

2. 紙メディア

Paper Media

2.1 総論

2.1.1 紙メディアの産業、歴史、文化、芸術

「紙メディア」という項目は「日本印刷学会誌」創立 80 周年記念号 (Vo.45, No.5) で初めて登場した項目である。筆者は 2004 年 2 月に社団法人日本印刷学会の会長を拝命した折に、印刷の基盤に位置する素材である紙の重要性に鑑み専門の委員会の創設を提案し、技術委員会には属しない独立した形で「紙メディア研究委員会」の設置が認められ、毎年「紙メディアシンポジウム」を開催してきた。その後学会の形態は社団法人から一般社団法人に変わり、学会内では紙メディア研究委員会の存在形態や目的に関して様々な議論が行われたが、委員会が扱う領域が単に印刷技術や印刷メディアだけでなく、紙のユーザーである人間との関わりという視点から、情報メディアとしての紙に関わる歴史・文化・芸術など人文科学や社会科学との接点をもつ広範な領域の諸問題を扱う文理融合型の学問体系の構築をめざすという方向性の認識が委員会内で次第に共有されるようになり、今日に至っている。本年 2018 年には創立 90 周年を迎えることになり再び記念号 (Vol.55, No.5) が発行されることになったが、紙メディアの過去・現在から 10 年後の次世代における新たな地平を見透すという目的から全体的構成は前回とは大きく異なっている。

a) 80 周年記念号における「紙メディア」の構成

前回の 80 周年記念号では初めての執筆の試みであったので、先ず紙メディアの領域全体の把握が必要と考え、それに基づき将来の展望を行うという考えから次のような構成で執筆を行った。

①総論

紙メディア研究委員会創設の経緯、基本的事実から理論的問題までを扱う。

②各論

最先端の進歩や応用事例を理解するための学問的・技術的進歩の現状。

- ・紙メディアの歴史的展開：書写材料の発明による人間の長期記憶の必要性からの解放から現代まで。
- ・紙メディアの特性と機能：紙の品種分類、生産と消費、物性機能と感性機能など。
- ・紙メディアと市場・顧客：出版・新聞・広告業界と紙メディア、顧客満足度など。
- ・紙メディアの技術的進化：IJ を中心にデジタル印刷の紙メディアと印刷適性など。
- ・紙メディアと文化・芸術の展開：文化・芸術の素材、文字・

図像の支持体として。

- ・紙メディアと環境問題：古紙、省エネ、温暖化ガス、森林認証などの問題。
- ・紙メディアの理論的解析：メディア理論、メディアロジー、紙メディアの認知科学的優位性。
- ・紙メディアの将来：人間の特性、紙メディアの楽観論と悲観論、書物の将来など

③日本印刷学会『紙メディアシンポジウム』

第 1 回から第 4 回までの概要と特徴。

④Drupa に見る紙メディア

2008 年の IJ-drupa の特徴、世界の印刷市場の将来。

⑤『紙メディア学』の構築に向けて

「紙メディア学」の定義と体系化の提案。

b) 過去 10 年間の紙メディアを巡る状況

紙メディアに関わる個々の技術や事例は個別の著者により執筆が行われるので、ここでは技術の背後にある産業の姿、歴史、心理学や哲学、思想などに関わる理論的な問題を中心に記したい。

①産業としてのパラダイムシフト

過去 10 年の紙メディアを産業としての側面から振り返ると、歴史の影の部分が浮かび上がる。2008 年 1 月には製紙業界による古紙配合率偽装問題が浮上し、印刷業界との間に緊張関係が生まれ両業界は対応に迫られたが、未解決のまま 9 月に入りリーマン・ショックにより経済状況は急激に悪化し、紙・板紙の生産と消費は大きく落ち込み成長に陰りが見え始めた。その後内需 (国内出荷+輸入+流通在庫増減) はショック前の水準を回復することなく減少傾向のまま現在に至っている (2007 年 3175 万トン、2017 年 2658 万トン¹⁾)。特に紙メディアといわれる印刷・情報用紙 (新聞用紙、非塗工紙、塗工紙、情報用紙) の落ち込みが顕著である (2007 年 1559 万トン、2017 年 1120 万トン¹⁾)。

消費の減少の主な要因は少子高齢化による国内市場の縮小とデジタル化による電子メディアによる一部の紙メディアの代替の進行だろう。しかし世界的に眺めると紙の消費はその国の経済成長と人口動態に依存しているので世界全体では紙の生産は 4 億トン台で推移し依然増加傾向にある (2010 年 3 億 9400 万トン、2014 年 4 億 611 万トン、2016 年 4 億 1088 万トン¹⁾)。

わが国の製紙業界ではこのようなネガティブな状況への対処として多面的な構造改革が進行し、従来の紙・板紙を生産する「ものづくり産業」を新たな視点から「総合バイオマス産業」として捉え直し、企業内では大幅な組織再編成が進み、新規事業が展開した。また内需依存型であった製紙産業は減

少した国内での収益を埋め合わせ形で海外売上高比率を上げる目的で東南アジアを中心に工場の新設や活発なM&Aが進行し、同時に輸出も増加の方向にあり、2017年は過去最高の158万トンに達した。このように過去10年間に製紙産業には大きなパラダイムシフトが生じたといえる。

②歴史の節目に見る紙メディア

2018年は1928年創立の日本印刷学会にとって90年目という節目だが、1868年の明治維新から150年目の近代化の歴史における節目でもある。具体的には1873年には渋沢栄一により「抄紙会社（現王子HD）」が創業し、75年には洋紙の製造を開始している。また1873年には内務省勧農局農機具工場（現㈱東京機械製作所）が創業し、製紙と印刷の基盤が整い近代ジャーナリズムの萌芽を迎えた時期と位置づけられる。これらの前提となる重要な事実として1867年の幕府使節団の一員としての渋沢栄一の渡仏によるパリ万博の視察があり、西欧文明の衝撃を一つの契機としてわが国に産業革命や資本主義が勃興したと評価されている。近代化に関しては創業140年目の2013年5月に渋沢史料館において企画展「渋沢栄一と王子製紙株式会社～国家社会のために此の事業を起こす」が開催され、筆者は「日本の近代化における和紙から洋紙への転換の意義」という講演を行った。また印刷局の「お札と切手の博物館」では2017年12月から18年3月にかけて「日本近代紙幣の礎となった男たち～明治150年、印刷局のはじまりの物語～」という展示が行われた。

③人間科学からの紙メディアの本質の追求⁵⁻⁷⁾

デジタル化の進展の中で紙メディアの将来の方向性を探る目的で様々な試みがなされてきたが、従来の科学技術的な手法の限界が見え始め、新たな手法として情報科学、環境科学、認知科学など広範な人間科学の領域からのアプローチがなされるようになっており、文理融合型の学問体系としての紙メディアの新たな探究の重要性が指摘されるようになった。特に紙と人間との相互作用という視点から、モノとしての紙の物理的本質だけでなく、心理的、哲学的、感性的本質に関する議論が行われるようになった。ここには20世紀以降の哲学、心理学を中心に人文科学、社会科学分野の知見が広く関わる。

④紙メディアでなければならない領域の明確化⁵⁻⁸⁾

我々は日々膨大な情報に取り囲まれているが、個々の情報の価値は情報の受容者により様々である。一過性のスポット的な情報か、長期に記憶に留めるべきストック的な情報か、により選択すべきメディアは異なり、メディアリテラシーの重要性が高まる。特に紙メディアが必要とされるのは電子メディアでは得られない稀有な特性、すなわち紙メディアの認知科学的優位性に依存した領域で、歴史的に文化や民主主義の形成に関わってきた新聞や出版などのジャーナリズムの世界、教科書に関わる初等教育の世界⁴⁾、学術情報の深読みが重要な学術研究の世界、ファインペーパーやファンシーペーパーと呼ばれる感性への訴求力を備えた紙を多用するデザインの世界、神の啓示を文字で表現し冊子体にまとめた聖書などの宗教の世界、紙による空間構成などの造形芸術の世界などである。経済価値を載せた物理的実体としてのメディアである紙幣はわが国では現在のところ交換手段として重要

性が高いが、世界的には一部の国々でデジタル化の中でキャッシュレス化の流れがあり、将来は不透明といえる。紙の比率が低下しインターネットの比率が高まってきた広告の世界で最近個人向けに差別化したオンデマンド型のDM（ダイレクトメール）の有効性が注目されており、広告の世界では今後も紙メディアは不可欠といえる。

⑤『紙メディアシンポジウム』から見えてくるもの

過去10年間には以下に記すシンポジウムの内、第5回から第14回までの10回が行われた。個々の演題は記念号に別途記されるので、メインテーマのみを記す。全体からはパッケージも含めた紙メディアの技術、市場、顧客、歴史、文化、デザイン、デジタルとの対比による将来動向、人間との関わりからの本質の追求など多彩な拡がりを感じ取れる。

- 第1回『紙メディアのルネサンス』（2004/12/10）
- 第2回『ITの進化と紙メディア』（2005/11/30）
- 第3回『CS（顧客満足）志向による紙メディアの新たな展開』（2006/12/8）
- 第4回『パッケージのメディア機能』（2007/11/30）
- 第5回『紙メディアの未来に向けた新たなソリューション』（2008/12/5）
- 第6回『情報カオスの中で紙メディアの新たなポテンシャルを探る』（2009/12/9）
- 第7回『歴史と文化を担ってきた「紙」のこれから』（2011/3/4）
- 第8回『進化する紙メディアと周辺技術』（2012/3/2）
- 第9回『ボーダレス化する紙メディア』（2013/3/2）
- 第10回『紙メディアの将来技術と需要を支えるこれからの戦略』（2014/2/28）
- 第11回『原点から次世代ソリューションへと繋ぐ紙メディアのポテンシャルを探る』（2015/3/2）
- 第12回『紙メディアの本質と価値と進化』（2016/3/2）
- 第13回『紙メディアを取り巻く環境と新たな展開』（2017/2/10）
- 第14回『本当に紙メディアでなければならないのか？』（2018/2/9）

⑥雑誌の紙メディアから電子化への動き

学術雑誌の形態に関しては多くの学会で模索中だが、今後紙メディアのままか、電子化し脱紙の方向に向かうのかは不透明だ。筆者自身は電子化による速報性は重要だが、情報を深度深く安定的に記憶に定着させるには人間の視覚とのインタフェースとして紙は不可欠と考えている¹⁰⁾。アメリカの紙パルプ業界誌TAPPIはすでに電子化されており、画像四学会の中では画像電子学会が2012年から電子化しており、紙版の最終号では「紙から電子データへ学会誌の電子出版に向けて」という特集を組み、筆者は「紙の文化－文化の創生と継承において紙が果たしてきた役割と電子化時代の新たな展開」⁹⁾を記した。

⑦雑誌などの紙メディアの扱い方

日本印刷学会では「日本印刷学会誌」には時折紙メディアに関する報文が、「印刷雑誌」には主に紙メディアに関する業界情報が載るが、紙メディア研究委員会の存在に関わらず紙メディアに焦点を絞った特集号が組まれたことはない。一方「日本画像学会誌」では2004年には「たかが紙、され

ど紙、やはり紙」、2010年には「これからの紙ーデジタル化と情報化社会に向けて」¹²⁾、2017年には「デジタル社会における紙メディアの存在意義」⁵⁾という紙メディアをメインテーマとする特集号が組まれた。製紙業界の雑誌である「紙パテ協誌」を発行している紙パルプ技術協会は定款上は組織として業界団体でもあり学術団体でもあり、筆者は「人はなぜ紙に魅かれるのか」－「紙の力」から見た未来」という報文¹¹⁾を寄稿したが、全体的に誌面の内容は製造段階の技術の記述が中心であり、情報メディアとしての紙メディアに焦点を絞った特集号は組まれていない。

一方、業界や学会という束縛から離れ自由な編集が可能な雑誌として紙業タイムス社の「紙パルプ技術タイムス」誌があるが、紙メディアを多面的に追求した記事が多い。またこのように紙メディアの将来が不透明な時代に「紙」の稀有な特性と人間・社会における重要な役割を若者に正しく伝えるという趣旨で日本洋紙板紙卸商業組合（日紙商）は青山学院大学経営学部へ寄付講座「紙、その文化とビジネスを考える」を2014、15年に開講し、紙の製造と流通分野の経営者を中心にシリーズの講義が行われ、筆者は「紙の文化学概論」という講義を行った。

c) 今後 10 年間の紙メディアの新たな地平

今後 10 年間の紙メディアの動向は現時点の紙メディアが抱える問題点がどのように解決されるのか、また IT 全体の進化と AI（人工知能）^{2,3)} など新たに出現しつつあるメディアの状況が紙メディアとどのように関わるのかにより大きく左右される。重要な視点は紙メディアは視覚を通して個人の脳内にミクロコスモスである精神世界を形作ることが出来、創造性の源泉となる可能性を秘めているが、AI はあくまでも人間の外側の環境に存在するメディアまたは装置であるということだ。

①紙メディアに関する未解決問題⁵⁾

紙メディアの今後の動向はデジタルとの対比および人間とモノとしての紙との関係で決まってくるが、そこには物理的実体としての紙以外の紙メディアに関わる心理学・哲学・感性科学やデザイン理論なども関係する複雑な問題が介在する。

- ・デジタルメディアの親和性がどこまで紙メディアの親和性に近づけるのか

現在のところ紙メディアはセルロースの特性に由来する人間との高い親和性から最も感情価の高いメディアといえることができる。デジタルメディア（または電子メディア）が表面特性の改良などの進化によりどこまで感情価を高められるかによりデジタルメディアによる紙メディアの代替のレベルは異なってくる。同時に人間がもつデジタルメディアに対する違和感が感覚順応性や馴化により減少するののかかの問題も関わる。これは発達心理学が示す人間の性格の内、生得性と習得性の部分がどのような比率で存在するのかが関係してくる複雑な問題である。いずれにしても 2020 年から実施予定の文部科学省の新学習指導要領に基づいた新たな教育課程のなかで電子教科書やプログラミング教育の導入などが決まっているが、紙メディアの周辺の未解決問題を抱えたままでのスタートは多くの問題を孕んでいるといえる。

- ・状況的認知論の有効性の問題

認知科学における最新の理論によると人間の読みを中心と

する知的行為において脳内の情報処理が視覚から入った情報のコンテンツのみに対して行われるのではなく、メディアにより伝達されるメディア自身の表面特性や形態、重さ、触感などが生み出すメッセージ性（マクルーハンの金言である“メディアはメッセージ”）や身体感覚など視覚以外の人間を取り巻くあらゆる状況がトータルに情報処理に影響するという主張がある（状況的認知論）。もしこの説が有効だとするとデジタルメディアは身体性をもたないのでたとえメディアとしての可読性が進化しても永久にその感情価は紙メディアのレベルには到達出来ないことになる。

- ・デジタルファティーグの問題と紙復権の動き

2010 年は“電子書籍元年”といわれ縮小傾向にある出版市場（2017 年の紙＋電子の出版市場は 1 兆 5916 億円 で前年比 4.2% 減、全国出版協会）の中で電子書籍の市場（2017 年の電子出版市場は 2215 億円 で前年比 16.0 増、全国出版協会）は徐々に拡大してきた。しかし電子書籍市場が日本より早く拓け、急激に普及したアメリカでは最近デジタルファティーグ（digital fatigue：デジタル疲労）の問題が浮上し、電子書籍の伸びは緩やかになり、紙の書籍への回帰の現象も見えてきたと報道されている。これは電子書籍による読書に伴う生理的・心理的違和感にどこまで人間は耐えられるのかという問題と、違和感という負の感情がどこまで読みによる記憶を阻害するのかという認知科学の問題とも深く関係する。違和感が人間に電子書籍を回避させ、紙メディアへの接近を促すとなると、人間から見た紙メディアと電子メディアの関係は今後大きく変化してくる。

