最新印刷講座 (第I講)

J. Jpn. Soc. Colour Mater., 84 [10], 358-362 (2011)

最新印刷技術概論

堀本邦芳***†

*サカタインクス(株)事業開発推進本部 東京都文京区後楽1-4-25日教販ビル (〒112-0004)

**ジーエーシティ(株) 東京都文京区後楽1-4-25日教販ビル (〒112-0004)

†Corresponding Author, E-mail: Kuniyoshi.Horimoto@inx.co.jp

(2011年5月3日受付; 2011年9月5日受理)

要 旨

人類の歴史上、印刷技術は情報伝達の根幹をなしてきた。21世紀に入りほぼ完成された従来型印刷技術は、デジタル印刷への進化を始め実用化レベルに達してきている。そしてプリントドエレクトロニクスは印刷技術の新たな応用分野として注目を集め始めている。しかしインターネットの発達によりデジタル化されたコミュニケーションは世界を新しい時代に変えようとしている。一方、印刷技術にも多くのデジタル技術が関係してきておりこれから印刷はパラダイムシフトの中でどうなるのか、その技術はどう発展するのかを解説する。

キーワード：印刷技術の変化, drupa2008, IPEX2010, インクジェット印刷機, 標準化の動向

1. はじめに

この最新印刷講座では、この概論に続き、最新オフセット印刷技術、最新グラビア印刷技術、最新インクジェット技術、最新スクリーン印刷技術、最新フレキソ印刷技術、最新UV・EB印刷技術、最新偽造防止技術、最新ホログラム印刷技術が連載される予定である。

日本の印刷市場の規模は6兆円前後に縮小したと推定されている。2008年9月のリーマンショックを機に印刷需要は減少し、2010年ようやく底を脱したかと思えば、2011年3月11日に発生

した東日本大震災により、さまざまな影響が起こっている。全日本印刷工業組合連合会の調査では2010年度の日本の印刷会社の経常利益率は1.9%まで減少しているが、これは印刷業が慢性的な構造不況業種に陥っていることを示している。そうした不安定な経済状況に加え、情報コミュニケーションにおけるインターネットの普及は、広告メディアの中でのその位置づけが新聞を抜いてテレビに次ぐマスメディアに成長し、4大マスの中で印刷物を使う、新聞、雑誌は年々減少傾向にある。

日本の印刷物の一番大きな部分は新聞輪転機で印刷される新聞であり、それに次いでオフセット輪転印刷機で印刷されるチラシ印刷である。2008年の日本の紙の年間使用量は、約1856万トン。そのうち、新聞紙の使用量が年間約363万トン。それに入れる折り込みチラシの量が年間、約120万トンと見込まれている。膨大な紙の使用であり、2008年の日本の国民一人当たりの紙・板紙消費量は約242 kg、世界平均の57.8 kgの4倍となっている。

しかし商業・出版用オフ輪の台数は2007年の1400台をピークに2010年には1220台と広告費の減少、出版不況のために減少傾向にある。ちなみに2010年12月に首都圏で配達された一世帯当たりの折り込みチラシの枚数は530枚である。

新聞輪転機の印刷速度は10 m/sec、商業オフ輪は6 m/secと合わせて高速であり、大量生産を可能にしている。一般的なグラビア印刷機は3 m/sec程度であり、オフセットの枚様印刷機の最高速15000枚/時を換算すると3.3 m/secである。また高速インクジェット印刷機も2~3 m/secのレベルに達しオフセット枚様印刷機の速度に追いついた。

デジタル印刷機の特徴は版を使わないため、1枚ごとに異なる印刷物を生産できることであり、バリエアブルデータ（内容が異なるデータ）のコンピュータ処理を行うフロントエンドや、サーバーの高速化により、全面が異なるカラー印刷の大量生産も現実になってきている。

