

ID 管理方式による出改札システムの開発

輸送情報技術研究部 旅客システム研究室

副主任研究員 杉山 陽一

1. はじめに

大都市圏においては、IC カード・磁気乗車券両用の自動改札機が各有人駅に配備され、漏れなく運賃を収受できるシステムが実現している。また、軌道・バスを含む小規模輸送の交通においても IC カードによる運賃収受が普及しつつあり、IC カードまたは現金により乗務員のいる降車口で運賃を支払う方法が定着している。一方、これらの中に位置する輸送規模の路線において、車上での運賃収受は改札処理時間の観点から現実的でなく、また費用の制約から駅に大都市圏のように人員および改札機器を十分に導入できないという事情がある。そのため、無人駅や簡易な改札システムを導入せざるを得ない路線が多く存在する。

このような中規模輸送路線における運賃収受の実態を把握するために、無人駅を含む営業路線を調査した結果、磁気乗車券の簡易なチェック機能に起因すると考えられる運賃遁脱などが確認された。そこで、本研究では、改札機器にかかる費用を抑えつつ確実にチェック機能を果たすことのできる出改札システムを検討した。

2. 運賃収受の実態調査

中規模輸送路線の一例として、ある営業路線を対象に運賃収受の実態調査を行った。この調査路線における運賃収受の特徴は以下の通りである。

- IC カード、磁気券を取り扱っている。
- 乗務員による運賃収受・改札を行わず、全て駅の改札で対応している。
- 有人駅と無人駅が混在するが、全駅に改札機が設置されている。
- 無人駅と一部の有人駅には簡易改札機が導入されており、磁気券については入場時のみチェックされる。

(磁気券を使って無人駅を出場する場合、集札箱に磁気券を投入する。)

これらの特徴を踏まえ、2008年10月25日(土)から同29日(火)までの4日間について、運賃収受の実態を調査した。調査にあたり、改札機・券売機の処理履歴データ、防犯カメラの動画データ、集札箱の回収券集計結果を用いた。

2.1 無人駅における運賃遁脱

不正利用の有無を確認するため、券種別に1日の入出場人数を比較したところ、有人駅においては自動改札機設置駅、簡易改札機設置駅に関係なく入出場人数がほぼ同数であり、特に不正はないものと推察される。一方、簡易改札機が導入されている無人駅においては、普通乗車券の出場人数が入場人数よりも少なく、その差の多くが券種不明の出場であるため、磁気乗車券を用いた不正利用が疑われる。そこで、無人駅における金額別の普通乗車券の発券と回収の実績を比較した。結果を図1に示す。

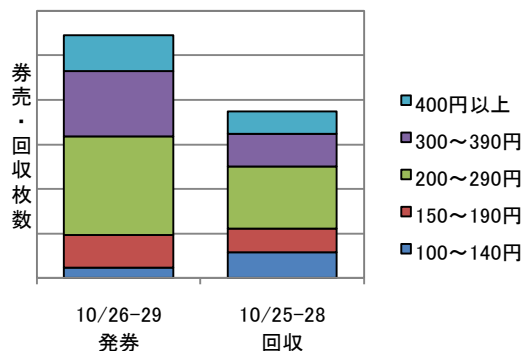


図1 金額別発券・回収実績(無人駅の例)

全体の回収率は7割程度であるが、初乗り運賃の乗車券に限って回収枚数が発券枚数よりも増加していることがわかる。このことから、乗車券を持っていない状態あるいは初乗り運賃の乗車券を不正利用して無人駅を出場している実態が明らかになった。

2.2 定期券IC化への影響

現行の改札方式がICカード化に与える影響について把握するため、有人駅の自動改札機を出場する定期券利用者について、IC定期券と磁気定期券の存在比率を調査した。結果を図2に示す。

調査路線外からの定期券については8割弱の高いIC化率が確認できた。これは、自動改札機が主流である調査路線外の駅の利用において、磁気定期券でもIC定期券でもチェック機能に差がないため、改札通過時に便利なICカードへの移行が進んだものと考えられる。

