



# 「インライン・デジタル・プリンティング（IDP）技術の紹介」

(株) サトー

IDP ソリューションカンパニー

柴田 剛

はじめに

商品パッケージは中身商品の価値を示すデザインや情報表示以外に、商品の個別管理として消費期限、ロット番号、製造場所、生産者、成分など可変情報を付与することが安心安全のニーズから近年益々重要になっている。更に個人の好みに合ったパーソナルな情報を可変情報として商品包装に印刷する動きも活発である。一方、可変情報を最適なタイミングで、かつ効率的に付与するために様々な技術課題を解決しなければならない。

本稿では、可変情報の印字を高速・高品質で実現するインライン・デジタル・プリンティング（以下 IDP）を紹介する。

## 1. IDP とは

IDP とはサトーグループの英国 DataLase 社が開発した光を熱に変え発色する特殊な感熱顔料（IDP 顔料）を微分散した印刷インキなどの材料に加工し、その塗工面に赤外線レーザー光を照射することで発色させる独自技術である。図 1 に IDP の適用事例を示す。IDP 顔料をフレキシインキに加工し、予め段ボール面にフレキシ印刷機で所定エリアをべた印刷を行い、商品梱包後にその印刷エリアに QR コード、バーコードなど可変情報を赤外線レーザーで照射して印字する。静止した段ボールだけでなく、レーザー光を高速で走査させることで、生産ラインに流れている段ボールに追従しながら印字することも可能であ

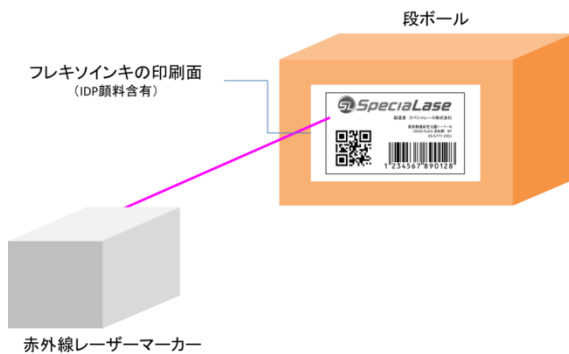


図 1 IDP の適用事例（段ボールへの印字）

## 2. 発色原理

IDP 顔料の PRIME を例に発色原理を説明する。図 2 に概念図を示す。ビヒクルに微分散された PRIME 粒子を含む材料に CO<sub>2</sub> レーザー（波長：10.6 μm）を照射すると、その波長域に強い光吸収を有する PRIME 粒子自身が光熱エネルギー変換して自己発熱し、約 280℃で化学変化を起こし鮮明な黒に発色する。PRIME は CO<sub>2</sub> レーザー照射波長域の光吸収をトリガーに発色する大変ユニークな感熱顔料である。発色濃度は単位面積当たりの PRIME の光吸収量に依存する。従って、単位面積当たりの PRIME 量が多いほど発色濃度は高く、ビヒクルや PRIME 含有層の上層の光吸収阻害が少ないほど発色濃度は高い。

レーザー照射により発色印字させる他の方式も開発されているが、PRIME は光熱エネルギー変換能が非常に高いため、高感度、高コントラストな印字が実現できる。

なお PRIME を使用したパッケージは既に欧米食品メーカーにて採用実績があり、スイス連邦の法規制「スイス条例」、さらに食品パッケージ用インキの自主規制である印刷インキ工業連合会が制定した「NL 規制」に対応し、食品包装用インキ顔料として世界標準で適合している。