印刷技術がどのように変化しているのかを世界最大の印刷展

図-1 印刷技術の分類

〔氏名〕 ほりもと くによし
〔現職〕 サカタインクス(株)事業開発推進本部 マーケティング部長兼ジーエーシティ(株) 代表取締役社長
〔趣味〕 テニス、読書
〔経歴〕 大阪大学大学院物理学専攻理学修士。研究開発（水性グラビアインキ開発など）の後、米国技術駐在としてDTPとデジタルプリプレスを開発を担当。帰国後、デジタルプリプレス開発を担当。デジタルブルーフとカラーマネジメントシステムの技術開発、市場導入、印刷の色標準化を推進。2009年11月よりマーケティング部長として新規事業開発に従事。ISO TC130WG3委員、印刷学会秋期セミナー委員。

表-1 日本製紙連合の統計資料から引用
http://www.jpa.gr.jp/states/paper/index.html

単位：千トン	95年	00年	05年	06年	07年	08年
新聞用紙	3,381	3,699	3,759	3,764	3,716	3,632
印刷・情報用紙	10,716	11,866	11,993	12,042	11,876	11,352
包装用紙	1,110	1,041	952	966	981	942
衛生用紙	1,571	1,720	1,796	1,821	1,805	1,814
その他紙	920	924	825	851	872	822
紙計	17,698	19,249	19,325	19,445	19,248	18,562
段ボール原紙	9,020	9,392	9,342	9,381	9,397	9,182
紙器用板紙	2,286	2,314	2,236	2,237	2,198	2,220
その他板紙	1,040	1,007	858	867	867	776
板紙計	12,345	12,713	12,435	12,485	12,461	12,177
紙・板紙計	30,043	31,962	31,760	31,929	31,710	30,739

示会である drupa の展示傾向からその動向を解説する。

2. drupa2008 から IPEX2010 へ

drupa は世界 4 大印刷産業展示会でも最大の規模でドイツのデュッセルドルフで 4 年ごとに開催され約 2 週間の期間中に 30 万人以上を世界中から集める。その特徴は新製品、新規技術の発表であり、ここで発表された技術が実用化され普及するのは 2 年後に英国バーミンガムにて開催される IPEX 展の頃になることが多い。日本の印刷産業は国内市場も大きいですが、機械メーカーは輸出の割合が高く、またインキメーカーもグローバル戦略として世界市場にアピールするために多数が日本から出展する。

2008 年はインクジェット・ドルッパと言われたが、印刷機においても多くの興味深い新技術・機構が展示実演された。それは三つのトレンドに集約されている。

2.1 利益を生み出す生産性向上を実現する技術

単に印刷機を速度を上げる時代は終わり、印刷で利益を生み出すさまざまなアプローチを提案している。小ロット・短納期に対しては、メークレディ（作業準備時間）の短縮と、ジョブチェンジの効率化がポイントとなっており、これを実現する技術として版胴のダイレクト駆動や全同時自動版替など作業時間を低減する機構やインライン色調管理など刷出時の時間短縮と損紙低減を狙うシステムが数多く出展された。印刷面積の大型化も実はコストダウンの一つの解答である。以前は大判の多くはポスター用途であったが、欧州では価格の安い東欧での印刷代金に対抗するために大型化が推進されている。大型化で生産性を高め 1 枚当たりの印刷コストを下げ、かつ運送コストなどをトータルで下げる発想で欧州では確実にニーズがある。枚葉印刷機で 1620 mm 幅、オフ輪でマンローランド社の 2850 mm 幅の最大サイズがある。

また興味深い技術としてゴス社は枚葉代替のドライヤーレス、チラーレスの 3 万枚／時のオフ輪 M-600 Folia を発表した。これは、両面印刷のオフ輪で、図-2 の左にあるロール給紙部から 4 色印刷ユニットを経て、右のシーター・セットオフ部で枚葉にカットされる。オフ輪につきものの乾燥機がなく、通常の枚葉インキを使って枚葉印刷機の最高速の 15000 枚／時の倍の速度で印刷できる。くわえの余白を必要とせず用紙効率が高いうえに、枚葉よりも安価な輪転用紙が使えるので印刷で最も高価な紙代を節約できる。インキメーカーの立場から言うと、通

図-2 ゴス社 両面オフ輪 M-600 FOLIA

図-3 ハイデルベルグ社 アニカラーインキ供給機構

常の酸化重合型の枚葉インキで 3 万枚／時の高速印刷が可能というのがすごいところである。このシステムを実現するためにスプレーパウダー、シートへ移行するまでの減速機能、紙揃え機能など高い技術を採用している。また、同時自動版替により 3 分でジョブを切り替えることができる。

