

---

# IPSiO SGシリーズ用GELJETインクの開発

## Development of GELJET Ink for IPSiO SG Series

---

藤井 一郎*	加藤 啓太*	中川 智裕*	工藤 真樹**
Ichiroh FUJII	Keita KATOH	Tomohiro NAKAGAWA	Masaki KUDOH
松山 彰彦*	後藤 明彦*	永井 希世文*	
Akihiko MATSUYAMA	Akihiko GOTOH	Kiyofumi NAGAI	

---

### 要 旨

---

GELJETインクは、その特徴である高発色画像特性、高粘度、高浸透特性を継承しながら、IPSiO GX eシリーズではさまざま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、インクの構成成分、及び製造プロセスを見直した。その結果、ビーズミル分散方式の顔料インク処方を確立した。さらに、GX eシリーズ以上の吐出信頼性を確保し、メンテナンス時に消費するインク量を大幅に削減した。

### ABSTRACT

---

GELJET ink improved reliability to be able to adapt under various environment in IPSiO GX e series while succeeding to high image quality, high viscosity and high penetration properties that were the characteristic. To reduce the environmental load in the manufacturing process in SG series, we reviewed components and the manufacturing process of ink. As a result, we could establish the pigment ink formulation of beads mill dispersion method. Furthermore, we got ink jet reliability with more than GX e series and largely reduced quantity of ink for maintenance.

---

\* GJ開発本部 GI開発センター

GelJet Ink Development Center, GJ (Gel Jet) Design & Development Division

\*\* 画像エンジン開発本部 機能材料開発センター

Functional Material Development Center, Imaging Engine Development Division

## 1. 背景

GELJETプリンタは2004年2月のIPSiO 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、2006年5月にはIPSiO GXシリーズ、2009年5月にはIPSiO GX eシリーズ（以下、GX eシリーズと表記）を発売し、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徴により、ビジネスインクジェットプリンタ市場を開拓してきた。

搭載されるインクは、前述の高速性、両面印刷、普通紙高画質を実現するために、高粘度、高浸透特性といった特徴を有する高顔料濃度インクを用いて、少ない付着量でも高画質印刷を実現している。印刷トータルコストは他社同等以下を実現しているが、インクコストだけを見ると、他社よりも高顔料濃度処方になっているため高コストになっている。

そこでIPSiO SGシリーズ（以下、SGシリーズと表記）では、インクの製造プロセスにおける環境対応として、使用する化学物質を削減することによる環境負荷低減、及び複雑な製造プロセスを簡略化することによる使用エネルギー低減等を行うことによって、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。更にGX eシリーズ以上の吐出信頼性を確保でき、メンテナンス時に消費するインク量を大幅に削減することができたので、詳細を紹介する。

## 2. 技術

### 2-1 インク構成成分

水性インクジェットインクは、主成分として色材、ビヒクル（樹脂や水溶性有機溶剤）、添加剤、及び水から構成される。GELJETインクでは滲みや画像堅牢性を重視して、色材は顔料を採用している。インク中に溶解状態で存在する染料に対して、顔料は粒子として存在し、水性インク中に長期にわたっていかに均一に保つかが重要である。

顔料粒子を均一に保った状態のものを分散体と称し、一般にはこの分散体と樹脂、水溶性有機溶剤、添加剤、及び水等を混合してインクを製造する。

インク製造プロセスでは分散体製造プロセスが最も複雑なため、コスト面においては、分散体コストがインクコストのほとんどを占める。従ってインクの低コスト化においては、この分散体の材料構成、及び分散方式を見直す必要があった。

### 2-2 顔料分散技術<sup>1)</sup>

顔料を均一に保つこと、すなわち「分散安定化」の機構として、顔料粒子どうしの静電斥力による機構と、樹脂吸着を利用した立体障害による斥力の機構があるが、実際の分散安定化には樹脂吸着による立体障害の利用が必要である。

顔料粒子表面への樹脂吸着層の形成に際しては、顔料粒子表面と樹脂、及び溶剤（水を含む）の親和性が重要となる。Fig. 1はそれぞれの成分の相互作用について示したものである。

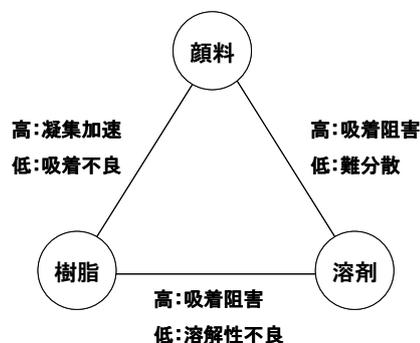


Fig. 1 Interaction of three components.

樹脂が顔料粒子表面に吸着するには、樹脂と顔料粒子表面の親和性が樹脂と溶剤の親和性よりも高くなければならない。しかしながら、樹脂と溶剤の親和性が低すぎると樹脂吸着層が溶剤中に配向せず、分散安定性の達成は困難となる。また逆に、樹脂と顔料粒子表面の親和性が高すぎると樹脂吸着層が接着剤のように振舞い、顔料粒子どうしを凝集させるためやはり分散安定性の達成は困難となる。顔料粒子表面と溶剤の

親和性を見た場合、親和性が高すぎると樹脂の吸着を阻害するし、逆に親和性が低すぎると分散機構のひとつの要素である濡れが不十分で、分散そのものの達成が困難となる。

さらに水系の場合、疎水性・親水性相互作用も考慮する必要がある。水系のインクジェットインクに使用される樹脂は、樹脂自体が水を主体とする溶媒に溶解、あるいは良好に分散する必要がある。このような樹脂は分子中に疎水性ユニットと親水性ユニットをもち、疎水性ユニットが顔料表面の疎水性部分に吸着し、親水性ユニットが水性媒体中に配向した構造をとる。

