



機能性紙素材の開発と「紙化」における課題

日本製紙株式会社 白板・包装用紙営業本部
シールドプラス事業推進室
内村 元一

1. はじめに

近年、海洋プラスチックごみや地球温暖化の問題、そして SDGs 意識の高まりを受け、パッケージにおいても「サステナビリティ（持続可能性）」や「環境配慮（再生可能資源の活用）」といった視点での対応が求められている。

そのような背景において当社では、「総合バイオマス企業」として再生可能な木質資源を活用した多様な製品を開発し、循環型社会形成に貢献する製品の提供を行っている。

ここでは、プラスチック代替素材として注目される紙の役割や特徴を説明すると共に、当社が長年培ってきた製紙・塗工技術を基に開発された新しい機能性塗工紙「シールドプラス®」「ラミナ®」について紹介する。

2. 「紙」素材の役割

2-1. 軟包装における「紙」素材の役割

紙素材は、環境に優しい循環型資源である一方、その機能については汎用プラスチックフィルムと比較して乏しいことから、パッケージにおける軟包装用途ではその使用が限定されてきた。特に一次包装として食品等の内容物が接触する分野においては、ヒートシール性や保存性（バリア性）が要求されることからアルミ箔やプラスチック（熱可塑性樹脂）を選択せざるを得ず、そこに紙素材が使用されることは少ない。従って、軟包装用途において紙素材をより広く使用するためには、パッケージに要求される機能を把握し、それに応じて紙素材を高機能化することが重要となる。

2-2. パッケージを取り巻く課題

パッケージには安心・安全は当然のこと、高齢化・ライフスタイル多様化への対応、e コマース伸長に伴う顧客購買手段の変化など、常に時代に合わせた個別課題の解決が求められるが、前述の通り近年は「サステナビリティ（資源問題）」「気候変動への対応（CO₂排出量の抑制）」「廃棄物問題（海洋プラスチックごみ）」や「食品ロス削減」といった普遍的な課題への対応が迫られている。

その環境下において「紙」は、①再生可能な循環型資源・②カーボンニュートラルに適合・③多様なリサイクル製品・④生分解性、といった観点からプラスチックに代わる代替素材の一つとして注目されており、その機能の進化に大きな期待が寄せられている。

【紙の特徴】

① 再生可能な循環型資源

大きく成長した木を伐採した後、「再植林」や切り株から生える芽を育てる「萌芽更新」と呼ばれる方法により、森を再生（循環）させている

*適切な管理により、持続的な森林経営がなされていることが重要

② カーボンニュートラル

生育過程において大気中の CO₂ を吸収・固定することから、木質資源を燃やして発生した CO₂ は生長過程で吸収した CO₂ を相殺し、大気中の CO₂ を増加させない

③ リサイクル可能

一般的に紙はリサイクル可能な素材であり、一部紙製品では、回収・リサイクルシステムが構築されている（図1）



古紙再生促進センターWEB サイトより引用

図1. 現在仕組化されている様々な紙製品リサイクル

④ 生分解性

植物である「木」から作られる「紙」は「バイオマス製品」であり、植物と同様に生分解される

2-3. 「紙化」とは何か？

昨今のパッケージにおける環境対応手段として「紙化」がひとつのトレンドとなっている。2019年9月大手ブランドオーナーの二次包材で「紙」が採用されたことをきっかけに、続々と「紙化」を謳った製品が市場に投入されており、“環境対応＝紙”という風潮が国内でもかなり認知されてきたと言えるだろう。

しかしながら、それぞれの企業が実施する「紙化」の手段は実に多岐に渡っている。



A：最外装のみ紙化

- ・一般的に複数の異なる素材が積層された包装材（マルチマテリアル）において、まずは印刷基材層に用いたプラ素材を紙に置き換えることでプラスチックの Reduce を実現する方法。層構成次第では包材における紙の重量比率が 50%以上となり、「紙マーク」を付与することが可能となる。

（例）OPP/ CPP → 紙/ CPP

OPP/アルミ蒸着 PET/ CPP → 紙/アルミ蒸着 PET/ CPP など

B：ヒートシールコート（ニス）の併用

- ・Aに加え、ヒートシール層としてフィルムをラミネートするのではなく、塗工によりその機能を付与して包装材を構成する方法。フィルムと比較して樹脂量を削減することができるため、より高い Reduce が実現する。
- ・一般的には、汎用原紙に対してコンバーターの印刷技術にてヒートシールニス塗工を施す、もしくは製紙会社での塗工技術による「塗工紙」を購入することで対応することが多い。
- ・ガスバリア性はなく、食品用二次包装や非食品用途でのノンバリア包装が対象。
- ・当社製品では、本稿にて紹介するヒートシール紙「ラミナ®」が相当。

