



# JPCA

日本包装コンサルタント協会

事務局：

〒235-0019 神奈川県横浜市磯子区  
磯子台 16-23 野田技術士事務所内  
Phone/FAX. 045-751-3258

## 会報 No.27

2011年（平成23年）12月01日

関西事務局：

〒675-1105 兵庫県加古郡稲美町加古  
2846-1 株式会社 PDS 内  
Phone:079-492-6180  
FAX: 079-492-6184

発行者 野田 茂尅

### 目次

巻頭言	ガラパゴス化と技術開発	中山 秀夫	-2-
今年一年の歩み (概要報告)			
1. 本部活動概況	総務担当	鹿毛 剛	-3-
2. 関西支部活動概況報告	支部事務局	山崎 潔	-5-
3. 出前講座の概況	担当	中山 秀夫	-6-
4. 会員の <i>Reference, Documents</i>	担当	中山 秀夫	-7-
5. レポート「暮らしの包装展」		中山 秀夫	-10-
寄稿論文			
1. 清涼飲料用 PET ボトルの最新状況		杉崎 喬	-11-
2. “不幸中の不幸”：福島第1原発事故の コンプライアンス[倫理的正義の遵守]の検証と自己反省		菱沼 一夫	-22-
3. ISO 規格におけるカタカナ言葉の活用法		亀岡 孝三郎	-40-
新会員紹介			
自己紹介 (1)		野上 良亮	-48-
自己紹介 (2)		白倉 昌	-51-
自己紹介 (3)		田摩 豊秋	-53-
自己紹介 (4)		乾 博信	-54-
編集後記	編集委員：中山 秀夫、菱沼 一夫、小山 武夫		-56-

巻頭言

“ガラパゴス化”と技術開発

中山秀夫

ガラパゴス化という表現は、2010年頃に日本の携帯電話市場を形容するものとして盛んに流行した言葉で、日本産業の現状を批判的にとらえた新語である。

日本の携帯電話は、通信方式においても、端末においても、全く独自に開発された先進的な技術が採用されているという。世界市場からみると、日本の携帯電話は技術的に傑出しているが、しかし世界の事実上のスタンダードとなりつつある技術とはほぼ無縁の状態となっており、逆に世界市場における競争力が持てない状況を招いているといわれている（IT用語辞典バイナリーによる）。

南米エクワドルの西約千kmの沖合いに浮かぶ赤道直下の島々のことをガラパゴス諸島（コロン群島）と呼び、フンボルト海流の冷たい水のおかげで全く独自の進化を遂げた生体類のように、孤立した環境で、最適化が著しく進行するとエリア外との互換性を失い、技術やサービスなどが日本市場で独自の方向性へ進化し、その結果としてグローバルスタンダードの流れから乖離することを揶揄して“ガラパゴス化（*Galapagos Syndrome*）”という言葉が使われた。

まさに現在急速にグローバル化が進みつつあるなかで、日本産業の国際競争力が低下し始めてきたという見方から「日本のガラパゴス化」現象を懸念する声が多くなっている。もちろん包装産業についても同様なことが予想され、技術開発による包装業界の脱・ガラパゴス化が期待される。

わが国の包装技術発展の歴史を辿れば、なかには“ガラパゴス効果”ともいえる世界に誇れる技術開発もあった（例えばレトルトパウチの加工と普及）が、将来にわたって国際競争力に基づく技術開発のさらなる進化が求められる。

現にわが国の包装業界に限ってみても、分野別にそれぞれが独自に発展を期していることにいささか危惧が感じられるところである。

わが包装コンサルタント協会の歩む道にしても、事業活動において、そうしたフィロソフィーの観点から着実な努力が望ましいと思っている。

## 今年一年の歩み

### 1. 本部活動概要

(1) 第26回定時総会：平成23年4月21日（木）、東工大蔵前会館で開催。

- ①関西支部から大田支部長、亀岡氏、乾氏が参加された。
- ②日本包装技術協会の酒井光彦専務理事、技術士包装物流会の田中好雄理事が来賓として出席いただき、祝辞を頂いた。
- ③第1号議案：平成22年度事業報告及び収支決算の件、満場一致で可決。
- ④第2号議案：平成23年度事業計画及び収支予算の件
  - ・東日本大震災に対して、日本赤十字社を通じて5万円の義援金を贈る。
  - ・2010年10月の東京パック以降、7人の異動。2011年5月で名簿を改定。
  - ・大阪パックに向け、展示物、英文名簿、出前講座（和・英文）を準備する。これらを含め満場一致で可決。
- ⑤第3号議案：本部は鹿毛 剛氏、池田得三氏、菱沼一夫氏、住本充弘氏、塚本富陸氏、関西支部は太田 茂氏が理事に再任された。

### (2) 事務局及び諸事業

- ①理事会は12/8、2/10、3/17（計画停電による中止）、5/12、7/7、9/8の5回行った。
- ②出前講座及び講師派遣
  - ・住本充弘氏：「新包装・新製品を生み出す創出包装」、四国生産性本部（2010年12月）
  - ・住本充弘氏：「医薬用包装ラベルの新開発」、I社、（2011年2月）
  - ・増尾英明氏、大須賀 弘氏：「安全衛生性、環境問題」、A社（2011年7～10月10回）、
  - ・野田茂尅氏：「レトルト特性と問題点」、K社（2011年7月）
  - ・中山秀夫氏：「加工工程における衛生管理の適正化」、K社（2011年8月）
- ③出前講座：新規登録分
  - ・杉崎 喬氏：「5大汎用プラスチック加工法概論（分子構造・機能発現）」、「プラスチック成形加工法概論（中空成形・射出成型）」、「プラスチック容器の評価項目と方法」
  - ・田摩豊秋氏：「包装なくして物流なし、搬送を考える」
  - ・乾 博信氏：「食品の包装機械とその包装形態」
  - ・野上良亮氏：「包装ラインと包装機械（包装ラインの最適な機械化）」以上の内容について、JPIの「包装技術」に順次掲載
  - ・会員退会者の出前講座登録を抹消した。
- ④海外の技術者派遣  
前年度JICAのチュニジア派遣、ケニア派遣等は70歳以上で選考に漏れた。JPIを通じ（財）海外技術者研修協会のインドネシア派遣に3名応募した。先方は70歳

未満の規定を緩和して、一番若い T 氏を決めた。健康診断の結果、本人が辞退した。本部の 60 歳代は、住本氏、石川氏、井上氏の 3 人。JICA、JETRO、海外技術者研修協会等の海外コンサルの受注は、年齢制限が 70 歳未満になっている。野田会長より若い会員の入会を勧誘するよう要請があった。その後、白倉昌氏入会した。

⑤ホームページの整備

- ・関西支部セミナー案内の欄を設定した。
- ・東日本大震災の見舞い文追加。

⑥JPI の営業窓口

JPI 窓口を決めた以降、数件の出前講座の依頼があり対応した。

⑦包装界合同新年会、2010 年 1 月 11 日：13 名参加（他団体会員との重複）。

⑧2010 東京パックの反省、包装 4 団体として、JPI と懇談した。要望事項として、

- ・4 団体ブースの場所、形状について事前に提案して頂く。ブースは 8 小間分。
- ・ブース料と共に、展示台・照明・配線の費用は前々回同様に JPI で負担して頂く。

JPI 側の 2012 東京パックの体制は、園山事務局長、辻井氏が担当。

⑨名簿の印刷（平成 23 年 5 月 1 日付）

2010 年 10 月の東京パック以降、7 人の会員の異動あり。大阪パックを目標に名簿改定を行った。

⑩忘年会(2010 年 12 月 8 日) 百年記念館にて、13 名参加、関西支部より亀岡氏出席

⑪野田会長関西支部で講演

「レトルトパウチ、PET ボトルの食品衛生法の改正」、2011 年 8 月

### (3) 研究懇話会

- 12 月 8 日 増尾英明氏、「世界のポジティブリスト」、出席者 12 名（関西 1 名）
- 2 月 10 日 白倉 昌氏、「包装開発における知的財産制度」、出席者 11 名
- 3 月 17 日 計画停電による中止
- 5 月 12 日 菱沼一夫氏、「得意技のインターネットを利用したグローバルコンサルティングの方法と実際」、出席者 12 名（関西 1 名、外部 1 名）
- 7 月 7 日 鹿毛 剛氏、「日本のエネルギーの現状」、10 名（関西 1 名）
- 9 月 8 日 杉崎 喬氏「清涼飲料 PET ボトルの最新状況」、6 名  
菱沼 一夫氏「加熱傾斜によるヒートシール強さの発現遷移」、6 名

### (4) 会員動向

本部登録会員 22 名、関西支部登録会員 10 名

2010 年 12 月に白倉 昌氏、2011 年 4 月に田磨豊秋氏、乾博信氏が入会された。休会会員であった宮田 豊氏が 4 月に復帰された。

(本部総務担当 鹿毛 剛)

## 2. 関西支部活動概況

### (1) 平成 23 年度総会

3月29日、神戸市勤労会館にて開催。

(平 22 年度事業報告・決算報告、平 23 年度役員改選・事業計画・予算案審議)

### (2) 定例会

6月7日、第140回定例会、神戸市勤労会館、包装技術セミナー打ち合わせ、  
A-PACK 総括

9月6日、第141回定例会、神戸市勤労会館、包装技術セミナー来期計画討議

12月6日、第142回定例会予定

### (3) 事業

#### ①包装技術セミナー

第1日目：3月29日 9.30～15.30 神戸市勤労会館

第1時限目：「段ボール包装と物流」講師 山崎 潔氏

第2時限目：「フィルムと包装」講師 山崎 潔氏

第3時限目：「緩衝材と緩衝包装」講師 寺岸義春氏

第2日目：6月7日 9.30～15.30 神戸市勤労会館

第1,2時限目：「インターパック 2011 総括報告」講師 太田 茂氏

第3時限目：「ピロー包装機」講師 塚原正人氏（茨木精機）

第3日目：9月6日 9.30～15.30 神戸市勤労会館

第1時限目：「包装ラインと包装機械」講師 野上良亮氏

第2時限目：「包装と物流機器」講師 田麿豊秋氏

第3時限目：「フィルム包装と包装機械」講師 乾 博信氏

第4日目：12月6日 9.30～15.30 神戸市勤労会館（予定）

#### ②セミナー出講

(1) 山崎 潔氏：「包装とダンボール」（5.24 四国生産性本部「四国包装物流研究会」）

(2) 山崎 潔氏：「包装と段ボール」（8.24 近畿包装研究会「サマーセミナー」）

#### ③指導・相談

(1) ㈱A社（富田林市）：「化粧品容器包装」（太田氏、野上氏）

(2) N㈱（大阪市）：「シュリンク機販売」（真多氏）

(3) A-PACK 指導相談対応企業 11 社（支部会員全員）

#### ④A-PACK 出展（㈱日報アイ・ピー主催、5/18～21：インテックス大阪）

来訪者 25 社

#### ⑤野田会長懇話会：8月18日、神戸市勤労会館 「レトルトパウチ・PET ボトル商品化」

#### (4) 事務局

- ①本部総会出席 (4.21 東工大蔵前会館) : 太田支部長、亀岡氏、乾氏
- ②技術士会包装物流会
  - 第 99 回研究会出席 (4.13 松心会館)
  - 第 100 回研究会出席 (6.23 松心会館)
  - 第 101 回研究会出席 (9.8 大阪管区气象台見学会)
  - 第 102 回研究会 (10.20 松心会館) : 予定

#### (5) 会員動向

- ①23 年度支部役員 : 太田茂関西支部長、牧野隆男会計監査、山崎潔事務局長  
留任
  - ②宮田豊会員復職
  - ③新入会員 (4 月入会)
    - 田靡豊秋氏 (No.87)
    - 乾 博信氏 (No.88)
- 現在 (10.1)、関西支部登録会員 10 名

(関西支部事務局 山崎 潔)

### 3. 出前講座概況

当協会では、'04 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の専門家が、直接企業またはその指定場所に出向き、人材の育成あるいは研修のための講習やセミナーの講師を務める出前講座のサービス活動を行っております。

- (1) 2011 年 10 月末現在の講座テーマは、55 項目の登録があり、2011 年度には表 1 に示す 6 項目の新登録があった。

表 1 出前講座新規登録テーマ (2011)

登録No.	講座テーマ	担当者
1053	5 大汎用プラスチックの基本物性概論 (分子構造と機能発現)	杉崎 喬
1054	プラスチック成形加工法概論 (中空成形、射出成型)	同上
1055	プラスチック容器の評価項目と方法	同上
1056	包装なくして物流なし! 搬送を考える	田靡豊秋
1057	食品の包装機械とその包装形態	乾 博信
1058	包装ラインと包装機械 (包装ラインの最適な機械化)	野上良亮

上記各講座テーマの概要は、「包装技術誌 (J P I)」6 月号～9 月号 (2011) にそれぞれ掲載されている。

(2) 今年1年の出前講座(講師派遣)実績

- 1) 住本充弘;「容器ラベルの新開発」(I社、2月)
- 2) 増尾英明・大須賀 弘;「容器包装に関する規制・法律・環境問題解説」  
(A社、7月～10月:10回)
- 3) 野田茂尅;「レトルト特性と問題点」(K社、7月)
- 4) 中山秀夫;「加工々程における衛生管理の適正化」(K社、8月)

以上

#### 4. 会員の *Reference, Documents*

2011年度(2010年12月～2011年11月)における会員による講演・執筆活動の実績を紹介します。

(1) 学・協会における研究発表等(報文・講演)

- 菱沼一夫;「プラスチック材の《加熱速さ:カムアップタイム》によるヒートシール特性遷移の計測」、第20回日本包装学会年次大会(2011年7月)
- 菱沼一夫;「Rigid包装(Cup, Tray)の開封力解析と液はね防御の検討」  
第20回日本包装学会年次大会(2011年7月)
- 菱沼一夫;「熱熔着(ヒートシール)の加熱方法の最適化」(学位論文)  
東京大学情報基盤センターデジタルライブラリ[インターネット公開]、(2011年9月)
- 菱沼一夫;ヒートシール現象の新発見【Hishinuma効果】—ヒートシール強さの発現は加熱速度にも依存する—、第60回日本缶詰協会技術大会  
(2011年11月)
- 菱沼一夫;「プラスチック材の《加熱速さ:カムアップタイム》によるヒートシール特性遷移の計測」、「ポリオレフィン時報」(2011年9月)
- 住本充弘;「Inter pack 2011等に見る海外の食品包装」包装技術(2011年8月)
- 鹿毛 剛;「ガラスびん並みのDLCコーティングPETボトル」日本包装学会誌、  
19(6) 493 (2010)
- 鹿毛 剛;「ビールびんの軽量化の道」日本包装学会誌、20(3) 222 (2011)
- 大須賀弘;「インテリジェントパッケージングとスマートパッケージング」日本包装学会誌(2011年7月)
- 大須賀弘;「地球温暖化ガス排出量削減計画と福島原発問題」食報研会報  
(2011年7月)
- 白倉 昌・鈴木哲也;「欧州におけるプラスチックボトルのリユース・リサイクルの現状」包装技術、49(10) 674 (2011)
- 白倉 昌;巻頭言、日本包装学会誌 20(5) 396 (2011)

## (2) 学・協会等における講演活動

- 菱沼一夫；「開封性」と「密封性」の合理的な達成方法と従来のヒートシール技法の欠陥解明と新規対処法、(株)R&D支援センター (2011年7月,東京)
- 菱沼一夫； 同上 (株)R&D支援センター (2011年9月,大阪)
- 菱沼一夫；「あなたの計量管理はエンドユーザー（消費者）を満足させているか？」神戸市、神戸市計量管理協会、神戸市計量士会 (2011年11月)
- 住本充弘；「海外のレトルト食品情報」UBMメディア社 (2011年2月)
- 住本充弘；「東京パック 2011 及び最近の国内外にみる機能性包装動向と提言」J P I (2011年2月)
- 住本充弘；「包材に関わる商品事故減のために」パルシステム (2011年2月)
- 住本充弘；「Interpack 2011 レポート」J P I (2011年6月)
- 住本充弘；「パッケージのシール技術の応用展開<国内外のトレンド>」技術情報調査会 (2011年7月)
- 住本充弘；「インターパック及び関連に見る医薬品包装の動き」J P I 関西 (2011年9月)
- 住本充弘；「プラスチック容器と紙容器を用いた包装技法」日本食包研協 (2011年10月)
- 大須賀弘；「プラスチックの溶出試験の現状と問題点」創包工学研究会第45回講演会 (2011年1月)
- 大須賀弘；「ヒートシールの評価とトラブル対策」技術情報協会セミナー (2011年1月)
- 大須賀弘；「各種製造現場（食品／医薬品／化粧品等）における包装工程」における包装工程（フィルム）でのトラブル対応、Q & A 講座」技術情報協会セミナー (2011年5月)
- 大須賀弘；「ヒートシールの評価とトラブル対策」技術情報協会セミナー (2011年7月)
- 大須賀弘；「ヒートシールの強さと評価及びトラブル対策」R & D 支援センター (2011年11月)
- 大須賀弘；「食品包装のトラブル防止対策」工業技術会 (2011年11月)
- 井上伸也；新春研究会／包装の動向、J P I 北海道支部 (2011年2月)
- 井上伸也；段ボール包装設計コース、J P I 関東支部 (2011年2月)
- 井上伸也；包装管理士講座／包装論文作成の留意点、J P I (2011年6月)
- 井上伸也；包装管理士講座／包装設計手法、J P I (2011年9月)
- 白倉 昌；「包装と法規制」J P I 包装新人研修 (2011年6月)
- 白倉 昌；「包装における知財情報の活用」J P I 包装アカデミー講座 (2011年6月)



### (3) 執筆活動 (著書・共著・寄稿論文等)

- 菱沼一夫；フレキシブル包装の「包装商品の開封対応力メカニズムの解析とその制御方法」 日本缶詰協会『缶詰時報』 vol. 90 (4) (2011 / 4 月号)
- 菱沼一夫；「ヒートシール面内の温度分布の定量化とヒートシールエッジにおけるピンホールと破断現象の改善」 日本缶詰協会『缶詰時報』 vol. 90 (12) (2011 / 12 月号)
- 鹿毛 剛；「大気圧イオン化質量分析計を用いた迅速酸素透過度測定」 最新バリア技術共著、p.123 シーエムシー出版 (2011)
- 住本充弘；「インターパックにみる食品包装の動向」 月刊「食品機械装置」 (2011 年 8 月)
- 大須賀弘；連載；月刊「食品工場長」 食品包装トラブル 1 1 0 番  
2011 年 1 月号 「化学変敗を防止する包装」  
2 月号 「対応が難しいピンホール」  
3 月号 「実用試験と既存製品のデータベース化」  
4 月号 「新商品開発のシステム化」  
5 月号 「ヒートシール強さと袋の性能の関係」  
6 月号 「ヒートシール」
- 大須賀弘；『成功例と失敗例から見る』エンプラ工業史 12 ナイロン二軸延伸フィルム「シーズから始まった事業化のために」プラスチックエージ (2011 年 6 月号)
- 大須賀弘；「食品包装機械の現状と動向」 化学装置 (2011 年 6 月号)
- 大須賀弘；「カット野菜品質保持シミュレーションでの包装フィルムに求められる特性」 Polyfile (2011 年 6 月号)
- 亀岡孝三郎；「国際標準・環境 ISO による顧客評価の向上」 (小企業における ISO 14001 の認証取得方法) ①、②、③全紙器工連、パック & ボックスに連載 (2011 年 2 月号・3 月号・4 月号)
- 亀岡孝三郎；「品質 ISO の意図とその活用方法」 ①、月刊カートンボックスに連載 2011 年 10 月号より
- 白倉 昌；「バリアボトルの現状」 最新バリア技術共著、シーエムシー出版 p218 (2011)
- 鈴木哲也・白倉 昌；「マイクロ波大気圧プラズマ CVD 法による複雑形状基材への高速成膜技術の開発」 環境調和型機能性プロジェクト研究概要、(財) 神奈川科学技術アカデミー (2011 年 2 月)

