



# LCA 日本フォーラムニュース

Life Cycle Assessment Society of Japan (JLCA)

## No.58

平成 24 年 2 月 13 日

### <目次>

#### 特集：平成 23 年度 第 8 回 LCA 日本フォーラム表彰 ②

##### 【奨励賞】

- ・「半導体分野における LCA の実践」 ..... 2  
株式会社東芝 セミコンダクター&ストレージ社 高橋 康夫

##### 【奨励賞】

- ・「旭化成グループにおける LCA 活動」 ..... 7  
旭化成株式会社 環境安全部 中橋 順一

##### 【奨励賞】

- ・「カーボンマネジメントプロジェクトを通じた LCA の浸透と CO<sub>2</sub> 排出量の削減」.. 10  
株式会社ブリヂストン 環境戦略企画部 濱田 隆次

##### 【奨励賞】

- ・「カーボンフットプリントへの取組み（対象製品：BOX あずきバー）」 ..... 14  
井村屋グループ株式会社 総務・人事グループ 戸澤 修美

##### 【奨励賞】

- ・「市場の普及実態を反映した自動車の LCA 手法」 ..... 17  
マツダ株式会社 商品戦略本部 新田 茂樹

##### 【奨励賞】

- ・「エコが見える給食（環境コミュニケーションにカンブリア大爆発を!）」 ..... 23  
三信化工株式会社 新規事業室 海老原 誠治

##### 【奨励賞】

- ・「『地球にやさしいダイカスト工場』実現に向けた  
アルミダイカストにおける MFCA 導入事例」..... 26  
群馬合金株式会社 経営企画室 神部 安希子



【奨励賞】

半導体分野におけるLCAの実践

株式会社東芝 セミコンダクター&ストレージ社  
高橋 康夫

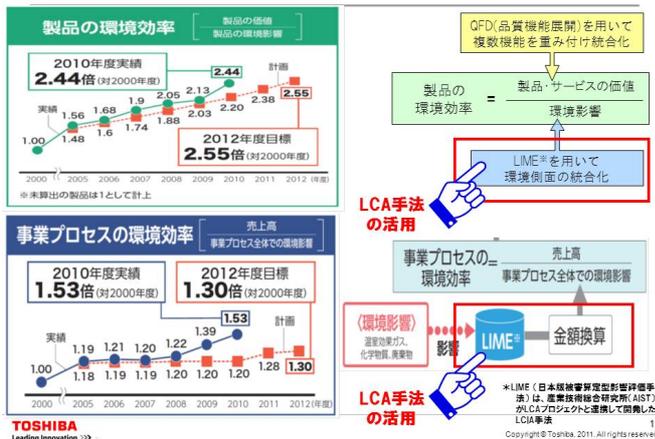
1. はじめに

株式会社東芝セミコンダクター&ストレージ社（以下、当社）は東芝社内カンパニーのひとつであり、半導体製品およびストレージ製品を主力商品としています。半導体分野における環境対策としては製造時の環境負荷を効率的に削減していくことが肝要ですが、製品使用時の省エネ貢献などライフサイクル思考が必要不可欠な分野といえます。以下では、当社が取り組んできた半導体LCAの手法確立と社内におけるLCAの常態化について概要を紹介します。

2. 東芝におけるLCAの取り組み

東芝グループは1993年にLCAを社内導入し、各種製品・サービスへの適用を通じてライフサイクル評価の知見を蓄積してきました。社内標準ツールであるLCA支援ツールは外販も行っており、社内外の多くのユーザーに利用して頂いています。このツールは産業連関表を用いた独自のデータベースを搭載している点に特徴があり、CO2排出量だけでなく資源消費など複数の環境側面を網羅しているためLIME（日本版被害算定型影響評価手法）などライフサイクル影響評価手法を用いた多角的な評価も可能となります。東芝グループでは本ツールを用いて各種製品・サービスのLCAを実施しており、各LCA結果はグループ全体の環境経営指標（環境効率）に活用しています。このようにLCAを環境経営のツールとして活用・普及させている点が評価され、2007年度LCA日本フォーラム表彰会長賞を受賞しています（参考文献1）。

東芝グループにおけるLCA活用



簡易LCA評価ツール”Easy-LCA”

- ・1997年10月市販開始
- ・独自の10表データベースを搭載
  - 10表分類(約400部門)から約3,500部門に細分化
- ・ハイブリッド法の採用
  - 積み上げ分析により国外の環境負荷を推定し、加算
  - 金額取引表と物量表の併用
- ・環境負荷の拡張
  - CO<sub>2</sub>他、30種の環境負荷が算出可能

カテゴリ	項目
燃料	原油(燃料)、石炭、天然ガス
資源	原油(原料)、鉄、銅、アルミ、鉛、亜鉛、マンガ、ニッケル、クロム、砂利、砕石、石灰石、木材
排出	CO <sub>2</sub> , SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , PM, HFC, HFC23, PFC, SF <sub>6</sub>
水質	BOD, COD, SS, Total-N, Total-P
エネルギー(発熱量)	



販売：東芝プラントシステム株式会社

TOSHIBA Leading Innovation >>>

Copyright © Toshiba, 2011. All rights reserved.

図1： 東芝グループにおけるLCA活用、簡易LCA評価ツール”Easy-LCA”

### 3. 半導体製品の LCA 手法

当社は 2006 年度から半導体製品の LCA に取り組み始めました。当初、半導体製品は多品種かつ一品一様であり、また使用している物質・材料が数百種類に及びことから、LCA の本格導入は困難と考えられていましたが、段階的に LCA 導入を進めていき、製品開発・製造プロセスのなかに LCA を常態化させる仕組みを構築することができました。

まず、各種半導体製品のプロセスフローに沿って収集すべきエネルギー・材料使用量および利用可能な原単位データの整理し、LCA 算定方法の確立を進めました（図2）。材料調達段階は、前述の産業連関表データベースを活用することにより、半導体製品に利用される特殊材料のように原単位データが入手困難であっても環境負荷の推定が可能です。BOM（Bill of Material）から材料名・使用量を特定し、産業連関表データベースの材料名と関連付けることにより環境負荷を算定します。この方式により各種半導体製品の LCA 結果を蓄積していくなかで、製品カテゴリ別に評価テンプレートを構築し、類似製品の LCA 評価プロセスを大幅に短縮することが可能となりました。これにより、全製品への LCA 適用が可能となっています。また、半導体製品用 LCA ツール（JLCAS）の原単位データも活用しながら、データ精度の確認を進めています。

#### LCAの枠組み構築

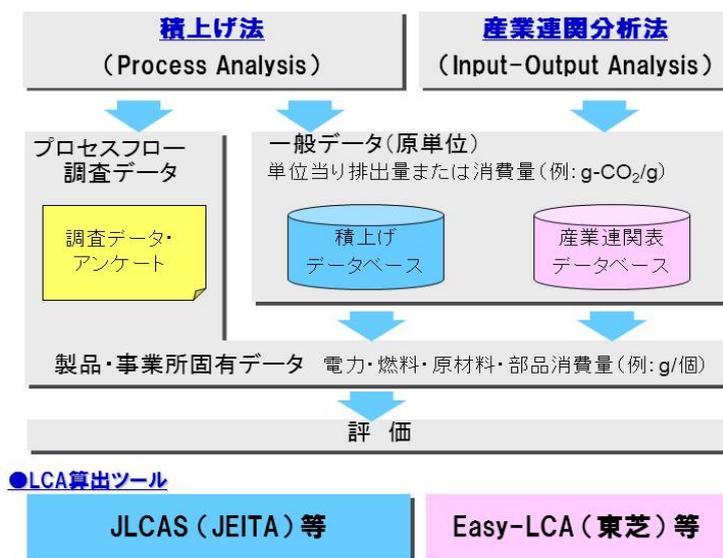


図2： LCAの枠組み構築

製造段階は、工場全体で使用したエネルギーおよび化学物質を金額配分により算定します。半導体製品は1つのラインに様々な製品が流れるケースや化学物質をまとめて購入するケース等があり、半導体製品1個に要するエネルギー・材料を把握することは困難です。そこで簡易的に、工場全体のエネルギー・化学物質使用量（半期分）を、製造原価と工場の総生産額の比率で配分して1個あたりの使用量を算定します。

流通段階以降は、製品納入先（セットメーカー）によって異なります。流通段階ではセットメーカーまでの流通経路および流通手段をモデル化し、使用段階では使用するアプリケーションを特定して使用条件を設定します。また、廃棄・リサイクル段階は、想定される回収率が文献値などにより特定できる場合を除き、LCA 支援ツールの標準的なモデルを流用します。

次に、LCA 結果を製品開発プロセスにおいて活用するためには、改善策を導く過程が重要になります。当社では、半導体製品の用途によって LCA 結果が異なることに着目し、材料調達・製造段階と使用段階の比率を可視化した分析チャートを利用しています(図3)。これまでのケーススタディから、流通、廃棄およびリサイクル段階における環境負荷は無視できるほど小さいと判断し、縦軸に材料・製造段階の環境負荷、横軸に使用段階の環境負荷をプロットしました。これにより製品群を類型化し、それぞれに重視すべき改善ポイントを抽出して、環境負荷を低減する製品開発にフィードバックしています(図4)。

