

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 20 日現在

機関番号：13904

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26820210

研究課題名(和文)安全な生活道路空間創出に向けたISA普及のためのインセンティブ施策の可能性検証

研究課題名(英文)A Study on the Possibility of Monetary Incentive Measures for ISA Penetration in Creating a Safe Community Road Spaces

研究代表者

松尾 幸二郎(Matsuo, Kojiro)

豊橋技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：50634226

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): 本研究では、金銭的インセンティブ施策がドライバーの各種ISA搭載受容性に与える影響を分析するため、豊田市ゾーン30地区内に居住する被験者48名(高齢者20名)を対象として、約5ヶ月間の助言型ISAフィールド実験を実施した後、SP質問調査を実施した。結果として、高齢者はISA搭載受容性が高く、また生活道路のみを対象とした自発型(解除可能型)ISAであれば、年間15,000円程度のインセンティブにより搭載需要率が70%(高齢者は80%)を超えることが示された。また、ISA普及率が高くなるにつれて搭載受容性も高くなることが分かり、ある程度普及が進めば普及率が指数関数的に上昇する可能性が示された。

研究成果の概要(英文): In order to analyze the effects of monetary incentive measures on the acceptability for mounting "intelligent speed adaptation" (ISA), we conducted 5-month advisory ISA field experiments with 48 subjects (20 elderly) who live in "Zone-30" districts in Toyota city, and then we asked them to respond to some stated preference (SP) questionnaires. The results indicated that the elderly has higher acceptability for ISA. Also, the acceptability for Voluntary ISA that only targets community streets would become greater than 70% (80% for elderly) by incentives of around 15,000 Yen/year. And more, the acceptability for ISA would become greater as the ISA penetration rate become higher, indicating the possibility that the penetration rate may rise exponentially once the penetration proceeds to some extent.

研究分野：交通工学・交通計画学

キーワード：ISA フィールド実験 SP質問調査 ゾーン30 インセンティブ施策 搭載受容性 普及率 高齢者

1. 研究開始当初の背景

近年、我が国の生活道路(車道幅員 5.5m 未満の道路)における交通死亡事故件数の減少は、全死亡事故件数の減少と比較して緩やかとなっている。また、歩行者・自転車利用者の死者数、死傷者数の割合も高い水準で推移している。従って、今後、自動車速度抑制などの交通静穏化をよりいっそう促し、生活道路における自転車、歩行者の安全・安心を確保していくことが重要な課題だといえる。

我が国では従来からハンプなどのハード対策による生活道路の自動車速度抑制効果が確認されてきた。しかし実際には、空間的制約や予算的制約、地域住民の合意形成の困難さなどによりハード対策を実施できている生活道路はほんの一部に過ぎない。一方、近年欧州を中心に議論が進んでいる ISA (Intelligent Speed Adaption) は生活道路における自動車速度抑制のための抜本的な対策になる可能性が高い。ISA は、GPS やデジタルマップ等を利用して走行している道路に応じた上限速度を取得し、「上限速度を超過した場合に警告を行う(助言型 ISA)」、もしくは「車両側で最高速度を超過しないように速度制御を行う(強制型 ISA)」というシステムである。我が国において強制型 ISA 搭載車両が普及すれば、生活道路をはじめとする自動車速度抑制が必要な全ての道路において、ドライバー任せではない自動車速度制御が可能となる。欧州では ISA のフィールド実験が行われており自動車速度抑制効果が明らかになっているものの、自由な走行が阻害されるなどの理由で ISA に対する受容性が低く普及が進まないことが課題となっている。我が国でもドライビングシミュレータを用いた ISA の効果測定が行われたり、規制速度を超過した際に警告を行うカーナビが発売されるなど、ISA の導入が始まりつつあるが、欧州と同様に ISA 普及に向けてドライバーの受容性の向上という課題を解決しなければならないことは明らかである。

