

E T C システムにおける走行経路特定支援システムの構築

情報システム管理室 情報システムグループ 北村 孝二
情報システム管理室 システム管理グループ 三好 哲夫

.....

要 旨

阪神高速では、多様で弾力的な料金制度のひとつとして、E T C をご利用のお客様を対象に平成 2 0 年度を目途に公平性の観点から利用の程度に応じて料金を負担していただく対距離料金制の導入を目指し、料金所ならびに出口ランプにおいても E T C 設備の整備を進めている。

E T C システムは、車両に搭載した車載器と道路上に設置した路側アンテナの間で無線通信を行うことにより、課金に必要な情報を交換し、自動的に課金処理を行うものである。

対距離料金制の実施には、走行車両の入口、出口などの経路の特定が必要不可欠であるが、E T C カードの未挿入などにより車載器から情報を得られないことがある。また、電波の状態などにより通信が正常に行われない通信異常がまれに発生することがある。これらの事象により走行経路の特定に必要な情報が得られない場合、利用の程度に応じた課金ができず、課金処理結果に疑義を生じる恐れがある。

これらを解決する手法の一つとして、無線通信処理で使用される L I D (リンク識別子) と W C N (ワイヤレスコールナンバー:無線局識別符号) を使用して車載器を特定し、走行経路を特定するシステムを構築している。

このシステムにより、E T C カードの未挿入など従来では走行経路を特定できない車両に対して、そのほとんどの走行経路を特定し、課金処理結果の疑義に対する支援が可能となった。

キーワード: E T C, 対距離料金制, L I D, W C N, E T C カード

はじめに

阪神高速道路では平成 1 3 年 7 月に本線料金所など 1 0 箇所料金所で E T C サービスを開始以来、順次対象料金所数を拡大し、平成 1 8 年 6 月現在、全 1 3 3 料金所の 2 7 1 レーンにて E T C サービスを提供し、阪神高速の利用台数の 6 0 % を越える約 5 2 万台/日のお客様に E T C をご利用頂いている。図-1 に、最近の二年間の阪神高速における、一日の通行台数と E T C 利用車台数お

よび利用率の遷移を示す。

また、現在「E T C マイレージサービス」「阪神高速多頻度割引(事業者向け)」「平日時間帯割引/土曜、休日割引」の各種 E T C 割引施策等を実施しているところであるが、さらに、多様で弾力的な料金施策を実現し、より公平な料金制度を実現するため、平成 2 0 年度を目途に対距離料金制の導入を目指している。

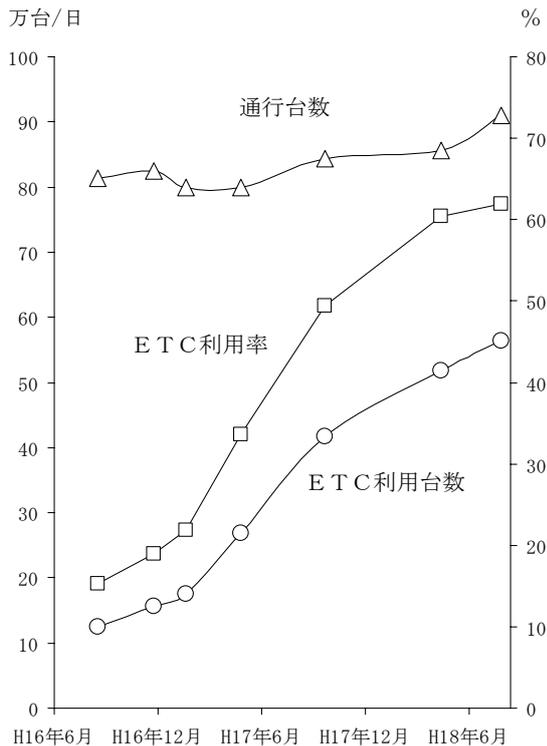


図-1 阪神高速におけるETC利用率

このため、料金所でのETC設備の整備をはじめ、出口ランプにおいてもフリーフロー型のETC設備の整備を進めるとともに、ETC利用率の向上を目指し、前述したETC割引施策の導入や、料金割引の社会実験等を行うほか、車載器の購入費用の一部助成を実施するなど普及に向けた取り組みを継続的に実施している。

