

交通インフラから社会インフラへの発展 自律分散型 IC カード乗車券システム “Suica” の 開発・導入と社会インフラ化

椎橋 章夫 (東日本旅客鉄道株式会社)

概要 日本の社会は、少子高齢化、グローバル化などの激変する社会環境の影響を受け変化している。鉄道事業も同様に、従来は安全で正確な輸送を行えば良かったものが、現在は安全性、快適性、利便性などの多種多様で質の高いサービスが求められている。鉄道経営を支える重要なシステムの1つに自動出改札システム(AFC: Automatic Fare Collection system)がある。東日本旅客鉄道株式会社(JR 東日本)が2001年11月に導入したICカード乗車券システム“Suica”はシステムアーキテクチャーに自律分散技術を使い、トラブルが発生してもシステム全体へ拡大しない仕組みを開発した。この結果、システムの拡張性と信頼性による継続的な高品質サービスの提供を実現した。その後、交通機能を越えた新たなサービスの提供により、Suicaは人々の生活に必要な不可欠な社会インフラとなった。本論文では、まずSuicaシステム開発の課題、導入した技術などを明らかにする。さらに、乗車券のIC化の意義について考察し、交通インフラから社会インフラへと発展した“Suica”インフラの本質について述べる。

1. はじめに

2007年3月18日に首都圏ICカード乗車券相互利用サービスがスタートした。首都圏の移動は飛躍的に便利になり、PASMO(パスモ:首都圏の鉄道・バス約100社が共同で発行しているICカード乗車券)は1000万枚を超える発行(2010年2月末現在)をしており、その利用が急速に伸びている。SuicaとPASMOの相互利用は交通機能はもちろん、それだけでなく電子マネーとして駅や街中の店舗での利用も可能である。SuicaやPASMOは、その利便性から、人々の生活に無くてはならないものとなり、社会インフラ化したと言える。

日本の社会は、少子高齢化、グローバル化などの大きな社会環境の影響を受け変化している。鉄道事業においても、従来は安全で正確な輸送を行えば良かったものが、現在では安全性、快適性、利便性などの多様で質の高いサービスの提供を求められている。

鉄道経営を支える重要なシステムの1つに自動出改札システム(AFC: Automatic Fare Collection system)がある。この出改札システムは鉄道輸送の特性から、高速処理と高信頼性に基づくサービスの継続が必須である。このため、JR 東日本が2001年11月に導入したICカード乗車券システム“Suica”はシステムアーキテクチャーに自律分散技術を使い、トラブルが発生してもシステム全体へ拡大しない仕組みとし、このための技術開発に大変な苦労と時間を要した。

一方、経営面では、中期的な経営の視点から、経営環境の変化に対応して、鉄道事業の競争力強化と関連事業によるニュービジネスを展開するための戦略の構築が求められていた。このような状況下で、技術面と経営面から総合的に経営判断する「技術経営戦略(MOT: Management Of Technology)」により、ICカードによる新しい乗車券システムの導入を決定した。導入後は前述のとおり、その利便性から急速に利用者が増加した。導入後も多くの新規サービスを提供しているが、これまでに大きなシステム障害は発生していない。

本論文では、ICカード乗車券Suicaシステムにおける開発の課題、システムの安定稼働に資する自律分散技術などについて述べる。さらに、乗車券のIC化の意義について考察し、交通インフラから社会インフラへと発展した“Suica”インフラの本質について述べる。

2. 鉄道乗車券システムの特性

鉄道輸送は毎日、休むことなく継続してサービスを提供する必要があるため、システムの安定稼働は必須の要件である。前述のような条件下で、鉄道における乗車券システムとして必要不可欠な基本機能は第1に高速処理である。日本の鉄道の特徴は朝夕の猛烈なラッシュである。こうした高負荷トランザクションの状況において、旅客が改札機を通過する件数は約2400万件/日(実測値)であり、自動改札機の処理においては円滑な旅客流動を確保可能なスピードが必要である。第2は高信頼性であ

