

# 効率的なLCA算出システムの開発 ～改善につなげる製品環境配慮設計～

## Development of Efficient LCA Calculation System: Designs for Environment (DfE) for Actual Improvement

● 上出英行 ● 山本 崇 ● 岡 立朗 ● 中平利一

### あらまし

近年、環境への意識の高まりから環境配慮設計にかかわる取組みが各企業で進んでいる。このような取組みを行う評価手法として、製品のライフサイクルにおいて発生する環境負荷を定量的に評価するライフサイクルアセスメント(LCA)がある。LCAではCO<sub>2</sub>などの環境指標により、製品のライフサイクルのどの段階でどれだけのCO<sub>2</sub>が排出されているかを定量的に把握することができるため、環境負荷の把握やその負荷削減の検討材料として多くの企業において導入されている。しかし、LCAを算出するには、製品を構成する部品や材料ごとの環境負荷を計算し製品単位で積み上げていく必要があるため、製品あたりのLCA評価を行うには多くの手間と時間がかかる。これを手作業で算出すると富士通テン製のカーナビの場合であれば1台の算出に約20時間かかる。このため、LCA算出のための市販ツールや計算ツールが各種整備され始めているが、それでも3～5時間程度かかってしまうのが現状である。

本稿では、これらLCA算出に伴う作業の効率化の課題を克服し、「製品品番を入力すればLCAが自動算出できる」システム開発を目指した、富士通テンの取組みについて紹介する。

### Abstract

In reaction to a growing awareness of the environment, many companies are promoting initiatives for Design for Environment (DfE) green product designs. Life cycle assessment (LCA), which can quantitatively evaluate the environmental impact of a product throughout its life cycle, is one such initiative. LCA can provide information in terms of environmental indicators such as the amount of CO<sub>2</sub> produced and so it becomes possible to determine how much CO<sub>2</sub> will be produced at each stage of the product life cycle. Hence, many companies have now introduced it so that they can understand the environmental impacts of their products and consider ways to reduce such impacts. However, the process of calculating LCA is complex and time-consuming since it involves accumulating the LCA calculations of the parts and materials that constitute the product. If this process is handled manually, it will take about 20 hours for Fujitsu Ten's car-navigation product. Because of this complexity, tools that automatically calculate LCA have been launched on the market or established in several organizations. Nevertheless, it still takes 3 to 5 hours on average for their calculations. This paper presents the challenges involved in efficiently calculating LCA. It also introduces Fujitsu Ten's efforts for establishing a system in which LCE is automatically calculated just by inputting a product number.

## まえがき

製品の環境負荷を把握するため、ライフサイクルアセスメント（LCA）が使用され現在多くの企業でその開示が進んでいる<sup>(1)</sup>。LCAでは、具体的な環境負荷が例えば〇〇kg-CO<sub>2</sub>という数値で評価され<sup>(注)</sup>かつどの段階でどれだけ負荷がかかっているかを定量的に把握できるため、今後の製品開発における具体的な改善点を抽出できるほか、その改善結果を数値で確認できるといった特徴がある<sup>(2)</sup>。

しかし、LCAを算出するためには、素材、製造、物流、使用、廃棄など製品のライフサイクルの各段階における環境負荷をそれぞれ計算していく必要があり、その計算には多くの専門知識と作業が必要になる。

近年、これらLCAの煩雑性を緩和し、専門知識がなくても計算できるようにするため、一定のデータを入力すれば、LCAが簡易に算出できる市販パッケージソフト類が開発されているが、それでもツールに入力するための情報収集作業が残り、LCAを実施する設計者においては入力負担となっている感が否めない。

富士通テンでは、これらの設計負担を軽減し、容易にLCAが実施できるよう、「製品品番を入力するだけでLCAが算出できる」をスローガンに、LCA自動算出システムを開発した。

本稿では、富士通テンのLCA算出に関する効率化について紹介する。

## 現状と課題

LCAは、素材、製造、物流、使用、廃棄などのライフサイクルの各工程で発生する環境負荷を把握する手法である。具体的には各工程において、環境影響につながるエネルギー投入量を把握し、すでに文献値などで算出されている環境負荷係数を掛けて、環境影響の入出力に関するインベントリデータを作成する。例えば、製造工程で〇kWhの電力を使用している場合、その電力を生み出す過程で発生したCO<sub>2</sub>などの係数を文献から調べ、電力使用量と掛け合わせていく。

素材工程では、各部品を作る際に発生していた

環境負荷が文献値にあり、これをすべて調べていく必要がある。現在ではLCAの取組みも進み、例えば電子部品1個あたりのCO<sub>2</sub>などのような文献値が存在するので、その部品が何個使われているかでCO<sub>2</sub>が算出できる<sup>(2)-(4)</sup>。

