

利便性と保守性を向上させた次世代ETC

Next-Generation ETC System with Enhanced Usability and Maintainability

草野 敦 岩淵 真悟

■KUSANO Atsushi ■IWABUCHI Shingo

わが国のETC (Electronic Toll Collection System : 自動料金收受システム) は運用開始から10年以上が経過し、次世代のETC (以下、ETC2Gと記す) へのリプレース時期を迎えている。この新しいシステムには、利便性や保守効率の向上を目指して数々の新機能が盛り込まれている。

その中でも東芝は、課金データや、車両データ、障害情報データ、システム運用データなどシステム稼働データを保全する仕組みを従来よりも強化した方式を開発した。更に、品質性能の向上を目指して、各種装置の動作を模擬するETCエミュレータを開発し、従来の開発環境では再現が難しかった実車走行を模擬した試験を可能にした。

More than 10 years have passed since the Electronic Toll Collection (ETC) system commenced operation in Japan. Replacement of the existing system with a next-generation ETC (ETC2G) system, which will have new functions aimed at the improvement of usability, maintainability, and so on, is planned.

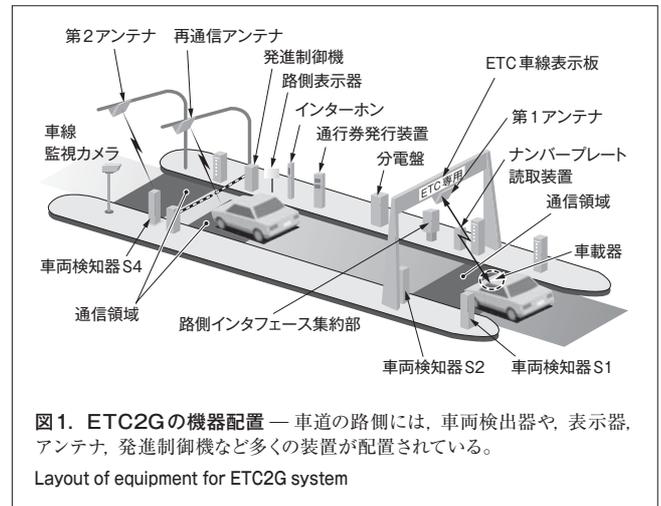
With these trends as a background, Toshiba has developed an enhanced data maintenance system for the ETC2G system to secure log data including billing data, vehicle and accident information, system operation data, and so on, offering improved functions compared with the current ETC system. We have also developed an ETC emulator to simulate various signals of each type of equipment in the ETC2G system when actual vehicles are running, in order to improve the system performance.

1 まえがき

ETCは、わが国で運用が開始されてから10年以上が経過した。現在では利用率が80%を超えており、非常に成功したシステムの一つと言える。しかし、導入当初には想定できなかった数々の問題を解決するため、機能改修を重ねて現在に至っている。今回リプレースの時期を迎え、ETC2Gには、過去の問題解決策を反映していることはもちろんのこと、更なるドライバーの利便性向上や道路事業者の保守性向上のために新機能が盛り込まれている。

