

### Ⅲ－３ インクジェット機器の技術動向

豊吉 直樹\*、岩松 正\*、菊井 伸介\*

#### 1. はじめに

2017年4月から2018年3月までに発売されたインクジェット機器について、各社のテクニカルレポートやニュースリリース、文献などを情報源として調査を行い、技術動向をまとめた。また発売された製品だけに限らず、展示会での情報やインクジェットの事業等に関連する発表等についても、注目すべき内容をピックアップしている。

インクジェット機器は、近年、オフィスへのビジネスインクジェットの参入が拡大する傾向にあり、商業印刷においても大判印刷や高速印刷をうたうインクジェット機器が台頭してきている。また産業印刷においても、ラベル印刷やパッケージ印刷などの分野に幅広く用いられるようになってきている。さらに作像方式の特徴を活かして、ドキュメント出力機器以外への展開も盛んに行われており、立体物の造形そのものにも用途を拡大している。今年度は情報機器としての市場別の動向に加え、3Dプリント機器の項を設けて大学や企業等で取り組まれている研究段階の技術も含めて紹介する。

#### 2. オフィス向け機器

電子写真方式が主流であったオフィス向け複合機市場に対して、セイコーエプソンより100枚/分の高速印刷を実現するインクジェット複合機が投入され、そのラインナップを充実させたことが今年度の大きなトピックといえる。この他に今年度発売された主なオフィス用インクジェットについて、メーカー別に技術概要や動向を紹介する。

#### 2.1. セイコーエプソン

セイコーエプソンより、高速ラインインクジェット複合機/プリンター「LX-10000F シリーズ」、「LX-7000F シリーズ」が2017年6月に発売された。印字速度はそれぞれ100枚/分、70枚/分である。100枚/分の高速印刷を実現するための技術として、新開発の「PrecisionCore ラインヘッド」がある。これはエプソン独自の薄膜ピエゾテクノロジー「PrecisionCore プリントヘッド」をさらに進化させ、高密度化と小型化を追求したものである。このラインヘッドは、新開発の「PrecisionCore マイクロ TFP プリントチップ」で構成されており、従来品よりチップのノズル列を長く、ノズル間隔を狭くし（1.53インチ、333dpi）、1チップあたりの多ノズル化と高密度化、および600dpi×1,200dpiの高解像度を実現している。幅約43mmのヘッドに、プリントチップを36枚斜めに配列させることにより、有効ノズル数約33,500を配する小型ラインヘッドとなっている。

この他に「PrecisionCore プリントヘッド」を搭載したA4低速カラー複合機「PX-M781F/M780F/PX-M680F」（印字速度はそれぞれ22ipm/20ipm/10ipm）を2017年5月に発売、印字速度10ipmのA3低速カラー複合機「PX-M5081F/M5080F/M5080」を2017年10月に発売、インクパックシステムの搭載により省スペースと大容量インクを両立したA4低速カラー複合機「PX-M884F/M884」を2018年1月に発売、エコタンクを搭載したコンパクトサイズの複合機「EW-M670FT」、「EW-M571T」、「EW-M970A3T」、「EW-M5071FT」を2017年9月と11月に発売するなど、ラインアップを充実さ

\* 技術調査専門委員会委員

せた。これらのインクジェット複合機が、電子写真方式が主流であるオフィス向け複合機市場にどの程度浸透していくか、今後の注目がされる。

## 2.2. キヤノン

キヤノンからは、ファクスやコピーの際に、原稿を連続して読み取ることが可能な ADF（自動原稿送り装置）を標準装備したビジネス向け A4 インクジェット複合機「PIXUS TR8530/TR7530」が 2017 年 10 月に発売され、特大容量タンクを搭載した「G3310/G1310」が 2018 年 2 月に発売された。

この他に、大型のインクジェット複合機の新製品がいくつか市場投入された。2017 年 10 月に発売された大判インクジェット複合機「imagePROGRAF iPF770 MFP-2/iPF670 MFP-2」は、それぞれ A0 ノビ、A1 ノビに対応しており、PC を使わず簡単にコピーやスキャンが可能である。例えば、建設・土木・設計現場などで、CAD 図面の大幅コピーや手書きで修正した図面のデジタル化ができるものである。