（例）OPP/ CPP → 紙/ヒートシールコート など

C：バリア紙を用いた紙化

- ・当社開発品である紙製バリア素材「シールドプラス®」を始め、近年では紙を基材としたバリア素材の開発が各製紙企業を中心に進められている。この機能紙の活用により、印刷基材+バリア基材を同時に紙化することが可能となり、包材としてのバイオマス比率は大きく上昇する。
- ・循環型資源である紙を基材とするバリア紙の誕生は、長い包装の歴史においても特筆すべき技術といえる。しかしながら、成熟したプラスチック素材のバリア性能レベルと比較すると、バリア紙の性能は初期レベルであり、今後の更なる技術革新・ハイバリア化が期待される。

（例）PET/アルミ/ CPP → バリア紙/ CPP

OPP/アルミ蒸着 PET/ CPP → バリア紙/ CPP など

D：バリア紙とヒートシールニスの併用

- ・上記 B・C の組み合わせにより、最も高くバイオマス比率の向上が図れる。

（例）PET/アルミ/ CPP → バリア紙/ HS コート

OPP/アルミ蒸着 PET/ CPP → バリア紙/ HS コート など



「紙化」の流れが進むことで、その外観 (= バイオマスプラと比較して視認しやすい) から生活者に対して企業の環境対応を PR しやすく、またプラスチック自体の Reduce が実現するため、環境問題への対策としては大きく前進する。

しかしながら上述の通り「紙化」の方法は様々であることから、その違いまでを生活者が認識することは難しい。実際、バリア層やヒートシール層で用いるプラスチック使用量より、外観は「紙」であっても「プラマーク」が付与されている製品も多く、リサイクルにおける分別回収 (生活者の分別のしやすさ) やその後の処理においては課題が残る。

3. 日本製紙の紙化ソリューション

3-1. 日本製紙グループの強み

当社は、薄物から厚物までの幅広い抄紙技術に加えて、水系塗工設備を活用した高機能化素材の開発を推進することでパッケージ素材に相当する機能紙の開発を行っている。またそれと並行し、市場に流通した紙パックや新聞・雑誌等を例とする紙製品の回収・リサイクルの仕組みに携わっている。これより、「パッケージ素材開発」と「回収・リサイクル」の双方を考慮しつつ、「サステナビリティ」「気候変動」「廃棄物問題」などの課題に『紙化ソリューション』を提供すべく様々な活動を行っている。

3-2. 当社の紙製品開発と循環支援活動

前述の通り、昨今の海洋プラスチック問題により、多くのユーザーにおいて容器・包装分野の「紙化」検討が進められており、当社も多様な用途・形態での「紙化」相談を頂いている。これより、当社が検討している紙製品開発および循環支援活動の例を図2に示す。

紙の領域拡大に向けた製品開発

<p><u>製品内容 (開発中を含む)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 紙コップ・カップ 紙製バリア素材 (シールドプラス®) ヒートシール性塗工紙 (LAMINA) 生分解・バイオプラスチック活用製品 紙パック 差し替え容器「SPOPS®」 紙ストロー 紙製レジ袋 紙製トレー 機能性段ボール 紙製緩衝材 	
---	--

低炭素・循環型社会実現のための取り組み

活動内容	概要
紙器リサイクル事業	現状では禁忌品扱いの紙製品の資源化推進
紙製品の環境性能評価	紙化推進の結果としての客観的環境影響評価

図2. 当社が検討を進める多様な紙製品開発と取り組み

4. 新素材①：紙製バリア素材「シールドプラス®」

4-1. 塗工技術によるバリア性の付与

食品や飲料等に用いられるパッケージ素材は、その用途に応じて強度や利便性、耐熱性など、様々な機能特性が要求される。特に、内容物保護の観点から、ガス（酸素・水蒸気・窒素・炭酸ガス等）に対するバリア性は最も重要な特性のひとつとなっている。

