

解説

IC カードの交通分野への応用[†]後 藤 浩 一^{††}

1. はじめに

カード内部にマイクロプロセッサとメモリを内蔵した、いわゆる IC カードが新しい携帯用情報媒体として注目を集めてすでに何年かが経過した。当初の期待ほどに普及が進んでいるとはまだ言い難いようだが、国際標準もほぼ整備され、製造技術の向上など条件は改善されてきており、徐々に各分野へ浸透していくものと思われる。超小型コンピュータとも考えられるこの種の IC カードとは別に、ROM や RAM のメモリとしての機能をもつカードも、同様に標準の整備も進み、携帯型パソコンやゲーム機の補助メモリなどにその利用分野を広げつつある。

本稿では、IC カードの応用分野として交通分野に着目してその動向の解説を行う。交通分野が特に注目される点は、単一の応用でも多数の需要が見込まれること、カードを保持するもの（人、自動車、貨物など）が移動することが目的のため、そこで求められる要求にも他の応用とは異なるものがあることなどである。これらの背景から、前述の一般的な IC カードの概念に入るものに限らず、やや広い範囲で対象をとらえ、データキャリアやタグと呼ばれるものについても対象としている。そのため読者の考える IC カードの範囲からはずれるものがあるかもしれない。その点で容赦をお願いしたい。

2. IC カードの交通分野での利用の特徴

2.1 IC カードの利用形態

一般的に IC カードをどのような目的で使用するかを考えると、表-1 にあげる分類ができる¹⁾。

(1) ID 機能

これは IC カードを所有している人あるいは物を識別する機能である。これによってなんらかの権利を有している人であることを認識したり、次にどのように扱うべき物であるかを判断したりする。内部の CPU の機能を利用すると、単純な ID 識別だけでなく高度な認証処理や複数用途への対応なども行える。

(2) 代金決済機能

クレジットカードやプリペイドカードがその典型である。クレジットカードでは ID 機能も使われるが、プリペイドカードでは普通 ID の確認はしない。IC カードの利点としては、内部のメモリを用いた限度額の管理などによる支払いが保証されることのより強い確認、高いセキュリティ機能などがある。

(3) 情報記録

メモリカードが典型であり、多量の情報を記録できることを利用してソフトウェアの供給媒体、パソコンの補助記憶、各種制御機器や工場の生産ラインの情報伝達手段などとして使われる。

2.2 交通分野での利用²⁾

2.1 の利用形態は交通分野においても現れるものであり、表-1 にはこの分類に対応する交通分野での応用の例を記載してある。このうちいくつかはあとの章で紹介する。

既述のように IC カードの応用において交通分野が注目になると考える理由は次の 2 点である。

(1) 交通システムは旅客輸送にせよ貨物輸送にせよ、扱われる対象の数が比較的大きいという特徴がある。IC カードに限らず一つの技術なり製品が普及するにあたってその需要が大きいことが有利なのは当然である。たとえば鉄道の定期券の使用枚数を考えてみると、関東地方に限っても年間数千万枚の単位で発行されている。もし定期

[†] Applications of IC Cards on Transportation Systems by Koichi GOTO (Tsukigi Laboratory (Systems Engineering), Railway Technical Research Institute).

^{††} (財)鉄道総合技術研究所機本研究室

表-1 IC カードの利用形態

機 能	要 求	交通分野での利用例
ID 機能	使用者の証明 カードと本人の対照 セキュリティ	免許証 車の保全カード キーカード
代金決済機能	支払いの保証または 残余価値の確認 偽造の困難性	オレンジカード 定期券・回数券 バス・タクシカード
情報記録	情報量 耐久性 高速・自動読み書き	安全運転カード 運転記録カード ナビゲーションカード 車両保全記録

券に IC カードが使用されるとすれば、単純に現在の枚数使われるとは限らないにせよ、他の用途との併用を考えなくともその需要だけで十分な量であろう。

(2) 対象が移動するものであるということが重要である。どのようなカードでも人間が持つものであれば移動するものと言えなくもないが、鉄道の改札機を考えていただければ分かるように、データをやりとりする時点でも動いていることが多い。テレホンカードや銀行カードなどではこのようなことはない。このことはカードの処理時間や情報の読み書きの方式への制限となり、自然な方向として非接触タイプの IC カードへつながる。

