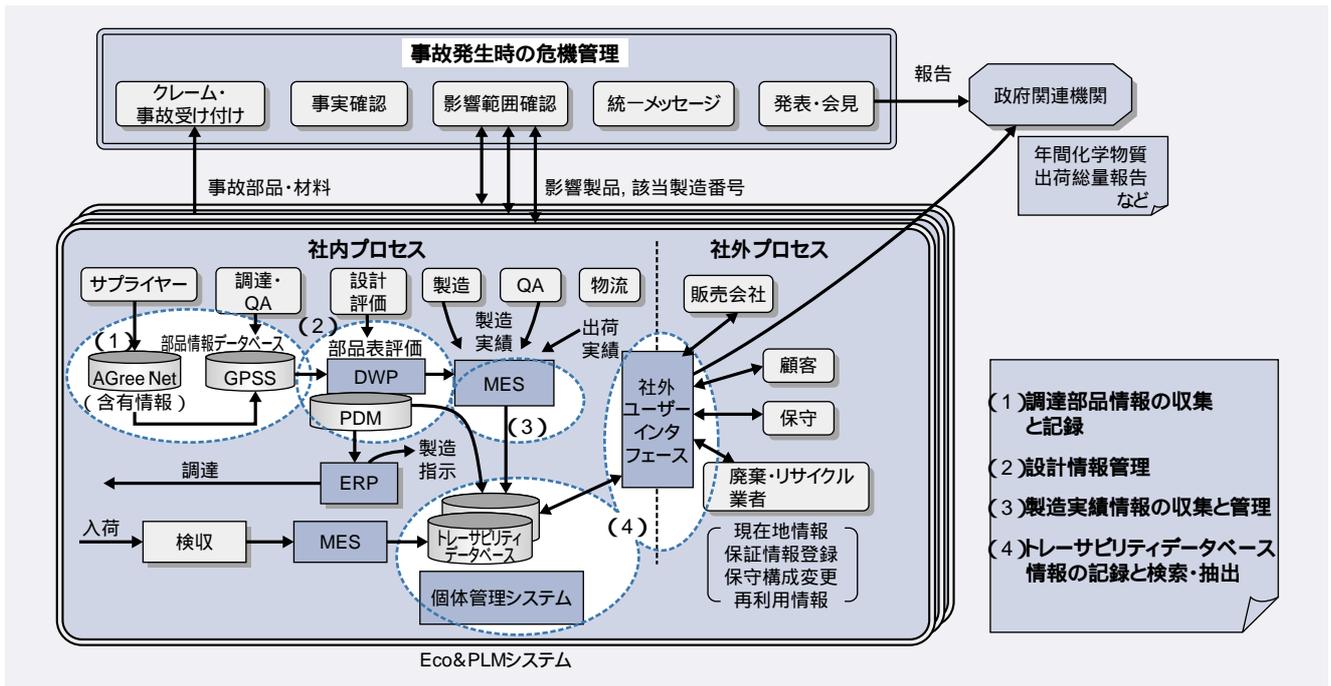


電気・電子機器の環境規制物質管理プロセスを構築する「Eco&PLMプロジェクト」

"Eco&PLM Project" for Environmental Traceability of Electrical and Electronic Products

南 俊幸 Toshiyuki Minami 根本 弘幸 Hiroyuki Nemoto
 印牧 泰治 Yasuharu Kanemaki 谷 光清 Mitsukiyo Tani



注：略語説明 Eco&PLM(Ecology and Product Lifecycle Management), AGree Net(A Green NetとAgreeから作った造語；グリーン調達システム), GPSS(Global Parts Selection System), DWP(Design Workplace), PDM(Product Data Management), ERP(Enterprise Resource Planning), MES(Manufacturing Execution System), QA (Quality Assurance；品質保証)

Eco & PLMの概念

製品に含まれる物質を調達から廃棄までのライフサイクルを通して管理することにより、齟齬（そご）発生時に対象となる製品を迅速に回収するとともに、法規制などへの適合確認と、政府関連機関への報告を速やかに行う。

