



LCA 日本フォーラムニュース

No.74

平成 31 年 3 月

Life Cycle Assessment Society of Japan (JLCA)

<目次>

特集：平成 30 年度 第 15 回 LCA 日本フォーラム表彰①

【経済産業省産業技術環境局長賞】 3

「鉄鋼製品の LCI 計算法の国際標準化と同計算法に基づく

LCI データベースの整備および普及活動」

一般社団法人日本鉄鋼連盟 技術政策企画委員会 LCA 検討 WG 主査

新日鐵住金株式会社（※2019 年 4 月より日本製鉄株式会社に商号変更） 磯原 豊司雄

【LCA 日本フォーラム奨励賞】 8

「建設物の LCA 評価の取り組み ～ICI ラボ エクスチェンジ棟の事例～」

前田建設工業株式会社 調達部土木グループ リーダー 林 昌明

【LCA 日本フォーラム奨励賞】 12

「窓・サッシのライフサイクルにおける環境負荷算定基準の策定活動」

一般社団法人 日本サッシ協会 環境対策部会 部会長 小森 英芳

【LCA 日本フォーラム奨励賞】 17

「エレベーターのライフサイクル評価と活用」

東芝エレベータ株式会社 技術本部 技術管理部 技術戦略担当 主任 吉岡 真



【経済産業省産業技術環境局長賞】

「鉄鋼製品の LCI 計算法の国際標準化と同計算法に基づく LCI データベースの整備および普及活動」

一般社団法人日本鉄鋼連盟 技術政策企画委員会 LCA 検討 WG 主査
 新日鐵住金株式会社（※2019年4月より日本製鉄株式会社に商号変更） 磯原 豊司雄

1. はじめに

一般社団法人日本鉄鋼連盟は、1948年に設立された鉄鋼業界の全国的な組織であり、会員は鉄鋼を生産する主要なメーカー52社、鉄鋼流通を担う商社57社、および鉄鋼関連6団体で構成され、鉄鋼の生産・需要・流通に関する統計、調査・分析、鉄鋼生産および鉄鋼製品の新技术開発と普及促進、環境問題への対応、標準化推進など、鉄鋼業界全体の立場から様々な問題に取り組むことにより国民経済の発展に寄与するとともに、国際協調の推進を図っています。

2. 日本鉄鋼連盟の環境への取組み

本連盟では鉄鋼の使用段階（エコプロダクト）、製造段階（エコプロセス）における環境負荷低減に取り組むとともに、海外への技術移転（エコソリューション）によりその技術の普及に努め、これらを合わせて三つのエコと呼んでいます。三つのエコは鉄鋼における環境負荷低減の基本施策であり、これらに基づき本連盟では低炭素社会実行計画を推進しています。

3. 鉄鋼の LCA（ライフサイクルアセスメント）とリサイクル性

LCAの観点で考えると、上記3つのエコのうちエコプロセスとエコソリューションが鉄鋼製品の製造段階、エコプロダクトが鉄鋼製品の使用段階の環境負荷低減に寄与していますが、鉄鋼製品使用後のリサイクル段階でも、鉄鋼製品は環境負荷低減に大きく貢献しています。

鉄鋼は、様々な素材の中でも傑出してリサイクル性が高い素材です。図1に主な素材の廃棄後の処分を示します。金属の再生利用率は素材の中で最も高い部類に属しますが、その金属素材の9割以上を占める鉄鋼は、金属の中でも特にリサイクル性が高く、金属全体のリサイクル率を高めています（図1）¹⁾。

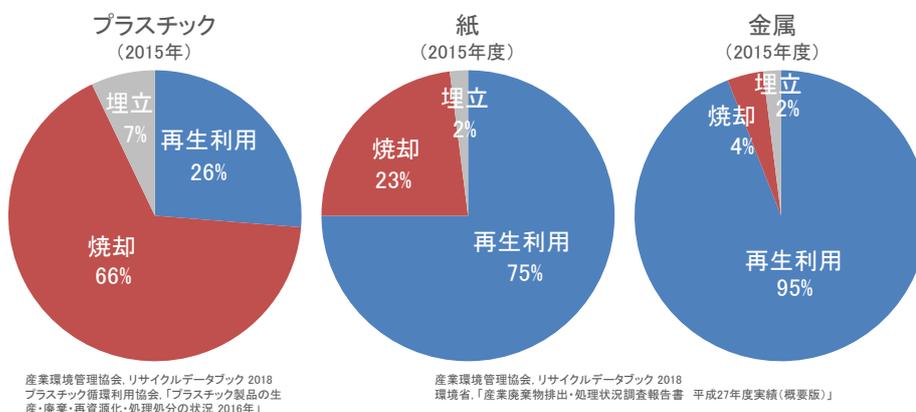


図1 各素材の廃棄後の処分

鉄鋼のリサイクル率が高い理由は色々挙げられますが、特に重要なのは以下の点です。

(1)回収が容易

事実上鉄のみが磁石に付くので、鉄は分別、選別が極めて容易で、非常に高い回収率が得られます。

(2)経済合理的な回収システムが存在

鉄鋼スクラップは資源的価値が高いため、古来より有価で取引され、補助金等のしくみを要することなく自律的な回収システムが世界中で整備されています。

(3)再生が容易

鉄鋼は基本的に加熱溶解と酸化精錬で再生できます。特に高炉一転炉法でのスクラップ溶解は溶けた銑鉄の余熱で行うので、溶解のための投入エネルギーは非常に少なく済みます。

(4)不純物除去が容易

鉄鋼は酸素を吹き付ける酸化精錬処理で、ほとんどの不純物（合金成分）が除去できます。このような特性の金属は、工業的に用いられているものとしては事実上鉄のみです。

これらが実現しているため、鉄は使用後もほぼ全てが回収され、その全量が何にでも何度でも再生利用される「クローズドループリサイクル」を形成し、循環しています。

4. 鉄鋼製品のクローズドループリサイクルを考慮した LCI

上記のように鉄鋼製品は実質的に無限循環していますが、このような鉄鋼製品のライフサイクル全体での環境負荷（ライフサイクルインベントリ、LCI）を考えるにはどうすればよいかという問題があります。つまり、製品寿命で素材寿命も終わるもの場合は、製造段階（資源採掘から工場出荷まで、cradle to gate）から廃棄段階の合計計算で考えればよいのですが、鉄鋼のようにほぼ全量が再生されて原料に戻ってくる素材の場合、単純な合計計算ができません。