リョービ社は紙の渡し胴を薄紙時に倍胴、厚紙にはスケルトン胴に切り替える技術を搭載した枚葉機を出展し、東京機械社では EskoArtwork 社が開発した Concentric（同心円）網点を用いて高品質、高安定性の印刷を実現するタワー式オフ輪を実演し大きな注目を集めた。Concentric 網点は中間調のインキ消費量が削減されるが、彩度が上がり、ディテール再現が向上するという特徴もある。

ハイデルベルグ社が開発したアニカラーはインキ供給方式を確信したテクノロジーで、金属ローラーの表面に細かなセルを形成しインキを保持するアニロックスロールによるキーレス印刷機を実現した（図-3）。これは版胴と同径の 1 本のアニロックス・インキ元ローラーとインキ着けローラーにより均一なインク膜厚を迅速に実現するインキ供給方式であり、印刷濃度がすぐに安定することから刷り出し時の損紙を 200 枚から 20 枚に 90 % と大幅に削減し、インキキーがなくツボ調整が必要ないことから段取り時間を最大 40 % 削減することで、多品種小ロットの印刷物市場に最適である。drupa のアニカラー搭載 Speedmaster SM 52 は 10 色ユニットで両面 4 色＋ニスの印刷を行っている。短納期対応が必須条件になる中、印刷会社が設備投資を行ううえで、デジタルプレスを導入するか、従来型で操作性に優れたこうした新型印刷機を選択するかは、その会社の生き残り戦略で重要である。なぜなら単に投資効果というだけではなく、仕事の集め方、データ処理の自動化、クロスメディア対応など会社全体の変革の中での生産設備でありその位置づけを明らかにする必要がある。

2.2 高付加価値を創生するための技術

多くのメーカーが箔押し、キャストイング、ダイカットなど

図-4 リョービ社 520GX LED-UV 硬化乾燥システム

の後加工のインライン化を進めた。またUV印刷も大きなトレンドになっている。またフロントエンドの技術との組み合わせで広色域印刷やブランド保護を目的とした偽造防止技術を取り入れた印刷方式で付加価値をつける。これは枚葉オフセットが成長性の高い高級パッケージを志向するあらわれである。

2.3 環境との調和の追及

環境との調和を推進する流れが完全に確立し、製品作りのベースとなってきている。リョービ社のUV LED乾燥システムは紫外線発光ダイオードによる硬化システムでLED UV インキを使用し、従来のUV硬化システムの消費エネルギーを約70～80%低減できる(図-4)。これは、LED自体のエネルギー効率が高いことに加え、印刷速度に応じて必要な部分だけON/OFFできることによる。また発熱がないことから用紙の収縮などの問題も防止する。また、サクライ社をはじめ水なし印刷や水なしUVといった湿し水を使用しないシステムが多数出展された。その他の興味深い技術としてはマンローランド社が新聞輪転機でUVを搭載したユニットを展示した。これは新聞以外に商業印刷を行う新聞社が増えているが新聞輪転機はドライヤーがないのでコート紙に印刷できない。そのために9万回転に対応するUV硬化装置を開発した。ウィーンの新聞社に2009年2月に納入され、2010年にはカナダの印刷会社に納入された。またコモリ社はオゾン発生しない、効率の良い紫外線ランプを用いたHVUVで環境対応する。

また、少数ではあるが、EB(電子ビーム)硬化システムを乾燥装置として実用化する印刷機械メーカーもあった。EB硬化の場合、臭気が問題になりがちな光重合開始剤を必要としないので食品包装などの用途が期待されている。上述のゴスのドライヤーレス、チラーレスのオフ輪も環境調和型製品である。一方、印刷機の駆動系でのダイレクトドライブなどエネルギー低減技術に各社が取り組んでいる。

3. インクジェット印刷機の進化

インクジェット drupa2008 から2年後の IPEX2010 でも話題の中心はインクジェットを主体とするデジタル印刷機であった。IPEXでのデジタル印刷機メーカーの出展面積はアナログ印刷機の面積よりも大きくなり、drupaで発表された「テクノロジー」が「製品化」されている。

