

地方都市圏の改札をシンプルにする

杉山 陽一
 輸送情報技術研究部
 (旅客システム 研究員)

松原 広
 同
 (同 研究室長)



すぎやま よういち まつばら ひろし

はじめに

大都市圏の各駅にはICカード・磁気乗車券の両方に対応した自動改札機・精算機・券売機が設置され、ほとんどの駅で係員が終日配置されているため、乗車券のチェックや運賃収受がほぼ漏れなく行われています。一方、閑散線区では、出改札機器や駅係員はほとんど配置されず、ワンマン列車内で現金・切符を支払う方式が主流です。

両者の中間の輸送規模の路線について、大都市圏並みに機器や係員を配置することはコスト面で非現実的ですが、閑散路線向けに機能を省略した運賃収受方式を導入すると、乗車券をチェックしきれず、運賃の収受漏れや停車時間の増大などが予想されます。

ある中規模輸送路線について運賃収受の実態を調査し、最適な運賃収受の方式を検討しました。さらに、検討した方式を実現するシンプルな出改札システムを考案しました。

中規模輸送線区の運賃収受方式

ここでは輸送規模に見合った運賃収受方式という視点から、「中規模輸送線区」を以下のように定義します。

- ・駅員：無人駅と有人駅が混在
- ・改札機：大都市圏に比べて機能が簡易
- ・運賃収受：改札機・集札箱などの方式が混在

この条件に当てはまる中規模輸送線区を選択し、各駅から得られるデータを対象に運賃収受の実態を調査しました。この「対象路線」ではICカードと磁気券が乗車券として用いられており、拠点駅を除く全11駅は改札機の種類および駅係員の有無から表1のように分類されます。なお、簡易改札機は、磁気券(磁気定期券・磁気乗車券)の出場処理機能が省略されています。

ICカードは、改札機によりカードの入出場履歴(入場前に出場の記録があるか、あるいは、出場前に入場の記録があるか)も含めてチェックされます。磁気券は、自動改札機で出場時に入場記録がチェックされます。なお、対象路

線の列車乗務員は集札業務を行わないため、簡易改札機が設置されたタイプ①およびタイプ②の駅では旅客が出場時に磁気乗車券を駅の集札箱に投入します。

このような券種ごとの取扱いと発着駅のタイプ(駅員の配置と改札機のチェック機能の組合せ)からまとめた対象路線の改札方式を表2に示します。

無人駅相互間の利用については、入出場処理をせずに利用される可能性があります。また、磁気定期券で無人駅を発着する場合には、入場処理や駅員への提示が行われなくても入出場が可能であるため、有効区間外からの利用などによる不正が懸念されます。普通乗車券については、旅客が無人駅の集札箱に投入しない可能性があります。

表1 対象路線各駅の分類

	改札機	駅係員	駅数	1日平均入場人数
タイプ①	簡易改札機※	無人	4駅 (休日は5駅)	1000人未満
タイプ②		有人	4駅 (休日は3駅)	1000～ 3000人程度
タイプ③	自動改札機			3駅

※簡易改札機は磁気券の出場処理を行わない。

表2 券種と駅のタイプによる改札方式

発駅のタイプ	着駅のタイプ		ICカード	磁気券	
	駅員	改札機		定期券	乗車券
有人	有人	自動	◎	◎	
無人			◎	○	◎※
有人		簡易	◎	△	
無人			◎	○	○※
有人	無人	自動	◎	○※	
無人			◎	×	

◎発着駅両方でチェック ○発駅のみチェック
 △発駅でチェック漏れあり ×発着駅ともチェック漏れあり
 ※出場時に集札箱に投入

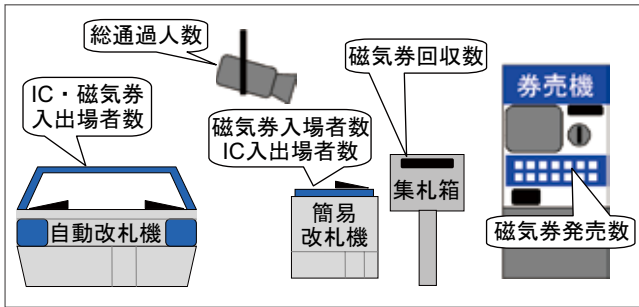


図1 実態調査に用いたデータと機器の対応

運賃收受の実態調査

現行の改札機や駅係員の配置による運賃收受の実態を、対象路線で2008年10月下旬に取得したデータをもとに調査しました。実態調査に用いたデータとそのデータが得られる機器との対応を図1に示します。

