

# 特集 自動料金収受システム(ETC)\*

## Electronic Toll Collection System

江口 理

Osamu EGUCHI

遠藤和彦

Kazuhiko ENDO

Electronic Toll Collection (ETC) systems enable nonstop automatic toll payment by means of wireless vehicle-to-roadside communication between on-board equipment (OBE) and a roadside unit (RSU) installed on the road.

Following Europe and North America, which have implemented ETC systems for several years, on March 30, 2001, Japan started providing full-scale services in the Kanto region.

This article reviews ETC technical trends, focusing on the on-board equipment.

**Key words** : Electronics, Communication System, Technical Trend, ITS, ETC, DSRC

### 1. はじめに

最近、新聞・雑誌などで特集が組まれ、何かとITS (Intelligent Transport Systems : 高度道路交通システム) が注目を集めている。

1996年4月にサービスを開始して以来、着実な普及率の伸びを見せているVICS (Vehicle Information and Communication System : 道路交通情報通信システム) をはじめとして、2001年3月末からはいよいよETC (Electronic Toll Collection system : 有料道路自動料金収受システム) の本格サービスが開始された。

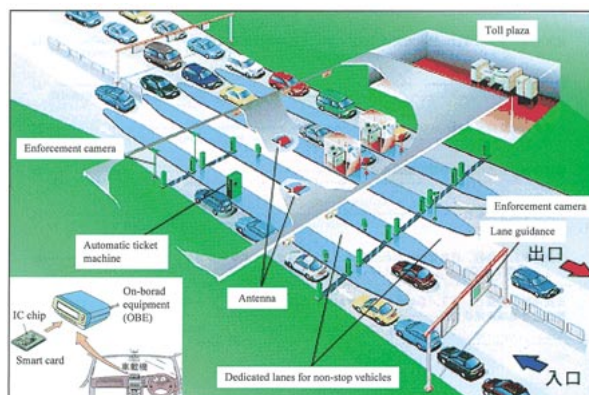
本稿では、ETCの路車間通信機器、特に車載器 (On-Board Equipment: OBE) の技術動向について記載する。

### 2. ETCの概要

ETCとは、有料道路における料金所渋滞の解消、キャッシュレス化による利便性の向上、管理費の節減を目的に、導入が進められている新しい料金支払いシステムである。料金所ゲートに設置されたアンテナと車両に装着された車載器との間で、路車間通信を行うことにより、料金所で止まることなく、自動的に料金の支払い、通行が可能となるシステムである。

(Fig. 1)

日本では、ETCの導入により、料金所での処理能力は現在に比べ約3~4倍程度増大し、渋滞の緩和に大きく貢献できる。さらに、渋滞待ち時間の解消による時間便益の増大や燃料の節約、排出ガスの低減による環境問題への貢献など、幅広い効果が期待できる。



(source: Japan Highway Public Corporation)

Fig.1 ETC system overview

### 3. 世界のETCの導入状況

ETCは、欧米では既に実用化されている。最近ではアジア各国においても積極的に導入が進められ、実用化されている。(Fig. 2)

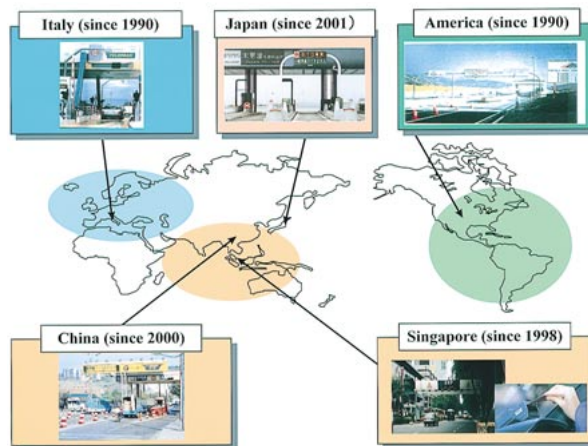


Fig.2 ETC deployment throughout the world

\* 2001年3月30日原稿受理

1987年10月に、ノルウェーのオーレサンド・トンネルにおいて均一料金制の道路を主体に導入が開始されて以来、既に30システム以上が稼働・運用されている。欧米は日本とは異なり、ハイウェイなどの道路はフリー（無料）であるが、トンネルや橋等有料のため、これらの場所において通行車から料金を徴収する比較的簡易なシステムが導入されている。