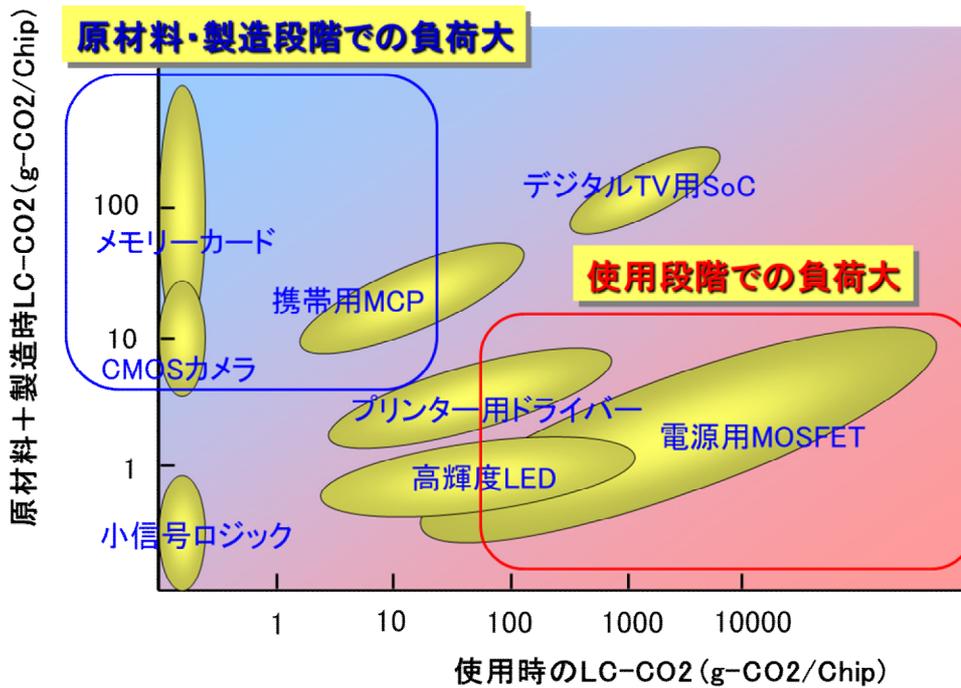


図3: 分析チャート

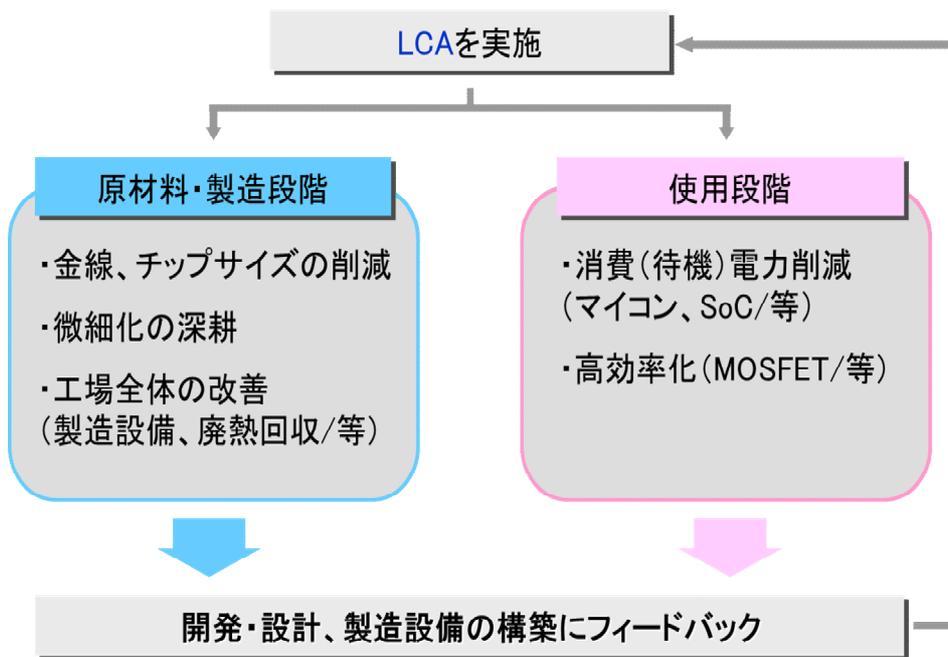


図4: 環境負荷の低減手法

#### 4. 事例

前章のとおり LCA に基づいて製品開発の方向性を定め、SD メモリカード、電源用半導体、モータードライバー、白色 LED など、業界トップクラスの環境性能を有する製品の創出に結び付けています。いずれの製品も、東芝グループの優れた環境性能を有する製品「エクセレントECP」に認定されています（参考文献2）。例えば SD メモリカードは材料調達・製造段階の環境負荷が支配的であることから、製造プロセス効率化・微細化によってライフサイクルの環境影響を約 40%低減しています。また白色 LED は使用段階の環境負荷比率が高く、発光効率の改善がライフサイクルの環境影響を約 40%低減することに寄与しました。

#### 原材料・製造段階が支配的である製品群

<p><b>microSD メモリカード</b></p> <p>4GB: SD-C04G2CYB(KQCKP) (2010/6発売)</p> <p>・業界トップクラスの微細化、多値化を実現 ・シリコン使用量の低減 ・ハロゲンフリー化を達成</p> 	<p><b>エンタープライズSSD</b></p> <p>MK4001GRZB, MK2001GRZB, MK1001GRZB (2011/4発売)</p> <p>・高速、低消費電力のNAND型フラッシュメモリ採用 ・電力消費効率(IOPS/動作時消費電力)でNo1 ・熱解析による軽量設計。本体質量160g以下を実現し、業界最軽量。</p> 
---	---

<p>●原材料 チップサイズ削減(プロセス更新) ...→56nm→43nm→32nm→24nm →19nm</p> <p>●製造段階 最先端工場による生産活動 製造設備を含む工場全体での環境負荷低減</p>	 <p>東芝西日市工場 第五製造棟</p>
--	--

図5： エクセレント ECP 認定製品

#### 使用段階が支配的である製品群

<p><b>白色LED</b> TL19W01-N (2010/6発売)</p> <p>・業界トップクラスの発光効率 120lm/Wを実現 ・シースルーパッケージ採用により、 1Wクラス品で業界最薄(0.65mm) ・ハロゲンフリー化を達成</p> 	<p><b>モーター ドライバー</b></p> <p>TC7600FNG (2010/6発売)</p> <p>・低消費電力No1(100mW) ・小型パッケージ採用、実装面積 77.5mm<sup>2</sup>でNo1 ・ハロゲンフリー化を達成</p> 	<p><b>電源用半導体</b> TPCA8055-H (2010/6発売)</p> <p>・業界トップクラスの低Ron・ Qsw(46mΩnC)を達成 ・パッケージに薄型の SOPAdvanceを採用。 ・ハロゲンフリー化を達成</p> 
<p>●使用段階 <b>発光効率</b> 当社従来品85lm/W→120lm/W</p> <p><b>シースルーパッケージ</b> 従来のPLCC4→シースルーパッケージに変更し、 光の取り出し効率を改善</p>  <p>照明用白色LED</p>  <p>1Wタイプ</p>		

図6： エクセレント ECP 認定製品

## 5. おわりに

本稿では、当社の半導体LCAの取り組みについて概要を紹介しました。LCAを活用することにより環境負荷の見える化が進み、環境に配慮した製品開発・製造の推進を具現化できるようになりました。

また当社では、算定方法の確立と並行して、社内外の普及啓発活動を精力的に進めてきました。LCA算出マニュアル開発や設計者向けLCA教育を通じて、社内設計者のスキルアップを図るとともに、ライフサイクル思考に基づく半導体製品の開発を社内に意識付けてきました。また社外に対しては環境レポートや展示会など、あらゆる場を活用して積極的な情報開示を進めています。一般向け各種展示会ではSDメモ리카ードのCO2排出削減などLCAに基づく説得力のある訴求を行い、セットメーカー向け社外セミナーや研修会では半導体製品の環境貢献に関する啓発・教育活動を継続しています。

このような活動を通じ、LCA導入当初に比べるとLCAの重要性が認識されるようになってきたと考えています。ただしLCA手法には、算出の簡素化やデータベースの信頼性・透明性の確立など、まだまだ課題は少なくありません。今後も部品メーカーの立場からLCA手法の活用・高度化を進めていき、電子デバイスのエコデザイン普及促進の一助を担えれば幸いです。

## 謝辞

今回の受賞にあたり、東芝グループ内有識者やJEITA環境委員会LCA担当者からご助言、ご協力を頂きました。ここに記して感謝申し上げます。

---

## 参考文献

- 1) 東芝グループの環境経営を支えるLCAの実践, 入手先  
<<http://lca-forum.org/topics/pdf/news/45.pdf>>
- 2) 東芝グループ環境レポート2011, 入手先  
[http://www.toshiba.co.jp/env/jp/report/index\\_j.htm](http://www.toshiba.co.jp/env/jp/report/index_j.htm)



## 【奨励賞】

# 旭化成グループにおける ライフサイクルアセスメント（LCA）活動

旭化成株式会社 環境安全部  
中橋 順一

## 1. 目的

旭化成グループは、2011年5月に公表した新中期経営計画”For Tomorrow 2015”において、「世界の人のびとの“いのち”と“くらし”に貢献する」という経営理念の下、「健康で快適な生活」と「環境との共生」を、グループが目指すべきビジョンとし、これに向かって事業展開を方向付けることを表明しました。

「環境との共生」については、最近の国内外動向を踏まえて、当面、地球温暖化対策に焦点を絞って対応することとし、これの実現に向けて、着実に前進していることを確認するための新たな“定量的指標”として、“LCA 関連指標”などを導入しました。

さらに、グループの地球温暖化対策活動の推進を図るため、この指標を使って、2020年へ向けた目標設定をし、公表しました。

## 2. 活動内容

### 1) 体制

2009年10月に、旭化成グループの“CSR 推進委員会”の下に、新規に“地球温暖化対策推進委員会”を設置し、その下に、LCA 専門委員会を設置しました。

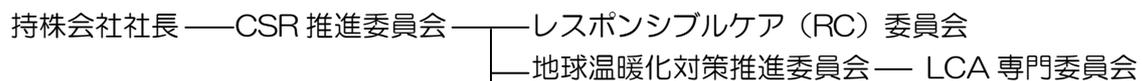


図1： 地球温暖化対策推進委員会およびLCA専門委員会

LCA 専門委員会は、持株環境安全部の委員長および各事業会社の専門委員とから構成されており、グループの製品および研究開発中の製品のLCA 算定を行います。

### 2) LCA 算定ガイドライン策定

2009年3月に、旭化成グループを対象とする“LCA 算定ガイドライン”を策定し、社内WEBに掲載して、社員であれば誰でも使えるようにし、また、これを使った社内教育を進めています。

### 3) 事例評価

LCA 専門委員会の活動として、各事業会社および新事業本部の製品や研究開発中の製品について、LCA を実施しました。グループの製品や技術が使用される段階でのCO2 削減貢献量が大きい代表的な製品や技術を、CSR 報告書（CSR2009、CSR2010、CSR2011）にて、公表しました。

#### 4) 指標・目標設定

地球温暖化対策推進委員会にて、旭化成グループの地球温暖化対策の活動方針を決定しました。弊社が排出する温室効果ガス(GHG)を削減するとともに、使用段階で温室効果ガス削減に貢献する製品や技術を普及させたり、新規に事業化しようというものです。

そして、この方針に沿って、活動が進捗していることを確認するための定量的指標の設定、これを使った2020年度に向けた目標の設定を、同委員会にて行いました。

〈旭化成グループの地球温暖化対策の活動方針〉

- (1) 旭化成グループが排出する温室効果ガスを削減します。
- (2) 使用される段階で、温室効果ガス削減に貢献する製品や技術の普及に努め、また、このような製品や技術の新たな事業化を目指します。

表1： 指標・目標

指 標	目 標
CO2 削減量	2020年度、2005年度基準で、5%削減
GHG 削減量	2020年度、2005年度基準で、10%削減
LCA・CO2 削減貢献量(※)	2020年度 8.0 (現状 3.2)

※(LCA・CO2 削減貢献量) = (LCA・CO2 削減量) / (旭化成のCO2 排出量)

LCA・CO2 削減量とは、製品や技術が使用段階でCO2削減に貢献することにより、ライフサイクル全体からのCO2排出量を、従来製品や技術との比較で、削減できる量を言います。

#### 5) 新規事業化時のチェックシステム

2011年6月に、グループの新規事業化提案時の審議会資料様式に、LCA・CO2削減貢献量を記載する欄を追加し、今後、新たな事業化提案する場合、LCAの視点で、事業を評価することとしました。

#### 6) 第3者評価

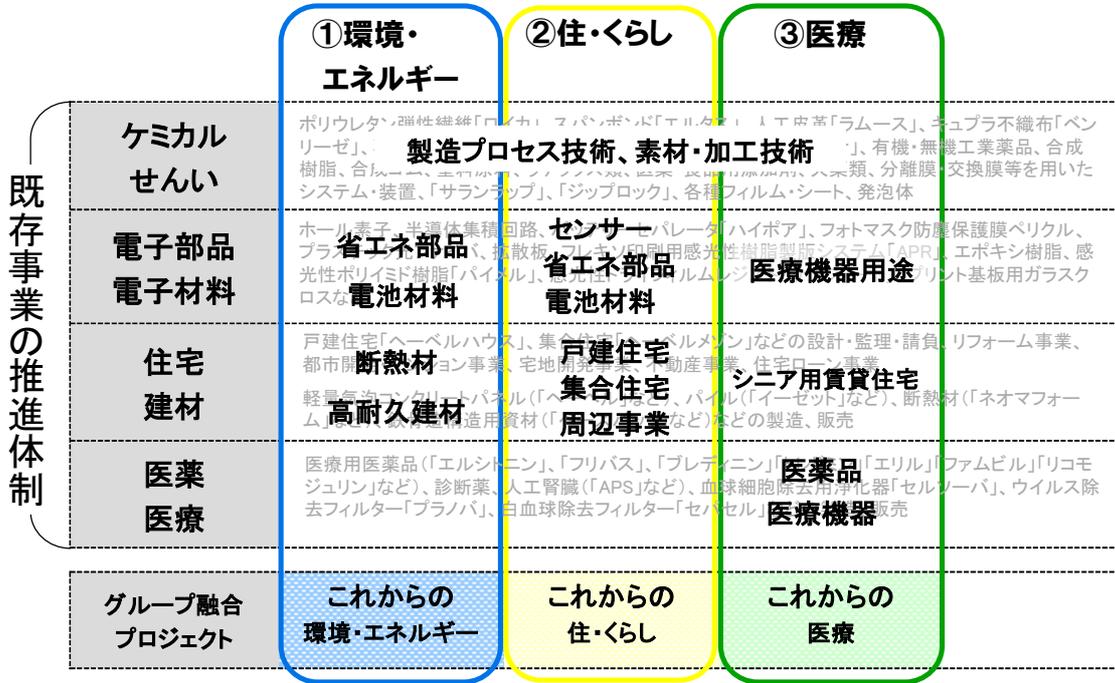
事例評価にて大きなCO2削減効果が認められた、旭化成グループを代表する製品や技術については、LCA・CO2削減貢献量の客観性・信頼性を高めるため、みずほ情報総研(株)様および(株)エティーサ様の協力を得て、第3者による評価・確認を実施しました。

