

平成20年度 調査研究報告書

平成20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21年3月

財団法人 製造科学技術センター



## 目次

■ 活動概要	3
1. 平成20年度活動概要	5
2. 活動体制	6
3. 委員会活動	7
4. 普及・啓発活動	14
■ フォーラム委員会の活動	17
I. 企画委員会	19
I-1 サステナブル・マニュファクチャリング技術マップWG	19
1. 2008年度における技術戦略マップのローリング作業について	21
2. サステナブル技術のロジックツリー	22
3. 2025年サステナブル・マニュファクチャリングシナリオ	28
4. 重要技術の抽出	42
5. 横断的課題への貢献—ホイールインモータ電気自動車に資する要素技術—	61
I-2 持続可能社会シミュレータ開発提案TF	63
NEDOエコイノベーション推進事業調査研究申請書	66
I-3 エコデザイン2008 ジャパンシンポジウム組織、実行	77
I-4 エコデザイン2009 国際シンポジウム組織、実行	95
II. 板ガラスリサイクルシステム調査委員会	127
1. 事前調査の目的	130
2. 事前調査の実施体制	131
3. 事前調査の内容	133
4. 今後の課題および展開	165
III. インバース情報調査広報委員会	175
1. 総会併設講演会	177
2. 見学会	177
3. ホームページの改訂	178
4. メールマガジン発行	178
■ 資料	
平成20年度工業標準化推進調査等委託費（新規分野・産業競争力強化型国際標準提案事業）産業オートメーション分野の環境評価手法に関する国際標準案の作成	181
■ 資料	
平成20年度グローバル経済下での各国製造業の協力の在り方に関する調査研究概要	239



## 活動概要



## 1. 平成20年度活動概要

米国のサブプライムローン破綻がきっかけで、平成20年度後半から世界的な不況が始まった。金融業だけでなく、製造業にとっても、消費の大きな落ち込みによって、事業の縮小に追い込まれている。このようなときこそ、業務繁忙期には手が付けにくかった、持続可能性を地道に追求する活動を進めることが望ましいが、現実には、目先の障害を払いのけるのに精一杯というのが実状であろう。インバース・マニュファクチャリングフォーラムにおいても、企業からの退会申し入れが目立ってきている。

平成20年度の活動としては、計画どおり、サステナブル・マニュファクチャリングに関する技術マップのローリングや持続可能社会シミュレータの提案活動やエコデザインシンポジウムの開催に向けての活動をはじめ、工場見学やメールマガジン発行、ホームページ改訂などの活動を実施した。また、製造科学技術センターの環境関係の活動として、生産システムの環境評価標準化やIMSセンターが中心になって進めている東南アジアとの製造技術、環境技術の交流の促進などへ積極的に関わってきた。

NEDO から受託した「板ガラスリサイクルシステムに関する事前調査」は平成20年6月に終了し、ガラスのリサイクルによる原油削減量、二酸化炭素削減量を推算し、ガラスリサイクルシステム構築のための課題を明らかにした。

また、インバース・マニュファクチャリングフォーラムでは、今回エコデザイン2008 ジャパンシンポジウムとエコデザイン2009 国際シンポジウムの事務局を引き受けることになった。エコデザイン2008については、「低炭素社会に向け、技術と社会を結ぶエコデザイン」をテーマにH20年12月7,8両日、東京ビッグサイト会議棟の会議室を使用して開催し、200名を超える参加者があり、有意義な情報交流を実現できた。一方エコデザイン2009については、平成21年12月6,7,8の3日間、東京を離れて札幌で開催することとし、で広くスケジュール、投稿受付や査読、プログラム編集などの準備態勢を構築し、ホームページや学会誌上での広報活動を進めた。

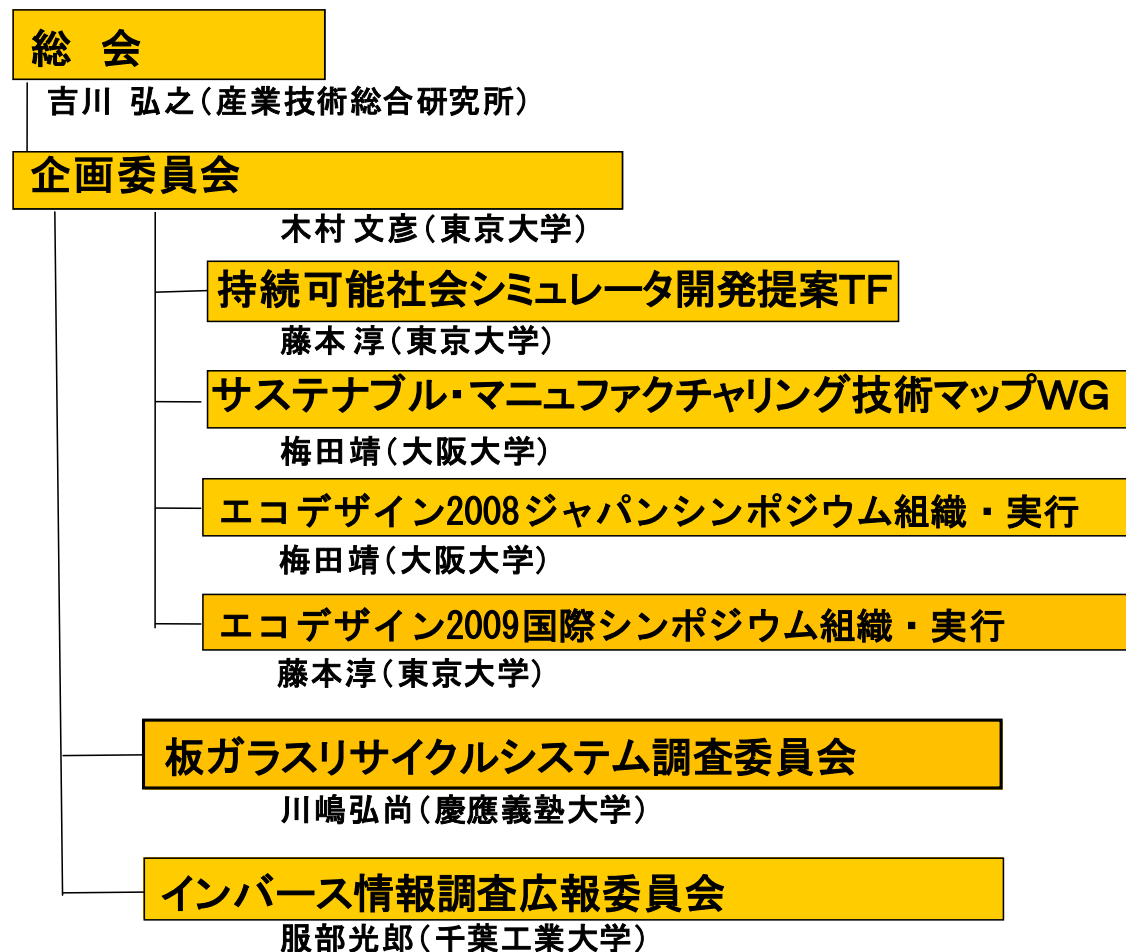
一方、会員への情報提供や、普及啓発活動を担う情報調査広報委員会では、(株)デンソーのオルタネータのリユースのための工場見学や総会併設の講演会開催や会員へのメールマガジンの発行やホームページの改訂作業を実施した。

インバース・マニュファクチャリングの重要性や有効性を広く世間にアピールするとともに、社内への普及啓蒙を支援することにより、企業会員を確保・維持することもフォーラム活動の重要な課題である。

## 2. 活動体制

平成19年度は、個別テーマとして、新たに「サステナブル・マニュファクチャリング技術マップWG」、「持続可能社会シミュレータ開発提案TF」が発足した。また、教育表彰委員会が廃止され、その活動は「インバース情報調査広報委員会」に引き継がれた。

### H20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

服部 光郎 千葉工業大学 社会システム科学部 プロジェクトマネジメント学科  
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  
エコ設計生産研究グループ 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 理工学術院 教授

富田 康信 (株) I H I 技術開発本部 技監

米澤 公敏 新日本製鐵(株) 技術総括部 部長代理

愛澤 政仁 特定非営利活動法人 水産衛生管理システム協会 副理事長

石森 義雄 独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発研究センター フェロー

塚田 哲夫 トヨタ自動車(株) 生技管理部 事務統括室 総括G

寺田 暁彦 日産自動車(株) 車両生産技術本部 環境・リサイクル統括部 主担

石田 智利 (株) 日立製作所 生産技術研究所 生産システム第一研究部 主任研究員

渡辺 富夫 富士ゼロックス(株) 生産本部 参事

##### オブザーバ

是永 基樹 経済産業省 製造産業局 産業機械課 課長補佐

加賀 義弘 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術係長

インバース企画委員会  
サステナブル・マニュファクチャリング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

幹 事

三島 望 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  
エコ設計生産研究グループ グループ長

委 員

明渡 純 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  
集積加工研究グループ グループ長

尾崎 浩一 独立行政法人 産業技術総合研究所 デジタルものづくり研究センター  
加工基盤技術研究チーム チーム長

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  
エコ設計生産研究グループ 主任研究員

中野 禪 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  
集積加工研究グループ 研究員

上野 潔 国際連合大学 プログラム・アドバイザー

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 デザイン学科 サステナブルプロジェクト専攻  
准教授

中野 冠 慶応義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究科 教授

石田 智利 (株)日立製作所 生産技術研究所 生産システム第一研究部 主任研究員

オブザーバ

是永 基樹 経済産業省 製造産業局 産業機械課 課長補佐

加賀 義弘 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術係長

インバース企画委員会  
持続可能社会シミュレータ開発提案 T S

(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

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

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  
エコ設計生産研究グループ 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  
エコ設計生産研究グループ 主任研究員

松本 光崇 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  
エコ設計生産研究グループ 研究員

石田 智利 (株)日立製作所 生産技術研究所 生産システム第一研究部 主任研究員

オブザーバ

是永 基樹 経済産業省 製造産業局 産業機械課 課長補佐

加賀 義弘 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術係長

板ガラスリサイクルシステム調査委員会

(順不同)

委員長

川嶋 弘尚 慶應義塾大学大学院 理工学研究科 開放環境科学専攻 教授

委員

中村慎一郎 早稲田大学 政治経済学術院 教授 (計量経済学)

松野 泰也 東京大学大学院 工学系研究科 マテリアル工学専攻 准教授

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 エネルギー評価研究チーム 主任研究員

原 潤一 板硝子協会 調査役

鈴木 道哉 清水建設(株) 技術研究所 建築設備システムグループ グループ長

鶴岡 正顕 (株)ツルオカ 代表取締役社長

オブザーバ

国領 一人 日本板硝子(株) フラットガラス事業部門 A u t o 事業本部  
テクニカルセンター 主席技師

猪子 兼行 日本板硝子(株) 舞鶴事業所 A u t o 事業本部 舞鶴製造部 技術課  
特命担当 主幹技師

吉田 正明 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構  
省エネルギー技術開発部 研究開発グループ 主査

加賀 義弘 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術係長

インバース・情報調査広報委員会

(順不同)

委員長

服部 光郎 千葉工業大学 社会システム科学部 プロジェクトマネジメント学科  
教授

委員

松本 光崇 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  
エコ設計生産研究グループ 研究員

朝倉 紘治 (財)エンジニアリング振興協会 研究理事

愛澤 政仁 特定非営利活動法人 水産衛生管理システム協会 副理事長

小池 勉 (社)日本自動認識システム協会 理事・事務局長

市野 修一 富士フイルム(株) 神奈川工場 事務部 担当課長

オブザーバ

是永 基樹 経済産業省 製造産業局 産業機械課 課長補佐

加賀 義弘 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術係長

### 3. 2 委員会開催状況（回数は平成20年度として表示）

(1) 総会（第13回）および併設講演会

平成20年 6月18日

(2) 企画委員会

第1回 平成20年 5月21日

(3) サステナブル・マニュファクチャリングWG

第1回 平成20年10月14日

第2回 平成20年11月18日

第3回 平成20年12月16日

第4回 平成21年 1月27日

第5回 平成21年 2月17日

(4) 持続可能社会シミュレータ開発提案TS

(5) 板ガラスリサイクルシステム調査委員会（）は平成19年度

（第1回 平成21年 1月11日）

（第2回 平成21年 3月11日）

第3回 平成21年 5月30日

(6) インバース・情報調査広報委員会

第1回 平成20年 5月14日

第2回 平成20年 7月23日

第3回 平成20年 9月24日

第4回 平成20年11月28日

第5回 平成21年 2月19日

(7) エコデザイン2008実行委員会

第1回 平成20年 3月 4日

第2回 平成20年 5月15日

第3回 平成20年 8月 4日

第4回 平成20年 9月17日

第5回 平成20年11月11日

エコデザイン2008 ジャパンシンポジウム

平成20年12月11日～12日

(8) エコデザイン2009実行委員会

第1回 平成20年 9月30日

第2回 平成20年12月12日  
幹事会 平成21年 2月 4日

(9) 見学会・セミナー等

平成20年 5月27日 (株)デンソー見学会











### 3 2025年サステナブル・マニュファクチャリングシナリオ

前節で作成したロジックツリーは“サステナブルな社会の実現”がどのようなより下位の社会事象の積み重ねにより実現するかを順次細分化して示したものである。つまり、“サステナブルな社会が実現する”という事象が、どのような社会の様相が満たされることによって実現され得るかを示している。従って、2025年を想定して、ロジックツリーの各事象が実現している状況を考えて、それがまさに2025年の“サステナブル社会”の導入シナリオになっている筈である。そこで、WGでは、ロジックツリーの左半分（技術小分類より上位）を用い、そこに記載された事象に基づいて導入シナリオを記述ことにした。ロジックツリーに示されるように、WGでは、サステナブルな社会の実現のためには、持続可能なものづくりを通じて、地球環境問題からの制約、社会問題、グローバルな競争力などの分野における様々な課題を克服する必要があると考えた。そのため、ロジックツリーの第2階層は、「地球環境問題の解決」、「グローバル市場での競争力向上」、「社会変化への対応」となっている。シナリオの作成にあたっては、この項目分けに沿い、3大項目に対して2025年のシナリオを構想した。

まず、「地球環境問題の解決」については、克服すべき課題を「エネルギー制約の克服」、「資源制約の克服」および「環境制約の克服」に3分割し、2025年へ向けたシナリオを作成した。

次に、サステナブル社会を目指すための持続可能なものづくりの実現では、地球環境問題の解決、社会変化への対応を行いつつ、「グローバル市場での競争力向上」を図る必要がある。地球環境問題の解決を一義に目指すと、製品やサービスの高レベル化（高機能化、高性能化）をせずに基本機能に限定した標準品の普及を拡大させる、便利な製品を使わずに我慢するという方向で、経済活動が縮小しかねない。また社会変化への対応も単純に対応すると後ろ向きになりかねない。新興国の経済拡大によりグローバル市場が構造変化する国際経済社会の中では、ものづくりにおけるグローバル競争力の向上が不可欠であるからである。グローバルでの競争力向上のためには、製品自体の競争力向上と、市場への提供方法の競争力向上が必要である。ここではそれぞれを「製品の競争力強化」と「グローバル市場に対する先導戦略」と分類し、2025年へ向けたシナリオを作成した。

最後に、「社会変化への対応」については、近年急速に社会的要求の高まっている「安全・安心社会の形成」、社会の構造そのものの大きな変化である「少子・高齢化社会対応」、これから2025年に向けての社会インフラの変化として重要となる「IT進展社会への対応」、そしてグローバル市場の問題とも関連する「新興国の経済拡大による世界情勢変化」を第2階層の項目として順次シナリオを作成していった。

作成したシナリオを次に記載する。

## 2025年サステナブル・マニュファクチャリングシナリオ

### 「地球環境問題の解決」

「エネルギー制約の克服」については、2008年6月に発表された福田ビジョンにおいて2030年までに電力の半分以上を再生可能エネルギー（太陽光発電、風力発電、地熱発電等）と原子力で供給する目標が示されたが、国際エネルギー機関（IEA）の見通しによれば、2030年の世界の一次エネルギー需要は、2000年比で66%増に達すると予測されており、先進国である我が国ではエネルギー総需要量の削減が必須である。製造業におけるエネルギー消費構造をみると、鉄鋼、化学といった素材系セクターにおける消費が原単位および総量ともに多い。これは素材を計画的に供給する川上産業の特性といえるが、生産する素材の種類や生産量の需要変化に対応するためには、コンパクトなプロセス技術が確立され、高効率な分散型生産システムによりオンデマンドで製品を供給するシステムの構築が必要である。この計画生産からオンデマンド生産への変化は、部品製造、完成品（組立製品）の製造に関しても同様である。見込み生産による作り過ぎのムダを省き、資源・エネルギーの消費を最小限に抑制するため、サプライチェーンを通じて実際の需要に即応するオンデマンド生産体制が構築されることになる。この生産体制を構築するためには、製造プロセスおよび装置の極小化ばかりではなく、シミュレーション高度化による試作回数の減少など、製品設計の高速化が必須である。また流通段階でのムダを極力避けるため、極小化された製造装置は需要地に近い生産拠点に分散配置されることになる。

一方でエネルギー最終消費をみると、民生家庭では1990年から2000年までの10年で24%と増加が著しい<sup>1)</sup>。2025年においてエネルギー制約を克服するためには、エネルギー消費についてもライフサイクル思考で検討し最適化を図る必要がある。つまり製品にインバータ等の機能を追加することで、製造段階でのエネルギー消費が増大しても、使用段階での省エネ化が実現できればトータルで消費抑制効果がある。最適化の検討範囲を拡張した例としては、輸送・移動に関するIT導入による効率化や代替が考えられる。ITの導入により直接的なエネルギー消費は増大するが、テレワークやペーパーレス化などが進展し、2010年のユビキタス社会において、2000年比3,250万トンのCO<sub>2</sub>排出削減に相当するエネルギー削減効果が予測されている<sup>2)</sup>。

「資源制約の克服」のためには、限りある資源を有効に活用する必要があり、その効率を表す指標として資源生産性（GDP／天然資源等の投入量）がよく用いられるようになった。循環型社会基本計画では、2010年の目標として1990年比2倍である約39万円／トン、さらに長期では、JFS（Japan for Sustainability）が2050年の目標値として約210万円／トン（1990年比約10倍）が必要と試算している。この目標達成のためには、省資源でのものづくりに加え、使用済みとなった製品からの資源再生、また希少材料に代わる代替材料の開発が活発に行われる必要がある。

省資源化のアプローチは、最適設計等の設計技術とフリーフォーム casting 技術、インクジェット技術等のニアネットシェーププロセス技術が相乗的に高度化され、材料歩留まりも飛

躍的に向上する。さらに、最適化の対象も上記のような個別製品に対するものばかりでなく、サプライチェーンを通じた最適化や業種を越えた協力によりコプロダクションが実施されるようになり、資源の有効利用が加速する。

省資源でのものづくりが進展する一方で、資源再生の取り組みも活発になる。これまでレアメタルや非鉄金属は鉱石を海外からの輸入に頼っていたが、すでに製品製造に利用され含有している同金属類を新たな資源と見立てた都市鉱山の考え方が2025年には定着しており、金を例にとると、保有量は約6,800トンと世界の現有埋蔵量42,000トンの約16%を占め、埋蔵量としては世界でトップとなる<sup>3)</sup>。その他、複合材等の処理困難物についても、分離容易化を図ったリサイクル設計技術と、はく離や微粉碎技術といった高効率な材料選別技術などの相乗効果により、高品位素材再生が可能となる。

従来、製品製造は動脈産業、使用済み製品の処理は静脈産業のように分けられていたが、使用済み製品は資源再生プロセスの原材料（静脈産業は動脈産業の入口）であるという認識が定着してきたために、動脈産業と静脈産業の一体化が進む。この動脈・静脈一体化の動きは素材に関してばかりではなく、部品や製品の再生にも及ぶ。消費者に渡った製品は使用段階においても使用履歴がメーカーにより管理され、ユーザーの使用状況に応じてアップグレードなどの提案が行われる。また回収された使用済み製品は、工場に到着後瞬時に使用状況が把握されるため再生機として再利用するか、余寿命の長い部品をリユース部品として再生するかが判断できる。高度に発達した洗浄・検査技術により、残余付加価値をあまり落とすことなく再利用が可能になるため、“ワンモアライフ”により新製品の製造に比べ、二酸化炭素発生や資源消費を半減することが可能になる。使用済み製品の再利用には、使用場所から工場までの輸送が必須であるが、製造および再生プロセスにテレ・オペレーションの導入が加速、使用場所からの輸送が急減する。現在流通している製品の中には、再生時の処理の容易化（リサイクル設計）が検討されていない製品も多いが、動脈・静脈の一体化によりメーカーのリサイクル設計も加速する。

この製造時における事前アセスメントについては、リサイクル可能性ばかりではなく、希少資源の利用についても進展する。これまでは、その有用性からインジウム、モリブデン等の希少金属が利用され、需要と供給のバランスが崩れたときに価格の乱高下を招いてきた。また鉱石が特定の国に偏在していることから材料の供給不安を招き、代替材料の開発が行われてきた。このような経験を踏まえ、資源の乏しい我が国では、新材料を活用して新製品を製造する場合には、製品開発時に必要総所要量を見積もり、不足が見込まれる場合には、リサイクル技術の確立と代替材料の開発が製品開発と平行して実施されるようになる。

「環境制約の克服」については、21世紀に入り製造業に対する有害物質（高懸念物質）の使用禁止・制限が厳しさを増している<sup>4)</sup>。完成品メーカーにとって製品製造に資する材料や部品にどのような物質が使用されているのか、サプライチェーンを遡って調査することは容易なことではない。2015年には既存製品に使用した物質のデータベース化が終了して

いるが、今後明らかになる有害性リスクを回避するため、高懸念物質の代替材料の開発が進展する。例えば、耐食性や洗浄容易性を高めるためのコーティングについても見直しが進められ、生物の特性に学ぶバイオミメティクスにより多くの機能が代替される。環境制約の克服のためには、製造業者の有害物質の削減ばかりではなく、社会的な活動、つまり消費者の協力も不可欠である。製品製造時には無害であっても、ハロゲン系化合物の低温焼却により発生するダイオキシンの問題、窒素化合物やリンによる水域の富栄養化が過去には問題になり、今後も同質の問題が発生する可能性がある。これらの諸問題は技術的な予防や微生物を利用した環境修復も可能であるが、より省エネルギーで効率的な方策を検討した結果、環境意識の高まった消費者の自主的な活動により、排出源での予防が行われることになる。メーカーがこの消費者による環境保全活動を支援するための製品（例えば、家庭用生ごみ減容機や分解工具、水浄化装置など）を開発することで、環境保全分野という新たな市場も形成される。

### 「グローバル市場での競争力向上」

「製品の競争力強化」は、製品自体が顧客のニーズを満たしていることと、同一品質の製品を低コストで生産できることによって実現できる。前者は高くても買ってもらえる製品の企画力に、また後者はコストダウンができる生産技術力によって実現され、ここでは「ユーザーニーズの多様化への対応」、「製造コストの削減」と分類した。

かつてほとんどの製品は性能値や機能の有無で比較選択されていたが、最近は顧客の価値観の多様化に対応して製品へのニーズが多様化しており、ものづくりではこの多様化への対応が不可欠となっている。またハードウェア製品を利用はするが所有する必要はないというニーズ、所有していてもその維持管理は委託したいというニーズが拡大しつつある。このような環境下で、品質工学やサービス工学が発展しつつあり、顧客の真のニーズを把握、分析する技術、顧客にとっての製品やサービスの価値を定量的に扱う技術、保守や保全を的確に行う技術などの開発が進みつつある。単純に性能値や機能で差別化する製品は、新興国で低コスト製造が可能になるため、2025年には、日本は多様な顧客ニーズに対応する製品の製造が主体になる。コンシューマ製品向けでは、それを効率的かつ正確に行うため、顧客の購買実績の分析、店頭での行動の分析、利用場面の分析などを行ない、その結果から人間の物理的、心理的挙動モデルを作成し、そこで新しい製品に対する挙動をシミュレーションすることが一般的である。またビジネス向け製品では、顧客のビジネスに貢献する製品を提供するという立場で、顧客のビジネス構造を分析し、顧客の立場で有効な製品を提供するということが一般的である。また設備など大型装置では、保守保全を顧客自身が行うよりも専門業者が専門的な技術や専用の設備を用いて実施するのが効率的であり、専門業者へ任せるのが一般的である。製品を購入しその保守保全を委託することが一般的になると、所有せずに製品の機能の提供を受けるといった形態への抵抗がなくなり、機能購入するという形態が一般的になる。このような形態では、顧客ごとの必要な機能だけ

## 4. 普及・啓発活動

平成20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20年6月18日（金）10：00～11：00

場 所：真福寺ビル5階 第2会議室

参加者：20名

講演：「グリーンIT推進協議会の活動について」

ーグリーンITによる低炭素社会をめざしてー

グリーンIT推進協議会 前運営委員長 石川則夫

（シャープ東京支社次長）

### 2. 見学会

デンソー(株)

日 時；平成20年5月27日（火）午後

場 所；本社、安城製作所

参加者：27名

見学は、刈谷本社のデンソーギャラリーでの最新技術の展示見学から始まり、安城製作所に移り、スタータ、オルタネータの生産ラインと省エネルギー、省資源の活動として、排気ガスを利用した風力発電、鋳造の加熱／保温炉のカバー、加工法の工夫による歩留まり向上などを見学した。

### 3. ホームページの改訂

従来は手作りのホームページであったが、デザインも 製造科学技術センター全体のホームページとトーンをあわせて、階層型の使いやすいものにした。必要情報はテキスト入力により随時更新できるようにしてある。

平成19年度末に試行が開始され、情報調査広報委員会メンバーが評価した。平成20年9月より、外部への一般公開を始めた。エコデザイン2009のホームページも収容している。

<http://www.mstc.or.jp/imf/00/>



#### 4. メールマガジン発行

フォーラム会員への情報サービスとしてイベントカレンダー、公募情報、会員訪問などの記事を掲載したメールマガジンを第2号から第6号まで5回発行した。

テキスト文で見やすく編集して、フォーラムの活動を手軽に伝える内容になっている。

を提供する方式が効率的であり、それを実現するためベンダは製品や部品のモジュール化を進めている。

製造コストの削減は、設計システムの強化と生産システムの強化によって実現される。設計システムの強化では、まず製品のライフサイクルを考慮した設計を行うことが重要である。すなわち、製造だけのコストダウンを行っても、流通、保守保全、回収、リサイクルなどで高コストになっては逆効果だからである。上述したように 2025 年には機能販売が一般的になっており、ライフサイクル全体をベンダが管理するのが一般的であるため、ライフサイクル指向はあたりまえの考え方になっている。製品の安全性についても現在以上に重要になっている。それは、機能販売などによって製品や部品が超寿命化しており、また使用環境の異なる部品が混在する可能性が増すからである。また、製品の多様化によって増えたイーजीオーダー的な製品についてすべての組合せを試作検証することは現実的ではなく、シミュレーションなどによる試作レスが拡大する。さらに、2025 年には希少材料は高騰しており、代替材料の利用拡大や、希少材料の使用量の最小化が進んでいる。生産システムの強化では、多様な製品を効率的に生産すること、省エネ省資源で生産すること、生産設備を効率化すること、機械と人間が協調して効率化することが必要である。上述したように製品の多様化が進んでいるため、オンデマンドで各種の製品を生産する柔軟な製造設備が増えている。

次に「グローバル市場に対する先導戦略」では、国際バリューチェーンの構築と、ビジネスモデルが重要である。順序が逆になるが、企業として何を強みとして、何を外部調達し、何を自社内で実施して何の価値を生むかというビジネスモデルを構築し、それを国際社会の中に国際バリューチェーンとして位置づけることが必要である。

国際バリューチェーンの構築では、国際分業ネットワークの形成、サプライチェーンのトレーサビリティ（見える化）、サプライチェーン破壊事象耐性、国際標準化、知材戦略が重要である。

グローバル市場で製品のライフサイクルを考えると、国際分業が不可欠である。サプライチェーンとして従来は資材調達、製造、流通の範囲だけを考えていたため、いくつかの拠点で製造してグローバル市場へ輸送することも可能であった。ところが 2025 年には、資材の元になる素材の調達、保守保全、回収、リサイクル、労働者市場などを含めて考えることが不可欠である。さらに、国際間で資源の輸出入、投資回収などの条件があり、これらを含めた最適化を行うことが一般的である。具体的には、素材、部品、製品モジュール、最終製品、オプション部品、回収製品、回収部品などそれぞれについて、需要／供給の変化に追従させて製造、保管、移動などを最適化している。このような状況では、各国で同様の作業を行うことになり、生産、リサイクルなどの技術の交換が不可欠であり、図面など技術情報の共通化も進んでいる。また移動形態が複雑になるため、サプライチェーンのトレーサビリティ（見える化）が不可欠となっている。

一方、このようなグローバルなサプライチェーンの運用では、自然災害や事故などの影

響が拡大しがちである。そこで、各種のリスクを考慮した最適化を行ない、影響を最小限に抑える取り組みも一般化している。

ビジネスモデル構築では、大きくは自社の生み出す価値を定義することが重要であるが、グローバル展開すると、各拠点の価値を定義し、それらの集合体として全体の価値を明確化する必要がある。2025年には、その中で環境視点の価値の比重が大きくなるため、主として環境に関する価値を提供するビジネスモデルも存在するが、各企業も環境に関する価値を考慮する必要がある。

昨年秋のリーマンブラザーズの破綻を契機に金融不安が増大して、現在100年に一度と言われる経済不況の中にある。グローバル化の恩恵に浴していた多くの日本企業が赤字に転落して、派遣社員が大量に解雇されるなどの社会不安も起こっている。グローバル化によって、海外市場動向、収益構造などに潜むグローバルリスクが見えにくくなっていくと考えられる。これは、本技術シナリオで取り上げている「ものづくりのサステナビリティ」に直結する問題であり、グローバル化によって深刻化・高速化する傾向にある。一方、環境・エネルギー・資源問題の制約がもたらす産業構造変化も持続可能なモノづくり企業には重大な関係があるが、そのリスクを定量化するのは容易ではない。さらに、我が国の将来は、東アジアでの生産・調達ネットワークの中で我が国のポジション付けにも大きくかかわってくる。国際バリューチェーンの構築とビジネスモデル構築は、この点からも重要である。ここであげた問題のジャンルは、「サステナブルサプライチェーンマネジメント」として呼ばれ、昨今ますます認識されるようになってきている。この分野の研究は、我が国が欧米に比べて遅れており、我が国にとって今後重要になる可能性のある分野と考えられる。

## 「社会変化への対応」

21世紀に入り、わが国は、地球環境問題、少子高齢化、安全・安心、IT化進展による情報爆発、および市場の多様化や新興国の経済拡大下での経済発展など、複数の社会的な課題を同時抱えることになる。これら課題の一つを解決するにおいても、人の意識・行動、技術普及、政策、および社会システム（法律・教育・労働・文化・交通など）などの要因が複雑に絡み合う“社会”に関連したものであったため、20世紀型の科学技術の単一領域での対応では限界が明らかである。さらに、複数の課題を“同時に”解決しなければならない状況の中で、旧来の領域の枠を超えた新しい活動、すなわち“複雑系”をなす“社会”をモデル化し、シミュレーションによりその解決法を探ろうとする試みが始まる。このような領域横断的な取り組みが広がるにつれて、幅広い要素技術を統合した対策が主流となり、社会課題解決が進むことになる。「安心安全」では、社会犯罪防止、食の安全確保、感染症および自然災害の被害拡大防止が、高度に発達したコンピューティング技術やセンサーネットワーク技術の普及・活用により図られる。「少子高齢化」問題では、技術の伝承、生産人口の減少への対策、バリアフリーな社会が、人が保有する“技術ノウハウ”の形式

知化とその情報伝達支援技術の発展、またそのノウハウベースとした生産自動化技術の実現、およびユニバーサル設計技術の確立等により実現する。また激変する「市場変化への対応」では、オーダーメイド製品に対応した生産・設計技術が開発され、高齢者でも扱いやすく操作が容易な製品や、リース／レンタル等を前提としたサービス指向製品等が普及する。これらは、世界でもっとも早く少子高齢化が進み、また多様な製品が普及しモノに対する関心への低下が著しいというわが国の特徴を反映したもので、わが国の経済を発展させる原動力となるとともに、グローバルでの産業競争力向上に大きく貢献している。IT化は今後も進展し、社会行動を大きく変えると考えられる。「IT 進展社会」への対応では、わが国の情報システムの技術力と、日本の狭い国土の利点を活かし世界に先駆けてセンサー端末を高密度に展開することに成功した。センサー端末のバッテリー問題や保守・廃棄容易性の成功より、2025年には100億個オーダーのセンサーが設置される。初期にはセンサーを利用した産業部品、食品生産分野で履歴管理サービスが普及し（サプライチェーンマネジメント）、その後消費電力削減（見える化や機器 ON/OFF の自動制御）、社会の安全・安心に広く活用されるようになる。ITシステムの普及により、情報通信量が増加し、その流通を担うデータセンター等のIT機器からの消費電力量が大きな問題となるが、低電力消費サーバーやネットワーク機器の開発が進み、電力増加は最小限に抑えられる。これら省エネ機器の普及だけでなく、利用段階での無駄排除（計算機資源の有効利用）が進み、2007年におけるICT全体の電力消費量400～500億KWh（グリーンIT推進協議会、総務省試算）から大きく増加はしない。「新興国の経済拡大による世界情勢変化」では、資源・エネルギー確保、食料価格の変動、製品廃棄物の流出（見えないルート）が大きな課題となる。これらの課題は、再生可能エネルギーの普及、希少資源代替技術、リサイクル技術、および廃製品のトレーサビリティ技術の開発・普及等で解決された。また食料については、農業のノウハウの形式知化やセンサーネットワークによる環境分析技術の発展により、農業の工業化が進み、食料自給率が高まっている。

















#### 4. 重要技術の抽出

抽出したサステナブル・マニファクチャリングに関連する要素技術から、第4節に記した重点化項目による評価、第5節にマイルストーンを含む技術ロードマップに鑑み、特に重要と考えられ、早い段階での研究プロジェクト化が望ましいと考えられる項目を選ぶ作業を行った。昨年度の段階では、WGとして以下の13項目の重要技術を抽出した。

- \* LC設計技術
- \* 持続可能社会評価技術
- \* グローバル循環設計管理技術
- \* プロダクトのモデリング技術
- \* 現物融合技術
- \* トレーサビリティ確保のための技術（トータルトレーサビリティ技術）
- \* 製造における製品／サービス適正化技術
- \* 製品／サービス融合化技術
- \* 試作最小化技術
- \* 高効率的多品種変量生産
- \* 動脈静脈一体型生産システム技術
- \* 製造プロセスの省エネ、省資源技術
- \* 材料高歩留まり製造プロセス

上記の中には他のWGと重複するものもしないものもあったが、さらに絞り込むことはせず、また、プロジェクトイメージを提示することも行わなかった。本年度は、上記のように、重要技術の抽出を行い、さらに導入シナリオとの整合性を考慮し、WGとして以下の3項目についてプロジェクト原案を提示することとした。現段階では波及効果、実施主体など検討し残した項目が多く、プロジェクト案と呼べる完成度では無いが、将来のサステナブルの社会の確立に向けて、キーとなる技術群からなる研究開発のおおよそのイメージを示すことができたと考えている。

- ・ 持続可能社会評価技術
- ・ 高効率的多品種変量生産技術
- ・ 動脈静脈一体型生産システム技術

#### 4. 1 持続可能社会評価技術

##### (1) 背景

わが国は、現状、地球環境問題、少子高齢化、安全・安心、IT化進展による情報爆発、および市場の多様化や新興国の経済拡大下での産業競争力維持など、複数の社会的な課題を同時抱えている。これら課題の一つを解決するにおいても、人の意識・行動、技術普及、政策、および社会システム（法律・教育・労働・文化・交通など）などの要因が複雑に絡み合う“社会”に関連したものであるため、従来の科学・技術の単一領域を中心とした対策では、限界は明らかである。さらに、一つではなく複数の課題を“同時に”解決しなければならない状況にある。このような困難な状況に対応するためには、“複雑系”をなす“社会”をモデル化し、技術投入や政策を実施した場合の“社会”での“反応”をシミュレートするような試みが不可欠であると考えられる。このようなシミュレータをここでは、“持続可能社会シミュレータ”と呼ぶ。持続可能社会シミュレータは、技術の開発と普及、市民の意識、政策、およびグローバル化によって、社会生活や環境負荷等が時間とともにどのように変化していくかを、的確に、かつその社会像を具体的に表現できるものである（図4.1）。



図4. 1 持続可能社会シミュレータの概念

##### (2) 内容

持続可能社会シミュレータを実現するためには、社会の複雑性をモデル化する必要がある。これには、例えばセンサネットワークを活用して、社会で起こるあらゆる事象とその因果を“可視化”する方法等が考えられるが、ここではその用途を限定したプロトタイプを提案する。電気自動車等クリーンエネルギー自動車（CEV）の“普及”をテーマとして、CEVが世界中に普及した場合、どのような“社会変化”が生じるのかを明確にできるモデルを開発する。

### (3) 開発要素

#### 1) 定性モデルの開発

CEV 普及による産業変化、グローバル影響および社会インフラ変化に関するヒアリングを、各産業、政策担当者、および市民を対象にヒアリングし、起こりえる“事象”を網羅的に収集する。

#### 2) 定量的指標の開発

わが国に限定した例では、電気自動車が 1000 万～5000 万台普及した場合の社会変化に関して、前項 1) で抽出した“事象”について、定量的把握を試みる。例えば、「エネルギー需要がどのように変化し、その変化がわが国のエネルギー供給にどのような影響を与えるのか」、「自動車の生産・設計がどのように変化するか、また素材や部品の調達はどのようになるのか」、および「自動車リサイクルはどのように変化するか」等を定量化する。

#### 3) グローバルエネルギー資源バランステーブルの作成

グローバルでの CEV の普及が矛盾なく進むかを明らかにする目的で、グローバル資源・エネルギーバランステーブルを作成し、その社会変化をシミュレートする。

##### ①資源、エネルギーの現状データ収集

生活様式などの文化や産業構造が類似の地域をひとまとめにし、地域内の資源、エネルギーの生産、輸出入、消費の現状データを文献、インターネット等から収集する。

##### ②セグメント別の消費量とその動向の調査

セグメント（産業、運輸、家庭など）別の消費量とその動向を文献、インターネット、アンケート、聞き取り等により調査する。

##### ③地域ごとの資源、エネルギーバランステーブルの作成

上記データを用いて地域ごとの資源、エネルギーバランステーブルを作成する。(表 5. 4. 1)

##### ④グローバル資源、エネルギーバランステーブルの作成

地域ごとの資源、エネルギーバランステーブルをもとに全世界の資源、エネルギーバランステーブルを作成する。(表 4. 1)

表 4. 1

グローバルエネルギー資源バランステーブル

1990年代末 (億トン)		材料資源			生物・食糧	
		鉄鋼	セメント	紙	森林	穀物
ストック量					880	
ストック割合 (PPMV)						
光合成						
一次利用	採取				16.8	20.5
転換	精製他				-9.3	
	鉄鋼	6.9				
	紙			2.9	-2.9	
	セメント		15.0			
	プラスチック 肥料					
最終利用	生物学的				-12.3	2.0
	農人畜産				-6.2	-2.0
工業的	再生	-2.3	-2.4	-2.9		
	産業交通	-4.6	-4.0	-3.2	-4.6	
処分	ストックへの追加				-16.8	
	廃棄 リサイクル	0.3 1.8	0.5	1.87 0.8		

地球上の資源を、エネルギー・バランス表の形式に従って展開した。横軸には、材料資源、生物・食料を示し、縦軸にはその採取から転換・利用・廃棄・リサイクルまでを表示する。+は発生、-は消費を示す。

4) 妥当性の検証

前1)～3)項で検討した、社会変化の妥当性を2つの手法により検証する。一つは“消費者の選好”である。製品の普及には、技術の実用化から10年以上要するモノが多い。前述の例では、電気自動車がわが国で1000万～5000万台普及するには、どの程度要するのか、また導入補助金等の政策、および消費者の意識変化によって、その普及がどの程度変化するかを、“普及予測ツール”を開発し明らかにする。

このツールの予測アルゴリズムを以下に示す。

- ①過去の製品普及曲線をバースモデルによって記述し、その普及を特長つける革新係数  $p$  と模倣係数  $r$  を抽出、
- ②消費者選好は、イニシャルコスト、ランニングコスト、精神的満足感（先進性、環境配慮）が主要因であると仮定し、各要因の重みを、主にマーケティング分野で利用される実験計画法であるコンジョイント分析により決定、
- ③マルチエージェントモデルにより上記1)項（マクロ視点）、2)項（ミクロ視点）を統合
- ④シナリオ構造記述支援システムにより消費者選好に影響する外部要因を合理的に付与。

第二は、マクロ経済モデルを用いて産業連関表をベースに世界経済の将来予測を実施し検証する。米国のデータには、エコノメイト・データベース、中国とインドは世界銀行のWDI (World Development Indicators) を用いる。産業連関表には GTAP 6 (Global Trade Analysis Project) を（産業部門：31部門）、エネルギー需給モデルの実績データは、IEA (International Energy Agency) のエネルギー・バランス表を利用して実施する。ここで得られる現状延長線上の2050年までの各国の経済変化と前項3)で得られた結果とを比較することで、その妥当性を評価する。

なお、これらの検証には、平成19年度 地球温暖化問題対策調査委託費「温暖化対策の技術選択モデル及び関連政策に関する調査事業」（平成20年3月31日東京大学先端科学技術研究センター）で得られた成果を活用する予定である。

## 5)対策の提案

以上の成果をベースに、CEVのリサイクルシステム（希少資源のマテリアルリースシステムなど）、エネルギー供給方法、およびCEVのサービス化システムを提案する。

### （４）実施体制

財）製造科学技術研究センターのインバースフォーラムにおいて、実施する予定である。

### （５）波及効果

本提案のような領域横断的な取り組みとその成果を世の中に提示することで、社会影響も考慮した幅広い要素技術を統合した対策が主流となり、社会課題解決が進むことが期待される。







## 4. 2 高効率多品種変量生産技術

### (1)背景

社会としての持続可能性を持ったものづくりを考えると、少ない資源、少ないエネルギーでのものづくりが求められる。そのためには、消費のニーズに合った製品をニーズに合った時期に必要な量だけ投入することが重要と言える。消費のニーズすなわち消費者の購入意識や使用状況、必要性などに即した（オンデマンド）ものづくりは、アカデミックロードマップのものづくりでは「ユーザー主導のものづくり」としても提言がなされているが、このような生産の実現には、描かれたコンシューマ製品の組み立て部分だけでなく、それを担う部品・素形材・原料まで、川上から川下を通して迅速な製造によるサポート無くして実現はできない。アカデミックロードマップではこの部品レベルの製造は大量生産で行うイメージが描かれているが、これは多様なユーザーの希望を満足するために、多種大量の部品部材の在庫を抱えることになる。一方真の意味での量産部品を除き、部品レベルの製造もオンデマンド化すると在庫・出荷型の製造から、必要に応じた製造となり資源性・エネルギー性での無駄を省ける可能性がある。このような川上産業から川下産業までを一貫してオンデマンド化する製造へのシフトを進めることが求められる。

川上産業から川下産業までのオンデマンド化においては、現在の業界の仕分けや仕事の流れとは異なる部分、特に境界的な領域での役割の変革が重要であり、その観点での技術的な開発・支援を有効に行う必要がある。またこのような開発は各産業でのニーズ対応力へ強化そのものであり、今後国際社会での地域性やニーズの違い等への対応への競争力となる。持つ人の喜びのある製品は作り手への喜びと繋がり、産業として魅力のあるものづくり産業への人材の育成にも繋がる。

### (2)内容

川上産業から川下産業まで一貫したオンデマンド化においては、市場ニーズからの要求を、必要性能を満足しつつ、最適に迅速に製品化するひつようがある。またその時には製品の安全性を始めとした「機能」が十分に満足されている必要がある。そこで、利用する原料・素材・加工内容・プロセスを含めた設計をおこない、即時製造開始する。製造では資源生産性の最大化、組み立てレスでの加工、それを実現するプロセス開発。また性能等評価技術も必要である。製品の機能を生み出す製造は、部品部材の形状のみではなく、材料・材質をつくりそれらの組み合わせを迅速に実現する必要がある。素材に近いところから製品まで少ない資源・エネルギーで作りに上げるプロセスの開発を行う。またこのプロセスを通して素材から製品までの全体を通観し設計・開発・運用する技術および人材の育成に貢献する。

### (3)開発要素

対象としては、現在の量産型プロセスと、逆に完全に 1 品ものの造船・プラント等のど

ちらでもない領域、1ロットあたり生産数量が少ない（1個～1000個程度）また長期にわたって生産が続くようなデバイス要素製造を中心に考える。特に持続性社会・製造の実現のために、このような製品群ではより資源生産性・エネルギー生産性を高めつつ、高付加価値な製品とする必要がある。また開発内容に記載した通り、形状のみでなく材料・材質を必要に応じて作り、組み合わせ・組み立てることが必要である。これを実現するためには下記の開発が必要となる。

1. 必要な分だけ必要な場所に材料（材質）を作りあげる。（余分な資源を使わない）
2. 製造に必要な製造装置の小型化による資源の削減。製象装置の再生
3. インク等生産原料をその場で調合・利用。素材に近い形で材料を利用し、無駄を省く
4. プロセス変更による補助材料の削減（リソグラフィ等を無くす）とそれを行いやすくする製造装置
5. プロセス設計を容易にし、プロセスの無駄を省く
6. 段取り等の非生産時の資源・エネルギーを削減する。
7. 総合的に、素材から製品としての部品・部材までを高い資源生産性・エネルギー生産性となるようにする。

これらを実現するためには、例えば下記の項目のような課題が考えられる。

1. 原料の調配合により素材を形成するプロセス装置の小型化とそれを含有するような製造システムを実現。たとえばインクジェットで使うインクは装置内で調合し、最適状態で吐出する。製品が変わり仕様がかわったら、原料や調合により対応可能。必要な分だけ作って使う製造装置の実現。このほかエアロゾルデポジション法等の直接成型や描画型のプロセスの高度化による。
2. たとえばプレス加工等は資源生産性・エネルギー生産性も高い（素材を曲げ、絞り、形を整え無駄が少ないなど）と考えられるが、金型の構成などの見直しや素材の多様化への対応、微細化への対応は研究開発が行われておらず不十分。これを資源エネルギー生産性の観点から高性能化・高度化しより多様な製品の実現に貢献できるようにする。
3. 1, 2にも関連するが、素材の供給の仕方、加工の仕方が変わる事が求められる。これは産業界の業態の変化に伴う可能性が高い。またプロセス装置と加工原料が密接にかかわるケース等も想定される。素材産業がプロセス装置も手掛ける、プロセス装置産業や加工産業が素材調合等も行うなど、最終的に有効な技術を目指した調整や開発を進める必要がある。（特定の業界主導になると、その観点での有利さが追及され、全体のバランスが取れない恐れがある。中立組織による仕切りが求められると予想）
4. 資源生産性、エネルギー生産性の向上には仕掛かり在庫や加工途中での移動等によるロスも考慮が必要。そのため原料が入ってきたら出来るだけ一か所で最終製品に仕上げる必要がある。多様なプロセスが入っても対応できる仕組み、たとえば装置のリー

ス制度の拡大や業界相互での交流（交換貸出）等の促進により、1か所の工場で加工できる処理を増やすなどが必要。

5. 以上の1～4が実現すると関わる人材が素材から製品まで取り扱うことになる。これをすすめることにより総合的な人材育成に貢献する。別途これを実現する教育制度を確立することも有効。

#### (4)実施体制

本事業の開発では、素材産業～装置メーカー（プロセス装置）～製造産業の連携を強くするための技術開発といえる。そこで、各産業を代表する企業、たとえば金属・セラミックス・樹脂等の素材メーカー、工作機械を中心とした製造装置メーカー、加工業メーカー、そして最終的な購入者と消費者の代表としてコンシューマ製品製造メーカーが実施する必要がある。そしてその連携や境際領域の課題解決に大学・研究所が広い視点から中立的に携わりリードする体制が望ましい。

#### (5)波及効果

波及効果としては、成功時には川下から川上までの産業の仕組みが変わり、そこで得られる市場での優位性は大きい。個別の要素技術としても製造プロセスを新規に開発・高度化すれば、原料産業、装置産業、製造産業への普及がある。ひとつのプロセスの高度化が実現し、オンデマンド化に上げれば、これだけでも合計100億～1兆円の効果、複数の技術が融合し実現した場合、100兆円の産業規模とも考えられる。

また、研究開発課題のイメージを次の図4.2に示す。

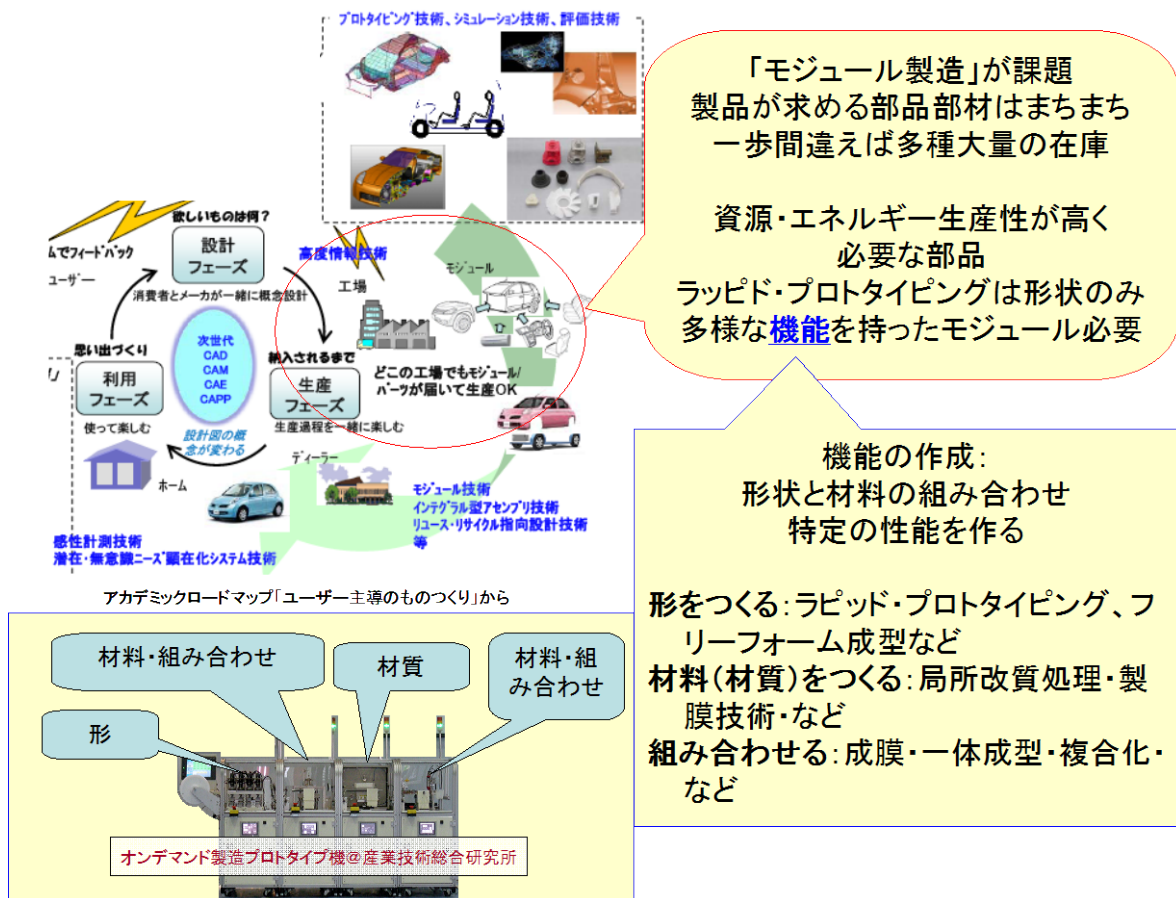


図 4. 2 高効率多品種変量生産技術開発イメージ







## 4. 3 順逆一体生産システム

### (1)背景

資源有効利用、廃棄物削減に向けて、工業製品の 3R 化は必須の動きとなった。また、これは素材産業を中心として製造業の CO2 排出量を大幅に削減する可能性がある。一方で、現状の 3R は多くの場合、製造工程側とリサイクル処理側が独立した行動原理で、各々の経済原理や法規制に従って動いているため、必ずしも効率的でなく、有効に利用されないリサイクル資源が作られたり、高コストであったり、外国に資源が流出し eWaste 問題を発生させたりしている。例えば、EU で施行された WEEE においては、EPR (拡大生産者責任) と言われつつも、結局は従来の廃棄物処理の延長線上で処理されており、環境配慮設計の効果が現れず、処理のコスト負担の問題に問題が矮小化されてしまったため、IPR (個別製品責任) という概念が取りざたされるようになった。

一方で、一部の OA 機器、電子機器、自動車部品などで見られるような部品のリユースや製品のリマニュファクチャリング、家電製品で見られるようなプラスチック素材の自己循環など、順逆一体生産、もしくは、循環生産に向けて動きは着実に広まっており、上記の WEEE の今後の方向性に見られるように、世界レベルで競争力のある今後の生産技術の一つとして、順逆一体生産技術の技術的優位性を維持、発展させることは我が国の国際競争力維持のために有効な方策である。

順逆一体生産システムは、1990 年代後半に提唱された「インバース・マニュファクチャリング」の概念を継承するものであり、そこで培われた概念、技術、経験に基づき、さらに、インバース・マニュファクチャリングにおいて見当が不足していた、(1)ライフサイクルの適切なマネジメントのためには使用段階におけるユーザとの協調が不可欠である点、(2)リユースに特化せず、多様な工業製品群を含めたリサイクルを含む柔軟かつ漏れのない循環システムを構築する点、を特に深掘りして検討を行う。

### (2)内容

製品のリマニュファクチャリング、部品のリユース、材料の高付加価値なりサイクルを高度に推進し、製造工程と一体化させることにより、資源有効利用、廃棄物削減、製造業の低炭素化を実現するための先導的な生産システムのモデルケースを構築し、その実現のために必要不可欠な要素技術、システム技術を開発する。

### (3)開発要素

本技術開発の主眼は、従来の生産システムが均質な材料・部品を前提に必要な数だけ生産することを想定していたのに対し、使用済み製品をリマニュファクチャリング、リユース、リサイクルにより活用するために、多様な種類、様々な品質・寿命、変動する投入量を前提に生産を行うための、量や質の変化に極めて柔軟な生産システムを構築するための以下にリストアップするような要素技術、システム技術の開発である。

併せて、単一の製品に対する順逆一体生産のみを考えるのではなく、複数の製品世代、複数の製品間での製品ライフサイクルのネットワーク化、集中した工場ではなく、分散的に小さな生産システムを多数配置する生産のオンサイト化、さらには、国境を越えた製品循環に対応する多国間循環生産システムなど、多様な順逆一体生産システムの形態を試み、製品ライフサイクル特性に合わせた実現可能な形態を模索する必要がある。

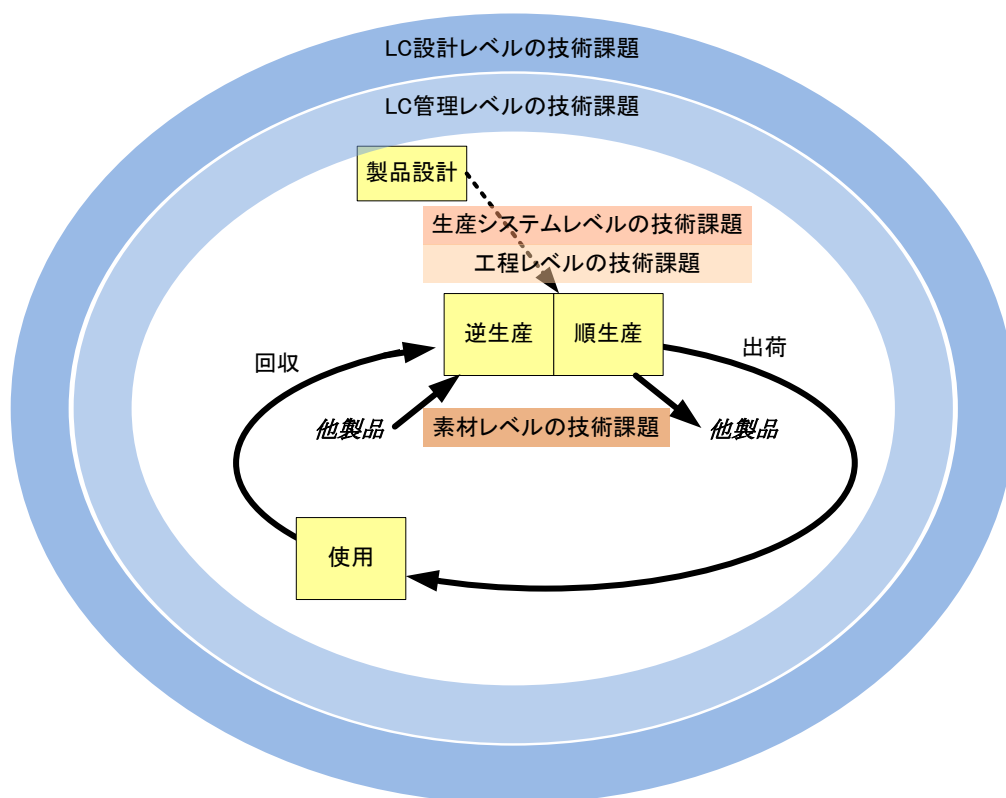


図4. 3 順逆一体生産システムの概念

(☆：H20年度版 設計・製造・加工分野の技術戦略マップに掲載されている技術)

