
より高速・低コストに特化し開発された オフィス用GELJETプリンタの最新動向

有田 大介
Daisuke Arita

株式会社リコー 画像システム開発本部
RICOH COMPANY, LTD. Imaging Systems Development Division

要旨

リコーGELJETプリンタは2004年のIPSi0 Gシリーズ発売以来、本格的ビジネスプリンタとして市場投入し、インクジェット方式でありながら高速性、両面印刷、普通紙高画質といった技術的特長によりビジネスインクジェットプリンタ市場を開拓してきた。2006年には、IPSi0 GXシリーズを発売し、ビジネスユースで求められる高速性、速乾性、普通紙高画質を進化させ、小規模多店舗オフィスや狭小空間でのシステム出力プリンタとして広く受け入れられている。2009年にはIPSi0 GXeシリーズを発売し、第二世代のヘッド、インクを搭載し、従来機での特徴のレベルアップを図ると共に、カラーユニバーサルデザインの採用やユーザーにわかりやすい機構を採用してユーザーフレンドリーな操作性を実現した。

現在は第三世代にあたるIPSi0 SGシリーズ機種が発売されており、更なるコンパクト化、低コスト化に拘った商品開発により、市場で好評を得ている。

1. はじめに

インクジェットプリンタの最大のメリットは、電子写真機器とは違って構造が非常にシンプルのため、筐体の小型化と低コスト化に向いている。またインクを定着させるのにヒーターが不要なことから、それらの機器とは比較にならないくらい省エネである。

その様な中で、リコーはビジネスで要求される高速、高画質、低コストに関する技術に拘り、「幅広いビジネスシーンで活躍できるプリンタ」の開発を行ってきた。

ここでは、ビジネス向けに特化して作られたGELJET技術のとりわけ高速、低コスト化に関する最新動向を中心に紹介していく。

2. 製品の概要

IPSi0 SG 3100（以下 SG シリーズ）の主な製品仕様と概要図を下記に示す。

| | | |
|-----------------|--|-----------------------------------|
| 商品名 | IPSi0 SG 3100 | |
| 印刷方式 | GELJET™テクノロジー | |
| 用紙搬送方式 | GELJET™BTシステム | |
| インク (C/M/Y/B各色) | 高発色ビスカスインク (高粘度速乾性顔料インク) | |
| ファーストプリント速度 | 2.5秒以下 | |
| 連続プリント速度 | 29枚/分 | |
| 解像度 | 最大3,600×1,200dpi相当 | |
| 用紙サイズ | A4縦, B5縦, A5横, A6縦, LT縦, LG縦, HLT横, 郵便(往復)はがき縦, 長形3/4号封筒縦, 不定形サイズ(縦: 139.7~356mm, 横: 88~216mm) | |
| 用紙厚 | 標準トレイ | 60~157g/m ² (52~135kg) |
| | 手差し | 52~255g/m ² (52~220kg) |
| 自動両面印刷 | 標準 | |
| 消費電力 | 省エネモード時 | 0.98W以下 |
| | 動作時平均 | 約23.5W(オプション除く) |
| 騒音 | 稼働時: 49.6dB(A), 待機時: 17.1dB(A)以下 | |
| 寸法 | 399(W)×437(D)×213(H)mm | |
| 質量 | 9.9kg以下(フルオプション時22.2kg以下) | |
| ページ記述言語 | RPCSラスタ | |
| インターフェース | イーサネット(100BASE-TX, 10BASE-T), USB2.0 | |
| 対応OS | Windows 2000/XP/Vista/7/8/8.1, Windows Server2003/2008, Mac OS X 10.5以降 | |
| 耐久性(製品寿命) | 5年または15万ページ(A4換算)。 | |
| 関連規格 | VCCIクラスB情報処理装置, 国際エネルギースタープログラム, エコマーク商品類型No.122適合 | |

Table.1 Specification of IPSi0 SG 3100

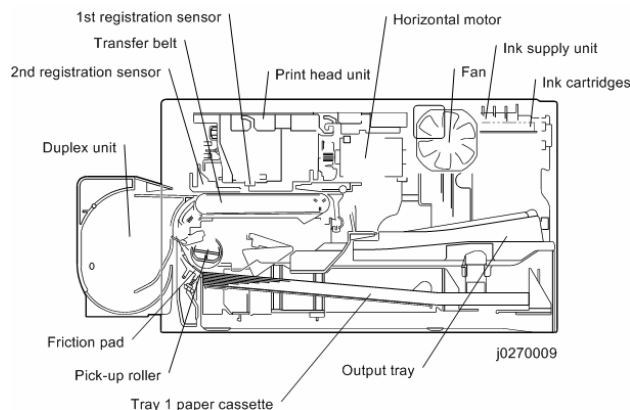


Fig.1 Layout of IPSi0 SG 3100.

