

複数枚処理機能を持つ新型自動改札機

New Automatic Gate Machine with Multi-ticket Processing Function

宮下 武彦
MIYASHITA Takehiko

今塚 勝雄
IMAZUKA Katsuo

高橋 誠
TAKAHASHI Makoto

自動改札機がわが国に導入されてから約30年がたった。これまでに関西中心に普及した自動改札機も、10年前に開発した第3世代機から急速に関東にも普及し、更に新幹線にも自動改札機が導入されるに至り、大都市近郊の主な公・民営鉄道及びJR各社の全国主要駅への自動改札機導入は最終段階に達していると思われる。そのような状況のなかで、鉄道各社は利用者へのストアードフェア(SF)カードを用いたサービス向上と正規運賃收受のため、不正乗車の取締りに力を入れている。開発した第4世代の自動改札機は、鉄道事業者の多様なニーズにこたえ、次世代の新しい乗車券システムに対応するために高機能と高性能を実現した。

Automatic gate machines were first introduced in Japan about 30 years ago. Although they spread mainly in the Kansai region in the early stage, they have rapidly become common facilities in the Kanto region as well since the development of the third-generation machines 10 years ago. Nowadays, main Japan Railway (JR) stations across the nation are equipped with these gate machines, as are other public and private railway stations around metropolitan areas. JR recently introduced special automatic gate machines even for the Shinkansen ("Bullet Train").

These developments indicate that railway companies' initial plans for the deployment of gate machines have almost been achieved. Now, their next goals are to realize significantly enhanced customer satisfaction through the use of stored fare cards, and to eliminate fraudulent avoidance of fare payment.

We have therefore developed the fourth-generation automatic gate machine to meet the various needs of railway companies and to respond to the trend toward smart cards with advanced performance.

1 まえがき

現行の第3世代自動改札機は、高密度磁気記録と券面印刷技術の導入によってSFカードの処理を可能とした。更に関西では、鉄道各社が共通でSFカードを利用できるシステムを構築したことで、旅客への利便性が大いに高まった。新型の自動改札機(図1)では、ひとりの旅客が最高3枚の乗車券を一括して投入し、同時処理が可能な複数枚処理機能を開発した。この機能によって、SFカードと他の乗車券の併用による自動精算機能という利用者へのいっそうの利便性向上と、複数枚の乗車券併用による乗車の連続性を判断することによって、確実な入出場チェック(キセル乗車防止)の機能を備えることになった。

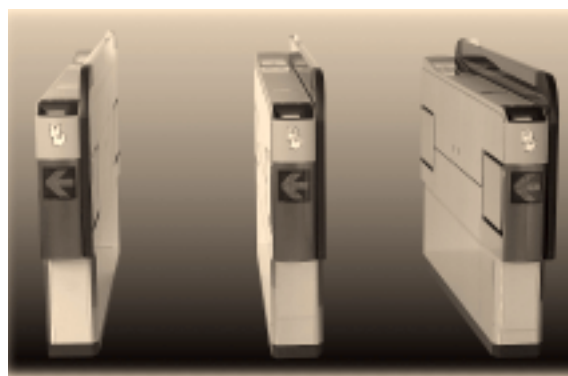


図1 改札機外観 高さが約200mm低くなり、開放感のある低いプロポーシヨンの改札機になった。
Low-profile gate machine cabinets

2 技術的経緯

鉄道事業者から要望のあった改札機での複数枚一括処理に関して、当社は1997年に東海道新幹線用自動改札機を開発し、そのときに乗車券と特急券など最高4枚の乗車券を一括処理可能な複数枚処理機能を開発した実績を持っている。しかし、新幹線改札機は全長が2.3mあり、在来線用としては、現行の全長1.6m程度のコンパクトな改札機を開発

する必要があった。また、大都市近郊での大量な旅客を処理するために、1枚処理が現行改札機同等の性能になることはもちろん、複数枚処理においても全体の旅客流動に影響を与えないように、いっそう高速化する必要があった。また、97年に運輸省管轄の汎用乗車券技術研究組合が設立され、無線ICカードに関する標準化を目指した開発と1年にわたる実証実験が行われた。その研究成果に基づいて、鉄

