

令和 6 年 6 月 11 日現在

機関番号：32643

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K14995

研究課題名（和文）高齢者の自動車の運転操作が若返る着座姿勢の研究

研究課題名（英文）Research on seating postures that rejuvenate elderly people's ability to drive a car

研究代表者

牧田 匡史（MAKITA, Masashi）

帝京大学・理工学部・准教授

研究者番号：50782413

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、高齢者が関わる交通事故の発生件数・死者数の増加傾向を踏まえ、交通事故を未然に防ぐ、予防安全技術である自動ブレーキなどの自動車のセンサーやデバイスに頼らず、高齢者の特徴を生かした対策を創出することを目的とした。具体的には、高齢者に対応した最適な着座姿勢を創出し、交通事故による被害軽減につながる基礎技術を創出することを目指した。その結果、高齢者の着座姿勢を変えることで、ブレーキ操作のパフォーマンスが向上することが示唆され、高齢者の交通事故の要因の一つである「緊急時に十分にブレーキを踏めないことが多い」という課題に対する、車両のセンサーやデバイスに頼らない対策を示すことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高齢者の交通事故を減らす新たな基盤技術として、高齢者の特徴を生かした技術開発は、これまでの研究にはない新規性を持つと考える。また、高齢者と若年者の運転動作の特徴を実験と解析を併用して評価する実験装置や指標の開発は、今後の交通安全研究における重要なツールとなり、学術的にも大きな貢献を果たすと考える。本成果は、超高齢化社会を迎える日本だけでなく、世界中の高齢者の交通安全対策に直接的な貢献をもたらすと考える。また、国際連合の持続可能な開発目標（SDGs）である「目標3：すべての人に健康と福祉を」や「目標12：つくる責任つかう責任」にも貢献できる社会的意義を持つ研究であると考えられる。

研究成果の概要（英文）：In view of the increasing trend in the number of road accidents and fatalities involving the elderly, the objective of this research was to create countermeasures that utilise the characteristics of the elderly and do not rely on sensors and devices in vehicles, such as automatic braking, which are preventive safety technologies, to prevent road accidents. The results suggest that changing the seating posture of the elderly can improve their braking performance, and that this can be used as a countermeasure against one of the causes of road accidents involving the elderly, namely that they often fail to brake adequately in an emergency. The results also showed that measures could be taken that do not rely on vehicle sensors and devices.

研究分野：自動車工学、安全工学、衝突安全、予防安全

キーワード：交通事故 高齢ドライバー 運転動作 緊急ブレーキ操作 着座姿勢 筋骨格人体モデル

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

交通事故の発生件数は 2005 年度から 14 年連続で減少し、死者数も 2012 年度から 6 年連続で減少した。一方で、高齢者が関わる交通事故は、その発生件数も死者数も増加していた。2018 年に 75 歳以上が起こした死亡事故は 460 件であり、原因別ではアクセルとブレーキの踏み間違いが最も多く、75 歳未満と比べると約 5 倍となっていた。そのような状況を受けて、政府は自動ブレーキ機能の新車への義務付けや、踏み間違い時加速抑制装置の性能認定制度の導入などの施策の検討を開始し、一方の各自動車メーカーは、それに先行するように各装置の装備を始めていた。しかし、現状は高齢者の運転デバイス(ブレーキ、ステアリング)の誤操作による交通事故は、増加の一途をたどっていた。さらに、過疎化、高齢化が進む地域において公共交通機関を補完するモビリティとして注目される超小型車(Micro Electric Vehicle)が普及し始めると、より高齢ドライバーの交通事故の課題が顕在化することが懸念されていた。高齢者の身体特性の低下による、運転デバイス(ブレーキ、ステアリング)の誤操作による交通事故は、運転者本人のみならず、同乗者や自転車、歩行者、昨今では幼い命が奪われるなど、多くの犠牲者を伴い、高齢化社会ならびに人生 100 年時代を迎える我が国を脅かす、喫緊の社会問題であった。

2. 研究の目的

超高齢化を迎える日本において、高齢者が自動車(モビリティ)を活用することで、安全かつ積極的に社会参加できるように、バリアフリーと運動機能の回復を両立できる着座姿勢を創出することを目的とした。

3. 研究の方法

新型コロナウイルス感染拡大に伴う様々な規制や対策により、当初の計画を大幅に変更し、最小限の実験を行い、コンピュータシミュレーションなどの机上検討を主体とした検討を行った。

(1) 身体能力の異なる、ドライバ(高齢者: 8 人、若年者: 15 人)を用いた、着座姿勢違い(自由姿勢と指示姿勢)での、緊急ブレーキ操作実験(図 1)を行った。

