

# ETCシステム

Electronic Toll Collection System

\*鎌倉製作所

## 要 旨

有料道路の通行料金をノンストップで徴収可能なシステムとして導入されたETC<sup>(注1)</sup>(Electronic Toll Collection)システムは、各種割引サービスの適用とともに全国へ普及拡大している。更なる利便性向上・渋滞緩和のため、国土交通省からETC専用化の施策が示されており、三菱電機は、フリーフローナンバープレート認識カメラを他社に先駆けて<sup>(注2)</sup>納入している。ETC専用化拡大に伴いゲートレス構成のフリーフローETCの需要が見込まれるが、ゲートレスでは、車両のレーン進入を検知するセンサーがないことから、5車種区分に対応した車種の判定ができないという問題がある。そこでその対策として、車体形状や速度を計測するレーザー車両検知器、ETC車載器との通信で車両位置を特定する測角アンテナなどの先取り開発を進めている。

(注1) ETCは、一般財団法人 ITSサービス高度化機構の登録商標である。

(注2) 2017年1月11日、当社調べ

## 1. ま え が き

当社は、2001年に本運用が始まったETCシステムを日本で初めて<sup>(注3)</sup>関東地区に納入し、有料道路での料金収受の自動化や利用者の利便性の向上及び渋滞緩和による環境負荷低減等、様々な社会貢献をもたらしてきた。現在では、高速道路でのETC利用率は90%超まで普及し、世の中になくなくてはならないサービスに至っている。近年では、柔軟な課金システムの導入や将来的な管理コスト削減に向けた都市部・地方部へのETC専用化施策が国土交通省から発表されていることに加えて、ETC2.0車載器を装着した利用者に対して、駐車場利用やドライブスルーの自動決済サービスも拡充し始めており、当社が持っている無線通信技術、センサー技術に加えて、AI技術を活用したナンバープレートの文字認識技術の重要性がますます高まっている。

本稿では、ETCを構築する既存システムの事例を述べるとともに、将来のETC事業拡充に向けたゲートレスETC開発、ETC多目的利用開発の取組み状況について述べる。

(注3) 2001年3月30日、当社調べ

## 2. 国土交通省・高速道路会社施策・市場動向

ETCシステムが全国に普及する一方、高速道路の料金に対しても、都度、国土交通省から新たな料金体系・施策の導入が提言され、見直しが行われてきた。首都圏で2016年4月から料金水準の整理・統一が行われ、同一起終点であれば同じ利用料金になった。将来的には、混雑度合いに応じて複数経路で料金に一定の差を設けることや、混雑状況・時間帯に応じて変動する機動的な料金施策の導入が検討されている。

それに続いて、高速道路利用料金に対する施策とともに推進されているものとして、2020年9月に国土交通省から報道・広報された料金所のキャッシュレス化・タッチレス化を目的としたETC専用化がある。これは高速道路の利用料金をETC通信ではなく、現金等で支払う車(以下“現金車”という。)を対象外として、ETC車載器を搭載の上、ETC通信で支払う車(以下“ETC車”という。)に限定することで、戦略的な料金体系の導入が容易になることや、現金徴収に伴う管理コストの削減などが見込まれている。また、これまでETC車以外の車両に対しては、現金徴収の際に一旦停止させるため、ゲートがある料金所ETCが主流であったが、ETC車限定になることで、全ての車両は一旦停止不要になる。したがって今後は、渋滞緩和にもつながることからゲートレスETCになるフリーフローETC(以下“FF-ETC”という。)の拡大が想定される。

