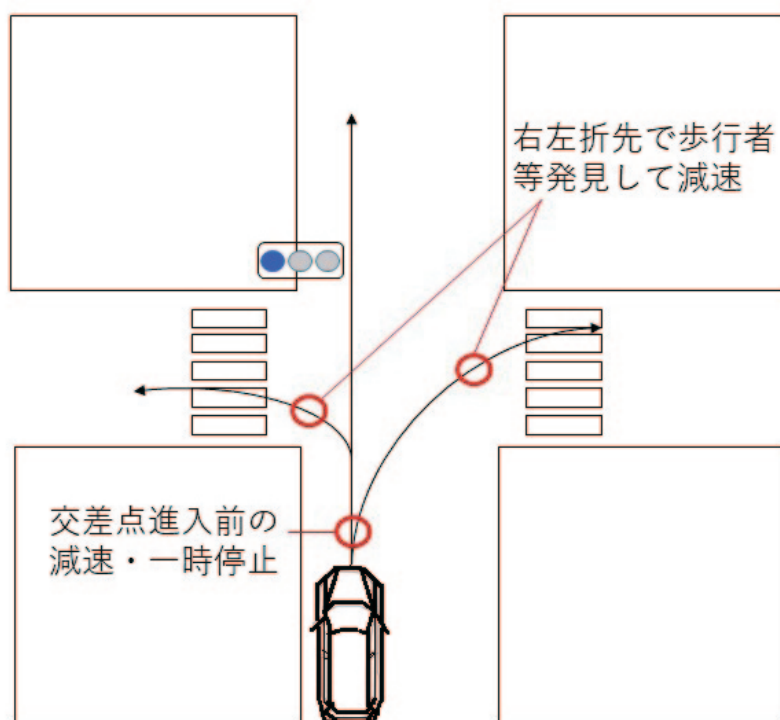


図 15 交差点での踏み違い発生箇所

【類型２】交差点での直進時の踏み違い(4 件)

事例３：交差点を直進しようとして踏み間違え、右方向から進行してきた車両の後部に自転車前部を衝突させた。

事例４：交差点で信号のため停止しようとしたところ踏み間違え、加速させて対向車線側の電柱に衝突させた。

直進の場合にも停止信号のため停止しようとしたり、あるいは安全確認のため減速しようとする場合がある(図 15 参照)。この時に踏み違いが発生する可能性がある。

【類型３】駐車するため前進している際の踏み違い(20 件)

事例５：駐車区画に車を入れようとして前進している際、踏み間違えて前方の店舗に衝突。さらに店内の客に衝突した。

事例６：駐車場の枠に前向きで駐車する際、助手席の同乗者がシートベルトを外したのを注意していたら、踏み間違えて加速し壁に衝突した。

駐車場で、駐車枠に自転車を入れるために前進している中で、車を止めようとしてブレーキを踏むべきところで踏み間違えてアクセルを踏むという事例である。しばしば報道される駐車場で踏み違いによる暴走による施設内への突入はこのパターンと思われる(図 16)。

最終的に踏み間違えるまでにどのような操作をしていたか(例えば駐車枠にアプローチするまでに切り返しや、前進後退操作が何回行われたか等)、また周囲の状況がどのようになっているか(例えば多くの車が駐車場内を移動していた、歩行者がたくさんいた等)については事故事例の情報に含まれないため、踏み間違えの直接的なきっかけが何であったかはほとんどわからない。ただし、上記事例６では、「駐車しようとしていて、助手席に座っていた乗員が車の停止前にシートベルトを外したので注意していたら踏み間違えた」という記述がある。運転以外のことに気をとられることはおそらく踏み違いにつながるリスク要因の一つと考えられる。

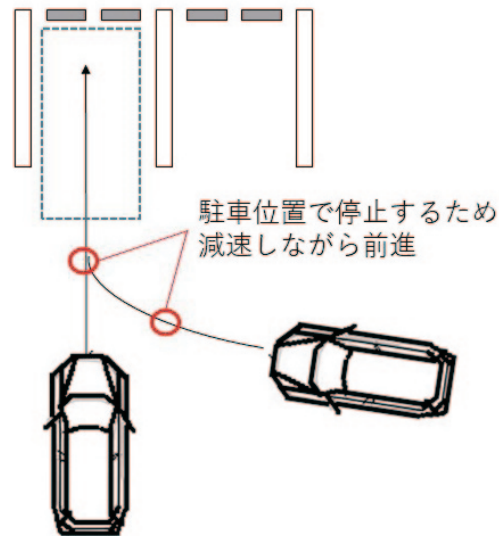


図 16 駐車するために前進する際の踏み違い地点

【類型 4】 駐車するため後退している際、あるいは駐車状態から後退で発進する際の踏み違い(8 件)

事例 7：駐車場で運転席から頭を出して、駐車枠内に向けて後退しようとしたところ踏み間違い、歩行中の歩行者に衝突した。

事例 8：後方確認して後退を始めたが、車輪止めに気をとられて踏み間違い、駐車車両に衝突した。

後退時は、後方に頭を向けて見ながら運転したり、ミラーを見たりしながら運転することになる。特に後方を直接見る場合には頭や体の向きが変わり、足の位置の知覚や運動にも影響が生じると考えられる (Schmidt, 1989)。運転者も当然注意しながら運転することになるが、事例 8にあるように気をとられるようなものがある場合には、普段とは違う姿勢で行っている足の操作に対して注意が十分に向けられなくなることもありうる。

【類型 5】 駐車している状況から前進発進する際の踏み違い(6 件)

事例 9：発進する時に踏み間違えて、前方の塀に衝突した。

事例 10：発進した際タイヤが右切りになっており予想外に右前方へ進行し、停止しようとしたが踏み間違い、前方の壁面に衝突、続いて複数の歩行者、さらに前方の塀に衝突した。

発進(前進)しようとする最初の段階で踏み間違えるものである。ほとんどの事例では「発進時に踏み間違えて前方にあるものに衝突する」という記述にとどまる。実際には、発進時

にまずブレーキを踏もうとしたところがアクセルペダルを踏んでしまった場合と、事例 10 に見られるようにいったんアクセルを踏んだが、何らかの問題によりブレーキを踏もうとしたところ再度アクセルを踏んでしまって急加速するという場合があると考えられる。本類型の事例ではほかにも事例 10 のように停止するまで複数対象に衝突しているものがあり、運転者にとって発進時の踏み違いは驚きが大きく、その後適切な操作ができない状態に陥ることが推察される。

【類型 6】 駐車場内を移動している際の踏み違い(3 件)

事例 11：駐車場内を走行中、左折のため減速しようとブレーキを踏もうとしたところ踏み間違え、加速させ、駐車場外のがけ下に転落した。

駐車場内を移動する際、さほど速度を出すことはないが、右左折が多く、場合によっては他車が多く存在したり、歩行者が移動している場合もあり、車道上よりステアリング操作を行ったりブレーキを踏む頻度は多いと思われる。アクセルからブレーキへの踏み換え、またはどちらのペダルも踏み込んでいない状態からのブレーキペダルの踏み込みが多いと、踏み違いをする可能性が高くなると考えられる。

【類型 7】 道路外の施設（駐車場など）から車道に出る際の踏み違い(8 件)

事例 11：スーパー駐車場から車道に出ようとした際、踏み間違えて加速し、道路を隔てた前方の電柱に衝突した。

事例 12：駐車場から道路へ後退進入する際に踏み間違え、後方で誘導していた歩行者に衝突、さらに後方の駐車車両に衝突した。

路外施設から車道に出る場合、まずその境界近くまで移動し、減速あるいは一時停止して車道上の接近車両や歩行者、自転車の存在がないことを確認してから車道に出る、という運転内容となる（図 17）。この時、ブレーキではなく誤ってアクセルを踏むと、確認不十分で状況がわからず危険と思われる車道に向かって加速することになる。また、事例 12 のように後退で車道に進入する場合は、状況を確認することに加えて類型 4 と同様の困難さも生じることになり、単純に後退する場合以上に注意を要し、踏み違いする可能性も高くなると予想される。

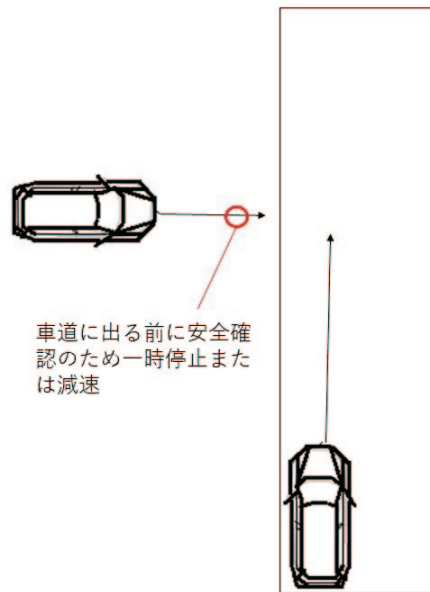


図 17 車道に出る際の踏み違い地点

【類型 8】 直線路、カーブを走行している中での踏み違い(14 件)

事例 13：高速道路のインターチェンジで流出するため左カーブを進行する際に踏み間違え、分離帯に乗り上げたうえ対向車線に進出し対向車と衝突した。

事例 14：考え事をしながら進行し、対向自転車を発見したが危険を感じず進行した。さらにその先で踏み違いし、自転車と衝突した。

事例 15：直線路走行中、左側の歩道縁石に乗り上げ、ブレーキをかけようとした際に踏み違い、左前方の建物に衝突した。

踏み違い事故は駐車場など路外で起こることが多いと考えられており、実際、日本国内の事故統計分析でも発進時や後退時、道路以外の場所で起こりやすいと指摘されているが(交通事故総合分析センター、2014)、それだけではなく通常走行時にも起こっている。運転の流れの中で踏み違いが起こることは先行研究でも指摘されている(Schmidt and Young, 2010)。また、Lococo et al. (2012)は、踏み違いエラーは発進時よりも運転を行っている中で起こるほうが多いことを指摘している。

カーブ走行時の踏み違いの多くは、下り勾配の状況で起こっている。カーブを走行するために減速のためにブレーキを踏もうとし、踏み間違えていることがわかる。また直線路でも踏み違いによる事故が起こっているが、事例 14 のように考え事をしていたり接近してくる他車(減速して対応する必要が生じる相手)を正しく評価できずペダル操作のタイミングが遅れ、慌てて反応して踏み間違えるということも考えられる。さらに、事例 15 のように予想外の出来事が起こった際に慌てて踏み間違えるということもある。

【類型 9】 車道から道路外の施設（駐車場など）に出る際の踏み違い(7 件)

事例 16：右折して車道から駐車場へ進行しようとした際踏み間違えて、民家の壁に衝突した。

事例 17：左折して車道から駐車場へ進行しようとした際踏み間違えて、歩道上の歩行者に衝突し、さらに店舗駐輪場に衝突させた。

類型 7（道路外施設から車道へ）と逆方向の運転となるが、背後にある踏み違いを引き起こす要因はおそらく類似しており、減速して安全確認したうえで車道外に進行する必要がある、そのためブレーキペダルを踏もうとしたときに踏み間違えるものと思われる。また、類型 1 に類似した状況として、減速ないし一時停止は成功し安全確認も行ったうえでアクセルペダルを踏んで発進しようとしたところ、突然歩行者等が現れ、急に再度ブレーキを踏まなければならなくなったという状況もありうるが、これも踏み違いを起こしやすい状況として考えられる（ただし本研究で検討した事件事例の中ではこの点が記載されているものはない）。

【類型 10】 転回時の踏み違い(4 件)

事例 18：いつも転回のために使っている単路上のある地点で転回した後、曲がりすぎたので減速しようとした時に踏み間違え、法面に衝突した。

事例 19：道の駅駐車場で転回する際、踏み間違えて加速させ、場外に転落した。

転回時は進路が大きく変わり、また転回という操作は頻繁に行うものでもないと思われるので、ステアリング操作に意識が向かいやすいと思われる。ペダル操作も一定のままで転回できればよいが、事例 18 にあるように曲がりすぎた（あるいは曲がることができなかった）場合には、転回中にブレーキ操作を行って減速したり、車を止める必要が出てくる。このような場合には踏み間違えてアクセルペダルを踏んでしまう可能性がある。

【類型 11】 先行車に続いて停止・減速中の踏み違い(4 件)

事例 20：走行中に停止しようとして踏み間違え、停止した先行車に追突、さらに玉突き衝突させた。

先行車の減速に対応してブレーキを踏もうとしてアクセルを踏んでしまう。アクセルを踏んでいる状態からすぐにブレーキに踏みかえると言うより、アクセルもブレーキも踏んでいない状態からさらに減速するためブレーキを踏もうとする場合に起こるのではないか

と思われる。

【類型 12】ギア操作ミスに伴う踏み違い(2 件)

事例 21：立体駐車場で 2 階に上がろうと加速し、その後減速しようとした際に壁に衝突した。その後焦ったままギアをバックに入れ、誤って急加速し、後方の車等に衝突した。

【類型 13】降車時に車が動き出し、止めるために乗り込んだ際の踏み違い(3 件)

事例 22：駐車場内でもめた相手方に注意しようと降車した際、ギアを R に入れたことから車が後退し出した。慌てて乗り込んで止めようとしたところ踏み違い、車を暴走させて駐車場内にいた他者を負傷させた。

類型 12 と類型 13 はいずれも慌てた時に踏み違いを起こしている。慌てている時には足がどのペダルにかかっているかが不明確で、また確かめることもなくすぐに「踏み込む」という動作をしてしまうのかもしれない。一種のアクションスリップと言えるだろう。Lococo et al. (2012)は、いくつかの先行研究で驚きを伴う出来事があると反応はより早くなるが正確さにかげ、またより強い動作に繋がることが報告されている。

以上の他、6 件の事例については状況が不明確であり、分類から除外した。

3. まとめ

あらゆるブレーキ操作時点で踏み違いが起こる可能性がある 前節で上げた類型を見ると、ブレーキ操作が必要なあらゆる時点で踏み違いが起こっていることがわかる。よって、ブレーキを踏むという操作を行う場合には、確実に足がブレーキペダルにかかっているかが確認されなければならない。通常、ペダル操作は目視されることなく自己受容感覚と運動的感覚で行われている(Brackett et al., 1989)。また Schmidt (1989)は運転者がどのペダルを踏んでいるかについて判断することが難しい背景に遠心性コピー(efference copy)と呼ばれる運動の知覚に関連する神経学的メカニズムが作用することを指摘している。ペダル装置の改良によりどのペダルを自分が踏んでいるかを知覚しやすくすること、また、運転者は減速操作が必要な状況が近づいた時（例えば右左折しようとしている交差点に接近する等）に、自分が今どのペダルを踏んでいるのか意識的に確認することが必要と思われる。

注意の問題 何かに気を取られる、考え事をする、慌てるといった要因がある場合に踏み違いが起こっている。多くの事件事例では踏み間違える直前の運転者の心理的要因について記録されていないため検討困難ではあるが、踏み間違え直前に何かに注意を向けていたり、予期せず起こったことに対して注意が取られていた可能性が考えられる。足での操作は通常でも意識的には行われたいと思われるが、外界に注意が向けられることでさらに足の

位置や感覚に対する意識が削がれることがありうる (Lococo et al, 2012)。また、高齢運転者では認知機能の低下とペダル操作エラーに関係があることが指摘されている (Freund et al., 2008)。混雑した状況や危険な他者が出現するなど、運転に関連して多くの注意が必要になる場合や、予期しない状況で慌ててしまう場合など、特に高齢者では踏み違いを起こしやすくすると考えられる。特に「慌て」はエラーを起こす可能性を高めるだけでなく、踏み違いしてしまった後のパニックにも繋がる重大な危険である。高齢者の場合、「慌てないですむ」ことを主眼においた余裕のある運転スタイル、意外なこと（例えば何かに接触する等）が起こった場合、その直後に運転に介入するような支援も、「慌てて踏み間違えてさらなる事故を起こす」ことを防ぐ上で考慮する必要があるように思われる。

参考文献

- Brackett, R. Q., Pezoldt, V. J., Sherrod, M. G., & Roush, L. K. (1989). *Human Factors Analysis of Automotive Foot Pedals (Report No. DOT HS 807 512)*. Washington, DC. : National Highway Traffic Safety Administration.
- Freund, B., Colgrove, L. A., Petrakos, D., & McLeod, R. (2008). In my car the brake is on the right: pedal errors among older drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 40(1), 403-409.
- (公財)交通事故総合分析センター. (2014). 運転操作の誤りを防ぐー若者、高齢者に多い操作不適事故ー. *イタルダインプォメーション*, 107.
- Lococo, K. H., Staplin, L., Martell, C. A., & Sifrit, K. J. (2012). *Pedal Application Errors (Report No. DOT HS 811 597)*. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Schmidt, R. A. (1989). Unintended Acceleration: A Review of Human Factors Contributions. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 31(3), 345-364
- Schmidt, R. A., & Young, D. E. (2010). Cars Gone Wild: The Major Contributor to Unintended Acceleration in Automobiles is Pedal Error. *Frontiers in Psychology*, 1(November), 1-4.

