

Konica 7050 の画像安定化技術

The New Method for Image Quality Stabilization in Konica 7050

吉野 邦久*
Yoshino, Kunihisa

東浦 功典*
Toura, Kousuke

本橋 光夫*
Motohashi, Mitsuo

Konica 7050 has the new image control system. This system has maximum density control and automatic gradation control. By using these controls we achieved that 1) the image density keeps linear input-output characteristics, 2) the image quality has long-term stability, 3) fluctuation of density and gradation among the machines is reduced.

1 はじめに

近年、複写機業界の製品の流れは、アナログからデジタルに大きく変わろうとしている。94年は93年の実に2倍の新製品が発売された。これらには複合化やOEMも含まれているが、新規エンジンも4機種投入されており、国内では確実にデジタル化への流れは進展している。また、コピースピードも高速化が進んでおり、現在では、毎分40枚の性能を持つ製品が出されている。¹⁾

こうした流れを受け当社は、95年9月に毎分50枚を出力する白/黒デジタル複写機Konica 7050を発売した。

Fig. 1にKonica 7050の外観図を示す。

この製品は、高生産性・高度な編集機能を備えると共に、画質の面でも従来のアナログ機に比べ、高画質・高い安定性を確保した。これにより、オフィスのあらゆるニーズに合致した製品に仕上がった。

これよりKonica 7050の画像安定化技術について解説する。



Fig. 1 Konica 7050の外観図

2 製品目標

Konica 7050は、高画質はもちろんの事、画像の安定化（機械設置時と同じ画像がいつでも得られる事）を目標とした。

従来機の場合、使用頻度（コピー枚数）が多くなると画質のパラメータの一部である画像濃度及び階調特性は設置時に比べ劣化する事が知られている。

そこでKonica 7050では、画像濃度及び階調特性を補正制御により維持させる事を製品目標の一つとした。また、この2つのパラメータを制御する事で機械間の画質差を小さくする事も目指した。

3 Konica 7050の画像処理

Fig. 2にKonica 7050の画像処理の概略図を示す。

Konica 7050の画像処理は、イメージスキャナ部で原稿を画像データ（輝度値）として読み込み、輝度-濃度変換回路で画像データを濃度値に変換した後、各種画像処理を行い、出力データ（濃度値）を生成する。

生成した出力データをプリンタ部でコピーとして出力する際に、出力データ（濃度値）が所望の濃度でコピーされる為には、プリンタ部の出力特性を随時把握し、所定の出力が得られるように補正する必要がある。

Konica 7050では、最大画像濃度を一定の値に維持しFig. 2に示す位置にある階調補正回路で出力データを補正する事により、画像を安定化する事を目指した。

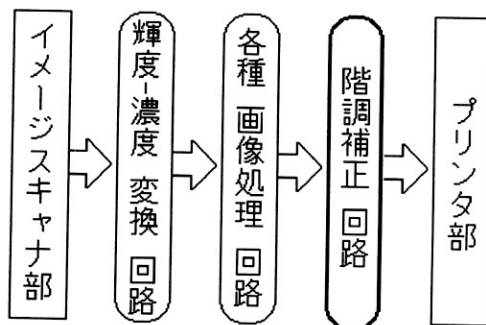


Fig. 2 Konica 7050 画像処理の概略図

* 機器開発統括部 第二開発センター

4 画像濃度・階調特性の変動要因

デジタル複写機の場合、以下の変動要因が存在する。

- ① 感光体の特性の変動要因
温度・湿度、使用状況（コピー枚数）
- ② 現像剤の特性の変動要因
温度、湿度、使用状況（コピー枚数）
- ③ 機械毎の構成ユニットのバラツキ
- ④ レーザーの発光光量バラツキ
- ⑤ 帯電、転写、定着等の画像形成プロセスの変動

これらが画像濃度・階調特性の変動要因となる。各社から、これらの変動要因を最小限にする工夫が発表されている。^{2) 3)}

Konica 7050では、以下に示す方法を新たに採用する事で、上記①～⑤のうち、特に影響の大きい①～④の変動を抑制し、画像濃度・階調特性の安定化を行った。

5 Konica 7050での採用技術

Konica 7050では、下記①～③の技術を採用する事で画像の安定化（画像濃度・階調性の維持）を図った。

- ① 現像器ハウジング内に設けた、透磁率センサによるトナー濃度制御
- ② 感光体近傍に設けた、光学式センサによる最大画像濃度制御
- ③ 感光体近傍に設けた、光学式センサによる階調補正カーブの作成