自動改札機からは、ICカードおよび磁気券の入出場処理データを取得でき、簡易改札機からは、ICカードの入出場処理データおよび磁気券の入場処理データに限って取得することができます。また、簡易改札機では磁気券の出場処理を行わないため、集札箱の回収枚数および券売機の発売枚数により出場人数を推定します。また、改札機器や集札箱から得ることができない利用（不正利用および簡易改札機での磁気定期券の出場）も含めた総通過人数は、各駅の防犯カメラの録画データの人物をカウントすることで得られます。

最初に、表1で分類した3種類の駅タイプごとに各券種の入出場人数について比較を行いました。その結果を図2に示します（総入場者数を100%としています）。

自動改札機設置駅の場合、各券種の入出場人数は概ね同数であるため、チェックがほぼ確実に行われていることが分かります。なお、簡易改札機設置駅を磁気定期券で出場した人数は、図1に示す機器からはデータとして取得できないため、券種不明の人数としてカウントしています。有人駅の場合、不明の出場人数の多くが磁気定期券であると考えられますが、無人駅では入出場とも不明の人数が多く、不明の出場人数は磁気定期券の入場人数を大きく上回っています。このことから、無人駅では乗車券を購入せず入出場する不正行為が発生しているものと考えられます。

次に、無人駅における普通乗車券発売実績と回収実績について運賃別に比較を行いました。A、J両駅の結果を図3に示します（総券売枚数を100%としています）。

両駅とも普通乗車券の回収率が7割程度にとどまっております。無人駅の集札箱に乗車券が十分に回収されていないことが推測できます。また、拠点駅（自動改札機設置）に近い

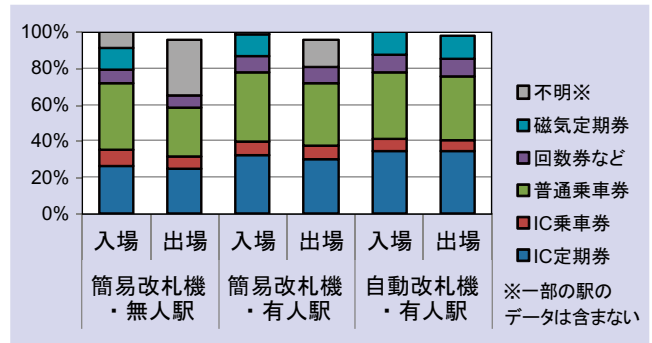


図2 駅タイプごとの券種別入出場人数

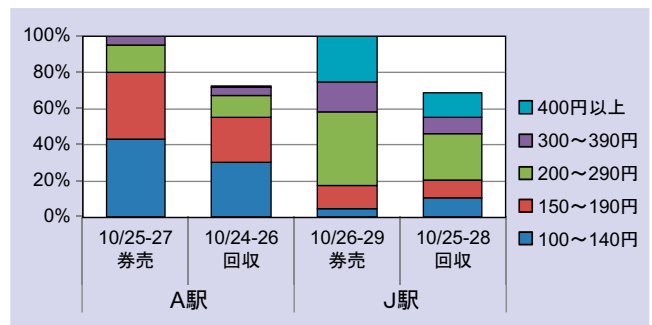


図3 無人駅の運賃別発売枚数と回収枚数

A駅における金額の比率が発売と回収でほぼ同じである反面、拠点駅から遠いJ駅の場合は運賃の高い券の割合が減少し、初乗り運賃の乗車券が増えていることから、拠点駅からの距離が遠い無人駅については、表2のチェック漏れを利用した不正乗車が起こりやすい状況が予想されます。

シンプルな改札方法の提案

対象路線の調査結果から、運賃收受において以下の課題があると考えられます。

- ①無人駅で乗車券のチェックが出場時に行われないことによる不正が発生している。
- ②ICカードを用いた不正は見られず、磁気券による不正が多く発生している。

①の問題を解決するには、無人駅を含む全駅で入出場とも乗車券チェックを行う必要があります。②の問題を解決するには、ICカードを存続しつつ磁気方式に代わりうる運賃收受方式の導入が求められ、可能な限りシンプルかつ確実な方式が望まれます。さらに、改札機内部で磁気券を搬送する機器が省略でき、メンテナンス費用を削減できるものがあると、中規模輸送線区でも利用できるようになります。また、チェック漏れを解消することにより、利用頻度の高い旅客がICカードに切り替える可能性が期待できます。