(1) ライフサイクル設計レベル

循環を前提とした、量的、質的な循環バランスの設計、再使用先の計画

- ライフサイクル・シミュレーション☆
- 資源循環シミュレーション☆
- ライフサイクル・プランニング

(2) 製品設計レベル

循環を前提とした製品設計。出口ではなく、入口としての3R設計技術。

- 易分解設計☆
- 易素材分離設計
- 多世代設計技術☆

- 寿命設計技術☆
  - インタフェース統一化設計技術☆
  - 部品共通化設計☆
  - 易リサイクル性設計技術☆
  - 易リユース設計技術☆
  - 再生材・再生部品利用技術☆
- (3) ライフサイクルマネジメントレベル  
製品回収量・質の予測、マネジメント
- 使用履歴管理☆
  - 余寿命管理・予測☆
  - 回収量管理・予測☆
  - 使用中・使用済み製品からの IT・ユビキタス モニタリング技術☆
- (4) 生産システムレベル  
循環資源を前提とした量や質の変化に極めて柔軟な生産システム
- 循環資源を前提とした生産計画☆
  - 状況の変化に柔軟に対応するリアルタイム生産計画
  - 量や質の変化に柔軟に対応するロジスティックス
  - 量や質の変化に柔軟に対応する在庫管理☆
- (5) 工程レベル  
均質でないもの、多様な種類の素材・部品の投入、量的変動を前提とした生産装置・プロセス。特に、
- 検査技術☆
  - 使用済み製品・部品の品質保証技術
  - 分解・分離技術☆
  - 選別技術☆
  - 素材判別技術☆
  - 洗浄・クリーニング技術☆
  - 寿命診断技術☆
  - 素材再生技術☆
  - リマニュファクチャリング、リユースのためのリペア技術☆
  - 外観再生技術
- (6) 素材レベル  
循環を前提とした素材技術。
- リサイクル容易材料
  - 分離容易材料
  - 外観が再生可能な材料

- 品質回復が容易な材料

#### (4)実施体制

未定

#### (5)波及効果

順逆一体生産システムが普及すれば、この面での国際競争力を維持向上させることができる。同時に、我が国の製造業にとって資源確保、低炭素化、および、我が国の資源の有効利用（資源効率、リサイクル率、リサイクル可能率などの向上）、廃棄物量の削減、を大幅に促進することができる。





## 5. 横断的課題への貢献 ―ホイールインモータ電気自動車に資する要素技術―

(インホイールモータ) 電気自動車に必要なサステナブル・マニュファクチャリング技術としては以下の技術（群）があげられる。

### (1) 持続可能社会シミュレータ

持続可能社会シミュレータにより、以下の点を検討し、電気自動車が持続可能社会実現にどのように貢献するかを明らかにし、電気自動車の普及促進と、普及の際に予想される課題に対するプロアクティブな対応を検討する。すなわちこれは、社会で電気自動車が普及した際の「メゾレベル」のモデルを作成し、定量的なシミュレーションを行い、その評価を行うことに相当する。

- (a) 電気自動車の普及による、エネルギー需要構造の変化
- (b) 電気自動車の生産拡大による、資源需要（特に稀少資源）の変化
- (c) 使用済み電気自動車のリユース、リサイクルシステムの提案（例えば、希少資源のマテリアルリース・システム）
- (d) 電気自動車のエネルギー供給システムの提案
- (e) 脱物質化、非所有形態による電気自動車のサービス化システムの提案
- (f) 競合技術との比較による技術選択のシミュレーション

### (2) 順逆一体型生産システム

上記(c)の課題に対応するため、別記「順逆一体型生産システム」を電気自動車を対象に提案する。

このとき、当面の電気自動車の普及発展段階を考えると、稀少資源を中心とした資源確保と、電池、モーターを中心としたデバイスの技術進歩が進む中での循環システムの構築が中心的な課題となる。

- プラットフォーム・追加モジュール構造を利用した可変態設計（とそのビジネス化）
- アップグレード可能化設計（とそのビジネス化）
- 稀少資源を中心とした閉ループ型リサイクルシステム
- CFRP などのリサイクル困難材の閉ループ型リサイクルシステム
- 使用状況・履歴管理とプロアクティブメンテナンス
- 廃ガソリン自動車からのリサイクル材料を利用した電気自動車製造
- インホイールモータなどのキーデバイスのリサイクル技術
- キーデバイスのカスケードリユースのためのリマニュファクチャリング技術

(参考)

1. 変態可能な電気自動車の試作



[http://cirps1.uniroma1.it/assets/varifiles/fo\\_sustseptemb2008.pdf](http://cirps1.uniroma1.it/assets/varifiles/fo_sustseptemb2008.pdf)

2. 電気自動車に対する充電サービスビジネス

米ベンチャー企業「ベタープレイス」

<http://www.evinfo.org/modules/xpwiki/217.html>



## **I . 企画委員会**

### **I — 2 持続可能社会シミュレータ開発提案 TF**



持続可能社会シミュレータ TF として、NEDO のエコイノベーション推進事業（H20 年度第 2 回）に、シミュレータのサブシステムとして世界各地域ごとのエネルギー収支の調査、予測についての提案、応募を行ったが、採択には至らなかった。（110 件応募があり、採択は 32 件）  
以下に作成した提案書を掲載する。

受付番号:

番号

平成20年10月29日

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

理事長 村田 成二 殿

〒105-0001  
東京都港区虎ノ門3-11-15 SVAX TTビル 3階  
財団法人製造科学技術センター  
理事長 庄山悦彦

平成20年度第2回 エコイノベーション推進事業 調査研究 申請書

上記の件について、下記のとおり申請します。

## 記

### 1. 調査研究の名称

持続可能社会シミュレータ用基礎データに関する調査研究

### 2. 調査研究の概要

シナリオなどで表現した「将来の持続可能社会の姿」の実現性と課題を分析評価するツールである「持続可能社会シミュレータ」の構築に必要な基礎データとして、資源、エネルギーの生産、輸出、輸入量の調査とセグメント別の消費量とその動向を調査し、「資源、エネルギーバランステーブル」を作成する。

3. 委託対象費用 4,986,858円

4. 委託条件100%委託

### 5. 委託調査研究の開始及び終了予定年月日

開始予定年月日 平成20年12月15日から

終了予定年月日 平成21年3月14日まで

### 6. 連絡先担当者

所属	生産環境室
職名・氏名	主席研究員 高橋慎治
郵便番号・住所	〒105-0001東京都港区虎ノ門3-11-15 SVAX TTビル 3階
電話番号	03-5472-2561
FAX番号	03-5472-2567
E-Mail アドレス	takahashi@mstc.or.jp

## 平成20年度第2回 エコイノベーション推進事業 内容等説明書

### 1. 調査研究の内容等

#### (1) 調査研究の背景と必要性

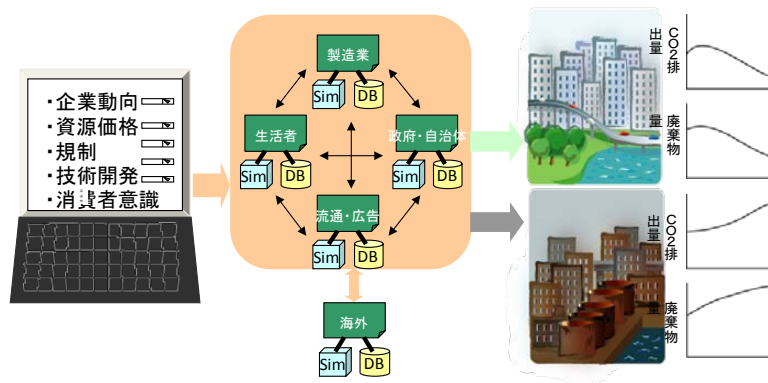
本提案は、シナリオなどで表現した「将来の持続可能社会の姿」が本当に実現できるものなのか、そのための課題は何かなどを分析評価するツール「持続可能社会シミュレータ」の構築に必要な基礎データを集積し、それらの間の関連性の分析に関するものである。

人類の活動による地球温暖化を抑制するため、人類は持続可能社会を目指すべきであるといわれている。またそのための技術開発への要請も大きくなっている。目指すべき持続可能社会がどのようなものかということや、またそこに到達するための道筋を示すシナリオも、最近いろいろと発表されている。例えば、「IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change 気候変動に関する政府間パネル) 温暖化シナリオ」や経済産業省、NEDO の「技術戦略マップ」などがあげられる。また、経済産業省では、技術戦略マップの策定に際して、産業・社会インフラ、生活といった幅広い視点から、技術のみならず、ビジネスモデルや社会・経済システムまでも包含した目標とすべき「社会像」を含めた俯瞰的なものとすべきではないかと述べている。(産業構造審議会第20回研究開発小委員会資料5「今後の研究開発政策の方向性」)

現在発表されている技術開発のシナリオでは、「脱温暖化」、「二酸化炭素50%削減」などのマクロなレベルの社会ニーズ(目標)を明示した後、「燃料電池」や「ヒートポンプ」などそれを実現するための要素技術の開発に直接結び付けられており、それによって本当に社会ニーズを満たすことができるかが十分吟味されていないところに欠陥がある。つまり、個別技術開発が成功すれば、環境目標が達成されるのか、そのための付加条件が置き去りにされていないかという問題がある。環境問題を解決する技術であっても、社会に受け入れられるためには、消費者や製造業者の行動までを考慮に入れた因果関係などのマクロとミクロの間に存在する社会、経済、技術などの中間(メゾレベルの)課題も考慮すること必要がある。

微視的な、「市民行動」や「技術開発の影響」をモデル化し、これら微視的な挙動と、巨視的・グローバルな社会的目標との関係を科学的に明らかにすることは、中長期的に温室効果ガスの大幅な削減への貢献が求められるわが国にとって、また循環型社会のような持続可能社会を実現する上で、挑戦すべき重要な課題であろう。この課題を解決するためには、環境技術の開発と普及、市民の意識、政策、およびグローバル化によって、社会生活や環境負荷が時間とともにどのように変化していくかを、的確に、かつその社会像を具体的に表現する「持続可能社会シミュレータ」の実現が望まれている(図1)。

持続可能シミュレータのイメージを明確にするために現行のシナリオ表現の問題点とそれを解決する指針を以下に簡単に記す。



■既存の種々のビジョン、シナリオ、データ、個別シミュレータの集積に基づき、持続可能社会像を描く支援を行うシステム。

図1 持続可能社会シミュレータのイメージ

社会ニーズ（マクロ視点）と個々の要素技術開発（ミクロ視点）との関係では、社会として求められる目標値（温室効果ガス削減量など）を、要素技術が「所望の特性を満たし」さらに「社会に受容される」ことを前提としている（図2）。例えば、「燃料電池車が実用化され、社会全体にゆきわたれば」、「容量の大きな小型電池が開発され、プラグイン・ハイブリット車が主流になれば」などである。企業がこれら技術を主要なビジネスにするか、あるいは市民がこれら技術を選択し適切に活用するか否かは、不透明である。また、石油価格高騰や他国のエネルギー戦略などグローバルなダイナミズムが、これら技術の普及に大きく影響する可能性もある。さらに、異分野の活動、例えば、コンパクトシティや SOHO の普及が、乗用車による移動を軽減し、燃料電池車等が期待どおり普及したとしても、所望の削減効果を実現できない場合も考えられる。技術プッシュ型の対応では、現在われわれが直面する社会的課題を効率的に解決できないという懸念がある。

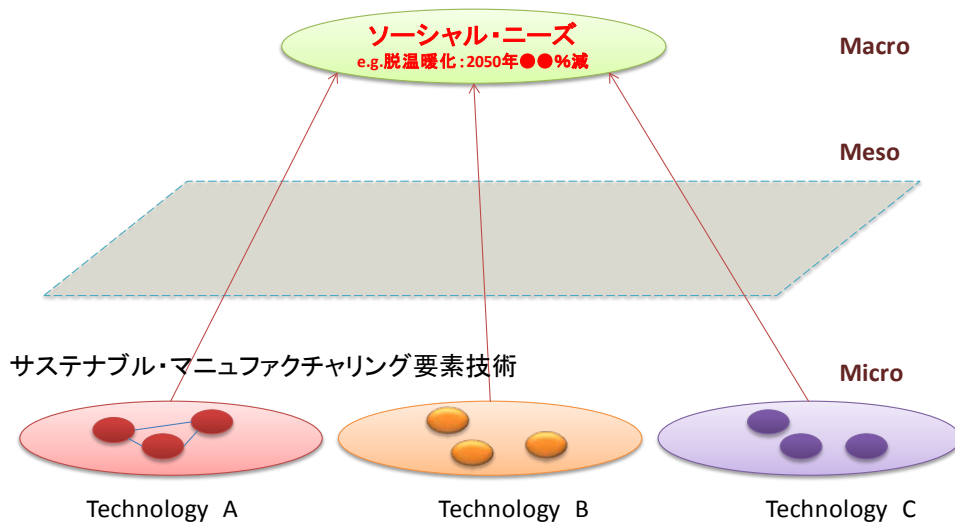


図2 社会ニーズに対するテクノロジープッシュ型の対応

一方、社会ニーズから、あるべき姿を描く対応には、マクロ的視点でのシミュレーション・シナリオの作成がある。IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) のシナリオ、World Energy

Outlook、わが国では国立環境研究所の AIM (Asia-Pacific Integrate Model) による低炭素化社会シナリオ等がその例である。これらのアプローチでは、問題が長期にわたり、また、地球環境という極めて大きな対象を持つだけに、問題の過度の単純化、単純な線形的外挿、さまざまな暗黙的仮定、因果関係の軽視、一般均衡モデル (CGM) のようなダイナミズムの欠如、市民生活や価値観の欠如、マクロ問題とマイクロ問題の不整合など様々な問題を抱えている。例えば、2050年わが国の温室効果ガスを1990年比80%削減の目標に対して、様々な前提をおき、目指すべき社会構造を提示することはできるが、その妥当性の判断は難しく、さらに、それら社会を、どのような政策や技術普及により実現するかに対して、具体的な解を得ることはできない。

持続可能な社会（とそこにおける製造業：サステナブル・マニュファクチャリング）のあるべき姿を議論し、社会的な合意形成と世界に向けたコンセプトを発信するためには、これら既存のアプローチが持つ根本的な欠点を補うことが必要である。それらは、大きく二つに分けられる（図3）それは、i) マクロとマイクロの視点を整合する中間層（Mesoレベル）の設計手法とii) マクロ視点での様々なシミュレーション/シナリオの適切な活用であり、この二つを実現する方法論、および、これを実装したソフトウェアが「持続可能社会シミュレータ」である。

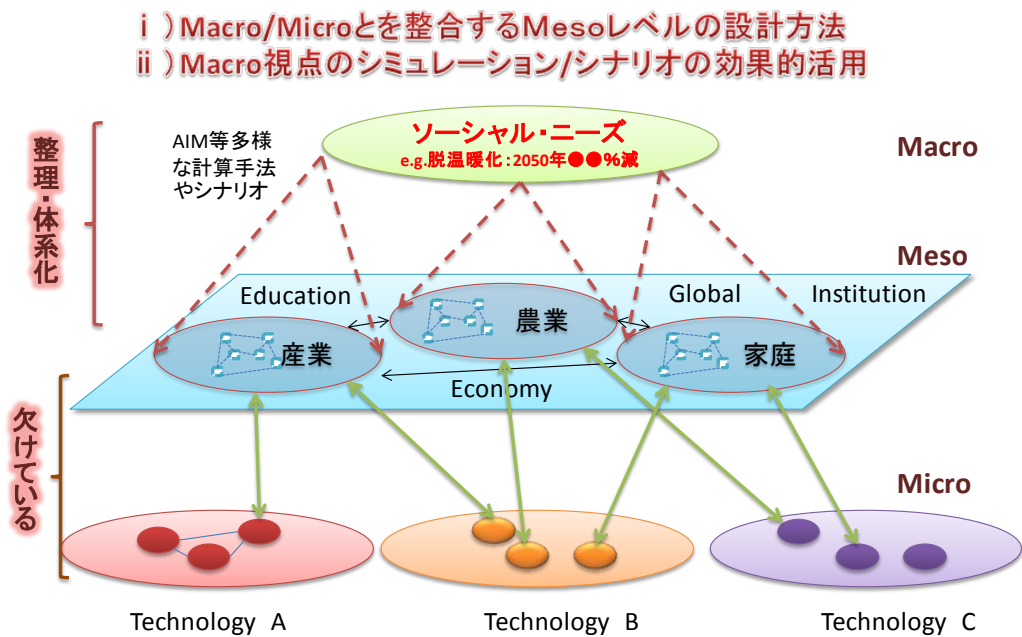


図3. 従来アプローチの根本的問題

## (2) 調査研究の目的

本調査研究では、シナリオなどで表現した将来の持続可能社会の姿が本当に実現できるものなのか、そのための課題は何かなどを分析評価するツール「持続可能社会シミュレータ」の構築に必要な基礎データを集積することを目的としている。これにより、持続可能社会の実現可能性を吟味する「持続可能社会シミュレータ」が構築されれば、個々の要素技術の開発が、どのような社会条件のもとでどれくらい有効に機能するかをシミュレートすることが可能になる。つまり、一つの社会目標を達成するのに、何と何が必要なのか、何が不可欠で、何があまり影響しないのかを評価することができる。このように、「持続可能社会シミュレータ」の活用により、技術施策の策定や企業の技術開発目標設定がよりに有効にできるようになり、持続可能社会の構築に効果を発揮するものと思われる。

以下に「持続可能社会シミュレータ」の使われる具体的な場面を記す。

- “経済・物質連関とその変化”を考慮したサステナブル・マニュファクチャリング戦略立案 (図4)  
マクロ視点での様々なシミュレーション/シナリオの適切な活用が可能となれば、経済・物質連関の予測をベースとした技術戦略の立案が可能となる。図の例は、情報技術革新が、米国・インド・日本経済に与える影響を示したものである。この関係の中で、人口・GDP・二酸化炭素排出量・産業構造変化・雇用人口の将来推計値を求めることが可能となり、その数値をベースに、わが国の持続可能な製造業の姿を“具体的に描く”ことが可能となる。図では、アジアの二酸化炭素急増、資源受容の急増を背景に、例えばアジアの二酸化炭素削減技術（石炭発電、自動車など）、希少金属代替技術開発などが、持続可能製造業の重要なファクターとなることが示されている。

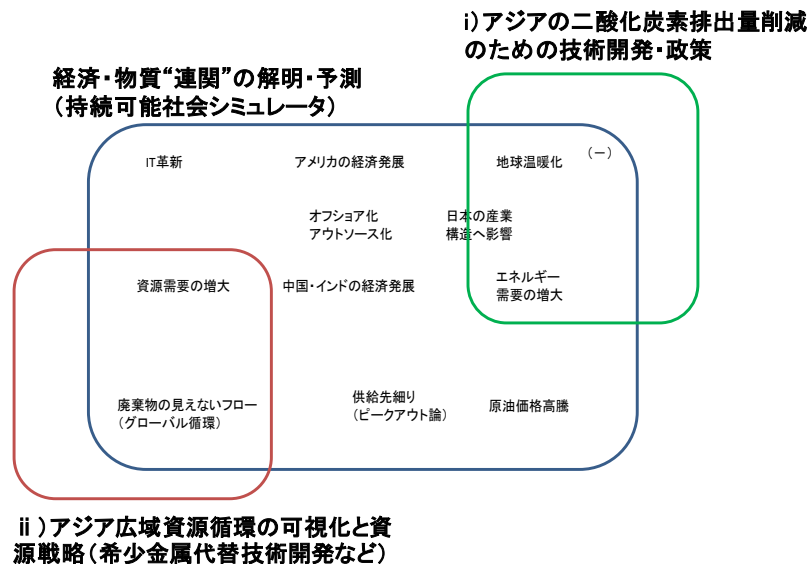


図4 経済・物質“連関”とそのダイナミズムを考慮した持続可能製造業のための技術戦略

- 2050年わが国の温室効果ガス大幅削減での具体的な対策の提示

マクロとミクロの視点を統合する中間層 (Meso レベル) の設計手法が実現できれば、温暖化対策技術の市民受容性、温暖化政策 (税制・補助金等) の社会影響を、定量化することが可能となり、経済・環境面で適切な温暖化対策を提案できる。例えば、「CEV (クリーン・エネルギー自動車) を、2050年までに社会全体にゆきわたらせるには、何年頃までに△技術が実用化され、市民の受容性を高める



ために、税制や補助金などの政策が何年頃必要である。不確定要因としては、世界市場における〇技術であり・・・」等が明らかになる。

● “定量化” に基づいたサステナブル・マニュファクチャリングへの移行シナリオ作成

マクロ視点での様々なシミュレーション／シナリオの適切な活用、マクロとミクロの視点を整合する中間層（Meso レベル）の設計手法により、ある社会像への移行の道筋を定量的にかつ論理的に表現できるようになる。

今回の提案は、現在の資源、エネルギーなどの基礎的データと、今後のエネルギー、資源の有効活用を促す技術開発に関するデータを収拾することにより、「持続可能社会シミュレータ」の構築に資することにある。

### （3）調査研究の概要

シナリオなどで表現した「将来の持続可能社会の姿」が本当に実現できるものなのか、そのための課題は何かなどを分析評価するツールである「持続可能社会シミュレータ」の構築に必要な基礎データとして、世界各地域ごとの資源、エネルギーの生産、輸出、輸入量を調査する。また、セグメント（産業、運輸、家庭など）別の消費量とその動向を調査する。これにより資源、エネルギーバランステーブルを作成する。

### （4）調査研究の内容

このような機能を有する「持続可能社会シミュレータ」の構築に必要な基礎的なデータの収集を行う。持続可能社会の実現には、将来の社会像として描かれている姿を示す各種データが、現在のデータから相互に矛盾なく到達できるものかどうかを検証するものであるから、当然現在のデータに立脚するものである。人類が皆豊かな食生活を送るには、現在の食料生産量では不足することは明白である。将来の社会像の実現性評価にはまず現在のデータを収拾することが必要である。次に現在から将来の時点までの技術開発によるパラダイムの変化も併せて予測しておく必要がある。技術革新によって食料生産性の向上が実現する可能性は大きい。例えば、かつて自動車が発明されたとき、やがてすべての人が自動車で移動できるようになるという仮説は、運転手の数が足りなくなるということで否定された。人口の半分が（運転しないで）車に乗る人で、残りの半分が人を乗せて自動車を運転するという社会はあり得ないと思われたからである。電話についても、交換手の数が足りなくなって、皆が電話で話をするようにはならないだろうと言われた。

収集したデータにより下表のようなエネルギー資源バランステーブルを作成する。各地域ごとに発生、輸出、輸入、消費の合計に矛盾がないように定め、さらに時間の経過による将来のある時点でのテーブルを作成する。この時間の経過による数値の変化は、人工／産業構造、消費者の嗜好の変化や、技術革新などによるものである。

## エネルギー資源バランステーブル

	石炭	コークス	石油	石油製品	ガス	水力・原子力	電力計	合計
生産・輸出・輸入	輸入		輸入			水力		
転換								
発電	発電				発電	発電	電力	発電損失
精製			石油	石油製				転換ロス
乾留	原料	乾留						転換ロス
最終消費								
産業								
鉄鋼	原料	還元					動力・照明	消費計
セメント	燃料						動力・照明	消費計
石油化学			原料	燃料			動力・照明	消費計
紙・パルプ	燃料			燃料	熱源		動力・照明	消費計
その他製造業							動力・照明	
運輸								
自動車				燃料				消費計
航空・海運・鉄				燃料			動力・照明	消費計
業務								
ビル・病院・学				熱源	熱源		動力・照明	消費計
家庭				熱源	熱源		動力・照明	消費計

ひとつの国の1年間のエネルギー需給を示す表。縦軸: 利用プロセス(輸入、転換、最終消費)、横軸=各種エネルギー源(石炭、石油、ガス、電力など)

表 1. エネルギー資源バランステーブル

### ①資源、エネルギーの現状データ収集

生活様式などの文化や産業構造が類似の地域をひとまとめにして、この地域内の資源、エネルギーの生産、輸出入、消費の現状データを文献、インターネット等から収集する。

### ②セグメント別の消費量とその動向の調査

セグメント(産業、運輸、家庭など)別の消費量とその動向を文献、インターネット、アンケート、聞き取り等により調査する。

### ③地域ごとの資源、エネルギーバランステーブルの作成

上記データを用いて地域ごとの資源、エネルギーバランステーブルを作成する。(表1)

### ④グローバル資源、エネルギーバランステーブルの作成

地域ごとの資源、エネルギーバランステーブルをもとに全世界の資源、エネルギーバランステーブルを作成する。(表2)

## グローバルエネルギー資源バランステーブル

1990年代半 (億トン)		材料資源			生物・食糧	
		鉄鋼	セメント	紙	森林	穀物
ストック量					880	
ストック割合 (PPMV)						
光合成						
二次利用	採取				16.8	20.5
転換	精製他 発電				-9.3	
	鉄鋼	6.9				
	紙			2.9		
	セメント プラスチック 肥料		15.0		-2.9	
最終利用	生物学的					2.0
	農人 家畜					-2.0
工業的	民生	-2.3	-2.4	-2.9		
	産業 交通	-4.6	-4.0		-4.6	
処分	ストックへの追加				-16.8	
	廃棄	0.3	0.5	1.87		
	リサイクル	1.8		0.8		

地球上の資源を、エネルギー・バランス表の形式に従って展開した。横軸には、材料資源、生物・食料を示し、縦軸にはその採取から転換・利用・廃棄・リサイクルまでを表示する。+は発生。-は消費を示す。

表 2. グローバルエネルギー資源バランステーブル

### (5)実施計画

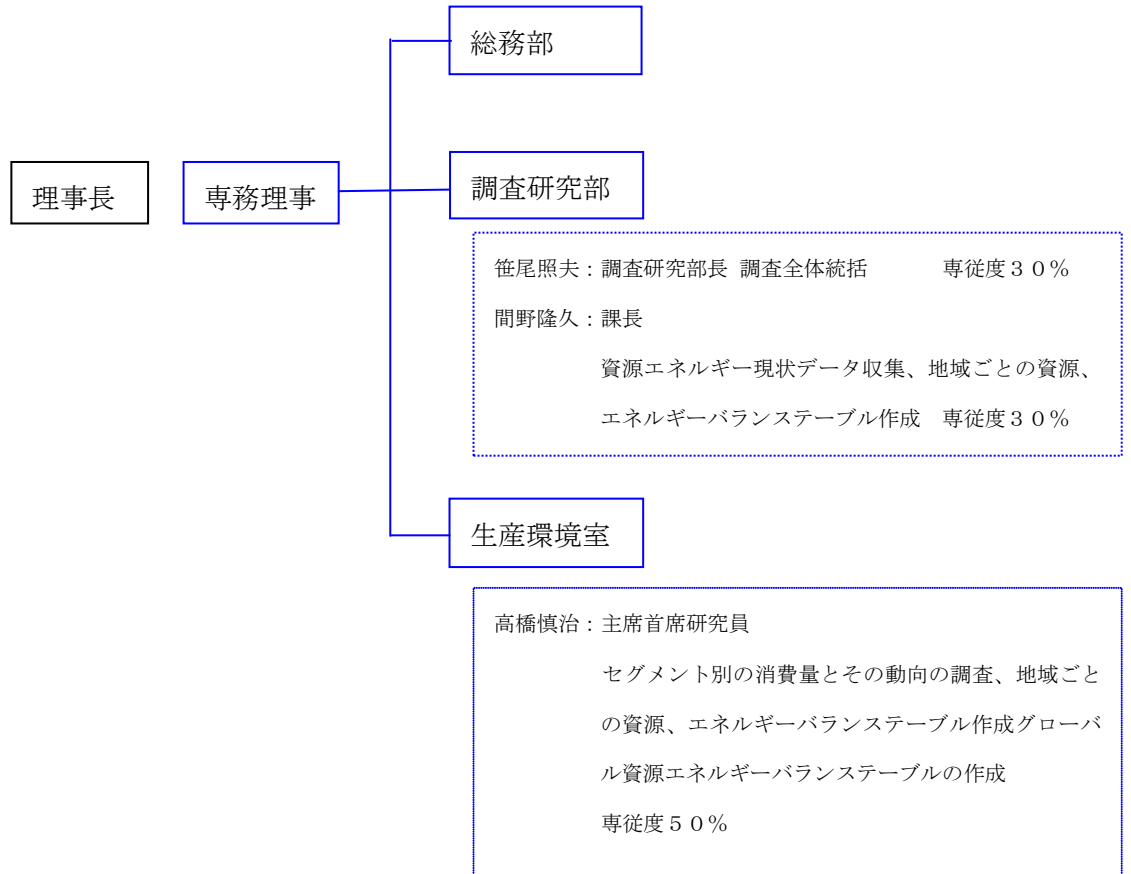
	12月	1月	2月	3月	備考
① 資源、エネルギーの現状データ収集	→				一部外注
② セグメント別の消費量とその動向の調査	→				一部外注
③ 地域ごとの資源、エネルギーバランステーブルの作成		→			
④ グローバル資源、エネルギーバランステーブルの作成			→		
委員会	●	●		●	3回開催

#### (6) 終了後に展開を予定する研究開発等の概要

「持続可能社会シミュレータ」の開発には、今回収集する基礎データのほかに、将来の社会像を表現する各要素間の関係を明確化して、事実、前提条件、仮説などの論理構造を分析するツールが必要である。文章の論理構造の解析ツールに関しては、研究発表されているものや市販されているものもあるが、「持続可能社会シミュレータ」に適用できるかは不明である。必要ならツール開発も行って、最終的に「持続可能社会シミュレータ」の完成を目指した研究開発を行う。できあがった「持続可能社会シミュレータ」を活用して、技術施策や企業の技術開発目標の評価と達成のための課題抽出を行う。

## 2. 調査研究体制

### (1) 調査研究体制スキーム



### 当該調査研究に従事する者の概要

調査研究員	3名
調査研究補助員	2名
計	5名

(3)委員会等における外部からの指導及び協力者

助言指導を受けるために有識者からなる委員会を設置する。

大学教官（東京大学、大阪大学、慶應義塾大学他）、産業技術総合研究所の研究者、  
企業の技術者（電機、精密機械）など

3. 調査研究費用支出計画

(1)総括表

(単位:千円)

調査研究対象費目	平成20年度
I. 労務費	2,276
1. 研究員費	1,726
2. 補助員費	550
II. その他経費	1,854
1. 消耗品費	0
2. 旅費	200
3. 外注費	1,000
4. 諸経費	654
直接経費(I + II)	4,130
III. 間接経費(直接経費×間接経费率)	619
合計(I + II + III)	4,749
消費税(円)	237,458
委託対象金額(合計+消費税)(円)	4,986,858

## **I . 企画委員会**

### **I - 3 エコデザイン 2008 ジャパンシンポジウム 組織、実行**





## エコデザイン 2008 ジャパンシンポジウム報告

**開催期間：** 2008年12月11日(木)、12日(金)

**開催場所：** 東京ビッグサイト会議棟 703、801、802 会議室

東京都江東区有明 3-21-1

**主催：** エコデザイン学会連合 (正会員：学協会等 32 団体、準会員：21 団体、後援：6 団体)

**後援：** 日本経済新聞社、(社) 産業環境管理協会

**共催：** エコデザイン推進機構、エレクトロニクス実装学会、システム制御情報学会、応用物理学会、化学工学会、可視化情報学会、環境科学会、環境経営学会、高知エコデザイン協議会、精密工学会、電子情報通信学会、日本エネルギー学会、日本トライボロジー学会 (協催? 初めて見る単語です)、日本プラントメンテナンス協会、日本フルードパワーシステム学会、日本機械学会、日本金属学会、日本工学会、日本塑性加工学会、日本鉄鋼協会、日本燃焼学会、日本品質管理学会、溶接学会、クリーン・ジャパン・センター、環境経済・政策学会、環境情報科学センター、国際連合大学 ゼロエミッション・フォーラム、資源・素材学会、照明学会、製造科学技術センター、電気化学会、電気学会、電子情報技術産業協会、土木学会、日本セラミックス協会、日本自動販売機工業会、日本水環境学会、日本設計工学会、日本電機工業会、日本複合材料学会、粉体工学会、粉体粉末冶金協会、無機マテリアル学会

**協賛団体：** 産業環境管理協会、富士通株式会社、株式会社日立製作所、三菱電機株式会社

**協調開催：** エコプロダクト 2008、第 8 回エコバランス国際会議

**実行委員長：** 梅田靖 大阪大学大学院工学研究科機械工学専攻 教授

**プログラム幹事：** 近藤伸亮 産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門 研究員

<b>実行委員：</b> 青山和浩	東京大学	安食弘二	NPO C-Net
岩本俊彦	東京情報大学	上木将雄	キヤノン
上野潔	国連大学	上松敬禧	千葉大学
宇郷良介	日本電気	内田晴久	東海大学
宇野元雄	(元) 東京エコリサイクル	大和田秀二	早稲田大学
岡本眞一	東京情報大学	河原田元信	富士通研究所
岸田俊二	NEC 特許技術情報センター	北原博幸	トータルシステム研究所
栗原清一	富士通(株)	古賀剛志	富士通
小渋弘明	NPO エコデザイン推進機構	小林英樹	東芝
伊永隆史	首都大学東京	近藤伸亮	産業技術総合研究所
近藤康之	早稲田大学	酒井達雄	立命館大学
佐藤孝夫	リコー	芝池成人	松下電器産業(株)
清水肇	新機能素子研究開発協会	須賀唯知	東京大学
須田茂	産業環境管理協会	長沢伸也	早稲田大学
並河治	日立製作所	野澤一美	日本 IBM
林秀臣	東京大学	藤崎克己	三菱電機
藤本淳	東京大学	本田智則	産業技術総合研究所
増井慶次郎	産業技術総合研究所	山際康之	東京造形大学
米田泰博	富士通研究所		

**事務局：** (財) 製造科学技術センター

**今回のテーマ**：低炭素社会に向け、技術と社会を結ぶエコデザイン

**講演**：97件

投稿論文：89件

基調講演：2件

エコプロダクツ大賞受賞事例発表：6件

**参加者**：205名

有料登録者

会員：86名

非会員：25名

学生：38名

協賛団体：3名

無料参加者

基調講演講師：2名

エコプロ大賞事例発表会：51名（有料登録者以外）

## 収支

収入：2,821,000円	内訳	参加費	1,835,000円
		協賛金	1,000,000円
支出：2,821,000円（含む支出予定）	内訳	事前経費	119,740円
		事務管理費	500,000円
		会場、機材費	572,880円
		当日運営費	312,310円
		印刷費等	414,669円
		監査等事後費用ほか	915,401円

## 実行委員会

- 第1回 2008年3月4日（木）10:30～12:30  
基本方針、スケジュール、予算案、Call For Paperなどを検討
- 第2回 2008年5月15日（木）10:30～12:30  
広報活動等（ホームページ、共催）の進捗状況報告と審議
- 第3回 2008年8月4日（月）10:30～12:30  
講演申し込み状況等進捗状況報告と審議
- 第4回 2008年9月17日（水）10:30～12:30  
プログラム構成、参加登録等つき検討
- 第5回 2008年11月11日（火）10:30～12:30  
論文投稿状況、論文集CD、当日業務などにつき検討

## 講演

### 一般講演セッション

- ライフサイクルシミュレーションとメンテナンス (4 件)
- 製造プロセスのエコデザイン (5 件)
- エコデザインの方法論 (5 件)
- エコビジネス (12 件)
- 省資源・省エネルギー技術とエコビジネス (4 件)
- 交通システムのエコデザイン (4 件)
- 都市のエコデザイン (4 件)
- リサイクルプロセス (4 件)
- 持続可能な材料技術 (5 件)
- 環境負荷評価・エコラベル (5 件)
- 持続可能なライフスタイルと技術 (6 件)
- 持続可能社会 (3 件)

### オーガナイズドセッション

- 二次電池による社会イノベーション (8 件)
- 持続可能社会シナリオシミュレーション (5 件)
- IT 社会のエコデザイン (7 件)
- 計算力学とエコデザイン (4 件)
- 付加価値循環 (4 件)

## 基調講演

- 日本低炭素社会に向けて：二酸化炭素大幅削減の道筋：藤野 純一氏 (国立環境研究所)
- 低炭素社会を実現するグリーン IT : 亀尾 和弘氏(グリーン IT 推進協議会)

## 第 5 回 エコプロダクト大賞受賞事例発表会

- 農林水産大臣賞受賞『サンマ漁船用 省エネ集魚灯 U-BEAM. eco (TAIRY0575X2D)』  
石川 裕一 氏 (ウシオライティング株式会社)
- 国土交通大臣賞受賞『クリーンディーゼル乗用車「X-TRAIL20GT」 (LDA-DNT31)』  
山根 通宏 氏 (日産自動車株式会社 パワートレイン主管)
- 環境大臣賞受賞『省電力サーバ ECO CENTER』  
泓 宏優 氏 (日本電気株式会社)
- 農林水産大臣賞受賞『茶産地育成事業～お茶の樹を植えて地域に活気～』  
虎尾 健志 氏 (株式会社伊藤園 農業技術部主事)
- 経済産業大臣賞受賞『スーパーマーケットの省エネを実現する「エコストアシステム」』  
中曽根 純也 氏 (三洋電機株式会社)
- 環境大臣賞受賞『遠隔省エネチューニングサービス「省エネ当番」(ビル空調向け省エネサービス)』  
依田 幹雄 氏 (ダイキン工業株式会社 サービス本部長)

## 結果概要

↓概要版に合わせる

今回の新しい試みでは、エコプロダクツ 2008 と EcoBalance2008 国際会議との協調開催として、日程を合わせただけでなく、本シンポジウムの中で、エコプロダクツ大賞受賞事例発表会を行ったり、本シンポジウム参加登録者が EcoBalance2008 国際会議のポスターセッションへの参加ができるようにした。

エコプロダクツ大賞受賞事例発表会では、エコデザインシンポジウムでの講演発表セッションと同一トピックスの受賞事例もあり、活発な質疑、コメントがあり、参加者間での有効な情報交流が実現できました。また、EcoBalance2008 国際会議のポスターセッションでは、海外からの発表者と意見交換している場面が見られた。

会期中に、エコデザインに研究面や実践面で関わっている研究者、技術者、教育者、産業人、行政人など全部で 200 名を超える参加者があった。持続可能社会の実現を目指した具体的な活動が求められる中で、社会と技術を結び、環境に配慮した製品設計（エコデザイン）はもとより、製品のライフサイクル、地域、ビジネス、消費者行動／市民生活、社会制度などのエコデザインについて数多くの発表や意見交換をすることで、当初の目的を達成できた。

このシンポジウムの実施に当たり多くの方々にご支援、ご協力いただいた。ここに謝意を記す。ありがとうございます。



詳細記述

エコデザイン2008 実施項目

月	日／時期	実施事項
3	4 6 7	第1回実行委員会(基本方針、スケジュール、予算など) CFP策定(会場は東京)、配布開始 HP立上げ(時間、場所告知) 共催承認依頼(学会連合)
4		CFP掲載依頼(共催団体) CFP配布(関係者メーリングリスト)
5	15	第2回実行委員会(共催、HP、プレナリー講演等各種企画)  協催先(エコデザイン、エコバランス)との調整、協議 HP発注
6	9	HPに発表募集掲載  プレナリー講演依頼
7	31	発表申し込み募集(過去の参加者宛メール) 発表申込締切り(第1次)
8	1 4 22 27	発表申込締切り延長(8/22) 第3回実行委員会(発表申し込み募集) エコプロ大賞受賞事例報告会フレーム決定 発表申込締切り(第2次) 採択通知と論文作成依頼 プログラム編集 HPに投稿フォーム掲載 協賛金募集
9	17	第4回実行委員会(プログラム構成、参加費払込み方法) 参加募集掲載依頼(共催学会)
10	1 3 8 17	参加募集メール発信依頼(実行委員) 論文投稿締切り HPに参加者募集 会場、備品等依頼 HPに暫定プログラム掲載 座長依頼
11	11 20 26	参加募集メール発信(過去の参加者) 第5回実行委員会(論文集CD、当日業務)  CD編集作業開始 参加事前登録締切り HPに詳細プログラム掲載
12	10 11 12	シンポジウム シンポジウム シンポジウム  機材運搬、会場確認

■ 協調開催

第 8 回エコバランス国際会議

合同懇親会 12月11日 19:00～ 東京ベイ有明ワシントンホテル 3Fアイリス

エコデザイン側から 20名参加

ポスターセッション 東京ビッグサイト 会議棟 1Fレセプションホール

エコプロダクツ 2008

エコプロダクツ全体のパンフレットに関連シンポジウムとして、エコデザイン 2008 ジャパンシンポジウムと第 5 回エコプロダクツ大賞受賞事例発表会、第 8 回エコバランス国際会議についての紹介を掲載



EcoBalance ポスターセッション



エコプロダクツ大賞受賞事例発表会

## ■広報活動

### ○ホームページ掲載

エコデザイン推進機構のホームページに「エコデザイン 2008 ジャパンシンポジウム」の項を設けて、必要情報を掲載した。トップページの一部を以下に示す。

主な掲載事項は以下の通り。

2008年3月7日 開催案内（時間、場所等）

6月9日 発表募集

8月1日 発表申し込み締め切り延長

8月27日 論文投稿、著作権譲渡承諾書フォーム

10月8日 参加者募集

10月17日 暫定プログラム

11月26日 詳細プログラム

ホームページ作成の依頼先は、関係業者からの見積もりを取ったが、価格面から、本田智則実行委員の紹介で藤井千陽氏（cfujii111@gmail.com）に依頼した。電子メールでの更新依頼に迅速に対応してもらった。



ホーム > イベント > 主催・共催・協賛：エコデザイン 2008 トップページ

### ・ エコデザイン 2008

・ プログラム

・ 参加登録

・ 講演申込

・ 会場案内

・ 事務窓口

・ 協賛企業

・ 主催・共催に戻る

### エコデザイン 2008 ジャパン シンポジウム

#### ● 更新情報

2008/11/26 [プログラム詳細](#)を掲載しました

2008/11/26 [プログラム](#)を更新しました

2008/10/17 [プログラム](#)を掲載しました

2008/10/8 [参加募集](#)を掲載しました

- 共催依頼（エコデザイン学会連合から3月に依頼）と募集記事掲載依頼  
 エコデザイン学会連合構成61団体中、41団体から共催承認を得た。（うち1団体は協催？）  
 学会誌、機関誌等へ掲載を依頼（4月CFP、9月参加者募集）  
 掲載確認はせず（記事作成は一任、一部学会等から、字数を指定して原稿の作成依頼あり）
- 過去の参加者へメール発信（約950名、ただし半数近くがアドレス消滅、間違い等で不達）  
 CFP（7月）、参加者募集（11月）
- 実行委員関係者のメール依頼  
 CFP,（4月）参加者募集（10月）
- 後援（産業環境管理協会、日本経済新聞社）  
 前回と同じ後援依頼先に承認された。

連絡先：

◇産業環境管理協会：製品環境情報事業センター エコプロダクツ展チーム  
 安井 基晃

Tel: 03-5209-7703 Fax03-5209-7717 Mail [yasui@jemai.or.jp](mailto:yasui@jemai.or.jp)

◇日本経済新聞社：日本経済新聞社文化・事業局総合事業部 田中 卓

Tel 03-5255-2847 Fax 03-5255-2860 Mail [taku.tanaka@nex.nikkei.co.jp](mailto:taku.tanaka@nex.nikkei.co.jp)

エコプロダクツ全体のパンフレットに関連シンポジウムとして、エコデザイン 2008 ジャパンシンポジウムと第5回エコプロダクツ大賞受賞事例発表会、第8回エコバランス国際会議についての紹介を掲載（原稿締め切り：10月2日、関係者への発送は10月末）

**関連シンポジウム**

**有料 エコデザイン2008ジャパンシンポジウム**  
**低炭素社会に向け、技術と社会を結ぶエコデザイン**

●日時: 12月11日[木]・12日[金] 9:00~18:00 ●会場: 7階 703会議室・8階 801,802会議室  
 ●主催: エコデザイン学会連合 ●後援: 産業環境管理協会、日本経済新聞社(予定)  
 ●参加費: 共催学会会員/14,000円 非会員 事前受付/15,000円(事前登録要、当日受付 3,000円増)  
 学生/5,000円(事前、当日)  
 ●詳細ホームページ: <http://www.ecodenet.com/ed2008/index.htm>  
 ●お問い合わせ: エコデザイン2008事務局  
 TEL: 03-5472-2561 FAX: 03-5472-2567 E-mail: [ecd08@mstc.or.jp](mailto:ecd08@mstc.or.jp)

**無料 第5回エコプロダクツ大賞受賞事例発表会**

●日時: 12月11日[木] 14:00~16:00 ●会場: 7階 703会議室  
 ●お問い合わせ: エコプロダクツ大賞推進協議会 TEL: 03-3813-9735 E-mail: [ecoproducts@gef.or.jp](mailto:ecoproducts@gef.or.jp)

**有料 第8回エコバランス国際会議 社会と技術の革新に向けたシステム思考の挑戦**  
**"The challenge of creating social and technological innovation through system-thinking"**

●日時: 12月10日[水]・11日[木]・12日[金] ●会場: 6階 607+608+609+610会議室 ●主催: 日本LCA学会  
 ●登録費: 学会員/50,000円、非会員/60,000円、学生/20,000円  
 ●詳細ホームページ: <http://www.sntt.or.jp/ecobalance8/>  
 ●お問い合わせ: 未踏科学技術協会内 第8回エコバランス国際会議事務局  
 TEL: 03-3503-4681 FAX: 03-3597-0535 E-mail: [iceb8-ilcaj@sntt.or.jp](mailto:iceb8-ilcaj@sntt.or.jp)



## セッション構成

### 一般講演セッション

- ライフサイクルシミュレーションとメンテナンス (4 件)
- 製造プロセスのエコデザイン (5 件)
- エコデザインの方法論 (5 件)
- エコビジネス (12 件)
- 省資源・省エネルギー技術とエコビジネス (4 件)
- 交通システムのエコデザイン (4 件)
- 都市のエコデザイン (4 件)
- リサイクルプロセス (4 件)
- 持続可能な材料技術 (5 件)
- 環境負荷評価・エコラベル (5 件)
- 持続可能なライフスタイルと技術 (6 件)
- 持続可能社会 (3 件)

### オーガナイズドセッション：オーガナイザー

- 二次電池による社会イノベーション (8 件)：東京大学 青山和浩
- 持続可能社会シナリオシミュレーション (5 件)：大阪大学 梅田靖
- IT 社会のエコデザイン (7 件)：東京大学 藤本淳 (東大)
- 計算力学とエコデザイン (4 件) 産業技術総合研究所 手塚明
- 付加価値循環 (4 件) 東京大学 林秀臣

### 基調講演

- 日本低炭素社会に向けて：二酸化炭素大幅削減の道筋：藤野 純一氏 (国立環境研究所)
- 低炭素社会を実現するグリーン IT : 亀尾 和弘氏(グリーン IT 推進協議会)

### 第 5 回 エコプロダクツ大賞受賞事例発表会

- 農林水産大臣賞受賞『サンマ漁船用 省エネ集魚灯 U-BEAM. eco (TAIRY0575X2D)』  
石川 裕一 氏 (ウシオライティング株式会社)
- 国土交通大臣賞受賞『クリーンディーゼル乗用車「X-TRAIL20GT」 (LDA-DNT31)』  
山根 通宏 氏 (日産自動車株式会社 パワートレイン主管)
- 環境大臣賞受賞『省電力サーバ ECO CENTER』  
泓 宏優 氏 (日本電気株式会社)
- 農林水産大臣賞受賞『茶産地育成事業～お茶の樹を植えて地域に活気～』  
虎尾 健志 氏 (株式会社伊藤園 農業技術部主事)
- 経済産業大臣賞受賞『スーパーマーケットの省エネを実現する「エコストアシステム」』  
中曽根 純也 氏 (三洋電機株式会社)
- 環境大臣賞受賞『遠隔省エネチューニングサービス「省エネ当番」(ビル空調向け省エネサービス)』  
依田 幹雄 氏 (ダイキン工業株式会社 サービス本部長)

## セッション構成と参加人数

12月11日(木)

会場	room A: A703	room B: B802	room C: C801	エコバランス 1Fレセプションホール
9:40 - 10:00				
10:00 - 10:20	A-11 持続可能社会 3件 25人	B-11 ライフサイクルシミュレーションとメンテナンス 4件 15人	C-11 リサイクルプロセス 4件 22人	
10:20 - 10:40				
10:40 - 11:00				
11:00 - 11:20				
11:20 - 11:40	休憩			
11:40 - 12:00	A-12 OS:持続可能社会シナリオシミュレーション 5件 30人	B-12 製造プロセスのエコデザイン 5件 15人	C-12 環境負荷評価・エコラベル 5件 14人	
12:00 - 12:20				
12:20 - 12:40				
12:40 - 13:00				
13:00 - 13:20	昼食			ポスター セッション
13:20 - 13:40				
13:40 - 14:00				
14:00 - 14:20				
14:20 - 14:40	エコプロ大賞事例発表会 67人			
14:40 - 15:00				
15:00 - 15:20				
15:20 - 15:40				
15:40 - 16:00	休憩			
16:00 - 16:20				
16:20 - 16:40	A-13 持続可能なライフスタイルと技術 6件 14人	B-13 エコデザインの方法論 5件 32人	C-13 持続可能な材料技術 5件 11人	
16:40 - 17:00				
17:00 - 17:20				
17:20 - 17:40				
17:40 - 18:00	休憩			
18:00 - 18:20				
18:20 - 19:00				
19:00 - 20:30	19:00 EcoBalanceとの合同懇親会(ワシントンホテル)			

午前のセッションから順に総参加者数は 62人、59人、67人、67人

12月12日(金)

会場	room A: A703	room B: B802	room C: C801
9:20 - 9:40			C-21
9:40 - 10:00	A-21 OS: IT社会のエコデザイン 3件 16人	B-21 エコビジネス(1) 4件 24人	OS: 二次電池による社会イノベーション 4件 24人
10:00 - 10:20			
10:20 - 10:40			
10:40 - 11:00			
11:00 - 11:20	休憩		
11:20 - 11:40	A-22 OS: IT社会のエコデザイン 4件 16人	B-22 エコビジネス(2) 4件 25人	C-22 OS: 二次電池による社会イノベーション4件 29人
11:40 - 12:00			
12:00 - 12:20			
12:20 - 12:40			
12:40 - 13:00	昼食		
13:00 - 13:20	基調講演1: 日本低炭素社会に向けて: 二酸化炭素大幅削減への道筋 藤野純一(国環研) 47人		
13:20 - 14:05	基調講演2: 低炭素社会を実現するグリーンIT 亀尾和弘(グリーンIT推進協議会) 54人		
14:05 - 14:50	休憩		
14:50 - 15:10	A-23 OS: 計算力学とエコデザイン 4件 11人	B-23 エコビジネス(3) 4件 32人	C-23 交通システムのエコデザイン 4件 15人
15:10 - 15:30			
15:30 - 15:50			
15:50 - 16:10			
16:10 - 16:30	休憩		
16:30 - 16:50	A-24 OS: 付加価値循環 4件 13人	B-24 省資源・省エネルギー技術とエコビジネス 4件 13人	C-24 都市のエコデザイン 4件 17人
16:50 - 17:10			
17:10 - 17:30			
17:30 - 17:50			
17:50 - 18:10	休憩		

午前のセッションから順に総参加者数は 64人、70人、47人、54人、58人、43人  
1日目 42件、2日目 47件 合計 89件の発表が行われた。(キャンセルなし)