第5章 手と足の効果器の違いが運動抑制に与える影響

立命館大学文学部

土田 宣昭

立命館大学文学部

河上 実樹

1. はじめに

本報告の目的は、手や足といった効果器によって、運動抑制の効率が異なるのか、そこには加齢変化が存在するのかどうかを検討することにある。日常生活の中で行われる様々な機器類の操作は、手を使ったものとは限らない。典型的なものが自動車の運転であろう。ハンドルは手で操作されるが、アクセルやブレーキは足で操作する。自動車の運転場面では、手という効果器と足という効果器を用いて、操作していることになる。

近年、アクセルとブレーキの踏み違い事故など、足での操作の失敗が重大事故を引き起こす問題が増加傾向にある。篠原・呉・木村・白石・田久保(2011)によると、ペダルの踏み違い事故の問題とは、「意図しない加速(unintended acceleration; UA)」と呼ばれている。Pollard and Sussman (1989) では、UA を伴う事故(Sudden Acceleration Incidents; SAI) は「意図せず予期もしていない時の強い力での加速で、静止状態または非常に低速の初期速度から急に加速するものであって、ブレーキ効力の喪失を伴っているもの」と定義されている。さらに、高齢者の場合は、このペダルの踏み違いが重篤な事故につながりやすいという特徴がある。死に至る率が高い事故として、重篤な問題を引き起こしやすい。

この問題の興味深い点は、ペダル踏み違い事故の年代別の発生率である。認知機能の低下が想定される高齢者(70 歳以上)で、事故の発生率が高いことは予想されることであるが、若年者でも高い発生率を示している(堀川、2012)。要するに、踏み違いそのものは、高齢者特有の事故とはいえ、運転に慣れていない若年者でも高い発生率で起こるのである。

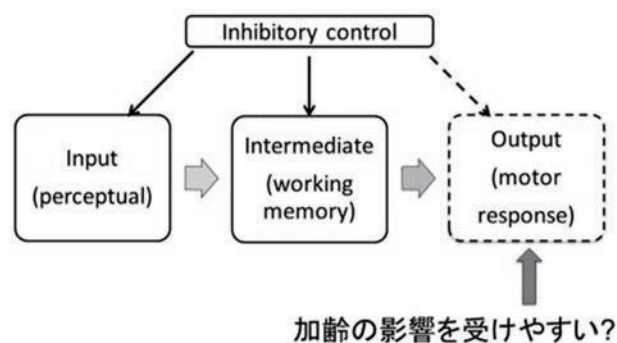


図 18 運動抑制の位置づけ

高齢者と若年者での、ペダル踏み違いの相違点を検討するには、人間の心理プロセスとその加齢効果を考える必要がある。一般的に、人間の心理プロセスは3つの段階に分けられる。それは、情報の入力→判断→反応の3段階であり、そのいずれにも抑制の問題が関わっていることが推察できる(Friedman & Miyake, 2004) (図 18 参照)。例えば、知覚(Input)の段階では、意図や目的に合わない刺激へ注意が向いてしまうことを抑えるような抑制機能が想定できよう。判断(Intermediate)の段階では、不要なことを考えないようにするという作業記憶の問題、また不要な表象が記憶容量に入り込まないようにするという作業記憶の問題などが想定できる。そして、反応(Output)の段階においても、抑制の問題が想定できる。

近年の研究から、特に反応抑制の側面が加齢の影響を強く受けるのではないかとする研究結果がみられるようになった。例えば、Kawai, Kubo-kawai, Kubo, Terazawa, and Masataka(2012)は、Flanker effect(interference suppression)とSimon effect(response suppression)を比較して、反応の抑制が強く関連するSimon effectで加齢の影響が強く現れることを明らかにした。また、Kubo-kawai, Kubo and Kawai, (2010)は、Standard Simon taskとGo/no-go Simon taskを比較して、同じSimon taskであるにも関わらず、高齢者では反応抑制の頻度が結果に大きく影響することを明らかにしている。

ペダルの踏み違いは、複数の段階での「誤り」が想定される。例えば、第2段階目の「判断」ミスである。判断ミスは、免許取り立ての(操作に慣れていない)若年群や認知機能の低下が想定される高齢者群で高い発生率となることが予想される。しかし、若年群と高齢者群での大きな違い、とりわけ、重大事故につながるかどうかは、その後の第3段階である「反応」の段階に原因があるのではないだろうか。あるとするならば、足という効果器を用いた反応(特に誤反応)の特徴、加齢変化を検討する必要がある。

このように、足を効果器とした反応の特徴を明らかにする必要があるにも関わらず、心理学の実験では、効果器として手が主流であり、パソコンのキーボードを反応キーとして用いることが多い。この理由の一つには、手が人間にとって最も巧緻性に優れた効果器であることが挙げられよう。さらにもう一つの理由は、パソコンを用いた心理学実験の普及が背景にあるものと思われる。近年では実験用のソフトが開発され、様々な実験がキーボードを介して比較的簡単に実施できるようになった。

手と足の効果器の違いを分析した研究は多くはない。例えば、Nicoletti and Umiltà(1985)では、手と足を用いて、刺激-反応適合性課題を実施している。足で操作した場合、手の操作と比較すると全体的に反応時間が長くなることを明らかにしたが、誤反応率の違いについては分析されていない。Sparto, Fuhrman, Redfern, Jennings, Perera, Nebes, and Furman (2013)は、足のペダル操作を用いて、高齢者の抑制機能の問題を検討している。その結果、足の操作においても、高齢者の抑制機能の低下を確認している。また、Tabu, Mima, Aso, Takahashi, and Fukuyama(2012)は、手と足を用いた反応抑制課題時の脳活動を分析している。実験の結果、効果器の違いはあれ、活性化される部位に関しては、共通性が高いことを示している。

このように、足を効果器として用いた研究も少ないながら存在するが、同じ実験課題を用いて、手の操作と足の操作間の運動抑制の違いをみた加齢研究は、筆者らの知る限り存在しない。そこで、本報告では、反応の効果器の違いが、運動抑制に影響する可能性があるのか、あるとするならば加齢変化がみられるのかどうかを検討した。なお、本報告は土田 (2016) の内容を加筆修正したものである。

2. 方法

2.1 対象

26 名の若年成人(男性 10 名、女性 16 名、Mean age: 20.8years, range: 18-25)と 39 名高齢者(男性 31 名、女性 8 名、Mean age: 71.9years, range: 66-83)。全員、慢性的な疾患を除き、健康な状態であった。高齢者はいずれも地域で自立して生活しており、MMSE の得点は平均 28.1 点(SD=1.39)で、全員 24 点以上であった。実験協力者には実験の前にインフォームドコンセントを実施した。

2.2 装置と手続き

刺激の提示位置に合わせて、左右 2 箇所ある反応ボタンを押し分ける場所弁別課題を個別で行った。本研究で用いる場所弁別課題は、stimulus-response compatibility 課題(SRC task: Fitts & Seeger, 1953 ; Hommel & Prinz, 1997)とも呼ばれている。この SRC 課題は、別名 directional Stroop task とも呼ばれている(Diamond, 2002)ように、反応の抑制機能をみる課題としても検討されてきた(Christ, White, Mandernach, & Keys, 2001)。

装置は反応ボタン、ディスプレイとパソコンから形成されている。反応ボタンは城南電器製丸形スイッチを用意した。このスイッチは福祉機器として開発されたものであり、手や足のいずれでも操作できるように設定されたものである(動作圧:先端 250 g、中央 750g)。刺激の提示は液晶ディスプレイ(I-O DATA 社製、19 型 LCD-AD195GB)を用い、実験の制御は全てパソコン(TOSHIBA 社製、dynabook SatteliteliteA50S 型)で行った。音刺激の提示はディスプレイの左右の loudspeaker から提示した。

はじめに注視点が視野の中心に提示され、その後注視点の左右(注視点から視角として 10.7 度の位置)に赤色の丸(直径 4.5cm)がランダムに提示された。注視点と被験者の間の距離は、約 50cm であった。刺激の左右への出現率は、それぞれ 50%とした。被験者は刺激が提示されたら、なるべく早く、正確に刺激が提示された側とは反対側の反応ボタンを押す(あるいは踏む)ように指示された。実験中は、左右の手(足)をそれぞれの反応ボタンの上に軽く置くように指示した。刺激に対して反応ボタンが押され、1 試行が終了したら、特定の間隔を置いて、次の試行が開始された。前反応から次の刺激の提示間隔時間(response stimulus interval: RSI)は、500ms、1500ms、2500ms の 3 種類がランダムに使用された。練習試行 8 試行後、本実験を行った。実験は 1 ブロック 16 試行で、2 ブロック連続して行った。ブロック間では約 5 秒間隔をあけた。

また、全ての試行を通して、約半数の試行に視覚刺激と同時に、刺激の提示位置とは無関連な音刺激を提示した。音刺激はFischer, Plessow, and Kiesel (2010)を参考にして、スピーカーから 50 cm の位置で約 70dB となるように 700Hz の tone を 150ms 提示した。音刺激は 1 ブロック 16 試行中、7 回、8 回、9 回のいずれかの回数で出現するように設定した。

上記の実験手続きを、効果器を変えて 2 回実施した。なお、効果器の実施順序については、カウンターバランスした。

2.3 データ分析

実験参加者毎に誤反応数と反応時間を測定した。誤反応数は、誤反応率として算出した。また、反応時間は各被験者の条件毎に、正反応の反応時間の中央値を算出した。ただし、100ms 以下の尚早反応と 2000ms 以上の遅延反応は除外した。誤反応率と反応時間は、条件ごとに年齢要因(若年成人、高齢者)、効果器の違い(手、足)、音刺激の有無(on、off)の 3 要因混合計画(mixed analysis of variance)を用いて分析した。統計検定においては、5%の危険率を有意水準とした。効果の判定には、 η_p^2 を用いた。

3. 結果

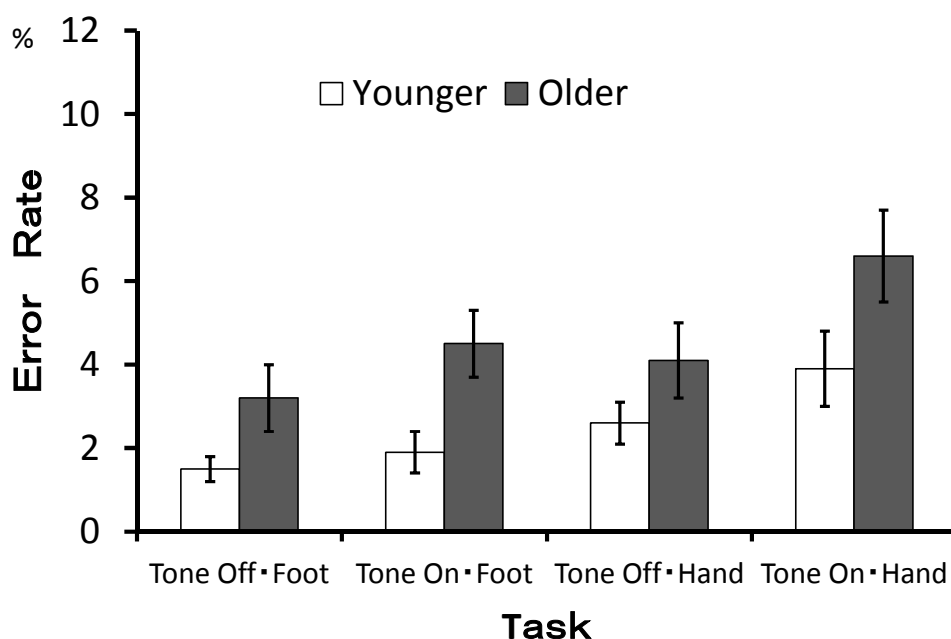


図 19 条件別の誤反応率（誤差線は標準誤差）

誤反応率の分析結果を図 19 に示した。高齢者では条件により、Mean 3.2% (SD=4.9) から

Mean 6.6%(SD=6.7)まで変動した。若年成人はMean 1.5%(SD=2.1)からMean 3.9%(SD=5.4)まで変動した。統計検定の結果、年齢の主効果 ($F(1, 63)=6.43, p=.0137, \eta^2=.0926$), 効果器の主効果 ($F(1, 63)=6.56, p=.0128, \eta^2=.0944$), 音刺激の主効果 ($F(1, 63)=8.00, p=.0063, \eta^2=.1126$)が有意であった。年齢と効果器間の交互作用 ($F(1, 63)=0.00, p=.998, \eta^2=.000$), 年齢と音刺激間の交互作用 ($F(1, 63)=1.096, p=.2992, \eta^2=.0171$), 効果器と音刺激間の交互作用 ($F(1, 63)=0.9498, p=.2992, \eta^2=.0171$)は有意ではなく、年齢、効果器、音刺激の3要因間の二次の交互作用も有意ではなかった ($F(1, 63)=0.0217, p=.8835, \eta^2=.0003$)。Cohen(1988), Richardson(2011)の効果量の基準に基づいて、誤反応率に影響する要因の大きさを解釈すると、統計上有意差のみられた年齢、効果器、音刺激の主効果の影響はいずれも中程度であった。

表 19 条件別の反応時間と標準偏差

		Younger		Older	
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Foot	Tone off	400	37	528	101
	Tone on	377	36	512	81
Hand	Tone off	305	25	475	135
	Tone on	290	30	453	143

条件別の平均反応時間は表 19 に示した。高齢者では、条件により、Mean 453ms (SD=143)からMean 528ms(SD=100)まで変動した。若年成人では、条件によりMean 290ms (SD=30)からMean 400ms(SD=37)まで変動した。統計検定の結果、年齢の主効果 ($F(1, 63)=52.30, p=.0000, \eta^2=.4536$), 効果器の主効果 ($F(1, 63)=46.37, p=.0000, \eta^2=.4240$), 音刺激の主効果 ($F(1, 63)=39.53, p=.0000, \eta^2=.3855$)が有意であった。年齢と効果器間の交互作用 ($F(1, 63)=2.69, p=.1060, \eta^2=.0409$), 年齢と音刺激間の交互作用 ($F(1, 63)=0.0010, p=.9746, \eta^2=.0000$), 効果器と音刺激間の交互作用 ($F(1, 63)=0.083, p=.7739, \eta^2=.0013$)は有意ではなく、年齢、効果器、音刺激の3要因間の二次の交互作用も有意ではなかった ($F(1, 63)=1.18, p=.2823, \eta^2=.0183$)。Cohen(1988), Richardson(2011)の効果量の基準に基づいて、反応時間に影響する要因の大きさを解釈すると、統計上有意差のみられた年齢、効果器、音刺激の主効果の影響はいずれも大きかったといえる。

4 考察

高齢者でみられるアクセルとブレーキの踏み違い事故と単純な場所弁別課題であったに

も関わらず、高齢者と若年成人において、誤反応率に有意な差が確認された。左右の手(足)を使い、連続的にスイッチを押す課題において、高齢者は、若年成人と比較して、反応すべきでない側のスイッチに対して、反応してしまうエラーが多かった。

効果器の違いによる影響は、若年成人と高齢者で同じ傾向がみられた。若年成人、高齢者ともに、足による操作で誤反応率が低下した。巧緻性という面では、手の操作が優れているに関わらず、単純な場所弁別課題においては、足による操作の方が誤反応率は少なく、その傾向に加齢効果はみられなかったといえる。

また、音刺激の効果も、若年成人と高齢者で同じ傾向がみられた。若年成人、高齢者ともに、音が提示されたときに誤反応率が高く、その傾向に加齢効果はみられなかったといえる。

それでは、なぜ効果器や音刺激の効果がみられたのであろうか。Luria(1961)は、一度運動を開始すると、神経興奮が拡大(diffuse nervous excitation)することにより、運動を抑制することが困難になることを示した。今回の実験では、次々に、左右に提示される刺激に合わせて、左右のスイッチを押さなければならない。いうなれば、今回の課題は go/go task といえる。このような実験課題では、go/no-go task 以上に神経興奮が拡大しやすいことがまず予想される。

さらに、手を使い、スイッチを ON せねばならない条件では、その神経システムの興奮を助長した可能性が高い。Penfield and Jasper(1954)による感覚運動野の脳地図では、手が関連する領域は足の領域に比べ格段に広い。当然、手を使った条件ではこの領域全体を使って、運動をコントロールせねばならず、運動性神経興奮は、足の場合と比較して増大したものと思われる。

また、刺激が提示されたらボタンを押すというような単純な反応課題では、視覚聴覚と同時に音刺激を提示すると、反応を促進されることが分かっている(Miller & Ulrich, 1999; Kiesel & Miller, 2007; Ficher et al., 2010)。視覚刺激と同時に音刺激を提示することで、同時に複数の感覚を刺激することから神経興奮を高めたことが推察される。

しかし、同様の実験条件を実施した Tsuchida, Morikawa, Yoshida and Okawa(2013)の実験結果では、若年成人に関しては、音刺激の影響は統計上有意ではなかった。今回の結果は、その結果と矛盾するものとなった。違いを引き起こす要因としては、反応形態の違いがあるものと思われるが、今後の検討課題として残った。