この点については、世界鉄鋼協会（World Steel Association, worldsteel）が鉄鋼製品の「LCI計算法」のレポートをまとめています²⁾。それによれば、鉄鋼製品のLCIは、以下の式で計算できます³⁾。

$$X = X_A - (R - S) \cdot Y \cdot (X_{pr} - X_{re}) \quad (\text{式1})$$

ここで、

X : 鉄鋼製品のLCI

X_A : 鉄鋼製品の製造段階（cradle to gate）のLCI

R : スクラップ回収率

S : 鉄鋼製品の製造時のスクラップ使用量

Y : 製造時の収率（歩留）

X_{pr} : 天然資源からの製造（高炉等による一次製品製造）の場合のcradle to gateのLCI

X_{re} : スクラップからの再生（転炉、電炉等によるリサイクル製品製造）の場合のcradle to gateのLCI

ここで大事な点は、以下の点です。

(1)スクラップのLCIを考える

スクラップは、その回収、再利用により環境負荷を低減できます。その際に、低減できる環境負荷は、一次製品製造時とリサイクル製品製造時の環境負荷の差に、製造時収率を乗じたもの、つまり

$$Y \cdot (X_{pr} - X_{re})$$

と考えことができます。これがスクラップ自体が持っている環境価値であり、スクラップLCI

(X_{sc}) と呼びます。

(2) スクラップのリサイクル効果を考える

スクラップのリサイクル効果は、もし考える鉄鋼製品が将来100%回収されるならばスクラップLCIをそのまま差し引くだけでよいのですが、実際には、ある回収率 R で回収された分しかスクラップとして利用されません。そこで実際には、スクラップ回収率 R をスクラップLCIに乗じる必要があります。さらに、その製品の製造時にスクラップを使用する場合は、将来発生するスクラップを先に使ってしまうことになるので、スクラップ回収率 R からスクラップ使用量 S を差し引いた($R - S$)が将来実質のスクラップになる量となります。結局、($R - S$)にスクラップLCIである $Y \cdot (X_{pr} - X_{re})$ を乗じた量が、実質のスクラップリサイクル効果になります。それが(式1)の右辺の第2項です。

(3) スクラップの使用量は無関係

(式1)では、一見するとスクラップ使用量が鉄鋼製品のLCIに影響するよう見えますが、実は、スクラップ使用量が増えるとその分、製造時LCIである X_A が減るため、合計すると鉄鋼製品のLCIはスクラップ使用量とは無関係になります。これは、以下の両極端の場合で考えるとわかります。

①スクラップ使用量 S がゼロ（一次製品のみ製造）の場合

$$X = X_{pr} - R \cdot Y \cdot (X_{pr} - X_{re})$$

②スクラップ使用が100%（リサイクル製品のみ製造）の場合

スクラップ使用量は収率の逆数である「 $1/Y$ 」だけ必要になるので、

$$\begin{aligned} X &= X_{re} - (R - 1/Y) \cdot Y \cdot (X_{pr} - X_{re}) \\ &= X_{re} - R \cdot Y \cdot (X_{pr} - X_{re}) + (X_{pr} - X_{re}) \\ &= X_{pr} - R \cdot Y \cdot (X_{pr} - X_{re}) \end{aligned}$$

つまり、①の場合も②の場合もどちらも同じ値⁴⁾になります(図2)。これは、鉄鋼製品のLCIはスクラップ使用量が無関係、つまり高炉鋼材も電炉鋼材もリサイクルを考慮すれば環境負荷は同じであるという重要な結論を意味しています。

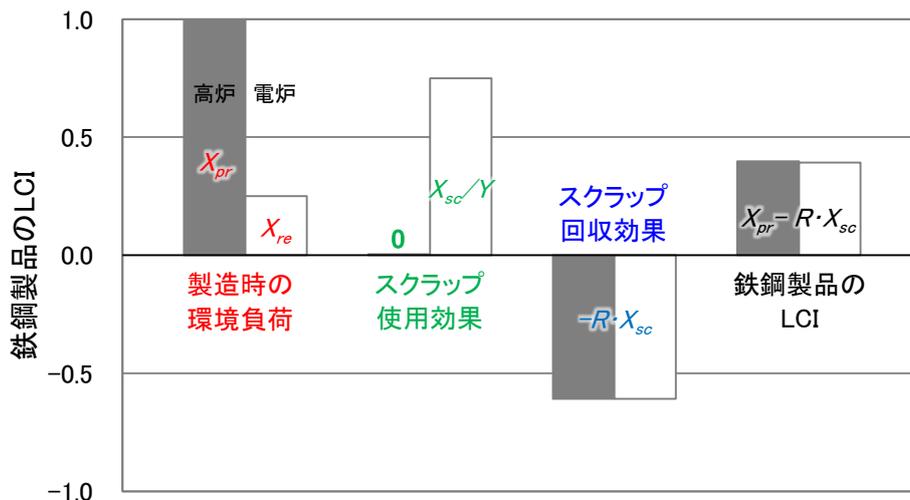


図2 鉄鋼製品のリサイクルを考慮したLCIの考え方 ($X_{re}=0.25X_{pr}$ 、 $R=Y=0.9$ の場合)

この結論は、一見理解しにくいかもしれませんが、製造時の環境負荷が大きな高炉鋼材の場合は製品寿命後にそれがそっくりリサイクルに回るためリサイクル効果が大きく、一方、製

造時の環境負荷が小さい電炉鋼材はスクラップを原料として使用する分実質的に生み出すスクラップ量が少ないためリサイクル効果が小さく（実際には将来生成するスクラップ量よりも製造時に消費するスクラップ量の方が多いのでリサイクル効果は環境負荷が増える方向）、結果的に両者は同じLCIになるのです。

この結論はまた、一般にスクラップ使用量 S （あるいはスクラップ使用率、recycled content、 $S \cdot Y$ ）が高い製品は環境負荷が低いと考えられているのに対し、鉄鋼製品の場合はそうではなく、スクラップ回収率 R が高いことが重要であるという、鉄鋼のリサイクルで進めるべき方向性も示しています⁵⁾。

5. リサイクルを考慮した鉄鋼製品の LCI 計算法の国際規格化

上記の計算法は、クローズドループが形成されている鉄鋼製品の実態を反映した優れた計算法であり、2006年に行われたworldsteelの鉄鋼製品LCIデータ収集時から採用されました（それまではcradle to gateのLCIのみ）が、worldsteel内での使用に限られていました。

2014年、日本鉄鋼連盟では、この計算法がリサイクル効果を考慮したこれまでにない優れた計算法であることを踏まえ、国際規格化を進める方針決定をいたしました。この点については経済産業省にも理解をいただき、社会ニーズ（安全・安心）・国際幹事等輩出分野に係る国際標準化活動「循環型社会のリサイクル特性を評価したLCA」にてサポートを得て推進できることとなりました。

6. ISO 20915 規格の開発と発行

日本鉄鋼連盟はまずworldsteelのLCA working groupに本件を提案し、ISOの技術委員会（TC）/17でのプレゼンテーション等を経て、2015年にNew Work Itemとして国際規格化提案を行い、日本鉄鋼連盟の主導による国際規格化が始まりました。その後は各国の様々な思惑があるため、投票、修正の度に左派の反対、次は右派の反対と、思いもしない展開となり、それぞれの段階で各国との多くの調整が必要となりました。しかし、最終的には反対はなくなり、賛成のみ（棄権を除く）の投票結果で2018年にISO 20915規格として発行に至りました⁶⁾。

本件は、リサイクル効果を考慮した初めての製品LCI規格という画期的な規格を日本主導で成立させたという意味で、日本鉄鋼連盟として大変大きな役割を世界に果たせたと考えております。また、本規格により、スクラップ回収率が高い（worldsteelが使用しているスクラップ回収率世界平均値は85%、日本鉄鋼連盟が使用しているスクラップ回収率日本平均値は93%）日本の鉄鋼製品は環境負荷が低いことを数式で定量的に示すことができました。この結果は、日本の鉄鋼製品を使用した日本製品の環境負荷が低く、国際的な競争力が環境面でも高いことを示せることとなります。

