

# 高機能性フィルムの最近の潮流

金井俊孝\*

## はじめに

高機能性フィルムの開発は最近、急速な進歩を遂げている<sup>1), 2)</sup>。高透明で高機能なフィルムは、モバイル機器やテレビなどに使用されている液晶ディスプレイ用各種フィルム、有機EL用バリアフィルム、Liイオン電池用フィルム、加飾フィルム、更に食品・医薬品包装ではバリア性が向上し、Long life化が進んでいる。

包装用フィルムとして、レトルトパウチ、詰め替え用パウチ、電子レンジで温めるだけの食品用フィルム・トレイが膨大な量で使用され、日常生活上、プラスチックフィルムはなくてはならない存在になっている。日本の核家族化が進み、高齢化、一人暮らし、食事にかかる時間の短縮化などの環境の変化で、食生活の様式も大きく様変わりし、それに伴い、プラスチックフィルムの使用量も多くなっている。包装用フィルムは食品包装用だけでなく、携帯電話からEV車用電池パッケージ、医薬品包装に至るまで広く使用されている。

将来的に成長が期待される機能性フィルムとしては、次のようなものが挙げられる。

- ① iPhoneやiPadに代表されるスマートフォンやタブレット型端末などで今後の展開が注目されている有機ELディスプレイ用フィルムや逆波長分散型位相差フィルム、フレキシブルフィルムやタッチパネル用フィルム
- ② モバイル機器やハイブリッド車、EV車に重要なLiイオン電池のセパレータやソフトパッケージ、高容量薄膜キャパシタフィルム
- ③ 再生可能なエネルギーである太陽電池などに使用される機能性フィルム
- ④ 食品包装や医療包装のハイバリアフィルム
- ⑤ 印刷されたフィルムを利用した自動車の内装材、バイク、建材、家電、スマートフォン用の加飾フィルム<sup>3)</sup>
- ⑥ 電子ペーパーや曲げて成形してもセンサ機能を発現できるCNT透明

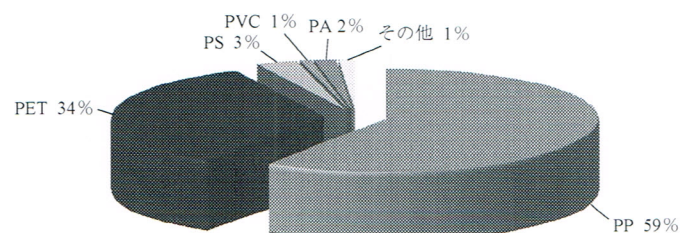
電極や高集積回路用高放熱フィルム

- ⑦ エネルギー効率を高める遮熱フィルム
- ⑧ 化石燃料を使用しないPLAフィルムやセルロースナノファイバーフィルム
- ⑨ ナノメートルレベルで微細分散した高機能付与フィルム

そこで、ここでは高機能フィルムを題材に、ディスプレイ部材、次世代電池、エレクトロニクス、加飾関連のフィルムなど、工業用フィルムや食品包装用フィルムを中心に取り上げた。

## 1. 最近のフィルム開発動向

プラスチックフィルムはプラスチック加工品全体の約37%を占め、非常に大きな割合となっている。その中でも、二軸延伸PPフィルムは包装フィ



原材料	PP	PET	PS	PVC	PA	その他	計
×1,000 tpa	11,520	6,600	603	170	322	230	19,450

〔出典：FILM PROCESSING ADVANCES, 第7章 J.Breil (Hanser社, 2014)〕

図1 二軸延伸フィルムの世界の生産能力

\* Toshitaka Kanai  
KT Polymer  
Tel./Fax. 0438-62-4411  
兼任 京都工芸繊維大学 特任教授



ルム用途を中心として、2013年の実績では、世界のBOPPの製造能力は1,152万ton、BOPETの製造能力は660万ton、二軸延伸フィルム全体では1,945万tonになり、2016年現在では2,000万tonを越えている（図1）<sup>4)</sup>。

平成24年度の日本の包装・容器出荷統計実績を表1及び図2に示した<sup>5)</sup>。

表に示されたように、全体の出荷金額は5兆6,453億円、うちプラスチック製品は1兆6,260億円、全体の出荷数量は1,838万ton、うちプラスチック製品の数量は347万tonとなっている。

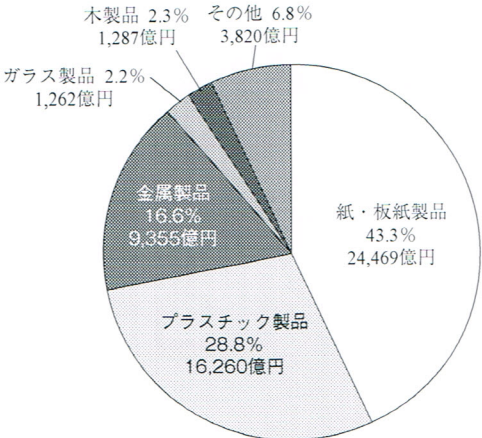
コスト面で2000年代初期から日本の円高の問題もあって、世界の包装分野の生産は東南アジアでの製造が増え

ている傾向にあるが、日本のフィルムの研究開発力は依然として優位な立場にある。機能性フィルム分野でも、日本での高付加価値商品の製造が期待される。日本で活発に研究・開発された機能性フィルム・シートのテーマを表2に示した。