さらに、若年成人と高齢者間で、効果器の影響に違いはみられなかった(年齢と効果器間に交互作用はみられなかった)。この要因の一つは、Tabu et al. (2012)の研究で明らかにしたように、反応を抑制するときには、どの効果器を使用しようとも、前頭前野の活動領域に差がみられなかったことに起因すると思われる。効果器の違いはあれ、運動を抑える中枢側のメカニズムとしては、共通するものが多かったようだ。ただし、前頭前野の機能の低下が顕著になる高齢者において、手を用いても、足を用いても、いずれにしろ誤反応率が上昇したものと推察された。

5 今後の課題

今回の実験結果から、足という効果器を使った場合でも、運動抑制に年齢差が顕著にみられることが確認された。その意味では、前述しの関連が推察されるものとなった。

それでは、なぜ高齢者で事故が重篤化するのであろうか。高齢者の運転特性を実験的に検討した森田・関根・岡田・益子・大野(2005)の研究によると、ペダルの操作において(事故発生時ではないが)、高齢者群は若年者群と比較して、踏み量(ペダル操作時の踏み込み量)の大きいことが示されている。この結果から、高齢者群では、ペダルの踏み違い後、さらにペダルを「強く踏み込む」可能性が推察される。誤ったペダルを踏んでしまい、意図しない操作が展開し始めたとき(運動性の神経興奮が高まったとき)、その行為を抑制すること(アクセルの踏み込みを抑えること)が高齢者で困難になっているように思われる。高齢者の事故の特徴を考える場合、判断後の、反応段階での特性をさらに多角的に分析する必要があるだろう。

また、情動が抑制機能を低下させるといわれている。例えば、Verbruggen and De Houwer (2007)は、stop-signal 課題の遂行時に、情動刺激(特定の情動を喚起させる写真)を先行して提示することで、誤反応率が上昇することを示している。同様の実験を実施した Rebetez, Rochat, Billieux, Gay, and Van der Linden (2014)も、抑制機能の低下を確認している。以上のことから、アクセルとブレーキの踏み違い時には、ある種の情動が喚起されることが予想される。足という効果器と、情動要因の交互作用についても今後検討していく必要性があろう。

引用文献

- Christ, S. E., White, D. A., Mandernach, T., & Keys, B. A. (2001). Inhibitory control across the life span, *Developmental Neuropsychology*, 20, 653-669.
- Cohen, J. (1988). Quantitative Methods in Psychology. *Nature*, 141, 613-613.
- Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: cognitive functions, anatomy, biochemistry, In D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.) *Principles of frontal lobe function*. New York: Oxford Univer. Press. Pp.466-503.
- Fischer, R., Plessow, F., & Kiesel, A. (2009). Auditory warning signals affect mechanisms of response selection. *Experimental Psychology*, 57, 89-97.
- Fitts, P. M. & Seeger, C. M. 1953 S-R compatibility: spatial characteristics of stimulus and response codes. *Journal of Experimental Psychology*, 46, 199-210.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 101-135.
- Hommel, B. & Prinz, W. (1997). (Eds.) *Theoretical issues in stimulus-response*

- compatibility*. Amsterdam: North-Holland
- 堀川悦夫 (2012). ドライブレコーダーを用いた健常及び認知機能低下高齢者の日常的運転行動の測定と分析 平成 24 年度タカタ財団助成研究論文.
- Kawai, N., Kubo-Kawai, N., Kubo, K., Terazawa, T., & Masataka, N. (2012). Distinct aging effects for two types of inhibition in older adults: a near-infrared spectroscopy study on the Simon task and the flanker task. *Neuroreport*, 23, 819-824.
- Kubo-Kawai, N., & Kawai, N. (2010). Elimination of the enhanced Simon effect for older adults in a three-choice situation: ageing and the Simon effect in a go/no-go Simon task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63, 452-64.
- Kiesel, A., & Miller, J. (2007). Impact of contingency manipulations on accessory stimulus effects. *Perception & Psychophysics*, 69, 1117-1125.
- Luria, A. R. (1961). *The role of speech in the regulation of normal and abnormal behavior*. New York: Pergamon Press.
- Miller, J. O., Franz, V., & Ulrich, R. (1999). Effects of auditory stimulus intensity on response force in simple, go/no-go, and choice RT tasks, *Perception & Psychophysics*, 61, 107-119.
- 森田和元・関根道昭・岡田竹雄・益子仁一 (2005). 高齢運転者の認知・操作特性に関する実験的検討 交通安全環境研究所研究発表会講演概要, 93-98.
- Nicoletti, R., & Umiltà, C. (1985). Responding with hand and foot: the right/left prevalence in spatial compatibility is still present. *Perception & Psychophysics*, 38, 211-216.
- Penfield, W. & Jasper, H. (1954). *Epilepsy and the functional anatomy of the human brain*. Boston: Little Brown and Company
- Pollard, J. & Sussman, E.D. (1989). An examination of sudden acceleration. NHTSA, DOT-HS-807-367
- Rebetez, M. M. L., Rochat, L., Billieux, J., Gay, P., & Van der Linden, M. (2014). Do emotional stimuli interfere with two distinct components of inhibition? *Cognition & Emotion*, 29, 559-567.
- Richardson, J. T. E. (2011). Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. *Educational Research Review*, 6, 135-147.
- 篠原一光・呉景龍・木村貴彦・白石修士・田久保宣晃 (2011). アクセルとブレーキの踏み違いエラーの原因分析と心理学的・工学的対策の提案 国際交通安全学会 平成 22 年度 研究調査報告書.
- Sparto, P. J., Fuhrman, S. I., Redfern, M. S., Jennings, J. R., Perera, S., Nebes, R. D., & Furman, J. M. (2013). Postural adjustment errors reveal deficits in

- inhibition during lateral step initiation in older adults. *Journal of Neurophysiology*, 109, 415-28.
- Tabu, H., Mima, T., Aso, T., Takahashi, R., & Fukuyama, H. (2012). Common inhibitory prefrontal activation during inhibition of hand and foot responses. *NeuroImage*, 59, 3373-3378.
- Tsuchida, N., Morikawa, S., Yoshida, H. & Okawa, I. (2013). Motor inhibition in aging: Impacts of response type and auditory stimulus. *Journal of Motor Behavior*, 45, 343-350.
- 土田宣明 (2016). 効果器の違いが運動抑制に与える影響 立命館文学, 646, 69-75.
- Verbruggen, F., & De Houwer, J. (2007). Do emotional stimuli interfere with response inhibition? Evidence from the stop signal paradigm. *Cognition & Emotion*, 21, 391-403.

第6章 抑制課題を用いたアクセル・ブレーキ踏み違いの再現実験

関西大学システム理工学部 荒川 洵

関西大学システム理工学部 渡邊 康教

関西大学システム理工学部 朝尾 隆文

関西大学システム理工学部 小谷 賢太郎

1. 背景と目的

アクセルとブレーキの操作は、自動車運転のもっとも基本的な操作の一つといえるが、ペダルを踏み間違えることで起こる重大事故が毎年 6000 件以上発生している[1]。ペダル踏み違いによって起こった重大事故は、突然暴走し道路外の建物に突っ込む、すぐにアクセルペダルを開放してブレーキを踏み直せばよいはずなのに実際にはこの簡単な操作ができず事故になってしまった、など非常に特徴的であるため、新聞やニュースなどで報道され注目を集めている[2]。具体的な例として、コンビニエンスストアの駐車場から発進しようとした乗用車が突然暴走し、店舗のガラスを破り店内に侵入した事故がある。このとき乗用車は店舗の入口付近に正面から衝突し、運転していた 78 歳の男性は調べに対して「アクセルとブレーキを踏み間違えた」と話している[3]。

このような事案について、1980 年代から原因を探るための研究が行われている。先行研究では、踏み違い事故の要因を調査するために、アメリカノースカロライナ州の事故データを分析し、踏み違いを起こしたことのある車種と踏み違いを起こしたことのない車種のペダル位置を比較し、ペダルの配置と踏み違いは相関がないと結論付けた研究[4]や、高齢運転者の踏み違い事故が問題視されていることに着目して、高齢者と若年者に同じ課題を与え、高齢運転者の認知機能の低下と踏み違いが発生することとの関係性を示唆した研究[5]が行われている。

しかし、アクセルとブレーキの踏み違いの主な原因調査は事故データや事故車からの聞き取りしかされていないというのが現状である。重大な事故を引き起こす事例ではあるが、聞き取りからは「車が急発進した。」などあいまいなものが多く、踏み違いを起こした際の状況が分からず、分析も困難である[2][6]。

そのため、踏み違いを起こした際の具体的な行動特性や認知プロセスが分かっていない。踏み違いを実験室環境下で再現し、その時の人間側の挙動を知ることができれば自動車内部の設計の変更、介入によって踏み違い事故の低減が図れる可能性がある。実際の例を挙げると、人間工学の面からステアリングやペダルの位置を研究し、長時間の運転でも疲れにくい自動車が発売されている[7]。

本課題では踏み違いを起こした際の行動特性や認知プロセスを分析するために、認知心理学の分野で用いられている抑制課題を応用することで擬似的に分析可能な踏み違いが再

現できるのではないかと考え、取り組みを開始した。抑制課題とは、行動を始動したり、停止したりすることが自分の意図通りに行なえる行動調節機能の中の抑制機能を評価する際に用いられている[8]。抑制課題を用いてヒューマンエラーを誘発し、エラーを起こした際の脳活動を評価した研究[9]があり、抑制課題を用いてヒューマンエラーを誘発することは可能であると考えられる。

そこで、実験室環境下で模擬運転時のペダルの踏み違いが発生する状況を人工的に再現し、運転者の下肢動作軌跡と筋活動の特徴を検出することを目的に実験を行った。

2. 踏み違いが生じる実験系の構築

2.1 本実験で用いたペダル課題と踏み違いの再現例

本実験では抑制課題を利用したペダル課題を構築した。抑制課題とは、行動を始動したり、停止したりすることが自分の意図通りに行なえる行動調節機能の中の抑制機能を評価する際に用いられている[8]。抑制課題にはストロープ課題、STOP-SIGNAL 課題、サイモン課題などがある。これらの抑制課題は認知制御システムを調べる研究[12]などに用いられている。特に本実験では STOP-SIGNAL 課題を参考にして、擬似的な踏み違いを再現するペダル課題を作成した。図 20、図 21 にペダル課題の課題内容を示す。ペダル課題は液晶ディスプレイに何も表示されない状態から+の固視点が 100[ms]表示された後、○または□が 1500[ms]表示されるというのを繰り返す。被験者には床に足を付けた状態から○が表示されたらアクセル、□が表示されたらブレーキをできるだけ素早く踏み込んでもらい、シグナルが消えたら足を元の位置に戻すよう指示した。また、○または□が表示された後に音が鳴った場合は刺激と逆のペダルを踏むように指示した。例えば、○が表示された後に音が鳴った場合はブレーキを踏んでもらう。この音の鳴るタイミングを変化させることで「ブレーキを踏もうと思っていたが、アクセルを踏んでしまった」といったような踏み違いを再現しようと考えた。

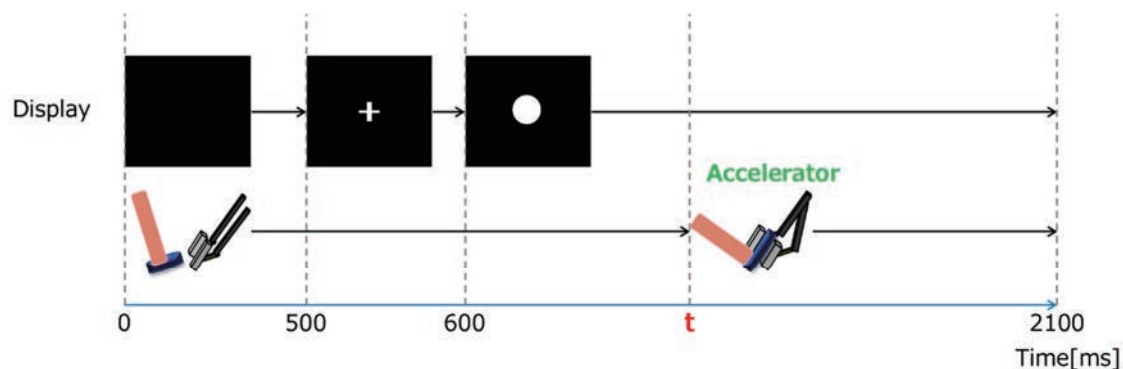


図 20 ペダル課題：音が鳴らない場合

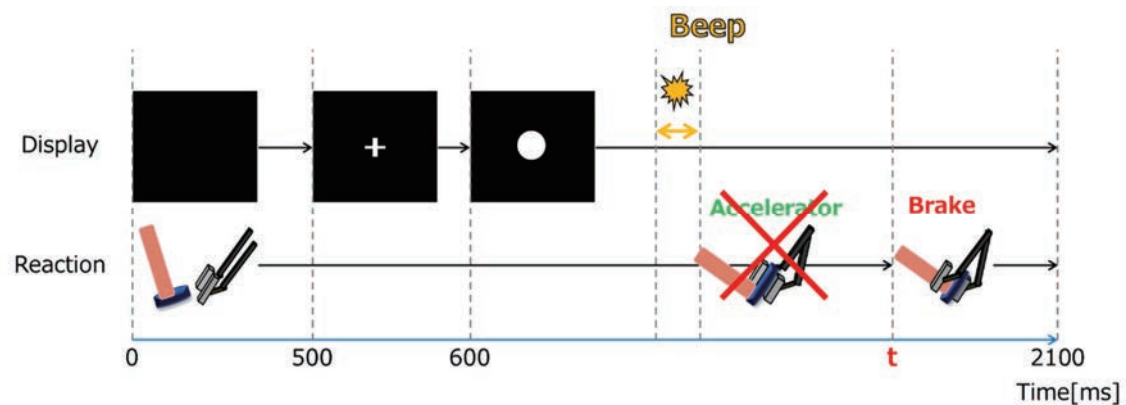


図 21 ペダル課題：音が鳴る場合

2.2 抑制課題を与えた際の思考・行動のプロセス

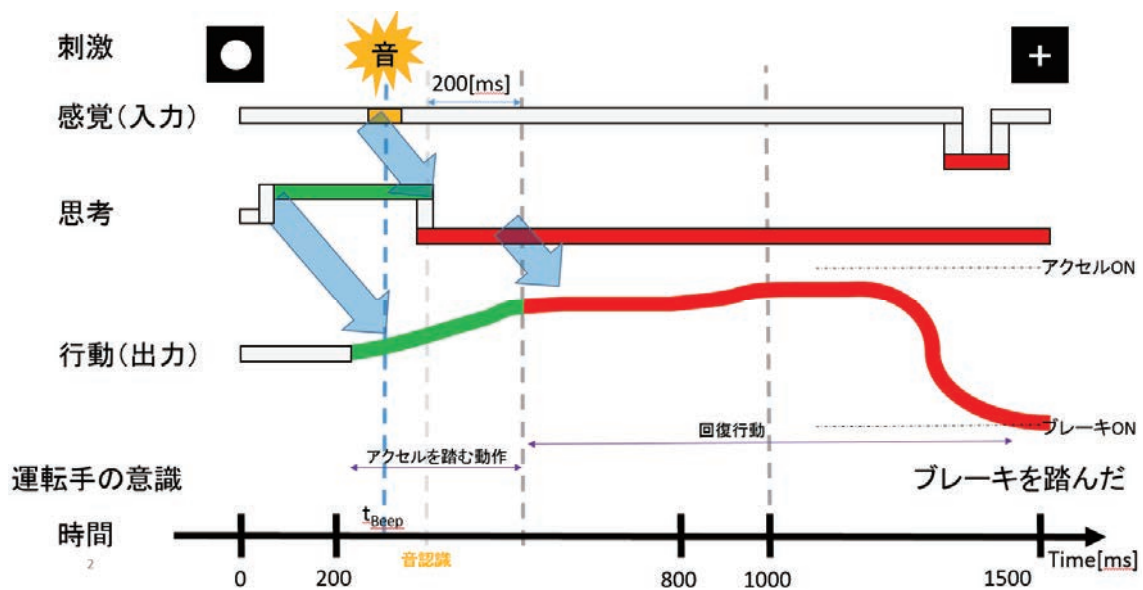
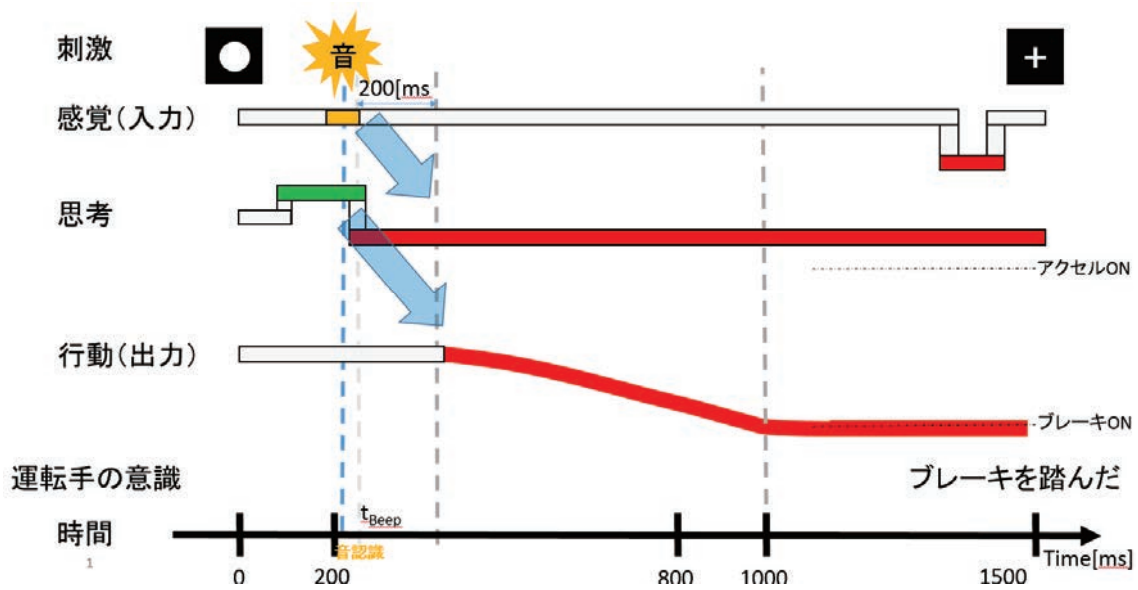
被験者に抑制課題を与えた際、様々な下肢の挙動が考えられる。そのため、抑制課題によって再現される擬似的な踏み違いを起こした際の思考・行動のプロセスや踏み違いを回避した際の思考・行動のプロセスを予測しモデルケースを作成した。図 22～図 25 に作成したモデルケースを示す。

