

# ICカード読み取り装置に関する研究

— ICカードの読み取り性能について —

島 本 幸次郎\*

## A Study on IC Card Reader

— About Reading Function of IC Card —

Kojiro Shimamoto

Recently, IC (Integrated Circuit) card has widely been applied. The card reader is required high reliability on transferring the IC card in the machine and on reading the information in the card. But there are still some problems to be examined and solved on this card reading machine. This paper attempts to evaluate and illustrate, experimentally, the reading function of the card reader, focusing on the case of simulated bad conditions of IC cards.

### 1. 緒 言

今日、ICカード(Integrated Circuit Card)が各方面で実用化され始めている。その理由は、ICカードにはCPUが内蔵されているので、従来の磁気ストライプ式のプリペイドカードやクレジットカードに比べて記憶容量が数十倍であることおよびセキュリティに優れているからである。しかし、ICカードのICチップの表面金属の材質、その汚れや摩耗に対する耐久性、さらに、カードの歪曲・破損などによる読み取り不良、搬送ローラの押さえ圧力、ICコンタクトの耐久性など現時点では不明で未解決な問題が多くある。今回は、ICカードに諸悪条件を模擬的に与え、装置の読み取り性能について実験・解析・評価を行ったので報告する。

### 2. カード読み取り装置の概要

カード読み取り装置は図1にその概要を示し、次の主要部から構成される。

a) 券挿入口 b) DCモータ c) 磁気ヘッド d) 搬送用ベルト e) ICコンタクト

ICカードを挿入すると、挿入口にあるフォトセンサ(S1～S2)がこれを感じ、搬送用モータを作動させる。カードは磁気ヘッドを通過し、一番奥(図では右側)まで送られる。そこには8本の接点アームを持つICコンタクトがあり、カードが送り込まれると、自動的にカードのIC部に接触し、カードの情報を取得し、伝送ラインを通じてマスターコンピュータに読み込まれる。カードの情報がキャッチされると、搬送用モータが逆転しカードを元の挿入口に戻す。

---

\* 機械工学科

### 3. カード読み取り装置の仕様概要

1) カード搬送装置：DCモータ駆動・ベルトローラ搬送 2) 電源：DC12V  $\pm$  10% 3) 消費電力：10VA以下 4) 耐久性：100万回パス以上 5) 外形寸法：195 $\times$ 85 $\times$ 70(mm)以内 6) 重量：約870g 7) 制御基盤：ドライブ基盤 (DRV基盤)，リードライト基盤 (R/W基盤) 8) ICカード接触方式：スロープ・ローディング方式 9) 外部接続：信号コネクタ・電源コネクタ 10) 搬送速度：abt. 320mm/sec

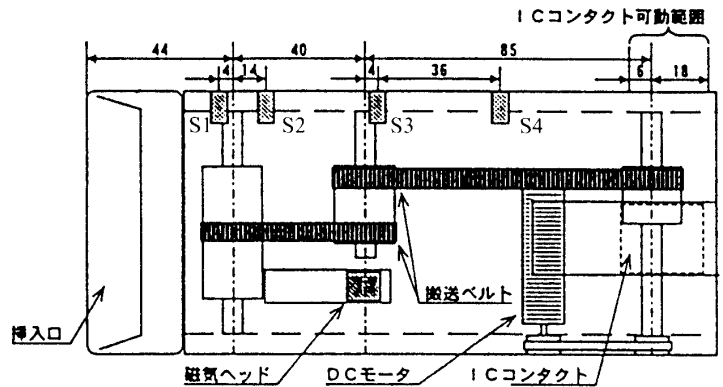


図1. ICカード読み取り装置 (平面図)

### 4. ICカードとICチップ

1) ICカードは外形寸法は磁気ストライプ式のプリペイドカードやクレジットカードとほぼ同じである。図2は1つのカードに8個あるICチップの大きさと，埋め込み箇所などの寸法を示す。ICカードの仕様については次の通りである。a) 材質：塩化ビニール重合体 b) 伝送プロトコル：T=1 (調歩式半二重ブロック伝送プロトコル) c) VCC電圧：5V  $\pm$  10% d) 動作周波数：3.75MHz e) 伝送速度：9600bps f) 同期方式：調歩同期方式

