

高齢運転者における生活道路での強制型・助言型車載速度制御の受容性

三村 泰広¹・尾林 史章²・小野 剛史¹・中谷 周平²・安藤 良輔¹・
小塚 一宏²・小沢 慎治²

¹正会員 公益財団法人豊田都市交通研究所（〒471-0026 愛知県豊田市若宮町1-1）
E-mail:mimura@ttri.or.jp

²非会員 愛知工科大学 工学部情報メディア学科（〒443-0047 愛知県蒲郡市西迫町馬乗50-2）
E-mail: 20088003@g.aut.ac.jp

平成24年の交通死亡事故死者数は4,411人と12年連続で減少傾向にある一方で、高齢者の占める割合、居住空間に近い狭隘道路である生活道路での占める割合が高まっている。交通事故の被害程度は衝突時の車両の走行速度が大きく関係しており、近年欧州では、特定地域において車両側から適正な速度に制御するISA（Intelligent Speed Adaptation）技術の開発が進んでいる。ISAはその効果の検証が適切に行われれば、わが国の生活道路における走行速度規制の実効性を担保する革新的対策になるものと考えられる。本研究では最初の段階として、生活道路における強制型・助言型ISAの高齢運転者に対する受容性について把握し、我が国における対策導入・推進にあたっての基礎的知見を得ることを目的とする。

Key Words : ISA(Intelligent Speed Adaptation), Community Streets, Speed control, Elderly driver

1. はじめに

平成24年の交通死亡事故死者数は4,411人と12年連続で減少傾向にある一方で、高齢者の占める割合、居住空間に近い狭隘道路である生活道路での占める割合が高まっている。平成23年3月に作成された第9次交通安全基本計画の中でも重視すべき対策の視点として掲げられているなど今後、高齢者・生活道路をキーワードとした安全対策の重要性は極めて高い。高齢者は身体機能の低下等による交通事故時の致死率の高さが知られており、まずは被害をいかに軽減するかという視点に注目する必要がある。

交通事故の被害程度は衝突時の車両の走行速度が大きく関係している。特にわが国で広域に広がる生活道路は自動車、歩行者、自転車共存する空間であることが多く、自動車側に安全な速度を促すためランプや狭さくなどの物理デバイスが整備されることがある。しかしこのようなデバイスは、特にわが国では騒音・振動の発生を懸念する住民側の意向から設置箇所が制約されることも多い。一方で近年、特定地域において車両側から適正な速度に制御するISA（Intelligent Speed Adaptation）などの技術開発が欧州を中心に進展している。わが国でも平成22年3月9日に開催された内閣府の最高速度違反による交通

事故対策検討会の中で「ISAは最高速度を遵守させるための対策として広く効果が見込まれる」と報告しており、導入の可否について検討の必要性に言及している。物理デバイスのような騒音・振動による住民側からの制約が想定されないISAは、広く運転者に受け入れられるとともに、その効果の検証が適切に行われれば、わが国の生活道路における走行速度規制の実効性を担保する革新的対策になるものと考えられる。

いずれのISAについても、わが国ではまだ導入に向けた本格的な議論が行われているとはいえない。わが国への導入を考慮するならば、まずはわが国の運転者への効果に関する様々な研究蓄積を積み上げ、受容性などの実現に向けた課題を明確化し、その解決を図っていくことが重要である。

本研究では最初の段階として、生活道路においてISAのような車両側からの速度制御アプローチの高齢運転者に対する受容性について把握し、我が国における対策導入・推進にあたっての基礎的知見を得ることを目的とする。

2. 既往研究の整理

(1) 高齢運転者の一般的傾向

高齢運転者の走行挙動や運転意識についてはこれまで様々な形で検証されており、それを網羅的に整理した社団法人自動車技術会「高齢運転者適性ハンドブック」¹⁾が詳しい。ここでは当該ハンドブックにまとめられる高齢運転者の走行挙動や運転意識について簡潔に紹介するとともに、それを踏まえたISAの導入意義について若干の考察を加える。

高齢者の身体的特性としては、動体視力の低下、視野の狭小、コントラスト感度の低下、暗順応の低下、グレアの増大、高音域を中心とする聴力低下、反応時間の「むら」の増加、複雑な作業を同時に行うときの速さと正確さの低下、衝撃耐性の低下、疲労回復力の低下などが挙げられる。これらが具体的にどのような挙動や事故・違反につながるかについてまとめているのが表1である。

次に心理的特性として、複雑な情報を同時に処理することが難しい、運転が自分本位になり相手に甘えがち、注意力の配分や集中力の低下などが挙げられる。これにより多くの情報処理が必要となる右折時の事故や相手の意図と自らの意図との相違により生じるサンキュー事故などが起きやすいといわれる。

また心理的特性にも関わる運転的特性として、過去の経験にとらわれる、意識と行動のミスマッチの増加、見込み違いを生む「慣れ」と「だろー運転」の増加、個人差の増大などが挙げられる。

