



JPCA

日本包装コンサルタント協会

Japan Packaging Consultants Association

東京事務局

〒150-0031

東京都渋谷区桜丘町 29-31

ディオスカーラ渋谷 302

白倉技術士事務所内

電話 050-8880-4240

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

電話 078-381-8080

FAX 078-381-8081

会報 No. 40

2024年(令和6年) 12月1日

発行者 白倉 昌

目次

巻頭言

「包装の未来を考えて」

小國盛稔 — 1—

今年1年の歩み(当協会の活動概況)

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 今田克己 — 3—

3、出前講座 概況報告総務

土屋博隆 — 4—

※出前講座実績は、1、東京本部、2、関西支部の活動概況に掲載

4、会員の講演、執筆活動等の実績(Reference Documents)

(編集)毛利憲夫 — 5—

※東京本部、関西支部それぞれの会員の講演、執筆活動報告

寄稿論文 [I] 協会の研究懇話会において講演、発表された論文

① 電子レンジ食品の開発

小林光 — 8—

② 炭素の旅: ペットから生まれるダイヤモンド薄膜の物語

白倉昌 — 14—

③ 段ボール包装の現状 + 補足資料

井上伸也 — 21—

④ ヒートシールの難題の革新・革命技術の報告

菱沼一夫 — 41—

⑤ プラスチック廃棄物のケミカルリサイクル動向と関連特許

土屋博隆 — 64—

寄稿論文 [II] 特別寄稿、自由寄稿、技術情報、調査報告等

① 東京パック2024を終えて

白倉昌 — 84—

② 欧州市場での循環型ポリマー利用の現状と今後の日本の対応

住本充弘 — 87—

編集後記

広報・会報編集担当 毛利憲夫 —106—

巻頭言

「包装の未来を考えて」

小國 盛稔

私達、包装の専門家に、「包装はなぜ必要なのか？」を質問すると、「内容品の保護、陳列効果、流通搬送適正 等」、包装の必要性を強調する答が返ってくるだろう。しかしながら、消費者に質問すると、包装の必要性を認めるよりも、「どうせ捨てる物だから、無駄な物、不必要な物、環境に悪影響を与える物 等」、包装の不必要を訴える消費者が多々いるだろう。

このような意見に対して、包装の専門家の中には、「素人が何を言っているんだ」と怒る人もいる。すなわち、消費者にとって、包装が日常生活において、当たり前のもので、必需品とは思えない物になっているためではなからうか？

消費者が、「包装の有難み」を感じるだろう時は、(実は、内容品が欲しい)、災害の時である。カップ麺、おにぎりパック、包装パン、パウチ入りベビーフード、缶詰食品、レトルトパウチ食品、瓶詰食品、PET ボトル紙パック飲料等の包装食品の他、おしぼりパック、パック入り清浄綿、オムツ、ボトル入りパック詰洗剤、等の日用品等が、救援物資として、差し入れられた時である。

それでも、包装が当たり前の世界では、包装の有難みは、どれ程、消費者に浸透しているのだろうか？ そう考えると、包装の専門家としては、虚しい時もあるが、それでも、「包装の未来」を考え、世に問うことをしなければならぬと思う。

包装の未来は、未来においても包装が必要不可欠な物であるが故に、3R+Renewable を念頭においた「環境に配慮した包装」でなければならない。すなわち、カーボンニュートラル、リサイクル、モノマテリアル等に目を向けた包装の開発が求められる。日本における上記の開発状況は、世界水準よりまだまだ遅れている。このような状況を打破し、開発促進を進めることこそ、日本包装コンサルタント協会の役割だと考える。

今年1年の歩み

1. 東京本部 活動概況 (2023年12月~2024年11月)

総務担当 土屋博隆

(1) 理事会開催

- 第213回 2月08日(木) オンライン
- 第214回 6月13日(木) オンライン
- 第215回 8月08日(木) かわさき新産業創造センター-NANOBIIC 棟及びオンライン
- 第216回 10月10日(木) オンライン
- 第217回 12月12日(木) かわさき新産業創造センター及びオンライン

(1-1) 出前講座

- ・日本食品工学会より環境問題について講座依頼があり対応した。
- ・インキ工業会より勉強会講師の依頼があり、対応した。
- ・O社より軟包装講座の依頼があり、対応した。

(1-2) 東京 PACK2024

- ・テクニカルセミナーについて、協会として以下の4名の講演を行った。
 - 住本充弘「欧州市場での循環型ポリマー利用の現状と日本の対応」
 - 野田次郎「食品包装と品質保持の基礎知識」
 - 大西敏行「バイオプラスチック～その特性と容器包装での使用例～」
 - 小林 光「海外駐在員が感じた日本の包装と今後の課題」

(1-3) HPのリニューアルについて

- ・HPの構成、内容をリニューアルした。

(1-4) 新入会員・退会者

- ・なし。

(2) 研究会開催

- 12月08日(木) 小林光
「電子レンジ食品の開発」
- 02月08日(木) 白倉 昌
「炭素の旅：ペットから生まれるダイヤモンド薄膜の物語
～ペットボトルの品質保持からペットの遺骨メモリアルダイヤモンドの開発まで～」
- 06月13日(木) 井上伸也
「段ボール包装の現状」
- 08月08日(木) 菱沼一夫
「遂に完成した！ 胸を張って対応できる最新のヒートシール技法」
- 10月10日(木) 土屋博隆
「プラスチック廃棄物のケミカルリサイクル/マテリアルリサイクル動向と関連特許」
- 12月12日(木) 鹿毛 剛(予定)
「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」

(3) 総会

4月11日(木) かわさき新産業創造センターKBIC 棟及びオンラインにより開催。
出席・委任状 25名 / 会員数 31名

- 第1号議案 2023年度事業報告および収支決算報告の件
- 第2号議案 2024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 活動概況 (2023年12月~2024年11月)

関西支部 事務局長: 今田克己 今田

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)

<2023年度>

2023年12月5日定例会議 (KOKOPLAZAにてHybrid開催)

2024年2月6日定例会議 (KOKOPLAZAにてHybrid開催)

<2024年度>

2024年6月11日定例会議 (KOKOPLAZAにてHybrid開催)

(2) 関西支部総会

2024年3月27日 (KOKOPLAZAにてHybrid開催)

2023年度活動報告、支部会計決算報告、監査報告。

2024年度活動計画、支部会計予算、支部会議2回/年、見学会1回/年を決定。

(2024年度は支部役員非改選年度のため役員改選せず)

(3) 本部理事会・総会への参加

2024年4月11日 部総会 (zoomによるHybrid開催)

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)

<2023年度>

2023年12月8日 本部理事会

2024年2月8日 本部理事会

<2024年度>

2024年6月13日 本部理事会

2024年8月8日 本部理事会

2024年10月10日 本部理事会

(4) 支部役員

2023年度 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

支部会計: (担当廃止) 監事: 佐藤幸弘

2023年度から支部会計担当を廃止。支部長、事務局長の業務に会計を含め、業務分担の見直しを実施。

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

(5) 支部会員動向

野上良亮 様 逝去による退会 (24 年 9 月 ご逝去)

(6) 会員研修会

支部会員相互研修ミニセミナー等

<2023 年度>

2023 年 1 2 月 5 日 今田克己 (KOKOPLAZA にて Hybrid 開催)
「リサイクルのための包装設計ガイドライン」

<2024 年度>

2024 年 6 月 1 1 日 小林 光 (KOKOPLAZA にて Hybrid 開催)
「食品のロングライフ化への挑戦」
2024 年 1 1 月 1 9 日 (株)資生堂 大阪茨木工場見学

(6) 出前講座の活動概況

・2024 年 1 1 月 1 4 日 出前講座実施 今田克己 「容器包装と安全衛生」(於：愛知県蒲郡市)

(7) 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 包装専士講座修了式、
- ・近畿包装研究会 総会 (兵庫県立工業技術センター)、役員会
会員見学会 (キューピー (株) 神戸工場)
* 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 (大阪中央電気倶楽部)
- ・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)

(8) 展示会等の見学等

・東京パック 2024

---- 以上、 関西支部 活動概況

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います。

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 48 項目あります。

登録されている講座テーマはホームページに掲載しています。

2. 出前講座の実施

今年度、実施された出前講座は、東京本部、関西支部それぞれの活動概況に記載

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 (2023年12月~2024年11月 (原稿の受領順)
(広報/会報担当、編集 毛利憲夫)

東京本部

講演活動(学会・協会における研究発表等(報文・研究発表))

住本充弘: 欧州市場への包装製品の輸出の規制について
<循環型パッケージ及び循環型ポリマー利用の義務化>

2月15日Zoom、リアル。食品産業センター

住本充弘: #1 包装基礎コース 5月22日 JPI

住本充弘: 包装専士講座 6月21日 JPI

住本充弘: 災害と包装 6月6日 日本食品包装協会

住本充弘: 包装の今後の展望<パッケージデザインの傾向及び技術紹介>

10月8日 清涼飲料研究会

住本充弘: EU PPMR に対応する包材設計について

10月11日 包装学会、バリア材料研究会

住本充弘: #2 包装基礎コース 11月14日 JPI

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: 「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包装でできること
~」

公益社団法人 日本包装技術協会 東京パック2024 テクニカルセミナー(10月)

土屋博隆: 「フィルムパッケージのモノマテリアル化・減量化動向と高機能化の両立」

And Tech 24年4月

土屋博隆: 「バリアフィルムの基礎・製造プロセスと評価技術」

And Tech 24年8月

土屋博隆: 「軟包装を巡る国内外のリサイクル促進の法制化とリサイクル手法の開発動向及び関連特許」

サイエンス&テクノロジー 24年10月

菱沼一夫: ヒートシールの 溶着面温度応答 を In-line で直接的に制御する革新技術 界面温度制御
の開発

2024年度技術士CPD 発表会 2024年12月7日

菱沼一夫: 「完璧になった!」最新のヒートシール技法

Tokyo Pack 2024 テクニカルセミナー 2024年10月25日

菱沼一夫: 「モールド接着」によるヒートシールの凝集接着の機能革新

第33回日本包装学会年次大会 2023年08月29日

菱沼一夫: クローズドループ制御ができるようになったヒートシールの溶着面温度調節の革新

第33回日本包装学会年次大会 2023年08月28日

菱沼一夫: 遂に完成した! 胸を張って対応できる最新のヒートシール技法

ヒートシールの難題の革新・革命技術の報告

日本包装コンサルタント協会研究懇話会 2024年8月
菱沼一夫；「従来の“常識”がネックだったヒートシール技法の革新報告」
ヒートシールの難題の革新・革命技術の報告
技術士包装物流会 研究会発表 2024年07月08

特許取得

菱沼一夫；プラスチック袋の熱接着方法及びプラスチック袋の製造方法；「モールド接着」
日本特許；No.（登録申請中）2024年10月
菱沼一夫；HEAT SEALER PROVIDED WITH INTERFACIAL TEMPERATURE SENSOR
界面温度制御
PCT/2020/0263201, 認証日；22.08.2024
個別国登録；イギリス、フランス、ドイツ、イタリア

白倉 昌；第30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5日

井上伸也；段ボール包装の現状
JPCA 研究懇話会 2024年6月13日
内容については寄稿論文1 研究懇話会講演内容を参照

井上伸也；段ボール包装の設計と最新動向
東京国際包装展2024 テクニカルセミナー 日本包装技術協会
2024年10月25日

井上伸也においては、他の団体などの委員としての業務や指導講師の報告があったが
JPCA 会報では省略する。

執筆活動（著書・共著・寄稿論文等）

住本充弘；循環型パッケージへの対応への包装材料の工夫 6月17日WEB Journal
住本充弘；drupa レポート6月号 印刷出版研究所 印刷情報
住本充弘；WPO ガイドライン解説及び包装設計基礎 6月号
住本充弘；WPO ガイドライン解説及び包装設計基礎 9月号
住本充弘；WPO ガイドライン解説及び包装設計基礎 11月号
住本充弘；軟包装容器の設計 応用編 5月号 缶詰技術研究会
住本充弘；軟包装容器の設計 応用編 7月号 缶詰技術研究会
住本充弘；軟包装容器の設計 応用編 9月号 缶詰技術研究会
住本充弘；軟包装容器の設計 応用編 11月号 缶詰技術研究会

野田治郎；連載「食品包装設計」「食品包装が関わるトラブル事例と対策」
缶詰技術研究会 食品と容器（3月号）
野田治郎；連載「これからの食品包装」「電子レンジで加熱・調理する包装」
缶詰技術研究会 食品と容器（5月号）
野田治郎；連載「これからの食品包装」「食品ロス削減につながる包装」
缶詰技術研究会 食品と容器（7月号）
野田治郎；連載「これからの食品包装」「環境にやさしい包装」
缶詰技術研究会 食品と容器（9月号）
野田治郎；連載「これからの食品包装」「ヒット商品を生み出す食品包装」
缶詰技術研究会 食品と容器（11月号）

土屋博隆：環境配慮包装関連特許出願状況 規制フッ素化合物代替技術」
環境配慮型材料技術トレンドレポート vol.8 And Tech 24年 1月
土屋博隆：軟包装を巡る国内外のリサイクル促進の法制化とリサイクル手法の開発動向」
プラスチックリサイクル 技術情報協会 24年 2月
土屋博隆：環境配慮包装関連特許出願状況 機能性接着剤」
環境配慮型材料技術トレンドレポート vol.9 And Tech 24年 5月
土屋博隆：「軟包装パッケージにおけるモノマテリアル化の国内外最新動向」
MATERIAL STAGE 7月号 技術情報協会 24年 7月
土屋博隆：「特許から読み解く環境配慮型材料」
And Tech 24年 8月

井上伸也：包装管理士講座 59期 ケーススタディーテキスト 日本包装技術協会 2024/8/10
井上伸也：包装技術学校 59期 輸送用包装容器テキスト・課題 日刊工業新聞社 2024/10/14
井上伸也：包装-知っとく知識」改訂編集 発行：2024年10月7日 改訂2版 日本包装技術協会

関西支部

講演（学会・協会における研究発表等（報文・研究発表）

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
（2024年8月28日(水) 兵庫県立工業技術センター）

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
（2024年8月27日(火) 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
（2024年9月4日（水） 5日（木） ロワジュールホテル豊橋

今田克己：「防錆技術学校面接講義」 日本防錆技術協会
（2024年9月6日（金） 大阪科学技術センター

小林 光：「食品の賞味期限の延長」 フードスタイル関西
（2024年1月25日（木） インテックス大阪

小林 光：「食品包装の脱ガラパゴス化への挑戦」包装管理士会関西支部
（2024年2月28日(水) 大阪市立総合生涯学習センター

小林 光：「食品包装人材育成講習会」 日本食品包装協会
（2024年7月9日(火)）オンライン

小林 光：「包装管理士講座食品包装演習」日本包装技術協会
（2024年9月4日（水） 5日（木） ロワジュールホテル豊橋

小林 光：工場経営セミナー 北京玖玖一番餐饮管理有限公司
（2024年9月8日 北京市北京经济技术开发区经海路5号院11号楼1层）

小林 光：「海外駐在員が見た日本の包装と今後の課題」日本包装技術協会
（2024年10月25日 東京パック 2024 テクニカルセミナー）

執筆活動（著書・共著・寄稿論文等）

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) (2023年11月~2024年10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）(2023年1月より隔月連載)

電子レンジ食品の開発

関西支部 小林 光 (技術士 経営工学)

「電子レンジ食品の歴史」

1950 年電子レンジはアメリカのレイセオン社によって開発された。レーダーの開発中に胸のポケットに入れてあったチョコレートが溶けたことから、マイクロ波は物を加熱する働きがあることが確認され、食品を温める調理家電に応用された。日本では 1959 年に国産初の電子レンジが開発された。当時大卒の初任給が 17,000 円に対して電子レンジの価格は 54 万円と非常に高額であったことから、普及しなかった。しかし、1964 年に電子レンジが東海道新幹線のビュッフェで採用されスピード加熱が再び認知された。

またその頃、日本は高度経済成長を迎え、また女性の社会進出が加速され、日本の家庭生活は非常に忙しいなった時期である。生活の中で電子レンジのスピード加熱が上手く受け入れられ、1985 年に一般家庭での電子レンジの普及率は約 50%を超えた。ハウス食品ではこの機に電子レンジ専用の「ハウスレンジグルメ」を発売した。23 品目にも及ぶ大型の商品群であった。

品目としてはアルファ米を使った「炊き込みご飯」などのご飯類、乾麺に水を入れ加熱する焼きそば、スパゲティー、粉に水を入れて加熱する蒸しパン・フォンダンケーキなどのデザートもラインナップされた。この製品は新しい耐熱性の材質を取り入れたことで、業界に与える影響も大きかったといえる。焼きそばの容器では ESP のトレーではなく EPP が採用された。また蒸しパンに使われた紙の表面にはポリメチルペンテンがラミネート基材として採用された。商品群のインパクトと技術的な付加価値で第一次電子レンジ食品として脚光を浴びたといえる。1987 年大塚食品から「ボントレー」という成形容器に充填された電子レンジ対応レトルト米飯を発売した。酸素を遮断するバリアー材は EV-OH ではなく塩化ビニリデンを使用した。これは、EV-OH がレトルト殺菌時に水分を吸収して膨潤し、その膨潤した間を酸素が通りやすくなるために、著しく酸素ガスバリアー性が低下するという問題点があったためである。日本で EV-OH を酸素ガスバリアー材とするレトルトのカップ製品が少ないのは、そのためである。アメリカではすでにオムニ缶という乾燥材入りの容器があった。日本にはなかった。現在では脱酸素する材質を練りこんだ容器も存在するが、その頃よりしかし、ヨーロッパで塩化ビニルや塩化ビニリデンの燃焼時の塩素ガス発生・ダイオキシン発生の問題や可塑剤として使用されていたフタル酸エステルの安全性の問題が原因して優れたバリアー性を維持できるにもかかわらず、大きく伸びることはなかった。日本では東洋製罐株式会社のオキシガードの研究開発がちょうどそのころ行われ、脱酸素剤入りの層を配した EV-OH はその後米飯容器に使用された。

その後、第二次電子レンジ食品として 1989 年カゴメから「レンジランチオン」が発売された。キャッチコピーに「一人でチンと暮らすのだ」が受けた商品である。ラインナップでスパゲティー、リゾット、ドリア、オムライス、カレーライスなどのアイテムがそろえられた。また、丸美屋の「レンジで簡単ごはん好き」は丼ものや混ぜご飯が中心であった。無菌的米飯の落し蓋の容器にパウチのカレーがセットされた製品である。麻婆丼、ビビンバ、中華丼、親子丼、カレーなどである。S&B 食品の「ピアット」は「一度は食べたいあの店の 神戸洋食カレー」、「一度は食べたいあの店の 欧風ビーフカレー」などの粘稠性のあるソース系の製品が新発売したが、次第に粘性の少ないリゾットやドリアなどにメニューを変更していった。「レンジランチオン」「あ！あれたべよ」等の電子レンジ食品は液体のソースとごはんの組み合わせの商品群も有していた。現在ではバラエティーに富んだ電子レンジ食品が発売されている。

「電子レンジ加熱の特長」

商品が開発される中、電子レンジ加熱の特長もクローズアップされてきた。

まず、容器の形状により、加熱のされ方が異なる点である。

図1に塩分が含まれない2%デンプン液を円形容器と方形容器に入れて60秒間加熱した熱画像（HIKMICRO社製サーモグラフィーで撮影）を示した。円形の容器では中心から、方形の容器では四隅から温度が上昇してくることが解る。

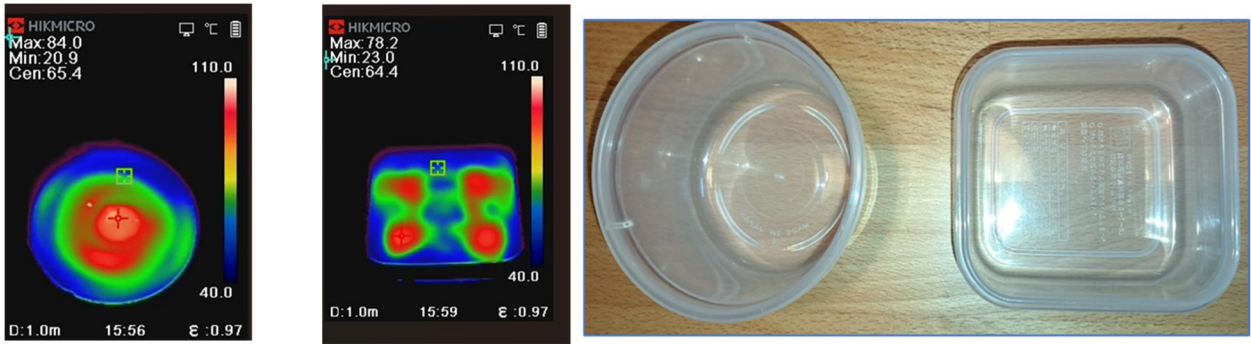


図1円形・方形の電子レンジ加熱の熱画像【2%デンプン(片栗粉)液(食塩0%)】

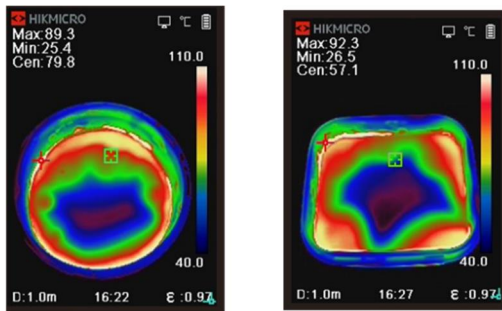


図2円形・方形の電子レンジ加熱の熱画像【2%デンプン(片栗粉)液(食塩1%)】

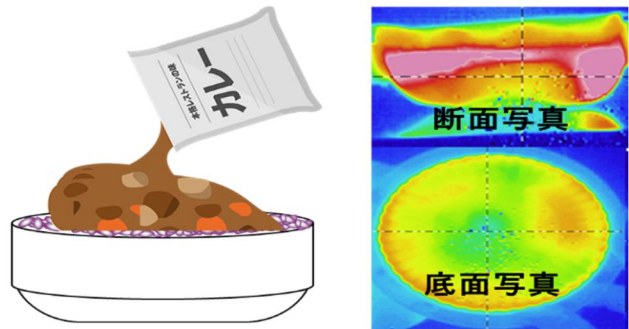


図3ご飯にカレーを掛けて加熱した場合の加熱されにくい部位

図2に。塩分1%のデンプン液の加熱の熱画像を示した。円形に容器も中心からではなく容器外周から温度が上がり、方形容器も同様の現象が見られた。さらに図3に1.5%のカレーをご飯の上にかけて電子レンジで加熱した際の熱画像を示した。マイクロ波はカレー表面で吸収されその下のご飯の温度が上がらないという現象が発生した。誘電率から計算すると1.5%のカレーでは表面から5m以上マイクロ波影響を受けることは難しい。カレーの場合は粘性が高いので、

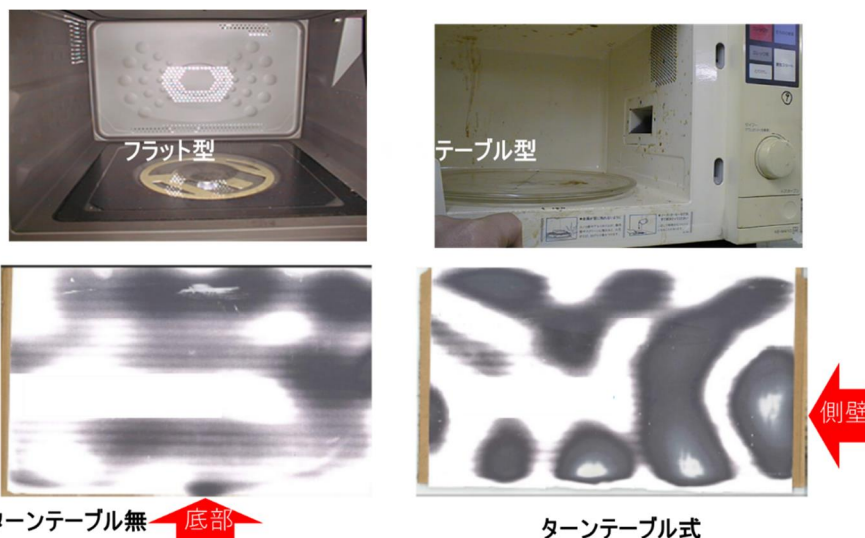


図4:電子レンジの種類により異なるマイクロ波の強弱の分布
黒い部分がマイクロ波の定在波の分布

ソースの対流が期待できないことが問題点として指摘された。

塩分が含まれた溶液・含まない溶液と容器の形状の差により加熱のされ方が異なることを示している。電子レンジ食品の設計において十分に加熱特徴を把握しなければならない。電子レンジにはターンテーブルのあるタイプと無いフラットなタイプがある。ターンテーブルがあるタイプはマイクロ波が側壁から照射される。そのために電波の強度は図4で示されるように垂直に分布している。またフラット型の電子レンジは底部からマイクロ波が照射される。そのために電波の強度は水平に分布している。マイクロ波がどのような挙動を示すのかを見極めなければ設計は不可能である。

電子レンジ加熱の3つの注意点
 食品の性状（塩分濃度・粘度等）
 容器の形（形状・大きさ・深さ）
 電子レンジによる差

このように電子レンジで食品を加熱する場合に左記3つの注意点が上げられる。また、式1に示すように電子レンジ加熱において、比熱と密度は大きくかかわってくる。さらに対流を妨げる粘度が大きくかかわってくる。

このように従来の熱伝導加熱だけでは考えられない問題が発生する。電子レンジ食品は、容器の形状と食品の塩分の濃度の問題加熱ムラが必ずついて回る。

発熱量

$$\Delta t (^{\circ}\text{C}) = \frac{10^{-8}}{2 \cdot 1} f \cdot E^2 \cdot \epsilon' \cdot \tan\delta / c p$$

f : 周波数 (Hz) E : 電界強度 (V/m)
 ε' : 誘電率 tan δ : 損失正接 c : 比熱 p : 密度

ε', tan δ の値が大きい程、加熱されやすい

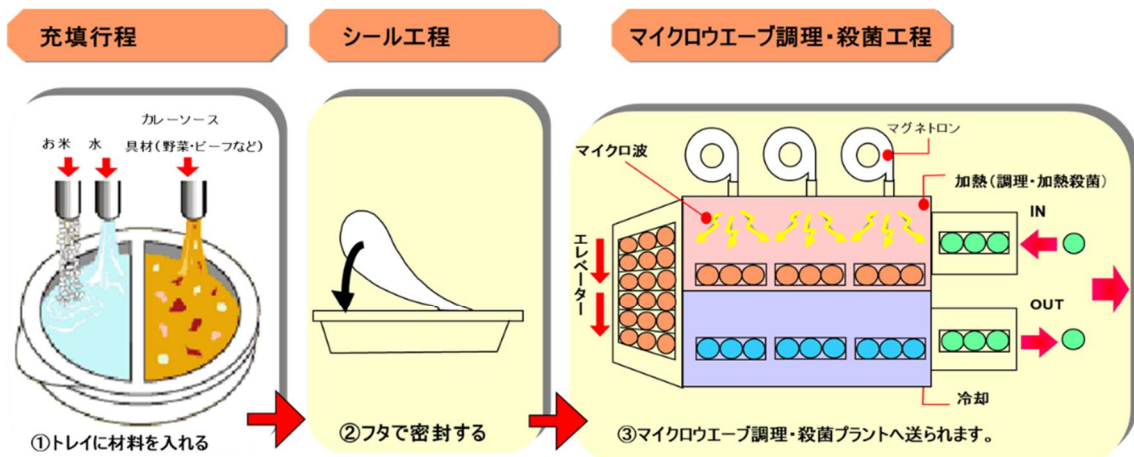
式1 電磁波による加熱時の発熱量の計算方式



図5: あれたべよの製品群

「日本で初めてのマイクロ波加熱による乾熱式加圧加熱殺菌機」

1995年に大塚食品から「あ！あれたべよ」は発売された。図5のようにごはんとかレーが一つの容器に充填され、マイクロ波により乾熱式の加圧加熱殺菌機で殺菌された食品である。生産時におけるマ



半調理のカレー具材（ビーフ・野菜など）と、洗浄されたお米や水がすべて自動充填される。

上段で加熱（調理及び加熱殺菌）をマイクロ波のエネルギーで短時間に行う。ごはんとかレーに適量のマイクロ波を同時に照射する。

図6: 「あ！あれたべよ」の生産フロー（大塚食品パンフレットより）

マイクロ波加熱加圧殺菌のバリデーションの確立と電子レンジ加熱の2度マイクロ波加熱を行うために安全性や加熱ムラの是正のために3年の歳月をかけて開発を行った。全長38mで円筒形で潜水艦のよ

うな形をしていた。総出力 650kw と食品用のマイクロ波加熱器としては日本最大の規模であった。それぞれのマイクロ波発信機にはアイソレーターと整合器・ダミーロードが設置され跳ね返ってくるマイクロ波はアイソレーターで分離されダミーロードで熱に変えた。これはマグネトロンに跳ね返って帰ってくるマイクロ波を除去するためである。マグネトロンを保護する装置である。またマグネトロンに使用されているストロンチウムフェライトは熱の上昇に応じて磁力が弱まるために、発信出力の低下を招く。そのためにマグネトロンを冷やすシステムも導入した。これにより大幅に発信出力が安定した。ラーメン用具材の卵の発泡乾燥機で 1 台 50Kw から 100Kw のレベルである。このことから 1 台で 650Kw の出力はマイクロ波殺菌機の大きさが感じ取れると思う。食品の開発というより、粘土細工によるマイクロ波加熱に適した容器形状の模索やマイクロ波デバイスの設計が主な仕事になっており、食品の開発とは異質なものであった。

米飯部は洗浄されたコメと水を入れ、カレー部は半調理のカレーソースと具材であるビーフ、野菜などが自動充填されヘッドスペースをガス置換して蓋剤で密封される。その後圧力を補正する部屋で圧力を調整後、加圧式のマイクロ波殺菌機に入る。機内では上段ではマイクロ波を照射されて温度が上がる。ホールディングエレベーターで所定の F 値を与えられる。殺菌機下部の冷蔵庫で冷却され圧力補正室で圧力を補正し、殺菌機を出る。従来のレトルト殺菌機では 1 時間以上かかるが、約半分で加熱が完了するスピード殺菌である。

また、乾熱による殺菌であったために EV-0H の湿度依存による酸素ガスバリアー性の低下が著しく少なかった。年間 1500 万食の生産を行った時期もあったが製品の商業的無菌性に関するお問い合わせや事故はなかった。

「電子レンジ食品の容器からパウチへ」

容器包装リサイクル法は 1995 年に制定され 1997 年から一部が実施された法律である。大量生産、大量消費、大量廃棄の時代から持続可能な循環型社会へ移行しようとするものであった。



図7 パウチによる電子レンジ加熱

容器包装もこれに準じて、包装材の重量を減らす（レデュース）試みが必要となった。

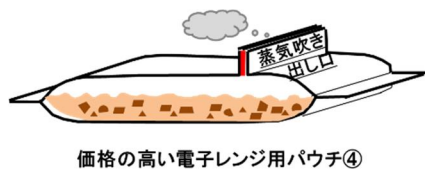
2003 年大塚食品ではお湯で温めるのではなくパウチのまま電子レンジで箱ごと温めるタイプの「楽ちん厨房」を発売した。さらに 2012 年にはボンカレーゴールドの全面電子レンジ化を果たした。



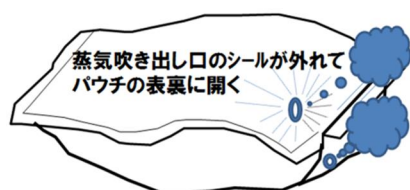
図8電子レンジ用パウチの一覧

両者はそれぞれ販売価格帯が異なっていた。商品特性・価格に応じて各社ともパウチの選定をしている。構造的に非常にシンプルな構造をしており、パウチ製造時の生産性が高く廉価版の製品には非常に適した構造と言える。

また図8に示すように ~ と様々なタイプがあるが、用途に応じて選択されているようである。構造的には が最もシンプルな構造をしている。図9は価格の高い蒸気抜きが3次元的に設置されている例 と廉価版の を比較した図である。



価格の高い電子レンジ用パウチ④

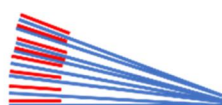


構造がシンプルで高速製袋が可能な廉価版形状②

図9 廉価版パウチと価格の高いパウチの比較
たりと合うのである。これにより、
人手がかかりにくく、充填効率も非
常に高くなる特徴がある。価格や使
用方法に応じてせんたうすることが望ましい。

「製品仕様時の安全性」

図10に示すようにパウチを充填機にセットする際の問題点を占めた、
、
のパウチは縦や横に整列して充填機にセットする際に、構造上傾いてしまう。しかし
のパウチは数千枚重ねても左右の高さがぴつ



①、③、④のパウチを重ねた状態

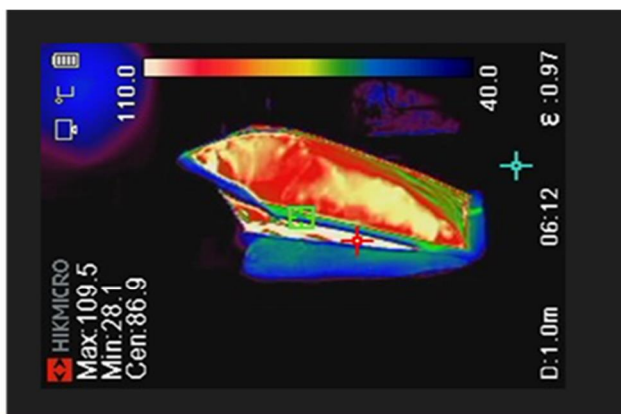
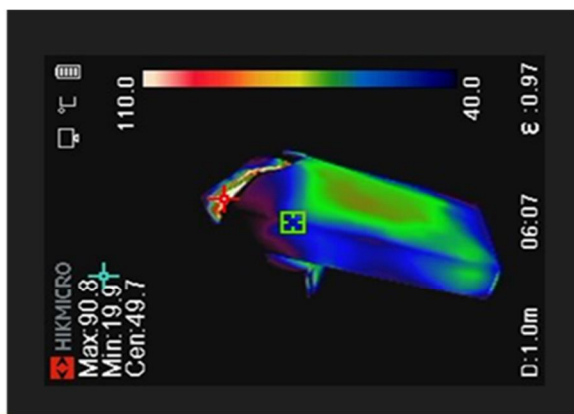


②のパウチを重ねておいた図

縦隠置きマガジンにはセットしづらい。
横置きタイプが適するが、頻繁にセッ
トする必要がある

縦隠置きマガジンセット可能
数千枚セットできる。

図10 ①、③、④のパウチを重ねておいた場合と②を重ねておいた場合



パウチ表面は95℃ぐらいに温度が上がっている。素手で持つことは危険である。
箱に入れることで、表面温度50～60℃なので電子レンジの取り出し時には安全に取り出すことができる。

Panasonic NE-FS300 500W1分40秒加熱後のHIKMICRO Bによる熱画像 小林技術士事務所
図11 電子レンジ用のカレーを箱に入れて加熱した場合と、しなかった場合の熱画像

電子レンジ食品は製品の表面温度が非常に高くなるという事を忘れてはならない。パウチだけで加熱すると表面温度が95℃を超えて来る。ソース部は粘性があるので、100℃を超えるものも出てくると思われる。図7のように中箱に入れて加熱を行うことは製品の表面温度を下げ、消費者がハンドリングする際の安全性が向上できると考えている。食品の場合、お子様からお年寄りまで幅広い年齢層をターゲットにするのでこの点の安全性は十分に考えておかなければならない。

食品においても FMEA (故障モード影響解析) の考え方を取り入れる会社も出てきている。製品に潜

むリスクを事前に予測・分析・評価し、対策を講じる管理手法である。問題点の設定が曖昧過ぎるとの議論もあるが、問題点をあいまいに科学して問題点を抽出する方法は食品開発において立派に成り立つのではないかと思う。電子レンジ食品等の危険の可能性があるもの等は、この考え方の導入が望ましい。より安全な電子レンジ食品の開発が進むことを信じてまとめとしたい。

*1 中村 恵子 日本「電子レンジ加熱における試料の温度及び吸収エネルギーに及ぼす塩化ナトリウム添加の影響」家政学会誌 Vol. 54 No.5 351 ~ 356(2003)

2 電子レンジ加熱中のレトルトパウチ損傷の調査 稲田有美子 , 高橋 英史* 東洋食品研究所 研究報告書, 27, 41 - 46 (2009)

2024年2月度研究懇話会での講演

炭素の旅：ペットから生まれるダイヤモンド薄膜の物語
 ~ペットボトルの品質保護から、ペットの遺骨メモリアルダイヤモンドの開発まで~

白倉 昌
 白倉技術士事務所

1. はじめに

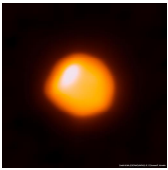
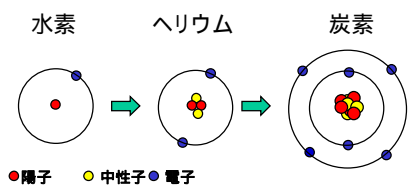
1974年にビール会社に入社し、1980年代には新しいビール容器の開発にかかわるようになった。従来のガラスびんや金属缶から、プラスチックボトルの時代が始まると、それ以来、飲料会社、研究機関、新事業などで常に炭素が仕事に関わるようになった。そこでこれまでの炭素をめぐる私の旅について紹介したい。

2. 炭素の世界

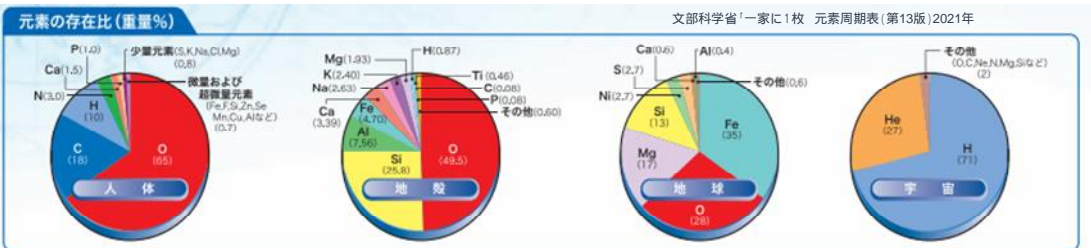
数ある元素の中でも炭素は極めてユニークな性質を有しており、また我々人類にとってもっとも重要な役割を担っている。炭素の起源は、138億年前のビッグバン直後の原子核反応での水素、ヘリウム、リチウム等の軽元素の合成に続き、軽元素をもとに数億年後には第一世代の星が誕生し、そのなかで主としてトリプルアルファ反応と呼ばれるヘリウム4の原子核（アルファ粒子）が3個結合して炭素12が合成される反応とそれに続く恒星内部の核融合反応によって鉄に至る元素が生成し、超新星爆発とその後の何世代もの星内部での合成を経て、重元素に至る自然界の元素が作られた。現在宇宙における炭素の存在比は重量比では酸素に次いで4番目であるが、いまだ宇宙初期の水素、ヘリウムが全宇宙の98%を占めている。炭素は、4本の結合の手があり、自然界、人間界で数千万種の化合物を作っている。地殻中の炭素はわずか0.08%であるが、生命活動は炭素循環によって成立していることから、例えば人体における元素比は、酸素に続いて18%を占めている。

