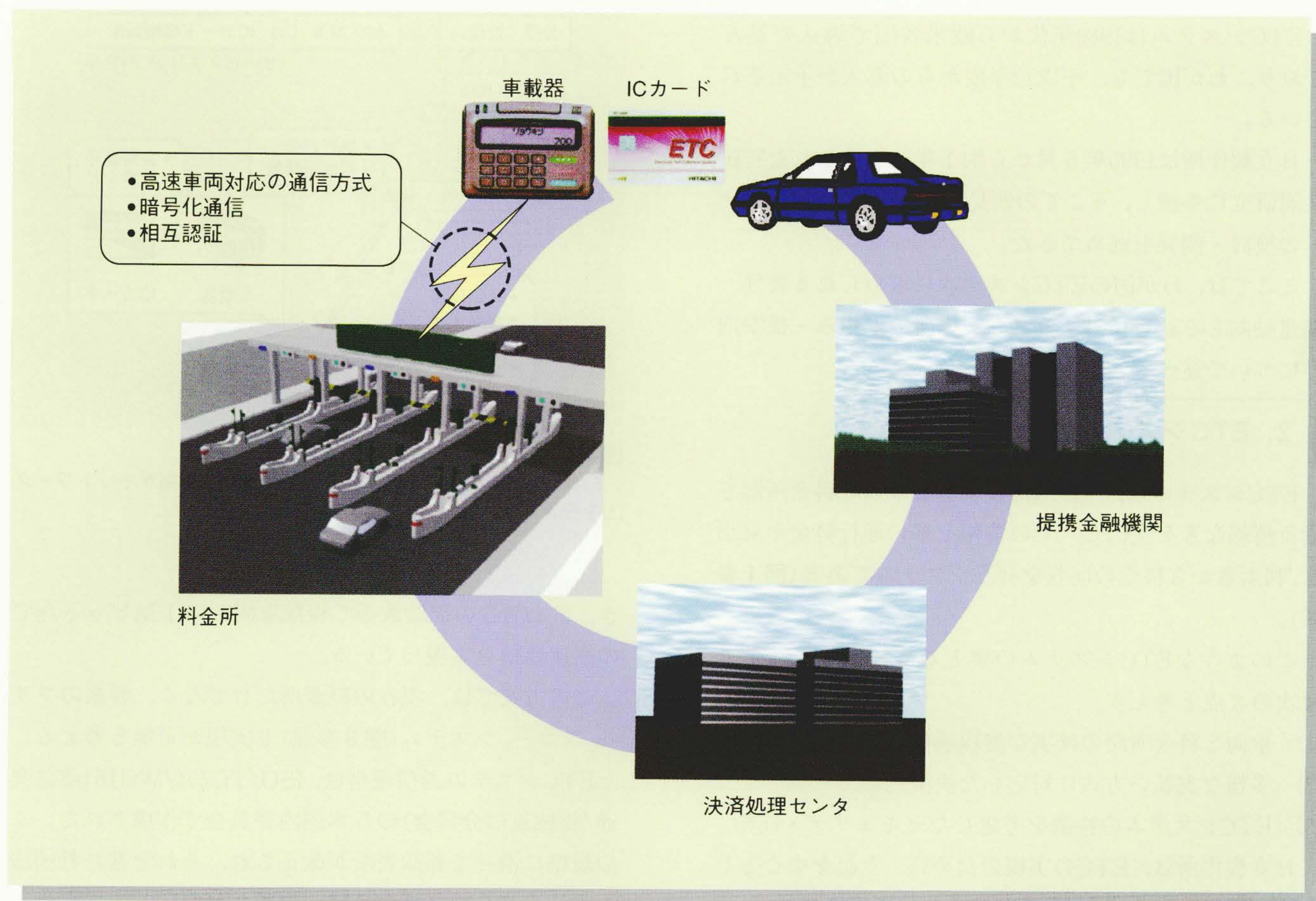


料金所渋滞解消・キャッシュレス化を実現する 高速道路ノンストップ自動料金収受システム

Electronic Toll Collection System for Relieving Traffic Congestion
and Realizing Cashless Transit

