

信頼性と拡張性を備えた新型自動改札機 EG-5000

EG-5000 Automatic Ticket Gate with High Reliability and Scalability

森田 秀則 鈴木 隆雄

■ MORITA Hidenori ■ SUZUKI Takao

鉄道の乗車券システムは、ICカードの普及に伴いこの10年間で大きく変化した。定期券で乗り越したとき、従来は定期券とSFカード^(注1)の2枚の磁気化券を自動改札機で処理する必要があったが、現在は1枚のIC乗車券で処理できる。更に、鉄道会社間での相互利用範囲の拡大やオートチャージ^(注2)などの追加機能により、旅客の利便性が年々向上している。

東芝は、こうした背景から、現行自動改札機の基本性能を改良して新型自動改札機EG-5000を開発し、磁気化券とIC乗車券の処理を備えたIC磁気併用機とIC乗車券の処理に特化したIC専用機をラインアップした。現行自動改札機に比べ、起動時間を短縮させ、消費電力を20~30%ほど低減させるとともに、今後のIC乗車券の機能アップに対応できるようにした。また、IC専用機では、アンテナ部と表示部を旅客進入口寄りに配置し、IC乗車券のタッチ操作性や案内表示の視認性を向上させている。

As a consequence of the wide dissemination of integrated circuit (IC) cards over the past decade, railway ticketing systems have become more convenient for passengers with the improvement of automatic ticket gates at train stations. For example, if holders of commuter passes travel to a station beyond the designated station, they can now pass through the station's automatic ticket gate simply by using one IC ticket instead of the previously required commuter pass plus stored fare (SF) card. Furthermore, the mutually available area among multiple railways has been expanding, and upgraded functions such as automatic charging have been steadily incorporated into such systems.

With this as a background, Toshiba has developed the new EG-5000 automatic ticket gate. The EG-5000 possesses the flexibility to handle functional upgrades of IC tickets and offers improvements in basic performance compared with conventional automatic ticket gates, including shorter startup time, lower power consumption, and enhanced user interfaces.

1 まえがき

約10年前に開発した現行自動改札機は、定期券やSFカードなど磁気化券を複数枚処理できることで、自動精算や不正乗車チェックの機能を実現していた。更に近年ではこれらの機能に加えて、IC乗車券の技術を取り入れて利便性がいっそう向上している。IC乗車券の利用率は、全国的に増加しているが地域間でばらつきがあり、従来の磁気化券の処理も必要な地域が多い。

そのような背景のなかで、次の4点を基本方針として、新型自動改札機EG-5000を開発した(図1)。

- (1) IC乗車券と磁気化券の両方の処理ができる現行自動改札機の機能を引き続き踏襲し、IC乗車券の利用率の増加に配慮する。
- (2) CPU性能向上などの基本性能を改良するとともに、拡張性を持たせ、地球環境にも配慮する。
- (3) 新旧の自動改札機の併用を考慮して、アプリケーションソフトウェアの流用性を向上させ、そのうえで機能改善を図る。
- (4) 今後の機能追加に備えて、拡張性に富む新しい開発環境を導入する。