る。乗車券は金券であり、正確な運賃処理が実現可能な、信頼性の高いシステムが必要である [1]。

3. 乗車券としての IC カードシステムの開発

3.1 開発のコンセプト

非接触 IC カードを鉄道の乗車券として導入するにあたり、磁気式の乗車券すべてを一度に IC カードに置き換えることは不可能である。このため、IC カードシステムの開発にあたっては、一定期間は磁気式の乗車券も使い続けるという前提で、どのような仕様が最も適切かという、開発コンセプトを定めた。

従来の磁気式自動改札システムと比較して、非接触 IC カード乗車券システムを導入する場合の条件として、以下の点を考慮することとした。

- ①磁気システムとの共存が可能であること
 - ②磁気システムよりコスト低減が可能であること
 - ③磁気システムより処理能力および信頼性が同等か、それ以上であること
 - ④新たなサービスの付加が可能であること
- 等である。

3.2 IC カード乗車券の高速処理

磁気式と非接触式 IC カードの改札機によるカード処理の違いを図 1 に示した。磁気式での、改札機の処理は、データの「読み出し」を行い、それが正規の乗車券であるかを「判定」し、必要なデータを「書き込み」それを「確認」という 4 段階をおよそ 0.7 秒（実測値）で処理している。これに対して、非接触 IC カードでの改札機の処理は、まず、カードがその電波の中に存在しているかどうかの「存在確認」をし、それが処理するに値するかど

うかの「認証」をする。その後はデータの「読み出し」「判定」「書き込み」「再確認」を行う。この一連の処理時間はフィールドでの試験結果により、最も早い人では約 0.2 秒しかカードがリーダ/ライタ（以下 R/W と記す）の通信可能領域に存在しないことが分かった。改札機内の処理時間（実測値から約 0.1 秒）を考慮すると、この一連の処理を旅客が立ち止まること無く行うためにはカードと R/W 間の処理時間は約 0.1 秒以内しか許されない。このため、IC カードと改札機 R/W 間的高速処理を最重要課題として開発に取り組んだ [2][3]。

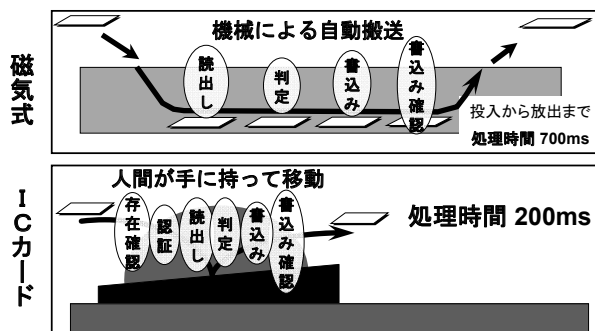


図 1. 自動改札機（磁気と IC）処理時間の比較

3.3 磁気システムと同等の性能

JR 東日本が磁気式出改札システムの次世代システムとして非接触 IC カードの可能性に着目したのは、JR 発足直後の 1987 年である。IC カードには接触式と非接触式があるが、乗車券として使用する場合、旅客が移動しながら改札機で処理を行う必要があることから、非接触式の方が望ましいと考えた。

当時、非接触式 IC カードを製造または開発していた企業は中波を使用した方式が 2 社、準マイクロ波を使用した方式が 1 社であり、全てバッテリーを内蔵したものであった。それぞれのカードに改善を重ね、単体としての機能を試験した結果、性能としては 3 社それぞれに優劣はつけられないものであった。しかし、データを伝送するために必要な電波を発生させる発信回路を、中波方式ではカード自体に設けなければならないのに対して、準マイクロ波方式では R/W のほうに設置すればよかった。そこで、1992 年、処理速度、価格等の面で実用化に近いと

思われた「バッテリーを内蔵し準マイクロ波を使用した非接触 IC カード」に絞り込んで開発することとした。そして 1993 年には、機能的には実際の駅に設置しても使用可能なレベルに達し、それ以降、1994 年、1995 年、1997