なお、ISO 20915規格とほぼ同内容のJIS Q 20915も2019年に発行される予定です。

7. ISO 20915 規格に基づく鉄鋼製品の LCI データの開示

日本鉄鋼連盟では、ISO 20915規格の発行に先立ち、日本鉄鋼連盟に所属する鉄鋼メーカー16社、26事業所、169工程、16品種の2014年度の鉄鋼製造データを集計し、鉄鋼製品16品種毎のLCI日本平均値を公表しました。この平均値は、日本の鉄鋼粗鋼生産量の85%を占めるデータであり、非常に信頼性と代表性が高いデータであるとともに、ISO 20915規格に基づくリサイクル効果を開示しています。本データは、日本鉄鋼連盟のホームページ⁷⁾から請求することで開示を受けることができ、これまで、学术界、産業界双方から多くのデータ請求をいただいております。

なお、worldsteelでは日本鉄鋼連盟のデータも含めた世界平均値、および地域平均値(欧州、アジア、南米)を同様に公開しています⁸⁾。

8. 鉄鋼製品のLCAの普及

日本鉄鋼連盟では、鉄鋼製品の環境へのやさしさをLCAの観点で説明するため、LCA専用のホームページ⁷⁾を作成し、鉄鋼製品のLCAの理解とISO 20915規格、JIS Q 20915の普及に努めています。

また、鉄の軽量性、高いリサイクル性、低環境負荷を「鉄は、じつは軽い。」と表現し(図3)、種々の広報活動を展開しています。

日本鉄鋼連盟では、鉄鋼素材特有の高いリサイクル性とそれに基づく無限の資源循環、低環境負荷を皆様に理解していただくとともに、その向上にさらに邁進してまいります。

謝辞

ISO 20915規格の発行と今回のLCA日本フォーラム表彰経済産業省産業技術環境局長賞の受賞は、日本鉄鋼連盟の関係者のみならず、方法論確立から規格成立まで尽力いただいたworldsteelとISO TC17/WG24の各委員、様々な角度で支援とご助言をいただいた経済産業省、その他、大勢の皆様のご支援のおかげです。ここに深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 産業環境管理協会: リサイクルデータブック 2018, 環境省: 「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書 平成27年度実績(概要版)」, プラスチック循環利用協会: 「プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況 2016年」
- 2) World Steel Association (worldsteel): LCI Methodology Report (1997)
- 3) Clare Broadbent: “Steel” s recyclability: demonstrating the benefits of recycling steel to achieve a circular economy”, Int. J. Life Cycle Assess. (2016), 21, 1658-1665
- 4) A. Amato, L. Brimacombe, and N. Howard: “Development of quantitative methodology for assessing embodied energy of recyclable and reusable materials/products”, Ironmaking and Steelmaking (1996), 23, No.3, 235-241
- 5) Atherton J. et al: “Declaration by the metals industry on recycling principles”, Int. J. Life Cycle Assess. (2007), 12(1), 59-60
- 6) ISO 20915:2018 “Life cycle inventory calculation methodology for steel products”
- 7) 日本鉄鋼連盟のLCAホームページ, <http://www.jisf.or.jp/business/lca/index.html>
- 8) worldsteelホームページ, <https://www.worldsteel.org/media-centre/blog/2019/life-cycle-data-key-to-the-circular-economy.html>



図3 日本鉄鋼連盟のポスター



【LCA 日本フォーラム奨励賞】

「建設物のLCA評価の取り組み ～ICラボ エクスチェンジ棟の事例～」

前田建設工業株式会社 調達部土木グループ リーダー 林 昌明

1. はじめに

戦後の復興と高度経済成長期において、社会の発展に欠かせない重要な役割を担ってきた前田建設工業。電力や水の安定供給、水害の防止などに貢献するダム建設、遠隔地への効率的移動や運送を可能とする鉄道・トンネル・橋梁などの建設を通じ、人々の暮らしと社会のライフラインを支える存在として成長を遂げていきました。

土木から建築へと事業を拡大し、人と社会のライフラインを支え、まちづくりへの貢献を重ねてきた前田建設工業。絶えざる挑戦と高い技術力の集積を通じて、今では日本全国 17 拠点、海外 13 拠点を有し、社員 3,000 名を超える総合建設会社（2019 年 3 月現在）へと成長を遂げてきました。

そしてこれからの持続可能な暮らしを支えるため、2010 年に環境経営 No.1、2016 年からはCSV経営 No.1 を掲げました。



図1 五葉山太陽光発電所（岩手県大船渡市）、八峰風力発電所（秋田県八峰町）

2. CSV-SS

2016 年より「地球とその未来」から「前田や協力会社の社員」のすべての満足度が向上する経営「CSV-SS（Creating Satisfactory Value Shared by Stakeholders）」に取り組んでいます。MAEDA 版 CSV＝「CSV-SS」では、マイケル・ポーター他が提唱した CSV に加え、「事業基盤」に関わる「社会的課題」つまり「担い手不足」「労働力の減少および高齢化」といった社内の「社会的課題」を、事業のプロセスを改善しながら解決するのが特長です。

CSV-SS 経営の推進にあたり、「社会価値」「環境価値」「経済価値」(トリプルボトムライン)を広く社会に開示するとともに経営の意思決定に有効な指標として位置づけ、企業収益の拡大と継続的成長を実現し、企業価値を高める「共有価値の創造」を実現していきます。

「環境価値」の約5割を占める「グリーン調達」をサプライヤーとともに推進することは、当社とサプライヤーの両方の企業価値を高めることになり、CSV-SS 経営につながると考えています。

3. LCAへの取り組み

スコープ3とは、温室効果ガス排出量の算定・報告の対象となる範囲(スコープ)の中で、原材料や製造段階、運用段階なども対象としたものです。当社は2013年度より算定・報告を開始しました。その結果、建造物に使用する建材の負荷が大きいことが分かり、建造物や建材のLCAでの取り組みの重要性を認識しました。

そこで当社では2018年度より、自社のグリーン調達集計品目にEPD認証製品を採用し、取引先のEPD取得と建造物へのEPD認証製品の採用を推進することとしました。

EPDとはEnvironmental Product Declarationの略で、ISOが定めるタイプⅢの環境ラベルとして、LCAによる環境情報の定量的表示しています。

4. 具体の事例

「CSV-SS」の実現には、異なる技術・文化・芸術の融合によるオープンイノベーションが必要不可欠です。そのゴールに繋がる総合イノベーションプラットフォームとして、「ICI総合センター ICIラボ」を設立しました。LCAに取り組んだのはラボの中核を担うエクステンジ棟で、延床面積2122.2㎡、RCS造3階建ての事務所ビルとなります。エクステンジ棟はBELS認証制度(建築物省エネルギー性能表示制度)の「☆☆☆☆☆」、かつ『ZEB』という最高ランクの第三者認証(2018年3月)を、またCASBEE(建築環境総合性能システム)においても最高となるSランクの評価認証(2018年9月)を取得。更に、EPD認証製品の採用が加点対象となる国際的な建築の環境性能評価システム「LEED V4 BD+C New

