

# 総説

## デジタル印刷と紙メディアのトレンド

### The Trend of Digital Print and Paper Media

Atsuki KIMURA\*

\* Paper Division, Mitsubishi Paper Mills Limited  
2-10-14, Ryogoku, Sumida-ku, Tokyo 130-0026 JAPAN

木村篤樹\*

#### 1. はじめに

世界最大の印刷機材展 drupa 2020 をいよいよ来年に控えた 2019 年は、通常ならばプリンターメーカーなどの機械メーカーは新型機の発表などは控えるものだが、各社細かい変化はあった 1 年とも言える。昨年の IGAS 2018 においては幾つかのプリンターメーカーが新型機を発表した。これでそれぞれのメーカーのフラッグシップ機は出揃ったわけだが、その後のラインナップの拡充やインクも含めた機能のマイナーチェンジが施された。

このような印刷技術や方式に変化が生じると、印刷用紙にも影響が出てくるのは、ゲーテンベルグが活版印刷機を発明し、実用化されて以来、今日のオフセットに至るまで繰り返されてきている。

この関係はもちろんデジタル印刷においても例外ではなく、特にインクジェット印刷機の技術の変化は、この 10 年ほどで目覚ましいものがあり、対応する印刷用紙も様々な変化を余儀なくされている。

本稿では、プロダクションインクジェット印刷機の動向をベースに、単にデジタル印刷に適した印刷用紙を「点」として解説するだけではなく、デジタル印刷ソリューションにおける必要とされる紙メディアの在り方について再考すべく、事例を交えて現在のトレンドを概観するものである。

#### 2. デジタルプリンタに適する紙

念のため申し上げておくと、巷に溢れるコピー機や複合機も乾式電子写真方式、即ちドライトナーによるデジタルプリンターである。したがって普通紙と呼ばれるコピー用紙も技術の粋が集まった立派なデジタルプリント用紙である。トナーが適度に転写されやすいように紙の表面電気抵抗値を一定の範囲内に収めて紙の帯電性を制御したり、カールを防ぐためにパルプ繊維の向き、即ち配向性を敢えて散らしたりしている。

因みにデータプリントでよく見るジグザグ折りに束ねられたストックフォームに使用されるフォーム用紙は、コピー用

紙とは逆に流れ方向に向かって真っ直ぐに繊維配向性を揃えている。これは束が幅方向に倒れないようにするためである。但し、近年のプリンターが LED によるフラッシュ方式が主流になり全体的に紙面に受ける熱量が低下傾向であることや、トランザクション類の処理量が減少し、束が高く積まれるケースが減ってきたことにより、一昔前ほど倒れに対しては厳しくはなくなってきたとも言われている。

湿式電子写真方式と言えば事実上 H P Indigo になるが、既存の一般紙を活用する場合はプライマーが必須であった。現在でも機内にプライミングコーターが内蔵されている機種は増えているが、液体トナー (Electroink) 自体が改良されて来ていて、既存のオフセットコート紙にでもプライマーレスで一定の品質レベルが出るようになって来ている。とは言え高光沢やラスタ調のハイエンド向け Indigo 用コート紙も少なからず取引されている。

さて、インクジェットほど、特に水性インクほど媒体を選ぶ印刷方式もないだろう。図 1 と図 2 はその模式図であるが、染料インクにせよ、顔料インクにせよ、最適なインクジェット用紙であればインク滴が媒体に着弾後に浸透しつつ横方向に広がり定着していく様子を表している。一方、媒体がオフセット用紙であるとインク滴が浸透し難いので、ドット形成不良や乾燥不良、そして定着不良を招く。この違いは、毎年の年末年始に家庭用インクジェットプリンタで年賀状を作成