## 5. レポート

### 『暮らしの包装商品展 2011 in 新宿』

中山秀夫

日本包装技術協会では、包装関係者と消費者が共に集い、包装について考え、お互いの理解を深める場として1997年から隔年で「暮らしの包装商品展」を開いており、今年は9月18日～20日の3日間、新宿駅西口イベント広場で開催された。

今回の暮らしの包装展では、12の企業と7団体が出展しており、商品包装の諸機能や利便性、また最新の技術や工夫の紹介、とくに各企業が循環型社会の構築に向けた包装の役割、例えば環境への配慮やユニバーサルデザインとその重要性について強調した展示を行っていた印象が強かった。

なお、包装関連4団体からは、日本包装管理士と日本包装専士会が展示していた。



写真1 包装管理士会（左）・包装専士会（右）の展示ブース  
併設『日本パッケージングコンテスト 2011』入賞作の展示紹介

年1回開催されている日本パッケージングコンテストの入賞作品が同時公開で展示された。328件の応募から、13件のジャパンスター賞（経済産業大臣賞他）ならびに42件の包装技術賞（テクニカル包装、適正包装、包装アイデア、パッケージデザインなどの各賞）、59件の包装部門賞が選ばれている。

入賞のなかでは、業界で初めてペットボトルを“Bottle to Bottle”に再生するメカニカルリサイクルを実用化した「リペットボトル」（サントリービジネスエキスパート社(経済産業省産業技術環境局長賞)が公開され注目されていた。



写真2 「リペットボトル (Bottle to Bottle 再生)」

**寄稿（1）**

**清涼飲料用 PET ボトルの最新状況**

杉崎 喬（技術士 化学部門）

PETボトルがはじめてわが国に登場したのは 1977 年で比較的新しい容器である。内要品は醤油で、500ml 入りで発売された。その後、調味料（食用油、みりん、ソース等）、ビール（樽）、代所用洗剤等の用途の拡大があったが清涼飲料分野への進出はかなり遅れて、1982 年であった。その理由は当時清涼飲料容器材料としては、「食品衛生法」でポリエチレン（PE）以外の樹脂の使用は認められていなかったためである。しかし、それはPETの衛生性に問題があったためではなく、新しい樹脂であったために法改正が後手に回ったというべきであろう。

清涼飲料用PETボトルはその後急速に市場を拡大し、2000 年にはそれまで首位の座を占めていた飲料缶を抜いて、清涼飲料容器の王座を占めるに至った。しかし、2007 年に至りそれ以前の右肩上がりの伸びは完全に止まり、成熟期に達してそれ以後現在に至るまでの販売状況は天候による年度差はあるが、全体的にはほぼ平準化ないし減少傾向を示している。図 1 参照

一方、容器成形、充填設備、検査機器等の技術分野では大きな進歩があり、さらに、環境対策技術面で3R（レデュース、レユース、リサイクル）面で成長が見られる。

ここでは清涼飲料用PETボトルの現在に至るまでの状況について概観する。

**1. はじめに**

PETボトル市場がこのように急成長した理由を挙げると次のようになる。（表 1）

- ① PETは透明性と光沢に優れガラス瓶に匹敵する概観を有する。
- ② ガラス瓶に比べ大幅に軽量で、機械的強度に優れる。
- ③ 比較的ガスバリア性が良い。
- ④ 焼却時の燃焼カロリーが少なく有毒ガスの発生がない。
- ⑤ 樹脂に添加剤を含まず、安全衛生上の問題がほとんどない。
- ⑥ リシール（リキャップ）が可能で、携行に便利である。
- ⑦ デザイン形状の自由度が広い。

**表1 各種飲料用容器の比較**

	軽量性	落下強度	透明性	リシール性	リサイクル	中味保存性	デザイン性
金属缶	○	○	×	×	○	◎	×～△
ガラス瓶	×	×	○	○	○	◎	○
紙容器	○	△	×	○～×	△	○	×
PET ボトル	○	○	○	○	△～○	○	○

## 2. PET樹脂について

PETボトルの原料はポリエチレン・テレフタレートと呼ばれる樹脂で、ポリエステル系樹脂の一種である。PET樹脂はボトル以外の用途では合成繊維、フィルム、シートなどに利用されている。PETは高純度テレフタル酸(PTA)とエチレングリコール(EG)の縮重合反応により製造され、ボトル用途には比較的重合度の高いものが使用される(100~200)。その理由はボトル形状が複雑であり、強度的に有意な高分子量の樹脂が要求されるためである。PETの分子量を簡単に評価する方法としては極限粘度(Intrinsic Viscosity)IVが利用される。ボトル用途のPETのIVは0.70~0.83である。

### 2.1 結晶化温度(Tc)

PETは結晶化樹脂であるが、その結晶化速度は極めて遅い樹脂である。そのため、PETを成形金型内で熔融状態から急冷すると非晶状態の透明な状態の成形物が得られる。この非晶状態の成形物を徐々に再加熱すると約70℃でガラス転移点(Tg)に達して、この温度を超えると徐々に軟らかくなり(ミクロブラウン運動が活発になる)、さらに温度を上げてゆくと結晶化温度(Tc)に到達して(140~160℃)で急速に結晶化(表面硬度の上昇、白濁および密度上昇)する。

### 2.2 融点(Tm)

さらに加熱を続けると融点(Tm約250℃)に達して、この温度以上では熔融状態になる。PETボトル用のプリフォームと呼ばれる試験管状の半製品は普通280~300℃の温度で成形される。

### 2.3 加水分解

PETは縮重合反応を利用して生産されるため、熔融時に水分が存在すると加水分解が起こり、分子量が低下して、成形品物性が著しく低下する。したがって、成形時の水分管理は極めて重要で、通常は除湿乾燥機を使用して含水量50ppm以下の状態で成形加工が行われる。

### 2.4 アセトアルデヒド(AA)

PETは熱安定性の良い樹脂であるが、成形加工時に熱分解を起こし、アセトアルデヒド(AA)を発生することがある。AAは閾値の低い物質であり、飲料中に少量でも存在すると飲料の種類によっては異味異臭成分として嫌われる場合がある。AAの生成は成形時の熱履歴が大きく影響するので、成形時の温度管理は重要である。

### 2.5 延伸効果

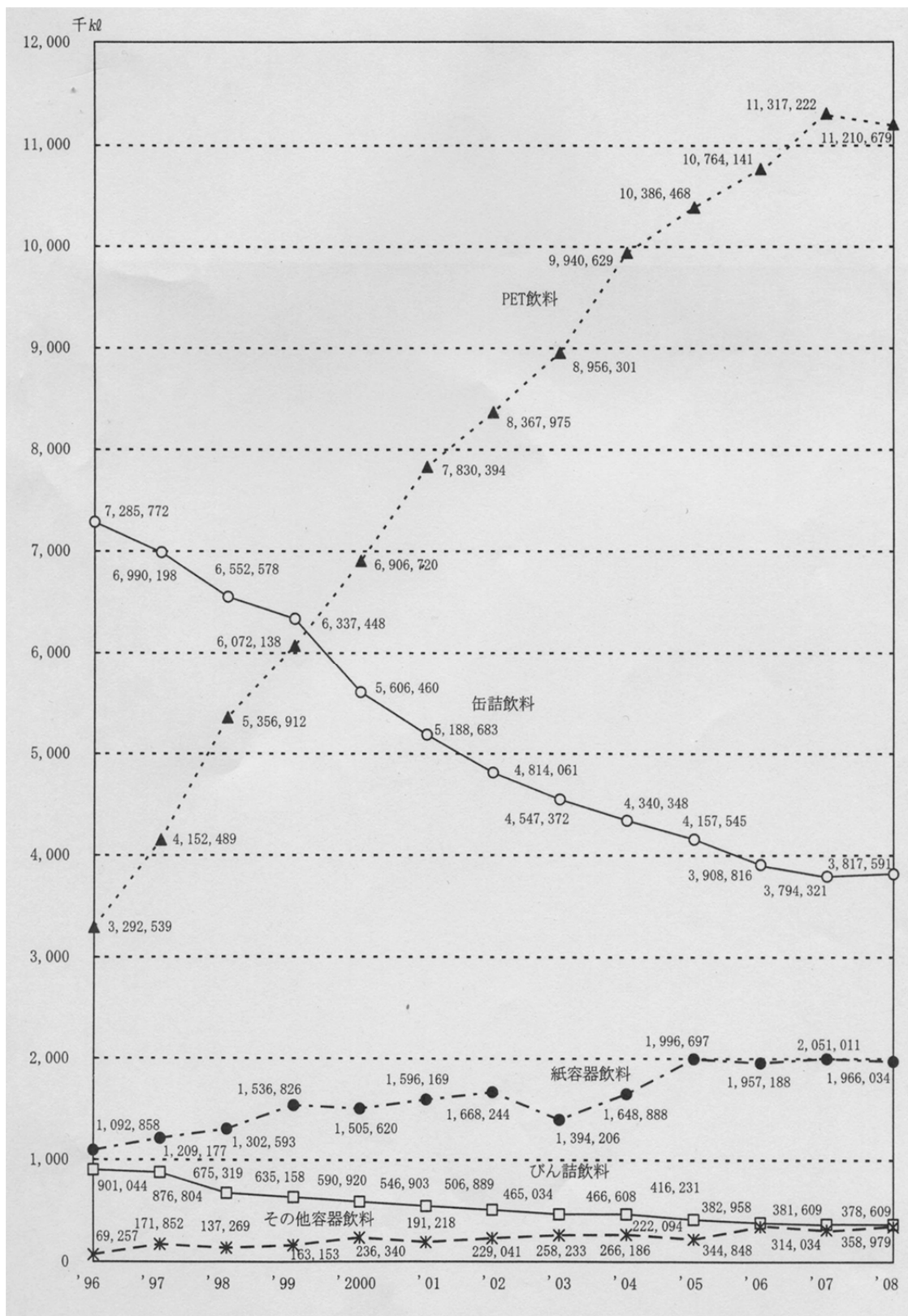
PET樹脂は延伸により分子配向が起こり、密度が高くなり、強度やガスバリア性等が向上する。したがって、PETボトルの成形加工はその性質を生かすため、二軸延伸ブロー成形法で行われる。

表2 参照

表2 延伸, 未延伸の物性比較

	未延伸	延伸
引っ張り強度(kg/mm <sup>2</sup> )	4.5	9.5
酸素透過度(cc/mm/m <sup>2</sup> 24h.atm)	4.9	2.0
水分透過度(g/mm/m <sup>2</sup> /24h)	1.4	0.7

図1 容器別生産量トレンド 1996年～2008年



出展：全清飲統計資料 2010年版

### 3. PETボトルの成形加工

ボトルの成形加工は一般にブロー成形法で行われる。ブロー成形はダイレクトブロー成形（押出ブロー成形）とインジェクション・ブロー成形に大別される。さらにインジェクション・ブロー成形は一軸延伸と二軸延伸ブロー成形に分けられる。二軸延伸ブロー成形は1ステージ法（ホットパリソン法とも言う）と2ステージ（コールドパリソン法とも言う）に分けられる。清涼飲料用PETボトルの成形はほとんどの場合2ステージ法で行われる。その方法の概要は以下の通りである。射出成形でパリソン（プリフォームとも言う）と呼ばれる試験管状の成形品を成形し、一旦コンテナ貯蔵保管する。このパリソンを延伸ブローに適した温度（90～110℃）まで昇温させて、ブロー型内で機械的に縦方向に延伸し、次に加圧空気を吹き込んで、円周方向（横方向）に膨らませる方法である。

この方法の特徴は以下の通りである。

- ①高速生産性に優れる
- ②射出とブローが別個の機械であるため、生産対応の最適化ができる。
- ③パリソンの集中生産、ストックが可能である。
- ④延伸倍率を大きくすることができるため、ボトルの機械的性能が優れている。
- ⑤耐熱性向上のために行われるボトルの口部の結晶化がパリソンの状態で行える。
- ⑥欠点は初期投資が多額になり、大きなスペースが必要となる。

### 4. 充填法から見た飲料PETボトルの種類

清涼飲料用のPETボトルには中味の種類によって以下のボトルが使用されている。実際に市販されているPETボトル入り清涼飲料は表3に記載した。

**表3** 清涼飲料の種類と生産販売金額（2008年）参照

#### 4.1 耐圧ボトル

炭酸ガス入り飲料ボトル、炭酸ガスの内圧に耐えられるボトルである。炭酸ガスバリア性が必要であるが、肉厚を厚くしても材料への吸着の問題もあり、ただ厚くすれば良いというわけにはいかない。要はボトルの経済性を考慮に入れた肉厚設計、延伸倍率設計、充填時のガス圧の設定（賞味期限を考慮）等が必要である。当然のことではあるが、小容量ほど表面積の関係で賞味期限は短くなる。底部はシャンペンベースではなく、耐圧のペタロイドと呼ばれる5足形状が採用されている。

#### 4.2 耐熱ボトル

果汁入り飲料、スポーツ飲料、お茶類、コーヒー飲料等は殺菌が必要である。通常は中味に85℃以上の温度をかけてホットパック（熱間充填）で殺菌が行われるが、ボトル成形時の在留ひずみと常温との温度差による中味の容積変化でボトルが収縮変形を起こす。また、キャップとの嵌合が甘くなることによる漏洩も懸念される。以下にこれらの課題に対する対策について概説する。

①胴部のヒートセット（熱固定）：金型の表面温度を高温度（150～165℃）に保つことにより、ブロー成形と同時にヒートセットが行われ、成形ひずみの緩和と樹脂の結晶化度が高くなり（密度が高くなる）、耐熱性が付与される。延伸時に起こる結晶化で配向結晶という。

②口部の結晶化（無配向結晶化）：口部は無延伸の状態であるため、上記の方法では耐熱性の付与はできない。したがって、口部は結晶化装置と呼ばれる赤外ヒーターで約160℃の温度で数分間加熱して結晶化するという方法が取られる。結晶化度の上昇にともない無定形部と結晶部の屈折率の違いから白化が起こる。結晶化度は35～40%程度である。

③底部：ボトルの底部は延伸の少ない部分である。したがって、高温充填すると熱で軟化して自重でバックリング（ボトルの底が膨らみ安定性が悪くなる現象）を起こす。そのため、特殊な底形状を採用し、肉厚を厚くすることでバックリングを防いでいる。

④減圧変形対策：水は温度により密度が変化する。85℃と常温では密度変化によりボトル内は大きな減圧状態になり、通常の丸形状ではボトルは大きく凹む。このため、丸いボトルは胴部に吸収パネルと呼ばれる平面を儲けその部分をへこませて、減圧変形が見かけ上分からないようなデザインを採用している。

#### 4.3 耐熱圧ボトル：

耐熱圧ボトルは使用環境としては耐熱性と耐圧性の両方の条件に耐えることを要求される。内容品としては炭酸入りの乳性飲料、果汁入り飲料が挙げられる。低温充填で、65℃-10min（中味温度）の温水シャワーが行われる。PETのTgに近いところで処理されるため、特別な工夫なしでは低延伸部分が伸びて変形を起こしやすく、底部は耐圧ボトルより上げ底を高くしたペタロイド形状が採用されている。

#### 4.4 アセプティック充填ボトル：

アセプティック（無菌）充填はボトル、キャップを薬剤等で殺菌して、無菌の状態が無菌の内容液を無菌室で充填する方法である。ごく普通のボトルが使用できるため、容器のコストは下がるが、逆に充填ラインは高価となり、またメンテナンスには細心の注意と管理を要求される。耐熱ボトルとほぼ同じ内容品が充填される。ボトルの成形が簡単であるために、充填メーカーがボトルを製造して、すぐに充填するインラインブローが行われるケースが多い。

### 5. キャップ

言うまでもないが、ボトルとキャップはセットで初めて容器としての機能を果たす。清涼飲料用PETボトルのキャップ材料は発売初期にはアルミニウムが使用されていたが、PETボトルのリサイクルに支障をきたすという問題のために、現在は飲料用PETボトルの材料にアルミニウムが使用されることはない。現在は飲料用PETボトルの材料は合成樹脂が使用され、そのほとんどすべてが高密度ポリエチレン(HDPE) かポリプロピレン(PP)である。これらのポリオレフィン系材料は大量生産され、安価であって、それらの比重は1以下であり、水に浮くためにPETと容易に分別できるというメリットがある。

注) PETの比重は約1.35であり、水中では底に沈殿する

表3 清涼飲料の種類と生産販売金額（2008年）

	分類	生産量	販売金額	量前年比	額前年比	生産量%
炭酸飲料	コーラ炭酸飲料	1,258,220	215,896	107.9	105.2	6.9
	透明炭酸飲料	386,100	79,453	96.5	95.4	2.1
	果汁入り炭酸飲料（10%未満）	35,500	10,178	104.4	101.3	0.2
	果汁入り炭酸飲料（5%未満）	253,400	46,718	98.6	95.5	1.4
	果実入り炭酸飲料	476,100	71,021	111.2	98.1	2.6
	乳類入り炭酸飲料	133,500	22,523	107.7	102.8	0.7
	炭酸水	31,400	6,236	112.1	108.8	0.2