以上のように、高齢運転者の走行挙動や運転意識は身体機能低下や心理的特性の傾向により非高齢者と異なる様相となる。とりわけ、運転時の初期の反応である認知部分に着眼するだけでも、情報の獲得において大きな課題があるだけでなく、情報が得られない場合には思い込みによって誤った判断や操作を行う可能性がある。この点においてISAは高齢運転者に対して、正確な情報を適宜提供することが可能であることから、低下している能力を補完する上でも非高齢者以上に重要な役割を担うことが十分想定されるといえる。

表-1 高齢者の運転に関わる機能と具体的行動内容、
事故・違反形態^{1)より一部修正}

機能	具体的行動内容		事故・違反形態
認知	視力	相手の車を見落とす 相手の速度を誤認する 信号・標識を見落とす	出会い頭事故
	聴力	エンジンの音が聞き取りにくい 緊急車両の接近が分からない 踏切警報音がわからない	一時不停止
判断	反応動作・速さと正確さ	判断決定の情報処理に時間がかかる とっさの判断の遅れや誤りが生じる 複雑な情報処理が苦手である	信号無視 右折時の事故 優先通行妨害
操作	確さ	瞬間的対応ができない 認知から操作に至る時間が遅れる 意識に行動が伴わない	ハンドルやブレーキの操作不適

(2) 速度制御技術に関する現状

ISAの研究は1982年にスピードリミッターの研究から始まったといわれており、近年は欧州を中心としながらスウェーデン、フランス、デンマーク、アメリカ、イギリス、ベルギー、オランダ、オーストラリアなど世界各地で研究が進められている。ISAの速度介入方法としては、大きく以下の3種類がある。ひとつはISAシステムをエンジンやブレーキにリンクさせ自動車の走行速度を強制的に制御する強制型 (Mandatory mode) ISAである。2つめは強制型と同様だが、ドライバーによる解除が可能な自発型 (Voluntary mode) ISAである。そして3つめは制限速度情報を車内表示映像や音声で運転者に提供することにより運転者自らが速度を抑制することを狙う助言型 (Advisory mode) ISAである。

ISAの効果は網羅的に検証されている。ベルギーのGhentで行われたSven Vlassenroot, et al.²⁾による実験では、34台の自動車および3台のバスがアクセルの踏み込み程度によってISAの解除が可能な自発型ISAであるアクティブアクセレレータペダルというISA機器を積み、速度変化、安全性、運転態度、挙動、運転者受容性という観点から評価を試みている。その結果として当該ISA機器の速度遵守における有効性を運転者が認識したこと、当該システムは低速の速度規制の場所ではさほど効果が認められなかったこと、当該システムは速度超過が少ないグループに対しては速度を上げさせ、速度超過が多いグループに対しては速度を低下させたこと、など多面的な検証結果を示している。

スウェーデンのBorlängeで行われたHenriette Wallén Warner, et al.³⁾の実験では、速度警告デバイスによるISAの2001～2003の約3年に渡る長期効果について検証を行った。その結果、ISAは規制速度を超過する時間の割合を大きく下げるとともに、平均速度も下げたものの、時間の経過とともにその効果は減少していったこと、規制速度に合わせることへの抵抗感が時間の経過とともに低下したことなどを明らかにしている。

2004～2006年にかけてイギリスで行われたFrank Lai, et al.⁴⁾の実験では自発型ISAの導入効果について検証している。その結果、ISAは速度超過を減少させるだけでなく、速度偏差をも減少させること、20mph, 30mphや70mphなどのそもそも速度超過が多くなりやすいところでは、ISAの解除 (override) も比較的多くなること、若年層や男性などそもそも運転が荒くなるようなグループではISAのoverrideが多くなること、ISAは意図しない速度超過を大幅に削減する可能性があることを明らかにしている。

オーストラリアで行われたKristie L. Young, et al.⁵⁾の実験では、情報介入型と動的介入ISAの効果について、特に運転経験による挙動と受容の違いという視点からドラ

イビングシミュレータを用いて検証している。結果として、情報介入型の方が動的介入型より走行速度を低下させ、特に最高速度を低下させたこと、経験の多いドライバーの方が経験の少ないドライバーより幾つかの道路形状において走行速度が低下したこと、行動にマイナスの影響を与えたり、作業負荷が高くなるなどの現象は確認できなかったことなどが報告されている。

2007～2009年にデンマークのNorth Jutlandで行われたHarry Lahrman, et al.⁸⁾の実験では、153名を対象に情報提供型ISAの市場導入予測およびその効果を計測している。その結果、速度超過を減少させることで車両保険を30%減額するとインセンティブを与えたにも関わらず、運転者が自主的にISA機器を購入するということは殆どありえなかったこと、ISAは特に地方道路で速度超過減少に効果的であったこと、総走行距離に対する速度超過走行距離の割合（Proportion of Distance driven Above the Speed）はISAの設置有無で有意に減少するなど効果を発揮した一方で、自由流速度や85%マイル速度にはあまり効果を発揮しなかったこと、旅行時間は増加したが、あまり大きなものではなかったこと、ISAを切ると、運転者の速度超過は設置前の基準に戻ってしまったことなどを明らかにしている。