年の 3 度にわたってシステムの信頼性、自動改札機の処理能力、人間（ユーザ）による使い勝手の良し悪し等の検証を行うためにフィールド試験を実施した（図 2）。3

0.2 秒への挑戦！
円滑な旅客流動の確保
自動改札機 IC カード処理時間

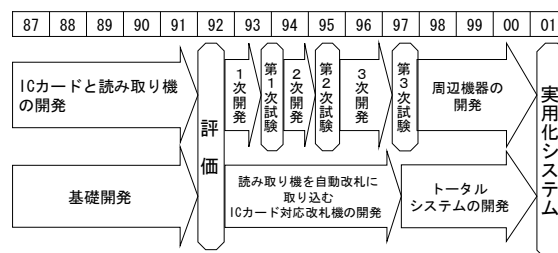


図 2. JR 東日本の鉄道用 IC カード開発の経緯

度にわたるフィールド試験は、実際の駅で社員モニタにより実施された。通信速度、カード運用を変え、約3万回から約17万回の通信試験を行い、3度目の試験においては磁気システムと同等の性能（通過障害率）を達成した [4][5]。

3.4 IC カードと端末間の処理の安定化

IC カードの通信可能領域は目に見えないため、「かざしてください」という案内では、各人が勝手気ままにカードをかざしていた。フィールド試験の結果より、通信可能なエリアに IC カードを滞留させている時間は平均で 0.52 秒であり、最小値は 0.2 秒であった。この時、処理時間を短縮するための高速処理技術（特にハードウェアの性能向上）は限界であった。

このため、「タッチ&ゴー方式」（図3）を考案した。この方式は、R/Wに軽く触れる様に「V字」の軌跡でカードを移動させることによって十分な処理時間を確保する方式である。これにより、通過障害率を磁気システム

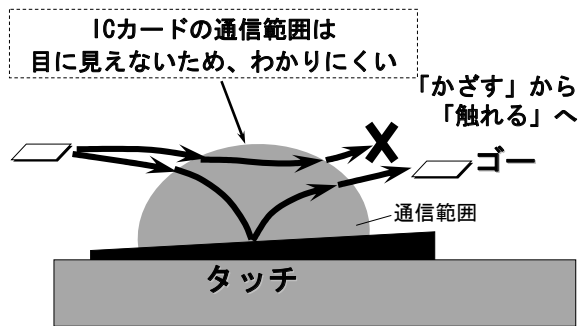


図 3. タッチ&ゴー方式の開発

表 1. JR 東日本の IC カードに関わるフィールド試験

	第1次試験	第2次試験	第3次試験
試験期間	1994.2.14～ 1994.3.15 (1ヶ月)	1995.4.3～ 1995.10.2 (6ヶ月)	1997.4.21～ 1997.11.25 (7ヶ月)
試験規模	8 駅 18 通路 約 400 名	13 駅 30 通路 約 700 名	12 駅 32 通路 約 800 名
通信速度	70kbps	250kbps	250kbps
カード運用	かざす	かざす	タッチ & ゴー
全通信数	29,900 回	176,000 回	174,000 回
通信障害率 (磁気システム比)	20 倍以上	約 4 倍	同等

と同等レベルまで下げることが可能となった（表 1）。このように、技術を運用で補完して実用化に繋げた。実用化開発では発想の転換は重要である。

発想の転換

「かざす」⇒「触れる」

タッチ&ゴー方式の考案

4. 自律分散型 IC カード乗車券システムの運用

4.1 IC カード乗車券システムの概要

Suica システムの機器構成を図 4 に示した。Suica カードは Suica 自動券売機で買うことができる。また、チャージ機により、SF（Stored Fare: 乗車時に利用するため事前に入金された運賃）をチャージできる。AFC ゲートが設置されている駅では、Suica と磁気乗車券の両方を使うことができる。AFC ゲートが設置されていない駅では、Suica のみ使える簡易型 AFC ゲートを導入した。

