



# JPCA

## 会報 No. 41

2025年（令和7年）12月1日

発行者 白倉 昌

日本包装コンサルタント協会

事務局：

〒150-0031 東京都渋谷区桜丘町 29-31

デュオスカーラ渋谷 302

白倉技術士事務所内

Phone & FAX 050-888-4240

関西事務局：

〒650-0025 神戸市中央区相生町 4-2-28

千代田ビル5F BC 号 (株)PDS 内

Phone:078-381-8080

FAX: 078-381-8081

### 目 次

卷頭言 医薬品包装の展望	石原健	— 1—	
今年1年の歩み（当協会の活動報告）			
1、東京本部（協会総務）	総務	土屋博隆	— 2—
2、関西支部	関西支部長	今田克己	— 3—
3、出前講座 概況報告	総務	土屋博隆	—4—
4、会員の講演、執筆活動等の実績（Reference Documents）			
	(編集) 白倉昌		—4—
寄稿論文〔I〕 研究懇話会で講演、発表の論文			
① PETボトルリサイクリングシステムの構築、			
	現状と今後の課題	鹿毛剛	—6—
② 食品ロス削減のために包装でできること			
～食品包装のいくつかの課題に対する問題提起～		野田治郎	—23—
③ 海外駐在員が見た日本		小林光	—27—
④ E UのPPWRと日本の包装の対応		住本充弘	—34—
⑤ ガラス系抗菌剤の概要と応用例		大西敏行	—44—
寄稿論文〔II〕 特別寄稿、自由寄稿、技術情報、調査報告等			
① 「包装技術よもやまばなし」	大須賀弘	—54—	
② 包装におけるアクセシブルデザインについて	平井純一	—59—	
③ 新書発刊に寄せて	菱沼一夫	—65—	
新会員紹介（自己紹介）			
東京本部	平井純一	—68—	
編集後記	会長	白倉昌	—69—

## 卷頭言

### 医薬品包装の展望

会員 石原 健

医薬品包装の基本的な目的は「医薬品の品質・安定性を確保し、調剤や服薬の利便性・安全性を向上させ、医薬品についての情報を医療従事者・患者などに伝達すること」にあります。

近年の日本の医薬品包装市場は、2024年の560億米ドルから2033年までに2,113億米ドルに達するとの予測も見受けられますが、これは高齢化社会への対応、新技術の開発・発展、持続可能性を背景に大きく成長することに基づいています。

高齢化社会に対しては、扱い易く、開封し易い包装、誤飲防止対策の施された包装への需要が高まっています。また、小児の誤飲を防ぐためのチャイルドレジスタント包装の重要性も再認識されています。

新技術としては、バイオ医薬品や抗体医薬品の増加に伴う新しい包装形態への対応やトレーサビリティ確保のための情報を付加した包装（スマートパッケージング）などが求められます。

スマートパッケージングでは、医薬品のリアルタイム追跡・監視を可能にし、サプライチェーン管理の大幅改善、偽造医薬品の流通防止、医薬品保管条件（温度など）の逸脱検知が可能になると考えられます。

持続可能性（SDGs）についてはプラスチック廃棄物の削減や生分解性素材への切り替え、包装の簡略化・軽量化、リサイクル性の向上が求められます。

しかしながら、医薬品という生命に直結した製品の品質を保証するには、温度、湿度、光、汚染等の外的要因に対する高いバリア性が求められることから、各医薬品の特性に応じた包装材料、包装設計、開発、製造、流通、保管という一連のプロセス管理が必要となります。医薬品の品質保証という絶対条件と環境負荷低減という社会的要請をどう両立させるか、極めて難しいテーマであると共にビジネスチャンスとなります。

さらに医薬品包装の廃棄については内容物の特性上、感染性廃棄物と非感染性廃棄物に分別され、リサイクル可能な包装は非感染性廃棄物の内、医薬品付着のない容器包装に限られます。更なるリサイクル性の向上が必要となります。

また、品質低下や法令違反等により回収される医薬品（医薬部外品、化粧品、ガス類除く）は年間約300件であり、回収された医薬品はそのまま廃棄されるか、包装を分別して廃棄されるかのいずれかになることから、医薬品回収を減少させるための品質保持技術、ピンホールや封不良防止技術、表示間違の防止技術の向上が必要と考えます。

こうした複雑化・多様化する課題に対し、今後とも包装コンサルタントとして微力を尽くしたいと考えております。

## 今年1年の歩み

### 1. 本部活動概況 (2024年12月～2025年11月) 総務担当 土屋博隆

#### (1) 理事会開催

- 第217回 12月12日(木) 川崎産業振興会館 11F 第5会議室及びオンライン
- 第218回 2月13日(木) オンライン
- 第219回 6月12日(木) オンライン
- 第220回 8月07日(木) 川崎産業振興会館 9F 第2研修室及びオンライン
- 第221回 10月02日(木) オンライン

#### (討議内容)

##### (1-1) 出前講座等

- ・M社より、PPWRについて出前講座の依頼があり、対応した。
- ・J社より衛生関連の出前講座の依頼があり、対応した。
- ・大阪府工業協会より、「工業包装の基礎知識」について出前講座依頼あり、対応した。(関西)
- ・T社から包材のモノマテリアル化に関するコンサル依頼があり、対応した。
- ・K社より紙カップについて出前講座の依頼があり、対応した。(関西)

##### (1-2) 新入会員・退会者

- ・新入会員：平井純一 (2025.07.01 入会 東京)
- ・退会者：毛利憲夫 様 (2025.8 ご逝去)  
石川始、山田一夫 (2025.03.31 退会 関西)

#### (2) 研究会開催

- 12月12日(木) 鹿毛 剛 「PETボトルのリサイクルシステムの構築、リサイクルの現状並びに今後の動向」
- 02月13日(木) 野田 治郎 「食品ロス削減のために包装でできること」
- 06月12日(木) 小林 光 「海外駐在員が見た日本の包装と今後の課題」
- 08月07日(木) 住本 充弘 「EUのPPWRと日本の包装の対応」
- 10月02日(木) 大西 敏行 「ガラス系抗菌剤の概要と応用例」
- 12月11日(木) 平井 純一 (予定) 「日本の包装産業の概観」

#### (3) 総会

- 4月11日(木) 川崎産業振興会館 10階第2会議室及びオンラインにより開催。  
出席・委任状 23名／会員数 28名
- 第1号議案 2024年度事業報告および収支決算報告の件
  - 第2号議案 2025年度事業計画および収支予算承認の件
  - 第3号議案 任期満了に伴う役員改選の件
- 全て満場一致で承認された。

以上、東京本部 活動概況

### 2. 関西支部活動概要 (2024年12月～2025年11月)

関西支部 事務局長： 今田克己

#### ① 当協会の活動概況

- (1) 支部定例会議・臨時会議 (KOKOPLAZA: 大阪市立青少年センター)  
<2024年度>  
2024年12月9日定例会議 (KOKOPLAZAにて Hybrid 開催)  
2025年1月28日定例会議 (KOKOPLAZAにて Hybrid 開催)

<2025 年度>

2025 年 6 月 10 日 定例会議 (KOKOPLAZA にて Hybrid 開催)

2025 年 11 月 11 日 定例会議 (KOKOPLAZA にて Hybrid 開催)

(2) 関西支部総会

2025 年 3 月 11 日 (KOKOPLAZA にて Hybrid 開催)

2024 年度活動報告、支部会計決算報告、監査報告。

2025 年度活動計画、支部会計予算、役員改選、支部会議 3 回／年、見学会 1 回／年 を決定。

(3) 本部理事会・総会への参加

2025 年 4 月 10 日 本部総会 (リアル開催) 支部長出席

他、理事会、研究懇話会等 (オンライン開催へのリモート参加)

<2024 年度>

2024 年 12 月 12 日 本部理事会

2025 年 2 月 13 日 本部理事会

<2025 年度>

2025 年 6 月 12 日 本部理事会

2025 年 8 月 7 日 本部理事会

2025 年 10 月 2 日 本部理事会

(4) 支部役員

2024 年度 非役員改選年度

関西支部長：小坂正実 関西支部事務局長：今田克己

監事：佐藤幸弘 (2023 年度より会計業務は事務局長が兼務)

2025 年度 役員改選年度

関西支部長：今田克己 監事：佐藤幸弘

※支部会員減少により庶務 (会計を含む) を支部長に集約

(5) 支部会員動向

2025 年 3 月末をもって支部会員 石川始氏、山田一夫氏の 2 名が退会

(6) 会員研修

支部会員相互研修ミニセミナー等

<2024 年度>

2024 年 12 月 9 日 講師：今田克己 (KOKOPLAZA にて Hybrid 開催)

「食品接触包材の安全性」

<2025 年度>

2025 年 6 月 10 日 講師：小林 光 (KOKOPLAZA にて Hybrid 開催)

「R7 年春季シンポジウム 水圏におけるマイクロプラスチックの汚染と生物に及ぼす影響と将来」を聞いて」

2025 年 10 月 2 日 【見学会】白鹿記念酒造博物館 (酒造館及び記念館)

2025 年 11 月 11 日 講師：山崎 潔 (KOKOPLAZA にて Hybrid 開催)

「バイオミメティクス」(動植物の知恵・人間の知恵)

(7) 出前講座の活動概況

- 2025 年 9 月 30 日 出前講座実施 今田克己 「紙容器包装の基礎 1」(於：大阪市)
- 2025 年 10 月 28 日 出前講座実施 今田克己 「紙容器包装の基礎 2」(於：大阪市)
- 2025 年 11 月 26 日 出前講座実施 今田克己 「紙容器包装の基礎 3」(於：大阪市)

(8) 本会以外会合出席

- ・日本包装専士会 総会、本部理事会 (Web、Hybrid)、関西理事会 (Hybrid)  
関西ミニセミナー (Web、Hybrid)、未来包装研究委員会、見学会
- ・日本包装技術協会 包装管理士講座 包装管理士講座合格式、
- ・近畿包装研究会 総会(兵庫県立工業技術センター)、役員会  
\* JPCA 関西支部は近畿包装研究会の会員
- ・東洋紡 PPS 会員セミナー (大阪中央電気俱楽部)
- ・日本包装管理士会関西支部  
管理士会セミナー (大阪市立総合生涯学習センター他)

(9) 展示会等の見学等

特になし

### 3. 出前講座の概況報告

当協会では、2004年度以来、包装技術に携わっている企業や団体からの要望に応じて当協会々員の専門家が、直接企業または指定場所に出向き、又はオンラインで人材の育成あるいは研修のための講習やセミナーの講師を務める出前講座のサービス活動を行っております。

#### 1. 登録テーマ

2024年10月末現在登録されている講座テーマは、全部で50項目です。

#### 2. 出前講座の実施

本年、5件の講座依頼について対応しました。

### 4. 会員の講演、執筆活動等の実績 (Reference Documents)

#### 東京本部および関西支部会員の講演、執筆活動等の実績

2024年12月から2025年11月 (原稿受領順) (会長まとめ)

#### 東京本部

##### 講演活動 (学会・協会における研究発表・講演等)

菱沼 一夫 ; レトルトパウチ包装【HACCP】の保証方法の改革

第74回日本缶詰びん詰レトルト食品協会技術大会

2025年10月25日

菱沼 一夫 ; 包装現場の永年の難題改革ができる最新の新ヒートシール技法

[その2] 加熱温度の的確な理解と改革の現状

日本包装技術協会機関誌:「包装技術」2025年12月号

菱沼 一夫 ; 包装現場の永年の難題改革ができる最新の新ヒートシール技法

[その1] ヒートシール技法の基幹操作の改革状況

日本包装技術協会機関誌:「包装技術」2025年11月号

菱沼 一夫 ; 「層間剥離シーラント」のイージーオープン性の再検討

第34回日本包装学会年次大会 2025年08月28日

菱沼 一夫 ; 「モールド接着」を活用したスナック包装の易開封化の検討

第34回日本包装学会年次大会 2025年08月28日

野田治郎 ; 「ユニバーサルデザイン・アクセシブルデザインと食品包装」  
一般社団法人 日本食品包装協会 食品包装学校 (1月)  
野田治郎 ; 「食品ロス削減のために包装でできること  
～食品包装のいくつかの課題に対する問題提起～」  
日本包装コンサルタント協会 研究懇話会 (2月)  
野田治郎 ; 「食品包装トラブル解決講座」 東洋紡 PPS (4月)  
野田治郎 ; 「包装の社会的役割」  
公益社団法人 日本包装技術協会 包装管理士講座 (6月)  
野田治郎 ; 「食品包装における品質保持の基礎知識と最新動向  
～食品包装のいくつかの課題に対する問題提起」  
技術士包装物流会 研究会 (7月)  
野田治郎 ; 「快適性の基本的な考え方」  
一般社団法人 日本食品包装協会 食品包装人材育成講座 (7月)  
野田治郎 ; 「食品包装と品質保持技術についてー食品包装を取り巻く最新動向」  
栃木県産業技術センター サステナブル食品開発研究部会 (10月)

土屋博隆 ; 「EPのPPWRとリサイクル化に必要なバリアフィルムの基礎・製造プロセス・評価技術及びハイバリア化」 And Tech 25年 4月  
土屋博隆 ; 「技術力向上セミナー モノマテリアル化するパッケージ素材」 大阪産業局 25年10月  
土屋博隆 ; 「軟包装を巡るリサイクル促進の法制化とリサイクル手法の開発動向および関連特許動向」  
サイエンス&テクノロジー 25年10月

白倉 昌 ; 第31回包装新人研修コース「包装を取り巻く規制・法律について」  
公益社団法人 日本包装技術協会 2024年4月4日

#### 執筆活動（著書・共著・寄稿論文等）

菱沼 一夫 ; 「新ヒートシール技法」《界面温度制御》による「密封」「易開封」の同時達成  
(幸書房) 2025年3月27日発行 ISBN978-4-7821-0490-3

野田治郎 ; 食品包装における品質保持の基礎知識と最新動向  
～食品ロス削減のために  
日報ビジネス カートンボックス (11月号)

#### 特許取得

菱沼 一夫 ; A thermal bonding method for a plastic bag, comprising:  
heat-sealing a heat sealing material interposed between  
a pair of heating bodies, **《モールド接着》**  
PCT/2025/0217250, 認証日 ; 12.05.2025  
個別国登録審査中; EU、アメリカ

#### 関西支部

#### 講演活動（学会・協会における研究発表・講演等）

小坂正実 ; 「包装と段ボール」近畿包装研究会 包装サマーセミナー  
(2025年8月29日(金) 兵庫県立工業技術センター)  
小坂正実 ; 「工業包装の 基礎知識 包装資材の選び方、包装設計の最適化」  
大阪府工業協会 (2025年6月17日(火) 大阪府工業協会 研修室)

今田克己：「新製品包装開発」近畿包装研究会 包装サマーセミナー  
(2025年8月28日(木) 兵庫県立工業技術センター)

今田克己：「包装管理士講座食品包装演習」日本包装技術協会  
(2025年9月3日(水)、4日(木) ロワジールホテル豊橋)

今田克己：「防錆技術学校面接講義」 日本防錆技術協会  
(2025年9月5日(金) 大阪科学技術センター)

小林 光：「食のロングライフ化」 御藏山サイエンスクラブ研究会  
(2025年2月21日(土) 京都テルサ)

小林 光：「多水分食品のロングライフ化」「人材育成講座」 日本食品包装協会  
(2025年7月8日(火) WEB開催)

小林 光：「レトルトと無菌包装の製造装置②微生物制御と包装」  
「包装学校」日本食品包装協会 (2025年8月31日(月) WEB収録)

小林 光：「包装管理士講座食品包装演習」日本包装技術協会  
(2025年9月3日(水)、4日(木) ロワジールホテル豊橋)

### 執筆活動

小坂正実：「段ボール包装 ABC」 月刊カートン&ボックス(日報ビジネス)  
(2024年11月～2025年10月毎月連載)

小坂正実：「おしえて！！小坂さん」 段ボール事報(段ボール事報社)  
(年6回、隔月連載)

小林 光：「食品包装」(日報ビジネス) 2025年5月より連載

PET ボトルリサイクリングシステムの構築、現状と今後の課題

鹿毛 剛

はじめに

筆者はビール用及び清涼飲料用の PET ボトルの導入等に携わってきた。又、PET ボトル製造の一部を内製化したので、キリン社も容器メーカーの一端を担っており、PET ボトルリサイクルシステムの構築は、何が何でも達成せざるを得なかった。30 年以上前に、「リサイクルしやすい PET ボトルのガイドライン」に深く関わり、再生品の市場開拓のために、種々な試作品を作成した。又、2 年前に、X 社が EFSA (European Food Safety Authority、欧州食品安全機関) の PET ボトル再生品 (ボトル to ボトル) の食品への採用認可を受けるために手伝った。今までの経過を踏まえ、次の項目について述べる。

1. 1990 年頃の包装廃棄物、地方自治体等の動き
2. PET ボトルリサイクリングシステムの構築
3. PET ボトルリサイクルの現状
4. 最近の国内外の動き
5. 今後の課題：低温法及び酵素法による PET のケミカルリサイクル、バイオマス PET

1. 1990 年頃の包装廃棄物、地方自治体の動き

1-1 1990 年前後の情勢

- (1) 1987 年：包装資材容器の出荷数量が、毎年 100 万トンずつ増加、ごみ中の容器包装材がかなりの割合を占めている。(図 1-1)
- (2) 1990 年：産構造審議会 廃棄物問題が緊急課題、使い捨てライフスタイル (耐久消費財、トレイ、ワンウェイ容器、紙おむつ等) (図 1-2、1-3)
- (3) 1991 年：再生資源の利用に関する法律 (リサイクル法) 施行
- (4) 1993 年：環境基本法の公布施行 (容器包装事業者：環境への負荷低減に資する製品等の利用の促進)

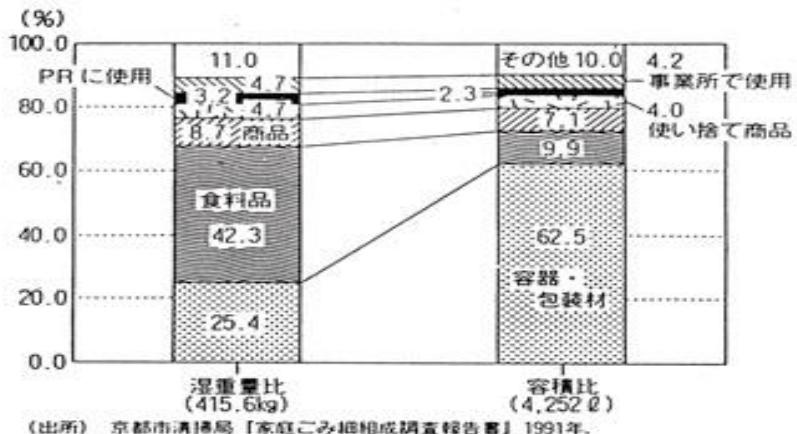


図 1-1 1990 年代のごみの現状



図 1-2 ビール用 PET ボトル (1984 年)



図 1-3 炭酸飲料自立型 PET ボトル  
(1991 年)<sup>1)</sup> 自立型は世界初

### 1-2 1990 年代の国内活動状況 (図 1-4)

- 1990 年 : 神奈川県伊勢原市、高知市の PET ボトルの治体回収見学、PET ボトル設計ガイドライン作り
- 1991 年 : 米国視察 (PET ボトルのリサイクル) Day Product 18,000 トン/年の再生工場、デポジット制は非効率
- 1992 年 : スイスダボス (日本の包装廃棄物を講演)、中国北京国際包装界会議 (日本の包装廃棄物を講演)
- 1993 年 : 台湾視察 (デポジット制と回収及び再生品市場)
- 1996 年 : スイスダボス (PET ボトル再生品での試作品を講演)



図 1-4 視察等の写真 (上段左 : 90 年高知市、上段右 : 91 年米国、  
下段左 : 92 年ダボス、下段右 : 93 年台湾)

### 1-3 PET ボトルの開発・使用・リサイクルへの経過

- 1967 年 : 米国デュポン社、PET ボトル基礎成形技術を確立
- 1974 年 : 米国において炭酸飲料用に使用開始
- 1977 年 : 日本において醤油 500ml 容器として使用開始
- 1982 年 : 食品衛生法の改正で、清涼飲料用に PET ボトルが承認される。PET ボトル協議会設立
- 1990 年 : 高知市、神奈川県伊勢原市で PET 回収実験開始
- 1992 年 : PET ボトル用自主設計ガイドラインを通産省、農水省、大蔵省の指導の下に飲料・醤油用に設定
- 1993 年 : PET ボトルリサイクル推進協議会設立、PET ボトルに識別マーク表示、PET ボトル再生工場稼働
- 1996 年 : 小型 PET ボトルの発売の自主規制を廃止

2000年：東京PETボトルリサイクル工場稼働  
 2002年：帝人ファイバーが纖維向けに化学分解法によるリサイクル  
 2005年：中国輸出増加（2018年中国への廃PETボトルの輸出停止）  
 2011年：メカニカルリサイクルボトル to ボトル製品上市  
 2019年：「プラスチック資源循環戦略」を閣議決定  
 2021年：全清飲「2030年にボトル to ボトル比率50%宣言」を発表  
 2022年：「プラスチック資源循環促進法」施行

## 2. PETボトルリサイクリングシステムの構築

PETボトルリサイクリングシステムの構築をするためには、(1)リサイクルしやすいPETボトルの製品設計、(2)回収システムの構築、(3)再生処理技術の確立及び再生処理工場の整備、(4)再生品の用途開発及び市場開拓等が必要である。これらについて具体的に述べる。

### 2-1 リサイクルしやすいPETボトルの製品設計

ビール4社とコカ・コーラの5社で飲料PETボトル研究会を設置して設計ガイドライン（表1）を作成した。この案を全国清涼飲料工業会で飲料業界全体にオーソライズした。

自主設計ガイドラインは、1992年スタートからスタートしたが、その後、禁止条項をいれて次のように改正され充実した<sup>3)</sup>。

#### (1) キャップ

1998年：キャップはプラスチックキャップ、アルミキャップの禁止

#### (2) ボトル本体

1998年：ベースカップを原則禁止

2001年：着色ボトルの禁止

2015年：ボトル to ボトル対応ガイドライン追加

#### (3) ラベル（手で簡単に剥がせること）

1994年：PVCを禁止、全面糊付け紙ラベルを禁止

1998年：アルミラミネートを禁止

表1 自主設計ガイドライン 1992年飲料用PETボトル研究会

部品		ガイドライン	補足説明
ボトル	本体材質 着色 炭酸ボトル用ベースカップ	<ul style="list-style-type: none"> <li>PET単体が望ましい</li> <li>無色透明が望ましい</li> <li>PEまたはPETが望ましい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>再生利用が困難な積層ボトルは避ける</li> <li>着色の種類を減らすように努力する</li> <li>再生利用が困難な材質は避ける</li> </ul>
ラベル	炭酸用	<ul style="list-style-type: none"> <li>全面糊付けの紙ラベルは中止の方向で検討する</li> <li>PE製ストレッチラベルが望ましい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>全面糊付けの紙ラベルは熱水によって剥離しにくい</li> <li>OPP製ロールラベルも検討する</li> </ul>
	耐熱用	<ul style="list-style-type: none"> <li>PVCシュリンクラベルは使用しない</li> <li>OPSシュリンクラベルが望ましい</li> <li>PETシュリンクラベルも使用できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PVCが混入すると再生品の品質に重大な影響を及ぼす</li> <li>OPSラベルは比重差で分離できる</li> <li>再生品を着色させるのでラベルはボトルから分離が必要</li> </ul>
	全般	<ul style="list-style-type: none"> <li>プラスチックラベルが分離できるようにする</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ラベルのインキがPETボトルに移ったり、ラベルがボトルに付着することがあるので注意が必要</li> </ul>
キャップ	アルミキャップ	<ul style="list-style-type: none"> <li>PETボトル本体にアルミのリングが残らないものが望ましい</li> </ul>	
	プラスチックキャップ	<ul style="list-style-type: none"> <li>プラスチックキャップ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>プラスチックキャップは分離しやすい</li> </ul>
	キャップのライナー材	<ul style="list-style-type: none"> <li>PEまたはPETが望ましい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PVCは現在使用されていないが将来も使用しない</li> </ul>
その他	価格ラベル、添付品等		<ul style="list-style-type: none"> <li>価格表示のタックラベルをキャップに貼付するよう流通業者に要望する。輸ごみ等の添付品については分離処理上の問題点を調査する。</li> </ul>
リサイクルマーク		<ul style="list-style-type: none"> <li>リサイクルマークはラベルに表示する</li> </ul>	

## 2-2 回収システムの構築

役割分担：地方自治体が行う。

## 2-3 再生処理技術の確立及び再生処理工場の整備

PETボトル協議会（樹脂メーカーと容器メーカー）は、（株）ウイズ・ウェスト・ジャパン<sup>4)</sup>と栃木県に再生処理工場（5,000トン/年）1993年完成した。

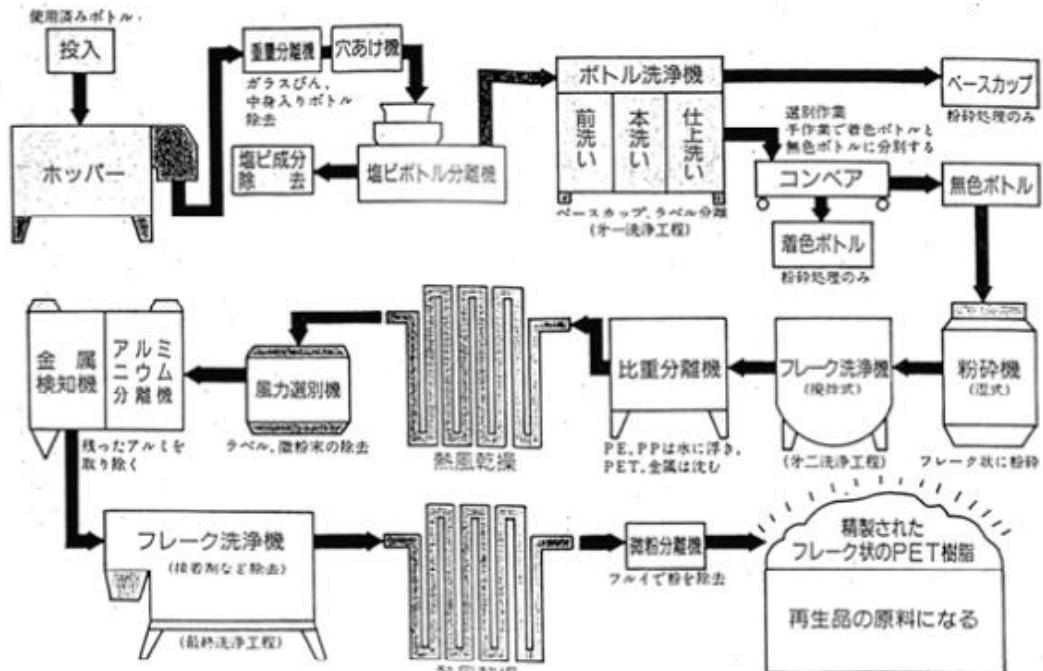


図2-1 PETボトル再生工程図

## 2-4 PETボトル再生品市場開拓<sup>1)</sup>

PETボトルの工場内で発生した不良品は、シート製品として卵パック、繊維品に使用されていたが更に用途を拡大すべき、ギフト用のPETトレイに使用した。従来、ポリプロピレンのトレイが使用されていたが、燃焼カロリーの観点で炭酸カルシウムを混合していた。その他にパレット積み用のセパレートシートやプラスチック通い箱を試作した。