かねてより当社は、循環型素材である木質バイオマスを原料とする「紙」をベースとした包装用素材やパッケージの開発を進めてきたが、昨今の環境変化も踏まえ、この度「紙」にバリア性を付与した素材「シールドプラス®」の開発を進めてきた。「シールドプラス®」は、任意の厚みを有する紙基材に対し、酸素および水蒸気の透過を抑制するバリアコーティング層を設けることでバリア性能を発現しているが（図3）、これは当社が所有する抄紙および塗工設備とそれに伴う技術を駆使することで具現化している。

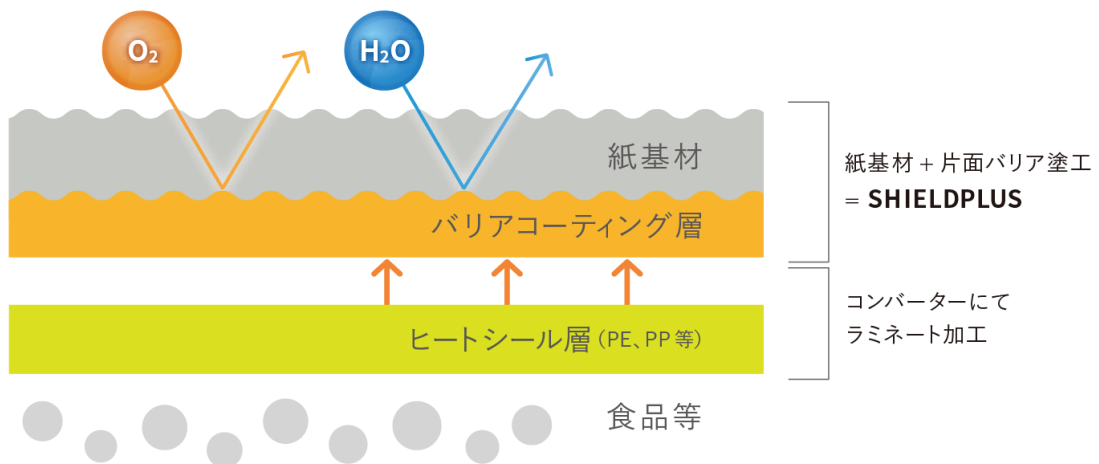


図3. 「シールドプラス®」を用いた包材構成例

一般的に「紙」は繊維が絡み合っており、そこには多数の空隙が存在する。これらの空隙により、「紙」は酸素や水蒸気（およびフレーバー成分）などが透過しやすい（＝バリア性がない）性質を持っている。これに対し、「シールドプラス®」はこれらの空隙を適切に埋め、かつ表面を平滑にすることで、機能を発現させている（図4）。

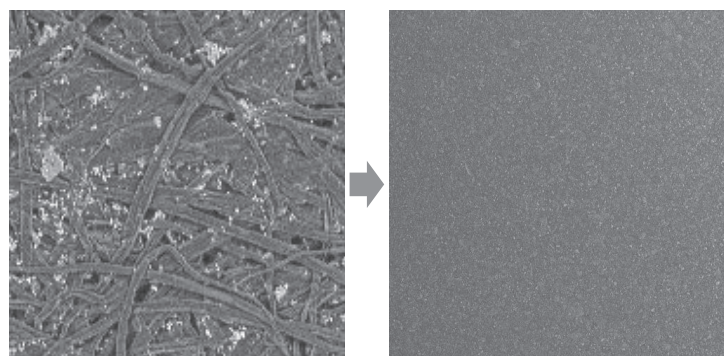


図4. 紙表面拡大観察
（左：塗工前原紙、右：塗工後）



4-2. 「シールドプラス®」の特徴

この度、開発された「シールドプラス®」が有するいくつかの特徴を以下に示す。

【特徴1】酸素・水蒸気バリア性

紙への水系塗工技術の応用により、単体で酸素透過度：1 cc/m²・day・atm 未満、水蒸気透過度：80~120g/m²・day 程度のバリア性付与を実現（表1）。

*シーラント層としてLDPE30μ等を貼付することで水蒸気透過度を補完、包材として酸素透過度1 cc/m²・day・atm、水蒸気透過度10~30g/m²・dayを満たす