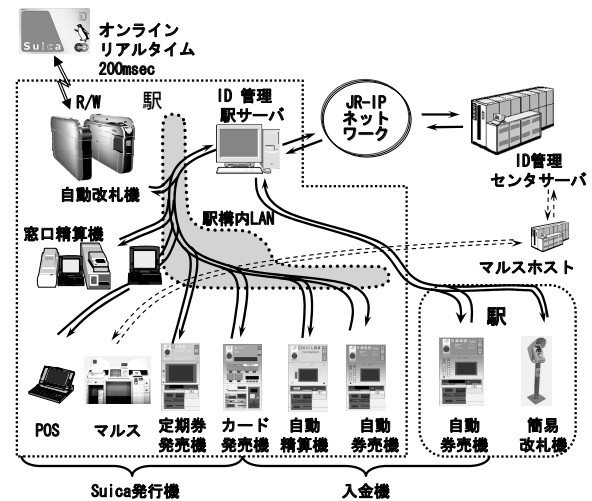


図 4. Suica システムの構成

各 Suica カードには固有の ID 番号 (Identification number) が付けられており、Suica カードを利用するとネットワーク化された各機器により、全ての履歴を中央の Suica センタサーバに集約し管理する技術を導入した。これにより、全 Suica カードの情報を一元管理し、Suica カード毎の利用データの正確で安定した集約やネットワークから不正カードの監視を行うなどが可能となった[2]。

4.2 3重のデータフィールドによる自律分散の確保

Suica システムを自律分散 IC カード乗車券システムとしてモデル化したものが図 5 である。このシステムは時間単位の異なる 3 つの DF (Data Field) を持つという特異な構造をしている。IC カード～端末間にある DF1 において無線通信は 1 秒以内に行われるが、端末～駅サーバ間にある DF2 ではデータは 1 時間毎に流れている。駅サーバ～センターサーバ間の DF3 では 1 日毎と 1 時間毎の 2 種類の時間単位を持っている。これらの時間単位はデータの必要性に応じてそれぞれ設定されており、高速性と高信頼性に寄与している。

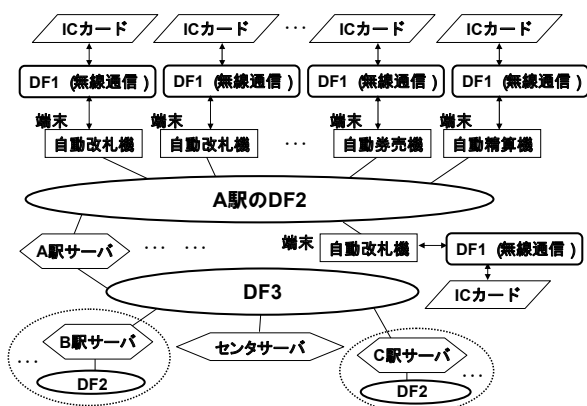


図 5. 自律分散型 IC カード乗車券システム

IC カード～端末間の DF1 を図 6 に拡大した。端末である各出改札機器は IC カードとの間で無線通信を行う。IC カードは識別コード (コンテンツ・コード) が付いたデータを DF1 にブロードキャストし、端末 (改札機) は自らに必要なデータのみを内容 (コンテンツ・コード) をもとに選択受信 (セレクト) して処理を行っている。

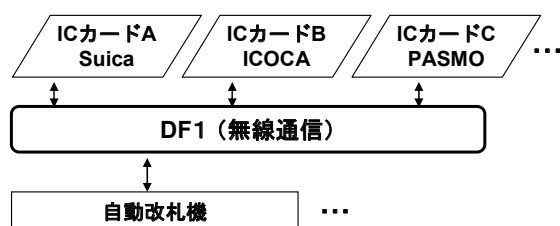


図 6. 自律分散型 IC 乗車券システムにおける IC カードとターミナル間のデータフィールド

各端末と駅サーバ間は駅内 LAN で結ばれており、DF を介して自律分散処理をしている。駅レベルでは、駅サーバから DF2 にデータをブロードキャストしており、各端末 (自動改札機, 自動券売機など) はセレクトしてデータを受け不正カードチェックや運賃計算などの処理を

している。また、各端末は自律して稼動しており、一部の端末が故障しても他の端末には、その影響を及ぼさないシステムとなっている。駅サーバが故障した場合はセンターからのデータが来ないため一部の機能が利用できないが、各端末は一定量のデータを保存可能なため、駅での出札や改札などの業務処理は継続可能である。また、各駅サーバは DF3 を介してセンターサーバと結ばれており、乗客が IC カードを持って駅サーバが正常な他の駅へ移動した場合は DF3 よりデータを取得しており、すべての機能が利用可能である (図 5) [6][7][8][9]。このように自律分散型システムでは「異常が起きることが正常である」との前提でシステムが構築されている。

