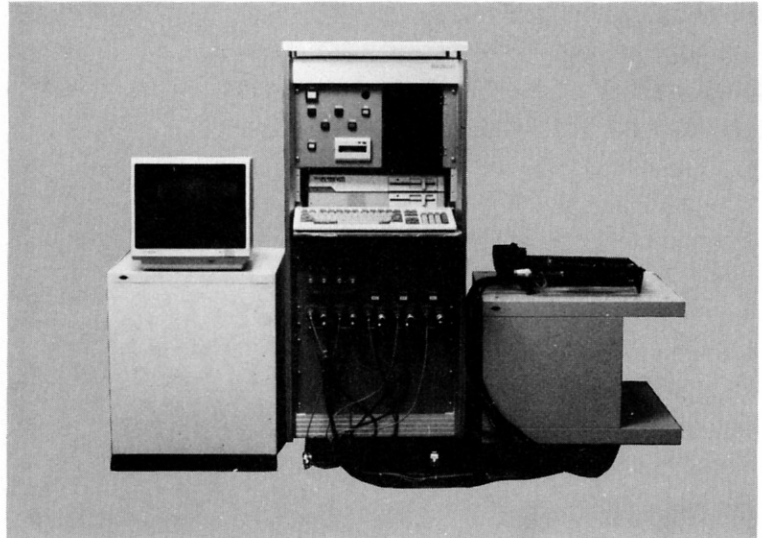


# 複写機のコピーレス検査システム

## A Copyless Inspection System for Copiers

近藤正博  
長谷川善則  
小田昭彦  
石丸 朗  
複写機生産本部  
生産技術センター



### Abstract:

A number of performance characteristics must be tested on the copy machine production line. We developed a new test apparatus which evaluates copy machine characteristics using electronic sensors instead of evaluating actual copy images. This new copyless system treats the following characteristics:

1. Optical image: focussing, magnification, and distortion.
2. Paper feed: image timing, tilt, and off-set.
3. Driving mechanism: relative speed synchronization of image scanning with drum rotation and drum rotation with paper feed, respectively.
4. Image density: local distribution of drum sensitivity and illumination.

Kondo, Masahiro  
Hasegawa, Yoshinori  
Oda, Akihiko  
Ishimaru, Akira  
Production Engineering Center  
Copier Production Headquarters

# 1

## まえがき

複写機の製造ラインでは、様々の角度からの性能評価が行われているが、最終的には原稿のコピーをユーザーに提供することを目的とした製品であるから、サンプルコピーをとって、この結果から総合判定することが一番確実な品質保証手段となる。

しかしながら、実コピーによる評価では生産性が上がらないばかりではなく、品質データの定量化やユニットレベルでの性能評価ができず、大幅な品質向上は望めない。

このような背景から、本研究は、複写機の製造組立工程での実コピーによる調整、検査の手順を電気計測に置き換えて、実コピーしなくてもユーザーにコピー性能が保証できる仕組みを作ることを目的としてスタートした。

組立工程で、画像のピントや配光の調整作業は最も熟練を要する作業とされている。これらの作業を機械化、自動化することによって、生産性の向上と品質安定化が期待できる。われわれは、これをコピーレス検査システムと呼ぶことにした。

## 2 コピーレス検査システムの概要

### 2.1 装置の種類

複写機で、画像を形成する各要因を分解して、それらが重なり合っ起る現象や機能上調整作業が必要な項目を整理すると表1のようになる。本システムはこの機能区分に基いて、5つの自動測定装置で構成されている。