HP社がdrupaで発表したインクジェット輪転機は、よりコンパクトに洗練されたT300と小型のエントリーモデルのT200として製品化されている(図-5)。HP社の最新の導入事例である

HP Inkjet Web Press構成

- ・モジュール化されたシステム構成
 - プリントエンジン(2セット)
 - インラインプロセスモニタ(ドライバ)(2セット)
 - ドライヤー(2セット) 温風ドライ
 - ビジョンシステム(2セット) 他社のビジョンシステムも使用可能
 - ターンバー
 - 標準的な巻取り機を使用可能 unwind/rewind unit
 - ・さまざまなスピードでの印刷が可能なので、後加工機との接続が容易
- HP ブレードサーバー
 - ・欧米での標準構成はUnwinder to Floor

図-5 HP社のインクジェット輪転機のシステム構成

図-6 Kodak Stream Technology

図-7 コダック社技術資料 kodak_stream_pto_v12.pdf

O'Neil Data System社でYouTubeでも紹介されているが(<http://www.youtube.com/watch?v=hRAMJGOkv60>) PDFを5000ページ/分の高速処理できるRIP速度を出せるフロントエンドRIPブレードサーバーのソリューションが世界最大のコンピュータメーカーであるHP社の強みでもある。

コダック社がdrupa2008で発表したStream Inkjet Technologyとして新方式のコンティニューアスインクジェット技術は、従来のインク滴を電子的に偏向し、印刷用紙にインクを途切れなく吹き付ける方式ではなく、ヘッドのノズル部の瞬間的な加熱でインクジェットの表面張力の変化を引き起こし、インキ液滴の大きさを大小に切り替え、さらに空気流の制御で小さい液滴は回収され(オフ)、大きな液滴だけが用紙に吹き付けられる(オン)ことで制御する。(下図ではヘッドのノズル先端にあるリング状の発熱体が加熱されインクの温度が上がり表面張力が下がる)表面張力の制御がこのインクジェット技術の特徴である。

これを可能にしているのがシリコンオリアフィスプレートの微

細加工技術MEMS（Micro-Electro-Mechanical System）である。面白いことにこのMEMSは富士フイルム社やエプソン社のヘッドでも応用されている。

この技術を用いたカラー4色機がProsper5000XLとしてIPEXで発表された。図-7にコダック社の技術資料にある画像のシャープネス品質の比較を示す。このように175線のオフセット印刷品質に達していると言える¹⁾。

4. インクジェットデジタル印刷機の課題

コンティニューアスインクジェットの特徴は、高速性であり、インクジェットの生成スピードは400 kHzであるのに対して、ほかのドットオンデマンド（DOD）インクジェットであるピエゾのヘッドでは20～40 kHzと差が大きい。したがって、速度を上げるためにはDODでは多ノズル化が必須となる。そのためにはヘッドのモジュール化をより精密化し、繋ぎ込みでのアライメント精度を上げることが重要である。

drupa2008からIPEX2010への変化を見ると、デジタル印刷機の完成度が上がったことに加え、市場ニーズに合わせた機器開発が進んだことがあり、ダウンサイジング、高生産性、高品質化、環境対応などの特徴が見てとれる。

また同時に、インクジェット印刷機の課題も見えてきている。まずデジタル印刷機の利点を考えると；

- (1) 全デジタルのワークフローで、最終のインクと紙以外の消耗品が不要となり、コストダウンが図れる。
- (2) 設置環境がオフィスでも可能で、クリーンな生産が可能。
- (3) 可変印刷に対応でき、オンデマンドで1枚ずつ異なるパーソナル印刷物の作成が可能なこと。
- (4) デジタル工程は、自動化により省人化が図れる。
- (5) カラーマネージメントを適切に設定すれば、知識のないオペレータでも高品質な色再現が可能なこと。

