

旅客検知精度の向上と高い安全性を実現した 新型自動改札機 EG-5000

EG-5000 Automatic Ticket Gate with Accurate Human Detection and High Safety

眞部 一寿 佐藤 和男 信太 務

■ MANABE Kazutoshi ■ SATO Kazuo ■ SHIDA Tsutomu

鉄道駅務システムにおける非接触ICカードの急速な普及に伴い、自動改札機にはICカード処理などの機能追加や処理速度の向上とともに、旅客の通過制御に対する確実性と、よりいっそうの安全性が求められている。

東芝は、旅客の通過を制御する人間検知方式として追従方式を採用し、通過検知精度の向上と高い安全性を実現した新型自動改札機 EG-5000 を開発した。

With the wide dissemination of non-contact integrated circuit (IC) cards, automatic ticket gates at railway stations are required not only to provide upgraded functions such as automatic charging and faster ticket processing, but also to realize more secure ticket checking and safer gate operation.

Toshiba has developed the EG-5000 automatic ticket gate incorporating a new human detection system, which achieves accurate human detection and excellent safety.

1 まえがき

近年、鉄道駅務システムにおいては非接触ICカードの普及が急速に進み、自動改札機の利便性は飛躍的に向上した。その一方で、タッチミスなど旅客の無意識な操作ミスにより判定できないケースが増加しており、旅客の不適切な通過を適切かつ安全に阻止し、旅客に通行できないことを伝える重要性がいっそう高まっている。

東芝は、このような要求に応えるため、新型自動改札機 EG-5000 を開発した。EG-5000 では、旅客の通過を検知制御する人間検知方式として追従方式を採用し、通過検知精度を大幅に向上させるとともに、安全性向上についても様々な機能を組み込んだ(図1)。

ここでは、追従方式の概要とその評価・検証結果、及びEG-5000 に搭載した安全性向上機能について述べる。

2 新人間検知方式(追従方式)の概要

2.1 通過検知精度の向上

EG-5000 では、旅客の通過検知用センサを80 mm 以下の間隔で配置した。80 mm 以下という間隔は、人体で必ず2個以上のセンサが同時に遮蔽される幅であり、これにより通路内の人の移動をとぎれることなく検知できる(図2)。

検知した物体が有賃のおとなか、子どもや荷物なのかは、人間や物体の高さを検知することで判断している。従来方式ではその検知が限られた位置でしか行えなかったため、旅客の通過姿勢や服装により検知漏れが発生する場合があった。



図1. 新型自動改札機 EG-5000 — 今回開発したEG-5000では、新しい人間検知方式である追従方式を採用した。

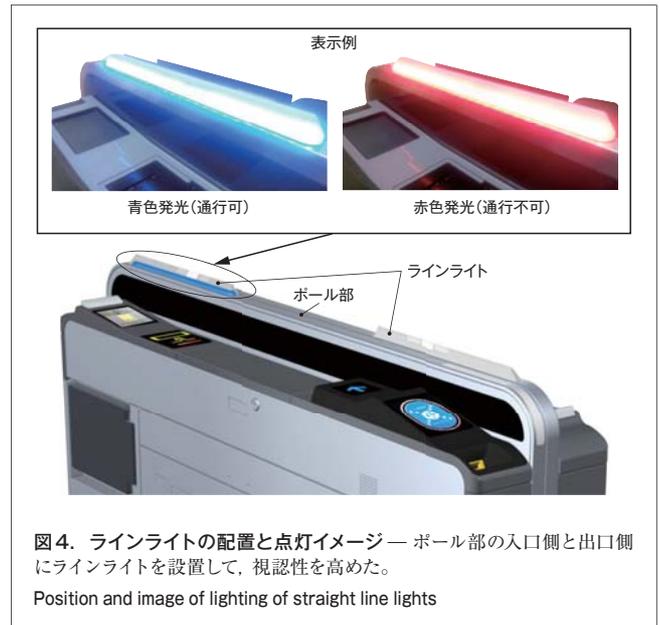
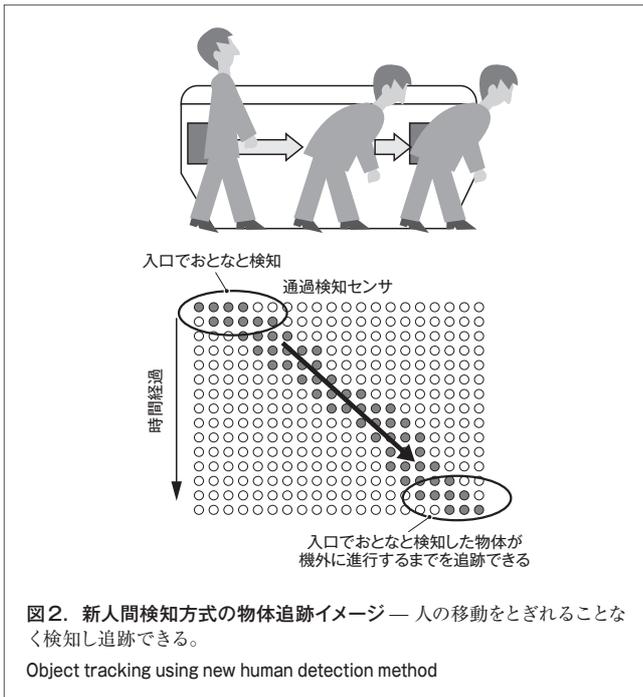
EG-5000 automatic ticket gate

