

印刷雑誌 JAPAN PRINTER

特集 印刷の見え方を考える

- 見え方に影響を及ぼす用紙特性
- 多様性を可能にするMUD
- カラーマネージメントと色の見え方



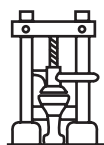
印刷学会出版部 発行

印刷産業振興

印刷メディア教育の進展

目次

2017年
5月号



..... **特集** 印刷の見え方を考える
11 見え方に影響を及ぼす用紙特性 木村 篤樹
19 多様性を可能にする MUD 浦久保 康裕
27 カラーマネージメントと色の見え方 編集部

..... **技術情報**
33 日本印刷学会技術賞受賞
富士フィルムグローバルグラフィックシステムズ
35 デジタル印刷をものにするために page2017
40 パウダーレスインキ「キレイナ」の実力 (広告)
48 印刷通販と写真乾板を学ぶ 千葉大学画像工学同窓会
49 PE で生活が変わる 千葉大学学術研究推進機構
50 新製品紹介
59 情報発信のアイデア
大日本印刷, 凸版印刷, 共同印刷, トップラン・フォームズ
71 印刷を支える紙 日本印刷学会

..... **業界動向**
31 名誉会員に3氏 日本印刷学会
53 印刷界展望
65 印刷メディア教育の進展 (第1報) 木下 堯博
74 印刷イベント・スケジュール 2017
75 中間調
76 ルーペ
77 (一社) 日本印刷学会イベント案内

..... **海外情報**
43 ワールドニュース 尾崎 章
47 国際的プライベートショー ファンケラー

..... **デザイン・文化・歴史**
02 紙だから伝えられる価値がある: 『印刷雑誌』100年へ
09 印刷の文化・歴史にふれる
64 資料

..... **好評連載**
34 京都の元・若旦那 IT 奮闘記 (125) 中西 秀彦
70 デジタル出版よもやま話 (221) 植村 八潮

表紙デザイン 大貫 伸樹

印刷の見え方を考える

見え方の定義

2015年7月号の特集は「見やすさ・読みやすさ」でしたが、ある識者から、「見やすさと読みやすさの定義をするのが先だ」と言われ、反省しました。その苦言を活かせてはみませんが、今月号は印刷物の見え方に関し、1月に日本印刷学会の西部支部が開いたセミナーから情報を頂戴しました。

このセミナーは午後半日で、計測器、カラーマネジメント、紙、ユニバーサルデザイン、と4つの視点から印刷物の見え方の話を聞くことができ、有意義な時間でした。

紙に関しては、三菱製紙の木村篤樹さんに再度登場していただきました。インキ、トナー、インクジェットインクなどの材料と印刷機械、印刷版式はもとより、紙の種類により印刷物の見え方が変わってくるのは周知のとおりです。その紙についてわかりやすく解説いただいています。

前述の2015年7月号の特集では「“わかりやすさ”という新しいビジネス」としてユニバーサルコミュニケーションデザイン協会の三村一夫さんに執筆いただきましたが、今月号は全日本印刷工業組合連合会でメディアユニバーサルデザイン(MUD)を推進している一心社の浦久保康裕社長に現状を紹介いただきました。判別しにくい色のパターンや、形を把握しづらい文字の例など、MUDの活動、資料は参考になることが多々あります。このような例を印刷会社の営業マンが知っていると、健常者のことしか考慮していないデザインを受注するような場合、助言できたりしますので、MUDは参考になることがあります。

カラーコミュニケーション

西部支部ではこのほか、色の見え方の基本や測色機の使い方、カラーマネジメントについても講演がありました。詳細は次の機会に掲載できればと存じます。

また、今後LEDが照明の主流になるでしょうが、蛍光灯と同じ色温度でも印刷物の色の見え方が異なるので、見る環境に関しても取り上げられたらと考えます。

印刷物そのものの評価でも、照明の違いで色が異なって見え

ても、色の見え方とは不思議なもので、一人ひとり感性やこだわりが異なるので、カラーコミュニケーションは大変難しいものがあります。カラーコミュニケーションが上手いかず、印刷会社は知識のないデザイナーやクライアントに泣かされるのがしばしばあります。

簡易的な色校正システムを最適に活用したいところですが、最終的な印刷物の色を確認したいのであれば本機校正が必要です。本機校正を行っている会社の話もよく聞きますが、サービスの延長でなく、本機校正のコストや時間のデメリットを、きちんとクライアントに説明していれば良いのですが。

