

設計品質を管理するコンセプトual BOM の構築 (品質管理手法を活用した構想段階からの設計仕様管理)

戸水 晴夫 (正, SDI Japan)

1. はじめに

近年、多くの電機・電子機器製造業においては、外部に製造を委託する OEM (Original Equipment Manufacturing) や一部の設計までを含めて委託する ODM (Original Design Manufacturing) といわれるビジネスモデルに移行することが、顕著になってきたといわれている。¹⁾ 特に、製品原価に占める材料や電子コンポーネントの割合が高い場合は、日本国内での製造や部品調達に耐えられなくなったことから、海外の EMS (Electronics Manufacturing Service) に製造を移してしまっただけが多い。²⁾

その結果、多くの製品で設計と組立の工程のみが社内に残るようになった。そして、設計者がものづくりの現場に頻繁に出入りできなくなった段階で、製造工程での「擦り合わせ」による品質確保の時代が終わったように見える。外部での製造に対して、より明確な設計情報がはじめから求められるようになり、より完全な設計仕様書を設計期間内に作り上げることが必要になったのである。

また、製品の組立工程で EMS が提供する標準的な共通部品を多用することによって、製品のコモディティ化が進み、経済的な価値を無視した製品価格の下落に繋がった。このようなコモディティ化に対抗するためには、製品が魅力的品質を持つことや、設計者が顧客価値を提供できるようにユーザー側の論理に立って発想することがより重要になったといえる。

本報では、近年の製造業の国際化などによる産業構造の変化に対応するために、設計品質の向上を図ることがより重要になったと考え、具体的な手段として、品質管理手法を構想設計段階に系統立てて導入することを提案している。そして、構造化した成果物を管理・運用するためにコンセプトual BOM の構築が有効であることを述べる。

2. 製品開発のプロセスの概要

製品開発プロジェクトで、設計仕様のドキュメントが作られる過程を、製品開発のプロセス図として表してみると図 1 のようになる。図 1 では、時間の経過に沿って、製品システムの機能分解と機能定義を行い、最下位のレベルまで分解したら、希望の製品システムへと機能をインテグレーションし、品質を確保

保するように進めていくことを表現している。製品開発の前半の領域は、顧客要件を定義するところから、個々の設計仕様に落とし込むところまでになる。ここは、製品開発チームが担当する領域である。次に、設計仕様を受けて、図面やテスト計画を作成し、ソフトウェアのコード生成を行い、テストプログラムを作成するところになる。これらは設計技術の領域と定義される。従って、ここは設計技術チームが担当する領域となる。後半の製品開発の領域は、設計技術の成果物を評価し、品質を確保しながら実装していくところになる。ここは、再び製品開発チームが担当する領域となる。しかし、こういったプロセスを組織間で実行すると、とても錯綜したデータのやり取りになる場合がある。従って、通常は製品開発プロジェクト内で緊密に連携を取りながら実行される。

3. 製品開発プロセスへの品質管理手法の導入

従来から、設計技術チームには 3 次元 CAD や CAE が導入されてきた。そして、設計技術チームが 3 次元 CAD 等を使用してモデリングや図面化を行い、成果物のデータ管理や再利用をエンジニアリング BOM などで行ってきた。しかし、製品開発チームが、従来にない製品を開発しようとした場合、同じように 3 次元 CAD や CAE を使うことは困難だった。なぜなら、設計技術チームは、製品のプラットフォーム化や部品のモジュール化を推し進めることによる設計の効率化を狙いとしたが、独創的で高品質な製品を生み出すことを目的とした製品開発には、別の標