### 3. FF-ETCシステム

#### 3.1 FFナンバープレート認識カメラ

FF-ETCとしては、ゲートがある料金所ETCと異なり、通行車両を一旦停止させることができないことから、不正通行車両や、たまたま車載器との通信に失敗した場合など、課金処理ができないケースがある。これら課金処理ができなかった通行車両を後から特定するための装置として、FFナンバープレート認識カメラ(以下“FF-NPカメラ”という。)が必要になる。FF-NPカメラは、ナンバープレート情報の取得のため、適正な明るさでクリアな画像を安定して撮像する技術と、撮像した画像からナンバープレートを検知し、さらに自動判別する文字認識技術が組み合わさって実現している。まず、FF-NPカメラは、車両の通行を検知する外部の検知センサーからの車両通過信号を必要とせず、カメラ映像から直接通過車両を判別する。その被写体になる車両の最大速度としては、時速180kmまで対応している。また、ナンバープレートのサイズは、大型、中型のプレートだけでなく、バイク用の小型のプレートにも対応している。バイクのプレートは後方に取り付けられているため、FF-NPカメラは車両前方のプレートを判別する前方カメラと車両後方のプレートを判別する後方カメラの2台で1セット構成になる。撮像したナンバープレート画像からプレートの文字を識別することでナンバープレート情報を取得する。

#### 3.2 画像サーバ

当社は、FF-NPカメラに加えて、その上位装置として、画像サーバを導入している。画像サーバは、FF-NPカメラで取得したナンバープレート情報を蓄積するために導入している。蓄積したナンバープレート情報は、適切な料金徴収のため、車両の走行区間の把握に使用される。走行区間の把握には次に述べる課題がある。

当社が設備を導入した高速道路の出口はFF-ETCであるのに対して、入り口は料金所ETCであり、FF-NPカメラがないため、入り口のナンバープレート情報は、画像サーバに蓄積されない。料金所ETCにも、FF-NPカメラ同様にナンバープレート情報の取得を目的とした料金所ナンバープレート認識カメラ(以下“料金所NPカメラ”という。)が導入されており、料金所NPカメラで取得したナンバープレート情報は以前からETCのログの一部として管理されているが、現金車については、車載器を搭載しておらずETC通信ができないため、ETCのログ自体が作られない。つまり現金車に対しては、走行区間の把握に必要なナンバープレート情報が蓄積されない。したがって現金車の走行区間の把握には、FF-NPカメラで取得したナンバープレート情報と同様に、料金所NPカメラで取得したナンバープレート情報も画像サーバに送信、蓄積できるようにする必要がある。

#### 3.3 ETC専用化対応

ETC専用化は、2020年9月に国土交通省から報道・広報された際、都市部は5年、地方部は10年程度での概(おおむ)ね完成を目指して、まずは一部料金所で試行運用を行い、運用状況等を踏まえながら、順次拡大していく方針を示している。試行運用段階では、ETC車以外の誤進入車両(現金車)に対しては、一旦停止してもらい、インターホン・カメラで利用者の連絡先・免許証を確認し、後日利用者自身で能動的に料金を支払ってもらうようにチラシを渡す運用になっている。将来的には、誤進入車両(現金車)も、一旦停止させることなく、ナンバープレート情報から走行区間の特定を行い、直接利用者に対して、高速道路の利用料金を請求する運用が想定されている。そのためには、誤進入車両(現金車)の走行区間の把握が必要と考えられる。

当社が納入したFF-ETCでもETC専用化の試行運用が2022年から行われており、そこでは、誤進入車両(現金車)の走行区間の把握を目的として画像サーバに対して追加の機能改修を行っている。画像サーバは、新たに入り口の料金所NPカメラからもナンバープレート情報を取得することで、ETCのログが作られないETC車以外の現金車についてもナンバープレート情報を蓄積できるようにした。これによって、入り口と出口を通行した全ての車両に対して、ナンバープレート情報での走行区間の把握が可能になった。ETC専用化の運用イメージを図1に示す。