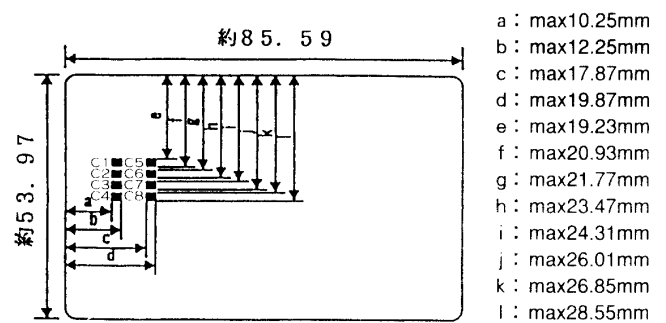


図2. ICカードの寸法規格

2) ICチップはICカードに埋め込まれている。ICチップの8個の端子の機能を図3に示す。

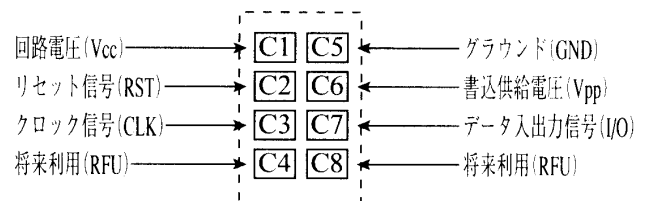


図3. ICチップ各端末の機能

### 5. カード搬送の理論

各種のカード・紙幣・回数券などがローラで搬送されている。しかしその理論解析は行われていないので試みる。ローラの外側は通常合成ゴムなどを使用し，その弾性力を利用し搬送を行うが，その状況は概略次の通りである。

まず，フリーの状態で半径 $r$ のローラに，押さえ荷重が

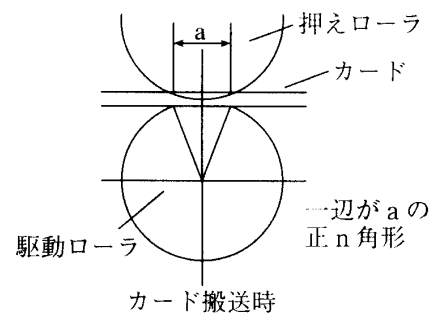


図4. ローラの変形

加わり，ローラが正  $n$  角形に変形し，カードを搬送するものとする。(図4 参照) ここでローラの変形時の体積は元のままで変化しないものとする。(つまり，断面積は同一とする)

半径  $r$  の円において，面積  $S = \pi r^2 \cdots \cdots ①$

周長  $L = 2\pi r \cdots \cdots ②$  正  $n$  角形を図5のように示すと

面積  $S' = s \cdot n = 1/2 \cdot a \cdot b \cdot n \cdots \cdots ③$

周長  $L' = a \cdot n \cdots \cdots ④$  ここで  $b = 1/2 \cdot a / \tan \theta \cdots \cdots ⑤$  であるから

$S' = 1/2 \cdot a \cdot (1/2 \cdot a / \tan \theta) \cdot n = 1/4 \cdot a^2 \cdot n / \tan \pi/n \cdots \cdots ⑥$

上記仮定により  $S = S'$  であるから，①，⑥式より

$$\pi r^2 = 1/4 \cdot a^2 \cdot n / \tan \pi/n$$

$$\therefore a = \sqrt{4\pi r^2 \tan \pi/n / n} = 2r \sqrt{\pi \tan \pi/n / n} \cdots \cdots ⑦$$

④式に代入して  $L' = a \cdot n = 2n \sqrt{\pi \tan \pi/n / n} = 2r \sqrt{\pi n \tan \pi/n} \cdots \cdots ⑧$

$L$  と  $L'$  を比較すると，②，⑧式により

$$L - L' = 2\pi r - 2r \sqrt{\pi n \tan \pi/n} = 2r \left\{ \pi - \sqrt{\pi n \tan \frac{\pi}{n}} \right\}$$

$\pi < n \cdot \tan \pi/n$  であるから

$$L - L' < 0 \quad (n \rightarrow \infty \text{ で } L = L')$$

すなわち，カード搬送時にはローラの変形により，ローラ1回転当たりの搬送距離は長くなる。

次に，⑦，⑤，⑧式により，それぞれ  $a$ ， $b$ ， $L'$  を計算した結果を，図6でグラフに示す。ただし，実機に応じて  $r = 10\text{mm}$  としている。