筆者の直近の経験では 2018 年 5 月に訪れた「第 9 回教育 IT ソリューション EXPO」では 2020 年の新学習指導要領の実施により電子教科書の導入がすでに決定されているのに関わらず教育の現場の先生たちは抵抗感を捨てきれないようだ。デジタル化の進行を已む得ず受け入れながらも日本の近代化の過程で長い歴史を刻んできた“紙の教科書と黒板の従来型の教育システム”の長所を理解するからこそ、その有用性を捨てきれない姿が印象的であった。更に同年 7 月の「IGAS2018」ではデジタルの急激な浸透と共に情報の人間との接触の最終段階においてはインタフェースとしての紙メディアが不可欠ということを印象づける多くの展示が見られた（例えば HP 社の“紙、復活”という展示）。

②人工知能（AI：Artificial Intelligence）はどのように関わるのか^{2,3)}

認知科学的優位性という稀有な特質をもつ紙メディアの世界に AI が入り込んで来ると、人間の「知」や「学び」という知的活動がどのように変容するのか。この問題は今後 10 年間に大きく浮上し、個人の知的生産活動においても学校教育においても重要な課題となるだろう。一般的には心理学における「問題解決（problem solving）」において紙メディアおよび紙メディアを経て形成された個人の知性や知能からのみでは解決不可能な問題が、人工知能を補完的に支援装置として紙メディアと併用することにより解決に導かれることが多くなるだろう。すなわち広義のソリューションのための有力な手段として人工知能の重要性が増すだろう。教育の世界では EdTech（エドテック、IT を大幅に導入した教育技術）の名のもとに IT との協調学習が拡がりつつあり教育の質的

向上が謳われているが、やはり協調学習以前の教育の基盤として個人の脳内へのミクロコスモス生成能力をもつ紙メディアによる読書の重要性は今後も変わらないだろう。

参考文献

- 1) 「紙パルプ産業の現状－2018年版」, 日本製紙連合会.
- 2) 尾鍋史彦: “AI (人工知能) は紙メディアによる” 学び “をどのように変貌させるのか”, 紙パルプ技術タイムス, 2018年8月号.
- 3) 尾鍋史彦: 巻頭言 “AI時代における印刷メディアの存在理由”, 日本印刷学会誌, Vol.55, No.2 (2018).
- 4) 尾鍋史彦: “紙は日本人の “学び” にどのように貢献してきたのか”, 紙パルプ技術タイムス, 2018年1月号.
- 5) 尾鍋史彦: “人間科学から紙メディアの本質に迫る”, 日本画像学会誌, Vol.56, No.5 (2017).
- 6) 尾鍋史彦: “紙を哲学する～人間・記憶・知・文化・教育と紙メディア～”, 紙パルプ技術タイムス, 2017年1月号.
- 7) 尾鍋史彦: “教育へのICT導入は人間に幸せをもたらすのか”, 紙パルプ技術タイムス, 2016年8月号.
- 8) 尾鍋史彦: “認知科学的に見た紙の新聞の将来”, 新聞研究, No.731, 2012年6月号.
- 9) 尾鍋史彦: “紙の文化－文化の創生と継承において紙が果たしてきた役割と電子化時代の新たな展開”, 画像電子学会誌, Vol.40, No.7 (2011).
- 10) 尾鍋史彦: 時評 “学術雑誌を紙メディアから読まなければならない理由”, 繊維学会誌, Vol.66, No.5 (2010).
- 11) 尾鍋史彦: “人はなぜ紙に魅かれるか－「紙の力」から見た未来”, 紙パルプ技術協会誌, Vol.64, No.12 (2010).
- 12) 尾鍋史彦: “認知科学的に見た紙メディアに潜む未知のポテンシャル”, 日本画像学会誌, Vol.49, No.4 (2010).

(尾鍋史彦)

2.1.2 紙メディア研究のトレンドこの10年

この10年間の紙メディア研究の流れを概説する。特に印刷に用いられる用紙に関する技術を対象とするが、当時の経済、産業、社会状況を考慮しながらどのように変遷したかを振り返る。研究の状況は、日本印刷学会誌に掲載された研究論文及び総説特集、日本印刷学会の研究発表会の予稿集、紙パルプ技術協会 (紙パルプ技術協会) の2009年～2018年に発表された記事を参考にした。

a) 印刷用紙の需要

図2.1の通り、長期化した平成不況 (1991～) の際にも紙の生産は漸増し、2000年にピークとなり、ITバブル崩壊 (2001) を経て製紙業界は好景気が続き、2007年に紙 (板紙除く、印刷情報用紙など) の生産量は過去最高となった。この頃に製紙大手四社がオンマシン塗工設備を新設し、塗工印刷用紙のコストダウンと増産による海外への供給を狙った。しかし、直後のリーマンショック (2008) 不況と電子メディアの普及が重なり、印刷用紙の生産すなわち需要は減少傾向が続いている。包装用紙 (板紙) は好調であるため、全体では横ばいである。

b) 2009年～2012年の紙メディア関連研究

表2.1は、参考にした学会誌等から印刷用紙に関する記事合計198篇が扱う研究技術分野を印刷技術に関連が深いと思われる順に並べて2012年までと2013年以降に分けて割合で示した。印刷媒体として重要な印刷適性は、印刷品質と作業性 (通紙や機械的な特性) に分類され、これらの良

否の直接の要因となる紙の物性の研究も広い意味で印刷適性の研究に類する。また紙の製造に関しては、印刷用紙の印刷適性に最も深く関係するのは塗工 (工程の改善及び成分となる材料の開発) である。また特殊印刷用紙もインクジェット (IJ) 用紙や感熱紙などの研究を多く含む。以上が印刷に直接関連した研究となり、これらが紙メディア関連研究に占める割合は、全体の53.8%を占めていた。

この時期には印刷用紙の需要減が既に始まり、輸入塗工印刷用紙も8～22%を占めたが、塗工の研究がかなり大きな比重を占めている。これは次のような理由による。2007年頃に導入したオンマシン塗工設備 (抄紙と塗工が連続した大型装置で高速大量生産が可能) が2007年後半から2009年にかけて本格的に稼働し始め営業運転が始まった。その頃市場では塗工紙の微塗工化が求められ、従来のA2コート紙からA3コート紙及び微塗工紙に主力製品が移り、それに伴う設備の改良 (ロールコーターの設置など) が必要となってその報告の記事が続いたためである。そのため抄紙機に加え塗工機の改良を話題とする記事も多く、乾燥工程での負荷が減ったため赤外線ドライヤを停止し、コストダウンを見込んで高効率のエアドライヤだけにする報告も見られた。

印刷適性に対しても遠因となる種々の製紙薬品の研究は非常に大きなウェイト (26.9%) を占めており、特に紙の製造技術全般を扱う紙パルプ技術協会誌に限定すれば36.2%を占めていた。これらの研究の動機はほとんど全てが近年の古紙原料の増加と古紙品質の低下 (脱墨しやすい新聞古紙が減り段ボールや雑紙古紙が増加) に由来する。古紙から持ち込まれる無機物成分として炭酸カルシウムが多くなったが、これは近年塗工用顔料として安価な重質炭酸カルシウム (天然の石灰石を摩砕) を高配合しているためである。そのため再生紙にも持ち込まれて高填料 (無機添加剤) 配合の紙になりやすい。白色度や不透明度は高くなるが強度が不十分となる。紙力増強のため両性ポリアクリルアミドなどの薬品が使用され、その開発動向の記事も多かった。

また、炭酸カルシウムは水に微溶で、弱アルカリとなる。したがって従来酸性下で使用されてきたロジンサイズ剤の歩留まりが悪くなるため、ロジンエマルション化や中性サイズへの移行が進んだ。この中性紙化の傾向はこの時期には板紙で顕著であった。酸性紙を使用した図書の劣化が1970年代に深刻な問題となったのを契機に1990年頃には既にほとんどの書籍用上質紙は中性紙となっていた。1つの抄紙機で複数種の紙を抄くための効率化を図ったり、ミックス古紙の比率が上がってきたりすれば、中性紙化は全ての紙種に波及する。保存性を重視しない新聞用紙もそうであったが、この時期には広告が主用途の塗工紙の中性紙化についても報告された。

古紙原料に由来する深刻な問題に繊維やサイズ剤等の歩留まりの低下がある。排水浄化のために白水 (抄紙網を通過したろ液) のクローズド化 (パルプ懸濁液紙料に戻して循環) が進むと紙料系内のアニオン量 (アニオン性の溶存及びコロイド状物質の総量) が増加し、カチオン性の歩留まり向上剤の効果が低減される。この問題は電気伝導度の上昇という言い方もされる。古紙原料の増加でアニオントラッシュ (障害をきたすアニオン) がさらに増加し、ピッチトラブル (ピツ

チと呼ばれる疎水性粘着物質が細かく分散して紙に抄き込まれて系外に排出されることなく、凝集して抄紙ワイヤや脱水用のフェルトなどに付着後、その塊が紙に転移して混入）が発生するが、硫酸アルミニウムを凝集剤としては使えないため、さらなるカチオン性ポリマー凝集剤の開発が進められているという記事が非常に多かった。

c) 2013 年～ 2018 年の紙メディア関連研究

2013 年以降になると印刷に直接関連した研究は全体の 40.0% に下がった。その中で唯一増加したのは特殊印刷用紙の開発と評価に関する分野であった。ここでいう特殊紙は主に商業印刷向けのインクジェット紙である。2008 年以降の Drupa における展示の多くがインクジェット印刷機関連であったように、インクジェット印刷のターゲットは個人向けから商業向けへのシフトが明確となった。しかし、個人向けに使用される水性インクをオフセット印刷用塗工紙に高品質に印刷するのは難しく、インクジェット輪転機による水性インキと相性のよい紙の開発が行われた。インクジェット適性の高い新聞用紙の開発や、吸インク速度が高くインクセット性の良好な捕捉剤（アニオン性染料インクが不動化するカチオン性定着剤）の開発、定着層を用紙にプレコートする技術などが報告された。さらに最新の研究では従来のオフセット用塗工紙に水性インクでいかに高品質の印刷を行うかもインクの開発と併せて検討されている。これらの研究に伴い、インクジェット印刷物が古紙として大量に処理される状況を想定し、必要となる脱墨処理に関する記事も見られた。

一方、古紙原料の高配合と古紙品質の低下に対応した製紙薬品の研究はさらに重要となっており、リサイクルと環境に関する研究及び製紙薬品に関する研究がこの時期に増加した。省資源のために紙の減量化（低坪量の紙を製造）傾向が強まり、強度維持のために安価な天然物である澱粉の使用が増えた。段ボール原紙への塗布も広く行われるようになったため、段ボール古紙由来のデンプンが古紙処理の工程で増加している。排水に持ち込まれて BOD（Biochemical Oxygen Demand）が上昇しないように紙への歩留まりを上げる薬品の開発についての記事もあった。段ボール原紙だけでなく、塗工紙製造におけるバインダーの配合についてもコストダウン及び環境問題に配慮し、合成ラテックスの一部を置き代えて澱粉を多く配合する傾向にある。また減量化のための填料としてシリカに注目した研究も報告された。これらによって製紙薬品関連研究がさらに広がり、この時期には 29.5% を占めた。

また、この時期の研究分野として大幅に増えたのが、紙メディアと電子メディアの比較や融合に関するものと、プリンテッドエレクトロニクスの一分野に相当する紙基板エレクトロニクスである。

その他、従来とは違った傾向を示す研究として、塗工白板紙の光沢ムラの解析に関する記事があった。従来板紙はお菓子など種々の商品の箱に使用される包装用紙であり、印刷適性は重視されなかったが、流通パッケージのまま商品を陳列販売することが多くなり、現在ではビジュアル的な印刷品質の向上が求められている。この研究は板紙の印刷用紙化の傾向を示すものと言える。白板紙の内層は灰色の古紙パルプを使用するが、表層は高白色度の再生パルプまたは化学パルプ層

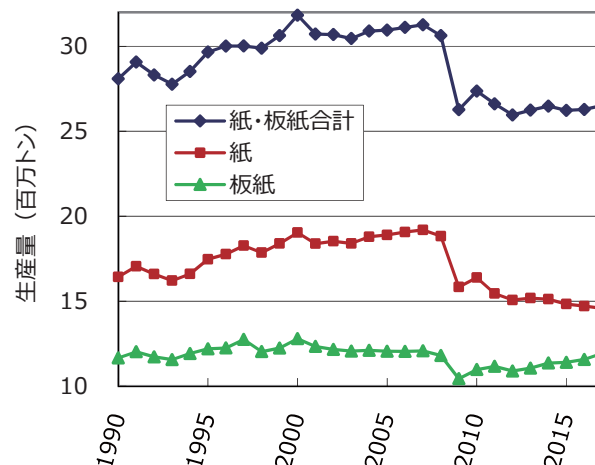


図 2.1 紙及び板紙の生産量の変化
（経済産業省「紙・パルプ統計」から作成）

表 2.1 研究分野別の 2009-2018 年の印刷技術関連の記事篇数比率

研究技術分野	記事篇数の割合 (%)	
	2009-2012年	2013-2018年
印刷適性（品質）	18.3	10.5
印刷適性（作業性）	4.3	2.9
特殊印刷用紙（IJなど）	6.5	8.6
紙物性評価	5.4	3.8
塗工	19.4	14.3
リサイクルと環境	4.3	7.6
紙/電子メディア比較	3.2	10.5
紙薬品	26.9	29.5
抄紙機改良	6.5	2.9
保存性	1.1	1.9
紙基板エレクトロニクス	4.3	7.6
（対象篇数）		95 103

となっており、その使用量は従来 1% 程度であったものが最近では 5% 程度に増やしているようである。まさしく印刷適性が求められる板紙が増産されていることを意味する。

良質古紙資源の供給源でもある新聞用紙に関しては、2017 年の新聞巻取紙の生産量がピーク時の 2007 年に比べ、26.9% 減少（紙全体では 24.0% 減少）した。今後も市場の縮小は避けられず、2026 年度には市場規模が現在の 60% 程度に落ち込むとの予測（ヤノ・レポート No.1466, 2018 年 3 月 25 日）もある。新聞用紙生産設備は、板紙への転抄が進むであろう。

（江前敏晴）

2.2 印刷用紙技術

2.2.1 紙の力学挙動の解析技術

複写機、プリンタ、印刷機械など紙および紙ベース複合材料を搬送媒体として扱う機器は、近年、省力化、品質・生産性向上のニーズから、高精度・高速・自動化の進歩が著しい。

こうしたハード面での進歩の過程では、当初、搬送媒体である紙の品質の重要性がますます高まり、用途別はもちろんのこと、使用機種毎にシビアな対応が迫られていた。極端な場合には同一用途でありながら、ユーザーの考え方や使用される印刷・加工機などの相違により異なる特性を要求されることも少なくなかった。

紙への要求品質はもちろん搬送適性に関するものだけではない。印刷適性やその他加工適性のバランスを考慮するとき、それらは紙の製造プロセスからすると相反する要求であることも少なくない。こうした傾向は、恐らく多くの場合ハードの開発が独自に先行し、用紙の開発は後発的にそのハードの特性に合わせ込む形で進められたことによると思われる。製紙分野においては、このようにハードの特性にマッチするように紙の品質のこまかな造り込み（印刷・情報メディアで言えばいわゆる純正紙の開発）が必要な時代が長く続いていた。しかし、換言すれば、日本の製紙メーカーは、こうした環境の下で紙の挙動解析の技術を蓄積してきたとも言える。