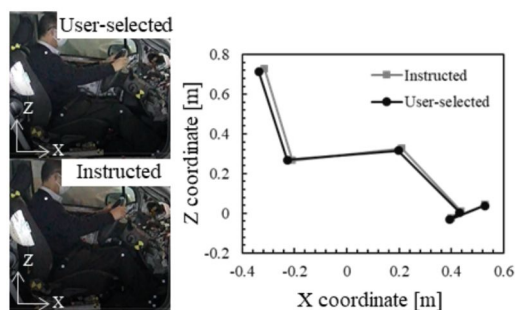


図 1 緊急ブレーキ操作実験

(2) 緊急ブレーキ操作実験の分析結果を基に、緊急ブレーキ操作において、高齢者と若年者とのブレーキ操作の違いを定量的に分析・評価ができる高齢ドライバ ブレーキ操作カルテ(仮称)を創出した。

(3) 筋骨格人体モデルで緊急ブレーキ操作実験を再現させるための下肢動作解析システム(デジタイズ)、および実験データを筋骨格人体モデルに再現するシステム(インターフェース)の開発を行った(図 2)。

(4) 緊急ブレーキ操作実験を、筋骨格人体モデルで再現させ、高齢者のブレーキ操作の特徴を詳細に分析・評価が可能な解析システムを構築した(図 3)。

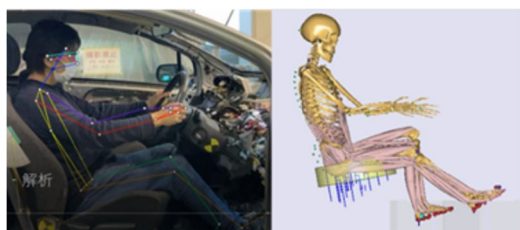


図 2 実験データをデジタイズして筋骨格人体モデルで再現

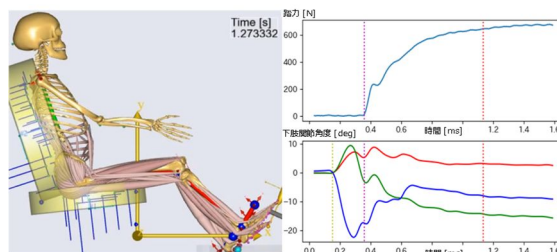


図 3 緊急ブレーキ操作実験再現モデル

4. 研究成果

研究の主な成果は、以下の通りである。

(1) 高齢者の着座姿勢を工夫することで、緊急ブレーキ操作のパフォーマンスが向上することを実験結果により示した(詳細は に記載)。

(2) 筋骨格人体モデルを用いた解析により、高齢者が若年者と同等の緊急ブレーキ操作のパフォーマンスを発揮できる着座姿勢の方向性を明らかにした(詳細は に記載)。

高齢者 8 人と若年者 15 人のドライバーを対象にした緊急ブレーキ操作実験から、着座姿勢の違い(自由姿勢と指示姿勢)によって、緊急ブレーキ操作(アクセルからブレーキペダルへの踏み替え操作および最大踏力)のパフォーマンス(踏み替え時間: 図 4、最大踏力: 図 5)が向上することが示唆された。

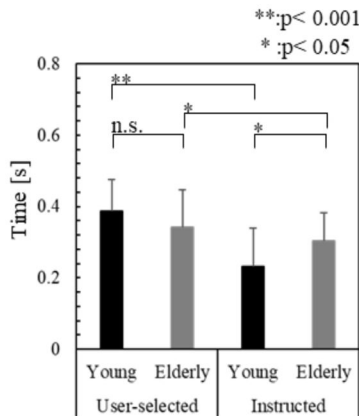


図 4 踏み替え時間

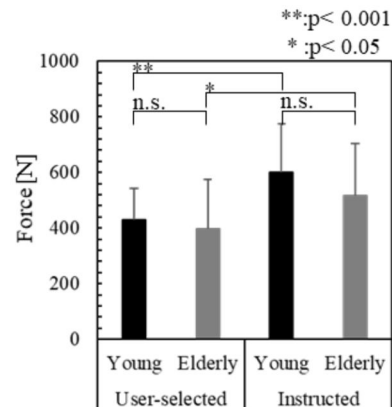
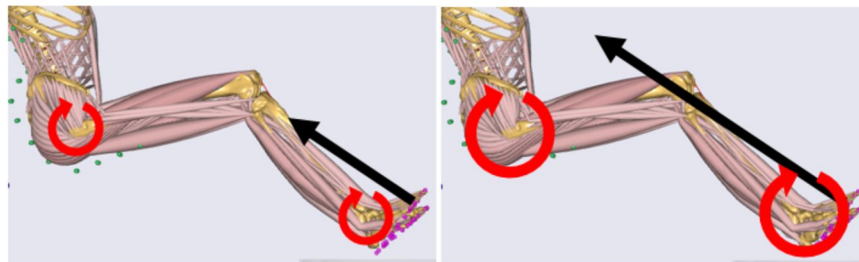