	その他炭酸飲料	195,900	43,606	104.2	115.8	1.1
	栄養ドリンク炭酸飲料	258,700	96,373	100.7	99.3	1.4
	計	3,028,800	592,004	105.1	101.7	16.5
果実飲料等	果実ジュース	515,500	120,182	88.9	89.9	2.8
	果汁入り飲料 (50~100%未満)	101,000	23,091	117.4	109.0	0.6
	果汁入り飲料 (ネクター類)	22,600	3,816	173.8	168.8	0.1
	果汁入り飲料 (10%以上)	4,969,000	98,858	76.9	73.3	2.7
	果粒入り果実飲料	29,400	7,595	77.4	86.7	0.2
	果汁系ニアウォーター	185,400	23,867	93.2	86.5	1.0
	その他直接飲料	168,800	36,370	84.0	82.9	0.9
	希釈飲料 (飲用時)	46,100	5,211	329.3	180.5	0.3
	フルーツシロップ	11,300	5,248	113.0	115.1	0.1
	計	1,577,000	324,239	88.2	85.4	8.6
コーヒー飲料	コーヒー	2,093,800	646,663	99.2	92.5	11.4
	コーヒー飲料	556,300	141,531	92.1	86.2	3.1
	コーヒー入り清涼飲料	52,400	13,615	201.5	147.6	0.3
	コーヒー入り乳飲料	193,500	90,134	123.2	131.5	1.1
	計	2,906,000	891,943	99.9	94.8	15.9
茶系飲料	ウーロン茶飲料	876,600	136,525	91.2	90.8	4.8
	紅茶飲料	1,029,200	195,720	105.8	102.7	5.6
	緑茶飲料	2,362,600	407,360	95.8	94.4	12.9
	麦茶飲料	232,900	25,662	97.0	96.0	1.3
	ブレンド茶飲料	840,200	152,997	94.0	91.3	4.6
	その他茶系飲料	187,300	28,356	115.6	107.1	1.0
	計	5,528,800	946,620	97.0	95.3	30.2
	ミネラルウォーター	2,015,700	162,015	104.8	107.4	11.0
	豆乳類	164,900	27,189	96.4	99.9	0.9
	トマトジュース	43,300	13,187	90.2	88.3	0.2
	その他野菜飲料	440,900	123,877	108.9	101.9	2.4
	スポーツ・機能飲料	1,734,100	387,710	112.0	142.0	9.5
	乳性飲料	489,100	96,069	110.2	103.8	2.7
	乳性飲料 (希釈用)	123,700	16,316	89.0	91.9	0.7
	その他清涼飲料	254,700	88,602	44.4	58.6	1.4
	合計	18,307,000	3,669,770	98.8	98.0	100.0

出展：全清飲 清涼飲料統計資料 2008年



## 5.1 密封性

キャップの最重要機能である。中味を密封、保存して消費者が開栓するまで、純正の状態を維持する機能である。漏れないことはいふまでもなく、微生物の進入による腐敗や発酵の防止および酸素と水分の遮断も必須要件である。

## 5.2 衛生性

キャップの材料から中味への溶出成分による中味の汚染がないことである。

## 5.3 使用感

使用者が適正なトルク値で開栓ができて、繰り返しリシール可能であること等である。

## 5.4 TE性

TEとはTamper Evidenceの頭文字で「改ざんの証拠」を意味する。商品が消費者に渡るまでの間に、開栓されていないことを保証する機能のことである。

## 5.5 キャップの製造工程

飲料ボトル用キャップの製造方法には射出成形法と圧縮成形法がある。わが国では成形速度の点で優れている圧縮成形法が主流である。圧縮成形法によるキャップの製造工程は下記のようになっている。

主原料受入れ (サイロ) → 主材料と着色剤 (マスターバッチ) の混合 → 押出機ホッパー → 熔融押出 → 圧縮成形 → 冷却貯蔵 (エージング) → パーフォレーション → ライナーモールド(注) → 表面処理 → 印刷(凸版オフセット) → 外観検査 → 計数・梱包 → 物流倉庫保管

サイロから押出機までの材料の輸送はすべて空送。パーフォレーションはフラップの押しこみとTEバンドを形成させるスリット加工のことをいう。表面処理はフレーム処理で行う。インキの乾燥は紫外線で行う。

注)最近では炭酸飲料用途以外のキャップはライナーレスキャップが主流である。その場合にはこの工程は省かれる。

## 6. デコレーション

PETボトルの加飾方法には印刷ラベルを装着する方法とボトルへの直接印刷があるが飲料用PETボトルの加飾はほとんどすべてが印刷ラベルを装着する方法が行われている。ラベルの装着は容器メーカーが行う場合(プレラベル)と充填メーカーが行う(アフターラベル)に大別される。プレラベルかアフターラベル化は中味の充填方法により決まる。

ラベル材料にはOPS, OPET, OPP等が使用されている。

## 7. リサイクルについて

優れた特徴を有するPETボトルも、一旦ごみとして廃棄された場合はかさばり容易に減容化が困難なため、大変な処理困難物と位置付けられる。したがってリサイクルは避けて通ることができない道である。1997年に容器包装リサイクル法が施行され、PETのリサイクルは本格化した。容器包装リサイクル法の背景としては

- ① 資源の有効利用の必要性
- ② 廃棄処分場の逼迫性が挙げられる。また法律の基本は
- ③ 消費者は決められた方法で「分別排出」する

④ 自治体は「分別回収」,「中間処理」およびその「引取り」と「保管」をする。

⑤ 事業者(廃棄物処理業者)は自治体が回収した容器包装廃棄物を「再商品化」する。  
となっている。

PETボトルの内,清涼飲料,酒類,醤油用はリサイクル法により材質指示マークの表示が義務付けられ,再商品化の対象になっている。

## 8. PETボトルの現状と課題

### 8.1 国内PET樹脂サプライヤーの戦略

PETボトルは,その特性に応じて異なるPET樹脂を使用している。大きく分けると,耐熱ボトル用と耐圧・アセプティックボトル用(以下一般用)である。このうち耐熱用ボトル用のPET樹脂は世界的に見て日本が特異的に生産し,利用している樹脂である。そのため,他の樹脂と比べると高価であり,コスト競争力では一般用樹脂に比べて大きく劣る。

しかし,飲料製造のトレンドは耐熱から無菌充填(常温充填)に移行しつつある。当然使用樹脂は安価な一般用が使用される。これは国内樹脂メーカーにとって深刻な課題を抱えることになるといえる。さらに海外では耐熱市場が少ないので,輸出もできない。このように国内樹脂メーカーは厳しい局面に立たされている。現在国内には「日本ユニペット」と「MCTペトレジン」の二社が飲料ボトル用のPET樹脂を製造販売している。一般ボトル用樹脂の重合触媒にはアンチモンを使用し,耐熱用ボトルの触媒にはゲルマニウムを使用している。ゲルマニウムはアンチモン比べて高価であるため,安価なチタン,アルミニウム触媒への移行を進めている。海外の樹脂メーカーの使用する重合触媒はそのほとんどがアンチモンである。

### 8.2 清涼飲料ブランドオーナーの課題

容器包装全体が目指す課題の一つが3R(Reduce, Reuse, Recycle)である。PETボトルでは,Reuseはきわめて限られた条件下でなければ難しいことから,ReduceとRecycleが検討されており,社会的要請でもある。この中で清涼飲料メーカーが主体的に取り組んでいるのがReduce(軽量化)である。軽量化はミネラルウォーターではほぼ一定の水準に達したと考えられる。課題は炭酸飲料やその他一般清涼飲料向けボトルの軽量化である。

これらの場合は,軽量化を進めると中味の保存性を維持するためには,酸素バリア性や水分バリア性等が低下して,PET樹脂の欠点が無視できなくなり,バリア材のブレンド,バリア層を持ったボトルにするといった手段で性能を維持することが必要になってくる。

これらのバリア性改良技術を容器メーカー各社はすでに持っているが,軽量化の目的はボトルのコストダウンにあるため,バリア性を付与しても容器全体としてコストダウンにつながるように軽量化を進めなければならない。ブランドオーナーは容器の軽量化・コストダウンと品質保持との整合性という重い課題を突きつけられている。

### 8.3 容器サプライヤーの活路

PETボトルは今や成形機を購入すれば容易に生産することができる容器となった。

そのためPETボトルは世界的にインラインブロー(自家成形)が普及している。日本では従来ホットパックという世界的に見て特殊な充填方式が採用されてきた。このため,耐熱ボトルが必要とされ,容器サプライヤーの成形技術が不可欠であった。しかし,無菌充填が普及し,容器に特殊性能が不要になったため,飲料メーカーはボトルを購入する代わりにパリソンを購入し,インラインでボトルを製造するインラインブローを導入するようになってきた。これは

容器サプライヤーから見れば、飲料メーカーは容器を購入する顧客であると同時に容器を製造する競合相手であるとも言える状態になったということである。

そこで容器サプライヤーは二つの選択肢を取っている。一つはパリソンを飲料メーカーに販売するパリソンサプライヤーであり、もう一つは飲料メーカーの技術では成形できない製造が難しい高性能ボトルを製造販売することである。後者の例としてはバリアボトルがある。

#### 8.4 最新のPETボトル飲料充填機

- ・三菱重工食品包装機械：ガス・ノンガス兼用システムを開発した。この兼用システムは、中性、酸性・炭酸飲料のすべてに対応できる汎用性を備えたシステムである。省スペース、省水、省エネルギー、高速生産性、高稼働率を実現すべく開発された。
- ・KHS：炭酸飲料の常温充填を世界に先駆けて実用化しており、日本市場に向けても提案している。同社によれば炭酸飲料の充填温度を上げることは、ミキサーやカーボネーターでの製品冷却を軽減し、冷凍機にかかる費用やエネルギーを大幅に削減できるという。
- ・Serac：新たに無菌充填システムのパイロットプラントを開発した。同社の最新鋭の無菌充填システムをスケールダウンしたものである。ボトル殺菌、リンス、無菌充填、キャッピングなど8ステーションが搭載されている。ボトル・キャップの殺菌は過酢酸が使用される。充填能力は200本/分で試作および小ロット生産にも対応可能である。
- ・SACMI：SACMI社は充填機のほかにキャップ成形機、PETボトル成形機にも対応している。PETボトル充填機は熱間充填用、炭酸飲料用、常温充填用の3機種となっている。常温充填用の充填機は無菌充填ゾーンを最小限に抑えたアイソレーター方式を採用している。そのため無菌ゾーンは丸洗いにより外部洗浄殺菌(COP/SOP)ができる。無菌ゾーンの外に充填バルブの駆動部や電気部品が取り付けられているため、メンテナンス時に無菌環境を解除する必要がない。等の特徴を有している。
- ・GEA PROCOMAC：実績のある無菌充填機と独自開発による無菌ブロー成形機を連結した一体構造のシステムを開発した。また、このシステムは水を使用しない世界初のドライ無菌システムで、省ユーティリティ、省スペースが実現できるシステムである。
- ・Krones：Kronesグループは、中小低生産量向けの飲料製造機器を製作しており、リニア/ロータリー型ブロー成形機、充填機、ラベラー、外包装機、コンベヤーといった一連の設備を取りそろえている。

#### 8.5 キャップ

PETボトル本体の軽量化が進む中、キャップの軽量化も例外ではない。しかし、キャップは元来約3g程度と軽量であることから、ボトルに比べてほとんど軽量化はできないと考えてよい。それでもキャップサプライヤー各社は軽量化に取り組んでおり、生産・供給体制を整えつつある。現在日本で流通しているキャップには複数の規格がある。もっとも一般的なものは、1810PCO(Plastic Closure Only)と呼ばれるもので、炭酸、ホットパック、無菌充填に幅広く採用されている。

世界的にはキャップの全高を低くしたショートハイトと呼ばれるキャップに移行しつつあるが、わが国ではそのような動きは限定的で、ごく一部の製品で使用されている状況である。これはショート化に伴い、①ボトル口部を大幅に変更しなければならない、②キャッパーなど充填機の大規模な改修が求められる、③コストメリットはボトル・キャップで各1gの軽量化しか期待できない、④開栓性が悪くなり(掴みにくい)、バリアフリーの思想に反する等の理由があるからである。

こうしたことからわが国では現行PCO規格の範囲内でいかにコストダウンを行うかの検討が進められている。

## 8.6 ラベラー

- Sidel：シデル社が用意するラベラーはロールラベル，タックラベル，ホットメルトラベル，ワールドグルーラベル，ロールオンシュリンクラベルのそれぞれに対応するラベラーである。日本市場ではPETボトルだけでなくガラス瓶需要も狙っている。ラベルの材質はPET, PLA, OPSなどに対応可能である。
- 光洋自動機：光洋自動機は廉価版のロールラベラーを新規に開発しているほかに，次世代のUV硬化機構として，LED光源による紫外線を使用したシステムを新規に開発中である。

## 8.7 PETボトルのリサイクルの現状と課題

日本のPETボトルは，容器包装リサイクル法に基づくリサイクルと独自処理によるリサイクルの2種類に大別される。この容器包装リサイクル法は，自治体における最終処分場が満杯になるおそれがあることから，容器包装のリサイクルを促進させて最終処分場の延命を狙ったことが，その趣旨であった。ところが実際に回収，減容されたPETくずは中国におけるPETリサイクルの産業化を背景に中国に輸出されるようになり，その価格は高騰した。そのため，PETくずの輸出量は急増している。

この影響を受け，国内の容器包装リサイクル法によるリサイクル（容リ協ルート）は，再生処理のための委託価格が逆有償（廃棄物）から有償（有価物）へと変化し，国内の再生事業者の事業採算性を著しく悪化させており，容リ協ルートの存在を危うくしている。

ところでこの容リ法の定める3主体の役割が，義務と任意に分かれていることはあまり周知されていない。①消費者の分別排出は任意である，②市町村の分別収集も任意である，③事業者の再商品化は義務である。事業者は，100%回収されることを想定してバージンとして使用される量に相当する再商品化能力を求められる。ここに，大きな問題がある。市町村や市民には義務が生じないうえに，市町村は分別収集したPETボトルをどれだけ容リ協に渡すかを自由に決めることができる。このために再生事業者は慢性的に原料不足の状態に陥っている。この容リ法は1995年に制定後10年目の見直しが行われ，改正法が2008年4月から完全施行されている。改正容リ法では国の基本方針として，市町村は分別収集を行ったPETボトルできるだけ多く円滑に容リ協ルートに引き渡すべきことが新たに加えられている。

## 9. 終わりに

1980年代の半ばに登場した清涼飲料用PETボトルは，PET樹脂の有する外観，強度，ガスバリア性，安全性，樹脂コスト等の理由から急速に普及し，2000年には金属缶を抜き清涼飲料容器の王座を占めるにいたった。さらに，その後シェアを伸ばし，右肩上がりの成長をしてきたが，2007年にいってその成長が止まり，いまや成熟産業となり，もはやこれ以上の成長は望めなくなってきた。それどころか今では，飲料産業界の誰もが市場の将来は縮小するであろうと考えているが，大量生産，大量販売というシステムを変える必要はないと考えている。これは原料，製造，物流，販売のすべてが数量によって決まる構造になっているからである。

しかし，いまや飲料産業にはこうした事業拡大戦略を続けることによってのみ，その存在価値を高めてゆくという構造からの脱却が求められている。清涼飲料産業が今後持続的に成長を維持してゆくためには，消費者ニーズを的確に捉え，時代の要請にこたえた製品開発と消費者の潜在ニ

ーズを発掘して提案するという両面からの製品開発が必要であると考え。低価格化が進む飲料市場では今後生き残りの競争はさらに激化すると予測され、包装資材の面からも的確な提案が必要である。

参考文献：

プラスチック加工技術ハンドブック 高分子学会 819～835p

プラスチック材料活用辞典 産業調査会 54～59p

包装技術便覧 日本包装技術協会 474～483p

実用プラスチック成形加工辞典 産業調査会 367～373p

飽和ポリエステル樹脂ハンドブック 日刊工業新聞社

清涼飲料関係統計資料 全国清涼飲料工業会 2009年版

Beverage Japan ビバレッジジャパン社 345, 346, 349, 350号

寄稿 2

“不幸中の不幸”：

福島第1原発事故のコンプライアンス[倫理的正義の遵守]の検証と自己反省

【追補(2・1)版】

技術士 菱沼 一夫

本稿は中央大学理工学部電気工学科の同窓会誌 No.48 に投稿され、2011年10月1日(8月1日脱稿)の刊行済に、8月以降の政府の「事故調査・検証委員会」等の検証／報告の報道をもとにコンプライアンス[倫理的正義の遵守]の視点で、その動向に筆者の考察を追加補完した。

## 1. はじめに

改めて東日本大震災で亡くなられた方々、被災した方々にお悔やみとお見舞いを申し上げます。

東日本大震災によって起こった福島第1原発の暴走は直接的な避難者や地元の産業に携わっている方々には「憤り」、「不満」、「やるせなさ」、「健康不安」、「将来の不安」、「日常生活の崩壊」、「愁傷」、「挫折」、「不信感」、「落胆」・・・等々のどんな言葉を並べ立てても言い表せない苦痛がある。

私は1958年に就職した。戦後の『企業教』の元で自分の会社の利益向上に猛進する“企業戦士”として30数年の間、“第1線”に身を置いていた。この期間は原子力発電の創生期から発展期と重なる。この時代は大量生産、大量消費の活動が錦の御旗であり、企業の経営責任は「増収・増益」であった。そして今日の金権主義／大消費(浪費)社会の礎を作ることになった。大消費の基盤は大電力供給が不可欠であり、(戦国時代の大昔から培われている日本社会の隠蔽体質は)重大な“不具合”を公開させず、闇の中で取り仕切ることが常道となっている。少なくとも40～50年、今日の日本社会(諸国にも影響している)の形成に関与した1分子(一国民)として、真摯に努力をしてきたと思っていた自分の生涯の結論が、まやかしを擁護して、原発の暴走の一端を負っていると思うと日増しに愁傷の念が増幅している。

原発事故の直接的な因果関係は政府の事故調査委員会の検証に期待したいが・・・。東電や行政の責任は絶対免れないし、許しがたいが、一国民として、今日の結果を招いた連帯責任を抱かざるを得ない。

酷な話だが、多くの方々もこの思いで、原発事故を総括して戴きたいと思っている。今迄の社会を作り上げてきた正直な検証と反省が次世代への贖罪ではないだろうか。

本稿は事故発生後、私の日々の愁傷の中から、世間で取り上げられた《事項》を「技術士」の社会的責任の自覚の元に念入りに検証した。その検証の対象は以下の関係者を意識している。