図2-2 ギフトトレイ



図2-3 セパレートシート



図2-4 プラスチック通い箱

## 2-5 PETボトルリサイクル推進協議会

全国清涼飲料工業会とPETボトル協議会が中心となり、PETボトルリサイクル推進協議会を設立 PETボトルのリサイクルを推進した。

- ・(社)全国清涼飲料連合会
- ・PETボトル協議会(容器メーカー、樹脂メーカー)
- ・(社)日本果汁協会
- ・日本醤油協会
- ・酒類PETボトルリサイクル連絡会
- ・全国みりん風調味料協議会
- ・(社)日本ミネラルウォーター協会

## 3. PETボトルのリサイクルの現状

リサイクルの種類のとしては、ケミカルリサイクル(CR:化学的再生法)、メカニカルリサイクル(MR:化学に対し物理的再生法)、サーマルリサイクルがある。

### 3-1 ケミカルリサイクル(CR) 化学的再生法

CRの特徴は解重合/再重合の間に異物、異種材質が取り除かれ、バージン樹脂と同等に品質の高いPET樹脂に再生できる。

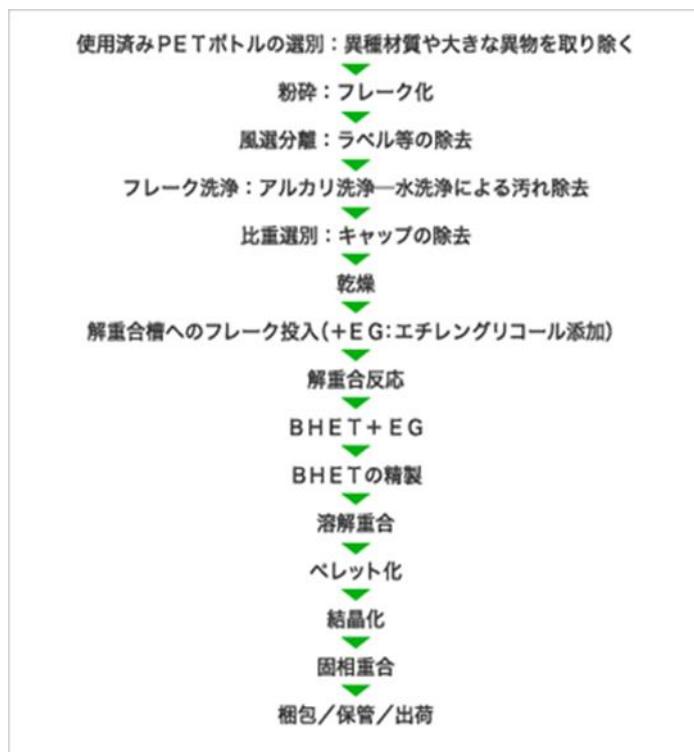


図3-1 化学的再生法(CR) 代表的フロー<sup>3)</sup>

### 3-1-2 帝人法<sup>5)</sup>

帝人グループが2003年に実用化に成功した。PETを塩基性触媒存在下、過剰のEG(エチレングリコール)、で加熱(185°C×4hrs)し、BHET(ビスヒドロキシエチルテレフタレート)へ解重合する。その後、メタノールによるエステル交換反応(75°C×2hrs)によりDMT(テレフタル酸ジメチル)へ変換する。2002年(繊維向け)、2004年(PETボトル向け)洗浄や蒸留により精製。設備能力62,000トン/年。しかしながら、廃PETボトルが入手困難により2008年操業停止

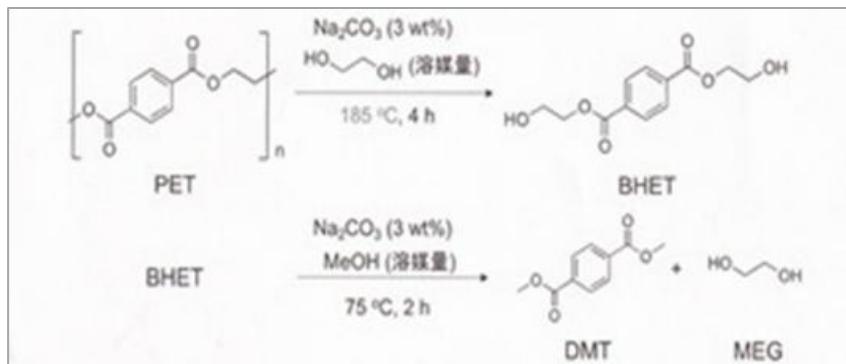


図 3-2 帝人法による CR

### 3-1-3 アイエス法（稻田修司・法）<sup>6)</sup>

第1段階の解重合法は、帝人グループ同じ。Zn (Ac) · 2H2O (0.5%)触媒、195~200°C × 3.5 hで得られたBHETを独自の分子蒸留法によって精製。第2段階で溶融重合及び固相重合。2004年に実用化に成功し上市。本技術は、ペットリファインテクノロジー社に継承 2021年から再稼働(2万トン/年)

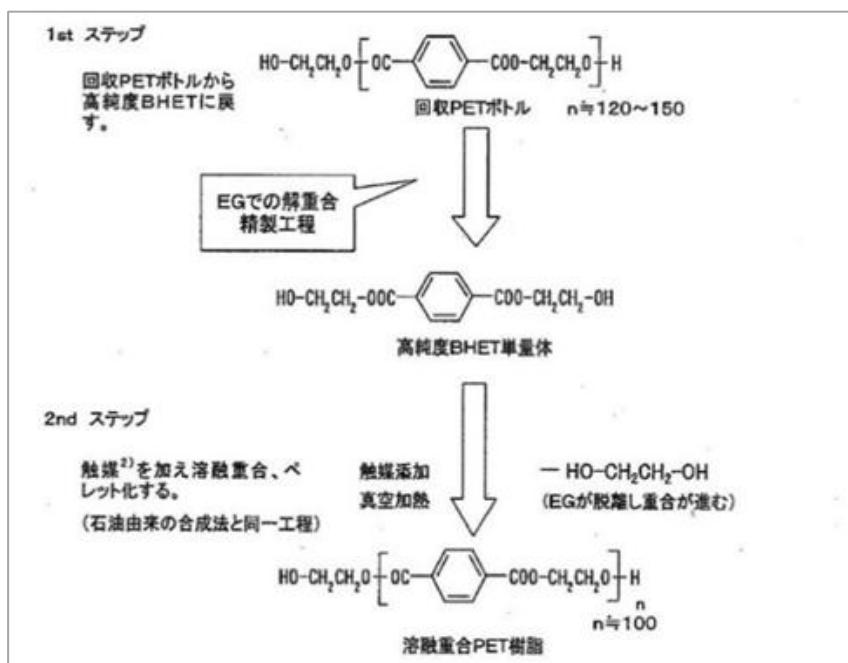


図 3-3 IS 法による CR

### 3-2 メカニカルリサイクル (MR) 化学に対し物理的再生法

#### 3-2-1 工程

PETボトルリサイクル推進協議会の呼称は、化学的再生法に対し物理的再生法と呼んでいる。一般的にはマテリアルリサイクル(材料リサイクルといった方が良い)。MRはCRに比べると、MRは大掛かりな分解設備や重合設備を使わないので、製造コストや環境負荷が低くなる。然しながら、異物や異種材料が漸増してくる。

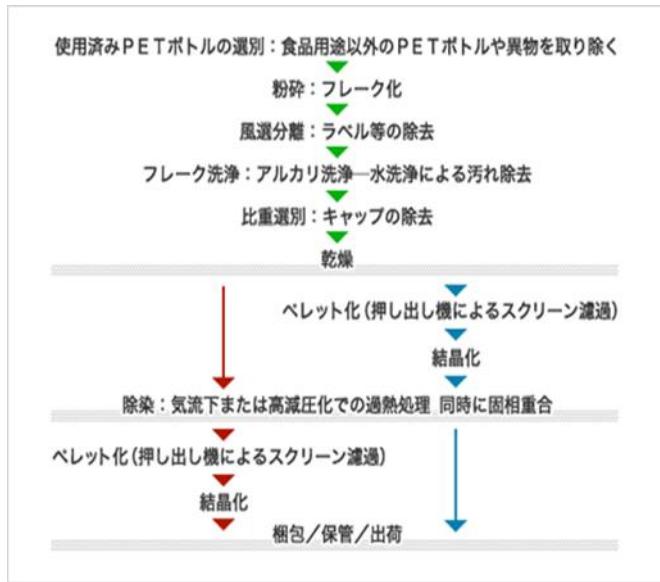


図 3-4 物理的再生法 (MR) 代表的フロー<sup>3)</sup>



図 3-5 カスケード (滻) リサイクル<sup>4)</sup>

### 3-2-2 PET の加水分解 (成型加工で発生)<sup>8)</sup>

PET樹脂は加熱で加水分解するので分子量が低下する。具体的には次のとおりである。

- ・加水分解→重合度低下、カルボキシル基の増大。水1分子がPETの分子鎖1ヶ所を切断（同一水分量では、高い粘度「 $\eta$ 」ほど「 $\eta$ 」低下が大）。PETは融点（253°C）より上の温度で存在する水分は、急速にポリマーを加水分解（ポリマーチェーンを切断）。「 $\eta$ 」とそれに関連する物理的特性を低下させる。実験では、「 $\eta$ 」が0.76のPETは、溶融PETに残留している水分が16ppm増す毎に「 $\eta$ 」が0.01ずつ低下。従って、通常では分子量の低い用途に使用される。これはカスケード（滻）リサイクルと呼ばれている。
- ・カスケードリサイクルに対して、元の状態に戻るのが水平リサイクルと呼んでいる。水平リサイクルの例としては、容器包装廃棄物ではガラス壜 to ガラス壜（但し、黒色ガラス壜は除く）、アルミ缶 to アルミ缶があるが、PETボトルでは分子量が低下するので、PET樹脂を固相重合法でアップする必要がある。

### 3-2-3 PET の固相重合<sup>8)</sup>

#### (1) 各工程の説明

- ・予備結晶化槽：固有粘度（IV）が0.5～0.6になるように溶融重縮合されたPETペレット同士の融着固結防止の目的で170°C内外の空気又は窒素等の不活性ガスと0.5時間程度処理。
- ・乾燥槽：170～200°Cで水分率0.005%以下、好ましくは0.001%まで乾燥。
- ・固相重合槽：200～230°Cで真空又は不活性ガス
- ・冷却層

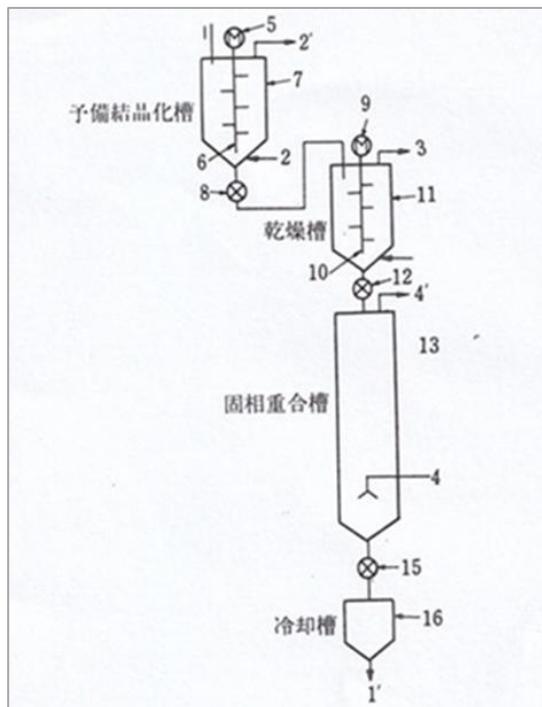


図 3-6 固相重合装置

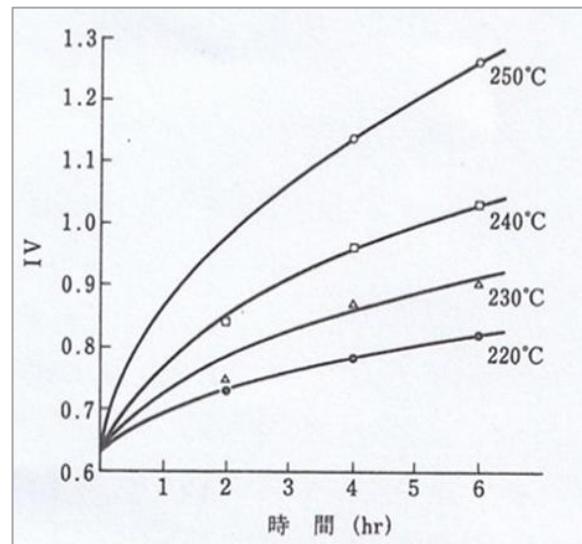


図 3-7 PET の固相での重合温度と時間と IV 値

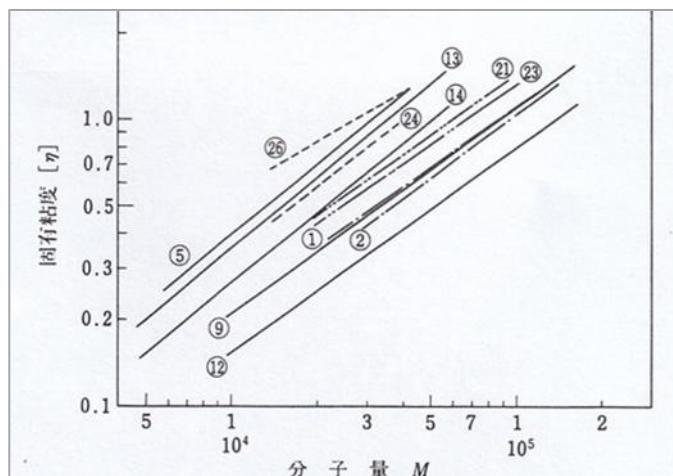


図 3-8 固有粘度と分子量の相関図

### 3-2-4 代理汚染物質での評価<sup>9,10)</sup>

リサイクル品を食品用途に使用する場合、代理汚染物質で評価が必要である。FDA ガイドライン(1992 年)によれば、代理汚染物質として( )内の薬品例を示している。揮発性極性(クロロホルム)、揮発性無極性(トルエン)、非揮発性極性(ベンゾフェノン)、非揮発性無極性(リンダン)である。有機金属化合物については、過去 10 年の実績から PET 場合必要なしとしている。試験方法の薬品濃度として、0.1~1.0%で 40°C × 2 週間の加速試験(25°C × 1 年相当)を行う。最大許容水準として、1.5μg/day(0.5ppb)が推奨。PET の密度 1.4g/cm<sup>3</sup>、消費係数 0.05、容器の厚さ 0.5mm と仮定すると、最大許容残留量 220μg/kg。許容濃度を超える場合、再生材で作成の PET ボトルで溶出試験(40°C × 10 日間)を行う。

### 3-2-5 日本でのボトル to ボトル

日本初のボトル to ボトルは 2012 年より行われているが、固相重合で IV をアップ。代理汚染物質で評価した。下図は商品例である。



図 3-9 MR-PET での商品例：サントリーの烏龍茶、キリンの生茶等<sup>7)</sup>

### 3-3 サーマルリサイクル？

日本などの国ではエネルギー回収焼却処分を“サーマルリサイクル”等という名称で呼ぶが、プラスチックのような化石燃料由来物を温暖化ガスのCO<sub>2</sub>にしてしまうことはリサイクルでない。海外では焼却にリサイクル等という名称を使わず「廃棄物からエネルギー」であり、温暖化ガス排出につながることは従来の化石燃料発電と何ら変わりないと批判されている。即ち、エネルギー回収を伴うものであれ、焼却はプラスチック廃棄物の問題に転嫁しているに過ぎない。

### 3-4 統計データ<sup>3)</sup>

#### 3-4-1 再生 PET 樹脂の用途

PETボトルの場合、2011年までは非食品を含むボトル、2012年からボトル to ボトルの食品用で増加している。シートは卵パック、青果物トレイ、工業用トレイ等で、繊維は衣類や自動車用他である。

表2 再生 PET 樹脂の用途（単位：トン）

	2006	2007	2010	2011	2012	2015	2017	2020	2021	2022
PETボトル	14.4	11.1	19.9	26.1	27.1	37.2	61.3	86.3	117.6	168.6
シート	69.7	101.2	84.3	96.8	85.4	104.7	117.5	117.3	120.2	128.0
繊維	87.5	83.7	59.2	95.7	83.9	78.5	63.3	47.5	64.5	44.1
輸出向けペレット								30.9	42.7	21.2
その他	17.9	7.5	9.2	9.7	9.9	5.9	6.9	6.0	10.6	17.0
計	189.5	203.5	172.6	228.3	206.2	226.3	249.0	288.0	355.6	378.9

#### 3-4-2 国内の再資源化と海外再資源化

中国の廃棄物輸入禁止は2018年から続いており、海外再資源化量は年々低下傾向、輸出はフレーク状で台湾、ベトナムで6～7割を占めている。



図 3-10 国内の再資源化と海外再資源化

### 3-4-3 日米欧の PET ボトルリサイクル率の推移

日本のリサイクル率は欧米と比較すると、引き続き世界最高水準を維持。・2009 年までは、回収率は 97 年 (9.8%)、99 年 (22.8%)、01 年 (44.0%)、03 年 (61.3%)、05 年 (61.7%)、07 年 (69.3%)、09 年 (77.4%)

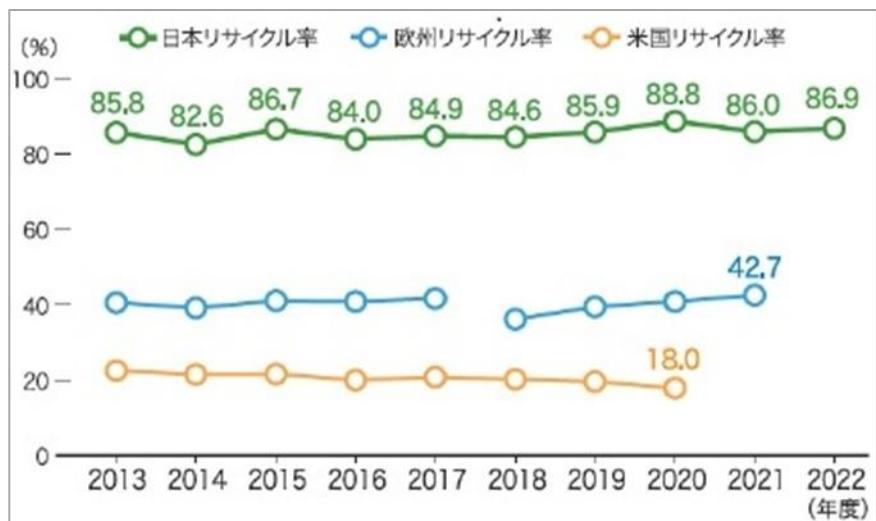


図 3-11 日米欧の PET ボトルリサイクル率の推移

### 3-4-5 ボトル to ボトル比率推移

2004 年 4 月にケミカルリサイクルのボトル to ボトル製品が上市、2011 年 5 月にメカニカルリサイクルのボトル to ボトル製品が上市、2021 年 4 月 全国清涼飲料連合会が「2030 年ボトル to ボトル比率 50% 宣言」を発表 2022 年度のボトル to ボトルリサイクル量は、169 千トン（前年度比 43.5%増）比率は、29.0%



図 3-12 ボトル to ボトル比率推移

### 3-4-6 水平リサイクル向けの MR/CR 工場稼働事例<sup>11)</sup>

MR が圧倒的に多い。製造コストは安価であるが、異物や異種材料が漸増してくる。CR の増加が期待される。

表 3 水平リサイクル向けの MR/CR 工場稼働事例

手法	事業者	所在地	生産能力 万トン/年	稼働
MR	協栄産業	栃木県小山市	5	2012年
	遠東石塚グリーンペット	茨城県境町	8.5	2015年
	協栄J&T環境	三重県津市	4.5	2022年4月
	豊通ペットリサイクルシステムズ	滋賀県日野町	4	2022年10月
	サーキュラーペット	岡山県津山市	2	2023年度中
	遠東石塚グリーンペット	兵庫県姫路市	10	2023年度中
合計			34	
CR	JEPLAN/ペットリファインテクノロジー	神奈川県川崎市	2	2021年10月

## 4. 最近の国内外の動き

### 4-1 国の政策<sup>12)</sup>

4-1-1 資源循環経済政策について年次ごとの計画は次の通り。

2019年5月：プラスチック資源循環戦略閣議決定

2020年5月：循環経済（サーキュラーエコノミー）ビジョン2020策定

- ・環境活動としての3R→経済活動としての循環経済への転換
- ・経営戦略・事業戦略としての企業の自主的な取組を促進
- ・中長期的にレジリレントな循環システムの再構築

2022年4月：プラスチック資源循環促進法施行

2023年3月：成長志向型の資源自立経済戦略策定：競争支援、政策支援、産官学支援（R6年度予算35億円）

### 4-1-2 プラスチック資源循環戦略閣議決定 2019年5月

Reduce：2030年迄にワンウェイプラスチック累積25%抑制

Reuse・Recycle：2025年迄にReuse・Recycle 容易な設計、2030年迄にプラスチック容器包装の6割をReuse・Recycle、2035年までに使用済みプラスチックを100%Reuse・Recycle等により有効利用

再生利用・バイオマスプラスチック：2030年迄に再生利用を倍増、2030年までにバイオマスプラスチックを200万トン導入

プラスチック資源循環促進法 2021年6月公布 2022年4月施行

#### 4-2 EU の循環経済政策における再生材利用の加速<sup>1,2)</sup>

包装材と包装廃棄物に関する規則案（2022年11月30日発表）内容は、プラスチック製包装中の再生プラスチックの使用率を包装種ごとに義務化して、2040年までに、飲料ボトル：65%、食品接触型：50%、非食品容器：65%

#### 4-3 国内企業などの動き<sup>1,1)</sup>

- ・プラ容器包装使用企業：再生プラスチックやバイオマスプラスチックへの切替方針策定（2019年頃～）
- ・清涼飲料業界：飲料用PETボトルにつき、「30年ボトルtoボトル比率50%宣言」
- ・飲料各社：2030年PETボトルについて、100%サステナブル素材への切替宣言企業が多い。
- ・その他：食品メーカー、小売事業者も100%サステナブル素材への切替宣言。

### 5. 今後の課題（省エネルギーやバイオマスPETへ）

#### 5-1 PETのケミカルリサイクル（低温法及び酵素法）

ケミカルリサイクル（CR）については、帝人法やアイエス法について説明してきた。何れも高温でエネルギーを多量に使用する方法である。超臨界でのPETの解重合は短時間であるが、高温、高圧の反応である<sup>13)</sup>。今後は低温法や酵素法による省エネルギー法の開発が望まれる。

#### 5-2 アルカリ法

マイクロ波支援やアルコール支援で反応速度を早める。

#### 5-2-1 Gr3N（スイス）によるマイクロ波支援によるPETの解重合<sup>1,4)</sup>

詳細は不明だが、アルカリ加水分解反応にマイクロ波支援。スペインに工場、能力は40,000トン/年で2027年稼働目標

#### 5-2-2 大阪大学宇山浩教授 繊維の再生を容易：綿とポリエステル分離<sup>1,5)</sup>

混紡繊維+EG+触媒⇒マイクロ波加熱（数分間）⇒綿90%+ポリエステル7割  
2024年7月9日 日経新聞〔会員限定記事〕より

#### 5-2-3 韓国化学技術研究所（CRICT）グループによるメタノリシス法によるPET解重合<sup>1,6)</sup>

塩化メチレンを溶媒として使用し、PETを膨潤させて反応を促進。25°C×24h。グリコリシスと比較して、常温で解重合が可能でリサイクルコスト、CO<sub>2</sub>排出量、エネルギー消費量が削減するが、環境負荷の大きな塩化メチレンを用いる点が懸念材料である。Eastman社<sup>1,7)</sup>がメタノリシス法を使用して20万トン/年の再生プラント（含む繊維）を稼働予定

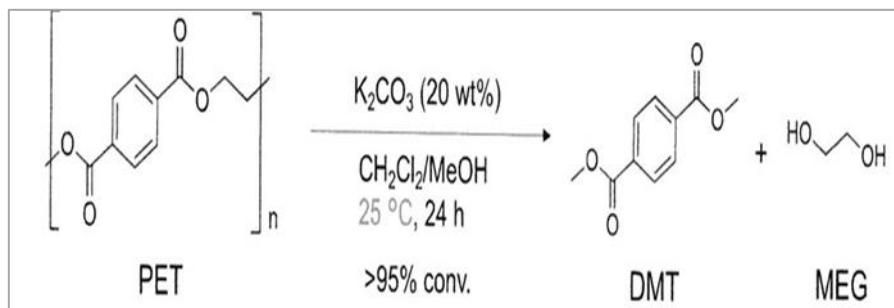
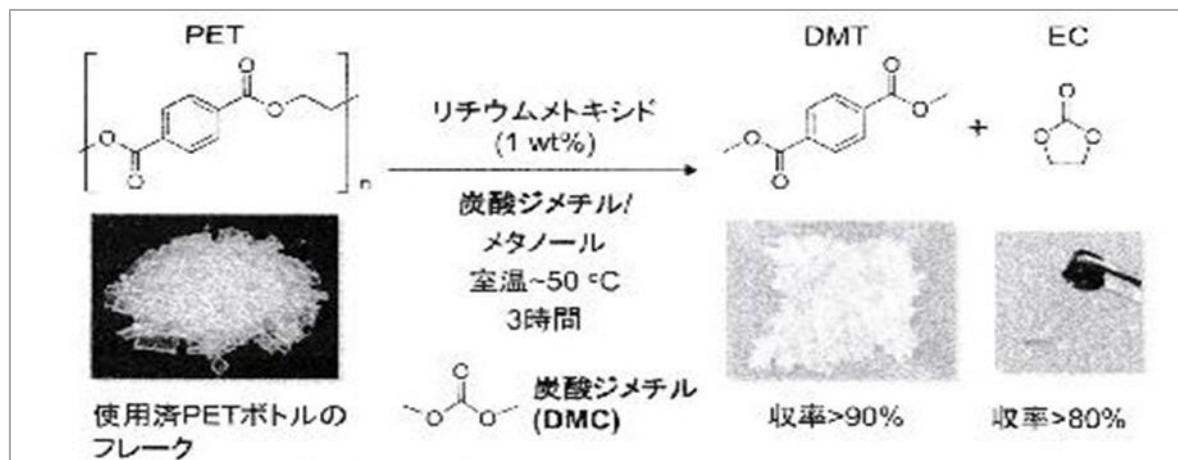


図5-1 韓国化学技術研究所法

#### 5-2-4 酸総研法：常温解重合 リチウムメトキシド触媒<sup>1,8)</sup>

炭酸ジメチルを促進剤とする常温解重合法である。

図 5-2 産総研常温解重合法<sup>1,8)</sup>



5-2-5 キリン法 (アルカリ+アルコール) 常温解重合、短時間法<sup>1,9)</sup>

PET+アルカリ成分+アルコール 35~55°C × 約 15 分で PET を分解する。分解処理時間はグリコリシス法などの従来法と比較し、約 9 割削減。モノマーの TPA は、電気透析法で精製



図 5-3 キリン法

5-3 酵素法

筆者は 60 年前、卒論研究で胃の消化酵素のペプシンの活性フラグメント A のアミノ酸組成と配列を分析した。ペプシンは蛋白分解酵素で分子量は約 36,000、アミノ酸残基 340 個、至適 pH は 2.0。ペプシンは自己消化して、活性フラグメント A は、72 個のアミノ酸である。分子量は 7,200、窒素当たりの活性は 3 倍、至適 pH 3-4。酵素の立体構造が酵素活性に大きく影響しているが、詳細は不明である。活性中心の模式図<sup>2,0)</sup> は次の通りである。

