

# 中山間部道路での対向車接近表示システム（中山間道路走行支援システム）の設置前後における運転行動と意識の変化

加藤瑞穂\*<sup>1</sup> 寺部慎太郎\*<sup>2</sup> 熊谷靖彦\*<sup>3</sup> 片岡源宗\*<sup>4</sup> 松本修一\*<sup>3</sup> 内山久雄\*<sup>2</sup>

東京理科大学大学院\*<sup>1</sup>

東京理科大学\*<sup>2</sup>

高知工科大学総合研究所地域 ITS 社会研究センター\*<sup>3</sup>

高知工科大学社会マネジメント研究所\*<sup>4</sup>

対向車の有無の情報提供を行なうことで、相互走行を円滑にする対向車接近表示システム（中山間道路走行支援システム）が安価になり、今後 1.5 車線の道路整備の一環として設置が望まれる。しかし、このシステムは道路利用者からは好評を得ていると言われているものの、その効果はこれまで限定的にしか把握されていない。そのため、システム導入から一定期間経過した現在、定量的にシステム導入の効果を計測することが必要である。そこで、新規施設においてシステム設置前後での車両挙動、近隣住民意識の変化を探ることで、システムの効果を定量的に計測することを試みる。そして、それらをもとにシステム導入の利点を紹介すると共に、システムの今後を考察する。

## Effect of Car Access Indication System (Narrow Road Driving Support System) in Mountainous Road: Before-After Analysis

Mizuho KATO \*<sup>1</sup> Shintaro TERABE \*<sup>2</sup> Yasuhiko KUMAGAI \*<sup>3</sup>

Motomune KATAOKA \*<sup>4</sup> Shuichi MATSUMOTO \*<sup>3</sup> Hisao UCHIYAMA \*<sup>2</sup>

Graduate School, Tokyo University of Science \*<sup>1</sup>

Tokyo University of Science \*<sup>2</sup>

Regional ITS Infrastructure Research Center, Research Institute, Kochi University of Technology \*<sup>3</sup>

Research Center for Social Management, Kochi University of Technology \*<sup>4</sup>

Cars coming from the both directions can go smoothly because the car access indication system tells drivers the existence of oncoming car. This system should be set in mountainous road after it becomes cheap. It is said that the system got a favorable reception from the road users, however only a limited effect is investigated. Therefore, it is necessary to measure the effect of the system quantitatively by researching changes of vehicle behavior and the neighborhood's consciousness before and after the installation. The result of this study shows the advantage and technical consideration of this system.

**Keyword:** *Regional ITS / Narrow Road Driving Support System / Mountainous Road*

### 1. 背景と目的

我が国には、地形・地質・気象条件が厳しく道路整備に多額な費用を必要とする箇所が山間部で多く存在する。その道路にも交通量、車線数等、様々なものがあり、国道のような比較的交通量が多い2車線の幹線道路では、従来の対向車接近表示システムが一定の効果を上げてきた。その効果は、車線逸脱事故の減少、或いは車線逸脱率の低減である。しかしながら、1車線の道路では、交通量が少なく、従来の

対向車接近表示システムの設置は費用対効果が見込めないことや、商用電源を必要とするため、設置場所に制限があることから、設置が困難なのが現状であった。また、近年、全国一律の規格の2車線歩道付ではなく、地域の実情にあった規格で整備する1.5車線の道路整備が進められている。しかし、この整備手法においても、視距確保のために施工する突角剪除等の局部改良には多額の工事費が必要で、多くの箇所が未着手のままであることから、見通しが悪く

事故発生危険性が高いカーブ区間が数多く残っている。実際、国土交通省<sup>1)</sup>によれば、走りやすさマップのDランク（①1車線の道路で急カーブが連続している②路肩が狭い）の道路は、2005年度道路交通センサス対象道路17万kmのうち12%を占めている。

さて、このような箇所においては安全上の課題が残されていたが、安価で、状況に応じ太陽電池を使用することで設置場所の制約が大幅に少なくなったシステム（中山間道路走行支援システム）が開発された<sup>2)</sup>ことから、これを1.5車線の道路整備の一環として比較的交通量が少ない1車線の道路等、様々な場所に設置することが可能となった。