#### 7) “これからの環境・エネルギー” プロジェクト

2011年5月に、旭化成グループ全社融合プロジェクトの一つとして、“これからの環境・エネルギー”プロジェクトが組織され、旭化成グループの各事業領域の事業会社が協力し合って、地球温暖化対策に関わる製品・技術・システムの開発・事業化を推進する体制を構築し、稼動を始めました。

## 新しい社会価値の創出

### 重点的に取り組む領域



### グループ横断で取り組み、これからの社会の要請に応える

図2： 旭化成グループ横断の“これからの環境・エネルギー”プロジェクト

#### 8) 社外ガイドライン作成参画

LCA・CO2削減貢献量算定の信頼性向上のため、日本化学工業協会、International Council of Chemical Associations (ICCA) のワーキングチームの一員として、LCA算定ガイドライン策定作業に積極的に参画しています。

### 3. LCA実践の成果

LCA・CO2削減貢献度という指標・目標を導入し、評価、モニタリングすることで、化学製品、エレクトロニクス、住宅、医薬品など多岐に渡る旭化成グループの事業活動を方向付けすることができ、旭化成グループの技術力を総合的かつ最大限に発揮させることができます。さらには、指標が目標に向かって着実に増大していく様子を見ることによって、社員の志気が向上することも期待されます。



## 【奨励賞】

# カーボンマネジメントプロジェクトを通じた LCAの浸透とCO<sub>2</sub>排出量の削減

株式会社ブリヂストン 環境戦略企画部  
濱田 隆次

## はじめに

ブリヂストングループでは、「環境」を経営の最重要課題の一つと位置づけ、「事業」と「環境」の両立を目指して、グループ全体で環境活動を推進しています。2011年5月にリファインした「環境宣言」では、「未来のすべての子どもたちが『安心』して暮らしていくために…」という変わらない思いをうたっており、「持続可能な」社会の実現に向けて主体的に取り組んでいくために、当社が特に重要と考える「3つの社会の実現(自然共生社会、循環型社会及び低炭素社会)」に向けた長期的な環境活動を明確にしました。

なかでも早急な対応が求められる低炭素社会の構築のために、高い目標を掲げて地球温暖化対策に取り組むことが重要であると考え、2010年4月に、基準年度を2005年として2020年までに海外も含めたグループ全体として達成を目指す2つの数値目標を掲げました。具体的な削減活動を進めるために、LCA手法を活用し、製品のライフサイクルを通じたカーボンマネジメントを推進しています。

## 環境宣言

### 未来のすべての子どもたちが 「安心」して暮らしていくために…

ブリヂストンは、お客様やビジネスパートナー、そして社会とひとつになって、「持続可能な」社会の実現を目指し、誠実に取り組みます。

そのために、次の3つの活動を行っていきます。



#### 自然と共生する

生態系の保全や研究、教育活動を通じて、生物多様性の保全に貢献します。



#### 資源を大切に使う

商品やモノづくり全体を通じて、資源生産性の向上や水資源の有効活用を継続しています。



#### CO<sub>2</sub>を減らす

製品のライフサイクル全体を通じて、低炭素社会の実現に貢献しつづけます。

ブリヂストンは事業活動の全ての領域で環境活動に取り組んでいきます。



One Team. One Planet.

地球のために、ひとつになる。

BRIDGESTONE

図1：ブリヂストングループ環境宣言

## 1. 2020年の削減目標

2010年4月に掲げた目標は、基準年度を2005年として2020年までに海外も含めたグループ全体で達成を目指す2つの数値目標で構成されています。目標達成に向けての活動領域は、モノづくりの過程(原材料調達、生産、流通、製品廃棄)と製品の使用時を対象とし、ライフサイクル全体にわたります。

- (1) 全製品を対象としてその原材料調達から生産、流通、製品廃棄にいたるモノづくりの過程で排出されるCO<sub>2</sub>を売上高当たり35%低減。
- (2) 車両の燃費に影響するタイヤの転がり抵抗を25%低減し、モノづくりで排出される以上のCO<sub>2</sub>削減に貢献。

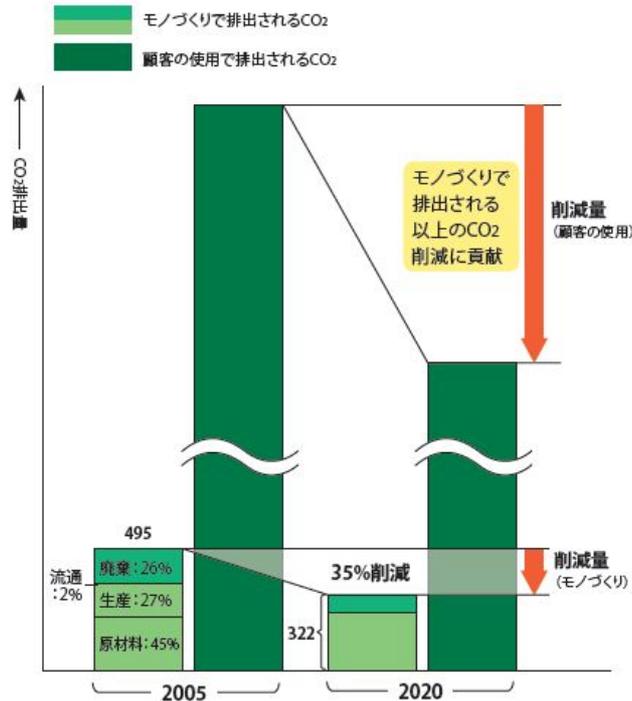


図2： 売上高あたりのCO<sub>2</sub>排出量(トン/億円)

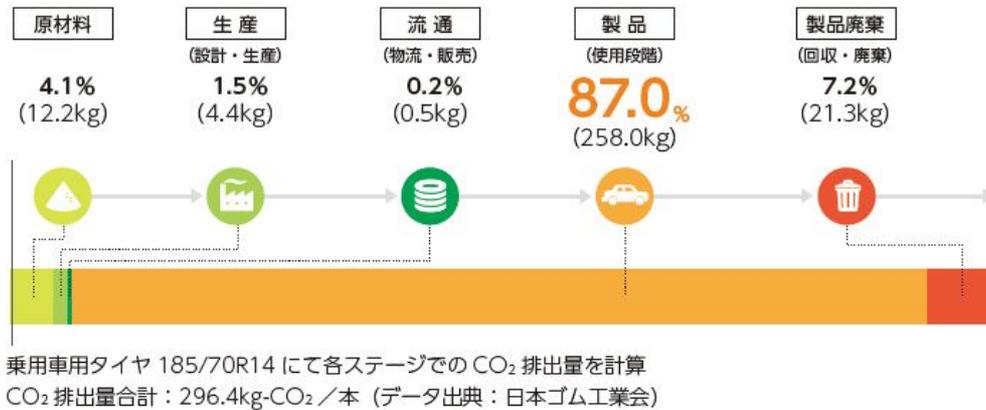


図3： タイヤのライフサイクルにおけるCO<sub>2</sub>排出量

こうした高い目標を設定した背景には、持続可能な発展のための世界経済人会議 (WBCSD: The World Business Council for Sustainable Development) による自動車産業の将来に関する報告があります。WBCSDによると、2020年の世界の自動車保有台数は、2000年度比で約1.5倍、2010年度比で約1.3倍になると予測されており、タイヤ需要の拡大も見込まれています。ブリヂストングループは、高品質の商品で拡大する需要に応えるだけでなく、世界最大級のタイヤメーカーとして深刻化する地球温暖化問題への責務も果たしてまいります。具体的には、「モノづくり」におけるCO<sub>2</sub>排出削減活動を進めな

から、低燃費タイヤの開発と普及などにより、「モノづくり」での排出量以上に製品使用時の CO<sub>2</sub> 排出量の削減に貢献することを目指し、製品のライフサイクルを通じた取り組みを強化しています。

目標を達成する為に、売上高の 90%以上を占めるタイヤ事業・化工品事業の全部門で LCA 手法を活用し、ライフサイクルの目標を設定しています。実施に当たっては、製品の重量、寿命など指標とすべき項目の抽出、各項目の技術的課題の洗い出しを行うと共に、社内研究開発部門とも連携し、長期的視点で環境負荷の低減に資する技術開発につなげています。

また、特にタイヤ事業においては先進国向けの商品のみならず、途上国向けの商品についても各地域で必要とされる環境性能とその他性能（安全性能）のバランスを市場調査し、地球全体の CO<sub>2</sub> 削減に対しタイヤとして貢献できる技術・施策を LCA の手法に基づき開発・立案しています。

## 2. カーボンマネジメント推進体制

ブリヂストンでは、2010年に経営戦略により密接した環境戦略の策定を推進する「環境戦略企画部」を創設しました。当部署の創設と同時に、LCA 専門の人材を配置した「カーボンマネジメント推進ユニット」を設置し、全社横断的なプロジェクトとして計画的な CO<sub>2</sub> 削減に向けた体制を構築しています。当ユニットを構成するメンバーは、関連する各機能/事業部のキーパーソンが業務を兼任することにより構成されています。それぞれの担当する事業・活動について「あるべき姿」を描き、CO<sub>2</sub> 削減目標を具体的な施策や実際の活動へ落とし込むことで、グループ全体での整合性を検証しながら、ライフサイクル全体かつグループ全体に渡る取り組みを進めることが可能となっています。

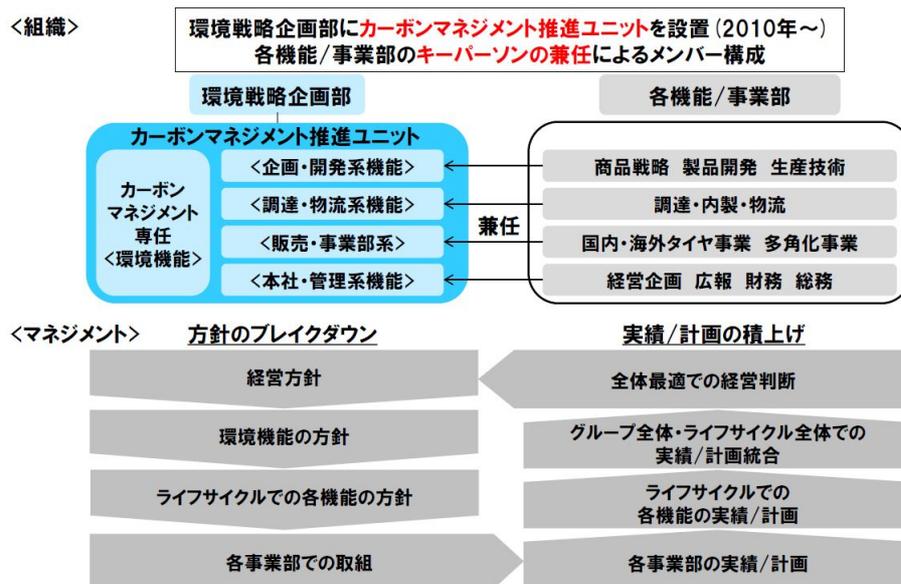


図4：カーボンマネジメント推進体制

## 3. CO<sub>2</sub> 削減実績と第三者レビュー

ブリヂストングループ全体として、製品のライフサイクルを通じたカーボンマネジメントを推進しており、実績は、世界各国の 170 以上の拠点からデータ収集した上で、LCA 手法を用いて算出しています。