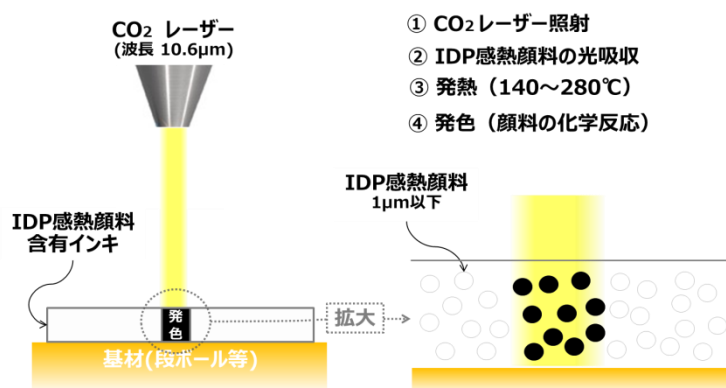


図 2 IDP の発色原理

## 3. CO<sub>2</sub> レーザーの使用

IDP で用いるレーザーは主に CO<sub>2</sub> レーザーを用いる。CO<sub>2</sub> レーザーは汎用レーザーとして普及しており、比較的安価で、既に製造ラインでアブレーションによる印字に使用されている場合も多く、レーザーを買い替えることなく IDP に切り替えできる大きなメリットがある。また、IDP では高感度で印字できるので、レーザーを低出力で使用できるメリットがある。低出力なので省エネであり、かつ耐久年数も長くなる。更に、レーザーの光応答速度は非常に早くかつ高速なガルバノミラーにより、レーザービームは毎秒 1~8m で走査できるため高速印字が可能である。CO<sub>2</sub> レーザーは一筆書きのように 1 点のレーザー光を走査して対象物に印字する方式であるため印字時間は印字する内容量によって決まる。一般的に、印字内容が文字情報のほうが黒塗りの多いデザインより短時間で印字ができる。



また、インクジェットと異なり、光を走査するので、距離的に遠くから印字可能である。機種によって異なるが、100~400mm 離れたところにレーザーを設置することが可能であり、これは製造ラインのレイアウトのフレキシビリティを向上させることにつながると考えられる。もちろんレーザーは照射ビーム径が小さいので、非常に高精細な印字ができる利点もある。

IDP はアブレーション方式と異なる独特な印字方法が必要である。理由として IDP は適度なレーザーパワーで最大印字品質に達し、それ以上のパワーを与えるとレーザーによる発色物の破壊や周辺基材へのダメージを与え結果的に印字品質は低下するためである。従って、単線印字の最適パワーを設定したうえで、走査線の過剰な距離的な重なりを制御することが重要である。レーザー光は光強度分布があるため適度に重ね合わせることによる均一な発色が得られることになる。一方、線の交差や近接により印字品位の低下が起こる。これを避けるため、レーザーの様々な条件を調整、あるいはフォントの形状改良を行う必要がある。

### 3. 活用形態

微分散された IDP 顔料粒子を含む材料に加工することにより、印刷インキ、塗料、接着剤、粘着剤、樹脂フィルム、樹脂成型物、繊維、紙パルプ、コート材など様々な形態で活用できる。分散方法は、水、有機溶剤あるいはモノマーなど重合前駆体や樹脂を加えて分散する方法、樹脂を溶融した状態で分散する方法などを用いる。レーザーエネルギーの利用効率の点からは印刷インキのように薄層で使用できる形態が有利である。使用基材も特に制約はなく金属、紙類、樹脂、セラミックスなど通常の印刷インキ等で使用する基材を利用できる。印刷インキは液物性、膜物性を使用する印刷方式や使用用途に適するようにインキメーカー様、印刷メーカー様と協力して各種ラインナップを開発している。長年培ってきた膨大なインキ技術および印刷技術を活用できることは、IDP の開発と普及に大変有利である。

IDP ではレーザー光に透明なフィルムであればフィルムの内側に印字ができる特徴があるため、基材の表刷りだけでなく裏刷りでも利用できる。同様な原理でオーバーコートがある IDP インキ層に印字することも可能である。基材の最表面に物理的に印字するサーマルリボン方式やインクジェット方式との大きな相違点である。

なお IDP インキの印刷面は乳白色である。酸化チタン等の白色顔料を含む白インキ同等の隠蔽性を必要とする場合は下層に白インキを印刷する方法あるいは IDP インキに白色顔料を混合する方法がある。印字のコントラストが高くなるため視認性が高くなり、バーコードの読み取り精度向上にも有効である。

### 4. 用途

本稿では IDP の印刷インキを用いた包装用途例について主に説明する。基本的には通常印



刷と同じ工程で IDP 顔料を含んだ各種インキを予め基材に印刷し、後工程にて商品に関する可変情報をレーザー印字する用途である。(図 3)



