

◆◆◆ 解説記事 ◆◆◆

食品包装へのデジタル印刷の展開

住 本 充 弘

住本技術士事務所

1. は じ め に

消費者ニーズの多様化, パーソナル化に対し, 包装業界は小ロット・大量生産体制確立および短納期対応が必要となってきた。

その課題解決の1つが, デジタル印刷および後加工工程の確立である。デジタル印刷は, 軟包装材料, カートン, ラベル, チューブ, PETボトル, 金属缶, ガラス瓶, 段ボール用に印刷システムが確立され, 海外では盛んに稼働している。今後の食品包装においてデジタル印刷は単なる印刷だけでなく, 商品トレースや供給者と消費者を結ぶ communication tool としての interactive package の発展にも役立つ。さらに発展するための要因は何かを海外事例を含め説明する。

2. なぜ食品は包装が必要か

包装には3つの基本的な機能がある。食品の品質を保護する機能 (Save Food), 輸送などの取り扱い機能 (物流適性), 販売促進の機能である。販売促進機能の中で, これからは情報提供機能が大事となってきた。情報提供の方法が変化し, 文字情報・ピクトグラフなどの可視情報以外にバーコード, QRコードなどの二次元および二次元コード, RFID, AR, VRなどで不可視情報提供手段が必要な時代となった。世界の包装市場は Smithers Pira レポートによると, 8,510 億米ドル/2017, 9,800 億米ドル (108 兆円) /2022 年, 年平均 2.9% の伸びとなっている。国によっても異なるが, 食品用途は包装市場の 50~60% を占めている。

包装は, 社会のインフラや人々のライフスタイルの変化とともに絶えず変化し, 人々の生活を豊かにする。食材, 加工食品の流通に包装は不可欠である。その包装の印刷にデジタル印刷技術が普及しようとしている。

3. SDGs および circular economy の理解

デジタル印刷を説明する前に包装の大きな変化を理解したい。資源を消費するだけではなく, 循環させて再利用する循環経済 (circular economy) 社会への変換が求められている。

2015 年にパラダイムシフトが起こり, SDGs が提起され, 企業の活動規範となった。包装は Save Foods の面で大いに役立たなければならない。パラダイムシフトにより包装設計の考え方, 包装材料の製造体制を変えなければならなくなった。この流れの中でデジタル印刷が関係する。

SDGs の目標と食品パッケージ

SDGs は Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development の基に 17 の目標と 169 のターゲットからなる持続可能な開発目標 (SDGs) がある。SDGs は, 次の新しい概念が出てくるまでは, 企業活動の基本であり, 包装もそれに基づき対応しなくてはならない。包装について, 従来の考え方を以下のように変えなければならない。

(1) 廃棄ゼロの考え

国内では, 金属缶, ガラス瓶, 紙は再生再利用が一応図られているが, 注目されているプラスチック利用の包装材料は, まだ国内に再生再利用の施設が整備されていない。世界でもこれから順次整備を図り, Circular Economy を実施するだろう。再生再利用だけでなく, 無駄な包材を削減しなくてはならない。Less Package が重要になる。

(2) 再生可能な包装設計

Circular Economy に基づき, プラスチック利用の包装材料も包装設計の段階で回収後の再生再利用について, この包材はどのように処理されるべきかを考慮した上で包装仕様を決めなければならない。再生処理技術がまだ整備されていない状況であるが, 現段階ではケミカルリサイクル, メカニカルリサイクル, デラミによる素材回収リサイクル, 酵素分解利用などを想定するしかない。現段階では包装設計者の理解度, 考え方, 実力に依存する部分が多いが, 単にプラスチックの使用量削減とか紙への転換だけでは, 従来の包装設計と何ら変わりがない。