熊田淳一 Jun'ichi Kumada
山本勝之 Katsuyuki Yamamoto

阿部孝治 Takaharu Abe



ETC(Electronic Toll Collection)システムのイメージ

料金所のアンテナと車両内の車載器間の無線通信によって通行情報などを交信し、その情報を基に利用者から料金の回収を行う。

ETCシステム(高速道路ノンストップ自動料金収受システム)とは、無線通信によって高速道路の料金収受を行うシステムである。このシステムの導入により、渋滞解消、キャッシュレス化が期待されている。

日立製作所は平成7年度に参画したETCシステムの官民共同研究での知見を生かし、研究開発を進めてきた。ETCシステムの要(かなめ)となる技術・システムは、(1)無線通信技術、(2)決済処理、(3)セキュリティの3点である。無線通信については、各種の走行条件への対応、汎用性の確保が必要と考え、スロットドアロハTDMA(時

分割多元接続)プロトコルに基づく通信方式の開発を進めている。決済処理については、課金情報が行き交うネットワークと、その情報を管理するデータベース管理システムが必要と考え、開発を進めている。セキュリティについては、通信内容の盗聴・改ざん、機器の偽造のおそれがあり、これには、日立製作所の暗号技術を用いた対策を提案している。

日立製作所は、上記技術を中心に関連の技術動向を踏まえ、ETCシステムの実現に向けた提案・開発に取り組んでいる。

1. はじめに

無線通信によって料金収受を行うETC(Electronic Toll Collection)システムは、料金収受に必要な時間を短縮することにより、高速道路の渋滞解消を実現するものである。ETCシステムの導入により、渋滞解消だけでなく、キャッシュレス化による利用者の利便性向上、道路管理者の業務効率向上が期待できる。

ETCシステムは1980年代から欧米各国で導入が進んでおり、わが国でも、平成12年度からの導入が予定されている。

日立製作所は1995年6月から約1年間実施された官民共同研究に参画し、そこでの知見を生かしてETCシステムの検討・開発を進めてきた。

ここでは、わが国のETCシステムに求められる要件、関連動向とそれらに対する日立製作所の取組み・提案内容について述べる。

2. ETCシステムの要件

ETCシステムは、無線通信によって車両と料金所間で通行情報などを交信し、その情報を基に通行料金を算出し、利用者から料金の回収を行うシステムである(図1参照)。

このようなETCシステムの要となる技術・システムは次の3点と考える。

- (1) 車両と料金所間の確実な無線通信(路車間通信)
- (2) 多様な支払い方式に対応した決済処理
- (3) ETCシステムの特徴を考慮したセキュリティ技術

日立製作所は、ETCの実現のために、上記を中心とした研究開発を進めてきた。これらについて以下に述べる。

3. ETCシステム要件の検討

3.1 路車間通信

3.1.1 通信方式

現在の料金所で車両と通信を行う場合、車両の走行条件としては、料金所通過速度が最高80 km/h、通信領域は走行方向に4 mが必要と考える。また、本線での通信を行う場合は、車両走行速度180 km/h、通信領域10 m以上、複数車両対応が必要と考える。

以上を考慮して、日立製作所は、官民共同研究開始時から、スロットドアロハTDMA(時分割多元接続)プロトコル(図2参照)に基づくアクティブ通信方式を提案してきた。社内の実験システムでは、上記の通信方式に基づ