2018 年 1 月に発売された大判インクジェットプリンター「imagePROGRAF TX-4000/TX-3000/TX-2000」は、それぞれ B0 ノビ、A0 ノビ、A1 ノビに対応しており、新開発の 5 色顔料インク「LUCIA（ルシア）TD」が搭載されている。CAD 用途では、図面出力の際に使用されるインク受容層のない普通紙でも、細線や文字を鮮明に再現できる。また、ポスター用途においては、インクジェット普通紙で高発色を実現し、低コストで色鮮やかな普通紙ポスターが作成でき、経済性や効率性を重視するポスターの内製ニーズに対応できるものである。

## 2.3. 日本 HP

日本 HP からは、2017 年 8 月に、ビジネス向け高速インクジェットプリンター「HP PageWide シリーズ」の A3 対応機 2 機種が発売された。「HP PageWide Pro MFP 777z」は、カラー/モノクロともに最速 65 枚/分、「HP PageWide Pro 750dw」は、カラー/モノクロともに最速 55 枚/分の高速印刷である。「HP PageWide」シリーズ

は、用紙幅全体を一度に印刷できる「HP ページワイドテクノロジー」の採用により、高速印刷による高い生産性と、カラー印刷の低コストを実現している。

また、大判プリンターの方は、「HP DesignJet T1700 シリーズ」5 機種と「HP PageWide XL 5100 シリーズ」2 機種が 2018 年 2 月に発売された。「HP DesignJet T1700/T1700 PS/T1700 dr/T1700 dr PS/T1700 dr PS SD Pro MFP」は、ワークグループ向けの大判プリンターの中で最も安全なプリンターとして新たなセキュリティ機能を搭載し、CAD/地理情報システム（GIS）などテクニカル市場向けの B0 サイズ対応機である。「HP PageWide XL 5100/XL 5100 MFP」は、カラー・モノクロともに A1 サイズ最大 20 枚/分の高速プリントが可能である。

## 3. 商業印刷向け機器

商業印刷においては、多品種少量化の流れに対応するために少数や短納期印刷に適したデジタル印刷機の導入が進んでいる。

本年度発売の新製品とトピックを紹介する。

### 3.1. 新製品

キヤノンから 2017 年 9 月に発売された「Océ VarioPrint i300」は、オセ独自の技術「iQuarius（アイクオリアス）」により、カット紙プリンターでありながら A4 で最大毎分 300 ページの出力速度で安定した高速出力を実現している。オセ独自の用紙搬送技術として、給紙トレイを加湿することにより用紙の波打ちを低減するほか、印刷前に用紙の形状をセンサーで検査し、角に折れ曲がりなどのある用紙をあらかじめ排出することで、印刷エラーを事前に防ぎ、給紙を安定させている。さらに、ノズルの目詰まりを抑止する「用紙・プリンター温湿度管理機構」や、オペレーターのメンテナンス負荷を軽減する「インクジェットヘッド自動清掃機構」などの新開発の機構を搭載することで、ダウンタイムを抑制し、生産性の向上を図っている。また、コーティングの役割をするカラーグリップをあらかじめ印刷面に塗布することで、インクの着弾を整

え、インク同士の混色を防ぎ安定した高画質印刷を実現している。これにより、インクジェットプリンターで難しいとされるオフセットコート紙に加え、上質紙やリサイクル用紙などさまざまな用紙に対応し、小冊子やカタログ、書籍などの多様な印刷ニーズに対応している。

### 3.2. トピック

drupa2016 で世界初公開された B1 インクジェット「Primefire106」は、ハイデルベルグと富士フイルムによって共同開発された商業用デジタル印刷機である。富士フイルムのインクジェットヘッド技術「SAMBA Technology」とインク中の顔料を高速に凝集させる「RAPIC（ラピック）技術」を搭載し、高精細な描写を実現している。この富士フイルムのインクジェット技術とハイデルベルグのマルチカラー技術によって PANTONE カラーの 95%をカバーする広色域再現を実現している。水性顔料インクは、食品包装や医薬品包装に求められる高い環境基準やリサイクル基準などの安全性を有している。

## 4. 産業印刷向け機器

産業印刷向けインクジェット機器は、印刷技術革新とインク品質向上とによって、印刷品質が急速に向上してきており、市場の伸びも大きくなっている。その市場の伸びを支える製品および技術動向をサイン&ディスプレイ、ラベル、特殊用途向けについて取り上げた。