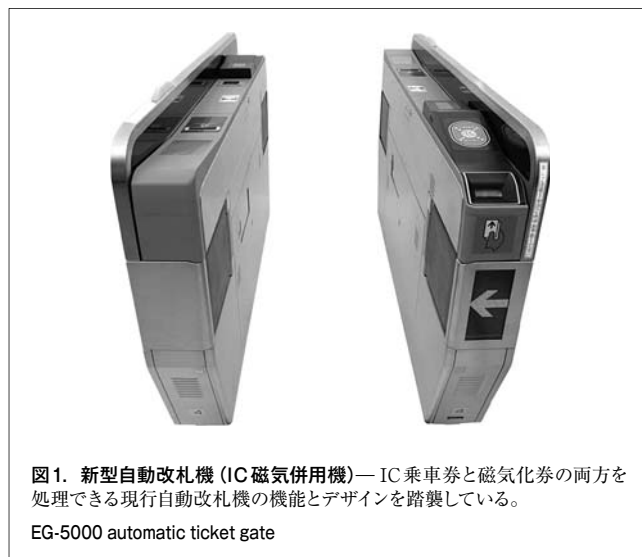


図1. 新型自動改札機(IC磁気併用機)—IC乗車券と磁気化券の両方を処理できる現行自動改札機の機能とデザインを踏襲している。

EG-5000 automatic ticket gate

ここでは、これらの基本方針を基に行った具体的な施策などについて述べる。

(注1) 運賃を貯めておくストアードフェアシステムを利用できる乗車カード。
 (注2) ICカード内の残額が一定額以下となった場合、自動改札機での入場時に自動入金する機能。実際には、オートチャージの設定がなされたICカードに限ってこの機能が有効になる。

2 IC乗車券の利用率増加に対する配慮

新型自動改札機を開発するにあたって、IC乗車券の利用率が高くなる傾向を踏まえ、旅客のIC乗車券の使いやすさを考慮した。

2.1 IC乗車券の使いやすさ

今回開発した自動改札機では、現行自動改札機と同様に、磁気化券の複数枚処理とIC乗車券の処理の両方を備えた“IC磁気併用機”と、IC乗車券の処理に特化した“IC専用機”の2タイプをラインアップした。

IC磁気併用機は、磁気化券の投入口や取出口を設けるため、IC乗車券のアンテナ部や旅客用表示部の設置場所に制約があるが、IC専用機ではその制約がないため、IC乗車券の使いやすさに配慮して、アンテナ部及び旅客用表示部を旅客進入口寄りに配置した。これによって、IC乗車券のタッチ操作性や案内表示の視認性が向上した(図2)。