実際高知県内では、2006年度までに15基設置され、他県でも設置されはじめている。

これらのシステムはおおむね良好に稼働し、近隣住民を中心とした道路利用者からは好評を得ていると言われているものの、その効果はこれまで限定的にしか把握されていなかった。そのため、システム導入から一定期間経過した現在、定量的に効果を把握することが必要であり、またそれが可能である。そこで、本研究ではシステムの効果を定量的に計測することを試みる。

## 2. 対向車接近表示システム（中山間道路走行支援システム）の概要

対向車接近表示システム（中山間道路走行支援システム）とは、対向車の有無をドライバーに知らせることで、安全かつスムーズな行き違いを誘導する情報提供システムである。このシステムは、道路管理者が走行支援の策として設置することを目的に開発したものである。また、システムの価格は簡易型110万円、標準型150万円程度と、従来のシステムに比べ非常に安価なものである。



図1 システムのイメージ

## 3. システム設置による車両挙動の変化に関する考察

### 3-1 調査概要

新規施設においてシステムが設置される前、およびシステムが設置されてから2ヶ月間経過した時期、計2回に分けて、システム設置予定場所及びシステム設置場所付近を通過する際の運転行動と車両挙動

の観測調査を行なった<sup>3)</sup>。この調査は、システム設置前後で運転行動と車両挙動がどのように変化するかを探ることを目的としたものである。調査対象は県道253号新改停車場線（高知県香美市東川）である。このシステム設置場所の区間は平均幅員が2.8mと非常に狭く、すれ違い困難であり、両方向から見通しが利かないカーブが存在する道路である。これらの危険性を考慮し、2007年3月にシステムが設置された。ここで、調査日時やサンプル数、道路の特徴を表1に示す。

表1 調査対象道路の概要

調査対象道路 (調査位置)	香美市：県道253号新改停車場線 (高知県香美市東川)	
調査日時	2006/12/5(Tue) 16:00-20:00晴・雨 2006/12/6(Wed) 7:00-10:00晴	2007/6/12(Tue) 17:00-20:00晴・雨 2006/6/13(Wed) 6:00-10:00晴
サンプル数	新改→平山 106台 平山→新改 116台	新改→平山 134台 平山→新改 129台
1時間平均交通量(台/h)	16.2	20.4
大型車混入率(%)	4.7	7.4
平均幅員(m)	2.8	

### 3-2 システム設置による運転行動の変化

システム設置前の道路環境では、対向車を確認するためには、カーブミラーに近づいて確認する或いは、目視で対向車の存在を確認しなければならなかった為、対向車との距離が近くなると対向車の存在は確認できなかった。その為、すれ違い困難な箇所に出合うことが多く、後退を必要とした車両の台数が、上下方向を合わせて195台中16台もあった。

一方、システム設置後の道路環境では、システムによって対向車の存在を確認することが出来るようになった。そして、263台中24台がシステム作動時に見通し不良区間に進入しようとし、24台中、対向車の通過を待った車両は21台あった。この事から、システム設置によって、円滑な相互通行が可能になったと言える。

### 3-3 進入時の区間平均速度の変化

見通し不良区間に進入する際の速度変化を図2に、区間をシステムから遠い順にA、B、Cとし、区間から区間への走行による減速度( $m/s^2$ )を表2に示す。ここで、事後調査の速度変化について、システムが作動しているとき通過した車両は殆どの車両が停止した為、システムが作動していない時に通過した車両を対象としている。また、平山側の待避所の様子を写真1に示す。写真奥の黄色の看板付近が待避所である。赤コーンが約10m間隔の区間を示している。事前調査と事後調査において、速度変化を探るための区間長が多少異なるため、区間速度の座

標にずれが生じている。

システム設置前では、システム手前 25m まではほとんど減速せずに走行し、その後はシステム設置予定場所の手前 25m より加速し、見通し不良区間に入っていた。対向車の存在が分からないにも関わらず、加速している事から対向車との接触が起りやすい状況であったと言える。

次に、システムが設置された後では、システム手前 23m までに  $3.14\text{m/s}^2$  減速している。これはシステム作動の有無を確認する際の減速と考えられる。また、システム手前 23m からシステムが作動していない時、 $4.49\text{m/s}^2$  で加速している。また、これらの 2 つの加減速度は、設置前の減速度より統計的に大きな値である。以上より、ドライバーは、まずシステム手前でその表示を確認するため、一旦減速していることからシステムの情報提供を信頼していることが分かる。さらに、システムが作動していない時は、その後、安心して加速して見通し不良区間に入っていることが推測できる。