一方、紙を搬送媒体として扱う印刷機器分野においても、機構の高精度化、高速化、高信頼化、低騒音化などに対するニーズが一段と厳しくなり、設計者の経験やノウハウに基づいた従来の個別要素での技術開発法に加え、力学に基づいた基本現象の普遍的な解析の必要性から、搬送メカニズムの解析や媒体である紙の挙動解析技術の開発に取り組んできた。近年の計算機の処理能力の向上と汎用解析ソフトの高度化はさまざまな分野における高度なシミュレーションを可能とし、印刷機器分野においても、それまでほとんど不可能であった複雑な紙の挙動シミュレーションが現在では盛んに行われている。

紙媒体の搬送機構や使用条件は複雑で多岐にわたっており、不具合の解決方法も個々の場合で異なるが、紙物性の観点から見れば、案外に共通した普遍的問題であることが多い。ここでは、まず、紙の実使用下での力学挙動を解析する上で重要となる紙の本質的な特性（他の材料とは異なる紙に特有な性質）について解説し、次いで紙の力学挙動解析技術の変遷について、その歴史を振り返るとともに、ここ数十年の間で急速な進展を遂げたシミュレーション技術の動向を簡単に紹介して、今後を展望してみたい。

a) 紙の本質的な特性

金属やセラミックス、プラスチックなど他の工業材料と紙が大きく異なる点は、原料が天然の木材パルプ繊維で、一般には複数の材種あるいは製造方法が異なるパルプの混合物であり、幅広い特性分布を持つことである。紙はこのような大きさや形態の異なる繊維が網目状に積層集合した微視的には不均一な構造体であり、実使用下で示す複雑な力学挙動の大部分は、このパルプ繊維の特性と構造特性（繊維の配向性、密度・組成分布、及びこれらの表裏差など）に由来している。（粘弾塑性特性）紙は多くの高分子材料と同様に一般に“粘弾性”を示す。例えば、紙に急に荷重をかけると、それに対応して瞬間的に変形する弾性的な応答を示すが、そのまま荷重を保持すると、変形はゆっくりと増大し、見かけ上、液体の“粘性”のような性質を見せる。その後、荷重を除いた時でも、変形は弾性回復成分と、遅延回復成分、および通常の

時間スケールでは全く戻らない塑性変形成分が存在する。（水分伸縮特性）紙の力学挙動に影響する紙のもう一つの重要な特性は、吸脱湿により伸縮する性質である。見かけ上の水分伸縮は、一般に残留応力の開放を伴うため、水分変化に対して不可逆的で複雑な挙動を示す。こうした水分伸縮挙動も、前述の粘弾性の性質と深く関わっており、紙の製造工程での荷重・変形・温度・水分履歴と密接に関連している。（水分遷移効果）紙の力学特性は水分に強く依存するが、これに加え、水分の非平衡状態での挙動は、通常の力学試験のような水分の平衡状態で観測される物性から予測される挙動と大きく異なることが知られている。複写機・プリンタ・印刷機械など紙が実際に使用される環境下では、温度や水分が刻々と変化しているので、このような非平衡条件下での力学特性が実用上重要である。

b) 紙の力学挙動解析技術の変遷と今後

他の工業材料と比較しても紙の歴史は非常に古いが、その物性や挙動解析に材料力学の観点から科学的メスが入ったのは1950年代のことである。

紙の特性や品質を論ずる場合、紙が繊維ネットワークで構成される高次構造体であること、また、様々な基本特性の複合により製品性能が決定されることを考えると、原料特性から最終的な製品性能に至る一連の製品設計のプロセスを、図2.2に示す様な階層構造に分類した上で、各階層における現象解析と隣接する階層間の因果関係を解明することが必要である。紙の力学挙動を予測、制御する上で重要なことは、まず、その基本特性が数理モデル化されていること、そして、上位の階層に位置する原料パルプ繊維の特性や構造特性との関係が理論的に解明されていることである。これらに関しては、既往の研究により、ほぼ体系化されていると言えよう。

一方、最終的な製品性能の可否に関しては、実際に紙が加工使用される条件下では複数の因子が相互に影響を及ぼしながら複雑に関連するため、ほとんどの場合、その挙動を紙の基本特性から解析的に解いて合否判定することは不可能である。そのため、製品性能への影響因子（紙の基本特性）とその方向性は明確であっても、実機試作と使用評価の繰り返しによる最適化の作業が必要であった。これは製品開発において、少なからず避けて通ることはできないが、最も時間とコストを要するプロセスでもある。

こうした状況の転機となったのが有限要素法に代表されるシミュレーション技術の導入である。有限要素法はもともと1950年代に米、英の航空工学エンジニアが飛行機の構造解

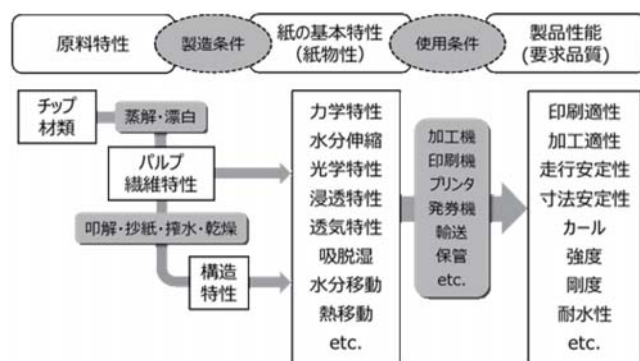


図2.2 紙の製品設計の階層構造

明のため開発、主に構造解析分野において発達した。その後、流体力学、熱伝導、電磁場、波動などの工学分野でも応用が進み、現在では航空宇宙、自動車を初め、エネルギー、建築、金属、電子、医療機器などあらゆる産業分野において製品設計に欠かせないツールとなっている。

前述した紙特有の材料としての性質の複雑さ（モデルとしての扱い難さ）もあり、紙の挙動解析への応用が本格的に始まったのは1990年代後半と比較的遅いが、計算機の処理能力の向上と汎用解析プログラムの高度化と相まって、特にここ10年ほどでの技術的進展は大きい。ここでは、紙を製造する側（製紙分野）と紙を媒体として扱う側（印刷機器分野）の2つの側面から、その進展形態を比較してみたい。

まず、製紙分野においては、当初、輪転機などで問題となるシワ発生などのシートの走行安定性解析への応用から始まった。ローラやガイド板など機械要素との関係で発生する紙の変形挙動を解析することで、それまで現象の観察のみでは直感的に把握することが困難であった紙起因の各種不具合の発生メカニズムの解明に効力を発揮している。

また、最終製品を扱うパッケージ分野では、段ボールシートのフルート構造の最適化や段ボール箱や紙器の内容物も考慮した強度特性の解析など、製品設計に広く活用が進んでいる。

さらに最近では、パルプ繊維をモデル化することでネットワーク構造の形成過程、すなわち、抄紙工程そのものをシミュレーションして、紙の基本特性を再現する技術開発が始まっている。

一方、印刷機器分野においては、当初は紙媒体の挙動そのものよりローラやベルトなど個別の搬送部材の適正化を目的とした解析が主体であった。しかし現在では、空気や静電気、加熱部で生じる紙媒体の水分変化の影響などを考慮した複雑な紙の挙動のシミュレーションが盛んに行われ、製品や技術開発に大きく寄与している。

こうした技術進展の背景には、印刷機器メーカーが独自に対象機器での使用環境下における紙の基本特性を実測評価することで、紙の適切なモデル化に成功したことがある。これにより、紙の挙動のシミュレーション技術は、それまでの半定量的な要因解析ツールの領域から、現象を忠実に再現可能なシミュレーターの領域へと飛躍的な進歩を遂げ、機構の詳細設計、さらにはシステムの各種制御パラメータの適正化を行うことが可能となった。もはや印刷機器が使用する紙の特性を認識しその挙動を制御する時代になった。

上述のように紙の挙動のシミュレーション技術は、製紙分野と印刷機器分野とで独自に発展してきた。これらは共にそれぞれの分野において、製品設計のアプローチを従来の「影響因子の最適化作業の繰り返しにより品質の造り込みを行う」手法から、「目標品質に対して最適手段を導き出す」手法へと大きく変えつつある。

今後は両者が融合することで、技術的観点からはさほど遠くない将来、紙の製造工程から最終の各種使用機器までの一貫した紙の挙動のシミュレーションも可能となるであろう。製紙分野に所属する筆者としては、その先に紙メディアの新たな展開があることを期待したい。

（仲山伸二）

2.2.2 情報用紙

情報用紙は、オフセット等の印刷によらない情報システム用の記録用紙の総称であり、デジタル印刷用紙とも呼ばれ、出力を行うプリンターの記録方式別にインクジェット用紙、電子写真用紙、感熱紙等として上市されている（表2.2）。

用途別では、PPC用紙、フォーム用紙、家庭用プリンター用紙等があり、中でもフォーム用紙は、クレジットカードの明細書や携帯電話の請求書に広告宣伝を融合した用途、所謂トランスプロモと呼ばれる用途や出版、新聞、広告分野において、顧客のニーズに合わせたマーケティング、プロモーションツールとして、広く使用されている¹⁾。

中でもインクジェットや電子写真などの情報用紙を用いたオンデマンド印刷は製版の必要が無く、可変情報を素早く出力できるというメリットがある半面、それぞれの方式に応じた用紙特性が必要である。

表2.2 情報用紙の分類

情報用紙	印刷方式別分類	用途
	インクジェット用紙	フォーム用紙 圧着ハガキ 家庭用プリンター用紙
	電子写真用紙	オフィスプリンター用紙 OCR用紙
	感熱記録紙	小型産業用プリンター用紙
	熱転写記録 ノーカーボン紙	小型家庭用・産業用プリンター用紙 複写用紙

a) インクジェット用紙の特徴

インクジェットは微細なノズルから数plのインクを吐出し、用紙表面に着弾させることで画像を形成する。微細なノズルからインクを吐出するため、インクは大量の溶媒を含んでおり、低粘度で高い流動性を示すよう設計されており、これを受ける用紙側には高い溶媒吸収能が求められる。また、インクの多くは、アニオン（-）にチャージしているため、カチオン（+）性を有する樹脂を用紙表面に含有させることで電荷によってインクを定着させている。更に、インクジェットは非接触型の印刷方式であるため、オフセット印刷や電子写真方式と比べると求められる用紙表面の強度は高くない。これらがインクジェット用紙の基本的な特性である²⁾。

b) 非塗工タイプ・インクジェット用紙

非塗工タイプのインクジェット用紙は、表面に顔料塗工層を設けず、抄紙を行う際に抄紙機に付随しているサイズプレスと呼ばれる塗布装置でバインダーやインク定着剤を含んだサイズプレス液を塗布して製造される。

非塗工タイプのインクジェット用紙のサイズプレス液は通常、紙面に塗布層を形成する事ではなく、用紙内に浸透し、用紙内部でパルプと混在した状態でサイズプレス層を形成する為、パルプ繊維が表面に露出し、インクジェット印刷を行った際にインクがパルプ繊維に沿って、羽毛繊維状ににじむフェザリング（図2.3）と呼ばれる現象が発生しやすい。このフェザリングにより、請求書などにインクジェット印刷されるバーコードの読み取り適性が低下するため、非塗工タイプのインクジェット用紙では、カチオン性樹脂の添加や用紙表面の接触角の制御により、フェザリングの解消を行う。

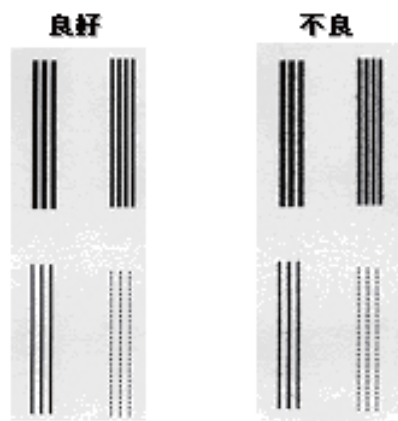


図 2.3 フェザリングの例

c) 塗工タイプ・インクジェット用紙

塗工タイプのインクジェット用紙はインク溶媒吸収能を持たせるため微細な細孔を持つシリカを主顔料として用いるものが多い。

例えば、写真調インクジェット用紙は色域を広げ、色再現性を高めるため大量のインクが打ち込まれる。高い吸収性と光沢発現性を両立するため、これらの用紙は多層構造で設計され、各層で異なる機能を分担している。

近年では、フォームインクジェット印刷用途に安価なコート紙の風合いを持つコート紙タイプ塗工インクジェット用紙の開発が進められている。これらの塗工層には、安価な軽質炭酸カルシウムやカオリンが主に使用され、塗工紙と同様の風合いを有し、従来の光沢インクジェット用紙に比べ、大幅なコストダウンを行っている。

前述した各インクジェット用紙の表面写真を図2.4に示す。

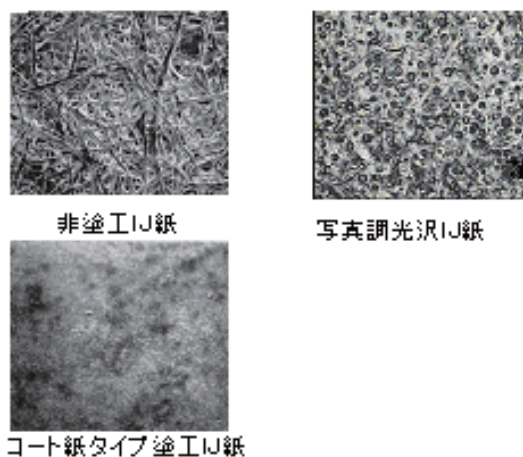


図 2.4 各種インクジェット用紙の表面

d) 電子写真用紙の特徴

電子写真方式は画線部を帯電させた感光体にトナーを付着し、感光体を用紙に接触させることでトナーを転写した後、ヒートロールで熱を加えトナーに含まれる樹脂を溶融し、用紙に定着させる。この印刷方式の特性上、電子写真用紙には用紙の電荷コントロールと熱に対するカールコントロールが

求められる。

用紙表面が過度に帯電しているとトナーが付着せず鮮明な画像を形成できなかったり、付着できなかったトナーがプリンター内部を汚し、印刷面を汚すことがある。

また、ヒートロールで熱を加えることによってトナーブリスターという現象が起こる場合もある。トナーブリスターはトナーに含まれる空気が溶融した樹脂によって封じ込められ、逃げ場を失って火ぶくれ状にトナー層が膨らむ現象である。オフセット印刷で生じるブリスターは用紙内部に含まれる水分が印刷時の乾燥工程で熱膨張を起こし、用紙内部で逃げ場を失って火ぶくれ状に膨らむ現象である。形状は非常によく似ているが発生機構は異なるため、用紙設計の際にはその点を考慮する必要がある。トナーブリスターを防ぐためにはトナー内部に含まれる空気を紙の裏面方向に逃がしてやる必要があり、用紙そのものの透気性を高める必要がある。非塗工タイプの上質紙は透気性が高くこういった問題は起きないが、塗工タイプの用紙では透気性が低くなるため、塗工層の透気性を高く設計する必要がある。