2. 研究の目的

生活道路における自動車走行速度の抑制のための抜本的な手段と成り得る ISA の普及に向けては、ドライバーの ISA に対する受容性の向上という課題を解決する必要がある。本研究では、ISA 搭載に対して金銭的なメリットを与えるというインセンティブ施策(セーフティーカー減税や保険料減額など)がその解決策になり得るかどうかを検証することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 助言型 ISA フィールド実験の概略

本研究では、金銭的インセンティブ施策がドライバーの各種 ISA 搭載意思に与える影響について分析を行うため、約 5 ヶ月間の助言型 ISA フィールド実験に参加した被験者を対象として SP 質問調査を実施した。これは、

一般のドライバーに比べて助言型 ISA を体験したことのあるドライバーが、「車載機器が走行している道路に応じた最高速度情報を保有しているとともに、走行速度超過に関してなんらかの介入をする」という ISA の基本的なコンセプトを経験的に理解しているため、ISA 搭載に関する SP 質問に対し比較的適切な回答が可能であると考えたからである。

本フィールド実験は、図-1 に示すように、ゾーン 30 区域 3 箇所を含む愛知県豊田市の中心エリアを対象として実施された。被験者は対象エリア内のゾーン 30 区域内に居住し、かつ少なくとも週 3 回は自車両を運転する 48 名であり、人材派遣会社を通じて集められた性別・年齢層の内訳は表-1 に示すとおりである。実験は 2 期に分けて同様の方法で行われ、第一期(2014 年 7 月~12 月の間の約 5 ヶ月間)には 20 名が、第二期(2015 年 2 月~7 月の間の約 5 ヶ月間)には残りの 28 名が参加した。

実験は、各被験者の保有する車両に助言型 ISA 機器を搭載して実施した。使用した助言型 ISA 機器はスマートフォンであり、助言型 ISA アプリにより 1 秒毎の走行中の速度、位置座標などのデータを GPS で取得するとともに、走行している道路に応じた最高速度情報を音声および画像により提供し、走行速度が最高速度を超過した際には音声および映像により「km/h 規制です」という警告を発するものである(図-2、図-3 参照)。

実験期間は約 5 ヶ月間であり、まず初めに助言型 ISA 機能を OFF にした状態で約 2 ヶ月間普段通りの運転を依頼した(フェーズ 1)。その後、助言型 ISA 機能を ON にした状態で約 2 ヶ月間運転を依頼した(フェーズ 2)。さらに再度、助言型 ISA 機能を OFF にした状態で約 1 ヶ月間運転を依頼した。また、フェーズ 2 の後に助言型 ISA 機能に関するアンケートに回答してもらった。なお、被験者 48 名中 28 名には、フェーズ 2 において、「生活道路において日常的に速度遵守率が高い場合に報酬を与える追加ルール」を適用した。これらは本研究には直接関係はしないが、後述する SP 質問調査に影響を与える可能性が考えられるため、モデル分析においてその影響有無を確認することとした。