イギリスで行われたKathryn Chorlton, et al.⁹⁾の実験では、強制型と自発型ISAに対する受け入れ（受容性）について、イギリスの11のセンサスエリアそれぞれからランダムで抽出された被験者を対象に表明選好アプローチによって検証している。その結果、少なくない割合の被験者が割引もしくはインセンティブのないISAについては反対の意向を示したこと、適切なインセンティブを与えた被験者はISAを欲しいと考えたり、強烈に設置したいと考えることなどを明らかにしている。

以上のように多少の差はあれど、いずれの研究もどのようなタイプのISAであっても速度超過を減少させる可能性が高いことを示している。その上で、ISAの普及に向けては、Oliver Carsten,⁹⁾ やJ.W.G.M. van der Pas, et al.¹⁰⁾が指摘するように、設置義務化など国のバックアップ体制が重要となること、デジタルマップの構築・更新に課題があること、社会的な受容性について不明瞭なところが多いこと、長期効果や広く普及した際の効果について検証が少ないこと、強制型・自発型ISAについては、誤作動による影響の検証が不足していることなどが課題となっている。

さらに、Emeli Adell et al.¹¹⁾が行ったスペイン、ハンガリー、スウェーデンといった国家間の違いによる助言型、自発型ISAの効果や受容性の違いの検証結果をみると、特に作業負荷等に関わる受容性に関しては、同じ欧州の国同士であるにも関わらず国家間で意識が異なる可能性が否定できないことを示している。これは欧州諸国

での研究成果をそのままわが国に適用するには、課題がある可能性を示唆している。さらに多くの研究が一般的な運転者を対象とした効果検証を主眼に置いている中で、本研究で着眼しているような高齢運転者における課題という視点から整理がなされているとはいえない。本研究はこのような視点からも一定の意義があるものといえよう。

3. 実験方法

実験概要を表-2に示す。実験の被験者はシルバー人材センターから紹介された65歳以上の高齢運転者26名、30歳～64歳の一般運転者15名、30歳未満の若年運転者19名の計60名である。

実験は、実験環境の統制に優れるドライビングシミュレータ（以下DS）で実施する。なお、本稿では言及しないがDSにおける運転挙動の信頼性を確認するため、実際の車両を用いた検証データも獲得している。

表-2 実験概要

<p>実験日時：平成24年10月～平成24年11月 被験者数：60名（高齢者（65歳以上）26名、一般（30～64歳）15名、若者（30歳未満）19名）うち、完全実施者数：高齢者19名（男性14名、女性5名）、一般14名（男性9名、女性5名）、若者19名（男性18名、女性1名）</p> <p>実験手順： (1) 実走行実験（終了後、実験に関する意識調査） (2) DSによる本実験（4シナリオ×幹線・生活道路の2空間） 1) ISA非介入（最高速度規制標識なし） 2) ISA非介入（最高速度規制標識あり） 3) 強制型ISAによる介入（標識あり、終了後に心的負荷の意識調査） 4) 映像・音声型ISAによる介入（標識あり、終了後に心的負荷の意識調査） (3) 意識調査 1) 個人属性（性別、年齢、運転経験等） 2) ISA介入時の意識</p>

(1) ドライビングシミュレータ

使用したDSは三菱プレジジョン社製D3Simである。実験機の構成は運転台・シミュレーション計算機3台・投影機器4台である。縦1.5m×横2mのスクリーンが正面と左右前方、右側方の4面設置され、運転席視点の映像が投影される。車両挙動、運転操作挙動などの各データは120Hzでの記録が可能である。

(2) ISAの介入方法

ISAによる介入のパターンとしては、今回のような短期的実験において検証が可能と考えられる強制型と音声・映像による介入の2パターンを用意することとした。ISAの介入方法には、強制型ではあるが運転者自らがその設定を解除できる自発型ISAもあるが今回の実験では採用を見送った。その理由として、自発型ISAは緊急事

態など被験者本人の解除意識などの環境設定があつてこそ、その効果検証が行えるものであり、今回のような実験環境下では、自発的に ISA を解除する理由を設定しにくいためである。

強制型 ISA は最高速度規制の速度に到達すると、アクセルを強く踏み込んでもその速度以上の速度が出なくなるというものである。映像・音声型 ISA は、最高速度規制の速度を超えると、女性の声による「30km/h 規制です。」と言う規制速度に応じた文面を読み上げた音声データの再生と、規制速度を示した画像の提示を行う。提示継続時間は被験者の情報認知にかかる時間や音声介入時間との整合性を考慮し 3 秒間とした。提示位置は、図-1 に示すように被験者の走行時の視界を遮らず、かつ提示情報が比較的容易に判断しやすいと考えられる中央スクリーンのルームミラーの右横にて行った。強制型、映像・音声型 ISA とともに介入のタイミングは、走行速度が規制速度を上回った瞬間である。



図-1 DS 実験の様子

(3) 走行する空間

走行する空間は、図-2 に示すような幹線道路①②・生活道路①②それぞれ 2 コースの全 4 コースを設定した。幹線道路・生活道路の両方を設定したのは、道路種別によって走行挙動はもちろんのこと、ISA に対する反応傾向も異なることが予想され、これらを明確化しておくことで、どのような空間においてより ISA が効果を発揮する可能性があるのかを明示できると考えたためである。また、幹線道路・生活道路でそれぞれ 2 コース設定したのは、表-3 に示すような車線数や幅員などの道路構造を変更することによって、道路構造の違いによる影響を捉えることができると考えたためである。なお、設定した道路構造はわが国の道路構造令に従い、一般的と考えられる構成を選定している。走行空間の構築は、D3Sim における標準機能として組み込まれていないため、新たに空間作成ソフトを導入することで対応した。

