

環境調和型製品の開発を支援する環境情報システム技術

Environmental Information System for Developing Environmentally Conscious Products

小林 英樹
KOBAYASHI Hideki

本宮 明典
HONGU Akinori

鈴木 春生
SUZUKI Haruo

持続可能な循環型社会の実現に向けて、様々な取り組みが進められている。そのなかで、製品メーカーは積極的に環境に配慮しつつ、顧客満足を実現する製品を開発していかなければならない。

当社は、製品ライフサイクルを通じた環境情報を適切に取り扱って環境調和型製品(ECP: Environmentally Conscious Product)を開発するために、既存の製品開発プロセスに対してスムーズに導入可能な環境情報システム技術を開発している。

今回述べる製品開発の初期段階の支援、ライフサイクルアセスメント(LCA: Life Cycle Assessment)作業の効率化、及びシステム統合化に関する技術を適用することによって、製品メーカーは開発効率を維持しながら、もっとも効果的な環境配慮を検討することが可能になる。

The development of environmentally conscious products, which give customers satisfaction and provide environmental value, is one of the responsibilities of manufacturers.

Toshiba has developed technologies for an environmental information system that appropriately manages environmental data throughout the entire product life cycle and supports the development of environmentally conscious products (ECPs). It can also be incorporated itself into an existing product development process.

In this paper, we describe a supporting technology for the early phases of product development, a Web-based life cycle assessment (LCA) tool, and a technology for system integration. By applying these technologies, it becomes possible to explore the most effective environmental considerations while maintaining development efficiency.

1 まえがき

近年、地球温暖化や廃棄物処分問題などの環境問題がクローズアップされるにつれて、地球資源の有限性が強く認識され始めた。このため、持続可能な循環型社会の実現に向けて、法規制強化や新技術の開発促進など、様々な角度から取り組みが進められている。当社においても、これまでECPの開発を推進するとともに、ECPの開発を支援する環境情報システム技術を開発してきた⁽¹⁾。

製品の価値は、主に品質とコストの相対的なバランス(コストパフォーマンス)によって把握されてきた。ECPにおいては、品質とコストに加えて、環境がどのように配慮されているかが問われる。ここでは、当社が提案しているECP開発支援フレームワークと、関連するシステム技術について述べる。

2 ECPの開発支援フレームワーク

様々な環境情報ツールを導入しても、既存の製品開発プロセスとの整合性を考えずにそれらを適用しようとすると、期待した効果を得られなかったり、開発効率を著しく低下させたりすることがある。したがって、各種ツールを適切に

選択し、かつ適切なタイミングで使用することが重要である⁽¹⁾。

当社が提案しているECP開発支援フレームワークを図1に示す。このフレームワークによって、各種の設計支援ツールを適用すべき設計プロセスが規定されている。更に、概念設計段階で得られた設計コンセプトの内容に応じて、設計支援ツールを選択的に使用することによって、製品開発の労力を、対象製品にとって効果の大きい作業に集中できる。

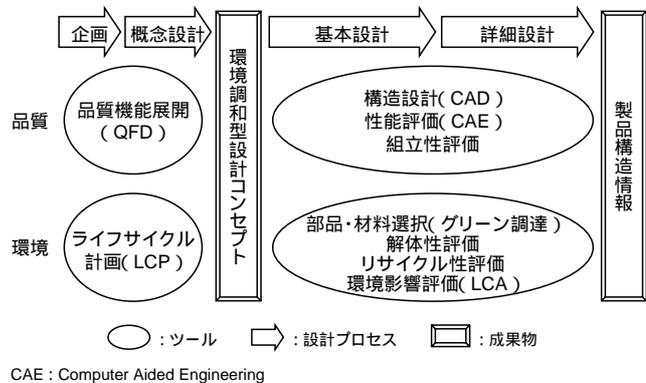


図1. ECP開発支援フレームワーク 設計プロセスの各段階で、対象製品に応じて適切なツールを用いることが重要である。
Framework of eco-design support

ECP開発でもっとも重要なのは、開発初期段階で、環境側面を品質やコストという側面といかにして統合するか、という点にある。一般に、製品の品質やコストは、企画や概念設計段階でほとんど決定されてしまう。これは環境側面についてもまったく同様であり、抜本的な環境配慮は、開発初期段階で設計コンセプトに取り込んでおかなければ実現することは難しい。これからの製品開発者は、これまで以上に開発初期段階に注力すべきであり、そのための手法や環境情報ツールが必要である。製品開発の初期段階で適切な環境配慮を行うための技術について3章で述べる。

