

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 10 月 25 日現在

機関番号：26402

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25289167

研究課題名(和文) 超高齢社会における道路交通・警告情報提供の脳医学的側面を踏まえた基礎的研究

研究課題名(英文) Adequate information providing for aged drivers considering MRI data

研究代表者

熊谷 靖彦 (Kumagai, Yasuhiko)

高知工科大学・地域連携機構・教授

研究者番号：10368855

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,800,000円

研究成果の概要(和文)：高齢者ドライバーにとり道路交通情報や警告情報の提供は高速道路の逆走事例の増加に見られるように文字中心の視覚情報の提供では不十分であり、インフラ側から視覚以外に働きかける新たな情報提供のあり方が必要と考えられる。本研究では視覚に加え、聴覚及び振動覚による情報提供手法を用い、各々動的ピクトグラム、パラメトリックスピーカ及びダイナミックハンブを対象に情報提供手法の効果を検証し情報提供手法のあり方を検討した。その際、情報受信者はMRI データの脳萎縮度と白質病変の程度を考慮した。又、現地調査の結果から高齢ドライバーの4人に3名はカーブミラーを見ていない事も解りカーブミラー高度化システムを開発した。

研究成果の概要(英文)：The information providing and warning of road traffic status were mainly done by the visual information such as road sign so far. But, it is insufficient in the case of wrong way driving especially for aged drivers. Therefore it is desired to develop new dissemination methods besides the sight from the infrastructure base. This research considers the method not only visible but also audible and haptic methods. We adopted the dynamic pictogram for visible, parametric speaker for audible and dynamic hump for haptic method and evaluated each other. For drivers we took MRI data by measuring the Leukoaraiosis and Cerebral shrinkage degree. By the questionnaires to aged drivers we found that 3 out of 4 aged drivers do not use or see curve mirrors while driving and so we developed new intelligent curve mirror system.

研究分野：ITS

キーワード：高齢者ドライバー 草の根ITS

1. 研究開始当初の背景

わが国は、総人口が減少する中で高齢化率は上昇を続け、平成 23 年に 65 歳以上の高齢者が 25%を越え、既に超高齢者社会に突入し、高齢ドライバーによる交通事故も大きな社会問題となっている。平成 24 年度の交通安全白書によると、65 歳以上の高齢者の交通事故死者数は 19 年連続最高で、人口構成比 23.3%の倍以上の 49%と欧米諸国に中でも際立って高い。最近問題となっている高速道路の逆走事故では NEXCO 西日本管内の平成 14-18 年の調査結果によると、発生総数 76 件のうち 44.7%の 34 件は高齢者であり、利用率で換算すると非常に高い比率となっている。一般に高齢者ドライバーは視力低下、情報に対する判断遅れ、アクセル・ブレーキ操作の反応遅れ等の傾向が見られ、現場の声として従来の表示板等の視覚情報を通じた情報提供では不十分で、特に逆走車等への情報提供には新たな手段が必要との意見が聞かれる。

2. 研究の目的

超高齢社会における道路交通情報や警告情報の提供（以下情報提供）は、高速道路の逆走事例の増加に見られるように、文字中心の視覚情報の提供では不十分であり、インフラ側から視覚以外に働きかける新たな情報提供のあり方が問われている。本研究は、視覚に加え、聴覚及び振動覚による種々の情報提供手法を用い、各種情報提供手法の効果を明確にし、道路形状に応じた最適な情報提供手法のあり方を研究開発する。その際、情報受信者は MRI データの脳萎縮度と白質病変の程度を考慮した分類に基づき検証する。医工連携の下、高齢者ドライバーに対しても効果的な情報提供手法を脳医学的観点から研究開発し、超高齢社会における道路交通の安全性の向上を図ることを目的とするものである。