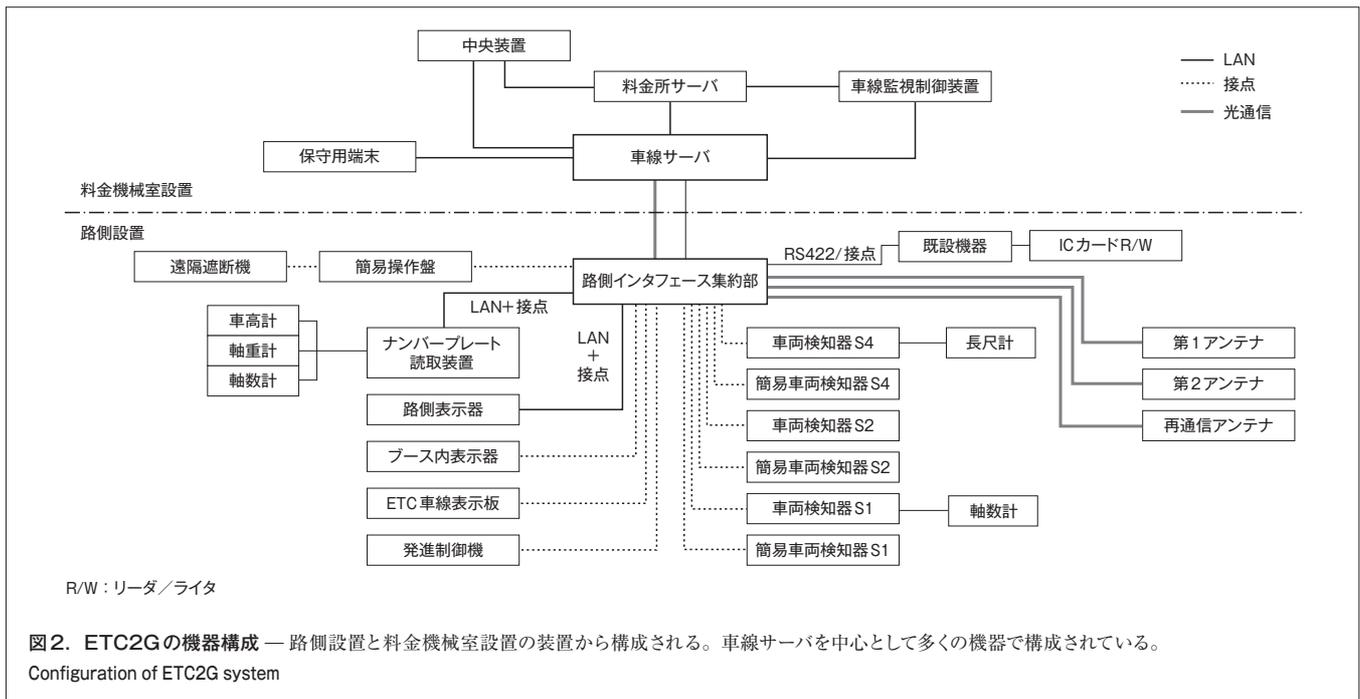
また東芝独自の取組みとして、ETC2Gのシステム全体に大きな影響を及ぼす重要なシステム稼働データの保全性を強化した。更に従来の工場試験環境や、テストコースでの実車走行では、走行回数が十分に取れないという点で品質性能の確認には限界があったが、今回、各種装置の動作を模擬するETCエミュレータを開発し、従来の開発環境では再現が難しい実車走行を模擬した試験を可能にした。

ここでは、ETC2Gの新機能と、当社独自の取組みとして利便性向上、保守性向上、データ保全の強化、及びETCエミュレータによる品質性能向上の4点について述べる。



2 ETC2Gの構成

ETC2Gの機器配置を図1に、システムの構成を図2に示す。ETC2Gの装置は、車道の路側に設置する装置(路側装置)と、料金所の事務所棟(料金機械室)に設置する装置がある。路側装置は、車両を検出する車両検知器や、誘導案内や処理結果を表示する表示器、無線通信を行うアンテナ、車両発進を制御する発進制御機(遮断機)、ドライバーとの通話用のインターホンや監視カメラなどから構成される。料金機械室の装



置は、路側装置の制御や料金計算などを処理する車線サーバ、中央装置と各種データを交換する料金所サーバ、及び収受員がシステムを監視するための車線監視制御装置から構成される。

ETC2Gの機器構成で従来からの主な変更は、車線サーバが従来の路側（屋外）設置から料金機械室（屋内）設置にされたことである。また、各装置とのインタフェースを行う機能が車線サーバから分離され、路側インタフェース集約部として新設された。このほかに、再通信用として路側無線装置が追加設置されるとともに、発進制御機なども個々に機能が追加されている。以下に、各装置の詳細や特徴について述べる。