■発表（アブストラクト）申し込み

一般講演

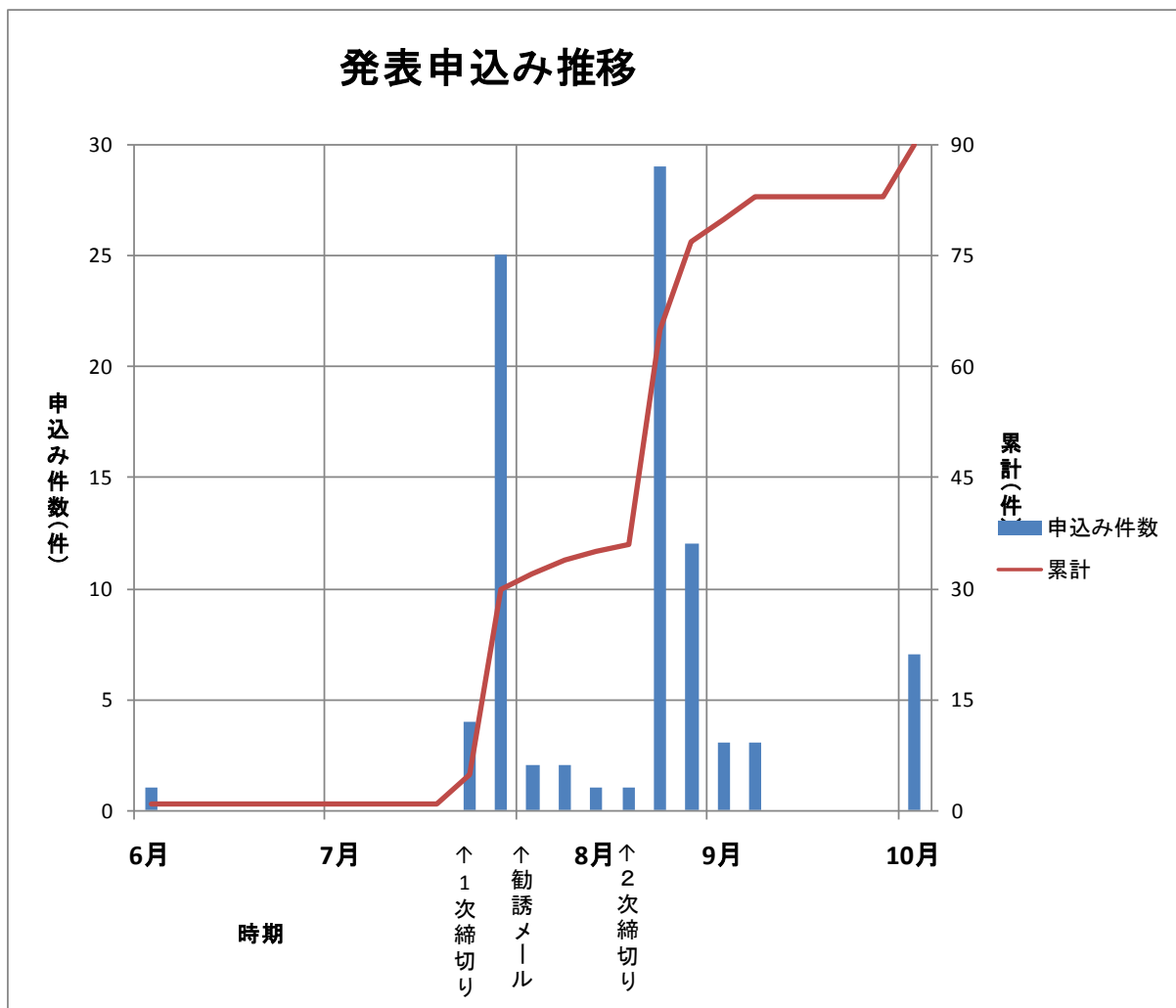
第一回締め切り：7月31日（木）33件

過去の参加者へ参加勧誘：8月1日（金）

締め切り延長：8月22日（金）60件（前記33件に加えて27件うち1件は改題）

オーガナイズドセッション依頼：8月末から9月末

申し込み状況 最終的に89件（後で取り消し1件）

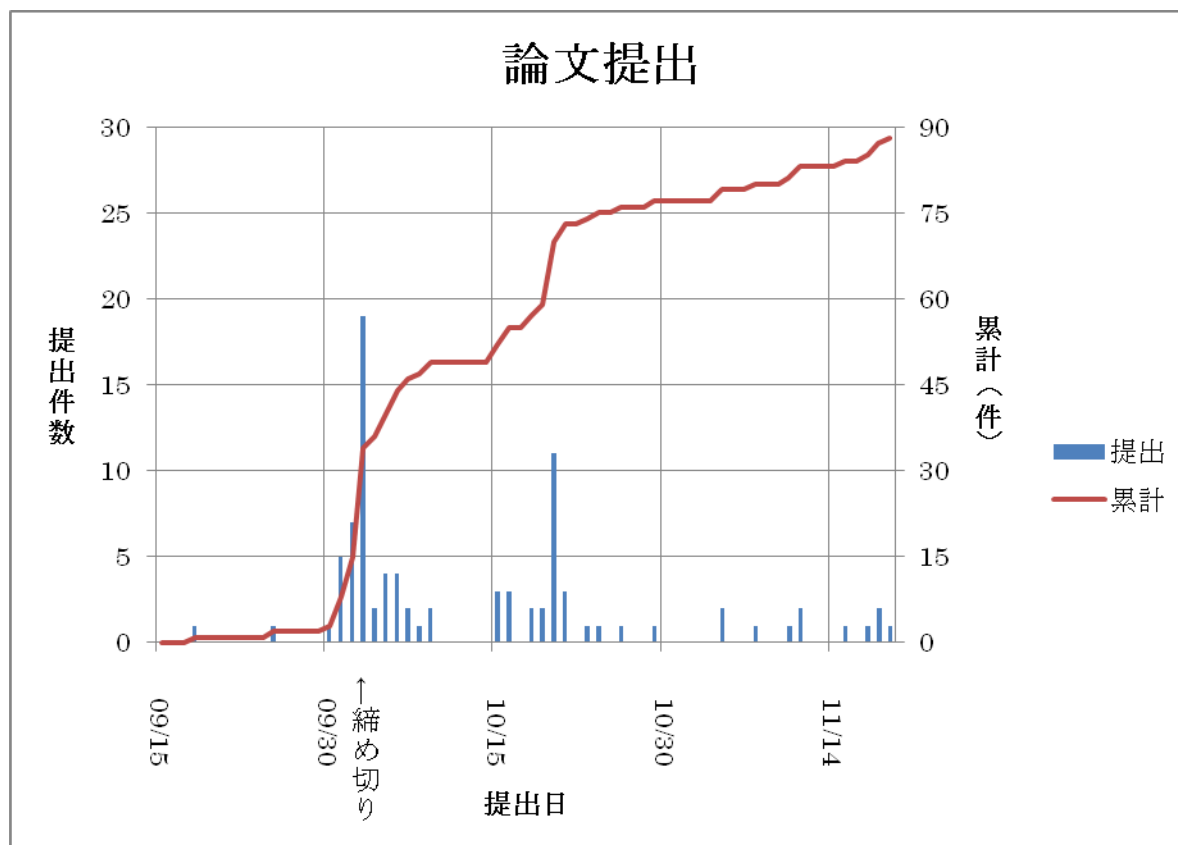


## ■論文投稿

論文フォーマット策定：8月27日ホームページ掲載

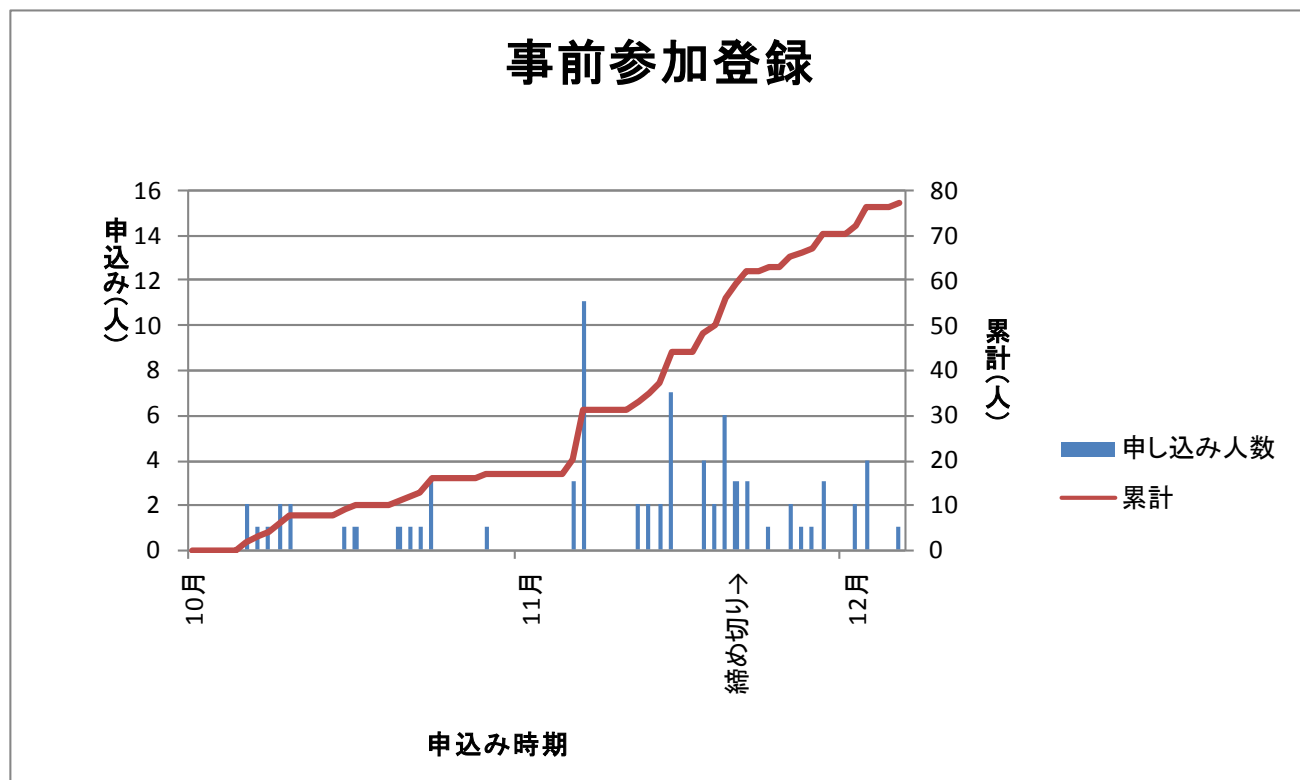
投稿締め切り：10月3日

最終投稿者の提出日：11月19日



オーガナイズドセッション等で論文投稿を9月以降にお願いしたものは、締め切りを過ぎてからの論文提出が避けられない事情もあるが、8月末までに投稿を申し込んであるものの中にも締め切りに遅れるものも多く見られた。また、投稿後の修正要求もあったが、論文集の編集作業に影響を与えないことがほとんどであり、受け入れることにした。結果的に病気による1件の発表辞退を除いて、投稿申し込みのあった論文については、論文集CDに収録することができた。これらの事情は、論文フォーマットのチェックや論文集CDの編集作成作業に時間的制約を加えることになった。

## ■参加事前登録



## ■参加費払い込み

口座振り込みを採用した結果、入金処理の大幅な省力化が実現できた。ただし振り込み手数料を参加者負担としたため、参加者の金銭的負担を増加した。また、一部の参加者から、組織の手続きが面倒なことから、当日受付で現金払いをしたいとの申し出でもあり、受け入れた。

## ■協賛金募集

当初計画になかったが、趣意書、金額、条件等急遽決定して依頼を行った。企業の実行委員に聞いた依頼先（役員クラス）に依頼状を送付した。景気低落の兆しがあったが、それでも3社から協賛金の拠出をいただいた。また、エコプロダクツの主催者の一つである産業環境管理協会からも2口の協賛申し込みを受けた。エコプロダク展との連携の成果の一端とも言える。

なお、産業環境管理協会からは、協賛金を依頼するに当たって、協賛先へのメリットの具体イメージの呈示が必要であり、事後報告の実施が必須であるとの申し入れを受けた。

### 協賛団体

社団法人 産業環境管理協会（エコプロダクツ 2008）：2口

株式会社日立製作所：1口

富士通株式会社：1口

三菱電機株式会社：1口

### 協賛金募集送付先

上記のほか、東芝、NEC、パナソニック、シャープ、リコー、富士フィルム、フジクラ

収支

エコデザインシンポジウム2008収入決算

		2008決算案	
参加費収入		1,835,000	備考
内訳	会議参加費収入	1,835,000	
	会員事前	71人×¥14,000	
	会員当日	15人×¥17,000	
	非会員事前	18人×¥15,000	
	非会員当日	7人×¥18,000	
	学生事前	28人×¥5,000	
	学生当日	10人×¥5,000	
	参加者計	148人	
交流会参加費収入		0	
補助金収入		1,000,000	
内訳	TCVB		
	国立情報学研究所		
	企業からの寄付		
	予稿集売り上げ	400,000	
	産環協補助金	600,000	
	協賛金、広告等		
収入総計		2,835,000	

エコデザインシンポジウム2008支出決算

		O2の使用明細	2008実績	(備考)
会議事前経費			119,740	
内訳	会議費	資料コピー	0	
	旅費・交通費	事務局交通費	0	
	通信費	資料・請求書郵送代	5,040	
	印刷・資料費	資料印刷費	0	
	業務委託費	参加登録処理、入金	0	
		処理、査読資料作成、		
		プログラム作成		
		講演申込み画面作成	114,700	
	ホームページ運営費			
	／申込みデータ変換			
	事務管理費	エコデザイン推進機構	500,000	MSTC
		(webサイト管理含む)		
会場、機材費			572,880	
内訳	会場		475,440	
	機材費、看板等		97,440	
	通訳・機材費			
印刷費			414,669	
内訳	印刷物(予稿集)	324ページ400部	116,550	カントー
		CD-ROM250枚	284,550	カントー
		コピー	13,569	会場図等
当日費用			312,310	
内訳	会場運営費	学生補助員	198,400	
		12,400×8人×2日		
	招待・委員・スタッフ昼	特別講演講師ほか	33,290	
	食代			
	講演者謝金	特別講演講師	40,000	
		20,000円/人		
	招待旅費補助	交流会	0	
	パーティ費			
コーヒープレイク		28,800		
会期中:通信運搬費	印刷屋からの運送費	10,920		
	事務局荷物発送			
	雑費	900		
	バッジ作成、文具			
	後処理費用			
予備費				
計			1,919,599	
終了後(剰余金)			915,401	
内訳	報告書・監査			
	その他	支払振込手数料	0	
支出総計			2,835,000	

## 座長依頼

途中から、参加者を多くする手段の一つとして、発表者などでない方に座長を依頼する方針が加わり、すでに受諾が済んでいるセッションも含めて、新たに多くの方々に座長依頼を行った。実行委員会で、2人座長制の採用提案があったり、依頼手順、窓口や受諾回答先が錯綜して、事務局での整理が付かなくなり一部のセッションで混乱が生じた。一貫した方針、窓口での座長依頼が望ましい。

## 機材調達

プロジェクター：関係者から調達（MSTC、エコデザイン推進機構、東大青山研）

ストップウォッチ：エコデザイン推進機構

参加者カウンター：エコデザイン推進機構

参加章名札：MSTC

ポインター（棒）：MSTC

スクリーン、音響設備（703のみ）：会場側から借用

## 会場事前設定

703（150m<sup>2</sup>）：スクール形式（93席＋両脇にメモ台付き椅子17席＝110席）

801（75m<sup>2</sup>）：シアター形式（メモ台付き椅子45席）

802（100m<sup>2</sup>）：シアター形式（メモ台付き椅子58席）

ビッグサイトサービスにレイアウト図面作成（会議室の椅子の設定、廊下の受付机／椅子の配置など、）を依頼し、先方が当日朝までに設定を完了するシステムになっている。依頼側にとって省力化が実現できるが、会場の設定の確認作業が、前日の使用状況によって、次の日の利用者が会場設定の確認ができない可能性もある。とくに、日経新聞社が会場を一括借り上げていてビッグサイトの関係者が状況を良く把握おらず、会場設定状況の確認が難しかった。

## 当日運営

### アルバイト

実行委員を通じて大学院／学部学生を8名雇用

直接募集でないので、具体的に誰が来るか直前まで把握できなかった。

雇用契約、役割分担、金額（税込み）等を早めに決めておく。

募集依頼先から、仕事内容につき注文が多い（学術活動の一環、講演が聴けるのか）

去年の経験者も多く、仕事ぶりは良好だった。

### 会場設営（設営、順路、機材）

具体的な場所がなかなか決まらなかった。

初めてなので要領がわからない。

日経新聞社が押さえているところを分譲、最初の内は施設側と間接的な交渉

場所がわかりにくくて、到達しにくい。

フロアが2階にわたっていて移動不便



添付資料

エコデザイン 2008 ジャパンシンポジウム プログラム

EcoDesign2008 Japan Symposium CD



## **I . 企画委員会**

### **I - 4 エコデザイン 2009 国際シンポジウム 組織、実行**



# 第10周年記念エコデザイン 国際会議について

東京大学 先端科学技術研究センター  
藤本淳



## EcoDesign国際会議とは

- **International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing**
- 1999年から2年に一度開催
  - 間の年に“エコデザインJapan”を開催
  - Electronics Goes Green(4年に一度:ベルリン)、Care Electronics(4年に一度、ウィーン)、IEEE TCEE(米国電気電子学会 環境とエレクトロニクス分科会、毎年開催)と連携
  - “エコデザイン学会連合”が主催

# これまでの経緯

年	会期	会場	組織委員長	実行委員長	論文数	参加国数	参加人数	(うち日本)
2007	12/10～13	日本科学未来館	古川勇二 小濑弘明 Patrick Eagan Nils F. Nissen	青山和浩	126	20	256	(161)
2005	12/12～14	学術総合センター	古川勇二 小濑弘明 Patrick Eagan Hansjoerg Griese	梅田 靖	214	19	304	(220)
2003	12/8～11	国立オリンピック記念青少年総合センター	古川勇二 Hansjoerg Griese A. Sweatman	梅田 靖	約180	15	291	(223)
2001	12/11～15	東京ビッグサイト	山本良一 木村文彦 Diana Bendz John Ehrenfeld	須賀唯知	259	?	507	(378)
1999	2/1～3	早稲田大学国際会議場	山本良一 木村文彦 Erin Craig	須賀唯知	約200	21	488	(約360)

※参加国名(国別参加者数)

2007	ベルギー(1)、インド(1)、インドネシア(1)、ラトビア(1)、ノルウェー(1)、フランス(2)、カナダ(1)、マレーシア(2)、オーストリア(1)、タイ(3)、オーストラリア(4)、イギリス(1)、スウェーデン(1)、アメリカ合衆国(3)、オランダ(4)、中国(17)、ドイツ(7)、韓国(24)、台湾(20)、日本(161)
2005	オーストラリア(1)、オーストリア(3)、カナダ(2)、中国(2)、ドイツ(12)、日本(220)、韓国(15)、マレーシア(1)、フィリピン(1)、ポルトガル(1)、シンガポール(1)、スペイン(1)、スウェーデン(6)、台湾(21)、タイ(1)、ガンビア(1)、オランダ(6)、イギリス(4)、アメリカ合衆国(5)
2003	オーストリア(3)、ベルギー(2)、中国(3)、デンマーク(1)、フランス(3)、ドイツ(12)、イタリア(4)、韓国(19)、南アフリカ(1)、スウェーデン(4)、台湾(5)、タイ(1)、オランダ(5)、アメリカ合衆国(5)、日本(223)
2001	?
1999	アメリカ合衆国、イギリス、イタリア、オランダ、エジプト、オーストリア、オーストラリア、カナダ、韓国、スイス、スウェーデン、台湾、中国、デンマーク、ドイツ、日本、ノルウェー、フランス、フィンランド、ブラジル、ベルギー

## “個人的”な認識

- 発足当時：“環境技術”を発表する場としての価値
  - ここ十年間で
    - 各学会での環境分野の取組み活発化
    - 社会での“環境への意識”も向上
    - “環境調和製品設計”は当たり前になりつつある
- 多くの“学会”で企業の貢献は低下？
  - エコデザインの“企業中心”は成り立たなくなっている…
- “エコデザイン”に参加する価値はどこに？
  - そもそも“エコデザイン”とは何か…
  - “存在の意義”はあるのか？

# エコデザイン

## “エコデザイン”とは

- 社会ニーズ志向、目的志向
  - 技術プッシュ型、シーズ志向ではない
- 社会の“環境目標”達成に資する取り組み
  - 社会的な機構・組織・制度、製品などを適切に組み上げ、“環境”目的を達成するためのシステムを作り上げる知的作業

# 脱温暖化をダイエットに例えると

社会ニーズ

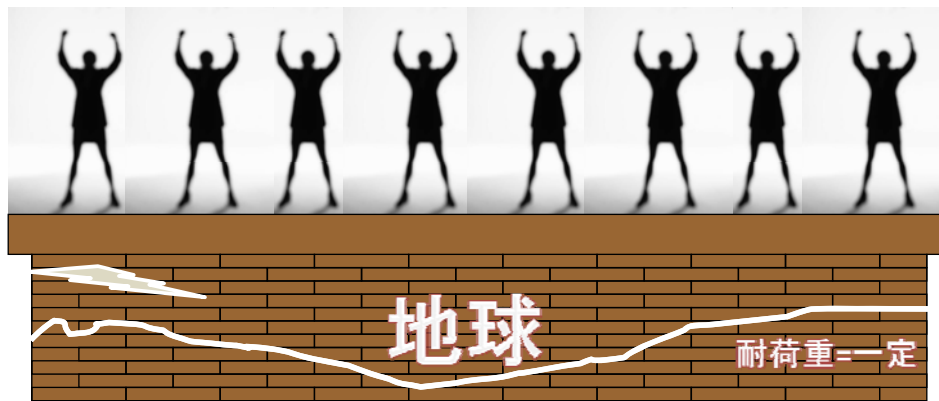
国民全員がダイエットに挑戦し達成

58Kg → 48Kg → ~18Kg

現状

2012年

2050年



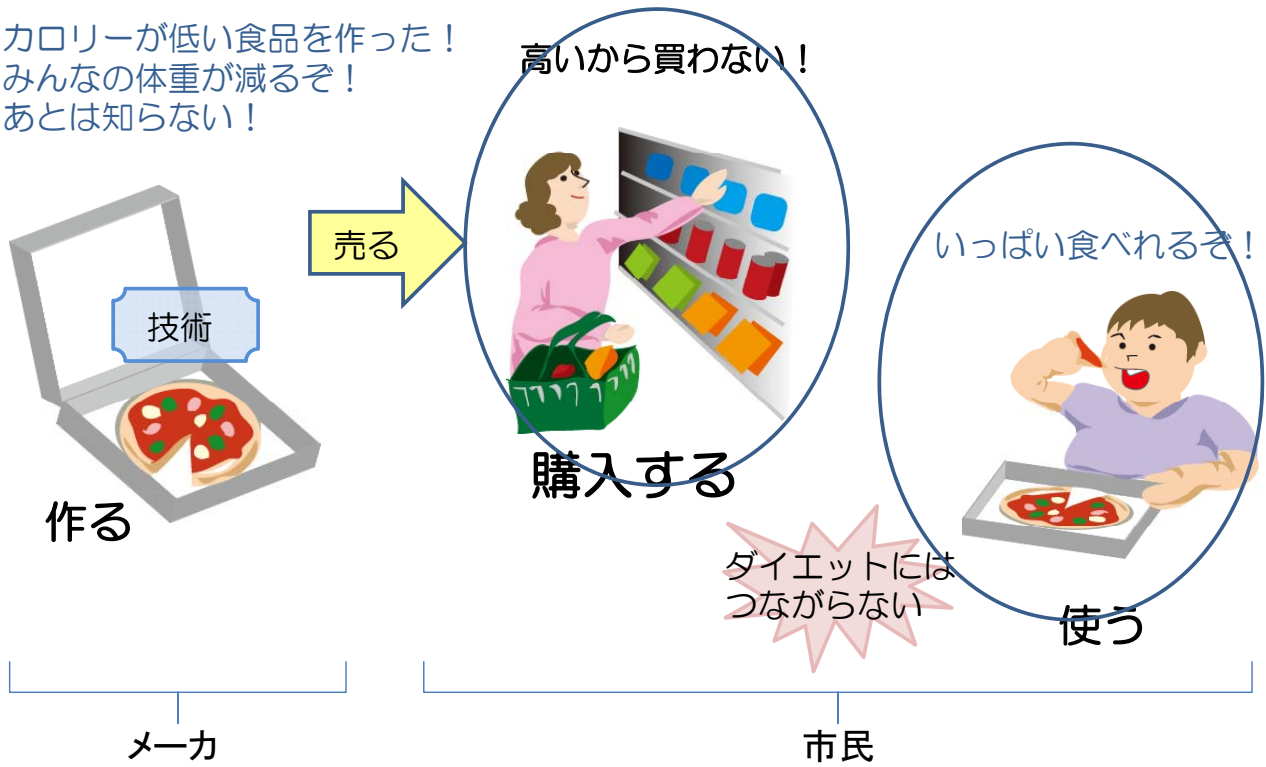
## 大きな社会変革を成し遂げるには

- 従来の環境対策
  - 効果を上げたのか？
  - e.g. 多くの対策をとりながら、京都議定書の目標レベルまでCO2削減できないのは何故？
- **何かが欠けていたのでは**

?

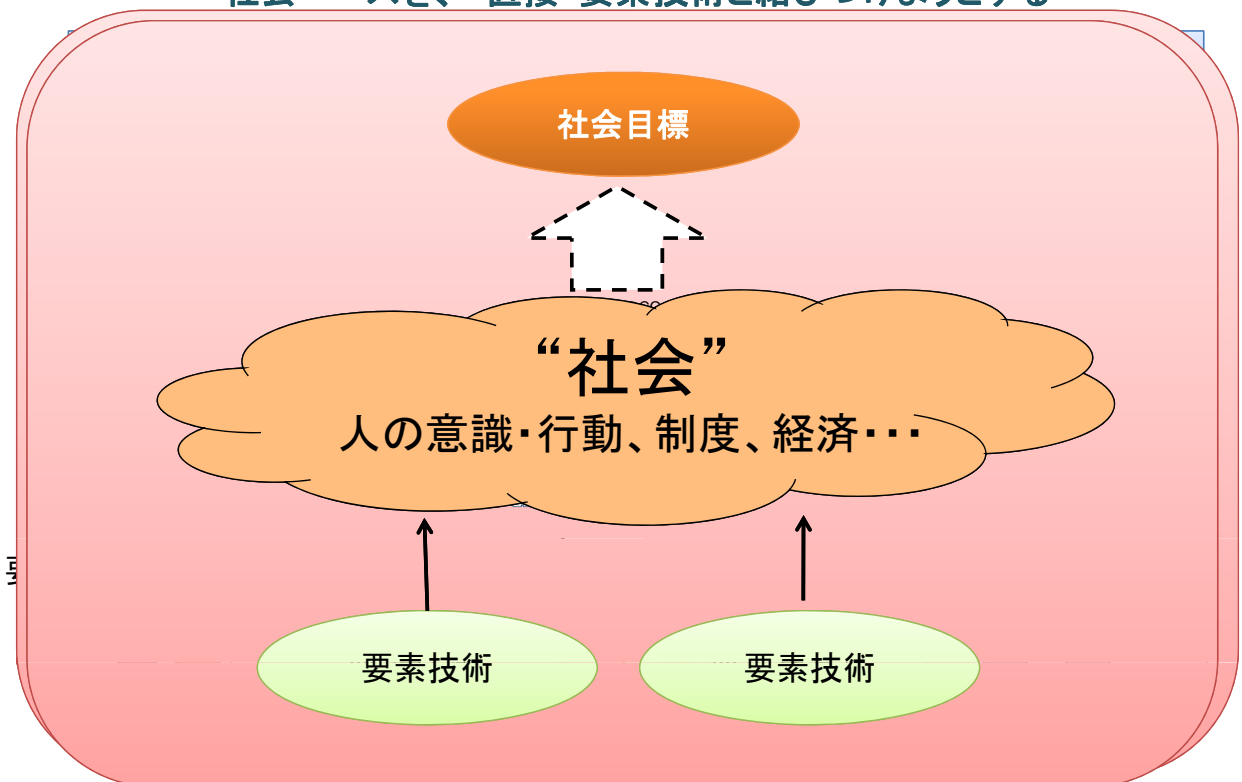
# 環境対策の課題

カロリーが低い食品を作った！  
みんなの体重が減るぞ！  
あとは知らない！

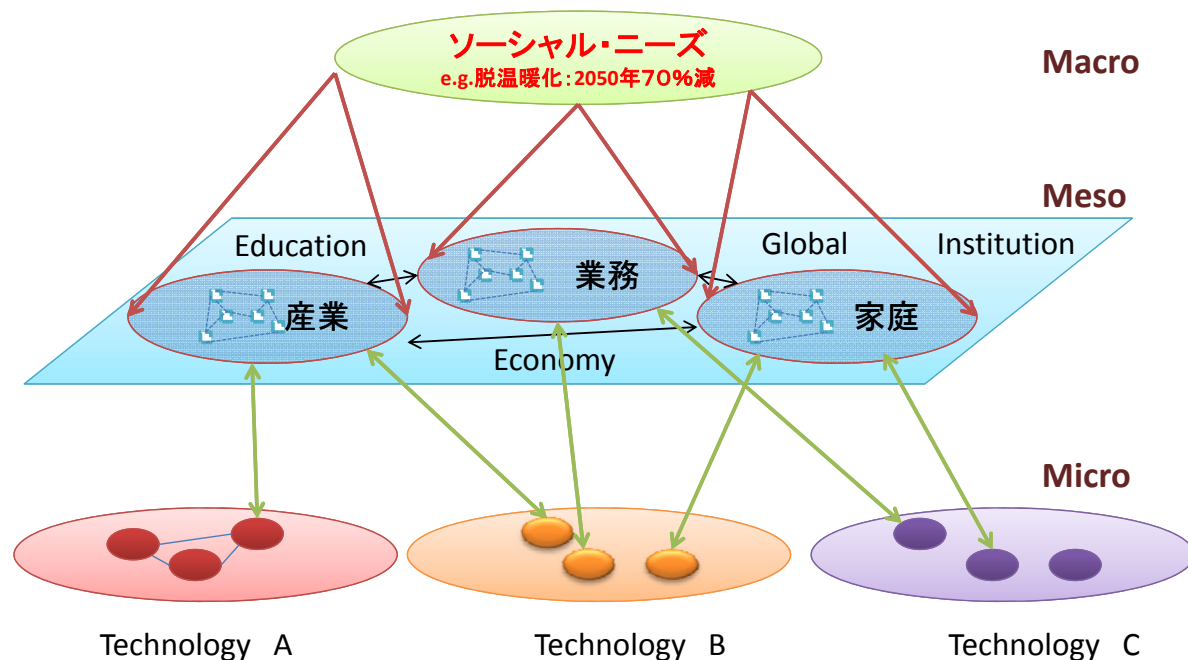


# 従来の問題点

要素技術で“直接”社会ニーズを満たそうとする  
社会ニーズを、“直接”要素技術と結びつけようとする



# “Meso”レベルの設定とデザイン



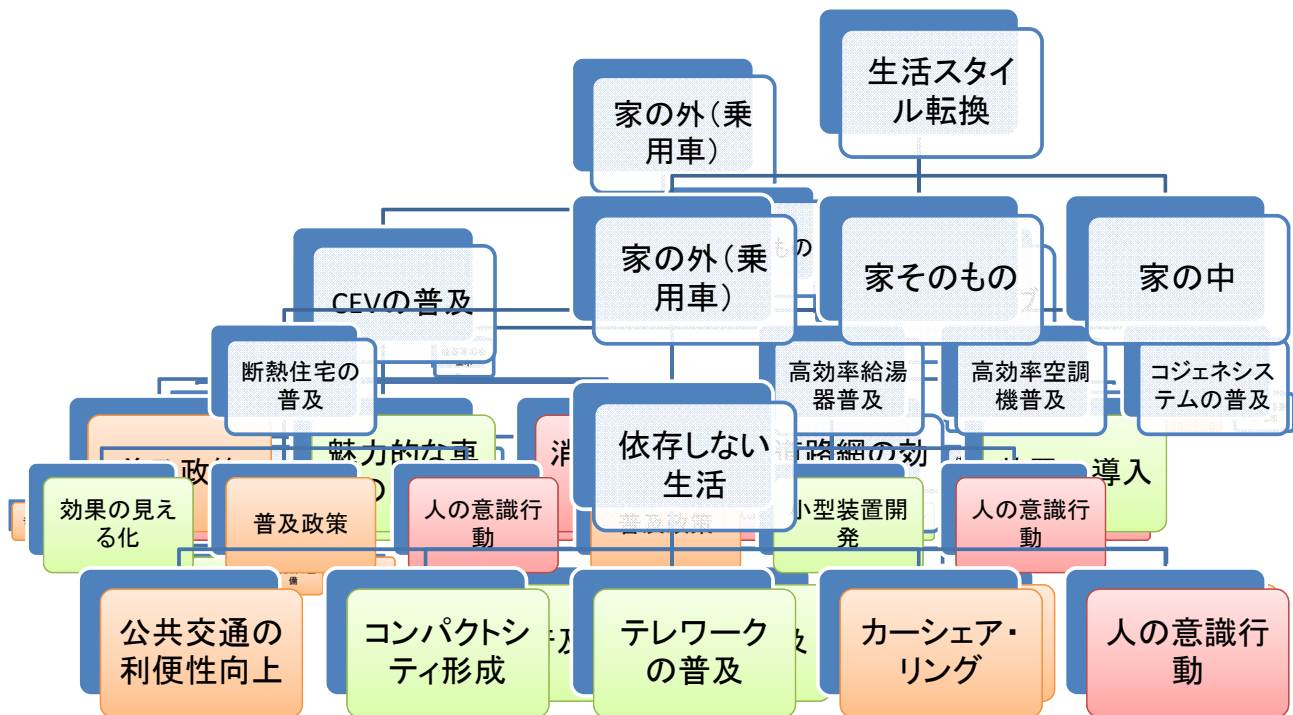
## “MESO”レベルへの解明&提示

- 「“技術開発”と“社会イノベーション”との統合的な対策」が可能に
- 社会のあらゆる要素(技術システム、人の行動・意識、制度など)の情報を収集・分析、要素間の関連性や相互作用を明確化
  - 技術の社会受容性と他への影響
  - 社会イノベーションが生じる要因
  - 人の行動、社会・人のもつ価値感





# Mesoをのぞいてみると



## Mesoレベルに潜む課題

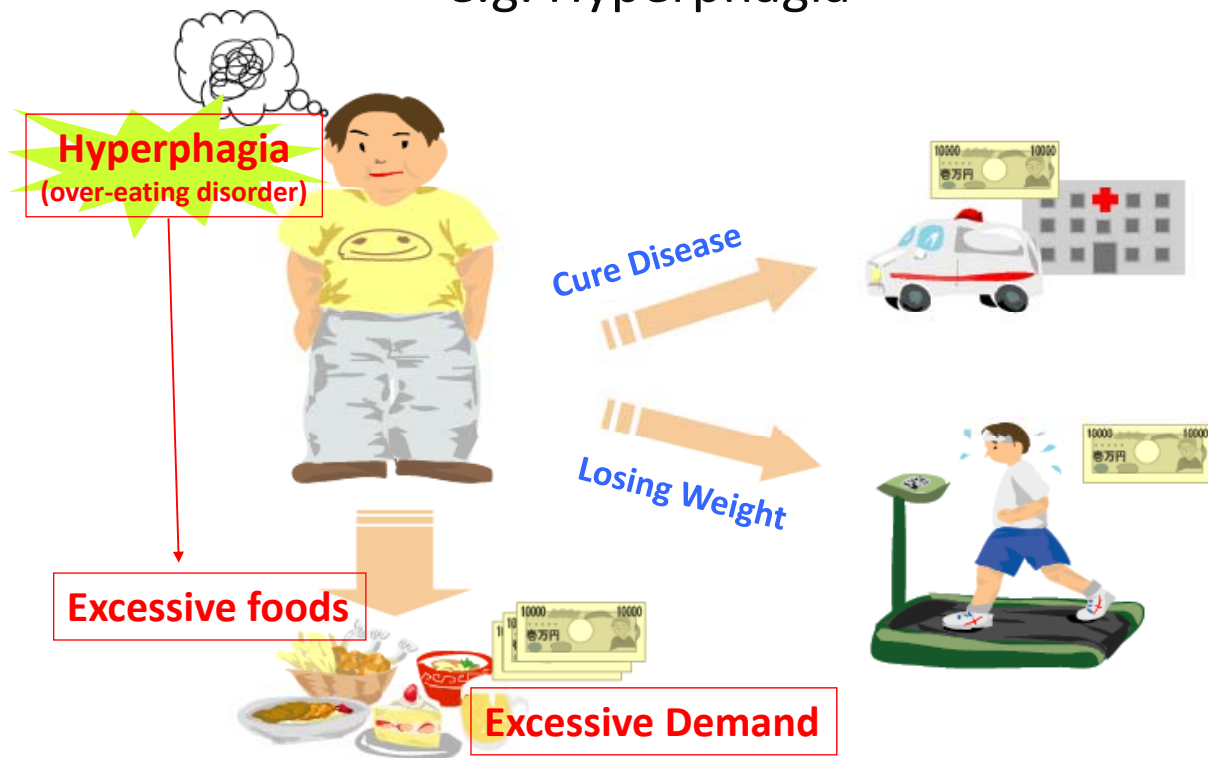
-社会/人々の意識や行動-

- Affluenza
  - Affluence & influenza
  - 英国の社会心理学者Oliver Jamesが提唱
  - ”Earn more”, “Spend more”, “Want more”
- The Psychology of Environmental Problems
- 資源・エネルギー過食症社会 (Resource & Energy Overconsumption Disorder)
  - J.Fujimoto (2005)

どのように解決するのか？

# Over Consumption Disorder

e.g. Hyperphagia



## 社会変革を実現するには

- 2つの課題解決
  - 考え方や対策(アプローチ)での課題
    - “MESO”の概念導入
  - “社会”に潜む問題
    - 人の心理、価値感……

“エコデザイン”が目指すべき方向



“Meso”レベルの設計

6th International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing

## ECODESIGN2009

### 会議のコンセプト

- ***“Integrating technologies with a social perspective”***
  - 社会イノベーション、社会問題をスペシャルテーマ
- Hospitality
  - ランチ・夕食の手厚いサポート
  - 自由に議論できる場の提供
    - Coffee Break & Discussion time
- **10周年を祝賀する & 今後の“10年”を考える**
  - アジア・アフリカでの開催？
  - Closeする？

## 運営体制の改革

- 事務局：(財)製造科学技術センターへ(インバース・フォーラム)
- 主催：産業総合技術研究所を加え
- 開催地：札幌へ
- 企画：海外メンバーを加える
- 運営：組織・実行委員会を一体化

## EcoDesign2009

- 2009年12月7日（月）～9日（水）
- ロイトン札幌
- 主催：機械学会、産業総合技術研究所
- 共催：北海道大学
- 25カ国からの200件以上の講演(予定)
- 「環境都市」札幌で「グリーンコンベンション」



# Conference Topics

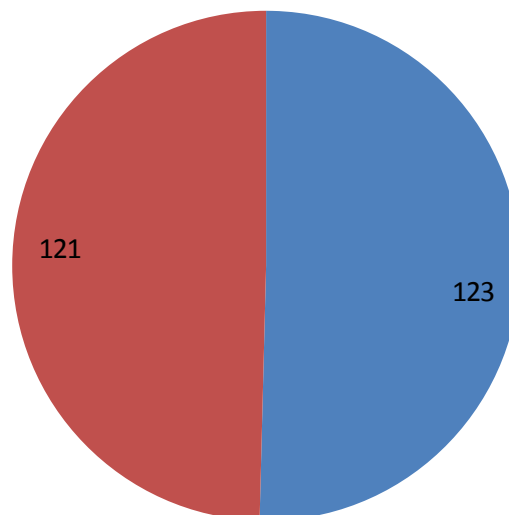
2009/05/31

- ST1 : Social Innovations: 16
- ST2 : Social Problems 27
- ST3 : Sustainable Manufacturing 31
- ST4 : Green Building & Green City 15
- General1 : EcoDesign of Social System and Business 60
- General2 : Environmentally Conscious Products and Services 52
- General3 : Environmentally Conscious Elemental Technologies and Process Technologies 50

## アブストラクトの地域別内訳

5/25 244件の時点

台湾 27件  
韓国 16件  
オランダ 14件  
スウェーデン 9件  
ドイツ 8件  
ノルウエー 6件  
米国 4件  
ベルギー 3件  
英国 3件  
他



■ Japan  
■ 海外

# 海外メンバーとのDiscussionの一例 (ST2 Social problems)

Prof. Casper Boks (Norwegian University of Science & Technology)

Even though I tried to be as objective as possible, I realize that the majority of the papers I assess to be less fit for these sessions are mainly from Japan and Taiwan, which is a pity and might result in a very much European focused special session. I would like your opinion on this.

返事



I agree for your opinion. I am trying to find more Japanese contributors. The reason for lack of Japanese contribution to ST2 is that this is the very new approach for Japanese experts. It is because of this, that the EcoDesign Symposium is in Japan. It provides the opportunity for Japanese experts to learn from European experts, thus initiating a new way of thinking in Asia. Hopefully, this will lead to more Asian contributions in future EcoDesign Symposium. This EcoDesign Symposium has over 250 abstracts, about 70% from Asia. Therefore the other sessions have large contribution from Asia.

## 是非ご一緒に！

- <http://www.mstc.or.jp/imf/ed/>
- シンポジウム事務局：
  - EcoDesign2009事務局 担当 根本陽子
  - TEL: 03-5472-2561 FAX: 03-5472-2567 E-mail: ecd09@mstc.or.jp

# 実行委員の皆様へ

2009/5/1

今回特に、環境問題解決において“技術”とともに考慮すべき、「人・社会の問題」について、この分野で先進的な欧州の研究者の協力を得て、セッションを立ち上げること成功しました。このようなセッションは、国内のシンポジウムでは例のないことだと思います。また、国内の研究に限っても、産学連携で進められている「太陽電池」、「ITによるビルの省エネ」、「2次電池による社会イノベーション」、および「サステイナブル・イノベーション」などの最先端プロジェクトの活動を皆様に紹介できるように動いております。これらの活動を“俯瞰”することで、新しいビジネスのヒントを得る、さらにこれらの研究者との人的なコネクションをつくる貴重なチャンスになると思います。蛇足ですが、会議運営に関して国からの補助金を獲得できたため、海外の著名な研究者を招待することも可能となっています。この資金の使い道に関しても皆様方に積極的に提案していただければと思っています。

“環境”をキーワードにした新たなビジネスを、単なるお題目ではなく“実”のあるものにするには、省エネ・新エネなど“誰もが考える”対症療法的な対策を、“限られたマーケット”で多数の企業が参加し競争する、という構図からそろそろ脱却する必要があるのかもしれませんが、……………

EcoDesign 2009:  
6th International Symposium on Environmentally Conscious Design  
and Inverse Manufacturing

**Conference Prospectus**

**EcoDesign2009 Secretariat:**

Ms. Yoko Nemoto  
Manufacturing Science and Technology Center  
3rd Floor, SVAX TT Bldg., Toranomom 3-11-15, Minato-ku,  
Tokyo 105-0001, JAPAN  
E-mail: [ecd09@mstc.or.jp](mailto:ecd09@mstc.or.jp)



**Name of the conference:** EcoDesign 2009: 6th International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing

**Organizers:** Union of EcoDesigners (Secretary: The Japan Society of Mechanical Engineers) and National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Japan

**Secretariat:** Manufacturing Science and Technology Center

**Collaborators:** Hokkaido University (Tentative)

**Supporters:** Ministry of the Environment, Ministry of Economy, Trade and Industry, Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan (Tentative) and Osaka Prefecture

**Venue and period:** Hotel Royton Sapporo, Japan, 7-9 December 2009

**Symposium chair:** Dr. Hiroyuki Yoshikawa (Chair, Union of EcoDesigners)

**Symposium vice-chair:** Dr. Nils. F. Nissen (Fraunhofer IZM) and Eric William (Arizona State Univ.)

**Executive Committee:**

Chair:	Prof. Jun Fujimoto (Univ. of Tokyo)
Vice-chair:	Dr. Toshihiro Itoh (AIST)
Program chair:	Dr. Keijiro Masui (AIST)

### **Purpose and summary of the symposium**

The symposium of EcoDesign is in its 10th year. Over the years, environmental issues have become severer and severer even though a variety of environmental measures has been taken. On the one hand, IPCC Fourth Assessment Report (2007) stated the necessity of transition to a low-carbon society, and it has been actively discussed at summit conferences and so forth to cut CO<sub>2</sub> emission at least by half on a global scale in the long term. On the other hand, recent developments in information and communication technology have accelerated economic globalization leading to radical economic development in rising countries such as China and India. Furthermore, this economic development has some connection with an increase in the worldwide consumption of resources and materials as well as the amount of waste, thus making the problems more complicated, and their solutions more difficult. How can we effectively contribute to the realization of a sustainable society within this complexity?

In order to solve the worldwide environmental issues, it is necessary to break away from mass-production and mass-disposal systems ("overconsumption resources and energy disorder"), and establish a stable, low-carbon & sustainable society. Although various technologies have been developed in each technical field aiming to solve social issues such as global warming and resources recycling, the effects of such technological developments is uncertain. For example, in spite of active energy conservation measures in developing new-energy technologies and manufacturing products, the realization of the 6% cut in CO<sub>2</sub> emission (compared to 1990), which was set in the Kyoto Protocol, seems difficult to achieve. The bottom-up approach which expects significant contributions of technological innovation to certain fields of problem solving is not suitable for solving the complicated global environmental issues which derive from opaque factors. It is more effective to integrate technologies and knowledge from different fields appropriately than to take a panoramic view of the issues. For the integration of technologies from different fields, it is necessary to calculate its social impact and judge accurately whether the expected change is appropriate to the needs of the society. This shows the importance of a top-down approach, which differs from the existing one; to develop a "social design" which illustrates necessary technologies and social systems, various kinds of technologies and policies must be integrated.

In this symposium, researchers, engineers, business managers and so forth, from different fields and enterprises all over the world, come together with the purpose of "EcoDesign", gaining firsthand knowledge, through discussion of their achievements, new technologies and case studies, of how to realize an ideal society; aiming to establish a foothold for further business activities and research & development.

Moreover, the symposium tries to significantly contribute to worldwide cooperation in the solution of global environmental issues by timely transmitting advanced activities of Japan to the world. EcoDesign 2009, which celebrates the 10-year anniversary of the symposium, and establishes a new starting point for the next 10 years, focuses on activities related to "global cooperation", "sustainable manufacturing" and "social innovation".

### **Overview**

(a) Number of papers:

About 200 (4 parallel sessions and a visual session)

(b) Topics:

A: EcoDesign in the social system, B: Environmentally conscious business, C: Environmentally conscious products & service, and D: Environmentally conscious production & recycling processes

(c) Important events:

First meeting of Organizing Committee	October 2008
Publication of the first Call for Papers	November 2008
Deadline of abstract submission	April 2009

(d) Language: English

(e) Nationality of participants: USA, Germany, France, UK, China, Korea, Taiwan, Brazil, etc.

(f) Expected number of participants: 300

(g) Proceedings: Will be published (Publisher yet to be fixed)

(h) Budget: JPY 21,000,000



**第 6 回 EcoDesign2009 国際会議**  
**環境調和型設計とインバースマニュファクチャリング**  
**に関する国際シンポジウム**

**開催趣意書**

**シンポジウム事務局:**

郵便番号 105-0001 東京都港区虎ノ門 3-11-15 SVAX TT ビル 3F

EcoDesign2009 事務局 担当 根本陽子

TEL: 03-5472-2561 FAX: 03-5472-2567 E-mail: ecd09@mstc.or.jp

会議の名称: EcoDesign 2009: 6th International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing (エコデザイン 2009 環境調和型設計とインバースマニュファクチャリングに関する国際シンポジウム)

主催団体: エコデザイン学会連合(幹事学会: 日本機械学会)、産業技術総合研究所

共催団体: 大阪大学 サステナビリティ・サイエンス研究機構

幹事団体: 財団法人製造科学技術研究センター(インバースマニュファクチャリングフォーラム)

後援団体: 環境省、経済産業省、文部科学省、国土交通省(以上予定)、大阪府

開催期間: 2009年12月7日(月)～9日(水)

開催場所: ロイトン札幌(060-0001 札幌市中央区北1条西11丁目)

大会委員長: 吉川弘之(独立行政法人科学技術振興機構研究開発戦略センター センター長)

大会副委員長: Nils F. Nissen (Fraunhofer IZM)、Eric Williams (Arizona State Univ.)

組織実行委員会: 委員長: 藤本 淳(東京大学先端科学技術研究センター)

副委員長: 伊藤寿浩(産業技術総合研究所)

プログラム委員長: 増井慶次郎(産業技術総合研究所)

#### 会議の目的と性格:

EcoDesign 国際会議は、1999年にスタートし、来年で創立10周年を迎えます。この10年間で、様々な環境対策を実施してきたにも係わらず、環境問題の深刻さは、より大きなものになっているように思われます。最近の IPCC 第4次報告書(2007)により低炭素化社会移行への必然性が確認され、長期削減目標として地球規模での排出を少なくとも半減させることが、主要先進国首脳会議等で真剣に議論され、対策が考えられています。その一方、ここ10年間の情報通信技術の発達は、経済のグローバル化を加速し、中国やインドなどの経済の急速な拡大をもたらしています。これは、世界レベルでの資源・エネルギー消費の増大や廃棄物の増加につながり、問題解決をより困難にしています。このような状況の中で、「われわれは持続可能社会の実現に向けて、どのような貢献ができるのでしょうか？」。

地球規模の環境問題解決のためには、“資源・エネルギー過食症”に例えられる大量生産、大量廃棄型の社会システムから脱却し、安定した低炭素化/循環型社会を構築する必要があります。これまで、温暖化防止や資源循環などの社会ニーズを解決するために、各専門領域でさまざまな技術開発が行われてきました。しかし、これらの技術開発が、問題解決に大きく貢献してきたとは言えません。例えば、新エネルギー技術の開発や製造現場や製品での省エネルギー対策が積極的に行われているにも関わらず、京都議定書の削減目標6% (1990年比)の達成に窮している現状からも明らかです。ある領域での一つの技術革新が「問題の解決に大きく貢献するであろう」という、従来のボトムアップ的なアプローチは、現在われわれが直面している、因果関係が複雑で不明確である地球環境問題の解決には適さないのです。俯瞰的視点より、異分野の技術や知識を適切に融合することが必要です。異分野の技術を融合するためには、それが普及した際に社会に与える影響を予測し、そこで生じる変化が社会ニーズに沿っているか否かを的確に判断する必要があります。このことは、従来の対応とは異なる「トップダウン的なアプローチ」、すなわち目指すべき「社会の設計図」を描き、そこで必要となる技術や社会システムを明らかにし、様々な技術や政策を融合して対応するアプローチが不可欠であることを示しています。

本シンポジウムは、専門や事業を異にする国内外の研究者、技術者、経営者などがエコデザインを目的に広く結集し、研究開発成果、新技術、実践事例を持ち寄り議論することで、従来の個別領域を対象とした会議では得ることができない、目指すべき社会イメージを肌で感じ、今後の企業活動や研究開発の足がかりにすることを目的とします。また、国内の先進的な取組みを世界に向けてタイムリーに発信することで、地球環境問題解決に向けたグローバルな連携に大きく貢献することを目指します。

10周年を記念する今回の2009シンポジウムにおいては、今後10年の新たなスタートとして、「グローバルな連携」、「持続可能なものづくり」、および「社会イノベーション」に関連した取組に焦点をあてます。

## 会議計画の概要

(a) 会議の構成

基調講演

一般講演： 約 200 件、4 パラレルセッション及びビジュアル(ポスター・展示)セッション

(b) 主要題目

社会システムのエコデザイン、環境配慮ビジネス、環境配慮製品&サービス、環境配慮生産&リサイクルプロセス、環境配慮材料および実装、ライフスタイル変革

(c) 特別テーマ(予定)

- ・エネルギー革新(次世代太陽光発電システム、2次電池による社会イノベーション)
- ・Green IT
- ・Sustainable Manufacturing
- ・アジア循環システム

(d) 日程

First Announcement	2008年9月
First Call for Paper	2008年11月
論文募集締切	2009年4月30日

(e) 会議使用言語： 英語

(f) 参加予定国： 米、独、仏、英、中、韓、台、ブラジル、他多数

(g) 参加予定者数： 300名

(h) 会議予稿集出版予定： 有(出版元：検討中)

(i) 参加費： 3万5千円(講演者)、4万円(事前登録)～5万円(当日登録)(予定)

(j) 予算： 2100万円

これまでの会議(参考)

年	会期	会場	組織委員長	実行委員長	論文数	参加国数	参加人数	(うち日本)
2007	12/10~13	日本科学未来館	古川勇二 小濑弘明 Patrick Eagan Nils F. Nissen	青山和浩	126	20	256	(161)
2005	12/12~14	学術総合センター	古川勇二 小濑弘明 Patrick Eagan Hansjoerg Griese	梅田 靖	214	19	304	(220)
2003	12/8~11	国立オリンピック記念青少年総合センター	古川勇二 Hansjoerg Griese A. Sweatman	梅田 靖	約180	15	291	(223)
2001	12/11~15	東京ビッグサイト	山本良一 木村文彦 Diana Bendz John Ehrenfeld	須賀唯知	259	?	507	(378)
1999	2/1~3	早稲田大学国際会議場	山本良一 木村文彦 Erin Craig	須賀唯知	約200	21	488	(約360)

※参加国名(国別参加者数)

2007	ベルギー(1)、インド(1)、インドネシア(1)、ラトビア(1)、ノルウェー(1)、フランス(2)、カナダ(1)、マレーシア(2)、オーストリア(1)、タイ(3)、オーストラリア(4)、イギリス(1)、スウェーデン(1)、アメリカ合衆国(3)、オランダ(4)、中国(17)、ドイツ(7)、韓国(24)、台湾(20)、日本(161)
2005	オーストラリア(1)、オーストリア(3)、カナダ(2)、中国(2)、ドイツ(12)、日本(220)、韓国(15)、マレーシア(1)、フィリピン(1)、ポルトガル(1)、シンガポール(1)、スペイン(1)、スウェーデン(6)、台湾(21)、タイ(1)、ガンビア(1)、オランダ(6)、イギリス(4)、アメリカ合衆国(5)
2003	オーストリア(3)、ベルギー(2)、中国(3)、デンマーク(1)、フランス(3)、ドイツ(12)、イタリア(4)、韓国(19)、南アフリカ(1)、スウェーデン(4)、台湾(5)、タイ(1)、オランダ(5)、アメリカ合衆国(5)、日本(223)
2001?	
1999	アメリカ合衆国、イギリス、イタリア、オランダ、エジプト、オーストリア、オーストラリア、カナダ、韓国、スイス、スウェーデン、台湾、中国、デンマーク、ドイツ、日本、ノルウェー、フランス、フィンランド、ブラジル、ベルギー

GoingGreen

10<sup>th</sup> Anniversary

# EcoDesign2009

*“Integrating technologies with a social perspective”*

## Call for Papers

*We invite papers which present innovative EcoDesign!*

<http://www.mstc.or.jp/imf/ed/>

**December 7-9 in 2009 : Sapporo Royton in Hokkaido**

**6th International Symposium  
on Environmentally Consious Design and Inverse Manufacturing**

### Important Dates

April 30,2009	Submission of abstracts
Late June	Notification of acceptance
September 24	Submission of completed paper for proceedings
December 7-9	Ecodesign 2009

#### Conference Secretariat:

For further information and any inquires please contact:  
EcoDesign 2001 Secretariat  
Manufacturing Science and Technology Center,  
3rd Floor,SVAX TT Bldg,  
Toranomom 3-11-15,Minato-ku,Tokyo 105-0001,JAPAN  
Phone:+81-3-5472-2561,Fax:;81-3-5472-2567





## Conference Scope

In order to solve worldwide environmental issues, it is essential to escape from mass-production/disposal based society (overconsumption-disorder), and establish a stable, low-carbon & sustainable society. Although various technologies have been developed in each technical field aiming to reach social goals such as mitigating global warming and recycling resources, the true effects of such technological developments may not be clear. What has been lacking? Are conventional technology-oriented approaches limited when tackling complicated/large-scale global environmental issues? The answer is yes, and to overcome these limitations, new innovative approaches are required. These approaches should integrate technologies with a “social perspective”.

The purpose of EcoDesign 2009 is to examine these potential approaches and to suggest possible future directions through discussions on various topics such as technologies which lead to low energy consumption and improvement of material recycling, and new systems which can initiate radical change in human behavior as well as social and economic structures.

## Conference Topics

To celebrate the 10th anniversary of this symposium, we invite papers on the following topics. This EcoDesign international symposium expects practicable or novel papers on a wide variety of subjects. Special for this symposium, one session will take up the challenge of tackling “Social problems” related to excessive resource and energy consumption. Moreover, new concepts regarding sustainability of manufacturing will be discussed.

### Special Themes

#### 1) Social Innovations: The utilization of:

Advanced storage battery technology/ ICT (Green IT)/ Next generation photovoltaic-cell technology/ Biotechnologies in renewable energy/ Biotechnologies in waste treatment

#### 2) Social Problems

Social perspective (Overconsumption as a social disorder/ Affluenza)/ Human behavioral studies related to sustainable use/ Evaluation of rebound effect/ Human aspects in environmental management

#### 3) Sustainable Manufacturing

Issues and possibilities of multilateral recycling systems in Asia/ New generation factory (concept)/ Recycling issues of rare metals/ Innovative manufacturing processes for sustainability

#### 4) Green Building & Green City

The concept of Green building/ Activities of Green building/ Technologies for achieving Green building and city/ Green roofs for city/ Balancing supply (wind, solar, traditional) and demand

### General Topics

#### 1) EcoDesign of Social System and Business

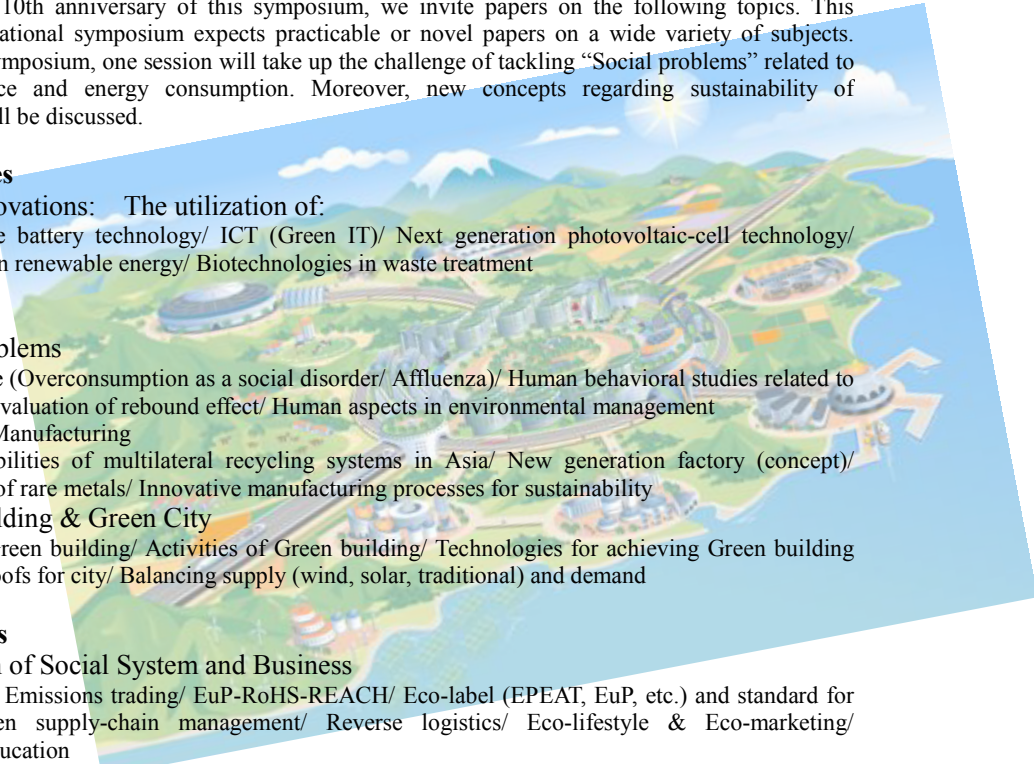
Carbon footprint/ Emissions trading/ EuP-RoHS-REACH/ Eco-label (EPEAT, EuP, etc.) and standard for EcoDesign/ Green supply-chain management/ Reverse logistics/ Eco-lifestyle & Eco-marketing/ Environmental education

#### 2) Environmentally Conscious Products and Services

Development of environmentally conscious products & services/ Design method and tool for environmentally conscious products & services/ Evaluation of environmentally conscious products & services/ Product Service Systems (PSS)

#### 3) Environmentally Conscious Elemental Technologies and Process Technologies

Sensor-network for environmental monitoring system/ Packaging and material technologies for reducing environmental load/ Recycling and recovery technologies/ Remanufacturing technologies/ Cleaner process technologies/ Maintenance engineering/ End-of-life treatment



*Going Green*

**EcoDesign 2009:**

6<sup>th</sup> International Symposium on Environmentally Conscious Design and  
Inverse Manufacturing

**10<sup>th</sup> Anniversary**

*“Integrating technologies with a social perspective”*

**Call for Papers**

Royton Sapporo

Hokkaido, Japan

December 7-9, 2009

*Organized by*

The Union of EcoDesigners,

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japan

## **What is the EcoDesign international symposium?**

The EcoDesign international symposium started in 1999, and has been held once every two years. In this symposium, researchers, engineers, business managers and politicians, from different fields and enterprises all over the world, come together with the purpose of "EcoDesign". Through active discussion on new technologies and case studies, and on how to realize a sustainable society, we will be able to move toward obtaining a foothold on future business activities and research and development. Moreover, the symposium aims to significantly contribute to worldwide cooperation on the solution of global environmental issues by timely communication of leading activities by the international community.