次にインクジェットデジタル印刷機の課題は；

- (1) 妥当なランニングコストで、大量生産するためには消耗品コストのインク価格を下げる必要がある。現状は5000部まで。
- (2) イニシャルコストでピエゾ・ヘッドが高額であることから大型化すると高くなる。
- (3) 印刷サイズは、現状最大B2または762 mm幅と限定されており、現在の枚葉印刷機の主流である菊全判（A4×8ページ付け）の代替には無理がある。
- (4) 生産性は、最高で200 m/分だが速度を上げるには解像度すなわち品質を下げざるを得ない。
- (5) 色再現品質は、用紙に依存するが高品質のためにはインクジェット専用紙が必要になる。
- (6) 低級紙では裏抜けの問題や、濃度がでないこと。

しかしこの2年間で、ヘッドの多ノズル化、高密度化、高周波数化により高速化が進行し、同時に用紙依存性を補うための未処理用紙の前処理をボンディングエージェン（メーカーにより用語は異なる）をインクジェットでプレコートで補う方法や、インクに最適な塗工剤をコーティングしてインクジェット適性を付与する方式が確立してきている²⁾。

問題はコストであるが、これは今後明らかに普及することにより生産量が拡大すれば、量産効果と競合による価格低下が起

こることは、インクメーカーとしても確実だと考えている。

用紙の適合性の問題はインクジェットでは非常に大きい。オフセット印刷でもコート紙の一部には浸透がし難く乾燥し難い用紙がある。また電子写真では用紙の厚みでトナーの定着性が大きく変化するために、印刷速度を変える必要があるケースもある。また用紙の含水量で導電特性が大きく変化する。一般に電子写真やインクジェットで対応できる用紙の幅は、オフセット印刷に比べて狭い。とくにインクジェットでは、高価なインクジェット専用紙を使わないと、乾燥できるインキ総量に限界があり画線率（CMYKの値の合計）を下げないと、乾燥不良によるインクのにじみ、裏抜け、濃度不足など印刷品質が劣化する。そのためにdrupa2008以降、通常の用紙にインクジェット適性を与えるため、プレコート剤、ボンディングエージェン、インク凝集剤などメーカーにより呼び名と方式が異なるが、インクの用紙表面での凝集を促進することで、色剤の発色／濃度を上げる取り組みがなされている。

5. 標準化の動向

印刷の標準化はISO12647で規定されているが、この標準にはオフセット印刷だけではなく、出版グラビア、新聞印刷と、デジタル色校正の標準も含まれているが、最近はデジタル印刷の標準化の動きもある。

従来の印刷の品質管理はCMYK各一次色のベタ濃度と50%の中間調のドットゲインを規定して、安定した印刷を行うことが基本であった。現在の色の標準化と品質管理は、色そのものを分光測定器で測定して得られるL*a*b*値でISO12647標準値からの色差ΔEで判定している。

この標準化の動向は欧州の印刷技術機関であるFOGRAがドイツ印刷工業組合と連携してISO12647基準のPSO（プロセススタンダードオフセット）認証を始めたことで大きく進展した。オフセット印刷機のリーディングメーカーであるハイデルベルグ社はこれを全世界で推進しており、日本でもFOGRAの代理としてPSO認証を手伝っている。

これに対して米国では元からオフセット輪転で印刷される雑誌広告の印刷品質管理で用いられてきたSWOPをデジタル化しISO12647対応に進化させたGRACo1 7という認証を推進してISOでも対抗している。

日本ではこうした欧米の動きを踏まえ、JapanColor 2007認証制度を2010年から開始し、第1期の認証印刷会社もでてきている。デジタルブルーのISO12647認証と、色校正との色差品質保証をする認証制度は今年のIGAS2011で発表される予定である。

一般に印刷物の色差は $\Delta E \leq 2.0$ が望ましいが、ISO12647の認証では $\Delta E \leq 5.0$ が規格化されている。現実には最新のデジタル色校正とISO標準との色差は $\Delta E \leq 1.0$ が適切にカラーマネージメント調整された場合インクジェット校正で可能になっている。

またオフセット印刷とデジタル印刷の併用が今後重要になるため、ISO12647に基づく色の一致は必須となる。

ただし、デジタル印刷とオフセット印刷では光沢の違いが色差以外にも顧客から指摘される部分であり、光沢制御技術もさまざまな工夫されてきている。

オフセット印刷以外では、出版グラビアは雑誌やカタログ印

刷に用いられるためある程度ISO標準化の動きはあるが、パッケージ印刷では特色が多用されることや、印刷基材が紙ではなく透明フィルムに白インキの組み合わせが多いなど、基準作りが進んでいない。しかしパッケージの顧客であるブランドメーカーは製品の色管理には神経を尖らせており、品質保証をするには印刷プロセスや色管理の標準化は必要不可欠である。

