

特集：ITS セカンドステージへ

SA・PA 接続型スマート IC の社会実験

大内浩之* 川名万寿雄** 大塚新吾*** 真部泰幸****

1. はじめに

スマート IC (Interchange) は、急速に普及している ETC (Electronic Toll Collection System) 専用の IC であり、料金所の無人化やキャッシュレス化によって、料金所の運営経費やセキュリティの問題を解決するとともに、IC 構造のコンパクト化による設置費用の削減が期待されている。

2004 年度には、スマート IC の運営上の課題等を把握するため SA (Service Area) や PA (Parking Area) にスマート IC を設置し、「SA・PA 接続型スマート IC 社会実験」を実施した。社会実験の実施にあたり、ITS 研究室では、スマート IC の社会実験における運用要件を基に現行の ETC 路側機器構成等の見直しを行い、SA・PA 接続型スマート IC 社会実験用 ETC 路側機器の開発を行った。

本論文では、2004 年度に実施した SA・PA 接続型スマート IC 社会実験の概要と社会実験用 ETC 路側機器の機能及びそれらの機器を用いたシステム検証結果を紹介する。

2. 高速自動車国道の現状

高速自動車国道は、昭和 38 年の名神高速道路の開通から着々と整備が進み、予定路線の約 6 割が完成している。しかし、図 1 のとおり欧米に比べて高速道路の利用率は低い。また、日本の高速自動車国道は 916 市町村を通過しており、714 箇

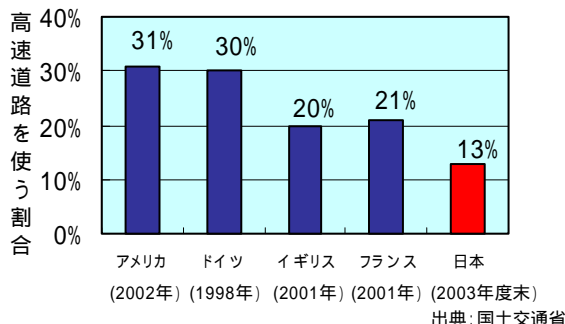


図 1、各国の高速道路を使う割合

所の IC が設置されているが、高速自動車国道の通過する市町村の約 4 割にあたる 363 市町村では、IC が設置されていない。IC 間隔は約 10km と、欧米諸国の平均間隔 4~5km と比較すると大きな差がある。高速自動車国道の IC の設置によって、道路の適正な機能分担による一般道の渋滞解消や事故の削減、環境負荷軽減といった効果のみならず、近隣地域の人口の増加、所得の増加、企業立地等が進む傾向にあることから、地域の活性化や利便性の向上などを目的に、新たな IC の整備が待たれている。

3. スマート IC の利用

現行の IC は、人件費の削減を図るため、料金所を 1 箇所に集約したランペット型などの立体交差を有する IC 構造であり、IC の設置費が高くなる傾向にある。

スマート IC は、ETC 専用の IC であるため、現行の料金収受員の人件費削減を可能にする。そのため、IC 構造もダイヤモンド型の簡易な構造が採用可能なため、現行の IC に比べ約 1/3 の用地面積、約 7 割の建設コストで設置可能である。このことから、追加 IC の整備にあたり、その導入が期待されている (図 2)。

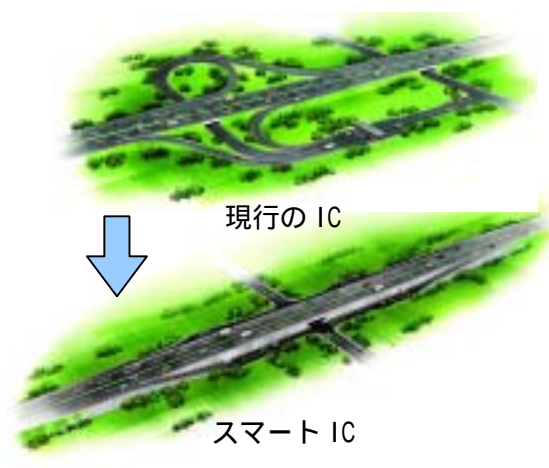


図 2、スマート IC 本格的導入イメージ

4. スマート IC 社会実験の実施

追加 IC の整備にあたっては、建設・維持管理コストの削減を可能にするスマート IC の導入推進が急務であるが、スマート IC は、ETC 専用の IC であるため、現行の ETC の磁気カード併用方式とはその運用が異なることから、本格導入にあたっては、スマート IC の運営上の得失と課題を把握する必要がある。