図-1 助言型 ISA フィールド実験の対象エリア

(2) ISA 搭載意思に関する SP 質問調査

本研究では、助言型 ISA フィールド実験の被験者 48 名を対象として、ISA の種類や金銭的インセンティブの種類がドライバーの自車両への ISA 搭載意思に与える影響を分析するための SP 質問調査を実施した。被験者の回答に伴う負担を少なくしつつ多くの SP 質問に回答してもらうため、実施時期は、フィールド実験のフェーズ 2 の後およびフェーズ 3 の後の 2 回に分けた。各回において、アンケート用紙を用意し、スタッフが質問内容を口頭で説明した上で、用紙に回答してもらった。質問内容については、まず、ISA の種別、対象道路の種別、金銭的インセンティブの種別および大きさの 4 つの条件因子について、それぞれ 3 水準を設定し(表-2 参照)、L9 直交表を用いて 9 ケースの条件組合せの SP 質問を作成した。ここで対象道路の種別とは、各種 ISA の機能が作動する道路であり、対象道路の違いにより各種 ISA の搭載意思が異なると考えたため用意した。なお、本研究では 30km/h 規制道路区間、ゾーン 30 規制区間、速度規制がなく幅員 5.5m 未満の道路を生活道路と定義し、それ以外を幹線道路と定義した。また、金銭的インセンティブの種類とは、どのような形で金銭的インセンティブが与えられるかを示したものであり、この種類が ISA 搭載意思に影響をあたえる可能性があると考え、用意した。ガソリンチケットとは、ガソリンなどの燃料費として使える金券チケットという形で金銭的インセンティブを与えるものである。フェーズ 2 後とフェーズ 3 後では、金銭的インセンティブの大きさについて異なる水準を用意し、各条件の組合せを組み替えたものを用いた。従って、最終的には 18 ケースの条件組合せの SP 質問を用意したことになる。これら全てのケースそれぞれについて、初期費用 10,000 円、年間維持費用 1,000 円の負担があるという前提のもとで、ISA を自車両に搭載するか否かを、全被験者に回答してもらった。表-3 に SP 質問のケース例を示す。また、第 2 期の実験に参加した被験者 28 名には、追加として、ISA 普及率を含めた SP 質問を実施した。普及率が各 ISA 搭載意思に影響すると思ったためである。具体的には、(表-4 に示す条件因子の組み合わせから L9 直交表を用いて 9 ケースの条件組合せの SP 質問を作成し、上述したフェーズ 3 後の SP 質問に続けて調査を実施した。質問方法は上述の SP 質問と同様である。

(3) 分析方法

SP 質問調査結果の分析は、基本的な集計および非集計モデルを用いることにより行うこととした。各条件因子と ISA 搭載意思との関係をモデル分析するため、以下に示すロジットモデルを適用した。

$$P_{ij} = \frac{1}{1 + e^{-\Delta V_{ij}}}, \quad (1)$$

$$\Delta V_{ij} = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \cdot X_{ijk}, \quad (2)$$

表-1 性別別・年齢層別の被験者数

性別	年齢層	被験者数	最低年齢	平均年齢	最高年齢
男性	20~40	8	22	34	39
	40~60	2	42	44	46
	60~70	19	63	69	79
女性	20~40	7	20	32	36
	40~60	9	41	47	56
	60~70	3	61	65	68



図-2 助言型 ISA アプリの画面表示

走行空間	走行時画像	走行時音声	速度超過時画像	速度超過時音声
60km/h 区間	なし	なし	なし	なし
幅員 5.5m 以上	50km/h 区間	ボン	50 50km/h 規制です	50きろきせいです
	40km/h 区間	ボン	40 40km/h 規制です	40きろきせいです
	30km/h 区間	ボン	30 30km/h 規制です	30きろきせいです
幅員 5.5m 以下	幅員狭し	ボン	速度注意! (30超過時)	そくどにちゆういして そうこうしてください
ゾーン 30	ゾーン 30	ゾーン 30に はいりました (1回のみ)	30 30km/h 規制です	30きろきせいです

図-3 助言型 ISA アプリによる走行空間別提供情報

表-2 SP 質問における条件因子

ISA の種類	助言型、解除可能型 (自発型)、強制型
対象道路	生活道路のみ、幹線道路のみ、全道路
インセンティブの種類	自動車税減税、保険料減額、ガソリンチケット
インセンティブの大きさ 1	年間 6,000 円、年間 12,000 円、年間 18,000 円 (フェーズ 2 後)
インセンティブの大きさ 2	年間 1,000 円、年間 12,000 円、年間 24,000 円 (フェーズ 3 後)

表-3 SP 質問のケース例

ISA の種類	対象道路	インセンティブの種類	インセンティブの大きさ	搭載意思 (O/X)
助言型	生活道路	自動車税減税	年間 12,000 円	O

【例】「生活道路のみで作動する助言型 ISA 機器を搭載すると自動車税が年間 12,000 円減税される」という条件のもとで搭載しようと思うか否かについて聞いている。