このようにLCAを算出するには各工程において電力・ガソリンや部品・材料などの入力データを事前に調べていく必要がある。

しかし、事前に部品や材料ごとの環境負荷係数や社内製造現場での実測を終えた後でも、製品ごとに構成素材のデータをすべて調べ、それぞれ計算を積み上げていく作業は非常に時間がかかることになる。

富士通テンでも全製品区分においてLCAを実施していく方針であり、1機種あたりにかかる時間を下げることが環境配慮設計の定着と改善を促進していく上で必須課題であったため、本稿で紹介するシステムを開発することになった。富士通テンが開発したシステム・取組み内容は、第7回LCA日本フォーラムにおいても評価され、「奨励賞」をいただいた。

## LCAの試行と分析結果

システム開発に先立ち、富士通テンではプロジェクトを立ち上げ、2年の歳月をかけて、全製品区分で試行を行い、車載製品におけるLCA手法を確立した。

試行の結果、多くの車載製品では素材・使用・製造工程の負荷が大きい一方、物流・設計・廃棄などにおいては影響度が小さいことが確認できた。

この結果を踏まえ、算出時に信頼性の高いデータを得ることが難しい設計工程においては、LCAの算出範囲外とするほか、物流についても物流経路の特定・想定が困難である調達物流は対象外とし、比較的物流経路が想定しやすい製品物流を対象にして簡易的な算出手法（シナリオ）を定めることにした。

環境負荷の高い素材・使用・製造工程の算出においては、試行時に採用した手法ではその算出に非常に時間がかかるため、精度を確保しつつ算出時間を極力抑える手法を検討した。

(注) LCAでは環境負荷指標としてCO<sub>2</sub>以外にもNO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>など多数ある。

## LCA算出システムの概要

ここでは、システム化にあたり特に各工程の特長を考慮した点を紹介する。

### ● 素材、廃棄工程

試行時に採用した計算手法では、部品の個数・面積・長さ・質量ごとにLCAの環境負荷係数と掛け合わせ、製品単位で積み上げていく必要があり、非常に計算に時間がかかった。<sup>(2)~(4)</sup>

今回、システムの仕様を検討していくに当たり、極力設計者判断（入力）を減らし、法規管理の一環で入手した部品の材料情報など、社内の情報システムに蓄積された情報だけで自動判断（算出）ができるように、算出手法を見直した。

部品の種類、個数、材料情報、質量に関する社内情報システムと連携させることで、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ができ、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-1）。

### ● 製造工程

製造については、一度製造工程にかかる電力などのデータを調査し、以後は同様の製品に適用していく手法がよく見られる。<sup>(2)~(4)</sup> この手法を採用すると、製造工程における改善努力や変化点が以後のLCAに反映されないという課題がある。

このため、富士通テンでは基板ごとの実装方法や生産タクトにおける標準電力負荷を係数として定め、これらの生産効率や手法の変化や生産拠点の変更に伴う環境負荷の差分まで自動算出できるようにシステムを開発した。

入力項目は若干増えたが、各ラインでの無駄の削減や生産拠点の変更管理において、LCAの視点で環境負荷を評価するプロセスを確立できた。

### ● 使用工程

LCA算出に関する効率化にはあまり影響がない工程だが、車載機器のLCA手法の一例として紹介したい。

車載機器のLCAを厳密に算出する場合には、実際には搭載される車種の燃費・総重量などにより影響される。<sup>(5)</sup>

しかし車種ごとに影響される手法では、搭載される車両の燃費などに影響されたLCA値しか見えず、富士通テンの車載製品の設計努力による改善度合いが見えない。このため一定の条件（燃費・寿命・年間走行距離など）を定め、富士通テン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にしている。

