



食品包装用バリアナイロンフィルムの近況

ユニチカ株式会社
包装フィルム営業部
市場開発グループ
小林 愛

1. はじめに

プラスチックフィルムは、

- ・軽い。
- ・加工が容易である。
- ・廃棄性に優れる。
- ・素材の性質が多種多様である。
- ・複合化により性能選択可能である。

等の特徴から、食品包装として広く使用されている。

中でも二軸延伸ナイロンフィルムは、

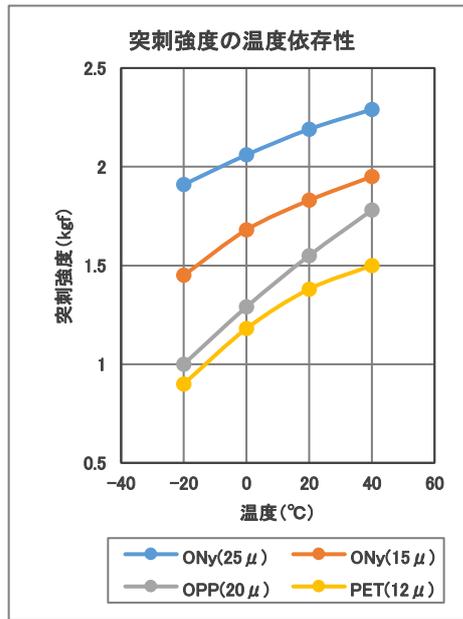
- ・耐ピンホール性に優れる。
- ・強靱で耐衝撃強度に優れる。
- ・耐摩耗性に優れる。
- ・耐熱、耐寒性に優れる。
- ・ガスバリア性が比較的良好である。
- ・耐油、耐薬品性に優れる。

等の特徴を有しており、フィルムに穴が開きにくいこと（耐ピンホール性）が最大の特徴である。

この特徴を活かして袋外部からの突刺しの防御が必要な水物包装、袋内部からの突刺しの防御かつ耐寒性が必要な冷凍食品、耐ピンホール性と耐熱性の特徴を活かしてレトルト食品などに多く使用されている。

包装用フィルム表基材として一般的に使用されるフィルムである、二軸延伸ポリプロピレンフィルム（OPP）、二軸延伸ポリエステルフィルム（PET）と二軸延伸ナイロンフィルム（ONy）について突刺強度の温度依存性を図1に示す¹⁾。低温域（-20℃）から高温域（40℃）にかけて二軸延伸ナイロンフィルムは高い突刺強度を有していることが分かる。

図 1



二軸延伸ナイロンフィルムは、1968年に弊社がテンター式同時二軸延伸法を用いて市場導入したフィルムであり、現在は3つの生産法（テンター式同時二軸延伸法、テンター式逐次二軸延伸法、チューブラー式同時二軸延伸法）で生産されている。

本稿では二軸延伸ナイロンフィルムの使用量の変遷、及び需要が増加しているバリア性を付与した二軸延伸ナイロンフィルム（バリアナイロンフィルム）について述べる。

以下、ナイロンフィルムとは二軸延伸ナイロンフィルムを示す。

2. ナイロンフィルムの使用量の変遷

表1は2000年と2014年のナイロンフィルムの用途別使用量の推移である²⁾、³⁾。

表 1

ナイロンフィルムの用途別使用量の推移

		2000年(トン)	2014年(トン)	年比(%)
食品用途	調味料・スープ	7,400	6,400	86
	水物・漬物・こんにやく	5,400	4,900	91
	ボイル・レトルト	4,500	6,120	136
	冷凍食品	3,400	4,900	144
	畜肉加工品	2,000	3,350	168
	バック・イン・ボックス	1,500	2,450	163
	容器フタ材	1,600	2,350	147
	水産加工品	1,300	1,540	118
	米・穀物	1,300	1,400	108
	ロックアイス	1,000	1,250	125
	餅	850	800	94
	その他食品	8,220	8,040	98
	非食品用途	詰替えパウチ	1,800	3,050
LiBパッケージ用・真空断熱材		-	1,750	-
その他非食品		850	2,100	247
合計		41,120	50,400	



ナイロンフィルム全体の使用量は2000年の4.1万トンに対し、2014年は5.0万トンであり、約1万トン使用量が増加した。食品分野に関しては、『ボイル・レトルト』、『冷凍食品』、『畜肉加工品』、『バック・イン・ボックス』、『容器フタ材』、『水産加工品』、『ロックアイス』の使用量が比較的増えている。