このため、国土交通省では、一般道に容易に接続可能な既存の SA・PA にスマート IC を設置し、スマート IC における ETC 機器及びシステムの仕様、機器配置、運営上の課題を把握することを目的とした社会実験を実施した。社会実験の実施にあたっては、関係自治体を中心とした地区協議会において種々の検討を行い、2004 年 4 月に公募した結果、平成 16 年 11 月までに全国 28 箇所の社会実験箇所が採択された。(図 4)

SA・PA 接続型スマート IC 社会実験の運用条件

としては、通行車両は ETC 専用とし、ノンストップ運用ではなく一旦停止運用とした。また、インター形式、車種の限定、運営時間の限定については各社会実験箇所毎に決定することとした。これにより、ハーフインター形式、入口または出口のみのインター形式、昼間のみ運用、大型車両の利用制限など、種々の利用方法による社会実験を行うことができた。



図 3、SA・PA 接続型スマート IC イメージ

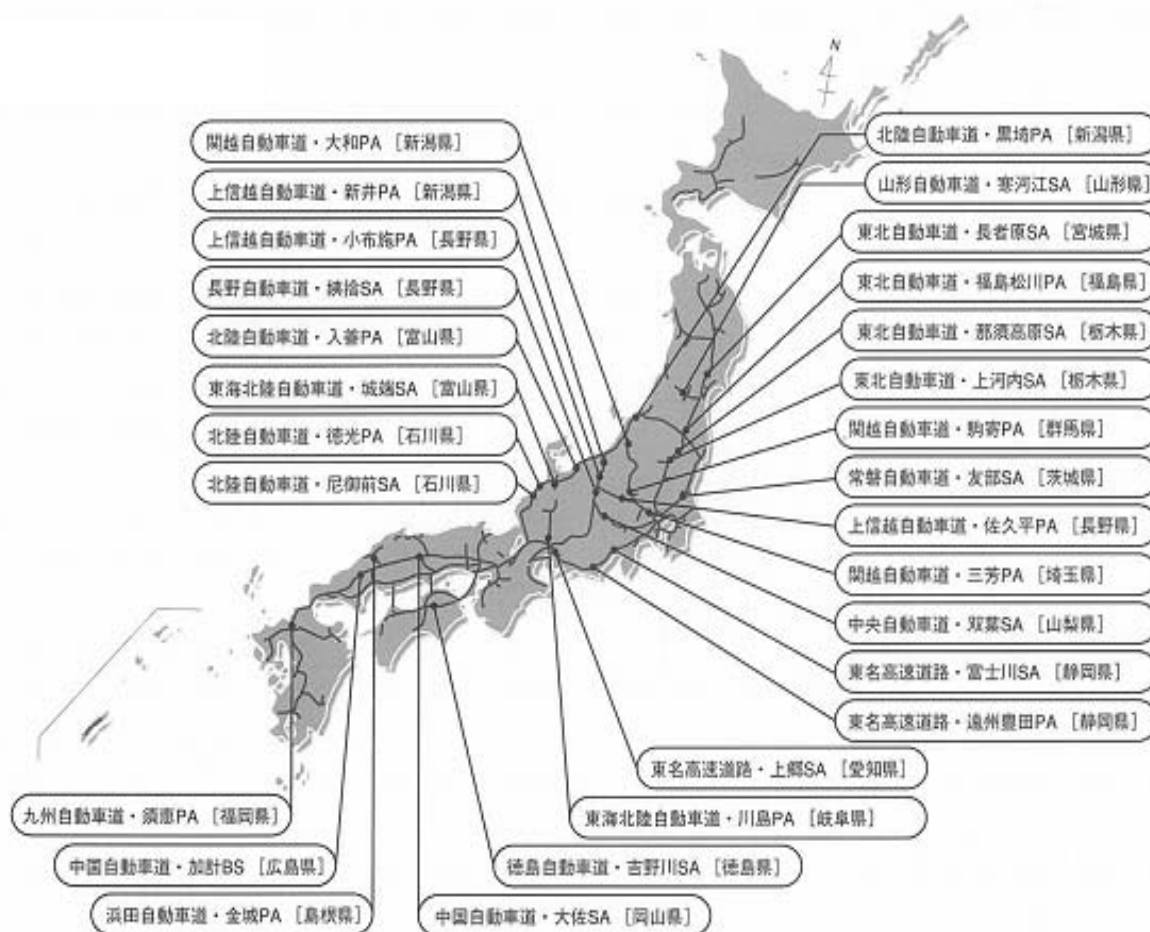


図 4、平成 16 年度 SA・PA 接続型スマート IC 社会実験の実施箇所

5. 社会実験用 ETC 路側機器の機能

本社会実験に向けて、ITS 研究室では、通行車両の安全及び確実な料金收受など、運用上の要求事項を考慮したシステム機能の検討を行い、現行の ETC 路側機器の機器構成を見直し(表 1)、低コストな ETC 路側機器の開発を行った。本社会実験では表 2 に示す機器構成を標準とすることとした。(図 5、図 6)

