

企 業 名 : 富士油圧精機 株式会社

研究代表者 : システム生体工学科  
教授 王 鋒

研究テーマ : 「キズが発生しない高速上取り  
式カード捌き装置の開発」

## 平成28年度 公募型共同研究 開発結果報告書

### 研究テーマ

キズが発生しない高速上取り式カード捌き装置の開発

### 企業及び担当教員

富士油圧精機株式会社

前橋工科大学 システム工学科 教授 王 鋒

### 開発の目的

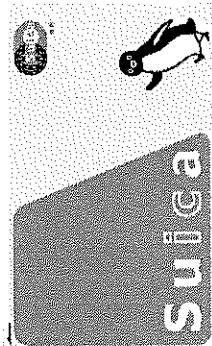
従来の下取り方式ではカードにキズが発生しやすく、従来の上取り式では高速対応できるものがない。これらを解決するためにキズが発生しない高速対応可能な上取り式カード捌き装置を開発する。

カードは下記に示すように様々なカードが存在する。しかしどのカードであっても印刷会社で印刷され、その後各々の加工会社を経てユーザーに届く。



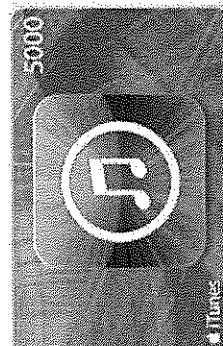
クレジットカード

発行枚数 3億枚



電子マネーカード

2億枚



プリペイドカード

2億枚

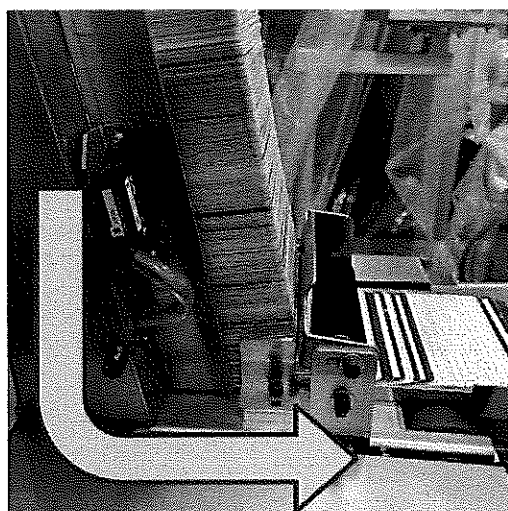


トレーディングカード

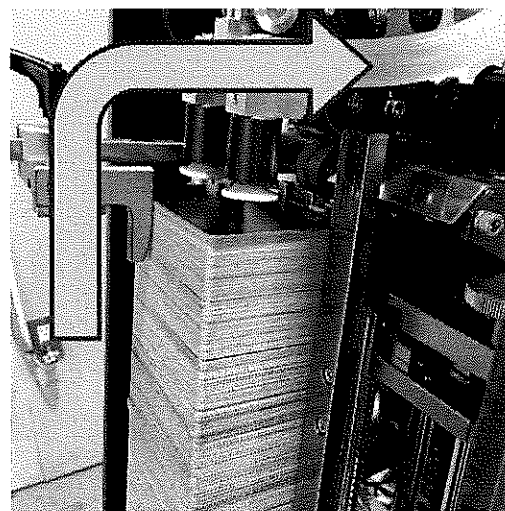
500億枚

クレジットカードや電子マネーカードはその性質上、いくつもの検査工程があり、その都度1枚ずつ検査を行わなければならない。対してトレーディングカードは発行枚数が多く、袋詰めや箱詰めといった特殊な工程が存在する。

一見その用途や種類などが違っているカードだが、これらを扱う業界では、キズの発生を無くしつつ生産性を向上させたいという共通課題がある。



従来の下取り式装置



従来の上取り式装置

	下取り方式(旧タイプ)	上取り方式(旧タイプ)	本事業新型装置
機械能力	○ 10枚/秒	× 2枚/秒	○ 10枚/秒
カード補充	○ 連続補充	× 要機械停止	○ 連続補充
傷・コスレ	×	○	○