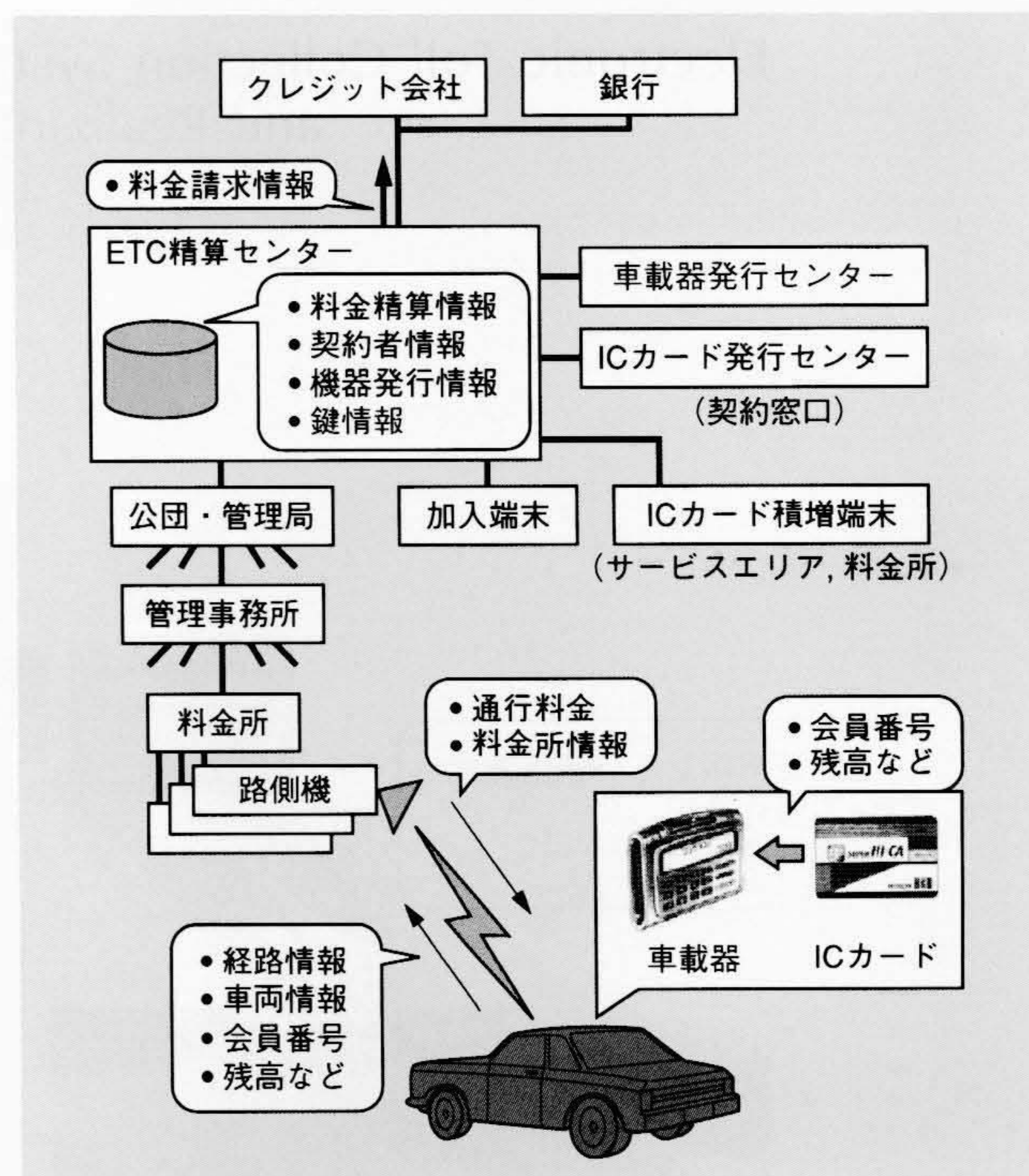


図1 ETCシステムの概要

ETCシステムの構成を示す。通行記録や課金情報がネットワーク上を行き交う。

き、5.8 GHzの周波数帯で複数車両との1 Mビット/sでの高速通信を実現している。

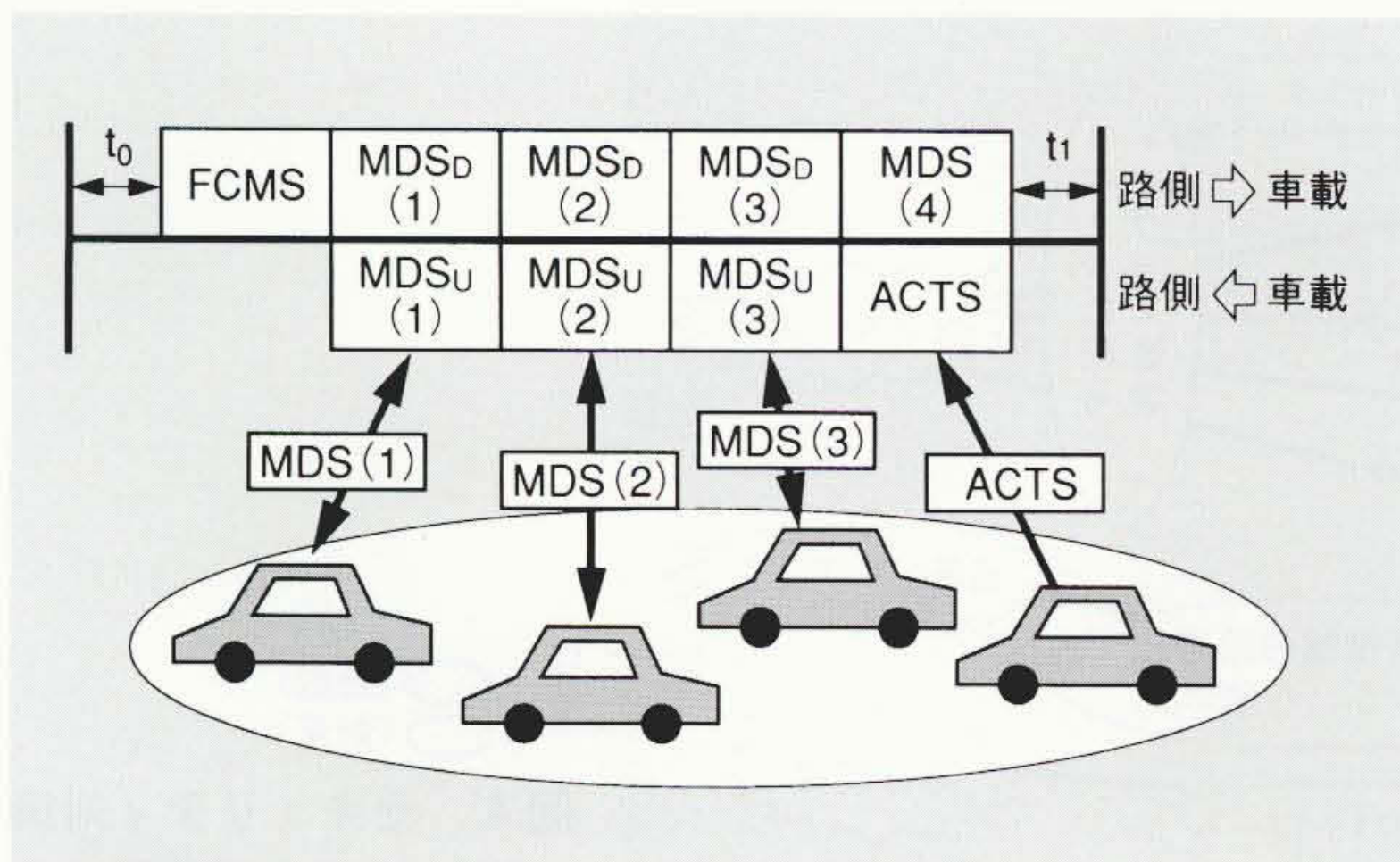
この方式では、現在の料金所だけでなく、将来のフリーフローシステム(図3参照)も実現が可能と考える。

ETCシステム通信規格は、ISO/TC204/WG15(道路交通/狭域通信分科会)の日本国内委員会で作成された。この規格に沿って郵政省令が改正され、それを基に社団法人電波産業会で詳細な規格が作成された。

ETCは世界各国で開発・導入が進んでおり、通信方式についても、市場のグローバル化を考慮した国際規格化が必要であった。ISO/TC204/WG15日本国内委員会は、上記の規格をDSRC(Dedicated Short-Range Communication)規格案として国際会議に提案してきた。日立製作所はこの活動の重要性を認識し、専門家派遣などで日本案の規格化活動に貢献している。

3.1.2 路車間通信の応用

ETCの路車間通信は、料金所アンテナと車両内に設置される通信機器(以下、車載器と言う。)によって実現する。また、DSRC規格を用いることで、ETCだけでなく、ITS(Intelligent Transport System)など、ほかのアプリケーションを実現することも考えられる。例えば、車両



注：略語説明
 t (時間), FCMS (Frame Control Message Slot)
 MDS_D [Message Data Slot (Down Link)]
 MDS_U [Message Data Slot (Up Link)], ACTS (Activation Slot)

図2 スロットドアロハTDMAプロトコルの概要

通信領域に入ってきた各車両に対し、通信時間枠(スロット)を割り当てて交信を行う。

からのリクエストに従い、きめ細かい道路交通情報を提供することができる。経路案内情報などの交信に用いられ、物流の効率化を促すことができる。そのほか、駐車場での料金収受、ロードプライシング(道路混雑税)、ガソリンスタンドでの支払いなどへの応用が考えられる。

