

機関番号：34419

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20360233

研究課題名（和文） 車いすドライバーの運転時における人間工学的評価と自動車道路整備に関する研究

研究課題名（英文） Research on ergonomic evaluation and road measures for wheelchair drivers

研究代表者

三星 昭宏 (MIHOSHI AKIHIRO)

近畿大学・理工学部・教授

研究者番号：40088414

研究成果の概要（和文）：車いすドライバーにとって、速度調節とステアリング操作を同時に要求されるカーブ走行時は運転負荷が大きく、カーブ退出時から直線復帰するまでの区間で車体が大きく振られる。体幹の保持力が低下すると、不安定な座位姿勢で運転操作をしないとけなく、カーブ進入に対する誘導方法とカーブ退出部分のゆとり部分の確保が必要である。車両における対策については、走行条件によって姿勢や操作手技が変わらず、安定した座位姿勢を確保できる体幹保持装置のデザインを設計した。

研究成果の概要（英文）：For wheelchair drivers, when driving on the curve section which requires speed and steering control at the same time, they receive greater driving load, and the vehicle swerves strongly on the section from leaving the curve to a straight course. There is a reduction in controlling the body trunk, and the driver has to drive with an unstable seating posture, therefore, an instructional method of entering the curve and also some extra space for the section of leaving the curve are necessary. The measure for the vehicle is a development of body support equipment which is able to provide stable seating style with no change to posture and operation depending on the driving conditions.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2009年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2010年度	3,500,000	1,050,000	4,550,000
年度			
年度			
総計	7,200,000	2,160,000	9,360,000

研究分野：都市交通

科研費の分科・細目：土木工学・土木計画学・交通工学

キーワード：障害者、車いす、運転

## 1. 研究開始当初の背景

わが国では、ノーマライゼーションの考え方でバリアフリーが推進される中、車いす使用者がドライバーとして免許を取得し、自動車道路を利用するケースが増えている。一方、高速道路のサービスエリアでは、バリアフリー化が進められているが、車いすドライバー

の運転行動特性そのものはほとんど研究されていない。車いすドライバーの運転特性などの人間工学的要素は、道路の形状、付帯施設、情報提供、運転装置などに影響する重要な問題であるが、研究的に未知数であるため、バリアフリー新法や福祉のまちづくり条例でも全く触れられていない。車いすドライバ

一の人間工学的研究は、このように国内外共にほとんどない。

申請者は、近年バリアフリーにおける人間工学的研究を進めてきた。その一貫として、車いすドライバーの問題を取り上げており、道路の利用実態、身体負担の意識調査、基礎的な人間工学的研究を行ってきたが、今回それらを発展させて、運転環境の設計課題を抽出するための詳細な行動測定と分析を行うことを計画した。

## 2. 研究の目的

運転免許を持つ車いす使用者が運転する際の走行状況と身体状況を把握するために、評価手法として加速度、筋電図、動画解析を用いた。運転特性とその時の身体状況を計測できれば、負担を軽減できる運転環境の開発・導入につながり、安全で快適な道路環境を提供できると考えた。自動車道路が安全で快適な走行環境になることが、加齢や障害のハンディキャップからの移動による制限されない広範囲な社会参加につながると考え、自動車道路整備のあり方と今後の安全対策について考察し、自動車運転環境のバリアフリー化についてデザインすることを目的とした。

## 3. 研究の方法

本研究では、障害者ドライバーの中でも自動車運転免許証の保有率が高い肢体不自由者を調査対象とした。

H20 年度は、車いすドライバーが運転に必要な補助装置のリストアップと、その構造と用途、障害が与える運転動作への分析をアンケート調査とヒアリング調査で行った。

H21 年度は、車いすドライバーの運転環境や安全対策などに着目した分析を行うために、補助装置をつけている車両に、加速度計とビデオ解析装置を搭載し、またドライバー自身にも筋電計を装着して、運転行動特性の把握と身体負荷の測定を行った。図1に計測システムの模式図を示す。