電気・電子機器製造業では、食品や自動車などのように人命に直接かわるものが少ないこともあり、業界全体としても、製品のトレーサビリティについての要求は、これまでそれほど大きくなかった。しかし最近の環境規制の動向は、製品に使用している材料や物質を明確に把握し、有害物質含有の禁止もしくは削減要求とともに、回収からリサイクルに至るまで、生産者側に把握管理や費用負担を求めている。

日立製作所では、これまで限られた特定の製品につ

いて部分的に実行していた製品についてのトレーサビリティの適用を、事業グループ単位に一括管理することができる仕組みと仕掛けを、情報・通信グループとコピキタスプラットフォームグループ合同で構築し、「Eco&PLMプロジェクト」と称して推進中である。このプロジェクトにより、製品に使用される部品や材料、プロセスなどの来歴データを記録し、高速に検索、抽出するITシステムはもとより、データを収集して蓄える生産活動プロセスの全面的な改革を図っている。

1 はじめに

環境保全への要求の高まりにより、製造業への課題は日増しに大きくなっている。これまで求められていた工場の生産

活動における環境汚染や廃棄物などの規制は、「Ecoファクトリー(Ecological Factory)」を求めるものであった。

一方、電気・電子機器における含有物質の制限・禁止や回収・リサイクルに関連する環境規制は「Ecoプロダクト(Ecological Product)」を求めているものであり、生産者に

は生産の記録や各規制を順守していることの証明が求められつつある。言いかえると、生産者には製品個体管理が必要になる。

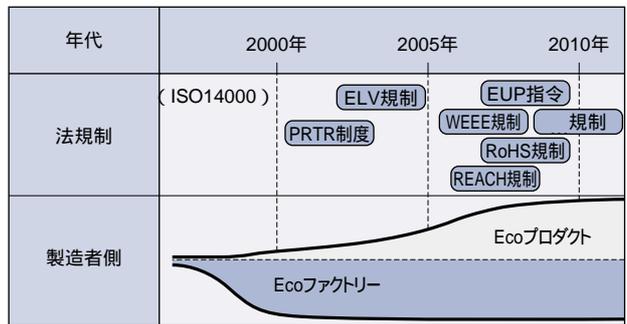
製品個体管理とは、製品個々に使用する原材料や部品の含有物質に始まり、生産現場で付加される物質、梱（こん）包材などの記録から、使用済み製品の廃棄・リサイクルに至るまでの全プロセス、すなわちプロダクトライフサイクルを管理することである。

ここでは、日立製作所が開発し、情報・通信グループおよびユビキタスプラットフォームグループで推進中である「Eco&PLM(Ecology and Product Lifecycle Management)プロジェクト」における製品個体管理について述べる。

2 環境保全に関する法規制の動向と生産プロセスでの対応

環境保全の法規制の中で特に際立っているのは、欧州のRoHS(Restriction of Hazardous Substances)とWEEE(Waste of Electrical and Electronic Equipment)である。RoHSとWEEEは、電気・電子機器への6物質の含有禁止と使用済み製品の回収・リサイクルを生産者側責任で行うことを義務づけている。これらの動向は欧州に限らず、アジア、米国と全世界へ拡大する様相を呈している。加えて、環境に関する他の規制も拡大の傾向にあり、今後も緩和されることはないと考えられる。

1996年に制定された「ISO14000」は、工場から排出される



注：略語説明 ISO14000(ISO 国際標準化機構)の環境管理・監査規格), ELV (End-of-Life Vehicle), PRTR(Pollutant Release and Transfer Register), WEEE(Waste of Electrical and Electronic Equipment), RoHS(Restriction of Hazardous Substances), EUP(Energy Using Product), REACH(Registration, Evaluation, and Authorization of Chemicals)

図1 法規制と製造事業者の責任

Ecoファクトリーから、Ecoプロダクトを包含する生産プロセスへの変革が必要になってきている。

環境負荷物質を低減する、Ecoファクトリーを目指したものであった。

最近の法規制では、製品に含まれ生態系に悪影響を及ぼす物質を制限もしくは使用禁止としたり、使用済み製品の回収・リサイクルを生産者の責任で実施するEcoプロダクトの方向へと移行してきている。当然、EcoファクトリーとEcoプロダクトは両立しなければならない(図1参照)。