図 3 IDP 適用インキと包装用途

#### 4-1 段ボール

段ボール印刷用のフレキソインキ、グラビアインキがあり、コルゲーター前にライナー紙に事前に印刷するプレプリント、また、コルゲーターにて段ボール構造を製造した後に印刷するダイレクトプリントに適用できる。PRIME の発色温度が約 280℃であるため高温プロセスであるコルゲーター工程を経ても品質上問題がなくプレプリントおよびダイレクトプリントのいずれの方式にも適用できる。フレキソ印刷方式では一般的な 250 線/インチ程度のアニロックスロールが使用可能だが、より高いレーザー発色濃度が必要な場合は 200 線/インチ以下のアニロックスの使用あるいは 2 度刷りを行う。印刷粘度はザーンカップ(#4)にて 10 秒前後の一般的な水性フレキソインキと同様な条件で印刷することができる。グラビア印刷方式ではレーザー腐食グラビア版にて 150~200 線/インチ、版深 20~50 μ で良好な発色が得られる。

一方、PRIME を水分散したフレキソインキは弱酸性を示す。市販の水性フレキソインキは通常アルカリ性であるため、印刷機ユニット内のインキ切替の際に高濃度で両者を混合しないようにする現場のオペレーション上の課題があった。この点について技術検討し、洗浄方法により改善できることがわかった。

最近、新たに有機顔料系の弊社顔料 DIVERSITY を分散した水性フレキソインキの導入検討を開始した。DIVERSITY の水性フレキソインキは通常インキと同様、弱アルカリ性で



あるため現場での取り扱い方法は通常インキと同様になる利点がある。DIVERSITY の発色温度は 140℃と比較的低温であるため、ダイレクトプリント用としてお勧めしている。

#### 4-2 紙器

コートボール紙、ラベル紙など紙器印刷用に、UV オフセットインキ、UV フレキシインキも開発し用途検討を進めている。オフセット印刷方式では印刷厚が 1 ミクロン程度と一般的に言われているが、IDP では 2 ミクロン程度になるようインキ送る量を増加させ、かつインキ送りローラー速度も上げる機械的調整を行う。更に 2 ユニットを使用して計 4～5 ミクロンのインキ盛り量を実現している。現在、高盛り量での量産適性の確認を行っている。

#### 4-3 軟包材

開発したグラビアインキ、フレキシインキにて、PP、PE、PET、ナイロン等への表刷りおよび裏刷りによるラミネート形態への適用を進めている。

##### a). サンドイッチ袋に適用した開発事例

軟包装表刷りの事例として、王子産業資材マネジメント株式会社様、信和産業株式会社様と共同開発させて頂いたサンドイッチ袋についてご紹介する。

##### サンドイッチ袋の現状

サンドイッチ袋はグラビア印刷された製品名で区別され、原材料表示、消費期限を印字したラベルを商品裏面に添付しているのが現状である。商品毎にサンドイッチ袋の在庫を管理しなければならない点やラベルごと切って開封するため開封時にラベルが邪魔になる課題がある。

##### IDP サンドイッチ袋の作製

###### (1) 印刷工程

OPP40 $\mu$ （王子エフテックス製、アルファン BDH-224#40 両面防曇、片面ヒートシールタイプ）に、商品名、原材料表示、消費期限の可変情報以外を通常のグラビアインキで表刷りし、同時に、商品名、原材料表示、消費期限を後ほどレーザー印字するエリアを今回開発した IDP グラビアインキで均一に表刷りした。製袋したサンドイッチ袋を図 4 に示す。

###### (2) レーザー印字工程

今回使用の OPP40 $\mu$  に最適化したレーザー照射条件にて、サンドイッチ袋の IDP インキの印刷エリアに CO<sub>2</sub> レーザー（30W タイプ）で商品名、原材料表示、消費期限を印字した。図 5 にサンドイッチを充填した状態を示す。商品名を表示した表エリアのレーザー印字時間は 1.4 秒、原材料表示、消費期限を表示した裏エリアの印字時間は 2.2 秒であった。

今回試作ではサンドイッチを充填する前のシート状の袋にレーザー印字したが、サンド





イチ充填後にレーザー印字することも可能である。お客様の製造工程に適したレーザー印字方法をご提案させて頂いている。

IDP印刷面



正面



裏面

図4 製袋したサンドイッチ袋



図5 IDP サンドイッチ袋

以上のように、IDP インキを予めサンドイッチ袋に印刷しておき、商品の充填包装時 CO2 レーザーで印字することで、(1) 現場に消耗品が不要なラベルレス、(2) 包材共通化による在庫削減、(3) 開封性能向上、(4) 可変印刷による販促利用など、多くのメリットが得られる。