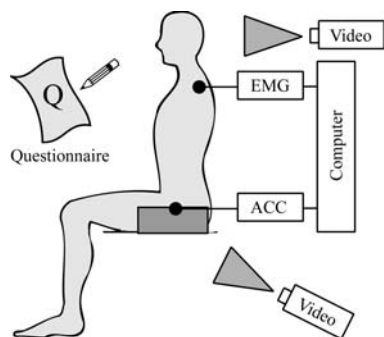


図1 計測システムの模式図

最終年度にあたるH22年度は、これまでの研究結果に基づいて、自動車を運転する車いすドライバーにとって安全を予防し、事前に事

故を回避する支援のための道路と車両の両面に関する対策についてデザインした。

## 4. 研究成果

車いすドライバーに対するアンケート調査では、走行中の問題が「運転手」、「自動車」、「道路」に深く関係していることが分かった。運転中の体幹保持方法について質問したところ、特別な補助具は使用せず、既設の3点式シートベルトを使用している者が86%と大きな割合を示した。そこで、体幹保持に対する要望について質問したところ、約半数の49%が「左右方向」の保持力の向上を望むと回答し、横方向への影響が大きいことが分かった（図2）。

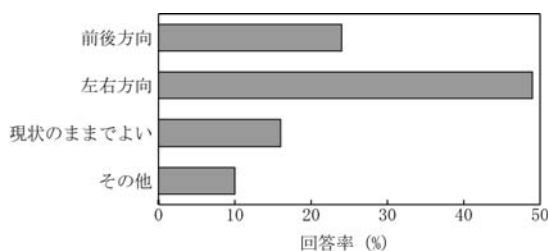


図2 体幹保持に関する要望

速度を出してのカーブ走行時、横にかかる遠心力によって体幹が流れてしまい、運転操作に問題が生じたことがあるかの問いに、車いす使用者群は「よくある」が9%、「たまにある」が50%と、約6割の車いす使用者群が問題あると回答した（図3）。車いす使用者群は、カーブ時の遠心力によって健常者群よりも運転操作に問題が発生しやすいといえる。

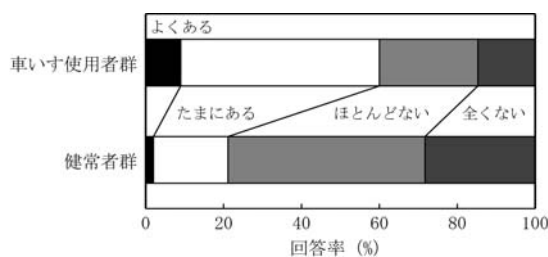


図3 カーブ時における運転操作の問題の発生頻度

次に、遠心力の影響により運転操作に問題が生じたことがあるかの問いには、健常者群に比べ、全ての交通場面において、車いす使用者群の方が訴え率は高かった（図4）。その差が最も顕著であったのは「左カーブ」で、車いす使用者群が38%、健常者群が10%であった。次いで「左屈折」で、車いす使用者群が28%、健常者群が5%であった。特に左カーブと左折で訴え率が高く、共通して体幹が右方向へ流される場合に、運転操作に問題を感じていることが分かった。