情報機器のように競争が激しく急速に発展している製品分野では、市場へのタイムリーな製品投入が要求されることから、製品開発期間の短縮は非常に重要な課題となる。開発期間を短縮するには、開発の後戻りを少なくするという意味で、先に述べた設計コンセプトを十分に練ることも重要であるが、実質的に作業時間の多いタスクにも注目する必要がある。この点において、製品ライフサイクル全体を通じた環境影響を評価するLCAは、時間と労力を要するタスクの一つである。LCAを迅速に実行するための情報ツールを4章で紹介する。

製品開発の質を落とさずに開発期間の短縮を実現するには、各種の環境情報ツールや既存の情報システムの入出力データを統合的に管理し、取り扱う必要がある。最新の情報システム技術を用いたシステム統合化技術によって、先の要求を実現できることを5章で述べる。

3 ライフサイクル計画

ECPを開発するには、開発初期段階で製品ライフサイクル全体を通じた環境側面を、対象製品にとってもっともふさわしい形で配慮する必要がある。このために、当社はライフサイクル計画(LCP: Life Cycle Planning)手法及びプロトタイプツールを開発した⁽²⁾。

LCPとは、顧客要求と環境要求を両立させた、環境調和型設計コンセプトを構築するための一連のタスクを指す。LCPのプロセスは、従来の製品企画手法である品質機能展開(QFD: Quality Function Deployment)のプロセスを包含する形で構成される(図2)。

環境仕様の設定プロセスでは、まず、ライフサイクルの視点から製品がかかわる環境要求を漏れなくリストアップする。環境要求の中には、リサイクルや有害物質などの環境法規制や、企業のボランタリプラン項目などが含まれる。考慮すべき環境要求がそろったら、それら環境要求を的確に表す環境特性項目とその目標値を設定し、これを環境仕様とする。

QFDは顧客要求を起点として、製品の基本的な特徴を示す機能特性や、製品の部品構成へとブレークダウンしていく手法である。顧客要求と製品の機能特性とを関連付ける

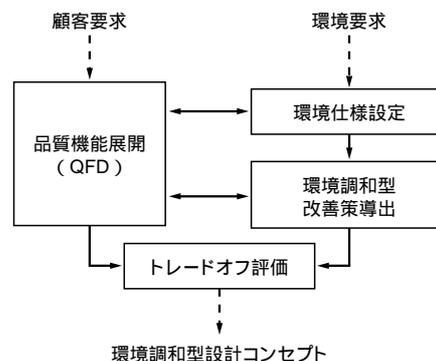


図2. LCPのプロセス 従来の製品企画プロセスを包含しているため、顧客要求も満たした環境調和型設計コンセプトを構築することができる。

Process of life cycle planning

QFD Iでは、顧客の立場から重要な機能特性を特定する。その後、各機能特性について目標値を設定するが、このとき、先の環境要求との関連を明らかにしておくことによって、目標値自体を環境に配慮して設定することができる。その後、機能特性と製品を構成する部品を関連付けるQFD IIを作成したり、価値工学(VE: Value Engineering)手法を適用したりすることで重要部品を特定し、顧客満足を重視した改善策を導出する。

環境調和型改善策の導出プロセスでは、環境特性に関する目標値を達成するために必要な改善策を導出する。具体的には、個別の環境要求に対応した環境調和型設計のガイドライン、設計事例、部品の自動検索や、基準となる機種の環境評価情報を利用した各種分析を行い、環境調和型改善策を導出する。

トレードオフ評価プロセスでは、QFDプロセスで導出された改善策も含めて、複数の改善策を組み合わせで設計コンセプトを構成する。そして、品質、コスト、環境の各側面のトレードオフを総合的に評価して、環境調和型の設計コンセプトを決定する。

LCP手法については、既にも実際の製品開発でその有効性を確認しており、現在、手法の改良とともに実用ツールの開発を進めている。

4 ネットワーク対応版LCAツール

製品の環境影響を評価するには、一般に、詳細な工程分析とデータ収集にばく大な労力と時間を要する。これに対して、当社では公式な統計データである産業連関表を利用したLCAデータベース(DB)を構築し、必要最低限のデータを入力すれば環境影響を算出できるLCA簡易評価手法及びソフトウェアツールEasy-LCAを開発し、社内外で多くの適用実績を積み重ねてきた⁽³⁾。

これまでのスタンドアロン版LCAツールでは、LCA担当者が一人で製品ライフサイクルすべての大量データを入力しなければならないため、複雑あるいは大規模な製品・サービスの評価は困難な場合があった。また、入力データや、算出された評価結果の共有化・再利用が難しいという課題もあった。そこで、新たにイントラネット上で使用可能なEasy-LCA for Webを開発した。