この中で光学系、給紙系、駆動系の各装置では、感光体(ドラム)を使わないで、その位置にセンサーを置き各機能を計測する方式をとっている。

光学系は評価項目が多いため、静的な測定と動的な測定の2種類に分割した。

### 2.2 装置の構成

装置の構成は図1に示す通りで、各装置共通である。計測は、コピー時の原稿の代りにテストチャートを置き、治具部のセンサーで検出する方式をとっている。

表1 装置の種類  
Table 1 Inspection Machine Types

機能区分	評価内容	評価項目
光学系	光学系の位置関係	ピント・横倍率・ケラレ
	光学系とドラムの同期・平行度	縦倍率・歪
給紙系	コピー紙の給送性	タイミング・紙曲り・ジャム
駆動系	光学系とドラムの同期 ドラムとコピー紙の同期	段ムラ・転写ズレ
画像電位	ドラムの電位と光量	帯電電位・配光

テストチャートには各装置の目的に応じたパターンが印刷されており、ガラス製である。ガラスを使用したのは、吸湿や温度変化による変形を防ぐため、高精度の寸法計測が可能となるように配慮した。

治具部は複写機の感光体(ドラム)ユニットに相当しその中に必要なセンサーを配置した。この治具部は複写機の機種によって異なるため、機種切換時にはこの部分のみ交換する。

制御部には各センサーのドライバーや信号処理用のロジックハードウェア、中間ソフト処理用のマイコン及びパソコンが内蔵されている。

パソコンには、測定条件や規格などを切換えて各機種に対応できるように共通性を持たせてあり、検査結果をディスクにファイルして上位の品質情報管理コンピューターに情報を提供する役割も持たせている。

表示部は、作業者に検査結果や調整工程の調整箇所、調整量をCRTで表示、指示するようにしてある。

# 3

## 各装置の機能と検出系

### 3.1 光学系検査装置

本装置では光学系各要素の位置精度、すなわち、レンズの位置、ミラーの位置や平行度などによって決定されるコピー画像のピント、横倍率、ケラレ等を自動計測する。テストチャートと治具部を複写機にセットして、1コピー動作を行うことによって測定できる。

テストチャートとセンサーは、夫々の計測目的に応じて配置されている。一例としてピント測定について詳細

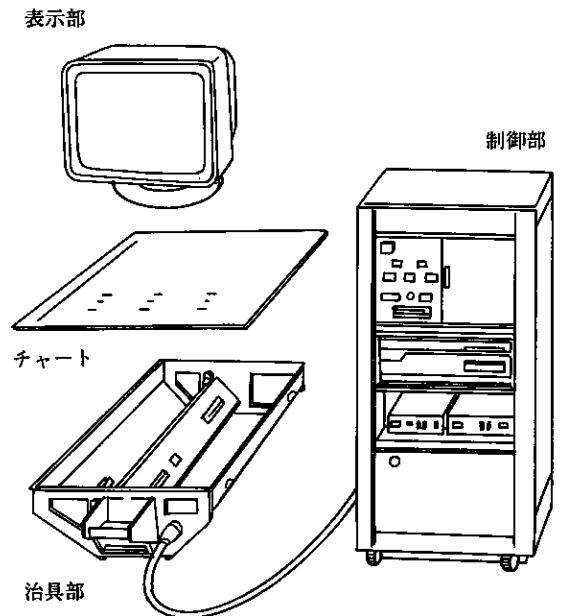


図1 装置の構成  
fig.1 Inspection machine composition.

に説明する。

ピント位置を検出するためには軸方向の奥行きに関する情報が必要であるので、図2に示すように段差チャートと呼ぶ立体チャートを考案した。このチャートは矩形波解像力チャートをガラス面にパターン印刷したものを多数個作り、階段状の台に貼りつけたものである。

この段差チャートを図2のように複写機の内蔵原稿面上に置くと、この段差のピッチで決まるデフォーカス面が形成される。この各チャートの光学像を治具の感光体面に配置したCCDで検出して、この信号からMTFを計算すると図3のような観測値が得られる。このMTFカーブの頂点がピント位置であるので、これを演算すればデフォーカスの方向と量が同時に求められる。