表1 日本の包装・容器出荷数量（平成24年度）

項 目	出荷金額		出荷数量	
	出荷金額 (億円)	構成比 (%)	出荷数量 (千ton)	構成比 (%)
紙・板紙製品	24,469	43.3	11,429	62.2
プラスチック製品	16,260	28.8	3,467	18.9
金属製品	9,355	16.6	1,600	8.7
ガラス製品	1,262	2.2	1,286	7.0
木製品	1,287	2.3	596	3.2
その他	3,820	6.8	注)	
包装・容器合計	56,453	100	18,378	100

注) 数量単位が異なり、合計値に加算せず



全出荷額 5兆6,453億円

図2 日本の包装・容器出荷金額（平成24年度）

表2 高機能フィルムのテーマ

フィルムの種類	高機能フィルム	用 途	要 求 特 性	生 産 上 の 課 題
液晶用	偏光、離型、位相差視野拡大、反射ブリズム、拡散プロテクト	大型TV、パソコン、携帯電話、PDA	高透明、寸法精度、低残留応力、低位相差、耐熱・透明薄膜、低異物、ハイバリア	厚み均一性、コーティング、転写性、配向均一性、良表面外観、低異物、低ボーイング、表面処理技術
	有機EL用バリア	照明、TV、携帯		
表示用	導電性フィルム	タッチパネル		
	電子ペーパー	電子書籍	耐候性、耐熱、反射性、低吸水性 耐光性、耐熱、低温封止、低吸水性 均一孔径、融点、自己修復 高強度、ヒートシール、深絞り	連続成形性、厚み均一性、加工安定性
	バックシート	太陽電池		
電池関係	封止材シート			
	セパレータ	Liイオン電池		
	ソフトパッケージ			
	超薄膜フィルム	大容量コンデンサ	薄膜、BDV、凹凸	
環境対応	PLA、生分解性、植物由来材料CNF	ゴミ袋、農業資材、スピーカーコーン、微細発泡体	加工性、生分解、高弾性	
	ハイバリア	長期保存食品	ハイバリア	
食品包装	レトルトフィルム	レトルト食品	易裂性、衝撃性、ボイル特性	
	高透明フィルム	文具、化粧品パッケージ、電子レンジ対応トレイ	高透明、剛性	急冷、結晶制御
加 飾	加飾フィルム	自動車、家電、IT	高透明、印刷	賦型性、厚み均一性

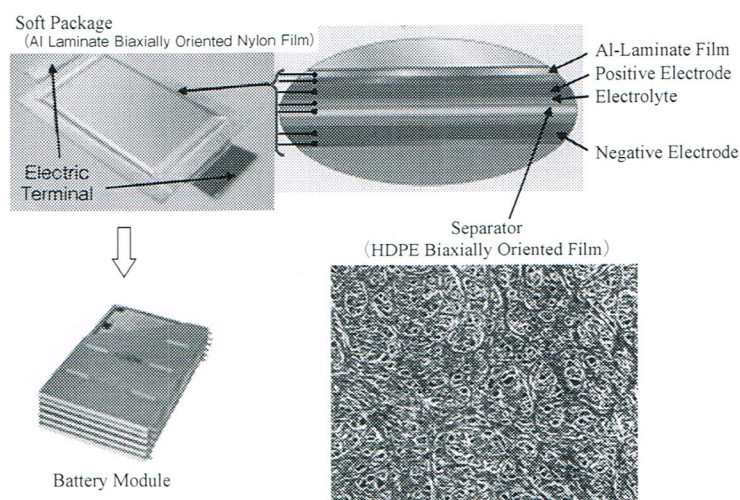


図3 Liイオン電池（セパレータ、ソフトパッケージ）

## 2. 機能性フィルム用途

### 2.1 自動車・モバイル用フィルム

今後の需要の伸びが期待されるLiイオン電池用フィルムとして、セパレータや電池用ソフトパッケージがある。

#### （1）セパレータ

セパレータ用HDPEはLiイオン電池の135℃以上の暴走反応を防止するため、安全面から必須材料である<sup>6)</sup>。HDPEとPPの原料は、触媒金属残渣を低減した高分子量原料が使用され、成形法としては湿式と乾式法があり、湿式法はHDPE/WAX系の2成分系あるいは3成分系のスピノーダル分解の後期の相構造の制御をして延伸し、その後WAXを洗い流す乾燥工程も必要で、かなり複雑な製造工程で行われている<sup>7)</sup>。

平均0.04 μmの微細孔径を中心にした微細孔径分布は0.02 ~ 10 μmの分布であるが、均一な孔径ほど好まれ、厚みも16 μmから更に薄膜化の傾向にある<sup>8)</sup>。

HDPEフィルムの耐熱性も不足しているため、PPとHDPEの多層構造を用いている場合が多い（図3）。加熱暴走温度に達するとHDPEの融点（HDPE

フィルムは安全対応）で溶けてしまうと電池が使用できなくなってしまう問題があり、耐熱性を向上させるために、PP（例：PP/HDPE/PP）や更に耐熱性のあるフィルム層を設けているのが現状である。

PP/HDPE/PPの乾式方式で、結晶のラメラ構造の非晶部を二軸延伸テンター法で、nmオーダーレベルの微細孔を多数有する三次元構造を形成させるセパレータも製造されており、イオンを膜全体に均一に移動させることができる<sup>9)</sup>。過熱防止のヒューズ効果を期待し、135℃を融点とする高分子量HDPEと160℃のPPの構成だが、最近ではさらなる高耐熱性を要求されている。