『ボイル・レトルト食品』、『冷凍食品』、『畜肉加工品』、『水産加工品』、『ロックアイス』の増加には、共働き・独身世帯の増加、少子化、外食・中食産業の発展などに伴うライフスタイルの変化が影響していると考えられる。こうした社会的背景により、調理の手間の省力化が望まれ、食生活に占める加工済み・調理済み食品の割合は年々増加している。

『バック・イン・ボックス』とは、プラスチック製の内装容器と段ボールケースを主体とする外装容器から構成される、液体用（一部には粘体や固形入り液体用）の組合せ容器である。省資源、省スペースの観点から業務用市場で広がっているが、近年では家庭用アルコール飲用向け等、一般消費用途での採用も進んでいる⁴⁾。

『容器フタ材』増加の要因には以下2点が考えられる。

近年ではコンビニで提供されるアイスコーヒーの氷入りカップのフタ材にもナイロンフィルムが使用されている。コンビニコーヒーの販売量はここ数年で大きく増加し、その数量は12億杯とも14億杯とも言われている⁵⁾。コンビニコーヒー市場の拡大と共にナイロンフィルムの使用量も増加が期待されている。

また、スーパーやコンビニで販売されている惣菜類の日持ちを伸ばすために、現在の密封されていない包装形態から、フタ材による密封包装を行い、真空包装やガス置換包装を行う技術や、密封包装後に低温殺菌を行い、高温加熱による風味・食感の劣化を抑え、低温流通を行う包装形態が検討・採用されている⁶⁾。これらの包材にもナイロンフィルムが使用されており、今後の成長が期待される分野である。

非食品分野においては、『詰替えパウチ』の使用量が大幅に増加しており、容器形態も多岐に渡っている。2013年後半頃より液体洗剤など向けで数回分の詰め替えが可能な徳用商品として抽出口付きの大容量スタンディングパウチが採用されており、数量ベース市場での成長が抑制される可能性がある⁷⁾。

また、『リチウムイオン電池（LiB）パッケージ用・真空断熱材』といった2000年には見られなかった新たな用途分野での使用が認められている。

3. バリアナイロンフィルム

現在、日本における「食べられるのに廃棄される食品（食品ロス）」は年間500～800トンと推定される。食品ロスの削減には「流通における3分の1ルールの変更」や「賞味期限の延長」などが有効とされており、官民での食品ロス削減の取り組みが始まっている⁸⁾。

「賞味期限の延長」の手法としては内容物の品質劣化を防ぐため、食品包装に使用するフィルムのバリア性向上が挙げられる。ここでは、ナイロンフィルムをベースとしたバリアナ

イロンフィルムについて紹介する。

3-1. PVDCコートフィルム

ポリ塩化ビニリデン（PVDC）はガスバリア性、及び防湿性において環境湿度の影響をほとんど受けない。また、保香性も良好である。よって単体フィルムとしても、二軸延伸されたポリプロピレンフィルムやポリエステルフィルム、ナイロンフィルム等の各基材フィルムに塗工するバリアコート剤としても多く使用されている。

特にPVDCを塗工したバリアコートフィルムは、基材フィルムの特性を損なうことなくバリア性を付与することが可能である。ナイロンフィルムに塗工したPVDCコートナイロンフィルムはナイロンフィルムの有する強靱性、耐ピンホール性に加えてバリア性が付与されることから、調味料・スープや水物・漬物・こんにゃく・ボイル食品等の包装で多く使用されてきた。弊社においては『エンブレム®DC』の商品名で上市している。

PVDCコートフィルムは1997年前後に、その構成中に塩素原子を含み、これが不完全燃焼することでダイオキシンが生成されるといった報道に端を発したダイオキシン問題によって、包装資材としての使用を敬遠されることが多くなった。しかしながら、近年ではダイオキシンの発生を抑制する800℃以上の高温焼却機能を有した新型焼却炉の建設が進んだことによって、ダイオキシンの発生量は大幅に削減されている（図2）⁹⁾。これに伴い、PVDCコートフィルムへの誤解も払拭され、バリア性包装材料としての価値が再認識されつつあり、PVDCコートナイロンフィルムの生産量も回復傾向が続いている（図3）^{2) 3)}。