なお、反対の新改側では、システム設置前後において、システム手前 15m までの速度変化に差は見られなかったが、システム手前 15m からの速度変化で、システム設置後の加速度が統計的に大きくなったことから、安心して加速して見通し不良区間に入っていることが分かった。

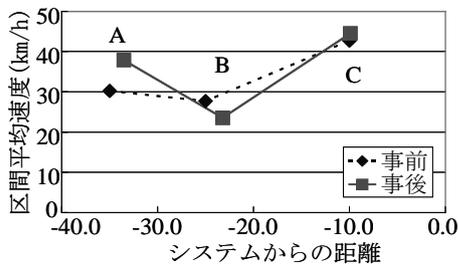


図 2 区間平均速度の変化 (平山側)

表 2 減速度の変化

	A→B	B→C
減速度(事前) ( $\text{m/s}^2$ )	0.53	-2.84
減速度(事後) ( $\text{m/s}^2$ )	3.14	-4.49
検定結果(P値)	$2.18 \times 10^{-19}$	$3.97 \times 10^{-6}$



写真 1 平山側の待避所の様子

### 3-4システムの問題点

本システムは、安価なシステムであるが故、費用面での制約から、幾つか改善すべき問題点を抱えている。

#### 1) 誤動作

システム設置後の調査の際、システムの誤動作が見受けられた。システム誤動作の内訳を表 3 に示す。進入側における検知ミスが 1.3%、退出側における検知ミスが 3.6%と、システムはおおむね良好に稼動していると言える。進入側に比し退出側の誤検知率が高い理由として、システムが動作していない状況で対向車が来ることが最も大きな問題と考え、両立が困難な場合は、若干進入側寄りの設定を行い、万が一退出が検知できない場合は、タイマー消灯機能によって消灯する調整を行っていること、また退出する時に車両がセンサー付近で進入しようとする車両とすれ違いをしたため退出を検知できなかったこと等が挙げられる。しかしながら、退出側での検知ミスに伴い、車両が退出した後でもタイマー消灯までの数秒間はシステムが点灯し続ける為、システムの信頼度が低下すると考えられる。実際、調査時にこのようなシステムの誤動作に直面した車両は上下方向を合わせて 3 台あった。今後の課題として、センサー付近でのすれ違いの際に退出車両を確実に検知する方法を確立することが必要である。

なお、検知ミスは温度変化検知精度、設置場所固有の日影や散水などの影響が考えられるため、現在センサー変更も含めて改良や調整をしている。

表 3 誤動作の内訳

	通過台数 (台)	進入時		退出時	
		検知ミス (台)	検知誤差率 (%)	検知ミス (台)	検知誤差率 (%)
新改→平山	114	1	0.9	4	3.5
平山→新改	111	2	1.8	4	3.6
総数	225	3	1.3	8	3.6

#### 2) 二輪車

調査時に、二輪車に対して進入時では検知し、退出時で検知しない場面が 6 回発生するなど、二輪車の検知に関する問題が挙げられる。この現象は、センサー検知エリアが道路中心部付近にある為、二輪車はその部分を通らない時に発生している。本システムは、二輪車は比較的容易にすれ違いが出来ることと、もともと交通量が少ない道路であるため、二輪車の交通量も少ないことから、車のみを対象としていることが背景としてあるが、二輪車退出後、タイマー消灯までシステムが作動し続ける為、誤動作と同様に、システムの信頼度が低下すると考える。そ

ここで、今後は、二輪車の進入側と退出側での検知の統一を図る必要がある。

#### 4. 新規施設における近隣住民の意識の変化に関する考察

##### 4-1 調査概要

新規施設においてシステムが設置される前、およびシステムが設置されてから2ヶ月間経過した時期に、システム設置場所付近の近隣住民を対象とした意識調査を行った。この調査はシステム設置による利用者の意識の変化を探ることを目的としたものである。観測調査を行なったシステムの付近に存在する集落の住民を対象に、1世帯あたり2通の調査票を同封して、郵送配布郵送回収方式にて調査を行った。調査期間並びに回収率を表4に、調査項目を表5に示す。

