

環境配慮設計(DfE)の取組み充実と支援システムの開発

Enrichment of Design for Environment (DfE) and Development of Its Support System

上 出 英 行 Hideyuki KAMIDE
山 本 崇 Takashi YAMAMOTO
中 平 利 一 Toshikazu NAKAHIRA
渡 辺 浩 生 Hiroo WATANABE
岡 立 朗 Tatsuro OKA

The screenshot displays a software interface for environmental design support. The left pane is labeled 'INPUT' and contains fields for product name, production volume, and various material and energy input parameters. The right pane is labeled 'OUTPUT' and shows calculated CO2 emissions, energy consumption, and other environmental indicators. A large red '算出' (Calculation) button is visible in the center.



要 旨

我々の経済生活を支える製品にはその製品がもたらす価値や利便性などに加え、負の産物として環境負荷が発生している。この環境負荷を削減する取組みとして「製品の環境配慮設計 (DfE)」を推進するため、「ライフサイクルアセスメント (LCA)」と呼ばれる手法を導入する企業が少なくない。

LCAでは製品のライフサイクル全体における環境負荷をCO₂などの指標で表すことができるため、食物のカロリー計算のように「環境負荷が見える」のがその特徴であるが、LCAの実施には複雑な専門知識と煩雑な情報収集・計算作業が必要になるため、非常に工数がかかるのが現状である。

当社ではこの課題対策として「製品品番を入力すればLCAが計算できるシステム」開発を推進し、カーナビゲーションであれば従来20時間要した計算をわずか5分 (効率240倍) で計算できるシステムの開発に成功した。

本稿ではLCA算出システムをはじめDfE支援システムと今後の展望について紹介する。

Abstract

All the products that are the basis of our economic life not only provide their intrinsic value and convenience but also produce by-products of environmental impacts. Not a few companies have introduced the method called "Life Cycle Assessment (LCA)" in order to promote their "Design for Environment (DfE)" as their initiatives on reduction of environmental impacts caused by their products.

Like food calorie calculation, LCA can visualize the environmental impacts caused in the product life cycle, by using indices such as CO₂. On the other hand, LCA necessitates complex special knowledge and complicated data collection and calculations, which end up in numerous man-hours.

As its countermeasure, we promoted the development of "information system that can calculate LCA of our products only with the input of our product number." Taking car navigation for example, we used to require 20 hours for the calculation but now the time is reduced to 5 minutes, 240-times faster than before.

This paper presents our DfE support system including LCA calculation and our future prospects.

1

はじめに

21世紀は「環境の世紀」とも言われ、多くの企業でISO14001に基づく環境マネジメントシステムを導入している。事業所での環境負荷の削減・抑制はもちろんのこと、本業の中で環境保全活動を推進するため、メーカーでは自らの製品に起因する環境負荷を下げるため環境配慮設計(DfE)を推進している。

このようなイニシアチブとして近年多くの企業で導入が進んでいるのがライフサイクルアセスメント(LCA)と呼ばれる手法である。

この手法により、例えばCO₂などの指標で、製品のライフサイクルの各過程での環境負荷が把握できる。(図1参照) 結果として具体的にどこに着目して環境負荷削減の施策を行えばよいか分析ができ、改善度も数値で測れるといった利点がある。また内部的な用途だけでなく、消費者やステークホルダーに開示し、製品の環境負荷情報や企業のグリーン製品開発のアピール材料として活用する企業も少なくない¹⁾。

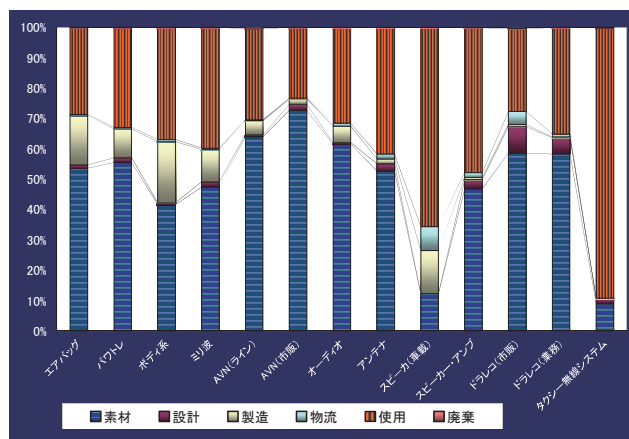


図1 当社製品のLCA試行結果
Fig.1 Results of LCA Trial of Our Products

しかしLCAを実施するには、ライフサイクルのステージごとに計算を積み上げていく必要があり、多くの専門知識と計算時間が必要になる。

近年、これらのLCAの煩雑さを緩和するため、多くの計算ツールが提供されるようになり、ある程度簡易に計算できるようになってきたが、入力情報の収集や入力作業などの手間が残っているのが現状である。