1. 炭素の世界

1. 炭素の起源とそのユニークさ
 炭素は星のなかで水素、ヘリウム、炭素の反応で作られる宇宙で4番目に多い元素



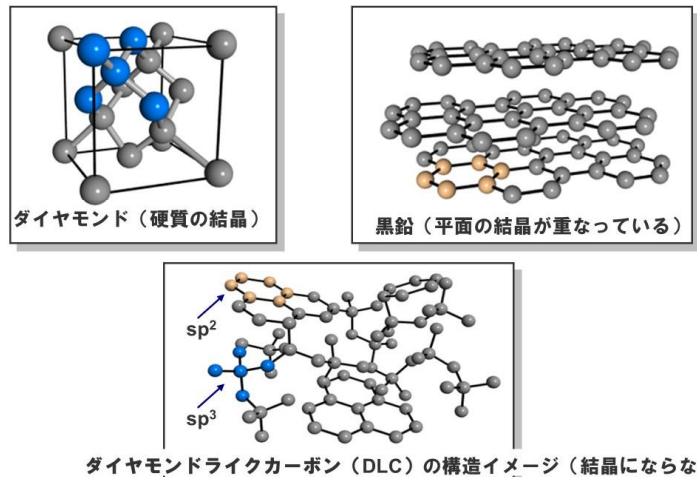
ベテルギウス
 ALMA (ESO/NAOJ/NRAO) / E. O’Gorman/P. Kervella
 文部科学省「一家に1枚 元素周期表(第13版)2021年



1. 炭素は、4本の結合の手があり、自然界、人間界で数千万種の化合物を作っている。
 (生物、食料、木材、薬品、石炭、石油、天然ガス、プラスチック、黒鉛、ダイヤモンド)

炭素単体の構造として、よく知られているものはダイヤモンド、グラファイト（黒鉛）の結晶構造と、不定形の不定形炭素（すす）であるが、ほかにも多くの結晶構造をもつナノカーボン（グラフェン、フラーレン）や、長周期での規則性を有した非晶質の構造（ダイヤモンドライクカーボン：DLC）などがある。

炭素単体の3形態



3. ピール会社における高ガスバリア性ペットボトルの開発

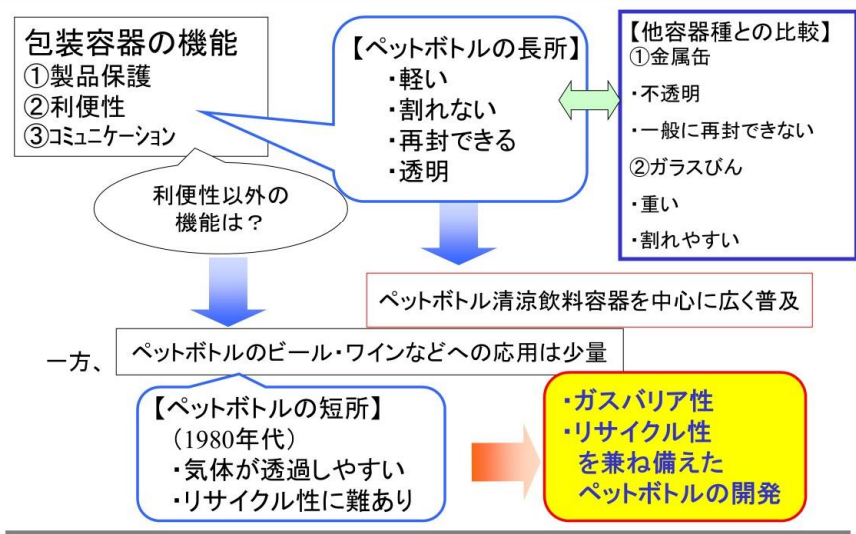
1980年代に日本においてPETボトル入り飲料の普及が始まった。

ペットボトルは軽量で割れにくく、透明で中身が見え、リキャップできるといったガラスびんや缶にないメリットがあり一気に普及が進んだが、微量に酸素、二酸化炭素などの気体を透過するため、ビールやワイン等の酸素に敏感な中味やガス入り飲料には不利であった。そこで種々検討の結果、ペットボトルの内面に極薄いDLCの層を設けるとガスを通しにくくなることがわかり、ボトル内面に、炭化水素ガスを低圧で導入し、高周波でプラズマ化して内面にDLC膜をコーティングすること成功した。

DLCコーティングは、ボトル内面に20 - 50 nm程度の厚みで成膜され、その結果、ペットボトルの酸素透過率、炭酸ガス透過率は1/5 ~ 1/10程度に低減される。

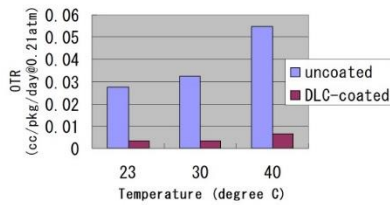
高速でDLCを成膜できるロータリー式成膜装置が開発され、2004年には量産が開始され、図に示すようにいろいろな飲料や調味料用のペットボトルに成膜され、これまでに国内で10億本以上が生産されるようになった。

飲料容器の機能について

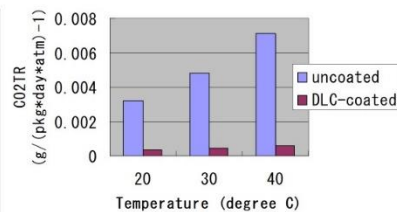


ガスバリア性(酸素、炭酸ガス)

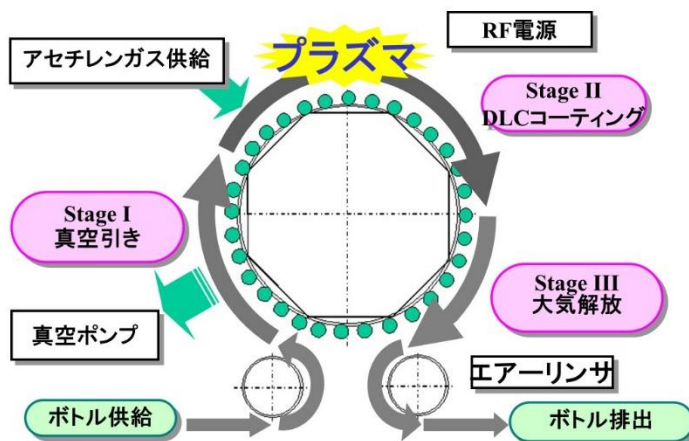
酸素透過率(0.5Lボトル)



炭酸ガス透過率(0.5Lボトル)



ロータリー式成膜プロセス



三菱重工業社のパンフレットより引用

応用製品技術

PETボトル: ビール ワイン 日本酒 ホット販売茶、焼き肉のたれ コーラ 微炭酸飲料



2004年のDLCボトル発売以来これまで10億本を生産

4. 低炭素社会に向けた社会システム実証モデル事業での取り組み

ペットボトルへの DLC 成膜技術を活用し、ペットボトルの内面にボトルの再利用時の洗浄に耐える強固な DLC 膜を成膜し、飲料用ペットボトルを回収して再利用するリユースシステムを構築するプロジェクトを立ち上げた。リユースによってプラスチック使用量を削減し最終的に二酸化炭素発生量を削減させることを目的とし、経済産業省の公募事業に採択されて、ペットボトルのリユースシステムの実証事業を行った。

この事業は神奈川県の研究所（神奈川科学技術アカデミー、現神奈川県立産業技術総合研究所）に所属時に行った。2009年時点において、低炭素のためにプラスチック製品の回収再利用を目指す試みは相当に新しい試みであり、最近のプラスチック使用量削減の試みの先鞭をつけるものであったが、当時は業界からの抵抗も大きく、実証事業の結果は希望が持てるものであったが、残念ながら実際の社会実装には至らなかった。

リユース性の実証実験では、ペットボトル内面にきわめて密着性のよい DLC 被膜を、成膜条件をいろいろと検討してコーティングし、ペットボトル回収時のアルカリ性洗浄液においても DLC 膜の剥離が生じないようにした。

続いて社会実証実験として、神奈川県職員の協力を得て、DLC 被覆ペットボトルに水を充填し、輸送、保管後、試飲評価し、その後洗浄し、水を再充填することを 15 回繰り返し、異臭等の評価を行った。同時に、代理汚染物質として、トルエン、トリクロロエタン溶液を充填し、保管後に洗浄して汚染物質の残存量を調べた。

その結果、汚染物をいれて洗浄後に水をいれての溶出試験では、通常ペットボトルは明らかに吸着した物質の

(平成21年度 低炭素社会に向けた技術開発-社会システム実証モデル事業)

3-1. 新表面改質法による飲料用プラスチック量の削減および低摩擦・低損失自動車部品開発

事業の概要: 大気圧プラズマ化学蒸着法により、炭化水素系ガスからダイヤモンドライクカーボン薄膜を均一かつ安価にペットボトル内側および自動車部品に被覆し、プラスチック使用量を削減および燃費を向上させ、最終的に二酸化炭素発生量を削減させる。容器のリユース試験および自動車部品の摩擦試験を実施し、「ペットボトルのリユースシステム」および「自動車の燃費向上」を達成する。

● 管理人
学校法人慶應義塾
● 主な実施地域
< 研究開発 > 神奈川県横浜
< 実証 > 神奈川県横浜市

新表面改質法
プラズマCVD技術によるダイヤモンドライクカーボン膜コーティング技術

DLC被覆ペットボトルの利点

1. 品質を長期間保持
2. 汚れ、においの吸着を防ぐ
3. 洗浄によって安全・衛生に再使用しやすい。
4. 廃棄時もペットボトルとしてリサイクルできる。

リユース性実証試験

低炭素社会の実現へ

・ペットボトルのリユースシステムの確立

・自動車の燃費向上

ペットボトルの環境対応: 目的

ペットボトルのリユース化は、
ペット樹脂使用量の削減により温室効果ガス発生量の低減ができる。

日本における現状:
回収・洗浄をして再利用する「リユース」は実施されていない

リユースへの取り組みの理由:

- ① 将来の石油資源の枯渇、高騰に備える
- ② 地域に密着した流通とリユースのための市民ネットワーク構築
―― 企業の論理から脱却して、環境負荷の少ない社会システムを目指す
- ③ 軽量化した容器はもちにくい

リユースに適したガラス瓶のようなペットボトルは作れないか

課題

ペット表面にダイヤモンドライクカーボン(非晶質炭素。以下「DLC」)を被覆し、リユースに適した(臭い吸着防止性が高く、繰り返し使用に耐え得る) DLC被覆ペットボトルを試作し、リユース適性を検証する

移行量が高く、官能検査でも臭いが検知されたが、DLC改良ボトルでは、吸着物質の移行量は通常ペットボトルに比べて、10分の1以下であり、官能検査でも臭いが検知されなかった。

とくに代理汚染物質の樹脂への吸着量（洗浄後）は、通常ペットボトルに比べて1/20以下であった。

この結果を踏まえ、ペットボトル入り飲料を近郊50kmの範囲で回収、洗浄、再使用のサイクルを15回繰り返した場合の2酸化炭素発生量を計算したところ、ワンウェイボトルでは、一回当たり、0.216kg生成するが、リユースボトルでは一回当たり、0.1kgの生成に抑制できることが分かった。

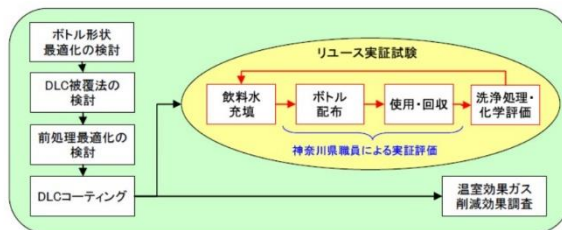
この結果をもとに、沖縄県宮古島市において、泡盛ボトルのリユースPETボトル化のプロジェクトを進めたが、なかなかコンセンサスが得られずペンディングになった。

リユース方法



リユースによって環境負荷の低減(温室効果ガスの削減)と廃棄物の排出抑制が期待される。

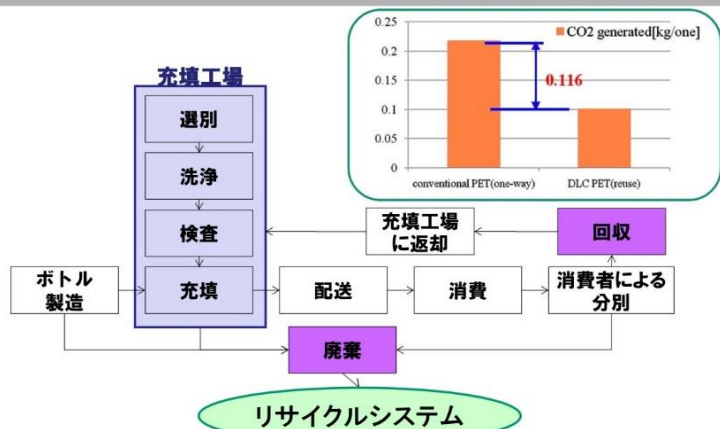
リユース実証試験



洗浄条件
アルカリ洗浄 (pH10.5)
55℃、10分間
中性洗浄
55℃、10分間



ペットボトル使用1回当たりのCO2発生量の比較



5. ダイヤモンド薄膜合成技術を応用してメモリアル商品を開発

DLCに関する研究のかたわら 慶應大学理工学部機械工学科鈴木哲也研究室の共同研究員として、気相合成（CVD）法でのダイヤモンド合成の研究を進めてきた。

ダイヤモンドは、地殻中の高温高压状態の条件下で生成し、火山岩の噴出によって地上に運搬されて採掘され、現在では、オーストラリア、ボツワナ、ロシア、南アフリカが天然ダイヤモンドの約85%を産出している。人工ダイヤモンド合成は、1955年のGEによる高温高压合成法の発明に始まり、1982年には日本の無機材質研究所により、熱フィラメントCVD法による気相合成、ついで1983年にマイクロ波プラズマCVD法が開発され、その後米国、ロシアで開発が進み、合成ダイヤモンドは工業利用を中心に天然ダイヤモンドをはるかにしのぐ生産量となっている。

近年では高温高压法ダイヤモンドを中心にラボグロウンダイヤモンドとして、天然ダイヤモンドと全く変わらないグレードが製造できるようになり、欧米では天然と変わらぬ宝飾品として市場で扱われるようになり、ダイヤモンド市場において価格の大きな変動要因となっている。

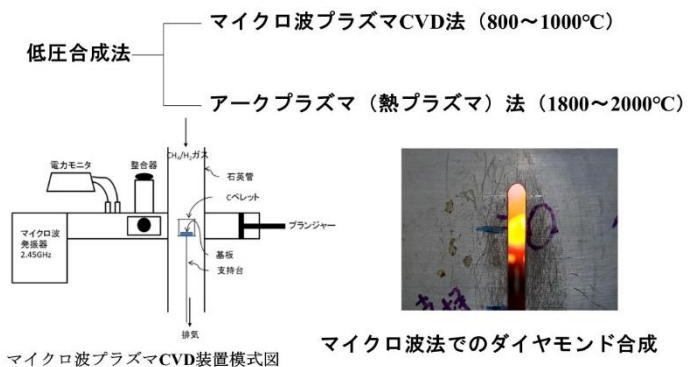
工業面では、人工ダイヤモンドは主役を演じているが、装飾品としての人工ダイヤモンドはこれからますます拡大して方向であり、その品質も天然ダイヤモンドと全く遜色がないとされている。しかし人工ダイヤモンドも宝石として数カラットまで結晶成長させるためには数か月以上を要し、その製造コストはかなり高くなる。

そこで気相合成技術を利用し、サファイア等の宝石上にダイヤモンド薄膜をコーティングする技術を開発し、ダイヤモンドの原料として、気相合成におけるメタン等の炭化水素の代わりに固体炭素を使用する技術を開発した。固体の炭素から気相合成でダイヤモンドを合成するためには、固体炭素を一回炭化水素にするか、固体炭素を水素プラズマ中で活性炭化水素として基板上に移動させてダイヤモンド合成する化学輸送法を利用する。数年の研究の結果、固体炭素からダイヤモンド薄膜を安定的にコーティングする方法を開発でき、「ダイヤモンドボール技術」として商標登録した。商品展開として、犬や猫などのペットの遺骨から炭素を抽出し、その炭素をサファイアやルビーの表面にダイヤモンド薄膜をコーティングしたメモリアル商品を開発した。

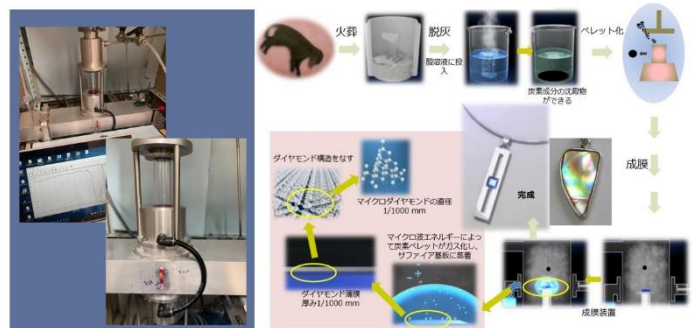
人工ダイヤモンド合成の歴史

- 1797年: イギリスの科学者テナントが、ダイヤモンドは炭素の1つの型であり、黒鉛とは構造が異なることを発見。
- 1955年: 高温高压合成による人工ダイヤモンド (GE社)
- 1982年: ダイヤモンドの低压合成 (無機材質研究所) 熱フィラメントCVD法を用いた実験
- 1983年: マイクロ波プラズマCVD法による低压合成 (無機材質研究所)
- 1986年: 燃焼炎を用いたダイヤモンド合成 (日本工業大学)
- 1987年: アークプラズマ (熱プラズマ) を用いたダイヤモンド合成 (無機材質研究所等)

低压合成による人工ダイヤモンド



遺骨に含まれる炭素からのダイヤモンド薄膜作成プロセス



現在、商品名「ABBY」として商標登録し、ペットの遺骨からのメモリダイヤモンド商品（アミュレット、ネックレス）としてネットに販売を開始した。なお今後、赤ちゃんの毛、ヒト遺骨など商品展開を進める予定である。

まだまだ個人事業ではあるが、今後大きく発展する可能性にかけている。ダイヤモンドメモリアル品にご興味の方は下記ウェブサイトを参照されたい。

<https://all-tech.co.jp/>



33

以上

日本包装コンサルタント協会
2024年6月度研究懇話会

段ボール包装の現状

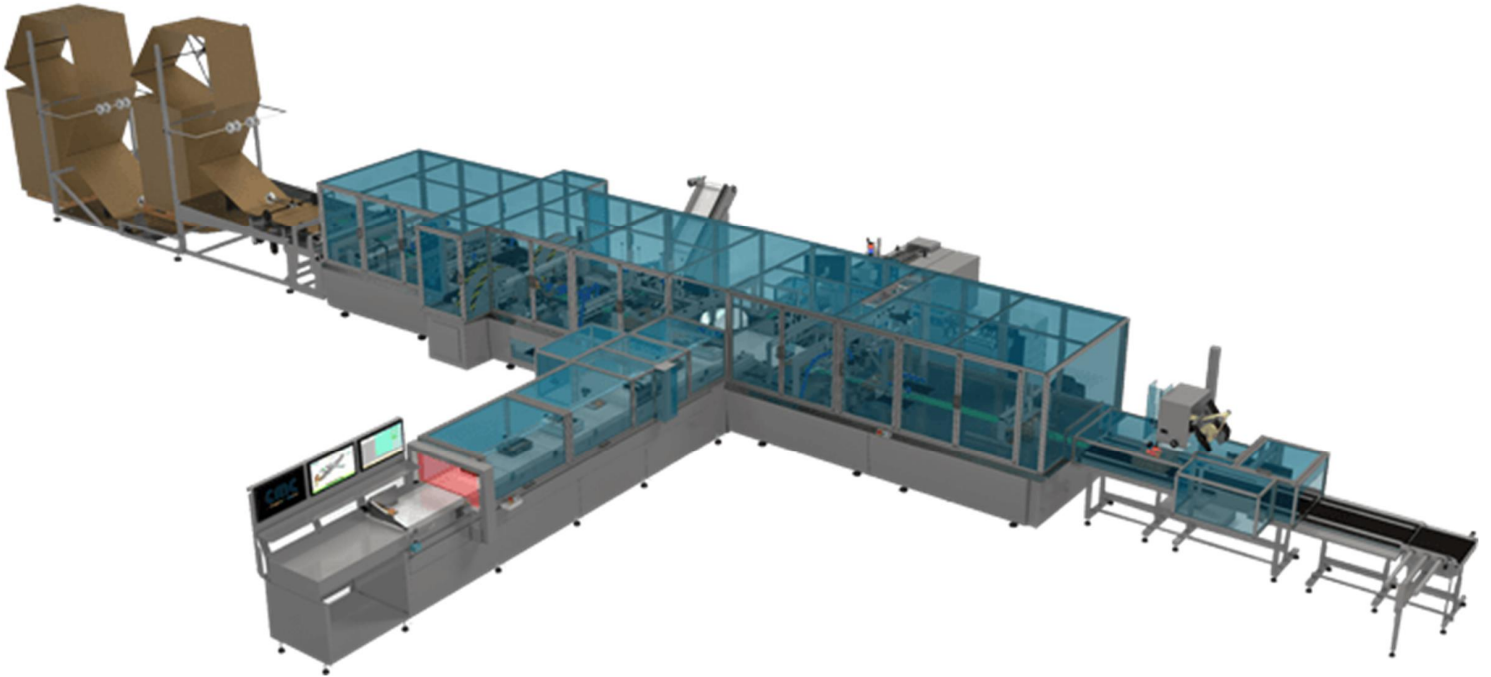
2024年6月14日
井上包装管理士事務所
井上伸也

段ボール包装の今

- サイズ可変対応包装機
連続段ボール + 製作機 (CAD/CAMなど)
「らくだん(王子)」
「PATADAN(タナックス)」
- 段ボール緩衝材・・・ 積層、立体構造、
- 生産量過去最高

2022年146億 m^2
- 21 -

らくだん(王子)



出所:王子HP

3

らくだん(王子)

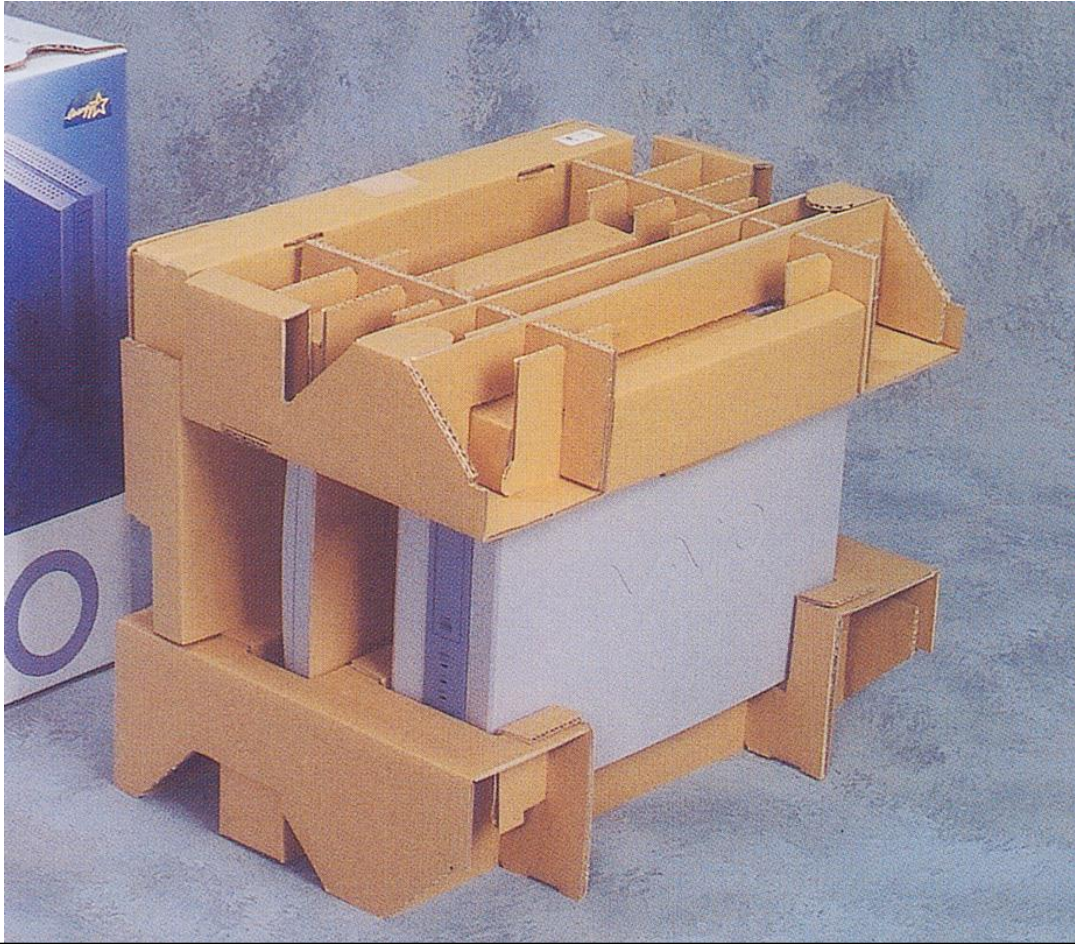


出所:王子HP



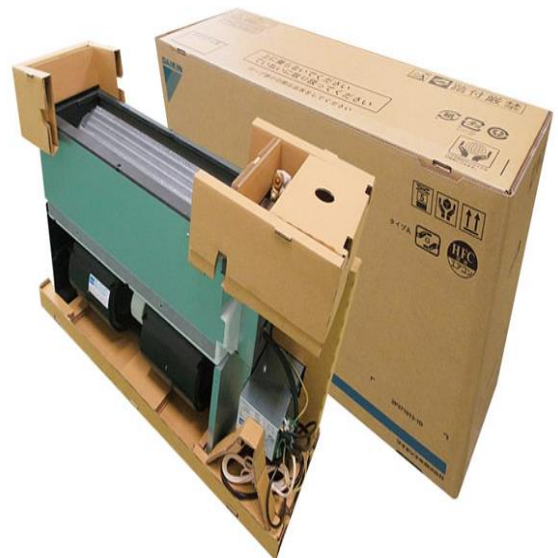
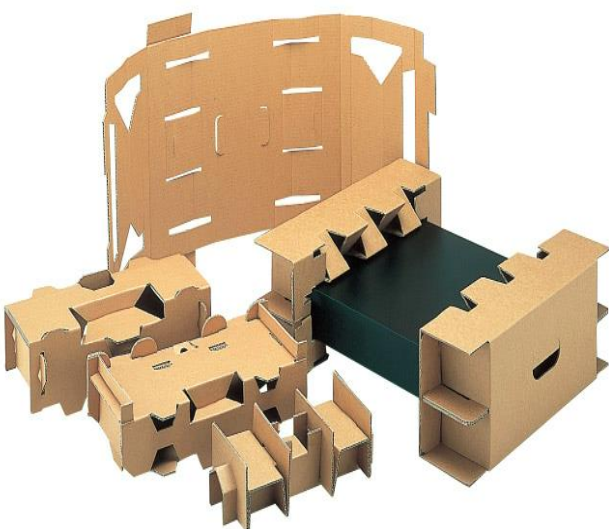
4

段ボールによる緩衝技法



5

段ボールによる緩衝技法

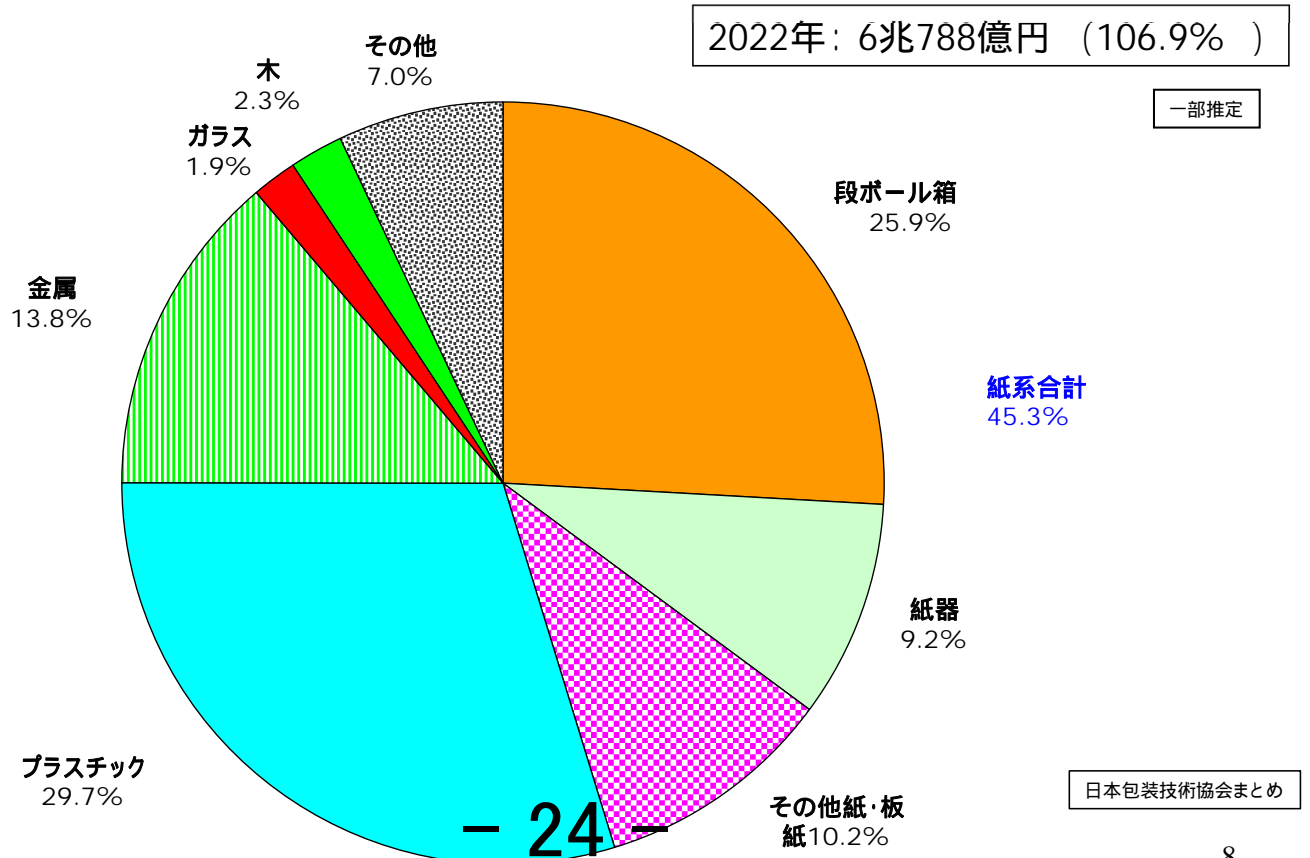


段ボール包装の現状

1. 日本の包装産業規模と段ボールの市場
2. 段ボール・段ボール箱の造り方
品質向上・安定のための進化

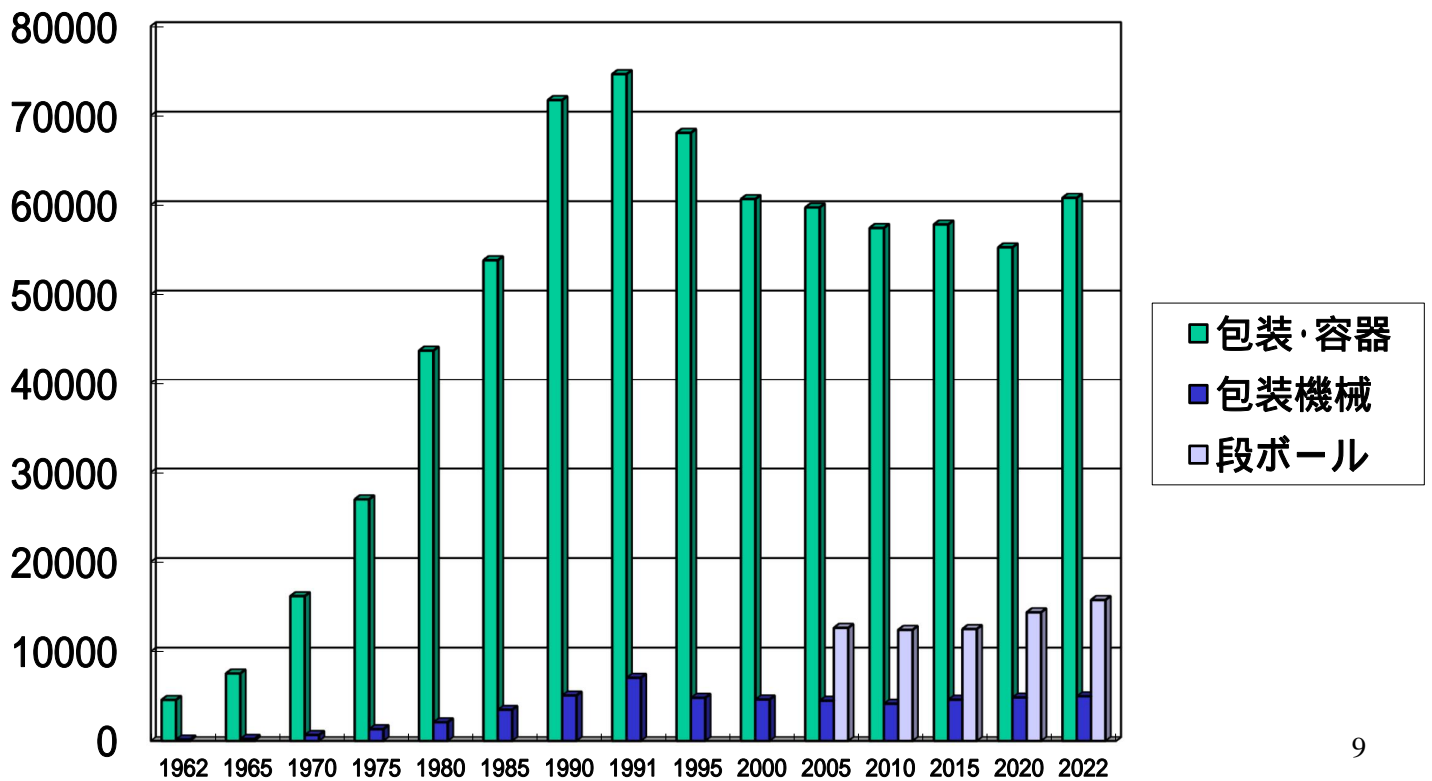
7

日本の包装資材・容器出荷金額比率



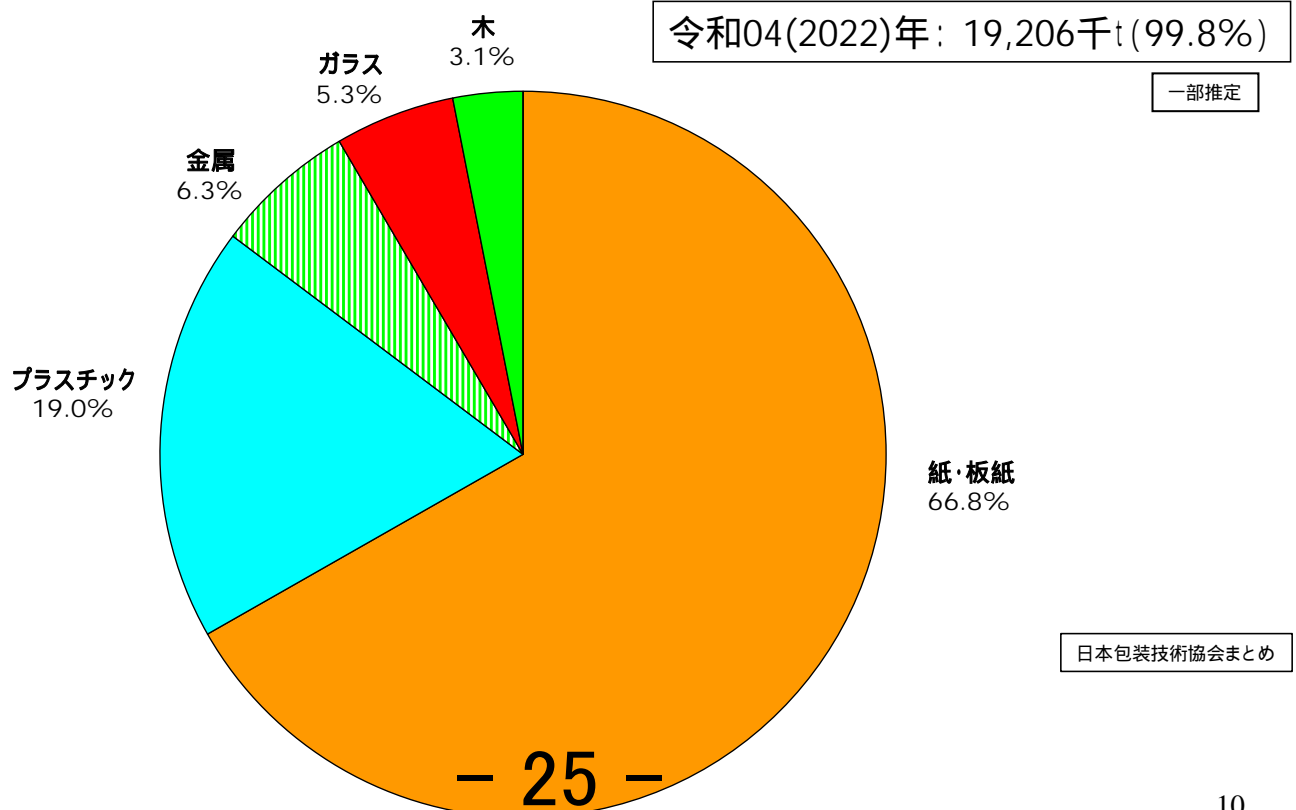
8

包装産業規模の推移 (金額)



