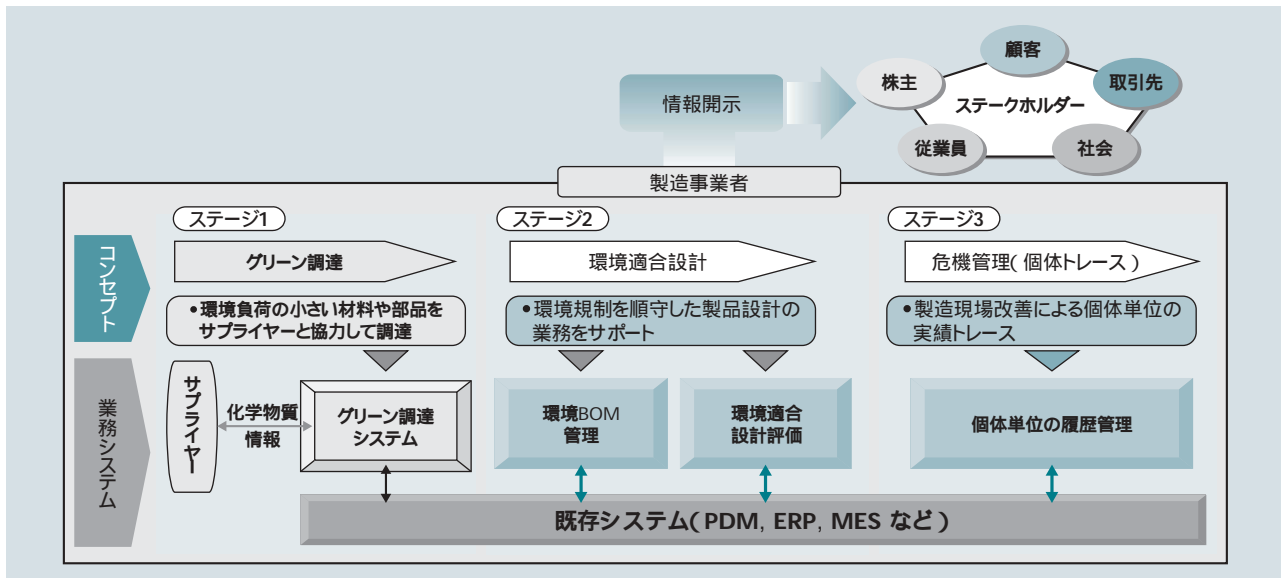


持続可能な社会の実現を支援する 環境情報ソリューション技術

Environmental Information System's Solution Technology for Sustainable Society

弘重 雄三 Yuzo Hiroshige
堀田 都 Miyako Hotta

佐々木 智代 Tomoyo Sasaki
熊澤 孝明 Takaaki Kumazawa



注:略語説明 BOM(Bill of Materials),PDM(Product Data Management),ERP(Enterprise Resource Planning),MES(Manufacturing Execution System)

図1 環境適合設計と個体トレースを組み合わせてプロアクティブにコンプライアンスとアカウンタビリティを実現する環境情報ソリューションの概要

グローバルに展開される製品環境規制に対応するためには、サプライヤーとも連携し、顧客だけでなくすべてのステークホルダーへの情報開示を前提として、製品の企画・設計・調達・生産・保守・廃棄・再生産に至るライフサイクル情報をトータルで管理するとともに、それを用いた設計支援および実績管理を実現する環境規制対応の情報システムが不可欠である。

1.はじめに

2001年に欧州委員会が公開した「IPPグリーンペーパー (Green Paper on Integrated Product Policy:統合的製品政策に関するグリーンペーパー)」は、生産者に対して、製品ライフサイクルの考慮、特に環境負荷や社会コストを含むトータルコストの考慮を「Life Cycle Thinking (以下、LCTと言う。)のキーワードの下で求めるものだった。

これ以前の製造業を対象とする多くの環境規制が工場へのものであったのに対して、IPP(Integrated Product Policy)は、欧州の立法機関である欧州委員会が今後の環境規制を、製品中心に、かつライフサイクルを広く意識したものとしていく意思表示をしたものとして注目を集めた。そしてその直後から、IPPIに基づいて、WEEE(Waste Electrical and Electronic Equipment:電気電子機器廃棄物 指令 ,RoHS(Restriction of Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment)指令 ,EuP(Energy Using Products)指令など多数の製品環境規制が欧州で成立した。これが契機になって、

