

平成17年度 調査研究報告書

平成17年度
インバース・マニュファクチャリング
フォーラム調査研究報告書

平成18年3月

財団法人 製造科学技術センター

目次

■ 活動概要

1. 平成17年度活動概況	1
2. 活動体制	2
3. 委員会活動	3
4. 普及・啓発活動	14

■ フォーラム委員会の活動

I. インバース実践委員会

I-1 ライフサイクル設計ガイドライン・評価基準WG

1. はじめに	17
2. H17年度の活動報告	17
3. H18年度の活動計画	18
4. ライフサイクル設計 DfE 調査結果整理シート	18

I-2 DfE 実態調査 SWG

1. 背景および目的	23
2. DfE 調査内容	23
3. DfE 調査結果	27
4. 調査結果のまとめと今後の課題	51

I-3 シナリオ作成WG

1. WGの目的と活動内容	57
2. シナリオ概要	59
3. ワークショップ詳細	63

II. 環境配慮設計解体容易化技術調査委員会 (LCD 分離・解体技術に関する調査研究)

はじめに	109
1. LCD 対応解体容易化技術	112
2. 製品搭載実用化 (SMP 等) 調査	116
3. 最新 LCD 解体技術の整理・体系化	137
4. LCD 分離・解体技術に関する動向調査	152
5. LCD 対応解体容易設計、解体容易締結部品開発 ー実用化ロードマップ作成ー	173
6. 今後の課題及び展開	179

III. 教育・表彰委員会

1. 目的、制度	181
2. 平成17年度の活動	181
3. 10周年記念表彰	181
4. インバース・マニュファクチャリング関連表彰リスト	181

IV. 情報調査広報委員会

1. 総会併設講演会……………195
2. 関西セミナー&工場見学……………196
3. インバース・マニュファクチャリングシンポジウム 2006…………… 198
4. 総会併設講演会でのアンケート結果…………… 200

活動概要

1. 平成17年度活動概要

当フォーラムも1996年12月の設立以来、概念提案、提言などが中心のPhase Iとしての活動の時期を終え、平成16年度は、実行、開発、普及展開といった活動が中心になるPhase IIの時期を迎えたとの認識でインバース実践委員会のもとに、ライフサイクル設計ガイドライン・評価基準WGとビジネスモデルWGを設置し、製造業が循環産業として事業展開するための基礎的な検討を進めた。当フォーラムの設立当初は、環境と調和したものづくりを追求することがユニークな活動であったが、今や製造業として、当然の活動になっており、当フォーラムとしての差別化が必要になってきている。

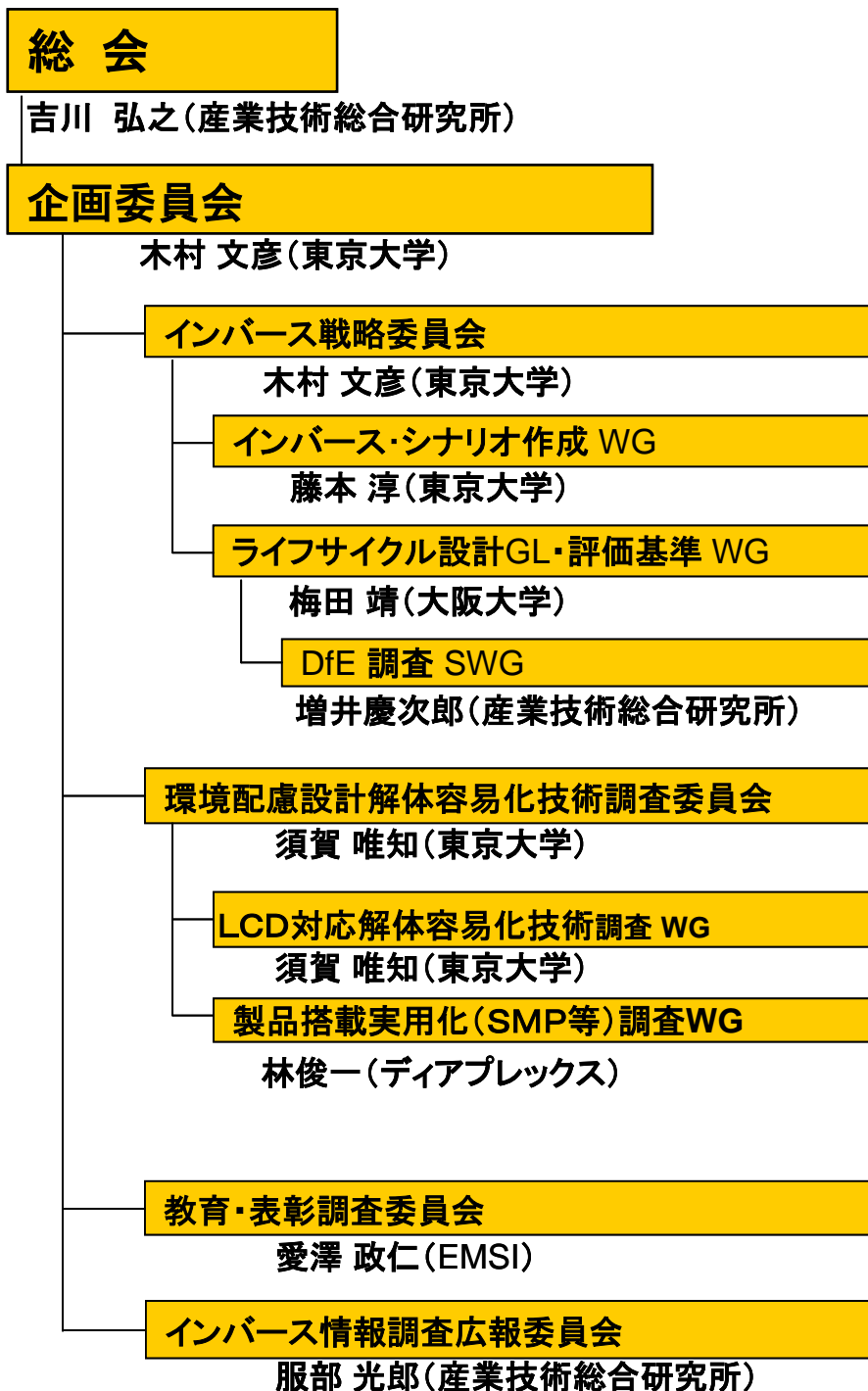
最近では、環境負荷の低減が話題になることも多くなっているが、その中心は、欧州や中国における化学物質の規制や、原油高騰に関係しての省エネ、二酸化炭素削減であり、3Rやインバース・マニュファクチャリングなどへの言及は少ない。実際、フォーラム会員（特に企業会員）が減少しており、フォーラムの活動を維持発展させるためには、インバース・マニュファクチャリングの重要性を世間にアピールして、会員数の確保、維持にも配慮が必要である。

平成17年度は、フォーラム全体の活動の提案、総括を行う「企画委員会」が、当フォーラムの存在意義と価値を再確認することが必要だとの認識のもと、中長期的な社会動向も見据えて、インバース・マニュファクチャリングの果たすべき役割、期待される成果などを明示する作業を中心に活動するという方針を打ち出した。具体的には、インバース戦略検討委員会のもとに、フォーラムの中期的ビジョン、シナリオを作成するWGとインバース・マニュファクチャリングの中核をなすライフサイクル設計・評価基準を検討するWGを組織した。特に、ライフサイクル設計・評価基準を検討するWGには、DfE (Design for Environment) の実態調査と概念整理をするためのSWGを設けて、環境配慮設計につき、企業ヒアリングなどを実施した。また、インバース・マニュファクチャリング技術への取り組みとして、分離・解体技術を取り上げ、環境配慮設計解体容易化技術調査委員会を設置し、平成21年度と予想されている家電リサイクル法改正や平成23年度に計画されているTV地上波の完全デジタル化を睨んで、液晶TV等の解体などに利用できる解体技術、締結技術の分類整理と開発、普及の必要性、応用可能性を調査分析した。また、教育・表彰委員会では、H18年度が当フォーラムの創設10周年に当たるため、フォーラムの発展に寄与したメンバーの表彰について検討を行った。情報調査広報委員会では、教育啓蒙のためのセミナーやシンポジウムなどを通じて、積極的な情報発信と、要素技術開発のプロジェクト応募につなげるための検討を行って来たが、H17年度には、セミナー、工場見学を関西地区で実施した。東京地区でのシンポジウムでは、製造業だけでなく、消費者や回収業者、行政サイドなど、製品ライフサイクル上でのいろいろな立場のパネラーを招いて、持続可能社会実現に向けての課題につき情報共有するためのパネルディスカッションを実施した。

2. 活動体制

平成17年度に、新たに、インバース戦略委員会のもとに、インバース・シナリオ作成WGが、ライフサイクル設計ガイドライン・評価基準WGのもとにDfE調査SWGが、また環境配慮設計解体容易化技術調査委員会が発足した。

インバース・マニュファクチャリングフォーラム H17年度活動体制



3. 委員会活動

3. 1 委員名簿

企画委員会

(順不同)

委員長

木村 文彦 東京大学大学院 工学系研究科 精密機械工学専攻 教授

委員

木村 達也 NTTアドバンステクノロジー(株) シニア・アドバイザー
服部 光郎 独立行政法人 産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門
総括研究員 兼 循環型生産システム研究グループ グループ長
増井慶次郎 独立行政法人 産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門
循環型生産システム研究グループ 主任研究員
梅田 靖 大阪大学大学院 工学研究科 機械工学専攻 教授
須賀 唯知 東京大学大学院 工学系研究科 精密機械工学専攻 教授
馬場 靖憲 東京大学 先端科学技術研究センター 教授
藤本 淳 東京大学 先端科学技術研究センター 特任教授
永田 勝也 早稲田大学 理工学部 機械工学科 教授
外山 良成 石川島播磨重工業(株) 技術開発本部 管理部 課長
愛澤 政仁 (株)イーエムエスアイ 代表取締役 所長
米澤 公敏 新日本製鐵(株) 技術総括部 部長代理 技術総括グループ マネージャー
石森 義雄 (株)東芝 研究開発センター 先端機能材料ラボラトリー 研究主幹
山本 司 トヨタ自動車(株) 環境部 BRリサイクル法制化準備室 室長
熊本 隆 日産自動車(株) 先行技術開発本部 技術企画部 主管
大橋敏二郎 (株)日立製作所 生産技術研究所 主管研究員
渡辺 富夫 富士ゼロックス(株) アセット・リカバリー・マネジメント統括部
統括部長
吉田 啓一 松下電器産業(株) 環境本部 環境企画グループ 環境渉外チーム 参事

オブザーバ

土屋 博史 経済産業省 製造産業局 産業機械課 課長補佐
中桐 裕子 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術係長
興水 裕樹 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術二係
佐野 正治 経済産業省 産業技術環境局 環境政策課 環境調和産業推進室 振興係長

インバース戦略委員会
ライフサイクル設計ガイドライン・評価基準WG

(順不同)

主 査

梅田 靖 大阪大学大学院 工学研究科 機械工学専攻 教授

委 員

岡村 宏 芝浦工業大学 システム工学部 機械制御システム学科 教授

藤本 淳 東京大学 先端科学技術研究センター 特任教授

山際 康之 東京造形大学 造形学部 サステナブルプロジェクト専攻領域 助教授

近藤 康雄 鳥取大学大学院 工学研究科 情報生産工学専攻 生産環境システム講座
助教授

増井慶次郎 独立行政法人 産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門
循環型生産システム研究グループ 主任研究員

秦 智之 (株)イーエムエスアイ サステナビリティ・ディビジョン マネージャー

小林 英樹 (株)東芝 研究開発センター 環境技術ラボラトリー 主任研究員

吉田 啓一 松下電器産業(株) 環境本部 環境企画グループ 環境渉外チーム 参事

オブザーバ

土屋 博史 経済産業省 製造産業局 産業機械課 課長補佐

中桐 裕子 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術係長

興水 裕樹 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術二係

佐野 正治 経済産業省 産業技術環境局 環境政策課 環境調和産業推進室 振興係長

インバース戦略委員会
ライフサイクル設計ガイドライン・評価基準WG
D f E 調査SWG

(順不同)

主 査

増井慶次郎 独立行政法人 産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門
循環型生産システム研究グループ 主任研究員

委 員

梅田 靖 大阪大学大学院 工学研究科 機械工学専攻 教授
岡村 宏 芝浦工業大学 システム工学部 機械制御システム学科 教授
藤本 淳 東京大学 先端科学技術研究センター 特任教授
山際 康之 東京造形大学 造形学部 サステナブルプロジェクト専攻領域 助教授
近藤 康雄 鳥取大学大学院 工学研究科 情報生産工学専攻 生産環境システム講座
助教授
秦 智之 (株)イーエムエスアイ サステナビリティ・ディビジョン マネージャー
小林 英樹 (株)東芝 研究開発センター 環境技術ラボラトリー 主任研究員
吉田 啓一 松下電器産業(株) 環境本部 環境企画グループ 環境渉外チーム 参事

オブザーバ

土屋 博史 経済産業省 製造産業局 産業機械課 課長補佐
中桐 裕子 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術係長
興水 裕樹 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術二係
遠藤 薫 経済産業省 産業技術環境局 リサイクル推進課 課長補佐

インバース戦略委員会
シナリオ作成WG

(順不同)

主 査

藤本 淳 東京大学 先端科学技術研究センター 特任教授

委 員

梅田 靖 大阪大学大学院 工学研究科 機械工学専攻 教授

岡村 宏 芝浦工業大学 システム工学部 機械制御システム学科 教授

木村 文彦 東京大学大学院 工学系研究科 精密機械工学専攻 教授

山際 康之 東京造形大学 造形学部 サステナブルプロジェクト専攻領域 助教授

増井慶次郎 独立行政法人 産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門
循環型生産システム研究グループ 主任研究員

近藤 伸亮 独立行政法人 産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門
循環型生産システム研究グループ 研究員

鈴木 孝和 独立行政法人 産業技術総合研究所 計算科学研究部門 主任研究員

米澤 公敏 新日本製鐵(株) 技術総括部 部長代理 技術総括グループ マネージャー

石森 義雄 (株)東芝 研究開発センター 先端機能材料ラボラトリー 研究主幹

石田 智利 (株)日立製作所 研究開発本部 新事業企画センタ 主任研究員

大橋敏二郎 (株)日立製作所 生産技術研究所 主管研究員

オブザーバ

外山 良成 石川島播磨重工業(株) 技術開発本部 管理部 課長

朝倉 紘治 (財) エンジニアリング振興協会 研究理事

秦 智之 (株)イーエムエスアイ サステナビリティ・ディビジョン マネージャー

西村 行功 (株)グリーンフィールド 代表取締役

荒井 叙哉 (株)グリーンフィールド シニアコンサルタント

松本 光崇 日本電気(株) 基礎・環境研究所 エコデザインTG

白井 信雄 三井情報開発(株) 総合研究所 環境・資源領域リーダー 主任研究員

土屋 博史 経済産業省 製造産業局 産業機械課 課長補佐

中桐 裕子 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術係長

興水 裕樹 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術二係

環境配慮設計解体容易化技術調査委員会

(順不同)

委員長

須賀 唯知 東京大学大学院 工学系研究科 精密機械工学専攻 教授

委員

野村 昇 独立行政法人 産業技術総合研究所
ライフサイクルアセスメント研究センター 環境効率研究チーム 主任研究員

瀬山 康昭 (財)家電製品協会 環境部 次長

森本 弘 シャープ(株) 環境安全本部 本部長

林 俊一 (株)ディアプレックス 常務取締役

芝崎 恒雄 (社)電子情報技術産業協会 電子デバイス部 部長

材木 正己 日東精工(株) 取締役 ファスナー副事業部長

村上 治憲 日本板硝子(株) 輸送機材カンパニー テクニカルセンター センター長

オブザーバ

浅岡 健 (株)イーエムエスアイ 主席研究員

菊池 有 (株)イーエムエスアイ アソシエイト

中桐 裕子 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術係長

興水 裕樹 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術二係

菅原 洋 経済産業省 産業技術環境局 リサイクル推進課

環境配慮設計解体容易化技術調査委員会
LCD対応解体容易化技術調査WG

(順不同)

主 査

須賀 唯知 東京大学大学院 工学系研究科 精密機械工学専攻 教授

委 員

山際 康之 東京造形大学 造形学部 サステナブルプロジェクト専攻領域 助教授

野村 昇 独立行政法人 産業技術総合研究所

ライフサイクルアセスメント研究センター 環境効率研究チーム 主任研究員

瀬山 康昭 (財)家電製品協会 環境部 次長

森本 弘 シャープ(株) 環境安全本部 本部長

芝崎 恒雄 (社)電子情報技術産業協会 電子デバイス部 部長

村上 治憲 日本板硝子(株) 輸送機材カンパニー テクニカルセンター センター長

星名 久史 三菱マテリアル(株) 資源・環境・リサイクル統括室 担当課長

オブザーバ

浅岡 健 (株)イーエムエスアイ 主席研究員

菊池 有 (株)イーエムエスアイ アソシエイト

中桐 裕子 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術係長

興水 裕樹 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術二係

菅原 洋 経済産業省 産業技術環境局 リサイクル推進課

環境配慮設計解体容易化技術調査委員会
製品搭載実用化（SMP等）調査WG

（順不同）

主 査

林 俊一 (株)ディアプレックス 常務取締役

委 員

小池 誠一 コクヨS&T(株) テクニカルセンター 商品技術グループ グループリーダー

谷川 雅信 シャープ(株) 環境安全本部 環境技術開発部 副参事

四方 修 日東精工(株) 開発研究所 所長

近藤 悟 三菱重工業(株) 名古屋研究所 材料・化学研究室 主任

村井 弘一 ニプロ(株) 第二研究開発部 部長

オブザーバ

浅岡 健 (株)イーエムエスアイ 主席研究員

菊池 有 (株)イーエムエスアイ アソシエイト

中桐 裕子 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術係長

興水 裕樹 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術二係

菅原 洋 経済産業省 産業技術環境局 リサイクル推進課

教育・表彰調査委員会

(順不同)

委員長

愛澤 政仁 (株)イーエムエスアイ 代表取締役 所長

委員

梅田 靖 大阪大学大学院 工学研究科 機械システム工学専攻 教授

藤本 淳 東京大学 先端科学技術研究センター 特任教授

近藤 康雄 鳥取大学大学院 工学研究科 情報生産工学専攻 生産環境システム講座
助教授

朝倉 紘治 (財) エンジニアリング振興協会 研究理事

オブザーバ

宮坂 武志 (株)朝日クリエイティブ ディレクター

宇野 元雄 東京エコリサイクル(株) 管理部 部長

名木 稔 (財) クリーン・ジャパン・センター 企画調査部 部長代理

土屋 博史 経済産業省 製造産業局 産業機械課 課長補佐

中桐 裕子 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術係長

興水 裕樹 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術二係

情報調査広報委員会

(順不同)

委員長

服部 光郎 独立行政法人 産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門
総括研究員 兼 循環型生産システム研究グループ グループ長

委員

近藤 康雄 鳥取大学大学院 工学研究科 情報生産工学専攻 生産環境システム講座
助教授

外山 良成 石川島播磨重工業(株) 技術開発本部 管理部 課長

朝倉 紘治 (財)エンジニアリング振興協会 研究理事

小池 勉 (社)日本自動認識システム協会 事務局長

梅垣 淳一 日本電気(株) 生産技術研究所 業務マネージャー

市野 修一 富士写真フイルム(株) 神奈川工場 イメージング材料加工技術部 参事

片桐 知己 (株)セルナック (三菱マテリアル(株)) 業務部長

オブザーバ

土屋 博史 経済産業省 製造産業局 産業機械課 課長補佐

中桐 裕子 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術係長

興水 裕樹 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術二係

3. 2 委員会開催状況（回数は平成17年度として表示）

（1）総会（第10回）

平成17年 6月28日

（2）企画委員会

第1回 平成17年 5月31日

第2回 平成18年 3月22日

（3）インバース・シナリオ作成WG

第1回 平成17年 7月27日

第2回 平成17年 9月14日

第3回 平成17年12月15日

第4回(合宿)平成18年 1月20日～21日

（4）LC設計ガイドライン・評価基準WG

（環境配慮設計普及度調査委員会）

第1回 平成17年 4月25日

第2回 平成17年 5月31日

第3回 平成17年 7月11日

第4回 平成17年 9月 6日

第5回 平成17年10月21日

第6回 平成17年12月15日

第7回 平成18年 1月31日

第8回 平成18年 3月 6日

（5）インバース・情報調査広報委員会

第1回 平成17年 4月 5日

第2回 平成17年 5月27日

第3回 平成17年 6月21日

第4回 平成17年 8月30日

第5回 平成17年10月11日

第6回 平成17年11月25日

第7回 平成18年 1月12日

第8回 平成18年 2月 3日

第9回 平成18年 3月17日

(6) インバース・教育・表彰調査委員会

第1回 平成18年 1月10日

(7) 環境配慮設計解体容易化技術調査委員会

第1回 平成17年12月 7日

第2回 平成18年 3月 2日

(8) LCD対応解体容易化技術調査WG

第1回 平成17年12月 7日

第2回 平成18年 1月19日

第3回 平成18年 3月 2日

(9) 製品搭載実用化（SMP等）調査WG

第1回 平成17年12月 7日

第2回 平成17年12月27日

第3回 平成18年 1月13日

第4回 平成18年 2月 6日

第5回 平成18年 2月27日

(10) 見学会・セミナー等

平成18年 1月12日 関西セミナー

平成18年 1月13日 関西リサイクルシステムズ(株)工場見学

平成18年 2月 8日 インバース・シンポジウム

4. 普及・啓発活動

平成17年度は以下のような活動を行った。

1. 総会併設講演会

日 時：平成17年6月28日（火）13：30～16：00

場 所：虎ノ門パストラル新館6階 アジュール

東京都港区虎ノ門4丁目1番1号

参加者：65名

講演内容：

講演1. 「3R政策と最近の動向」

経済産業省産業技術環境局リサイクル推進課

辻本 圭助 総括補佐

講演2. 「インバース・マニュファクチャリングは何故必要か？」

大阪大学 大学院工学系研究科 梅田 靖 教授

講演3. 「エコデザインの新たなる展開

－ “市民の消費行動と環境情報ニーズ” に関するアンケート分析より－

東京大学先端科学技術研究センター

藤本 淳 特任教授

2. 関西セミナー&工場見学

セミナー

日 時；平成18年1月12日（木）13：00～17：30

場 所；大阪大学 银杏会館 大会議室（大阪府吹田市山田丘2-2）

主 催；インバース・マニュファクチャリングフォーラム

後 援；大阪大学（大学院工学研究科機械工学専攻）

参加者：37名

内容

講演1 「インバース・マニュファクチャリング（循環生産）」大阪大学大学院 工学研究科 教授 梅田 靖

講演2 「地球温暖化の国内制度設計」大阪大学 社会経済研究所 教授 西條 辰義

講演3 「温暖化負荷ゼロ企業を目指して－シャープの環境取り組み－」

シャープ株式会社 環境安全本部 本部長 森本 弘

研究室見学 大阪大学 大学院 工学研究科 マテリアル生産科学専攻 荒井研究室

リユースリサイクルを考慮した分解支援システム

大阪大学 大学院 工学研究科 機械工学専攻 梅田研究室

ライフサイクル設計と環境調和ビジネス

工場見学

場 所；関西リサイクルシステムズ株式会社

大阪府大阪市春日北町2丁目28番1号

日 時；平成18年1月13日（金） 10:00～12:00

主 催；インバース・マニユファクチャリングフォーラム

参加者；27名

3. インバース・マニユファクチャリングフォーラムシンポジウム 2006

日 時；平成18年2月8日（水） 10:00～17:00

場 所；後樂園会館 1F 会議室3～5 東京都文京区後楽 1-7-22

主 催；インバース・マニユファクチャリングフォーラム

参加者；72名

講演「地球環境のメガトレンドと日本産業」 安井至国連大学副学長

解説「EcoDesign2005」の話題から

フォーラムメンバー（服部光郎、増井慶次郎、小池勉、外山良成、市野修一、近藤康雄、朝倉紘治、近藤伸亮）

パネルディスカッション 「循環型社会実現に向けての警鐘」

ーライフサイクル各段階の情報共有化と連携ー

コーディネータ 梅田靖 大阪大学大学院教授（工学系研究科機械工学専攻）

パネラー 湯本啓一 経済産業省産業技術環境局リサイクル推進課総括補佐

木村文彦 東京大学大学院教授（工学系研究科精密機械工学専攻）

藤本淳 東大教授先端科学技術研究センター特任教授

柄崎晃一 日立製作所情報・通信グループ環境推進センター担当部長

辰巳菊子 日本消費生活アドバイザー・コンサルタント協会理事

宮村隆喜 株式会社コートク代表取締役

4. ニュースレターの発行

第17号（平成17年7月15日発行）

フォーラム委員会の活動

I. インバース実践委員会

I-1 ライフサイクル設計ガイドライン・ 評価基準 WG

ライフサイクル設計ガイドライン・評価基準 WG

1. はじめに

本 WG の目的は、以下のように設定されている。

1) H18年度末を目標に、IM フォーラムで格付け、ランキング、もしくは表彰を行うことを前提に、IM /ライフサイクル設計の達成度を評価するための基準を策定する。このために、IM /ライフサイクル設計 /エコデザインのコンセプトを再整理し、具体的なライフサイクル設計の手順の明確化、IM の達成度の指標化を検討する。

2) シナリオ WG の成果に基づき、「新インバース・マニュファクチャリング」のコンセプトを実現するための鍵となる技術として必要な「ライフサイクル設計」技術を明らかにする。

これに対し、目的 2)については、シナリオ WG の進捗状況の関係から、来年度以降の課題とし、今年度は、目的 1)に対し、ライフサイクル設計・マネジメントを評価するための自己チェックリスト案の作成、および、基礎データ収集を目的として、DfE (Design for Environment、環境配慮設計)の実態調査を行ったので、これを報告する。

2. H17 年度の活動報告

H17 年度は、以下の課題に対して活動を行った。

1) チェックシートの作成

企業が自己診断として使用するIMの考え方(ライフサイクル設計・マネジメント)を啓発ためのチェックシート案を作成した(4. ライフサイクル設計 DfE 調査結果整理シート に記載)。

2) 企業の DfE(環境配慮設計)実態調査サブワーキンググループの発足

最近の EuP 指令、IEC EcoDesign 規格案に見られるように、環境配慮設計が設計においてますます必須のものになりつつある。これらの中では、「ライフサイクル思考」が強調されており、この意味で、本フォーラムの「ライフサイクル設計」を後追いするものである。ここで、各業界の種々の企業の DfE の実態を調査することを目的として DfE 実態調査サブワーキンググループを発足させた(具体的な成果についてはサブワーキンググループの報告参照)。これにより、本フォーラムからの上記の動きに対する情報発信の基礎とし、また、環境配慮設計の進展度合い、そこで使われる要素設計技術 / ツールを調査することにより、1)のチェックシートに反映させることを意図している。

3) DfE 実態調査結果のチェックシートへの反映

2)のサブワーキンググループの成果に基づき 1)のチェックシートの評価を行った。その結果、以下のような考察を得た。

- 環境面の考慮をどのような形で設計プロセスに織り込んでいるか、開発目標の中で環境面がどのように位置づけられているか、ライフサイクルの把握度合いなどは、現状のチェックシート案で上手く評価可能。

- 製品カテゴリー毎に DfE に対する考え方、実施形態が大きく異なっており、さらには、当面目指している「循環」の在り方も大きく異なっており、現状の一枚のチェックシート案で様々な業種を評価することは困難である。

以上、本年度は、アンケート票作成、アンケート試行まで行ったが、格付け・表彰などを実施するためには、評価方法のもう一段階の詳細化、具体化が必要なことが明らかになった。

3. H18 年度の活動計画

H17 年度の成果は主として DfE 実態調査サブワーキンググループによる成果であり、この活動から得られた成果、さらには、シナリオ WG から得られた成果を本 WG の目的であるガイドライン／チェックシートに反映させるところまでは至っていない。そこで、H18 年度は、これらの点について検討し、本 WG の一応の活動期限である H18 年度末に成果をまとめておきたい。このとき、分析の視点として、以下の項目が挙げられ、これらを反映させた形でチェックシートを改良したい。

- 製品ライフサイクルの特徴と、目指すべき循環像、および、必要となるライフサイクル設計・管理技術の対応関係
- 企業の環境目標、個々の製品開発目標、製品開発体制の構造化
- 製品ライフサイクルの把握度合いと、その結果の設計、マネジメントへの反映
- エコエフィシエンシー、ファクター X における「価値」の取り扱い

4. ライフサイクル設計 DfE 調査結果整理シート

企業が自己診断として使用する IM の考え方(ライフサイクル設計・マネジメント)を啓発ためのチェックシート案(表 I-1.1)を作成した。次ページ以降にそれを掲載する。

表 I — 1. 1: ライフサイクル設計 DfE 調査結果整理シート

記入者名:

調査対象企業名:

LCD の point		Level	1 環境無配慮設計	2 従来型環境配慮設計	3 先進的環境配慮設計	4 LCD の考え方の導入	5 LCD 合格レベル
評価尺度 (2000 年にその機能を実現する LC の資源・エネルギー消費量を1として*)			1.2	1	1/2	1/5	1/10
設計によって達成すべき目的			製品販売量 コスト・パフォーマンス	環境法規制対応 企業イメージ	環境法規制への プロアクティブな 対応としてのライ フサイクル全体 の環境負荷削 減、企業イメージ	ライフサイクル全 体での環境負荷 削減と企業の経 済性の両立	左に加えて、機 能提供手段の革 新とユーザの環 境行動の促進
マネジメントレ ベルの対応	企業戦略から製 品開発目標まで の一貫性・構造 化		企業戦略、企業 全体の環境目標 がない	企業戦略、企業 全体の環境目標 はあるが、製品 開発目標と関連 していない	製品開発目標を 策定する際、企 業戦略、企業全 体の環境目標と 関連づけている	LCD の考え方の 重要性が全社的 に認識されてお り、企業戦略、企 業全体の環境目	左に加えて、企 業の理想的長期 目標があり、それ に向けて戦略的 な行動を行って

					標から製品開発 目標まで一貫し て推進、管理す る体制がある	いる。下流から戦 略へのリアルタイ ムのフィードバッ クがある
ライフサイクル 設計	ライフサイクル戦 略	「環境」を考慮に 入れて製品戦略 を立案するという 発想がない	従来のビジネス 戦略、製品コン セプトの再考な しに、環境関連 法規制対応を考 えている	従来のビジネス 戦略、製品コン セプトの再考は していないが、将 来の環境関連法 規制を見据えて 対応を戦略的に 考えている	ライフサイクル全 体を見渡した上 で、ビジネス戦 略、ライフサイク ル戦略として検 討すべき課題を 認識している。	LCM のデータを 用いて、LCT、 PSS、DMT の考 え方を参照しつ つ、ビジネス戦 略、ライフサイク ル戦略を合理的 に策定しており、 ライフサイクル戦 略を抜本的に革 新した製品もいく つかある
	ライフサイクル・ オプションのベス トミックス	販売以降のことは 考えていない	常識として、製 品全体のカスケ ード・マテリアル リサイクルを想定 している	基本的には、カ スケード・マテリ アルリサイクルで あるが、企業内 マテリアルサイ クル、再生産、リ ユースを試行/ 実践している	ライフサイクル全 体を見渡した上 で、さまざまなラ イフサイクル・オ プションがあるこ とを認識し、その 可能性を検討し ている	LCM のデータを 用いて、ライフサ イクル・オプション を決定する方法 が、設計プロセス の中に定着して いる
	製品設計	設計時に「環境	製品アセスメント	左に加えて、環	ライフサイクル全	LC 戦略、LC オ

		調和性」が配慮されていない	を実施して可能な範囲で、分解性、リサイクル可能性、有害物質の削減などを製品レベルで検討している(その設計結果が後工程で活用されている保証はない)	境配慮設計の結果が後工程で活かされている。また、後工程での情報を製品設計に反映し、より高度な循環経路実現を指向している	体を見渡した上で、LC オプションに応じた、適切な製品設計(DfX など)が実施されている	プションのベストミックスから、合理的に製品設計を展開しており、その方法論が設計プロセスに組み込まれている。また、その効果も LCM で検証している
	ライフサイクル評価	ライフサイクル全体の評価は行っていない	製品アセスメントによる評価。一部製品で LCA の試行	ほぼ全ての製品で LCA を実施している。ファクター X などの新評価指標の導入も試みている	開発する全機種に対してライフサイクル評価を設計プロセスに組み込んで実施している	開発する全機種に対して LCM のデータに基づいて、LCA、循環のバランス評価、ビジネス性評価など多面的なライフサイクル評価を実施し、LCD を最適化している
ライフサイクル設計後の対応	ライフサイクル・マネージメント	販売以降のことは全く関知していない	マネージメントしていない。	使用段階、使用後の状況については、工業会、他社の状況から	ライフサイクルのモニタリング(サンプル調査)を実施しており、全ラ	ライフサイクルのモニタリングを定常的に実施し、その結果を LCD

				推察している	イフサイクルの流れ(質・量)をおよそ把握している	に活用している。また、循環方法の修正、アフターセールスサービスなどのビジネスへも活用している。さらに、ユーザの環境行動を促進する製品・サービスの提供や推進運動を行っている
結果としての効果		環境問題の悪化	環境関連法規制へ対応出来れば良い	当該製品分野において環境に関するトップランナーとなる	LCD により評価値1/2を経済的に成立させている成功事例がある	全ての製品でLCD が実践され、最も遅れた製品で評価値1/5を達成している

I. インバース実践委員会

I—2 DfE 実態調査 SWG

本委員会の活動の一部（DfE 実態調査）は、経済産業省委託環境問題等対策調査委託費による「環境配慮設計普及状況基礎調査」として実施したものである。

D f E 実態調査サブWG活動報告

1. 背景および目的

本サブWGでは、フォーラムで検討しているライフサイクル設計を普及させることを目的に、現在製造業各社が行っている環境配慮設計（D f E）に関する取り組みを調査把握し、今後の研究活動に反映させるためD f Eの実態調査を行った。また近年のD f Eへの関心の高まりから、国際的にもD f Eの規格化・標準化が検討されている。この標準化の適正化にも本調査結果は貢献するものと思われる。具体的には、D f Eが普及している電機メーカー7社、事務機器メーカー4社、自動車メーカー3社の計14社に対し、2005年10月から2006年3月の期間でヒアリング調査を実施した。

2. D f E 調査内容

ヒアリング調査では、環境配慮型製品の定義、D f Eのプロセス、D f Eの推進体制についての質問項目をまとめた調査票を事前に送り、ヒアリングを行った。また、ヒアリング当日には、これらに加え、全社的な目標と製品設計の目標の関連についても聞いている。

以下に、調査票の内容を示す。

○環境配慮型製品についての質問項目

1. 環境に配慮した製品

- (1) 環境に配慮した製品について、どのような呼び方をされていますか。
(例) エコプロダクツ
- (2) (1)の環境に配慮した製品の定義、もしくは選定基準はどのようなものですか。
- (3) 環境に配慮した製品（エコプロダクツ）が全製品に占める割合はどのくらいですか。また、その割合はどのように変化していますか。
- (4) 通常的环境に配慮した製品（エコプロダクツ）と、さらにそれを上回る製品（スーパーエコプロダクツ）がある場合、スーパーエコプロダクツの選定基準はどのようなものですか。また、スーパーエコプロダクツの割合はどのくらいですか。さらに、その割合はどのように変化していますか。

環境配慮型製品の定義、選定基準については、先に仕様を決めて製品開発するのか、結果的に開発された製品を評価した場合に環境配慮型製品に分類されるのかについても注意して聞いている。環境配慮型製品の定義、選定基準が設計における目標となっているかを聞いている。

OD f Eのプロセスについての質問項目

2. 環境に配慮した製品をつくりだすプロセス

御社で実施されているD f Eの方法について、IEC Guide 114のフロー（図3.2.1を参照）で示される「製品企画」と「設計」に分けてお伺いします。最初にほぼ全ての製品で実施されている標準的な設計プロセスについて、次に代表的、先進的な環境配慮製品における設計プロセスについてお伺いします。

2.1. D f Eの標準的なプロセス

- (1) 製品企画の段階で決められる製品に対する環境側面の要求事項として、どのような項目が設定されていますか。
- (2) 製品企画は、どのような部署が主導し、どのようなメンバーにより策定されますか。
- (3) 製品への環境側面の要求事項はどのようなプロセスで決めていますか。また、そのときに用いるツールがあれば、その利用方法とあわせてご記入下さい。（例）QFD¹、ベンチマーク

2.1.2. 設計

- (1) 製品の環境側面に関する設計要求事項のうち、数値的目標が設定されるものにはどのようなものがありますか。また、その数値目標は、どのようなプロセスで、どのようなツールを使って設定していますか。
- (2) D f Eのために利用されている包括的なガイドラインや方法論がありますか。また、どのような部署でどのような使われ方をしていますか。
（例）IEC Guide 114, ISO 14062, 業界の製品アセスメントガイドライン
- (3) 業界で標準化されているガイドライン、ツールなどがありますか。また、それらをどのように利用されていますか。
（例）業界の製品アセスメントガイドラインをもとに、独自の製品アセスメントガイドラインを策定している。

2.2. 代表的・先進的な環境配慮製品における設計プロセス

代表的、先進的な環境配慮製品における設計プロセスについてお伺いします。

- (1) 代表的、先進的な製品を教えてください。
- (2) (1)の製品では、どのように製品企画が行われましたか。目標の設定、評価について、標準的なプロセスと比較した場合に特徴的な違いがありましたら教えてください。特に、製品に要求される項目、要求項目を選定する際に利用される支援ツールについて、標準的なプロセスとの違いはありましたか。
- (3) (1)の製品では、どのように設計プロセスが進められましたか。特に、検討項目、検討方法について、標準的なプロセスと比較した場合に違いはありましたか。

製品開発がD f Eを想定して始まるのか、他の仕様を満たしているなかで結果としてD f Eになるのかなど、目標設定と結果の関係についてもヒアリングしている。

¹ QFD: Quality Function Deployment、品質機能展開。顧客の要求を設計開発で扱う技術的なパ

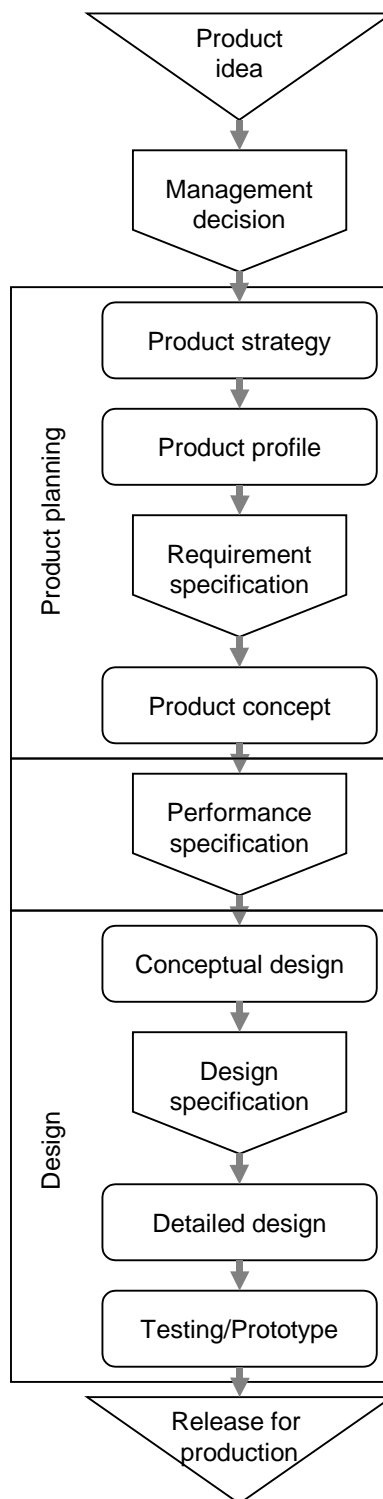


図 I - 2. 1 IEC Guide 114 の D f E のフロー
(調査票に添付)

ラメータにマッピングし、パラメータの範囲や優先順位を明らかにし、品質を管理する手法。

○D f Eの実施体制についての質問項目

3. D f Eの実施体制

D f Eの実施のため、どのような体制を構築されていますか。担当部署とその役割、部署間の関係について教えてください。

D f Eの実施体制として、たとえば設計・開発部門が中心に進め、環境部門が設計・開発部門のプロセスを確認するような仕組みが考えられる。また、ISO 9001のような品質マネジメントシステムやISO 14001のような環境マネジメントシステムとの関連でD f Eの実施体制を構築している可能性も考えられる。また、D f Eを進めるにあたり、部門間での情報の共有や情報のやり取りがどのように行われているかを聞くことも実施体制についての実像把握のヒントとなると考え、これらについてヒアリングすることで、D f Eの実施体制の現状把握を目指した。

3. D f E調査結果

(1) ヒアリング調査結果

ここではまず、ヒアリングした個々の企業の取組状況について、調査票の項目に基づいて報告する。環境配慮型製品、環境目標、ツールについては、独自の呼称を設けている企業もあるが、ここでは一般的な名称に置き換えて整理している。電気電子機器、事務機器メーカー、自動車・自動車部品メーカーに分けて整理する。なお、掲載した企業のヒアリング記録はその企業の取り組みの内容や状況であり、必ずしも業界全体の動向を表しているわけではないことに注意が必要である。

電気電子機器 (1)

製造している主な機器: 家電製品、PC、AV 機器、照明機器など

①環境配慮型製品の定義

- 環境配慮型製品をグリーンプロダクツ (Green Products) と定義し、必須条件および特長項目を満たすことと、製品アセスメントの実施を必須としている。必須条件は業界のトップレベルで設定している。特長項目には、温暖化防止効率、資源効率、化学物質があるが、現状では化学物質は必須となっており、温暖化防止効率、資源効率のいずれかを満たすことが必要である。
- 環境配慮型製品の割合は 85%以上である (2004 年度)。
- 通常の環境配慮型製品よりレベルの高い製品分類 (スーパーGP) も設定している。

②D f Eのプロセス、ツール

製品の設計・開発のプロセス・フローの中で、製品アセスメントを用いてD f Eを進めている。

○ 製品アセスメント

- 製品アセスメントを DR 0 (目標設定確認)、DR 1 (中間評価)、DR 2 (最終評価 (検証)) のタイミングで実施する (図 3. 2. 2)。(DR: Design Review、設計レビュー)
- それぞれのタイミングで実施される製品アセスメントでは同じ項目が用いられる。

○ LCA

- 製品アセスメントの中で LCA を行う。
- フルモデルチェンジするものではすべての製品で行うが、マイナーチェンジの場合にはチームリーダーの判断による。
- LCA のツールとしては、Microsoft Excel ベースのものを用いており、設計者が必要な

情報をセルに入力すれば、CO₂やエネルギー指標が算定される。

③目標設定

- 全社で環境に関する目標を設定している。
- 環境配慮型製品の割合を増やす（グリーンプラン2010）。

④その他

- 家電リサイクルプラントで収集した使用済みプラスチックの再利用を進めている。
- 新技術を導入することにより、製品のエネルギー使用効率を高め、製品の環境負荷低減を進めるものもある。D f Eに対して新技術開発を先行させている場合もある。

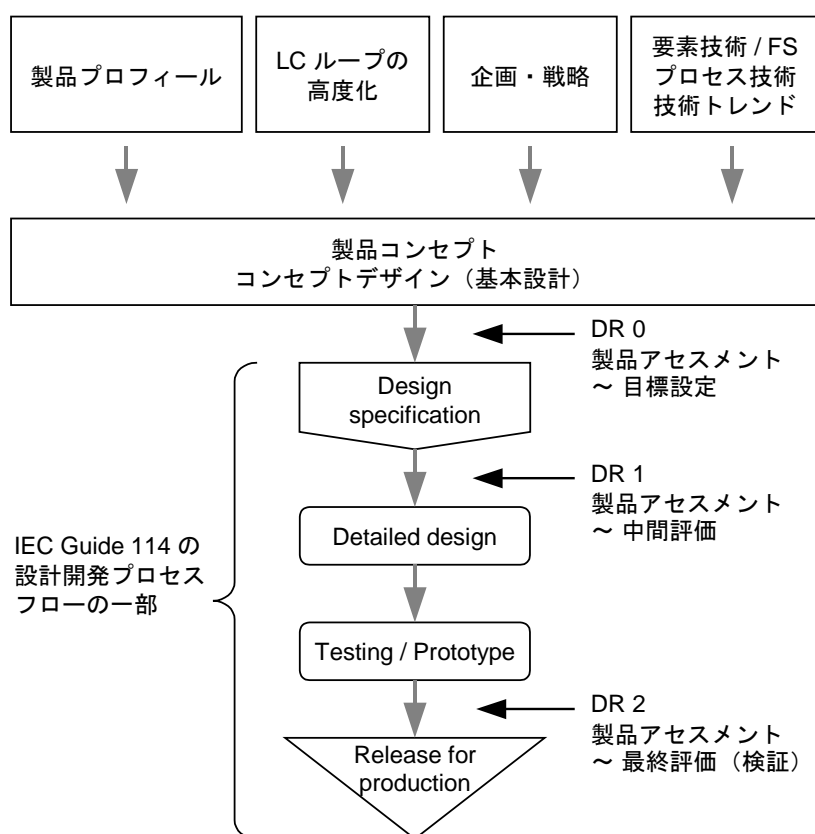


図 I—2. 2: 製品アセスメント実施のタイミング

電気電子機器 (2)

製造している主な機器: 家電製品、PC、AV 機器、電子機器など

①環境配慮型製品の定義

- 環境配慮型製品と環境配慮型製品のうちでさらに環境効率のよいものを定めている。
- 環境配慮型製品は各事業部が設定した自主基準に合格した製品であり、グループの環境ラベルを添付する。各事業部の自主基準は環境部門がチェックする。
- 事業部で製品を評価後、環境部門で評価データをチェックして環境配慮型製品として認定する。なお、評価データそのものの検証は難しい。
- 環境配慮型製品の基準は、エコラベルの基準やトップクラスの他社製品ベンチマークを取り入れて厳しいものを設定している。開発中の技術も想定している。
- 対象となる製品のうち、7割近くが環境配慮型製品の基準を満たしているが、環境配慮型製品の割合が数%になる見込みの基準に改訂中である。新基準設定後、5年間で製品の60%が環境配慮型製品の基準に合格するように技術向上を推進する。

②D f Eのプロセス、ツール

○ 製品アセスメント

- 製品アセスメントを全製品に対して実施する。クライアントから要求や旧製品との互換性の維持のために設計変更できない場合などを除き、製品アセスメントに合格しない製品は販売できない。
- 製品アセスメントを企画から量産にいたる過程のどこで実施するかは、事業部によって異なる。研究開発部門がある場合は、製造部門への移管時に製品アセスメントを実施することもある。
- 製品アセスメントは、他の評価と同時に実施することになる。省エネルギー等は製品アセスメントと他の評価で重複して評価されている。
- 以前はアセスメントを1回しか行わない事業部もあったが、企画、設計、試作等の複数回の実施を推奨して改善した。
- 製品アセスメントガイドラインの内容は経団連地球環境憲章、リサイクル法に準拠して作成されている。
- 製品アセスメントシートによる評価では、項目に対して従来値、目標値、結果を記入して評価を行い、悪ければ再設計となる場合がある。

○ LCA

- グループ会社で開発している LCA を導入している。製品アセスメントでも LCA 評価を項目含めていることが多いが、結果そのものについては基準化していない。

○ その他

- 企画段階からライフサイクルプランニング (LCP) を取り入れている場合もある。LCP

は性能と環境性をどのように向上していくかについて、イメージを明確化し、関係者でのイメージ共有のツールとして有効である。

- リサイクル性にかかわる材料選択については、新商品の場合は企画段階では材料が決まっていなかった場合もあるが、デザイン重視製品はだいたい決まっていることが多い。継続商品ではまず前の製品の材料を引き継ぐ。

③目標設定

- 製品全体でファクターを向上するという目標を掲げている。製品全体のファクターの計算には、各製品カテゴリの優良製品のファクターを用いて、それらの平均値として設定される。
- 製品のファクターの向上については、現状では、エアコンは省エネ性向上だけで大きく数値を上げている。また、携帯電話は多機能化がファクター向上に寄与しており、環境負荷自体は増大している。
- 製品開発設計段階で担当者がファクターの数値を目標として意識しているかは不明である。
- ファクターの目標値は現状の伸びや技術開発トレンドから延長して設定されている。事業部ごとのファクター目標値は推進部が示しているが、ファクター目標の個別製品へのブレイクダウンが難しい。
- 企業のあるべき姿、製品のあるべき姿はまだ見えていない。目標は個別に現状からの延長で作成しており、統一されたフレームによるものではない。

電気電子機器 (3)

製造している主な機器: AV 機器、PC、電子機器など

①環境配慮型製品の定義

- 環境配慮型製品の指定は特にない。
- 製品の環境情報の公開を進めており、製品の設計で配慮した項目を開示している。

②D f Eのプロセス、ツール

○ 製品アセスメント (事例より)

- DR で製品アセスメントを実施する。DR は会社としての意思決定のタイミングで行われる。
- 製品アセスメントシートには項目ごとに目標値と DR 時の達成値を記入する。
- 製品アセスメントシートは環境に関する部署が一括管理するが、事業部ごとに作成する。また、製品アセスメントシートの更新の際には、事業部と環境部門とのやり取り

を行って進めている。

○ LCA

- LCA は製品アセスメントのフローとは別に実施している。
- LCA は、結果の評価に用いている。

○ その他

- 解体性の評価はアセスメントで実施している。現在は家電リサイクル施設での解体の状況も考慮している。

③目標設定（資源領域）

- 環境方針、中期目標を設定している。
- 企画の前段階で環境負荷削減をどのような手段で実現するか、シナリオの設定、戦略の策定を行う。
- 環境の部門で戦略策定のために実施可能な対策のリストを用意し、設計部門はこれをもとにして実現可能な削減対策を決め、目標の達成についてのコミットメントを行う。これにより目標と対策が乖離しないような仕組みとしている（図 I—2. 3）。

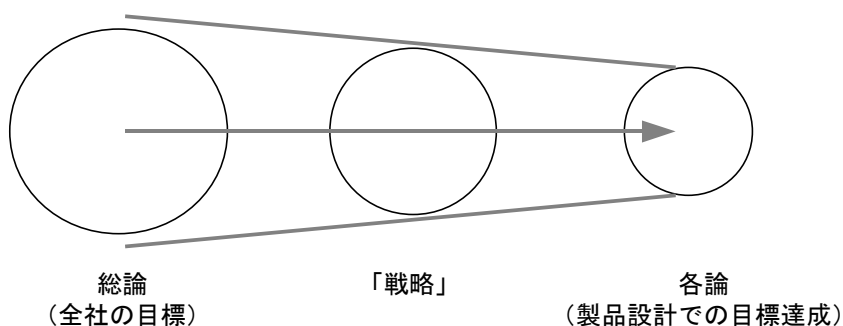


図 I—2. 3: 総論から各論への落とし込み

④その他

○ 再生材料の入手と利用

- 再生材料の確保、使用促進を担当する横断的な購買部門がある。再生材料が継続的に使用されるように、材料の確保、設計者への働きかけを進めている。
- 前述の実施可能な対策リストの項目として検討される。

電気電子機器 (4)

製造している主な機器: PC、電子機器

①環境配慮型製品の定義

- 環境配慮型製品のコンセプトは、性能、品質、価格、デザインに ECO（エコロジー）を加えたものである。
- 環境配慮型製品として、地球温暖化防止、資源循環、グリーン化、環境管理システム、製造プロセス、情報開示について定められた合計 24 項目のアセスメント基準（共通基準）を満たすことを要求している。新規の製品ではすべての製品が達成している。
- 環境側面について、他社より優れていることで差別化できてくる先進性のある製品（トップランナー製品）を別に設定している。共通基準と製品群ごとの環境性能を満足することが要求される。

②D f Eのプロセス、ツール

○ プロセス

- DR のタイミングで製品アセスメントを実施する。製品アセスメント実施のタイミングは図 I—2. 4のとおりである。

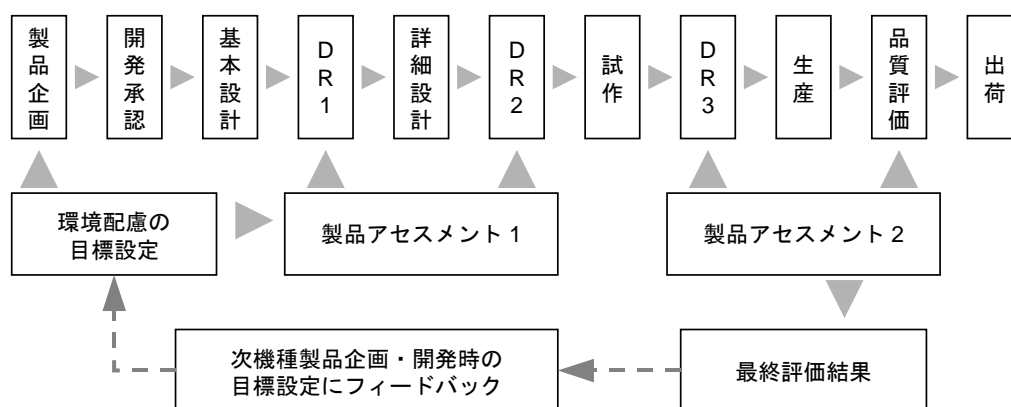


図 I—2. 4: 設計開発のフローと製品アセスメントのタイミング

○ 製品アセスメント

- 製品アセスメントガイドラインは、JEITA の情報機器の環境設計ガイドライン（2000 年）をもとに作成している。ガイドラインが古くなっており、見直しを行う予定である。

○ LCA

- 自社のツールを使用する。

○ その他

- 分解性評価は製品アセスメントの中で行っている。
- 化学物質（環境負荷物質）については、グリーン購入データベースを導入して管理している。
- 設計プロセスに関しては、これからデータベースを整備するなど、準備が多い。

③目標設定

- 中期計画の環境目標は環境経営推進会議によって決まる。
- ビジネスユニットごとの目標は全社の中期計画をもとに、各ビジネスユニットで作成される。

電気電子機器 (5)

製造している主な機器: PC、携帯電話、電子機器

①環境配慮型製品の定義

- 環境配慮型製品の社内基準を作り、すべての製品が基準を満たすことを求めて進めてきた。2003 年度にすべての製品で達成し、現在はさらに進めるために省エネルギー、3R 設計、含有化学物質、環境貢献材料（植物系プラスチックなど）の要素のいずれかでトップランナー水準を実現したり他社で実現していないことを実現したりして、先進的な環境配慮型製品の基準を設けている。
- 社内基準は、製品アセスメントによる得点付けを行い、100 点満点で 90 点以上を要求する。
- 環境配慮型製品では、コストが大きくなった場合、環境側面での効果を優先する場合が多い。
- 営業からは製品の特徴の一つとして環境に関する特徴を求められる。

②D f Eのプロセス、ツール

○ プロセス

- 商品企画、基本設計、詳細設計、量産の最初の工程で DR を実施し、問題点、課題を抽出し、それぞれの DR の中で課題を解決する。DR で環境配慮に関するチェックを行う（図 I-2.5）。

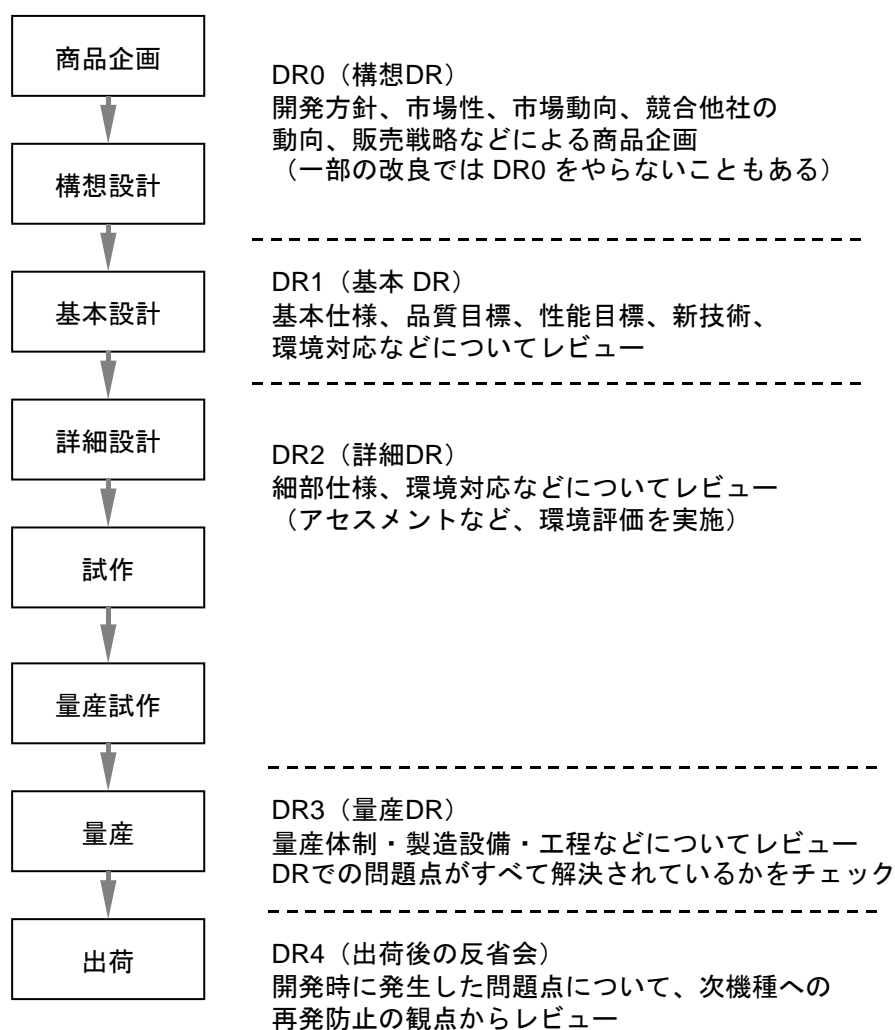


図 I-2. 5: 設計のフローと DR のタイミング

○ LCA

- CO₂の発生量を把握するためにLCAを用いている。全製品に対してLCAを実施する。
- ライフサイクルの評価には製造工程のCO₂発生量なども評価対象としている。
- LIMEを使っている。

○ その他

- 分解性、易解体性、リサイクル性などを3D CADを用いて評価する。
- 化学物質については、材料データベースでまとめている。
- ISO 14062、JEITAのガイドライン、ドイツのタイプI環境ラベルであるブルー・エンジェルなどを参考にする。

③目標設定

- 製品ごとに新旧で比較する。(ファクターの利用は試行レベルであり、まだ目標設定

には使っていない。)

- 製品に対する目標としては、全事業部の主要製品群から先進的な環境配慮型製品を出すことと、グループで指定している有害物質の全廃を設定している。

④その他

- 植物性プラスチックの使用を増やすような仕組みを設定している。
- 設計者は、ライフサイクルの観点での製品改善はあまり考えていないのではないか。寿命を延ばして資源効率を上げるような考え方はしていないと思われる。

電気電子機器 (6)

製造している主な機器: FA 機器、設備関連機器

①環境配慮型製品の定義

- 従来製品をベースに基準性能を決め、それを上回る製品を環境配慮型製品としている。環境配慮型の製品で本社に申請し、了解を得たものにはタイプⅡエコラベルをつける。

②D f Eのプロセス、ツール

○ プロセス

- 設計者がアセスメントシートを記入し、DFE キーマン、上司がチェックする。
- アセスメントシートは設計部門の会議に提出する。この会議は、DR とは別に行う。