弊社は約10年前からこの下取り式捌き装置を製造、販売しており、現在まで約500台納入している。昨年度もカード関連の売り上げが約2億円あり、来期も国内で同等かそれ以上の売り上げを見込んでいるほか、トレーディングカードの本場でもあるアメリカ市場も新規開拓を進めている。本事業で取り組む「キズがつかない高速上取り捌き装置」は業界からの熱望もあり、開発に成功すれば即導入につながるものと考えられる。

本事業では以下の項目について取り組む。

新型上取り方式カード捌き装置の開発

- ①高速化に伴うカムの検討
- ②高速化に伴う真空吸着の効率化
- ③カード供給方式の検討

### ①高速化に伴うカムの検討

現在カード吸着動作を行っているカム形状が図面どおりに仕上がりに、設計どおりの性能が得られているかを確認するため、「カム曲線測定器」を用いて測定を行った。

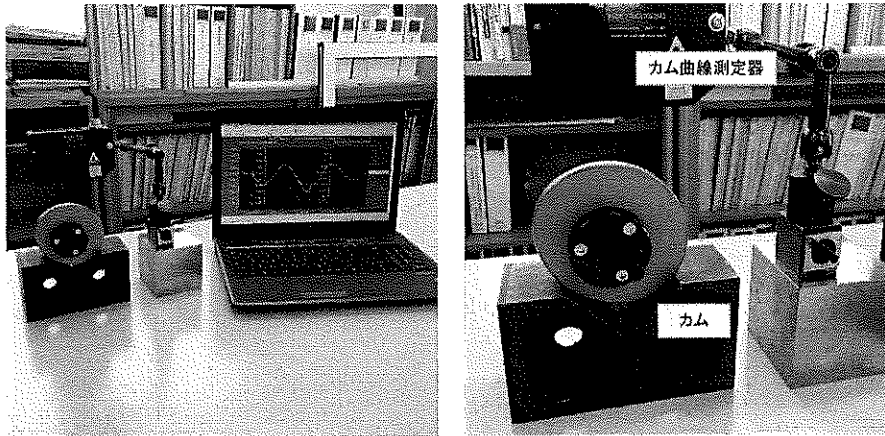


図1 カム曲線計測

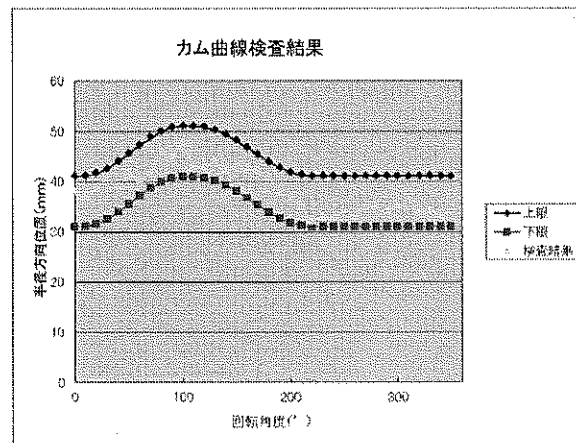


図2 計測データ

カム曲線検査システムでは設計データを入力し、実際に製作したカムが設計データに比べ誤差がどのくらいで仕上がっているかがわかり、カムの性能を発揮できる範囲に仕上がっているかを判断することが可能となった。

カムを制作する際に、どうしても機械加工で発生してしまう曲線と曲線の継ぎ目に僅かな段差ができてしまい、動作を確認しながら手作業で継ぎ目部分を仕上げる必要があったが、このシステムにより高精度なカムを時短で製作することが可能になった。

## 機構解析

カードを1枚ずつ捌く動作で理想とされる動作は、まっすぐカードを持ち上げ、素早く水平にカードを移動させ、搬送コンベアに供給する必要がある、最大で1秒間に10回動作させる必要がある。ただ実際にはカム・リンク機構により動作させるため、いかにこの直線運動に近く、かつ滑らかに動作させられるかが重要となる。

従来弊社ではカムやリンク機構を設計する際、2次元CADで図面を作成し、実際の動きを考えながら図面の角度を変えながら書き換え、最終的にパラパラ漫画の要領で動きを確認していたが、今回のように高速で動作する機構の場合には検討が難しいため、外部機関に機構解析を依頼した。