道事業者からも次世代の乗車券として無線ICカードの導入への要求が高まってきた。

3 新機能

新型自動改札機は、従来の自動改札機に対する旅客と鉄道事業者の要求にこたえて、下記のような新技術を導入及び開発した。

3.1 鉄道事業者ニーズへの対応

- (1) 低いプロポーシヨンの筐体(きょうたい) 改札口の開放感を高め、駅舎のイメージを変えたいという事業者ニーズがあり、旅客通行認識のためのセンサが収納されている人間検知バー(上部センサ部)の高さを従来の1,250 mmから大幅に下げて1,005 mmとした。
- (2) 複数枚乗車券の連続性判定 キセル防止のために、入出場チェック機能を強化するにあたり、普通キップで乗車し定期券で出場するような、複数の乗車券の乗車区間が連続することを判定する仕組みが必要となった。そこで、1乗車に使用した複数の乗車券を自動改札機に一括投入し、その区間の連続性をチェックし、入場記録の有無と連続性、組合せの整合性がすべて確認されたときに有効と認める機能を盛り込んだ。
- (3) 券詰まり位置のグラフィック表示 券詰まりが発生すると、その位置を案内表示器上にグラフィック表示し、券の停止位置を容易に確認できるようにした。更に、その他の各種異常に対して、異常内容を詳細化するとともに、処置方法を示すなどサポート機能を充実した。

3.2 旅客の利便性向上

- (1) 通路幅の拡大 筐体幅を従来の200 mmから180 mmに縮小し、従来と同じ設置スペースで通路幅を従来の550 mmから590 mmに拡大した。これにより、ベビーカーや大きな手荷物を持つ旅客の通行が容易になった。
- (2) 案内表示のグラフィックス化 乗車券取出口付近の案内表示器は、従来プラズマディスプレイに「このきっぷは使用できません」などの文字を表示していたが、代わりに6.5インチのカラーグラフィックディスプレイを採用し、案内する内容をピクトグラムでの表示とした。これにより、視認性が向上し案内に対する認識が容易になった(図2)。
- (3) ドアのソフト制御 ドアは、従来から柔軟性の高い材料を用いて安全性を確保していたが、単純な回転動作のために、時には見た目には不安感があった。そこで、ドアの動作速度を最初は早く、途中から徐々に減速するソフト制御を採用し、より安全でやさしいイメージのドア動作を実現した。



図2. 案内表示 ピクトグラムにより視認性を向上させた。
Graphical passenger display

- (4) 自動精算機能 定期券などで乗越しをしたとき、従来は精算窓口や自動精算機で不足金を支払っていたが、乗車券とSFカードを同時投入することにより、自動的に不足金額をSFカードから引き去る処理を行う。

4 性能向上

4.1 搬送部

搬送部は、最高3枚までの乗車券を処理するために、従来機能に加えて分離部と保留部を設ける必要があるが、筐体長を従来機と同等に抑えるために、搬送路長も従来機並でなければならない。そこで、分離部、整列部などの主要ユニットを小型化したほか、磁気処理部の読取りヘッドから書込みヘッドまでの距離を短縮した(図3)。また、搬送速度を従来機の2 m/sから2.5 m/sに高速化し、その結果、表1のような処理時間を達成することができた。

表1. 複数枚搬送部の処理時間
Ticket processing times of multi-ticket transport

券の組合せ	処理時間(s)	条件
定期券 1 枚	0.6	
普通券 1 枚	0.8	パンチあり
SFカード 1 枚	1.0	印字・パンチあり
定期券 + 普通券	1.1	普通券集札
定期券 + SFカード	1.5	印字・パンチあり
定期券 2 枚 + 普通券	1.6	普通券集札
定期券 2 枚 + SFカード	2.0	印字・パンチあり

4.1.1 分離部 分離部は2個のパルスモータを持ち、一方が順方向送り用ローラを駆動し、もう一方を逆転ローラ駆動用としている。送りローラと逆転ローラは対向して配置され、一定のすき間を持たせるように調整される。投入された乗車券は、厚さ検知センサで1枚か2枚以上かを検