それぞれのコースは、長さ 100m 高さ 2.0m の塀を両側に配置したブロックが 5 つ並ぶ。ブロックの間は 10m の間隔を設けており、これが一種の交差点の役割を果たしている。なお、DS のシステム上の制約から、幹線の①②、生活の①②を連続して配置している。そのため、

①②の前後には緩衝区間として塀のない車線のみ空間を設け、緩衝区間の中間点で一時的停止を行うなどして、前の空間のイメージを払拭させる工夫を行っている。

最高速度の規制は、1 ブロック走行した最初の交差点入口部に標識および路面標示の形で明示し、その後の 4 ブロックは設置していない。設定した速度は、幹線道路 50km/h、生活道路 30km/h である。なお、特に幹線道路においては 40km/h といった最高速度規制の追加も検討したが、実験における被験者への負担の大きさを考慮したことから、今回の実験ではより幹線道路と生活道路のイメージに合致しやすいと考えられる値を選択するべきとの判断の下、当該速度は設定しないこととした。

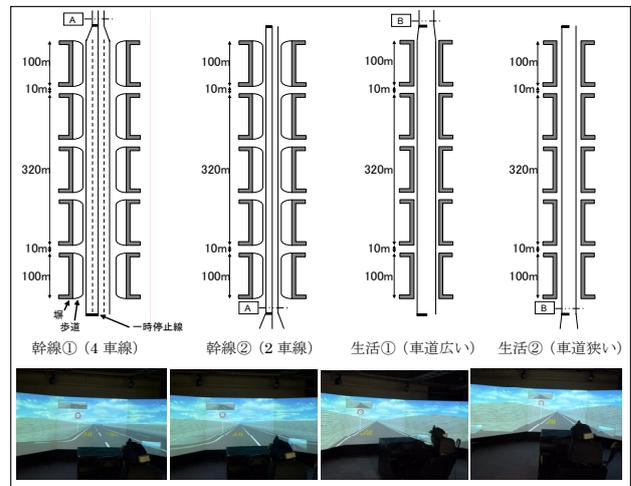


図-2 DS 実験コース

表-3 道路空間の諸元

	区間	車線数	車道幅員	路肩幅員	歩道幅員	道路幅員	規制速度	備考
幹線道路	幹線①	4	3.25	0.50	3.00	20.0	50km/h	4種1級相当
	幹線②	2	3.25	0.50	3.00	13.5		4種1級相当
生活道路	生活①	1	5.50	0.50	×	6.50	30km/h	4種3級相当
	生活②	1	4.00	1.25	×	6.50		4種4級相当

※幅員の単位 (m)

(4) 実験手順

被験者はまず始めに、DS に慣れるために 5 分程度試走行したのちに、最初のシナリオで最高速度規制標識が設置されない空間を走行し、次のシナリオで最高速度規制の標識と路面標示が設置された空間を走行する。続いて、強制型 ISA の介入がある空間を走行し、最後のシナリオで映像・音声型 ISA の介入がある空間を走行する。いずれのシナリオも幹線①→幹線②、生活①→生活②の順で走行する。実験の際、被験者にはいずれかの段階で ISA の介入があることのみ伝え、どのタイミングで ISA が介入するかに関する情報は与えなかった。走行経路の案内は調査員が口頭で行った。経路案内を行うタイミン

グは発進時と停止時の2回である。また、幹線道路、生活道路別に各ISAが介入するシナリオの最後に、既往研究¹²⁾で整理されている事故・違反の背景にある走行時の心的負荷(ストレス)を参考に6種類を設定し、7件法でその程度を伺った。

DS実験終了後には、個人属性や、性別、年齢、運転経験等の個人属性、それぞれのISA介入による速度調整に対する意識、走行コースの認知程度などを伺う簡単なアンケート調査を実施した。

ところで、実験ではDS酔いと呼ばれる車酔いに近い症状がでる被験者が複数名いた。そのため、実験のそれぞれの段階で休憩を交えながら実施することとなった。またDS酔いが酷い被験者については、途中でであっても実験を中止した。その結果、60名の被験者のうち、高齢者19名、一般14名、若者19名の合計52名が全ての実験を完全に実施することができた。以下ではこの52名の被験者について分析を行う。

4. 結果

(1) 分析の視点

高齢運転者における生活道路での強制型・映像・音声型ISAの受容性を計測するにあたって、本研究で扱う受容性についてここでは次の2つを考慮した。すなわち、走行中に生じる当該機能の心的負荷からみた運転者の受容性と、体験後の意識から生じる機器そのものに対する評価や市場価値、社会的価値からみた受容性である。