表4 調査概要

	事前調査	事後調査
調査対象	高知県香美市土佐山田町 (平山・曾我部川・入野・大法寺)	
調査期間	2006/12/26～2007/1/8	2007/6/12～6/22
配布票数(票)	296	288
回収票数(票)	67	79
回収率(%)	23	27
有効票数(票)	64	71

表5 調査項目

回答者属性	年齢・性別・住まい・常用の車種 利用頻度、時間帯、目的・事故頻度
県道新改停車場線 及び繁藤西町線	ヒヤリハット体験の有無 後退を必要とする場面に遭遇したか
県道新改停車場線 及び繁藤西町線 (4段階評価)	走行中、危険を感じるか・走りづらいか 拡幅工事は必要か・道路の状況に満足か 走行中、対向車を気にして走行している
システム	認知度・理解・必要性・利便性
その他	自由意見・要望

##### 4-2 調査結果とその考察

###### 1) 回収率と回答者の属性

2つの調査に関して、回答者の属性(性別、年齢)は、車両挙動の計測調査時に目視にて調査員が収集した運転者属性の調査結果とほぼ同等の比率であった。また、回答者の住まいも配布した地域の集落によって特に偏りはなかった。

###### 2) 対象道路の危険体験と後退体験

対象道路を走行中に、ヒヤリハット体験を経験したかおよび、後退を必要とする場面に遭遇したかをシステム設置前及び設置後に調査した。その結果を図3、図4に示す。

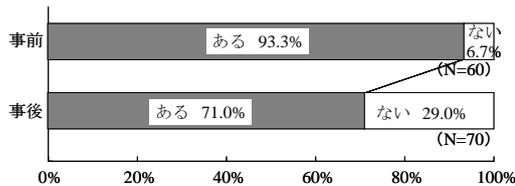


図3 ヒヤリハット体験の有無

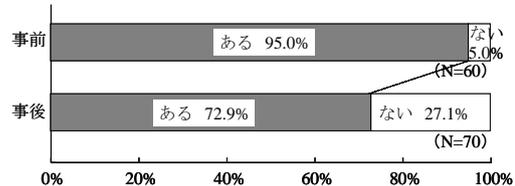


図4 後退を必要とする場面の遭遇した経験の有無

この結果よりシステムが設置されたことにより、ヒヤリハットを経験した人、及び後退を必要とする場面に遭遇した人は減った。しかし、システムが設置された後に、ヒヤリハットを経験したドライバーが71%、後退を必要とする場面に遭遇したドライバーが73%と事前調査に比べ減ったものの、非常に多くのドライバーがヒヤリハット及び後退を経験している。ヒヤリハット体験及び、後退を必要とする場面に遭遇している原因として、下記の3点が考えられる。

###### ①両方向から同時に進入

見通し不良区間に進入する車両が同時に進入した為、双方共にシステムの作動に気づけなかったケースである。観測調査では、同時に進入した車両が全サンプル263台中8台。つまり4回起こっていた。

(なおこの問題については、同時進入を検知した際にどちらかを優先通行させる処理を検討中である。)

###### ②退出感知のタイミング

本来、車両が見通し不良区間を退出する際、システムの横を通過するとシステムは消灯する。よって、対向車がシステムの横を通過した後にシステムが点灯している時は、まだ見通し不良区間に対向車が存在している。しかし、システム作動中にシステム付近に対向車がいた場合に、それを見たドライバーは、システムがその車両に反応していると考え、その車両とすれ違い、見通し不良区間に進入する。やがて、見通し不良区間で対向車と出会いヒヤリハット体験をされると考えられる。観測調査では、このような状況はシステム作動中に通過しようとした車両24台中3台いた。この3台は同時刻に連続して進入した。つまり、この状況が発生したのは1度である。

###### ③システムの周知

観測調査では見受けられなかったが、システムを

理解していない、或いはシステムが作動している際にも対向車と出会うまでは減速して進入するドライバーが存在し、その車両と出合った際にヒヤリハットを体験していると予想される。実際、この後述べるシステム作動時に対する行動で、7.5%のドライバーが減速して進入すると答えていた。

