

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 5 月 2 日現在

機関番号：33404

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K20253

研究課題名(和文)高齢者の自動車ペダル踏み間違い事故の原因解明 運動生理学的観点から

研究課題名(英文) Causes of car pedal switching errors in the elderly people: from exercise physiology

研究代表者

藤田 和樹 (Fujita, Kazuki)

福井医療大学・保健医療学部・准教授

研究者番号：20649686

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：若年者11例と高齢者10例の成功した緊急ブレーキ操作の比較において、高齢者では踏み換え操作全体を通してヒラメ筋の活動性が高く、大腿直筋では活動開始の遅延が認められた。関節運動に関しては、高齢者は股関節内転速度が遅く股関節の内旋によって踏み換えを実行している傾向であった。次に、踏み間違いが発生した3例の操作を抽出した。Case 1では、ヒラメ筋の活動性が不適切なタイミングで増加し、アクセルの踏み込みが認められた。Case 2では、アクセルリリース後に前脛骨筋とヒラメ筋が同期して収縮と弛緩を繰り返し、足先の揺れが認められた。Case 3では、股関節の可動範囲が狭く、両ペダルの踏み込みが認められた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高齢者における若年者との運動制御の違いは、足の不正確な軌跡を引き起こしペダルエラーの発生に関連している可能性がある。高齢者では認知機能に関わらず無意識的に踏み間違いが発生する可能性がある。自動ブレーキシステムの発展によって、踏み間違い事故は今後減少していくと考えられる。しかし、あらゆる状況や環境でシステムが作動し、そして、そのような車両が日本のみならず世界全体に普及するかは不透明である。ヒューマンエラーへの対処も並行して進めることが肝要であり、本研究の結果は安全なペダル操作の指導、自動車ペダルの設計、免許更新時検査の再考などに資することができる。

研究成果の概要(英文)：The participants in this study consisted of 11 young drivers and 10 elderly drivers. An experimental pedal was used, and the muscle activity and kinematic data during braking action were analyzed. The results showed that the elderly drivers had higher soleus muscle activity throughout the process, from accelerator release to brake contact, and the rectus femoris activity was delayed. Furthermore, elderly drivers tended to have low hip adduction velocity and tended to switch pedals by hip internal rotation.

Next, data was extracted from three cases in which pedal errors occurred while braking. In Case 1, the activity of the soleus increased at an inappropriate time and the accelerator was pushed. In Case 2, after the accelerator was released, the tibialis anterior and the soleus repeatedly contracted and relaxed in synchronization and swaying of the toes was observed. In Case 3, the range of hip motion was limited and simultaneous pressing of both pedals was observed.

研究分野：生体医工学

キーワード：交通事故 自動車運転 踏み間違い 筋電図 動作解析

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

日本で 2019 年に起きた自動車運転者による交通死亡事故において、75 歳以下では安全不確認や前方不注意が主要な原因であることに対し、75 歳以上では操作不適が主要な原因であった¹⁾。特に、ブレーキとアクセルの踏み間違い(ペダルエラー)が死亡事故の原因となった比率は 75 歳以下が 0.6%であるのに対し、75 歳以上では 7.8%と明らかに高い¹⁾。したがって、高齢ドライバーのペダルエラーは、車両暴走などの重大な事故を引き起こし、わが国の重要な問題となっている。

米国医学会のガイドラインでは、安全に自動車を運転するには視覚、認知、運動の 3 要素が必要であるとされており²⁾、本報告では運動の要素からペダルエラーの原因を検討していく。まず、加齢による身体変化として特徴的な筋力低下³⁾や瞬発力の低下⁴⁾のみが原因となって、アクセル強踏のような暴走事故を起こすことは考えにくい。ペダルエラーの特徴として、バックペダルフック(ブレーキペダルの下側または側面にひっかかる)、足の不正確な軌跡、足の不自然な揺れ、スリップなどが観察される⁵⁾。このような問題に対して Cantin ら⁶⁾は高齢ドライバーの緊急ブレーキ時の足先の軌道を分析し、動きの変動が大きいことを報告した。また、Lodha ら⁷⁾は、高齢ドライバーでは緊急ブレーキ時に足関節の運動出力の変動が大きいことを示した。したがって、ペダルエラーには加齢による運動制御の低下が関与する可能性がある^{6,7)}。しかし、高齢ドライバーの緊急ブレーキ時の運動生理学的な特徴は分かっていない。