【原子力科学者、教育者、技術者、電力事業の関係者、政治的推進者、行政者、原発反対者、評論家、マスコミ、関連技術士、弁護士：順不同】

紙面の都合で引用資料の表現は簡潔化してある。論点の根拠に適用した資料はファイルされている。ご希望の向きにはコピー等の提供は厭わない。

## 2. 事故に繋がった「隠蔽」、「ごまかし」－暴走の客観的検証－

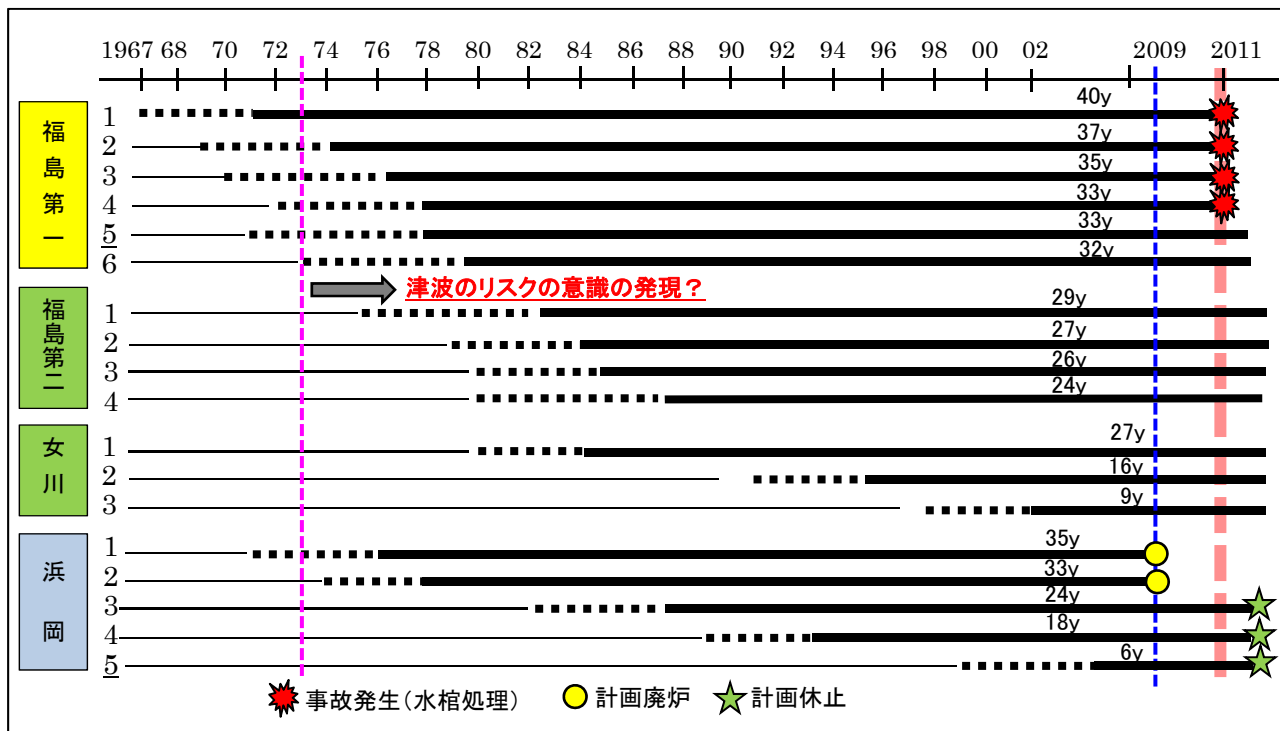
### 2.1 福島第1原発暴走の特徴

大震災において福島第一原発が暴走した客観的事実が「不幸中の不幸」を起こした原因を内在している。

- (1) 同じ敷地の5号炉、6号炉（定期検査中）は暴走していない。
- (2) 1-3、4号炉（定期検査中）の暴走は同様の現象を示している。これは暴走に結びつく絶対的な共通要因があったことを証明している。
- (3) 地震被災地の福島第二原発、女川原発は大事に至っていない。

関連原発の着工／運転時期の年表を表1に示した。

表1 関連原発の起工と営業開始マップ



公的な報告では1-3号の原子炉は《14:46》正常な非常停止シーケンスで臨界運転状態から冷却状態に自動で移行。《14:50頃》、第1波の津波が到達。《15:42》；非常用ディーゼル発電機が故障停止。全交流電源停止。(多分、津波による水没で一連の設備の流出又は機能の停止) 事故の起きた原子炉建屋周辺は10mの防潮堤は崩壊して、14mの津波でプラントは冠水している。約2か月後の5月16日の東電発表(5/17; 東京新聞)では1号機の非常用復水器は本震災直後から作動せず、地震による設備の破損が起こっていた可能性があるとしている。更に1,2号機の原子炉冷却水(純水)の注入配管が損傷。耐震設計の見直しが必要としている。(5/24; 東京新聞) 1号機は炉内温度が上昇してメルトダウン(炉心熔融)を起こしている。

原発の運転上の安全性は

- ①設備の機械的設計の安全性の是非
- ②長期使用の金属疲労対策(定期検査)
- ③設計条件内の運転確保
- ④**確実な非常停止**

の確保が絶対的的要求である。『5重の壁』は適格ではない。

## 2.2 200万kw級のエネルギー遮断のトランジェントの復習と実際の検証

原発には火力発電と同様に大きなエネルギー系が二つある。一つは発生蒸気系である。二つ目は蒸気の復水系である。この系では発電出力の約2倍のエネルギー移動がある。トランジェントの状態では200万kwクラスのエネルギーを短時間に制御する必要がある。

沸騰水型のエネルギーの移動

系の概念図を図1に示した。

原発は炉の耐圧安全性を得るために、火力発電よりも低い蒸気圧を適用しているため、発電効率は火力の40%より低い33%程度と言われている。もし75万kwの電気出力を得ようとするれば、熱出力として約227万Kwの蒸気を取り扱う必要がある。約150万kwの熱は復水器を通して海水中に放出されている。

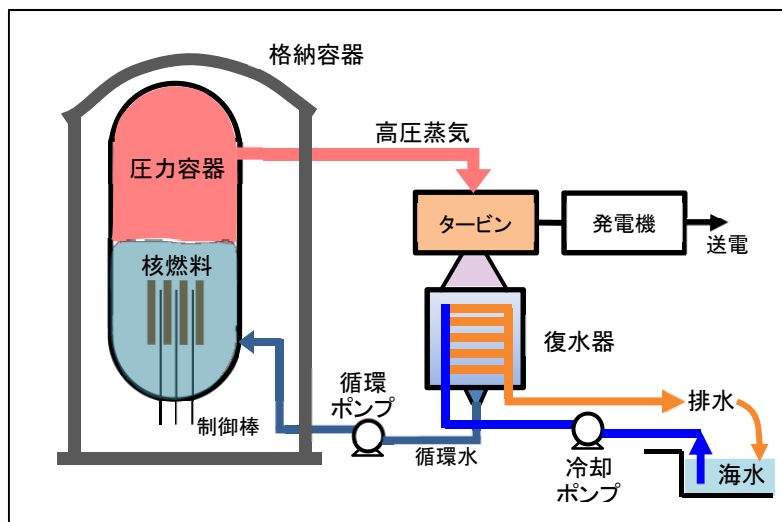


図1 沸騰水型原子炉の熱エネルギーの移動系

実際に福島第1原発の2,3号機の蒸気流量は4,440 t/h (286°C) 復水器から圧力容器の戻される水量は3,750kwのモータで7,570t/h (2t/s)が循環されている。この冷却に約16万2000t/h (45t/s)の海水が復水器の熱交換器に通水される。

非常停止では臨界状態を回避するために先ず制御棒が挿入される。この時間は2分程度である。

しかし、臨界状態が停止状態になっても、崩壊熱は直ちにゼロにはならない直後は10%程度の発熱があり、非常停止と言えども8時間程度の時間を掛けて徐々に冷却する必要がある。今回の事故はこの冷却プロセスがほぼ喪失している。更に0.1~0.3%の発熱になる間の数か月以上の冷却の継続が必要である。4号機は未だ大量の冷却が必要な大きい発熱の状態であった。

もし冷却が止まるとウラン燃料本体は3,000°C以上になると言われている。燃料のウランはペレット状に成形され、ジルコニウムの円筒に詰められている。通常は核分裂によって生成されるセシウムやプルトニウム等の放射性物質はこの円筒に閉じ込められるので、放射線は放出しても粒子の拡散はない。ジルコニウムの融点は1,852°C、ウランは1,132.2°Cである。しかし、燃料棒の冷却に失敗すれば、ジルコニウムの保護管やウランペレットの溶融は明白であり、溶融物は圧力容器の底に落下する。20cm以上ある圧力容器の鋼鉄の壁も高温の溶解塊で溶け、溶融ウランは圧力隔壁内に落下する。これが所謂、「炉心熔解」(メルトダウン)である。圧力容器内の圧力はもはや制御不能になって爆発を起こし、燃料棒内の超ウラン元素 (TRU) が大気中に放出される。今回は最悪のこの状態を起こしてしまった。それも1基ではなく4基で起こったと推定されている。今回の事故は、例えば1か月前位に完成した新品の原子炉であっても事故の起きた場所に設置されていれば暴走は免れなかった特徴がある。

個別危機の設計欠陥や老朽化に関係なく、今回の暴走は立地条件を含む非常停止システムの基本設計に起因していると断言できる。すなわち立地設計の際に津波を10m以下に推定した間違いが原因である。冷却機能の確保の怠慢 (≒電源喪失の絶対的防御)



## 2.3 原発の安全神話：『5重の壁』はどのように機能したか

原発運転している電力事業者とその関連企業が加盟している電気事業連合会は原子炉の安全性を『5重の壁』を発信して、国民に原子力発電の安全性を啓蒙している。所謂「安全神話」の教本である。(原子力安全・保安院も間接的に関与している)

**第1の壁**：ウランをペレット状にした。

**第2の壁**：ジルコニウムの被覆管にペレットを入れた。

**第3の壁**：燃料棒の入る場所を圧力容器にした。

**第4の壁**：原子炉本体を格納容器で密閉している。

**第5の壁**：原子炉建屋で格納容器で覆っている。

しかし、今回の事故では冷却機能の喪失で、これらの壁はほとんど役に立っていない。

『5重の壁』のまやかしは、ウラン燃料の物質が一般環境に拡散しないように「静的」な配慮をしているに過ぎない。ほとんどの電力会社はトドを組んでホームページに羅列しているのに過ぎない。関西電力ホームページには、冷却機能の確保が必要であると小さい字で添え書きされている。少しの良識を感じられた。

原子力安全・保安院は2011年4月9日になってやっと“多重防御”が機能しなかったことを認め安全規制に甘さがあったことを認めている。(2011年4月29日：産経ニュース)

(18年前)1993年原子力安全委員会のワーキンググループ(WG)は福島第一原発事故の要因になった「全交流電源喪失」(SBO)について「考慮する必要がある」と従来の国の安全指針を追認。安全委は報告書を公表していない。

現安全委の斑目春樹委員長は『SBOを考えなくてよい』と書いたのは最悪』と認めた。

(2011年7月13日；東京新聞)

## 2.4 隠蔽、無視された問題提起。

こんどの事故は当初「未曾有」とか「想定外」として大々的に報じられていたが、良識ある多くの指摘は建設当時から多々なされている。

筆者が発見したものを時系列に以下に列挙する。全く後の祭りであるがどうして実行に移さなかったのか？関係者の謙虚な「反省」、「自己批判」こそが改革に不可欠ではないだろうか？

浜岡原発の1,2号機の廃炉と計画停止は賞賛に値すると筆者は思っている。

### ★事故は想定外ではない

#### (1) 国政の場で指摘されていた

- ① 06年3月1日 衆議院予算委員会 地震と津波で電源と冷却機能が失われて可能性を指摘  
吉井英勝議員(日本共産党)
- ② 10年5月26日 経済産業委員会 巨大地震に直面した時、自家発電も停止したらどうなるか？ 原子力安全/保安院の答弁；崩壊熱(菱沼註；当初は出力の約10%)の冷却が必要。非常電源の複数化又は他の方法で冷却の継続が必要 吉井英勝議員(日本共産党)  
※吉井英勝議員は2011/4月26日の衆議院予算委員会で海水注水が遅れたのは廃炉になることを懸念したのではないかの質問をしている(註；このコメントは菱沼が追記)
- ③ 08年4月 参議院災害対策特別委員会；新潟県中越沖地震で柏崎刈羽原発で発生した火災

を踏まえて 佐藤正久議員（自由民主党）

- ④ 07年5月 参議院行政監視委員会；07年3月福島第1原発3号機で発生した定期点検中の  
臨界状態を踏まえて近藤正道議員（社民党）

《①-④の出典》 [東洋経済オンライン；2011-3/26 配信]

- ⑤ 2006年「原発耐震設計審査指針」を改訂；これを受けて基盤機構が09年から様々な地震被害を想定した研究を開始。→1970年代に開発された沸騰水型(福島第1の2,3号機を想定)  
出力80万kwで冷却電源が喪失すると3時間40分で压力容器内の圧力が上がって容器が  
破損、炉心の燃料棒も損傷、格納容器は高压に耐えられず6時間50分後には破損して、放  
射性物質が外部に漏れるとしていた。(2011/4月4日読売新聞)

- ⑥IAEA 07年「安全委」と「保安院」の役割の不明を指摘、保安院、問題点公表せず  
[2011年7月29日；東京新聞]

## (2) 直接関係した技術者は“欠陥”を指摘していた。

- ① GEエンジニア；テール・ブライテンホー&GE Three マークIの設計者；冷却機能の規模が小さい  
② 田中 光彦氏（現科学ジャーナリスト；日立バブコック） 福島第1の4号機の压力容器の変形  
修復の設計担当者 [週刊朝日；2011-4/01号]、「原発はなぜ危険か」1999/1月刊  
③ 菊地洋一氏（現鹿児島大学非常勤講師） 東海第2（78年運転開始）と福島第2の建  
設を担当 [週刊朝日；2002-9/20号]  
④ 大前 研一氏が日立を辞めた理由 （2011-4/24;Newポストセブン）  
⑤ 「東海地震の危機」作家広瀬 隆氏 [週刊朝日；2010-11/26号]  
⑥ 東芝元社員：M9や航空機の墜落を想定した提言に対して「千年に一度とか、そんなこと  
を想定してどうなる」と一笑された。1970~1980年頃（2011/3月23日読売新聞）  
⑦ 津波を軽視して、福島第1原発の敷地は海拔35mの台地を25m削って建設。

「違う建て方もあった」（元東電副社長）（2011年5月5日；東京新聞）

【追補2】当元副社長豊田正敏氏はNHK：ETV特集、シリーズ「原発事故への道程（9月放送；再放  
送；10/16,23）の特集番組に出演して、この不具合は“ターンキー契約”（一括契約）の制約  
があって、変更には追加の費用が掛かることで見送ったと証言している。

【筆者註】海水の取水電力の軽減化；**図1**の海水取水ポンプ（45t/s）の揚程の軽減化（経費削減；  
儲けの優先）

## 2.5 原発の発電コストは本当に安いのか？

原発の発電コストは原発運転している電力事業者とその関連企業が加盟している**電気事業連  
合**が2004年に提示した「モデル試算による各電源の発電コスト比較」が試算根拠になっている。

その試算は稼働率；**80%**、**運転年数；40年**、単位は(円/kwh)である。2004年以降に改訂デー  
タの更新がされていないので専門家の間に批判がある。（**筆者註：実際の稼働率は50%程度、40  
年を経過した原発は僅少**）

過日（2011年7月国会委員会）の論議で原発コストの質問があった。しかし当局は明快な答弁が  
できなかった。再調査して回答することになっている。

【追補2】①**政府は原発事故コスト**；最大1.2円/kw・hを提示した政府案(原子力委員会)の試算  
に新大綱策定委員から批判噴出 [2011年10月24日、東京新聞]、②**除染費等を含まない試算に**

「コスト検証委員会」から次々と異論 [2011年11月16日、東京新聞]

電気事業連合会の提示したものに対して識者のコメントを列挙したものを表2に示した。併せて福島第一原発の事故の災害補償財源(20兆円と筆者が仮設定)を東電の全原発(17基)の稼働年数の発電量をもとに発電コストに反映した場合の電気料への影響を筆者が試算したものを併記した。

20兆円と設定すると30.77円/kwhの追加になる。もし王道の対策を取っていたら電気料への反映は1ケタより小さい額で済んでであろうし、社会的信用を失うことがなかったのだが・・・と推定され、隠蔽、ごまかしがいかにコスト高になることを示している。

表2 電気代のコスト比較(円/kwh)、( )は稼働率

提起者	原子力	火力	水力	LNG
電気事業連合会 (2004年)	5.3 (80%、40年)	5.7 (石炭, 80%, 40年)	11.9 (80%、40年)	6.2 (80%、40年)
地球環境産業技術 研究機構(稼働率)	8.1~12.5 (60~85%)	8~12 (60~85%)		
	15 (50%) ※			
大島堅一 (国費投入補正)	10.68	9.9	7.26	
20兆円の災害補償 を東電の原子力発電 コストに反映すると [菱沼一夫試算]	30.77 (50%) 【追加分】			

※ [菱沼が現状の稼働率を適用した補正計算結果]

3. 「脱原発依存」、「脱原発」、「縮原発」をどうするのか?

災害に伴う原発事故で原発に対する意識は顕在化した。さあどう収斂するのか。他力本願ではなく一人一人が明確に意識すべき時がきた。

電力が不足すると海外に出ていく企業が増えて雇用が減退すると短絡的な論理を展開する経営団体のトップがいる。「がんばろう日本!」の掛声はどこに行くのだろう。

もはや政治家に任せても課題はうやむやにされる危険がある。一人一人の良識をどう集約するかにかかっている。以下のような苦悶がある。

- (1) 今までのような生活がしたい。だけど放射能汚染のリスクはいやだ。
- (2) 安全のためには、少々の不便を我慢する気になれるか?
- (3) 科学/技術の信頼を回復できるか?
- (4) 受益者責任として数十年程度の間隔で起こるであろう“不幸”を容認できるか
- (5) にわかに脚光浴びてきた「トリウム」巻末に追補の核エネルギーなら受け入れられるのか?
- (6) 7メルの副産物として始末に困っている「トリウム」を見捨てられるか?
- (7) 中性子を吸収して太ったプルトニウム(ウラン239の変異体)の処理はどうするのか。
- (8) 自然エネルギー(太陽エネルギー)と言えども無尽蔵ではないこと理解する必要がある。
- (9) 利用できる太陽エネルギーは約1kw/m<sup>2</sup>である。現在の太陽電池では200w/m<sup>2</sup>が限界である。今までの電力量の確保は難しい。
- (10) 諸国が期待する日本の原発技術の展開の要請をどのように受け止めるのか

(11) あなたは消費傾向を変革できるか

(12) 帝国主義国家は原発を利用して、核兵器用のプルトニウムの生産を行っている。言語道断である。

#### 4. 関係者のコンプライアンスの課題：

##### 4.1 各位の振り返りのヒント

- ・原子力関係の科学者：本当に科学者の自覚で行動しているか？ 権力に従順していないか？  
歴代の原子力安全委員会の委員長は「自分たちの認識は間違っていた」と陳謝した。あなた達の教育を受けて社会で活躍している人達になんというのか？
- ・原子力関係の技術者：あなたの展開する技術を科学が証明している“不具合”を承知しているか。クリティカルな条件の安全性の範囲を明確に提示しているか？  
企業の儲け主義に加担していないか？技術者の良識を意識しているか？
- ・関連企業の経営者：青春時代、下積み時代を思い起こせ。保身、企業の儲け優先の経営者は即辞める。
- ・政権：政治屋ではなく政治家として行動せよ。ぶれるな。
- ・行政：国民、県民、市民のために行政せよ。原発再稼働の「やらせの世論作り」は最低。国民を侮辱。関係した官僚は即刻首。
- ・マスコミ：的確なポピュリズムを追求せよ。大衆迎合はマスコミの仕事ではない。
- ・技術士、弁護士は国民のために機能してきたか？ 特に関連企業に属していたり、顧問をしていた人の責任は重大であったことを再認識したい。

##### 【技術士の使命】

技術士法第1条（目的） この法律は、技術士等の資格を定め、その業務の適正を図り、もって**科学技術の向上と国民経済の発展に資すること**を目的とする

##### 【弁護士の使命】

第一条 弁護士は、基本的人権を擁護し、**社会正義を実現することを使命とする。**

2 弁護士は、前項の使命に基き、誠実にその職務を行い、**社会秩序の維持及び法律制度の改善に努力しなければならない。**

ここで取り上げさせていただいた各分野の方々の中には評論、執筆、ジャーナリズム等で独自の活動をなさっている方がいらっしゃいます。それらの方はどうぞお見越しをお願いします。