9

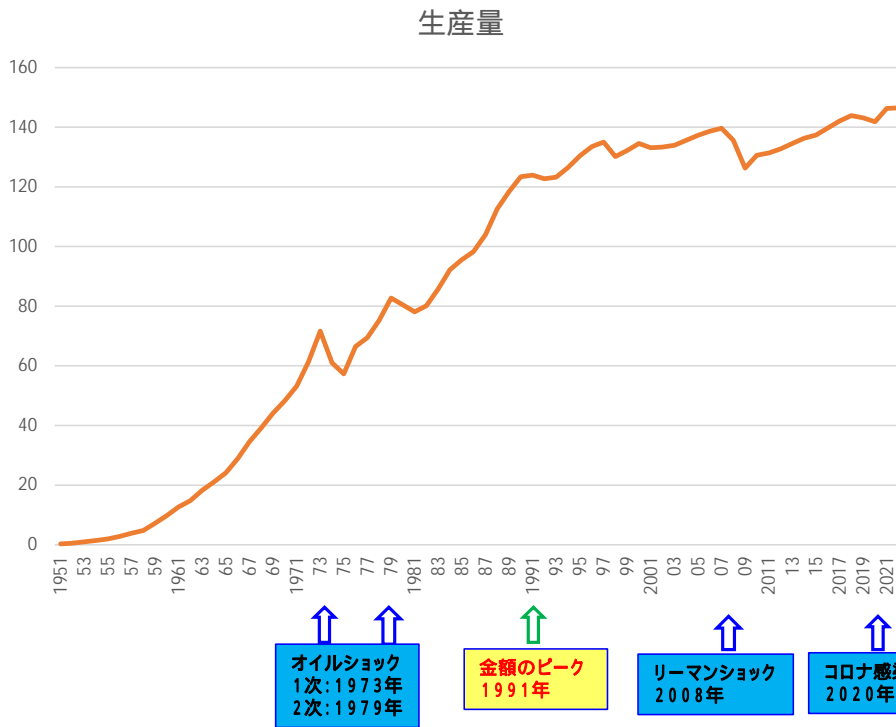
日本の包装資材・容器出荷数量比率



10

日本の段ボール生産量推移

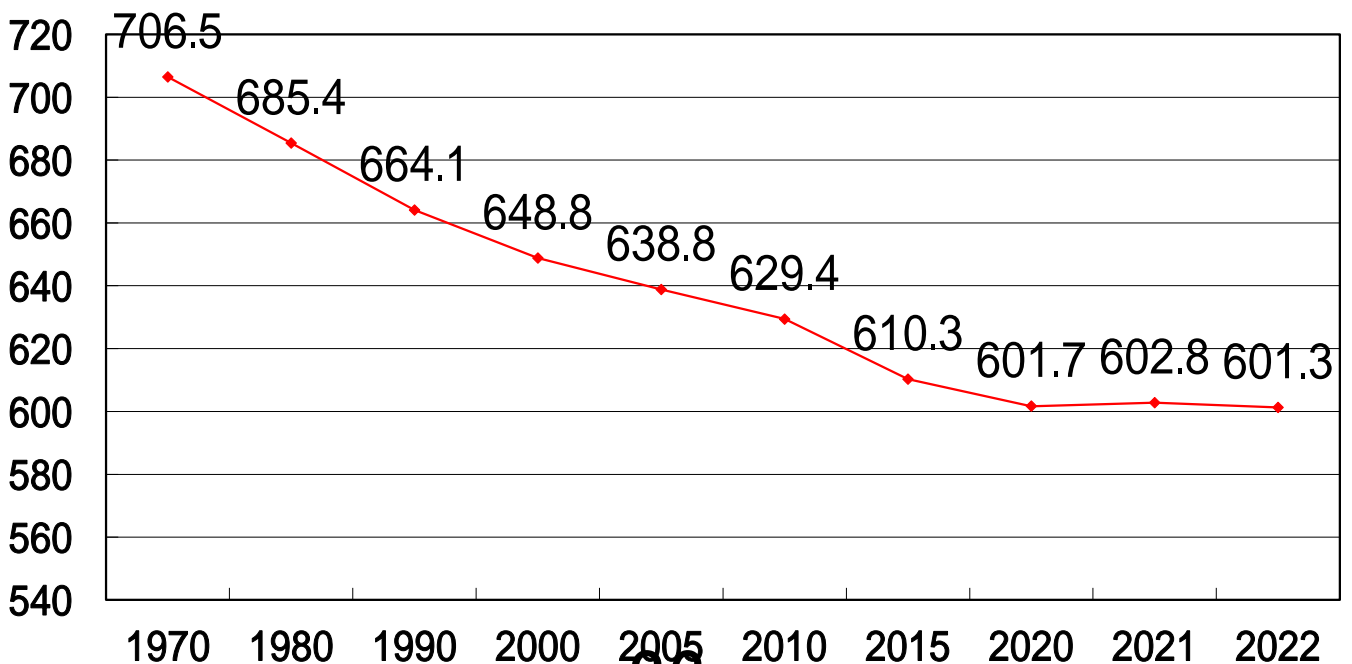
全国段ボール工業組合連合会まとめ



年	生産量 (百万㎡)	
1951	29	1
1956	282	10
1961	1,267	44
1966	2,889	100
1971	5,315	183
1976	6,649	229
1981	7,804	269
1986	9,829	339
1991	12,396	427
1996	13,353	460
2001	13,313	459
2006	13,863	478
2011	13,141	453
2016	13,975	482
2017	14,207	490
2018	14,394	496
2019	14,318	493
2020	14,187	489
2021	14,633	505
2022	14,648	505

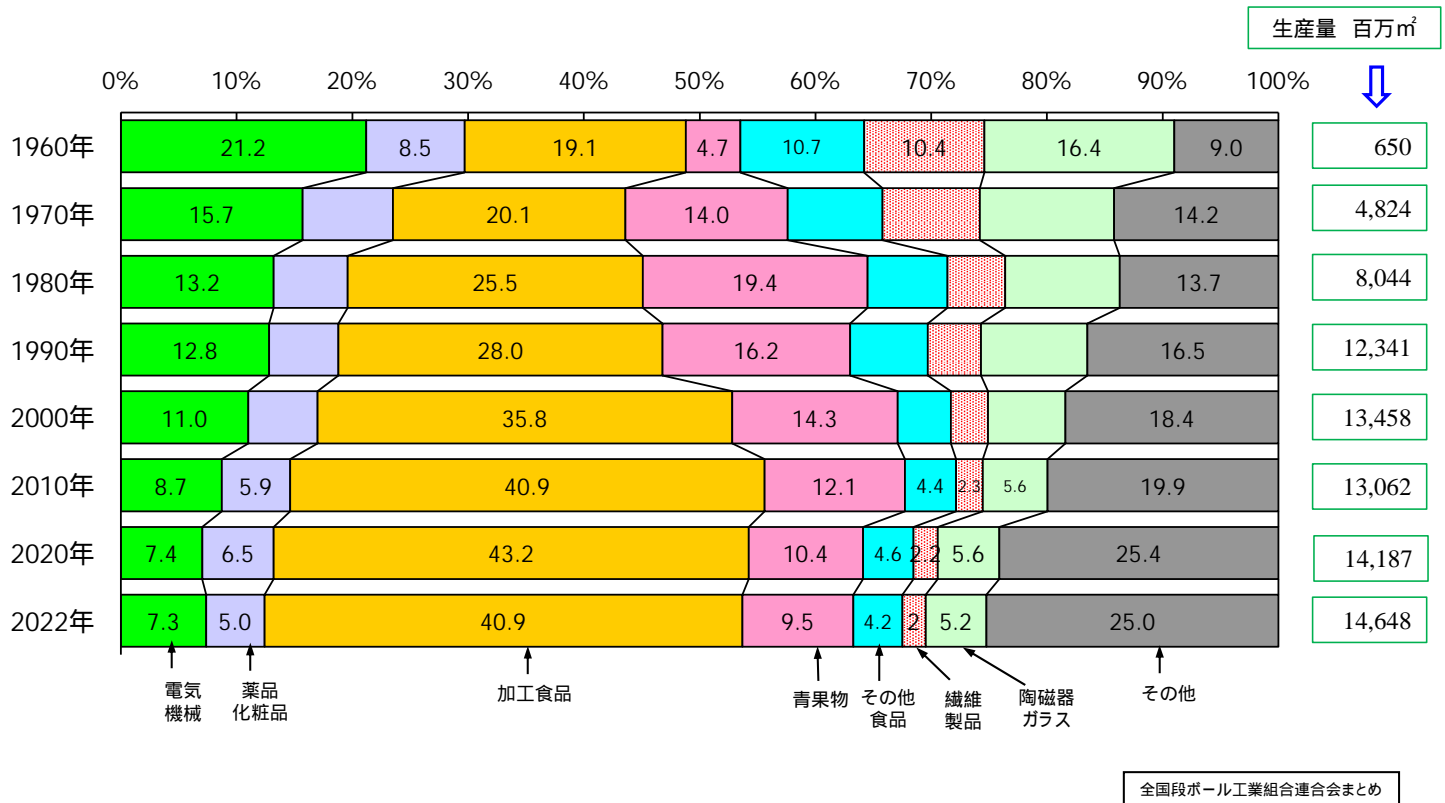
段ボールの質量(坪量)推移

◆坪量g/m²

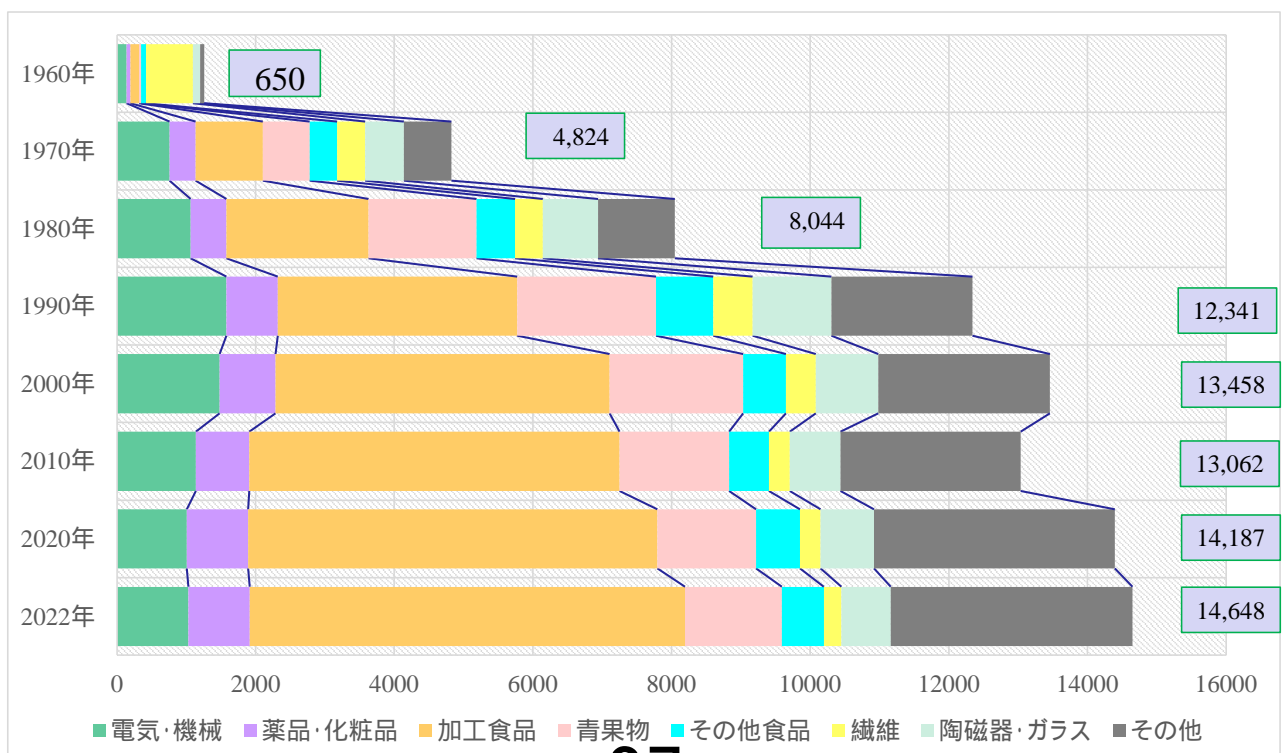


全国段ボール工業組合連合会まとめ

日本の段ボール需要部門別製函投入量推移



日本の段ボール需要部門別製函投入量推移



段ボール包装の魅力

再生資源としてリサイクルが容易

調達が容易(納期・価格)

軽くて扱いやすい 安全で安心な包装

種類が多く適切な選択が可能

加工が容易 新しい段ボール素材 & 形

きれいな印刷表示・情報伝達が可能

15

段ボールの5つの特徴

- ガードマン
- メッセンジャー
- セールスマン
- ポーター
- オーダーメイド

段ボール・段ボール箱

1. 日本の包装産業規模と段ボールの市場
2. 段ボール・段ボール箱の造り方
品質の向上と安定のための進化

17

段ボール原紙



- 29 -

18

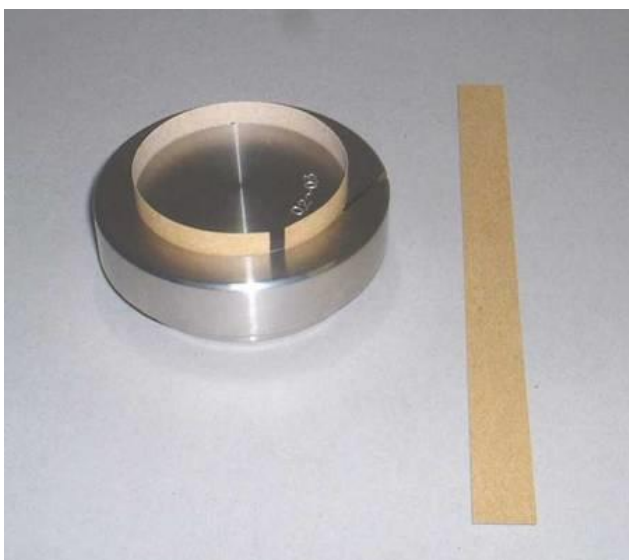
段ボール原紙の呼称

ライナ		中しん	
J I S	通称	J I S	通称
L A 級	K ・ K '	M A 級	強化中しん
L B 級	K " ・ J K	M B 級	特に無い (S C P)
L C 級	C	M C 級	

19

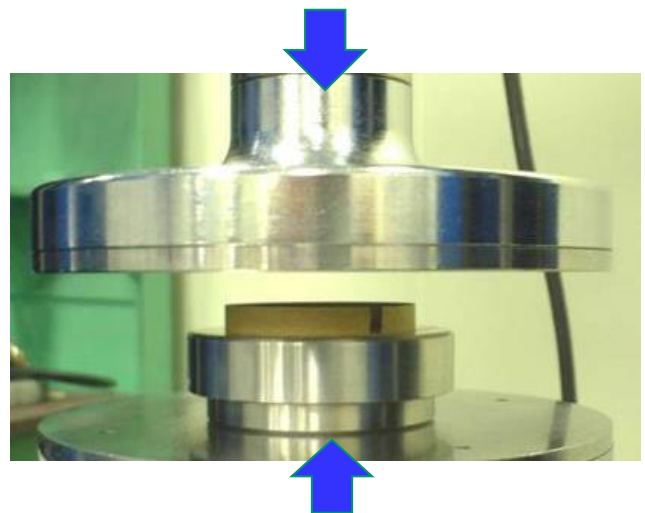
段ボール原紙

主な物性



試験片: **152.4** × 12.7 mm ⇐ (6 × 1/2 in)

■ 圧縮強さ 単位: kN



* ISO圧縮強さ(kN/m) = 圧縮強さ(N) ÷ 試験片の長さ(0.1524m) ÷ 1000

ライナ JIS P 3902:2011

種 類		性 能			
級	表示坪量 g/m ²	坪量許容 差 %	ISO圧縮強さ (横) kN/m	破裂強さ kPa	水分 %
LA	170	±3	1.56 以上	493 以上	8.0 + 1.0 - 1.5 (リール巻き取り時)
	180		1.77 以上	522 以上	
	210		2.14 以上	588 以上	
	220		2.31 以上	616 以上	
	280		3.31 以上	756 以上	
LB	170		1.51 以上	442 以上	
	180		1.59 以上	468 以上	
	210		2.07 以上	525 以上	
	220		2.17 以上	550 以上	
	280		3.03 以上	672 以上	
LC	160	1.21 以上	288 以上		
	170	1.29 以上	306 以上		

* ISO圧縮強さ(kN/m) = 圧縮強さ(N)/試験片の長さ(0.1524m)/1000

21

段ボール原紙 / 初期JIS値

ライナー / P3902-1963

種類	坪量 g/m ²	坪量 許容差 %	破裂強さ kg/cm ²	破裂強さ 許容差 %	(参考) 比破裂度	水分 %
A級	180	±5	6.3以上	±5	3.50	8.0%以下
	200		7.0以上			
	240		8.0以上			
	280		9.8以上			
	320		11.2以上			
	360		12.6以上			
B級	240	±5	7.4以上	±5	3.10	
	320		9.9以上			
	360		11.2以上			
C級	200	±5	4.5以上	±5	2.25	
	240		5.4以上			
	320		7.2以上			

中しん原紙 JIS P 3904:2011

種 類		性 能			
級	表示坪量 g/m ²	坪量許容 差 %	ISO圧縮強さ (横) kN/m	引張強さ (縦) kN/m	水分 %
MA	180	± 3	2.01 以上	9.0 以上	8.0 ± 1.5 (リール巻き取り時)
	200		2.43 以上	10.0 以上	
MB	120		0.91 以上	4.8 以上	
	125		0.94 以上	5.0 以上	
	160		1.42 以上	6.4 以上	
	180		1.59 以上	7.2 以上	
	200		1.97 以上	8.0 以上	
MC	115		0.72 以上	3.5 以上	
	120		0.75 以上	3.6 以上	
	160		1.21 以上	4.8 以上	

* ISO圧縮強さ(kN/m) = 圧縮強さ(N)/試験片の長さ(0.1524m)/1000

23

段ボール中しん / 初期JIS値

黄中しん / P3903-1963

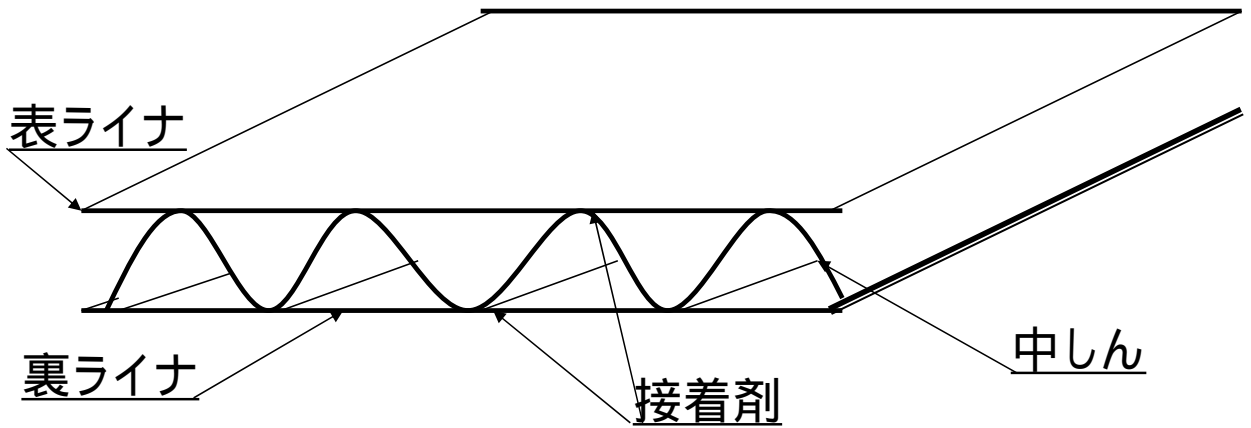
厚さ	裂断長 (縦)	水分
mm	km	%
0.32以下	2.5以上	9 ± 1

セミ中しん / P3904-1963

種類	表示坪量	坪量の 許容差	破裂強さ	厚さ	裂断長 (縦)	水分
	g/m ²	%	kg/cm ²	mm	km	%
1号	130	± 5	2.34以上	0.20 ~ 0.30	4.0以上	9 ± 1
2号	140		2.52以上			
3号	150		2.70以上			

段ボール

- 両面段ボール



25

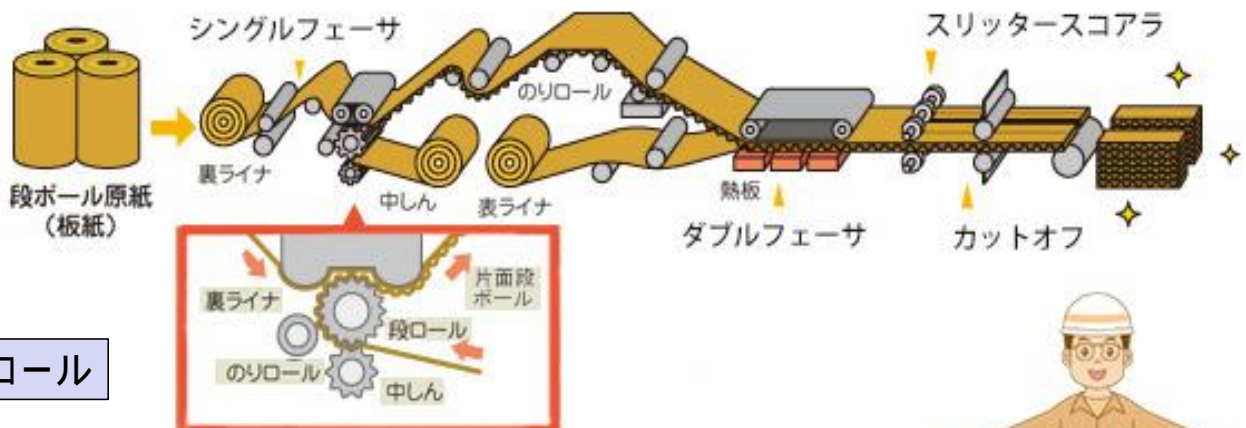
貼合工程(コルゲータ)

出典:全段連HP

流れる方向

原紙

段ボール



段ロール



シングルフェーサ



段 (フルート)

段の種類	記号	段数 / 30cm	段の高さ
A 段	A F	34 ± 2	約 4.6mm
B 段	B F	50 ± 2	約 2.6mm
C 段	C F	40 ± 2	約 3.6mm
E 段	E F	93 ± 5	約 1.1mm
G 段	G F	160 ± 15	約 0.5mm

C 段の動向 / 2005 年後半から 2006 年にかけて段ボール各社で設備導入が進んだ。

27

段ボール 厚み & 段山数

呼称	概略厚み	段山数 / 30cm
AAA	15mm	
AA	10mm	
オ二段	10.5mm	
BA	8mm	
BC	7mm	
H or K or L	7mm	24
A	5mm	34
C	4mm	40
B	3mm	50
or 5号段	2mm	60
E	1.5mm	90
F	1mm	125
G・N	1mm >	155 ~ 255

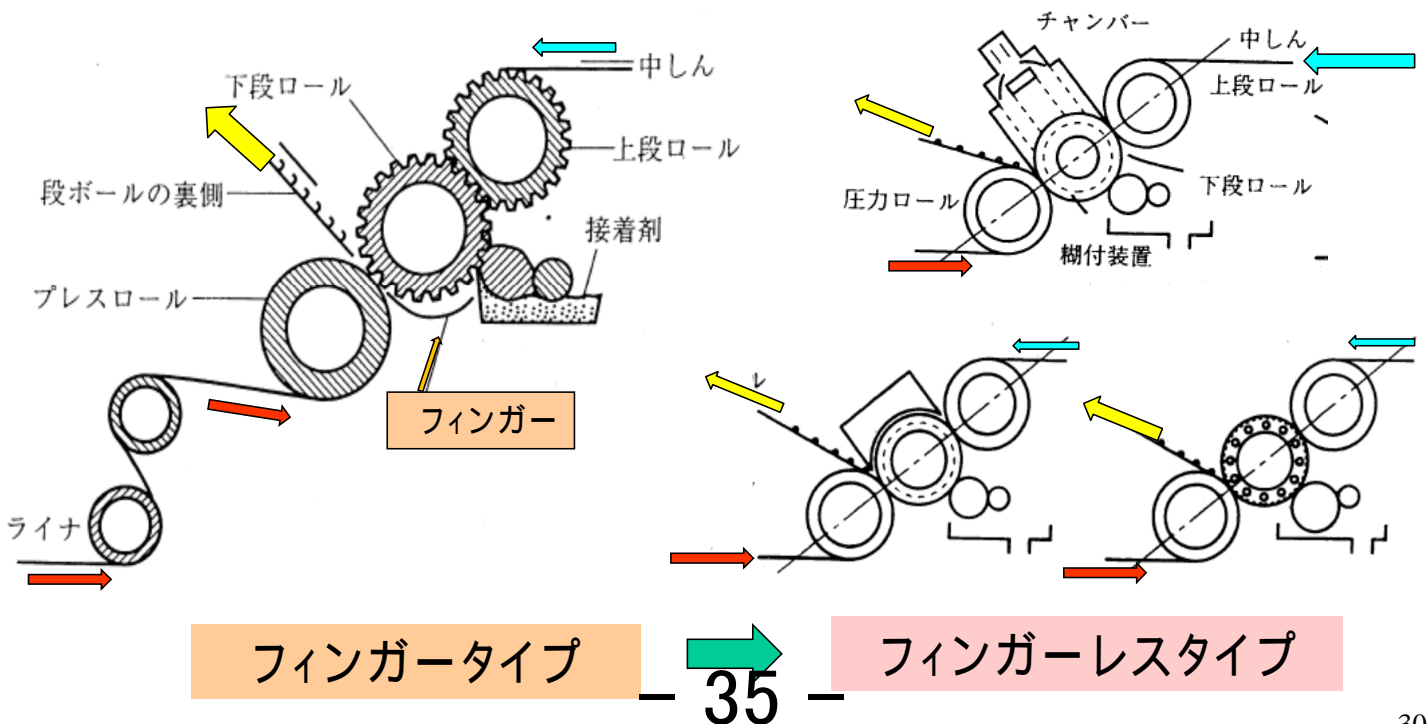
段ボール品質安定

シングルフェサの進化

- フィンガータイプ
フィンガレスタイプ
- プレスロールタイプ
ベルトプレスタイプ

29

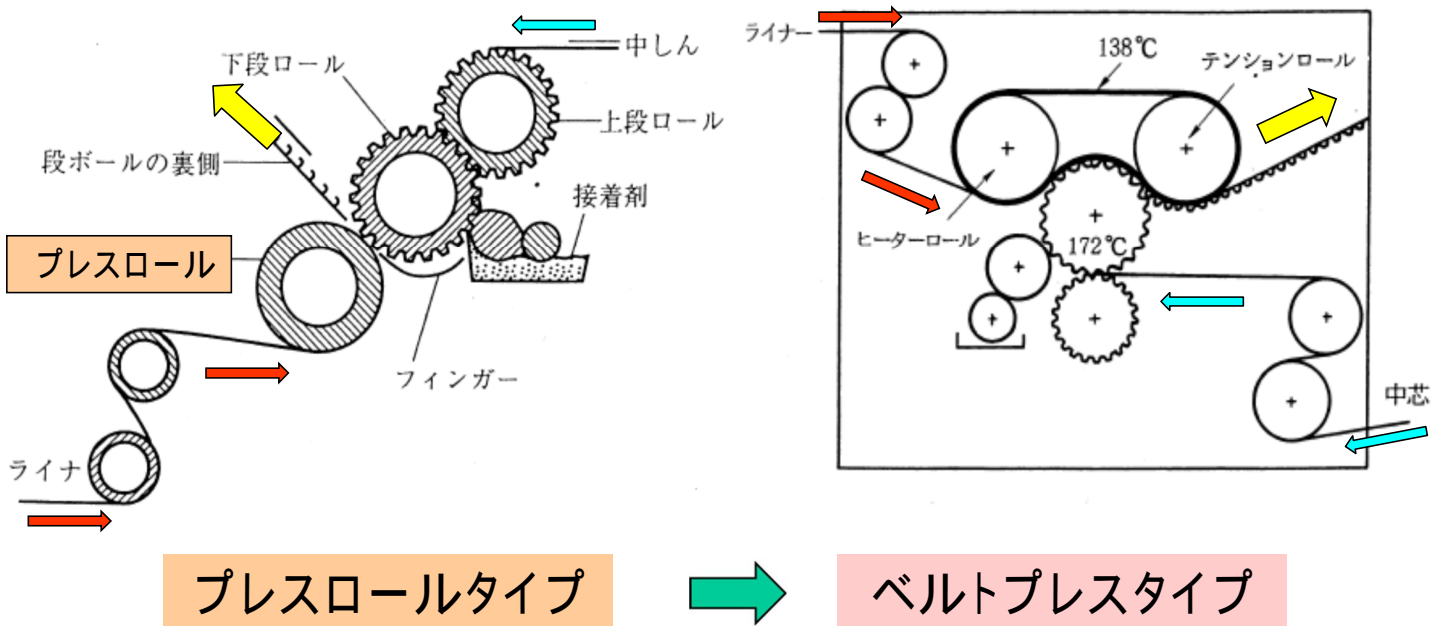
シングルフェサ



35

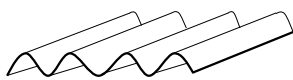
30

シングルフェーサー

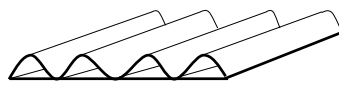


31

構造上の分類

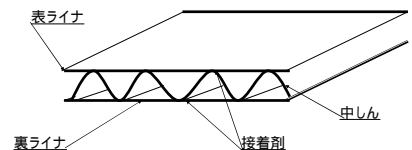


● 繰りっ放し



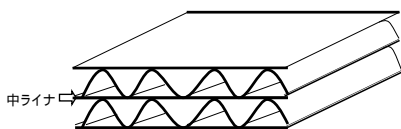
● 片面段ボール

(Single - faced)



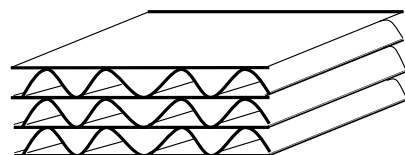
● 両面段ボール

(Double - Faced or Single - Wall)



● 複両面段ボール

(Double - Wall)



● 複々両面段ボール

(Triple - Wall)

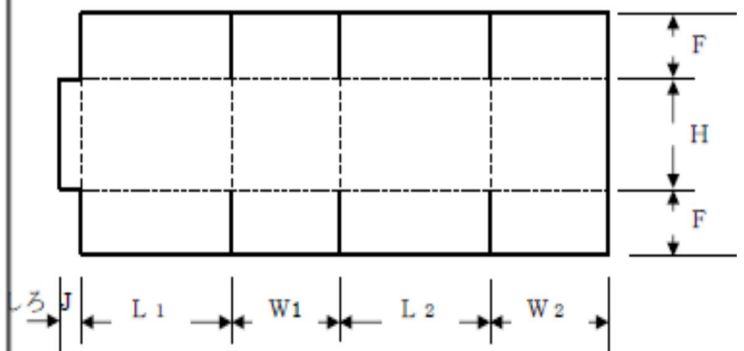
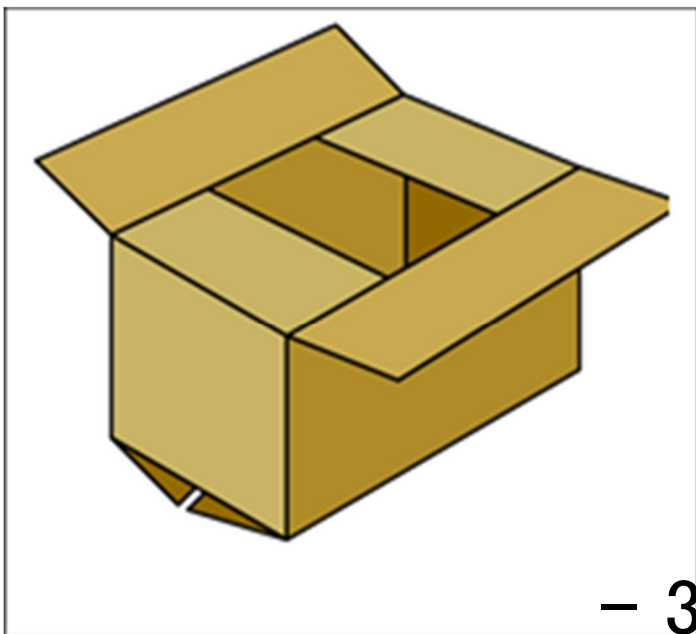
段成形異常

- 段ボールは、中シンが正常な波型に成形され、ライナと貼合わされることにより強度が発揮できる。
 - 段成形異常は、本来の強度が発揮されなくなる影響の大きい項目で、次のような現象がある。
 - ・段流れ……段が一定方向に傾く現象
 - ・ハイロー……段の高低が発生する現象
 - ・段つぶれ……段がつぶれた現象
- * シングルフェサの進化でこれらが無くなる

33

段ボール箱

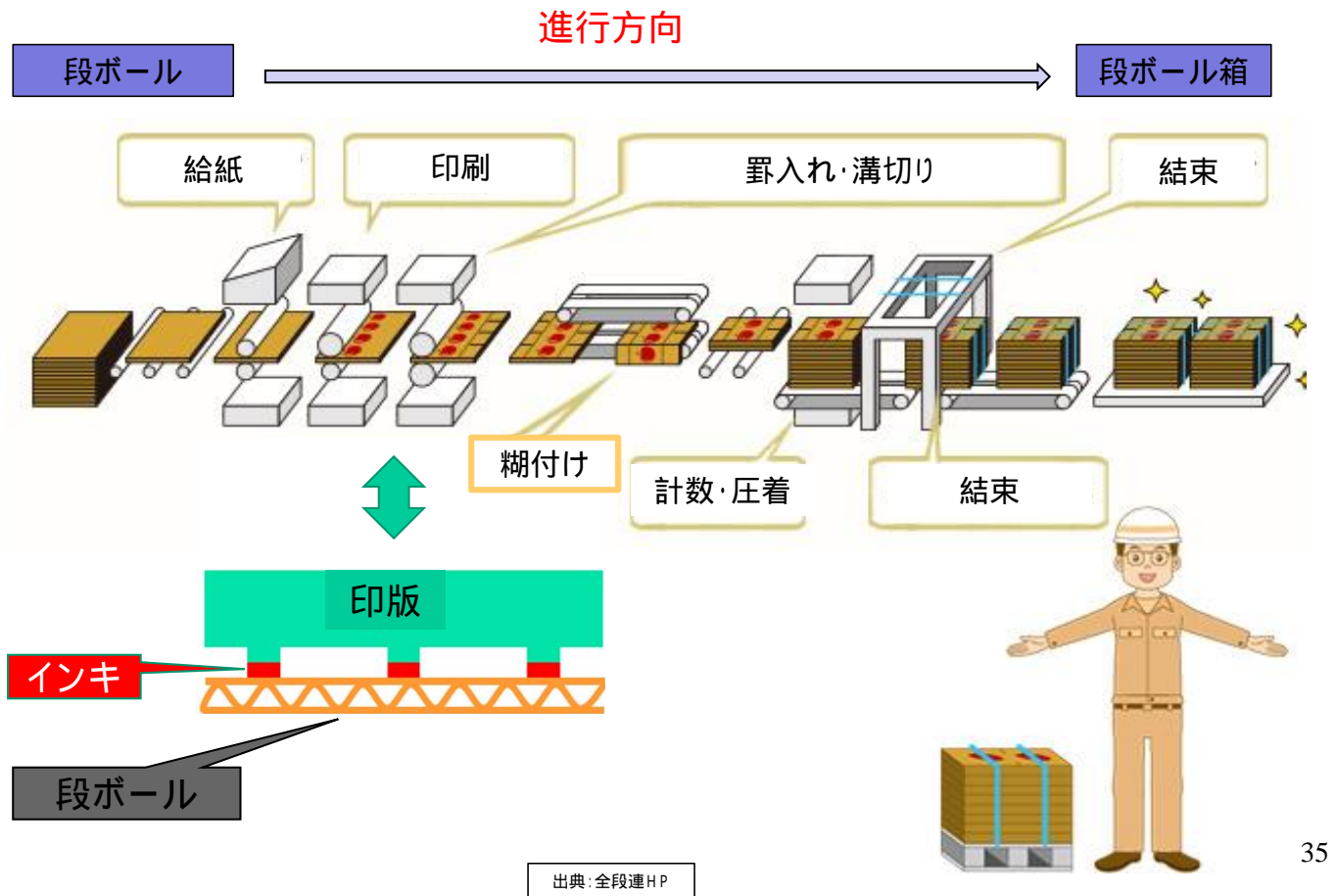
- 箱形式例:0201



- 37 -

34

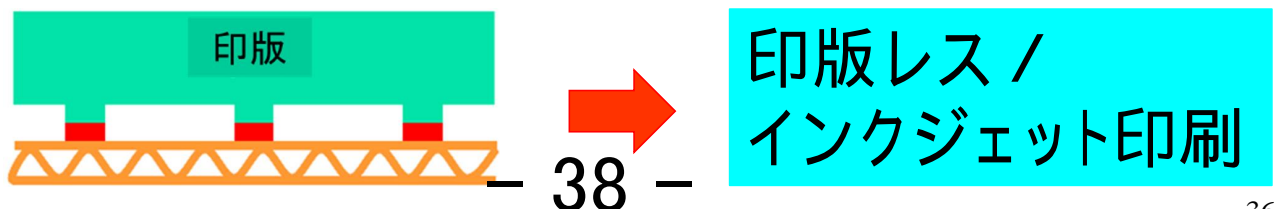
0201製函工程(フレキシフォルダー グルーパー :FFG)



35

段ボール箱品質安定 段成形安定 + 非接触印刷

- 段成形安定
フィンガレス + ベルトプレス
- 製箱工程での段潰し軽減
非接触印刷 (インクジェット印刷)



36

1. 段ボール包装における最近動向

(ア) 包装・容器出荷金額に占める段ボール包装

(単位： 億円)

	出所：JPI / 包装技術誌				
	令和元年 (2019年)	令和2年 (2020年)	令和3年 (2021年)	令和4年 (2022年)	令和5年 (2023年)
段ボール箱	13945.6	14364	14766.2	15718.6	16881.8
(構成比)	(24.2)	(26.0)	(26.0)	(25.9)	(27.4)
紙器他紙系	10962.5	10605.1	10847.2	11780.3	11862.6
(構成比)	(19.1)	(19.2)	(19.1)	(19.4)	(19.3)
プラスチック製品	17119.5	15519.3	16539.4	18081.5	17865
(構成比)	(29.8)	(28.1)	(29.1)	(29.8)	(29.0)
金属製品	8328.8	8138.9	8088.2	8376.6	8383.4
(構成比)	(14.5)	(14.8)	(14.2)	(13.8)	(13.6)
ガラス製品	1164.4	1076.1	1081.8	1164.7	1259.3
(構成比)	(2.0)	(2.0)	(1.9)	(1.9)	(2.0)
木製品	1461.4	1454.8	1453.8	1382.2	1167.9
(構成比)	(2.5)	(2.6)	(2.6)	(2.3)	(1.9)
その他	4529.4	4098.2	4086	4265.2	4175
(構成比)	(7.8)	(7.4)	(7.2)	(7.0)	(6.8)
包装・容器合計	57511.5	55166.4	56862.6	60769.1	61595
前年比 (%)	(101.6)	(95.9)	(103.1)	(106.9)	(101.4)