### 3) 道路利用者の対象区間に対する満足度の変化

意識調査にて、対象道路のサービスに満足しているかを調査するため、危険を感じるか、走りづらいか等を、システム設置前及び設置後に調査した。その結果を図5、図6に示す。まず、対向車にぶつかりそうになった等の危険を感じるかの質問に対してはシステム設置前において85.5%の人が感じていると答えたのに対し、システム設置後には、危険を感じている人は42.9%と過半数以上の人が対象道路走行中に危険を感じなくなったと答えた。同様に、対象道路は走りづらいかといった問いに対して、システム設置後に走りづらいとは思わないと回答した人はシステム設置前より27.2%増えた。このことからシステム設置によって対象道路の満足度は大幅に上がったと言える。

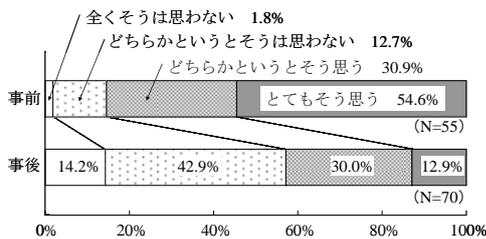


図5 危険性に対する回答結果

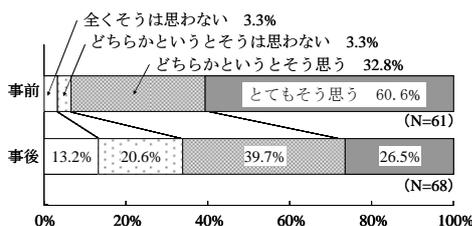


図6 走りづらさに対する回答結果

### 4) 対向車接近表示システム（中山間走行支援システム）の理解・行動

システム作動時に対する理解・行動を調査した。結果を図7、図8に示す。システム設置前の調査では、システムを他地域で見たことがある者を対象に調査した。システム設置前の調査では図7、図8より約半数の人は対向車が来ているとは思えない、もしくは、システム作動時に減速して進入すると答えていた。システムは、対向車が存在するときのみ

作動するものであるため、実際は、対向車が向かってきている。よって、対象道路のようなすれ違い困難である対象道路においては、どちらかの車両が後退を必要とする場面が発生することが予想された。しかし、システム設置後の調査では図7、図8より、8割の人がシステムの作動時に対向車が向かってきていることを理解し、停止して対向車を待つと回答した。この結果より、システムを経験したドライバーはシステム作動時に対向車が向かってきていると考えるが、システムを初めて見たドライバーはシステムの意図を理解せずに、減速あるいは、そのまま見通し不良区間に進入する人もいると考えられる。すなわち、システムは何回か利用しているドライバーには有効である。しかし、システムを始めて利用するドライバーにはシステム本来の意図が伝わらない可能性があることが明らかとなった。

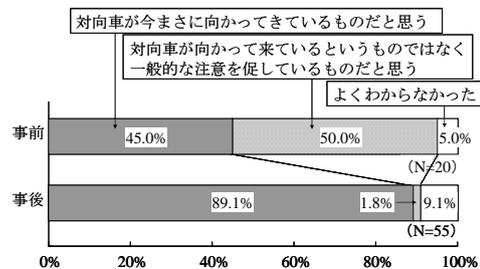


図7 システム作動時に対する理解

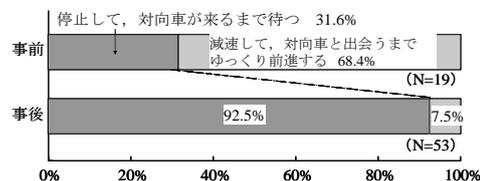


図8 システム作動時に対する行動

### 5) システム設置による利用者が考える効果

事後調査において、システムを見たことがある60人に対し、「システムは役立つと思いますか」という問いを設けた。その結果、未記入を除く58人の中で57人が非常に役立つあるいは役立つと回答した。そして、「役立つとしたら、どのように役立つと思いますか」の問いには図9のような回答が得られた。これより、利用者はシステムが多義に渡る効果を発揮すると考えていることが明らかとなった。