3. 各種の IC カード

応用の説明を行うための予備知識程度に各種の IC カードの動向について述べる^{3),4)}。

3.1 スマートカード⁵⁾

マイクロプロセッサ内蔵型のカードはスマートカード (Smart Card) と呼ばれ、IEC/ISO JTC 1/SC 17/WG 4 を中心として標準化の作業が最も進んでいるものである。この標準の内容は、今まで使用されてきたカードとの互換性を重視して、いわば磁気ストライプカードの基板中に IC を内蔵し、カード面に IC の外部端子を有するものといえる。単なるプラスチックカード時代からある、凹凸によって文字や数字を刻印するエンボスなども含め、磁気ストライプカードの規定を包含するということが前提となっているため、技術的にかなり厳しいと思われる項目もある。文書は次のとおり構成されている。

ISO/IEC 7816: Identification cards—Integrated circuit(s) cards with contacts—

Part 1: Physical characteristics

Part 2: Dimensions and location of the contacts

Part 3: Electronic signals and transmission protocols

Part 4: Interindustry commands for interchange

パート 1 (物理特性)、パート 2 (接点の寸法と位置) はすでに固まり、パート 3 (電気信号とプロトコル) が作成されている。各種の応用間の情報交換のためのパート 4 (インタインダストリコマンド) は審議に入ったところである。

3.2 メモリカード^{6),7)}

RAM や ROM の機能をもったメモリカードについては、日本では日本電子工業振興協会 (JEIDA) によって“IC メモリ・カードガイドライン Ver. 4”として規格が定められた。この規格は日本にとどまらず、国際的にも米国のメモリカード標準化団体である PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association) との共同作業により、JEIDA/PCMCIA の標準規格として決定されており、次の項目よりなる

- (1) 物 理 仕 様
- (2) 電 気 仕 様
- (3) カード属性情報仕様
- (4) DOS インタフェース仕様

これによりメモリカードの分野では、規格の統一が図られ種々の媒体に普及が進むものと思われる。特に物理的な仕様に留まらず、OS とのインタフェースまで含めソフトウェアに関係する部分も標準化していることが重要である。

3.3 非接触式 IC カード

3.3.1 近接型カード

エネルギーの供給やデータのやりとりをコイルやキャパシタで行うため表面に接点が必要となる。ただし読み書き距離が数 mm から数 cm 程度であるため、通常のカードと同様にリーダなどに挿入して使うのが一般的である。

ISO では接触式スマートカードタイプの IC カードに引き続いて非接触式の標準化作業も開始しており⁵⁾、ISO/IEC JTC 1/SC 17/WG 8 Contactless Integrated Circuit(s) Cards で作業を行っている。今のところ物理的仕様を対象とする Part 1 の原案が作成されている段階であり、接触式の規格と共通の部分も多い。やはり今までのカードとの互換性を前提としているため、すでに実現の可能

性が明らかとなった近接型カードを対象にしているが、将来は次項の遠隔型カードも対象にするものと思われる、案はイギリス、アメリカ、ドイツ、日本からそれぞれ提案され、イギリスのものがまずベースとされている。

3.3.2 遠隔型カード

遠隔型と呼ぶのは、リーダライタと交信を行うときに機械の中に差し込む必要のないもの（近づけるだけでよいもの）である。データのやりとりができる距離としては、2~3 cm から 10 数mのものまでかなりの範囲がある。どのような応用システムで使用されるかによって必要な距離が異なる。その他データの容量、書込み機能の有無、電池の有無、処理速度、形態にもさまざまなものが

ある。必ずしもカードの形をしていないものも多く、メモリカードタイプのものはデータキャリアやタグなどとも呼ばれている。標準化の活動はそれほど活発ではない。

3.3.3 接触式と非接触式の比較⁸⁾

表-2 は文献 8) からの引用であり、接触式と非接触式の IC カードを比較している。これを見るとコスト以外の点ではすべて非接触式のほうが有利とみなされていることが分かる。特に接点がないことによる信頼性の向上、通信速度向上の可能性は重要である。コストについても 1.5 倍から 2.5 倍とされており、場合によっては非接触式の IC カードのほうが将来有望とも考えられる。