○ 製品アセスメント

- (財)家電製品協会の製品アセスメントガイドライン及び本社作成の DFE 要覧をベースに、製品の特徴に合うように事業所で作成している。
- 共通の評価項目として 14 項目あり、製品に特有の評価項目を追加する。
- 製品アセスメントの評価項目としては、ライフサイクルのフェーズごとのチェック項目も設定している。RoHS 遵守は必須項目である。
- 10%削減などのように削減量を数値で表し、それに応じた点数化をしている。
- 製品アセスメントは全社で行っている。

○ LCA

- 設計で材料・部品、製品製造時・使用時の消費電力等を入力すると LCA 評価 (LC-CO2) が自動的に計算されるようになっている。

③目標設定

- 目標設定ではファクターを用いている。分子の性能ファクターは、基本機能と寿命の

積を用いている。

- 全社での目標を製品に割り付けるわけではなく、全社目標が製品ごとに設定されたファクターをボトムアップ的に合計したものになっている。

電気電子機器 (7)

製造している主な機器: エアコン

①環境配慮型製品の定義

- 自社で定める製品環境基準で、100点満点で80点以上の製品を環境配慮型製品とする。本体と包装材に自主基準を設定している。
- 環境配慮型の製品の割合は、2003年度には30%以上を達成し、2005年度は50%以上を達成できる見込みである。
- 省エネルギー性能、冷媒使用量、再生樹脂使用量で、通常環境配慮型製品を上回る基準の製品を2007年度より商品化する予定である。
- フラグシップとなる製品では、他社と比較してもトップに立つようにしたい。

②D f Eのプロセス、ツール

○ プロセス

- 図3. 2. 6のようなフローでDRのタイミングで製品アセスメントを実施する。
- 標準的な環境配慮型製品、先進的な環境配慮型製品で、設計プロセスに違いはない。
- コンプライアンスに関するDRも実施している。

○ 製品アセスメント

- (財)家電製品協会と(社)日本冷凍空調工業会 (<http://www.jraia.or.jp/>) の製品アセスメントガイドラインをもとに自社のアセスメントを作成している。
- LCAの結果もアセスメントの項目に含まれる。

○ ツール、LCA

- D f Eに関するツールとしては、材料データベース、製品アセスメント、LCAがあり、LCAについては汎用のLCAソフトウェアを使用している。
- 汎用データとしてはNIRE-LCAのデータを用いており、エアコン独自のものは独自にデータを収集している。

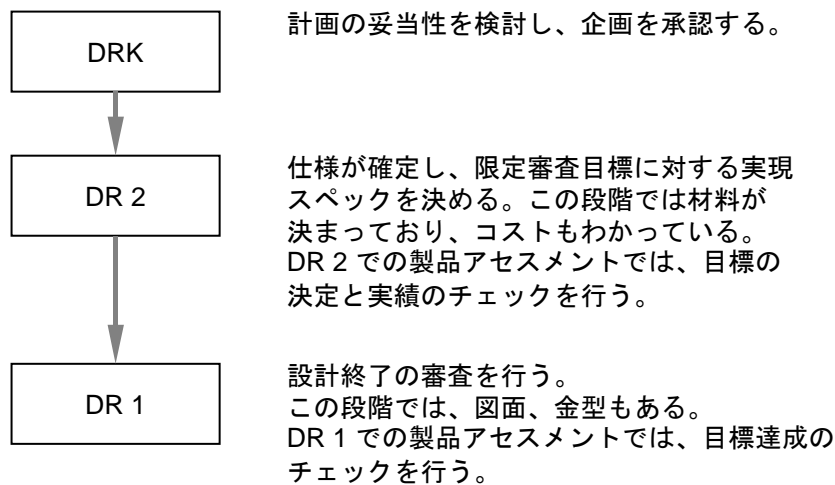


図 I - 2. 6: 設計レビューのフロー

○ その他

- 環境側面に関する設計要求事項としては、省エネルギー、リサイクル可能率がある。リサイクル可能率については、樹脂部品で PP、PS、ABS を用いるよう、製品アセスメントで評価する。
- リサイクル性、分解時間の評価は、試作機を使用して行う。

③目標設定

- 環境目標の設定では、環境部門が事業部の意見を聞きながら、中期計画を作る。このとき社会的な状況も考慮する。事業部から見ると厳しい目標となり、目標達成のための努力が求められる。
- 東京都の省エネルギー基準をもとに目標設定を行うこともある。

④その他

- 中古のエアコンについては、海外に流れていることも考えられる。

電気電子機器 (8)

製造している主な機器: 光学機器、医療機器、プリンタ

①環境配慮型製品の定義

- 自社の基準を満たしている製品を環境配慮型製品とし、タイプ II エコラベルをつけている。現在 30 製品程度がこの基準をクリアしている状況で、この基準を上回る基準

を設定する予定はない。

- 2006年の目標から、環境配慮型製品の割合を売り上げ比率の何パーセントにするかを定める。
- プリンタではタイプⅡエコラベルの認定を取得することが当たり前になっている。

②D f Eのプロセス、ツール

○ プロセス

- 図3. 2. 7のフローに従って、DRのタイミングでアセスメントレビュー（AR）を行っている。
- AR-1、AR-2では別のシートを使う。

○ 製品アセスメント

- すべての製品で製品アセスメントを行う。製品アセスメントは参考規定であり、事業部ごとに製品特性に合った製品アセスメントガイドを作成する。製品アセスメントの参考規定は（財）家電製品協会の製品アセスメントガイドラインをもとにしている。
- 製品アセスメントガイドはチェックリスト形式になっており、リサイクル率、含有有害物質などの項目がある。また、材質表示、包装材の切り替えについてもこのガイドに含まれる。

○ 環境配慮型製品の基準

- 項目には必須項目と選択項目があり、たとえばプリンタでは選択項目を必須に取り上げ、社内基準に比較して厳しい条件となっている。必須項目、選択項目の選定はプロジェクトマネージャに委ねたり、販売ターゲットに合わせて優先順位を設定したりする。
- 規定項目にはRoHSも含まれる。

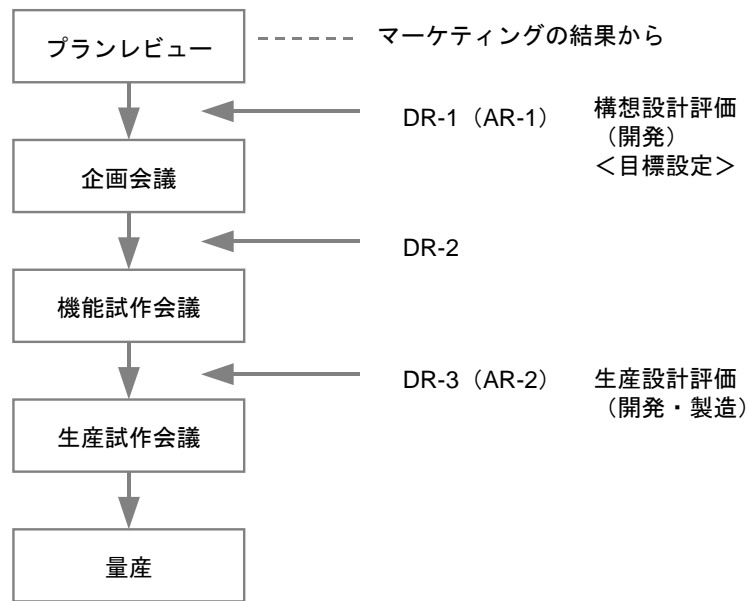


図 I - 2. 7: 設計・開発のフロー

○ LCA

- LCA は AR-2 のタイミングで実施する。
- 市販のツールのデータベースを自社向けにカスタマイズして使用している。

○ その他

- 仕様の決定の際に QFD(Quality Function Deployment 品質機能展開)を用いるが、環境については扱いにくい。
- IEC については、安全規格についてはチェックするが、D f E については見ていない。
- JBMIA (事務機器)、CIPA (カメラ) の業界基準を見ている。

③目標設定

- 環境配慮型製品の割合については、目論見をもとにして積み上げる。チャレンジ率も考慮する。新規開発製品では環境配慮型製品への対応が増えるため、今後は環境配慮型製品の割合は増えていく。

④その他

- 環境についての技術開発をするだけの技術力、余裕がないという面もあるが、環境に関する法律への対応が求められる製品では環境配慮が進むが、対応が遅れている。WEEE/RoHS で対応が進んだ面がある

事務機器 (1)

製造している主な機器: 複写機、プリンタ、光学機器

①環境配慮型製品の定義

- すべての製品でD f Eを行っているが、特別な名称は設定していない。
- リサイクル対応設計、部品再使用率の向上、環境安全性などに関する自社基準を定めて、リサイクルに関するタイプII環境ラベルをつけている。
- 製品によっては、エコマーク、エコリーフ、自社のリサイクルラベルの3つを満たしているものもある。

②D f Eのプロセス、ツール

○ プロセス

- 設計開発のフローは、企画テーマ提案、設計試作、技術試作、量産試作の流れで進む。次のステップに進む前に評価会議を開く。リサイクル委員会のチェックによる承認も必要である。
- LCA を使った設計を進めている。

○ 製品アセスメント

- リサイクル対応設計方針を定め、設計者のレベルアップを進めている。リサイクル対応設計方針は、オンラインで管理されている。
- 業界で複写機共通の製品アセスメントガイドラインを検討したことがあるが、現在は各社で独自のものを設定している。

○ ツール

- 購買データ管理システムを構築している。
- 3D CAD システムを使用しているが、設計者の部品洗濯を限定するなどの点ではD f Eにリンクさせられるが、現在はLCA との連携はできていない。
- LCA は設計者がデータベースに数値を入力していけば算定されるように整備している。
- 解体性評価と3D CAD システムはリンクしていない。試作機を実際に解体して解体性を調べている。解体性については、リサイクル対応設計方針にねじの本数や締結方法などの項目として含まれている。
- 他社製品とのベンチマークも行う。環境と性能の両方の要求を満たす必要がある。

③目標設定

- 事業全体での統合環境影響を減らす目標を立てている。将来、設定した目標を達成するために、今どうなっていないかバックキャストによって設定する。

- 現在の目標達成においては、省エネルギーが重要な要素である。省エネに関してはこれまでにもかなり取り組みを進めている。

④その他

- 省エネルギーや化学物質については性能要求、法律があつて設計者も取り組みやすいが、リサイクルは消費者にとって分かりにくい面あるため、設計者に必要性を理解してもらうことに力を入れている。
- 次の環境目標には LCA 評価の目標値を入れる予定である。
- 設計者は設計変更によるコスト削減を狙いやすいが、設計者が設計の共通化や設計を変化しないことによるコスト削減効果についても考えるようにしていきたい。
-

事務機器 (2)

製造している主な機器: 複写機、プリンタ、映像機器

①環境配慮型製品の定義

- 特定の名称はない。環境配慮型製品のしめる割合としては、グリーン購入法に適合した製品をリストアップすると、売り上げの 71%を占める。これらの製品では、厳しく環境アセスメントを行っており、環境配慮型製品扱いとなる。
- 代表機種のみであるが、タイプ III エコラベル (エコリーフ) による情報開示を進めている。現在は新製品の 1 割で、代表機種の新規エンジンのもののみである。
- タイプ II のエコラベルは導入していない。他社での導入事例から特に TYPE I エコラベルの非対象製品に対して、販売会社から導入を求められている。

②D f Eのプロセス、ツール

○ プロセス

- 製品開発の移行審議で環境仕様、目標を製品アセスメントの中に設定する。
- 開発、試作、量産試作の段階で製品アセスメント項目に測定数値が入り、量産確認のためにアセスメント報告書を作成する。
- 環境、品質、コストの評価を合わせて審議する。MUST 項目と SHOULD 項目があり、MUST 項目で 1 つでもクリアできないものがあれば生産できない。
- 品質に関する DR に環境レビュー項目がある。安全、コスト、アクセシビリティと同様に、関係専門部署が評価し、改善項目を設計部門にフィードバックする。

○ 製品アセスメント

- 工業会 (JEITA) のガイドラインをベースに作成している。IEC Guide 114、TC 111、EuP 指令への対応などは、前倒しで進めている。

- メカ設計におけるエコラベル対応の環境配慮チェックリストがある。事業本部の開発部門、または品質保証・環境部門が維持・改訂を行う。

○ LCA

- LCA 的な考え方は 1999 年ごろから本格導入している。3D 設計の浸透に合わせて PDM (Product Data Management、製品情報管理) システムに製品・部品の重量情報が載る。
- デジタルモックアップを使ったレビューでは、生産拠点が決まらなると製造負荷やロジスティクス負荷が算出できないため、デフォルトの仮想モデルを用いて開発段階での LCA を評価する。

○ CAD、データベース

- 3D CAD を環境評価だけではなく、製品の小型化、ユニット・部材標準化、設計ミス削減、品質・安全性向上などで使っている。環境評価としては、3D CAD のデータを用いたデジタルモックアップによりリサイクル性、解体性を評価し、製品アセスメントの評価に入れている。
- 3D CAD システム、PDM、生産管理、調達システムが統合されており、デジタルモックアップの際に部品、材料の重量が入手できる。環境側面としては、エコラベルへの適合評価、化学物質管理、省資源評価を行っている。使用時のエネルギー消費に関しては 3D CAD とは直接リンクしていない。
- CAD の材料選択も環境に配慮したもののみが選べるようになっている。
- 3D CAD を用いたデジタルモックアップにより、試作レス化が進んでいる。

○ 設計者の教育

- 設計者は最初に D f E に関する教育を受ける。接着、溶着、ドライバーの使用を避ける、材質表示や束線の留め方などの設計事例や社内設計標準が教育内容に含まれ、この内容にしたがって設計を進める。

③目標設定

- 資源生産性を向上させるため、グループ全体の環境効率を 2 倍にする。目標値の 2.0 は、個別製品の LCA 結果を基に総合的なシミュレーションによって設定している。
- 小型軽量化については 2000 年比 15%削減、省エネルギーについては 5 年で 30%削減が目標値となる。
- 原材料の CO₂ 排出量負荷が 4 割を超えている。使用段階で 3 割であるが、省エネルギーが進み、そのウェイトが下がりつつある。

④その他

- 複写機の 3R については、リユースよりもマテリアルリサイクルに主眼を置いている。同じ複写機でも販売形態が異なると、3R の方法が異なる。売り切りではマテリアルリサイクルを優先することが合理的である。

- EU の WEEE 指令により、設計者のリサイクルに対する意識が変わった。
- 設計者は、性能と同様に環境に関する目標の達成を自らの使命としている。環境を特に意識しているわけではない。小型軽量化は環境負荷低減につながるが、設計者はコストダウンという位置づけで進めている。

事務機器 (3)

製造している主な機器: 複写機、プリンタ

①環境配慮型製品の定義

- 資源循環に優れた商品の基準を定め、ラベリングしている。技術標準としては、環境に関するものと安全に関するものがあり、それぞれに必須項目、準必須項目が定められる。準必須項目にも達成割合の最低値が定められる。

②D f Eのプロセス、ツール

○ 設計開発のフロー

- 設計開発のフローとしては、製品企画提案、製品開発提案、量産投入提案の順に進む。開発部門とアセトリカバリの部門で資源循環設計アセスメントシートによるチェックを行う。

○ 製品アセスメント

- 資源循環設計アセスメントシートがあり、設計者とアセトリカバリ部門でのチェックに使う。アセトリカバリの部門の 2 次チェックでは、実機を使った評価を行う。情報システムで使用できるようになっている。
- 業界の製品アセスメントマニュアル作成ガイドでは定性的な項目についても具体的な設計方法を示し、設計方法の適用率を定量化して評価している。
- 3R 設計のアセスメントは 10 項目設定される。

○ その他

- 購入部品の製造時の LCA は、部品の重量と材料の重量構成に、原単位をかけて求めている。

③目標設定

- 環境項目については、社外の動向も見てトップランナーになるように決めている。商品ミックスの目標も決まっているので、全社的な目標値が出せる。

④その他

- 複数の世代で共通化した設計を進めている。数が多く出る製品で行うことでビジネスとして成立する。

自動車、自動車部品 (1)

製造している主な機器: 自動車

①環境配慮型製品の定義

- 環境に関する項目として、燃費、排ガス、騒音、LCA、リサイクル、環境負荷物質の6つの評価項目を設定している。燃費、排ガス、騒音は、環境配慮で始まったわけではなく、以前から設計開発の中で進めているものである。

②D f Eのプロセス、ツール

○ プロセス

- 従来の設計開発のフローと並行する形で、環境に配慮した開発設計をサポートする仕組みを持っている。
- D f Eサポートチームが、開発チームのチーフエンジニアとコミュニケーションをとり、D f Eを推進する。
- DRと同じタイミングでD f Eサポートシステムによる評価を実施する。

○ D f Eサポートシステム

- 燃費、排ガス、騒音、LCA、リサイクル、環境負荷物質の6つの項目への配慮を進める。

○ 設計ガイドライン

- ボディ、内装、足回りなどの開発単位ごとに設計ガイドラインがある。リサイクル性は設計ガイドラインによる。

○ LCA

- LCAは2000年から導入している。
- データベースには製造工程のデータも入っており、部品表ができればLCAを実施できる。
- LCAデータベースについては、材料は自社で作成し、購入品についてはサプライヤから加工時のエネルギーやエミッションに関するデータを提出してもらう。直接データの提出を求めるのは、一次サプライヤまでである。一次サプライヤには構成部品重量の95%以上を提出するように求めている。環境負荷の大きいものについては必ず提出してもらう。
- データがそろわない部分については汎用のデータを用いるが、LCAでフォローする製

品については、正確な原単位を用いた評価を行う。

③目標設定

- 目標はチーフエンジニアとD f Eサポートチームで設定する。D f Eサポートシステムが開発目標提案でも用いられる。
- 目標値はチーフエンジニアから指示書として設計者に渡る。チーフエンジニアは合わせて目標達成のための方策、ガイドラインも示す。目標達成のための方策については、リサイクル研究所などの成果がストックされているサポートチームから提案される場合もある。

④その他

- 環境負荷物質に対する取り組みは、ELVの影響は大きいですが、90年代から取り組んでいる。環境負荷物質についてはIMDS²と部品表により管理する。購入部品の環境負荷物質のデータは100%サプライヤから提出してもらう。
- 燃費、排ガスについては、現在の環境の動きより前から対策がとられてきており、従来どおりの設計・開発業務に組み込まれている。

自動車、自動車部品 (2)

製造している主な機器: トラック、バス、小型商用車、エンジン

①環境配慮型製品の定義

- とくに指定したエコプロダクツなどの呼び方は付けていない。
- H17年度排出ガス規制適合車両には、「新長期マーク」を貼付している。
- グリーン購入法適合のクリーンエネルギー車もある。
- 国土交通省四ツ星認定(超低PM排出ディーゼル車)獲得のための四ツ星プロジェクトを遂行し、DPRフィルター³等で他社に先駆けて基準をクリアし、製品に搭載している。

②D f Eのプロセス、ツール

○ 製品アセスメント

- 設計評価表、事件評価表中に排気ガス、燃費、総重量、化学物質、リサイクル性などの項目がある。環境性能は製品性能そのものである。

² IMDS: International Material Data System. 自動車産業界で使用されている部品の材料データベース管理システムであり、部品の材料構成が登録される。このシステムに登録された部品を購入する自動車メーカーが多くなってきている。

³ DPR (Diesel Particulate active Reduction system) は数々のディーゼル技術が一体化したシステムである。

- 燃費、強度等のシミュレーションツールを使用する。

○ LCA

- 大型カーゴについて自工会と共同で計算した。自社製品についての LCA は手計算で行う。
- 製造段階の環境負荷は、使用段階に比べて 5%程度しかない。
- 購入部品については、アイテムで 6~7 割のものを把握する。

③目標設定

- 1995 年から 5 年毎に中期計画（ボランタリープラン）策定している。
- 昨年 12 月に第四次中期計画を策定、発表し 2010 年に向け活動中である。
- 規制を先取りしてクリアするため、全体の目標値を技術的可能性のあるものに割り振る。

④その他

- 製品の特徴として、長寿命である。10 年以上使用され、車齢が 20 年を超えるものもある。
- 使用済み自動車については、海外に流出するものも多く、完全には把握できていない。
- リサイクル性の良い内装材の利用を進めている。
- 全社環境委員会（委員長社長）の下に、製品環境委員会、生産環境委員会、販社環境会議、リサイクル法対応会議が設けられ、規制項目毎の WG などがある。

自動車、自動車部品 (3)

製造している主な機器: 自動車部品

①環境配慮型製品の定義

- 環境配慮型製品の定義、認定基準を策定中である。
- 基本的には、燃費の向上、冷媒使用量削減と代替化、リサイクル可能率の向上、環境負荷物質の削減、排出ガス浄化を環境配慮の項目として挙げている。リサイクル可能率に替わる次の指標を探している。

②D f Eのプロセス、ツール

○ プロセス

- 品質保証のシステムと環境を組み合わせている。
- 図 3. 2. 8 のようなフローで開発を行う。1 次 DR（デザインレビュー）→詳細設計→QA（品質保証会議）→2 次 DR→QA→量産となる。DR は設計修正が入る可能性が

ある。QA は全社的な評価を行うものである。QA では事前に作りこんで報告するかたちで行われ、問題がなければOKとなる位置づけのものである。

- 製品企画は自動車メーカーからの要求仕様に基づいてはじめる場合と、自動車メーカーへ提案する場合の両方がある。また、自動車メーカーの図面どおりに製造する場合もあり、このときは設計上の工夫ができない。

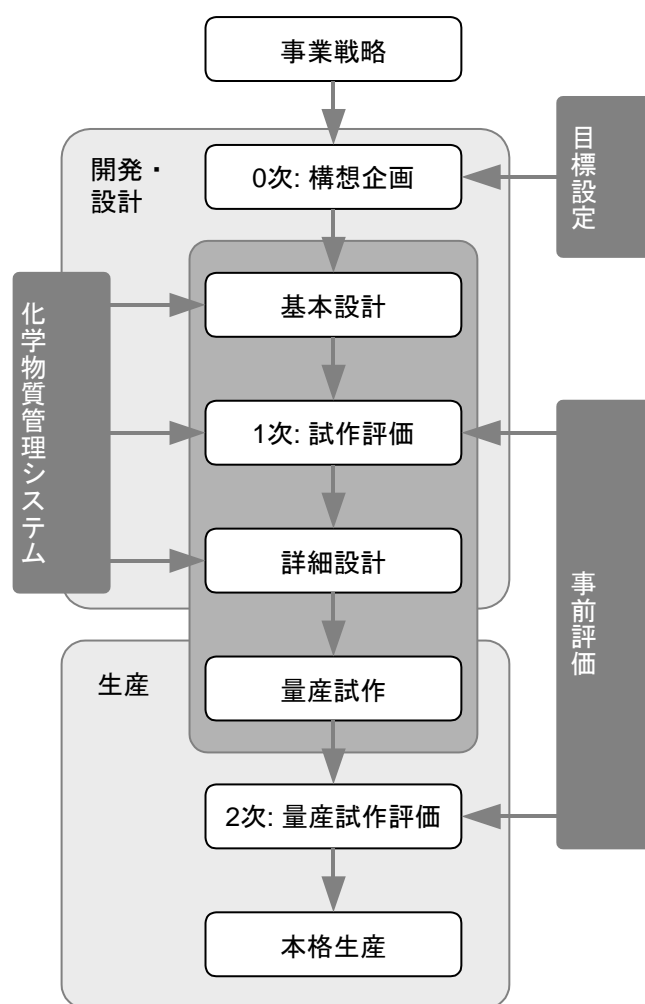


図 I—2. 8: 設計・開発フロー

- 環境事前評価計画書
 - 製品アセスメントは環境事前評価計画書にしたがって行うが、現在は環境負荷物質への対応が最も重視されている。
- LCA
 - 市販の LCA ツールを利用している。LCA は設計者でなく、環境部門や材料技術部で行っている。

- 部品メーカーでは機能部品単位であるため、LCAの実施は難しい。
- 自動車メーカーから製品の材料構成のデータを要求される場合もある。

○ 化学物質、その他

- 化学物質ではIMDS、JAMA (Japan Automobile Manufacturer's Association) シート、AIAG (Automobile Industry Action Group) シートなどがあり、共通化の方向にある。IMDSはTier 1まで、Tier 1以降は日本ではJAMAシートを、北米ではAIAGを用いている。一部IMDSを使用している部品メーカーもある。また、欧州ではTier 1以降もIMDSを使用している。

③目標設定

- 全社的な目標の製品への割付のようなものではなく、技術部毎に製品の目標設定がなされる。

④その他

- リサイクル可能率はISOの算定で自社目標値95%をクリアしている。ただし、可能率のため、コストは考慮されていない。
- 日本の自動車リサイクル法では、引取品目が、ASR、エアバッグ、フロンの3つであるために、部品メーカーとしてできることはあまりない。
- 環境負荷物質については、サプライチェーンの途中に、商社、中小零細企業が存在するために、全てのデータを収集することが難しく苦勞している。

(2) ヒアリング結果総括

以上の個々のヒアリング結果を踏まえ、環境配慮型製品の考え方、DfEプロセスおよび利用ツール、実施体制および目標設定について、業種横断的な共通感とそれぞれの業種の特徴をまとめた。なお、業種の特徴については、その特徴を抽出することが目的であり、業種ごとの優劣を比較するものではない。結果を表I-2.1から表I-2.3に示す。

表I-2.1: 環境配慮型製品の考え方

共通	<ul style="list-style-type: none">● 環境配慮製品に対する呼称はエコプロダクツやグリーンプロダクツのようにさまざまである。● 環境配慮型製品に比べ、環境配慮設計という言葉の認知度は低い。
電気電子機器	<ul style="list-style-type: none">● タイプII環境ラベルが利用されている。● 製品環境情報（環境プロファイル）の提供を進めている。● 環境配慮としては「省資源」「省エネルギー」「有害物質の削減」の3つが主な項目である。● 製品アセスメントの項目と連動した評価項目で環境配慮製品を認定する。さらに厳しい条件をクリアする製品を設定して区別する場合もある。
事務機器	<ul style="list-style-type: none">● プリンタに関しては、タイプIエコラベルの取得（エコマーク）を必須とする場合が多い。● タイプIII環境ラベル（エコリーフ）の取得を進めている。● タイプIIの環境ラベルも利用される。● 部品リユースなどの循環型生産を進めるための配慮が他産業に比べて際立っている。
自動車・自動車部品	<ul style="list-style-type: none">● 「燃費」「排ガス」「騒音」などが環境配慮におけるの主な取り組み項目である。低排ガス車については国土交通省の認定制度がある。● 上記の取り組み項目は従来から性能の一部として取り組んできたものであり、環境への配慮の高まりから進んだというわけではない。● 製造段階での化学物質管理のためのデータ収集は、サプライチェーンを通じて進めている。● リサイクル性については、リサイクル可能率も高くなっており、設計段階での配慮も定着している。

表 I-2. 2: D f Eプロセスおよび利用ツール

共通	<ul style="list-style-type: none"> ● ツールとして製品アセスメント、LCA、化学物質データベースの利用が多い。 ● デザインレビュー（DR）では製品アセスメントの結果も対象となる。 ● 以前利用していた支援ツールを設計者の能力・知識が習得されたために、その使用を必須としない場合もある。
電気電子機器	<ul style="list-style-type: none"> ● 製品アセスメントが社内規定に盛り込まれており、標準的に実施されている ● （財）家電製品協会や JEITA（（社）電子情報技術産業協会）の製品アセスメントガイドラインを参考に自社のアセスメント項目や評価基準を作成している
事務機器	<ul style="list-style-type: none"> ● グリーン調達、化学物質管理が進んでいる。 ● IT（3D-CAD等）を利用することで、LCAや組み立て・解体評価の容易化を図るなど、デジタルツールの導入が進んでいる企業がある。
自動車・ 自動車部品	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境負荷物質（有害物質）への配慮を進めている。 ● 自動車業界ではIMDSの利用が進んでいる。部品表とのリンクがある。 ● LCAを実施する際にデータ提供をサプライヤにも要求している。 ● 工業会の製品アセスメントはリサイクル性を事前評価する内容である。 ● 3D-CADの普及率は高いが、D f Eという観点での利用は進んでいない。

表 I - 2. 3: 実施体制、目標設定

<p>共通</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 中期計画で全社の環境目標を設定している。 ● 全社の環境目標と各ビジネスユニット、さらに個別製品に対する目標数値の間の関連が低い。 ● 環境効率のファクターを指標として用いていることが多い。 ● 環境効率の分子である製品機能に関しての評価方法にばらつきがある。 ● D f Eの活動は製品開発設計のラインに乗せることが重要である。
<p>電気電子機器</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境目標は環境部および各ビジネスユニットからの代表が参加した会議で決定されることが多い。 ● 設計者にD f Eに関する教育が推進され、さらにD f Eが業績評価と連動するなど、活動を促す取り組みが実施されている企業もある。
<p>事務機器</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境配慮に関する項目も従来からの設計基準と同様に扱われており、特に環境を意識せずにD f Eが進められている。 ● D f Eに関する研修やリサイクル工場からの要求抽出など、教育を重要視している。
<p>自動車・ 自動車部品</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境対応は規制が大きなドライビングフォースになっているが、規制対応のレベルより一歩先を行く技術開発を行っている。 ● LCA の実施は設計者の業務ではなく環境部などのスペシャリストの業務である。 ● 環境性能の向上は製品機能の向上そのものであることが多く、技術開発とのすり合わせなしでD f Eは考えにくい。

4. 調査結果のまとめと今後の課題

本項では、これまでの調査結果から明らかになったD f Eの取り組み状況を踏まえ、今後のさらなるD f Eの高度化に向けた課題についてまとめる。

(1) D f E取り組み状況のまとめ

D f Eが進んでいると想定された企業においては、省エネルギー、環境負荷物質の使用低減、3R促進などの環境への配慮がD f Eのプロセスは従来の設計・開発における性能や信頼性を実現するための品質を作りこむ仕組みの中に取り込まれている。デザインレビュー（DR）と呼ばれる評価会議で環境の観点からの項目について、他の品質に関する項目とあわせて評価を行い、デザインレビューで環境配慮の観点の評価事項がクリアできないと、製品として生産・出荷ができない。

こうした取り組みが進んでいる背景としては、電機や事務機器においては、以前は製品の差別化につながっていた環境配慮が、すでにほとんどのメーカーで行われており、業界全体でD f Eがあたりまえになってきている点あげられる。家電製品やコンピュータでは、家電リサイクル法や資源有効利用促進法により回収・リサイクルが義務付けられており、またEUのRoHS指令の影響で環境負荷物質の使用を削減もしくは全廃するような取り組みが進んだ面もあるが、特に省エネルギーのように製品開発における環境配慮がユーザーの製品使用時のコスト削減にもつながるため、商品としてのアピールもしやすい。

一方、自動車業界のD f Eとしては、燃費性能、排ガス、振動・騒音、エアコンの冷媒フロン、環境負荷物質、リサイクル率について目標を設定して取り組みを進めている。燃費、排ガスなど、従来の開発目標と重なるものが多く、環境配慮は既存の品質を作りこむ仕組みの中で実現されている。（社）自動車工業会や（社）自動車部品工業会において、業界として環境への取り組みを進めているが、現時点ではD f Eのプロセスとしては、規制を遵守するという観点で環境負荷物質の削減が優先事項となっている。

多くの企業でD f Eのチェックリスト、チェックシートを利用している。家電のように、（財）家電製品協会が製品アセスメントガイドラインを示しているところもあるが、家電メーカーを含む多くの企業で、自社のチェックリストの作成・管理、DRでのチェックを行っている。また、チェックリストの項目を実現するためのガイドラインを冊子やイントラネット上のデータベースで設計者に提供できるようにしているメーカーもある。

LCAは多くの企業で導入されているが、その使い方は設計の最終確認のところが多く、LCAの結果をもとに設計を変更するようなプロセスへの移行は、今後の課題としているところが多い。これはLCAの評価方法仕方がさまざまであり、また現在の精度では、設計変更がLCA評価に現れにくいということも理由になっている。また、製品の製造に関するデ

一タの収集や材料の負荷の原単位をそろえることにまだ多くの労力を要することも LCA が D f E のツールとしてより有効に使われるようになるための課題である。

そのほかのツールとしては、製品に含有される環境負荷物質を管理するデータベースを用いたり、三次元 CAD システムと材料データを連携させて LCA の実施を容易にしたりする企業もある。IT 技術、モデリングの技術の向上によって、こうした情報の連携やシミュレーションを利用する機会が増えることが予想される。ただし、一方では設計者が新たなツールを使ったり、設計プロセスを変更したりすることには抵抗感があることも事実であり、従来のプロセスとの融合も課題とされるようである。

製品設計における環境配慮の観点からの目標設定については、企業の全社的な環境目標と連携させているところが多いが、目標値の設定の仕方はさまざまである。実現可能な目標を設定し、目標を達成するための方策を環境に関係する部署からも提示するという枠組みが増えるようであるが、企業の経営方針や環境への取り組み姿勢との関係もあり、現時点ではそれぞれに特色がある。

(2) D f E の普及および高度化に向けた今後の課題

D f E に関連した規格・技術情報 (TR : Technical Report) としては、ISO TR 14062 や電子電気の分野では IEC Guide 114 がある。この中でも D f E プロセス (図 3. 2. 1 参照) や各設計段階で利用が推奨されるツール等が紹介されているが、今回の調査では、製品開発プロセスにおいて製品アセスメントを用いた製品の環境側面のレビューが非常に重要視されていることがわかった。LCA による評価や化学物質管理に係わるツールの整備も行われるべきであるが、今後 D f E を先進的な業種ばかりではなく、すべての業種に広げ、また大企業ばかりではなく、中小企業にも普及していくためには、まずはこの製品アセスメントによるレビューを推進することが望ましいと思われる。これは、LCA 手法を用いた製品の環境負荷に関するボトルネックを見出すことも重要であるが、実際の設計活動に際しては、計算結果から判明する環境負荷値よりは、具体的な設計パラメータに関する数値の方が設計者には理解がしやすいためである。

製品の開発プロセスは概ね製品企画、構想設計 (基本設計、概念設計)、詳細設計 (量産設計) のように 3 段階で進められているが、D f E に関して先進的な企業では、この各段階において製品アセスメントを用いた環境側面に関する DR (デザインレビュー) が最も一般的に行われている手法である。多くの企業において、DR のタイミングを含め製品開発のフローは ISO 9001 との関連で社内規定が作成されており、環境側面に関するレビューもこのタイミングに合わせて行われるのが効率的といえる。D f E の活動は環境に係わる活動と設計に係わる活動の両面があるが、D f E を実際の製品開発と有機的に関連付けるためには、環境側面も品質の一部として、品質マネジメントを規定している ISO 9001 との連携を考える必要がある。つまり、D f E が製品開発に係わる設計活動である以上、D f E の規格 (技術情報) である ISO TR 14062 や IEC Guide 114、現在検討中の IEC 62430 につ

いても、通常の製品開発・設計のプロセスとのすり合わせを行うことで、より利用が促進されるのではないと思われる。具体的には、製品開発・設計プロセスにおいて、環境側面のレビューを行うタイミングや製品アセスメントの具体的な内容を技術情報として網羅的に例示することで、規格の利用者が社内の体制作りや自社製品に必要なアセスメント項目の抽出を容易に行えるようになるのではないと思われる。

最後に今後さらなるD f Eの高度化を推進するための課題についてまとめる。主な点としては、「環境負荷削減に関する目標管理」の問題と「設計の初期段階での環境配慮」の方法についての課題が挙げられる。

○ 環境負荷削減に関する目標管理

すでに前節でも触れているが、環境負荷の削減に対して、全社の目標および環境配慮型製品に対する目標を掲げている場合が多い。しかしながら、この両者を繋ぐ戦略に相当する部分がなく、トップダウンまたはボトムアップで環境負荷削減量を計算した場合に、整合性が保証されていない。先進的な企業では、全社の環境戦略に係わる会議において、ビジネスユニット（BU）の代表者により各BUの環境負荷削減量が決まり、さらにBU内において新製品開発時の環境目標が決定されているケースもある。技術開発の動向などから最終的な個々の製品開発の目標値は決められているが、環境負荷削減量に関しては製品の生産量に依存するため、削減量の総量については目標値として管理しにくい部分がある。また近年では、環境効率や、対象年（対象機種）に対する環境効率の比であるファクタを全社および製品の環境目標を管理する指標として用いることが多くなってきた。環境効率は「付加価値／環境負荷」で定義されており、企業全体については「売上高／環境負荷（CO₂排出量）」が一般的である。しかしながら製品については付加価値（環境効率の分子）の定義に種々のものがあり、省エネのように機種間の比較が行われるようになった場合には、計測方法の標準化が必要になる。またライフサイクル設計を推進する当フォーラムとしては、環境効率の分子である「付加価値」についても、同じ環境負荷で提供する付加価値（サービス）の最大化を、ライフサイクルを通じた総量で議論できるようにライフサイクル設計の考え方を発信する必要があるだろう。

○ 開発・設計初期段階での環境配慮

環境側面のチェック項目からなる製品アセスメントが詳細設計の段階だけでなく、構想設計やさらには製品企画の段階にまで遡り利用されており、開発設計の初期段階でも環境配慮が製品開発に取り込まれているといえる。しかしライフサイクルを通じた環境配慮項目がチェックリストに盛り込まれているものの、製品のライフサイクル自体の設計（例えばアップグレードの計画、リユース部品の利用計画）が行われている例は少ない。また自社の環境配慮型製品の基準やラベルなどの取り組みにより、ユーザーとのコミュニケーション

ンを図る活動が行われているが、製品開発の初期段階でステークホルダーからの環境要求の収集が活発に行われているとは言いがたい。これはいまだ環境配慮型製品に対するユーザーの意識が低く、環境要求が明確な要求品質とはなっていないことに起因する。今後は、レビューの段階で製品の環境側面をチェックするのではなく、開発設計の初期段階から潜在的な環境要求を製品に反映させるための社内の体制（仕組み）作りが重要と思われる。

【参考文献】

「環境にやさしいものづくりの新展開」、吉澤正他、日本規格協会、2004

I. インバース実践委員会

I—3 シナリオ作成 WG



本委員会の活動の一部「循環型ものづくりに関する課題抽出のための基礎データの調査研究」は、日本自転車振興会からの「平成17年度製造業における情報技術活用促進補助事業」として実施したものである。

インバースシナリオ作成WG

1. WGの目的と活動内容

目的:

「循環型社会」とそこにおける持続可能な製造業の姿、そこに至るロードマップを描くこと

活動:

本年度、「2020年インバース・マニュファクチャリングはどうなっているか」というテーマで、将来の不確実性をもりこんだ循環型社会シナリオ作りを、以下のステップで行った。

平成17年

7月27日(月) キックオフミーティング、シナリオ作りの進め方

9月14日(水) マクロ/マイクロ環境データ、環境データとして調査すべき事項検討

12月15日(木) 基礎データ調査結果報告会、調査した環境データの説明

平成18年

1月20日(金)、21日(土) シナリオ作成ワークショップ(合宿)

消費者の意識(環境意識が高いか低い)と、企業戦略(保守的か開拓的)の2軸を選択し、4つのシナリオを作成した。

- ①環境パラダイス実現：消費者意識の向上と新たなビジネスモデル成功、両者のシナジー効果発揮
- ②低環境負荷・高付加価値型製品(サービス)定着：
エネルギー/材料コストアップに対応して、製造事業者が規制等に追随
- ③下流層のものづくりへの移行シナリオ：
所得格差の拡大が招く消費者意識の2極化と製造事業者の淘汰、対策の後追い・泥沼化
- ④自律的・持続的のものづくり社会が実現するシナリオ：
消費者意識の向上、それに牽引される製造事業者の取り組み

なお、今回のシナリオ作成にあたって、シナリオプランニング手法の教示とワークショップの運営について、(株)グリーンフィールドコンサルティング(西村代表取締役、荒井シニアコンサルタントほか)、将来の社会状況を予測するために必要な基礎的データの収集に関して、三井情報開発(株)(白井主任研究員ほか)にサポートを頂いた。

今後:

シナリオをより完成度の高いものにするため、以下の取り組みを行う予定である。

(1) 温暖化技術選択モデルの検討

シナリオ毎の消費者購買行動への影響を明らかにした後、クリーンエネルギー自動車や省エネ家電の普及を、エージェントモデルを用いて推計する(図)。この推計を、従来手法の予測結果と比較することで、その妥当性を検証する。これにより、シナリオおよびそれに至る道筋を、より説得力のあるものに仕上げる。

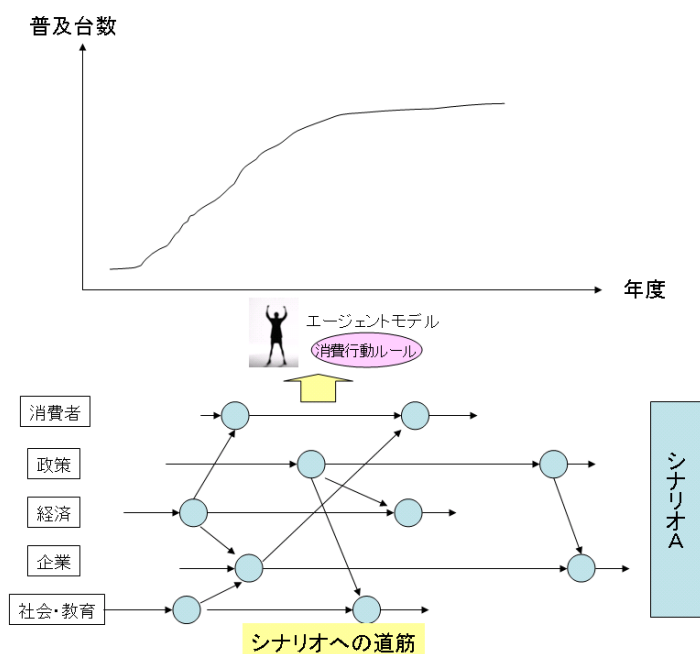


図 温暖化対策の技術選択

(2) 他シナリオとの比較

他機関で実施された 2020 年および 2030 年のシナリオ (ビジョン) を収集・整理し、今回のシナリオとの相違点 (仮説、社会環境変化の設定、シナリオ内容等) を明らかにする。

(3) ワークショップの開催

ワークショップを開催し、シナリオの普及と、意見・感想を収集する。

インバース・マニュファクチャリング・フォーラム シナリオ・プランニング ワークショップ

「2020年、日本のインバース・マニュファクチャリングはどうなっているか」

要旨報告資料

平成18年2月28日

インバース・マニュファクチャリング・フォーラムのワークショップ 検討結果
「2020年、日本のインバース・マニュファクチャリングはどうなっているか」

4つのシナリオ



インバース・マニュファクチャリング・フォーラムのワークショップ 検討結果

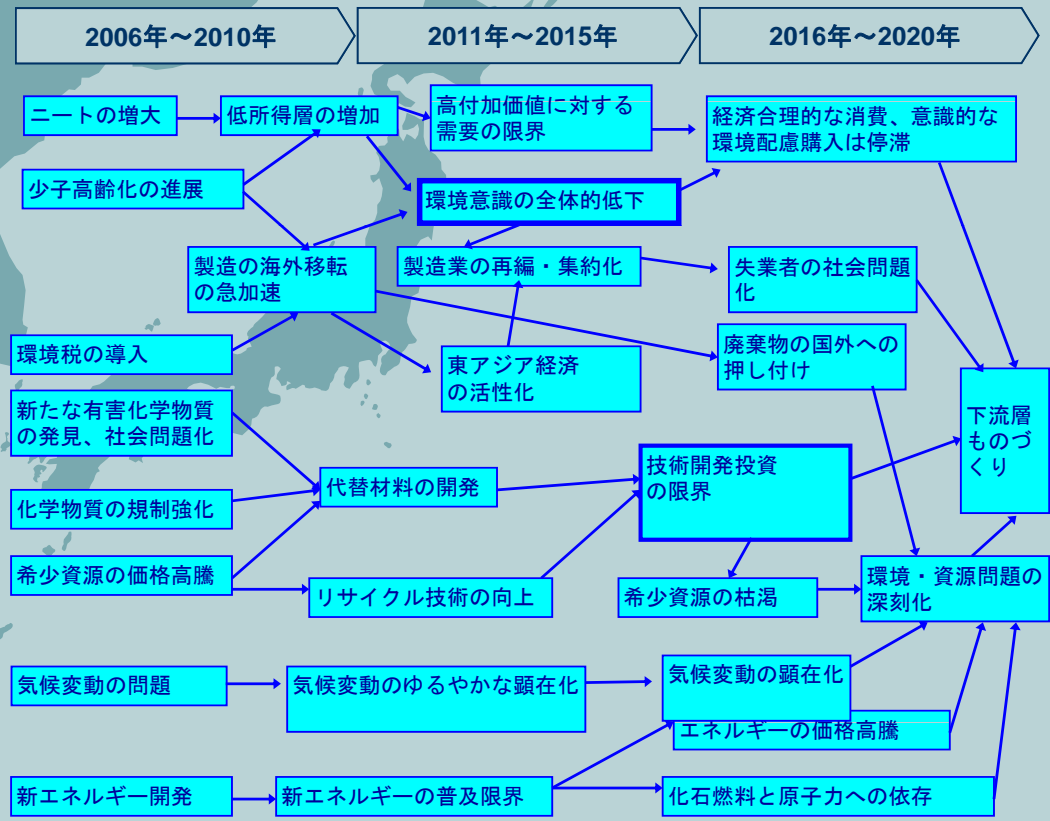
「2020年、日本のインバース・マニュファクチャリングはどうなっているか」

シナリオへの道筋
～下流層のものづくり
への移行シナリオ

希少金属を使い切ったために、リサイクルが進められるが、すぐに限界に達し、代替材料の開発が盛んに行われる。次々と開発を行わなければならないが、企業としての体力は衰弱する。

さらに環境問題を意識した政府主導の環境税が導入され、消費者、メーカーともに環境への意識を迫られるが、消費行動のデフレスパイラルが加速し、社会、経済、環境ともに悪化の一途をたどる。

資源・エネルギーの枯渇や地球環境問題への対応が先送りされ、将来的に深刻な事態を招くこととなる。



インバース・マニュファクチャリング・フォーラムのワークショップ 検討結果

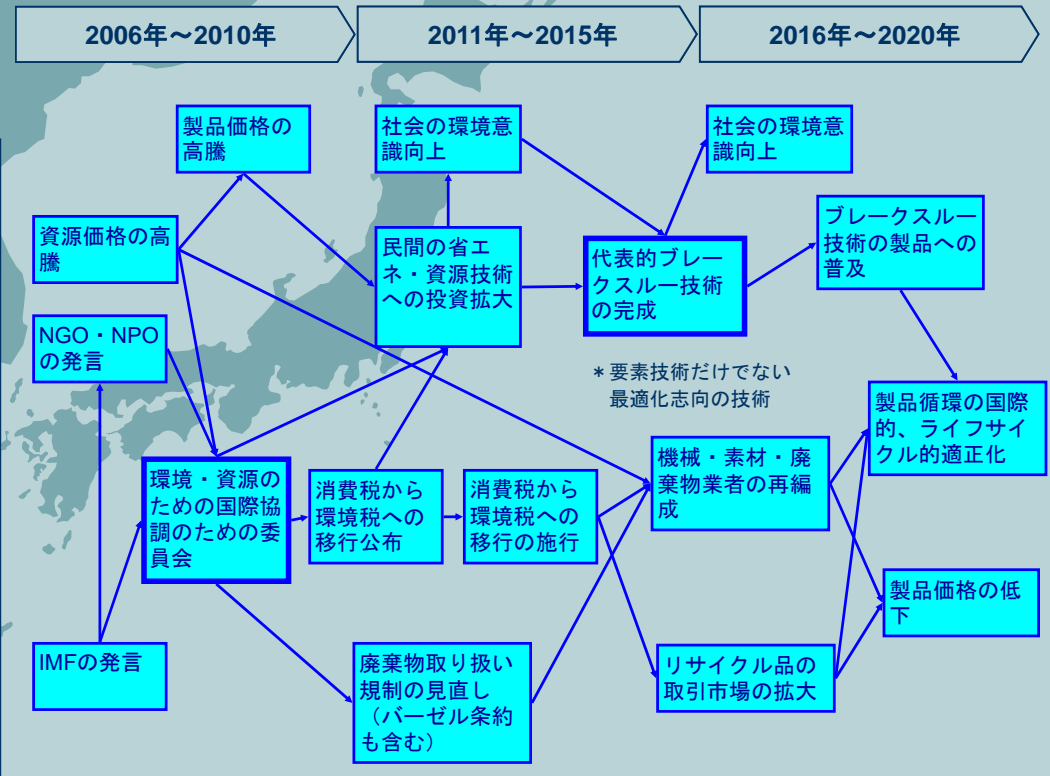
「2020年、日本のインバース・マニュファクチャリングはどうなっているか」

シナリオへの道筋
～低環境負荷・高付加価値型製品（サービス）
が普及するシナリオ

製造業は、パーズン資源・エネルギーを使わないところで儲けようとするビジネスを指向し、そのための投資を増やした結果、サービス活動比率が上昇した。

資源生産性が桁違いに高い製品開発、物流革命による、日本の製造業の革命的省エネルギー、省資源化が達成され、日本の製造業の競争力が強化され、経済成長は維持された。

生活者は、間接的に高いエネルギー、パーズン材料価格を負担することから、利益最適行動をとるだけで、間接的に資源・エネルギーの使用量が減少し、廃棄物は有価物となり、廃棄物量は減少し廃棄物問題は表層的に解決した。



インバース・マニュファクチャリング・フォーラムのワークショップ 検討結果

「2020年、日本のインバース・マニュファクチャリングはどうか」

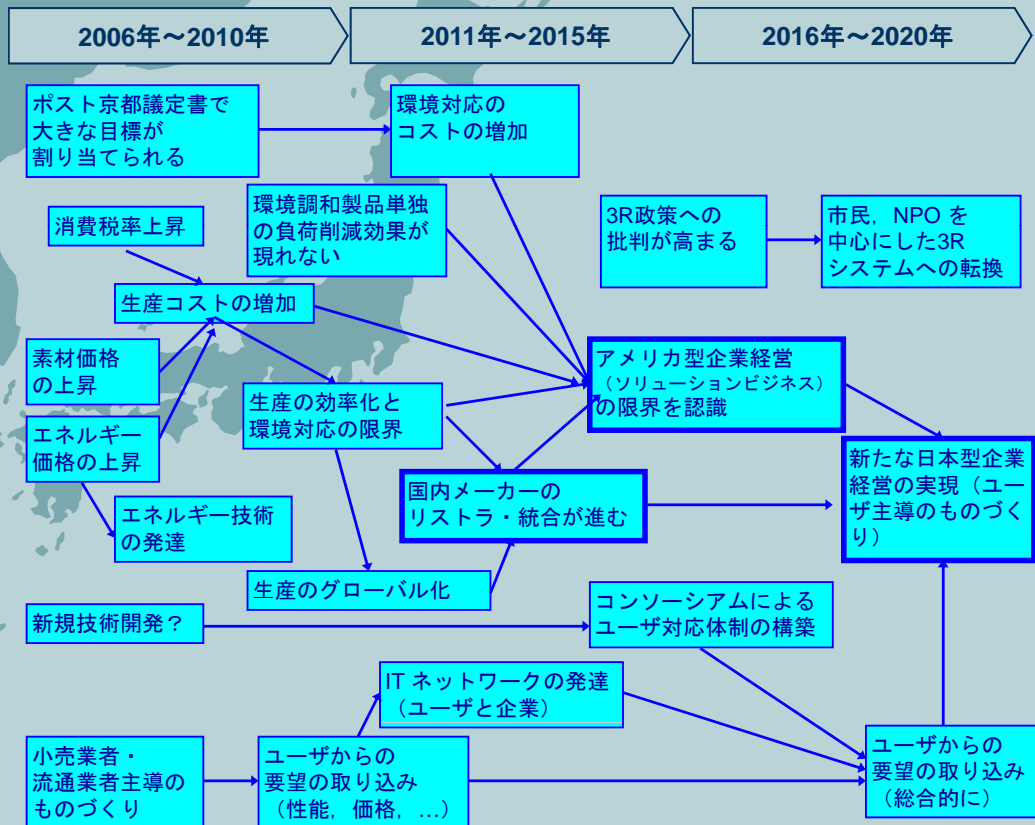
シナリオへの道筋

～自律的・持続的もの
づくり社会が実現する
シナリオ

2020年、Aさんは、一人乗り自動車で買い物に出かけた。この車は、地域のNPOが運営しているレンタル会社から借りた。新しい薄型デジタルテレビの購入を考えている。選択にあたっては、価格が高くてライフサイクルの管理がきちんとしている製品を選ぶと思っている。

Aさんはウェブで企業のCSR活動を確認し、X社の製品を選ぶことにした。

Bさんは10年乗っている自動車が故障したので、地域のNPOが運営している修理会社に修理を依頼した。この修理会社では自動車技術を持った高齢者が修理を行っている。修理が終わったときに、燃費も向上し、新品同様にレストアされた。



インバース・マニュファクチャリング・フォーラムのワークショップ 検討結果

「2020年、日本のインバース・マニュファクチャリングはどうか」

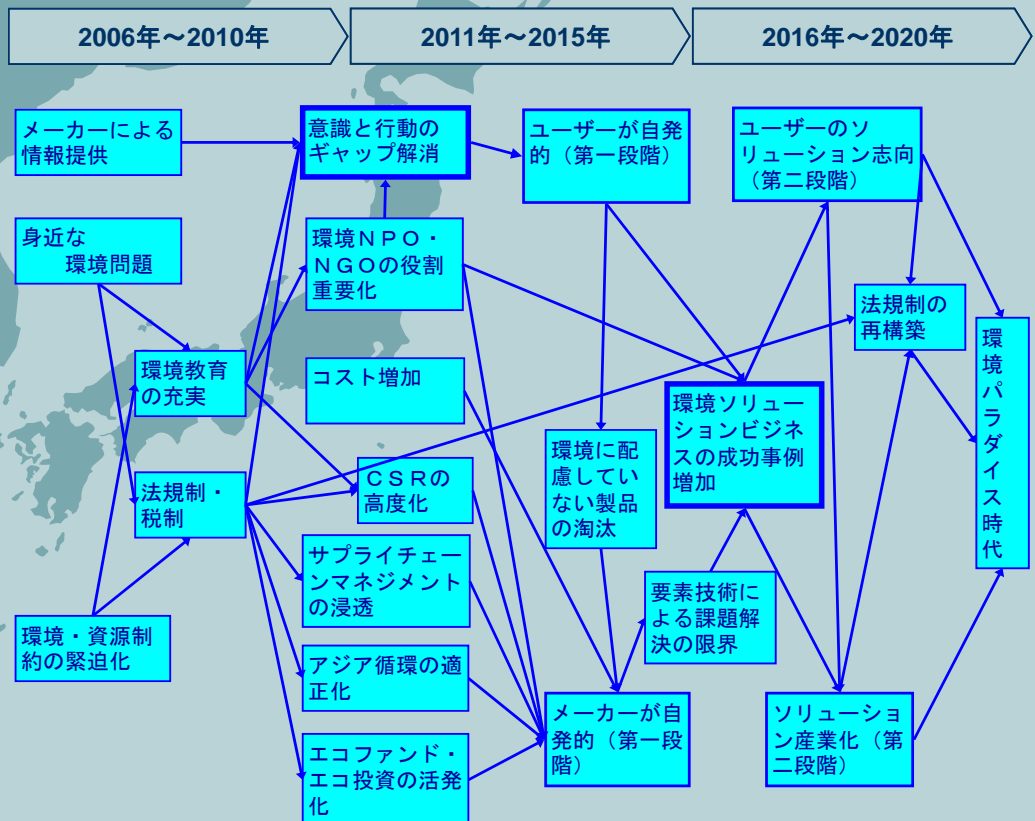
シナリオへの道筋

～環境パラダイスが
実現するシナリオ

人々は高い水準の環境教育を受け、高度な環境意識に基づいて、環境行動を実践している。環境NPO・NGOが活発化し、環境ソリューションの担い手となっている。

我が国は、世界で最も環境意識の高い国となり、3R政策で世界をリードしている。

製造業は、ソリューション+モノによる機能・サービス提供型の産業に変革し、ライフサイクル設計とマネジメントが一般的に実施され、使用長期化、メンテナンス、リユース、再生産が広く実施されている。



インバース・マニュファクチャリング・フォーラムのワークショップ 検討結果

シナリオからの戦略示唆： 政策決定者、研究者・学会、製造業が取るべき戦略

	政策決定者	研究者・学会	製造業
下流層のものづくりへの移行シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー、資源価格の安定化施策(例：大量備蓄、資源開発等) ・ニート対策／少子高齢化対策(ニート教育、適正収入の雇用確保) ・“官”産学による研究開発の推進(投資効率の向上) ・競争的研究開発資金の提供 ・消費者活動の支援、政府広告の充実 	<ul style="list-style-type: none"> ・学会による正確な分析と情報提供 ・学会の枠を超えた連携による技術開発の無駄省き、産学共同の推進 	<ul style="list-style-type: none"> ・高付加価値製品の国内生産維持 ・産産提携(業務提携、共同研究、標準化、技術供与等)
低環境負荷・高付加価値型製品(サービス)が普及するシナリオ	<ul style="list-style-type: none"> ・省エネルギー・資源技術への投資を促す政策 ・エネルギーとバージン資源に高い環境税 ・世界が持続可能であるための環境負荷、資源配分を実現可能にする国際的環境規制と資源配分に関する合意へむけた根回し ・雇用市場の流動化 	<ul style="list-style-type: none"> ・持続可能な環境負荷レベルの定量的明確化 ・技術の観点からの提言 	<ul style="list-style-type: none"> ・生き残りのための先行した省資源・省エネルギーのための技術とソリューションの開発 ・経営戦略、事業戦略、技術戦略 → サービス業、農業への業種転換も視野に ・利用者を先導するための啓蒙・宣伝活動
自律的・持続的のものづくり社会が実現するシナリオ	<ul style="list-style-type: none"> ・教育システムの改革(→ 個人の自律の実現) ・NPO設立、運営のための社会人教育 ・環境NPO、社会人教育NPOの支援 ・3R政策、3Rシステムの見直し ・技術開発、ものづくりの支援 ・生産、資源循環のグローバル化を支援(規制の緩和) 	<ul style="list-style-type: none"> ・3R等の環境政策の正しい評価 ・ユーザの使用、社会活動を想定した要素技術、システム技術の開発 ・大学の改革(正しい情報、適切な情報の発信、社会貢献のための発言) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ユーザの要求に従った製品開発 ・高付加価値の製品開発のための先端技術開発の推進 ・グローバル化及び国内ユーザの要求に従ったカスタマイズに対応する適切な体制作り ・ものづくりの企業文化の維持・推進
環境パラダイスが実現するシナリオ	<ul style="list-style-type: none"> ・環境教育の充実 ・メーカーが自発的に行動するように仕向ける法規制・税制の整備 ・目的が達成されたときに法規制を撤廃することのコミットメント ・ソリューション産業化の推進 ・国際的な環境への取り組みを促進するための、対外的な働きかけ 	<ul style="list-style-type: none"> ・行動に結びつく環境教育の高度化への貢献 ・「環境パラダイス社会」に向けたオピニオンリーダーとしての貢献 ・環境に関する超長期戦略の策定とバックデータの蓄積 ・ライフサイクル設計・マネジメント技術の研究強化・推進 	<ul style="list-style-type: none"> ・(失敗を恐れない) サービスソリューションビジネスへの積極的な取り組み ・ユーザーとの協働によるサービスソリューションビジネス市場の育成 ・サービス・ソリューション系の技術開発を中心に、IT技術やその他の先端技術の開発 ・製品の陳腐化に対するコントロールをスムーズに行うための設計技術の開発

インバース・マニュファクチャリング・フォーラムのワークショップ 検討結果

シナリオからの戦略示唆： フォーラムが取るべき戦略、共通の戦略

	インバース・マニュファクチャリング・フォーラム	シナリオ共通の戦略 “Must Do Today”
下流層のものづくりへの移行シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> ・ライフサイクル思考の意義、社会的・経済的効果の情報発信 ・技術開発の先導、コーディネート ・BtoCの観点でのインバースのあり方の検討等 ・小売店、素材産業、関連学会との連携 ・実証(IMFとして会社化etc.)と政策提言 	<ul style="list-style-type: none"> ・あらゆる主体による消費者の環境教育 ・ライフサイクル思考の意義・効果の情報発信 ・エネルギー、資源の枯渇問題への対応
低環境負荷・高付加価値型製品(サービス)が普及するシナリオ	<ul style="list-style-type: none"> ・現状の危機的状況の認識と可視化 ・トップダウンで産業構造を転換することで持続可能に経済成長するためのシナリオの提言 ・ビジネスと技術の観点からの提言 ・市民団体との連携したロビー活動 	<ul style="list-style-type: none"> ・現状の危機的状況の認識と可視化
自律的・持続的のものづくり社会が実現するシナリオ	<ul style="list-style-type: none"> ・環境問題の可視化・体験のためのシステム・ツール開発 ・環境政策(3Rなど)の総合評価(社会的な視点から) ・環境技術選択モデルの構築 ・持続的のものづくりのための社会人教育(認定制度等) ・インバース社会 2020 のイメージ作成、発信 	<ul style="list-style-type: none"> ・循環型社会形成のための警鐘 ・メンタルの変革：何もしないとやばいよ！ ・価値観の見直しの促進(自然、社会、自分) ・環境問題を実感できるシステム作り(体験教育、IT) ・ものづくりのあり方の見直し
環境パラダイスが実現するシナリオ	<ul style="list-style-type: none"> ・ユーザーの自発的な行動と、メーカーの自発的な行動を結びつけることによる、「環境パラダイス社会」実現の推進 ・「環境パラダイス社会」へ向けた社会・技術戦略の策定・提言 ・市民、環境NPO・NGOとの協働 ・産業界の積極的な行動を促すオピニオンの策定・提言 ・海外へのインバース・コンセプトの発信と、海外パートナーとの連携 	<ul style="list-style-type: none"> ・行動を伴う環境教育の充実 ・バックデータの蓄積・整備 ・社会・技術戦略の策定・提言



インバース・マニュファクチャリング・フォーラム 御中

シナリオ・プランニング™ ワークショップ
二日間の議論のサマリ

- 「2020年、日本のインバース・マニュファクチャリングはどうなっているか」

2006年1月21日

株式会社 グリーンフィールド コンサルティング

及び、シナリオ・プランニング™は株式会社 グリーンフィールド コンサルティングの登録商標です
本資料を当プロジェクトの目的以外に使用することを固く禁じます

Inverse Manufacturing Forum Confidential - Greenfield Consulting, Inc.