兵庫県神戸市出身

神戸高専工業化学科卒業後、三菱製紙 (株) に入社。最初の高砂工場では製造部門と技術部門においてノーカーボン紙の生産と品質設計に従事。次いで東京葛飾の R&D 部門 (当時) : 通称「印刷センター」にて、印刷実機を活用して用紙の印刷適性や印刷関連諸資材の評価、開発サポートに従事。その後 2000 年より、本社洋紙事業部門にて営業技術として従事し、主に情報用紙や圧着ハガキを担当。同時にデジタル印刷用紙の黎明期から関わり、プロダクションインクジェット用紙のマーケティング、開発サポートを担当して今日に至る。

木村篤樹



Profile

\* 三菱製紙 (株) 洋紙事業部  
(〒130-0026 東京都墨田区両国 2-10-14)

する際に、試し刷りは書き損じた普通のはがきなどで行い、本刷りはインクジェット用のはがきでプリントアウトした時に歴然と差を感じられ、一般の方でも肌感覚で媒体の違いや重要性をご理解いただけるであろう。実際に女性のモデルをオフセットコート紙とインクジェットコート紙でプリントアウトし分けた画像が、図3である。

このようなフォト用途に代表されるハイエンドな用紙の塗層面にはシリカやアルミナといった超微粒顔料が使用されるが、連帳機に使用されるプロダクション用途の紙にはコストが余りにも高価なため使えない。そこで一般的にはオフセッ

トコート紙に使用される炭酸カルシウムなどの無機顔料に多少の改良を加えたタイプが使われている(図4)。それらによって連帳機用として的高速インクジェット適性、コスト、後加工適性の品質バランスを取り、そしてオフセットコート紙風の紙質感を兼ね備えたプロダクションインクジェット用紙が出来上がるのだが、世界的に見てもそれらを供給できるメーカーは片手にも満たず限られている。