作成したモデルケースでは横軸に時間、縦軸に液晶ディスプレイ上の刺激、被験者の聴覚や触覚による感覚（入力）、脳内の判断にあたる思考、下肢動作である行動（出力）、被験者である運転手の意識を示している。行動（出力）は緑色がアクセルペダルを踏もうとする動作、赤色がブレーキペダルを踏もうとする動作が行われており、点線のまで達するとアクセル ON またはブレーキ ON を示している。

図 22 のモデルケース 1 では、被験者は視覚刺激に反応し、ペダルを踏もうとする動作が開始される前に音を認知し、視覚刺激とは反対のペダルを踏んだ場合を示す。図 23 のモデルケース 2 では、被験者は視覚刺激に反応し、ペダルを踏もうとする動作を開始した後に音を認知し、当初の動作を抑制し反対のペダルを踏んだ場合を示す。モデルケース 1、2 は踏み違いを回避した場合を示している。

図 24 のモデルケース 3 では、被験者は視覚刺激に反応し、ペダルを踏もうとする動作を開始した後に音を認知したが当初の動作の抑制が間に合わず反対のペダルに踏み換えることができなかった場合を示す。図 25 のモデルケース 4 では、被験者は視覚刺激に反応し、ペダルを踏もうとする動作を開始し、視覚刺激に対応するペダルを踏み込んだ後に音を認知したのでとっさに反対のペダルに踏み換えた場合を示す。モデルケース 3、4 は踏み違いを起こした場合を示している。

被験者に我々が作成したペダル課題を与えた場合、これらの挙動が起こるのではないかと予測した。



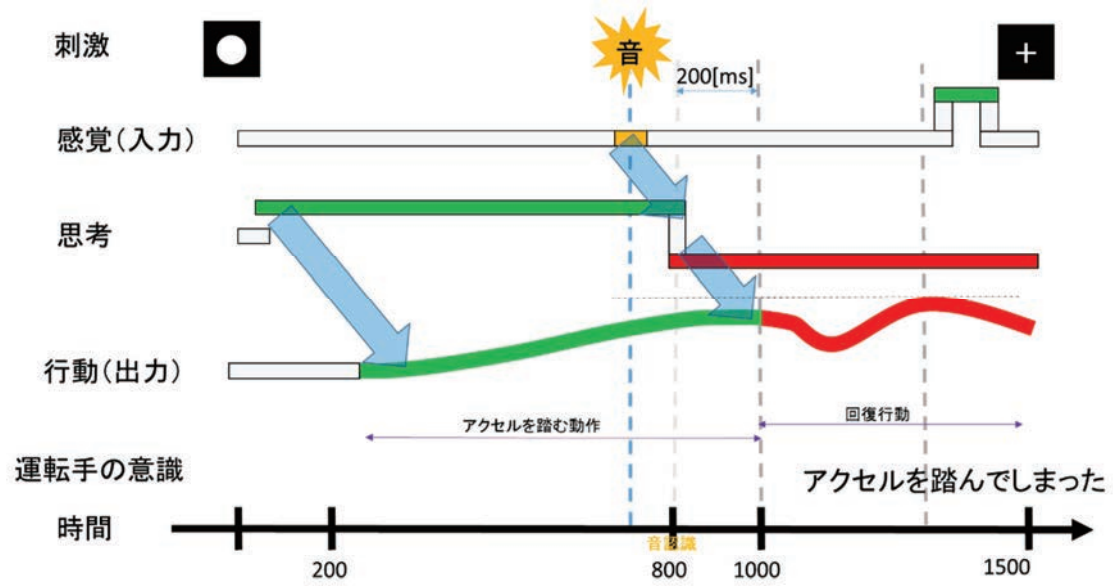


図 24 モデルケース 3

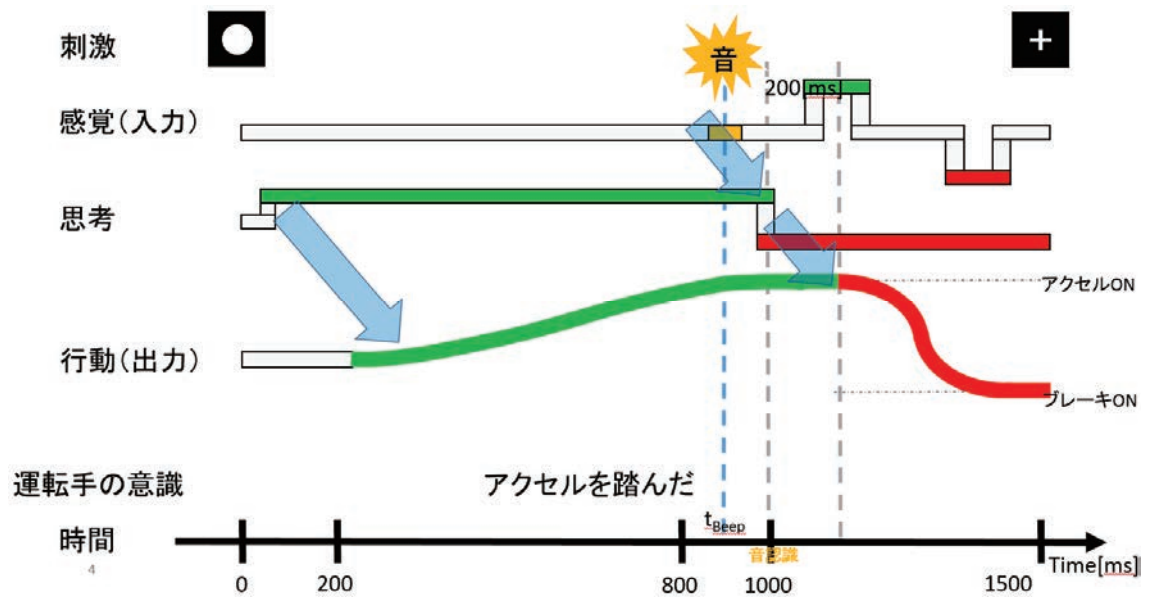


図 25 モデルケース 4

3. 実験方法

3.1 実験装置

図 26 に実験装置の構成を示す。本実験では、被験者に自動車の運転座席を模した椅子に着座してもらい前方の液晶ディスプレイに抑制課題を呈示し、ペダルを操作する様子を筋活動および動画により計測する。筋活動は予備実験より右足の前脛骨筋、腓腹筋、大腿直筋に貼付した電極を介し、サンプリング間隔 100[Hz]で、生体アンプ (BA1104m (EMG)、ニホンサンテック株式会社) を通してデータロガー (GL900、GRAPHTEG 社) に記録され、データロガーから解析 PC に保存した。また、実際に被験者がペダルを操作する様子を撮影するために高速度カメラ (HAS-L1、DITECT 社製と JF17095M、SPACECOM 社製) を使用しフレームレート 100[fps]で撮影した。

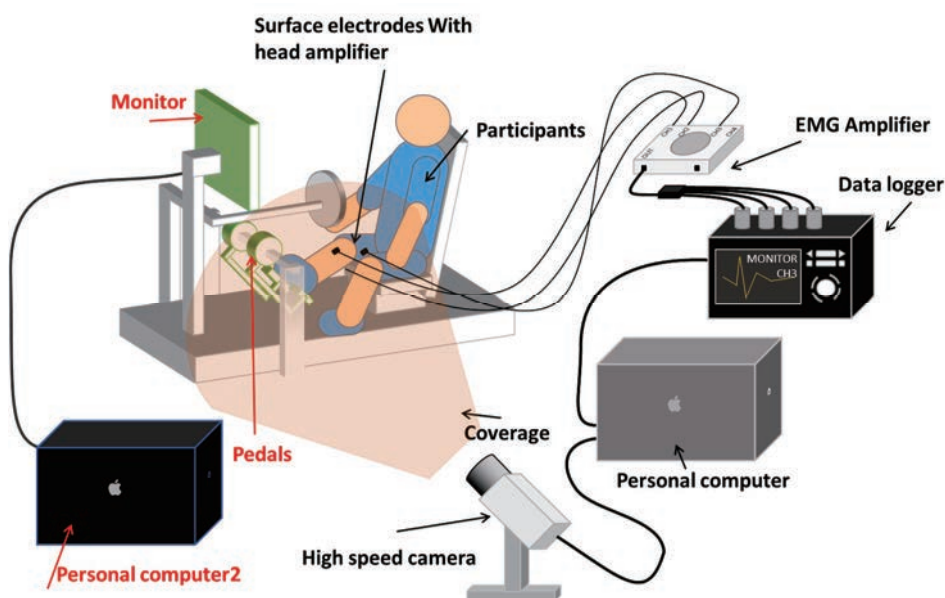


図 26 実験装置の構成

3.2 被験者

被験者は健常な 21 歳～22 歳の男子大学生 6 名とした。

3.3 実験条件

表 20 に実験条件を示す。1 セットあたり 50 試行の課題を 6 セット行った。また、各セットで視覚刺激が呈示されてから聴覚刺激が呈示されるまでの時間を変化させ、聴覚刺激の呈示される確率は各セット 10%とした。

表 20 実験条件

セット	試行数	聴覚刺激	聴覚刺激の確率
1	50	400	10%
2	50	400	10%
3	50	300	10%
4	50	300	10%
5	50	200	10%
6	50	200	10%

3.4 実験手順

実験は以下の(1)～(5)の手順で行った。

(1)被験者に実験全体の説明を行い、実際に自動車を運転するような楽な姿勢で自動車の運転座席を模した椅子に着座してもらった。

(2)被験者にペダル課題に慣れてもらうために1セット練習を行なってもらった。

(3)実験中、頻繁に姿勢を変えることはできるだけ避けてもらい課題に集中するように教示した。

(4)「実験スタート」の合図で1セット目の課題を開始し、6セット目まで同様に計測した。

(5) 各セットが終わるごとに被験者には3分程度の休憩を取ってもらった。

3.5 解析方法

図 27 に解析のフローチャートを示す。抑制課題の呈示中の下肢動作を明らかにするために、すべての被験者の全試行について、聴覚刺激が発生した場合と、そうではない場合に分類した。聴覚刺激が発生した場合の試行は、高速度カメラの映像より下肢の動作軌跡を確認し、先述の4つのモデルケースと聴覚刺激が発生しない場合の5つのパターンに分類した。次に、1回の試行のうち、視覚刺激が提示されている2000[ms]間の筋活動について、0.04[V]以上の値を示す反応継続時間と、そのときの最大筋電位をすべての試行について算出した。そして、実験前に測定したMVC(最大随意筋収縮)を基準とする%MVCを算出し正規化した。

被験者それぞれの反応継続時間の平均値と、%MVCを、モデルケース毎に分類した平均値を算出した。これらのデータを、すべての被験者の同じパターンごとに平均化した。

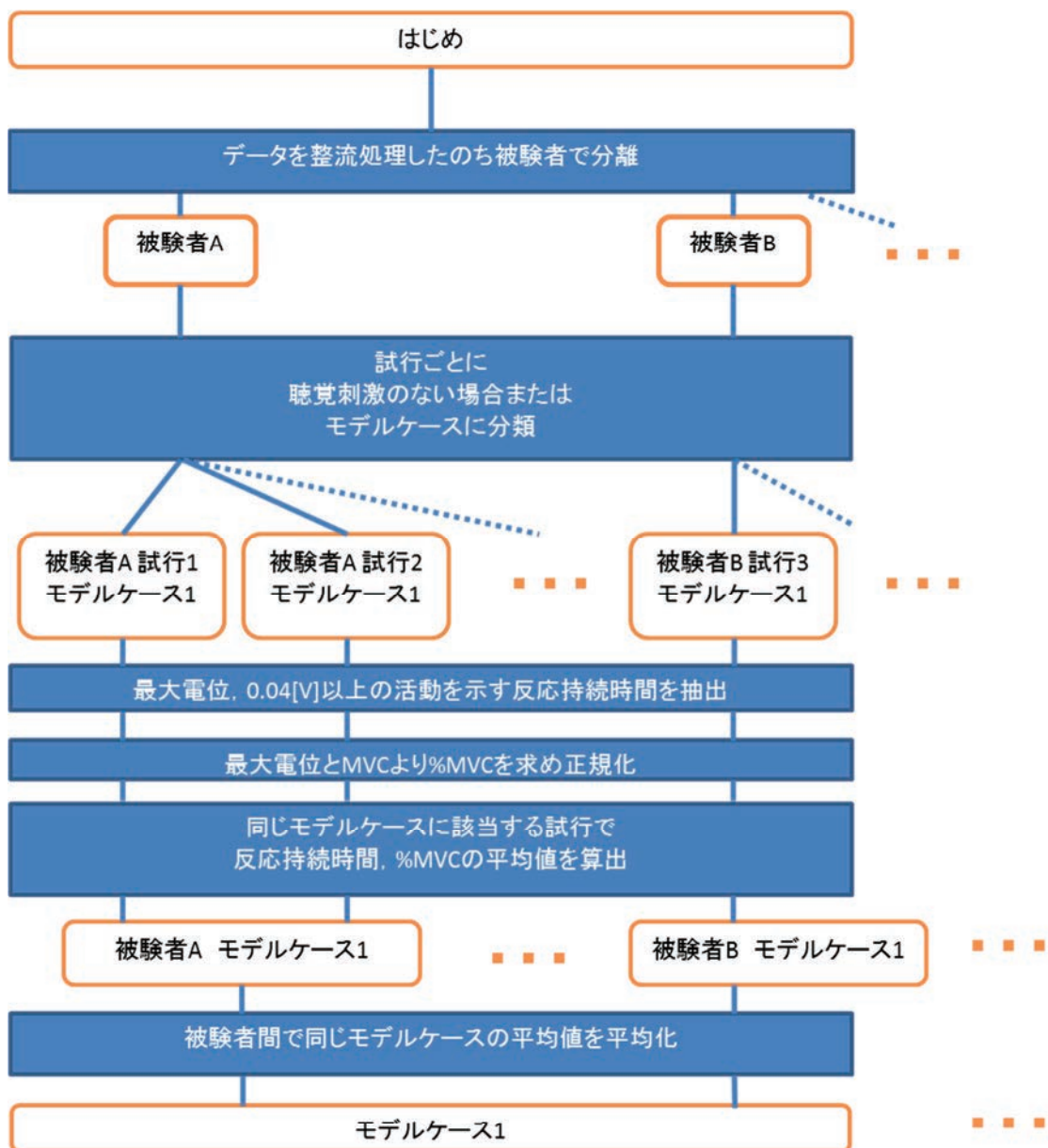


図 27 解析方法のフロー

4. 実験結果及び考察

被験者 6 名に抑制課題を与えた際の視覚刺激呈示から聴覚刺激が呈示されるまでの時間に対する各モデルケースの頻度を図 28 に示す。モデルケース 1、2 の踏み換えに成功した場合は視覚刺激が呈示されてから聴覚刺激が呈示されるまでの時間が長くなるにつれて頻度が減少していることがわかる。モデルケース 3、4 の踏み間違えた場合は視覚刺激が呈示されてから聴覚刺激が呈示されるまでの時間が長くなるにつれて頻度が増加していることがわかる。