Re·Perceive,
Re·Strategize,
and Do it!



二日間の議論のサマリ_060121.ppt

シナリオ・テーマ

シナリオ・
テーマ

- 「2020年、日本のインバース・マニュファクチャリングはどうなっているか」
 - 機械産業（電機、産業、精密）におけるインバース・マニュファクチャリングの状況はどうなっているか
(輸送機械（自動車）はサブ項目の扱いとする)

戦略
テーマ

- インバース・マニュファクチャリング・フォーラムが提言すべき、新たな環境変化（シナリオ）に対応した戦略・行動規範とはどのようなものか
 - 政策決定者の取るべき戦略
 - 業界団体の取るべき戦略
 - 研究者・学会が取るべき戦略
 - 製造業の取るべき戦略（技術など含む）
 - サービス業の取るべき戦略
 - 社会で共有すべき環境意識・行動規範



- これらをまとめると、インバース・マニュファクチャリング・フォーラムが取るべき戦略はどういうものになるか

Inverse Manufacturing Forum Confidential - Greenfield Consulting, Inc.

- 1 -

「2020年、日本のインバース・マニュファクチャリングはどうなっているか」 参加者の問題意識

- 石田（日立）： 地球温暖化の進行に生活者意識薄い、伝染病など突発的なものに敏感、環境汚染
- 近藤（産総研）： 社会の多極化が進行し環境の複雑化要因に、メンテナンス産業、特にアフターケアサービスが伸びる？（使い方指導など）
- 木村（東大）： インバースはまだ社会に受け入れられていない、技術のブレークスルーが必要、環境課題が社会で実践されていない、ドイツなどヨーロッパでは実地体験で意識向上、日本では環境問題の可視化必要
- 白井（三井情報）： 外的要因でエネルギー動向が重要、石油の埋蔵量がインパクト、アジア循環、一般市民の環境意識としてLOHASなど間口は広がっているが、高意識層はまだ不十分、プレイヤーの多様化も重要
- 上木（キヤノン）： アジア循環の仕組みがどうなるか、15年前と比べ企業意識は向上、環境問題の可視化から意識が高まるのでは
- 秦（EMSI）： EUの規制が効果的なのかを誰が判断するのか、CSRの高まりの中でメーカーの責任はどこまでか
- 稲荷（三井情報）： エネルギー資源の価格問題、ポスト京都議定書はどうするか、アメリカの情勢との絡み注目、地方分権・道州制によるインパクト
- 藤本（東大）： 環境問題が解決しないのは技術至上主義が原因だから、意識向上が重要、心の問題まで踏み込む必要あり
- 梅田（阪大）： IMの環境問題の中での位置づけ、企業のビジネスとIMのつながりはどうなるか
- 松本（NEC）： 循環型社会のあるべき姿は何か、技術・制度などの要因をどう体系化するか
- 大橋（日立）： 環境問題を社会全体がどのように取り組むか、人は自分の体験に基づき行動するがワンジェネレーション後はどうなるか、企業をフィードフォワードするべきではないか、規制：進める要因、経済：ブロック要因、市民の意識向上→企業対応のリンク、社会全体のリンクをどのように回して環境問題を解決するのか
- 菅（三井情報）： 技術進展は継続→企業がどう使うか、企業・一般市民の意識や行動、受容性がIMにどの程度影響を与えるのか
- 増井（産総研）： 工業製品が消費者にどのように受け入れられるか、消費者への情報不足、危機感が薄い
- 吉田（松下）： 製品のすべてのプロセス（ゆりかご～墓場まで）を見せる必要性、製品の環境負荷を極限まで削減する必要性、モノづくりの2020年のありかたはどうか、ICの国際標準化の動向、2020年に通用する未来像と現状をどうつなげるか、モノの環境負荷の削減と生活の豊かさをどう両立するか
- 高橋（MSTC）： モノの製造において外部委託が増えコスト意識が減っている、コストを直接、製造者・消費者にかければ、行動に影響が出る
- 山際（東京造形大）： 中国経済の影響（連動性）、突発的な化学物質の問題、IMの一般普及にはマーケットの同調が必要

(敬称略)

ブレインストーミング結果： 社会・消費者・教育、経済・税制、政治・政策・規制

社会・消費者・教育

低成長経済
日本の経済成長の成熟化
経済成長率の低下
経済成長率の鈍化
産業構造変化
環境教育の充実・徹底
環境実践教育
社会教育
政治と国民意識のギャップ
政治・法律・規制…国民…意味なし
人口減少と高齢化
消費・労働力の低下
環境負荷の低減
若年消費層の減少
単独世帯比率の増加
情報化の懸念
個人情報保護に関する意識の高まり
ネット犯罪の増加
労働者の質の変化
高学歴化
ニートの増加
外国人労働人口の増加
低賃金労働
ものづくりからの人離れ
熟練労働者の減少
ニートの再教育—活用政策

経済・税制

環境税導入の動向
環境税の高税率化
環境税の活用
環境税購入強化
環境を目的とした(肩書き)税制の動向
環境補助金の導入動向
環境政策への経済的措置導入の動向
法規制、環境税、環境補助金の動向
環境投資に対する優遇税制
エコファンド拡大
エコ投資の動向
SRI(社会的責任投資)の動向
アジアを中心とした国際経済の動向
オイルマネー流出の動向
中国の成長鈍化
日本と近隣諸国(e-waste品の現在の行き先)との経済水準格差
海外からの投資増大
国際経済のブロック化
中国の経済発展が進む
世界経済(特に中国)の動向
中国経済の拡大=日本経済と同期(エネルギー不足、国内製造力低下=製造業からサービス業へシフト=ものづくり技術意識低下)
税負担の増大
消費税増税
個人負担の増
公債の急拡大

社会格差の拡大

社会的豊かさ
貧富の差拡大
勝ち組・負け組二極分化、フリーター層
低所得者の増加
所得・教育の格差(低レベル:モノを大切にする、環境意識の低下、ニート層の認知:働かない、消費しない(ハード))

政治・政策・規制

地方分権の進展
道州制の導入
地方分権と地域格差
先進的自治体の動向(特区など)
地方・OPOの権限が拡大
CSR進展
CSRに関する取組の増加
情報公開の進展
企業の社会的責任の増大
企業の不祥事摘発続く(新しい規律?)
EPRの普及(製造業の下流工程への進出)
CSRの動向
CSRと社会の監視動向
消費者教育
情報開示
製品の環境情報の提供動向
政治的不安増大
科学技術政策における環境の取扱い動向
科学技術政策において「環境」が重点課題から外れる

ブレインストーミング結果： 技術進展、地球環境問題、国際問題

技術進展

技術の進展
技術大国となる
アジアへの環境技術移転の拡大
総合技術の重要度の拡大
設計の標準化拡大
モジュール化、標準化の拡大
業界内部品標準化の動向
カスタマイズ可能な設計
設計法律規制国際標準化
設計開発動向
性能向上の早さ（製品の陳腐化の早さ、例：
PCのCPU速度向上の早さはゆるやかに）
リサイクル技術高度化
資源循環技術の進展
リサイクル技術の高度化進展
廃棄物再利用技術の高度化
希少物質回収技術進歩
IT技術高度化の進展
ITの高度利用進む
モバイル機器の性能向上
ユビキタス化の進展
RFID等を利用した製品、部品、情報の収集技術
の進歩
IT技術の動向
情報インフラシステムの動向
ユビキタス環境の動向
エネルギー関連技術の進展
製造過程でのエネルギー排出抑制技術の進展
エネルギー関連技術の動向
新エネルギー技術（燃料電池・バイオ等）
再生可能エネルギーの開発動向
省エネ性能向上の動向
処理技術の高度化
二酸化炭素吸収処理技術は少しだけ進展
リサイクルにおけるロボット活用拡大
埋立て処分場問題が技術で解決

リサイクル技術の動向
3R関連技術の動向
マテリアルリサイクル技術の進展or停滞
鉄・プラスチックのリサイクル技術進展動向

地球環境問題

グローバルな環境問題の顕在化（食料・健康・伝染病・化学物質）
食糧危機の発生
食料自給率の低下継続
アジア地域の人口増加
人口増加
世界人口の急拡大（特にアジア・アフリカ）
砂漠化・水など問題の顕在化
伝染病被害の拡大
エネルギー資源枯渇問題の動向
資源エネルギー枯渇
再生資源輸出の拡大
資源価格の動向
資源枯渇
資源枯渇が最大の問題となる
石油資源の限界が明らかに
資源生産性の動向
資源枯渇・価格高騰
マテリアル資源枯渇問題の動向
鉱石中の含有率の動向
希少金属の価格動向
レア資源の価格の高騰
価格の上昇（レアメタル）
希少資源のセキュリティ問題の拡大

身近な環境問題の増加（化学物質・汚染・災害）
土壌汚染の露見
局地的災害の深刻化
自然災害と病気の多発
突発的（想定外）の科学物質汚染と事故
地球温暖化の影響顕在化と対策の進展
異常気象
ポスト京都議定書の動向
ポスト京都議定書/削減目標が影響
気候変動問題が深刻化
年間平均気温の長期上昇トレンド
温暖化問題の深刻化
温暖化の影響顕在化
地球温暖化対策の成果の行方

国際問題

アジアの環境問題深刻化
中国・東南アジアの公害問題深刻化
国際資源上達の動向
各種マテリアル資源の国際価格の高騰（中国需要拡大）
資源問題の外交への影響
紛争地域からの資源・エネルギー調達不安定化
資源関連紛争の動向
石油供給国（中東）の政治紛争の動向
中国、米国を中心としたエネルギー主導権（紛争等）動向
国際社会の多様化
多極化社会
国による貧富の差拡大
南北対立激化

ブレインストーミング結果： 国際問題（続き）、一般市民の環境意識・NPO・NGO、業界団体、環境規制・政策決定者

国際問題（続き）

国際紛争の増加
ナショナリズムの高まり
不安定化
民族対立の激化
国際調達の動向
OECDの発言力
争いと協調の双方が増加
国際生産・流通の動向
環境問題の低開発国へのしわ寄せ
新興国における工業製品の普及進展
労働力の流動化
国際的な資源循環
再生資源の国際移動活発化
廃棄物の越境移動拡大
パーゼル条約の動向
途上国での廃棄物処理問題浮上
廃棄物の処理責任の所在の明確化
輸出以外の廃棄物処理ビジネスが苦境に

実態の市民理解が進まない
市民の環境意識動向（多消費続く）
情報公開の動向
環境配慮商品動向
環境配慮商品の技術革新影響
省エネ住宅・ビルの増加
環境配慮商品市場の動向
環境配慮製品の購買意欲動向
グリーン購入の拡大
ロングライフ製品の要求増
リース品、リユース品（リフレッシュPC等）に対する抵抗感の低下
マスメディアの影響力の低下
マスメディアの影響力の相対的低下
NPO・NGOの動向
NPO・NGOの連携と影響力
環境NGOの日本国内でのプレゼンス動向
環境NPOの専門家化、大規模化
NPOの影響力増大
コミュニティビジネスの動向
市民活動「エコ・ヴィレッジ」など、増加
市民によるリサイクルセンターの活動が増加
市民への活動活発化

環境関連の標準化の動向
「標準化」がさらに進行
環境関連企画の策定動向
自主基準の浸透
価値指標、ファクター指標の一般化
製品LCA評価の標準化、情報発信の進展
化学物質の予測、評価ガイドライン推進
環境配慮設計の標準化動向
環境配慮製品設計に関するガイドライン等の普及動向
環境調和型設計の普及
情報標準化動向
環境関連情報開示における標準化
情報交換のための標準化の進展

環境規制・政策決定者

超長期戦略策定の普及
超長期戦略策定の普及
地方自治体の環境政策
地方自治体の環境政策動向
環境規制の強化
規制・罰則強化
環境規制強化
環境関連の規制強化
環境規制も強化
環境関連法整備
環境政策の強化
エコデザイン規格/法律が広がる
排出権取引動向
排出権取引の増加
Co2排出権取引の拡大
Co2排出権取引の行方

一般市民の環境意識・NPO・NGO

環境意識の高まり
消費者の健康意識敏感に
市民環境意識の高まり
「もったいない」精神の動向
環境意識と行動の乖離
環境領域別の意識の格差（↑一人称：安心、安全、↓三人称：めんどくさい、リサイクル、手間できる）
環境ブームの動向
環境意識別セグメントの動向
環境意識の停滞
エココンシャス層の意識・行動動向
環境問題意識が現状レベルで停滞

業界団体

環境に対する業界団体の役割の動向
政策提言活動の動向
対策共同推進の進展
環境戦略
環境対策の高度化進む
環境活動積極・消極の二分化
利害対立が激化し、統一行動が難しくなる
中長期の温暖化対策へ取り組み進む
中間法人など協業が増加
業界団体の影響力（ガイドラインは企業にとって本当に必要か）

ブレインストーミング結果：

環境規制・政策決定者（続き）、製造業：組立、製造業：素材

環境規制・政策決定者（続き）

排出権取引市場の確立
排出権取引の拡大
バックデータの把握
環境規制に対する理論的裏づけ
社会の実態の把握
資源政策の動向
資源政策の強化（国家間の戦い）
資源エネルギー対策の動向（一体化or分離）
国際的規制の拡大
EU指令への国内外での対応動向
EUの規制の拡大
欧州型WEEE規制の拡大（多製品対象）
中国を含めたアジア循環ルール（条約・規制）
アメリカの環境問題への積極化
3R関連政策の動向
3R政策と技術で日本が世界をリードする
3Rイニシアティブ等の政策展開
使用済み製品処理に関するメーカーの責任強化動向
リサイクル法が他の商品に拡大
リサイクル法対象製品の増加
リサイクル法の規制領域・品目・拡大動向
逆工程から順工程への環境規制の遡上
家電リサイクル法の動向
資源有効利用促進法の適用、対象製品の拡大動向
再生材（リサイクル材）利用率の義務化の行方

産廃の規制強化
産廃の不法投棄に対する取組の動向
廃棄物規制の強化
廃棄物の規制は拡大

製造業：組立

ライフサイクルを重視した製造業の動向
環境効率性をベースとした企業活動の進展
全ライフサイクルの考慮
機能・サービス提供型の企業活動が増加
メーカーによる廃品回収の一般化
長期使用の促進
エコ設計技術の進展
3R対象製品の拡大
簡易分解性設計の普及
環境対応製品の開発動向
自主的なエコデザインの進展
生産工程の変化動向
設計と製造の分離
労働装備率の動向（生産自動化の行方）
コンポーネントメーカーの影響力拡大
組み立ての付加価値減少
製造業のグローバル化
海外生産比率増加
国内生産の動向
輸出入量の動向
工場の海外進出拡大
海外生産移転
製造業のグローバル化進行

業界構造の変化動向
メーカーが淘汰（巨大企業が数社）
海外メーカーのシェア
企業再編と製造カテゴリーのすみわけ
次世代製品の動向
ディスプレイ、情報機器他

製造業：素材

素材技術開発の進展
新しい機能素材の出現が多くなる
再生可能な素材の開発動向
摩擦の少ない素材、潤滑剤の出現
環境配慮型の新素材の開発普及動向
ナノテク素材の利用進展
石油使用代替材料の開発動向
既存材料の環境製能向上
低環境負荷の材料の標準化
生分解性プラスチック市場の拡大
リサイクル材の一般化
リサイクル素材のシェア
原材料中のリサイクル品の割合の動向
リサイクル材混入使用の一般化
サプライチェーン連携の拡大（国際/業界間）
業態の変化（下流（組立て）or 上流（薬品））
国内海外包括の循環サプライチェーン（素材～組立～運用）
国際循環の更なる増加
環境SCMの強化
組立産業やリサイクル産業との連携動向
素材市場の動向
農業の変化、資源エネルギーとしての生産増
需要の飽和（ビジネス鞍替え）
中国の需要
資源・エネルギー価格の影響

ブレインストーミング結果：

サービス：エネルギー、サービス：廃棄物、サービス：流通ほか

サービス：エネルギー

原油価格の動向
エネルギー価格動向、素材価格動向
新エネルギーの拡大
バイオマス利用の進展
エネルギー源の多様化
新エネルギーの開発・普及の拡大
脱化石燃料の進展
エネルギー供給ビジネス拡大
水素社会の進展
太陽光発電の普及
燃料電池の普及
コジェネ普及等、エネルギー使用効率向上
エネルギー需要動向
民生でのエネルギー需要増大
エネルギーの利用予測
エネルギー原単位の動向
エネルギーのCO₂原単位の動向
分散型エネルギーの普及進展
発電の分散化進展
エネルギー供給方法と比率（太陽・風力等）
分散型エネルギーによる事故など問題が多発
原子力の動向
原子力発電所の増加
原子力の復権
原子力の衰退

サービス：廃棄物

最終処分場の動向
最終処分場の利用価格の動向
廃棄物分類の合理化
廃棄物処分場残余年数動向
廃棄物処分場問題の動向（小さくなる？資源問題へ？）
大量生産+大量リサイクル型循環の限界が明らかになる

廃棄物ビジネスの拡大

環境ビジネスの拡大
廃棄物処理業と製造業の連携強化
廃棄物量の動向
廃棄物量の減少
家庭での一般廃棄物の処理の拡大
廃棄物処理料金の動向
ゴミ処理料金の水準
一般家庭からの廃棄物回収処理有料化
排出者の負担増加
（廃棄物）不法処理増大（発覚）
裏の世界の問題が顕著になる
産業廃棄物の不法投棄による環境の悪化
処理方法の多様化
ケミカルリサイクルの要求増

サービス：流通ほか

ネット販売増加
インターネットの普及、Eコマースの動向
インターネットオークション（中古ビジネス）
ネットオークションの浸透（中古品売買の促進）
BtoC電子商取引拡大→多種少量生産に移行
インターネットショッピングの拡大
通信（ネット）販売による売上高上昇継続
中古市場拡大
リサイクル品市場取扱量の動向
中古品回収行への大企業/大資本参入の動向
中古市場の確立
所有から利用への拡大
「サービス経済化」の進展
所有しない（借りる）ことへの理解度の行方

リースビジネス市場の拡大

PSSの拡大
物流システムIT化
情報、サービス、産業の動向
情報インフラ、システムを駆使した物流システム動向
使用済み製品の回収（逆ロジスティクス）
ICタグによる管理
ICタグ普及進展
きめの細かい配送サービスが進展
メンテナンスビジネスの動向
メンテナンス技術高度化
高齢化とメンテナンスサービスとの関連
アフターケア（使い方指導）サービスの拡大
修理・メンテナンス業の市場拡大
メンテナンスのパーソナリティ化が進行
市民のメンテナンス習慣の動向
消費者ニーズ多様化の拡大
マスクスタマイゼーションの進展
各種業務代行ソリューションが増大
巨大ショッピングモールとコンビニの二分化
輸送手段の動向
モーダルシフト
ITSの開発・普及動向

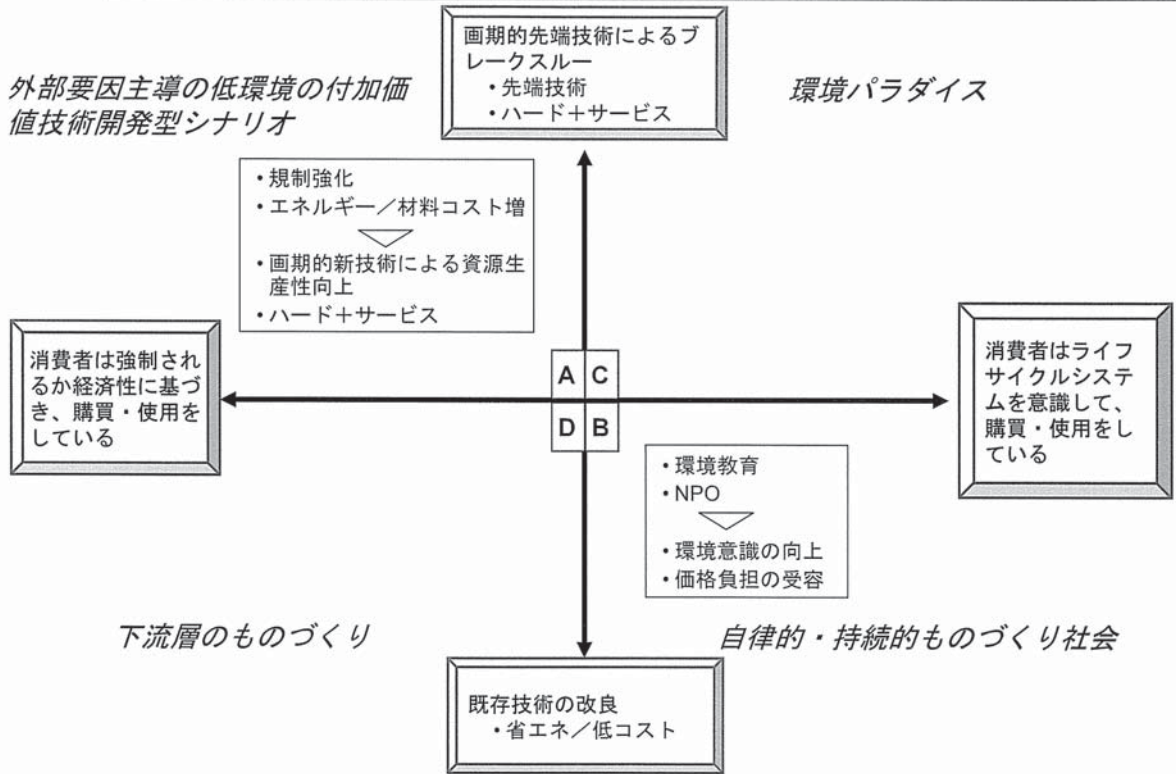
投票結果：トレンド（確定的要素）

<ul style="list-style-type: none"> • 製造業のグローバル化 • 地球温暖化の影響顕在化と対策の進展 • エネルギー資源枯渇問題の動向 • リサイクル技術の高度化 • CSRの進展 • 廃棄物の越境移動拡大 • マテリアル資源枯渇問題の動向 • 環境規制の強化 • 3R関連政策の動向 • 新エネルギーの拡大 • 労働者の質の変化 • アジアを中心とした国際経済の動向 • 社会格差の拡大 • アジアの公害問題深刻化 • 環境配慮型設計の標準化の動向 • IT技術の高度化進展 	<p>5</p> <p>4</p> <p>3</p> <p>2</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 環境意識の高まり • 環境配慮商品の動向 • 低成長経済 • 環境税導入の動向 • 国際紛争の増加 • 原油価格の動向 • 環境教育の充実・徹底 • グローバルな環境問題の顕在化 - 食料・健康・伝染病・化学物質 • 希少資源 • 国際的規制の拡大 • エコ設計技術の進展 • 廃棄物ビジネスの拡大 • 物流システムのIT化 	<p>1</p>
---	-------------------------------------	--	----------

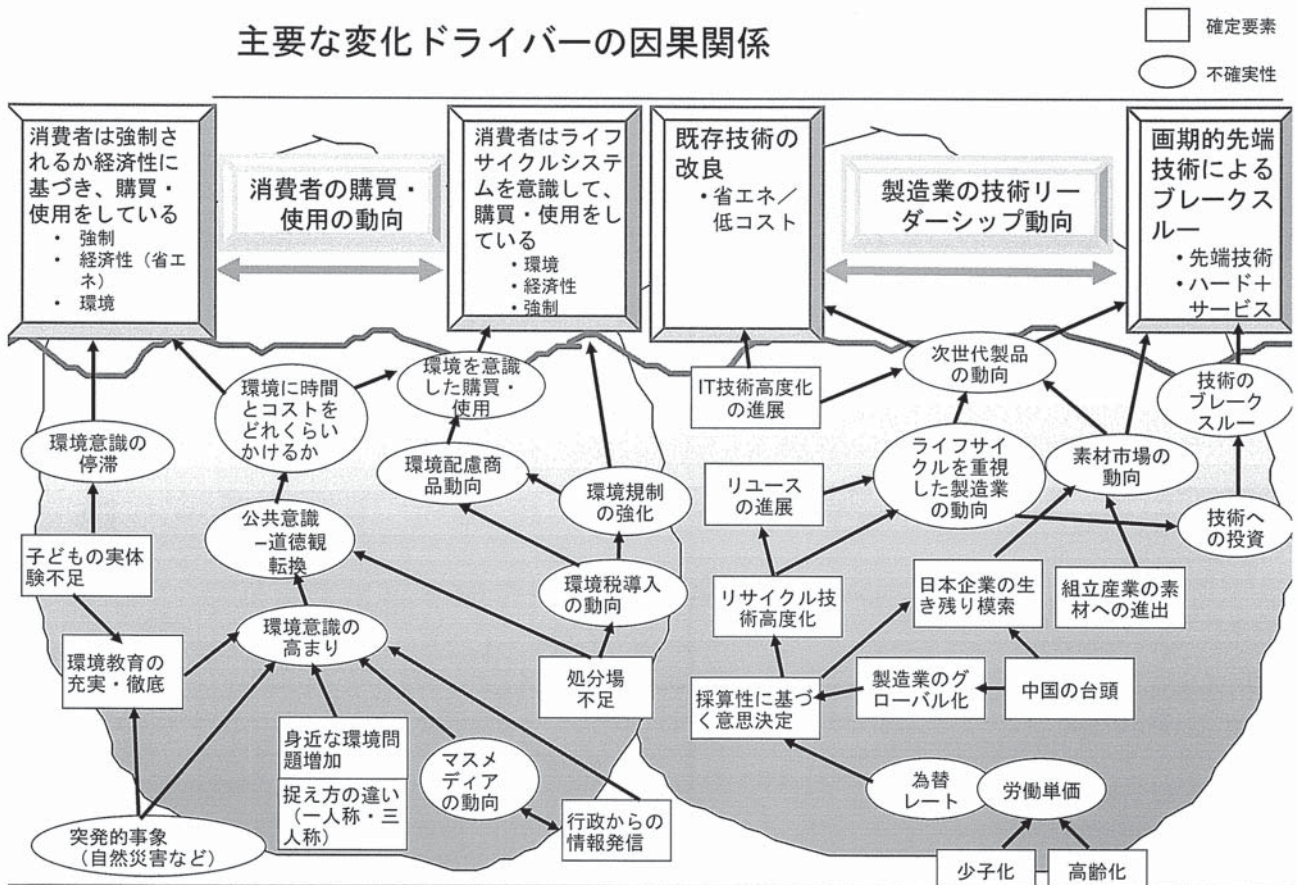
投票結果：不確実性

<ul style="list-style-type: none"> • 環境意識の高まり • 廃棄物の越境移動拡大 • ライフサイクルを重視した製造業の動向 • 所有から利用への拡大 • 環境補助金の導入動向 • 環境規制の強化 • 3R関連性政策の動向 • 環境配慮商品の動向 • マテリアル資源枯渇問題の動向 • 地球温暖化の影響顕在化と対策の進展 • サプライチェーン連携の拡大 (国際／業界間) • 素材市場の動向 • 新エネルギーの拡大 • メンテナンスビジネスの動向 	<p>8</p> <p>4</p> <p>3</p> <p>2</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 低成長経済 • 労働者の質の変化 • 環境意識の停滞 • 環境税の導入動向 • エネルギー資源の枯渇問題の動向 • 国際資源調達動向 • 国際紛争の動向 • 国際的な資源循環 • 国際調整の動向 • 科学技術政策における環境の取扱い動向 • 超長期戦略策定の普及 • リサイクル技術高度化 • 次世代製品動向 • 原油価格の動向 	<p>1</p>
--	-------------------------------------	---	----------

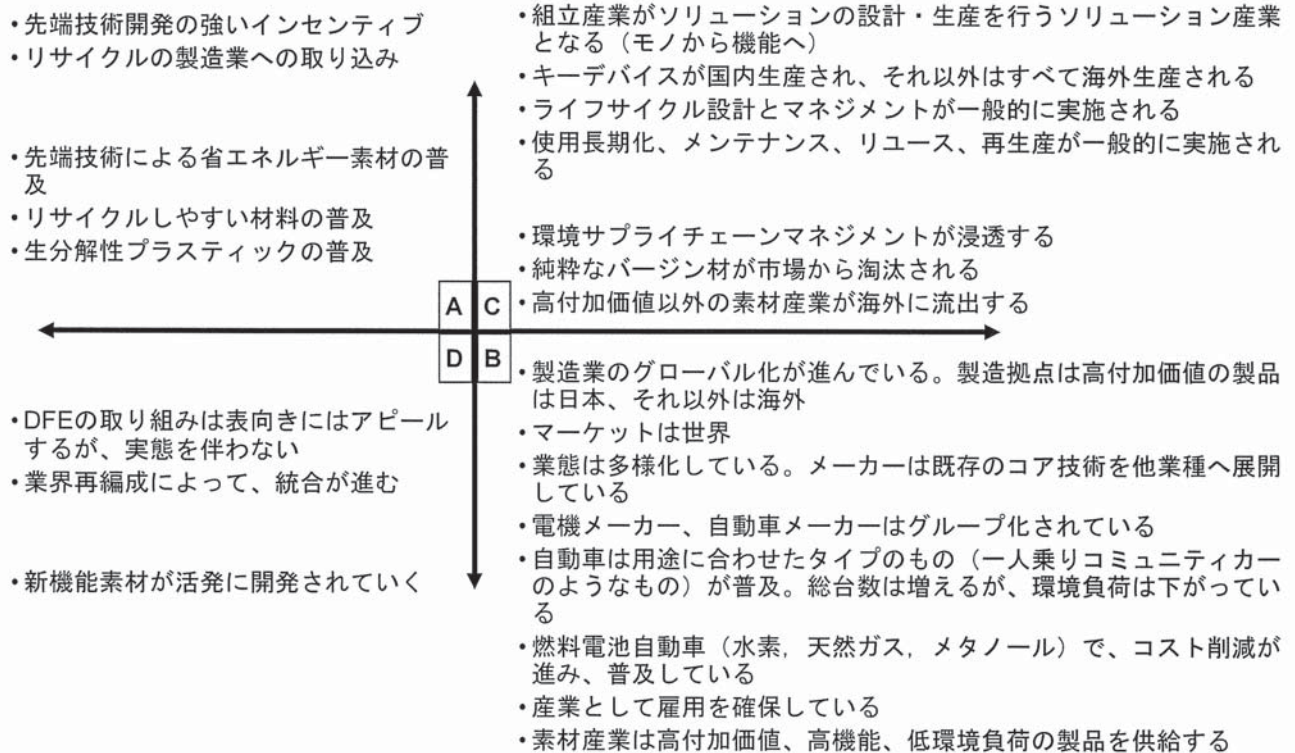
「2020年、日本のインバース・マニュファクチャリングはどうなっているか」



主要な変化ドライバーの因果関係



各シナリオの「機械メーカー：組み立て・素材」まとめ



前日のレビュー：Q&A

Q.Cシナリオの意識はBシナリオと同じ

- 環境意識だけが高いのはおかしい、社会的モラルが高まり環境意識も高まるのでは
- 市民意識との共生が必要

A.社会貢献意識の中に環境意識があり、共に高い

Q.社会の姿が描かれており、各シナリオに至るプロセスが不明

A.年表で明らかになる

Q.横軸の着地点のイメージが行き過ぎの印象。

2020年時点でそこまで到達するか？

- A-C、B-Dのシナリオでバランスをとってはどうか
- 現状はどこにあるのか

A.Dは現状から技術が高度化している、現状からどれだけ変わってDになるか

Q.縦軸の見直しが必要

- 先端技術は下にもはいるのではないか
- 上：システムインテグレーション、ソリューション
- 日本は下にきていて、上に行けない
- 上下を明確に分けなくては進めづらい
- 技術開発は上下共に進む
- 経営技術（ビジネススキル）の進み具合が違うのではないか
- 会社経営（製造業改革）の進み具合
 - 上：シーズ志向、下：目的志向

- 上：ユーザー志向・国民の福利、下：技術志向・エレメンタル（リサイクル率を何%にするか、プリウス開発）

- 上：企業から接客的に提案し、市民が受入、下：放任主義

- 上：適量循環社会、下：大量循環社会

- 上：経済規模が大きい（環境からの製業を乗り越え）

- 下：経済規模が小さい

- 上：社会・企業のコントロールが強い、下：市場主義

- 上：市民⇄企業の双方向
- 下：市民→企業、市民主導

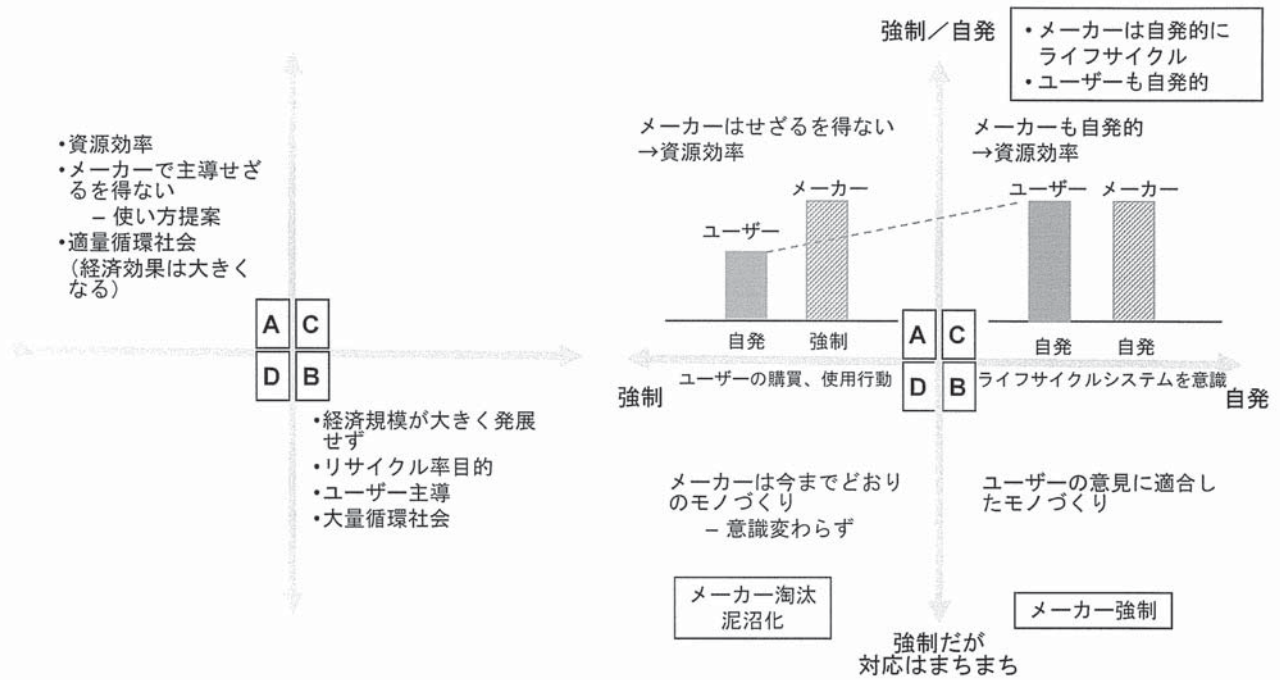
D.

- 高いと買わない、市民の環境意識低い
- 環境によく安ければ売れる
- 企業は従来の業態に近い
- 構造変化にうまく対応できていない社会

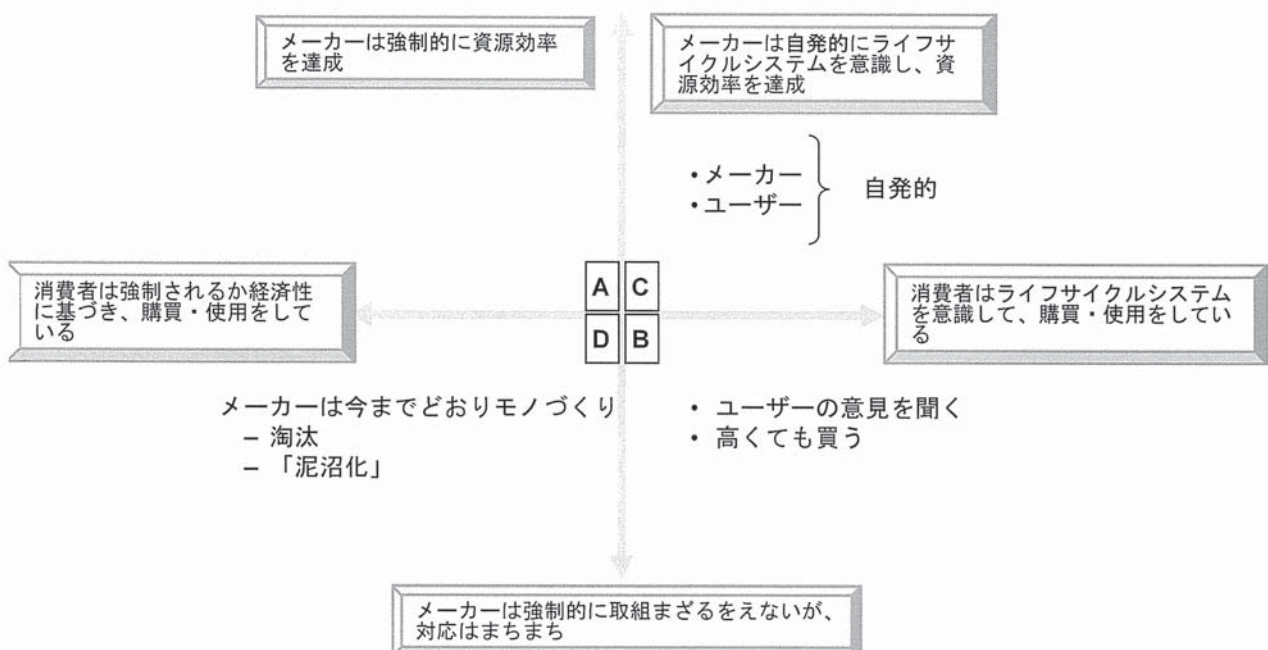
Q.BとCの違いは？

A.C：消費者にとって選択肢が広がるハッピーな社会

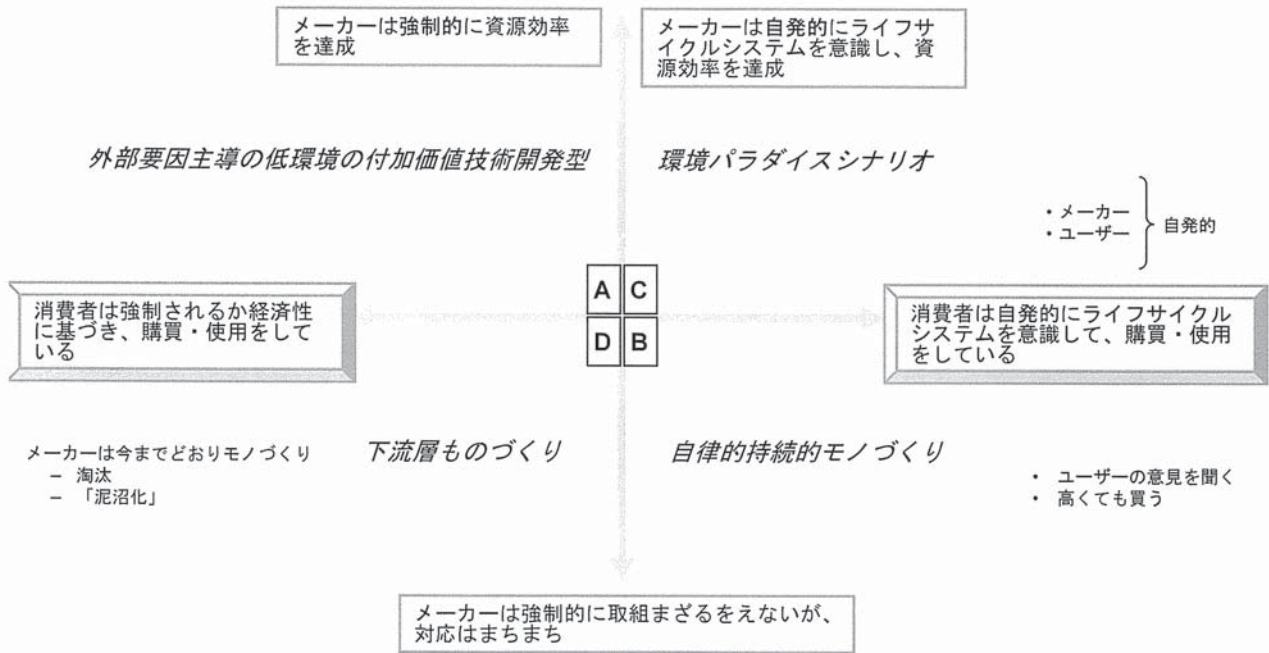
前日のレビュー：軸のラベル見直し



前日のレビュー：軸のラベルの見直し



シナリオ・ロジックの共有化



Dチーム

「下流層ものづくりシナリオ」 シナリオの概要 (I)



シナリオ名

下流層ものづくり

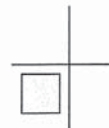
不確実性

- ・ モノづくり中心
- ・ 生活者の意識、自立性・主体性低

シナリオの概要

- ・ 希少資源をはじめとする原材料の調達コストが上昇し、製造原価が非常に高くなる中、消費者は低コストの製品を求める。加えて、少子高齢化による労働力不足もあり、製造業の海外移転が加速度的に進展する。国内においては、従来通りの高付加価値製品のための技術開発が継続されるが、生産部門の過剰な海外移転により、国内では失業者があふれる。低所得層の増加により、低価格な製品を追い求める行動が加速する
- ・ 当然のことながら、消費者に環境意識など芽生えるわけもなく、海外で生産された製品が消費される。一部技術革新で成功した企業が市場を寡占するようになり、省エネ性能製品のような消費者ベネフィットがある製品の基幹部品を製造する産業は生き残れる

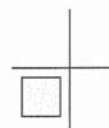
「下流層ものづくりシナリオ」 シナリオの概要（Ⅱ）



シナリオ の概要

- 希少金属を使い切ったために、リサイクルが進められるが、すぐに限界に達し、代替材料の開発が盛んに行われる。次々と開発を行わなければならない、企業としての体力は衰弱する
- さらに環境問題を意識した政府主導の環境税が導入され、消費者、メーカーともに環境への意識を迫られるが、消費行動のデフレスパイラルが加速し、社会、経済、環境ともに悪化の一途をたどる
- 資源・エネルギーの枯渇や地球環境問題への対応が先送りされ、将来的に深刻な事態を招くこととなる

「下流層ものづくりシナリオ」 シナリオの概要（Ⅲ）



社会・消費者・ 教育

- 所得の格差が広がり、経済合理的な判断による消費者層が増加する
- 人口が減少し、市場が縮小する
- 未婚者の増加、単独世帯の増加が進む
- 労働人口が減少、国民の年金負担の増加する
- 労働者の流動性が高まり、専門性が問われる
- 教育の格差が広がり、環境意識の低い層が増加する（下流社会化）

経済・税制

- 労働集約型生産の縮小、生産の自動化が進む
- 付加価値が低い製品は海外生産が今と比べて拡大する
- 国内では、付加価値が高い製品の生産が行われる

政治・政策・ 規制

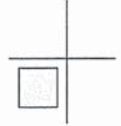
- モノづくり大国を維持するための科学技術政策が重視される
- 政府主導による規制的手法が維持される
- 環境税が導入される

技術進展

- 次世代ディスプレイの開発・普及
- ユビキタスインフラの整備
- 情報機器のさらなる小型化・軽量化
- 省エネ性能のさらなる向上
- センシング技術の高度化

Dチーム

「下流層ものづくりシナリオ」 シナリオの概要（Ⅳ）



地球環境問題

- ものづくりを継続したために、二酸化炭素の国内発生量の削減に限界が生じる
- 国際メカニズムが活用される

国際問題

- XXXX
- XXXX

一般市民の環境意識・NPO・NGO

- NPO間の連携がされずに、ネットワーク化が進まず、期待ほどにはNPO活動が活発化しない
- 全体的には環境配慮意識は高まらない。熱心層と無関心層の乖離が維持される

業界団体

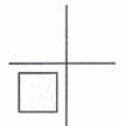
- 従来のように、メーカーに対する影響力は弱く、メーカーそれぞれの対策が進められる

環境規制・政策決定者

- リサイクル法の品目が増加し、リサイクル率が高くなる
- リサイクル工場が国内で活発化する
- 行政施策の強化

Dチーム

「下流層ものづくりシナリオ」 シナリオの概要（Ⅴ）



機械メーカー：組立

- DFEの取り組みは表向きにはアピールするが、実態を伴わない
- 業界再編成によって、統合が進む

機械メーカー：素材

- 新機能素材が活発に開発されていく

サービス：エネルギー

- 原油価格が上昇するが、環境配慮意識には影響を与えない
- 経済性の観点から、太陽光発電が進む。新エネルギーが普及する
- 太陽光発電の変換効率が向上する

サービス：廃棄物

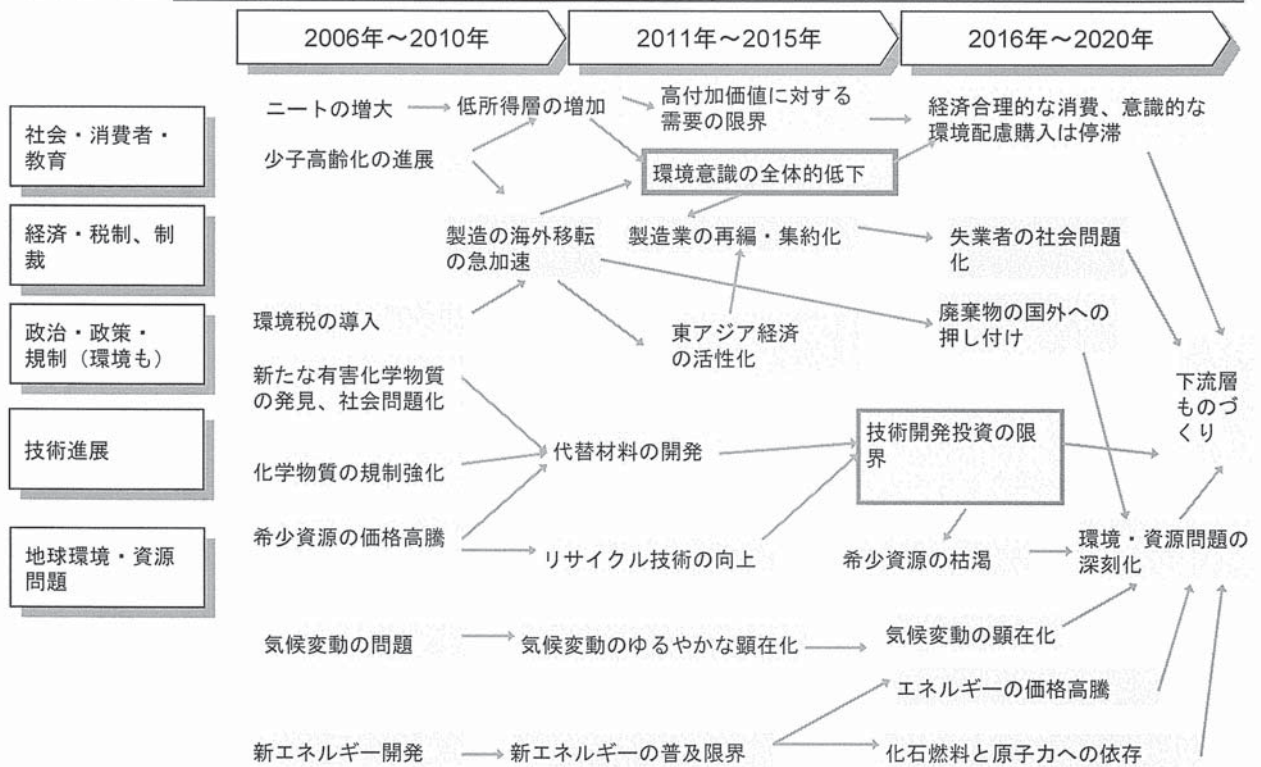
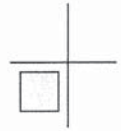
- リサイクルが進み、最終処分量は減少する
- 希少金属の回収が経済性にもとづき実施される
- 突発的な化学物質の事故が多発する。化学物質の影響解明が進み、新たな有害物質が発見される。製品の適正処理が進み、ものづくりの支障にはならない

サービス：その他

- XXXXX
- XXXXX
- XXXXX

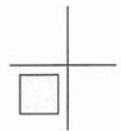
Dチーム

「下流層ものづくりシナリオ」 シナリオへの道筋



Dチーム

シナリオが起こることを示す 先行指標（Early Warning Sign）



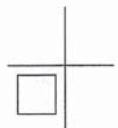
シナリオ名：下流層ものづくり

- 環境配慮商品の売上低下
- 素材の価格上昇
- 海外移転動向（海外進出企業動向）
 - 時系列伸び率
- 所得水準
- 気温・海水温、自然災害発生件数
- 研究開発投資比率



シナリオ名：下流層ものづくり

- 環境配慮製品の売上変化
 - 品目別（特定商品）の売上に着目 例：再生素材文房具
- 海外移転による国内雇用への影響分析
 - 海外移転と失業率との相関分析
- 気温・海水温およびその影響
 - 国立環境研究所で実施中
- 自然災害の発生件数



Q.リサーチ項目（自然災害の発生件数）

A.環境悪化進行度合いを調査

Q.研究開発投資比率はどうか？

A.研究開発投資は上昇、工場資本大規模化

→ 技術依存体制進む

原料コスト上昇→技術開発

Q.Aチーム（左上）と似ている。環境規制の強化レベルは？

A.環境税が産業をドライブしたりはしない

物を作るほど税負担大なので、海外へ移転（環境税はあくまで一要因）

Q.代替材料の開発が限界がある？

A.R&D活動を進めるが、限界にくる

消費者の環境意識は低い

— ライフサイクルを理解しない

— メーカーの技術開発が理解されない

Q.消費者意識は低下する？

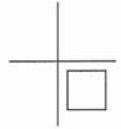
A.下がる。大多数は均質化されたものを消費

モノを作らなくなると身近な環境問題減少→日本人の気づかないところでグローバルな環境破壊進む（当該シナリオの発生確率は10%程度では？）

製造の海外移転から、海外でのインパースをどのように取組むかが課題である

Bチーム

「自律的・持続的ものづくり社会シナリオ」 シナリオの概要（Ⅰ）



シナリオ名

- 自律的・持続的ものづくり社会

不確実性

- モノ
- ライフサイクルシステムを意識した使用行動

シナリオ
の概要

- 2020年、Aさんは、一人乗り自動車で買い物に出かけた。この車は、地域のNPOが運営しているレンタル会社から借りた。新しい薄型デジタルテレビの購入を考えている。選択にあたっては、価格が高くてもライフサイクルの管理がきちんとしている製品を選ぼうと思っている。Aさんはウェブで企業のCSR活動を確認し、パナソニー社の製品を選ぶことにした
- 2020年、Bさんは10年乗っている自動車が故障したので、地域のNPOが運営している修理会社に修理を依頼した。この修理会社では自動車技術を持った高齢者が修理を行っている。修理が終わったときに、燃費も向上し、新品同様にレストアされた

Bチーム

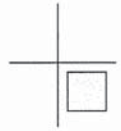
「自律的・持続的ものづくり社会シナリオ」 シナリオの概要（Ⅱ）

シナリオ
の概要

- Cさん（15歳）は、両親の生き方を見て、将来アジアでの環境技術移転の仕事につきたいと思い、技術の専門学校へ通うことにした。ちなみに大学への進学率は下がっている。個人が目的を持って、自律的に勉強するようになっていく。Cさんのこのような考え方には小学校の時の自然体験学習も影響している
- 企業はAさんのような意識の高い消費者に対応するため、経済性よりも機能、信頼性、環境性を真剣に考えるようになった。ユーザの要望に応えるアイデアが無ければ企業として成り立たない
- 国は2000ごろの国主体の3R政策の誤りに気づき、NPOや市民主体の活動を支援するようになった。企業でも、2000年ごろの環境調和製品の設計などの限界に気づいた
- 2010年ごろの京都議定書の目標達成のための省エネ普及は影を潜め、高齢化にあった社会を新しく形成することを考えながら省エネ技術の導入が進みつつある。これによってCO2削減は20%可能になると見込まれている。以前の技術開発は方向を変えた
- 人の使い方、人の心への影響を考慮したものづくり、技術開発が進みつつある
- アメリカ追従の社会ではなく、日本文化（自然との共生とか）に根ざしたものづくり、社会の形成が見直されつつある

Bチーム

「自律的・持続的ものづくり社会シナリオ」 シナリオの概要（Ⅲ）



社会・消費者・教育

- ・ 市民は公共性を重視し、公共性への貢献で満足を得る
- ・ 個性に合った教育が進み、自主的に判断し、行動する
- ・ 他人とのコミュニケーションが当たり前にとれている
- ・ 自分のライフスタイルを持っている。ライフスタイルに合った消費行動をとる
- ・ 個人のモラルが高い
- ・ メーカーへの要求が高い（メンテナンス、環境性、安全性など）。コスト負担は厭わない
- ・ CSR進展

経済・税制

- ・ 環境税は導入されていない。グリーン税制もなし
- ・ 消費税率は高くなっている
- ・ 経済は低成長
- ・ エコファンド拡大
- ・ 中国？

政治・政策・規制

- ・ NPO、NGOの活動により、小さな政府が実現されている。地方分権が進み、NPO、NGOと協力している
- ・ 規制は現状レベル。企業は消費者の意識の高さに対応して環境対応は活発である
- ・ 長期的視点と定量評価に基づく政策がとられている

技術進展

- ・ 省エネ、新エネルギー、代替エネルギーに関する技術開発は進んでいる
- ・ NPOを中心とした廃棄物処理システムが構築されている
- ・ デジタル放送が進み、新しい形態のテレビが普及している（省エネ、省スペースなどを実現）
- ・ ITと融合した家電製品が普及している
- ・ ITによる消費者とメーカーの環境情報共有が進んでいる

Bチーム

「自律的・持続的ものづくり社会シナリオ」 シナリオの概要（Ⅳ）



地球環境問題

- ・ 温暖化防止のためにエネルギー消費削減が進んでいる
- ・ 使い回しが進み、ごみが減っている（NPOの活動）
- ・ 海外へ有害廃棄物が不法流出が減っている
- ・ 資源枯渇の問題はリサイクルで回避されている

国際問題

- ・ 途上国の環境汚染防止のためのボランティア、技術協力が進んでいる
- ・ 省エネ技術、リサイクル技術の移転が進んでいる。排出権取引（売っている）
- ・ 日本は尊敬されている

一般市民の環境意識・NPO・NGO

- ・ 環境問題を自分で考え、必要な対策を判断している
- ・ 高齢者を中心にももの循環、資源の循環、メンテナンスに関わるNPOが増加している
- ・ 環境の体験教育が広まっている

業界団体

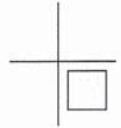
- ・ 消費者の環境意識の高まりに従い、環境負荷削減対策をとることを求められている
- ・ 標準化が進んでいる

環境規制・政策決定者

- ・ 現在の3R関連政策は失敗だったと評価されている
- ・ 地方政府とNPOとの連携が進んでいる

Bチーム

「自律的・持続的ものづくり社会シナリオ」 シナリオの概要（V）



機械メーカー：
組立

- 製造業のグローバル化が進んでいる。製造拠点は高付加価値の製品は日本、それ以外は海外
- マーケットは世界
- 業態は多様化している。メーカーは既存のコア技術を他業種へ展開している
- 電機メーカー、自動車メーカーはグループ化されている
- 自動車は用途に合わせたタイプのもの（一人乗りコミュニティカーのようなもの）が普及。総台数は増えるが、環境負荷は下がっている
- 燃料電池自動車（水素、天然ガス、メタノール）でコスト削減が進み、普及している
- 産業として雇用を確保している

機械メーカー：
素材

- 素材産業は高付加価値、高機能、低環境負荷の製品を供給する

サービス：
エネルギー

- 住宅などで発電し、売電している。個人の意識が高いので、発電システムを購入

サービス：
廃棄物

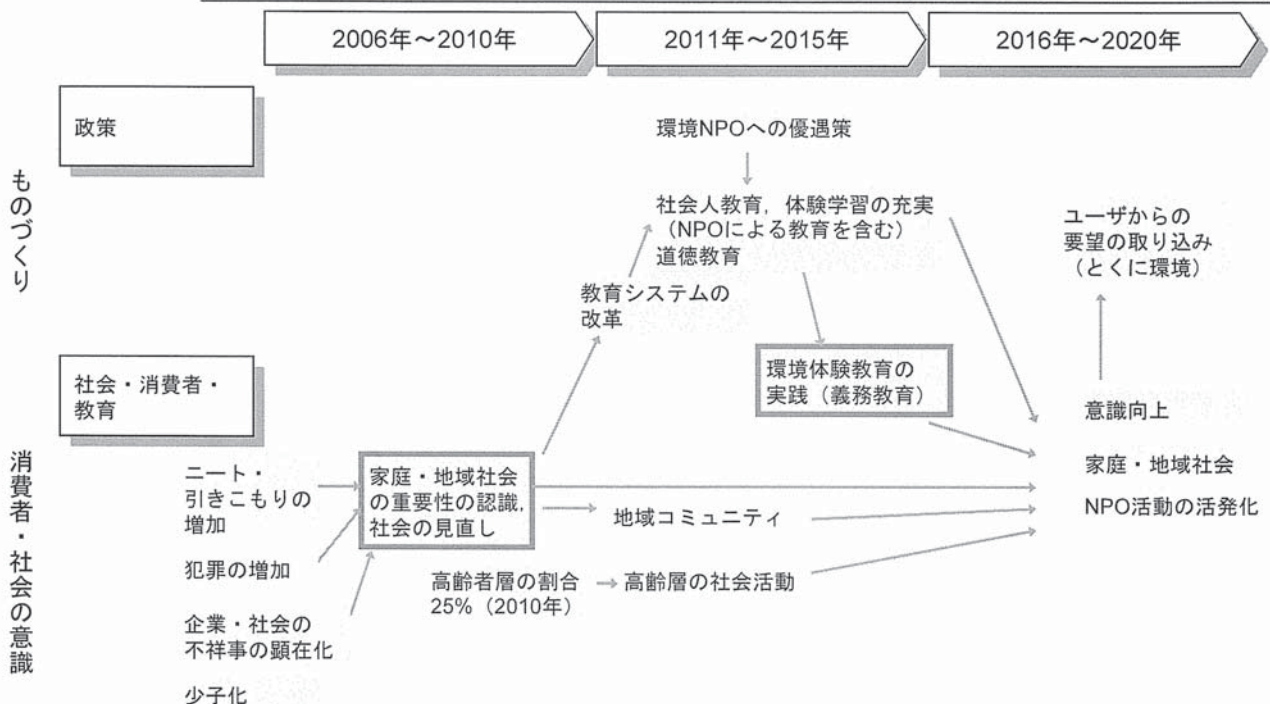
- 一般廃棄物はNPOや地方自治体の協力により安全に効率的に処理されている
- 産業廃棄物はユーザからの要求で、削減努力が求められている

サービス：
その他

- 中古ビジネス、レンタルビジネスが拡大している

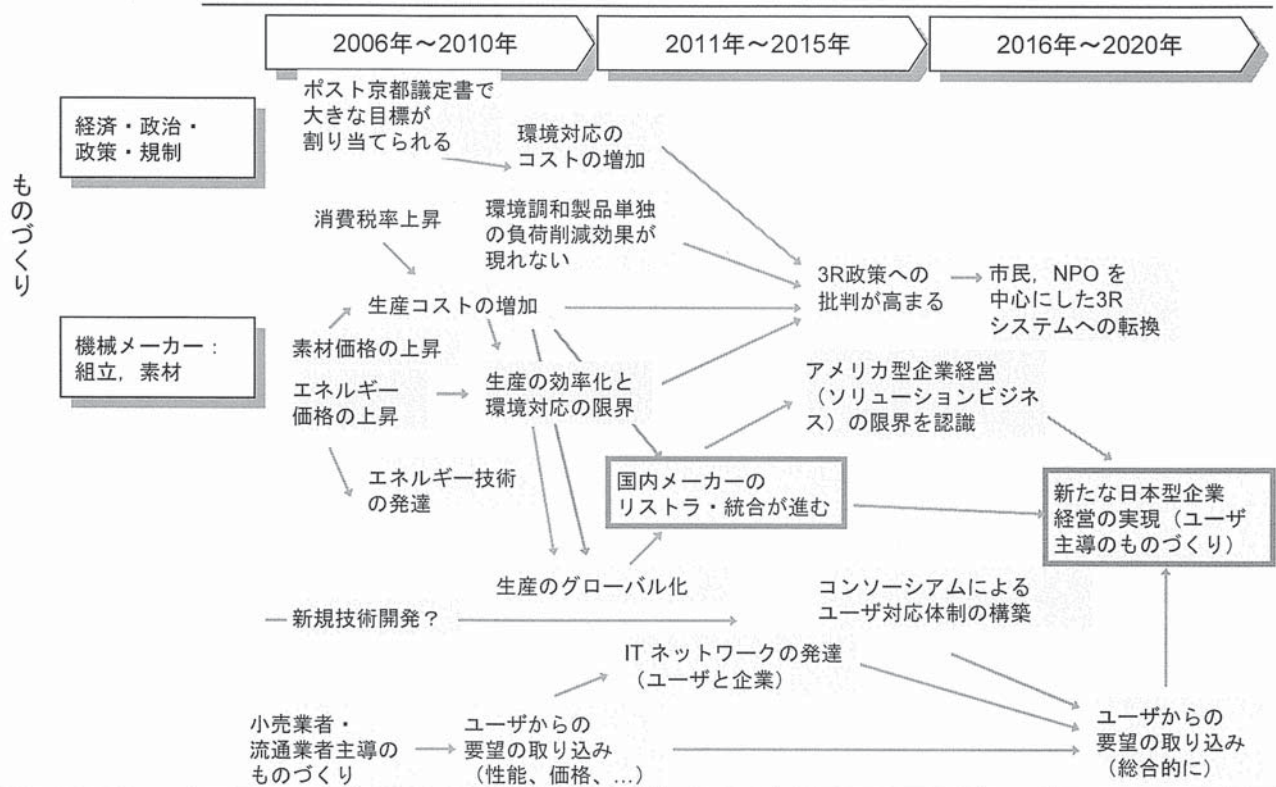
Bチーム

「自律的・持続的ものづくり社会シナリオ」 シナリオへの道筋（I）



Bチーム

「自律的・持続的ものづくり社会シナリオ」 シナリオへの道筋（Ⅱ）

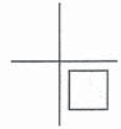


Bチーム

シナリオが起こることを示す 先行指標（Early Warning Sign）

シナリオ名：自律的・持続的ものづくり社会

- 社会変革の圧力が大きくなる
 - 教育審議会の動向、教育要綱への環境教育の取り込み
 - ニート増大の社会問題化（人口比率による）
 - 団塊の世代の自殺者数、就業率
 - 犯罪数の急増と凶悪犯罪の低年齢化
 - 多消費文化の継続
- 政府、政策
 - 国の税収の低減と環境コスト（3R、CO₂対策）の急増
- 製造業
 - IT業界の収益の変遷（→サービスビジネスの成否）
 - 2010年以降のデジタルテレビの電機業界の売上（→企業の危機感）
 - 業界の収益の変遷（→企業の危機感）
- ユーザ
 - 省エネ製品、環境配慮製品の購入比率の変動



シナリオ名：自律的・持続的ものづくり社会

- 教育
 - 社会、環境に関する教育の動向
 - 教育システムの将来像
 - 社会人教育
- NPO
 - NPOの活動状況、政府からの支援策
- メーカー
 - 経営体制

シナリオロジックの共有化：Q&A 「自律的持続的ものづくり」



Q.メーカー、消費者は幸せか？

A.両方幸せ

ユーザー変化主導で、メーカーが対応

Q.教育はどうやって行うか？

A.自分の家庭内で学ぶ（どうやって生きているかなど）

2020年では厳しいかも

理屈ではなく、体験から学ぶ、各世代で進める

2030、2040年に実現できれば・・・

Q.意識向上はどのように進む？

A.社会問題の一つとして環境問題をとらえ、社会貢献の一つとして向上

小さいことも見逃さず改善する（ニューヨークの「割れ窓」理論）

道徳の強制化の一つとして実施（アメリカの学校）

環境に関する仕事をしていても意識が高いとは限らない

可視化し（数値、映像）が重要（出生率、オゾンホール）

Q.新たな日本型企业経営、環境対応の限界とは？

A.ソリューションビジネスの限界に対応するとして、高いユーザー意識が応える

- 高機能

- 高くても良い

先端技術・ソリューション（効率化）と企業が追求するのではなく、ユーザーを強く意識するのが新しい

日本企業

Aチーム

「外部要因主導の低環境の付加価値技術開発型シナリオ」 シナリオの概要（Ⅰ）

Cとの差：
資源効率はCと同程度
ユーザの意識は低い
(高いと買わない?)