CCDはその分解能の必要性から7 $\mu$ m画素のものを使用し、光源の長波長領域でのMTF値の低下を防ぐため赤外線カットフィルターを組合せた。CCDの出力信号は高速演算処理回路により、8bitで多値化した。

また、段差チャートを原稿チャート上の各所に配置することにより、図4のようにコピー画面全体のピント測定が可能となった。この測定により、全画面のピントの

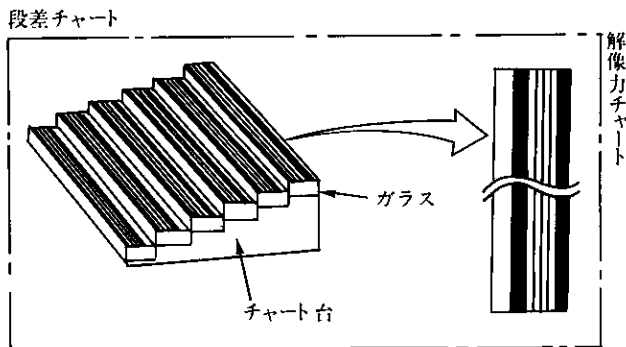


図2 (a) 段差チャートの構造  
fig.2 (a) Structure of the focusing chart block.

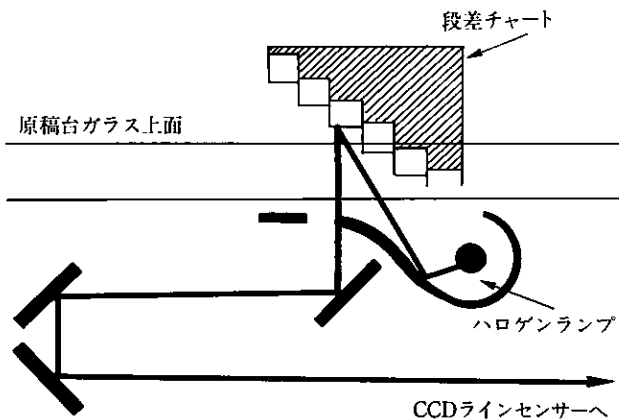


図2 (b) ピント検査の段差チャートのセッティング  
fig.2 (b) Setting of the focusing chart block.

状態が一目で把握でき、調整量に対する適切な指示ができる。一方、この方式ではピント面に関する位置情報の他に、画面全面についてのMTFの絶対値の評価もできるので、画像評価そのものも可能となってくる。