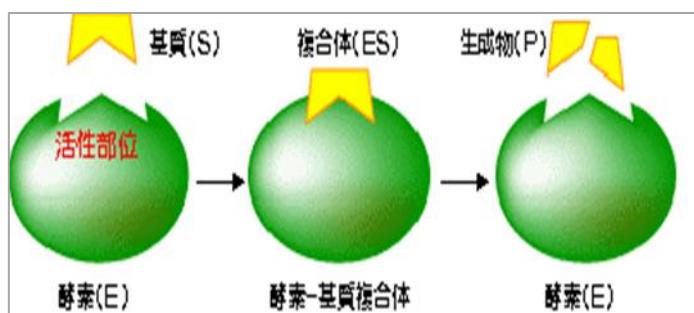


図 5-4 活性中心の模式図

2016 年 PET 分解菌が慶應大・京都工芸纖維大のグループによって公表された<sup>2,1, 2,2)</sup>。その後、機械学習法等を活用して PET 分解酵素の高性能化が図られている。J. Hopfield、G. Hinton らは「機械学習の基礎原理」を行ったことで、2024 年ノーベル物理学賞を受賞している<sup>2,3)</sup>。2024 年ノーベル化学賞を受賞したワシントン大の D. Baker 教授らは、AI による蛋白質のアミノ酸配列を設計し、タンパク質

の立体構造を予測して医療分野だけでなく、化学反応の新しい触媒が見つけられ、プラスチックごみの分解技術が期待されている。以下、酵素法による研究成果について述べる。

### 5-3-1 慶應大・京都工芸繊維大による PET 分解酵素

2005 年にクチナーゼによる脂肪族エステル加水分解酵素の研究の報告があった。2016 年に慶應大グループは PET リサイクル工場（大阪府堺市）の土壤から発見：*Ideonella sakaiensis*、PET 分解菌を公表した。PET 分解菌の酵素は、「PETase」と「MHETase」の 2 段階で EG と TPA に分解するものである。これを契機として、各社の研究開発が進んだ。その後の研究（2018 年）PET 分解表面の親水化した。負に帯電する界面活性剤 0.005% の添加で PETase の活性 100 倍に向上し、30°Cでの反応が 70°C 以上に上がった。耐熱性酵素に匹敵する。

### 5-3-2 Carbios 社による酵素法

2020 年に Carbios 社（仏）は、細菌のクチナーゼを高効率の組み換え酵素開発を *Nature* に発表した。本手法では緩衝液中で 72°C × 10 時間で 90% 以上の TPA を得る方法である。Carbios 社は 2022 年に 5 万トン/年のプラント建設（インドラマ）<sup>24)</sup>と共同を発表、2025 年に稼働開始。

タイの石化工業（INDIPLAST）は、インド系の会社で、2014 年にスタートのナコンパトムの工場は、タイで最初に欧州の生産技術を導入。再生工場はタイの他にオランダ、フランス、アメリカ、メキシコ等世界 11 カ所に展開。又、2021.5.25 日経新聞によれば、INDIPLAST は PET 製造の世界最大手。33 カ国に拠点を展開、世界で提供のペットボトルの 5 本に 1 本。2023.5.25 の日経新聞によれば、PET 再生事業に 15 億米ドル（2,250 億円）投資、75 万トン/年に能力アップ。インド北部と東部で工場建設 2025 年完成を目指す。能力 10 万トン/年。

### 5-3-3 テキサス大学グループによる酵素法<sup>24)</sup>

機械学習法を活用して PET 分解酵素の高性能化にして反応温度が 50°C であっても効率よく、PET を解重合することができた。

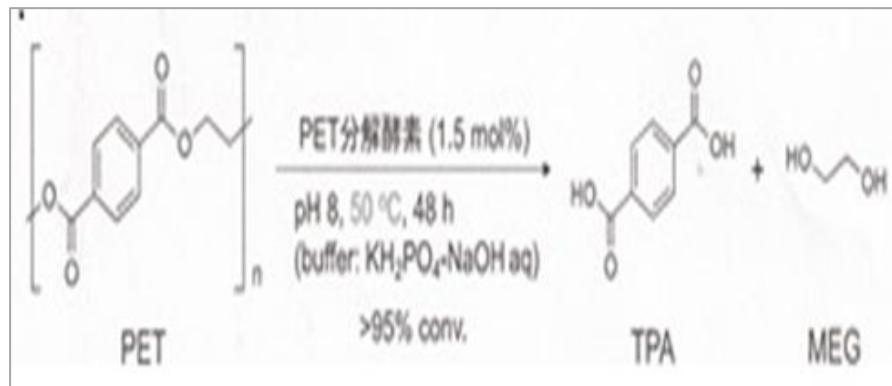


図 5-5 テキサス大学グループ法

### 5-3-4 キリングループ酵素分解法（キリン G、静岡大、阪大と NINS）<sup>25, 26, 27)</sup>

高温の人工施設で採取されたメタゲノムライブラリーから発見された耐熱性分解酵素（PET2）探索し PET2 を改変した。PET2 の立体構造モデルにプロリン変異やアラニン変異による構造の安定化、ジスルフィド結合等で全体構造の安定化。正電荷アミノ酸残基を PET2 表面に導入して、熱安定性を 6.7°C、PET 分解活性を 6.8 倍に大幅向上。大坂大の蛋白研がグループに加わり、PET2-21M で 28 倍に向上させた。

### 5-3-6 計算による蛋白質の設計と構造予測<sup>28)</sup>

David Baker は「計算による蛋白質設計」、Demis Hassabis（アルファ碁の開発者）と John M. Jumper：「蛋白質構造予測」の研究。彼らは 2024 年「蛋白質の折りたたみ問題と逆折りたたみ問題」の研究でノーベル化学賞を受賞した。

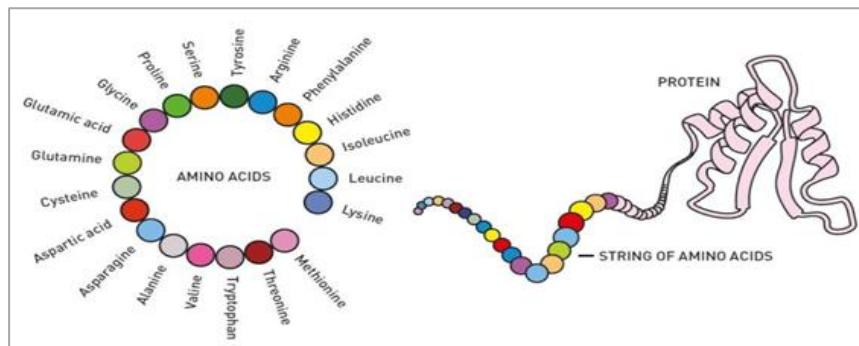


図 5-6 アミノ酸の鎖は折りたたまれて三次元構造を形成

2025. 1. 21 の日本経済によれば D. Baker はヘビ毒の解毒やすい臓がんの縮小に成功した。今後、新型コロナワクチン等の医薬用途、例えば、化学反応触媒としての、PET 分解酵素の技術が期待される。

### 5-3-6 バイオマスナフサ<sup>29)</sup>

ナフサとは原油を常圧蒸留装置によって蒸留分離して得られる製品のうち沸点範囲が 30~180°C 程度の炭化水素混合物。粗製ガソリン等とも呼ばれる。バイオマスナフサとは、再生可能なバイオマスから生成されたもの。原料として欧州委員会では、廃棄物や副産物を優先すべき。廃食用油、廃獸油、廃魚油。一次資源の利用は最小限に (パーム油、菜種油など)。品質は石油由来と同等で既存設備を活用しながらバイオマス化が可能

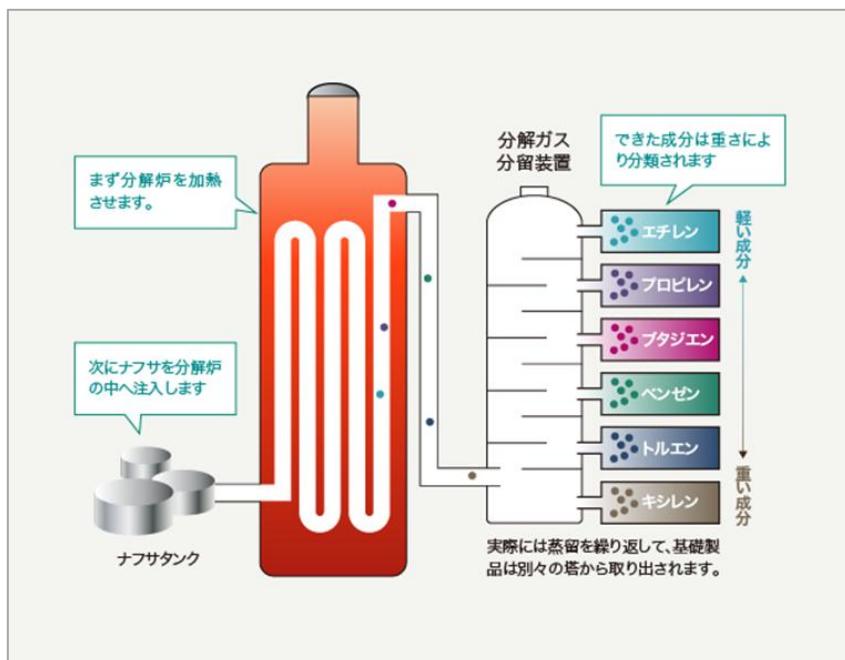


図 5-7 バイオマスナフサの模式図

### 5-3-7 バイオマス PET

- bPX (バイオパラキシレン 70%) と bEG (バイオエチレングリコール 30%)
- bEG : さとうきびの搾り粕であるモラセスから精製した植物性原料、2010 年より
- bPX (バイオパラキシレン)

- ① 三菱商事、ENEOS、サントリー<sup>30)、31)</sup> は廃食用油が原料で製造、2024 年より
- ② アネロテック社<sup>32)</sup> は独自に開発した技術により、非可食のウッドチップからサントリー実行
- ③ バイオ燃料米の Virent<sup>33)</sup> は、玉蜀黍及び茎葉、さとうきび及び搾り粕、甜菜などの農産物の廃棄物、木材等由来のリグノセルローズ等を原料とし、bPX、ディーゼル、ジェット燃料

- ・CO2—PX（2020年着手）

NEDO<sup>3,4)</sup>は、CO2を資源としてカーボンリサイクル技術として、CO2を原料としたPX製造の技術開発事業に着手。水素はグリーン水素より、画期的な触媒の改良や量産技術の開発、プロセス開発を実施

## 引用文献

- 1) 鹿毛剛：「企業における環境マネジメント」，日科技連，p.185（1966）
- 2) 全国清涼飲料工業会発行：第93号
- 3) PETボトルリサイクル推進協議会ホームページ
- 4) <http://www.withwaste.jp/business/intermediate/tochigi-factory.html>
- 5) [file:///C:/Users/tkage/Downloads/kai20040127ky1\\_110%20\(9\).pdf](file:///C:/Users/tkage/Downloads/kai20040127ky1_110%20(9).pdf)
- 6) <https://www.fsc.go.jp/fsciiis/attachedFile/download?retrievalId=kai20040531ky1&fileId=105>
- 7) 協栄産業ホームページ
- 8) 飽和ポリエステル樹脂ハンドブック
- 9) Guidance for Industry; Use of recycled plastics in food packaging Chemistry considerations (August 2006), Food and Drug Administration, USA
- 10) 上新他：日本食品化学学会誌 Vol. 19(1), p. 7 (2012)
- 11) アサヒリサーチセンター 石井由紀 日本包装学会第90回シンポジウム 2024.2.20
- 12) 経済産業省 吉川泰弘 日本包装学会第90回シンポジウム 2024.2.20
- 13) 岡島いづみ：日本包装学会誌の2022年No.5より抜粋（静岡大学）
- 14) GR3N | A new recycling concept
- 15) 大阪大 <https://www.nikkei.com/article/DGKKZ081936630Y4A700C2TJK000/>
- 16) Pham. D. D. ; Cho, J. Low-energy catalytic methanolysis of poly (ethyleneterephthalate) Green Chem. 23, 511- 525 (2021)
- 17) lo, A. Eastman will build a PET recycling facility. C&EN 99, 10 (2021)
- 18) オレオサイエンス 第22巻第10号 (2022) 495-501
- 19) [https://www.kirinholdings.com/jp/newsroom/release/2023/1215\\_01.html](https://www.kirinholdings.com/jp/newsroom/release/2023/1215_01.html)
- 20) 船津 勝：酵素の活性中心，「化学と生物」，1巻1号 (1962)
- 21) <https://first.lifesciencedb.jp/archives/12242>
- 22) <https://www.itmedia.co.jp/news/articles/1603/11/news119.html>
- 23) Lu, H. ; Diaz, D. J. ; Czarnecki, N. J. et al. Machine learning-aided engineering of hydrolases for PET depolymerization. Nature 604, 662-667 (2022).
- 24) <https://news.yahoo.co.jp/articles/a8a69b2cb15e64f42b96f384796c94af4ec4cd96>
- 25) [https://www.kirinholdings.com/jp/newsroom/release/2022/0118\\_01.html/](https://www.kirinholdings.com/jp/newsroom/release/2022/0118_01.html/)
- 26) <https://tiisys.com/blog/2021/07/01/post-93032/>
- 27) [https://www.kirinholdings.com/jp/newsroom/release/2024/1125\\_03.html](https://www.kirinholdings.com/jp/newsroom/release/2024/1125_03.html)
- 28) [https://www.chemstation.com/blog/2024/10/nobel2024.html#google\\_vignette](https://www.chemstation.com/blog/2024/10/nobel2024.html#google_vignette)
- 29) <https://jp.mitsuichemicals.com/jp/sustainability/beplayer-replayer/biomass/01.html#sec1>
- 30) <https://www.suntory.co.jp/news/article/14688.html>
- 31) <https://www.suntory.co.jp/news/article/14037.html>
- 32) <https://senken.co.jp/posts/suntory-211208>
- 33) [https://oilgas-info.jogmec.go.jp/info\\_reports/1009992/1010151.html](https://oilgas-info.jogmec.go.jp/info_reports/1009992/1010151.html)
- 34) [https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101331.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101331.html)

以上

食品ロス削減のために包装でできること  
～食品包装のいくつかの課題に対する問題提起～

野田治郎

はじめに

食品包装では、内容食品を保護し、鮮度や作りたてのおいしさを保つことが最優先される。保存性を向上させることは商品としての食品の価値を高めるとともに、食品資源の廃棄削減にもつながる。

本稿では、東京パック2024テクニカルセミナーの講演内容から、品質保持のための包装技術、包装設計のポイント、最近の開発事例を紹介し、食品ロス削減に寄与する包装を考察する。

また、これから食品包装のいくつかの課題に対し私見を述べ、問題提起をする。

1. 2024.10.23 東京パック2024テクニカルセミナーから抜粋

1-1 食品包装の目的と品質保持

包装は商品の主役ではないが、品質保持、利便性、環境対応、安心・安全の確保など、商品の価値を高め、商品の売れ行きを左右する重要な役割を担っている。その結果、企業イメージのアップ、企業価値の向上に貢献する。特に、食品包装に対しては品質保持が最も重要な機能である。

1-2 品質保持のための包装技術

食品の変質を防ぐために、レトルト殺菌・無菌包装などの微生物制御包装、真空・ガス置換包装、酸素吸収包装、青果物鮮度保持包装(MA包装)、防湿包装、緩衝包装、などの包装技術が確立されている。食品の特性を正確に把握し、適切な包装技術を選択することが重要である。

1-3 最近の品質保持包装の開発事例

最近の品質保持包装を図1に示す。保存性を向上させる効果は、食品ロス削減にとどまらず、新しい商品展開、食品の流通改革、環境対策が可能となる。

○酸素吸収機能付き包材

酸化しやすい食品に対して酸素吸収剤小袋が従来から使用されているが、管理面やコストアップ、食品からの隔離などの問題がある。解決するために酸素吸収機能付きの包材が開発された。プラスチックでガラス瓶や缶詰と同等の保存

性が実現された。

○使用中の保存性を改良した液体調味料容器

出し口の弁機能によりエアパックしない機構になっており開封後も鮮度を保つことができる。容器の保存性改良で商品価値を高めた例である。

○日持ちする惣菜の包装

日用品の惣菜の多頻度配送が不要となり、製造流通の経費削減、CO<sub>2</sub>排出削減、廃棄物削減が可能である。パウチ、トレイなどの密封包装食品を軽く殺菌し、チルド配送することにより3ヶ月程度日持ちさせることができる。

酸素吸収機能付き包材



使用中の保存性を改良した調味料容器



日持ちする惣菜の包装



図1 最近の品質保持包装の開発事例

## 1-4 食品ロスの情勢

食品ロスは「まだ食べられるのに廃棄される食品」と定義されている。世界規模の人口爆発と食糧不足に関わる食糧問題であり、食品の生産・輸送のためのエネルギーの無駄使い、廃棄される食品の運搬・処理で排出されるCO<sub>2</sub>など環境問題でもある。

国際的にも重要課題とされ、SDGs「目標 12. ターゲット 12.3」で2030年までに小売・消費レベルでの世界全体の一人当たりの食品ロスを半減させることが決議されている。

日本では、「食品ロスの削減の推進に関する基本的な方針」にて2000年度比で2030年度までに食品ロス量を半減させることを目標とし、全国民に対し食品ロス削減を求めている。

事業系は8年前倒しで目標を達成しており、新たな目標として、2030年までに食品ロス量60%減が決定された。食品ロスは利益を損なうため企業は取り組みやすいことが背景にある。一方、家庭系は半減の目標とまだ差があり、引き続き消費者への意識付けと食品ロスを出さない商品設計=包装設計が求められる。

## 1-5 食品ロス削減に寄与する包装

表1に食品ロスの発生要因と削減のために包装でできることを示した。発生要因は、製造、卸売、小売、外食までの需要予測ミス、及び家庭での在庫管理不足が大きいと考えられる。AIの活用による予測精度向上、家庭での在庫管理を可能にする技術革新が求められる。包装でできることは、保存性の向上による消費期限・賞味期限の延長、残さず使うための包装の適正容量化、包装の利便性向上による食品ロスの削減、消費者が食品ロス削減に配慮することを促す視点からの包装設計、などがある。

図2に利便性向上による食品ロス削減の包装事例を示した。

容器に付着せず、容易に全て食べられること、残したときは保管できることが求められる。

包装で食品ロスを削減するポイントを列記しておく。

① 消費期限、賞味期限の延長は、食品ロス削減に寄与し企業の利益を改善する。

② 食品包装では、環境対応より食品ロス削減を優先させる。

③ 輸送包装での問題点を解決する。

④ 需要予測、在庫管理に資する個々の商品からの情報発信の可能性を探る。

⑤ 消費者が食品ロス削減に配慮することを促す視点から、包装を設計する。・・・表示によるアピール

表1 食品ロスの発生要因と  
削減のために包装でできること

発生場所	発生要因	包装でできること
製造	需要予測ミス、製造ミス 過剰在庫、返品、回収	消費期限・賞味期限延長 適正容量化、個包装
卸売	需要予測ミス 配送時の汚れ・破損	輸送包装の適正化
小売	需要予測ミス 賞味期限切れ、売れ残り	小容量化、ばら売り
外食	需要予測ミス、 調理ロス、食べ残し	持ち帰り容器
家庭	家庭内在庫管理不足 過剰除去、食べ残し	出しやすさ、再封性

最後まで楽に絞り出せるチューブ



中身がスルッと出せる  
プラスチックボトル



ヨーグルトが付着しない蓋  
(出典:東洋アルミ株式会社)



食べ残しを保管できる  
リシール性を持たせた包装



図2 利便性向上による食品ロスの削減の包装事例

## 2. 食品包装のいくつかの課題に対する問題提起

今後の食品包装に対する課題を問題提起しておく。

### 2-1 商品の付加価値を高める利便性 → 超高齢化社会への対応

超高齢化社会において、便利に快適に使用できる包装が必須である。

利便性を追求するとコストや環境などと相反する場合が出てくるが、使用者の利益を第一に考えた多様性のある包装設計が重要である。時には過剰という見方をされる場合もあるが、きめ細かな利便性の追求が日本の包装の強みと考える。

### 2-2 企業の社会的責任を表現する環境対応 → 環境に配慮した包装

軽量化、無駄を省いた包装、廃棄時の快適性など消費者に分かりやすい環境への配慮、及び、企業評価を向上させるための環境対策が企業存続のために求められる。

容器包装の環境対策に取り組む際に認識すべきことを列記する。

#### (1) 石油由来のプラスチック製容器包装は地球温暖化に関係しない

容器包装から石油由来のプラスチックを全て無くしても CO<sub>2</sub> は 3% しか減らず、地球規模の CO<sub>2</sub> 排出削減に対しては誤差にすぎない。包装による CO<sub>2</sub> 削減は地球温暖化に対し全く無力と言わざるを得ない。

#### (2) 食品が付着した容器包装は、熱回収が最適なリサイクル手段である

食品が付着した包装は、洗浄のためのエネルギー消費、排水処理等を考えると手間暇かけてマテリアルリサイクルするより、そのまま可燃ごみとして熱回収した方が環境に良いと考える。

#### (3) プラスチックの原料となる石油は無くならない

採掘技術の進歩で新たな化石資源が次から次に見つかり、プラスチックをはじめとする石油化学製品の原料としての石油は未来永劫無くなることはないと考える。石油はエネルギーとして消費するのではなく、貴重な石油化学製品の原料として有益に使われるべきである。

#### (4) バイオマスプラスチックは問題が多い

そもそも、バイオマスからなぜ手間暇かけてプラスチックを作るのかという疑問がある。そこには、バイオマス原料であるデンプンや廃糖蜜の生産国や企業の思惑（用途拡大による市場支配）が感じられてならない。バイオマスは食糧や飼料との競合、森林伐採による環境破壊・生物多様性への影響など生産量増加には限界があり、バイオマスプラスチックを採用する理由は、環境問題に対する取組姿勢をアピールするためだけであろう。

#### (5) 海洋プラスチック問題は包装では解決できない

海洋プラスチック対策は、廃棄物を適正に処理することにより海洋への流出を防ぐことしか方法がない。先進国は途上国の廃棄物処理のインフラ構築を支援しているが、実効性が疑問視されている。

#### (6) モノマテリアル化のパラドックス

モノマテリアル化によりマテリアルリサイクルができるというアピールは、実際にリサイクルされていないと消費者に誤った情報を伝えることになる。将来、樹脂別にマテリアルリサイクルするための社会システムができるかどうかは、リサイクル品の収集量、品質、用途、リサイクルコスト等を考えると難しいと言わざるを得ない。

#### (7) 環境イメージが良い紙、ガラスにも弱点がある

##### 紙の問題点

- ・プラスチックと複合して使用せざるを得ない場合が多い。
- ・食品が付着した紙は熱回収せざるを得ない。
- ・紙に使える森林は無限ではない。伐採後の生育には長期間かかる。
- ・パルプの製造段階で、大量の水と熱エネルギーが必要であり、排水処理の問題もある。

##### ガラスの問題点

- ・重いため輸送時のエネルギー消費が大きく、トータルの CO<sub>2</sub> 発生量は他の材料より多い。
- ・製造時に多大なエネルギーを使う。
- ・回収する時も輸送エネルギーが大きい。

CO<sub>2</sub> や環境汚染物質の発生量を LCA でチェックし、正しい環境対策であることを確認すべきである。

#### (8) 食品包装では環境対策が第一優先ではない

食品包装の地球環境への関係度を考慮すると、品質保持、利便性、安全性などの機能が優先される。環境に配慮した材料を使うことを前提に包装設計すると、本来必要な機能の評価がおろそかになり、欠陥包装となって環境に負荷をかけてしまう。

環境に配慮した包装を目指すポイントを次に示す。

- ・包装材料の使用量を削減する
- ・リサイクルを容易にする
- ・リサイクル材料を積極的に使う、ただし食品に触れる部分は食品衛生法をクリアすることが必要
- ・コストダウンになる環境対策を目指す

環境対策は主義主張や利害関係でさまざまな考え方がある。消費者や投資家などのステークホルダー受けしそうな対策を鵜呑みにするのではなく、何が正しいかを科学的な根拠をもとに個々に判断する必要がある。裏付けのない環境対策は企業の評価を逆に下げる事になる。

### 2-3 消費者と企業を守る安全性の確保

包装材料の安全性の確認と安全衛生性を確保する製造管理体制、使用面での安全性の確保が求められる。

- ・消費者クレームに対して

消費者クレームが発生した時は、初動が極めて重要である。誠意をもって素早く対応することにより逆に信頼性を増すことにつながる。クレームの原因調査では、再現できるかどうかがポイントで、再現できないクレームは消費者側の使用ミスや故意の可能性もある。あらゆることを想定して再現テストを行い、真の原因を究明することが再発防止のために重要である。

### 2-4 ヒット商品を生み出す食品包装

包装が関与したヒット商品は年に一つあるかどうかである。ヒット食品は、一時期ヒットしてもすぐに飽きられて長続きしない食品も多い。一方、包装が貢献したヒット食品は、内容食品がリニューアルされたり競合他社にも採用されたりすることにより、その包装形態が新しい食品ジャンルを作り出し、その結果、ロングセラー商品になった例も多い。

包装が関与した最近のヒット商品は「時間と手間を省く」がキーワードである。

ヒット商品、ロングセラー商品には時代のニーズを捉えたコンセプトが必要である。それらの包装から考察して、今後もとめられる食品包装のポイントを以下に示す。

- ・高齢者への配慮の追及
- ・快適な使用感の追及
- ・安全衛生性の追及
- ・環境への配慮の追及
- ・経済性の追求

おわりに

売れる食品包装設計のためにやるべきことをまとめておく。

- ・社会環境の動きを知った上で包装を考える
- ・お客様の視点に立った商品開発を心がける
- ・トラブルを無くすための感性を磨く
- ・最新の包材・包装技術に関する情報を広く求める
- ・包材メーカー、食品メーカーの英知を集めて取り組む

#### 参考資料

食品と容器 缶詰技術研究会 2022年9月～2024年11月

食品包装の設計 第1回～第9回、  
これからの食品包装 第1回～第4回



私の赴任先である中国・インドは、ともに急速に発展してきている国である。街中を歩いていると日本では感じられない、迫ってくるような勢いを感じることができた。



2023年のGDPは中国が世界第二位、インドがイギリスを抜いて第五位になった。IMFは中国の2024/2025年度の経済成長率を4.6%と少し鈍ってきていることを示唆しているが、インドは7.0%になるとの見通しを示した。国民の平均年齢が20歳代と非常に若いことと、行政の農業・公共インフラ投資が拡大を続けていることがけん引している。商業都市ムンバイとアーメダバードを結ぶ日本の新幹線の工事も裏付けている。

#### 【上海市・山東省】

上海は長江デルタに位置し、夏は高温多湿、冬は比較的寒冷であるが、住んでみると夏場の連日の40°C前後の気温は耐え難いものがあった。長江支流の黄浦江沿いに広がる歴史的建築物がレ