各国の法規制の動向を見ると、生産者側の開発設計から部品・材料の調達だけでなく、生産、販売、顧客の使用中には修理などの保守業務、さらに、使用済み製品のリサイクル・回収・廃棄に至る全プロセスに影響があることから、生産



注：略語説明 LCA(Lifecycle Assessment), EU(欧州連合) 化審法(化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律)

地区	法規制名称	要求項目	対象製品	対象地区	施行時期	対応プロセス
欧州	RoHS	●製品への6物質含有禁止(水銀, カドミウム, 鉛ほか)	電気・電子機器など100品目	EU加盟国	2006年7月	A, B, c, d
	WEEE	●使用済み製品の回収・リサイクル ●リサイクル率	電気・電子機器など120品目	EU加盟国	2005年8月	A, E
	REACH	●使用・含有化学物質の登録とリスト開示	年間1t以上(メーカー・製品ごと)	EU加盟国	登録期限: 制定後3, 6, 11年	A
	EUP	●製品への環境配慮要求 (1)LCA (2)省エネルギー法 (3)マーク表示	電気・電子機器	EU加盟国	2006年ころ	A
日本	家電リサイクル法	●使用済み製品の回収・リサイクル ●リサイクル率	4品目(テレビ, 冷蔵庫ほか)	日本	2000年4月(5年後見直し)	A, E
	化審法 (化学物質規制)	●特定製品への特定化学物質使用禁止 ●EU指令を考慮して法制化を検討中	特定製品	日本	1990年	A, B, c, d
	PRTR法	●生産プロセスでの物量報告	354物質群	日本	2001年	B, C
	電子情報産品生産汚染防治管理弁法	●製品への6物質含有禁止 ●使用済み製品のリサイクル	電気・電子機器	中国	2006年1月	A, B, c, d, E
韓国	韓国RoHS	●製品への6物質含有禁止	電気・電子機器	韓国	2006年	A, B, c, d
	プロボジション65	●約800種の化学物質のユーザーへの危険告知と警告	含有する製品	米国加州	1988年	A, B, c, d
	水銀規制	●製品へのラベル表示など	ランプ, 電池など	米国北東6州	2000年	A, B, c, d
米国	SB20	●使用済み製品の回収・リサイクル ●6物質規制(EUと同等または削減)	フラットパネル, CRTなど	米国加州	2004年7月	A, B, c, d, E

表1 主要な法規制と影響を受ける製品プロセス

製品プロセスを5段階に分けると、法規制の影響は、対応プロセスに示すように、すべてのプロセスに及んでくる。対応プロセス中の大文字表記は重要ポイントを、小文字部分表記は対応が必要なことを表す。

者としてはその全域をカバーする管理を求められていることとなる(表1参照)。

3 グリーン調達とサプライヤーとのトレース(追跡)の連鎖形成

3.1 グリーン調達

カドミウムや水銀、六価クロムなど含有禁止物質については、購入部品や原材料および生産用副資材(はんだ、接着剤など)の調達で該当物質を含まない、もしくは、しきい値以下であることを証明するために、購入に先立ってサプライヤーにあらかじめ測定値などの登録を要請している。部品・材料などの製造方法が変わったときや製造ラインの違い、製造時期による変動があるものについても個別の対応を要請している。また、微量の含有物質質量については測定手法の相違などから異なる結果が出ることも予想されるので、測定方法の相関も重要な視点である¹⁾。