人手不足により食品製造・加工はじめとする製造現場、流通現場では、効率化やコストダウンが一層求められている。IDP は現場の生産性向上によるトータルのコストダウン策としてお客様の課題を解決しうる技術であると考えている。

#### b). ラミネート形態での開発事例

前述のように IDP はフィルムの裏側の印字が可能である。特に食品包装で多用される OPP、PET への裏刷りフィルムのラミネート形態で印字ができることが大きな特徴である。これは、薄い OPP、PET フィルム中を CO2 レーザー光が透過できるためである。

賞味期限やロット番号等は最終工程で印字するため、通常、フィルム表面への印字となるため、印字が擦れて見にくくなったり、あるいは改ざんされるリスクもある。しかし、ラミネート中に IDP インキを印刷しておけば後印字が可能となるので、これらの問題が解決できる。(図6)

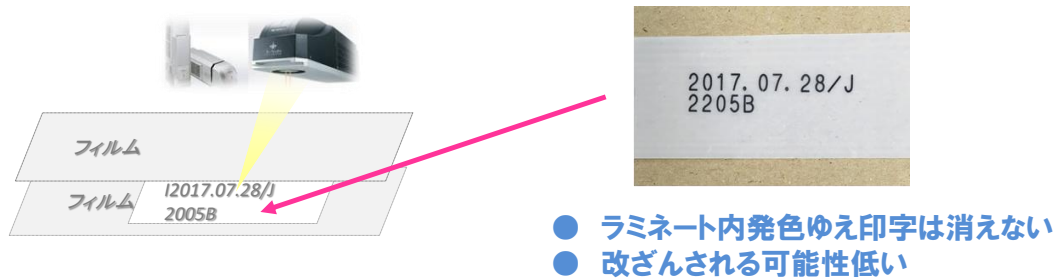


図6 ラミネート形態のレーザー印字

一方、IDP インキ層は赤外線レーザーを照射すると発熱するため、耐熱性が低いフィルムあるいは薄いフィルムを用いると印字部に熱的ダメージが生じる場合がある。また、裏刷りで赤外線レーザー光を吸収するフィルムを用いる場合にも熱的ダメージを受けやすい。このため、基材構成や印字内容（印字密度と大きさ）に最適なレーザー照射条件を設定することをお客様と一緒に検討させて頂いている。

#### 4-4 プラスチック成型品

トレー、カップ、ボトル用に、IDP インキを開発し用途検討を進めている。発色温度の高い PRIME を使用することにより、例えばトレー用に OPS あるいは APET 等のプラスチックシートに IDP グラビアインキを印刷後、加熱成形工程を経ても発色しない利点がある。キャップ用には、天面への IDP オフセットインキの印刷および後述する樹脂練りこみによる方法がある。

#### 4-5 金属

鉄やアルミ用のオフセットインキ、スクリーンインキがあり、種々の缶へ適用中である。



基材の耐熱性が高いため発色時の発熱による基材ダメージについて有利である一方、硬質同士の接触による耐摩擦性確保や折り曲げ加工適性が必要である。PRIME の発色温度が約 280℃であるため焼き付け処理（約 150℃）での品質上の影響はほとんどない。オフセット印刷方式では、紙類の場合と同様にインキ盛り量を増やすことが必要である。

#### 4-6 樹脂練りこみ

熔融状態の樹脂に顔料を分散し、射出成型あるいは圧縮成型により、IDP 顔料を均一に含んだ樹脂として利用することができる。マスターバッチ樹脂では 30%程度、最終樹脂で 10%程度の IDP 顔料含率でレーザー印字することができる。耐熱性の高い PRIME が用いられることにより成形時の高温プロセスの影響はほとんどない。

#### 5. IDP 導入について

IDP 導入の際の流れについて図 7 に示す。弊社が、特殊な感熱顔料をインキメーカー様に提供し、そのインキがコンバータ様に届き IDP の印刷を頂く。場合によっては、弊社からインキを直接コンバータ様にお届けするケースもある。エンドユーザー様のところで、レーザーによる印字が最終的に行われる。レーザーについては、IDP 独特の印字に関するノウハウなどをエンドユーザー様に技術提供致します。