### **Honored chair person of the EcoDesign international symposium Dr. Hiroyuki Yoshikawa**

*How can we continue to effectively contribute to current long-term/large-scale issues which are increasing in complexity?*

Recently, many issues such as climate change, and shortages in resources, energy and food, have emerged, giving way to lively discussions and interdisciplinary activities within several fields such as philosophy, psychology, natural sciences, politics and economics, in order to maintain a "sustainable" Earth. For example, from economic and political fields concepts such as 'emissions trading' for preventing carbon emission have been advocated. Psychology has formed new branches of Eco-psychology; and philosophy has a long history of examining relationships between nature, technology and humanity, such as Heidegger's seminal essay 'The Question Concerning Technology', setting the scene for more recent concepts such as 'Techno-ontology'. In contrast, it seems that there have been few contributions from the technological fields regarding "sustainability". There is no doubt that technologies have made a large contribution to the establishment of the affluent and convenient society we currently experience. Furthermore, many technologies, such as industrial robots and CAD/CAM technologies, have managed to increase productivity and contribute significantly to overcoming past oil crises. However, are similar previously successful approaches suitable for addressing current social issues? Have our past successes, based on conventional "technology-orientated" approaches,

constrained our ability to think creatively, and perhaps even revolutionary? We, as engineers should strive to be deeply self-questioning with regards to current situations related to achieving “sustainability” in society, and attempt to escape traditional research areas and modes of thinking. It is my sincere hope that this EcoDesign symposium will inspire participants to seek out new and innovative ideas toward sustainability.

## **Conference Scope**

### ***Integrating technologies with a social perspective***

The symposium of EcoDesign is in its 10th year. Over the years, environmental issues have become more and more severe despite the development and implementation of a variety of environmental measures. On the one hand, IPCC Fourth Assessment Report (2007) stated the necessity of a transition to a low-carbon society, and the idea of cutting CO<sub>2</sub> emission by at least half on a global scale over the long-term, has been actively discussed at summit conferences and other events. On the other hand, recent developments in information and communication technology have accelerated economic globalization leading to radical economic development in emerging countries such as China and India. Furthermore, this economic development is connected to an increase in the worldwide consumption of resources and materials as well as the amount of waste, thus making the environmental challenges more complicated, and their solutions more difficult. How can we effectively contribute to the realization of a sustainable society within this complexity?

In order to solve worldwide environmental issues, it is essential to escape from mass-production/disposal based society (overconsumption-disorder), and establish a stable, low-carbon & sustainable society. Although various technologies have been developed in each technical field aiming to reach social goals such as mitigating global warming and recycling resources, the true effects of such technological developments may not be clear. What has been lacking? Are conventional technology-oriented approaches limited when tackling complicated/large-scale global environmental issues? The answer is yes, and to overcome these limitations, new innovative approaches are required. These approaches should integrate technologies with a “social

perspective”.

The purpose of EcoDesign 2009 is to examine these potential approaches and to suggest possible future directions through discussions on various topics such as technologies which lead to low energy consumption and improvement of material recycling, and new systems which can initiate radical change in human behavior as well as social and economic structures.

## **Conference Topics**

To celebrate the 10th anniversary of this symposium, we invite papers on the following topics. This EcoDesign international symposium expects practicable or novel papers on a wide variety of subjects. Special for this symposium, one session will take up the challenge of tackling “Social problems” related to excessive resource and energy consumption. Moreover, new concepts regarding sustainability of manufacturing will be discussed.

### **Special Themes**

1) Social Innovations: The utilization of:

- Advanced storage battery technology
- ICT (Green IT)
- Next generation photovoltaic-cell technology
- Biotechnologies in renewable energy
- Biotechnologies in waste treatment

2) Social Problems

- Social perspective (Overconsumption as a social disorder/Affluenza)
- Human behavioral studies related to sustainable use
- Evaluation of rebound effect
- Human aspects in environmental management

3) Sustainable Manufacturing

- Issues and possibilities of multilateral recycling systems in Asia
- New generation factory (concept)
- Recycling issues of rare metals
- Innovative Manufacturing Processes for Sustainability

#### 4) Green building & Green City

- The concept of Green building
- Activities of Green building
- Technologies for achieving Green building/city
- Green roofs for city
- Balancing supply (wind, solar, traditional) and demand

### **General Topics**

#### 1) EcoDesign of Social System and Business

- Carbon footprint
- Emissions trading
- EuP/RoHS/REACH
- Eco-label (EPEAT, EuP, etc.) and standard for Ecodesign
- Green supply-chain management
- Reverse logistics
- Eco-lifestyle & Eco-marketing
- Environmental education

#### 2) Environmentally Conscious Products and Services

- Development of environmentally conscious products & services
- Design method/tool for environmentally conscious products & services
- Evaluation of environmentally conscious products & services
- Product Service Systems (PSS)

#### 3) Environmentally Conscious Elemental Technologies and Process Technologies

- Sensor-network for environmental monitoring system
- Packaging/material technologies for reducing environmental load.
- Recycling/recovery technologies
- Remanufacturing technologies
- Cleaner process technologies
- Maintenance engineering
- End-of-life treatment

## **Program (Tentative)**

### **Monday, 7 December 2009**

Opening, Invitational Plenary Lectures, Technical Sessions

### **Tuesday, 8 December 2009**

Keynote Speeches, Technical Sessions, Poster Sessions, Banquet

### **Wednesday, 9 December 2009**

Keynote Speeches, Technical Sessions, Closing, Award Ceremony

The conference will consist of two types of session:

- Oral session: presentations followed by questions and answers
- Visual session: presentations of visual materials such as posters and prototypes including short explanations and active discussion.

Participants can state a preference in presenting their research in either one of the above types of session. However, the final decision will be made by executive committee members according to the quantity of papers and thematic content.

## **Special Features**

### **Symposium Venue**

EcoDesign 2009 will be held at Hotel Royton Sapporo, Hokkaido, northern Japan. Hokkaido is famous for the 2008 summit conference (Toyako Summit).

### **Best Paper Awards**

Some distinguished papers presented at EcoDesign 2009 will be chosen as “Best paper awards” by the international EcoDesign 2009 award committee.

### **Associate Events**

SEMICON Japan and ECO-PRODUCTS 2009 exhibitions will be held before/after EcoDesign symposium. Information on these exhibitions will be available on an event website. The URL will be provided at a later date.



## Procedure

### Submission of Abstracts

Individuals who wish to present a technical paper should submit abstracts before April 30, 2009.

The appropriate format for abstracts can be downloaded from our website.

All abstracts will be reviewed. Notification of acceptance will be made in late June, 2009 by e-mail.

For any inquiry regarding abstract submission, please feel free to contact the secretariat by e-mail at your earliest convenience.

### Official Language

The official language of all presentations is English

### Completed papers for the Proceedings

Manuscripts are limited to six pages (A4, 210 mm × 297 mm), including all figures, tables, and references and should be submitted before September 24, 2009. Detailed information will be sent with notification of acceptance. The format will be up on our website.

### Important Dates

April 30, 2009	Submission of abstracts
Late June	Notification of acceptance
September 24	Submission of completed paper for proceedings in pdf format
December 7–9	<i>EcoDesign 2009</i>

### Conference Secretariat:

For further information and any inquiries please contact:

EcoDesign 2009 Secretariat: Ms. Yoko Nemoto

Manufacturing Science and Technology Center

3rd Floor, SVAX TT Bldg., Toranomom 3-11-15, Minato-ku, Tokyo 105-0001, JAPAN

Phone: +81-3-5472-2561, FAX: +81-3-5472-2567

Email: [ecd09@mstc.or.jp](mailto:ecd09@mstc.or.jp)



## Ⅱ．板ガラスリサイクルシステム調査委員会

本委員会の活動は、NEDO（独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構）からの受託「エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー使用合理化技術戦略的開発（FS事業）／ガラスリサイクルシステムの事前調査」（平成 19～20 年度）として実施したものである。



## 概 要

今回の事前調査では、使用済みの建築物や自動車から廃板ガラスを回収して、ガラス製造炉に投入してエネルギー使用を削減することの実現性や環境負荷削減効果の調査検討を行った。その結果、以下のようなことが明瞭になった。

- ・使用済み建築物や自動車の解体の実態のヒアリングによれば、現在行われている解体処理の中で廃板ガラスを回収することはそれほど難しくない。
- ・板ガラスにカラービットコードによるIDを付与すれば、回収された廃板ガラスの種類や含有成分を判別する際に有効である。
- ・湿式法を用いることにより、フロントガラス、リアガラスから、ガラスカレット、銀、中間膜などが黒セラミックスなどの異物と分別されて再利用のための資源として回収できる。
- ・廃板ガラスを発生現場から板ガラスの製造工場まで長距離運搬することによるエネルギー消費が板ガラスリサイクルの課題であったが、販売拠点のカッティングセンターを廃板ガラスの回収拠点として、販売用の製品を運搬するトラックの帰り便として廃板ガラスをガラス工場に運搬することにより、新たなエネルギーの消費がなくガラスのリサイクルが実現できる。

このような調査検討の結果から、廃板ガラスのリサイクルが板ガラス製造におけるエネルギー使用削減や二酸化炭素発生抑制に有効であることが判明した。

しかし湿式法の設備はまだ実験段階のものであり、今後の効率化や環境対応を進めるために、自動化や廃液処理の循環化、クローズド化などが必要であり、また廃板ガラスの回収システムの構築と安定的な運用も必要である。さらに、これらの実現のためには、技術開発や規制との整合などが必要であり、今後、広範囲にわたる関係者の協調と努力が望まれる。

## 1. 事前調査の目的

板ガラスは、建築物や自動車の窓ガラスとして用いられているが、廃棄時には分別されず、埋め立て処分されることが多く、ほとんどリサイクルされていない。例えば、自動車の窓ガラスを取り上げてみると、高品質な自動車ガラスであっても、使用済み自動車となると、現在の自動車リサイクル法の中で回収対象になっているエアバックやフロンとは異なり、一式として自動車シュレッダーダスト（ASR）中に含まれ、金属等がリサイクル用に取り分けられた後は、一部が路盤材として活用されているが、大部分は埋め立て処分されている。また、建築用に使われたガラスも解体業者が解体する際に他の部材と一緒にになり、混合廃棄物として埋め立てられることが多い。

一方、板ガラスの製造では、従来から、原料を融解し、金属液面上で冷却固化するという手法をとっており、原材料からガラスを生成するまで、原料の融解や保温等に膨大なエネルギーを必要とし、省エネルギー努力にもかかわらず、最近の原油価格高騰によるコストアップに見舞われている。

廃棄されるガラスを回収して、不要なものを取り除き、純粋なガラス素材としてのカレット（廃板ガラスや空びんなどのガラスを砕き、ガラス原料用に再生処理したもの）にしてガラス原料と一緒に融解することで、バージン材だけを投入するときに比べてかなりの割合でガラス製造時のエネルギー消費を押さえることができることが証明されている。

我が国として循環型社会を目指すための各種法令の整備が進められ、板ガラスのリサイクルに向けての活動も見られるようになってきた。最近になって、廃ガラスの回収や分別等そのものに係わる、製品の製造、使用という順方向の工程とは逆の工程（リサイクルチェーン）に係わる調査検討が行われるようになってきた。例えば、財団法人機械システム振興協会の平成17年度調査研究事業では、「自動車リサイクルに係わる最適解体システム等に関する調査研究」で、自動車ガラスのリサイクル現状と問題点に触れている<sup>(1)</sup>。また、平成18年度には「板ガラスのリサイクルシステムに関する調査研究」<sup>(2)</sup>が取り上げられている。ただし、これらの調査研究では、現状の解体、分別、輸送等からのエネルギー消費量や必要工数を算定するのにとどまり、回収、分別、収集を最適な方法で実施するシステムを提案するまでに至っていない。

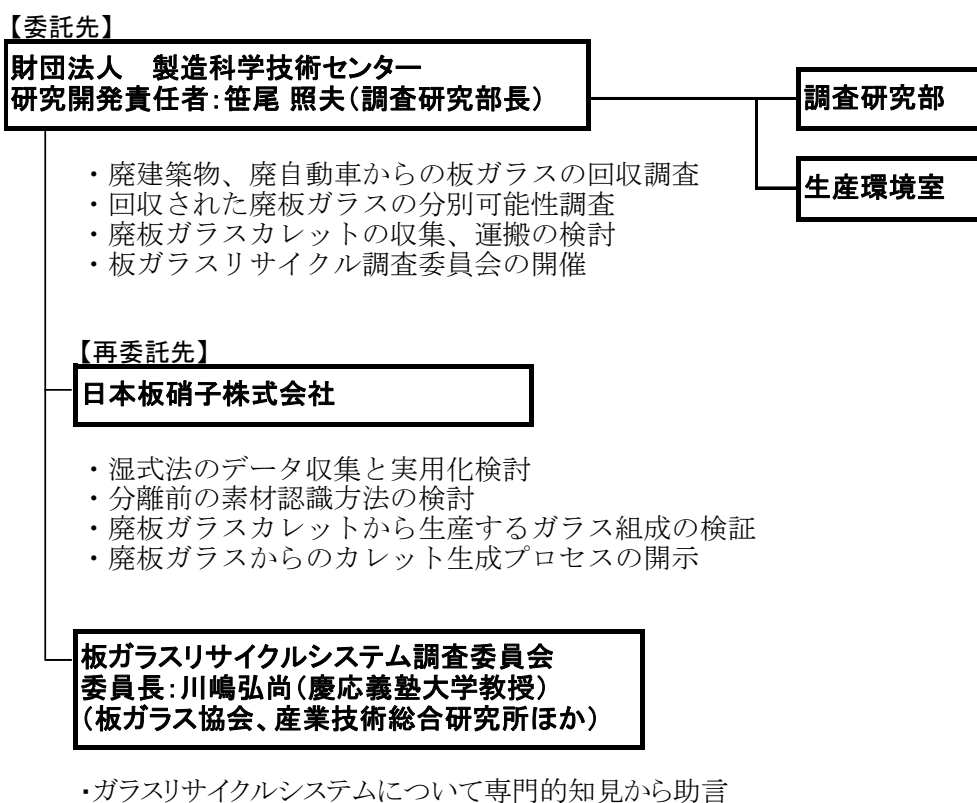
板ガラスの循環システムを構築し、適切に運用することは、ガラス製造時のエネルギーを削減（すなわち二酸化炭素発生量を削減）することになり、京都議定書の批准国である我が国にとって、二酸化炭素削減目標達成への有効な手段の一つになると思われる。また、使用済み自動車、建築廃材から回収した資源を有効利用することによる、廃棄物削減、埋め立て処分場逼迫への対応策にもなることで、その環境負荷の低減効果はさらに大きくなることが予測できる。

今回の事前調査では、回収されたガラスをカレットとしてガラス製造において原料とし

て利用することにより大幅な省エネルギーを達成するための基礎データを実証的に収集、確認することを目的としている。また、このようなガラスリサイクルシステムの構築を実現するための課題を明らかにし、それを克服するためのビジネスモデルを提案することを目的としている。

## 2. 事前調査の実施体制

今回の事前調査のうち、使用済み建築物、自動車からの板ガラスの回収、分別の調査、分析（3. 1, 3. 2）、廃板ガラスカレットの収集、運搬の検討（3. 4）、ガラスリサイクルシステムの構築による原油と二酸化炭素の排出削減効果（3. 6）については、主に（財）製造科学技術センターが、また、合わせガラスカレットの不純物（黒セラミック、銀線、中間膜等）の分離、除去（3. 3）とガラス製造炉へ廃板ガラスカレットを投入した場合の効果（3. 5）については、主に再委託先の日本板硝子（株）が担当した。また、関係事業者や学識経験者から成る板ガラスリサイクルシステム調査委員会（委員長：川嶋弘尚 慶應義塾大学教授）を設け、専門的見地からの助言を頂いた。さらにビジネスモデル（4. 2）については全体で検討した。



板ガラスリサイクルシステム調査委員会 委員名簿

委員長

川嶋 弘尚 慶應義塾大学大学院 理工学部 管理工学科 教授

委員

中村慎一郎 早稲田大学 政治経済学術院 教授 (計量経済学)

松野 泰也 東京大学大学院 工学系研究科 マテリアル工学専攻 准教授

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 エネルギー評価研究チーム 主任研究員

原 潤一 板硝子協会 調査役

鈴木 道哉 清水建設(株) 技術研究所 建築設備システムグループ グループ長

鶴岡 正顯 (株)ツルオカ 代表取締役社長

オブザーバ

国領 一人 日本板硝子(株) フラットガラス事業部門 A u t o 事業本部 テクニカルセンター 主席技師

猪子 兼行 日本板硝子(株) 舞鶴事業所 A u t o 事業本部 舞鶴製造部 技術課 特命担当 主幹技師

吉田 正明 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー技術開発部 研究開発グループ 主査

加賀 義弘 経済産業省 製造産業局 産業機械課 技術係長

事務局

笹尾 照夫 (財) 製造科学技術センター 調査研究部 部長

高橋 慎治 (財) 製造科学技術センター 生産環境室 主席研究員

間野 隆久 (財) 製造科学技術センター 調査研究部 課長



### 3. 事前調査の内容

#### 3. 1 使用済み建築物、自動車からの板ガラスの回収

##### 3. 1. 1 使用済み建築物からの板ガラスの回収

建築物解体業者、建築業者、カレット作成業者などからのヒアリング、見学などを通じて、使用済み建築物からの板ガラスの回収の現状を調査した結果を記す。

使用済みの建築物の解体工事に関しては、「建設リサイクル法」で、解体工事（80m<sup>2</sup>以上）や規模の大きいリニューアル工事（1億円以上）などに対して、特定建設資材（コンクリート材、木材、アスファルトなど）の分別解体・再資源化が義務づけられており、さらに、その他副産物のリサイクル促進、有害物質による環境影響の防止が定められている。この中で有害物質については工法自体についての規制もあるが、ガラスの解体に関しては、特別な規制はない。ただしその後の作業の安全性などから、ガラス類は建物の解体に先行して工作物や内装物として撤去されることが多い<sup>(3)</sup>。

撤去後は、一時保管場所にて中間処理され、サッシ類からはずされてガラスは分別回収される。このうち一部は、パテなどの異物が混入していないことの確認の後、カレット化されて、板ガラスやグラスウールなどにリサイクルされる。残りの大部分は、最終的に、ほとんどが混合廃棄物として安定型処分場に運ばれる。

木造家屋の解体の手順の代表的な例を図3. 1に示す。<sup>(4)</sup>

木造家屋解体手順	
<b>1. 現場打合わせ</b> 現場打ち合わせでは対象建築物等及びその周辺の状況、作業場所の状況、搬出経路の状況、残存物品の有無、付着物の有無を確認します。 工事の内容の確認と工期等お客様の話を伺った後、見積書を作成しお客様に提出します。 そのときに工事期間と工事の仕方(工法)についての説明と再資源化についてご説明申し上げます。	
<b>2. 契約</b> 契約後、工事着手7日前までに、分別解体等の計画書について、都道府県知事又は建設リサイクル法施工令で定められた市区町村長に届け出ます	
<b>3. 近隣挨拶</b> 実際に解体工事が始まれば近隣の方々には迷惑をお掛けすることになります。近隣の方にご挨拶しておきましょう。 (お客様ご自身で行われても構いませんし、お忙しいようでしたら、手前どもの方で代行して行います)	
<b>4. 引込配管、配線の撤去の手配</b> ガス・電気・電話線・メーターの撤去を行います。水道は散水用に残し、近隣の方々に粉じん等被害が出ない様最大限努めます。尚、電気・電話は2〜3日あれば止められますが、ガスに関しては少々お時間がかかりますので1週間程度前から準備されるのが良いかと思えます。	
<b>5. 足場養生の組立</b> 解体工事は、高所での作業に伴うため、シートや防音シートをかけ、騒音やホコリを防ぐための足場養生の組立を行います。	
<b>6. 工作物等の撤去</b> 建物から手作業で撤去できるものを撤去します。(瓦を手作業にて取り外し、サッシ、建具、畳も同様の手作業にて撤去します。)	
<b>7. 建物本体の解体</b> 壁、屋根、梁、柱などが残った上屋を水を抛き粉じんの飛散を防止しながら慎重に解体し、リサイクル法に基づき、分別収集(鉄・木・プラスチック・ガラス類等)しトラックに積み込み、処分場へ持っていき処分します。建物の解体が終わると最後に建物の基礎を全て掘り起こします	
<b>8. 整地</b> 地中既存物が残っていないか確認し敷地を整地します。 お客様に立ち会ってもらい、工事が無事完了しているか確認してもらい、再資源化等が完了した旨をお客様へ書面で報告し、滅失(取壊)証明書(※)を発行し完了となります。	

図3. 1 木造家屋解体手順

使用済みの建築物から回収した廃ガラスの処理の代表的なフローを図3. 2に示す。(3)

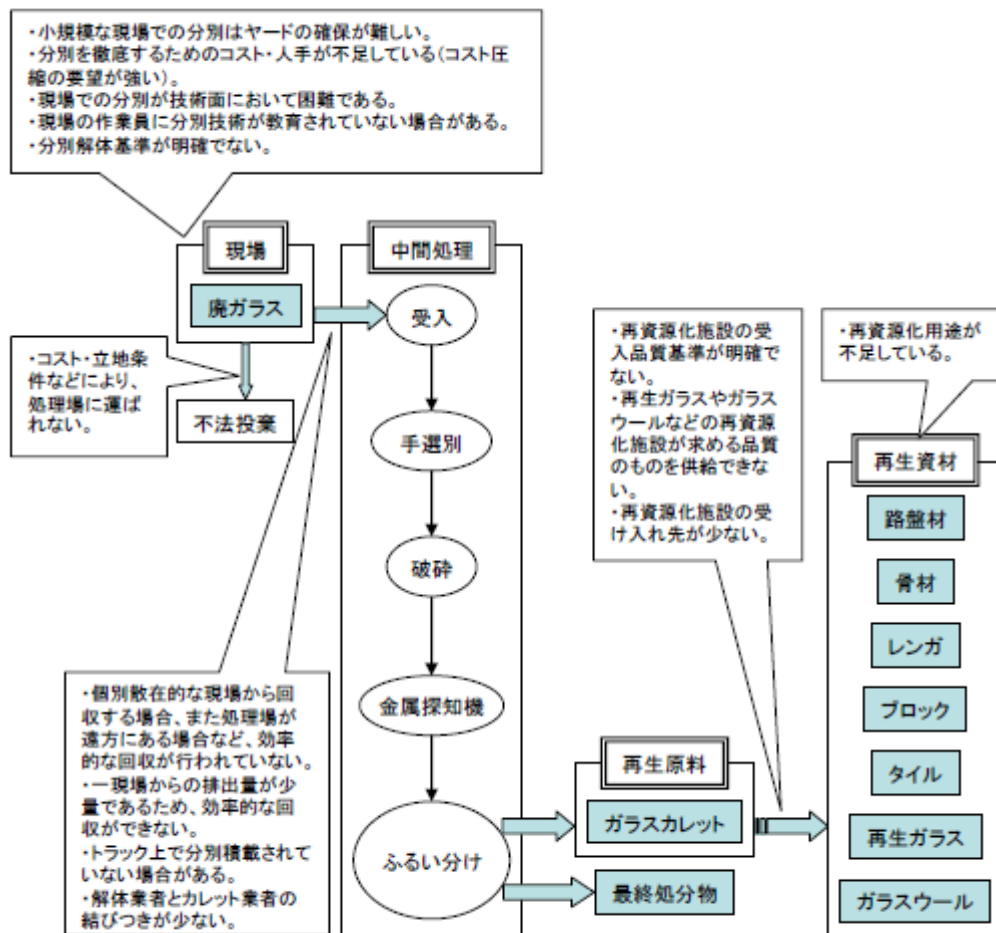


図3. 2 廃ガラスの代表的なフローと再資源化

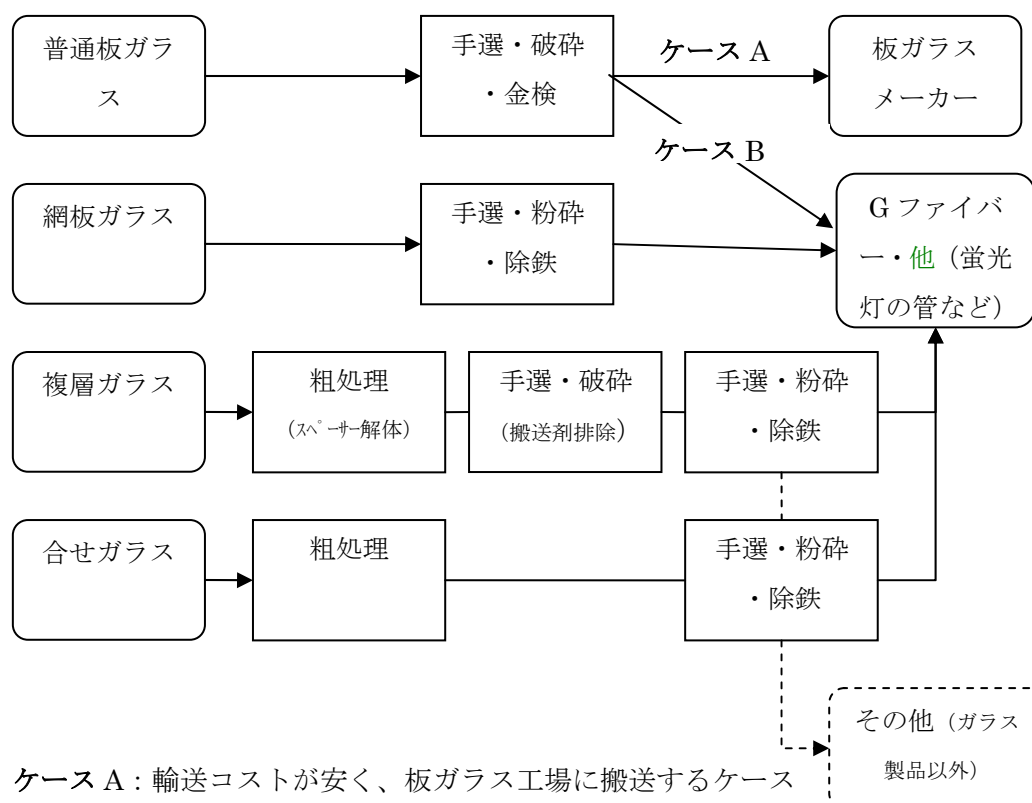
廃板ガラスを原料カレットとして、再び板ガラスの生産に使えるようにするには、混入している金属や、がれきなどの異物を取り除くために、人間や機械による選別が必要である。以下は、廃ガラスから板ガラス製造用のカレットを生成しているカレット製造業者からのヒアリングをまとめたものである。現状では、どのような廃ガラスでも、板ガラス製造用のカレットになるわけではなく、廃板ガラスの種類によってどのようにリサイクルされているかが決まっている。網板ガラス、複層ガラス、合わせガラスなどは、金属の網やスペーサ、中間膜などが異物として混入することが多く、これの除去が難しく、板ガラス製造用カレットにはしていない。板ガラス製造用カレットとするための廃ガラスの受け入れとして以下の条件を挙げている。

- ① 鉄、アルミ、銅、その他の金属の混入はしない。

- ② 電球、蛍光管、試験管等の混入はしない。
- ③ 石、砂利、ブロック、タイル等の混入はしない。
- ④ 陶磁器、食器などの混入はしない。
- ⑤ 木くず、プラスチック類などの混入はしない。
- ⑥ 鉄さびの混入はしない。

廃板ガラスの種類とリサイクルされて使われる製品の関係を図3. 3に示す。

また、ガラス工場までの輸送距離の大きいものは、輸送コストの負担が大きく、カレットの販売価格も高くないために、板ガラス以外の用途へのリサイクルに振り向けている。



ケース A：輸送コストが安く、板ガラス工場に搬送するケース

ケース B：輸送コストが高く、板ガラス工場への納入困難なケース

(主に北海道、東北地方で回収された廃ガラス)

図 3. 3 カレット生成工場の概要フロー

このカレット生成工場における概要フロー図の一番上に相当する処理フローである、実際の板ガラス製造用のカレット生成においては、回収されたガラスを板ガラス製造用のカレットとするために人手や機械による選別を1次選別から5次選別まで5回も行うケースもあるという。この細かい処理のフローを図3. 4に示す。

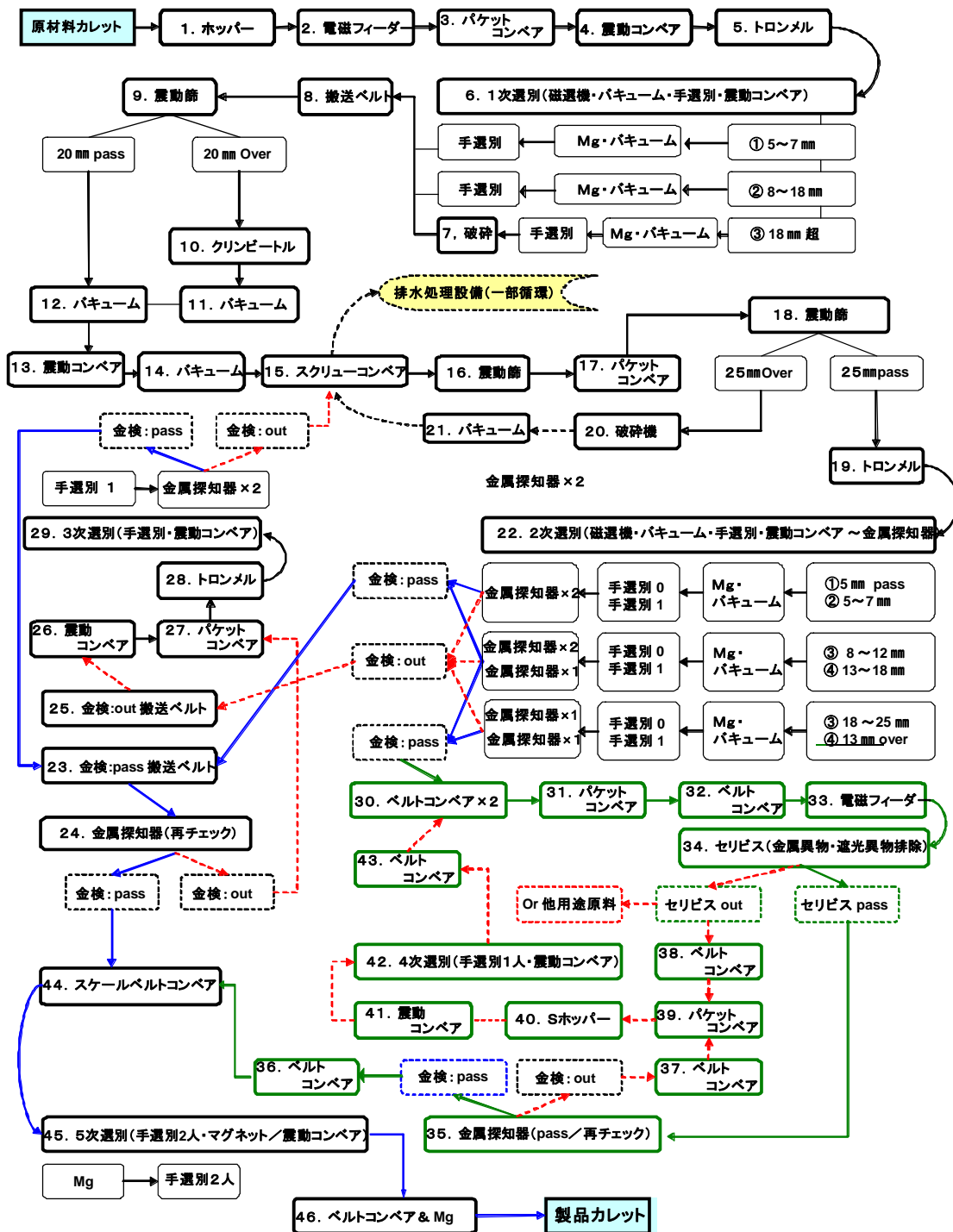


図 3. 4 板ガラスカレット生成過程 (詳細図)

## 廃ガラス回収についてカレット生成業から見た課題

以下に、廃板ガラスの回収、カレット生成に関する、カレット生成業者の生の声を記す。

### ① 回収コスト

板ガラスメーカー各社によるカッティングセンター（主に建築用のガラスを切断し、販売店に渡す拠点）およびグループ会社からの直接回収（素板を納品した復荷によりカレットを自社工場へ輸送）が展開され、回収業者が事業として成り立つボリュームはなくなってきている。回収業者の回収対象が小口化、分散化して回収効率が悪化している。また燃料費の高騰は、回収業者各社の回収コスト（カレット業者各社の納入輸送コストも）を圧迫しており、魅力のある事業ではなく後継者が育ちづらい状況にある。

### ② 高機能ガラスの再資源化

高機能ガラスの普及により、分別の細分化が必要とされているが、小さな回収先では多品種を分別保管するスペースがない。又、同ガラスは、通常のカレット処理よりも複雑な処理工程が必要である。工程の合理化・機械化には大きな設備投資が必要とされるが、脆弱な経営基盤のカレット業者としては非常に困難である。

### ③ カレット価格

ガラスメーカー各社（ガラスびんも含む）において、バッチ原料の価格が下がるとカレット価格の値下げを要請（現実的に実施）されるが、バッチ原料の価格が上がっても、カレットの価格は逆に値下げを要請される。納入価格の下落・処理コストの高騰は、自助努力だけでは吸収しきれず、回収カレットの価格（回収先渡しのカレット価格、回収・処理費）にも影響を及ぼす（地域によっては産廃処分したほうが、価格のメリットが生じる）。

### ④ カレットの品質規格

板ガラスメーカーで使用されるカレットは、回収からメーカー工場へ直送・使用されているものと（カレット業者の工程処理が不要）、カレット業者の工程処理を経て納入・使用されているものがある。回収されたカレットは、経験則で何かしらの異物が混入している（異物でなくても、板カレットに網板が混入している等）。現在はカレット起因によるトラブルは発生していないようであるが、カレット比率が高まると、カレット起因による品質的なトラブルが発生が懸念される、

### ⑤ 廃棄物処理および清掃に関する法律の適用に関して

ガラスびんの再資源化を目的とした回収・処理事業は、多くの県・政令市（以下：県）で、廃棄物および清掃に関する法律（以下：廃掃法）の第14条第1項・第4項ただし書きにおける、専ら再生利用の目的となる廃棄物（以下：専ら物、条件を満たせば業の許可が不要）として認知されている。しなしながら、板ガラス

の再資源化を目的とした回収・処理事業は、ガラスびんと同様に安定したカレット市場があるにもかかわらず、県によって見解が異なり、産廃収集運搬業・中間処分業の許可が必要とされることもある。また、まさに産廃として取引（排出先のニーズ）しなくてはならない取引もある。

⑥ その他

ガラスびんの場合、容器包装リサイクル法の入札制度（総コスト＝納入価格で安価な業者が落札）により、遠隔地のカレットも（市町村のガラスびん、事業系は異なる）も、カレット市場で循環するようになっている。ただし、製びんメーカーで必要とされるカレットを、ガラス製品以外の業者（骨材・舗装材・埋め戻し材等）が落札しているケースもあり、リサイクルされると言っても価値の少ないものに使われることも起こっている。

### 3. 1. 2 使用済み自動車からの板ガラスの回収

#### (1) 自動車の解体

自動車解体業者からのヒアリング、見学などを通じて、使用済み自動車からの板ガラスの回収の現状を調査した結果を記す。

自動車の窓ガラスとしてフロントガラス、リアガラス、ドアガラスがあるが、フロントガラス、リアガラスには、ガラス以外の物質が組み込まれている。（図3. 5）



図3. 5 自動車ガラスの構成

使用済み自動車の解体工程プロセスは、部品取り外し、液抜き、解体、プレス/シュレッダーの順（最初に液抜きをすることもある）に進行して、リサイクル材料として搬出される。それらの概要を表3. 1に示す。

表3. 1 自動車解体工程

プロセス	内容	作業主体
1. 部品取り外し	販売可能な部品の取り外し。 窓ガラスも販売の見込みがあれば手作業で取りはずす。	手作業
2. 液抜き	燃料、オイル、フロンなど規制物質（危険性、環境影響が大きい物質等）などの抜き取り	手作業/専用機械
3. 解体	部品、ユニットなどの引きはがし（分別を容易にするためなどのため） 窓ガラスもこの工程の最初に切り取られたり（フロントガラス）、粉碎されて（ドアガラス）分別回収されることもある。	手作業/機械（電動のこぎり、重機など）
4. プレス/シュレッダー	部品等はずされた筐体部分をシュレッダーで裁断またはプレス機で圧縮する	機械（プレス機/シュレッダー）

窓ガラスについては、ほとんどが残った筐体部分と一緒にシュレッダーにかけられ、鉄、非鉄金属が取り除かれて ASR (Automobile Shredder Residue) としてサーマルリサイクルされるが、ガラスは残渣として最終処分場に埋め立てられることが多い。ASR はリサイクル用にさらに残った金属、樹脂、ガラスなどに分別されることもある。(図 3. 6) また、プラスチック、ガラスを含んだままプレスされた筐体が製鉄用の電炉に投入されることもあり、その場合、ガラスはスラグとして排出される。

大部分の自動車の解体業者は、1～3の処理の後、残った筐体などをプレスしてシュレッダー業者に運搬することになる。3. 4で述べるように、自動車解体業者は、日本全国で約 3,000 社あるが、シュレッダー業者は約 150 社であり、解体業者からシュレッダー業者への運搬距離は数十 km に及ぶこともある。またシュレッダー業者から埋め立て処分場への運搬も必要である。

ただし、中古部品、保守部品として販売可能と思われる窓ガラスは、「1. 分品取り外し」の段階において、接着剤で筐体に貼り付けられている部分を手作業で分離して回収される。

また、解体の段階で、フロントガラス、リアガラスの中央部分が切り取られたり、サイドガラスが破砕されてリサイクルに回されることもある。

切り取ったフロントガラス、リアガラス、粉砕されたドアガラスやシュレッダーダストから取り出したガラス成分を使って、ガラスをリサイクルする場合の障害は、自動車の窓ガラスとして、フロントガラス、リアガラスの筐体接着用の黒色セラミックやリアガラスの曇り止め熱線、合わせガラスが使われているフロントガラスの中間膜などを含んでいることであり、これらを完全に除去することが難しく、ガラス製造用カレットの異物となってしまうことである。また、切り取りや粉砕などの工程で金属片が混入することもあり、シュレッダーダスト同様の分別工程が必要にもなる。



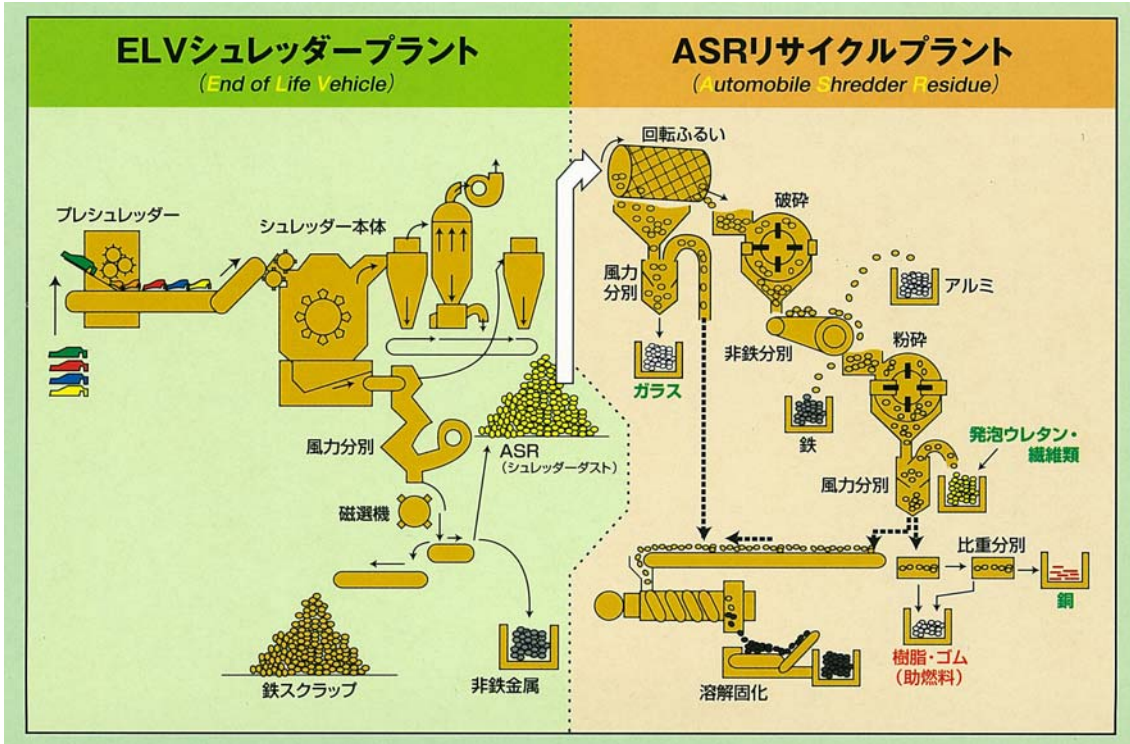


図 3. 6 使用済み自動車のシュレッダー処理<sup>(5)</sup>

### 3. 2 板ガラス製品の管理方法

窓ガラスは、板ガラスに様々な成分を混入させたり、付着させたりして、製品にできあがる。合わせガラスに含まれる中間膜も、ガラス溶融炉にとっての異物になる。ガラスのリサイクルのために廃板ガラスの不純物（異物）を除去する際に、廃板ガラスに含まれる成分の情報が不可欠である。

ここでは、ガラスリサイクルに必要な、製造管理、製品管理に関する技術について記す。

自動車用ガラスは、近年、多品種多様化してきており、同じ車種においてもグレードやオプション選択から取り付けられるガラスの機能(性能)が異なる。しかし、形状が全く同じであること(車種が異なっても一見ではなかなか判別がつかない)から、そのガラス品種を特定することが困難である。また、建築用ガラスにおいても防犯目的から合わせガラスの

採用や、保温目的、結露対策、デザイン性などを考慮した多機能化が進んでいる。しかし、これらの製品は一見して それら品種や寸法を判断することが難しい。

以下では、板ガラス製品のうちでもとくに多様な製品が使われている自動車ガラスに関する管理技術についての検討結果を述べる。

#### (1) 自動車用ガラスをリサイクルする上での課題

現在、なぜ自動車ガラスがリサイクルされていないのかを考えると以下のような課題が挙げられる。

##### ○リサイクル素材の品質が保証できない

リサイクルカレットとして、組成の異なる素材をガラス溶融炉に投入すると、品質保証ができない。そこで部材、組成等の認識が必要になる。

- ・ガラス組成の認識
- ・中間膜組成の認識
- ・コーティング材/アッセンブリ部材の認識

##### ○リサイクル工程によるコスト負荷が大きすぎる

品種認識のためのコスト負荷が大きい。(機械化、自動化が困難)

- ・回収品の無情報化による識別負荷
- ・自動化が難しく人件費が大きい
- ・新製品展開に対する柔軟性がない

##### ○回収・搬送・設備構築などインフラ問題が大きい

品種認識以前の課題も多い。

- ・解体、回収のための効率化された技術がなく、そのため人件費が大きくなる
- ・自動車用ガラスは物流効率が悪くコスト高(ワレ、曲率など)
- ・ガラス溶融炉(窯)が局在しており、設備の立地問題がある

#### (2) 自動車用ガラスの管理方法について

上記課題のうち、上の二つについては、ガラス製品本体に適切なIDが付与されていれば解決可能と思われる。工場内のリサイクルにおいては、品種管理などを比較的容易に実施することは可能であるが、複数メーカーの複数車種が市場投入された後の回収においては、その品種認識は非常に困難なものとなる。

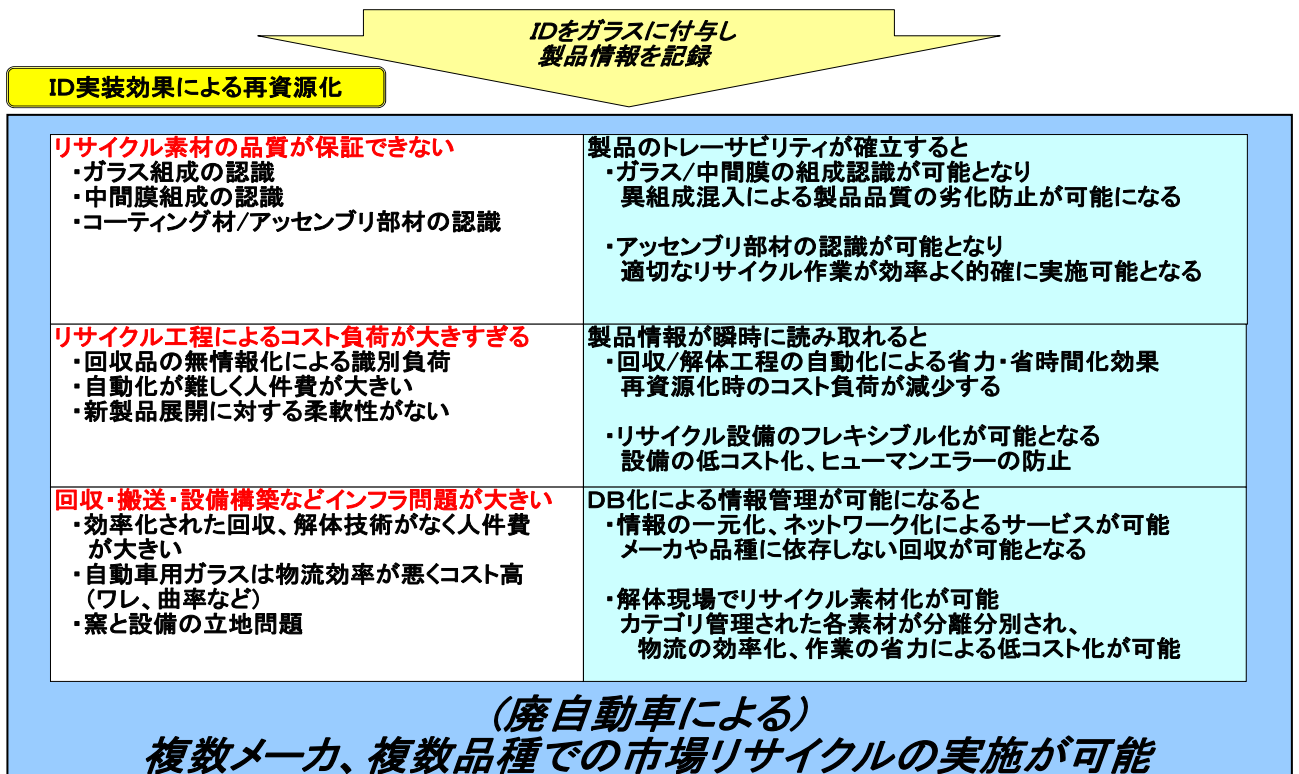


図3. 7 窓ガラス製品へのID付与による製品管理の効果

製品にIDを設けて管理するための技術は数多く提案されており、近年の代表的なものにはバーコード(QRコードを含む)を利用したシステムの構築が一般的となっている。ただし、このバーコードの読み取りは光学式によるものであり、その製品からIDを判断する際は、バーコードに光が照射できる環境が必要なため、ガラスのように1枚1枚が数ミリ以下の間隔で収納される場合はその読み取りが不可能となる。また、ガラス生産工程における熱・汚れを考慮し、更に読み出し距離から判断するとかなり大きな寸法のバーコードが必要となり、実用は難しい。

これらの問題を解決するものとして、ICタグを応用したガラス生産管理システムを実験検証した。この実験では、高温の熱処理工程後(曲げや強化処理)にICタグをガラスに貼り付けて製品を管理した。

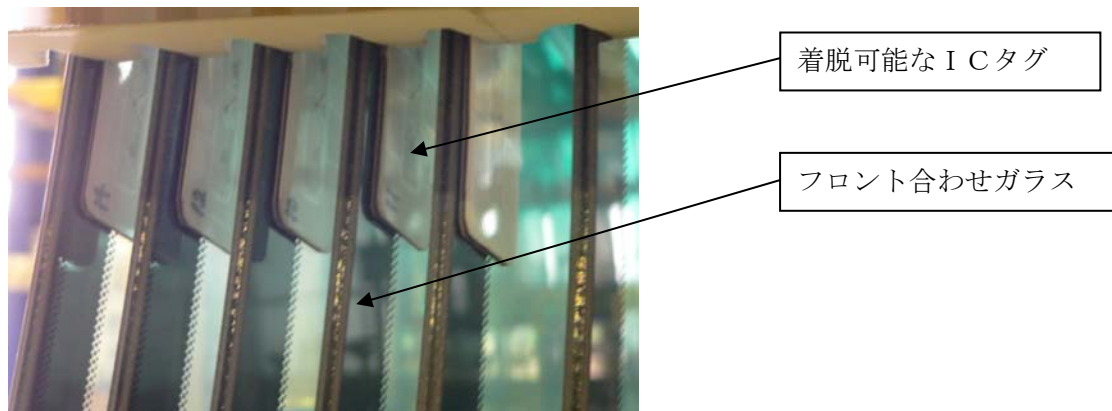


図 3. 8 収納された窓ガラスに付与された I C タグ

この結果、RFID を応用したシステムにおいては 以下の課題点が存在することを認識した。

- ・ロケーション管理が不可能(順位性などを含んだ位置認識)
- ・読み落としを管理できない(総数の認識が出来ない)
- ・薬品や水による洗浄工程(ブラッシングや研磨工程による損傷や外れなど)
- ・炉(600℃以上)等の高熱工程では IC チップは破壊されてしまう。  
(150℃程度のオートクレープ耐熱性でも課題は多い)
- ・RFID のリユース構造を持たない限り、タグ単価が非常に高価(100 円/枚以上)
- ・周辺装置が高価であり、使用環境にて電波特性が変化する。(読み出し距離が変化)

自動車用ガラスの生産工程は車種や品種により多様化するため、組成認識を確実とするためには生産の上流工程での I D 化が必要となる。当然ではあるが、材料が投入された溶解炉内に複数の品種が混在することはあり得ないためである。

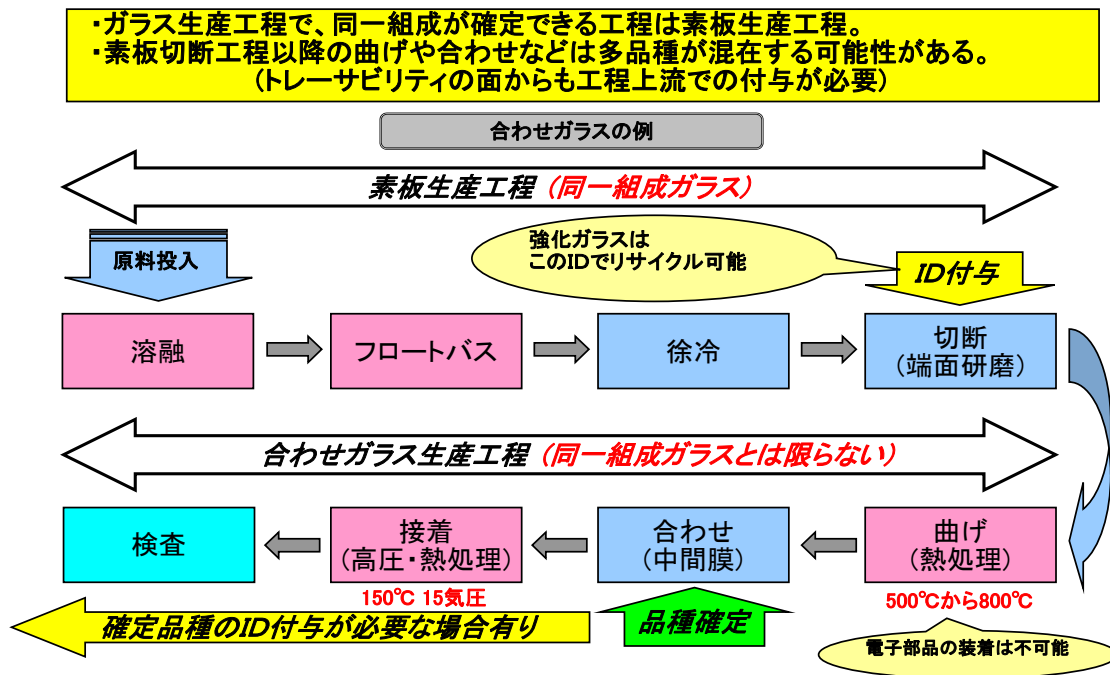


図3. 9 窓ガラスの生産工程とIDの付与

ID化のために必要な条件は適用する工程に依存することも大きいが実用性が高くより効果の大きいトレーサビリティを持たせるためには、ガラス生産の上流工程からの管理である方がよい。

(3) 自動車用ガラス生産工程上のID付与における課題について

現在の自動車用ガラス生産(量産)工程で、実際にIDを付与する課題については、耐環境性では、低温から高温域までの温度、および温度サイクルで使用可能であること、高圧域でも使用可能であることなどがあり、これらを以下にまとめた。

表3. 2 自動車窓ガラスへのID付与

IDの付与	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>タイミング</b> 強化ガラス: 切断研磨工程後 合わせガラス: 切断研磨工程後 + (必要時は合わせ工程以降)</li> <li>・<b>方法</b> ガラスへのID付与が自動化可能なこと。(曲面への付与が可能であること)</li> </ul>
IDの信頼性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自動車用ガラス生産工程で、破壊や損傷、劣化などがなくID判定が可能なこと。</li> <li>・車両生産、市場運用で、破壊や損傷、劣化などがなくID判定が可能なこと。</li> <li>・車両解体にて、破損や損傷、劣化などがなくID判定が可能なこと。</li> </ul>
IDのコスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品への付与(自動化可能)コスト、ID自体のコストが安価であること。</li> <li>・高価で特殊な周辺装置が必要でないこと。</li> <li>・現行の設備が利用可能であれば更に良い。</li> </ul>
IDの具体的な性能	<ul style="list-style-type: none"> <li>曲面/(鏡面の場合もあり)読み取りが可能であること。 また、若干の汚れでも読み取りが可能であること。</li> <li>・ガラス生産における要求性能 <b>耐熱性</b>: 600℃超、<b>耐水性</b>: 洗浄工程、<b>耐薬品性</b>: エタノール等の拭取り <b>耐圧性</b>: 15気圧、<b>耐震性</b>: フォークやトラック輸送 <b>その他</b></li> <li>・市場運用における要求性能 ライフサイクルとして20年は下記の性能維持が可能であること <b>耐候性</b>: 車両運用可能な地域(低温から高温までの温度サイクルを含む) <b>耐水性</b>: 水没、<b>耐薬品性</b>: アフターマーケットでのコーティング材、洗浄剤など <b>耐震性</b>: 走行によるもの <b>その他</b></li> <li>・解体における要求性能 車両からガラスを取り外す方法に依存するが、解体処置前にIDを読み取る構造であれば、上記の要求性能のみで問題はない</li> </ul>

付与されるIDは、生産工程に依存して劣化損傷しない事、市場における使用運用のライフサイクル(10年以上)に依存して劣化損傷しない事が大前提となる。この条件下においても一つの課題は、情報化技術の進歩である。十年以上も前に付与されたID技術の継承が可能かどうかである。つまり、ID本体の技術だけでなく、それを読み取るハードウェアやシステムに大きな課題を残すことになる。

・IDコア技術について

時間の経過や運用における劣化損傷の課題

・ I D 周辺技術について

読み取り装置やそれを含んだシステムが継承されるか

(4) 自動車用ガラスに付与する I D 技術の比較検討について

代表的な I D 技術と実際の自動車用ガラス生産工程上で課題となる項目での比較を下に記す。

表 3. 3 自動車窓ガラスへの I D 付与の課題と評価

	特に重要な生産工程条件
	特に評価できる
	評価できる
	評価に値しない

	バーコード(QR含む)	カラーコード	カラービットコード	RFID	
視認性	必要	必要	必要	不要	印刷時はパレット格納時の端面読み取りが必要
鏡面装着	不可	不可	可	可	カラービットコードも反射光に弱い
取り付け面形状	平面のみ	平面のみ	曲面可能	依存しない	曲面への付与は必須条件
一括読み取り	不可	不可	可	可	効率化のため可能なほうが良い
ロケーション管理	不可	不可	可	不可	効率化のため可能なほうが良い
形状規定(自由度)	あり	あり	なし	なし	カラービットコードは文字やデザイン表現が可能
読み取り方式	光学	画像	画像	電波	既存設備が利用できるほうが良い
読み取り距離	10cm程度	カメラ解像度に依存	カメラ解像度に依存	周波数に依存	長いほど良い
損傷・汚れ	弱い	弱い	色が判断できれば良い	強い	簡易的な拭取りで認識が可能であること
耐熱性(600°C超)	インクに依存	インクに依存	インクに依存	不可	曲げ工程以降であれば数百度の耐熱性で可
耐水性	インクに依存	インクに依存	インクに依存	不可	水没・ブラシ洗浄に耐え得る事
耐薬品性	インクに依存	インクに依存	インクに依存	不可	市場コーティング剤、洗浄剤、アルコール等
耐候性	インクに依存	インクに依存	インクに依存	不可	寒冷地、熱帯地での運用が可能なこと(ライフサイクル)
コスト	印刷費用(精度が必要)	印刷費用(精度が必要)	印刷費用(精度は必要なし)	高価(数十円以上)	RFIDは装着には高価すぎ、他サービス代用が必要