3 ETC2Gの新機能

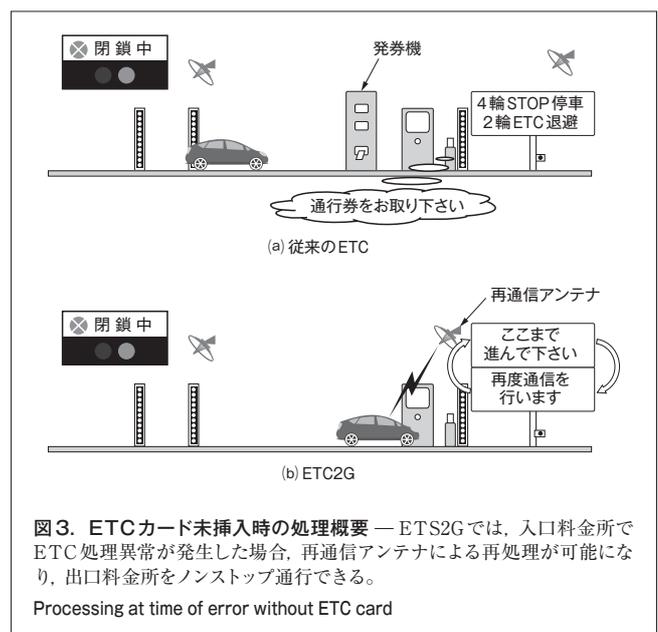
3.1 再通信アンテナによる利便性向上

従来システムでは、車両に搭載された車載器にETCカードが未挿入でETC処理異常があった場合、発進制御機のバーは閉じたままとり、ドライバーは入口料金所で通行券を受け取り、出口料金所でいったん停止し収受員による手続きを行うなど、ノンストップ処理を行うことができなかった（図3(a)）。

これに対してETC2Gでは、再通信アンテナを追加し、誘導案内とインターホンの機能を改善することで、入口料金所でのETC再処理が可能になり、出口料金所でETCレーンをノンストップで通行できる（図3(b)）。

3.2 車線サーバの構成変更による保守性向上

従来システムの車線サーバは路側に設置されていたが、ETC2Gでは車線サーバを料金所単位で料金機械室に集約し



た。更に、車線サーバから車両検知器などの路側装置とのインタフェース機能を分離し、路側インタフェース集約部として新設した。これらの改良により次のような効果が期待できる。

- (1) 車線サーバの屋内設置による保守作業性向上 屋外作業低減による保守員の安全性確保
 - (2) システム更新によるソフトウェア変更の作業性向上 1か所で料金所の全車線分の作業が完結
 - (3) 機能分離による路側機器の小型化 保守スペース拡大による作業性や料金所外観の改善
- 車線サーバのインタフェース機能を分離するため、装置間は

光通信で接続する。路側装置と機械室は、ケーブル配管ルート considering 最大2 kmのケーブル長に対応した。この光通信の採用により誘導雷の影響を受けないなど、雷が多い地域への設置も考慮されている。光通信にあたっては、高速シリアル通信回路を専用ハードウェア化して実装し、処理による通信遅延を最小化したことで、システムにおけるリアルタイム性能を確保した。更に、万一の装置異常や光回線異常の場合でも、路側装置がかってな動作をしないように配慮した設計になっている。

4 東芝独自の取組み

4.1 データ保全の強化

ETCは、クレジット情報をはじめとする個人情報を取り扱うシステムである。したがって、データは適切に管理され、かつ、万一の障害時においてもデータを確実に保全する必要がある。主な管理データは、次のとおりである。

- (1) 課金情報に関するデータ
- (2) システム運用に関するデータ
- (3) 車両管理に関するデータ
- (4) 障害情報に関するデータ
- (5) 機器動作に関するデータ

これらのデータは、疑義対応や、運用管理、保守業務などに使用されるため、データ保全を確実に行うことが高信頼性を求められるシステム運用にとっては欠かせない。

膨大なデータを保全するため、車線サーバにデータ保全専用ユニット（以下、ログ蓄積部と記す）を搭載した。更に、車線サーバの主制御部にログ記録部を実装したことにより、データ蓄積を多重化したシステムにした（図4）。

ログ蓄積部は、可搬型記憶媒体を搭載したことで容易にデータを取り出すことができる。一方、データのセキュリティを確保するため、データ暗号化機能を装備し暗号化したデータを可搬型記憶媒体に出力する（図5）。

主制御部とログ蓄積部はLANで接続され、各々が独立して動作可能なユニットとした。更に、主制御部にもログ記録部を実装したことで、主制御部が正常であれば、システム運用を