### 4.1. サイン&ディスプレイ

産業印刷の主流の用途であり、UV インク製品が各社から相次いで発売された。

キヤノンは、既に全世界で 6,500 台の出荷実績を持つフラットベッドタイプの「Océ Arizona 1280GT」を 2018 年 1 月より国内で発売開始した。同機は、ガラスや木材、建築用パネルなどへの直接印刷にも対応している。

武藤工業が 2017 年 4 月に発売した「VJ-626UF」もフ

ラットベッドタイプであるが、メディアサイズは A2 ノビサイズ（594 mm×483 mm）まで、高さは 150 mm までの対応であり、狙いはギフト・ノベルティ業界や工業印刷用途 などとしている。

リコーもフラットベッドタイプの「RICOH Pro T7210」を 2018 年から欧米/アジアで販売を開始すると発表している。印刷できる媒体の厚さは最大 11cm までで、さまざまな建材への印刷が可能としている。

上記以外のロールメディア用としては、ミマキエンジニアリングの「UCJV300-160/UCJV150-160」が 2017 年 11 月に、富士フイルムの「Acuity LED 1600R」が 2017 年 12 月に発売された。

2018 年度 4 月発売と発表されているキヤノンの「Océ Colorado 1640」は、オセ初の 64 インチ（約 1.6m 幅）ロール to ロールプリンターであり、新開発の「UV ジェルテクノロジー」により、高生産性、高画質、幅広いメディア対応を実現したとしている。

UV インクを用いた技術については、リコーからリコーテクニカルレポート No. 43 に「2.5D 画像の高精細化を実現する UV インクおよび画像形成方法」と題する論文が発表された。近年、画像表面への凹凸形状付与による立体表現を 2.5D と呼んで、油絵の複製や表面加飾などが行われている。インク表面硬化状態と濡れ性を UV 光量により制御可能な UV インクを開発、形成プロセスと組み合わせることで、形状再現性と表面平滑性を両立する高精細な 2.5D 画像を実現することが可能となったとのことである。

以上の UV インク製品以外にも、セイコーエプソンから 2017 年 4 月に、高画質ポスター作成に適した大判インクジェットプリンター 2 機種、バイオレットインク搭載の「SC-P5050V」、ライトグレーインク搭載の「SC-P5050G」が発売された。色域の拡大とともに、フォトブラックインクの顔料粒子量を従来機比約 1.5 倍に増量した「UltraChrome HDX インク」を採用することで、黒濃度が向上し、カラー印刷時にはより立体的な表現が実現出来るとのことである。

ミマキエンジニアリングからは、2017 年 12 月にセッティング可能なメディア幅を 1,950mm に拡張したソルベン

トインク搭載ワイドフォーマットインクジェットプリンター「JV300-190」が発売された。

キヤノンからは 2017 年 12 月に 60 インチ（紙幅 1,524mm）に対応したグラフィックアート市場向けの大判インクジェットプリンター「imagePROGRAF PRO-6000」が発売された。新開発顔料インクの 12 色「LUCIA（ルシア）PRO インク」と透明インク「クロマオプティマイザー」を搭載することで表面の光沢を均一化し、なめらかに仕上げてもうらみを抑制できるとしている。

#### 4.2. ラベル

SCREEN GA から 2017 年 9 月に発売された「Truepress Jet L350UV+LM」は、新開発の安全性を高めたローマイグレーション（低浸透）インクと UV インク硬化を促進する窒素パージ機構の搭載により、食品向けパッケージに使用するラベル印刷を可能としている。さらに搬送ローラー部分に冷却用のチルローラーを搭載することで、UV ランプによる熱の影響を受けやすい薄膜基材の安定搬送・印刷を可能として、ペットボトルなどで使用される薄膜基材を用いたラベル印刷も可能としている。同社からは、同時に、ラベル印刷一般用途向けのハイエンドモデル「Truepress Jet L350UV+」も発売されている。