3. 研究の方法

上記目的を達成するため、視覚、聴覚及び振動覚に訴える下記の 3 提供手法を評価する。

(1) 視覚手法：我々は、視力・動的視力が低下し、視覚認知力も減弱したと想定される高齢ドライバーには、文字表示単独では必要な情報伝達が十分ではないと考え、それを補うものとして、動的ピクトグラム（絵文字）による情報提示装置を開発した。利用者アンケート結果より、高齢者や海外からの旅行者等でもわかりやすいユニバーサルデザイン化した。

(2) 聴覚手法：超音波をキャリア周波数に利用したパラメトリック・スピーカーによる指向性を有す局所音声提供手法を開発検討する。通常のトランペットスピーカーを使用して車内に十分な音量を届けようとすれば回折効果のため近隣へ音が拡がり騒音問題が発生する。そこで指向性を有すパラメトリ

ック・スピーカーを用いて、サイドガラスに対して車両上方より音声を発信すると減衰が小さい等の事前実験の結果を得ている。

(3) 振動覚手法（触覚）：挑戦的萌芽研究（H23-25）：「振動覚を利用した動的かつ方向性を有する警告情報提供手法の開発（23656322）」にて、大学構内の道路に振動を発生させる実験装置（高さを 1~4cm で調整可能）を設置し、複数の車種とドライバーによる基礎データを取得した。この結果を踏まえ、他の二種との比較検討を行う。

これらの 3 情報提供手法の評価を大学構内や実道に設置し検証する。高齢者ドライバーにとって最適なる情報提供手法を明らかにする。尚、被験者に関しては MRI データに基づき表 1 に示すように萎縮度と白質病変のグレードに応じて 4 分類化を行う。

表 1 被験者の分類

BA	LA	白質病変 (LA: Leukoaraisosis)				
		0	1	2	3	4
萎縮度 (BA: brain atrophy)	0	LL			HL	
	1	LL			HL	
	2	LL			HL	
	3	LH			HH	
	4	LH			HH	

又、広く意見を集約するため、高知県外の関係者を交えた意見交換会を実施する。

4. 研究成果

本研究を通じ、3 提供手法（視覚、聴覚、振動覚）の比較評価結果とカーブミラーの高度化の 2 成果が得られた。後者は前者の評価を通じて判明した新たな課題であるカーブミラーの問題、即ち高齢者ドライバーの 4 人に 3 名はカーブミラーを見ていない、あるいは見ても解らないという実情に対する解決手法の開発である。

(1) 視覚、聴覚及び振動覚の 3 提供手法の比較結果

各提供手法を個別に評価するとともに 3 提供手法すべてを校内に設置し、被験者 10 名による総合評価を行い表 2 に示す評価結果が得られた。評価は如何にドライバーにアピールするかを評価する指標として警告効果と考え、コストやサイズ等実用を意識した指標として実用性を判断した。

表 2 3 提供手法の評価結果

提供手法	警告効果	実用性	総合評価
視覚 動的ピクトグラム	○	◎	◎
聴覚 パラメトリックスピーカ	○	○	○
振動覚 ダイナミックハンブ	◎	△	△

① 視覚による提供手法の評価

走行中の車への警告や情報提供は主に道路情報版に代表される視覚に訴えることで行っているが、高齢者にとって必ずしも最適なる方法とは言えない。加齢とともに視野が狭くなり、文字を判読する余裕も十分とは言えない

い。そこで、中山間道路の狭隘区間の走行支援を行う「ゆずりあいロード支援システム」では動的ピクトグラムを新たに開発した。これは車の形状を表示器で表示し、あたかも車が接近するような動的な表示をすることで注意を喚起するものである。(図1)

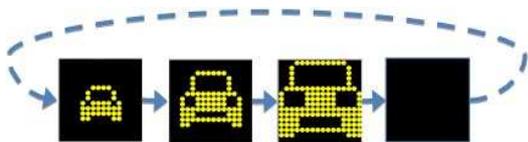


図1 動的ピクトグラム

この表示は一瞥して内容が判読出来、従来の文字表示に比べ高齢者に有効であるとの評価を受けた。又、コスト面から他手法より優位で、より実用的との評価で、総合評価は最も優位であった。

