事例No.	1023
公表年度	R1
団体の属性	都道府県
団体名	東京都

事例区分	公営企業

タグ	・交通事業 ・（行政改革）業務の効率化 ・ICT

事例種類	その他

事例内容・タイトル

相互直通運転に対応した浅草線ホームドアの開発について

出典

雑誌「公営企業」先進事例紹介(令和元年8月号)

先進事例紹介



相互直通運転に対応した浅草線ホームドアの開発について

東京都交通局
車両電気部　信号通信課統括課長代理
岡 本 誠 司

1．はじめに

鉄道の駅に設置されるホームドアは、ホームからの転落事故防止等の効果が高いことが認められるとともに、昨今の鉄道におけるホーム安全の社会的ニーズの高まりや、バリアフリーの観点からも、急速に設置される駅の増加が進んでいる。

さらに、国土交通省から１日あたり平均的な利用者数10万人以上の駅におけるホームドアの整備を2020年度までに800駅とする目標が掲げられ、各鉄道事業者において精力的に整備が進められているところである。

私ども東京都交通局においても、ホームドアの整備を東京2020大会にむけて、さらには地下鉄全駅整備完了に向けて、整備事業を鋭意進めているところである。

このように整備をすすめているホームドアであるが、これを設置するためには、どの鉄道事業者においても、いくつかの共通した課題がある。

それは設置に多額の費用や期間を要すこと、乗入れ車両のドア数やドア位置に違いがあると運用方法が煩雑になること、並びに、乗務員によるホームドア開閉操作が追加されることにより、列車の駅停車時間が増大すること、特に都市部などの過密ダイヤの路線においてはホームドア設置に伴う輸送力の低下が懸念されていることである。

そこで、私どもではこれらの課題を解決しホームドアの整備を進めていくための解決策の一助として、大規模な車両改修を行わずに車両ドアとホームドアとの開閉連動を行うことを可能とする「QR コードを用いたホームドアの開閉制御技術」を考案した。

東京都交通局でのこれまでのホームドアの開発経緯とあわせて、ここに紹介する。

2．ホームドアとは

ホームドアとは、鉄道のホーム縁端部に設けた壁またはフェンス状の仕切りにドアを設け、ホーム上の旅客が安全に列車を待つことができ

るようにする装置であり、次のような機能を持つ。

① 車側のドアに対向させてホーム側にもドアを設け、乗降用ドアとする。

② 列車が停車し、車上またはホームでドア扱いした際に、ホームドアと車両ドアを同期して開く。

③ 乗降終了後、次の列車が到着し乗降扱いをするまでは、ホームドアを閉じておく。

東京都交通局では、運営上の関連が深い多摩都市モノレールや新交通ゆりかもめにおいて、腰高式ホームドアや、フルハイト型ホームドアの知見を蓄積し、それらの知見と東急電鉄大井町線での固定柵による安全確保の知見や東京メトロ南北線ホームドアの知見を活用させていただいて、平成12年度に既営業路線の都市交通鉄道として全国で初めて三田線全駅にホームドアを整備し、あわせてワンマン運転化を実施した。

その後も平成25年度に既にワンマン運転を行っていた大江戸線全駅にホームドア整備を完了するなど、ホームドア普及に先導的な役割を果たしてきたと自負している。

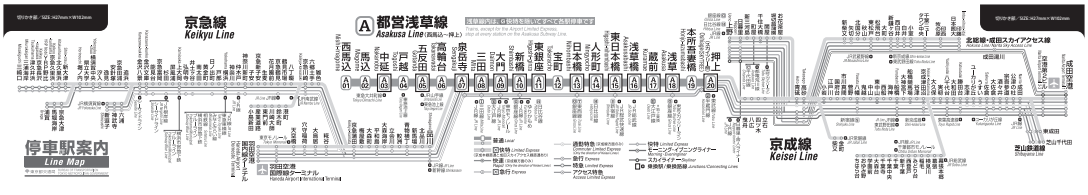
新宿線については、平成29年11月中旬に、車両基地への入出庫線がある大島駅において、１番線から４番線まであるホームのうち、比較的使用頻度の低い２番線と３番線にホームドアを先行的に設置し、試験、調整、取扱い訓練などを行い、その後、平成30年４月に本八幡駅から本格的にホームドア本体の設置･稼働を行って、順調に新宿駅方へ向かって整備をすすめている。平成31年秋までに新宿線全21駅の整備を完了する予定である。

３．都営浅草線へのホームドア設置の課題と QR コードの応用

私どもが保有する地下鉄４路線のうち、ホームドアが未整備である都営浅草線については、東京2020大会までに、新橋、大門、三田、泉岳寺の４駅へ先行整備し、2023年度までに交通局が管理する全ての駅へのホームドア整備を完了することを目指している。