【追補2】：NHK：ETV 特集、シリーズ；原発事故への道程（9月放送；再放送；10/16, 23）の番組の「島村原子力政策研究会」の再現ドキュメントでは関係した方々の回想が再現されていた。この中で湯川秀樹博士は原発の設置は時期尚早を強く述べていた。政府から安全委員会委員の就任を要請されたが固辞した経過が取り上げられていた。改めて偉大な科学者のゆるぎない生き様をみた。

##### 4.2. 社会の“悪の根源”

民主党のリーダー的な立場にある代議士が兼ねてから日本の政治を壊しているのは次の4者であると嘆いている。 順不動、（ ）は筆者註

(1) 官僚（註；独善、隠蔽）

- (2) 大企業 (註; 企業の利益優先)
- (3) マスコミ (註; 科学的検証の粗末なコメント、報道)
- (4) 学者 (註; 体制順応型コメント、御用学者、教育の偏向)
- (+) 政治家でない政治屋 (派閥で行動する政治屋) (註: 菱沼の追加)

## 5. まとめにかえて

震災当時、私は家にいて国会中継を見ていた。テレビの画面に地震速報が出てから1分以上経って揺れがやってきた。重みのある揺れは自分の人生では感じたこともないものだった。国会で討論していた議員の戸惑う姿を見ているうちに停電になった。

地震が来てから夜の10時ころまで停電は続いた。道路の信号も消えた。私は戦中と戦後の停電を経験しているから停電でも戸惑うこともない。中学1年の孫と共に、明かりが一つもなく、真っ暗な街中を人々がどのように反応しているか見て回った。

その後の数日は計画停電があつて、暗いテーブルを囲んだ夕食を持った。電力の不足が自分たちの生活にどのような影響を与えるか特に孫には実体験の良い機会になったと思う。

震災に伴う原発事故は簡単に気持ちの整理/整頓ができるものではない。

特に戦後の日本の工業経済の発展の根本から見直しを迫られている。

本稿は4月に開催した福島原発事故の『吐露会』をきっかけにして更に深い検証と反省を行ったものである。

これからは事故原因の究明や責任問題の追及が多々起こるであろう。自分を含めて、責任ある人々は責任回避に陥ることなく、率直に僅かな部分も隠さずその要素と行動理由を披露してもらいたい。

金権主義、モノ主義から健全な思考改革のために“不幸中の不幸”が“不幸中の幸い”に転じることを期待したい。

本拙文が各位の抱える「愁傷」の論理的な「吐露」や意識改革の一端になれば幸いである。

本稿は10月に各位の手許に届く。日本の新たな改革が新規の政治体制でどのように展開しているか興味がある。

2011年8月11日 菱沼 一夫; 技術士(経営工学)、博士(農学)  
菱沼技術士事務所 代表

## 2011年8月13日 【追補(1)】

### 『「脱原発依存」、「脱原発」、「縮原発」をどうするのか?』の論理的議論のための追補資料

諸外国では**原発の燃料にトリウムを利用**の転換が密かに推進している。調査研究を積極的に進めている亀井敬史の講演／著書を参照、引用して「脱原発依存」、「脱原発」、「縮原発」の議論の考察に供する。


参考文献：亀井 敬史著

- ① 「核なき世界を生きる～トリウム原子力と国際社会～」(財)国際高等研究所刊 (2010/6月)
- ② 平和のエネルギートリウム原子力、雅粒社 (2010/9月)
- ③ 平和のエネルギートリウム原子力Ⅱ、雅粒社 (2011/10月)

レアメタルの主要生産国の中国が輸出の大幅抑制を実施し、世界中の輸入国に大きな混乱を与えた記憶は未だ新しい。中国政府はその理由として、環境破壊の抑制を挙げている。しかし多くの人は中国の貿易攻勢(値上げ)と理解している。レアメタルの精錬の過程では、大量の放射性物質のトリウム(Th)が濃縮／副製される。中国では既にその保管が環境汚染を起こし始めていると言われている。過って、日本の商社がレアメタルの生産開発で副製されるレアメタルの処理を巡って生産国との間で訴訟事件になっていることもあるようである。

自動車の CO<sub>2</sub> 発生の抑制の切り札となっている電気自動車の高性能モータや電池の生産にはレアメタルは不可欠となっている。

- \* レアメタルの生産に伴うトリウムの副製を中国に押し付け続けて、輸入国が利益を得続けることは許されるのか?
- \* 電気自動車の充電源はどこから持ってくるのか?
- \* 本当に自然エネルギーで賄えるのか?
- \* 既に大量に蓄積された核廃棄物やプルトニウムをどう処理するのか?
- \* 次世代に負の遺産を残すのか?

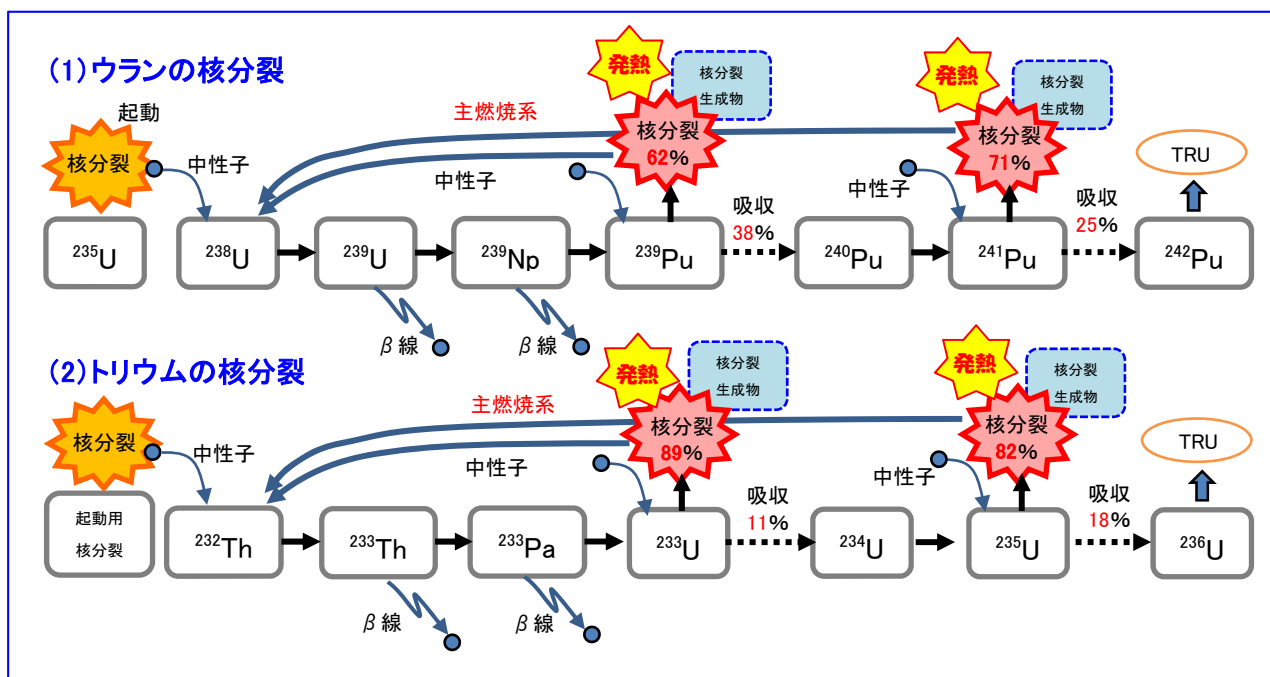
トリウムは自身 U<sub>238</sub> と同様に核分裂を起こせない“燃料”である。火付けの U<sub>235</sub> の中性子を必要としている。U<sub>238</sub> と同じ核分裂であるが  2 に示したように核分裂後の超ウラン(TRU)の生成が極端に少ない。原発が稼働した当初(1940年前後)は、エネルギーの供給源より核弾頭用のプルトニウムの生産が目的であった。(筆者註：広島原爆は濃縮 U<sub>235</sub>、長崎原爆は濃縮 Pu<sub>239</sub> であった)

100万kwの軽水炉では230kgのPuが副製される。これで核弾頭は20発以上できる計算になる。

東西冷戦の裏ではPuが大量に生産されていた。“平和になりつつ”ある今日、その蓄積が足枷になっている。

亀井 敬史氏はどうしようもないプルトニウムとトリウムを、それを電気自動車の電気エネルギー化、日本の高技術を適用した国際貢献をパッケージにした提案を彼の著書：「核なき世界を生きる ～トリウム原子力と国際社会～」(p.100-107)の「日本サバイバル戦略」：その1；[(希土類+トリウム) = 二刀流]、その2；[(ウラン+トリウム) = 二刀流]、その3；[パッケージ輸出と資源外交]で展開している。日本の今後を論じる時、是非一読したい文献である。

◆トリウム溶融塩炉の特徴説明



	Pu	Am+Cm
ウラン原子力	230kg	25kg
トリウム原子力	0.5kg [1/500]	0.3g [1/10万]

ウラン原子力 100 万 kw/年の TRU (超ウラン元素) の発生量  
 Pu; プルトニウム  
 Am; アメリシウム Cm; キュリウム

図 2 トリウムとウランの核分裂の相違

◆核兵器とプルトニウムの関係の復習

【菱沼註】 wikipedia; 「原子爆弾」等を参照

**ウラン原爆:** 自然界に存在する ≒ 0.7% のウラン (U) 235 を濃度 90% 以上に濃縮する必要がある。広島に投下された原子爆弾では濃度 80% の濃縮ウランが 75 kg 使用されたとされている。

**プルトニウム原爆:** プルトニウム (Pu) 239 は自然界には存在しない重金属。原子炉内で U238 が中性子を吸収して生成する。臨界量が 5 kg と U235 比べてかなり少量で核分裂を起こすので、ミサイル兵器に使われている。長崎に投下された原子爆弾は Pu タイプである。

日本に原爆が投下された (70 年前頃) 1945 年には兵器に適用できるウラン/プルトニウム高濃縮技術が既にアメリカには確立されていた。

既にこの頃、アメリカはトリウム溶融塩炉の実用化実験炉の運転も終わっている。日本の原発は Pu の生成能力の小さい軽水炉 (低速中性子炉) である。黒鉛炉、重水炉は Pu を効率よく生成する。

プルトニウムの原子炉での再利用

最近では生成された Pu を燃料にする再利用が進んでいる。使用済み燃料から再処理して抽出した Pu をウラン燃料に混合して、燃焼させるプルサーマル (plutonium thermal use; 和製英語) があり、Pu の熱エネルギーへの変換資化ができる特徴がある。黒鉛炉、重水炉のように、Pu 生成量の多い高速中性子による核分裂が起こるナトリウム冷却材炉として、高速増殖炉 (“常陽”、“もん

じゅ”)の研究が(1991年～)長年行われている。使用済み核燃料の効率利用と熱エネルギーへの処分の計画が図られている。至近では存続の是非が政界で論じられている。

---

## **2011年11月16日 【追補(2)】**

### **【2011年8月以降に報道されたコンプライアンスに関する事項の動向調査】**

※( )番号は保存資料No. 引用紙が3新聞に偏っているのは筆者の身近にあるものによるもので、報道機関の取り扱いの評価とは結びつかない。

- (54) 広報アニメの嘘:プルトニウムは最も危険:[2011年8月04日、児玉龍彦教授、東京新聞]  
**筆者註: 児玉龍彦教授の国会での発言が事故処理の取り組みに革新を起こした。**
- (55) 原発の五つの壁、破れた 西山審議官が反省の弁:[2011年4月09日、MSN産経ニュース]  
**筆者註: この場に及んでの反省は責任逃れ?**
- (56) 福島第2原発:「14~15mの津波を受けて、一部は浸水するもケーブル類の空輪で外部電源を確保し、大事に至らなかった」と東電が発表。[2011年8月10日、毎日新聞]  
**筆者註; どうして同様の対策を第1原発に反映しなかったのか? 経済性を優先か?**
- (57) **【福島第1原発事故調査・検証委員会指摘】**  
1999年から始まった土木学会「原発安全基準」のまとめの再三の指摘にも関わらず、政府は2002年2月の「原子力発電所の津波評価技術」には盛り込まれなかった。  
[2011年8月17日、毎日新聞]  
**筆者註; 土木学会は、「想定外を言い訳に使うな!」をいち早く発現 [2011年3月26日]**
- (58) **【福島第1原発事故調査・検証委員会指摘】**  
3月12日の1号の水素爆発についての「事故調」の調査に対して、東電は爆発が予測できない、ベント(強制排気)のマニュアルがなかった。[2011年8月17日、毎日新聞(夕刊)]  
**筆者註; ベントを誰が止めた、止めないのと言う国会での議論は何だったのか?  
黒塗りの「マニュアル」の提出はこの不備を隠そうとしたのか?**
- (59) 経産省、文部科学省は原発事故の1ヶ月後(4月13日に官報に告示)に関係自治体への交付金の増額を変更していた。[2011年8月17日、東京新聞]  
**筆者註; お金の人参をぶら下げ、被害者の感情を逆なで。**
- (60) 地震と原発の複合事故訓練(新潟県2010年実施)を保安院の難色で取りやめ  
[2011年8月18日、毎日新聞]
- (61) 保安院; 汚染水の海放出の近隣諸国への事前通知の認識なし。  
[2011年8月18日、毎日新聞(夕刊)]
- (62) 北海道電力; 1999年10月泊原発3号機の増設でやらせ [2011年8月18日、東京新聞]
- (63) 老朽原発 岐路、19基が30年超。  
**筆者註: 脆性遷移温度の上昇を誰がどのように評価するのか? (参考文献:「原発はなぜ危険か」; 田中三彦著)**
- (64) 関係自治体を支える原発マネー; 2.5兆円、電気代に入っている税; 375円/1000Kw・h



- [2011年8月19日、毎日新聞]
- (65) 原子力安全・保安院院長の歴代6人中5人は(原発推進の)エネルギー庁出身  
[2011年8月19日、東京新聞]
- (66) 泊原発3号機検査(2009)、「原子力安全基盤機構」の上司が記録を“改竄”;元検査員が証言  
[2011年8月22日、東京新聞]
- (67) 「事故調の調査状況」報道 [2011年8月24日、毎日新聞]
- (68) 東京電力は「福島第1原発に10m超の津波が押し寄せる可能性がある」ことを08年4~5月にまとめていたことを明らかにした。「評価の必要がある」として、具体的な対策を取らず、保安院に報告したのは、事故直前の2011年3月7日であった。  
**しかし3月11日の津波は想定外の説明を繰り返していた。**  
[2011年8月24日、毎日新聞]、[2011年8月25日、東京、産経新聞]
- ◆保安院が報告なしの東電を批判 [2011年8月26日、毎日新聞]
- 筆者註：5か月後の批判はつじつま合わせの責任逃れ?**
- (69) 原発交付金の導入を凶った元社会党県議の双葉町長の軌跡 [2011年8月25日、毎日新聞]
- (70) **福島第1原発の放出セシウム137は広島原発の168個分**;野党の質問に政府試算  
[2011年8月25日、東京新聞]
- (71) 東芝、日立のOBが保安院に再就職;**10年で36人** [2011年8月26日、東京新聞]
- 筆者註：逆天下り(業界の“常識”なのか?)**
- (72) 福島第2原発の状況 [2011年8月29日、東京新聞]
- (73) 営業運転再開の泊原発運転再開、保安院/安全委員会の**二重チェック**はなかった。  
**原子力安全委員会 斑目委員長会見** [2011年8月31日、東京新聞]
- 筆者註：え!どうなっているの?未だ熱いよ?火傷しないのか?**
- (74) **やらせ問題**。保安院側要請メモ生々しく。 [2011年8月31日、東京新聞]
- (75) **やらせ問題**。東北電力でも動員の疑い。 [2011年8月31日、毎日新聞]
- 筆者註：未だ本音を言えないのか?(言論の自由の裏腹)**
- (76) 福島第1、廃炉方法、水棺状態で核燃料を回収 [2011年9月1日、東京新聞]
- (77) 福島第1、3号機100℃切る。冷温停止状態に到達 [2011年9月6日、東京新聞]
- (78) 菅前首相に聞く、「**事故1週間、背筋寒く**」 [2011年9月6日、東京新聞]
- (79) 事故直後の菅首相の行動 [2011年9月6日、毎日新聞]
- (80) 福島事故の「収束いまだみえず」 [2011年9月9日、毎日新聞]
- (81) 原発事故の司法判断は困難 [2011年9月17日、毎日新聞]
- (82) 8月末の原発事故の12市町村の自治体外の避難10万人 [2011年9月9日、毎日新聞]
- (83) 福島第1、建屋地下に地下水の大量流入、廃炉に影響 [2011年9月20日、東京新聞]
- (84) 福島第1、「2号機の水素爆発なかった」 [2011年9月22日、東京新聞]
- 筆者註：水が抜けて、燃料がむき出しになっていた?地震による圧力抑制室の破損?**
- (85) **新潟県中越地震**(2008年10月)を受けて、原発と地震の複合災害のコンサルタント会社の調査結果(2009年2月)を**保安院は2年以上公表していなかった**。マスコミ(東京新聞)の指摘で部分公表。懸念が福島で現実となった。 [2011年10月12日、東京新聞]
- (86) 福島第2、**土木学会の「津波評価技術」(02年2月発表)**に基づき。03年に扉の耐水工事

を実施、今度の津波で海水熱交換器建屋（一段低い）に扉の隙間から浸水、実際は扉やシャッターが津波で壊れた。 [2011年10月24日、東京新聞]

筆者註：福島第2原発の浸水は資料番号（56）の対応で大過を免れた。

(87) 東電黒塗りなし、「手順書」公開。黒塗りの「手順書」は**手順書の不具合を隠すためか？**  
[2011年10月25日、産経新聞、東京新聞]

(88) 原発事故コスト；**最大1.2円/kw・h**を提示した政府案（原子力委員会）の試算に新大綱策定委員から批判噴出 [2011年10月24日、東京新聞]

筆者註：新大綱策定委員から**異論根拠**は示されていない。**筆者の試算は30円/kw・hである。**（表2参照）

(89) **東電はごまかしている！「津波前から原発は制御不能だった」の決定的証拠**

広瀬 隆、田中三彦氏対談 [週刊朝日：11月4日号]

※関連情報

1) 東京電力は非常時に冷やす**非常用復水器が本震直後から約3時間止まっていた**と公表 [2011年5月17日、東京新聞]

2) 2号機で**“一部欠陥が見つかる”** [2011年3月15日、NHKニュース]

3) 東京電力会見；**2号機の圧力抑制室で何らかの異常が発生** [2011年3月15日 8:30]

4) (84) 福島第1、**「2号機の水素爆発なかった」** [2011年9月22日、東京新聞]

(90) 放射性汚染廃棄物 中間貯蔵施設 2014年度に福島に設置 [2011年10月30日]