心理学の分野での先行研究で用いられている STOP-SIGNAL 課題 (図 29(a) 参照、[13]) では最初にグレーの背景に、画面中央に縦の白いバーと、その両脇に小さな 2 つの三角形によるターゲットが表示される。その 0.6 秒後に白いバーの中に下から緑色のバーが出現し一定速度で上昇を開始し、緑色のバーが三角形のターゲットに達するとマウスをクリックする。緑色のバーがターゲットに到達する前に停止して赤色に変わったときはクリックしないように指示する。バーが停止し赤色に変わる時点は緑色のバーがターゲットに到達する前に 250[ms]~100[ms]の間を 1/60 秒刻みで 10 段階に設定されている。図 29(b) に被験者 24 名分の刺激呈示時間ごとの正解率を示している。この図よりバーが停止し赤色に変わる時点が遅いほど正解率は減少していることがわかる。

心理学の分野での先行研究と本実験のエラーの頻度の結果を比較すると共に抑制を指示する刺激が遅いほどエラーの頻度が増加する傾向が見られたことから、心理学で用いられている抑制課題を応用することで実験室環境下において先行研究で報告されたてきた減少と同様な効果が期待できると考えられる。

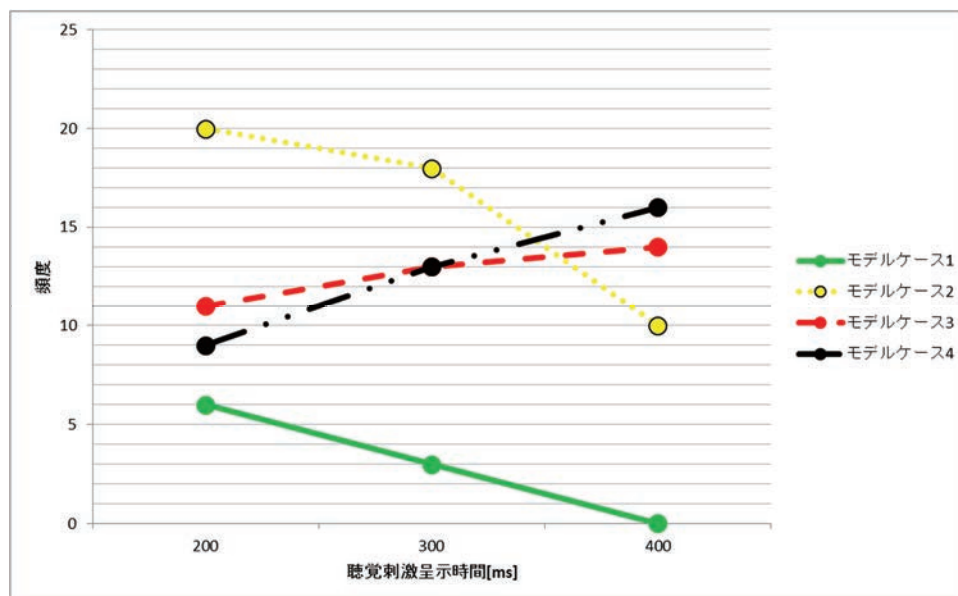
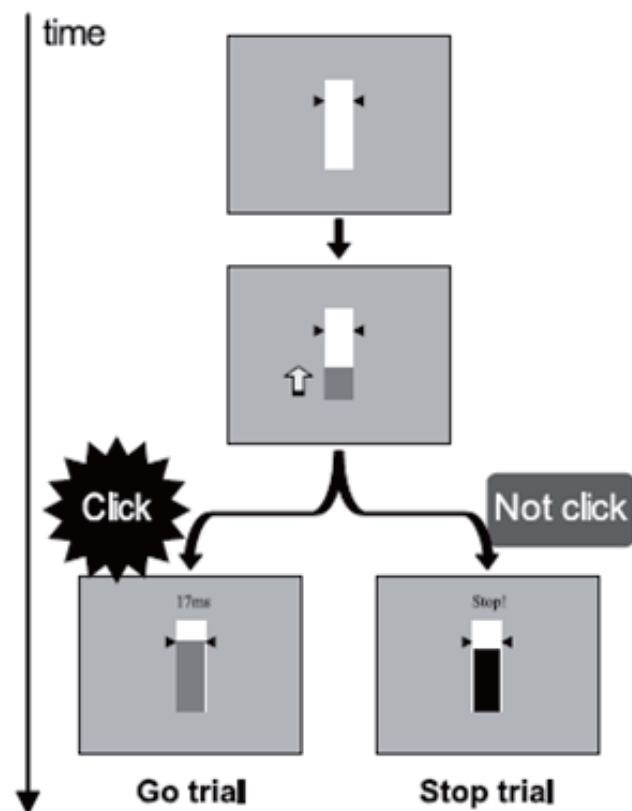
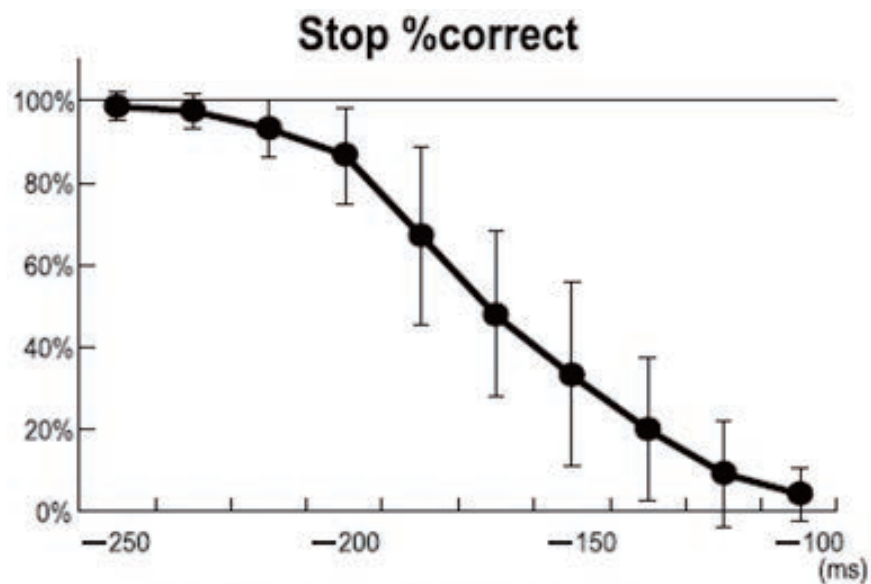


図 28 刺激提示時間と各モデルケース発生頻度との関係



(a) 先行研究で報告されたSTOP-SIGNAL課題



(b) 得られた正解率の時間変化

図 29 先行研究で報告された実験課題と結果[13]

図 30 に、被験者 C のアクセルペダルを踏む際の、図 31 にブレーキペダルを踏む際の筋活動を整流処理したものを示す。横軸は視覚刺激が呈示されている期間をあらわし、視覚刺激が被験者前部モニターに提示された時間を 0ms、視覚刺激がモニターから消滅した時間を 2000ms としている。縦軸には筋活動の電位を示し、高速度カメラより判別した、被験者の右足が実際に動作し始める時間と、ペダルが踏まれ始めた時間を破線で示す。聴覚刺激が発生していない場合は、純粹にペダルを踏もうとする動作が行われる。被験者 C の場合、高速度カメラで被験者右足が動き始めることが認識される時間より 200ms ほど前から足が動き始めるまで、前脛骨筋および大腿直筋の反応が見られることがわかる。この傾向は他の被験者についてもみられるが、この 2 つの筋肉の筋活動の発現は前脛骨筋が大腿直筋に比べて早い場合もあれば、逆の場合もあった。また腓腹筋の活動は、被験者 C は下肢が動き始めるときに活動がみられるが、他の被験者ではこのときにはほとんどみられず、主にペダルを踏み込み続けるときに活動がみられていた。

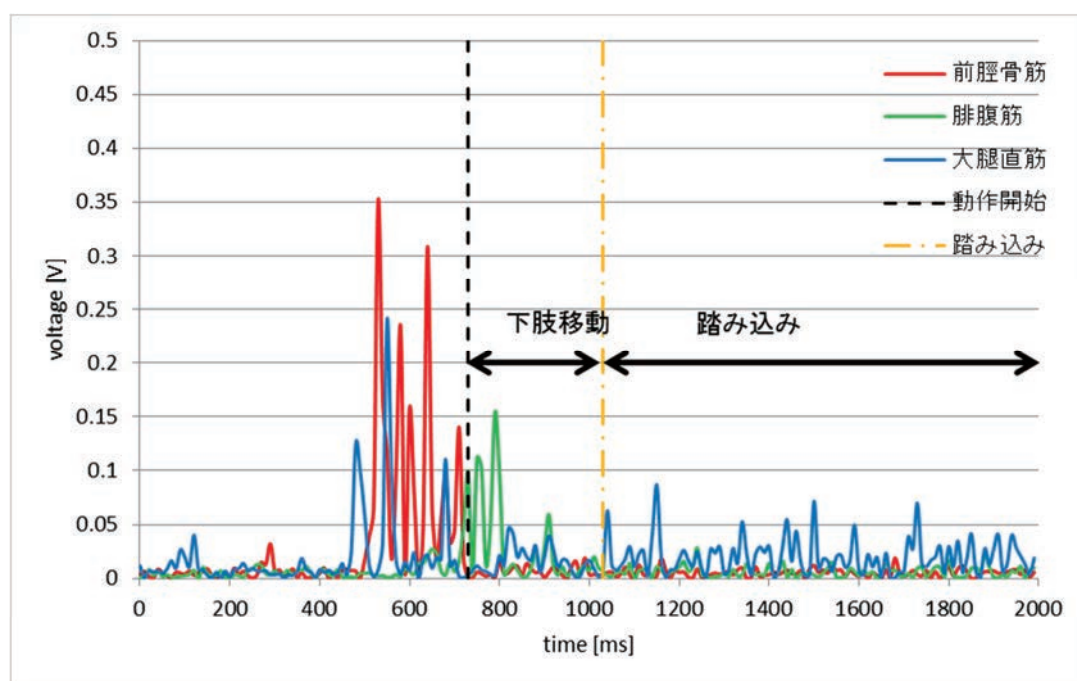


図 30 アクセルペダルを踏む筋活動（被験者 C の例）

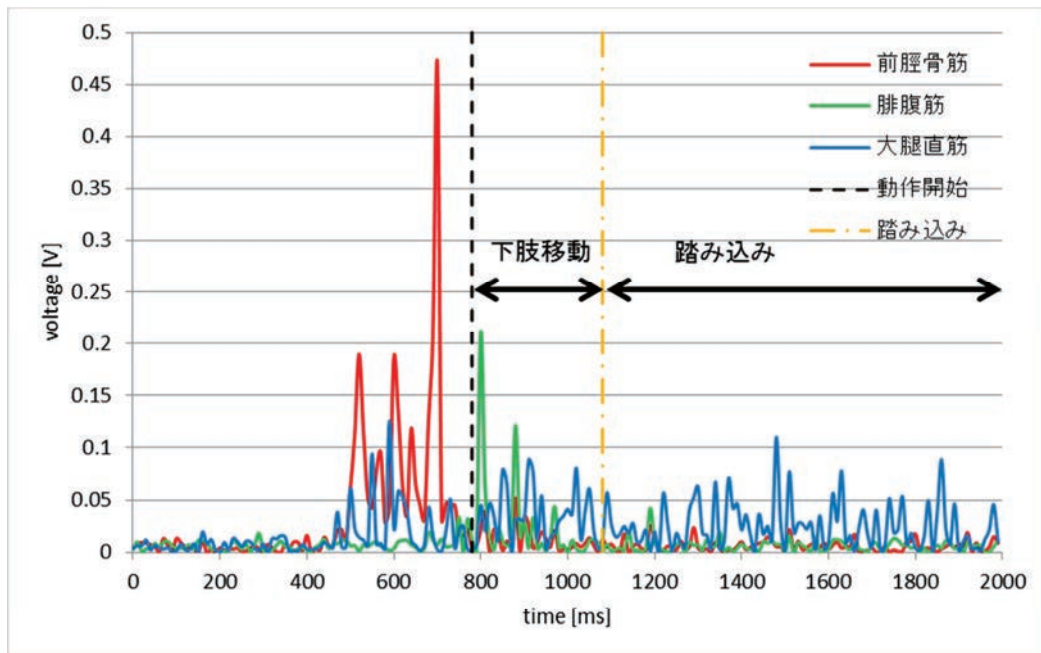


図 31 ブレーキペダルを踏む筋活動（被験者 C の例）

図 32 にモデルケース 4 に該当する操作を行った際の例として、被験者 D の筋活動を示す。下肢の動作が開始した時間を破線で示し、ペダルが踏み込まれた時間を鎖線で示す。このとき聴覚刺激が提示されたのは、視覚刺激が呈示されてから 400ms であった。

被験者が聴覚刺激に反応し、最初にペダルを踏んだ後に反対のペダルを踏みなおそうとする動作が起こっているときに、前脛骨筋と大腿直筋の活動が各被験者で共通してみられた。これは聴覚刺激の発生しない場合のペダルを踏むときのものと同様のものではあったが、聴覚刺激に反応したときは視覚刺激に反応したときより活動時間が短くなる傾向が他の被験者の結果からもみられた。これより被験者がペダルを踏む動作を行うとき前脛骨筋と大腿直筋の筋活動が発現することがわかる。

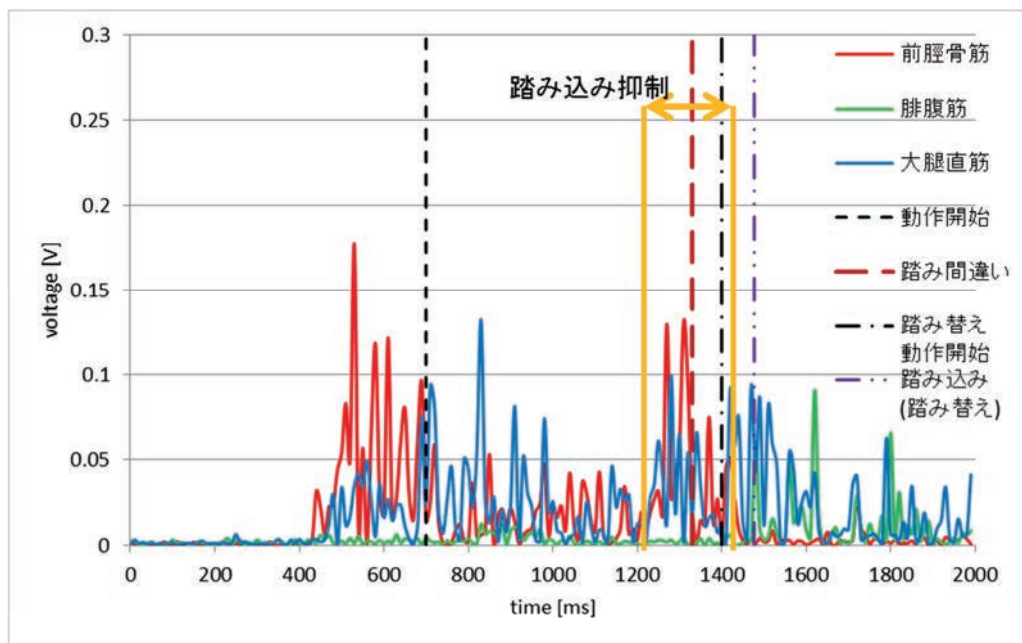


図 32 刺激呈示中の筋活動変化（被験者 D の例） モデルケース 4

モデルケース 2 に該当する筋活動の例を図 33 に示す。モデルケース 2 は視覚刺激のあとに提示される聴覚刺激に被験者が反応し、最初に踏もうとしたペダルを踏む動作を抑制する。動作の抑制のためとみられる、前脛骨筋と大腿直筋が比較的大きく、長時間活動していることがいえる。また動作抑制の際に腓腹筋の活動はほとんどみられなかった。