表1. 各種素材における酸素・水蒸気透過率

(数値は開発目標値)		酸素透過率		水蒸気透過率
		25°C0%Rh	25°C85%Rh	40°C90%Rh
PE/シールドプラス/PE		1.0 ~ 5.0	(30)	(20 ~ 30)
PE/シールドプラスプレミアム/PE		1.0 ~ 2.0	2.0 ~ 3.0	2.0 ~ 3.0
() 内は厚み (μ)		25°C50%Rh		40°C90%Rh
汎用素材	OPP (20)	1,500		7
	PET (12)	110 ~ 120		45 ~ 50
	ONY (15)	60		170 ~ 190
	LDPE (40)	3,900 ~ 13,000		18
	CPP (25)	3,500 ~ 4,000		8 ~ 12
バリア素材	PVDCコートOPP (20)	5		15
	EVOH (15)	1		40
	アルミ蒸着PET (12)	1		1
	透明蒸着PET (12)	0.3 ~ 0.5		0.3 ~ 0.5
	アルミ箔	0 ~ 0.5		0 ~ 0.5
紙		> 100,000		> 100,000

【特徴2】フレーバーバリア性

各種プラスチックフィルムに相当するフレーバーバリア性を実現

【特徴3】環境適合性

既存プラスチック積層パッケージと比較し、高い環境適合性を確認

現時点において、バリア包材の主流として用いられているアルミ蒸着 PET や透明蒸着 PET を代替するためのバリア性能を得ることはできていないものの、一定レベルのバリア性を有する紙素材が開発されたことにより、プラスチックしか選択できなかったバリア性を必要とする軟包装用途の設計において、新たな選択肢が提供できるものと考えている (図5)。

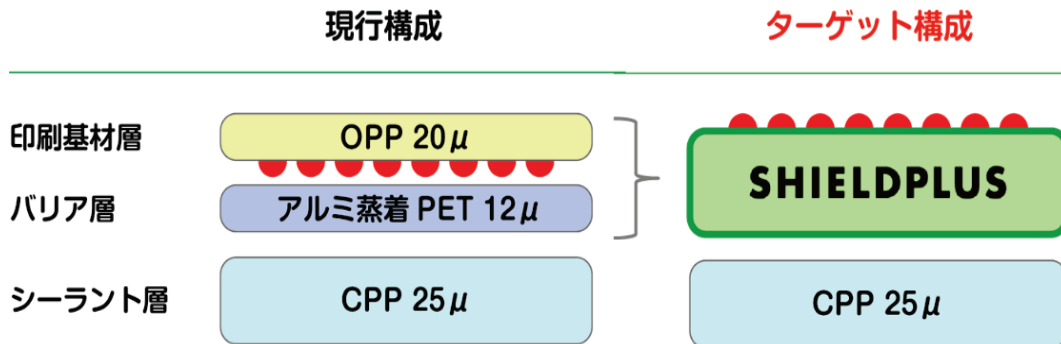


図5. 「シールドプラス®」を用いた代替包材構成イメージ

4-3. 採用実績の獲得 (図6)

2018年5月、(株) プラスアルファコンサルティング様が提供する、自分だけのオリジナルシリアルを簡単に作ることができる新しいサービス『Manalima』の容器として「シールドプラス®」を用いた紙管が採用。3Rを実現するこの紙管は2018年日本パッケージングコンテストにおいて食品包装部門賞を受賞した。

また、2019年3月には岐阜にある老舗菓子製造業・長良園(株)様の新商品「もっとやさしい鶉飼せんべい」の個包装において、「シールドプラス®」が軟包装用途として初採用。同社はパッケージの紙化に加えて売上げの一部を長良川水資源保全事業に寄付するなど、環境にやさしい商品に仕上げた。

また、2020年10月には、屈曲時のバリア劣化を抑制したグレード「シールドプラスII」にリニューアル。(株) 泉屋東京様「Shobre」(横浜タカシマヤ)で販売されるクッキー用包材では、初めてチャック付きスタンドアップパウチでの採用につながった。

その他、(株) 福重様や(株) 清和様にて販売されている規格袋など、食品用途を中心に採用もしくは採用見込みの商品も続く中、並行して国内外のあらゆるブランドオーナー・コンバーター・流通が昨今の海洋プラスチック問題への対応策として「シールドプラス®」に高い関心を示しており、具体的な採用に向けた商談・試作・評価が続いている状況である。