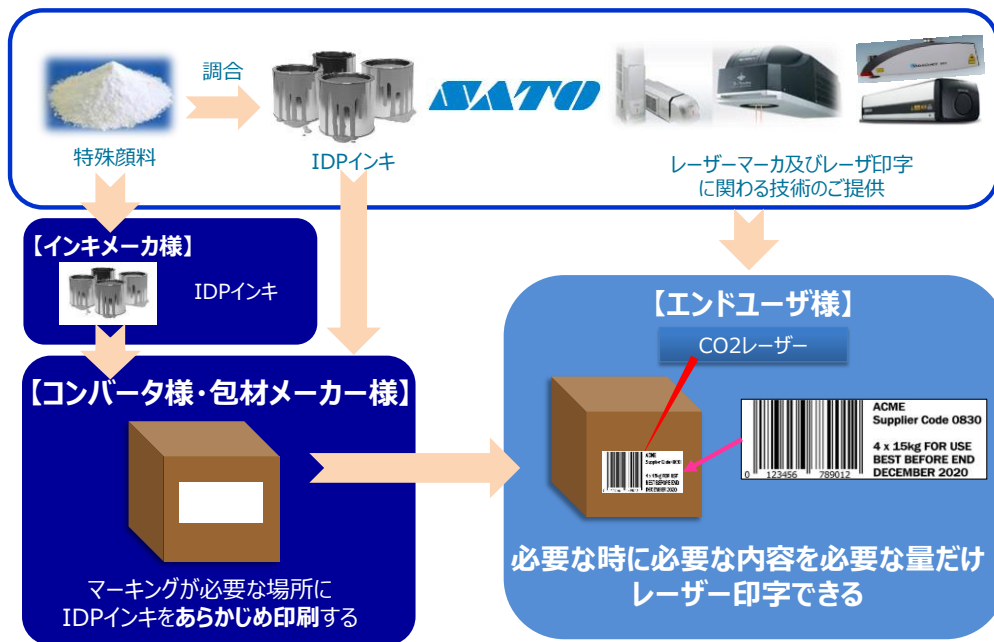


図 7 IDP 導入の流れ

#### 6. まとめ

人手不足により食品製造・加工はじめてとする製造現場、流通現場では、効率化やコストダ



ウンが一層求められている。一方、安心安全の確保から医薬品や食品の各種表示義務やその信頼性に対する要求はより厳しくなっている。更に、個人の嗜好により商品は細分化され、アイテムの集約はあまり進まず、むしろ One to One マーケティングの導入により現場への負荷は増している。このような課題に対して、既存システムでは対応が困難になっていると思われる。

IDP は可変情報を印字するインクジェット、ラベルの各方式と比較すると、包装資材に発色材が事前に組み込まれる方式であるため現場で新たな資材を準備する必要がなく、従って「現場に消耗品が不要で廃棄物レス」であり、また印字に使用するレーザーはインクジェットでみられるノズル目詰まりもなく日頃の管理が容易であるため「メンテナンスによるダウンタイムを減らせる」メリットがある。更に、SKU(Stock Keeping Unit：在庫管理単位) 毎に異なる内容を印字できるので、包装資材を共通化して「資材の在庫を削減できる」など、生産性向上によるトータルのコストダウン策としてお客様の課題を解決しうる技術であると考えている（図8）。また、「資材の広告媒体化」というパーソナライズしたマーケティングの新たなツールとしての活用も見込まれる。



図8 IDP 導入の効果

## 7. 今後の展開

欧米では多くの導入実績がある IDP であるが、日本市場独特の高い品質意識に適合した印刷品質およびレーザー印字品質の確立が重要である。今後ともインクメーカー様、印刷メーカー様と協力して IDP の開発を進め、エンドユーザー様の現場課題の解決に貢献していく所存である。

一方、マルチカラー、フルカラーを実現するための材料およびレーザーの研究開発を現在行っている。IDP のカラー化によって、本稿で示した文字やシンボル情報を印字することに加え、個々異なるグラフィックなパッケージデザインを製造現場、流通現場にて高速にプリントすることが可能になり、お客様の商品パッケージによる差別化のニーズに更に貢献できるようになると考える。