

# スマートフォンによる助言型ISA システムの評価

山崎 基浩<sup>1</sup>・三村 泰広<sup>1</sup>・安藤 良輔<sup>1</sup>・松尾 幸二郎<sup>2</sup>・菅野 甲明<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 正会員 公益財団法人 豊田都市交通研究所 研究部 (〒471-0024 愛知県豊田市元城町3-17)

E-mail : yamazaki@ttri.or.jp

<sup>2</sup> 正会員 豊橋技術科学大学大学院助教 工学研究科 (〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1)

E-mail : k-matsuo@ace.tut.ac.jp

<sup>3</sup> 非会員 中京大学大学院 心理学研究科 (〒466-8666 愛知県名古屋市中昭和区八事本町101-2)

E-mail : kannno.k.1019@gmail.com

生活道路における交通安全対策の重要度が高まる中、近年欧州で技術開発が進むISA (Intelligent Speed Adaptation) は、わが国においてもその効果に期待が寄せられている。走行する自動車の車内あるいは路側に設置された電子デバイスによって速度を抑制しようというISAは、道路上に設置するハンブや狭さく等の物理デバイスと比べて住民や運転者に受け入れられやすいと考えられ、さらに速度抑制が運転者の意志に委ねられる助言型ISAの受容性が比較的高いことがドライビングシミュレータによる室内実験や既往研究等で実証されている。一方、公道での日常的な運転行動におけるISAの長期間に亘る効果検証は十分に行われていない。そこで普及が進むスマートフォンを用いた助言型ISAシステムを開発し、約5ヶ月間のフィールド実験を実施した。本稿ではこの実験概要を報告するとともに、開発した助言型ISAシステムの有効性および受容性について、走行実績や被験者の意識調査等から評価し、実用に向けた課題や活用の可能性について考察する。

**Key Words :** *Intelligent Speed Adaptation, Community Roads, Traffic Safety, Smartphone*

## 1. はじめに

住宅地内あるいは住宅に隣接する狭幅員道路は「生活道路」と呼ばれるとおり、地域住民の日常生活において利用されるものであり歩行者や自転車の安全確保が優先されるべき道路である。近年、わが国では全体として交通事故件数が減少する中で、生活道路としての利用が想定される幅員 5.5m 未満の道路において発生する事故件数の減少率は小さく、事故全体に占める割合が高まっており、その対策が喫緊の課題となっている。

そのような中、わが国では居住地区の生活道路全体に面的に最高速度 30km/h 規制を適用する「ゾーン30」の整備が進められている<sup>1),2)</sup>。実際に対象地区道路の走行速度を抑制する方策としては、道路標識や路面標示に加えハンブや狭さく等の物理デバイスの設置が有効であることは既往研究で検証されている<sup>3)</sup>が、それらの整備はそこに居住する地域住民の合意形成など推進において困難な側面もある。

一方、欧州を中心に注目されているISA (Intelligent

Speed Adaptation) は特定地域内において車両側から適正な速度抑制を行うものであり、物理デバイスの整備が困難な地区において導入効果が期待され基礎的研究が進められている<sup>4)</sup>。ISAにはドライバーの意志に拠らず車両側で強制的に速度を制御する「強制型」、車載機器からの警告等情報提供によりドライバーに自発的に速度を低下させる「助言型」、強制型同様に車両を自動制御するがドライバーの意志で解除可能な「自発型」の3つが考えられており、ドライビングシミュレータを用いた室内実験では、幹線道路に比して生活道路では受容性が高いこと、速度遵守だけではなくドライバーの心的負荷の軽減につながる可能性があること、助言型ISAは比較受容性が高いことなどが明らかにされている<sup>5)~7)</sup>。さらに公道での一時的な実験においても同様の知見が得られている<sup>8)</sup>ものの、日常生活の中での運転行動において一定期間のISA適用がドライバーに及ぼす影響や効果は検証されていない。