著者略歴

住本充弘

1967 年 東北大学理学部化学科卒業

2004 年 大日本印刷(株)定年退職, 住本技術士事務所設立

2016~2020 年 日本包装コンサルティング協会 会長

現在に至る

(3) 包装における innovation

SDGs は transforming とあるように変革を求め、より良い社会を構築しようとしている。社会全体では、新規産業の創出、雇用促進を図り経済を活性化しようとしているが、包装においては新しい包装の開発である。世の中の動きが変わるような包装は無理としても something new を求めている。この something new にデジタル印刷技術を利用した包装材料製造体制の変化とビジネスモデル変化が関係する。さらにアイデアを具現化する力を日本はもっているが、technical innovation は合理的な発想、思い切った発想ができる欧州の包装人によってなされるであろう。

4. デジタル印刷とは

デジタル印刷技術自体は古くからあるが、この技術を包装用に展開している。食品用途にも展開されケーキの上に食用色素のインキで文字やデザインが描かれている。包装の印刷方式には、オフセット印刷（雑誌、ラベル）、フレキソ印刷（段ボール、紙器、軟包装）、グラビア印刷（軟包装）、スクリーン印刷（ガラス瓶）などの大量印刷方式があり、小ロット印刷方法として新たにデジタル印刷が実用化の面で加わった。社会インフラの変化、人々の裕福化、嗜好の多様性などから商品の変化も早く、かつ多様化の傾向で大量生産方式の見直しが始まっている。その結果、包装材料の小ロット印刷、短納期、使用しなかった包材破棄の削減などが求められるようになった。その解決策の1つがデジタル印刷による必要量だけの小ロット生産、短納期対応である。多様性対応、パーソナル化対応は今や多くの製品に求められ、これからの産業の生産体制の見直しが必要となっている。デジタル印刷および後加工工程も変化への対応を図り、食品のみならずその他の産業製品の包装に今後とも大いに貢献する。

デジタル印刷の概略

我々が日常使用しているパソコンと連動したプリンターと基本は同じであるが、産業用に展開するため、インクヘッド、インキ、プリントソフト、インクジェット印刷機などが一体化して開発されている。事務所のプリンターはインクヘッドが左右に動いての印刷（scan方式）であるが、産業用は多数のインクヘッドが固定（single pass, line方式）しており巻取りから繰り出されるOPP, PET, ONY, 紙, アルミ箔などの原反の表面にインキの微粒子を高速で吐出し着弾させている。印刷速度はデジタル印刷の方式により異なるが、50～100m/分である。さらに速い印刷機械も開発されている。環境対応の面から、水性インキ、UV硬化インキ、EB（electron beam）硬化インキ、パウダーインキが使用されている。PETボトル、紙器、チューブ、金属缶、

軟包装材料、段ボールへ直接デジタル印刷する専用の印刷機械が実用化されている。ここでは、主に食品を直接包装する一次包装の軟包装材料のデジタル印刷について説明する。（図1）

冷凍～レトルト食品まで対応できる

菓子類の常温保存、加工食品のボイル殺菌、レトルト殺菌、無菌充填包装などの食品加工技術の包装材料に対してデジタル印刷は十分対応できている。従来の印刷方式との違いは、以下のようである。

- (1) 1枚ごとの異なる情報を印刷可能、多品種少量の新たな製品を販売できるビジネスチャンスを拡大。
- (2) 可変情報の印字（ナンバー、バーコード、QRコード、文字列）ができ、製品の track & trace が可能。偽造防止にも応用展開可能である。
- (3) 従来の印刷方式の版が不要、パソコンでの修正も早い。（短納期、版代・版の保管場所不要）
- (4) 稼働には熟練した印刷技術者は不要で、ある程度の訓練で機械を操作できるので人手不足解消ができる。また、印刷機械のソフトを利用すると無人印刷ができるので人件費の抑制ができる。このシステムは国内でほぼ完成している。類似の技術として、ドイツはクラウドを活用した industry4.0 の実証実験を2017年の interpack で行った。（図2）クラウド利用でオンライン発注を受けシステムに命令し無人で充填機械、印字装