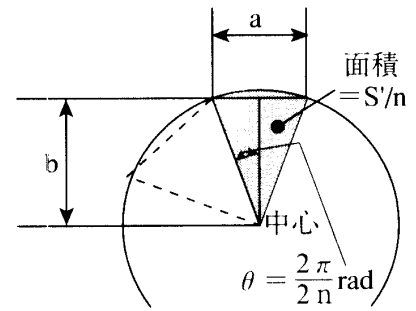


図5. ローラ正  $n$  角形の変形

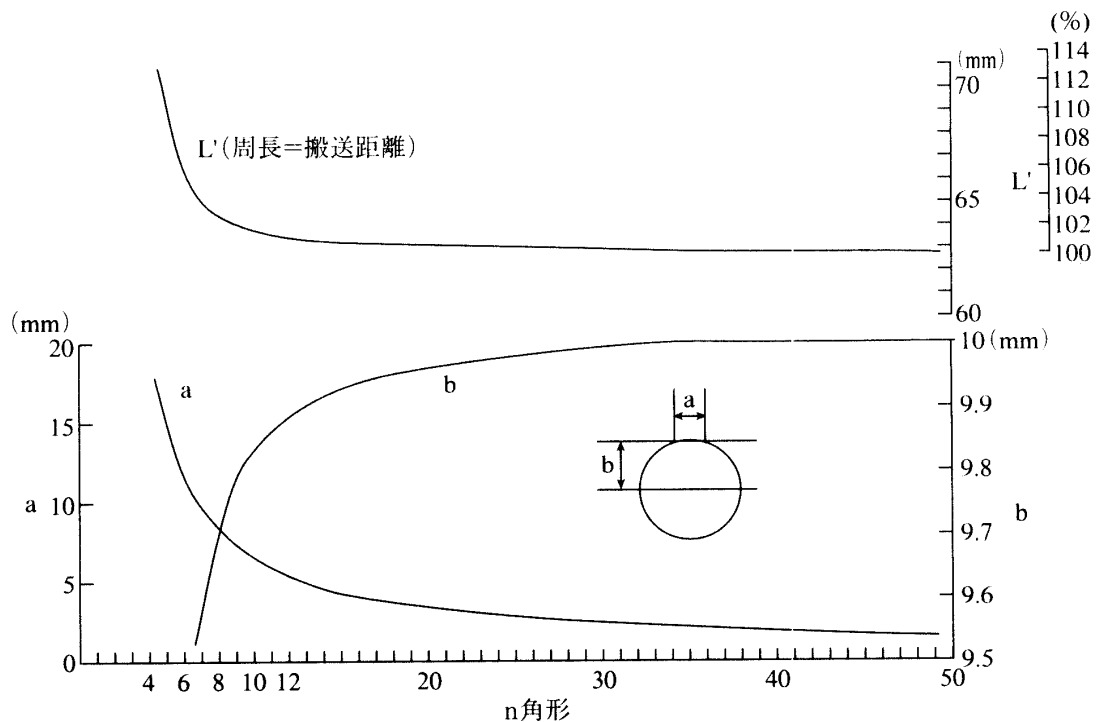


図6. 正  $n$  角形と搬送距離の変化

## 6. テストの方法と概要

テストは、カード読み取り装置をラインシミュレータに接続することによりICチップの情報が正確に読み取れたかを診断する。電源のレギュレータ、読み取り装置およびラインシミュレータの接続を図7に示す。