3. 製品の特徴

3-1 新 GELJET ワイドヘッド

新 GELJET ワイドヘッドは、小型、低コスト化に対応したヘッド構造と、新規 GELJET インクに対応した駆動波形制御により、マシンの小型、低コスト化の実現と、高い駆動周波数での噴射と小滴化による高速印字と高画質化の両立を実現している。

3-1-1 ヘッドの構造

新 GELJET ワイドヘッドの基本構造は、ノズル列の長さ 1.27 インチ、一列 192 ノズルを二列配置し、合計 384 ノズルを有している。アクチュエータには積層圧電(ピエゾ)方式を採用し、積層厚さ方向の変位(d33 変位)を利用し、その容積変化でノズルからインク滴を噴射させている。

また、ヘッド全体の構造の見直しにより、前身機の性能を維持しつつ部品点数を削減し、従来よりも省スペースでマシン内に収めることに成功している。

3-1-2 インク対応の高撥水ノズル

新 GELJET ワイドヘッドでは、新規 GELJET インクに対応した高撥水ノズルの採用により、優れた発色性を持つ新規ビスカスインクを高精度に噴射することを実現している。

撥水層はシリコーン樹脂をコートし、さらに熱硬化させ、そのコートおよび熱硬化条件の最適化により、高撥水だけでなくビジネスで求められている耐久性も両立し

た撥水層の開発に成功している。

3-2 駆動波形制御技術

SG シリーズでは、新 GELJET ワイドヘッドの能力を十分に発揮する M-Dot (Modulated Dot Technology) 技術を搭載している。

M-Dot 技術とは、最小2plから、6滴のインク滴を紙へ着弾する前に空中で合体させて形成した最大36plまでのワイドレンジな液滴制御を、印刷内容に応じて自動選択することで、美しい高階調な表現を実現している。

また、滴量の異なるインク滴を高精度に着弾させる滴速度制御技術により、双方向印刷でも高画質な印刷を可能とし、高速印刷を実現している。

4-1 環境負荷を減らした低コストインク

当社の「GELJET」インクは、その特徴である高発色画像特性、高粘度、高浸透性を継承しながら、様々な環境下で対応できるよう信頼性を向上させてきた。SG シリーズでは、製造プロセスにおける環境負荷を低減するために、インク構成成分の見直しや製造プロセスの簡略化を行い、インクコストにおいても他社に対する競争優位性を確立した。さらに、GX e シリーズ以上の吐出信頼性を確保し、メンテナンスで消費するインク量を大幅に削減している。

4-1-1 界面活性剤分散型顔料の採用

一般的にインクジェット用インクには、分散安定性の面から自己分散型顔料やマイクロカプセル型（樹脂被覆）顔料が好んで使用されている。しかし、これらの顔料はいずれも製造上の工程が複雑で、反応処理において多量の水や溶媒を使用するため、環境負荷が大きい。

当社は上記のような環境影響を顧み、製造工程が簡便で、環境負荷も小さい界面活性剤分散型顔料を用いた新規普通紙対応インクを開発し、SG シリーズに搭載した。

分散方式には様々な方法があり、Fig. 2 に各種分散方式の模式図を示す。各分散方式の特徴は以下の通りである。

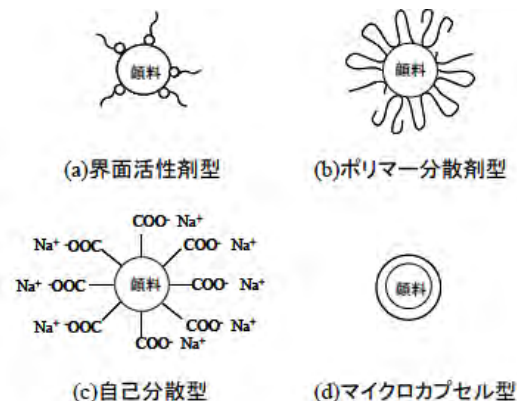


Fig.2 Various pigment dispersion methods.