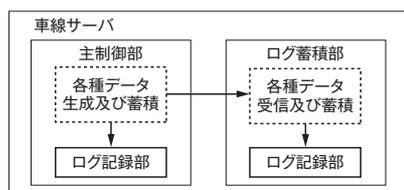


図4. 車線サーバのデータ管理 — 主制御部のログ記録に加え、膨大なデータを保全するためログ蓄積部を搭載した。

Block diagram of data management in lane server

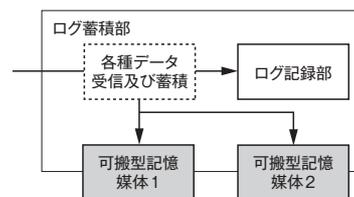


図5. ログ蓄積部内部データフロー図 — ログ蓄積部は、ログ記録部のほか、保守作業を考慮し可搬型記憶媒体を搭載した。

Data flow of log accumulation unit in lane server

継続できるため、LANやログ蓄積部の障害時においてもシステム運転を継続することが可能である。これにより、システムのロバスト性を向上させた。

主制御部は全てのデータを確実に記録する必要があるため、ETC2G専用のカスタム化を施したユニット開発を行った（図6）。ログ記録部は、電池でバックアップされた高速に動作するSRAM (Static RAM) を一次保存先とし、電源断でもデータを保持できるフラッシュ ROMを二次保存先とする、垂直多重化設計にした。更にメモリ部品の障害を考慮しそれぞれの媒体を2重化して、水平及び垂直に多重化したメモリ構成とした（図7）。

これにより、例えば短時間の電源断などで車線サーバが停止した場合でも、データは電池バックアップされたSRAMに保存されていることからデータ保全が可能である。また長時間の電源断後の復電の場合は、フラッシュ ROM及びログ蓄積部へ未送データを転送する設計にするなど、障害復旧後のデータ処理にも配慮した。

4.2 ETCエミュレータによる品質性能向上

ETCでは多様な形状の車両が不連続でETCレーンを通過する。渋滞時などは同一レーン内に複数車両が存在することもある。これらの車両を適切に管理し処理するため、図1に示したように複数の車両検知器が配置されている。更に車両の

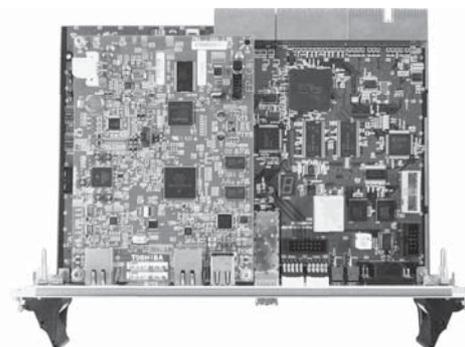
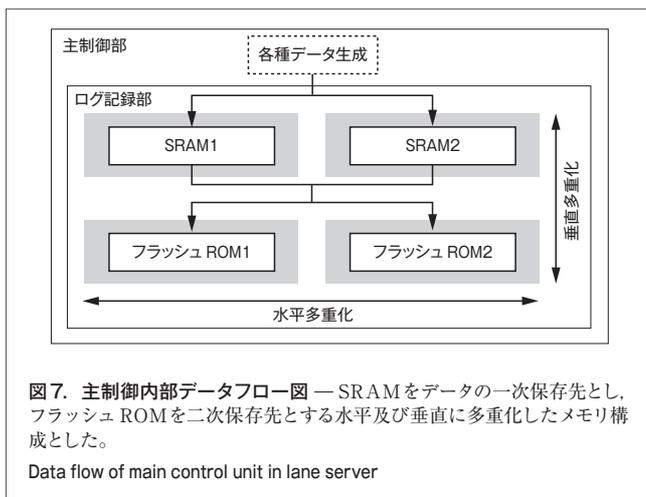


図6. 主制御部カスタム基板 — 産業用システムのバス規格の一つであるc-PCI (Compact Peripheral Components Interconnect) に準拠している。