当社では富士通テングループ地球環境憲章に掲げる「人と車と環境のよりよい関係づくり」を推進するため、LCAを重要なツールとして位置づけ、全製品区分で実施し改善を図っていく方針である。そのためには、LCAを容易に実施できる手法を模索する必要がある。

こうした経緯を踏まえ「製品品番を入力すればLCAが算出できる」システムの開発を進めた結果、日本のLCAに貢献する事例として、第7回LCA日本フォーラムにおいて

「奨励賞」をいただいた(要旨ページの写真)。本稿では、当社のLCA算出システムの概要とDfEの取組みについて紹介する。

2

LCAの算出方法と効率化の必要性

製品の環境負荷を把握していくためには、ライフサイクル(素材、製造、物流、使用、廃棄)の各ステージで投入するエネルギー(INPUT)量とその結果排出されるCO₂などの環境負荷(OUTPUT)を計算し、積み上げる必要がある(図2参照)。ここでは素材ステージを例にとり、どのような計算が必要か概略を紹介したい。

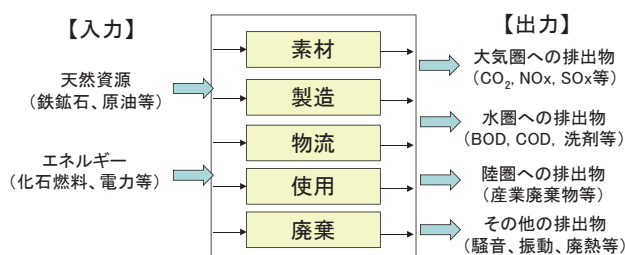


図2 LCAの入出力データ
Fig.2 Input and Output for LCA

素材ステージでは原材料の調達から部品の成型加工までの間に様々なエネルギーが投入されている。LCAの研究も進み、既に部品1個あたりの環境負荷係数や材料の質量あたりの環境負荷係数が文献値として存在しているため、企業ではこれらの係数と自社の部品数や材料情報(種類・質量)を掛け合わせて計算することになる。しかし部品ごとにどの材料をどれだけ含有しているか把握していく作業は極めて煩雑であり、これを部品点数が数千点もある製品で行うとなれば事前情報収集だけでも大変な作業になるのが容易に想定できると思う。

このような情報収集作業をライフサイクルのステージごとに行う必要があり、どれだけのエネルギーや資源が投入されているかINPUTデータを事前に収集していくことになる。

全てのINPUTデータを集めた後は、それぞれの係数と掛け合わせて、集積していくことになる。

当社の試行時にはすべて手計算で積み上げたが、文献により係数調査が終わっている状態で、AVN(カーナビ)の場合にはさらに20時間程度のデータ収集・計算積み上げ作業を要している。この時間があれば環境負荷改善に向けてかなりの検討ができたはずである。DfEをより強固に推進していくためにも、これらの算出ステージの効率化が重要であることがわかる。

3

LCA算出システムの概要

当社では2年の歳月をかけて全製品区分でLCAを試行し

た(富士通テン技報 52号 (2008/12) P43-46参照)。その試行結果を踏まえ、実地調査したデータを係数として組み込むなど、極力入力・算出にかかる工数を抑えられるようにシステム開発を行った。

ここでは、当社製品において環境負荷の占める割合が大きい素材、製造、使用のステージにおいてシステム化にあたり特に考慮した点について紹介する。

●素材ステージ

試行時には、部品の特性に応じて、個数・面積・長さ・材料質量のどの項目で計算するか振り分け、それぞれごとに計算をしていたが、非常に計算に時間がかかった。^{2) 3) 4)}