a) 界面活性剤型

界面活性剤を用いて顔料を分散する方法であり、一般的な顔料分散技術である。分散剤の吸着が可逆的であるため、長期間の安定性を保つことが難しい。

b) ポリマー分散型

高分子分散剤を用いて顔料を分散する方法であり、界面活性剤と比較すると、粒子間の立体的な反発効果が働くため、より安定に分散することができるが、インク粘度が高くなり易く、分散剤の分子量が分散安定性やインク吐出安定性に影響を与え易い。

c) 自己分散型

化学修飾により顔料表面に直接カルボン酸機基やスルホン酸基を形成させ、顔料自体に自己分散性を持たせる方法であり、表面の官能基が固定されているため、低粘度で安定な分散体が得られる。

d) マイクロカプセル型

高分子分散剤を用いて顔料を被覆（カプセル化）する顔料分散技術であり、顔料に適した界面活性機能を有する樹脂で被覆された状態とすることにより、分散安定性を確保することが可能となる。

次に各々の分散体製造に関する特徴を説明する。

c)、d)のプロセスは長く複雑であり、強酸で反応させたり、プロセス中の主溶剤を有機溶剤とするため、水分散体を得るためには大量の水で精製したり、脱溶剤を行うプロセスが必要であり、環境負荷が非常に大きい。

Fig. 3 に a)、d)の分散方式の具体的な製造プロセスを示す。

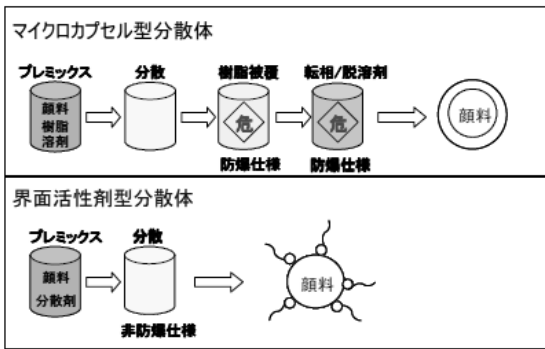


Fig.3 Manufacturing process of pigment dispersion

マイクロカプセル型分散体は有機溶剤中で分散するため危険物として扱う必要があり、大掛かりな防爆仕様の製造設備が必要となる。また最終的に水分散体とするため、脱溶剤を行って水系に転用するプロセスが必要になる。

一方、界面活性剤型分散体は、製造開始時から水系で処理できるため、非危険物として取り扱いが可能で、プロセスも設備も非常にシンプルとなる。

以上の分散方式の特徴と、製造プロセスの環境負荷の度合いの関係を Table. 2 にまとめる。

| 分散方式 | 分散安定性 | 環境負荷 |
|--------------|-------|------|
| (a)界面活性剤型 | × | ◎ |
| (b)ポリマー分散剤型 | △ | ○ |
| (c)自己分散型 | ○ | × |
| (d)マイクロカプセル型 | ◎ | × |

Table.2 Characteristics of pigment dispersion methods

インク処方設計の容易さから、上述のように、分散安定性を重視すると分散方式は c) と d) の方式となる。すなわちこれが自己分散型顔料やマイクロカプセル型顔料が好んで使用される理由である。ただし、界面活性剤分散型と比較すると非常に環境負荷が大きくなる。SG シリーズのインクは環境負荷を低減するため、a) の方式の界面活性剤分散を使いこなす検討を行ってきた。

界面活性剤分散の課題である分散安定性のデメリットを克服するために、樹脂エマルジョンによる立体的反発で保護層を形成するという手法 (Fig. 4) で分散安定化検討を行った。

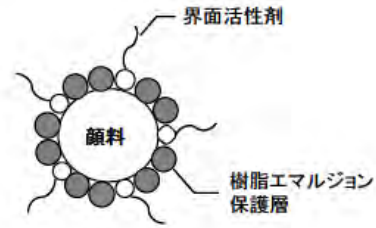


Fig. 4 Image of pigment dispersion for IPSi0 series ink.