SA・PA 接続型スマート IC 社会実験用 ETC 路側機器については、車載器との通信やセキュリティ機能は現行の ETC 処理と同じであるが、一旦停止運用とすることによりゲート通過時の車両位置管理を行わないこととし、さらに路側無線装置や車両検知器類の設置数の減少、発信制御機の汎用品流用等の工夫を行っている。スマート IC 社会実

験用 ETC 路側機器の基本機能は以下の通りとなる。

表 2、社会実験用 ETC 路側機器構成

装置名
(1) 路側無線装置(車線サーバ)
(2) 路側無線装置(アンテナ)
(3) 通信開始装置
(4) 発信制御機
(5) 軸数検知器 *注 1
(6) 路側表示器
(7) 車両検知器
(8) 車線監視カメラ

*注 1: けん引き車両を制限しないゲートのみ
に設置

表 1、社会実験用 ETC 路側機器と現行の ETC 路側機器との比較(一部)

運用方式	装置	社会実験用 ETC 路側機器	現行の ETC 路側機器
対象車両の限定運用	路側無線装置	けん引車流入を制限する場合入口 1 アンテナ方式を採用	入口 2 アンテナ方式を採用
ETC 専用運用	ETC 車線表示板	固定看板を使用	可動式の表示板を使用
一旦停止運用	発信制御機	汎用(廉価)品の流用が可能。 (3s 以内で開(閉)動作完了)	専用の機器を使用 (500ms 以内で開(閉)動作完了)
	車両検知器	軸数検知、後退検知を行わない為、1 台のみの設置	4 台を設置
実験期間中の短期運用	料金所サーバ	セキュリティ処理部は現用系のみで構成する。	セキュリティ処理部は二重化にて運用する。