2.2 IC乗車券操作の統一化

IC専用機とIC磁気併用機では、床面からのアンテナ部の高さや傾きの角度を同一にした。

これによって、IC専用機とIC磁気併用機を同じ改札口に混在して設置しても、IC乗車券のタッチ操作の統一性を確保できるようになった。

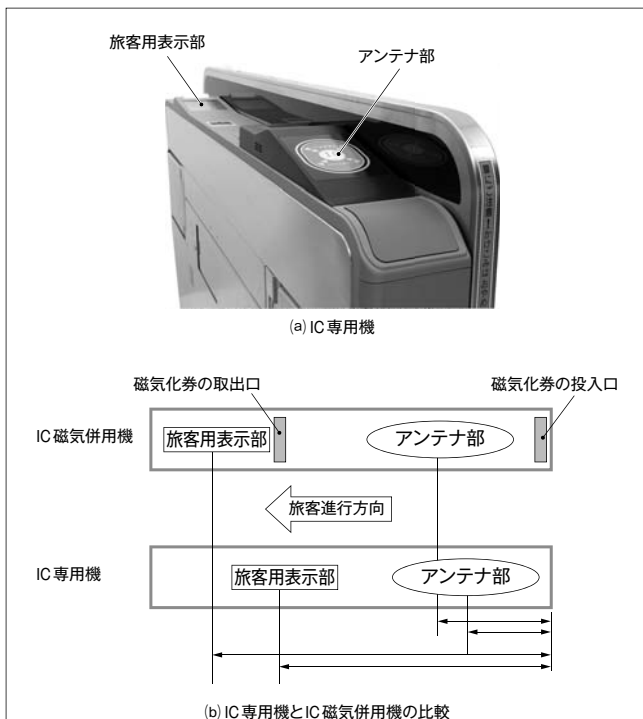


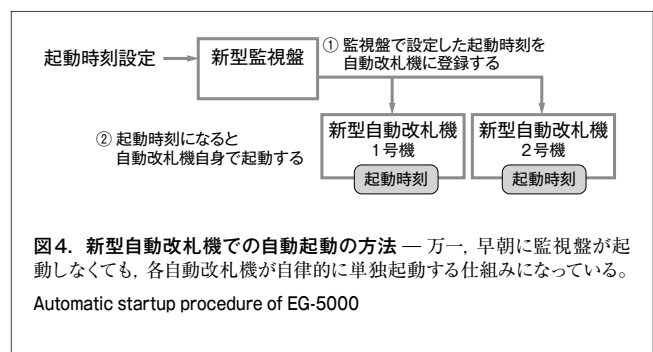
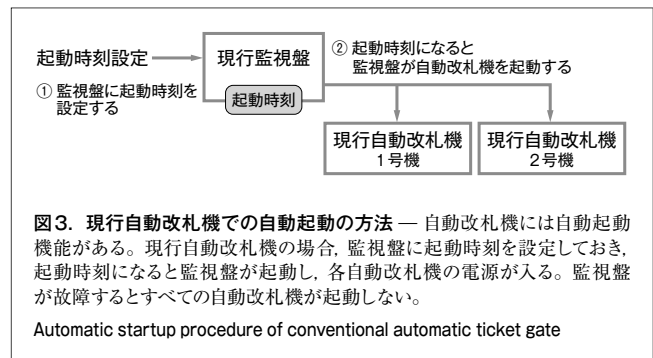
図2. 新型IC専用機のアンテナ部と旅客用表示部 — IC磁気併用機に比べて、アンテナ部と旅客用表示部を旅客進入口寄りに配置し、IC乗車券のタッチ操作性や案内表示の視認性を向上させている。

Antenna position and information display unit of EG-5000 for dedicated IC card use

2.3 導入エリア拡大への考慮

IC乗車券の利用率が高まるに伴い、IC乗車券を利用できる地域も拡大している。それらの地域には無人駅も多く、また寒冷地であるなど設置環境面も厳しい場合がある。自動改札機は監視盤からの指令によって起動する仕組みとなっている(図3)が、これまで、監視盤自体が起動せず、自動改札機が起動しないという問題が地方駅で発生することがあった。そこで、新型の自動改札機及び監視盤にはそれぞれ、次の対策を実施した。

- (1) 自動改札機
 - (a) 電源用CPUに起動時刻を設定できるようにし、監視盤故障時も自動的に起動する仕組みを搭載(図4)
 - (b) 自動暖気運転機能と暖気運転開始温度の設定機能を搭載
- (2) 監視盤
 - (a) SCSI (Small Computer System Interface) タイプのHDD (Hard Disk Drive) から信頼性が高いSSD (Solid State Drive) に変更
 - (b) 電源オフ時の自動暖気運転機能を搭載



3 基本性能の改良と環境への配慮

3.1 起動時間の短縮化

自動改札機及び監視盤は、日々の業務での電源起動操作だけでなく、保守作業などによって電源を再起動させることも多く、起動時間の短縮化が要望されていた。新型の自動改札

機及び監視盤ではOS（基本ソフトウェア）の変更とCPUの性能向上によって起動時間を短縮しているが、それ以外にも次のような工夫によって起動時間を短くしている。

- (1) 主制御部は、BIOS（Basic Input Output System）及びOSの両方で不要な機能とサービスを削除するなど組み込みソフトウェアとして特化したカスタマイズを行った。
- (2) 搬送部は複雑な機構を持つため、電源を入れた後、安定稼働までのエイジング処理が必要である。このエイジング処理をアプリケーション起動後に実施していたが、BIOS処理内で起動するよう改善した。

これらによって、現行の自動改札機及び監視盤それぞれで60秒以上かかっていた起動時間は、新型の自動改札機及び監視盤では約45秒になった。

3.2 地球環境への配慮

CPU基板や旅客用表示部バックライトのLED（発光ダイオード）化など省エネ電気部品の採用によって、消費電力は現行の自動改札機及び監視盤に比べ次のように低減している。

- (1) 新型自動改札機の消費電力
 - (a) 待機時：現行機に比べ約35%低減
 - (b) 稼働時：現行機に比べ約20%低減
- (2) 新型監視盤の消費電力

現行機に比べ約30%低減

3.3 監視盤の信頼性と小型化

監視盤が持つ主な機能として、自動改札機の電源操作や状態の表示と、自動改札機で発生したSFカードの利用データなどの上位システムへの送信が挙げられる。監視盤を利用する鉄道事業者から、SFカードの利用データ保持に対する高い信頼性の確保と、一般的に狭い駅改札口に設置できるよう省スペース化を求められていた。