日立製作所は、ETCの車載器がこれらの応用を実現するための車両側のインタフェースになるものと考え、検討・開発を進めている。

3.2 決済処理

3.2.1 決済処理システム

ETCでの通行料金の支払い方法としては、後払い、前払い、将来の電子マネー利用などが想定される。

道路管理者は、個々の利用者の通行履歴と通行料金を管理、集計し、上述の多様な支払い方法に基づいて課金する。

また、各公団間の道路ネットワーク化が進むことにより、通行料金収入の公団間での精算が必要になる。

ETCの導入によって通行料金に関する情報は、通行券と現金(あるいは回数券)という「もの」から、ネットワークを流れる電子化された「データ」に取って代わられることになる。ETCの決済処理システムは、各公団の数百万の道路利用者の課金情報が行き交うネットワークと、それらの情報を管理するデータベース管理システムから構成するものと考え(図1参照)。

このようなシステムを構築するにあたっては、日立製作所の各種ネットワークシステムや金融システムの構築ノウハウが役立つものと確信する。

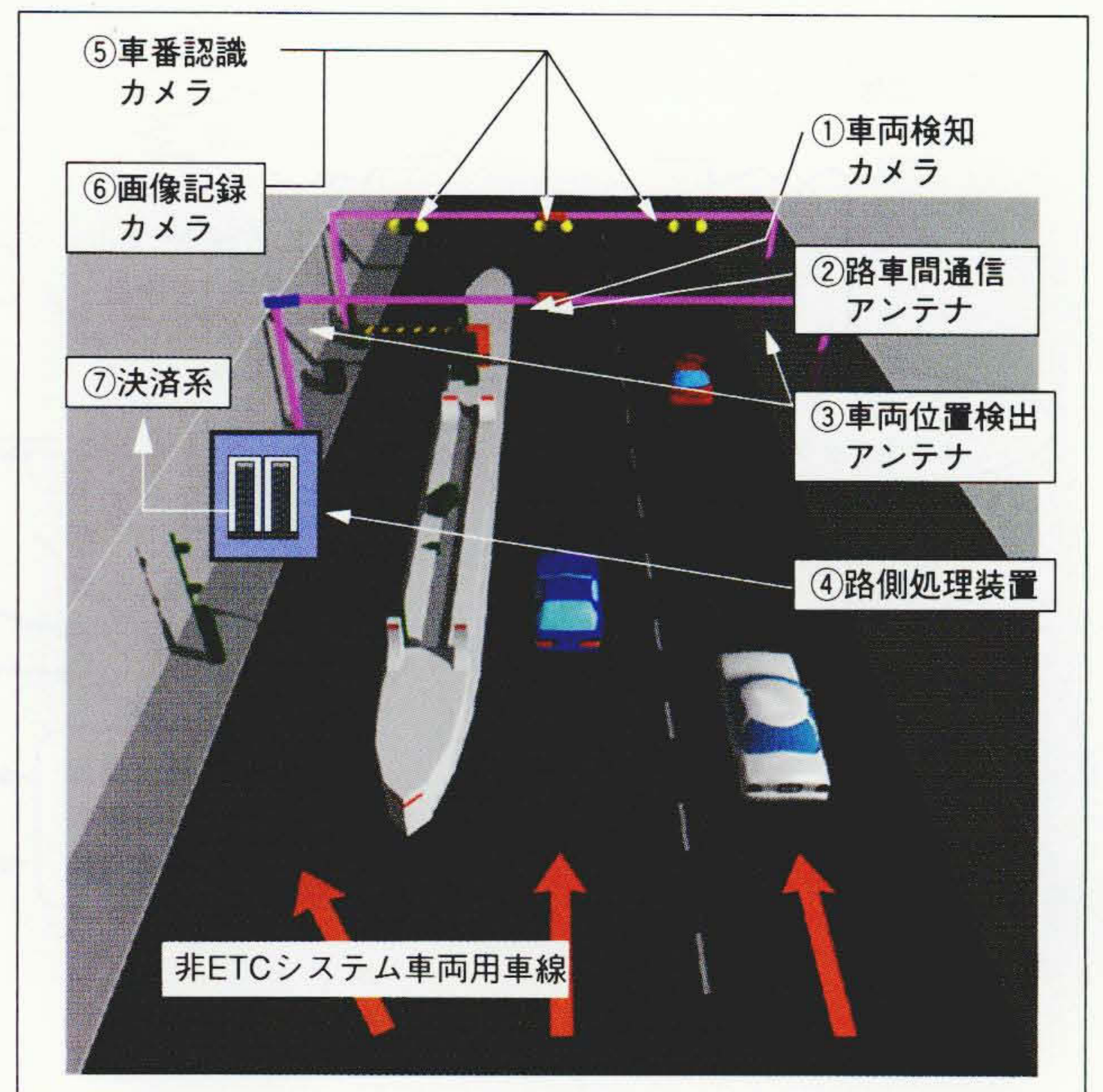


図3 フリーフローシステム

フリーフローシステムの構成例を示す。車載器搭載車両は停止、減速せずに走行が可能となる。

3.2.2 ICカード

日立製作所の提案する車載器は、通信機能・表示機能などを担うユニットとICカードで構成する。ICカードには、課金時に必要な後納の利用者ID(Identification)や前納残高などを記録する。利用者は、どの車両でも、車載器にICカードを挿入することでETCを利用することができる。さらに、ICカードを通行記録の記憶媒体とすることで、各利用者に発行する領収書の代替とすることができる。

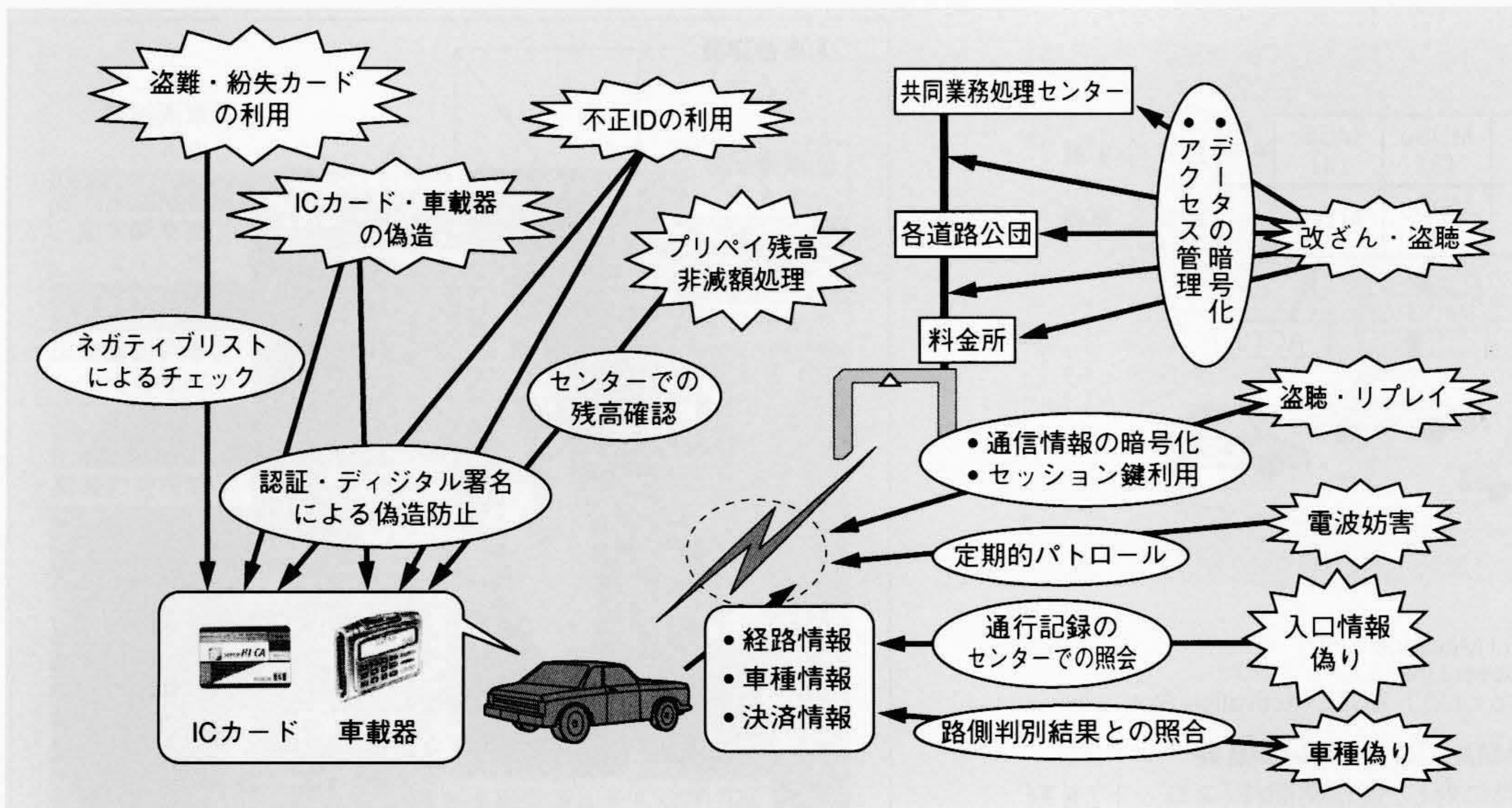
上記のETC用のICカードは、他の用途での利用も考えられる。例えば1枚のICカードで、信用支払い、電子マネー、ETCの通行料金支払いに対応できれば、高速道路での支払いのキャッシュレス化がさらに進む。これにより、利用者の利便性向上だけでなく、道路・店舗管理者の業務効率向上が期待できる。