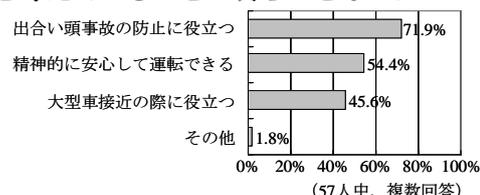


図9 利用者が考えるシステムの効果

## 6) 意見と要望のまとめ

意識調査の際に配布した調査票に、対象道路及びシステムに関する意見、要望を記入してもらう欄を設けた。そして、この意見欄に記入されたものをまとめた。システム設置前の調査では、この意見欄に記入した回答者は64人中21人であった。そして、その内容は、システムの設置を願うものが5票、システム設置予定区間に対する拡幅工事を願うものが5票、システム設置区間以外の改善を願うものが5票あった。総合的に見て対象道路に対する不満がほとんどであった。次に、システム設置後の調査では71人中35人が意見欄に記入していた。内容は、システム設置に対する感謝の意を綴ったものが11票あった。しかし、システムの誤動作を指摘する意見が4票、システムを理解していないドライバーがいることを指摘する意見が9票あった。このことから、システム設置によって、対象道路が完全に安心して通行できる道路になったとは言えない。今後、システムの誤動作をなくす努力、システムを理解していない人への対応が必要である。

## 5. システム設置による効果と問題点

### 5-1 システム設置前の問題点

システム設置前の対象道路では、下記の3点が問題点として挙げられていた。

- ①見通し不良区間が存在し、カーブミラーがあるが至近距離でなければ対向車の有無を確認する事が困難であり、危険を伴っていた。
- ②対象区間内において対向車と出合った際、待避所（間隔110m）まで、どちらかの車両が後退しなければならず、ドライバーの負担となっていた。
- ③システム設置前の意識調査では、危険を感じる、或いは走りづらいといった意見が多数を占めており、対象道路のサービスは満足いくものではなかった。

### 5-2 システム設置後の効果

#### 1) 対向車との突然対面による緊張感の緩和

システム設置後のシステム手前25m付近からの加速度が設置前より大きくなっている。これより、システム設置によって、対向車の存在を確認することができるようになり、設置後は、安心して見通し不良区間に進入することが出来るようになったと推測できる。

#### 2) 相互走行の円滑化

システム作動時に、待避所にて対向車が来るのを待ち、すれ違いをしてから見通し不良区間に進入していた。これより、システム設置によって、安全か

つ円滑な相互走行が可能となった。

### 3) 設置道路の満足度の向上

システム設置後の調査では、それぞれ大幅に危険とは思わないあるいは走りづらいとは思わないといった回答の割合が増加した。このより、システム設置によって設置道路の満足度が向上したと言える。

### 5-3 システム設置に伴う問題点

システム設置に伴い安心する事は、ドライバーの運転に対する注意力が欠ける可能性があると考えられる。その時に、システムの誤動作や、対向車と同時に進入する場面が発生すると、危険を伴う。よって、誤動作ならびに同時進入の改善をする事は勿論、ドライバー側にも本システムは走行を支援する情報提供であることを理解してもらい、常に危険意識は持って走行してもらう事が今後の課題である。

また、システム設置によって、システム作動時に待たなければならなくなったことを不快に感じているドライバーがいる可能性がある。本調査でのシステム間の区間長は110mと短い為、影響は無いと思われる。システムの区間が長くなり待ち時間が長くなることの不効用と、途中で後退せずに安全、安心して通行できる効用と比較することで、適切な区間長と算出することは可能である。

## 6. 結論

本研究では、システムの設置前後に観測調査・意識調査を行うことで、システム設置による効果を定量的に実証することが出来た。そして、同時にシステムの問題点を明確にした。システム設置に伴い、様々な効果を発揮することが裏付けられたことから、今後システムが1.5車線の道路整備の一環としてシステムが普及されれば、中山間道路の地域が求めるサービスレベルの早期達成並びに、コストの低減をより一層、図ることができると考える。

なお、本研究は土木学会実践的ITS研究委員会の研究成果の一部である。委員会に関係する皆様、また、高知県土木部道路課、高知県中央土木事務所、香美市企画課・防災対策課の方々から多大な協力を頂きました。ここに謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所道路研究室：走りやすさマップのアンケート結果と道路構造評価ランクによる日本の道路ネットワークの現状について（概要）、記者発表資料、2006
- 2) 熊谷靖彦・岡宏一：「対向車接近表示装置の開発—最終報告書—」、高知工科大学総合研究所地域ITS社会研究センター、2004
- 3) 加藤瑞穂・寺部慎太郎・熊谷靖彦・松本修一・片岡源宗・内山久雄・山下良久：中山間部道路における対向車接近表示システムの効果計測、土木計画学研究・講演集、Vol.35、CD-ROM、72、2007