デジタル色校正システムに関しては「色校正システムの色を印刷機に合わせる」必要がありますが、「印刷機の色校正システムの色に合わせる」という考えの印刷会社があるようです。自社の複数の印刷機の平準化を図り、どの印刷機でも同じ色になるようにメンテナンスし、その後色校正システムを印刷機の色に合わせる。ということを行っていかなくてはなりません。

いずれにせよ、色の基礎知識があつてのことでしょうから、色や見え方に関し、本特集がお役にたてば幸いです。

中村幹（本誌編集長）

見え方に影響を及ぼす用紙特性

木村 篤樹*

キーワード 印刷用紙；填料；光源；LED；色差；紙メディア

前回本雑誌に寄稿させて頂いたのは、丁度2年前の同じ時期であった。内容は「紙の視点から見たインクジェット印刷システム」と題して、デジタル印刷、とりわけインクジェット印刷においてはなぜ専用紙、つまりプロダクションインクジェット用紙が必要なのか、そしてそこに将来性はあるのか、などについて解説した。

さて、今回はデジタル印刷とは少々趣を変えて、2017年1月に開催された日本印刷学会西部支部2017冬季セミナー「多様化する環境における色の見え方を考える」で筆者が講演させて頂いた「見え方に影響を及ぼす用紙特性と市場動向～紙メーカーからみた市場ニーズと用紙選定の留意点～」を基に書き下ろしたものである。構成は大きく三つに別れており、先ず印刷用紙の基本的な構成や代表的な素材について、次に本稿の主題である見え方に影響を及ぼす用紙特性について、そして最後に“見た目”以外の大切な事を電子媒体と比較しながら、紙媒体の現在と未来について順序だてて説明したい。

印刷用紙の基本構成と代表的素材

紙とは日本工業規格（JIS）によると「植物その他の繊維を膠着（こうちやく）させて製造したもの。なお、広義には、素材として合成高分子を用いて製造した合成紙のほか、繊維状無機材料を配合した紙も含む」と定義されている。本稿ではも

ちろん前者の植物由来の紙について言及するが、もっと大雑把に言うと、「木と空気と泥」がシートになったもの。つまり木材由来のパルプ繊維が絡み合ってシート状になり、その隙間に空気や填料¹⁾が適度に介在し、顔料を塗布したりしたものである。（図1）

もちろん塗布しなければ非塗工紙、塗布すれば塗工紙と呼ばれ、またバージンパルプが主体なら上質紙、メカパルプ²⁾が入れば中質紙、古紙パルプが入れば再生紙などに分けられ、さらに塗布量の多少、つまり厚化粧か薄化粧かで、アート紙、コート紙、微塗工紙などと様々なジャンルに分けられる。填料についてもその多少で紙のしなやかさや不透明度などを調整でき、一般的に書籍用紙には填料が多めに配合されている。空気については多くなればなるほどいわゆる高高級というジャンルになり、逆に究極に空気の介在を省くためにパルプ繊維を細かく刻み圧力をかけると光の乱反射を抑え透過性が良くなる、いわゆるトレーシングペーパーという銘柄になる。

代表的な素材としては先ずパルプが上げられる。

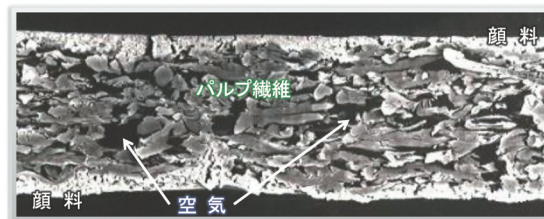


図1 紙ってどんなもの？

- 1) 填料とは、顔料ではあるが塗布ではなく紙を抄き込む段階で既にパルプ繊維と一緒に混ぜ合わせたものを特にこう呼ぶ。
- 2) メカパルプとは、物理的な力で木材を破碎してパルプ（製紙用植物繊維）化したもの。メカニカルパルプの略。一般的には化学的反應で木材を分解・分離する化学パルプが主流。