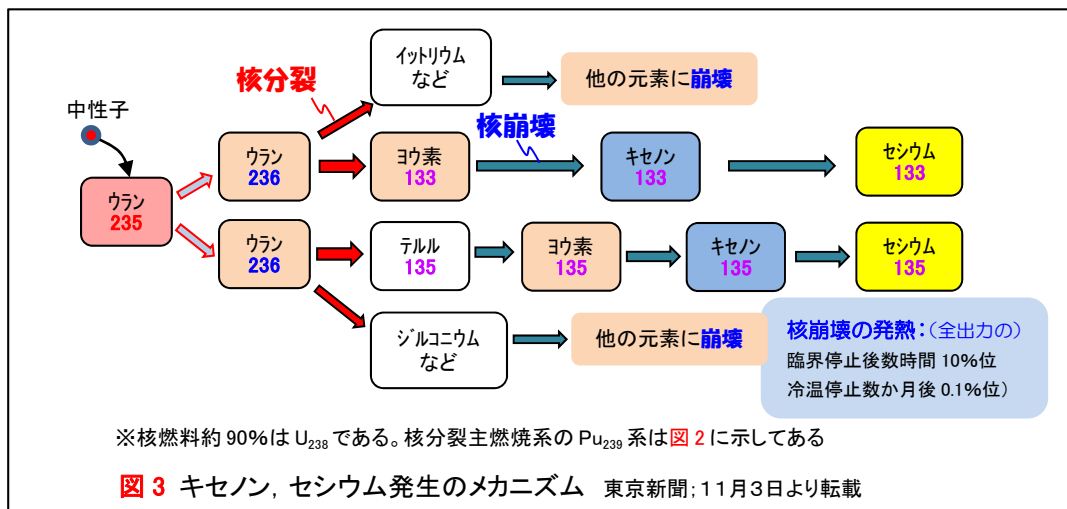
(91) 福島第1、**2号機でキセノン検出、8月にも検出**  
[2011年11月03日、産経新聞、東京新聞]

筆者註：「キセノン」発生メカニズム解説 図3参照

(92) 四国電力が伊方原発3号機の「ストレステスト」提出、事故評価抜き評価作成に「専門家会合」が異論 [2011年11月15日、東京新聞、毎日新聞]

◆「キセノン」発生メカニズムの解説

ウランを燃料にする原発では燃料棒中の2~4%のU235が臨界状態で持続的に発生する中性子を吸収してU236になり、U236は核分裂して図3に示した元素を生成する。しかし燃料棒中の大半のU238は中性子を吸収してPuを生成する核分裂反応を起こす。この工程は図2に示してある。



### ◆どうして「ベント」に失敗して、福島第1原発は暴走したのか？

福島第1原発の暴走（放射性物質の大量放出）では「ベント」を「誰が止めろ！止めない」と言った議論が国会でも取り上げられた。しかし、実施のマニュアルがなかったと言うその後の東電の遅ればせながらの発表（資料(58)；8月17日）で、緊急事態「暴走」の阻止できなかったと言うことになる。未曾有（想定外）の災害として弁解が許されるものではなく、システムの基幹設計と管理の視点からシステムの大欠陥と言わざるを得ない。

正確な事情は「事故調査・検証委員会」の報告を待つとして、未だ暴走事故の解析が公的に報告されていない現時点で「ストレステスト」を2電力会社が提出している。

一体どう言うことなのか？

専門家たちの異論を筆者は水素爆発が起こった1、3号機と水素爆発が起こらなかったと言う  
2号機の東電の発表を解析して「ベント」の失敗を考察してみた。

- (1) 原発発熱系の停止は3時間以内の冷却に失敗すると蒸気系の圧力は設計値をオーバーして圧力容器や配管系は破裂（爆発）することは関係者の常識である。
- (2) 圧力容器内の水位が低下すると燃料棒の冷却機能が失われ、燃料棒は高温（≒3000℃）にもなり、燃料棒の保護管（ジルコニウム）とろけ落ち中身のウラン燃料と長い間使用していた場合には半減期が数日以上放射性物質を含む炉心溶融（メルタウ）が起こる。放射性物質は溶融によって微粒子となり空間に浮遊するものも大量に生成される。圧力容器の壁（≒20cm）も溶融したウラン等（1,100～1,800℃）の熱で溶解して貫通する。そして溶けた核燃料は格納容器内底面に堆積することは関係者の常識である。
- (3) 燃料棒の保護管のジルコニウムが溶融して水と接触（触媒）すると大量の水素が発生することは関係者の常識である
- (4) 圧力容器の内圧が規定以上になると、例えば復水ポンプが動いたとしてもポンプの吐出能力を超えて、冷却水の循環が不能になることは関係者の常識である。
- (5) 事故が起こった直後でさえ、冷却のために海水注入（再利用が不可になると考えたのかもしれない）を躊躇った東電の企業防衛／経済性優先が見え隠れして、全電源喪失に至った段階も施設保護優先した可能性がある。（実際は「ベント」マニュアルが不備であった。⇒ 事故発生数日後に東電は全撤退を政府に申し出て、政府のトップから叱咤されていることは国民の知るところである。）

福島第1原発の1～3号炉は地震発生（信号）で緊急停止（制御棒の挿入）が正常に行われたとされている。津波の冠水で非常冷却が停止する約1時間後の【15時42分】までは初期冷却シーケンスは作動していたとされている。（2号炉は津波以前に異常が起こったと推定する専門家もいるが）

正常に運転が行われているなら燃料棒のジルコニウム保護管によって保護されているので、原子炉内の冷却水（含む蒸気）には放射性物質は漏出していないで筈である。（「5重の壁」の一つによる）

燃料棒の一部に欠損ができ漏出が起こった場合のモニターは復水中 on-line 分析を行っていれば容易に検出できる。既に通常運転中に放射性物質が作動水中に漏えいしていたのを東電（現場）が承知していて「ベント」を躊躇ったのではないかと疑いたくなる。

IAEA 専門家は暴走直後に、もたもたしている日本にどうして「ベント」を直ぐに実施しないの

かの苦言を呈している。

文献によれば、原子炉の圧力上昇の安全対策は、設定以上の上昇圧力自体で作動する“安全弁”で、先ず格納容器内に放出する。(通常の圧力容器の作動圧は 70 気圧 ; 270℃、格納容器は 1~2 気圧) 格納容器内の圧力が設定以上(数気圧)になると圧力抑制室につながった自力“安全弁”が作動して高圧蒸気は圧力抑制室のノズルから水中に吹き込まれ水になる。蒸気が水になると容積は≒1/1000 になる。圧力抑制室に十分な水があれば、原子炉圧力容器、格納容器の安全は確保される原理になっている。圧力抑制室の貯水量は≒2,800 t (多分 Mark I)とされている。大雑把な計算(圧力補正を無視)であるが、20℃の水が 100℃になるとこの水は 80cal/g を吸収する。2,800 t の貯水は (2,800 × 10<sup>6</sup> × 80) cal の熱吸収能力がある。蒸気≒1L は 540cal を有しているから貯水の減圧容積(能力)は [(2,800 × 10<sup>6</sup> × 80) / 540 ≒ 4 × 10<sup>5</sup> (m<sup>3</sup>)] となる。実際の減圧効果は圧力容器と蒸気配管系の全容積との比で決定される。事故を起こした福島原発の 1~4 号機(含む 5 号機)は GE 社製の「Mark I」である。当初から建設予算の縮小のために「Mark I」の圧力抑制室が小さく作られていて問題があるとされている。この設計を担当した GE の技術者は当初から欠陥設計を指摘して、GE 社を離れて規制部門に転職している。

当時、アメリカにも同型の原子炉が多数建設された。NRC(原子力規制委員会)は 1972 年ころから「Mark I」の危険を指摘している。日本は 1990 年代にベント弁を付けることを決断している。圧力抑制室の体積の増加で圧力上昇の抑止効果を高めた改良型「Mark II」は福島第 1 原発 6 号機及び福島第 2 原発に使われている。(原子力資料情報室：田中三彦、後藤政志解説文献より)

こう見てくると、福島第 1 原発の暴走は長年の情報隠しや当事者/当局の怠慢による人災は否めなくなってくる。

『ストレステスト』(安全評価)をどう見つめていくべきか？

出力 100 万 kw の発電システムでは約 3 倍の 300 万 kw エネルギーが連続して発生している。そして、その約 2/3 の 200 万 kw は冷却によって系外(海)に放出する必要がある。

**表 3 原発安全評価(ストレステスト)の概要**

耐性を評価する項目	1次評価	2次評価	評価する対象
地震	○	○	1次評価 定期検査中の原発
津波	○	○	
※ 地震と津波の複合	△→○	○	2次評価 全原発
全交流電源の喪失	○	○	
熱放出機能の喪失	○	○	○ 実施 △ 実施する方向 × 実施しない ※は今回変更された項目
全交流電源と熱放出機能を同時に喪失	×	○	
※ 過酷事故	×→○	○	

経産省：原子力安全委員会；2011年7月21日承認  
7月22日掲載東京新聞より転載

もし発電系に異常が出れば電気エネルギーとして取り出す部分がなくなるので、全部の発生熱を除外する必要があり、これに失敗すると暴走して、高圧(15気圧以上)の水蒸気の爆発が起こる。不具合の発生は静的な設計上の欠陥や経年変化による性能の劣化と運転中の動的変化や設計条件を超える運転によって起こる。この不具合は火力発電所でも同様である。しかし原子力発電では火種にウラン 235 と燃料に 238 を使う。新品の燃料棒は未だ核分裂物質がない

ので安全性は高い。しかし長時間の運転をした燃料棒には核分裂で放射線の強い半減期が数十年

のセシウムが大量に含まれるので、もし炉心溶融が起こると生成したセシウム等は圧力容器内や格納容器内に分散し、もし圧力容器の爆発が起きれば、軽量のセシウムは大気中に放散され大事になる。火力発電の場合は設備の破損、非常時の蒸気ブロー、少数の人的被害で済むが、原発の場合は放出される放射能によって広大な地域に多大の健康被害と居住の剥奪が数十年に及ぶ。

**図1**を参照してください。この図はシンプルに書いてありますが、この図のどこにでも不具合が起こった場合、それを補完できるシステムがないと原子炉は暴走に至る。

### 「ストレステスト」の肝心は

#### (1) 掛かるストレスで構造物の破損が起こらないような保証

- 1) ストレスの種類の特明確化（地震、津波、温度変化、利用材料の変性）
- 2) ストレスの強さの把握（破壊応力、浸水）
- 3) 防御方法
- 4) 余裕

#### (2) ストレス原因の防御

#### (3) ストレス原因の軽減

#### (4) 静的対策（構造、設計前提）／動的対策（時間、速度）を怠らない

※「5重の壁」は静的対応の一部である。

#### (4) 非常時の安全対処シーケンスの完備（自力、自動、マニュアル、オペレータの技能熟成）

「ストレステスト」は純科学的な検証と制御が不可欠である。特に日本では「社会科学論」（発言力で左右される）が入り込みやすいので、この評価項目を極小化する必要がある。

もし再発を望まないならば、曖昧の入り込みは許されない。

### ◆事故8か月の推移の所感

「事故調査・検証委員会」調査報告、東電の経過報告、政府の関係機関、学際、報道関係の取材報道等から、地震／津波による福島第1原発の暴走事故は「想定外」と言う「言い訳」は覆されている。改めて多くの節々に防御のチャンスがあったことを認識できる。当然、当事者の東京電力の一義的な責任（コンプライアンス）は免れることはできない。しかし、これを司る国の行政機関（ex. 経産省；原子力保安院）には事後も改めることのない体質が継承していることは情けない。推進してきた政権、学際、モノが言えない関連業界の助長擁護は否めない。

今、世論は再び同じような“豊さ”を期待した動きを始めようとしている。“利益者負担”で同様な事故を容認できるのか？ しかし、半世紀に亘って、「物主義」、「金銭主義」の豊かさを追い求めてきた我々一人ひとり意識が源泉になっていなかったかを胸に手を当てて振り返ってみたい。 **事故の発生メカニズムは“ゆるぎない”科学的な検証の今後に期待したい。**

（2011年11月20日 記）

菱沼技術士事務所

e-mail: [rxp10620@nifty.com](mailto:rxp10620@nifty.com)

URL: <http://www.e-hishi.com>

**【付録-I】放射性物質の“怖さ”の正しい理解のために(質問に答えて) 【追補3】**

**(1) 核分裂のエネルギー** (YAHOO! ジオフォーラムより)

- 1)  $U_{235}$ ; 1g ≒ 石炭; 3t ≪約 300万倍≫
- 2) 100万 Kw の発電所は、 $U_{235}$  を約 3.7kg/1日 消費する。(石炭だと約 12,000 t/日) 約 100t/年 の  $U_{235}$  の消費 (著者註: 石炭換算; ≒3億2千4百万 t/年)
- 3) 100万 Kw 出力の炉内には  $U_{235}$  が 2~5t 装填される。2~3年分であるが、実際は1年程度で一部の入れ替えを行っている。

**(2) 核分裂後の生成物** (YAHOO! ジオフォーラムより)

- 1) 生成元素: 原子番号 28: ニッケル~原子番号 66: ジスプロシウムまでの約 40種類  
質量数 (陽子と中性子の合計): 66~166 までの 100種類 (同位体を含む)

**表 1 主要な核分裂生成物の割合**

核種	核分裂収率(%)	半減期	備考	
$^{85}\text{Kr}$	クリプトン 85	0.3	10.8年	ガス体
$^{89}\text{Sr}$	ストロンチウム 89	4.8	51日	
$^{90}\text{Sr}$	ストロンチウム 90	5.8	28年	
$^{95}\text{Zr}$	ジルコニウム 95	6.2	65.5日	
$^{131}\text{I}$	ヨウ素 131	3.1	8.05日	ガス体
$^{133}\text{Xe}$	キセノン 133	6.6	5.27日	ガス体
$^{135}\text{Xe}$	キセノン 135	6.3	9.1日	ガス体
$^{137}\text{Cs}$	セシウム 137	6.2	30年	
$^{144}\text{Cs}$	セシウム 144	6.0	285日	
$^{147}\text{Pm}$	プロメチウム 147	2.0	2.64年	

**(3) 自然の放射性核種と人工の放射性核種の特徴**

(<http://www.stop-hamaoka.com/kaisetsu-6.html> より)

**表 2 主要な核分裂生成物の割合**

		1gあたりの放射能の強さ (Bq)	半減期
天然の核種	ウラン 238	1万2000	45億6000万年
	カリウム 40	26万	12億5000万年
	ラジウム 226	370億	1600年
人工の核種	セシウム 137	3兆2000万	30年
	ヨウ素 131	4600兆	8日
	キセノン 133	6900兆	5.3日
	クリプトン 88	290京	2.8時間

筆者註: 自然界に半減期の短いものがないのは、46億年の地球の歴史の間になくなってしまっている。

【筆者註】：

(1) 核分裂後の生成物は質量数が 95 付近と 131 の間に谷ができる。中性子の速度によって各生成物の割合は変化するとされている。

(2) 単位質量当たりの放射線の総放出量は一定であり、崩壊は指数関数的に減少する。

放出放射線量は半減期に反比例する。

(3) 放射線の危険度合いは、単純に放射線量のみや物質名で論じてはまずい。

(4) 放射線には次の 3 種類ある。(Wikipedia より引用)

1)  $\alpha$  線 (陽子・中性子線) : 高い運動エネルギーを持つが、紙や数 cm の空気層で遮断できる。

体内に入ると細胞内又は付近の内部被曝が問題

2)  $\beta$  線 (電子線) : 中性子が崩壊するとき発生する電子、又は陽電子線

透過力は弱い。数 mm のアルミ板や 10 mm のプラスチックで遮断できる。

しかし減速する際の「制動放射」で X 線が発生するので、X 線を鉛で遮蔽する必要がある。

3)  $\gamma$  線 (電磁波) : 波長が 10 pm より小さい電磁波。直進性。遮蔽には比重の重い物質

(鉛、鉄、コンクリート等) が使われる。10 cm の厚さの鉛で  $1/100 \sim 1/1000$  に減衰される。 $\gamma$  線の防護は他の放射線と比較して難しい。放射線の発がん性は  $\gamma$  線の持つ電離作用によって DNA に傷がつくためとされている。

(5) 放射線の危険認識の仕方

1) **半減期の短いもの** : 強烈な放射線を出す。しかし半減期を過ぎれば危険は急激に減衰する。発生物に近づかなかつたり、カバーをする防御で危険は避けられる。

2) **半減期の超長いもの** : 放射線は強くない。長年間近づかない配慮ができれば危険は小さい。(自然放射能に近い)

3) **半減期が数年～数十年のもの** : その物質から出る放射線の強さは、致命傷になるほど強くない。短時間の被曝の危険は小さい。しかし放射線を出し続ける期間が人生に近いので体内に入り、蓄積されると特定の臓器が内部被曝をして発がんの危険がある。

セシウム 137 が該当する。

4) 放射性物質はガス状のものもある。空気中から吸引の内部被曝の危険を認識する必要がある。

5) 危険性と放射性物質の放出量を理解しておく必要があろう。

【追補 : 11 月 27 日】

寄稿 (3)

# ISO規格におけるカタカナ言葉の活用方法

(カタカナ言葉の意味するところを活かした仕組み作り)

亀岡孝三郎

## <はじめに>

【ISO】(国際標準化機構)の中核的な規格である【ISO 9001】(品質マネジメントシステム規格)は1987年に第1版が制定され、これに

基づく認証登録件数は、日本適合性認定協会(略称JAB)の統計によれば、当初は急激に拡大していたが2007年頃に43000件を越えてから足踏み状態となり、最近は下降傾向を示し始めた。その原因は、大手企業の認証取得が一巡してしまつたことに加え、規格の要求事項を十分に理解せず適切な運用を怠り効果が上がらなかった一部の事例が世間に広まつたために、認証取得を躊躇されている会社が多くなつたことにあると推測される。そこで、今回は規格の理解を困難にさせている【カタカナ言葉】について、その意図しているところを解説し、我々の紙器段ボール企業においてはこれをどのように活用すれば効果的な仕組み作りが可能かを説明してみたい。

そして、今後多くの紙器段ボール企業が【ISO 9001】に取り組まれ、製品の品質向上に努められるとともにその結果としてコスト削減と企業体質の強化を図られることを期待したい。

## 1、マネジメントシステム

一般的に【品質ISO】と呼ばれている【JIS Q 9001】(品質マネジメントシステム一要求事項)の規格は、2008年に第4版として発行されたISO 9001を基に、この国際規格の構成や技術的内容を変更することなく翻訳し、制定された日本工業規格(JIS)である。これが【品質ISO】の最新規格であり、【2008年版】として広く活用され、現在の認証審査においてはこれが基準として使用されている。