Liイオン電池製造は海外での追い上げが激しく、徐々に日本の立場が厳しくなっている。開発当初は日本のシェアが大半を占めていたが、現在ではLGやSamsungなどの韓国勢やドイツ、中国の追い上げもあり、日本の生産量の比率は低下する傾向にある。Liイオン電池の伸びはモバイルの伸長に支えられてきたが、今後の大きな需要の伸びは電気自動車がどうなるかにより決まる。

Liイオン電池の課題は、①大電流充

放電、②急速充電、③絶対安全性、④低コスト化である。

現在のセパレータの製造速度が非常に遅く、電気自動車が各社立ち上がった場合は十分な生産速度が確保できなくなる可能性が高い。延伸しにくい高分子量HDPEに加え、添加した成分の溶剤による除去と乾燥工程の速度がネックであり、溶剤を使用しない乾式方式の高品質、低コスト化が期待される。小型・軽量化、低コスト化のために、電気容量を上げるには正極と負極にもよるが、セパレータの薄膜化と多孔径と数制御が重要である。

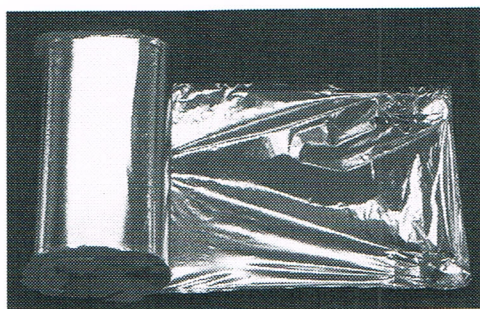
#### （2）ソフトパッケージ

Liイオン電池の正極、セパレータ、電解液、負極の構成を包み込むソフトパッケージが使用されている。現在、iPhoneやiPadで代表されるように、携帯端末やタブレット型端末での需要の伸びが大きく、将来的にはガソリン車からEV車への比率が高くなるにつれて、大きく伸びる期待できる分野であり注目されている。

ラミネートフィルムとして、モバイル用はNylon 25 μm/AL 40 μm/PP 50 μmのフィルム構成であり、車載用はPET 12 μm/Nylon 15 μm/AL 40 μm/PP 80 μmのフィルム構成である。PPのヒートシール層の構成やシール条件にノウハウがある<sup>10), 11)</sup>。PPは内部の圧力に強いが、長時間の圧力には弱い。PPのシール性は安全面からも非常に重要であり、またナイロンフィルムは、バリア層としてのAL層に対し、強度・熱成形性を付与し変形追随性を持たせることであり、フィルムのすべての方向での伸び、強度の均一性が必要である。この分野でもさらなる薄膜化の要望は強い。

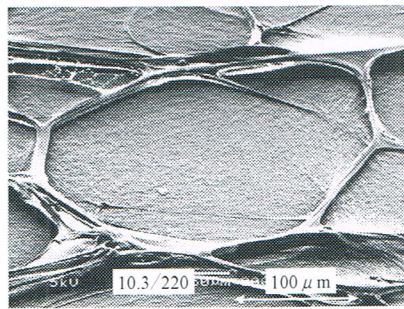
自動車以外には、携帯電話、PCパソコン、電気自転車、電気モーターバイク、ゲーム、スマートフォンやタブレット型端末、モバイル製品、ロボット、ロケット、電動工具等は着実に成長している。





Thickness 3  $\mu\text{m}$   
二軸延伸PPフィルム

図4 フィルムコンデンサ (HYBRID CAR and EV CAR)



枠内数値：十点平均粗さRz ( $\mu\text{m}$ ) / クレーター径 ( $\mu\text{m}$ )

図5 フィルム表面の凹凸制御 (SEM写真)

### (3) コンデンサ用極薄フィルム

コンデンサの市場は2015年度で約1.7兆円だが、フィルムコンデンサの市場は1,600億円程度である。今後、ハイブリッド車、電気自動車が伸長し、高電圧が期待される分野が伸びれば、それに伴いフィルムコンデンサの大きな伸びが期待できる。

フィルムコンデンサとして、PP、PET、PPSが考えられるが、図4に示すPPフィルムコンデンサのメリットは絶縁抵抗が高く、自己回復性に優れ、高圧キャパシタ用として優れている上に耐久性にも優れる。電圧変動の安定化のためには大容量キャパシタが必須である。自己回復性とはアルミニウム、亜鉛等の金属蒸着により電極を設け、局部的に絶縁破壊しても、放電部周辺の蒸着膜が飛散することで、絶縁を回復し、キャパシタ全体の機能を維持するものである<sup>12)</sup>。

キャパシタの単位体積当たりの静電容量 (C/V) は、誘電体 (フィルム) の厚みの2乗に反比例するため、フィルムの薄肉化は極めて重要である。BOPPはハイブリッド車のキャパシタの形状から3  $\mu\text{m}$ が必須になってきているが、すでに開発品は2.5  $\mu\text{m}$ のレベルになっている。製造は逐次二軸テンター法だが、傷つき防止やフィルム物性のバランスから同時二軸法も適用されている。インフレーション法は油の含浸性には優れるが、偏肉精度や薄膜化に問題があり、現在は数  $\mu\text{m}$ であ

