

2001年、家電リサイクル法の施行により本格的なリサイクルを基調とする社会が到来しようとしている。ライフサイクルを通して環境に調和した製品を設計することは、この資源循環型社会構築の起点である。

ここでは、環境調和型製品のための設計支援フレームワークを提案する。開発した設計支援システムは設計者の負担増大を最小限に抑えつつ最大限の環境配慮を実現するために、設計プロセス全体にわたって設計支援ツールとデータベースを有機的に統合したシステムアーキテクチャを採用している。

Following the enforcement of the Recycling Act for Home Electrical Appliances in 2001, a true resource-circulating society will come into existence. Designing products that have less environmental load throughout their life cycle is the foundation of a society based on recycling.

In this paper, we propose a concept of system architecture that supports the design of environmentally conscious products (ECPs), and describe a design support system that we have developed.

1 まえがき

大量生産、大量消費、大量廃棄により物質的豊かさを享受してきた20世紀の社会パラダイムは、地球環境容量の有限性の認識から大きな転換を迫られている。その一つの姿が持続可能な社会へのパラダイムシフトであり、具体的にはリサイクル社会の実現である。

2001年に施行されることになった特定家庭用機器再商品化法(通称：家電リサイクル法)は、メーカーに廃製品のリサイクル義務を課すもので、これによりわが国は本格的なリサイクル社会へ大きな一歩を踏み出すことになる。

このリサイクル社会では、使用済み製品の回収・廃棄・リサイクルなどいわゆる静脈側へのメーカーの対応が必須(す)となり、この対応が企業競争力の一つになる。

さらに重要なことは、動脈側の上流段階である製品企画、設計段階からリサイクルなどを配慮した商品作りを推進することであり、具体的にはそのライフサイクルを通じて環境負荷の少ない環境調和型製品(ECP: Environmentally Conscious Products)を創出することである。

ここでは、ECP設計支援のフレームワークの提案と開発を進めている設計支援システムについて紹介する。

2 ECP設計支援のフレームワーク

提案するECP設計支援のフレームワークは、設計コンセプト、設計プロセス、および設計支援ツールという三つの要素から構成される(図1)。

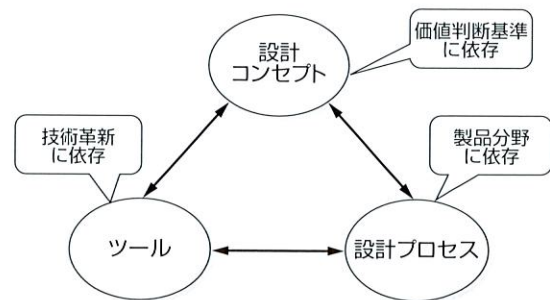


図1. ECP設計支援フレームワークの概念 時代の流れに柔軟に対応したECP設計支援システムを実現できる。

Framework of ECP design support

ECPを設計するには、当然ながら、従来からのコストや性能に加えて環境側面も考慮しなければならない。省資源、省エネルギーなどの環境課題を製品ライフサイクルプロセスの各段階ごとに整理した“環境負荷マネジメント”，および、製品寿命時にどのような取扱いが最適かを決定する“エンドオブライフマネジメント”の二つによって、環境側面を網羅的に考慮することができる。次に、環境配慮によって増大する設計者の作業負荷をできる限り軽減するために、実際の設計プロセスを十分に考慮する必要がある。さらに、ECP設計支援システムと社内外に存在する関連情報システムを相互補完的に活用するために、最新の情報基盤技術に合致するよう各設計支援ツールを開発する必要がある。

ここで、設計コンセプトは社会や消費者の価値判断基準の設計プロセスは製品分野の、そして設計支援ツールは特に情報に関する技術革新の影響をそれぞれ受けている。ま

た、これらフレームワークを構成する三要素は相互に影響し合っている。提案するフレームワークを用いることで、つねに置かれた状況に応じて最適な ECP 設計支援システムの実現形態を考えることが可能となる。

3 ECP 設計支援システム⁽¹⁾

環境に配慮した設計においては、設計現場で取り扱わなければならない情報が従来に比べて大幅に増大する。このため、設計者の作業負担も増大傾向にある。そこで、設計者の負担増大を最小限に抑えつつ最大限の環境配慮を実現するために、設計プロセス全体にわたって設計支援ツールとデータベースを有機的に結合したシステムアーキテクチャを採用した(図2)。