対距離料金制の導入には、走行車両の入口、出口などの経路の特定が必要不可欠であるが、ETCカードの未挿入などがあると車載器から情報を得られないことがある。また、電波の状態が悪く通信が正常に行われない通信異常がまれに発生することがあるが、これらの事象が発生すると、走行経路を特定するために必要な情報が得られず、利用の程度に応じた課金が出来ないため、課金処理結果に疑義を生じる恐れがある。

これらを解決する手法の一つとして、走行経路の特定を支援するシステムを開発し、整備を進めている。

1. 阪神高速におけるETCシステム

阪神高速のETCシステムは図-2に示すとおり、入口料金所にゲートタイプのETC路側設備を、出口ランプにフリーフロータイプのETC路側設備を設置することを基本としている。



(1) 入口料金所



(2) 出口フリーフロー

図-2 阪神高速のETCシステム

入口料金所に設置したETC路側設備では、車両に搭載されたETC車載器から車両情報やETCカード情報などを入手し、通行料金を算定するとともに、入口料金所の情報や通行料金情報をETC車載器に送信する。ETC車載器はその情報をETCカードに書き込む。ETC路側設備はこれらの情報を入口の利用明細として生成し、通信制御装置を経由してETCシステムの中央装置の

ひとつであるリアルタイム装置に伝送する。

出口ランプに設置されているフリーフローETC路側設備では、ETC車載器を経由しETCカードに書き込まれた入口料金所情報を取得し、この情報をもとに走行経路を特定する。そして走行時間帯や走行経路に基づき割引対象となる場合は割引額を設定する。

ETC路側設備はこれらの情報を出口の利用明細として生成し、通信制御装置を経由してリアルタイム装置に伝送する。

ETC路側設備は、これらの利用明細と共に、ETCシステムの維持運用に必要な各種のログ情報を取得し、中央装置のひとつである運用支援装置に伝送している。

リアルタイム装置では、これら入口および出口の利用明細データを利用者（ETCカードID）ごとに突合せ照合し、入口～出口のひとつの利用明細情報として整合し、さらに上位の精算処理装置でその他の割引などを反映し、その結果をクレジット会社に送付する。

阪神高速のETCシステム構成を図-3に示す。

2. 対距離料金制導入の上での課題

対距離料金制の実施には、走行車両の入口、出口などの経路の特定が必要不可欠であるが、入口および出口のETC路側設備で生成した利用明細データから入口～出口を整合させた利用明細とするためのキーとなる情報（ETCカードID）がないなどの不備があると経路の特定ができないという問題がある。

2-1 利用明細データに不備が生じる要因

利用明細データに不備が生じる主な要因を次に示す。

(1) ETCカードの未挿入や交換

お客様が出口ランプを通行する際にETC車載器にETCカードを挿入しない状態での通行や、入口料金所を通行したときと異なるETCカードをETC車載器に挿入している場合である。