4. 交通分野への応用例

4.1 バス輸送

4.1.1 バスでの利用の特徴

IC カードが交通機関において、実際に旅客が日常的にもつ切符として用いられている例は、今のところバスのシステムのみである。これはバスの場合次のような状況があるからと思われる。

(1) 切符を見せるにせよ、支払いを行うにせよ同一のバスの中であり、バスに必要な設備を設置すればそれでよい。

(2) 乗務員のワンマン化が進められており、残る業務改良としては小銭の扱いをなくすなどの支払い方法のシステム化である。

(3) 鉄道の場合のように既存の自動改札機との整合性をとるなどの、新規の技術を導入するにあたっての抵抗が少ない（現金扱いから IC カードに移行すればよいなど）。

すでにイギリス、フランス、ドイツで IC カード利用のバスシステムが稼働している。以下に各システムの特徴を簡単に記し、表-3 に諸元をまとめる。カードはいずれも接触式の IC カードである。バスの乗降口での使用については、非接触機能でなくとも性能的に間に合うことと、本格的な非接

表-2 接触方式と非接触方式の比較⁹⁾

項 目	接 触 式	非接触式
塵や油による汚れ	カード、リーダ双方に影響	影響なし
接触による摩耗	カード、リーダ双方に影響	影響なし
静電気	接点を介して障害の可能性	影響なし
表面のデザイン	良好だが接点部分は制限	全表面を自由に使用可能
リーダのスロット	不可欠	必ずしも必要ではない
方向の制限	1 方向のみに制限	多方向が可能
カードのコスト	N	N×1.5
リーダのコスト	M	M×2.5
システム化コスト	P	P
実現できる機能	要求による	要求による
セキュリティ	要求による	要求による
使用時の処理速度	普通	速くできる可能性
ケースのまま使用	不可能	可能
寿命	磁気カードより長い	磁気カードより長い
全体的な信頼性	良好	かなり良好
国際標準の動向	4 部のうち 3 部発行	1 部のみ原案段階

表-3 IC カード利用バスシステム

国	イギリス	ドイツ	フランス
都 市	ミルトンキーンズ	リュエネブルグ	プロワ
データの年	1991	1990	1989
カードのタイプ	標準 IC カード	未詳	標準 IC カード
カード枚数	約 20,000 枚	約 3,000 枚	約 1,000 枚
バス台数	約 100 台	約 45 台	未詳
切符のタイプ	割引定期券／ 前払いカード	後払いカード	後払いカード

触式カードの登場はこれからであることからと思われる。ちなみに日本ではまだ IC カードのバスシステムは存在していないが、類似のものとして、北海道の旭川電気鉄道が運行しているバスで、地元の商店と連携したクレジットカードによる運賃後払いシステムが実現されている⁹⁾。

4.1.2 フランスの例

パリから鉄道で1時間弱のところにある観光名所であるブロアという町のバスシステムであり、世界初と思われる。旅客はバス会社と契約を結び、IC カードと写真入りの証明書を別に発行してもらい、支払いの期間を決める(3日~1ヵ月)。図-1 はバスへの IC カードリーダの搭載状況である。磁気カード用のリーダと上下に並べて設置してあり、上のほうが IC カード用である。ユーザはバスに乗車したときにリーダにカードを挿入し、カード内に記録させる。路線は10程度であり、単一運賃である。ただし、学生、老人など各種の割引やたくさん乗車したときの割引などがある。市内の路上あるいは営業所に精算機械があり、それに挿入して金額を確認する。支払いは登録した銀行からの引き落とし、または窓口への現金持参による。使いすぎを恐れる心理から現金持参の客が多いとのことである。

フランスは、IC カードの利用について公的機関のサポートも比較的強力であり、他にヴァランシェンヌという町での駐車場利用も含めた総合カード、ラブラーニュでのリゾートカードの実験なども実施されたと聞く。