これに誘導するメカニ
ズムは規制、税金、補
助金、エコ行動による
ステータス向上（プリ
ウス）

Dとの差：
資源効率がDに比べて大幅に向上
Dに比べて、資源、エネルギーのコ
ストと、環境規制が強化されている

画期的技術開発、ソ
リユーション開発、社
会設計に成功し機能を
低資源、低エネルギー
で供給できた世界?

シナリオ名

- 外部要因主導の低環境の付加価値技術開発型シナリオ
- 全世界的な規制強化とバージン材料・エネルギー価格の高騰によりで低環境負荷高付加価値型製品（サービス）が普及するシナリオ

不確実性

- メーカー主導（メーカーは資源に強制）VS 生活者主導
- 市民の主体性（ライフサイクル意識）高 ○低

シナリオ
の概要

- 原油価格の高騰によりエネルギーショックが起こった
- バージン材料価格が、投機的に高騰し、資源エネルギーを使うと高コストになる社会へと経済環境が変化した
- 同時に、資源、エネルギー確保のための長期的視野に立った国策から、バージン材料およびエネルギーへの高い環境税の課税が実施された

Aチーム

「外部要因主導の低環境の付加価値技術開発型シナリオ」 シナリオの概要（Ⅱ）

シナリオ
の概要

- 上記課税にあたっては、資源国の反対はあったが先進諸国がリードして、環境規制の国際協調に成功し、日本の国際競争力は保たれた。
- あわせて、代替エネルギー開発、省エネルギー技術には、補助金や税制優遇措置がとられ、技術が飛躍的に進歩した
- 製造業は、バージン資源・エネルギーを使わないところで儲けようとするビジネスを指向し、そのための投資を増やした結果、サービス活動比率が上昇した
- 資源生産性が桁違いに高い製品開発、物流革命による、日本の製造業の革命的省エネルギー、省資源化が達成され、日本の製造業の競争力が強化され、経済成長は維持された。（照明はありそう。熱はあるか？ナノテク？）
- サービス活動が、十分な競争力を持ち、市場に広く受け入れられたため、日本の消費レベルは低下しなかった（？）
- モノを所有するコストの増大による、レンタル・リース型のライフスタイルの定着
- 個々の生活者の環境への関心度は向上したが、それは実際の行動へと結びつくことはなかった
- 生活者は、間接的に高いエネルギー、バージン材料価格を負担することから、利益最適行動をとるだけで、間接的に資源・エネルギーの使用量が減少し、廃棄物は有価物となり、廃棄物量は減少し廃棄物問題は表層的に解決した

Aチーム

「外部要因主導の低環境の付加価値技術開発型シナリオ」 シナリオの概要（Ⅲ）

社会・消費者・教育

- 生活者：環境意識の高まりはあったが、実際の行動には決して結びついていない
- 社会：知的労働者の増加
- 教育：詰め込み型教育から創造性教育への転換の成功
- 労働者：専門化された労働集団、スキル指向
- 生活者：社会全体への関心は低い

経済・税制

- 環境規制（リサイクル率目標）
- エネルギー、バージン資源に高い課税、または価格高騰
- 税源が消費税から環境税へ移行した（?%）（素材エネルギー産業で消費税を賄う高税率 900%）
- モノの購買の減少、サービス業比率の増大

政治・政策・規制

- 国際的な協調による環境規制の一斉導入が実施された。
- 廃棄物処理法の見直しによって使用済み製品が対象外に（自動車など）

技術進展

- 規制等をきっかけに省エネルギー・資源技術開発のための投資が増大した
- 省エネルギー技術の発展
- 代替エネルギーの普及
- 技術先導のライフサイクル指向ソリューション技術の普及、進歩
- メンテナンス（保守と長寿命化）、部品リユース、材料リサイクル技術の高度化が進展

Aチーム

「外部要因主導の低環境の付加価値技術開発型シナリオ」 シナリオの概要（Ⅳ）

地球環境問題

- 日本では温暖化の影響は顕在化していない（生活者意識は低いが一歩先鋭化）
- 資源枯渇は深刻化
- 化学物質汚染などの大事故は日本では発生してこなかった
- 廃棄物問題も表層的には解決済み

国際問題

- 資源国の発言力増大
- 資源の値段が高騰
- 廃棄物を含む資源の獲得競争の熾烈化
- 国際的な環境規制による資源需要サイドの対抗措置
- 資源価格の高値安定と少ない消費

一般市民の環境意識・NPO・NGO

- 環境意識は現在と同程度、行動には結びついていない
- 市民から見ると、提供されるモノは昔とたいして変わらないのに、とても価格が高い
- NPO、NPGが猛烈なロビー活動をした結果、法規制が強化された

業界団体

- リサイクル品、中古製品（部品も）など廃棄物の品質基準の標準化
- 業界内でリサイクルをうまく回す仕組みがいろいろできている

環境規制・政策決定者

- 政府主導（NPOとNGOの影響）
- 国際的な協調体制が必須

Aチーム

「外部要因主導の低環境の付加価値技術開発型シナリオ」 シナリオの概要 (V)

機械メーカー：
組立

- 先端技術開発の強いインセンティブ
- 国際的な資源・環境規制強化に伴う、製造業の構造変化
- 合理的な意味での国際的な、資源循環、国際分業体制の確立
- リサイクル、リユースの製造業への取り込み
- 素材・エネルギー産業用の高度な研究開発、設備投資の実施

機械メーカー：
素材

- 素材再生がメインストリーム
- 先端技術による省エネルギー素材の普及
- ファクター10以上の革新
- リサイクルしやすい材料の普及
- 生分解性プラスチックの普及

サービス：
エネルギー

- 省エネルギーの高度な進展
- 代替エネルギーの普及
- 原発の延命化、長寿命化（新規建設はない）

サービス：
廃棄物

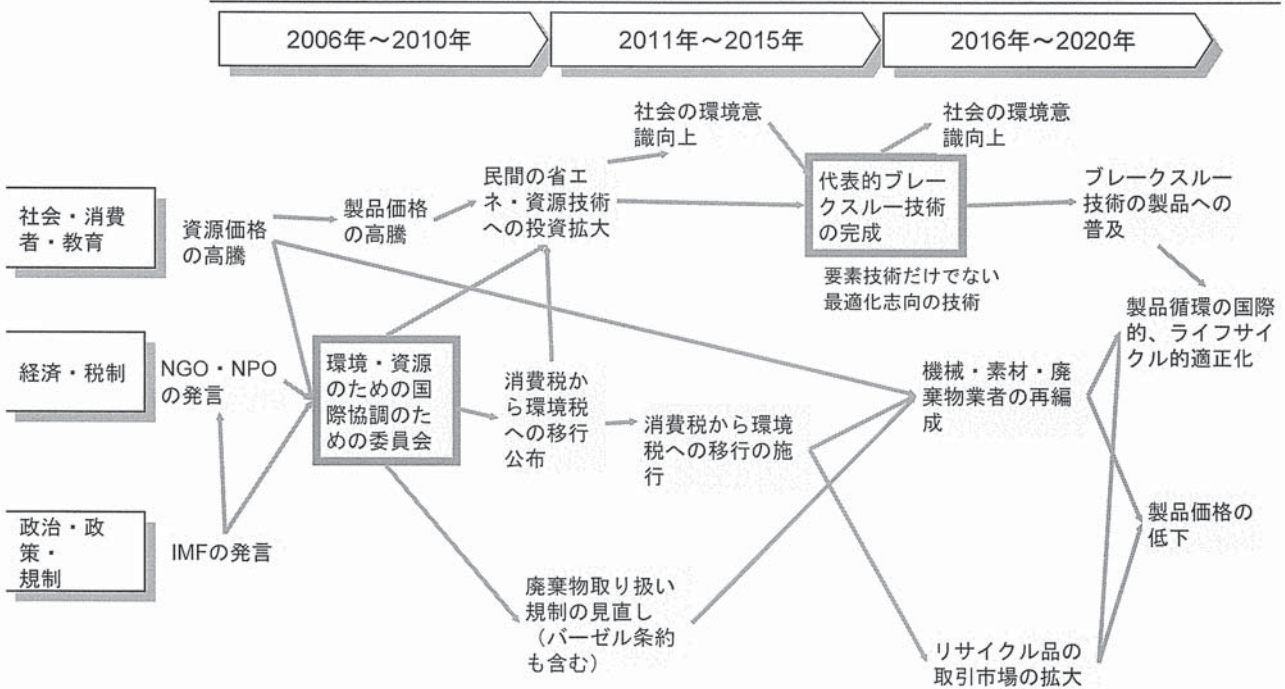
- 廃棄物業者は巨大なリサイクル産業へと再組織化されている
- 廃棄物の絶対量は大きく低下した

サービス：
その他

- リサイクル品の先物取引市場の拡大

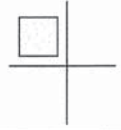
Aチーム

「外部要因主導の低環境の付加価値技術開発型シナリオ」 シナリオへの道筋



Aチーム

シナリオが起こることを示す 先行指標 (Early Warning Sign)

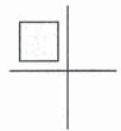


シナリオ名：外部要因主導の低環境の付加価値技術開発型シナリオ

- ブレークスルー技術
 - お金をかければ実現することを示す指標 投資効率？
- 資源価格高騰
 - 石油2倍、ニッケル3倍、モリブデン10倍
- 製品価格への転嫁
 - 航空運賃
 - 鉄？素材の代替事例はすでにありそう（要追加調査）
- 廃棄物取り扱い規制の見直し
 - 家電リサイクルなどで一部特例措置
- 環境税
 - 環境税導入の動きはすでにある
- NPO・NGO
 - 環境NPOの数は増大
 - 環境を主張することの政治的優位性、企業の優位性
 - IMFの報告書のインパクト
 - 欧州の規制は多くがNGOから

Aチーム

シナリオの深掘りに必要なリサーチ項目



シナリオ名：外部要因主導の低環境の付加価値技術開発型シナリオ

- 製品価格への転嫁
 - 素材の代替事例

Aチーム

シナリオロジックの共有化：Q&A 「外部要因主導の低環境の付加価値技術開発型シナリオ」

Q.環境税のかけ方は？

A.消費税を環境税化

Q.ブレイクスルー技術とは？

A.何をしなくても環境問題が出ないくらいの技術

素材ならナノテクなどがあるかも

補助金による技術開発はピンポイントなので、社会全体の仕組みとして、技術開発を誘発する仕組み作り

環境問題を技術で解決

Q.国際協調が合意されなければ？

A.一部は環境税をかけ、国際競争力低下

結局は国際紛争の末に合意するのでは

Q.ブレイクスルー技術の普及は？

A.省エネ、省資源製品が魅力的（低コスト）なので、自然に技術開発を誘発する

Q.D（左下）とA（左上）の素材の価格は？

A.素材価格は税制で10倍へ誘導

製品価格は一時上がり、後に下がる

素材価格の最終製品への影響は不透明

Cチーム

「環境パラダイスシナリオ」 シナリオの概要（I）

シナリオ名

- 環境パラダイスシナリオ

不確実性

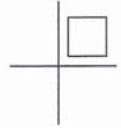
- メーカーは自発的にライフサイクルシステムを意識し、資源効率も達成している
- ユーザーも自発的にライフサイクルシステムを意識して、使用行動をしている

シナリオの概要

- 2020年、我が国は世界に先駆けて持続可能な社会のモデルを実現した
- 一時的には広まった社会格差も縮まり、人々は高い水準の環境教育を受け、高度な環境意識に基づいて、環境行動を実践している。また、「モノを売る・購入する」という考え方に加えて、「満足を買う・ソリューションを提供する」というやり方も定着してきた。消費者ニーズの多様性は拡大し、ソリューションの高度化により満たされている。さらに、環境NPO・NGOが活発化し、環境ソリューションの重要な担い手となっている

Cチーム

「環境パラダイスシナリオ」 シナリオの概要（Ⅱ）



シナリオ の概要

- 我が国は、世界で最も環境意識の高い国となり、3R政策で世界をリードしている。政治と国民意識のギャップは小さくなり、かつて導入された環境税制や環境規制は削減された。現在は基本的な規制に限定され、市民と企業の自主行動が最大限活用されている。国際的には、アジアの問題解決や資源循環の適正管理に日本が大きな貢献を果たしている
- 製造業は、生活者の環境重視ニーズを先導的に取り込み、高付加価値ビジネスとしている。そして、ソリューション+モノによる機能・サービス提供型の産業に変革し、ライフサイクル設計とマネジメントが一般的に実施され、使用長期化、メンテナンス、リユース、再生産が広く実施されている
- ハードウェアレベルの標準化とソリューション系の技術を中心としたIT技術が大幅に発展し、製品の陳腐化に対するコントロールがスムーズに行われ、そのための設計技術が進展した。市民意識の高まりや、環境対応製品・サービスに対する購買動機の高まりにより、エネルギー関連技術、リサイクル技術、処理技術が進展する。
- 結果として、民生部門のCO₂削減が進展して日本の地球温暖化対策の道筋が見えてきた。また、海外からの資源・エネルギー調達に2000年比75%となった。さらに、最終処分場が大幅に延命化され、不法投棄がほとんど起きなくなった

Cチーム

「環境パラダイスシナリオ」 シナリオの概要（Ⅲ）



社会・消費者・ 教育

- 環境教育の充実・徹底が図られる
- 政治と国民意識のギャップが小さくなる
- モノを売る・購入するという考え方がはやらなくなり、満足を買う・ソリューションを提供するというやり方が定着する

経済・税制

- エコファンドやエコ投資が活発化する
- 国内での社会格差が小さくなる
- 環境自発活動を活性化する環境税制となっている

政治・政策・ 規制

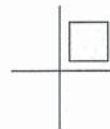
- 規制緩和がより一層進展する
- 各企業が行うCSRの取り組みが高度化する
- 政治が安定する

技術進展

- サービス・ソリューション系の技術開発を中心に、IT技術やその他の先端技術が大幅に発展する
- 設計の標準化が大きく進展する
- 製品の陳腐化に対するコントロールがスムーズに行われ、そのための設計技術が進展する
- 市民意識の高まりや、環境対応製品・サービスに対する購買動機の高まりにより、エネルギー関連技術、リサイクル技術、処理技術が進展する

Cチーム

「環境パラダイスシナリオ」 シナリオの概要（Ⅳ）



地球環境問題

- 民生部門のCO₂削減が進展し日本の地球温暖化対策の道筋が見える
- 地球環境問題全般に対する正しい理解に基づいて、市民が積極的に行動し購買・使用行動に大きく影響を与える

国際問題

- アジアの環境問題解決に日本が深く貢献する
- アジアの資源循環の適正管理に日本が大きく貢献する
- 海外からの資源・エネルギー調達が2000年比75%となる

一般市民の環境意識・NPO・NGO

- 世界でもっとも環境意識の高い国となる
- 環境NPO・NGOが環境ソリューションの重要な担い手となる（例：セカンドハンド品市場）
- 環境配慮ソリューションが積極的に利用され、環境に配慮していない製品が淘汰される
- ハードウェアに関する情報公開がほぼ完全に実施される

業界団体

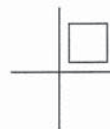
- ハードウェアレベルでの環境関連の標準化・情報標準化が行き渡る

環境規制・政策決定者

- 3R政策で日本が世界をリードする
- 環境に関する超長期戦略の策定とバックデータの蓄積が重点的に行われる
- 過去には多くの環境規制があったが、現在は基本的な規制に限定され、市民と企業の自主行動が最大限活用されている
- 環境問題対策に関する市場メカニズムが活用されている

Cチーム

「環境パラダイスシナリオ」 シナリオの概要（Ⅴ）



機械メーカー：組立

- 企業は生活者の環境重視ニーズを先導的に取り込み、高付加価値ビジネスとしている
- 組立産業がソリューションの設計・生産を行うソリューション産業となる
- キーデバイスが国内生産され、それ以外はすべて海外生産される
- ライフサイクル設計とマネジメントが一般的に実施される
- 使用長期化、メンテナンス、リユース、再生産が一般的に実施される

機械メーカー：素材

- 環境サプライチェーンマネジメントが浸透する
- 純粋なバージン材が市場から淘汰される
- 高付加価値以外の素材産業が海外に流出する

サービス：エネルギー

- 原子力の比率は変化しない
- 新エネルギー、分散型エネルギーが普及する
- 原油価格は高騰するが、国内経済に影響がないほど石油需要が縮小する

サービス：廃棄物

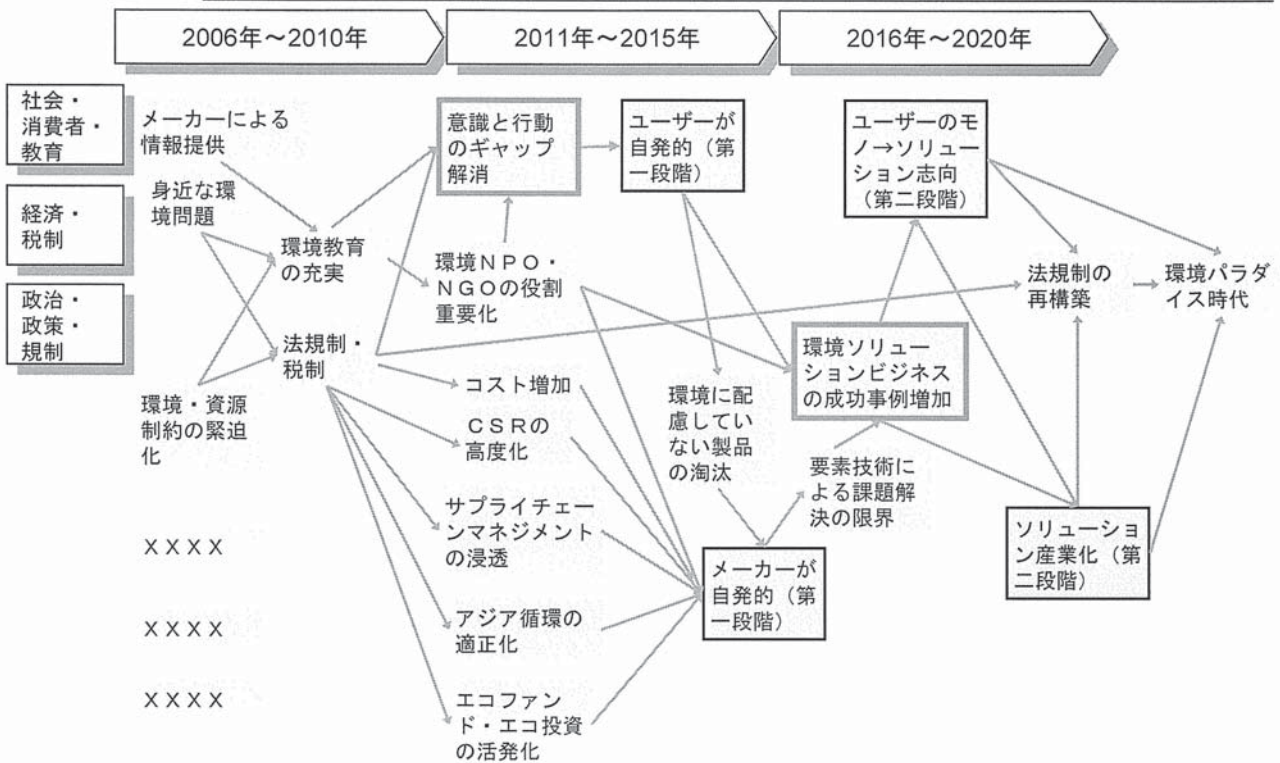
- 廃棄物量が低水準で安定する
- 最終処分場が大幅に延命化される
- 不法投棄がほとんど起きなくなる
- 廃棄物ビジネスのネガティブイメージが払拭され、一種の素材産業として定着する

サービス：その他

- メンテナンスビジネスが活性化する
- ソリューション産業において、中古品と新品の区別がなくなる
- 消費者ニーズの多様性は拡大し、ソリューションの高度化により満たされる
- 物流システムはIT化とモーダルシフトにより効率化される

Cチーム

「環境パラダイスシナリオ」 シナリオへの道筋



Cチーム

シナリオが起こることを示す 先行指標 (Early Warning Sign)

シナリオ名：環境パラダイスシナリオ

- 環境教育の充実
 - カリキュラム数、アンケート、資格制度？
- 環境に関する法規制・税制の強化
 - 法規制数、規格数、環境税率及びこれらの国際比較
- 意識と行動のギャップの解消
 - 意識・行動アンケート及びこれらの国際比較
- 環境NPO・NGOの役割重要化
 - 数、予算、メディア出現度、参加人数
- 環境に配慮していない製品の淘汰
 - エコプロダクトのシェア
- 環境ソリューションビジネスの起業家の出現
 - ビジネス数、規模、利益、シェア

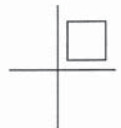


Cチーム

シナリオの深掘りに必要なリサーチ項目

シナリオ名：環境パラダイスシナリオ

- 環境教育充実度の測り方
- 環境行動の測り方
- メーカー実施の購買動機アンケートにおいて環境要因についての項目が含まれているか



Cチーム

シナリオロジックの共有化：Q&A
「環境パラダイスシナリオ」

Q.企業・ユーザーのさらなる意識向上

A.ユーザーの第二段階の意識向上は、環境ビジネスの成功事例が引っ張る

Q.法規制の意味は？特徴的な点は

A.コスト上昇、環境税

CSRの活発化→企業・ユーザードリブン

法規制・税制から企業の意識を高める、その後、自主活動の進展をみつつ、法規制を再構築
技術は大きなパラメーターではない

Q.ソリューションでなくてはならない理由は？

A.技術革新だけでは厳しい

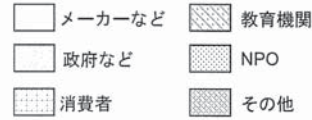
ソリューションを生み出すような技術の組み合わせが大切

Q.環境ソリューションビジネスとは？

A.環境に良いビジネス

Q.「モノを売る・購入するはなくなる」は行き過ぎでは？

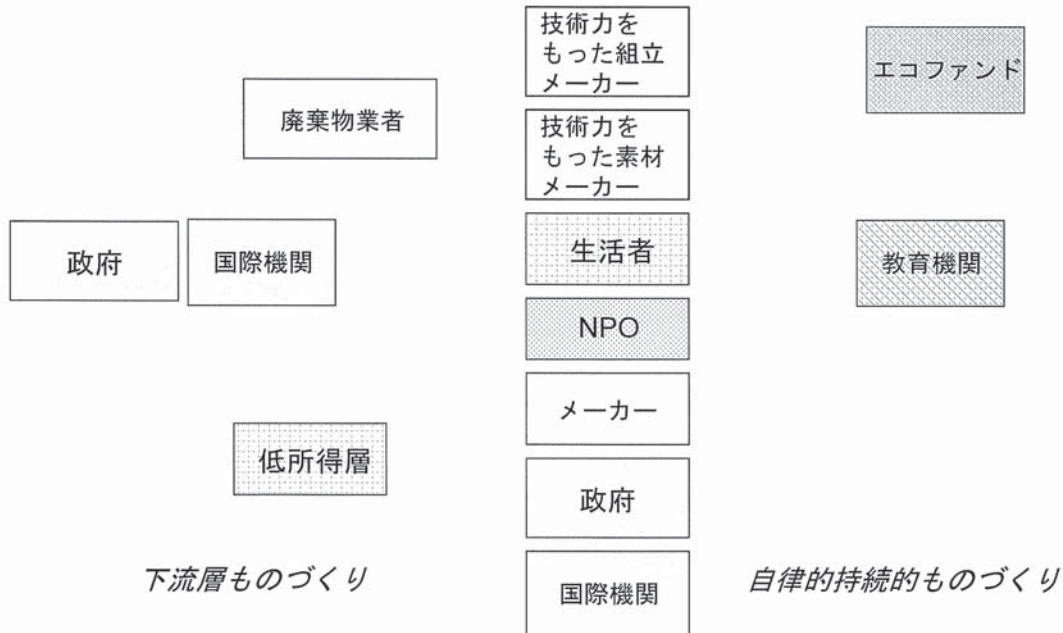
A.A（左上）・B（右下）シナリオの後に出てくるシナリオ、まだまだ先



ステイクホルダー・マッピング

外部要因主導の低環境の付加価値技術開発型

環境パラダイス



Dチーム

シナリオからの戦略的示唆 (I) : 政策決定者、業界団体、研究者・学会が取るべき戦略



シナリオ名 : 下流層ものづくりシナリオ

政策決定者の取るべき戦略

- エネルギー、資源価格の安定化施策 (例 : 大量備蓄、資源開発等)
- ニート対策 / 少子高齢化対策 (ニート教育、適正収入の雇用確保)
- “官” 産学による研究開発の推進 (投資効率の向上)
- 競争的研究開発資金の提供
- 消費者活動の支援
- 政府広告の充実

業界団体の取るべき戦略

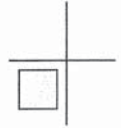
- 政府に対する政策提言

研究者・学会が取るべき戦略

- 学会による正確な分析と情報提供
- 学会の枠を超えた連携による技術開発の無駄省き、産学共同の推進

Dチーム

シナリオからの戦略的示唆（Ⅱ）： 製造業、サービス業が取るべき戦略、 共有すべき環境意識・行動規範



シナリオ名：下流層ものづくりシナリオ

製造業の取るべき戦略（技術など含む）

- 高付加価値製品の国内生産維持
- 産産提携（業務提携、共同研究、標準化、技術供与等）
- 競争による研究開発（？）

サービス業の取るべき戦略

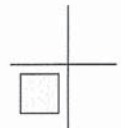
- 小売事業者における環境教育
- 製造業と連携した消費者啓発
- 製造業と連携した小売事業者におけるリペア、リユース事業の展開

社会で共有すべき環境意識・行動規範

- 超長期シナリオ、ビジョン、戦略に対する理解促進

Dチーム

シナリオからの戦略的示唆（Ⅲ）： フォーラムが取るべき戦略、シナリオ共通の戦略



シナリオ名：下流層ものづくりシナリオ

インパース・マニュファクチャリング・フォーラムが取るべき戦略

- ライフサイクル思考の意義、社会的・経済的効果の情報発信技術開発の先導、コーディネート（トータルを見通し、優先順位をつけて）
- BtoCの観点でのインパースのあり方の検討等：安心な暮らしetc.の研究内容コミュニケーション
- 小売店、素材産業、関連学会との連携
- 循環シナリオに関する継続的な検討
- 実証する（IMFとして会社化 etc.）
- 政策提言

シナリオ共通の戦略

“Must Do Today”

- あらゆる主体による消費者の環境教育
- ライフサイクル思考の意義・効果の情報発信
- エネルギー、資源の枯渇問題への対応

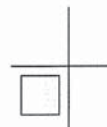
シナリオ共通の戦略

“Don't Do”

- 消費者軽視
- 経済市場主義の野放図（利益追求）

Dチーム

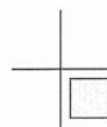
戦略的示唆：Q&A 「下流層ものづくり」



- Q.**政府への提言はよい
政府広告の具体的イメージは？
- A.**例：おもちゃのように捨てられる犬
人間へ訴えかける広告をうつ
意識の低い人を刺激するようなもの

Bチーム

シナリオからの戦略的示唆（I）： 政策決定者、業界団体、研究者・学会が取るべき戦略



シナリオ名：自律的・持続的ものづくり社会

政策決定者の取るべき戦略

- 教育システムの改革（→個人の自律の実現）
- NPO設立、運営のための社会人教育
- 環境NPO、社会人教育NPOの支援
- 3R政策、3Rシステムの見直し
- 技術開発、ものづくりの支援
- 生産、資源循環のグローバル化を支援
（規制の緩和）

業界団体の取るべき戦略

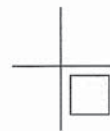
- 環境規制緩和への働きかけ
- コンソーシアムによる先端技術の共同開発

研究者・学会が取るべき戦略

- 3Rなどの環境政策を正しく評価する
- ユーザの使用、社会活動を想定した要素技術、システム技術の開発
- 大学の改革（正しい情報、適切な情報の発信、社会貢献のための発言）

Bチーム

シナリオからの戦略的示唆（Ⅱ）： 製造業、サービス業が取るべき戦略、 共有すべき環境意識・行動規範



シナリオ名：自律的・持続的ものづくり社会

製造業の取るべき戦略（技術など含む）

- ・ ユーザの要求に従った製品開発
- ・ 高付加価値の製品開発のための先端技術開発の推進
- ・ グローバル化及び国内ユーザの要求に従ったカスタマイズに対応する適切な体制作り
- ・ ものづくりの企業文化の維持・推進

サービス業の取るべき戦略

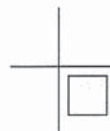
- ・
- ・

社会で共有すべき環境意識・行動規範

- ・ 高齢者、技術者による環境NPOの立ち上げ
- ・ マスコミの誘導
- ・ 環境体験学習
- ・ 地域コミュニティの見直し

Bチーム

シナリオからの戦略的示唆（Ⅲ）： フォーラムが取るべき戦略、シナリオ共通の戦略



シナリオ名：自律的・持続的ものづくり社会

インバース・マニュファクチャリング・フォーラムが取るべき戦略

- ・ 環境問題の可視化・体験のためのシステム・ツール開発
- ・ 環境政策（3Rなど）の総合評価（社会的な視点から）
- ・ 環境技術選択モデルの構築
- ・ 持続的ものづくりのための社会人教育（認定制度も？）
- ・ インバース社会2020のイメージ作成、発信

シナリオ共通の戦略

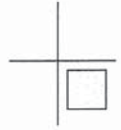
“Must Do Today”

- ・ 循環型社会形成のための警鐘を鳴らす
 - －メンタルの変革：何もしないとやばいよ！
 - －価値観の見直しを促す（自然、社会、自分）
- ・ 環境問題を実感できるシステム作り（体験教育、IT）
- ・ ものづくりのあり方の見直し

シナリオ共通の戦略

“Don't Do”

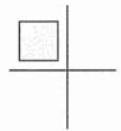
- ・ 技術至上主義（社会活用を考えない技術開発）
- ・ 行き過ぎた環境規制
- ・ 過度な価格競争
- ・ 対症療法的な短期的視点での企業経営



Bチーム

戦略的示唆：Q&A 「自律的持続的ものづくり」

- Q.システムツール開発とは？
A.体験学習をITでバーチャルに実現する
- Q.過度な価格競争に行く可能性は？
A.低価格だけでは消費者は動かない
- Q.3R政策の失敗とは？
A.ユーザーが協力して行う



Aチーム

シナリオからの戦略的示唆（I）： 政策決定者、業界団体、研究者・学会が取るべき戦略

シナリオ名：外部要因主導の低環境の付加価値技術開発型シナリオ

政策決定者の取るべき戦略

- 省エネルギー・資源技術への投資を促す政策
- エネルギーとバージン資源に高い環境税
- 世界が持続可能であるための環境負荷、資源配分のあり方の認識を持つ
- 上記を実現可能にする国際的環境規制と資源配分に関する合意へむけた根回し
- 雇用市場の流動化
- 製造業の一時的シュリンクは避けられない。シュリンクの影響を小さくするためには早いアクションが必須

基本的にはいいシナリオだが・・・
移行のためには、大きな経済的なシュリンクがありそう？
シュリンクを小さくするためには、世界の生活者の意識の向上が必要？
他に手は無い

業界団体の取るべき戦略

- リサイクル品に関する標準化
- 先行的な省エネルギー・資源への技術開発への投資
- ビジネスのあり方の共同研究（ビジネスの観点からの提言）

NPO

- 政策決定者への環境負荷削減の提言
- 生活者の観点からの提言

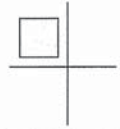
研究者・学会が取るべき戦略

- 持続可能な環境負荷レベルを定量的に明確化する
- 技術の観点からの提言

シナリオからの戦略的示唆（Ⅱ）：

Aチーム

製造業、サービス業が取るべき戦略、 共有すべき環境意識・行動規範



シナリオ名：外部要因主導の低環境の付加価値技術開発型シナリオ

代替資源のない資源の認識を
もつこと

製造業の取るべき戦略（技術など含む）

- 生き残りのための先行した省資源・省エネルギーのための技術とソリューションの開発
- 経営戦略、事業戦略、技術戦略 → サービス業、農業への業種転換も視野に
- 利用者を先導するための啓蒙・宣伝活動（製品価格高騰の言い訳）

サービス業の取るべき戦略

- 流通革新による省エネルギー・資源化
- （新しいサービス業のありようの検討）

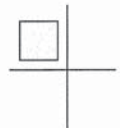
社会で共有すべき環境意識・行動規範

- 値段があがっても仕方が無いと思う
-
-

シナリオからの戦略的示唆（Ⅲ）：

Aチーム

フォーラムが取るべき戦略、シナリオ共通の戦略



シナリオ名：外部要因主導の低環境の付加価値技術開発型シナリオ

インバース・マニュファクチャリング・フォーラムが取るべき戦略

- 現状の危機的状況の認識と、可視化
- トップダウンで産業構造を転換することで持続可能に経済成長するためのシナリオの提言
- ビジネスと技術の観点からの提言（+αは？）
- 市民団体との連携して、ロビー活動
-

シナリオ共通の戦略

“Must Do Today”

- 現状の危機的状況の認識と、可視化
-
-
-

シナリオ共通の戦略

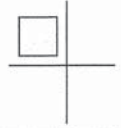
“Don't Do”

-
-
-

Aチーム

戦略的示唆：Q&A

「外部要因主導の低環境の付加価値技術開発型」



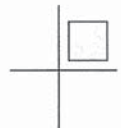
Q. 製造業のサービスへの転換とは？

A. 作るものが少なくなるので、業績悪化→サービス業へ
 新しいサービスを考えることが製造業に求められている
 資源価格高騰なら資源自体を作るのも手
 製造業過剰→労働力が他へ移動
 サービス業への転換などを検討しないと製造業は厳しい

Cチーム

シナリオからの戦略的示唆（I）：

政策決定者、業界団体、研究者・学会が取るべき戦略



シナリオ名：環境パラダイスシナリオ

政策決定者の取るべき戦略

- 環境教育の充実
- メーカーが自発的に行動するように仕向ける法規制・税制の整備
- 目的が達成されたときに法規制を撤廃することのコミットメント
- ソリューション産業化の推進
- 国際的な環境への取り組みを促進するための、対外的な働きかけ

業界団体の取るべき戦略

- 中長期的な視点から環境対応技術（特にインバース）を日本の得意分野として育てる
- ソリューション産業化への支援

研究者・学会が取るべき戦略

- 行動に結びつく環境教育の高度化への貢献
- 「環境パラダイス社会」に向けたオピニオンリーダーとしての貢献
- 環境に関する超長期戦略の策定とバックデータの蓄積
- ソリューションビジネスに向けたライフサイクル設計・マネジメント技術の研究強化・推進



Cチーム シナリオからの戦略的示唆（Ⅱ）：
製造業、サービス業が取るべき戦略、
共有すべき環境意識・行動規範

シナリオ名：環境パラダイスシナリオ

製造業の取るべき戦略（技術など含む）

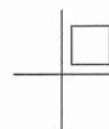
- ・ （失敗を恐れない）サービスソリューションビジネスへの積極的な取り組み
- ・ ユーザーとの協働によるサービスソリューションビジネス市場の育成
- ・ サービス・ソリューション系の技術開発を中心に、IT技術やその他の先端技術の開発
- ・ 製品の陳腐化に対するコントロールをスムーズに行うための設計技術の開発

サービス業の取るべき戦略

- ・ サービスソリューションビジネス実現のための、現在の製造業との協働
- ・ 環境教育充実への貢献のビジネス化

社会で共有すべき環境意識・行動規範

- ・ 意識と行動のギャップの解消
- ・ 環境NPO・NGOの環境教育・環境ソリューションに対する貢献
- ・ 環境に配慮していない製品の淘汰



Cチーム シナリオからの戦略的示唆（Ⅲ）：
フォーラムが取るべき戦略、シナリオ共通の戦略

シナリオ名：環境パラダイスシナリオ

インバース・マニュファクチャリング・フォーラムが取るべき戦略

- ・ ユーザーの自発的な行動と、メーカーの自発的な行動を結びつけることによる、「環境パラダイス社会」実現の推進
- ・ 「環境パラダイス社会」へ向けた社会・技術戦略の策定・提言
- ・ 市民、環境NPO・NGOとの協働
- ・ 産業界の積極的な行動を促すオピニオンの策定・提言
- ・ 海外へのインバース・コンセプトの発信と、海外パートナーとの連携

シナリオ共通の戦略

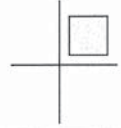
“Must Do Today”

- ・ 行動を伴う環境教育の充実
- ・ バックデータの蓄積・整備
- ・ 社会・技術戦略の策定・提言

シナリオ共通の戦略

“Don't Do”

- ・
- ・
- ・



Cチーム

戦略的示唆：Q&A 「環境パラダイスシナリオ」

Q.環境ビジネス事業成功のトリガーは？

A.業界団体の活動

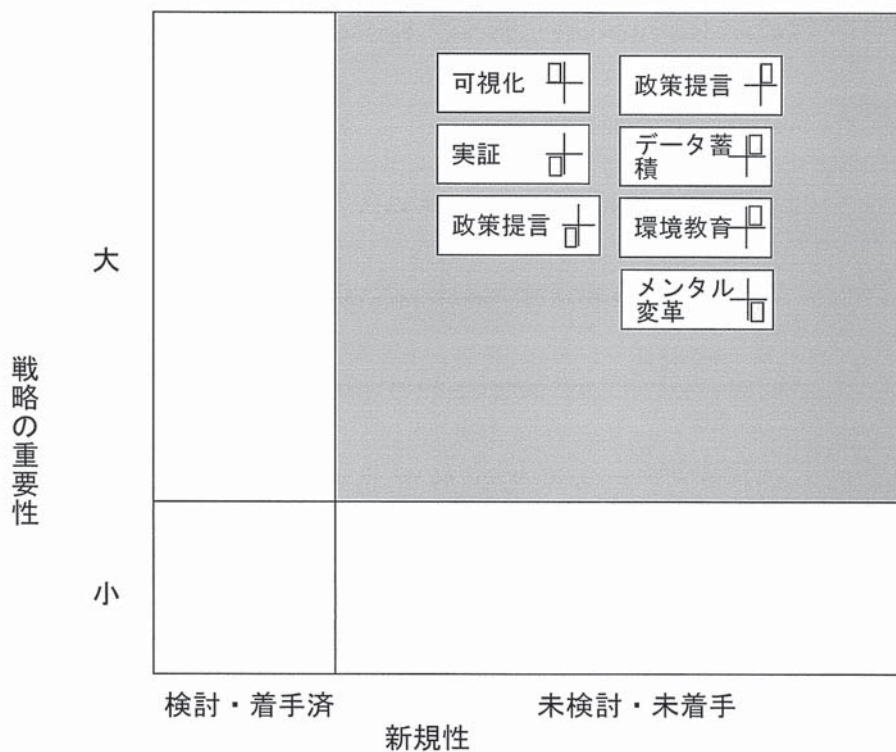
NPOの支援

税制

ベンチャー

外国（特に中国）からサービスが流れ込まないか

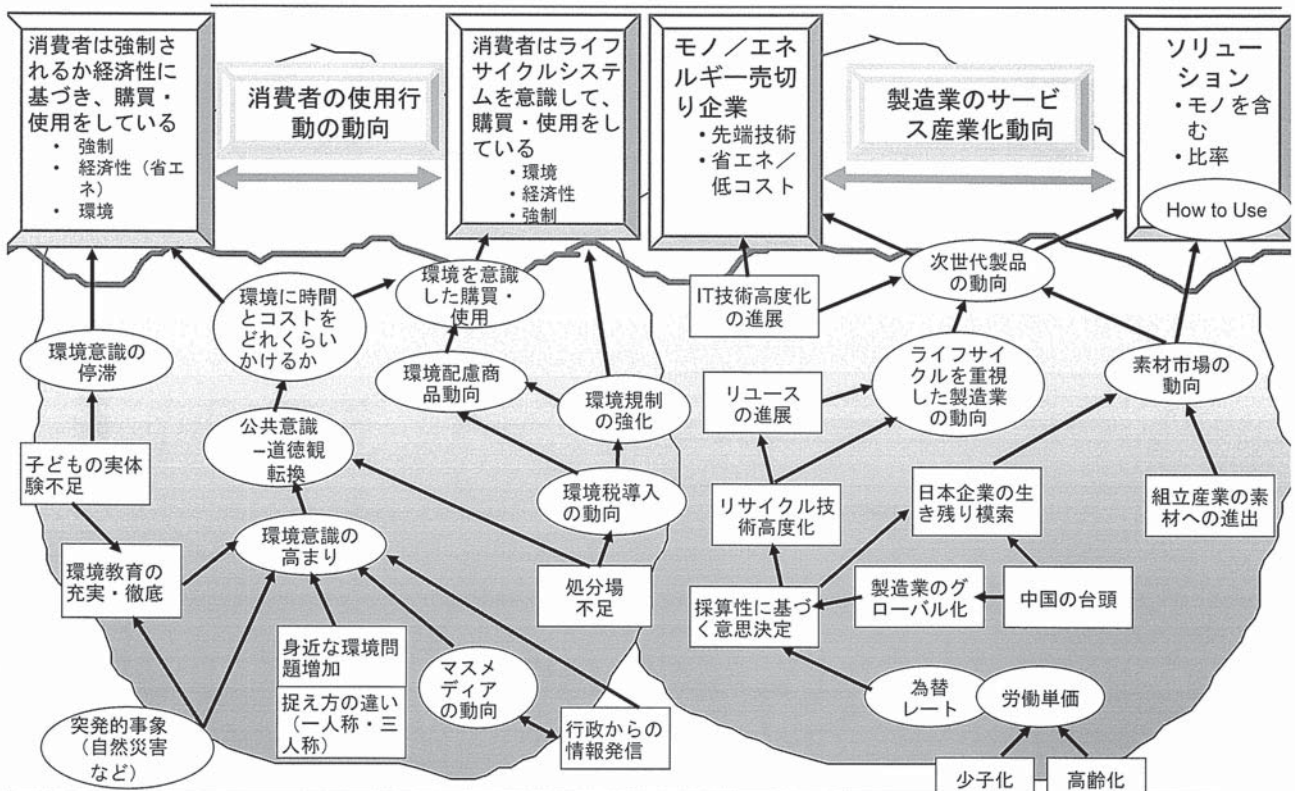
プライオリティ・マトリクス



Appendix : 1日目議論のサマリ

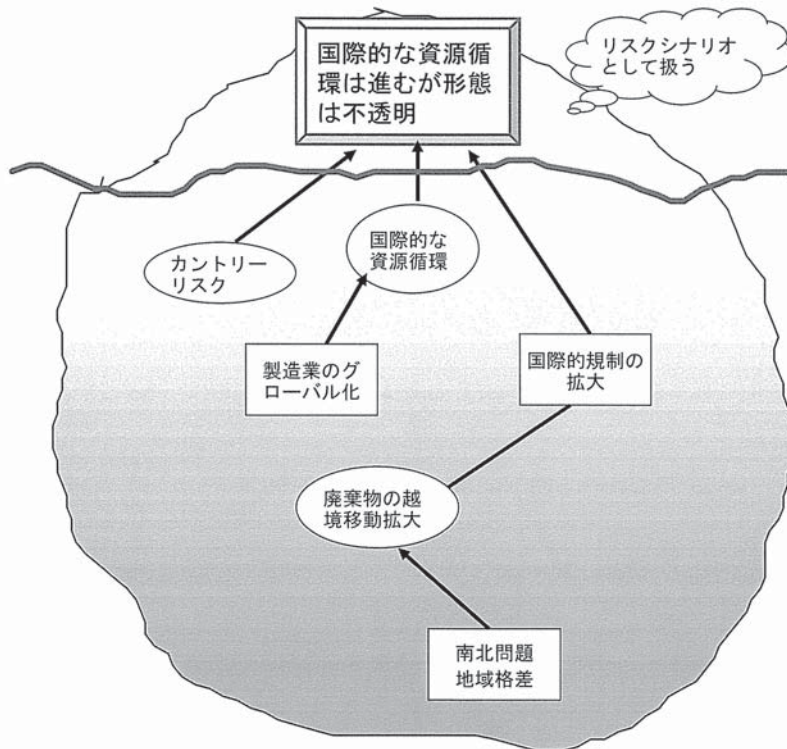
- 1日目終了時点でのアウトプット

主要な変化ドライバーの因果関係

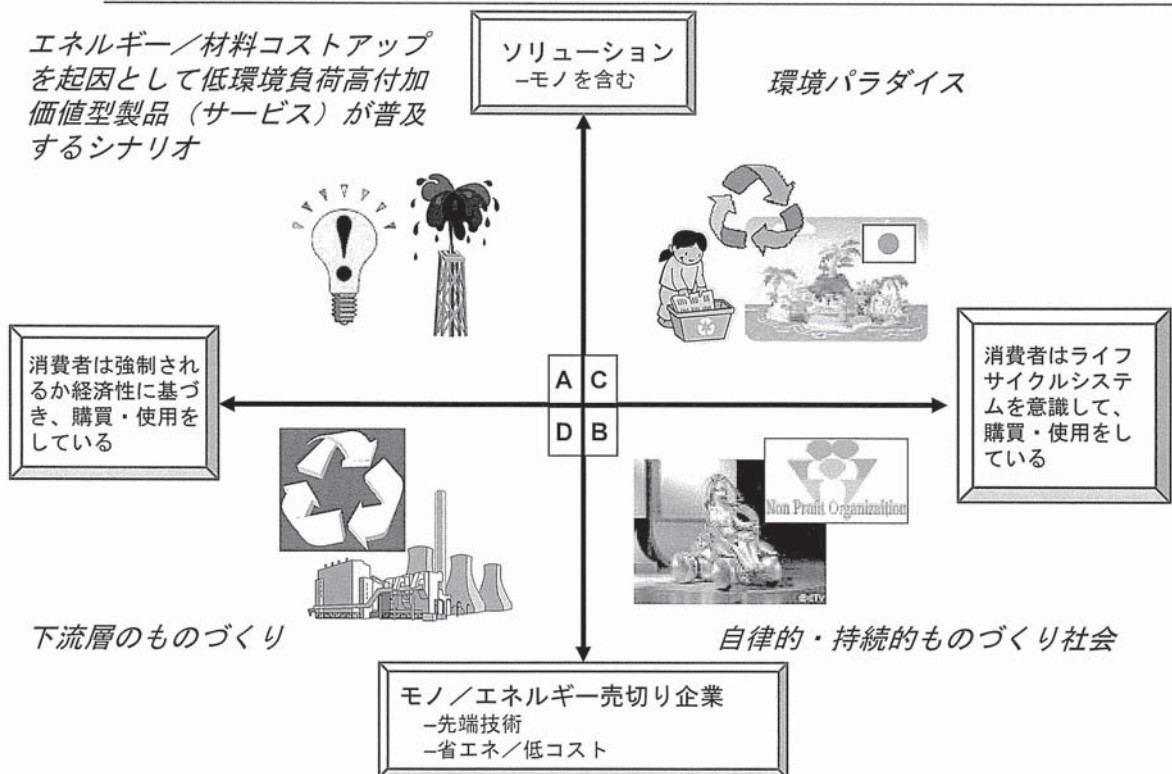


主要な変化ドライバーの因果関係

□ 確定要素
○ 不確実性



「2020年、日本のインバース・マニュファクチャリングはどうなっているか」



Dチーム

「下流層のものづくりシナリオ」 シナリオの概要（Ⅰ）

シナリオ名

下流層のものづくり

不確実性

- ・ 官・民による技術楽し
- ・ モノづくり中心
- ・ 生活者の意識、自立性・主体性低

シナリオの概要

- ・ 生活者の意識について
 - 所得の格差が広がり、経済合理的な判断による消費者層が増加する。また、教育の格差が広がり、環境意識の低い層が増加する（下流社会化）。全体的には環境配慮意識は高まらない。熱心層と無関心層の乖離が維持される。原油価格が上昇するが、環境配慮意識には影響を与えない。また、NPO間の連携がされずに、ネットワーク化が進まず、期待ほどにはNPO活動が活発化しない
- ・ モノづくりについて
 - モノづくり大国を維持するための科学技術政策が重視される。生産現場では、労働集約型生産の縮小、生産の自動化が進む。また、付加価値が低い製品は海外生産が今と比べて拡大する。業界再編成によって、統合が進む。国内では、次世代ディスプレイ、小型化・軽量化された情報機器、省エネ性能の高い製品、センシング技術を用いた製品等をなどの付加価値が高い製品の生産が行われる。新機能素材が活発に開発されていく。経済性の観点から、太陽光発電が進む。新エネルギーが普及する。太陽光発電の変換効率が向上する。従来のように、メーカーに対する影響力は弱く、メーカーそれぞれの対策が進められる
 - リサイクル法の品目が増加し、リサイクル率が高くなる。リサイクル工場が国内で活発化する。リサイクルが進み、最終処分量は減少する。希少金属の回収が経済性にもとづき実施される。突発的な化学物質の事故が多発する。化学物質の影響解明が進み、新たな有害物質が発見される。製品の適正処理が進み、ものづくりの支障にはならない
- ・ 制度
 - ものづくりを継続したために、二酸化炭素の国内発生量の削減に限界が生じる。国際メカニズムが活用される。行政施策の強化DFEの取り組みは表向きにはアピールするが、実態を伴わない。政府主導による規制的手法が維持される。環境税が導入される

Dチーム

「下流層のものづくりシナリオ」 シナリオの概要（Ⅱ）

社会・消費者・教育

- ・ 所得の格差が広がり、経済合理的な判断による消費者層が増加する
- ・ 人口が減少し、市場が縮小する
- ・ 未婚者の増加、単独世帯の増加が進む
- ・ 労働人口が減少、国民の年金負担の増加する
- ・ 労働者の流動性が高まり、専門性が問われる
- ・ 教育の格差が広がり、環境意識の低い層が増加する（下流社会化）

経済・税制

- ・ 労働集約型生産の縮小、生産の自動化が進む
- ・ 付加価値が低い製品は海外生産が今と比べて拡大する
- ・ 国内では、付加価値が高い製品の生産が行われる

政治・政策・規制

- ・ モノづくり大国を維持するための科学技術政策が重視される
- ・ 政府主導による規制的手法が維持される
- ・ 環境税が導入される

技術進展

- ・ 次世代ディスプレイの開発・普及
- ・ ユビキタスインフラの整備
- ・ 情報機器のさらなる小型化・軽量化
- ・ 省エネ性能のさらなる向上
- ・ センシング技術の高度化

Dチーム

「下流層のものづくりシナリオ」 シナリオの概要（Ⅲ）



地球環境問題

- ものづくりを継続したために、二酸化炭素の国内発生量の削減に限界が生じる
- 国際メカニズムが活用される

国際問題

- XXXXX
- XXXX

一般市民の環境意識・NPO・NGO

- NPO間の連携がされずに、ネットワーク化が進まず、期待ほどにはNPO活動が活発化しない
- 全体的には環境配慮意識は高まらない。熱心層と無関心層の乖離が維持される

業界団体

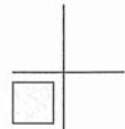
- 従来のように、メーカーに対する影響力は弱く、メーカーそれぞれの対策が進められる

環境規制・政策決定者

- リサイクル法の品目が増加し、リサイクル率が高くなる
- リサイクル工場が国内で活発化する
- 行政施策の強化

Dチーム

「下流層のものづくりシナリオ」 シナリオの概要（Ⅳ）



機械メーカー：組立

- DFEの取り組みは表向きにはアピールするが、実態を伴わない
- 業界再編成によって、統合が進む

機械メーカー：素材

- 新機能素材が活発に開発されていく

サービス：エネルギー

- 原油価格が上昇するが、環境配慮意識には影響を与えない
- 経済性の観点から、太陽光発電が進む。新エネルギーが普及する
- 太陽光発電の変換効率が向上する

サービス：廃棄物

- リサイクルが進み、最終処分量は減少する
- 希少金属の回収が経済性にもとづき実施される
- 突発的な化学物質の事故が多発する。化学物質の影響解明が進み、新たな有害物質が発見される。製品の適正処理が進み、ものづくりの支障にはならない