2010年の実績として、工場における省エネ設備の導入や熱回収の強化などの活動を進めた結果、「2020年までにモノづくりの過程で排出される CO<sub>2</sub> を売上高当たり 2005年対比 35%低減する」という目標に対し、10.6%削減することができました。今後は、様々な

省エネルギー施策を海外拠点にも展開していくとともに、使用原材料の削減やリトレッドタイヤの普及なども積極的に推進し、グループ全体でさらなるCO<sub>2</sub>削減を進めます。

「2020年までに車両の燃費に影響するタイヤの転がり抵抗を2005年対比25%低減する」という目標に対しては、「ECOPIA EP100S」をはじめとした低燃費タイヤのラインナップ拡充などの取り組みを進めた結果、「転がり抵抗 3.4%低減\*」を実現しました。また、車両の燃費向上に寄与する「転がり抵抗の低減」と濡れた路面での安全性を確保する「ウェットグリップ性能」の両立を追求し、2011年11月には、一般社団法人日本自動車タイヤ協会(JATMA)が制定した業界自主基準に基づいた、最高グレード(低燃費グレード:AAA、ウェットグリップ性能:a)を達成する技術の開発に成功しました。「ECOPIA EP001S (エコピア イーピーゼロゼロワンエス)」として、2012年7月頃の発売を予定しています。今後は、高い技術力で低燃費タイヤの開発をさらに進めると同時に、これら新興国を含めグローバルで展開することにより、グループ全体で目標達成を目指します。

また、削減結果を算出方法とともにWebサイト等で公表することに加え、専門機関による排出量算出の第三者レビューを実施し、その結果も合わせて公表することで、引き続き情報の透明性を確保していきます。  
※ 各年に販売された乗用車、トラック・バス用タイヤの加重平均より算出しています。



図5：モノづくりの過程で排出されるCO<sub>2</sub>の削減目標と実績



図6：転がり抵抗係数の削減目標と実績



図7：ECOPIA EP001S

### おわりに

LCA を活用した全社横断的なカーボンマネジメント体制の整備と活動の推進は、LCA の考え方を社内に浸透させ、ライフサイクルを通じた環境負荷低減の意識を醸成する良い機会となっています。さらに、企画、開発、調達、生産等の社内関連部署の膨大なデータの管理体制を整備・構築していく事で、CO<sub>2</sub>等の環境負荷のみならず経営資源の「見える化」という事も期待できると考えています。これを経営戦略・商品開発戦略に反映し、企業競争力・商品競争力を高めて持続可能な社会の実現に貢献していきたいと考えています。



## 【奨励賞】

### カーボンフットプリントへの取組み (対象製品：BOXあずきバー)

井村屋グループ株式会社 総務・人事グループ  
戸澤 修美

私たちの暮らしを支えている製品（商品）は、作られてから捨てられるまでのライフサイクル全体を通して、地球温暖化の原因となる温室効果ガス（CO<sub>2</sub>、メタン、等）を排出しています。カーボンフットプリント（以下、CFP と略称）制度とは、「製品の原材料調達、生産、流通、使用・維持管理、そして廃棄・リサイクルに至るまでのライフサイクル全体で排出される温室効果ガス排出量を CO<sub>2</sub> に換算して合算し、それを当該製品に表示する仕組み」です。

エコロジーはエコノミカルであるという経営方針から、BOX あずきバー（数多くのお客様に愛顧され、2億本／年以上の出荷量になっており、お客様への露出度が非常に高い商品である。）の原材料調達、生産、製品輸送、消費、廃棄に至る CO<sub>2</sub> 排出量の「見える化」に取り組みました。その算出した数値を検証するため、経済産業省が実施した「カーボンフットプリント試行事業」に応募し、認証を受けるに至りました。

CFP に取組む目的は、

- 1) 社員ひとりひとりに CO<sub>2</sub> 削減の意識を集中させ、全ての活動の中で CO<sub>2</sub> 削減活動が定着する考えを方向づける。
- 2) CO<sub>2</sub> 排出量を「見える化」することで、削減効率の高いポイントを把握する
- 3) 環境負荷低減活動に真摯に取り組み、お客様の「信頼」を得る

CFP に取組んだことで得られるメリットは、

CO<sub>2</sub> 排出量が製品毎に、かつサプライチェーンの段階（原材料調達、生産、流通、使用・維持、廃棄・リサイクル）で計算出来たことは、画期的なことである。

今までは一括的な CO<sub>2</sub> 削減目標しか立てられなかったが、CFP に取組んだことで、各部署毎に個別の精密な CO<sub>2</sub> 削減目標が立てられるようになる。経営への効果も高い。

CFP に取り組むことにより、製品のライフサイクルに於ける各段階（原材料調達、生産、流通、使用・維持管理、廃棄・リサイクル）の CO<sub>2</sub> 排出量を算定出来るメリットがあり、削減効果の高い段階を把握してポイントを絞った CO<sub>2</sub> 削減に努め、経営効果に繋がられます。

このような背景の下に、2009年11月にBOX あずきバーの CFP の研究を開始しました。何も無い所からのスタートであったので、CO<sub>2</sub> 排出量の計算 Excel シートの自主作成を行なって実務能力を高めると共に、CFP 制度説明会運営事務局（社団法人産業環境管理協会）への訪問、また菓子・食品関係の CFP 先行企業から情報を得て、CFP 認証に必要なロードマップを作成しました。

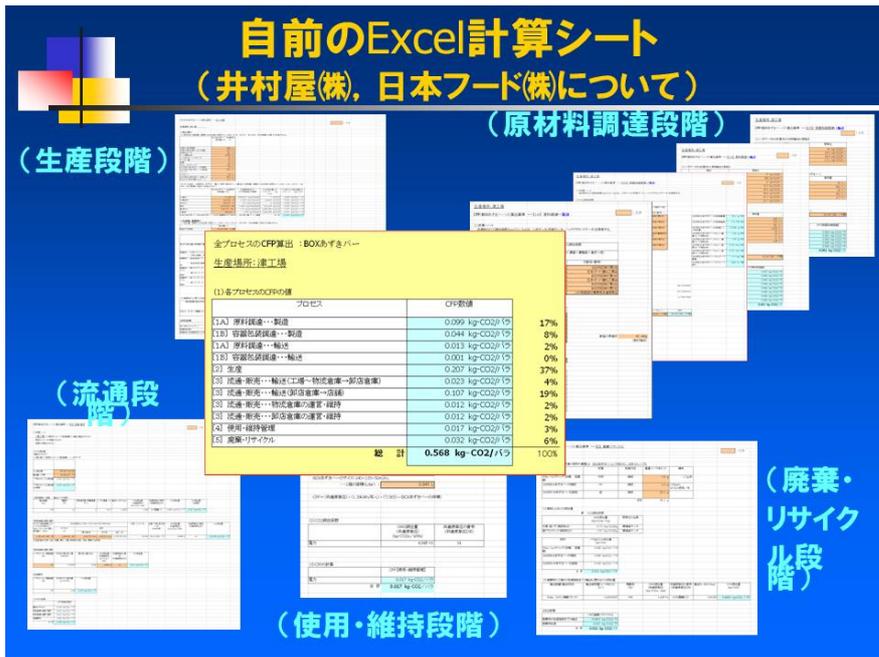


図1： 自前の Excel 計算シート

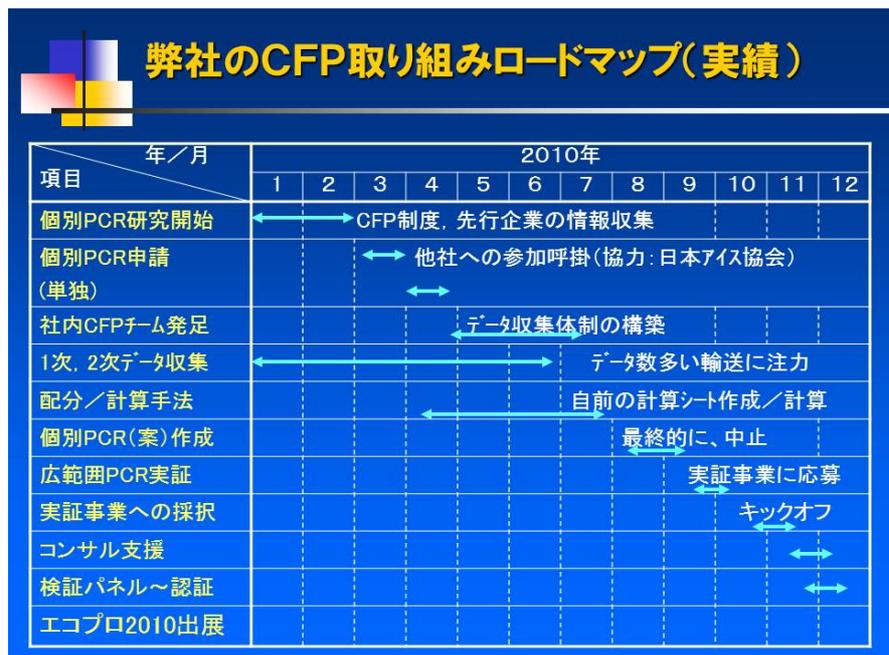


表1： 弊社のCFP 取り組みロードマップ (実績)

CFP マーク認証取得に繋がる活動を行なうには、まず PCR (商品種別算定基準) と呼ばれる CO<sub>2</sub> 排出量計算基準を作成する計画を CFP 事務局に申請する必要があり、しかも同業他社と一緒に PCR を作成することが国の原則でした。そこで、日本アイスクリーム協会の協力を得て、同業他社に計画への参加呼び掛けを行ないましたが、最終的に参加する他社はなく、単独申請を行ないました (3/31, 2010 付け)。

4月に入り本格的活動（主に、一次データと呼ばれる当社固有の2009年度1年間のデータの収集、及びCO<sub>2</sub>排出量計算方法の確立）を始める為に、CFP推進チームを立ち上げました（4/15, 2010付け）。

チームメンバーの協力で、一次データの収集は首尾よく出来ました。一方、国の2010年度CFP試行事業の開始は諸般の事情で遅れ、再開したのは7月に入ってからでした。またCFP制度試行事業事務局の変更、日本アイスクリーム協会との打ち合わせなどを経て、当社は広範囲PCR（エネルギー非使用型製品、PA-BR-01）でBOXあずきバーのCFPを求めることとなりました。

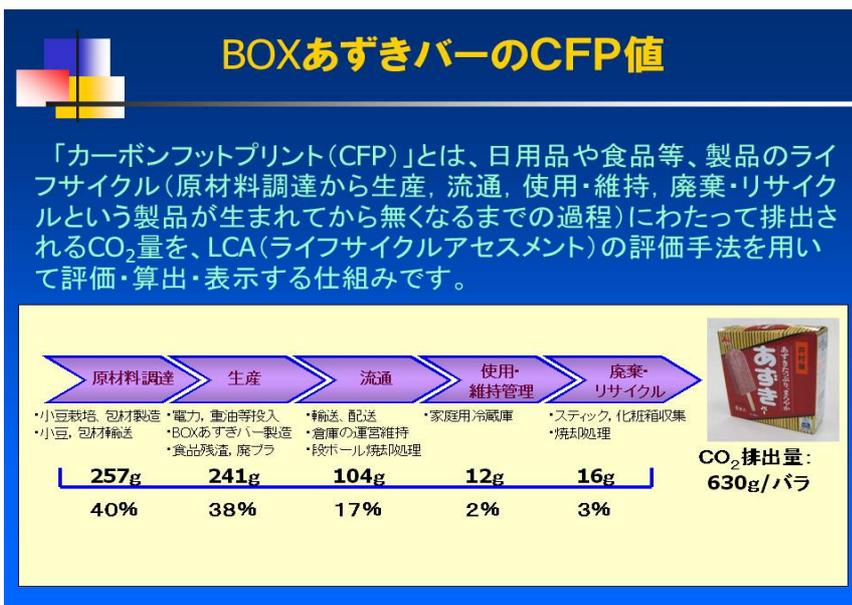
表2：参加したメンバー

### 参加したメンバー

2010年4月に、カーボンフットプリント(CFP)推進チーム(計、6名から構成)を発足させ、推進した。

- 井村屋グループ(株)
  - ・内部統制室(1名)・・・CFPデータの取り纏め、計算
- 井村屋(株)
  - ・生産管理部(1名)・・・生産のデータ収集
  - ・設備環境Gr(1名)・・・エネルギー、廃棄物のデータ収集
  - ・調達部(1名)・・・原材料の輸送データ収集
  - ・SCMロジスティックス部(1名)・・・物流データ収集
- 日本フード(株)
  - ・工場長(1名)・・・生産、エネルギー、廃棄物のデータ収集  
注)原材料、物流データは、井村屋(株)が把握