上記の評価項目は、 視認性、鏡面装着、取り付け面形状、一括読み取り、ロケーション

管理が運用操作性を示し、形状規程読み取り方式、読み取り距離が I D 使用の自由度を示し、損傷・汚れから以下は耐環境性を示し、最後にコスト評価となっている。この評価結果からすべての評価分野に関してカラービットコードが自動車用ガラスの I D 付与には適していると言える。ただし、耐環境性については他のバーコード、カラーコード同様にインクに依存する。ただし、カラービットコードは印字精度が読み取り精度に大きく影響することはなく、また損傷や汚れに強いいため他のコードに比べても有利である。この表に記載はしていないが、自動車用ガラスの回収や生産時の製品管理において移動体を管理できるはカラービットコードだけである。RF I D も移動体を認識することは可能であるが、移動体であるがためにロケーションが管理できない RF I D では性能的に不十分であると言える。移動体とロケーション管理が可能であると、流れ作業において作業者が I D の読み取りを大きく意識する必要がなくスムーズ作業を進めることができる。

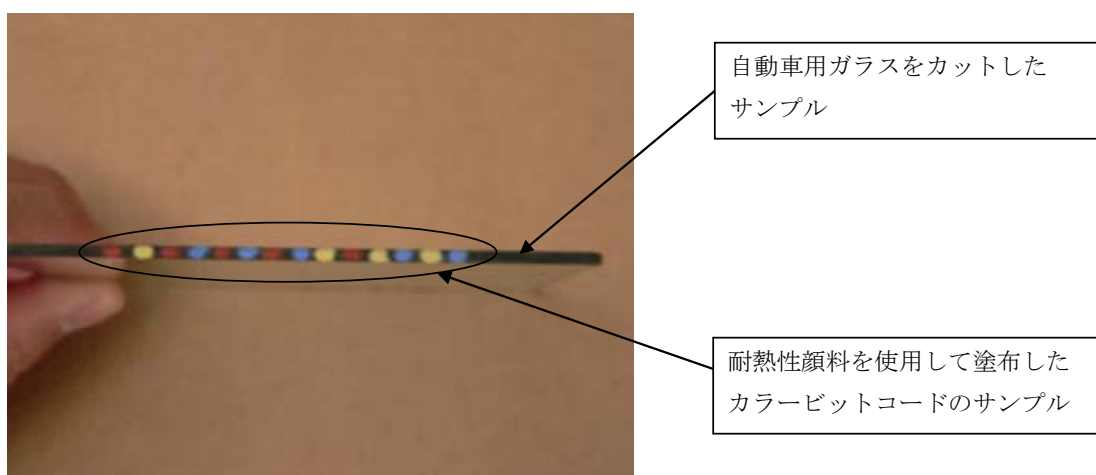


図 3. 10 板ガラスへのカラービットコード付与例

上記のカットガラスサンプルを 600℃以上で加熱し、加熱前と加熱後で同じようにコード認識ができたことを確認した。ただし、顔料は手塗りで、形状寸法等を特に規定せずに任意に塗布した。

カラービットコードに関する技術説明については本章では行わないが、規格化される技術ではなく、使用する側にて I D アプリケーションを構築できる今までは全く違ったコード化技術である。



(5) 自動車用ガラスのID化についての統合的考察

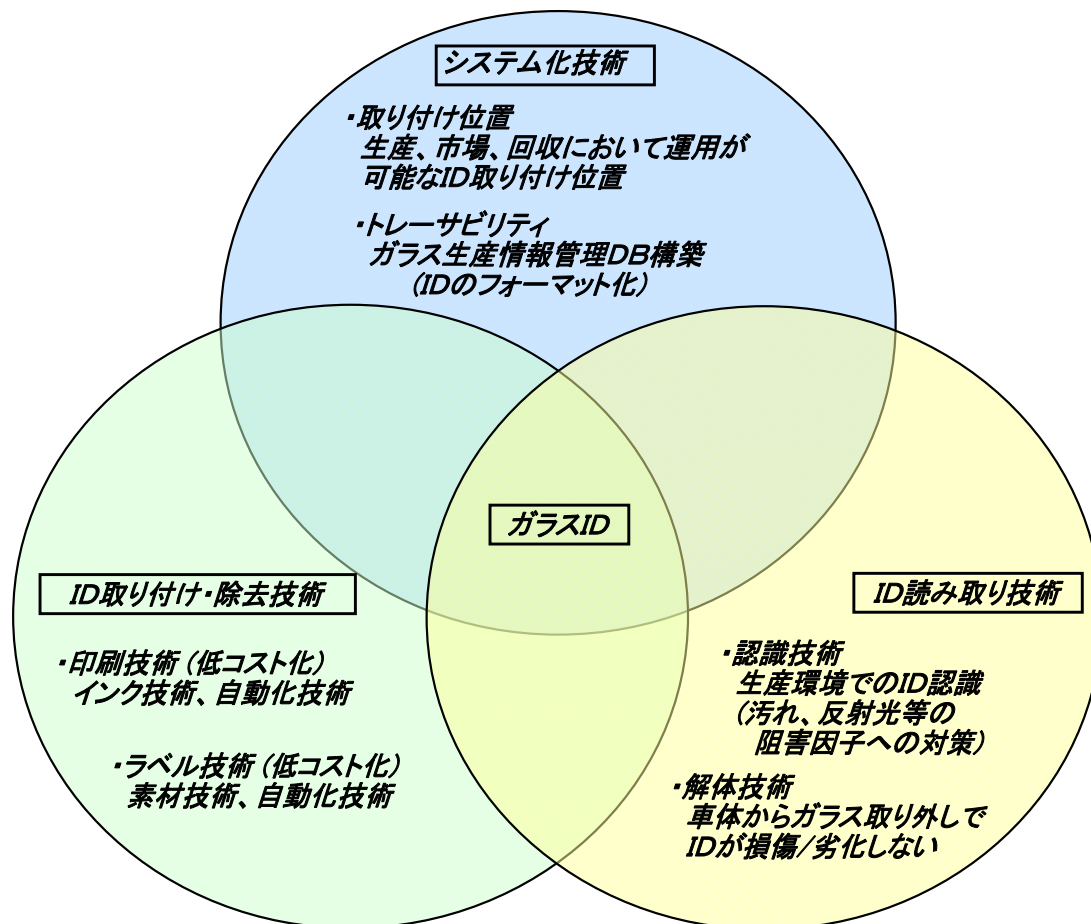


図3. 11 自動車用ガラスのID化

(4) においては、各IDの特性について検討したが、付与されたIDは最終的にはその除去も必要であり、またIDを管理するシステム構築においては現存する自動車リサイクルシステムへの組み込みも含めて課題は非常に大きい。上図に示す各技術の課題を解決して初めてリサイクルのID技術が確立することとなる。

### 3. 3 合わせガラスの不純物（異物）の分離除去

回収した廃板ガラスには、ガラスにプリントされた黒セラミックや熱線、合わせガラスの中間膜など、ガラス自体にとっての不純物（異物）が混ざっていることが多い。これらを除去する方法は、大きく二つに分けられる。回収したガラスを（乾いた状態で）機械的に剪断、破砕して異物除去する方法は、乾式法と呼ばれている。一方、ガラスにプリントされた黒セラミックや熱線、合わせガラスの中間膜などを液体に浸すことにより、素材に分解する技術は湿式法と呼ばれている。

#### （1）乾式法

旭硝子（株）が NEDO の助成を受けて実施した「合わせガラスリサイクル実用化技術開発」<sup>(6)</sup> では、合わせガラスと中間膜の分離設備を導入して、

- ・ 中間膜とガラスの分離技術
- ・ 不純物（金属、有機物）の除去技術
- ・ 溶解に影響のないカレット粒度
- ・ 実用化可能な処理コスト

などの実験を行った。この方法は、合わせガラスを機械的に剪断、破砕して10 mm 以下のカレットにし、不純物を取り除くもので、装置の概略と異物の選別ラインを図3. 12 に示す。得られたカレットを試験的にガラス製造炉に投入したところ、問題はなかったとの報告がある。<sup>(2)</sup> そこでは今後の課題の例示として、以下の事項があげられている。

- ・ 板硝子協会の受入基準に合致するガラスを安定的に廃車から分離回収できるか？
- ・ 上記に関連して、廃車からのガラス回収とその品質チェックの方法、それもできるだけ簡単にかつ精度あるものを生み出す必要がある。
- ・ 今回の設備でも実際に板ガラス製造に戻せるのは50～60%であり、工数、費用の割にはリサイクル率が低いとも言える。さらにこれを改善する方法が必要である。
- ・ 現在、国内では自動車用板ガラス製造場所（槽窯）は限られており、廃車から回収したガラスをそこまで輸送することに工数も費用も多く掛かる。一方、ガラスカレットは貴金属のような原料価値は無く、回収ガラスを売却しても費用回収は難しい。
- ・ 珪砂等の原材料の代わりにガラスカレットを使用すると二酸化炭素の発生を若干抑制する効果はあるが、回収や輸送、分離処理のエネルギーも考慮すると LCA 的には回収ガラスの使用はあまりメリットが無い。

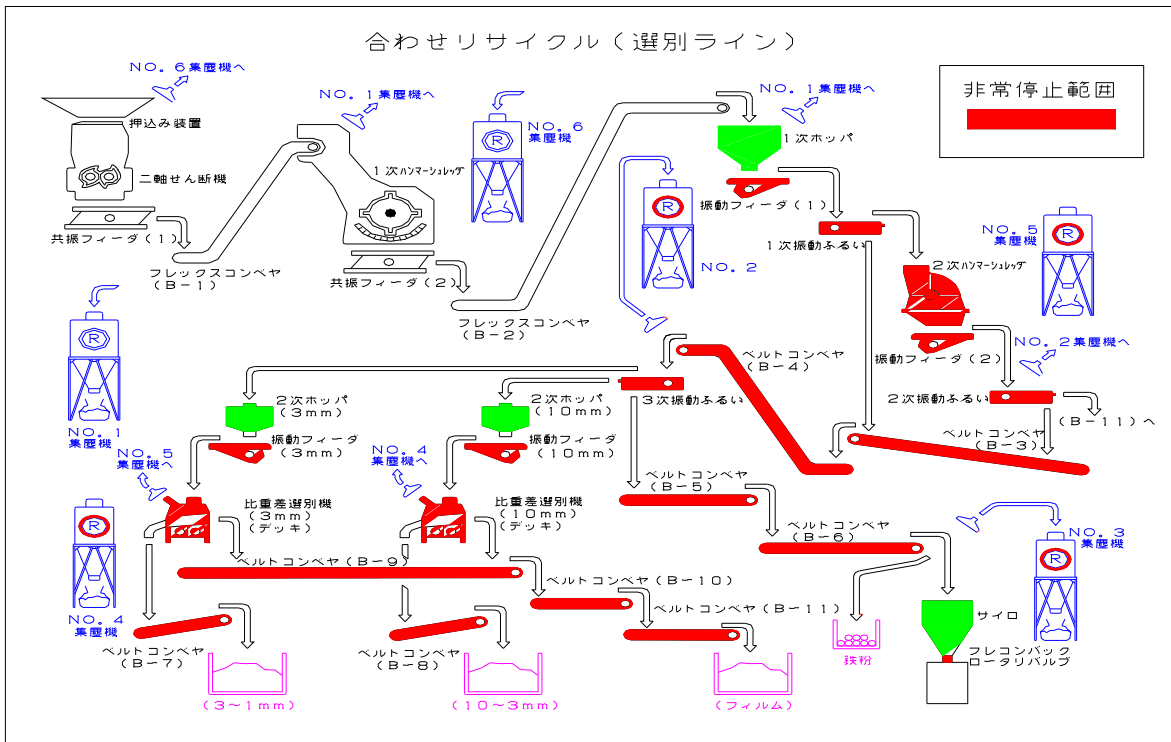
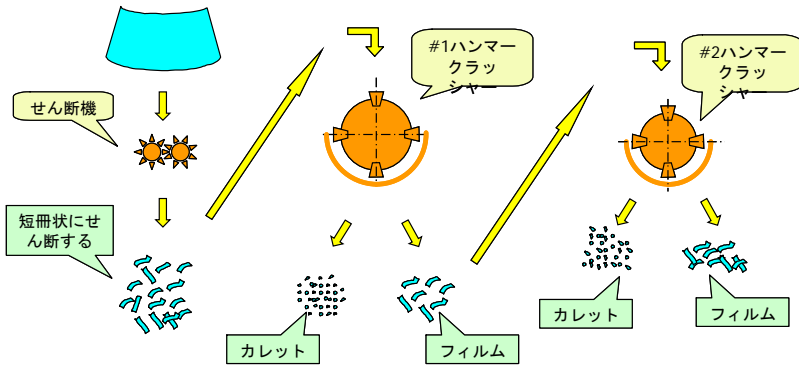


図3. 12 乾式法設備によるカレット生成ライン

合わせガラスと中間膜を分離する方法として、ガラスと中間膜の伸びの差を利用して機械的に分離する方法などの提案もある。(7)

(2) 湿式法

自動車ガラスのリサイクルに必要な基盤技術は大別して、ガラスを車体から取り外すための解体技術と、高度化、高機能化する自動車ガラス、中間膜などを組成や材料全般に渡

って分離、識別するための分別技術と単純な素材として原料化して製品を生み出す為の異物や不純物を除去するための分離技術が必要不可欠である。

自動車ガラスのリサイクルは、多方面で色々実施されてきているが、日本板硝子は 2005 年に湿式法を検討開始し 2007 年初頭より本格的に社内の不良品のリサイクルを量産化し現在に至っている。

湿式法の特徴は、従来の乾式法と比較してマテリアルリサイクルを実現できる技術であり、サーマルリサイクルと比較して成熟度は高くリサイクル率も圧倒的に優位な方式である。

これにより原料としてのリサイクル化が可能となり、ガラスについては分別回収しカレットとして窯戻しを実現し、中間膜は分別回収し中間膜に再生が可能となり、熱線は分別回収し銀として再資源化が可能になった。

黒セラミックスのプリント箇所のリサイクルについては、黒セラミックスとガラスを湿式法で完全分離することが可能になったので、窓ガラス全体がリサイクルできるようになり、リサイクルに使われる板ガラスの面積が全体へと拡大し、従来では切り残されていた周辺の黒セラミックス付ガラスを廃棄物処理することも不要になった。

日本板硝子では、マテリアルリサイクルの実現方法として、プリント剥離工程（湿式法）と合わせガラスのガラス部分を細かく砕く破砕工程と破砕工程で細かく割れたガラスと中間膜の接着力を開放して完全にガラスと中間膜に分離する中間膜分離工程（湿式法）の設備を完成した。さらに舞鶴事業所で、プリント剥離、破砕、中間膜剥離を直結することにより効率よくリサイクルできるレイアウトを実現し、この設備は、切断や洗浄など前工程を排除し原寸のまま処理できることが特徴であり、事業所内の廃ガラスの処理に定常的に稼動している。（図 3. 13）

開発要素技術としては、プリント剥離工程では熱線プリントおよび黒セラミックスのプリントをガラスから短時間で剥がすための分離液の開発や分離液の維持管理の開発や大気汚染、廃液基準など法律の遵守のための技術が必要になる。破砕工程では破砕による粉塵の除去、対策が求められる。中間膜分離工程では、破砕されたガラスから中間膜を短時間で剥がすための分離液の開発や分離液の維持管理、廃液処理技術、中間膜に不純物の付着や残留が認められないような乾燥、不純物除去技術が求められる。

# 湿 式 法

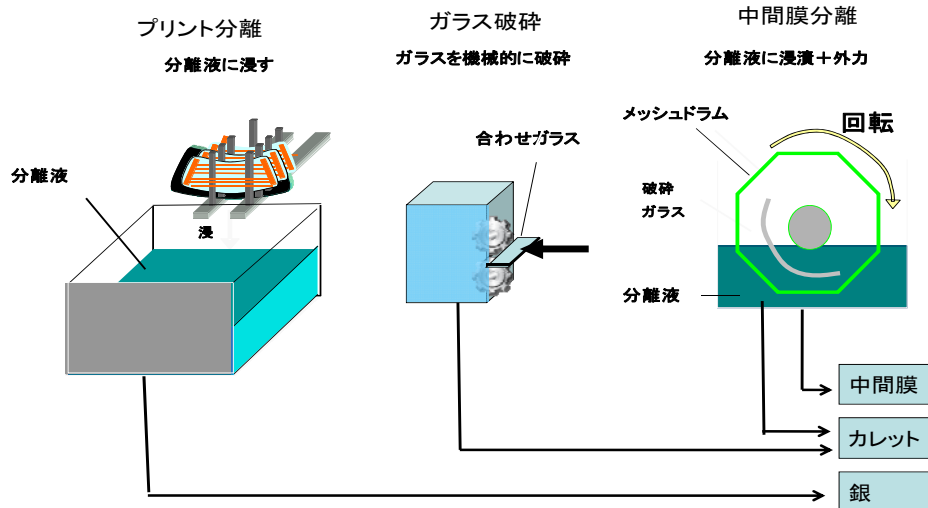


図 3. 1 3 湿式法の概念図

## ①黒セラミックプリント

黒セラミックプリントは自動車ガラスに意匠性とガラスをボディーへ接着するウレタンシーラントを紫外線から保護する目的で施されている。黒セラミックプリントは、低融点ガラス粉末、黒色顔料粉末、樹脂、溶剤などから成り、平らなガラスにスクリーン印刷によって印刷する。印刷したガラスを加熱炉でガラスが成形可能な温度まで加熱する時にインク中の低融点ガラス粉末が溶けて黒色顔料粉末を包み込んで焼きつけている。

表 3. 4 に黒セラミックプリントの組成例を示す。

表 3. 4 黒セラミックプリントの組成例

	名称	組成	含有率(%)
A	ほう珪酸ガラス粉末	$\text{SiO}_2\text{-ZnO-B}_2\text{O}_3$	65~70
	黒色無機顔料	$\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-CuO-MnO}$	10~15
B	ほう珪酸ガラス粉末	$\text{SiO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$	65~70
	黒色無機顔料	$\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-CuO-MnO}$	15~20

この黒セラミックプリントの除去するアプローチとして、酸によるウエットエッチングを実施した。

合わせガラスを低濃度の酸溶液で浸漬処理した結果を図 3. 1 4 に示す。



浸漬前

浸漬後

図3. 14 黒セラミックプリントの除去（酸溶液の浸漬時間：約 30 分）

図3. 14のように合わせガラスを低濃度の酸溶液で浸漬処理することで、ガラスから黒セラミックプリントを完全に剥離することができた。表3. 5に浸漬処理した液を組成分析した結果を示す。

表3. 5 浸漬処理した液の組成分析結果

含有成分	含有量 (mg/L)	
	酸溶液 -新液	酸溶液 -浸漬処理液
B	—	414mg/L
Cr	—	13mg/L
Mn	—	13mg/L
Fe	—	300mg/L
Cu	—	72mg/L
Zn	—	1.7g/L
Pb	—	280mg/L
Bi	—	6.4g/L
Ag	—	116mg/L
Si	—	18.3g/L
酸成分	○	71g/L

＜浸漬処理液条件＞  
 ・ガラス処理枚数：16,288 枚  
 ・ガラス重量：162,494 kg  
 ・酸溶液使用量：969.7 L

 黒セラミックプリントの成分

※Ag は熱線プリントの成分

浸漬処理した液から黒セラミックプリントの含有成分が検出され、この結果からも酸溶液で浸漬処理することで、ガラスから黒セラミックプリントを完全に剥離できたことが確認できた。

## ②熱線プリント(銀プリント)

自動車ガラス（リアガラス）には曇り除去用の熱線が導電性セラミックプリントで形成されている。この熱線プリントは低融点ガラス粉末と銀粉末から成り、黒色セラミック同様に低融点ガラス粉末により銀粉末が焼きつけられている。



図3. 15 剥離した熱線プリント（酸溶液の浸漬時間 30 分）

熱線プリントも黒セラミックプリントと同様、低濃度の酸溶液に浸漬することでガラスから完全に剥離できることが分かった。酸溶液で浸漬処理して除去した熱線プリントを図3. 15に示す。熱線プリントは短冊形状に容易に剥がれるため、熱線プリントの回収が可能である。また、黒セラミックプリントと熱線プリントの剥離時間が大きく違わないため、同じバッチ処理で黒セラミックプリントと熱線プリントが剥離できることも確認できた。

剥離した熱線プリントは銀含有スクラップとして回収後、銀製錬メーカーで精製処理を行い、銀加工品として再利用を進めている。表3. 6に銀精製データを示す。

表3. 6 銀精製データ

剥離量(kg)	析出量(kg)	回収率(%)
16.0	15.5	97.0

\* 処理枚数:約 7,000 枚、回収期間:約 5ヶ月

最近の原材料高騰の影響を受けて、銀も市場価格が高騰を続けている。現在、上記アプローチにより、熱線プリントを銀としてリサイクルするシステムが出来ており、今後も積極的に進めていきたい。

### ③中間膜

自動車ガラスのフロントガラスは2枚のガラスで樹脂膜を挟み込んだ合わせガラスになっており、樹脂膜とガラスが強固に密着しているため、その分離が容易ではない。合わせガラスの中間膜をそのままの形状、サイズで回収する方法を検討した結果、以下のアプローチで回収できることが分かった。

○合わせガラスの黒セラミックプリント・熱線プリントを酸溶液で浸漬処理して除去する（リアガラスと同様）。

○上で処理した合わせガラスを破砕装置で細かく粉砕する。（図3. 16）

ここでは、合わせガラスは破砕、引き伸ばされて、ガラスと中間膜とが分離される。<sup>(9)</sup>



破砕装置



破砕した中間膜

図3. 16 破砕工程

○上の処理の後、残ったカレット付き中間膜を分離液が入った回転体式ドラムで処理する（図3. 17）



中間膜剥離処理



再生中間膜

図3. 17 中間膜剥離工程



上記方法により、中間膜とカレットを完全に分離することができた。得られた中間膜（以後、再生中間膜とする）の特性を評価した結果を表3.7に示す。

表3.7 再生中間膜の性能評価

サンプル	厚み(mm)	T(%)	a*	b*	Yi	H(%)
再生中間膜	0.75(+/-0.05)	89.6	-1.7	1.2	0.65	0.6
新品中間膜	0.76	89.2	-1.7	0.8	0.2	0.4

T(%) : 可視光線透過率、a\*, b\* : クロマティクネス指数(色相と彩度)、Yi : 黄色度、H(%) : ヘイズ率

再生中間膜の特性は新品の中間膜と同様であり、特性上は問題ないことが確認できた。また、再生中間膜をある一定の比率で混ぜて実機でのシート押出テストを実施した結果、シートの製造過程で特に不具合はなく、製造したシートの特性も出荷品質を満足することが確認できた。

回収した再生中間膜は海外メーカーに売却しており、すでに中間膜として再利用されている。海外の中間膜メーカーは、再生中間膜に対する需要が非常にあり、今後もうまく連携して進めていくことがお互いに求められている。

#### ④ガラスカレット

従来、不純物や組成の異なる異種のガラスの混入は、板ガラス製造上著しい品質トラブルを発生させるため板硝子協会が2000年に定めた旭硝子、日本板硝子、セントラル硝子の3社で合意した表3.8の不純物受け入れ基準を満たすものであれば日本国内の板ガラスメーカーのカレットであればカレットリサイクルの実施が可能であるといえる。

表 3. 8 (板硝子協会の統一見解)

### 不純物の許容条件 (板ガラス協会受け入れ基準)

不純物の種類	大きさ	許容量	備考
①合わせガラスの中間膜、フィルム、紙、ステッカー、 ゴム、プラスチック、糊、木片等の有機物、有機化合物 (但し、金属が蒸着、ラミネートされているものを除く)	10mm 以上	無いこと	
	10mm 未満	20ppm 以 下	20 g / トン 以下
②石、砂、セラミックス、セメント、等	0.5mm 以 上	無いこと	
	0.5mm 未 満	10ppm 以 下	10g/ トン 以下
③鉄くず	1mm 以上	無いこと	
	1mm 未満	10ppm 以 下	10g/ トン 以下
④アルミニウム、非鉄金属、ニッケル化合物	すべて	無いこと	

不純物の混入レベルが許容されるレベルであることを確認したカレットを実際のガラス溶  
製造炉に投入しガラス品質に影響を与えるかどうか確認するテストを行った結果は、カレ  
ット投入による泡品質の悪化やリームなど溶解不良は全く現れなかった。(3. 5 ガラス  
製造炉への廃ガラスカレットの投入 の項参照) よって、分別が確実に実施できれば、カ  
レットを板ガラス製造炉に投入可能といえる。

分離分別が確実に実施不可能な場合、カレットの板ガラス製造炉への投入はハイリスク要  
因となるので水平リサイクルをせずにガラスファイバーやタイルや路盤材などのカスケー  
ドリサイクルに転換することになる。

### 3. 4 廃ガラスカレットの収集、運搬の検討

廃板ガラスは、建築廃棄物、使用済み自動車等から発生する。また、廃板ガラスを板ガラスに水平リサイクルすることを考えると、廃板ガラスは板ガラスの製造工場へ戻されてリサイクルされる。

建築廃棄物や使用済み自動車は、日本全国で発生するが、一般的に大都市圏で多く発生する。

一方、板ガラスは、液体金属の水平面上で徐冷して作るフロート法で製造されており、日本国内では、関東、東海、近畿、山口などの8工場に限られている。このため、廃板ガラスの発生現場から、ガラス工場までの運搬は無視できないエネルギー消費を伴い、コストも発生する。

自動車ガラスについて、全国の自動車解体業者(3000社)が廃自動車から廃板ガラスを回収して、都道府県に1ヶ所(北海道は2ヶ所)の設置した1次回収拠点に集積し(1次物流)、これを板ガラス工場に運搬すること(2次物流)を想定して、物流の負荷を計算した結果がある。これによると、1次物流が75Km、2次物流が528Kmとなった。(2次物流は各都道府県庁、釧路市役所から関東、東海、近畿の自動車ガラス生産工場までの距離に各都道府県ごとの保有乗用車の数を重み付けした平均値)

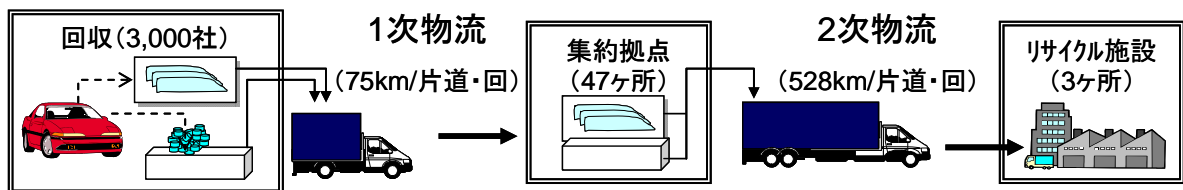


図3. 18 廃板ガラスの収集

リサイクルのために新たにこれだけの運搬が発生するとすれば、1次物流に5t車(燃費:軽油3.79Km/l)、2次物流に15t車(燃費:軽油2.62Km/l)を使うとするとして、廃ガラス1tを解体業者からガラス工場まで運搬するのに必要な軽油の量は、約17.4l(重油換算でも約16.5l)となる。(燃費については、経済産業省告示第六十六号「貨物輸送事業者に行わせる貨物の輸送に係るエネルギーの使用量の算定の方法」平成18年3月29日による)

ここで、現状の処理を考えると、自動車解体業者は廃車ガラと呼ばれる筐体部分をシュレッダー/プレス業者のところに運搬し、さらにそこで処理されたASRは最終処分場に

運搬されて埋め立てられる。これらを合計するとかなりの距離の運搬になる。

自動車の解体業者の住所を地図上にプロットすると図3. 19のようになり、全国に分布していることが分かる<sup>(8)</sup>。

一方、シュレッダー業者は、日本全国で、150社程度あり、そのうち所在のはっきりした139社を地図上にプロットすると図3. 20のようになる<sup>(8)</sup>。これによると、東海道から山陽、北九州のベルト地帯と信越地帯に多く分布しているが、それでも北海道、南九州などにも存在し、全国的に分布していることが分かる。つまり、ごく一部の地方を除けば、現在実施している解体業者からシュレッダー業者への運搬は、廃ガラスを各都道府県1ヶ所の集積地点に運搬するのと大きな相違はない。

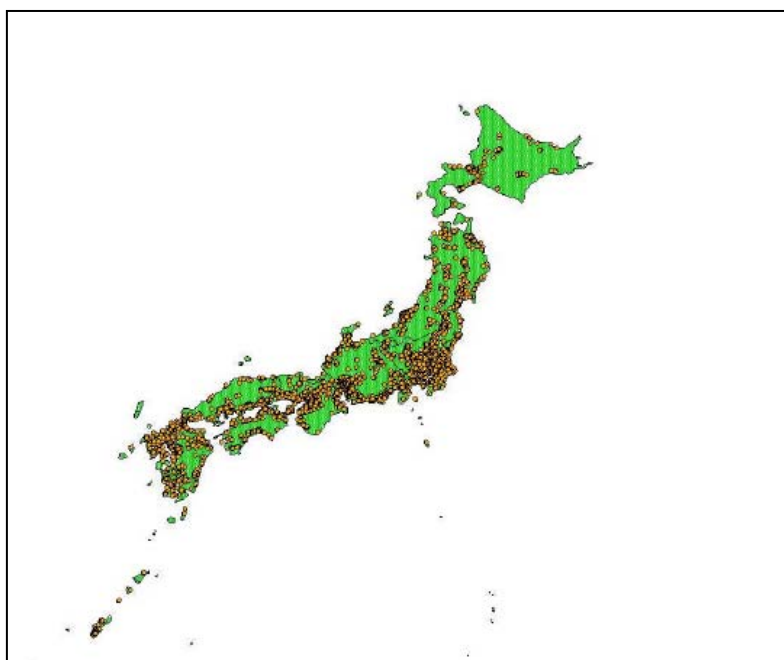


図3. 19 自動車解体業者の分布

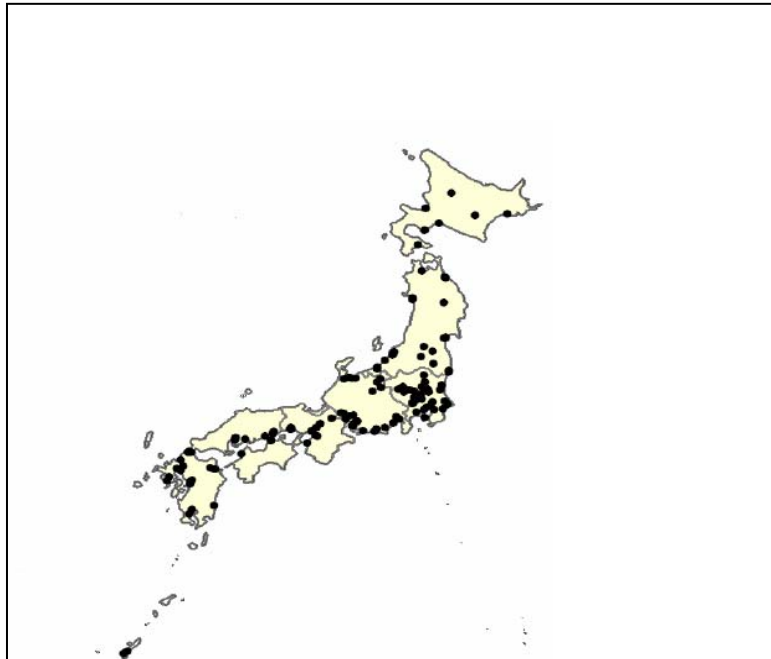


図3. 20 シュレッダー業者分布

### 3. 5 ガラス製造炉への廃ガラスカレットの投入

廃ガラスカレットを使つてのガラスリサイクルにより、省資源、省エネルギー、二酸化炭素発生抑制が実現することが予想されるが、実際に廃ガラスカレットをガラス製造炉に投入して算出したガラスの品質をチェックした。

単位体積中の泡の個数が品質基準として使われる。これによると、市中から回収した廃ガラスカレット（受け入れ基準内）を投入した場合も図3. 21に示すように、通常の原材料を投入した場合の品質に差は見られなかった。

これにより、不純物（異物）についての受け入れ基準を満たす廃ガラスカレットならば、板ガラス製造に使うことが可能であることが確認された。

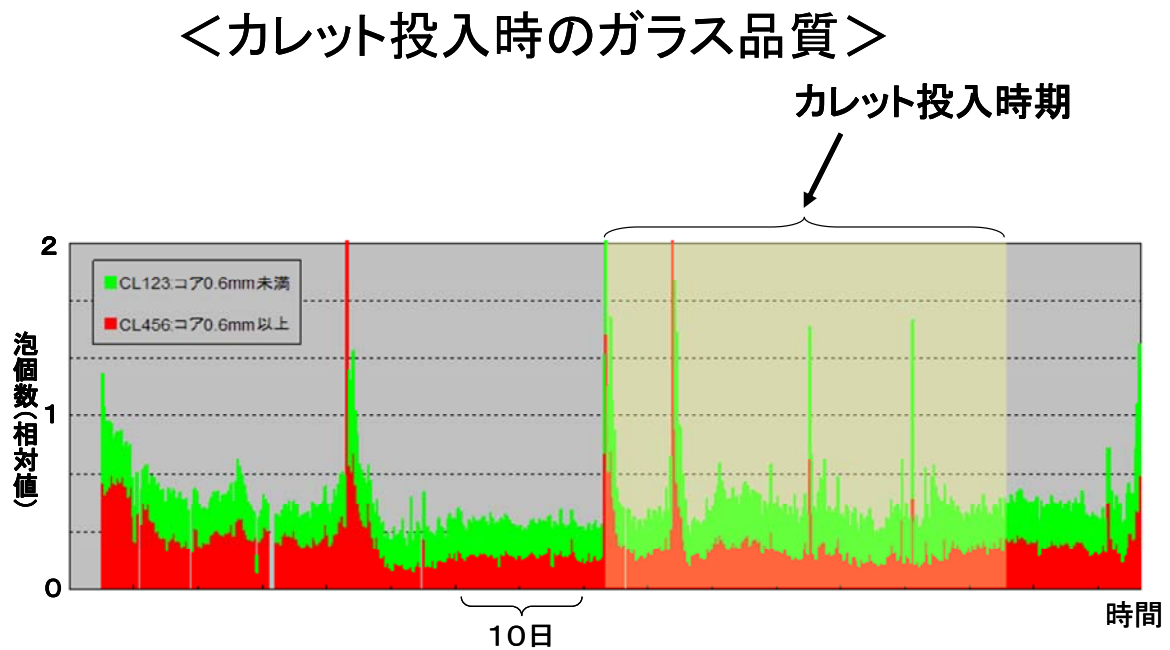


図 3. 21 市中回収カレット投入時のガラス品質

### 3. 6 ガラスリサイクルシステムの原油と二酸化炭素の排出量削減効果

ガラス原料が板ガラスになるためには、相転移してガラス化する必要がある。ガラスカレットはすでにガラス化しており、相転移のためのエネルギーは不要である。ガラス製造

炉へガラスカレットを投入することは、珪砂等のガラス原料を投入する場合と比較して、この相転移に必要なエネルギーが不要になる。

ガラス製造においては、ガラス原料が溶解、相転移してガラス化するためのエネルギーの他に、均一に混ざり合うようにしたり、平面を形成させるために金属液面上で徐冷させるときの保温などに多大なエネルギーを必要としている。

ガラス原料粉体のガラス化反応に必要なエネルギー $E_g$ は重油換算で、

$$E_g = 713 \text{ MJ} / \text{t} \cdot \text{glass} = 17.4 \text{ L} / \text{t} \cdot \text{glass}$$

原油に換算すると、

$$E_g = 19 / \text{t} \cdot \text{glass}$$

となる。<sup>(9)</sup>

これに回収できるガラスの量を掛ければ、ガラスのリサイクルによる省エネルギーの量が算定できる。国内で廃車になる自動車は、現在年間約400万台であり、装着されている窓ガラスの総量は、13万t（平均32kg/1台）とされている<sup>(9)</sup>。一方、建築用ガラスの場合は、廃板ガラスの統計量は無いが、昭和40年代に建てられた小振りなビルを想定すると、建物の規模、開口率等から年間約7万トンと予想されている<sup>(10)</sup>。

回収できるガラスの量は、回収システムがどの程度整っているかに依存しているが、現在の廃ガラスの総量としては、年間約20万tと推定して、これが全部回収されるとすれば、

$$19 \text{ L} / \text{t} \cdot \text{glass} \times 20 \text{ 万 t} \cdot \text{glass} = 3800 \text{ kL}$$

一方、現在国内で生産されている板ガラスの総量は、このところずっと年間約100万tであり、やがて排出される廃板ガラスの量も、毎年この値程度になるものと思われる。これが全部回収されるとすれば、

$$19 \text{ L} / \text{t} \cdot \text{glass} \times 100 \text{ 万 t} \cdot \text{glass} = 19000 \text{ kL}$$

実際には、回収率は10%程度と考えられるので、回収システムが整備される2015年頃には、廃ガラス20tのカレット利用に対する省エネルギー量も全部回収の省エネルギーの10%になるから

$$3800 \text{ kL} \times 10\% = 380 \text{ kL}$$

となる。廃板ガラスの量は、過去の板ガラス生産量の増加に伴い増えてくると考えられ、2030年頃には、廃板ガラス排出量100万tの10%が回収されるとして

$$19\text{L}/\text{t}\cdot\text{glass}\times 10\text{万t}\cdot\text{glass}=1900\text{kL}$$

と推算される。

また、これに伴う、二酸化炭素排出量の削減値を計算すると、原油1L削減に相等する二酸化炭素排出削減量は、 $2.6\text{kgCO}_2$ であるから、2015年頃には、原油380kLに相当する988000kg(98.8万t)の二酸化炭素排出量が削減される。2030年頃には、原油1900kLに相当する4940000kg(494万t)の二酸化炭素排出量が削減されると推算できる。

一方、現在のガラスがソーダガラスと呼ばれていることから分かるように、板ガラスの原料には、重量で1/3以上の炭酸塩が含まれている。これがガラス化する過程で分解して二酸化炭素を排出する。板ガラスを1t製造するときに原料の分解で放出する二酸化炭素は、 $186\text{kg}/\text{t}\cdot\text{glass}$ となる<sup>(8)</sup>。ガラス原料の代わりに廃ガラスカレットを使うことにより、この分の二酸化炭素の排出がなくなる。2015年には、20万tの廃ガラスのうち10%が回収されるとして、年間

$$186\text{kg}/\text{t}\cdot\text{glass}\times 2\text{万t}\cdot\text{glass}=372\text{万kg}=3720\text{t}$$

の二酸化炭素の排出が削減される。

同様に、2030年には、廃板ガラス排出量100万tの10%として、10万tのガラスがリサイクルされるので、原料分解の二酸化炭素排出として、

$$186\text{kg}/\text{t}\cdot\text{glass}\times 10\text{万t}\cdot\text{glass}=1860\text{万kg}=18600\text{t}$$

が削減される。

ガラス化の反応熱に起因するものと、原料の炭酸塩分解に由来するものの両者合わせた二酸化炭素の発生削減量は、

$$2015\text{年には、}988\text{t}+3720\text{t}=4708\text{t}$$

$$2030\text{年には、}4940\text{t}+18600\text{t}=23540\text{t}$$

になると推算できる。



#### 4. 今後の課題および展開

以上の調査により、廃板ガラスのリサイクルに関して、不純物の除去に湿式法が有効であり、省エネルギーと二酸化炭素の排出削減が可能であることが判明した。ただし、湿式法の設備は、現状では、人間によるオペレーションによるバッチ処理が行われている。また、廃板ガラスの回収システムが未整備であり、現在の状況での回収では、回収のためのコスト、エネルギー消費が、リサイクルシステムの運用上の障害になることが予想される。ここでは、これら課題の解決法を提案する。

##### 4. 1 リサイクルのための設備の高度化

湿式法は、廃板ガラス中のプリントされた黒色セラミックス、銀線、中間膜などの異物を除去し、銀や中間膜、ガラスカレットをリサイクルして活用するのに有効な方法であることが判明した。ただし、装置の自動化による稼働の効率化と廃液処理等を含めた環境対応での改良の余地は大きい。

以下、湿式法の3つの装置につき、自動化、環境対策を中心に、今後改良すべき点を述べる。

###### (1) プリント剥離

現状では、低濃度の酸溶液によるエッチングによって、黒色セラミックス、銀線の剥離を実現しているが、人によるオペレーションが必要である。これをクレーン走行による自動セット、取り外しにすることにより、稼働に必要なオペレータの負荷の軽減を実現できる。また、現在のバッチ装置では、人間が溶液管理にも当たっており、定期的に溶液の補充と廃液の排出を行う必要がある。これをクローズドシステムにすることにより、溶液の自動補充、廃液の濾過循環等による自動溶液管理を組み込むことにより、廃液処理の軽減ができる。

###### (2) ガラス破碎

この装置も自動化することによる効率化が考えられる。中間膜についてのガラスが破碎されてカレットになり収集されるが、ガラス破片のついた中間膜自体はロールに押し出されて装置の外部に排出される。これを自動的に集積して、一定数が貯まったところで、次段の装置であるバレルに自動的にフィードすれば、現在人がやっている作業が不要になり、連続運転として装置の可動が効率化できる。また、無人化運転によって、作業員がガラス粉の粉塵にさらされることもなくなる。

###### (3) 中間膜剥離

ガラスの破片がついた中間膜を数枚まとめてフィードし、ガラスをそぎ落とした中間膜を水洗いして取り出し、乾燥場まで搬送することを自動化することで、作業を効率化する

ことができる。また分離液や水洗いの溶液管理、廃液処理の自動化も環境面や効率化の点で有効である。

#### 4. 2 廃板ガラスの回収ビジネスモデルの提案

廃板ガラスを回収し、ガラス工場へ運搬するためのエネルギー、コストが無視できないことを述べた。ここでは、新たなエネルギー、コストの発生を極力抑えた新しい回収のためのビジネスモデルの提案を行う。

廃板ガラスの発生場所は、使用済みの建物の解体現場や中間処理施設、自動車の解体工場やシュレッダー設置場所であったりする。また、これらの場所で発生する廃板ガラスを使用する場所は、板ガラスの水平リサイクルを考えると、板ガラス工場になる。3. 2で述べたように廃板ガラスの発生場所と使用場所が離れているために、これらの間の運搬にはかなりのエネルギーを要する。

両者の間を直接運搬するのか、中間の集積点を設けるか、また、中間集積点にどのような機能を与えるかなど、板ガラスのリサイクルシステムを構築する上での検討課題も多い。また板ガラスのリサイクルシステム構築には、製品ライフサイクル全体の管理が欠かせないが、そこには、多くの利害関係者が存在し、一方にメリットのあることが、他社にはデメリットであることもある。今回は、従来のシステムと変わることによるインパクトを小さく抑えて、環境負荷の削減量は大きくすることを考えることにする。

##### ・中間集積拠点の設置

ここでの検討項目としては、廃板ガラスの発生場所と廃板ガラスのリサイクル工場の間には中間集積拠点を設けるかどうか、どれをどこに設けるか、そこにはどのような機能を与えるのかということになる。

中間集積拠点を設けるかという点では、廃板ガラスの発生地点から、偏在しているガラス工場へ直接運搬するのは、運搬距離が長く積載効率を良くしないと、(とくに自動車ガラスの場合は)効率が悪い。使用済み自動車についての、広域回収の領域分割について最適な組み合わせについて研究もある<sup>(8)</sup>が、あらたに自由に中間集積拠点を設置することは、用地買収等設置費用や許認可の問題も含めて現実的ではない。

ここでは、板ガラスのカッティングセンター(主に建築用のガラスを切断して、販売店等へ渡す)と呼ばれる販売拠点を中間集積地点とすることを提案する。廃板ガラスは、ここに運ばれ(中間)集積される。一方、ここには、ガラス工場から販売用のガラスが運ばれており、製品納入の帰り車に廃板ガラスを積み込んで、ガラス工場に運搬すれば、基本的には、ガラス回収のための新たなに必要なエネルギー、コストの発生は無い。

ここで、中間集積拠点の機能であるが、当面はガラスリサイクル工場への運搬のための集

積地という役割だけにしておくが、湿式法の設備を置くことによる、廃板ガラスの異物除去、カレット化もここで行えば、合わせガラスの中間膜は、ここから直接中間膜メーカーに運搬されることで、一旦ガラス工場に運んでから中間膜メーカーに運搬するより運搬が効率的になることが考えられる。

自動車解体工場でのガラスの取り出しでは、黒セラミックプリントの部分を除いた廃板ガラスを使うことを考えているときには、中央部分だけを道具を使って取り出すことが考えられていたが、エッチングによる黒セラミックプリントの剥離プロセスを通すとなれば、敢えてすみを切って、中央部分だけ取り出す必要はなく窓ガラス全体を利用することができ、リサイクルに使うカレットの量も増え、再生できる中間膜も大きくとれるようになる。このとき、部品としての自動車窓ガラスを取り出すときのように、人の手でガラス全体を外すことにすれば、人間の行動は、LCA（Life Cycle Assessment）的には、環境負荷の増減に関係ないとされており、道具を使うときに必要な電力等の消費も発生しない。

この回収システムの運営主体についてはここでは言及しないが、板ガラスという物質の取り扱いに経験のある、板ガラスメーカ、廃棄物処理業者、ガラスカレット生成業者、自動車解体業者、建築物解体業者等、現在のガラスリサイクルに関係している事業者が実施することが自然と思われる。

#### 4. 3 ガラスリサイクルシステム構築による省エネルギーの実現

廃板ガラスのカレットをガラス製造炉に投入し板ガラス製造の際のガラス化に必要なエネルギーを削減できることは、3. 6で述べている。板ガラスがリサイクルされるようになると廃板ガラスの埋め立て処分も不要になる。一方、板ガラスのリサイクルシステムの運用には、ガラスの回収や運搬、合わせガラスの中間膜剥離など多くのプロセスが必要である。エネルギー的にも従来に比べて削減になるプロセスもあれば、新たにエネルギーの投入が必要なプロセスも必要になることもある。

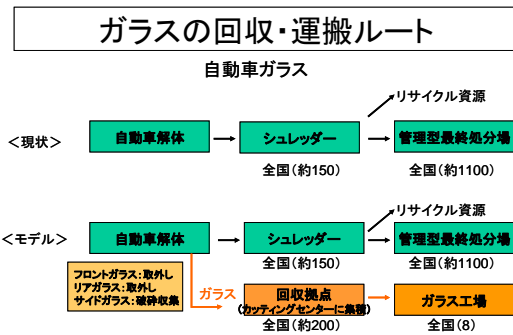
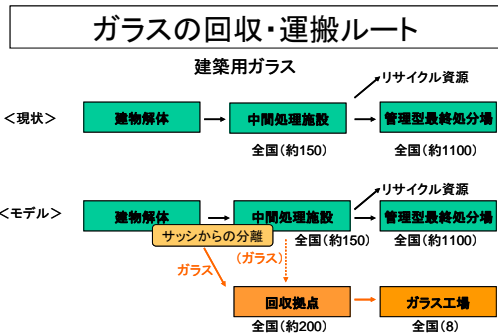


図4. 1 板ガラスの回収・運搬ルート

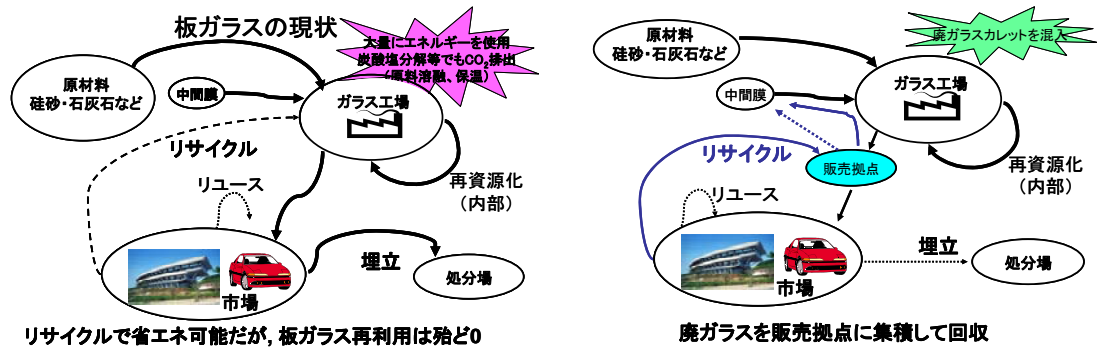


図4. 2 廃板ガラス回収のビジネスモデル

廃板ガラスの処理について、従来の埋め立て処理のプロセスと湿式法を中心にした新たな回収リサイクル提案とをエネルギーの使用量や環境負荷の点から定性的に比較してみる。

表 4. 1 使用済み建築物の廃板ガラスの処理（現状）

プロセス	エネルギー使用等
①使用済み建物の解体	人手によるガラスの取り出しなので、基本的にはエネルギー消費はない。
②解体現場から中間処理施設までの運搬 (1次物流)	中間処理施設の数に限られており、解体現場から処理施設までの運搬エネルギー（ガラス重量分）を消費
③中間処理施設での処理	ガラスに関しては、処理はなく、分別のみなので特段の消費エネルギーはない
④中間処理施設から最終処分場までの運搬 (2次物流)	最終処分場までの運搬エネルギー（ガラス重量分）を消費
⑤最終処分場での処理	埋め立て処理であり、ガラスに関して特別のエネルギー消費はない

表 4. 2 使用済み自動車の廃板ガラスの処理

プロセス	エネルギー使用等
①使用済み自動車の解体	人手によるガラスの取り出しなので、基本的にはエネルギー消費はない。
②解体工場からシュレッダー施設までの運搬 (1次物流)	シュレッダー処理施設の数に限られており、解体工場からシュレッダー施設までの運搬エネルギー（ガラス重量分）を消費
③シュレッダー施設での処理	シュレッダーの消費電力等、ガラス処理に相当する電力量は大きくはない
④シュレッダー施設から最終処分場までの運搬 (2次物流)	最終処分場までの運搬エネルギー（ガラス重量分）を消費
⑤最終処分場での処理	埋め立て処理であり、ガラスに関して特別のエネルギー消費はない

表 4. 3 新しいビジネスモデルによる廃板ガラスの処理

プロセス	エネルギー使用等
①使用済み建物の解体 使用済み自動車の解体	人手によるガラスの取り出しなので、基本的にはエネルギー消費はない。
②解体現場、解体工場から回収拠点までの運搬 (1次物流)	回収拠点は、板ガラスのカッティングセンターに設置するが、解体現場や解体工場から回収拠点までの運搬エネルギー(ガラス重量分)を消費
③回収拠点での処理	当初は廃板ガラスの集積のみなので特別な消費エネルギーはない
④回収拠点からガラスリサイクル工場までの運搬 (2次物流)	板ガラス工場までの運搬エネルギー(ガラス重量分)を消費
⑤リサイクル工場での処理	湿式法(中間膜剥離など)の処理に要するエネルギーを消費

従来の処理と提案ビジネスモデルとの間で、消費エネルギーとして違うのは、①1次物流、②2次物流、と③湿式法(中間膜剥離など)の消費エネルギーである。

1次物流のエネルギー消費に関しては、現状の処理プロセスと提案のプロセスとの間で大きな差異はみられない。現在、建物が解体されたときに発生する廃板ガラスは、中間処理施設に運ばれる。中間処理施設の数は全国で約150ヶ所である。一方ガラスのカッティングセンターも全国で約200ヶ所あり、両者の分布に相関はないと思われるが、廃板ガラスを新たにカッティングセンターに運搬するとしても、現状の中間処理施設に運搬するのと、距離の上では大きな違いがないので、エネルギー消費でも大きな相違はないと思われる。

一方、使用済み自動車の廃板ガラスは、現行では解体業者から、部品等を取りはずした筐体の一部として、シュレッダー業者に運ばれ、その後最終処分場に運ばれる。シュレッダー業者も、全国で約150社あり、板ガラスのカッティングセンターの設置数と大差がない。つまり、現行のシュレッダー業者への運搬と新たにカッティングセンターへ運搬するのとでは、使用するエネルギーやコストに大差がないと思われる。

また、2次物流に関しては、板ガラスのカッティングセンター(主に建築用のガラスを切断して、販売店等へ渡す)と呼ばれる販売拠点を中間集積地点としており、廃板ガラスは、ここに運ばれ(中間)集積される。ここには、板ガラス工場から販売用のガラスが運ばれているので、製品納入の帰り車に廃板ガラスを積み込んで、板ガラス工場に運搬すれ

ば、基本的には、ガラス回収のための新たに必要なエネルギーの発生は無い。

次に、湿式法の稼働のためのエネルギーであるが、これは基本的に破碎装置や中間膜剥離装置のローラ駆動のための電力である。ここで、各装置の定格電力が6 Kwh程度であり、消費電力の実績値は、1 tの合わせガラスの処理に12 Kwh程度であった。この値は、発熱量で換算すると軽油1.1リットルに相当し、運搬のところで使う5 tトラックの燃費が約4km/1Lであるので、1 tの重さのガラスを約20 km運搬するのと同程度のエネルギー使用量ということができる。ガラスの運搬では、現状と新しいビジネスモデルとの運搬距離をラフに比較しており、比較の都合上、1次物流でのこの程度の運搬距離の相違を無視しており、湿式法でのこのエネルギー消費についても取り上げない。

このように、板ガラスのカッティングセンターを回収拠点として、製品搬送の帰り便を使って廃板ガラスを板ガラス工場へ運搬することにより、回収運搬に特段のエネルギー使用のない形で廃板ガラスのリサイクルが実現できる見込みがついた。廃板ガラスのプリント剥離や中間膜分離などの処理についても、大きなエネルギー消費がないことから、板ガラスのリサイクルにより、3.6で述べたような、原料のガラス化エネルギーが削減できる。

#### 4.4 事前調査のまとめ

今回の事前調査では、以下のようなことが明瞭になった。

- ・使用済み建築物や自動車の解体の実態をヒアリングし、現在行われている解体処理の中で廃板ガラスを回収することはそれほど難しくない。
- ・板ガラスにカラービットコードによるIDを付与すれば、回収された廃板ガラスの種類や含有成分を判別する際に有効である。
- ・フロントガラス、リアガラスの黒セラムックス、リアガラスの銀線、フロントガラスに採用されている合わせガラスの中間膜などが、湿式法を用いることによりガラスカレットと銀、中間膜などが、分別されて再利用のための資源として回収できる。
- ・廃板ガラスを発生現場から板ガラスの製造工場まで長距離運搬することによるエネルギー消費が板ガラスリサイクルの課題であったが、販売拠点のカッティングセンターを廃板ガラスの回収拠点として、販売用の製品を運搬するトラックの帰り便として廃板ガラスをガラス工場に運搬することにより、新たなエネルギーの消費がなくガラスのリサイクルが実現できる。

このような調査検討の結果から、廃板ガラスのリサイクルが板ガラス製造におけるエネルギー使用削減や二酸化炭素発生抑制に有効であることが明確になった。

廃板ガラスのリサイクルは、板ガラス製造におけるガラス化エネルギーの削減だけでなく、さらに廃板ガラスカレット使用によるガラス製造における二酸化炭素発生抑制（3.6参照）や、中間膜のリサイクル、析出した銀の利用などのメリットもあり、ガラス製造における環境負荷削減には大いに有効であることが判明した。しかし、湿式法の設備はまだ実験段階のものであり、今後の効率化や環境対応を進めるために、自動化や廃液処理の循環化、クローズド化が必要であり、また、現実に効率良く板ガラスのリサイクルを運用して行くには、しっかりした回収、運搬システムの構築が必要である。これには、多くの利害、権利、規制など調整すべき事項も多く、関係者の今後の多大な協調、協力が不可欠であろう。



## 参考文献

- (1) 自動車リサイクルに係わる最適解体システム等に関する調査研究報告書  
平成17年3月 財団法人機械システム振興協会（委託先：財団法人 金属系材料  
研究開発センター）
- (2) 板ガラスリサイクルシステムに関する調査研究報告書 平成19年3月  
財団法人機械システム振興協会（委託先：財団法人 製造科学技術センター）
- (3) 建設廃棄物一元処理システム調査報告書（平成17年度） 社団法人 日本建材・  
住宅設備協会
- (4) 東北黒沢建設工業株式会社 ホームページより作成：  
<http://kurosawa-kaitai.com/index.htm>
- (5) 豊田メタル株式会社 ASRリサイクル部パンフレット
- (6) 平成12年度循環型社会構築促進技術実用化開発費助成事業：廃自動車ガラスのリ  
サイクル技術開発（平成14年4月）旭硝子株式会社
- (7) 「自動車合わせガラスのリサイクル用技術開発」、中小企業庁、関東経済産業局、千  
葉県産業技術研究所，平成17年3月
- (8) 岩本雄二：使用済み自動車リサイクルにおける広域収集に関する研究、(財)日産  
科学振興財団 2004年度研究助成成果報告書
- (9) 奥村和彦、工藤透：リサイクル「自動車用ガラスのリサイクル技術と課題」  
NEW GLASS vol.16,No2 (2001) pp38-45
- (10) 宮本武司：「板ガラスのリサイクル」第5回建材情報交流会、社団法人日本建築材  
料協会（平成15年4月）