表-4 普及率を含めた SP 質問における条件因子

ISA の種類	助言型、強制型
対象道路	生活道路のみ、幹線道路のみ、全道路
インセンティブの種類	保険料減額
インセンティブの大きさ	年間 6,000 円、年間 12,000 円、年間 18,000 円
ISA 普及率	10%、50%、90%

ここで、 P_{ij} は個人 i がケース j において当該 ISA を搭載する確率、 X_{ijk} はケース j における各条件、 θ_k はパラメータである。説明変数の選択においては変数間の交互作用も考慮した。モデルパラメータは最尤推定法により推定した。

4. 研究成果

(1) SP 質問調査の集計結果

被験者 48 名全てが 18 ケースの SP 質問に回答したため、計 360 回答が得られた。SP 質問調査に用いた各条件因子別に ISA 搭載受容率（搭載すると回答した割合）を集計したものを図-4 に示す。まず ISA の種類に関しては、助言型 ISA の搭載受容率が最も高く、次いで自発型、強制型の順に搭載受容率が大きく下がっていくことがわかる。その一方で、金銭的インセンティブが大きくなるにつれて搭載受容率が上昇していくが、その傾きは逡減していくことが見て取れる。対象道路種別については、生活道路のみにおいて搭載受容率がやや高くなっている。金銭的インセンティブの種類による搭載受容率の違いはほとんど見られなかった。

(2) モデル分析結果

次に、各条件因子および個人属性を説明変数として考慮した非集計モデル分析を行った。条件因子のうち、金銭的インセンティブの大きさに関しては、単純集計の結果を踏まえ、対数をとることとした。また個人属性には、年齢、性別のほかに、フィールド実験のフェーズ 1（すなわち、助言型 ISA を使わない通常の状態）における生活道路および幹線道路での速度超過距離割合（総走行距離に対して速度を超過して走行した距離の割合）を考慮した。これは、各被験者の速度超過傾向を表すものと考えられる。ここで、生活道路は 30km/h 規制がある道路および、速度規制はないが幅員 5.5m 未満の道路と定義し、幹線道路は、40km/h 規制道路および 50km/h 規制道路と定義している。さらに、前述したように被験者 48 名中 28 名は、フェーズ 2 において「生活道路において日常的に速度遵守率が高い場合に報酬を与える追加ルール」が適用されているため、SP 調査結果への影響有無を確認するため、説明変数として追加ルールダミーを考慮することとした。

モデルの推定結果を表-6 に示す。説明変数間の交互作用効果を考慮するモデルも検討したが、交互作用を考慮しない単純なモデルの AIC が最も小さくなり、²および的中率も比較的高いことから、本モデルを採用することとした。

SP 質問調査における条件因子については、基本的に単純集計で見られた傾向を反映した結果となっている。ISA の種類については、助言型、自発型、強制型の順で、搭載需要率が有意に低くなり、金銭的インセンティブの大きさについては、大きくなるほど有意に搭