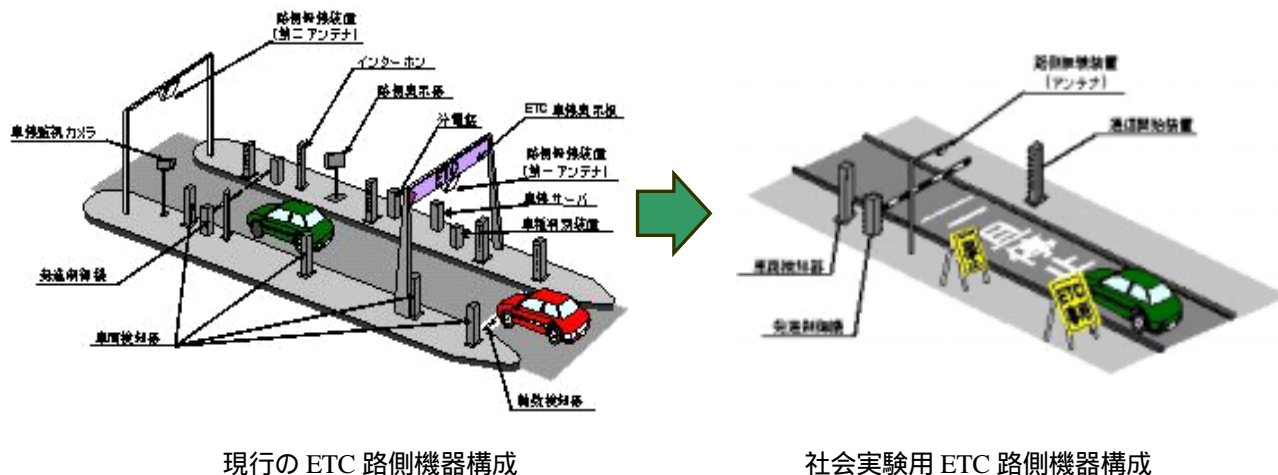


図 5、SA・PA 接続型スマート IC 社会実験用 ETC 路側機器構成のイメージ

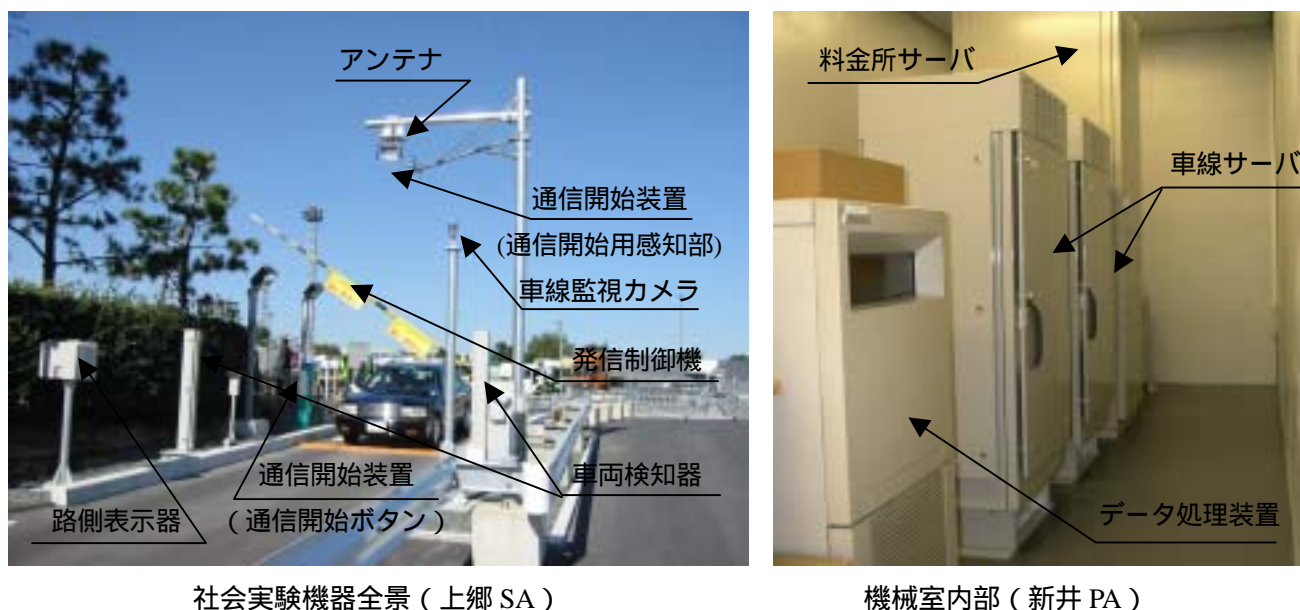


図6 社会実験実施状況写真

(1) 路側無線装置（車線サーバ）

車両のETC/非ETC/異常ETCの判別、課金処理、上位機器との通信処理、および各種データ処理を行う装置であり、社会実験では、設置および管理が容易なことから監視詰所の機械室に設置することとした。

(2) 路側無線装置（アンテナ）

ETC処理を行うために、車両に取り付けられたETC車載器と無線通信を行う無線装置である。社会実験では、けん引車両の流入を制限する場合には路側計測による車種確定をせず、通行する車種を限定することにより、1アンテナ方式を標準とした。ただし、けん引車両の流入を制限しない場合には、非けん引車両の有無を判断するため、2アンテナ方式とする。

(3) 通信開始装置

進入車両のアンテナ接近を検知し、無線通信を開始するためのトリガ装置である。無線通信開始トリガは、通信開始用感知部と通信開始ボタンがあり、通常は通信開始用感知部により接近車両を自動検知することとなる。

現行のETCでは、ETCカード未挿入車両が進入して正常通信ができない場合は、最初の車両検知器まで戻り、ETCカードを挿入して再度通信を開始しなければならない。しかし、SA・PA接続型スマートIC社会実験ETC機器では、通信開始

ボタンを押すことにより、その場において再度、通信を開始することを可能とした。

また、進入車両がトラブル時に問合せを行うためにインターホンを同一筐体に設置している。ボタン、及びインターホンは、進行方向右側に2組（大型車、小型車用）型と1組（小型車用）型のいずれかを設置し、また左側1組（小型車用）は現地状況により設置することとしている。