セイコーエプソンから 2017 年 9 月に発売された「SurePress L-4533AW」は、隠蔽製の高いホワイトインクを搭載することで透明フィルムへの白地印刷や白文字印刷など用途を拡大したとのことである。また、バリエーション印刷時の速度は、従来機の 1.8 倍を実現、加えて、低パス（4pass/6pass）モードの画質改善により、高速印刷でも高品質を可能にし、生産性を向上させたとのことである。なお、同時にホワイトインク未搭載モデル「SurePress L-4533A」も発売されている。

富士フイルムから 2017 年 10 月に発売された「Jet Press 540WV」は、新開発の UV インク「Uvijet MK」と、インクのにじみを防止する「下塗り技術」、UV インク特有の臭気を大幅に低減する「窒素パージ技術」という 3 つの技術から成る「EUCON Technology」を搭載する事で、さまざまな軟包装の裏刷り用途を可能として

いる。なお、EUCON とは、「Enhanced Under Coating and Nitrogen purging」を意味する造語とのことである。

武藤工業から 2018 年 3 月に発売された「VJ-628MP」は、熱や伸びにも強い新開発マルチパーパスインク（MP31 インク）を採用しており、アクリルやペット素材にラベル印刷後、真空成型熱加工なども可能とのことである。

#### 4.3. 特殊用途

T シャツなどに直接印刷するタイプのガーメントプリンターが、3 社から相次いで発売されている。

ブラザー工業からは 2017 年 9 月に「GTX」が発売された。一度のヘッド走査で白インクとカラーインクを同時に印刷することが可能なワンパス機能は引き続き搭載しつつ、新たな自社製次世代プリントヘッドの搭載により、印刷スピード（CMYK+W 印刷 320mm×220mm デザイン印刷時）を 4 分 28 秒から 1 分 27 秒へと飛躍的に向上させている。

リコーから 2017 年 11 月に発売された「RICOH Ri 100」は、プリンター本体の小型化に加え、衣類に印刷したインクを熱で定着させる仕上機「RICOH Rh 100」をプリンターと上下に重ねて設置できるコンパクト設計とすることで、省スペースを実現している。

セイコーエプソンからは 2018 年 3 月に「SC-F2150」が発売された。1 層目はホワイト、2 層目でカラーとホワイトをダブルで印刷することで、黒や濃紺などの濃色生地へのホワイトデザイン印刷をより鮮やかに行える「ダブルストライク印刷」機能を新たに追加している。

その他に、デュプロから 2017 年 9 月に発売された「DIJ-A80」は、宛名印刷用機として、最大用紙厚み 2mm（封入封筒密着厚さ）までの印刷を可能としている。

また、産業用途全般にかかわるものとして、リコーから発売された、推奨粘度 11mPa・s（ミリパスカル・秒）の産業用インクジェットヘッド「RICOH MH5421F」、推奨粘度 6mPa・s の産業用インクジェットヘッド「RICOH MH5421MF」がある。ともに独自のインク循環構造により、ノズル近傍までインクを常時循環させることで、

ノズルの乾燥やインク粒子の沈降などを防ぎ、高い吐出安定性を実現したとしている。

## 5. 3D プリント機器

電子写真方式は、顔料や染料などの着色剤で画像を形成することを最終的な目的としており、バインダー樹脂などの二次的なマテリアルは着色剤を出力メディア上に固定化する目的で用いられることが一般的である。一方、インクジェット方式は、電子写真方式とは異なり、さまざまなマテリアルを直接射出することができるという特徴を備えており、マテリアル自体を一次的な成分と捉えると、画像形成以外の用途にも展開が可能な技術である。

インクジェット方式は、ドキュメント出力機器においても、この特徴を活かしてニス塗りなどの加飾印刷やUVインクによる2.5D画像形成などに用いられているが、本項では特に立体物の造形に着目して情報機器メーカーの動向や3Dプリント機器、企業や大学で取り組まれている研究などを紹介する。

尚、3Dプリントには、光造形方式や熱溶解積層方式、粉末焼結積層造形方式など多くの方式があるが、本項ではインクジェット方式を用いた3Dプリントに絞っている。

### 5.1. 3Dプリント事業と産学連携の動向

情報機器メーカーの数社は、ショールームの拡充や出力サービスの提供、3Dプリント機器の販売を強化し3Dプリント事業の展開を進めてきている。

リコージャパンは、2014年に開設した「RICOH Rapid Fab 新横浜」を拡張し、体感空間とするとともに機器導入の相談から設置、3Dプリンターサービスなどを行っている。また関西地区にも同じ機能を持つ「RICOH Rapid Fab 大阪」を開設している。