図2

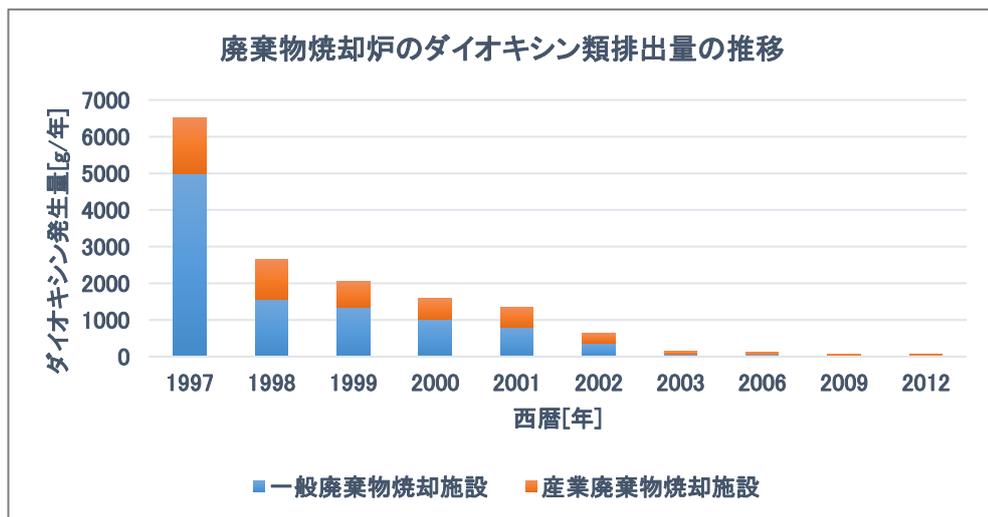
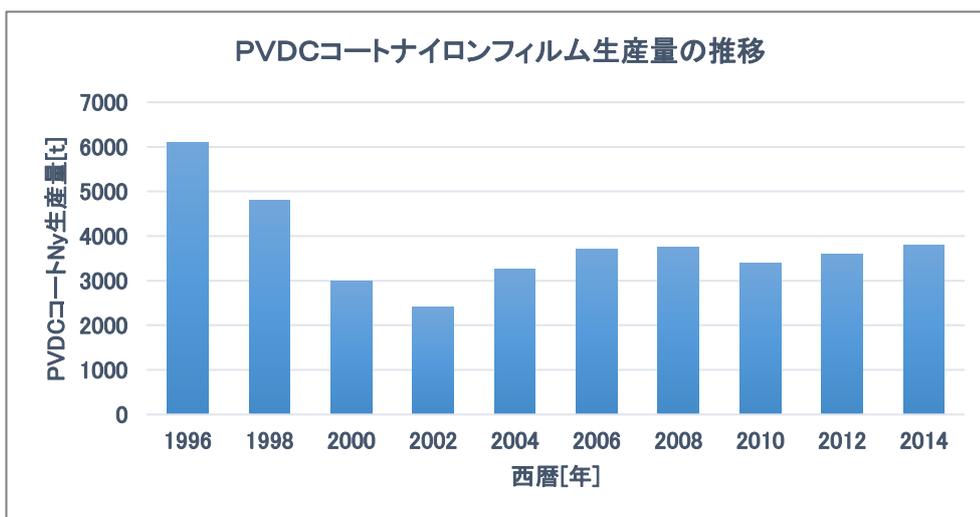


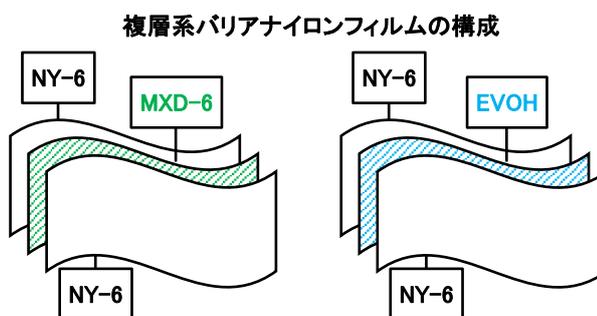
図 3



3-2. 複層系バリアナイロンフィルム

上記ダイオキシン問題が発生した時期に、PVDCコートフィルムの代替材料として塩素原子を含まないバリアフィルムがフィルムメーカー各社より上市された。その代表的なものが、ナイロン/バリア樹脂/ナイロンの複層構成で設計された複層系バリアナイロンフィルムである(図4)。バリア樹脂の代表的なものとしては、メタキシレンジアミン(MXD)やエチレン-ビニルアルコール(EVOH)が挙げられ、弊社ではMXD系複層ナイロンフィルムを『エンブロン®M』、EVOH系複層ナイロンフィルムを『エンブロン®E』の商品名で上市している。