り、薄物には使えない。

絶縁破壊電圧 (BDV) のアップが重要である。製造法は逐次二軸延伸法であったが、最近では表面欠点レス・物性の等方化を狙い、同時二軸延伸法も適用されるようになった。薄膜化に伴い、加工工程のハンドリングの悪化による歩留まりの低下もあるが、BDVの低下が大きな問題である。改善方法としては、フィルムの結晶化度アップ、ガラス転移温度のアップ、不純物の低減が挙げられる。

フィルムの薄膜化に伴い、成形性、延伸性、搬送シワ、静電気制御、表面粗さ、寸法精度が重要なポイントになる。

#### (a) 耐熱性向上

自動車分野に採用されるには耐熱性が重要な因子であり、PPとしては高立体規則性のものが用いられる。しかし、高立体規則性PPは結晶化速度が速いため、延伸前の原反シート段階で結晶化度が高くなりやすいため、延伸しにくくなる傾向にあり、更に添加剤は無添加でかつ表面凹凸が必要なため、延伸可能な温度幅も狭く、延伸機内の温度均一性が重要である。

立体規則性の向上により、高耐熱化をはかるが、耐熱温度150℃以上が要求されることになれば、耐熱PET、エンブラを利用した薄膜コンデンサの開発が必要になる。

#### (b) 表面の粗面化

薄膜化において、BDVに対するフ

ィルム表面粗さは無視できない。バルク耐電圧特性は同一であっても、表面粗さが大きすぎると粗さの谷部分が電気的な弱点となりBDVが低下する。一方で、フィルムキャパシタの製造工程ではフィルムを長く巻くが、フィルムに適度なすべりがないと、素子形成が安定せず、電気特性に影響を与える恐れがあり、適正な表面粗さが求められる (図5)。表面粗さの制御技術が極めて重要であり、 $\beta$ 晶制御やトランスクリスタル構造の結晶を大きくする必要があり<sup>13)~15)</sup>、冷却ロール温度は高めに設定する必要がある。研究としては、 $\beta$ 晶をより多く生成したり、PPとしては立体規則性制御のみならず、分子量分布や長鎖分岐導入による結晶構造制御の検討も行われている。

#### (c) 小型薄膜化

エコカーとして、サイズを1/2にするためには、3.0  $\rightarrow$  2.5  $\rightarrow$  2.0  $\mu\text{m}$ を開発する必要があるが、すでにBOPPの薄膜化技術は実用化レベルまでできているが、ハンドリングの技術が難しく歩留まりが悪い。耐電圧は600V/ $\mu\text{m}$   $\rightarrow$  700V/ $\mu\text{m}$ を目標とされている。将来展望として、小型化、耐熱、耐電圧化が望まれる。

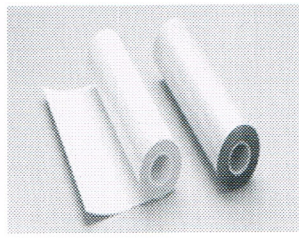
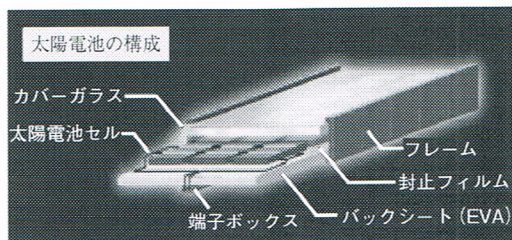
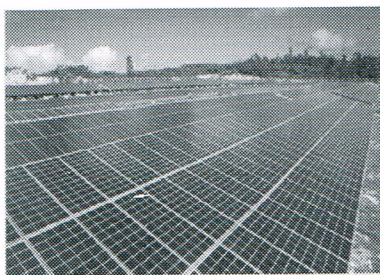
また、蒸着電極膜の薄膜化や均一化も重要なテーマである

## 2.2 太陽電池用フィルム・シート

### (1) 封止材

太陽電池の封止材として95%が





バックシート (PET)

図6 太陽電池部材

EVAである。EVAはエチレンと酢酸ビニル (VA) の共重合体で、VA量で融点、柔軟性、バリア性等が変化する。太陽電池の封止材としては、VA25～33%，MFR4～30の範囲で、有機過酸化物の架橋剤とSiカップリン材が添加されている。現在、製品サイズは1,800mm幅、4.5mm厚が主流で、一般にはシート成形ラインで製造されている<sup>16)</sup>。

融点70℃のEVAが一般的で、押出成形時には低温成形でシート成形(450μm)し、Si太陽電池セルの封止時に高温下155℃で100%架橋剤を消費させ、架橋反応を起こし、三次元架橋構造にして耐熱性を付与するとともに、Siカップリングさせてガラスとの密着性を付与する。耐候性を付与するためUV吸収剤も添加し、成形時の酸化防止剤も添加されるのが一般的である。

長年使用しても黄変せずに透明性を維持することが重要で、水蒸気バリア性、100℃以上の耐湿熱、耐熱性や冬の環境下での耐寒性、絶縁性も重要事項で、EVAはVA含量によっても値段が異なるが、ポリオレフィンの約2倍の低コストということもあり、長年広く使用されて最近急成長を続けている。