トロな雰囲気を醸し出している。この一帯を外灘と呼び、また黄浦江の対岸の浦東には「東方明珠塔」（テレビ塔、高さ467.9m）、上海中心（118階、高さ632m）、上海環球金融中心（101階、高さ492m）、金茂タワー（88階、高さ420.5m）など未来都市を思わせるような近代的な高層ビルやマンション群が林立している不思議な光景である。又旧市街に位置する虹橋に各地と上海を結ぶ新幹線（高鉄）・ローカル線の駅が虹橋空港に隣接している。



写真 上海外灘地区



上海陸家嘴エリア高層ビル



上海のテレビ塔



上海北外灘(旧ユダヤ人居留



フランス租界(武康大楼)



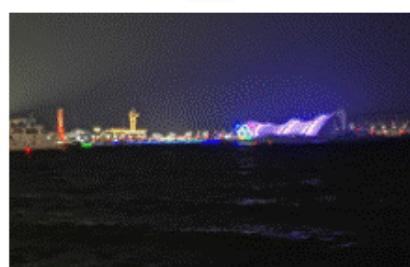
上海の古い町並み



北京南 ⇄ 上海虹橋(350km)走行



上海リニアモーターカー  
(浦東空港 ⇄ 龍陽路站全長30km)



青島のオリンピック公園



山東省青島オリンピック公園 (ヨット)



山東省青島ビール博物館



青島ドイツソーセージ

中国第二の赴任地である山東省は黄河の河口にあたり、黄海に突き出している半島である。硫黄分の少ない良質の石油が産出し、またトウモロコシの産地で中国有数の穀倉地帯である。萊陽市は烟台と青島の間の山間部にあたり、日本の大手冷凍食品メーカー、大手ハムソーセージメーカーが進出して

いる町である。新幹線も通っており上海や北京への路線があった。上海まで5時間半である。青島から江蘇省の海沿いをまっすぐ下に降りていき南通を経由して上海まで行くことになる。青島の空港まで1時間半かかるため、トータル時間は大きく変わらない。また冬場など霧で結構になるケースが多く、欠航になるケースが多いがそれも新幹線は問題なくなる。

### 【インド ベンガルール・ムンバイ】



ベンガルールのモスク



ヒンズー教寺院

インド南部のベンガルール市はカルナータカ州にある。インド南西部のマイソール高原に位置し、標高920mと高く、年間平均気温が20°Cとインドの中では年間を通してとても過ごしやすい環境にある。また委託先工場のあった中西部のムンバイは高温多湿でサウナの中にいるような思いをした。

ベンガルールは第二のシリコンバレーとも呼ばれ、世界で名だたるマイクロソフト、インテル、オラクル、シスコシステムズ、GE、グーグル、フィリップス、シーメンスなどの欧米企業や日系企業が進出している。インドは宗教的に非常に多様な国であり、人口の約80%のヒンドゥー教徒、14%のイスラム教徒、キリスト教徒、シーカ教徒で構成されている。子供の頃インドカレーのルーの宣伝ではターバンを巻いたインド人が現れた。幼いながらターバンを巻くのがインド人と思っていたが、主にターバンを巻くのは人口比1.4%のシーカ教徒でことが解った。市内でもたまにしか、見なかつた。ヒンドゥー至上主義者による宗教的な対立があり、現地で直面したことあった。宗教的な対立は根深い問題となっており、日本では想像を超えた事象である。インドでは富の85%を人口比10%の人たちが所有しており、貧富の格差が深刻な問題となっている。これは大多数を占めるヒンドゥー教に存在する「カースト制度」が、貧困問題にも深く関わっているといわれる。制度は廃止されているが、今も根強く残っている。レストランでもコック、給仕、食器のかたづけ、下働きで野菜を切る係と細かく決まっており、一生係は変わることはない。「カースト制度」は、「バラモン」(司祭者)、「クシャトリヤ」(王族)、「バイシャ」(庶民)、「シュードラ」(隸民)の4つを基礎に、2,000以上も細かく分類されたカーストが今も残っている。現在、インド憲法はカースト制度を否定しているが、カーストが伝統的に職業や地域と結びついているため苗字を見たら現地の人たちはなんとなくわかるといっている。カースト制の中に属さないIT産業や軍人は非常に狭き門となっている。



写真商業ムンバイ(インド)の金融街



写真イスラム教徒とヒンドゥー教徒の争い



ムンバイインド門



ベンガルールのお城



ムンバイ湾横断道路

#### 【コミュニケーション】

海外駐在員をする上で一番大切になるのが赴任先の皆さんとのコミュニケーションを図ることである。昼ご飯は会社の食堂で同じメニューと一緒にとり、退社後は片言の中国語で上海夏の風物詩であるザリガニを肴に、レストランの外の座席で、ぬるいビールを飲んだ。（中国では何も言わないと常温のビールが提供される。）また、駐在員は社用車で送迎されるのが一般的であるが、朝出勤途上でいろいろな所で朝ご飯を食べるために、地下鉄とバスで通勤した。これは、上海の朝や夕方の雰囲気を感じるために非常に役に立った。中国は国内に2億台の監視カメラ（電子警察）が設置されており、治安は非常に良いと私は感じていた。



上海の夏の風物詩「ザリガニ」

メニューとしては、蒸かしたイモ類、饅頭（小麦粉だけ）油条（揚げパン）、薄い小麦シートを焼きその上に具材をのせて巻いた食べる煎餅など、街中の屋台や中華料理店で購入し食材をポリ袋の中に入れて、歩きながら食べる機会が多かった。朝からとてもいい匂いが町全体に広がり、自ずと香りに引き寄せられた。私は朝早くからやっている中華料理店に立ち寄り非常にしばしば温かい馄饨湯（ワンタンスープ）を食べた。その国の文化を感じるには一人で歩くのが良いと思う。



上海の朝ごはん



上海の朝ごはん煎餅

次にスポーツを通じたコミュニケーションについてお話しする。日本では野球・サッカー・バスケット・ラグビーなどの競技が人気である。中国では熱狂的なサッカー好きやバスケット人口が多い。またインドではクリケットが熱狂的に人気である。クリケットは初めての体験でルールがよくわからなかつたが、TVで放映されている試合を見ながら理解に努めた。慣れたころ現地従業員に頼んで試合を見に行った。スポーツリーグの共通の話題ができる、毎日の話題に困らなくなるのである。



中国人はサッカーとバスケットが大好き



インド人はクリケットが大好き

上海のような大都会では日本食レストランが多くあり、夕方には冷えたビールを片手に日本人が集まり食事をすることが多い。朝は社用車で通勤し、昼夜は日本人コミュニティーで過し、上海ではほとんど現地人と話すことなく生活ができる。私はこの現地社員とワイワイ食事をしたり、一緒にスポーツ観戦をする時間は私の財産と思っている。

#### 【考え方の違いをどう対処するか】

私が中国で経験した問題の第一に、食品製造で必須の 5S は中国では意義を理解してもらえなかった点である。中国では掃除をする人は別に分けられるケースが多く、工場の従業員にとって掃除は自らの仕事ではないと考えているから活動が形骸化してしまうのである。本来の 5S 活動は、従業員が自主的に整理整頓を行い、規律を守ることを前提としている。特に「躰（しつけ）」の要素は企業や組織が従業員を信頼し適切な教育を行うことで従業員が「自主的にルール環守り職場環境を継続的に改善することが期待される。



上海 町の清掃員1



上海 町の清掃員2

日本人と中国人は同じ儒教の教えを学んでいるが、日本人は孟子の唱える儒教に基づき性善説思想を信じている。中国人は儒教の開祖の孔子の弟子の荀子が唱えた性悪説思想を信じている。キリスト教は人間の「原罪」を起源に説いており、同じ性悪説を思想が根底にある。性悪説では人間は生まれながらにして欲望を持ち、それを制御しなければ悪に向かう考え方である。同じ儒教であるが、全く正反対の教えである。

## 性善説・性悪説とは

	主張	代表者	社会設計への影響
性善説	人間は本来善である	孟子	教育や徳によって善性を伸ばす（徳治主義） 「惻隱の情（思いやり）」など人間の内在的善性を重視育や徳によって善性を延ばす（徳治主義）
性悪説	人間は本来利己的で争いやすい	荀子	法や制度で制御する（法治主義） 「欲望や利己性」を前提に、外部からの規範導入を重視。

★性善説は「惻隱の情（思いやり）」など人間の内在的善性を重視。

◆性悪説は「欲望や利己性」を前提に、外部からの規範導入を重視。

また、性善説と性悪説の分類の他に騎馬民族と農耕民族という分類がある。性善説と性悪説は人間の本性に関する思想であり、農耕民族と騎馬民族の生活様式と結びつけて語られることがある。農耕民族は定住し、共同作業や協調を重視する社会を築いたため、人間は本来善であるとする性善説（孟子）と親和性が高い。一方、騎馬民族は移動と戦闘を伴う生活を送り、外敵との緊張や秩序維持のために厳格な規律を必要としたため、人間は本来利己的で争いを好むとする性悪説（荀子）と親和性がある。この対応は比喩的であり、実際の民族や思想の起源とは異なるが、社会制度や統治思想の違いを理解する上で有効な枠組みとなる。農耕的秩序は教育や徳による統治（徳治）を重視し、騎馬的秩序は法や罰による統治（法治）を重視する傾向がある。この4つの理論は現在の日本は性善説と農耕民族の性質を基に政治や「ものづくり」の体制になっている。5S活動は人々が「本来善である」という前提に基づいている。これは、性善説の「人は本来善であり、適切な環境や教育があれば良い行動を取る」という考え方である。

ISO（国際標準化機構）は騎馬民族であり性悪説を唱えているヨーロッパで生まれた。「人間はミスをする生き物である」という前提に立ち、手順やルールを厳格に定めることで品質や安全性を確保する。例えば、ISO9001では「記録の管理」や「内部監査」を義務付けることで、不正やミスを防ぐ仕組みを構築している。

中国で5S（整理・整頓・清掃・清潔・躰）を定着させるには、日本とは異なるアプローチの取り組みにチャレンジした。

離職率が高く、5Sの継続が難しい中国で、5Sの達成度を評価するシステムを構築して、効果に対して報酬や表彰制度とリンクした。生産マネジメントの指標である標準時間法を基に生産効率を算出し、またクレームの発生頻度を尺度とし、評価された効果に対して毎月、対価として報酬に報い、5Sの意識を高めることに成功した。本来の5Sの精神とは異なるが国によって考え方方が異なるのでじっくりと従業員を観察し臨機応変に対処することが重要であると考えている。

仏教では「一切のものに命が宿る」「執着を捨てる」「無駄を戒める」といった教えがあり、これが「勿体無い」精神の根底にあるとされている。日本語的に登場したのは室町時代ごろから使われて、日本ではもったいない「勿体無い（MOTTAINAI）」という思想である。「勿体無い」は、単なる「無駄をなくす・惜しい」という意味を超えて、物や時間、才能などの価値を最大限に生かすべきだという考え方である。

この考え方はトヨタ生産方式（TPS）生産マネジメント手法として取り入れられ、「7つのムダ」（過剰生産、在庫、運搬、加工、動作、手待ち、不良）を削減することで生産性を向上させている。

また「勿体無い」精神と共に、資源を最大限に活用することを目指している 環境負荷を減らすために、3R (Reduce, Reuse, Recycle) 活動が重要視されている。「勿体無い」思想は、日本の生産管理において単なるコスト削減ではなく、品質向上・持続可能性・効率化を実現するための重要な考え方である。

この二つの思想は現地で十分に考えて疑似的ではあるが、対応を取っていかないと 5S は推進できないことを学んだように思う。これは両国で感じた内容である。

#### 【最後に】

海外での生活は考え方の異なる人々の思想や習慣などを踏まえて仕事をしなければならない。幸運にも赴任地での生活に溶け込んだおかげで、赴任地の人たちとの考え方の違いを認識できたことを非常にありがたく思っている。

近年海外勤務を嫌がる人の話をよく耳にする。しかし、海外から日本を見つめることも重要であり。海外赴任の話があった場合には、ぜひとも喜んで海外勤務受け入れることをお勧めする。

#### 出典

インドの貧困率は 11%に低下、直近 9 年で大幅に改善（インド）  
日本貿易振興機構（ジェトロ短信）2024 年 01 月 22 日

「インド小売業に関する規制の概要」日本貿易振興機構（ジェトロ）2023 年 3 月

日本財団図書館 <https://nippon.zaidan.info/seikabutsu/2001/00092/contents/00003.htm>

INDIGITAL inc. [https://indigital.co.jp/topics/trends/retail\\_kirana/](https://indigital.co.jp/topics/trends/retail_kirana/)

トヨタ生産方式大全「大野耐一の思想・理論・写真で見る実践」熊沢光正  
大学教育出版

安定経済時代を迎える中国消費市場の新しい付加価値 劉芳 野村総合研究所  
(上海) 有限公司 2024 年 5 月 20 日

「インドシフト」武鑑行雄 PHP 研究所 2018 年

JETO 地域分析レポート インドの食品消費トレンドの変化を追う  
現場からひも解く「新型コロナ禍」後の食品市場へのアプローチ  
(前編) 2022 年 3 月 16 日

## EU の PPWR と日本の包装の対応

技術士(経営工学)、包装管理士  
住本技術士事務所 住本 充弘

### はじめに

EU の PPWR は、2026 年 8 月 12 日より、適用開始、義務化は2030年1月より。日本から欧州に包装食品だけでなく工業製品、医療器具・部材などの包装製品が多く輸出されている。全て規則の対象となる。

メーカーは適合宣言書を提出しないと輸出が始まらない。単純にモノマテリアル包材の提案が見受けられるが、それだけでは問題は解決しない。PPWR 対応だけでなく、今後の日本の包装の考え方・開発の方向が重要である。忌憚のない意見を述べる。

### 1. The European Green Deal

PPWR は既に多くの包装関係者は、程度の差はある理解はしているはずである。この規則は、欧州のグリーンディール(欧州の環境対応の工程図に近い存在)に基づき、肃々と実行されている。欧州は、合理的に物事を考え、率直に目的に向かって進んでいると思う。やや理想的ではあるが、それはそれとして、包装関係者の誰が考えても至極当たり前の対応と思う。

- ① 2050 年までに温室効果ガスの正味排出量をゼロにする
- ② 経済成長と資源利用の分離
- ③ 人も場所も取り残されません

一つの工程表であり、これに沿って次々と規則ができている。ただ、今回の PPWR を見ると、長年包装に携わる者としては、やや疑問の面もあるが、欧州の考えであり、我々、日本は、これを参考に包装本来の目的に沿って進めば良いと思う。

### 2. 日本の森林

包装関係者の中には少ないが、包装を取り巻く、包装に関心を示す方々の中には、プラスチックの使用制限、紙の利用推進など、包装に対する理解不足の方々の発言も多い。紙の利用は確かにプラスチックの使用量の削減につながるが、我々、包装関係者は、紙の利用については、50年も前から目的に応じ使い分けてきており、今更、紙の使用を声高に訴える事例をみると、もう少し包装を理解されてから、発言された方が良いと思うことが多い。

#### 2.1 日本の森林

ここでは、確認のために日本の森林について、簡単に説明したい。

- ① 日本の森林面積は国土の約 3 分の 2 を占め、世界有数の森林国。
- ② 全体の約 4 割が人工林。
- ③ 森林の適切な管理と持続可能な利用の両立、
- ④ 間伐や再造林、多様な主体による森林づくり活動の推進。
- ⑤ 林業従事者(減少)の育成や技術開発、木材利用の促進など、総合的な取り組みが求められている。
- ⑥ 森林を、水や空気、生物多様性など、様々な恵みをもたらす貴重な資源として、次世代に引き継いでいくことが大切。
- ⑦

#### 2.2 欧州の警鐘

欧州環境局は、ある研究事例について、ある使い捨て材料(注:プラスチック包装を指している)を別の使い捨て材料(注:紙仕様の包装を指している)に置き換えるという誤った解決策に警鐘を鳴らしている。一般市民と政策立案者は、紙ベースの食品包装の持続可能性と循環性について誤解していると述べている。一理あると思う。我々包装関係者は一考を要すると思う。紙仕様について少し触れてみたい。

#### 2.3 紙の包装の事例

紙について言及したので、関連して包装材料としての紙の利用事例を現在の採用及び開発事例から見ると順不同であるが次のようにある。

- (1) パルプを再生可能な原材料、renewable materials、として化学処理をして「プラスチックの性能」を有する素

材に変える動き

- (2) 紙製造技術(抄紙)を駆使し成形、伸びる性質を与え利用する動き
- (3) 紙仕様包装設計のガイドラインの尊重(世界共通が重要)
- (4) 耐水性付与によるプラスチック代替品として利用を検討
- (5) 水性バリア剤のコート、酸素及び水蒸気バリア性を付与し一次包装材としても利用する動き(再生再利用のための易処理性の工夫が必要)
- (6) 耐油性付与(油脂分を含む菓子、チョコレートなど)
- (7) プラスチック成形技術との組み合わせで容器を作る技術開発
- (8) 耐ピンホール性への配慮
- (9) 紙仕様の再生再利用のための技術及びリサイクル設備
- (10)一次包装用にプラスチック代替を狙い、
  - ①耐油脂性、
  - ②ほどほどのバリア性、
  - ③HS性、
  - ④現在の古紙回収 streamが利用できる条件を満足した紙仕様が欧州で開発され、利用され始めている。
- (11)紙の利用では回収して古紙再生が条件であり、単に燃焼処理は欧州では規則上あり得ない
- (12)さらにナノセルロースの利用としてバリア性やパルプ同士の結合強度アップを利用して板紙の坪量を落とした液体紙容器も欧州で実用化されている
- (13)製紙工場で排出される tall oil も石油ナフサ代替として利用されプラスチック製造に使用されている
- (14)古紙再生が容易な包装設計の事例
  - ① 指定時間内にパルプ化、パッケージの紙の部分が単纖維に分解確認
  - ② 従来のスクリーニング工程で纖維から除去できるポリマーや他のシーリング剤を優先
  - ③ ペーパーミルプロセスと廃水システムで効率的に処理でき、リサイクル中の最終製品、製造プロセス、または環境に影響を与えないポリマー、シーリング剤、および塗布プロセスを優先
  - ④ 直接メタライゼーション:アルミの真空蒸着、その他の無機コーティングは、再パルプ化プロセスを妨げないことなどが挙げられている。

### 3. 紙の利用と関連について一言

- (1) 我々、包装関係者の中にも、紙は木材利用で再生可能であると、だから紙はプラスチックより環境対応面では、優れていると発言された方々もいたが、その声も消えてきた。
- (2) 包装の基本は、包装製品の品質維持であり、生産量、販売方法、コストなど多くの要因を考慮して、包装仕様を決めてきている。単純に紙仕様に飛びついではいない。
- (3) 包装設計においては、今まででは、内容物の品質保持が一番であったが、PPWR の実施に伴い、包装設計時に検討しなくてはならないことは、循環型パッケージの概念である。
- (4) 長年、包装に携わってきたが、ここまで明確にはなっていなかった。もはや、包装ゴミの言葉は無くなり、資源としての扱いとなる。この点が、まだよく理解できていない包装関係者が多い。家庭から排出される使用済みの包材(PCR)、および包装材料製造工場や食品工場などから排出される包装廃棄物(PIR)を如何に再び包装材料の原料として活用するかである。PIR の排出量は少ないので、ビジネスとしてはあまり期待しない方が良い。
- (5) 容り法が20年前から実施され、化学品原料や包装材料の原料に使用されているが、出来るだけ、包装材料に再生するように進めることができ、今回のPPWRである。
- (6) ただ、今回のPPWRは理念が先行し、理念に対応する技術がまだ追い付いていないことであり、その為、猶予期間を設け、2030 年から義務化としている。
- (7) 特に recycled plastics の配合%の第7条は、理念先行であり、実施技術が整備されていない。
- (8) EUも規則を決める過程で多くの意見があり悩まされたと思うが、よくここまで決めたと思う。紙は今回外れたが、紙業界は、欧州の規格として統一されたものを求めているようであるが、外れてみて初めて問題点がクリアになったのではと思う。いずれ、紙の規則も整備されると思うが、まだ当分先のことになるだろう。紙仕様の包材も当然、recyclable であるが、プラスチックのように古紙の配合%は規定されていない。いずれ、紙

の規則が出来れば、多くの議論の末に配合%の考えに近い条項が加わるだろう。

- (9) プラスチックに関しては、現在の欧州の素材ごとの回収 stream を有効活用して、出来るだけ PPWR の実行効果を上げようとしている点は理解できるが、やや無理な感じがする。
- (10)そのため、誰が言い出したかは不詳であるが、モノマテリアル仕様優先が行われている。
- (11)PPWR には、モノマテリアル仕様の単語は記載されていない。Material recycle の英単語はあるが、これは単なる言葉であり、メカニカルリサイクルとか、ケミカルリサイクルを指してはいない。基本は、使用済みのプラスチック包材を再利用あるいは原料として利用し新たなプラスチックの製造を行い、再び包装材料として使用する循環型ポリマーの利用促進とアップサイクリングを求めている。
- (12)そのため、脱インキや脱臭に注力しているが、どうやらこの技術の結論は超臨界状態で CO<sub>2</sub> 利用に決まるようであり、英国での実用化に続いてスペインが実施準備を進めている。
- (13)PP のリサイクルである Nextloopp もいくつかの技術を試し、やはり、超臨界利用に落ちついた。9 月に FDA より NOL 取得をした。英国及び EFSA は引き続き審査待ちであるがいずれ承認されると思う。
- (14)欧州全体では、透明バーコードを包装の表面に印刷し、回収品をベルト conveyer 上で PP を選別する動きがあり、フランスは、全てのパッケージに透明バーコードを印刷して PP 包材を選別し、Nextloopp で再生して PP 包材に配合して使用する循環型 PP 利用を行う予定であり、PP 以外は、ケミカルリサイクル用に TotalEnergies が引き受ける。フランスの COTEO(日本の容り協会の立場)が決めた。
- (15)透明バーコード印刷が具体化すると、日本はどのように対応するか今から対応策を決めておかないといけない。なお、日本のオムロンは、システム面で発明者の Digimarc に協力している。
- (16)日本の多くの包装関係者は recycled plastics だけに注目しているが、PPWR はそれだけではない。
- (17)PET ボトルは、今までメカニカルリサイクル(除染工程を含む)だけが認証の対象であったが、今年後半には、ケミカルリサイクル、マスバランス方式も認可されるので、来年以降には、オレフィン関係も同様に認可されると思う。
- (18)認可しないと certified recycled plastics の供給は、メカニカルリサイクル+除染工程だけでは対応が難しい。EC は当面、バイオプラスチックも代替としてしばらくの間 recycled plastics の代替として検討している。委任法で出すと思う。
- (19)オレフィンのケミカルリサイクル品を PPWR として認める以外に、PPWR の第7条の一部を実行する手段はない。認めないと第7条の一部は、バイオポリマーでの代替が続くことになり、当初の PPWR の理念が薄れる。
- (20)ケミカルリサイクル品の入手が当たり前になると第 7 条の recycled plastics の 10%以上配合は、有名無実となる。当初は供給量が十分ではないので、致し方ないが、供給量が増えて、グレードがそろってくると、食品、医薬品、化粧品メーカーは、競って環境対応、circular economy 対応で、certified recycled PE/PP の入手の競争を行い、十分供給ができると、石油由来が削減され、温暖化排出のガスも削減されるようになり PPWR の目的が達成される。
- (21)ケミカルリサイクルについては、残念ながら包装関係者の中でも十分理解している人は少ない。一般常識や感情論で議論するのではなく、もう少し専門知識を入手して science-based での議論ができればと思う。この件については、包装関係者のレベルアップが必要と思う。PPWR の実行には、現時点では、ケミカルリサイクル化、モノマテリアル素材である。のメカニカルリサイクル+除染工程の方法しかない。EU2022/1616 の参照を勧める。
- (22)燃焼して熱エネルギー回収を工夫して、積水化学のように CO 利用でエタノール、エチレン、ポリエチレンの方法や他の技術のように、CO<sub>2</sub> 利用でメタノール、PP 製造などもう一歩進化した方法が期待できると思う。
- (23)ケミカルリサイクル技術の進歩は速く、多くの技術が次々と提案され実証段階を終え、社会実装の段階に入っている。日本はこの分野では確かに遅れているが、日本多くの技術はある。あまりにも躊躇し過ぎか、社会実装の進め方の課題があるのではと思う。エチレンプラントの苦境は理解できるが、包装にとって、オレフィン樹脂は必須の素材である。

#### 4. 具体的な輸出に向けて

前置きはこのくらいにして、日本から欧州への包装製品の輸出で対応すべき課題をみると次のようである。日本から輸出されている食材他は年間1兆 5 千億円くらいと統計データがある。食品企業の中でも、国内の売り上げより、海外での売り上げの方が多い場合もある。包装関係者は、もう少し、自社の国内外での売り上げ状況について理解して欲しい。

- (1) Article 5: Requirements for substances in packaging

- ① 有害物質の制限、
  - ② 重金属および PFAS の含有上限が課される。
  - ③ 医薬品包装では、PTP などに使用されているアクリーが対象になったが、除外されることになった。
- (2) Article 6: Recyclable packaging (リサイクル可能性)
- ① すべての包装は「リサイクル可能である」、DfR が 2028 年までに決まる。
  - ② 包装材のリサイクル可能性を評価し、グレード A・B (2038 年以降 80% 以上 recyclable)
  - ③ を満たさないものは上市不可。
  - ④ 医薬品の一次包装や医療器具の一部は除外されるが、技術の進歩を見て 2035 年までに例外として続けるか否かを EC は判断する。ケミカルリサイクルが認められると、当然、医薬品の一次包装にも利用できるようになるので、未来永劫除外ではないと思う。
- (3) Article 7: Minimum recycled content in plastic
- ① Packaging (リサイクルプラスチック材の含有割合)、包装材の種類・形式ごとに、リサイクル材の含有すべき割合規定。
  - ② リサイクル含有率の計算・検証は、委任法で規則、第三者監査の実施も検討。
  - ③ 第 6 条と同じく医薬品の一次包装は当面除外であるが、2035 年までに妥当か否か検討される。上述のごとくケミカルリサイクルが OK になると入手さえできれば certified recycled PE/PP などは問題なく利用できるので、この条項は企業の方針で対応が異なってくるが、患者や販売先からは技術的に出来るのであるから対応すべきと圧力がかかるだろう。
- (4) Article 9: Compostable packaging (堆肥可能な包装)
- ① ティーバッグや野菜・果物用の粘着ラベルは、一定基準に適合した堆肥化可能な包装。
  - ② 家庭及び国としてイタリアのようにコンポスト設備を保有していることが必要。図 1
  - ③ 日本から欧州市場に将来、関連する商品が輸出されれば、当然対象となる。お茶ブームであり、注意が必要と思う。