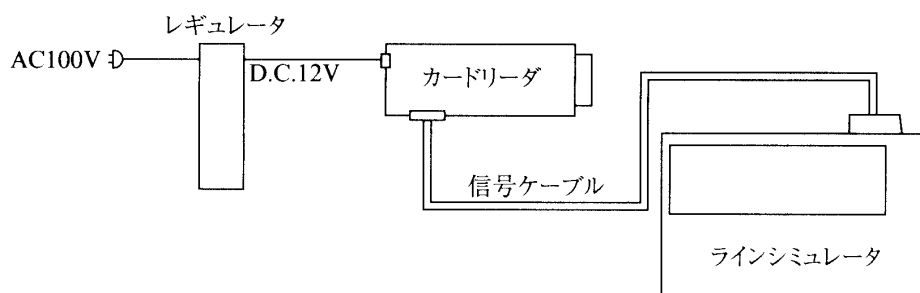


図7. ラインシミュレータとの接続図

次に今回行った曲げカードテストは、カードの使用または保管中にカードが歪曲した場合を想定し、図8に示す8種類の歪曲を温湯を用い人為的に作成した。

また、搬送テストで発生するトラブルの内訳を次の6種類に分類した。

- (1)「搬送異常1」フォトセンサのS1～S2の間(図1参照)で搬送異常が起こった場合。
- (2)「搬送異常2」フォトセンサのS2～S3の間で搬送異常が起こった場合
- (3)「搬送異常3」フォトセンサのS3～S4の間で搬送異常が起こった場合
- (4)「搬送異常4」フォトセンサのS4より奥で搬送異常が起こった場合
- (5)「JAM」カードが搬送時に詰まる場合
- (6)「数値異常」挿入・搬送・排出などは正常であるがラインシミュレータに示された数値が正しくない場合

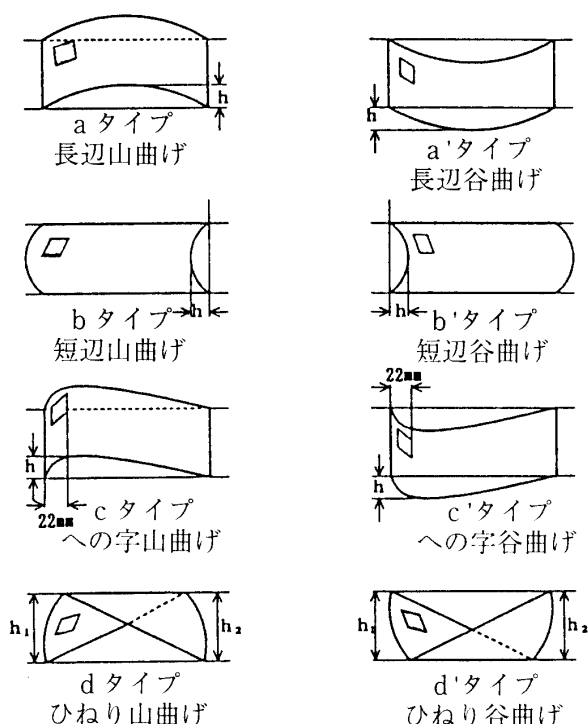


図8. カードの曲げパターン

## 7. テストの結果

a) aタイプ(図9参照)：曲げ量が13mm～14mmが読み取りの限界であることが分かった。14mmでも約70%の読み取りが可能であったことから、全ての曲げ方の中で、曲げ量に対して1番読み取り率が高いことが分かった。また、読み取り限界値に近づくに従って、「搬送異常1・2」

