

## 表示機能を付加した Suicaカードの研究開発



坂入 整\*



佐藤 雅文\*

Suicaカードの付加価値向上という観点から、モバイルSuicaでサービスされている表示機能をカードにも持たせる研究開発を行っている。これまで、ICカードとは別に表示器を試作（一次試作）し、基本的な機能確認を行った。その後、表示部をICカードに一体化させたカードを試作（二次試作）した。二次試作では一次試作よりも表示部を約2.5倍に拡大した上で、書換えに必要な最大電力量も約半分の70mWまで低減することができた。表示書換え時間についても約4.3秒と半分以下となり、一次試作よりも高速化に成功している。また表示部を付加したことによるSuica機能への影響については、通信距離に影響があることが確認できた。本稿では、これまでの開発内容について紹介する。

●キーワード：ICカード、Suica、電子ペーパー、太陽電池

### 1. はじめに

2007年3月からPASMOが導入となり、今後PASMOとの差別化、Suicaビジネスの拡大という観点からSuicaカードの付加価値向上が求められる。そこで現在モバイルSuicaでサービスされている表示機能をSuicaカードにも持たせ、電子チケットによるチケットレス化、クーポンなどによるエキナカビジネスへの展開、さらには個々のお客さまに対する情報提供への応用など、モバイルSuicaを持たないお客さま層への新たなサービスの提供を検討していく必要がある。

SuicaのようなICカードに表示部を付加する場合、お客さまの利便性、メンテナンスコストを考慮すると接触式（券売機などに挿入する方式）ではなく非接触式（Suicaのようにタッチする方式）での書換えが主流となっていく。そこで非接触式通信による表示書換えが可能で、表示機能を付加したSuicaカードの開発に取り組んでいる。本稿では、この取り組みについて紹介する。

### 2. 電子ペーパー技術

Suicaカードに表示部を付加するにあたり、使いやすいカードとするためにはバッテリーの交換など、手間を要するものを省く必要がある。そこで、電力が無くても半永久的な表示保持特性をもつ電子ペーパー技術を用いて、開発を行っている。電子ペーパーには複数の方式があるが、電源を

持たないカードに実装するには表示書換え時の消費電力を極力小さくする必要がある。そこで表示保持特性（メモリ性）があり、書換え時の電力消費量が少ないという特徴があるコレステリック液晶方式を本試験で採用した（図1）。

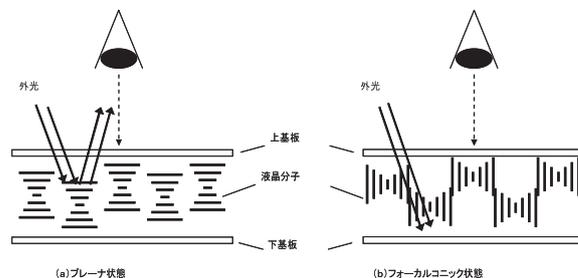


図1 コレステリック液晶方式を用いた表示原理

### 3. 一次試作（試作①）の開発

Suicaカードとは別にSuica表示器を作成し、コントローラ（PC）を介してSuicaカード内の情報を表示するシス

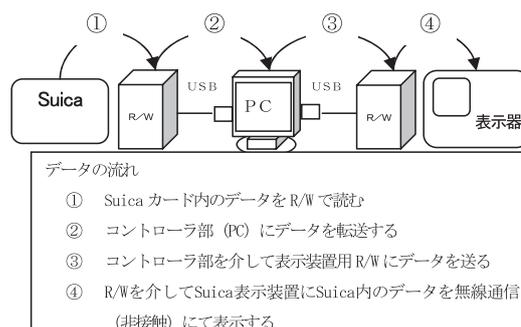


図2 試作①の構成

テムの開発を行った(図2)。なおコントローラ(PC)と表示器との通信方法は、Suicaと同じ周波数帯である13.56MHz帯を使用している。

Suica表示器の大きさは将来Suicaカードとの一体化を考え、概ねカードサイズとした。また、表示部は残高表示だけでなく電子チケットを視野に入れ、まずはチケット一枚分の表示が可能な大きさとした(図3、4)。