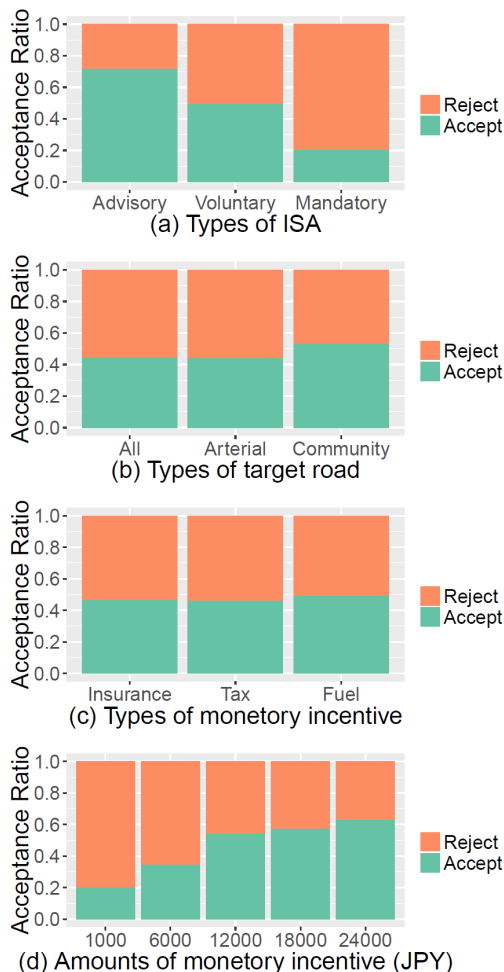


図-4 各条件因子に関する ISA 搭載受容率の集計結果

表-6 各種 ISA 搭載受容性に関するモデルの推定結果

説明変数	パラメータ	p 値
定数項	-7.96	0.000***
(ISA の種類)		
助言型 ISA	0	-
自発型 ISA	-1.15	0.000***
強制型 ISA	-2.84	0.000***
(対象道路)		
全道路	0	-
生活道路のみ	8.29×10^{-1}	0.000***
幹線道路のみ	2.45×10^{-1}	0.261
インセンティブの大きさの対数	9.00×10^{-1}	0.000***
(インセンティブの種類)		
自動車保険料減額	0	-
自動車税減税	$-3.6 \times 10^{-3}6$	0.985
ガソリンチケット	-2.10×10^{-1}	0.338
(個人属性)		
年齢	1.21×10^{-2}	0.043*
男性ダミー	1.79×10^{-1}	0.365
生活道路超過距離割合	-1.99	0.002**
幹線道路超過距離割合	1.67	0.022*
追加ルールダミー	1.81×10^{-1}	0.317
サンプル: 864	$\rho^2: 0.248$	AIC: 925.2 的中率: 73.8%

載受容率が増加する結果となっている。特に、金銭的インセンティブの大きさについては対数を取ることで、モデルの適合度が上昇した。対象道路の種別については、全道路で作動する ISA に比べて生活道路のみで作動する ISA の搭載受容率が有意に高いことが見て取れる一方で、幹線道路のみについては全道路との有意差は見られない。金銭的インセンテ

タイプの種類については、搭載受容率への有意な影響は見られなかった。

個人属性について見ると、年齢が高いほど有意に搭載受容率が上がるが、男女間では有意な差は見られなかった。また、生活道路における速度超過距離割合が高い程、有意に搭載需要率が低くなる一方で、幹線道路における速度超過距離割合については逆の傾向が見られた。追加ルールについては、SP 質問の回答に有意な影響は見られなかった。

続いて、推定されたモデルを視覚的に理解するため、SP 質問調査において考慮された種々の条件下でのモデルによる ISA 搭載受容率曲線を図-5 に示す。金銭的インセンティブの種類は自動車保険料減額、性別は男性で固定とし、年齢は 30 歳と 65 歳の 2 段階を用いた。その他の個人属性については、全被験者の平均値を用いた。

まず、金銭的インセンティブがない状態においては、生活道路のみを対象とした各種 ISA 搭載受容率は 助言型で約 40~55%程度、自発型で 20~30%程度であるのに対し、強制型 ISA では数%に留まっていることが分かる。また、生活道路のみ対象の助言型 ISA および自発型 ISA の搭載受容率は、それぞれ 3,000[円/年]および 15,000[円/年]の金銭的インセンティブにより 70%程度まで上昇することが示されている。特に高齢者であれば、搭載需要率はさらに上がり、80%程度となっている。しかしながら強制型 ISA については、生活道路のみ対象で、かつ今回の SP 質問調査で設定した最大の金銭的インセンティブである 24,000[円/年]が付与される場合であっても、高齢者の搭載受容率が高々55%程度に留まることが示された。