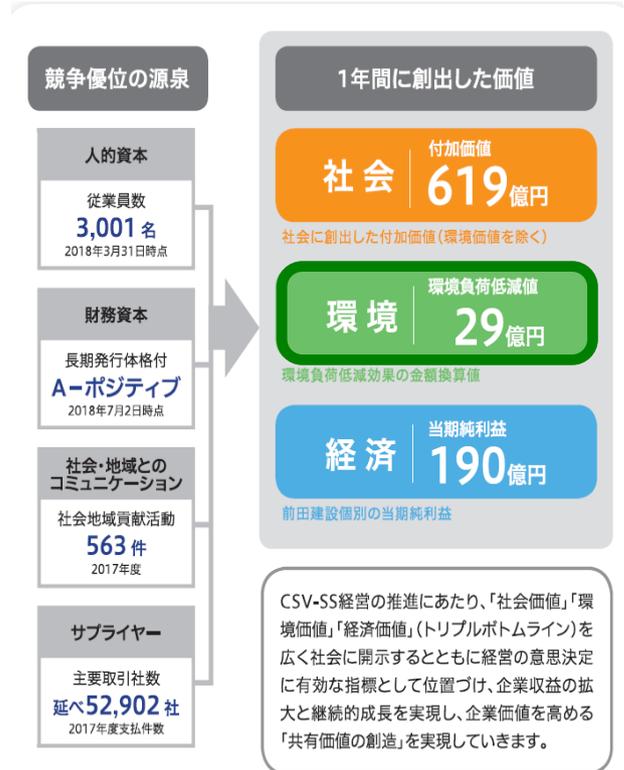


図2 前田建設工業 CSR 報告書 2018 より抜粋

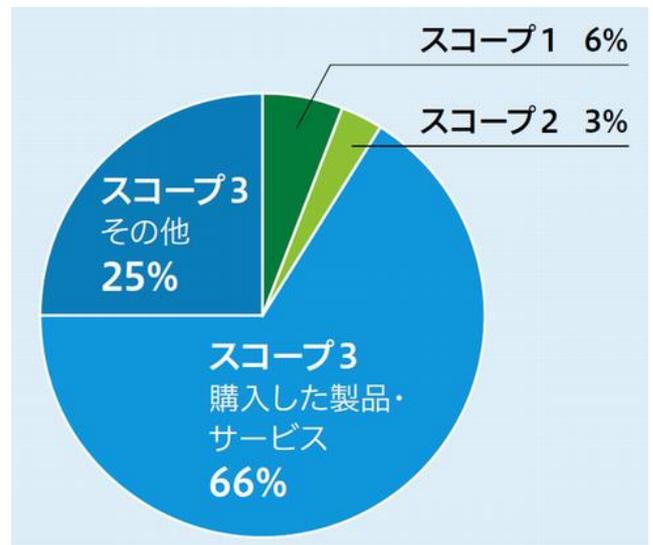


図3 前田建設工業 CSR 報告書 2014 より抜粋

Construction」で最高評価となるプラチナ認証を、国内第一号で取得しました。



図4 ICIラボエクステンジ棟

エクステンジ棟の建設にあたり、EPD認証製品を20製品以上採用する目標を設定。しかし、すでに取得している製品だけでは目標が達成できなかったため、新規の取得をサプライヤーに依頼しました。そして取得を表明したサプライヤーの製品を優先的に採用し、結果11社19製品が新たにEPDを取得しました。

表1 ICIラボエクステンジ棟で採用したEPD認証製品

No.	サプライヤー (新規取得)	製品分野 (新規取得)	No.	サプライヤー (既取得)	製品分野 (既取得)
1	矢崎エナジーシステム(株)	電線	1	池上産業(株)	木材
2	(株)川島織物セルコン	タイルカーペット	2	東京ボード工業(株)	パーティクルボード
3-7	吉野石膏(株)	石膏ボード5製品	3	Shaw	タイルカーペット
8	大日本塗料(株)	外装用塗料	4-5	Inter Face	タイルカーペット2製品
9	AGCコーテック(株)	水性塗料	6	FORBO	床材
10-11	センクシア(株)	OAフロア2製品	7	チヨダウーテ(株)	内装用ボード
12	(株)LIXIL	自然換気システム	8-10	(株)オカムラ	オフィス家具3製品
13	東芝エレベータ(株)	エレベーター			
14-17	日本板硝子(株)	ガラス4製品			
18	東京鉄鋼(株)	鉄筋			
19	東京製鐵(株)	H鋼			

建材のEPDとは別に、海外の建築用LCAソフトを使用し、外皮と躯体のLCA評価を行いました。

算定範囲 Cradle to grave (ゆりかごから墓場まで)
 耐久年数 60年
 算定ツール 海外の建築用LCAソフトを使用

通常、事務所の用途によく使われるS造(鉄骨造)と今回の構造であるRCS造(柱を鉄筋コンクリート、梁を鉄骨)を比較し、5つの項目で10%以上の削減を確認しました。

表2 外皮と躯体のLCA算定箇所

算定箇所
基礎
躯体
床
屋根
外壁
外皮の窓
外皮の扉
屋根開口部
階段

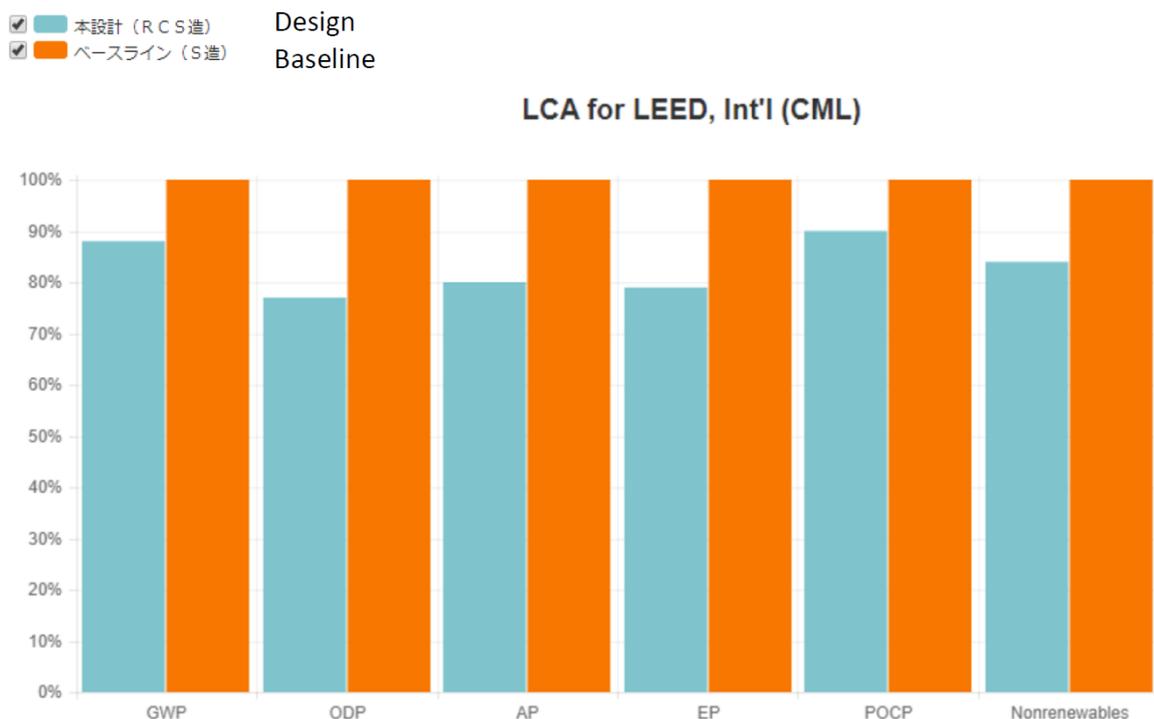


図5 外皮と躯体のLCA評価比較結果

5. おわりに

今回のLCAへの取り組みでは下記のようなメリットがありました。

●当社のメリット

- EPDを取得している製品は品質も高く、それを採用することで、建物の価値も向上した。
- 一緒に取り組んでくれるサプライヤーの発見につながった。

●サプライヤー側のメリット

- 各工場の努力が反映される。
- 売りたい製品を戦略的に選べる。

●社会への訴求

- 日本の建材はLCA評価実施の要請が少なく、当社の要請が初めてという回答が多かった。取り組むきっかけを提供した。
- 製品分野もカーペットや断熱材など、部材構成が比較的簡単なものだけでなく、ガラス、塗料、エレベーターなど多様な建材に取り組みが広がった。