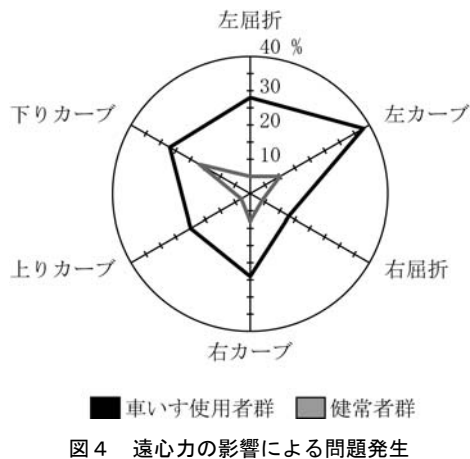


図4 遠心力の影響による問題発生

自動車運転教習場における実走調査では、左右方向のカーブ区間で、体幹の保持方法が異なることが分かった。図5は、走向コースの区別にみた加速度の比較を示す。

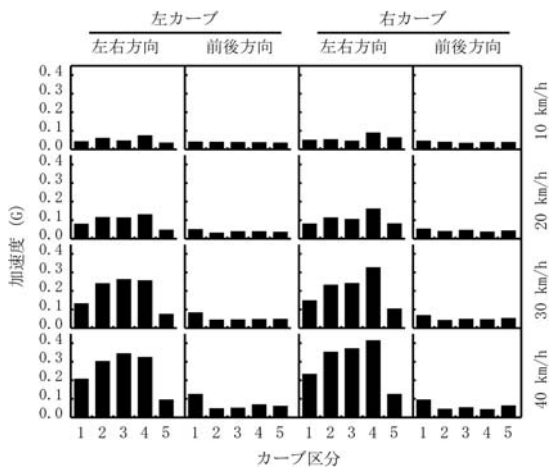


図5 カーブ区間の区別にみた加速度の比較

左右方向の加速度を比較してみると、走行速度が速くなるに従い、区分①～②、区分④～⑤の間で平均値の差が大きくなる傾向が見られた。区分①～②は、直線からカーブ進入を示している。また、区分④～⑤は、カーブ退出から直線を示している。

右カーブでは、区分①～②と区分④～⑤ともに 20 km/h から統計的な差が認められた。これは、ステアリングの操作によって、遠心力が大きく影響している区分といえる。特に右カーブの退出時では、左右方向の加速度の差は 0.29 G とその影響は最も強いことが分かった。この区分では姿勢の固定に緊張し、加速度の方向変換が生じる区分⑤では反動によって上体の姿勢が傾き、上肢は姿勢保持と車両制御の両方をしなければならず、運転負荷は「走行状況」より高い筋緊張を伴う可能性が高いと推測できる。

次に、それぞれのカーブ区間における5区分の筋活動量の比較を図6に示した。左右前腕

部では、カーブ進入後と退出前の筋活動量が左右カーブ共に大きくなる。しかし、右頸肩部では、カーブ進入前と退出後の直線部で大きくなることが分かった。

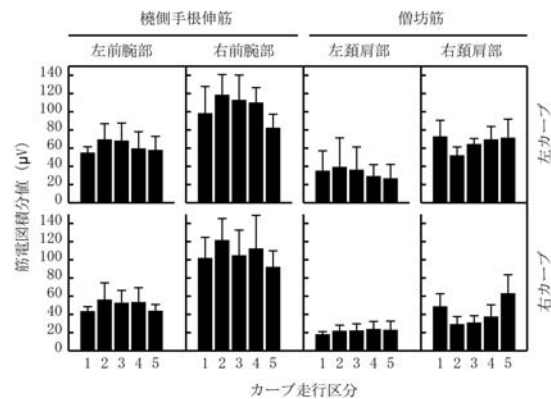


図6 カーブ区間の区別にみた筋活動量の比較

図7は、走行速度別の頭部平均移動距離を示したものである。左カーブの走行速度が 30 km/h 以上になると、10 km/h に比べて左右方向平均移動距離は 2～3 倍に、前後方向平均移動距離は 4～5 倍に増大した。このことから、左カーブでは 30 km/h 以上になると頭部の動きが左右・前後方向ともに顕著に大きくなることが分かった。

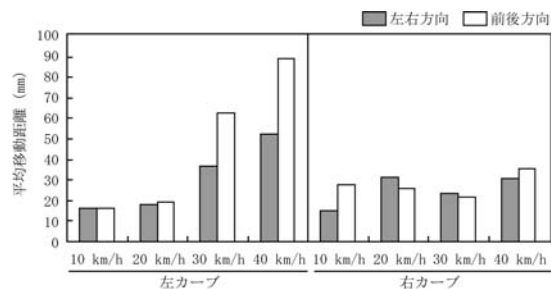
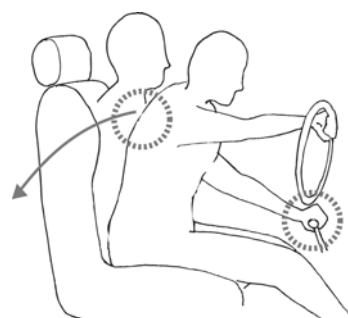