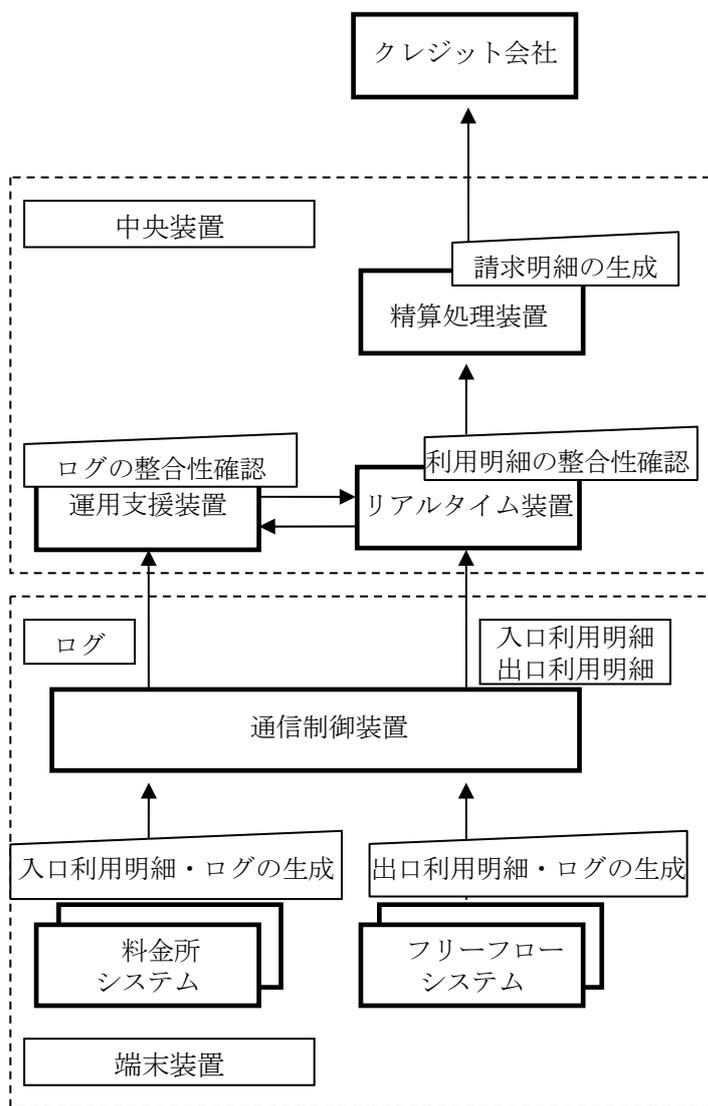


図-3 ETCシステム構成

ETCカードから取得すべき入口料金所情報などの走行経路を特定するための情報が全く得られないため出口ランプにおいて走行経路に応じた通行料の精算処理を正しく行うことができないという問題が発生する。

入口料金所でのETCカードの未挿入は、料金所の発進制御機の開閉棒が開かないため、一旦停車の上、料金収受員によるETCカードリーダライタ処理での運用が可能であり、データ上はリカバリ出来るが、出口ランプでのETCカードの未挿入やカード交換は、代替手段がなく運用でのリカバリが困難である。

(2) 通信異常

E T C車載器とE T C路側設備との間での無線通信が正常に行われなかった場合である。

入口料金所における通信異常の場合は、E T Cカード未挿入と同様にE T Cカードリーダーライタ処理によるリカバリが可能であるが、出口ランプにおける通信異常は、E T C車載器を介してE T Cカードから取得すべき入口料金所情報や走行経路情報が取得できないため、走行経路に応じた通行料の精算処理が正しく行うことができないという問題が発生する。

表-1 に利用明細データの整合状況を示す。

阪神高速全路線のE T C利用明細を対象として、平成18年3月から5月のうちサンプルとして抽出した3月3日、4月17日、4月24日～30日及び5月15日の10日間のデータを使用している。