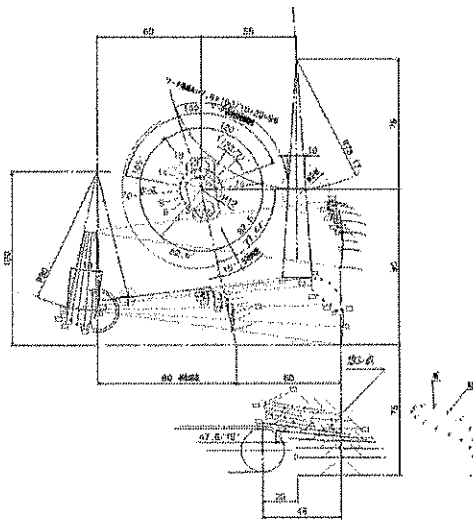


図3 従来の動作確認

図3は従来弊社で検討した場合の動作確認図で、実際の動作を想像しながら検討する必要があり、また検討図を書き上げるだけでも膨大な時間がかかるためミスも起こしやすかった。

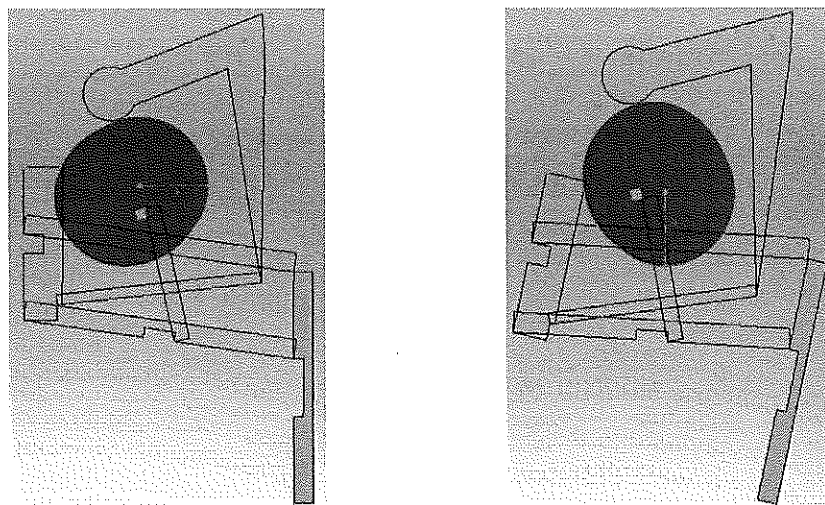


図4 機構解析モデリング

機構解析ではモデリングを行うことにより実際の装置の動きをPC上で再現できる。近年の3次元CADでも同様の動きを再現することは可能だが、機構解析ではその機構内にかかる加重や応力を計算することができ、無理なくそれぞれの部品が機能しているかを確認することができる。

今回の解析では使用している部品に脆弱性は見られなかったが、高速で動作させるうえで各パーツの重量は少しでも軽くしたほうが装置にとって有利に働くため、剛性が十分なパーツは軽量化することを勧められた。

今回の解析結果をもとに新たに製作する装置では部品を鉄からアルミに変更し、パーツの形状を変え軽量化等を行った。

## ②高速化に伴う真空吸着の効率化

従来型装置を高速度カメラで撮影し、高速運転状態でどのようなエラーが発生しているかを確認したところ、1秒間に10枚を超えるスピードで運転すると、吸盤で吸い付けたカードが本来カードを放すべき場所で放さずに吸着されたままの状態になるケースがあることが確認された。

吸着のリリースポイントが変化してしまう原因について王教授と話し合いを行い、現在吸着をon/offさせている機構（メカバルブ）の前後とカードを吸着している部分の3か所を同時にモニタリングできれば原因が特定できるのではないかとという提案を受け、小型の圧力計を指定の3か所に取り付け、そのアナログデータを比較する方法を考案した。