4. 日本のETC

日本では、国土交通省と道路四公団（日本道路公団、首都高速道路公団、阪神高速道路公団、本州四国連絡橋公団）が中心となって、ETCの導入を推進している。

2001年3月30日に、いよいよETCの本格サービスが開始された。対象は、関東地区を中心として、日本道路公団の千葉地区45料金所、沖縄地区7料金所、首都高速道路公団の千葉地区11料金所の計63料金所である。これにより成田空港から都心・羽田空港までのノンストップ通行が可能となった。（Fig. 3）

2001年度以降は、東名・名神高速道路、東北自動車道、山陽自動車道、九州自動車道、阪神高速道路等への早期全国展開が予定されている。そして、2002年度までには、道路4公団合わせて約900箇所の料金所に導入される計画になっている。

5. ETCの構成

日本のETCシステムは、無線電波を用いて料金情報等やりとりするアンテナと車載器、および車載器に挿入されるICカード、その他の機器から構成される。（Fig. 4）

ETCでは、この路車間通信技術にDSRC（Dedicated Short-Range Communication：狭域通信）が用いられ、重要な位置を占めている。Table 1に、日本と欧米との主要3地域のDSRC方式比較を示す。

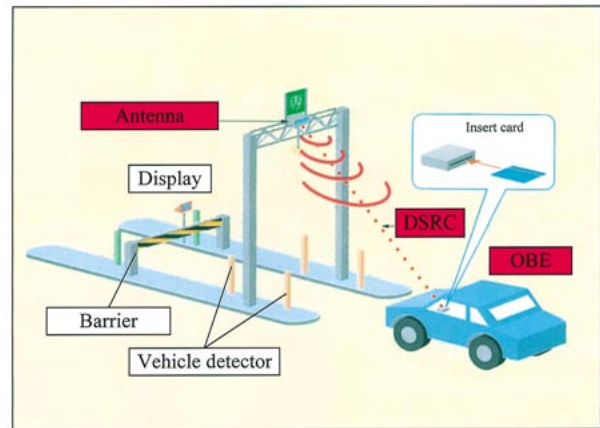
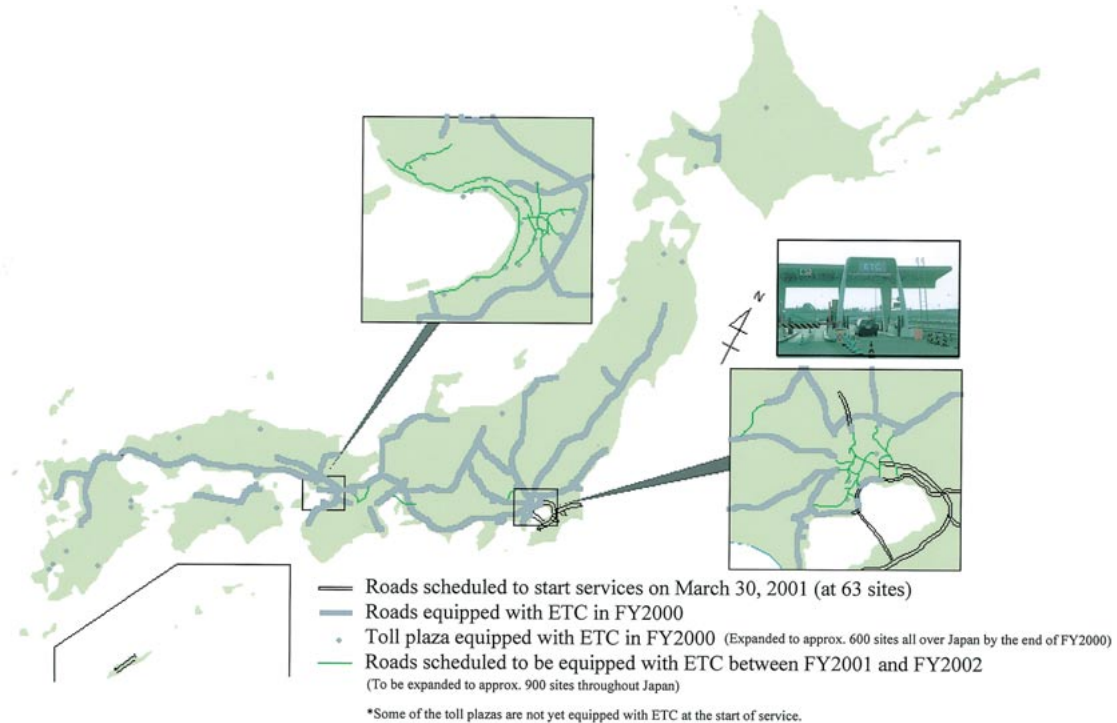