表-1 利用明細データの整合状況

全利用明細書数	5,058,986	100.0%
入口と出口で整合	4,933,877	97.5%
入口と出口で非整合	125,109	2.5%

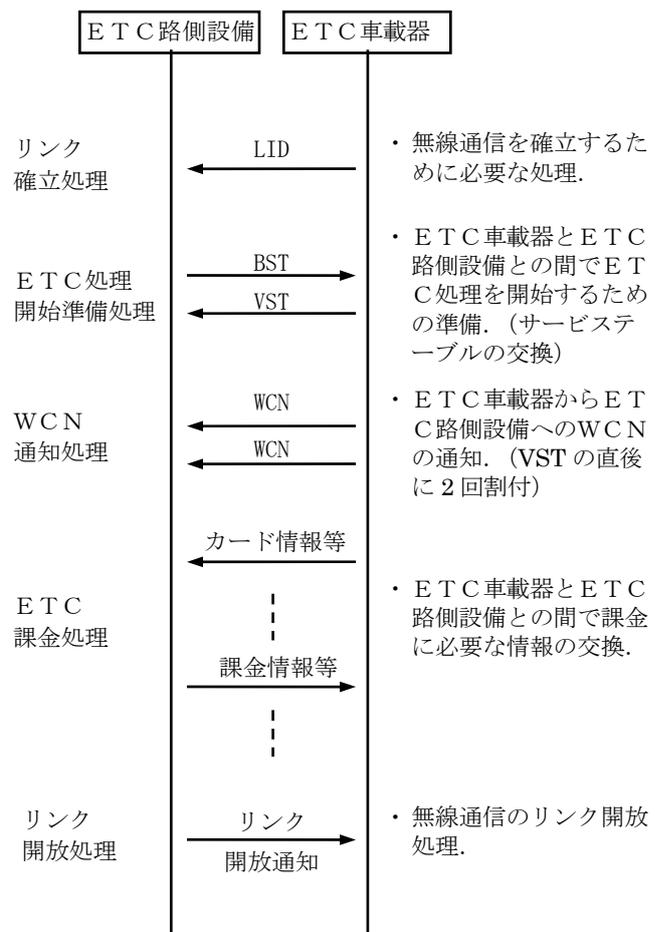
入口と出口の整合が取れない原因の大半はE T Cカード未挿入とE T Cカード交換であるが、その大半がE T Cカード未挿入である。また、全体に占める割合は非常に小さいが通信異常も発生している。

今後、多様な料金施策を実現して行く上で、これらの要因の削減が重要であることは言うまでもないが、これらの要因を完全に取り除くことは困難な面もあるため、これらを削減する努力と平行して、利用明細データに不備があっても、システムとして取得した他のデータも活用して走行経路を特定し、円滑な運用を支援していく必要があり、走行経路特定支援システムを開発した。

3. 走行経路特定支援システム

3-1 無線通信フロー

車両に搭載されたE T C車載器が、料金所や出口ランプを通過する際にE T C路側設備との間で実施する無線通信フローを図-4 に示す。



BST: Beacon Service Table : 路側機が提供可能なサービスの情報。
VST: Vehicle Service Table : 車載器が対応可能なサービスの情報。

図-4 無線通信フロー

この無線通信フローに示すとおり、無線通信の最初に実施されるリンク確立処理の中でE T C車載器はE T C路側設備と通信を開始するための一時的なIDであるLID (Link Identifier : リンク識別子) を送付する。また、E T C車載器はE T Cの精算処理に必要な情報の伝送を行うE T C課金処理に先立ち、WCN通知処理の中でE T C

車載器個別に付与されているWCN（Wireless Call Number：無線局識別符号）をETC路側設備に送出する。

LIDとWCNは、ETCカード未挿入のため、ETCカード情報が入手できないETC車載器であっても、取得することができるメリットがあり、それぞれ以下に述べる特徴を持つ。

3-2 LIDの特徴

LIDはETC車載器内で一時的に生成されるIDで、一連の無線通信処理が完了するまで、ETC路側設備はこのIDに基づき通信相手を識別し、リンクの確立および継続を行う揮発性のIDであり、基本的にETC車載器の電源投入と同時に生成され電源断まで同一のものが保持される。また、無線通信時に必ず送出されるため、取得確立の非常に高いIDである。

しかし、パーキングエリアでの休憩などの理由で走行経路の途中でエンジン停止などによる電源断があると新規のLIDが生成されるため、入口で送信されたものと同じLIDが出口でも送信されるという保証は無い。