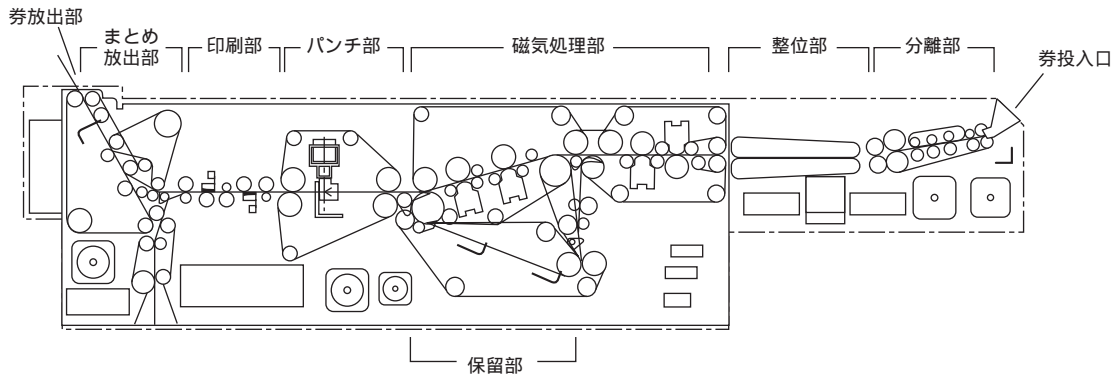


図3．搬送部レイアウト 複数枚処理用機構を搭載し、従来機並みの搬送路長を実現した。
Transport layout

出し、1枚のときには順方向のモータだけ駆動し、2枚以上のときに逆転用モータを起動して2枚を分離させる。1枚が整列部に入ると送りローラを停止させて2枚目の券を待機させ、適当なタイミングで送り出す。このように、非常に単純な原理で券を分離させるために、周囲の温度やローラの摩耗にかかわらずローラのすき間を一定の値に保つ必要がある。そのためにすき間を一定に保持するための自動調整機構を組み込んだ。これにより、新幹線自動改札機用のものに比べて分離部長を2/3に短縮した(図4)。

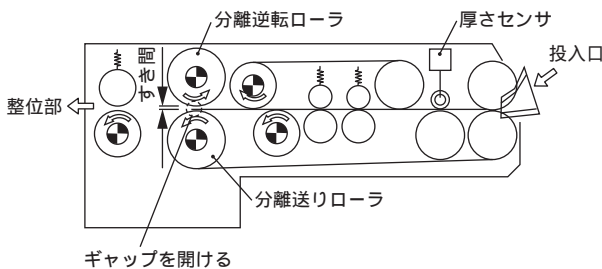


図4．分離部 厚さセンサで投入券枚数を検知し、分離ローラを逆転させて乗車券を分離する。
Ticket separation mechanism

4.1.2 整位部 整位部は、定期券のような大型の乗車券とキップを磁気処理可能な形に整位する機構であるが、整位ガイドの動作度が整位部の長さを決定する一番大きな要素である。そこで、高速で動作させるために、特殊なロータリソレノイドで整位ガイドをダイレクトドライブする方式を採用し、整位部長を従来の2/3に短縮した。

4.1.3 磁気処理部 自動改札機は従来から乗車券の表裏投入を認めるために、読取り、書込み、確認の各磁気ヘッドを上下に配置し、全部で6個のヘッドを持っていた。新型機では最初の読取りヘッドと書込みヘッドの間に乗車券の表裏を反転するための反転部を設けることで、すべて

の乗車券を表にそろえ、書込みヘッドと確認ヘッドを1個ずつに削減した。これにより、保守部材の数量削減と磁気処理部の小型化を実現した。

4.1.4 パンチ・印刷部 パンチと印字は、従来SFカード用と普通券用の二つの搬送ブロックに分かれていたが、新型機ではこれを一つのブロックにまとめ、搬送の構造を単純化した。パンチは、SFカード用の1.2mmのパンチ2個と普通券用の3mmのパンチを1ユニットにまとめた3連パンチとした。また、印刷部もSFカード用と回数券用のヘッドを連続してすべて主搬送路上に配置した。これによって搬送ラインが直線的になり、従来機よりも部品点数を削減できるとともにSFカードの印刷パンチ処理時間を短縮した。

4.1.5 まとめ放出部 複数枚の乗車券を一括で処理した場合、放出時に券を重ね合わせて、まとめて取出し口に放出する必要がある。その場合、定期券などの大型券を下に、小型の普通キップなどを上に重ね、しかも取りやすいように先端そろえをする必要がある。そこで、大型券と小型券の上下振分けをする機構を設け、3枚までのまとめ放出が可能な構造とした。