4.1.3 イギリスの例¹⁰⁾

ミルトンキーンズというロンドンの北約 80 km にある人口約 16 万人のベッドタウンのもので、定期券が主体で一部プリペイドカードとしても使う。システムはオーストラリア製であり、カードは日本のメーカのものを使用している。定期券の場合は、フランスと同様に写真入りの証明書を所持させる。また申し込みの時点で5ポンドを貸出し金として支払わせる。プリペイドカードとして使う場合は、5ポンド単位で金額を追加できる(バス上でも可)。学生の無料パス、老人割引定期券など、利用者や時間帯によって運賃が異なる多様なサービスを提供しており、柔軟な対応を IC カードで実現している。

ユーザはバスに乗ったときにカードを乗務員に渡して行き先を申告し、機器への挿入、操作は乗務員が行う。データの収集は、車両基地に戻ったときに別の専用 IC カードを機器に挿入して行う。

4.1.4 ドイツの例¹¹⁾

フェアスマートシステムという名前がつけられている。ドイツのリュネブルクという人口6万人ほどの町で運行しており、後払いシステムである。車上に IC カードリーダを設置して ID を読み取るとともに、カード内の予信額をチェックする。ここでフランス、イギリスの例と異なるのは、リーダライタが運転席近傍の1台だけでなく、車両1台あたり4~8台設置していることである。通常はユーザが自分でカードの操作をするが、家族切符などの特別の処置のときは乗務員が



図-1 フランスバスシステムの機器設置状況

扱う。

バスで収集されたデータは、機械に内蔵されたメモリカードを介して事業所の集計システムに読み込まれ、各人の利用状況、契約状況に応じて支払いの請求が行われる。支払いは銀行口座の引き落としによって行う。

4.2 鉄道切符

4.2.1 鉄道切符への利用の特徴

鉄道の切符においてはすでに改札の自動化が世界的に進展しており、IC カードの利用は次の世代の改札機として、また今までにない切符のサービスの実現という二つの観点から考えられている¹²⁾。交通分野の特徴が明瞭に現れており、ユーザは改札口を移動しながら使用し、しかも停滞が許されないという状況がある。そのため IC カードは非接触式が中心となる。技術的には実用化可能な段階にきつつあると考えられるが、問題としてカードのコストがある。大量使用によるコストの低減効果と、投資コストに見合った効果が得られるかが、今後の普及の鍵であろう。

4.2.2 イギリスの例¹³⁾

ロンドン地下鉄は米国の会社の開発したカードを用いた実験をすでに行っている。改札機のリーダライタ部に軽く触れる使い方を推奨していることから、タッチアンドパス方式と呼んでいる。カードは 2.67 MHz の電波を使用しており、縦横が ISO サイズ、厚みが約 3 mm である。約 0.1 秒で必要なデータのやりとりを行い、通信距離は 5 cm 以内である。1990 年の夏に約 500 人のユーザに実際の駅で使用させた（ただし半数は部内者である）。切符のタイプは定期券である。

実験の結果としては、多少のカードの故障などはあったようだが、ユーザの反応は非常に良かったとのことである。特に手に持ったまま使用できるということが、高額なパスを持っているユーザに与える心理的安心感を強調している。機械での取扱いによるパスの破損や紛失がないということである。実際日本でも自動改札化によって自分の定期券を他の客に持っていかれて紛失するという事例が、たまにはあるが発生している。ロンドン地下鉄では 1991 年にも実験を行っており、結果は良好とのことである。

4.2.3 日本の例¹⁴⁾

近距離券の自動改札化は近年ますます進展し、カードの利用も進んでいる。切符購入のためのプリペイドカードは、オレンジカードをはじめとして各社で導入されており、切符を買わずにプリペイドカードをそのまま自動改札機に投入すれば出口で自動的に運賃分差し引かれるストアードフェアシステムも、JR 東日本、阪急、営団地下鉄が実現している。