最後に、普及率を考慮した SP 質問調査の結果を集計したものを図-6 に示す。ISA 普及率が高いほど、ISA 搭載受容性も高くなることが示されている。

(3) 考察

SP 質問調査およびそのモデル分析の結果、助言型、自発型、強制型の順に ISA 搭載受容率が低下することが示された。これは、運転の自由度が小さい ISA ほど、その搭載受容性も小さくなるという当初の仮説を支持するものである。

また、全道路や幹線道路のみを対象とした場合と比較して、生活道路のみに限定して作動する ISA の方が受容されやすいことが示された。これはドライバーが、生活道路のみであれば 30km/h 以下で走行することを受け入れられると考えているためだと思われる。

金銭的インセンティブの種類については、搭載受容率に与える影響があるとはいえないという結果となった。これは、当初の仮説と異なる点であるが、ドライバーは金銭的インセンティブが付与される対象よりも、絶対的な金額自体を重視していることが示唆される。すなわち、仮に ISA 搭載を対象として

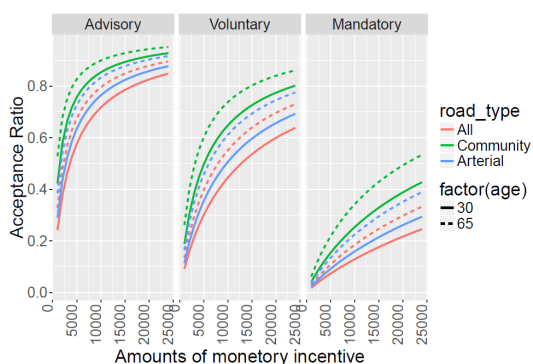


図-5 推定モデルによる ISA 搭載受容率曲線

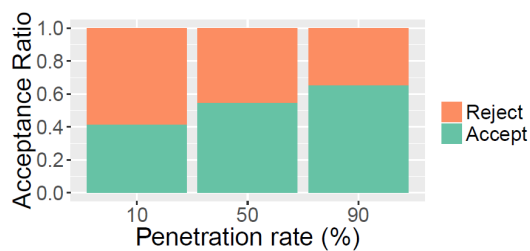


図-6 提示した ISA 普及率と搭載受容性との関係

金銭的インセンティブ施策を実施するにあたっては、保険料減額、自動車税減税、燃料チケットではあまり違いはなく、システム上やりやすいものであれば良いということになる。ただし、今回被験者にヒヤリングを実施したところ、普段、自動車税や保険料として年間支払っている額についての認識が薄い傾向にあった。これらの額を明確に認識していれば、また異なる結果となることも考えられる。

個人属性として最も影響が大きかったのは、年齢であった。高齢になるほど ISA 搭載受容性が高く、これは既往研究のドライビングシミュレータ実験による結果と一致するものである。また、普段の、生活道路における規制速度超過傾向が高い被験者ほど ISA 搭載受容率が低い結果となった。これは、超過傾向が高いほど ISA による利便性の低下が大きいためだと解釈が出来る一方で、幹線道路における規制速度超過傾向が高い被験者ほど ISA 搭載受容性が高いという結果は、容易に解釈できるものではない。被験者によって日常的に走行する道路が異なるなどの影響が考えられるため、今後より詳細な分析が必要である。

推定されたモデルを用いて、各種 ISA の搭載受容率が 70%まで向上させるための金銭的インセンティブを推計した結果、生活道路のみを対象とした助言型 ISA および自発型 ISA についてはそれぞれ 3,000[円/年]および 15,000[円/年]となったが、これらは実際にインセンティブ施策を実施することを考えても決して非現実的ではない値だと考えられる。一方で、強制型 ISA の搭載受容率を高