上記①、②により画像濃度の維持、③により階調特性の維持が行なわれる。

上記①は、電源が投入されている間、随時行われる。

上記②、③は、実際の画像形成の前準備として、定着器のウォームアップ等の画像形成シーケンス以外のごとく②→③の順で行なわれる。

以下に採用技術の詳細な解説を行う。

5.1 透磁率センサによるトナー濃度制御

(1) 感光体の特性変動

感光体の感度及び残留電位は、一般的に環境・使用状況で変動する。

反転現像を使用する系では感光体の感度が変動すると現像ポテンシャル（＝|現像バイアス電位－露光電位|）は一定でなくなり、画像濃度が変動し、安定な画質が得られない。この対策として、表面電位センサを用いて感光体の表面電位を測定し、露光電位を調整する事により、現像ポテンシャルは一定となり、適正な画像濃度の安定した画質が得られる。しかし表面電位センサは、コストが高いというデメリットがあり、Konica 7050では採用しなかった。

現像ポテンシャルの変動により、変化した画像濃度をトナー濃度の変化で補正する方法があるが、変動レベルにもよるが、適正なトナー濃度制御を行な

えない可能性があり、その場合には画像の劣化（白ヌケ・細線つぶれ・画像カブリ等）や機内汚れ等も発生する。

そこでKonica 7050は、透磁率センサを使用してトナー濃度一定の制御を行った。しかしトナー濃度一定の制御では変動要因を吸収できない為、後述の5.2、5.3で示す最大画像濃度制御と階調補正カーブの作成により補正を行った。

(2) 現像剤の特性変動

現像剤の特性も感光体と同様、環境・使用状況により現像特性に関与する帯電量が変化する。

これ以外にもKonica 7050では、感光体の画像形成に寄与しなかった転写残などの不要トナーをリサイクルする構成を採用している為、帯電量の変動は、より大きくなる。

Konica 7050では、現像剤の環境・使用状況とリサイクルトナーの量を加味し制御レベルを変化させる事でトナー濃度を一定に保っている。

このように帯電量の変化のある系では、同一のトナー濃度であっても現像性が変化する為、感光体へのトナーの付着量が一定とならない事がある。現像性が一定に制御される事が画質のレベルを安定させる一つのポイントである。

そこでKonica 7050では、現像性を一定にする手段を新たに設けた。現像性を一定にする手段は、主に以下の方法がある。

- ① 感光体電位による方法
- ② トナー濃度を可変させる方法
- ③ 現像スリーブの回転数を可変させる方法

以上大きく分けて3つの方法が存在するが、現像性を瞬時に変える事が可能であるという点で③の方法を採用した。

5.2 光学式センサによる最大画像濃度制御

(1) 光学式センサの構成

Fig. 3にセンサの取り付け位置を示す。センサはクリーニングユニットの下部に設置した。センサの構成及び取り付け位置は、当社の従来機と同様とした。

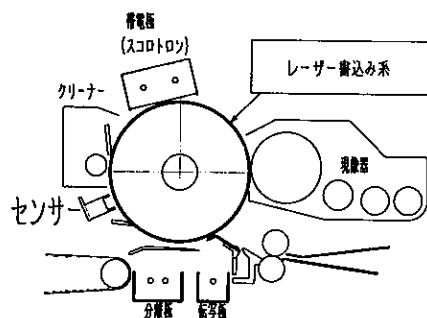


Fig. 3 最大画像濃度制御用センサ及び階調補正カーブ作成用センサの取り付け位置

(2) 最大画像濃度制御方法の概要

Konica 7050 では、現像性を一定にする方法として光学式センサの出力から現像スリーブの回転数を決定する方式を採用した。

Fig. 4 に制御方法の略図及びセンサの構成を示す。

感光体ドラム上に最大露光光量で複数個のパッチ (20 mm × 30 mm の矩形画像) を感光体周方向に並べて露光する。それを現像スリーブ回転数を上げながら 1 つ 1 つ現像し、その時のトナー像の反射光量をセンサで測定する。