### Ⅲ. インバース情報調査広報委員会



## 1. 総会併設講演会

日 時：平成20年6月18日（金）10:00～11:00

場 所：真福寺ビル5階 第2会議室

参加者：20名

講演：「グリーンIT推進協議会の活動について」

ーグリーンITによる低炭素社会をめざしてー

グリーンIT推進協議会 前運営委員長 石川則夫

（シャープ東京支社次長）

設立の趣旨から始まって、体制、活動内容、今後の展開などにわたったもので、特に関心の高いトピックスとして平成20年度から始まるグリーンITプロジェクト（初年度予算30億円）についての説明があった。



## 2. 見学会

デンソー(株)

日 時；平成20年5月27日（火）午後

場 所；本社、安城製作所

参加者：27名

見学は、刈谷本社のデンソーギャラリーでの最新技術の展示見学から始まり、安城製作所に移り、スタータ、オルタネータの生産ラインと省エネルギー、省資源の活動として、排気ガスを利用した風力発電、鋳造の加熱／保温炉のカバー、加工法の工夫による歩留まり向上などを見学した。とくにスタータ、オルタネータのリマニュファクチャリング（株式会社デンソーリマニ）では、系列修理工場から集めたスタータ、オルタネータを解体、分別、洗浄を行い、摩耗した部分を交換、補修、整備することにより部品を再生し、組付けの後、性能を確認し、品質を保証してリビルト部品として出荷している。定年退職者のスキルを活かした事業になっており、採算割れにはなっていないとのことで、参加者の関心も高く、現場でもいろいろな質問があった。



今回は、大企業のなかで、リマニュファクチャリングという普段なかなか見られない現場も見学でき、参加者も満足した内容にすることができ、見学者へのアンケートでも高い評価が得られた。

### 3. ホームページの改訂

従来は手作りのホームページであったが、デザインも 製造科学技術センター全体のホームページとトーンをあわせて、階層型の使いやすいものにした。必要情報はテキスト入力により随時更新できるようにしてある。

平成 19 年度末に試行が開始され、情報調査広報委員会メンバーが評価した。平成 20 年 9 月より、外部への一般公開を始めた。エコデザイン 2009 のホームページも収容している。

<http://www.mstc.or.jp/imf/00/>



### 4. メールマガジン発行

フォーラム会員への情報サービスとしてイベントカレンダー、公募情報、会員訪問などの記事を掲載したメールマガジンを第2号から第6号まで5回発行した。

テキスト文で見やすく編集して、フォーラムの活動を手軽に伝える内容になっている。

---

インバース・マニユファクチャリング・フォーラム  
メールマガジン (第5号 2008/12/3)

---

□ 目次

[巻頭ひとこと]  
●エコデザイン 2008 が来週に迫りました

[インバースMF関連情報]  
●エコデザイン 2008 ジャパン シンポジウムのご案内  
●関連補助制度  
●学会シンポジウム情報  
●インバースMF委員会予定

[インバースMF会員を訪ねて]  
●第五回 宇野元雄様 (元日立製作所、R I T E、東京エコリサイクル)  
(聞き手 朝倉敏治 (エンジニアリング振興協会))

[編集担当後記]  
(編集担当 松本光崇)

---

[巻頭ひとこと]  
●エコデザイン 2008 が来週に迫りました  
皆様こんにちは。メールマガジンの第5号をお届けします。  
エコデザイン 2008 ジャパンシンポジウムが来週に迫りました。今回は国内シンポジウムの5回目です。国際シンポジウムの名称に「インバース・マニユファクチャリング」が含まれることから分かるように、インバース・マニユファクチャリングの内容に直結するシンポジウムです。皆様のご参加をお待ちしております。

---

□ 目次

- [巻頭ひとこと]
- インバースMF見学会が開催されます。  
[関連カレンダー]
- インバースMF行事
- 補助制度 公募情報  
[インバースMF会員を訪ねて]
- 第二回 上野深様(国連大学 プログラムアドバイザー、金沢工業大学 客員教授、元 三菱電機(株))

[巻頭ひとこと]

● インバースMF見学会が開催されます  
こんにちは。メールマガジンの第2号になります。  
5月27日にはデンソー社の工場見学会が決定しました。自動車業界の3Rの取り組みを見学する貴重な機会になると見えます。見学者数に限りがありますので、見学希望の方はお早めにお申し込みください。  
3月12日に開催されたインバース・マニファクチャリング・シンポジウムは、多くの出席者にお集まりいただき、成功裡に終わりました。ご参加いただいた方々、ご講演をいただいた先生方、またご協力いただいた皆様に感謝申し上げます。

[インバースMF会員を訪ねて]

● 第二回 上野深様(国連大学 プログラムアドバイザー、  
金沢工業大学 客員教授、元 三菱電機(株))  
▽[聞き手] これまでのインバースMFの活動をどのように評価されますでしょうか?  
▽[上野] インバースMFとの関わりは10年近く前に家電製品協会が実施していたリサイクル実証プラントの所長を務めていた頃に遡ります。私はインバースMFの活動の中で生まれた技術や考え方を非常に評価しています。ここでその個々を取り上げるとはできませんが、一番最初に受けた印象を申し上げます。私はインバースマニファクチャリングという名称が非常に新鮮で良い名称だと感じました。学際的な印象も与えます。国際的にまだ十分に認知されていないとしたら残念に思います。  
▽[聞き手] インバースMFに今後どのようなことを期待されますでしょうか?  
▽[上野] 諸々の課題やテーマがあると思いますし、その進展を注目していますが、私が特に興味を持っていることの一つは、製品あるいはパーツの寿命管理ということです。例えば原発や航空機ではパーツの使用をモニタして、壊れる前にメンテナンスしています。一つの寿命管理です。家電製品にも応用して消費者、生産者、環境のメリットになるようなものを作り出せば面白いと思います。  
またインバースMFの活動が今後さらに広がっていくことも期待しています。学界や産業界、また個々の企業の中でも広がる余地があると思いますし、広げるやり方にもいろいろあるかもしれません。期待しています。

□ 目次

- [巻頭ひとこと]
- インバースMF総会が開催されました  
[インバースMF関連情報]
- インバースMF見学会が開催されました
- インバースMF委員会予定
- インバースMFのホームページをリニューアル中です
- エコデザインシンポジウム2008のご案内  
[インバースMF会員を訪ねて]
- 第三回 梅田靖教授(サステナブル・マニファクチャリング技術マップWG委員長、大阪大学大学院 教授)

[巻頭ひとこと]

● インバースMF総会が開催されました  
皆様こんにちは。メールマガジンの第3号をお届けします。去る6月18日にインバースMFの総会が開催されました。特別講演と来賓主催者の挨拶と、フォーラム各委員会からの19年度の活動報告、収支決算、20年度の活動計画、予算案が示され、承認されました。吉川会長の会長挨拶では、持続可能な社会の実現に向けて、思想、科学、政治の分野で進展が見られたのに対して、行動者であるべきエンジニアリングの分野で十分な進展がないのではないかと、強い問題提起のメッセージをいただきました。心に響くメッセージでした。またインバースMFの目指すものを改めて認識する機会になりました。

[インバースMF会員を訪ねて]

● 第三回 梅田靖先生(インバースMFサステナブル・マニファクチャリング技術マップWG委員長、大阪大学大学院 教授)  
▽[聞き手] 先生はインバースMFの発足当時から関わって来られました。インバースMFの10年を振り返っていかがでしょうか?  
▽[梅田] インバースMFを通じて、環境配慮設計と関わりを持つ重要なコミュニティあるいはネットワークが形成されました。インバースMFの重要な貢献と言えます。また学界の立場で言えば、ライフサイクル工学の学問的な枠組みが形成された意義が大きいです。この間の活動を通して、少なくとも循環型の製造業を実現するために必要な要件をかなり明らかにすることが出来たと思います。  
▽[聞き手] 今後の抱負をお聞かせください。  
▽[梅田] インバースMFの有り方として、例えば20年後くらいの先を見据えて「持続可能な製造業」のあり方について、様々な人が様々な立場で議論する「梁山泊」のような場になってきたらいいと思います。そのためには、インバースMFが将来の産業界や学界を担う今の若い人たちも含めて人々が集って来る魅力的な場になることを願っていますし、そうなるよう努力していきたいと思っています。  
※梅田先生が申請された研究テーマ「循環型製造業の将来像を設計するための持続可能社会シナリオシミュレータの開発(H20~24年度)」が日本学術振興会の科研費に採択されました。成果に期待するとともに協力していきたいと思っています。

□ 目次

- [巻頭ひとこと]
- メルマガ再始動
- インバースMF関連情報
- インバースMFのホームページがリニューアルされました
- エコデザイン2008ジャパン シンポジウムのご案内
- 関連補助制度 公募情報
- インバースMF委員会予定
- インバースMF会員を訪ねて
- 第四回 岡村宏先生(芝浦工業大学システム工学部教授、  
(聞き手 高橋慎治)

[巻頭ひとこと]

●メルマガ再始動  
皆様こんにちは。メールマガジンの第4号をお届けします。  
7月に第3号を配信して以降、メルマガの方針を検討してまいりましたが、フォーラムの情報広報委員会の活動として再始動することにいたしました。インバースマニファクチャリングの理念と活動を発信し広げていくことを目指していきたいと思えます。皆様のご支援よろしく願っています。

[インバースMF会員を訪ねて]

● 第四回 岡村宏先生(芝浦工業大学システム工学部教授、  
インバースMF学術会員)  
▽[聞き手] 先生のインバースMFとの関わりはどのようなものでしたでしょうか?  
▽[岡村] 自動車会社から大学に来て、システム工学部で教えるのにふさわしい研究テーマとして、開発設計の一番上流のところに注目することになりました。ユニバーサルデザインや品質機能展開を構想段階に取り組み手法を導入すると同時に、環境問題もここ(設計の上流)で取り上げないと後付けとなり手数料にかかると考えたことがインバースとの関わりです。また、企業での製品開発では作るものを押しつけるプッシュ型の製品ではなく、ユーザが欲しいものに適合する市場からのプル型でないと、不要な需要を喚起したり、使われないで、資源の無駄になります。更に、これらの手法による機能設計を満足させる具体的な形にする構造設計への手法としては、TrizやThinking CAE等の手法を用いています。  
▽[聞き手] インバース・マニファクチャリングの意義をどのようにお考えでしょうか?  
▽[岡村] 「ものを作ること」の逆として、資源に戻すというだけでなく、製品の機能に着目して、製品ライフサイクル全体を通して環境負荷を少なくするという考え方をいち早く世界に発信したことだと思います。フォーラムには家電関係の人が多く、自動車業界にいた人間として勉強になりました。  
▽[聞き手] インバース・マニファクチャリングの今後に何を期待しますか?  
▽[岡村] 日本の環境技術は進んでいます。中国やインドもこれから大きく経済成長すると思われませんが、環境負荷をできるだけ少なくして成長を達成するよう日本が支援すべきです。環境負荷の少ない付加価値のある製品作りをインバース・マニファクチャリングとして、世界に発信していくことが必要だと思います。  
(聞き手・編集 高橋慎治)

□ 目次

- [巻頭ひとこと]
- エコデザイン 2008 が来週に迫りました  
[インバースMF関連情報]
- エコデザイン 2008 ジャパン シンポジウムのご案内
- 関連補助制度
- 学会シンポジウム情報
- インバースMF委員会予定
- インバースMF会員を訪ねて
- 第五回 宇野元雄様(元日立製作所、R I T E、東京エコリサイクル)  
(聞き手 朝倉敏治(エンジニアリング振興協会))

[巻頭ひとこと]

●エコデザイン 2008 が来週に迫りました。  
皆様こんにちは。メールマガジンの第5号をお届けします。  
エコデザイン 2008 ジャパンシンポジウムが来週に迫りました。今回は国内シンポジウムの5回目です。国際シンポジウムの名称に「インバース・マニファクチャリング」が含まれることから分かるように、インバース・マニファクチャリングの内容に直結するシンポジウムです。皆様のご参加をお待ちしております。

[インバースMF会員を訪ねて]

● 第五回 宇野元雄様(元日立製作所、R I T E、東京エコリサイクル)  
▽[聞き手] 宇野さんはインバースMFの立ち上げ時に活躍されました。フォーラムとの関わりはどのような経緯だったのでしょうか?  
▽[宇野] 1993~4年頃に日立製作所の研究開発推進本部では易分解、易リサイクルの研究を立上げ、事業部では、家電リサイクル法の制定を視野に入れて、冷熱利用廃工業製品リサイクルパイロットプラントを委託し、日立の大みか工場にパイロットプラントを建設した関係でインバースMFの計画に参加したのがきっかけでした。  
▽[聞き手] インバースMF設立前後の様子はどのような感じだったのでしょうか?  
▽[宇野] 従来の産廃処理の延長のようなリサイクルではなく、資源循環としての部品の再利用やリサイクルをどのようにして実現するか、そのためにはどのような要素技術やシステムを開発すべきかということに関して連日夜遅くまで議論をし、また合宿にも行きました。この時点では開発プロジェクトの立上げを目指して多数の開発提案を作成しました。結果として技術開発も含む継続的な活動ができるフォーラムという形となりました。この頃には、ロゴマークの作成にも議論を重ね、カスコードサイクルの部分で三次元表示したことも印象深い。また久米宏のニュースステーションへの出演や「逆工場」(日刊工業新聞社)の出版等、広報や啓発活動にも力を入れたという特別な思い出があります。  
▽[聞き手] インバース・マニファクチャリングをどのように評価されますか?  
▽[宇野] 十数年前に議論したインバースの世の中が到来したと感じます。インバースMFが立ち上がった後にできた3Rプロジェクトはまさにインバースそのもので、当時考えていたリユース・リサイクルの時代に入っています。十年前を振り返り感慨深いものがあります。今後は製品や部品の履歴情報や使用情報を管理し、設計にフィードバックすることが更に必要で、特にレアメタル系の情報履歴等の管理が必要となると考えます。(聞き手・編集 朝倉敏治(エンジニアリング振興協会))





# 資料

## 平成 20 年度 グローバル経済下での各国製造業の協力の 在り方に関する調査研究 概要

本報告の活動は、企業活力研究所から受託して 財団法人製造科学技術センターが実施したものであり、ここに記載した概要は、その報告書から転載したものである。



この事業は、競輪の補助金を受けて  
実施したものです。  
<http://ringring-keirin.jp/>





## 1. まえがき

資源・エネルギーの枯渇あるいは地球温暖化など、人間活動が地球環境に与える影響が大きな問題となっている。われわれは、ポリ袋費用やガソリン高騰などの身近な問題には敏感に反応するが、廃棄物処理場建設や地球温暖化対策にはいまひとつ実感がわかないのが現実である。その原因は地球環境への影響があまりにも大規模で複雑であり、しかも状況が極めてゆっくりと長期的に変化しているためである。このために原因と結果の因果関係を明示的にすることが困難となり、地球環境問題の解決を難しくしている。

地球温暖化について、自然の気候変動に起因するものにすぎないという見方もあった。しかし、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)報告にみられるように、人間活動が地球温暖化に影響していることは確かである。これは、将来の地球温暖化の程度を、今後の人間活動の如何によって抑制できることを意味している。

製造業は地球環境に大きな影響を与えている。直接排出する温暖化ガスの量は比較的少ないが、素材や製品を使用し流通することを通じて、製造業は他の産業・社会・人間活動に大きな影響を与えている。現代のわが国の製造企業は環境問題に積極的に取り組んでおり、製品や製造工程における環境負荷低減は著しい。しかしながら、それらの環境活動が企業全体の環境負荷低減にどのように寄与しているかについては必ずしも明確になっていない。さらに、企業や国境を超えた資源・製品の循環ループまでを考えると、その相互関係には不明な部分も多く、大域的・長期的な環境影響低減の観点から改善の余地は大きいと考えられる。

このために、個々の環境活動が地球環境全体にどれほどの改善効果を及ぼすかを明示化し、効果を評価できるような仕組みを作ることが必要である。これにより企業内での環境改善活動を比較評価することができるようになり、さらには、この評価法が標準化されれば、企業間あるいは生産する地域間における生産活動の環境評価・比較も可能となる。この結果、企業内の環境改善活動が正当に評価されるようになり、環境技術分野での公平な企業競争を促すことに繋がり、長期的には、製造業の姿を大きく変革させることにもなる。

本調査研究は、上記のような製造業の環境評価の要求を背景として、生産システムの環境影響評価手法を広く調査・研究して、個々の環境改善努力が大域的な環境負荷に及ぼす影響を評価できるような手法の確立を目指している。

平成18年度～平成19年度の検討を基に、国際規格のNWI（新規業務項目）ドラフトを提案することができた。今後は、評価指標や具体的な生産システムへの適用法を追及し、国際規格化の実現を目指していく。

## 2. 調査研究の概要

### 2. 1 目的

持続可能な低炭素社会への移行が求められ、温暖化ガスの排出量削減などの環境問題が大きく取り上げられるようになってきている。製造業においても、自身の生産活動に伴う環境影響だけでなく、素材・製品の使用や流通を介した環境影響も考慮すれば、非常に大きな環境影響を社会に与えている。製造業が与える環境影響を軽減するためには継続的かつ体系的な生産システムの改善手法を確立することが望まれる。

そのために、個々の生産機械の環境性能から、生産活動が社会に与える大域的な環境影響に至るまで、環境負荷の発生・伝播の因果関係を構造的に把握できるようにし、これにより、個々の環境改善活動に対して、環境影響に及ぼす効果を明示化できるようにすることが重要である。

製造業における現状の環境評価手法に関しては図2. 1-1に示すように、①「企業や事業所全体」の環境会計といったマクロレベル、あるいは③「個々の生産装置・機械」の環境負荷低減というミクロレベルの取り組みについては各業界において実施されている。しかし、これらの中間レベルに位置する②「工場・生産ライン・セル」に関する環境評価手法の標準化については検討が進んでいない。

これらの影響評価が実現できるようになれば、プロセス設計の時点で環境負荷を近似的に予測することができるだけでなく、工程設計においても環境負荷変動を算出することができる。本調査研究はこれによって、さらなる生産設備の高度化・環境負荷低減に寄与することをねらっている。

本調査研究は、工場・生産ライン・セルのレベルにおける評価手法を検討し、国際標準原案を作成してその新規業務項目（NW I）提案を進め、環境負荷およびコストへの影響を評価できる評価手法について研究する。

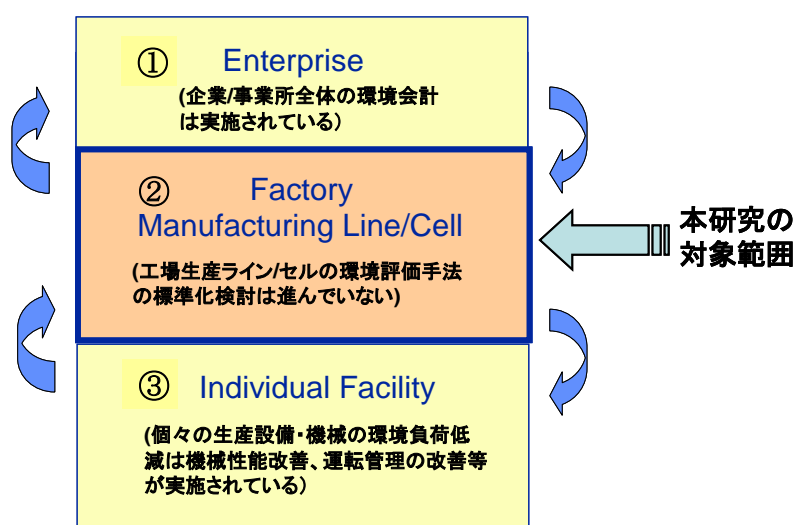


図2. 1-1 環境評価の現状と本研究の位置づけ

## 2. 2 範囲、内容概要

本調査研究は平成18年度から3年計画で実施した。

最終年度の平成20年度においては、平成18年度から平成19年度の次のような研究内容を踏まえ、ISO国際標準化に向け、NWIドラフトの提案をおこなった。

[平成18年度の調査研究内容の概要]

- ・生産システムの環境評価手法に関する標準化の可能性についての検討
- ・産業界における環境評価事例の調査と環境評価手法標準化に対する要望・意義についての調査
- ・環境評価関連の国内・国際既存規格と標準化活動についての調査
- ・提案すべき国際規格の構成、有効性に関する検討
- ・企業((株)デンソー)の環境に対する取組み状況の調査
- ・企業((株)デンソー、三菱電機(株))からの環境評価手法の標準化に対する要望・意見を調査し、評価手法の標準化にあたって配慮すべき事項について明確化
- ・国際標準原案の提案を目指して、標準化のあるべき範囲、具体的内容についてそのフレームワークの検討

[平成19年度の調査研究内容の概要]

- ・生産システムの環境評価手法に関するISO提案原案の具体化検討
- ・ISO TC184で生産システムの環境評価手法の標準化の提案
- ・企業(三菱電機(株)福山製作所)の環境に対する取組み状況の調査
- ・企業((株)IHI、ヤマザキマザック(株))、研究機関((独)産業技術総合研究所)の活動紹介

平成20年度の調査研究内容は次のとおりである。

- ・生産システムの環境評価手法に関するISONWIドラフトの提案

平成19年度にまとめた環境評価手法に関連するISO提案原案を基に、NWIドラフトを作成し、TC184に提案した。

このISO提案は6部から構成されており、第1部はこの規格の「全体概要と適用範囲」、第2部は「用語」、第3部は「環境評価手法のガイドライン」、第4部は「環境評価指標のモデル」、第5部は「環境評価データのモデル」第6部は「間接的環境影響のモデル」である。

このうち、本年度、TC184に提案したのは「第1部 全体概要と適用範囲」である。

- ・企業((株)IHI相馬工場)の環境に対する取組み状況の調査

航空機のタービンプレード等の加工・組立をおこなっている最新鋭の(株)IHI相馬工場を調査し、環境への取組みと本提案規格に関する要望等を調査した。

## 2. 3 活動報告

調査研究の実施体制、委員会の委員および会議開催状況は以下の通りである。

### 2. 3. 1 実施体制

(財)製造科学技術センター内に、学識経験者、企業、研究機関からなる「環境評価手法に関する国際標準化案作成委員会」を設け、討議・指導を得て、具体的作業をすすめることにより、調査研究の成果をまとめた。

企業の環境対応の実態調査については、(株)I H I 相馬工場において生産工場の環境対策の調査および環境対応の取組み活動について意見交換をおこなった。

#### 委員名簿

##### ●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

##### ●副委員長

福田 好朗 法政大学 大学院 議長 兼 デザイン工学部 システムデザイン学科 教授

##### ●委員

荒井 栄司 大阪大学 大学院 工学研究科 マテリアル生産科学専攻 教授

石川 義明 (有)設計生産工学研究所 取締役

梅田 靖 大阪大学 大学院 工学研究科 機械工学専攻 統合デザイン部門 教授

神田 雄一 東洋大学 工学部 機械工学科 教授

坂本 千秋 (有)設計生産工学研究所 代表取締役

高田 祥三 早稲田大学 創造理工学部 経営システム工学科 教授

中山 英治 (株)I H I 航空宇宙事業本部 武蔵総務部 総務・人事グループ 課長

増井 慶次郎 (独)産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門

エコ設計生産研究グループ 主任研究員

水野 功 (株)デンソー 大安製作所 機能品製造部 第2生産技術室 室長

村木 俊之 ヤマザキマザック(株) 新技術開発部 第3グループ グループリーダー

吉澤 隆司 (株)日立製作所 情報制御システム事業部 情報制御ソリューション本部  
アーキテクチャ開発推進室 室長

渡部 裕二 三菱電機(株) 名古屋製作所 開発部 次長

##### ●オブザーバ

田場 盛裕 経済産業省 産業技術環境局

情報電子標準化推進室 情報二係長

##### ●事務局

高橋 慎治 (財)製造科学技術センター 生産環境室 主席研究員

豊吉 隆憲 (財)製造科学技術センター F Aオープン推進室 主席研究員

### 2. 3. 2 委員会開催状況

第1回 平成20年4月18日

第2回 平成20年5月20日

- 第3回 平成20年6月16日
- 第4回 平成20年6月27日
- 第5回 平成20年7月18日
- 第6回 平成20年9月8日
- 第7回 平成20年10月15日
- 第8回 平成20年11月21日 (兼 (株)IHI 相馬工場の調査)
- 第9回 平成20年12月16日
- 第10回 平成21年1月20日
- 第11回 平成21年2月20日

### 3. 生産システム環境負荷評価手法の標準化案の開発

#### 3. 1 企業調査（I H I 相馬工場）

生産システムの環境負荷評価手法を検討していく上で、工場の環境管理の現状を把握するため、I H I の相馬工場を見学、意見交換を行った。同工場は航空機用ジェットエンジン等の部品を製造しており、1999年にISO14001の認証を取得している。

##### 3. 1. 1 見学概要

見学スケジュールおよび見学先対応者は以下の通りである。

###### (1) 見学スケジュール

平成20年11月21日（金） 13:30～16:00

13:30～13:45 事業所挨拶

13:45～14:15 相馬地区環境管理状況報告

14:15～15:45 工場見学

相馬第一工場

相馬第二工場

15:45～16:00 質疑応答

###### (2) 見学先対応者

相馬事業所 相馬総務部長：長谷川 正

相馬2工場：生産技術部部长：政辻 孝

武蔵総務 ；中山 英治

#### 3. 1. 2 工場概要

I H I 相馬地区には、第一工場、第二工場およびI H I キャスティングスがある。このうち今回は、主に機械加工を行う第一工場および第二工場を見学した。各工場の敷地面積、人員、製造される製品（代表製品は図3. 1-2参照）を以下に記す。

##### (1) 敷地面積

＜第一工場＞：159,200 m<sup>2</sup>（工場エリア 25,183 m<sup>2</sup>/延床面積 28,244 m<sup>2</sup>）

＜第二工場＞：167,300 m<sup>2</sup>（工場エリア 40,500 m<sup>2</sup>/延床面積 52,040 m<sup>2</sup>）

＜I H I キャスティングス＞：（工場エリア 5,829 m<sup>2</sup>/延床面積 7,815 m<sup>2</sup>）



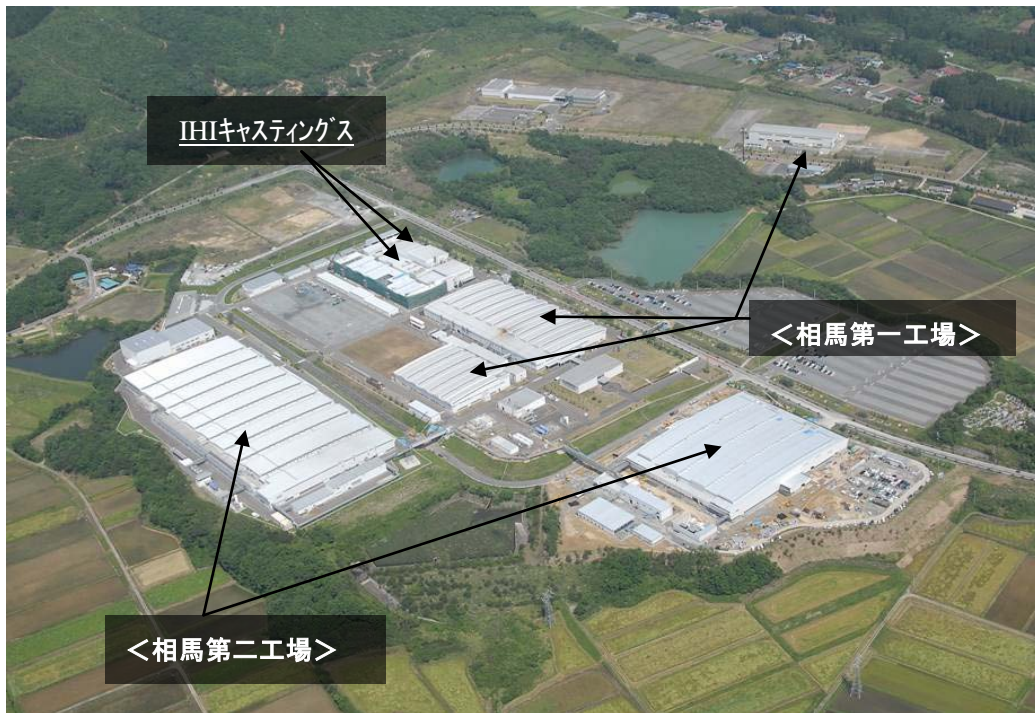


図3. 1-1 (株)IHI 相馬工場

(2)

人員

相馬第一工場： 618人

相馬第二工場： 801人

IHIキャスティングス： 254人

(3)

製品

<相馬第一工場>

航空機用ジェットエンジン等の翼製造（タービン及び圧縮機翼）

- ・防衛庁向け：J79, F3, T700, F100, F110, T58, T64, XF7, LM2500
- ・民間向け：CF34, GE90, Trent, GP7200, GEnx, IM270, LE7

<相馬第二工場>

航空機用ジェットエンジン等のケーシング類・燃焼器類・歯車類

<IHIキャスティングス>

- 1) 航空機用ジェットエンジン、宇宙機器用のタービンプレードとベーン
- 2) 産業用ガスタービン用タービンプレードとベーン
- 3) 自動車及び船舶ターボチャージャー用タービンホイール
- 4) 人工関節
- 5) 原子力部品
- 6) 精密鋳造用セラミックコア



図3. 1-2 代表的な製品例

### 3. 1. 3 環境対応取り組み状況

相馬地区はISO14001（認証機関：BUREAU VERITAS・certification）を1999年に取得して以来、さらなる環境負荷低減に向けて2008年まで継続的に改善を行っている。以下、（1）環境管理体制、（2）環境目標、（3）環境負荷評価基準と削減推移について御紹介があったので報告する。

#### （1）環境管理体制

相馬地区の環境管理に係わる組織図を図3. 1-3に示す。環境統括責任者である工場長の下、環境・防災委員会が設置され、防災と環境についてそれぞれ管理責任者が任命されている。個別の環境対策については、「公害防止対策」、「省エネ省資源対策」、「廃棄物対策」、「化学物質対策」といった各専門部会が設置され、工場の生産現場部門に改善計画が指示される。

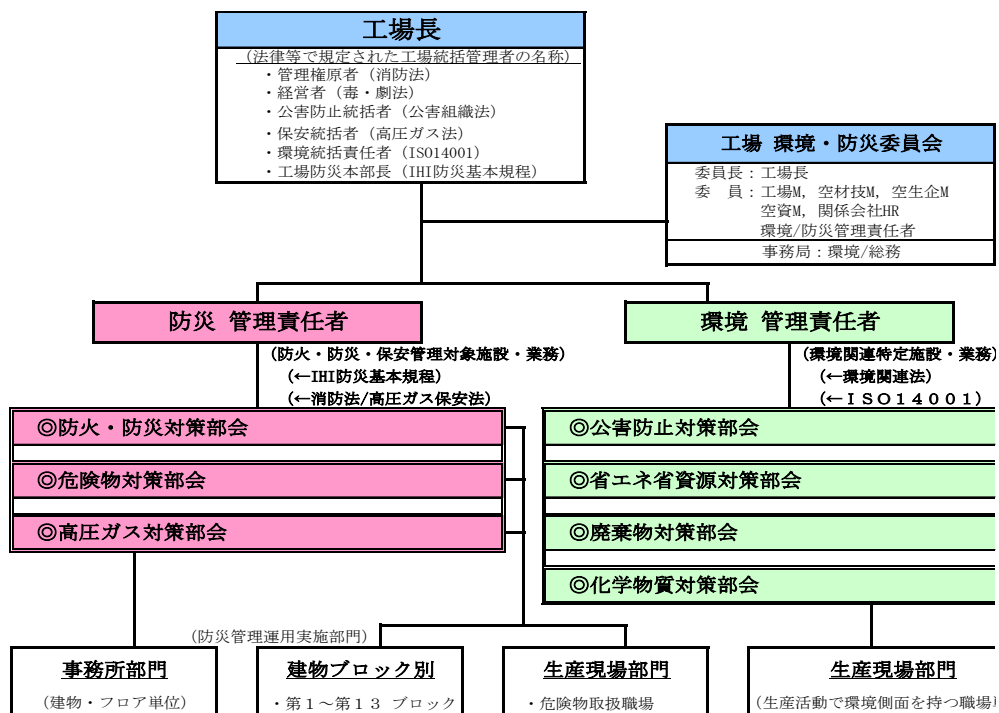


図3. 1-3 環境管理に係わる組織図

## (2) 環境目標

環境目標については、廃棄物の削減、有害大気汚染物質の削減、省エネルギー化、環境リスク低減について表3. 1-1に示すように目標値を設定し、取り組みを進めている。

表3. 1-1 環境目標値

項目	目標
産業廃棄物の減量化 ・産廃の委託処分量 ・切削水の委託処分量	H21までにH18度操業比の 85%以下
有害大気汚染物質	自主的削減 VOC削減: 計画策定→推進
省エネルギー	前年実績の毎年1%以上 CO2排出: 状況把握と削減
リスク低減活動 ・小さな漏れ, 流出事故	年間3件以内

## (3) 環境負荷の評価基準と削減推移

定量的な環境負荷の評価基準としては、1. 廃棄物排出量、2. 総エネルギー（原油および電気）使用量、3. 水・紙の使用量について単位生産額あたりの量（原単位）で管理している。廃棄物排出量およびエネルギー使用量の推移についてそれぞれ紹介があった。

### 1) 廃棄物排出量

平成13年度から平成20年度までの廃棄物排出量の推移を図3. 1-4に示す。図の縦軸は単位生産額あたりの廃棄物排出量であるが、年々減少傾向にあり、7年間で半減以上の成果を上げている。主な改善活動は以下の内容とのことである。

#### 主な改善内容

- ① 表面処理装置のダウンサイズ化
- ② 排水処理システムの見直し（各ラインでの資源回収）
- ③ 購入量の適正化
- ④ 加工方法の見直し
- ⑤ 新技術の導入（処理液の再生化）

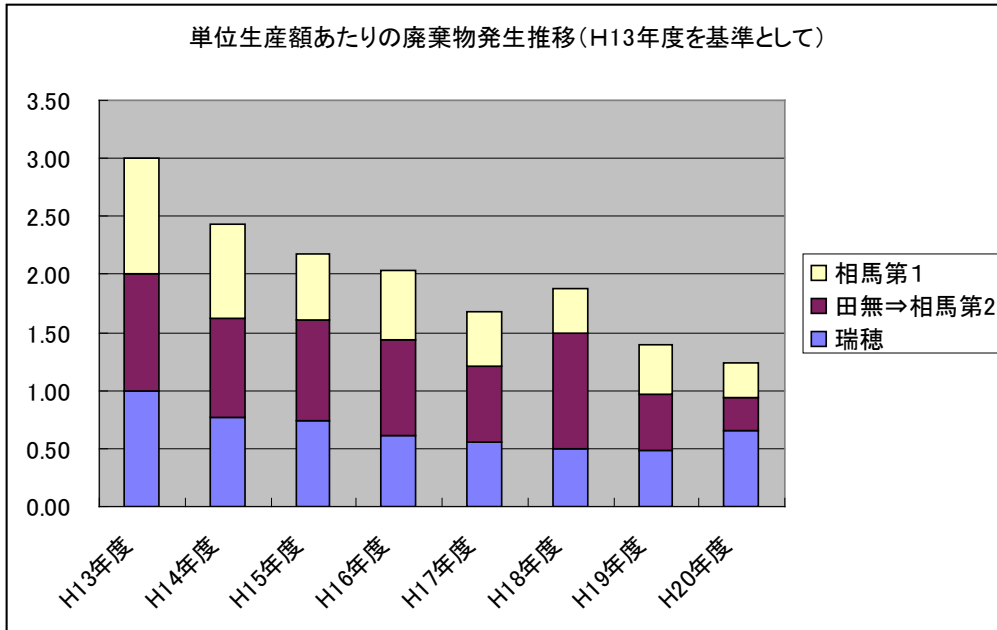


図3. 1-4 廃棄物排出量推移 (原単位)

2) エネルギー使用量

エネルギー使用量についても、廃棄物排出量同様に削減推移の紹介があった。結果を図3. 1-5に示す。平成13年度を基準として、平成20年度には使用量半減を達成している。主な改善内容は以下の通りである。

主な改善内容

- ① 工程改善による生産性向上 (段取り改善)
- ② 機械のダウンサイズ化

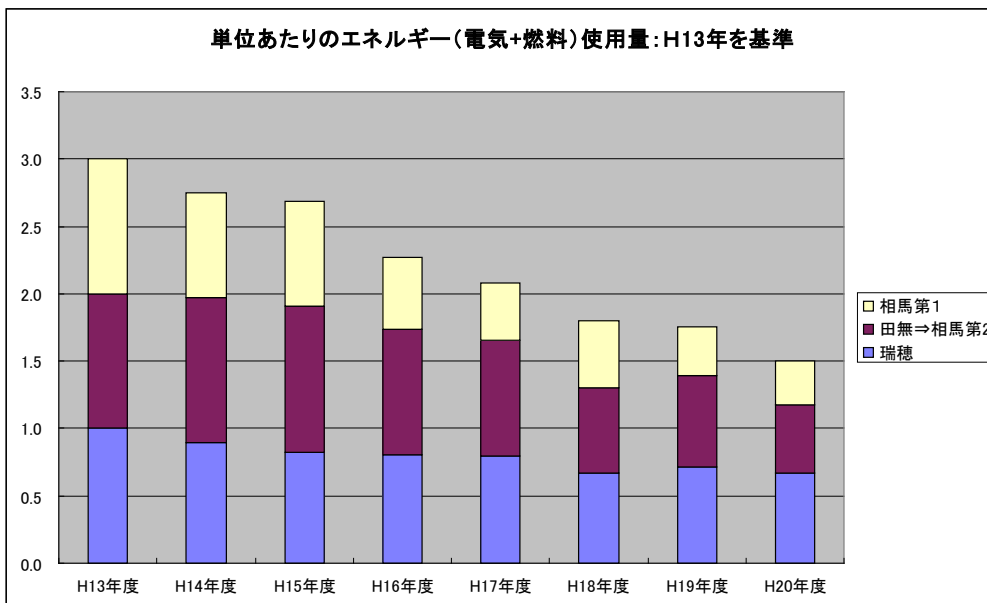


図3. 1-5 エネルギー使用量推移 (原単位)

### 3. 1. 4 総括

今回、航空機ジェットエンジンの部品を製造する工場を見学することで、特に機械加工分野における工場環境管理の状況を把握することができた。現在検討中の規格原案では、製造プロセスに直接投入・排出されるエネルギーや資源だけでなく、間接的な生産設備や照明および空調に起因するエネルギー、資源の投入・排出についても把握することを目的としている。この間接部分については、現在、工場全体でマクロに把握することが可能であるため、生産額に応じて個別のプロセスにアロケーション（分配）する方法が取られていることが多い。個別プロセスに係わる間接的環境負荷をより適正に評価するためには、例えば投入エネルギーに関して生産設備に電力計を付けるなどの対応が考えられる。今回見学した工場内でも、ある程度の範囲でエリアごとに消費エネルギーを計測しているとのことであった。今後環境負荷評価に際し、エネルギーおよび資源の投入・排出量の実測をどの程度詳細に行うか、計測範囲などについて費用対効果も加味し検討の余地があると思われる。

### 3. 2 標準化原案 (Part 1: Overview and General principles) の作成

本標準を開発するための NWI (New Work Item) 提案を目指す今年度は、提案内容を具体的に提示するために、提案標準の全体概要を示す Part 1: Overview and General principles の標準化原案: Draft Strawman の作成に注力した。

(注: NWI 提案に関する国際レベルでの議論を効率的に進めるために、提案内容の概要を記述する標準化原案を提出することがある。国際標準化活動においては、通例これを Strawman (「ワラ人形」。日本で言う「たたき台」にあたる。) と称している。)

#### (1) ISO TC184/SC5 蘇州会議での Part 1 Draft Strawman の作成要求

ISO TC184/SC5 蘇州会議 (4 月末) において、ISO TC184 Frankfurt 会議 (10 月末) での合意事項と、その後の活動についての報告を行った。

ここでは、提案者である日本が Part 1: Overview and General principles の第一次 Draft Strawman を作成し、これを TC184/SC5 内で検討することが合意された (4. 1 参照)。

#### (2) Part 1 の第一次 Draft Strawman の作成・提出

ISO TC184/SC5 蘇州会議 (4 月末) での上記合意に基づいて、Part 1: Overview and General principles の第一次 Draft Strawman (7 月 30 日付) を作成し、これを TC184/SC5 事務局に提出した。

#### (3) Part 1 Draft Strawman の記述内容の更なる検討

その後、引き続き、Part 1: Overview and General principles 第一次 Draft Strawman の内容につき下記のような検討を行った。

- 環境関連標準及びオートメーション関連標準と本提案標準の位置付けの検討  
(3. 3、5. 9、6. Annex A の改訂、6. Annex B として挿入する原案の作成)、
- 本標準利用シナリオの図解  
(6. Annex B を Annex C とし、C.3、Note C1、Note C2 の追記記述内容の検討)、
- 規格本文での説明図の改善 (6. 5. 1 Overview)、
- 標準化の文書構成 (6. Introduction) の検討、
- Scope 記述内容の一段の具体化検討 (6. 1 Scope)、等。

#### (4) ISO TC184 釜山会議での Part 1 第一次 Draft Strawman に対する改訂要求

ISO TC184 釜山会議 (10 月末) において、Part 1 第一次 Draft Strawman の作成等、昨年の ISO TC184 Frankfurt 会議での提案以降の経過報告を行った。

ここでは「提案者である日本が第一次 Draft Strawman を改訂し、これを TC184 の各 SC がレビューする」との合意がなされた (4. 1 参照)。又、この合意に関連して、11 月初め、第一次 Draft Strawman (7 月 30 日版) に対する TC184/SC5 事務局のレビューコメントを入手した。

#### (5) Part 1 の第二次 Draft Strawman の作成・提出

ISO TC184 釜山会議での合意に基づいて、第一次 Draft Strawman に対して下記のような改訂を行い、第二次 Draft Strawman (2月20日版) を作成し、NWIP (New Work Item Proposal) と共に TC184/SC5 事務局に提出した。

- －第一次 Draft Strawman 提出後に行った検討 (上記 (3)) の反映と整合性の確保
  - －標準化の文書構成(6. Introduction) の検討、
  - －Scope 記述内容の一段の具体化検討 (6. 1 Scope)、
  - －規格本文での説明図の改善
    - (6. 5. 1 Overview、Figure 1 の追加、Figure 2 の差し替え)、
  - －環境関連標準及びオートメーション関連標準と本提案標準の位置付けの検討 (3. 1、5. 9、6. Annex A、6. Annex B)、
  - －本標準利用シナリオの図解
    - (6. Annex C への C.3、 Note C1、 Note C.2 の追記)、等。
- －TC184/SC5 事務局レビューコメントの反映

### 3. 3 環境管理関連標準の動向調査

Part 1: Overview and General principles の第二次 Draft Strawman の作成に向けて、本標準が整合を確保すべき対象となる ISO TC207 及び IEC TC111 が担当している環境関連標準と、ISO TC184 自身が担当しているオートメーション関連標準の動向を調査した。

#### (1) 環境関連標準の動向調査

第一次 Draft Strawman の準備版を用いて、7月中旬から ISO TC207 SC4/SC5 国内対策委員会の事務局及び IEC TC111 国内対策委員会との国内事前調整を行った。(4. 2 参照)。

この過程で、両委員会のご協力を頂いて、環境評価関連標準の動向を調査し、その結果を第二次 Draft Strawman の Annex A と Annex B に記述した。

(6. Annex A: Bibliography (Informative))

(6. Annex B: A discussion on the positioning of ISO xxxxx in relation with Environmental management standards and Automation systems standards (Informative))

#### (2) オートメーション環境関連標準の動向

上記の環境関連標準の動向調査と平行して、TC184 自身が担当しているオートメーションシステム関連の標準について、TC184/SC4 Industrial data 及び TC184/SC5 Architecture、communication & integration frameworks で開発してきた標準の内、本標準に関係の深い標準をピックアップし、環境管理関連標準と同じく、第二次 Draft Strawman の Annex A と Annex B に記述した。

#### 4. 国際標準への提案

##### 4. 1 TC184/SC5 への提案と経緯

###### 4. 1. 1 TC184/SC5 への提案の背景

環境問題は、多くの国で関心の高い領域であるが、具体的な計算方法や具体的な対象での適用方法については十分な検討がなされていない。この委員会では、これらの点を考慮して、「生産システムにおける環境評価手法」に関する標準を作成し、そのそれを国際標準化機構（ISO）に提案している。

ISO は、多くの技術委員会（TC）を設置しており、それぞれの専門領域の標準を開発、維持をしている。今回のこの委員会で提案する {生産システムにおける環境評価手法} に関しては、環境評価手法であるが、生産システムの分野の特徴をとらえてそれに即した方法を開発し、生産システムの評価、改善に役立つ標準とすることを目的しているので、ISO の多くの TC 中で、生産システムを担当している TC184/SC5 に提案することにした。

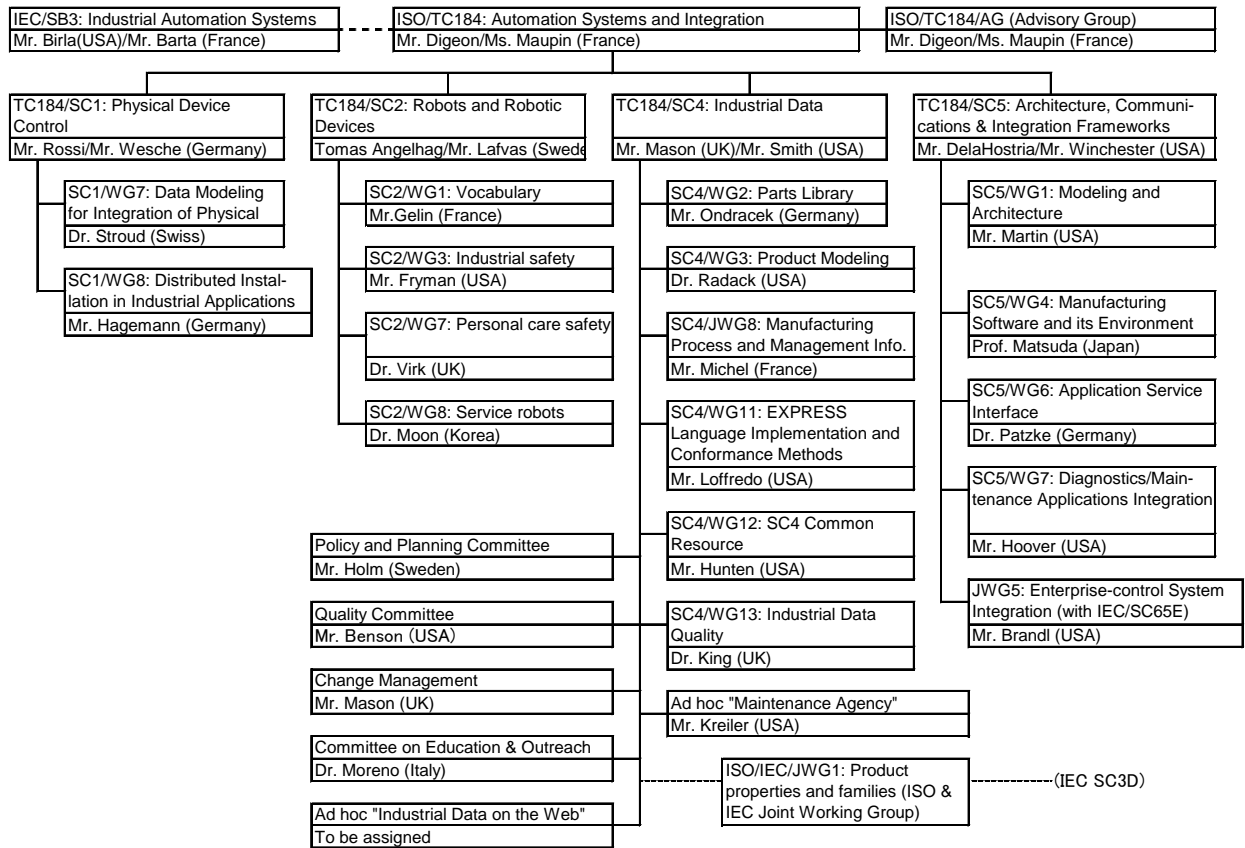
TC184 の国際組織は、図 4. 1-1 に示すようになっている。TC184 は、産業オートメーションシステムとその統合を目的に作られたもので、四つの SC（分科会）を持っている。設備や装置の制御を担当する SC1、ロボットを対象とする SC2、産業データを対象とする SC4 そして生産システムのアーキテクチャなどを担当する SC5 である。

現在、TC184 は、タイトルとその範囲の見直しが行われている。それは、現在開発している標準が、工場内のオートメーションだけでなく、さまざまなオートメーションでの標準の利用が見込まれること、そして、オートメーションそのものだけを対象とするのではなくその利用環境などへの配慮が重要になってきていることなどから見直しが行われている。

SC5 では、生産システムの構造や情報伝達手段、ソフトウェアなどが従来から議論されてきたが、今回の見直しでは、環境対応などもその領域に含まれるようになってきている。現在、見直している SC5 のタイトルとその範囲は、図 4. 1-2 に示すものである。



ISO/TC184 国際組織図



(2008年12月現在)

図 4. 1 - 1 ISO/TC184 の国際組織

この図4. 1 – 2 の 14 番目の項目が環境対応である。

<p><b>RESOLUTION 585 (Suzhou 22) – Revision to SC 5 Title and Scope</b></p> <p>SC 5 agrees to modify its present title and scope to the following:</p> <p><i>Interoperability and integration of enterprise systems and applications</i></p> <p>Standardization enabling the integration and interoperability of systems, applications and services for the manufacturing, engineering, and distribution domains of the enterprise, including its supply chain. Applying multiple technologies to achieve integration and interoperability for these domains, this standardization includes, but is not limited to:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. interoperability of enterprise internal and external domain-specific applications and standards</li><li>2. automation domain-specific ontology</li><li>3. methods for the building and use of registries</li><li>4. enterprise reference architectures, methodologies, modeling languages and representations</li><li>5. frameworks for the integration of applications</li><li>6. services, architectures, and frameworks for messaging</li><li>7. application, service, and resource profiles for enterprise and supply chain domains</li><li>8. integration of enterprise software, simulation tools, process models, and applications for diagnostics, capability assessment, maintenance, quality assurance testing, and control</li><li>9. modeling of information exchange along the product and engineering design chain, including the supply chain</li><li>10. manufacturing software capability profiling for integration and interoperability</li><li>11. requirements for a global programming environment</li><li>12. process representations (e.g. exchange/negotiation in manufacturing enterprises)</li><li>13. interoperability with security and safety aspects in automation applications</li><li>14. integration with environmental aspects concerning the manufacturing system</li></ol>
---

図4. 1 – 2 TC184/SC5 のタイトルと範囲

このようなことから、われわれは、「生産システムにおける環境評価手法」を ISO/TC184/SC5 に提案することを試みている。

#### 4. 1. 2 ISO/TC184/SC5 総会での提案

昨年度は、TC184 の総会（フランクフルト；2007 年 10 月）において、木村委員長が我が国が計画している新しい標準領域として考えているものとして生産システムの環境標準を提案し、多くの国の賛同を得ており、具体的な新提案プロジェクト（NWI）をして関連する SC に提案するように要請されていた。

本年度は、この要請をもとに、われわれの委員会において検討し、ISO/TC184/SC5 に提案する

ための準備を行い、2008年5月に中国蘇州市において行われた TC184/SC5 の総会において、福田副委員長が「Standardization for Environmental Evaluation of Manufacturing Systems」と題して提案を行い、基本的なドキュメント (ISO/TC184/SC5 N991) を SC5 内に配布した。SC5 の総会の模様を図4. 1-3に示す。



図4. 1-3 TC184/SC5 総会 (蘇州市)

この議論では、フランス、ドイツなどのヨーロッパの代表が賛意を示したが、SC5 の議長である EmaDelahosteria (アメリカ) は、他の標準、特に IEC/TC111 が開発している環境評価基準との関連性、整合性を検証する必要があるのではないかと指摘している。また、昨年の TC184 の総会で TC184/SC4 の議長からも関心がある旨報告が来ているので、SC5 と SC4 に意見を聞いたほうが良いのではとの指摘もなされた。このような議論のもと、次のような決定がなされた。

#### **RESOLUTION 581 (Suzhou 18) – Environmental Evaluation of Manufacturing Systems**

SC 5 thanks Yoshiro Fukuda for his presentation of the Japanese initiative for the environmental evaluation of manufacturing systems, and looks forward to a Japanese strawman by 2008-07-31 of a new work item proposal for a project to be conducted jointly in SC 4 and SC 5. SC 5 asks its secretariat to arrange for feedback to Japan on the strawman by 2008-09-30.

本委員会では、この結果を受け、ISO/TC184/SC5 N991 のドキュメントをもとに、Strawman の第1バージョンを作成し、7月に SC5 事務局に送付をした。このドキュメントは、7月31日に SC5 の WEB サイトにドキュメント番号 N1005 「Strawman on Environmental Evaluation」として掲載され、SC5 および SC4 からのコメントを受け付けた。

また同時に、国内において、関連する標準化審議団体と協議を重ね、この標準に対する理解を得る努力も開始した。(詳細は4. 2参照)

SC5 からのコメントは、2008年11月にフィードバックされた。

#### 4. 1. 3 TC184 総会での提案

2008年10月には、韓国釜山市において ISO/TC184 の総会が開催された。TC184 の総会では、議長が当面の問題として、環境問題と TC184 の領域の問題がクローズアップされ、TC184 とし

でのコンセンサスを形成するために AG (Advisory Group) で議論をすることになり、日本から木村委員長と福田副委員長が参加することを求められた。これは、われわれの提案が、評価され、今後の重要項目の一つになったことと受け止めて良いと考えられる。AG は、2009 年 3 月にフランクフルトで開催される予定である。

TC184 の釜山の総会では、木村委員長が、昨年度の総会から以降の経過を説明し、SC5 に提案を行う旨報告した。その報告を受けて議論がなされ、SC4 と SC5 とのジョイント WG についての可能性 (フランス)、Strawman に対するフィードバックが 5 週間遅れているがある (SC5 事務局)、IEC/TC111 との整合 (アメリカ)、現在のドキュメンテーションでは、企業にとって利用をイメージするのが難しい (ドイツ) などの意見が表明された。そして、Strawman の修正版を SC5 事務局から各 SC に回覧することが決まった。この会議での決定は、次のようである。

#### **Resolution 1 (Busan 1) Proposal for new work on environmental aspects of manufacturing systems**

TC 184 notes the updated proposal for new work in SC5 on the environmental aspects of manufacturing systems and recommends that consideration be given to explaining the business impact and benefits of the proposal, and that further consultation be undertaken with IEC TC111 and ISO TC 207.

In addition to the expected circulation within SC5, TC 184 asks its secretariat to circulate this new draft (Doc N1450) to other ISO/TC 184 SCs and invites comments on how best to develop the project.