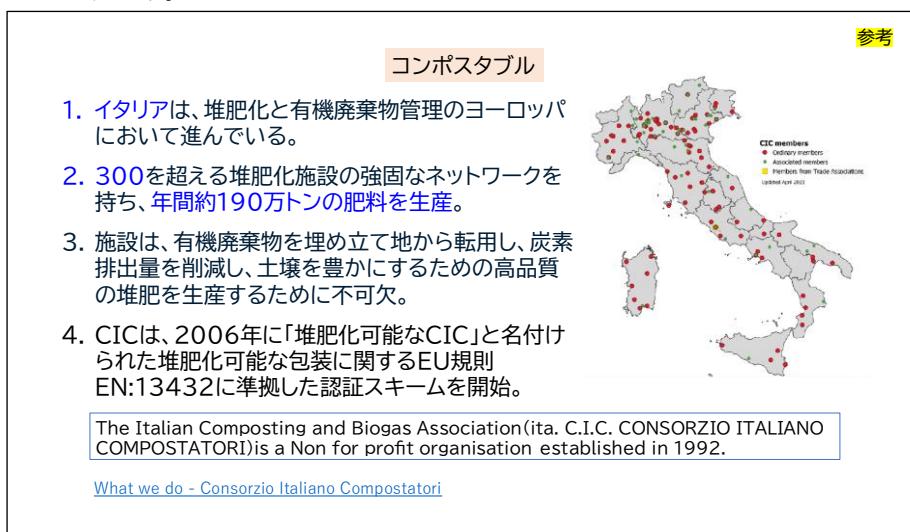


図 1 イタリアのコンポスタブルの事例

- (5) Article 10: Packaging minimization (最小化)
- ① 「必要最小限の重量・容積」設計包装材の最小化について計算・測定を行い評価する。
  - ① 例外はなく、全ての製品は、PPWR の付属書に沿って報告書を作成した方が良い。
  - ② 拡大生産者責任の面で全ての企業は、回収費用の負担軽減からエコモジュレーション対応が必須となる。
- (6) Article 11: Reusable packaging (再利用可能性)
- ① すべての包装は「再利用可能」とみなされるべく、安全・衛生機能を維持し、複数回再利用することを目的として設計。
  - ② 包装の「何回再利用できるか (ローテーションの最小回数)」の基準を満たすことを評価。

- ③ 輸出関係では、お酒類が対象外となった。
- (7) Article 12: Labelling of packaging (ラベル表示)
- ① 材料構成に関する情報を表示する「統一ラベル」を包装材に表示。さらに再利用に関する情報のラベル表示も。
  - ② これは、消費者が使用済みの包材を排出するときの排出法であり、QR コード表示法など決まれば対応すればよい。特に準備は不要。

## 5. 適合宣言書

- ① PPWR は各要件を遵守し、その要求基準を満たしていることを科学的根拠とともに証明する「適合宣言書」の作成を義務付け。
- ② 包装が要件を満たしていない場合や、「適合宣言書」を作成しない場合は、EU 域内での製品販売や域内への輸出が禁止されるため、確実な対応が必要。以外に楽観視しているようであるが、楽観は禁物である。
- ③ 適合宣言書は、
  - ・包装商品メーカーが作成(食品、医薬品、化粧品、産業部材などの企業)。
  - ・必要な資料は包材メーカーが提供。
  - ・輸出には必須。  
となっている。作成に半年くらいはかかりそうであり、早めに対応が必要である。
- ④ 適合性評価手順(付属書VII)
- ⑤ 輸出国が求める言語で作成し、その国で 10 年間保存される。変更があれば、その都度対応が必要である。社内で一人では対応は無理である。包材メーカー、あるいは樹脂メーカーもいれて対応を図ることが必要である。

## 6. Certified recycled plastics の供給体制

輸出はこの対応がポイントである。日本の包装関係者は、この面での対応が遅れていると思う。

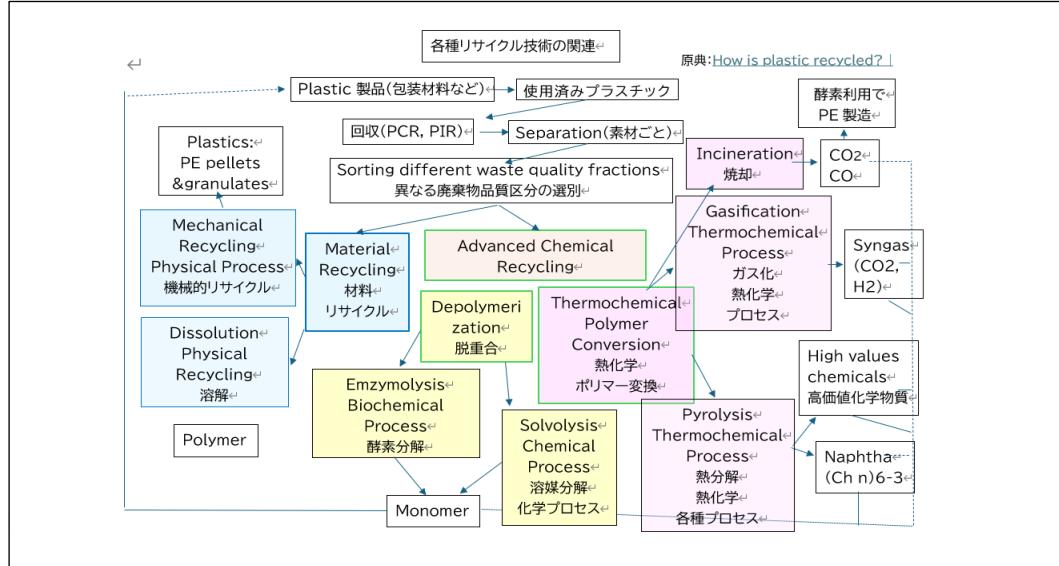
- ① メカニカルリサイクル品は、安全性の面で食品、医薬品、化粧品などの一次包装には使用できない。(ただし、メカニカル R.+除染工程は OK)
- ② ケミカルリサイクル品あるいはバイオリサイクル品の安定供給が必要。
- ③ 容り法で回収したプラスチック製容器包装(PCR)あるいは、食品メーカーなどの包装工程で発生したヤレ(PIR)を原料として、まずは certified recycled PE/LLDPE/PP の製造が必要。
- ④ プラスチック包装の半分は食品用途である。
- ⑤ 容り法のプラスチック製容器包装(PCR)---入手申請(回収品輸送/選別企業)---熱分解メーカー---PE/LLDPE/PP メーカー---フィルムメーカー/コンバーター・容器メーカー---食品メーカー---連携確立が必要である。
- ⑥ 必要なグレード供給体制---日本は組むことが不得意であるが、自社で密かに行えない。

## 7. 軟包装材料とリサイクル技術

- (1) 日本は世界の中でも多層のラミネート品を使用している事例が多い。これは食品の違いであり、欧州は OPP の利用が昔から多い。HS-OPP など多用されている。しかし、欧州も PET、PA、アルミ箔、多層 Co-Ex フィルムなども利用している。
- (2) 今まで欧州には単層の包装仕様のガイドラインしかなかったが、多層品については、欧州は Merlin プロジェクトを結成し、多層フィルムの脱インキ及び剥離技術の確立を目指し、2024 年末にプロジェクトを終了し、政府機関、研究所、企業などを招いて結果の報告会を行った。
- (3) 結果は、脱インキは、アリカンテ大学の手法に近いものであるが、剥離は超臨界技術、CO<sub>2</sub> を採用している。おそらく剥離及び脱臭の面では、超臨界技術が現在では一番良い方法と思われる。
- (4) 欧州の著名な押し出し機メーカーは、真空で脱臭を試み、脱臭装置もかなりの台数を販売しているが、樹脂に移行した臭いの成分は、加熱真空では簡単に脱臭できないと思う。実際、欧州の某メーカーの脱臭ペレットの臭いを嗅いだが、とても脱臭されているとは言えないと思った。
- (5) 日本は、まだ再生プラスチックの利用に厳しくないが、2026 年 4 月 1 日からは、食品と医薬品包装を除いて、再生プラスチックの年間使用目標量とその実績報告が義務化される
- (6) いずれ、食品及び医薬品包装も certified recycled plastics の使用報告は義務化されるだろう。
  - ① 家庭から排出されるプラ包材には、食品残渣が付着している場合が多い。
  - ② 容り法では、食品残渣は簡単に洗浄して排出となっているが、落ちにくいものもある。
  - ③ 内面の食品残渣が水洗で容易に洗い流されれば良いが簡単ではない。

- ④ 食品残渣付着でも OK のケミカルリサイクルもあるが、検証が必要である。
- ⑤ 日本は、食品残渣が付着しやすい食品が多い。食品残渣が多少あってもケミカルリサイクルできる技術確認及び技術確立が必要である。(韓国では成功し、2026 年より稼働予定)
- ⑥ 日本は、1 種類の限定ではなく、企業の技術に応じ各種のケミカルリサイクル技術を展開すべきと思う。参考に各種のリサイクル技術の一覧表を作成した。

図 2 2024 年現在のリサイクル技術



## 8. 日本はラミネート品の利用を続けたい

- ① PPWR の基本は、循環型パッケージ、循環型ポリマー利用促進であり、使用済みを回収して原料として利用し新たに plastics を 製造することの繰り返しを求めている。
- ② Plastics 原料として Renewal 原料の使用は PPWR の基本ではない。renewable 材料を使用すれば PPWR,OK と勘違いをしている人がいるが正しく理解したい。
- ③ しかし、循環型ポリマーでは、回収/再生率は 70%程度と想定されるので、残りの必要量は、bio-based からの供給となる。現在、バイオベースの世界の供給量は、石油由来のプラスチックの生産量の 2%程度、700 万トン程度であり、供給量は足りない。
- ④ 今後は、石油由来・recycled 品・bio-based 品が PPWR の最低配合割合を守りながら混合使用される状態となり、使用後は回収され新たなポリマーの原料となる。
- ⑤ 徐々に石油由来の使用量は減るようになるが、プラスチックは 4 億トンの生産量であり、温暖化防止に役立つためには、 省エネルギーの製造法確立も必要である(scope 3)。
- ⑥ 実際、例えば水産関係では、ONY/PE の仕様であるが、モノ PE に変更テストをしても OK にならない。ノルウェーの水産会社は、PPWR 対応の ONY/PE 代替品を切実に求めている。
- ⑦ Co-Ex フィルムで EVOH を含む場合でも、相溶化剤(リサイクル助剤)を使用して欧州の第三者認証機関で認証を得ている。PA/ad/EVOH/ad/PE(Co-Ex は scope3 の面で伸びる)
- ⑧ また、アルミ箔ラミネート品も日本では敬遠する傾向であるが、ドイツでは AR 社や Saperatec 社で年間 2 トン程度のデラミのビジネスを行っている。(多層について、2028 年 1 月 1 日までに関連の委任法が制定される)
- ⑨ 医薬品用は、アルミ箔は必須であり、Constantia Flexibles は、より製造エネルギーの少ないアルミ箔の製造技術を確立し、むしろ生産体制をアップしている。このあたりの考え方は素晴らしいと思う。付和雷同でアルミ箔敬遠ではなく、必要なモノは使用するが、この事例のように何か工夫して行うことが重要と思う。
- ⑩ 品質維持にアルミ箔が必要であれば利用すべきで、むしろ、回収包材の剥離技術の実用化を国内で急ぐべきである。
- ⑪ 包装の基本は、品質保持であり、一部は、モノマテリアルで対応は可能であるが、全ての製品でモノマテリアル仕様の利用は限界がある。国内でもモノマテリアル仕様を環境対応のように説明する事例があるがグリーンウォッシュである。国内でモノマテリアル仕様の回収システムもないし、国として法的な実施

事例もない。海外の環境団体から訴えられても反論できない。

- ⑫ 欧州の PPWR に対して、付和雷同で追随ではなく、PPWR と整合性を計りながら日本の包装に適した recycled system の構築が必要。日本には日本の包装がある。
- ⑬ ラミネート仕様のリサイクルシステムの確立が必要。世界に輸出できる。

## 9. 日本はラミネート品をどのように再生・再利用するか

- ① 日本の包装業界の喫緊の対応課題だが、業界では統一した動きがない。各社、バラバラの動きである。日本独特の企業方針、体制があると思う。
- ② 欧州のように基本的な社会課題は、コンソーシアムのような組織を決めて対応すべきと思うが、日本はできにくい土壤がある。
- ③ 使用済み包材は、容り法で回収、各企業が、処理法、用途などを申請してトン数を入手、再生しているが、時代が変わり、考え方が変わった。
- ④ 回収品の分別の方法、あるいは企業団体が選別法を確立して、欧州の最新の選別ラインのように①メカニカルリサイクル、②ケミカルリサイクルに回せるように検討すべきと思う。
- ⑤ 英国の Recycleye 社の選別システムは数か国で採用になり、AI 利用で改善、事前の包装の画像ストックに手間がかかるように思える。もっと簡潔な方法がないだろうか。
- ⑥ 日本は、長年培ってきた日本の製品に合致したラミネート包材を使用している。これを継承して使用済み包材を再生・再利用する方法を包装関係者は全員で検討すべきと思う。
- ⑦ 当然、システム面では包装関係者は素人であるが、考え方は纏められる。その後に専門企業を招いて討議と思う。
- ⑧ 例えば、現役の活動に、日本コンサルタント協会（退職組）が応援参加も有りと思う。

## 10. 再生技術

- ① 再生技術は必須である。特にプラスチック及び紙利用では、日本はもっと技術開発、再生処理設備に注力すべきと思う。
- ② 1 社に任せるのでなく、欧州の Merlin プロジェクトのように専門企業が参加し欧州の補助金で開発の事例を参考にすべきと思う。
- ③ 包装は時代が変わっても、物流には必須のモノである。成熟産業であるが、社会のインフラ、人々のライフスタイルの変化と共に絶えず変化する宿命を帯びている。
- ④ フランスの CITEO の考えは良いと思う。参考にして、日本のシステムを開発すれば、世界に技術輸出ができる。
- ⑤ 循環型パッケージの考えは世界に定着する。
- ⑥ 再生技術を制する企業が、今後の包装産業の基盤を強化する。

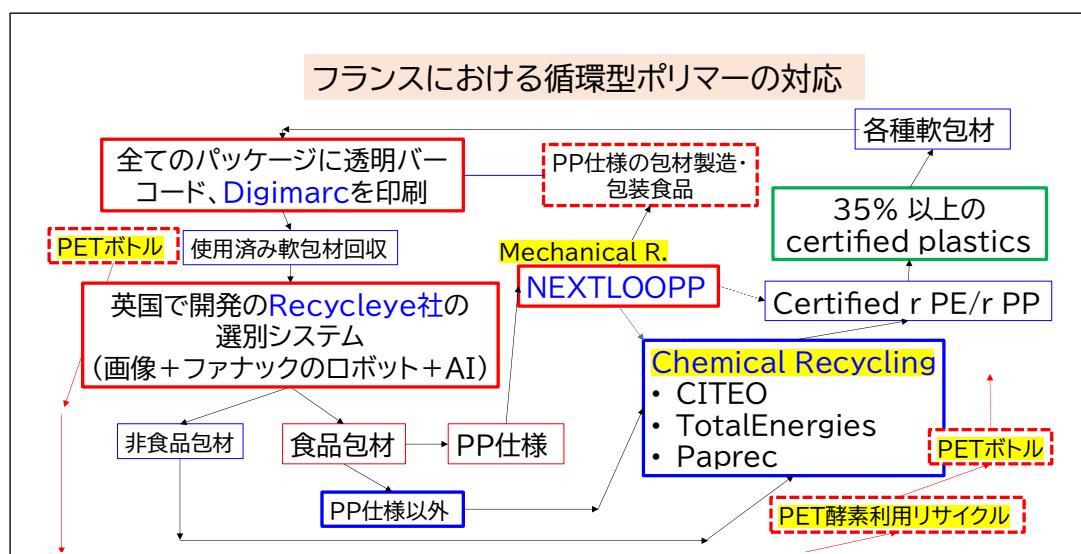


図3 フランスのプラスチック回収包材の再生システム

欧洲の再生処理企業はメカニカルリサイクルの PE も物性表を作成して販売している。几帳面と言うよりこれが、これからリサイクル樹脂を販売するときのデータの表示方法であり参考にすべきと思う。

PROPERTIES	VALUE	UNIT	METHOD
<b>Physical properties</b>			
Density	0,94	[g/cm <sup>3</sup> ]	DIN EN ISO 1183-1
<b>Rheological properties</b>			
MFR (190°C   2,16kg)	0,6 ... 0,8	[g/10 min]	DIN EN ISO 1133-1
MFR (230°C   5kg)	6 ... 8	[g/10 min]	DIN EN ISO 1133-1
<b>Mechanical properties</b>			
E-modules	> 350	[MPa]	DIN EN ISO 527-1
Tensile strength	> 12	[MPa]	DIN EN ISO 527-1
Elongation at yield	> 350	[%]	DIN EN ISO 527-1
Notched impact strength (23°C)	no break	[kJ/m <sup>2</sup> ]	DIN EN ISO 179/1e
<b>Composition</b>			
Ash content	< 3,5	[%]	DIN EN ISO 3451-1
<b>Other</b>			
Colour	grey, green		visual
Shape	lenses, cylinders		visual
Filtration fineness	180	[µm]	visual

Values measured after storage for 24h at standardized climate

図 4 再生プラスチックの物性表

## 11. 今後の包装仕様はどのようになるか

1. 印刷やラミネートを行う包装材料メーカーは現場の人手不足に悩んでいる。(日本だけでなく世界共通)
2. 大量印刷/ラミネートはどこでもできる。現行の製造機で小ロット、短納期は無理があり、利益確保が困難である。技術陣の理解不足と思う。
3. 多様化への対応が必須である。包材の小ロット化、短納期の要望への対応。
4. 包材の製造は、自動化の方向に進んでいる。自動化だけに満足していては伸びがない。欧洲のように顧客を巻き込んだシステム構築が必要である。
5. ラミネートした巻き取りにインクジェットデジタル印刷で表刷りが今後伸びる。技術確立した企業が勢力を増すだろう。
6. ラミネートは、無溶剤タイプの DUALAM 方式が伸びる。
7. 製品によっては QR コード利用で顧客とメーカーとの直接コンタクトが次第に伸びる。connected packaging の対応について世界は進んでいるが日本は遅い。
8. 包装仕様は代表的な構成に次第に纏まるだろう。
9. 人手不足から製袋品納入から充填包装インラインで製袋・充填・シール方式に徐々に移行するだろう。巻き取り供給が増加。手離れが良く、納期も早い。
10. 充填包装機の AI、自動化、密封時のセンサー利用、稼働データの保存など高度化する。
11. 更に充填包装機メーカーによる遠隔操作も行われ、充填包装作業は、自動化が進む。
12. 既にこの兆しは、10 年位前の interpack で全ドイツ企業の連携でデモが行われた。(当時は IoT 化)
13. AI、ロボット、センサー利用でヒューマンエラーが減少し稼働率がアップする。
14. 日本は、充填包装機を海外に出荷について現地組み立ては、日本からの遠隔操作で稼働が進む。(イタリアから日本に輸出の充填包装機械ではすでに実施された)
15. 包装は、地産地消であるが、出来るだけ現地化となり、稼働状況不良などは遠隔操作。
16. また、ライセンスビジネスが進み、機械稼働ソフトは、機械に組み込まないで、日本から操作するようになる。人手不足解消にも貢献。
17. ソフト面は社外の専門企業とのタイアップとなる。
18. 包装産業は、新しい包装の開発とシステム開発のソフト面への人材投入となる。
19. 包装人の実務を伴う人材教育が重要となる。知識の吸収も必要であるが、知識を実務に役立てる現場教育・訓練が重要。

20. これが成功すれば、日本の包装産業は、成熟ではあるが、常に進歩し世界をリードできる。  
 21. Next generation のアイデアは face-to-face で生まれる。

## 12. 現状の日本の注目技術

今年 10 月に JAPAN PACK が開催された。来年は、東京パック、interpack 2026 の開催がある。JAPAN PACK では、モノづくり日本のイメージだけでなく、包装に関する各種のアプリも展示され、良い方向に進んでいる。「モノづくり+ソフト、アプリ」が揃えば、日本の包装産業は、世界にもっと進出できる。ここでは、モノづくりに絞って、注目されるモノを順不同であるが海外導入技術も含め紹介したい。

### 1 展示会にみる注目技術の例

	技術	企業	注釈
1.	ヒートシールテスター	ヤマハファインテック	HS 部を超音波カメラで確認
2.	インパルスシーリング	ROPEX 社	シールバーに温度計測端子
3.	パルプラミネーション	浅野研究所	成形パルプ容器にフィルムをラミ
4.	一般細菌・大腸菌迅速測定	アンリツ	前処理を含め 15 分～
5.	工場の廃プラを零に	グンゼ	低温収縮ハイブリッド PS
6.	水蒸気ウルトラハイバリア	山形大学	真空紫外光 (VUV、SiNx)
7.	横半切製袋充填機	シンテゴン	様々な包装形態に充填可能
8.	Fiber-Forming	NISSHA	紙製のキャップ実用化
9.	真贋判定、Real Judge	光村印刷	スマホカメラで真贋確認
10.	QR ボイス	大青鉄工	小さい文字、音声で聴ける
11.	臭い検査機	アンリツ	Web アプリで、臭い分別あるいは判定
12.	超音波シールの実用化	数社	トタニはジッパーの取り付けに利用
13.	離型性を有する HS 紙	セロレーベル	開発中
14.	モジュール式マシンコンセプト	マルチパック・ジャパン	ブリスター包装機 RX4.0
15.	オンライン全数ピンホール検査機	フクダ	充填包装ラインでピローパッケージなどのピンホール確認

## 13. 次に必要な包装技術の例

独断であり、その他の考えの包装関係者も数多いと思うが敢えて列挙してみる。

- ① 成形できる薄膜バリア技術。(かなり難しいがいずれ誰かが開発する、化学合成の組み立て知識が必要)
- ② ピンホールを自己修復できる包装。(既に包装以外では事例がある。いかに包装に適用するか)
- ③ 何かのエネルギーで変化し電磁波でデータを読み取れる物質。(半導体関係、電磁波に強い人の知識と合成化学の力)
- ④ 小ロットでパウチを製造できる方法。巻取り供給で OK。(これは簡単)
- ⑤ インクジェットデジタル印刷。(欧州でもインクジェット印刷に突入、日本はゆっくり浸透)
- ⑥ 進化系 Co-Ex フィルムとは何か、recycle 材活用。(用途面の開拓次第、COC の Co-Ex)
- ⑦ チャック・ジッパーに代わるパウチの易開封／再封(アイデアが必要)
- ⑧ 電子レンジ加温後しばらくは保温できる包装。持ち帰りの間、保温が続く包装。(技術は既に別の分野であり、如何に包装に落とし込むか)
- ⑨ 食べるときに加温できる弁当容器(弁当は伸びる。暖かいもの、冷たいもの毎に温度調整可能)
- ⑩ HS・密封シール／温度センサーと記録保持(レトルト処理時と同じように HS 条件のデータ保存が必要、工程管理として重要)
- ⑪ 次の鮮度保持技術は何か(気候不順であり、重要な技術、フリーズドライも重要)
- ⑫

## まとめ

1. 包装は社会システム、人々のライフスタイルの変化と共に絶えず変化する宿命がある。未来はあなたの実力次第。予兆を把握する力が必要であり、それは日ごろの実務経験から醸成される。実務経験が乏しいと伸びが悪い。多くの企業の工場見学を勧める。
2. 技術、システムが高度に発達した今日では、一人あるいは一社での開発は技術的にも、資金的にも限界があり無理である。
3. 欧州のように、喫緊の社会課題は、包装業界全体で、時には PPWR のように国自体が業界と協力して対応することが必要。
4. PPWR は方向性が決まった。後はアイデア、開発力の勝負。日本が実力を発揮するときが来た。包装のプロは知識があるのは当たり前、next generation の包装開発を志向して欲しい。

以上

## ガラス系抗菌剤の概要と応用例

大西敏行

## 1 概要

## 1-1 はじめに

一般にガラスは化学的耐久性に優れた材料であり、図1の左のように不規則網目構造をなすイオン群（ネットワークフォーマー）と、修飾イオン群（モディファイア）から構成された一般的には非晶質の無機高分子と考えることができる。しかし、ガラスは組成を連続的に変えることができる物質であるので、図1の右のようにガラス網目構造の弱い組成（ホウ酸系ガラスやリン酸系ガラスなど）にすると水に溶解するようになる。

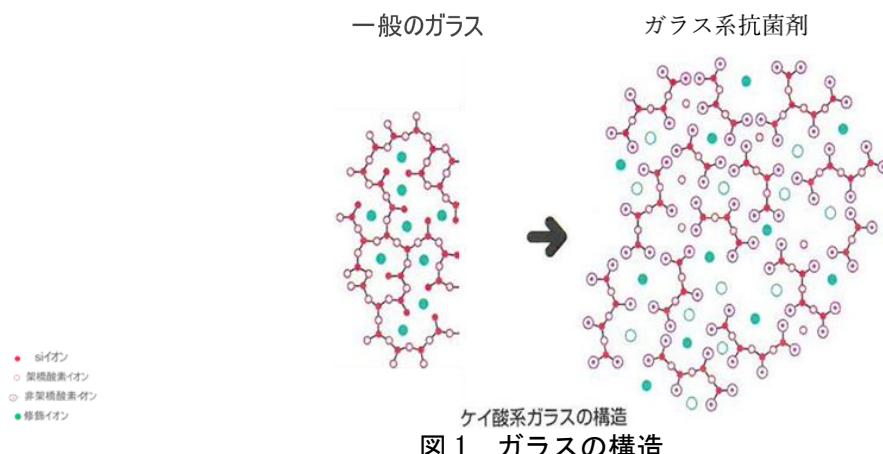


図1 ガラスの構造

ホウ酸系ガラスの場合、基本は  $B_2O_3 - SiO_2$  - アルカリ金属酸化物系で図2に示すようなガラス化領域があり、水に対して  $B_2O_3$ ・アルカリ金属酸化物が増せば溶けやすく、 $SiO_2$ が増せば溶けにくくなる。さらに  $MgO$ ・ $CaO$ ・ $ZnO$ ・ $Al_2O_3$ などを添加することにより、より溶けにくくすることができる。このようにして、その溶解速度は水中で瞬時に溶けるものから、数時間から数年の時間で溶けるもの、あるいはびんや食器のように一般概念では溶けないものまで、組成の選択により化学的耐久性を自由にコントロールすることが可能である。一方、ガラスの特徴の一つとして、金属をイオン状態で安定的に保持できる性質をもっている。この特性を生かした例として、古くから使われている金属イオンによる着色技術があげられる。鉄・クロム・銅などの遷移金属をイオン化し、その価数をコントロールすることで様ざまな色を出している。たとえば、鉄の場合、酸化性で溶融すると+3価が多く黄色のつよいガラスとなり、還元性で溶融すると+2価が多く緑色のつよいガラスになる。ここでは遷移金属を銀とした銀-ガラス系抗菌剤を主として取り上げて紹介する。銀-ガラス系抗菌剤はこれら二つの技術を組合わせて、比較的化学的耐久性の弱いガラス組成に、抗菌・防かび性能を有する銀・銅・亜鉛などを、酸化還元剤を調整してイオンの形態で含有させたものである。製法はホウ酸塩・リン酸塩・ケイ酸塩、またはそれらの酸化物と銀塩・銅塩・亜鉛塩・酸化還元剤などを混合し、800～1300°Cにて溶融し、冷却後得られたガラスを粉碎・分級する。有効成分の含有量は  $Ag_2O$  として最大約5 mass%，  $CuO$  として最大約50 mass%である。この銀-ガラス系抗菌剤を水に浸漬した時の銀イオン溶出量の一例を図3に示す。組成を変えるだけで溶出速度を6桁も変えられる素材は銀-ガラス系抗菌剤以外にない。最大の特徴は、主にガラス組成で抗菌効果の持続時間と抗菌・防かびに有効な成分を最少必要量、水や水分の存在下で徐放するように設計できることである。実際の使用場面では様ざまな要因が溶出速度に影響を与えるので、銀-ガラス系抗菌剤の粒子径・溶媒の種類（水、食塩水など）とその温度など考慮する必要がある。たとえば、溶出が速いものは防かび・即効性仕様、中程度は樹脂への練り込み・水の腐敗防止処理仕様、遅いものは繊維衣料類・洗濯耐久性仕様など、目的に応じて使い分ける。