(イ) あらためて考える『段ボール包装の魅力』 なぜ使用量が伸び続けられるのか？

再生資源としてリサイクルが容易

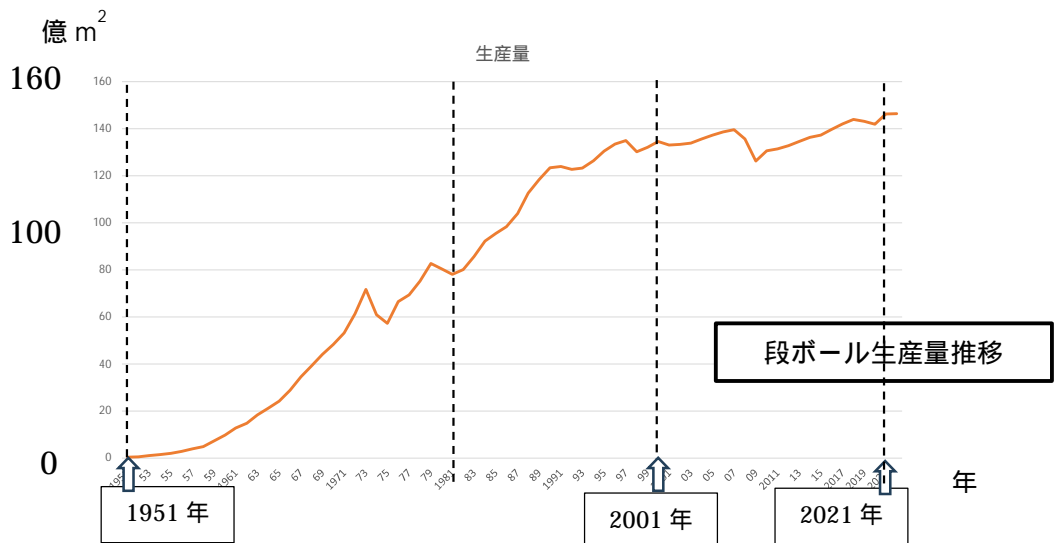
調達が容易 (納期・価格)

軽くて扱いやすい 安全で安心な包装

種類が多く適切な選択が可能

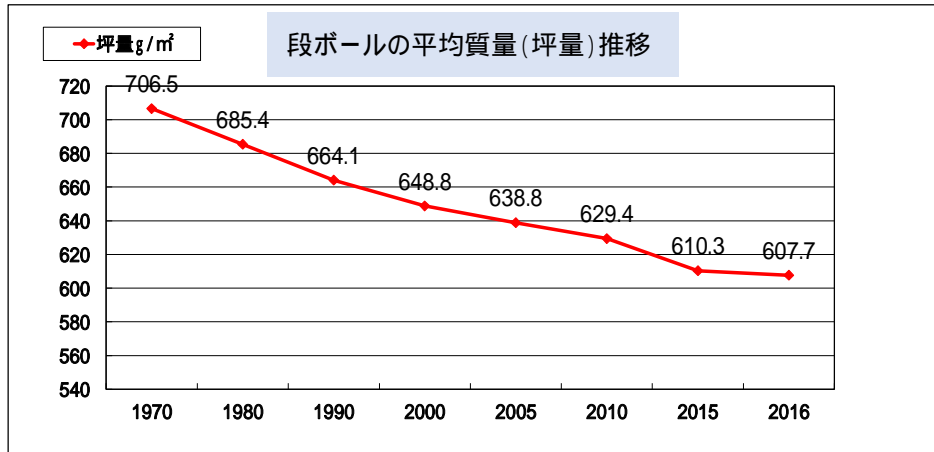
加工が容易 新しい段ボール素材 & 形

きれいな印刷表示・情報伝達が可能



2. 段ボール包装の今 / 新しい段ボール

アクセシブルデザイン(ユニバーサルデザイン)・環境配慮
サイズ可変段ボール包装機用段ボール…「らくだん」など
簡単作業… 簡単化・易開封・易店陳・通販対応
RRP(Retail Ready Package)…SRP、FRP、
包装現場で箱造り… オンデマンド加工機 1箱から対応
安全・安心を形に… 作業者への危険要因の排除・商品価値向上
金属製接合材(ステッチ)・封緘材(ステーブル)の排除
➡ 組箱形式の開発、易封緘・易開封・易再封、廃棄の容易性、
段ボール軽量化 背景は、段ボール品質の向上と安定、物流との連携、



2. 段ボール品質の安定と進化

フィンガーレスコルゲーター
強度の安定 … 軽量化に寄与
段ボール緩衝材の性能安定 … 課題は水分対策
非接触型印刷方式 / 印版レス
原紙印刷(プレプリント) … デザイン切替可能、1ロールに多品種印刷
段ボールシート印刷 … インキ転移圧による段潰しが無くなる。
段成形異常と段潰し / 段ボール・箱製造上の問題点 … で解決へ
段成形異常 … 段流れ、ハイロー、段つぶれ、接着不良、

以上

*この資料は、2024年6月研究懇話会講演資料(パワーポイント資料)を元に、一部補足追記して作成した。

日本包装コンサルタント協会（JPCA）8 月度研究会資料

2024 年 7 月 22 日

改訂 2024_07_31

改訂 3 2024_08_15

菱沼 一夫

菱沼技術士事務所

遂に完成した！ 胸を張って対応できる最新のヒートシール技法

ヒートシールの難題の革新・革命技術の報告

ヒートシール技法は、「温度」、「時間」、「圧力」が制御パラメータと言われて久しいが、その的確性は未だに定かでない。現在実施されているヒートシール技法は、個別の課題の対処であって、統合的な合理性に欠けているので、その効果の信用性がない。ヒートシール技法の正論の議論ができないので、関係者（マネジャー）は“ヒートシール”の真面な議論を避けている。

“不具合”は現場作業者の責任にされる“パワーハラメント”が常態化している。

超高度の要求は僅か 2 秒位の包装の・計量、・充填、・シール工程の 0.5-1.0 秒の「一発勝負！」で行われていることは余り理解されていない。

筆者は、~2006 年に培われた溶着面（接着面）温度応答技術を背景に、ヒートシール技法に期待される『エッジ切れのない「密封」と「易開封」の同時達成』の革命を果たした。

しかし、要求されるリアルタイムの溶着面（接着面）温度応答の制御が得られず「絵に描いた餅」とされ 4 年間、相手にされなかった。

これを支える溶着面（接着面）温度応答の直接的検知 / 制御技術が「とうとうでき！」「絵に描いた餅」の擲楯に対抗できるようになった。

ないがしろにしてきた「エッジ切れが当たり前の凝集接着の不具合」も一気に解決でき、**全方位**のヒートシール技法の革新ができた。

この研究・技術開発は、ASTM F88（1968 年制定）が冒頭で要請している「剥れシール」の利用の具体的展開であります。

これで包装関係者は枕を高くして眠れるようになりました。

本報告では、このサクセスストーリーを紹介し、各位に安心をお届けします。

本報告を参照して、各位には安心して、ヒートシールの難題に対応して戴きたい。全面的にサポートします。

主要な「技術」は PCT 認証（PCT の加盟国は類似の出願はできない）の上、主要国の個別登録を完了している。全て「通常実施権」を公開しています。

以下に「できるようになった！」現場用技術を紹介します。

ヒートシールの事なら何でもお答えできると思います。

質問がありましたら事前メールでご連絡ください。講演に反映します

各節の行末の **印は記載技術の特許取得**を示している

提示資料のご転用は OK です。事前にご連絡をお願いします。

発表内容 目 次

あいさつ

1. ヒートシールの現行法（古典法）の課題 -3-
 2. [誤認してきた] 古典法の【D.F.S.】が支配しているヒートシール技法の課題 -3-
 3. “課題”の取り扱いの非合理性の解析と“一条シール”、界面温度制御 と「モールド接着」によるブレークスループロセス -4-
 4. ヒートシール強さの発現（ヒートシール特性）の（復習） -5-
 5. ヒートジョー方式のメカニズムの（復習） -5-
 6. ヒートバーの発熱温度と溶着面温度応答（復習） -6-
 7. 「できるようになった！」ヒートジョー方式の制御ループの改革経過 -7-
 8. 「できるようになった！」ヒートシールの確実な実践は包装の「充填・シール工程」の“一発勝負” -9-
 9. 「できるようになった！」エッジ切れのない「密封」と「易開封」の達成の「発生源解析」と最新モデル -9-
 10. ヒートシールプロセスは3次元現象だった！ -10-
 11. “不具合”の発生確率をいくらに抑えるか？ -11-
 12. 弱い接着力でも「密封」は可能であった -13-
 13. 「できるようになった！」「密封」と「易開封」の同時達成の革新技術；“一条シール” -14-
 14. 「できるようになった！」「加熱速さ」でヒートシール強さは変移していた！；【Hishinuma 効果】 -15-
 15. 「できるようになった！」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の完成と実際 -15-
 16. 「できるようになった！」平面圧着では失敗する凝集接着の新しい論理の構築；「モールド接着」の開発；（早期審査中） -15-
 17. 「できるようになった！」実測による圧縮・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 -17-
 18. 「できるようになった！」剥離エネルギー論による剥れシールの機能性を利用したヒートシール強さの新評価法：【FHHS】 -18-
 19. 「できるようになった！」改革技術を全面的に展開したレトルトパウチ包装の【HACCP】管理の革新 -18-
 20. 「できるようになった！」探傷液法による「密封」の漏れ検知と簡易化；“一条シール” チェッカ -18-
 21. 「できるようになった！」「探傷液法」によるピロ-袋の貫通孔の発生原因の究明と漏れ量の定量化 -18-
 22. 医療用バリア包装の改新 -19-
 23. ギザギザ、ローレット仕上げはモールド接着帯でのみ有効 -19-
 24. 「できるようになった！」包装工程における AI 制御の展開 -20-
 25. 「できるようになった！」ヒートシールの新試験法；新ヒートシール標本の作り方 -22-
 26. ヒートシール技法に期待される SDGs の課題の整頓。 -23-
- 新刊；発刊予告 -23-
協業の勧め -23-

掲載ページの都合で図表を割愛した箇所が多々あります。
新書；「新ヒートシール教科書」の参照をお願いします

1. ヒートシールの現行法（古典法）の課題

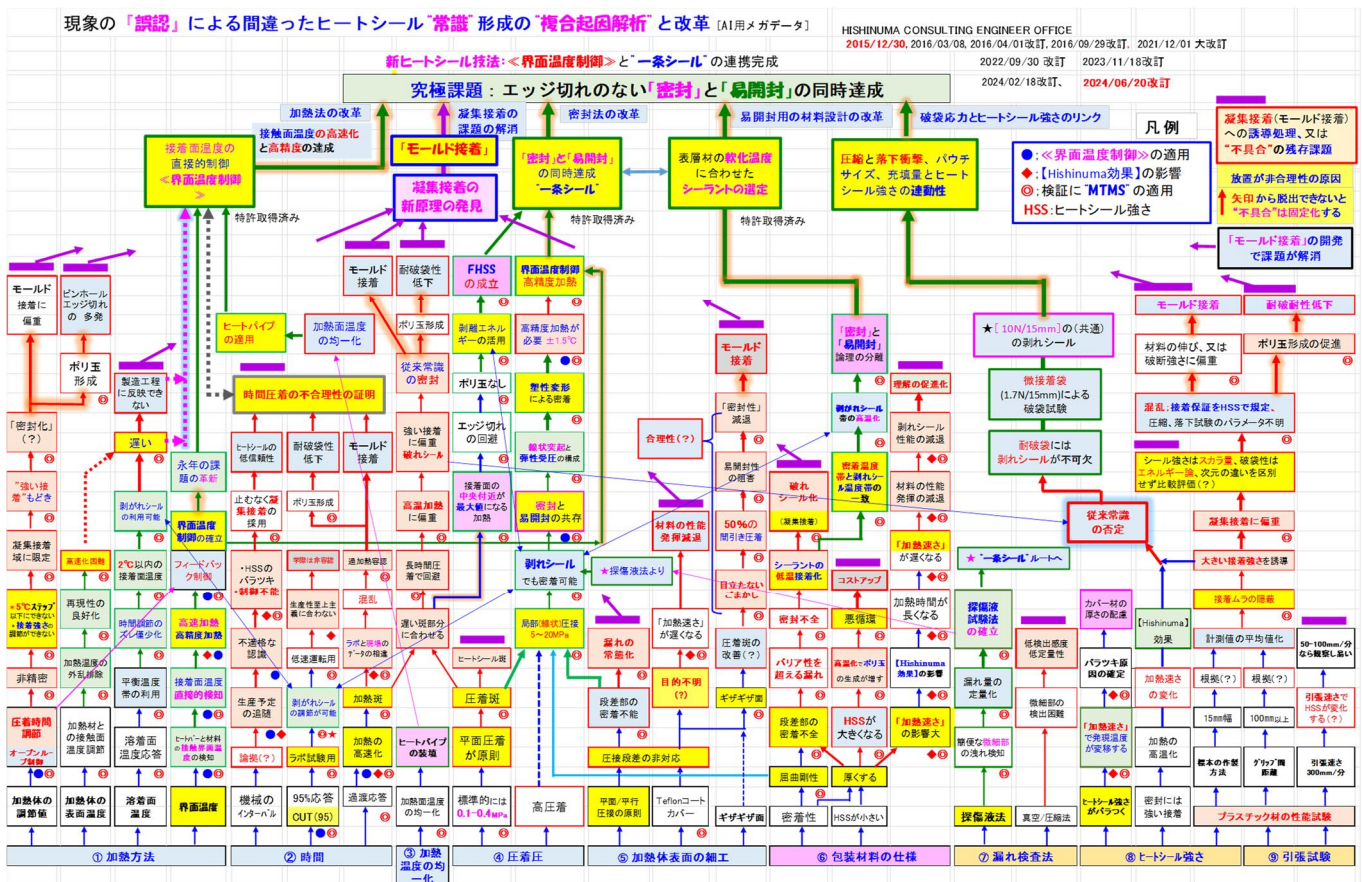
- ・試験の管理 / 評価に熱接着時の温度パラメータがない
- ・使用材料の接着の基本性能の試験法がないので測定値の適正性の評価ができない
- ・「より強い接着強さ」を評価する方法なので、加熱が過剰になりやすい
- ・エッジで破断する接着状態を“良好”としている
- ・剥がれシール（界面接着）を評価の対象外にしている
- ・しかし、矛盾するヒートシール幅（フィン）の設定を要求している。
- ・凝集接着を誘導し、過加熱をもたらしている
- ・凝集接着のヒートシール強さは材料の伸び力であることを明示していない
- ・ヒートシールの信頼性の最大の障害原因であるエッジ切れやピンホールの発生原因に関与していない
- ・各試験結果の相互関係が明記されていない
- ・関連して発生する“不具合”の原因確認ができない
- ・易開封性に関する規定がない。
- ・ JIS Z 0238 の【参考】の取り扱いに業界内でかなりの混乱がある

2. 誤認してきた古典法の【D.F.S.】が支配しているヒートシール技法の課題

- ヒートシール条件の「圧力」、「時間」は何であるか？
- 運転速度はどのような根拠で決めているか？
- 生産量の都合で運転速度を決めていないか？
- “波型”シール(線シール)はどんな機能を期待しているか？
- ピールシール設計は巧く機能しているか？
- ヒートシール強さの管理で安心できるか？
- どうしてテフロンシートを使うのか？
- どうして片側加熱を使うのか？
- ヒートシール巾（フィン）の寸法はどのように決定しているか？
- 破袋が発生したらどのような対応をしているか？
- 2層，4層の同時シールをどのように管理しているか？
- クッションにシリコンゴムを使ってどんな効果を期待しているか？
- 剥れシール（Peel Seal）と破れシール（Tear Seal）はどのように識別しているか？
- 剥れシール（Peel Seal）と破れシール（Tear Seal）の使い分けができるか？
- 又どのように制御しているか？
- レトルト包装のヒートシールの【H A C C P】達成方法は？
- ヒートシールの「品質保証」を求められたら定量的な保証範囲を提示できるか？
- ヒートシールの改善のため（？）包装材料の過剰設計の抑制をしているか？
- 噛み込みシールをどのように処理しているか？
- インパルスシールの条件設定はどのように決めているか？
- インダクションシールの励磁条件はどのように決めているか？
- ヒートシール検査機がどうして欲しいのか？
- 溶着面の白濁，発泡をどのように処理しているか？
- ヒートシーラント（接着層）の厚さはどのようにして決めているか？
- ラミネーション強さはどのように定義しているか？
- その強さは何に機能しているか？

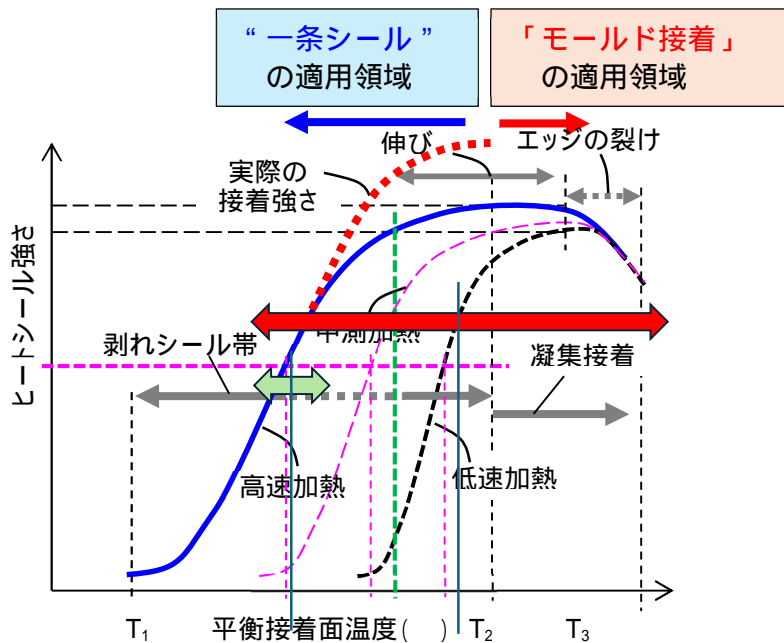
：基本認識の問題、 操作上の問題、 論拠不明確

3 “課題”の取り扱いの合理性の解析と“一条シール”、界面温度制御と「モールド接着」によるブレイクスループロセス



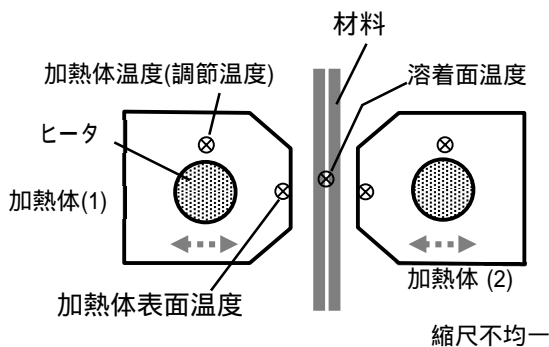
- (1) 前ページのヒートシール技法に関する取り扱い事項は、人々が苦勞の末に到達した項目で、筆者が、2008年頃から収集したものである。これらを“複合起因解析”によって、“不具合”の根源の追及を行ってきた。苦節16年余り、2024年になって、5件の革新技術の開発に到達した！
 - (2) 最後まで残っていた圧縮、落下衝撃の破壊試験は、低ヒートシール強さ標本(2N/15mm)によって実測証明ができた。
 - (3) 更に、凝集接着のエッジ切れ原因の実測証明ができて、残っていた凝集接着帯の取り扱いが明確になり、新法;「モールド接着」の完成(特許出願準備中)
- ➡ 印を付した項目は、実践上の問題が解消した。

4. ヒートシール強さの発現（ヒートシール特性）の〔復習〕



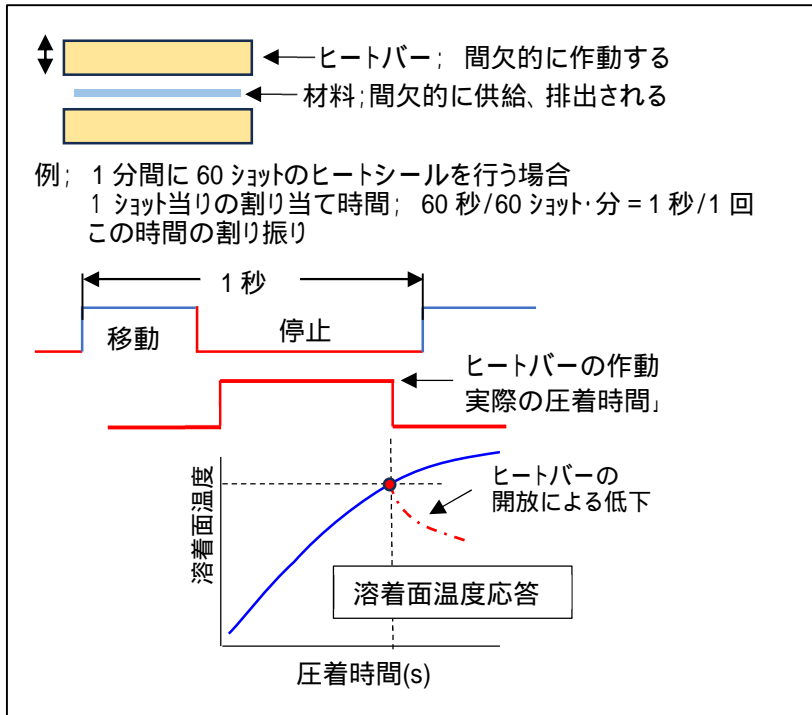
加熱温度とヒートシール強さの関係は一元的と考えられてきた。従って、ヒートシール強さのバラツキは加熱温度のバラツキと判断してきた 2011 年に「加熱速さ」によってヒートシール強さに変移することが発見され【Hishinuma 効果】と名付けられた（詳細は【11】で説明）ヒートシール特性の所望する範囲を製品に展開するには、高精度の溶着面（接着面）温度応答の制御が要求される。しかし、今日の温度調節技術は【7.】に示したように 10 以上のバラツキになっている。革新技術の 界面温度制御 の展開で、上図の緑矢印に示したような制御が可能になり、永年の課題が改革できた。従来は凝集接着帯でのエッジ切れ切れは、当然の帰結としてきた。筆者は、何故、上図の赤破線のように、他の部分の破断にならないのかの疑問を抱いてきた。常套的に使用してきた平面圧着がその原因であることを発見して「モールド接着」を発明した【16.】参照

5. ヒートジョー方式のメカニズムの（復習）



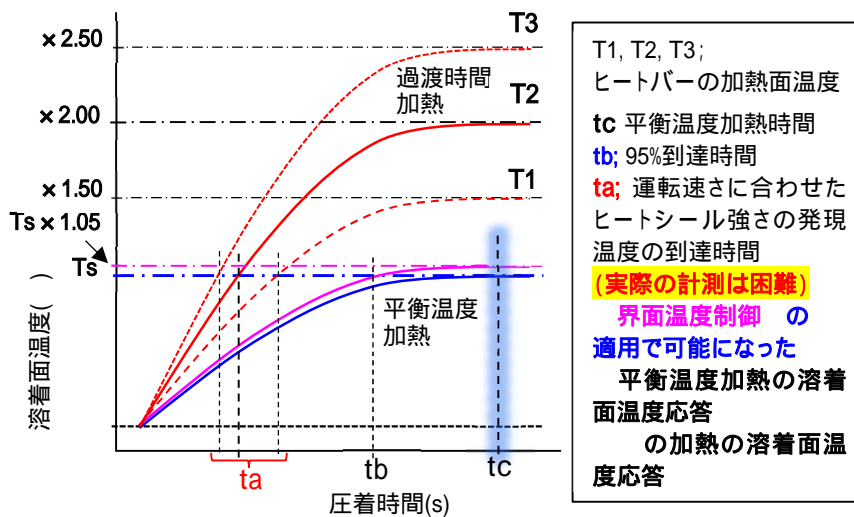
(a) ヒートジョー方式のヒートバーの構成

加熱体表面温度をヒートバーの温度調節点に選択したことは革命的



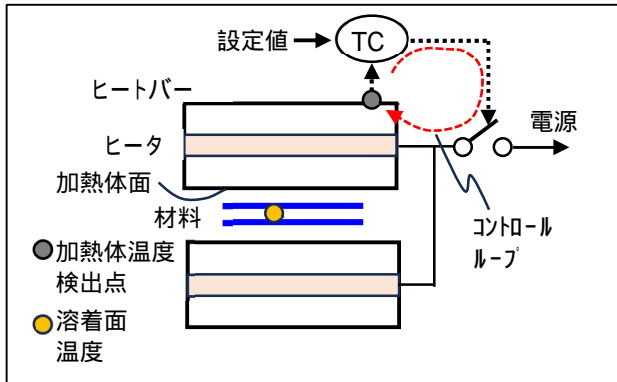
(b) ヒートジョー方式の回分動作の説明

6. ヒートバーの発熱温度と溶着面温度応答 (復習)



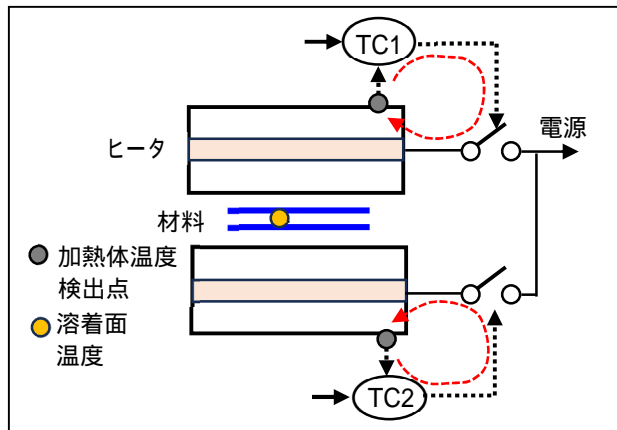
7. 「できるようになった！」 ヒートジョー方式の制御ループの改革経過

7.1 的確な加熱が困難であった解析と革新方法



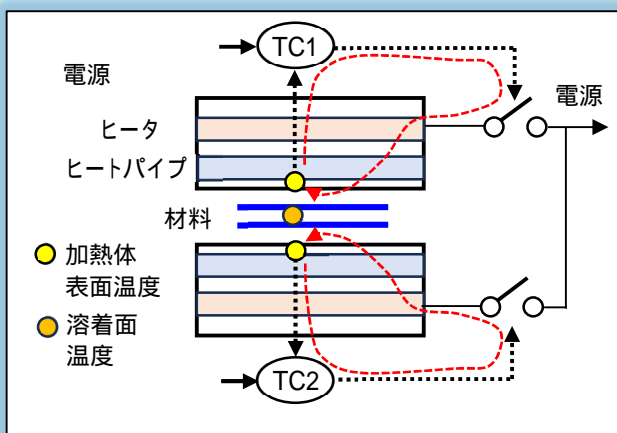
(a) 従来式の温度調節方式(1点調節)

- * 廉価(極小コスト)
- * 不適格なセンサの位置
- * 局所的な制御ループ
- * 温度制御性無視
(加熱面温度の配慮は蚊帳の外)
- * 長手方向の温度ムラ(?)
- * 加熱面の発熱ムラ 15~20
- * 凝集接着の加熱しかできない
- *



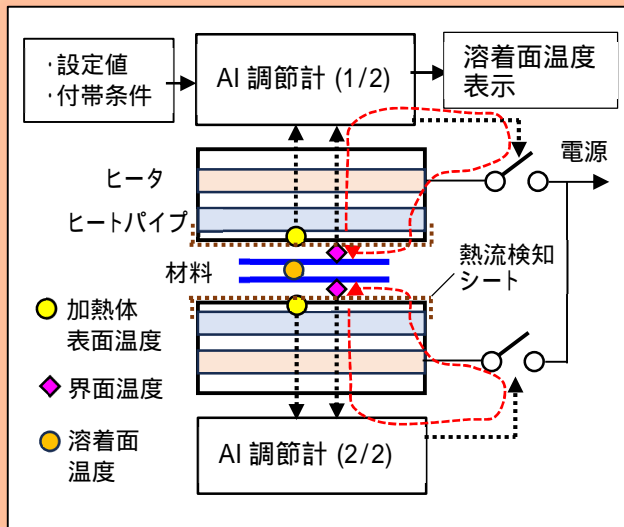
(b) 従来式の温度調節方式(2点調節)

- * 温度計2台化のコストアップ
- * 不適格なセンサの位置
- * まだ局所的な制御ループ
- * 温度制御性無視
(加熱面温度の配慮は蚊帳の外)
- * 長手方向の温度ムラ(?)
- * 加熱面の発熱ムラ 10~15
- * 凝集接着の加熱しかできない
- *



(c) 加熱面にセンサを移行し、ヒートパイプを装着した加熱体の表面制御方式
(制御ループの拡大)

- * 温度センサを加熱体表面直下(0.5mm)に設置: 加熱温度ドリフト源の解消
- * 制御ループの適格化の達成
- * ヒートパイプの設置
- ・ 長手方向の温度ムラ極小化(0.5)
- * 加熱面の発熱ムラ ~0.5
- * 的確な加熱が可能: (± 0.5)
- * 熱伝導遅れの改善



- * 温度センサを加熱体面直下(0.5mm)に設置:加熱温度ドリフト源の解消
- * 制御ループの適格化の達成
- * ヒートパイプの設置
- ・ 長手方向の温度ムラ極小化(0.5)
- * 加熱面の発熱ムラ ~0.5
- * 的確な加熱が可能: (±0.5)
- * 熱流の温度降下検出用の耐熱薄膜を装着
- * 界面温度 センサの装着
- * 界面温度検知 加熱面温度調節のAI制御(カスケード調節)
- * 界面温度 溶着面温度への変換
- AIシミュレーション

(d) 界面温度 による溶着面温度応答の直接的制御を実現した革新型制御回路の構成 (溶着面温度に漸近した制御ループの達成)

- (1) ヒートパイプの装着(c)でヒートバーの表面温度は完全にクローズドループ(フィードバック制御)になって、変動要素がキャンセル処置できた
- (2) 界面温度制御の発明で、ヒートシール面の外側のリアルタイム計測が可能になり、AI制御(カスケード制御、フィードフォワード制御)によって In-Lineの溶着面(接着面)温度応答制御が実現した

7.2 ヒートシールの加熱体温度の調節結果の不確かさの検討

従来型の(a),(b)方式で起こる“不具合”解析

加熱体表面温度を構成する各要素のバラツキを小さく見積もっても次のようになる

- 調節計の指示と調節精度; 1 (メーカーカタログより)
- 熱電対センサの精度; 1.5 (JIS規格より)
- 温度調節センサの設置場所による検出バラツキ; 2~4
- 温度調節点と加熱体表面温度の相違の発生; 3~5
- 室温変動による冷接点補償; 1~2

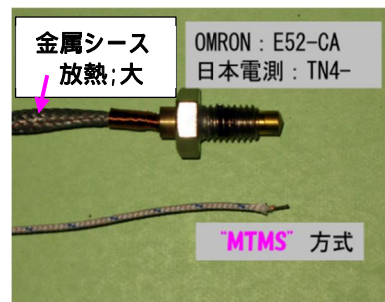
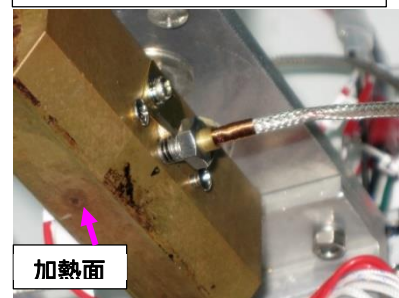
これらのある時点の加熱体表面温度の統合バラツキを計算すると

$$T_x = \sqrt{1^2 + 1.5^2 + (2\sim4)^2 + (3\sim5)^2 + (1\sim2)^2} \approx 4.2\sim6.9 (\text{°C})$$

従来計測/調節方法では、4程度の精度確保が限界であることが分る。は機材の固有的性能で決まる精度であるが、

はセンサの取り付け場所、構造、周辺構造物の蓄熱、放熱や環境の温度変化の動的な原因で比較的長時間での変動が起こる。従って、についてはセンサを加熱面に移設すればドリフトは補償できる特性がある。[図2.5(c)参照]

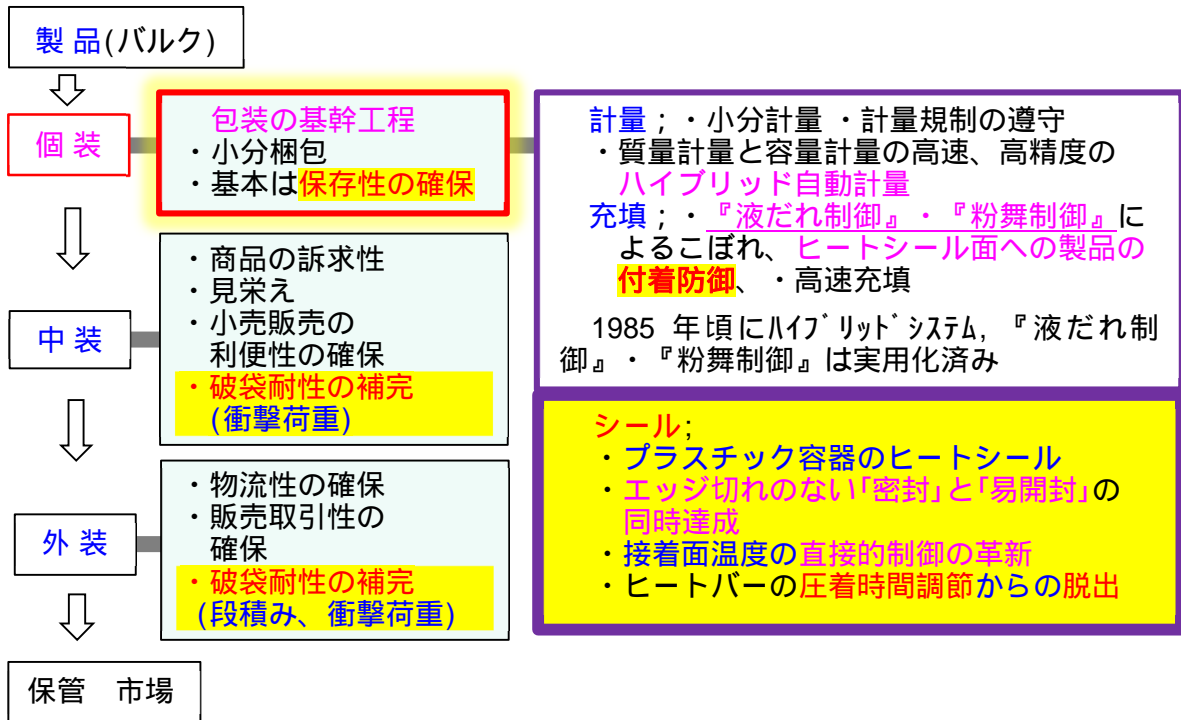
センサの“不具合”事例



本解析が(c)を生み、本格的な溶着面(接着面)温度応答の制御を実現した(d)の完成につながっためでたし!、めでたし!