一方、調査路線内各駅からのIC定期券は全体の6割強にとどまった。これは、磁気券の出場処理が省略された簡易改札機が主体の調査路線において、必ずしもICカードの方が便利とは言えず、また、ICカードよりも不正が容易であるという面があり、IC定期券に移行するインセンティブが働きにくいためと推察される。

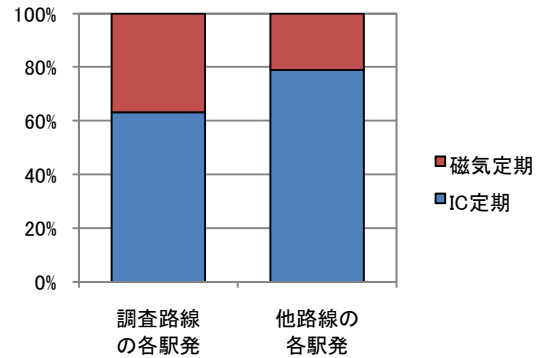


図2 磁気定期券・IC定期券の比率 (有人駅の例)

3. 新しい出改札システム

2章の調査結果から、磁気読取方式による簡易なチェック態勢では、不正利用だけでなく、ICカード化にも影響する可能性があることが分かった。そのため、磁気券改出札システムに代わる安価なシステムの導入により、このような問題の解決を図ることができる。そこで、IC化が困難と思われる普通乗車券を対象として新しい方式について検討を行った。

3.1 新しい乗車券読取方法

磁気読取方式に代わる乗車券読取方式について比較・検討を行った。各方式の特徴を表1に示す。

表1 乗車券情報読取方式の比較

	磁気読取方式	電波読取方式	光学読取方式
乗車券媒体コスト	安価	高価	安価
改札機コスト	二重方式で高価	単一方式で安価	二重方式ながら安価
その他特徴	改札機の搬送機構が複雑	媒体が高価で再使用配給の必要あり	複写・転送が容易 情報の変更不可

現行の磁気改札機には、乗車券媒体のコストが安い利点があるが、複雑な乗車券搬送機構が必要であり、

改札機コストがかかる。電波読取方式については、海外の都市交通事業者を中心に、廉価版ICカードやICトークンとして用いる事例が多く見られる^{1),2)}。改札機の読取を非接触で実現でき安価であるが、高価な媒体の再使用をする必要が生じるため、特に無人駅での運用にはなじまない。一方、光学読取方式はバーコード・2次元コードなどを光学的に読み取るもので、紙にコードを印刷さえすればよく、媒体は非常に安価である。また、定期券の電波読取と乗車券の光学読取の二重方式となるが、非接触での読取りが実現できるため、改札機も安価に実現可能である。したがって、中規模輸送路線向けの新方式には、乗車券媒体・改札機ともに安価な光学読取方式が最適であると考えられる。ただし、光学読取のコードには、複写や転送が容易であり、一度印刷した内容を変更できない問題もあるため、これらの欠点をカバーする必要がある。

3.2 新しいチェック方式

乗車券が磁気読取方式の場合、入場に関する情報を乗車券に追記できるため、乗車券の有効性を出場時に改札機で確認することができる。また、複写や情報の転送は不可能である。しかし、情報の追記ができず複写・転送

が容易な光学コードでは、改札機で単純に乗車券の情報を読み取るだけの場合、以下のような不正が懸念される。

- 複写による不正：誰にでも利用できる乗車券をコピーすることによる不正
- 転送による不正：遠隔地の他人から転送されたコードの画像を利用した不正
- 券の併用による不正：磁気定期券・回数券などとの併用による不正

これらの不正を防止するため、光学コードを印刷した乗車券に対して、現行の判定処理に加え、以下の判定を追加した。チェック方式のイメージを図3に示す。

● ID 記憶による判定

入場処理済みの乗車券 ID（識別番号）を改札機で記憶・照会することにより、乗車券の再利用やコピー券の防止につながる。

● 発券駅による判定

発券駅のみで入場可能とすることにより、コードの転送による不正入場が不可能になる。

● 発券からの時間による判定

発券時刻から一定時間以内のみ入場でき、標準所要時間幅に収まる利用のみ出場できるようにする。この判定により、乗車券が正規の利用にのみ使われ、券を併用した不正やコードの転送などを防止できる。