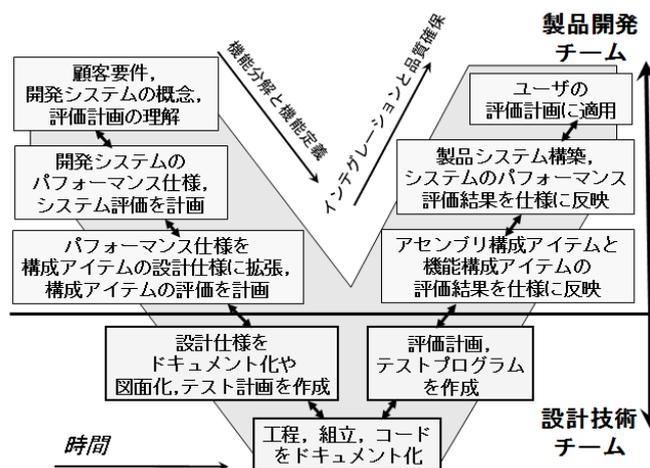


図 1 製品開発のプロセス図

公益社団法人 日本設計工学会 九州支部 平成 26 年度研究発表講演会において講演 (2014 年 5 月 31 日)

準手順や手法が必要になったからである。特に、品質工学に基づくパラメータ設計や許容値設計のプロセスが3次元CADやCAEに含まれていなかったことがひとつの原因になったといわれている。³⁾

本報では、高品質な製品開発のプロセスを作り上げる目的で、品質管理手法を製品開発のエンジニアリング・プロセスに適用した例を紹介している。図2に製品開発のエンジニアリング・プロセスと、品質管理手法で用いられる標準ツールを示す。

3.1 製品開発チームへの品質管理ツールの配備

製品開発のプロセス図(図1)に、図2に示した標準ツールを割り当てると図3のように表せる。

- 最初のプロセスで、顧客要件やアイデアの整理のために親和図法を使用する。
- 要件の分類ができたなら、階層分析を使って、重要度を計算し、どれを開発要件に載せるかを検討する。
- そして、品質機能展開 QFD によって、要件のブレークダウンを行う。個々の要件の目標値を決める作業によって、製品の特性と機能の許容値を定義する。
- 設計候補を選択する際に、Pugh や TOPSIS などの選択手法を使って数値評価する。
- 設計候補が内含する技術的矛盾を解決するために TRIZ を使う。

以上のプロセスで、製品のパフォーマンス要件を設計仕様の構成アイテムに展開することができる。

次に、設計技術チームによって、設計書が出来上がってきたら、それらを製品開発チームで評価を行う。

- 公差解析により、機能の許容値や寸法の公差値の設定が適切であるかを判断する。
- 部品の許容値を組み合わせから、製品量産時の想定不良率を計算する。
- 最適化シミュレーションを用い、品質とコストのトレードオフを行う。
- 故障モード影響解析でリスク管理を行う。

製品開発チームで評価が行われた仕様書は、より明確で完全な製品仕様書として製造に提供される。

4. コンセプチュアル BOM の概要

製品開発では、顧客や市場が求めている機能を何らかの手段によって、製品に実現することを目指している。しかし、アイデアや要件は多岐にわたり、増え続けるためにそれらの管理は容易ではない。それで、実現しようとする個々の機能に関する情報を要件としてツリー構造に構成して、設計仕様書に落とし込む目的で作られた BOM (Bill of Materials) が、コンセプチュアル BOM (以後、CBOM と略す場合がある) といわれるものである。

実際、製品開発プロジェクトの中で生み出されたアイデアを分類して構造化することによって、構想設計の初期段階で、製品の特長を形づくることができる。そして、それらのデータはデータベースに保管され、これから行うエンジニアリングの作業に、漏れなく効率よく電子データとして提供されることになる。様々なアイデアや要件は、エンジニアリングの作業を通して、詳細な設計仕様に生まれ変わることができる。コンセプチュアル BOM とは、そういったエンジニアリング作業が効率的に行えるように、バックボーンとして製品の機能を論理的構造に保持し、アイデアから具体的な設計仕様へ導くための BOM となるのである。

従って、コンセプチュアル BOM では、機能を実現する手段が、機構によるものなのか、電気的な回路によるものなのか、組み込みソフトウェアによるものなのかを、機能を表現した初期のアイデア段階において定義しない。これら設計の実現方法は、原則的に設計技術チームに委ねるのである。