また、電子写真用紙ではヒートロールでのトナーを定着する際に用紙表面に熱を加える事により、水分の蒸発に起因する用紙のネットワーク構造としての収縮が発生すると共に、パルプ繊維自体の熱膨張が同時に発生する。水分が残っている状態では、収縮が優位に進行し、水分が蒸発しきった状態ではパルプ繊維自体の熱膨張のみが進行する。更にヒートロール通過後は、吸湿による用紙のネットワーク構造としての伸張が開始され、それらに伴い変化するカールが生じる。パルプ繊維は細長い繊維であり、熱を加えられた場合、長さ方向よりも幅方向に伸縮しやすい。このため、繊維が同じ方向を向いていると同じ方向に伸びようとする力が働くため、カールをコントロールするには繊維を一方方向に配向させるのではなく、ランダムに配向させることが望ましい。

このように電子写真用紙では用紙の電荷コントロールやカールを抑制するための繊維配向のコントロールをいかに行うか、という点が重要である。

e) 情報用紙の今後

このように情報用紙は、電子写真用紙、インクジェット用紙等、それぞれの印刷方式によって求められる用紙特性は大きく異なり、それぞれの用紙設計も異なっている。

例えば、オンデマンド印刷向けインクジェットプリンターはデスクトップ型インクジェットプリンターと比較し、印刷速度は大幅に向上し、用紙には高いインクの吸収速度が求められるため、既存の用紙とは異なる新たな切り口で開発を行う必要がある。

参考文献

- 1) 戸谷和夫：繊維学会誌，**70**，533 (2014)。
- 2) 戸谷和夫：紙パ技協誌，**71**，384 (2017)。

(戸谷和夫)

2.2.3 印刷から見たパッケージング

学生時代に土農工商と習った方々は多いと思うが、「土農工商印段函」という言葉を耳にした方はいるだろうか。その昔、入社当時に上司から聞いた言葉であり出所は勿論わからないが、土農工商の下に「印→美術・書籍印刷、段→段ボー

ル、函→紙函」の層があると脅された。長い歴史を持つ紙・印刷の世界からすれば、パッケージは「端物（はもの）」の位置づけであり、紙メディアの主体は印刷や筆記に関わる新聞用紙や印刷・情報用紙であり、パッケージの包装用紙や段ボール原紙、紙器用板紙は情報表示を持つものとして含まれるとされている。長年この最下層の板紙からなる包装分野にデザイン中心に従事してきたが、昨今このパッケージ分野は騒がしくなっている。振り返ればやりきれなかったことばかりであり、包装分野の先達各位のお叱りを覚悟して、この領域のもつ面白さについて列記してみたい。

パッケージ“Package”は、包むという意味で包装自体またはその容器のことであり、商品の保護機能、商品の運搬保存としての機能、また展示陳列を目的とする機能、更に消費者へのアピール差別化を目的とした機能を持つ。具体的にパッケージを要素に分けたらどうなるだろうか。同一分野の商品でその容器の違いを比較するとわかりやすい。果汁飲料の入った缶とPETボトルと紙パックを観察すると、金属・プラ・紙、かたち・形状・サイズ・口栓の有無・メーカー・品名・デザイン・表示・POSやQRコード等の印刷上の差となる。すべてのパッケージはこの“素材・構造・印刷デザイン”の三方向から分析すると整理できる（1本の“木”に例えれば、素材は幹、構造は大枝、デザインは小枝の関係といえる）。その三つの要素から分析すれば、ライバル品でも、新旧品でも、シリーズ品でも、その差異を見比べることで、商品の持つコンセプト、対象とする消費ターゲットを探ることができる。パッケージにおける適切な素材の選択、成形・製造する機械適性や充填工程での機械適性を含めた構造体としての物的側面、印刷を中心にグラフィックデザインからなる情報発信ツールとしての側面を持つことがわかる。

とは言っても、商品を購入する目的はその内容物であり、注力される主たる内容物に対しパッケージはあくまでも従って消費されれば廃棄となるのである。同じ内容物であってもその消費に至るシーンに合わせパッケージは別のものとなる。同じ飲料でも2リッターのボトル入りもあれば200mlの商品もあるし、「新パッケージで登場！」として商品のリニューアルに使われることも多い。パッケージにより商品の寿命を延ばすことも、使いやすさ・ユニバーサル性を提供することも、流通の単位を変えることも、色彩から見た目のイメージを変えることも、パッケージを刷新することで新たなブランドさえも作ることが出来る。

パッケージは、その時代・社会情勢や市場環境・消費形態を反映する存在であり、経営・販売戦略上も重要な位置づけへと成長している。振りかえると、デパート・スーパーマーケット・コンビニへと、バブル使い捨てからエコ簡易包装へ、地球温暖化CO₂抑制、環境配慮型パッケージへと、それぞれが新しい要素を加えながらパッケージも変貌を遂げてきた。今後さらに進むであろうグローバルなネット社会においてパッケージはどう姿を変えていくのであろうか。

前述でパッケージの三要素の関係を“木”に例えたが、今後輩出されるであろう新しい素材がもたらすパッケージの可能性は限りなく大きく、それにともなう新しい構造体は新分野をも造ることが可能となるであろうから、その社会への影響を長さの単位で表すると、まさにkm→m→cmと桁違

いの伸展を生む可能性がある。但し、これら桁の差はそれぞれを新たに開発する際の開発費用の差にも関連しているかもしれない。

長年従事した板紙によるパッケージにおいては、素材としての優位性を生かしつつさらなる変革、機械をも取り込んだ新構造体への展開、ブランドを大事にしかつ適確な情報発信となるデザイン等々、骨格のしっかりした取組みを期待したい。印刷によるグラフィックデザインは非常に安く、早く、斬新な新商品を開発できる有効な手段のひとつと言えそうである。

インターネットとの連動やAR・VR等の仮想現実技術が身近なものとなってきているからこそ、縦・横・高さに時間軸を加えた4Dのパッケージの世界に目が離せないのである。

（仲村孝也）

2.2.4 紙メディアとデザイン

ここ10年間の紙メディアの使われ方の変化やトレンドを量的だけではなく、質的变化も含め、印刷・情報用紙を中心に市場傾向を考察する。

a) 広告宣伝と紙

紙メディアの取り巻く環境を考える上で、広告宣伝費と紙の出荷額を比較してみる。（図2.5）従来、広告宣伝は紙メディアを多用しており、紙の出荷額とは相関関係にあった。つまり、企業の宣伝広告が増えるに従い、紙の使用量が増えていく傾向にあった。しかし2008年のリーマンショック以降その関係も変化し始めている。景気後退時に企業が広告宣伝費を抑えるのは当然だが、2011年東日本大震災以降の広告宣伝費の回復基調に対し、紙出荷額は連動せず低迷したままだ。これは広告宣伝における紙メディアのシェアが減少し、同時にインターネット広告などの電子メディアに移行していることが考えられる。実際インターネット広告市場は2007年比で約5倍に成長しており、広告宣伝費のシェアも2.5%から12.1%と大きくポイントが増加している。紙媒体の内訳を見てみると雑誌が大幅に減少しているのに対し、DM等のダイレクトマーケティングは安定的に推移している。このことより広告主も紙メディアの使い方を選択し始めていることが考えられる。

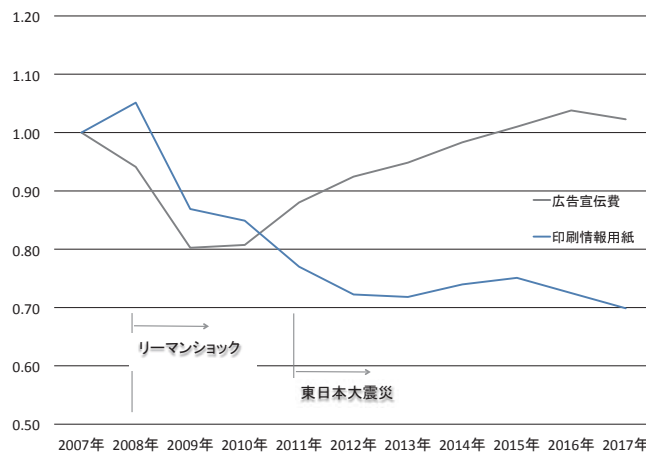


図2.5 広告宣伝費と紙出荷額趨勢（2007年を1とする）
（参照：経済産業省「特定サービス産業動態統計調査」「生産動態統計調査」）

b) デザイン業界の変化

では、紙メディアを設計するデザイナーの変化はどうか。現代日本におけるグラフィックデザインの勃興は、前回の1964年東京オリンピックより発展してきた。黎明期のデザイナーが、文化・経済の発展に伴い、時代をリードしてきた。伝統的には、師弟制度に近い業界でデザイン業の基礎を学び、独立し事務所を持ち関係性において仕事を受注していく。1990年代までは、比較的分業化されており、紙に印刷をすることを前提としたデザインに集中していた。この頃、印刷分野においてはDTPが発展し、版下そのものをデザイナーが作ることとなった。さらにWebが発展しマルチメディアに対応を迫られた。現在のグラフィックデザイナーの領域は広がっており、商品の設計、ブランディングなどマーケティング分野にもより関わりを求められている。現在の若手デザイナーは最初からマルチメディア環境にあり、様々なメディアへの対応をしている。また、初めからデザインツールに恵まれており、新しいタイプのデザイナーも多く見られてきた。彼らは積極的に情報発信を行い、企業との関わりを持つ。近年は地方創生のもと地方企業のブランディング全体に関わる例も増えている。地方企業のブランドオーナーは新ブランドの立ち上げに対し、商品力はもちろんデザインや情報発信の力を重要視する傾向にある。そのような中、パッケージデザインの重要性など「紙メディア」を使う意味・効果を考え始めている。

c) 用紙トレンド

紙メディアとデザインにおいて、どのような品種の用紙が好まれ、トレンドがどのように変化してきたかを考えたい。2000年台中盤から、上質コート紙の高性能化が進んできた。これに対し本来上位品種であるアート紙が減少してきた。一例ではあるが、企業カレンダーにおいてアート紙からのグレードダウンが顕著に見られた。本来企業カレンダーは企業メセナの意味合いが強く、西洋画や日本画を高品質で印刷し文化的な活動の一部として日本ではとらえられてきた。バブル以降の景気後退で経費削減を目的とし、カレンダーそのものの企画を中止したり、上質コート紙への切り替えが進んだ。また、図録市場も同様に高性能化した上質コート紙へ切り替わっていった。

さらにこの頃より紙の高白化が進み白色度の高い用紙が求められてきた。発色のよい透過原稿であるモニターの普及と同時に反射原稿である紙メディアの発色性も求められた結果、用紙の高白化が進んだ要因と考えられる。

またこの頃より高重用紙が市場に出回ってきた。本来雑誌・書籍の軽量化を目的とし使用されてきたが、その軽やかさやラフさを求め、好んで商業印刷分野での使用も顕著となってきた。これにより在庫規格が、出版用だけではなく、商印用の寸法も揃えるようになってきた。

これより以前からのトレンドとして包装用紙である未晒クラフト等に4色印刷をし、商業印刷分野での使用などが見られる。本来、強度を求められる包装用紙に印刷適性の要求度は低い。当初は短期的なトレンドかと思われていたが、出版印刷分野にも広がり、今日まで続いている。

上記は一部ではあるが、紙メディアは必ずしも印刷適性や用途に応じた品種が求められるだけではなく、「紙らしさ(素

材感)」を追求するデザイナーやトレンドも存在する。

d) 紙メディアに対する考え方の変化

用紙のトレンドが変化していくに伴い、ニッチではあるが市場も変化している。先にふれた広告宣伝におけるDMは、消費者とダイレクトにつながるメディアではあるが、企業側の考え方も変わってきているように思える。本来DMに対して用紙は、郵送料の関係から薄く・軽いものが求められる。またデザインに対しては開封率を求められる。大量に配布するためにはコストも重要だ。DMは大量・低コストである電子メディアに一部置き換わった。しかし、近年欧州の高級ブランドオーナーは再び紙メディアに注目している。上位顧客に対しては、厚くて重厚感のあるDMを用いて特別さを演出する。デザイン性や感性的な価値を高め、顧客とよりダイレクトに繋がっていきたいと考えられている。日本においてもこの傾向が見られ、特にダイレクトマーケティングの精度が上がるにつれ、紙メディア・電子メディアの使い分け方は明確になっていく傾向にあると考える。

さらにパッケージを紙メディアとしてとらえた時、同じような傾向が見られる。近年のバレンタイン市場における変化は、購入金額に表れている。総務省統計局家計調査によると2月におけるチョコレートの購入金額は、2018年の支出金額は2000年と比べて1.6倍となっている。業界におけるマーケティングの成功例だが、単価が上がるということはパッケージデザインにもこだわりを持てる。特に店舗限定や新商品であれば、パッケージコストも比較的费用をかけることができる。高単価商品に対するパッケージコストは通常の商品に対し二分化していくことも考えられる。

また、近年若者が捉える紙メディアの価値も変化している。例えば「本」という紙メディアを考えた時、「情報」の価値はもちろん「物」としての価値も感じている。これは既存の出版業界もそうだが、小規模出版に顕著に表れている。「同人誌」市場は古くからあるが、コミックマーケット拡大に伴い一定の市場を作っている。「同人誌」の著者は紙にこだわり、専門的に印刷を受注しているwebサイトも様々な種類の紙を用意している。また、購入する側も「情報」と同時にコレクションとして「物」の価値を感じ購入する。

これとは似て異なる市場であるが、「アートブック」や「ZINE(ジン)」と呼ばれる自費出版市場も近年出現している。写真家やアーティストの作品を編集し、オリジナルで出版する。主に海外のトレンドだが、イベントなどを通じ日本にも浸透してきた。自己表現の一部であり、そこにしかない価値を持っており一定の層には受け入れられている。また一般的な出版物と異なり、単価も比較的高額で販売されている。

紙メディア環境を取り巻く印刷技術として「デジタル印刷」の発展が近年進んでいるが、これとは逆の方向で「活版印刷」への回帰もトレンドとなっている。アナログである活字は、オフセット印刷にないその凹凸やカスレなどが「あじ」であり若い層を中心に関心を持たれている。実際にイベントや専門に受注する印刷会社などが増えている。欧州もこの傾向があり、近年においてもLetter Pressに適した紙の新製品などが出回っている。これも一つの紙メディアの価値として受け入れられている。

何れにしても紙メディアに関わる産業として小規模で影響

は少ない市場だが、紙メディアに対する捉え方、価値が変化していると考えられる。

(鈴木裕也)

2.2.5 印刷物の解析技術

印刷物の解析技術としては、強度などの物理的特性、表面形状、印刷物の表面・断面の構造解析、色濃度や五感による感性評価等多岐にわたる。そのため、印刷物の構造解析に絞り、いくつかの分析装置を用いた非破壊分析による印刷物の解析方法について紹介する。

a) 赤外全反射吸収法 (ATR 法)

赤外分光法は、紙及び印刷物の分析に汎用的に用いられる手法である。測定法としては、KBr 法、透過法、正反射法、拡散反射法、ATR (全反射吸収) 法などある。その中で ATR 法が深さ数 μm オーダーの表面分析法として印刷物の解析に利用できる。詳細については省略するが、ATR 法は試料を ATR 結晶に密着させるだけで赤外スペクトルを得ることができ、試料に化学的及び物理的处理を加えることなく測定できるのが特長である。ここでは、ATR 法としての一回反射 ATR 法、顕微 ATR 法及びイメージング ATR 法について説明する。