② 聴覚による提供手法の評価

超音波をキャリアとして、その指向性を利用したパラメトリックスピーカーは個別ドライバーへの情報提供手段として期待される。特に逆走車には的を絞って警告することで有効ではないかと思われ、別途試作した機器で評価を行った。(図2)



図2 試作品による走行実験

そこで、如何に効率的かつ正確に提供(警告)するかは、車内でSN(信号対雑音)がどうであるかが鍵となり、個々の車の中で騒音がどの程度かを知ることが必要である。種々測定の結果、走行車両運転席における騒音値は、車型や車種および路面状態などにより差があるが、80dBとすれば条件のバラツキによる影響を無視できることから、この80dBを基準としてスピーカーの必要個数や設置高さなどを決定した。又、提供する音源の選択に関して、騒音の周波数特性も解析が必要と思われるが、大型車(散水車)での低音が大きなことを除けば、車種が異なっても、ほぼ同じような特性であることも判明した。人間の聴覚感度が一番良い1kHz近傍に大きな山(大きな音圧)もないことが解り、車内騒音レベルを80dBとすれば、検討を行う上で使用することに問題ないと考える。一方、車両のフロントガラスやサイドガラスによる減衰量に関しても車種や音の投射角度により違いがあるが、これまでの実験結果をもとに30dB

を基準の減衰量とした。上記2点の条件から、車両のフロントガラスやサイドガラスでの音圧が110dB以上確保できればよいことになるが、実際には信号対騒音比で3~6dB(人により差がある)ないと明瞭な音として感じることが出来ないことから、86dBを運転席での必要音圧、車両のフロントガラスやサイドガラスでの音圧を116dBとして、装置の検討を行う必要が解った。図3にその状況を音圧レベルダイアグラムとして示す。

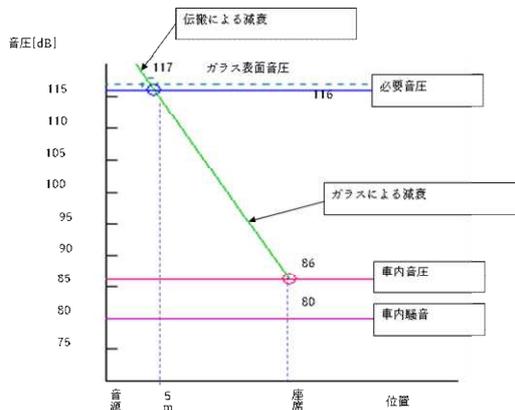


図3 音圧レベルダイアグラム

所が、試作した装置(日本セラミックス社製8ユニット(192×4×8=6144素子使用)では図4に示すように指向性は半値幅で約10度と鋭いが、音圧が約20から25dBほど低いことが判明した。

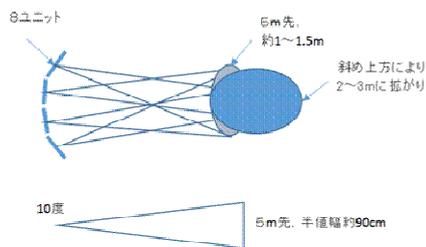


図4 スピーカーの指向性

所定の音圧を得るためには寸法的に非現実的となり、現時点では実用性に難が有ることが判明した。

③ 振動覚による提供手法の評価

前述のように挑戦的萌芽研究(H23-25):「振動覚を利用した動的かつ方向性を有する警告情報提供手法の開発(23656322)」にて得られた結果に基づき、図5に示す実験装置にて他の2手法との比較を行った。この方式は道路上に順方向にはそれほど感じないが、逆方向には大きな振動(ショック)を与えるハンプ(小山)で、逆走を検知した際にハンプを上げるダイナミックハンプで、逆走