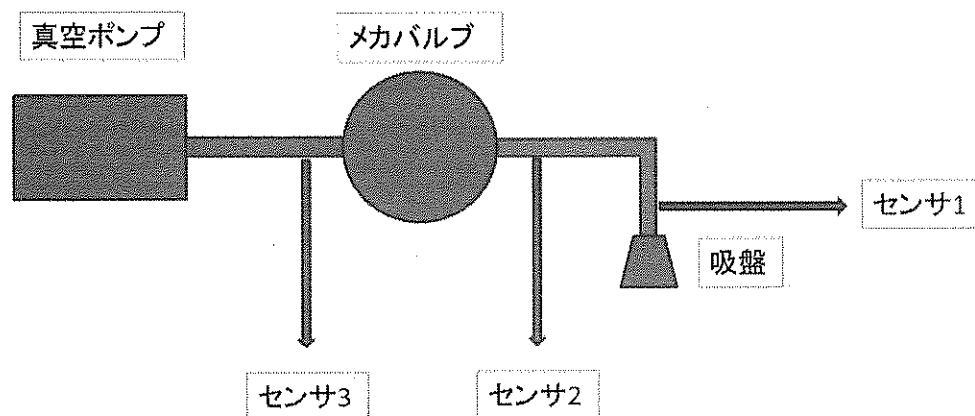


図5 吸着確認方法

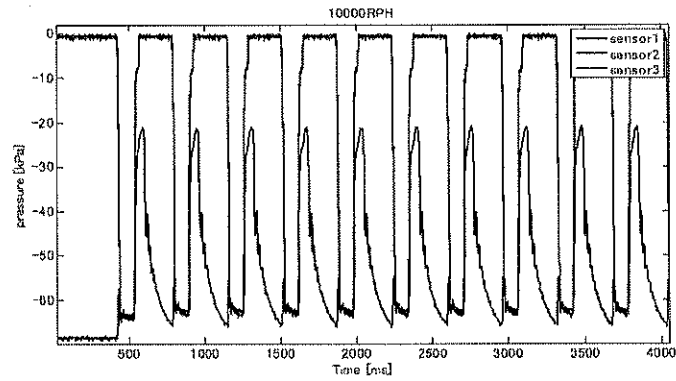


図6 10000RPH運転時3か所圧力記録

図5のような計測を5000RPHから36000RPHまで各回転数で記録を行い、低速運転と高速運転との違いを王教授に比較して頂いた。

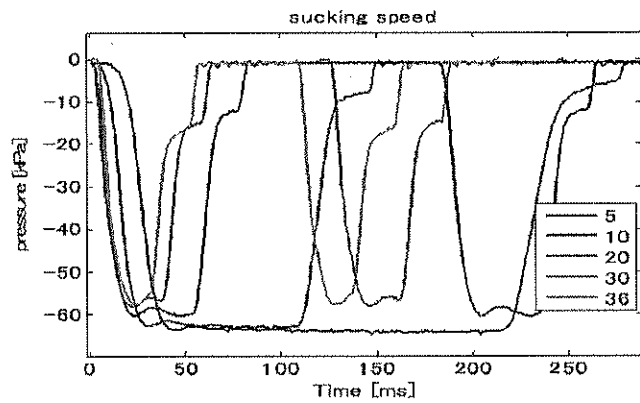


図7 吸盤側吸引圧力の比較

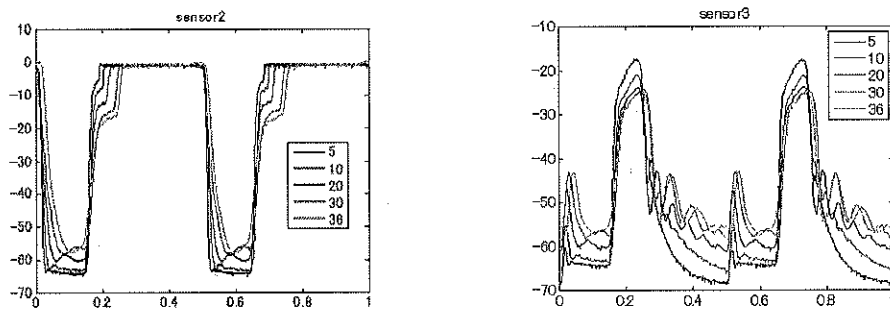


図8 時間正規化した各圧力の変化比較

王教授に検証していただいた結果、高速になるにつれ真空圧の低下が見られるものの、吸着動作に悪影響を与えるほどの圧力低下は見られないことが分かった。しかし高速度カメラの映像に見られるようなリリースポイントでカードを離さない原因として、メカバルブ内の真空解放時間が短く1回転ごとに真空破壊を起こしているはずが高速化により真空圧が大気圧に戻っていない可能性を指摘された。