これらのさらに先にある鉄道の切符の方向の一つとして旅客の顔の見えるシステムが考えられる。今のシステムでは、一般的に切符の素性は分かるが、それを持っている旅客自身の情報は分からないのが普通である。定期券のように所有者を指定しているものもあるが、その旅客が他にどの程度利用しているかについては把握できない。また定期券の場合には大幅な割引という特典があるが、たとえば営業部門であちこち出歩く人がいて、通算すると定期券と同じくらいの距離を乗ったとしても、それほど割引は受けられない。営業施策上の問題もあるが、だれが良い顧客であり、どういうサービスをすべきであるかが現状では明確でない。

前述のバスのシステムのように、カードを見せると改札口はそのまま通過でき、乗車した料金は後から銀行振込で払うというような形態ができれば、各旅客の乗車実績に応じたサービスが可能となる。鉄道総研では、これを「電子切符システム」と呼んで検討を行ってきた。この場合カードは単に ID 番号をもっているだけでは不足であり、使用した記録を保持できることや、高いセキュリティ能力が期待できる IC カード、しかも非接触式のものが望ましい。非接触技術は現在の自動改札機に対する苦情の一つである定期券の出し入れの問題を解決する手段ともなる。

鉄道総研では周波数の違う二つの遠隔型非接触 IC カードの開発を進めている。一つは 400 kHz の中波帯のもので^{15), 16)}、もう一つは 2.45 GHz の準マイクロ波帯のものであり¹⁷⁾、周波数の違いによる製造方法や、機能、コストなどの比較検討を行っている。どちらも縦横は ISO サイズで、厚みもほぼ 1 mm 程度と小型化されている。図-2 に中波帯のカードを改札機にかざしているところを示す。

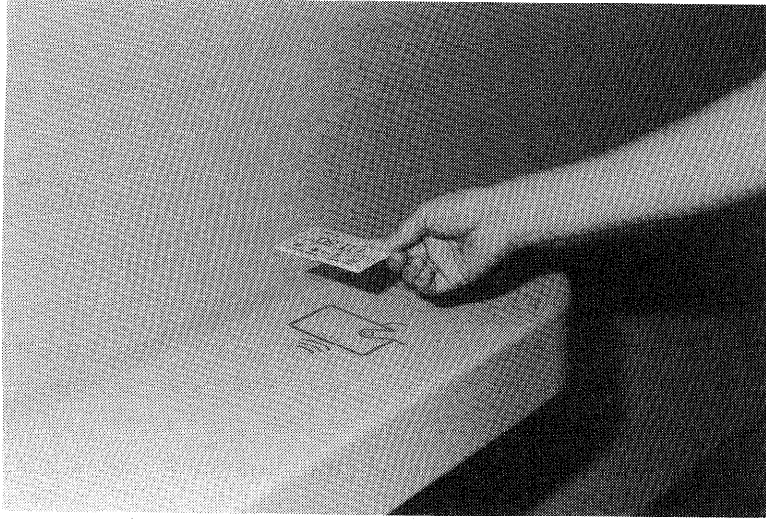


図-2 鉄道用非接触 IC カード

カードと交信するリーダライタは常時カードに対して呼びかけの信号を送出しており、約 30 cm 以内にカードが近づくと交信が行われる。定期入れなどに入れたままでも交信できる。0.2 秒以内に処理を完了することを目指しており、ほぼ条件を満たせることを確認したが、コストの評価をはじめ課題も多く残っている。カードの信頼性の確認も課題の一つであり、当研究所の職員用カードとして使用して試験を行っている。また改札機としては現行の磁気切符との併用も不可欠のため、平成 4 年 2 月に併用型改札機を用いて上野駅で性能確認試験を行った。図-3 はそのときの模様であるが、実用上基本的な問題はないことを確認した。

4.3 自動車交通

自動車交通の分野では、無線で ID などのデータを送出できるタグを車両に付けて、有料道路や駐車場の支払いや管理に使う応用がある。自動車がゲートを通過する時点でデータを読み出して記録し、出入りの管理や料金精算に使用する。タグはデータキャリアあるいは RF-ID と呼ばれ、必ずしもカードの形状をしているわけではないが、基本的な技術、考え方は非接触式の IC カードと同様である。自動車は比較的大きなものであるから、小型化や薄型化への要求はそれほど厳しくはない。欧米ではすでに実際に稼働している例がいくつか存在しており、たとえば米国のデンバー空港やロサンゼルス国際空港で出入りの車両や駐車場の管理で使用されている。有料道路の例