システム化の検討を進めていくに当たり、精密度を損なわないよう配慮しながら個数と材料質量の2つのパターンで算出できるよう手法を見直した。これらの情報はものづくりを進めていく上で、入手必須であり既に社内情報システムに蓄積されている。この情報を活用することで、あらかじめ準備しておいたLCAの係数と掛け合わせることで、製品品番を入力するだけで自動算出できるようにした(図3参照)。

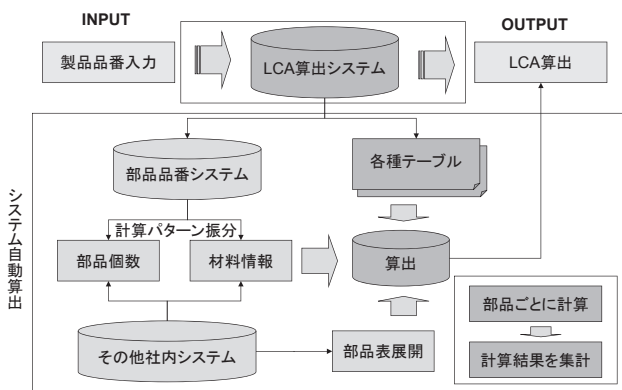


図3 社内システムとの連携概要

Fig.3 Outline of In-house Systems linking with LCA system

●製造ステージ

一般的な手法としてある製造拠点で一度実地調査を行い、製品1台あたりの環境負荷を算出したデータを以後の製品において同等値とみなす手法が見受けられる。^{2) 3) 4)}

しかし実際には国が違っただけで同じ電力量を消費してもCO₂では2倍～3倍の差が発生してしまうほか、国によって生産効率も変わっている。これらの現状を踏まえ、グローバルに生産拠点をもち当社ではこの固定値としての手法は採用せず、LCA値に大きな影響を与える要素をLCA値に反映する手法を導入することにした。

このような変動要素として生産拠点、基板ごとの実装方法、生産タクトの3点においてそれぞれの標準エネルギーを係数として定め、製造ステージでの環境配慮の有無がLCA値に反映される仕組みとしてシステムを開発した。

●使用ステージ

このステージではライフサイクルでどのように、どれぐ

らい製品が使用されるかといったシナリオ設定が重要になる。ただ一度シナリオが確定すると手計算でも容易に算出ができるためシステム化による効率化にはあまり寄与しない。ここでは車載機器のLCA手法の一例として紹介したい。

家電製品などの場合は、1日など一定期間あたりの平均使用時間やコンセントにつないだ状態（スリープ状態）で発生する消費電流（暗電流）の消費時間のシナリオ設定をベースに算出することになるが、車載機器の場合はエネルギー使用元が自動車になるので異なったアプローチが必要になる。

当社製品の場合は、重量や電力消費量が自動車のガソリン等の消費にどう影響するかが検討要素になるが、実際には搭載される車種の燃費・総重量などによりエネルギー効率が変動する⁷⁾。しかし車種ごとで評価すると、例えば同じカーナビでも搭載する車種によって環境負荷が変わってしまうため、当社の設計努力による改善度合いが見えなくなる。

環境配慮設計(DfE)の活動として当社の設計努力によりどれだけの環境負荷を削減することができるかが見えるようするため、当社では燃費・想定重量・寿命・年間走行距離といった主要条件について文献値からシナリオを設定し一定にしている。

なお、車載製品でもカーナビのように電力を消費する機器については、電力負荷に伴うLCA値を算出する必要がある。家電製品ではないので、電力会社などで⁸⁾ 発表している1kWhあたりのCO₂換算係数を使用することはできない。このため初期のLCA調査では対象外としたが、これも文献値等を活用して、現在はシナリオを設定し試算を行っている。

使用ステージに限った話ではないがLCAではこれらのシナリオ設定や調査手法の差異により大きく値が異なる可能性があるため、メーカー間の比較などには適さない。今後自動車部品業界でのLCA開示が広がるにつれて、業界統一基準が作成されることを期待してやまない。

4

LCA算出システムの効果

自社開発したLCA算出システムによる効果を表1に示す。カーナビなど部品点数が多い製品では手計算に比べ最大240倍の効率化になる。

システム化によるうれしさについて一部紹介したい。

表1 LCA算出システム開発の効果(機種あたり)
Table 1 Effect of Development of LCA Calculation System (per Model)