図3の提案方式では、各駅で独立に乗車券 ID を保持するため、ネットワークが不要で安価にチェックを行うことが可能である。また、磁気券に光学コードを印刷することにより、磁気読取方式からのスムーズな移行が期待できる。なお、乗車券の ID を管理する改札システムの一つとして、利用情報をセンターサーバに格納する方法が提案されているが³⁾、ネットワーク障害に弱く、ラッシュ時などにトランザクションの増加に伴う改札処理時間の増加が懸念される。乗車券に利用情報を保持する本方式ではこれらの課題を解決できる。

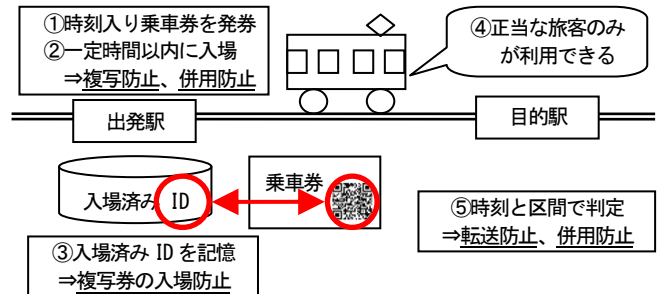


図3 普通乗車券のチェック方式

4. 試作システムを用いた検証

3章で考案した出改札システムを試作し、一般被験者による実験および鉄道事業者からのヒアリングを行った。

4.1 実験用システムの試作

試作した実験用システムを図4に示す。乗車券の光学読取コードには記録できる情報量の多い2次元コード（国内ではQRコードが代表的である）を採用し、磁気乗車券と同様の情報に加えてIDを記録した。読取装置から得た乗車券情報をもとに有効性の判定を行うが、改札機で処理済みのIDを記憶することにより、3.2節

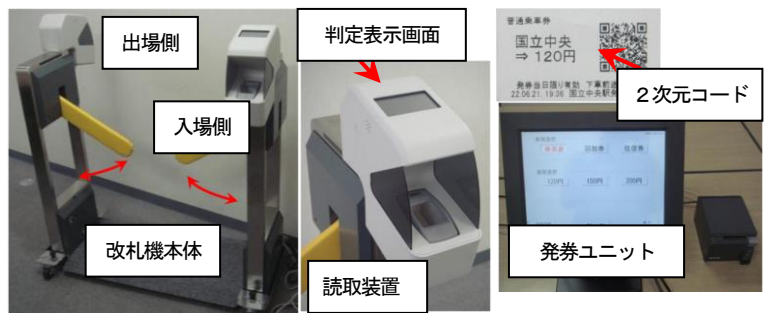


図4 2次元コード対応の試作出改札システム

のチェック方式を実現した。また、改札機の構造を省スペースとし、必ず1人ずつドアバーを閉じてチェックを行うノーマルクローズ方式とした。さらに、ICカード・2次元コード両用の読取装置を入場側・出場側とも設置することにより、無人駅でもチェック漏れのない改札が期待できる。

4.2 一般被験者実験

提案システムに対する利用者の立場からの評価を把握するため、一般募集した被験者を対象に鉄道総研所内で実験を行った。

最初に、30人の被験者に2次元コード乗車券の使用方法を説明せず通過を試みてもらった結果、2次元コー

ドの利用経験がある20人は問題なく通過できた。しかし、2次元コード自体を知らない被験者を中心に、2次元コードの印刷されていない面をかざす事例(4人)や、2次元コードを指でつまむ事例(6人)が見られた。

次に、別の被験者20人に使用方法を説明した上で、ICカードと2次元コード乗車券を用いて繰り返し通過してもらい、通過時間を測定した。結果を図5に示す。ICカードよりやや時間がかかるが、ICカードと比べても遜色ない時間で改札処理が行われている。また、前の人の通過完了から次の人が乗車券を読取装置にかざすまでの間隔は平均約0.1秒であり、スムーズに通過できた。