3.2 サプライヤーとのトレース連鎖の維持

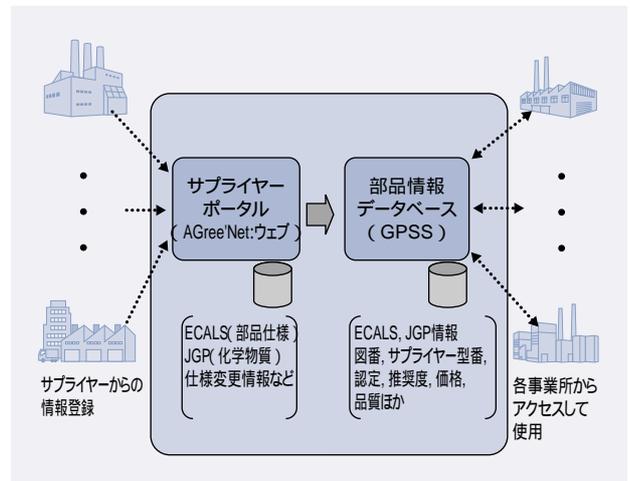
サプライヤーには、含有物質はもとより、品質も含めて、情報をできるだけ開示、共有できることが従来にも増して重要になってくる。特に部品・材料の含有物質については、生産ロットごとなどの記録を依頼し、必要時には記録の提示を求めることができる購入契約が必要となる。すなわち、サプライヤーとの間でトレースの連鎖を作っておくことがトータルなトレーサビリティとして重要である。サプライヤーが原材料を購入している場合、その購入先までのトレースも考える必要がある。

3.3 グリーン調達を支えるITシステム

日立製作所は、サプライヤーから含有物質情報や技術仕様情報などを容易に入力できるポータルサイトをウェブサイトとして開設し、取り引きのある部品・材料について登録してもらう仕掛け「AGreeNet」を運用中である。サプライヤーが登録した含有物質情報の正しさを、サプライヤー自身が保証する契約も必要である²⁾。

一方、それらの部品や材料を使用する事業所側では、登録情報を基に、その部品・材料の採用可否評価・製品設計を行う。事業所での図面番号や認定評価試験データの有無、社内での使用実績、価格などの情報が蓄積されたGPSS(Global Parts Selection System: 部品情報データベース)を参照しながらグリーン設計基準を満たしているかの確認も行うこととしている(図2参照)。

) グリーン調達: 価格やデザインだけを重視するのではなく、環境に配慮した製品を積極的に調達の対象とするものであり、関連法にはグリーン購入法(国などによる環境物品等の調達の推進等に関する法律)がある。



注: 略語説明 ECALS(Electronic Commerce at Light Speed), JGP(Japan Green Procurement), GPSS(Global Parts Selection System)

図2 グリーン調達システムの構成例

部品・材料などのサプライヤーが含有化学物質情報や仕様などを入力するウェブサイトと、それを社内の各事業所で使うための共用データベースから成る。

4 グリーン設計

4.1 部品・材料の含有物質評価

製品に使用する予定の部品や材料に含まれる化学物質含有情報は、上述の部品情報データベースに格納されている。新規採用品の場合は、事前にサプライヤーから情報を入力してもらうとともに、社内採用認定など所定の手続きが必要である。規制されている化学物質の含有量については、サプライヤーからの登録を原則とするものの、社内での測定環境も整備し、不測の事態にも対応できるようにしている。