3-3 WCNの特徴

一方、WCNはETC車載器毎にユニークに付与されている固定番号で無線局の識別符号として使用されるもので、LIDと異なり不変の番号であるが、初期のETC車載器で付番に問題のあるものがあり、一部ユニーク性が担保されていない。また、WCNはリンク確立のようなプロトコル上の処理や課金情報の交換のようなアプリケーション上の処理で使用されるものではないため、それらの情報交換のように送達確認や未送達時のリトライ処理が出来ないためLIDに比べて通信異常時の送達確率は低い。

このため、阪神高速では無線通信の初期の段階にWCNを2回割り当て、無線通信の途中で通信異常となった場合でも高い確立でWCNの取得を可能としている。

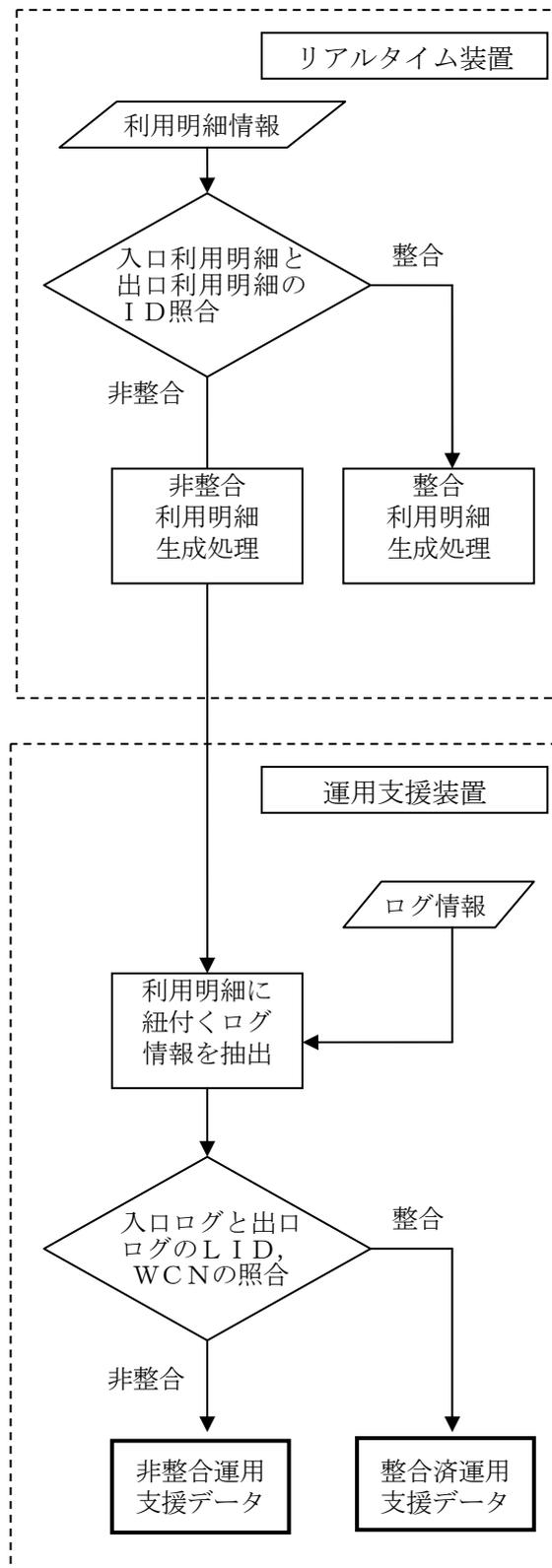


図-5 整合処理の流れ図

4. 走行経路特定支援システムの概要

今回開発したシステムは、ETC路側設備で生成するログにLIDとWCN情報を付加し、入口利用明細と出口利用明細のETCカードIDによる整合ができない場合、入口利用明細と出口利用明細にそれぞれ紐付いているログのLIDとWCNを用いて整合処理を行うものである。これにより、利用明細内の情報だけでは整合できなかった利用明細に対してログ整合処理を実施し、通行経路を把握することを可能としている。