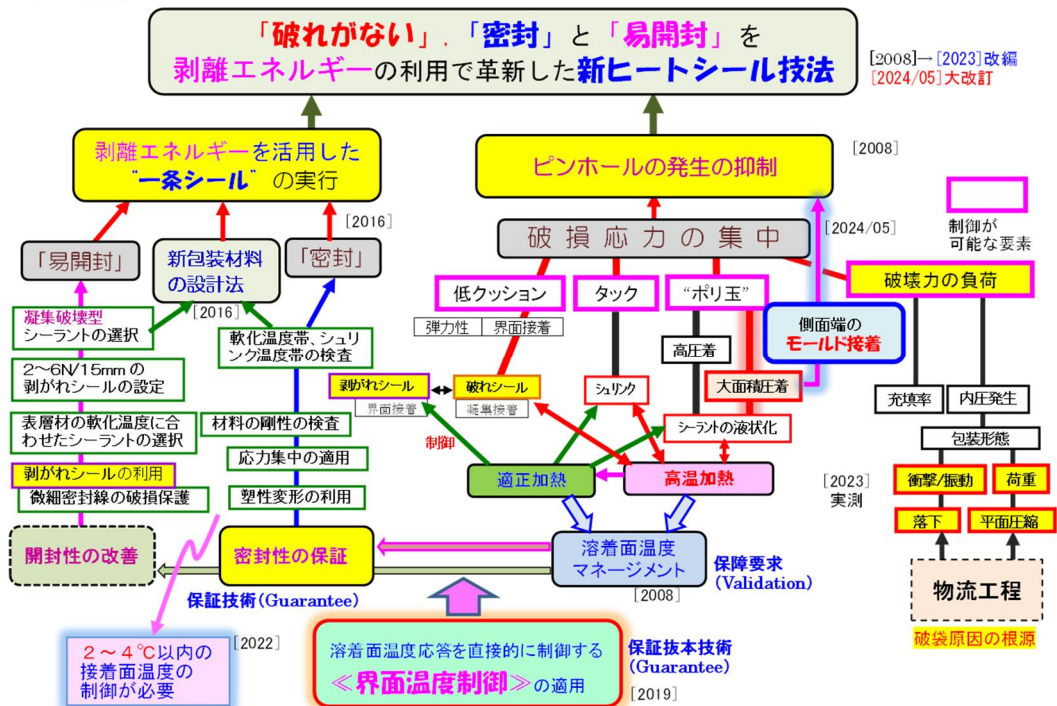
8. 「できるようになった！」

ヒートシールの確実な実践は包装の「充填・シール工程」の**「一発勝負」**



ないがしろにしてはいけない! 包装のキー工程は、「**個装工程**」である。
 「密封」のキーポイントは「**シール工程**」の**1秒以下**の的確な操作である

9. 「できるようになった!」エッジ切れのない「密封」と「易開封」の達成の「発生源解析」と最新モデル★



- (1) 2008年に行われた「発生源解析」では、破れがない「密封」には剥離エネルギーを利用する「界面接着」が不可欠であることは承知できていた
- (2) しかし、「密封」の論理の不明確、的確な溶着面（接着面）温度応答の制御ができず、「絵に描いた餅」であった。
- (3) “一条シール”の発明、界面温度制御の完成で、ヒートシール技法の究極課題は解消し、確かなヒートシールを（躊躇せず）胸を張って論じられるようになった（バンザイ！）
- (4) (余裕ができて)今迄は“悪者”扱いをしてきた、凝集接着帯のモールド接着の特徴解析ができた。何と「平面圧着」が“不具合”の原因であったことを突き止めた。
(革新策は特許取得) [2024/10]

10. ヒートシールプロセスは3次元現象であった！

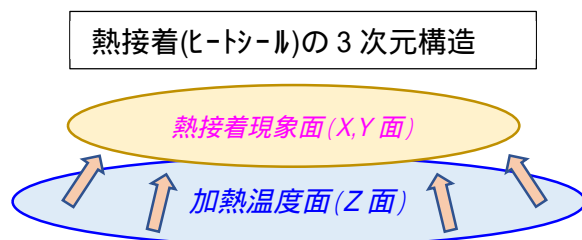
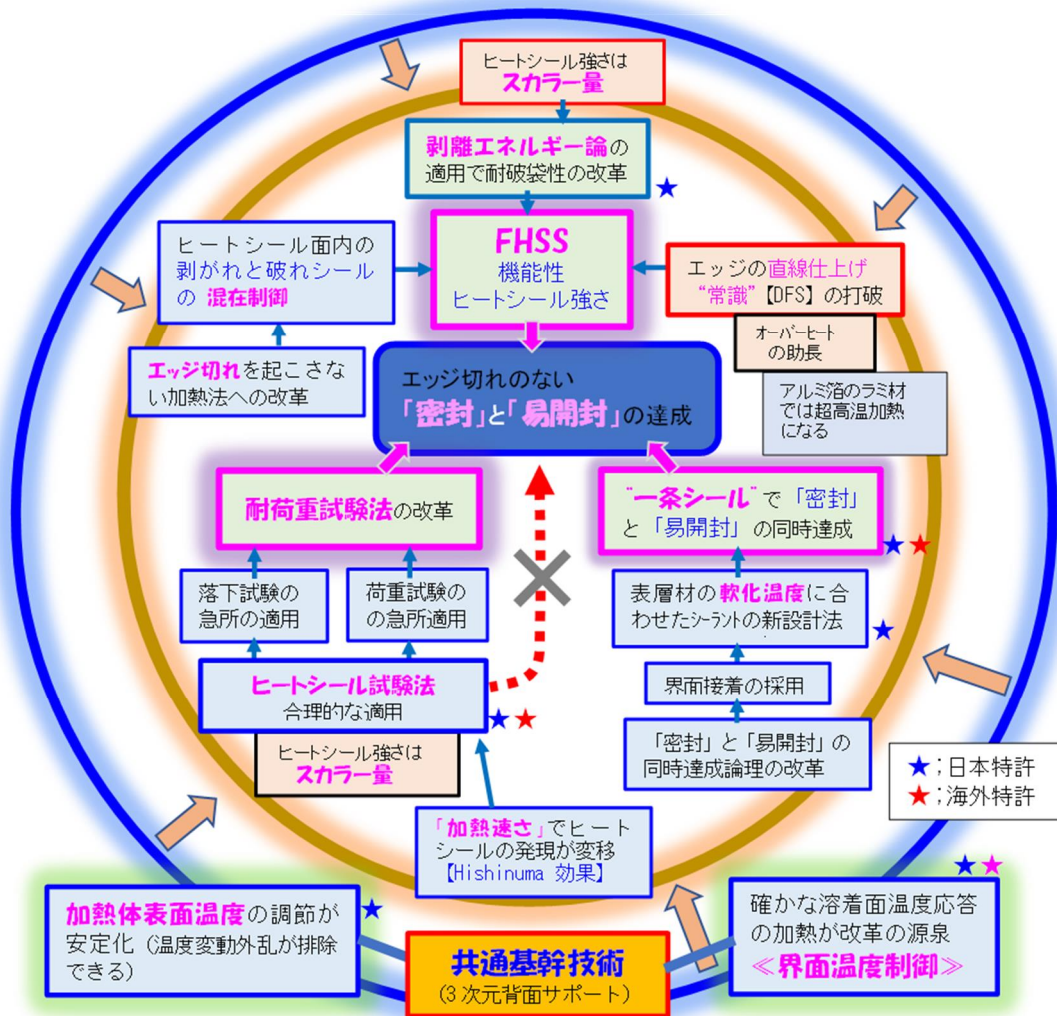


図 2.9(a) 熱接着(ヒートシール技法)の各要素の3次元配置

【コメント】

- (0) 三つのキーワードを構成する各要素が、2次元面に存在し、加熱温度をパラメータにして現象面ブロック毎に(機能)が発現して、更にその組み合わせの「共通温度域」が制御対象温度になる共通領域が存在しなければ制御は不可である
- (1) 「ヒートシール強さ」の単独貼り付け(管理)では、目的の達成は不可(ヒートシール強さ管理一辺倒からの脱皮)
- (2) 「加熱」は殆んどの要素に背面(3次元)で関与
- (3) 50%の剥離ヒートシール面の作製はエッジ切れのない最高の剥離エネルギーの破袋耐性を示す
- (4) 「圧縮荷重試験」が実際の環境に近い破袋試験法になる(ヒートシール強さを調整パラメータに使う)
- (5) アルミ箔ラミネーション材ではヒートシール面外への熱流出が大きく、ヒートシールエッジ温度は中央部より低くなる()
- (6) 本方法の適用で、ヒートシールコントロールが最も難しい OPP/LLDPE 材の「密封」は、シュリンクの発生しない 113 ~ 115 で完成できる
- (7) OPP の軟化温度帯に合った接着特性の出るイージーヒールシラントの適用で、115 ~ 117 の加熱で、「密封」と「易開封」に成功している

図 2.9(b) 熱接着(ヒートシール技法)の3次元構造の説明

図 2.9 実働加熱で各現象の解析ができるようになって、熱接着(ヒートシール)は3次元構成であることが分かった [ヒートシール現象と制御の相互関係が容易に理解/利用できるようになった]

1.1 改革活動の基本 ; 「不具合」の発生確率をいくらに抑えるか？

「1%理論」、「標準偏差」理論の展開

(1) 「1%理論」の展開

発生確率	特徴
$1/100 \sim 1/10^3$ [1 ~ 0.1%]	・ 期待成果に対して、単一要因の明かな欠陥がある ・ 改善は容易 [単一現象の“ゆらぎ”]
$1/10^4 \sim 1/10^5$ [100 ~ 10 ppm]	・ 観察での発見は困難 ・ 発生確率の高い2つ以上の関連要素(“現象”)の抽出が必要 ・ 関与現象検知器の設置が有効
$1/10^6 \sim 1/10^8$ [1 ~ 0.01 ppm]	・ 発生確率の高い3つ以上の関連要素の抽出 ・ 発生確率高い3つ以上の関連要素の起因推定が必要 ・ 関連要素の変動検知器の設置が有効 [高信頼検知]

標準偏差解析と利用は難しいものと考えられるが、実際は「1%理論」を展開すれば簡単である。“不具合”の発生源と思われる要素を実際の包装工程を観察して、二つ以上を抽出する。このバラツキ範囲を計測又は、推定して、二乗平方根を計算して、総合の不具合発生値を計算し、3を演算する。この制御値が実際に可能なモノかどうかの検討で、実機の設計に反映することができる。事例 [図 21.7] 参照

(2) 「標準偏差」理論の実際

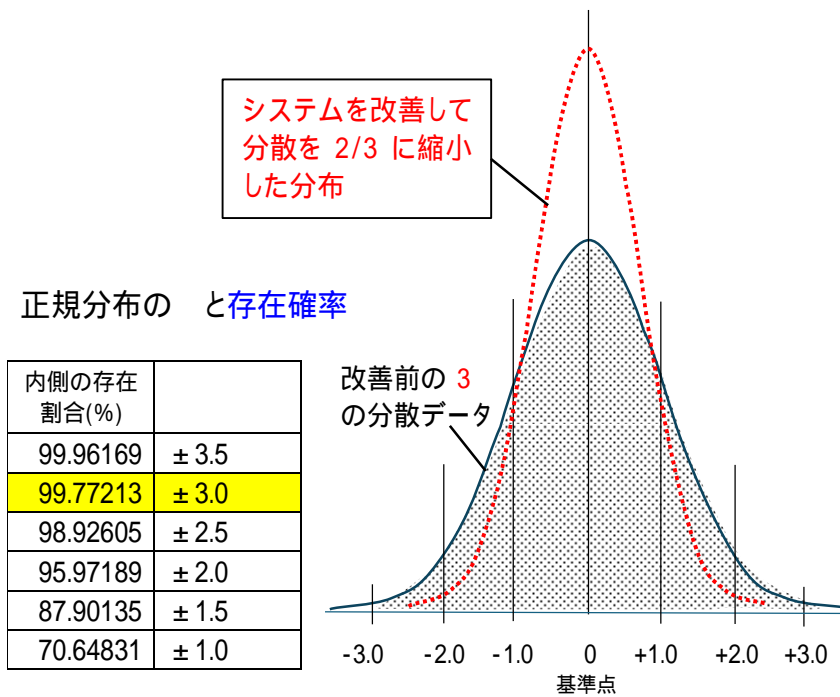


図 21.6 正規分布のモデルグラフ

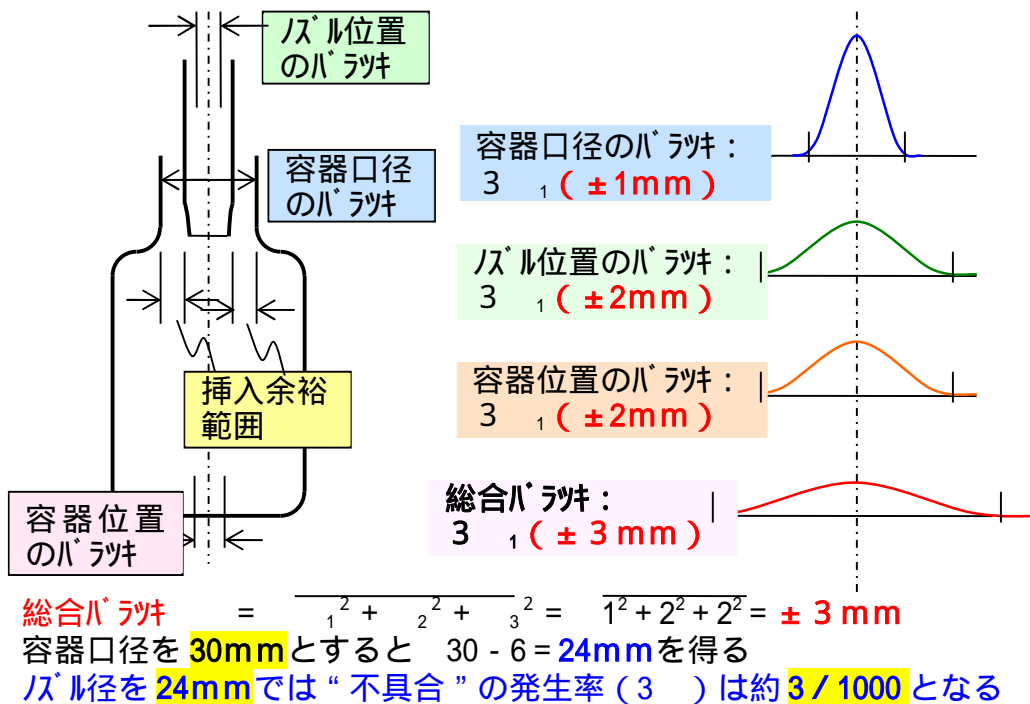


図 21.7 正規分布理論をボトル充填工程に適用した信頼性の検証 (事例)

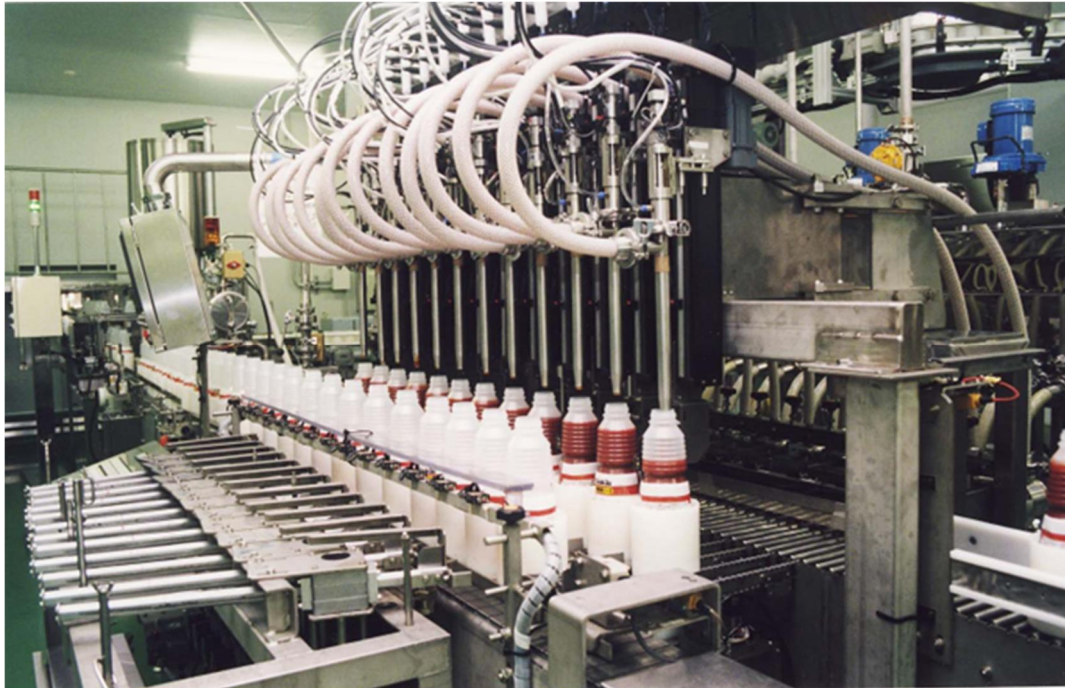
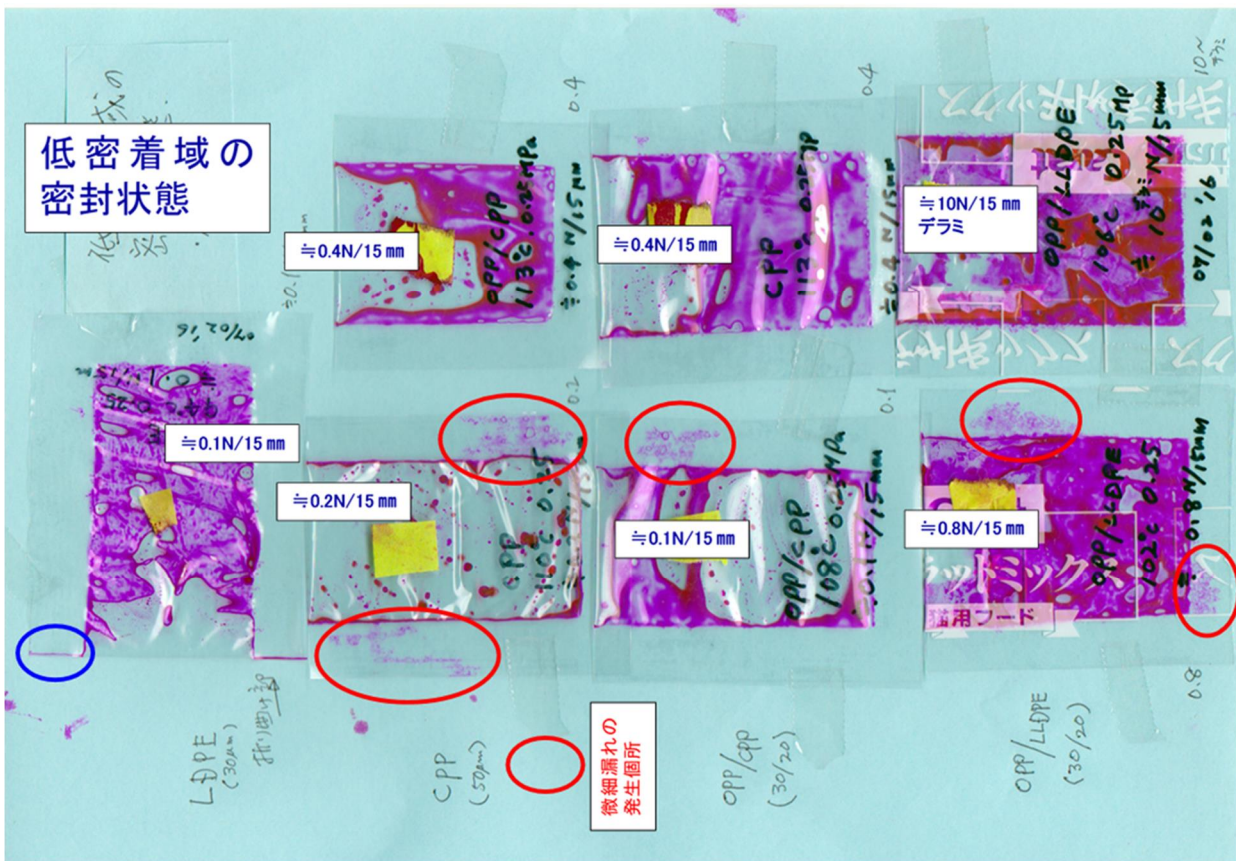


写真 21.1 設計に正規分布理論を展開したボトル充填工程

12. 弱い接着力でも「密封」は可能であった



これをまとめると



“一条シール”チェッカの活用

材料	ヒートシール強さ (N/15mm) [圧着圧: 0.25MPa], [最短平衡温度加熱]						
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.8	7~10
CPP (50)	108	110		113			
LDPE (25)	94				95		
OPP/LLDPE (30/20)						102	106 (テラス)
OPP/CPP (30/20)	108			113			

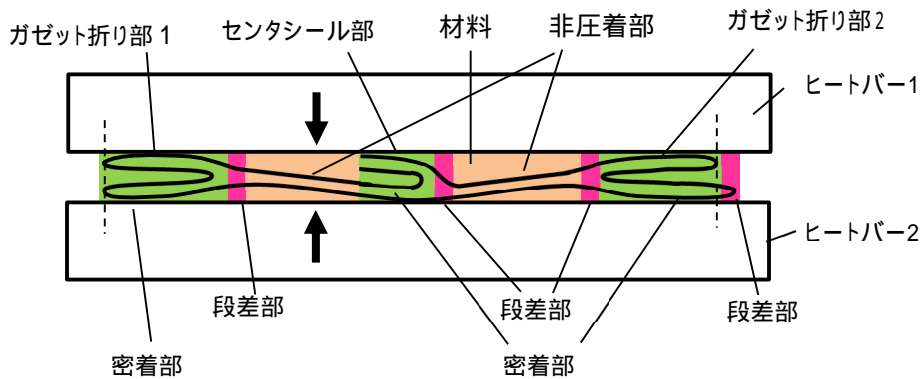
表層材の影響が大きい

材料名	PP		PE			NY		PET
	CPP	OPP	LLDPE	LDPE	HDPE	CNY	ONY	
ヤング率 (MPa)	40 - 60	1700-3900	10-25	3-7	10-20	50-400	950-1100	4000-4200

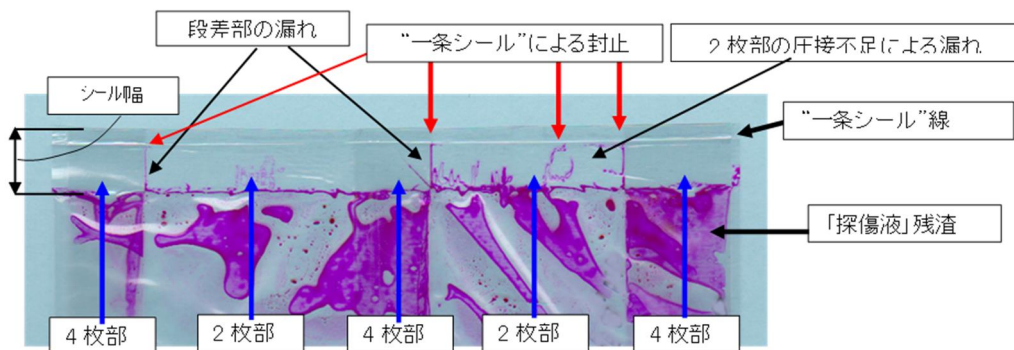
材料の剛性が強く関与していることを発見 “一条シール” の開発へ

13. 「できるようになった!」 「密封」と「易開封」の同時達成の革新技術;

“一条シール”



ガゼット折り袋の段差部に貫通孔のできるメカニズム解析



“一条シール” の実施事例;
センターシールのフィン付け根の密封化[OPP 30 μm, 115 加熱]状態)

詳細図表割愛

14. 「できるようになった！」 「加熱速さ」でヒートシール強さは変移していた！；

【Hishinuma 効果】

図表割愛

詳細は「新ヒートシール教科書」(幸書房刊)を参照してください

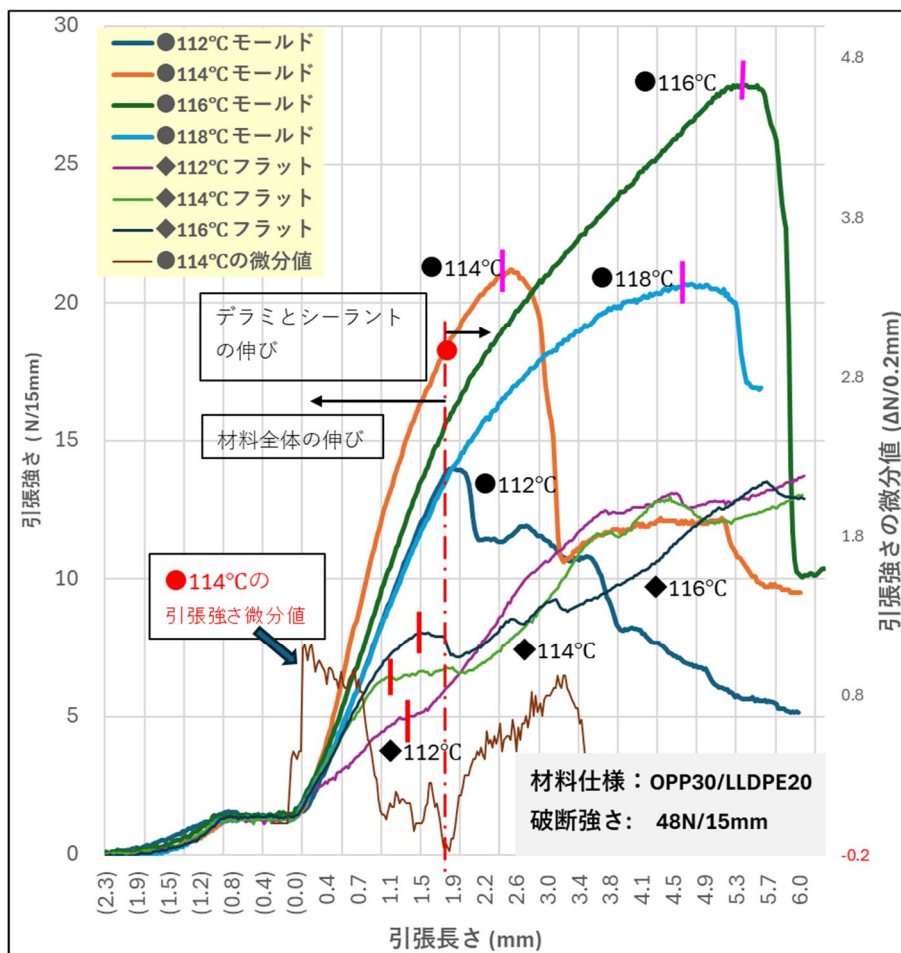
15. 「できるようになった！」 溶着面(接着面)温度応答を直接的に検知/制御する

界面温度制御の完成と実際

図表割愛

詳細は「新ヒートシール教科書」(幸書房刊)を参照してください

16. 「できるようになった！」 平面圧着では失敗する凝集接着の新しい論理の構築；「**モールド接着**」の開発；(特許取得)[2024/10] 材料の破断強さに近い接着強さが獲得できるようになった。



【事例】；従来法と「モールド接着」(条突起圧着)の相違が明らかになった 同じ加熱条件でも **2倍以上の破断強さ**が得られている

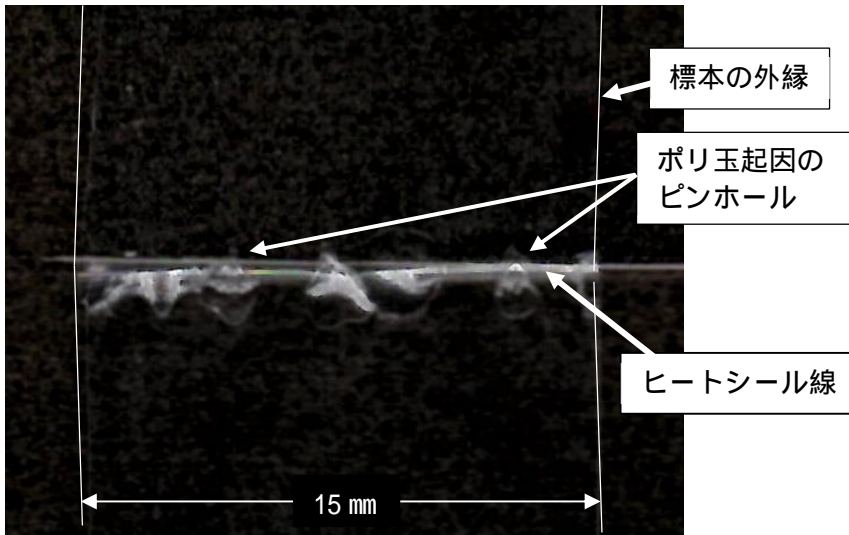


写真 OPP/LLDPE のポリ玉原因破袋の事例写真

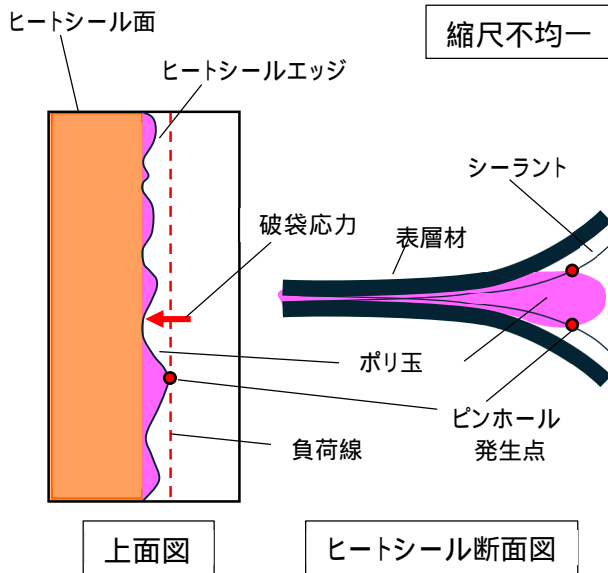
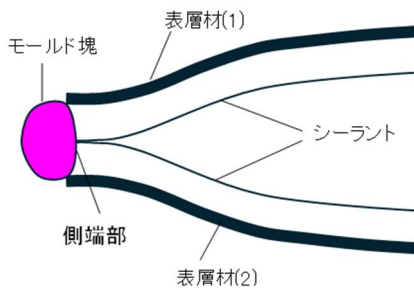
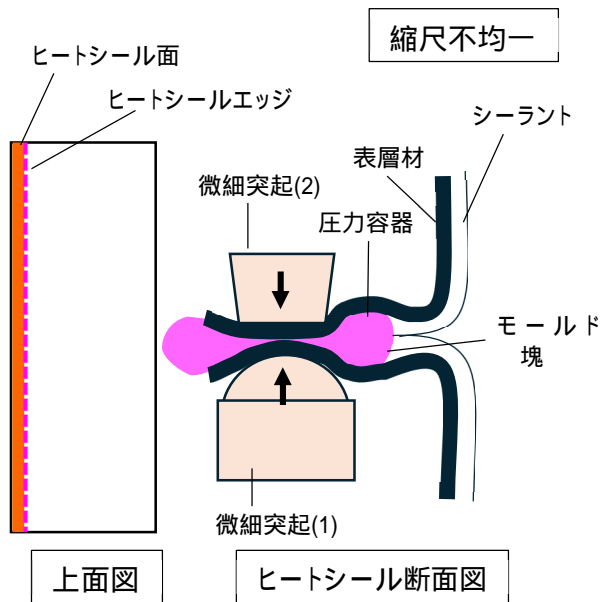


図 凝集接着帯のポリ玉生成メカニズムの解析図



「モールド接着」の原理図

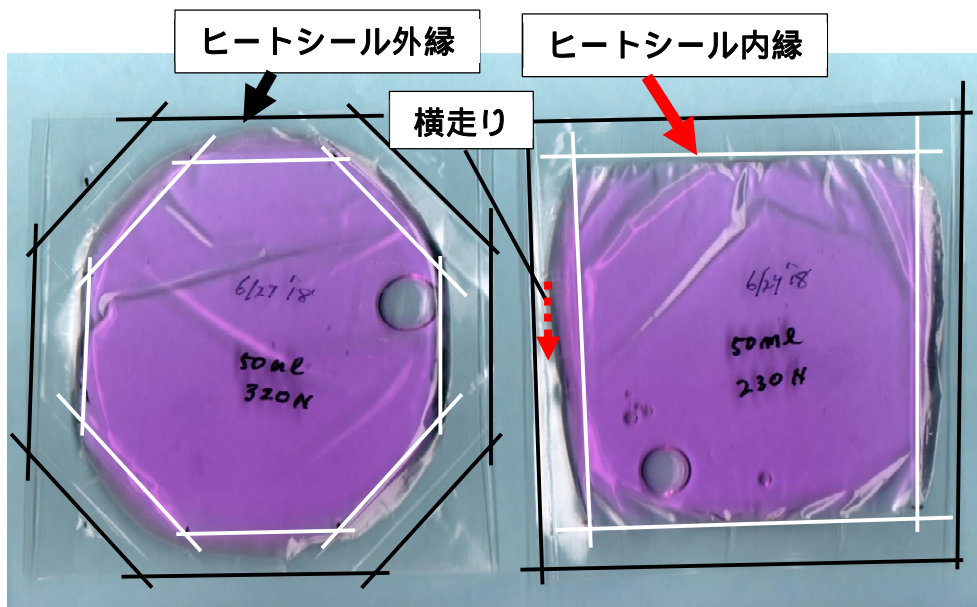


「詳細図表割愛」

詳細は「新ヒートシール教科書」
(幸書房刊)を参照してください

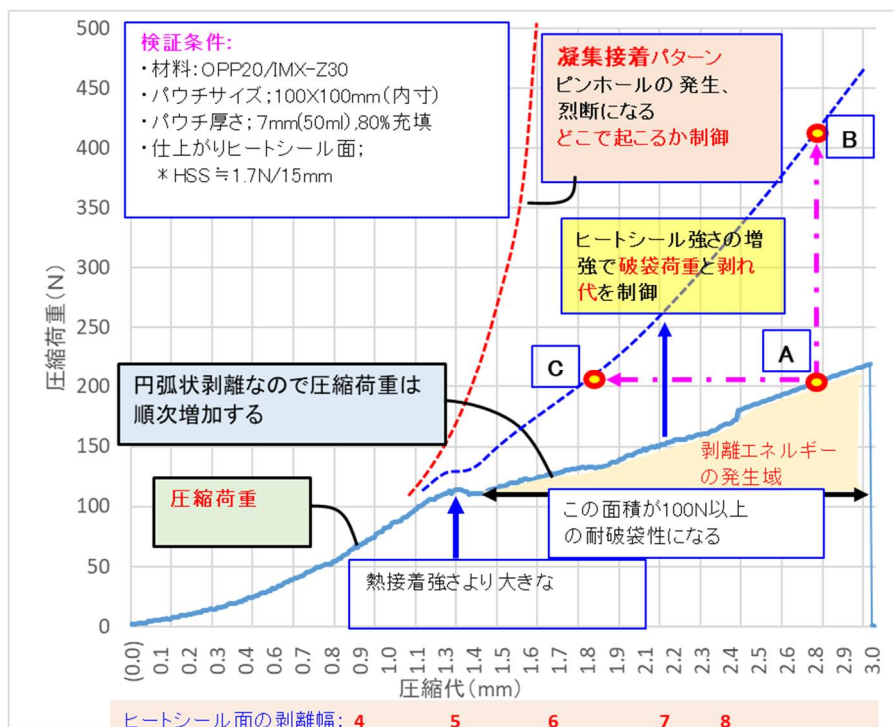
モールド接着のヒートシール面と断面図

17. 「できるようになった！」 実測による **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



写真(1) 八角形袋(円形近似袋) 圧縮荷重均一分布シミュレーション例
(円形に近いので各辺への応力分散が均一になっている)
熱接着線長; $42 \times 8 = 336 \text{ mm}$
耐荷重実測値 320 N

写真(2) 正方形四方シール袋の圧縮荷重応答例
(僅かな HS 強さ、形状の相違で剥がれ面が決まる)
熱接着線長; $100 \times 4 = 400 \text{ mm}$
耐荷重実測値 230 N



(c) 長方形、八角形袋の圧縮試験結果、袋形状によって耐圧縮荷重が変化

18. 「できるようになった！」 剥離エネルギー論による剥れシールの機能性を利用したヒートシール強さの新評価法: 【FHHS】

詳細図表割愛

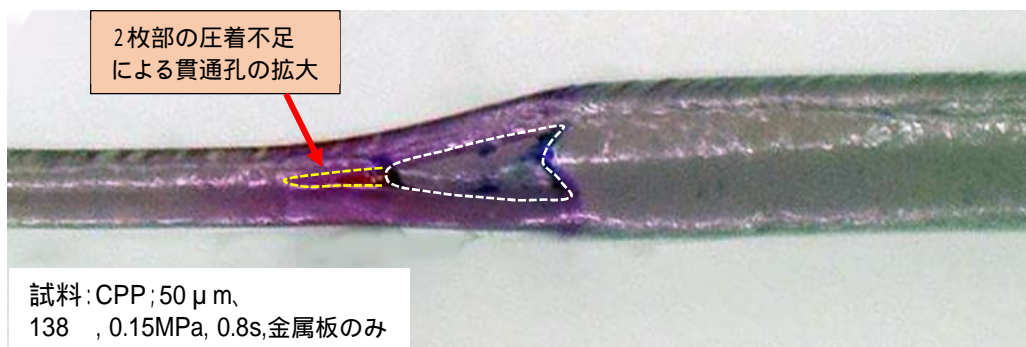
19. 「できるようになった！」 改革技術を全面的に展開したレトルトパウチ包装【HACCP】
 管理の革新

詳細図表割愛

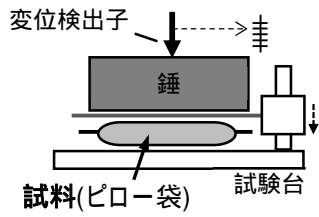
20. 「できるようになった！」 探傷液法による「密封」の漏れ検知と簡易化;
 “一条シール” チェック

詳細図表割愛

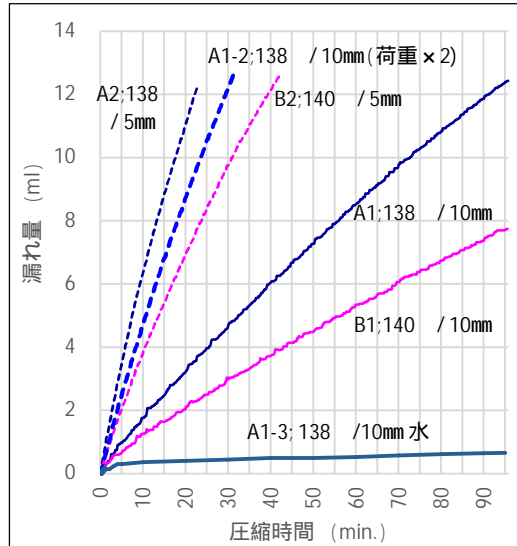
21. 「できるようになった！」 「探傷液法」によるピロー袋の貫通孔の発生原因
 の究明と漏れ量の定量化



ピロー袋のセンタシールフィンの“貫通孔”の断面図(顕微鏡写真)



定荷重圧縮の通気、通水量
の計測方法（自作品）



貫通孔の寸法変化による空気と水の通過量（一対）の測定結果

2.2 医療用バリア包装の革新

詳細図表割愛

2.3 ギザギザ、ローレット仕上げはモールド接着帯でのみ有効 剥れシール帯では密封はできない

(1) 歯形が一致の場合

(2) 歯形が不一致になったら

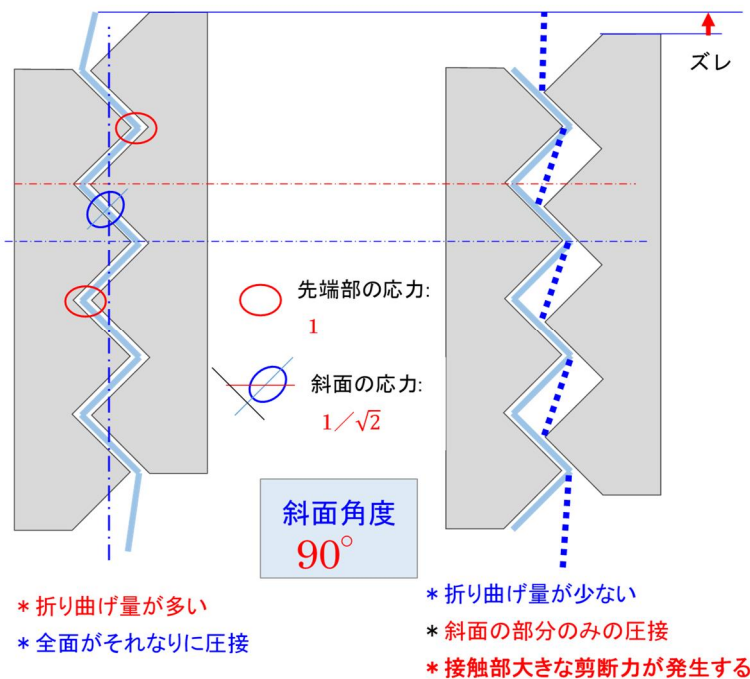
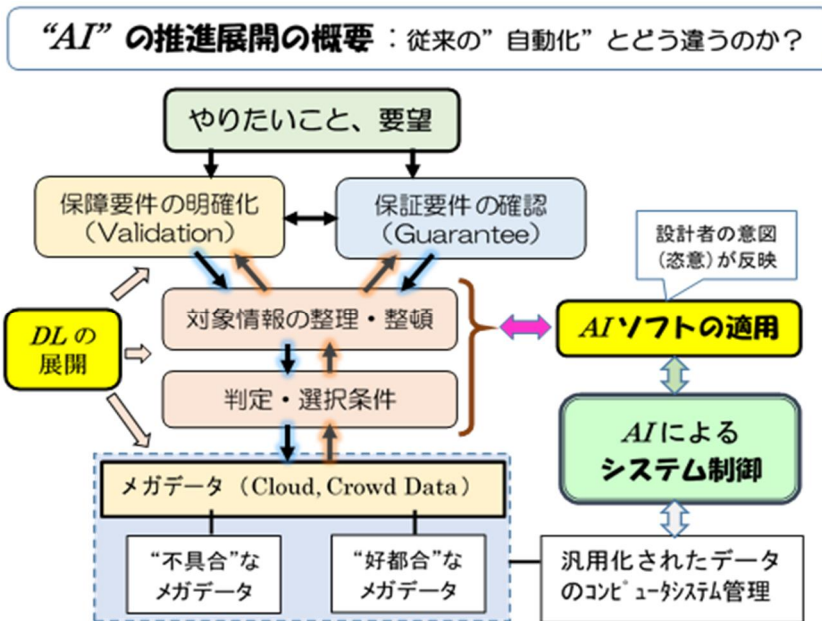