9月初めにCFP算定結果の検証申請を行い、10月に国のコンサルタント支援を受け、11月の第三者検証（PCR委員会による検証）を経て、正式認証を得ました。BOXあずきバー1箱(6本入り)あたりのCFP値は、最終的に630g-CO<sub>2</sub>になりました(即ち、630g-CO<sub>2</sub>/バラ)。開発部デザインチームの協力を得て、BOXあずきバー化粧箱へのCFPマークのパッケージ表示を行い、エコプロダクツ2010(東京ビッグサイト, 12/9~11)への出展参加(出展者：カーボンフットプリント制度試行事業事務局)も行ないました。2011年5月からは、BOXあずきバー流通商品のパッケージにCFPマークを印刷表示し、一般消費者に周知しました。



CFPを計算した結果、生産段階が全CO<sub>2</sub>排出量(630g-CO<sub>2</sub>/バラ)の中で38%と大きなウエイトを占めており、その中でも投入エネルギーの割合が大きいことが判明しました。現在、3.11東日本大震災後の“節電活動”とも相まって、生産用エネルギー(電力、天然ガス(ボイラー用燃料))削減の取り組みに注力し活動を行っています。

図2：BOXあずきバーのCFP値



## 【奨励賞】

# 市場の普及実態を反映した自動車の LCA 手法

マツダ株式会社 商品戦略本部  
新田 茂樹

## 1. はじめに

マツダは、2007年3月に技術開発の長期ビジョン「サステナブル“Zoom-Zoom”宣言」にて、マツダ車を購入していただいたすべてのお客さまに走る歓びと優れた環境安全性能を提供することを約束しました。この考え方に基づき、さまざまな領域で環境保護活動を行っています。その中で、自動車を製造する過程、お客さまの使用段階、使用後の廃棄まで、あらゆる側面から環境負荷を定量化し、自動車のライフサイクル全体で環境負荷低減を目指しています。

そのための手法として Life Cycle Assessment (LCA) に着目し、マツダ車を購入頂いたすべてのお客さまに「走る歓び」と「優れた環境安全性能」を提供するとの考え方に基づき、市場の普及実態を反映した自動車の LCA 手法を確立しました。つまり、自動車の特定の燃費向上デバイスを搭載したグレードだけでなく全グレードで LCA を実施し、環境負荷物排出量の販売台数加重平均値を算出するものです<sup>1) 2)</sup>。

本稿において、このマツダ独自の LCA 手法についてご説明するとともに、「サステナブル“Zoom-Zoom”宣言」を具現化するスカイアクティブテクノロジーを搭載した新型デミオおよび新型アクセラへの適用例について紹介します。

## 2. 市場の普及実態を反映した自動車の LCA 手法

材料製造段階、車両製造段階、走行段階、メンテナンス段階、廃棄段階の5つの段階で、それぞれ環境負荷を算出します。通常、1つの車種には複数のグレードが設定してあります。まず最も販売台数の多いグレード（計画値）について大気に排出される環境負荷物質についてインベントリ分析を実施し、各環境負荷物質の地球温暖化への構成率を求めます。

それぞれの温室効果ガスの地球温暖化への潜在的な影響度合を地球温暖化係数といい、CO<sub>2</sub>の温室効果を基準値1として、各ガスの効果が相対値で表されています。それぞれのガスは、大気中での滞留時間が異なり、どの時間範囲で温室効果を表すかによって係数が異なります。20年、100年、500年の地球温暖化係数が求められています。ここでは LCA で一般的に用いられている100年を基準としました。具体的には、ライデン大学が提唱した地球温暖化係数（CML2001<sup>3)</sup>）によって算定しました。地球温暖化効果のある主なガスの100年を基準とした地球温暖化係数は、メタン（CH<sub>4</sub>）23、一酸化二窒素（N<sub>2</sub>O）296、非メタン炭化水素（NMHC）16などです。

各種排出ガスの地球温暖化へ影響を CO<sub>2</sub> の換算質量として求め、式（1）に示すように総和を算出します。各種排出ガスの CO<sub>2</sub> 換算質量を、式（1）の総和で除した値を構成率として算出します。

$$CO2_{equivalent} = \sum_{j=1}^n GWP_{a,j} \times m_j \quad (1)$$

ここで、

- CO<sub>2equivalent</sub> : CO<sub>2</sub> 換算排出量 (kg)
- GWP<sub>a, j</sub> : 期間 a、排出ガス j の地球温暖化係数
- m<sub>j</sub> : 排出ガス j のライフサイクル排出質量 (kg)
- a: 温暖化を考慮する期間のサフィックス
- j : 排出ガスの種類のサフィックス

次に、地球温暖化への構成率が最も大きい排出ガスの1台当たりの排出量に、各グレードの市場普及の実態を反映します。具体的には、特別な燃費デバイスを搭載した特定グレードだけでなく、全グレードで当該ガスの排出量を算出し、グレード毎の販売台数比率を乗じ、全グレードで合計しました(式(2))。この販売台数加重平均値を、当該車種の1台当たりの排出量とします<sup>1) 2)</sup>。

$$LE_{average} = \sum_{i=1}^l LE_i \times \left( V_i / \sum_{i=1}^l V_i \right) \quad (2)$$

ここで、

- LE<sub>average</sub>: 1台当りライフサイクル環境負荷
- LE<sub>i</sub>: グレード i のライフサイクル環境負荷
- V<sub>i</sub> : グレード i の販売台数
- i: 全グレード数 l のうち、i番目のグレード

2009年にマツダ独自のLCA手法を確立して以来、新型車に適用してきました。水素を燃料としたロータリーエンジン車としては世界で初めて、RX-8 ハイドロジェン RE のLCAを実施・公表しました<sup>1)</sup>。さらに2010年新型プレマシー、2011年新型デミオおよび新型アクセラに適用し、公表しました。ここでは、新世代技術スカイアクティブテクノロジーを搭載した、新型デミオと新型アクセラの適用例について報告します。

### 3. 適用例

#### 3.1 調査の目的

調査の目的は、新型デミオおよび新型アクセラの従来型車に対する環境改善効果を確認、および環境改善をするために、どのような課題があるのかを把握することです。

#### 3.2 調査範囲

##### (1) 対象製品

適用対象とした新型デミオを Fig.1 に、新型アクセラを Fig.2 に示しています。



Fig.1 New Mazda Demio



Fig.2 New Mazda Axela

新型デミオは、エクステリアデザインおよびインテリアデザインのリファイン、新型エンジン SKYACTIV-G1.3 初搭載、マツダ独自のアイドリングストップ i-stop、「快適なドライブ」という価値を実現する運転スキルの習得をサポートする i-DM、軽量シートの採用、空気抵抗係数 Cd の低減、滑りやすい路面での走行時などで車両の横滑りを抑え安定性を確保する DSC や後席中央 3 点式シートベルトなどの安全性向上を行っています。燃費は、SKYACTIVE-G1.3 搭載車において同クラスハイブリッド車同等の 30km/L（10・15 モード）の低燃費を実現しています。また、新しい走行モード JC08 においても、トップレベルの 25km/L の低燃費を達成しています。

新型アクセラは、エクステリアデザインおよびインテリアデザインのリファイン、新型エンジン SKYACTIV-G2.0 に加え、新型 6 速自動変速機 SKYACTIV-DRIVE をマツダ車で初めて搭載し、爽快な走りを実現しています。また i-DM も新たに搭載し、従来モデル同様 i-stop を引き続き搭載しています。燃費は、空力性能の大幅向上、低転がり抵抗タイヤ採用などとも併せ SKYACTIVE-G2.0 搭載車において同クラストップレベルの 20.0km/L（10・15 モード）の低燃費を実現しています。また、JC08 モードにおいても、17.6km/L の低燃費を達成しています。

## (2) 機能単位

使用期間を 10 年間、生涯走行距離を 10 万 km、走行モードは新しい JC08 モードと設定しました。

## (3) システム境界

システム境界を Fig.3 に示します。自動車のライフサイクルを資源採掘から廃棄までとし、材料製造、車両製造、走行、メンテナンス、廃棄の 5 段階で設定しました。

## (4) 調査項目

自動車の重要環境側面を地球温暖化と大気汚染と捉えました。地球温暖化については、上述の通り影響評価を行って各環境負荷項目の地球温暖化への構成率を求め、構成率の大きい項目について評価します。大気汚染については、NO<sub>x</sub>（窒素酸化物）、NMHC（非メタン炭化水素）、PM（粒子状物質）、SO<sub>x</sub>（硫黄酸化物）としました。

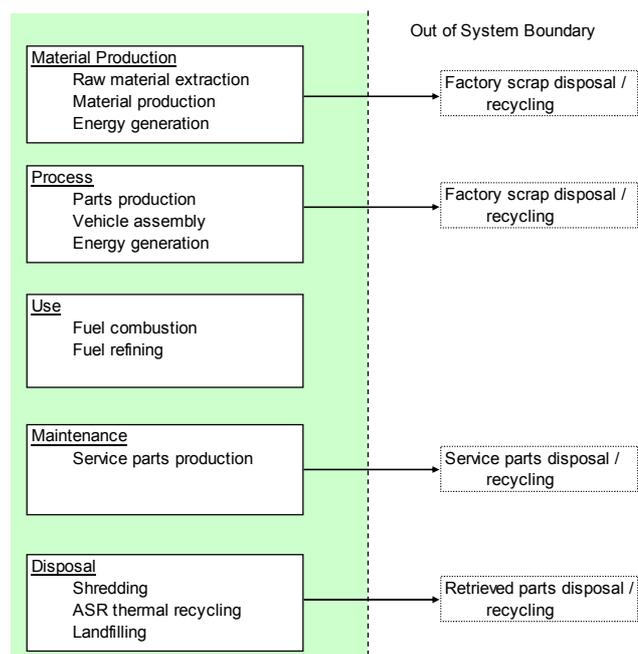


Fig.3 System Boundary<sup>1)</sup>

## 3.2 分析結果

### (1) 地球温暖化影響

前述の分析方法に従い、新型デミオの最の販売台数の多いグレード（計画値）について、ライフサイクルにおいて排出される各種ガスの地球温暖化への影響の構成率を定量的に把握しました。

Fig.4 は、新型デミオのライフサイクルでの地球温暖化影響において、各温室効果ガスの構成率を示しています。これを見ると、CO<sub>2</sub> が 96.897%、メタン (CH<sub>4</sub>) が 2.529%、一酸化二窒素 (N<sub>2</sub>O) 0.331%、非メタン炭化水素 (NMHC) が 0.242%などとなっており、CO<sub>2</sub> が主要因であることが確認できます。新型アクセラについても、ほぼ同様な結果であるため省略します。

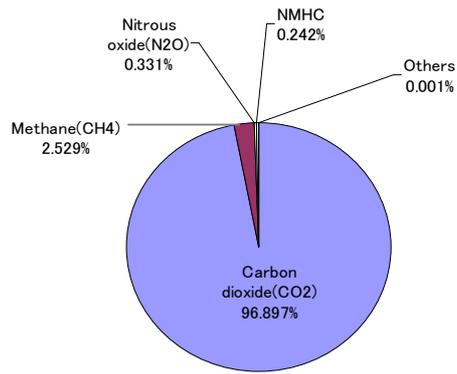


Fig.4 Comparison of global warning potential among greenhouse effect gases due to New Demio life cycle<sup>4)</sup>