る。

太陽光のエネルギーをすべての波長で有効利用できないため発光効率が低下するが、波長変換するため、封止材に蛍光剤を添加することにより発電効率が12.93%→13.17%に向上する結果が得られ、そのデータの信頼性の確認と開発品の上市に向け検討されている<sup>16)</sup>。

EVAの代替材料の検討も行われており、架橋反応、反応による透明性の維持、耐寒性なども考慮した検討も行われている。

## (2) 太陽電池用バックシート

LCDの反射フィルムの技術を太陽光の半導体パネルの下に設置し(図6)、反射効率を上げるフィルムが開発販売されている。原理的には微細多孔のPET延伸フィルムである。封止樹脂と一体接合されるので、耐候性、水蒸気・ガスバリア性、電気絶縁性、接着性等の特性が重要であり、種々な機能を満足させるために多層フィルム構成になっている<sup>17)</sup>。

## (3) 有機薄膜太陽電池

最近ではシリコン系だけでなく、フラーレン誘導体を利用した有機薄膜太陽電池のエネルギー変換効率も10%

のレベルに達し、現実味を帯びてきている。有機化合物を利用しているために、軽量かつフレキシブルな太陽電池ができる。印刷技術を応用して太陽電池ができるため、簡単なプロセスで太陽電池ができる。モバイル、自動車、窓ガラス、建材などにも応用可能であるため、従来にない太陽電池分野の活用が可能である。今後は長寿命で、高効率な有機薄膜太陽電池の開発が期待され、薄膜でフレキシブルな電池にするには、バリア性、特に水蒸気バリア性や耐候性の優れた基材も必要となる。

## 2.3 包装用、医療用、加飾フィルム・シート

### (1) バリアフィルム

バリア性能を有するフィルムは、長年食品を長期保存できる包装を中心に要望されてきたフィルムである。また、医薬品を安全に保護できるフィルム、有機ELや電池パッケージなどに代表される電子・工業用途での高度なバリアフィルムはその代表例である。

バリアフィルムは酸素透過性を著しく抑制できる。このようなフィルムができたことにより、削りかつお節パックなどがあり、またマヨネーズボトルなどは賞味期限を10倍にも延ばすことが可能になっている<sup>18)</sup>。

ハイバリア性樹脂と呼ばれるPVA、PVDC、PANは、どれも融点と分解点が接近しているため熱溶解加工に難点があった。この点をもっとも有利に克服して実用化されたのがエチレンとビニルアルコールの共重合体EVOHである。多層フィルムのバリア層として、最初の応用分野である食品包装市場への導入から始まった用途は、医薬品や非食品包装など中身の多様化や、対象ガスの種類も酸素だけでなく二酸化炭素や匂い成分・有機蒸気などと種類も増し、更には包装以外の自動車(ガソリンタンク)、建材、地球環境関連などの分野にも広く応用範囲を拡大している。EVOHの二軸延伸フィルムはラミ





鮮度保持醤油容器

鮮度保持容器PID  
(Pouch In Dispenser)

[ヤマサホームページより]

図7 鮮度保持容器

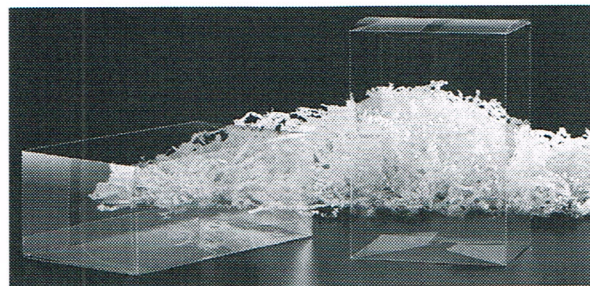


図8 高透明PPシート

ネット基材としても利用されている。

## (2) 鮮度保持の醤油容器

ヤマサ醤油が2009年8月に発売した醤油容器(図7)<sup>19), 20)</sup>は、柔らかなフィルム製の二重袋構造の容器(PID/Pouch in dispenser)で、特殊な薄いフィルムの注ぎ口により、容器から醤油を注ぎ出すと袋はしぼむが、逆止弁のおかげで内部に空気が入りにくい。従って、醤油の酸化を防ぐことができ、開封後、何度注いでも中に空気が入りにくく、酸化を防いで常温でも長期間鮮度を保つことができる。この鮮度パックは、新潟県三条市の悠心と共同開発している。

折り返しストッパー付きで、ストッパーを使うことで不意に倒れても中身が出にくく、また、見た目もスマートかつコンパクトとなったことで卓上などでも扱いやすく、ごみの量も減少させる。現在の醤油容器は少しずつ進化している。

キッコーマンは2012年7月、新たな容器「やわらか密封ボトル」を採用した商品を発売している<sup>21)</sup>。この醤油ボトルは二重構造になっていて、柔軟性と剛性を併せ持った外部容器の内側にフィルム製の袋を収め、袋の中に醤油を充てんしている。外部容器を押すと、注ぎ口から醤油が出て、押す力を弱めると外部容器と内部袋の隙間に外気が