実験終了後、通過時間を測定した20名の被験者を対象として、ICカードと2次元コード、および、試作改札機と現行の磁気改札機のどちらがよいか評価してもらった。それぞれの評価結果を図6に示す。通過時間の面ではICカードと2次元コードの紙券との間の差はわずかであったが、向きや裏表を気にせず読取装置に近づけるだけでよいICカードが支持された。2次元コードを両面に印刷したり、コード自体を大きくしたりするなど、改善の余地があるものと思われる。

4.3 鉄道事業者ヒアリング

提案システムに対する鉄道事業者側からの評価を把握するため、鉄道関係者を対象に試作改札機のデモを行い、ヒアリングを行った。主な指摘事項を表2に示す。改札機形状と無人駅対策について改善の余地があることが分かった。また、磁気乗車券からの移行のスムーズさ、ネットワークなしのシンプルなシステム構成、ICカードと同等の操作方法が評価された。

5. おわりに

中規模輸送路線における運賃収受の実態を調査し、磁気読取方式のチェック態勢による問題点を明らかにした。この問題を解決する方策として、乗車券ID管理によるチェック方式を考案した。さらに実験用システムを試作し、実用化に向けた課題を把握した。本研究で考案した方式は、地方のみならず大都市圏においても磁気券からのスムーズな移行を実現する手段として活用できる可能性があるため、引き続き研究を続けていきたい。

[文献]

- 1) 壺内隆司：IC切符リサイクル利用対応の駅務機器技術，サイバネティクス，Vol.15 No.2，pp.24-28，2010
- 2) 横田政明，柿崎勲：韓国ソウル市における交通系ICカード(一回券)事情，JREA，Vol.53 No.2，pp.51-54，2010
- 3) 大熊喜之：沖縄『ゆいレール』事例にみるNFCで変わるクラウド型ICカードの世界，http://www.nttdata.co.jp/event/library/itpro2010/day3_1/pdf/itpro2010_j16.pdf，2010

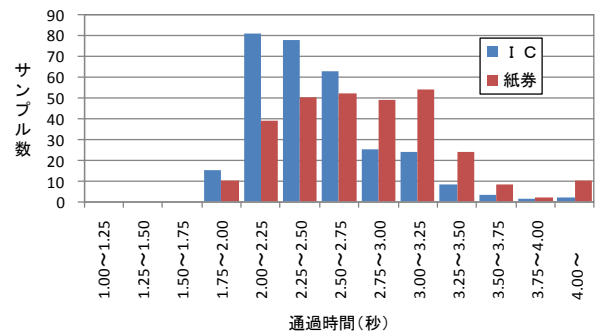


図5 券種別1人あたり通過時間

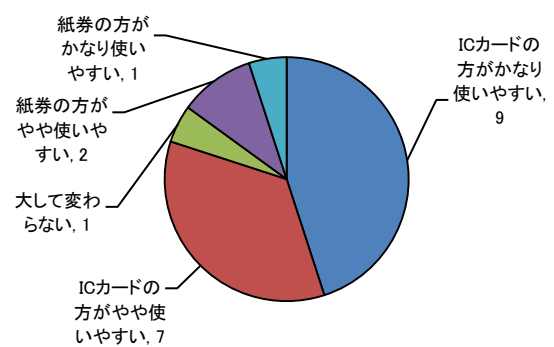


図6 ICカードと紙券の比較

表2 ヒアリングにおける主な指摘事項

乗車券への適用	磁気乗車券を解消しICカード化する際の過渡期の方法として有用である。
読取	ICカードと同等に上からかざす方式は利用者に受け入れられやすいと思われる。
形状	無人駅への導入を考慮した対策(破壊対策・読取面に物を置きにくくするなど)が必要である。
システムの構成	ネットワークなしで改札を行える仕組みが整えば安価に実現可能である。ネットワークが既存の場合はチェック強化に利用してもよい。
他の用途への応用	携帯電話の画面上に表示すればチケットレスで予約した券の改札を行える可能性がある。