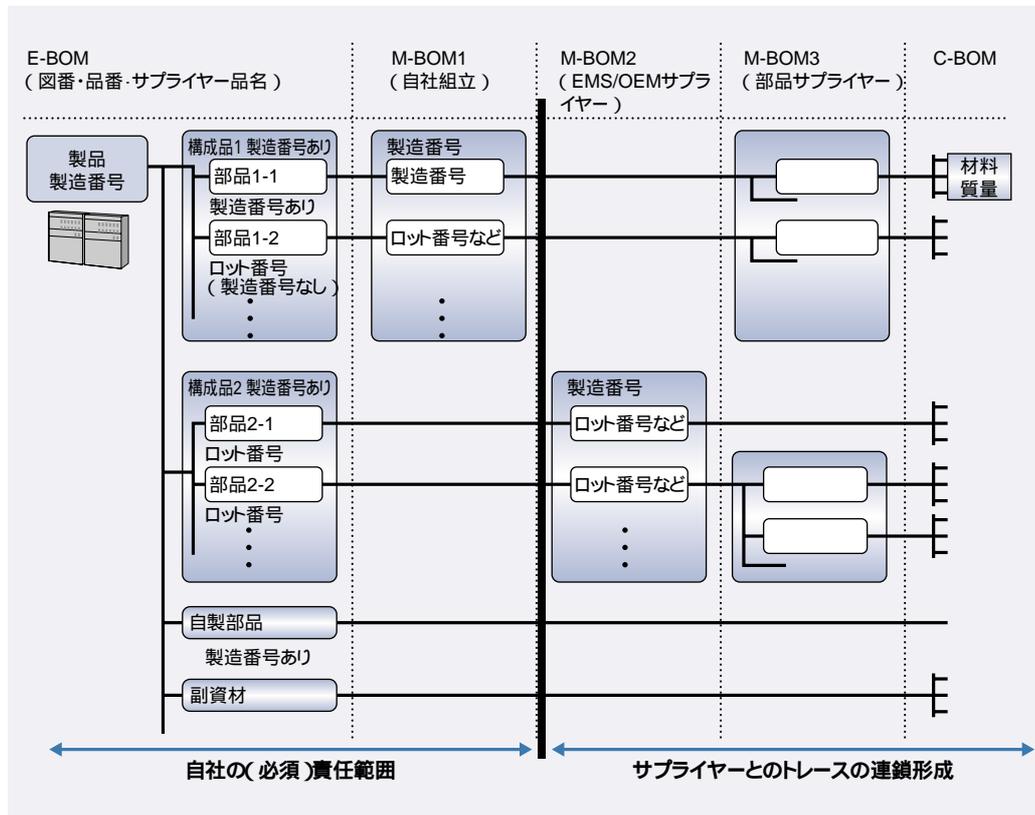
4.2 使用する部品・材料の含有物質総量評価

製品全体での含有物質の総量は、基本的に使用する部品・材料の総和で表される。一方、自社やEMS(Electronic Manufacturing Service)/OEM(Original Equipment Manufacturer)サプライヤーでの製造段階で付加される物質もある。はんだ中の鉛や配線材被覆に含まれる難燃剤や発色剤、接着剤、塗料、ねじなど、考慮すべき範囲は多岐にわたる。

従来の考え方では、E-BOM(Engineering Bill of Materials: 設計部品表)に含まれていなかった生産用副資材についてもE-BOM管理が必要となる。これらは、設計をサポートするITシステムで漏れなく管理することが不可欠である。

4.3 製品個体の含有物質総量評価

コンピュータシステムなどでは、顧客ごとに構成仕様が異なっている製品が多い。それらの個々の構成を考慮し、いずれの構成でも含有化学物質総量が容易に算出できるように、製品の構成要素ごとに分割して階層構造で表したBOMツ



注：略語説明
 E-BOM(Engineering Bill of Materials)
 M-BOM(Manufacturing BOM)
 C-BOM(Chemical BOM)
 EMS/OEM(Electronic Manufacturing Service/ Original Equipment Manufacturer)

図3 トレーサビリティデータの階層構造例

設計段階のE-BOM下に自社生産する部品の製造情報などのM-BOM1, EMS/OEMサプライヤーに製造委託する場合のM-BOM2, 部品サプライヤーのM-BOM3, および原材料サプライヤーのC-BOMという4段階の階層構造例を示す。

製品製造番号から部品・材料への正展開と同時に、部品・材料のロット番号などから製品製造番号への逆展開も確実にを行うことを可能としている。

リーを準備しておく必要がある。

また、それらの構成品については、故障発生時、現地でFRU(Field Replaceable Unit)単位で交換することが一般的であり、後述の保守や現地での構成変更を考えたときにも管理が不可欠な要素である。すなわち、FRU単位で追跡することが個体管理では重要となってくる(図3参照)。

4.4 梱包, ロジスティクス, 販売, 設置を見通した含有物質量予測

生産者は、製品個体そのものに含まれる含有物質だけを考慮すればよいのではなく、その製品を出荷するときの段ボール箱などの梱包材料や付属品・予備品にまで配慮する必要がある。

また、顧客の製品設置場所で使用される固定ボルトやアース線材なども含めた総量計算が必要となる。なお、国や地域によって異なる電源コードや特殊コネクタ付きのケーブルなど、該当国で調達、添付される部品などもあるため、設計時点で考慮すべき項目は多岐にわたる。