サービス：その他

- XXXXX
- XXXXX
- XXXXX

Bチーム

「自律的・持続的ものづくり社会シナリオ」 シナリオの概要（Ⅰ）

シナリオ名

- 自律的・持続的ものづくり社会

不確実性

- モノ
- ライフサイクルシステムを意識した使用行動

シナリオの概要

- 2020年、Aさんは、一人乗り自動車で買い物に出かけた。この車は、地域のNPOが運営しているレンタル会社から借りた。新しい薄型デジタルテレビの購入を考えている。選択にあたっては、価格が高くてもライフサイクルの管理がきちんとしている製品を選ぼうと思っている。Aさんはウェブで企業のCSR活動を確認し、パナソニー社の製品を選ぶことにした
- 2020年、Bさんは10年乗っている自動車が故障したので、地域のNPOが運営している修理会社に修理を依頼した。この修理会社では自動車技術を持った高齢者が修理を行っている。修理が終わったときに、燃費も向上し、新品同様にレストアされた
- Cさん（15歳）は、両親の生き方を見て、将来アジアでの環境技術移転の仕事につきたいと思い、技術の専門学校へ通うことにした。ちなみに大学への進学率は下がっている。個人が目的を持って、自律的に勉強するようになっている。Cさんのこのような考え方には小学校の時の自然体験学習も影響している
- 企業はAさんのような意識の高い消費者に対応するため、経済性よりも機能、信頼性、環境性を真剣に考えるようになった。アイディアが無ければ企業として成り立たない
- 国は2000ごろの国主体の3R政策の誤りに気づき、NPOや市民主体の活動を支援するようになった。企業でも、2000年ごろの環境調和製品の設計などの限界に気づいた
- 2010年ごろの京都議定書の目標達成のための省エネ普及は影を潜め、高齢化にあった社会を新しく形成することを考えながら省エネ技術の導入が進みつつある。これによってCO2削減は20%可能になると見込まれている。以前の技術開発は方向を変えた
- 人の使い方、人の心への影響を考慮したものづくり、技術開発が進みつつある
- アメリカ追随の社会ではなく、日本文化（自然との共生とか）に根ざしたものづくり、社会の形成が見直されつつある

Bチーム

「自律的・持続的ものづくり社会シナリオ」 シナリオの概要（Ⅱ）

社会・消費者・教育

- 市民は公共性を重視し、公共性への貢献で満足を得る
- 個性に合った教育が進み、自主的に判断し、行動する
- 他人とのコミュニケーションが当たり前にとれている
- 自分のライフスタイルを持っている。ライフスタイルに合った消費行動をとる
- 個人のモラルが高い
- メーカーへの要求が高い（メンテナンス、環境性、安全性など）。コスト負担は厭わない
- CSR進展

経済・税制

- 環境税は導入されていない。グリーン税制もなし
- 消費税率は高くなっている
- 経済は低成長
- エコファンド拡大
- 中国？

政治・政策・規制

- NPO、NGOの活動により、小さな政府が実現されている。地方分権が進み、NPO、NGOと協力している
- 規制は現状レベル。企業は消費者の意識の高さに対応して環境対応は活発である
- 長期的視点と定量評価に基づく政策がとられている

技術進展

- 省エネ、新エネルギー、代替エネルギーに関する技術開発は進んでいる
- NPOを中心とした廃棄物処理システムが構築されている
- デジタル放送が進み、新しい形態のテレビが普及している（省エネ、省スペースなどを実現）
- ITと融合した家電製品が普及している
- ITによる消費者とメーカーの環境情報共有が進んでいる

Bチーム

「自律的・持続的ものづくり社会シナリオ」 シナリオの概要（Ⅲ）



地球環境問題

- 温暖化防止のためにエネルギー消費削減が進んでいる
- 使い回しが進み、ごみが減っている（NPOの活動）
- 海外へ有害廃棄物が不法流出が減っている
- 資源枯渇の問題はリサイクルで回避されている

国際問題

- 途上国の環境汚染防止のためのボランティア、技術協力が進んでいる
- 省エネ技術、リサイクル技術の移転が進んでいる。排出権取引（売っている）
- 日本は尊敬されている

一般市民の環境意識・NPO・NGO

- 環境問題を自分で考え、必要な対策を判断している
- 高齢者を中心にももの循環、資源の循環、メンテナンスに関わるNPOが増加している
- 環境の体験教育が広まっている

業界団体

- 消費者の環境意識の高まりに従い、環境負荷削減対策をとることを求められている
- 標準化が進んでいる

環境規制・政策決定者

- 現在の3R関連政策は失敗だったと評価されている
- 地方政府とNPOとの連携が進んでいる

Bチーム

「自律的・持続的ものづくり社会シナリオ」 シナリオの概要（Ⅳ）



機械メーカー： 組立

- 製造業のグローバル化が進んでいる。製造拠点は高付加価値の製品は日本、それ以外は海外
- マーケットは世界
- 業態は多様化している。メーカーは既存のコア技術を他業種へ展開している
- 電機メーカー、自動車メーカーはグループ化されている
- 自動車は用途に合わせたタイプのもの（一人乗りコミュニティカーのようなもの）が普及。総台数は増えるが、環境負荷は下がっている
- 燃料電池自動車（水素、天然ガス、メタノール）でコスト削減が進み、普及している
- 産業として雇用を確保している

機械メーカー： 素材

- 素材産業は高付加価値、高機能、低環境負荷の製品を供給する

サービス： エネルギー

- 住宅などで発電し、売電している。個人の意識が高いため、発電システムを購入

サービス： 廃棄物

- 一般廃棄物はNPOや地方自治体の協力により安全に効率的に処理されている
- 産業廃棄物はユーザからの要求で、削減努力が求められている

サービス： その他

- 中古ビジネス、レンタルビジネスが拡大している

Aチーム

「エネルギー／材料コストアップを起因として低環境負荷高付加価値型製品（サービス）が普及するシナリオ」 シナリオの概要（Ⅰ）

シナリオ名

- 全世界的な規制強化とバージン材料・エネルギー価格の高騰により低環境負荷高付加価値型製品（サービス）が普及するシナリオ

不確実性

- ○ソリューション+モノ VS モノ
- 市民の主体性（ライフサイクル意識）高 ○低

これに誘導するメカニズムは規制、税金、補助金、エコ行動によるステータス向上（プリウス）

シナリオの概要

- 原油価格の高騰によりエネルギーショックが起こった
- バージン材料価格が、投機的に高騰し、資源エネルギーを使うと高コストになる社会へと経済環境が変化した
- 同時に、資源、エネルギー確保のための長期的視野に立った国策から、バージン材料およびエネルギーへの高い環境税の課税が実施された
- あわせて、代替エネルギー開発、省エネルギー技術には、補助金や税制優遇措置がとられ、技術が飛躍的に進歩した
- 製造業は、バージン資源・エネルギーを使わないところで儲けようとするビジネスを指向し、サービス活動比率が上昇した
- 資源生産性が桁違いに高い製品開発、物流革命による、日本の製造業の革命的省エネルギー、省資源化が達成され、日本の製造業の競争力が強化され、経済成長は維持された（照明はありそう。熱はあるか？ナノテク？）
- サービス活動が、十分な競争力を持ち、市場に広く受け入れられたため、日本の消費レベルは低下しなかった（？）
- モノを所有するコストの増大による、レンタル・リース型のライフスタイルの定着
- 個々の生活者の環境への関心度は向上したが、それは実際の行動へと結びつくことはなかった
- 生活者は、間接的に高いエネルギー、バージン材料価格を負担することから、利益最適行動をとるだけで、間接的に資源・エネルギーの使用量が減少し、廃棄物は有価物となり、廃棄物量は減少し廃棄物問題は表層的に解決した

Aチーム

「エネルギー／材料コストアップを起因として低環境負荷高付加価値型製品（サービス）が普及するシナリオ」 シナリオの概要（Ⅱ）

社会・消費者・教育

- 生活者：環境意識の高まりはあったが、実際の行動には決して結びついていない
- 社会：知的労働者の増加
- 教育：詰め込み型教育から創造性教育への転換の成功
- 労働者：専門化された労働集団、スキル指向
- 生活者：社会全体への関心は低い

経済・税制

- 環境規制（リサイクル率目標）
- エネルギー、バージン資源に高い課税、または価格高騰
- 消費税の増税（20%）
- モノの購買の減少、サービス業比率の増大

政治・政策・規制

- 廃棄物処理法の見直しによって使用済み製品が対象外に（自動車など）
- （もし、法規制によってドライブされるなら）国際的な協調による環境規制の一斉導入が実施された

技術進展

- メンテナンス（保守と長寿命化）、部品リユース、材料リサイクル技術の高度化が進展
- 省エネルギー技術の発展
- 代替エネルギーの普及
- 技術先導のライフサイクル指向ソリューション技術の普及、進歩

Aチーム

「エネルギー／材料コストアップを起因として低環境負荷高付加価値型
製品（サービス）が普及するシナリオ」
シナリオの概要（Ⅲ）

地球環境問題

- 日本では温暖化の影響は顕在化していない（生活者意識は低い）
- 資源枯渇は深刻化
- 化学物質汚染などの大事故は日本では発生してこなかった
- 廃棄物問題も表層的には解決済み

国際問題

- 資源国の発言力増大
- 廃棄物の獲得競争

一般市民の環境意識・NPO・NGO

- 環境意識は現在と同程度、行動には結びついていない
- NPO、NPGが猛烈なロビー活動をした結果、法規制が強化された

業界団体

- リサイクル品、中古製品（部品も）など廃棄物の品質基準の標準化
- 業界内でリサイクルをうまく回す仕組みがいろいろできている

環境規制・政策決定者

- 環境税（エネルギーとヴァージン材料）

Aチーム

「エネルギー／材料コストアップを起因として低環境負荷高付加価値型
製品（サービス）が普及するシナリオ」
シナリオの概要（Ⅳ）

機械メーカー：
組立

- 先端技術開発の強いインセンティブ
- リサイクルの製造業への取り込み

機械メーカー：
素材

- 先端技術による省エネルギー素材の普及
- リサイクルしやすい材料の普及
- 生分解性プラスチックの普及

サービス：
エネルギー

- 省エネルギーの高度な進展
- 代替エネルギーの普及
- 原発の延命化、長寿命化（新規建設はない）

サービス：
廃棄物

- 廃棄物業者は巨大なリサイクル産業へと再組織化されている
- 廃棄物の絶対量は大きく低下した

サービス：
その他

- リサイクル品の先物取引市場の拡大

Cチーム

「環境パラダイスシナリオ」 シナリオの概要（Ⅰ）



シナリオ名

- 環境パラダイスシナリオ

不確実性

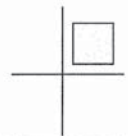
- ソリューション（モノを含む）
- ユーザーはライフサイクルシステムを意識して使用行動をしている

シナリオの概要

- 2020年、我が国は世界で初めて持続可能な社会の実現に成功した
- 一時的には広まった社会格差も縮まり、人々は高い水準の環境教育を受け、高度な環境意識に基づいて、環境行動を実践している。また、モノを所有するという考え方ははやりなくなり、ソリューション+モノによる機能・サービス提供を享受している。環境NPO・NGOが活発化し、環境ソリューションの重要な担い手となっている
- 我が国は、世界で最も環境意識の高い国となり、3R政策で世界をリードしている。政治と国民意識のギャップは小さくなり、かつて導入された環境税制や環境規制は大幅に撤廃され、現在は基本的な規制に限定され、市民と企業の自主行動が最大限活用されている。国際的には、アジアの問題解決や資源循環の適正管理に日本が大きな貢献を果たしている
- 製造業は、ソリューション+モノによる機能・サービス提供型の産業に変革し、ライフサイクル設計とマネジメントが一般的に実施され、使用長期化、メンテナンス、リユース、再生産が広く実施されている
- ハードウェアレベルの標準化とソリューション系の技術を中心としたIT技術が大幅に発展し、製品の陳腐化コントロールや性能向上の早い部品の局所化設計が進展した。市民意識の高まりや、環境対応製品・サービスに対する購買動機の高まりにより、エネルギー関連技術、リサイクル技術、処理技術が進展する

Cチーム

「環境パラダイスシナリオ」 シナリオの概要（Ⅱ）



社会・消費者・教育

- 環境教育の充実・徹底が図られる
- 政治と国民意識のギャップが小さくなる
- モノを所有するという考え方がはやりなくなる

経済・税制

- エコファンドやエコ投資が活発化する
- 国内での社会格差が小さくなる
- 環境税が廃止される

政治・政策・規制

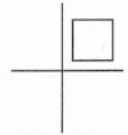
- 規制緩和がより一層進展する
- 各企業が行うCSRの取り組みが高度化する
- 政治が安定する

技術進展

- IT技術（特にソリューション系の技術）が大幅に発展する
- 設計の標準化が大きく進展する
- 製品の陳腐化に対するコントロールがスムーズに行われる
- 性能向上の早い部品の局所化設計が進展する
- 市民意識の高まりや、環境対応製品・サービスに対する購買動機の高まりにより、エネルギー関連技術、リサイクル技術、処理技術が進展する

Cチーム

「環境パラダイスシナリオ」 シナリオの概要（Ⅲ）



地球環境問題

- 民生部門のCO₂削減が進展し日本の地球温暖化対策の道筋が見える
- 地球環境問題全般に対する正しい理解に基づいて、市民が積極的に行動し購買・使用行動に大きく影響を与える

国際問題

- アジアの環境問題解決に日本が深く貢献する
- アジアの資源循環の適正管理に日本が大きく貢献する
- 海外からの資源・エネルギー調達が2000年比75%となる

一般市民の環境意識・NPO・NGO

- 世界でもっとも環境意識の高い国となる
- 環境NPO・NGOが環境ソリューションの重要な担い手となる（例：セカンドハンド品市場）
- 環境配慮ソリューションが積極的に利用され、環境に配慮していない製品が淘汰される

業界団体

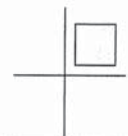
- ハードウェアに関する情報公開がほぼ完全に実施される
- ハードウェアレベルでの環境関連の標準化・情報標準化が行き渡る

環境規制・政策決定者

- 3R政策で日本が世界をリードする
- 環境に関する超長期戦略の策定とバックデータの蓄積が重点的に行われる
- 過去には多くの環境規制があったが、現在は基本的な規制に限定され、市民と企業の自主行動が最大限活用されている
- 環境問題対策に関する市場メカニズムが活用されている

Cチーム

「環境パラダイスシナリオ」 シナリオの概要（Ⅳ）



機械メーカー： 組立

- 組立産業がソリューションの設計・生産を行うソリューション産業となる（モノから機能へ）
- キーデバイスが国内生産され、それ以外はすべて海外生産される
- ライフサイクル設計とマネジメントが一般的に実施される
- 使用長期化、メンテナンス、リユース、再生産が一般的に実施される

機械メーカー： 素材

- 環境サプライチェーンマネジメントが浸透する
- 純粋なバージン材が市場から淘汰される
- 高付加価値以外の素材産業が海外に流出する

サービス： エネルギー

- 原子力の比率は変化しない
- 新エネルギー、分散型エネルギーが普及する
- 原油価格は高騰するが、国内経済に影響がないほど石油需要が縮小する

サービス： 廃棄物

- 廃棄物量が低水準で安定する
- 最終処分場が大幅に延命化される
- 不法投棄がほとんど起きなくなる
- 廃棄物ビジネスのネガティブイメージが払拭され、一種の素材産業として定着する

サービス： その他

- メンテナンスビジネスが活性化する
- 中古市場と新品市場との区別がなくなる
- 消費者ニーズの多様化は拡大し、ソリューションの高度化により満たされる
- 物流システムはIT化とモーダルシフトにより効率化される

II. 環境配慮設計解体容易化技術調査委員会 (LCD 分離・解体技術に関する調査研究)



本委員会の活動は、機械システム振興協会からの受託（日本自転車振興会の補助金）により実施したもので、ここに記載した内容は、システム技術開発調査研究 17-R-13「LCD 分離・解体技術に関する調査研究」からの転載である。

環境配慮設計解体容易化技術調査委員会

LCD 分離・解体技術に関する調査研究

はじめに

1. 調査研究の目的

循環型社会の構築と、地球温暖化防止のためのCO₂削減や有限資源の有効活用等を推進するために経済産業省が取組んでいる3R（リデュース、リユース、リサイクル）は、基本的な概念として環境を考慮した製造システム（インバース・マニファクチャリングシステム）から発想されており、3Rの中心的な考え方となっている。昨年度から検討を行っている3Rの技術戦略ロードマップはインバース・マニファクチャリング概念をベースに作成されており、ロードマップや導入シナリオはインバース・マニファクチャリングと同意義的に扱われている。その中で、現在抱える問題点としては、有害物質の削減・削除、使用済み製品を何処まで解体し、リユース・リサイクルをすればよいかの評価・判断とその実用化、製品の製造と同様な解体の自動化（解体コストの削減）等があげられる。

もともと、製品には様々な素材が使われ、強度確保や難燃材添加のため成分が複雑になり、リユース・リサイクルが困難になる等多大な弊害を生じている。

例えば、現在のリサイクル法で義務づけられている、家電、PC、自動車の回収に関しては、回収義務を課すことを規定し、その後の処理方法までは言及していないため、経済的な観点から、再利用するよりも安価な破碎処理をしている場合が多い。本来であれば、使えるものは解体し、有効に活用することが資源・エネルギーの節約になり、資源の少ない日本にとってその様なシステムが完成すれば、原材料のコスト削減へつながるはずである。

また、有害物質の使用削減は世界レベルでの共通課題であり、使用しないことが最善であるが、製品の仕様や性能を満たす代替材料や技術がない現状では、製品内に有害物質が含まれてしまうこともある。そのため、有害物質部分を取り外し、無害化処理すると同時にその他の部分を有効活用することが必要になってきている。これらの問題を解決するためには、極力部品レベルでの再利用を可能にするための、製品の適切な解体・分別技術が必要になっており、経済性を考慮すると、製品再利用のための解体容易設計等の確立は必須となっている。あわせて、資源の有効活用としての3R促進のためにもこれら技術の確立に向けた早急な対策が必要になってきている。

具体的問題の一つとして、欧州においては、2003年2月13日にLCD搭載製品の解体容易設計の指針を示し、ReLCDプロジェクトの中で、既に解体容易な締結部品等の開発を推進しており、2006年には解体容易性についての技術確立を目標としている。

解体容易締結設計、解体容易締結部品については、形状記憶材料の開発等で日本が世界にリードした技術分野ではあるが、上記欧州の技術の追い上げに対し、早い時期での対策が望まれている。特に具体的な製品例としては、LCD（液晶ディスプレイ）の取り扱いがあげられている。これは携帯電話、電卓、カーナビゲータ、TV、各種ゲーム機器、PCのモニター装置には必要不可欠なもので、世界のLCDの年間出荷額は約4.5兆円（米

Stanford Resources 調べ、2002 年) と膨大な量となっており、しかも年 15% の成長を続けている。

また、過去数年以上前に製品に搭載された LCD は、その大多数が寿命に達し、廃却を待っているが、内在される液晶物質 (LC) の無毒性が未だ明確にされていないため、その処理方法は、手付かずの状態にあるのが実態である。このような現状を打開するために、The Council on Waste Electrical and Electronic Equipment in Europe (WEEE) は LC による環境汚染、土壌汚染を防止するために、LCD メーカーに対し、これらの回収義務付けを行った。

しかしながら、LC の回収のために、製品と内蔵された LCD の締結を、短時間に、低コストに解除する必要があるが、現状では適切な方法がなく、回収工程全体のボトルネックとなっている。

これら問題点を解決するために、本調査研究では、LCD を有する製品の解体容易設計、解体容易化技術の欧米での実情や動向、規制等の取り組みを調査し、また、国内においても、細分化されている解体容易化技術 (素材、締結技術、解体技術等) の最新技術動向を調査し、体系化することで、LCD 搭載製品への実用展開阻害要因等の課題を明確にする。これらの調査結果からニーズ (製品毎の解体要求特性) とシーズ (解体技術) とを適合をさせ、3R の促進につなげることが可能となる。

また、その具体的な実用例のひとつとして、LCD 製品を対象とした、解体容易締結技術 (例、形状記憶ポリマー (SMP) など) を用いた解体容易ネジ、解体容易中空スナップ等を活用することの有効性・実用性調査を行い、欧米に対し当該分野でわが国がイニシアティブをとって、多品種少量生産自動化工程の逆として多品種少量製品自動解体工程の開発を進めて、新製品の製造と使用済み製品の分離・分解・分別 (解体容易化技術の活用) とで構成される循環システムを日本の新たな機械システムとして確立することを目的とする。

2. 調査研究の内容

前記目的を達成するため以下の項目を調査し、技術開発につき提言を行う。

① 最新 LCD 解体技術の整理・体系化 (シーズ)

LCD の解体に関係する最新の解体容易性設計、締結部材等に関し、関係する技術情報を収集し LCD 搭載製品の属性別や部材別等に整理・体系化を行う。

② LCD 搭載製品の分離・解体実状調査 (現状、ニーズ)

TV、PC、カーナビ、携帯電話、電卓、各種ゲームに使用させている LCD 搭載製品解体の実状調査と搭載製品メーカー側のニーズをヒアリング等により把握する。

③ SMP (形状記憶ポリマー) 等締結体適用性調査

LCD などに適用可能な解体容易締結部材の 1 つの素材として、形状記憶材料 (合金、ポリマー) を活用したネジやスナップフィット等の実用化への課題抽出、易解体締結システムのビジネスモデルを検討する。

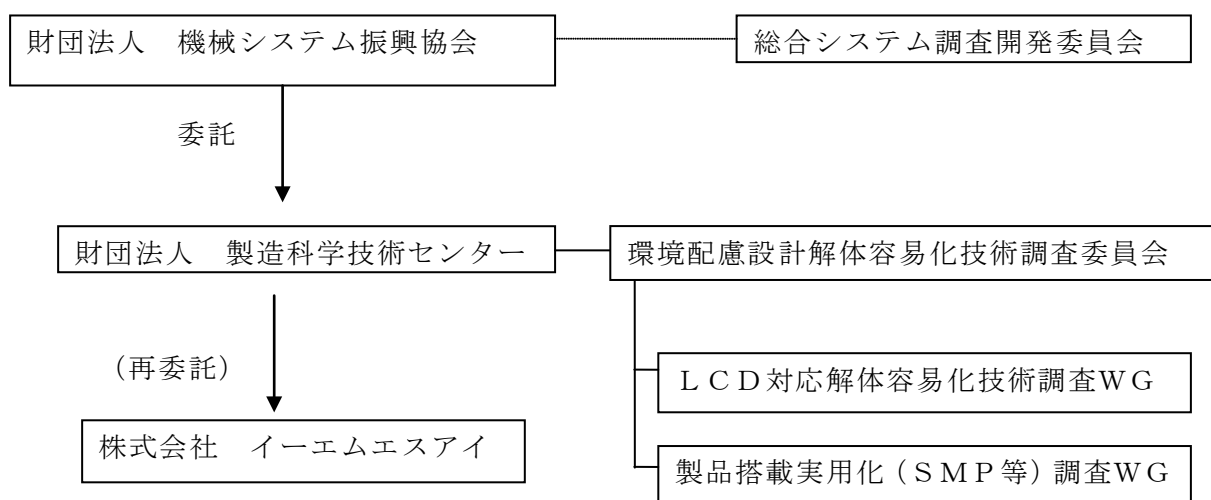
- ④ LCDに関する解体容易設計、解体容易締結部品開発に関する欧米現状調査
 - ・欧州（ReLCDプロジェクト）の現状を調査
EU本部およびプロジェクト参加の企業、大学等を訪問する。
 - ・米国におけるLCD解体、再販、処理の現状調査
ハケット・エレクトロニクス社および米国政府環境関連機関等を訪問する。

- ⑤ LCD対応解体容易設計、解体容易締結部品開発・実用化ロードマップ作成
LCD組み込み製品の解体容易化のための設計手法や締結部分のデザイン、締結部品の素材等製品ニーズに基づいた適正な解体手法の明確化と解体に関わる具体的な技術の実用化ロードマップ（実現する順番、時期と相互の関連）を作成する。

3. 実施体制

(1) 実施体制

(財) 製造科学技術センター内に、学識経験者、研究所、企業（メーカ、ユーザ）から成る「環境配慮設計解体容易化技術調査委員会」、「LCD対応解体容易化技術調査WG」、「製品搭載実用化（SMP等）調査WG」を設け、討議、指導を得て、具体的作業を進めることにより、成果をまとめて報告書を作成した。



(協力) 社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA)
社団法人 家電製品協会 (AEHA)

(2) 業務分担

「2. の調査研究の内容」のうち、「①最新LCD解体技術の整理・体系化」および「②LCD搭載製品の分離・解体実情調査」については、(株)イーエムエスアイに再委託して行った。

第1章 LCD対応解体容易化技術

1.1 要約

LCD製品をターゲットにした場合、LCDそのものの解体性と製品に組み込まれたLCD部分の解体の2通りの考え方がある。LCDパネルそのものの解体は硝子2枚およびその間に介在する希少元素、電子基板、バックライト等であるがコスト的に経済性が出せるものとしては希少元素であるが、一枚のLCD内には0.0Xグラム程度しかなく、回収出来たとしてもかなりの大量回収が出来ないと割に合わない。ただし、有害物質指定を受けている水銀はバックライトに使用されており、これらの回収、再使用または無害化は重要な技術となっている。また、筐体等に使用されるプラスチックの回収再使用は、メーカー内でも高いニーズを持っている。

これらの背景から、LCD製品に関する技術ロードマップと導入シナリオを作成し、適正な時期に開発を進めていかなければ回収・分離・解体技術が後手後手に回る可能性が生じる。また、将来的に水銀を含むバックライトの蛍光管のLED化や新たな技術の導入も考えられ、技術ロードマップは年々見直しを図り、時代時代に沿った技術開発テーマ等を戦略的に考えていかなければならない。

1.2 解体容易化技術開発の決定要因とプロセス

製品のメンテナンス、アップグレード、リユース、リサイクルにおいて、解体（分解）容易化は共通して求められる技術といえる。これに対応するために、解体（分解）装置、締結方法、や解体（分解）性設計などさまざまな技術が提案されている。

しかしながら、製品を開発する企業では、必ずしもこれらの技術が効果的に活用されているとはいえない。例えば、解体容易な締結方法を製品に取り入れても、実際のリサイクルの現場では、解体していない、または、切断、破砕しているなどである。

これらの課題の多くは、解体（分解）することを目的とした技術開発へのアプローチが原因といえる。すなわち、解体（分解）は手段であり、その目的であるシナリオを明確にしなければ、解体（分解）は容易でも本来の目的を達成することができず、効果は発揮しないといえる。

解体（分解）の目的を明確にし、より具体的の明示するためのシナリオの基本は、まず、製品のメンテナンス、アップグレード、リユース、リサイクルの循環モデルを明らかにすることからはじまる。そのうえで、マクロシナリオからミクロシナリオへと検討していくことが重要である。

図1.2は、マクロシナリオ～ミクロシナリオ～解体技術へのアプローチを示している。ここでは、リサイクルの場合を例に、各シナリオの要素を述べる。

マクロシナリオでは、消費者のリサイクルへの意識、購買動向の市場動向やリサイクルに関連する国内外の法律、規制などがあげられる。特に、法律、規制における対象製品、基準は、どの製品をどこまで解体（分解）する必要があるか、いわゆる、製品の解体（分解）技術の活用範囲を決定するものである。

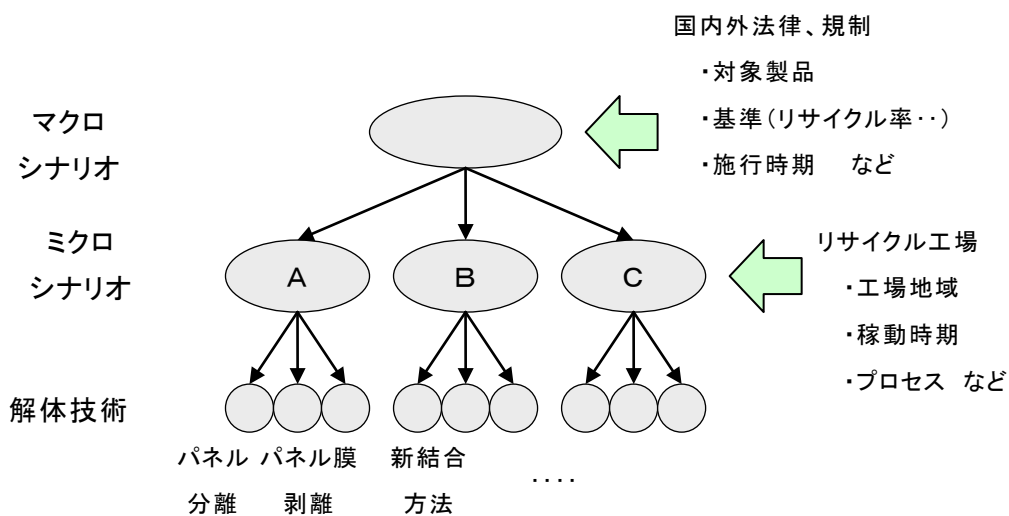


図1.2 マクロシナリオ～マイクロシナリオ～解体技術へのアプローチ

次のマイクロシナリオでは、マクロシナリオに基づいて、稼動時期、プロセスなど具体的にリサイクル工場を想定するものである。これにより、どのくらいの精度で解体（分解）する必要があるのかを決定する。

このように、マクロシナリオによる製品の解体（分解）技術の活用範囲と、マイクロシナリオによる解体（分解）技術の精度により、要求される解体技術が異なってくる。すなわち、要求される解体（分解）技術は、マクロシナリオとマイクロシナリオにより大きく変化していく。

マクロシナリオ～マイクロシナリオ～解体技術へのアプローチにより、開発と現場での乖離をなくし、効果的な解体（分解）技術の開発を行うことが重要である。

参考文献

- [1] 山際康之：環境調和型製品における組立性、分解性設計のプロセス，日本設計工学会設計工学 Vol. 36No. 11, (2001)pp479-484
- [2] 山際康之：情報機器における環境調和性設計戦略，日本機械学会誌 Vol. 108No. 1034, (2005)pp29-30
- [3] 山際康之：リサイクルシナリオに対応した分解性設計，日本設計工学会設計工学 Vol. 40No. 8, (2005)pp385-390
- [4] 山際康之：サステナブルデザイン，丸善，(2004)

1. 3 最新LCD易解体技術の整理・体系化

LCD製品においては、易解体のニーズとして以下のものがあると考えられ、これに従って技術を整理する。

(1) インジウムの回収

LCDの製造には希少元素であるインジウムが必須である。独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）によると、地球上のインジウムの可採埋蔵量は5700トン程度（亜鉛鉱石ベース/1999年）であるとされており、一方消費量は日本だけでも491トン（2004年/バーजनのみ）に達しており、枯渇の懸念される資源であると言える。我が国のLCD産業の安定した発展のためには、使用済みのLCDモジュールからのインジウム回収は非常に重要であると考えられる。

インジウムの分離技術は以下のように整理できる。

1) LCDパネルガラスからITO膜の分離

インジウムはパネルガラス上にITO膜として付着しているため、これを効率よく低コストで分離する技術が必要である。

2) インジウムの抽出・製錬

分離したITO膜からインジウムを抽出する。酸や溶媒を使用する場合には、コストが問題となる。ガラスに付着したまま亜鉛製錬所に投入する技術も考えられるが、その場合、ガラスは他の物質と混合溶融したスラグとなるため水平利用できない。

(2) パネルガラスの水平リサイクル

2006年に予定されている法改正によりLCDTVが家電リサイクル法の対象となる公算は高く、メーカーには数値目標を掲げてのリサイクル実施が求められると考えられる。現在のCRTTVのリサイクル率目標は55%であるが、仮にこの値がLCDTVにも適用されるとすると、パネルガラスは全体の8%程度の重量を占めるとされていることから、その水平リサイクルは重要であると考えられる。

パネルガラスの分離技術は以下のように整理できる。

1) パネルの開封

LCDモジュールは2枚のパネルガラスを接合して作られており、その内側には液晶や電極、フィルター等が付着している。これらを除去するためには接合を開封する必要がある。加熱して封止剤を蒸発・分解する技術等が検討されている。

2) パネルガラス上の回路、フィルターの除去

パネルガラスを水平リサイクルするためには、不純物となる回路やフィルター等を効率よく低コストで除去する必要がある。酸や溶剤等で溶解除去する方法、ブラッシング等で機械的に除去する方法等が検討されている。

(3) プラスチック類の水平リサイクル

プラスチック類はLCDTVの重量の40%前後を占めるとされており、パネルガラスと同様、改正家電リサイクル法下でのリサイクル率目標の達成においてプラスチック類の水平リサイクルは必須となる可能性が高いと考えられる。

1) プラスチック類の材料識別

プラスチックは、材質別、色や添加剤等のグレード別に、量を集めることができれば、材料リサイクルは技術的に可能となっている。分別のためには材質等の識別技術（表示、自動判別装置等）の実現が必要である。

(4) 蛍光管の破損防止・取り外し容易化

LCD製品のリサイクルにおいて、蛍光管の含有する水銀が問題視されつつある。蛍光管を取り外さずにリサイクルしようとするとう汚染のリスクがあり、一方蛍光管を破損させずに取り外すことは構造的に難しい。

1) 蛍光管の破壊防止

取り外し時に蛍光管の破損を防止するため、保護カバー等でモジュール化するという設計が考えられている。

2) 取り外し容易な蛍光管の結合

蛍光管や光源モジュールの取り付け方法として、形状記憶合金製の結合具などの解除の容易な結合を用いることが考えられている。

第2章 製品搭載実用化（SMP等）調査

2. 1 要約

2. 1. 1 背景

LCD(液晶ディスプレイ)は携帯電話、計算機、カーナビゲータ、TV、各種ゲーム機器、PCのモニター装置として必要不可欠なものとなっている。世界のLCDの年間出荷額は約4.5兆円(米Stanford Resources調べ、2002年)と膨大であり、しかも年15%の成長を続けていると言われている。LCDは以前から販売されており、寿命に到達し、廃却を待っているものも多いが、内在される液晶物質(LC)の無毒性が実証されおらず、その廃棄は手つかずの状態にあると言われている。

このような現状を打開するために、The Council on Waste Electrical and Electronic Equipment in Europe (WEEE)はLCによる環境汚染、土壌汚染を防止するために、LCDメーカーに対し、これらの回収を義務付け始めている。

しかしながら、LCの回収のために、LCDのネジ締結を、短時間に、低コストに解除する必要があるが、良い方法がなく、本回収工程全体のボトルネックとなっている。

これら問題点を解決するためには、当該提案者らが開発を進めている技術(Active Disassemble of Using SMArt Material (ADSM)、形状記憶ポリマー(SMP)等を用いた易解体ネジ、易解体中空スナップ)を適用する事により、LCDの解体を容易にする技術開発もひとつの方法である。欧米に先駆け技術開発を実施し、当該分野でわが国がイニシアティブを取っていくための事前検討として、LCD業界あるいは他分野の現状・ニーズを知ることが重要である。

2. 1. 2 調査内容

調査内容、方法と期間を以下に示す。

- 現状調査・Needs調査 / 他のHearing /2005.12~2006.01
- ADSM締結体適用性調査/Potential User、W/G内部 /2005.10~2006.01
- 国内外動向調査 / 西日本エコタウン、欧州ReLCD、米 /2006.02
- 今後の展開策定 / 2006.02~03

2. 2 現状・ニーズ

今回調査した対象分野毎に以下に示す。

2. 2. 1 LCD

(1) LCDの解体性について

世界における液晶テレビの易解体設計の現状、ニーズ、課題、対策について表2. 2. 1. 1にまとめる。

表2. 2. 1. 1 液晶テレビの易解体設計について

	現状	ニーズ	課題	対策
日本	<ul style="list-style-type: none"> ・リサイクル処理義務なし ・リサイクル対象品に追加予定 ・ねじ本数削減中（3割程度削減） ・相溶化ラベル採用 ・液晶パネルは非鉄精錬に珪石代替として投入処理 	<ul style="list-style-type: none"> ・リサイクル対象品に追加される動向が3、4年前から論議されているため、各社解体設計の必要性を感じている。(特に液晶パネル, 蛍光管) 	<ul style="list-style-type: none"> ・液晶パネルガラス（破損時の取扱い） ・液晶パネルの液晶（破損時の取扱い） ・蛍光管中の水銀飛散（破損時の水銀飛散） 	<ul style="list-style-type: none"> ・— ・— ・蛍光管クリップに形状記憶ポリマー採用（課題：耐熱温度, コスト） ・スナッフフィットに形状記憶ポリマー（課題：コスト）
欧州	<ul style="list-style-type: none"> ・蛍光管処理と100cm²以上の液晶パネルを取外し処理（WEEE） 	<ul style="list-style-type: none"> ・リサイクラーより液晶パネル処理方法について問合せ多数。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同上 	<ul style="list-style-type: none"> ・同上
米国	特になし	特になし	特になし	特になし
他国	特になし	特になし	特になし	特になし

液晶テレビの解体方法で、メリット、デメリットについて整理したものを表2. 2. 1. 2にまとめる。同様に中小型液晶テレビ (20 インチ以下) 及び大型テレビ (20 インチ以上) の液晶テレビの構造を示す。

表2. 2. 1. 2 液晶テレビの解体方法

手段	メリット	デメリット
コンベア式加熱炉	大量に処理可能	全体加熱になるため、キャビネットなどが変形する可能性がある
湯中解体	大量に処理可能	水だと 100℃解体まで。100℃以上の解体では、シリコンオイル酸化の臭い対策が必要
ホットガン式加熱	瞬間に外れる	時間が長くなると、キャビネット変形 締結場所を加熱しないと解体できない
過熱蒸気	瞬間に外れる	締結場所を加熱しないと解体できない

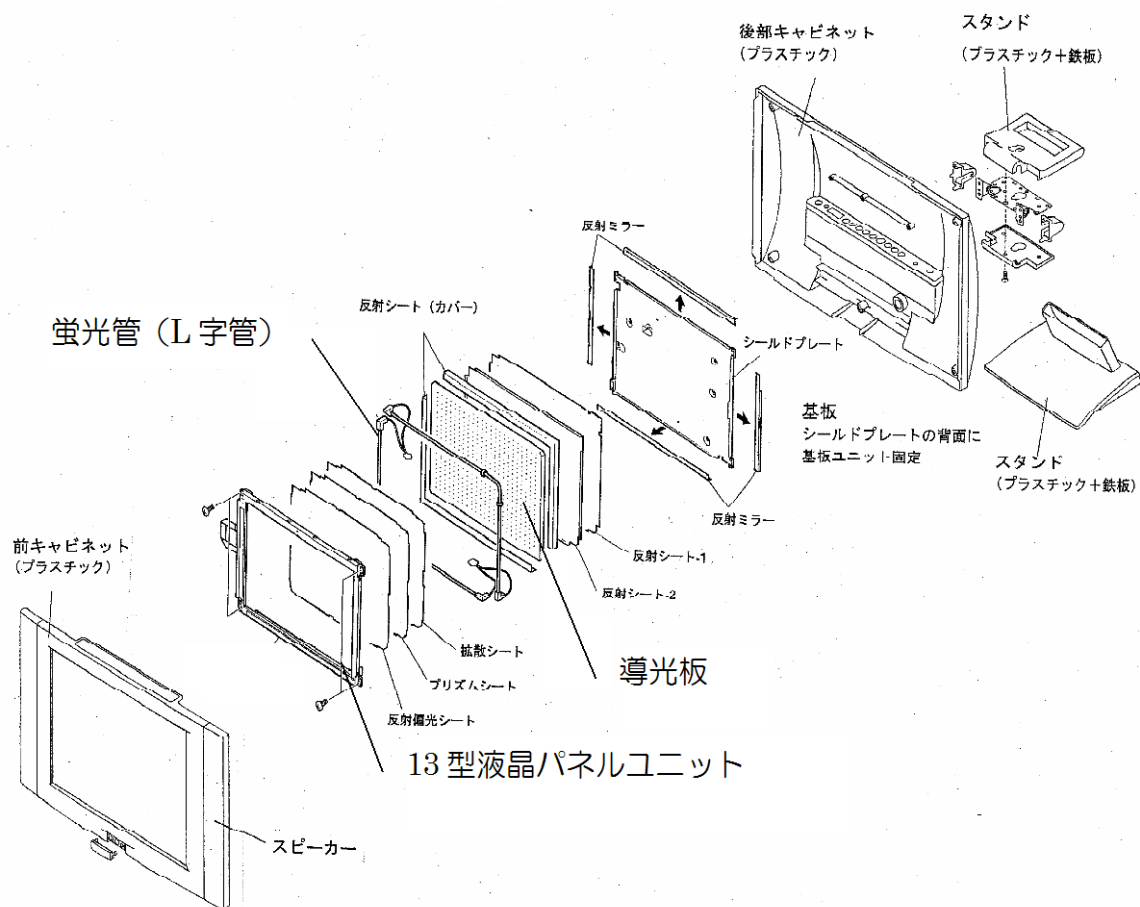


図2. 2. 1. 1 液晶テレビの構造 中小型液晶テレビ (20 インチ以下)

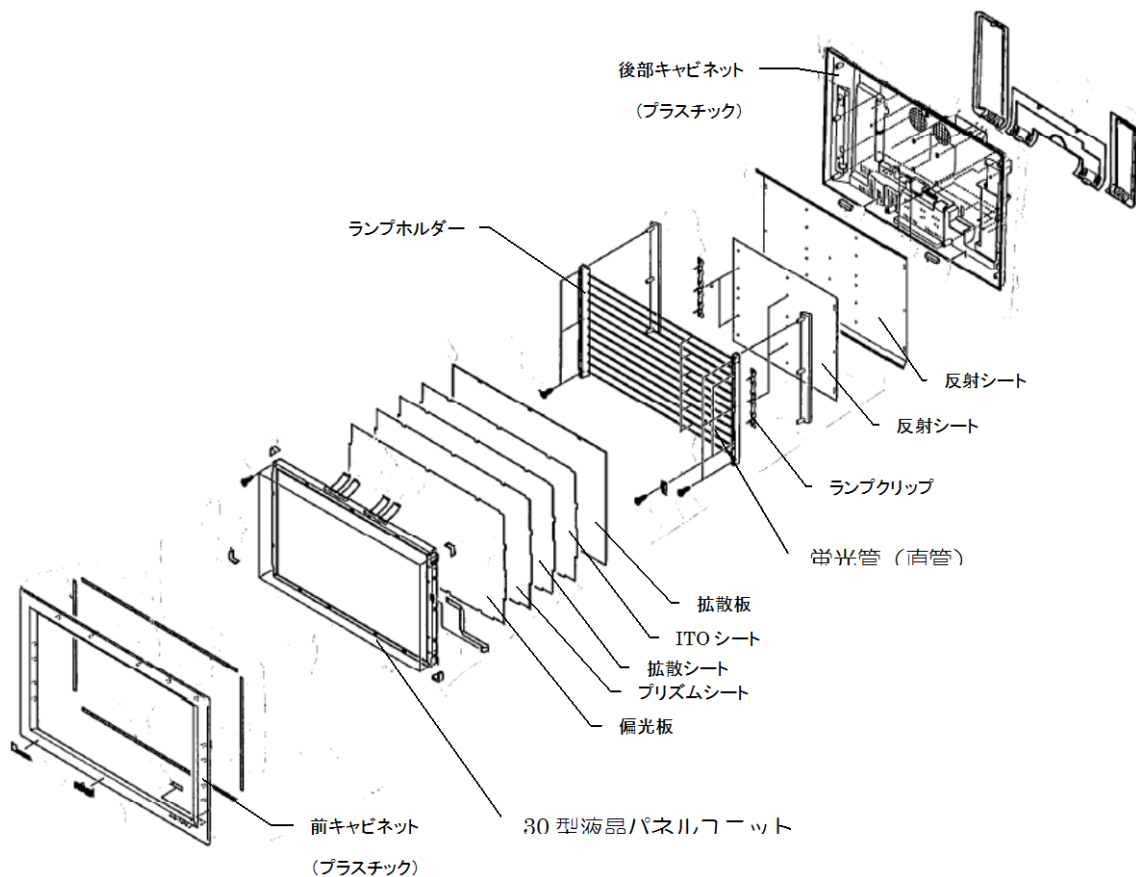


図 2. 2. 1. 2 液晶テレビの構造 大型液晶テレビ (20 インチ以上)

(2) 分解方法と注意事項

液晶テレビの分解方法の作業工程を図 2. 2. 1. 3 に示す。

分解作業に当たって、蛍光管は細く、割れやすいため、割らないように気をつけて分解することが重要である。また、液晶パネルもガラスが割れると、分解作業が危険となるので、割らないように気をつけて分解することが重要である。

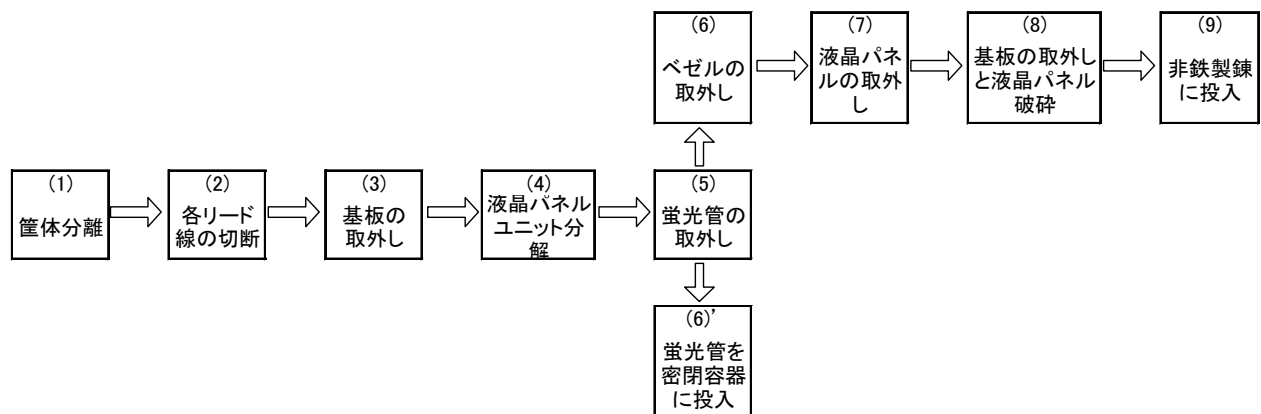


図 2. 2. 1. 3 液晶テレビの分解作業フロー

2. 2. 2 文具

(1) 概要

文具製品は消費者の認知度・信頼性調査におきまして、エコマーク認定品の購入割合及び消費者の需要度が高い商品群であります。

エコマーク商品の類型名は「文具・事務用品」と称し、切る、綴じる、書く・消す、整理するなど、その使用用途によって多くの種類の品目が存在する。それらの設計の流れは、リサイクル素材の利用、リサイクルしやすい工夫、廃棄時の環境負荷の低減、の大きく三つに集約することができる。

(2) リサイクルしやすい工夫

文具・事務用品が使用後の廃棄時に資源となりうるように、分別が容易にでき、リサイクルに回せるかが課題となる。

① ファイルの事例

背巾が厚く用紙の収容枚数が500枚前後のファイルの事例である。このファイルは主に一般文書や参考資料、法規約などの整理保管に利用されることが多く、ファイルの使用期間は長期にわたることが多い。こうした使用環境から、製品機能としては特に堅牢製が重視され、表紙は耐久性を高めるため板紙にPPフィルムを貼っている。綴じ具は耐久・対荷重などが求められ、書類の加重に耐えられる構造になっている。

しかし、このパイプ式のファイルもいずれは表紙の傷みが現れ、買い替えの時期が訪れる。

ただ、この商品は、交換用の替え表紙が用意され、先に傷む表紙を交換する、ロングライフ設計になっている。

金属製の綴じ具は、表紙から工具なしで、容易に取り外しできる分別構造になっている。樹脂製のロックをはずすことにより、金属綴じ具と樹脂ベースと表紙とに簡単に分離できる。

綴じ具を外した古い表紙はそのまま廃棄することなく、綴り紐を利用すれば、保存文書用のファイル表紙として再使用できる工夫もされている。

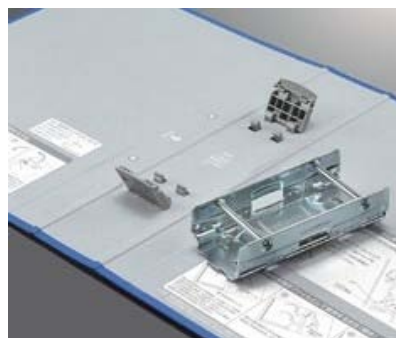


図2. 2. 2. 1 ファイルの事例

② はさみの事例

はさみの刃はステンレス製だが、ハンドル部分は指にソフトに触れるように多くはプラスチック製である。刃とハンドル部との接合は、従来は力がかかっても外れないように加工されていたが、環境設計を取り入れ、接合構造を設計から見直し、形状と加工方法に工夫がなされた結果、廃棄時に分別が容易にできる、はさみが市販されるようになった。

通常の使用時は、ほとんど従来のはさみと外観も丈夫さも変りはないが、廃棄時には、ハンドル部分の隙間にマイナスドライバーの先端を押し当てることにより、ハンドル部から刃部を容易に取り外すことができる構造である。



図 2. 2. 2. 2 はさみの事例

2. 2. 3 医療器具

(1) 主な医療器具の市場規模 (2004 年度)

主な医療器具の日本の市場規模を下記に示す。

表 2. 2. 3. 1 主な医療器具の市場規模

種別	規模	単価※
注射針	18億3,310万本/年 (1億5,276万本/月)	20円/本
シリンジ	12億3,015万本/年 (1億 251万本/月)	40円/本
輸液セット	3億6,538万セット/年 (3,045万本/月)	100円/本

※ 単価は現状の目安として表記

(2) 医療廃棄物の背景

廃棄物処理法の 1991 年改正によって医療機関から排出される感染性廃棄物が特別管理廃棄物の 1 種として規定された。感染性廃棄物とは、病原体が含まれ若しくは付着している廃棄物又はこれらの恐れのある廃棄物とされている。

感染性廃棄物は、他のものと混同する恐れのないよう保管、収集、運搬、積み替え、処理が必要であり、また埋め立て処分は禁止されている。処理については、医療機関が自らの責任で、自ら又は他人に委託して焼却、熔融、滅菌、消毒などの処理に当たる必要がある。なお、近年、焼却処理はダイオキシン問題から難しくなっており、委託処理せざるを

得ない状況である。

(3) 医療機関での感染性廃棄物分類

医療機関では大きく分けると感染性廃棄物を下記2種類に分けている。(都道府県、医療機関により分別方法は異なる)

①注射針などの鋭利な物

古く注射針は、その都度煮沸消毒して使用する器具であったが、近年の注射針は衛生上の問題から、そのほとんどが使い捨てである。(一部紛争地域や経済が壊滅的な打撃を受けている地域を除く) このため医療行為に付随して大量の注射針が廃棄されるが、前出の通り高温で処理されて滅菌・プラスチック封入といった過程を経て、そのプラスチック封入状態のまま金属資源として溶鉱炉に投げられ、金属として再利用されるか、最終処分場で埋め立て廃棄処分される。

②患者の体液を含む物

これらは全て焼却処分となる。この過程において生物テロなどに悪用されないよう、厳重に保管し、病院内・または専門の焼却業者に依頼されて焼却される。確実に焼却させるため、熱焼効率の良い焼却炉が利用される。

(3) 今後について

医療では、感染防止の徹底のため医療機器のディスポ化が著しく進展してきたが、廃棄物はこの結果大きく増加した。感染性廃棄物など医療廃棄物の処理には上記のように特殊な扱いを要する点から一般と比較して大きなコストを要する。このため、近年では処理しやすいディスポ製品、あるいは製品のリユースへのニーズが高まっている。

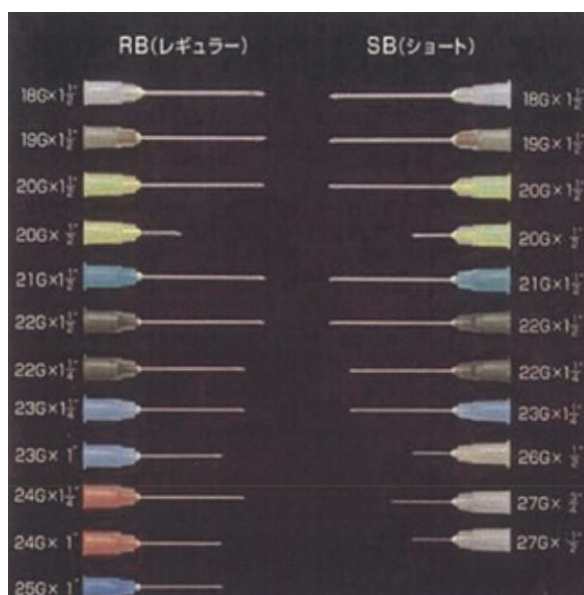


図2. 2. 3. 1 注射針

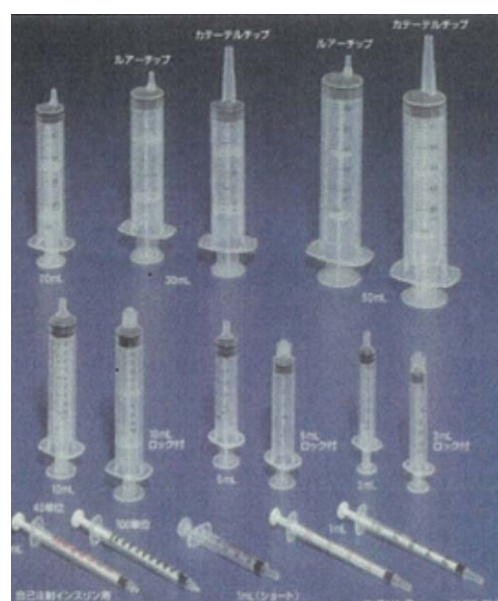


図2. 2. 3. 2 シリンジ

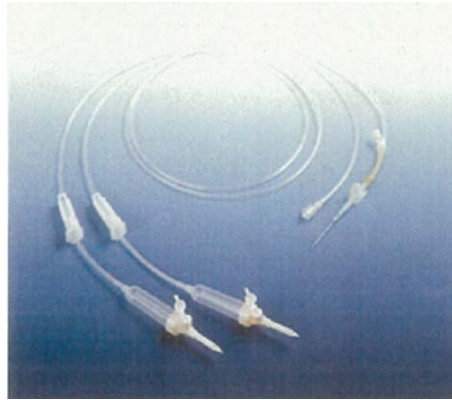
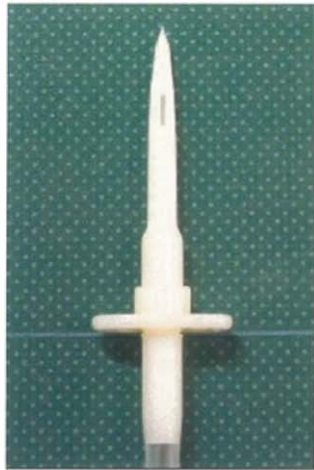


図 2. 2. 3. 3 輸液セット



プラスチック瓶針



金属瓶針



プラスチック針



一般針

図 2. 2. 3. 4 各種注射針

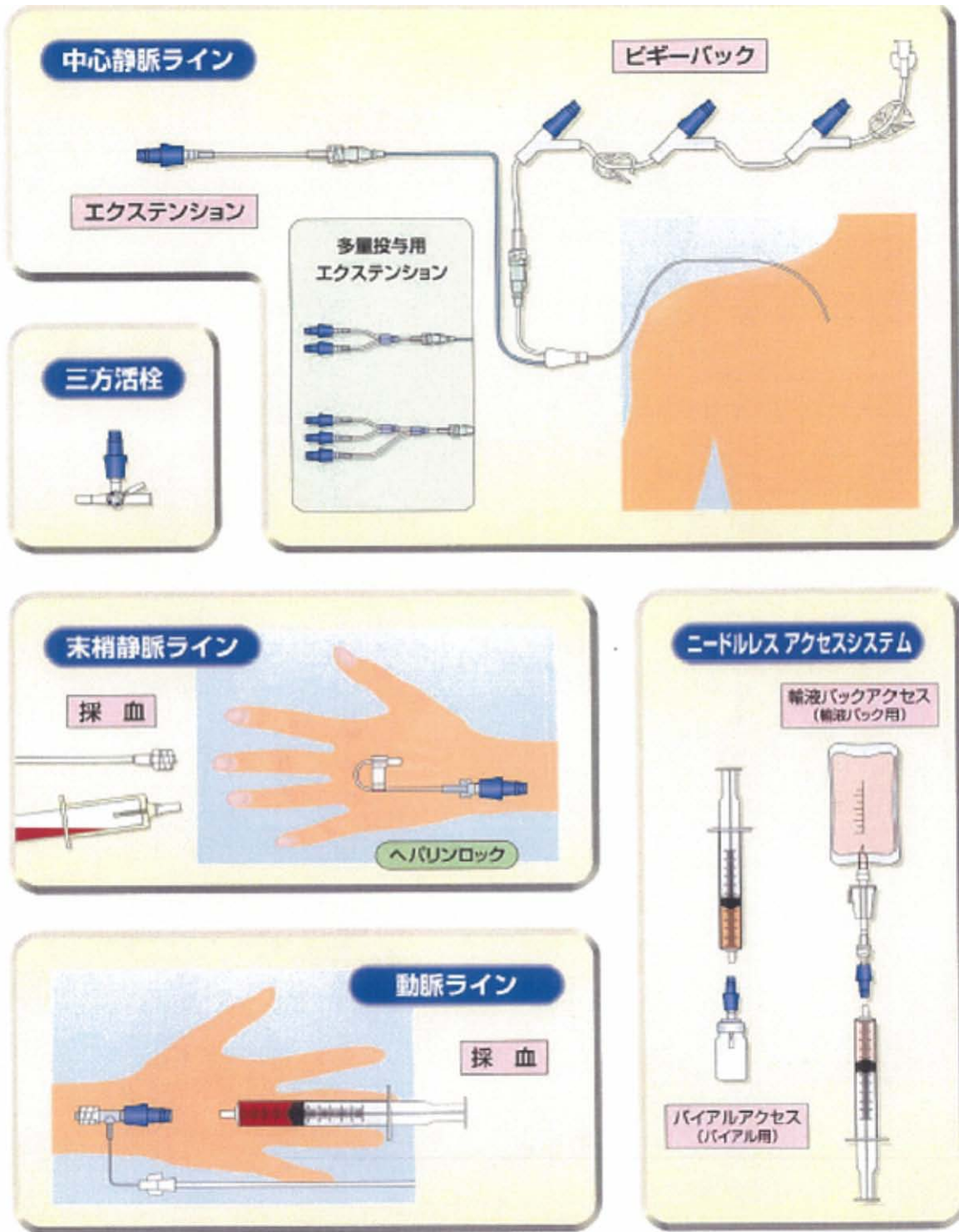


図 2. 2. 3. 5 針無し接続システム

2. 2. 4 自動車内装材

自動車内装材各社、西日本エコセンター等の調査では、積極的に易解体の実施している状況は見当たらなかった。潜在的なニーズは各社大きなものがあり、かつ、研究開発の意欲も強く感じ取ることができたが、具体的な形になって現れていない現状にあるといわざるを得ない。

自動車全体でのリサイクルの現状は、金属材料（鉄、銅、アルミニウム他）の回収が主体である。この中では、ワイヤーハーネスに使用されている銅線が鉄・アルミニウムの再生時の不純物とならないように、解体時に分離しているのが唯一の分離分別と言える。

2. 3 易解体技術の調査

この種技術開発を積極的に実施している会社、機関は少ない。5, 6年前、欧州中心に易解体技術の実証も含めた開発がEU政府のファンドを投入して実施されたが、大きな成果が得られたとの報告はない。