しかし追従方式では、複数の位置でおとなの検知が可能で、その1か所でも検知できればおとなの通過と判断できる。また、通路内での人どうしのくっつきや分離の検知も可能で、これにより通過検知精度を大幅に向上させた。

2.2 通行可否判定(無札判定)位置の変更

旅客がタッチミスなどにより乗車券を提示せずに通過しようとした場合、自動改札機はその旅客を通行不可と判定し、扉を閉めるとともにランプを点灯して知らせる。

従来方式では通行可否の判定が限られた位置でしか行えなかったが、追従方式では入口部でおとなを検知できるため、従来方式と比べて約240 mm手前で判定できる。これにより旅客に操作ミスを早く知らせることが可能になり、ドアに接触するリスクを低減した。



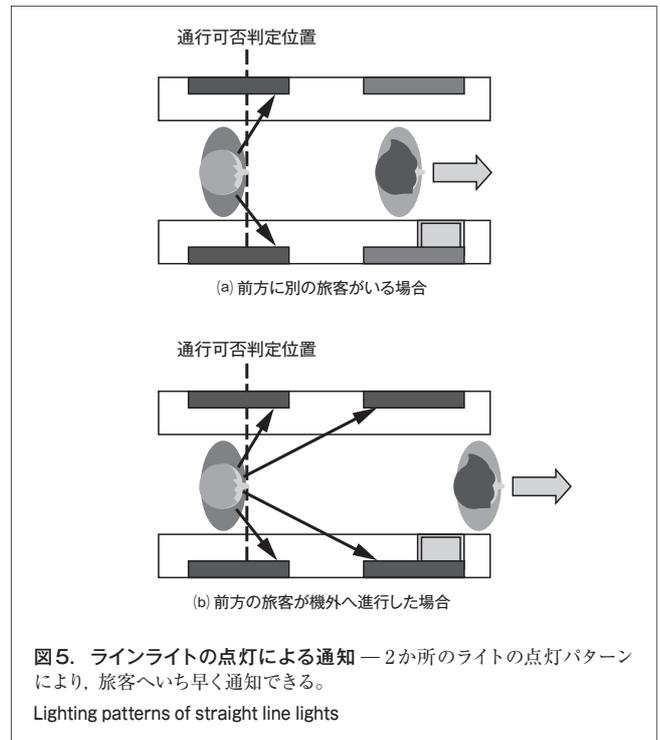
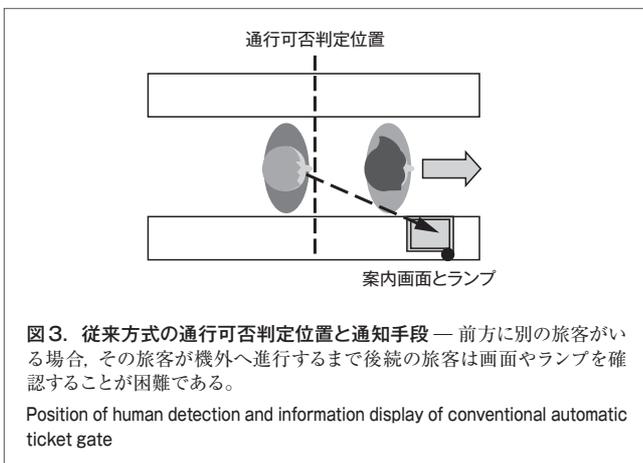
3 安全性向上の機能