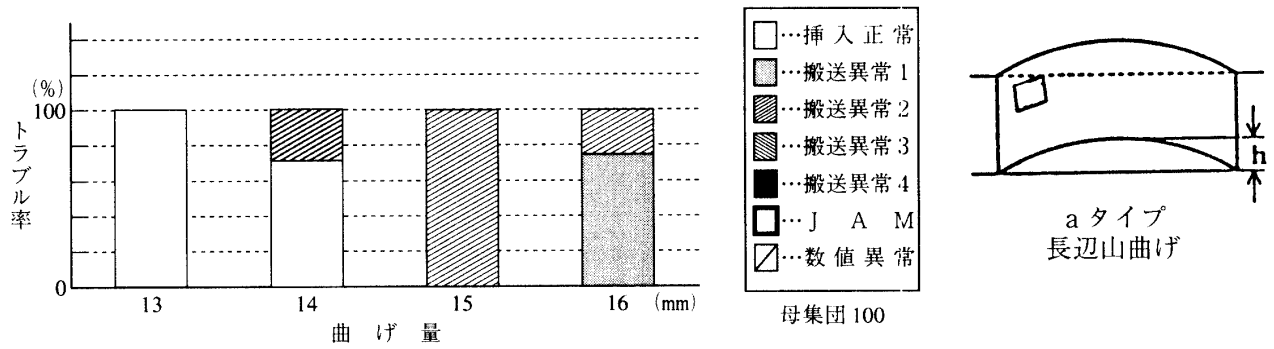


図9. aタイプテストの結果

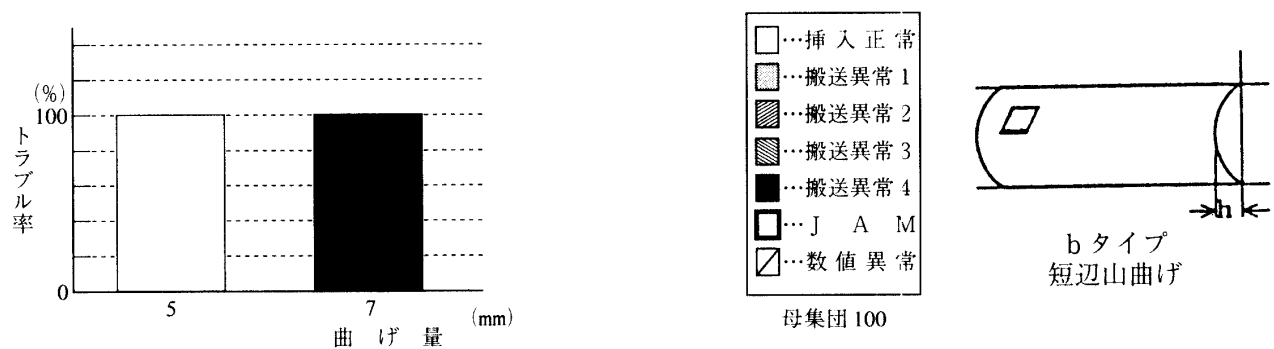


図10. bタイプテストの結果

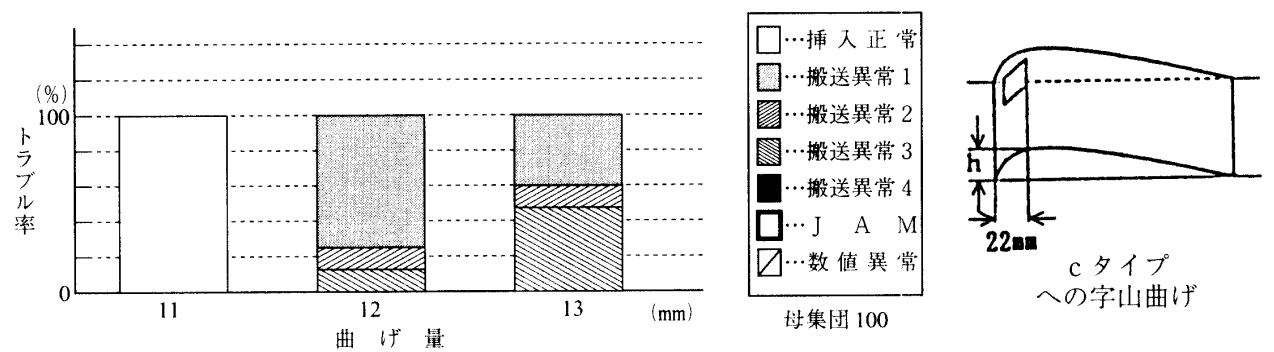


図11. cタイプテストの結果

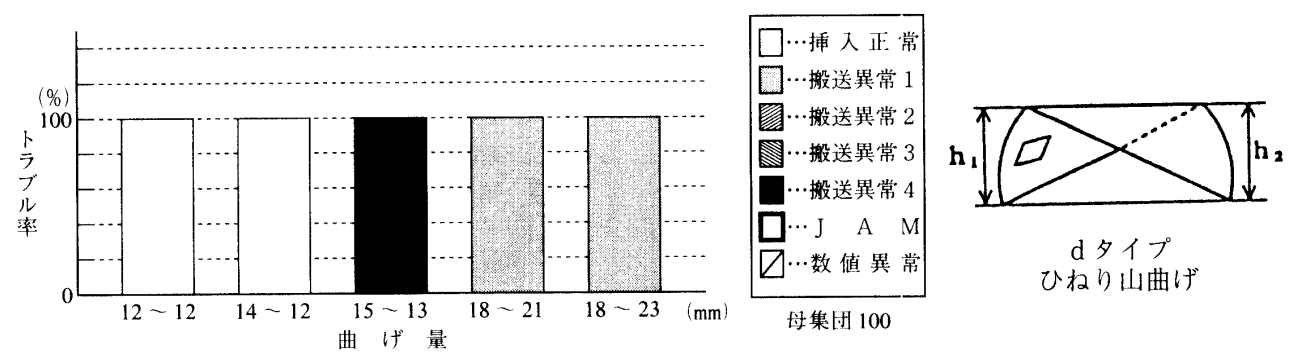


図12. dタイプテストの結果

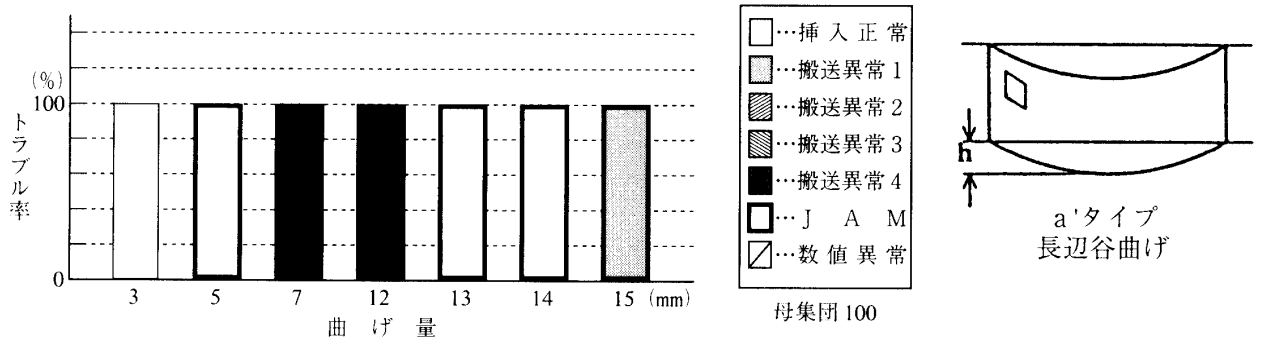


図 13. a'タイプテストの結果

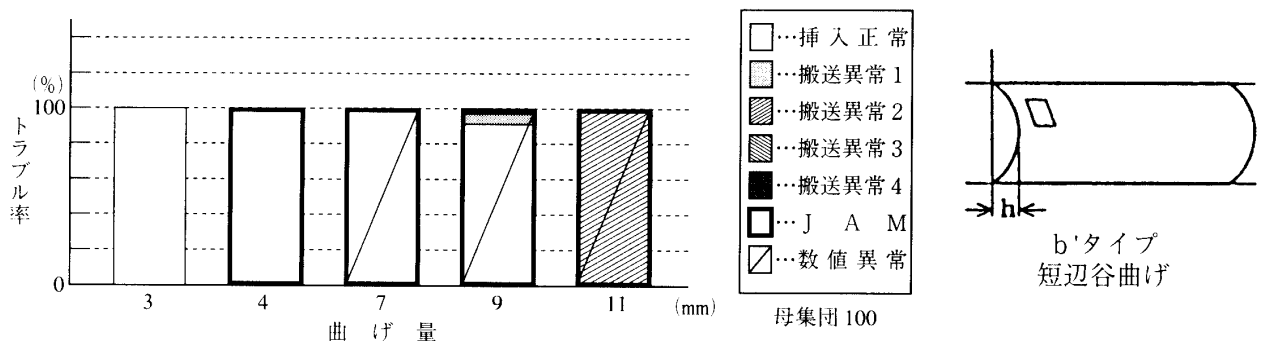


図 14. b'タイプテストの結果