一方、この分野におけるわが国の技術は一步欧米に先んじている。ここでは代表的な以下の技術について紹介する。

(株)ディアプレックス-日東精工-三菱重工が提案している「形状記憶ポリマーを利用した易解体技術」

シャープ、NECトーキン(株)、東海大学、(株)ユニオン精密と共同開発した、形状記憶合金ワッシャと金属製ネジを組み合わせた「易解体ネジ」

また、液晶ディスプレイ(LCD)を選定し、使用されているねじをほどく作業にかかるコストについて『現行の方法』と『易解体ねじ(SMP等)を用いた昇温による方法』について試算し考察する。

2. 3. 1 形状記憶ポリマー等締結体

(株)ディアプレックス/日東精工/三菱重工業 提案の形状記憶ポリマーの機能を利用した「易解体技術」について紹介する。なお、本技術は既に商品化されている。

(1) 形状記憶ポリマー概要

形状記憶ポリマー(Shape Memory Polymer 以降SMPと称す。)[DiARY]は、ポリウレタンをベースとして高分子のガラス転移による物性変化を利用した、射出成形や押出成形が可能な熱可塑性材料であり、その機能は弾性率変化による力学的な形状記憶特性を始めとし、エネルギー散逸特性、ガス透過率の温度依存性などの特徴をもった材料で、航空、宇宙、化学、医療、化粧品、衣料、産業資材、食品、健康、生活雑貨に適用及び検討されている。SMPの代表的な特性である弾性率の温度依存性、形状回復性及び固定性について記述する。

①弾性率の温度依存性

動的粘弾性測定によりSMPの温度による弾性率変化の測定結果を図2. 3. 1. 1に示す。横軸は温度、縦軸は弾性率を示す。ポリマーがミクロブラウン運動を開始するガラス転移点(以下T_gと称す)前後でポリマーの弾性率(やわらかさ)が大きく変化している。

SMP は、一つの材料の中に T_g 以下の硬質プラスチックの性質と T_g 以上のエラストマーの二つの性質が常温付近に設定された T_g を境に可逆的に変化する機能を有する。

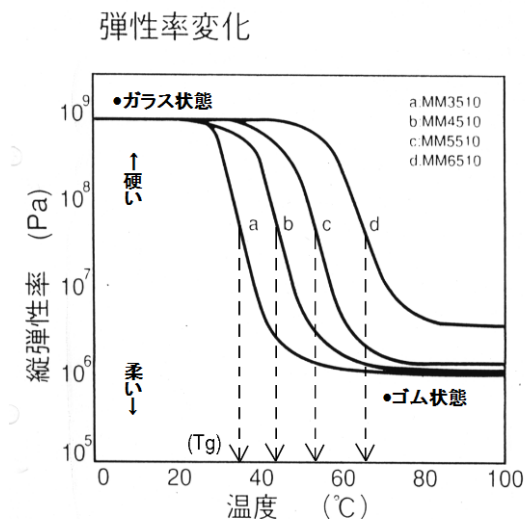


図 2. 3. 1. 1 弾性率の温度依存性

② T_g の設定

SMP はポリマー設計することで $-40^{\circ}\text{C} \sim +120^{\circ}\text{C}$ の範囲で T_g を自由に設定することが可能です。締結耐として、夏場の車の室内環境を考慮した高温での設定温度にも対応可能である。

③ 形状回復性と形状固定性

図 2. 3. 1. 2 は形状記憶ポリマーの形状変形、形状固定及び形状回復性を示したもので、横軸は歪、縦軸は応力を示す。 T_g 以上のゴム状態でポリマーを引張ると応力を発生しながら変形する。ある歪を与えたまま温度を下げた時 (T_g 以下)、ポリマーは歪んだままの形状を保持した状態となり、変形した形状は固定される。形状固定された SMP に熱を加える (T_g 以上) とポリマーの歪みは開放され元の形状に形状は回復する。

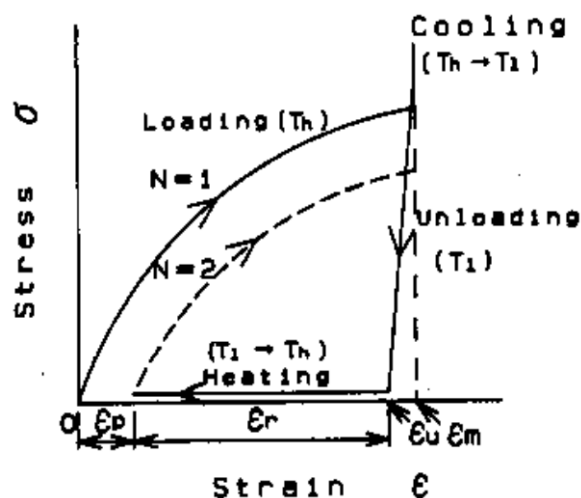


図 2. 3. 1. 2 SMP の形状固定及び回復性

図2. 3. 1. 3は上記と同様な形状の変形、固定回復を繰り返し実施したもので、若干の歪みは発生するが、形状変形、固定、回復を複数回繰り返してもほぼ同じ様に形状回復する。

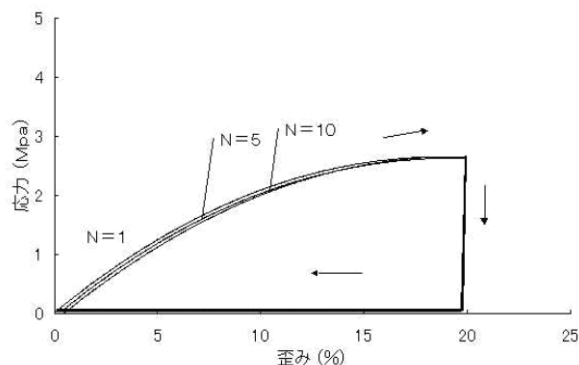


図2. 3. 1. 3 SMPの繰り返し性

(2) SMPの強度の向上

SMPをネジや中空スナップ等の締結体として使用する事を考えた時、現状の物性では強度の不足やネジや中空スナップ形状への加工性（塑性変形性）が不足と考えられる為、SMPの強度向上と加工性改善の為、次に示す打ち手にて改質を実施した。

- * 結晶性高分子とのポリマーアロイ
- * 無機フィラー添加による弾性率の向上

改質したSMPの引張り試験を実施し、そのS-S曲線を図2. 3. 1. 4に示す。その結果、PP（ポリプロピレン）とのポリマーアロイでは弾性率、引張り強度共にSMP単体よりも低い値を示し、改善は認められなかった。無機フィラー（ガラス繊維）の添加では弾性率、引張り強度共にSMP単体よりも高い値を示し、改善が認められた。無機フィラーを25wt%添加した結果、引張り強度は無添加の170Nに対し240Nとなり、約1.4倍の強度が得られた。また、ネジとして転造加工する時の加工速度も無添加に対し焼く10倍の加工速度となった。

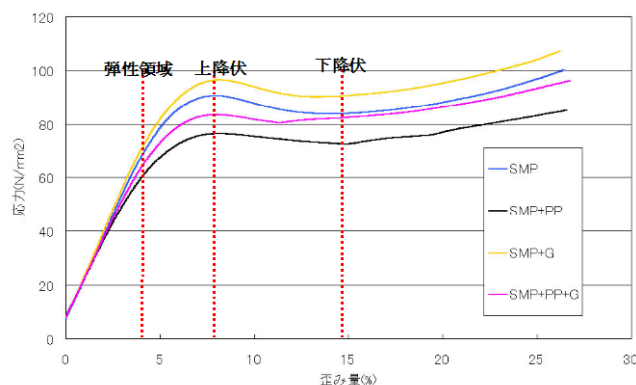


図2. 3. 1. 4 SMP改質材のS-S曲線

(3) SMP の締結体適用実施例

SMP を締結体として適用する為にネジと中空スナップの開発例を下記に示す。

①SMP ネジ

この SMP ネジは素材に記憶された解放温度以上にネジを加熱することで、ネジ山が消失して締結力が解除される為、ドライバー等を用い無くとも筐体等の分解ができる事の特徴とする。この SMP は Tg を 120℃ に設定したものを使用した。

SMP ネジの概要を表 2. 3. 1. 1 に示す

表 2. 3. 1. 1. SMP ネジの概要

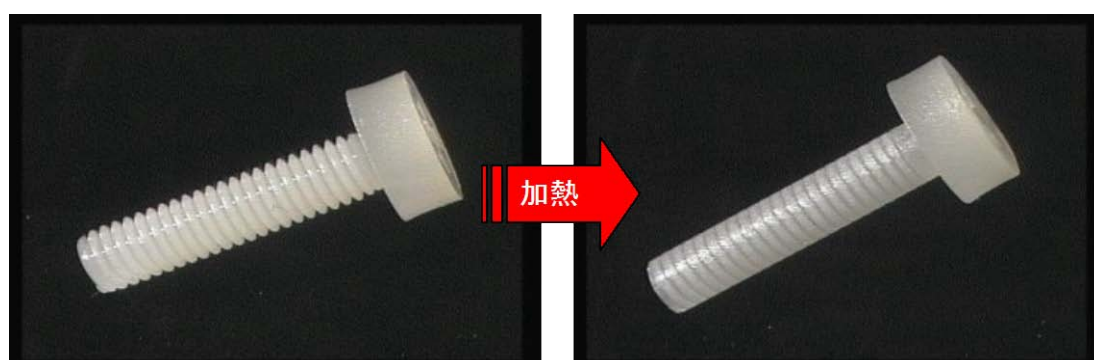
材 種	サイズ	ナット内径 (mm)	引張破壊強度 (N)	ねじり破壊トルク (N・m)
SMP (Tg=120℃)	M3	2.57	240 ^{※2}	0.19 ^{※3}
参考 PC ^{※1}	M2.6	—	227	—
参考 PC ^{※1}	M3	—	300	—

※1 日本ケミカルスクリュー(株) HPより

※2 5mm/min、掛かり山：3山

※3 300rpm、非締結体/鉄ワッシャー

SMP ネジのネジ山消失状態を図 2. 3. 1. 5 に示す。射出成形により形成した SMP リベットを転造し、ネジに加工したものを図 2. 2. 4. 5 の左側の写真に示す。このネジを 120℃ の温度に設定されたシリコンオイルの中に 3 分間保持した後のネジ形状を図 2. 3. 1. 5 の右側の写真に示す。3 分後に取り出された SMP ネジのネジ山が消失することが確認された。



加熱：120℃×3min (シリコンオイル中)

図 2. 3. 1. 5. SMP ネジの易解体機能

②中空スナップ

素材に記憶されたT_g以上にスナップを加熱することで、今まで取り外す事ができなかったスナップを容易に取り外すことができる事を特徴とする。取り付けは今までの打機をそのまま使用することが可能。この中空スナップのT_gは65℃のものを使用した。表2.3.1.2にSMP中空スナップの概要を示す。

表2.3.1.2. SMP 中空スナップ概要

材種	胴部径 mm	最大引張強度 kgf	剪断強度 kgf
SMP (T _g =65℃)	6.0	51.1	106.6
参考 POM	6.0	34.0	94.0

SMP 中空スナップのカシメ状況と形状回復状況を図2.3.1.6に示す。射出成形により形成したSMP中空スナップを、常温下で打機を用いカシメ、変形させる。その後ドライヤーを用いカシめたSMP中空スナップをT_g以上に加温する。その結果、SMP中空スナップはカシメ前の形状に回復する事を確認した。

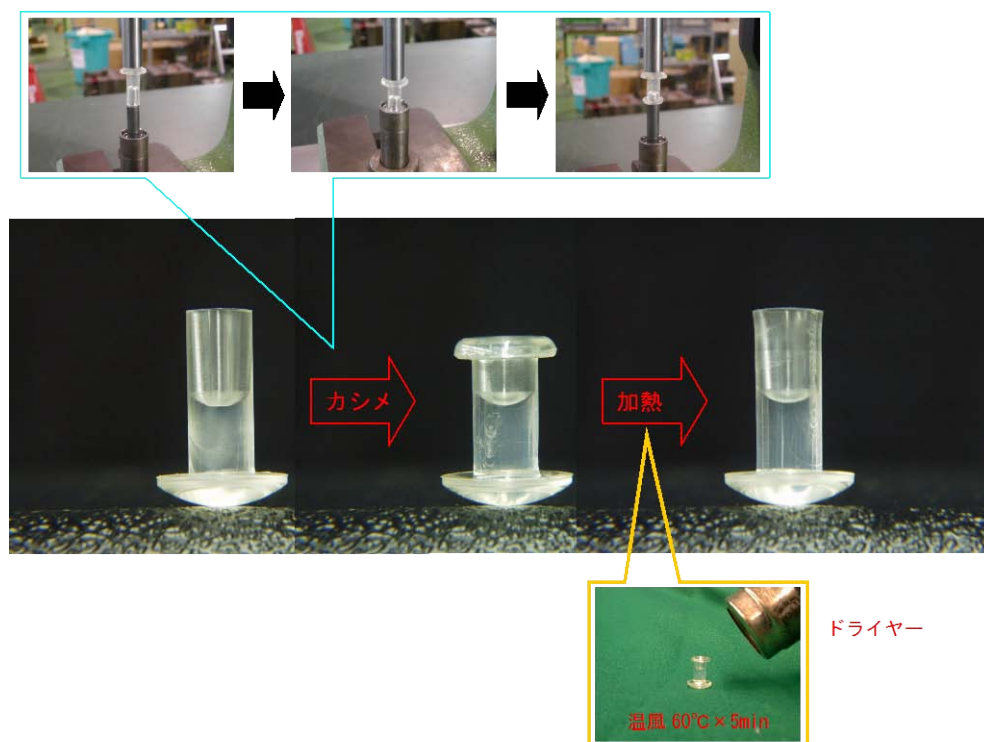


図2.3.1.6. SMP 中空スナップの易解体機能

2. 3. 2 家電製品の解体を容易にする「易解体(いかいたい)ネジ」の開発

シャープは、NECトーキン(株)、東海大学、(株)ユニオン精密と共同で、形状記憶合金ワッシャ※¹と金属製ネジを組み合わせた「易解体ネジ」を開発した。新開発のネジは加熱するだけで締結部分がはずれるので、家電製品に採用した場合、リサイクル時の解体効率が高まり再資源化率の向上も図ることができる。

当社は今後、このネジの自社製品への採用をすすめるとともに、他メーカーへも積極的に採用をすすめる。

※1 「ワッシャ」： ボルトなどを締めるときにナットの下へ入れる金属製の輪

(1) 開発の経緯

本件は、2000年4月より経済産業省および製造科学技術センターからの委託テーマとして、NECトーキン(株)と連名で受託し開発に取り組んだ。リサイクルコストの低減を目指し、廃家電の解体効率を飛躍的に向上させる新技術として材質や形状の工夫改善を重ね、2003年4月にはあらたに東海大学と(株)ユニオン精密をメンバーに加え、全く新しい発想の形状記憶合金ワッシャを使用する方式を開発することに成功した。

(2) 今後の取り組み

今回開発した「易解体ネジ」は、2005年度上期中をメドに通信機器や液晶テレビなどの自社製品に採用する計画です。今後は、形状記憶合金ワッシャのさらなる重量削減や量産効果によるコストダウンに取り組む。

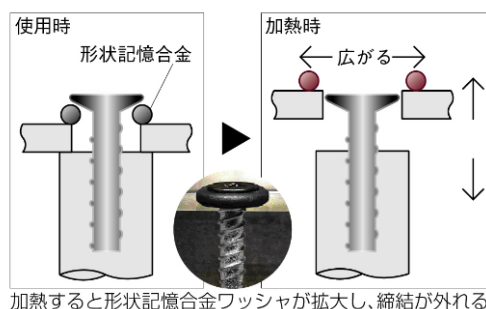
シャープは、本件のような「スーパーグリーンテクノロジー」の開発を通じ、「環境先進企業」としての取り組みをさらに強化する。

(3) 易解体技術の特長

①「易解体ネジ」の機能特長

切れ目を入れた形状記憶合金ワッシャを用いた「易解体ネジ」で部品を締結しておけば、約100度に加熱するだけでワッシャの径が拡大し、容易に締結が外れる。形状記憶合金ワッシャには、チタンとニッケルが50%ずつ含まれている。

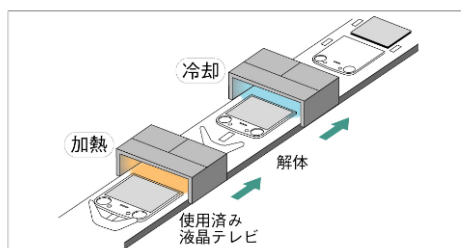
● 形状記憶合金ワッシャ締結部品の仕組み



②リサイクルプラントでの解体効率向上

家電リサイクルプラントにおける廃家電の解体は、現在は手作業が主となり非常に手間と時間のかかる工程となっている。「易解体ネジ」を使った製品の解体では、ベルトコンベアに加熱・冷却装置を設置するだけの簡単な設備で、人手に頼らず自動的に部品単位に分解できるため、従来の約 1/10 の時間で解体処理が可能^{※2}である。

●加熱による自動解体のイメージ



※2「易解体ネジ」で外装キャビネット部品を締結した液晶テレビ試作品による当社実験結果

③再資源化率向上に向けたリサイクル配慮設計が可能

工具を使った手作業による解体作業では、キズをつけずに取り出すことが困難な液晶パネルや基板などの重要部品、また手が届きにくい部分に配置された部品なども、あらかじめ「易解体ネジ」を使用していれば、容易に部品単位に分解できるので、リサイクル工程における再資源化率向上が図ることができる。

2. 3. 3 解体における「ねじほどき」に関する調査および考察

調査対象として液晶ディスプレイ (LCD) を選定し、使用されているねじをほどく作業にかかるコストについて『現行の方法』と『易解体ねじ (SMP 等) を用いた昇温による方法』について試算し考察する。なお、易解体ねじを使用した場合の「ねじほどき」とは、昇温によってねじの締結機能が失われ、工具を用いなくても容易にねじを取り除くことができるようになった状態と定義する。

(1) 調査対象の LCD とねじの使用本数

①調査対象の LCD

対象製品； パソコン用 17 インチ液晶ディスプレイ (LCD) 図 2. 3. 3. 1

商品名； MITSUBISHI 液晶ディスプレイ

型式； RDT1865

メーカー； NEC三菱電機ビジュアル(株)

②使用されているねじの本数

調査対象の LCD に用いられているねじの本数は、スタンド部を除いたディスプレイ本体において、ねじ径 3 mm から 5 mm までのものが 41 本であった (図 2. 3. 3. 1. ~ 2. 3. 3. 4)。



図 2. 3. 3. 1



図 2. 3. 3. 2

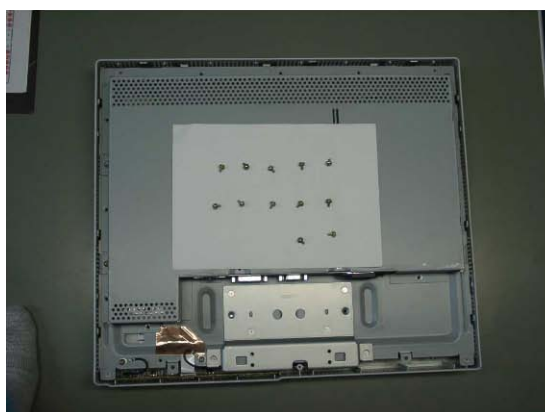


図 2. 3. 3. 3



図 2. 3. 3. 4

(2) 現行の「ねじほども」に関する解体コスト

現行の方法により、対象のLCDに使用されているねじを手作業により、パワードライバの回転工具を用いてほどもするときのコスト（人件費）を以下の手順で求める。

①パワードライバによりほどもするときのねじ1本当たりの所要時間

ねじがほどもけるまでの回転数を10回、ドライバの回転速度を毎分600回転とすると、ドライバがねじをほどもくの要する時間は

$$t = 10 \times 60 / 600 = 1 \text{ 秒、つまり、1本あたり1秒となる。}$$

また作業者がドライバビットの先端をねじの駆動穴（たとえば十字穴）に嵌合させるのに要する時間をねじ1本あたり平均1秒とすると、すべてのねじをほどもくための合計所要時間は、

$$41 \text{ 本} \times (1 \text{ 秒} + 1 \text{ 秒}) = 82 \text{ 秒} \text{ となる。}$$

②1台のLCDのねじをほどもくために要するコスト（人件費）

作業者の人件費の単価を30円/分とすると、1台のLCDのねじ41本をすべてほどもくには $30 \text{ 円} / 60 \text{ 秒} \times 82 \text{ 秒} = 41 \text{ 円}$ のコストがかかる。

(3) SMP等、易解体ねじを使用した場合の解体コスト

使用されている41本のねじをすべてSMP等の易解体ねじに置き換えた場合の解体コストを求める。SMP等の易解体ねじを用いたLCDは、解体するためには、加熱炉などにおいてねじが締結機能を喪失する温度まで加熱されねばならない。そのときの消費エネルギーのコストを易解体ねじを用いた場合の対象LCDの解体コストとして求める。計算手順として、まず対象LCDの等価比熱を求める。次にそのLCDを易解体ねじが締結機能を消失する温度まで昇温するために必要な熱量を求める。次にその熱量を電力エネルギーによってまかなうとして電力料金に換算し、それを解体コストとする。なお、ここでは加熱炉など設備の減価償却費はコストに含めないものとする。

①計算手順

a. LCDの等価比熱（Ce）

対象となるLCDは各種の材質で構成されているため、等価比熱を求める必要がある。ただしスタンド部は金属鋳物製であり形状、質量とも他の部品に比べて過大であり取り扱いも難しく、熱容量も大きいいために加熱炉に投入するまでに取り外されているものとして計算から除外する。

LCDの質量（m）； $m = 5 \text{ kg}$ （ただし、金属製のスタンド部は除く）

LCDの主な構成材質； ポリプロピレン、鉄、アルミ

構成材質の概算質量； ポリプロピレン（1.5kg）、鉄（2.5kg）、アルミ（1.0kg）

構成材質の比熱； ポリプロピレン（0.49kcal/kg・℃）、鉄（0.15kcal/kg・℃）、アルミ（0.20kcal/kg・℃）

従ってLCDの等価比熱（Ce）は以下ようになる。

$$\begin{aligned} C_e &= (1.5 \times 0.49 + 2.5 \times 0.15 + 1.0 \times 0.2) \div 5 \\ &= 0.262 \text{ kcal/kg} \cdot \text{℃} \end{aligned}$$

b. LCDを室温（20℃）から易分解温度まで加熱するのに要する必要な熱量（Q）

ここではSMP等の易分解ねじが、ねじとしての締結機能を失う温度を120℃（Tg）

として、室温20℃からその温度まで昇温させるときに必要な熱量を計算する。

$$Q = C_e \times m \times (T_g - 20) = 0.262 \times 5 \times (120 - 20) \\ = 131 \text{ kcal}$$

c. LCDの加熱に要する消費電力(W)

LCDを120℃まで加熱炉で加熱するとき、発生熱量の30%が有効に使われると仮定して、そのときの消費電力を求める。ただし、1kW・h=860kcal

$$W = Q \div 860 \div 0.3 = 131 \div 860 \div 0.3 \\ = 0.508 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

d. 電力コスト(P)

1kW・hの電力単価を16円と仮定すると、対象LCDの加熱に要する電力コストは

$$P = W \times 16 = 0.508 \times 16 \\ = 8.128 \text{ 円} \quad \text{約8円となる。}$$

②計算結果

調査対象の17インチのLCDを1台易解体するために要する熱エネルギーは、およそ131kcalであり、熱効率30%の加熱炉を用いた場合、その消費電力は0.508kW・h、その電力コストは約8円となる。

(4) まとめ

調査対象の17インチ型液晶ディスプレイ(LCD)の「ねじほども」に関わる解体コストは現行のねじを使用した場合は1台あたり41円、易解体ねじ(SMPねじ等)を使用した場合は8円となる。

易解体ねじを用いることは計算結果を見る限り、この対象LCDに用いられているねじの本数、加熱炉など必要設備の減価償却費、ねじのコストアップ分などを考慮すると、採算面で決して有利なことではないと感じても不自然ではない。それは本項の試みが解体における「ねじをほども」作業にのみ焦点を当てているがためにそのように感じられるのではないかと思われる。しかし現状の解体作業現場においては、市場に出回っている多種多様な製品を想像するとき、破壊を伴わないで、パワードライバでねじを探し当て、すべてのねじを忘れずに完全にほどもという作業は、よほど習熟した作業員でない限り困難であると想像される。また、現行の製品設計は組立コストの削減を重視しており、はめ込みなど、できる限りねじを減らす方向で複雑な設計が行われている。これは解体技術の視点からすると、解体作業に困難を伴う設計である場合が多く、計算で得られた数値以上の解体時間を必要としているであろうと想像される。

易解体ねじを用いることは、製品設計や解体作業が容易になり、解体作業中に破壊が伴わないために資源リサイクルのみならず、リユースが増えると考えられることは想像に難しくなく、全体としてコストダウンにつながるとともに環境面での貢献が増進されるのではないかと思われる。

なお、この調査に用いられたLCDにおいて、使用されているねじの内、半数以上がセルフタッピングねじであった。このタッピングねじに関してはSMPねじでは対応は困難であるが、最近開発された形状記憶合金(SMA)の座金を用いれば、従来型の鋼製タッピングねじが使用できるために、この問題は解決することができる。

2. 4 まとめ

2. 4. 1 成果の概要

(1) 易解体のニーズ

家電製品、文房具、医療器具、自動車内装材関連部品を中心に調査した。その結果の概要を以下に示す。

①家電製品

家電リサイクル法対象製品を中心に、易解体設計・易解体締結法のニーズはあるが、その実用化は、部品だけではなく、エネルギー、人件費も含めたトータルコストで判断される。つまり、安くないと使えない。

②LCD

リサイクル対象品に追加される動向が3、4年前から論議されているため、各社解体設計の必要性を感じている。(特に液晶パネル, 蛍光管)

③文具・事務用品

文具製品は消費者のエコマーク認定品の購入割合及び消費者の需要度が高い商品群である。消費者の認知度・信頼性調査においても裏づけられている。したがって、ニーズも高く、各社開発に力を注いでいる。

④医療器具

国内で年間30億本以上の注射器、シリンジが医療廃棄物として処分されている。感染防止の徹底、廃棄物のコンパクト化のために易解体ニーズはあるが、ほとんど未実施である。

⑤自動車内装

金属(鉄、銅、アルミニウム他)の回収が主体である。したがってワイヤーハーネスの銅が鉄、アルミの不純物とならないよう分離している現状にある。

(2) ADSM 技術の調査

SMPの形状回復性(加熱により形状回復し、同時に締結が解除され、分離・解体が容易となる)を利用したADSM技術の提案(日東精工-三菱重工業-ディアプレックス)、SMA(形状記憶合金)を利用したADSM技術の提案(シャープ、NECトーキン、東海大)がある。いずれの技術も独自性・差別性の高い技術であり、本格的な実用化には至っていない。また、SMPでは解体のトータルコスト試算が資質従来の締結方法と比較しても十分な経済性を保有することが分かった。

(3) 今後の進め方提案

欧州・米国動向調査でも明らかとなったが易分解、易解体のための有望な技術が見当たらない中で、SMP、SMAを用いたADSM技術は独自性が高く、かつトータルコストの面からも成立する可能性は高い。いずれも、わが国の独自技術であり、今後積極的に開発を進め、ますます、ニーズが高くなる当該分野で我が国がイニシアチブをとるべきである。

具体的には、

○ LCD(LCパネル、蛍光パネル)の易解体技術開発

LCパネルはLCの毒性の有無に関係なく回収を目的として、蛍光管は水銀回収を目的とする。

○ 医療器具（シリンジ、輸液セット等）の易解体分離技術開発

大きな社会問題になりつつある医療廃棄物の易解体、分離の技術開発により、廃棄の容易性、低コストか、安全性を確保することを目的とする。

Abstract

LCD (a liquid crystal display) is as a mobile telephone, a computer, a car navigator, TV, various game machinery, a monitor device of a PC when essential. It is (U.S.A. Stanford Resources investigation, 2002) and enormousness, and it is said, besides, to continue 15% a year growth about 1,021,757,439 yen amount of annual shipment of world LCD. LCD is sold from the past and arrives at life, and there are many things waiting for waste, but it is said that the disposal is in an untouched state without non-toxicity characteristics of a liquid crystal material (LC) which it is inherent in being demonstrated.

The Council on Waste Electrical and Electronic Equipment in Europe (WEEE) begins to oblige it to these collection for an LCD maker to break such present conditions to prevent environmental pollution by LC, soil pollution.

However, for collection of LC, I have to remove the screw conclusion of LCD to low cost in a short time, but there is not a good method, and it is it with a bottleneck of the whole in this collection process.

Technology development to do the diSMAntling of LCD easily by applying technology (Active Disassemble of Using SMArt Material (ADSM), the fortunetelling diSMAntling screw which I used shape-memory polymer (SMP) for, a fortunetelling diSMAntling hollow snap) that the proposers concerned push forward development is one method to solve these problems. I carry out technology development ahead of Europe and America, and it is important to know LCD industry or present conditions / Needs of the other field as prior examination for our country to take initiative in the field concerned.

第3章 LCD製品解体技術の整理・体系化

3.1 調査の概要

3.1.1 調査の目的

一般的な解体容易化技術の整理・体系化を行い、今後の実用化が望まれる技術をピックアップし実用化・普及シナリオを作成するとともに、今後問題となってくるLCD製品の解体技術の現状と望まれる方向性を分析した。

3.1.2 調査の期間

自 平成17年11月

至 平成18年3月

3.1.3 調査の内容

(1) 最新LCD解体技術の整理・体系化

解体に関する最新の解体容易性設計、締結部材等に関し、関係する技術情報を収集しLCD搭載製品の属性別や部材別等に整理・体系化を行った。

(2) LCD搭載製品の分離・解体実状調査（現状、ニーズ）

TV、PC、カーナビ、携帯電話等LCD製品の解体の実状と製品メーカー側のニーズをヒアリング、既存資料等により把握した。

(3) LCDに関する解体容易設計、解体容易締結部品開発に関する欧米現状調査

1) 欧州（ReLCDプロジェクト）の現状調査

ReLCDプロジェクト プロジェクト参加の企業、大学等を訪問、ヒアリング及びディスカッションを行った。

2) 米国におけるLCD解体、再販、処理の現状調査

メーカー、電子廃棄物処理業者社および米国政府環境関連機関等を訪問、ヒアリング及びディスカッションを行った。

3. 2 LCD製品の現状

2005年の主要な液晶製品の生産・国内出荷台数は以下のとおりである。TVでは約380万台、ノートPCは約680万台、PC用モニタは約590万台、カーナビは約400万台、携帯電話は4500万台が1年間に国内で出荷されている。重量ベースで推計した場合、PC用モニタが最も多く、次いでTV、カーナビとなっている。

表3. 2. 1 主要なLCD製品の国内年間出荷（生産）台数

液晶製品の国内年間出荷（生産）台数

品目		数量(千台)	出典
液晶テレビ	30型以上ワイド	1,016	民生用電子機器国内出荷統計 2004.11~2005.10
	10型以上	2,618	
	10型未満	215	
計		3,849	
カーナビゲーションシステム		4,002	〃
カーTV		226	〃
ノートPC	モバイルノート	1,755	PC出荷実績 H16下半期+H17上半期
	A4ノート	5,042	
計		6,797	
PC用液晶モニタ		5,860	JEITA2004年国内出荷実績
PC用CRTモニタ		480	JEITA2004年国内出荷実績
携帯電話		45,404	携帯電話国内出荷実績 2004.11~2005.10

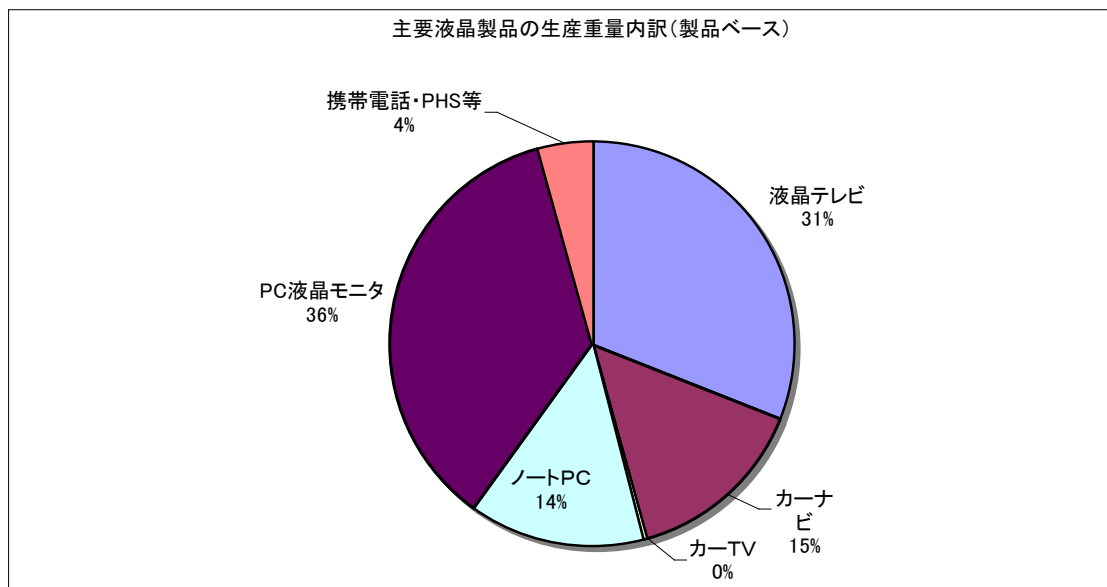


図3. 2. 1 主要なLCD製品の国内年間出荷（生産）内訳（製品重量ベース）

表3. 2. 2 主要なLCD製品の国内年間出荷（生産）内訳（製品重量ベース）

液晶製品の国内年間出荷（生産）重量

品目		推定重量(t)	備考
液晶テレビ	30型以上ワイド	16,256	32インチ・平均16kgとした
	10型以上	9,163	15インチ・平均3.5kgとした
	10型未満	129	5インチ・0.6kgとした(ポータブル)
計		25,548	
カーナビゲーションシステム		12,006	7インチ3kgとした
カーTV		136	5インチ・0.6kgとした(ポータブル)
ノートPC	モバイルノート	5,265	15インチ3kgとした
	A4ノート	6,555	12インチ1.3kgとした
計		11,820	
PC用液晶モニタ		29,300	17インチ5kgとした
PC用CRTモニタ			15インチ
携帯電話		3,632	0.08kgとした(社団法人電気通信事業者協会回収実績より)
合計		82,442	

また、従来のCRT（ブラウン管製品）とのシェアを比較すると、PC用モニタではLCDが92%、TVでも47%に達し、LCD製品は急速に普及しつつある。

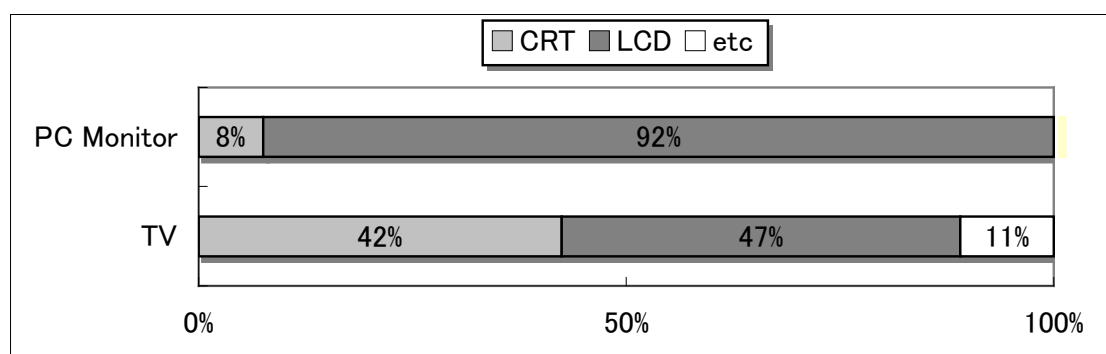


図3. 2. 2 CRT製品とのシェアの比較

表3. 2. 3 CRT製品とのシェアの比較

TV	Items		Amount(1000)	Percentage
	LCD TVs	over 30inch	1,016	
	over 10inch	2,618		
	under 10inch	215		
	計	3,849		
	CRT TVs		3,502	42%
	PDP TVs		901	11%
	Total Amount		8,252	100%

Monitor	Items		Amount(1000)	Percentage
	LCD Monitor for PCs		5,860	92%
CRT Monitor for PCs		480	8%	
Mobile Phones		0	100%	

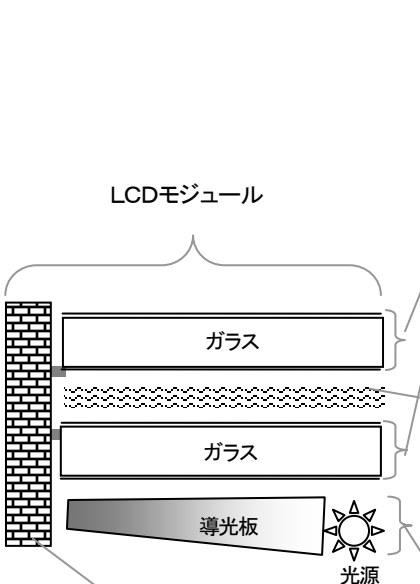
3. 3 LCD搭載製品の分離・解体実状調査

3. 3. 1 LCDモジュールの構成

ここでは、液晶や電極等からなるLCDパネル、バックライト、コントロール基盤を含めてLCDモジュールと呼び、このLCDモジュールを搭載した製品をLCD製品と呼ぶ。なお、バックライトを持たない、外部光に依存するLCDモジュールもある。

各要素の技術的なディテールは割愛するが、LCDモジュールの通常の機械的解体で分離できる構成要素は以下のとおりである。

この構造は、各種のLCD製品でも概ね共通するものである。小型の反射型LCD製品（腕時計等）には光源を持たないものもあるが、全体の量から見れば例外的であると言える。

イメージ	要素	概要
	パネルガラス	1モジュールに2枚あり、それぞれに電子回路、希少元素であるインジウム（ITO膜）、光学シート等が付着している。各要素を損傷させずに分離することは困難である。厚さは0.4～0.7ミリ程度。 ガラスの材質は無アルカリガラスや石英ガラス等であり、通常の建材等とは異なる。
	液晶	パネルガラスの内部に充填されている。 累代生殖毒性等の有無は未確認であるが、急性毒性はない。液晶層の厚さは数ミクロン。
	バックライト	光源として、大型モジュールでは蛍光管、小型モジュールではLED等が使用されている。この光源の光をパネルに均等に導くために厚さ数ミリの導光板が設置されている。導光板の材質は高価なエンジニアリングプラスチックである。
	コントロール基盤	液晶上の回路への電流を制御する回路基板である。
	フレーム等	各要素を固定する金属等の枠がある。

使用済みのLCDモジュールのリサイクルとして、実用的な可能性があると考えられるものは以下のとおりである。液晶は使用量が少なく、組成が多用であるため再利用は困難であると考えられる。また、パネルガラス上には様々なフィルターや光学シートが付着しているが、いずれも非常に薄いものであり、

量的に材料リサイクルは困難であると思われる。

そのほか、バックライト光源は水銀を含有しているため適正な処理を確保する必要がある。

(1) パネルガラス

1) インジウム

インジウムの使用量は微量ではあるが、インジウム自体が希少な元素であり、供給不足が懸念されることから、適切な回収・リサイクルが望まれている。

2) ガラス

ガラスはLCDモジュールの中では重量の多い材料であり、また材料としても比較的高価なものであることから、出来る限り同種のガラスとしての水平リサイクルが望まれる。ガラスリサイクルにあたっては、フィルター等の他の付着物が不純物として妨げになるため、適切な除去が必要である。

(2) バックライト

1) 導光板

導光板はLCDモジュールの中では重量の多い材料であり、また材料としても比較的高価なものであることから、出来る限り同種のプラスチックとしての水平リサイクルが望まれる。リサイクルにあたっては、他の付着物が不純物として妨げになるため、適切な除去が必要である。

2) 光源

中型～大型のLCDモジュールでは光源として蛍光管が使用されており、廃棄物としてLCD製品を処理する際にはこれに含有される水銀の飛散が問題となることから、取り外しと適切な処理が必要である。

(3) 基盤、フレーム等

これらには銅や鉄等の金属が多く含まれているが、一般的な電子基板と同様のリサイクル技術（破碎して非鉄製錬炉で熔融回収）がそのまま利用できると思われることからここでは特に取り上げない。

3. 3. 2 LCD製品の構造及び解体の現状

LCD製品からLCDモジュールを取り出すためには、1) 製品の筐体やカバーを開け、2) モジュールを固定している結合を解除し、2) 電源やインターフェイス等への配線を取り外す、という手順が必要となる。

主要なLCD製品の構造及び解体の現状について以下に示す。

(1) LCDTV、PC用モニタ

我が国においても、LCDTV、PC用モニタは最近普及が始まったばかりであるため廃棄は現時点ではごく少数であり、事業としての処理は行われていない。しかし、バックライト光源の蛍光管が水銀を含有しておりリサイクル上のリスクとなると考えられるため、その安全な取り外しが検討されている。

シャープ株式会社によるLCDTVの構成及び解体性に示す。

1) 主な構造

液晶テレビの構造は20インチを境に大きく2つに分類されており、主として蛍光管の数及び固定方法に違いがある。

20インチ未満製品では蛍光管はL字管2本であり、液晶の4辺から照明を行い、ベゼルによりパネルユニットにねじ止めされている。

20インチ超過製品では、液晶の背面から多数の直管で照明を行い、両サイドのランプクリップで固定されている。

20インチでは両タイプが混在している。なお、PC用では蛍光管は画面下方のみであり、また携帯テレビや携帯電話などの小型液晶製品ではキセノン管やLED等が使用されているとのことである。

2) 液晶製品の解体性

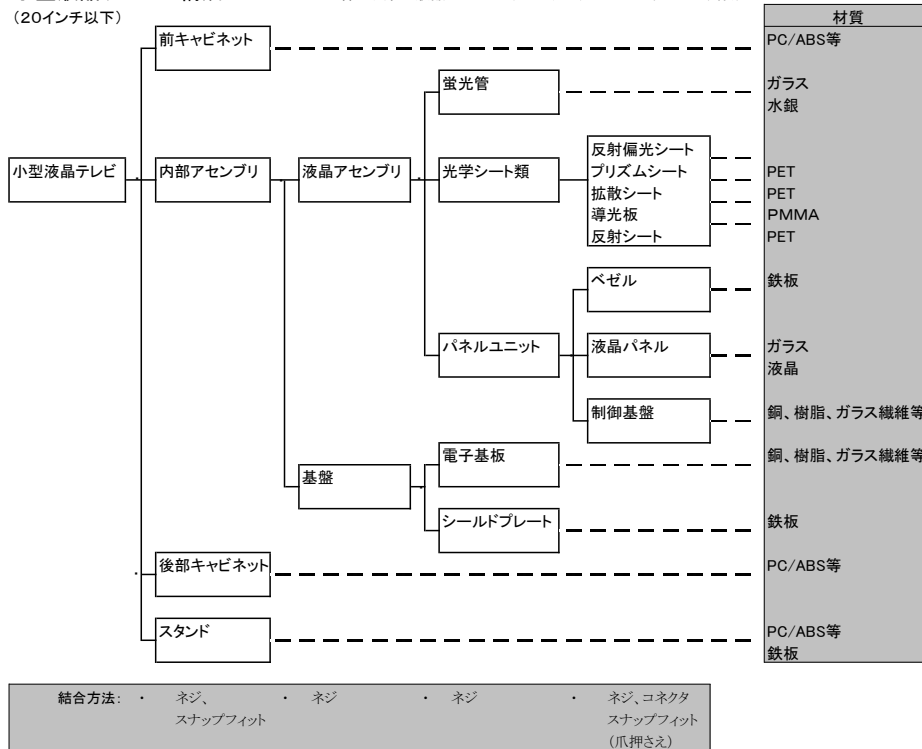
現状の解体時間は20インチ未満品で10分程度である。同サイズのブラウン管TVでは解体時間は30インチ品でも7分、20インチ未満品で5分程度とされている。ブラウン管TVの再商品化券の価格は2835円であり、家電リサイクル法の改正をにらんで、解体性の向上が必要と考えられている。

液晶製品の解体においては特に蛍光管の分離が難しいものとなっている。

結合数は、17インチ製品の解体ではネジを40本程度解除する必要がある。

小型液晶テレビの構成
(20インチ以下)

シャープ株式会社 液晶パネルのリサイクル処理ガイドラインより作成



大型液晶テレビの構成
(20インチ以上)

シャープ株式会社 液晶パネルのリサイクル処理ガイドラインより作成

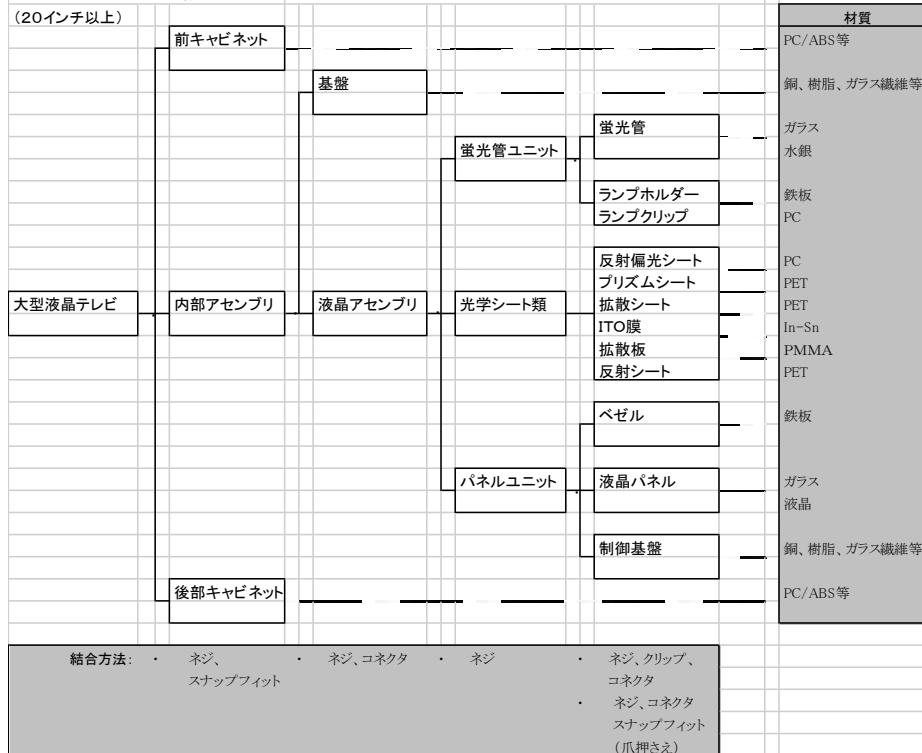


図3. 3. 2. 1 LCDTVの構造

(2) ノートPC

ノートPCは、LCDを含む上蓋部分は取り外し後非鉄製錬等に投入されている場合が多いようである。ノートPCにおけるLCDモジュールの組み込みには、デザイン上の配慮から嵌め合わせ結合や隠しネジ等が使用されることがあり、知識がないと解体が難しい機種も多いようである。逆に情報があれば解体の難度は低く、熟練工による解体時間では、LCDモジュールの取り出しに30秒程度、蛍光管(2本)の分離にさらに60秒程度という報告がある。

処理の実態としては、取り出されたLCDモジュールは非鉄製錬所でスラグ化、電子基板類は同じく非鉄製錬所での金属回収、蛍光管は専門の処理業者における水銀回収及びガラスリサイクルがなされている。

レノボ・ジャパン株式会社の公開している保守マニュアルより、ノートPC(シンクパッドX30)の構造を示す。

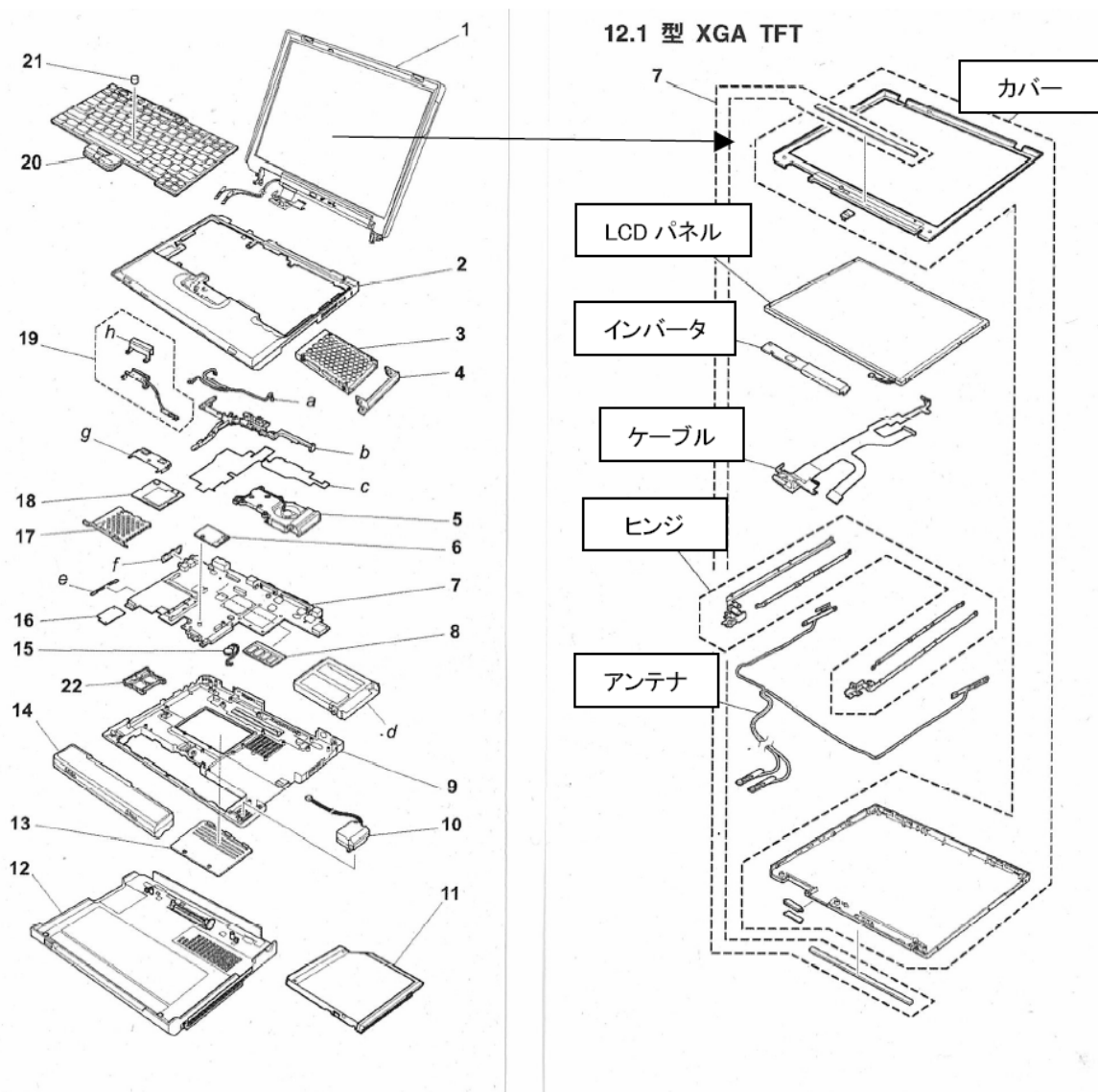


図3. 3. 2. 2 ノートPCの構成図

(3) 携帯電話及び携帯ゲーム機

小型LCD製品では、バックライトはLED等であるため水銀の問題はない場合が多いため、水銀による汚染のリスクは低いものと考えられる。携帯電話のリサイクルにおいては、分解後に材料別にリサイクルが行われる場合と、解体せずに熔融させて金属回収が行われる場合とがある。

携帯電話の解体性については、メーカーやショップ以外での分解は違法改造等の電波法上問題があるため、解体を防止するための特殊ネジ等による締結がなされており、知識や専門工具がないと解体は困難である。

携帯ゲーム機においても、ユーザーの安全上の配慮から同様に解体が困難な構造となっているものが多いようである。



図3. 3. 2. 3 携帯電話用特殊ネジに対応した工具の例

(4) その他の製品

パチンコ遊技機等には数インチ程度の小型LCDモジュールが使用されている。一般にパチンコ遊技機の製品寿命は短く、例外的な人気機種を除くと数週間～数ヶ月でホールから撤去され、処分対象となる。このためパチンコ遊技機からは、良質かつ規格の揃ったLCDモジュールが同時に多数回収できるため、部品リユース向けに回収・出荷が行われている。モジュールの用途は玩具、カーナビ等であると言われており、出荷先は中国とされている。

パチンコ遊技機の解体フローを以下に示す。

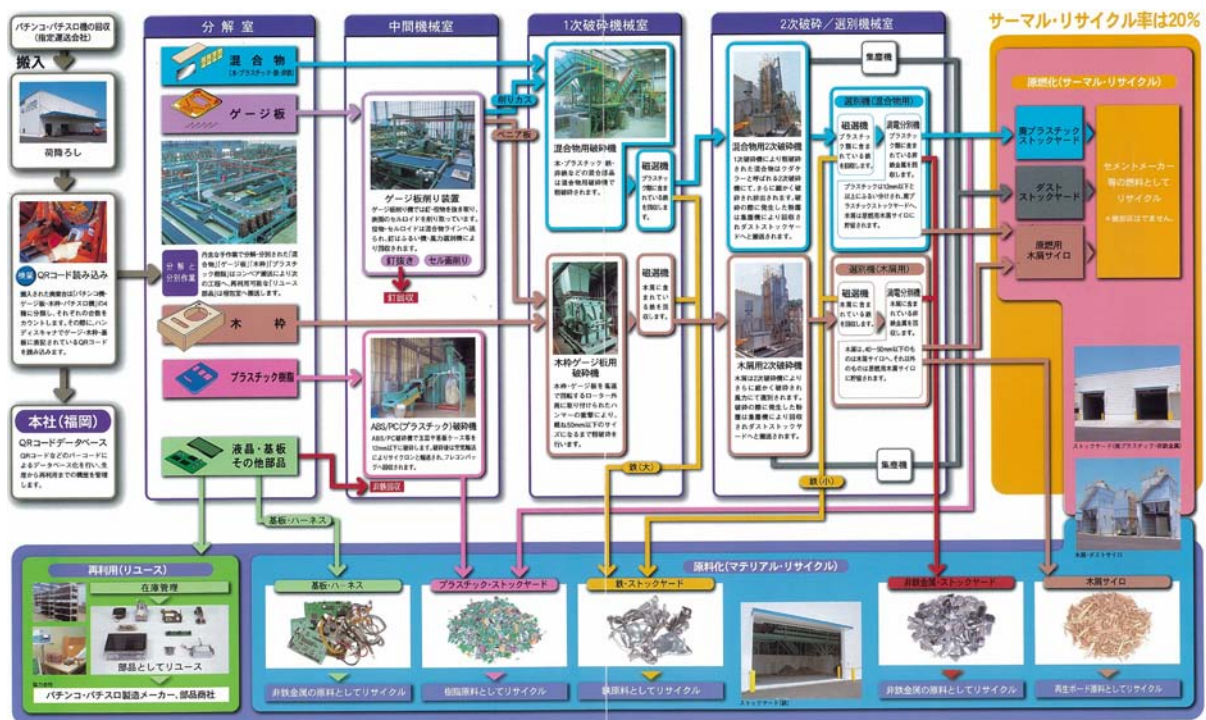


図3. 3. 2. 4 パチンコ遊技機の解体フロー (ユーコープロ株式会社)

3. 4 LCD製品易解体技術の整理・体系化

3. 4. 1 前提条件の整理

LCD製品の易解体技術整理にあたっての前提条件として、易解体技術の目的及びアプローチの整理を行った。

(1) 一般的な易解体技術の目的

製品の易解体化は、その目的を把握し、必要な技術を選択することが必要である。易解体化の目的としては、以下のものが考えられる。

1) リサイクルの高度化、リサイクル率の向上

使用済み製品を材料別に分別することで、リサイクル率を向上させたり、あるいはより高度な水平リサイクルの実現をはかるものである。

2) 有害物質含有部品、危険部品の回収

処理において有害物質が放出されたり、爆発等の危険がある部品を事前に回収し、リサイクル等の容易化をはかるものである。

3) リユース容易化

使用後の再販売や部品利用のため、分解整備・部品交換や部品回収の容易化をはかるのである。

4) メンテナンス容易化

使用中の故障、整備等を容易化し、製品のランニングコストダウンと長期使用化をはかるものである。

5) 生産段階での不良品の修理

生産段階で発生した不良品の修理容易化をはかるものである。

6) 輸送の容易化

大型製品を分割可能にすることで、販売や回収時の輸送の容易化をはかるものである。

(2) LCD製品の易解体化の目的

LCD製品に望まれる易解体技術を検討するためには、前提として易解体の目的を明らかにする必要がある。WGでの検討結果や各種調査結果より、LCD製品における易解体の目的としては以下のものがあると考えられる。

1) リサイクルの高度化、リサイクル率の向上

LCDパネルは希少なインジウムを含有しており、またパネルガラスも特殊材料であることから、元と同等の材料に再生する水平リサイクルの実現が望ましい。そのためには、LCD製品の解体や分離等が必要である。

2) 有害物質含有部品、危険部品の回収

中型以上のLCDモジュールの光源となっている蛍光管は水銀を含有しており、欧州や米国では廃棄時にはこれを外すべきであるとしている。蛍光管は壊れやすいため、安全に取り外すことが困難な現状にある。

3) メンテナンス容易化

LCDモジュールでは蛍光管の寿命がもっとも短い(6万時間程度)ため、これを交換容易化することは製品寿命の長期化やリユース容易化に繋がる。

3. 4. 2 LCD製品における易解体のニーズと課題の整理

LCD製品における易解体技術を整理・体系化するにあたり、LCD製品の易解体の主要なニーズと課題を検討した。なお、ヒアリング結果より、中型以上の製品の場合、モジュールへのアクセス自体はさほど困難ではないと考えられることから、ここではLCDモジュールの分離解体について検討する。

(1) リサイクルの高度化、リサイクル率向上に向けたニーズと課題の整理

LCD製品の急速な普及に伴い、近い将来LCD製品が多量に廃棄されると予測される。LCD製品には高価・希少な材料が使用されており、循環型社会を構築していくために、またリサイクル率を向上させていくためにも、構成材料を合理的に分離し水平リサイクル等を実現していくことが望ましい。

表3. 4. 2. 1 リサイクルの高度化、リサイクル率向上に向けたニーズと課題の整理

対象	ニーズ	課題
インジウム (ITO膜)	LCD製造にはインジウムが必要不可欠であるが、その供給量、賦存量は限られたものであることから、回収・再資源化が望ましい。	<ul style="list-style-type: none"> ・LCDパネルの開封容易化、開封技術 ITO膜はパネルガラスの内側に形成されているため、これらを回収するには、フレームや封止剤で固定されている2枚のパネルガラスの開封容易化ないし開封技術が必要である。 封止剤には熱硬化樹脂、紫外線硬化樹脂が用いられている。
パネルガラス	パネルガラスは無アルカリガラス、石英ガラス等であり、水平リサイクルによりガラス生産時のエネルギー消費の抑制や資源としての売却利益が期待される。	<ul style="list-style-type: none"> ・ITO膜、フィルター等の効率的分離回収 インジウムを含むITO膜をガラスごと亜鉛精錬プラントに投入した場合、ガラスはスラグになってしまうため水平リサイクルできない。また、ガラスをリサイクルするには、ITO膜や各種の回路類は不純物となる。ガラス水平リサイクルとインジウム回収を両立するために、小規模低コストの膜・回路等の分離回収技術が必要である。
導光板	導光板はエンジニアリングプラスチックであり、水平リサイクルにより樹脂生産時のエネルギー消費の抑制や資源としての売却利益が期待される。	<ul style="list-style-type: none"> ・材質判別の容易化 導光板の樹脂の材質・グレードは多岐に及ぶ。リサイクルに際しては同材質・同グレードのものを集積する必要があるが、作業現場での判別は難しい。樹脂材質・グレードに関する情報提供が必要である。