流入し、外部容器は元の形状に戻る。吉野工業所と共同開発したもので、この容器の内部袋の材質は、多層構造でバリア層と酸素捕捉層があると推定される。

## (3) 高透明PPシート

従来、結晶性樹脂は高透明性を有する分野には不得意とされてきたが、結晶性樹脂でも、シート成形の両面急冷で熱処理を行うことにより、球晶サイズを極力小さくし、かつ球晶とマトリックスの屈折率を等しくすることにより、高透明化が可能である<sup>22)</sup>。また、表面に低粘度の樹脂を流すことにより、せん断応力を下げ、配向結晶化を抑制<sup>23)</sup>し、屈折率の等しい第三成分を添加して球晶生成を抑えることにより、更に透明性が向上し、図8に示すようにPPでもガラスライクなシートが得られる<sup>24)</sup>。事務用品、化粧品やお菓子パッケージなどの用途の他に、高透明感、高剛性、熱成形性や耐熱性を生かし、電子レンジ可能なお弁当の容器及びPTP包装や加飾フィルムとして自動車やバイク、家電製品の装飾に展開されている。

最近では賞味期限を伸ばすために、ヒートシール層を追加し、本体容器とヒートシールし、内部にチッソガスを充てんすることで、食品の廃棄を減少させる用途が増えてきている。

## (4) 加飾フィルム 自動車、バイク、鉄道、家電、IT・スマホ、住設

加飾フィルムは自動車部品、家電製品、住宅設備、スマートフォン/タブレット端末など、幅広い用途に展開され、現在1,112億円規模の市場になっている<sup>25)</sup>。

成形方法としては射出成形によるインモールド成形が主であるが(図9)、成形品に後から貼合、転写させるオーバーレイ法が開発され<sup>26)</sup>、形状適応性が更に広がっている。インモールド成形は更にインモールドラミネーションとインモールド転写に分類される。

印刷、塗装、真空蒸着、着色などで加飾したフィルムあるいはシートを用いて、フィルムを成形品表面に貼合わせる、あるいは印刷、塗装、真空蒸着などの加飾面を転写させる加飾技術はモバイル機器、通信機器、ソフト感を必要としない自動車内装品などに適用しやすい。図10は、本物の木の外観を出すために、3Mがインテリアトリムフィルムを開発し、真空圧空成形により基材に貼り付ける方式をとり、すべての曲線にフィルムが追従できるようになっており、印刷パターンはあらかじめ伸ばされた状態で木に見えるように設計されている<sup>27)</sup>。加飾技術の利用により、各種のパターン、色などを施すことができ、活発な動きのある技術である。

今年、上越新幹線で現美新幹線が運行開始になったが、この新幹線にも加飾フィルムが使用され、鮮やかにデザ



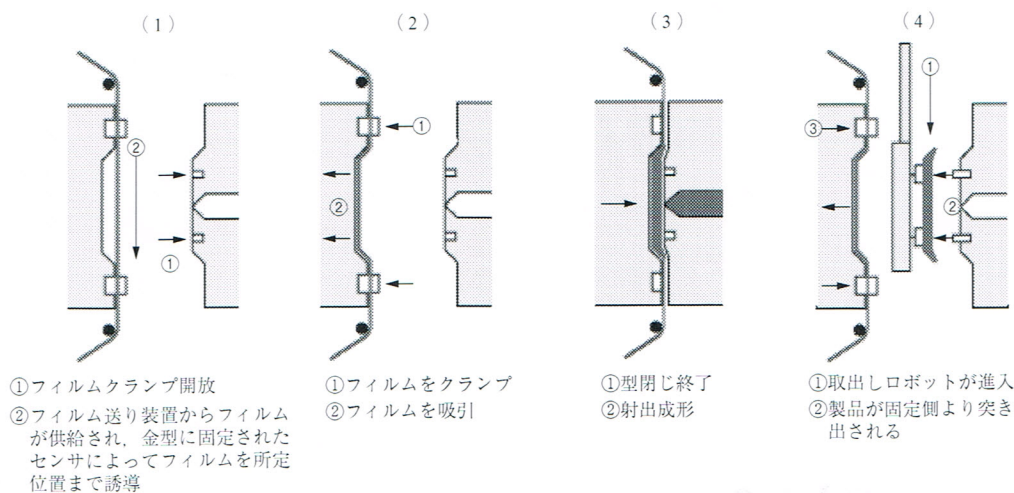
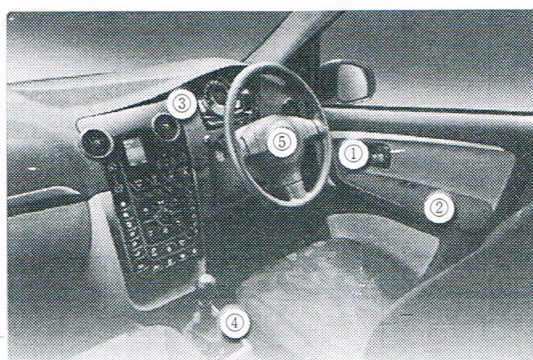
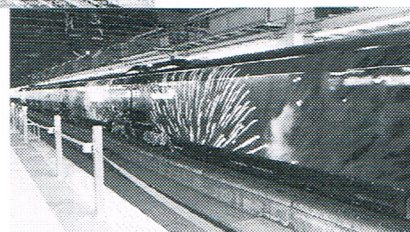


図9 日本写真印刷のNissha IMD工程概念図



① door handles ② door switch covers ③ instrument panels  
④ center consoles ⑤ steering wheels