現時点では実績の少ない紙製バリア素材ではあるが、まず少量のテスト販売から実績を獲得し、課題の抽出と改善、及び実績投入に伴う信頼獲得に努めていく考えである。

せんべい



インスタントラーメン



チョコレート



入浴剤



図6. 「シールドプラス®」採用事例

- 左上：長良園（株）様「もっとやさしい鶉飼せんべい」（内容物：せんべい）
 左下：Conche様「カカオ70%ブラックチョコレート」他（内容物：チョコ、クッキー）
 中央上：（株）マイラーメン様「グラスヌードル」（内容物：乾麺）
 中央下：（株）マックス様「天使のバスパウダー」（内容物：入浴剤）
 右：（株）泉屋東京様「Shobre/ラウンドベビー」（内容物：クッキー）

5. 新素材②：紙だけでパッケージができる～ ヒートシール紙「ラミナ®」

5-1. 塗工技術によるヒートシール性の付与

「ラミナ®」は、任意の厚みを有する紙基材に対し、低温シール性のあるヒートシールコーティング層を設けることでその機能を発現しているが（図7）、これは当社が所有する抄紙および塗工設備とそれに伴う技術を駆使することで具現化している。

5-2. 「ラミナ®」の特徴

製紙会社である当社が提供する「ラミナ®」は以下のような特徴を有している。

【特徴1】環境適合性

前述の通り「紙」を基材としていることから環境適合性の高い包装資材といえる。一般的な包装で使用されるラミネート紙は、貼り合わせる面（シーラント層）にポリエチレンポリプロピレンなどのプラスチックフィルムを積層することでシーラント層を形成することが多いが、塗工紙である「ラミナ®」により、プラスチック使用量の大幅な削減・バイオマス比率の向上を図ることが可能となる。

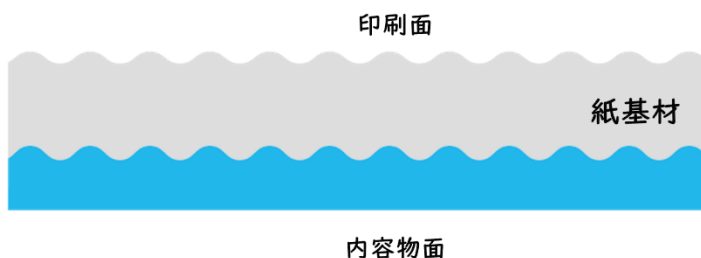


図7. 「ラミナ®」の層構成



【特徴2】リードタイム短縮

一般的な軟包装は異なる機能を有するフィルムをラミネートすることで包材として必要な機能を獲得する。OPP／CPP の構成を例にとるとその工程は、＜印刷→ラミネート→エージング→スリット→出荷＞となり、一定のリードタイムが必要となる。一方で「ラミナ®」は原紙の状態ですでにヒートシール層を有していることからラミネート工程が不要となり、＜印刷→スリット→出荷＞として生産工程の省略、リードタイムの短縮につながる事が可能となる（図8）。仮にデジタル印刷のようなシリンダーレスの印刷方式を選択した場合、そのメリットはさらに向上し、製品の企画から製品化までを即日に対応することも可能となる。