従来、コンセプチュアル BOM は、製品を作り上げる上で重要な位置づけにあるにも関わらず、要件定義が曖昧であったり、煩雑なレビジョン管理が必要であったり、あまりにも組織横断的なデータを必要とするために、統合的な BOM として作られることは稀だったといえる。あるいは、製品ドキュメント管理用の BOM として作られていたとしても、エンジニアリング BOM (以後、EBOM と略す場合がある) や、

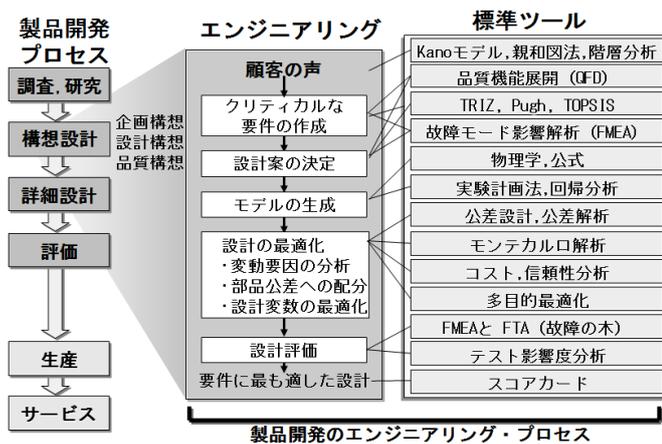


図2 製品開発のエンジニアリング・プロセス

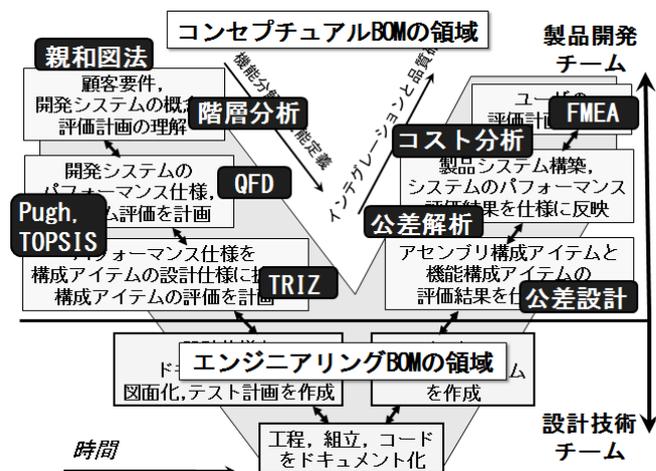


図3 品質管理ツールの配備

マニファクチャリング BOM (以後、MBOM と略す場合がある) にデータが渡せないという孤立した BOM であった。しかし、製造が海外や社外に移転してしまうと、製品品質の作り込みを製造段階で行うことが困難になり、結果的に設計上流での設計品質の作り込みが必要になったのである。そして、製品開発プロセスに、より完全な設計仕様書作りが求められ、設計品質を厳密に管理するコンセプト BOM が必要になったのである。

5. コンセプト BOM の構成

コンセプト BOM では、製品機能を特徴付けるドキュメント類を構造化したツリー上に置いていくことができる。しかし、エンジニアリング BOM の構成とは異なることに注意したい。また、コンセプト BOM で管理する製品機能には、3次元 CAD のモデリングで表現できないものが含まれる。それは、3次元形状化できない電気回路の機能であったり、接着剤などの副資材であったり、ASIC や SoC 上のソフトウェアによって実現される機能であったりする。本報では、コンセプト BOM とエンジニアリング BOM の違いを説明するために、デジタルカメラのような製品をイメージし、図 4 に示す。

コンセプト BOM のツリーのトップに製品全体の特徴を示すドキュメントを置き、トップ下の機能を、例えば、撮像、操作、保守と分ける。撮像であれば、どのような原理に基づいた撮影機能とするかを記述する。さらに、録画と光学の機能に分解されるかもしれない。そして、光学であれば、必要なピクセルはどれほどで、ズームはどうかなどと、より詳細な機能に関する仕様にブレークダウンする。