5 グリーン製造と品質保証

5.1 部品・材料の受け入れ検査

部品や材料の受け入れ検査は、製造実績情報収集の始まりとなる。ここではサプライヤー側で記録しているロット番号ごと、もしくは部品製造番号ごとの含有物質量との対応が取

れる記録が必要である。

自社での製造工程と部品・材料サプライヤーとの間の追跡のチェーンを切れなくする仕掛けと仕組みが必要となる。具体的には、部品・材料サプライヤーと含有物質量記録についての契約を結んでおき、自社ではその部品・材料をどの製造番号の製品に組み込んだのかを記録する。必要時にはサプライヤーの記録を入手し、個々の製品の詳細な含有物質量を算出できる仕組みとする。

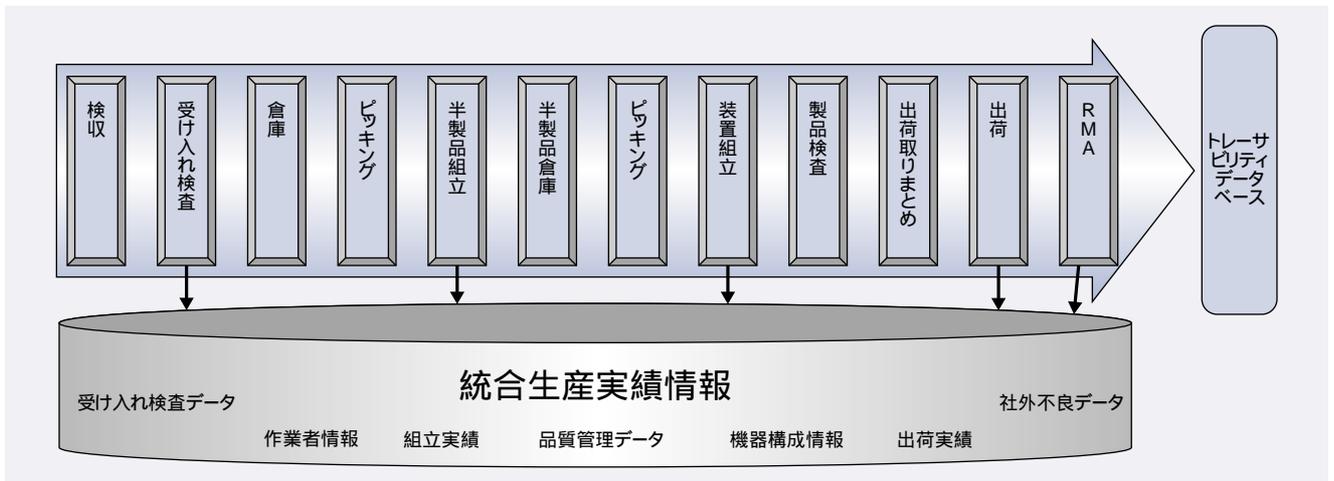
5.2 製造・品質保証・出荷工程での実績情報収集

どの製造番号の製品にどのような製造来歴の部品・材料を組み込んだかの記録は、トレーサビリティのかなめとなるものである。

製造番号を持っている部品だけでなく、ロット番号や管理番号表記のある部品、それらが表記されていない微小部品、流体・粉末などの材料、配線材やねじ、ナット、座金などに至るすべての部品・材料を、それぞれに応じて対象の限定を容易とする方法で記録する。このとき、サプライヤーの記録と一致させることができる記録方法にすることがかぎとなる。

自社の製造工程で使用するはんだや溶剤、接着剤などの副資材も重要な記録の対象である。副資材の使用量は構成目ごとに管理、記録する必要がある。

構成品・製品の出来栄や歩留り、製造工程での手直し記録、品質記録、作業者、主要工具、測定器類も記録の対象となる。従来は製品個々に作成していた、試験成績書に記載されている特性測定値なども同様に記録する。



注：略語説明 RMA(Return Materials Authorization ; 返品確認)