(2) CO<sub>2</sub> 排出量

従来型車および新型デミオについて、地球温暖化の主要因である CO<sub>2</sub> 排出量を式 (2) で算出し、比較して示したのが Fig.5 です。従来型車の CO<sub>2</sub> 排出量 (質量) を 1.0 とした場合の相対値で示しています。

同様に従来型車および新型アクセラについて、式 (2) で算出した CO<sub>2</sub> 排出量を比較して示したのが Fig.6 です。

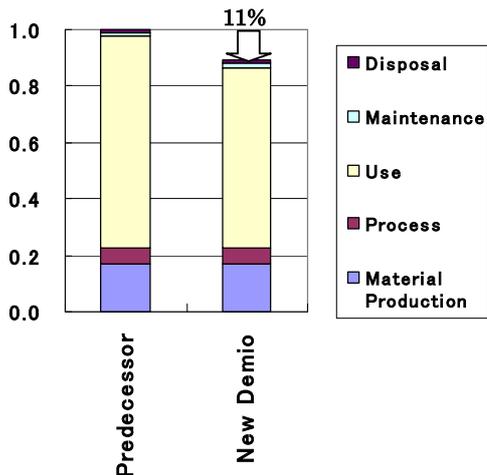


Fig.5 Comparison of CO<sub>2</sub> emissions between predecessor and new Demio<sup>4)</sup>

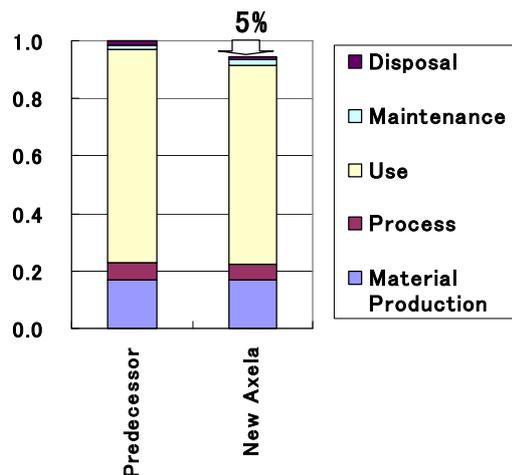


Fig.6 Comparison of CO<sub>2</sub> emissions between predecessor and new Axela

新型デミオおよび新型アクセラのCO<sub>2</sub> 排出量は、従来型車からそれぞれ 11%および5%の低減が確認されました。これは、主として燃費性能向上が寄与しており、新型エンジン SKYACTIV-G、SKYACTIV-DRIVE や i-stop の採用、空力性能の向上によるものです。安全性向上対策などにより車両質量は増加していますが、生産効率の向上および省エネルギー化により、車両製造時の CO<sub>2</sub> 排出量は、従来型車と同等に抑えられています。

今後の課題として、車両製造時の CO<sub>2</sub> 排出量低減のため、一層の生産効率向上および省エネルギー化を行う必要があります。

### (3) NOx、NMHC、PM、SOx 排出量

酸性雨や大気汚染の要因になるCO2以外の項目の排出量(質量)を式(2)で算出し、従来型車と新型デミオを比較して示したのがFig.7です。それぞれの項目で、従来型車のSOx排出量を1.0とした場合の相対値を示しています。同様に従来型車および新型アクセラについて、式(2)で算出したCO2以外の項目の排出量(質量)を比較して示したのがFig.8です。

Fig.7 および Fig.8 を見ると、新型デミオおよび新型アクセラは、全ての項目で従来型車よりも排出量が低減しています。新型デミオについて見ると、NOx、NMHC、PM および SOx 排出量は、従来型車のそれぞれ 6%、5%、1%および 7%低減していることが確認されました。また新型アクセラについて見ると、NOx、NMHC、PM および SOx 排出量は、従来型車のそれぞれ 3%、2%、3%および 2%低減しています。

これは、NOx、NMHC、SOx については、主に燃費性能向上により燃料製造時の排出が低減したものです。

また、安全性向上対策などにより車両質量は増加していますが、車両製造時の排出量は casting 工程、機械加工工程の省エネルギー化が寄与して、従来型車と同等に抑えられています。CO2 排出量と同様に、一層の生産効率向上および省エネルギー化による、NOx 等の排出量低減が今後の課題です。

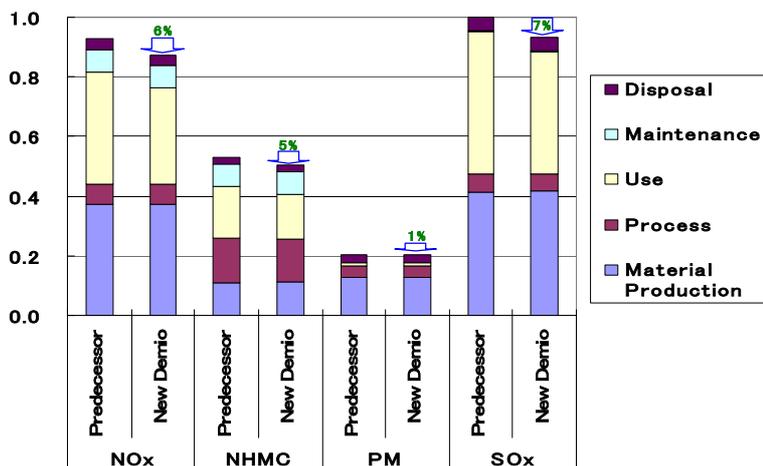


Fig.7 Comparison of NOx, NMHC, PM, and SOx emissions between predecessor and new Demio<sup>4)</sup>

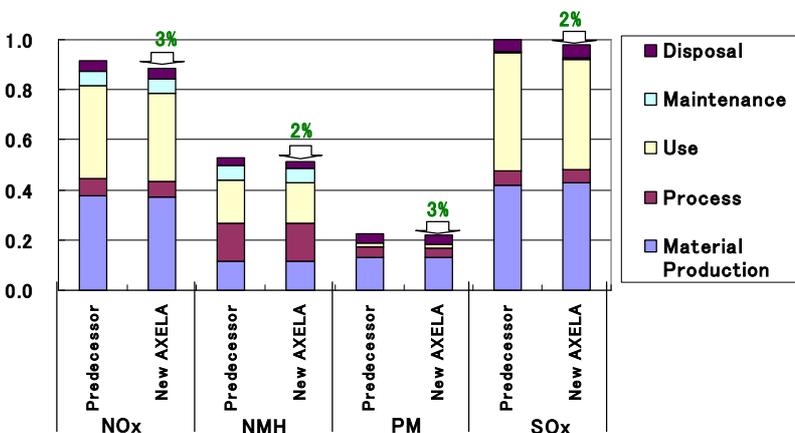


Fig.8 Comparison of NOx, NMHC, PM, and SOx emissions between predecessor and new Axela

## 4. 結論

マツダ車を購入頂いたすべてのお客さまに「走る歓び」と「優れた環境安全性能」を提供するとの「サステナブル “Zoom-Zoom” 宣言」に基づき、市場の普及実態を反映した自動車の LCA 手法を確立しました。これは、自動車の特定の燃費向上デバイスを搭載したグレードだけでなく全グレードで LCA を実施し、環境負荷物排出量の販売台数加重平均値を算出したものです。

その適用例として、新型デミオおよび新型アクセラの LCA の結果を示しました。先ず、様々な地球温暖化効果ガスの排出量およびそれらの 100 年基準の地球温暖化係数 (CML2001) より、全排出ガスの中の CO<sub>2</sub> 排出量の構成率を求めました。その結果、CO<sub>2</sub> が全体の約 97% を占め、地球温暖化の主要因であることを定量的に確認しました。

その上で、ライフサイクル中において新型デミオが従来型車に比較して、CO<sub>2</sub> 排出量は 11% 低減、NO<sub>x</sub> 排出量は 6% 低減、NMHC 排出量は 5% 低減、PM 排出量は 1% 低減、SO<sub>x</sub> 排出量は 3% 低減を確認しました。また新型アクセラが従来型車に比較して、CO<sub>2</sub> 排出量は 5% 低減、NO<sub>x</sub> 排出量は 3% 低減、NMHC 排出量は 2% 低減、PM 排出量は 3% 低減、SO<sub>x</sub> 排出量は 2% 低減が確認できました。

これらは、新型エンジン SKYACTIV-G、SKYACTIV-DRIVE や i-stop の採用、空力性能向上などによる燃費性能向上、生産効率の向上および省エネルギー化の効果です。今後の課題として、車両の軽量化、より一層の生産効率の向上および省エネルギー化による車両製造時の CO<sub>2</sub> 等の排出量低減を行う必要があります。

## 5. おわりに

今後ともマツダは、LCA の情報公開を行い、ご意見を頂くことで LCA 手法を改善し、一層の環境保全を追求していきます。また、マツダのビルディングブロック戦略に基づき、電気デバイスの段階的実用化に向けて、減速エネルギー回生、ハイブリッドシステムなどのモータ駆動技術を導入していきます。これらの新技術や新製造工程で、ライフサイクル全体での環境負荷を低減するための車造りが重要になると考え、さまざまな関係者と連携して取り組んでいく所存です。

---

### 参考文献

- 1) 新田茂樹, 森口義久 (2010) : マツダのライフサイクルアセスメント, マツダ技報, 28号, pp75-79
- 2) Nitta, S., Moriguchi, Y. (2011) : New Methodology of Life Cycle Assessment for Clean Energy Vehicle and New Car Model, Proceeding of SAE International 2011 World Congress
- 3) Guinée, J.B. (2002), Handbook on Life Cycle Assessment, Operational Guide to ISO Standards, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht
- 4) 新田茂樹, 森口義久 (2011) : マツダのライフサイクルアセスメント (第 2 報) - 新型デミオ -, マツダ技報, 29号, pp25-28



## 【奨励賞】

### エコが見える給食

(環境コミュニケーションにカンブリア大爆発を！)

未踏科学技術協会／グリーン購入ネットワーク／三信化工株式会社  
三信化工株式会社 新規事業室 海老原 誠治

「問題2 カーボンフットプリントで表せられる量は何の等量でしょうか？」

「答え 二酸化炭素」

突然の問題ですが、これをお読みの皆さまで、上記を間違える方はいないと思います。では、これ以前に下記の問いは如何でしょうか？

「問題1 カーボンフットプリントの『カーボン』、意味は何でしょうか？」

「答え 黒鉛？」

「答え 炭素？」

「答え 二酸化炭素？」

カーボンフットプリント（以下CFP）は、良く「炭素の足跡」等と訳されますが、実際には「CO<sub>2</sub>の見える化」と言うように「CO<sub>2</sub>」等量の履歴です。『カーボン』は、『炭素』でしょうか『CO<sub>2</sub>』でしょうか？ また『黒鉛』ではダメでしょうか？ 炭素酸化物であれば気体ですが、単体の炭素が気体で存在するのでしょうか。「黒鉛」はダメなのに「炭素」は良い理由は、何でしょうか？

学者・専門家は元より、企業の担当者であれば、説明される必要も無く何となく理解しており、今さら議論することはありません。企業内のプレゼンでも「そういう物だ」で済むでしょう。また、試験を作成する教職員であれば、喜んで設問に取り上げるかも知れません。しかし一般の消費者や子どもに対し、ただ盲目的に覚えて頂くのではなく、理解して貰いたいとき、どう説明すれば良いのでしょうか？この様な事例は、CFPの詳細情報における各段階のGHG表記が、理系出身者の一部にしか分からない指数の表示であることでも言えます。

コミュニケーションの目的は理解であるとすれば、難解さ曖昧さの回避が優先事項です。しかし身の回りでも、「カーボン」・「CO<sub>2</sub>」・「二酸化炭素」・「温暖化ガス」など同意または近似の語句・外国語が氾濫し、さらに応用された「～ニュートラル」・「～オフセット」等という言葉が世界を駆け巡ります。理解を促進するためコミュニケーションツールとして最も基本的な語句に関し、環境負荷低減のために使われるにもかかわらず、理解に対し高負荷であるのは皮肉でしかありません。