①一回反射 ATR 法

一回反射 ATR 装置は、FTIR の試料室に一回反射 ATR のアタッチメントを取り付けるだけで、特に光路調整は不要である。そして、測定試料を ATR クリスタル (ゲルマニウム、ダイヤモンドなど) に一定圧力で接触させて、測定する。用いた装置の測定領域は $2\text{ mm}\phi$ である。検出深さには波数依存性があり、低波数側になるにつれ、吸光度は増大する。ゲルマニウムクリスタルの場合、結晶自身の赤外吸収により測定領域は $4000\text{ cm}^{-1} \sim 700\text{ cm}^{-1}$ となり、検出深さは数 μm である。

図 2.6 にオフセット印刷部分とその基材の PPC 用紙の ATR スペクトルを示す。図 2.7 に示す両スペクトルの差スペクトルから印刷したオフセットインキのスペクトルが得られ、インキ成分の分析ができる。実際には、この差スペクトルからは、紙成分を完全に除去できないため、 1200 cm^{-1} 以上の領域でスペクトルサーチした結果、アクリレートが検出されたことからインキが UV 硬化型インキであることがわかった。

②顕微 ATR 法

顕微鏡で集光させた赤外光を、試料に接触させた直径 $100\text{ }\mu\text{m}$ の ATR 結晶 (ゲルマニウム) に照射して、ATR スペクトルを得る。可視光により測定箇所を確認した後、その部分に ATR 結晶を接触させて測定する。印刷物の微小汚れの分析に効果的である。

試料平面における成分の分布を解析するために、測定場所を順次移動させながら ATR スペクトルを取り、得られたスペクトルデータをコンピュータで再構築する ATR マッピング法も用いられる。しかし、測定面積、測定条件にも依存するが、通常測定には数時間以上の時間がかかる。そのような場合には、次のイメージング ATR 法が有効である。

③イメージング ATR 法

試料に直径 12 mm の半球状ゲルマニウムクリスタルを接触させ、集光させた赤外光をクリスタルに照射する。そして、

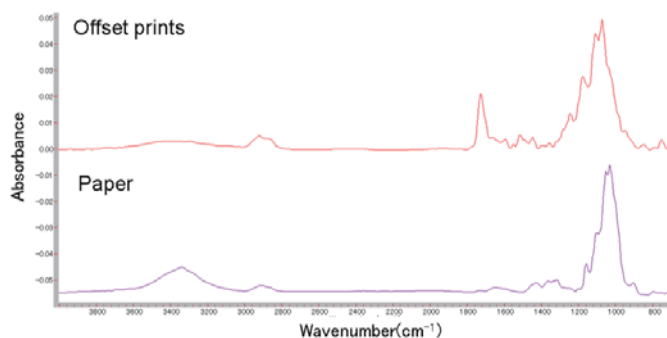


図 2.6 ATR spectra of offset prints

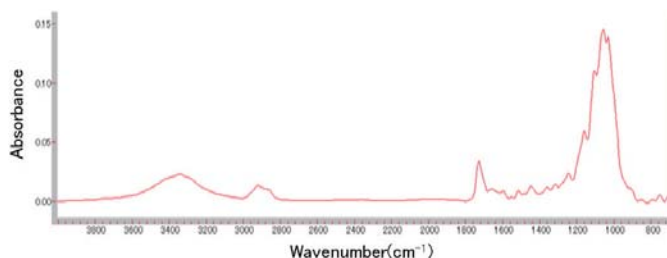


図 2.7 Sub-spectrum (offset prints - paper in 図 2.6)

試料ステージを動かしながら、各ポイントにおける ATR スペクトルから二次元面分析を行う。顕微 ATR で数時間かかる測定も、数分で測定可能である。

図 2.8 に微小な模様の光学顕微鏡拡大画像 (図 2.8 (1)) とイメージング ATR による 1740 cm^{-1} のケミカルイメージング像 (図 2.8 (2)) を示す。1 ピクセルとしての測定領域は $6.25\text{ }\mu\text{m}^2$ であり $450\text{ }\mu\text{m} \times 350\text{ }\mu\text{m}$ の領域を測定した。インキワニス成分に由来するカルボニル基の吸収ピークによりインキワニスの表面分布が解析できた。

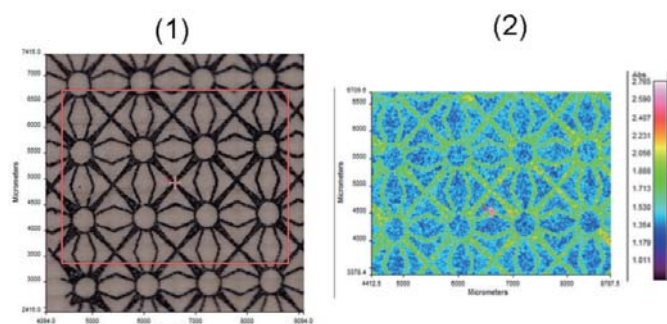


図 2.8 Analytical result with ATR imaging method
(1) Optical image of micro-prints,
(2) Single frequency map at 1740 cm^{-1}
(C=O stretching vibration) of ink varnish

b) ラマン分光法

ラマン分光法は非破壊・非接触の分析法であり、顕微鏡で集光させた可視光レーザーを用いれば、 $1\text{ }\mu\text{m}^2$ の微小領域の表面分析が可能である。紙の場合、紙からの蛍光の影響でラマン測定が困難な場合があり、赤外光源を用いた FT-ラマン装置も用いられてきた。しかし、長波長レーザー (1064 nm) ではラマン強度が減少するため、最近では可視光レーザーによるラマン分光法が主流となっている。 532 nm , 633 nm , 785 nm の波長の可視光レーザーがよく用いられる。オフセッ

ト印刷物の各色の網点（図 2.9 右上）の 785 nm の励起波長によるラマンスペクトルを図 2.9 に示す。イエロー、マゼンタ、シアンでスペクトルが異なっている。この違いは、各インキ顔料の違いを示している。

深さ方向にレーザの焦点を移動させて測定する共焦点法により、 $2\mu\text{m}$ の深さ分解能で塗工紙の塗工層の深さ方向分析を行った研究もある。

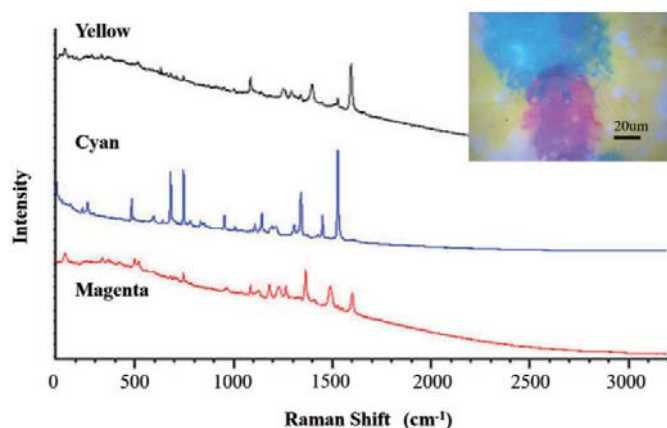


図 2.9 Raman spectra of offset prints

c) X線マイクロCT

X線を照射して得られるトモグラフィー（Computed tomography：CT）の中で高分解能なものをX線マイクロトモグラフィーと称している。測定原理は、円錐状に広がるX線を一定方向から試料に照射し、後方に設置したX線検出器により、X線透過画像を得る。その場合に、試料を回転させることでいろいろな角度の透過画像を複数採取し、コンピュータでフーリエ変換することにより画像を再構築して、断層画像や三次元画像にする。汎用装置として、最近ではサブミクロンの分解能を持つ装置も市販されている。

図 2.10 に上質紙上に印刷した凹版印刷物のX線マイクロCTによる3次元画像を示す。印刷物表面において、横方向の直線状にインキが転移しているのが観察できる。また、印刷物断面部分においては、凹版インキに含まれる無機顔料成分により、インキ部分が白く観察されている。また、基材の上質紙断面部分においても、てん料成分が白く点在して観察されている。

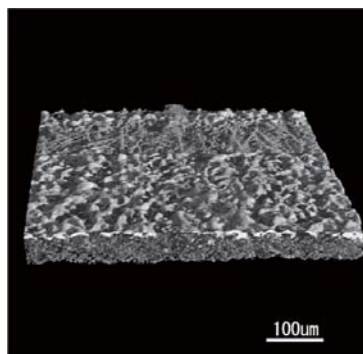


図 2.10 3D image of intaglio prints with X ray micro-CT

d) 共焦点レーザ顕微鏡（CLSM）

図 2.11 に共焦点レーザ顕微鏡（CLSM：Confocal Laser Scanning Microscope）の概念図を示す。光源としては、Ar, Kr, He-Ne などの紫外から可視領域のレーザ光が用いられる。レーザ光源からの特定波長の光は、ビームスプリッターを介し、対物レンズで集光され、試料に照射される。そして、試料から放出される反射光及び蛍光は、プリズム分光方式を用いて任意に選択した波長領域の光となり、さらに共焦点ピンホールを通過した光のみが光検出器で検出される。この光路中に2次元スキャナを配置して、試料表面にレーザスポットを2次元走査させている。また、焦点位置以外からの反射光及び蛍光は、前述の共焦点ピンホールでカットされるため、コントラストの高い画像が得られる。

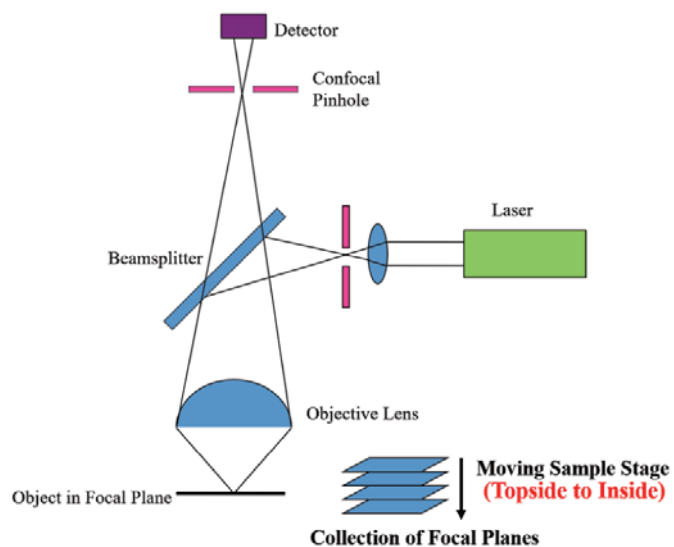


図 2.11 Schematic of CLSM

2次元走査しながら試料ステージをZ方向に移動させることで、試料のある高さをスライスした画像を連続取得でき、アニメーション画像として表現することや、再構築画像として3次元画像を構築することもできる。この方法をXYZ法という。また、ガルバノZステージを用いてZ方向に振動させ、レーザ光の走査線と同期させることによって、光学断面像（XZ像）を非破壊で取得することも可能であり、この方法をXZY法という。

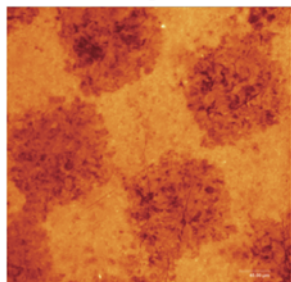
次に、CLSMをバックトラップモットリングの観察に用いた例を示す。バックトラップモットリングは多色印刷ユニットで発生する印刷濃度ムラで、塗工紙において頻繁に発生する現象である。塗工紙表面での印刷インキの不均一なインキセットとバックトラップモットリングの間に相関があることはよく知られている。

図 2.12 にCLSMにより、バックトラップモットリングの有無のマゼンタ、シアンの二色印刷物のCLSMによる重ね合わせ画像を示す。

CLSMでは514 nmの励起波長においてマゼンタインキに蛍光があり、シアンインキには蛍光がないため、バックトラップモットリングの発生の有無を高倍率の蛍光画像から詳細に観察できた。

（尾崎 靖）

Good Quality



Bad Quality

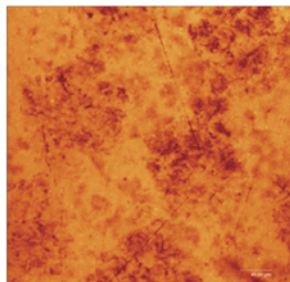


図 2.12 Z-stack images of offset prints by CLSM in half tone region with both cyan and magenta inks

2.2.6 特殊印刷用紙

特殊印刷用紙とは、経済産業省の分類において、色上質紙、郵便はがき用紙、その他特殊印刷用紙とされている。またその他特殊印刷用紙とは、小切手、手形、証券、グリーティングカード、地図、製図用紙、ファンシーペーパーなどの特殊な用途に使用されるものとされている。ここでは、ファンシーペーパーの動向について述べるが、ファインペーパーやカラードペーパーのような呼称もあることから、この分野の特殊紙を“FP”と称することとする。

このFPは、出版、商業印刷、紙製品、包装など多岐に渡る用途であるため、その必要性能について詳細に述べることは難しいが、色、模様、触感、印刷表現などの感性を刺激する性能が根底にあり、ここ10年間のこれらの特長の変化についてまとめる。

a) 紙としての役割

この10年間で著しいデジタルメディアの革新があり、これに伴い目に見えるペーパーレス化が進んでいるのは、ここで触れるに足らない現実となっている。情報媒体としての紙の役割は、複数のメディアにおける選択紙のひとつでしかなかった。一方で、紙としてのリアリティがより明確に求められる時代になったともいえる。

元来、FPはその色や模様などによって高級感を付与する美的機能を持った紙であり、嗜好性が多様化することにより、その商品群も多様化してきた。昨今、その嗜好性の多様化に加えて、用途も多様化し、例えば包装用途としてより高級感を付与するための化粧箱としてのFP商品も開発されてきた。眼で見て、手に取ってリアリティを感じることが、紙の役割、とりわけFPとしての役割として極めて重要であり、これには少なからず印刷という加工が付与されるのであって、さまざまな印刷方式による印刷性能と印刷効果も同時に求められる。

b) 染色紙の動向

染色紙は定番として使用されることが多く、色については他の産業プロダクトよりも寿命が長く、流行というのはそれほど顕著に現れるものではない。しかしインターネットの普及により、日本国内でなく海外のさまざまなプロダクトをリアルタイムで目にすることができるようになったため、消費者の色に関する嗜好も多様化してきている。

そのひとつとして、レモンイエローやショッキングピンクなどの蛍光色群は、これまでごく限られたプロダクトにのみ使用されていたが、日常生活に浸透してきたことで素材であ

る紙に対してもそれが要望されるようになってきた。オフセット印刷において蛍光インキを使用することは、YMCK以外の特色として扱われるため、いまだ簡便な方法であるとは言えない。しかしデジタル印刷機分野において、簡便にインキカートリッジを取り換えて蛍光色を印刷する方法も提案されてきており、蛍光色に対する一般化は、今後進んでいくものと考えられる。その中で蛍光染色紙としての位置づけは、印刷しなくてもすぐに使える色素材であり、また内面まで均一に染色されていることで、どのように断裁しても端面にも色が発現する、ハンドリングのよい素材であるということである。

印刷方式が多様化していくに伴い、注目されているのが濃色紙である。これまで、印刷用途には明度の高い淡い色のFPが選ばれていた。濃色紙は例えば墨などのインキでは地色と印刷画線部のコントラストがつきにくいため、書籍のカバー上に表示するバーコード印刷との相性はあまり高くない、印刷を行わない用途、例えば上製本の見返しなどの書籍に多く使われてきた。しかし濃色が魅力の染色紙において、銀インキによる印刷と濃色紙の組み合わせにより、紙製品や包装用途などに積極的に使われる動きもみられる。また染色紙の特長として、表面の艶がないことが挙げられるが、これは木材繊維の絡み合いから構成される紙の構造上、表面には繊維からなる微細な凹凸があるためである。染色紙に透明な、さらに粒子の細かいコロイダルシリカを塗布し、より濃色にする技術手段も提案されている。