IPPの考え方は一気にグローバルに展開され、日本を含むアジア、そして米国などでも、今後の環境規制の基本的な考え方となり、製造業に対して新たな取り組みを求めるものとなった。

ここでは、最新の製品環境規制動向と、その対応を支援する環境情報ソリューション技術について述べる(図1参照)。

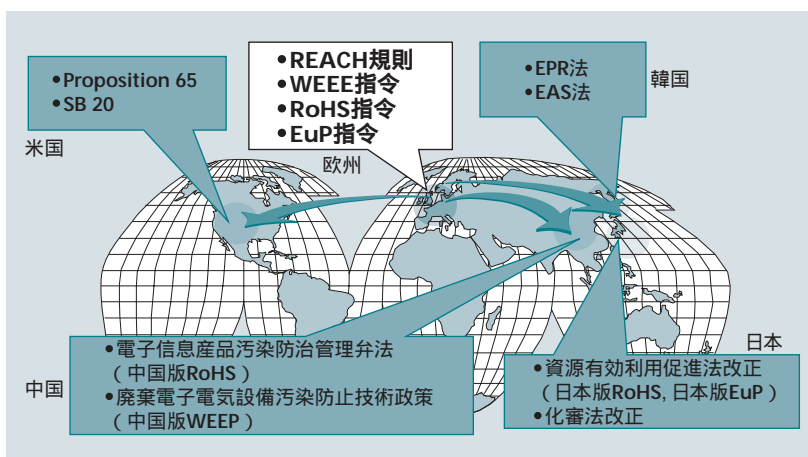
2.製品環境規制の強化・拡大と日立グループの対応

2.1 製品環境規制のグローバル展開

欧州を発信源として日本、韓国、米国などグローバルに展開される製品環境規制には大きく分けて、(1)使用済み製品の再資源化に関する規制、(2)製品に含有する化学物質に関する規制、(3)製品ライフサイクルを通じた環境負荷に関する規制がある(図2参照)。

これらの規制に共通するのは、正にIPPのポリシーにのっとり、製品ライフサイクル全体における環境負荷や社会コストを製造者の責任としてとらえ、その継続的な改善やコスト負担を製造業に対して求めていることである。

「工場を対象とした規制から、製品ライフサイクルを対象とした規制に」と言われるように、環境規制はその基本的考えがこの数年で大きく変化するとともに急速にグローバルな広がりを見せるようになった。日立グループでは、これに対応し、よりプロアクティブな取り組みとして、環境適合製品の開発と製品個体ごとのライフサイクル管理を実現するシステムを構築・運用することで製品環境規制に対するコンプライアンスとアカウンタビリティを実現している。



注:略語説明 Proposition 65(65物質群), SB20(Senate Bill 20), REACH(Registration, Evaluation, Authorization and Restrictions of Chemicals), WEEE(Waste Electrical and Electronic Equipment), RoHS(Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment), EUP(Energy Using Products), EPR(Extended Producer's Responsibility), EAS(Eco Assurance System), WEEP(Waste Electrical and Electronic Products), 化審法(化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律)

図2 グローバルに展開される製品環境規制

使用済み製品の再資源化、製品に含有する特定の化学物質の削減、地球温暖化防止をめざした環境負荷低減が大きな課題である。

2.2 LCTへのプロアクティブな対応

このような製品環境規制においては、前述した各規制分野に対して、(1)回収・再資源化システムの構築、(2)調達部材からの対象物質の排除、(3)省エネルギーの推進などがクローズアップされる傾向にあるが、環境負荷や社会コストを製造者責任ととらえるIPPのポリシーに対応するためには、よりプロアクティブな視点での取り組みが不可欠である。具体的には、(1)再資源化コストなどの社会コストの内部コスト化を意識したコスト削減、(2)規制順守の確実な遂行を証明する仕組みの構築と運用、(3)製品ライフサイクル全体での継続的な環境負荷低減を支援する仕組みの構築と運用などである。

そこで、日立グループは、商品の企画・開発・生産・保守をトータルで管理するPLM(Product Lifecycle Management)に位置づけた設計段階でのコンプライアンスの実現と、調達・生産・販売をトータルで管理するSCM(Supply Chain Management)に位置づけた個体単位での履歴管理を通じたアカウンタビリティの実現を柱とした活動を積極的に推進して