(2) 有害物質含有部品、危険部品の回収／メンテナンス容易化

中型以上のLCDモジュールで使用されている蛍光管は水銀を含有しており、その安全な取り外しは、リサイクル上重要な課題である。また、LCD製品の長寿命化やリペアには蛍光管光源の交換が重要であるため、リデュース・リユースの面からも光源の易解体化は有効であると考えられる。

表3. 4. 2. 2 有害物質含有部品、危険部品の回収／メンテナンス容易化に向けたニーズと課題の整理

対象	ニーズ	課題
蛍光管	蛍光管には水銀が使用されている場合が多いが、破損せずに取り外すことが難しく、解体・リサイクルにおける環境汚染が懸念されている。	<ul style="list-style-type: none"> ・蛍光管の破損防止 解体時に蛍光管が破損しないような対策が望まれる。
	製品の長期使用化やリユースのためには、消耗性の光源（蛍光管、有機EL等）の交換が必要であるが、現状では作業が困難である。	<ul style="list-style-type: none"> ・蛍光管取り外しの容易化 迅速かつ容易に蛍光管を取り外しうるような結合技術の開発が必要である。

3. 4. 3 特許情報等からみた技術の整理

特許庁データベースより、LCD製品の解体、リサイクルに関する技術情報を整理した結果を以下に示す。

(1) 蛍光管に関する易解体技術の整理

課題	分類	出願番号	出願者
蛍光管破損防止、取り外し容易化	光源の保護ユニット化 蛍光管を含む光源部分をユニット化することで、取り外しの容易化と破損防止をはかる	2003-370608	奥村遊技機
		H3-208722	カシオ計算機
		H5-276633	I B M
		H7-123241	カシオ計算機
		H4-241008	日本電気
		2004-171161	セイコーエプソン」
蛍光管取り外し容易化	SMP結合具 形状記憶樹脂のネジ等により、蛍光管を加熱で容易に分離可能とする	2001-342305	三菱重工
		2002-366321	富士写真フィルム
	SMA結合具 形状記憶樹脂のワッシ	2004-139414	シャープ
		2003-111861	シャープ

ヤ等により、蛍光管を加熱で容易に分離可能とする		
破断型結合具 途中で破断して頭部が分離するようなネジ等により、蛍光管を容易に分離可能とする	2004-133540 平7-176262	イリノイ トール ワークス インコーポレイテッド 青山製作所
解除可能なリベット等 簡単な操作で解除可能なピンやリベットにより固定する	実平5-46250 平9-300789	ポップリベット・ファスナー ポップリベット・ファスナー
面ファスナー 面ファスナー（ベルクロ等）を用いて固定する	2001-59951 平5-220951	倉敷繊維加工 ミネソタ マイニング アンド マニュファクチャリング カンパニー
外部光源 モジュール外に光源を置き、光ファイバー等で導光する	H9-334146	日立製作所

4. 4 易解体技術の体系化

製品の易解体技術は、以下の3つのアプローチに大別できると考えられる。

4. 4. 1 易解体結合

部品や部材どうしの結合方法として、解除の容易なものを開発・採用する。

- ・SMP 結合具
- ・SMA 結合具
- ・破断型結合具
- ・解除可能なリベット等
- ・面ファスナー

4. 4. 2 解体配慮設計

モジュール化や材料の統一、メンテナンスハッチの設置など、製品の設計・開発において解体を容易化するD f E設計を行う。メーカーごと、個別製品ごとの対応であり、汎用的な技術開発には繋がらない場合が多い。

- ・光源の保護ユニット化
- ・光源の単一方向からの取り出し化
- ・外部光源
- ・RFID、二次元バーコード等による情報提供

4. 2. 3 解体（分離）技術

解体自動化や解体作業の支援器具、材料別の選別・分別の開発など、使用済み等の製品を解体する技術である。

- ・パネル開封
- ・酸、溶液加熱処理
- ・空気中での加熱による揮発、熱分解
- ・研磨、ブラッシング
- ・解体の自動化等

第4章 LCD分離・解体技術に関する動向調査

4.1 北九州調査（エコタウン：家電、パチンコ、蛍光灯、自動車）

4.1.1 目的

国内のリサイクル技術の最新動向について把握することを目的に、北九州市エコタウンセンターを訪問し、家電リサイクル、自動車リサイクル、蛍光管リサイクル、パチンコ台リサイクルの視察を行った。

4.1.2 エコタウンセンターの概要

北九州エコタウンセンターのある北九州市は国内初の本格的近代溶鉱炉をもつ官営八幡製鉄所があり、日本の近代産業を支えていたが、その一方で深刻な産業公害をもたらした。この公害問題に対し、産・官・民が一体となって公害を克服した。

その際に得た環境の技術、ノウハウ、人材を活かし、まちづくり国際協力を積極的に進めています。これまでのノウハウ等を活かし、「資源循環型経済社会」を創っていくため、環境・リサイクル産業の振興を柱にゼロエミッション構想を推進する「北九州エコタウンプラン」を策定し、若松区響灘地区において具体的な事業に着手しています。

(1) エコタウン構想

市民生活や産業活動からでる破棄物を他の産業分野の原材料として利用することにより廃棄物をゼロにする事を目指す構想。

(2) エコタウンプラン

地域の産業蓄積を活かした環境産業の振興を通じた地域振興、地域の独自性を踏まえた廃棄物の発生抑制・リサイクルの推進を通じた資源循環型経済社会を目指した計画であり、他の地方公共団体のもでるとなると認められたものについて経済産業省・環境省が承認する。承認を受けると国の各種助成制度の活用が可能。

表4.1.2.1 これまでの経緯

平成元年～平成4年	「響灘開発基本構想」の策定
平成6年～平成8年	「響灘開発基本計画」の策定
平成9年7月	「北九州エコタウンプラン」の策定、国の承認
平成14年8月	エコタウン事業第2期計画
平成14年9月	エコタウンプラン変更承認

4.1.3 家電リサイクル

(1) 会社概要

特定家庭用機器再商品化法（家電リサイクル法）で指定されている再商品化製品（ブラウン管テレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコン）のをリサイクルしている西日本家電リサイクル株式会社は、家電メーカー8社が出資して設立した九州地域最大規模の施設である。

設立：1998年12月4日

処理能力：約50万台／年（2交代制）

（2）リサイクルの方法

リサイクルの作業工程について以下に説明し、図4. 1. 3. 1に示す。

1) ブラウン管テレビ

ブラウン管テレビは手分解により①キャビネットの取り外し、②スピーカーや銅線の回収、③基板の取り外し、④ブラウン管の取り外し、⑤ブラウン管周りの金属の回収、⑦ブラウン管のパネルガラスとファンネルガラスの分離、⑧パネルガラスの回収、⑨シャドウマスク（鉄）の回収を行う。

その後、機械処理によりファンネルガラスとキャビネットは廃再処理を行う。

2) 冷蔵庫

冷蔵庫は手分解により扉パッキン（ガスケット）の回収、②冷媒フロンと冷凍機油の回収、③コンプレッサーの取り外しを行う。フロンは断熱材中にもある場合があるため、解体に際しては中が必要である。また、回収したフロンは厳格な管理のもと、最終的に分解処理を行う。また、取り外したコンプレッサーは有価売却を行う。

機械処理により破砕機で破砕し、ウレタン、鉄、非鉄、プラスチックに分別する。ウレタン、プラスチックは燃料として再資源化される。

3) 洗濯機

洗濯機は手分解によりモーター、ドラムロールを取り外す。その後機械処理により粉砕し、鉄、非鉄、プラスチックを分別する。

4) エアコン

室内機は手分解により①外枠のプラスチックの取り外し、②熱交換器の回収、③銅線及び銅パイプの回収を行う。

室外機は手分解により①外枠のプラスチックの取り外し、②冷媒フロンとオイルの回収、③コンプレッサーの回収、④ラジエーターの回収、⑤ファンモーターの回収、⑥基板の取り外しを行う。

室内機、室外機はその後、機械処理により破砕機で破砕し、鉄、非鉄、プラスチックに分別する。

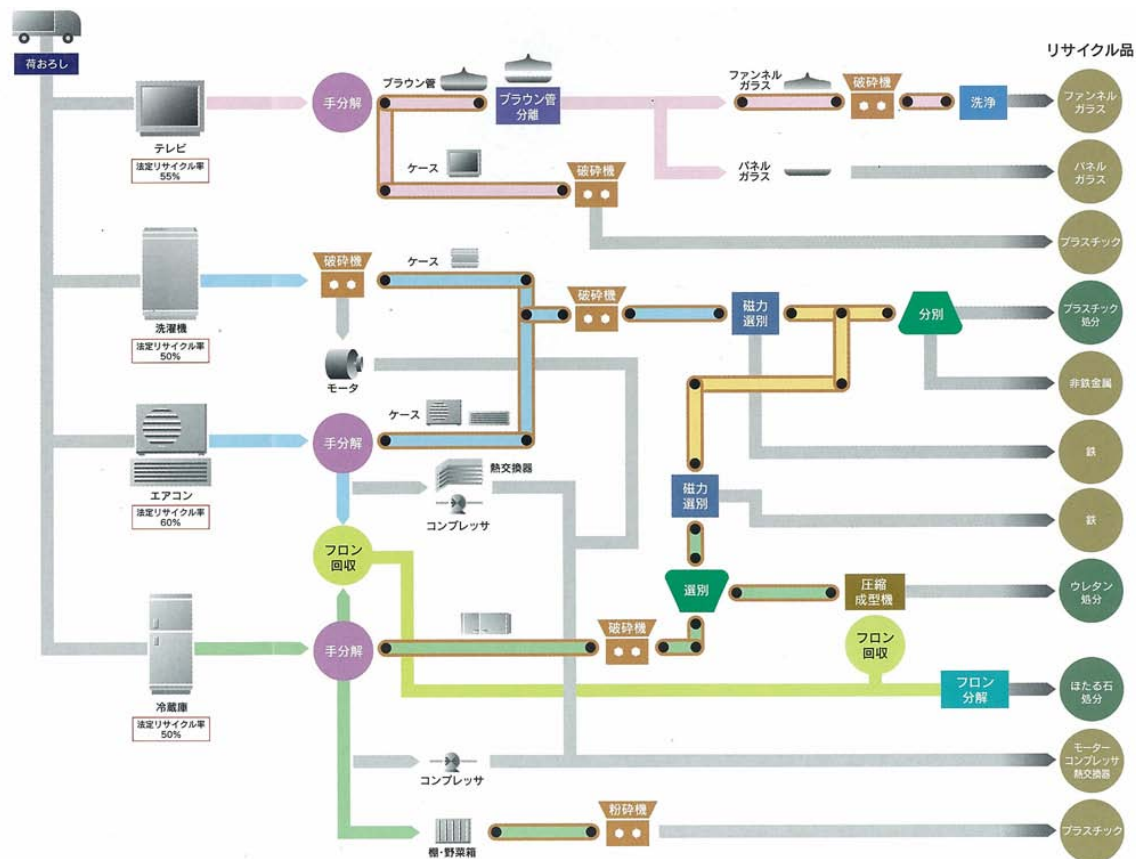


図4. 1. 3. 1 家電製品のリサイクルフロー※

※ 洗濯機は上記フローのようにモーターを取り外し後破碎するのではなく、リサイクル率と品質の向上のために、現在はドラムロールを撤去後、バランス水を除いた後に破碎処理を行う。

(3) 問題点

洗濯機は、乾燥機と一体化したモデルがあり、近年少しずつリサイクルセンターに運搬されてくる。従来の洗濯機に比べ作業時間がかかるため、一次保管してまとめて熟練作業者により実施している。

また、液晶テレビも今後廃棄され、リサイクルしなければならないことが予想される。

4. 1. 4 パチンコ台リサイクル

(1) 会社概要

廃パチンコ台をリサイクルしているユーコーリプロは、徹底した分別によりマテリアルリサイクル率 80%を実現している。現在 200万台/年の廃パチンコ台を処理できる体制を整えている。

設立：平成14年9月29日

敷地面積：約 22,000 m²

処理能力：約 200万台/年 (5,500台/日)

(2) リサイクルの方法

リサイクルの作業工程について以下に説明し、図4. 1. 4. 1に示す。

1) パチンコ台のデータベース化

指定の運送会社により搬入された廃パチンコ台は、ハンドスキャナで表記されているQRコードを読み込み、生産から廃棄・再利用までの機歴を管理している。

2) 分解

QRコードを確認した廃パチンコ台は、手分解により混合物、ゲージ板、木枠、プラスチック樹脂、液晶・基板に分解される。液晶・基板はその一部が製造メーカーや商社にリユースされるため、在庫管理される。

ゲージ板はセルロイドと、木に分け、セルロイドは原燃料化（サーマルリサイクル）される。木枠は再生ボードとしてリサイクルされる。プラスチック類は樹脂原料として、鉄類は鉄原料としてリサイクルされる。このように徹底的に材質毎に分解される。

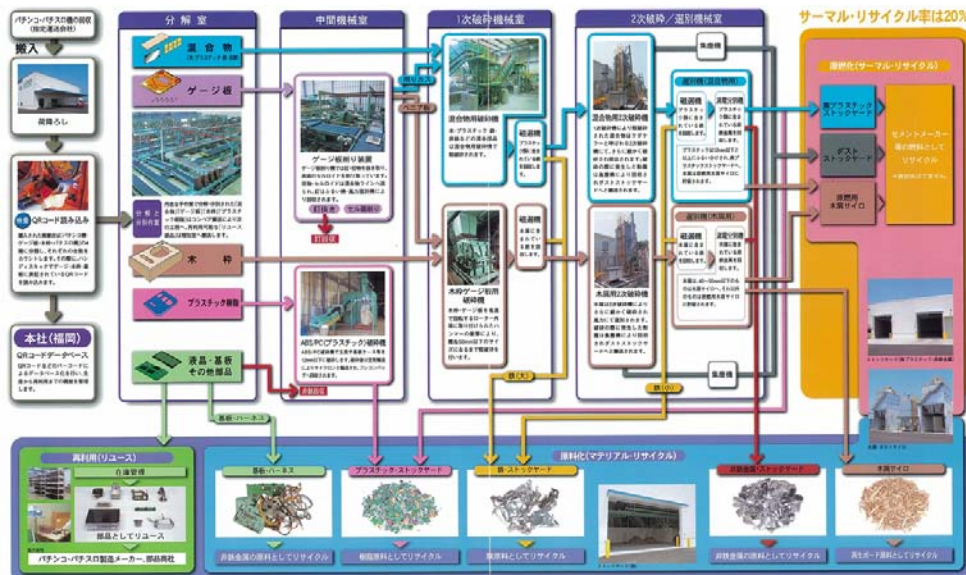


図4. 1. 4. 1 廃パチンコ台のリサイクル

3) その他

廃パチンコ台にある釘は、真鍮材料として高価で取り引きされるため、専用の釘抜き機で回収している。

4. 1. 5 蛍光管リサイクル

(1) 会社概要

蛍光管のリサイクルをしている株式会社ジェイ・リライツは、九州電力の出資が出資し、使用済み蛍光管の回収・リサイクル（使用済み電球の再処理加工による製品の製造、販売）等を行っている。

設立：平成12年5月1日（操業開始：平成13年10月3日）

敷地面積：約9,000m²

処理能力：18.3t/日（111,600本/日、12時間稼働）

(2) リサイクルの方法

1) 蛍光管の構成

蛍光管の材質構成を表4.1.5.1に示す。ガラスの占める割合が最も多い。

表4.1.5.1 蛍光管の材質構成

内訳	重量 (g)	比率 (%)
ガラス	235	92.189
蛍光体	6	2.354
口金	4	1.569
電極他	9.9	3.884
水銀	0.01	0.004
合計	254.91	100

(株) ジェイ・リライツHPより

2) リサイクルシステムの特徴

本リサイクルの特徴として、蛍光管の回収方法が挙げられる。蛍光管の回収に当たっては、拠点回収方式としており、また専用ラック（回収容器）を複数用意し、多様な蛍光管を破砕することなく回収している。専用ラックを図4.1.5.1に、蛍光管のサイズに対応するラックの規格を表4.1.5.2に示す。



図4.1.5.1 蛍光管の回収ラック

表4. 1. 5. 2 蛍光管の規格と対応するラックの規格

種別	サイズ		積み 個数	1個の 重量	蛍光管寸法(mm)		
	管径	長さ(外径)			1個の 重量	蛍光管の 正味重量	蛍光管+ 輸送容器
輸送用専用容器							
直20型	28	580	1,971	28列×32段×1.1×②	105	207.0	252.0
直30・32型	32.5	830	712	24列×27段×1.1	180	128.2	173.2
直40型	32.5	1,198	712	24列×27段×1.1	255	181.6	226.6
環30型	29	205	558	3×6×31段	155	86.5	131.5
環32型	29	299	248	2×4×31段	200	49.6	94.6
環40型	29	373	186	2×3×31段	260	48.4	93.4
SNコンテナN#75							
直20型	28	580	169	11列×7段×1.1×②	105	17.7	21.6
直30・32型	32.5	830	59	9列×6段×1.1	180	10.6	14.5
直40型	32.5	1,198	59	9列×6段×1.1	255	15.0	18.9
SNコンテナN#122							
環30型	29	205	80	2×5×8段	155	12.4	17.8
環32型	29	299	24	1×3×8段	200	4.8	10.2
環40型	29	373	16	1×2×8段	260	4.2	9.6

3) リサイクルの流れ

蛍光管のリサイクルの作業フローを図4. 1. 5. 2に示す。回収された蛍光管は「秤量選別エリア」で、直管と丸管に分けられ、それぞれ蛍光管の大きさ毎に選別される。選別された蛍光管は、口金部分を専用の機械で切断を行い、破碎される。その後、洗浄乾燥を実施し、水銀分離を行い、ガラス、金属体、蛍光体に分離して、それぞれリサイクルされる。

リサイクル原材料は、ガラスはガラス製品、路盤材に、アルミ、鉄などの金属は金属原材料に、蛍光体はセメント原料に、粗水銀は精製水銀に利用される。このうち、ガラス、金属の一部は蛍光管の原料としてリサイクルされる。蛍光管にリサイクルされる割合はバージン材料の1～2割程度である。

リサイクル原料で製造された蛍光管は平成14年11月から販売されている。

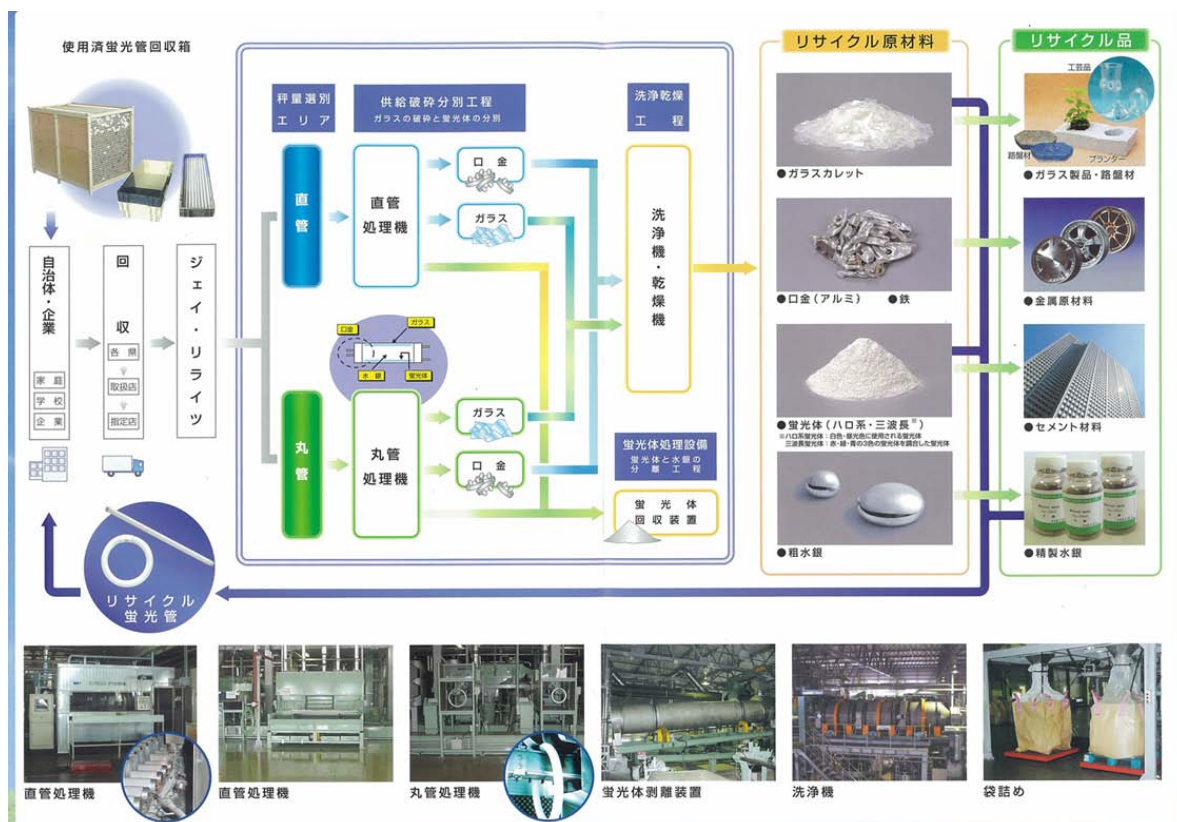


図4. 1. 5. 2 蛍光管のリサイクル作業フロー



図4. 1. 5. 3 再生原料を使用した蛍光管

4. 1. 6 自動車リサイクル

(1) 会社概要

自動車のリサイクルを行っている西日本オートリサイクルは日本初のシュレッダーレス方式でのリサイクル事業者であり、リサイクル率86%以上(リユース含まず)で月間約1,000台の処理を実施している。

営業開始：平成12年2月

敷地面積：約20,000m²

処理能力：1,000台/日(18時間稼働/日操業の場合)



図4. 1. 6. 1 西日本オートリサイクルのコンセプト

(2) リサイクルの方法

リサイクルにあたり以下の作業方法で行う。

1) パーツの回収

ドア、フェンダー、ボンネット、エンジンなどリユースできる物を回収する。回収に当たっては、リユース製品として有価で販売できるか市場のニーズなどを踏まえた目利きが必要である。

2) 液抜き工程

燃料・オイルなど油類を除去する。車体をリフトで持ち上げ、作業効率を向上させている。

3) 前処理工程

シート・カーペット・コンソール・タイヤ・バッテリーなどを取り外す。作業に当たっては大きなアームを活用する。

4) 解体工程

エンジン・ミッション・燃料タンク・排気系部品類・足廻り部品類を取り外す。撤去に当たってはアームやリフトを活用して作業する。ここで撤去された物は、鉄くずとして材料リサイクルされる。

ハーネス関係が車体全体にあるため、アームを使って撤去を行う。

5) プレス

最終的に残ったものをプレスによりサイコロ状にする。

(3) ハーネスの撤去

ハーネスに含まれる銅は鉄の材料リサイクルに含まれていると鉄の品質を下げることから、リサイクル率向上のためにはその撤去が重要である。西日本オートリサイクルではフロント、リア、車内に張り巡らされているハーネスをアームとリフトを活用して撤去している。

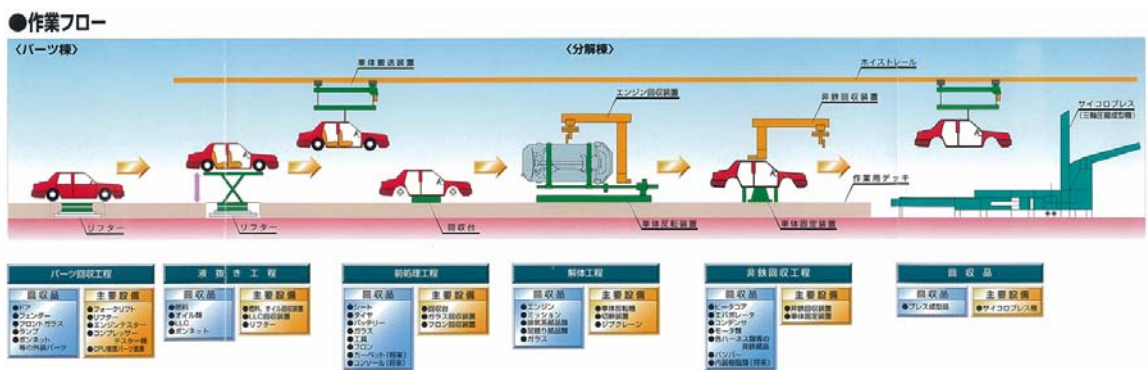


図4. 1. 6. 1 自動車リサイクルの作業フロー

4. 2 米国調査

本調査は、LCD製品を中心とした高度分離・解体技術等に関し、米国内ではどのような技術プログラムが行われ、また、製品等の回収や分離・解体がどの様に行われているかの調査を行った。

詳細の日程内容は以下のとおり

期間：平成18年 2月13日（月）～19日（日）

調査者：野村 昇 独立行政法人 産業技術総合研究所

ライフサイクルアセスメント研究センター 環境効率研究チーム 主任研究員

浅岡 健 株式会社 イーエムエスアイ 主席研究員

間野隆久 財団法人 製造科学技術センター 調査研究部 課長代理

①NSF The National Science Foundation

(1) NSFについて

NSFは、アメリカ連邦議会により、科学の発達を促進、国民の健康・繁栄・福利の進展、国防の確保などの目的で、1950年に設立された。

2005年度の実績としては、ファンドの総額：\$5,190,400、件数で20,350件である。

NSFの組織概要は以下のとおりである。7つのDirectorateがあり、今回訪問したDMIはそのうちのDirectorate for Engineeringにある6Divisionの1つである。

(1) DMIについて

ヒアリング先のディビジョン・DMI (Design&Manufacturing Innovation)は、研究のフォローアップや調査分野の研究、基礎研究等のサービスを行っている。

- ・フォローアップとしては、NSFの出しているファンドの状況、どこからどんなプロポーザルがあるか、ディビジョンごとの成功率等をモニターしている。
- ・大学、業界での研究成果を集め、グラントアカデミックリエゾンとしてコネクションを提供する。
- ・ディビジョンで扱った最近の研究トピックスとしてはナノマニファクチャリングによる三次元表面処理がある。プロセス、システムの実用化に向けたスケールアップを行っている。ボトムアップ方式で積み上げていき、ロスのない製造が可能となる。
- ・Dr. Delice R. Durhamの取り組んでいるプログラム MUSES (Materials Use: Science, Engineering, and Society) は、工学、物理・生命科学、社会・行動科学、経済学、数学、教育学分野の研究者達が、環境分野で物質利用に関する複雑な問題を扱うために彼らの学問分野の境界線を超えて研究を行うことを促す、新しい学際的な活動を求めることを目的とした研究事業である。この事業には2つの課題が与えられている：(a)実行可能な探索的調査を提案することと、(b)必要な専門知識を有し、共同研究が可能な研究者の新たなチームを結成することである。

(2) 資料説明

日本のリサイクル政策等についてプレゼンテーションを行い、質疑応答を行った。

- ・リサイクルに関する議論について、リサイクル達成のために多量のエネルギーを消費してしまうのでは問題である。
- ・部品の革命、アップグレードによる長寿命化には興味がある。
- ・自動車リサイクル法における販売済み車両からの料金徴収システムはどうなっているか？→日本では車検制度を利用している。

・アメリカの制度は州によって異なり、車検は1年に1回だがカリフォルニアではもっと規制が厳しい。一般に、オレゴン、カリフォルニア、マサチューセッツは環境関連の規制が特に厳しい州である。

(3) LCD、自動車ガラスについて

LCDや自動車ガラスのリサイクルについて意見交換を行った。

・ガラスについては、ボトルの場合、テキサス、オクラホマ等、州によってはデポジット制度が機能している。

・自動車は中古マーケットが大きく、廃車は地域内で処理されることが多いようである。

・処理方法は特に決まっておらず、不要部分は埋め立てられることが多い。

・リサイクルの促進要因としては、ビジネス上の損得がまずあり、次いで地方における法規制があり、最後にごみ税制等の順番で効果を及ぼすと考えられる。

・環境への取り組みについては、グリーン調達や炭素取引等、業界のステータス的な要素もある。

・自動車については、スクラップヤードでの部品取り、シュレッダーが一般的な処理である。廃車処理については、特に共通的な規制は行われていない。

・アメリカにはWEEEのようなものはない。グローバルマーケットのルールのほうが良いと思う。

・TVについてはCRTが問題視されて法制化されている。CRTのTVやPCディスプレイは、ローカルのリサイクラーに処理が委託されている。

・ヨーロッパでは、中古車は東ヨーロッパに流れてそこで処理されているようだ。

(4) その他

その他の意見交換としては以下のとおりである。

・製品のリサイクル促進上、設計開発などのライフサイクルの早い段階でのプロセス改善が有効であることは理解している。

・WEEEは規制にひっかかって初めて製品に問題点があることが分かる。NSFでは企業と連携し、こうした問題点の事前予見手法について研究している。

・製品の評価システムとして環境と経済の両方を見ることが望ましい。

・SBIRでは新しいガラス材料の研究を行っており、商品化されつつある。

・一般的にリサイクルにおいては、マテリアルをできるだけ利用可能な状態に保つことが重要である。水平リサイクルと材料性能維持の技術開発が必要である。

・NSFでは、製品分解技術、化学分解等についてファンディングがなされている（自動車窓、シーリング、ファスナー解体等）。また、廃棄物を抑制する上で、素材のバイオ化ということを研究している。

・メーカーは売れば終わりという姿勢が強い。特に中国の企業はその傾向が強い。

・環境にうるさいとされている州はオレゴン、カリフォルニア、バーモント、メイン等とされている。

②ロチェスター工科大学総合工学研究所CIMS (Center of Integrated Manufacturing Studies)

(1) RIT及びCIMSについて

ロチェスター工科大学 (RIT) は1828年に創設された。現在、8学部で15000人以上の学生がいる。その中でCIMSは、応用技術とそのトレーニングを通して製造業者の競争力を高めるために、RITと州政府及び連邦政府、メーカーの産官学の連携により1992年に設立された。

CIMSの建物は9000m²の延べ床面積があり、21のラボ、6のベイ、10の講堂がある。

全米では73000以上のリマニュファクチャリング業者がある。それらの売上は年間53億ドルに

上るが、CIMSはアメリカの環境分野、特にリマニュファクチャリング研究では有名である。

CIMSは以下のような組織で構成され、様々なソリューションを提供している。

National Center for Remanufacturing and Resource Recovery

再生産技術の研究・開発・振興、特別な資源回収のトレーニング

Systems Modernization and Sustainment Center

大規模装置システムの最適なライフサイクル設計、管理、近代化（合理化？）のための技術、特別トレーニング及び教育プログラム

Sustainable Systems Research Center

最新のプラットフォーム及び製品のためのより長期使用が可能なデザイン、サステナブルデザインのトレーニング

Center for Excellence in Lean Enterprise

生産性向上のために処理能力を最大にするリーン生産方式 Green Belt、Black Belt、Six Sigma、Kaizenなどを含む特別なリーン生産方式トレーニング

Manufacturing Technologies Program

製造業者の技術向上のための技術及び体験トレーニング、最先端の施設で行われる応用研究及び開発プロジェクト

Imaging Products Laboratory

映像産業のための費用効率が高く革新的な技術の開発と応用、画像化技術の評価

Occupational Safety and Ergonomics Excellence Program

安全性を高め障害を減らすための人間工学及び健康・安全対策、特別な人間工学及び健康・安全に関するトレーニング、製品の評価

(2) LCDについて

LCD製品のリサイクルについて意見交換を行った。

- ・アメリカでもLCD製品は増えつつあるが、まだ普及して間もないので廃棄物は少ない。
- ・企業の委託により、LCDがリユース可能かをチェックする事業を行ったことがある。チェック項目は色、明るさ、反応速度、物理的ダメージ、コネクタの状態等である。
- ・CIMSとしてはLCDモジュールのリマニュファクチャリングは実施したことはない。
- ・欧州のLCDガイドライン作成により、高価なLCDモジュールの再使用が進むのではないかと。
- ・LCDモジュールのリサイクルには新しいインフラの整備が必要と思われる。

(3) 装甲車のリモートモニタリングシステム

CIMSで開発した陸軍装甲車のメンテナンスシステム等について見学した。

- ・陸軍の装甲車上のセンサーをモニタリングすることで、トラブルシューティング、リモートメンテナンス等を行う兵站支援システムを開発した。所在地、燃料、弾薬、兵員の状態、エンジン回転数・温度などをリアルタイムでモニタできる。
- ・25年前に製造された装甲車であるが、あと25年は使用したい。そこで、製造時から搭載されていたものに加え、民生用のセンサを装備。衛星や基地でのダウンロードを行い、モニタリングする。
- ・劣化、摩耗の状況をモニタリングし、ライフサイクルエンジニアリングにより劣化状況等を把握して交換等を支援する。車軸の熱をモニタリングすることで劣化を把握できる。
- ・学生も作業を行っている。

(4) クリーニング技術

リユース部品のためのクリーニング設備について見学した。

- ・エンジン廻り等では、パーツリユースにおいては分解・クリーニングが重要である。
- ・クリーニング方法としては様々なものを用意している。洗浄に用いた溶媒等の最終的な処理まで含めたコストを見てどの方法を用いるかを選択している。できるだけ溶媒等の薬品を使用しないようにしている。
- ・CIMSで開発した洗浄方法もある。

(5) レーザープリンタ部品の検査システム

CIMSで開発したレーザープリンタ部品の検査システムについて見学した。

- ・レーザープリンタのトナークリーニングローラーの再使用はリングを通して大きな付着物を落とす。14～60%が汚れを落とすことで再生される。新品は2\$だが、ごくわずかな費用で再生できる。HPでは、86%がリユースされており、チェコやメキシコ工場でもリユースが行われている。
- ・ラバーローラーは曲がりがないか等テストする。
- ・ギアモーターは数億回転の寿命があるが、製品1ライフあたり数%しか使用されないのでリユース対象となる。負荷をかけて動作をチェックする。ゆれにより摩耗が判定できる。
- ・トナーワイパーのブレードを検査する検査装置を開発した。1秒以下で検査可能である。刃の欠けをグラフで表示し、検査できる欠けはミクロンサイズである。検査装置は日本にも販売されている。

(6) 軍用機の長寿命化

CIMSで行っている空軍機（攻撃機）の長寿命化について見学した。

- ・1983年製のA6Eの長寿命化を研究している。既に退役しているが、15年は飛ばしたい。
- ・油圧系のチェック等を行い、老朽部品は自製して交換している。
- ・3月に飛行テストをする予定である。

(7) マテリアルラボ

CIMSのマテリアルラボを見学した。

- ・光学電子顕微鏡による表面検査ができる。
- ・古い電子モジュールアセンブリとの同等品を製造するためのリバースエンジニアリングを行っている。
- ・問題のある部品をコピーすることで問題の箇所を分析する。欠陥があるのか、温度の影響か、など
- ・テンソルテストでリベットや塩害による強度低下をテストできる。

③カリフォルニア州環境局 California Integrated Waste Management Board

(1) CIWMB及びDTSCについて

1) CIWMB (the California Integrated Waste Management Board)

カリフォルニア州環境局の機関の1つであるCIWMBは1989年のIntegrated Waste Management Actとして成立したAB939及びSB1322によって設立された。この法律はカリフォルニアの廃棄物の流れを変え、1995年までにそれぞれの市や郡で出される廃棄物の25%、2000年までに50%を市場に転換すると共に、転換が難しい廃棄物を環境に害を与えない方法で処理する方法を確立することなどを目的としている。CIWMBはこの法律の下、カリフォルニア州の廃棄物処理の監督・管理を行っている。

主な活動内容は以下のとおりである。

- ・廃棄物の転換目標義務の達成を促進するための取組

(カリフォルニアの自治体や公的機関、企業の廃棄物の削減、リユース・リサイクルの活動を促進す

るために、補助金や融資、教育を含む様々なプログラム、情報提供を実施している。)

- ・回収された再生再利用が可能な資源の市場の育成
- ・環境や市民の健康安全を守るための州法の施行

2) DTSC (Department of Toxic Substances Control)

カリフォルニア州環境局の部署の 1 つである。DTSC の前身となる California Hazardous Waste Control Program は有害廃棄物に対する関心が高まり始めていた 1972 年、Hazardous Waste Control Act の成立により、Department of Health Service の the Vector and Waste Management Branch 内に設立された。その後は有害廃棄物の発生、取扱、貯蔵、及び廃棄の統制という主な責任は維持しつつ規模や役割の拡大、名称の変更を重ね 1991 年にカリフォルニア州環境保護局が設立されたと同時に DTSC となった。1980 年代は廃棄物の発生量、化学廃棄物処理場の調査、有害廃棄物を排出しているサイトの特定と浄化、有害廃棄物を取り扱う施設の認可や監査など違反の取締りや指揮統制が主であったが、1990 年代は汚染を防止し廃棄物を削減するために技術の育成や事業者の法遵守支援のための取組も開始された。現在はカリフォルニア州の廃棄物管理法による統制と法遵守支援の取組を通しカリフォルニア州の環境保護、改善を進めている。

(2) 電子廃棄物リサイクルシステムについて

カリフォルニア州の電子廃棄物リサイクルシステムについてプレゼンテーションを受けた。

- ・州の電子廃棄物のリサイクルペイメントシステムはアメリカで最初のものである。
- ・DTSC (Department of Toxic Substances Control) は CRT を有害物質として 2001 年より廃棄への規制を開始した。これにより不法投棄が増加し、自治体のコスト負担が増加したが、2003 年に開始されたこのシステムにより不法投棄問題は軽減された。
- ・消費者は 6 ~ 10 ドルをシステム維持のために支払う。
- ・電子廃棄物 1 ポンドあたりコレクターに 20 セント、リサイクラーに 28 セントが支払われる。概ね適正な価格と考えている。
- ・2005 年は 60 百万ドル分、回収量で 60 万ポンドの処理があった。対象とするデバイスの範囲が広いのでこの金額になっている。
- ・消費者は電子廃棄物にラベルを貼りメーカーに連絡する。電子廃棄物の処理後、メーカーは処理報告を DTSC に出す。
- ・州内にはコレクターは 350、リサイクラーは 40 以上いるが、支払い対象でない、登録のないものを含めるとリサイクラーは 100 以上いる。
- ・このリサイクルシステムは CRT リサイクルをベースとして構築されている。

(3) LCD について

LCD のリサイクル実態について質疑応答を行った。

- ・米国でも LCD 製品は定着しつつある段階にある。
- ・法整備や技術開発等、LCD の処理体制構築には 5 年かかると考えている。
- ・LCD の解体については、蛍光管の水銀が問題である。安全に解体できるか、壊れた場合の対策をどうするか等が課題となっている。
- ・LCD のガラスリサイクルでは回収ガラスを何に使うかが課題だろう。
- ・自動車ガラスについては特にリサイクルは行っていない。ガラスびんのリサイクルは活発であるが。

④Hewlett-Packard社のリサイクルサービス概要 (U. S. 国内の例)

HP社のPlanet partners recycling serviceではコンピュータ機器 (モニター、ハードウェアなど) やプリンター用品 (カートリッジなど) を同社の責任のもとに回収し、リユース、リサイクルを行っている。利用者は以下のサイトから当てはまる国や地域、サービスの種類を選択し、サービスを申し込むことができる。

(1) Recycle computer hardware

HPではコンピュータ、プリンター、その他多機能ハードウェアをどのメーカーの製品でも回収しており、その量は300,000lb/月に上る。オンラインサービスの価格は、回収されるハードウェアのタイプや個数により異なるが、一個当たり約\$13から\$34であり、利用者は上のサイトからオンラインで申し込むことができる。

<回収可能な製品>

プリンター、スキャナー、ファックス、PC、デスクトップサーバー、モニター、携帯端末、コピー機、ケーブルやマウス・キーボードなどの外部部品など

<回収していない製品>

ガラスが破損したモニター、VCR、DVDプレーヤー、テレビ

HPでは回収されたハードウェアについてまずNPOに寄贈できる基準をもとに検査を行う。基準を満たさないものについては鉄、アルミ、銅、プラスチックなどに解体し、それぞれを再生材料として新製品の製造に使用できるメーカーを検索する。HP社では自社のリサイクル施設もっており、最初の施設はカリフォルニア州のRosevilleに1997年に設立された。

また、HPは、リサイクルや回収、処理が責任を持って行われるよう、実際にハードウェアのリサイクルや処理をHPから受託して行う業者や処理方法についての基準を定めている。

(2) Computer Recycling Coupon

2007年4月までの期間、HPのリサイクルサービスの利用客はHPのオンラインストアHP Home&Home Office Storeでハードウェアを購入する場合に利用できる、最大50ドル相当のe-couponをもらうことができる。クーポンの相当価格はリサイクルした製品により異なり、以下のサイトで説明されている。

<http://www.hp.com/hpinfo/globalcitizenship/environment/recycle/ecoupon.html>

⑤ C E A R (California Electronic Asset Recovery, INC. 電子廃棄物リサイクル業者)

電子廃棄物の集積・分別業者である同社の施設見学及び質疑応答を行った。

(1) 受け入れエリア

トラックで搬入されてくる使用済み家電やPC等を製品の品質や有害性などについてチェックし、どのように処理するかを決定するエリアである。

- ・品質のよいものはリユース向けのエリアに運搬する。リユース品向けに売却したり、慈善団体等へ寄付することもある。PCの場合、20～55%がリユースされる。ディスプレイは状態をテストする。
- ・受入量は各種製品合計で10000台/月。能力的には90000台まで可能と考えている。
- ・2月からカリフォルニア州では全ての電子廃棄物が埋立禁止となる。有害物質を封じ込めないと埋立は違法行為となる。不法投棄、放置されたテレビ等も回収され運ばれてくる。
- ・アメリカでは、ガレージに古いTV等が残っていることが多い。
- ・建物は元UPSの倉庫であったが、2年前から州政府が買い取っており、10年契約でレンタル

している。貨物空港に隣接して立地している。

・白モノ家電と医療関係は扱っていない。もともとTV処理から始めた事業であること、フロン回収やオイル処に関する新しいライセンスや設備投資が必要なことが主な理由である。しかし、業態を広げることは考えている。

・PC等はアメリカ国内15州から持ち込まれている。

・TV、PCのほか、プリンタ、コピー、周辺機器、メインフレーム、ラジオなども受け入れている。2月から法規制により埋立禁止となる品目が増えるので、もっと量が増えるだろう。

・現在全米のトイザラスからおもちゃの電動バイク（不良品ないし返品）が多量に持ち込まれている。バッテリーとモーター、タイヤを取り外してそれぞれ売却し、残りのプラスチックカバーと金属ハーネスはまとめて圧縮処理する。この混合物は買い取ったディーラーが分別する。処理料金は1台5～10セントである。

(2) 処理エリア

受け入れた電子廃棄物の解体・処理を行うエリアである。持ち込まれる廃棄物に応じて、様々な処理が行われている。

・ハードディスクは破砕する。顧客への安全性・安心感を与えるためである。顧客に破砕状態を見せるために、破砕装置にフェンスを張り巡らし、モニタリング用カメラを取り付ける予定である。

・TVなどの解体はベルトコンベアで行う。作業員が自分の机に電子製品を取り、手作業で分解する。

・TVなどから取り出したブラウン管は有姿のまま出荷する。州内はブラウン管に関する規制（処理も含む）が厳しいので、破砕や分割の許可は高価な施設が必要となるためである。処理先はミズーリ等で、ファンネル／パネルの分離や金属部分の分別等によりリサイクルを行う。労働者の健康問題も厳しく管理されている。

・6月に全設備を完成させる予定である。州政府が求める提出書類が膨大なため時間がかかっている。

・トナーカートリッジ、インクカートリッジ、ワイヤー、ニカド電池、水銀電池、鉛電池、CPU、メモリ等を分別している。

・圧縮機は100馬力。大出力のものは規制が厳しい。州の規制では、75馬力以上の大型のシュレッダーは密閉しなくてはならない。埃も毎月検査が必要である。圧縮は規制が緩いため、なるべく圧縮するようにしているが毎回帳簿をつけることが義務づけられている。

・蛍光管やバッテリーを処理するためには法律により数千万円もの設備投資が必要になるため、分別して外部に引き渡すだけである。また、処理しない場合は3ヶ月しか保管できない。

・CRT破砕設備を設置すると、2億円の保険や閉鎖・汚染時の処理費用として数億円の預金が必要される。

・保健当局による労働者の血中鉛濃度検査が義務づけられている。また、エアコン等の空調設備やマスクも必要である。

・州EPAも近いうちにこの施設にモニタリング用カメラを設置する予定である。

(3) 有価物について

回収物の売却等について話を伺った。

・回路基板、バッテリー等は取り外して製錬業者によりリサイクルされる。

・プラスチックはブローカーが来て入札する。原油高騰によりリサイクルの相場が上昇しており、

主に中国に輸出されている。

- ・銅が主体のブラウン管ヨークコイルもブローカーが入札する。
- ・金を含有する基盤やドライブ類も入札があり、日本の製錬業者向けに買い付けが来たこともある。
- ・ライセンス取得条件が厳しいため、バッテリーリサイクルは州内に2カ所しかない。
- ・メモリやCPUは製錬業者に売却している。

(4) LCD製品について

LCD製品の処理実態について話を伺った。

- ・LCDモニタの今のところの受入量としては月に5台程度である。いずれは増えると思われる。解体は難しいが、量が少ないので今のところは大きな問題とはなっていない。
- ・蛍光管の水銀があるため、法規制上そのままでは破碎処理ができない。手作業で分離する実験を行っている。蛍光管は壊れやすく、労働安全上問題が大きい。これを壊さずに外すのが一番難しい問題である。
- ・15インチLCDモニタの解体は4分ほどで出来ているが、これは蛍光管が壊れてしまっている。
- ・蛍光管について、州環境局は壊すべきではないとの見解である。
- ・蛍光管を頑丈なシールドに収めて破損しにくくできないだろうか、というアイデアがある。
- ・LCDに含まれる水銀により、いずれは州当局によりLCD処理に対しても特殊な設備や許可が義務づけられるのではないかと考えている。近い将来、ファンディングされるのではないかと思う。
- ・現在、一人一日あたりCRT100台を処理しているが、これは壊れにくいためハイペースで出来ている。
- ・今後の対策を考えるために、来月、欧州で開かれるRELCD会議を傍聴する予定である。

(5) メーカーへの要望

環境配慮設計についての意見を伺った。

- ・素材の統合を進めてほしい。プラスチックは同種類に、金属も同じものを使ってほしい。現在のところ選別コストの安い中国に持ち込むことを前提にブローカーは購入している。選別の手間が減れば国内でのリサイクルも可能になってくる。
- ・電子製品が増えていくにはリサイクル性の向上が必要である。
- ・中国は規制がないため、排水や残さの不法投棄が横行している。
- ・LCD製品については、もっとネジを減らしてほしい。大型で単一種類のネジどめなら比較的簡単だが、小型、多種類のネジとなると大変である。

(6) 州の電子廃棄物処理システムについて

電子廃棄物処理システムについて意見交換を行った。

- ・法律により、州外や国外で生産させた製品でも、州内で販売されたものは全て同じ扱いとなっている。
- ・電子廃棄物の量は増えており、2004年の3倍になっている。
- ・リサイクラーも増加しており、競合が発生しつつある。3年前、リサイクルの会議には30社しか出席していなかったが、今は500社が出席してきている。通常の廃棄物処理業者からの転換も多いようだ。
- ・電子廃棄物の処理許可（州環境局所管）として、リサイクラーとコレクターの両方を取得している。州の電子廃棄物処理システムにより、電子廃棄物1ポンドの回収・処理について48セントが支払われることになっている。

- ・州政府と契約して大量に処理するためにはC I A M Bの許可を受け、D T S Cにレポートを逐次提出する必要がある。書類の量がとても多くて大変である。消費者向け書類もあるため電子化できない。
- ・政府の契約をせず、処理量が少ないなら許可不要だが、州の電子廃棄物処理システムから料金を貰うことはできない。
- ・カリフォルニアの方式は良いと思うが書類が多く、また手続きが遅い。まだ去年の10月に受け入れ処理した分の支払いを受け取っていない。2004までは消費者が直接支払っていたので翌月には入金があったのだが。
- ・日本の方式ではどうか?→最終的に消費者が負担する点では同じである。
- ・4インチ以上のCRTは消費者は無料で廃棄できる。PCやPDAは有料。
- ・アメリカではゴミバケツに電子廃棄物を放り込む人もいる。
- ・法人は実費負担である。ゲームセンター等も法人である。料金は13セント/ポンドである。
- ・日本での電子廃棄物処理はどうか?→大体同じ。ブラウン管はガラスTOガラスがあるがタイ等へ輸出。回路基板やプラスチックは中国行きも多いし、製錬業者が主体となっている。
- ・中国はリサイクルファンディングが出来ていない。コンシューマーは支払わない方式だが、インフラやプログラムができていない。アメリカのように収集もない。

(7) SMPネジについて

形状記憶樹脂のネジについてデモンストレーションを行い、意見を伺った。

- ・州では処理に熱や水を使うことは禁止されている。加熱禁止の理由としてはプラスチック等の化学変化が問題であるとされている。水は廃水処理上の問題がある。従ってこの技術の導入は難しいだろう。

4. 3 欧州調査出張報告

目的

LCD は携帯電話、TV など幅広い分野で使用されており、今後、製品寿命に到達した LCD の廃棄とその処分方法が懸念される。EU では LC による環境汚染、土壌汚染を防止するために The Council on Waste Electrical and Electronic Equipment in Europe (WEEE) により、LCD メーカーに対し規制を検討している。欧州の研究機関や企業、大学等を訪問して、LCD の処理についての動向を調査する。

出張先 ①C-Tech 社 (Chester、イギリス)、②Gaiker 社 (Zamudio BIZKAIA、スペイン)
③Delft 工科大学 (Delft、オランダ)、④Sony Europe (Stuttgart、ドイツ)
⑤Stuttgart 大学 (Stuttgart、ドイツ)

期間 平成18年2月19日～2月26日

出張者 林俊一 (株)ディアプレックス 常務取締役
高橋慎治 (財)製造科学技術センター 主席研究員
(菊池 有 (株)イーエムエスアイ アソシエイト)

調査結果概要

- ・ どの訪問先でも LC (液晶) の急性毒性は、「無い」との見解だった。慢性毒性についても、「あるとしても重大視するほどのものではない」ということである。Sony Europe では、WEEE のガイドラインを示して、LCD においては、LC 自体より、むしろ、バックライト中の水銀の取り扱いのほうを重要であると強調していた。
- ・ 解体容易性については、必要性和有効性は認めていたが、緊急に対応しなければならないとは感じていないようであった。リユースではなく、リサイクルを中心に考えると、後工程での分別もあるので、必要性が下がるのであろう。
- ・ 形状記憶ポリマー (SMP) については、応用可能性という点で興味を示していた。
- ・ 今回の訪問調査では、液晶自体のリサイクルを考えているところがあったり、家電製品 40 品目の環境特性評価という膨大なベンチマークをやったなどの新しい知見も得られた。

①C-Tech Innovation

Q : Re-LCD プロジェクトとの違いは何か

A : Re-LCD プロジェクトでは LCD の分離・解体を行っており、C-Tech では川下の LC 自体のリユース、リサイクルを行う事を目的としている。Re-LCD プロジェクトで言っている Disassembly の重要性は理解しているが、それ自体に関する取り組みは特に実施していない。

Q : 液晶 (LC) には、いろいろの物質がドーパされていて、純粹に原料に再生するのは大変で、コストもかかるのではないか

A : LC は高価で取り引きされており、LC の回収とリユースの事業が成立する。

Q：液晶（LC）の毒性が取りざたされているが、回収してリユースするまでの処理でも問題が生じないか

A：LCの毒性に関する認識では、Re-LCDプロジェクトのホームページにあったようなLCの危険性や急性毒性はないと認識している。

②Gaiker社

Q：Re-LCDプロジェクトのホームページに記載のあった、「液晶（LC）の毒性がはっきりしないから、液晶デバイス（LCD）の廃棄では、LCDを保管しておくようにすべき」ということについてどう思うか

A：LCの毒性に関する認識では、Re-LCDプロジェクトのホームページにあるLCの危険性、毒性はないと認識している。むしろ、VOC(Volatile Organic Compounds)、つまり、廃棄した際、空気中に揮発、拡散することが問題であると認識している。また、バックライトに使用されている水銀の方が問題であると認識している。

Q：解体容易設計については検討しているか
解体容易設計（ADSM、SMP、SMA）に関する重要性を認識しているが特にこれらの取り組みは行っていない。

Q：Re-LCDプロジェクトの進捗はどうなっている。

A：当社は、プラスチック筐体のリサイクルを担当しており、リサイクルの見込みが付いている。全体の最終会議が3月6、7、8日に開かれて、成果の最終報告が審議される。

③デルフト工科大学

○富山先生による欧州での循環への動向の説明

- ・現在、欧州では中古品より部品等を摘出し、調整して販売する Remanufacturing がある。新品でなくとも部品の機能が確保されるよう整備して販売する。企業の資金が乏しい際に、このような備品の調達が行われる。半導体の製造設備などでやられている。
- ・また、欧州では自動車排ガス規制ユーロ3がある。今後、ユーロ4（～2007）、ユーロ5（2010～）と規制が強化される動きにある。今後、これ以降の規制強化に対し、企業がどのような取り組み、対応できるか検討を行っている。
- ・オランダでは新車の購入時に、廃棄車両の費用を納めている。

○Boks 助教授より、業績の紹介と質疑

- ・フィリップ社の依頼により家電に関する環境に関する評価を実施した。評価項目として分解性（分解時間、作業回数、パッケージの重量、毒性、リサイクル性など）
- ・液晶モニターについても評価を実施したことがある。
- ・Active Disassembly のプロジェクトをやっていた Joseph David Chiodo との共著の論文「Assessment of end-of-life strategies with active disassembly using smart materials」もある。

④Sony Deutschland

○先方から LC の毒性についての EU の見解の説明があり、質疑を行った。

先方の意見の要点

- ・一時期、EU でも LC の有毒性に関する議論があった。LC が（長期的、慢性で）無毒と証明することは困難だが、現在 EU では、LC に有毒性は無いとして扱っている。
（このことは、EU のガイドラインにも記述がある－入手資料）
- ・ソニーでも LC 自体の有毒性、希少性に関する認識はない。
- ・物質としての LC 自体は製品に使用されている割合が少ないため、大きな問題にはならない。（再生利用は考えない）
- ・LC の有毒性より LCD に使用されているバックライトの水銀が問題である。これらの回収技術は加熱、蒸留、過熱等がある。
- ・解体容易性については、スピーカー等の易解体の技術開発をしたことがある。
- ・日本のソニー本社で、環境についてより詳しい話は、堀さん（ソニー、日本）に聞くのが良い。
- ・解体性、リサイクルなどに関しての Re-LCD のプロジェクトはこの 3 月で終了するはずだ。結果が出るだろう。

⑤IKP Stuttgart University / PE Europe

（IKP: Institute for Polymer Testing and Polymer Science）

○先方から PE 社の事業内容の説明；

- ・IKP Stuttgart University では、PE Europe GMBH と業務提携し、LCE ソフト GaBi を活用したコンサルティングを実施している。（PE 社は GaBi の改良、普及販売を目的に創設された）クライアントは主に EU、国、企業であり、特に自動車メーカーなど多くの企業にコンサルティングを実施している。スタッフは 10 名である。
- ・日本にも支社がある。
- ・現在、薄膜太陽光パネルの LCA 解析を実施している。LCD などの LCA 評価を実施したことはない。
- ・DfE の考え方は普及しているものの、それは大企業によるものがほとんどであり、中小企業ではこれから浸透するものと思われる。
- ・GaBi には解体容易性評価のモジュールがある。（部品相互の関連付けがされる）

第5章 LCD対応解体容易設計、解体容易締結部品開発－実用化ロードマップ作成－

5.1 LCD製品易解体技術ロードマップ

5.1.1 LCD製品易解体技術のニーズの背景

LCD製品の製造と廃棄から見た、実用的な易解体技術が必要と考えられる時期は以下のとおりである。

(1) 2008年 改正家電リサイクル法の施行

2006年に予定されている法改正によりLCDTVが家電リサイクル法の対象となる公算は高く、メーカーには数値目標を掲げてのリサイクル実施が求められると考えられる。現在のCRTTVのリサイクル率目標は55%であるが、仮にこの値がLCDTVにも適用されたとすると、LCDモジュールや筐体プラスチックのリサイクルが必要となることから、2008年以降のLCD製品製造にあたっては、リサイクル容易化のための方策として、易解体技術の実現が望まれるところである。

(2) 2011年 地上波TVの完全デジタル化

電波帯域の有効利用のために、2011年には現在の地上波TVのアナログ放送は廃止され、全局がデジタル放送に切り替わる。従来のアナログ放送用TVはそのままでは利用できなくなるため、その前後には大幅な買い換え需要が発生すると考えられる。将来のリサイクルを容易化するために、この大量需要の時点でLCDTVが易解体設計に完全に対応していることが望まれる。

(3) 2015年以降 LCDTVの大量廃棄時代の到来

LCDTVの寿命に関する情報はいまだないが、経済産業省の調査によりCRTTVの平均寿命は12年前後であることが分かっており、現在販売されているLCDTVの寿命もこれに近いものと考え、本格的な廃棄は2015年ころから始まるものと推測される。従って、その時期までには全国的なLCDTVのリサイクルシステムが構築されていることが必要である。

1.3.1 LCD製品易解体技術ロードマップ

図5.1に、LCD製品易解体技術について、実現が望まれる時期から逆算しての研究・開発ロードマップを作成した。なお、技術の分類区分はNEDOの技術戦略マップに基づくものである。

(1) インジウム回収

NEDOの技術戦略マップでは、希少元素の回収は2020年以降に実現するものとなっている。しかし、LCD大量廃棄は2015年～2018頃には始まると考えられることから、回収・抽出・精製システムの実現は前倒しが必要であると考えられる。現状では経済的な回収・精製技術は目処が立っていないことから準備・開発期間は長期にわたるものとした。また、LCD1台ごとでは使用されているインジウムはごく少量であり抽出は少数の施設で集約的に行うようになるであろうこと、精製は既存の非鉄製錬施設が利用できる可能性が高いことから、インジウム再生システムの構築は比較的短期間で可能であるものとした。

(2) LCDパネルの開封

LCDパネルガラスの水平リサイクルやインジウム回収に重要な技術であると考えられることから、これらに先行しての研究開発が望まれる。ここでは、パネルガラス上の回路・フィルター除去やインジウム抽出・精製に先駆けて2010年頃の実現するべきものと設定した。

(3) パネルガラス上の回路、フィルター等の除去、ITO膜の分離回収

パネルガラスを水平リサイクルするためには付着する回路や膜、フィルター類を除去することが必要である。また、この技術によりインジウムも回収可能と考えられる。NEDOの技術戦略マップでは、これらの分離は2020年以降に実現するものとなっている。しかし、LCDTVの改正家電リサイクル法によるリサイクル率目標達成するにはパネルガラスの水平リサイクルは重要であると考えられることから、本調査では分離回収システムの構築を大量廃棄時代に先駆けて2015年までには実現するべきものと設定した。これらの分離・除去は実験室レベルでは実現しているものの、パネルガラスの水平リサイクルが事業として成立するためには大幅なコストダウンが必要であることから、調査・開発期間は長期に渡るものとした。

(4) 導光板の材料リサイクル、筐体プラスチックの材料リサイクル

LCDTVにおいては、改正家電リサイクル法によるリサイクル率目標達成上、これらのプラスチック類の水平リサイクルは非常に重要であると考えられることから、大量廃棄時代に先駆けての回収・リサイクルシステム構築が望まれる。