Fig. 5 に、その時のセンサ出力の例を示す。

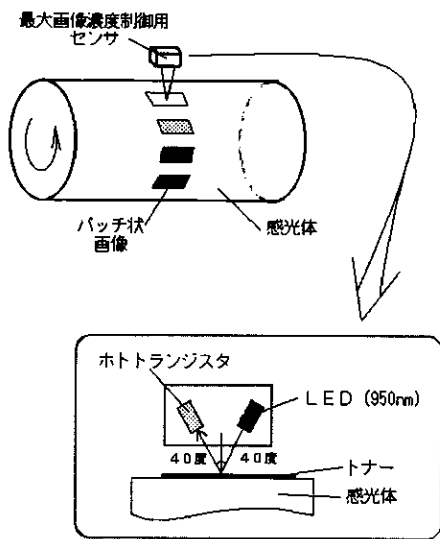


Fig. 4 最大画像濃度制御方法の略図及び最大画像濃度制御用センサの構成

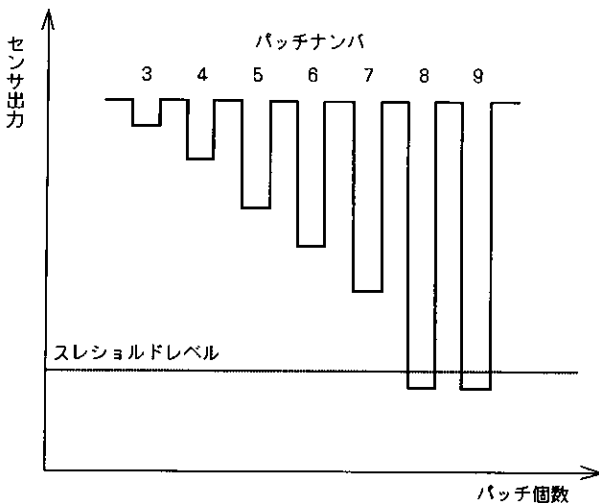


Fig. 5 最大画像濃度制御用センサの出力例

Fig. 5 に示すパッチナンバとは、露光したパッチの数を示す。数字の小さいほど遅い現像スリーブ回転数で現像されている。スレシヨルドレベルとは、コピー濃度 (コピー紙に定着された時の濃度) で 1.43 になる時のセンサ出力を示す。

制御は、スレシヨルドレベルを初めに切ったパッチを現像した時の現像スリーブ回転数が選択される。(この例では、パッチナンバ = 8 を現像した時の現像スリーブ回転数が選択される。)

Konica 7050 では、(現像スリーブの周速度 / 感光体の周速度) = 0.6 ~ 2.8 の間で可変できるようにになっている。

Fig. 6 に一定のトナー付着量を得ることに関して、コピー数に対する (現像スリーブ周速度 / 感光体周速度) の関係の例を示す。

これより、感光体へのトナー付着量を一定にする為に前記の周速比が、変化している事がわかる。

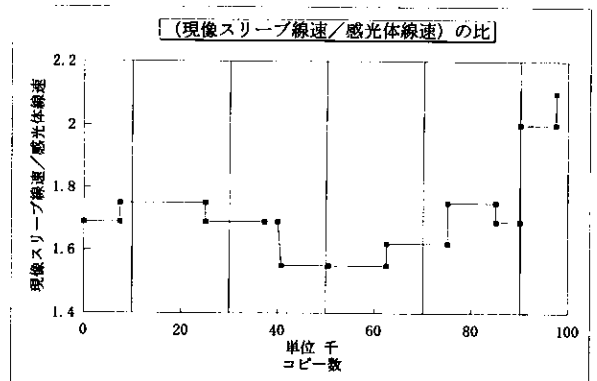


Fig. 6 コピー数に対する (現像スリーブ周速度 / 感光体周速度) の関係の例

5.3 光学式センサによる階調補正カーブの作成

(1) 光学式センサの構成

Fig. 7 に階調補正カーブ作成方法の略図及びセンサの構成を示す。

このセンサは、前述の 5.2 の最大画像濃度制御用センサと並設されており (前出の Fig. 3 参照)、感光体上の低 ~ 高濃度のトナー像の画像濃度を検知する為、発光素子と受光素子の取り付け角度は、画像濃度計と同様の構成 (JIS K 7654) とした。