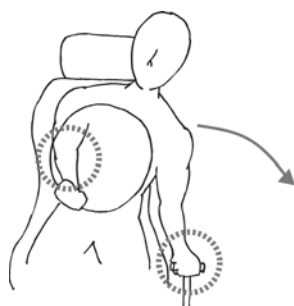
図7 走行速度別の平均移動距離

以上のことから、ステアリングを大きく回したり、ブレーキを強くかける必要がある場合、体幹バランスを大きく崩し、不安定な姿勢のまま運転操作を行っていることが明らかとなった。カーブ走行に伴う大きな遠心力に対し、体幹筋や体肢筋が健常者のように働かず、下肢で上体を十分に支えられないため、図8で示すように、右カーブでは、肩と背中を座席の背もたれに押し付けるようにして上体の姿勢を維持している。また、左カーブでは、右腕を伸展させてステアリングを押さえつけ、左肩部を中心として体幹を固定している。ところがカーブ終了直前で、ステアリングの戻しと上体の背もたれへの圧迫支持の均衡が崩れることによって、車体が振られることに関係しているのだと考えられる。すなわちカーブ終了時は、体幹バランスを崩し

やすく、運転中のステアリングや加減速レバーの操作性が安定しにくく、操舵環境の低下を示している。



左カーブ走行時



右カーブ走行時

図8 走行中の運転姿勢のイメージ

車いすドライバーのための安全対策は、運転操作に影響を与えず、無理なく走行できる環境を整えることが重要である。自動車道路のバリアフリー対策の点でいえば、カーブ進入に際して道路側から情報を提供し、安全運転を支援する誘導標識を設けることは一つの方法である。車いすドライバーが健常者のように対応できた制動と操舵の制御であっても、筋緊張を軽減できる誘導方法を開発し、導入すれば健常者にとっても快適な道路環境を提供することになる。また、道路構造そのものについては、なるべくゆとりを持った曲率で設計したり、表示（マーキング）などでゆとりのある誘導を行うなどが考えられる。

一方、自動車自体の安全対策については、運転中に体幹バランスを崩しやすい問題と密接に関係する、運転シートに附加するための体幹保持装置が、現実的に実現しやすく、有効だと考える。そこで、本研究で得られた車いす使用者の運転特性を考慮に入れて、図9に示す体幹保持装置のデザインを行った。本装置のデザインは、購入者の金銭的負担を極力抑え、安価で簡単に取付け可能な、既存の運転座席に附加できる形態にした。本装置は、安価で既存の座席に取り付けることができるので、企業・個人レベルで安全対策をとることができるデザインとなっている。

開発された体幹保持装置は、運転座席の左右にある体幹を指示するためのレバーの形状に特徴がある。この体幹支持レバーによって、カーブなどの体幹バランスを崩しやすい状況下でも体幹を支え、無理なく運転することができると思う。左右の支持レバーの形状が異なる理由は、左右のカーブでは体幹を支持するポイントが異なるためである。右カーブでは身体の側面だけでよいが、左カーブでは側面と前面を同時に支持する必要がある。また、この形状だと構造がシンプルのため、コストが安く製作できて、車を乗り換える際にもそのまま使用できる場所がよい。予想される効果として、使用対象者が車いすドライバーのみではなく、これからますます増えるであろう高齢者ドライバーにとっても、下肢能力の低下を補う補助具として貢献できると考える。



図9 体幹保持装置のデザイン

## 5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計1件)

池田宏史、三星昭宏、車いす使用者の自動車運転に関する研究—頭部の位置変化と上肢の筋負荷—、日本福祉のまちづくり学会、2010年8月30日、刈谷市総合文化センター（愛知県）

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

三星 昭宏 (MIHOSHI AKIHIRO)

近畿大学・理工学部・教授

研究者番号：40088414

### (2) 研究分担者

北川 博巳 (KITAGAWA HIROSHI)

兵庫県立福祉のまちづくり研究所・主任研究員

研究者番号：10257967

柳原 崇男 (YANAGIHARA TAKAO)

兵庫県立福祉のまちづくり研究所・研究員  
研究者番号：10435901

(H20→H21 研究協力者)

池田 宏史 (IKEDA HIROSHI)

近畿大学・総合理工学研究科・研究員  
研究者番号：50524716  
(H21 から参加)