そこで、SFカードの利用データの二重化やECC（Error Check-



図5. 新型監視盤 — 操作部と制御部が一体化された新型監視盤は、現行監視盤に比べ体積が約1/3になっており、本体を駅改札口のカウンタ上に設置できる。

Monitoring panel of EG-5000

表1. 監視盤外形寸法の比較

Comparison of outline dimensions of conventional and newly developed monitoring panels

監視盤		外形寸法
新型監視盤		370（幅）×164（高さ）×260（奥行き）mm
現行監視盤	操作部	370（幅）×109（高さ）×250（奥行き）mm
	制御部	210（幅）×410（高さ）×410（奥行き）mm

ing and Correcting) メモリによるデータチェックを採用するなど高い信頼性を確保した。

また、現行監視盤は、自動改札機の遠隔操作や状態監視を行う操作部と、自動改札機及び上位システムと通信する制御部に分かれていた。新型監視盤では、これらの装置を一体化するなどして（図5）、体積比で現行監視盤の約1/3まで小型化できた（表1）。

現行監視盤の制御部は駅改札口のカウンタ下の床面に設置されることが多い。このため、係員の足元が狭くなるばかりかほこりも多く、駅改札口は監視盤の設置環境としてふさわしくなかった。新型監視盤では、本体を駅改札口カウンタ上に置けるようになり、これらのデメリットを改善できた。

4 アプリケーションソフトウェアの流用性向上

自動改札機は、一般に設置開始から数年間かけて全駅に導入され、新旧の自動改札機が併用される期間が長い。また、こうした更新期間内であっても鉄道事業者の要望によるソフトウェア変更が発生する可能性が高い。そのため、現行自動改札機から新型自動改札機へのソフトウェア流用性を高めることで導入コストを低減することは、新型自動改札機の開発にとって極めて重要な要件であった。