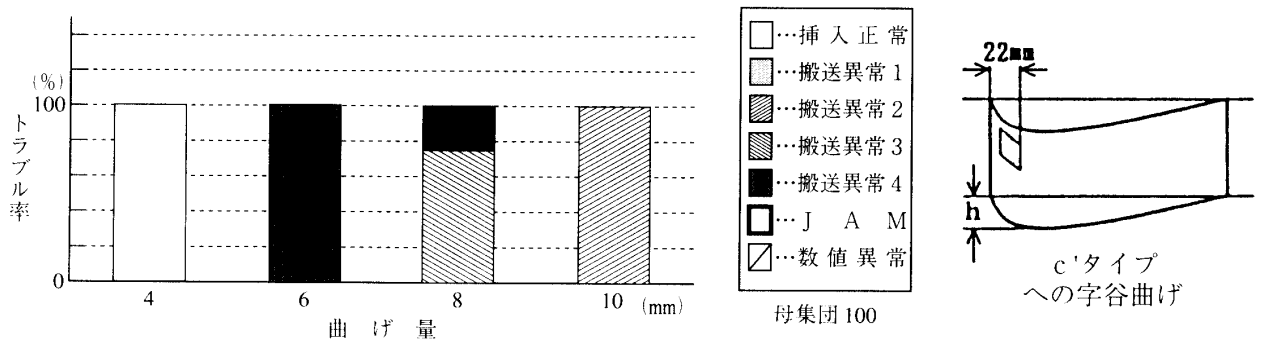


図 15. c'タイプテストの結果

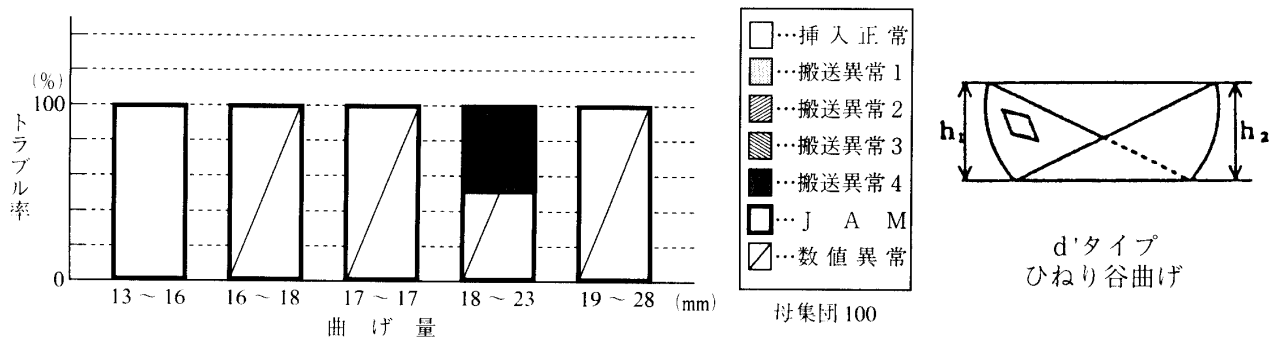


図 16. d'タイプテストの結果

が発生していることから、挿入口付近でカードが引っかかることが明らかとなった。

b) bタイプ（図10参照）：曲げ量が5mm～7mmが読み取りの限界であることが分かった。また、読み取り限界値に近づくに従って、「搬送異常4」の発生率が高くなったことから、挿入口付近での搬送に対しては問題ないが、奥のICコンタクト付近での搬送に原因があることが分かった。

c) cタイプ（図11参照）：曲げ量が11mm～12mmが読み取りの限界であることが分かった。読み取り限界値に近づくに従って、他のタイプと比較して、「搬送異常」の発生場所が定まらない。また、曲げ量が12mmの場合、「搬送異常」と「JAM」が同時に発生しているのも注目される。

d) dタイプ（図12参照）：曲げ量はh1とh2の2つから成り立っているが、曲げ量が12mm～15mmが読み取りの限界であることが分かった。h1とh2ではh2の曲げ量が多いほど、異常の発生が多いことが分かった。また、「JAM」が起こった場合でも「数値異常」の発生が無いことから、挿入過程が正常であった場合には、情報は正常に読み取られていることが分かった。

e) a'タイプ（図13参照）：曲げ量が3mm～5mmが読み取りの限界であることが分かった。曲げ量が5mm以上になると「JAM」が100%であり、曲げ量が15mm以上では挿入・排出ともに不可能になる。この種の曲げにはこの装置は対抗力が無いことが分かった。