このようなETCのICカードシステムを実現するにあたっては、日立製作所の半導体技術や、Mondex^{※1)}の電子マネーシステム構築のノウハウなどが役立つものと考えられる。

3.3 セキュリティ技術

テレホンカードやパチンコカードの変造、米国での携

※1) Mondexは、Mondex International Limitedの登録商標である。



注： (脅威)
(対策)

図4 セキュリティ対策
ETCシステムで想定される不正行為の脅威と対策案を示す。各対策を過不足なく実施することにより、ETCの安全性・確実性が確保できる。

帯電話偽造など、社会の情報化の進展に伴った犯罪が多数発生している。

ETCシステムは、利用者IDや残高、通行履歴などのセキュリティ・プライバシーにかかわる情報が無線通信で伝送されるため、盗聴・改ざんなどの不正行為の対象となりやすい。また、決済情報を記録したICカードと無線通信を行う車載器はユーザーのもとに置かれるが、これら機器についても、偽造、成り済まし、改ざんなどが想定される。

安全なシステム実現のためには、想定される不正行為に対抗できるセキュリティ対策が必要である。日立製作所は、本人認証、機器間の相互認証、情報秘匿通信、メッセージ認証など、長年開発してきた暗号技術を応用したセキュリティ対策を提案してきた(図4参照)。また、各装置内に存在する暗号アルゴリズムや鍵情報、セキュリティメカニズムなどを物理的に秘匿できる耐タンパリング性^{※2)}モジュールについても研究開発を進めている。

ETCが多くの利便性と安全性を維持し続けるには、優れたセキュリティ技術が不可欠である。日立製作所の暗号・セキュリティ技術は、安全なETCシステム実現に必ず役立つものと考えられる。

4. おわりに

ここでは、無線通信で高速道路の通行料金収受を行うETCシステムの概要と日立製作所の取組みについて述

べた。

ETCシステムは、高速道路料金所での渋滞の解消とキャッシュレス化を実現し、道路管理者と利用者双方に大きなメリットをもたらすものである。

今後も、ここで述べた路車間通信、決済システム、セキュリティ技術を中心に関連する技術動向を踏まえ、ETCシステムの実現に向けた提案・開発に取り組んでいく考えである。

参考文献

- 1) 日本経済新聞社：ITSのすべて(1995-11)
- 2) 佐々木、外：インターネットセキュリティ、オーム社(1996-11)

執筆者紹介



熊田淳一

1994年日立製作所入社、システム事業部 公共システム部 所属
現在、ITS-ETCSのシステム計画取りまとめに従事
E-mail: kumata@cm.head.hitachi.co.jp



山本勝之

1982年日立製作所入社、公共システム本部 情報制御システム部 所属
現在、ITS-ETCSのシステム計画取りまとめに従事
E-mail: Yart21@po.iijnet.or.jp



阿部孝治

1991年日立製作所入社、自動車機器事業部 自動車新技術開発センタ 所属
現在、自動料金収受システム車載機の開発に従事
E-mail: t-abe@cm.jiji.hitachi.co.jp

※2) 耐タンパリング性：内部情報への不正アクセスなどに対する防御機能