図4 生産実績情報の収集の仕組み

生産現場におけるシステム全体を統合化し、リアルタイムに正確な情報を把握する。製品製造における履歴、構成情報や部品が個々にサプライヤーから顧客までを通して追跡できるように関連システムと連携させる。製造ライン変更などへの迅速な対応やシステムのメンテナンスを容易にし、かつマルチプラント連携、グローバル対応が可能なシステムであることが望ましい。

製品出荷時には個々の製品と梱(こん)包箱との対応、すなわち外箱から梱包物の製造番号がわかる仕組みを作っておくことや、梱包材料・使用量の来歴管理なども重要な製造実績情報である³⁾(図4参照)。

5.3 EMS/OEMサプライヤーでの製造実績情報

製造を他の会社へ委託するEMSや設計から製造までを委託するOEMなどによって自社製品を販売する場合も、基本的には上述したものと同一記録を残す。EMS/OEMサプライヤーが同等の記録を取って保持しておくことや、自社データベースへこれらの記録を取り込んで記録することを契約しておくことが、部品・材料サプライヤーに対しての契約と同じように重要である。

トレーサビリティデータ記録の考え方は、自社工場で生産した半製品・製品の製造記録が基本であり、自社の必須記録範囲は自社の組立品にある。この考え方を製造委託契約に織り込み、EMS/OEMサプライヤーにも製造記録を残させる。必要に応じてそれらを開示させ、自社データベースの該当製品の所定の階層へ取り込んでおく。これについては部品・材料のサプライヤーにも同じ考え方で、それぞれ別の階層を準備しておく。この階層のいちばん奥深いところに含有物質を記録するC-BOM層があり、環境物質管理の基礎データとなる。このように、トレーズの連鎖を切らない仕組みと仕掛け作りがこのプロジェクトの重要な柱である(図3参照)。

6 社外とのインタフェース

6.1 販売・保守会社との連携

製品は、一般的に、量販店や販売店を経由して顧客に納入される。最近の大型量販店などでは独自の仕組みと仕掛

けを持つところが多く、それらとの連携が一つの課題である。しかし、すべてを顧客と地球環境保全の観点に集約し、最善策を見つけ出すべく努力をすることが重要である。

顧客への製品の搬入、据付け、稼働開始後の保守などについては、生産者の関連会社など、ある程度生産者の意向に協力を要請できる会社を使用する場合、修理専門会社などの第三者を使用する場合、コンシューマー製品などのように販売店が行う場合など多岐にわたっており、一概に生産者側の意向を通せないことも多い。このため、個別に対応を進めていく必要がある。

特に製品の稼働場所や稼働開始年月日、稼働状況や修理の際に入れ替えられた部品情報のデータベースへのフィードバックは、それらの会社との連携を図って精度のよいトレーサビリティシステムとすることが重要である。

6.2 顧客・NPO・政府関連機関との対応

製品を使用する顧客には、その製品の情報(製品仕様、品質、環境物質など)をインターネットなどで随時入手できることはもちろんのこと、不要になった際にどのように処分すべきかの情報も開示する必要がある。

また、消費者団体などNPO(Nonprofit Organization)や政府関連機関への環境関連データや報告書の提出などにも各国の基準に合わせ、即応できる仕組みを用意する必要がある。そして、製品に齟齬(そご)が発生したときには、その製造番号ごとに現在地情報までを含めて把握できることが目標である。

6.3 回収・廃棄・リサイクルへの対応

使用済みとなった個々の製品を分解した際に、どの部品を回収すべきか、また、再使用やリサイクルが可能な部品は製品のどの位置に付いているかなどの情報をウェブなどで公

開し、わかりやすくする仕組みも必要となる。法規制の除外品などについて、特定物質が入っている場合はその量が把握でき、廃棄方法などもわかるようにすることは生産者の責務である。そして、個々の製品が使用済みになったことをデータベースに記録として残すことが重要である。