この指摘を実証するためにメカバルブの排気穴へ強制的に0.1MPa程度の圧力をかける実験を行った。

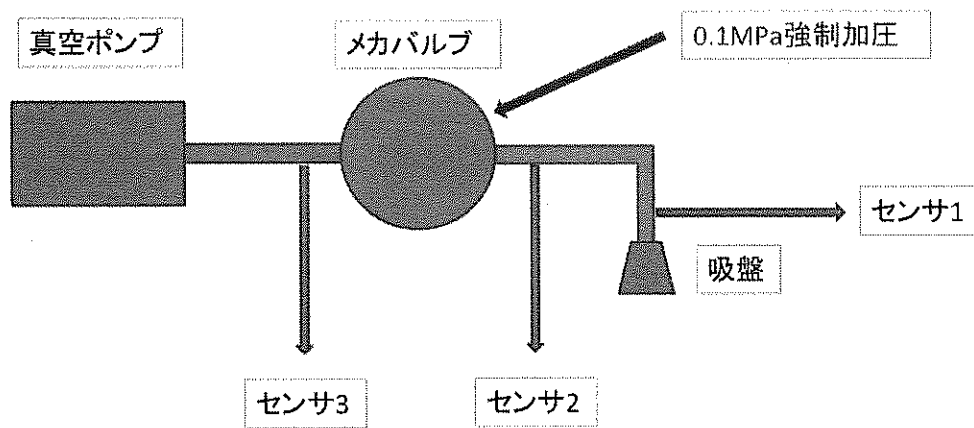


図9 メカバルブ強制加圧

図9のようにメカバルブの通常排気用の穴に0.1MPa程度のエアを強制的に送り込みテストを行った結果、リリースポイントでのミスが解消された。ただ通常排気される個所にエアを送り込んだことへの影響を考え、この状態で改めて3か所同時圧力測定を行った。