図10 3M™インテリアトリムフィルムの実施例



夏の夜空を彩る長岡の花火が6両にわたって描き出されるデザインで、そのデザインの再現性、運行期間中に褪色などが生じない耐候性、安全性などの点から「3M™スコッチカル™フィルム」が採用。フィルムの製造や耐候性を備えたインクによる印刷、高速走行にあわせた特殊加工、更に車体への貼付作業の指導まで、一貫したサービスを提供

図11 GENBI SHINKANSEN (現美新幹線)

インされた車体が注目を浴びている。デザイナーによる現代美術を新幹線に持ち込むことで、洗練された、よりインパクトの高いものに完成されている(図11)<sup>28)</sup>。今後、環境問題や省力化、付加価値向上、軽量化の観点からますます自動車産業における塗装代替加飾フィルムの要求が大きくなり、塗装ラインやメッキラインがいなくなる自動車製造も近い将来実現する可能性が高い。

#### (5) 直線カット性フィルム<sup>28)</sup>

易裂性ナイロンフィルムは環境問題対応の一環で、脱塩素化としての利用、便利さや製品安全(PL法)対応として開封性の観点で易裂性・直線カット

性の向上、口元カール性の向上による自動充てん機械適性の改良、耐熱性の向上化などが主な採用動機となっている。包装材料に易裂性を付与するためには、図12に示すように、従来はラミ構成の中間層に一軸延伸ポリオレフィンフィルムを配置し、強度を保持するために最外層に二軸延伸ナイロンフィルムを配置した3層構成が必要であったが、易裂性ナイロンフィルムを使用することにより、易裂性と高強度

を単層のフィルムで満足できるために、2層構成のラミ・製袋品で目的を達成することが可能となっている。これにより、ラミネート層数を減らすことができコストメリットもあり、かつバリア性も付与することができている。

レトルト食品では、湯せんし温かい状態で開封し、中身をスムーズに出すために包材の易裂性能が求められる。レトルト食品においても、近年の電子



レンジの普及により、調理の簡便化が図られている。開封時に包材が切れにくいと内容物がこぼれる危険性などが増して、火傷などの事故につながる危険性が増すため、包材としては易裂性、直線カット性を有する易裂性ナイロンフィルムをラミ構成の一層として使用することが必要となる。

#### <構成例>

PET/易裂性ナイロンフィルム/AL/ CPP (アルミ構成品)

透明蒸着PET/易裂性ナイロンフィルム/ CPP (透明構成品)

など、高強度と易裂性の必要な分野で使用されている。カレー、中華具材、おかゆ、パスタソース、調理食品などでの採用が増加している。業務用袋などでは易裂性の付与により、作業性が大幅に改善される。

#### (6) 医療用フィルム<sup>29)</sup>

医薬品包装にはオキシガードフィルムやアルミラミネートフィルムが使用されている。医薬品の点滴剤には、アミノ酸製剤、高カロリー栄養剤、あるいは酸素の影響で変質してしまう薬剤などがある。食品のプラスチック容器の場合、パッシブガスバリア材やアクティブバリア材と複合化する方法が一般に適用されているが、医薬品包装の場合、薬事法の関係で使用できる材料に制約がある。このため、ポリエチレン製輸液ボトルを両面アルミ箔構成の外装パウチに入れ、脱酸素剤を封入する方法やアクティブバリア機能をもつ外装パウチを適用する方法が採用されている。このアクティブバリア外装パウチの構成は、一方がPET/アルミ箔/オキシガードフィルム/シール層であり、他方はPET/パッシブバリア層/シール層で、透明多層フィルムが用いられている。片面が透明であるため、輸液ボトルの表示ラベルを見ることができ、パウチにラベルを貼る必要がない利点もある。狭心症の治療用点滴剤の製品は、レトルト殺菌が必要であり、輸液ボトルを「オキシガード」パウチ

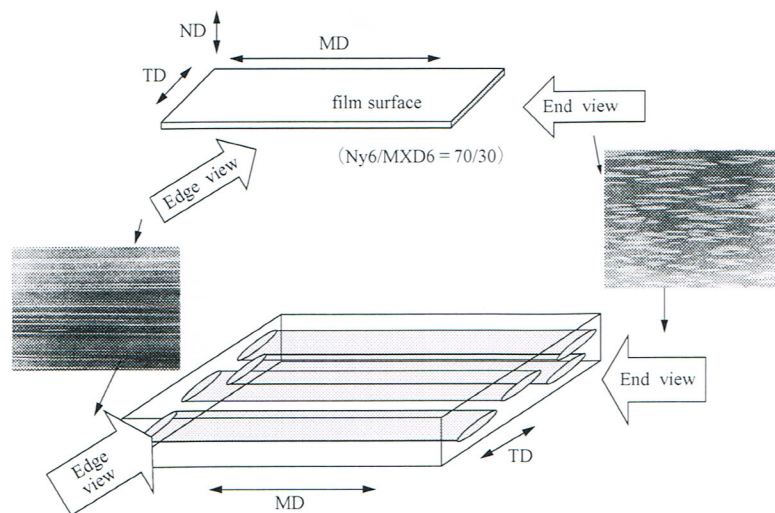


図12 易裂性PA6延伸フィルムの透過型電子顕微鏡観察 (TEM)