図-3 上野駅での非接触式改札機の試験

ではノルウェー、イタリア、アメリカなどで例がある。タグを装着していない、あるいは無効となっている車に対しては、写真やビデオの撮影によって対処する方式が普通である。日本でも日本道路公団などでシステムの検討や実験が行われているようである。

文献 18) はフロリダの有料道路への適用について検討しており、取り上げられた候補技術は、バーコードによる光学的方法、道路に埋め込まれた誘導コイルと車上のトランスポンダによる方法、外からの電波で励起される表面音響波を用いる方法、そして電波を用いる方法である。それらの得失を比較したのが表-4 である。各項目とも“高, 中, 低”で評価しており, “高”のほうが評価が良い。

4.4 貨物輸送

貨物輸送において利用されつつあるのは、自動車の項で述べたものと類似のタグである。主にコンテナ輸送における所在の管理に使う目的である。船舶、航空、鉄道各所で徐々に普及が進んでおり、これから世界的に広く使われるようになるものと思われる。日本でも各輸送分野でそれぞれに試行あるいは検討が行われており、一部は実用化している。コンテナの場合は、製造時にタグも一緒に取り付けられ、廃却されるまでそのタグを使用することが望ましい。そのため、バッテリーを内蔵せず外からのエネルギー供給によって動作するタイプのものが特に重要である。

4.5 ナビゲーションシステム

ナビゲーションシステムとは、自動車や鉄道の運転者に対して、運転に必要な情報を提供して、その作業の支援を行うものである。自動車では CD-ROM などを利用し、車の位置や今後の道路の様子を運転者に提供するものがある。鉄道の場合には運転にあたって、ダイヤの情報、信号などの地上設備、その日の特殊事情（工事のため徐行が必要など）の情報が必要である。今までは点呼時の口頭伝達や印刷物によって伝えられていたが、最近はこのメモリカードに記録して点呼時に渡し、それを運転士が車上装置に挿入すること

によって運転を支援する形態のものが開発されている。たとえば、JR 東日本のスーパーひたちや JR 貨物の新型機関車などがある¹⁹⁾。比較的環境条件の良くないところで使用されるため、誘導コイルを用いた近接型非接触メモリカードが使用されることが多い。

5. おわりに

交通分野における IC カードの利用について述べたが、筆者の勉強不足により、内容に精粗があったり、紹介すべき例で抜けているものがあるであろうことをおわびしたい。最近では世界的にこの分野の動きが急であり、特にヨーロッパでの活動は盛んである。旅客輸送の分野では、ユーザのサービスの向上という点から推進されている例も多い。日本でも IC カード利用システムの実用化により、人や社会によりやさしい交通システムが実現されることを願うものである。

参 考 文 献

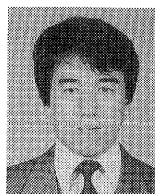
- 1) 三木彬生: IC カードの現状と交通システムへの応用, 交通運輸における IC カードの利用セミナー予稿集, 鉄道総合技術研究所, pp. 21-40 (1989).
- 2) 曾根 悟: IC カードによる便利な乗り物の可能性, 交通運輸における IC カードの利用セミナー予稿集, 鉄道総合技術研究所, pp. 1-6 (1989).
- 3) 浅野正一郎: IC カードの歴史と展望, 計測と制御, Vol. 30, No. 11, pp. 963-965 (1991).
- 4) 三菱樹脂(株): IC カードの現状とその応用分野について, 日本鉄道サイバネティクス協議会カードシステム調査委員会資料 (1991).
- 5) Hegenberth, M.: International Standards Update, Proc. of Smart Card '91 International Exhibition & Conference, pp. 71-101 (1991).
- 6) 高野雅晴: 標準仕様の IC メモリ・カード登場, 日経エレクトロニクス, 1990.10.1号, pp. 151-157 (1990).
- 7) Bolton, R.: The JEIDA/PCMCIA Standard for Memory Cards, Proc. of Smart Card '91 International Exhibition & Conference, pp. 103-110 (1991).
- 8) Stanford, C.: Contact Versus Contactless, Proc. of Smart Card '91 International Exhibition & Conference, pp. 117-127 (Feb. 1991).
- 9) 大上修一, 小林 浩, 川畑真一, 海老沢徹, 笹本実: クレジット利用バス料金システム, 第 28 回鉄道におけるサイバネティクス利用国内シンポジウム論文集, pp. 49-53 (1991).
- 10) McAllister, L.: Experience of a Smart Bus Ticketing System, Proc. of Smart Card '91 International Exhibition & Conference, pp. 131-143 (1991).