車には有効と考えられた。又、山の高さは4 cm であれば大型車も認識する事が解っており、この高さで実験を行ったが、予想通り他の手法に比し警告効果としては高いことが解った。一方、コスト、設置工法や維持等を考慮すると実用性にはやや難が有る事が考えられた。しかし、低速走行の例えばSAやPAで使用する際は固定のハンプであれば実用的と考えられる。

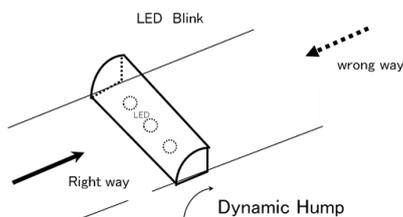


図5 ダイナミックハンプ

(2) カーブミラーの高度化システム

前述動的ピクトグラムを採用した狭隘区間の走行支援のゆずりあいロード支援システムを静岡県下に設置し、その評価を行った際、併せてカーブミラーの利用状況を聞き取り調査したが、4人に3人は見ていない、あるいは解らないとの回答を得た。そこで、その対策としてカーブミラーの高度化を行った。図6がそのシステム構成で、高知県下に設置し、実証実験を行った。

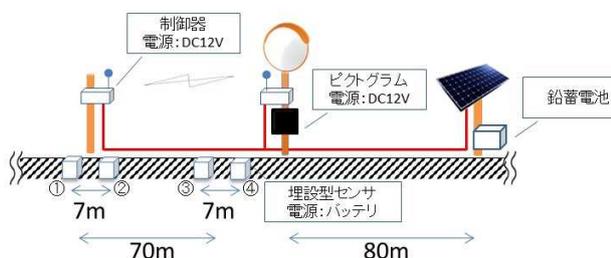


図6 カーブミラー高度化システム

システムには地磁気利用の簡易センサー（別途開発）を採用し、表示は動的ピクトグラムを使用し、高知県日高町の県道で1か月実証実験を行い、アンケート調査を行った。結果はおおむね好評で、更に5か月継続使用を希望された。

(3) その他特記事項

① 研究期間の毎年、他地域の担当者を招き“科研検討会”を実施した。平成25年度と平成27年度は高知で、平成26年度は静岡県で開催し、現地調査及び意見交換を行った。参加は宮城、群馬及び静岡県からも参加した。平成27年度は上記カーブミラー高度化システムも視察した。

② 総合走行実験

上記3提供手法を校内に設置し、MRIデータに基づく被験者10名により総合走行実験を実施した。(図7)アンケート結果を踏まえ上記評価を行った。



図7 総合走行実験風景

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 3件)

- ① Driving behavior by aged people and its countermeasure using KUSANONE ITS, ITS World Congress, Detroit USA, 2014, September 9th.
- ② Operating and maintenance of ITS Facilities on local road, ITS World Congress, Bordeaux France, 2015 October 7th
- ③ KUSANONE ITS, ITS Seminar, Hanoi Viet Nam, 2015 November 16th

[産業財産権]

○出願状況 (計 1件)

名称：車両情報表示装置を備えたカーブミラー

発明者：熊谷靖彦

権利者：高知工科大学

種類：特許

番号：特願 2014-60940

出願年月日：2014年3月24日

国内外の別：国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

熊谷 靖彦 (Kumagai, Yasuhiko)

高知工科大学・地域連携機構・教授

研究者番号：10368855

(2) 研究分担者

岡 宏一 (Oka, Koichi)

高知工科大学・システム工学群・教授

研究者番号：10160649

朴 啓彰 (Park, Kechon)
高知工科大学・地域連携機構・客員教授
研究者番号：60333514

北川博己 (Kitagawa, Hiromi)
兵庫県立福祉まちづくり工学研究所
主任研究員兼1課課長
研究者番号：10257967

片岡源宗 (Kataoka, Motomune)
高知工科大学・地域連携機構・助手
研究者番号：20412447