11 月中旬に SC5 からのフィードバックがなされ、コメントに対する対応、内容の充実を図り、Strawman の第 2 バージョンを作成中であり、2009 年 2 月中旬に SC5 事務局経由で配布するとともに、NWI 提案の投票を行う予定である。

#### 4. 2 環境管理関連標準担当の国内対策委員会との事前調整

国際標準への提案 (3. 2、3. 3) において述べたように「生産システムにおける環境評価手法」を規定しようとする本標準は、ISO TC207 及び IEC TC111 が担当している環境管理関連標準との整合性を確保することが必要不可欠である。

この問題意識のもとに、第一次 Draft Strawman の準備版を用いて、7 月中旬から ISO TC207 の SC4/SC5 国内対策委員会事務局、及び IEC TC111 国内対策委員会との国内事前調整を行った。この過程において両委員会事務局にご協力頂いて、環境管理関連標準の動向を調査することができた。その結果は、第二次 Draft Strawman の Annex A と Annex B に記述した (§3.3 (1), §5.9.1 参照)。又、09 年 2 月に、ISO TC207 国内対策委員会事務局との事前調整の場を設けていただいた。

##### 4. 2. 1 第一次事前調整

###### (1) ISO TC207 の SC4/SC5 の国内対策委員会事務局との第一次事前調整

この調整と調査にあたって、7 月中旬、ISO TC207 の SC4/SC5 国内対策委員会の事務局担当の (社) 産業環境管理協会 (環境管理部門 化学物質管理情報センター 化学物質管理情報室) の胡桃沢昭夫氏に面会し、第一次 Draft Strawman の準備版を用いて提案標準の概要を紹介し、ISO TC207 標準の動向について解説していただいた。そこでは、ISO TC207 の組織、国内体制等、又 ISO TC207 で開発している標準の開発状況を知ることができた。

その際、EU 諸国では環境関連の標準化を生業としている人達が多くおり、その人達が第一に本提案標準を ISO TC184 が担当すべきか、TC207 が担当すべきか、をそもそも論に立ち帰って問題にしたり、TC184 担当が妥当だとなった場合でも、第二に TC207 の参画を強く求めてくる可能性がある。このような動きがでる可能性があるであろうことについて、十分な注意が必要である、とのアドバイスを頂いた。

#### (2) IEC TC111 国内対策委員会との第一次事前調整

TC184/SC5 蘇州会議でも問題となっていた IEC TC111 との調整に関しても、7月中旬から開始した。まず、IEC TC111 国内対策委員会の委員長古賀剛志氏（富士通（株）環境本部）と事務局担当の（社）電子情報技術産業協会（環境部）の井上庄一氏に面会し、第一次 Draft Strawman 準備版を用いて提案標準の概要を紹介し、IEC TC111 標準の動向について解説いただいた。

古賀氏からは、IEC TC111 は「電気・電子製品に対する環境要求」に関する標準化に注力しており、本標準の対象である「生産システムの環境評価」は対象としていない。従って、本標準は IEC TC111 の標準との重複はないとの認識を示された。

また、本標準の提案元としては、「生産システムの環境評価」という本標準の対象を明確に主張することが重要であるとのアドバイスを頂いた。

### 4. 2. 2 第二次事前調整

#### (1) 環境管理関連標準と本標準との対応付け

第一次の事前調整において得られた ISO TC207、IEC TC111 での環境管理関連標準について精査し、本委員会が提案する標準との関係を、その差がわかるように階層分けして対応付けた図（第二次 Draft Strawman Annex B の Figure B.1 の原案となる）を作成した。作成した図を図 4. 1-4 に示す。

提案する「生産システムにおける環境評価手法」は、6つの Part から成っており、図 4. 1-4 の左下に位置づけている。この図の上部は、企業レベル、地球レベルの環境対策を対象としている。つまり、われわれの提案するものは、生産工場あるいは生産システムのみを対象としていることがこれからわかる。また、図の右のほうは、プロダクトおよびライフサイクルに関係しているもので、対象としての範囲が異なっている。環境性能 (ISO14031)、グリーンガス検証・評価 (ISO14064-3)、用語 (ISO14050) MFCA(ISO14051)に関しては、その方法において関係があるので、注意深く確認しながら、参照すべきものは参照していかなければならない。

#### (2) ISO TC207 SC4/SC5 国内対策委員会事務局、及び IEC TC111 国内対策委員会との第二次事前調整

本委員会では、図 4.4 の関係を明らかにするとともに、SC5 の国際事務局に提出して ISOTC184SC5 に回覧する第一次 Draft Strawman (7月30日版)を作成し、その結果を、同時に、ISO TC207 SC4/SC5 国内対策委員会事務局、IEC TC111 国内対策委員長ならびに日本事務局に、レビューをお願いした。

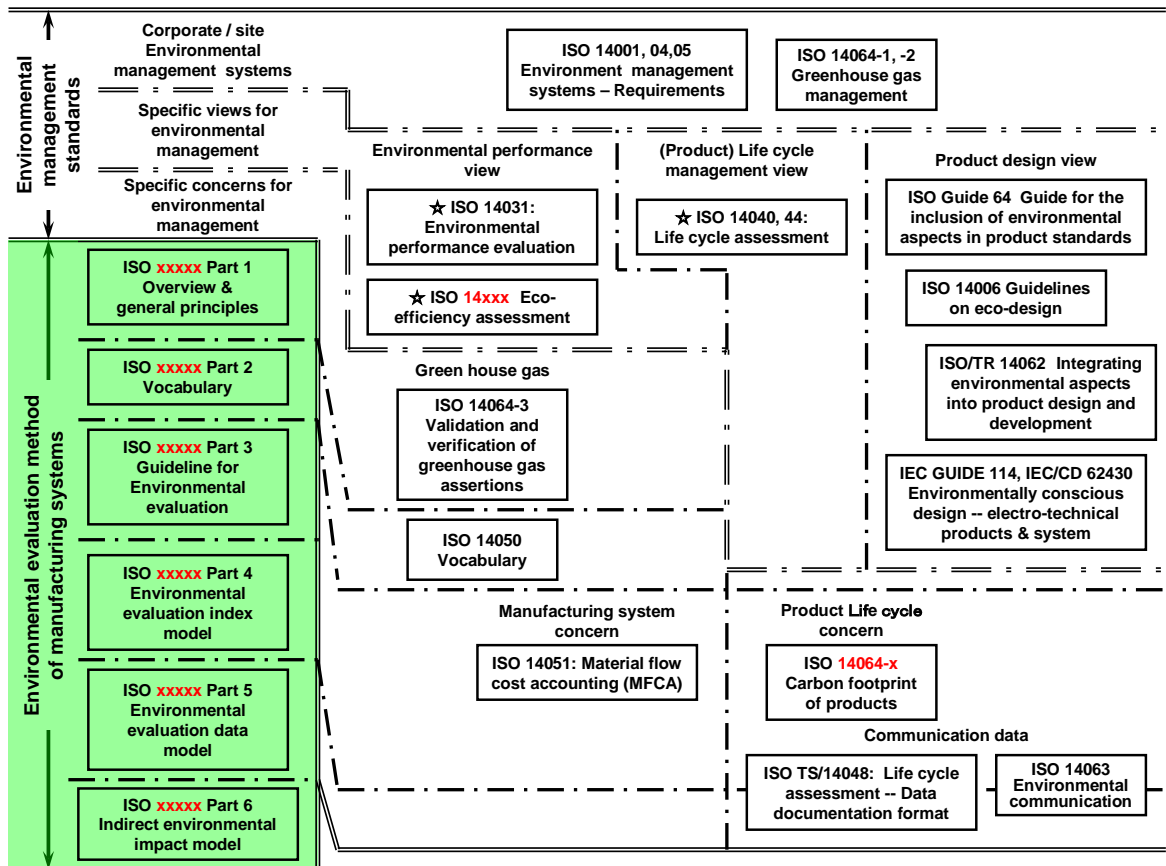


図4. 1-4 環境標準関連図

#### 4. 2. 3 第三次事前調整

##### (1) オートメーション標準と本標準との対応付け

引き続き、ISO TC184/SC4, ISO TC184/SC5 で開発しているオートメーション標準から本標準に関係の深い標準を識別して本標準との関係を階層分けして対応付けた図（第二次 Draft Strawman Annex B の Figure B.2 の原案となる）を作成した。その図を図4. 1-5に示す。

この図では、提案標準が右下に位置しており、上部に品質規格、下部にオートメーション関連標準を配置してある。TC184/SC4 関連標準のほとんどが二番目の段に位置している。関連する標準がより近い位置に配置している。

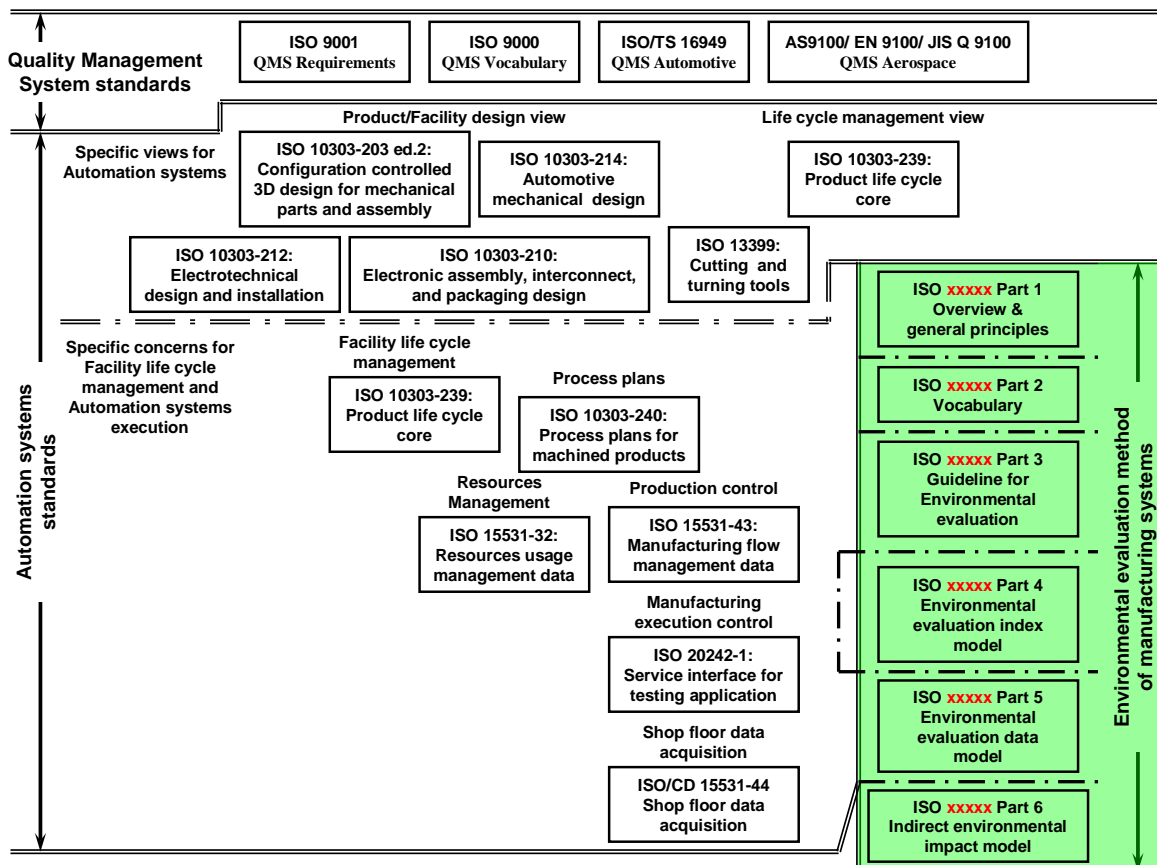


図4. 1-5 産業オートメーションと提案標準の関連

(2) 本標準と関係の深い環境関連標準，オートメーション標準と本標準との対応付け

図4. 1-4と図4. 1-5をもとに、本標準と関係の深い環境関連標準とオートメーション標準をピックアップし、本標準との関係を階層分けして対応付けた図4. 1-6（第二次 Draft Strawman Annex B の Figure B.3 の原案となる）を作成した。

この図は、提案規格を中心に各パートと産業オートメーション標準と環境標準の関係を示したものである。

最後に、これらを三つの階層分けした対応付け図を取りまとめ、それらの説明文書（第二次 Draft Strawman Annex B の原案となる）を作成した。

これらの作業により、関連の標準と提案標準の関係を明確にするとともに、対象の範囲や適用領域が重複していないことを確認するとともに、参照すべき標準を明らかにすることができた。ただし、現在提案中や審議中の標準で手に入らないものが存在するので、今後も関連標準の開発動向を注視する必要がある。

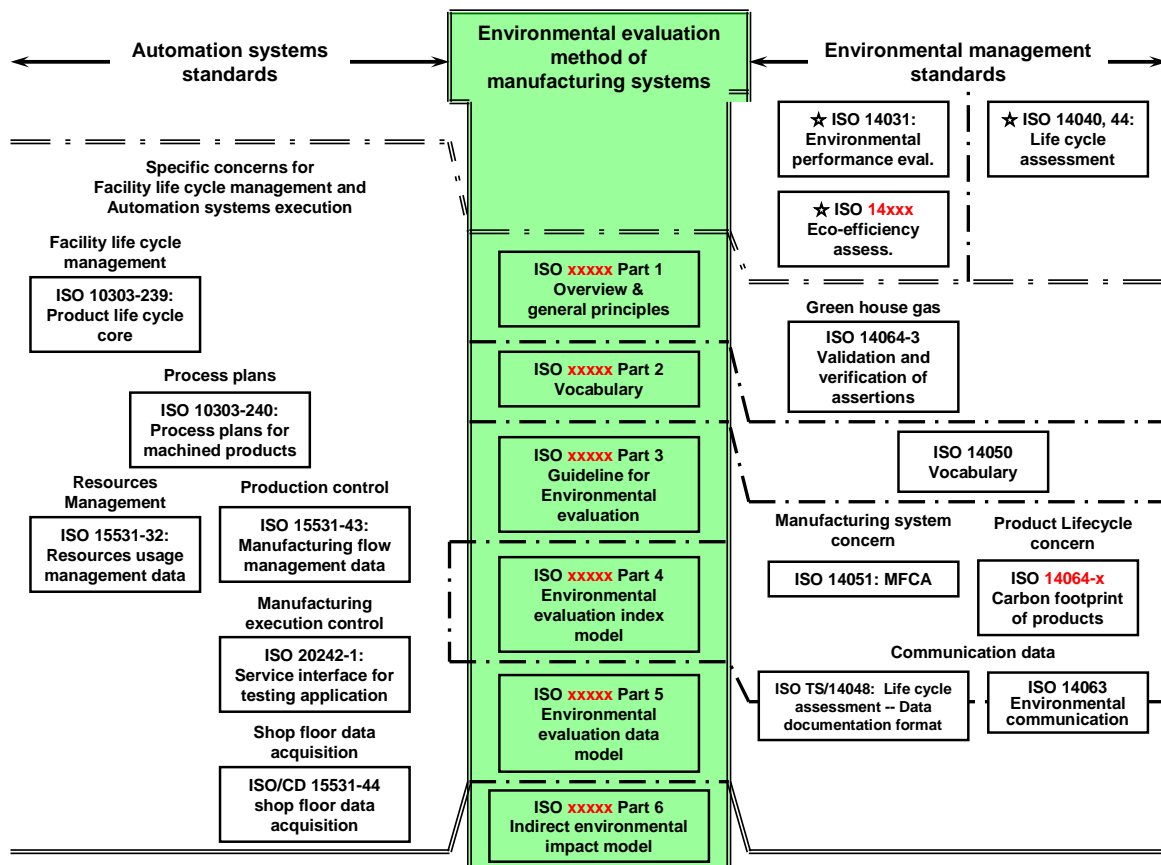


図4. 1-6 提案規格の位置づけ

(3) ISO TC207 SC4/SC5 国内対策委員会事務局, IEC TC111 国内対策委員会との第三次事前調整

これらの作業をまとめた後に、ISO TC207SC4/SC5 国内対策委員会事務局, IEC TC111 国内対策委員長および事務局に提案する標準の内容についてのレビューをお願いした。

その後、9月中旬には、IEC TC111 国内対策委員会の委員長古賀氏に面会し、より詳細な説明を行い、意見交換を行った。その際、古賀氏より「EU での環境関連の標準化を生業としている人達の動きには、十分注意を払う必要がある」との ISO TC207 国内対策委員会胡桃沢氏と同趣旨のアドバイス（4. 2. 1 (1) 参照）を頂いた。

基本的には、日本での調整では、理解を得られた状況であるが、産業オートメーション以外の標準化コミュニティの中でこの標準に対する理解が得られるかという課題は残されている。これは、環境に対する標準に対する認識が高いための課題であると考えられる。

4. 2. 4 第四次事前調整 (ISO TC207 国内対策委員会事務局との事前調整)

09年2月に、ISO TC207 国内対策委員会事務局の規格協会岡本裕氏に事前調整の場を設けていただいた。

岡本氏からは、本提案に関しては、TC207 国内対策委員会のメンバーからは TC184/SC5 で開



発することについての異論は出ないであろうが、欧米のメンバーからは開発担当組織については組織論のそもそも論に立ち返った議論が提起される可能性は否定できない、との胡桃沢氏、古賀氏と同一の懸念が示された。

これに関連して、岡本氏から 09 年 6 月に TC207 カイロ会議が計画されており、それまでに本件の NWI 提案が TC184/SC5 から提出されていれば、TC207 カイロ会議の場で議論になるであろう。その際、TC207 カイロ会議に出席されている日本代表がこの NWI 提案への支持の態度表明ができるよう、準備しておく必要がある、とのアドバイスを頂いた。

このため、カイロ会議に向けた TC207 国内対策委員会（年度末か 5 月中）を開催するので、この場にて説明させていただく機会を設けていただける、こととなった。

#### 4. 3 今後の課題と展望

「生産システムにおける環境評価手法」は、Draft Strawman が完成した状態である。今後は、国際標準の新規業務項目（New Work Item）として、ISO/TC184/SC5 に提案を行い、国際投票を行うことになる。国際投票では、SC5 の P-member である 14 カ国の過半数の賛成と 5 カ国以上からの専門家の参加登録が必要となる。現在のところ、賛成してくれそうな国は過半数を超えると思われるが、専門家の登録を 5 カ国以上から募る必要がある。本委員会としては、ドイツ、フランス、スウェーデン、アメリカに働きかけを行っている。また、韓国、中国に対しても参加を呼び掛ける必要がある。

この投票が成立すると、TC184/SC5 の中に作業グループ（WG）が設置される。作業グループのコンビーナーとパート 1 のエディターは、日本が担わなくてはならない。SC5 および TC184 では、日本は、その役割を果たすことを表明している。

今後の活動は、「生産システムにおける環境評価手法」の NWI の承認と WG の設置に向けて行く必要がある。

## 5 Part 1: Overview and General principles 第二次 Draft Strawman の概要

次章 6. に Part 1: Overview and General principles の第二次 Draft Strawman（2月20日版）を収録した。以下にその概要を紹介する。（6. 参照）

### 5. 1 本標準の規定範囲

本標準の「1 Scope」において、本標準の規定対象範囲、既定内容、想定される利用場面、及び本標準の規定対象外について、下記のように記述している（6. 1 Scope 参照）。

#### （1）本標準の規定対象範囲

「本標準は、航空機、自動車、電気機器、工作機械、およびそれらを構成する品目などの離散型製品を生産する形状形成、機械加工、塗装、組み立て等の生産システムを対象領域とする。

本標準は、装置・機械、セル／ライン、工場に至る生産システムにおける環境影響を評価する。」

#### （2）本標準の規定内容

「本標準は、生産システムの階層構成に沿って集計するために、最下位レベルのデータとして個別装置、個別機械に関するデータを規定する。」

「本標準は、生産システムの環境影響を評価するために必要な下記機能を実現ための原理を識別し、定量化に必要な手法を規定する。

- －個別の装置・機械から、セル／ラインを経由し、工場に至る生産システムの階層構成に沿って集計し、評価する手法
- －設備計画から設備の廃棄に至る生産システムのライフサイクルの全段階を評価する
- －生産システムと製品に着目した環境影響のそれぞれの総和の整合性を確保する評価手法
- －個々の装置／機器については、下記のデータの取り扱いを可能とする
  - 1) 運転、待機、保守等の各状態を記述できる
  - 2) 実データと装置／機械メーカーが提供する環境性能データを入れ替えて処理できる」

#### （3）本標準の想定される利用場面

本標準は、下記の場面で使用されることを想定している。上記（2）で紹介した本標準の規定内容はここで想定した利用場面での使用を可能とするものである。

- 「－環境改善目標を最上位から順次最下位にまで展開する
- －環境影響の現状を可視化することにより、生産現場の運転状態の改善に活用する
- －同一製品を製造する抽象化された生産システム、又は（他の国内工場、海外工場などの異なる生産システムとの比較評価（ベンチ・マーキング）をする
- －現在の生産方式の改善、現有生産システムの再構成、新設備の計画・設計などの場面での代替案の比較・検討」

#### （4）本標準の規定対象外

- 「下記は、本標準の対象外である。
- －事業所の全体、又は会社全体に関する環境評価手法
- －製品のライフサイクル全体に関する環境評価手法
- －産業もしくは製品群に固有の環境評価手法
- －個々の生産装置／製造機械に固有の環境評価手法」

## 5. 2 参照標準

「2 Normative References」において、本標準の Part 1 が直接参照する標準規格について、現時点での例示を行っている。(5. 7、6. 2 Normative Reference 参照)。

## 5. 3 用語と定義、略語

「3 Terms and definitions、4 Abbreviations」において、「本標準群で用いる用語とその定義、及び略語については Part 2 にて規定することとしている。」

(5. 7、6. 3 Terms and definitions、4 Abbreviations 参照)。

## 5. 4 本標準の概要と基本原理

「5 Environmental evaluation of manufacturing systems」において、本標準の概要と基本原理に関して以下のように記述している。(6. 5 Environmental evaluation of manufacturing systems 参照)

### (1) 「生産設備のライフサイクル」と「製品のライフサイクル」

「5.1 Overview」において、本標準の対象である「生産プロセスの環境評価」において本標準が取り扱う範囲を、下記のように規定している。(6. Figure 1 参照)

本標準は、「生産設備を運転して製品の生産を行う」という生産プロセスにおける環境影響を評価する手法を規定する」

ここで、本標準は「生産設備に関しては、そのライフサイクルの全体を対象とする」が、「製品のライフサイクルでの環境評価に関しては対象外である」。

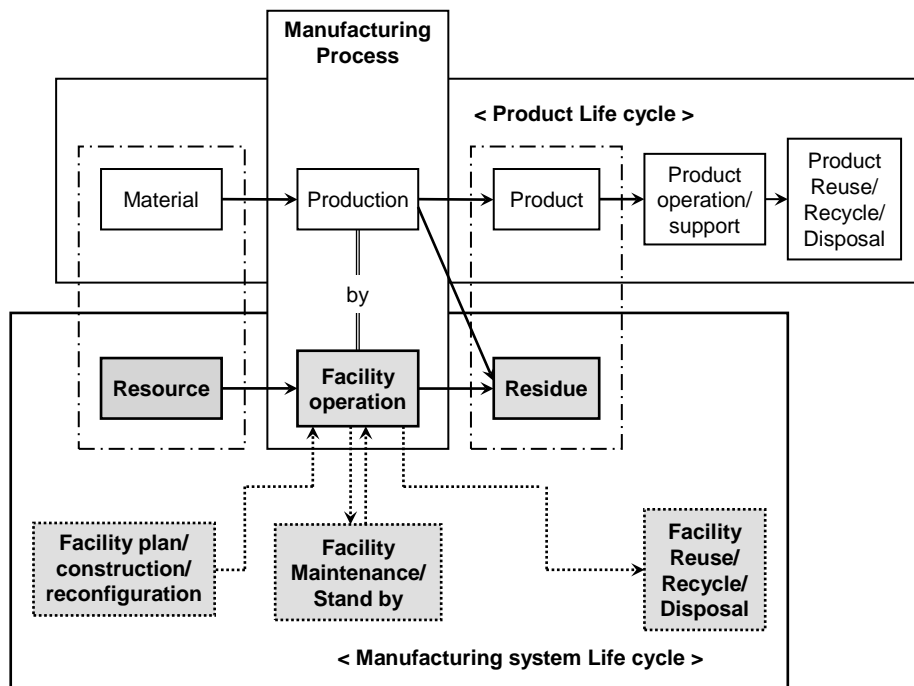


Figure 1 Manufacturing system Life cycle and Product Life cycle

(2) 生産システムの単位プロセス

「5.2.2 Unit process of Manufacturing system」において、本標準が「生産システムの環境評価」問題について考察する際の基本的視点を記述している。(6. Figure 2 参照)

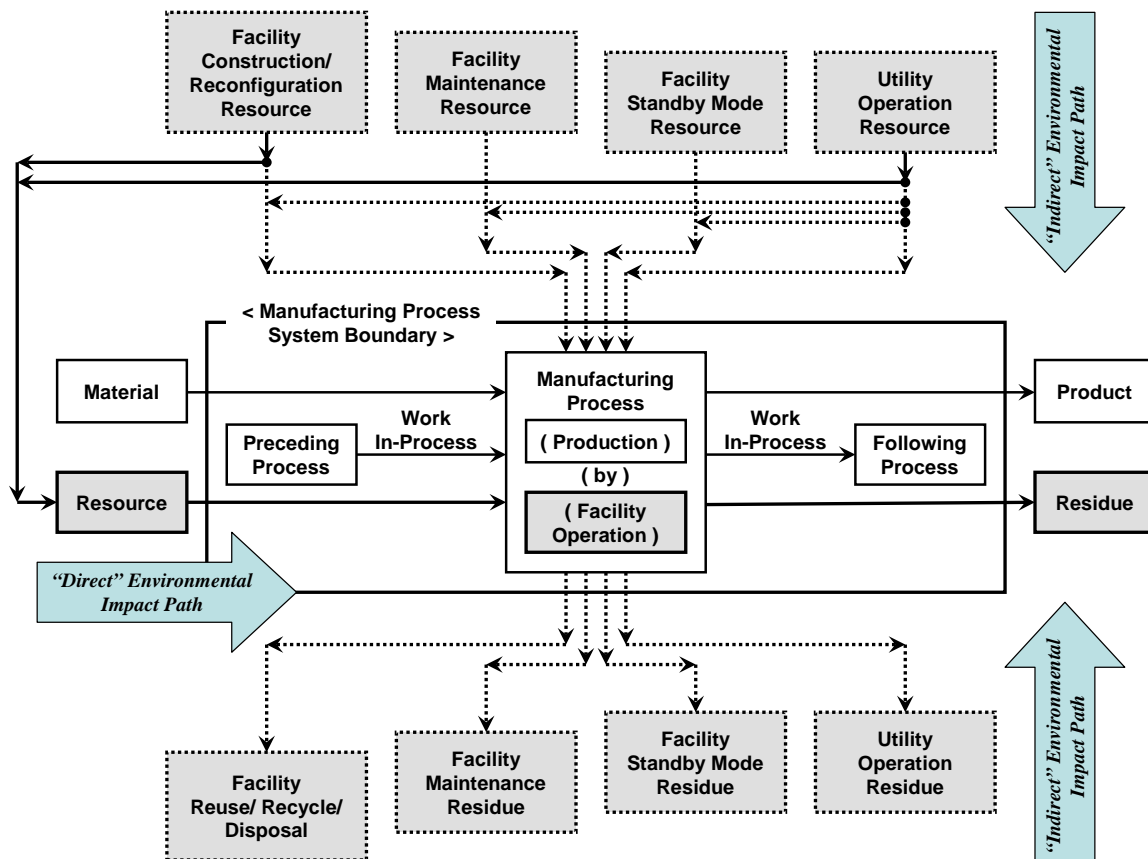


Figure 2 Unit process model (Process Input and Output)

即ち、

「生産プロセスの環境評価においては、生産プロセスの境界を画定することが不可欠である。」

「生産プロセスは、生産設備を運転して製品生産を行うものである。」

「生産プロセスの環境評価においては、製品の生産に直接的にかかわる“直接的環境影響”と、製品生産活動を間接的に支える“間接的環境影響”の両面について評価する。」

(3) 環境評価に関わる一連の計算式

「5.2 Environmental evaluation method」及び「5.3 Environmental evaluation index」において、環境評価に関わる以下の一連の計算式が提示されている。

「5.2.1 Introduction」

$$Environmental\_efficiency = F(System\_value, System\_environmental\_impact) \quad (1)$$

### 「5.2.3 Environmental Evaluation Method」

$$Environmental\_impact = \sum_{Unit\_process} Resource + Residue + Facility + Facility\_operation \quad (2)$$

$$System\_value = \sum_{Unit\_process} Product\_value \quad (3)$$

### 「5.3.1 Environmental efficiency」

$$Environmental\ efficiency = F(System\_value, System\_environmental\_impact) \quad (4)$$

$$Environmental\_efficiency = System\_value / System\_environmental\_impact \quad (5)$$

#### (4) 環境評価に必要なデータ

「5.4 Data for environmental evaluation」において、環境評価に必要なデータが列挙されている。

#### (5) 間接環境影響の評価と配賦

「5.5 Evaluation and allocation of Indirect environmental impact」において、間接環境影響の評価と配賦に関して、下記のように記述されている。

「Figure 5 における単位プロセス」は、「生産システムの環境影響」に着目した場合と、「製品の環境影響」に着目した場合とにおいて、それぞれの視点からの環境影響の総和の整合性を確保する、という要件を見たすことを実現するた めに考案された。

ここで、「間接環境影響の評価と配賦」に関しては Part 6 で規定する。」

「間接環境影響の評価と配賦」の手法は、原価計算分野で蓄積・確立されてきた「間接費の測定と配賦」に関する知見と手法を適用するものとする。

## 5. 5 本標準の文書構成

本標準の文書構成については、「Introduction」において下記のように想定している（6. Introduction 参照）。

Part 1: Overview and general principles（概要と基本原理）

Part 2: Vocabulary（用語）

Part 3: Guidelines for environmental evaluation procedures  
（環境評価手順のガイドライン）

Part 4: Environmental evaluation index model（環境評価指標）

Part 5: Environmental evaluation data model（環境評価データモデル）

Part 6: Indirect environmental impact model（間接環境負荷モデル）」

## 5. 6 本標準におけるモデル記述言語

「6 Model description language」において、本標準におけるモデル記述言語の必要性とその要件について、下記のように記述している（6. 6 Model description language 参照）。

「Part 3、Part 4、Part 5、Part 6において、環境評価手法におけるデータモデルが規定されている。この環境評価手法でのデータモデルの記述には、人に可読で、コンピュータ処理を可能とするために、形式言語を用いる。」

## 5. 7 本標準と関連標準との関係

「Annex A」において、本標準に深い関係を持つ「環境管理関連」及び「オートメーション・システムとその統合関連」の標準を列挙している（6. Annex A 参照）。

「Annex B」において、先行している「環境管理規格群」と「オートメーション・システムとその統合に関する規格群」との関係についての本標準から見た「位置付け」と「適合性の確保のための基本的考え方」を、下記のように設定している。（6. Annex B 参照）

「本標準を適用して得られる環境評価結果は『環境管理規格群』が規定するものに適合し、生産システムの階層構造に沿って集計される実運転データは『オートメーション・システムとその統合に関する規格群』が規定するものに適合するものとする。」

この要件を満たすために、「用語と定義、略語」は下記の原則に従って定めるものとする。

- －「環境管理規格群」と「オートメーション・システムとその統合に関する規格群」のそれぞれにおいて整合性を持って期待されている語彙は、それらの規格での用法に従うものとする。
- －新たに定義する用語、または既存の規格から選別して用いる用語は、整合性を確保するものとする。
- －本標準に固有の事項に限定した語彙は新規に規定するものとする。」

## 5. 8 想定される本標準の利用者と利用場面

### （1）想定される本標準の利用者

「Introduction」において、本標準の利用者を下記のように想定している（6. Introduction 参照）。

- a) Managers for environmental managements in a factory, site/plant and/or enterprise  
（工場／事業所／会社全体の環境管理責任者）、
- b) Foremen and engineers for operating manufacturing systems  
（生産システムを運用する職場責任者、技術者）、
- c) Engineers for process planning of products（工程設計者）、
- d) Planners and designers for manufacturing systems  
（生産システムの計画／設計担当者）、及び
- e) Suppliers of equipment or machinery for manufacturing systems.  
（生産システム用の装置／機器の供給者）」

### （2）想定される本標準の利用場面の例示

「（3）本標準の想定される利用場面」にて列挙した本標準の利用場面に関連して、本標準の利用場面を「Annex C」において多角的かつ具体的に例示されている。（6. Annex C 参照）

## 6. 作成した国際標準案

本年度、製造業(産業オートメーション分野)の環境評価手法に関する国際標準案、  
ISO xxxxx -1 Automation systems and integration — Environmental Evaluation Method  
of Manufacturing Systems Part 1: Overview an general principles <Draft Strawman>  
を作成し、TC184 に提案した。

本国際標準案を次葉以下に示す。

JISC  
February 20, 2009

## **ISO xxxxx-1**

*Automation systems and integration --*  
**Environmental evaluation method of**  
**Manufacturing systems**  
*Part 1: Overview and general principles*

< Draft Strawman >



## **Foreword**

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

International Standards are drafted in accordance with the rules given in the ISO/IEC Directives, Part 2.

The main task of technical committees is to prepare International Standards. Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for voting. Publication as an International Standard requires approval by at least 75 % of the member bodies casting a vote.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. ISO shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

ISO xxxxx Part 1 is prepared by Technical Committee ISO/TC 184.

## **Introduction**

This International Standard establishes a method for evaluating environmental impact of manufacturing systems, e.g. energy consumption, waste disposals, etc. This International Standard systematically evaluates the environmental impact through cause and effect analysis of manufacturing activities and manufacturing systems in a following six (6) parts;

- Part 1: Overview and general principles
- Part 2: Vocabulary
- Part 3: Guidelines for environmental evaluation procedures
- Part 4: Environmental evaluation index model
- Part 5: Environmental evaluation data model
- Part 6: Indirect environmental impact model

Overview, scope and general principles of this set of standards are the subject for Part 1. Part 2 collects the vocabularies imported from standards for Environmental management and/or Automation systems & integration, and defines the vocabularies specific for this Environmental evaluation method. Part 3 establishes procedures for environmental evaluation, which guides how to use following Part 4 to Part 6. Part 4 specifies data models for the environmental evaluation index for manufacturing systems. Part 5 specifies data models for the environmental evaluation of manufacturing systems. And, Part 6 specifies data models for the indirect environmental impact.

The focus of this International Standard is manufacturing systems, which consists of manufacturing equipments and machinery at its bottom level. It evaluates environmental impact of a manufacturing system, e.g. impact caused by the differences between a line or a cell configuration, and component machinery improvements upon total factory, overall plant and entire enterprise performance.

Expected users of this International Standard are;

- a) Managers for environmental managements in a factory, site/plant and/or enterprise,
- b) Foremen and engineers for operating manufacturing systems,
- c) Engineers for process planning of products,
- d) Planners and designers for manufacturing systems and
- e) Suppliers of equipment or machinery for manufacturing systems.

## **Contents**

Foreword

Introduction

- 1 Scope
- 2 Normative References
- 2.1 Environmental management standards
- 2.2 Automation systems & integration standards
- 2.3 Model description language
- 3 Terms and definitions
- 4 Abbreviations
- 5 Environmental evaluation of manufacturing systems
  - 5.1 Overview
  - 5.2 Environmental evaluation method
  - 5.3 Environmental evaluation index
  - 5.4 Data for environmental evaluation
  - 5.5 Evaluation and allocation of Indirect environmental impact
- 6 Model description language

Annex A Bibliography (Informative)

Annex B A discussion on the positioning of ISO xxxxx in relation with Environmental management standards and Automation systems & integration standards (Informative)

Annex C Use Cases of this Standard (Informative)

## **Figures**

Figure 1 Manufacturing system Life cycle and Product Life cycle

Figure 2 Unit process model (Process Input and Output)

Figure B.1 Positioning of ISO xxxxx in relation with Environmental management standards

Figure B.2 Positioning of ISO xxxxx in relation with Automation systems & integration standards

Figure B.3 Positioning of ISO xxxxx in relation with Environmental management standards and Automation systems & integration standards

Figure-C.1 Manufacturing Process and Environmental Impact

Figure-C.2 Notation for IDEF0-Env (IDEF0 for Environmental Impact of Manufacturing Process)

*Automation systems and integration —*  
**Environmental Evaluation Method of Manufacturing Systems**  
*Part 1 Overview and general principles*

## **1 Scope**

The application domain of this International Standard is Discrete Parts/Products Manufacturing, which consists of forming, machining, painting, assembling and other manufacturing processes for the production of aircraft, automobile, electric appliances, machine tools and their components, and other similar products. This International Standard evaluates environmental impact of manufacturing systems which consist of equipment and machinery, and are configured as a cell, a line or a factory.

The extent of applicability is to be defined by the user applying this International Standard.

This International Standard defines the bottom end data of the individual equipment and machinery, for summing up along with the hierarchy of manufacturing system.

This International Standard identifies principles and quantifies methods for the evaluation of environmental impact of manufacturing systems, for realizing the following functionality:

- Evaluation methods for summing up the data along with the hierarchical structure, from each individual equipment and machinery, via cell, line or shop, and to a total factory.
- Evaluation methods for evaluating all stages or phases in a life cycle of manufacturing system, from facility planning to disposal.
- Evaluation method for ensuring the consistency of each view summary of “manufacturing system view” and “product view”.
- Capability for individual equipment and machinery data is to be;
  - 1) representing every mode of individual equipment and machinery, e.g. as normal operation, standing by mode and maintenance, and
  - 2) interchangeable use of environmental performance data of acquired actual data and supplier’s data for Environmental Performance Data (EPD).

This standard can be used for

- setting the top level target of environmental improvement and breakdown to the shop floor and individual facility, at the bottom end,
- improving the shop floor operations, by visualizing the actual status of environmental impact,
- bench marking of environmental impact with a generic manufacturing system and/or between different manufacturing systems for producing the same product, and
- alternative studies of environmental impact, for improving the current manufacturing process, reconfiguring the existing manufacturing system or designing a new facility.

Followings are out of scope of this standard:

- The environmental impact evaluation method of an overall plant and/or an entire enterprise
- The environmental impact evaluation method of all over Product life cycle
- Definition of Environmental impact evaluation index for specific purposes, views and concerns,
- Data for environmental evaluation which is specific for industry sector and/or products group, and
- Environmental evaluation method which is specific for individual manufacturing equipment and machinery.

## **2 Normative references**

### **2.1 Environmental management standards**

ISO 14050 Vocabulary or ISO 14050/FDIS Vocabulary (TBD)

ISO 14044 Environmental management -- Life cycle assessment – Requirements and guideline

ISO 14064-3:2006 Greenhouse gases -- Part 3: Specification with guidance for the validation and verification of greenhouse gas assertions

### **2.2 Automation systems and integration standards**

ISO 10303-240 Process plans for machined products  
(TBD)

### **2.3 Model description language standard**

(TBD)

## **3 Terms and definitions**

For the purpose of this International Standard, the terms and definitions given in Part 2 apply.

## **4 Abbreviations**

For the purpose of this International Standard, the abbreviations given in Part 2 apply.

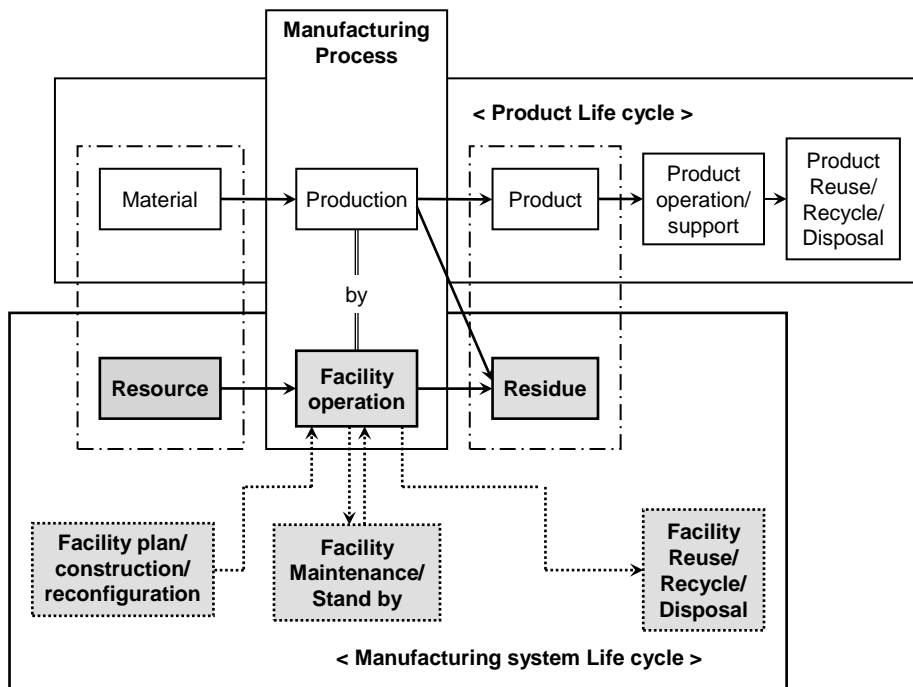
## **5 Environmental evaluation of manufacturing systems**

### **5.1 Overview**

For environmental evaluation of a manufacturing system, it is necessary to consider the whole life cycle of a manufacturing system in addition to its operation where actual production is executed. The life cycle stages or phases of a manufacturing system for which significant environmental impacts may occur are: planning, construction/reconfiguration, operation and recycling. Recycling

includes reuse, material recycling and proper disposal of system components after retirement of the system.

For a correct evaluation of environmental impact, it is mandatory to consider all three stages, but the importance of the respective stages may vary according to the objectives of the evaluation and manufacturing system characteristics. In situations where manufacturing technology is mature and manufacturing systems are used for a long period, an operation stage has greater importance. In situations where manufacturing systems are frequently constructed or re-configured due to rapid technology innovation and market changes, a recycling stage becomes more important.



**Figure 1 Manufacturing system Life cycle and Product Life cycle**

This International Standard is focused on manufacturing systems that consist of relatively complicated manufacturing machines/facilities, which are used for a long time. These systems perform in various modalities: discrete parts/products production in mass production, variable products/variable volume production, small volume/one-piece production. In such situations, environmental impact during system operation is very important. Therefore an evaluation method is important and mandatory for an operation stage, and impact evaluation at the planning, construction/reconfiguration and recycling stages is optional. Environmental impact during operation is evaluated using information about input and output of materials, energy and other subsidiary resources used or produced by the systems. In addition to material input/output, input/output resources concerned with system maintenance and standby mode must be considered.

## 5.2 Environmental evaluation method

### 5.2.1 Introduction

Environmental impact during system construction and recycling stages are evaluated by applying the standardized LCA (Life Cycle Assessment) method<sup>1</sup>. In this evaluation, manufacturing systems themselves are considered as target products for LCA analysis.

An environmental evaluation index is determined using the concept of environmental efficiency, which is defined as a function of system value and system environmental impact:

$$\text{Environmental\_efficiency} = F(\text{System\_value}, \text{System\_environmental\_impact}) \quad (1)$$

Based on this concept, appropriate functions  $F$  are elaborated by considering evaluation objectives, production conditions and associated environmental impacts. Generally speaking, system value and system environmental impact are measured by different units. Therefore a value of an environmental efficiency index itself has no essential meaning. For environmental efficiency evaluation, a reference system is set up. A relative value of index values of a target system and a reference system is a valid evaluation for environmental efficiency.

### 5.2.2 Unit process of Manufacturing system

For system environmental impact evaluation, a manufacturing system boundary shall be clearly defined. A basic unit for evaluation is a “process”, as shown in Figure 2. A process may be defined as a machine tool, a production line or a factory, etc., depending on the objectives of evaluation. By combining several processes with their input and output, an aggregate process may be defined. This process may be the target for environmental impact evaluation. For this evaluation the constituents of a process are activities, which cannot be decomposed further, or are not necessary to be decomposed further for the evaluation. Those activities are "unit processes" as defined by the standardized LCA method. A unit process may consist of activities by several manufacturing machines/facilities, or several unit processes may correspond to an activity by a manufacturing machine/facility. Details are discussed in Part 3.

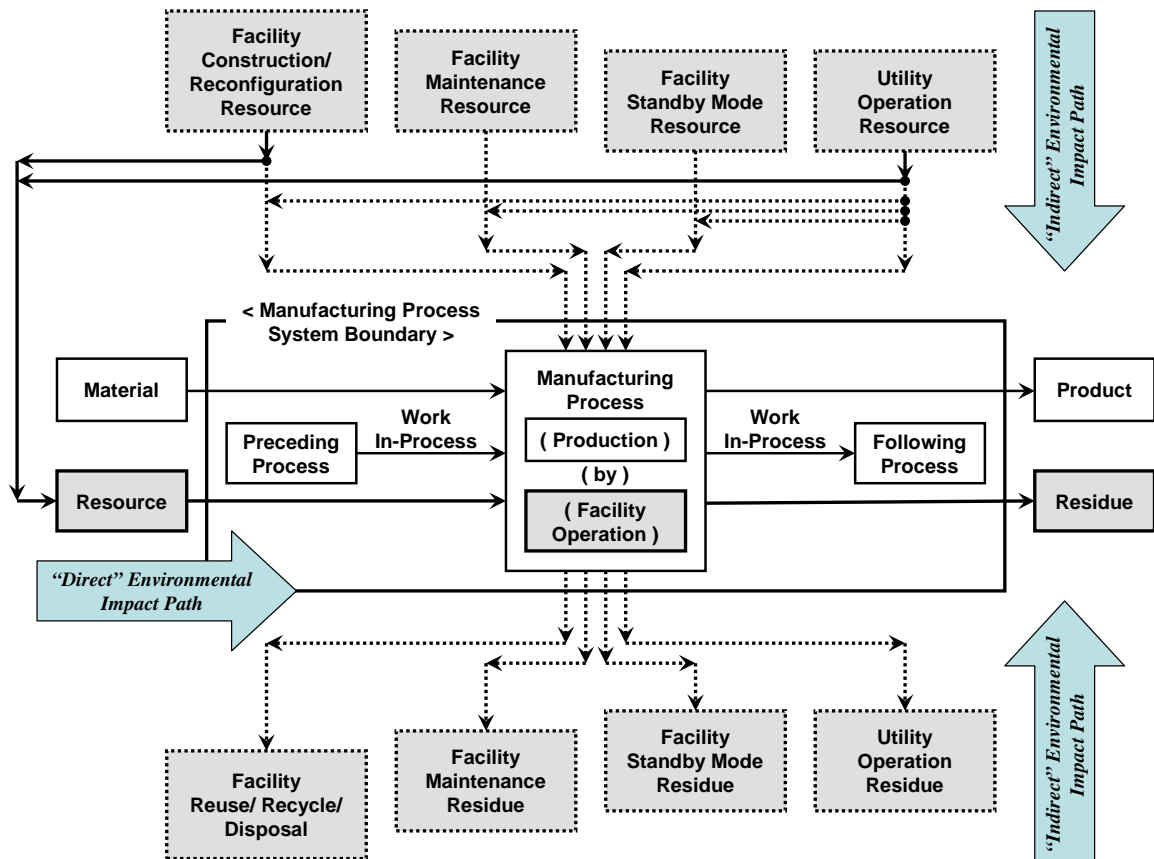
In this International Standard, resource refers to physical materials and energy. All input and output across the system boundary shall be enumerated and evaluated.

The input and output of the unit process, illustrated in Figure 2, is classified in horizontal and vertical directions. Input and output in horizontal direction represents the resource flow related with “direct environmental impact”, which is directly caused by individual product production. Input and

---

<sup>1</sup> ISO 14044: Environmental management – Life cycle assessment – Requirement and guideline.

output in vertical direction represents the resource flow related with “indirect environmental impact”, which is caused by the facility life cycle, such as facility construction, operation, maintenance and disposal.



**Figure 2 Unit process model (Process Input and Output)**

Resource flow in the horizontal direction consists of energy, material and product which are directly used/consumed by product production and/or contained in the output products. The resource flow includes “material”, “resource”, “product” and “residue”. “Material” consists of raw material and parts for product production. “Resource” consists of energy and other consumed resources for product production. “Product” represents the target products for the manufacturing system concerned. “Residue” consists of all input resource flow which is not contained in the target products. Work in process consists of all resources, whose preceding processes exist within the boundary of the target manufacturing system or whose following processes exist within the boundary of the target manufacturing system.

Resource flow in vertical direction consists of two types of resource flow. The first one is “Facility” flow, and it occurs in long time interval. “Facility” flow represents “Facility



Construction/Reconfiguration Resources” and “Facility Reuse/Recycle/Disposal”. “Facility Construction/Reconfiguration Resources” is evaluated by LCA analysis, considering that the constructed system is treated as a target product for LCA analysis. The same consideration is applied for “Facility Reuse/Recycle/Disposal” to derive the environmental impact by that process. Because reuse/recycling processes are not yet standardized, particular reuse/recycling processes shall be clearly defined and the associated environmental impact shall be added to the total system impact. System value for the system to be recycled shall be removed from the total system value, in case where a still working manufacturing system is recycled due to economical and other reasons. This evaluation for system value is not yet standardized, and a particular evaluation method shall be clearly explained.

The second one of the resource flow in the vertical direction is “Facility Operation” flow, and it occurs continuously with facility operation. “Facility Operation” flow represents various kinds of resource flow related with facility operation. It includes “Facility Maintenance Resource”, “Facility Standby Mode Resource”, “Utility Operation Resource”, “Facility Maintenance Residue”, “Facility Standby Mode Residue” and “Utility Operation Residue”. “Utility Operation Resource” and “Utility Operation Residue” represent resource flow related with utility operations, such as oil/water/chemicals/gas/air supply/treatment system, air conditioning, lighting, and on-site power generation.

Evaluation shall be performed for a specified time interval, such as a month or a year. Some input may be instantly processed and output is generated. Some input stays within a system boundary and may be used after some amount of time. In some cases, input resources stay within a system boundary, without any direct output, during the evaluation interval. Similarly, output may be generated without any direct input. “Facility Maintenance Resources” and “Facility Maintenance Residue” may correspond to those cases.

### 5.2.3 Environmental Evaluation Method

By considering all of the resources crossing the system boundary, system environmental impact due to the manufacturing system is evaluated by summing the environmental impact from all system unit process inputs and outputs:

$$\begin{aligned}
 \text{Environmental\_impact} = & \sum_{\text{Unit\_process}} \text{Resource} + \text{Residue} + \\
 & \text{Facility} + \text{Facility\_operation} \quad (2)
 \end{aligned}$$

**NOTE** All variables in (2) are expressed as environmental impacts.

System value shall be evaluated by the following expression:

$$System\_value = \sum_{Unit\_process} Product\_value \quad (3)$$

#### 5.2.4 System environmental impact

Environmental impact due to manufacturing system construction and recycling shall be calculated according to the LCA method, by considering the target manufacturing system as a product for LCA evaluation. Comprehensive evaluation of system construction and recycling stages may become very complicated. Consistent with the objectives of the evaluation, system construction and recycling evaluation shall be performed with appropriate details.

Procedures for environmental impact evaluation are defined in Part 3.

#### 5.2.5 End of life considerations

At the time of disposal of obsolete components of manufacturing systems, if the components are still active, or have some production capability, and are reused for other manufacturing systems, environmental impact corresponding to this remaining capability may be removed from the manufacturing system evaluation if it was previously included. If the disposed component is effectively used for another purpose, then some part of construction environmental impact of the disposed component may be subtracted from the manufacturing system construction impact.

In case of component disposal without reuse, system value of the disposed component from current status until complete expenditure of its capability should be subtracted from the manufacturing system value. No generally accepted procedure for active system or component disposal exist, therefore it should be explicitly specified.

### 5.3 Environmental evaluation index

#### 5.3.1 Environmental efficiency

An environmental evaluation index shall be defined using the concept of environmental efficiency. Environmental efficiency shall take the form of an expression (4), as shown below:

$$Environmental\ efficiency = F(System\_value, System\_environmental\_impact) \quad (4)$$

Explicit definition of a function  $F$  depends on respective use cases given in Part 4 of this standard. For example, one of the definitions is given as:

$$\text{Environmental\_efficiency} = \text{System\_value} / \text{System\_environmental\_impact} \quad (5)$$

where system value generally is defined as useful physical output or added value from manufacturing system operations, e.g. products themselves, product functions, or profit; and environmental impact is calculated based on system inventory data throughout the manufacturing system's life cycle by applying the method of Life Cycle Assessment. As system value and system environmental impact are calculated on different measure, the ratio of the target system environmental efficiency and some reference system environmental efficiency is valid for evaluation.

### 5.3.2 System value

System value and a method for its calculation shall be explicitly defined, and are given in Part 4 of this International Standard

**EXAMPLE** System value may be product price, product quality and functions, production profit, production volume, production lead time, and many other suitable definitions.

**NOTE** Ideally, system value is defined only with respect to useful physical output or added value. System parameters, such as system availability or material usage rate (yield), are related to system value, but they should be considered with respect to system environmental impact.

System output directly related to system value shall be separated from other inventory data. This separation allows system environmental impact to be appropriately calculated, and the potential for environmental improvement of a manufacturing system to be clearly captured. For example, waste materials from production processes must be separately treated from the target products.

## 5.4 Data for Environmental Evaluation

To perform an environmental impact evaluation of manufacturing system, information concerning manufacturing activity is necessary. By clearly defining these information data items, it is possible to perform unambiguous environmental evaluation. The details of such data items and their data format are defined in Part 5 of this International Standard. Where generally accepted environmental intensity data for unit process are available, they are also given in Part 5.

Many of the data related to manufacturing system definition and operation have been standardized already in related international standards. In such cases, existing standards are referred to and extended, as necessary.

Some examples of categories for essential data items are:

- Manufacturing machine /facility (machine tools, conveyers, etc.),
- Tool and jig/fixture,
- Energy,
- Materials,
- Product (definition, quality, function, etc.),
- Process plan,
- Production plan,
- Other production resources,
- Environmental evaluation data (intensity data, impact factors, etc.),

Using these categories of data, evaluation procedures for an environmental index may be defined. Using a commonly available data format, it then becomes possible for public organizations and machine/facility producers to publish information useful for generating indices of environmental efficiency. By relying on such public data with precise specification of data format and definition, reliable and unambiguous environmental evaluation may be realized.

### **5.5 Evaluation and allocation of Indirect environmental impact**

The unit process model, illustrated in Figure 2, is designed for ensuring the consistency of each view summary impact of “manufacturing system view” and “product view”.

Indirect environmental impact model is defined in Part 6, for establishing the method for the evaluation of Indirect environmental impact and allocation them onto the direct impact of production.

The knowledge and best practice of cost accountings are to be applied to this part, such for measuring and evaluating the indirect environmental impact and allocating them to the proper direct environmental impact element,.

## **6 Model description language**

The data models for environmental evaluation method are defined in following parts:

- Part 3: Guidelines for environmental evaluation procedures
- Part 4: Environmental evaluation index model
- Part 5: Environmental evaluation data model
- Part 6: Indirect environmental impact model

For describing the data models for environmental evaluation method, a formal language is to be employed, for providing the interpretable representation which is to be human readable and computer processible.

## **Annex A Bibliography (Informative)**

### **A.1 ISO TC207 Standards**

#### **(1) ISO TC207/TCG Terminology control/coordination? group**

ISO 14050:2002 Vocabulary

ISO/FDIS 14050 Vocabulary

#### **(2) ISO TC207/SC1 Environmental management systems (EMS)**

ISO 14001:2004 Environmental management systems -- Requirements with guidance for use

ISO 14004:2004 Environmental management systems -- General guidelines on principles, systems and support techniques

ISO/CD 14005 Environmental management systems -- Guidelines for a staged implementation of an environmental management system, including the use of environmental performance evaluation

ISO 14006 Environmental management systems -- Guidelines on eco-design

#### **(3) ISO TC207/SC4 Environmental performance evaluation (EPE)**

ISO 14031:1999 Environmental management -- Environmental performance evaluation -- Guidelines

#### **(4) ISO TC207/SC5 Life cycle assessment (LCA)**

ISO 14040:2006 Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework

ISO 14044:2006 Environmental management -- Life cycle assessment -- Requirements and guidelines

ISO TS/14048:2002 Environmental management -- Life cycle assessment -- Data documentation format

ISO 14xxx Environmental management -- Eco-efficiency assessment -- Principles and requirements

#### **(5) ISO TC207/SC7 Greenhouse gas management and related activities**

ISO 14064-1:2006 Greenhouse gases -- Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals

ISO 14064-2:2006 Greenhouse gases -- Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements

ISO 14064-3:2006 Greenhouse gases -- Part 3: Specification with guidance for the validation and verification of greenhouse gas assertions

ISO 14064-x Environmental management -- Carbon footprint of products

#### **(6) ISO TC207/WG4 Environmental communication**

ISO 14063:2006 Environmental management -- Environmental communication -- Guidelines and examples

**(7) ISO TC207/WG7 Guide for Product design**

ISO Guide 64:1997 Guide for the inclusion of environmental aspects in product standards

ISO/FDIS Guide 64 Guide for addressing environmental issues in product standards

ISO/TR 14062:2002 Environmental management -- Integrating environmental aspects into product design and development

**(8) ISO TC207/WG8 Material flow cost accounting (MFCA)**

ISO 14051 Environmental management -- Material flow cost accounting - General principles and framework

**A.2 IEC TC111 Standards**

IEC GUIDE 114:yyyy? Environmentally conscious design -- Integrating environmental aspects into design and development of electro-technical products

IEC/CD 62430, Ed.1 Environmentally conscious design for electrical and electronic products and systems

IEC/CD 62321, Ed.1 Procedures for the Determination of Levels of Regulated Substances in Electro-technical Products

**A.3 ISO QMS Standards**

**(1) ISO TC176 Quality management systems (QMS)**

ISO 9000: 2005 Quality management systems - Fundamentals and vocabulary

ISO 9001: 2008 Quality management systems - Requirements

**(2) International Automotive Task Force**

ISO 16949: 2002 Quality management systems - Particular requirements for the application of ISO 9001: 2000 for automotive production and relevant service parts organizations

**(3) IAQG (International Aerospace Quality Group)**

SAE AS9100/ ASD EN 9100/ JIS Q 9100, Quality management systems - Aerospace - Requirements

**A.4 Automation systems and integration Standards**

**A.4.1 ISO TC184 Automation systems and integration**

**(1) ISO TC184/SC4 Industrial data**

**ISO 10303-2xx Standard for the Exchange of Product data, Application protocol**

ISO 10303-203 ed.2 Configuration controlled 3D design for mechanical parts and assembly

ISO 10303-210 Electronic assembly, interconnect, and packaging design

ISO 10303-212 Electrotechnical design and installation  
ISO 10303-214 Core data for Automotive mechanical design  
ISO 10303-239 Product life cycle core  
ISO 10303-240 Process plans for machined products

**ISO 15531-xx Manufacturing Management Data**

ISO 15531-31 Resource information model  
ISO 15531-32 Resources usage management data  
ISO 15531-42 Time model  
ISO 15531-43 Manufacturing flow management data  
ISO/CD 15531-44 Manufacturing management information model for shop floor data acquisition

**(2) ISO TC184/SC5 Architecture, Communications & Integration Frameworks**

ISO 20242-1 Service interface for testing application

**A.4.2 ISO TC29 Small tools**

**(1) ISO TC29/WG34 Cutting tool data representation and exchange**

ISO 13399 Cutting and turning tools

## **Annex B A discussion on the positioning of ISO xxxxx in relation with Environmental management standards and Automation systems & integration standards (Informative)**

Environmental evaluation results, as the applied results of this standard, are to conform with the Standards for Environmental management, and actual operation data, as the input data for this standard and used for summing up path along with the hierarchical structure of manufacturing systems, are to be consistent with the Standards for Automation systems and integration.