倍率、歪などの測定方式についても同様にチャートとCCD、及びロータリーエンコーダーの組合せで検出している。

### 3.2 給紙系検査装置

本装置はコピー紙の給送性に関する項目を計測する。

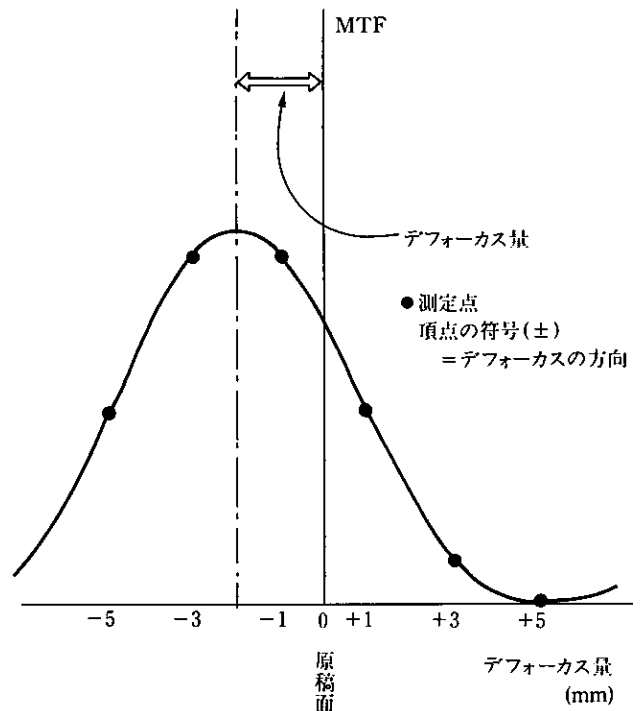


図3 MTF曲線  
fig.3 MTF Curve

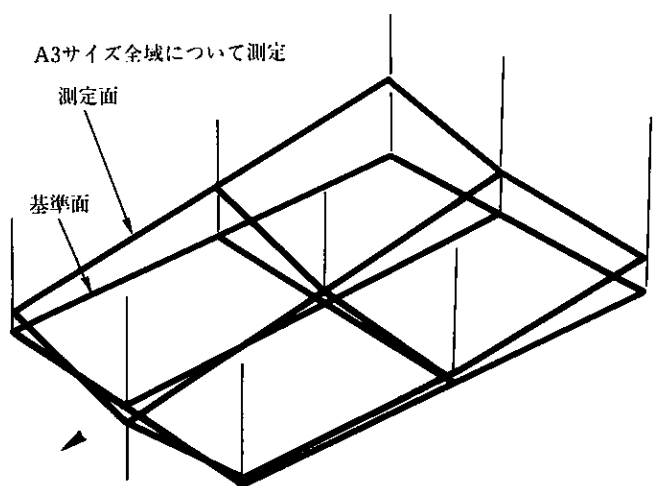


図4 ピント検査結果  
fig.4 Result of calculation of defocus value.

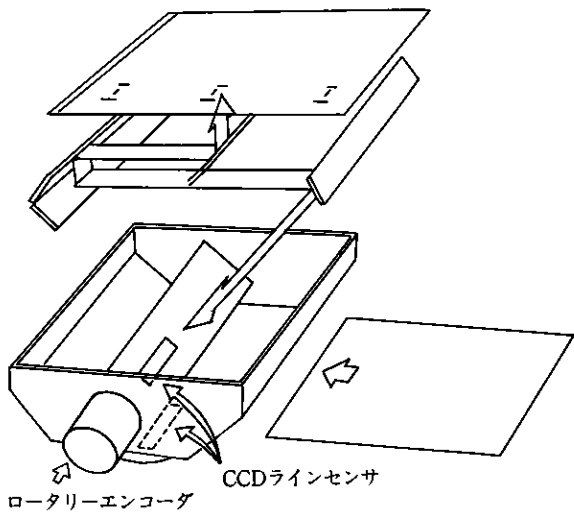


図5 紙の曲がり量の測定  
fig.5 Measure of Paper Feed factor.

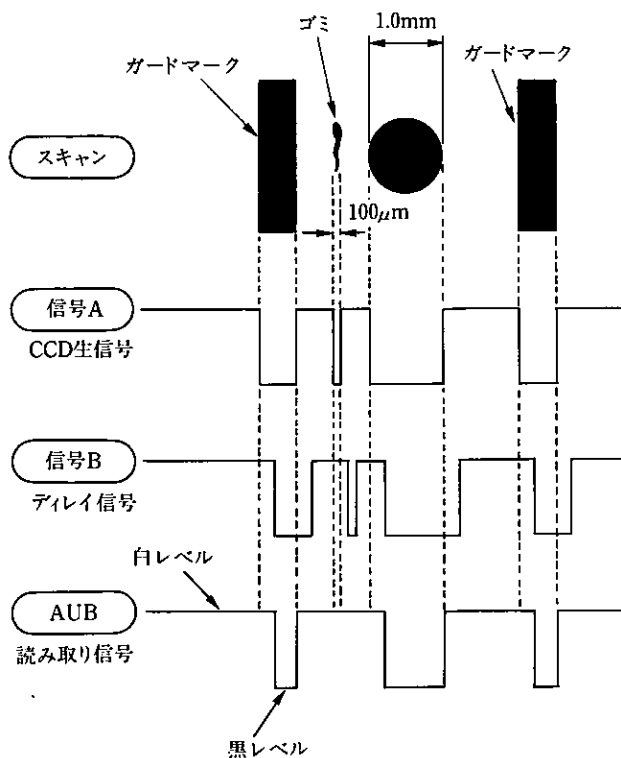


図6 チャートの読み取り  
fig.6 Recognition of the marker.