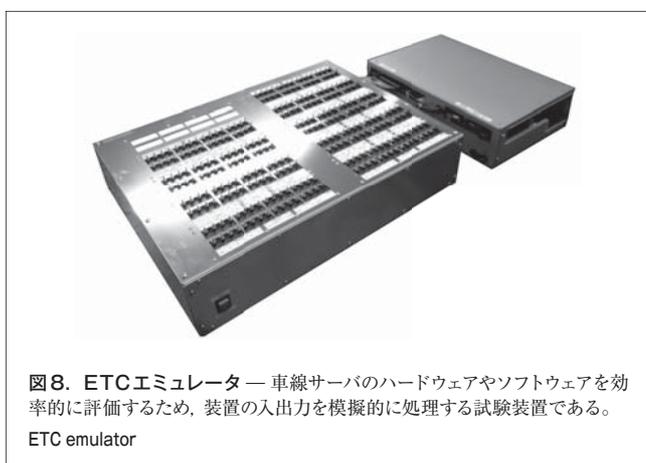
Printed circuit board of main control unit



誘導案内や処理結果を通知するために、路側表示器や発進制御機が配置されている。ETCの処理を行うとき、多くの機器から様々な条件の、不連続で非同期の膨大なデータがインタフェース集約部を介して車線サーバに入力される。そして、それらのデータを表示器にタイミングよく出力する必要がある。

従来はこれらの試験のためにテストコースで実車走行試験を行っていたが、タイミングなどの再現性に乏しく、想定外の条件を必要な回数発生させることは難しかった。そこで今回、車線サーバのハードウェアやソフトウェアを効率的に評価するためにETCエミュレータを開発した(図8)。ETCエミュレータは、各装置の入出力を模擬的に処理する装置であり、次のような機能を搭載した。

- (1) 入出力編集機能 実車による走行試験が難しい場合に用いる。例えば、時速80 kmの車両走行試験や、それが2台、3台と続く場合、更に車間が狭かったり広かったりしたとき、異常ETC車が混在して通過したときの試験など、危険な実車走行試験を避けて検証できる。
- (2) 稼働ログの再生機能 実車走行を実施した際、異常な結果が出力がされた場合の検証や解析に用いる。実



車走行によって得られる稼働ログを利用して、それを再生する機能である。実車の場合、まったく同じ条件の再現は困難であったが、この機能を用いることで再現性のある繰り返し試験ができる。

- (3) 装置の出荷検査機能 車線サーバの製造時、機能検査を実施するために用いる。エミュレータ機能を利用し全ての入出力ポートの機能確認を自動化することができる。また、異常が確認された場合は異常部位の表示を行うことが可能で、速やかに修繕することができる。
- (4) 連続模擬走行試験機能 ETCエミュレータの活用として、連続エージング試験が実施できる。テストコースでの実車走行で長時間のエージング試験を実施しようとした場合、膨大な時間が必要になる。しかも車種や走行パターンに限られ、十分な試験パターンとエージング時間による信頼性評価が難しい。ETCエミュレータを使用することで、24時間、昼夜連続での無人運転が可能になり、より実稼働状況に近い条件で試験することができる。

5 あとがき

ETC2Gは、利便性向上や保守性向上が盛り込まれたシステムである。更に当社独自の取組みとして、データの保全性強化のために記憶領域の垂直及び水平多重化を行った。これにより、システム稼働データの確実な保存が可能になり、システム障害や電源障害の際でも保存データが影響を受けないロバスト性の高いシステムとなっている。また、品質性能向上を目指して、ETCエミュレータによる模擬走行試験を可能にした。これにより、実車では極めてまれな走行や、異常状態の連続したケースを模擬することで、更なる品質向上につなげていく。

当社は、ETS2Gを今後10年運用できるシステムにしていくため、ここで述べた機能や取組みのほか、いっそうの性能及び品質の向上に取り組んでいく。

文献

- (1) 深沢一夫 他. 運用性を考慮したETC路側システム. 東芝レビュー. 57, 6, 2002, p.54 - 57.



草野 敦 KUSANO Atsushi

社会インフラシステム社 小向事業所 SAハードウェア設計部
主務。ETC及びITSの開発に従事。
Komukai Complex



岩淵 真悟 IWABUCHI Shingo

社会インフラシステム社 小向事業所 SAソフトウェア設計部。
ETC及びITSの開発に従事。
Komukai Complex