Fig.4 ETC system configuration



(source: Ministry of Land, Infrastructure and Transport web site)

Fig.3 Scheduled ETC operation area for FY2000

Table 1 Comparison of DSRC methods among 3 major areas

| Item                 | Japan                       | North America   | Europe (CEN)               |
|----------------------|-----------------------------|---|----------------------------|
| Frequency band       | 5.8GHz                      | 915MHz<br>5.9GHz (future)                                     | 5.8GHz                     |
| Communication method | Active                      | Passive/<br>Active  | Passive                    |
| Transmission method  | Full-duplex/<br>Half-duplex | Half-duplex<br>(Full-duplex)                                  | Half-duplex                |
| Encoding method      | Manchester                  | Passive<br>DL: Manchester<br>UP: NRZI<br>Active<br>Manchester | DL: FM0<br>UP: NRZI        |
| Data rate            | 1024kbps                    | 500kbps   | DL: 500kbps<br>UP: 250kbps |
| Modulation method    | ASK                         | Passive<br>DL: ASK<br>UP: PSK<br>Active<br>ASK                | DL: ASK<br>UP: 2-PSK       |

\*DL: Downlink, UP: Uplink

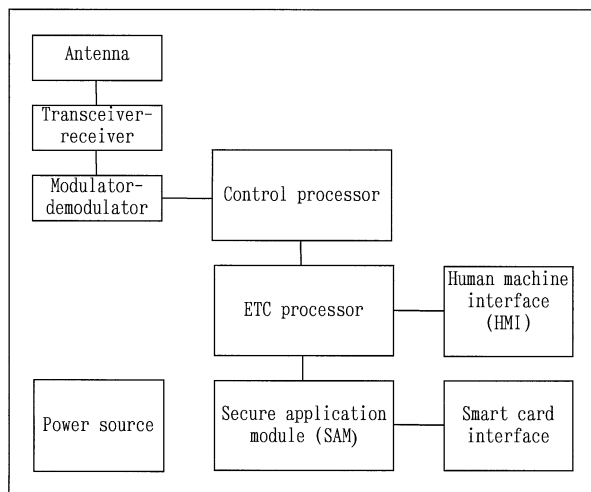


Fig.5 OBE functional configuration block diagram

## 6. 車載器

### 6.1 車載器の概要

車載機は、Fig. 5に示す機能構成ブロックから構成され、以下の機能を有する。

- (1) ETC 通信管理機能：アンテナとの無線通信、及びICカードとのデータ通信を管理。
- (2) 情報管理機能：車両情報やアンテナとの交信データなどを記録・管理。
- (3) セキュリティ機能：外部からの不正な通信手段による情報の入手、改ざんなどをSAM (Secure Application Module) により防止。

- (4) ICカード処理機能：ICカードとのデータ通信により、料金決済に必要な情報を読み取り/書き込み。
- (5) HMI (Human Machine Interface：ヒューマンマシンインタフェース) 機能：通信結果などを表示または音によりドライバに通知。
- (6) 自己診断機能：機器の故障を自己診断し通知。

### 6.2 車載器の分類

車載器は、機器の形態、車両への搭載方法、他機器との組合せにより、Table 2のとおり分類される。

Table 2 OBE types

| Type                                  |                                | Image | Description   |
|---------------------------------------|--------------------------------|-------|---|
| (1)<br>Configuration                  | 2-piece                        |       | The 2-piece type consists of an OBE and a smart card, separating the payment function from the main unit. |
|                                       | 3-piece                        |       | The antenna used for communication is separated from the 2-piece type main unit.                          |
| (2)<br>Vehicle installation method    | Aftermarket                    |       | For installation onto vehicle dashboard.  |
|                                       | Built-in                       |       | For integration into vehicle instrument panel.  |
| (3)<br>Combination with other devices | Stand-alone                    |       | The OBE operates independently.   |
|                                       | Coordinated with other devices |       | The OBE is coordinated with other devices which have HMI functions.                                       |
|                                       | Integrated in other devices    |       | The OBE is integrated in other devices which have HMI functions.  |