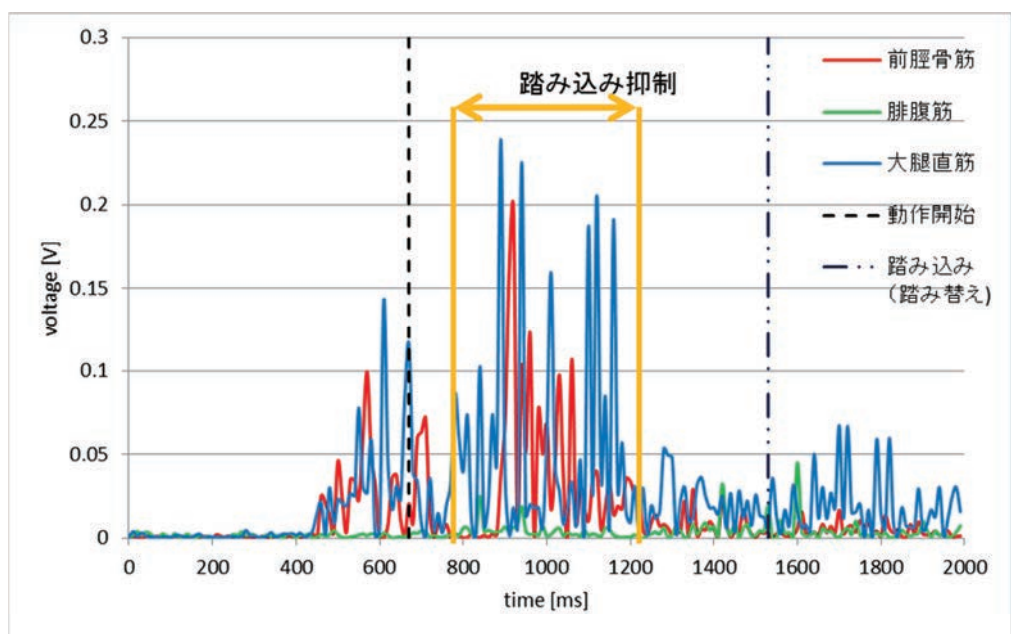


図 33 刺激呈示中の筋活動変化 （被験者 D の例） モデルケース 2

聴覚刺激に反応できず、視覚刺激に対応するペダルを踏み込んだモデルケース 3 のときの、被験者 C の筋活動の例を図 34 に示す。下肢が動作し始める周辺の筋活動は、聴覚刺激の発生しない場合と同様であるが、ペダルの踏み込みが行われた後も、筋活動電位は小さくなるが前脛骨筋、大腿直筋、そして腓腹筋の活動が続いている。ただしこの傾向は、被験者 C だけではなく全ての被験者で、同じ視覚刺激や実験条件で試行したときにほとんど見られず、聴覚刺激が発生しない場合と同様な筋活動がみられた。よって今回の試行の内容では筋活動とペダルの踏み違いに目立った関連は見られないが、例に示したような普段と異なる筋活動でもって普段の動作を低頻度で行う可能性がある。ペダルの踏み違いも普段通りの動作を行おうとして発生するイレギュラーな操作であることから、今後試行内容や解析内容をさらに検討していくことが必要であると言える。

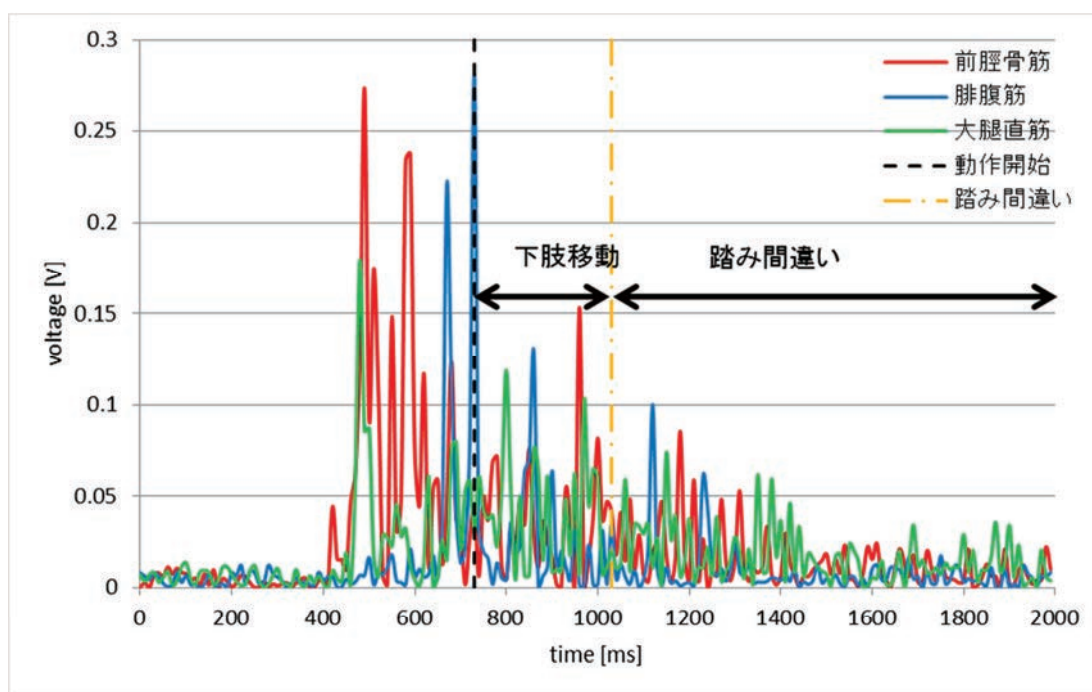


図 34 刺激呈示中の筋活動変化（被験者 C の例） モデルケース 3

聴覚刺激なしの場合と各モデルケースを比較すると、モデルケース 1 の場合、前脛骨筋は反応持続時間が長く筋活動は小さいことがわかり、大腿直筋は反応持続時間が短く筋活動も小さいことがわかる。これは踏もうとする動作を開始する前に音が鳴ったため被験者はリラックスしてペダルを踏んだからであると考えられる。モデルケース 2 の場合、前脛骨筋は反応持続時間が長く筋活動も大きいことがわかり、大腿直筋は反応持続時間が長く筋活動が小さいことがわかる。これは一度ペダルを踏もうとして反対のペダルを踏む回復行動を行なったためであると考えられる。モデルケース 3 の場合、前脛骨筋は反応持続時間が長く筋活動も大きいことがわかり、大腿直筋は反応持続時

間が短く筋活動は大きいことがわかる。これは、誤ったペダルを踏み込んだためきみが発生したと考えられる。モデルケース 4 の場合、前脛骨筋、大腿直筋共に反応持続時間が長く筋活動も大きいことがわかる。これは一度誤ったペダルを踏み正しいペダルに踏み換えたためであると考えられる。

以上の通り、被験者に抑制課題を与えた際の動作軌跡と筋活動には一定の傾向が認められたと考えられる。

図 35 に本実験での筋電位の反応持続時間と %MVC との関係を示す。聴覚刺激なしの場合の前脛骨筋、腓腹筋、大腿直筋の %MVC は前脛骨筋が約 20%、腓腹筋が約 10%、大腿直筋が約 30%であることがわかる。この結果と歩行時を測定した先行研究[15] (図 36 参照)と比較すると、先行研究では歩行時は前脛骨筋が約 20%、腓腹筋が約 30%、大腿直筋が約 10%となっており、ペダル踏み換え時と歩行時では腓腹筋と大腿直筋において使用する筋活動量の傾向が異なっていることがわかった。

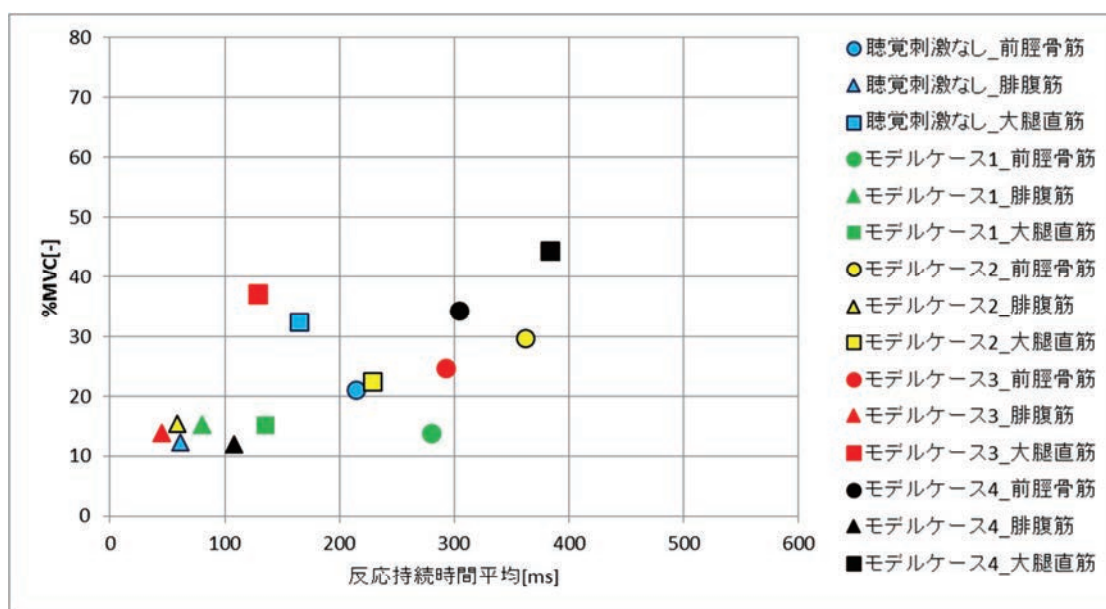


図 35 反応持続時間と %MVC の関係 (全被験者平均)

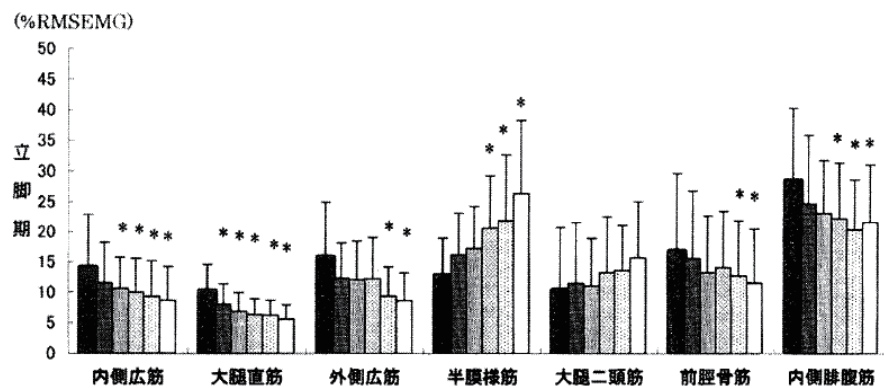


図 36 先行研究の実験結果[15]

また、図 35 の結果から、腓腹筋は全体的に活動が小さく、モデルケース間で大きな変化は無かったといえるが、前脛骨筋と大腿直筋においては各モデルケースで筋活動に特徴が現れていることがわかった。

本実験で、前脛骨筋と大腿直筋のモデルケースごとの筋活動の違いは明らかになったが、本実験の範囲においては筋活動から下肢の動作の詳細を特定することは困難であると考えられる。そのため、解析方法の改善や実験課題については今後も詳しく検討していく必要がある。筋活動から下肢動作を特定することができれば、今後、実験を行なっていく上で踏み違いを起こした際の筋活動の特徴を検出し、踏み違いを起こしにくいペダル設計を提案することができると考えられる。

5. まとめ

本研究では、実験室環境下での踏み違いの再現と踏み違いを起こした際の動作軌跡と筋活動を測定した。

踏み違いの再現手法として抑制課題の適用を考えた。心理学の分野で用いられている一般的な抑制課題は手や指で課題に答え、エラーを誘発し神経のメカニズムなどの研究の際に用いられている。これに対して、我々は抑制課題を応用し、足のペダル踏みかえの動作により課題に対応していく際の踏み違い事例を誘発しようと試みた。その結果、心理学の分野での先行研究と比較して、我々の実験内容でも抑制を指示する刺激が遅いほど踏み違いの頻度が増加する傾向が見られた。よって、心理学で用いられている抑制課題を我々の研究で応用することで実験室環境下において擬似的な踏み違いを再現することは可能であると考えられる。

被験者に抑制課題を与え、聴覚刺激が発生した際の被験者の挙動は踏み間違えた場合と踏み間違えなかった場合で合計 4 パターン存在すると仮定し、それぞれにモデルケースを作成した。実際に被験者に抑制課題を与えると仮定したモデルケースと同様の行動パターンを確認することができた。4つのモデルケースの筋電位を解析するとそれぞれで異なる筋活動の傾向が見られ、被験者に抑制課題を与え擬似的な踏み違いを起こした際の動作軌跡と筋活動の傾向を捉えることができたと考えられる。

今後の展望として、本研究で、前脛骨筋と大腿直筋のモデルケースごとの筋活動の違いは明らかになったが、筋活動から下肢の動作の詳細を特定することは困難であると考えられる。そのため、解析方法の改善や実験課題について検討していく必要がある。筋電の解析方法は、より動作を詳細に分析できるようなツールを検討していく必要があると考えている。また、本研究での実験課題はセット内での聴覚刺激のタイミングは同じであり、被験者は聴覚刺激のタイミングを予想することができたのではないかと考えられる。そこで、聴覚刺激呈示時の踏み換え成功・失敗に応じて聴覚刺激のタイミングを変化させることでより詳細な各モデルケースの発生頻度を分析できるのではないかと考えられる。

参考文献

- [1] 交通事故総合分析センター イタルダイインフォメーション 104 号
- [2] 篠原 一光、呉景龍、木村貴彦、白石修士、田久保宣晃：アクセルとブレーキの踏み違い エラーの原因分析と心理学的・光学的対策の提案、公益財団法人国際交通安全学会平成 23 年度研究調査プロジェクト(H2294)、(2009)
- [3] コンビニに車突っ込む けが人なし 新潟、産経フォト、2015 年 8 月 26 日閲覧 <http://www.sankei.com/photo/daily/news/150527/dly1505270021-n1.html>
- [4] Young D., Heckman G., Kim R.: Human factors in sudden acceleration incidents, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, vol.55, No.1, pp.1938-1942, (2011)

- [5] Freund, B., Colgrove, LAA., Petrakos, D. McLeod, R.: In my car the brake is on the right: pedal errors among older drivers, *Accident Analysis & Prevention*, vol. 40, Issue 1, pp. 403-409, (2008)
- [6] 篠原 一光、岩貞るみこ、呉景龍、木村貴彦、白石修士、田久保宣晃: アクセルとブレーキの踏み違い エラーの原因分析と心理学的・光学的対策の提案(Ⅱ)、公益財団法人国際交通安全学会 平成 24 年度研究調査プロジェクト(H2305)、(2010)
- [7] 【MAZDA】理想のドライビング ポジション vol.1 | Cockpit | Be a driver., <http://www.mazda.co.jp/beadriver/cockpit/thought/drivingposition/>, 2016 年 2 月 5 日閲覧
- [8] 土田宣明、抑制機能の分類に関する研究、立命館大学人文学会、Vol. 500, pp. 100-109, (2007)
- [9] Li, CS., Yan, P., Chao, HH., Sinha, R., Paliwal, P., Constable, RT., Zhang, S., Lee, TW.: Error-specific medial cortical and subcortical activity during the stop signal task: A functional magnetic resonance imaging study, *Neuroscience*, Vol. 155, Issue 4, pp. 1142-1151, (2008)
- [10] 山口典孝, カラー図鑑 筋肉のしくみ・はたらき事典, 株式会社西東社, 2010
- [11] Perroto, A. O.: ANATOMICAL GUIDE FOR THE ELECTROMYOGRAPHER, 1996
- [12] 白石舞衣子, タイムプレッシャーがサイモン課題における系列効果に及ぼす影響, 広島大学大学院教育学研究科紀要, 第三部, 第 56 号, 217-225, 2007
- [13] 山中健太郎, 動作の急な停止を実現する神経制御メカニズムの研究, 学苑・生活科学紀要, No. 842, 1-13, 2010・12
- [14] ウェブ心理学を学ぶ 10 ストループ効果 ハカセのブログ
<http://ameblo.jp/exma-hakase/entry-10925650458.html>, 2015 年 12 月 19 日閲覧
- [15] 大畑光司, 市橋則明, 健常成人における体重免荷歩行の下肢筋電図解析, 理学医法学, 第 31 巻第 5 号, 283-290, 2004

第 7 章 反応時間と事象関連電位 P3 潜時を用いた高齢者の認知機能評価

大阪工業大学大学院工学研究科
大阪工業大学工学部

朝飛拳悟
大須賀美恵子

1. 目的

ブレーキとアクセルの踏み違えは、当然のことながらブレーキが必要な場面で起こる。通常であれば、何らかの危険事象を発見し、ブレーキを踏む必要があると判断し、アクセルからブレーキに足を移してブレーキを踏むという行動がなされるべきところで、ブレーキではなくアクセルを踏んでしまうというのが、アクセルとブレーキの踏み違いである。アクセルを踏みそうになる直前、あるいは直後に、間違えに気づき、アクセルからブレーキに足を移して正しくブレーキを踏み直せば、ヒヤリ・ハットで留まり事故につながらないことも多いだろう。そこで、本プロジェクトの他の研究では、これが行えるかどうか（抑制機能がうまく働くかどうか）という点に注目しているが、本研究では、最初の踏み違いはアクセルからブレーキに足を移すというステップを飛ばしてしまうというエラーであり、これが、事象の発見と判断の遅れによる焦りによって生じやすくなるのではないかという仮説のもとに、加齢による認知機能の低下を、発見、判断、操作というフェーズに分けて評価することを試みる。これにより、高齢ドライバーの個人ごとの衰えの特徴を把握し、適切なトレーニングや運転支援技術を提供できるようになると考えるからである。

発見、判断、操作を含む認知反応機能の総体的な評価には反応時間を用いることができる。ここでは、事象関連電位（Event Related Potential：以下 ERP）を合わせて用いることで、フェーズに分けた評価を行うことを考える。ERP は、特定の事象の生起タイミングをトリガとして脳波を加算して得られるものである。実験では、注視点を設けてそこに刺激を提示し、提示時点をトリガとして脳波を加算する。刺激提示から 300～800 ms 程度に見られる陽性の成分を P3 と呼び、刺激を評価し文脈を更新する評価過程と関連するといわれている。より実場面に近い状況での実験では、自由に目を動かす条件下で刺激を提示し、刺激を発見して目が停まった時点をトリガにして脳波を加算する眼球停留関連電位（Eye Fixation Related Potential：以下 EFRP）が用いられる。反応賦活はこの認知過程の後半から並行して起こる（図 37）。

