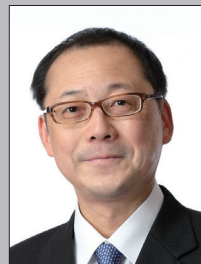


食品用ガスバリアプラスチック包装を取り巻く 社会環境と将来展望

明治大学 理工学部応用化学科 教授 永井 一清



1. はじめに

包装材料は現代社会に溶け込み、まるで空気のようにあることを意識されずに利用されている。プラスチックの他に、紙、缶、ビン、そして古くからある木・葉が材料として用いられている。食品包装産業の最近の話題の一つは、「サーキュラーエコノミー（循環経済）」を推進するために、リサイクルをどのように進めていくのか？」である。プラスチック包装の中でもタイトルに挙げた食品用のガスバリア機能を持つプラスチック包装材料は、リサイクル処理の工程数が増える複層材が使われているため注目度が高い。これは、コンビニエンスストアやスーパーマーケットなどで販売されている「賞味期限が付けられている密封された加工食品」に主に用いられている。これらの食品は現代に考えられた保存食であり、各店でこれらの商品の陳列に多くのスペースを割いていることから、売れ筋商品として購入者が多いことがわかる。

一方で、いつも生鮮食品を入手して料理できる人や外食が多い人は、このような商品をあまり必要と感じられていないのかもしれない。日本国内でも、「必要とする人」と「必要としない人」がいるということである。このことは、法制度とともに食文化、ライフスタイルや社会システムが異なる他国と日本を一括りにして議論するのは難しいことも表している。

本稿では、主に日本国内で用いられている食品用ガスバリアプラスチック包装、特にフィルムを用いるパウチ包装を取り巻く社会環境と将来展望について述べる。

2. 日本でのガスバリアプラスチック包装普及の背景

まず、プラスチック包装全体でみると、日本では高度成長期のスーパーマーケットの全国展開によ

り、商店街の商店での対面販売からレジでの一括精算に移行したことで飛躍的に普及した。あらかじめ商品を包装し値段を表示して陳列しておく必要が生じたためである。透明で中身が見え、軽量かつコンパクトな包装は物流の効率も大幅に向上させた。働き方の多様化、女性の社会進出、核家族化や一人暮らしの増加、買い物難民の増加など、社会が変化していく中で、食事の取り方や料理の仕方も変わっていき、加工食品が増えていった。特に一人分の食事やお弁当などに便利な「使い切りサイズ」や「食べきりサイズ」が増えている。購入者が選ぶ基準として、食品ロス削減の意識の高まりもあると思う。毎日商店街に買い物に行っていた時代から、1週間に一度スーパーマーケットに買い出しに行くことも一般化している。特売日などに買いだめすることもある。

また近年、日本人の衛生面の意識が高くなった。ネットスーパーも普及してきており、物流・販売過程で不特定多数の人が触れる商品であるため、安全安心面から包む文化が進んでいる。加工食品に限らず生鮮食品や中食用のお弁当やお総菜なども包まれている。未開封な状態は、中身が安全安心であることを示しているからである。

ここで「賞味期限」を意識する加工食品では、伝統的な保存食である漬物や乾物などを除いて、「密封した包装」を用いて食品の腐敗変敗などを抑える酸素バリアや水蒸気バリアが求められるようになった。後者では、水分を含んだ加工食品が乾燥しないようにバリアすることでも貢献している。保存食が新しい包装手法により一つ加えられたということである。図1のような包装技法が考えられ、常温・冷蔵・冷凍保存用の包装材料のラインナップが揃えられている¹⁾。そのまま湯煎や電子レンジで調理可能な商品もある。ほとんどの場合、製造・加工時に微生物の繁殖を抑えるために殺菌・静菌か除菌のいずれかの処理が施されている。