### 6.3 車載器の特徴

日本の車載器の特徴は、以下のとおりである。

#### (1) 5.8GHz アクティブ方式の採用

日本では、DSRCとして国際的に標準化が進められている5.8GHz帯のアクティブ方式を採用している。欧州では5.8GHz帯のパッシブ方式を採用しているのに対し、アクティブ方式は車載器に発信器を兼ね備えているため、通信距離を長く（約30m程度）することができる。

また、1024kbps という高速のデータ伝送速度を採用しているため、広い通信領域内で複数の車載器と高速双方向通信が可能となる。

これらの無線技術の特長をいかし、将来的にはETC以外のITS他アプリケーションへの応用・発展が期待できる。

#### (2) ICカードを別にした2ピースタイプの採用

決済機能を有するICカードを車載器と別にするにより、ユーザは複数の車両を柔軟に使い分けことが可能となる。また、ICカードはチップ内にETC以外のアプリケーション領域を設けることが可能なため、例えばガソリンスタンドのサービスカードとして使うなど、多様なサービス機能を備えた複合的なカードとして利用することができる。

#### (3) SAMによる高セキュリティの確保

車載器内部にはSAMと呼ばれるセキュリティモジュールが内蔵され、アンテナとの無線通信時には互いの機器の認証（相互認証）やデータの暗号化/復号化が行われる。これにより、決済に必要な各種個人情報 は暗号化され、セキュリティが確保されている。

この暗号化のための鍵の発行などは、ORSE (Organization for Road System Enhancement: 財団法人道路システム高度化推進機構) が行っている。セットアップと呼ばれるSAMへの鍵情報や車種情報などの書き込みを行わない限り、車載器は正常には動作しない。

## 7. 当社の取り組み

当社は、ETCにおいて路車間通信のコアとなる車載器とアンテナを商品化している。

1993年から海外ETCの開発に取り組み、シンガポールや香港等の、主に東南アジアを中心とした現地でのデモトライアル試験に参画し、またシステムインテグレータへのOEM機器供給を通じて、海外での確かな実績とノウハウを蓄積してきた。

これらの経験をいかして、1999年には中国重慶市向けに車載器とアンテナを納入し、2000年7月から運用が開始された。当社は現在までに、車載器を約2万台納入している。(Fig. 6)

中国重慶市向けのETCシステムの特徴は、以下のとおりである。

- ・揚子江に架かる橋梁での自動料金収受
  - 重慶長江大橋、嘉陵江大橋、石門大橋
  - 通行料：10元/回
  - 通行量：1橋当たり5万台/日
- ・CEN（欧州標準化委員会）仕様
- ・将来は重慶市内36万台に拡大予定

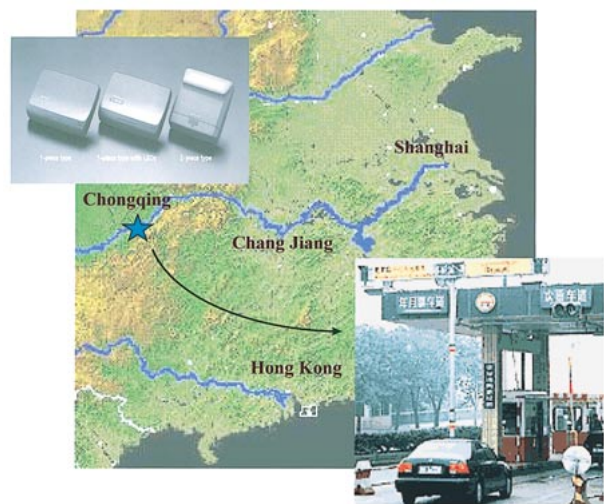


Fig.6 ETC system in Chongqing, China

日本では、1994年にETCの官民共同研究の公募があり、当社は応募した民間企業25グループの中から10グループの一つに選定され、1995年から建設省（現：国土交通省）・道路四公団と共に官民共同のフィールド実験に参画した。