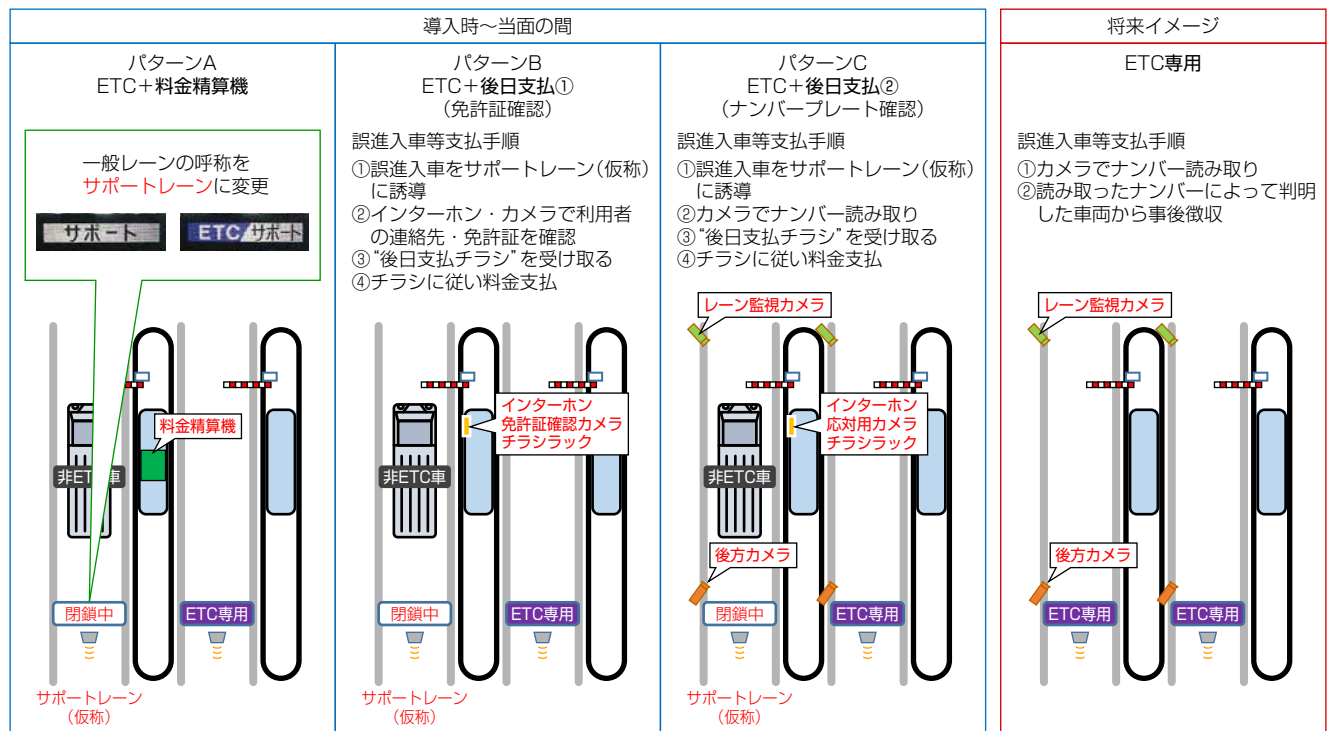


図1. ETC専用化運用イメージ

出典：国土交通省 ETC専用化等による料金所のキャッシュレス化・タッチレス化について<sup>(1)</sup>

## 4. ETC技術

### 4.1 ナンバープレート認識カメラ高度化

ETC専用化によるETC車以外の誤進入車両（現金車）の走行区間の把握，料金の事後請求を実現するには，ナンバープレート認識カメラでの確実なナンバープレート情報取得が必要である。一方，現状のナンバープレート認識カメラでは，逆光時や悪天候時にナンバープレートが検知できない課題がある。その補完として，ナンバープレート認識カメラとは別に設置する監視カメラの映像に対して，動体検知の機能追加によって，車両の捕捉率を向上させる開発を進めている（図2）。