なお、車載製品の電力負荷に伴うLCA値への影響分についても上記のような条件設定が必要になる。家電製品ではないため、電力会社などで<sup>(6)</sup> 発

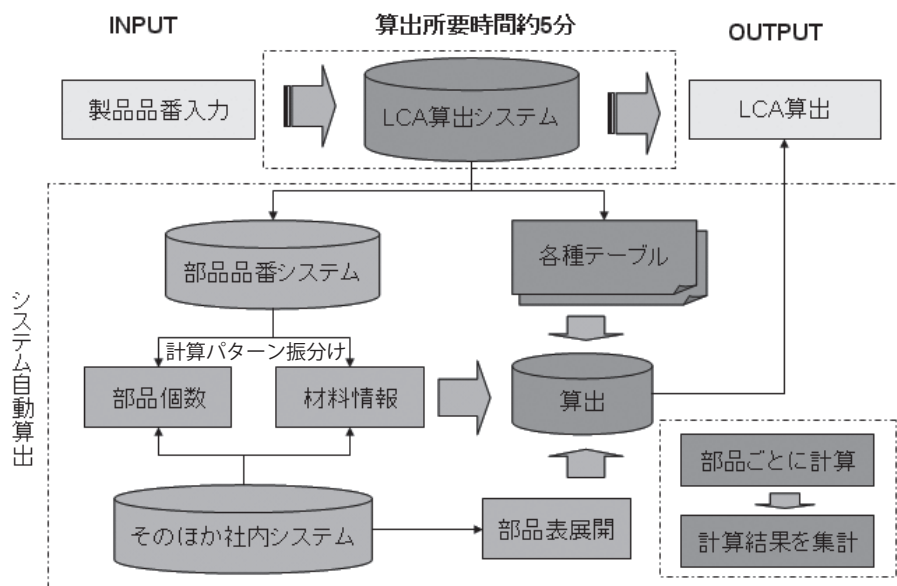


図-1 社内システムとの連携概要  
Fig.1-Overview of integration with internal system.

表している1kWhあたりのCO<sub>2</sub>換算係数を使用することはできない。搭載されるエンジンなどの効率に影響されるため、初期時点では一度この算出は対象外としているが、現在継続して本分野のシナリオ設定を行い、試算を行っている。

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。

### LCA算出システムの効果

上述のようなプロセスを経て開発したシステムと、以前のマニュアルによるLCA算出時間の比較を表-1に示す。また、システム化における各工程の主な効果を紹介する。

#### (1) 素材・廃棄工程

部品構成や素材構成のデータ入力が必要なくなった。また、必要なデータの 입력は設計者に余計な負荷がかかっていたが、図-2に示すシステム化によって製品品番を入力すればLCAが自動算出

表-1 LCA算出システム開発の効果(機種あたり)

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

できるようになった。

#### (2) 製造・物流・使用工程

一度シナリオや実測データを取得してしまえば、ある程度簡易的に算出できるようになった。

今後、さらなる利便性を追求し、既存の社内情報システムとの連携によるソリューション提供なども検討していく。

### 環境配慮設計 (DfE) 促進の枠組み

富士通テンでは、製品のライフサイクル全体の環境負荷低減を目的として、製品の環境負荷の概要が定まる前に、設計段階において可能な限り低減させることを目指すDfE (Design for Environment) の活動を推進している。<sup>(7), (8)</sup> DfEのレベルを定量的に評価する枠組みとして、LCA算出システムに加え、環境効率ファクター算出システム、グリーン度評価システム、およびDfEタスク管理システムを開発した。

#### ● 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)を向上させること<sup>(5)</sup>で、環境効率を上げていくのが環境効率ファクターである。このシステムはLCA算出システムと連動しており、LCAの算出時の旧モデルとの改善率を自動反映するほか、製品の提供価値を入力することで、環境効率ファ

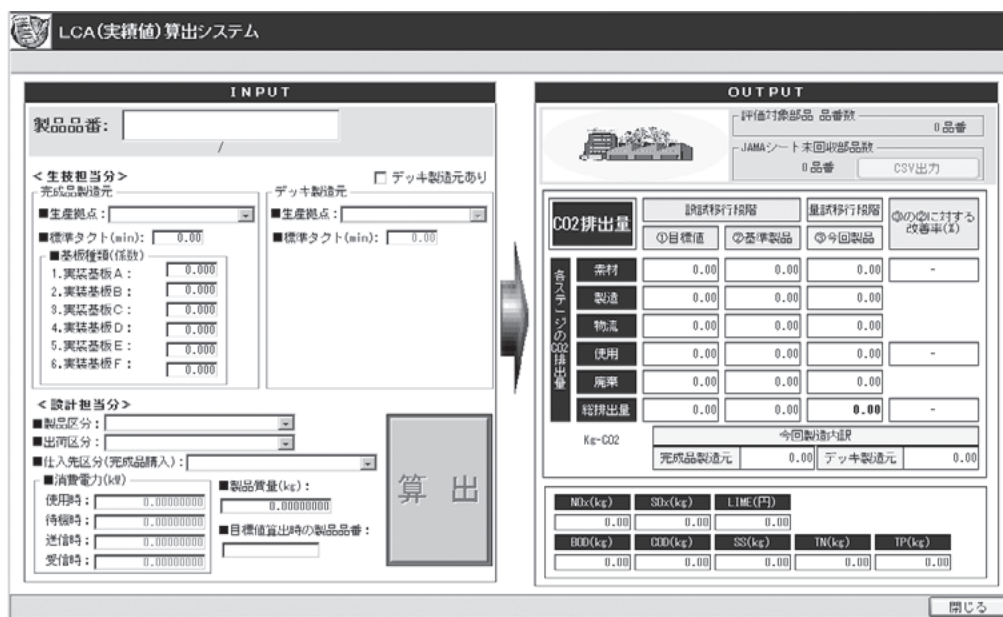


図-2 LCA(実績値)算出システム(算出画面)

Fig.2-LCA (actual value) calculation system (calculation screen).