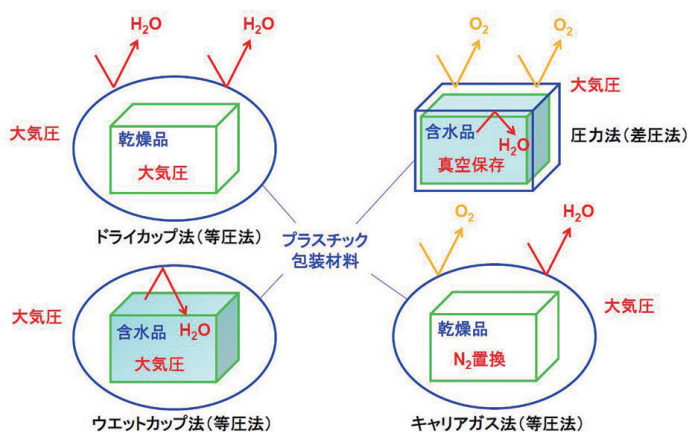


図1 代表的な包装技法の概念図とガスバリア性評価法の関係図¹⁾

つまりガスバリア機能だけあればよいわけではなく、保存・調理温度での耐久性などの特性も求められているということである。

3. 食品包装に用いられるガスバリア材料

ガスバリア機能は他の産業でも利用されており、各用途で求める「寿命」に応じてガスバリア性のランクが異なる。例えば、図2のような透過度で数値化して分類されている²⁾。数値が小さいほどガスバリア性が高くなる。現在最高ランクのガスバリア性が必要な用途は、何年も使う高価な電子デバイス用ガスバリアフィルムと封止材である。例えば、有機EL製品の何万円もする価格を思い浮かべていただくとよいかもしれない。

加工食品には賞味期限があることから、そこまでの性能は求められていない。そもそも食品の価格帯から考えて、包装材料は安くなければならない。コンビニエンスストアやスーパーマーケットでのこのような食品の価格は、100円台や200円台が主流であるため、必然的に安定して工業生産されている汎用性プラスチックが用いられる。使用されている材料は、識別マーク「プラマーク（プラの文字を矢印で囲んだ表示）」の下にア

ルファベットでプラスチックの略称（ガスバリア材料の例：PET、PVDC、EVOH など、M は金属）が示されている材料に限定されている³⁾。

冒頭に、法制度が異なる他国と日本を一括りにして議論するのは難しいことを述べた。

日本では食品用器具・容器包装は、「食品衛生法」の下、「安全性を評価した物質のみを使用するポジティブリスト制度」に基づいたプラスチックが使用されている⁴⁾。つまり、現在使用されている食品包装には、食品に接触しても安全であることが科学技術的に証明された物質だけが使用されているということである。

表1に複層材の基本ユニットの例を示す¹⁾。前述したように包装材料はガスバリア機能だけが求められているわけではない。各プラスチックの特性には長所だけでなく短所もある。そこで短所を補うための手段として材料のコラボが行われ、複層材となっている。ここには金属のアルミも用いられている。各層の厚みや積層順もデザインしている。一般的には、包む対象の食品から最初にどの包装技法を用いるのかを考える。賞味期限から、必然的に用いる材料と複合化の組合せも決まってくる。

表1 プラスチック包装に使用されている基本ユニット構造の例¹⁾

分類	基本ユニット構造	バリア性	透明性
プラスチックフィルムのみ	プラスチックフィルム	小	有
紙を貼合せ	紙 プラスチックフィルム	小	無
別のプラスチックフィルムを貼合せ	プラスチックフィルム プラスチックフィルム	小～中	有
無機薄膜層を形成	無機薄膜層 プラスチックフィルム	中～大	有
アルミ箔を貼合せ	アルミ箔 プラスチックフィルム	大	無

4. ガスバリア機能を維持しながらリサイクル性を高めるトレンド

講演会などで「複数の材料が混ざっている複層材のリサイクルをどのように効率よく行っていくのでしょうか？」という質問をよく受ける。イメージとしては、サンドイッチやハンバーガーからパンと挟んだ具を分ける工程が入るからである。材料面からの対策として「モノマテリアル化」が進められている。混合材料よりも単一材料の方がリサイクルしやすいからである。最初からリサイクルすることを前提とし、リサイクルし