Terms and definitions are to be established with following principles:

- Vocabularies are to be consistently defined within each set of the Standards for Environmental management and/or Automation systems and integration, and are to be imported from them, but
- Vocabularies are to be newly defined or selected from the Standards for Environmental management and/or Automation systems and integration, for keeping the consistency.
- New vocabularies are to be defined with terms and definitions specific for this International Standard.

Terms and definitions, and Abbreviations are collected and defined in Part 2, in accordance with the above principle.

It is investigated, in this Annex B, that the “Positioning of ISO xxxxx”, the Standard for Environmental evaluation method of manufacturing system” to support the study for identifying the standards to be picked up in the list of Clause 2 Normative reference, via Annex A Bibliography, in relation with:

- (1) Environmental management standards, and
- (2) Automation systems and integration standards.

### **B.1 ISO xxxxx and related Environmental management standards**

#### **B.1.1 Classification of the Standards in Figure B.1**

It is identified and classified in Figure B.1 that

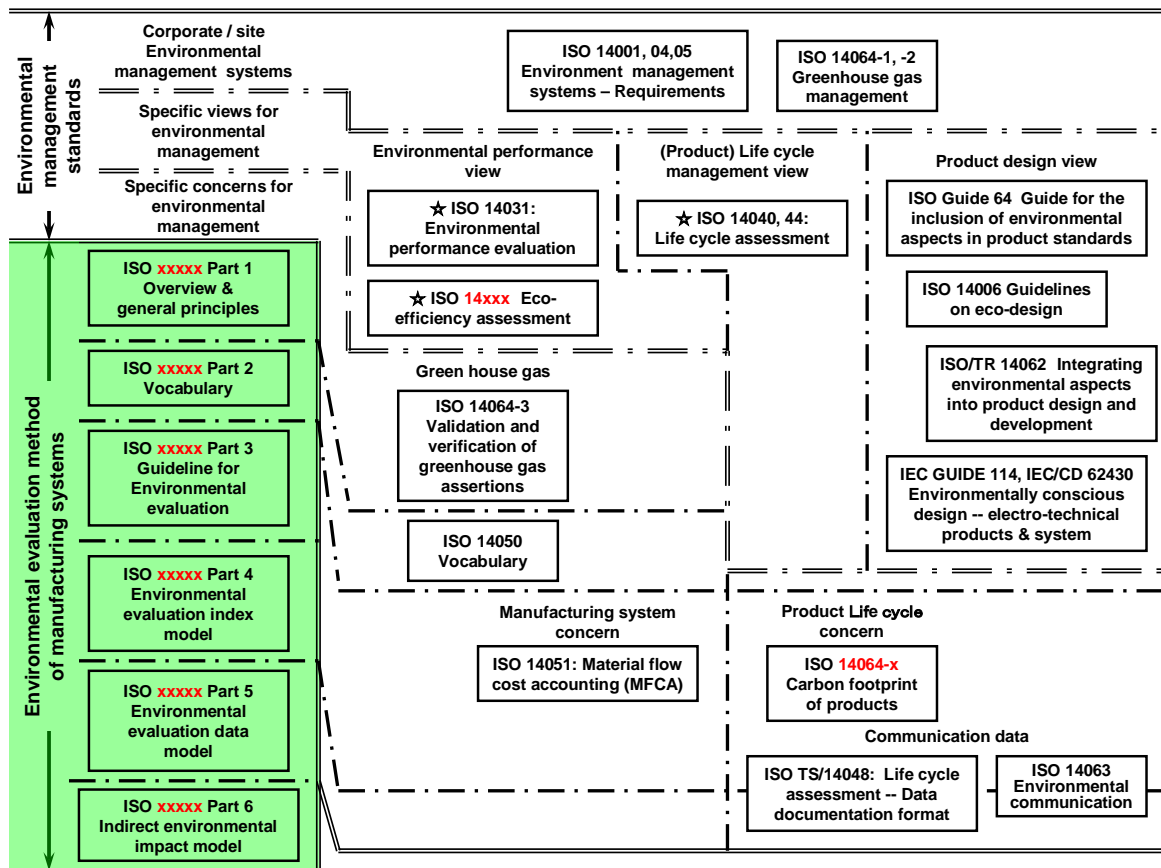
= this standard ISO xxxxx, a set of the standards for Environmental evaluation method of manufacturing systems, and

= related Environmental management standards.

(1) This ISO xxxxx, at the lower left corner of Figure B.1, are classified into six (6) Parts of:

- Part 1 Overview & general principles,
- Part 2 Vocabulary
- Part 3 Guidelines for environmental evaluation procedures,





**Figure B.1 Positioning of ISO xxxxx in relation with Environmental management standards**

- Part 4 Environmental evaluation index model,
- Part 5 Environmental evaluation data model, and
- Part 6 Indirect environmental impact model.

(2) those Environmental management standards are decomposed, in the vertical layers of Figure B.1, into three levels of:

- The first level : Corporate/site Environmental management systems,
- The second level : Specific views for environmental management, and
- The third level : Specific concerns for environmental management.

(3) The second and third levels of Environmental management standards are further decomposed into next lower levels of:

- Views of Environmental performance, (Product) Life cycle management and Product design, and
- Concerns of Green house gas, Manufacturing system, Product Life cycle and Communication data.

### **B.1.2 Observations of Figure B.1**

It is to be understood, by the observation of Figure B.1, that:

(1) Following two top level Environmental management standards are defining much higher/superior requirements for this ISO xxxxx:

- The first level : Corporate/site Environmental management systems, and
- The second level : Specific views for environmental management.

(2) Greenhouse gas concern of ISO 14064-3, out of the Specific concerns for environmental management, is one of the standards which defines the fundamental requirements for this ISO xxxxx.

(3) Following two portions have very close relationships, those which are covering the same area of concerns, with each other:

- Manufacturing system concerns and Product Life cycle concern out of the Specific concerns for environmental management, and
- Part 4 evaluation index model and Part 3 Guideline for Environmental evaluation of ISO xxxxx.

(4) Communication data concern under Specific concerns for environmental management:

- bridges Part 5 evaluation data model and Part 4 evaluation index model of ISO xxxxx.

## **B.2 ISO xxxxx and related Automation systems & integration standards**

### **B.2.1 Classification of the Standards in Figure B.2**

It is identified and classified in Figure B.2 that

= this ISO xxxxx, and

= related Automation systems & integration standards and their relevant Quality Management System (QMS) standards.

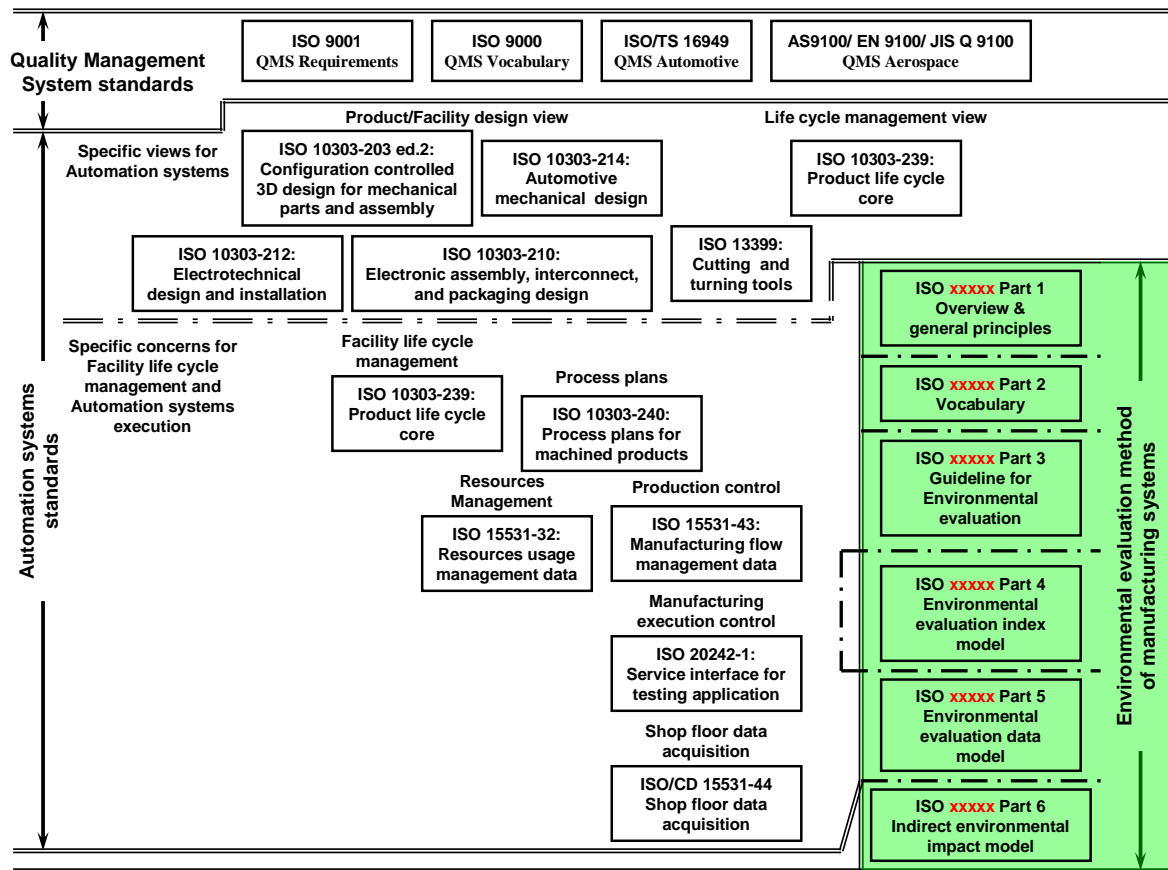
(1) Parts of this ISO xxxxx are positioned at the right end bottom of Figure B.2.

(2) Classification of those Automation systems & integration standards and their relevant QMS standards are decomposed, in the vertical layers of Figure B.2, into three levels of:

- The first level : Quality Management Systems standards,
- The second level : Specific views for Automation systems & integration , and
- The third level : Specific concerns for Facility life cycle management and Automation systems execution.

(3) The second and third level of those Automation systems & integration standards are further decomposed into next lower levels of:

- Views of Product/Facility design, and Product Life cycle management, and
- Concerns of Facility life cycle management & Resources management, and series of Process plans, Production control, Manufacturing execution control at shop floor and Shop floor data acquisition.



**Figure B.2 Positioning of ISO xxxxx in relation with Automation systems & integration standards**

### B.2.2 Observations of Figure B.2

It is to be understood, by the observations of Figure B.2, that:

(1) Following two top level Automation systems & integration standards and relevant QMS standards are defining much higher/superior requirements for this ISO xxxxx:

- The first level: Quality Management Systems standards, and
- The second level: Specific views for Automation systems & integration.

(2) Following two portions have very close relationships, those which are covering the same area of concerns, with each other :

- Specific concerns for Automation systems execution and Facility life cycle management.
- Part 5 Environmental evaluation data model of ISO xxxxx.

### B.3 Positioning of ISO xxxxx in relation with Environmental management standards and Automation systems & integration standards, as a conclusion

### B.3.1 Configuration of Figure B.3

Following concerned areas are picked up and illustrated, in Figure B.3:

= At the center column of Figure B.3, Parts of this ISO xxxxx, those which are common for Figure B.1 and Figure B.2.

= At the right column, following standards are picked up from Figure B.1

- (1) Corresponding to all over the ISO xxxxx ,three (3) Environmental management systems out of the second level, which defines all over requirements for this International Standard
- (2) Corresponding to ISO xxxxx Part 1 Overview and general principles,ISO 14064-3, which defines the fundamental requirements for this ISO xxxxx,
- (3) Corresponding to ISO xxxxx Part 2, ISO 14050 Vocabulary,
- (4) Corresponding to ISO xxxxx Part 3 and Part 4, those manufacturing system concern and product concern, out of specific concerns for environmental management and communication data, of the third level of the Environmental management standards,

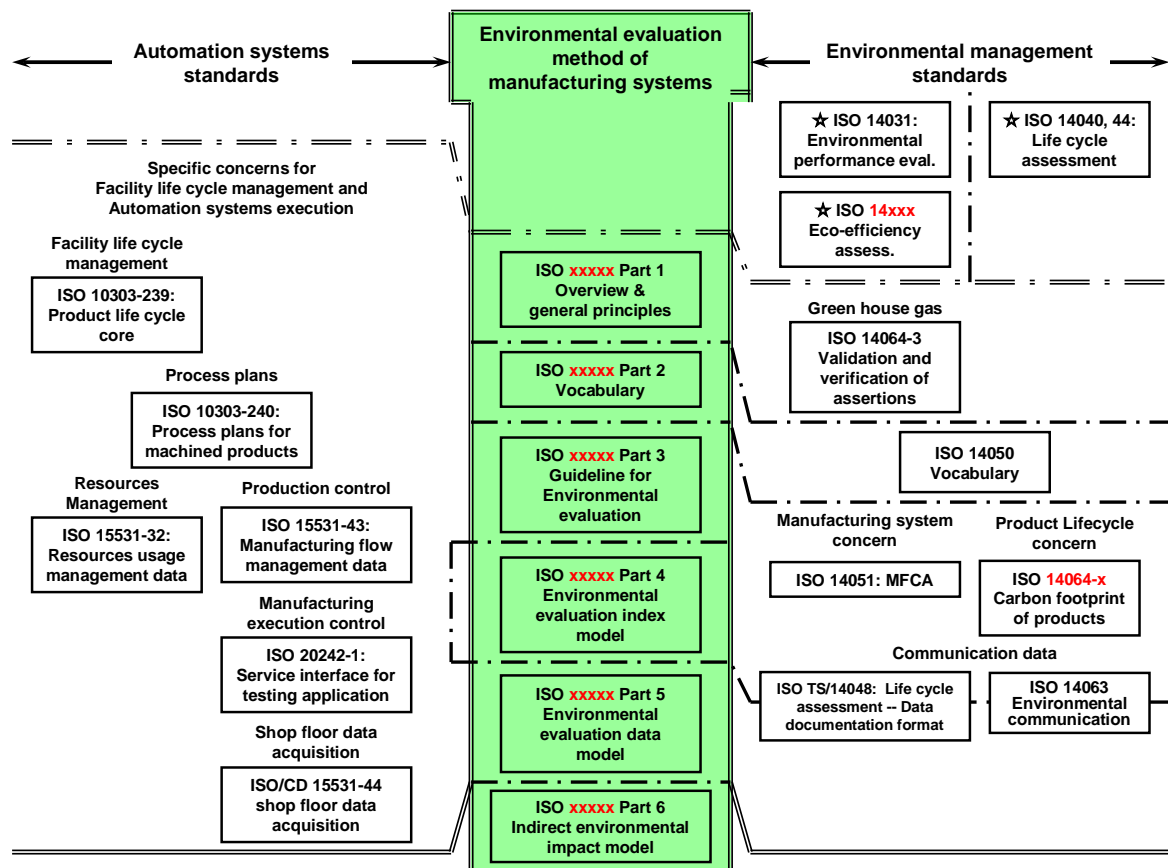


Figure B.3 Positioning of ISO xxxxx in relation with Environmental management standards and Automation systems & integration standards

(5) Communication data concern under Specific concerns for environmental management:

-- bridges Part 5 evaluation data model and Part 4 evaluation index model of ISO xxxxx.

= At the left column, following standards are picked up from Figure B.2:

(1) corresponding to the Part 5 Environmental evaluation data model and Part 3 Guidelines for Environmental evaluation, specific concerns for Facility life cycle management and Automation systems execution in the second level, are picked up from Figure B.2.

### **B.3.2 Observations of Figure B.3: Positioning of this Standards for Environmental evaluation method of manufacturing system**

It is to be understood, by following the analysis of right half portion of Figure B.3, that:

(1) Part 4 of ISO xxxxx is to be designed so as to be able to

-- represent the environmental indexes defined by the later standards, for providing the environmental index reports,

-- applying the procedures defined by ISO xxxxx Part 3 Guidelines for Environmental evaluation.

(2) Communication data concern under Specific concerns for environmental management:

-- bridges Part 5 evaluation data model and Part 4 evaluation index model of ISO xxxxx, and

-- are common basis for Manufacturing system concern and Product concern, of Specific concerns for environmental management of the third level of Environmental management standards.

(3) ISO xxxxx Part 5 Environmental evaluation data model is to be designed so as to be able to

-- represent the data models defined by Specific concerns for Automation systems execution and Facility life cycle management, of the third level of the standards for Automation systems & integration,

-- for data acquisition from actual manufacturing activities, and accumulating/summarizing them in accordance with the hierarchical structures of the manufacturing systems,

-- for providing the required summary report, conforming to ISO xxxxx Part 4 Environmental evaluation index model.

## **Annex C Use Cases of this Standard (Informative)**

### **C.1 Environmental evaluation of manufacturing systems**

There are two cases for environmental evaluation of manufacturing systems:

(a) General evaluation

Evaluation is based on general environmental intensity data.

(b) Specific evaluation

Evaluation is based on specific environmental intensity data.

In case (a), general evaluation of manufacturing systems can be done, without assuming usage of particular machines or facilities. For example, for producing a certain part, a better production method can be determined, whether to use machining processes or to use forming processes.

In case (b), environmental performance of a specific manufacturing system can be evaluated. By making precise evaluation of environmental impact in addition to productivity and cost, better machines or facilities can be selected for environmentally conscious production.

### **C.2 Environmental evaluation of products at the stage of their production**

For producing specific target products, it is required to select most appropriate factories or manufacturing systems. It may be quite different, in terms of environmental evaluation, whether to produce them in domestic factories or in foreign factories.

There may be two cases:

(a) General evaluation

Evaluation is based on general environmental intensity data.

(b) Specific evaluation

Evaluation is based on specific environmental intensity data.

In case (a), general evaluation of environmental impact for a certain product at the stage of manufacturing can be done. This result can be used for generic comparison of manufacturing stage impact for various products of the same or similar category.

In case (b), evaluation results can be used for selecting most appropriate factories to produce certain products in a company.

### **C.3 Environmental evaluation of manufacturing system improvements**

It is a common practice, for discrete parts manufacturing, to improve system configuration or machines/facilities continuously to seek better system performance. It is useful to consider the environmental effects for managing improvement efforts into right directions.

This International Standard can be used for improving the shop floor operations, by visualizing

the actual status of environmental impact (A34/F23113, and A23112 and A23111 of Figure-C.1).

This standard can be used for setting the top level target of environmental improvement and breakdown them down to the shop floor and individual facility, at the bottom end, by visualizing the actual status and providing the historical review (A34/F23113, and A23112 and A23111 of Figure-C.1).

This International Standard can be used for following bench marking of environmental impact (A34/F23113, and A23112 and A23111 of Figure-C.1);

- of an actual individual manufacturing system with a generic manufacturing system,
- between different manufacturing systems for producing the same product,
- bench marking of environmental impact with a generic manufacturing system and/or between different manufacturing systems for producing the same product.

This International Standard can be used for following alternative studies of environmental impact;

- for designing a new facility for new products (A21 and A22 of Figure-C.1),
- for reconfiguring the equipment or machinery (A21 and A22 of Figure-C.1) for;
  - 1) planning for the change of existing manufacturing system for coping with product mix change,
  - 2) improvement of current manufacturing system, and
- for the improvement of current manufacturing process (A12, A121, A122, and A123 of

Figure-C.1).

#### **NOTE C.1 Manufacturing Process & Environmental Impact**

Environmental impact of manufacturing process is illustrated in Figure-C.1.

The notation of Figure-C.1 is explained in NOTE C.2.

Actual manufacturing activity is produce product (A341) with operate facility (F23113), under execution control (A33), as across point of three kind processes of:

- (1) Design/engineering activities of Product design (A11) through production engineering (A12) from A121 to A124,
- (2) Facility related processes of Facility design (A21) and facility production/ re-arrangement (A22), and actual manufacturing system/ facility(S/F23) and its maintenance and stand-by operation, to facility disposal (A24), and
- (3) Production planning (A31) and procurements (A32).

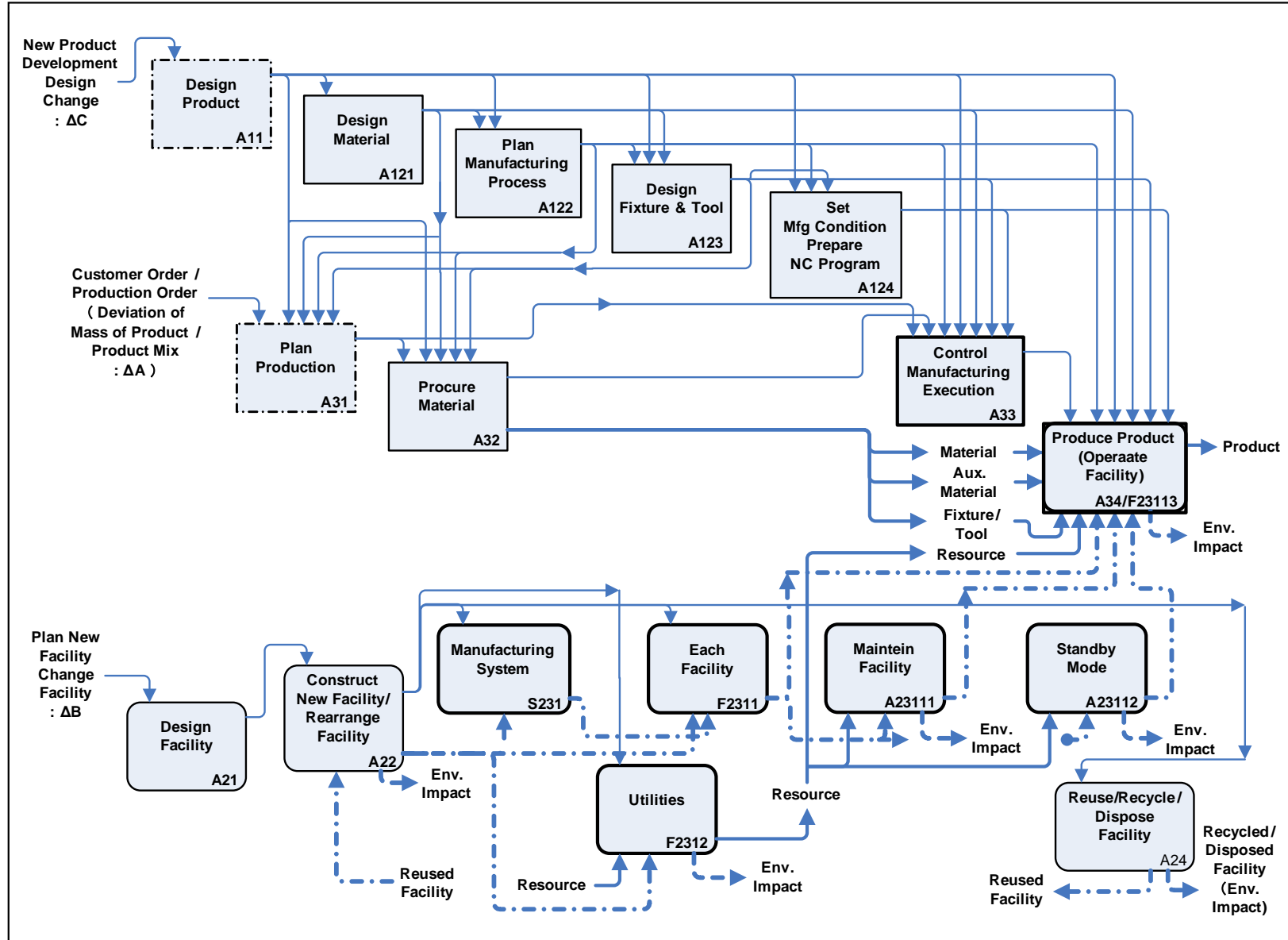


Figure-C.1 Manufacturing Process and Environmental Impact



**NOTE C.2 Notation for IDEF0-Env (IDEF0 for Environmental Impact of Manufacturing Process)**

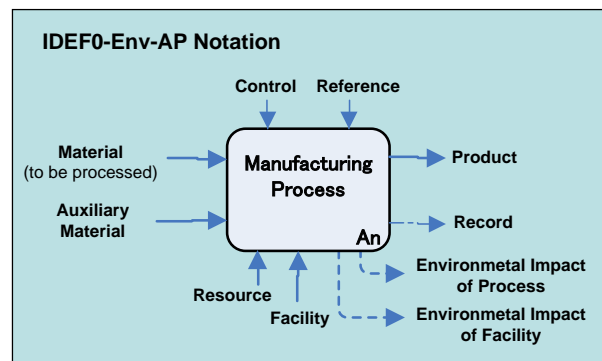
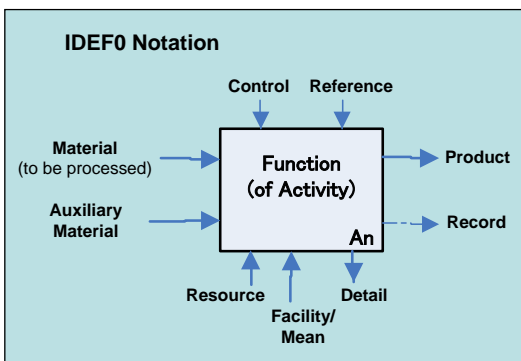
IDEF0 is designed and have been utilized as a illustrating tool for understanding the actuality of manufacturing processes and impact analysis of process improvements.

IDEF0-Env is designed for illustrating the Environmental Impact of Manufacturing Process, to utilize the accumulated such studies as applied IDEF0.

“IDEF0-Env” is succeeding the notation of “IDEF0”, with following minor modification:

-- “Manufacturing Process” (An) or “Manufacturing System / Facility“ (Sn/Fn) is to be placed at the position of “ Function (of Activity) “

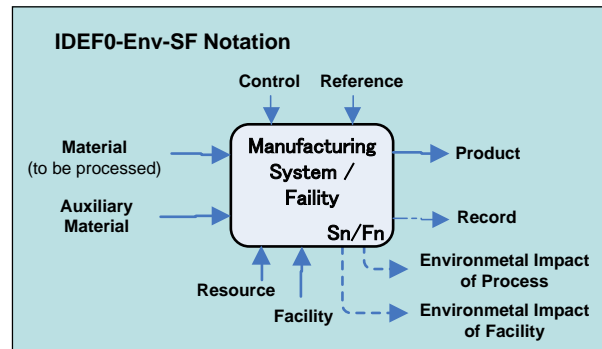
-- “Environmental Impact” is to be placed at the position of “Detail”



**Correspondence of “IDEF0” to “IDEF0-Env”**

-- “Manufacturing Process”(An) or “Manufacturing System / Facility” (Sn/Fn) is to be placed at the position of “ Function (of Activity) ”

-- “Environmental Impact” is to be placed at the position of “Detail”



**Figure-C.2 Notation for IDEF0-Env (IDEF0 for Environmental Impact of Manufacturing Process)**



## 資料

# 平成 20 年度工業標準化推進調査等委託費 (新規分野・産業競争力強化型国際標準提案事業) 産業オートメーション分野の環境評価手法に関 する国際標準案の作成

本資料は、みずほ情報総研株式会社からの再委託で実施した報告書からの転載である。



## 調査研究概要

### 第1章 調査の目的と背景

ASEAN10ヶ国及び日本、中国、韓国を含む東アジア地域及びインドにおける経済は近年急速に成長している。日本及び欧米諸国の活発な投資に加え最近では地場資本も活発な投資を行うことにより、この地域は世界の製造拠点となってきている。

このように拡大している東アジアに対する経済連携がいろいろなレベルで進められており、ASEANを核とした東アジアの取り組みに対し政策提言等の知的支援を行うため、ASEAN各国と日本、中国、韓国、インド、オーストラリア及びニュージーランドの協力によりアジア版OECDともいふべき「東アジア・ASEAN経済研究センター（ERIA）」が設立された。ERIAでは様々なテーマについて研究を行っていくことになっているが、東アジアの製造業及び製造技術の向上と技術格差是正に関する取り組みについてはあまり明確になっていない。今回の調査においては、東アジアにおける製造業について、その現状を精査し、環境問題、資源・エネルギー制約、技術開発力の不足、技術の伝承等域内の製造業が抱える問題点を明らかにし、それを解決するための技術的、社会的な課題について整理し、ERIAが各国に政策提言する内容も念頭に、研究協力のテーマ例及び枠組みを提案することを目的とする。

東アジア地域では、人口の爆発的な増加等を背景にして今後も大きな経済成長が見込まれ、エネルギー需要が急激に増加し、これと合わせて環境・エネルギー等の対策に係る需要も増大していくことが予想される。わが国の対アジア政策として、日本は環境・資源・エネルギー等の課題への対応について世界トップレベルの製造技術を有することから、それらを活用してアジアにおいて引き続き重要な役割を担いかつ今後もアジアとともに成長するシナリオを基礎とすることが現実的である。このように資源制約と地球環境問題がアジアのみならず世界にとって最も重要な課題であることに鑑み、持続可能な環境及び社会に貢献することのできるように、環境に配慮し持続可能な生産活動を目指すサステナブル・マニュファクチャリング技術について重点的に検討を行う。

### 第2章 ERIAアジア加盟国の現状と今後の見通し

#### 2.1 ERIAアジア加盟国における製造業の現状と今後の見通し

本節では、ERIAアジア加盟国における製造業について、これまでに知られている事実やデータを、既存の調査研究や各種の記事、学術文献、データベースなどにより収集し、本調査研究の目的に有用と思われるものを精選し整理して、現状と今後の見通しをまとめた。

ERIAアジア加盟国には、様々な特性を持つ国が含まれ、その製造業の特徴をまとめて議論することは難しい。それにもかかわらず、アジア製造業は、ひとつの地域共同体としての特徴を持ち始めている。産業地域としてのアジア圏を特徴付けるものは、原始的な農業から始まり、地場産業としての製造業、先進国からの技術移入による先端生産基地、あるいはサービス機能の役割分担まで、多様な産業が地域的に同時に存在しており、グローバル化による外部要因に牽引されて、急速に変化していることであろう。ERIAアジア加盟国における製造業の状況は、次のように大別できるであろう：①地場技術によるローカルなものづくり（国内市場を相手とする国際競争力のないものづくり）、②国際分業による生産基地化（現地の安価なインフラを活用する完全移入技術によるグローバル市場を相手とするものづくり）、③移入技術の現地化（移入技術を基にしながら、現地人材による技術の定着化）、④製品設計から生産までの現地適応（現地人材による設計から生産までの一貫化）、⑤研究開発機能（先端製品開発のための研究開発機能の現地化）。

国際分業は、上記のような発展段階に応じた垂直分業の様相が基本であるが、発展途上地域も先進国を目指しているとすれば、次々と新たに途上地域を見出して移転していかねばならず、垂直分業のモデルは持続可能にはならない。より安定した持続可能性の高い国際分業のためには、発展レベルに依存する垂直分業の形態から、各国・地域の特性を生かして分業する水平分業の形態への進化をはかり、アジア域内市場を活性化することが重要であろう。

環境問題は、経済成長と連動してアジア地域にとって喫緊の課題である。汚染物質の回収や利用、廃棄物削減、資源循環などは、資源の有効利用としてもものづくり技術の基幹的課題となる。製造の国際分業のなかで、地域特性を生かした効率のよい資源循環を実現していくことが必要である。

以上のような事柄について、詳細な検討の参考のために、本調査研究の対象となる主な国の基本データを表にして示し、各国の製造業の発展状況と国際分業の現状について、既存資料を参考にしてまとめた。さらに、ASEAN主要加盟国、韓国、中国、インドについて、特徴となる情報を記述した。

## 2.2 ERIAアジア加盟国のエネルギー及び環境問題の現状

本節では、ERIAアジア加盟国のエネルギー及び環境問題について、これまでに知られている事実やデータを、既存の調査研究や各種の記事、学術文献、データベースなどにより収集し、本調査研究の目的に有用と思われるものを精選し整理して、現状をまとめた。

製造業の発展にとって、エネルギー・資源問題および地球環境問題は重要である。ここで、エネルギー・資源問題は、エネルギー・資源の枯渇に備えて浪費を防ぎ、

代替のエネルギー・資源を開発したり、エネルギー・資源の生産性を高めることなどを言う。一方、地球環境問題は、環境汚染、廃棄物増大、地球温暖化などを防止して、持続可能なものづくりの実現を目指すことをいう。製造業にとって、この二つの問題は、長期的な視点に立てば相反するものではない。この二つの問題に対応しつつ、グローバルな市場で競争力を向上させることが、現代の製造業の課題である。

ERIAアジア加盟国地域においては、近年の経済成長により、地球環境問題は悪化し、エネルギー・資源問題が起きつつあるといわれている。アジアにおける地球環境の悪化は、人口増大や都市化により引き起こされているものが多いが、工業化の影響も甚大である。当面の競争力強化の要求に押されて、低コストな生産を目指し、この二つの問題をないがしろにすると、後世で大きな付けを支払うことになる。この課題については、長期的な視点が重要である。

ERIAアジア加盟国には、国内資源や人口の規模、工業化の度合いなどが極端に異なる国々が含まれている。その環境対策やエネルギー・資源戦略もまた多様であろう。各国の利害を背景としながらも、30億人の人口を抱える巨大市場となりつつあるアジア地域において、地域的な結びつきを基に、互いに補完的にエネルギー・資源問題および地球環境問題の解決を図っていくことは重要である。

本節では、既存の調査やデータに基づいて、ERIAアジア加盟国のエネルギーや資源の需給状況を議論する。世界全体の需給状況に比較して、これらの諸国・地域においては著しい経済成長によりエネルギーや資源の逼迫が起こっている。また、技術や社会制度の未成熟により、エネルギーや資源の浪費があり環境汚染を引き起こしている場合がある。このような環境問題についても現状を調査する。さらに、ASEAN主要加盟国、韓国、中国、インドについて、特徴となる情報を記述した。

### 2.3 ERIAアジア加盟国のものづくり技術の現状と課題

本節では、ERIAアジア加盟国のものづくり技術について、これまでに知られている事実やデータを、既存の調査研究や各種の記事、学術文献、データベースなどにより収集し、本調査研究の目的に有用と思われるものを精選し整理して、現状と課題をまとめた。

ERIAアジア加盟国を主体としたアジア諸国は、その国家の大きさや経済・社会の発展の程度が大きく異なるが、厳しいグローバルな技術競争化にあって、アジア地域内で各国の利点、弱点を相互に補完しながら発展していけるような技術発展のモデルが望まれる。そのために工業化における国際分業は重要であり、国際分業の観点からものづくり技術の現状を探る。

ものづくりの技術は、基礎学術と現場技術の関連が重要であり、健全なものづく

り技術の発展のためには、この二つが車の両輪のようにつりあって成長しなければならない。成功した国際分業では、例外なく現地人材の育成に熱心であり、国家レベルでの国際分業支援にはこのような長期的な視点は欠かせない。国際分業を通じたものづくり技術力を養い、将来の独自のものづくり産業を発展させることが、発展途上国の課題である。

アジア各国は、地域内で競争するとともに、アジア地域全体として発展していくという方策が重要である。現状では必ずしも経済合理的に運用されていない資源や製品の流れを分析し、各国の特性を基に、相互補完的なアジア生産ネットワークを構築することは、とりわけ持続可能性の追求の観点から意味がある。

ものづくりにおける環境問題は避けて通れない課題である。損なわれた環境を回復するためには莫大な費用がかかる。予防保全の考え方にに基づき、初めから環境問題を起こさないような工業化が必須である。先進国の省エネルギー・省資源技術は、少ない投資で後進地域の環境問題を画期的に改善できる可能性がある。アジア生産ネットワークにおいて合理的なエネルギー・資源利用を追求していくことは、アジア製造業の持続可能性を向上させ、競争力強化に貢献する。アジア各地域では、3R（Reduce、Reuse、Recycle）を掲げた環境対策プロジェクトが活発に推進されており、ものづくり技術はその主役として、技術移転や国際分業が進められている。

ERIAアジア加盟国のものづくり技術の今後の課題も多様である。主な課題として、グローバル化のなかでの先進国との競争、地域特性の活用、人的資源の涵養、環境問題への対応、などがあげられる。

本章では、東アジア地域全体と世界を比較しつつ、アジア地域内の各国の状況を比較検討して、ものづくり技術の現状を調査し、今後の課題を考察した。さらに、ASEAN主要加盟国、韓国、中国、インドについて、特徴となる情報を記述した。

### 第3章 製造業のERIAアジア加盟国での協力に関する検討

#### 3.1 調査研究方法

委員会 ものづくり技術、環境関連技術、技術移転、国際協力、東アジア地域での国際分業体制に見識のある委員で構成された委員会を3回、ワーキンググループ委員会を6回開催し分析・提言を行った。

ヒアリング JETRO、UNIDO 東京事務所、アジア経済研究所、(社)日本自動車工業会、(財)家電製品協会、東京大学 AGS 等を対象に行った。また、ERIA 諸国でビジネス活動を行なっている東芝、日立製作所、清水建設を対象にヒアリングを行なった。

アンケート調査（国内） 主要自動車メーカー、主要工作機械メーカー、主要家電メーカー、主要プラントメーカー・ゼネコン等、200社を対象に実施した。



アンケート調査（海外） ERIA であがっている東アジア域内研究機関（中国社会科学院、途上国リサーチ情報システムセンター（インド）、国際戦略問題研究所（インドネシア）、対外経済政策研究院（韓国）、フィリピン開発研究所、シンガポール国際問題研究所、タイ開発経済研究所、ベトナム中央経済管理研究所、アジア開発銀行 等を含む、約 16 機関にアンケートを配布した。

文献調査 日本貿易振興機構 アジア経済研究所、UNIDO 東京事務所、東京大学 AGS (Alliance for Global Sustainability) 等、国内のアジア研究の主要機関を対象に文献調査を行う。海外現地調査は本調査事業の範囲にふくまれていないため、国内各種機関にある諸文献を対象に、主に工学分野の専門家の視点からレビューし分析を行なった。

### 3.2 我が国企業のERIAアジア加盟国への製造業投資の現状

#### ・製造業投資の従来調査

通商白書など過去の調査・分析によれば、東アジアが世界の工場としてまた市場として発展していく中で、東アジアの生産ネットワークが構築され深化しつつある。これをさらに発展させ、地球的課題も考慮しながら東アジアの持続的発展を目指すためには、アジア域内で一体化した政策とそれに関係する技術協力プログラムが必要と考えられる。これまでの調査・分析においては、主にいわゆる経済的観点からなされており、技術協力の面からアジアに拠点を持つ企業の意識調査が必要と考えられる。

#### ・製造業投資のアンケート調査

我が国ものづくり企業に限定するとともに、過去の調査でやや不十分と思われる東アジアへの「技術移転」、「研究協力」についての企業としての考え方をアンケートによって調査を行った。ただし、過去のデータとのサンプルや調査時期の違いを把握するため、製造業における主たる投資である「現地化」についても調査した。アンケートは2種類で、我が国大企業の考え方をを知るための企業アンケートと中小企業も含む現状を把握するため現地赴任経験のあるインターネットモニターアンケートを行った。

#### ・現地化に関する考え方

アジアには、NIEs、ASEAN 4、CLMV、中国、インド、オーストラリアなど人口・経済規模・政治体制において多様性があるが、企業の考え方や問題点において、顕著な差は見られない。どの国も満遍なく様々な問題点を含んでいることがわかった。すなわち、各国ごとにビジネス上の問題は多様であったとしても、政策に関係するようなマクロ的な選択式設問では、回答に大きな差はないと考えられる。これは、アジアはその関係を一体化・深化させていること、我が国製造業にとってでき

るだけ共通のものづくりを指向する考えが根底にあることも関係していると思われる。

#### ・技術移転に関する考え方

技術移転は、「現地への工場進出」および「現地企業との合弁」が多く、ライセンスやエンジニアリングは少ない。「環境技術」の移転も数多く、生産技術などの他の技術に比べて見劣りしないレベルにある。省エネ技術と環境汚染技術が多いが、リサイクル・省資源・LCAも複数の技術移転がなされている。問題点として教育した人材の流出やノウハウ流出が挙げられている。充足度は、「満足」あるいは「どちらでもない」が多く、問題はあるが簡単に解決できる問題ではないというややあきらめの様子が窺われる。

#### ・研究協力に関する考え方

研究協力は、主として、「自社のグローバル展開」を目的として政府機関・大学との共同研究を行っている姿が浮かび上がる。「相手国の研究レベルの高さ」という回答も22.5%あった。研究協力の問題点については、技術協力とほぼ同様の傾向がみられる。環境技術の研究協力は、技術分野などに技術協力と同じ傾向が見られるが、標準化が大幅に少ないという特徴がある。IMSなど欧米との共同研究との違いがここに見受けられる。なお、企業調査に比べてインターネットモニタ調査では環境技術移転のサンプルが激減しており、大企業による技術移転が主流である可能性がある。

#### ・政府に対する要望

我が国政府の現状の取り組みに対する満足度や今後期待するかという質問に「どちらでもない」という答えが多い。しかし自由記述では、知的財産権の問題、技術協力における優遇政策、現地企業との公平なビジネス環境など、我が国政府が取り組むべき課題が数多くみられる。期待と現状の対応にミスマッチがあることが考えられ、更なる調査が必要である。また、現地人材の教育などJETROをはじめ我が国政府の真摯な取り組みが十分に伝わっていない可能性がみられる。今回の調査では、現地企業ではなく本社の考えを問うたため、このような結果になったとも推察されるが、これは改善していく必要があると思われる。輸送機器業界や電機・電子業界や精密機械業界などの消費財生産型業種とプラント業界、建設業界、商社などエンジニアリング型業界では、政府に関する要望が異なる可能性がある。前者では知的財産保護などの公平なビジネス環境への政府のバックアップであり、後者では制度を含んだ産官学協調によるシステム的なアプローチが考えられる。

#### ・日本企業から見た各国毎の特徴

世界は急速にグローバル化しており、東アジアも統合的生産ネットワークとして深化している。本調査の結果でも現地化だけでなく、技術移転や研究協力における

質問でも国による違いは明確ではなかった。東アジア経済・環境共同体構想における取り組みにおいて、アジアを一体として考えた取り組みが可能であると思われる。

### 3.3 ERIAアジア加盟国製造業との域内協力体制

東アジアの貿易は、2006年には、輸出額で3兆4,912億ドルに達し、世界貿易の約30%を占めるまでになっている。これは、近年のアジア諸国の急速な工業化の進展によるものである。それは、これらの国が、高度な設備機械類や部品を外部、特に日本から導入することで、高度な技術の蓄積を待たずに製品の高度化を図り輸出を振興することで成し遂げられた。日本が今後も設備機械類、高機能素材類、あるいは高精度部品類を供給し続けることで、アジアにおけるこのような生産分業体制を持続していくためには、進出先国・地域における立地優位性の追及、分業の便益の戦略的利用、本国側の比較優位創出、産業集積における関係構築などが重要となる。

一方、今後このような工業化の前提となる資源が不足してくるという問題がある。これを解決するには、従来のように地下資源にばかり頼るのではなく、地上資源に目を向け、リユース・リサイクルの促進を図る必要がある。ただし、上記のような域内分業体制の中で、資源循環を実現していくためには、必然的に国際循環を実現する必要がある。このためには、まず各国のリサイクル体制の整備が必要であると共に、製品ごとに国際循環のモデルを構築し、適切な循環サプライチェーンの計画と管理を行っていく必要がある。

### 3.4 ERIAアジア加盟国製造業との製造技術関連協力テーマ

本節では、NEDO 3R 技術データベース、経産省技術戦略マップ「設計・製造・加工」分野から技術移転、研究協力が望ましい技術テーマの抽出を行った。その結果、技術移転が望ましいテーマに関しては、3R 技術データベースでは、リサイクル困難物を対象とした技術が挙げられた。技術戦略マップでは、比較的テーマ設定が明確な、ある程度移転可能な技術が存在する技術テーマが並んだ。

展開型研究協力が望ましいテーマに関しては、3R 技術データベースでは、再資源化のためのプラント、システムに関する技術テーマが抽出された。技術戦略マップでは、比較的共通性が高く、なおかつ、開発された技術を利用するためにローカライズが必要な技術テーマが並んだ。

さらに、アジア視点での研究協力が望ましいテーマとしては、今後大きな課題になることが予想される重要課題、すなわち、図面情報・マークの共通化、サプライチェーン、トレーサビリティ、詰め替えビジネス、および、社会の安全・安心に関する技術テーマが並んだ。

本章で技術移転が望ましい技術テーマとしてリストアップした課題は、これまでも各所で技術移転の対象として何度の取り上げられてきた課題であると予想される。すなわち、アジア諸国への単純な技術移転というのは、何らかの仕組み上の工夫がない限り上手く行かないのではないかと考えられる。

むしろここで注目したいのは、展開的研究協力としてリストアップされた技術テーマである。すなわち、ある程度技術シーズがあり、現地のニーズをくみ取り、それに対応する形でローカライズすることにより、システム、プラントの完成度を高め、それをブラックボックス化、ターンキーパッケージ化して技術供与する方法である。我が国の技術は一般に、コンセプト、新たな枠組の提案、普及面では強みを発揮できていないが、要素技術の高さとそれを組み合わせた作り込みの精巧さには強みがあると考えられ、上記の方法は、この強みを活用できると考えられる。これらの運用、メンテナンス、更新についても長期にわたって支援する必要がある。

### 3.5 ケース・スタディ

#### ・電機、電子産業におけるケース・スタディ

当該産業において中国・韓国を含む東アジア地域は、大きな可能性を秘めた巨大市場であると同時に、優れた労働力が確保できるグローバルな生産拠点である。また、近年では優れた技術系人材を輩出する開発拠点としての位置づけも強化されつつある。したがって同地域への技術移転は、①民間ベースでの商業的な技術移転、②現地生産拠点に対する我が国母体工場からの技術移転、③現地政府・企業との技術開発合意に基づく技術移転、の3種に整理した。

この中の①は通常の商品取引による製品／サービス販売をベースとするものであるが、日本企業と現地企業が資金と技術面で連携して温暖化効果ガスの削減プロジェクトを実施する国連 CDM プロジェクトの事例も多く見られるようになっている。本稿では株式会社 東芝によるベトナム国における CDM プロジェクトの事例を紹介している。これは我が国の優れた嫌気性発酵技術を現地の澱粉工場における廃水に適用することで、これまで大気放散されていたメタンを主成分とするバイオガスを効率よく回収してエネルギー源としても利用することで温暖化効果ガスの発生を大幅に削減しようとするプロジェクトである。

また②では現地における環境法規制の強化に対応するために、我が国から技術／ノウハウを提供する事例が出てきている。本稿では株式会社 東芝による中国杭州市の同社工場への分析技術移転の事例を紹介している。これは有害物質の使用規制である欧州 RoHS 指令、中国電子情報製品汚染防止管理弁法に対応するため、電子部品に含まれる鉛、カドミウム等の有害物質の濃度を確実に把握する必要があり、関連する技術／ノウハウを我が国国内の工場／研究所から移転した事例である。

更に③では現地政府が我が国に新技術の適用の機会を提供しつつハード／ソフト両面での新技術を受け入れ、共同で価値を高めていこうとする活動がある。本稿では、株式会社 東芝による中国広州市での自然エネルギー利用を目指した燃料電池活用に関する事例、JETRO によるマレーシアに対する環境評価技術の移転事例を紹介している。

#### ・家電リサイクルに関するケース・スタディ

家電リサイクルについて協力が可能なテーマは、(1) 手分解技術、(2) 設備エンジニアリング、(3) 有価物生産技術の3項目に分けられる。この中で(1)については、日本と同様の作業方法ではできないが、(1-1) 短時間で分解する作業方法の改善、(1-2) 有害物の回収と適正処理に関する管理手法、(1-3) 作業者の健康を配慮した作業環境の改善と安全対策など、ソフト面での協力が可能になるものと考えられる。中国の方に日本で実習してもらい、帰国してそれを実践する試験を実施した。手分解については日本人と同等であることがわかったが、回収した家電品は日本と異なり破損や主要部品の除去が進んでおり、将来、法律が施行されたとしても、分解時間の延長や、有価物回収量が少ないという懸念があった。

今後、(2) 設備エンジニアリング、(3) 有価物生産技術についての技術移転が今後必要と思われる。設備面では、断熱材フロン回収や、金属・プラスチックの効率的分離装置、プラスチック類の材質ごとの選別技術が挙げられる。従来の手分解主体のリサイクルを超えて、より工業的なリサイクルプロセスが必要になってくれば、日本の機械方式を簡素化しつつ、手分解方式ともバランスさせる方式が望まれる。そのためのエンジニアリングについては中国には経験がなく、日本企業が協力する余地が高まっていくものと思われる。

#### ・建設事業に関するケース・スタディ

本節は、アジア圏の異なる地域で進められている建設分野の4つの共同研究テーマをもとに、その背景・目的、事業概要、技術移転・事業化等の現地化の進め方をもとに、現状の課題を分析し、今後の取り組み課題を明らかにすることを目的としている。

ケース・スタディの対象は、マイクログリッドシステム（中国）、壁面緑化技術（シンガポール）、自然浄化能力を活用した土壤汚染対策技術（タイ）、難分解性排水・堆積物のオゾン・微生物処理による合理的分解技術（ベトナム）のに関する共同研究開発であり、それぞれの国における共同研究開発の背景・特徴及び適用された手法が比較分析できるように関連資料を整理し、参画者へのヒアリング等を踏まえ課題を確認した。

以上のケース・スタディから、ものづくり技術とともに必要とされる環境技術に関する共同研究開発においては、①我が国の高性能な環境技術だけではなく、調査・分析、リスク評価、モニタリングなどのライフサイクル対応での環境技術をバランスよく強化し、ライフサイクルでの対応において競合諸国に対する優位性を確保し、それに基づく基準・制度を確立して同時に移転していく必要があること、②これらの研究・技術開発は、分野により取り組み状況に差異があるため、現状の技術開発プロジェクトの重点的推進、官民協力による現地調査にもとづく新規技術開発プロジェクトの設立、分野横断的な技術開発プロジェクトの検討などに分類して体系的に推進する必要があること、の2点を提言している。

#### 第4章 まとめ・今後の課題と展望

##### 4.1 ERIAアジア加盟国製造業との協力の具体的方法の検討

ERIA アジア加盟国製造業は、国によって程度の違いはあるもののこの10年ほどの間に急速にその規模を拡大し、世界のものづくりセンターとなりつつある。しかし、我が国や欧米諸国に比べると、国によって成熟度には大きな差があるものの、ものづくり技術の基盤は弱く、またものづくりに伴う環境問題についての対応はまだ不十分である。さらに最近では急速な製造業の発展を背景として世界的な資源、エネルギー需要の逼迫を引き起こす懸念も顕在化している。

我が国のみならず、域内製造業の持続可能的発展を確保していくため、第一歩として、ものづくり技術に関する情報交換の場を設け、技術移転や共同研究プロジェクトを進めていくような仕組みを作ることがまず必要である。継続的に日本型サステナブル・マニュファクチャリングをERIA域内に普及・展開していくためには、人的相互理解を深めていき、人材交流を活発にすることによって、現地の真のニーズを把握することが必要である。

ERIA域内諸国への国際化戦略と同地域との適切な国際分業の構築が企業の競争優位の構築と成長の持続、さらには産業空洞化の克服と日本の産業の競争力回復に必要不可欠である。従って、日本企業は国際分業のメリットを自社の戦略に取り入れていく必要がある。現在ERIA地域に形成されている国際分業体制は短期に変化するものではなく、中長期にわたって持続する構造であり、日本企業は、この地域の地場や外資の企業群との連携、補完、分業関係の構築を進め、それを利用して自らの競争優位性を高める必要がある。

環境問題やエネルギー問題は国の政策として取り組んでいる、より公共性が高いテーマである。ものづくりに伴う環境技術や省エネルギー技術等を域内に普及展開するため、積極的に日本企業を持つ技術をニーズのある企業に、ノウハウをブラックボックス化して普及する仕組みが重要である。その前提として、現地の「真の民

間ニーズ」を発掘する仕組みの構築が鍵となる。

技術移転テーマについては、現地の環境課題への要求の度合いに応じて対応と仕組みを考える必要がある。テーマ選択を次のように分類できる；(1) 現地の課題の早急な解決要求が顕著なもの、(2) 現地政府の発展段階に応じた産業政策が必要なもの、(3) 現地の法令が公布され執行段階に入ったもの、(4) 域内諸国の足並みを揃えた共同研究開発が必要なもの。技術移転の方法としては、(1) 現地民間企業との民・民共同事業、(2) 現地研究機関との共同開発事業、(3) 現地政府・研究機関と包括的環境プロジェクトの平行な共同事業、(4) 環境モデルタウン・エコ工業団地事業がある。

ものづくりに関する共通のテーマについて共同研究プロジェクトを提案しそれを実行できる環境を整える必要がある。このようなプロジェクトは、民間のみでは難しく、多国間の協調対応が不可欠である。

知財権の取扱いについては、原則を定め、かつフレキシビリティを持って取り扱えるよう関係者で合意するための枠組みを作っていく必要がある。

#### 4.2 実現に向けて

本調査研究により、グローバル経済下での東アジア各国との製造業、特にサステナブル・マニュファクチャリングについて、協力・国際分業の在り方、今後の進め方について、基本的な知見をまとめることができた。東アジアにおける持続可能な製造業の実現へむけて、東アジア地域における持続可能な国際分業・生産ネットワークの構築が強く望まれている。わが国製造業の将来にとっても、東アジア地域での持続可能な国際分業の体制は極めて重要な課題であり、またわが国の製造技術・環境技術が貢献できる分野でもある。本調査研究の成果を基に、東アジアにおける各国製造業の体制や技術、サステナブル・マニュファクチャリング技術開発などについて、今後さらに調査し実現すべき事柄について、基本的な考え方をまとめてみる。

##### ・東アジアにおける持続可能生産・資源循環ネットワークのシナリオ構築

経済・技術発展の段階に依存する単純な国際分業では、持続可能な生産ネットワークを構築することはできない。各国の資源や地勢、人材などを効果的に活用できるような生産ネットワークのシナリオを追及することが重要である。使用済み製品を回収しリサイクルなどの逆生産で資源を循環させる資源循環ネットワークも同様に考えられる。

##### ・東アジアにおける持続可能生産・資源循環ネットワークの実現技術

自動車や情報機器、建築など、事例ごとに実績を蓄積し、国際分業により技術を開発・共有する仕組みを確立していく必要がある。

平成20年度グローバル経済下での各国製造業の協力の在り方に関する調査研究委員会

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 荒井 栄司 大阪大学 大学院 工学研究科 マテリアル生産科学専攻 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  
委員 川瀬 昌男 トヨタ自動車(株) 生技管理部 事務統括室 主査  
委員 高田 祥三 早稲田大学 創造理工学部 経営システム工学科 教授  
委員 中川 和明 (株)東芝 総合営業推進部 技術・事業開発担当 グループ長  
委員 中野 冠 慶応義塾大学 システムデザイン・マネジメント研究科 教授  
委員 馬場 研二 (株)日立製作所 新事業開発本部 資源循環推進室 室長  
委員 早見 均 慶応義塾大学 産業研究所 所長 商学部 教授  
委員 平尾 雅彦 東京大学 大学院 工学系研究科 化学システム工学専攻 教授  
委員 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 藤本 隆宏 東京大学 大学院 経済学研究科 教授  
委員 松下 直久 富士通(株)ものづくり推進本部 生産技術開発統括部 統括部長  
委員 松野 泰也 東京大学 大学院 工学系研究科 マテリアル工学専攻 准教授  
委員 山崎 雄介 清水建設(株) 技術研究所 副所長  
委員 林志行 東京農工大学 大学院 技術経営研究科 教授

(敬称略・50音順)

事務局 瀬戸屋 英雄 (財)製造科学技術センター IMSセンター 所長  
事務局 鈴木 一規 (財)製造科学技術センター IMSセンター 研究開発部 部長  
事務局 八木 淳一 (財)製造科学技術センター IMSセンター 研究開発部 部長代理  
事務局 高橋 慎治 (財)製造科学技術センター 生産環境室 主席研究員  
事務局 岡宗 秀一 (財)製造科学技術センター FAオープン推進室 部長代理  
事務局 間野 隆久 (財)製造科学技術センター 調査研究部 課長



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21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。