7 新分野への展開

「Eco&PLMプロジェクト」が構築したトレーサビリティデータベースは、環境関連の分野以外にも展開が期待できる。

例えば、個体管理システムにおける製品個々のライフサイクルを通じて個体情報管理、すなわち統合されたBOMの応用として、原価情報などとの連携を取り、日次の経営管理も可能になると考える。製品個体ごとの設計、調達、生産情報などに財務や営業などの日次情報を付加するとともに、販売などの情報も日次で更新し、利用部門に応じて目的別にデータを提供することが可能となれば、各種分析、評価に幅広く活用できるものとなる(図5参照)。

8 おわりに

ここでは、製品のトレーサビリティを一括管理できる日立製作所情報・通信グループおよびユビキタスプラットフォームグループの「Eco&PLMプロジェクト」について述べた。

日立グループは、生産活動における環境への負荷抑制やグリーン調達などを通じ、環境問題への対応は企業の果たすべき重要な役割と認識して取り組んでいる。一方、欧州の化学物質に対する環境規制を契機に、「Eco&PLMプロジェクト」では、製品個々に含まれる物質を管理することによって

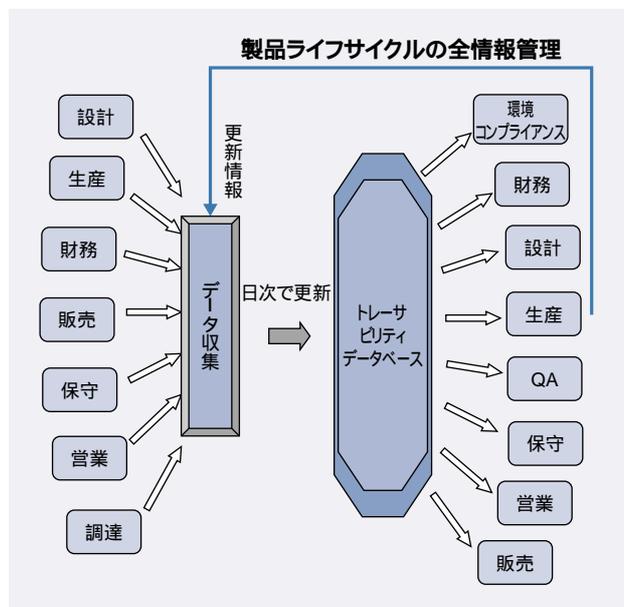


図5 トレーサビリティデータベースの発展形

製品の個体情報をその製品の全ライフサイクルを通じてデータベースに入れ、高速にアクセスできれば、他のアプリケーションへも発展させることが可能となる。例えば、原価計算や財務情報を含む日次の経営管理のダッシュボードとしても応用範囲を広げることができる。

当面の環境規制に対応することはもとより、世界トップレベルの環境規制物質管理プロセスを構築することを目標に活動を推進中である。今後も、「Eco&PLM」の仕組みやシステムの改善に取り組み、社会に貢献していく考えである。

参考文献など

- 1) グリーン調達調査共通化協議会：グリーン調達の実務，丸善株式会社(2003.8)
- 2) 日立グループの環境活動関連ホームページ，<http://greenweb.hitachi.co.jp/>
- 3) 中村，外：MES入門，工業調査会(2000.4)

執筆者紹介



南 俊幸

1970年日立製作所入社，情報・通信グループ ビジネスプロセス改革推進部 所属
現在，Eco&PLMプロジェクトの取りまとめ業務に従事
E-mail: toshiyuki.minami@itg.hitachi.co.jp



根本 弘幸

1985年日立製作所入社，情報・通信グループ 産業システム事業部 Eco&PLMビジネス推進センタ 所属
現在，Eco&PLMビジネスの開発に従事
情報処理学会会員
E-mail: hnemoto@itg.hitachi.co.jp



印牧 泰治

1970年日立製作所入社，情報・通信グループ ビジネスプロセス改革推進部 所属
現在，BPR推進の取りまとめ支援業務に従事
E-mail: yasuharu.kanemaki@itg.hitachi.co.jp



谷 光清

1970年日立製作所入社，情報・通信グループ 環境推進センタ 所属
現在，事業グループの製品環境配慮対応業務に従事
E-mail: m-tani@itg.hitachi.co.jp