4.1 アプリケーション層の各インタフェースの共通化

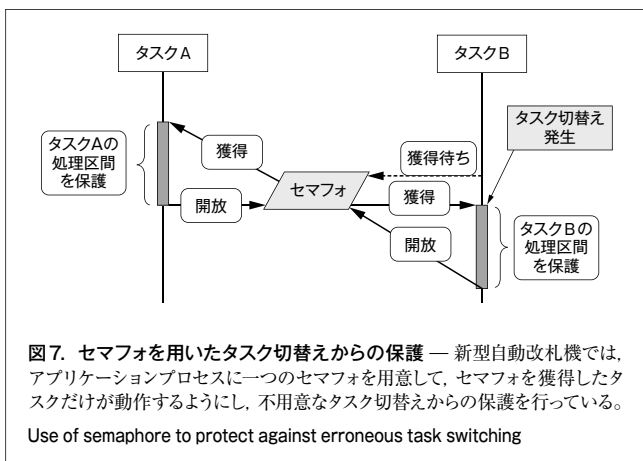
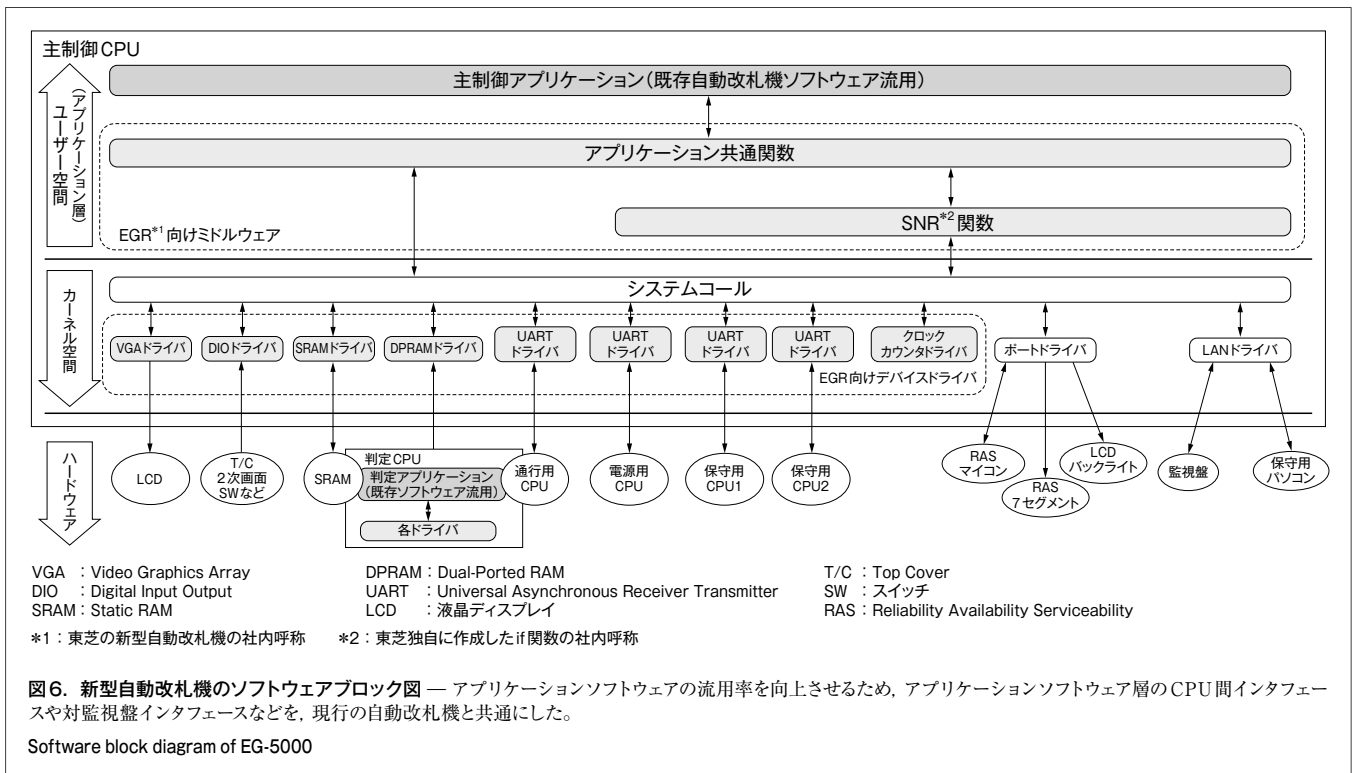
現行自動改札機の開発から10年以上が経過しており、開発環境を維持することも困難になったため、新型自動改札機では、各種基板を中心としたプラットフォームを全面的に見直した。

これに対し、アプリケーションソフトウェアの流用率を向上させるため、CPU間インタフェースや対監視盤インタフェースなどアプリケーション層の各インタフェースを現行自動改札機と共通化した（図6）。

インタフェースの共通化によって、現行自動改札機のハードウェアを用いて新型自動改札機のアプリケーションソフトウェアのデバッグを行えるというメリットがあった。今回、ソフトウェアとハードウェアの開発を同時並行的に行うコンカレント開発を実現し、開発期間も短縮した。

4.2 タスク切替えからの保護

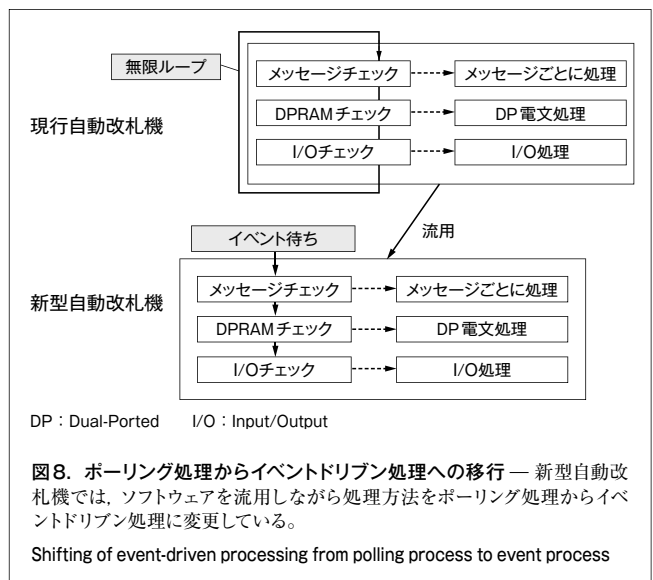
現行自動改札機は、優先度ベースのスケジューラを採用しており、最高優先度のタスクがCPUを占有して一連の処理を行