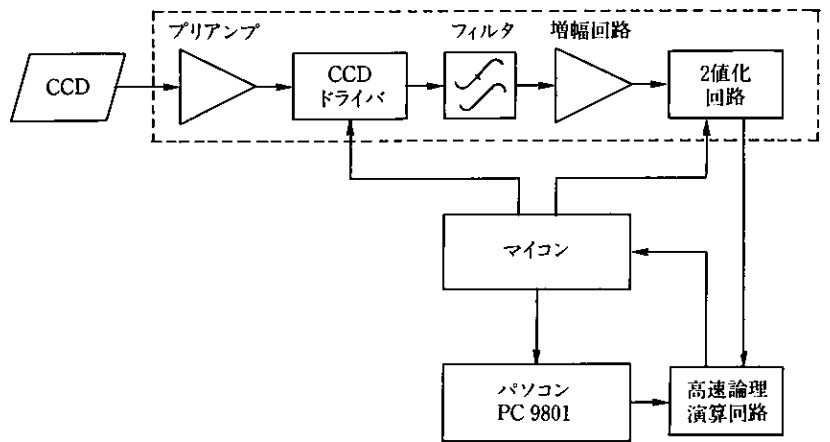


図7 測定系のブロック図  
fig.7 Block diagram of the signal processing.

紙の実際の動きを追跡、測定する必要があるため、治具にダミードラムを装着し、1コピー動作の中で白紙を給送させて測定する。

図5は、この中で紙の曲がり量を測定する部分を示している。原稿の横方向位置はチャート面のマークを光学系により、感光面上に配置したCCD上に投影させて検出し、紙の曲がり量はダミードラムの転写位置に配置した別のCCDで紙の側端面を読みとって測定する。紙の側端面の読取りは、LEDとセルフオックスレンズで反射光学系を形成させている。給送する紙が上下動すると端面測定値がずれる恐れがあるため、光学条件の設定と演算処理で工夫して補正してある。

また、原稿チャートの読取り時に、チャートのマークとゴミなどを区別するためマークと信号処理で対策を講じた。図6はこの対策を示したもので、原稿チャート上のマークを円形とし、その両サイドにガードマークをつけた特殊パターンとした。このマークの中心を測定点とするわけであるが、CCDの出力信号では、この特殊パターンと合致した時のみ有効信号とするようなロジック回路としておくことで解決した。図6に示すように、このチャート内のゴミも、原信号Aと遅延信号BとをOR回路に入れることで除去した。

ここで使用しているCCDは1画素 $14\mu\text{m}$ のもので、演算処理に種々の工夫を加えたことにより、測定系としては $50\mu\text{m}$ 以下の精度を保証している。

図7にCCD測定系の信号処理回路のブロック図を示す。この中で、論理演算回路は高速化のためHS-CMOSやECLを使用している。図7で点線で囲んだ部分の回路は自社内開発したものを使っている。CCDに入ってくる光量(明るさ $\times$ 時間)は機種によって異なるので、汎用性を持たせるために、CCDのクロック周波数を可変とし、二値化のコンパレイトレベルをコントロールできるようにしてある。