(4) 発信制御機

開閉バーにより進入車両の発進を制御する装置である。ノンストップの車線運用では高速動作が要求されるために開閉動作完了が0.5秒と早く、また車両保護のために車両接触時に進行方向へ変位可能な機能を有している。しかし、SA・PA接続型スマートIC社会実験用ETC機器では、一旦停止運用であることから、既存の無人駐車場等で採用されている開閉動作完了3秒以下の片持棒式ゲートといった汎用製品の流用を可能にした。

(5) 軸数検知器

一車両の総車軸数を検知するもので、これによりけん引車両の判別を行う。側方から検知する車両検知センサと、路面に埋設した軸数検知センサから構成されている。車軸検知器により検知した車軸数と無線通信により取得した車両情報を基に被けん引車両の有無を判断して料金車種区分を確定する。

(6) 路側表示器

出口ゲートを通る車両に課金車種区分と料金を表示するLED表示板である。通信異常時には、その内容を運転者に表示する機能を有する。

(図7)



図7 非ETC車誤進入試験状況(上郷SA)

(7) 車両検知器

発信制御機の直後に設置し、発信制御機の閉制御を行う車両検知器である。SA・PA接続型スマートICでは、ゲート通過時の車両位置管理を行う必要がないことから、表示器消灯指示をタイマ制御等により、現行のETC路側機器では、車両進入から退出までに車両検知器を4台設置する必要があるのに対し、発信制御機の閉制御を行う1台のみに台数を減らした。

(8) 車線監視カメラ

ETC車線の運用状態を監視するカメラ装置であり、監視員詰所でモニターするものである。

6. 社会実験から得られたシステム検証結果

2005年3月末までに実験データが取得できたスマートICから得られた主な検証結果は、以下の通りとなる。

6.1 機器運用上の検証結果

6.1.1 一旦停止についての利用者の不満(図8)

利用者アンケート調査では、スマートICの利用しやすさの視点において、一旦停止への不満が全体の約25%見られた。一旦停止運用による交通安全の確保という視点より、利用者に更に理解してもらう必要がある。

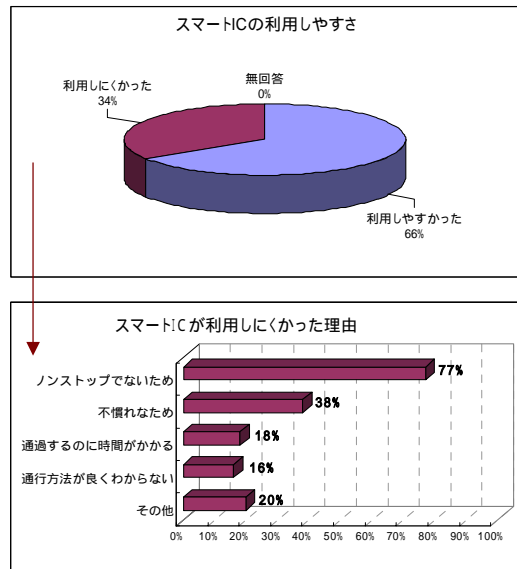


図8、スマートICの利用しやすさ

6.1.2 発信制御機開閉バーの開タイミング

路車間通信が開始されてから発信制御機開閉バーが開くまでの時間は、一旦停止励行と交通処理容量の双方を満足させるために重要である。そのため、通信開始から開閉バーの開作動までの時間を0~2秒の間で、社会実験地区毎に設定している。今後、交通量等を考慮した最適な開閉バーの開タイミングを検討する必要がある。

6.1.3 ゲート通過所要時間について(図9)

SA・PA接続型スマートICのゲート通過所要時間を各社会実験地区で測定した。一旦停止運用ということもあって、平均車頭時間は入口、出口ゲートとも平均8.5秒、処理交通量は約400台/時(平均待ち台数を1台と設定)である。渋滞等の問題も発生していないので、ゲート通過所要時間に関しては支障がないことが確認できた。