「異常が正常！」

自律分散技術

故障が前提でシステムを構築

4.3 高速性と高信頼性の確保

IC カード乗車券システムは端末での高速処理が必須要件である。旅客が通常、駅構内の平面を自由歩行する速度は 1.4m/秒であるが[10]、改札機内の歩行速度は 1.0 m/秒である[11]。この速度で直径 20cm の R/W 通信可能エリアを通過すると仮定すると、IC カードが R/W の通信可能エリアに滞在している時間、即ち改札機と IC カードが処理に費やす事のできる時間は 0.2 秒となる。従って、IC カードと端末間の DF1 は 0.1 秒単位でデータの授受を行わなければならない。

また、端末は前述のとおり一定量のデータ保存が可能であるため駅サーバ間との DF2 ではデータが 1 時間単位で授受されている。さらに駅サーバについても一定量のデータ保存が可能であるためセンターサーバ間との DF3 は 1 日に 1 回データの授受がなされている。このように「秒」「時間」「日」の 3 種類の異なる DF 群を「異種 DF」と呼ぶこととする。このように IC 乗車券システムはシステムニーズに合わせた異種 DF により構成されているという特徴がある。これによりシステムの高速性と信頼性の確保を可能としている (図 7)。

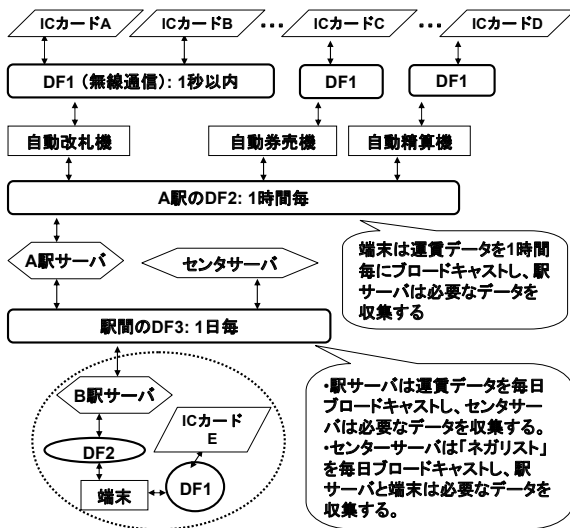


図7. 自律分散 IC カード乗車券システムにおける 3つの異種データフィールド

Suica 安定稼働の秘密？
自律分散整合化技術
 (分散処理とデータの蓄積)

4.4 サービス継続のための安定化とセキュリティ確保

ここでは Suica システムにおけるの必須要件である「サービスの継続性」確保のためのシステム安定稼働の技術について述べる。

一部機器が停止してもシステム全体へ影響しないために、次のようなデータ処理の分散による処理データのダム化（一定量データの蓄積）方式を考案し導入した。その方法は以下のとおりである。

- ① IC カードの処理は各出改札機器にて独立して行い、処理の高速性を確保する。IC カードの処理データはカード内に一定量（20 件分）、端末には一定期間（3 日間分）蓄積可能とした。
- ② 上位への回線が確保されている場合は、各出改札機器端末で蓄積しているデータは一定時間毎に駅サーバに送信する。駅サーバはそのデータを蓄積する。さらに、駅サーバに蓄積されたデータはセンターサーバに一定時間毎に送信する。最終的にはセンターサーバにすべての IC カードの処理データが蓄積（26 週

間分）される。

- ④ これにより、障害等により IC カードの処理データがセンターサーバまで送信されない場合であっても、駅の出改札機器は一定期間（3 日間）稼働可能となり、旅客サービスの継続が確保される。
- ⑤ 復旧後は直ちに各段階で蓄積されたデータは再送信され、データの欠落を防ぐことが出来る。