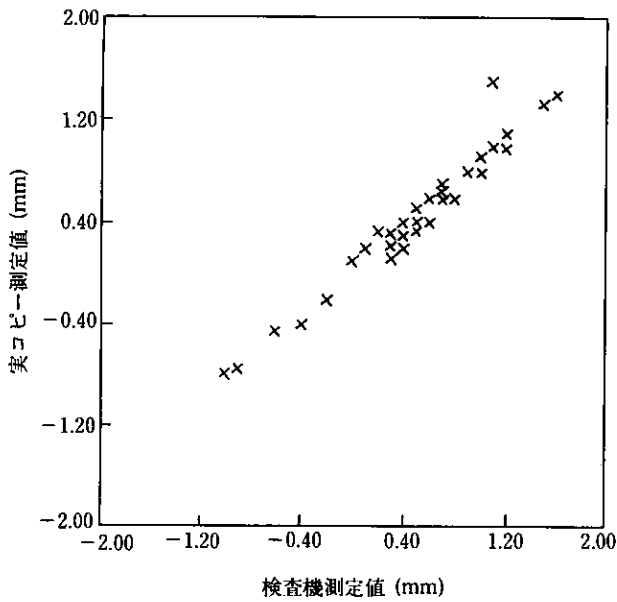


図8 紙曲り量の実コピーと装置のデータとの対応  
fig.8 Comparison copy image value with inspection value.

本装置の測定結果と実際のコピーでの測定結果との対応を紙曲りの例で図8に示す。良好な対応を示している。

### 3.3 駆動系検査装置

この装置では、原稿の読取り速度と感光体表面への書込み速度との同期性と、感光体表面とコピー紙表面の相対的な速度ずれ量を評価する。測定は、速度の微小変化をとらえ、振動や駆動力のムラによって生ずる段ムラ (Jitter) や転写ずれなどと呼ばれるコピー画像のズレ、コスレの現象を定量化する。

測定方式は他の装置と同様に、感光体ユニットの代わりにセンサーを内蔵した治具部を装着して1コピー動作させる。読取り系と書込み系との相対速度の変化は、ジッターチャートと呼ばれる矩形波連続チャートを原稿面に置き、感光体位置に配置した高速応答用の光センサーで検出し、感光体の動きはドラム軸に接続されたロータリーエンコーダーで読取って両者を比較する。実際には夫々の信号をフーリエ変換 (FFT使用) して解析することにより同期ずれを検出している。

また、感光体表面とコピー紙との同期ずれは、主にコピー紙の搬送速度に変動があることにより発生するが、本装置では、ジッターパターンを印刷したコピー紙を通し、感光体表面での通過速度の変動を検出するようにした。この検出のための光学系を図9に示す。照明系の半導体レーザーは、ジッターチャート周波数の50~100倍

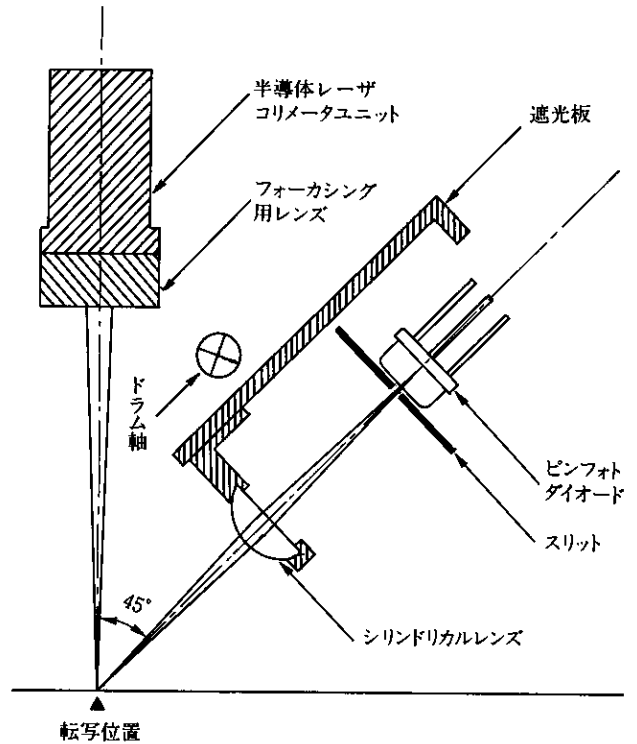


図9 転写ズレ検出の光学系  
fig.9 Optical device layout for detect transfer errors.