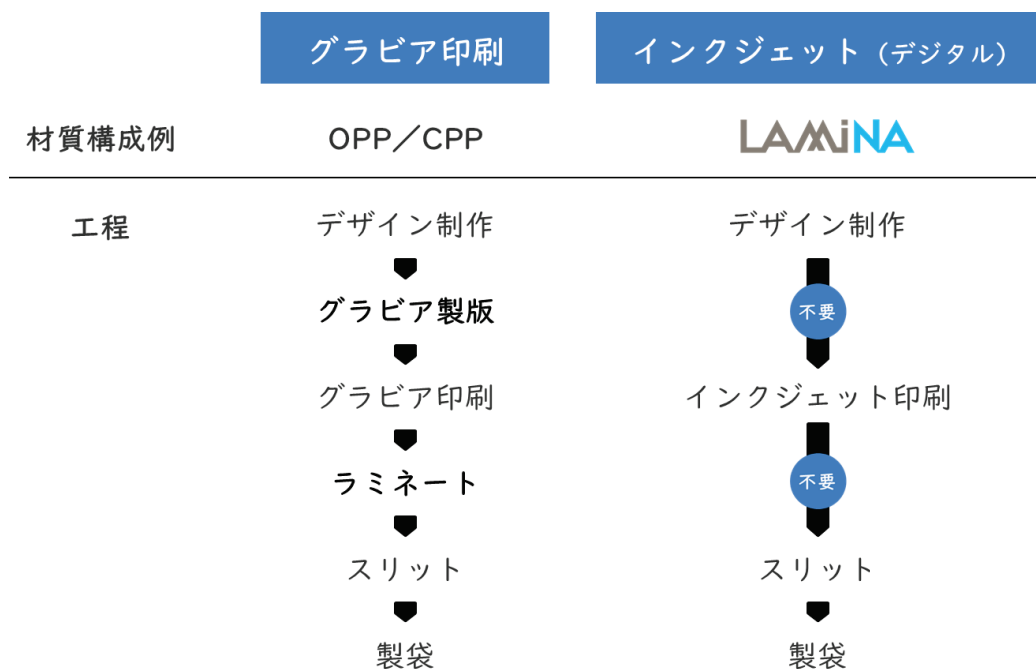


図8. デジタル印刷を活用した場合のリードタイム短縮イメージ

【特徴3】あらゆる用途への適用

「ラミナ®」は食品保存などのバリア性を必要とされる用途（特に一次包材）には不適だが、食品の二次包装や化粧品・医薬品・日用雑貨・流通資材など、バリア性を必要としない包装資材での展開が期待される。

5-3. 「ラミナ®」のラインナップ

「ラミナ®」は幅広い用途での使用検討に対応するべく、3種のベース原紙《両更クラフト・片艶クラフト（白・茶）》（図9）に対し、複数の坪量帯で規格品をラインナップし、マーケティングを開始した。今後、市場評価を受け、規格品の統廃合により最適化を図っていく所存である。



図9. 「ラミナ®」の原紙ラインナップ

5-4. 「ラミナ®」が有する性能

基本的な物理的物性は、ベースとなる原紙の紙質に準ずる。よってここでは、ヒートシール性について説明する。

図10に示す通り、ラミナ®は110~130℃付近でヒートシール性能が発現し、130℃以降はおよそ5~6N/15mm以上の数値を示しつつベース原紙の材破に至る。

なお、本物性は初期グレードのものであり、今後は①低温グレード・②生分解グレードなどの開発を進めることで、よりユーザーニーズに対応していく計画である。

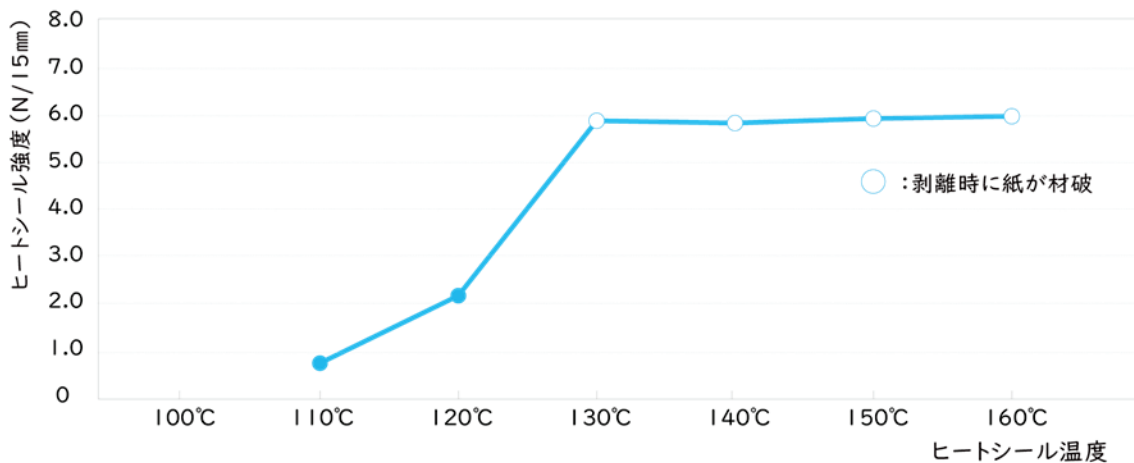


図10. 「ラミナ®」ヒートシールカーブ

* ヒートシール強度測定条件 (JIS Z1707)

- ・ 評価原紙：「ラミナ®」両更クラフト 60 g/m²
- ・ 測定条件：2kgf/cm²×0.5 秒 (塗工面同士)
- ・ 剥離速度：200 mm/min



5-5. 採用実績の獲得

2020年7月の上市以降、バリア性を必要としない用途での紙化検討として、多くのユーザーから引き合いがあり、続々と採用実績を獲得しているほか（図11）、今後もあらゆる分野で採用が予定されている。