このように、処理したデータを蓄積して、後でデータの整合化処理を行う方式を「自律分散整合化技術」と呼んでいる。

また、収集データから判明した不正カードに関する情報はリアルタイムで端末へ配信され、当該カードの利用を停止する。このように、ネットワークからも監視しており、セキュリティが大幅に向上した。

5. IC カード乗車券システムの社会インフラへの展開

5.1 「乗車券」の IC 化の意義

「乗車券」の IC 化の意義について考察する（図 8）。日本で最初に鉄道が開通したのは 1872 年である。当時、鉄道事業は極めて稀な第三次産業であった。基本的なビジネスモデルは A 地点から B 地点まで旅客や貨物を運送することにより対価を得るものである。「乗車券」はその対価の証票である。

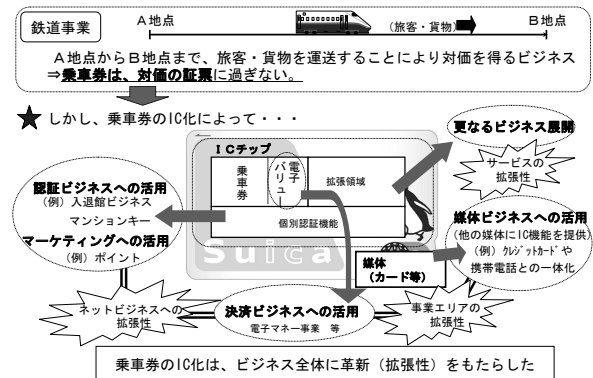


図8. 乗車券の IC 化の意義

しかし、「乗車券」が IC 化することによって、取扱い可能な情報量が飛躍的に増えた。この結果、交通乗車券としての機能だけでなく、電子的にバリュー（価値）を付加した電子バリュー機能による電子マネー事業等の決済ビジネスへの活用が可能である。また、複数のカード機能の一体化や、他の媒体に IC 機能を付加（例：携帯電話と Suica を一体化した「モバイル Suica」など）した媒体を多機能化するビジネスも可能である。さらには IC 化により、セキュリティも大幅に向上した。このため、

個別認証が可能となり、この機能を利用した、認証ビジネス（例：ビルやマンションの入出場時の鍵など）への活用やマーケティング（買い物ポイント会員などの会員認証）などでの活用も可能である。

さらには、メモリの拡張領域を利用した、新しいビジネスの展開や各事業エリア間の拡張や連携による新しいビジネスの展開、ネットワークと連携したビジネスの展開などが可能となる。乗車券の IC 化はビジネス全体に「拡張性」をもたらしたと言える。

5.2 IC カード乗車券の社会インフラ化への取り組み

ここでは、鉄道事業への Suica 導入から、電子マネーの展開、モバイル Suica サービスの開始という、主に「Suica 機能の進化」の取り組みについて述べ、その後、「首都圏 IC カード相互利用サービス」を経て、Suica が「社会インフラ」へと進化する過程について考察する。

鉄道会社である当社は、約 1700 の駅と約 7500Km（日本の鉄道の 27%）の営業路線、そして、毎日約 1600 万人のお客様にご利用いただいている。いわば、鉄道インフラは社会の重要な基盤インフラである。この鉄道インフラのうち、特に当社の重要な事業拠点である駅に IC カード Suica（鉄道乗車券としての利用）を導入した。Suica は、IC カードの「大容量」「高セキュリティ」という特徴を活かし、継続的な技術改良を加え、これまで様々なサービス（機能）を提供してきた。

2001 年 11 月の Suica 導入にあたっては、センタシステムは新規に構築したが、出改札機器は既存設備の有効活用とユーザインターフェイスの観点から、自社の既存の機器に IC カード乗車券機能を追加する形でシステムを設計した。このため、既存機器との相性や IC カード特有の仕様（運賃計算や不正チェックなど）付加に課題はあったが、一つ一つの機能試験を計画的に順序良く、着実にを行うことで、導入時の大きなトラブルを無くした。Suica 導入後も鉄道利用の面では、デジタル化したグリーン券を Suica カード上に発券することで、チケットレスでグリーン車を利用可能なシステム、新幹線に乗車可能システムなどを実現した。鉄道事業におけるサービスアップは現在も続いている。