そこで近年普及が進むスマートフォン上で稼動する助言型ISAシステムを開発し、これを用いて約5ヶ月間に

互るフィールド実験を実施し生活道路において助言型ISAが一般ドライバーに与える影響を把握しながら、助言型ISA機器や社会制度の導入推進にあたっての知見を得ることを目的とした研究を進めている。本稿ではこの実験内容および結果の概要を報告するとともに、開発した助言型ISAシステムの有効性および受容性について、機器で収集した走行実績データや被験者の意識調査から評価し、実用に向けた課題や活用の可能性について考察する。

## 2. 助言型ISAシステムの概要

### (1) 助言型ISAシステムの機能

本研究で開発した助言型ISAシステムは、スマートフォン（Android OS）上で稼動するアプリケーションソフトウェア（以下、ISAアプリと記す）である。スマートフォンの画面上には図-1に示すように道路地図が表示され、スマートフォン搭載のGPSから緯度経度、速度、進行角度情報を取得し、一般的なカーナビゲーションシステムのように自車の走行位置を道路リンク上にマップマッチングしながら示し、移動により地図がスクロールする。また走行速度および規制速度情報が表示されるとともに制限速度を超過した場合に画面中央に大きく「\*\*km/h 規制です」という警告メッセージが出現し、同時に音声でもその文言が発声されドライバーに注意喚起する。さらに幅員5.5m未満の道路やゾーン30地区内に進入すると、そのことを画面表示と音声で情報提供するという機能（以下ISA機能と記す）も備えている。これら情報提供機能を表-1に示す。なお、これらISA機能は設定メニューからOFFにすることができる。



図-1 ISAアプリの画面表示イメージ

表-1 ISAアプリの情報提供機能

	道路の種類	画面表示	音声
進入時	幅員5.5m以上	速度規制あり	30 40 50 「ポーン」チャイム音
		速度規制なし	表示なし 音声なし
	幅員5.5m未満 (速度規制なし)	幅員狭し	「ポーン」チャイム音
	ゾーン30	ゾーン 30	「ゾーン30にはいりました」
速度超過時	幅員5.5m以上 またはゾーン30	30 30km/h 規制です 40 40km/h 規制です 50 50km/h 規制です	「〇〇キロきせいです」
	幅員5.5m未満 30km/h超過時に警告	速度注意!	「そくどにちゅういしてそうこうしてください」

### (2) ISAアプリの稼動範囲

本アプリでは道路の最高速度規制情報および狭幅員道路やゾーン30地区内であることの情報参照しながら稼動するため、スマートフォンの性能等を考慮し、ISA機能が稼動する範囲を図-2に示す豊田市中心部の東西約7km、南北約10kmの範囲に限定した。このエリアの中には、ゾーン30として整備されている地区が3箇所存在している。

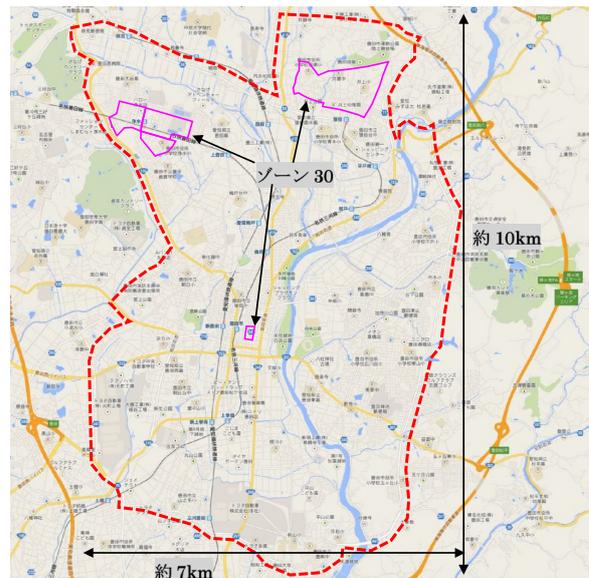


図-2 ISA機能が稼動する範囲

### (3) 収集するデータ

アプリ稼働中には、スマートフォン搭載のGPSから取得する座標（緯度経度）、道路リンクにマップマッチングされた後の座標（緯度経度）、位置情報取得日時、方位、GPS速度、マップマッチングされたリンクコード、ISA機能の作動状況などの走行情報が、1秒間隔でスマートフォン内のメモリ（micro SDカード）にCSV形式のファイルで記録される。