このツールを導入すれば、イントラネットを通じて、各担当者が自分の関係する環境関連データを同時に入力することができる。例えば、各部品設計者が自分の担当した部品の材料構成データを入力し、製品のLCA担当者がそのデータを取りまとめることによって、製品全体のLCAを迅速に実行できるようになる。こうして、これまでのLCA担当者の作業負担は軽減され、データの共有化や再利用の効率が大幅に向上する(図3)。

産業連関表に基づくLCA-DBは、産業間の波及効果まで考慮された信頼性と透明性に優れたデータであるという長所があるものの、一方で、輸入材料の国外で発生する環境負荷までは考慮していないという課題があった。そこで、日本国内で発生する環境負荷だけでなく、輸入比率が高いエ

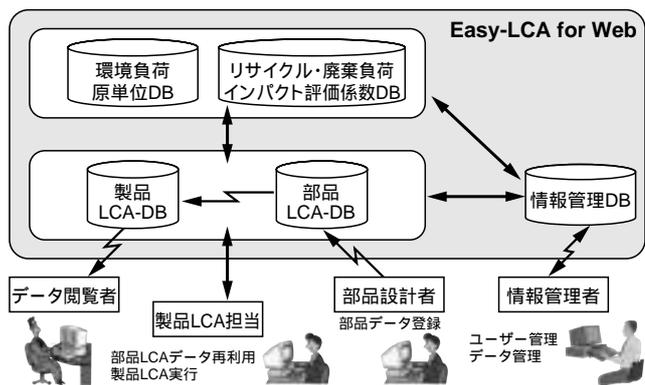


図3. ネットワーク対応版LCAツール 複数の作業業者による効率的なLCAデータの入力、運用が可能になる。
Application of Web-based LCA tool



図4. 海外における環境負荷の考慮 より現実に近いLCAが可能になる。
Consideration of environmental load caused overseas

ネルギー資源、鉱物資源やアルミ新地金に関して、別途海外で発生する資源採取や素材加工に伴う環境負荷を算出し、国内の環境負荷と合算したDBを新たに構築した。このDBを用いることにより、より実際に近いLCAが可能になった(図4)。

5 環境情報システムの統合化

すべての環境情報ツールは、情報共有や使い勝手の向上のために、接続すべきところは接続し、また、既存システムとも統合する必要がある。例えば、グリーン調達のための部品環境情報調査データを利用して製品LCAを実施したり、製品LCAの結果を利用して次世代製品のLCPを実施したりすることができ、しかもそれが統一されたユーザーインターフェースで扱える、というような統合化である。このような統合化により、データの受け渡しの手間を省き、ユーザーの負担も最小限にとどめることができるので、効率的な運用ができるようになる。

システムの運用範囲を柔軟に設定するには、環境情報システムを完全に単一のアプリケーションと単一のDBに統合すべきではない。システム導入時に、既存システムの資産がほとんど流用できないからである。また、環境情報システムの分野は急速に進展中であるため、固定的に運用されるシステムでは、新たなアプリケーションや公開標準データの使用に対応するために多大な期間を費やし、結果的にECPのタイムリーな市場投入を難しくすることもその一因である。

このように考えると、オープンでフレキシブルな分散システムが必要になると思われる。公開データについては、データの種別別に分散管理された情報システムが構築され、インターネットなどを介して、各種データを入手あるいは登録することが可能になると予想される。一方、製品の製造プロセスデータなどの、公表されないか公表する以前のデータは、メーカーの社内情報システムに蓄えられる。このような情報システムもまた分散管理されて、イントラネットを介して各種データの授受を実施していくものと予想できる。環境情報システムも既存システムも、個々のアプリケーションが必要なデータを、これらの分散DBから選択的に使用したいという要求が増大していくであろう。

以上の考察の下に、当社では企業内外の各種情報システムとデータ交換でき、かつ拡張性、柔軟性に富んだ製品環境情報システムを開発している⁽⁴⁾。これは、既存の設計情報に加えて、各種の製品環境情報を総合的に取り扱うものであり、企業環境情報システムの中核をなすシステムである。ここでは、エージェント技術及びWebtop技術を用いて既存のCAD、DB、環境影響評価ツールなどを接続している(図5)。