一定速度で運転している間、足がアクセルペダルに及ぼす力を調整する為に、つま先を挙げる(足関節背屈)作用をもつ前脛骨筋と、逆につま先を下げる(足関節底屈)作用をもつヒラメ筋が重要な役割を果たす⁸⁾。そこから、急ブレーキが必要になると素早くアクセルペダルから足を離すために、足関節背屈の主動作筋である前脛骨筋が早期に活動性を高める⁹⁾。この時、拮抗する作用をもつ筋の活動性は、脊髄レベルで起こる相反性抑制と呼ばれる反応によって抑制される¹⁰⁾。特に、急速な足関節背屈が起こる場合、足関節底屈筋(ヒラメ筋等)の伸張反射は強く抑制される¹⁰⁾。実際に、緊急ブレーキ時では、足関節底屈筋の筋活動開始は前脛骨筋に比べて遅延している¹¹⁾。しかしながら、加齢によって脊髄の相反性抑制は低下する¹²⁾。仮に、緊急ブレーキ時に相反性抑制の異常が影響した場合、ヒラメ筋の活動性が抑制されず足関節背屈を阻害する可能性がある。

また、ペダルの踏み替え操作では足先を左回旋させる動きや踵位置を左にスライドさせる動きが認められる¹³⁾。この際には、股関節を内旋および内転させる必要がある。さらに、アクセルとブレーキには高低差があるため、股関節および膝関節の屈曲が必要になると考えられる。これまでの踏み替え操作に関する研究のほとんどは、足関節の動きや下腿の筋電図にのみ着目されている。これは、座席やハンドル等が障害となり、三次元動作解析装置の赤外線カメラを下肢全体に照射させることが困難であることが影響したと考えられる。唯一、Behr ら¹⁴⁾の研究は、アクセルポジションとブレーキポジションにおける下肢全体の矢状面関節角度と筋活動を測定しているが、踏み換えの最中のデータは提示されていない。

2. 研究の目的

このように、ペダルエラーの原因解明は重大な事故を予防するために喫緊の課題であるが、そもそも緊急ブレーキ時の踏み替え操作は運動生理学上不明な点が多い。そのため、我々は高齢ドライバーの緊急ブレーキに伴うペダル踏み替え操作の運動生理学的特性を明らかにすることを目的とした。また、二次的にペダルエラーが発生した際のデータについても予備的な解析を行った。

3. 研究の方法

(1) 被験者

22 歳以上 40 歳未満の若年者 11 名および 75 歳以上の高齢者 10 名が本研究に参加した(表 1)。包含基準は、日頃から自動車を運転している(週に 3 回以上)、自動車免許取得後 3 年以上経過している、歩行が自立している、下肢関節の可動域が正常範囲である、除外基準は、認知機能が低下している(Mini-Mental State Examination (MMSE) が 23 点以下)、神経疾患の既往がある(脳卒中などの中枢神経疾患、末梢神経症状を引き起こす疾患)、下肢関節手術の既往がある、循環器疾患の治療中である者とした。被験者には書面および口頭にて実験内容を説明し、インフォームドコンセントを得た。本研究は新田塚医療福祉センター倫理審査委員会の承認(承認番号:新倫 2020-8)を得て実施した。

(2) 使用機材

実験には、踏み替え実験用ペダル(フジオート社)を使用した。踏み替え操作時の下肢筋電図を記録する為に、表面筋電計(Telemyo DTS: Noraxon 社)を使用し、右の前脛骨筋、ヒラメ筋、大腿直筋(作用:股関節屈曲、膝関節伸展)、大腿二頭筋(作用:股関節伸展、膝関節屈曲)の筋活動電位を導出した。また、アクセルおよびブレーキペダル前面に、フットスイッチ(Noraxon 社)に接続した圧力センサーを貼付し、アクセルペダルの後面に電子傾斜計(Noraxon 社)を装着した。さらに、関節角度を記録する為に、慣性センサーで構成される三次元動作解析装置(MyoMotion: Noraxon 社)を使用した。これら全ての機器を同期信号によって時間軸を一致させた。

(3) 測定

まず、問診にて運転の自信度（0を普通として-7から7で評価）、踏み間違いの経験、認知機能（MMSE）、1年以内の転倒歴を調査した（表1）。踏み替え操作の測定肢位は椅座位とし、椅子に深く腰掛けた状態で、股関節および膝関節を90度屈曲位とした際に足底全体が床に設置するように、座面の高さを調整した。ペダルの左右位置は、ブレーキ中央を体の正中線上とし、前後位置は被験者が踏み替えをしやすい位置とした。また、被験者の前方に設置した昇降式テーブルの前端にハンドルを装着し、眼前1mにモニターを設置した。モニターの上端には、検査者が遠隔スイッチで点灯可能な3つのLEDライト（青黄赤）を設置した。