マスクケース



ティッシュ



吸湿剤



健康食品(二次包装)



携帯用ロール外装



図11. 「ラミナ®」採用事例

左上：大阪シーリング印刷（株）様「マスクケース」

中央上：日本製紙クレシア（株）様「Scottie ソフトティッシュ」外装

左上：日本化工機材（株）様「吸湿剤」外装

左下：（株）ALLisGOOD様「マクロビオティックビューティーペースト」外装

右下：東京紙工（株）様「携帯トイレットペーパー」外装

5-6. 当社開発品「シールドプラス®」との比較

上述の通り、「シールドプラス®」は「ラミナ®」と同様、当社が有する塗工技術を活用した開発された製品であり、その優れたバリア性能によって内容物を保護、品質を維持する素材である。こちらは主に食品用一次包材を中心としており、その用途や要求品質に応じて多様なシーラント層をコンバーターにて選択できるよう、あえてヒートシール層は付与していない設計としている。

当社としてはバリア性要求のある一次包材には「シールドプラス®」、バリア性要求のない食品用二次包材や食品以外の用途（文具・玩具・物流資材等）には「ラミナ®」を活用し、市場の紙化ニーズに対応した提案を進めていく。

6. 紙化に向けたアプローチ

6-1. 企業の連携・技術開発の推進

パッケージの多くは機能の異なるプラスチックや紙、アルミなどを積層することにより最終的な要求仕様に合わせた包材として完成する。事業者がプラスチック廃棄物の問題に対し、より適合したパッケージを生活者に提供するためには、パッケージを構成する各種フィルムやインキ・接着剤など、それぞれの素材でバイオマス化・生分解性等などの特徴を付与し、それらを組み合わせることが求められる。その中で「紙」は前述のように高い環境適合性を有することから大きな期待を集めるが、印刷やラミネート、製袋などの加工設備や包装・充填設備も現時点では「紙」に適合した設計ではないことが多い。

今後、「ラミナ®」や「シールドプラス®」を含めたバイオマス資源である紙をパッケージ素材として広く展開させていくためには、流通・ブランドオーナー・コンバーター・各素材メーカーなど、パッケージに関わる企業すべてが同じ目標に向けて連携し、技術開発を推進することが欠かせない（図 12）。

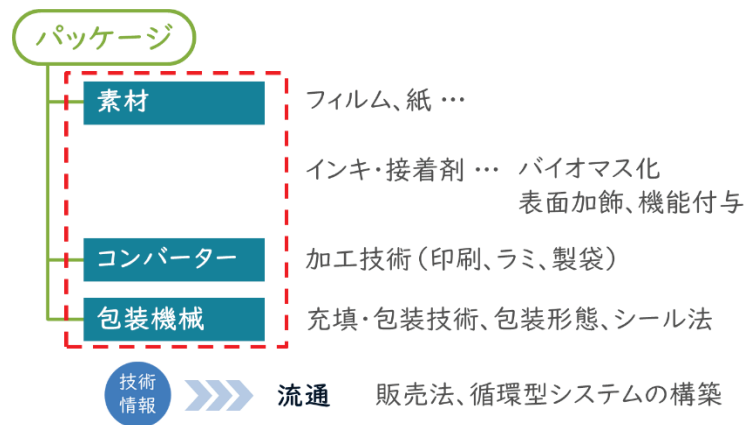


図 12. パッケージ製造に関係する企業の連携

6-2. 「紙」が選択されるために必要なこと

より広く「紙」や「ラミナ®」「シールドプラス®」が選択されるためには以下の取組み推進が必要と言える。

① 技術開発の促進

現時点において、「紙」だけでは機能が不足のため、以下《A》～《C》までの技術開発が必要である。

《A》環境配慮型プラスチックとの積層

現時点の技術において、「紙」や「ラミナ®」「シールドプラス®」で包材としての機能が不足する場合は、多様な機能を持つプラスチック素材を用いることでその不足機能を補完することになるが、このプラスチック素材の選定においてバイオマスプラス



チックや生分解性プラスチックなどの環境素材を選択することで、より高い次元での環境対応パッケージを実現させることができる。現時点でも世界中で多くの企業が環境配慮型素材の開発を進めているため、バイオマス由来の素材全般に関して情報収集が重要といえる。