界面活性剤、および樹脂エマルジョンの材料検討、および分散条件検討を鋭意行った結果、特定の界面活性剤を用いたビーズミル分散方式の採用と、混合攪拌するだけで保護層を形成する特定の樹脂エマルジョンの添加をインク処方として見出し、マイクロカプセル型分散体を用いたインクと同等の分散安定性を確保している。

4-2 気泡抑制による高信頼性

プリンタはメンテナンス機能を有しており、1) 増粘・凝集したインクを印刷に使用せずに廃液として排出する空吐出、2) ヘッドノズル面に残ったインクを機械的に除去するクリーニング、3) ノズル内部の異物や気泡を強制的に排出するリフレッシュ機能がある。

これらメンテナンスの頻度や量が多くなると、印刷に寄与しないインクが多くなり、印刷に使用可能なインク量が減少する。

乾燥による増粘・凝集を極力抑制するインク処方設計については、従来から継続して開発に取り組んでおり、空吐出量の割合は削減できてきたが、気泡を不具合とするメンテナンス消費量は削減できていないという課題を持っていた。一般にインクは界面活性機能があるため泡立ちやすい性質を有しているが、SG シリーズでは構成材料の組み合わせを検討した結果、非常に泡立ちにくい、インクジェットインクとしては画期的なインクを開発することができた。

Fig. 5 は、システムとして不具合を出さないためのインクの泡立ち特性とクリーニングによる吸引量との関係を示したものである。

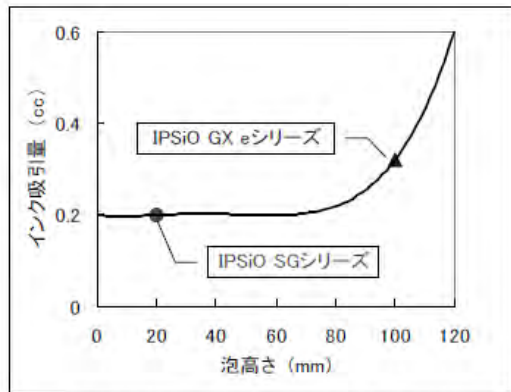


Fig.5 Relations between bubble and quantity of ink suction for cleaning.

泡高さが低いインクの方がクリーニングによるインク吸引量が少なく済む事が実験から分かっている。

SG シリーズでは GX e シリーズと比較して泡高さを大幅に改善し、その結果、クリーニングによるインク吸引量も大幅に削減でき、メンテナンスの削減が可能になっている。

SG シリーズのインクは、界面活性剤分散型顔料の採用により環境負荷低減と製造プロセスの簡略化を実現し、顔料含有量が他社に対して 2 倍の高濃度でありながら、インクコストを GX e シリーズと比較して 1/2 以下とすることができ、他社に対する競合優位性を確立している。また、泡立ち特性を改善して吐出信頼性を向上させ、メンテナンスに消費するインク量を GX e シリーズと比較してトータルで約 20%削減することができた。

5-1 高速用紙搬送安定化技術

高速で且つ安定した用紙搬送性能を実現するために、GELJETはBT (Belt Transfer) システムを採用している。BT システムとは、静電気力を利用し紙搬送する技術である。紙搬送に特殊な静電吸着ベルト採用しており、それに高電圧を印加し紙を吸着させ紙搬送する仕組みになっている。

この方式においては、用紙の平面性を安定して確保することができる。つまり、ワイドヘッド (1.27inch) を採用した場合に課題となる、ワイドヘッド下の作像領域での用紙浮きを確実に抑えることができるため、様々な種類の用紙においても、ワイドヘッドと用紙のコスレを防ぐことができ、より

安定した用紙搬送性能を実現させている。

また、SGシリーズでは、これまでの搬送品質を低下させることなく搬送線速のアップを図っている。これにより、用紙搬送の高速化を実現させている。

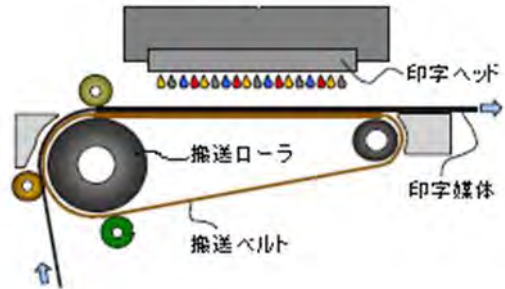


Fig.6 Belt transfer system

5-2 印字ヘッドの加減速中印字技術

SGシリーズでは、装置小型化を実現する目的で「ワイドヘッドの加減速中印字技術」を採用している。

従来までは、ワイドヘッドを動作させて画像形成を実施する際、動作の始めと終わりの加減速域では、ワイドヘッドの振動を拾い画像品質低下を招くため、印字動作をさせないのが通例であった。しかしながら、SGシリーズでは、ワイドヘッドの振動を低減させることにより、加減速域での印字動作が可能になった。これにより、画像形成時のワイドヘッド動作範囲を狭めることができ、装置本体の小型化を実現した。