まず、この規格の表題となっている【マネジメントシステム】(management systems)とはどういう意味か考えてみると、この中のマネジメント=management とは規格末尾の解説では「運営管理」「運用管理」と訳されているが、Yahoo!辞書によれば「経営を管理すること」であり、システム=system とは「制度・組織」となっており、両方合わせてマネジメントシステムでは普通は「経営を管理する制度(仕組み)」と考えられている。ところが【ISO】用語の定義を定めた【JIS Q 9000】(ISO 9000)では、【マネジメントシステム】とは3.2.2項で「方針及び目標を定め、その目標を達成するためのシステム」と定義されている。※(数字は規格の項目番号、以下同様)

ということは、ただ単に経営を管理する仕組みを作るだけでは不十分であり、【ISO】に取り組むには『その目標(成果を生み出すこと=品質では品質不良やクレームを減少させること)を達成するような仕組み』を構築する必要があるということである。即ち、規格の要求事項に合わせていくら文書化しても、その意図するところを充分理解し、自社の経営システムとして活用し、成果を生み出せなければ【品質ISO】が求めるところの【マネジメントシステム】にはならないということである。ここが【品質ISO】のスタートであり、【品質ISO】に取り組む方には一番理解していただきたい点であ



る。

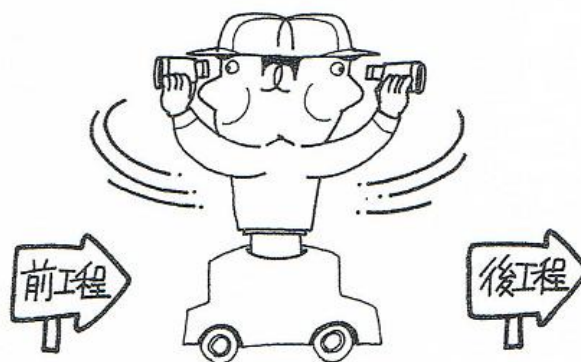
## 2、プロセスアプローチ

〔JIS Q 9001〕規格はその序文0.2項のプロセスアプローチで「この規格は、顧客要求事項を満たすことによって顧客満足を向上させるために、品質マネジメントシステムを構築し、実施し、その有効性を改善する際に、プロセスアプローチを採用することを奨励している」としている。

初めて〔品質ISO〕の取り組まれる際に皆さんがこの【プロセスアプローチ】(process approach)というカタカナ言葉に戸惑われる場合が多いが、決してそんなに難しいことではない。自分の仕事の領域外には一切関与してはいけない外国慣習上では新しい概念かも知れないが、「次工程はお客様」と考える日本の企業では日常ごく普通に実施されていることに過ぎない。ここでいう「プロセス」(process)とは〔JIS Q9000〕の定義では3.4.1項で「インプットをアウトプットに変換する、相互に関連する又は相互に作用する一連の活動」と規定されている。そして3.4.2項で製品とは「プロセスの結果」と定義されている。

ということは、「プロセス」とは簡単に表現すれば、一般の企業では「物を作るための活動」「仕事を進めるための活動」、即ち、会社の「業務」(仕事と表現しても良い)のことである。そして「アプローチ」(approach)は規格に定義が無いので、Yahoo!辞書で引いてみると「接近する、研究する」となっており、ここでは検討する・分析するぐらいの意味に理解していただきたい。従って【プロセスアプローチ】とは業務推進・業務分析の意味と理解していただいて結構である。

相互関係に配慮を！



イラストは杉浦忠：『QCサークルのためのカット集(第1集)』  
日科技連出版社、(1991年)を参考にして製作。

但し、だからといって日常活動(例えばマニュアルや規定)の中では、この「プロセス」を業務とか仕事とかに訳して使用せず、そのままカタカナ言葉として「プロセス」という言葉を使用していただきたい。即ち、そのまま「プロセス」という言葉を使用することによって、規格の真意を常に意識して〔ISO〕のマネジメントシステムを推進していただきたいからである。何故なら、規格では業務を進める際には常にその前後関係(即ち、インプットとアウトプット)に配慮して実施することを求めているからである。このように前後関係を常に配慮して仕事を進める昔からの日本の業務手法は非常に素晴らしい

ことであり、これが今回・国際規格の[ISO 9001]に組み入れられることになったと推察される。

### 3、コミットメント

規格は5.1項の経営者のコミットメントで、経営のトップは[品質マネジメントシステム]の中の役割として「法令順守」や「品質方針設定」など五つの活動をコミットメントすることを要求している。

ここで【コミットメント】(commitment)を直訳して、経営者の「責任」とか「約束」として[品質マニュアル]に規定されている事例をよく見掛けるが、それでは規格の意図するところを十分に反映されているとは言えない。何故なら、[品質ISO]の規格である[JIS Q 9001]の末尾に記載されている解説の中に、5.2項の a)で「コミットメントとはトップマネジメントが品質マネジメントシステムの計画、実施及び改善に深く関与すること並びにその状態を意味している。しかし、誓約、約束、公約、確約、義務、責務、責任、関与、かわりあい、参加、傾倒、深入りなど、いずれの用語においても原文のニュアンスを伝えきれないので、(仕方なく)コミットメントと訳している」と述べているからである。

ということは、【コミットメント】とは単なる経営者の責任とか約束とかのような上から目線の軽い役割では無く、日産自動車のゴーン社長がよくこの言葉を使用していたように社長自らが『実行』しなければならないことを示している。従って、【コミットメント】を定義するとすれば「社長自身が規格の求める五つの活動を実施することを自ら広く宣言し、責任をもってそれらを自ら実行すること」であると思われる。社長がこのように「品質マネジメントシステム」で決められたことを自ら実行すれば、自動的に『成果を生み出す』ことが可能であり、必ず品質レベルが向上することは間違いが無い。即ち、今回のシリーズの「はじめに」のところで述べたように[品質ISO]の認証を取得しても効果が上がらなかった事例があったとすれば、それは社長が自分で決めた方針をただ実行しなかったというだけのことである。

### 4、マネジメントレビュー

規格は5.6項のマネジメントレビューで「トップマネジメントは組織の品質マネジメントが、引き続き、適切、妥当かつ有効であることを確実にするために、品質マネジメントシステムをレビューしなければならない」と規定している。

ここで【マネジメントレビュー】(management review)というカタカナ言葉を初めて聞かれた方は、一体何をすれば良いのかと不審に思われるかも知れないが、何も殊更新しい業務を始めようとしているわけではない。日頃経営者が会社の部課長に仕事の進め方について何か気の付いた都度「このようにしなさい」と指図を出されているが、これを記録に残しておけば立派な【マネジメントレビュー】として通用する。だからといって、【マネジメントレビュー】を「経営者の見直し」として漢字に訳して運営されている会社があるが、これはお勧め出来ない。何故ならば、単なる「見直し」であれば、「計画した時期に見直した。ハイOK」となって仕舞いがちであり、中身のチェックが疎かになったり、指示・命令が実行されるまでが経営者の責任であることを忘れがちである。これでは規格の真意を実施したことにはならないのである。

指示・命令の  
実行から改善まで



イラストは杉浦忠:『QCサークルのためのカット集(第1集)』  
日科技連出版社、(1991年)を参考にして製作。

規格は8.5.1項の継続的改善で、組織は【マネジメントレビュー】など5つの活動を通して品質マネジメントシステムの有効性を継続的に改善しなければならない」と規定していることを決して軽視してはいけない。即ち、自社の品質マネジメントシステムが何らかの改善をもたらしていなければ【マネジメントレビュー】とは言えないのである。

なお、[ISO]に関する書物ではよく【マネジメントレビュー】は会議体で実施することを推奨されているようであるが、それは何百人という組織を統括している経営者では組織全体に眼が届き難いし末端のことを掌握しきれないために【マネジメントレビュー会議】という会議体で実施せざるを得ないという意味である。

一般的に紙器段ボール企業であれば、改めて【マネジメントレビュー会議】を開催しなくても、日常の「幹部会議」とか月次の「業績検討会議」などの中で実施しても良いし、会議でなく日常的な指示・命令を【マネジメントレビュー】としても良い。但し、この場合も規格の要求通り「議事録」(規格は記録を要求)を発行し、従業員全体に周知徹底させることが必要であり、そこで指示・命令されたことが実行され、そこから何らかの改善の成果が出ていなければ無意味である。

## 5、インフラストラクチャー

規格は6.3項のインフラストラクチャーで「組織は、製品要求事項への適合を達成するうえで必要とされるインフラストラクチャーを明確にし、提供し、維持しなければならない」と規定している。

ここで、【インフラストラクチャー】(infrastructure)を施設とか設備とかに翻訳して「品質マニュアル」に規定し、運営されている会社を審査時によく見掛けるが、それでも間違いとは言い切れなくても、もう少し範囲が広いことを認識しておかなければならない。最近、新聞紙上で「インフラ」という言葉がしばしば使用されているが、この場合では道路とか鉄道とか市民生活を結ぶライフラインを指していると推定される。このように【インフラストラクチャー】という言葉は、範囲が広いことは[JIS Q 9000]の定義では「組織の運営のために必要な施設、設備及びサービスに関するシステム」となっている通り、Yahoo!辞書で引いても「生産や生活の基盤を形成する構造物。社会的生産基盤」となっていることでも明確である。

ということは「施設」とか「設備」に限定してしまうとボイラーとか生産機械のみ管理すれば良いというように簡略化してしまうからである。普通の紙器段ボール会社では工場建屋や材料倉庫・製品倉庫も箱作りのためには管理が必要であり、自社トラックで運搬している場合は日常の車両整備も不可欠である。更にインターネット通販で箱を販売されている場合はコンピューターの定期的な保守点検も必須事項である。或いはショールームを活用して化粧箱を販売したり、既製箱の小売店舗を併設されている会社では照明や空調の装置が故障すれば商売にならないはずである。従って、それぞれの会社が「製品要求事項への適合を達成するために」、即ち、自社の箱事業のために何が必要であるかを定め(一覧表に表示するのみで OK)、それぞれの管理の仕方を規定しておくことが必要である。但し、管理の方式と程度は重要度に応じて組織で決めれば良いので、例えば工場建屋であれば、安全パトロールの序に異常ないかチェックするぐらいで十分な場合が多いと考えられる。

## 6、インターフェース

規格は7.3.1項の設計・開発の計画のところ「組織は、効果的なコミュニケーション及び責任の明確な割当てを確実にするために、設計・開発に参与するグループ間のインターフェースを運営管理しなければならない」と規定している。



イラストは杉浦忠:『QCサークルのためのカット集(第1集)』日科技連出版社、(1991年)を参考にして製作。

ここで【インターフェース】(interface)を単に連絡や調整と訳してしまうと、「包装設計計画書」を回覧したり設計・開発後に結果報告するだけに終わってしまうのではないかと懸念される。

【インターフェース】は[JIS Q 9000]では定義されていないので、Yahoo!辞書で引いてみると「〇〇と〇〇を支障なく結びつける、調和させる、或いは円滑に相互作用させる」となっている通り、設計・開発

に係わる部署の間で十分なコミュニケーションが必要であり、協同作業として設計・開発を実施するぐらいの気持ちを持つことが大切である。例えば、紙器段ボールの販売担当者は単に内容重量・形式・材質・寸法など顧客の要求事項を関連部署に伝達するのみではなく、手詰めなのかケーサー使用なのか、詰め方はゆるいぐらいが好まれるのかキツイ目を要求されるのかなど、顧客の要求をきめ細かく包装設計の担当者に

説明すべきである。そして、包装設計の担当者は製造担当者と充分打合せ不良が出にくい作り易い形態を目指すべきであり、保管や配送で支障が出ないよう当該担当者の意見を聞くべきである。

従って、包装設計時には最初に関連部署が集まって会議やミーティングを開くことが一番望ましいが、それが出来ない場合も単に書類上の連絡ではなく、個別面談してでも十分なコミュニケーションを図ることが重要である。そして「新製品包装設計インターフェース記録」といったフォーマットを予め作成しておきそれに記録しておくか、或いは「包装設計計画書」の設計レビュー欄に【インターフェース】した日付け・氏名・結果及び執った処置があればその記録を記載しておく必要がある。

なお、普通の紙器段ボール工場では仕様変更時の品質トラブルが一番多いので、上記の「新製品包装設計インターフェース記録」を「新製品(変更品)包装設計検討会議・議事録」に衣替えして、新製品の包装設計時のみではなく、仕様変更設計時にも【インターフェース】の記録として活用することをお勧めしたい。

## 7、リリース

規格は7.4.3項の購買製品の検証で「組織は、その検証の要領及び購買製品のリリースの方法を購買情報の中で明確にしなければならない」と規定し、7.5.1項の製造及びサービス提供の管理で「製品のリリース及び顧客への引渡し後の活動が実施されている(こと)」と規定し、8.2.4項の製品の監視及び測定では「顧客への引渡しのための製品のリリースを正式に許可した人を、記録しておかなければならない」と規定し、8.3項の不適合製品の管理では「当該の権限者及び顧客が、特別採用によって、その使用、リリース、又は合格と判定することを正式に許可する」と要求している。

ここで【リリース】(release)とは Yahoo! 辞書では「物を離す、放す、出す」ことであるが、[JIS Q9000]の定義では「プロセスの次の段階に進めることを認めること」となっている。即ち、製品を「次の工程に送ること」であるが、顧客へ出荷することは「引渡し」(delivery)と区別して表現しているので、8.2.4項の「顧客への引渡しのための製品のリリース」とは最終検査後(出荷前)の倉入れのことを示している。つまり、[JIS Q 9001]の末尾に記載されている解説の中では、4.1項の s)で「元来製品のリリースは、中間のプロセスでも発生するし、最後の顧客への引渡し(時)でも発生する」と付記されている。

## 8、トレーサビリティ

規格は7.5.3で「識別及びトレーサビリティ」という項目を設け「トレーサビリティが要求事項となっている場合には、組織は、製品について一意の識別を管理し、記録を維持しなければならない」と規定している。

顧客要求で一意の識別



イラストは杉浦忠:『QCサークルのためのカット集(第1集)』  
日科技連出版社、(1991年)を参考にして製作。

ここで【トレーサビリティ】(traceability)とは、[ISO]用語の定義を定めた[JIS Q 9000]では、3.5.4項で「考慮の対象となっているものの履歴、適用又は所在を追跡できること」と規定し、注記1で「製品に関しては、トレーサビリティは、材料及び部品の源、処理の履歴、出荷後の製品の配送及び所在に関連することがある」としている。

従って、紙器段ボール企業では箱を製造する際の「シート受入から、印刷、抜き、貼り、倉入れ、出荷まで」のあらゆる工程での履歴を明確にするため「作業記録」(会社によっては生産日報と呼称)や「現品票」(プラカード)に該当するロットNo.を記入しておき、顧客に自動的に報告したり或いは顧客から問合せがあれば回答できるよう準備しておかなければならない。ここで[JIS Q 9001]規格の旧版の2000年版では「固有の識別」となっていたが、今回の新版2008年版では「一意の識別」と改訂されているため、厳密にはロット毎の番号ではなく、食品や医薬品のように一個いっこの製品に番号を付けて識別(表示)し、そして記録しておくことを示している。

しかし、ここでの【トレーサビリティ】はあくまでも「顧客の要求事項であるならば」という前提が付いているので、一般的に紙器段ボールの顧客では一部で使用した原紙のロール番号の報告を求められているぐらいであり、大半の企業では【トレーサビリティ】の顧客要求は無いとしていただいで結構である。従って、この場合は[品質マニュアル]に「当社の顧客にはトレーサビリティを要求するところはない」と記載しておけば問題ない。

## <まとめ>

[品質ISO]の規格、[JIS Q 9001](品質マネジメントシステム—要求事項)には沢山の【カタカナ言葉】が出てきているが、これは翻訳に際して[ISO]関連機関のみではなく学者・企業家・主婦連など多方面から偉い先生方が様々に検討された結果、「一語でその意図を表せる適切な日本語がないため」【カタカナ言葉】にされた模様である(規格に付属されている解説の中の記述)。従って、この規格を使用する我々紙器段ボール会社としては、無理に日本語に訳して運用するのではなく、規格のままの【カタカナ言葉】を日常のマネジメントシステムで使用し、その意味することや意図していることを充分汲み取って活用することが大切である。そうでなければ言葉の表面的な解釈にとらわれたり、或いは[品質マネジメントシステム]が狭い範囲や浅い仕組みになってしまう可能性が多

いと懸念される。

つまり、この規格の【カタカナ言葉】の理解の仕方、構築していく〔品質マネジメントシステム〕の『善し悪し』（即ち、その成果）が大きく左右されると思われる。このように【カタカナ言葉】の意味するところや意図するところを〔品質マネジメントシステム〕に活かしていただければ、この規格の活用効果が高まり、クレームや品質異常が少なくなり、必ず顧客満足を向上させることが出来るものと期待される。

（おわり）

## 新会員紹介（1）

### 自己紹介

野上良亮（会員番号85）

この度、入会させていただきました野上良亮と申します。公設試験研究機関（公設試）で企業から依頼された包装貨物の評価試験、改善・開発の技術相談、包装に関する研究などを行ってきましたので、この経験を生かしたコンサルタントを行って参りたいと考えております。どうかよろしく願いいたします。

私が2002年3月の定年まで在職した大阪府立産業技術総合研究所（産技研）の輸送包装部門は公設試の中では包装試験設備が最も充実していると思いますが、神戸大学の斉藤教授のご指導を受けるようになって日本初の輸送包装分野で工学博士が誕生し、現在は2名となり、さらに後進も学位取得の途上にあります。私が抜けた後でますますマンパワーが充実していくのを見て力の無さを感じましたが試験設備の拡充など少しは貢献できたと思っております。

産技研の包装担当者は機械職として採用されます。各県の公設試は農産物や食品、お酒など県産品の付加価値向上を目的に包装に取り組むため農学や化学系の方が多く、輸送包装は大阪、兵庫、愛知、静岡など少数派になっています。

1960年、産技研に入庁して最初に配属されたのは超高精度の工作機械SIP社のジグボーラー加工で、列車の車輪のタイヤを台車を外さずに修正切削できる総形回転刃物や各種高精度部品を加工しました。

次に実用化されたばかりのNCフライス盤の活用に取り組み、ミニコンによるカム加工用のNC自動プログラミングソフトを開発し、実用化第一号としてベルベット用ダブルレピア織機のおさ駆動をクランクから新開発のカムに替え、加速度のピーク値を抑えて回転数を2倍にし生産性を倍増することができました。

昭和1969年4月から万国博覧会協会の建設部へ出向し、設計の最終段階から参加して工事の施工、会期中のメンテナンス、閉会後の撤去までを経験しました。担当施設は万博ホール、万博美術館、迎賓館、各曜広場、動く歩道、音楽噴水などの機械設備、給排水・空調・衛生設備、厨房設備等で、万博ホールの舞台装置や巨大客席空間の空調設備、美術館の不気味な炭酸ガス自動消火設備、外光と電気照明の連動照明など貴重な体験をしました。会期中の設備保守では地盤沈下で損傷した給水管による大洪水、動く歩道の将棋倒し事故や部品の落下などの大きな事故に加えて、長い行列でお漏らしした下着を流したトイレの詰まりなど次々発生するトラブルに手早く応急処理し、夜間工事で修復するパターンが続きました。