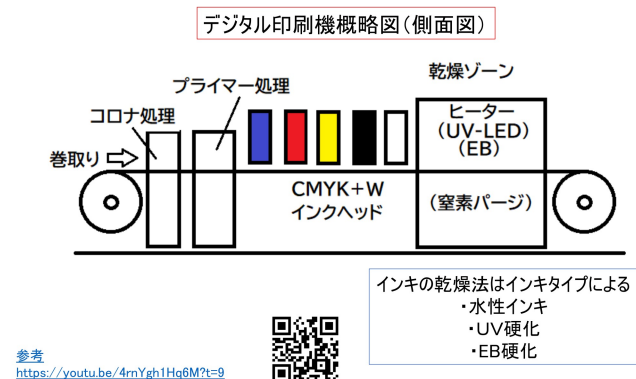


図1 デジタル印刷の概略

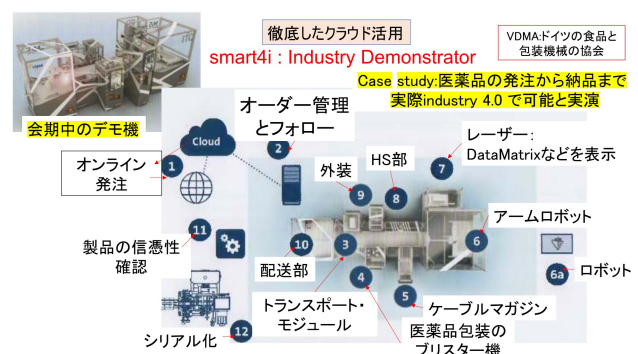


図2 ドイツの smart4i の事例

置が稼働する。これにデジタル印刷機を連動させれば、印刷から充填まで無人化が可能となる。大災害、コロナウイルスなど異常事態が発生してもシステムさえ問題なければ人手不足の面の不安なしで稼働できるのでBCP（事業継続計画、Business Continuity Plan）対応に最適である。

この方式が将来は、食品工業に展開され、図3に示すように地産地消の形で、消費地近くで発展するだろう。すべてが効率を求めた大量生産の一貫工場での生産ではなく、バルク充填の食材を使用した、このような生産システムの食品供給法も出てくる。（図3）

デジタル印刷の食品包装事例

実用化および提案されている事例は多い。主な事例を紹介する。

- ・図4はHP社のindigo デジタル印刷で市販したスイスのレトルトパウチである。缶詰の蓋材にも適用が可能である。
- ・図5は、PETボトルの表面に直接デジタルインクジェット印刷を行っている。さらにQRコードを同時に印刷しており、スマホでアクセスすると20秒間程度のメッセージが聞こえる。このような広範囲にわたる技術を1社ではできないので、数社がcollaborationして実用化している。
- ・図6は日本の事例である。水性インキを使用し、PETボトルのシュリンクフィルムに印刷している。お菓子の袋にも実用化されている。UVインキ使用の食品

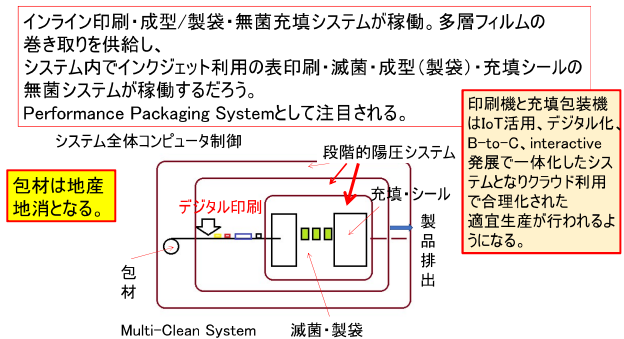


図3 印刷から充填までのインライン化



図4 デジタル印刷のレトルト

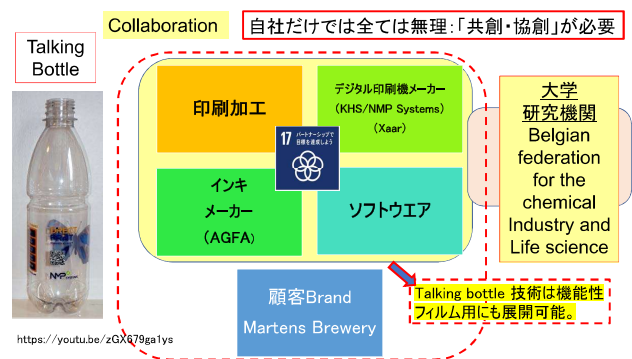


図5 collaborationによるPETボトルのデジタル印刷



図6 水性インクジェットの事例

用軟包装材料の事例も多い。

5. 日本はこれから普及

デジタル印刷は世界の先進国では定着し多用されている。改良余地はあるが、既存の印刷法と同じく絶えず改良が続く。日本はようやく採用の機運となった。世界は、デジタル印刷を使用した新しいビジネスモデルを展開し始めた。食品業界および包装業界の勢力図を変えるだろう。