今後も前田建設工業は、取引先のEPD取得と建造物へのEPD認証製品の採用、建造物のLCA評価を推進し、環境負荷の低減に努めてまいります。



【LCA 日本フォーラム奨励賞】

「窓・サッシのライフサイクルにおける 環境負荷算定基準の策定活動

一般社団法人 日本サッシ協会 環境対策部会 部会長 小森英芳

1. はじめに

日本サッシ協会は、サッシ・ドアの製造業者の事業団体であり、昭和 29 年に設立されました。約 160 社を会員とし、全国 9 支部で組織する一般社団法人です。平成 11 年に環境対策部会を設置し、平成 27 年 6 月に第 4 期の環境自主行動計画を策定し、地球温暖化対策や循環型社会形成及び化学物質対策に取り組んでいます。

2. LCA の取組みの経緯

2.1. 日本のエネルギー基本計画における ZEB・ZEH 実現目標

日本のエネルギー基本計画の目標では、2020 年までに新築の公共建物で ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の実現、標準的な新築住宅で ZEH（ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス）を実現し、2030 年までには新築建築物の平均で ZEB 実現、新築住宅の平均で ZEH 実現を目指しています。

これらの目標に貢献するため、日本サッシ協会として、「窓・サッシ」の断熱効率の向上による使用段階の CO₂ 排出量の減少をはじめとし、相対的にライフサイクルにおけるすべての段階の寄与を増大させ、使用時のみの視点からライフサイクル全体への視点へ変換していかうとしました。

2.2. LCA の見える化による ZEB・ZEH 普及への貢献を目指す

環境対策部会では、LCA 手法を用いて製品の全ライフサイクルステージにわたる環境情報を定量的に開示する第三者認証の「エコリーフ」宣言において、これまでなかった「窓・サッシ」用の PCR（プロダクトカテゴリールール）を新規に策定することで、メーカー企業による LCA の見える化を推進し、エコリーフ宣言を促そうと考えました。

「窓・サッシ」の PCR を 2018 年 3 月までに登録し、「エコリーフ」宣言にて環境情報を公開して以下の点を狙います。

- 商品販促ツールとして活用
- 建築物の環境性能総合評価プログラムである LEED 認証の加点となることを訴求
- 環境負荷の明確化による商品の比較及び向上、改善効果の検証が可能

結果として ZEB、ZEH、LCCM（ライフサイクルカーボンマイナス）住宅の普及に強く貢献することを目的とし、取組みを開始しました。

3. 窓・サッシの環境負荷算定基準の策定

3.1. 計画の作成

2017 年度中に「エコリーフ」宣言の PCR 公開を目指した計画を以下の図の通り作成し、計画通り 2018 年 3 月 27 日に公開しました。

実施項目	月	2017年度												2018年度								
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6						
(1) 製品と目的設定	①目的の設定 ②WG募集・結成、有識者(第三者)決定																					
(2) PCRの策定	①対象製品(カテゴリー)設定 ②ライフサイクルの範囲、データ収集方法設定 ③表示内容決定																					
(3) LCA算定	①ライフサイクルフロー作成 ②一次データ収集・整理 ③二次データ(原単位)・シナリオとの整合性確認 ④LCA算定																					
(4) 第三者検証	①検証申請(書類提出) ②書類確認、修正、合否																					
(5) 登録、公開	①登録公開申請書提出 ②エコリーフWEBサイトへ公開																					
(6) 日本サッシ協会及び関係先との調整	①環境対策部会 ②技術委員会 ③樹脂窓に係るLCA調査委員会																					

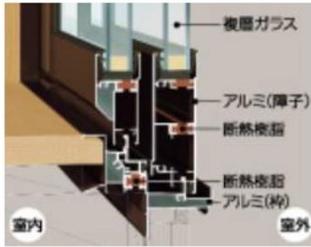
図1 窓・サッシのエコリーフPCR策定計画

3.2. サッシの構造別に算定ルール化

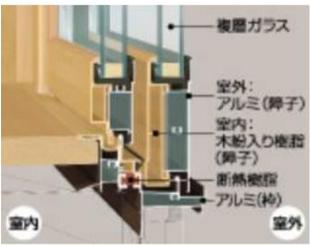
住宅用窓・サッシの以下の図2の構造別に、及びビル用サッシの中間財について、算定方法をルール化しました。



一般的な構造です。最近では、枠の室内側に樹脂材を設置し、枠に発生する結露を発生しにくくするものが増えてきています。



アルミ製の中間に樹脂材等熱が伝わりにくい材料を設置している構造です。一見、アルミ製サッシに見えますが、断熱性が高いサッシです。



アルミ製の室内側に樹脂材を配している構造です。室内側からは一見樹脂製サッシに見えます。樹脂を木調に色づけることもでき、デザイン性にも配慮されています。



樹脂材料で構成された構造です。断熱性に優れています。

アルミ製サッシ(一重構造)

アルミ製サッシ(枠・障子熱遮断構造)

アルミ樹脂複合製サッシ
(金属製とプラスチック製の複合構造)

樹脂製サッシ

図2 住宅用窓・サッシの構造

3.3. サッシの構造別に算定ルール化

原料調達から廃棄・リサイクルに至るすべてのライフサイクルの段階についてルール化します。

段階	プロセス	投入・排出物 (データ収集項目)	インベントリ分析	インパクト評価
原料調達	アルミ、樹脂、ガラス、部品等を調達	ガラス アルミ 樹脂 その他部品	ボーキサイト 苛性ソーダ 石灰石 珪砂 原油 ...他	【消費】 資源枯渇 エネルギー消費 【排出(大気)】 温暖化 酸性化 オゾン層破壊 光化学オキシダント 【排出(水域)】 富栄養化
生産	サッシ枠の加工、ガラスのカット、組立、梱包	電力 梱包資材 端材(廃棄物)	原油 石炭 ウラン CO2 N2O 放射性廃棄物...他	
流通	納品場所へ運ぶ	輸送車両の燃料 流通資材 (段ボール、PPバンド等)	原油 CO2 Sox Nox CO ...他	
使用	施工 住宅・ビルでの使用	なし	—	
廃棄・リサイクル	住宅・ビルの解体に伴う廃棄・埋立・リサイクル	解体用機械の燃料 廃棄物処理エネルギー リサイクル資材	原油 石炭 ウラン CO2 N2O 放射性廃棄物...他	