表-4 各種自動車認識技術の比較

項 目	電波	表面音響波	誘導コイル	バーコード
信頼性	高	中	高	低
複製への防御能力	中	高	中	低
複数処理能力	高	高	低	低
他機混信の抵抗力	低	低	高	高
対環境性	高	高	中	低
タグの単純さ	低	中	低	高
健康上の安全性	高	高	高	高

- 11) Götz, R.: The German "Fahrsmart" System, Proc. of the International Conf. on Automatic Fare Collection in Public Transport, pp. 201-223 (1990).
- 12) 後藤浩一, 永井 昇, 松原 広, 大倉忠廣, 田中啓嗣, 井上 健: 非接触 IC カードによる乗車券システム, 第 28 回鉄道におけるサイバネティクス利用国内シンポジウム論文集, pp. 44-48 (1991).
- 13) Wanless, D.: Go-Card—The Intelligent Ticket, Proc. of Smart Card '91 International Exhibition & Conference, pp. 145-150 (1991).
- 14) Miki, S., Nagai, N., Matsubara, H., Yoshino, H. and Goto, K.: Contact-Free IC Cards for New Railway Ticket Systems, Proc. of the Second International Conf. on Applications on Advanced Technologies in Transportation Engineering, pp. 414-418 (1991).
- 15) 三木彬生, 後藤浩一, 興村吉美, 葛西健一, 永井昇, 徳井一雄, 筒井英市: 鉄道切符のための非接触 IC カードの試作, 第 25 回鉄道におけるサイバネティクス利用国内シンポジウム論文集, pp. 43-47 (1988).
- 16) 三木彬生, 後藤浩一, 永井 昇, 植木敏彦, 田中啓嗣, 松浦直行: 鉄道切符のための非接触 IC カードの試作 (その 2), 第 26 回鉄道におけるサイバネティクス利用国内シンポジウム論文集, pp. 83-87 (1990).
- 17) 後藤浩一, 三木彬生, 松原 広, 葛西健一, 芳野秀明: マイクロ波による非接触 IC カードの試作, 第 26 回鉄道におけるサイバネティクス利用国内シンポジウム論文集, pp. 88-92 (1990).
- 18) Mierzejewski, E. A., Pietrzyk, M. C. and Ball, W. L.: Analysis of Automatic Vehicle Identification Technology and Its Application on Florida's Turnpike, Proc. of the Second International Conf. on Applications on Advanced Technologies in Transportation Engineering, pp. 16-20 (1991).
- 19) 長谷川敏明, 市川和男, 藤田知之: 列車ナビゲーション用位置検知装置, 第 28 回鉄道におけるサイバネティクス利用国内シンポジウム論文集, pp. 232-236 (1991).

(平成 4 年 3 月 26 日受付)



後藤 浩一 (正会員)

昭和 30 年生。昭和 53 年京都大学工学部情報工学科卒業。昭和 55 年同大学院修士課程修了。同年日本国有鉄道入社。本社情報システム部、鉄道技術研究所等に勤務。国鉄分割民営化にともない。昭和 62 年より(財)鉄道総合技術研究所に勤務。主任研究員。各種鉄道用情報システム、データ通信システム、非接触 IC カードを用いた出改札システム等の研究開発に従事。電子情報通信学会、日本ソフトウェア科学会、人工知能学会各会員。