* KIMURA, Atsuki

三菱製紙株式会社

洋紙事業部海外営業部（DPM チーム）

〒130-0026 東京都墨田区両国 2-10-14

kimura_atzuki@mpm.co.jp

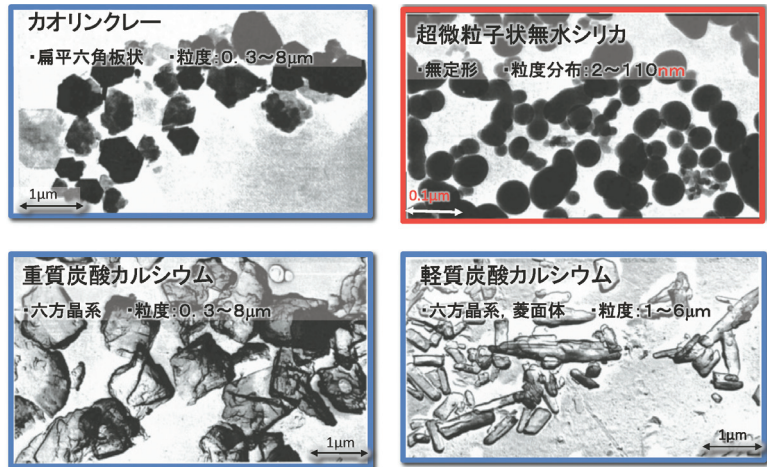


図3 塗工紙の顔料

パルプとは「木材その他の植物を機械的または化学的処理によって抽出したセルロース繊維の集合体」のことで、木材パルプの原料には、広葉樹（L材）と針葉樹（N材）とに大別される。広葉樹パルプの繊維は短く細いのに対し、針葉樹パルプの繊維は長く太い（図2）。上質紙を代表とする一般的な紙には広葉樹が主体となるが、風合いの変化や強度面の補強で針葉樹を混ぜる場合がある。

次に代表的な素材には顔料があり、炭酸カルシウムとカオリンがその代表銘柄であるが、炭酸カルシウムにはその製造方法の違いから重質炭酸カルシウムと軽質炭酸カルシウムがある。また従来型インクジェット紙では超微粒顔料のシリカがある（図3）。何れも個々の粒子の形状や粒度に特徴があり、塗布量、塗布方法、配合比などによって、印刷性も含めた紙の見た目や機能に大きく影響を及ぼす。

その他の素材としては、成分同士や原紙との接着、塗液の流動性・保水性の向上を目的とした

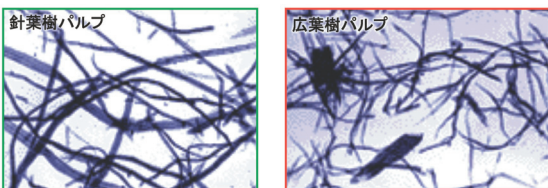


図2 木材の繊維。左の針葉樹パルプは繊維が長い（約3mm）。みごの広葉樹パルプは繊維が短い（約1mm）

SBR（スチレン・ブタジエンゴム）系ラテックスに代表される接着剤、補助剤として塗液の安定性を担う分散剤、見た目の調整に直結する染料、色顔料などがある。

印刷用紙の品種分類

印刷・情報用紙のくくりで紙の品種を分類すると、非塗工紙では白色度75%程度以上の上級印刷用紙Aと、白色度75%程度以下の中級印刷用紙B、白色度65%程度以下の中級印刷用紙C、および白色度55%前後の下級印刷用紙Dの4つに分けられている。また、塗工紙では塗布量と使用原紙の違いにより、上から上質紙ベースで両面塗布量50g/m²前後をアート紙、40g/m²程度以下を上質コート紙（A2コート紙）、30g/m²程度以下を軽量コート紙（A3コート紙）と呼び、中質紙ベースで両面塗布量20g/m²程度以下を微塗工紙と分類している。³⁾

このような分類で分けられた各品種は、色目や質感も異なり、見た目にその違いは認識される。因みにA2コート紙クラスの塗布量がないと、図4で示す通り紙表面のパルプ繊維は完全には覆れない。