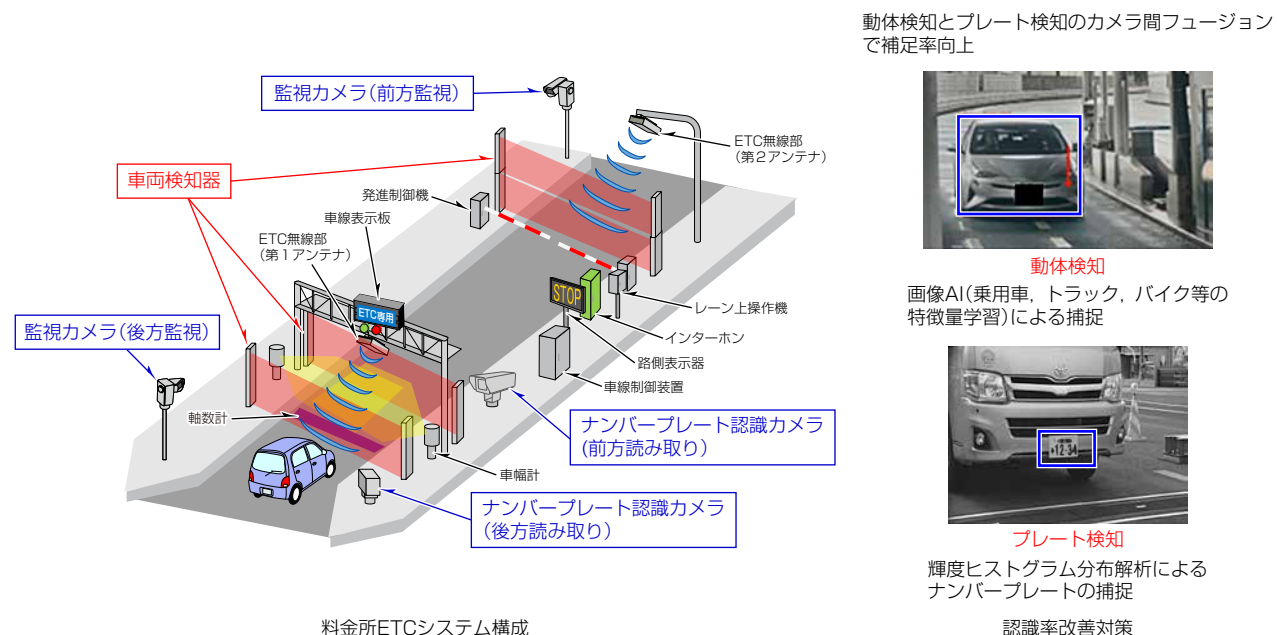


図2. ナンバープレート認識カメラ高度化

動体検知は、画像AI(乗用車、トラック、バイク等の特徴量の学習)によって動体を予測・検知する技術である。監視カメラの出力フレームごとに動体検知を行うことで、フレーム間の移動方向を識別して車両進入時の前後進を判定する機能や、料金所に入進してはいけない動体を識別する誤進入判定機能の検討も進めている。

また、従来のプレート検知処理についても輝度ヒストグラム分布解析によるナンバープレートの補足率向上を進めている。

## 4.2 ゲートレスETC

日本の高速道路では、2022年12月時点で約94%の車両がETCで、残り約6%が現金等で料金を支払っている。車両1台当たりの料金収受に必要な経費は、ETC車35円に対して現金車141円と試算されており、現金収受をなくした場合コストダウンを図ることができる<sup>(2)</sup>。3.3節に述べたとおり、ETC専用化の将来イメージでは、現金収受をなくするため、ナンバープレートをカメラで自動的に撮影・認識し、当該車両の利用者から、料金を事後請求することを目指している。

ETC専用化によって、現金収受の撤廃が実現されると、車両の一旦停止が不要なため、ゲートがある料金所ETCに変わってゲートレスETCとなるFF-ETCが主流になると考えられる。現金収受に必要な人員や設備のコストカットに加えて、高速道路本線上の料金所をゲートレス化することによって渋滞解消などが期待できる。この予測から、ゲートレスETCの拡大を見越して、要素技術の開発・評価を進めている。

ゲートレスETCの実現に向けての課題は、複数車線を車線変更する車両を個体識別できるセンシングを行い、ETC車載器とETC無線部間の通信(以下“路車間通信”という。)によって料金収受を行う車両の通信記録とセンシング結果とを確実に紐(ひも)づけてエビデンス化することである。そこで、路車間通信がどの車両と実施されたものであるかを測角アンテナで判定し、当該車両に登録されている車体形状が正しいものかをレーザー車両検知器で判定する。