分散を安定化させるためには、以上のような相互作用をいかにうまくバランスすることが重要となる。

次に、顔料をインク中に長期にわたって安定させる分散方式について説明する。分散方式にはさまざまな方法があり、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とおりである。

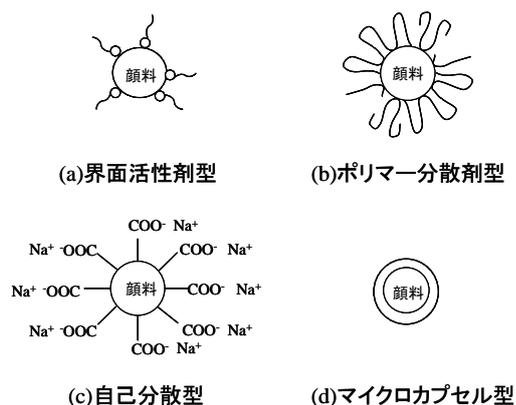


Fig. 2 Various pigment dispersion methods.

(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ので、長期にわたって安定に保つことが難しい。

(b)ポリマー分散剤型

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やすく、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やすい。

(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基やスルホン酸基を形成させ、顔料自体に自己分散性をもたせる方法であり、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を得られる。

(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。

次にそれぞれの分散体製造に関する特徴を説明する。

(c)(d)の製造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くコスト高になる。Fig. 3に、(a)界面活性剤型分散と(d)マイクロカプセル型分散の具体的な製造プロセスを示す。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相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になる。

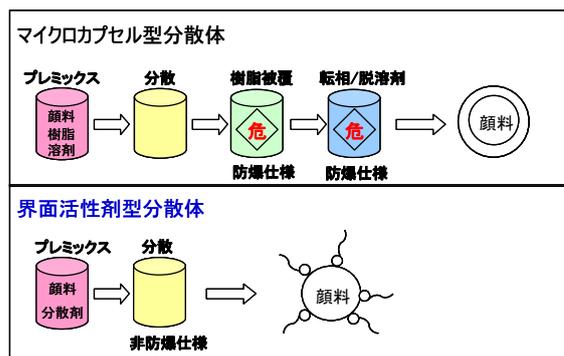


Fig. 3 Manufacturing process of pigment dispersion.

以上の分散方式の特徴と製造プロセスに左右されるコストの関係をTable 1にまとめる。

Table 1 Characteristics of pigment dispersion methods.

分散方式	分散安定性	コスト
(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	◎	×

SGシリーズのインクはインク単体のコストにおいても他社に対する競合優位性を確立するため、(a)方式の界面活性剤分散体を使いこなす検討を行った。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。

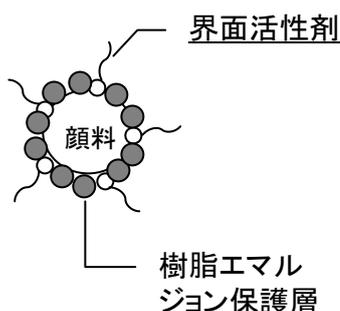


Fig. 4 Image of pigment dispersion for IPSiO SG series ink.

界面活性剤、及び樹脂エマルジョンの材料検討、及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た。

### 3. 結果

インクジェットプリンタの性能を維持するために、プリントヘッドの吐出状態を良好に保っておく必要がある。すなわち、印刷実行時に所望の大きさのインク滴が印刷メディアの所望の位置に吐出される状態にしておく必要がある。不吐出、インク滴量低下、及び吐出方向不良等が生じると、スジとなって画像欠陥となる。

インクが原因となる不具合としては、乾燥による増粘・凝集や固化、及び気泡等が考えられる。

これらの不具合を防止、回復させるために、プリンタにはメンテナンス機能を有しており、増粘・凝集したインクを印刷に使用せずに排出する空吐出、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、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。

メンテナンスはさまざまな動作が組み合わされて実施されるが、そのタイミングはユーザーが強制的に行う場合と周辺環境やプリント枚数、時間間隔等の情報をプリンタが把握して、自動で行う場合がある。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シリーズのインクでは、構成材料の組合せを検討した結果、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した。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インク吸引量との関係を示したものである。泡立ち特性は、100mlメスシリンダー中のインクに、19.6N/m<sup>2</sup>の圧力で空気を吹き込んだときの20秒後の泡高さを示す。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い。

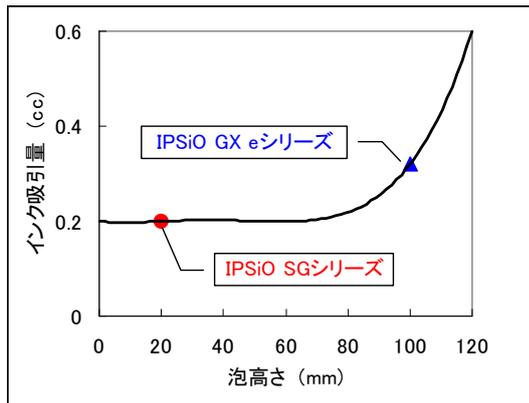


Fig. 5 Relations between bubble and quantity of ink suction for cleaning.

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、メンテナンス消費量の削減が可能となった。

## 4. まとめ

SGシリーズのインクは、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によって、環境負荷を低減した顔料インク処方を確立した。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た。

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約20%削減することができた。

### 参考文献

- 1) 日本画像学会編：デジタルプリンタ技術「インクジェット」、pp.121-126, 東京電機大学出版局 (2008).