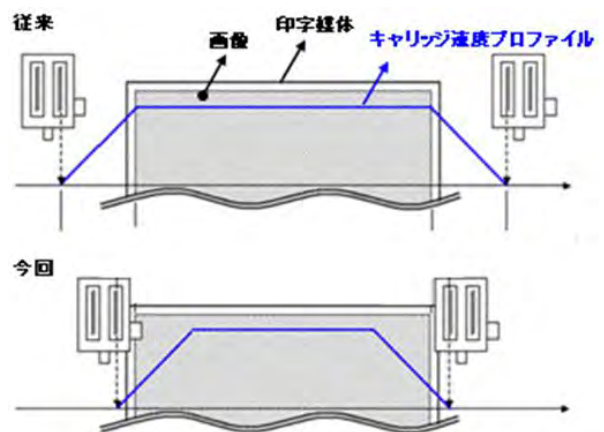


Fig.7 主走査加減速印字プロフィール

5-3 用紙ギャップの自動切換え技術

ビジネスでは多種多様な種類の紙搬送ニーズがある。特に紙厚の違いは、非接触で印字を行うインクジェット方式において、印字品質低下要因の一つである。このため紙厚に応じた製品側対応が必要になってくる。従来までは、紙厚調整レバーを設け、紙厚に応じて手で印字ヘッドを昇降させる方式をとっていた。調整レバーにはリンク機構が付いており、ワイドヘッドと連動して上下する構成であるため、部品点数が多くなる欠点と、ユーザー操作忘れによるトラブルが発生していた。

SGシリーズは、ワイドヘッド側にカム部材を設けることで、ワイドヘッドの往復動作に合わせてこのカム部材を回転させ、自動で印字ヘッドを昇降させるようにした。こうすることで、ユーザーの操作性向上と、部品点数削減によるコスト低減を実現させている。

これらは特に調剤薬局市場のニーズ探索で搭載を決定した技術であり、色々な紙厚を扱うビジネスならではの機能であると言える。

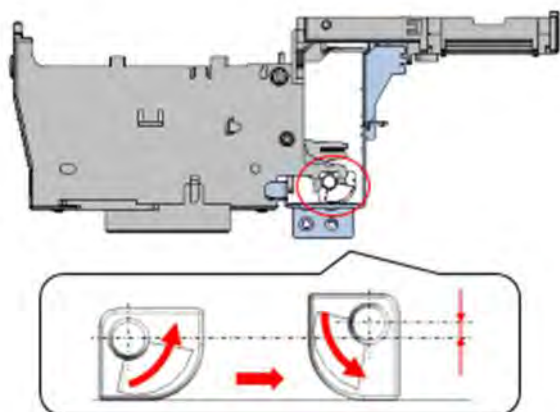


Fig. 8 用紙ギャップ自動切換え解説図

6-1 供給チューピングポンプ採用によるランニングコスト低減（ムダゼロ）

SGシリーズでは、インク供給ポンプに、双方向ヘインク供給が可能なチューピングポンプを搭載することで、低ランニングコストを実現している。

GELJET プリンタは、ヘッドノズル面を一定の圧力（負圧）に保つことで安定したインク吐出を可能としている。ところが時間の経過と共に透気により、ヘッドタンク内に空気

が混入し圧力変化が生じるため、定期的に圧力レベルを再調整する必要がある。

従来機種は圧力レベル再調整方法は、ヘッドから外にインクを排出する以外に方法は無かった。これによりヘッドコンディションを維持するためのインクが必要になるため、メンテナンスで使用するインクを余分に入れて販売していた。

SGシリーズでは、Fig. 9に示すように、回転する偏心カムによってチューブを押し潰して送液するチューピングポンプを採用しており、偏心カムを正転/逆転させることで、インクをヘッドタンクへ送液、又は、ヘッドタンクから吸引することができる。