その後、路側機・車載器メーカー各社による相互接続試験を経て、2000年4月24日から一般モニター車を対象に、千葉県内を中心とした首都圏での試行運用に臨んだ。特に、当社製の車載器は海外実績をいかした高い通信性能を有し、かつ業界最小クラスの小型化を実現しているため、試行運用において業界シェアNo.1の地位を確保し、モニター車両の約50%に採用された。

また、2001年3月30日からの首都圏での本格サービス開始に伴い、2ピースタイプと3ピースタイプの2種類の車載器を商品化し、関東地区のカー用品店を中心に、当社製の車載器が一般発売された。(Fig. 7)

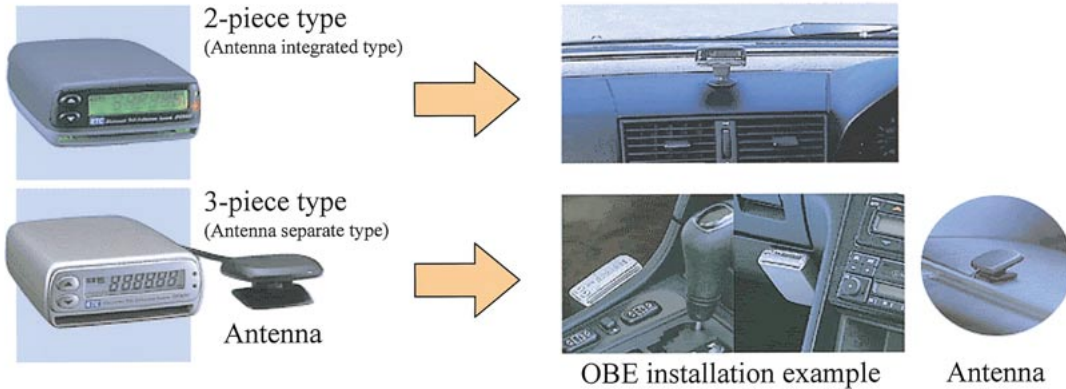


Fig.7 DENSO's OBE

Fig. 7に示すとおり，当社製の車載器にはダッシュボードに後付けするアンテナ一体型（2ピースタイプ）と，アンテナを車載器本体から分離し設置場所のフレキシブル性を向上させたアンテナ分離型（3ピースタイプ）の2種類がある．特にアンテナ一体型は，液晶ディスプレイ付きタイプで，業界最小を実現している．

また，車載器のバリエーションとして，外部インタフェース付きタイプも設定しており，車載器とカーナビゲーションとの接続が可能である．これにより車載器のHMI機能を拡張でき，料金所に近づいた際のETCレーンへの誘導や，ETC利用料金等の画面表示，音声案内が可能となる．(Fig. 8)

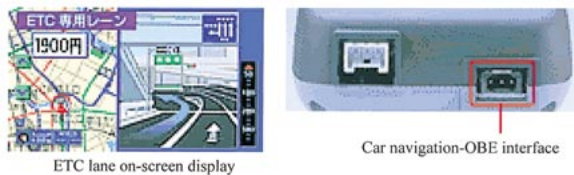


Fig.8 DENSO's OBE (Equipped with interface to navigation system)

当社製車載器の主な特長は以下のとおりである．

- ・運転席からの視界を妨げないコンパクト設計．
- ・シンプルな2ボタン方式で簡単操作．キーも押しやすいサイズを採用．
- ・表示部は液晶ディスプレイとLEDで，昼も夜もはっきり見やすく表示．
- ・ETCカード抜き忘れ防止ブザーを搭載し，カードの盗難を未然に防止．
- ・充実した品質評価で，熱・埃・振動等の厳しい車載条件でも優れた性能・耐久性を発揮．