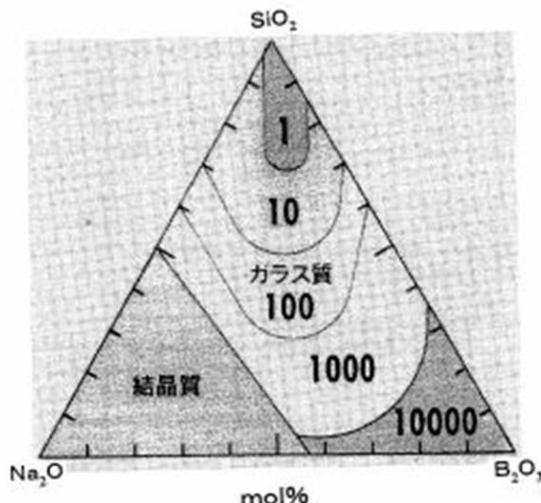


図2 ホウ酸系ガラスの化学的耐久性  
(図中の数値: 水溶性指数)

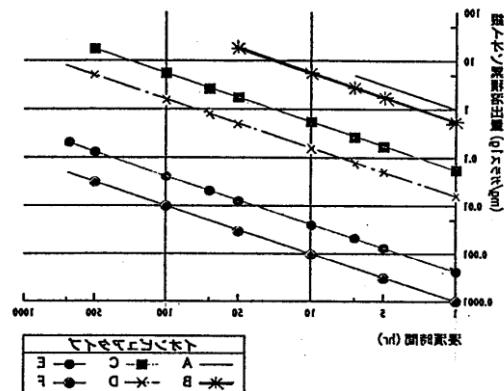


図3 銀-ガラス系抗菌剤からの銀イオン溶出量

## 1-2 抗菌効果

抗菌剤の細菌・かびに対する抗菌効果は、最小発育阻止濃度（M I C）と最小殺菌濃度（M B C）の測定により評価されている。銀-ガラス系抗菌剤の最小発育阻止濃度（M I C）を日本化学会法で測定した一例を表1に示す。特徴は多種類の細菌・かびに対してほぼ同一濃度で作用するため、幅広い抗菌スペクトルをもっていることである。

表1 銀-ガラス系抗菌剤の細菌・かびに対する最小発育阻止濃度

細菌・かびの種類	銀-ガラス系 抗菌剤	最小発育阻止濃度/ ppm*		
		No 1	No 2	No 3
大腸菌		1 5 0	4 0 0	4 0 0
黄色ぶどう球菌		3 0 0	8 0 0	4 0 0
メチシリン耐性黄色ぶどう球菌		—	8 0 0	4 0 0
緑膿菌		1 5 0	—	—
サルモネラ菌		1 5 0	—	—
肺炎桿菌		1 5 0	—	—
肺炎双球菌		1 5 0	—	—
枯草菌		3 0 0	—	—
サッカロミセス		—	8 0 0	1 6 0 0
黒こうじかび		1 5 0	1 6 0 0	1 6 0 0
青かび		1 5 0	8 0 0	—
黒かび		1 5 0	8 0 0	—
毛玉かび		1 5 0	8 0 0	—
ビソクラミス耐熱かび		3 0 0	—	—

最小殺菌濃度（M B C）はリン酸緩衝液中 24 時間後で細菌に対しては 0.5 ppm 前後、かびに対しては 100 ppm 前後である。また、病院内感染で問題となつた M R S A 菌に対して耐性を獲得しないことも判明した。（表2）

表2 銀-ガラス系抗菌剤のM R S Aに対する耐性獲得試験結果

試験回数	最小発育阻止濃度／ppm
1	12.5
2	12.5
3	12.5
4	12.5
5	12.5
6	12.5
7	12.5
8	12.5
9	12.5
10	12.5

注1 まず銀-ガラス系抗菌剤のMIC測定を行う。つぎに細菌の発育がみられた最高濃度の培養液を接種用菌液として用い、同様の測定を10回繰り返したもの。

注2 濃度表示は有効成分銀濃度

抗菌メカニズムは銀イオンの場合 0.05ppm 以下というきわめて低濃度で細胞膜障害や原形質のSH基に作用（反応式  $RSR + Ag^+ \rightarrow RSAg + H^+$ ）して細菌が活性を失うことによるといわれている。

銀-ガラス系抗菌剤を樹脂に練り込んだ場合の抗菌効果は銀イオン溶出量と関係がある。1～2ng/cm<sup>2</sup>/日というきわめて微量の銀イオン溶出量があれば抗菌効果があらわれる。

### 1-3 安全性

銀-ガラス系抗菌剤の安全性試験結果の一例を、以下に示す。

- ・①急性経口毒性試験 OECD化学物質毒性指針の方法でマウスにおいて 5000mg·kg<sup>-1</sup> 投与して異常がない。
- ・②皮膚一次刺激性試験 OECD化学物質毒性指針の方法でウサギに刺激はなく陰性である。
- ・③変異原性試験 労働省告示 77号の方法で突然変異はなく陰性である。
- ・④眼刺激性試験 Federal Register の方法で 0.2mg·ml<sup>-1</sup> の懸濁液は刺激はなく陰性である。
- ・⑤皮膚感作性試験 モルモットを用いて Maximization により試験し感作誘発濃度 10%において 72 時間後に皮膚反応は観察されず、アレルギーを生じない。なお、ここでいう感作とは抗原性をもつ物質が動物体内にはいりこんでその動物を刺激し、その抗原性物質に対してアレルギーをひき起こしやすくなっていることをいう。
- ⑥コロニー形成阻害試験 「医療用具及び医用材料の基礎的な生物学試験のガイドライン」（平成7年薬機第9号）に準拠し、試験を行った結果、50%コロニー形成阻害濃度（IC50）は 0.51 mg·ml<sup>-1</sup> であった。

### ⑦化粧品への利用試験

米国においては化粧品に添加するために、以下に記述した銀-ガラス系抗菌剤のパッチテストなどを実施し皮膚に対してまったく刺激がなく、耐アレルギー性の問題がないことを実証している。

- 1) 健康人 53 人に 10 回繰返し貼付し、14 日後にさらに貼付し、刺激性や感作性はない。
  - 2) ウサギを使用し 28 日間繰返し塗布し刺激性はない。
  - 3) 健康人 11 人にキセノンアーチランプを用いて光毒性試験を実施し光毒性は誘起されなかった。
- さらに、食品衛生法の容器器具包装規格試験において、銀-ガラス系抗菌剤を 10mass%練り込んだ樹脂でも規格に適合している。

### 1-4 複合化

銀-ガラス系抗菌剤をいろいろな樹脂と複合化する場合に重要なポイントは、銀-ガラス系抗菌剤のもつ耐熱性と、粒度を適正に調整して均一分散させることで、樹脂の物性を低下させることなく抗菌・防かび性を安定的に発現させることにある。

耐熱性は、元来無機系抗菌剤の特徴の一つであり、銀-ガラス系抗菌剤の場合も 500°C を越える耐

熱性をもっているため、ほぼ全ての樹脂と複合化が可能である。

粒度は、銀-ガラス系抗菌剤が粉碎という手段で微粉化を行うため、下限値は現状平均  $0.3 \mu\text{m}$  である。ただし、銀-ガラス系抗菌剤は樹脂と複合した場合に、樹脂中から徐々に樹脂表面へ抗菌剤が染み出す、いわゆるブリードが期待できないので、樹脂の表面あるいは表層の近傍に存在する抗菌剤のみが抗菌・防かび性に寄与するため、実用面では平均  $0.5 \sim 1.0 \mu\text{m}$  の粒度のグレードを使い分けている。たとえば、2デニールのナイロン繊維の場合は、 $1 \mu\text{m}$  の粒度を用いている。

均一分散は、樹脂が液状やペースト状の場合、たとえばポリウレタン塗料や紫外線硬化型のアクリル樹脂においては、それらの樹脂と銀-ガラス系抗菌剤を使用時に混練することで比較的容易に分散が可能である。

一方、樹脂が固体の場合、パウダー状の樹脂、たとえば塩化ビニル樹脂 (PVC) や一部のポリエチレン樹脂 (PE)、ポリアミド樹脂 (PA) などは、液状の樹脂と同様に分散は容易である。しかし、ペレット状の樹脂は、事前にマスター・バッチ化あるいはコンパウンド化を行う必要がある。

例として、銀-ガラス系抗菌剤と金属石鹼やワックスなどの分散剤・滑剤とをあらかじめ混合しておき、これを樹脂と共に押出機で混練することで得られたマスター・バッチの分散状態は良好であった。さらに、これを同じ樹脂で希釈して作成したプレートでの分散状態を確認した。これも良好であった。

また、銀-ガラス系抗菌剤を添加することによる樹脂の特性への影響を表3に示す。樹脂のみの場合とほぼ同等の特性が維持できており、銀-ガラス系抗菌剤の添加が樹脂の特性に影響を与えないことがわかる。

銀-ガラス系抗菌剤を練り込んだ樹脂の抗菌効果の例をPVCで示す(表4)。銀-ガラス系抗菌剤は、高密度ポリエチレン樹脂 (HDPE)、低密度ポリエチレン樹脂 (LDPE)、ポリプロピレン樹脂 (PP) などのポリオレフィン、ABS樹脂やポリスチレン樹脂 (PS)、AS樹脂あるいはPA、ポリアセタール樹脂 (POM)、ポリカーボネート樹脂 (PC)、ポリエチレンテレフタレート樹脂 (PET)、ポリブチレンテレフタレート樹脂 (PBT) などのエンジニアリングプラスチックとの複合化により、抗菌・防かび性を付与することが可能であり、実用化が図られている。

表3 銀-ガラス系抗菌剤練り込みによるポリカーボネート樹脂への影響

試験項目	試験方法	銀-ガラス系抗菌剤 0.5% 添加			
		Ave	8	Ave	8
引張り強さ <sup>1)</sup> / MPa	ASTM D 638				
降伏点		63.19	0.10	62.90	0
破断点		73.43	3.05	65.17	6.69
曲げ強さ <sup>2)</sup> / MPa	ASTM D 79	90.96	0.49	91.65	0.79
衝撃強さ / J·m <sup>-1</sup>	ASTM D 256	811	19	823	19
熱変形温度 <sup>3)</sup> / °C	ASTM D 648	132.4	1.5	132.8	1.3

1) クロスヘッドスピード  $50\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$

注) n=3 の試験データ

2) クロスヘッドスピード  $3\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$

3) 荷重 18.5kg

表4 銀-ガラス系抗菌剤練り込み軟質PVCの抗菌効果

菌種	試料	検体1枚当りの生菌数		無添加に対する減菌率
		開始時	24時間後	
大腸菌	抗菌剤無添加品	$8.3 \times 10^5$	$2.1 \times 10^4$	
	銀-ガラス系 抗菌剤0.4mass% 添加品	$8.3 \times 10^5$	10未満	99.95%
黄色ぶどう球菌	抗菌剤無添加品	$6.0 \times 10^5$	$1.4 \times 10^3$	
	銀-ガラス系 抗菌剤0.4mass% 添加品	$6.0 \times 10^5$	10未満	99.3%

注)抗菌製品技術協議会のフィルム密着法 (JIS Z 2801) 準拠

## 2 応用例

銀-ガラス系抗菌剤の応用例を表5に示す。応用の具体例につき以下に記す。

表5 銀-ガラス系抗菌剤の応用例

分 野	応 用 例
日用品	まな板、ディスポ手袋、ボール、水切りカゴ、三角コーナー、包丁、オタマの柄、フライパンの柄、箸、食器、トレー、保存容器、弁当箱、箸入、ダスター、風呂椅子、洗面器、手桶、スノコ、石鹼入れ、シャンプー立て、歯ブラシ立て、歯ブラシ、ラップフィルム、スポンジ、剃刀、水筒、緊急用水容器、簡易便座、風呂蓋、トイレブラシ、ヘヤーブラシ、く
家電製品	冷蔵庫、洗濯機、食器洗い機、食器乾燥機、電気ポット、携帯電話機、コードレス電話機、パソコン、ラジカセ、カメラ、ビデオ、成水器、浄水器、加湿器、炊飯器、コピー機、ファックス、蒲団乾燥機、エアコン、電子レンジ、トースター、ガステーブル
文房具	シャープペンシル、ボールペン、鉛筆、消しゴム、定規、下敷き、ホチキス、クリヤホルダー、クリップボード、手帳、ビデオテープ、フロッピーディスクケース、光磁気ディスクシェル、デスクマット、バインダー、ブックカバー、ファンシーケース
繊維・衣料	靴下、パンスト、タイツ、インソール、靴内バリ、水着、便座カバー、タオル、白衣、ブラウス、蒲団縫、カーペット、枕、マスク、スポーツウェア、エアコンフィルター
建材	壁紙、床材(Pタイル、フローリング)、マット、取っ手、人工大理石(キッチンカウンター、洗面化粧台、バスタブ)、インテリアバー、便座、タイル目地、ワックス
自動車	ステアリング、シフトノブ、ドアブルハンドル、アシストグリップ、コンソールリッド、ドアアームレスト、シート表皮、キーホルダー、キー
その他	化粧品、化粧品容器、コンタクトレンズ保存容器、レンズキーパー、レンズホルダー、化粧品パフ、スリッパ、衣装ケース、脂肪体重計、体温計、電車吊輪、カード、マイク、砂場用砂、猫砂、消臭シート、抗菌スプレー、バルク包装用セパレートシート、パレット



日用品の例



文具の例

## 2-1 ナイロン繊維

6ナイロンをベースに銀-ガラス系抗菌剤（平均粒径0.8μm）を練り込んだマスターbatchを作成し、これを希釈して添加率0.4 mass%で3デニールの抗菌ナイロン糸を作成した。これを筒編みとしたもので洗濯10回を実施した。抗菌効果は繊維製品新機能評価協議会（JAFET）の統一試験法に準拠した方法で、静菌活性値3.7、殺菌活性値0.9を示し、静菌活性値は2.2以上、殺菌活性値は0または正の値を示せば抗菌効果があると判断できるので良好な結果であるといえる。また、日光暴露による銀イオンの還元が原因で生じる耐光変色もなかった。その結果を表6に示した。

表6 銀-ガラス系抗菌剤練り込みナイロン繊維の耐変色性（日光暴露）

	暴露期間	抗菌剤	
		銀ゼオライト0.7%添加品	銀-ガラス系0.4%添加品
暴露後の 黄変度 (b値)	暴露前	1.17	-0.23
	1ヶ月後	2.78	-0.59
	3ヶ月後	6.80	-0.16
暴露前後の 色差 (ΔE)	暴露前		
	1ヶ月後	2.15	0.70
	3ヶ月後	7.01	1.00



繊維・衣料の例

## 2-2 ポリエステル繊維

繊維は作られる工程において熱水・酸・アルカリ・漂白・光などの過酷な環境にさらされる場合があり、抗菌剤にそれらの処理条件に対する耐久性を要求されることがある。ポリエステル繊維は、とくに、高圧染色やアルカリ減量というpHと温度の過酷な条件に抗菌剤がさらされ、実用化の難易度が高いものであった。そこで、

$P_{205}$ ・アルカリ土類金属酸化物を増やして化学的耐久性をあげた組成の銀-ガラス系抗菌剤（平均粒径1μm）を2 mass%含有したポリエステル繊維の筒編みを130°C × 60分染色加工したものと、4 mass%NaOH-98°C × 30分アルカリ減量加工したものを作成し、抗菌効果（JAFETによる統一試験法準拠）を測定した。結果を表7に示した。化学的耐久性をあげたガラス組成を用いることで高圧染色

やアルカリ減量後に十分な抗菌効果を得ることができた。

表7 銀-ガラス系抗菌剤練り込みポリエステル繊維の抗菌効果

経過時間	試料	生菌数 C T U	生菌数 の対数	殺菌活性値 $\log[A] - \log[C]$	静菌活性値 $\log[B] - \log[C]$
開始時	[A]	$1.0 \times 10^5$	5.0		
24時間後	無加工布[B]	$6.0 \times 10^6$	6.8		
	加工布[C]				
	抗菌ポリエステル (染色加工後)	$1.0 \times 10^4$	4.0	1.0	2.8
	抗菌ポリエステル (アルカリ減容 加工後)	$2.0 \times 10^3$	3.3	1.7	3.5

注1) 繊維製品新機能評価協議会の統一試験法準拠注

注2) 試験菌種 黄色ぶどう球菌

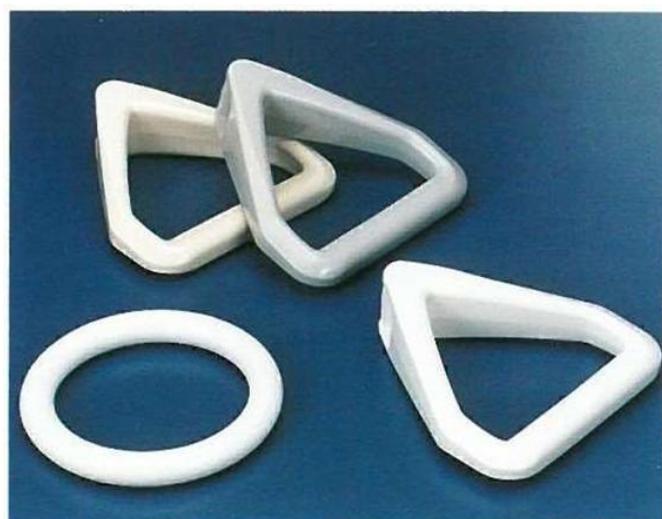
### 2-3 透明性樹脂

樹脂は、着色品が基調であるが、文房具、トレイやシール容器など内容物がよく見える機能も必要である。そこで、G P - P S樹脂に抗菌剤を0.1mass%練り込み、厚さ3mmのシートを作成した。これを人がふれることを想定して、人工汗に浸漬しキセノンランプ光を4日間照射後、透明性と色調を測定した結果、銀-ガラス系抗菌剤はそれらの変化が少なかった。透過率低下は銀-ガラス系抗菌剤で1%，ゼオライト系で11%，シリカゲル系で37%であった。また、抗菌試験は抗菌製品技術協議会の方法を準用し、1万個の大腸菌を含む1/50濃度普通ブイヨンを塗布しフィルムを密着後、温度35°C-24時間放置し生菌数を計数した。銀-ガラス系抗菌剤は4けた以上の減少率を示し良好であった。

また、軟質塩化ビニル樹脂に銀-ガラス系抗菌剤を0.5mass%練り込み同様のシートを作成した。未加工のシートと比較して光の透過率低下は1%以内で、抗菌効果は同様の方法で大腸菌3けた、黄色ぶどう球菌は2けたの減少を示し抗菌効果が認められた。このように樹脂の透明性が維持できる因子として、ガラス自体の透明性・樹脂との屈折率差が小さいなどがあげられる。

### 2-4 ポリカーボネート樹脂

近年、抗菌加工は汎用樹脂のみならず、エンジニアリングプラスチック分野への応用もさかんになってきた。その代表例としてポリカーボネート樹脂へ銀-ガラス系抗菌剤（平均粒径1μm以下）を0.5mass%練り込んで射出成形したものについて抗菌効果と各種強度試験を実施した。大腸菌で4けた、黄色ぶどう球菌で2けたの減少であった。各種強度は樹脂のみとほぼ同等の物性が得られた。



電車の吊輪の例

## 2-5 壁紙

塩化ビニル樹脂ペーストに白色顔料と銀-ガラス系抗菌剤（平均粒径 2μm）を 1 mass% 混合し紙に塗布後、硬化させて壁紙を作成した。防かび試験は、ASTM G21に準じて、5種混合かびを含む 1/50 濃度ポテトデキストロースを壁紙に接種し、温度 25°C-相対湿度 95% で 3 週間培養後、菌糸の発育度を顕微鏡で観察し、ランク分けした。これらの結果を表 8 に示した。また、キセノン光を 4 日間照射してもまったく色調の変化はなかった。

表 8 銀-ガラス系抗菌剤練り込み PVC の防かび効果

試験片	試験日数		
	7日後	14日後	21日後
抗菌剤無添加	1	2	3
銀-ガラス系抗菌剤 1.0% 添加	0	0	0
表示			表示内容
0	かびの発生が認められない。		
1	かびの発生がわずか（試験片の 10% 以下）に認められる。		
2	かびの発生が少し（試験片の 10%～30%）認められる。		
3	かびの発生が中程度（試験片の 30%～60%）に認められる。		
4	かびの発生が激しく（試験片の 60% 以上）認められる。		
供試かび Aspergillus niger IFO6342		注) ASTM G21 準拠	
Penicillium funiculosum IFO6345			
Chaetomium globosum ATCC6205			
Gliocladium virens IFO6355			
Aureobasidium pullulans IFO6353			

## 2-6 人造大理石

液状不飽和ポリエステルに硬化剤・無機系充填材（砂・ガラス纖維）50mass% と、銀-ガラス系抗菌剤（平均粒径 9μm）を 2 mass% 混合して加圧加熱硬化させ、人造大理石化粧板を作成した。耐久性を確認するために沸騰水に 200 時間浸漬後、抗菌効果と色差・銀イオン溶出量を試験した。また、実用試験として水槽に 2 週間浸漬後、微生物の繁殖による代謝物（多糖類）でぬめる現象を触感で判断した。これらの結果を表 9 に示した。沸騰水浸漬後の抗菌効果、色差、銀イオン溶出量のいずれも良好な結果であった。耐久性に優れている因子として無機系充填材と樹脂との数 μm のわずかなすき間への水の浸透や、銀-ガラス系抗菌剤の組成を吟味し、遅い溶解速度を得ることや粒子径が関与し、銀イオン溶出が 1～2 ng/cm<sup>2</sup>/日を維持しているためと推察する。

表 9 銀-ガラス系抗菌剤練り込み人造大理石の評価結果

\*200 時間浸漬

	評価項目	200 時間浸漬	
		抗菌剤無添加	銀-ガラス系抗菌剤 2% 添加
初期	抗菌効果		
	大腸菌（個）	3 × 1 0 <sup>6</sup>	< 1 × 1 0 <sup>2</sup>
	黄色ぶどう球菌（個）	4 × 1 0 <sup>5</sup>	< 1 × 1 0 <sup>2</sup>
	色差（△E）	基準	0
沸騰水 浸漬後 <sup>*)</sup>	銀溶出（ng/cm <sup>2</sup> /日）	0	2.9
	抗菌効果		
	大腸菌（個）	5 × 1 0 <sup>6</sup>	< 1 × 1 0 <sup>2</sup>
	黄色ぶどう球菌（個）	8 × 1 0 <sup>5</sup>	< 1 × 1 0 <sup>2</sup>
ぬめり	色差（△E）	0	0
	銀溶出（ng/cm <sup>2</sup> /日）	0	1.5
	明確にあり		なし

注) 抗菌製品技術協議会のフィルム密着法（現 ISO22196）に  
準拠

## 2-7 焼付塗料

家電品や建物の内装材には焼付塗装鋼板が広く利用されている。そのため、塗膜の耐熱性や耐久性が要求され用いる抗菌剤としては無機系抗菌剤が最適である。各種抗菌剤を熱硬化アクリル系およびポリエステル系塗料に1 mass%混合し冷間圧延鋼板に焼付塗装した。諸物性はJISの塗膜性能試験に準じて試験し、抗菌効果は初期と塩水処理後・沸騰水処理後に試験した。これらの結果を表10、表11に示した。両方を満足する抗菌剤としてリン酸系の銀ガラス系抗菌剤が最適であった。鋼板との密着性はリン酸の溶出によるリン酸亜鉛皮膜の溶解

防止、抗菌効果の持続は長時間にわたり抗菌成分が徐放するためと考えられる。

表10 焼付塗装塗膜の諸特性

特性	塗料の種類 抗菌剤の 種類	熱硬化アクリル系			ポリエステル系	
		リン酸系 ガラス	ホウ酸系 ガラス	ゼオライト 系	リン酸系 ガラス	ホウ酸系 ガラス
分散性		良好	良好	凝集	良好	良好
鉛筆硬度		4H	4H	4H	H	H
付着性*)		100	100	100	100	100
耐熱性		良好	良好	変色	良好	良好
耐酸性		良好	膨れ	良好	良好	良好
耐アルカリ性		良好	膨れ	膨れ・変色	良好	良好
耐沸水性		良好	膨れ	良好	良好	変色
耐塩水性		良好	剥離	剥離・変色	良好	良好

\* テープ剥離試験後の残存数で表示

表11 焼付塗装塗膜の抗菌効果

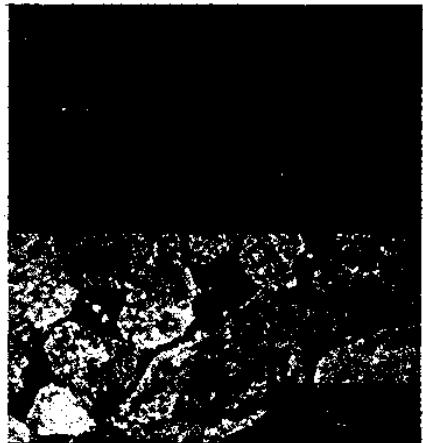
塗料の種類	試料	初期		塩水処理後	沸騰水処理後
		大腸菌	黄色ブドウ球菌		
熱硬化 アクリル系	抗菌材無添加	$4 \times 10^6$	$7 \times 10^5$	$5 \times 10^6$	
	抗菌剤添加				
	リン酸系ガラス	$< 1 \times 10^1$	$4 \times 10^3$	$< 1 \times 10^1$	
	ホウ酸系ガラス	$< 1 \times 10^1$	$< 1 \times 10^1$	$2 \times 10^6$	
	ゼイライト系	$5 \times 10^2$	$4 \times 10^2$	$1 \times 10^5$	
	菌液のみ	$5 \times 10^6$	$3 \times 10^5$	$3 \times 10^6$	
ポリ エステル系	接種菌液	$4 \times 10^4$	$6 \times 10^4$	$1 \times 10^5$	
	抗菌材無添加	$1 \times 10^6$	$4 \times 10^4$		$4 \times 10^5$
	抗菌剤添加				
	リン酸系ガラス	$< 1 \times 10^1$	$9 \times 10^1$		$< 1 \times 10^1$
	ホウ酸系ガラス	$< 1 \times 10^1$	$< 1 \times 10^1$		$1 \times 10^4$
	ゼイライト系	$< 1 \times 10$	$< 1 \times 10^1$		$8 \times 10^4$
菌液のみ		$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$		$1 \times 10^6$
	接種菌液	$2 \times 10^5$	$2 \times 10^5$		$2 \times 10^5$

## 2-8 砂場用抗菌砂

都市の公園の砂場は大腸菌群や回虫卵による汚染で衛生的に問題視されていた時期が有った。そこで銀ガラス系抗菌剤を砂場に適すように形状などを調整し、1m<sup>2</sup>当たり1.6kgを表層10cmに混合して施工した。大腸菌に対する効果の持続性はJIS D 0205耐候性試験通則に準じて促進評価し、3年間効果が持続すると想定した。また、回虫卵に対する効果は宇賀（参考）により、銀イオンが回虫卵に沈着することにより効果があらわれることを実証された。また、実施工での効果も2年以上と確認されている。

（参考）公園砂場におけるトキソカラ属線虫卵汚染状況の調査研究

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjez/8/4/8\\_215/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjez/8/4/8_215/_pdf)