の変調周波数でON—OFFさせ、時系列方向をデジタル化して演算処理している。デジタル化したのは、紙の上下方向のバタつきによる出力信号のレベル変動の影響を取り除くためと、ジッターチャートの周波数の測定精度を要求分解能に必要なレベルまで向上させることを狙っている。

### 3.4 画像電位測定装置

本装置では、他の装置と異なり実際に使用する感光体を使って評価する。これは、機械に内蔵する実際の感光体の感度に合わせた調整を行った方が、より確実なためであるが、近い将来、それぞれのレベルの標準化を行うことにより個々のマッチングは不用になると予想される。

最終的な画像濃度は、感光体の帯電による表面電位の値とほぼ対応しており、ここでは、この値を測定して画像濃度の代用特性としている。なお、画像濃度に影響を与える他の要因、現像、転写系の諸特性については、個々の部品精度、組立精度を保証して、この影響を許容差内とする方式をとっている。

本装置では、基準濃度原稿を用いて、実際に帯電、露光された感光体の表面電位を測定する。この値が規格内に納まるように、露光の絶対光量の調整及び照明系の光量分布の調整が行われる。この測定、検査、調整量の指示を自動化して表示するようにしている。

## 4

## 実施効果

### 4.1 直接効果

本装置の導入効果としては、まず

- (1) 調整、検査の工数低減
- (2) コピー資材の節約

が挙げられる。この生産性向上効果の他に、測定、判断を客観化したために

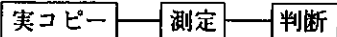
- (3) コピー画像品質の安定化
- (4) 熟練作業の不要化

が実現できた。

上記(3)項による品質の安定化が実現できた項目は、コピー画像に関する最終出荷検査も省略されている。

### 4.2 間接効果と今後の課題

今回開発したコピーレス検査システムは、調整工程での



のプロセスを機械化して、自動測定化することを目的として一応その目的を達成することができた。

またさらに、大きな効果として本システムの導入により従来にない新たな点が明確になった。

一例としてコピー画像の曲り（傾き）現象を紹介する。従来の工程では、コピー画像に曲りが発生すると、原稿台のストッパーの角度を調整して対策としていたが、これはコピーだけでは真の原因把握ができないことに起因している。本システムでは、コピー画像の曲がりに対し、その原因である

- (1) 感光体面での光軸の曲がり量

- (2) 搬送されるコピー紙の曲がり量

をそれぞれ独立に検出できるようにしたため、それらの項目を特性値化することが可能となった。

従来は画像のみでしか評価できなかった事項を機能別に評価することが可能となったため、今後は個々のユニットにそれらの機能評価項目も反映させて品質保証することができる。すなわち、品質の事前作り込みの見通しが得られた。

これらの考え方をすべてのユニットに運用して将来は調整そのものを組立工程から省くことができるかも知れない。このためには、勿論、設計時からの十分な考慮が必要であるが、今後の課題として検討を進める予定である。

## 5

## むすび

元来、複写機はコピーが容易にとれることがその主な機能であり、そのコピーそのものが商品の目的であったことから、完成品検査が容易な製品とされていたが、逆にこのことが検査の自動化を遅らせていたとも言える。本システムの工程導入により、各機能別の評価が可能になり、製品品質の安定化が実現したことは、この間の事情をよく物語っている。また、このような自動計測化が可能になった背景には、CCDやA/D変換素子などの半導体デバイスの進歩があったことも見逃せない。

今後の課題としては、今回のコピーレス検査装置の導入によって明らかとなった機能別の管理項目を設計時から織込んだトータル品質保証システムを作り上げることが残されている。