### 3. 公道における実証実験の概要

#### (1) 実験の流れ

本実験は、被験者が普段使用している自家用車に助言型 ISA アプリをインストールしたスマートフォンを搭載し、連続した一定期間（一時的な実験と比べて比較的長期間）このアプリを運転時に稼働させ、収集した走行実績データや被験者への意識調査などから、助言型ISAの効果を検証しようというものである。

まず、平成26年度は20名の被験者（すべて65歳未満の非高齢者）に機器を貸与し、運転中に車載しアプリを稼働させてもらうことを約5ヶ月間続けた。開始からの2ヶ月間（Phase 1）は通常の走行特性を把握するために、速度超過警告などのISA機能はOFFの状態で行走してもらいデータを収集した。次の2ヶ月間（Phase 2）はISA機能を稼働させた状態での走行データを収集し、最後の1ヶ月間（Phase 3）は情報提供が無くなった後の効果継続を検証するために再びISA機能をOFFにした。

#### (2) 被験者への調査

各Phaseの間には説明会を開催し、その場で運転特性に関する調査（DSQおよびWSQを使用）、画像による速度意識調査、ISAに対する意識調査、ISAアプリや機器に対する評価などのアンケート調査を実施している。全体の流れおよび実施した調査を表-2に示す。

表-2 実験の流れと調査内容

	目的・内容	収集データ・実施調査
初回説明会	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験主旨、内容説明</li> <li>運転特性等把握</li> <li>実施意思確認</li> <li>機器説明、貸与</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>運転特性把握 (DSQ, WSQ)</li> </ul>
Phase 1 約2ヶ月間	<ul style="list-style-type: none"> <li>通常走行挙動データの収集</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ISA機能OFF状態でISAアプリを稼働させ通常走行時のデータを収集</li> </ul>
第2回説明会	<ul style="list-style-type: none"> <li>Phase1 データ回収、機器設定</li> <li>群分け</li> <li>Phase2の説明</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>静止画像による速度意識調査</li> </ul>
Phase 2 約2ヶ月間	<ul style="list-style-type: none"> <li>助言型ISA稼働時の走行挙動データ収集</li> <li>インセンティブ付与に係るルールの影響把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ISA機能ON状態でISAアプリを稼働させ走行データを収集</li> <li>ルール適用は60日間</li> </ul>
第3回説明会	<ul style="list-style-type: none"> <li>Phase2 データ回収、機器設定</li> <li>ISAに関する意向、速度意識の変化等を把握</li> <li>Phase3の説明</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ISAに関するアンケート</li> <li>ISA機器に関するアンケート</li> <li>静止画像による速度意識調査</li> </ul>
Phase 3 約1ヶ月間	<ul style="list-style-type: none"> <li>助言型ISA体験後の走行挙動データ収集</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報提供機能OFF状態でISAアプリを稼働 (Phase1と同じ) させ、走行データを収集</li> </ul>
最終説明会	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験による運転特性変化把握</li> <li>機器回収</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>補足アンケート</li> <li>運転特性把握 (DSQ, WSQ)</li> </ul>

またPhase 2では、ISA機器を車載することの受容性を高める、あるいは規制速度遵守行動を促すインセンティブの検証を行うために、被験者の一部に対して表-3に示すインセンティブプログラム（走行に関するルール）を設定した。加えてPhase 2終了後に実施した意識調査において、金銭的インセンティブを想定したSP調査を実施しているが、その詳細な分析については他稿に譲る。

なお、インセンティブプログラムを適用する被験者は、全被験者20名の中からくじにより無作為に抽出し、Reward群7名、Penalty群7名、Control群（走行ルール無し）6名のグループに分類した。

表-3 インセンティブプログラムの内容

	Phase2におけるルール (すべてISA機能はON)	被験者数
Control	ルールは設定せず、謝金はベース金額（15,000円）のみ。	6名
Reward	生活道路（規制無し狭幅員道路、30km/h規制道路）での速度遵守距離が95%以上の日数に100円を乗じた謝金がベース金額に追加される。	7名
Penalty	謝金は予め6,000円追加されるが、生活道路（規制無し狭幅員道路、30キロ規制道路）での速度超過距離が5%を超えた日数100円を乗じた金額が追加謝金から減額される（ベース金額以下にはならない）。	7名