図 16.21 ギザギザシールの圧着メカニズムの解析

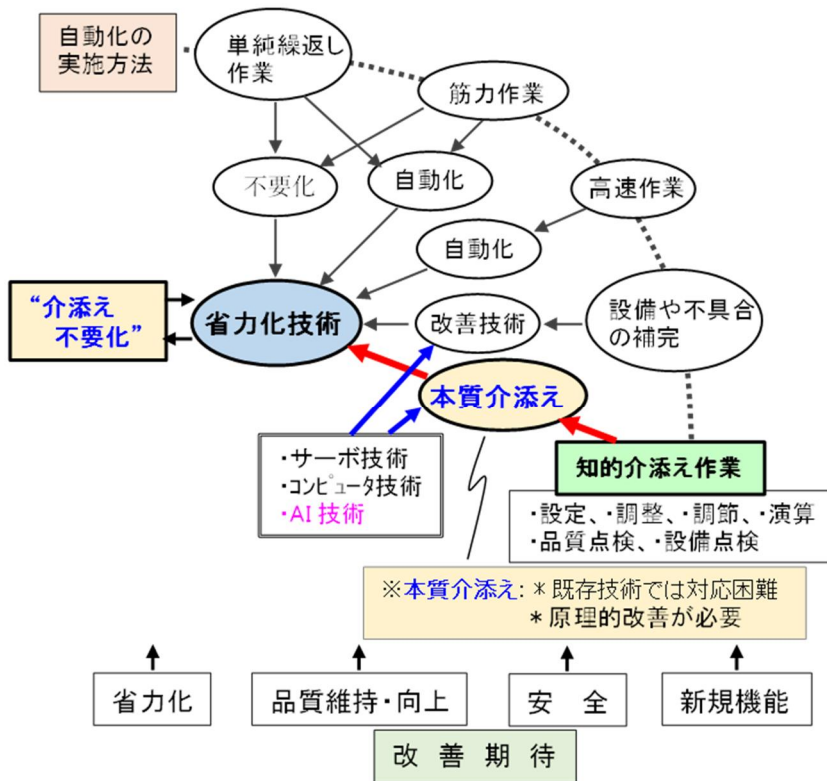
表 16.5 ギザギザシールと“一条シール”のピロー袋のセンタシール密封機能の比較
 ・供試材 ; [OPP20/LLDPE30] ・面圧着圧 ; 0.2MPa

方式	特徴	密封化の加熱温度	OPPの加熱状態	接着状態
(1) ギザギザシール	・突起と谷部分は全荷重 ・斜面 ; (1 / 2) ・クッション性なし ・(ギザギザ 1 本当りの分配荷重) / (ギザギザ個数) ・圧着面の均一化性 ; ない	・135	凝集接着帯 (シュリンクの発生)	・モールド接着
(2) “一条シール”	・条突起が陥没する迄全荷重が一条突起に集中 ・陥没後は一条突起と平面部複合圧着 ・クッション受圧 ; (0.3-0.8mm) ・クッション性は同時に圧着面の均圧化機能となる	・115	軟化温度帯	・条シール部は塑性変形密着 ・平面圧着部は均圧圧着となる

2.4 . 「できるようになった！」 包装工程における AI 制御の展開



包装工程の AI 制御の展開基本



AI が反映する新規な省力化の展開
 徹底した DL 解析を応用して、介添え作業の不要化を達成



・12チャンネルボトル充填ライン (a)



・ノズルの自動位置決めライン (b)



・パウチの高速化充填ライン(c)



・IoT化された別室のモニター室

AI 制御が実践され、無人化した包装工程 (事例)

25. 「できるようになった！」

JIS Z 0238 に替わるヒートシールの新試験法；新ヒートシール標本の作り方

各プラスチック材が列挙した「革新ヒートシール技法」に対してどのような反応をするかの試験法である。

1. ヒートシールの基幹となる標本作りとデータ処理の実施方法

- (1) 標本の加熱方法と圧着時間の設定方法
- (2) ヒートバーの温度調節点の規制
- (3) ヒートバーの構造の設定
- (4) 圧着圧の設定方法、**新規な「モールド接着」法**の追加
- (5) 加熱標本の準備
- (6) 引張試験標本の作り方
- (7) 引張試験ジョーに標本の取り付け定規の設置
- (8) 引張試験の実行方法
- (9) 材料の伸びがヒートシール強さ及ぼす影響の排除
- (10) 引張試験のデータ演算処理
- (11) [ヒートシール特性]の把握と利用法

2. ヒートシール強さの確定は何を配慮するか？

3. エネルギー論による破袋耐性の数量的検討方法

4. 加熱速さでヒートシール強さの発現の変移；【Hishinuma 効果】の計測方法

5. 得られたヒートシールデータの現場への展開方法と留意

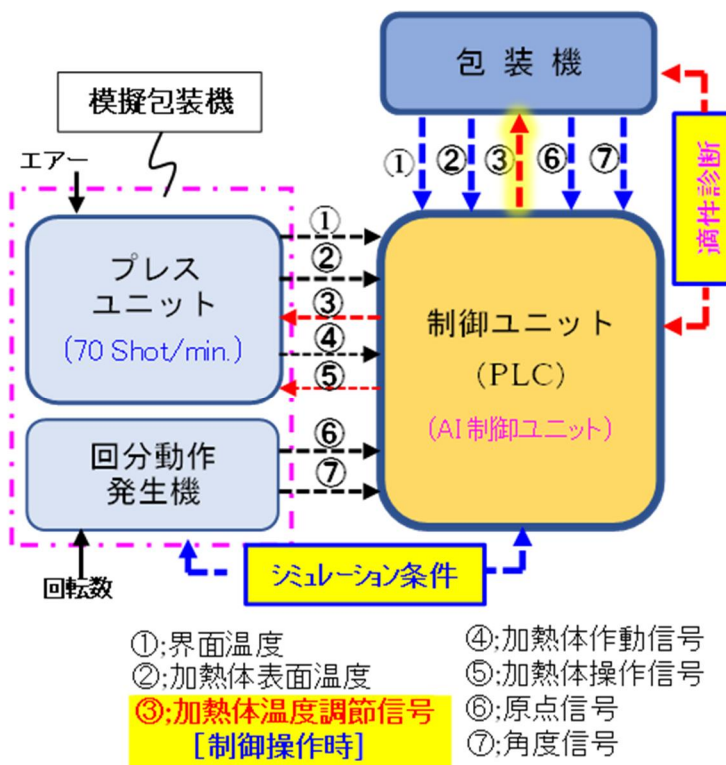
6. 圧縮、落下衝撃試験の的確化方法

7. “MTMS” ヒートシールシミュレータの構成と仕様

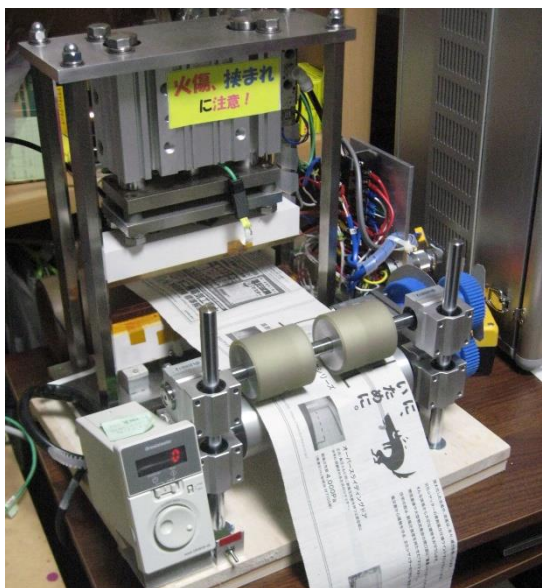
(1) 構成/機能：

(2) 制御機能

(3) シミュレータの写真と構成



連続運転もできる 界面温度制御 シミュレータの構成 (市販モデル)



(a) 連続運転ができるヒートジョー部



(b) 制御部

- ・シミュレータの制御
- ・現場包装機のヒートシール性能の診断
- ・現場包装機の 界面温度制御のコントローラに準用

界面温度制御 シミュレータ

26 . ヒートシール技法に期待される SDG s の課題の整理 .
軟包装の<<SDG s >>の【合理的な対応策】の提案

詳細図表割愛

協業の勧め

- ・ヒートシール技法の革新を協業普及したい
- ・関連特許 (国内外含め全て)「通常実施権」を (廉価で) 提供します
- ・各位のコンサルティングのサポートをします

菱沼 一夫 技術士(経営工学)、博士(農学)
菱沼技術士事務所
e-mail: rxp10620@nifty.com
〒212-0054 川崎市幸区小倉 5-6-21
URL: <http://www.e-hishi.net> (変更しています)
Tel.044 588 7533 , FAX. 044 599 8085

* とうとうできました!

* 界面温度制御 は溶着面温度応答を直接的に制御するヒートシール技法の革命技術です。

* “一条シール” は「密封」と「易開封」を同時に達成する新ヒートシール技法の世界標準です。

プラスチック廃棄物のケミカルリサイクル動向と関連特許

土屋特許事務所

弁理士 土屋博隆

はじめに

日本におけるプラスチック廃棄物の量は、図1に示すように年間約823万T(トン)である。これは、一般系廃棄物410万T及び産業系廃棄物413万Tから成り、包装・容器等/コンテナ類が49%を占める。プラスチック廃棄物の処理は、図2に示すように行われ、ケミカルリサイクルは、30万T弱、約3%である¹⁾。このケミカルリサイクルは、表1に示すように、日本容器包装リサイクル協会が自治体から引き取ったプラスチック製容器包装のうち、ケミカルリサイクルされたものである²⁾。表1に示すように、マテリアルリサイクル向けとして引き取られたプラスチック製容器包装の約1/2は、残渣として燃焼されている。ケミカルリサイクルでは、残渣はほとんど発生していない。

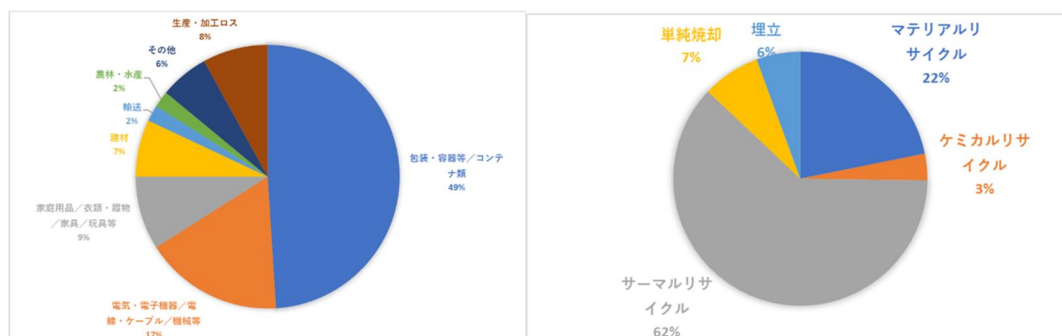


図1:2022年日本の廃プラスチック(823万t)内訳 図2:日本のプラスチック廃棄物(823万トン/2022年)の処理

表1: プラスチック製容器包装のリサイクル(令和4年度)

	引き取り量	リサイクル方法	リサイクル量	残渣量	残渣処理(%)
ケミカルリサイクル	29.4万トン	コークス炉化学原料	18.8	0.6万トン	焼却エネルギー回収(33)
		ガス化	4.3		RPF化(17)
		高炉還元剤	2.6		工業用燃料化(50)
マテリアルリサイクル	38.7万トン	パレット	6.1万トン	17.9万トン	焼却エネルギー回収(17)
		再生樹脂	8.9万トン		RPF化(43)
		土木建築用資材	1.3万トン		工業用燃料化(37)
		その他	1,6万トン		その他(3)

現在、日本で行われているケミカルリサイクルは、コークス炉化学原料、ガス化及び高炉還元剤で

ある。これらに加え、かつては油化及びPET（ポリエチレンテレフタレート）の解重合が行われていた。油化は、道央油化センター（2000年～2004年）及び札幌プラスチックリサイクル（2001年～2011年）で行われていたが、休止された。PETの解重合については、帝人（2003年～2008年）及びペトリバース（2004年～2008年） ペトリファインテクノロジー（2008年～2018年） 日本環境設計（JEPLAN）と引き継いでいる設備がある³⁾。また、ガス化は宇部興産（2001年～2010年）が行っていたが、休止している。昭和電工は2003年から現在もガス化を行っている。コークス炉化学原料は、日本製鉄が2000年から、高炉還元剤はJFE スチールが2000年から行っている。

容器包装リサイクル法は1996年に制定され、1997年に一部施行された。これに合わせて、1995年から2010年にかけて、日本におけるケミカルリサイクル技術の開発及び実施が盛んに行われた。しかし、プラスチック廃棄物が輸出されること、及び再商品化費用が高いことにより、リサイクルプラントを稼働させるに十分な量のプラスチック製容器包装廃棄物を入手できなかった。このような理由もあり、油化、解重合及び宇部興産のガス化は休止を余儀なくされた。高炉還元剤はドイツでも行われていたが、この時期日本のケミカルリサイクル技術は世界をリードしていたと言える。

中国のプラスチック廃棄物の輸入禁止及びバーゼル条約の発効により、プラスチック廃棄物の1/2を輸出していたといわれるEUでは、地域内でのプラスチック廃棄物の処理を促進せざるを得なくなった。使い捨てプラスチック製品の禁止が各国で実施され、2030年までにプラスチック製容器包装のリサイクル可能化及び55%のリサイクルが目標として打ち出された。

日本でも2022年に57万Tのプラスチック廃棄物がマテリアルリサイクル用として輸出されており、EUも未だに同様であると思われる。

EUにおけるプラスチック製容器包装のリサイクル可能化は、当初、マテリアルリサイクルを想定していたと思われる。しかし、軟包装のマテリアルリサイクルの困難さが障壁となり、EUにおけるプラスチック製容器包装のリサイクルは、マテリアルリサイクルだけではなく、油化によるケミカルリサイクルの技術開発及び試験的実施が進行している。

ここでは、ケミカルリサイクルを牽引した、1995年から2010年の日本における特許情報及び最近の欧州を中心とした新たな油化、ガス化及び解重合技術に関する特許情報について示す。

1. 油化

1.1 日本の油化技術

札幌プラスチックリサイクルの油化装置は東芝製であった。このことから、東芝の特許から見てみる。

・特許 3517594 号 東芝（出願日：1998/10/29 登録日：2004/01/30）

【請求項1】加熱手段を有し、投入される廃プラスチックを加熱して油ガスと残渣とに熱分解する熱

分解装置と、熱分解装置に接続され、冷却手段を有し、熱分解装置において発生した油ガスを凝縮させる冷却器と、冷却器に接続され、冷却器において凝縮した油凝縮成分を一時的に貯留し不純物を堆積させて除去するタンクと、タンクに連通可能に接続され、タンクから給される不純物除去後の油凝縮成分を再度加熱して蒸発させる加熱器と、加熱器に接続され、加熱器において発生した油ガスを回収する生成油回収塔と、を備えたことを特徴とする廃プラスチックの処理装置。

本特許はすでに期間満了となっているが、本特許の出願当時、東芝の特許出願は多い。油化する際にプラスチック廃棄物中のポリ塩化ビニル（PVC）及びPETの混入が問題である。問題は、PVCの加熱分解時に発生する塩化水素による装置の腐食、PETの加熱分解時に発生するテレフタル酸による配管の閉塞、及び安息香酸の発生による装置の腐食を生じることである。本特許による装置の概略図を図3に示す。このような装置が基本的な油化装置と思われる。

廃プラスチックが破砕機1に投入され、破砕機1で破砕される。破砕された廃プラスチックは、ホッパー2を経て脱塩素装置3に送られ、350 付近に加熱処理される。加熱処理により、廃プラスチックに含まれるポリ塩化ビニル成分から塩素が除去される。塩素分は、塩化水素ガスの形で、水によって吸収され塩酸として回収される。

溶融プラスチックは一次分解装置6に送られ、一次分解装置6において420 付近まで加熱・昇温される。これにより、溶融プラスチックは熱分解し、油ガスを発生する。分解されずに残る熱分解残渣は、二次分解装置9に排出される。二次分解装置9は、熱分解残渣から更に油ガスを発生させる。二次分解装置9において残った固形分は、固形燃料として利用される。一次分解装置6及び二次分解装置9において発生した油ガスは、冷却手段14aによって冷却され、凝縮する。廃プラスチック中に含まれ得るPET等に起因して発生するテレフタル酸等の有機物や油ガスに混じって飛散している粒子径の大きい突沸物等の不純物も、冷却されて析出する。凝縮した油凝縮成分と析出した不純物は、タンク15に送られて、貯留の間に析出した不純物が堆積する。堆積した不純物は、タンク15内から除去される。油凝縮成分のみが、凝縮油排出ノズル15nから加熱器16に送られ、加熱器16で再加熱されて油ガスとなり、生成油回収塔7に導かれる。生成油回収塔7には、純粋な油ガスのみが送られる。生成油回収塔7では、油ガスが蒸留作用によって沸点範囲の異なる油成分に分けられ、例えば、重油相当、軽油相当、灯油相当としてそれぞれの生成油回収タンク8に回収される。

このような装置であれば、プラスチック製容器包装にPVC及びPETが混入しても油化することができる。因みに、札幌プラスチックリサイクルの実際の設備は公表されているが、分解装置が単一であること以外は、図3と大差ない⁴⁾。

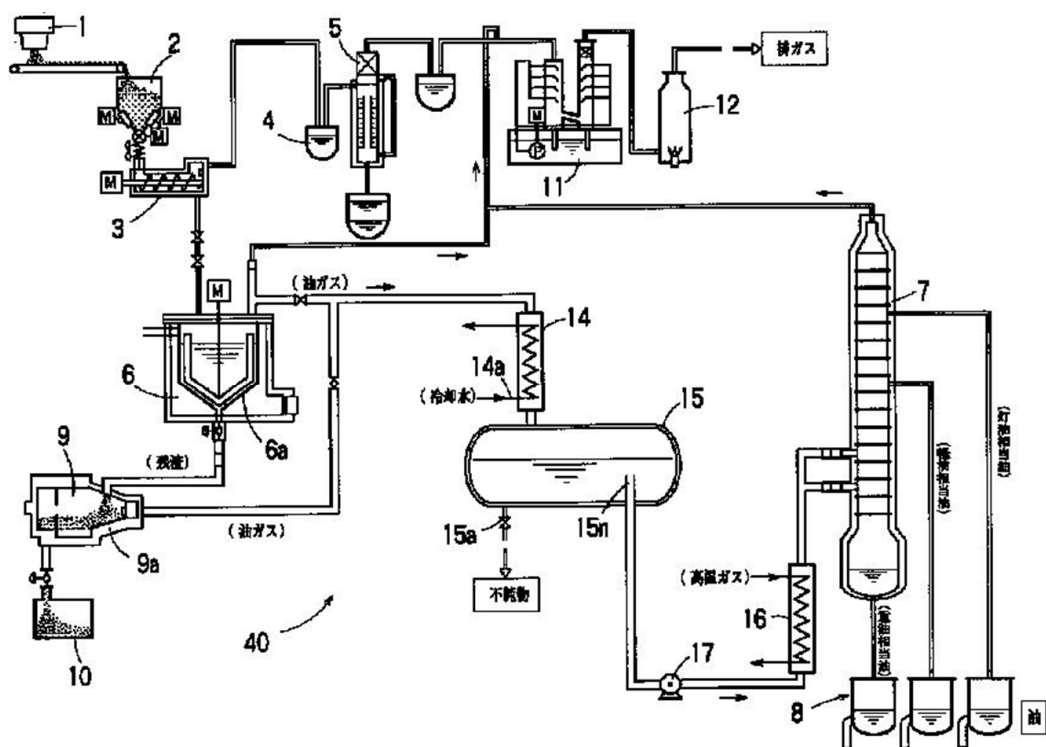


図3: 特許 3517594 号の図1

・特許 70005042 号 リサイクルエネルギー (出願日: 2020/05/15 登録日: 2022/01/07)

【請求項1】 廃プラスチックを熱分解して分解ガスを生成させる熱分解釜、及び熱分解釜で得られた分解ガスを冷却して液化させ、再生油を得る凝縮器を有する廃プラスチック油化処理装置であり、前記廃プラスチックには、ポリエステル樹脂が含まれ、前記熱分解釜には、前記廃プラスチックが供給され、前記熱分解釜の上方に還流塔が設けられ、前記還流塔は、その頭頂部から出る分解ガスを前記凝縮器に送る第1回収ラインを有すると共に、前記還流塔の途中から前記分解ガスの一部を抜き出す抜き出しラインが設けられ、この抜き出しラインから抜き出された前記分解ガスを送り込む分離槽が設けられ、前記分離槽で、送り込まれた前記分解ガスに含まれる、前記ポリエステル樹脂由来のポリカルボン酸が分離される廃プラスチック油化処理装置。

本特許は極めて最近の特許である。廃プラスチックに PET が含まれる場合に、熱分解により生成するテレフタル酸を除去する油化装置である。

熱分解釜の上方に還流塔が設けられ、還流塔に上がってくる分解ガスには、主成分である再生油のガス状物以外に、分解途中の常温で固体のワックス分等の再生油より高沸点の成分のガス状物や、PET 由来のテレフタル酸等の再生油の沸点より高い昇華点を有するガス状物も含まれる。高沸点成分や PET 分解成分は、再生油のガス状物より沸点や昇華点が高いため、還流塔の中央部から下部により多く存在する傾向が生じる。還流塔には、その途中から分解ガスの一部を抜き出す抜き出しラインが設けられる。これにより、高沸点成分や PET 樹脂分解成分が分解ガスと共に、抜き出される。抜き

出しラインは、274 以上に保温することがよく熱効率の観点から、300 くらいで十分である。抜き出された分解ガスは、分離槽において、テレフタル酸等のPET 分解成分が析出して沈降する。析出成分を除去した凝縮油は熱分解釜に戻される。

東芝のPET 由来分解物の除去方法とは相違する方法である。現在でもPET 由来成分の除去は油化において重要な課題である。

・特許3492104号 三菱重工(出願日:1996/08/28 登録日:2003/11/14)

【請求項1】 熱可塑性プラスチック廃棄物を原料にして、プラスチックを融解した後、該融解プラスチックにボイラーから供給された臨界温度、圧力以上の蒸気を添加して、超臨界域の水を反応媒体として温度400～600、圧力2.1～50MPa、反応時間10分以下でプラスチックの分解反応を行い、反応生成物から油又は油と可燃性ガスの混合物を回収するプラスチック廃棄物の油化方法。

本特許は、超臨界水により廃プラスチックを分解するものである。超臨界水によりプラスチックを分解するという特許はこれ以前に公知であるが、温度圧力及び時間を規定することで登録となっている。既に期間満了となっているが、後述する超臨界水による熱分解装置がオーストラリア及び英国で稼働しており、本特許は超臨界水による油化技術として先駆的と思える。

詳細な条件として、超臨界域の水を反応媒体とする反応の温度は、プラスチックの種類、処理時間により異なるが、例えば、ポリスチレンの場合は420 以上で、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル等の場合は500 以上で反応を行った場合に、2分以下という短時間でプラスチックが分解、油化される。反応圧力は、好ましくは、23～30MPaであり、前記プラスチックの種類、処理時間により変える、とされている。

・特許5246996号 JX日鉱日石エネルギー(出願日:2005/09/15 登録日:2013/04/19)

【請求項1】 廃プラスチックの熱分解によって生成するプラスチック分解油と石油留分を混合し、水素化精製工程において処理するプラスチック分解油の処理方法であって、前記プラスチック分解油は、硫黄分が20000ppm以下、窒素分が2000ppm以下、塩素分が1～1000ppm、臭素価が10～300gBr₂/100g、ジエン価が1～5g/100gで、カルシウム、チタン、シリコン、マグネシウム、鉄、アルミニウム、銅、ニッケル及びバナジウムの含有量がそれぞれ金属換算で50質量ppm以下であり、前記石油留分は、硫黄分が0.05～10%、窒素分が10～5000ppm、塩素分1ppm未満、カルシウム、チタン、シリコン、マグネシウム、鉄、アルミニウム、銅、ニッケル、バナジウムの含有量がそれぞれ金属換算で500ppm以下であり、該プラスチック分解油と石油留分をプラスチック分解油の混合割合が処理対象全体に対して50容量%以下混合し、当該混合原料油は、カルシウム、チタンおよびシリコンの含有量がそれぞれ金属換算で2質量ppm以下であることを特徴とするプラスチック分解油の処理方法。

様々な数値限定がなされているが、全体の50容量%以下のプラスチック分解油と石油留分を混合し、混合合成油を水素化精製工程において処理するという特許である。JX 日鉱日石エネルギーはそれ以前のジャパンエナジーの頃より同様の出願を行っている。

現在、欧州を中心に行われようとしているリサイクルは、プラスチック廃棄物の分解油とナフサを混合し、例えば、分解油を30重量%以上混合し、エチレン及びプロピレンを得てポリエチレン（PE）及びポリプロピレン（PP）として循環させようとするものである。本特許におけるプラスチック分解油及び石油留分の不純物が通常の範囲内とするならば、欧州を中心に行われようとしている分解油のナフサクラッカーでのモノマー化とは、水素化と分解の相違はあるが考え方は似ている。惜しむらくは、海外出願がされていないことである。本特許を含む一連の出願特許も先駆的と言える。

プラスチック分解油はそのままでは、水素化精製されない。プラスチック分解油に不純物として含まれる金属分は、水素化精製時の触媒を被毒する。特に、カルシウム、チタンおよびシリコンの含有量がそれぞれ金属換算で2質量ppm以下であることが好ましい、とされている。

1.2 実用化される油化技術

最近、欧州及び日本で実用化又は試験設備の導入が行われている油化技術を表2に示す。これら技術の代表的特許を以下に説明する。英語の外国特許のクレームは、機械翻訳し、日本語訳を修正して記した。

表2: 実用化される油化技術

プロセス	開発者	特許	技術概略	実施者（ライセンス）
Cat-HTR	Licella 社 (豪) Maschmeyey	EP 2556132 BR, CA, CN, AU, KR, MX, US で登録	臨界温度に近い温度または超臨界温度の水と触媒の使用	Mura Technology Renew ELP 三菱化学
TACOIL	Cynar 社 (英)	EP 2516592 GB, IE で登録	熱分解する接触器内に複数のプレート	Plastic energy
CTC	RECENSO 社 (独)	EP 1538191 DE, BRP, RU, US で登録	摩擦エネルギーと化学触媒を適用する閉鎖系内の単一段階プロセス	
HiCOP	HiCOP 研究所 藤元薫	JP 4474510 CN, US で登録	加熱された熱媒体としての粒状の触媒の使用	環境エネルギー 出光興産

1.2.1 Cat-HTR

Cat-HTR は、シドニー大学の Thomas Maschaneyer が発明し、Licella (オーストラリア) が実用化した技術である。下記の特許の通り、植物系有機物からバイオ燃料を得る技術として開発された。

Licella は、2007 年にパイロットプラントを立ち上げ、1 億豪ドルを超える投資を行い、13 年以上に渡って開発を進め、現在大規模パイロットプラントを建設している⁵⁾。また、軟包装を油化し、分解油を新たなプラスチックの製造に使用し、PP を得て、30%のリサイクル材を含むキットカットの包装材料を試験的に作成している⁶⁾。

・ EP 2556132 B1 Licella Pty Limited (出願日:2011/04/07 登録日:2017/08/09)

[Claim 1] バイオ燃料を製造する方法であって、有機物を水性溶媒と、前記有機物からのバイオ燃料の形成を促進する少なくとも 1 つの塩基触媒とで処理し、前記有機物および水性溶媒がスラリーの形態で提供され、前記処理が、前記スラリー内の固体物質の沈降速度よりも大きいスラリーの最小体積独立流速を有する連続流の条件下で行われ、前記処理は、以下を備え、バイオ燃料を生成するための 250 ~ 400 の間の目標温度および 100bar ~ 300bar の間の圧力への加熱および加圧、目標温度および圧力での規定時間の処理、ならびにスラリーの冷却および減圧を行い、少なくとも 1 つの塩基触媒を、前記温度まで加熱した後、前記圧力まで加圧した後に、有機物に添加し、バイオ燃料はバイオオイルであって、有機物が石炭またはリグノセルロース系物質である。

前述の三菱重工の特許 3492104 号と同様に亜臨界水又は超臨界水によりプラスチック廃棄物を分解する。104 と比較すると、本特許のクレームは、温度範囲が低く、圧力範囲は含まれる。104 には、塩基触媒について記載はない。

Cat-HTR の特許は、EP (欧州) 以外に AU (オーストラリア)、BR (ブラジル)、CA (カナダ)、CN (中国)、KR (韓国)、MX (メキシコ) 及び US (アメリカ) で登録されているが、日本には出願されていない。

・ US 11339330 B2 MURA TECH LIMITED (出願日:2017/12/14 登録日:2022/05/24)

[Claim 1] バイオオイルを製造する方法であって、該方法は、以下を含むことを特徴とする。合成高分子材料を押出機で押出して、それによって高分子材料からなる溶融ストリームを形成し、ここで溶融ストリームは、200 ~ 300 の間の温度および 100 バール~350 バールの間の圧力で押出機から出し、溶融ストリームとは別の水性溶媒のストリームを提供するステップと溶融ストリームを水性溶媒のストリームと接触させて、反応混合物を形成するステップと反応混合物を、反応容器内で、反応温度および反応圧力で、反応混合物中に存在する重合体の全部または一部を、バイオオイルを含む生成物に変換するのに適した時間だけ処理し、生成物を減圧して冷却し、前記接触する前の水性溶媒の流れが超臨界であり、90%以上の超臨界水からなり、前記処理前の反応混合物が、少なくとも 60wt% の重合体を含み、反応温度は、400 と 600 の間であり、反応圧力が 100bar と 300bar の間であ

る。

本特許を 104 と比較すると、反応温度及び圧力は 104 の範囲内にあり、いずれも塩基性触媒について記載がない。CN においても登録となっている。日本には出願されていない。

MURA Technology (イギリス) は、Licella が開発した Cat-HTR を中核として、独自の技術として HydroPRS を新たに開発した。HydroPRS は、超臨界水、熱、圧力を熱水液化によって使用して長鎖炭化水素を分解し、水素を供与して短鎖で安定した炭化水素を生成するとしている⁷⁾。実際には子会社の Renew ELP で実施している。

三菱ケミカルと ENEOS は、三菱化学茨城事業所においてプラスチック油化共同事業を開始することを決定した。同事業所に、商業ベースでは国内最大規模となる年間 2 万トンの処理能力を備えた設備を建設し、2023 年度にプラスチック廃棄物の油化を開始することを目指す。油化設備は Mura Technology の超臨界水技術を導入する新設備であり、製造される分解油は、両社の既存設備である石油精製装置およびナフサクラッカーにおいて原料として使用される⁸⁾。

1.2.2 TACOIL

TACOIL プロセスは、Plastic Energy (イギリス) が実施している。Plastic Energy は、スペインの Almeria と Seville に 2 つのケミカルリサイクルプラントを所有および運営しており、それぞれ 2016 年と 2017 年から稼働している。また、SABIC と契約を結び、SABIC 向け TACOIL を供給する工場をオランダに建設予定で、2021 年に始動する予定である。さらに、2021 年 3 月 25 日 ExxonMobil と協力して、ヨーロッパで最大の先進的なリサイクルプラントをフランスのルアーブルに建設し、2023 年までに稼働予定であることを発表した。当初、年間 25,000 トンの処理を、近い将来には 33,000 トンまで拡大する予定である⁹⁾。

・EP 2516592 B1 Cynar Plastics Recycling Limited (出願日:2010/12/20 登録日:2018/12/20)
[Claim 1] 少なくとも 1 つの燃料製品を提供するために廃プラスチック材料を処理するためのプロセスであって、以下のステップを含む、廃プラスチック材料を溶融すること(4)、熱分解チャンバー内で、溶融材料を無酸素雰囲気中で攪拌しながら熱分解し、熱分解ガスを供給する工程(6)、熱分解チャンバーから熱分解ガスを、接触器要素(13)のバンクを有する接触器(7)に導入し、一部の長鎖ガス成分が前記要素上で凝縮するようにするステップと熱分解を達成するためにさらに熱分解されるように、接触器から前記凝縮した長鎖物質を熱分解チャンバーに戻し(12)、短鎖ガス成分がガス状で接触器(7)から出るようにし；および接触器からの前記熱分解ガスを蒸留塔で蒸留して(20、26)、1 つ以上の燃料生成物を提供するステップを含み、ここで前記凝縮器要素(13)が、前記接触器における熱分解ガスの流れを邪魔する複数のプレートからなり；そして前記プレート(13)が、凝縮した長鎖炭化水素の流出のために下向きに傾斜しており、熱分解ガスの上向き進行を可能にする開口部を含み、接触器が接触器ジャケットによって能動的に冷却され、冷却液がジャケットに導かれ、

ジャケットの温度の制御によって凝縮のレベルが制御され、および熱分解室と接触器を直接結ぶ配管があり、この配管は、上方に移動する熱分解ガスと下方に流れる熱分解用長鎖液体を搬送することを特徴とする。

熱分解槽内の熱分解ガスの経路に、ガスの流れを困難にする複数のプレートを用意、プレートは凝縮した長鎖炭化水素の流出のために下向きに傾斜しており、熱分解ガスの上方向への進行を可能にする開口を有することが特徴のようである。この特許は EP 以外に US で登録となっている。

1.2.3 CTC

CTC (Catalytic Tribochemical Conversion) は、RECENSO (ドイツ) が開発した混合プラスチックを液炭化水素混合物に変換する工業用プロセスである¹⁰⁾。

・ EP 1538191 B1 ALPHAKAT GMBH (出願日:2004/02/26 登録日:2011/08/31)

[Claim 1] 炭素含有残留物から、アルカリドープされたケイ酸アルミニウムを触媒として 300~400 の温度で触媒的分子短縮によりディーゼル油を製造する方法であり、材料供給物 (3) およびサイクル油 (4) が、最初に、ポンプ (1) を介して攪拌容器 (6) に接続方向に供給されるステップと前記方法は、固体材料分離 (10) および製品蒸留 (17) のさらなる方法ステップを含み、一次加熱工程のための一次エネルギー供給は、少なくとも 1 つのポンプ (1) の流動エネルギーを、攪拌器容器 (6) 内で作動し、接続方向供給と反対方向に回転する攪拌器 (7) によって熱に変換するシステムを介して生成されることを特徴とするディーゼル油を製造する方法。

本特許によれば、ポンプの流動エネルギーが、反対方向に回転する攪拌機によりブレーキをかけられて、熱に変換され、この熱と触媒により熱分解を行うようである。この特許は、DE (ドイツ)、RU、US 及び BR で登録となっている。日本にも出願されたが、登録となっていない。この特許は ALPHAKAT (ドイツ) が保有しており、この技術を基に RECENSO 社が開発したと思われる。

ドイツのエニガーローにあるパイロットプラントにより得られた分解油は、当初 BASF に供給された。BASF は、2018 年 10 月に 5 トンの RECENSO の液体リサイクル製品の処理テストに成功した。2019 年に最大 1000 トンの変換製品が BASF に供給される予定であった¹¹⁾。しかし、BASF はその後、QUANTAFUEL 社 (ノルウェー) に投資し、ここで得られる分解油の供給を受けるようである。

・ EP 3818132 A1 QUNTA FUEL AS (出願日:2019/07/05 審査中)

[Claim 1] 以下のステップを含む、廃プラスチックから燃料および追加の炭化水素を製造する方法であって、少なくとも 1 つのプラスチック材料を提供するステップ、前記少なくとも 1 つのプラスチック材料を一次分解し晒して、第 1 の炭化水素流体を得ること；前記第 1 の炭化水素流体は気体であること；を行うステップと前記第 1 の炭化水素ガスを触媒的水素化に暴露して、第 2 の炭化水素流体を得るステップと前記第 2 の炭化水素流体を分画分離して、少なくとも 1 つの最終製品を得る工程。

参考までに QUNTA FUEL の出願特許を示す。分解して得られる炭化水素を水素化しているが、これ自

体特許性があるとは思えない。AU、BR、CA、CN、KR、NO（ノルウェー）、SG（シンガポール）、USに
出願している。日本には出願していない。

1.2.4 HiCOP

HiCOPは、東大/北九州市立大学名誉教授であり、HiCOP研究所の藤元所長の特許技術である。

・特許4474510号 財団法人北九州産業学術推進機構（出願日：2007/01/22 登録日：2010/03/19）

【請求項1】反応器内で350～500の温度域に加熱された熱媒体としての粒粉状のFCC触媒及び粒粉状のCa化合物と粒粉状の鉄化合物との混合物中に廃プラスチックを原料として投入し、前記混合物と前記廃プラスチックとを混合・攪拌し、前記廃プラスチックに前記FCC触媒をまぶして前記FCC触媒に接触した前記廃プラスチックを分解・ガス化させることを特徴とする廃プラスチックの接触分解方法。

本特許によれば、従来の熱分解方式と比較し、低温で早く分解するため、ワックスの少ない高品質な炭化水素油を生成することができ、生成油の成分は、約50%のガソリン分（ナフサ分）と約50%のディーゼル分（軽油分）の混合油となる。またプラスチック廃棄物の連続投入が可能であるため、装置の稼働率も上がり、ワックスによる配管の閉塞もないためメンテナンス作業も大幅に軽減され、ランニングコストも圧縮することができる。この特許はUS及びCNで登録となっている。