3) 日本製紙連合会「紙・板紙統計年報 平成25年度版」

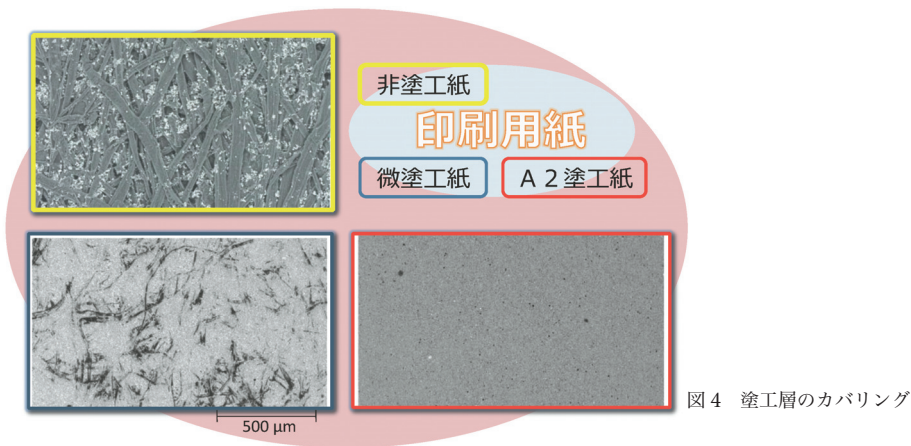


図4 塗工層のカバリング

色の見え方 (光源・媒体)

一般的に光源が違えば色が異なって見えるのは感覚的には理解されていると思う。では実際のところ、どういう時に、どういう物が、どういう風に見えるのか？ 順を追って解説したい。

光源は自然光と人工光に大別される。自然光とは即ち太陽光（昼光）をさし、光の赤、緑、青成分がほぼ均等に含まれ、文字通り美しい自然な色に見える。一方の人工光には白熱電球のように熱放射により発光し、光の赤成分が多く、全体的に黄色っぽく見えるものと、蛍光灯のように電磁波によって放電発光し、光の赤成分が少なく、

全体的に青っぽく見えるものや、水銀ランプのように電気によって放電発光し、光の赤成分が極端に少なく、全体的に緑っぽく見えるものがある。今流行のLEDも同様に電気エネルギーを物質内部に取り込み、光のエネルギーとして放出する現象を利用しており、チップと蛍光体の各色の組み合わせにより色目が変わる。

同じ試料（モノ）でも光源によって色の見え方が違うのは、例えば標準の光 D65 と標準の光 A とでは全く分光分布が違い、モノから反射される光の分光分布、即ち目に届く反射光が違うからである。（図5）

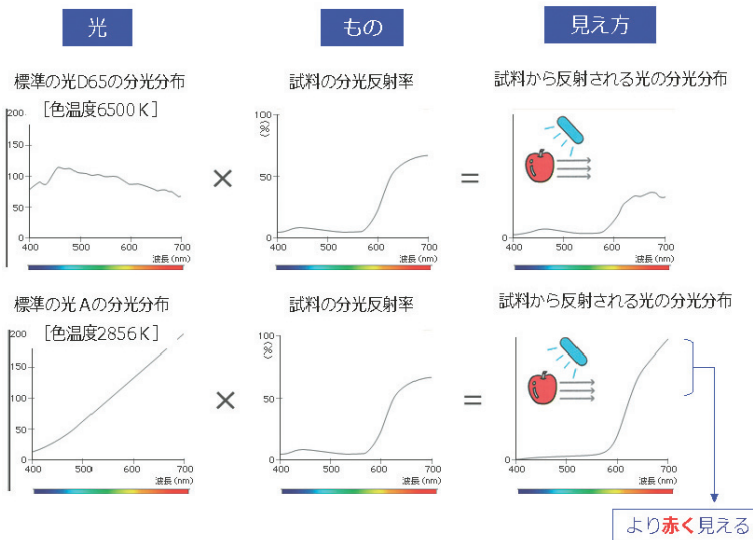


図5 光源が違う場合の色の見え方 (出典: KONICA MINOLTA ホームページ 計測機器 色色雑学)

一方、同じ光源でもモノによって色の見え方が違うのは、異なる分光反射率を持つ二つのモノ (A, A') が、例えば標準の光 D65 の場合、長波長側の分光強度が弱いため、長波長側の強度に差があるモノ同士でも反射光が大差なくなり同じ色に見えるのに対し、長波長側の強度が強い標準の光 A の場合、反射光が大きく変わり違う色に見えるからである。(図6)