3.1 ラインライトの搭載

通行不可であることを旅客に視覚的に通知する手段として、旅客の通過方向出口側に設置された案内画面とランプがある。しかし、前方に別の旅客がいる場合、その旅客が機外へ進行するまで後続の旅客は画面やランプを確認することは困難であり、タッチミスへの認識が遅れてドアに接触する場合があった(図3)。

そこでEG-5000では、ポール部の入口側と出口側にライン状のライト(以下、ラインライトと呼ぶ)を設置した(図4)。

追従方式により、入口に近い位置で通行の可否を判定できるため、前方に別の旅客がいても、入口側のラインライトでいち早く通知できる。また前方の旅客が機外へ進行すれば入口



側及び出口側の両方を点灯し、視認性を更に高めこともできる(図5)。

3.2 ドア動作時の阻止力変更

ドアの開閉を行うモータの速度を監視し、開閉中のドアに負荷がかかって動作速度が低下した場合、モータトルクが下がる機能を組み込んだ。これにより、万一旅客がドアに接触してもそれを容易に押しのけられるようになり、ドアに引っかかって転倒するリスクを大幅に低減できた。

また、ドアが閉まりきる際の減速制御も見直し、緩やかに

減速しながら停止することで衝撃力も緩和した。

4 フィールドデータによる評価

4.1 フィールドデータの収集

人間検知方式の通過検知性能は、通行者の姿勢や手荷物などの影響を大きく受けるため、フィールドデータによる評価が欠かせない。今回、鉄道事業者の協力の下、実際の駅で通行データを収集した。

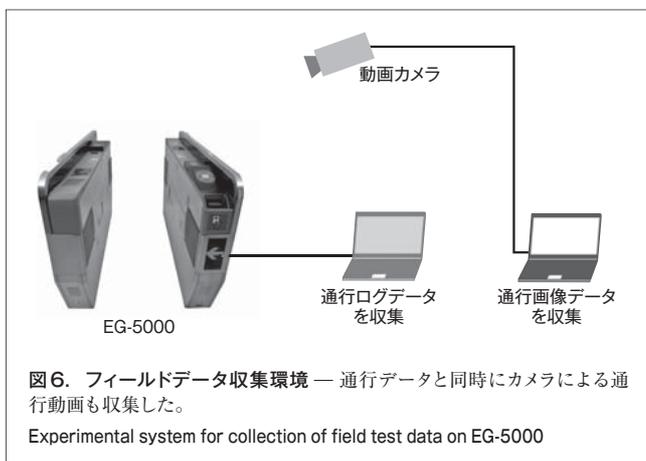
データ収集を行う駅としては、通行者の多様性を考慮し、通勤旅客だけではなく学生や買い物客など多い駅を選定した。また収集期間については、旅客の服装の違いなども考慮し、夏と冬の2回、それぞれ土曜日と日曜日を含む7日間ずつ、計14日間の収集を行った。

EG-5000は従来方式で稼働させることも可能なため、実際の運用としてはフィールド実績のある従来方式で稼働させながら、データとしては追従方式を評価するのに必要なものを収集した。また通路上の天井に動画カメラを設置し、同時に通行画像も取得した(図6)。これにより、センサが検知した通行データと対応させながら実際の通行状態を動画で確認できるフィールドデータを収集できた。

4.2 シミュレーションによる評価

人間検知の通過検知精度を表す指標として、“正券あまり数”と“無札誤検知数”とがある。正券あまりとは、通行者の通過検知漏れが生じ、検知した通過者数に対して提示された乗車券数が余ってしまう事象である。また無札誤検知数とは、その逆に通行者を過剰に検知してしまい、提示された乗車券数が不足する事象である。

これらの発生数が少ないほど検知精度が良いことになるが、その評価には、通行者と乗車券の対応付けが正しく行われたかを1対1で確認する必要がある。例えば最初の通行者の通過を検知できず、後続の通行者を誤って2人と誤検知した場合、結果的には提示された乗車券数と通過検知数とが一