被験者はハンドルを握った状態で、モニターに映されたアクセル傾斜のリアルタイムデータを視認し、アクセルを5~10度踏み込んだ状態を保持するよう指示された。そして、検査者は20から30秒間隔で3色のLEDを無作為に点灯させた。被験者は、点灯を視認した後、青の場合はアクセルを保持、黄の場合は緩やかにブレーキに踏み替え、赤の場合は可能な限り早くブレーキに踏み替えた。なお、足の位置や動かし方については被験者の自由とした。測定は5分間連続して実施し、計3セットとした。また、踏み替え操作の筋電図振幅を正規化する為の最大等尺性収縮の測定には、Cybex-Norm（Cybex社）を使用し、膝関節屈曲および伸展、足関節背屈および底屈の5秒間最大等尺性収縮を測定した。

表1. 被験者の特徴

	若年者 (n = 11)	高齢者 (n = 10)	P 値
年齢 (歳)	26.3 ± 5.4	78.4 ± 4.0	<0.001
性別 (女 / 男)	6 / 5	5 / 5	NS
身長 (cm)	164.7 ± 8.8	157.6 ± 6.5	NS
体重 (kg)	55.4 ± 9.1	56.0 ± 6.5	NS
靴のサイズ (cm)	24.5 ± 1.2	24.6 ± 1.1	NS
運転の自信度	4 (4.5)	0 (1.5)	0.033
MMSE	30 (0)	28 (2.5)	0.002
踏み間違い歴 (有 / 無)	2 / 9	1 / 9	NS
転倒歴 (有 / 無)	0 / 11	1 / 9	NS

平均値 ± 標準偏差, 中央値 (四分位範囲)

MMSE: Mini-Mental State Examination, NS: 有意差なし

(4) データ解析

本研究に使用した全ての機器のデータをノラクソン統合解析ソフトウェア MR3 (Noraxon 社) で解析した。解析対象は、赤色 LED が点灯した際の踏み替え (緊急ブレーキ) とし、3セットから安定していた1回ずつを抽出した。LED とペダルの圧センサーからの電位信号をもとに、LED 点灯からブレーキの圧センサーが反応するまでを解析区間 (反応時間) とした。さらに、リリース相 (LED 点灯からアクセル上の足底が離れるまで)、踏み替え相 (足底がアクセルを離れてからブレーキに接するまで) に相分けした。次に、筋電図波形を全波整流した後に、双方向性2次 Butterworth ローパスフィルター (10 Hz) に通過させ平滑化した¹⁵⁾。そして、LED 点灯前3秒間 (アクセルキープ) の平均振幅、リリース相の最大振幅、踏み換え相の最大振幅と最小振幅を、最大等尺性収縮の最大振幅で除することで正規化振幅 (最大筋活動量) を算出した。また、アクセルキープ時の平均振幅に、その標準偏差の3倍を加えた値を閾値として筋活動開始時間を算出した^{11,15)}。前脛骨筋とヒラメ筋に関しては、開始時間の差を算出した。

次に、アクセルキープ時、アクセルリリース時、踏み替え相 (最大値)、ブレーキコンタクト時における右下肢関節の角度を抽出した。さらにリリース相と踏み替え相の関節角度をそれぞれ微分し、ピーク関節角速度を算出した。最後に全ての筋電図および関節角度データは3施行の平均とした。

また、予備的な解析として黄色または赤色 LED 点灯後のブレーキングの際に、ハイスピードカメラによって撮影した動画から McGehee ら⁵⁾によって報告されているペダルエラーが発生したデータを抽出し、個別に解析を行った。

(5) 統計解析

データの特性に依じて、独立t検定、ウェルチのt検定、マンホイットニー-U検定、カイ二乗検定によって若年者と高齢者間の差異を分析した。これらの解析には、BellCurve for Excel (Social Survey Research Information Co., Ltd., Tokyo, Japan)を使用し、有意水準は5%とした。