LCD製品の重量のうちこうしたプラスチック類の割合は比較的大きいことから、廃棄LCD製品が大量でなくても事業として成立する可能性があるものと考え、大量廃棄に先立つ2010年ころには分別・再生システムが実現するべきであると設定した。また、これらのプラスチックのリサイクルは技術としては確立済みのものであるため、開発期間は比較的短期であるものとした。

(5) 蛍光管の破損防止、取り外し容易化

LCD製品のリサイクルの前提となる技術として、早急に蛍光管を破損させずに容易に取り外すことのできる設計・技術の実現が求められている。現状ではコスト的に実用に耐えるレベルの技術はないが、遅くとも地上波デジタル化による大規模需要が発生する前までには全製品が蛍光管の破損防止、取り外し容易化の対策がなされていることが必要と考えられることから、2010年までには技術として完成し、LCD製品メーカーに普及するべきものと設定した。

5.2 導入シナリオ

5.2.1 液晶TVとリサイクル法規の新たな動き

家電リサイクル法が施行(2001年4月)され、電機業界は拡大生産者責任の一端を担うため、家電4品目(ブラウン管テレビ・エアコン・冷蔵庫・洗濯機)の回収・材料の再資源化・製品への応用等に取り組んできた。2004年度の実績として年間1,121万台の廃家電製品を処理し、107万トンの廃材料を有価の素材として再資源化するまでの規模になり、現在世界で稼動しているリサイクルの仕組みとしては最もうまく機能していると内外から評価を受けている。

制度施行から5年経った現在、仕組みの見直しがスタートし、2009年頃から液晶テレビ等の新たな品目追加が行われる見通しである。一方、市場でも液晶テレビ等の薄型テレビ普及が本格的となり、2005年度にもブラウン管テレビの出荷台数を上回ることが予想されている。また、2011年のアナログテレビ電波の停止の前後から、ブラウン管テレビから薄型テレビへの買い替え需要が一段と高まることが想定される。

このような情勢のなか、液晶テレビや液晶ディスプレイ関連商品の適正なリサイクルは循環

型社会形成において克服しなければならない課題となってきた。

液晶テレビのリサイクルにおいて重要な技術としては、

- ① テレビセットの解体と材料分別、
- ② プラスチック部品のクローズドマテリアルリサイクル、
- ③ バックライトの安全な取り外し、
- ④ 液晶パネルの処理

が考えられる。このうち①については、短時間で能率よく解体・材料分別が行われることが必要で、締結部品（主として締結ねじ）の数量削減に、各メーカーとも設計段階から取り組んでいる。この一年の間に、32型液晶テレビにおいて、210本から180本に本数を削減した例がある。③については、複数本のバックライト（蛍光灯）をユニット化して組み立て・解体時の取り扱いの簡素化をはかるような取組もあるが、バックライト解体手順を明確にして、安全な作業を実施することを指す。

やはり、このリサイクルにおいて最大の課題は、「②プラスチック部品のクローズドマテリアルリサイクル」と「④液晶パネルの処理」である。②では、プラスチックの種類毎の分類とそれぞれの再資源化技術、塗装やシール等の剥離技術が課題である。すでに、ポリカーボネートABS製筐体において、シャープ（株）が再資源化に目処をつけた。電機電子各社で液晶テレビ筐体プラスチック材料の再資源化技術開発が活発化し、改正家電リサイクル法が施行される2009年までには、再資源化技術が出揃うのではないかと推測される。塗装やシールの剥離技術については、すでにいくつかの試みがあるが、シャープでは大気中でのプラズマ放電による塗装の剥離技術開発を行い実用化への目処をつけた。この技術も、2009年を目標に実用化が進む。また、シールについても筐体材料と相溶性のあるシールを用いることによって、リサイクル時に剥がす必要が無いものや、剥がす時に簡単に剥がすことができるシールを既に採用しているメーカーもあり、このようなシールの採用は拡大していくものと予想される。

「④液晶パネルの処理」については、すでに非鉄精錬炉の珪石代替材料として活用できることが確かめられている。この方法は、新規に設備投資する必要も無く、安全に、しかも、材料として利用できることから、有望な処理方法と考えられる。すでに液晶ディスプレイの回収リサイクルがWEEE指令で義務付けられている欧州においても、液晶パネルを非鉄精錬へ珪石代替用と投入処理する本技術を積極的に活用する。

5. 2. 2 ガラスのリサイクル率向上に向けて

ガラスは、その製造工程を重油の燃焼による熱に依存しているが、ガラスカレットを入れることにより、重油消費量の削減が期待される。既に、ガラスのリサイクルは、かなり進んでおり、加工工程で出る不要となったガラスのほとんどは、原料としてガラスに再生されており、現在カレットの原料に占める割合は40～60%程度となっている。

一方、ガラスの透過率を含む、規格に対するユーザーの要求は、厳しくなっており、これに対応するためには、原料に対する規格選別を、厳しくせざるを得ない状況にある。使用するカレットに異なる種類のガラスカレットが、混入すると、製品ガラスの品質の維持が出来なくなる。このため、ガラスをリサイクルするには、リサイクル時に、ガラスの原料情報が容かるシステムの構築が望まれている。

ガラスは、そのまま使用するケースは少なく、接着材により複数のガラスを接着したり、表面に印刷したりして使用されるケースが多い。

今回、委員会として検討されてきた「易解体技術」は、機械的締結を工夫することにより、解体の容易化を図るもので、この検討により、ガラスを使用された製品から外しやすくすることは可能になるが、取り外したガラスを元のガラスにリサイクルするには、表面の印刷物の除去や接着剤で接着されたガラスを剥がす技術の開発が必要となる。

現在、その廃棄量が多い建築、自動車用ガラスについて、表面印刷物をサンドブラストで除去し接着剤で接着したガラスを粉砕して、ガラスだけを取り出す方法他が活発に検討されているが、先に記した、ガラスの種類が難しく、比較的材料の許容範囲が広いガラス繊維の材料としての活用が先行しており、元のガラスへのリサイクルに対する検討は実施されているが、実用化レベルになっているとは言い難い。

前述したとおり、

(1) . ガラス表面の印刷物の除去や接着剤などで接着されたガラスから、ガラスを分別してガラスに戻す開発は、ガラスメーカーで積極的に取り組まれており、一部で試用されているが、処理費用が、回収されるカレットの価値に対して高く、普及するには、さらなる改良が必要。

(2) . 前述で取り出されたカレットも、ガラスの組成情報が明確でないものはガラスの品質維持の障害となるため、ガラスの原料としては使用できず、比較的原料に対する規制が少ないガラス繊維の原料として使用されている場合が多い。

より価値の高いカレットを得るためには、ガラスを使用する場合、その原料情報をガラスに記しておくようなシステムが必須である。このような検討は、既に、樹脂材料ではかなり進んでおり、同様の展開が必要である。

以上のように、ガラスのリサイクルについては、ガラスメーカーが進める、製品からガラスを取り外し、ガラスに着けられているものを除去する技術の開発と、ガラスの材料が分かるシステムの構築を両輪として今後進められることが期待されている。

しかし、その検討は樹脂などに比べると遅れており、よって、対象もガラスの使用量の多い建築、自動車が先行しており、製品中に占めるガラスの比率が8%程度のLCDについては、まだ具体的な検討が着手されていないのが現状である。

先に記したとおり、今後、重油使用量の削減、CO₂の排出量削減などの要求が強くなるにつれて、本技術開発はさらに加速され、ガラスへの材料情報の記録に対する規制も検討されることが考えられるが、現段階で、そのシナリオは明確になっていない。

5. 2. 3 ITO膜

液晶ガラスには、透明電極としてITOが使用されている。このITO中のインジウムが、レアメタルとして、リサイクルの回収対象としてクローズアップされている。

国内におけるインジウムの供給量は、2004年度で721tにのぼる。この内、国内生産量は70t、スクラップの再利用は230tで残りは輸入である。

一方インジウムの用途については、透明電極のITOが470tと全体の65%を占め大きな需要先となっている。(以上データ出典：JOGMECホームページ<http://www.jogmec.go.jp/index.html>)

液晶ガラスからのインジウム回収には、大別して以下2つの可能性が考えられる。

なお、以下の回収方法検討に際しては、液晶ガラス中のインジウム品位は200~300ppm程度と仮定し、ガラス中の不純物が与える影響については考慮していない。

(1) 山元還元法

液晶ガラスを山元還元する際にインジウム回収が可能となるのは、錫製錬の溶鉱炉で処理した場合である。

錫とインジウムは親和性がよく、溶鋳炉より産出する粗錫中にインジウムが効率よく濃縮回収される。

ここでの問題点は、錫製錬所が国内に1ヶ所しかないこと、また処理能力が小さくインジウム品位を10倍以上に濃縮してから投入する必要がある点などである。

また、溶鋳炉に投入されたガラスは製錬スラグとなり、ガラスとしてリサイクルできない点にも注意が必要である。

(2) 湿式回収法

液晶ガラス表面のITO被膜を酸などにより溶解し、液化インジウムとして濃縮回収する方法が、現在有効な手段として検討されている。

液晶ガラス中のインジウム品位が低いため、その実現のためには、新規に要素技術の組み合わせを検討・調査の上、設備導入などする必要があるが、湿式処理後のガラスを水平リサイクルできる可能性が出てくる点にこの技術の優位性がある。

そのため、液晶テレビの急激な生産量増加により、将来増大する廃液晶ガラスを総合的にリサイクルするため実用化が急がれる技術である。

第6章 今後の課題及び展開

今回の調査研究は、膨大な製品や部品の中からLCDをターゲットにおき、高度分離・解体技術の調査を行った。本来、循環型製造システムを構築するにあたり、リユース・リサイクルしやすい製品設計や素材構成などを考え、また、回収された製品・部品をいかに効率よく回収し、使える部品や素材をいかに製品製造（動脈）側へ戻せるかが重要なポイントとなる。しかしながら、現実にはそうはなっておらず、その原因は、流通コスト高、製品・部品製造の海外からの移転・流入、廃棄する段階での消費者の意識問題等々があげられる。当然技術開発も必要だが、それだけではなく社会システムや制度の充実も必要条件と考える。

とかく環境問題は何から手をつければ良いのか、また、卵鷄論的に何を優先するのかで議論が空転する状況が多い。まず、取り組むことの重要性を認知し、問題意識を共有化することで循環型製造システム、すなわちインバース・マニュファクチャリングの実現を目指していくべきかと考えている。

LCD調査では、特に有害物質の将来的な影響問題が明らかになった。また、国内では2009年施行の家電リサイクル法や2011年地上波完全デジタル化による旧製品の買換需要等を考慮し、前倒しの調査や開発、制度検討を行わなければならない。それらの解決するための取り組むべく社会システムや技術開発を、その時の最先端技術等を利用し解決していくためには、要素技術のその場限りの開発ではなく、製品・システム単位で取り組むべき事項を整理し、戦略的な技術ロードマップを描く必要がある。

平成16年度16分野の技術ロードマップ、技術マップ、導入シナリオを作成した経済産業省は、平成17年度その見直しを行っており、今後毎年または定期的なローリング（見直し）を行う予定である。その中で現在の技術ロードマップでは今回調査研究対象のLCD等へ対応は、2010年以降の展開となっており、上述の状況では、問題が顕在化してからの後手後手対応になると予想せざるを得ない。今回本調査研究で作成した技術ロードマップを基に、早期の対応を図るべくシステムや制度、技術開発の提案を国に対して行っていきたいと考えている。

Ⅲ. 教育・表彰委員会

教育・表彰委員会

1. 目的、制度

教育・表彰委員会は、インバース・マニュファクチャリングの実践、普及、発展の観点から、優れた製品やシステムの表彰および企業格付けの評価基準を策定し、表彰実施体制を構築することを目的としている。また、インバース・マニュファクチャリングフォーラムが発足10周年を迎える平成18年12月に、フォーラムへの功労企業／功労者を表彰することについてもあわせて検討を行なう。

表彰制度

表彰制度そのものは、インバース・マニュファクチャリングフォーラムとしての独自性を確立させていく。また表彰選考の評価方法については、ライフサイクル設計ガイドライン・評価基準WGにおける、製品やシステムのインバース・マニュファクチャリングの観点からの評価基準やエコ・エフィシェンシー指標としてのE2-PA等を踏まえ、およびインバース・マニュファクチャリングに取り組んでいる企業の格付けに関する検討結果をも取り込んでいく。

教育制度

セミナーやテキストのコンテンツ提供などに加え、インバース・マニュファクチャリング、循環型生産システム、ライフサイクル管理システムを構築・運用できる人材の認定制度を検討する。教育プログラムのコンテンツはこれまでの活動成果をベースに、他の委員会の活動成果も積極的に取り込んだものとしていく。

2. 平成17年度の活動

委員会を開催し、以下の検討を行った。

インバース・マニュファクチャリング教育

- インバース・マニュファクチャリングに関するセミナー、シンポジウムの開催
- インバース・マニュファクチャリングの導入・実践に関する教科書の作成
- インバース・マニュファクチャリング マイスターのような資格認定制度の立ち上げなどをスコープに入れて検討を行う。

さらに、普及啓蒙の裾野を広げるために、WEB上のゲームの提供などについても視野に入れて考えることにする。

10周年記念表彰

平成18年12月の10周年記念表彰については、これまでのフォーラムの活動に功労のあった、企業、および個人メンバーを表彰するものとし、討論の結果、以下の対象、基準を委員会原案とすることにした。

表: 表彰対象者と選定基準

表彰対象の区分		選定基準	備考
個人	功労者	委員会の委員長を4年以上務めた。	
		対外的な講演や発表を5回以上行った。	
		「インバース・マニュファクチャリング ハンドブック」(丸善)の編集の際に中心的に活動した。	
	特別功労者	委員会の委員長を5年以上務めた。	
		(事務局からの推薦)	
		(教育・表彰調査委員会, 企画委員会の委員からの推薦)	
企業	フォーラムに8年以上参加した。		
	インバース・マニュファクチャリングを実践し(循環型生産システムを構築し),その実践内容を環境報告書, ウェブページ, パンフレットなどで対外的にPRした。		

インバース・マニュファクチャリング表彰

他の類似の表彰制度との差別化や運営委主体として、インバース・マニュファクチャリングフォーラムが独自に行うのか、他の組織制度と共催の形で実施するのかなどについての検討が必要との指摘もあった。

2006年1月10日

インバース・マニュファクチャリングフォーラム
教育・表彰調査委員会

関連表彰制度リスト

製品、サービスを対象にした表彰

No.	名称	主催	対象, 評価基準	備考
1	省エネ大賞	(財) 省エネルギーセンター	既に製品化され, または研究開発済みで商品化され, 消費者又は事業者が購入可能な民生用の機器・資材及びシステム (エネルギーを使用するもの) のうち, 特に省エネルギー性に優れているもの [評価項目] 省エネルギー性, 省資源性・リサイクル性, 先進性, 市場性, 環境改善性・安全性	○ 経済産業大臣賞, 資源エネルギー庁長官賞, 省エネルギーセンター会長賞がある ○ http://www.eccj.or.jp/bigaward/
2	エコプロダクツ大賞	エコプロダクツ大賞推進協議会	環境負荷の低減に配慮した, すぐれた製品・サービス (エコプロダクツ) [評価項目] 省資源・水資源の削減等, 3R, エネルギー消費・使用量の削減, 有害物質の排出抑制, グリーンな社会意識の形成への貢献	○ エコプロダクツ大賞推進協議会: エコプロダクツの振興・発展を図ることを目的にエコプロダクツに関わりの深い民間団体が連携して2004年7月に設立された ○ 農林水産大臣賞, 経済産業大臣賞, 国土交通大臣賞, 環境大臣賞, エコプロダクツ大賞推進協議会会長賞がある ○ 応募件数 2004: エコプロダクツ部門 260件 エコサービス部門 60件 2005: エコプロダクツ部門 115件 エコサービス部門 25件 ○ http://www.gef.or.jp/ecoproducts/

No.	名称	主催	対象, 評価基準	備考
3	ウェステック大賞	ウェステック実行委員会 (環境新聞社, CJC ほか)	廃棄物処理やリサイクルなど環境保全社会に貢献している施設, 機器・技術, 活動や取組, 出版事業など	○ 環境大臣賞, 各部門賞, 審査委員長特別賞がある。 ○ http://www.wastec.gr.jp/
4	新エネ大賞	(財) 新エネルギー財団	新エネルギーに係る商品及び新エネルギー導入あるいは普及活動	○ 経済産業大臣賞, 資源エネルギー庁長官賞, 新エネルギー財団会長賞 ○ http://www.nef.or.jp/award/index.html
5	エコロジーデザイン賞 (グッドデザイン賞特別賞 (経済産業大臣賞))	(財) 日本産業デザイン振興会	すべての受賞商品および施設等の中で, 地球環境や資源の有効活用に配慮し, または自然景観, 都市景観, 生活環境との調和を実現した商品および施設等のうち特に優れていると認められるもの	○ http://www.g-mark.org/index.html
6	Hong Kong Eco-Products Award	Business Environment Council	○ Assessments cover entrant's attributes across their life cycle: design; manufacture; packaging; use; and end of life ○ Criteria include: energy, materials, recyclability, reusability, waste, toxic substances and others appropriate to each entry	○ http://www.bec.org.hk
7	優秀環境装置表彰	日本産業機械工業会 経済産業省	[目的] 優秀な環境装置を表彰することにより環境保全技術の研究・開発及び優秀な環境装置の普及を促進させ, 我が国の環境装置産業の振興に資する [対象企業] 環境装置を製造またはエンジニアリングする企業 [審査内容] 関係法令の規制値を満足し, かつ次の項目に優れている装置: 独創性, 性能, 経済性, 将来性	○ 経済産業大臣賞, 経済産業省産業技術環境局長賞, 中小企業庁長官賞, 日本産業機械工業会会長賞 ○ http://www.jsim.or.jp/

企業・団体を対象とした表彰

No.	名称	主催	対象, 評価基準	備考
1	資源循環技術・システム表彰	経済産業省, (財)クリーン・ジャパン・センター	企業、事業団体（再生資源の有効利用事業, 使用済み物品の再使用事業, 副産物・廃棄物の発生・排出抑制, 再生利用又は再使用技術・装置・システムの開発事業, 資源循環型製品の開発・普及事業）	○ 経済産業大臣賞, CJC 会長賞など ○ http://www.cjc.or.jp/
2	3R 推進功労者等表彰 (リデュース・リユース・リサイクル推進功労者等表彰)	リデュース・リユース・リサイクル推進協議会, (財)クリーン・ジャパン・センター	3R の推進に貢献している個人, グループ, 学校及び特に貢献の認められる事業所等	○ 内閣総理大臣賞, 国務大臣・内閣府特命担当大臣・経済財政政策担当大臣賞, 文部科学大臣賞, 経済産業大臣賞, 国土交通大臣賞, 環境大臣賞, 会長賞 ○ 2005 年は 109 件を表彰(98 件は会長賞) ○ http://www.cjc.or.jp/
3	地球温暖化防止活動環境大臣表彰	環境省, 全国地球温暖化防止活動推進センター	地球温暖化の防止に関し顕著な功績のあった個人や団体に対し, その功績をたたえるもの。 表彰部門 (1) 技術開発・製品化部門 (2) 対策技術導入・普及部門 (3) 対策活動実践部門 (4) 環境教育・普及啓発部門 (5) 国際貢献部門 → (1), (2) が製品やサービスに関連する	○ http://www.jccca.org/more/hyoushou/

No.	名称	主催	対象, 評価基準	備考
4	グリーン購入大賞	グリーン購入ネットワーク	<p>グリーン購入の実践や, グリーン購入の普及・促進において優れた取組みを行う団体 [審査基準]</p> <p>○グリーン購入の取組みを通じて「地球温暖化防止」や「3R」の促進に貢献しているか</p> <p>○取組み内容に継続性や発展性があるか</p> <p>○取組み内容に先進性や独自性があるか</p>	<p>○環境大臣賞, 経済産業大臣賞, 大賞, 最優秀賞当</p> <p>○ http://www.gpn.jp/event/award/</p>
5	地球環境大賞	<p>フジサンケイグループ (主管: フジサンケイ ビジネスアイ)</p> <p>後援: 経済産業省, 環境省, 文部科学省</p> <p>協力: 社団法人 日本経済団体連合会</p> <p>特別協力: 財団法人 世界自然保護基金ジャパン (WWF ジャパン)</p>	<p>下記の評価基準を満たす企業, 自治体, 大学, 市民グループ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 産業の発展と地球環境との共生に寄与すること 2) 持続可能な社会の実現に向けて高い企業理念, 行動計画を有していること 3) 持続可能な社会の実現に向けて独創性, 先進性があること 4) 持続可能な社会の実現に向けて模範となり得る顕著な実績を有していること 5) 事業活動, 保全活動, 技術・製品開発で従来に比べ顕著な改善効果が期待できること 6) 産官学の連携や異業種間のクラスター化, 業界活動の牽引などでリーダーシップを発揮していること 7) 地域や社会どの環境コミュニケーションの構築に積極的な役割を果たしていること 	<p>○第1次審査: 環境・公害訴訟問題などに留意し、基準に照らして評価 (事務局)</p> <p>○第2次審査: 第1次審査の通過者に対し下記を考慮し審査 (顕彰制度実行委員会)</p> <p>○最終審査: 上位20社前後を対象に一括して総合審査 (審査委員)。上記の結果についての妥当性を顕彰制度委員が最終的に判断する</p> <p>○大賞, 経済産業大臣賞, 環境大臣賞, 文部科学大臣賞, 日本経済団体連合会会長賞, フジサンケイグループ賞, フジサンケイ ビジネスアイ賞, 地球環境会議が選ぶ優秀企業賞, 優秀環境自治体賞, 優秀環境学校賞, 環境市民グループ賞</p> <p>○ http://www.business-i.jp/eco/</p>

No.	名称	主催	対象, 評価基準	備考
6	日経地球環境技術賞	日本経済新聞社	<p>[ねらい] 地球環境問題に関する調査、研究、対策技術の開発などで「地球環境保全と持続的な発展」に貢献する、優れた成果を表彰</p> <p>[対象] 日本を拠点に活動している個人研究者や研究グループ</p> <p>[評価基準] 以下の5点を総合的に評価</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 地球環境保全への貢献度(実績及び実現性の予測を含む) 2. 研究・技術の独自性 3. 技術の実現性、普及の可能性 4. 産業界への技術革新の貢献度 5. 社会へのインパクト 	http://www.nikkei.co.jp/events/chikyu-kankyo/
7	明日への環境賞	朝日新聞社	<p>環境保全に貢献する実践活動(NGOや自治体などの活動、著作や映像を含む)</p> <p>地球温暖化防止から地域ぐるみの節水活動まで幅広い分野を対象とし、「先見性」「モデル性」「継続性」に富む実践活動を顕彰</p>	http://www.asahi.com/shimbun/award/env/
8	環境賞	(財)日立環境財団 (株)日刊工業新聞社 後援: 環境省	<p>環境への付加の少ない持続的発展が可能な研究・開発・調査で画期的な成果を挙げるか、その成果が期待される個人や企業・団体</p>	http://www.hitachi.co.jp/Int/skk/hsk15000.html
9	環境コミュニケーション大賞	(財)地球・人間環境フォーラム 後援: 環境省, 日本経済新聞社 協力: (財)地球環境戦略研究機関 持続性センター	<p>[ねらい] 事業者等の環境コミュニケーションへの取組みを促進するとともに、その質の向上を図る</p> <p>「環境報告書部門」「環境活動レポート部門」「テレビ環境CM部門」</p>	http://www.gef.or.jp/eeco-com/

No.	名称	主催	対象, 評価基準	備考
10	環境報告書賞 サステナビリティ報告書賞	東洋経済新報社, グリーンリポ ーティング・フォーラム	[ねらい] 日本における企業の環境情報開示 に対する認識を高め, 環境報告書を質量とも にさせる	http://info.toyokeizai.co.jp/award/kankyo/
11	環境 goo 大賞	NTT レゾナント	企業・自治体・NGO・個人の情報発信を支 援する賞	http://eco.goo.ne.jp/business/event/taisyou/
12	コカ・コーラ 環境教育賞	高梨仁三郎記念コカ・コーラ環 境教育財団 協力: 読売新聞社 後援: 環境省	[ねらい] 青少年を対象に, グループ活動を通 じて自然を理解し, 大切にす教育を行っ ているボランティア (私的な団体・個人) の 活動を助成, 支援することによって環境教育 の促進を図る	http://www.cocacola.co.jp/koeef/jp/
13	おおさか環境賞	豊かな環境づくり大阪府民会 議, 大阪府	環境への負荷の低減や自然との共生, 快適環 境の創造など, 自主的かつ積極的に他の模範 となる環境の保全または創造に資する活動 に取り組んでいる個人, 団体, 事業者の活動 を奨励する	http://www.epcc.pref.osaka.jp/fumin/ html/osaka_syou.html
14	環境水俣賞	水俣市	環境の保全, 再生, 回復またはこれに関する 活動や調査研究を行う個人および団体	http://www.minamatacity.jp/jp/kankyou/ main/k_minamatasyou2004.htm
15	えひめ環境賞	愛媛県		http://www.pref.ehime.jp/kankyou/k-hp/
16	Energy Star Award	EPA, DOE (アメリカ合衆国)	エネルギーおよびコスト削減とよりよい環 境をもたらす, 優れた技術的成果, 公教育, およびエネルギースターのプロモーション 行為の認められる団体	http://www.energystar.gov/ index.cfm?c=pt_awards.pt_es_awards
17	SPE Award (Health, Safety, and Environment Award)	Society of Petroleum and Engineers	衛生, 安全, 環境の分野において技術の進歩 に貢献する卓越した功績のあった個人	http://www.spe.org/spe/jsp/ basic/0,,1104_1008528,00.html

No.	名称	主催	対象, 評価基準	備考
18	Annual Environment Award for Business	The London Chamber of Commerce Environment Committee and the EMRCB	<p>[対象] 健全な環境を保護するためのプロジェクトにおいて顕著な功績とリーダーシップを示した地元企業</p> <p>[評価基準] 廃棄物の 3R、エネルギーや水の保全プログラム、汚染の低減、従業員への環境教育、環境的責任のあるデザインまたは改変</p>	http://www.chamber.london.on.ca/events/obaa/enviro.htm
19	The Tech Museum Awards	Applied Materials, Inc.	環境その他の分野で人間環境を著しく向上させる技術を採用した個人、営利または非営利組織	http://www.techawards.org/
20	Governor's Environmental and Economic Leadership Awards Program	California Environmental Protection Agency and Resources Agency	<p>[対象] 卓越したリーダーシップを示し、カリフォルニアの資源の保全、環境の保護・向上、官民パートナーシップの確立に多大な寄与をした個人、団体、企業</p> <p>[分野] Sustainable Practices or Facilities Children's Environmental Education Ecosystem and Watershed Stewardship Environmental and Economic Partnerships Comprehensive Land Use Planning Technological And Market Innovation Sustainable Communities</p>	http://www.calepa.ca.gov/Awards/GEELA/

環境関連の企業の格付け, 評価

No.	名称	主催	対象, 評価基準	備考
1	環境経営度調査	日本経済新聞社	上場, 非上場の有力企業 1) 運営体制・情報公開・環境教育・社外貢献, 2) ビジョン, 3) 汚染リスク, 4) 資源循環, 5) 製品対策, 6) 温暖化・物流対策	アンケート調査により「資源循環」「汚染リスク」など6つの評価項目に分けて各社の回答内容の偏差値を算出・評価し, 総合得点(平均500点)を算出する。
2	環境イメージランキング	日本経済新聞社	環境経営度調査の報告の一部	
3	環境ブランド調査	日経BP社	各業種の売り上げ上位企業 「環境情報接触」「環境コミュニケーション」「環境イメージ」「環境活動評価」の4つの指数を合計したものを偏差値で算出	
4	環境経営格付け → サステナブル経営格付け	環境経営格付機構	環境経営信頼性, 環境保全, 社会・文化・倫理	http://www.smri.jp/framepage.htm
5	環境格付け	トーマツ審査評価機構	1) 環境報告書の発行 2) スコアカードによる環境報告書の評価点 3) 取組み範囲 4) 温室効果ガス削減への取組み 5) 土壌汚染対策への取組み 6) 取組み内容の信頼性・透明 7) ISO 14001 認証取得 AAA~C でランク付け	http://www.teco.tohmatu.co.jp/lank.html
6	環境配慮型経営促進事業 環境スクリーニング評価	日本政策投資銀行	環境スクリーニングを用いて企業の環境経営度を評点化し, を融資条件に反映する	http://www.dbj.go.jp/japanese/environment/finance/program.html
7	企業の環境格付け	ニッセイ基礎研究所	「取組み」ではなく「成果」を評価。 環境効率, 環境リスク, 独自の環境経営インデックスを使用。	環境プレイヤーズ・ハンドブック 2005 ダイアモンド社

CSR（Corporate Social Responsibility, 企業の社会的責任）関連の評価, SRI（Socially Responsible Investment, 社会責任投資）のインデックス

No.	名称	主催	対象, 評価基準	備考
1	Dow Jones Sustainability Index	Dow Jones Indexes, STOXX Limited and SAM Group	経済, 環境, 社会 Environmental Policy / Management Environmental Performance (Eco-Efficiency) Environmental Reporting Industry Specific Criteria	http://www.sustainability-indexes.com/html/assessment/criteria.html
2	UBS 日本株式エコファンド 「エコ博士」の銘柄選定	日本総合研究所	対象企業へのアンケート調査による 1) 環境に関する経営方針 2) 環境マネジメントシステム 3) 環境経営 4) 環境コミュニケーション 5) 環境パフォーマンス 6) 環境リスク管理 7) 環境ビジネス・環境技術開発 8) 海外での事業活動	「わが国企業の CSR 経営の動向」 http://www.csrjapan.jp/research/trend
3	KLD Select Social Index SM	KLD Research & Analytics	Russell 1000, S&P 500® Index 環境性, 社会性を投資のインデックスとして統合 community relations, diversity, employee relations, human rights, product quality and safety, environment and corporate governance	http://www.kld.com/
4	FTSE4Good Global Index	FTSE4 Group	国際的な「よい企業」 アンケート及びヒアリング調査, 企業報告書, 企業のウェブサイト情報を情報源とする。産業部門の環境影響度によって三段階に分け, 影響が大きい部門ほど評価基準を厳しくしている。	http://www.ftse.com/ftse4good/criteria_methodology.jsp

No.	名称	主催	対象, 評価基準	備考
5	BEST IN CLASS	Storebrand 社	<p>The environmental indicators are:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Environmental risk management • Products and services • Business partners • Energy • Air emissions • Waste • Water • Eco efficiency <p>The social responsibility indicators are:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Governance • Community involvement • Occupational health and safety • Labour relations • Human rights and labour rights • Business partners • Products and services 	http://www.storebrand.com/storebrand/nyaapen/STBSRI.nsf
6	EcoValue21®	Innovest	<p>Environmental Strategy & Management</p> <p>Risk Factors</p> <p>Eco-Efficiency Initiatives</p>	http://www.innovestgroup.com/
7	The 100 Best Corporate Citizens	Business Ethics 誌	<p>企業市民ランキング。</p> <p>株主, コミュニティ, マイノリティと女性, 従業員, 環境, 海外の利害関係者, 顧客の7つのステークホルダーグループに最も貢献している企業を評価。</p> <p>7つの評価項目において同業他社と比較する。項目に重み付けはせず、7項目の平均値を用いる。</p>	Business Ethics 誌はビジネスにおける社会責任の分野で16年の歴史を持つ雑誌。

No.	名称	主催	対象, 評価基準	備考
8	Shopping for a Better World	Council on Economic Priorities	フォーチュン誌が選ぶ世界企業上位 500 社 のうちの 200 社 社会的評価, 環境的評価 1) 環境影響 2) 環境報告書 3) 法規制遵守 4) 環境マネジメントシステム 225 項目を定量評価。特に有害化学物質対策 を重視。他社との比較で評価する相対評価を 行っている。調査に基づいて点数を付け、業 界ごとに上位から 25% ずつの割合で A~D の 4 段階で格付けする	総合環境政策局事業者の環境パフォーマンス 指標 (2000 年度版) 資料
9	Award for Excellence	Business in the Community	社会的な責任のあるビジネスをメインスト リームのビジネスに統合し、市場によい成果 を生みだしている企業	http://www.bitc.org.uk/awards/
10	The Corporate Report Card	Council on Economic Priorities		環境プレイヤーズ・ハンドブック 2005 ダイヤモンド社
11	「企業の社会責任」格付け	Oekom Research	製品・サービスの環境適合性や製品使用時の 環境負荷を重視	環境プレイヤーズ・ハンドブック 2005 ダイヤモンド社
12	企業の社会貢献度調査 企業の社会貢献賞	朝日新聞文化財団	社会活動に積極的な企業を表彰 「企業倫理」「社員にやさしい」「ファミリー 重視」「女性が働きやすい」「障害者雇用」「雇 用の国際化」「消費者志向」「地域との共生」 「社会支援」「環境保護」「情報公開」などそ れぞれで表彰 (?)	(財) 朝日新聞文化財団のページには関 連情報なし。 http://www.asahi.com/information/ bunkazaidan/

IV. インバース情報調査広報委員会

インバース情報調査広報委員会

本委員会は、インバース・マニュファクチャリングフォーラムのメンバー間で公募情報や最新技術などの情報を共有すること、フォーラム成果を周知徹底させることを目的に平成14年度に発足した。

平成17年度は、以下の行事を実施した。

1. 総会併設講演会

日 時：平成17年6月28日（火）13：30～16：00

場 所：虎ノ門パストラル新館6階 アジュール

東京都港区虎ノ門4丁目1番1号

参加者：65名

講演内容：

1. 「3R政策と最近の動向」

経済産業省産業技術環境局リサイクル推進課

辻本 圭助 総括補佐

リサイクル問題とは何か、なぜリサイクルに取り組むのかということから始まって、関連システムのコンセプト、課題と今後の対応についての講演。最後に、含有化学物質の情報開示も含め、日本の製造業が、世界に先駆けたリサイクルシステムを構築／運用することが競争力強化とビジネスの発展につながるので、官民一体で頑張っていこうと結んだ。

2. 「インバース・マニュファクチャリングは何故必要か？」

大阪大学 大学院工学系研究科 梅田 靖 教授

製造業として、地球環境問題にどう取り組むのかというインバース・マニュファクチャリングフォーラムの発祥起源から始まって、フォーラムのこれまでの取り組みと成果の紹介があり、インバース・マニュファクチャリングの中心課題であるライフサイクル設計についての重要性が説かれ、「適切な循環は予め設計し、マネジメントしないと実現できない」として、今後もフォーラムとしてインバース・マニュファクチャリングのありべき姿を追求し続けることが必要だと述べた。

3. 「エコデザインの新たなる展開

－ “市民の消費行動と環境情報ニーズ” に関するアンケート分析より－

東京大学先端科学技術研究センター

藤本 淳 特任教授

フォーラムで昨年度（H17年1月）実施したインターネットアンケートの結果の紹介。

環型社会に対する消費者の意識はまだ希薄であり、資源多消費型の生活様式は、コンビニ、100円ショップの利用等でさらに強まっていて、若い世代には、資源多消費型の行動が著しいが、一方この世代は中古品を使う事への抵抗も少ないということだった。この結果を踏まえて、家庭内の不要品を一括して引き取り、再生販売する RESCO (Resource Service Company) 事業の提案があった。



2. 関西セミナー&工場見学

セミナー

日 時；平成18年1月12日（木）13：00～17：30

場 所；大阪大学 银杏会館 大会議室（大阪府吹田市山田丘2-2）

主 催；インバース・マニュファクチャリングフォーラム

後 援；大阪大学（大学院工学研究科機械工学専攻）

参加者：37名

内容

講演1「インバース・マニュファクチャリング（循環生産）」大阪大学大学院 工学研究科 教授 梅田 靖
インバース・マニュファクチャリングの概念とフォーラムのこれまでの成果を紹介するもの。環境問題に対する製造業の役割から始まって、ライフサイクル設計の重要性を説き、消費者の視点の必要性と実践への移行がポイントであることにも言及。

講演2「地球温暖化の国内制度設計」大阪大学 社会経済研究所 教授 西條 辰義
途上国との排出権取引の利害得失を述べたもので、国内の排出者に課徴金を課して、それを原資に途上国との排出権取引を実施することで、双方にメリットがあることを示した。

講演3「温暖化負荷ゼロ企業を目指してーシャープの環境取り組みー」

シャープ株式会社 環境安全本部 本部長 森本 弘
シャープの企業としての環境への様々な取り組みを紹介。翌日の関西リサイクルシス

テムズ工場見学の導入にもなっていた。

研究室見学 大阪大学 大学院 工学研究科 マテリアル生産科学専攻 荒井研究室

リユースリサイクルを考慮した分解支援システム

大阪大学 大学院 工学研究科 機械工学専攻 梅田研究室

ライフサイクル設計と環境調和ビジネス



工場見学

場 所；関西リサイクルシステムズ株式会社

大阪府大阪市春日北町2丁目28番1号

日 時；平成18年1月13日（金） 10:00～12:00

主 催；インバース・マニュファクチャリングフォーラム

参加者；27名

家電4品目の再商品化工場（Bグループ、シャープ+三菱マテリアル出資）

洗濯機や冷蔵庫のプラスチック（ポリプロピレン）を結晶核の生成材を添加することにより、プラスチックの寿命を伸ばして、家電製品の同じ部品にクローズドループで使っているとことで、他の家電メーカーの参加者から、細かい質問も出ていた。



3. インバース・マニュファクチャリングフォーラムシンポジウム 2006

日 時；平成18年2月8日（水）10：00～17：00

場 所；後樂園会館 1F 会議室3～5 東京都文京区後楽 1-7-22

主 催；インバース・マニュファクチャリングフォーラム

参加者；72名

1. 開催挨拶とインバース・マニュファクチャリングフォーラム紹介

2. 講演「地球環境のメガトレンドと日本産業」 安井至国連大学副学長

地球環境に関する最近の動きをグローバルな視点で紹介した。

環境への調和と生活水準の維持の釣り合いをどうとるか。

3. 解説「EcoDesign2005」の話題から

・全体概要、話題紹介……………服部光郎

・EcoDesign2005 より、(その1) 環境配慮設計……………服部光郎、増井慶次郎、小池勉

・EcoDesign2005 より、(その2) 解体容易設計、リマニュファクチャリング

……………外山良成、市野修一、近藤康雄

・EcoDesign2005 より、(その3) ライフサイクルマネジメント

……………朝倉紘治、近藤伸亮

昨年12月に開催されたEcoDesign2005で発表された論文のうち、インバース・マニュファクチャリングに関する話題を取り上げて、情報調査広報委員会メンバーを中心に、フォーラムメンバーが解説した。

4. パネルディスカッション 「循環型社会実現に向けての警鐘」

ーライフサイクル各段階の情報共有化と連携ー

コーディネータ 梅田靖 大阪大学大学院教授（工学系研究科機械工学専攻）

パネラー 湯本啓一 経済産業省産業技術環境局リサイクル推進課総括補佐

木村文彦 東京大学大学院教授（工学系研究科精密機械工学専攻）

藤本淳 東大教授先端科学技術研究センター特任教授

柄崎晃一 日立製作所情報・通信グループ環境推進センター担当部長

辰巳菊子 日本消費生活アドバイザー・コンサルタント協会理事

宮村隆喜 株式会社コートク代表取締役

フォーラムからは、2020年に循環型社会はどうなっているのか、4つのシナリオを示した。パネラーは、それぞれの立場から、循環型社会構築のための課題を訴えた。行政や、消費者に対するフロアからの質問、意見、コメントもあったが、時間不足から相互の討論はできなかった。

相互の主張 製造業：1国だけの循環型社会構築は無理、グローバルな視点が必要。

消費者：製造業などへの情報開示を要求

廃棄物処理業者：処理業者の限界。環境配慮と企業活動の一体化、個人の環境上の不法行為も取り締まる

経済産業省：EPRの限界、ライフスタイル変革への取り組みを模索



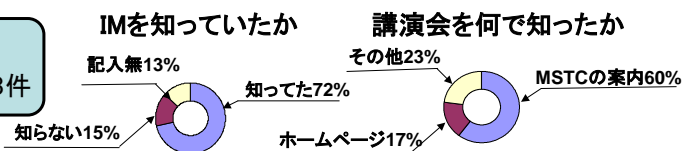
総会併設講演会でのアンケート結果

インバース・マニュファクチャリングフォーラム講演会
アンケート結果

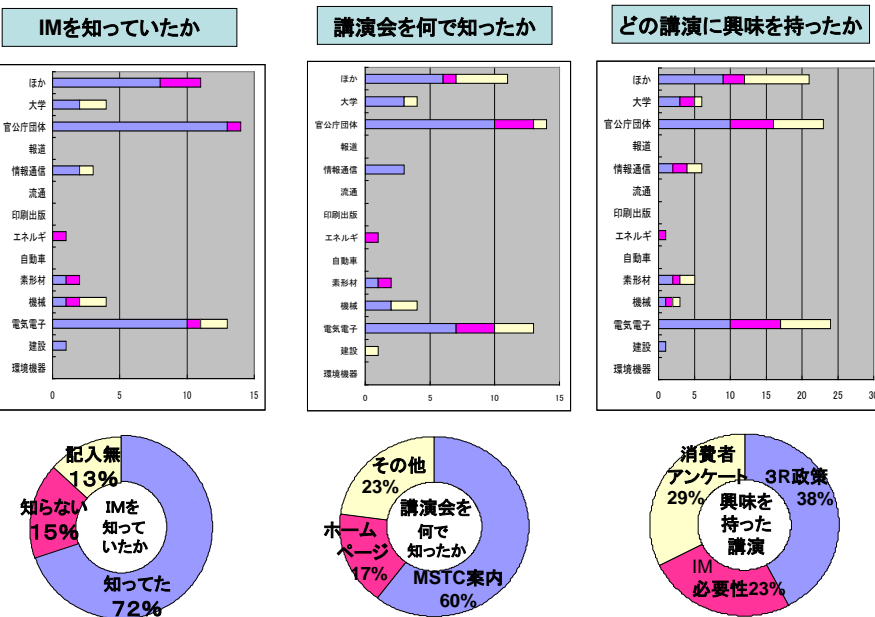
日時:平成17年6月28日(火)13:30~16:00
場所:虎ノ門パストラル新館6Fアジュール

- 1.「3R政策と最近の動向
~政策現場では今何が起きているか~」
経済産業省 製造産業局 化学物質管理課 辻本 圭助 総括補佐
- 2.「インバース・マニュファクチャリングは何故必要か？」
大阪大学 大学院工学研究科 梅田 靖 教授
- 3.「エコデザインの新たなる展開
~“市民の消費行動と環境情報ニーズ”に関するアンケート分析より~」
東京大学先端科学技術研究センター 藤本 淳 特任教授

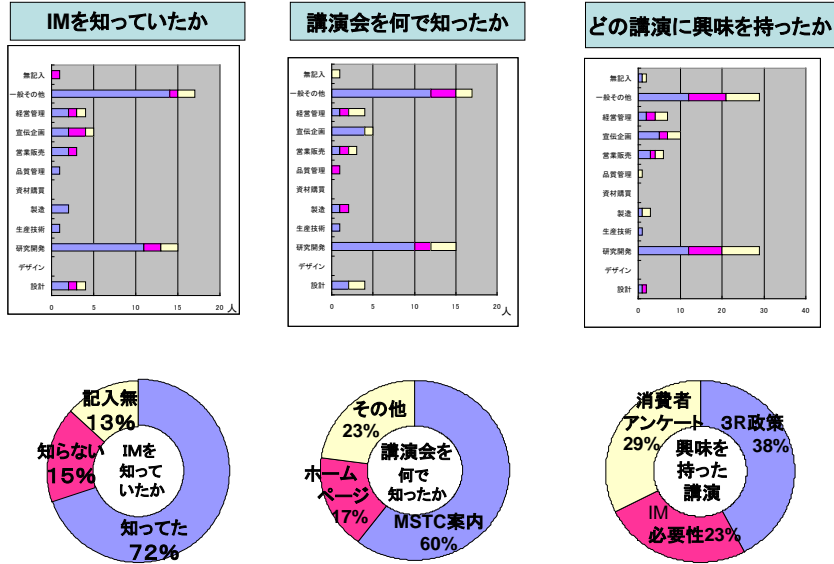
聴講者:65名
アンケート回収:53件



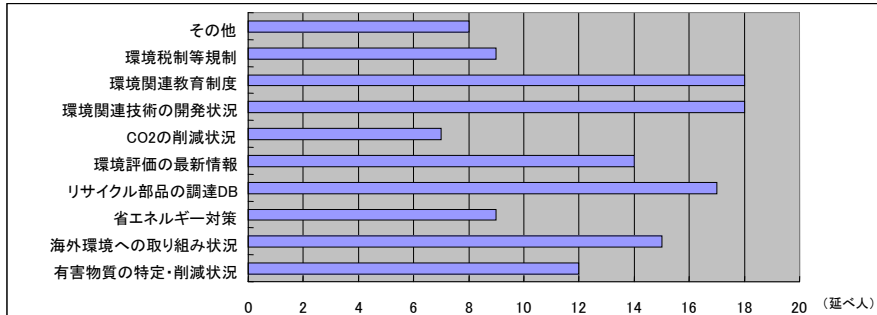
聴講者の業種による違い



聴講者の職種による違い



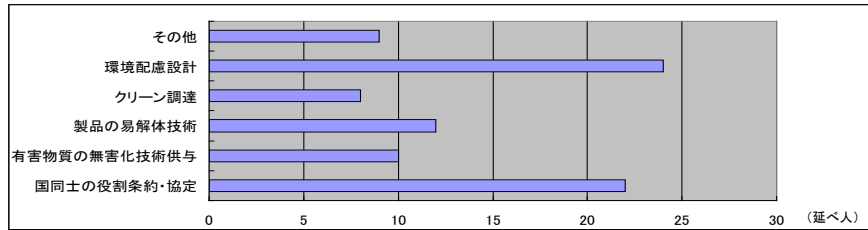
取り組んで欲しい環境問題



「その他」での記載事項

- ・拡大生産者責任が導入されないとIMは普及しない。いかに法規制を導入するようなこと
- ・税金の無駄使いをやめて、再利用商品にたくさんの補助を出し、
例えばリサイクル商品を一般商品より安くするなどして欲しい。
- ・有害物質を単に排除するだけでなく、その特性を生かして使用したものを
拡散させることなくリサイクルさせるシステムの設計。
- ・成果の積極的情報発信
- ・循環物質のあるべき姿、国内・国際
- ・グローバル循環を考慮した製品の設計・生産戦略(というより、この方向性で自分がやりたい)
- ・国際間の関税(リサイクル品に対する)の取扱いなど
- ・レンタルなどの製品、サービス試作

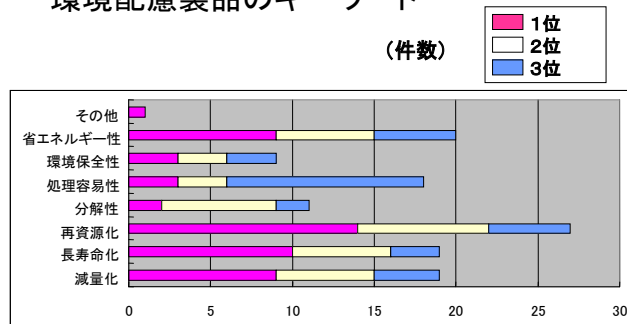
バーゼル条約クリアの条件



「その他」での記載事項

- ・ ゴミを生まないものづくり、ゴミ→資源
- ・ 売り手／買い手を明らかに先ずはするべきだと思う
- ・ 国境をまたいだ社会的公平性の確保
- ・ 有害物質の含有情報の開示の義務化と標準化
- ・ 事業性の確保・輸入税等の取扱いやHCSコードの新たな枠組みなど
- ・ 循環資源の品質基準制度・システム
- ・ 技術供与
- ・ 含有情報

環境配慮製品のキーワード



「その他」での記載事項

ライフサイクル・シンキング①

インバース・マニュファクチャリングフォーラムでの行事希望

- ・実際に特定製品においてDfEを実施した結果を学びたい。
- ・WEEE、ROHSについて
- ・大手企業などで、実際に環境対策に取り組んでいる実例をお話して欲しい。
例えば、食品会社のサントリーさんなど。
- ・業種別に実施して欲しい。非常に参考になるので。
- ・廃家電、PC等リサイクルセンターの見学
- ・家電リサイクル現場の見学
- ・海外、特に欧州の動向、環境経営・ビジネス視点からのIMF
- ・自動車の逆工場(ベルコン式解体工場)があれば見学したい
- ・使用済み製品の評価事業体
→製品リユース・部品リユース・カスケードリユース・原材料還元
- ・海外の動き 例:EUのWEEEは循環社会になるのか?
- ・セミナー:外国の環境政策担当者による3R政策、
見学会:リサイクル産業の現場見学
- ・家電リサイクル工場

2025年の循環製品

自動車

- ・ハイブリッド、・ガソリンエンジンがなくなり、ハイブリッド車のみになる
- ・電気自動車主体、・電気自動車、自然エネルギー発電と大容量電池の組合せ
- ・高性能二次電池の開発により、電気自動車が1/3を占める。
- ・燃料電池車が実用段階になってくるのでは?
- ・燃料電池が主流になりガソリンを使用しない、・燃料電池主流の社会、ガソリンの使用は否
- ・ハイブリッド(燃料電池+充電電池)→化石燃料レス
- ・今までにないエネルギー源が開発されている。
自動車を持つだけで、「自動車環境税」が取られている。
- ・ハイブリッド車、自動運転、・電気自動車、自動運転
- ・高速道路、主要道路での自動運転。ソーラーカーの実用化
- ・恒常的な石油価格上昇が、脱ガソリンを推進させる。
電気モーターの高機能化に加え、太陽電池技術の革新によって
車体表面での発電によるエネルギーの補充技術
- ・個人所有の自動車は消滅、トラム、メトロ、歩道、動力付き歩道などによる
高度なハイブリッド輸送システム。
- ・軟らかいぶつかっても重大事故にならない泡車、その専用道路
- ・多脚車になっていると思う
- ・自分で分解していく素材の活用
- ・ガソリン使用量が少なくて済むもの
- ・なくなっている。公共の輸送のみ。あとは自転車や太陽電池のみ
- ・どこでもドア

2025年の循環製品

家電

- ・エコ使用という気がなくても、気づいたら環境配慮している製品、UDの強化
- ・IT化が進み、テレビが無くなっているかも
- ・ほとんどの家電が電気や灯油ではない燃料電池になる
- ・リサイクルシステムが完全なものとなっているので、「家電リサイクル法」がなくなっている。
- ・最も技術革新の少ない対象、それほど大きな違いはないが、要素技術の進歩により、省エネ化が進むのは間違いない。
- ・有機ELによる低電力大型テレビ
- ・太陽電池、燃料電池が広く使われる
- ・モジュール化、住居への組み込み化の進展
- ・キーコンポーネントはそのまま、デザインや色が可変
- ・身体を動かさないと(人力発電)使えない機器...健康のため
- ・PC制御、最適化
- ・レンタル方式の増加
- ・統合家電、Networkに接続されたインテリジェント型
- ・インタラクティブ性が高くなっていると思う
- ・自分で分解していく素材の活用 家電→完全リサイクル
- ・ネットとの融合が進み(ユビキタス)、IMの概念も実現するのでは？
- ・壊れにくリサイクルされやすく分解しやすいもの
- ・省エネ
- ・各メーカー共通の製品
- ・ネットワーク化、省エネが進んでいる

2025年の循環製品

PC

- ・携帯電話と一本化
- ・表示部(液晶)、ハード等が全てガラス1枚に凝縮される、尚小型化、ケーブルがない
- ・二次元ではなく、三次元画面になっている。
- ・さらに、におい、香り、堅さなども画面を通して伝達されるようになっている。
- ・TVとの機能統合が進み、現在の様な区別はなくなる。
- ・ディスプレイはシート化し、CRT、液晶、プラズマディスプレイとは比較にならない程、環境適合が高くなる。
- ・CPU、メモリの高機能化によって、設問の3製品の中では最も省資源消費、省エネ化が進む。
- ・基本的に大きな進展なし。
- ・太陽電池、燃料電池が広く使われる
- ・モジュール化、住居への組み込み化の進展+小型化、モバイル化
- ・そのための人体を動力源とする駆動方式の実現。
- ・HDDなし、4~5chipによる低消費電力タイプ
- ・キーボードレス。視線、脳力活動(イメージする作業)で入力。
- ・低消費電力、低重量、省スペース
- ・小型化、入力方式の簡易化(視線、反射光etc利用)
- ・家庭のものは、AVIに統合してなくなる
- ・光素子ベースのコンピュータができています
- ・リユース化
- ・自分で分解していく素材の活用 パソコン→完全リサイクル
- ・ネットとの融合が進み(ユビキタス)、IMの概念も実現するのでは？
- ・全て部品がリサイクルできるもの
- ・テレビ一体型、情報源、ロボット化
- ・モニタレス

環境技術、政策等についての自由記載

- ・いつでも誰でもグリーン購入したくなるような安価なものにしてもらいたい。
そのために、国が環境に配慮した企業をランク付けし、補助金を出して、
それが100%商品の価格に移行できるようなシステムを作ってもらいたい。
- ・環境問題の根本的な解決には、技術革新が不可欠。
これがなくて省資源消費、省エネ、有害物の代替はありえない。
環境政策はその時代の技術で、対応しきれない問題を低減させるためのものにすぎず、
根本的な問題解決策ではない。
新技術開発を推進し、結果的に3Rに貢献する様な目標設定による
国の技術開発政策はありえないだろうか？
- ・インバース・マニュファクチャリングを実現するには、損得(個人(企業レベル))がポイントになる
かと思う。政策における優遇等が極めて重要と考える。
- ・生きることをやるだけでいいのでは？技術や社会が転換する時に、
その方向への変化が行き着く先が現在よりもよりよい社会であることを保証する効力が欲しい。
- ・ものづくり現場に技術/政策を迅速に適用するルートを作る。
☆モデルプラントをMSTCが運営、議論をすぐ実行に移す。
☆遊休人員(フリータ、ニート、専業主婦、元気な年金生活者、オーバドクター)を活用してものづくり
- ・インセンティブが重要。環境技術を導入すると利益が上がるような政策。
- ・環境税制:バージン材に加税→リサイクル材に還元、製品別リサイクル→製品統合型リサイクル
- ・環境税、処理費用(個人負担)等の仕組みの見直し ex 前払い制度(購入時の負担)、
パフォーマンスの重要性の認識(PPR)
- ・政策...動くスパンごとに整理(10年、5年、1年)、時代にあわせて作ったものは、
適宜取りやめる運用、対外(海外)政策の明確化(米・EU・中)と性格にあわせ
- ・関係者の連携が必須だと思います。
- ・インバースという概念初めて生産企業にとっては縮小する傾向(長寿命化、リユース)
縮小社会はどうなるのか

アンケート調査のお願い

財団法人 製造科学技術センター(MSTC)
インバース・マニュファクチャリングフォーラム(IMF)

インバース・マニュファクチャリングの活動の活性化を図り、国の施策等の提言など、特に製造技術の環境問題の解決を図るため下記のアンケートにご協力下さい。(設問は表裏面14問ございます。)

(以下の質問の該当回答欄に○印をつけて下さい)。

1. あなたの業種は

- 環境機器メーカー 建設・建築 電気・電子 機械 素形材 自動車
 エネルギー 印刷・出版 流通・サービス 情報・通信 報道 官公庁・団体
 大学等学校 その他

2. あなたの職種は

- 設計 デザイン マーケティング 研究・開発 生産技術 製造
 資材・購買 品質管理・検査 営業・販売 宣伝・企画 経営・管理 一般・その他

3. あなたの年代は

- ~19才 20才~29才 30才~39才 40才~49才 50才~59才 60才~69才
 70才~

4. あなたの性別は

- 男 女

5. あなたは、インバース・マニュファクチャリング(IM)を知っていましたか

- 知っていた 知らなかった

6. 本講演会をどの様にして知りましたか

- MSTCからの各種案内 MSTCのホームページ その他(以下に記述下さい)

【
】

7. 講演会をお聞きになり興味を持った内容はどれですか。(複数選択可)

- 「3R政策と最近の動向~政策現場では今何が起きているか~」
 「インバース・マニュファクチャリングは何故必要か?」
 「エコデザインの新たなる展開ー“市民の消費行動と環境情報ニュース”に関するアンケート分析よりー」

8. 国、又はIMが取り組んで欲しい環境問題はなんですか。(複数回答可)

- 有害物質の特定・削減状況 海外の環境への取り組み状況 省エネルギー対策
 リサイクル部品の調達データベース 環境評価の最新情報 CO₂の削減状況
 環境関連技術の開発制度 環境関連教育制度 環境税制等規制
 その他(自由記述で以下にお書き下さい)

【
】

9. 本年度インバース・マニュファクチャリングフォーラムでは、シンポジウム、セミナー、見学会を計画(会員対象)です。どの様な方のお話を聞きたいですか、また、学びたいこと、見学したい場所はなんですか(自由記述)

【
】

裏面に続く

10.環境に配慮した製品が世の中にたくさん出ていると思いますが、その様な製品の中で足りない部分はまだまだ有るようにみえます。あなたとしては今後何処に力を入れていくべきだと思いますか。

例:有害物質の排除の徹底化が必要、省エネルギーの効果、環境税の実現
自由記述で以下にお書き下さい

【

11. インバース・マニュファクチャリングフォーラムでは、ものづくりの国際(グローバル)化を真摯に受け止め、欧米は元より、特に近隣のアジア諸国との協調作業は必要不可欠と考えており、一部付加価値の高い製品・部品を除けば生産のグローバル化、または、流通のグローバル化は必須と考えております。

その様な中で、バーゼル条約(ゴミを他国へ出さない)をクリアにするために必要なのは何だと思われますか。

- 国同士の役割条約・協定 有害物質の無害化技術供与 製品の易解体技術
 グリーン調達 環境配慮設計
 その他【具体的に:

】

12. 今後環境配慮製品を考えていく上でキーワードとなるのは次の内どれだとおもいますか。優先度順に上位3つ(①、②、③という風に)をお答え下さい。

- 減量化(資源・エネルギー等) 長寿命化 再資源化 分解性 処理容易性
 環境保全性 省エネルギー性
 その他【具体的に:

】

13. 20年後(2025年)の社会を想定してみてください。現在、厚生労働省から発表されている、少子高齢化は着実に進み、4人に1人は60才以上の高齢者となっています。今から20年前に小型軽量の携帯電話が無かったように、おそらく20年先には想像もつかない製品が世の中に出回っているかもしれません。環境に優しく、循環資源として活用が可能な製品。有名なSF映画「バックトゥーザフューチャー」にも出てきたように、最終的にはゴミがエネルギー源になっているかもしれません。

ここでは、みなさんの想像力を働かせ、2025年環境によい製品がどの様になっているか。(素材、エネルギー、設計等)イメージを教えてください。(想像出来る範囲で構いません)

例:

自動車→【環境に優しいハイブリッドエンジンが主流。効率的な燃料電池が開発され、ハイブリット化の電気モータ化推進状態がガソリンエンジンとの割合が逆転し、現在のガソリン使用量の1/5ですむようになっている。】

自動車→【

】

家電→【

】

パソコン→【

】

14. 今後の製造に関わる環境技術、政策等に関する自由な意見をお書き下さい

(

)

ご協力ありがとうございました

当該情報は、MSTC及びインバース・マニュファクチャリングフォーラムが、技術、政策等検討のためにのみに使用し、その他の使用は致しません。

お願い : お帰りの際に受付にご提出ください。

インバース・マニュファクチャリング
フォーラム調査研究報告書

発行年月 平成18年3月
発行者 財団法人 製造科学技術センター
〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-11-15
SVAX TT ビル 3F
電話03-5472-2561

本報告書の内容を公表する際は、あらかじめ
発行者の許可を受けて下さい。