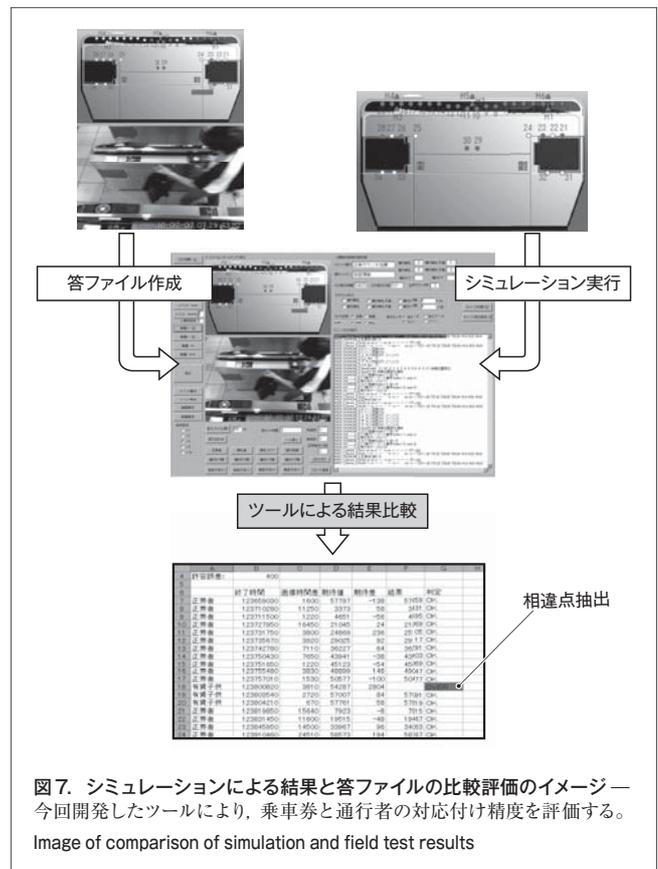
致してしまい、検知ミスの発生を抽出できないおそれがある。

そこで今回の評価では、収集データを用いたシミュレーション(注1)による検知結果と収集した通行動画とを照合し、その対応付け精度を評価する手法を確立した。まず、収集した通行動画を1人ずつ目視で確認し、その通行者が正当な乗車券を提示した旅客(正券者)なのか、あるいは無札者なのかと、それを検知すべきタイミングとを並べたリスト(答ファイル)を作成した。また今回、シミュレーションによる検知結果と答ファイルを自動的に比較する、パソコン上で動作するツールを開発して適用した。このツールを用いて前後の通行者の検知とすり替わらない誤差時間内で検知できているかをチェックすることで、対応付けの精度を評価した(図7)。

この方法により、正券あまりや無札誤検知の発生の有無を確認するだけでなく、プログラムの開発段階で、プログラムを変更したことによって人の通過を検知するタイミングが変わらないかなども確認できる。

4.3 評価結果

前述の手法により、収集した通行データから任意に抽出した16,198人分の答ファイルを作成し、従来方式と追従方式との通過検知精度の性能比較を行った。その結果、従来方式



(注1) ここでは、収集したデータを改札機に流すことで、あたかもほんとうに人間が通行しているかのように改札機に認識させて動作させる模擬実験を言う。

と比べて追従方式では正券あまり数及び無札誤検知数ともに大幅に改善されることがわかった(図8)。

また、追従方式では複数箇所でのおとな検知が可能になり、通行中のわずかな姿勢変化による通過検知ミスが減少した。また、通路内でのくっつき分離の検知による改善も多く見られた。当初、このようなパターンは服装による影響で冬に多く発生することを想定していたが、実際には夏と冬での発生頻度に差異はなく、日中及び土曜日や日曜日の家族連れや買い物客で多く発生することがわかった。彼らは改札機の利用に不慣れた旅客であり、いずれも入口付近で一瞬停滞して後続者とくっつき、通路中央を過ぎてから分離する傾向にあった。このよう