図 4



複層系バリアナイロンフィルムは現在、広く多くの分野で使用されている。

しかしながら、問題点としてバリア樹脂が一般のナイロンに比べて硬く脆い傾向にある。複層系バリアナイロンフィルムはナイロンフィルムの一部をバリア樹脂に置き換えている事から、図3に示すように屈曲や擦れによってピンホールの発生する確率が高くなる(表2)。このため、ピンホールの問題については、代表的な15μmの厚みに対して18μmの製品を上市しているフィルムメーカーもある。

表 2

バリアナイロンフィルムの耐ピンホール性比較

測定項目	エンブロン M 『M200』	エンブロン E 『E600』	エンブレム DC 『DCR』	エンブレム 『ON』
構成	複層	複層	コーティング	バリアなし
酸素透過度 [ml/(m ² ・day・MPa)]	60	15	50	250
突刺強力 (N/枚)	11.0	10.0	11.5	11.5
屈曲試験 5000 回 (個/A4)	15	2	1	1
摩擦ピンホール 【四つ折法】 ○:ピンホール無 ×:ピンホール有	10 回	○○○	○○○	
	20 回	○××	○○×	○○○
	40 回	×××	×××	○○×
	60 回			○○×
	80 回			○○×
	100 回			×××

測定環境: 20°C × 65%RH

評価サンプル構成: バリアナイロンフィルム(15 μm)//LLDPE(50 μm)

3-3. ハイバリアフィルム

バリアフィルムは要求されるバリアレベルや多種多様な使用用途に応じて使い分けられているが、高いバリア性が要求される用途にはこれまで、アルミ箔が多く用いられてきた。近年は①内容物の確認ができる、②金属探知機が使える、③電子レンジでの加熱ができるといった点から透明ガスバリアフィルム包装材への要望が高まっており¹⁰⁾、PET上に酸化アルミや酸化ケイ素等の無機薄膜層を設けた透明蒸着PETが、アルミ箔の代替包装材として市場での高評価を得てきた。これに対して、上述した従来のガスバリアナイロンフィルムは、アルミ箔や透明蒸着PETに比べるとバリア性が低い事に加え、レトルト処理のような高温の熱処理が不可能であることが多く、利用できる食品が限られていた。

しかしながら、近年では透明蒸着PETに匹敵するようなガスバリア性を有したハイバリアナイロンフィルムがフィルムメーカー各社より上市されている。バリア性発現のメカニズムは各フィルムで異なるが、その多くのフィルムで、屈曲や引張等のストレスによるバリア性の低下が少ないという特徴を有している。また、透明蒸着PETを用いた一般的なパウチ構成(透明蒸着PET・印刷//ナイロンフィルム//シーラント)の場合、印刷がバリアフィルムより食品側に配置されるのに対し、バリアナイロンフィルムを使用した場合(PET・印刷//バリアナイロンフィルム//シーラント)はバリアフィルムが印刷よりも食品側に配置される。このため、印刷インキから発生したインキ臭の食品への移行が抑制され、食品の風味が向上するということが報告されている¹¹⁾。

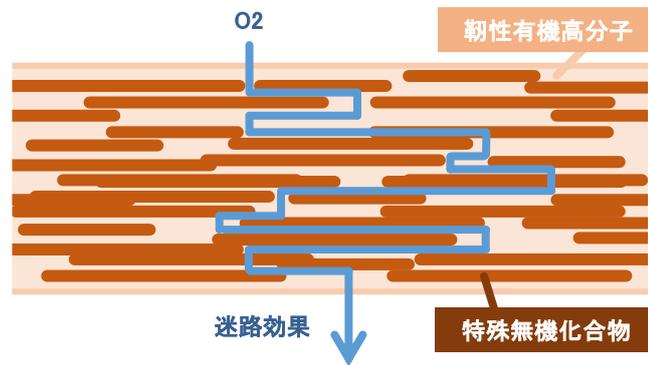
弊社ではハイバリア(～10ml/(m²・day・MPa))領域のガスバリアナイロンフィルムとして、乾燥食品向けナノコンポジット系ガスバリアフィルム『セービックス®YON』と、ボイル・レトルト処理が可能な『エンブレム®HG』、『エンブレム®HG』の上位グレードである『エンブレム®NV』を上市している。