米国の事例

米国のePac社は2016年に米国Madison, Wisconsinで起業した。HP Indigo 20000 digital pressを使用した米国での成功事例を基に、軟包装のプラットフォームを世界で展開し、異なった地域や国で適合したビジネスを行う予定である。20地域で52台を予定。Smaller and very agile sites（小さくて非常に機敏な工場）、Built close relationships with local producers（地元の生産者と緊密な関係を構築）がポリシーで、日本が現在包材の納期に1か月以上かかる仕事を、製袋品は15日前後、巻取りは10日以内に納品する。日本の製袋機も稼働している。小ロットと中ロットを対象にビジネスを展開予定である。

日本の場合

世界人口は約77億人で毎年約8,000万人増大している。2100年には112億人と推定されている中で、少子

高齢化が進む国は日本以外にも多いが、日本の人口は約1億2,600万人で毎年30万人減少している。毎年30万人の都市が消失している勘定になる。食品全体の供給量は減少する。当然包装材料の需要量は減少する。供給する商品は大量生産方式のものとパーソナル対応の小ロット品生産方式の2つの生産体制が必要となり、小ロット品はデジタル印刷での対応が進むだろう。

我々は社会インフラの変化、デジタル化、IoT、スマホ依存症候群、ロボットなど各種の技術革新に目を奪われているが、冷静に状況を判断すると、包装の大部分を占める食品包装材料の出荷量は、全体としては人口が減少する分だけ減るのが自然の成り行きで統計でもほぼ横ばいである。売り上げあるいは利益を伸ばすには、包装による innovation、新市場の創出、競合他社の市場への参入、輸出、海外進出しかない。通常活動では、マイナス成長であり規模拡大は望めない。

6. 食品包装になぜ必要か

一部前述と重複する内容になるが、現在はトレンドの変化が早く新製品の販売予想がつきにくい状況である。そのため、少し生産し売れ行きをみたいと思う。しかし、現在の包装材料の生産方法では、必要数量を希望する短期間で入手できない。実現するためには、デジタル印刷利用が一番適している。小ロット・短納期で市場に出し、売れると判断できれば大量生産方式に切り替えて出荷ができる。海外のブランドオーナーはこの点を評価している。また、材料、エネルギー面においてもロスの削減ができる。まさにSDGs対応に最適である。

単身世帯の増大、共働きの増加など社会環境が変化し、食品・食事は家庭内での調理時間の減少、時短食材、調理済み食品、出前の増加などが顕著になってきていることは周知のことである。その結果、食品包装も変化してきている。包装は過剰な性能は不要で目的に合致した包装仕様が重要となる。現在小ロットの包装材料でも食品ごとに仕様を多少変えているが、包材製造時の包装資材のロスが多い。これからは、ある程度同じような保護性能で十分な場合は、代表的な包装仕様を作り、共通に使用すれば、包材の製造は効率的になるだろう。その共通の包装仕様に対して必要数量をデジタル印刷し供給すれば包装資材のロスも削減でき、また売れ残った包装食品の廃棄も少なくなり、Food Lossも削減される。

消費者の好みが多様化しグラフィックデザインに悩むが、デジタル印刷では、好みの違いに対しては、印刷ソフト利用により、基本パターンは一定で一部色や模様を変えた印刷もできる。またデジタル印刷は印刷精度が良く、二次元コードを使用する偽造防止技術も