また新聞印刷では、JapanColor for Newspaperが2002年に作成され、その後新聞広告カラーの色標準NSACが2006年に策定され、徐々に新聞広告に浸透している。最近ではさらに広告効果を高める紙面品質のために、高濃度・高発色の新聞インキ（サカティンクス社のルーチェなど）がFM印刷や、高細線印刷と組み合わせて商業オフ輪印刷に近い品質を実現している事例が見られる。

世界的なトレンドとして、標準化による品質管理の推進と効率化がある。これはグローバル化が進展するアジアの印刷業界でもISO12647基準の印刷が輸出用印刷物には必要であり、また世界の工場であるアジア諸国で作られるさまざまな製品のパッケージの色も管理される必要があり、これらの国々での標準化は進みつつあり、日本は独自の競争だけではなく色標準化+高品質化という技術課題を解決していかなければならない。

図-1「印刷技術の分類」にも示されているが、プロダクションワークフローはプリプレスから後加工までを含んでいる。印刷技術はイメージング技術だけではなく、製品をいかに短納期、少量多品種生産を可能にするかというワークフローをプリプレスから、後加工さらには配送物流までを効率化、自動化する必要がある。そのためには工程管理の標準化と多様化のための条件に応じた自動化が重要である。そのためには、コンテンツ情報管理、サプライチェーン管理、資材管理（電子カンバンシステム）、生産管理を含めたワークフロー自動化と総合的なプロジェクト管理を進める必要がある。

実際、縮小が続く出版業界では40%と異常に高い返本率の減少を目的として物流合理化と、小ロット化を進めており平均ロットは5000冊を下回っている。印刷業界が小ロット、短納期対応を進めるには、印刷の前後を合理化・自動化していくほかない。

図-8 ハイデルベルグ社 有機OLED印刷テスト

6. 未来の印刷技術

今後の印刷技術はどうなるのかを考えると、情報コミュニケーション分野ではデジタル印刷が10年以内に既存のオフセット印刷市場に相当浸透するとされている。またパッケージの分野ではUVに加えEBなどの表面硬化技術が印刷と組み合わせられ新たな用途、たとえば軟包装フォイルに印刷した後EB硬化で強靱な表面を作るなども実用化されるだろう。

さらに最近の研究動向を見ていると、プリンテッドエレクトロニクスが注目されている。これには図-8にあるようにクリーンルーム内で大型印刷機でフィルム上にOLED（有機発光ダイオード）を印刷しているハイデルベルグ社のテスト事例がある。日本での研究もスクリーン印刷の応用に加え、インクジェットやオフセット転写法などによる印刷による電子デバイスの生産の開発が進められている。

文 献

- 1) 河原一郎：コンティニュアスIJ技術の優位性，印刷雑誌，**93** (8)，30 (2010)。
- 2) 宮城安利：オフセット品質のインクジェット印刷機，印刷雑誌，**93** (8)，25 (2010)。

The Advanced Printing Technologies

Kuniyoshi HORIMOTO^{*,**,*†}

^{*}SAKATA INX CORPORATION, 1-4-25 Koraku, Bunkyo, Tokyo 112-0004, Japan

^{**}GA CITY, 1-4-25 Koraku, Bunkyo, Tokyo 112-0004, Japan

[†]Corresponding Author, E-mail: Kuniyoshi.Horimoto@inx.co.jp

(Received May 30, 2011; Accepted September 5, 2011)

Abstract

In the human history, printing technology have played important role in the communication. Conventional printing technologies have been almost completed, and total digitalization of the printing has reached to practical level. Now printed electronics is recognized as a new application of the printing and focused in wide range of business field. Internet is now changing the form of the communication, and will lead the change of the world. In this paradigm shift, we would like to check how the digital may develop the printing technology.

Key-words: Change of printing technology, drupa2008, IPEX2010, Inkjet press, Certification of print