図3 試作①の外見

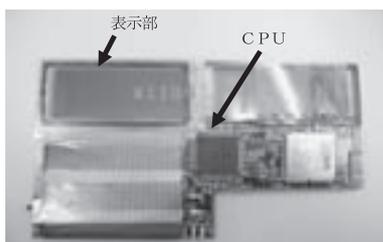


図4 試作①の内部基盤

### ●表示書換え時間の計測

試作①について表示書換え時間の合計を図5のように測定した。残額表示で約4秒、チケット表示で約11秒要する結果となった(表1)。

一次試作では、バッテリーを搭載せず非接触通信での書換えについては実現できたが、まだ表示書換え時間を多く要するため、構成、内部回路の最適化が課題となった。



図5 表示書換え時間の測定(試作①)

表1 表示書換え時間の測定結果(試作①)

情報量	通信時間 (s)	表示時間 (s)	書換え時間合計 (s)
8バイト (SF残高)	3.7	0.7	4.4
2160バイト (チケット)	4.3	7.0	11.3

## 4. 二次試作(試作②)の開発

試作②では表示器とICカードを一体化させた。機器構成は図6の通りである。表示用制御機からR/Wにデータを送り、R/Wから試作カードへ無線通信によりデータを転送する。書換え電力についてもR/Wより試作カードに伝送する。

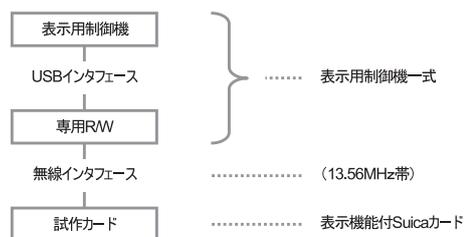


図6 試作②の構成

まず外形寸法だが、横方向(W)寸法及び縦方向(H)寸法について、一般的なICカードサイズである85.6mm(W)×54.0mm(H)とした(図7)。また厚みについては3mm程度となった。表示部は、一次試作と同様に電子ペーパーを使用した。

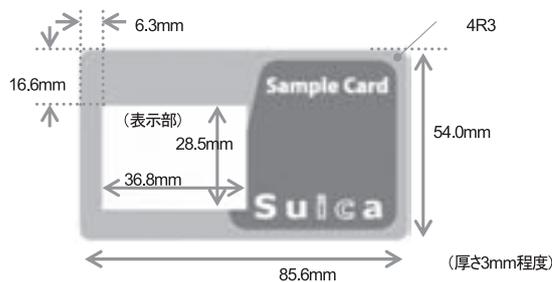


図7 試作②の寸法

### ●表示部仕様

大きさ：36.8mm (W) × 28.5mm (H)

表示色数：白、黒、水色、橙色の計4色

表示種類：ひらがな、カタカナ、漢字、英数字

表示文字数：10桁×10行

表示にはセグメントではなく、より自由な表示が可能なドットマトリクスを使用している。理由としては、数字や文字を表示することの他、クーポンや地図など将来ある程度自由な表示を可能とすることを考慮したためである。素材としてはフレキシブル性を持たせる必要があるためフィルムタイプとしている。

表示色は、白、黒に加え水色と橙色の4色カラーの組合せとした。白黒が必須であり、赤味を帯びた暖色系を含めるとコントラストが高いこと、かつ白色に対しての視認性がよいことを考慮して、水色、橙色の組合せとした。