対象製品	マニュアル	LCA算出システム
ミリ波など	6時間	3分
カーナビなど	20時間	5分

(1) 素材・廃棄ステージ

ここが一番効果の大きなステージである。図4に示すとおりエンジニアのインターフェイス画面ではごく一部の情報を入力するだけであり、これらの入力情報から既存の社内情報システムの情報と、今回導入した環境負荷係数とを掛け合わせ集積するプロセスを完全に自動化している。素材・廃棄ステージの計算においては文字どおり「製品品番を入力すればLCAが自動算出できる」システムになっている。

図4 LCA算出システム画面

Fig.4 Screen of LCA Calculation System

(2) 製造・物流・使用ステージ

シナリオ設定のため各種文献調査や実際のデータ取得が必要であったが、これらを係数化したため、今後は生産拠点・生産タクト・出荷区分など一部の変動要素のデータを入力するだけで、機種ごとの変化点がLCAに反映できるようになった。

5 環境配慮設計 (DfE) 促進の枠組み

当社では、ものづくりの開発プロセスに環境配慮の視点を加えることで、設計の早期段階においてできる限りの環境配慮を行うDfE (Design for Environment) の活動を推進している^{5) 6)}。

また評価指標・ツールとしてのLCAに加え、富士通グループの環境行動計画に参画し、環境効率ファクター、スーパーグリーンの評価も取り入れ自社でシステム開発した。

またこれらの評価が確実に評価されるようタスク管理やデータベース管理につながるようDfEの総合システムの開発を行った。

当社のDfE関連システムについて簡単に紹介したい。

●環境効率ファクター算出システム

製品の環境負荷を下げつつ、提供価値(機能・性能)の向上を目指す総合指標が環境効率ファクターである。当社はこの指標算出をシステム化し、LCA算出システムと連動させており、環境負荷の削減レベルを自動反映できるほ

か、製品の提供価値を入力することで環境効率ファクターが自動算出される仕組みになっている。

環境効率ファクターの考え方

$$\text{環境効率} = \frac{\text{製品の価値(機能・性能)}}{\text{製品の環境への影響}} = \frac{\text{製品の価値(機能・性能)}}{\text{LCAによる環境負荷}}$$

上がるほどよい
下がるほどよい

図5 環境効率ファクターの考え方

Fig.5 Basic Idea of Eco-Efficiency Factor

●グリーン度評価システム

省エネ・小型軽量化・リサイクル性等の配慮レベルを評価する製品の環境アセスメントは1992年から実施してきたが、これに加え新たに定量的に評価できる項目としてLCAや環境効率ファクターを組み込んでいる。

またこのアセスメント実施時にスーパーグリーン製品としての評価判定も同時にできるようにしている(図6参照)。

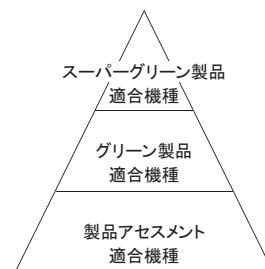


図6 グリーン度評価に基づく製品分類

Fig.6 Categorization of Products Based on Green Evaluation

●DfE総合システム

DfEの評価ツールには上述のようなLCA、環境効率ファクター、グリーン度評価があるが、これらを個別に管理せずに「DfE」という観点で総合的に管理し、納期管理などの支援機能を搭載したシステム開発を行った。

この機能により製品品番を発番する時の情報でDfE評価要否を簡易判定するほか、評価対象とする代表機種と色違いなどLCA値に影響が出ない同等機種との紐付けを行い、LCA値が全機種に投影されるようデータベース機能も持ち合わせている。

また従来量産試作への移行前に製品の環境アセスメントを実施してきたが、このタイミングでの評価では、実績確認にとどまるという課題があった。製品の環境負荷の概要は、より設計の上流段階でその大枠が決まるため⁹⁾、製品企画段階で機種のDfE目標値を明確にして、目標値と実績確認の2段階で評価を行うことにした。2011年度より段階的に運用を開始し、評価対象機種を拡大している。