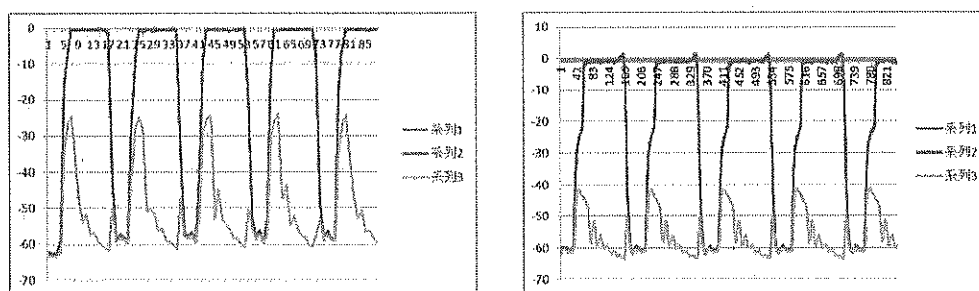


図10 20000RPHでの加圧有/無比較

この結果から真空ポンプに減圧が見られるものの、吸盤部分での圧力低下は見られず、メカバルブへの加圧が有効であると考えられる。



### ③カード供給方式の検討

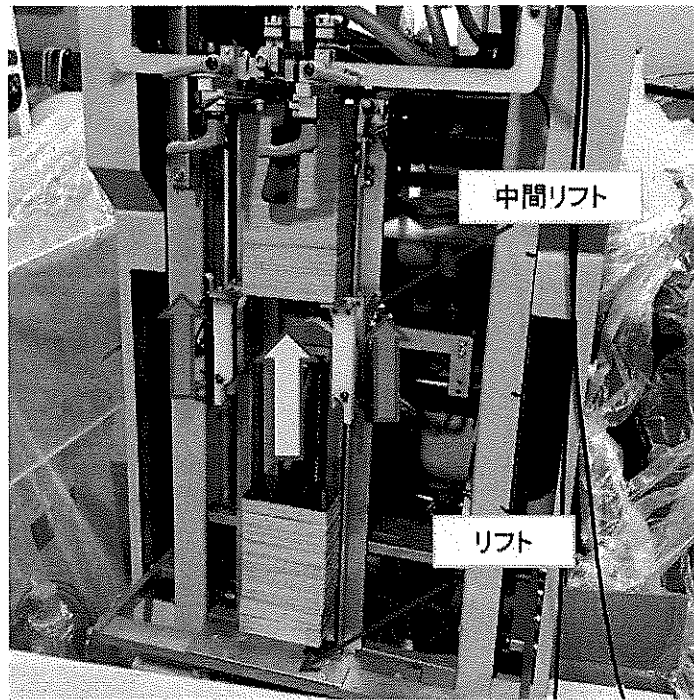


図 1 1 既存装置のカード供給部

既存装置では図 1 1 のように中間リフトに乗ったカードが 1 枚ずつコンベアに供給されるたびに上昇し、カード枚数が少なくなるとリフトが上昇し追加供給を行う。これによりカード捌き動作を途切れさせることなくカードの補充を行うことができる。しかしこの方式は構造も複雑でコストがかかるほか、位置制御やタイミング等電気制御も複雑となる。