当社の事業ドメインに変革を起こすエポックメイキングな Suica 機能の「進化」が、2004 年 3 月に開始された「電子マネー」サービスである。システムの基本は鉄道の SF 機能を利用している。鉄道の機器は当社の管理下で主に運賃計算や不正チェックを行っているが、電子マネーサービスでは運賃計算が不要になる一方で JR 東日本

の鉄道エリア（駅）から離れた街中で金券使用を考慮する必要がある。このため、セキュリティの確保と決済機能に特化したセンタシステムと端末を開発し対応した。

Suica のもうひとつの大きな進化形が、2006 年 1 月にサービスを開始した「モバイル Suica」である。モバイル Suica のサービスでは、JR 東日本が管理していない媒体（=携帯電話）にサービスを提供する必要がある。このため、既に稼動しているシステムや機器の改修無しに利用できるよう、この携帯電話があたかもカードであるかのように取り扱える仕組みを構築した。モバイル Suica は、Suica が外部ネットワークと結合した初めての事例であり、Suica インフラがこれまでの自社インフラからオープンな社会インフラへと進化した。

2007 年 3 月 18 日、PASMO と Suica は「首都圏 IC カード相互利用サービス」を開始した。その約 4 年半前、PASMO 各社とは相互利用実現に向けた協議を開始した。まず、大規模センタシステムと多数の端末機器の開発においては、「品質の確保」「工期の短縮」「コストの低減」を実現するため、徹底してシステムの「共通化」「標準化」を進めた。しかし、各社には歴史的な背景を持つ運賃ルールがあり、共通のシステムに統合していく、という仕様確定作業は困難を極めた。膨大な回数の打ち合わせ会議を通して、ユーザーオリエンテッドなシステムが各社にとって最適であるとの共通認識が生まれ、関係者の熱意もあり、何とか確定した。

また、各社の役員クラスによる工程管理体制を構築し、開発や試験の進捗管理を事業者の経営幹部が直接、責任を持って取り組める仕組みとした。この「工程管理部会」の導入と管理の徹底が本プロジェクト成功の要因であると考えている。

システムの試験期間だけでも約 1 年 3 ヶ月に渡り、40 万件を超える機器類相互間の動作確認試験を実施した。また、首都圏エリアを乗車する経路パターンとその運賃の種類は天文学的数字となるが、最終的には「12 億 3 千万通り」の経路パターンと運賃を検証した。愚直に試験することで、巨大システムの完成度を高めていった。

IC カード乗車券システムとしてスタートした Suica インフラは、移動のためのツール（乗車券）として機能する「鉄道インフラ」に過ぎなかったが、電子マネー機能（=決済機能）、モバイル Suica 機能、相互利用機能を得て、「生活インフラ」へと進化した。

5.3 IC カード乗車券システムの社会インフラへの展開

インフラとは (infrastructure) の略語であり、「人々が

望む好ましい状態に至ることを目的として、生産性の向上や所得分配などに役立ち、社会の安定に資するとともに、人々の潜在能力の発現を支援し、生活の質の向上に直接・間接的に資する市場が成立しないかあるいは市場だけの取引では供給に過不足が生じる公益性の高いサービスを効率的に生み出す制度・組織・物的施設・機能・効果の総体」と定義される[12]。インフラを経済面や社会面からだけでなく、潜在能力の発現や生活の質の向上という視点も包含したこの定義は IC 乗車券インフラの役割を考える上で非常に適している。

これまでも述べてきたが、Suica システムは導入当初、JR 東日本の自社インフラであったが、交通機能を超えた新たなサービスの提供により、Suica は人々の生活に必要な不可欠なインフラとなった。この結果、Suica は「オープンな大規模インフラ」となり、「Suica の社会インフラ化」が進展した (図 9) と言える。これまでの鉄道インフラを社会基盤としての第 1 次インフラとすれば、Suica は生活基盤としての「第 2 次インフラ」と位置付けられる。