LED 光源の発光方式と特徴

基本的な LED チップ (発光素子) の構造は、正孔が多い P 型半導体と電子が多い N 型半導体が接合された“PN 接合”で構成されている。このチップに順方向に電圧をかけると、チップの中を正孔と電子が移動し電流が流れる。移動の途中で正孔と電子がぶつくと結びつき (再結合)、この状態では正孔と電子がもともと持っていたエネルギーよりも小さなエネルギーになる。その時に生じる余剰なエネルギーが光のエネルギーに変換され発光するのが LED の発光原理である。

この発光の色が多彩なのは、チップに使用される化合物によって放出される光の波長が異なるからである。例えば、紫・青系では Al (アルミニ

ウム), Ga (ガリウム), In (インジウム) があり、赤系では N (窒素), P (リン) などがある。

白色光を如何にして作るかについて、光の色はその波長によって決まるが、白色光は 2 色以上の光を混ぜ合わせれば良い。現在の主流は、シングルチップと呼ばれる「短波長 LED チップ + 蛍光体」励起方式で、青色 LED の光を黄色蛍光体に通して白色発光をさせる。この「青色 LED + 黄色蛍光体」の特徴は、紫外光がないことと、短波長域 (青) の分光分布がシャープで、中波長 (緑) ~ 長波長 (赤) 域がブロード、つまりほぼ全波長域をカバーしていることに加え、500nm 付近に谷があり、長波長域の強度が弱い (赤色領域不足) が上げられる。なお、青色 LED と組み合わせる蛍光体を「黄色 + 赤色」、あるいは「緑色 + 赤色」にすることで、より自然な“白”に近づける事もできる。(図7, 図8)

また、「近紫外 LED チップ + RGB 蛍光体」励起方式だと更に高い演色性が得られるが、寿命改善が課題とされている。一方、マルチチップと呼ばれる「RGB3 色 LED チップ」や「補色関係 2 色 LED チップ」混光方式という白色発光方法もある。非常に綺麗な白色が得られる反面、色のバ

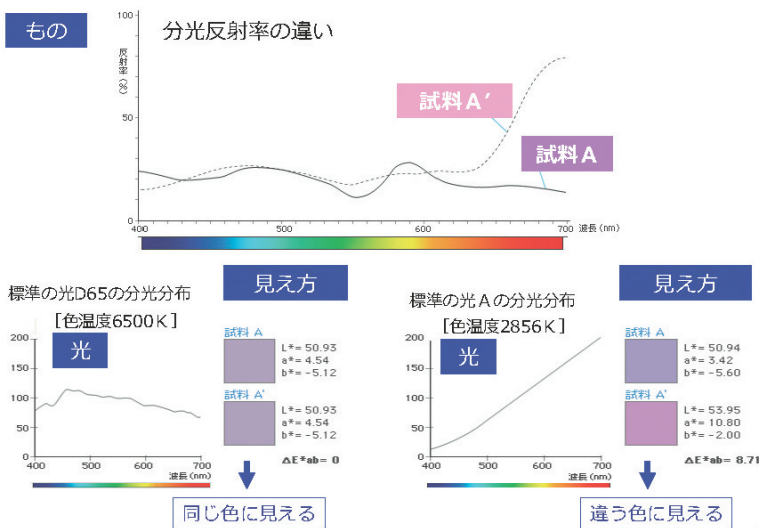


図6 試料 (モノ) が違う場合の色の見え方 (出典: KONICA MINOLTA ホームページ 計測機器 色学雑学)

ラツキが目立ち、各色LEDのバラツキ抑制が必要で、コストも高いとされている。(図9)

既存紙の実際の見え方

光源が変われば見え方も変わるの常ではあるが、では紙の場合ほどの程度変わるものなのだろうか。実際のところ、光源の紫外光の有無や程度もさることながら、紙自体の蛍光染料(蛍光増白剤)の有無や程度に依存することは容易に想像できる。そこで、国内メーカー6社32銘柄から代表的なA2マットコート紙、A2グロスコート紙、上質紙、および書籍用紙を選び、それらを二つの光源(白色LED光、蛍光灯)相当で比較してみた。

まず塗工系では、A2マットグレードは、蛍光強度がおおよそ1.0～4.0程度に分布していたが、

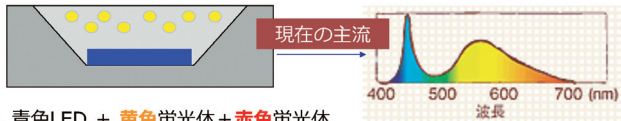
それらの色差 ΔE^* (蛍光灯, LED)は、1.0～2.5前後であった。ただし、蛍光強度が10を超える高白色銘柄の ΔE^* は7.0を超えていた。A2グロスグレードは、蛍光強度がおおよそ2.0～4.0程度に分布し、それらの色差 ΔE^* は、2.0～3.0程度であった。