出光興産は、HiCOPによる設備販売を行う環境エネルギーと千葉事業所における廃プラスチックリサイクル事業の実証検討に合意した。この実証は、環境エネルギーのプラスチック廃棄物分解技術と千葉事業所の石油精製・石油化学装置を活用し、従来の技術では再生困難だった混合プラスチックのリサイクルを目指すものである。また、SKC（韓国）は、環境エネルギーと、廃プラスチックを熱分解する商用化技術の開発で協力する内容の覚書を締結した。

2. ガス化

2.1 荏原製作所 - 宇部興産プロセス（EUP）

前述のように、昭和電工が、プラスチック製容器包装廃棄物のリサイクルとして、ガス化を行っている。実施しているガス化方法は、荏原製作所と宇部興産が共同開発した「加圧二段ガス化システム」（EUP）である。昭和電工は、4万トン/年程度リサイクルしている。ガス化によって得られる合成ガスのH₂はアンモニアの原料として、COはCO₂に変え、合成ガスに含まれているCO₂と合わせてドライアイスとしている。宇部興産も2001年から実施していたが、プラスチック製容器包装廃棄物の確保が困難となって、2008年に休止した。宇部興産ではH₂を過酸化水素の原料に、COをジメチルカーボネート等の原料として使用していた。

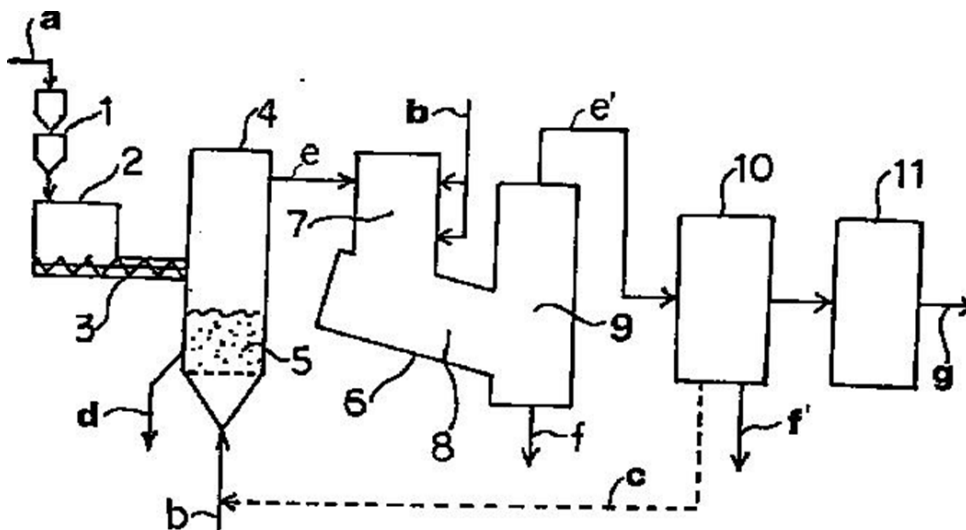


図4 EUP のガス化装置

・特許 3079051 号 荏原製作所 (出願日: 1996/11/28 登録日: 2000/06/16)

【請求項 3】 廃棄物を流動層ガス化炉でガス化し、得られるガスとチャーを溶融炉に導入してガス化する廃棄物のガス化処理方法であって、該流動層ガス化炉では、流動媒体を用いた流動層に酸素とスチームの混合ガスを供給し、450 から800 の温度で該廃棄物をガス化し、該廃棄物中の金属は該流動層ガス化炉から排出して回収し、また、該流動層ガス化炉で生成したガスをチャーとともに該流動層ガス化炉から排出し、該流動層ガス化炉から排出された該ガスとチャーは直接溶融炉に導入し、該溶融炉は旋回溶融炉であって、かつ炉内の温度は1300 以上であり、ここで該流動層ガス化炉より導入された該ガスとチャーをガス化して低カロリーガス又は中カロリーガスを得るとともに、該チャーに含まれる灰分は溶融スラグとなし、該溶融スラグは冷却されたスラグとして回収することを特徴とする廃棄物のガス化処理方法。

本特許は既に期間満了となっているが、EUP の基本特許と思える。EP、US、KR、CN、TW (台湾) においても登録となっていた。

図4に、本発明のガス化処理方法に用いる装置の一例の概略構成図を示す。廃棄物 a は、均一に混合され、ロックホッパーシステム 1 を経て、ホッパー 2 に投入される。次いで、スクリーフィーダ 3 により流動層ガス化炉 4 に定量供給される。ガス化炉 4 の炉底には流動化ガスとして酸素 b とスチーム c の混合ガスが供給される。ガス化炉 4 の流動層部 5 に落下した原料は、450 ~ 650 に保持された流動層内でガス化のための酸素とスチームからなる送込ガスと接触し、速やかに熱分解ガス化される。これにより、ガス、タール、炭化物及び H₂O を生成するが、炭化物は流動層の攪乱運動により粉碎されチャーとなる。これらは一括して後段の旋回溶融炉 6 の一次燃焼室 7 に供給され、同じくガス化のために供給された酸素 b と旋回流中で混合しながら、1300 以上の高温で高速酸化される。このため、チャーに含まれる灰分はスラグミストとなり、旋回流の遠心力により炉壁上のスラグ相に捕捉

され、炉壁を流れ下って二次燃焼室8に入り、スラグfとしてスラグ分離室9の炉底から排出される。高温ガス化の酸化反応は二次燃焼室8で完結し、 H_2 、 CO 、 CO_2 、と H_2O から成る中カロリーガスとなる。この中カロリーガスがいわゆる合成ガスである。低カロリーガスとは空気を供給することにより発生する、 H_2 、 CO 、 CO_2 、 N_2 、 H_2O を含むガスである。

日揮ホールディングが、EUPのプラント販売を行うことを発表している。宇部興産及び荏原環境プラントから技術供与、及び昭和電工から量産化技術供与及び運転支援を受けるとしている¹²⁾。

2.2 ENERKEM

海外ではENERKEM(カナダ)が、エドモント市の都市ごみをガス化している。

・特許5576394号 エナーケム、インコーポレイテッド(出願日:2009/12/18 登録日:2014/07/11)

【請求項1】(a)バイオマスに、酸素とスチーム含む酸化性ガスを接触させ、前記酸素は、前記バイオマスを酸化させ、前記バイオマスを、500以上で750以下の温度に加熱するのに有効な量で存在し、(b)工程(a)で生成した酸化されたバイオマスの少なくとも一部を、第1段階において酸素とスチームを含む酸化性ガスで処理し、前記酸化されたバイオマスを、800以上で850以下の温度に加熱し、(c)工程(b)で生成した酸化されたバイオマスの少なくとも一部を、第2段階において酸素とスチームを含む酸化性ガスで処理し、前記酸化されたバイオマスを、900以上で1000以下の温度に加熱し、それによって合成ガスを生成させ、(d)工程(c)で生成した前記合成ガスを回収する、各工程を含む、バイオマスから合成ガスを製造する方法。

本特許は日本において登録されたものである。EP、US、CN、AU、CAにおいても登録されている。

EUPとの相違は、三段階で加熱し、三段目の温度が900~1000と、EUPの1300以上に比べ、低いことであろうか。出願当初は、一段加熱が500以上で750以下の温度、二段加熱が800以上であった。審査過程で補正されたが、EUPの特許が存在するため、当然であったと思われる。

・CA 2639806 ENERKEM, INC. (出願日:2008/09/23 登録日:2016/04/19)

[Claim 1] メタノールをエタノールに変換するプロセスであって、(a)メタノールと一酸化炭素を液相で、少なくとも25モル%の酢酸メチルを含む生成物を生成する条件で反応させること、および(b)前記酢酸メチルを水素化してエタノールを生成すること、を含むプロセス。

ENERKEMは、得られる合成ガスをメタノールとしていたが、メタノールをエタノールへ変換する新たな装置を2017年に設置し、稼働させた¹³⁾。合成ガスからメタノールを合成することは従来行われてきた。メタノールからエタノールを合成するのは、さらなる反応が必要である。バイオPEの製造では、発酵により得られたエタノールをエチレンとしてPEを得ている。ガス化により得られる合成ガスをエタノールとすることで、PEが得られるとすると、新たなリサイクルルートを開くこととなる。

合成ガス中の H_2 および CO からメタノールを生成する。この反応は昔から実用化されている。本特許は、メタノールと合成ガス中の CO を反応させ、酢酸メチルを生成させる。ここで、酢酸も生成する。「少なくとも25モル%の酢酸メチル」の残り75%は酢酸という想定である。生成された酢酸は酢酸メチルとしているが、酢酸のままでも構わないとしている。酢酸メチルと合成ガス中の H_2 を反応させ、水素化することでエタノールを得ている。収率は触媒の性能次第である。合成ガスからエタノールを得ることは可能であり、ENERKEMが実施していることは特筆に値する。本特許は、BR、CN、EP、US、ZA（南アフリカ）において登録となっている。

2.3 積水化学

積水化学は、都市ごみを既存のガス化技術によりガス化し、生成する合成ガスを精製し、Lanza Tech（アメリカ）が保有する微生物によりエタノールを製造する試験を行っている¹⁴）。ENERKEMのような煩雑な経路を経ずに合成ガスから一挙にエタノールが得られるとすると、エネルギー使用量も低減でき、有用である。

・特許7004763号 積水化学（出願日：2020/04/07 登録日：2022/01/06）

【請求項1】 ^{13}C の値が-70%以上-35%未満であり、かつ、エタノール濃度が95%以上である廃棄物由来エタノール溶液を製造する方法であって、培養液中でガス資化性細菌を培養しつつ、廃棄物由来合成ガスを前記培養液に供給し、前記ガス資化性細菌の発酵作用により前記廃棄物由来合成ガスを処理して、粗エタノール溶液を得る工程と、前記粗エタノール溶液を、抽出処理、濃縮処理、脱水処理、エタノールより沸点の低い低沸点物質を除去する処理、エタノールより沸点の高い高沸点物質を除去する処理、およびイオン交換処理の順で濃縮して、前記廃棄物由来エタノール溶液を得る工程とを有することを特徴とする廃棄物由来エタノール溶液の製造方法。

本特許における、「ガス資化性細菌」というのが、Lanza Techの保有する菌であり、後述する。ポイントは、「 ^{13}C の値が-70%以上-35%未満」である。 ^{13}C とは、 $\{ (^{13}C / ^{12}C)_{\text{サンプル}} / (^{13}C / ^{12}C)_{\text{標準物質}} - 1 \} \times 1000$ (‰) で計算される値である。植物由来の原料を用いて酵母により製造されたエタノールおよび石油由来の原料を用いて化学合成により製造されたエタノールの ^{13}C の値より、合成ガスを用いてガス資化性細菌により製造されたエタノールの ^{13}C の値が小さくなることを見出した、としている。これは発見であって、発明ではないような気もするが、現時点では異議申し立ては成されていない。外国への出願は行われていない。

・特許5600296号 ランザテク・ニュージランド・リミテッド（出願日：2008/11/13 登録日：2014/08/22）

【請求項1】 クロストリジウム・オートエタノゲナム（*Clostridium autoethanogenum*）から誘導された、生物学的に純粋な細菌の分離株であって、a. 実質的に孢子形成能力を有さず； b. 酵母エキスの不在下、最小培地中で増殖する能力を有し； c. 酵母エキスが存在しない培地中で、酵母エキス

が存在する培地と比べてより迅速に増殖し、より高いエタノール対アセテート比を生じ、及び/又はより高濃度のエタノールを生成する能力を有し；d. 当該細菌は非運動性であり、そして当該細菌は、COを含む基質の嫌氣的発酵によってエタノールを、又はエタノールとアセテートを、少なくとも1.0のエタノール対アセテート比で生成できる、前記分離株。

積水化学が「ガス資化性細菌」と称する最近の特許であり、これ以外にも細菌の特許がみられる。

2.4 アールプラスジャパン

アールプラスジャパンは、使用済みプラスチックを原料として、キシレンのみならず、エチレンやプロピレンなど、一般的なプラスチックの粗原料が生成できるという Anel lotech (米国) の技術を実用化するために、サントリーが呼びかけて共同出資会社として設立された。現在、40 社が参画している。2023 年に技術開発を完了させ、2027 年には日本で年間 20 万トン規模のプラスチックの再生実現を目指している¹⁵⁾。サントリーは、Anel lotech と植物由来原料からテレフタル酸を生成し、植物由来原料 100%PET ボトルの共同開発を行っている。

・特許 6933577 号 アネロテック・インコーポレイテッド (出願日：2015/07/01 登録日：2021/09/23)

【請求項 1】 触媒熱分解プロセスの生成物流から芳香族化学物質を生成するための方法であって、バイオマス及び前記芳香族化学物質を回収するための生成物回収システムから循環される再循環ガスまたは輸送流体を流動層触媒反応器に導入し、生成物流を生成することと、前記生成物流から固体を 1 以上のサイクロンで分離し、気体状の原流体生成物流を生成すること、前記気体状の原流体生成物流を、 $-5 \sim 100$ の有機急冷流体であって前記有機急冷流体の少なくとも 50 重量%が少なくとも 140 の沸点を有する前記有機急冷流体と接触させることにより直接急冷し、温度 $10 \sim 200$ 、塔頂圧力 $100 \sim 4000$ kPa の急冷された生成物流を形成することと、第 1 の気相及び第 1 の液相を前記急冷された生成物流から分離することと、前記第 1 の気相を水と接触させることにより急冷して、急冷された第 1 の気相を形成することと、第 2 の気相及び第 2 の液相を前記急冷された第 1 の気相から分離することと、前記第 2 の気相から芳香族物質を回収することと、を含む、前記方法。

本特許はテレフタル酸の原料となる p-キシレンを生成するための特許である。この特許の特徴は、「有機急冷流体」及び「水と接触させることにより急冷」することである。熱分解生成物を有機流体及び水と接触させて急冷することで、芳香族モノマーを高収率で得られるようである。熱分解は「流動層触媒反応器」で行う。熱分解時に固体触媒により分解を促進している。熱分解の条件は、400 以上の温度で行われてもよく、 $300 \sim 620$ というのが範囲としては広い。圧力は 100 kPa \sim 4000 kPa となっている。油化の温度よりも高く、ガス化の温度よりも低い。本特許は、US、CN、AU において登録となっている。

・特許 4304237 号 国立大学法人静岡大学 (出願日:2002/09/24 登録日:2009/05/15)

【請求項 1】プラスチックを、反応圧力 5 ~ 50 MPa、反応温度 500 ~ 800 で水素活性化金属からなる金属触媒及び酸化剤の存在下において、亜臨界水又は超臨界水と接触させて水素とメタンの生成比を制御する有機物のガス化方法であって、前記酸化剤を、乾燥状態の前記プラスチック 100 重量部当り 5 ~ 100 重量部含有させることを特徴とする有機物のガス化方法。

本特許は、Anellotech と同様に油化及びガス化の中間温度で熱分解し、水素とメタンを生成している。温度は 500 ~ 800、圧力は 5 ~ 50 MPa、で触媒存在下、亜臨界水又は超臨界水により分解する。Cat-HTR の 250 ~ 400 を 500 ~ 800 とすることで、水素とメタンを生成するというこのようである。改めて見ると興味深い技術に思える。

3. PET の解重合

3.1 日本の解重合技術

解重合には PS を熱分解によりスチレンとするものもあるが、ここでは PET の解重合についてのみ説明する。日本では PET の解重合は前述の通り、帝人及びアイ・エスの技術によるペトリバースにより行われた実績がある。

・特許 4067306 号 帝人ファイバー (出願日:2000/10/19 登録日:2008/01/18)

【請求項 1】ポリエチレンテレフタレートを主成分として含有し、さらにそれとは異なる異物成分を含有するポリエステル廃棄物を、下記工程 (a) ~ (f) : 工程 (a) : 前記ポリエステル廃棄物を、ポリエステル解重合触媒を含むエチレングリコール中に投入して 175 ~ 190 の温度、0.1 ~ 0.5 MPa の圧力下において処理し、得られた反応溶液中に含まれる固形異物のうち、前記溶液の液面に浮遊した固形異物分を浮遊選別法により除去する工程、工程 (b) : 工程 (a) を通過した溶液分から、この溶液中に含まれ、工程 (a) において、液面に浮遊しなかった固形異物分を、固液分離法によって除去する工程、工程 (c) : 工程 (b) を通過した溶液分を蒸留・濃縮し、留出したエチレングリコールを回収する工程、工程 (d) : 工程 (c) を通過した残留分に、エステル交換反応触媒とメタノールとを添加して、前記残留物とメタノールとの間にエステル交換反応させてテレフタル酸ジメチル及びエチレングリコールを生成させ、この反応混合物に再結晶処理を施し、さらに遠心分離処理を施してテレフタル酸ジメチルのケーキと混合溶液とに分離し、前記ケーキに蒸留精製を施して高純度のテレフタル酸ジメチルを留出させ、これを回収する工程、工程 (e) : 工程 (d) を通過した前記混合溶液に、蒸留処理を施してメタノールを留出させ、これを回収する工程、及び工程 (f) : 工程 (e) を通過した残留分に蒸留処理を施して、エチレングリコールを留出させ、これを回収する工程、に順次供することを含み、前記工程 (a) において用いられる解重合触媒が、金属の炭酸塩、カルボン酸塩、酸化物、アルコキシドからなる群から選ばれた少なくとも 1 種の金属化合物

物を含み、かつその添加量を、前記ポリエステル廃棄物の重量を基準として 0.1～10%とすることを特徴とする、ポリエステル廃棄物からテレフタル酸ジメチル及びエチレングリコールを分離回収する方法。

帝人の解重合は、PET とエチレングリコール (EG) を反応させて、ビス (- ヒドロキシエチル) テレフタレート (BHET) を生成し、BHET とメタノールを反応させ、テレフタル酸ジメチル (DMT) と EG とする。得られた DMT を加水分解し、テレフタル酸として、EG と重合させて新たな PET を得る。既に期間満了となっているが、世界で先駆けて PET の解重合を実用化した技術である。EP、US、CN、KR においても登録となっていた。

・特許 3715812 号 アイ・エス (出願日: 1998/12/10 登録日: 2005/09/02)

【請求項 1】ポリエチレンテレフタレート廃棄物に粉碎、洗浄、異物分別等の前処理を施して粗製ポリエチレンテレフタレートのフレーク若しくはペレットを得る前処理工程で得られた粗製ポリエチレンテレフタレートのフレーク若しくはペレットを過剰の精製及び/又は粗製のエチレングリコールを用いて触媒の存在下で解重合を行い粗製ビス - - ヒドロキシエチルテレフタレート (BHET) を得る解重合工程と、得られた粗製 BHET と粗製エチレングリコールの二種混合溶液中からポリエチレンテレフタレート以外の異プラスチック、及び/又は金属、ガラス、砂等の固形異物、及び/又は沈殿物を除去する異物除去工程と、得られた粗製 BHET と粗製エチレングリコールの二種混合溶液中から着色物及び/又は溶存イオンを除去する前精製工程と、前精製工程を経た二種混合溶液に蒸留・蒸発操作を施してエチレングリコールを蒸発・留去させて濃縮 BHET を得るか、もしくは二種混合溶液を 10 以下まで冷却して BHET を晶析させた後エチレングリコールと BHET を固液分離することにより濃縮 BHET を得る BHET 濃縮工程と、得られた濃縮 BHET を 190 を越え 250 以下の温度で且つ蒸発器内での濃縮 BHET の滞留時間が 10 分以下となるように真空蒸発させることにより精製ビス - - ヒドロキシエチルテレフタレートを得る BHET 精製工程と、得られた精製 BHET 及び/又は前記 BHET 濃縮工程で得られた濃縮 BHET を原料として溶融重縮合し高純度ポリエチレンテレフタレートポリマーを得るポリエチレンテレフタレートポリマー生成工程とを経てポリエチレンテレフタレート廃棄物から高純度のポリエチレンテレフタレート重合物を得ることを特徴とするポリエチレンテレフタレート廃棄物のケミカルリサイクル方法。

本特許は、PET と EG を反応させて解重合する点は帝人と同様であるが、BHET とメタノールを反応させず、BHET をそのまま重合して PET を得る点が帝人と相違する。帝人のようにテレフタル酸とせず、BHET を重合するのは合理的である。

3.2 Eastman Chemical

Eastman Chemical は、2022 年末までにテネシー州キングスポートの複合施設に 2 億 5,000 万ドルの PET 解重合プラントを建設する¹⁶⁾。また、フランスでは、最大 10 億ドルを投資し、年間最大 16 万トン

をリサイクルする PET 解重合施設の建設を発表している¹⁷⁾。

・特許 4294859 号 イーストマン ケミカル カンパニー (出願日:1998/10/15 登録日:2009/04/17)

【請求項 1】再利用ポリエステルから、好適なポリエステル供給原料材料を回収するための方法であって、a) 前記の再利用ポリエステルを解重合して成分エステルモノマー及び半エステルを含む生成物とし; b) 前記のエステルモノマー及び半エステルを、前記の解重合生成物中の第二材料から分離し; 次いで c) 前記生成物の成分モノマー及び半エステルを 1 種以上のモノマーとエステル交換条件下で混合して、低分子量ポリエステルを生成する工程を含む方法。

既に期間満了となっているが、Eastman Chemical のメタノリシスによる PET を解重合する基本特許と思える。PET をメタノールにより解重合し、DMT と EG に分解し、DMT を EG と重合するか、又は DMT を加水分解し、TPA として新たな PET を得るか、いずれでも構わないとしている。

3.3 Carbios

フランスのバイオベンチャー企業である Carbios は酵素による PET の解重合技術を開発し、2021 年 9 月にパイロットプラントを開設し、テストを行うことを発表している¹⁸⁾。

・特許 6449165 号 キャルビオス (出願日:2013/11/19 登録日:2018/01/11)

【請求項 1】半結晶性のポリエチレンテレフタレート (PET) 及び添加材を含むプラスチック製品の前記 PET をモノマーにまで脱重合するのに適するクチナーゼ (EC3.1.1.74) 及びリパーゼ (EC 3.1.1.3) から選択される酵素を前記プラスチック製品と接触させて、前記 PET をモノマーに脱重合するステップと、得られたテレフタル酸 (TA) モノマーを回収するステップとを備え、前記脱重合するステップは、前記ポリマーのガラス転移温度 (Tg) 未満の温度で行われ、前記脱重合するステップの間は常に前記酵素の反応液の pH を 4 ~ 10 に維持するように調整する、少なくとも 1 つのプラスチック製品をリサイクルする方法。

本特許は、酵素、分解温度及び pH を特定することで登録となっている。分解は、ポリマーの Tg 未満の温度で行われ得ることを発見した。また、脱重合ステップのための酵素の添加量は、プラスチック製品の重量の少なくとも 0.005% であり、好ましくは少なくとも 0.1% であり、より好ましくは少なくとも 1% としている。本特許は、EP、US、CN、CA でも登録となっている。

・特許 6449165 号 学校法人慶應義塾 (出願日:2014/08/20 登録日:2019/10/11)

【請求項 1】以下の(a)又は(b)の芳香族ポリエステル分解酵素: (a) 配列表の配列番号 2 又は 4 に表されるアミノ酸配列からなる芳香族ポリエステル分解酵素; 又は(b) 配列表の配列番号 2 又は 4 に表されるアミノ酸配列と 90%以上の配列同一性を有するアミノ酸配列からなり、芳香族ポリエステル分解活性を有する芳香族ポリエステル分解酵素。

本特許は、分解酵素を特定する特許である。アミノ酸配列の配列表が示されており、これで特定さ

れる。非結晶PET 資化菌 Ideonella sp. No.201-F6 株のゲノム上に見出されたPET 分解酵素遺伝子と予測されたORF2645の大腸菌によるタンパク質の異種発現、および精製を行い、機能同定を試みたものである。Ideonella sp. No.201-F6 株とは、この特許の発明者に名を連ねている京都工芸繊維大学の小田耕平が発見した細菌である。Crabios の使用する酵素も元はこの細菌を変化させた細菌から得られる酵素である。小田らの発見した Ideonella sp. No.201-F6 株は画期的なものであった。

PET の解重合は、酵素により行われる時代が迫っており、短時間でPET を解重合する酵素の発見に世界中で激しい競争が繰り広げられている。本特許は国際出願されたが、外国への移行は行われていない。

おわりに

「はじめに」で述べたように、日本では1995年～2010年にかけて、容器包装リサイクル法、家電リサイクル法、自動車リサイクル法等が制定、施行され、ケミカルリサイクルの開発及び実用化が盛んに行われた。しかし、プラスチック廃棄物が十分に入手できないこと、リサイクル費用が過大であることから、プラントの休止が相次ぎ日本におけるケミカルリサイクルは一時期に比べ衰退した。

今後、カーボンニュートラル実現に向け、プラスチック廃棄物のリサイクルの必要性は世界的に認知され、リサイクル率を高めるための施策が実行されていくと思われる。マテリアルリサイクルは残渣も多く、衛生性にも問題があり、プラスチックの本質から持続的にリサイクルすることは不可能である。したがって、自ずとケミカルリサイクルを併用しなければ循環することができない。現在、日本で行われているコークス炉化学原料及び高炉還元剤は、次に利用できる材料を提供していないためリサイクルとは言えない。

油化、ガス化及び解重合を組み合わせてリサイクルを進めていく必要がある。これらを進めていくためには、プラスチック廃棄物の入手先及び生成される材料の供給先との経済的位置関係を保つ必要がある。ケミカルリサイクルプラントの立地が課題となる。運搬に多くのエネルギーを費やすのは、本末転倒ともなる。新たなケミカルリサイクルプラントの立地は環境面だけではなく、経済性とも関わり、プラントの能力設定も考慮して十分検討されなければならない。

日本には、ケミカルリサイクルについて、かつて実施し、蓄積された技術とノウハウが保有されている。今後、欧州を中心にプラスチック廃棄物のケミカルリサイクルはかつてないほど盛り上がりを見せていくと思われる。日本のケミカルリサイクルの技術をベースとしたプラント輸出は可能性を秘めている。Cat-HTRの油化技術及びAnellotechのガス化技術はそれなりに評価すべきであるが、日本の油化及びガス化技術も優れている。PET 解重合の細菌は日本で発見されている。日本発祥の技術をベースとして、ケミカルリサイクル技術を発展させて、国内ばかりでなく世界から望まれる技術開発を早急に進めるべきである。日本は、基礎となる技術を十分に備えていると考える。

寄稿文について

この報文は、環境配慮型材料技術トレンドレポート vol.4 And Tech「環境配慮包装関連特許出願状況 ケミカルリサイクル関連特許出願状況」 22年9月に掲載されたものを、出版社の許可を頂き、加筆、修正したものです。

参考文献

- 1) プラ協マテリアル2022.indd <https://www.pwmi.or.jp/pdf/panf2.pdf>
- 2) リサイクルのゆくえ プラスチック製容器包装 | 公益財団法人 日本容器包装リサイクル協会 (jcpra.or.jp)
<https://www.jcpra.or.jp/recycle/recycling/tabid/428/index.php>
- 3) プラスチックのケミカルリサイクルとその技術開発(上) (asahi-kasei.co.jp)
https://arc.asahi-kasei.co.jp/report/arc_report/pdf/rs-1046.pdf
- 4) リサイクルの現場から 28 Part1 (pvc.or.jp) (2000.09)
<https://www.pvc.or.jp/contents/news/34-04.html>
- 5) Cat Htr | Licella <https://www.licella.com/technology/cat-htr/>
- 6) Licella <https://www.licella.com/news/the-kitkat-thats-the-sign-of-a-break-in-australias-waste-challenge/>
- 7) Technology | Mura Technology Limited <https://muratechnology.com>
- 8) Mura 社とのプラスチックケミカルリサイクル技術のライセンス契約締結について | ニュースアーカイブ | 三菱ケミカル株式会社 (m-chemical.co.jp) (2021.06.16)
https://www.m-chemical.co.jp/news/2021/1211673_7471.html
- 9) Plastic Energy Collaborates with ExxonMobil on Advanced Recycling Project in France - Plastic Energy https://plasticenergy.com/plastic_energy_collaborates_with_exxonmobil_on_advanced_recycling_project_in_france
- 10) RECENSO GmbH - Chemical recycling
<https://www.recenso.eu/en/chemical-recycling-en.html>
- 11) RECENSO is BASF's partner in making new high-quality products on the basis of plastic waste - Chemical Recycling (2018.11.21)
<https://www.chemicalrecycling.eu/news/recenso-is-basfs-partner-in-making-new-high-quality-products-on-the-basis-of-Plastic-waste/>
- 12) 廃プラスチックのガス化リサイクル推進を加速—EUP ライセンスの再実施許諾権契約を締結— | 2020年ニュースリリース | 日揮ホールディングス株式会社 (jgc.com) (2020.10.06)

- <https://www.jgc.com/jp/news/2020/20201006.html>
- 13) Carbon Recycling | Advanced Thermochemical Process | Enerkem
<https://enerkem.com/process-technology/carbon-recycling/>
- 14) “ごみ”を“エタノール”に変換する世界初の革新的生産技術を確立 | 新着情報 | 積水化学
(sekisui.co.jp) (2017.12.06)
https://www.sekisui.co.jp/news/2017/1314802_29186.html
- 15) 技術・研究開発 | アールプラスジャパン (rplusjapan.co.jp) rplusjapan.co.jp/technology/
- 16) イーストマンは2億5000万ドルのプラスチックリサイクル工場を建設する (acs.org)
(2021.02.01) <https://cen.acs.org/environment/recycling/Eastman-build-250-million-plastics/99/web/2021/02>
- 17) Eastman to invest up to \$1 billion to accelerate circular economy through building world's largest molecular plastics recycling facility in France (2022.01.17)
https://www.eastman.com/Company/News_Center/2022/Pages/Eastman-to-invest-to-accelerate-circular-economy.aspx
- 18) How ‘super-enzymes’ that eat plastics could curb our waste problem | Plastics | The Guardian (2022.02.05) <https://www.theguardian.com/environment/2022/feb/05/how-super-enzymes-that-eat-plastics-could-curb-our-waste-problem>

東京パック 2024 を終えて

白倉 昌

東京パック 2024 は 10 月 23 日（水）～ 25 日（金）までの 3 日間、東京ビッグサイト東 1-6 ホールの 6 館（出展社数 7 2 5 社、2 3 1 3 小間）の規模で開催された。3 日間の来場登録者数は、7 0 7 1 2 人（内外国人 6 0 4 5 人）、入場者数では 2 2 1 3 0 1 人をカウントし、現行入場登録システムでは、コロナ禍前に最大であった 2 0 1 8 年の規模を超えて最大を記録した。前回（2018 年 10 月開催）と比較すると、パンデミックの影響が完全に払しょくされ、出展小間数、入場者数ともに約 5 割増となる盛況であった。また渡航制限もなくなったことから外国人入場者も 6 倍になった。

今回の展示会では、コロナ前に戻り、開会式では来賓によるテープカットのセレモニーがあり、初日の夕方には、ウェルカムレセプションが開催された。レセプションには海外からの参加者も多数参加していた。同時に木下賞の授賞式も行われ、その後秋田なまはげ太鼓の演奏もあり、大いに盛り上がった。（写真 1，2，3 参照）

展示に加え、イベントも多く企画され、まずサステナビリティを中心に国内外の招待講演者による「基調講演」にはじまり、「出展者による最新包装技術セミナー」、「グローバルパッケージングシンポジウム」、「スウェーデン包装イノベーションセミナー」、「パッケージデザインセミナー」、「包装力向上セミナー」、「テクニカルセミナー」等において 1 0 0 以上の講演があり、各講演とも大変盛況であった。イベントでは、JPI 主催の



写真 1



写真 2



写真 3

「2024 グッドパッケージング展」、
「2022 木下賞受賞作品展」、「ワールド
ドスター受賞作品展」に加えて、初の
試みとして、包装をテーマに産学の連
携強化を目指した「Packaging
Academia」が開催され、東京科学
大、東京農工大、明治大、日本女子大
がシーズとなる成果を展示していた。
(写真4 参照)

東京パックは今回で 30 回の節目で
あり、それを記念して著名人(牛窪恵
氏、原田曜平氏、池谷裕二氏)による
記念講演があり、最新のマーケティ
ングトレンド、AI の最先端について
最先端の情報が提供された。



写真4 2024 グッドパッケージング展

当協会を含む包装関連 4 団体は、各団体から 4 人の講師が「テクニカルセミナー」において3日間にかけて講演を行った。当協会からの講師とテーマは下記のとおりである。(講演順)

- ・住本充広会員：「欧州市場での循環型ポリマー利用の現状と日本の対応」
- ・野田治郎会員：「食品包装における品質保持の基礎知識と最新動向」
- ・大西敏行会員：「バイオプラスチック～その特性と容器包装での使用例～」
- ・小林光会員：「海外駐在員が見た日本の包装と今後の課題」

当協会の PR コーナーでは、午前午後各1名で計6名が担当し、当協会
で決めたマニュアルに沿って、来場者
に対し丁寧に対応した。今回は前回
までの会員名簿付き当協会資料と出
前講座案内の紙資料の配布をやめ
て、希望者には QR コードによる当協
会ホームページの紹介をする方式と
した。(写真5 参照)

案件の相談があった件数は、国内
15件、海外7件であり、ほぼ前回
並みであった。直ちに対応すべき案
件は1件、あとは先方からの今後の
連絡待ちとなっている。



包装相談所（Q&Aコーナー）については、当協会は会期中の午前午後にそれぞれ1名を派遣し、計6名で対応し、来場者も多かったことから、多くの相談があり前回にまして忙しい対応であった。（写真6参照）

忙しい中、東京パック2024の各種当番に尽力にされた会員に感謝する。次回東京パックは、2026年10月に予定されている。次回も東京パック成功のために尽力していきたい。



写真5 JPCA PRコーナー



写真6 . Q&Aコーナー
以上

住本 充弘
技術士(経営工学)、包装管理士
住本技術士事務所

欧州市場での循環型ポリマー利用の現状と今後の日本の対応

はじめに

EU は、2050 年に地球温暖化原因の排出ガスを零にする目標を立て、グリーンディールの一環として、プラスチックの利用分野で圧倒的に使用が多いプラスチック利用の包装材料について、今までの Package and Packaging Waste Directive では効果がないと判断し Package and Packaging Waste Regulation(PPWR)に変更して、2030 年より実施とした。

1. グリーンディール

欧州委員会は、2020 年 10 月 14 日に欧州グリーンディールを発表し、EU の化学物質政策の新たな長期ビジョンである「有害物質のない環境を目指す方針」を打ち出した。

- 2050 年までの温室効果ガス排出を実質ゼロにする
- 経済成長と資源利用の切り離し
- どの地域も取り残さず気候中立を目指すこと

このビジョンは、欧州の今後の対応のいわば工程表である。これに基づき、次々と規則が決まってきている。

- (1) 欧州気候法は 2050 年までに温室効果ガスの排出量を実質ゼロにすることを義務付ける法律で欧州グリーンディールの柱ともいべき法律であり、同様に我々に関係が深い、包装及び包装廃棄物規則、Package and Packaging Waste Regulation(PPWR)が決まった。公布が 18 か月後に発効となるので、2026 年に発効となるだろう。丁度 interpack 2026 の年である。
- (2) 日本も同様の政策を打ち出してきており、「政府は、大量のプラスチックを使用する製造業に対し、再生材の使用量の目標設定や使用実績の報告を義務化する方針を固めた。国内で回収される使用済みプラスチックは大半が焼却処分されており、規制強化で脱炭素化を後押しする。早ければ来年の通常国会で資源有効利用促進法の改正を目指す。」と読売新聞に掲載された(2024/06/26)。
- (3) ただ、これは、包装の対応と言うよりは、「欧州連合(EU)は、2030年頃まで

に新車生産に使うプラスチックの25%以上を再生材とすることを義務づけるなど規制を強化している。対策が遅れば、日本製品が海外市場から締め出される懸念がある。」への対応が主のように感じられるが、それはともかく、包装産業のプラスチック利用企業は、再生プラスチックの年間利用目標とその実績を報告することが義務化されるので、今まで EU の動きと他人事と受け止めてきた企業には大きなインパクトになるだろう。

- (4) これから、プラスチック業界は、再生プラスチックをどこから入手するか、奪い合いになるだろう。
- (5) 日本の包装関係のプラスチック使用量は、JPI の統計では、390 万トンである。半分は PE と PP である。
- (6) 世界のプラスチック生産は伸びており、現在、大体 3 億 5 千万トンくらいであるが、4 億トンに達すると言われている。

2. EU の PPWR

この記事が出るころは PPWR が EU の官報に掲載されているかも知れない。現在、法律の文章として最終仕上げがなされているが、2024 年 4 月の暫定合意の内容とは変わらないだろう。

PPWR は法律であり、細かな点は、日本の法律と同じく、公布後に細則が出るだろう。

- (1) 日本の場合、法令は、法律と命令を合わせた呼称で、国会の議決によって制定される。
- (2) 一方、命令は行政機関の定める行政立法で、具体的には、政令や省令、規則などがある。
- (3) ここでは、EU について、同様に論じないが、大枠を決めた後は、EC が実施の細則を次々と委任立法で出すだろう。それを見ないと具体的な内容は把握しにくい。また各国は実施の方法を決めるだろう。

2.1 ポイント

すでに多くの情報が流れているので、詳細は省略する。国と企業対応の内容があるので、国の対応は省略する。

- (1) 2030 年 1 月 1 日より実施(2029 年 12 月末までに対応を完了するよう求めている)
- (2) 欧州市場で使用する包装材料は、業務用、小売り用を含め、すべて Recyclable が義務化。
- (3) Recyclable(EU が認めた第三者の認証機関での認証)、現在は EU が認めた第三者認証機関が認証しているが、認証内容は、欧州の規則と認証機関独自の試験法で認証されている。認証機関は 1 年間有効であり、以後は更新が必要である。

- (4) 食品などの一次包装は、分野ごとに recycled plastics の利用割合が決まっている。

時期	対象	包装の例	(>再生材含有率%)
2030年 1月1日 (2040年)	Contact sensitive plastic packaging (PET as major component)	食品、医療機器医薬品、飲料PETボトルなど	30% (>50%)
	Contact sensitive plastic packaging (all other than PET)	PS、PE、P、深絞り包材 食品、医薬品など	10% (>25%)
	Single use plastics (beverage bottles)	PE、PPボトルなど	30% (>65%)
	上記3点以外のプラスチック製の包装	パウチ、トレー など大部分の軟包装	35% (>65%)

表 1 リサイクル材料の使用割合(重量%)