《B》分離・リサイクル技術の獲得

軟包装の多くは特性の異なる複数の素材を積層させることで、保存性や強度などその用途に応じた機能を満たすパッケージを作り出しているが、それが故にリサイクルがしにくいという大きな課題に繋がっている。使用場面で必要とされてきた複合素材をリサイクルの過程において分離し、単一素材として抽出・再資源化できる技術が獲得できると、現状の取組みや考え方に大きな影響を及ぼすものと想定される。

《C》モノマテリアル化

《B》で記載した要因に伴い、世界的に「モノマテリアル化」、すなわちリサイクルしやすい単一素材製品の開発が進められている。「紙」の開発も同様の考え方の則っており、先行して開発した「ラミナ®」のように水系塗工技術等の活用などによってパッケージで必要とされる様々な機能の付与を検討していきたいと考えている。

② 環境対応製品利用に対する“インセンティブ”の創出

生分解性プラスチックなど海洋プラスチック問題に貢献できる素材の開発が世界的に活発化している。従来から地球温暖化対策や枯渇資源の使用抑制（Reduce）などの課題に対していくつかの環境素材が開発・導入検討されてきたが、いずれも機能・価格などの理由からその使用は限定的であった。特に効率化と競争によって非常に安価となったプラスチック製品に対し、新規環境素材の採用を検討すると、最終的に価格が折り合わずに採用を断念してしまうことが多いのが実情である。

現在、我々が直面している海洋プラスチック問題は持続可能な社会形成に向けて緊急性を要する世界的な課題である。これに対し、環境対応製品を採用するブランドオーナー、そしてその製品を選択・購入する生活者それぞれにメリットが生じる仕組みを多面的に構築することが必要であり、それが現在の環境対応製品の迅速な伸長と競争の活性化に繋がるものとする。

③ エシカル消費の啓蒙活動

「エシカル」とは英語で「倫理的な」という意味であり、多くの人々が正しいと思うことを意味する。そこから派生して現在では、「人や社会、地球環境、地域に配慮した考え方や行動のこと」を指すようになっており、「エシカル消費（倫理的消費）」の考え方が最近日本でも注目され始めている。

我々生活者が海洋プラスチック問題を「自分ごと」と認識し、日々の暮らしの中から環境に優しい商品を選択することで世界が抱えている問題の解決に導く一端を担う。このよう



な考え方がより生活者に広がるための啓蒙活動もメディアや各企業にとっては重要である。

7. おわりに

「紙でできることは紙で。」

現在日本製紙では、パッケージをはじめとした様々な「紙化ニーズ」に応えるべく、ヒートシール塗工紙「ラミナ®」・紙製バリア素材「シールドプラス®」・紙製ストロー「シルフィール™」・シャンプー用差し替え容器「スポップス®」など様々な領域での素材・製品開発を進めている。

“口当たりの良さ”を追究して開発された紙製ストロー「シルフィール™」は、高い耐久性と「国産」の安心感を加えたその製品力によってユーザーからの高い評価を獲得。2019年第32回小学館DIMEトレンド大賞「日用品部門賞」を受賞し、世間の「紙化」への期待を象徴する製品である。

東京オリンピック・パラリンピックに続き、2025年に予定されている大阪・関西万博など、今後も国際的イベントが控える日本は、海洋プラスチック問題に代表される世界的な課題に対し、その技術力で世界を牽引すべき立場である。

持続可能な社会の形成に向けた取組みは、パッケージに携わる全ての企業の最重要課題である。当社は「紙でできることは紙で。」を合言葉に、社会の課題解決につながる「紙化ソリューション」を推進し、製品の開発・展開を通じて海洋プラスチックごみ問題の解決に寄与していく所存である。

参考文献

- 1) 葛良忠彦；機能性包装の基礎と実践,日刊工業新聞社, 2011, 30
- 2) 有田俊雄；「食品と容器」リサイクル化・脱プラスチックの流れの中で進む紙包装のマルチバリエイノベーション,缶詰技術研究会,2018,362-365
- 3) 内村元一；環境にやさしい紙製バリア素材『シールドプラス®』の開発とその可能性,第54回全日本包装技術研究大会予稿集, 2016, 157-160
- 4) 週刊東洋経済(2018.11.3)；加速する脱プラスチック,東洋経済新報社；2018, 44-57
- 5) 環境省；プラスチック資源循環戦略の在り方について(概要),2019
<https://www.env.go.jp/press/files/jp/111258.pdf>