●試作②のカード内構成

試作②のカード内ブロック構成を図8、試作②の外見を図9に示す。SF情報用通信と表示用通信のどちらもFeliCa Dualチップとの通信を行っている。FeliCa Dualチップは非接触インタフェース(R/Wから接触せずにデータを通信する機能)と接触インタフェース(接触端子を通じてチップ内のデータを通信する機能)のどちらでも起動することが可能であるが、非接触インタフェースと接触インタフェースは同時には起動しない。そのため、非接触インタフェース経由で動作した後接触インタフェースでの動作に切り替わる必要があり、その動作切り替えをCPUからの制御で実施している。動作方法は、アンテナ切り離しによる電源系統の切断によって非接触インタフェース通信を終了させ、続いて制御CPUから接触インタフェース通信を開始するようにしている。

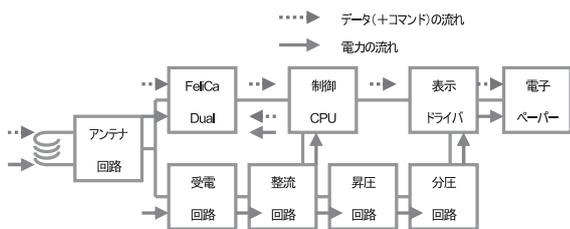


図8 試作②のカード内ブロック構成



図9 試作②の外見

●データのテンプレート化

データ量削減のために、券面に表示する画像のテンプレート化を行った。表示内容は乗車券を想定し、乗り継ぎの有無によって1列車分のチケット情報を表示するものと、2列車分のチケット情報を表示するものとした。

実際の券面イメージ(1列車の場合)を図10に示す。

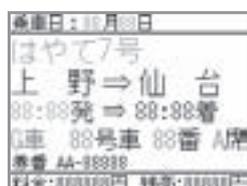


図10 テンプレート化したイメージ(1列車の場合)

データ内容によって圧縮効率が異なるが、圧縮前4800バイトのデータが1列車の場合概ね1600~1800バイト、2列車の場合1900~2400バイトとなった。



図11 券面表示例(一列車の場合)

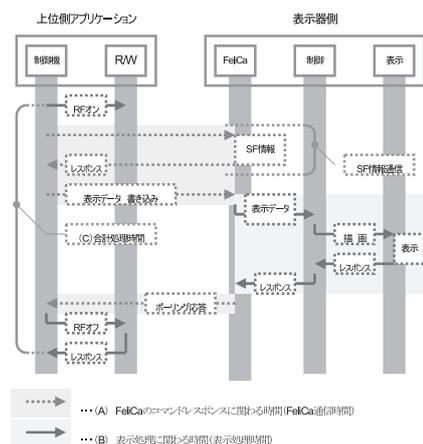
●表示書換え時間の計測

試作②について表示書換え時間の合計を図12のように測定した。チケット表示で約43秒と一次試作(表1)と比較して約半分程度となった(表2)。

●消費電力の測定

Suicaカードに表示部を付加する研究では、カード自体には電源を持たないためカードで消費する電力を極力小さくする必要がある。そこで表示書換えに必要な電力量を測定した。

結果(表3)は、表示書換え時には制御CPU(マイコ



- (A) FeliCa のコマンドレスポンスに関わる時間 (FeliCa 通信時間)
- (B) 表示処理に関わる時間 (表示処理時間)
- (C) 処理全体の時間 (合計処理時間)

図12 表示書換え時間の測定(試作②)

表2 通信時間の測定(試作②)

情報量	(A)	(B)	(C)
1 列車 (約1700バイト)	1.9s	2.4s	4.3s
2 列車 (約2100バイト)	2.4s	2.2s	4.6s

ン) +ディスプレイで合計70mWを消費し、FeliCa部で約20mW消費していることが分かった。

ディスプレイモジュールは高電圧ON時に常時約30mW消費している。高電圧生成部、分圧部の消費電力は約1mW以下であるので、そのほとんどはディスプレイモジュールで消費していると考えられる。高電圧生成部の昇圧効率は約75%であるので、ディスプレイ部の実消費電力は約22mWとなるが、ディスプレイモジュールはまだ多くの電力を消費しているため改良が必要である。