4. 研究成果

(1) 被験者の背景

高齢者の運転の自信度は若年者に比べて有意に低かった ($P=0.033$; $Z=2.136$)。高齢者の MMSE は若年者に比べて有意に低かったが ($P=0.002$; 95%CI: 0.813-3.187)、全例正常範囲であった。過去に踏み間違いの経験があった者は若年者で2例、高齢者で1例であり、転倒歴のある者は高齢者で1例であった (表1)。緊急ブレーキの反応時間において、高齢者は若年者に比べて全相 ($P<0.001$; 95%CI: 0.061-0.163) と踏み換え相 ($P=0.007$; 95%CI: 0.027-0.152) で有意に遅延していたがリリース相では有意差はなかった (表2)。

表 2 . 緊急ブレーキの反応時間と筋活動開始時間

	若年者 (n = 11)	高齢者(n = 10)	P 値
反応時間 (秒)			
全相	0.650±0.047	0.762±0.059	<0.001
リリース相	0.450±0.038	0.473±0.064	NS
踏み換え相	0.199±0.031	0.289±0.088	0.014
筋活動開始時間 (秒)			
前脛骨筋	0.290±0.050	0.320±0.072	NS
ヒラメ筋	0.332±0.047	0.339±0.076	NS
大腿直筋	0.316±0.046	0.472±0.156	0.015
大腿二頭筋	0.365±0.036	0.409±0.068	NS
前脛骨筋とヒラメ筋の時間差	0.042±0.028	0.019±0.011	0.033

平均値 ± 標準偏差, NS : 有意差なし

(2) 下肢筋電図

高齢者は若年者に比べて大腿直筋の筋活動開始時間が有意に遅延しており (P=0.014; 95%CI: 0.037-0.276) ,前脛骨筋とヒラメ筋の開始時間差が短かった (P=0.033; 95%CI: 0.002-0.043) (表 2) 。筋電図振幅において, 前脛骨筋のリリース相 (P=0.028; 95%CI: 0.025-0.379) , ヒラメ筋のリリース相 (P=0.003; 95%CI: 0.062-0.243) および踏み換え相の最大値 (P=0.009; 95%CI: 0.074-0.451) と最小値 (P=0.001; 95%CI: 0.042-0.129) は高齢者が有意に高かった (表 3) 。

表 3 . 緊急ブレーキ時の筋電図振幅

		若年者 (n = 11)	高齢者 (n = 10)	P 値
前脛骨筋	A	2.3 ± 2.4	3.5 ± 1.9	NS
	R	52.6 ± 16.6	72.7 ± 20.2	0.028
	Sw ^p	54.0 ± 21.7	75.9 ± 29.3	NS
	Sw ^m	4.9 ± 4.7	6.7 ± 5.4	NS
ヒラメ筋	A	2.2 ± 1.3	3.2 ± 1.5	NS
	R	12.7 ± 5.7	28.0 ± 11.3	0.003
	Sw ^p	28.4 ± 15.0	55.0 ± 23.6	0.009
	Sw ^m	3.0 ± 1.7	11.5 ± 5.6	0.001
大腿直筋	A	2.3 ± 2.8	3.3 ± 1.5	NS
	R	11.6 ± 5.9	10.0 ± 7.3	NS
	Sw ^p	12.0 ± 5.3	13.0 ± 8.7	NS
	Sw ^m	3.4 ± 2.0	3.1 ± 1.2	NS
大腿二頭筋	A	1.7 ± 1.9	1.5 ± 0.7	NS
	R	3.5 ± 2.8	6.4 ± 5.7	NS
	Sw ^p	5.5 ± 3.9	9.6 ± 5.9	NS
	Sw ^m	2.3 ± 2.0	2.8 ± 2.1	NS

平均値±標準偏差, A = アクセルキープ相の平均値, R = リリース相のピーク値, Sw^p = 踏み換え相 (switch) のピーク値, Sw^m = 踏み換え相の最小値, NS : 有意差なし

(3) 運動学データ

関節角度について, 高齢者の股関節内旋は若年者に比べて, アクセルキープ時 (P=0.037; 95%CI: 0.494-14.331) , 踏み換え相のピーク値 (P=0.012; 95%CI: 2.866-20.494) , ブレーキコンタクト時 (P=0.007; 95%CI: 3.821-21.248) で有意に大きかった。高齢者の膝関節屈曲角度は, アクセルキープ時 (P=0.018; 95%CI: 2.616-24.249) , リリース時 (P=0.020; 95%CI: 2.308-23.471) , 踏み換え相のピーク値 (P=0.010; 95%CI: 3.709-24.095) , ブレーキコンタクト時 (P=0.009; 95%CI: 4.283-25.620) で有意に小さかった。高齢者の足関節内転角度は, アクセルキープ時 (P=0.001; 95%CI: 3.017-10.441) , リリース時 (P=0.005; 95%CI: 2.114-10.100) , 踏み換え相のピーク値 (P=0.044; 95%CI: 0.151-10.194) , ブレーキコンタクト時 (P=0.033; 95%CI: 0.485-10.356) で有意に小さかった。