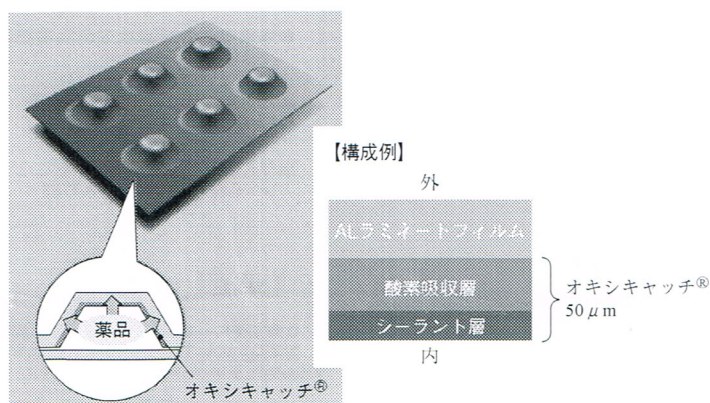


図13 ALラミネート酸素吸収PTP包装

に充てん後、レトルト殺菌されている。今後、錠剤のPTP包装はバリア性で更に厳しい要求が求められており、図13で示すPTP包装やアルミラミネートのシートなどが検討されている。

(10月号につづく)

#### 参 考 文 献

- 1) 金井俊孝監修, フィルムの機能性向上と成形加工・分析・評価技術 第一巻 (Andtech, 2010).
- 2) 金井俊孝監修, フィルムの機能性向上と成形加工・評価技術 第二巻 (Andtech, 2013).
- 3) 桐原 修ほか, 加飾フィルム・材料・加工技術の最新開発と自動車用途展開 (Andtech, 2015).

- 4) J.Breil, フィルム成形のプロセス技術, 金井俊孝監修 (Andtech, 2016).
- 5) 日本包装技術協会ホームページ, 平成24年日本の包装産業出荷統計
- 6) 吉野 彰, 次世代リチウム二次電池と高分子, 成形加工, 22 (6), 274-278 (2010).
- 7) 辻岡則夫, 高分子学会フィルム研究会第108回講演会 (2009).
- 8) 伊藤達也, フィルムの機能性向上と成形加工・分析・評価技術 第4章第2項 (Andtech, 2013).
- 9) 中島孝之, プラスチック成形加工学会企画講演会 Liイオン電池講演会 (2011).
- 10) 奥下正隆, プラスチック成形加工学会第112回講演会ー将来のエネルギーの技術を担う太陽電池・二次電池の開発の最前線 (2009).
- 11) 奥下正隆, リチウム二次電池のラミネ



- ート外装材, 成形加工, **22** (6), 279-286 (2010).
- 12) 伊藤達也, プラスチック成形加工学会第99回企画講演会“最先端の二次電池・キャパシタの開発動向”(2007).
- 13) S.Tamura, K.Ohta, T.Kanai, *J.Appl.Polym.Sci.*, **124**, 2725 (2011).
- 14) S.Tamura, K.Takino, T.Yamada, T.Kanai, *J.Appl.Polym.Sci.*, **126**, 501 (2012).
- 15) S.Tamura, T.Kanai, *J.Appl.Polym.Sci.*, **136** (5), 3555 (2013).
- 16) 瀬川正志, 高分子学会フィルム研究会第45回講座 (2009).
- 17) 小山松 敦, 高分子学会第46回フィルム研究会講座 (2010).
- 18) 猪狩恭一郎, フィルムの機能性向上と成形加工・分析・評価技術 第6章第1節 (Andtech, 2013).
- 19) ヤマサ醤油 ホームページ 商品情報
- 20) 悠心 ホームページ 製品紹介
- 21) キッコーマン ホームページ 商品情報
- 22) A.Funaki, T.Kanai, Y.Saito, T.Yamada, "Analysis of Contributing Factors to Production of Highly Transparent Isotactic Polypropylene Extrusion Sheets Part 1," *Polym.Eng.Sci.*, **50**, 2356 (2010).
- 23) 船木 章, 蔵谷祥太, 山田敏郎, 金井俊孝, ポリプロピレンシートの透明性に対する多層押出しの効果, 成形加工, **23** (5), 229-235 (2011).
- 24) A.Funaki, K.Kondo, T.Kanai, "Analysis of Contributing Factors to Production of Highly Transparent Isotactic Polypropylene Extrusion Sheets Part 2," *Polym.Eng.Sci.*, 2356-2365 (2010).
- 25) 富士経済, 2013年加飾フィルム関連市場の展望とメーカー戦略 (2013).
- 26) 榊井捷平, 加飾技術概論, コンバーテック, **43** (9), 46-52 (2015).
- 日本写真印刷 ホームページ, [http://www.nissha.co.jp/industrial\\_m/index.html](http://www.nissha.co.jp/industrial_m/index.html)
- 27) 佐々木信, 加飾フィルム・材料・加工技術の最新開発と自動車用途展開 第2章3項 (Andtech, 2015).
- 28) M.Takashige, T.Kanai "Easy Tear Multi-layer Film of Biaxially Oriented PA6/MXD6 by Double Bubble Tubular Film Process," *Int.Polym.Process*, **20** (1), 100-105 (2005).
- 29) 葛良忠彦, フィルムの機能性向上と成形加工・分析・評価技術 第6章第2節 (Andtech, 2013).
- 30) 井坂 勤, 包装技術, **32** (9), 52 (1994).
- 31) 遠藤浩平, フィルムの機能性向上と成形加工・分析・評価技術 第10章第4節, 218-223 (Andtech, 2010).