### 4. 被験者の走行実態

図-3および図-4は、各被験者の実験期間中の日平均走行距離と速度超過率（規制速度を超過して走行した距離の割合）を、生活道路（ゾーン30地区内と最高速度規制の無い生活道路）と補助幹線道路（最高速度40～50km/h規制）についてそれぞれまとめたものである。速度規制の無い生活道路については、本来は30km/h以下の走行が望ましいという考えから、30km/hを超過した割合を集計している。

まず走行距離を見てみると、被験者間で走行距離に大きな差があることや、Phase間の変化が大きい被験者、あまり変化のない被験者など、さまざまであることが見て取れ、グループ毎の集計による特性傾向の把握は被験者数が少ないということもあり注意が必要である。

ISA機能をONにしたPhase 2においては、生活道路では20名中16名が、補助幹線道路では20名中13名の走行距離がPhase 1よりも少なくなっている。特にPenalty群の被験者らは、走行ルールの対象となる生活道路において、その傾向が顕著である。これらのことから助言型ISAによる速度警告が、走行距離に関して何らかの影響を与えた可能性が示唆される。

次に速度超過率を見ると、生活道路では20名中19名が、補助幹線道路では18名の被験者がPhase 1よりも

Phase 2での超過率が低くなっている。特に生活道路におけるルールを適用したグループの中には、大幅に超過率が減少した被験者が散見される。さらにISA機能を再びOFFにしたPhase 3の超過率は、Phase 1よりも低く抑えられている被験者が多数見られる。

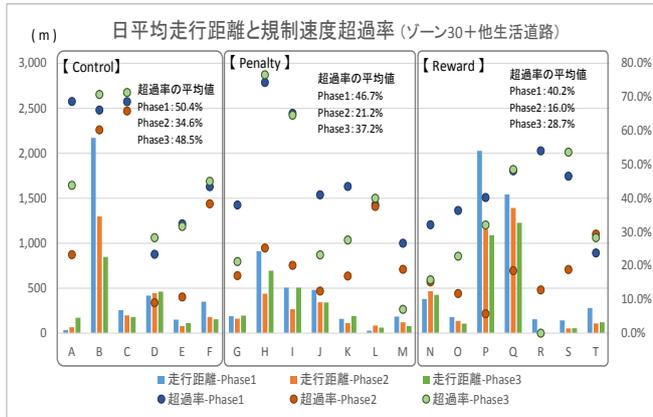
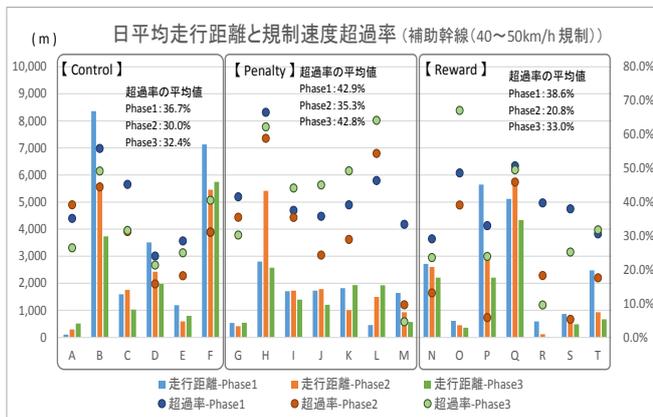


図-3 生活道路における被験者の走行実態



※補助幹線道路ではインセンティブプログラムは適用外  
図-4 補助幹線道路における被験者の走行実態

図中に記した各グループの超過率の平均値を見ると、いずれのグループもPhase 2の超過率が最も低くなっており、さらにPhase 3の超過率はPhase 1よりも低い値となっている。そこでPhase間の平均の差の検定をグループ毎に行ったところ、生活道路におけるPenalty群、Reward群、補助幹線道路におけるReward群に関して、Phase 1と2の間に有意な差が認められた(有意水準1%, それぞれ $P=0.0092, 0.0056, 0.0031$ )。また生活道路のPenalty群に関しては、Phase 1と3の間にも有意な差が確認できている(有意水準5%,  $P=0.0478$ )。