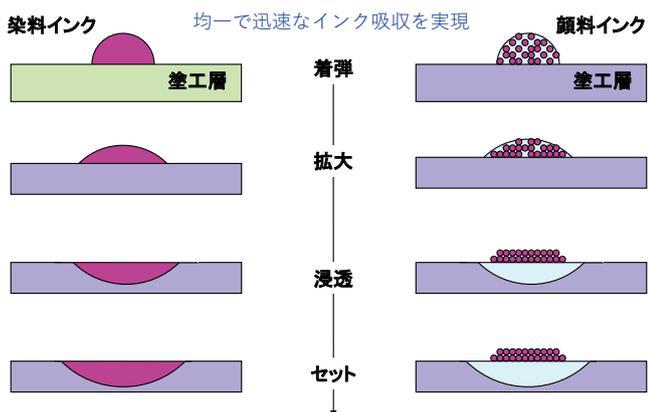


図1 インクジェット紙にインクジェット印刷

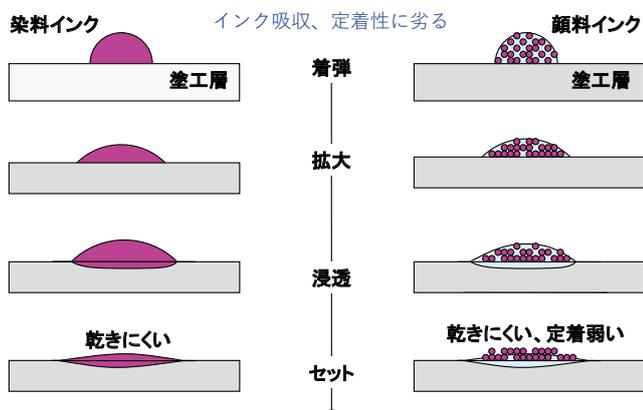


図2 オフセットコート紙にインクジェット印刷



図3 インクジェットで印刷仕分けると

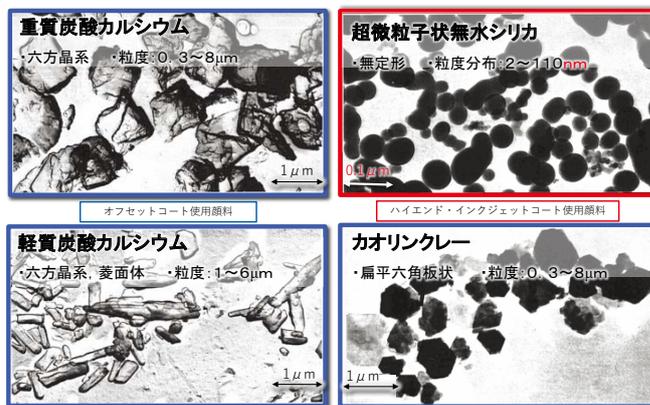


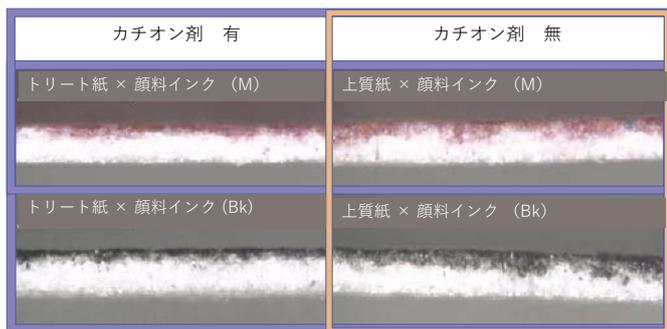
図4 コート紙に使用される代表的顔料

### 3. デジタル連帳プリンタのトレンド

ここで連帳のデジタルプリンタの変遷についておさらいをしておく。尚、連帳機とは連続帳票機の略で、カット紙プリンタによる請求明細書等の出力を、用紙の幅方向にミシン目を入れてジグザグ状に束ねた連続紙(ストックフォーム)やロール紙から高速で出力する輪転プリンタのことを指す。

第一世代は、1990年代の請求書などへのモノクロデータプリントの時代で、電子写真方式:所謂「漢プリ(漢字プリンタ)」で請求書をプリントアウトしていた。使用される用紙もNIP(Non-Impact Printer)用紙とも呼ばれていたフォーム用紙で、前章でも少し言及した通りトナーの転写性・定着性や繊維配向性などが考慮されている。90年代後半には高速のモノクロ・インクジェットプリンタが登場し、インクジェット用フォーム用紙:所謂「トリート紙」が開発された契機となった。因みに、トリート紙とは紙の製造において抄紙機のサイジング工程でインク定着剤をトリートメントするのでトリート紙と呼ばれている。このインク定着剤はカチオン性を帯びており、アニオン性のインクとイオン的な結び付きにより印刷基材に固着・定着する。また一般的に染料インクにはカチオン性樹脂が、顔料インクには塩化カルシウムなどの多価金属塩が用いられる。特に海外のメーカーで、染料インク用と顔料インク用のトリート紙が品揃えされているのはこのためである。一方、日本のメーカーは基本的に染料・顔料両用のタイプが多い(図5)。

第二世代は2000年代で、モノクロからパートカラーを経て、中盤前後からいよいよフルカラー機の登場である。つまり白紙ロールからフルカラーバリエーション(可変)印刷の幕開けとなった。このクラスの機種に対応するには、モノカラーのみの第一世代用トリート紙では、墨藍紅黄4色分のインク滴を素早く吸収することは困難で、画像が濁ったり、



- 🔍 インクの浸透差 ⇒ Strike throughの抑制  
 🔍 表層での定着差 ⇒ 印刷濃度の向上 \*縦横比は判り易いように縦長に変更している。

図5 インク定着(カチオン)剤の効果

乾燥不良を招いてしまい、生産性を低下させてしまった。そこで、各インクをより早く吸収し、より早く紙層表面で凝集させることが必要となってきた。ハイエンドなトリート紙の登場である。また、この頃からフルカラー対応のインクジェットコート紙のニーズが高まってきた。