まず、心的負荷からみた受容性について、ここではISAによる介入シナリオ終了後に実施した心的負荷程度に関する意識調査回答結果の分析をすることで捉える。確認した心的負荷の種類は、あわてる、気になる、イライラする、疲れる、不安になる、あせるの6種類であり、これらについて、ISAの体験後、非常にそう思う(3)から全くそう思わない(3)までの7件法での回答を得た。なお、最高速度に到達せずISAの体験をしなかった被験者が数名かいたが、それらの被験者は分析対象外とした。

次に、機能評価、市場価値、社会的価値からみた受容性について、DS実験終了後に実施した意識調査結果を分析することで捉える。当該機能を普及させていく上で重要な視点と考えた次の3点で実施した。1点目のISAの機能に対する評価については、それぞれのISA介入後の速度調整意思について「全く調整しようとしなかった」から「必ず調整しようとした」の4件法にて伺った結果および、機能そのものに対する評価を「まったくよくない」から「とてもよい」5件法で伺った結果からまとめる。2点目のISAの市場価値の計測については、実際にこのような機能が自らの車両に付与できるとした際

に「有料でも搭載する」、「無料ならば搭載する」、「搭載はしない」といった3つの視点から伺った結果からまとめる。3点目のISAの社会的普及における運転者側からの受容性は、ISAのような機能を国などの主導の元積極的に普及させていくべきか否かについて「普及させるべきではない」から「ぜひ普及させるべきである」の4件法で整理した結果からまとめる。

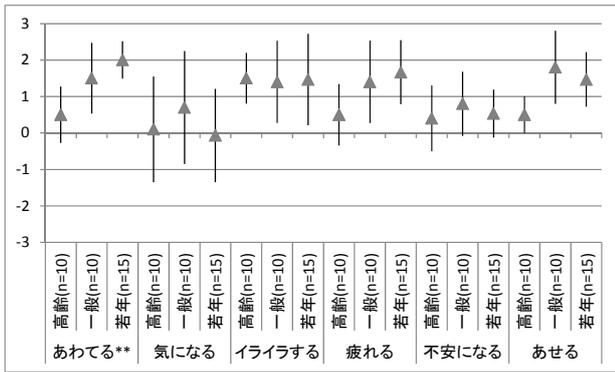
これらについて強制型および映像・音声型ISAの別、年齢群の別で傾向を捉える。

(2) 車両側からの速度制御が高齢運転者の心的負荷に与える影響

図3～図6に意識調査から得られた心的負荷の傾向について示す。それぞれの図は幹線道路、生活道路の別、強制型ISA、映像・音声型ISAの別で整理しており、これらが各年齢群によってどのような傾向があるのかを確認できる。

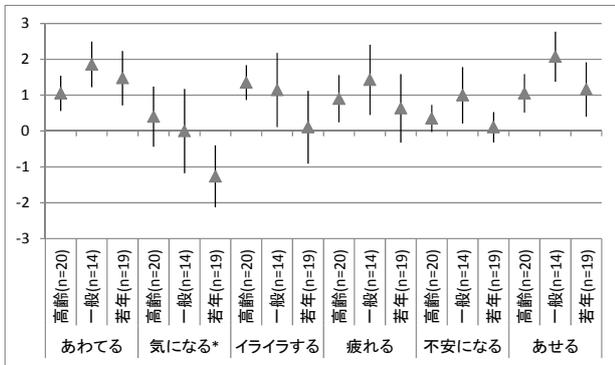
まず、強制型ISAの介入時の意識についてみると、一般的にマイナスの評価となっている項目は少なく、若年群の「気になる」のみ幹線道路、生活道路においてその傾向がみられる。次に年齢群による差をみると、幹線道路における「あわてる」($p<0.01$)および生活道路における「気になる」($P<0.05$)において有意な差があった。幹線道路における「あわてる」は高齢ほど評価が低く、生活道路の「気になる」は若年ほど評価が低い。なお、有意差はみられなかったものの、幹線道路における「疲れる」や「あせる」は先程の「あわてる」同様、高齢群における評価が低い傾向が見られる。他方、生活道路における「イライラする」は若年ほど評価が低い傾向が見られる。これらより、強制型ISAにおいては、道路構造で年齢群による評価に特徴的傾向がみられ、幹線道路においては若年群が、生活道路においては高齢群の評価が高くなることがわかった。

次に、映像・音声型ISAの介入時の意識についてみると、すべての年齢群、さらに道路構造において「気になる」がマイナスの評価となっている。次に年齢群による差をみると、幹線道路においては有意な差がみられない一方で、生活道路は「あわてる」($P<0.05$)、「イライラする」($P<0.05$)、「あせる」($P<0.05$)で有意な差がみられた。生活道路の差はいずれも若年ほど評価が低い。なお、有意差はみられなかったものの、幹線道路、生活道路に限らず、映像・音声介入の場合、ほぼすべての項目について若年ほど評価が低い傾向が見られる。これらより、映像・音声型ISAにおいては、年齢群による評価に特徴的傾向がみられ、高齢群の評価が高くなることがわかり、その傾向は生活道路でより顕著となることがわかった。