一方で、より高白色な紙についても市場で充実してきた。高白色が求められる理由としては、印刷時の色再現を高める効果や、白紙と印刷画線部のコントラストを高める効果があるためである。高白色化するための方法としては、従来から蛍光増白剤の添加および紫染料の添加によるブルーイングが一般的であったが、くすみのない高白色にするためには、できるだけ紙材料、具体的にはパルプ、填料などにおいて高白色なものをベースとし、色を感じてしまう紫染料を使用せずに、必要に応じて蛍光増白剤を添加することが重要である。くすみのない白は高級感を高めることができ、高白色紙は「特長のある白」として使用される。

c) 模様紙の動向

FPの重要な機能のひとつである模様は、紙自体がデザイン性をもっており、軽度な印刷加工のみでも高級感を付与できる。代表的な模様を付与する方法はエンボス方式であり、織りフェルトに挟みこむ、模様が刻まれたマークロールとラバーロールの間に紙を通すなど、模様を紙に転写して、表面に凹凸を施すことが行われている。こうして得られた凹凸は、二次元的な模様を配するのみならず、紙の厚み方法にも変化を与え、また印刷を行えば、その模様が浮き出てくる特長を持つ。しかし、それゆえに紙にグラフィックデザインを付与する場合、その模様がかえってデザインを制約することになる。このためできるだけ模様を浅くして、紙としての主張を抑える商品群にシフトしていったのが先の10年であったと考える。

この傾向はこの10年でも同様に推移しているが、一方で、紙としての主張の回帰も行われている。浅い模様というのは、大柄な模様をぼかす手法であるが、逆に緻密な模様を

しっかり付与する商品群も登場してきた。これは、視認できる限界のスケール、すなわち数100マイクロミリメートルのパターンの繰り返しからなるハードエンボス紙で、模様は見えるけれどもグラフィックデザインそのものとは競合しない、絵画とキャンバスの関係のような関係にある。その上、模様が緻密で急峻であるため、手の指紋に程よく引っ掛かり、見た目はあまり模様を感じないとしても、触感が感じられる効果も得られている。このような素材回帰の動きとして、革や布といった、それ自体は模様があっても著しい個性を感じるものではないような、日常的な素材と認識するエンボス紙も見直されている。

新しい模様紙の試みとして、紙の表と裏で異なるエンボスを付与し、それが合成された模様となる商品群も上市されている。表裏の組み合わせは、主となる表の模様と、裏の模様が表よりも控えめに模様として視認される効果により、従来の凹凸感とはまた異なった三次元方向の奥行を感じる模様となっている。

このように、紙としての面白さ、リアリティとしての面白さは、デジタル化と対比されてより役割を増し、素材であることが大前提としても、どのように紙としての主張を行うか、研究開発が進んでいる。

d) 風合いと印刷均一性の両立

FPにおける機能のうち、より印刷適性を高めるといった試みは20年ほど前から行われ、これらは高級印刷用紙として、今や市場へ浸透している。色、模様ともその主張を抑え込む上で、差別化要素として重点的に研究開発されたのは、紙の繊維からなる自然な凹凸感や、柔らかさなど、触感であった。これらをまとめて風合いと呼んでいる。ところが印刷に適する紙というのは、きわめて平滑で、印刷のインキが沈まないように表面処理が行われており、かつ高速印刷に耐えられるよう十分な強度を確保したものである。これは紙の製法上、凹凸と柔らかさ、すなわち風合いを付与することとは全く逆の方法であり、相反する性能の確保が、開発時の困難な課題であった。そこで、原紙の抄造条件、抄紙薬品、また塗工液の開発など様々な検討が行われ、およそ10年前には、市場も商品が出そろった風潮であった。

これら的高级印刷用紙は、美術印刷用紙の市場において、嗜好品のひとつとして市場を切り開いたものではあるが、技術面ではより風合いがあり、アート紙に匹敵する印刷均一性の高い性能に対する理想はあった。しかしながらこれは技術面での大幅なブレイクスルーが必要で、極めて困難な課題であった。

この状況に対し、一石を投じた商品がこの10年で登場した。低密度で柔らかく、かつ印刷均一性がきわめて高い性能を持つ高級印刷用紙である。この技術面でのブレイクスルーは塗工方式にあり、その塗工方式とはカーテン塗工方式である。従来、低密度の原紙に塗工すると、原紙の多孔質な構造上、塗料が原紙に沈みこみやすく、これは塗工層に斑を生じさせるため、印刷均一性に影響を与える。より具体的には、ブレード塗工やエアナイフ塗工は一般的な印刷用紙の塗工機として使用されるが、塗料を原紙に過剰に塗工してその後過剰分を掻き取る方法であり、この際に原紙方向へのシェアがかかるため、塗料を原紙へ押し込んでしまう。一方カーテン

塗工では、均一なカーテン膜をあらかじめ形成しておき、その膜を原紙に乗せるといったシンプルな塗工方式で、膜の均一性がそのまま維持される。したがって、低密度を維持したまま、きわめて高い印刷均一性が得られる仕組みとなっている。この商品の登場によって、紙の印刷物としての表現領域が広がり、紙を使う意味についての答えのひとつとなった。

e) 環境への取り組み

古紙配合、FSC認証、ECFパルプの使用など、従来から行われてきた対応は継続されている。その他、例えば無漂白であるUKPを原料として積極的に使用することや、これを原紙としたエンボス紙やパール塗工などのFPも上市され、多様化への一助を担っている。

また印刷資材としての情報提供もここ数年で定常化した。グリーン購入法にかかる環境物品等の調達に関する基本方針において、印刷資材のリサイクル性を明瞭化することが挙げられている。この判断基準に、日本印刷産業連合会が制定および改定している古紙リサイクル適性ランクリストが採用され、紙の分類としてその中に抄色紙及びファンシーペーパーも含まれている。各製紙メーカーは、色によってそのリサイクル性を判断し、その情報を各社のホームページなどで、開示を行っている。

(内藤英也)

2.3 周辺技術

2.3.1 森林認証とSDGs

製紙産業は循環型産業であり、国内製紙会社の原料の約6割は古紙、約4割は木材由来のバージンパルプとなっている。約6割の古紙も元を辿れば木材由来であり、製紙産業にとって木材は貴重な資源である。

近年、生物資源の持続可能な利用を推進する動きから紙の原料である木材について、合法性はもちろん持続可能性も問われるようになってきている。

ここでは、持続可能性が問われる社会背景と今後の動向について紹介する。

a) 環境～持続可能性への動き

1970年代、欧米で酸性雨等の環境問題が表面化し、国境を越えた環境問題に対する関心が高まり、1972年にストックホルムで環境に関する最初の国際会議「国連人間環境会議」が開催され、国際的に環境保全への取り組みが本格化していった。

1992年にはリオで「国連環境開発会議」(地球サミット)が開催され、持続可能な発展の理念を取り入れた「リオ宣言」が採択され、同時に「気候変動枠組条約」と「生物多様性条約」に各国が署名した。さらに、森林の多様な機能の維持、持続的経営の強化、森林政策の在り方などを規定した「森林の原則」や、21世紀に向けての行動計画「アジェンダ21」も採択され、温暖化防止、生物多様性保全、森林保全等について、未来に向けて何をすべきかの国際的な議論がはじまった。その後、1997年に京都で第3回気候変動枠組条約締約国会議(COP3)や2010年に名古屋で第10回生物多様性条約締約国会議(COP10)が開催されているのはご承知の通りだが、リオのサミットで採択された森林の原則に基づいて、FSC®森林認証が設立されている。

2000年には、ニューヨークで「国連ミレニアムサミット」が開催され、21世紀の国際社会の目標として、安全で豊かな世界づくりへの協力を約束する「国連ミレニアム宣言」が採択された。この宣言に加えて1990年代に開催された主要な国際会議での開発目標も加味した「ミレニアム開発目標(MDGs)」が採択された。MDGsでは、貧困・飢餓の撲滅、初等教育の完全普及、乳幼児死亡率削減等、2015年を期限とする8つの目標、21のターゲット、60の指標を掲げ、未解決の課題もあったが一定の効果を挙げた。

2012年には1992年に開催した地球サミットのフォローアップを目的に、再びリオで「国連持続可能な開発会議」(「リオ+20」)が開催され、MDGsで残されている課題、新たに生じた環境問題、格差拡大などの課題解決を盛り込んだ「持続可能な開発目標」が提唱された。

2015年にはニューヨークで「国連持続可能な開発サミット」が開催され、2012年のリオ+20で提唱された「持続可能な開発目標」を政府間で協議・合意した「持続可能な開発目標(SDGs)」および「持続可能な開発のための2030アジェンダ」が採択された。SDGsでは、途上国のみでなく、先進国も対象とされ、「誰一人取り残さない」という基本方針のもと、経済・社会・環境の三側面の課題を解決する、2030年を期限とする17の目標(図2.13)と169のターゲット、232の指標が掲げられている。



図2.13 SDGsの17の目標

日本においても、2017年8月に内閣総理大臣を本部長とするSGDs推進委員会が設立され、決定した実施指針にはビジョンと優先課題が掲げられている。その中にSDGs達成のためには、公的セクターのみならず、民間セクターが公的課題の解決に貢献することが重要との記載があるように、民間企業に対しても目標達成に向けた取組みが求められている¹⁾。2017年11月には一般社団法人「日本経済団体連合会」(経団連)においても、既存の「企業行動憲章」がSDGsを考慮した内容に改定されている。サブタイトルが「持続可能な社会の実現のために」に変更され、人権尊重、働き方改革等5つの条項でSDGsに関連した内容が追加されている。

また、国連グローバル・コンパクトは、監査法人やNPOなどととも、産業別の企業事例を紹介した「SDG Industry Matrix」や、持続可能性を企業の戦略の中心に据えるための情報を提供する「SDGs Compass」を発行し、

企業の取り組みを支援している^{2,3)}。

投資家にとっても、企業に求められる課題の変化に対応して企業への投資価値を判断する内容が変化してきている。以前は環境配慮などに優れた企業を対象としたSRI投資であったが、最近では、環境(Environment)、社会(Social)、企業統治(Governance)に配慮している企業を重視・選別するESG投資に変わっている。財務情報以外に環境、社会、企業統治に対する取り組み内容を見ることが、持続的な企業の成長や中長期的な収益性を判断するのに有効と考えられており、世界のESG投資残高は約23兆ドル(約2600兆円)と世界の運用資産の3割に拡大している⁴⁾。

このように、この40年の間に「環境保全」から「環境保全も含めた社会全体の「持続可能性」に視点が変わってきており、最近ではSDGsを活用した事業戦略の策定を行っている企業も増えてきている。

b) FSC 森林認証制度の動向

FSC (Forest Stewardship Council A.C.) は、将来世代の権利や需要を損なうことなく現在の世代の社会的、環境的、経済的な権利や需要を満たすことをビジョン(理念)とし、環境保全の点から見ても適切で、社会的な利益にかなう、経済的にも継続可能な森林管理を世界に広めることをミッション(使命)として、1993年に木材消費者、流通業者、環境団体、人権団体により設立された。

今年で設立25年目を迎え、全世界で森林管理の認証(FM認証)を取得した森林面積は1.99億ha(85カ国)、加工・流通過程の認証(COC認証)を取得した事業者数は33,759事業者(122カ国)にまで拡大している。日本においても、最近の段ボール業界でのCOC認証取得の増加も貢献し、合計1,323事業者となり、国別でのCOC認証取得件数は世界7位となっている⁵⁾(2018年4月現在)。

c) FSC 森林認証とSDGs

FSCではミッションにもあるように、環境、社会、経済的に持続可能な森林経営を目指すとしており、FSC森林認証制度の普及を通じて、前述のSDGsの達成に貢献できると考えている。2017年10月に開催されたFSC総会では、「持続可能な開発目標(SDGs)とFSC認証に関するバンクーバー宣言」を発表した。この宣言は、責任ある森林管理の下で生産された林産物の利用を促進するための新たな取り組みで、木材を利用し、責任ある調達の推進を公約している企業による共同宣言である。現在、国内外57社が参加している⁶⁾。

具体的に、FSC森林認証がどのようにSDGsに貢献するかを表2.3に纏めた。11の目標と35のターゲットに、直接的・間接的に貢献できるとしている⁷⁾。国連がSDGsの達成度を測る指標の1つに「独立した認証制度の下で認証された森林面積の割合」を挙げているように、目標15「陸の豊かさを守ろう(Life on Land)」のターゲットには直接的に貢献できるとしている。以下に、貢献できる目標15の主要なターゲットの例を示す。

15.1 2020年までに国際協定の下での義務に則って、森林、湿地、山地及び乾燥地をはじめとする陸域生態系と内陸淡水生態系及びそれらのサービスの保全、回復及び持続可能な利用を確保する。

15.2 2020年までにあらゆる種類の森林の持続可能な経

営の実施を促進し、森林減少を阻止し、劣化した森林を回復し、世界全体で新規植林及び再植林を増加させる。

表 2.3 SDGs の目標と FSC 認証による貢献

SDGsの目標	FSC認証による貢献
目標1. 貧困を終わらせる	小規模林業やコミュニティフォレストの支援
目標2. 飢餓を終わらせ持続可能な農業を推進する	森林の生態系サービスに貢献
目標3. すべての人の健康を確保し福祉を推進する	
目標4. すべての人に質の高い教育を確保する	
目標5. ジェンダー平等を実現する	男女平等を推進
目標6. 安全な水とトイレを世界に	原則2,5,7,10が間接的に関係
目標7. エネルギーをみんなにそしてクリーンに	木材による再生可能エネルギーの供給
目標8. 適切な雇用を推進	適切な雇用、平等な賃金を支援
目標9. 産業と技術革新の基盤をつくろう	
目標10. 人や国の不平等をなくそう	
目標11. 住み続けられるまちづくりを	
目標12. 持続可能な生産消費	資源の維持、持続可能な商品を提供
目標13. 気候変動の影響を軽減	森林による炭素吸収と野火保全に貢献
目標14. 海の豊かさを守ろう	
目標15. 陸の豊かさを守ろう	森林保全→FSC森林認証の目指す方向
目標16. 平和と公正をすべての人に	関連する法律の遵守
目標17. パートナリシップで目標を達成しよう	実行可能な森林管理を支援

※表 2.3 は FSC のレポート⁷⁾ を弊社で纏めたもの

また、公益財団法人東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会では、東京 2020 大会を持続可能性に配慮した大会とするため、SDGs を考慮し持続可能性に配慮した運営計画、持続可能性に配慮した調達コードを策定している。その中で、持続可能性に配慮した紙の調達基準では、使用するバージンパルプは合法かつ持続可能なバージンパルプであることを求めており、その証明として COC 認証でトレースできる FSC をはじめとする「森林認証紙」が有効としている⁸⁾。

d) 今後

国連の定める持続可能な開発目標（SDGs）の達成には、国や自治体だけでなく、民間企業での取り組みも期待されており、今後、新たに持続可能性に配慮した取り組みを始める企業も増えてくると予想される。

このような背景から、紙製品については、合法性が確認され、かつ持続可能性に配慮した製品の要望が高まると考えられ、社内で使用するコピー用紙や自社製品のパンフレット、パッケージなどの紙製印刷物で、FSC などの森林認証製品を選択・指定する企業が増えることが予想される。

参考文献

- 1) <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/sdgs/dai2/siryou1.pdf> (2016.12)
- 2) SDGs Industry Matrix (2016, United Nations Global Compact, KPMG)
- 3) SDGs Compass (2015, United Nations Global Compact, GRI, WBCSD)
- 4) 日本経済新聞 2017.10.18
- 5) FSC Facts & Figures (April 3, 2018 Forest Stewardship Council A.C.)
- 6) The Vancouver Declaration for the UN SDGs and FSC Certification (12 October 2017, Forest Stewardship Council A.C.)
- 7) FSC®: A TOOL TO IMPLEMENT THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (2016, Forest Stewardship

Council A.C.)