第三世代は2010年前後に、今までのビジネスフォーム印刷やデータプリントの延長としてのバリアブル印刷から、本格的に商業印刷分野も視野に入れた機種が発表され出した。その方向性は大きく2つで、一つは従来からと同様に、紙側により一層の高品位・高生産性を委ねるインクジェット紙が前提の方式である。もう一つはオフセット用紙へ事前にインクを定着させるプライマー処理を施す方式である。これには機内のコーターユニットで全面塗布するタイプとプリントヘッドからプライマー(ボンディング・エージェントとも呼ばれる)を描画部のみ吐出するタイプがある。

第四世代は、世界最大の印刷機材展 drupa 2016 の前年2015年ごろから各社相次いで600 dpi から1200 dpi へ高解像度化(ハイレゾ化)した機種を発表し始め、昨年のIGAS 2018で主要メーカーのフラッグシップ機は出揃ったと言える。

この5年間ほどのトレンドを主要展示会視点でまとめてみると、①ハイレゾ化、②高速化、③カット紙化、④オフセット紙対応、の大きく4つに集約される。

ハイレゾ化の主流は従来のプリントヘッドの位相を若干ずらした方式から、ヘッドの正味の解像度を緻密にしたヘッドがリリースされるようになった。ピエゾ方式の場合は主流の600 dpi から1200 dpi へと倍増し、サーマル方式を採用しているH P PageWide Web Pressでは大小のノズル孔数が1200 npi から2400 npi に倍増した。

高速化の主流は200mpm前後で、一部300mpmの機種も出てきたが、フルカラーの場合実際には100mpm前後で運用されているケースが多いと考えられる。これはハイレゾ化による品質の向上と生産性(高速化)とはトレードオフの関係になるので、乾燥条件や紙の性能に依存するからである。そこで第四世代機の乾燥機構は、このトレードオフ関係を狭めるために様々な工夫がなされているが、代表的なところではドラムドライヤーの大型化、さらには近赤外線的外部ドライヤーを増設するなどの能力増強型と、コックリング抑制を高めるため複数の小径ヒートローラーを大径ドラム状に構成したタイプや、エアフローテーション非接触乾燥方式

など、乾燥距離を稼いで効率的なマイルド乾燥を施す乾燥効率型のユニークなタイプが出てきている。

3番目のカット紙化というのは、高品位だが生産性の低いトナー機と中品位だが生産性の高いインクジェット輪転機の市場の間に“The Zone of Disruption”と呼ばれる空白の市場域が存在すると言われ、そのエリア向けのインクジェットカット紙プリンタのことを指すが、本稿では紙幅の都合で輪転機を中心に話を進めていきたいので別の機会に譲りたい。

オフセット紙対応は、第二世代ではオフセットで事前印刷をした用紙に可変情報のみモノクロ印刷するハイブリッド方式が長らく主流だったが、第三世代あたりからプライミングソリューションが訴求され出した。しかし、特に生産性の点でユーザーが満足するレベルには至らないケースが多かった。そして第四世代ではプライマーレスインク、即ち用紙側に一切の処理を行わず直描できるインクが各社のフラッグシップ機に搭載されるようになり、主要メーカーが強く訴求するラインナップが出揃ったと言える。

#### 4. 第四世代プリンタ以降に求められる紙

プリンターメーカーの中でも先行して来た数社は、フラッグシップ機の訴求ばかりではなく、既に広くあまねく普及しているプリンタのヘッドやインクを改善した後継機への更新やその拡充にも力を入れて来ている。それは高価なフラッグシップ機を導入できる顧客はある程度限られ、エントリー機も含めた汎用機のリプレイスや拡販の方が数量を見込めるからであろう。