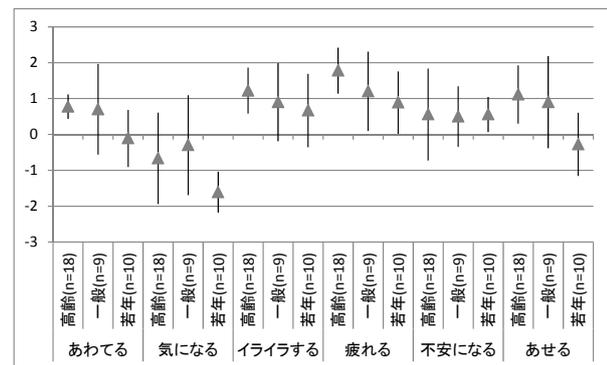
※以下のように点数化を行っている。-3：非常にそう思う，-2：まあそう思う，-1：ややそう思う，0：どちらともいえない，1：あまりそう思わない，2：そんなにそう思わない，3：全くそう思わない，
※一元配置分散分析 *：5%有意，**：1%有意

図3 幹線道路における強制型 ISA の介入時の意識（平均値と95%信頼区間）



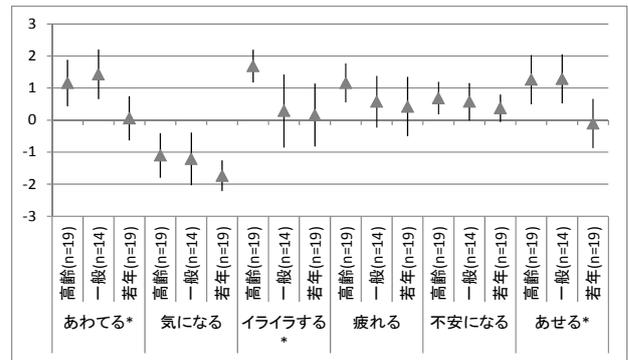
※以下のように点数化を行っている。-3：非常にそう思う，-2：まあそう思う，-1：ややそう思う，0：どちらともいえない，1：あまりそう思わない，2：そんなにそう思わない，3：全くそう思わない，
※一元配置分散分析 *：5%有意，**：1%有意

図4 生活道路における強制型 ISA の介入時の意識（平均値と95%信頼区間）



※以下のように点数化を行っている。-3：非常にそう思う，-2：まあそう思う，-1：ややそう思う，0：どちらともいえない，1：あまりそう思わない，2：そんなにそう思わない，3：全くそう思わない，
※一元配置分散分析 *：5%有意，**：1%有意

図5 幹線道路における映像・音声型 ISA の介入時の意識（平均値と95%信頼区間）



※以下のように点数化を行っている。-3：非常にそう思う，-2：まあそう思う，-1：ややそう思う，0：どちらともいえない，1：あまりそう思わない，2：そんなにそう思わない，3：全くそう思わない，
※一元配置分散分析 *：5%有意，**：1%有意

図6 生活道路における映像・音声型 ISA の介入時の意識（平均値と95%信頼区間）

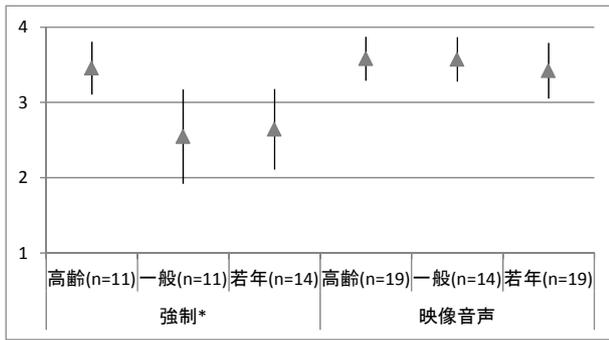
(3) 車両側からの速度制御が高齢運転者の心的負担に与える影響

図7にISA介入後の速度調整意思について示す。まず、強制型ISAの傾向についてみると、年齢群に有意な差 ($p < 0.05$) がみられ、高齢群はISAの介入によって自ら速度を調整しようとするのに対して、一般および若年群においては調整しようとしにくい傾向が強くなることわかる。他方、映像・音声型ISAでは、年齢群によって差がみられず、いずれの年齢群においても、ISAの介入によって自ら速度を調整しようとしたことがわかる。

次に、図8に機能そのものに対する評価について示す。全体的に強制型ISAに比べて映像・音声型ISAの評価が高い。また年齢群による差をみると、強制型ISA、映像・音声型ISAそれぞれ類似する傾向が出ており、いずれも高齢になるに従って評価が高くなっている。特に映像・音声型ISAは有意な差 ($p < 0.01$) がみられた。