印刷できる。このように必要数量を短期間で納入できること以外にまだ我々が利用しきれていない可能性を多く含むデジタル印刷は、これからの食品包装に必要なと思う。

7. 今後食品包装にどのように利用するか

- (1) 商品企画で採用し、売れるか売れないかの早期判断ができ無駄の削減ができる。売れば大量生産はグラビア、フレキソ印刷に移行する生産方式が定着するだろう。いつまでも大量生産機で少量を生産することは減るだろう。
- (2) 通常の新製品発売時期をタイミングよく決定できる。
- (3) 販売地域に合わせてデザインの一部を簡単に変えて商品化できる。
- (4) イベントの感動した写真をすぐ印刷して商品として販売（例：スポーツ、各種イベントなど）
- (5) 応募写真の受賞作品を印刷し販売（米国でのスナックの販促）
- (6) 自分用の酒・ワインラベル、名前が入ったPETボトル飲料（パーソナル対応）
- (7) 卒業式に配布するPETボトルに記念のデザイン（イベント対応）
- (8) 食品メーカー自体がデジタル印刷機を導入して、新製品の発売を早め、デザインの好みに素早く対応し、海外で盛んに行っているように、有名なイベントがあるとその写真をすぐ取り入れて印刷し、翌日には出荷するなども行われるようになるだろう。消費者の共感が得られる。日本の食品メーカーは、自社で印刷することに、慣れていないが、海外では納期、遠隔地で交通が不便などで包材が入手しにくい場合があり、自社内で印刷している事例は多い。
- (9) 変化が激しいこの時代に早く対応する方法としてデジタル印刷は、食品包材用には重宝される。
- (10) これから必要と予測される顧客と供給者を結ぶ interactive package には、デジタル印刷を活用してパーソナル化対応のパッケージで供給できる可能性がある。

8. デジタル印刷は今後どのように発展するか

- (1) 包装の印刷方式の1つとして定着する。
- (2) デジタル印刷のプラットフォーム構築が始まり Packaging 4.0 のプラットフォームが構築され、IoT, industry 4.0, Printing 4.0 の実現に向けて進み、包装業界の勢力図が世界的に変化し食品ビジネスのあり方にも大きな影響を与える。
- (3) デジタル印刷は包装ビジネスのあり方を変え、異業種からの参入が始まる。オペレーター育成も容易となり、人手不足解消の一助となる。

(4) 包装材料の製造方式が、デジタル利用と現行の方式との2本立てとなり、グラビア印刷やフレキソ印刷との使い分けが普及するが、デジタル印刷機の印刷速度は更にアップするので、小ロットから中ロットまでの対応が可能となる。

(5) OPP, PET, OPA (ONY) 用のインキの開発・改善が進み、複合フィルムへの表刷りも普及し、表刷りのデジタル印刷 / 多層フィルムの仕様も出てくるだろう。包材の納期が短縮されSDGs対応が十分なされるようになる。

(6) デジタル印刷の可変情報印刷の特徴を生かし、情報提供以外に包装食品の偽造防止などに展開されるだろう。

包装は、現在の商流において、食品製造・配送・消費者利用・包材の再生再利用の supply chain で重要な役割を担い、さらに情報提供・多様性対応でデジタル印刷は避けて通れない重要な包装の印刷技術となる。

参 考 文 献

- 1) 包装技術便覧，公益社団法人日本包装技術協会，2019，27-29.
- 2) “包装の世界市場:2024 年までの予測”，Smithers Pira (2019) .
- 3) 次世代デジタル印刷の仕組みと技術的特長，軟包装・容器への応用・採用例，将来展望 (株) AndTech, 2018.

引 用 U R L

- i) <https://youtu.be/4rnYgh1Hq6M?t=9> (May 20, 2020)
- ii) <https://youtu.be/zGX679ga1ys> (May 20, 2020)
- iii) https://www.interpack.com/en/TIGHTLY_PACKED/interpack_2017_Live (May 20, 2020)
- iv) <https://press.hp.com/us/en/press-releases/2019/epac-invests-to-accelerate-digital-flexible-packaging-market.html> (May 20, 2020)

本稿は日本食品工学会 食品新技術研究会第 24 回例会 (2019 年 11 月 15 日) における講演を解説記事としてまとめた。いた。