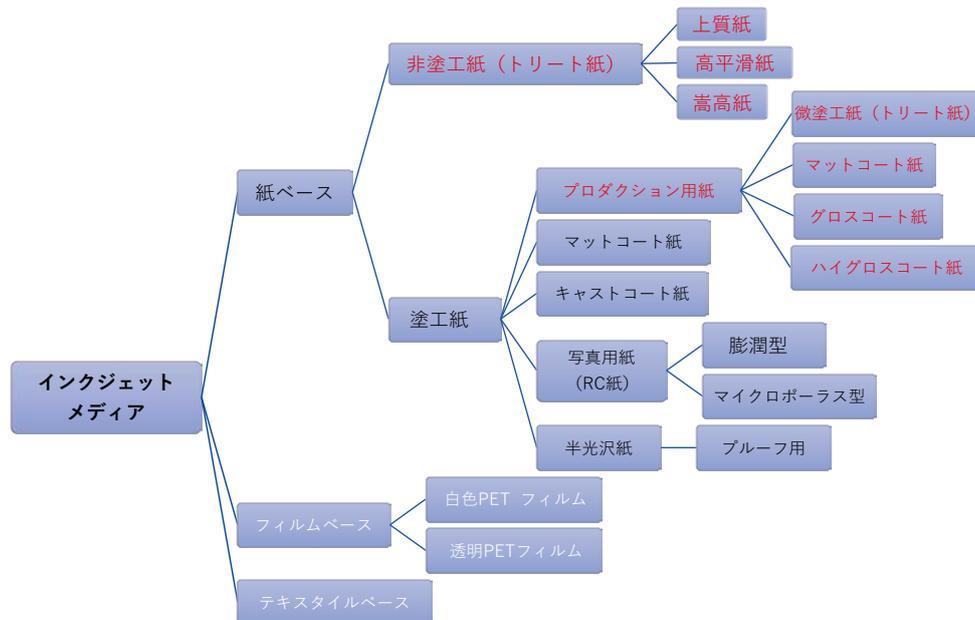
フラッグシップ機システムでは、プライマーレスインクが今やトレンドであるので、対象となる用紙もオフセット紙が基準となる。一方、汎用機ではインクジェット紙が必須であり、しばらくは棲み分けられていくだろう(図6)。

図7はソリューション別に最適な紙の選択肢をまとめたもので、上段の①枠は、オーソドックスな既存のインクジェットインクとインクジェット専用紙との組み合わせである。

中段の②枠は、プライマーを使用してインクジェット印刷するタイプで、プライマー処理には全面塗布方式と文字・画像の描画部へのプライマー吐出方式がある。前者の全面塗布には別ユニットのコーターを必要とするが、使用される紙は原則オフセットコート紙である。後者の部分吐出には主に非塗工紙が使われるが、機種によってはプライマーを併用すると、より画質が向上するインクジェット紙もある。

下段の③枠は、設計コンセプト上オフセット紙を使うことが前提だが、一般的にプライマーレスインクは通常のインクより浸透性が高いと言われ、インクの浸透力によっては非塗工紙ではストライクスルーが発生する場合がある。そこで北米には非塗工紙用2種類のインクを持つメーカーもあるが、日本のメーカーは浸透性のバランスをとって両用化を図っている。一方の塗工紙こそがこの方式の本流ではあるが、日本固有の後糊圧着DMに最適化させる場合、インクと糊の浸透性のバランスと開封に耐え得る剥離強度を備える絶妙なアレンジが必要とされ、この根強い需要に応えるために専用IJマットコート紙の開発も盛んである。