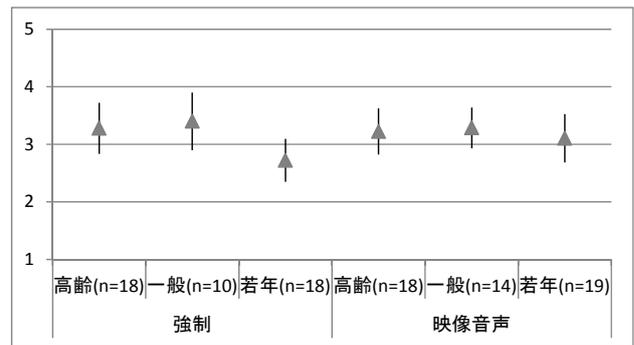
次に、図9に実際にそれぞれのISA機能が自らの車両に付与できるとした際の意識について示す。まず搭載を拒否するか搭載を希望するかという視点で見た場合、強制型ISAに比べて映像・音声型ISAの搭載を希望する傾向が強く、特に一般群と若年群で強い傾向がみられる。続いて、有料か無料かという視点で見た場合、特段顕著な傾向は見られなくなる。高齢および一般群は強制型ISAにおいて有料となっても搭載を希望するという回答が多いのに対し、若年群は映像・音声型ISAにおいて有料となっても搭載を希望するという回答が多いが、統計的に有意差があるとはいえない。

次に、図10にISAの社会的普及における運転者側からの受容性について示す。全体として強制型ISAの若年群を除き、「普及させたほうが良い」以上の回答がされており、ISAを普及させたほうが良いという判断がされている。年齢群による差をみたところ、いずれのISAに



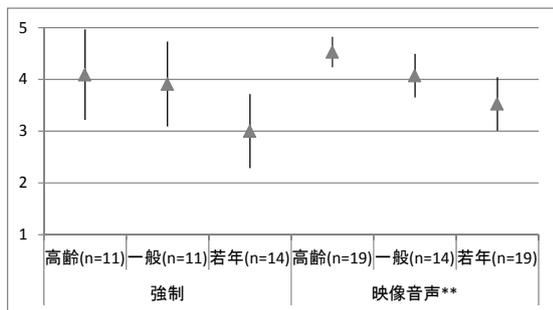
※以下のように点数化を行っている。1：全く調整しようとしなかった，2：あまり調整しようとしなかった，3：おおよそ調整しようとした，4：必ず調整しようとした
 ※一元配置分散分析 *：5%有意，**：1%有意

図-7 ISA 介入後の速度調整 (平均値と 95%信頼区間)



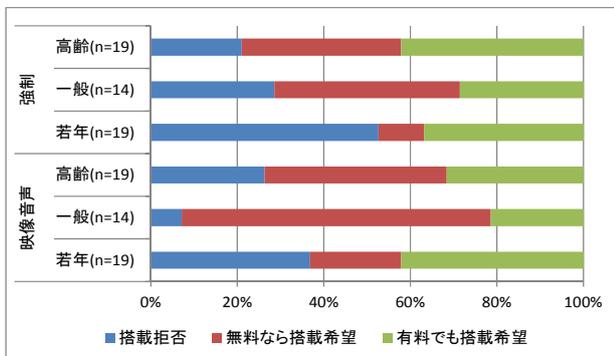
※以下のように点数化を行っている。1：普及させるべきではない，2：普及させなくてもよい，3：普及させた方がよい，4：ぜひ普及させるべきである，※わからないという被験者は分析から除外している
 ※一元配置分散分析 *：5%有意，**：1%有意

図-10 ISA の社会的受容性 (平均値と 95%信頼区間)



※以下のように点数化を行っている。1：まったくよくない，2：あまりよくない，3：どちらともいえない，4：まあよい，5：とてもよい
 ※一元配置分散分析 *：5%有意，**：1%有意

図-8 ISA に対する評価 (平均値と 95%信頼区間)



※フィッシャーの正確確率検定 (自由度4) 有意差なし

図-9 ISA の搭載希望

においても有意な差がみられず，このような評価については年齢による差が生じないといえよう。

以上より，ISA の機能に対する反応と評価は，映像・音声型 ISA の評価が高く，その傾向は高齢群においては顕著であることから，ISA の機能は特に高齢群においてより高く評価される可能性があることを明らかにすることができた。また ISA の市場価値の計測は，強制型 ISA に比べて映像・音声型 ISA の搭載を希望する傾向が強いものの，有料か無料かという視点や年齢群によって傾向がみられなかったことから，機能としての魅力はあるも

のの，市場価値はそれほど期待できない可能性があることが示唆された。最後に，ISA の社会的普及における運転者側からの受容性は，全体としていずれの ISA においても普及させたほうが良いと判断されており，これは年齢群によって差がみられないことから，一般性が高い傾向であることが窺えた。

5. 結論

本研究の成果について以下のようにまとめる。

(1) ISA の心的負荷からみた受容性は，強制型 ISA においては，道路構造で年齢群による評価に特徴的傾向がみられ，幹線道路においては若年群が，生活道路においては高齢群の評価が高くなる，すなわち心的負荷が少ないことがわかった。また，映像・音声型 ISA においては，年齢群による評価に特徴的傾向がみられ，高齢群の評価が高くなる，すなわち心的負荷が少なくなることがわかり，その傾向は生活道路でより顕著となることがわかった。