- 8) <https://tokyo2020.org/jp/games/sustainability/sus-code/wcode-timber/data/sus-procurement-paperproducts-code2.pdf> (2018.6)

FSC® C021528

(田中俊有)

2.3.2 グラフィックトライアルの変遷

a) グラフィックトライアルとは

特色の赤を 100 回刷り重ねた。校正機でインキの代わりにカラーやコーヒードで刷った。これらはグラフィックトライアルで実際に行われた、真面目な表現実験である。一見、無意味に、いたずら心に満ちたようなこの実験は、グラフィックトライアルを象徴する事例として、ことあるごとに紹介されている。

このグラフィックトライアルとは、印刷文化やデザインについて広く一般の方に知ってもらうことを目的に、2006 年より印刷博物館（東京都文京区）の P&P ギャラリーにて開催されているデザイン及び印刷分野の展覧会（主催：凸版印刷株式会社）である。

このイベントは、4 名のクリエイターと凸版印刷のプリンティングディレクター（PD）とが協力し、グラフィック表現と印刷技術とを組み合わせ、これまでに見たことのないポスター作品を創り出すことに挑戦する。そして、展示会では、生み出されたそのポスター作品を掲示するだけではなく、クリエイターの制作コンセプトやそれに応えるためにプリンティングディレクターの駆使した印刷技術の工夫や知恵、制作過程のテストプリントを展示する。この展示内容が、グラフィックトライアルを他のデザイン・印刷分野の展示会とは異なるユニークなものとして特徴づけている。

2006 年に開始して以来、2017 年までに、50 組のクリエイターと 16 名のプリンティングディレクターが参加し、250 点のポスター作品がつくられてきた。クリエイターは、グラフィック業界の重鎮から若手まで、さまざまな世代が参加しており、ポスターというメディアの在り方を掘り下げることやグラフィック表現の可能性、印刷技術の再現性の限界に挑戦するなど、分類することが困難なほど多彩な表現テーマを各々のクリエイターが提示し、プリンティングディレクターとともに 5 点の B 全ポスターに結実させてきた。

用紙やインキの種類や版数に制限はなく、オフセット一色平台校正によって、1 色ずつインキを刷り重ねていく工程で制作することだけが決まりという自由さがある。どんなに有名なクリエイターであろうと、デザインの現場では、予算と納期の制約を受けることは必然だが、このグラフィックトライアルでは、その制約から開放されるため、若手だけではなくベテランのクリエイターにとっても願ってもない制作のチャンスとなっている。

その制約から最も開放された実験のひとつである、特色の赤を 100 回刷り重ねた実験は、2011 年にアートディレクターの佐藤可士和氏とプリンティングディレクターの仲山遵氏が行った。彼らの実験は、手法の「100 回刷り重ねた」だけを聞くと、その行為に果たして意味や将来性があるのか疑問を持つ。しかし、そのコンセプトは、デザイン、印刷の現場から生じた疑問に基づいている。佐藤氏の事務所のコー

ポレートカラーを印刷で再現する際、指定している特色の赤 (PANTONE185C) を刷り重ねた場合に、何回刷り重ねると彩度が落ちるのか、何回目の刷り重ねがもっともキレイに見えるのか、どこまで重ねれば目指す色に到達するのか。その答えを手元に欲しいという思いから、印刷の指標となる、重ね刷りのチャートを作ることになった。

一方、印刷現場では、刷り重ねることで黒く濁る、多色刷りの色数には限界があり、インキが転写されず乗らなくなるであろうと言われてきた。しかし、透明なベツトフィルムを使った印刷では、透過させない部分は白のインキを刷ることで遮蔽するが、オフセット印刷のインキの薄い膜厚で遮蔽することは難しく、6回も刷り重ねるという力技が行われていることもある。

一体何回まで刷り重ねることができるのか、仕上がりはどのように変化していくのか、誰も経験したことがない。そこで、どうせやるなら、100回刷り重ねて検証してみようという、実に建設的な実験だった。

結果は、まるでうるしを重ねたような、もしくは金属の塗装面のように重厚な質感で、オフセット印刷とは思えないほど、紙の表面から盛り上がる実に美しい仕上がりになった (図 2.14)。

b) 質感表現の追求

グラフィックトライアルの実験テーマで最も多いものが、質感の再現である。身の回りにある画材や金属や岩などの物質、空や虹などの風景。そして、白や黒、光沢感、輝きなどの抽象的な質感などが挙げられる。

これらの再現のために、プリンティングディレクターは元になる原稿のスキャニングを工夫する。質感の再現とは、階調の差異と色との組み合わせによって実現する。そこで、スキャナのライトをあえて偏らせて陰影を強調して入力したり、入力のレンジの異なる画像を組み合わせたりと、原稿の濃淡の違いを丁寧にひろい出す。こうやって作った画像を分版しそれぞれの階調に対してインキの色を当てはめる。その際に、各版の光沢感の差を強調することでリアルな質感が生まれる。

2014年のアートディレクターの長嶋りかこ氏とPDの富永志津氏による油性マーカーの質感再現では、インクの薄い

部分と溜まって光沢の強い部分との質感の違いを版の重ねとグロスニスによって再現するとともに、油性マーカーのインクのやや緑味がかかった色味を特色インキの調肉によって忠実に再現した。その他、この一連の作品では、墨や鉛筆、ボールペンなどさまざまな質感の異なる黒い画材が並ぶ。これらは同じ黒色であるが、それぞれに微妙に色相が異なっている。それらの違いをインキの調肉で絶妙に再現することで、5点が並んだ時にそれぞれの質感の違いをリアルに感じられる表現となった (図 2.15)。

輝きの表現として、グラフィックデザイナーの佐藤晃一氏とPDの金子雅一氏は、2013年に蛍光インキによるパステルカラー表現によって輝きを感じられる表現に挑戦した。元になる画像を製版で明るく (淡く) するのではなく、インキをホワイティンキで薄めることで、淡くも高密度で鮮やかな色の表現を狙った。通常、インキの濃度を下げ明るくする場合、メジウムを使うのだが、ホワイティンキで希釈することで、おしろいのような粉っぽい雰囲気のある質感を得られた。また、ぼかした画像とシャープな画像とを合成することで、ほのかにかがやく少女を作り上げた。 (図 2.16)

グラフィックトライアルは、クリエイターの表現したいことの要望に対して、プリンティングディレクターがどのように技術で応えているか、というスタイルで開示されている。そこでは様々な材料や技術が複雑に絡み合い実験されている。そのため、回を重ねるに従い、印刷業界の専門家にとっても複雑で難解なものとなりつつあった。

c) 10回記念展

多種多様なテーマで実験されているグラフィックトライアルは、10回目を開催した2015年の秋に東京ミッドタウン・デザインハブ (東京都港区) にて、これまでの作品と実験を集大成させた10回記念展を行った。これまで各年に行われてきた実験は、表現の追求という認識でみられていた。そこで、2006年から2015年までの全42の実験を印刷の3大要素でもある版、インキ、紙の3つの切り口で分類し、体系化することで、表現と印刷技術との関係性をシンプルに明示した。

①版

印刷の版は、インキの付着する部分と付着しない部分の2値の表現になる。そこで階調を表現するために、網点 (スクリーン) を用いてグラデーションを再現する。

しかし、アートディレクターの菊地敦己氏とPDの森岩麻衣子氏の実験では、この網点を使わずに階調をつくりだすことに挑戦した。

オフセット印刷機は、1つのユニットに1色のインキを供給し印刷するが、インキローラーに2色のインキを左右と中央とに分けてまき、インキローラー上で混色させることで、色の変化のグラデーションを作成した。このことで、版画で用いられていたグラデーションの表現と同様に、トーンジャンプとは無縁の非常に滑らかで自然なグラデーションを得ることができた (図 2.17)。

2009年の網点を使った表現の拡張を狙ったアートディレクターの秋田寛氏とPDの尾河由樹氏の実験では、網点の形状や生成方法を変化させることで元の画像から異なる見え方をするグラフィック表現を試みた。



図 2.14 Kashiwa Sato (2011)

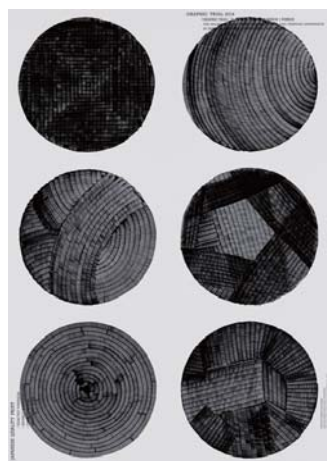


図 2.15 Rikako Nagashima (2014)



図 2.16 Koichi Sato
(2013)



図 2.17 Atsuki Kikuchi
(2010)



図 2.18 Kan Akita
(2009)

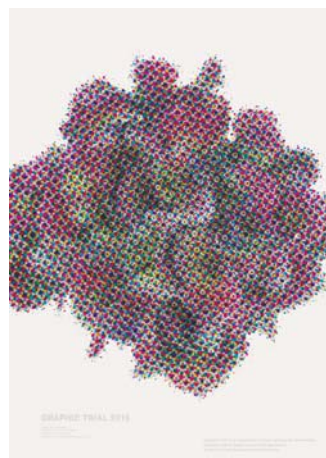


図 2.19 Kazu Yanagisawa
(2015)

本来デザインには必ずテーマがあるが、この作品の制作においては、デザインの力を利用せずに印刷技術を加えることだけで、どのような新しい表現ができるのかを試みている。その制作プロセスの中で網点が徐々に円の形状から開放され自由な形をとっていき、既存の網点の概念から抜け出すことに成功した。

円形の網点を引き伸ばすことから始まり、CMYを混ぜるとRGBのように白くなると仮定した調子再現の設計をする。また、白のインキを刷るのではなく、各色の版の網点から抜くなどの手法でオリジナル網点を形成した（図 2.18）。

2015年のアートディレクターの柳澤和氏とPDの十文字義美氏は、「美しさとは、たゆたう姿の中にある。」というコンセプトのもと、3つの線数の異なる網点を重ね合わせた。

例えば、ひとつの絵柄を8線、4線、2線と大きさの異なる粗線の網点で出力して刷り重ねることで、離れて鑑賞すると花の輪郭が明瞭になり、対して、近づいて鑑賞すると輪郭がぼやけ、代わりに華やかな極彩色の網点のひとつひとつが認識されてくるという、単一の粗線で刷られたグラフィックとは異なり、粗い中にも密度のある、まさに「たゆたう画像」を作り出した（図 2.19）。

意図的にモアレを発生させることで、新しいパターンを生み出し、グラフィックとして表現する実験を2012年にグラフィックデザイナーの三星安澄氏とPDの歩田信之氏が行った。

本来、モアレは印刷トラブルのひとつだが、じっと見ていると不思議と光を見ているような色が見えてくる。そこで、網点の形状を円形から三角や四角などに変えることによって、生じるモアレのパターンが異なること、角度や刷色、光沢感の違い、線数などの条件によっても異なることを検証した。

モアレをコントロールし、デザインパターンとしてグラフィックに組み込むことで、今までにない新しい表現手法を生み出した（図 2.20）。

②インキ

オフセット印刷のインキへの挑戦としてクリエイターの興味を惹きつけるものは、金・銀インキによるパール表現である。各社インキメーカーのインキを比較してよりパール感の

強いものを選択するといった比較実験や、階調表現との組み合わせによってパール感をより強く感じさせようと挑戦するものもある。

そして、金銀の輝きとは異なる、グロスニス・マットニスによる光沢感による質感の変化を追求する実験も多い。その延長には、より黒さを感じる黒色の追求も挙げられる。

さらに、オフセット印刷の弱点でもある高彩度の表現への挑戦も数多く実施されている。広演色インキによる再現。レギュラーインキと蛍光インキとを混ぜて調肉した高彩度なインキ。メディウムで薄めたインキを刷り重ねることで透明感と彩度を高める実験などがある。その一方で、グラフィックトライアルでは標準4色の印刷設計を採用した作品が少なからずあるのは興味深い。

2013年のアートディレクター高谷廉氏とPD長谷川太二郎氏によるハレーション効果の追求では、蛍光インキを主に使った特色インキを調肉し、鮮やかで発色の強い色面をつくりだすことで、隣り合う色と色との関係においてハレーションを起こさせた（図 2.21）。

2011年にブックデザイナーの祖父江慎氏とPDの金子雅一氏は、食材を使ったインキで印刷を試みた。これは精度の高い印刷にあえてトラブルの要因を与えることで、予測のつかない仕上がりをつくりだすことが目的である。

カレー粉、はちみつ、コーヒー、ココアなどの食材をメジウムに混ぜ、インキとして使ってみたところ、印刷直後と乾燥後とで、色味が大きく変化する不安定さが確認できた。また、10回刷り重ねても薄い色にしかならなかった。

そこで、黄にターメリック、紅にチリペッパー、藍に青汁、墨にブラックペッパーを大量に混ぜたカレーの匂いのするインキを使ったカレー印刷を考案した。

また、酸化防止剤を添加していない金インキに、酢醬油を混ぜたり、酢醬油をスプレーした用紙に印刷したり、メジウムに酢醬油を混ぜて金インキの上から重ねて印刷したりすることで、金インキの酸化（錆び）を促進させる劣化印刷を試みた。

錆びる部分が、一枚一枚違う仕上りの予想できない印刷表現を実現した（図 2.22）。

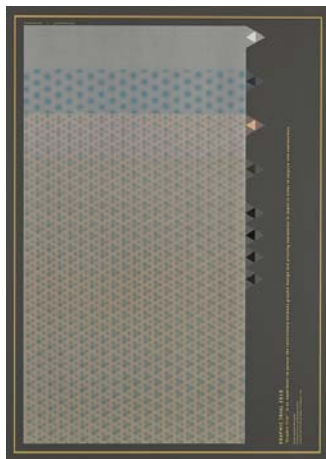


図 2.20 Azumi Mitsubishi (2012)

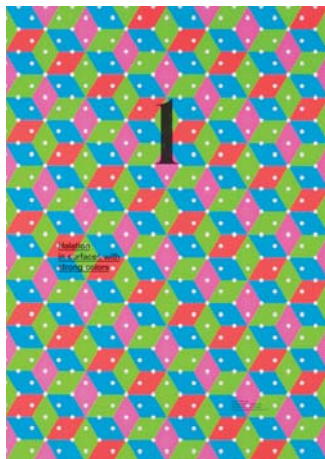


図 2.21 Ren Takaya (2013)



図 2.22 Shin Sobue (2011)



図 2.23 Katsuhiko Shibuya (2007)