4.1.6 搬送制御 従来機の搬送制御装置は主制御ラックにあり、磁気処理や電動機類のドライバだけが搬送部上にあっただが、新型機では、2個の32ビットRISC(縮小命令セットコンピュータ)プロセッサを含むすべての機構制御装置を搬送部上実装した。これにより、搬送部の調整や搬送パラメータの設定が単体で行えるようになり、製造時及び保守時の作業効率を向上させることができた。32ビットRISCプロセッサは、リアルタイムOS(μITRON: μ Industrial The Real-time Operating System Nucleus)の採用を可能とし、複雑な搬送制御プログラムの開発を容易にした。

4.2 主制御部

従来、1枚の乗車券の判定処理が最高20ms程度かかって

いたが、新型機では複数枚処理において、券個別の判定処理に加えて連続性判定や乗越し精算処理を短時間で実現する必要があり、CPUの高速化が必須となった。そこで、主制御部には従来の主制御CPUに加えて、乗車券の判定処理を専用に行う判定CPUを追加し、更にデータ構造の見直しなど、ソフトウェアによる検索の高速化と合わせて30ms以内ですべての処理を完了することが可能になった。同様の処理が従来の自動精算機などでは数秒もかかることがあったことと比較すると非常に高速化されている。また、この判定CPUには将来採用される無線ICカードリーダライタと接続するためのインタフェースを標準装備した。

4.3 人間検知

人間検知は従来、高さ1,220mmに配置された上部センサと700mm付近に配置された下部センサから構成されていた。下部センサは本体に組み込まれるが、上部センサは高さ1,250mmの手すり状の検知バーに収納されていた。従来は単純な透過型センサを使用していたが、バーの位置を下げ、検知高さを従来と同じにするために、透過型センサに加えて1通路6個の反射センサを採用した。その結果、図5のように人間検知バーを1,005mmまで下げることができ、圧迫感の少ない新しいイメージのデザインを可能にした。

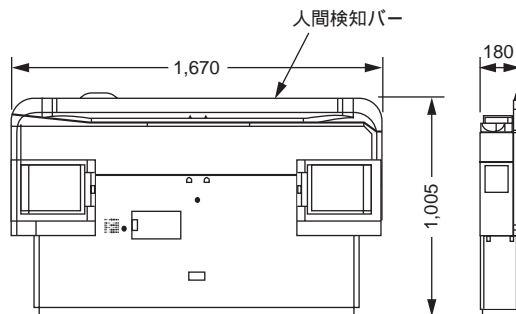


図5 改札機外形寸法 反射センサを用いて人間検知バーの高さを下げた。

Dimensions of gate machine

5 監視盤

監視盤は、改札機の状態監視と通過データやSFカードの利用データの収集及び集計を行い、上位のコンピュータと通信する。更に、運賃データやプログラムを自動改札機にダウンロードするといったサーバ的な機能を備える。新型の監視盤はOSにMicrosoft®WindowsNT®(注1)を採用し、マンマシンインタフェースの向上と通信機能の強化を図った。

(注1) Microsoft, WindowsNTは、米国Microsoft Corporationの米国及びその他の国における登録商標。

(注2) フラッシュディスクは、SunDisk社の商標。

操作部はカラー液晶表示装置(LCD)とタッチパネルにより、自動改札機の異常表示、各種設定、集計データの表示を行う。制御部はタワー型パソコンほどの筐体に、従来機インタフェース、無停電電源装置、ハードディスク、フラッシュディスク(注2)、自動運転装置などを内蔵し、PCサーバ並みの信頼性を実現している(図6)。



図6 監視盤 (操作部(上)と制御部(下)で構成する。 Monitoring panel)

6 あとがき

従来の省力としての改札の自動化が完了し、自動改札機には新たなサービスの提供と正確な運賃収入を得るための様々な機能が要望されている。第4世代自動改札機の完成を、これから始まる新たな出改札システムの第一歩ととらえ、券売機など他機種及び上位のコンピュータを含めた次世代駅務システムの提案につなげていきたい。



宮下 武彦 MIYASHITA Takehiko

情報・社会システム社 機器システム事業部 機器技術部課長。

駅務機器の開発・設計に従事。

Social Automation Systems Div.



今塚 勝雄 IMAZUKA Katsuo

情報・社会システム社 柳町情報・社会システム工場 交通機器設計部参事。

駅務機器の開発・設計に従事。

Yanagicho Operations - Information and Industrial Systems & Services



高橋 誠 TAKAHASHI Makoto

情報・社会システム社 柳町情報・社会システム工場 交通機器設計部主務。

駅務機器の開発・設計に従事。

Yanagicho Operations - Information and Industrial Systems & Services