(2) ISA の機能に対する反応と評価は，映像・音声型 ISA の評価が高く，その傾向は高齢群においては顕著であることから，ISA の機能は特に高齢群においてより高く評価される可能性があることを明らかにすることができた。また ISA の市場価値の計測は，強制型 ISA に比べて映像・音声型 ISA の搭載を希望する傾向が強いものの，有料か無料かという視点や年齢群によって傾向がみられなかったことから，機能としての魅力はあるものの，市場価値はそれほど期待できない可能性があることが示唆された。最後に，ISA の社会的普及における運転者側からの受容性は，全体としていずれの ISA においても普及させたほうが良いと判断されており，これは年齢群によって差がみられないことから，一般性が高い傾向であることが窺えた。

以上の結果から、総括するならば、高齢運転者における生活道路での強制型・助言型 ISA の受容性は総じて高く、走行速度を遵守させるといった安全面だけでなく、心的負荷の少ない安心な運転を実現するといった点で、少なくとも効果が期待できると結論づけることができる。同時に、高齢者以外の運転者への適用も考慮して行く上では、受容性の高い助言型 ISA の普及をまずは目指すべきといえよう。わが国の運転者における ISA の普及は年齢群を問わず期待されるところがあるものの、市場を通じた普及は課題が大きいと推察されるので、国などによる強力なバックアップ体制の構築を期待したい。

なお、本研究の成果を活用する際に、いくつかの限界があることを最後に述べておく。まず本研究は DS を通じて実施したものであり、これらの成果がそのまま実空間でも応用出来るかという点については慎重になる必要がある。特に、DS における速度感が被験者からも課題と指摘されており、今後、DS の成果を踏まえたフィールドテスト通じた成果の検証を実施する意義は高いといえよう。また、今回の実験で使用した ISA による情報提供の内容やそのタイミング等については十分に精査されたものとはいえ、さらなる研究蓄積を通じてより効果が期待できるものを提示していくことがより高い受容性を期待する上で望ましいといえる。

謝辞：本研究は公益財団法人タカタ財団（平成24年度助成研究）の助成を受け推進したものです。また元愛知工科大学ITS研究所研究員の手島知昭氏（現株式会社エクスビジョン）には研究方法において貴重な示唆を頂戴しました。ここに記し感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 社団法人自動車技術会（2005）,高齢者運転適性ハンドブック,社団法人自動車技術会中部支部高齢者運転適性研究委員会, 6-8.
- 2) Sven Vlassenroot, Steven Broekx, Johan De Mol, Luc Int Panis, Tom Brijs, Greet Wets, (2007), Driving with intelligent speed adaptation: Final results of the Belgian ISA-trial, *Transportation Research Part A*, 41, 267-279.

- 3) Henriette Wallén Warner ,Lars Åberg(2008), The long-term effects of an ISA speed-warning device on drivers' speeding behavior, *Transportation Research Part F*, 11, 2, 96-107.
- 4) Frank Lai, Oliver Carsten, (2012), What benefit does Intelligent Speed Adaptation deliver: A close examination of its effect on vehicle speeds, *Accident Analysis & Prevention*, 48, 4-9.
- 5) Kristie L. Young, Michael A. Regan, Thomas J. Triggs , Keren Jontof-Hutter, Stuart Newstead, (2010), Intelligent speed adaptation—Effects and acceptance by young inexperienced drivers, *Accident Analysis & Prevention*, 42, 3, 935-943.
- 6) Harry Lahrmann, Niels Agerholm, Nerius Tradisaukas, Teresa Naess, Jens Juhl, Lisbeth Harms, (2012), Pay as You Speed, ISA with incentives for not speeding: A case of test driver recruitment, *Accident Analysis & Prevention*, 48, 3, 10-16.
- 7) Harry Lahrmann, Niels Agerholm, Nerius Tradisaukas, Kasper K. Berthelsen, Lisbeth Harms, (2012), Pay as You Speed, ISA with incentives for not speeding: Results and interpretation of speed data, *Accident Analysis & Prevention*, 48, 3, 17-28.
- 8) Kathryn Chorlton, Stephane Hess, Samantha Jamson, Mark Wardman, (2012), Deal or no deal: Can incentives encourage widespread adoption of intelligent speed adaptation devices?, *Accident Analysis & Prevention*, 48, 3, 73-82.
- 9) Oliver Carsten, (2012), Is intelligent speed adaptation ready for deployment?, *Accident Analysis & Prevention*, 48, 3, 1-3.
- 10) J.W.G.M. van der Pas, V.A.W.J. Marchau, W.E. Walker, G.P. van Wee, S.H. Vlassenroot, (2012), ISA implementation and uncertainty: A literature review and expert elicitation study, *Accident Analysis & Prevention*, 48, 3, 83-96.
- 11) Emeli Adell, András Várhelyi, Magnus Hjalmdahl, (2008), Auditory and haptic systems for in-car speed management – A comparative real life study, *Transportation Research Part F*, 11, 6, 445-458
- 12) 財団法人国際交通安全学会(2010), 「ドライバーの感情特性と運転行動への影響報告書」, 平成 21 年度研究調査報告書, p.8, 2010

(2013.5.6 受付)

Driver Acceptance of Mandatory and Advisory system for in-car speed management on Community streets -View point on elderly people-

Yasuhiro MIMURA, Fumiaki OBAYASHI, Tsuyoshi ONO, Shuhei NAKATANI, Ryo-
osuke ANDO, Kazuhiro KOZUKA and Shinji OZAWA