ピーク関節角速度について, 高齢者の股関節内転は若年者に比べて, リリース相 (若年者群 46.9 ± 26.5 度/秒; 高齢者群 24.7 ± 14.9 度/秒; P=0.039; 95%CI: 1.293-43.174) および踏み換え相 (若年者群 69.2 ± 24.1 度/秒; 高齢者群 48.9 ± 12.8 度/秒; P=0.036; 95%CI: 1.486-39.115) において有意に小さかった。詳細なデータは, 我々の報告 (Fujita K, et al: Kinematic and Electrophysiological Characteristics of Pedal Operation by Elderly Drivers during Emergency Braking. Healthcare. 2021) を参照頂きたい。

(4) ペダルエラーの発生

全被験者のうち, 動画上から踏み間違いが発生した 3 例の操作を抽出し, 下肢の筋活動と関節運動を解析した。Case 1 では, ヒラメ筋の活動性が不適切なタイミングで増加し, アクセルの踏み込みが認められた。Case 2 では, アクセルリリース後に前脛骨筋とヒラメ筋が同期して収縮と

弛緩を繰り返し、足先の揺れが認められた。Case 3 では、股関節の可動範囲が狭く、両ペダルの踏み込みが認められた。詳細なデータは、我々の報告（藤田和樹・他：自動車ペダル踏み間違い発生時の生体運動解析。日本交通科学学会誌。2022）を参照頂きたい。

(5) 結論

本研究では、高齢運転者における自動車ブレーキ急制動時の踏み替え操作の特性を調査した。高齢運転者の特徴として、アクセルペダルを離すまでの時間は若年者と同じであるが、その後のブレーキペダルへの踏み換えで遅延が認められた。高齢運転者では足関節背屈の拮抗筋であるヒラメ筋の活動性が抑制されておらず、また股関節屈曲作用のある大腿直筋では活動開始の遅延が認められた。関節運動に関しては、高齢運転者は股関節内転速度が遅く、股関節の内旋によって踏み換えを実行している傾向であった。また、本研究で認められた3例のペダルエラーは、それぞれ異なるメカニズムによって発生したことが示唆された。3例の認知・注意機能が完全に正常で、運動機能にのみ異常があったかの証明はできないが、いずれの高齢者においても、関節運動、筋電図に異常波形が認められた為、運動制御能の低下がペダルエラー発生に関連した可能性が高い。

このように、高齢者における若年者との運動制御の違いは、足の不正確な軌跡を引き起こしペダルエラーの発生に関連している可能性がある。高齢者では認知機能に関わらず無意識的に踏み間違いが発生する可能性がある。自動ブレーキシステムの発展によって、踏み間違い事故は今後減少していくだろう。しかし、あらゆる状況や環境でシステムが作動し、そして、そのような車両が日本のみならず世界全体に普及するかは不透明である。ヒューマンエラーへの対処も並行して進めることが肝要であり、悲惨な事故を減らすために更なる予防対策が必要である。