これらは、本研究で開発した助言型ISAシステムの効果を示唆するものであると言える。すなわち、①ISA機能の稼働により規制速度遵守が促されること、②インセンティブの付与によってその効果は向上すること、③ルール適用外の道路走行においてもその効果が現れる可能性があること、④ISA機能が除かれた後も一定の効果は継続する可能性があること、等が知見として得られた。

## 5. 助言型ISA機器の評価と課題

今回の実験で用いたスマートフォンによる助言型ISA機器に関するアンケート調査結果から、画面上の情報提供表示に関しては図-5に示すように概ね「わかりやすい」という評価が得られた。しかし図-6に示すように、20名のうち8名の被験者が「アプリに気を取られてヒヤリとした経験がある」と回答していることは、このような車載情報提供システム普及における重要な課題であると感じる。ヒヤリ経験の自由記述としては、アプリの不具合に起因するものや、インセンティブプログラムの対象者が速度遵守走行中に後続車から煽られる等、速度遵守を意識したことで実際の交通流との不調和が生じたことによるものが見られた。

一方で、図-7に示すようにドライバーは音声警告だけではなく画像による情報提供を求めていることから、視線移動量の少ない、あるいは瞬時に理解可能な簡潔な画像情報提供が課題であると言える。また、今回使用したスマートフォンは予算の制約から、現在一般に普及している機種と比較して性能面でやや低いものであったため、メモリをクリアする目的で移動の開始・終了時にスマートフォンの電源をON/OFFする作業を被験者に依頼した。このことが被験者の負担を増大させたことは否めなく、機器の評価に何らかの影響を与えているものと考えられる。

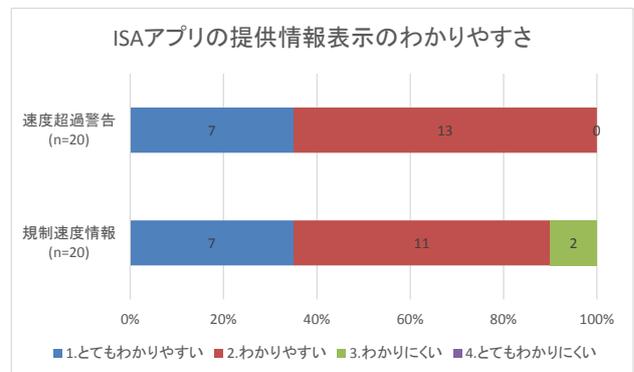


図-5 ISAアプリによる情報提供の評価

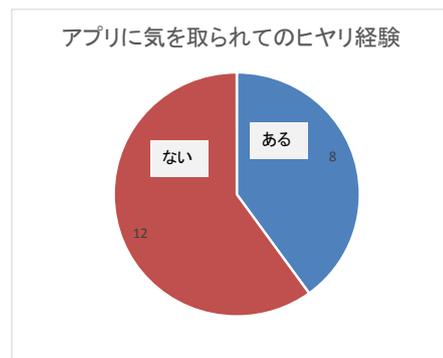


図-6 ISAアプリ利用時のヒヤリ体験

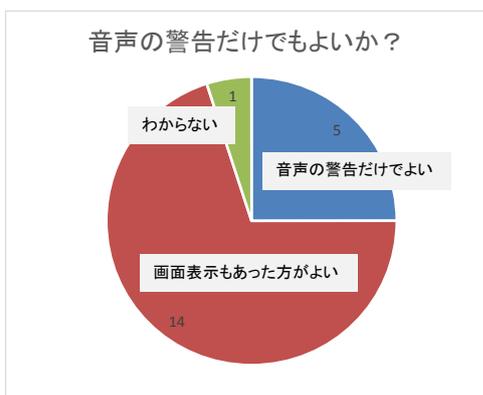


図-7 求められる情報提供方法

さらに、アプリ稼動においていくつかの不具合が被験者から指摘されている。図-8はアプリが提供する情報内容について、不具合があったかどうかグループ別に集計したものである。被験者が少なく統計的に有意な差は認められなかったものの、インセンティブプログラムを適用した Reward 群および Penalty 群の被験者からの不具合指摘が多く、ルール遵守のために機器の精度に敏感になっていることがうかがえる。