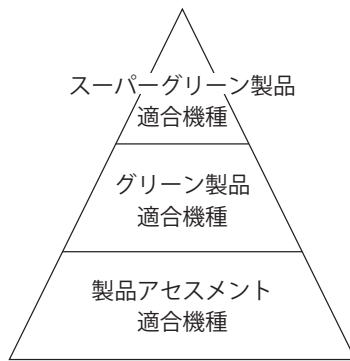


図-3 グリーン度評価に基づく製品分類  
Fig.3-Product classification based on evaluation of product's green level.

クターの指標を自動算出する。

● **グリーン度評価システム**

従来から取り組んでいる省エネ・小型軽量化・リサイクル性の向上などの評価指標に加え、LCAや環境効率ファクターの定量評価指標を組み込んでいる。また新たにスーパーグリーン製品の評価判定も同時に実施できるように配点を組み込んでいる(図-3)。

● **DfEタスク管理システム**

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。一方で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。<sup>(9)</sup> このため、製品企画段階には機種別のDfE目標値を明確にして、設計活動を行う枠組みを導入し、目標値と実績確認の2段階で評価を行うことにした。この設計活動に即して行うDfE評価を、製品品番を発行したときからシステムで納期管理を行い、納期までにLCA・環境効率ファクター・グリーン度評価を終えるようフォローするシステムを開発した。品質レビューまでに評価を終えないと次の設計段階に進めないように歯止めがかかる仕組みにしている。

また、タスク管理システムの開発により、プロジェクト内で本来DfE評価すべき代表機種と、色違いや簡易なソフト違いなど環境負荷に影響を与えないDfE除外機種との区分け、および除外根拠を明確にすることで、開発時点で漏れなく製品環境配慮設計が行える仕組みにしている。

なお、本システムは2011年度より全機種展開に

向けて順次フェーズインしているところである。

**今後の展望**

今回開発したLCAの実績把握に関する算出システムはかなりの精度で各工程にかかる環境負荷が把握・評価できるため、どの工程に重点を置いて、改善を行えば良いかが見えるようになった。

一方で部品表が完成していないことが多い製品企画段階でのLCAの仮評価の精度は現在の富士通テンの課題である。現在は概算システムを開発しており、過去のLCA評価実績と消費電力・質量などの近似性の高いデータから概算する仕組みにしているが、積上げベースで評価がされていないため、精度面で課題が残っている。

今後は製品企画段階で設計者が仮定した改善シナリオに対して、その効果を計るシミュレーションシステムの開発に着手していく。段階的ではあるが、実績把握の段階までにどこをどう改善すればどれぐらいの効果が見込めるかを自動算出できるシステムを開発し、2012年度から一部適用する方向で進めている。

これにより設計の早期段階で環境配慮設計を推進できるものと考えている。

**む す び**

製品の環境配慮設計は、製品開発・設計を行う企業であれば、避けて通れない重要課題になっている。この課題は、社会の持続可能性への貢献にとどまらず、その改善度によっては環境意識の高い消費者層への重要な差別化要素になる取組みと思われる。<sup>(2), (9)</sup>

しかし、そのキーとなるLCAの評価には実績把握に多大な時間を伴い、本来焦点を絞るべき改善活動に十分な時間が割けられないのが現実ではないだろうか。

富士通テンが開発したLCA算出システムは、このような課題を抱える企業が今後環境配慮設計の改善における事例として、参考にしていただけると幸いである。

企業には各プロセスで入手した情報が蓄積されている。これらを適切に関連させ活用することで、今後のDfE評価が進展していくものと考えている。

## 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](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) 日本自動車部品工業会 製品環境指標WG：製品環境指標ガイドライン，2007。  
<http://www.jpia.or.jp/work/guideline.html>
- (6) 環境省：事業者からの温室効果ガス排出量算定方法ガイドライン。  
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/santeiho/guide/>
- (7) 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.
- (8) 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－。日本規格境界，2004.
- (9) TR Q 0007：2008. 環境適合設計.

## 著者紹介



**上出英行** (かみで ひでゆき)

富士通テン（株）  
人事総務統括部地球環境部 所属  
現在，EMS・DfE企画業務に従事。



**岡 立朗** (おか たつろう)

富士通テン（株）  
人事総務統括部地球環境部 所属  
現在，製品環境情報調査業務に従事。



**山本 崇** (やまもと たかし)

富士通テン（株）  
人事総務統括部地球環境部 所属  
現在，富士通テングループの環境管理業務全般に従事。



**中平利一** (なかひら としかず)

富士通テン（株）  
人事総務統括部地球環境部 所属  
現在，DfE設計改善の推進管理に従事。