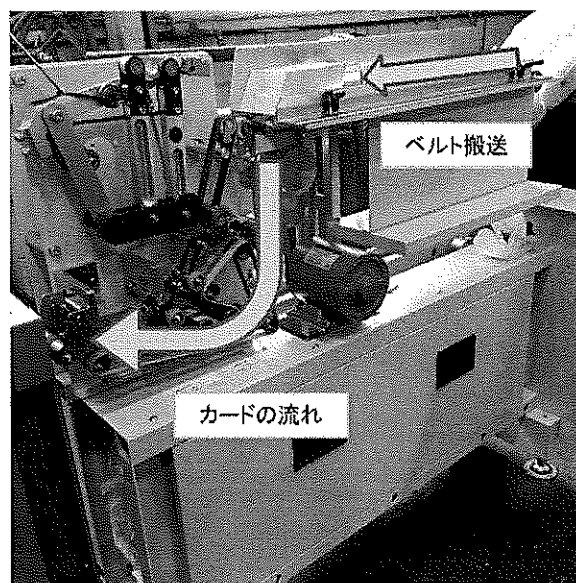


図 1 2 新型装置のカード供給方法

本事業で開発した装置では図14のように既存装置を90度寝かせたような構造で、供給部分をシンプルにし、供給作業の簡便化とコストダウンを実現することができた。

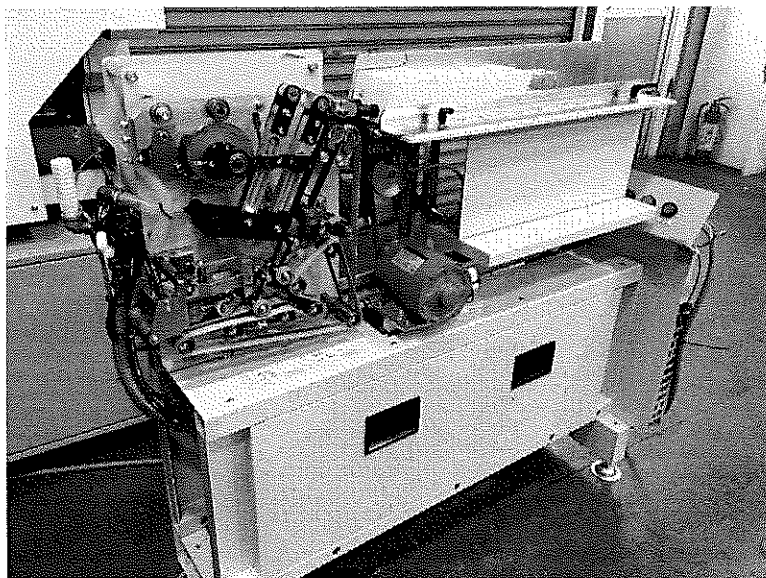


図13 本事業で製作した高速上取り式カード捌き装置

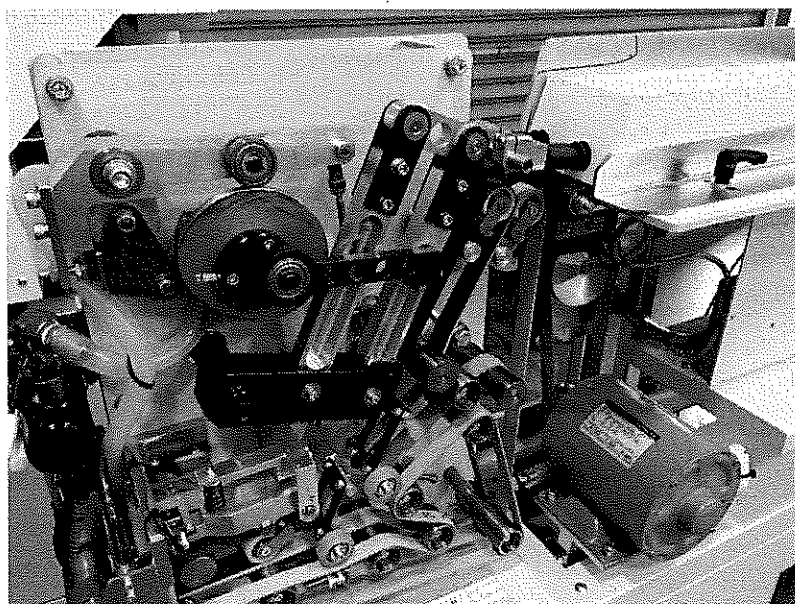


図14 カード捌き部詳細

## 成果の事業化の見通し

弊社は凸版印刷や大日本印刷など大手印刷会社との取引中で、約10年前からカード事業にも携わってきた。中でも本事業で製作した高速上取り式カード捌き装置の前身ともいえるカード捌き装置は昨年までに約500台納入しており、平成27年度では60台で弊社の1年の売り上げの約2割程度を占めるほどになっている。

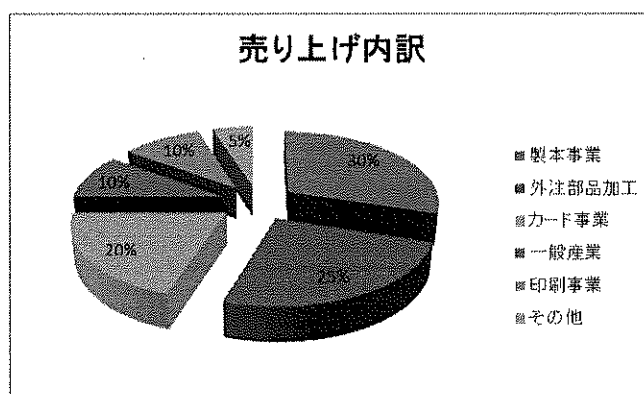


図15 売り上げ内訳

平成27年度ではカード事業だけで約2億円の売り上げがあり、来期も同等の売り上げを見込んでいる。本事業で製作した装置は従来型に対してそのまま新型装置として置き換えることが可能で、即事業化を見込んでいる。

弊社の従来型装置のみならず、他社の類似装置においてもカードに対するキズの問題や生産スピードの問題はカード業界において永遠のテーマとなっているが、本事業で製作した装置は既存装置を上回る性能が期待でき、今後の客先への提案で大きなプラス材料となる。

カード業界はまだ20年程度の歴史の浅い業界ではあるが、近年の国内需要はほぼ頭打ち状態にある一方、初期設備の更新時期とも重なり従来装置を上回る高性能・高効率装置であれば十分に事業化が見込める。

また弊社の取り扱うカード関連装置はまだ海外展開されていないが、昨年弊社営業がトレーディングカードの本場でもあるアメリカへ市場調査に行った際、アメリカでの装置の自動化に関しては日本のほうが進んでおり、また同様の装置を使用している工場でもやはりカードのキズを特に気にしている様子で、今後十分に海外市場に期待が持てる。