いる(図3参照)。このコンプライアンスとアカウンタビリティを両輪とする活動が、LCTを求めるこれからの製品環境規制への対応の必須要件であり、以下にその具体的事例を示す。

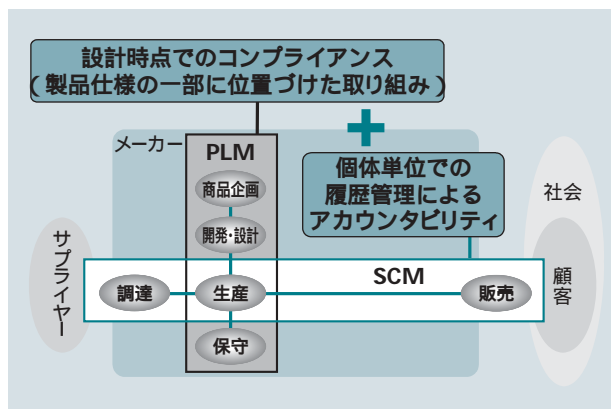
3. 設計段階でのコンプライアンス実現

設計段階でのコンプライアンス実現には、それを設計業務に組み込んで行うことが重要である。次に、製品設計情報を活用し、例えばコスト低減、信頼性など同様に設計案を評価・改善することにより、コンプライアンスを支援する技術について述べる。

3.1 再資源化コストの低減を支援する技術

WEEE指令に代表される製品再資源化に関する規制は、国内でも経済産業省

WG(Working Group)による検討で「努力した者が報われるものに」と宣言されるなど、そのコストの企業内部化が浸透し、製品競争力の一部に加えられつつある。この流れに対して、



注:略語説明 PLM(Product Lifecycle Management) SCM(Supply Chain Management)

図3 製品環境規制に対する日立グループの取り組み
コンプライアンスとアカウンタビリティの実現をめざし、プロアクティブな取り組みを推進している。

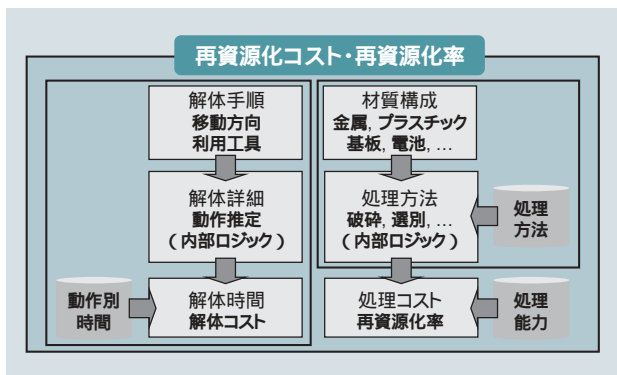


図4 再資源化コスト・再資源化率を推定する技術
 製品の設計段階で、再資源化に要するコストや、再資源化可能な割合を推定することで、設計改善を支援する。

再資源化コストを製造コストと同様に、設計段階で継続的に改善していく取り組みが不可欠である。

日立のREM(Recyclability Evaluation Method:リサイクル性評価法)は、設計者が知り得る情報(製品構成、部品材質、質量、解体手順)から再資源化コストを推定し、改善を支援する仕組みである。REMが行う再資源化コストの推定は大きく三つのステップに分かれている(図4参照)。一つ目は解体手順(部品を外す方向や利用する工具)から解体時間・コストを推定するステップ、次に部品の材質(例えば鉄やプラスチック、回路基板など)構成から、破碎、選別といった処理方法を推定するステップ、最後に推定した処理方法と部品の質量情報から、処理コストを推定するステップである。また、再資源化コストとともに、処理方法や処理能力から再資源化率を推定することで、規制対応とコストの両立を支援可能である。