f) b'タイプ（図14参照）：曲げ量が3mm～4mmが読み取りの限界であることが分かった。4mm以上では「JAM」が100%である。7mm以上は「数値異常」が起きているが、これはコンタクトが接触していないチップがあると思われる。

g) c'タイプ（図15参照）：曲げ量が4mm～6mmが読み取りの限界であることが分かった。6mmで「搬送異常4」が100%であることから、この曲がりタイプのカードが搬送に関しては一番適応性に欠けると言える。

h) d'タイプ（図16参照）：今回の実験では曲げに対する読み取りの限界値は把握できなかった。b'タイプと同様にこのタイプのカードの曲げの種類が無数に設定できることからさらに細分化したテストが必要であると思われる。

i) 全てのデータに共通していえることとして、「谷曲げ」の方が「山曲げ」よりも曲げ量に対して読み取り率が低いことが分かった。これはICコンタクトが上部より接触するので、コンタクトの先端がICチップに接触しにくいためと考えられる。

## 8. 考察と今後の対策

### 1) 曲げカードテスト

a) 「搬送異常」発生場所についての分析を図17に示す。この中で一番奥の「搬送異常4」が42%と一番多い。搬送ローラのスプリングを強くし、モータの容量を上げることが考えられる。

b) 次に「搬送異常2」が多いが、曲がりの大きいカードが挿入されると、後方部分の曲がりの部分が挿入口に当たり、カード搬送されないためと推定される。

- c) 山曲げと谷曲げを比較・検討してみると、同じ曲げ量に対して山曲げより谷曲げの方が読み取り正常率が低いことが分かった。その原因は、後者はJAMが発生しているためであり、これは、排出時に谷曲げカードのほとんどが、排出口付近の隙間部分で引っ掛かることが圧倒的に多かったので、この隙間を少なくする事が性能の向上に繋がると思われる。

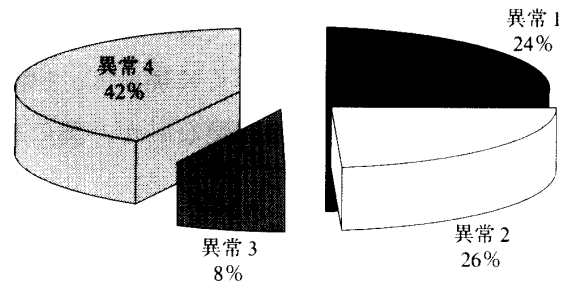


図 17. 搬送異常の発生場所

- d) 数値異常の起こるカードについては、ICチップとICコンタクトの接触部分に問題があると考えられる。特にb'タイプとd'タイプに数値異常が起きたことから、この谷曲げタイプのカードに対してはチップとコンタクトの接触が困難であることが分かる。

## 2) トラブルの解決策

- a) 入り口から少し入ったところか、一番奥での搬送異常トラブルが多いことから、モータ・減速装置のトルクの向上やローラのスプリングの強化などがあげられる。
- b) カードが挿入されたとき、カードの後方部分が挿入口の上下部分で引っ掛かり、トラブルが起っていることから、挿入口の上下の隙を大きくし、奥へゆくほど次第に隙を小さくしてゆく設計が考えられる。

## 3) カード搬送の理論の検証

5. のカード搬送の理論で述べたようにカードの搬送はローラをn角形に仮定することによって数式で模擬できる。そのパラメータはローラの硬さ、ローラの押さえ荷重（スプリングの強さ）などに依存し、結果として2つのローラの中心距離の変位やカードの搬送距離の変化で計測できる。これらについてはさらに検証を要する。

## 8. 結 言

本研究は、次世代カードとして注目されているICカードの読み取り装置に関して、不明で未解決な問題の中から、ICカードの歪曲によって起るトラブルの発生について、諸悪条件を設定し、実験・テストを行い定量的に解析の上、その評価を行うことができた。

実験用資材の提供に協力いただいた方々や、実験に協力していただいた方々に謝意を表わします。

## 参 考 文 献

- 1) 久保一郎 他, 紙幣処理の解析アプローチ, 1990, OMRON TECHNICS, Vol 30. No.4.
- 2) 日経メカニカル, シート紙を確実に送る給紙技術, 1987.5.
- 3) 大崎 他, 押さえローラの荷重と搬送距離の変化について, 未発表.

(平成12年10月25日受理)