LIDとWCNの両方を使用するのは、上記に述べたように、各々の特徴に応じ補完的に使用するためである。

入口出口の整合処理の流れ図を図-5に示す。

5. 走行経路特定支援システムの実証効果

実際に構築したシステムで阪神高速の全路線に対して適用した例を図-6に示す。

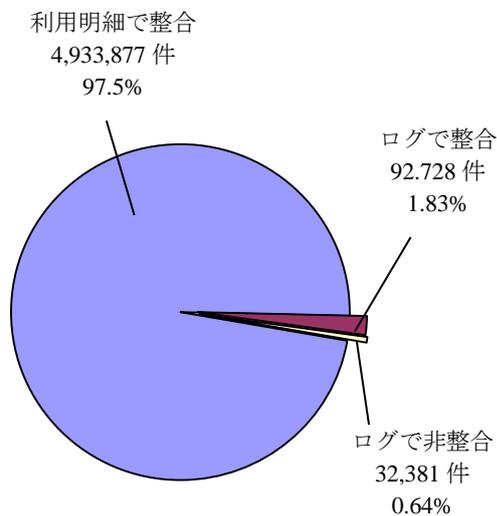


図-6 整合処理の適用結果例

このデータは表-1で使用したものと同一データで、阪神高速道路の全料金所のETC通行車両に対しての入口～出口の整合状況を示す。

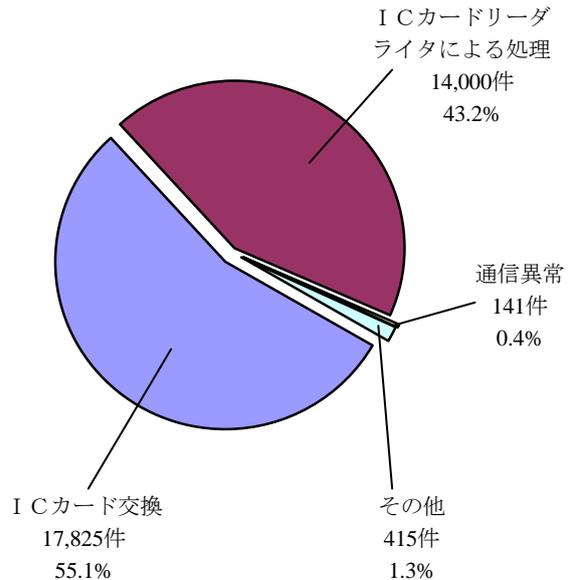


図-7 ログで非整合の要因

上記のように、97.5%が利用明細で整合が取れているが、利用明細で整合の取れなかったものが2.47%ある。この2.47%に対し、約3/4がログで整合が取れており、このシステムの有効性がほぼ確認できた。

6. 課題と解決策

利用明細で整合の取れなかった2.47%の明細のうち、ログでも整合が取れず、入口に対して出口が特定できなかったもの（非整合）が約1/4残存している。明細書全体に対し、0.64%の割合である。

図-7に非整合となった要因と比率を示す。

6-1 ログで非整合の原因と対策

次にログで非整合となっている項目について、その発生原因と対策を挙げる。

(1) ETCカード交換

入口料金所を通行するときと出口ランプを通行する時とで、ETC車載器に挿入されているETCカードが異なる場合である。

課金請求はETCカードIDにより行うため、入口～出口の整合後の利用明細は同一のETCカ

ードIDでなければならない。しかし、入口料金所と出口ランプでETCカードが異なる場合には、ETC車載器のLID、WCNでは整合が取れる場合であっても、入口と出口の課金請求先（ETCカードID）が異なるため、課金請求可能な明細として一つにまとめ生成することができない。