都営浅草線は、５事業者（京浜急行電鉄、東京都交通局、京成電鉄、北総鉄道、芝山鉄道）による相互直通運転を行っている。さらに車両の相互直通規格が規定されているとは言え、２扉車や３扉車、あるいは６両編成や８両編成など様々な車両が存在する。このため、これまで私どもがホームドアの設置に際して用いてきた車両ドアとホームドアを連動させるための無線装置等のドアの開閉を連動する装置を車両に搭載する方式は、乗り入れるすべての車両に機器を搭載する事が必要となり、この車両改修の合意を５者で結ぶことは非常に困難であった。

ドアの開閉を連動する装置を搭載しない場合は、乗務員によって車両ドアとホームドアの各々の開閉操作を個別に行うことが必要となり、その結果として、各駅の停車時分が増加してしまい総合的な輸送力の低下が懸念される。



図－１　浅草線路線図

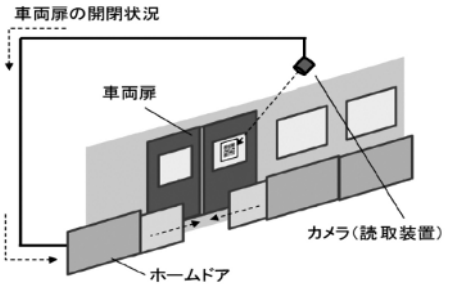
また、ホームドアを閉め忘れて発車してしまう等のヒューマンエラーの発生要因となってしまう事も懸念される。

これらの課題を解決するため、高速な読み取り性能と柔軟なデータの格納が可能な QR コードの機能に着目し、QR コードの発明者であり、基本特許を保持している株式会社デンソーウエーブと共同で車両の大規模改修を伴わない QR コードを用いたドア開閉連動技術を考案した。

車両の大幅な改修は、多額の費用と期間が必要となり、当該車両を所有する鉄道事業者にとって大きな経営判断を要するため、合意に至るための各者の受けるメリットやデメリットについて整理が困難であった。そこで発想を転換し、相互直通各社で合意が可能な程度に極小さな車両改修で実用可能な制御システムの可能性を探った結果、一部の車両ドアへシールを貼るだけの車両改修とする今回考案のシステムを開発するに至った。

4．ドア開閉連動システム概要

今回考案したシステムは、図－２に示すように、ホーム上部に設置した読取装置で車両ドアに貼り付けた QR コードに埋め込んだ車両編成



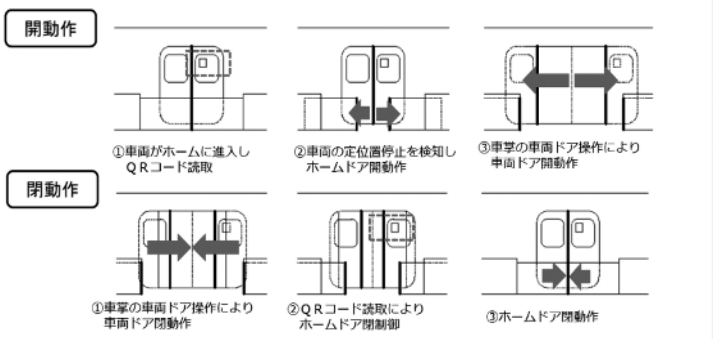
図－２　システム概要

やドア数等のコード内データと QR コードを読み取った時点における横方向の読取位置座標値から、車両ドアの開閉の動きを読み取り、車両ドアとホームドアとの開閉連動を行うものである。QR コード内データに、車両ドア数や編成車両数などの情報を入れることで、各列車のドアに合った位置のホームドアを開閉することが可能となる。

ドア開閉連動システムによる開閉連動の概要については、その一例を図－３に示す。

5．実証試験その１

平成28年度に本技術が実用に耐えるものであるかどうかを実証するため、駅のホーム天井に読取装置を設置し、都営所属の車両26編成に QR コードを貼り１カ月間実証試験を行った。この実証試験は、QR コードを車両の右側ドア



図－３　開閉連動の一例

（ホームから見て）に貼り付け、ホームへの進入方向が一定（ホームから見て右から左）となる相対式ホームで行った。その時の車両のホーム進入から進出までの動きについて、QR コード読取位置座標の横方向変位を一定時間ごとにプロットしたグラフを図－４に示す。

このように、QR コードの横方向の動きを読み取ることで、車両の進入から進出までのドアの移動状態を検出することができる。１カ月間における判定率を算出したところ、1,285本の試験対象車すべてにおいて正しく検出でき、QR コードが読取装置の視野に入れば、一連の動きを100％検出する事ができた。