また、発光・受光素子のケーシングは、最大画像濃度制御用の物と共通化した。

センサ表面の拡散シートは、防塵の役目と感光体の振れ及び反射ムラにより発生するセンサ出力の変動を抑える為に設けられている。

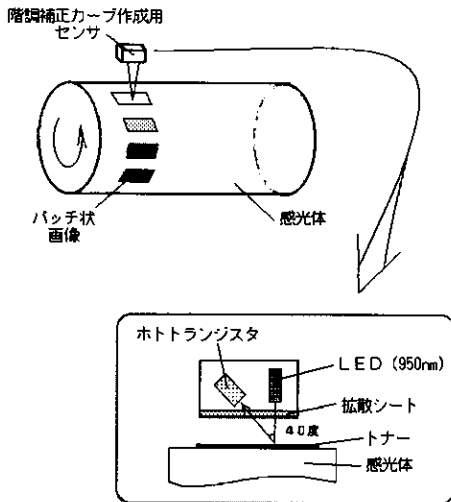


Fig. 7 階調補正カーブ作成方法の略図及び階調補正カーブ作成用センサの構成

(2) 感光体上の階調画像濃度測定

Fig. 7 に示すように、感光体上に入力値（濃度データ）= 0～248 の間の 8 毎の値で、合計 32 個（階調）のパッチ状の画像（20 mm × 30 mm）を形成し、上記 (1) に示したセンサで反射光量を測定する。

（注）入力値（濃度データ）の最低濃度 = 0、最高濃度 = 255

尚、センサの測定値は、入力値（濃度データ）= 0 の時の測定値を基に 8 bit・デジタル値で正規化して出力する。

(3) センサ測定値から階調補正カーブを作成する方法

Fig. 8 に概略のアルゴリズムを記す。

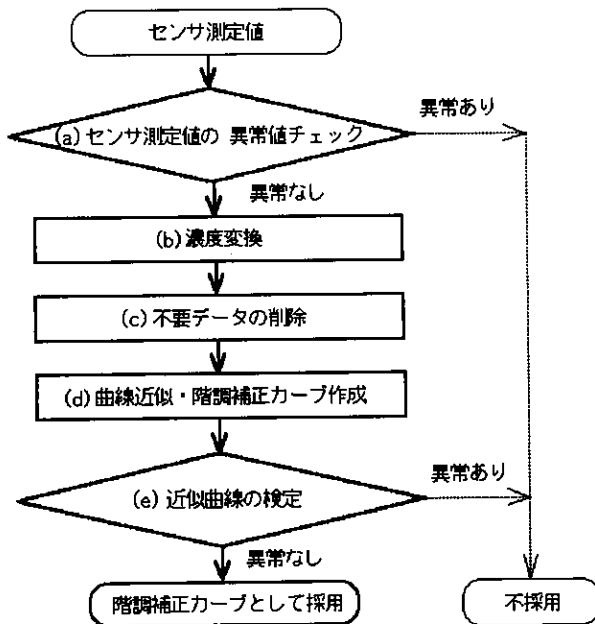


Fig. 8 階調補正カーブ作成のアルゴリズム

- (a) センサ測定値の異常値チェック
センサ測定値（輝度）に異常値（固定値との比較により検出）であるかをチェックする。
異常があった場合、この測定データによる階調補正カーブの補正は行わない。
- (b) 濃度変換
データを濃度に変換する。（8bit・デジタル値）
- (c) 不要データの削除
下記 (d) の曲線近似で、近似精度を下げる（近似誤差の大きい）データを削除する。
- (d) 曲線近似・階調補正カーブ作成
入力値（濃度データ）とセンサ測定値のデータから近似曲線を計算し、その結果から入力値（濃度データ）に対して出力濃度がリニアになるような階調補正カーブを作成する。
- (e) 近似曲線の検定
曲線近似の精度を計算し、検定する。