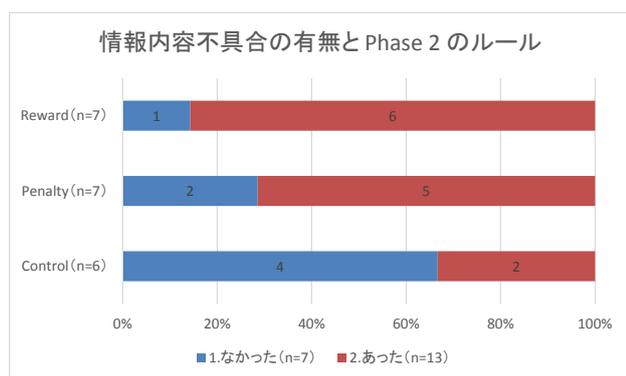


図-8 グループ別にみた不具合報告者数

## 6. おわりに

本実験ではスマートフォンを用いた助言型 ISA システムが、一定の速度遵守を促す効果があることは確認できた。さらに、機器からの情報提示方法については一定の評価が得られたものの、不具合の発生や機器に起因するヒヤリハットの発生といった重要な課題が残された。

また、今回の被験者数は20名と少なく、十分な検証が行われたとは言い難い。さらに被験者はすべて30～50代

の非高齢者であり、交通安全対策において重要な課題である高齢ドライバーに対する効果は検証していない。そこで引き続き、高齢者21名、非高齢者7名の被験者による第2期の実験に取りかかっている。既に高齢者がスマートフォン等のICTを使い慣れていないことに起因する課題をいくつか把握しており、第2期実験終了後に改めて48名の被験者データを用いた分析・検証を行う予定である。

最後に、本研究は共著者である豊橋技術科学大学松尾幸二郎助教が研究代表者として獲得した（公財）三井住友海上福祉財団助成金および JSPS 科研費 26820210 が研究資金の一部に充てられていること、助言型ISAアプリはトヨタマップマスター（株）の協力により開発したことをここに記す。

## 参考文献

- 1) ズーン 30 の推進について（通達），警察庁交通局長，2011.9.20
- 2) ズーン 30 全国に，日経新聞，2014.5.8 付夕刊
- 3) 例えば：橋本成仁，三村泰広，増岡義弘，榎本貴好：設置型ハンブに関する研究-豊田市での社会実験による検討-，第 27 回交通工学研究発表会論文報告集，2007.
- 4) 例えば：O. M. J. Carsten, F. N. Tate: Intelligent SpeedAdaption: Accident Saving and Cost-Benet Analysis, Accident Analysis and Prevention, Vol.37(3), pp.407-416, 2005.
- 5) 小沢慎治，小塚一宏，手島知昭，尾林史章，中谷周平，安藤良輔，三村泰広，小野剛史：生活道路における車両側からの速度制御アプローチが高齢運転者に与える影響計測の試み，平成 24 年度タカタ財団助成研究成果報告書，2013.5
- 6) 三村泰広，尾林史章，小野剛史，中谷周平，安藤良輔，小塚一宏，小沢慎治：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，土木計画学研究発表会・講演集 Vol.47, CD-ROM, 2013.
- 7) 中谷周平，三村泰広，小野剛史，尾林史章，安藤良輔，小沢慎治，小塚一宏：車両側からの速度制御アプローチがドライバに与える影響に関する視線特性からの検討，情報処理学会第 56 回 高度交通システム研究発表会，2014.
- 8) 小野剛史，三村泰広，安藤良輔，尾林史章，中谷周平，小塚一宏，小沢慎治：公道実験による生活道路での助言型 ISA の効果分析，土木計画学研究・講演集 Vol.49, CD-ROM, 2014.

Evaluation of the Advisory Mode ISA System with a Smartphone

Motohiro YAMAZAKI , Yasuhiro MIMURA , Ryosuke ANDO ,  
Kojiro MATSUO and Komei KANNO