## 抗菌砂用

## 砂場の砂

### 銀-ガラス系抗菌剤

#### 3まとめ

銀-ガラス系抗菌剤の応用例には、冷蔵庫部材（ABS樹脂、GP-PS樹脂）、車輌の吊輪（PC樹脂）、レンジ対応容器（PP樹脂）、浴槽部材（不飽和ポリエステル樹脂）、自動車内装部材（PP、PVC、ABS樹脂）、プレコート鋼板（焼付塗料）、病院用・厨房用床コート（エポキシ塗料）、計測器部材（ABS樹脂）、食品工場向樹脂チェーン（POM樹脂）、便座（PP樹脂）などがある。銀-ガラス系抗菌剤は、より快適でより衛生的な暮らしを支える上で、さまざまな目的に適合可能なように設計できる利点がある。抗菌効果レベルやその持続性、さらに安全性や諸物性などを満足するためには、必要な抗菌成分をきわめて微量ずつ徐放できる性質をもっていることがキーポイントになる。最近では中国で作られた亜鉛-ガラス系抗菌剤も出現している。

現在では、更なる応用の拡大や、防カビ、抗ウイルス、抗バイオフィルムへの抗菌剤の応用が図られている。

注）この資料は 無機マテリアル学会誌 1999 年 6 巻 283 号に掲載された文書を元に加筆・訂正したものである。

## 「包装技術よもやまばなし」

会員 大須賀技術士事務所

大須賀弘

筆者は2016年4月から2025年9月まで14年半にわたって日報ビジネス（株）の月刊「食品包装」に「包装技術よもやまばなし」という表題で毎回B4版7~8ページの内容で113回にわたる連載を行い、本年5月に起こった小生の体調不良を機に出版社に迷惑をかけてはいけないとの配慮から9月をもって連載を終了した次第である。終了に当たって最後の2回でこの連載の表題と内容・キーワードを一覧表にして掲載していただいた。

この度、日報ビジネス（株）のご厚意によりこの最後の2回のこの一覧表を本会報にそのまま転載する許可を頂き、若干の前文を付記してここに掲載する次第である。（編集者注：編集の都合により表題リストのみの掲載としました。）

連載を終わるにあたって考えたことが二つある。ひとつは、読者諸氏にとって重要なことなのに書き落としていることが無いかということである。気になったのは、今後の消費者行政の基盤となる消費者基本法及びこの基本法の考え方をよく理解するために重要な消費者基本法のベースとなった消費者保護基本法である。1968年に制定された消費者保護基本法は2004年に改正されて「消費者基本法」となったわけであるが、これらについては連載終了直前の本年6月号、7月号で説明を行うことが出来た。

もう一つ、筆者として考えたことは、この連載の各記事の文献的利用の利便性である。約10年にわたっていろいろなトピックスを解説してきたが、これらの問題は課題発生時にはいろいろな説明記事が掲載されるが、その問題が定着すると解説文も少くなり内容の理解が難しくなってくる問題もある。本連載では編集者の配慮もあって引用した文献類のURLを丁寧に記載してあるので元資料に直接当たることが出来るというメリットもある。また、読者の方々が本連載で例えばLCAの解説を見たことを思い出して見出しを探しても違う表題も交えて6回程に分けて書いているので全てを簡単に見ることが出来ない。また、「温故知新」の表題で4回連載しているがこれで何が書かれているか分からぬ。特に雑誌の連載の場合、すべての号を調べなければならず、100冊もあったら調べきれないのは当然なので索引が必要となるわけである。そのために、一覧表の掲載は重要と考えたわけである。

本連載では、ピンホール、溶解度係数のような技術的問題、改正食品衛生法他の法規問題、種々の環境問題等広範な内容を扱っている。一覧表を通覧するのも大変と思われる所以主な内容を読み物風に概観して連載内容理解の一助とさせていただく。

本連載掲載開始前、筆者はこの連載誌「食品包装」2014年10月から2015年12月まで15回にわたり「軟包装時代の新ヒートシール講座」という連載を行った。シール条件、シール強さ、シール強さと袋の性能のような内容を解説した。この連載終了時に編集部からお話をあり、新たな連載を始めてほしいとのことであった。内容を編集部と相談し、広く包装全般に関わる話をということで、表題の「包装技術よもやまばなし」と決まったわけである。連載最初の頃は直前のヒートシール講座を引き継いで、突き刺し、摩擦、屈曲ピンホール各ピンホールの内容説明、包材ごとの各ピンホール耐性等、ピンホールの話を20回ほど続け、関連して、ピンホールを通してのガス透過の話、溶解・拡散などのガス透過理論、さらに溶解の話から、21~24回ではハンセンの「溶解度パラメータ」を取り上げている。溶解度パラメータは気体透過(=溶解×拡散)の説明だけでなく、接着、濡れ、混合などにも関係するパラメータとして非常に有効なものなので詳しく説明している。また、関連して濡れ性のJIS試験方法制定の経過を解説している。このJISは1999年にISO規格に対応して大きく改正され、対象がPE・PPフィルムからプラスチックフィルムに、試験用標準液が試験用混合液に、表面張力から濡れ張力に用語が改正されたほか、試験液の種類拡大により測定範囲拡大されていることなどを解説している。

2018年7月の食品衛生法改正の発表から、この問題の重要性に鑑み、筆者がポリ衛協の委員を務めていたり、ISO22000の技術専門家としていろいろな企業の審査に立ち会った経験を生かそうとこの改正問題などの解説も数回にわたって行った。さらに地球温暖化、海洋プラスチック問題などの環境問題

の拡大を考え、1994年、当時京大教授であった植田先生を編集委員長として筆者も編集委員として執筆した「包装環境便覧」(サイエンスフォーラム刊)の経験を生かそうと考え、種々の環境問題についても解説も多数試みた。

34～37回は「海洋プラスチックごみ問題について」を解説している。2018年6月のカナダシャルルボアのG7会合で「海洋プラスチック憲章」採択されたが、東京農工大・高田秀重教授によると21世紀に入り海洋プラスチックに新たに2つの課題、一つ目が、外洋の還流及び沿岸の堆積物にマイクロ プラスチックが発見されたこと、もう1つが海洋プラスチックが有害化学物質の海洋生態系での運び屋になつてていることが明らかになり、プラスチックの環境問題が次の次元を迎える、例えば、2018年10月、欧州議会はEU市場全体における使い捨てプラスチック製品を2021年から禁止する規制案を可決するようなことが起つたことを説明した。

49回(地球温暖化緩和と適応)では、「緩和」の具体的方策)は、1990年10月に当時の環境庁が主導して「地球環境保全に関する関係閣僚会議」で「地球温暖化防止行動計画」が策定された件について、これが政府が温暖化対策を総合的・計画的に推進していくための方針と今後取り組むべき対策の全体像を明確にした初めての行動計画であることを説明した。

77回、78回では食用色素「赤色2号」の食品添加物指定の経緯から、米国での禁上の経緯や日本での安全性の再確認について解説した。この内容については、誤解を招くといけないので、ぜひ連載本文を通読していただきたい。80回「食品添加物安全性評価疑念」では、2022年9月16日に開催された食品安全委員会主催の「精講・食品添加物のリスク評価をアップデート」について紹介した。赤色2号の時に指摘された「動物実験だけで行われている」「複数の添加物を与える実験が行われていない」

「安全係数が用いられている」ことなど、食品添加物の議論時にいつも指摘される問題に対する説明があつたことなどを掲載した。

筆者は、(一社)日本食品包装協会主催の食品包装学校講師として環境問題他を担当している。環境負荷が少ないことを説明するためにはLCAによるのが正確であるが、聴講生はその知識がまだ少ないと気が付いた。そこで、85回「LCA」以降、87回～91回まで計6回にわたってLCAの解説を行つた。5回目となる90回では、1998年に経産省が中心となってLCAプロジェクトがスタートし、同時にLIME(Life cycle Impact assessment Method based on Endpoint 1「日本版被害算定型影響評価手法」)開発が開始されたことを紹介。2003年、このLCAプロジェクトの終了と同時にLIME1係数リストが産業環境管理協会から公表され、2005年にLIMEガイドが発行された。その後2010年にLIME2、2018年にLIME3が発行されていることを説明した。また、最終の6回目となる91回では、LIMEの開発においては全てのLCIAステップに対応した評価を、一貫したシステムの下で行うことが目的とされたことを解説。そのため、LCIA計算用の独自のソフトウェアを開発し、このソフトモデルをあらかじめシミュレーションして、各環境負荷物質のLCIA評価係数リストを提供する。LCA実施者はLCIA係数リストから引用した評価係数と作成したインベントリ数値との線形計算によりLCIAを実施することができるようと考えられたものであることを説明した。

96～99回では、連載100回を迎えるのを記念して、筆者が世界初のナイロンニ軸延伸フィルムの市場化に従事し、フィルム開発室からカスタマー ソリューション部初代課長・部長に至るまでのさまざまな苦闘などをつづった。記念すべき100回および101回では、農林水産省旧食品総合研究所の前所長である木村進先生よりお受けした薰陶を基本に、終戦からバブル崩壊までの約50年間の日本における食品包装の歴史およびそのベースとなる食品加工技術をまとめた。また本2025年2月号、3月号では改正食品衛生法完全施行という表題で、PL制度、製造管理基準、手引書、改訂監視票、改正告示370号の施行、一般衛生管理、適正製造管理のまとめを行つた。

回	年月	表題
1	2016年4月	業界人として人を育てる
2	2016年5月	顧客と一緒に考えた実用試験
3	2016年6月	奥が深いピンホール問題、序章
4	2016年7月	突き刺しピンホールの基本的考察
5	2016年8月	「世の中の現象は「数式」で示される」
6	2016年9月	ピンホールの果てしなき面白さ奥深さ
7	2016年10月	突き刺しピンホールまとめ
8	2016年11月	平面磨耗（に近い）ピンホール
9	2016年12月	難しい摩擦・磨耗の理論のポイント
10	2017年1月	年が明けても難しい摩擦ピンホール
11	2017年2月	疲労が招くピンホール
12	2017年3月	ゲルボテストについてのあれこれ
13	2017年4月	ゲルボテストの実際的な効用
14	2017年5月	ピンホールを通しての微生物汚染
15	2017年6月	ピンホールを通してのガス透過
16	2017年7月	ピンホールを通してのガス透過、再考
17	2017年8月	創刊60周年のお祝いに代えて…
18	2017年9月	フィルムのガス透過(1)
19	2017年10月	ピンホール問題解決の具体例
20	2017年11月	フィルムのガス透過 (2)
21	2017年12月	溶解度パラメータ(1)
22	2018年1月	溶解度パラメータ(2)
23	2018年2月	溶解度パラメータ(3)
24	2018年3月	溶解度パラメータ(4)
25	2018年4月	濡れ張力暉法
26	2018年5月	防曇性評価法
27	2018年6月	防曇フィルム
28	2018年7月	食衛法改正1
29	2018年8月	"法令"と"基準"で考える食品衛生法改正
30	2018年9月	食品衛生法改正によるHACCPやポジティブリスト制度の今後
31	2018年10月	界面活性剤を用いたスリップ性について
32	2018年11月	包装にかかる実用的な理論
33	2018年12月	名著「摩擦の話」をひもとく
34	2019年1月	海洋プラスチックごみ問題について（その1）
35	2019年2月	海洋プラスチックごみ問題について（その2）
36	2019年3月	海洋プラスチックごみ問題について（その3）
37	2019年4月	海洋プラスチックごみ問題について（その4）
38	2019年5月	レトルト食品の包装技術（その1）
39	2019年6月	レトルト食品の包装技術（その2）
40	2019年7月	ビジネス英会話とディナー英会話 英会話健闘記
41	2019年8月	改正食品衛生法容器包装製造管理
42	2019年9月	容器包装製造事業者のGMP
43	2019年10月	レトルト食品包装の想い出
44	2019年11月	その後の海洋プラスチックごみ問題
45	2019年12月	G7におけるデカップリングの動き
46	2020年1月	省令の容器..包装製造管理 2019年11月改正省令
47	2020年2月	改正食品衛生法PL制度（ポジティブリスト）
48	2020年3月	COP25
49	2020年4月	地球温暖化緩和と適応
50	2020年5月	「緩和」の具体的方策

回	年月	表題
51	2020年6月	WHOガイダンス新型コロナと食品安全
52	2020年7月	WHOガイダンス新型コロナと食品安全 (2)
53	2020年8月	JFS-C規格とGMP
54	2020年9月	「食品衛生の一般原則」規格の改定
55	2020年10月	第55回環境省・経済産業省合同会議
56	2020年11月	パリ協定後の日本のプラスチック戦略 (合同委No.2)
57	2020年12月	国際微生物食品規格委員会
58	2021年1月	プラスチック資源循環の今後 (合同委No.3)
59	2021年2月	ヒートシール温度・時間の設定
60	2021年3月	食品安全決議および国際食品安全デー
61	2021年4月	統計雑感 (1)QC7つ道具
62	2021年5月	バイオプラスチックロードマップ
63	2021年6月	プラスチック資源循環法ほか
64	2021年7月	温暖化により気候は激甚化しているか (1)
65	2021年9月	プラスチック包装の環境配慮設計
66	2021年10月	バイオマテリアル・セロファン
67	2021年11月	プラスチック使用製品設計指針 プラ資源循環促進法の政省令告示
68	2021年12月	食品安全化Codex 「食品衛生の一般原則改定」
69	2022年1月	食品廃棄物・食品ロス削減 (1)
70	2022年2月	国民運動としての食品ロス削減 (2)
71	2022年3月	再生PETについて
72	2022年4月	プラ資源循環促進法、4月1日施行
73	2022年5月	温故知新「製品科学研究所研究報告第79号(1977)」より
74	2022年6月	温故知新2「製品科学研究所研究報告第79号(1977)」より
75	2022年7月	温故知新3—ピンホール
76	2022年8月	食品表示
77	2022年9月	赤色2号(1)
78	2022年10月	赤色2号(2)
79	2022年11月	琵琶湖玄米水中貯蔵
80	2022年12月	食品添加物安全性評価疑念
81	2023年1月	“地方回り”の記
82	2023年2月	超親切な国・日本JICA実習生研修
83	2023年3月	食品添加物PVA
84	2023年4月	酸価・過酸化物価 (AV,POV)
85	2023年5月	LCA
86	2023年6月	食品安全行政移管ほか
87	2023年7月	LCA (その2)
88	2023年8月	LCA (その3)
89	2023年9月	LCA (その4)
90	2023年10月	LCA (その5)
91	2023年11月	LCA (その6)
92	2023年12月	PVA食品添加物審査経過
93	2024年1月	温故知新・PEの接着性
94	2024年2月	プラスチック汚染防止条約
95	2024年3月	エミレーツ宣言
96	2024年4月	知恵の伝承・ローマは1日にしてならず
97	2024年5月	現象から理論へ (ローマ2回目)
98	2024年6月	容り法、PL法 (ローマ3回目)
99	2024年7月	ローマ最終回 (基盤が大事)
100	2024年8月	フィルム包装の歴史!

回	年月	表題
101	2024年9月	フィルム包装の歴史II
102	2024年10月	食品表示懇談会
103	2024年11月	食品表示懇談会 2
104	2024年12月	食品表示懇談会 3
105	2025年1月	食品表示懇談会 4
106	2025年2月	改正食衛法完全施行
107	2025年3月	改正食衛法完全施行 2
108	2025年4月	包装環境問題への質問
109	2025年5月	包装環境問題への質問 2
110	2025年6月	第5期消費者基本計画
111	2025年7月	消費者基本法
112	2025年8月	次回で連載終了のお知らせ
113	2025年9月	おわりに

## 包装におけるアクセシブルデザインについて

日本包装コンサルタント協会会員

包装専士 包装管理士

平井 純一

社会における高齢化が進み、文化水準の高まりとともに障害者への配慮も行われるようになり、アクセシブルデザインの考え方に基づく製品、サービスの思想が多くの人々の間で必要と考えられるようになりました。包装は人々の日常生活において必ず接するものであり、包装におけるアクセシブルデザインに配慮した包装製品と包装設計は欠くことのできないものとなっていました。

本稿では、標準化規格作成を中心として、日本が包装のアクセシブルデザインの国際的な標準化に大きな役割を果たして来たこと、これらの標準化を国内外で普及して来た経過を述べてゆきます。

### はじめに

包装におけるアクセシブルデザインは、日本産業規格(JIS)の制定によって、広く包装の設計者に対し、身体機能が低下した高齢者及び障害者を意識した包装設計面の配慮すべき点を示すことによって、全ての人が用いる包装におけるユーザビリティ向上を意図してきました。

このアクセシブルデザインに至る全ての人々が利便を受ける製品やサービスに対する考え方は、欧州や米国を中心にその思想や活動が育まれてきました。次にアクセシブルデザインに影響を与えた製品やサービスに対する設計思想を振りかえってみましょう。

### 1. アクセシブルデザインに至る設計思想

現在、先進国を中心に高齢化が進み、文化水準の高まりとともに障害者への配慮も行われるようになってきました。これにともない、社会的弱者と健常者が共生できる設計思想として「アクセシブルデザイン」の考え方方が広まり、国際標準(ISO)や日本産業規格(JIS)において、様々標準化されるようになりました。

このアクセシブルデザインと言う言葉が最初に登場したのは、ISO/IEC Guide 71:2001年ですが、「アクセシブルデザイン」に先立つ、もしくは関連するいくつかの考え方があります。

#### (1) ユニバーサルデザイン (Universal Design)

特別な改造や特殊な設計をせずに、すべての人が可能な限り最大限まで利用できるように配慮された製品や環境のデザインのことで、1990年頃にアメリカで誕生し1995年頃から日本にも知られるようになりました。「ユニバーサルデザイン」については以下の7つの原則が示されています。

- ①公平な利用（誰にでも公平に使用できること）
- ②利用における柔軟性（使うまでの自由度が高いこと）
- ③単純で直感に訴える利用法（簡単に直感的にわかる使用法となっていること）
- ④認知できる情報（必要な情報がすぐ理解できること）
- ⑤エラーに対する寛大さ（うっかりミスや危険につながらないデザインであること）
- ⑥少ない身体的努力（無理な姿勢や強い力なしに楽に使用できること）
- ⑦接近や利用のためのサイズと空間（接近して使えるような寸法・空間となっていること）

## (2) デザインフォーオール (Design For All)

あらゆる範囲の能力・状況にある人々にとって使いやすい製品やサービス、システムをつくること、すべての人のためのデザインのことです。「デザインフォーオール」は、主にヨーロッパ各国で広く用いられており、厳密な定義は推進機関によって一様ではありませんが、多様な人々への考慮という意味においてユニバーサルデザインなどに近似しています。

## (3) バリアフリーデザイン (Barrier Free Design)

高齢者や障害のある人々が社会生活をしてゆくうえで妨げとなる障壁(バリア)が無くなるように、たやすくアクセスし利用できるように製品や公共的サービス、商業施設、交通システムなどの建物や環境をデザインすることです。もともとは建築関係の用語として登場し、建物内の段差の解消など障害のある人を想定した物理的障壁の除去という意味合いで用いられていましたが、今日では社会的・制度的・心理的不利益を解消するといった意味を含み法令や規格文書等で多く使用されるようになりました。日本では、1981年の国際障害者年以降、公共建築物、交通機関、住宅及びその要素の設備・備品などが、障害者の利用を考慮した「バリアフリーデザイン」の観点で整備されるようになりました。

社会の急速な高齢化にともなって、加齢に伴う運動能力や感覚器官などの機能低下を考慮した「福祉機器」や「福祉用具」などの専用品についても「バリアフリーデザイン」の観点での見直しが進んでいます。

## (4) インクルーシブデザイン (Inclusive Design)

インクルーシブデザインは「万人のニーズに対応する包括的なデザイン」を意味し、英国の大学を中心に行なわれています。人口動態の変化と、障害のある人の社会参加を考慮した将来の市場構造に向けて、包括的な対応をデザイン界に求め、産業界を支援するという目的を掲げ具体的なプロジェクト展開を指向しています。

## (5) アクセシブルデザイン (Accessible design)

ISO/IEC Guide 71:2001によると、アクセシブルデザインとは、「何らかの機能に制限を持つ人々に焦点を合わせ、これまでの設計をそのような人々のニーズに合わせて拡張することによって製品、建物及びサービスをそのまま利用できる潜在顧客数を最大限まで増やそうとする設計」と定義されています。その実現の方法として

- ・修正、改造することなくほとんどの人が利用できるように製品、サービス及び環境を設計する。
- ・製品又はサービスをユーザーに合わせて改造できるように設計する（操作部の改造等）。
- ・規格の採用により、障害のある人々向けの特殊製品との互換性をもたせ、相互接続を可能にする。

とされています。

一方、ユニバーサルデザインは、アクセシブルデザインを包含する概念で、すべての人が可能な限り最大限まで、特別な改造や特殊な設計をせずに利用できるように配慮された製品や環境の設計を指すとされています。

## (6) 共用品 (Kyoyo-Hin)

共用品は、日本で生まれた用語で「身体的な特性や障害にかかわりなく、より多くの人々がともに利用しやすい製品・施設・サービス」をいいます。

## 2. 日本が主導したアクセシブルデザインの標準化

次に、包装におけるアクセシブルデザインの国際標準化については、日本が主導して来たと述べましたが、その経過を振り返ってみましょう。

標準化とは、日本産業規格（JIS）原案の作成、JIS規格票の発行を行っている一般財団法人日本規格

協会によれば、「自由に放置すれば、多様化、複雑化、無秩序化してしまうような『もの』や『事柄』を少數化、単純化、秩序化すること」とされています。

標準化の役割（メリット）として、主に次のものがあるとのことです。

「互換性の確保、品質の確保、生産効率の向上、相互理解の促進、技術の普及、安心と安全の確保、及び環境保護などが挙げられています。更に近年、これらを応用した形で、社会的な課題の解決、新産業・新市場の創造、企業の経営戦略ツールなどとしての標準化の役割も注目されつつある」と示されています。

このような中で、包装のアクセシブルデザインの分野で国際的な標準化を主導したのは日本でした。まず、日本では高齢化の進行とともに障害のある人々へ向けた様々な配慮、しくみが社会にゆきわたりつつある社会背景をもとに、2000 年に身体機能が低下した高齢、障害者を含む全ての人が用いる包装に関し、識別性（対象を区別する力）及び使用性向上のための配慮事項について規定した国内規格である JIS S 0021 「高齢者・障害者配慮設計指針-包装・容器」（この規格で、始めて牛乳容器の切欠き、アルコール飲料の点字による識別表示の規格が生まれた）が制定されました。この規格の包装設計の場への影響は大きく、日本国内でこの規格に示された包装が広がったことによって国際的にこの規定を広げる必要があると考え、2007 年に日本提案の原案を日本、中国及び韓国共同で ISO（International Organization for Standardization）に提案しました。その後、各国の理解、協力を得て、2011 年 6 月に、ISO 11156, Packaging—Accessible design—General requirements が制定されました。これがアクセシブルデザインの国際標準化の嚆矢となります。

### 3. 包装における「アクセシブルデザイン」規格の構成

その後、包装における「アクセシブルデザイン」に関する国際規格は日本からの発信で複数の規格に分け発行しました。また、これらの国際規格を日本国内に普及するために、JIS 規格（日本産業規格）として発行してきました。これらの ISO（国際標準化）及び JIS 規格（日本産業規格）の作成において、公益社団法人日本包装技術協会が審議団体となり、この分野の学識経験者、関係企業の代表者、高齢者・障害者団体の方々、包装設計・包装デザイン及び包装ユーザビリティに精通した実務的技術者に規格づくりに参画いただき、具体的規格立案をにらみ、委員会を設置し、規格作成を行ってきました。

その結果、2011 年 6 月の ISO 11156 : Accessible design-General requirements 制定に続き、2015 年 3 月に ISO 17480 : Accessible design -Ease of opening、2017 年 11 月に ISO 19809 : Accessible design-Information and marking、2019 年 7 月に ISO ISO 22015 : Accessible design-Handling and manipulation が制定されました。国際規格制定とともに、日本国内規格として、国際規格をそのままの内容で JIS 規格化してきました。

これら一連のアクセシブルデザインの規格づくりは約 10 年に及ぶものでした。以下に「包装 - アクセシブルデザイン」の国際規格群と対応する JIS 開発の全体像を示します。

表1 包装の国際規格群と対応するJIS規格

<p><b>ISO/IEC Guide 71</b> Guide for addressing accessibility in standards</p>	<p><b>ISO 11156 : 2011.6</b> Accessible design – General requirements 一般的な要求事項 〈対応 JIS〉 <b>JIS S 0021-1:2020.11 IDT</b> 包装ーアクセシブルデザインー一般要求事項</p>	<p><b>ISO 17480 : 2015.3</b> Accessible design-Ease of opening 計量及び取出し、開封性及びその評価方法 〈対応 JIS〉<b>JIS S 0021-2 : 2018.12 IDT</b> 包装ーアクセシブルデザインー開封性</p>
<p><b>ISO/TR 22411</b> <i>Ergonomics data and guidelines for the application of ISO/IEC Guide 71</i> (人間工学的データ) 及び 共通規格</p>	<p><b>ISO 19809 : 2017.11</b> Accessible design-Information and marking 内容品の情報、情報設計に必要な配慮事項 〈対応 JIS〉<b>JIS S 0021-3 2020.2 IDT</b> 包装ーアクセシブルデザインー情報及び表示</p>	<p><b>ISO 22015 : 2019.7</b> Accessible design-Handling and manipulation 持ち運び、開封、計量及び取出し、保管及び廃棄 〈対応 JIS〉<b>JIS S 0021-4 2021.6 IDT</b> 包装ーアクセシブルデザインー取扱い及び操作 〈それぞれに共通した評価方法〉 機器を用いたアクセシビリティ試験 使用者によるアクセシビリティ試験</p>

#### 4. 包装におけるアクセシブルデザインのJIS規格

次に日本国内のJIS規格（日本産業規格）の概要について、少し触れてゆきましょう。

##### (1) 規格におけるアクセシビリティ配慮のための指針（2017年改訂）

まず、アクセシブルデザインに関する様々な規格（包装、衣料品、施設・設備、情報通信、コミュニケーション等）を作成する際の基本的指針を示した、ISO/IECガイド71「高齢者及び障害のある人々のニーズに対応した規格作成配慮指針」が2001年に発行されました。日本では、2003年にISO/IECガイド71を翻訳したJISZ8071が制定されました。その後、ISO/IECガイド71は2014年に第2版として改訂され、現在のJISは2017年発行版となります。

JISZ8071の概要として、「人々を対象とする製品、サービス、建築環境及びそれらの組合せに直接的又は間接的に関わる規格を作成する者が、その内容にアクセシビリティに関連する要求事項及び推奨事項を取り入れるための指針を示す」とあり、その目的として、規格作成に当たりアクセシビリティに関わる要求事項及び推奨事項を特定する際の一助となる指針を示すとあります。

次に、包装におけるアクセシブルデザインのJIS規格の概要をそれぞれの規格適用範囲から見てみましょう。

##### (2) JIS S 0021-1 包装ーアクセシブルデザインー第1部：一般要求事項（2020年制定）

この規格は、ISO 11156:2011 Packaging - Accessible design - Part 1: General requirementsの翻訳規格で、感覚機能、身体機能及び認知機能が低下している人々、アレルギーがある人々、高齢者並びに異文化・多言語圏の人々を含むより多くの人々にとって、包装された製品の内容物を適切に識別し、取扱い及び使用できるように包装の設計及び評価を行うために役立つ一般要求事項について規定した規格です。この規格では、製品の識別並びに購入及び使用から包装の分別及び廃棄まで、包装された製品のライフサイクルにおける様々な状況に応じた配慮事項を記述しています。ただし、個々の包装における