#### ◎ LCAにおける環境コミュニケーション

ISO 14063 (JIS Q 14063) 環境コミュニケーションに於いては、下記の記述があります。

「3 環境コミュニケーションの原則 3.2.2 適切性、3.2.3 信憑性、3.2.5 明瞭性」

「6.1環境コミュニケーション活動の計画 6.1.6 環境情報の特定 (中略) 定量的又は定性的な指標は、その性質上技術的なことがあり、利害関係者に対してその使い方、重要度、及び

内容を理解しやすく、役立つような方法で説明すると良い。」

一方LCAに関し、各ステイクスホルダーに対する環境コミュニケーションは、どうでしょうか？ 子ども向けで考えると、自然観察会などのワークショップは多く見られますが、LCAに関するWSの試み自体は少なく思われます。CSR報告書やカタログ内におけるドキュメントは、内容は充実していますが、一般向けのコミュニケーションとして考えると、易しい単語を使用し、難解な内容を訳しているに留まっている様に思えます。少なくとも、一般消費者や子どもの多くが興味を持って積極的に手にする類いの物では有りません。もしLCAが、塾や予備校で効果的に指導して初めて理解する性質のものならば、学歴に偏った一部の人たちや「優等生」だけの「ステータス」となり、「理解が無いのは、発信者でなく受け手の未熟さの問題で在る」という構図が築かれ、普及とは対局の存在となってしまいます。

ただし上記の例は、現状では仕方ないかも知れません。ISO14020番台やISO14063にしても当然具体的なコミュニケーション手法の事例を示す物では無く、議論するためのSauceも少なく、各事業者等の手探りで補完するしか無いからです。冒頭での用語の検討、取りかかる上での手探りで最初に触れた問題です。「カーボン」と「かば」の語韻に掛けた「かばボン」と言うキャラクターを考案・運用し、議論しているのも、ただやたらと「暗記」する事を回避する事を試行するためです。

### ◎ 何をどこまで伝えるか？

環境コミュニケーションにおいて、どこまで伝えるべきかに関しても議論の余地があると思います。CO2の環境コミュニケーションに限定すれば『CO2＝無条件悪』的なイメージに陥りかねない中で、下記の事は場合により伝える必要があるかも知れません。

- CO2は、動物からの息として排出され、生存に不可欠な要素であること
- CO2は、化石資源の消費のみでなく、火と言う形で多くのバイオマスからもエネルギーを取り出す事で生じ、過去から近未来までは生活の一部であること

またそもそも、なぜCO2削減の必要性があるのか？ またその際の影響までを盛り込む必要があるかも知れません。例えば単純にCO2の削減であれば、生産の合理化か、生産・消費の削減の、大きく分けて2つの手法が考えられます。達成は困難ですが前者であれば、さほど問題は無いかも知れません。しかし後者の場合、生活の物質的簡素化、雇用または労働時間の減少、もしくは貧富の差の拡大、などと様々なシナリオが想定出来ます。

CO2の排出・削減の影響等までをコミュニケーションの一環として考慮しないと、環境コミュニケーションのステイクスホルダーにおける、受け入れの動機に影響することが考えられます。

### ◎ 環境コミュニケーションにおける『Hazard』とは？コミュニケーションと普及の必須性

あるシナリオの結末から云えば、近未来では人口と需要の増大より、我々開発者は資源・環境・エネルギーを含め環境負荷に対し多くの制限がかかります。その時、企業では「より負荷低減型な製品」を販売し利益を上げなくてはなりません。その為には消費者に提案した「より負荷低減型な製品」を、理解>>判断>>選択してもらう事が必須となります。ここで、適切な理解や判断が無く、「なんとなく」やイメージだけで消費者購買が進むと、サステナビリティ性が破綻してしまいます。この様な事を避けるため、開発者としては「より負荷低減型な製品」を「より」魅力的な製品として提案することを目指しながら、同時に、カスタマーコミュニケーションを図る必要があるでしょう。『ISO 14020 (JIS Q 14020) 環境ラベル及び宣言一般原則』では前記序文の引用 (O.序文\_0.2) に合わせ下記の様にあります。

『3. 環境ラベル及び宣言の目的 (中略) 環境負荷の少ない製品及びサービスの需要と供給を促進し、それによって、市場 主導の継続的な環境改善の可能性を喚起することである。』、

『4.10.2 (中略) 環境ラベル及び宣言の有効性は、(中略) 購入者及び潜在的購入者の製品又はサービスの選択にどこまで影響力を及ぼすことができるかにかかっている。これは、また、環境側面について提供された情報に対する購入者及び潜在的購入者の受容と理解の程度にも依存していることである。』

特に日本に於いては、『少資源』でありながら巨大な『消費国家』です。(「都市鉱山」や「近海メタンハイドレート」等、商業的実用化していない技術は除く) 今後の対応に関する消費者との理解に関し、諸外国に比べ、その必要性は、より高いと言えます。逆に、環境コミュニケーションが上手く成立しないと、より効果的な環境対策製品の選択率が下がり、その分、原材料価格に反映します。同時に、環境対策技術の促進が抑制され、さらに原材料価格に反映されます。この時、企業は原価と市場価格との板挟みになり、消費者は出費とQOL低下との板挟みになります。この時、環境コミュニケーションにおける失敗は、人災に起因した『Hazard』となってしまいます。

### ◎ 環境コミュニケーションへの取り組み・アプローチにおける『多様性』

今回、未踏科学技術協会さま・グリーン購入ネットワークさま・弊社三信化工で、共同ワークショップの試行や検討を重ねてきました。その一方でまた、各者が独自の模索も同時にしております。まだ大きな動きとはなっておりませんが、多様な形の模索が進むことは、個人的には非常に好ましいと考えます。そして望むべくは、次の背景より、もっと不完全でも挑発的な動きが広がることです。

個人的な経験で言えば、兼任の業務で調査対象である中国を見ると、あらゆる製品の多様性に驚かされます。ただの模倣に留まらず、模倣と模倣の組み合わせや、模倣ではない奇抜な物までが溢れており、個々の製品において洗練さや緻密な調査・計画は無くとも、強大市場の中で多くの製品が淘汰され、市場に依ってフィルタリングされている様な…。まるでカンブリア大爆発(生命の実験場)を彷彿させます。進化や固有種内の多様性と照らしてみると、一見無謀な個々の動きの集合が、大きく合理的な動きとなり、その時々で未知である何かにシフトアップさせると言えないでしょうか? 似た様な事例は、我々に身近な別の事例としてIT・情報端末やSoftware業界でも見られます。これは、佐賀大学医学部の堀川先生からご指摘頂いた事になりますが、各Soft・OS・サービスでは、β版での配布は珍しくなく、製品版に於いてもVersionUpにおける不備の修正・操作性の向上は普通です。情報端末のWormWareの更新も同様です。ややフライング的なリリースでも、市場のレスポンスをリアルタイプに受け、修正を展開する事で製品やサービスの真の向上が初めて達成され、効果検証までもが同時に行えます。緻密にシステム化されたISO等の各標準の動きに対し、前記ではダイナミックでありながらも現実的に活動出来ていることが、対照的です。

各企業・組織の中で、必要性は分かっている、対処すべき多くの課題の中で、緊急性が低く見える物が埋もれてしまうことは少なくありません。また限りある人・金・知識のSauceの中で、出来る事にもまた限りがあります。正直、対応処置すべき事柄に対し、焦点が定まっていなくても知れません。だからこそ各企業・組織が単独で模索したり、共同でSauceを負担し合ったり、『多様性』を主体として柔軟生の高いスキームの中で、『コミュニケーションの実験場』で模索することが必要かも知れません。未踏科学技術協会さま・グリーン購入ネットワークさま・弊社三信化工の共同での試行も、この様な実験のさらに試行版と理解して頂ければ幸いです。



【奨励賞】

『地球にやさしいダイカスト工場』実現に向けた  
アルミダイカストにおけるMFC A導入事例

群馬合金株式会社 経営企画室  
神部 安希子

1. はじめに

群馬合金株式会社は、昭和22年創業のアルミダイカスト専門メーカーであり、製造したダイカスト製品（素形材）を、主に自動車部品の組立・加工メーカーに供給しています。

最近では、国や県の補助金を活用し、地球にやさしいダイカスト工場作りを目指した環境改善に関する研究開発や活動に、積極的に取り組んでいます。

その活動の一つであるマテリアルフローコスト会計（MFC A）の導入の動機と目的は、これまで全社展開してきた、エコアクション21の認証継続活動やTPM等の改善活動と有機的に連携させ、環境とコストの両面から評価できる新しいマネジメントシステムの構築を目指すことでした。MFC A導入実証事業への参加の際には、経営企画室が中心となり、製造・生産技術・生産管理・開発設計等の部門に、全面的に協力頂きました。

2. MFC A導入対象の製品・工程とその特性

製造工程の概要と、本事例におけるMFC A対象工程の範囲は、図1の通りです。

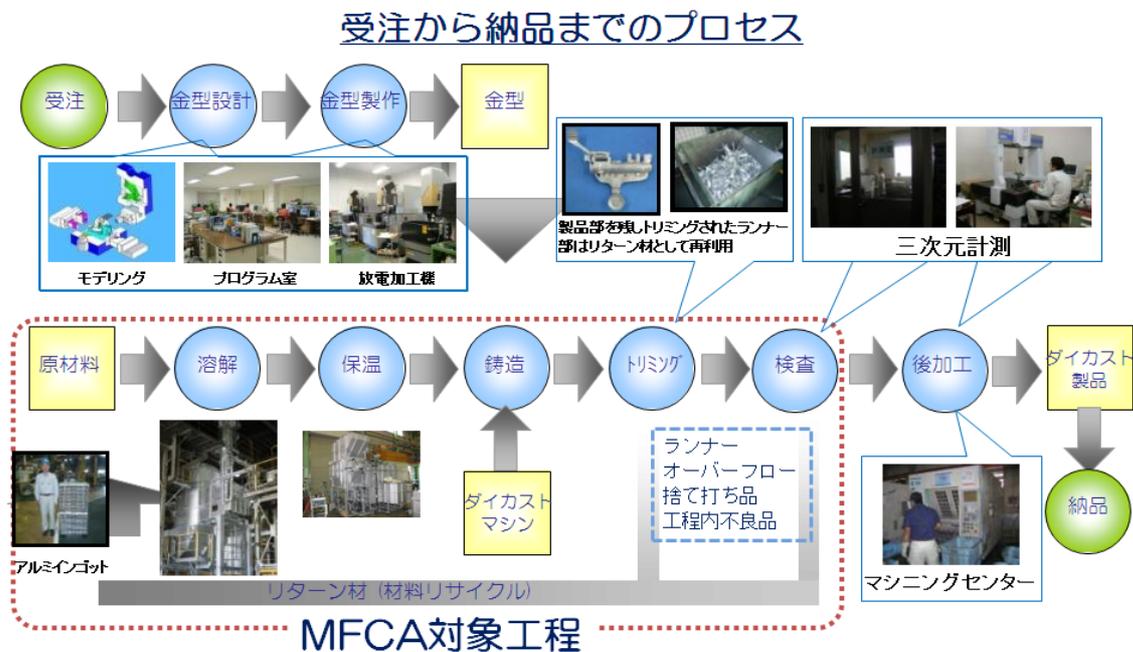


図1： 受注から納品までのプロセス

はじめに、鑄造に不可欠な金型の設計・製作を行います。そして、原材料であるアルミを溶解して金型に注入し、ダイカスト製品を成形します。不要な部分をトリミングした後、検査・切削加工の工程を経て、完成した製品をお客様に出荷しています。本事例では、アルミの溶解からダイカスト製品の成形に関する工程までを、MFCAの対象として取り組みました。