尚、枠外のプライマーレスインクによるインクジェット紙



出典：日本画像学会編 『シリーズ「デジタルプリンタ技術」インクジェット』より抜粋加工・加筆

図6 インクジェットメディアの分類

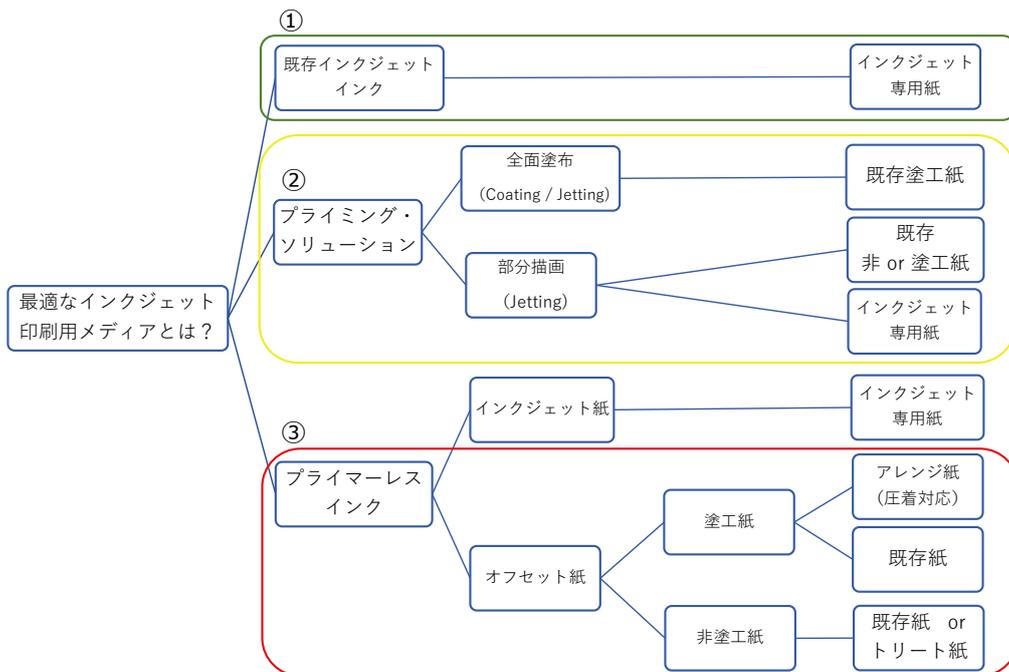


図7 第四世代機以降に求められる紙は？

への印刷は本流ではないものの、例えば画質や生産性の向上、省インク量などメリットが示され、全体最適が視認できれば存在価値は高まるであろう。但し、プリンターメーカーにしてみれば、この分野の検証進捗は数多あるオフセット紙の評価の方が優先されているのが現情であり、なかなか着手し難いのが実情ではないだろうか。

このような最先端のフラッグシップ機に対して、既に市場へ多く展開されている汎用機には既存のインクが使われているので、①枠の通りインクジェット紙は必要である。但し、この世界にはコンシューマー向けプリンタのようなドミナントデザインがなく、その中身はインクやシステムの変更に伴

い随時見直されていくと考えられる。翻って多くのオフセット紙も近い将来には新しいインクジェットインクに歩み寄りなければ「必要とされる紙」として生き残れなくなるかもしれない<sup>1)</sup>。

## 5. インクジェット連帳プリンタの最近の事例

上流から下流までデジタルで繋いだデジタル印刷ソリューションの事例として、Canon Medical Systemsの取り組みを紹介したい<sup>2)</sup>。同社はCT、MRI、X線装置などの医療機器を開発・製造し、世界150か国へ提供している。これ

ら高価な機器類に同梱する取扱説明書やサービスドキュメントの制作は、以前はグループ協力会社へ外注していた。しかし各国の法律の改定や頻繁なソフトウェアの変更・バージョンアップなどで度々マニュアルを改訂する必要が生じ、3台のカット紙トナープリンタによる制作工程では、人件費や消耗品など高コスト体質にならざるを得なかった。そこで本文印刷には1種類のトリート紙に限定し、1台のインクジェット輪転機+自動製本機を前提としたプロジェクトを2年前に立ち上げるようになった(図8)。



印刷工程



製本工程

画像提供：キヤノンメディカルシステムズ株式会社 ドキュメンテーション部

図8 医療機器メーカーによるマニュアル制作ライン

運用上のコンセプトは、上流のソフトウェア～印刷・製本工程を素人でも行えるよう徹底的にソフトウェアを軸とした運用の自動化を図ることで、人件費とランニングコストを抑制することである。その結果、①印刷のスペシャリストが不要なので、未経験者でも短期間で運用が可能になった。②ソフト/ハードを含めた周辺デバイスは徹底的にデジタル化して、シンプルなビジネスデザインとルールの構築により、生産管理・品質管理の運用ハードルを下げ、品質事故防止に寄与した。そして③マニュアル作成コスト削減とリードタイム短縮を実現した。