次に非塗工系では、上質紙の蛍光強度は0.0～1.0程度で、それに対する色差 ΔE^* は0.0～2.0程度に収まる。書籍用紙は一般的に無蛍光品が多く、実際に蛍光強度は0.0前後と無いに等しいレベルだったが、その色差 ΔE^* も0.0～0.2と非常に小さい。

以上の結果から明白なのは、光源の違いによる見え方の違いは、光源に紫外光が含まれるか否か、紙側に蛍光染料が入っているか否かで変わってし

励起方式：シングルチップ(短波長LED + 蛍光体)

1. 青色LED + 黄色蛍光体



2. 青色LED + 黄色蛍光体 + 赤色蛍光体



3. 青色LED + 緑色蛍光体 + 赤色蛍光体

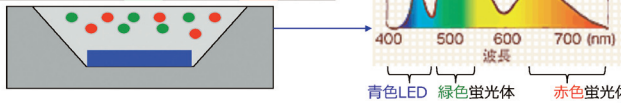
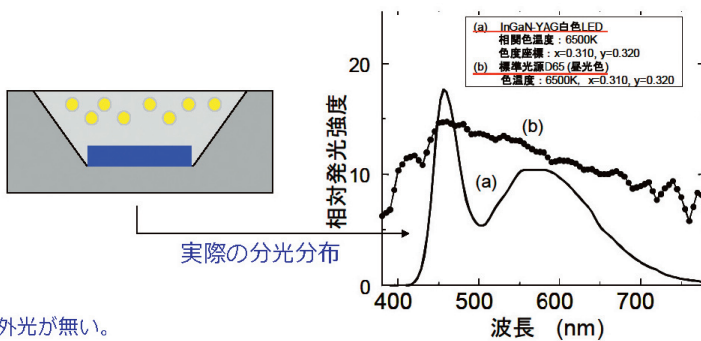


図7 白色LEDの発行方式(1)



- ✓ 紫外光が無い。
- ✓ 短波長域(青)の分光分布がシャープ
中波長(緑)～長波長域(赤)がブロード
500nm付近に谷があり、長波長域の強度が弱い(赤色領域不足)

図8 「青色LED + 黄色蛍光体」の特徴

まうことである。もし光源に左右されない安定した白さの紙を必要とするならば、それは“紙自身もつ白さ”が重要といえる。即ち、蛍光染料での増白効果は期待できないので、顔料・填料・パルプ自体の素材の白さを極め、時には青色系色材で色相調整する施策である。しかし、これらの施策はコストアップに直結しており、現実的な対応ではないと考える。また、海外品数十銘柄の中から、オフセットコート紙の蛍光強度を測ってみると、4.0～6.0程度であり、プロダクションインクジェットコート紙の蛍光強度は2.0～12.0程度であった。このことは特に青白さを好む海外市場では、増白効果を蛍光染料に依存しているのは明白であり、「光源が変われば、見え方も変わる」という当り前の現象は、古今東西広く受け入れられていると考えるのが妥当ではないだろうか。

紙媒体の現在と未来

紙の消費量が減っていることは、印刷業界、出版業界、新聞業界の例を見るまでもなく、明白ではあるが、一方で紙は五感に訴える媒体として見直されだしていることも事実である。それは単に見た目だけの問題ではなく、根源的な特性に起因しているともいえる。そこで、見た目以外の大切なことを探るために、哲学・認知工学的な見地や電

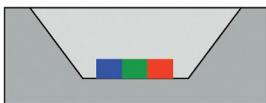
子媒体との客観的な比較で改めてその良さを探りたい。

紙媒体とは何か。製紙科学の権威であられる東京大学名誉教授の尾鍋史彦氏（元日本印刷学会会長）が、紙というモノが人間や社会にとってどのような意味を持っているのか、どのような存在理由があるのかなどを解説されている。カナダの英文学者 Marshall McLuhan によれば「メディアとはメッセージ」である。即ち情報を載せるモノであるメディアが人の情感のようなものを伝達することを示し、またフランスのメディア理論“メディアオロジー”におけるモノとしての紙は「文字を定着させる支持体として、人間的への訴求力を発揮するもの」、即ち人間社会における物質の形態をもった知の集合体である書物の重要性を示唆しているとのこと。また加えて「紙は思考を定着させるメディア」とも定義されている。