『セービックス®YON』は、ナノコンポジット技術により開発された非塩素系・非金属

系素材からなるガスバリアフィルムであり、2006年に住友化学より『セービックス®』事業を譲り受けてユニチカブランドとしての生産・販売を開始した。このバリア層は、完全な気体遮断性を有する特殊無機化合物と、韌性を与える有機高分子とを超微細な積層構造とすることにより、気体の透過経路長がバリア層の厚みの約500倍にも匹敵する様に設計され、いわゆる『迷路効果』により極めて優れたバリア性を発揮する（図5）。また、屈曲や伸長によるガスバリア性の低下が発生しない特徴を有している。

図5

セービックスのバリア発現メカニズム
—「迷路効果」によるバリア性発現機構—



『エンブレム®HG』は、基材であるナイロンフィルムの片面に弊社独自の技術を駆使した有機系ガスバリア層を設けたボイル・レトルト専用ガスバリアナイロンフィルムである。優れたガスバリア性を保持しつつナイロンフィルムの特徴である強度、耐ピンホール性も維持している。また、有機系ガスバリア層面への印刷・ラミネートなどの二次加工処理が可能である。さらに、屈曲や伸長によるガスバリア性の低下が発生しない特徴を有している。

図6は『エンブレム®HG』と透明蒸着PETを用いた標準的な構成のボイル・レトルト用パウチに対する未処理、レトルト処理（120℃×30分）後、及び、屈曲処理（ゲルボ50回）の後にレトルト処理（120℃×30分）を行ったサンプルの酸素透過度を測定した結果である。透明蒸着PETは屈曲や熱水処理によってガスバリア性が悪化したのに対し、『エンブレム®HG』ではガスバリア性の悪化は発生しないことが確認された。

図 6

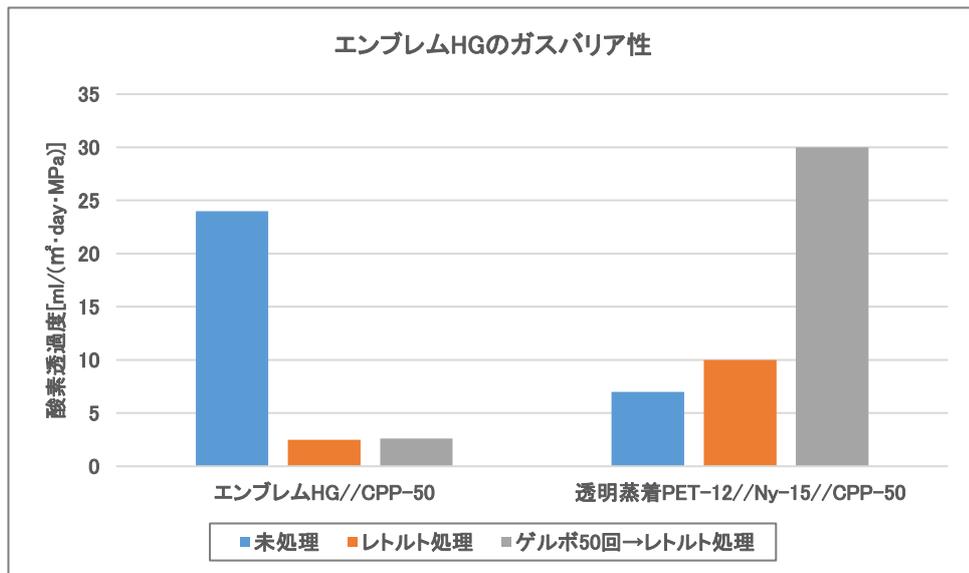


図 7 はスイートコーンを『エンブレム®HG』と透明蒸着PETのパウチに充填し120℃×30分のレトルト処理を実施した後、1ヶ月の保存試験(40℃×90%RH、暗所)を行った際の外観を観察したものである。『エンブレム®HG』のパウチに充填したコーンに比べて透明蒸着PETのパウチに充填したコーンは黒く変色する事が確認された。

図 7

食品保存試験(スイートコーン:40℃×90%RH、1ヶ月)

	エンブレム HG-15//CPP-50	透明蒸着 PET-12//Ny-15//CPP-50
120℃×30分 レトルト処理 ↓ 40℃×90%RH 1ヶ月保管後		

上記評価結果より、『エンブレム®HG』は屈曲やボイル・レトルト処理によるガスバリア性の悪化が発生せず、あらゆるストレスに対しても極めて優れた耐性を有していることが示された。よって、ボイル・レトルト食品用途で好適に利用することができる。