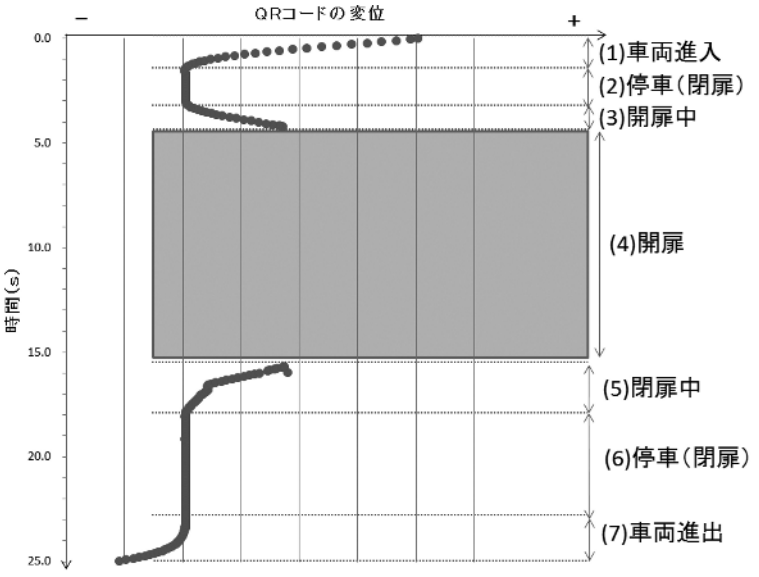
しかし、この実証試験では、状況を限定し、「車両の右側ドアに QR コードを貼り付け」、「ホームへの進入方向が必ず一定となる」条件で行ったが、実際の運用においては、この限りではない。

今回の条件と異なる場合、「車両が動いているのか」、「ドアが動いているのか」を判断できないケースがある。

このことを考慮し、QR コードを用いたホームドア開閉制御技術を実用化するためには、「車両の動きを検知する定位置停止検知センサと組み合わせる」や「左右のドアに QR コードを貼り付け、２枚の QR コード間の距離で判定する」などの方法により、車両のホーム進入、進出時の動きを確実に検知・判別する仕組みが必要となる。

さらに、車両ドア位置の車種ごとのばらつきが大きく、停止位置チェックを QR コード読み取り位置から判別しがたいケースもあるため、停止位置検定のための定位置停止検知センサも必要となる。

以上を踏まえ、定位置停止検知センサと QR コードを併用したホームドアシステムとして可用性の検討、及びリスク分析を行い、実用可能と判断した。



図－４　QR コード読取位置座標の横方向変位

６．実証試験その２

以上の実証試験により都営浅草線では実用可能と判断できたが、この技術を他社線でも適用可能なシステムとして展開することを考え、地下鉄である浅草線と他社線の違いである太陽の直射光や雨などの気象や汚損等、環境による影響による性能変化を回避できる新しいQRコードを作成し､機能のブラッシュアップを施した。

さらに、乗務員の取り扱いを含めた総合的な試験として、平成29年８月に、ホームドア１開口を実際にホームに仮設して、夜間試運転列車を走行させて車両ドアとホームドアを連動させる試験を新しいQRコードを用いて行った。

この試験では、車両進入から進出までの通常のドアの開閉連動だけでなく、車両ドアの再開扉や転動した場合などのイレギュラー試験も行い、想定どおりの動作状況を確認することができた。

この試験の結果より実用化の目途が立ったため､平成29年11月から１カ月間､あらためてホームドアを１開口ホームに設置し、終日、実際の営業列車でドア開閉連動の検証を行い、乗務員の取扱いや列車停止時間の変化などより多くのデータを集めた。

７．実用化に向けて

東京都交通局では、先に述べたように東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会までに、新橋、大門、三田及び泉岳寺の４駅にこの技術を導入したホームドアを先行的に整備し、2023年度までに交通局が管理する全ての駅でのホームドア整備完了を目指している。それを実現するため、浅草線と相互直通運転を行っている各社とQRコードの中に入れるデータや乗り入れ車両に貼るQRコードの位置について協議を重ね決定した。

相互直通の相手事業者のホームドア整備にも使いやすいように、QRコードを貼付ける車両ドアの位置選定や将来的なシステムの拡張を想定したデータの設定など多くの工夫を盛り込んでいる。

また、左右の車両ドアに１枚ずつ計２枚のQRコードを貼ることにより、車両ドアの開閉動作検出の機能を単純化し、より一層、動作の安定性と強靭性の向上をはかっている。

現在、浅草線ではホームドアの設置工事をすすめており、2020年春までに新橋、大門、三田及び泉岳寺の４駅にてこのシステムを用いてホームドアが運用される予定である。



図－５　総合試験状況



図－６　QR 貼付け状況

この開閉制御技術については、いくつかの鉄道事業者が導入の検討を行っているところである。この技術開発が、浅草線だけでなく、同じような課題を持つ鉄道路線へのホームドア普及の一助となれば幸いである。

最後に、共同で本技術の開発を行っている株式会社デンソーウエーブの皆様、協議に参加していただいた浅草線相互直通各社の皆様、実証試験等にご協力いただいた関係者の皆様に感謝申し上げる。