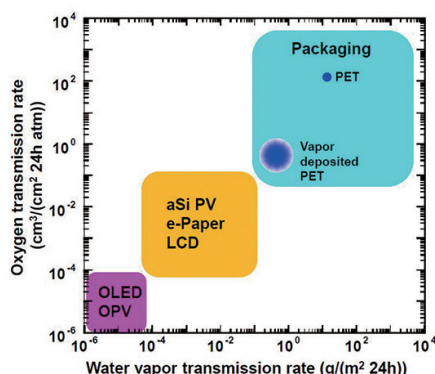


図2 産業界で要求される酸素と水蒸気のバリア性の概念図²⁾

やすい製品設計を試みているということである。合体させずに、パンはパンで、具は具で分けたままで食べるようにするような感じである。日本国内で先行している飲料用のペットボトル本体のようにできないかという考え方である。

各社各大学、知恵と工夫を凝らしている。例えば、昨年開催された「TOKYO PACK 2024（会期：2024年10月23日－25日、会場：東京ビックサイト）」の出席者情報をおっていくと個別の取り組みがわかると思う⁵⁾。ただし、現在の日本の「食品衛生法」においては、フィルムのリサイクル材を食品と接触する内面に使用しないようにしている。消費者が資源ごみとして出すまでにどのような取り扱いをしたのかわからない、つまりトレーサビリティが取れないこともある。安全安心の観点から、生命に危険をおよぼす物質が極微量でも入るリスクをなくしているということである。また、原料の「バイオマス化」も同時に取り組んでいるが、本稿のページ数に限りがあることから割愛する。

ここで難しい問題がある。加工食品は種類が多いことと包装技法もいくつもあるため、飲料用のペットボトル本体のように包装材料を一つの材料に統一することが困難であるということである。また、商品は全国に流通するが、使用済みの包装材料を各自治体でどのように分別回収するのか、どの方法でリサイクルするのかなどの社会システムも一緒に考えなければならない。日本ではサーキュラーエコノミーの推進の観点から、マテリアルリサイクルとケミカルリサイクル（原料・モノマー化）の比率の向上が念頭におかれている⁶⁾。現在一番多いエネルギー回収や次に多いケミカルリサイクル（高炉・コークス炉原料やガス化・油化）からどのように移行させていくのかという議論は、現在の「プラマーク」での一括回収システムにも関連する事柄でもある⁷⁾。このサーキュラーエコノミーは、昨今の不安定な国際情勢もあり、資源を持たない国々では資源安全保障面から推進されている。

5. プラスチック製品全体に対する国際的な規制の動き

ここで食品用ガスバリアプラスチック包装を含めたプラスチック製品全体についての国際的な動きをみってみる。海洋などでのプラスチック汚染に端を発し、国際的にプラスチック製品に対する規制が活発化している。例えば、2022年の第5回国連環境総会再開会合（UNEA5.2）の決議として、プラスチック汚染を終わらせる法的拘束力のある国際条約を作り上げることが

採択された⁸⁾。そして政府間交渉委員会（INC）がスタートし、2024年末までに条約を策定することになっていたが、2025年に持ち越している。本稿を執筆している時点では、2024年11月25日から12月1日まで韓国で開催されたプラスチック汚染に関する法的拘束力のある国際文書（条約）の策定に向けた第5回政府間交渉委員会（INC 5.1）が現時点での最新の活動である⁹⁾。今までの会議での議論をまとめた条約の草案である議長テキスト（Chair's Text、2024年12月1日付け）がWeb上で一般公開されている¹⁰⁾。この会議には177か国の国連加盟国、関係国際機関、NGOなどが参加した。INCの正式名称は、「Intergovernmental Negotiating Committee to develop an international legally binding instrument on plastic pollution, including in the marine environment」である。プラスチック汚染は、例えるならば「地球がごみ屋敷になる」ということが現実味をおびてきたものであり、人間が住む陸だけでなく、海も含むことが強調されている。人間だけでなく、地球上のすべての動植物にも大変迷惑である。「海はごみ捨て場」という海洋投棄は、日本では法律で禁止しているが、まだ捨てている国もある。海洋投棄を禁止することも議長テキスト第8条（Article 8）に明記されている。