3-4. 食品用途以外への展開

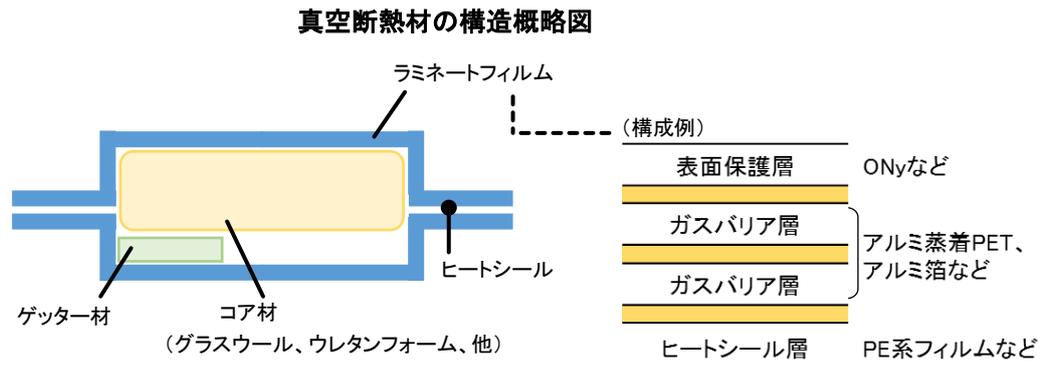
近年ではバリアナイロンフィルムの食品分野以外への展開も期待されており、その一例として真空断熱材が挙げられる。

従来、冷蔵庫や電気ポットの断熱材、あるいは住宅用断熱壁用の断熱パネルとしては、ポリウレタンフォームを用いた断熱体が利用されてきた。近年、薄型かつ高断熱性を有し、形

状自由度に優れる材料として真空断熱材が台頭してきている。

真空断熱材は多孔質構造のコア材を多層ラミネートフィルムで覆い、内部を減圧・封止した断熱材である（図8）¹²⁾。外層袋には、真空引きなどのストレスに負けない強度が必要であり、さらに長期間の真空状態を保持するために、外部からのガスの侵入に対する優れたガスバリア性が求められる。

図8



外装袋のガスバリア層にはアルミ蒸着フィルムやアルミ箔などを使用する構成が主流であるが、シール圧・真空引きなどのストレスによるガスバリア性の低下などの問題があった。

『セービックス®YON』や『エンブレム®HG』のような屈曲や伸長によるガスバリア性の低下が発生しない特徴を持つガスバリアフィルムを真空断熱材用途に展開することにより、真空断熱材に対するガスバリア性の要求性能を満たすことができると考える。

4. おわりに

優れた強度特性を有したナイロンフィルムは、今後も食品中心に多くの分野で使用されることが予測される。また、食品の安全・安心の観点に加えて食品の廃棄といった環境問題の観点からバリアフィルムへの需要も増加している。

さらに、食品包装以外にもガスバリア性包材を必要とするケースも多く、高性能・高付加価値のガスバリアフィルムは、今後益々要望されると考える。

弊社はナイロンフィルムのトップメーカーとして、市場のニーズに応えられるよう、性能・機能をアップしたさらなる商品開発を行っていく所存である。



参考文献

- 1) (株) 東洋紡パッケージング・プラン・サービス：包装用フィルム概論
- 2) (株) 日本経済総合研究センター：包装資材シェア辞典2001年度版
- 3) (株) 日本経済総合研究センター：包装資材シェア辞典2015年度版
- 4) 日本包装学会誌 Vol. 20 No. 1 (2011)
- 5) テイクアウトコーヒーと食品包装：食品包装、748 (11)、18-21、(2014)
- 6) 増田 敏郎：包装技術、52 (4)、285-292、(2014)
- 7) (株) 富士キメラ総研：2014年パッケージングマテリアルの現状と将来展望
- 8) 農林水産省「食品ロスの削減に向けて ～NO-FOODLOSS PROJECTの推進～」(2014年12月)
- 9) 塩化ビニリデン衛生協議会：ポリ塩化ビニリデン製品に関するよくある質問 Ver. 2
- 10) 葛良 忠彦：包装技術、49 (12)、830-841、(2011)
- 11) 齋藤 等、三浦 崇：包装技術、52 (9)、750-753、(2014)
- 12) 株式会社富士キメラ総研：2015年版 機能性高分子フィルムの現状と将来展望