そこで、磁気乗車券に代わる方式として、2次元コードが印刷された乗車券を考案しました。国内ではQRコードとして普及しており、交通分野では航空券や座席定員列車の整理券など予約を伴う券として用いられています。また、2次元コードの採用には、以下のメリットが挙げられます。

- ・情報量が多く、乗車券への印刷が可能である。
- ・画像を光学的に読み取るため、乗車券類を搬送する機構が不要であり、機器構成をシンプルにできる。

しかし、コピーが存在しても誰か一人しか利用できない航空券などとは異なり、我々の研究で対象とする一般の(予約を伴わないため、誰にでも利用可能な)乗車券に2次元コードを単純に適用すると、以下のような問題が生じます。

- ・券の情報を読み取るだけであり、磁気券のように入場時刻などの情報を乗車券に追加できない。
- ・コピーや画像の転送が容易にでき、再利用や不特定多数による不正利用の恐れがある。

乗車券に入場時刻・入場駅などの情報を記録できなければ、入出場の判定に使える情報が限られ、定期券と乗車券を組み合わせた不正などが可能になります。さらに、乗車券がコピーされ、複数の券が同時に使用可能になると、鉄道事業者の損失につながります。同様に、携帯電話でコードを画像として転送する行為などが横行すると、磁気券よりも不正の可能性が高くなる懸念されます。

2次元コード対応のチェック方法

2次元コード方式で予想される前述の問題を解消するため、本システムにおいては、以下のような判定や運用を行います。

(1) ID記憶による判定

乗車券1枚ごとに識別番号(ID)を割り当て、改札機で記憶した入場済みIDをもとにチェックを行うことにより、同じIDの乗車券の再利用やコピー券の利用を防止します。

(2) 発券駅による判定

乗車券が発券された駅のみで入場を受け付けるようにします。これにより、乗車券の2次元コードの転送などによって発券駅以外から不正に入場できなくなります。

(3) 発券からの時間による判定

時刻の情報が入った2次元コード乗車券を新規に発行することは可能ですが、2次元コードの特性から、発行済みの乗車券に入場時刻を追加記録することはできません。そこで、発券時刻から一定時間以内のみ入場を受け付けることにより、発券時刻を見なしの入場時刻として取り扱いま

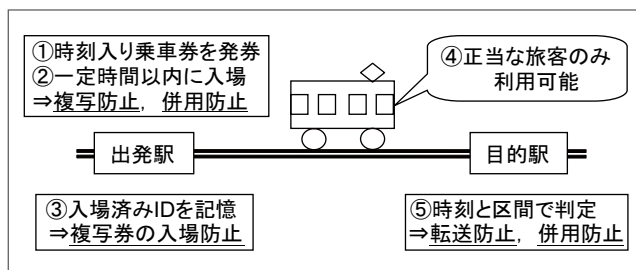


図4 普通乗車券のチェック方式

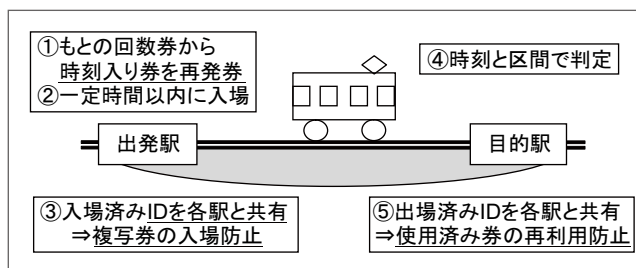


図5 回数券を含めたチェック方式

す。この取扱いにより、発券された乗車券がすぐに正規の利用にのみ使われ、不正利用の可能性が低減されます。

(4) 標準乗車時間による判定

発着駅の組み合わせごとに入場(事実上は発券)から出場にかかる標準時間幅を設定し、その時間幅を逸脱する利用を不正と判定します。標準時間からの超過をチェックすることで、遠方の無人駅から折り返すなどの不正を防止できます。また、経過時間の不足をチェックすることにより、2次元コードの転送による不正ができなくなります。

(5) 有効区間・期間による判定

磁気読取方式の自動改札機と同様に、乗車券の区間と有効期間によるチェックを行います。乗車券の発売額に不足がなく、有効期間内であるときに限り出場を認めます。

以上、(1)～(5)の判定方法を組み合わせることで、**「○駅から○円区間 ○時○分発行」**のように発駅・運賃・発券時刻が記載された普通乗車券を判定できます。このチェック方式のイメージを図4に示します。