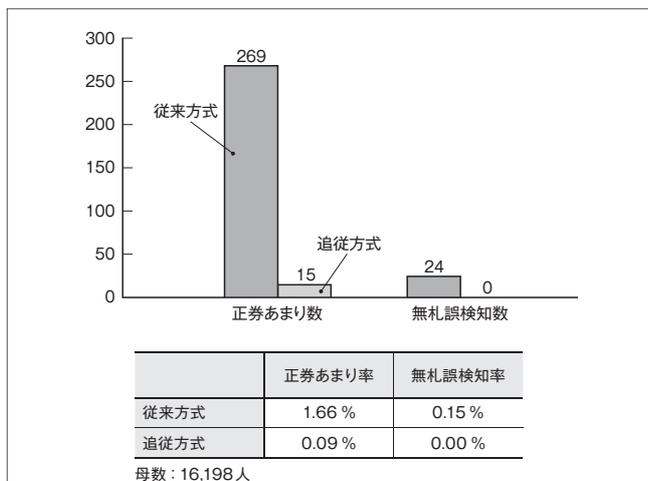


図8. 追従方式のシミュレーション評価結果と従来方式との比較 — シミュレーションにより、追従方式は、従来方式に比べて正券あまり率及び無札誤検知率ともに小さいことを確認した。

Results of simulation of new human detection method and conventional method

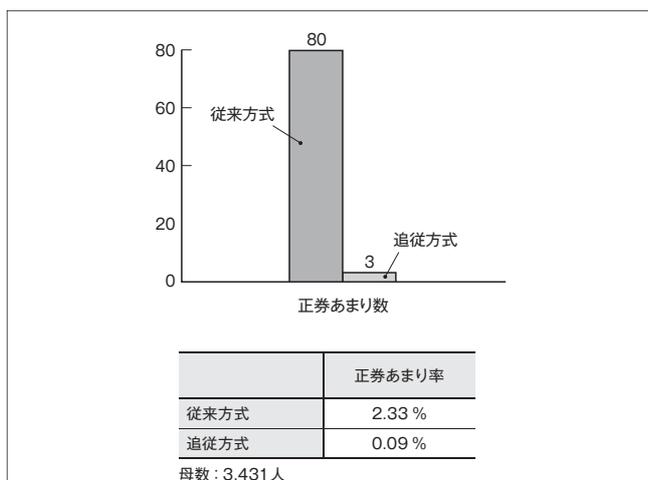


図9. 追従方式のフィールドテスト結果と従来方式との比較 — 追従方式では、従来方式に比べて正券あまり率を大幅に低下できた。

Comparison of field test results of new human detection method and conventional method

な場合も追従方式では分離を検知し、2人として正しく検知できた。

シミュレーションによる評価後、駅に設置されたEG-5000で追従方式を稼働させ、実際の運用でもシミュレーションと同等の結果が得られることを確認した。フィールドテスト時にはカメラを設置できなかったため、立会い者を配置して無札誤検知の発生がないことを確認した。また、正券あまり数については通行ログから乗車券数と通過者検知数をカウントして算出し、従来方式でシミュレーションした場合の結果と比較した。

この結果を図9に示す。追従方式での正券あまり率はシミュレーション結果とほぼ同等であり、良好な性能が得られることがわかった。これにより、追従方式の人間検知による通過検知精度の大幅な改善がフィールド運用でも確認されたことに加え、今回構築したシミュレーションによる評価手法がフィールドテストと同等に有効であることが実証できた。

5 あとがき

当社が今回開発した新型自動改札機 EG-5000には、旅客の通過を適切かつより安全に制御するために、様々な安全性向上機能を組み込んだ。なかでも追従方式による人間検知の性能向上は、それら機能を果たすうえでの不可欠な技術であり、今回の取組みによってその改善効果を実証することができた。また、収集したフィールドデータを用いたシミュレーション環境の構築により、その性能をフィールド状況に則した形で定量的に評価できるようになった。

当社は、これらの環境を活用し、自動改札機の更なる性能向上を目指して、今後も研究開発を進める。



眞部 一寿 MANABE Kazutoshi

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。駅務機器の開発・設計に従事。
Komukai Complex



佐藤 和男 SATO Kazuo

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。駅務機器の開発・設計に従事。
Komukai Complex



信太 務 SHIDA Tsutomu

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 グループ長。駅務機器の開発・設計に従事。
Komukai Complex