第3条（Article 3）には、不必要なプラスチックを使用することをやめ、必要なプラスチックは安全にリユース、リサイクルまたはコンポスト化する活用が謳われている。プラスチック製品のサーキュラーエコノミーを推進しようとするものである。人間に例えると、メタボ状態なのでダイエットに取り組みぜい肉を落として筋肉質な体にしていこうというものである。国際会議でプラスチックをバッシングしているようでいて、冷静にみるとプラスチックは必要であると認識し、上手に使い続けることを決めているのである。

6. INC 5.1 で挙げられた不必要なプラスチック

国際会議で議論されている不必要なプラスチックとは何であろうか。同じく第3条（Article 3）に203X年（Xは2030年代の何年かを表す）までに段階的に廃止（Phase out）とする製品案がAnnex Yとして明記されている。それを表2にまとめる¹⁰⁾。

Part Iは製品である。そもそものプラスチック汚染の対策に本腰を入れたきっかけは海洋での汚染である。海水浴をイメージして欲しい。テイクアウトして砂浜で食事をするときに、食事や飲料の入れ物は1回だけしか使わない（Single use）いわゆる使い捨てプラスチック

表2 INC 5 Chair' s Text Annex Y : 2030 年代中にフェーズアウトさせる製品案のまとめ¹⁰⁾

[Part I] Products [or product group]	[Part II] Products [or product group] [containing chemicals]
1. Single use plastic sticks to be attached to and to support balloons 2. Single use plastic straws 3. Single use plastic beverage stirrers 4. Single use plastic cutlery/utensils (forks, knives, spoons, chopsticks) 5. Single use plastic-stemmed cotton bud sticks 6. Single use plastic carrier bags 7. Rinse-off cosmetics and personal care products containing intentionally added microbeads	1. Toys and children's products and Food contact material containing: DEHP (CAS number 117-81-7), DBP (CAS number 84-74-2), BBP (CAS number 85-68-7), and DIBP (CAS number 84-69-5) 2. Toys and children's products and Food contact material containing: Lead and lead compounds, and Cadmium and cadmium compounds 3. Toys and children's products; Food contact material intended for children under 3 years of age containing: BPA (CAS number 80-05-7)

ク製である。飲料を飲むためのストローやかき混ぜるためのマドラー、食べるためのフォーク・ナイフ・スプーンもプラスチック製である。箸がプラスチック製の国もある。テイクアウトして砂浜まで持ち運ぶときにはレジ袋が用いられる。海水浴では綿棒も使われる。これら(2～6番)は、ごみ箱に捨てずに砂浜に置いていたら、風や波にさらわれて海に行ってしまうものである。ビーチだけでなく、内陸部の公園や観光地などアウトドアで食事をするときや、街中でテイクアウトしたときも、その場に捨てられていくものである。また、風船に取り付けて持ち手として使う棒(1番)はプラスチック製である。風船は飛ばされたらどこかに行ってしまう、回収できない。リンスオフ製品の中で研磨・スクラブ剤として微小なプラスチックビーズを含んでいると、これは洗い流すものなので家庭でもそのまま下水に行き、最終的に海にたどり着いてしまうものもある(7番)。

Part II は、おもちゃや子供向け製品、食品に直接触れる製品である。プラスチックそのものではなく、プラスチックに混ぜてはいけな化合物を規定している。それが含まれていなければ使用可能である。プラスチック製品に限らず、子供はおもちゃや色々な製品をなめてしまう。また食品は人が食べる。つまり、プラスチック製品を介して、危険な化合物を人が摂取しないようにするということである。自然界にまき散らされたら動植物にも危険がおよぶものである。