ETC利用規程では、全ての走行経路において同一のETCカードを挿入することとされており、上述の場合は入口と同一のETCカードIDを持つ出口の利用明細がないため、入口の利用明細のみで課金請求され、利用の程度に応じた割引が適用されない。

この要因を減少させるためには、走行経路の途中でETCカード交換をすると割引対象とならないことをお客様にご理解いただくよう広報する必要がある。また、ETCカード交換をされたお客様からの問い合わせに迅速に対応するため、このような利用明細であっても走行経路が特定できるようなシステムに改良する必要がある。

(2) ETCカードリーダーライターによる処理

入口料金所でETCを使用せずETCカードリーダーライターにてETCカード処理を行い、出口ランプではETCカード未挿入で走行したことがある。この場合、入口明細と紐付くログにはETC車載器のLID、WCNなどの情報が付加されない。また、出口ランプではLID、WCNなどの情報は取得できるものの、利用明細のETCカードIDが取得できないため、入口明細（ログ共）と出口明細（ログ共）を突合せ照合してもキーとなる情報が欠落しているため整合が取れないことになる。

これもやはりETC利用規程では、割引対象とならないため、このことを広報する必要がある。

(3) 通信異常

基本的に通信異常であってもLIDは取得されており、走行経路の特定は可能であるが、走行途中にパーキングエリアなどでETC車載器の電源を断にすると入口料金所と出口ランプのLIDが

異なるため整合が取れなくなる。

この場合でも、WCN取得後の通信異常であればWCNによる整合がとれるためほとんどの場合問題ないが、WCN取得前だと整合が取れなくなる。

通信異常となる主な原因のうち、特に重篤な通信異常（＝無通信）になる要因としては、ETC車載器の電源断（電波発射の停止）やアンテナ上に物をのせる（電波伝搬経路の遮断）などが考えられる。

通信異常を減少させるためにはETC路側設備側のみならず、ETC車載器の取り付け状態や取り扱いにも配慮が必要であり、正しい車載器の使用法の広報活動も平行して実施して行く必要がある。

おわりに

ETCの普及に伴い、多様で弾力的な料金施策を目指してシステムの整備を進める上で、システム側の問題をはじめ、運用上の問題、お客様の使用上の問題も含めて、いくつかの課題が残されている。これらの課題解決に向けて、精力的に取り組んでいるが、今回開発したシステムはそのひとつとして効果が期待されるものである。今後、データを蓄積し、十分な評価を行った上で、実運用に向けてシステムを拡充する必要がある。

参考文献

- 1) 道路4公団：ETC共通仕様書，2002.
- 2) (社)電波産業会：標準規格 狭域通信(DSRC)システム ARIB STD T-75 Ver.1.3，2005.

ETC ASSISTANCE SYSTEM FOR IDENTIFYING TRAVELED ROUTES

Takaji KITAMURA and Tetsuo MIYOSHI

We have developed a system to assist our toll-by-distance system in identifying routes on the Hanshin Expressway traveled by individual ETC-equipped vehicles. The existing toll collection system is expected to be replaced in fiscal year 2008 with the new one which charges tolls by the distance actually traveled. A on-board equipment passing a roadside antenna with no IC card inserted or with communication terminated erroneously for some reason would not present correct information of its entrance and/or exit. This will prevent the ETC system from identifying the routes that the vehicle actually traveled, making correct calculation of distance-based tolls impossible. The assistance system was developed to help identify individual on-board equipments and determine their travel distances in case of such problems, through retrieval and matching of ID codes used in the radio communication. The current study verified the effectiveness of the assistance system in calculating distance-based tolls correctly.

北村 孝二



阪神高速道路株式会社
情報システム管理室 情報システムグループ
Takaji Kitamura

三好 哲夫



阪神高速道路株式会社
情報システム管理室 システム管理グループ
Tetsuo Miyoshi