図3 窓・サッシのライフサイクルプロセス

全4回にわたるワーキンググループ会議で、以下の図4のライフサイクルフロー図を決定しました。

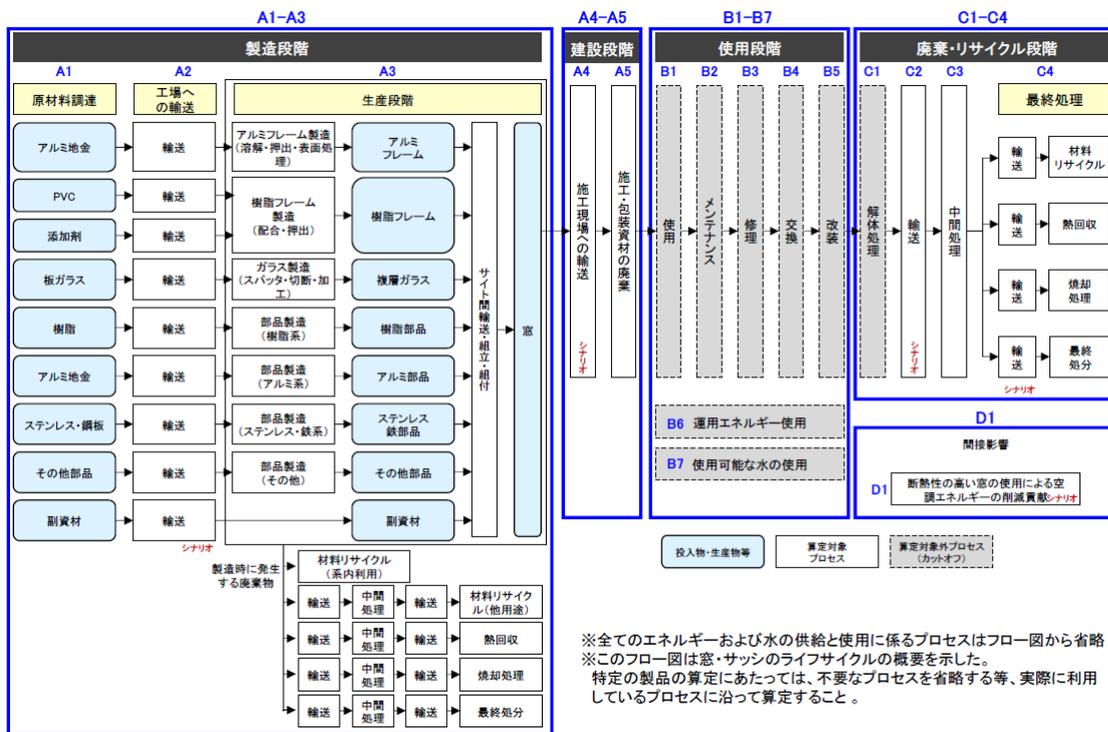


図4 窓・サッシのライフサイクルフロー図

4. 窓・サッシ独自の算定基準の考え方

他の製品と異なる「窓・サッシ」特有の点について、独自の基準を策定しています。

4.1. サッシの構造別に算定ルール化

窓・サッシは、同じシリーズでサイズのみが異なる場合、窓面積と環境負荷に相関関係があることをグラフで示すことで、同じ製品として環境宣言を行います。

環境負荷と窓面積には相関があり、4点以上の面積で環境負荷を算定した回帰分析により、以下の式で表現する。
 環境負荷 = $A \times W \times H + B$

- A : シリーズごとに設定される定数 (回帰分析による一次関数の傾き)
 B : シリーズごとに設定される定数 (回帰分析による一次関数の切片)
 W : 製品幅
 H : 製品高さ

(例: CO₂排出量の場合)

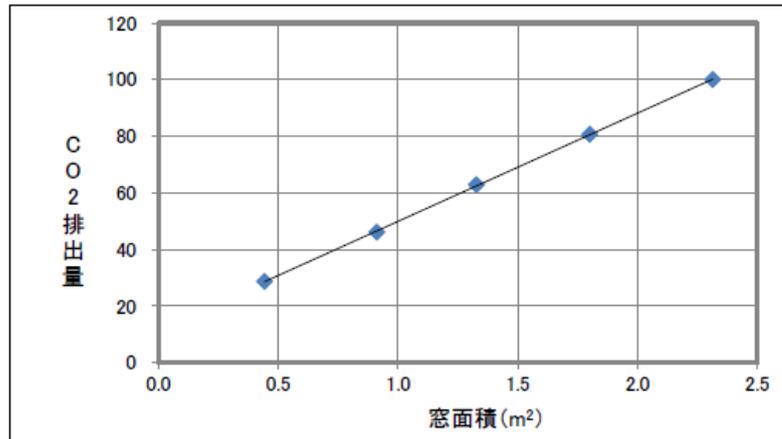


図5 シリーズ製品における環境負荷の推計方法

4.2. 使用段階における高断熱窓の空調エネルギーの削減貢献

間接的な影響として、使用段階の空調エネルギー削減貢献量を算定できるようにしました。

- ・日本LCA学会「温室効果ガス排出削減貢献量算定ガイドライン」(2015年2月)に沿った算定とする。
- ・算定手順は一般社団法人日本サッシ協会「窓の省エネ効果算定ガイドライン」(2015年2月)を用いる。
- ・用いた算定条件をエコリーフ宣言に記載する。

【算定条件】

熱負荷計算プログラム「Sim/Heat」(株式会社建築環境ソリューションズ)を用いて算出した年間暖冷房負荷を、「平成25年省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説II住宅」(一般財団法人建築環境・省エネルギー機構)に基づきエネルギー消費量を算出し、環境負荷に換算する。

住宅モデル	「平成25年省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説II住宅」の標準住戸プラン。(開口率: 寒冷地 21.0%、温暖地 26.8%)
気象情報	拡張アメダス気象データ 2000年版 (標準年)
算定地域	東京。必要に応じて他の地域を追加記載してもよい。
暖冷房条件	地域ごとに想定した暖冷房モード、想定生活者4人 設定温度: 暖房 20°C、冷房 27°C
比較対象商品仕様 (ベースライン)	ベースラインをアルミ窓 (複層ガラス・平均値) とする。 ただし、理由を明示すれば変更可能とする。 計算に用いた熱貫流率を記載する。
評価対象商品仕様	計算に用いた熱貫流率を記載する。
原単位	IDEA 原単位
使用年数	30年間
単位	上記で算定した1棟あたりの環境負荷を1窓あたりに換算する (開口部面積で配分)。

図6 断熱性の高い窓の使用による空調エネルギーの削減貢献算定方法

5. LCA 第三者認証の活用

アルミ窓、アルミ樹脂複合窓、樹脂窓の LCA を定量的に評価することが可能になり、商品の使用段階を含む CO₂ 削減貢献量や、材料の調達・製造・輸送段階での環境負荷による商品の比較、改善効果の検証が出来るようになりました。

第三者認証（エコリーフ）のマークを取得し、環境配慮型商品の PR ツールとして活用できることを、会員企業へアピールしています。



図7 LCA 評価項目とアウトプット

6. 窓・サッシの LCA 見える化の実現

2018年3月27日に「窓・サッシ」のPCRを公開以来、2019年2月現在で2社3製品のエコリーフ環境宣言が実際に公開されています。

7. ZEB・ZEH 普及への貢献に向けて

7.1. 会員企業への「LCA 及び環境ラベルについての講演会」を実施

2019年3月18日に会員企業を対象にした「LCA 及び環境ラベルについての講演会」を行い、より多くの「窓・サッシ」商品のLCAの見える化並びにエコリーフの利用を普及、推進していきます。