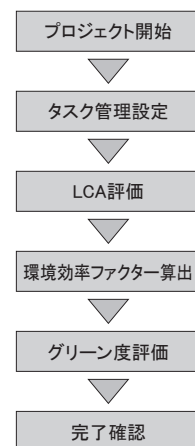


図7 評価プロセス

Fig.7 Evaluation Process

6 シミュレーションシステムと今後の展望

当社のLCA算出システムの効果は製品品番などの少量の情報でLCAの結果が自動算出されるため、入力・計算の手間は大幅に削減したが、計算過程が見えず、改善に向けた施策に対するシミュレーションができなかった。このため何をどう変更すればLCAがどれだけ改善できるといったシミュレーション機能をもったシステムをプロトタイプとして開発している。また攻めどころを明確にしておくための分析機能についても現在開発化を進めており、製品の環境負荷削減に寄与する支援システムの充実を図っているところである。

これらのシステム開発に加え、より設計効果への影響が大きい概念設計（商品企画段階）でのDfE評価プロセスの導入に向けて調整を進めている。

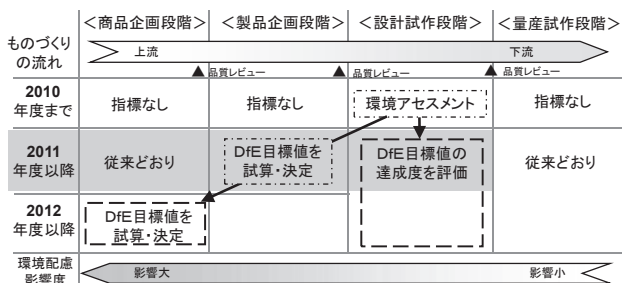


図8 商品企画段階での評価プロセス導入へ

Fig.8 Schedule for Evaluation Process Introduction into Product Planning Step

7 おわりに

消費者層の環境意識の高まりにより、環境配慮型製品の市場での台頭が目だってきている^{2) 9)}。より優れた環境配慮型製品を開発し世に出すことがものづくりを行う企業の至上命題になっているといえる。このような時代では、LCAを始めとするDfE評価ツールを駆使して設計・開発を進めることでより効率的に改善を進めていくことができる。当社が自社開発したLCA算出システムをはじめとするDfE評価支援ツールは、これらの時代のニーズを満た

し、設計者の工数を環境改善に充てていくために有効かつ重要な手段と位置づけられる。

企業にはものづくりの過程で入手する各種情報が存在している。これらの情報を適切につなぎ合わせ活用していくことで、DfE評価にかかる時間は格段に短縮できる。今回の事例は評価プロセスの効率化に重点を置き紹介したが、これらの積み重ねにより、当社の今後の環境配慮型製品の開発に寄与していくものと考えられる。

雑誌FJITSU 2011年11月号の記事を一部転載しています。

参考文献

- 1) 環境省:「環境に調和した企業行動の促進」に係る事後評価書。
http://www.meti.go.jp/policy/policy_management/17fy-jigo-hyoka/kankyo/17fy-jigo-kankyo-sum.pdf
- 2) 石川雅紀ほか: 企業のためのLCAガイドブック. 日刊工業新聞社, 2001.
- 3) 井坪徳弘ほか: LCA概論 (LCAシリーズ). 産業環境管理協会, 2007.
- 4) 稲葉 敦ほか: LCAの実務 (LCAシリーズ). 産業環境管理協会, 2005.
- 5) 坂尾智彦ほか: 環境適合設計ツールの活用入門-コアツールLCA, QFDE, TRIZの効果的活用方法とその事例. 日科技連出版社, 2006.
- 6) 吉沢 正ほか: 環境にやさしいものづくりの新展開-ISO環境適合設計規格と先端事例-. 日本規格協会, 2004.
- 7) 製品環境指標WG: 製品環境指標ガイドライン, 日本自動車部品工業会, 2007.
- 8) 環境省: 事業者からの温室効果ガス排出量算定ガイドライン,
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/santeiho/guide/>
- 9) 日本工業標準調査会標準部会: TR Q 0007:2008 環境適合設計, 日本規格協会, 2008

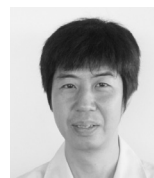
筆者紹介



上出 英行
(かみで ひでゆき)
総務部



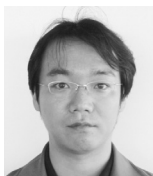
山本 崇
(やまもと たかし)
技術管理室チームリーダー



中平 利一
(なかひら としかず)
技術管理室



渡辺 浩生
(わたなべ ひろお)
技術管理室



岡 立朗
(おか たつろう)
技術管理室