表3 各ブロックの消費電力

ブロック	消費電力
ディスプレイ 高圧ON時 昇圧、分圧込み	30mW (3.3V 9mA)
ディスプレイ 動作時 昇圧、分圧込み	60mW (3.3V 18mA)
マイコン (最大値)	20mW (3.3V 6mA)
FeliCa	20mW (3.3V 6mA)

## 5. 廉価版（試作③）の検討

試作①、試作②では電子ペーパーをカードに組み込むことを検討しているが、電子ペーパーはカードに使用するにはまだ高価なものである。そこで電子ペーパーではなく、安価なLCDを表示部に使用したものについても検討をしている（図13）。

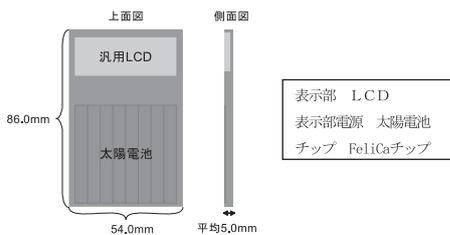


図13 試作③の寸法

太陽電池を表示用電源として利用する際、部品点数が増えることで電波遮蔽が発生するおそれがあり、改札での処理に影響することが考えられる。そこで、表示部・太陽電池・回路基板をSuicaカードに付加したことによる通信機能への影響について試験を実施した（図14）。

### ●測定試験

#### ①標準シーケンス処理時間

#### ②ポーリングコマンドに対する通信距離

表4に示すように、標準シーケンス(Suicaカードが行っている処理内容に相当するもの)での処理時間についてはFeliCaカード(Suicaカードと同じチップを使用したカード)と

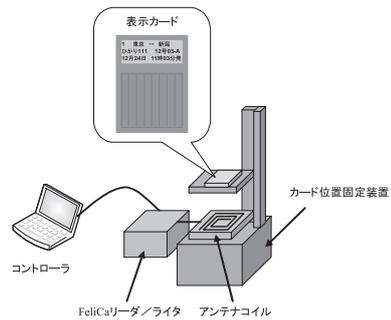


図14 測定概要図

試作の表示カードでは差がないことが確認できた。

ポーリングコマンド（通信の応答）に対する通信距離測定では、FeliCaカードに対して約30%通信距離が短くなることが分かった（図15）。このことより、FeliCaカードと比較して表示用として新たに付加したもの（LCD、太陽電池、回路基板、電力チャージ用コイル）が阻害要因となっていると考えられ、今後は付加したパーツのうち何がどのような影響を及ぼしているかを調査し、その対策を検討していく必要がある。

表4 標準シーケンス処理時間

カード種類	100回平均 (ms)			
	強電R/W		弱電R/W	
	密着状態	96.5mm離	密着状態	96.5mm離
FeliCa	109.38	109.39	352.00	352.00
表示カード	109.39	109.39	352.00	352.00

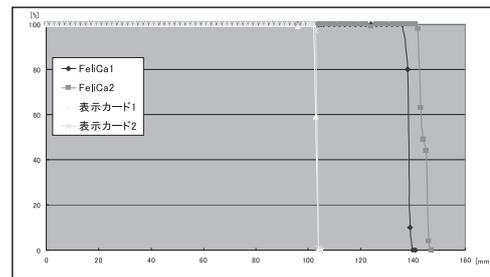


図15 ポーリングコマンドに対する通信距離

## 6. おわりに

約2年にわたりSuicaに表示機能を付加する研究開発を行ってきた。これまでの過程で、バッテリーを搭載しないカードでも非接触通信のみでカードに表示できることが確認できた。今後については、電波干渉などSuica機能への影響、コストや規格（大きさ・厚さ・曲げ強度）などを中心に機能試験を実施していく予定である。

※「FeliCa」はソニー(株)の登録商標です。