7.2. 今後のZEB・ZEH 普及への貢献に向けて

日本のZEB・ZEHの実現に向け、省エネ基準を強化したZEH基準を達成するには、住宅の高断熱化、そして高断熱窓の採用が不可欠です。今回の取組みである「窓・サッシ」の「エコリーフ」環境ラベルPCRを策定することで各社製品のLCAの見える化が進み、消費者や建築設計者にも個々の製品の性能の比較が可能となりました。これにより、各社製品の断熱性能を含めた環境負荷の改善が図られ、外皮性能の更なる強化と、ZEB・ZEHの普及が加速し、持続可能な社会への貢献が期待できると考えています。

8. おわりに

今後、日本サッシ協会環境対策部会では環境自主行動計画を新たに改定し、地球温暖化対策や循環型社会形成及び化学物質対策に加え、LCAの見える化にさらに取り組んでいきます。



【LCA 日本フォーラム奨励賞】

「エレベーターのライフサイクル評価と活用」

東芝エレベータ株式会社 技術本部 技術管理部 技術戦略担当 主任
吉岡 真

1. はじめに

東芝エレベータ株式会社は 2006 年より、東芝グループの取り組みに従い、昇降機(エレベーターおよびエスカレーター)の開発プロセスのなかで自社ルールでの LCA・環境効率評価を実施し、次機種開発の指針として活用することで環境負荷低減を実現してきました。

今回、お客様からの要求を受け LCA 結果を社外へ発信するために、建材に関する ISO21930 の要求を満たした PCR を作成、認定されました。

PCR 策定にあたって、昇降機のライフサイクルに合わせた詳細評価の実施とカットオフ、データ収集項目の特定、シナリオ策定等を行いました。本 PCR は国内昇降機業界初であり、国内昇降機業界で広く活用が可能です。ここでは、昇降機事業の特徴、PCR 策定での留意点、および東芝エレベータ株式会社の国内向け主力機種「SPACE-GR II」を対象に、日本国内昇降機業界初となるエコリーフおよび CFP 認定を取得した算出結果の概要を紹介します。

2. 昇降機事業の特徴

エレベーターはそれぞれのお客様の建物・意匠に合わせた設計を行う必要があります。使用する部品は多岐にわたり、各調達先から購入した部品や素材が工場に納入され、現地据付に最適化したユニットとして組立・製造されます。さらに工場から建設現場の工事進捗に合わせて複数回に分け輸送され、専門技術者によりお客様の建物で据付、調整作業を行います。

また、お客様への納品後は、当社専門技術者による定期的メンテナンスを継続的に行うとともに、経年劣化する部品を適切な時期に交換、維持管理することで品質の低下を防ぎ、約 20 年にわたり昇降機をご使用いただくことができます。



図 1 昇降機事業の特徴 (ライフサイクルと耐用年数について)

3. LCA 導入と製品開発への活用(東芝グループ内での LCA の取り組み)

株式会社 東芝では2003年に東芝独自の環境効率（ファクターT: < 製品価値／環境負荷（LCA 評価）>）を決定し「環境ビジョン 2050」として、2050年にファクター10（2000年度比で環境性能 10 倍）を目指すため、環境中期計画（環境アクションプラン）を5年単位で見直しを図りながら、海外拠点も含めたグループ内各社で推進を継続しています。

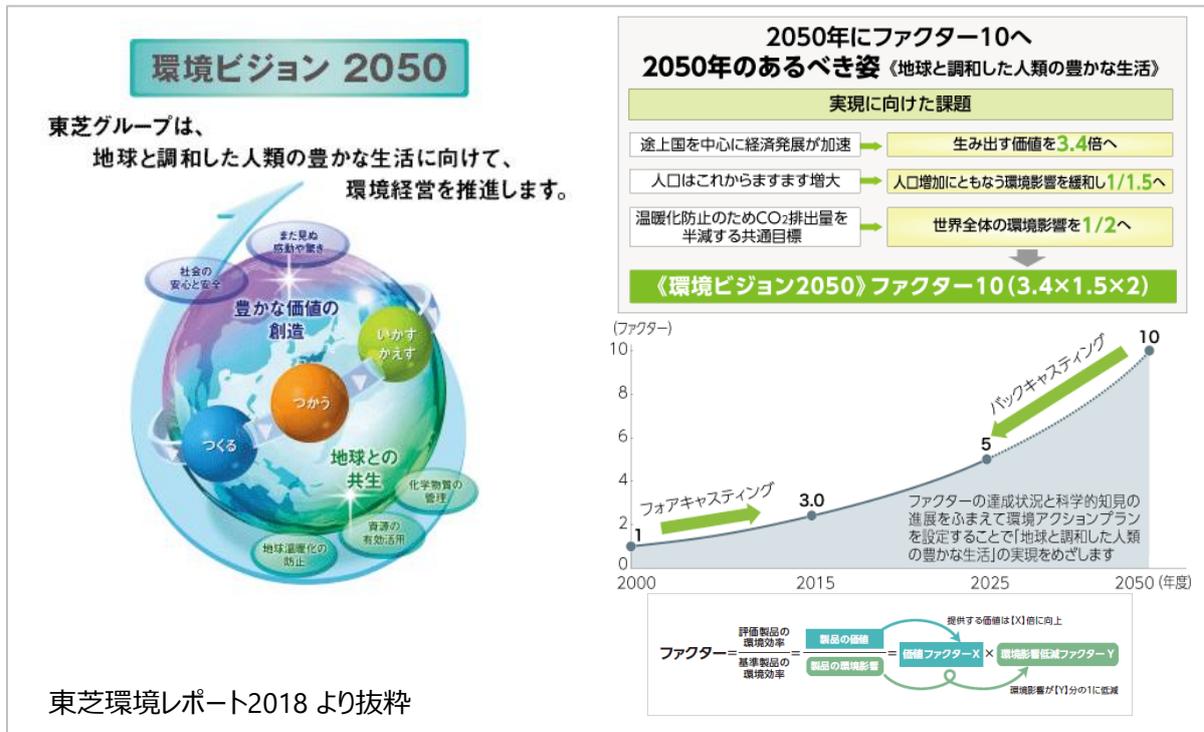


図2 東芝グループ環境ビジョン

環境負荷の算出は製造段階、流通段階、使用段階、廃棄・リサイクル段階について行いますが、昇降機の各プロセスでの環境負荷の評価方法に関する検討が必要でした。そこで東芝エレベータ株式会社も 2006 年より東芝グループ内の関連部門の協力を得て評価方法を決定し、国内外向け昇降機の LCA 評価を導入しました。

評価した結果、エレベーターのライフサイクルでの環境影響は、CO₂ 排出量でみると製造段階における原材料の調達で約 3 割程度、使用段階(消費電力)で約 7 割程度を占めることが判明しました。そこで省エネを中心に製品開発を推進し、2012 年に発売した主力機種「SPACEL-GR」では以下の環境性能を実現しました。

- 1) 回生電力の有効活用 (有償付加仕様)
- 2) 長時間未使用時のスタンバイモードによる待機電力の削減 (標準仕様)
- 3) 機器の軽量化、案内装置変更などによるシステムの高効率化 (標準仕様)
- 4) 天井などの照明機器全てに LED 照明を適用 (標準仕様)

この結果、従来機種（2003 年度当社製品）と比較して消費電力を最大 50%削減することが可能となり、2013 年度にはエコプロダクツ大賞の経済産業大臣賞と地球温暖化防止活動の環境大臣賞をダブル受賞しています。