Webtop技術によって、分散システムの各リソースの一つのクライアントからアクセスすることができ、また個々のリソ

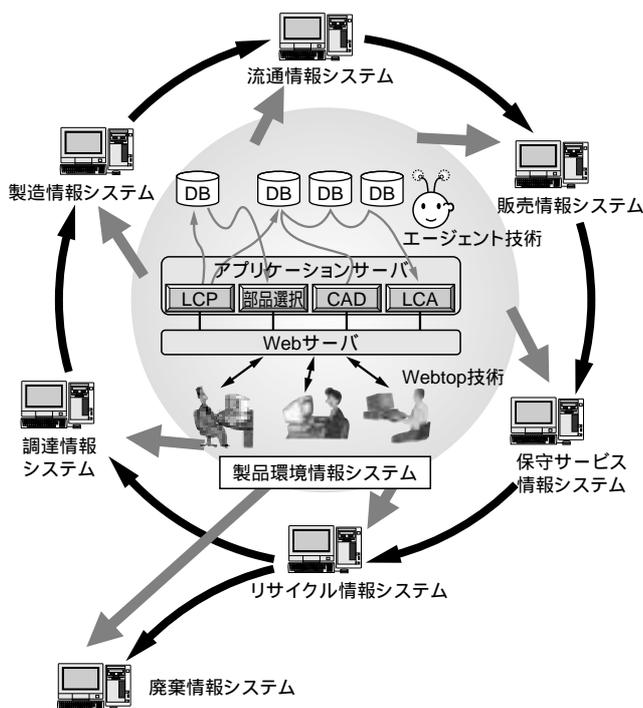


図5. 製品環境情報システム 最先端の情報技術を活用して、企業環境情報システムの中核を担うことができる。

Product environmental information system

ースに複数の部署、複数のクライアントからアクセスすることができるようになる。したがって、ECP開発の各段階の作業を同時に並行して行うこともできるし、ある一段階の作業を協調して行うこともできるようになる。

エージェント技術は、拡張性、柔軟性の高いシステム統合化の手法である。既存アプリケーションには汎用の入出力インタフェースが存在するとは限らないが、ラッパエージェント (Wrapper agent) を用いることにより、アプリケーションを変更することなく共通の汎用入出力を持たせることができる。また、アプリケーション間のデータ授受についても、仲介エージェントを適切に設定することにより、期待するDBに必要なデータが存在しない場合でも、自動的に他のDBを探してデータを取得したり、複数のデータから最適なデータを選び出して持ち帰ったりすることができる。更に、新たなアプリケーションや新たなDBの追加にも柔軟に対応できる。

このような技術を用いて統合化した製品環境情報システ

ムは、データの共有や再利用をしやすい環境を提供し、またユーザーにとっても使いやすいものとなるため、ECPの開発期間短縮にも貢献できると考える。

6 あとがき

ここでは、ECPの開発支援フレームワークと、LCP技術、ネットワーク対応版LCAツール、及び環境情報システムの統合化技術について述べた。

今後、製品企画段階での環境配慮と、ECP開発期間の短縮がますます要求されるため、ここで述べた技術のよりいっそうの革新が必要とされるであろう。これらの技術を実際の製品開発で適用していき、持続可能な循環型社会の構築に貢献することを願っている。

文 献

- (1) 小林英樹,ほか. 環境調和型製品の設計支援技術. 東芝レビュー .54, 4, 1999, p.30 - 32.
- (2) Kobayashi, H. A Method of Life Cycle Planning for Product Eco-improvement. International Journal of Environmentally Conscious Design & Manufacturing . 8, 4, 2000, p.27 - 37.
- (3) Suzuki, H. " Development of LCA Software Easy-LCA ". Proc. of the 4th International Conference on EcoBalance . Tsukuba, 2000-10, p.711 - 714.
- (4) Hongu, A., et al. An Eco-design Support System Integrated by Web-based Information Technology . Proc . Electronics Goes Green 2000+ . Reichl, H . & Grise, H . Berlin, 2000-09, Berlin, VDE Verlag, 2000, p.305 - 310.



小林 英樹 KOBAYASHI Hideki, D.Eng.
研究開発センター 環境技術・分析センター研究主務, 工博。
環境調和型設計・生産技術の研究・開発に従事。
Environmental Engineering & Analysis Center



本宮 明典 HONGU Akinori
研究開発センター 環境技術・分析センター研究主務。
システム統合化技術の研究・開発に従事。
Environmental Engineering & Analysis Center



鈴木 春生 SUZUKI Haruo
東芝エンジニアリング(株)社会インフラエンジニアリング事業部主査。ライフサイクルアセスメントツールの開発・販売に従事。
Toshiba Engineering Co.