3.2 製品への特定化学物質の含有を防止する技術

RoHS指令は、電気・電子機器への特定6化学物質の含有を規制するもので、製造業は、製品を構成する部品や材料

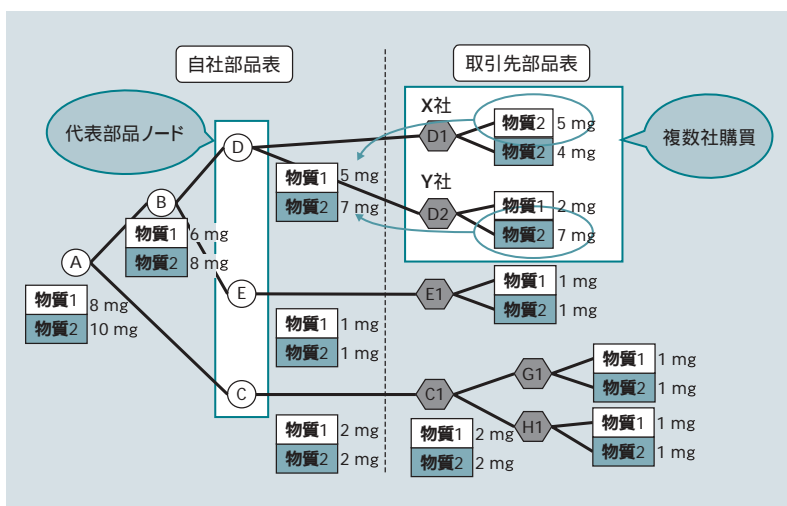


図5 代表部品方式による部品表作成・評価の例
 一つの部品表で、複数化学物質ごとに、製品の最大含有量が集計可能である。複数社購買部品を比較表示し、化学物質組成の違いのトレードオフを確認しながら設計改善にフィードバックする。

の化学物質情報を収集し、設計段階で製品ごとの含有量を把握し、含有率を規制値(しきい)以下にする必要がある。

製造業の現実の運用では、製品に組み込む同一部品を、複数の取引先から購入する複数社購買のケースが存在する。取引先によって化学物質組成が異なる可能性があるため、いかなる組み合わせで製品を組み立てても規制に対応していることを示さなければならない。そこで、複数社購買部品を扱う場合でも化学物質含有評価を容易に行う方法を開発した⁴⁾。この方法は、代表部品を介して自社部品と取引先部品をつないで評価対象製品の部品表を作成する。代表部品には下位部品の含有量最大値を集計することにより、すべての化学物質についてワーストケースの評価を実施でき、設計段階で安全側の評価が可能となる(図5参照)。

3.3 ライフサイクル環境負荷を継続的に低減する技術

EuP枠組指令は、LCTに基づく環境負荷を定量的に評価し、その継続的改善を求める指令であり、その代表的な評価手法にLCA(Life Cycle Assessment)がある。この実施にはデータ収集に膨大な作業時間を要するため、少人数の専門家によって実施されていることが多い。全製品へLCAを適用して環境負荷を低減していくためには、設計段階で部品ごとの改善の取り組みが不可欠である。

日立の「EcoAssist-LCA」は、設計者が敏速かつ簡単に評価し、組織レベルでLCAに取り組めることを目的として、部品構成情報に着目した新しいウェブベースのLCAシステムである。このシステムでは、既存の部品構成情報をベースにプロセス情報を部品構成にひも付けする。作成された部品プロセス構成情報は、各ノードで発生する環境負荷の計算方法と計上ステージ、計算パラメータが設定できるため、分析の目的に合わせ、部品ごとのLCA結果を出力できる(図6参照)。

最後に環境負荷の高い部品を段階的にトレースできる仕組みを提供することにより、改善部品の特定を支援する。

4. 製品ライフサイクル管理技術とその応用

製品ライフサイクルを通じたアカウントビリティ実現のキーは、製品個体単位での履歴管理技術である。設計では対象製品のライフサイクルを想定し、調達部品中の化学物質、利用中のエネルギー使用量、リサイクルの方式、リサイクル率などの視点で環境負荷を予測するが、これらはあくまで事前の想定に基づいているため、範囲や最大値の予測でしかない。