設備担当は足の速い電気自動車で会場内をフリーパスで移動できましたがトラブルに備えるためパビリオン見学は数カ所のみで半年の会期が終わりました。出始めのポケットベルが配布され、出勤中にも連絡可能になったので大変助かりありがとうございました。

工事管理とメンテナンスの現場経験は後に産技研の新築移転工事の担当となった時、大変役立ちました。



1975年5月から3年間ジェトロバンコクの大阪府工業相談所へ出向しました。前任は包装研究室のり氏でバンコク商工会議所の運輸観光部会も引き継ぎました。マラッカ海峡の海賊の襲撃、荷揚げや倉庫での荷抜き被害など海運会社の生々しい報告が印象に残っています。

相談業務では輸出入に関することが多く、包装のトラブル相談もありました。私と包装との付き合いはこの頃から始まったように思います。

技術指導は鋳物工場やガラス工場、ビーフン製麺工場、精米工場など多様な企業から依頼がありましたが、こちらが勉強になることが多かったです。段ボール工場では摩耗したコルゲーター歯車の再生の相談が印象に残っています。当時のタイでは高精度の機械加工ができるところは少なく対応は限られていました。一方、溶接など手作業は素晴らしい技能を持つ職人が多く、車のマフラーの穴は最小限の切断で安価に修理してくれました。極めつけは輸入禁止の中古ピックアップトラックを切断して部品として輸入し、溶接で復元する芸術的手腕です。復元と同時にキャビン部分を継ぎ足して伸ばし違和感なく2列座席に改造します。

変わった輸入相談では火葬用の焼却設備がありました。カタログでずいぶん高性能であることを知りました。タイでは遺体をお寺に預け、1年ぐらい経って白骨化した頭蓋骨と一部の骨を瓶に入れて埋葬するようです。焼却するのはバンコクが狭くなったからでしょうか。

現在、バンコクに押し寄せている水は中々引きそうにありません。水没は広範囲で日本企業への被害も大きいと聞きます。一日も早く復旧するよう願ってやみません。

1981年4月より産技研の包装研究室へ配属となりました。企業から依頼される包装貨物や包材の評価試験、不合格の場合の対策や改善の相談、包装設計の相談、包装に関する研究が主な業務です。

依頼試験の内容は圧縮試験、落下試験、振動試験などですが多様な企業から種々の製品や包材が依頼されるため、事例を数多く手がけることになり、繰り返しもあるため学習効果である程度は結果が予測出来るようになります。

製品の緩衝包装設計は高価な精密機器よりも地場の灯具メーカーの安価な灯具の方が難しい場合があました。理由は包材に掛けられるコストが限られ、選択肢の少ない特別の工夫が求められるためです。

研究の一つに大阪工業大学の卒研指導で取り組んだ「実輸送における落下高さの計測」があります。衝撃測定装置を内蔵したダミー貨物を一般ルートで輸送し、記録した衝撃値から荷扱い状況や落下高さを推定しようとしてしました。衝撃記録計は株式会社松下電器産業開発のマイコン制御のものを利用し、準備としてダミー貨物の落下テストをしましたが衝撃値のばらつきが大きく大まかな推定しかできません。原因はダミー貨物の落下姿勢のばらつきと、ダミー本体の剛性不足が考えられ、対策を試みましたが解決は困難でした。後に加速度センサの感度が向上し取り込み速度が早くなると加速度0の落下時間から姿勢に関係なく落下高さが読み取れるようになりました。GPS機能も加わり場所と時刻が記録され通信により即時入手もできますが、個別情報として扱われあまり公開はされていないようです。

研究の実施にあたっては予算と機材の乏しい中、近くのレンゴー株式会社中央研究所

で試料の加工、兵庫県工業技術センターで試験機の拝借、多くの段ボールメーカーからはサンプルの提供を受けました。この場をお借りして厚く御礼を申し上げます。

1992年4月、産技研の和泉市への移転実施班に参加し建設工事も担当しました。鉄骨が組み終わった頃に阪神淡路大震災が起きましたが強化設計の鉄骨は影響を受けませんでした。

旧研究所の包装材料試験室は断熱がなく夏期は冷風を扇風機で壁に当て輻射熱を防いでアルコール温度計と毛髪湿度計で計測した温湿度はどうか目標の範囲内でした。しかし後に、応答の早い電子式温湿度計で測ると空調機のオンオフによる温度の振れ幅は倍以上でした。さらにデータロガーを入手して室温分布を測ると数度の差がありました。また、圧縮試験機で段ボール箱に一定の圧縮加重を連続でかける応力緩和試験では、空調のオンオフで段ボール箱が伸び縮みする事が分かりました。これを教訓に移転先の材料試験室では、あらかじめ温湿度調整した空気を全体に静かに供給する精密空調にしました。

大型貨物や弾薬箱などをホイスに吊して落下試験を行う落下定盤は鉄板のコンクリート基礎への密着が困難で踏むと足音で分かります。新しい落下定盤は30mmの鉄板の上に30トンの無収縮コンクリートを打ち、鉄板ごと天地返しをして据え付け完璧に密着しました。

振動試験機はランダム振動により離れた場所で共振によるトラブルが発生し、生産現場が混乱した例があるため、地中杭の上に周囲から縁切りした300トンの基礎を据付けています。

輸送貨物が雨・雪・風・日照・湿度・温度の影響を受ける恐れがある場合は、人工気象室で地球上の殆どの地域の気候が再現できます。乗用車程度の大きさまで試験可能です。

2回の長期出向を除けば産技研一本で仕事をして来ましたので、何時でも利用出来るバックグラウンドとしてご紹介いたしました。

退職後は中小企業に製造設備等の導入資金を低利で支援する設備貸与事業に関わり数百家のユーザ企業を巡回訪問し技術相談を担当しておりました。包装機械のユーザ、包材加工業も何%が含まれ、包装機械のメーカーも数社ありました。

技術士包装物流会関西支部の研究会へは第1回から参加させて頂いており、交流の輪が拡がり感謝しています。

当協会関西支部事務局長の山崎さんとは公設試の包装担当者として数十年のお付き合いがあり勧められて入会しました。会員の寺岸氏は同じ釜の飯を食べた元同僚です。

第二定年で岡山県北の宮本武蔵の生誕地、ナデシコジャパン宮間のホーム湯郷ベルのある美作市にUターンしました。大阪へは車で2時間弱、三宮の方が少し時間が掛かります。

近くのゴルフ場は車10分、健康のために歩くことから始めたいと思っています。

在職中は無料コンサルタントが生業でしたので金の取れるコンサルタントへ脱皮するのが当面の課題です。よろしく願いいたします。

## 新会員紹介（2）

### 自己紹介

白倉 昌（会員番号86）

今年（2011年）、入会させていただいた白倉昌（しらくら あきら）と申します。元上司、大先輩の鹿毛さんからのご紹介を受けました。大先輩に負けないよう頑張りますのでこれからもよろしくお願いいたします。

私は、1974年に化学工学科を卒業後ビール会社に入社しました。入社理由はビールが大好きということでしたが、入社時の希望どおり京都工場に配属になるとパッケージング部門でしたので毎日試飲ができ、帰りも木屋町、先斗町で一杯でき、たいへん楽しく過ごすことができました。ただし貯金はできませんでした。この間微生物、品質管理などを実務から学ぶことができました。3年ほどして高崎にある総合研究所でプラスチック製の通い箱の寿命を研究せよと命じられました。それまで屋外で長期に使用されるプラスチック製品はほとんどなく、大学に教わりにいくなどかなり先駆的の仕事を行うことができました。それ以来包装関係の研究開発一筋の仕事人生となりました。1980年頃には、2tの大型油圧式振動試験機が導入され、促進輸送シミュレーション式を作るために、大型トラックによって東京一岡山を加速度計測器、データレコーダー一式と一緒に往復するなどしました。

ちょうど飲料容器にPETボトルなどが使われ出した1984年ごろ、ビールも家庭用ミニ樽などで容器戦争がたけなわとなりました。そこで米国のミシガン州立大学に世界唯一の包装学の大学院があるという情報を海外包装紹介の先駆者である三津義兼先生より紹介され、JPIの楠田専務理事などの推薦を受けて留学しました。PETフィルムの成形条件、熱履歴と有機蒸気の透過、吸着について知見を得ることができました。それまで英語は大の苦手だったのですが、約2年半の留学でそこそこにわかるようになり、20以上の州を訪問して多くの人に巡り合うことができました。帰国すると容器戦争は終息しつつありました。そこで技術士（包装及び物流）を取得するとともに、鹿毛さんの発案でガラスびんにかわるリターナブル容器としてのプラスチックボトルの開発を担当し、PETボトル内面へのDLC（ダイヤモンドライクカーボン）コーティングの実用化に取り組みました。この間DLCコーティングの特許出願では、知財の知識が乏しかったことから、契約、出願、特許の権利範囲では大変に悔しい思いを経験しました。そこで一念発起して、弁理士を目指し、3年かけて2000年には合格し、弁理士登録しました。この間の法律の勉強は、その後論理的にもものを書いたり議論したりする上で大変に役に立ちました。さらに当時の弁理士試験は法律5科目の他に選択3科目があり、繊維工学、原子核工学を相当勉強したおかげで、本年の原発事故では冷静に対応できました。

DLCコーティングしたPETボトルはリターナブルとしては技術的、社会的にまだ不十分で具体化せず、ワンウェイボトルのバリアボトルとして普及し始めま

した。そこで 2007 年にビール会社を早期退職し、後輩の経営する特許事務所に参画しました。特許明細書を書く仕事は地道で縁の下の力持ちのような仕事で、よくできて当たり前で、失敗すると大変であります。とって頭をひねって大変にいい明細書を書いてもほとんどの場合依頼者は気がつかないし、評価も上がらないということに気がつきました。まして新規顧客の開拓もその後の弁理士試験の簡素化にともなう弁理士大量合格によって期待がもてなくなりました。そのうち他人の発明の面倒をみるより、収入を別とすれば自分で発明するほうが、人生を楽しく過ごせることに気づきました。

一方、会社をやめると同時に JPI から ISO の TC122（包装規格技術委員会）の国際幹事を依頼されました。丁度日本が TC122 の国際幹事のポストを得たタイミングでした。

国際幹事は各国の主張を調整して規格作成をすすめる面倒くさい役であることは後で知りましたが、その時は世界各地に出張できるのが魅力で引き受けてしまいました。おかげでイラン、トルコ、欧米各国に出かけて多くの知り合いができました。現在では包装への RFID 適用規格、環境規格などがいろいろ紛糾しています。国際規格作りは、ヨーロッパが強く、米国、日本、途上国のせめぎあいで、根回しがものをいう世界ですが、特に日本の専門家は個人レベルのグローバルネットワークが弱くて欧米には苦戦中です。

2008 年秋には DLC 関連でお付き合いしていた慶應義塾大学の先生の紹介で(財)神奈川科学アカデミーの常勤研究員として環境調和型機能性表面プロジェクト（文部科学省プロジェクト）に参画し、大気圧プラズマ CVD 法による DLC 被覆の研究を始めました。この研究は 2011 年 3 月に終了し、大気圧高周波プラズマによって平板へのガスバリア性 DLC コーティング、大気圧マイクロ波プラズマによって容器内面など立体物への DLC コーティング技術を開発し、5 件ほど特許出願しましたが、まだ膜質など解決課題は多く、現在では慶大の新川崎にある新キャンパスに実験室を借りて開発を継続中です。この成果の事業化のために 2011 年 4 月にオールテック株式会社を登記しましたが、まだ売り上げがたたない状況です。

また白倉技術士事務所を 2007 年から開設していますが、これからは会員の皆様を参考にして多少とも社会に技術貢献できる事務所活動をしていきたいと思っています。

以上

## 新会員紹介（3）

### 自己紹介

田磨豊秋（会員番号 87）

日本包装コンサルタント協会会員の皆様、この度新規入会をいたしました田磨豊秋です。どうか宜しくお願ひ申し上げます。

昭和43年物流機器メーカーのオークラ輸送機（株）に入社以降、平成18年退職するまでの大半を物流システム営業に従事し、最後の4年間は営業企画を担当して参りました。その後4年間関係会社に再就職、そこで営業マンの教育組織を立ち上げました。その経験談を簡単に自己紹介とさせていただきます。

その昭和43年は東京オリンピックが終わり大阪万博を控え日本全体が多量生産時代に突入したばかりでした。私の配属になった大阪は大手繊維、家電及びアルコール飲料（日本酒・ビール）メーカーが次々と増産のための設備を立ち上げており、その状況の下物流システム営業マンとしての第一歩を踏み出しました。

いまでは少なくなっていますが当時各企業には生産技術部門があり、そこが設備計画の立案から予算立て、レイアウトの作成、メーカー決定及び設備の検証に至るまでを担当し我々はその部署へ足繁く通っていました。

丁度そのころオークラ輸送機（株）はケース搬送コンベアのモジュール化に成功し、また自動積付機を業界に先駆け販売していましたので私のような若手でも商談を進めることができました。その中で包装や容器の特性、また製造機、包装機或いは関連装置の特徴の多くをお客さまから教えて頂きました。

例えば飲料業界に於いては充填機、包装機、ケーサ、アンケーサ、の名称及びその製造メーカー名、各機械間との取り合い、包装材料や特性等々です。それら知識やノウハウはその後、搬送システムを食品業界を中心とした製造業への営業推進に役立てることができました。

その当時習得した知識及び各メーカーの技術者の方々との人間関係を現在に至るまで継続できたのはお客様のお陰だと感謝しています。

自動化設備に於いて搬送システムは今なお従的存在であると思われていますが包装や関連機械を少し工夫して頂くことにより包装本来の目的を損なうことなく効率のよいシステムを構築することができます。

今回本会の入会を認めて頂いたことは今まで培ってきた経験と習得した知識を発揮するチャンスを頂いたことと思っており包装、物流側双方への提案も含め業界発展のための活動をしていく所存です。どうか宜しくお願ひ申し上げます。

以上

## 新会員紹介(4)

### 自己紹介

乾 博信 (会員番号88)

初めまして、今年3月に東洋自動機を退職し、4月に当協会顧問の有光様の紹介で日本包装コンサルタント協会・関西支部に入会しました、奈良県出身の乾博信と言います。  
宜しく願いいたします。

包装業界関係の業務に携わった経験は十数年と浅く協会でも一番短いと思います。その間に、日本包装技術協会主催の「東京国際包装展」の実行委員を務めさせていただき幅広く包装関連の方々と面識ができました。また、その時に色々なことを皆様から学び今日に至っています。

思い起せば、昭和47年に帝人製機（現、ナブテスコ）に入社し、今年3月で会社勤めは約40年間になります。その大半は工作機械工業会（鍛圧機械工業会）関係に従事し途中から包装機械工業界の東洋自動機（ナブテスコグループ）に出向しました。勤務地も入社当初は岩国工場（山口県）で産業機械設計をその後、大阪、東京、名古屋で営業を経験しました。その当時仕事で関係した業界は、半導体・家電・自動車関連で特にプレス部品を製造する会社、及びその下請け企業が主でした。

当時、訪問した唯一の食品メーカーとしてはハウス食品があります。大阪西区に勤務していた時にハウス食品の資材部長様から電話があり、針金部品を加工する会社を紹介して戴きたいと言われました。大阪府茨木市にある、当時親しくしていた会社の社長さんと一緒に東大阪市の本社にお伺いしました。その時に目にしたのは米国製のサンプルで火に掛けると破れる「ポップコーン」の商品でした。その金魚すくいを大きくした様な針金製品を早急に月100万本造りたいが可能か、と言った相談でした。その仕事はその後順調に行き、国内でも発売され今日も店頭で目に留まります。

話が長くなりますが、その製品は「簡易フライパン」と言って日本人が特許権を取得しており、米国で商品化され日本に逆輸入された事になります。

私の出身地は奈良「大和」です。昨年、平城遷都1300年を迎えました。高校生までは奈良に育ち社会人に成ってからは国内の主要都市を転勤しました。今年、十数年ぶりに二度目の東京から奈良に戻りました。奈良に育ったのに大和の事はこれまであまり知りませんでした。昨年の遷都祭を機会に少しでもと思い「万葉集」に興味を持ち、品川区大井の図書館に出向きました。また、テレビ番組を毎日見ました。すると、当時中国は隋、唐の時代で漢字は中国からの伝来で「唐詩選」にも興味に移り、またテレビを見ることになりました。昨年、家内と中国

に行く機会があり奈良とは姉妹都市になる「西安」にも行きました。日本人で科挙に合格した万葉歌人、阿倍仲麻呂の記念碑が「大雁塔」の聳える公園に建っていました。古来日本は中国から陶磁器を初め漢字、仏教等を学び、今は逆に日本から中国へ製造企業が数多く進出しています。21世紀は中国の時代と言われ、既に始まっています。日本としては、これからも今までに築いてきた日本の良さ、『ものづくりの伝統』を継承し維持管理することを忘れる訳にはいきません。

昨年、私が勤めていた会社が創立五十周年を迎えました。社史の発刊に携わる機会があり、包装機械の歴史を新たに調べました。包装の原点は、長期「保存」にあると思います。18世紀、英国スコットランド地方にて大漁で捕獲した鱒を長期保存するため金属の容器、「缶詰」に入れ保存したのが始まりと記憶しています。その後、産業用計量機の開発に伴い量産化が進むと同時に「物流」が盛んとなり軽便な包装に移り、今日では「ファッション性」が重視される様になっています。

今一度原点に立ち返り、豊作で収穫した食物を日本の技術力で長期保存が可能な包装を施し、食べ物がなく飢餓で苦しんでいる国へ運ぶことができれば素晴らしいと思います。

地球環境の観点からも、限られた資源を有効的に活用するためには、これからも過剰な包装ではなく必要な包装、安全のための包装を重視し、再生が利く「風呂敷」を意識した包装観念を思い起こす必要があります。日本を起点とし「食の文化」を乗り越え、グローバルに包装業界が発展することを望んでいます。また、日本包装コンサルタント協会を通じ食品向けの包装機械の知識が役立ち、少しでも社会に貢献できればと思っています。

以上

## 編集後記

2011年度の会報、第27号を発行することができましたが、杉崎会員、菱沼会員、亀岡会員のお三方からそれぞれ貴重な論文をご寄稿いただき充実した会報に仕上がったと大変喜んでおります。

特に菱沼一夫氏の「福島第1原発事故のコンプライアンスの検証と自己反省」と題する寄稿論文は、明解な論述に深く感銘を受けた次第です。

さらに、この一年（2011）における当会の活動状況と、この度新しく会員になられた野上良亮氏(昨年9月入会)、白倉昌氏(昨年12月入会)、田摩豊秋氏並びに乾博信氏(両氏とも本年4月入会)、4名の方々からそれぞれ「自己紹介」文をご寄稿いただき編集委員一同感謝しております。

なお、会報のPDF編集を菱沼理事、ホームページへの広報を小山理事がそれぞれ担当して下さいました。お二方のご尽力によってここに無事発行できましたことに深謝と敬意を表します。(文責；中山秀夫)

2011年12月1日

会報編集委員 中山 秀夫  
菱沼 一夫  
小山 武夫