寸法、材料、製造方法及び評価方法については除いています。巻末の附属書にはアクセシブルデザインに基づいた包装事例が多数掲載されてれています。

附属書に示された包装事例としては、

- ・切欠きの付加
- ・触覚記号の付加
- ・開封位置を明確に表示した例
- ・持ちやすくした例
- ・開けやすく又は再封しやすくした例
- ・計量しやすく又は取り出しやすくした例
- ・分別しやすく又は廃棄しやすくした例
- ・誤使用を回避しやすい表示とした例
- ・危険又は有害であることを識別しやすい表示など

9つの事例とそれぞれの包装例が図入りで収載されています。

### (3) JIS S 0021-2 包装ーアクセシブルデザインー開封性 (2018年制定)

この規格は、ISO 17480:2015 Packaging - Accessible design - Ease of opening の翻訳規格で、包装のアクセシブルデザインに関する開封性について規定しています。ここでは、特別な機械的手段を必要としない、再封可能及び再封不可能な消費者包装に適用し、開封位置、開封方法及び評価方法（機器による評価及び使用者による評価）を含む開封性の設計面を取り扱うことから、主として包装の設計者、開発者及び評価者を対象としています。

なお、安全性又はその他の理由のために規制を受ける製品（例えば、毒物、危険物、医療品、医療器具など）については、それらに関する規則が優先します。

また、巻末の附属書には開封性に配慮した包装設計時のチェックリストが収載されています。

### (4) JIS S 0021-3 包装ーアクセシブルデザインー情報及び表示 (2020年制定)

この規格は、ISO 19809:2017 Packaging - Accessible design - Information and marking の翻訳規格で、感覚及び認知力に配慮することによって、消費者包装を能力に大きな差のある様々な人々にとって利用しやすいものにするために必要な情報及び表示を設計又は表示する際の配慮事項及び方法について規定しています。

消費者包装に表示されるあらゆる種類の情報及び表示に適用しますが、医療用品、医療機器に関する情報及び表示（不正開封の確認を含む。）には適用しません。

この規格が定める設計上の配慮事項及び方法は、主として包装の設計者、開発者及び評価者に向けたものです。

また、巻末の附属書にはアクセシブルデザイン面から見た、情報及び表示に配慮した包装設計時のチェックリストが収載されています。

### (5) JIS S 0021-4 包装ーアクセシブルデザインー第4部：取扱い及び操作性 (2021年制定)

この規格は、ISO 22015:2019 Packaging - Accessible design - Part 4: Handling and manipulation の翻訳規格で、包装のアクセシブルデザインに関する取扱い性及び操作性について規定しています。ここでは、能力が異なる人々及び使用状況における包装に関する様々なニーズに配慮しています。

包装の取扱い及び操作性には、持ち運び、開封、再封及び内容物の取出しだけでなく、保管及び廃棄といった工程における、握る、持ち上げる、運ぶ、引っ張る、押す、滑らせる、つかむ、ひねる、裂くなどの動作、及びこれらを組み合わせた動作のような人間の身体的能力が関係する要素が含まれます。これらの身体的能力に関係する要求事項及び推奨事項は、高齢者及び身体障害のある人々を含む、包装

の取扱い及び操作性に関して様々なニーズをもった人々を対象にしています。

巻末の附属書には、取扱い及び操作の容易な包装の事例が 11 点収載されています。

次に挙げる JIS 規格は、上記のように ISO(国際標準化)を国内に普及するために JIS 規格（日本産業規格）化したものではなく、身近な包装においてアクセシビリティを向上させ、包装に対して安心・安全な社会活動及び生活に寄与することを目的として、ISO とは別個に JIS 規格としたものです。

#### (6) JIS S 0021-5 包装—アクセシブルデザイン—第 5 部：集合包装用段ボール箱の重量に関する情報の表示（2024 年制定）

この規格はアクセシブルデザインの観点から、集合包装用段ボール箱の重量に関する情報の表示方法について規定したもので、ここでは、段ボール箱を運搬、保管、開こん（梱）する際に、この箱が重量物と認知し、安全な取り扱いができるよう、集合包装用段ボール箱の表面の重量情報の表示方法及び表示する際の設計上の配慮事項について規定しています。

#### (7) JIS S 0021-6 包装—アクセシブルデザイン—第 6 部：詰め替え容器（2024 年制定）

この規格は包装のアクセシブルデザインに基づいて、詰め替え容器における設計上の配慮事項について規定したもので、この規格が定める設計上の配慮事項は、主として容器の設計者、開発者及び評価者を対象としています。ここでは詰め替え容器への表示、取扱い操作性、廃棄とリサイクル、安全性についての配慮事項を記載し、巻末の附属書には詰め替え容器設計時のチェックリストが収載されています。

### 5. 包装におけるアクセシブルデザイン規格の活用への期待

包装におけるアクセシブルデザインの規格は、人間工学的データ及び知見をバックボーンとして、様々な人々による、様々な場面における認知能力及び行動に関して考えられる要素を整理、体系化しつつ、一般の生活者、高齢者並びに感覚機能、身体機能及び認知機能の低下している全ての人々にそご（齟齬）なく、有用かつ使いやすい包装を提案しているものです。今後、この考えは更に進展し、包装の設計の現場でも生かしていかなければなりません。

そのためにも、身近にある包装製品を個々具体的に取り上げ、包装設計の指針づくり、JIS 規格（日本産業規格）化も必要と考えています。そして、今まで述べてきた包装におけるアクセシブルデザインの規格が大いに活用されることを望むとともに、包装設計者からこれらの規格に対して、現場の意見を広く聞くことによって、変わりつつある包装に対する要求事項を規格に盛り込んでゆくことが必要と考えています。

### 参考文献

JIS Z 8071 「規格におけるアクセシビリティ配慮のための指針規格(2017 年改訂)

JIS S 0021-1 包装—アクセシブルデザイン—第 1 部：一般要求事項規格（2020 年制定）

JIS S 0021-2 包装—アクセシブルデザイン—開封性規格（2018 年制定）

JIS S 0021-3 包装—アクセシブルデザイン—情報及び表示規格（2020 年制定）

JIS S 0021-4 包装—アクセシブルデザイン—第 4 部：取扱い及び操作性規格（2021 年制定）

JIS S 0021-3 包装—アクセシブルデザイン—情報及び表示規格解説書（2020 年）

JIS S 0021-5 包装—アクセシブルデザイン—第 5 部：集合包装用段ボール箱の重量に関する情報の表示規格（2024 年制定）

JIS S 0021-6 包装—アクセシブルデザイン—第 6 部：詰め替え容器規格（2024 年制定）

Q&A 容器包装 規制・基準の手引(編集：公益社団法人日本包装技術協会、出版：新日本法規出版社)

## 新書；「新ヒートシール技法」の発刊に寄せて

菱沼 一夫



従来常識からブレークスルーかであった。

苦節 30 年数年、“MTMS” を適用して解析／評価の末、改革を達成できた。

### 【ブレークするに貢献した改革基幹技術】：

- ①熱可塑性を利用した局所圧着 ; “一条シール”
- ②軟化温度帯合わせた易開封シーラントの採用 ; “一条シール”
- ③接着面の直接的温度検知/温度制御 ; 《界面温度制御》
- ④ポリ玉生成を止めた平面圧着からの脱出 ; 「モールド接着」
- ⑤ヒートシール強さ、圧縮と落下衝撃の連動性 ; エネルギー論で統一

発刊書のもう一つの特長は、きめ細かく編集した目次と主要キーワードの索引である。

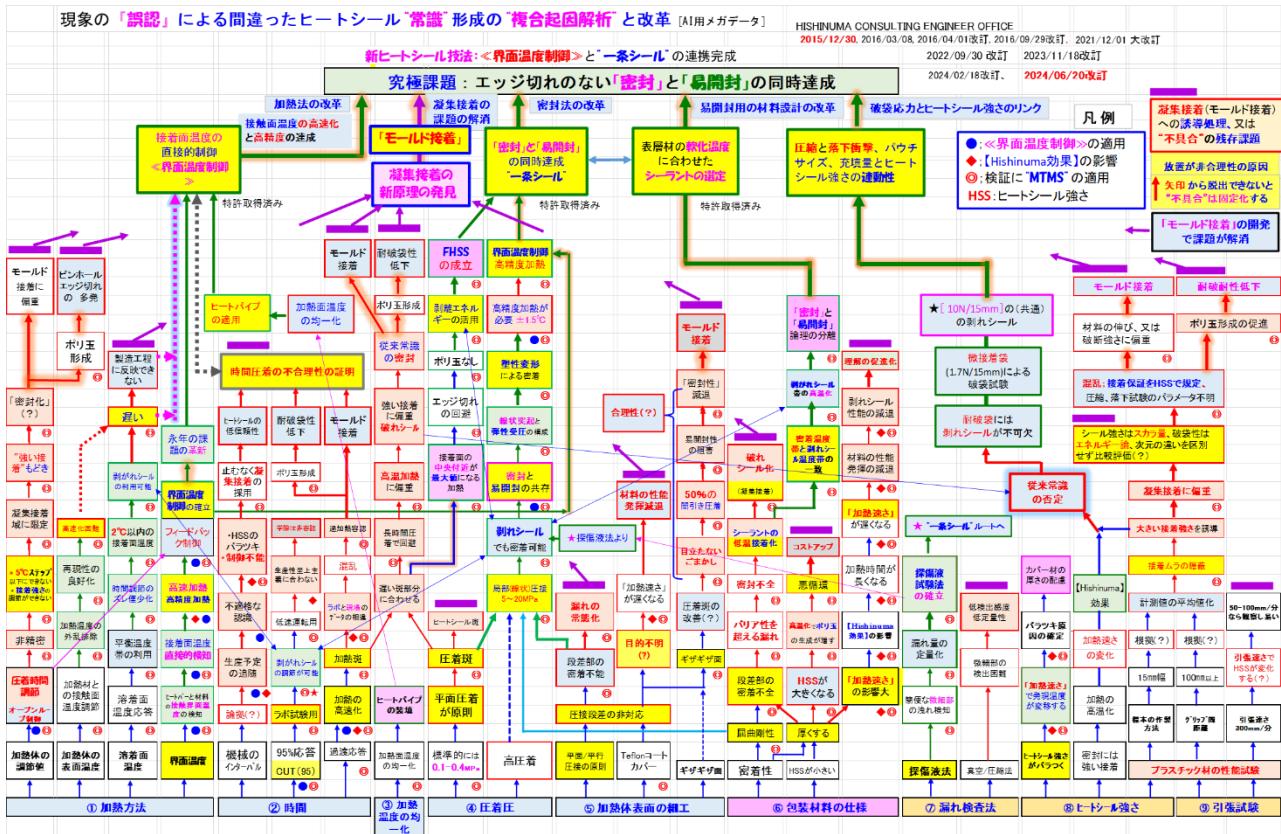
これを巧く利用して戴くと「ヒートシールの百科事典」となる。

又、索引で 2 か所以上に抽出されているキーワードに着目すると個別技術が複合的に利用されている特徴を発見できる。

会員各位 各位のコンサルティングにご活用ください。ご支援をします。

菱沼技術士事務所 e-mail ; rxp10620@nifty.com

図2.1 従来法の取り扱い事項の合理性解析と“一条シール”、《界面温度制御》のブレークするプロセス



<p>◇ はじめに</p> <p>◇ 「新ヒートシール技法」発刊に寄せて :</p> <p>◇ 本書に出てくるキーワードの解説</p> <p><b>第1章 熱接着（ヒートシール）総論</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. プラスチック材の熱接着を難解にしていた最大の原因は、熱接着面の温度応答の計測・制御技術の未達にあった</li> <li>2. ヒートシールの期待機能と課題の革新</li> <li>3. ヒートシール技法の改革の歴史</li> <li>4. 熱接着（ヒートシール強さ）発現現象の再確認</li> <li>5. ヒートシール技法の加熱温度の的確性の再確認と改革 :</li> <ul style="list-style-type: none"> <li>『界面温度制御』の発明による大改革</li> <li>6. ヒートシールの期待機能はエッジ切れのない「密封」と「易開封」の同時達成、『界面温度制御』の獲得</li> <li>7. ヒートシールを展開するプラスチック材の構成の考慮</li> <li>8. ヒートシール強さの的確な理解</li> <li>9. ヒートシール技法に係る諸規定</li> </ul> <p><b>第2章 従来法のヒートシール関連事項の取り扱いの誤認解釈と</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>「エッジ切れのない『密封』と『易開封』の同時達成への革新」と</li> <li>“一条シール”『界面温度制御』へのプロローグ :</li> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. 歴史的に積み上げられているヒートシールの個別操作の不適格さの確認</li> <li>3. “一条シール”と『界面温度制御』の確立のプロローグ :</li> <li>4. ヒートシール技法の歴史的な課題の改革・革新</li> <li>5. 遂にヒートシール技法の革新の完了</li> </ol> <p><b>第3章 熱接着強さの管理でヒートシール性能の保証ができるか?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. ヒートシール性能の理論</li> <li>3. ヒートシール性能の実験</li> <li>4. 考察／まとめ</li> </ol> <p><b>第4章【改革技術3】: ヒートシール強さの発現に「加熱強さ」が関与</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>していいた【Hishinuma効果】の発見 -ヒートシール強さは3次元 現象だった-</li> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. ヒートシール強さの発現理論</li> <li>3. 実験と結果の考察</li> <li>4. 【Hishinuma効果】の発現メカニズム推定</li> <li>5. 結論</li> </ol> <p><b>第5章【改革技術2】: 「密封」と「易開封」を同時に達成する “一条シール” の実際</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ピロー袋のセンターシール部の密封化</li> <li>2. 片面式“一条シール”[II]の開発</li> </ol> <p><b>第6章【改革技術1】: 溶着面（接着面）温度応答を直接的に検知/制御する『界面温度制御』</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. 『界面温度制御』の理論</li> <li>3. 溶着面（接着面）温度応答を直接的に制御する『界面温度制御』の開発</li> <li>4. 『界面温度制御』の能力評価と実機への反映</li> <li>5. 『界面温度制御』がもたらした従来常識【D.F.C】の課題の革命</li> <li>6. 考察</li> <li>7. まとめ</li> </ol> <p><b>第7章【改革技術7】: 凝集接着の新しい論理の構築: 「モールド接着」の開発</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. 界面接着と凝集接着の特性解析</li> <li>3. ポリエチレンを発生させない凝集接着法の開発</li> <li>4. “モールド接着”の特性確認実験</li> <li>5. 考察</li> <li>6. “モールド接着”の実施方法の詳細説明</li> <li>7. “モールド接着”の開発の効果</li> <li>8. 平面圧着（“一条シール”）と“モールド接着”の機能比較</li> </ol> <p><b>第8章【改革技術5】: 圧縮・落下衝撃の破袋メカニズムとヒートシール強さとの関係 一圧縮荷重と落下衝撃荷重の挙動解析と対策</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 圧縮荷重と落下衝撃荷重の挙動解析と定量化</li> <li>1.1 はじめに</li> <li>1.2 レトルト包装の【HA】が要求する密封保証の担保</li> <li>1.3 破袋荷重の新解析方法の展開</li> <li>1.4 破袋荷重とヒートシール強さとの連携化</li> <li>1.5 まとめ</li> <li>2. 落下衝撃に対するヒートシール面の応力反応検討</li> <li>3. パウチ包装の衝撃荷重の受容性の計測</li> </ol> </ul></ul></ol>	<p><b>第9章【改革技術4】: 剥離エネルギー論による剥れシールの機能性を</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>利用したヒートシールの新評価法 : <b>[FHHS]</b></li> <li>1. はじめに</li> <li>2. レトルトパウチ材の引張試験パターンの実際と評価</li> <li>3. 機能性ヒートシール強さ <b>[FHSS]</b> を適用したヒートシール特性の評価</li> <li>4. 考察とまとめ</li> <li>5. 結論</li> </ul> <p><b>第10章 ヒートシール面内の温度分布の発現現象の解析と定量化</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. 熱接着面内の温度分布の発生原因の探求</li> <li>3. 結果と考察</li> <li>4. 結論</li> </ol> <p><b>第11章【改革技術6】: 改革技術を全面的に展開したレトルトパウチ包装の <b>[HACCP]</b> 管理の革新</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. 新理論の展開</li> <li>3. 今日のレトルトパウチの熱接着に関与する諸事項の性能確認</li> <li>4. レトルトパウチの熱接着の完璧な制御法のまとめ</li> <li>5. まとめ</li> </ol> <p><b>第12章 ヒートシールの化学</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. プラスチック材料の熱可塑性の利用</li> <li>3. ヒートシールの接着</li> </ol> <p><b>第13章 探傷液法による「密封」の漏れ検知と簡易化: “一条シール” チェック</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. ピロー袋のセンターシール部の貫通孔を利用した検知性能の検証</li> <li>3. 食品、医薬品現場用の探傷液法の実用化</li> <li>4. “一条シール” チェックの応用</li> <li>5. 結論</li> </ol> <p><b>第14章「探傷液法」によるピロー袋の貫通孔の発生原因の究明と漏れ量の定量化</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. ピロー袋のセンターシールの貫通孔の発生メカニズム</li> <li>3. ピロー袋の貫通孔の漏れ量の定量化</li> <li>4. 結果および考察</li> <li>5. 結論</li> </ol> <p><b>第15章 密封特性の解析と革新: ヒートシール強さは密封化の必須条件ではなかった</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. ヒートシール面の密着を阻害する要因の解析と対策</li> <li>3. 「密封」と「易開封」を両立するシート設計の汎用化論理の設定</li> <li>4. まとめ</li> </ol> <p><b>第16章 軟包装の「易開封」の検討: フィン・タブ開封の理論と実際</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. 軟包装体（フレキシブル包装）の開封性解析</li> <li>3. カップ包装の易開封性の検討</li> <li>4. ヒートシール面のキザギザ、ローレット仕上げの期待は?</li> </ol> <p>—ヒートシール面の密着性確保の歴史を観る—</p> <p><b>第17章 医療用不織布包装の熱接着面の微生物バリア性的</b></p> <p>«Validation»の検討</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. 医療用不織布包装の特徴</li> <li>3. 保障（Validation）要求を保証（Guarantee）する方策の構築</li> <li>4. 提案モデルの特性検証: “一条シール” の展開</li> <li>5. 考察（主要事項のみの列挙）</li> <li>6. 結論</li> </ol> <p><b>第18章 新技術を実践展開したバンドシーラ [I] インパルスシーラ [II]、ハイブリッドシーラ [III] 機械の革新: “一条シール” と『界面温度制御』の開発がもたらした新規な成果の紹介</b></p> <p><b>I バンドシーラにおけるスライド加熱の革新: - 加熱体とベルトの 摩擦摩擦の自動調節法の開発; 金属ベルトの採用 -</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. バンドシーラにおける加熱体とベルトの摩擦力</li> <li>3. 宙吊り方式の構造と新バンドシーラの特長</li> <li>4. まとめ</li> </ol> <p><b>II インパルスシーラの革新: 『界面温度制御』の開発がもたらした新規な成果の紹介</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. 『界面温度制御』を導入した インパルスシーラ</li> <li>3. 『界面温度制御』のヒートショット、インパルスシーラ方式への展開</li> </ol> <p>した制御結果（事例）</p> <p>4. «界面温度制御»がもたらした従来常識【D.F.C】の課題の革命</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. 考察</li> <li>6. まとめ</li> </ol> <p><b>III 接着面到達温度の制御ができるハイブリッドヒートシーラの開発</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. ハイブリッドシーラの理論</li> <li>3. 実験: ハイブリッドシーラの特性（各実験の集約）</li> <li>4. まとめ</li> </ol> <p><b>第19章 包装工程へのAI制御の展開</b></p> <p><b>I 包装工程へのAI化の検討: 熱接着（ヒートシール）技法のDeep Learning</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. AIの展開モデルの構成</li> <li>3. 包装の基幹操作における「封緘」の特徴</li> <li>4. ヒートシール技法における代表的な DL 対象事項の列挙</li> <li>5. 考察</li> </ol> <p><b>II AIの包装工程への実践事例</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. 介添え作業のAI化の実際展開</li> <li>3. 「発生源解析」による DL 事項の更なる検討</li> <li>4. AI制御システムの構築（IoT; Internet of Things の完成）</li> <li>5. まとめ</li> </ol> <p><b>第20章 保障（Validation）と保証（Guarantee）の常識諸規格の</b></p> <p>«Validation»の検証と«De Facto standard»の適用によるヒートシール技法の保証性の向上</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. ヒートシール原理の確認と保障から保証への展開</li> <li>3. 注目すべき新«De fact standard»</li> <li>4. 考察</li> </ol> <p><b>第21章 包装技法の品質管理</b></p> <p><b>I QAMM (マネージメントの数量化手法: Quantitative Analysis)</b></p> <p>Management Method の展開</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 従来の経営／組織運営の課題</li> <li>2. 「QAMM」の展開基本</li> <li>3. 「発生源解析」による“不具合”事項の的確な確定</li> <li>4. 発生確率の応じた対応、“不具合”検知・除外のマネージメント</li> <li>5. 工程設計と製作への展開</li> </ol> <p><b>II 「正規分布」の巧みな利用</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 正規分布による信頼性保証の仕方と確認</li> </ol> <p><b>第22章 回分操作の溶着面（接着面）温度のステップ応答の巧みな利用</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. ステップ応答のシミュレーションによる過渡加熱応答の推定</li> <li>3. パソコンの「正規分布」を使った更なる簡便法</li> </ol> <p><b>第23章 “一条シール”と『界面温度制御』の開発がもたらした</b></p> <p>ヒートシール技法の30年有のアーカイブと革新のまとめ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. はじめに</li> <li>2. “一条シール”的開発がヒートシール技法の革新を実証した</li> <li>3. 現行の公的規格の課題</li> <li>4. «ヒートシールの Validation»の期待（定義）</li> <li>5. プラスチックの熱接着に関与している諸要素の合理性の検討／検証</li> <li>6. FHSS (Functional Heat Seal Strength)によるヒートシール技法の統合的 Validation</li> <li>7. 革新されているヒートシールの総操作</li> <li>8. まとめ</li> </ol> <p><b>第24章 JIS Z 0238, ASTM F88, F2029に替わる新ヒートシールの試験方法</b></p> <p><b>第25章 ヒートシール技法に期待される<sup>SDGs</sup>の課題の整頓:</b></p> <p>軟包装の<sup>SDGs</sup>の合理的な対応策</p> <p><b>第26章 ヒートシール操作の基本</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ヒートシール管理の基本は溶着面温度</li> <li>2. 溶着面温度測定法: “MTMS”</li> <li>3. 材料毎の溶融特性の測定と下限温度の決定</li> </ol> <p>*あとがき</p> <p>*APPENDIX ◆本文中に引用した（主要）取得特許一覧表</p> <p>◆既発表論文のつながりと体系</p> <p>索引</p>
---	--

## 新会員紹介 (自己紹介)

平井 純一

本年 7 月に入会をご承認いただきました平井 純一と申します。

私は昭和 52 年に森永製菓株式会社に入社し、昭和 59 年以降 20 余年にわたり同社製品計画部で新商品開発、商品の改良等に携わってきました。

商品開発部門に対しては各社様々な部門名が付けられていると思いますが、所属していた製品計画部は製品のなかみ(製品の配合・レシピ)の作成以外の商品発売に至るまでの様々な①企画立案、②規格設定の双方を受持つ部門です。まず、企画立案では商品マーケティングと連携し、商品コンセプト、商品領域の設定及び商品名の作成・決定並びにデザインコンセプトの設定(実際のデザインは社内外のデザイナーが制作)等を行います。企画立案に際し、知的財産権(商標権、意匠権等)の事前調査を行うとともに、立案した商品コンセプト、商品デザイン、製品のなかみ(試作品の味、風味)の受け入れ性評価も行っていました。

次に規格設定としては、商品のなかみとともに包装の仕様と設計を行い、包装材料、寸法、形態が決まる業者に材料の発注指示を行います。同時に包装には内容の表示をしなければならないので、適正な商品表示を立案します。これらのうち、とくに①包装技術、材料特性 ②食品関係法令(とくに食品表示)は専門知を身につける必要がありましたので、ここで日本包装技術協会との関りができました。

社団法人日本包装技術協会とは平成 2 年の包装管理士取得の後、研究発表会、月間包装技術の編集委員を経て、包装解説書の「包装…? 知ってなつ得」や「包装早わかり」等の編纂を通して多くの方々と接触を持つことができました。なお、森永製菓では、本業の菓子ではない加工食品、チルド食品、健康食品、生鮮野菜迄担当したこと、紙器、プラスチック軟包材とボトル、金属缶、ガラスびん、青果物包装など多岐わたり扱うことによって日本包装技術協会では有利に仕事を進めることができました。幅広い包装分野のコーディネータではある反面、特定分野の専門知は持ち合わせていません。

平成 24 に森永製菓を退職後、公益社団法人日本包装技術協会研究所に入所し、主に包装に関する JIS(日本産業規格)の開発、ISO(国際標準化)の開発及び包装専門冊子の編纂を行ってまいりました。これにより多くの包装業界の方々と接することができた思い出とともに、知見の少なかった輸送包装にも接することができました。深い専門知が少ない私がどれだけ貢献できる分かりませんが、いくばくかは皆様のお役に立ちたいと思います。これからどうぞよろしくお願ひいたします。

### 経歴

- 昭和 52 年 早稲田大学政治経済学部卒業
- 昭和 52 年 森永製菓株式会社入社
- 昭和 59 年以降 製品計画部にて商品開発に携わる
- 平成 24 年 森永製菓株式会社定年退職、公益社団法人日本包装技術協会研究所入所
- 令和 6 年 公益社団法人日本包装技術協会研究所を退所

### 専門分野

- 食品の新製品開発プロセス
- 食品及び包装に関する法規制及び表示規制
- 包装に関する JIS(日本産業規格)開発方法と規格
- 包装に関する ISO(国際標準化)開発と規格
- JIS、ISO とも包装試験方法、物流標準化、障害者・高齢者包装



連絡先 [hiraijunichi0418@gmail.com](mailto:hiraijunichi0418@gmail.com)

## 編集後記

2025 年度日本包装コンサルタント協会 会報第 41 号をお届けいたします。

本年は、大変悲しいお知らせとともに会報発行の時期を迎えることとなりました。2021 年から 2024 年まで、会報編集を含む広報活動全般を担っていただいていた毛利憲夫理事が、今年 8 月に急逝されました。毛利理事は 2020 年のご入会以来、協会ホームページの刷新をはじめ、広報担当理事として精力的にご尽力いただき、協会の発展に大きな足跡を残されました。ここに改めて心よりご冥福をお祈り申し上げます。

このような事情もあり、今号は久しぶりに私が編集を担当いたしました。2017 年以来の編集作業となり、不慣れな点や行き届かない点などがございましたらご容赦いただければ幸いです。

今号では巻頭言として、石原会員より、成長著しい医薬品包装分野の展望についてご寄稿いただきました。また、包装懇話会での講演をもとにした寄稿が 5 件、自由論文が 3 件掲載され、例年以上に読みごたえのある内容となりました。さらに、本年度ご入会いただいた平井会員には、投稿論文とともに自己紹介もご執筆いただきました。新たな仲間の門出をあたたかく迎えることができ、大変うれしく思います。今後のさらなるご活躍を祈念いたします。

会員の皆さんにとって、本号が一年の活動を振り返る一助となり、また今後の協会活動への一層のご関心とご参加につながれば幸いです。最後に、本号の編纂に際し、資料提供・寄稿にご協力いただいた皆さんに深く感謝申し上げます。

発行責任者 会長 白倉昌