近似精度が不足の場合には、この近似曲線は階調補正カーブとして使わない。

* (a) または (e) で、センサ測定値から作成した階調補正カーブを不採用にした場合は、予め機械内に保持している代表的な階調補正カーブを一時的に採用する。

Fig. 9 にセンサ測定値と近似曲線の関係のモデル図を示す。

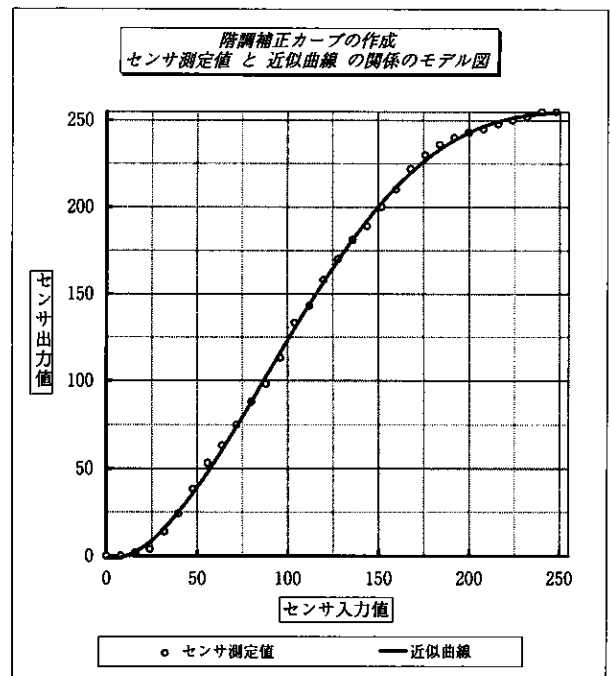


Fig. 9 センサ測定値と近似曲線の関係のモデル図

6 結果

(1) 最大画像濃度安定化の検証

Fig. 10 にコピー枚数と最大画像濃度の関係の例を示す。

最大画像濃度制御を採用する事で Fig. 10 に示すように目標画像濃度 (= 1.43) に近い画像濃度で制御される事が検証された。

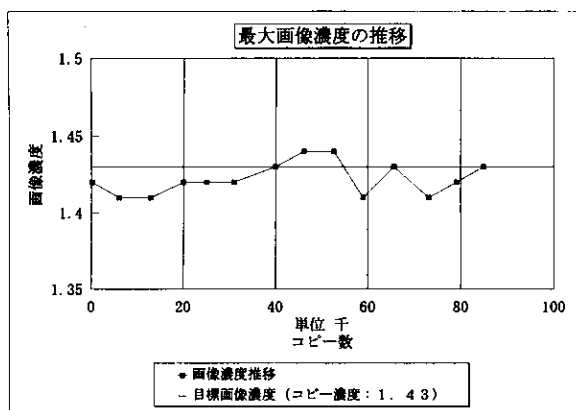


Fig. 10 コピー枚数と最大画像濃度の関係の例

(2) 入出力特性の直線性の検証

Fig. 11 及び Fig. 12 に、コピー枚数と出力濃度 (階調特性及び最高画像濃度) の関係の例を示す。

Fig. 11 は、階調補正カーブを固定 (代表的な階調補正カーブで補正する) にした場合、Fig. 12 は、階調カーブの補正を行った場合 (Konica 7050 の方法) の例である。

階調補正カーブを固定にした場合、前述の 4 に示す変動要因の為に Fig. 11 のように、階調特性は変化する。(補正をかける前の電子写真特性が変動する為に発生する) このバラツキが、画像 (階調) の変動となる。

一方、Konica 7050 の場合 (階調カーブの補正を行った場合)、Fig. 12 に示すように補正画像の階調特性の γ は、ほぼ 1.0 になる。

これより、最大画像濃度制御・階調補正制御を行う事で、入出力特性が常に直線性を維持している事が検証された。

(3) 画像安定化の検証

Fig. 12 から、設置時の画像濃度・階調特性が、コピー数が進んでも安定して維持している事が検証された。

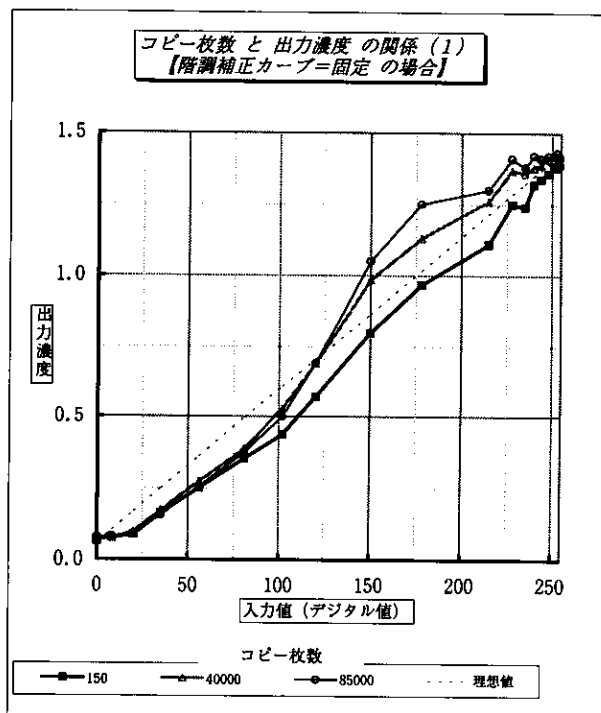


Fig. 11 コピー枚数と出力濃度の関係の例
[階調補正カーブを固定にした場合]