ダイカスト製品の成形（鑄造・トリミング・検査）工程においては、ランナー・オーバーフロー等の端材や、湯シワ・焼付き等の工程内不良などの製品にならない部分が、マテリアルロスとなります。しかしこれらは、リターン材として工程内でリサイクル（再溶解）されているため、本事例ではマテリアルロスとしては扱いませんでした。また、鑄造工程において、リサイクルできないアルミゴツ（酸化アルミ）や鑄造の際に消費される消耗部品、補助材料、油類などをマテリアルロスとして捉えました。これらを整理すると図2の通りとなります。

### MFCA導入対象のマテリアルフローとロス

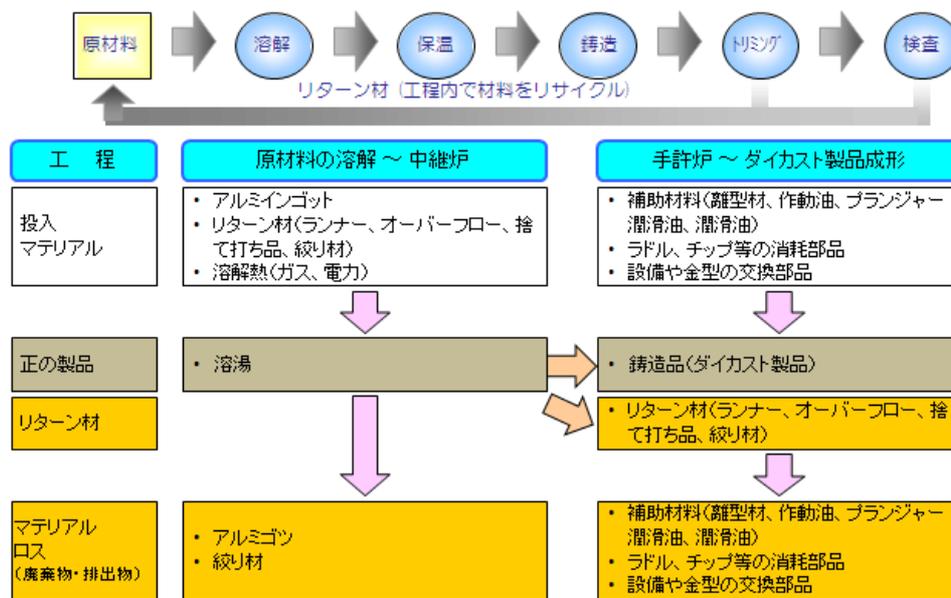


図2： MFCA導入対象のマテリアルフローとロス

### 3. MFCA計算結果

2010年10月度の1カ月間に成形した全品種に係るマテリアルバランスの測定結果を求め、これらをもとにMFCAのコスト計算を行いました。溶解に使用しているエネルギーはガスと電力であり、その投入量やロス量を算定するため、熱量の原単位であるJ（ジュール）に換算しました。

この中で、アルミ溶解に係るエネルギー使用量に関しては、それ以外のエネルギー使用量と按分して、熱損失の計算を行いました。なお、本事例におけるMFCA計算において、熱損失総量を次の考え方により定義しました。

$$\text{熱損失総量} = \text{投入熱量（アルミ溶解に係る電力・ガスのエネルギー使用量} \times \text{エネルギー原単位）} - \text{正の製品溶解熱量（正の製品生産重量} \times \text{原材料溶解熱原単位）}$$

物量等のデータについては、定期的に計測している記録データなど、工場での管理データをそのまま使用することにより、MFC Aを継続的かつ取り組みやすいようにしました。マテリアルバランスの測定結果をもとにMFC Aバランス集計表に整理し、その結果をまとめたグラフが図3です。

また、その中で負の製品部分となるマテリアルロスやアルミ溶解に係る熱損失のコスト、及び廃棄物処理に係るコストの内訳をまとめたグラフが図4です。

MFC Aバランス集計表の結果

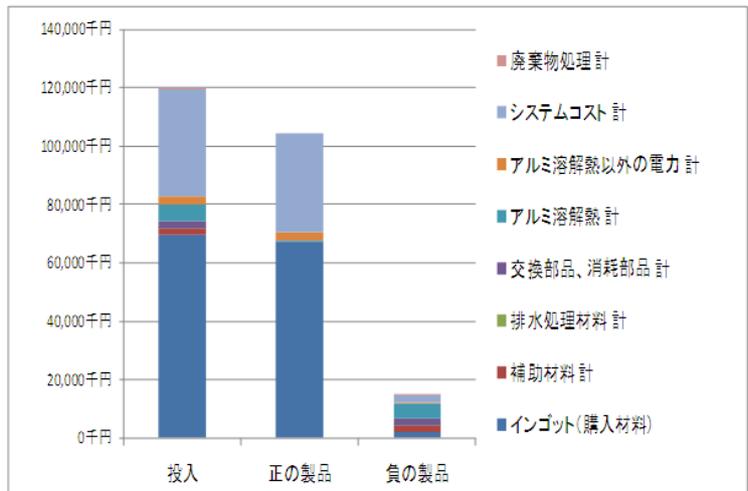


図3：MFC Aバランス修正表の結果

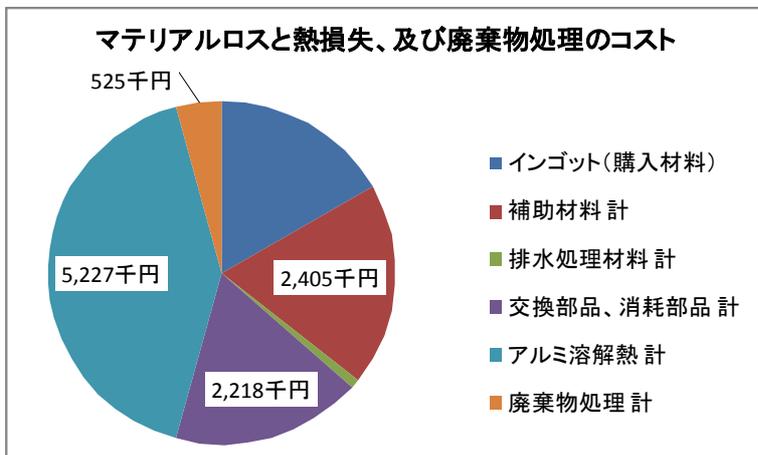


図4：マテリアルロスと熱損失、及び廃棄物処理のコスト

MFC Aの計算を行った結果、従来から取り組んできた原材料のロス削減（歩留まり改善）以外に、アルミ溶解の熱損失改善、補助材料の使用量削減等の課題が、改善の余地として大きいことが分かりました。特にアルミ溶解の熱損失は、 castingの特徴として、エネルギーを大量に消費しているという認識はあったものの、MFC Aの計算結果により、環境負荷面でもコスト面でも非常に大きな数値であることに改めて驚きました。

ヒートバランス図（熱勘定線図）をまとめたところ、図5の通りとなりました。

正の製品になったアルミの溶解熱は12%に過ぎません。熱損失88%の内訳は、集中溶解炉が38%、手許炉が24%、戻り材が13%、中継炉が8%、工程途中での溶解温度低下とアルミドロス分が5%となりました。また、集中溶解炉の熱損失38%の内訳は、炉壁の輻射熱が16%、排ガスによる排熱が22%となりました。

ヒートバランス図(熱勘定線図)

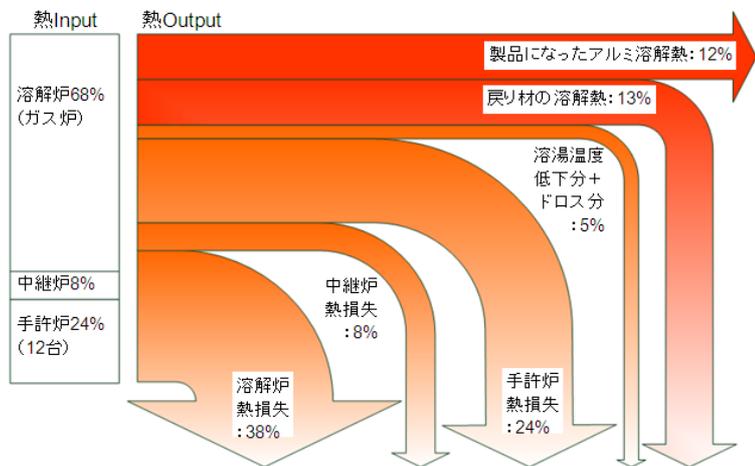


図5：ヒートバランス図(熱勘定線図)

#### 4. MFCA導入結果からの改善の着眼点

本事例において、これまで求めてきた計算・分析の結果を踏まえて、「エネルギーロス」、「補助材料ロス」、「原材料ロス」を削減するための課題を抽出し、具体的な対策や改善方針の検討を進めました。

##### 4. 1 エネルギーロス

###### 4. 1. 1 集中溶解炉の入替え

2011年5月に集中溶解炉（全14台のダイカストマシンのうち、12台のダイカストマシンのアルミ溶湯を賄っている溶解炉）を高効率の炉へ入替えた結果、原単位を約22%削減することが出来ました。この入替えによって削減した温室効果ガスについて、国内クレジット化を図りました。

###### 4. 1. 2 ダイカスト溶解炉周りの排熱回収システムの研究開発

2011年度の新事業活動促進支援補助金事業（新連携）を活用させて頂き、既設の溶解炉を改造し、アルミ溶解工程に係る排ガス熱量の回収を目的とする排熱回収装置（回収した熱量で投入する原材料の予熱を行うための予熱室）を取り付けることで、溶解炉のエネルギー効率を高めるとともに、この事業の遂行上、必要な技術的知見・ノウハウを取得するため、省エネ特性試験装置の設計・試作開発を行い、効果的な実証に取り組んでいます。

###### 4. 1. 3 電力消費量の見える化と省エネ診断の実施

本事例では、工場全体の電力使用量のみでの把握であったため、仮定した数値での計算となりましたが、平成23年度の省エネルギー計測監視設備導入助成金を活用させて頂き、鑄造工程に係る溶解炉や保持炉、ダイカストマシン、コンプレッサー等の周辺設備の電力消費量の見える化と省エネ診断を導入しました。そこで取得したデータと省エネ診断の結果を活用することによって、原油換算207k1の省エネルギー化の実現に向けて取り組んでいます。

##### 4. 2 補助材料ロス

TPMなど日常の改善活動と連携し、効率的・効果的に補助材料ロスの削減に取り組んでいます。離型剤に関しては、塗布量や塗布位置、濃度などの適正条件の見極めを行い、標準化を図ることで、歩留まりの改善と安定した生産を目指しています。

##### 4. 3 原材料ロス

本事例の中では、湯シワ・焼付き等の工程内不良の数やランナー・オーバーフロー量の削減、捨て打ち量の削減、切削加工で発生する削り代の削減に関する検討は行っていませんが、まだ課題として大きい部分があります。改善活動の延長線上での取り組みとして、原材料ロスの削減に向けて検討を継続していきます。

#### 5. まとめ

群馬合金グループではグリーンインベーション活動を展開しており、ものづくりの中に創造性、効率、感性が織り込まれた、魅力ある『地球にやさしいダイカスト工場』の実現を目指しています。今後、MFCA導入実証事業で習得した管理手法を国内生産拠点はもちろんのこと、フィリピン生産拠点にも水平展開を図り、グループを挙げてグローバルな環境改善に取り組んでいきたいと思っております。

<投稿編集のご案内>

LCA日本フォーラムニュースレターでは、会員の方々のLCAに関連する活動報告を募集しています。活動のアピール、学会・国際会議等の参加報告、日頃LCAに思うことなどを事務局(lca-project@jemai.or.jp)までご投稿ください。

<発行 LCA 日本フォーラム>

社団法人 産業環境管理協会内

エコデザイン事業推進室

〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町2-2-1

E-mail : lca-project@jemai.or.jp Tel: 03-5209-7708

URL: <http://lca-forum.org/>

(バックナンバーが上記URLからダウンロードできます)