このため、透気により圧力変化が生じた場合は、吸引を行うことで、インクを排出することなく圧力レベルの再調整が出来る。

その結果、圧力レベル再調整で消費するインク量を大幅に削減できたため、ランニングコスト低減に貢献している。

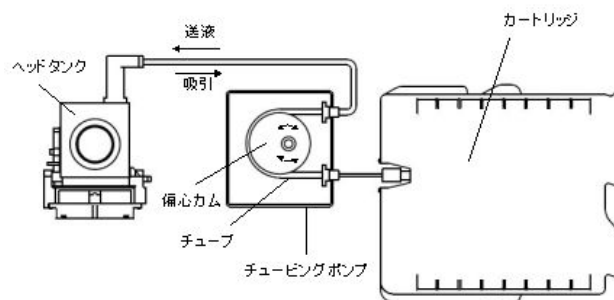


Fig. 9 The bi-directional ink supply system.

7-1 省インク印刷カラーマッチング技術

一般的にカラー印刷はモノクロ印刷よりインク使用量が多くランニングコストが高い。他社インクジェットプリンタには、カラー印刷のランニングコストをモノクロ印刷と同等コストにするための「省インクのカラー印刷機能」を搭載するものがある。この機能は、印刷に使われるインク量を全色 (CMYK) 一律に減らして実現している。

しかし、インク量を全色一律に低減させると画像全体の品質が著しく劣化し、特に写真データや Web 地図などを出力した場合は、色が薄くメリハリの無いものとなる場合がある。

このように従来の「省インクのカラー印刷機能」では、

コストを重視するあまりに、出力画像品質は悪かった。

SG シリーズでは、カラーマッチングパラメータを調整することで、全色のインク使用量を一律に低減するのではなく、濃く出力される色（Blue 領域など）は従来の省インク印刷以上に濃く、逆に明るい色（Yellow 領域など）に関しては従来の省インク印刷より薄く出力されるように、各色でインク使用量が調整され、よりメリハリのある画像品質を実現している。

また、グレーやシャドウ部の色を独自のアルゴリズムにて調整することで、従来と同等のインク使用量でシャドウ部の色を従来の省インク印刷より濃く表現し、画像のコントラストを向上させた。

Fig. 10 に写真画像をフルカラー印刷、モノクロ印刷、従来の省インク印刷、新規の省インク印刷にて印字した結果の比較を示す。

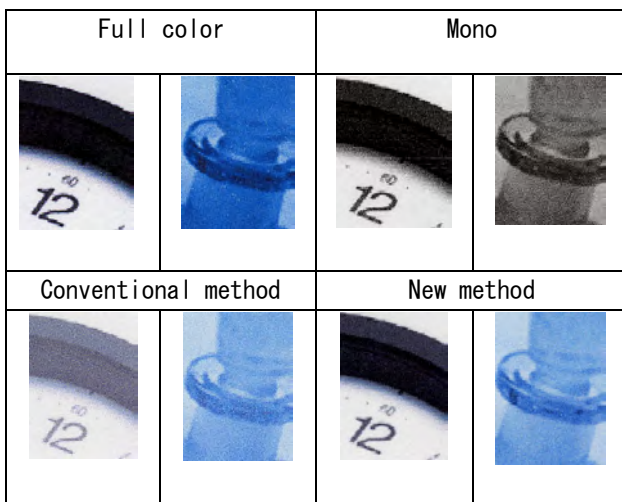


Fig. 10 Color reproduction comparison of photographs

従来の省インク印刷は全色インクを一律に減らしているため全体的に薄い画像になっているが、新規の省インク印刷は文字などの黒色は濃く印字され、カラーもメリハリのある画像を実現している。

4. 最後に

近年、小規模小型多店舗オフィスや窓口業務などの増加により、席に居ながら手軽に使える出力機器のニーズ

がますます高まってきている。

そういったビジネスシーンで要求されるニーズは、待ち時間が少なく、1~3枚程度の印刷をとにかく早く出力できることである。この部分に関してはインクジェットプリンタのメリットを生かしつつ顧客のニーズに確実に答えることが出来る。

そのためには、定期で入る（ヘッドを乾燥から守る）ヘッドメンテナンス動作を減らす改善が必要になってくる。

リコーはファーストプリント時間短縮に拘りを持って、今後もこれらの課題に取り組み、オフィス向けインクジェットプリンタの開発を行っていく。

5. 参考文献

Ricoh Technical Report 32

Ricoh Technical Report 35