国際会議で議論されている内容は、最近の日本で叫ばれている「脱プラスチック」とイメージが異なるのではないか。Part I の1番は、現在風船だけが明記されているが、伝統的なイベントなどで空に飛ばしたり川や海に流したりするような製品に広がっていく可能性がある。Part I の2～6番の製品は、アウトドアで用いられる使い捨てプラスチック製品の中でもポイ捨てされやすく、また砂浜を清掃していても砂に隠れていたらサイズが小さいので見つけづらい製品である。

国民のモラルに訴えるのはもう無理であると判断し、製品自体を廃止する提案がなされている。よく見てみると、ここには家庭内、すなわち主に室内で用いる使い捨てプラスチック製品は含まれていないことに気が付くであろう。自然環境中にまき散らかされる確率が低いうえに、基本的に使い捨てでもリサイクルに回すことを前提としているからである。日本では、「容器包装リサイクル法」に基づき「プラマーク」を付け、使用後はリサイクルに回すため各自治体の収集日に資源ごみとして出してもらっている¹¹⁾。Part I の7番とPart II は、法制度を整備してしっかり対応している「日本製 (Made in Japan)」は大丈夫であるのだが、そうでない国があるということである。

7. 日本人のモラルの変化

ところで、これからも「日本人はモラルが高い国民」という考え方を持ち続けていけるのかを考えなければいけないときにきていると思う。なぜなら、日本国内でも我慢の限界を超えてしまい爆発してしまった事例が出たからである。それはコロナ禍明けの出来事、日本を代表する東京都渋谷区のハロウィンへの対応である。以前はハロウィンを歓迎して訪問客をサポートしていたが、真逆の対応を取った。日本でも「個人のモラルに頼るのは無理」と判断した象徴的な例である。海外からの観光客の増加が影響している「オーバーツーリズム」やコロナ禍から顕著化した「路上飲酒」なども常態化してしまっていることから、強制的な規制をする自治体が増えていくと予想される。

図3に日本国内のポイ捨てと不法投棄による散乱ごみ発生のパターン例を示す¹²⁾。最初は、モラルに反する行動を行う人に意識が向けられる。しかしそれが積み重なると、その人たちが残す包装の散乱ごみに怒りの矛先が向かう。紙、缶、ビン、木・葉も含めて包装業界がくり返し社会から受けてきたバッシングのパ

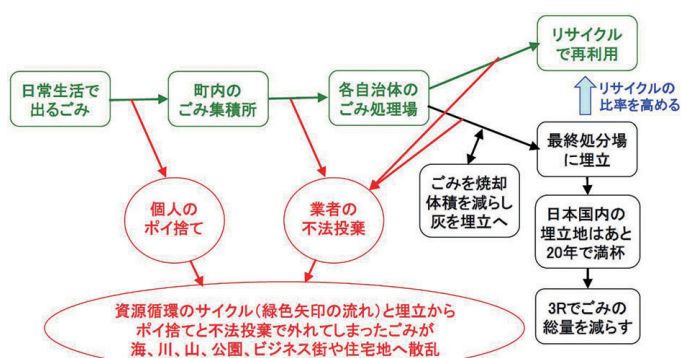


図3 日本国内のポイ捨てと不法投棄による散乱ごみ発生のパターン例¹²⁾

ターンである。プラスチックを例にとると、「適切に処理されないで自然環境中に流出したプラスチック」などというような硬い言い方よりも、「ポイ捨てや不法投棄で人間の手で自然界にばらまかれてしまったプラスチック」とストレートに言った方がわかりやすいと思う。

8. おわりに

最後に将来展望を示す。ガスバリアプラスチック包装食品が生鮮食品と伝統的な保存食に加わり、現代の各自・各家庭のライフスタイルに応じた食生活の充実に貢献できるようになった。途上国や新興国の生活水準が上がるにつれて、それらの国々でもガスバリアプラスチック包装が必要不可欠な存在になっていくと思われる。