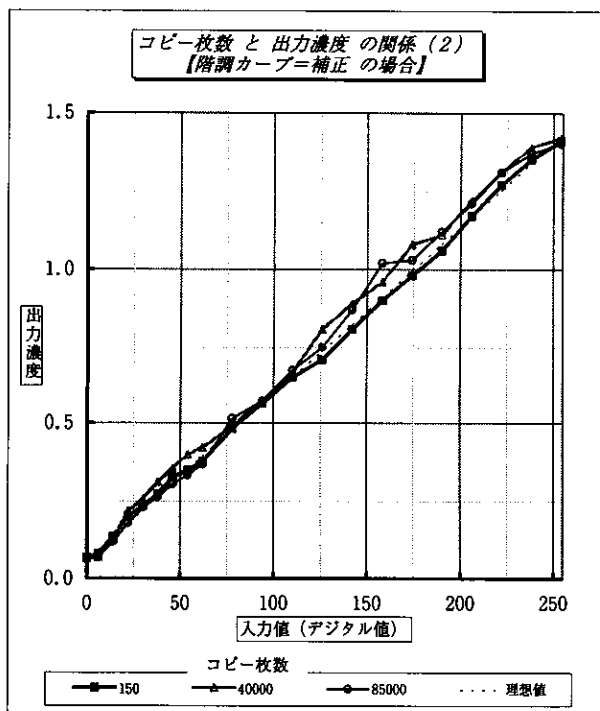


Fig. 12 コピー枚数と出力濃度の関係の例
[階調カーブの補正を行った場合]

(4) 機械間差の検証

Fig. 13 に機械 4 台における最大画像濃度制御及び階調補正制御を行った時の階調特性の例を示す。

4 台共、 γ はほぼ 1.0 の階調特性を示している。

これより、最大画像濃度制御及び階調補正制御を行う事により、機械間の画像濃度・階調特性のパラツキも小さく抑える事ができ、実用上も有効な技術である事が検証された。

●参考文献

- 1) 月刊コピーマシン 事務機器新聞社
No.7 1995
- 2) 富士ゼロックステクニカルレポート
No.7 1992
- 3) 笹沼信篤 他 2 名
電子写真デジタルカラー複写機に於ける高画質
画像技術 Japan Hardcopy '95 論文集

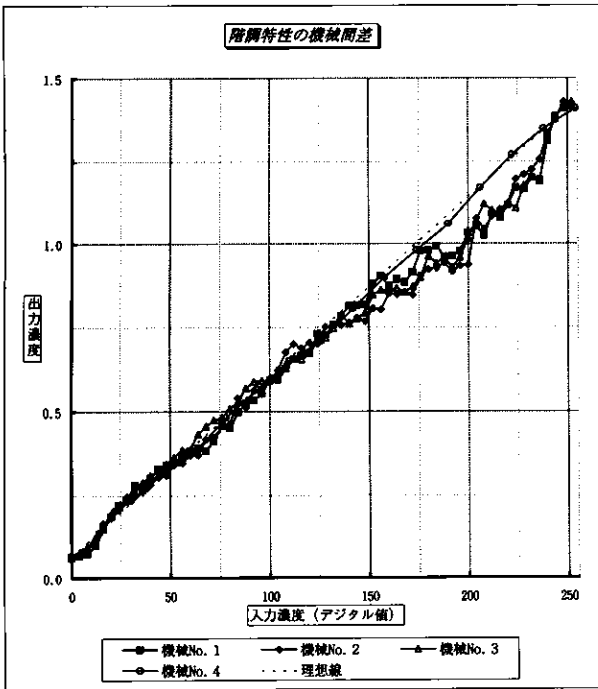


Fig. 13 階調特性の機械間差の例

7 まとめ

以上 Konica 7050 では、最大画像濃度制御及び階調補正制御を採用する事で、経時的に安定した画像濃度と、直線的な階調特性を得る事が出来た。

さらに、機械間の画像濃度バラツキも小さくする事が出来た。

8 謝辞

本開発にあたり、多大なるご協力を頂きました関係部門の方々に、深く感謝いたします。