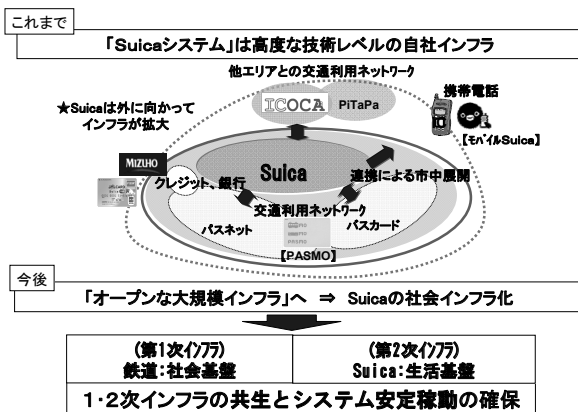


図 9. Suica の社会インフラ化

第 1 次インフラは生きるために必要なインフラとして、供給者の視点で、不特定多数のユーザに、単機能のサービスを提供するインフラと定義すれば、第 2 次インフラは生活の質 (豊かさ) の向上を目的とし、特定のコミュニティのユーザを対象とし、ユーザの視点で、統合的なサービスを提供するインフラと定義できる。

人々は常に生活の質の向上を求めており、今後、第 2 次インフラによる生活革新が急速に進展していくだろう。

参考文献

- 1) 椎橋章夫: IC カード出改札システム “Suica” の開発と導入, 日本信頼性学会, Vol.25-No.8, (2003)
- 2) S. Miki et al.: Development of contact-free IC card for railway ticket system, IFAC CCCT, (1989).
- 3) S. Miki et al.: Contact-free IC card for new railway ticket system, ASCE 2nd Conf. App. Adv. Tech. in Transportation Engineering, pp.414-418 (1991).
- 4) A. Shiibashi et al.: JR East Contact-less IC Card Automatic Fare Collection System “Suica”, IEICE, Vol.E86D, No.10, pp.2070-2076 (2003).
- 5) S. Miki: Total marketing strategy with non-contact IC card, World Congress on Railway Research, vol.1, pp.53-58, (1994).
- 6) Kinji.Mori: Autonomous Decentralized System Concept, Data Field Architecture and Future Trends, ISADS, pp.23-34 (1993).
- 7) Kinji.Mori et al.: Autonomous Decentralized System Software Structure and Its Application, IEEE Fall Joint Computer Conference, pp.1056-1063 (1986).
- 8) 森欣司: 自律分散システム [I]–[VI], 電子情報通信学会学会誌, Vol.84, No.6, pp.403-408, No.7, pp.484-490, No.8, pp.611-617, No.9, pp.663-669, No.10, pp.734-740 (2001).
- 9) 森欣司, 足達芳昭, 伊藤俊彦, 松本雅行, 大村賢, 柴尾聡, 藤沢真二, 星合隆成, 久保田稔: 世界にはばたく技術—自律分散システム(1)(2), 電子情報通信学会学会誌, Vol.121, No.2, pp.100-118, No.3, pp.177-189 (2001).
- 10) 中祐一郎: 鉄道駅における旅客の交錯流動に関する研究, 鉄道技術研究報告, No.1079 (1978).
- 11) A.Imai: Examination of parameter of size of automatic fare collection gate, Omron Technics, Vol.12, No.1, pp.25-40 (1972).
- 12) 吉田恒昭他: 紛争終結国の平和構築に資するインフラ整備に関する研究, 独立行政法人国際協力機構報告書 (2007).

椎橋 章夫 (非会員)

E-mail: shiibashi@jreast.co.jp

1976 年埼玉大学工学部 (機械工学科) 了。同年日本国有鉄道入社。1987 年 JR 東日本。1994 年より IC カード乗車券システムの研究・開発に従事。1998 年より「Suica システム推進プロジェクト」を担当。現在に至る。2006 年東京工業大学 (工学博士) 機械学会, 電子情報通信学会各会員。

投稿受付: 2010 年 3 月 15 日

採録決定: 2010 年 4 月 16 日

メンタ: 土井 美和子(東芝)

第 2 次インフラとは?

ユーザの視点で構築

生活の質 (豊かさ) の向上