ゲートレスETCのシステム構成を図3に示す。システムを構成する各機器はGPS(Global Positioning System)時刻で同期しており、レーザー車両検知器が複数レーン上での車両走行軌跡を把握する。当社採用のレーザーは、車両進行方向に45度の照射範囲を持っており、高速道路の門柱8m高に設置した際に8m長の観測エリアを持つことで、時速180kmで走行する車両も捕捉できる性能を持っている。

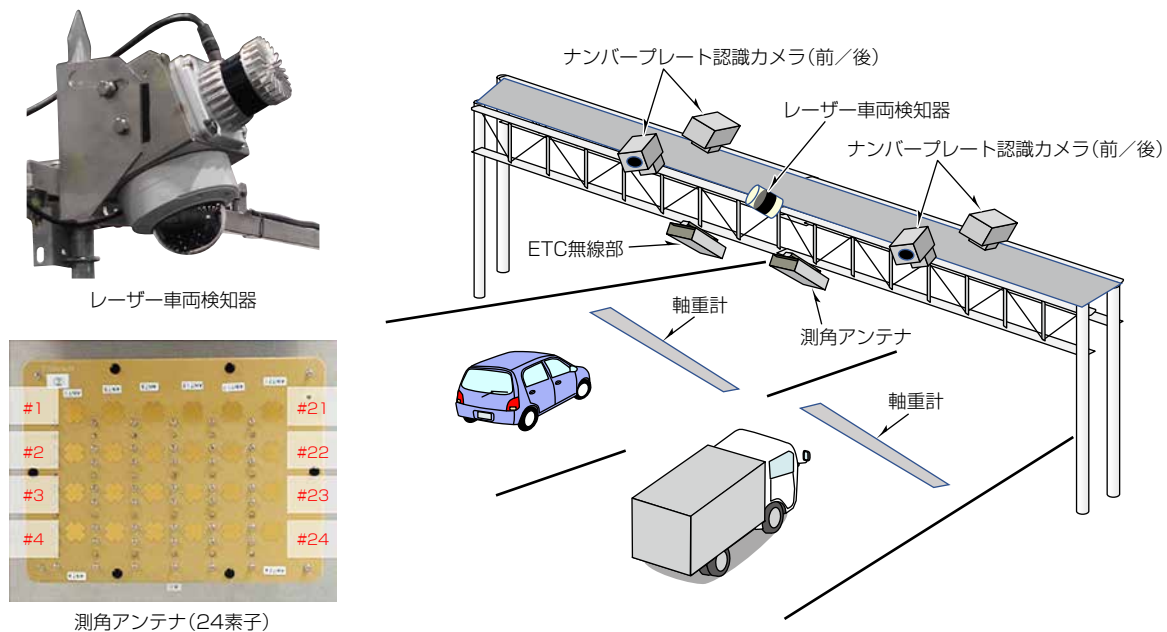


図3. ゲートレスETCシステム構成<sup>(3)</sup>

レーザー車両検知器によって車両が路車間通信地点に到着したと判定すると、ETC無線部の電波照射開始を制御する。測角アンテナは、24素子のパッチアンテナで構成しており、ETC車載器からの個別IDをキー情報として使用し、受信波の到来方向を部分空間法(MUSIC法)で測位する。最終的には、路車間通信した車両を測位結果によって識別し、レーザー車両検知器で計測した車体形状やナンバープレート認識カメラで取得したナンバープレート情報、軸重計で計測した車軸数などのセンシング結果を紐づけて通過記録としてエビデンス化する。



### 4.3 ETC多目的利用

2019年に高速道路以外の決済にETCを活用できる要綱が制定されたことを背景に、利便性向上や渋滞対策効果を目的に、駐車場やドライブスルーなどでのETC決済が検討されており、その実証実験が進められている。ETC多目的利用の特長は、ネットワークを用いて遠隔地に設置した情報処理機器で情報を一括処理することによって路側設備の初期導入費用を抑えた上で、管理者負担を減らせることである。さらに、利用者は車両に乗り込んだままタッチレス課金が可能になりサービス向上につながる。ETC多目的利用のシステム構成を図4に示す。