認知工学も広範な哲学の範疇にあるとして、人が生み出して来たモノ（人工物）に共通するのは“使われる”ことを目的とし、人にとっては“使える”ものでなければならず、“使い易い”ものでなければならない。この使い易さを追求する学問が認知工学である。この“使い易さ”とはモノ自体が持つ物理的特性ではなく、人との関係で決まるものであり、人というフィルターを介してモ

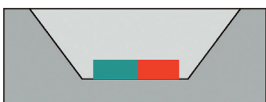
混光方式：マルチチップ（三原色・補色）

1. RGBの3色LEDの組合わせ



- ✓ 綺麗な白色が得られる
- ✓ 高コスト
- ✓ 各色LEDのパラツキ抑制が必要
→白色にした場合、色バラツキが目立つ

2. 補色となる2色LEDの組合わせ



- ✓ LEDの色によって点灯電圧が異なる
→回路構成の複雑化、制御難

(例) 青緑色LED + 赤色LED

図9 白色LEDの発行方式(2)

ノを見た属性であると。

モノ（人工物）には、モノとしての特性を重視した単なる物理的な人工物と、情報の伝達・認知を重視した人工物とに分けられる（図10）。ユーザビリティの概念を世に知らしめた米国の認知工学者 Donald A. Norman は、この“情報の表示・操作・保守を目的とした人工物”を認知的人工物と定義した。人がモノ（認知的人工物）を使うということは、何らかの問題を解決するための道具として使われるわけで、そこに“使い易さ”が問われるわけである。この“使い易さ”はモノそのものの特性ではなく、人とモノとの相互作用の特性であり、その相互作用の評価においては感性に委ねられるので、評価は容易ではない。この問題を紙に転ずると、紙の使い易さや紙の感覚への調和性である感性機能との関係があるという。

では、人と紙との関係をどう捉えるのか。それを一番端的に表しているのは「記憶」である。人は紙の上に載った情報のやり取りで、脳内への「記憶」の蓄積を経て内面に「知」が形成され、その総体として「文化」が生まれる。また知の形成を能動的に行うことが教育であると捉えることができる。この「記憶」とは過去の経験を保持し、再現利用する機能であり、符号化（記銘）、貯蔵（保持）、検索（想起）の三段階からなる。保持時間の長さにより感覚記憶、短期記憶、長期記憶に分けられ、知の形成には長期記憶が重要だといわれている。記憶が知の基盤だとすると、どのようなメディアが記憶に有利かがポイントである。

一般的にメディアに必要な特性として、モノとしての特性、読み易さ、そして記憶のし易さが上げられる（図11）。紙は人への高い親和性と感情

価（快・不快など人の感情をどの程度引き起こすかの評価尺度）から人の感覚への調和性が高い。一過性のフロー情報ならば視覚が捉え、知覚し、判断できれば忘却してもよいが、記憶として知の形成の一部を担うべきストック情報は、文字を載せる媒体であるモノが人の意識を覚醒・集中させ、注意を惹付けることが重要である。また感情が認知課程に大きく関与していることを併せ考えると、生理的違和感がまだ完全には解消されていない多くの電子メディアは認知的不協和音を生じ、長期記憶を必要としない分野にしか使えないと言える。逆に紙を通した記憶は残りやすいとされる。これこそがデジタル時代においても有効な紙メディアの存在理由であると述べている。

紙メディアと電子メディアとの違いについては、富士ゼロックス研究技術開発本部の柴田博仁氏が客観的データを発表されている（例えば本誌2012年5月号「ペーパーレスはオフィスの理想像か？」）。紙幅の関係で詳しくは言及できないが、是非富士ゼロックステクニカルレポート No.21 2012 をネットで検索して頂きたい。一部を紹介すると、人間の思考は“道具”に左右されるという。ある大学の実験で、講義ノートを手書きとパソコン（PC）入力に分けて成績を比較したところ、