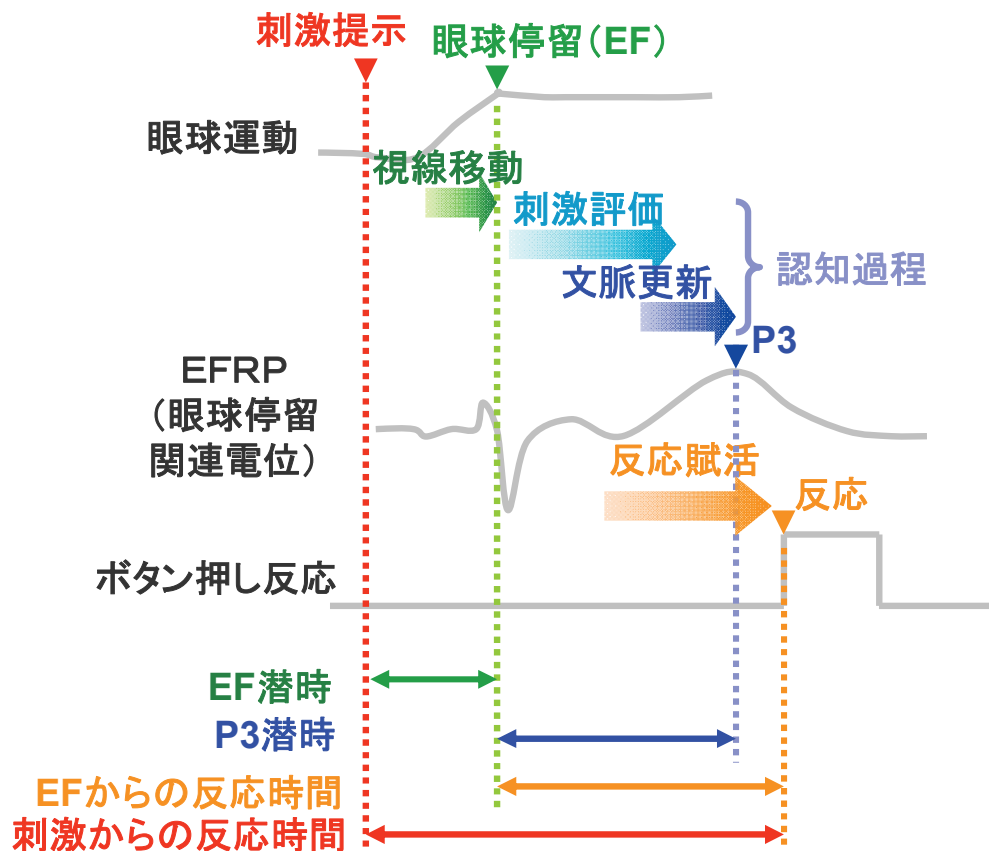


図 37 脳の情報処理過程と事象関連電位 P3（眼球停留電位の場合，文献[1]を改変）

鎌倉ら[2]は、EFRP を用いて提示刺激の認知負担が大きくなると、P3 潜時と反応時間が共に延長することを示しており、また、ギオルゲ[3]は反応負担が大きくなると反応時間は延長するが P3 潜時は延長しないという結果を示している。これらより、刺激提示から眼が動いて停留するまでの時間を発見の速さの指標、眼球停留から眼球停留事象関連電位までの P3 潜時を認知・判断の速さの指標、反応時間はこれらに操作の速さを含めた総体的な指標となると考えた。

そこで、第一段階として、目が動かない条件下で行う ERP の P3 潜時と反応時間を用いた認知過程の評価に着手した。若年健常者を用いた実験は自主研究として実施し、本プロジェクトの研究として高齢者を対象として同様の実験を実施し、結果の比較を行った。本報告書には、これらを合わせて記載する。

2. 若年者実験

2.1 方法

(1) 実験参加者

実験参加者は文書によるインフォームド・コンセントを得た健常な男子若年成人 7 名である。なお、本研究の実験計画は、大阪工業大学ライフサイエンス実験倫理委員会の審査に基づき大阪工業大学学長の承認を得た。(承認番号:2015-4)

(2) 実験システム

半防音室内で自動車シートとステアリングを用い、運転席を模した実験システムを構成した(図 38)。参加者の前方約 2.2 m 先に大型スクリーンを配置し、背面投影によりスクリーン中央に刺激を提示した。刺激に応じて、ステアリングに取り付けた左右のボタンスイッチを押す課題を課した。

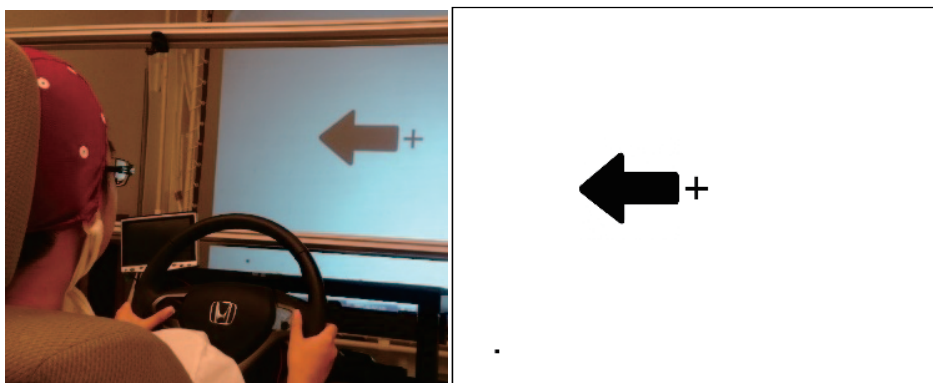


図 38 実験風景

(3) 課題

認知負担 2 水準、反応難易度 2 水準を設定した。

① 認知負担

P3 成分を得るための手法として oddball 課題を用いた。Target は左向き、右向きの矢印のいずれかである(図 39)。Non-Target は「Easy」課題では○を提示(図 40)し、「Difficult」課題では Target に似た矢印を提示(図 41)した。Target に似た(紛らわしい)矢印を Non-Target とすることにより認知負担が大きくなると考えたからである。Target と Non-Target の提示割合は 2 : 8 とした。



図 39 Target (共通)



図 40 Easy 課題で Non-Target



図 41 Difficult 課題での Non-Target

② 反応負担

反応難易度を変える方法として、サイモン効果[5]を利用した。Target が注視点（+）の左右いずれに提示されるかとは関係なく、Target が右を向いた矢印のときは右手で、左を向いた矢印のときは左手で反応させる。右に向いた矢印が注視点より右に提示され、左を向いた矢印が注視点より左に提示される条件を「Straight」条件とし、これとは逆の位置に提示されるものを「Cross」条件とした。サイモン効果により Cross 条件で難易度が大きくなると考えた。

(4) 計測指標

多用途生体アンプ (Polymate、デジテックス社) を用いて脳波と眼電図を計測した。脳波は、電極帽 (Electrocap 社) を用いて、国際 10-20 法に基づいた頭皮上 19 点と両耳朶より Cz をリファレンスとして導出した。垂直眼電図は利き目の上下、水平眼電図は両眼の左右に電極 (銀塩化銀小型皿電極、日本光電) を取り付け計測した。アースの電極位置は額とした。アンプの時定数は 3 s、サンプリング周波数は 1000 Hz とした

(5) 実験手順

実験開始前に数分間の練習時間を設けた。次に、眼球運動アーティファクト除去に必要な

データを取得するため、指示に従って眼を左右上下に動かし、瞬目をする眼球運動セッションを実施した。その後に、認知負担の異なる 2 つの課題 (Easy 課題、Difficult 課題) を 2 セットずつ実施した。刺激提示時間 0.2 s、提示間隔 1.5 s とし、刺激提示回数は 1 セットにつき 200 回とした。160 回は Non-Target で、Target 40 回は、反応難易度の異なる Target (Straight 条件、Cross 条件) を 20 回ずつとし、ランダムに出現させた。課題の実施順はカウンタバランスした。なお、刺激と同時に参加者の視野に入らない位置に矩形刺激を表示し照度センサ (AMS302、Panasonic) を張り付けて、刺激提示に同期したトリガ信号作成用のデータを取得した。

(6) 解析方法

脳波データのリファレンスを両耳の平均電位を用いて計算で両耳結合に変更した。その後、バターワースフィルタを用いて脳波と眼電図のノイズを除去した。具体的には、58 ~ 62 Hz のバンドストップフィルタで電源ノイズを除去し、0.03 Hz のローパスフィルタをかけて抽出した基線変動を元データから引いて除去し、30 Hz のローパスフィルタをかけて高域周波数ノイズを除去した。

次に、独立成分分析 (Independent Component Analysis : 以下 ICA) を用いて、眼球運動関連のアーティファクトを除去した。解析対象データに対して ICA をかけてアーティファクト成分を除去するのが通常の方法であるが、試行ごとに ICA をかけるとアーティファクト成分の混入度合いによって得られる成分が異なり除去後の波形の比較に影響しかねない。全データをつなげて適用すると収束時間が長くなってしまう。そこで、我々の研究室では、眼球運動と瞬目を含むデータを別途取得し、このデータに ICA をかけてアーティファクト成分を同定し、得られた復元作用素からアーティファクト成分を除去する重み行列を求め、解析対象データに適用するという手法を用いている [6]。本研究でも眼球運動セッションのデータに ICA を適用し重み行列を求めて、瞬目、眼球運動のアーティファクト、脈波を除去した。脳波と眼電図の独立成分の間の相互相関係数を求め、これが 0.6 以上の場合と z-score (平均と標準偏差を用いて標準得点に変換したもの) が 1.0 以上の場合の脳波の独立成分を眼球運動アーティファクトとして除去した。アーティファクト除去後のデータより、照度センサから得たトリガの前 300 ms から後 1500 ms の脳波と眼電図のデータを切り出し、トリガ前 100 msec からトリガまでの平均電位を用いてベースライン補正を行った。正反応が得られた試行を対象に、全実験参加者のデータを用いて加算平均を行い、8 Hz のローパスフィルタをかけて ERP 波形を得た。

2.2 結果

1 名に計測不備があったため 6 名を解析対象とした。

(1) 正解数

各条件における正解数の平均と標準偏差を図 42 に示す。対応のある 2 要因分散分析の

結果、反応負担の主効果のみが有意 ($p < 0.01$) で、認知負担の主効果は見られなかった。

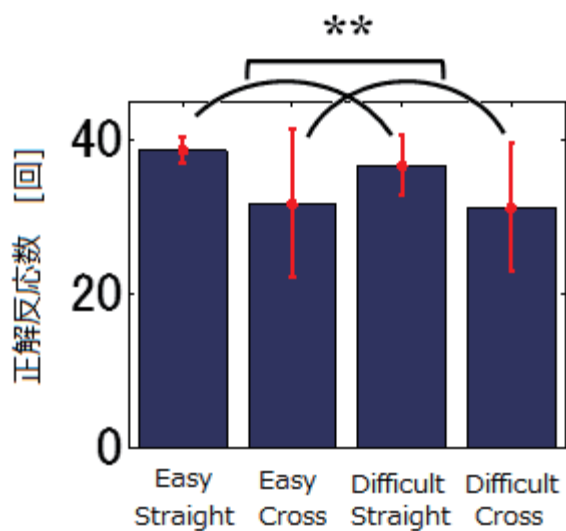


図 42 全参加者の平均正解回数(2 セット 40 回中) (** < 0.01)

(2) 反応時間

各条件における反応時間の平均と標準偏差を図 43 に示す。対応のある 2 要因分散分析の結果、認知負担、反応負担共に主効果が有意 ($p < 0.01$) であった。正解数では認知負担の違いが見られなかったが、反応時間では認知負担、反応負担ともに条件差があり、実験操作はうまくできていることが確認でき、認知負担が大きいほど、また反応時間が大きいほど、反応時間が延長するという仮説を支持する結果が得られた。

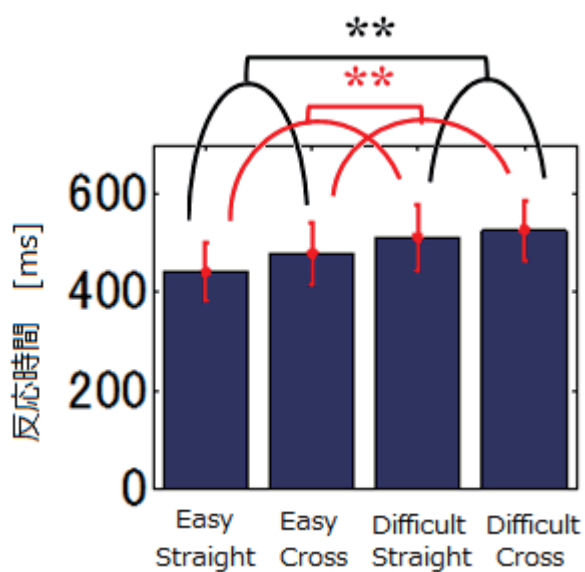


図 43 全参加者の平均反応時間 (** < 0.01)

(3) P3 潜時

6名の脳波を条件ごとに加算平均してERP波形(Grand Mean)を求めた。以下に、P3が大きく得られる頭頂部(Pz)の結果を示す。図44の左にEasy課題のStraightとCrossとNon-Target(加算回数はそれぞれ、232回、190回、1916回)、右にDifficult課題のStraightとCrossとNon-Target(加算回数はそれぞれ、220回、187回、1910回)の結果を示す。両課題共に丸で囲ったところにTargetでNon-Targetより大きい陽性成分が見られ、これがP3成分であるといえる。P3のピーク潜時は、Easy課題ではStraight、Crossともに約370ms、Difficult課題ではStraight、Crossともに約410msとなり、認知負担の違いがP3潜時の約40msの違いとして現れた。また、両課題共にStraight、Cross条件の差はなく反応負担の違いはP3の潜時に影響しないという仮説どおりの結果となった。

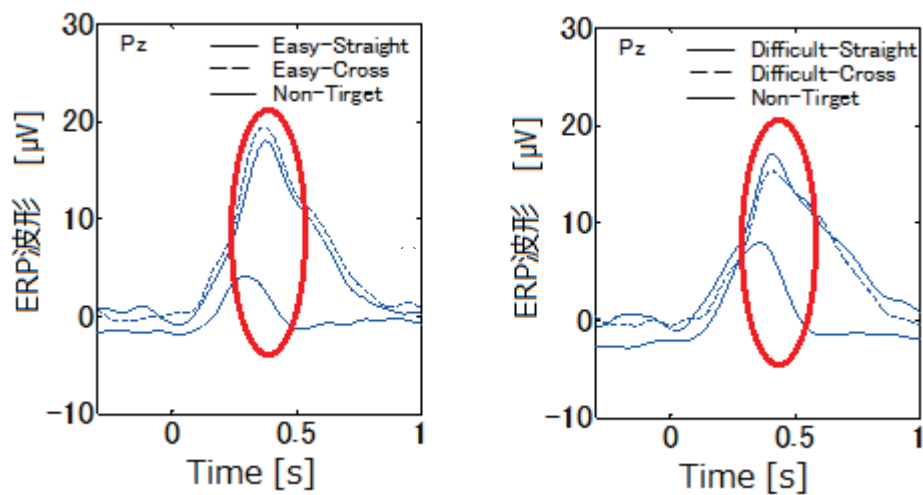


図 44 各条件ごとのERP波形(6名のGrand Mean)(左:Easy 右:Difficult)

3. 高齢者実験

3.1 方法

(1) 実験参加者

対象とする高齢者は認知症がなく、運転免許を所持している人とし、シルバー人材センタを通して謝金雇用した。本人の文書によるインフォームド・コンセントを得て 66~80 歳の 10 名に実験を実施した。なお、本研究の実験計画は、大阪工業大学ライフサイエンス実験倫理委員会の審査に基づき大阪工業大学学長の承認を得た。(承認番号：2015-4-1)

(2) 実験システム

若年者実験と同様の実験環境で実験を行った。

(3) 計測指標

若年者実験と同じである。

(4) 実験手順

参加者に練習してもらった段階で、刺激提示時間が短すぎるという意見が出た若年者実験より 0.1 s 延長して 0.3 s にし、提示間隔も 0.3 s 延長して 1.8 s とした。インフォームド・コンセントを得たあと、ミニメンタルステート検査 (Mini Mental State Examination: 以下 MMSE) と失敗傾向質問紙[7]に記入を求めた。また、実験は十分な加算回数 (正解数) が得られないことを考えて、1 課題につき 3 セットずつ実施した。1 セットは 200 刺激、Non-Target と Target、Straight 条件と Difficult 条件の比率など、他の方法は若年者実験と同様である。

3.2 結果

1 名が課題の理解不足で正解数が少なかったため、3 名が計測不備および瞬きの除去を行えなかったため解析対象は 6 名となった。実験データに不備がない限り、1 セット目と 2 セット目のデータを用いたが、一部の参加者では 1 セット目に照度センサの不具合や脳波の乱れがあり 2 セット目と 3 セット目のデータを用いた。