食品用途を含めたプラスチック製品全体の国際的な流れは、プラスチック製品のサーキュラーエコノミーを推進することであると述べた。具体的には、 unnecessaryプラスチックを使用することをやめ、必要なプラスチックは安全にリユース、リサイクルまたはコンポスト化により循環利用することである。製品設計をサーキュラーエコノミー仕様にバージョンアップし、プラスチックを上手に使い続ける動きは加速していくものと思われる。

世界共通の方針を決める場合は、国際会議である。各国の発展の度合いや文化・風習が異なる上、食料や包装材料（プラスチック、紙、缶、ビン、木・葉）などの「資源を持つ国」と「資源を持たない国」とでは立場は大きく異なる。講演会や解説記事などでくり返し述べているが、国際会議において、日本の主張が「決議(Resolution)」で承認され公式書類に載る必要がある。日本国内でも決議された内容で物事を進めていくのと同じく、国際舞台での決議で国際社会は動いていくからである。この点で日本は積極的に国際的に決める場に加わり、日本の考え方を国際的に正当化していく必要がある。

くり返しになるが、昨今のプラスチック汚染に国際社会が本腰を入れたきっかけは海洋汚染である。いわゆる「散乱ごみ問題」である。それ以前から、エベレストや富士山など内陸部の有名な観光地、近所の公園や日常的に行き来する道路、家の前でポイ捨てや不法投棄された散乱ごみに頭を抱えてきた。度を越した海洋汚染が、溜まりにたまった怒りが爆発する引き金になったようにも思える。

プラスチック製品が自分の意志で自然環境中に出て

行ったり、陸地や海で生物の体内に入り込んだりしたわけではない。人間に捨てられて、風や波に身をまかせてさまよっているだけである。人間のモラルに頼れないレベルに達したら使用禁止という考えは理解できる。当然のことである。しかしプラスチックから他の材料に変えても解決しないと思う。捨てる材料が変わるだけだからである。

継続した取り組みが必要な社会問題だからこそ、何が一番必要かと考えると、やはりプラスチック問題の解決への協力者を増やしていくことだと考える。

参考文献

- 1) 永井一清, フードロスとプラスチック包装, 明治大学高分子科学研究所時事問題の解説, <https://www.isc.meiji.ac.jp/~polymer/topics/topic2.html> (2019).
- 2) 永井一清, ガスバリア材料の研究を始めるにあたり, 永井研 YouTube チャンネル, https://www.youtube.com/channel/UCDFKNR_XTuF8i_Nc5yndb0Q/featured (2021).
- 3) 経済産業省, 資源有効利用促進法, https://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/admin_info/law/02/index06.html
- 4) 厚生労働省, 食品用器具・容器包装のポジティブリスト制度について, https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_05148.html
- 5) 公益社団法人日本包装技術協会, TOKYO PACK 2024, <https://www.tokyo-pack.jp/>
- 6) 環境省, プラスチック資源循環, <https://plastic-circulation.env.go.jp/>
- 7) 一般社団法人プラスチック循環利用協会, プラスチックリサイクルの基礎知識 2024, <https://www.pwmi.or.jp/column/column-2534/> (2024).
- 8) 環境省, 第5回国連環境総会再開セッション (UNEA5.2) の結果について, <https://www.env.go.jp/press/110635.html>
- 9) 環境省, プラスチック汚染に関する法的拘束力のある国際文書 (条約) の策定に向けた第5回政府間交渉委員会の結果概要, https://www.env.go.jp/press/press_04058.html
- 10) The fifth session of the Intergovernmental Negotiating Committee to develop an international legally binding instrument on plastic pollution, including in the marine environment (INC-5.1), Chair's Text, <https://www.unep.org/inc-plastic-pollution/session-5>
- 11) 環境省, 容器包装リサイクル法とは, https://www.env.go.jp/recycle/yoki/a_1_recycle/
- 12) 永井一清, プラスチックと海洋ごみ問題, 明治大学高分子科学研究所時事問題の解説, <https://www.isc.meiji.ac.jp/~polymer/topics/topic1.html> (2019).