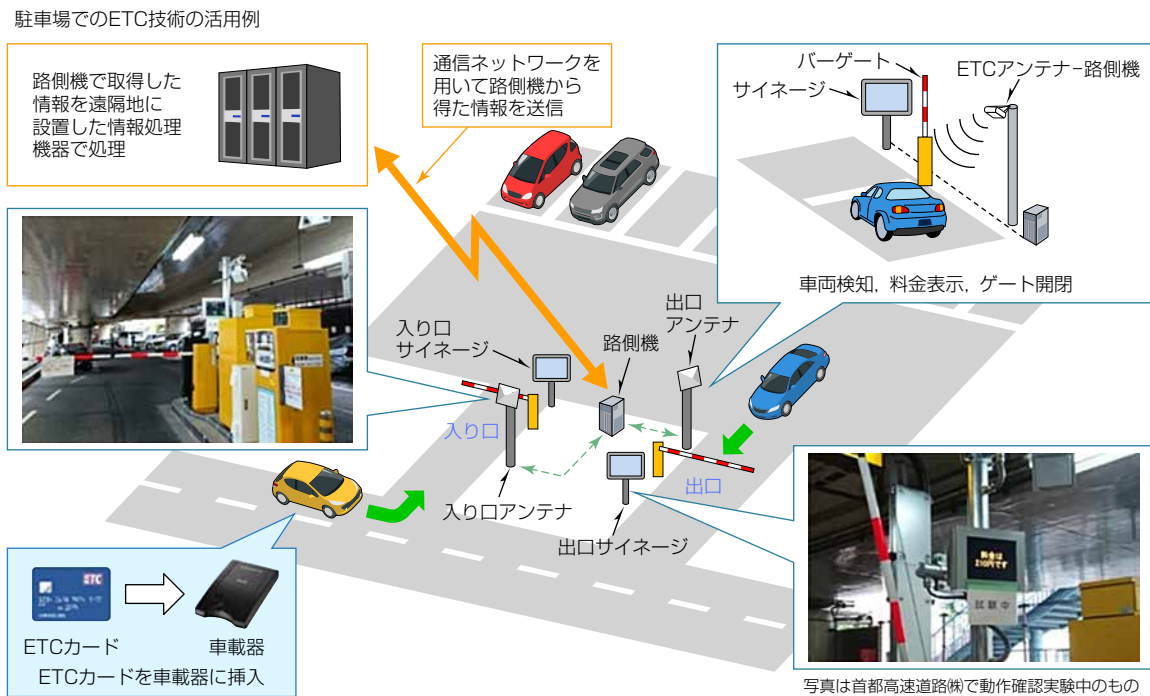


図4. ETC多目的利用システム構成<sup>(4)</sup>  
出典：国土交通省 ETC多目的利用サービス  
<https://www.mlit.go.jp/road/yuryo/etc/service.html>

当社は、ETC車載器にETCカード挿入忘れを通知するお知らせアンテナの開発実績やセキュリティー規格の変更対応実績などを持っており、サービス事業者とネットワーク型ETC装置の共同開発を行っている。

## 5. む す び

ETC専用化の本格導入に向けては、ナンバープレート認識カメラの認識率向上やゲートレスETCでの車種判別機能実現・精度向上など、技術課題も多い。またETC専用化以外にも、ETC多目的利用など高速道路以外でのETC決済サービスについて実証実験を行い、ETCシステムの更なる利用拡大・普及を目指している。試行運用から得られるETC利用者や道路事業者からのニーズに沿いながら、各種技術課題を解決し、便利な社会の実現に貢献していく。

## 参 考 文 献

- (1) 国土交通省：ETC専用化等による料金所のキャッシュレス化・タッチレス化について（2020）  
<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001378536.pdf>
- (2) 国土交通省：ETCの利用状況、導入効果等  
<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/pdf/7.pdf>
- (3) 中村 徹：国外における道路の課金制度について、交通工学，57，No.2，24～27（2022）
- (4) 国土交通省：ETC多目的利用システムの利用に関する要綱  
<https://www.mlit.go.jp/road/yuryo/etc/pdf/usage-summary.pdf>