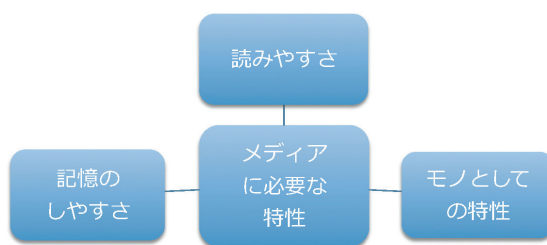


図11 メディアに必要な特性。（出典：尾鍋史彦「紙を哲学する：人間・記憶・知・文化・教育と紙メディア」紙パルプ技術タイムス2017年1月号）

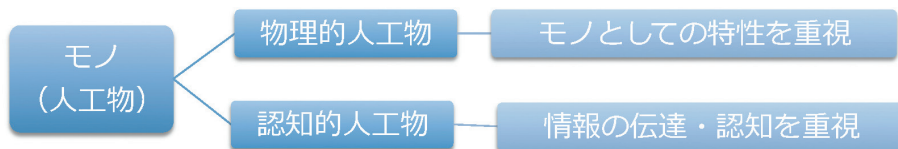


図10 モノ（人工物）には、モノとしての特性を重視した単なる物理的な人工物と、情報の伝達・認知を重視した人工物とに分けられる（出典：尾鍋史彦「紙を哲学する：人間・記憶・知・文化・教育と紙メディア」紙パルプ技術タイムス2017年1月号）

成績が上がったのは手書きのグループだったと。これは手書きだとメモに書き手の解釈が入るが、PC入力では聴いたことをそのまま打ち込むだけで思考の余地が少ないことや、リンクから関連情報が得られ易い反面、リンクが本文を読むことへの集中を途切れさせ、関連情報を得たことで考察しないままに理解したつもりになってしまう、つまりある種受動的学習になっているからだと言われている。一方の紙だと見る側の選択肢や後で見返したりするなど、適度に見る機会を自らつくり、見る側の自由度がある、ある意味能動的な学習がなされるからだろうと。結局万能なメディアは存在せず、電子か紙かの二元論、二項対立的な議論ではなく、表示メディアと操作メディアという個性の違いから使い分けることが肝要である。では、どこで使い分けるのか。「保存すべきは情報、使うべきは紙」という一つの提言をなされている。

多様な姿がある紙

紙媒体と一口にいっても狭義にも広義にも実に様々である。本稿では主に印刷用紙や出版用紙を念頭に解説してきたが、“紙”が出来上がるまでには、商材・用途、印刷方式、嗜好、経済性など実に多くの因子がある。見た目ひとつをとっても海外は目に鮮やかな青白さを好み、日本は暖かみのある白さを好む。また、オフセット用紙とインクジェット用紙ではインクの濃度や色域の違いだろうか、インクジェット紙の方がよりコントラストを出すために白い傾向があるようだ。また見た目のみならず触感や扱い易さなども選択肢になるであろう。いずれにせよ電子メディアと比べて紙メディアは五感に訴えることができる。それ故に昨今広告（販促）媒体として復権してきているのである。

ただし、それらは「必要な時に、必要なところへ、必要なものを、必要なだけ」届けられること

が前提となっている。即ちデジタルマーケティングの中のデジタル印刷ソリューションの一つとして求められているわけで、決して版から起こす従来の印刷物を指しているのではない。情報メディアとしての“紙”の位置付けは今後も変わらないだろうが、万能なメディアは存在しないので、電子、紙に関わらずそのつど最適なメディアを提供するクロスメディア志向で上手く使い分けて行くことが肝要だといえよう。 ■

【参考文献】

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

柴田博仁, 「紙と電子メディアの徹底比較」, 2015年4月10日, 印刷技術懇談会定例会

柴田博仁, JAGAT page2016 基調講演「紙メディアの特性と優位性, その科学的な表現の可能性」講演資料

柴田博仁, 富士ゼロックス テクニカルレポート No.21 2012

中島龍興・福田佳子, 「図解入門よくわかる最新LED照明の基本と仕組み [第2版]」, 秀和システム, 2012

KONICA MINOLTA ホームページ, <https://www.konicaminolta.jp/instruments/knowledge/color/part2/index.html>



印刷用紙とのつきあい方
原 啓志 / 著
印刷学会出版部

印刷技術と用紙の関係、加工特性、規格などの基本事項から背景にある技術的原理やデザインとの関係まで体系的に解説！

商品は <http://japanprinter.thebase.in> より注文できます