えることから、アプリケーション自体でタスク切替を実現していた。今回、新型自動改札機ではFIFO (First-In First-Out) スケジューリングポリシーを採用しても、システムコールやドライバコールを発行した場合、自動的に再スケジューリングが行われてほかのタスクに切り替わってしまい、設計どおりの動作が実現できない可能性があった。

この問題に対し、アプリケーションプロセスに一つのセマフォ^(注3)を用意し、セマフォを獲得したタスクだけが動作するようにして不用意なタスク切替からの保護を実現した。これによって、設計どおりの動作が可能になった(図7)。

(注3) 並行して動作しているプロセス間で同期を取ったり、割り込み処理の制御を行う機構。



4.3 イベントドリブン処理

現行自動改札機では、更に前世代の自動改札機の処理を継承している部分も多い。その一つとして、イベント管理方式があり、ポーリングによる検知処理を行っているタスクがあった。しかし、新型自動改札機では、1 GHzクラスのCPUを使用するため、ポーリング処理のままでは、CPU稼働率が上がってしまい、消費電力への影響や、温度上昇に起因する熱暴走が起こる危険性もあった。

そのため、ポーリング処理を行っていたすべてのタスクをイベントドリブン処理に変更することで、それらを防止した(図8)。

5 拡張性

5.1 情報発信や情報収集への機能拡張

新型自動改札機では、情報の発信や収集などの機能拡張を目的に接続機器追加用として三つの予備チャンネルを設けた。接続機器拡張の例として、自動改札機に広告用表示器を取り付けることで、企業広告の表示や鉄道事業者からのメッセージなどの情報発信ができる。また、カメラを取り付けることで、旅客が所持する乗車券情報のほかに、旅客の画像データを記録し、従来よりも多くの情報を収集できる(図9)。

5.2 新規の技術とハードウェアへの拡張

自動改札機は、10年以上もの期間をかけて導入されるため、保守期間が非常に長くなる。現行自動改札機では電子部品の製造中止に対処できないことや、鉄道事業者の要望に応じた技術を導入できないなどの問題があった。

新型自動改札機では、これらの問題を解決するため、オープンソースによる新規技術の導入と、市販ハードウェアドライバの入手の容易化を目的とし、汎用OSであるLinux^(注4)(Debian)を採用した。

新規技術の一例として、暗号化通信(IPsec: Security Architecture for Internet Protocol)の対応がある。鉄道事業者では、IC乗車券の取扱いデータのセキュリティ性に関する独自の規程化を進めており、暗号通信処理を持つLinuxを採用したことによって、これらの要望に対応できると考えている。



(注4) Linuxは、Linus Torvalds氏の米国及びその他の国における登録商標。

6 あとがき

東芝は、現行自動改札機の機能を引き続き踏襲し、更にIC乗車券時代に求められる信頼性や拡張性を兼ね備えた新型自動改札機を開発した。

今後も進化を続ける駅務システムの中核機器として、定期券発行機などの出札機器や収入管理などを行う上位システムとともに、自動改札機の機能アップや更新を図り、更なる新機能や新サービスを提供する次世代の駅務システムを提案していく。



森田 秀則 MORITA Hidenori
社会システム社 小向工場 SAソフトウェア設計部主査。
駅務機器のソフトウェア開発に従事。
Komukai Operations



鈴木 隆雄 SUZUKI Takao
社会システム社 セキュリティ・自動化システム事業部 交通自動機器システム技術部主務。駅務機器のシステムエンジニアリング業務に従事。
Security & Automation Systems Div.