## 8. 将来動向

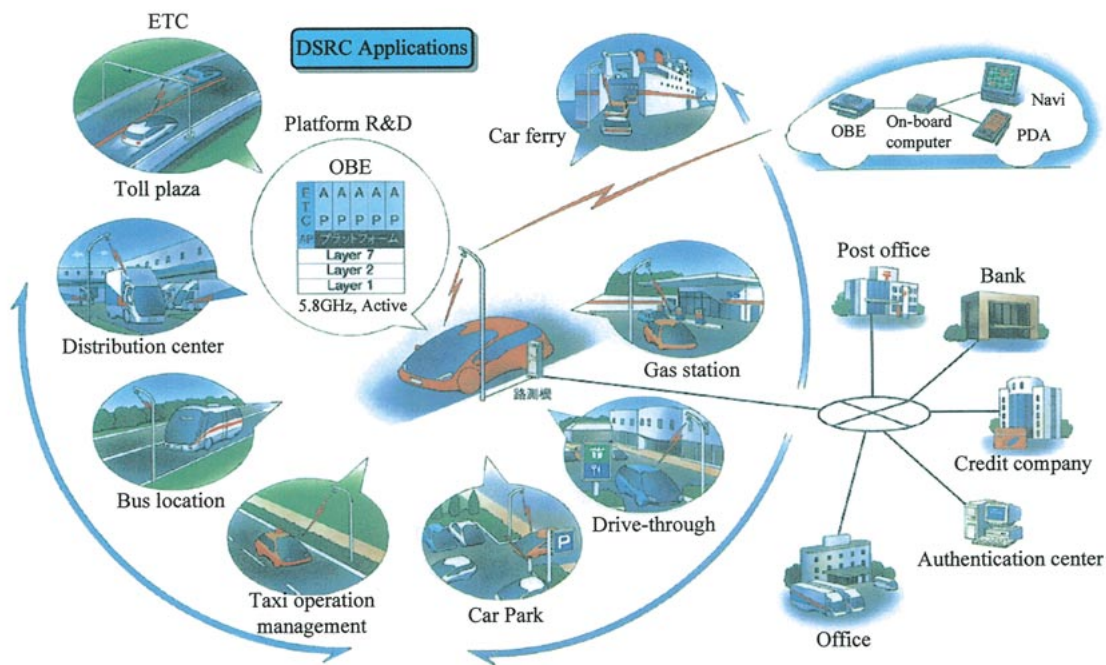
### 8.1 車載器の普及

国土交通省は，車載器を普及させるための促進策として，ETC利用車に対する現行ハイウェイカード並みの割引率の適用，また2005年を目処に首都高速道路，阪神高速道路を全面ETC化とする策などについて検討に入っている．これら国の積極的な普及促進策と，車載器価格の低下，車載器への付加価値機能の追加などにより，ETCが普及（車載器装着率が増加）していくものと予想される．

これにより，車載器タイプも，自動車のダッシュボードなどに設置する後付け型のスタンドアロン型から，徐々にビルトイン型へと移行していくものと想定される．その一例として，HMI機能を有する他機器，例えばナビゲーションシステムとの一体化（ナビ連動型，ナビ統合型）が考えられる．

### 8.2 ETCの発展（DSRC応用）

日本のETCで用いられているDSRCは，通信距離が長く，高速通信で大容量伝送に適する等の特長を持ち，またICカードの料金決済機能を活用することにより，今後は駐車場やガソリンスタンド，ドライブスルー，音楽配信等の様々なアプリケーションへの応用展開が期待される．(Fig. 9)



(source: Association of Electronics Technology for Automobile Traffic and Driving)

Fig.9 DSRC applications

9. 終わりに

ETCもいよいよ本格サービスが開始された。国の積極的な政策支援もあって、今後は全国展開に向けて一層加速していくであろう。我々は、自動車部品の総合メーカーとして、また「ITSのデンソー」として、今後もETC普及のために貢献していきたい。

<引用文献>

1) 出典：自動車技術会会誌「自動車技術」  
Vol.55 No.2 2001 20014093 P.53 ~ P56

<参考文献>

- 1) ETC推進委員会編：ETC車載器仕様書，財団法人道路新産業開発機構編（1998）
- 2) ETC推進委員会編：ETC路側無線装置仕様書，財団法人道路新産業開発機構（1998）
- 3) ETC推進委員会編：ETC-ICカード仕様書，財団法人道路新産業開発機構（1998）
- 4) ETC推進委員会編：ETCプロトコル仕様書(狭域無線)，財団法人道路新産業開発機構（1998）
- 5) ETC推進委員会編：ETCアプリケーションインタフェース規格書（狭域無線），財団法人道路新産業開発機構（1998）

<著者>



江口 理  
(えぐち おさむ)  
ITS技術1部 第2技術室  
ETCシステムの車載器，路側無線装置の開発に従事。



遠藤 和彦  
(えんどう かずひこ)  
ITS技術1部 第1技術室  
ETCシステムの車載器開発に従事。