(6) 回数券への対応

(1)～(5)の方法は普通乗車券には有効ですが、区間と期間に一定の幅のある回数券でもチェック可能なシステムにするために、以下の運用を追加することで実現します。

- ・元の回数券情報に入場時刻を付加した券を入場前に再発券することで、時間による判定を可能にする。
- ・IDを各駅で共有することにより、有効区間各駅で使用済みIDを把握し、回数券の再利用を防止する。

これらの運用を追加することで実現可能な、回数券を含むチェック方式のイメージを図5に示します。

表3 券種ごとの運賃收受方式の移行例

券種	利用	移行後
ICカード	定期券	現行方式と同じチェック
	SFカード	
磁気券	定期券	IC定期券に移行し廃止
	普通乗車券	2次元コード乗車券に移行 時間・IDによるチェック (回数券は入場直前に再発券)
	回数券	
例外的な紙券・精算		駅員・乗務員がチェック

ICカードや例外的な紙券を含めた全体的な運賃収受について、現行の磁気情報を用いた方式から2次元コード改札方式へ切り替える案を表3にまとめます。

磁気定期券のチェック機能はIC定期券ほど厳密でなく、2次元コードによるチェックにも不向きであるため、IC定期券への完全移行が現実的と考えられます。なお、磁気方式でも2次元コード方式でもない例外的な紙券および精算については、駅員・乗務員の目視による対応としています。

2次元コード改札機の開発

提案した2次元コードを利用する改札システムを試作しました。開発した改札機、発券ユニット、2次元コード乗車券を図6に示します。

試作改札機はLRT向け車載改札機¹⁾のシンプルな構造を基本としており、ICカードと2次元コードの処理を兼ねる読取装置が入場・出場側に1基ずつ設置されています。これにより、乗車券類を入出場ともチェックすることができます。また、有効な乗車券類がかざされたときのみドアバーが開き、1人通過するとすぐにドアバーを閉じるため、1人ずつ確実なチェックが可能です。

券売機を模擬した乗車券発行ユニットはタッチパネルとプリンタで構成されます(模擬用のため現金は扱いません)。プリンタでは2次元コードが印刷された感熱紙が発行されます。なお、感熱紙ではなく磁気券の表面に2次元コードを印刷することにより、磁気式改札機が導入されている線区への応用も可能です。回数券については、読取装置にかざすことで、入場時刻が記録された券が再発行されます。

これらの処理を実装しているため、表3のチェックはほぼ実行できますが、裏の白い紙券などを所持している旅客に対しては、図7のイメージのようにICカード・2次元コード乗車券を所持している旅客から柵によって分離することにより、例外的な券(裏の白い券や長距離券など)のチェックが無人駅でも乗務員対応で可能になります。



図6 2次元コード改札機と読取装置

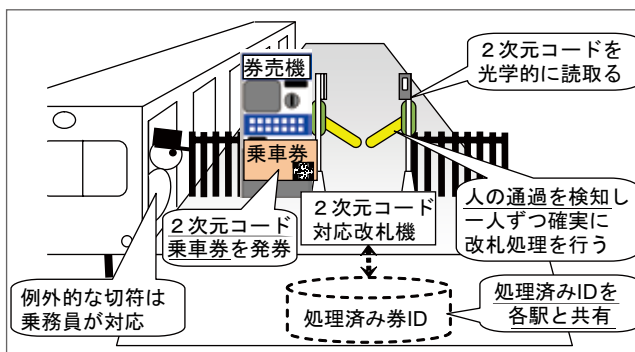


図7 2次元コード改札機の導入イメージ例

おわりに

調査対象となる中規模輸送線区を選択し、その運賃収受の実態調査を行いました。また、調査結果から得られた現状の問題点を解決する方法として、2次元コードを用いた出改札方式を考案・設計するとともに、実現性を検証するために、シンプルな機構でありながら確実に入出場のチェックを行える改札機器を試作しました。

今後は試作改札機を用いて被験者試験を行い、実用性の向上を図るとともに、中規模輸送線区以外の線区などへの応用も検討していきたいと考えています。[RRR]

文献

- 1) 杉山, 明星, 松原: 路面電車の乗降時間を短縮する, RRR, 2010.1