キヤノンも、ホームページには3Dプリンターを商品ラインナップしており、インクジェット造形方式では3D Systems社の「ProJet MPJ 3600 シリーズ」（UV硬化型アクリル樹脂タイプ）や「Projet CJP x60 シリーズ」（石膏・プラスチックパウダーの粉末積層タイプ）

を取り扱っている。

日本HPは、HPが米国で先行していた3Dプリント事業を日本国内でも開始すると発表した。インクジェット方式を用いた「HP Jet Fusion 3D 3200/4200」の2種類を販売するようである。また事業展開として、国内企業との協業や提携も進めている。

コニカミノルタジャパンも、キンコーズで3Dプリンティングサービスを行っており、インクジェット方式ではアクリルベースの造形を取り扱っている。

また大学でも、山形大学有機エレクトロニクスイノベーションセンターが、日本初のオープンな研究開発拠点となる「インクジェット開発センター」を2017年10月に開設した。このセンターではオープンイノベーションによる技術開発を推進することで、産学連携によるインクジェットの新開発・新用途開拓・新規事業開拓の効率化・迅速化に取り組む。新規インクジェット応用と基盤技術の開発、ノウハウに依らないインクジェットの理論化・体系化など、企業が共通して持つ課題と一緒に取り組むべく、参加を呼び掛ける発足記念セミナーが2018年2月に開催された。

### 5.2. インクジェット方式の3Dプリント機器

まず初めにインクジェット方式の3Dプリント機器に用いられている特徴的な技術を幾つか紹介する。

Stratasys社の「PolyJetテクノロジー」は、液体状の光硬化性樹脂を、インクジェットノズルから微細なドロップ状で噴霧し、そこにUV光を照射しつつ一層ずつ積層する技術である。

HP社の「Multi Jet Fusion」は、粉末状のプラスチック素材に、CMYKインクが配合された結合剤を吹き付け、加熱することで固形化しており、高品質なフルカラーのプラスチック製品を造形することができる。

Xjet社の「Nano Particle Jetting」は、ナノ粒子レベル液体状の金属を吹き付けつつ、300℃の高温に加熱することによって金属粒子を融合させている。

これらの海外メーカーの技術や製品が知られていたが、今年度は国内メーカーからもインクジェット方式を用いた3Dプリント機器が発売されたので紹介する。

ミマキエンジニアリングは2017年8月29日にUV硬化インクジェット方式の3Dプリンター「3DUJ-553」の販売を11月から開始すると発表した。この製品は、世界初となる1,000万色以上のフルカラー造形を実現しており、造形後の色付けでは難しかった豊かな色彩表現により、立体造形のオブジェクト看板や建築模型といった最終製品用途で活用できるとしている。

造形は、UV硬化インクをインクジェット方式で積層することで行っており、積層ピッチは最小22 $\mu$ mを実現している。またホワイトインク、クリアインクも準備されており、カラーインクと同時に使用することで、半透明のカラー表現なども可能となっている。またインクジェット方式の3Dプリンターとしては世界初となるカラープロファイルを採用しており、カラーマネージメントを容易にしている。

### 5.3. 技術研究の紹介

ここでは、大学や企業で取り組まれているインクジェットの射出技術の研究や、インクジェット技術を医薬製剤や医療分野に応用した技術研究のトピックスを紹介する。

#### 5.3.1. 東京農工大学の研究

東京農工大学は2018年2月2日のプレスリリースで、蜂蜜のような高粘度液体が射出可能な装置を開発したとの発表を行った。この研究は、大学院工学研究院先端機械システム部門で行われたものである。

射出機構は、液体の入った容器内に細管を挿入し、その細管内部の液面を下げて、液体射出の駆動力として液体容器に打撃を与える手法を特徴としている。この工夫により、細管内の液体を非常に効率良く加速できることが発見されており、その結果、水の1,000倍の粘度を持つ液体やマニキュアのような特殊な液体の射出に成功している。さらに、開発された液体射出メカニズムも、高速度カメラを用いた実験および数値シミュレーションにより明らかにされており、高粘度液体の射出の様子も理論的に予測可能となっているとのことである。