図3に ECP 設計支援システムのソフトウェア構成を示す。設計支援システムは、2章で述べた側面を統合的に取り扱えるように構成されている。

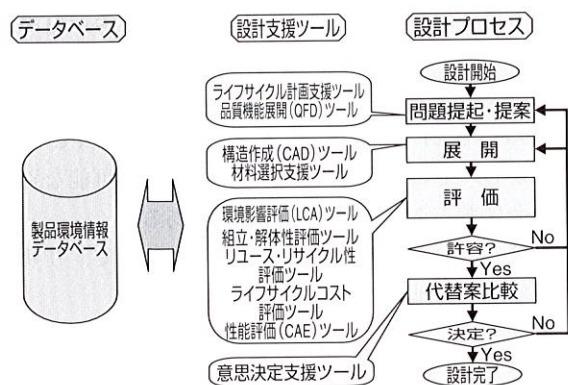


図2. 設計支援システムのアーキテクチャ 設計プロセスと各種ツールおよびデータベースを有機的に統合することで、ECP 設計を支援する。
Architecture of design support system

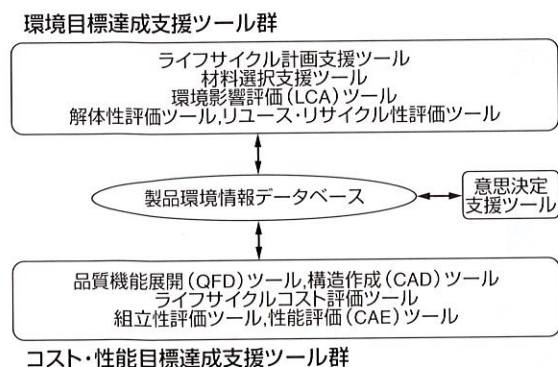


図3. ECP 設計支援システムのソフトウェア構成 コストや性能だけでなく環境も配慮した設計を支援できる。
Software configuration of design support system

4 システムを構成する各種ツール

この章では、システムを構成するいくつかのツールを、設計プロセスに沿いながら簡単に説明する。

ライフサイクル計画支援ツールは、設計初期段階でさまざまな側面を適切に総合した設計コンセプトを作成するためのツールである。このツールを用いることで、製品企画者・設計者は対象製品にもっとも適した事業、製品および製品ライフサイクルプロセスのコンセプトを作成することができる。

環境調和型の設計コンセプトを決定した後、設計者は製品構造を一般的な CAD ツールを用いて作成する。このとき、主に有害物や環境関連物質の使用を必要最小限に抑えるよう、材料選択支援ツールを併用する。

製品構造を CAD ツール上で作成したならば、CAD データと製品環境情報データベースを利用して、その製品の必要に応じた環境関連の設計評価を行う。製品ライフサイクル全体を通じた環境影響を評価するライフサイクルアセスメント (LCA: Life Cycle Assessment) ツールは、もっとも基本となる評価ツールである。当社では産業連関分析に基づく排出原単位をデータベースとする LCA の簡易算出ソフト "Easy-LCA" を開発、商品化している (図4)⁽²⁾。

このほかにも、製品使用後のさまざまな特性を評価する必要がある。例えば、どんな製品もかならず最後は廃棄処理されるため、部品・材料のリサイクル性を高めることは重要である。リサイクル性評価ツールは、設計時点で製品のリサイクル性を評価するためのツールであり、製品の解体しやすさを評価する解体性評価ツールと併用される。現在のところ、製品で使用している部品ごとに、リサイクル可能性の有無、使用材料、質量を表示したり、使用材料の統

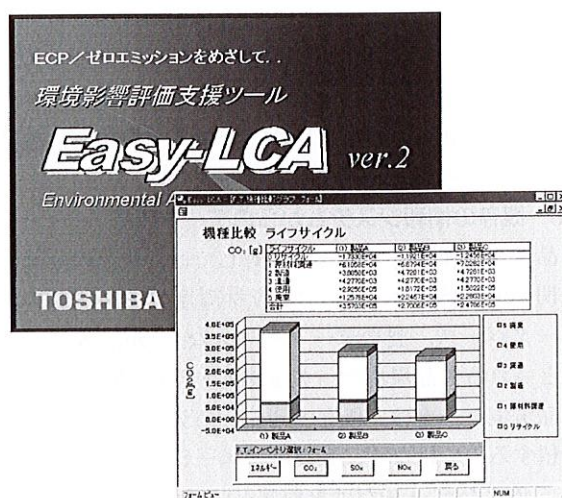


図4. ライフサイクルアセスメントツール "EASY-LCA" 製品ライフサイクル全体を通じた CO₂ 排出量の表示画面例。
Example of evaluation

