自動改札機のしくみ

子どもに教えるたい
通信のしくみ

(株)東芝 森田秀則, 香取大成
Hidenori Morita, Hironari Katori

まえがき

自動改札機が我が国に導入されてから約 40 年が経ちました。大都市近郊の駅へ自動改札機はかなり普及していると思われます。また、従来からの磁気券に代わって、非接触型の IC カードの利用が広がっています。

ここでは、自動改札機のしくみについて簡単に紹介します。

自動改札機とは

普通券、定期券及び SF カード (Stored Fare Card, プリペイドカード) を旅客が自動改札機に投入したり、IC カードを自動改札機のアンテナ部にかざすと、券に記録されている情報 (期間、区間など) を読み取ります。この情報と判定部の記憶内容との比較を行い、通過する旅客を光学的に検知し、券と旅客との関連によって総合的に「適」、「不適」を判断し、ドアの開閉や案内の表示を自動的に行うものです (図 1)。

中身はどうなっているか？

普通券、定期券及び SF カードは、裏面に磁気情報が記録されています。自動改札機は投入された券の磁気情報を読み取って、券の有効／無効を判断します。

自動改札機のカバーを外すと図 2 のような機構になっています。たくさんのローラとベルトで旅客が投入した券を放出部まで搬送します。次にしくみを説明します。

図 1 自動改札機の例

まず投入口から券を入れると「分離部」にあるセンサで枚数、種類を判断します。複数の券を重ねて入れると、重なっている券を前後にずらして分離し、下にある券から先に処理します。「分離部」を通過した券は、隣の「整位部」へ送られます。ここは、横向きや斜めに入れられた券を真っすぐにする働きをしています。そしてこの「整位部」で真っすぐになった券は、「磁気処理部」、「保留部」へと送られます。「磁気処理部」で券の磁気情報を読み取りますが、券を裏返しに入れても表向きに出てくるように、ひっくり返す作業もこの「磁気処理部」で行います。裏返しのまま出てくると、自分の券かどうか分からないですよ。

券が複数の場合、1 枚 1 枚の磁気情報を読み取ってから、組み合わせて判定処理する必要があります。そこで、先に読み取られた券は「保留部」で待機します。残りの券の処理が完了した時点で、「パンチ部」、「印刷部」へと運ばれ

図 2 自動改札機搬送部レイアウト (横から見た図)

ます。「パンチ部」は普通券やSFカードに穴を開けると
ころで、「印刷部」は日付や駅名を印刷するところです。そ
して最後に取りやすいように重ねられて「放出部」から券
が出てきます。

これだけたくさんの処理を1秒程度で行っています。

非接触型 IC カードとの通信

次に非接触型 IC カードについてです。非接触型 IC カ
ードは IC チップとアンテナを内蔵していて、旅客が自動改
札機にかざすだけで電波を用いた通信のやり取りをしてそ
の情報を基に磁気券と同様に制御を行います。

非接触型 IC カードに利用される電波帯は、中波、短波、
マイクロ派の3種類があり、それぞれに特徴があります。
表1は、電波の種類別に特徴をまとめたものです。

表1 非接触型 IC カードで利用する電波の種類と特徴

電波の種類	中 波	短 波	マイクロ波
周波数	数百 kHz～3 MHz	3～30 MHz	2.45 GHz
通信距離	～数十 cm	10 cm 程度	数 m
通信速度	～数十 kbit/s	100～200 kbit/s	数百 kbit/s
カード電源	電池レス可能		電池レス難
鉄板の影響	電波吸収		電波反射
人の影響	通信性能に影響なし		影響あり
パスケースの影響	通信性能に影響なし		影響あり
ちりとほこりの影響	通信性能に影響なし		
通信領域	広範囲		指向性あり
雑 音	非常に多い	多い	少ない
カード寸法	クレジットカードサイズ		カード厚みあり

中波と短波は、伝送媒体として電磁誘導方式を使用し
ます。そのため、通信距離は数十 cm 程度で指向性も弱い
ですが、電磁誘導を利用して電力供給を行うことでバッテ
リーの内蔵を必要としないカードを実現できます。このと
きは、自動改札機のアンテナから発信される電磁波を非接
触型 IC カード内のアンテナで受信して電力を作り出しま
す。中波は高速通信が難しいですが、短波は 100 kbit/s 以
上の通信速度を容易に実現でき、移動している物体との通
信も可能です。欠点は、金属により電波が遮断され通信領
域に影響を与えることと、付近にある電子機器から放射さ
れる電磁波の影響を受けやすいことです。

マイクロ波は、波長が短く小さな電力で電波を飛ばせる
ため数 m 程度の距離をおいた通信が可能です。また、指
向性も強く付近の電子機器から放射される電磁波の影響を
受けにくいという特徴があります。欠点は、金属により電
波が乱反射して通信を妨げたり誤認識の原因になる可能性
があることと、人体およびカードケースなどにより電波が

減衰し通信性能に影響を与えることです。

それぞれに長所と短所がありますが、乗車券への利用
にはバッテリーレスが実現できる、通信距離が長くとれ
る、通信が比較的速くできることなどから、短波が最も
適しています。

通信距離については、「改札を通る」という利用者の明
確な意思表示を確認するためにも、非接触型 IC カードを
自動改札機に近づけて利用する必要がありますが、安定し
た操作性及び通信品質を確保するためには通信距離 10 cm
程度で動作させる必要があります。

自動改札機のアンテナは機体の上部に設置されます(図3)
が、周辺の材質はステンレスでありアンテナの電磁界形成
に影響が出るため、安定した通信エリアを確保するにはアン
テナの構造などを工夫する必要があります。

図3 自動改札機のアンテナ部

自動改札機において、磁気券の場合は1分当たり60人程度
の処理を可能としています。それと同等の処理性能とする
ために、非接触型 IC カードとアンテナ間の処理は0.2秒程
度で行っています。

また、複数枚の非接触型 IC カードを同時にかざしたと
きも、1枚ごとに識別して処理枚数超過としてNGとして
います。

お す び

従来の改札の省力化を目的とした自動改札機に代わり、
これからの自動改札機には新たなサービスを提供するた
めの様々な機能が要望されています。非接触型 IC カードシ
ステムは、利用者に、より一層の利便性を提供するための
大きな要素となります。

文 献

[1] 東芝レビュー, vol. 52, no. 11, 1997.