引用文献

- 1) 令和元年における交通死亡事故の発生状況等について。警察庁交通局：https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/jiko/R1shibou_bunseki.pdf. (2021年4月27日引用)。
- 2) Wang, C.; Kosinski, C.J.; Schwartzberg, J.G.; Shanklin, A.V.; American Medical Association. Physician's Guide to Assessing and Counseling Older Drivers (No. DOT-HS-809-647); American Medical Association: Chicago, IL, USA, 2003.
- 3) Lindle, R.S.; Metter, E.J.; Lynch, N.A.; Fleg, J.L.; Fozard, J.L.; Tobin, J.; Roy, T.A.; Hurley, B.F. Age and Gender Comparisons of Muscle Strength in 654 Women and Men Aged 20-93 yr. *J. Appl. Physiol.* 1997, 83, 1581-1587.
- 4) Thelen, D.G.; Schultz, A.B.; Alexander, N.B.; Ashton-Miller, J.A. Effects of Age on Rapid Ankle Torque Development. *J. Gerontol. Ser. A Biol. Sci. Med. Sci.* 1996, 51, 226-232.
- 5) McGehee, D.V.; Roe, C.A.; Ng Boyle, L.N.; Wu, Y.; Ebe, K.; Foley, J.; Angell, L. The Wagging Foot of Uncertainty: Data Collection and Reduction Methods for Examining Foot Pedal Behavior in Naturalistic Driving. *SAE Int. J. Trans. Saf.* 2016, 4, 289-294.
- 6) Cantin, V.; Blouin, J.; Simoneau, M.; Teasdale, N. Driving in a Simulator and Lower Limb Movement Variability in Elderly Persons: Can We Infer Something About Pedal Errors. *Adv. Transp. Stud.* 2004, 39-46.
- 7) Lodha, N.; Moon, H.; Kim, C.; Onushko, T.; Christou, E.A. Motor Output Variability Impairs Driving Ability in Older Adults. *J. Gerontol. Ser. A Biol. Sci. Med. Sci.* 2016, 71, 1676-1681.
- 8) Jammes, Y.; Behr, M.; Weber, J.P.; Berdah, S. Consequences of Simulated Car Driving at Constant High Speed on the Sensorimotor Control of Leg Muscles and the Braking Response. *Clin. Physiol. Funct. Imaging.* 2017, 37, 767-775.
- 9) 西本哲也, 永井孝太: 自動車急制動時の下肢筋電応答に及ぼす加齢の影響。日本機械学会論文集(C編)。2012, 78, 2012-2018.
- 10) Lavoie, B.A.; Devanne, H.; Capaday, C. Differential Control of Reciprocal Inhibition during Walking Versus Postural and Voluntary Motor Tasks in Humans. *J. Neurophysiol.* 1997, 78, 429-438.
- 11) Bucshazy, K.; Svozilova, V.; Semela, M.; Stana, I.; Gruberova, O. Analysis of Driver Reaction during Braking and Avoidance Maneuver. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 2019, 603, 042085.
- 12) Kido, A.; Tanaka, N.; Stein, R.B. Spinal Excitation and Inhibition Decrease as Humans Age. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 2004, 82, 238-248.
- 13) 篠原一光, 木村貴彦: 自動車ペダル操作時の足の位置と動きの特性とペダル踏み間違いの経験(特集 交通行動・交通安全に影響を及ぼす心理・行動特性)。交通科学。2018, 49, 33-40.
- 14) Behr, M.; Poumarat, G.; Serre, T.; Arnoux, P.J.; Thollon, L.; Brunet, C. Posture and Muscular Behaviour in Emergency Braking: An Experimental Approach. *Accid. Anal. Prev.* 2010, 42, 797-801.
- 15) Chow, J.W.; Yablon, S.A.; Stokic, D.S. Coactivation of Ankle Muscles During Stance Phase of Gait in Patients with Lower Limb Hypertonia After Acquired Brain Injury. *Clin. Neurophysiol.* 2012, 123, 1599-1605.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Fujita Kazuki, Kobayashi Yasutaka, Sato Mamiko, Hori Hideaki, Sakai Ryo, Ogawa Tomoki, Sugano Tomonari, Kawabata Kaori, Hitosugi Masahito	4. 巻 9
2. 論文標題 Kinematic and Electrophysiological Characteristics of Pedal Operation by Elderly Drivers during Emergency Braking	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Healthcare	6. 最初と最後の頁 852 ~ 852
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/healthcare9070852	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 藤田和樹、川端香、小林康孝、一杉正仁	4. 巻 22
2. 論文標題 自動車ペダル踏み間違い発生時の生体運動解析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本交通科学学会誌	6. 最初と最後の頁 14 ~ 25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fujita Kazuki, Tsushima Yuichi, Hayashi Koji, Kawabata Kaori, Sato Mamiko, Kobayashi Yasutaka	4. 巻 98
2. 論文標題 Differences in causes of stiff knee gait in knee extensor activity or ankle kinematics: A cross-sectional study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Gait & Posture	6. 最初と最後の頁 187 ~ 194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gaitpost.2022.09.078	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 藤田和樹; 小林康孝; 一杉正仁
2. 発表標題 高齢運転者における緊急ブレーキ操作の運動学的・電気生理学的特徴
3. 学会等名 第57回日本交通科学学会学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤田和樹
2. 発表標題 自動車ペダル踏み間違い発生時の生体運動解析
3. 学会等名 第6回日本安全運転医療学会学術集会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	一杉 正仁 (Hitosugi Masahito)	滋賀医科大学・社会医学講座・教授 (14202)	
研究協力者	小林 康孝 (Kobayashi Yasutaka)	福井医療大学・副学長 (33404)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------