合度合いを評価したりすることが可能である。

もちろん、コストや性能に関わる既存の性能評価(CAE: Computer Aided Engineering)ツールや組立性評価ツールも同時に使用される。

また、製品使用後を含む製品ライフサイクルプロセス全体のコストは、ライフサイクルコスト評価ツールによって評価される。この理由は、今後メーカーも使用済み製品に対して回収・リサイクルなどの責任を担っていくことから、製品回収後の企業コスト管理も重要課題の一つになるからである。

5 製品環境情報データベース

5.1 各種ツールのデータ共有

設計の際には、設計プロセスの作業に見合った各種ツールを利用する。各ツールは、その利用目的に合わせた機能を持ち、各種データを入力データとして取り込み、その目的とする出力データを生成する。各ツールが使用するデータ項目は、そのツールの利用目的から異なってくるが、共通するデータ項目も多い。

共通データを事前に自動蓄積する仕組みを作り、設計者が独自にデータ収集する作業を削減できれば、設計作業の効率は向上する。そのために、各種ツールがデータを共有できる製品環境情報データベースの整備が重要である。

5.2 製品環境データ

製品環境データとは、具体的に製品の仕様表、概略図面、部品表、分解図などの製品情報、さらに、材質情報(有害物質の含有率なども含む)などを指す。これらは、設計時に各種ツールを利用するだけでなく、廃棄処理プロセスにおける特殊処理(回収や処理方法)や、構成する部品(詳細図や再利用可能部品)などの製品環境データを提供して、リサイクル率を向上させることにも活用できる。

製品のライフサイクルを考慮した最適設計をするために、設計・製造のデータだけでなく、使用、流通、リサイクル、廃棄の各プロセスに関するデータも収集し、製品環境情報データベースに蓄積している。

5.3 既存の情報システムからのデータ収集

製品環境情報データベースに対しては、製品の設計・製造に関わる情報データベース(資材調達データベース、設計データベース、製造データベースなど)が、各ツールで必要とされる製品環境データを提供する(図5)。

製品環境データは、既存の情報システムから常時収集して蓄積するのではなく、必要時にエージェントシステムを用いて必要なデータだけを収集してくる方法も考えられる。製品環境情報データベースは、社内ネットワークで既存データベースをリンクしたイントラネットシステム、また、社外から提供される評価のための標準データなどを取

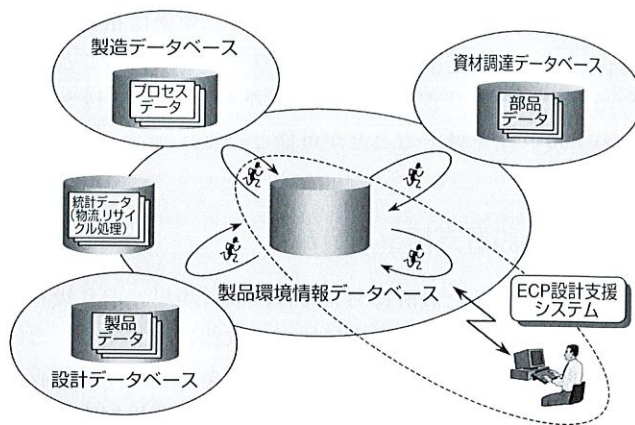


図5. 製品環境情報データベース 既存の関連するデータベースから必要なデータを有機的に結び付け、製品環境情報データベースとして構成する。

Product environmental information database

り込むインターネットシステムとして実現する。

6 あとがき

ここでは、環境調和型製品創出を可能とする設計支援フレームワークのコンセプトを提案し、さらに開発を進めている設計支援システムについて述べた。

きたるべき21世紀は情報ネットワーク社会と言われる。しかし、その前提は人類が持続的に発展可能な資源循環型社会にあることを認識する必要がある。

今後は、このシステムの実現と活用を通じて、リサイクル社会実現へ貢献していく。

文献

- (1) Kobayashi, H., et al. "A Framework of Eco-design Support." Proc. of the EcoDesign'99, IEEE, 1999, p.680-684.
- (2) 加賀見英世, 他. ライフサイクルアセスメント, 東芝レビュー, 51, 6, 1996, p.16-18.



小林 英樹 KOBAYASHI Hideki, D.Eng.

研究開発センター 環境技術研究所研究主務, 工博。
環境調和型製品設計技術の研究・開発に従事。
Environmental Engineering Lab.



春木 和仁 HARUKI Kazuhito, D.Eng.

研究開発センター 環境技術研究所研究主幹, 工博。
環境情報システム技術の研究・開発に従事。
Environmental Engineering Lab.



土井 清三 DOI Seizo

研究開発センター 環境技術研究所研究主幹。
環境保全技術の研究・開発に従事。
Environmental Engineering Lab.