堆肥化可能なプラスチック包装、およびプラスチック成分が包装の総重量の 5% 未満の包装は免除。

- (5) 包材を構成する recyclable の主材料の割合は 70%以上。重要な点であるが、この説明が明確ではない。とりあえず、規則の案を示すが、詳細は不詳であるが、いかにもメカニカルリサイクルを前提のような考えであり、ケミカルリサイクル対応はどのようにするのかは明確ではない。しかし、だれもがメカニカルリサイクルで食品の一次包装に利用できるとは思わないので意図が不明である。欧州のオランダ、フィンランドは国を挙げて、より進化したケミカルリサイクル確立を進めており、樹脂メーカーもケミカルリサイクルの増設に取り組んでいる。現在、EC は DfR (Design for Recyclability) を作成中で、2028 年に案が出るが、それでは対応に困ると思う。現在の案を別項目、2.2 で説明する。

Recyclability Performance Grade	Assessment of recyclability per unit, in weight	2030	2035	2038
Grade A	higher pr equal to 95%	95	95	95
Grade B	higher pr equal to 80%	80	80	80
Grade C	higher pr equal to 70%	70	70	×
	Lower than 70%	×	×	×

表 2 リサイクル性のグレード

- (6) 包装の minimize 化の検討が必要。
- (7) 商品を製造した企業は、適合宣言書を作成。(食品、医薬品、化粧品企業が作成だが、包材メーカーが協力することになるだろう)

- (8) 日本から輸出する包装製品もこの適用を受ける。(日本には、第三者認証機関が存在しないが、世界と貿易するので必要と思う)
- (9) 禁止されるパッケージがある。特に小袋が禁止となるので、注意したい。
 使い捨てパッケージをグループ化するために使用されるプラスチック包装。
 果物や野菜のプラスチック包装。
 HORECA で消費される食品および飲料のプラスチック包装。
 HORECA 内のプラスチック包装調味料、ソース、その他の小さな包装形式。
 (液体小袋、ふりかけなど) HORECA: Hotel, Restaurant, Cafeteria
 宿泊部門で使用される小さな化粧品およびトイレタリー製品。
 非常に軽量(堆肥化不可)のビニール袋。
- (10) 再利用の決まり、個包装以外に輸送包装でも決まりがあるので、物流関係は注意が必要。

ターゲットの再利用	ターゲット	目指す目標
	2030	2040
電子商取引を含む輸送用包装(段ボール、危険物包装、大型機械包装、食品に直接接触する軟包装を除く)	40%	70%
グループ化されたパッケージ 一定数の製品を グループ化して在庫管理単位を作成するために使用されます(段ボールを除く)	10%	25%
アルコール飲料およびノンアルコール飲料(傷みやすいもの、牛乳、芳香族ワイン、ワインに類似したワイン、スピリッツを除く)	10%	40%

表3 再利用の目標

加盟国の市場に出すパッケージの一部が再利用可能であることを確認する必要。日本酒が危うく禁止となるところであったが、政府の欧州駐在の方の細かなチェックで禁止は免れた。

2.2 現在の検討中の DfR (Design for Recyclability)

現在、公開情報を基に、EC が検討中であり、委任立法で決める。包装材のリサイクル可能性を評価する方法論の考えられる要素とパラメータの提案(統合版)、作成中の案の段階ではあるが以下説明する。

Element要素	Parameter パラメーター
Predominant packaging material 主な包装材料 (注:主材料が70%以下は不可)	Materials 材料
	Colors / Optical transmittance 色/光透過率
	Additives / Fillers 添加剤・充填剤
	Barriers / Coatings バリア/コーティング
Decoration, information, branding 装飾、情報、ブランディング	Coding コーディング(印字など)
	Inks/lacquers/Vanishes インク/ラッカー/ワニス
	Labels / Sleeves - Materials(ラベル/スリーブ - 素材)
	Labels / Sleeves - Packaging coverage ラベル/スリーブ - 包装でカバー
Closing and opening systems 開閉システム	Tamper evident elements (shrink wrap / rings) 不正開封防止要素 (シュリンク ラップ/リング)
	Closures / Openings クロージャー/開口
	Liners / Seals / Valves ライナー/シール/バルブ

表 4 DfR - 1

Element要素	Parameter パラメーター
Other その他	Adhesives (packaging body, labels and components, closure) 接着剤(包装本体、ラベルおよび部品、蓋)
	Dimension of packaging 包装寸法
	Separability of packaging parts (ease of dismantling) 包装部品の分離性(分解性)
	Product residues 製品残留物(ex.食品残渣)
	Recycled content リサイクルされたコンテンツ
	Content of biodegradable materials 生分解性材料含有量リサイクル含有量
	Integrated and separate components 統合されたコンポーネントと個別のコンポーネント
	Others その他

表5 DfR-2(表1の続き)

それぞれの単語は、EUらしく、定義されて使用されているが、ここではこれ以上は憶測の段階となるので説明は省く。

3. PPWR 対応事例

PPWR に対応していない包装製品は、欧州市場で商売ができない。日本からは多くの包装食品が輸出されている。軟包装製品だけでなく、容器入りの製品も輸出されている。例えば、海外で人気のマヨネーズの出荷は、2022年の税関資料では、以下のようである。

地域	国	数量		金額	
		(トン)	構成比	(百万円)	構成比
北米		3,189	36.2%	1,963	43.5%
	アメリカ合衆国	2,625	29.8%	1,617	35.8%
	カナダ	564	6.4%	346	7.7%
アジア		1,924	21.8%	874	19.4%
	香港	501	5.7%	225	5.0%
	台湾	470	5.3%	220	4.9%
	その他	953	10.8%	428	9.5%
大洋州		1,855	21.0%	732	16.2%
	オーストラリア	1,539	17.5%	572	12.7%
	その他	316	3.6%	161	3.6%
西欧		954	10.8%	417	9.2%
	オランダ	522	5.9%	218	4.8%
	その他	433	4.9%	199	4.4%
その他地域		890	10.1%	527	11.7%
世界		8,812	100.0%	4,514	100.0%

大阪税関の資料(令和4年9月15日)

2017年からの5年分の貿易統計を見ると、全国・近畿圏ともに輸数量・金額は増加。

当然 certified recycled PE の使用が必要である。

[tokushu_202209.pdf](#)

customs.go.jp

表6 マヨネーズの輸出先

3.1 モノマテリアルでなくモノマテリアル指向

モノマテリアル包装材料については、PPWR の文章中には一言もない。欧州の包装業界が勝手に、既に確立されているメカニカルリサイクル向けには好都合なので言い出したのではないだろうかと思っている。日本がそれを真似することはない。

- (1) プラスチック包装材料を再生再利用するには、欧州ですでに確立されている回収 stream を利用することが有利であることは理解できる。
- (2) 27 か国中、7 各国にしか回収 stream は整備されていないが、これから新たに回収 stream を整備することは、費用の面からも負担が大きすぎる。
- (3) また、回収後のリサイクル技術が、必ずしも、メカニカルリサイクルが優れているとは言い難い。
- (4) EU2022/1616 で今後新たに開発される食品接触用のリサイクル技術は必ず、除染工程を具備していないといけないと定められた。
- (5) しかも、食品用に使用できる再生の原料は、EFSA により、95%以上が食品包装に利用された原料であることが決められ、EFSA の厳しい審査がある。
- (6) 石油由来のプラスチックの節約の理念は素晴らしい。しかし、どのようにして certified recycled plastics を合理的に実用できるか、生産するかは、未知数であり、コンセプトが先行している。

- (7) PPWR は理念が先行しているが、これから具体的な実行方法を企業は確立していかなければならない。
- (8) そこですでに確立しているメカニカルリサイクルを利用したい。そのためには、できるだけ異樹脂がない方が、recycled plastics の物性低下は少ない。業界は考えた。
- (9) 5%以下ならある程度の物性低下は避けられる。CEFLEX は業界基準として決めた。
- (10) しかし、それは過去の技術に基づいた経験則からの判断であり、実際の技術進歩では、その数値を超えても致命的な欠陥にならない。
- (11) Dow をはじめ、樹脂メーカーは相溶剤の考えを打ち立て実用化してきた。
- (12) 実際、Dow 以外に、国内の企業でも、2022 年 7 月に、三菱ケミカルグループは、食品包装材に使われるエチレン・ビニルアルコール共重合樹脂(以下「EVOH」)「ソアノール™」にリサイクル助剤「ソアレジン™」を添加した多層フィルムかは、欧州のリサイクル認証機関の一つである Institute cyclos-HTP GmbH(以下「cyclos-HTP」)によるリサイクル認証を取得している。

[2488-2022-002775 Certificate.pdf \(soarnol.com\)](#)

Mitsubishi Chemical UK Limited

SoarnoL Division, Soarnol House
Saltend, Kingston upon Hull HU12 8DS | UK

The company receives the certification of recyclability for the following packaging material.

Designation

LDPE based multilayer packaging films with ≤ 15% EVOH, SoarnoL™ with an ethylene content of ≥ 29 mol% and Compatibilizer Soaresin™ RG500

Coextruded film structure must contain ≥ 0.5 g per g EVOH of maleic anhydride-grafted PE as tie layer specified for EVOH/PE coextrusion and ≥ 0.3 g per g EVOH of Soaresin™ RG500 in a neighbouring layer. Additional printings or labels can affect the recyclability of the final packaging.

Test result

Assessment via path	Recyclability		
Path 1: Plastic films / LDPE	100 %		
Package sizes	Collection and recycling structures	Recyclate	Recyclate yield
> DIN A4	AT, BE, DE, ES, FR, IT, NL, NO, PT	LDPE Regranulate	100 %
> DIN A5 and ≤ DIN A4	AT, BE, DE, NL		
≤ DIN A5	BE		

図 1 認証の一例(一部分)

- (13) ソアノール™の含有率が 15wt%の PE ベース多層フィルムにおいてもリサイクルが可能との結果が得られた。
- (14) Certified Recycled Plastics を食品、医薬品、化粧品などの一次包装に利用するためには、ケミカルリサイクルで PCR あるいは PIR 由来の石油ナフサ代替のナ

- フサを使用し、現在の PE 製造のクラッカーに石油由来のナフサと一緒に投入して、reproduced PEなどを製造することが現在の技術では、良い方法とされている。
- (15) ケミカルリサイクル利用の際に、マスバランス方式を利用するが、その算定方法については、まだ、EUとしては合意できていない。
- (16) メカニカルリサイクル業者が異議に近い内容を提出している。メカニカルリサイクルと競合すると脅威に感じていることも理解できる。
- (17) しかし、グリーンディールの理念から言えば、メカニカルリサイクル品をある商品に利用しても、寿命が来れば、ケミカルリサイクルなどで原料油に戻し、再び reproduced plastics を製造する原料として使用することになるので、競合すると考えることも理解できるが、共存するリサイクル技術である。
- (18) メカニカルリサイクルで、recycled plastics を製造しても、市場は行き詰まる。やはり食品などの一次包装に利用できる certified recycled plastics の製造を行わなければ市場は伸びないし、欧州の理念に合致しない。
- (19) PPWRは、この面は明確に述べていないが、現在のリサイクラーの立場を思えば、明らかに現状のメカニカルリサイクルだけを製造しても市場原則からは利用が衰退する。
- (20) PPWR は技術面の記述はしていないが、recycled plastics の使用促進を理念で述べているが、コンセプト先行の現状では致し方ない。
- (21) 樹脂メーカー他は、理念をくみ取り、各種の recycle 技術を確立しようとしている。2023 年後半までの世界のリサイクル技術は以下の図のようである。この分野は進歩が早いので、できるだけ新しい技術内容で討議されることを勧める。

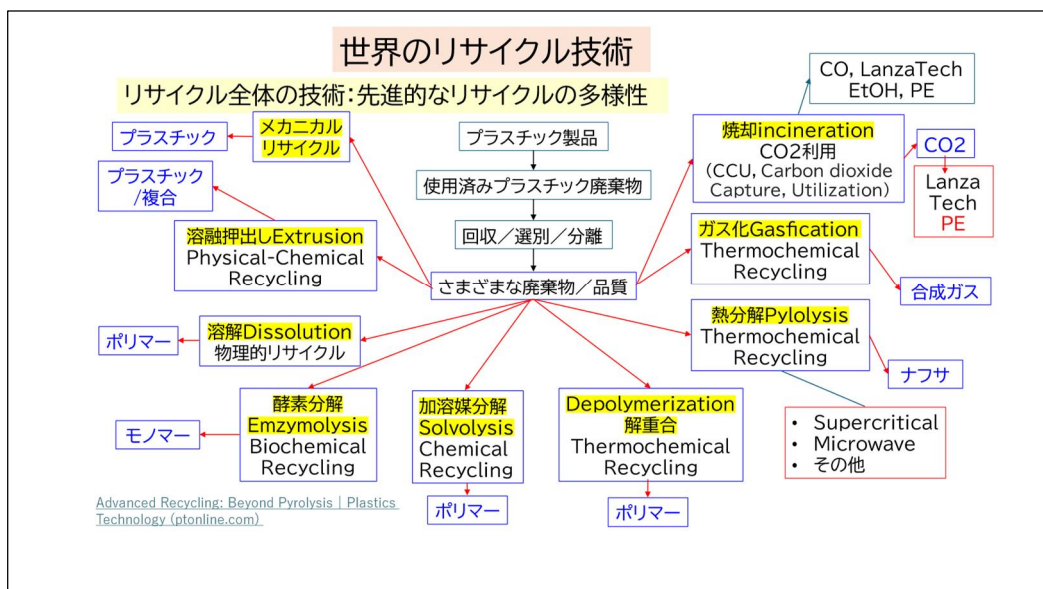


図 2 世界のリサイクル技術(2023 年後半時点)

(22) interpack 2023 に見る事例

すでに紹介しているが、フィンランドのコンバーター、Huhtamaki は、グリーンウォッシュ対応として、正確に包装仕様を説明している。

□ 事例

レトルト用のハイバリア OPP//CPP である。

「>90% PP、レトルト OK、recyclable」の表現が正しい。

包装以外の関係者や消費者が読んでも理解できると思う。日本もこのような真摯の対応を見習いたい。

もし、環境面にやさしいなどの文言を使用したいならば、その根拠をしっかりとした査読された論文で出すべきである。ムード的な感情での意思決定/表示は厳に慎むべきである。

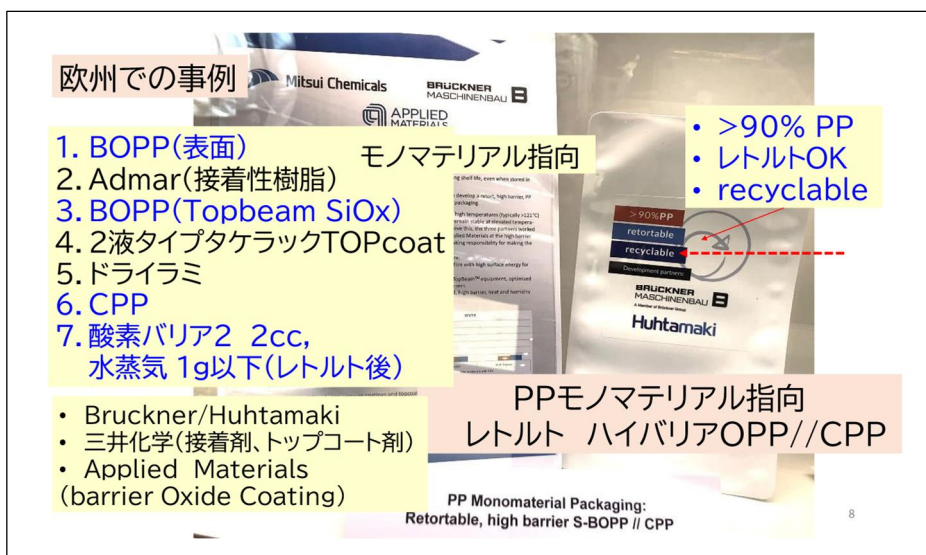


図3 PPのモノマテリアル指向の例

3.2 縦延伸による腰(STIFFNESS)付与、MDO-HDPE

PE あるいは HDPE の縦方向の一軸延伸が提案されているが、OPP に比べると、stiffness と透明性の面で、やや劣ると思う。透明性をあまり要求しない場合は、縦一軸延伸 HDPE、MDO-HDPE は利用できると思うが、どの用途に利用するかである。日本は包装仕様に慎重である。世界でもトップクラスと思う。たとえ、バリア化したとしても日本での利用はかなり難しいだろう。

□ 事例

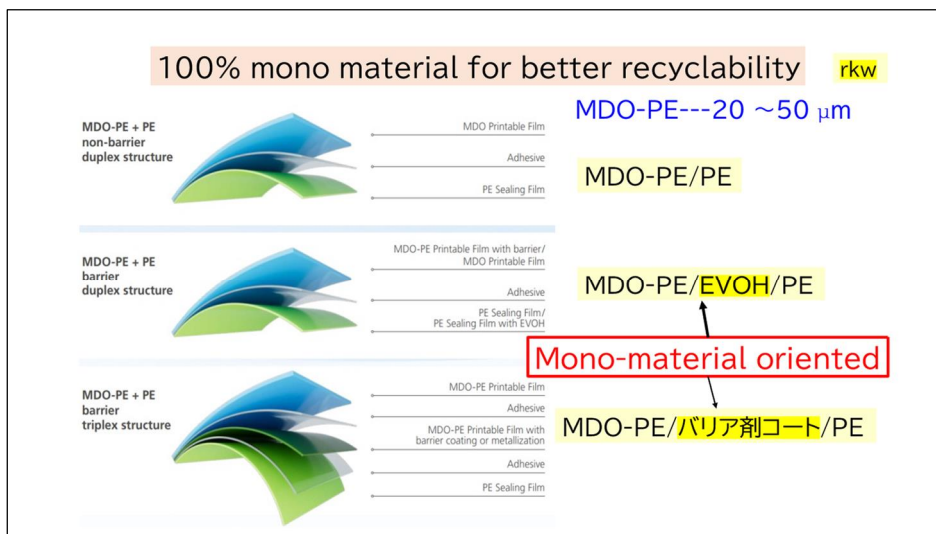


図 4 mono material oriented の事例

3.3 省エネ指向、EB 照射利用、scope3 対応

世界的には、Comexi OFFSET CI-8、ROTATEK などが有名であり、世界で 2 桁の印刷機が導入されている。オフセット印刷であり、欧州では、落ち着いた上品な印刷品として数十年の実績がある。最近、scope 3 対応として乾燥エネルギーが少ない点が見直されている。落ち着いた雰囲気仕上がるオフセット印刷が良いか、やや力強いイメージ仕上がるグラビア印刷が良いかは、国民性、企業のデザイン戦略にもよる。

□ 事例



図 5 EB の事例

3.3 PCR 利用

PCR 及び PIR 由来の排出プラスチックを原料として recycled plastics を使用したパウチは、もはや欧州では当たり前であり、使用しないと商売にならない。欧州のコンバーターは配合率を明示して競っているが、問題は、certified PE/PP の入手である。すでに原材料の回収～熱分解油製造～certified PE/PP～包材メーカー～食品企業までの一連の win-win ビジネスモデルが出来ており、欧州でも certified recycled PE/PP の入手は、まだ供給量が少ないので大変である。

□ 事例

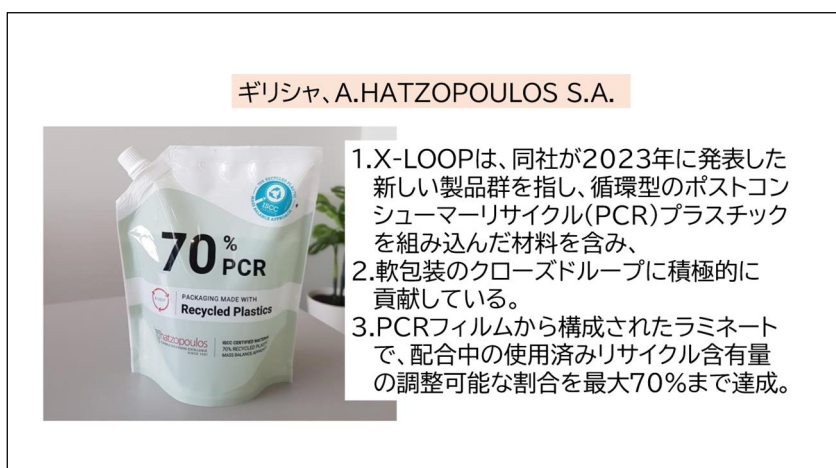


図6 PCR 利用の stand-up Pouch

3.4 Recycled plastics の販売

欧州では、APK 社や Saperatec 社がアルミ箔ラミネート品などを剥離、脱インクして自社のブランドとして剥離フィルムを販売している。これを購入してシュリンクフィルムやプラスチック成形品を製造していると思うが、いずれも非食品用途である。現在、まだEFSAはオレフィン樹脂の recycled PE/PP を食品接触用に認めたものはない。PETは220以上が認められ、rPETボトルとして使用されていることは周知のごとくである。現在、NEXTLOOPP が実証事件を終わり、EFSA,英国、USDA に申請中と言われている。FDA はかなりの数が認められているが、欧州での販売には EFSA の承認が原則である。

□ 事例

Origin	Polymer	Colour range
PCR & PIR	PP	in almost all colors
PCR & PIR	PE	black, natural
PCR & PIR	ABS	black, grey, green
PCR & PIR	PS	in almost all colors
PIR	POM	black, natural
PIR	PA 6 & PA 6.6	black, natural
PCR & PIR	TPE	black
PCR & PIR	PET	natural

表7 リサイクル材の販売事例

<https://www.fachpack.de/en/exhibitors-products/b/bio-plastics-pcr-recycling-gmbh-cokg>

3.5 Minimize 化、軽量化、薄肉化

PPWR は、現在の包装の minimize 化を要望しており、明確な報告書の作成が必要であるので注意したい。テスト方法は、社内法は、認められないので、国際基準での測定が必要である。

□ 事例

Minimize化、軽量化、薄肉化

成形容器

内側の縦の筋形での容器設計達成



1. 材料、充填および取り扱いプロセス、保管および輸送に効果
2. タイプと使用目的: 乳製品、例えばカードチーズ用のIML付き射出成形容器。
3. ポリプロピレンの使用量を20%削減し、CO₂を20%節約。
4. DMK Deutsches Milchkontor GmbH & Pöppelmann GmbH & Co. KG

[Kleiner Becher, große Wirkung | Auszeichnungen | ドイツ包装大賞2024 | イベント | ドイツ包装協会 \(verpackung.org\)](#)

図7 minimize 化の事例

3.6 フィルムのバリア性付与技術

透明蒸着や EVOH、renewable 酸素バリア剤コーティングに活路である。Renewable 材料でのバリア性の良いものは、まだ見つかっていない。当面ハイバリア性は、透明蒸着と EVOH、PVA コートと思われる。PVDC やアクラールは、回収の目途が立たないので、

リサイクルは難しいだろう。回収さえ出来ればリサイクルは出来る。PTP 用の PVC も同じである。PVDC、アクリル、PVC は使用量も少ないので、大量回収の観点から除外されるだろう。

(1) **バリア性付与の方法**

素材自体の利用---PVDC、アクリル、EVOH

蒸着技術---AlOx、SiOx、VM 加工(アルミ蒸着)

コーティング---水蒸気バリア、酸素バリアコーティング剤(renewable materials)

ラミネート---EVOH、PE/EVOH/PE(Co-Ex フィルム)

アルミ箔ラミネート(剥離技術があり、再生材料として利用できる)

(2) フィルム及び紙基材に対して加工できる。

renewable materials のバリア剤のコート(無機から有機系)

紙基材に目止めコートや平滑性処理をして AlOx、SiOx を蒸着

シリカ、PVA ハイブリッド品などのコーティング(ゾルーゲル法)

(2) **紙のバリア性付与技術**

ある程度のバリア化、耐油脂性、HS 性、リサイクル性

投資し、食品および非食品用途に適したリサイクル可能なパッケージ用の高バリア紙を製造。

全長約 66 メートル、毎分 450 メートルで紙にコーティング。


機能性包装紙は、アルミ箔ラミネートや押出コート紙などのリサイクル不可能な材料を置き換えることを目的。

用途に応じて、酸素、水蒸気、グリース、アロマ、鉱物油に対するバリア品質が高、中、低で、ヒートシール機能の追加オプションがある。

□ 事例

ドイツ、紙製軟包装材料の事例

1. 認定されたリサイクル性
2. 優れたバリア特性、**95%の紙**、完全にリサイクル可能。
3. HS 性のFlexPaperバリアは、紙含有量、85%。
4. **優れたバリア特性と優れた機械的強度、高い不透明度、寸法安定性。**
5. この特殊紙はFSC®認証も取得、
6. グラビア印刷とフレキソ印刷可能。
7. 従来の包装材料を再生可能な代替品に置き換える。




Felix Schoeller Holding GmbH & Co. KG

図 8 バリア加工の紙

□ 事例(バリアコートで直接食品接触)

直接食品接触安全な紙製包装容器

- 1.PAPACKS®
- 2.Plant-Based Coatingで強化。
- 3.バージン繊維の強度を利用して食品の安全性とバリアの基準を満たしている。
- 4.食品との直接的な接触を想定して設計。
- 5.環境への配慮と食品の安全性の完璧なバランスを提供。





[PAPACKS Sales GmbH](#)

図9 直接食品接触できる加工の紙容器

□ 堆肥化可能(市場展開は国、家庭でのコンポスト装置のあることが前提)

DualPakECOデュアルオーブントレイ

1. オーストラリアのConfoil社製で、BASFとの共創。
2. オーストラリア規格AS 4736-2006の**堆肥化可能**。
3. 内面にBASFバイオポリマーecovio® PS1606をコーティングした紙を使用。
4. 部分的にバイオベースで認定された堆肥化可能なバイオポリマー。
5. 従来の食事用のPETパッケージに代わるもの。
6. オープンで調理で40分間、最大180度まで。**電子レンジで加熱可能**。
7. 商業的な堆肥化条件下で4~6週間以内に水、二酸化炭素、栄養豊富な堆肥に分解。



[ワールドスター受賞者: DualPakECO認定堆肥化可能な食品トレイ \(worldstar.org\)](#)

図10 紙製のオーブントレイ

4. 脱インキ、ラミ品の剥離対応

メカニカルリサイクルは、アップサイクリングが基本であり、デラミして脱インクを行うことが必要である。国内でも、脱インクしないでペレット化をするとペレットの着色だけでなく、臭いがきつく商品化は限度がある。脱インクは、欧州が2015年くらいから開発を行っており、最近ではブラジルは欧州から導入した技術を改良し実用化の予定である。

4.1 脱墨できるバリア性PEのstand up pouch, 5社共同で実証

(1) MDO-PE/印刷/バリアコート層/接着剤/PE

- (2) 5 社(エクソンモービル、ヘンケル、クラウス・フォリー、ジークヴェルク、ウイントメラ
ー&ヘルシャー)
- (3) 印刷した酸素バリア性と脱墨性プライマー利用した PE 製のスタンドアップバッグ
を開発し、脱インクやコーティングを除去。
- (4) Siegwerk(層間剥離および脱インクプライマー技術)、
- (5) バリア性は、Siegwerk(「Cirkit OxyBar BC 1582」)および Henkel(「Loctite Liofol
BC 1582 RE」)による単一成分バリアコーティング、
- (6) 実証されたので、いつでも本番進行できる。このように欧州企業は共同で実証事
件を行い、技術を確認することが多い。

4.2 Recycled Plastics の脱臭対応

脱インクの後には、脱臭である。

- (1) 押し出し装置メーカー、EREMA, COPERION などが対応している。
- (2) 脱臭材の添加も行われている。
- (3) 超臨界二酸化炭素の利用が面白いと思う。装置の価格が課題であるが、これから
は現実にできる場合は、装置の費用は、各所からの補助金や共同出資などの形
で実用化を促した方が良いと思う。

□ 事例(超臨界利用)

- (1) Nextek Limited、Alliance to End Plastic Waste が提供し、軟包材をリサイクルす
る有望な技術を支援することに焦点を当てた Alliance Prize で、他の 4 つの競合
に勝ち資金を得た。
- (2) Nextek は 300 万ドルを受け取り、同社の COtooCLEAN プロセスの展開を加速。
- (3) 主にオレフィン用にメカニカルリサイクル事業に統合し、印刷フィルムや多層フィ
ルムを処理してリサイクルをはるかに容易にすることができる。
- (4) スペインのプラスチック研究機関 AIMPLAS [は、Plastics Recycling Update に](#)、リサ
イクルプロセス中のプラスチックの除染と脱臭にどのように使用できるかについて
記述している。
- (5) 英国の廃棄物処理業者 Viridor 社とさらなる開発。
- (6) Nextek と Viridorha は、英国のエイボンマスにオープン予定の最先端の施設を設
計。
- (7) シャンプーや家庭用洗剤などのボトルを対象に。国内でも HDPE 容器の洗剤の
再生でも臭いがきつく実用化は無理であると思う。超臨界などの脱臭方法の利用
が必要と思う。
- (8) 新工場は、81,000トンの PET ボトル、ポット、桶、トレイの原料から年間 60,000トン
を選別する能力。
- (9) より多くのリサイクル PET、HDPE、PP を経済的に処理できる。
- (10) Nextek は、メーカーが通常使用するカーボンブラックに代わる NIR 検出可能な顔

料を考案。ユニリーバは 2 つのブランドをテスト、昨年、新しい顔料を使用したボトルを販売開始。

- (11) 超臨界 CO₂ 技術リサイクル材料から押し出された新しい LDPE フィルムは、不安定性やゲル化がなく、フィルムは完全に透明ではないが良好な加工性。
- (12) スペイン全土に拠点のプラスチック回収業者 Acteco の施設に設置、新しい容器は、マドリッドに拠点を置く Enplast 社によって回収されたプラスチックから成形。
- (13) 装置の概略

次の出典から図を引用して説明。 [Resource-Recycling-decontamination.pdf](https://www.researchgate.net/publication/327111111_Resource-Recycling-decontamination-pdf)

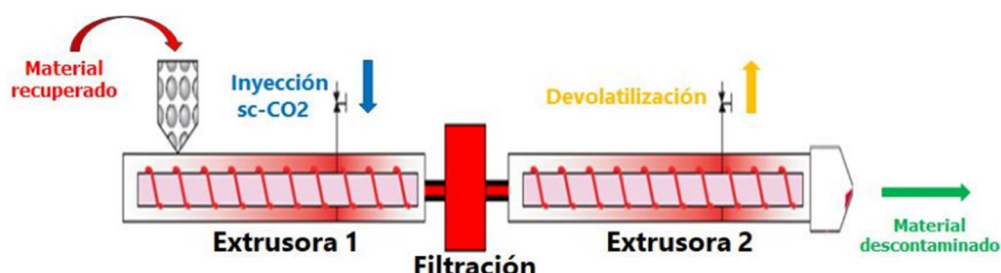


Figure 1. Diagram of the extrusion process with supercritical CO₂ injection.

図11 超臨界の利用例

5. 回収及びリサイクルの事例

フランスの CITEO が良いことを考えている。考え方が参考になる。日本もこのような発想で行いたいものである。

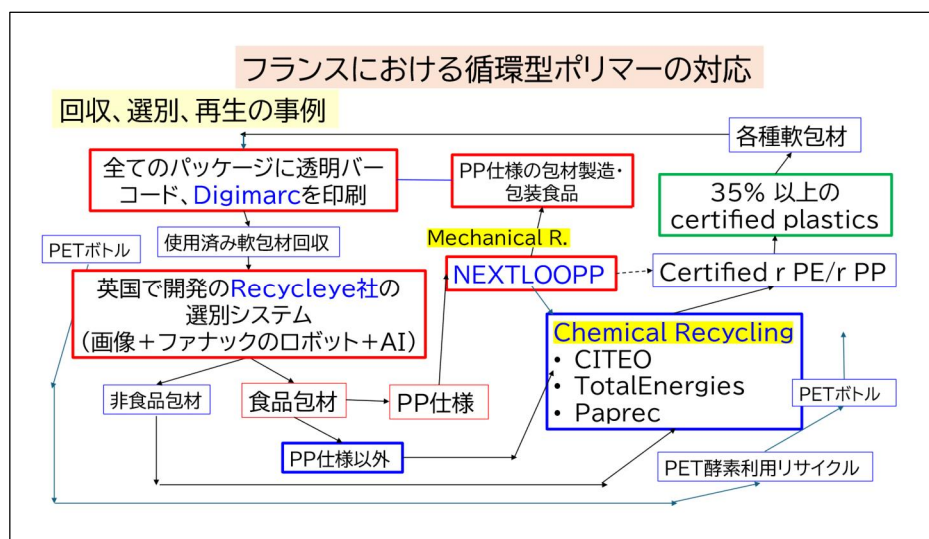


図12 フランスの回収及び選別の方法

これが実現すると、日本からの包装製品は、透明バーコードの印刷が必要になるか

も知れない。

6. 日本の対応は

冒頭に述べた通り、「政府は、大量のプラスチックを使用する製造業に対し、再生材の使用量の目標設定や使用実績の報告を義務化する方針を固めた。国内で回収される使用済みプラスチックは大半が焼却処分されており、規制強化で脱炭素化を後押しする。早ければ来年の通常国会で資源有効利用促進法の改正を目指す。」

(1) 日本企業も、PPWR 対応に本腰を入れて行わないといけない。

(2) 環境対応包装は、

今までの長年の歴史のある考え方の絶え間ない継続の実施と、EU が新たに打ち出した循環型パッケージ、特に排出されたプラスチック材料を回収して、それを原料として、再び新しいプラスチックを製造する reproduced plastics を recycled plastics として有効に利用することである。

バイオ由来のプラスチック利用は、従来の に相当であり、 への対応ではない。への対応が世界の包装の喫緊の課題である。

6.1 日本は技術力がある

EU の PPWR は、少しは理解できたと思う。今後我々日本の包装関係者は、

(1) EU 市場への包装製品の輸出対応と、

(2) PPWR の理念を参考に日本が新しい循環型パッケージ、循環型ポリマーの利用促進方法を考える時が来たと思う。

いつまでも、他者の決めとことに真面目に追随するだけでなく、理念に賛同したら、現状を追い抜く技術開発をすべきである。これが世界への温暖化対策への貢献と思う。日本は技術力があると思う。ただ発想が少し足りないので今回の PPWR のように後追いとなるが、世界が追随する理念で、誰もが正しい方向と理解していると思う。

PPWR の実施の難易度や矛盾はあるかも知れないが、それは順次委任理法を委託されている EC が整合性を図ると思う。

6.2 対応の方法は

いくつかの対応を日本は企業がバラバラに行っている。環境対応、地球温暖化防止、地球資源の節約は、もはや1企業が勝手に実施する時代ではない。法律は制定されているが、実行に向けてのまとまった動きがない。どのようにするかは、企業は1社ではできないので、その業界団体が音頭を取って対策を協議し、横の別の産業分野と連携して、国としての対応策をまとめるしかない。まとまれば、後は、企業単位で実施することになる。

以下、循環型ポリマーの利用促進、地球環境保全に向けての対応を列挙してみたい。現在の異常気候はすぐには是正できないので、数十年単位でこの状態は続くだろう。

- (1) 包装は当面、地産地消の傾向になる。
- (2) Certified Recycled PE/PP の生産体制をどうするか。
- (3) Bio-based Polymers はいくつかの方法で実行するしかない。トータルの生産量で石油由来の循環型ポリマーの不足分を補うことになる。
- (4) 日本は、PPWR のように分野ごとに PCR、PIR 由来の recycled plastics の利用割合を決める必要はない。
- (5) 企業として、年間の recycled plastics の使用目標と実績の報告が良い。企業の使用量が多いか少ないかは、世間が判断する。
- (6) 排出プラスチックの回収～再生処理までは、世界と同じように、その業務を専門とする企業が行うことが良い。1社で全てではできない。
- (7) 日本は出来れば、得意とするラミネート品を、上手にケミカルリサイクルして、安心して食品などの一次包装に利用できる r PE、r PP の生産と安定供給を実施したい。
- (8) 英国の Recycleye 社の選別ラインが欧州の数か国で稼働しているが、もっと進んだ方法でラミネート品の選別技術を確立したい。完成すれば世界に売れる技術、システムとなる。
- (9) 地方ごとに、ある程度の量の油化品を回収できる施設を設置し、量がまとまれば、既存の樹脂メーカーに送付し r PE、r PP の製造に使用したい。
- (10) PPWR の実施が見えてきたので、世界の包装は、これをベースに新しい包装の開発に没頭するだろう。
- (11) 世界の包装展を視察して、世界の包装の動きを体感し、そこから新しい包装のヒントを得たい。
- (12) 業界を代表して、例えば欧州に駐在員を置き、欧州他の包装の動きを専門にレポートする業界共通の人材がいても良い。数年で交代し、費用は業界が負担する。もはや1社が人材を派遣して情報を集める時代ではない。
- (13) 情報は共有だが、そのあとは企業の実力次第である。国内用も当然必要であるが、世界に通用する包装の開発が必要である。
- (14) 世界の情報を集約した包装情報館が必要で、そこでは、世界の包装サンプルが実物あるいは画像で検索できる体制が必要である。廃校、廃事務所などが利用できないか。できれば温泉が近くにあるとなお良い。
- (15) 当然、AI利用も進み、開発の効率もアップする。
- (16) 日本包装コンサルタント協会がその一役を担うことになる。60歳代はまだ若い、家族関係も一段落であり、ここでもうひと踏ん張りして世界の包装を楽しんで、日本の包装の発展に貢献して欲しい。
- (17) 任期は3年、10年たてば、国内に経験者が3人いることになる。年に一度、帰国し包装セミナーを開催、サンプルが多数で年会費納入の多くの会員が集合し、

face-to-face で会合は盛り上がる。日本包装コンサルタント協会は引き合いが活発で人材が足りなくなるだろう。

おわりに

やることは沢山ありますが、議論だけでなく、どのようにして実行するかが大事です。そろそろ、終わりに近づきました。後は、懇親会での論議と致しましょう。

編集後記

会報40号 記念すべき節目の会報編集に携われて光栄に思います。
2021年度 会報37号より会報の編集を担当することになり、4期目の会報編集をしました。

今期は、昨年末より準備をはじめた日本包装コンサルタント協会のホームページのリニューアル版を5月1日にアップロードすることができました。
ホームページリニューアルにおいては、これまでのホームページの編集、管理をされてきた小山さんをはじめ、それ以外の方々からのご意見、ご協力を頂きありがとうございました。
以降のホームページ内容の更新、管理は関西支部の小坂さんが担当されます。

会報40号においては、関西支部事務局の今田さんによって、関西支部の活動報告をホームページに収納している、原稿書式を利用され、完璧なかたちにまとめて頂きましたので、ほぼそのままのかたちで掲載しています。

諸般都合により、寄稿論文、[] []において、今号は、ほぼ無修正、無編集での掲載としました。

以降、各位の会報原稿寄稿、特に活動実績の原稿においては、Word 会報の標準書式を利用して記述形体を合わせて頂くと、各段に編集時の作業負担が減ります。
今後ともご協力をお願いします。

編集担当 毛利憲夫