(1) 正解数

各条件における正解数の参加者平均と標準偏差を図 45 に示す。対応のある 2 要因分散分析の結果、認知負担と反応負担の主効果が共に有意 ($p < 0.05$) で、ともに負担が大きいほど正解数が減少するという結果であった。相互作用は有意ではなかった。

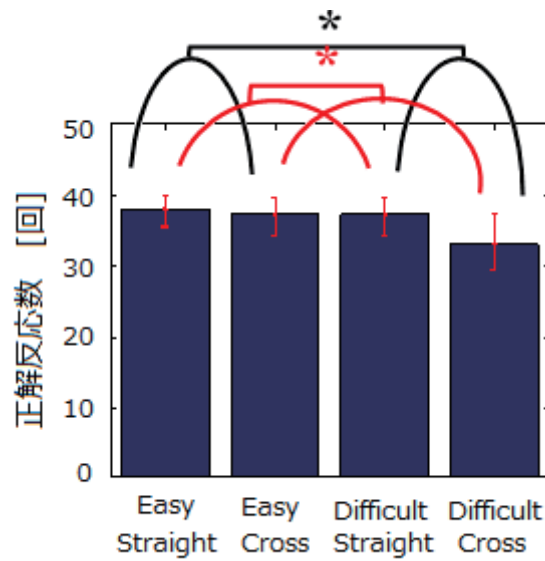


図 45 全参加者の平均正解回数(2セット 40 回中) (* <0.05)

(2) 反応時間

各条件における反応時間の参加者平均と標準偏差を図 46 に示す。それぞれ平均時間は Easy 課題の Straight では 542 ms で Cross では 602 ms、Difficult 課題の Straight では 640 ms で Cross では 693 ms であった。対応のある 2 要因分散分析の結果、認知負担と反応負担の主効果が共に有意 ($p<0.01$) で、負担が大きいと反応時間が延長するという結果であった。相互作用は有意ではなかった。

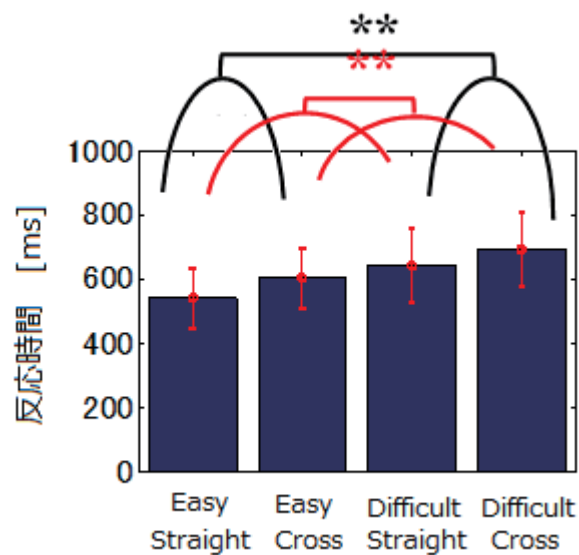


図 46 全参加者の平均反応時間 (** <0.01)

(3) P3 潜時

全参加者の脳波を条件ごとに加算平均して、ERP 波形 (Grand Mean) を求めた。図 47 左に Easy 課題の Straight (太い実線) と Cross (太い破線) と Non-Target (細い実線) (加算回数はそれぞれ、232 回、190 回、1912 回)、右に Difficult 課題の Straight (太い実線) と Cross (太い破線) と Non-Target (細い実線) (加算回数はそれぞれ、220 回、187 回、1903 回) の ERP 波形を示す。P3 のピーク潜時は Easy 課題では Straight が約 580 ms で Cross が約 650 ms、Difficult 課題では Straight、Cross とともに約 780 ms であった。認知負担による P3 潜時延長は仮説どおり、反応負担の違いは P3 潜時に影響しないという仮説は、Easy 課題では少し差が見られたが概ね支持された。

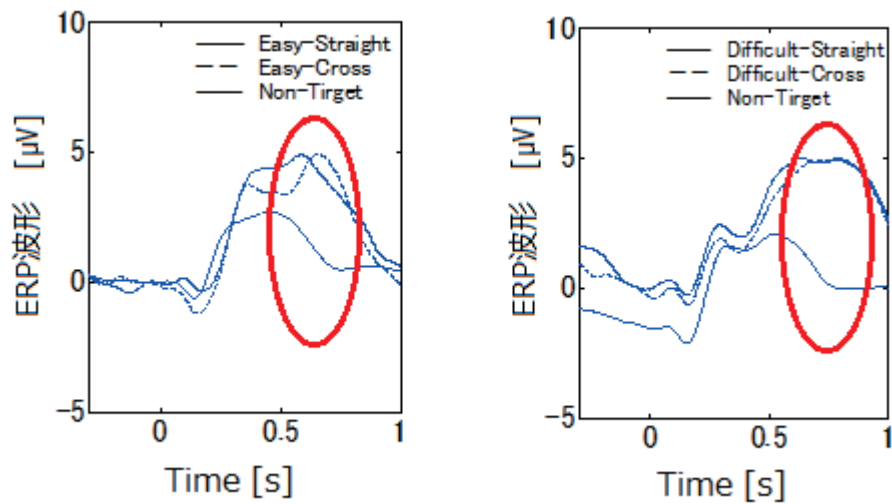


図 47 各条件ごとの ERP 波形 (6 名の Grand Mean) (左 : Easy 右 : Difficult)

4. 高齢者と若年者の比較

2つの実験の結果を比較し、加齢の影響を検討する。

正解数は、刺激提示時間と刺激提示間隔を変更したため比較できないが、これらを延長したことにより、高齢者でも同等の正解数を得ることができたと考えられる。

図 48 は、若年者 6 名と高齢者の 6 名の各条件での平均反応時間の差を横軸に、ERP (Grand Mean) の P3 潜時の差を縦軸にして、条件ごとにプロットしたものである。

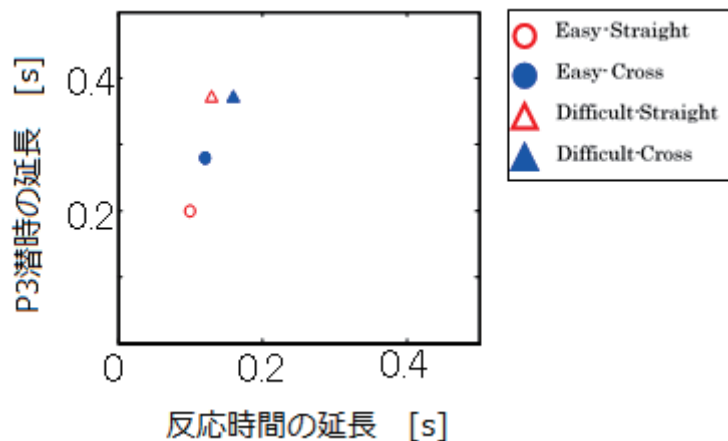


図 48 若年者を基準にした高齢者の反応時間、P3 潜時の延長

反応時間、P3 潜時とも、高齢者では若年者よりも 0.1 s 以上延長しているが、延長度合いは反応時間より P3 潜時の方が大きいことがわかる。また、Easy 課題より Difficult 課題の延長の方が大きく、認知負担が大きい方が加齢による機能低下が現れやすいことが伺える。反応時間は、わずかではあるが、Straight 条件より Cross 条件での延長が大きく、高齢者のサイモン効果が若年者より大きいことが伺える。これは加藤ら [8] の報告と矛盾しない。

5. 個人の認知機能評価への適用の試み

次に、個人の認知特性の低下の評価の可能性について検討した。個人の中では加算回数が十分でないことや反応のばらつきが大きいことより、個人内で P3 の頂点を同定できたのは 2 名であった。若年者の平均反応時間と Grand Mean の P3 潜時を基準として、この 2 名の条件ごとの反応時間と P3 潜時の延長時間を図 49 に示す。高齢者の平均での結果（図 48）と同様、2 名ともすべての条件で反応時間と P3 潜時がともに延長していることがわかるが、条件による延長の度合いが 2 名で異なる。

参加者 A は高齢者平均と比べると P3 潜時の延長は小さいが、認知負担が大きいほど認知の遅れが拡大するのは同じである。また Cross 条件の延長度合いが大きく若年者よりサイモン効果が大きいという特徴が際立っている。参加者 B は P3 潜時の延長は参加者 A より大きいが高齢者平均と同程度であり、サイモン効果は若年者と同等でサイモン効果が増大する傾向が見られない。

対象とした高齢者 6 名の MMSE の点数（30 点満点）は 26 点 1 名、28 点 4 名、30 点 1 名で認知症傾向は見られなかった。ここで対象としている 2 名はともに 28 点で平均的な点数であった。失敗傾向質問紙では、アクションスリップ、認知の狭少化、衝動的失敗 という 3 項目の失敗傾向得点が得られる。A は順に 13、14、7、B は 19、13、4、高齢者 6 名の平均は 15.0、13.8、5.1 であった。この中では A は衝動的失敗が多く、B がアクションスリップが多いという傾向があるが、これらの傾向と反応時間や P3 潜時との関係性を論じるには N が少なすぎる。

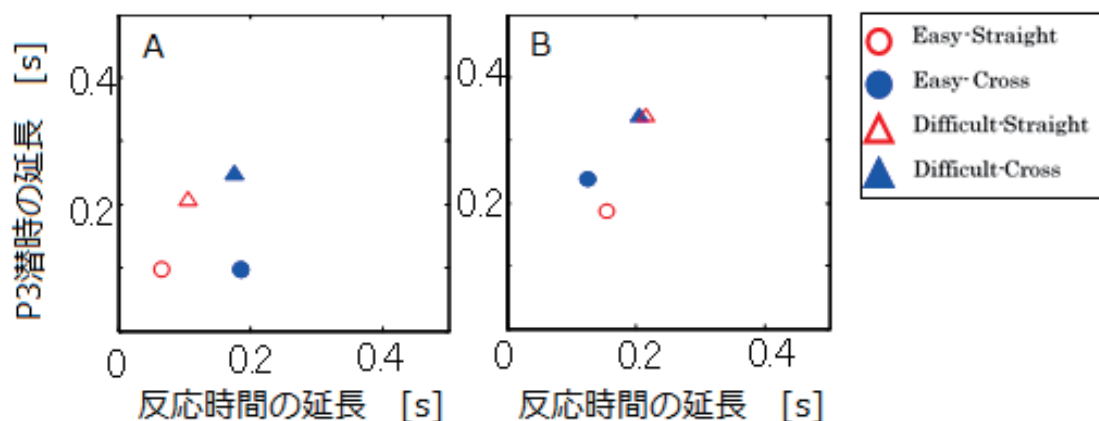


図 49 高齢者 2 名の反応時間と P3 潜時延長の特徴（若年者との比較）

6. おわりに

高齢者を対象とした実験を行い、若年者の結果と比較することで、P3 潜時と反応時間を用いて認知機能の低下を認知・判断と反応の過程に分けて評価する可能性を検討した。反応時間の延長よりも P3 潜時の延長の方が大きいこと、サイモン効果は高齢者の方が大きい傾向があることは興味深い結果であるが、ともに 6 名ずつで N が少ないこと、若年者の中でのばらつきも大きくこの平均を基準とすることに問題もあることから、N を増やしてさらに検討する必要がある。また、今回、瞬目の分離ができなかったデータがあったので、眼球運動セッションの構成を再考する必要がある。

個人ごとの比較は 2 名にしか行えなかったが、特徴のある変化が見られ、認知機能低下の評価にこの手法を利用できる可能性が伺える。個人内で P3 潜時を確実に得るために、参加者の負担を増やさずに加算回数を増やせるような実験デザインを再考したい。

失敗傾向との関連性も N が少なく検討できていない。なお文献[6]によると、失敗傾向得点は 622 名の学生の平均で 20.12、18.81、7.63 となっており、今回の高齢者の得点はこれよりも低い（失敗傾向が小さい）。質問紙は自己評価像であるため、絶対値ではなく 3 項目のバランスで論じる必要があるかもしれない。

今回は ERP を用いており発見の遅れに関する知見は得られていない。若年者を対象とした EFRP の実験はすでに実施しており[9]、高齢者にも EFRP の実験を行っていく予定である。今後は、N 数を増やして検討を進め、個人の認知機能の評価に利用できる手法にしていきたい。

参考文献

- [1]大須賀美恵子、鎌倉快之：脳波機能計測の基礎とその応用第 2 回：脳波計測とその応用、ヒューマンインタフェース学会誌 Vol. 10、No3、pp. 227-232 (2008)
- [2] 鎌倉快之、大須賀美恵子、橋本 渉、ギョルゲ ルチアン、佐藤晴彦：眼球停留関連電位 P3 潜時を用いたドライバ提示情報の認知負担評価、自動車技術会論文集、40(5)、pp. 1363-1368 (2009)
- [3] ギョルゲ ルチアン：運転相当の視線移動を伴うタスク中の脳波計測による反応負担に影響されない視覚情報の認知負荷評価、自動車技術会論文集、42(3)、pp. 709-714 (2011)
- [4] 朝飛拳悟、大須賀美恵子：事象関連電位と反応時間を用いた認知負担と反応負担の評価に関する研究、日本人間工学会第 57 回大会講演集、pp. 210-211 (2016)
- [5] J. Richard Simon: Reactions toward the source of stimulation, Journal of Experimental Psychology, 81, pp. 174-176 (1969)
- [6] 棒谷英法 大須賀美恵子：事象関連電位 P3 を利用した入力インタフェース(2)、第 50 回日本生体医工学会、論文集(CD-ROM)、02-5-6 (2010)
- [7] 山田尚子：失敗傾向質問紙の作成及び信頼性・妥当性の検討、教育心理学研究, Vol. 47 , pp. 501-510 (1999)

- [8] 加藤公子, 中村昭範, 倉坪和泉, 伊藤健吾: 健常高齢者における抑制機能の特異性, 老年精神医学雑誌, Vol. 23, No12, pp. 1463-1470 (2012)
- [9] 朝飛拳悟, 大須賀美恵子: 眼球停留関連電位 P3 成分を用いた認知機能評価, 自動車技術会 2016 年春季大会学術講演会講演予稿集, pp. 1547-1550 (2016)
- [10] 朝飛拳悟, 大須賀美恵子: 事象関連電位 P3 成分を用いた高齢者の認知機能評価, 自動車技術会 2016 年秋季大会発表予定

第8章 総括

本プロジェクトでは、以下の点が示された。

- 踏み違いによる事故の新聞報道記事、裁判判例事例を抽出して、報道される踏み違いによる事故の特徴を調べた。これらの情報源から事故に関する詳細な情報（事故に至る経緯や発生の背景等）を抽出するのは難しいことが判明した。
- 交通安全イベント参加者に対する聞き取りによりペダル操作の仕方について実態調査を行った。一般運転者が右足をどのように使ってペダル操作をするかには大きなばらつきがあることがあり、踏み違い経験とペダル操作の習慣には関係があることが示唆された。
- 踏み違いによる実際の事故（死亡・重傷事故）の詳細な情報に基づき、踏み違いの発生地や踏み違いを生じさせる要因によって踏み違い事故を13類型に分類することができた。
- 反応抑制という認知機能には大きな加齢効果が見られ、踏み違いとの関連性が考えられることから、運動抑制を必要とする単純な場所弁別課題で手または足により反応するという実験を行った。その結果、高齢者は若年者よりも「反応すべきでない側のスイッチに対して反応してしまう」というエラーが多くみられた。
- 実験環境下で実車運転時に近い環境で踏み違いを再現する装置を製作し、その装置を用いて抑制課題を遂行する実験を行って実験室環境下での踏み違いの再現を試みた。同時に被験者の筋活動を記録した。その結果、制作した装置によって踏み違いを再現することが可能であり、踏み違いを起こした際の動作軌跡と筋活動を捉えることができるという知見が得られた。
- 認知過程を認知・判断段階と反応段階に分けて詳細に評価する手法を作成するため、ERP（事象関連電位）のP3潜時と反応時間に着目した。矢印の方向に対応する位置のボタンを押して反応するという課題を用い、刺激の形を変えることにより認知負担を、提示位置を変えることによって反応負担を操作し、若年者と高齢者を対象とした実験を行った。その結果、認知負担と反応負担を反映した違いや、若年者と高齢者での違いが見られた。

本プロジェクトではいずれの調査・実験研究でもまだ予備的検討に留まっており、より本格的なデータ取得や分析が必要である。本年度の成果に基づき、次年度以降本格的な研究調査を実施していく予定である。

非売品

「アクセルとブレーキの踏み違いに関する
高齢者の認知・行動特性の分析」
報 告 書

発行日 平成 28 年 3 月

発行所 公益財団法人 国際交通安全学会

東京都中央区八重洲 2-6-20 〒104-0028

電話/03(3273)7884 FAX/03(3272)7054

許可なく転載を禁じます。



公益財団法人 国際交通安全学会
International Association of Traffic and Safety Sciences