③紙

これまでに予算などの制約で断念してきたが、いつの日か使ってみたかった用紙を自由に試してみることから新しい発見があった。

印刷の用紙は、アート紙、コート紙、マット紙、微塗工紙、非塗工紙と、紙の表面の塗工の違いによって分類されている。製版や印刷の工程では、色分解の設定やインキの調整を用紙の種類によって変えることで、印刷の仕上がり品質をコントロールしているが、グラフィックトライアルでは、同じインキと版をつかってさまざまな種類の用紙に刷ることで、用紙の種類の差による印刷再現の違いを顕著にみることできた。

紙はインキの着かない紙白の色味と白色度、手触りの違い、インキの着肉の適正、インキ面の光沢感の違いによって評価選別される。つまり、印刷する前の白紙の状態での評価と印刷後の評価とでは、印象が大きく異なることも少なくない。

また、白い用紙だけではなく、色の付いた用紙やフoil加工のしてある蒸着紙を使った実験では、紙色を白のインキで弱めたり消したりする手法だけではなく、紙の色そのものを絵柄の色調を再現するための調子の一部として利用した、アートディレクターの澁谷克彦氏とPDの高波雄一氏の作品がある(図2.23)。

d) オフセット印刷のその先へ

オフセット印刷の領域だけで数多くの実験を行ってきたが、2015年以降、グラフィックトライアルは印刷領域の拡大を狙い、B全ポスター5点の作品形態はそのままに、印刷機を平台校正機から実生産ラインの枚葉機に変えたとともに、オフセット印刷限定の制限を解除した。

オフセット印刷を印刷設計の基本としつつも、シルクスクリーン印刷など他の版式との併用やインラインフoil、箔、型押しなどの加飾の実験にも挑戦を始めた。この印刷領域の拡大によって、質感表現の手法の選択肢が飛躍的に増えたことで、再現される質感の表現が豊かになり、印刷の可能性をさらに広く深く探れると期待できる。

2017年のアートディレクターの吉田ユニ氏とPDの冨永志津氏によるスクラッチ印刷の技術を応用した作品は、既存

の印刷技術の使い方、見せ方を変えることでも新しい表現を提示できることを知らしめた。

スクラッチ印刷を施したポスターを削り、その削りカスを含めた半立体の作品とするという型破りな発想は、ポスターだけでなく印刷物は静止した単なる記録物ではなく、我々の体験の一部であるということをあらためて想起させる(図2.24)。

また、技術的にはスクラッチする部分のインキを変更することで、これまでに見たことのない、果物の皮がめくれるように剥がれるスクラッチ印刷を作り出すことに成功した。この成果は、教育絵本や企業のプロモーションツールなどで実際に展開の見込める印刷物として注目を浴びた(図2.25)。

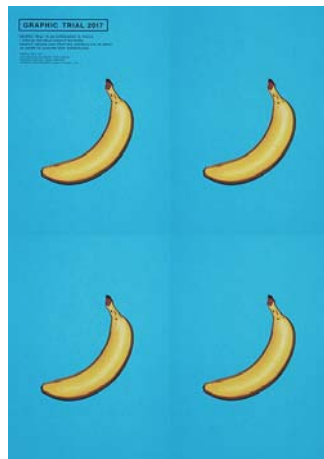


図 2.24 Yuni Yoshida (2017)



図 2.25 Yuni Yoshida (2017)

e) 印刷文化の伝播

これまで日本国内のクリエイターを招聘し、国内のみで展示を行っていたが、2016年より海外クリエイターを招聘している。世界のグラフィック表現と日本の印刷技術との交流によって、グラフィック表現の文化や印刷に対する考え方の違いによって、新しい表現の可能性がもたらされている。

2016年のアートディレクターのアラン・チャン氏とPDの山口理一氏による作品は、東洋と西洋、中国と日本の融合や調和を五行思想のエレメントに擬えてグラフィカルに表現した(図2.26)。



図 2.26 Alan Chang (2016)

そして海外クリエイターの招聘は、海外の優れたクリエイターを日本に紹介する機会であるだけでなく、日本のグラフィック表現や印刷表現を世界に広める足掛かりになっている。

2017年に、アラン・チャン氏のプロデュースによって香港でグラフィックトライアル初の海外展を開催、この展示を機に海外のクリエイターやキュレーターから注目されるようになった。

ポスターミュージアム(ドイツ・エッセン)の館長レネ・グロナート氏が、グラフィックトライアルのトークイベントにおいて、近代ポスターの発展の歴史とヨーロッパと日本の相互の影響について、さらにクリエイターと印刷会社の関係性についての特別講演を実施するなど、広がりを見せている。

グラフィックトライアルは、印刷技術の啓蒙を行なうことを根底に、その活動を通じて、グラフィックデザインと印刷の社会的な役割が、情報伝達だけではなく、文化の伝播や豊かな生活体験の基盤など多岐にわたる優れたメディアの一翼であることを世界に発信していく場へと発展している。

(高本晃宏)

2.3.3 図書館、出版、教育における紙メディア

大学等高等教育機関におけるデジタル教科書の現状と今後の動向について、デジタルが優勢になりつつある時代において、紙メディアの将来をデジタルと対比しながら、考察してみたい。

a) 電子書籍市場の到来

ここ5年ほどで電子書籍・雑誌は急速に市場が形成された(図2.27)。電子書籍・雑誌の売上は、年々増加し、最

近では、月額読み放題の電子雑誌市場400万人の会員が入るサービスが存在するなど、出版社も電子の売上が比重を増し、経営に大きな影響を与えていると言える。

2016年度の電子書籍市場規模は前年比24.7%増の1,976億円
電子出版市場は5年後に3,500億円市場へと成長



DNP2018

図 2.27 電子書籍の現状と市場予測

b) 大学における教科書・教材事情

現状の大学等高等教育における(紙)教科書市場の傾向は、少子化に伴う市場の縮小だけでなく、多学期制(4学期等)が増加し、授業の細分化や、一つの授業を複数の講師が担うなど、一つの教科書を指定する事が少なく、裏返すと、出版社は、重要な岐路に立っていると言える。

c) デジタルと紙の共存?

デジタルと紙の共存は可能か、教科書・教材を、メディアの特性で検証した。

教科書・教材の分類と、これら特性(評価:制作負担、改版サイクルの長さ、在庫管理負担)を纏めてみた(図2.28)。そこからは、現状でも、在庫が無くなると新版が作れない長年の課題や、一方で、PODやデジタルを組合す事で相互補完できるものの、マネタイズ(収益化)の道筋もまだまだ途上である。

	制作負担	改版サイクルの長さ	在庫管理負担	その他
既出版物・教材 教員目録のものを中心	○	○	×	◆出版社の編集機能を活用可能。 ◆経費が見込みないと制作されない。
未出版物・教材 授業で配布のテキスト・電子	△	△	×	◆まとまった部数での印刷が必要。
未出版物・教材以外 情報発信・研究成果の資料・電子	×	△	○	◆配付後資料の学生の管理負担が高い。
既出版物・教材以外 一般書籍	×	△	○	◆1冊あたりの出力単価が高い。
電子化の推進	△	○	○	◆コンテンツ配信、ネットワーク環境が必要。 ◆ネット配信の不正コピー・著作権管理対策が必要
従来の印刷	△	○	○	
コピー	×	△	○	
プリント出力	△	○	○	
POD印刷	△	○	○	
デジタル(電子)書籍	△	○	○	

「従来の印刷」「コピー、プリント出力」に加え、
電子化の推進により「電子書籍化」「POD印刷」が導入され始めている

DNP2018

図 2.28 教科書・教材の形態と制作手法

d) デジタル教科書とは?

①種類(フォーマット)

一般市場(BtoC)を中心に普及しているEPUB。特徴は、文字拡大や、縦横組変換、最近では読上げにも対応。次に、PDFに代表される、固定レイアウトとなる(図2.29)。大学の教科書では、図版や、画像が多用され、本文とリンク

電子書籍	固定レイアウト型 (画像で表現) (PDFなど)		◆ページレイアウトをそのまま表現 ◆雑誌・新聞での利用 ◆既出版物での利用 ※印刷用データがない場合
	リフロー型 (テキストで表現) (EPUBなど)		◆各デバイスに文字送り・ページ送り が対応され表現される ◆改版、訂正が容易 ◆ページ指定の不可
	リッチコンテンツ (動画や音声も駆使した表現)		◆辞書コンテンツなどでの利用。 ◆制作費用増加(動画・音声の制作、イン タラクティブ化編集) ◆インタラクティブ化(問題集の正誤判定 や成績管理など)で講義の幅が拡大 ◆e-Learningへの応用が可能

電子書籍の形態は「固定レイアウト型」と「リフロー型」に分かれ、
図・表を中心としたレイアウト重視か、テキストの読みやすさを重視するかで判断が必要
学術書は殆どが固定レイアウト(PDF)!

DNP2018 |

図 2.29 新しいデジタル教科書・教材

(参照ページ)のため、殆どがPDFである。一方、医療系を中心に、リッチコンテンツの要望も強くなってきている状況。

②配布(配信)

デジタル教科書配信の特性(図 2.30)。最近の傾向は、媒体配布型が全く売れない状況。一方で、単にネット配布に移行すれば良いかというと、ライセンス販売となり、大学側で資産化できず、買いづらいと躊躇される状況や、提供する側も、配信のための設備負担が掛かるなど、媒体配布隆盛の頃と比べると、収益化が難しいといった状況。

		不正コピー 対策の強度	配信環境の設 置規模	ネットワーク 回線の負荷	在庫管理の負 荷
ストリーミング型	・コンテンツはデバイスにダウン ロードしない。 ・読み進む度にネットワーク経由 でのコンテンツ配信。	○ 遠 ダウンロードなし ネットワーク	× 大 常時接続で コンテンツ配信	× 大 常時接続での コンテンツ配信	○ 小 在庫レス
ダウンロード型	・コンテンツをデバイスにダウン ロードする。	○ 中 専用環境ソフト ネットワーク	△ 中 初期ダウンロード 配信時は接続のみ	○ 小 初期配信 だけの接続	○ 小 在庫レス
媒体配布型 (CD-ROM、DVD-ROM、 SDカードなど)	・媒体にデータを格納し配布す る。 ・媒体とデバイスの相性がある。	× 大 専用環境ソフト 媒体管理が必要	△ 中 専用環境ソフト 配信時は接続のみ	○ 小 ネットワーク接続 は不要	× 大 配布用媒体の 在庫が必要

配信は「ストリーミング型」「ダウンロード型」「媒体配布型」がある。
授業での利用、学外での利用など想定される利用シーンで判断が必要

DNP2018 |

図 2.30 新しいデジタル教科書・教材

③デジタルと著作権

学内での著作物の用途と著作権処理の有無につき纏めてみた(図 2.31)。

著作権の許諾なし(著作権法35条)で利用できる範囲

	正規授業	LMS配信 公開講座 オープンキャンパス等
教室内の資料配布	○	×
遠隔授業(同時利用)	○	×
学生用教科書・教材配信	×	×
学生用講義映像の配信	×	×

授業の過程であっても
教材を配信したり、講義
を収録して配信等は認
められていない。

教材制作における
著作権処理が重要

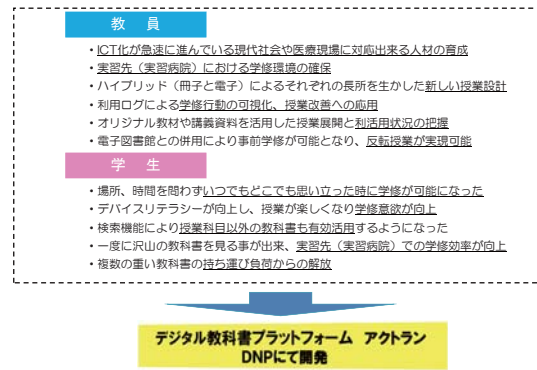
DNP2018 |

図 2.31 新しいデジタル教科書・教材

紙の著作物を授業で利用する事は、著作権第 35 条の権利制限規定にて許諾なしに利用可能だが、デジタルやネットワークが登場してきてから、状況は一変。デジタル教科書については、権利制限規定に盛込むべきといった議論が、推進協議会等を立上げ、積極的に発信するようになって来た。

e) デジタル教科書が求められる理由

なぜ、デジタル教科書が求められるのか? 教員及び学生の声を集約すると、記載の通りとなる(図 2.32)。



DNP2018 |

図 2.32 デジタル教科書 PF の開発理由

f) デジタル教科書配信サービス(図 2.33)

デジタル教科書プラットフォームの特徴は、市販の教科書だけでなく、配布教材や、調べ物に便利な辞書ツール等を一括管理が可能(図 2.34)。デジタルの世界でも、教育・学



DNP2018 |

図 2.33 デジタル教科書事業イメージ図



DNP2018 |

図 2.34 デジタル教科書プラットフォームのイメージ

【実証実験概要】

授業スタイル：教員がプロジェクタで電子教科書を投影し授業を実施。

学生は各自PCでデジタル教科書を表示し授業を受ける。

※教育現場では、アクティブラーニングや反転授業といった講義形式の変革が進んでいるが、現状ではこのような従来型講義へのデジタル教科書の導入要望が多い。



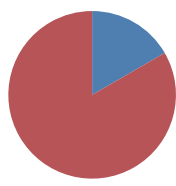
利用中、利用後の要望

- ・教員：画面の拡大や縮小等のショートカットキー対応、ノンブル数字入力によるページジャンプといった、電子教科書をプロジェクタで投影し授業を行うための操作性指摘が多く、
- ・学生：授業外（前・後）におけるスマホ対応等の要望が多い。

DNP2018 |

図 2.35 実証実験の概要

Q2：今後、「デジタル教科書」のみ使用、「デジタル教科書」と「紙の教科書」を併用、どちらが望ましいと思いますか？



- 「電子教科書」のみ使用
- 「電子教科書」と「紙の教科書」の併用
- 「紙の教科書」のみ使用

「デジタル教科書」のみ使用	4
「デジタル教科書」と「紙の教科書」の併用	20
「紙の教科書」のみ使用	76

DNP2018 |

図 2.36 実証実験（アンケート）

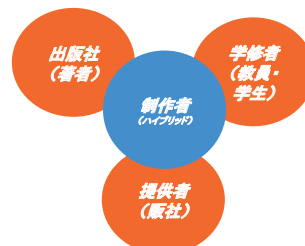
習では、マーカーやメモ、しおり等が必要。また、これらの履歴データを、共有することが可能であり、以前やった実験では、優秀な学生の履歴を共有（見たい）という要望が高かった事が強く印象に残っている。

g) 学生は何を求めているのか？

いくつかの大学に協力を得て、実証実験を実施。同実験は、

デジタルで知って、紙で学ぶ 教育・学修こそ、紙との共存が必要

提供側が共存型モデルを早急に構築すべき



DNP2018 |

図 2.37 まとめ

まさしく、紙とデジタルの共存についての実証実験となった（図 2.35）。

実証実験では、利用した学生から、様々なアンケートを取得。

電子書籍で充足する読者が急激に増えているが、一方で、教育・学習といった利用では、教科書・教材は、何か目的を達成するための手段のため、利便性や利活用の高いメディアを適宜選びたいとのニーズがひじょうに高いことが、アンケートを通して、改めて裏付けられた結果となった（図 2.36）。

h) 総論

デジタルで知って、紙で学ぶ。

教育・学習こそ、デジタルと紙の共存が必要（図 2.37）。

早急に共存型モデルとして、メディアの特性を熟知し、用途に応じて、利便性の高い提供モデルを構築する必要がある。

学修者（教員・学生）、提供者（販社）及び出版社（著者）間において、相互を WIN&WIN とする、重要な役割を印刷会社が担ってこそ、実現するものと信じてやまない。

（盛田宏久）