図3 エコプロダクツ大賞の経済産業大臣賞と地球温暖化防止活動の環境大臣賞(2013年度)

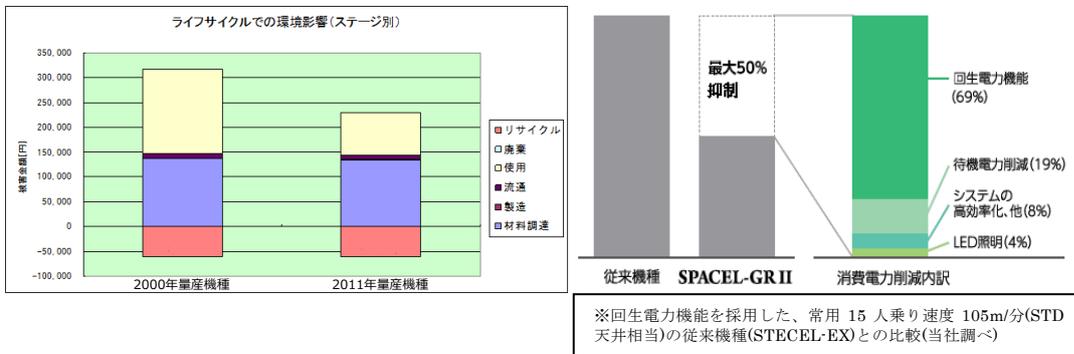


図4 SPACEL-GRの環境影響評価と、従来機種からの消費電力削減の効果(例)

当社では新機種の開発時、LCA 評価結果の確認と、それに基づく環境性能の目標設定を義務付けています。現在は、国内外の昇降機 40 機種、保守サービスで2件など、比較対象となる旧機種も含めて LCA 評価を実施済みです。

4. PCR 認定への取り組み

今回、ISO14025 のタイプⅢ環境ラベルおよび ISO21930 の建築製品のタイプⅢラベルに準拠した PCR を策定しました。その中で、昇降機ライフサイクルの各プロセスで考慮すべき内容として以下の項目を洗い出し、検討・詳細評価を実施しました。

- ①お客様のご要望に合わせた製品仕様にて製造していること。
 - ・製造段階での電力、廃棄物などは、生産台数で按分。
- ②お客様物件で据付作業完了後、初めて製品となること。
 - ・据付段階については環境影響がプロセスの1%未満であることから、カットオフしても問題ないことを確認。
- ③納入先が特定の場所ではないこと。
 - ・関西地区への納入を設定し、輸送シナリオを作成。
- ④専門技術者による定期的なメンテナンスが必要なこと。
 - ・保守部品の製造、輸送を評価範囲に追加。
 - ・専門技術者の移動・作業については、環境影響がプロセスの1%未満であることから、カットオフしても問題ないことを確認。

これらを考慮しながらシステム境界を設定し、消費電力量を算出する考え方を整理することで、PCR を策定・公開されることになりました。

今回制定した PCR は国内昇降機事業内で初の試みであり、今後は業界内で広く活用されることが期待されます。

5. エコリーフおよびCFP 宣言の認定評価

今回、認定された PCR をもとに、当社主力機種である機械室無しタイプのエレベーター「SPACELE-GR II」(用途：住宅用・積載：850kg(13人乗り)・速度 45m/分・停止階床：3階床・ドア型式：2枚戸片開き)の LCA 評価を行い、エコリーフならびに CFP 宣言の認定を取得しました。

ここではエコリーフ認定を取得した仕様での算出結果を簡潔に紹介します。

CO₂ 排出量でみた場合、原材料が全体の 2 割程度、使用段階が 7 割程度と大半を占め、残りの 1 割を製造段階と廃棄・リサイクル段階で占めています。また全体の 7 割を占める使用段階の内訳をみると、メンテナンスに関わる部分は少なく、製品使用時のエネルギー使用(消費電力量)が大半を占め、その 6 割程度が動力電源、3 割強が制御電源による電力消費であり、照明電源とドアの開閉による消費電力量を合わせて 1 割弱となっています。今後も上位 2 つの動力電源と制御電源の消費電力を低減させることが、環境影響の低減に対する寄与・効果が大きいことがわかります。

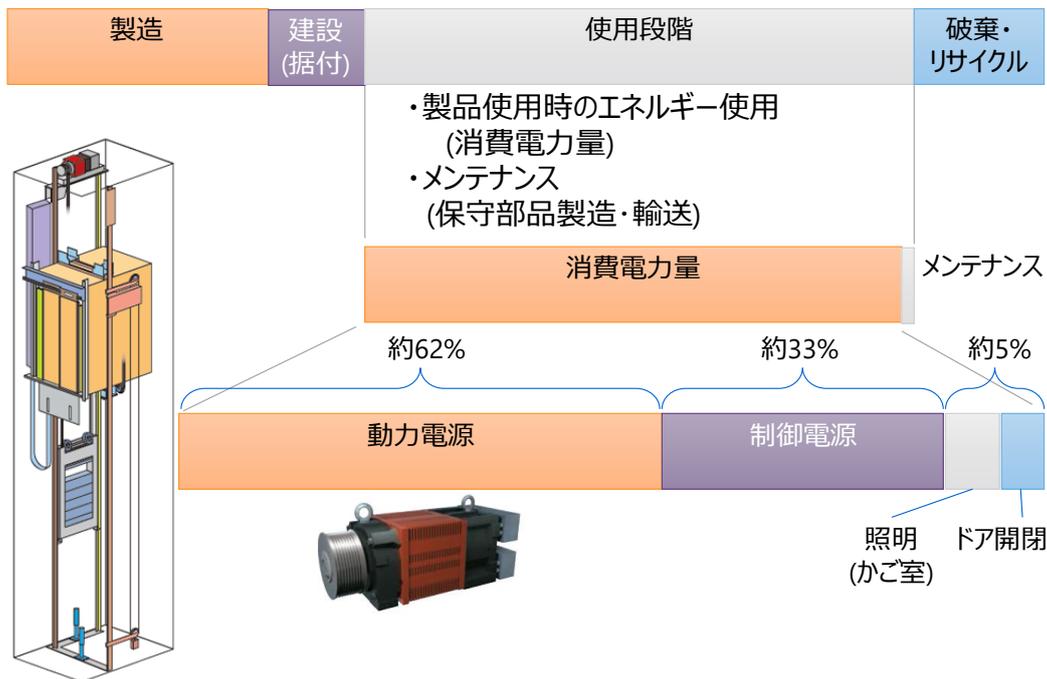


図5 使用段階における環境評価結果(CO₂換算ベース)

6. PCR 制定による社会的意義

今後、ビル全体の環境評価を行う際には、社内基準ではなく第三者の認証を受けたエレベーターの LCA データを提供することが可能となりました。LEED 認証に代表されるビルの環境性能評価は今後ますますニーズが高まると考えられます。このような LCA の共通化・標準化はビジネス拡大に必要不可欠になると考えます。

7. 今後の展開

エレベーターはかご室の広さや昇降行程、停止階、速度などお客様に合わせて製造しています。そのバリエーションは豊富であり、建物それぞれに合わせた仕様でのエコリーフ、CFPの認定に向けた環境影響の算出が必要であり、今回 PCR 策定を通じて得た知見を活かして、定量評価できるようにすることが今後の課題と考えます。

＜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＞
一般社団法人 産業環境管理協会
LCA事業推進センター内

〒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)