図 5 最大踏力

筋骨格人体モデルを用いて、高齢者の着座姿勢の違いによる緊急ブレーキ操作の特徴をバイオメカニクスの観点から説明できる技術を構築した。また、高齢者が若年者と同等の緊急ブレーキ操作のパフォーマンスを発揮できる着座姿勢の方向性を明らかにした。

1 下肢の運動動作における緊急ブレーキ操作で大きなブレーキ踏力を得ることは、股関節および足関節のトルクに寄与する筋肉によって制御されていた(図 6)。



股・足関節トルク: 小
最大踏力: 小

股・足関節トルク: 大
最大踏力: 大

図 6 股・足関節トルクと最大踏力との関係

2 着座姿勢が変わっても、高い股関節および足関節のトルクを発揮できるように、膝関節のトルクに寄与する筋肉が制御していた(図 7)。

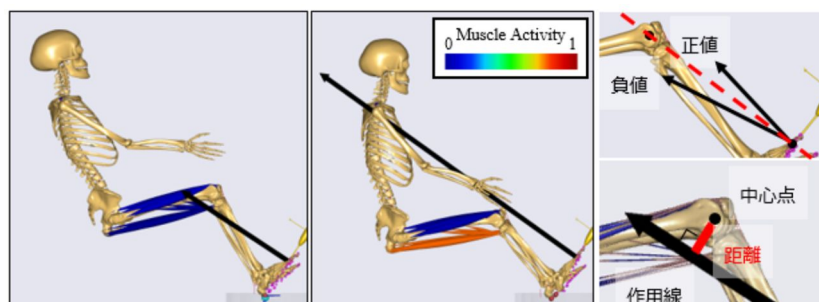


図 7 膝関節周囲筋の作用と床反力作用線の関係

3 すなわち、緊急ブレーキ操作における下肢の作用は、立位の際に大きな床反力を得るための作用（股関節伸展および足関節底屈トルクの強化）や、歩行時の膝関節の作用（床反力に対する姿勢の制御）と同じであることが示唆された。

本成果の国内外における位置づけとインパクトについては、高齢化社会における高齢者の交通事故削減対策が国内外で重要な課題となっている中、本研究成果は国際的な喫緊の課題に対して、高齢化社会の先進国である日本から国内外の学会を通じて発信し、意義のあるアプローチの一つとして評価されたと考える。

今後の展望としては、新型コロナウイルス感染拡大に伴う様々な規制や対策により、ステアリング操作（上肢）に関する実験が行えなかったため、今後は上肢の検討を進め、これまでの下肢の成果と整合の取れた高齢者向けの着座姿勢を創出する。また、国内外の様々なモビリティに対応できる汎用性の高い着座姿勢としてまとめる予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 1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 Masashi Makita, Akinari Hirao, Hiroaki Fujii	4. 巻 13
2. 論文標題 A Study of the Leg-Movement Characteristics of Young and Elderly People During Emergency Braking in Different Sitting Postures	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The International Journal of Automotive Engineering	6. 最初と最後の頁 P68-73
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20485/jsaeijae.13.2_68	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 田中 晟椰, 立木 一成, 内田 悠介, 山下 明矩, 牧田 匡史, 國行 浩史	4. 巻 20225263
2. 論文標題 実車型広視界ドライビングシミュレータを用いた道路線形による交通事故リスク評価	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 自動車技術会 春季大会 学術講演会 講演予稿集	6. 最初と最後の頁 P1-5
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 無
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 牧田 匡史, 藤井 宏明, 平尾 章成	4. 巻 20216218
2. 論文標題 着座姿勢違いでの緊急ブレーキ操作における若年者と高齢者の下肢動作の特徴の検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 自動車技術会 秋季大会学術講演会講演予稿集	6. 最初と最後の頁 P1~5
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 無
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 牧田 匡史, 藤井 宏明, 白石 聖, 平尾 章成	4. 巻 Vol.20
2. 論文標題 着座姿勢違いでの緊急ブレーキ操作における踏力と下肢動作の特徴の抽出とその考察	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Japanese Council of Traffic Science (日本交通科学学会誌)	6. 最初と最後の頁 pp.89
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 無
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3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 田中 晟椰
2. 発表標題 実車型広視野ドライビングシミュレータを用いた道路線形による交通事故リスク評価
3. 学会等名 自動車技術会 春季大会 学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 牧田 匡史
2. 発表標題 着座姿勢違いでの緊急ブレーキ操作における若年者と高齢者の下肢動作の特徴の検討
3. 学会等名 公益社団法人 自動車技術会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 牧田 匡史
2. 発表標題 着座姿勢違いでの緊急ブレーキ操作における踏力と下肢動作の特徴の抽出とその考察
3. 学会等名 日本交通科学学会
4. 発表年 2020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
---------	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------