本研究で開発された装置は、3Dプリンターや金属配線などに用いられる液体樹脂や金属などの非ニュートン流体と呼ばれる特殊な液体や、医療分野で多く使われている小さな粒子を含んだ生体液も射出できる見込みがあるとしている。この成果は、従来のインクジェット技術の課題であった粘度の制限という壁を取り払うだけでなく、医療分野や次世代のものづくりなどの幅広い分野への応用が期待でき注目される。

#### 5.3.2. リコーの研究

リコーはリコーテクニカルレポートNo.43に、「インクジェット技術を応用した微細粒子化技術とその製剤応用」と題した報文を発表した。

微粒子製造技術としては、従来から噴霧乾燥法が知られているが、リコーはインクジェット技術の特徴である精密な液滴サイズの制御性に着目し、これを噴霧乾燥法に応用して、粒子径の揃ったシングルミクロンの微粒子を簡便なプロセスにて作製する「FDD技術」(Fine Droplet Drying 技術)を開発したとしている。

「FDD技術」では、ピエゾ式インクジェットヘッドを連続駆動して液滴を吐出しているが、ピエゾ素子の高周波駆動と1つの液室へのマルチノズル化によって生産性と粒径均一性を両立させている。またノズル径もベースとなる産業用インクジェットヘッドの1/3に設計されている。

この「FDD技術」を機能性微粒子の1つである医薬製剤に応用し、狭粒度分布の製剤粒子が作製可能であることを示している。更に製剤機能評価においても、原薬に対する水への溶解性の飛躍的な改善効果や、吸入製剤として良好な吸入効率が認められている。

「FDD技術」は生産性の課題を克服し、粒子径の揃った粒子を簡便なプロセスで生産性高く作製することができる技術であるとしており、医薬製剤をはじめとする機能性微粒子への適用が期待される。

#### 5.3.3. 大阪大学の研究

大阪大学は2017年12月12日の研究リリース速報で、世界で初めてインクジェット方式のバイオ3Dプリン

ターで、さまざまな細胞を含む厚みのある3次元構造物を造形可能な技術を開発したとの発表を行った。本研究は、富山大学工学部との共同研究のもとで進められた。

立体的な生体構造物をプリントする場合、インクジェットプリンター方式のインクには、細胞に対して穏和にかつ極めて早く固まることが求められるが、この特性を満たすインク材料は極めて限られていたとのことである。

研究グループでは、再生医療分野にて有用性が広く認められているさまざまな材料に、酵素を作用させ瞬時に固まりゼリーのようなゲルを形成する性質を付与した複数のインクを開発した。細胞を分散させたこれらのインクを、酵素反応で瞬時に固めながら細胞を含んだゲルを1滴ずつ積み重ねることで、細胞の生存をほとんど損なうことなく、細胞を含んだ立体構造物を造形することに成功したと報じている。

この成果により、iPS細胞やES細胞から分化誘導させた細胞などを生体の組織や臓器と同じような位置関係でそれぞれの細胞に適した環境に配置した構造体が作成可能となり、再生医療分野への貢献が期待されている。

## 6. おわりに

パーソナル機器の領域から市場参入が始まったインクジェット方式も、ビジネスインクジェットとしてオフィス領域にも認知が進み、産業印刷分野でも大きな比重を占めるようになってきている。電子写真方式は、長らくドキュメント出力機器の主流となって発展を遂げてきたが、静電気力を利用しているが故に、出力するメディアにも制約がありまた非接触での作像が困難なため、用途が限定されることは否めない。インクジェット方式はこれらの壁を打破できる技術であることから、今年度は特別にドキュメント出力以外への応用や技術研究についても取り上げた。産学で種々の研究が進められていることが何われ、インクジェット技術は今後も幅広い産業分野への応用が期待されると考えられる。

禁 無 断 転 載

2017 年度「ビジネス機器関連技術調査報告書」“Ⅲ－3”部

発行 2018 年 6 月

一般社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会 (JBMIA)

技術委員会 技術調査専門委員会

〒108-0073 東京都港区三田三丁目 4 番 10 号 リーラヒジリザカ 7 階

電話 03-6809-5010 (代表) / FAX 03-3451-1770