日立では、環境CSR(Corporate Social

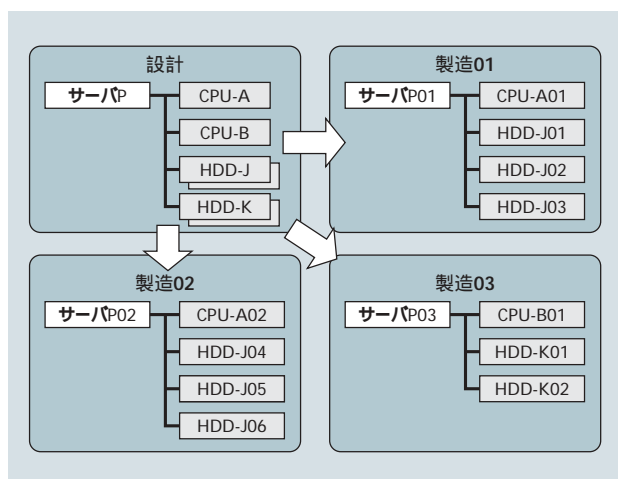
部品プロセス構成イメージ	計算パターン (×原単位)	ライフ ステージ	パラ メータ	
			para1	para2
洗濯機				
↳ 輸送(20tトラック)	para1/para2	輸送	200 km	50個
↳ ユニット部品	部品重量	部品製造		
↳ 部品A				
↳ 冷延鋼板	材料重量	素材製造		
↳ 鉄プレス	材料重量	材料加工		
↳ 熱処理	材料重量	材料加工		
↳ 鉄マテリアルリサイクル	材料重量para1	リサイクル	90%	
↳ 埋立て	材料重量(1-Para1)	廃棄	90%	

注:略語説明 LCA(Life Cycle Assessment)

図6 LCAシステム評価入力例

部品構成にプロセス情報をひも付けし、各ノードに環境負荷計算条件を設定することで部品ごとのLCA結果を出力可能とする。

Responsibility:企業の社会的責任 対応モノづくり規程に基づいて、製品個体(1台ずつの製品)について、利用されているすべての調達部品の個体やロット、製造工程などを製造段階でトレースする技術を開発した。この技術を用いることによって、仮に調達部品や製造工程に不具合が生じたとき、該当製品を即座に特定することができるようになった。また、含有される特定化学物質について、製品個体、出荷地域、出荷時期などの単位で正確に把握することが可能になった。例えばCPU(Central Processing Unit)や記憶容量が顧客ごとに異なるサーバ製品は、シリーズ品を一体として設計していることから、設計段階では製品個体の含有化学物質量を計算できない。しかし、製造段階で部品および製造工程のトレースを行うことにより、顧客ごとに異なる部品種類や部品数、顧客仕様が同一の場合でも部品ロットの違いまでを考慮して、製品個体ごとに含有化学物質が算出可能になった(図7参照)。



注:略語説明 CPU(Central Processing Unit), HDD(Hard Disk Drive)

図7 シリーズ設計BOMとそれに基づく製品個体BOM

シリーズ製品を、顧客仕様に基づいて複数製造すると、構成の異なるもの、同一構成でも部品ロットの異なるものができる。

5. おわりに

ここでは、最新の製品環境規制動向と、その対応を支援する環境情報ソリューション技術について述べた。

今世紀に入り、企業活動のグローバル化や顧客要求の多様化など、製造業は大きな変革を迫られている。製品環境規制を前面に押し出したIPPは、その先進的な考え方と具現化、グローバル展開といった面で、変革を促す一つの動きととらえることができる。

日立グループは、この変革のうち一つでも対応を怠った企業が市場から消えていく昨今の状況を踏まえ、今後もIPPへの対応をプロアクティブに進めるうえで不可欠な技術的課題を解決し、グループ内適用を進めるとともに、ITソリューションとして展開していく。

参考文献

- 1) 欧州委員会: Green Paper on Integrated Product Policy (COM/2001/68) (2001)
- 2) 根本, 外: 製造業の経営革新を実現するPLMの展望, 日立評論, 86, 8, 585~590(2004.8)
- 3) 弘重, 外: 環境適合設計を実現する設計ソリューション, 日立評論, 86, 12, 875~878(2004.12)
- 4) 堀田, 外: 環境規制対応製品含有化学物質評価システムの開発, 精密工学会春季大会論文集(2006.3)

執筆者紹介



弘重 雄三
1992年日立製作所入社, 生産技術研究所 生産システム第二研究部 所属
現在, 環境対応生産システムの研究開発に従事
精密工学会会員



堀田 都
1991年日立製作所入社, 日立研究所 情報制御第二研究部 所属
現在, 環境情報システムの研究開発に従事
精密工学会会員, 電気学会会員



佐々木 智代
2001年日立製作所入社, 情報・通信グループ 産業・流通システム事業部 PLMソリューションセンタ MES/環境ソリューション部 所属
現在, 環境システムのコンサルテーション, 開発に従事
日本LCA学会会員



熊澤 孝明
1995年日立製作所入社, 生産技術研究所 生産システム第二研究部 所属
現在, 環境対応生産システムの研究開発に従事