お気づきのことと思われるが、この事例は印刷の「スマートファクリー化」そのものであり、特筆すべきはそれを印刷会社ではなくブランドオーナー自ら内製化したことである。正しいビジネスデザインとルールが組み立てられれば、印刷未経験者でもマスカスタマイゼーションに対応可能なマニュアル制作ラインを構築し、運用が可能になることを実証した好例だといえる。今後このような“割り切る”ことの出来る領域では、ブランドオーナー側で導入する事例が増えてくるかもしれない。

## 6. おわりに

今から5年程前に米国大手メディア数誌が、「通販大手が

カタログを大量に郵送し始めた」ことや「紙のカタログがなぜ復活したのか？」を取り上げていた。それは顧客が最終的にはECサイトから購入するにしても、その購買行動に至るまでの過程で「紙」のカタログが顧客の背中を押したことが分かったからである。その後の米国市場については、昨年のDMA(米国ダイレクトマーケティング協会)年次大会で、DMの通数が減少傾向にも関わらず市場規模は維持されているので、ターゲットを絞って単価を上げたためだと発表された。実際にDMのレスポンス率は向上しており、2015年を境に既存客は3.7%から5.3%へ、見込客は1.0%から2.9%へと上がった。またこの原動力には若いミレニウム世代が紙媒体を好むことも一因であると報告された<sup>3)</sup>。このような傾向は日本のDM市場や一部の通販会社でも同様に起こり始めている<sup>4)</sup>。

このように紙メディアの価値が再認識され始めた中、大手下着通販会社のカタログが休刊になるとのリリースが8月にあった。約30年間にわたり刊行されてきた良質なカタログが姿を消すのである。これは典型的な紙のカタログを「コストセンター」扱いにした例である。

一方で、大手ファストファッションチェーンが良質なフリーマガジンを創刊した。編集は元有名ファッション雑誌・情報誌の編集長だった人が担当するという。あくまで実店舗での商売が主体だが、彼らが標榜するライフスタイルのコンセプトを伝えるにはフィジカルな雑誌が必要不可欠だと気づいたのかもしれない。これは典型的な「プロフィットセンター」として認知された例である。

紙がなぜ「コストセンター」扱いされるのか。それはかつてのバラマキ型メディアのイメージが強いからだと思われる。昔は身近な媒体といえば紙くらいしかなく、伝達方法も限られたので広くあまねく認知して貰うには大量にばらまくしかなかった。また欠品したら都度作り直せないの在庫分も一緒に作り、不要になれば廃棄していたわけである。

さて「今」はどうであろうか。デジタル印刷技術を背景に、コミュニケーションしたい相手に対して、相応しいコンテンツを相応しいタイミングで届ける究極のパーソナライズ化が可能になりつつある。紙しかなかった時代から、紙もある時代へと変わってきたのである。

紙への出力技術ばかりではなく、紙の印刷媒体としての扱われ方、即ちバラマキからピンポイントへ。この違いに気づいた事例が巷でよく見かけるようになったのが、今年の紙メディアをあらわす一つのトレンドであったと思われる。

### 参考文献

- 1) 木村篤樹, 印刷白書 2019, 第2部, 第3章, 印刷トレンド, 用紙, 「デジタル技術の進展による印刷用紙のあり方と媒体価値の変化」, (公社)日本印刷技術協会(2019).
- 2) 兵頭伊織, THINK SMART FACTORY 2019「ソフトウェア×デジタル印刷で既存概念を壊す!」講演録(2019).
- 3) PODi, DMA “&THEN 2018” Report(2018).
- 4) <https://www.jdma.or.jp/data/research.php>