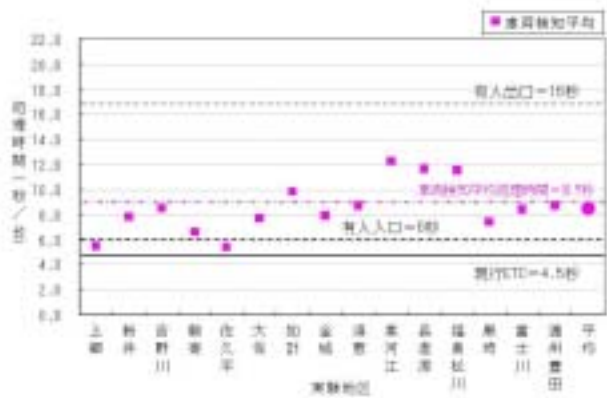


図9、ゲート通過所要時間の平均

6.1.4 誤進入車両への対応

案内標識等により事前に周知しているにもかかわらず、誤進入車両(非ETC車)があることから、これら車両に対して通行不可を事前に提供する機能、誤進入車両の確実な誘導であることが必要である。

6.2 機器配置について

発信制御機開閉バー、路側表示器の視認性については、多くの利用者がわかりやすいと回答した。(図10)これにより開発したSA・PAに接続するスマートIC社会実験用路側システムの機器配置で支障がないことが確認できた。

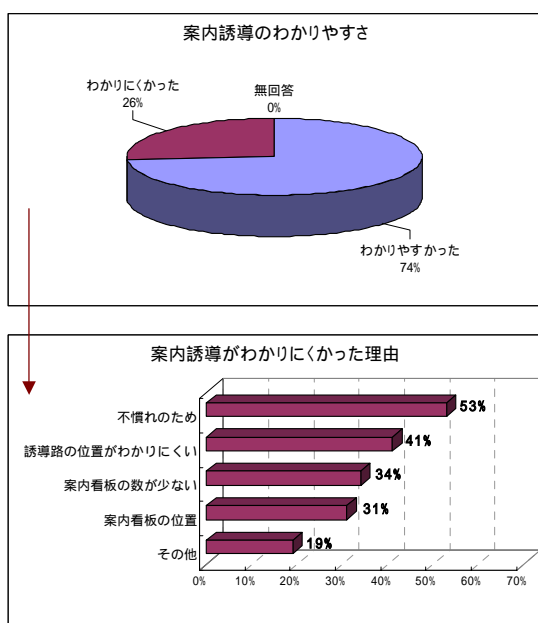


図10、案内誘導のわかりやすさ

6.3 スマートICの利用者から見た課題

社会実験結果からは、SA・PA版スマートIC機

器仕様(案)に対して、重大な不具合は発生していない。しかし、スマートIC社会実験施設に対しては、約7%の利用者から「問題あり」の指摘もあり、これら指摘内容についてさらに検討・評価を加え、利用性という視点からも機器仕様の検討を進めていく必要がある。以下に利用者から見た具体的な問題点を記述する。

利用者から見た問題点(具体的な指摘事項)

- ・ 発信制御機開閉バーが開かなかった
(車両感知上の問題)
- ・ 発信制御機開閉バーと車両との接触
(一旦停止運用への利用者側の不慣れ)
- ・ 発信制御機開閉バーの動作速度が遅い
(機器仕様への要求)
- ・ 同停止線の見づらさ(天候(雪)による影響)
- ・ 閉鎖中であった
(利用者側の不慣れによる運用時間外の進入)

7. 今後のスマートICについて

2004年7月のスマートウェイ推進会議によるITSセカンドステージの提言では、国内のインターチェンジ倍増計画が謳われており、今後、簡易なスマートICが益々整備されていくことが期待されている。このような背景で実施された社会実験用ETC路側システムは、概ね良好な結果を得た。今後は、この社会実験結果を踏まえ、安全性の向上、円滑な交通誘導及びトータルコストの削減に配慮した運用の条件や機器仕様等の見直しを実施し、本格的導入に向けた取組みを推進していくこととしたい。

大内浩之*

国土交通省国土技術政策
総合研究所高度情報化研
究センター高度道路交通
システム研究室主任研究
官
(Hiroyuki OOUCHI)

川名万寿雄**

財団法人日本建設情報総
合センター参事(前 国
交通省国土技術政策総
合研究所高度情報化研究
センター高度道路交通シ
ステム研究室主任研究官)
(Masuo KAWANA)

大塚新吾***

国土交通省国土技術政策
総合研究所高度情報化研
究センター高度道路交通
システム研究室研究員
(Shingo OOTHUKA)

真部泰幸****

国土交通省国土技術政策
総合研究所高度情報化研
究センター高度道路交通
システム研究室研究員
(Yasuyuki MANABE)