い値まで向上させるためには、より大きい金銭的インセンティブが必要となることが示された。これは、やはり強制的に速度を制御されることに対する抵抗が大きいことが伺える。ただし、普及率を考慮した SP 質問調査の結果、ISA 普及率が高くなれば搭載受容率も高くなることが示されことから、ある程度普及が進むと ISA 搭載車両に追従することも多くなるために、結果として金銭的インセンティブを受け取らないことの方が損することになる、という点が意識されていることが示唆される。

なお、今回は助言型 ISA を経験した被験者を対象として SP 質問調査を実施する点を重視したため、回答者が 48 名と比較的少なく結果に偏りがある可能性も考えられる。従って、今後は一般のドライバー等に対象を広げより多くのサンプルを確保し、個人属性などを詳細に考慮した分析を実施する必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

松尾幸二郎, 三村泰広, 山崎基浩, 菅野申明, 杉原暢, 廣島康裕, 安藤良輔, 向井希宏, 助言型 ISA および速度遵守インセンティブプログラム (IPNS) が生活道路におけるドライバーの走行速度に与える影響 ~ フィールド実験に基づく考察 ~ , 交通工学論文集, 査読有, 2 (2, 特集号 A), 2016, A_108-A_114

DOI:

<http://doi.org/10.14954/jste.2.2.A.108>

Matsuo, K., Mimura, Y., Yamazaki, M., Kanno, K., Sugihara, M., Hirobata, Y., ... Mukai, M., Acceptability of ISA Based on a Field Experiment and a SP Survey: Analyses from a Standpoint of Traffic Calming, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Peer-reviewed, 11, 2015, 2098-2109

DOI:

<http://doi.org/10.11175/easts.11.2098>

〔学会発表〕(計 6 件)

杉原暢, 松尾幸二郎, 廣島康裕, 山崎基浩, 三村泰広, 菅野甲明, 交通事故発生時の死亡・重傷率分析に基づく ISA 導入効果の推計 ~ 愛知県交通事故データを用いて ~ , 第 13 回 ITS シンポジウム, 東京, 2015.12

杉原暢, 松尾幸二郎, 三村泰広, 廣島康裕, 山崎基浩, 菅野甲明, 楊甲, フィールド実験を用いた助言型 ISA と速度抑制

インセンティブプログラムの効果検証, 平成 27 年度土木学会中部支部研究発表会, 豊田, 2016.03

菅野甲明, 松尾幸二郎, 杉原暢, 山崎基浩, 三村泰広, 向井希宏, 規制速度の明示化による速度順守意識の差異と加齢による影響の検討, 日本人間工学会東海支部研究大会, 名古屋, 2015.11

松尾幸二郎, 杉原暢, 三村泰広, 山崎基浩, 菅野甲明, 廣島康裕, 山岡俊一, インセンティブ施策が ISA 受容性に与える影響の分析, 第 51 回土木計画学研究発表会, 福岡, 2015.06

山崎基浩, 三村泰広, 安藤良輔, 松尾幸二郎, 菅野甲明, スマートフォンによる助言型 ISA システムの評価, 第 51 回土木計画学研究発表会, 福岡, 2015.06

杉原暢, 松尾幸二郎, 廣島康裕, 三村泰広, 山崎基浩, 菅野甲明, フィールド実験および SP 質問調査を用いた運転者の ISA 受容性分析, 平成 26 年度土木学会中部支部研究発表会, 豊橋, 2015.03

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松尾 幸二郎 (MATSUO, Kojiro)

豊橋技術科学大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号: 50634226

(2) 研究協力者

山崎基浩 (YAMAZAKI, Motohiro)

三村泰広 (MIMURA, Yasuhiro)

杉原暢 (SUGIHARA, Mitsuru)

菅野申明 (KANNO, Komei)

楊甲 (YANG, Jia)

山岡俊一 (YAMAOKA, Shunichi)

廣島康裕 (HIROBATA, Yasuhiro)

安藤良輔 (ANDO, Ryosuke)

向井希宏 (MUKAI, Marehiro)