次に、コンセプト BOM の項目とエンジニアリング BOM の項目の間に関係付けを行う。コンセプト BOM は、機能を表示したものであり、一方のエンジニアリング BOM は物理的な部品構成に基づいている。もし、両者の間を繋げるものがあったら、それは、両者に共通な要件ドキュメントのようなものでなければならない。要件は簡単な言葉で

機能の構成図

機能を構造化するが、実現方法 (メカ、エレキ、ソフト) は未定

部品の構成図

具体的な実現方法のデータが存在する

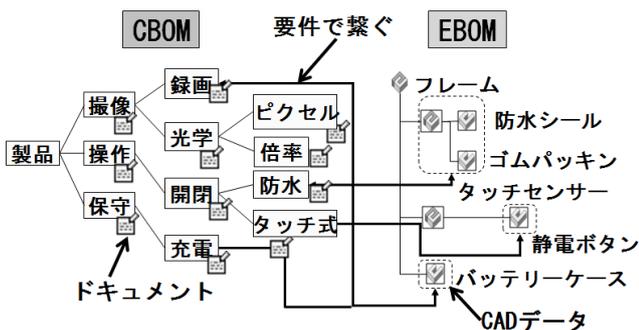


図 4 BOM 構成の違い

表した両方のデータベースに共通のオブジェクトである。例えば、コンセプト BOM 側で、製品は雨の中でも使えるように生活防水機能を持たなければならないとした場合、実際の実現方法が複数あったとしても、「防水」という要件名で両者を関係付けることができる。

5.1 コンセプト BOM へのデータ登録

コンセプト BOM に登録するドキュメントは、プロジェクト内で作成されたドキュメントだけではなく、各種の標準や規制から抽出したドキュメントも含まれる。商品検討会での議事録、市場調査報告書などや、これから製品開発を行うために参照されるべき要件ドキュメントも登録される。

一方で、コンセプト BOM の構成は単一ではなく、必要な製品シリーズの商品グレードや仕向地などで、ドキュメントの構成を変える必要がある。このような様々な構成ツリーを作り出すことがコンセプト BOM では可能である。おおもとのデータベースに存在するデータは一つであるが、そこから目的別の構成でツリーを見せることができる。この機能は、一般に構成ビューといわれるものである。

コンセプト BOM には、複数のレビジョンを持ったドキュメントが含まれるが、特定の製品に適用されるためには、単一の構成にならなければならない。また、製品機能を実現するために、特定のレビジョンの組み合わせが使われることがよくある。そういった複雑な製品のレビジョン管理に基づいた開発条件を設計仕様として見せるものがコンセプト BOM である。以上の概念を図 5 に示す。

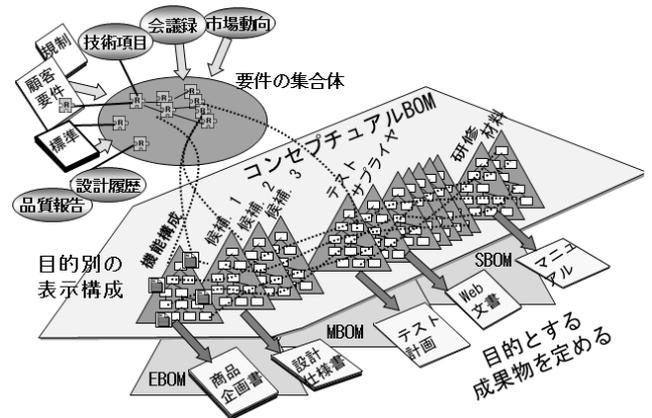


図 5 CBOM の構成ビューの概念図

5.2 コンセプト BOM のデータベース構造

コンセプト BOM を構築するには、はじめに、BOM のデータベースに、収集した文書をインポートすることから始める。テキストや図、様々なフォーマットで書かれた文書などを、属性やインデックスを付加して CBOM データベースにインポートする。

データベースに含まれる基本的な機能は、文書の分類をおこない、要件を抽出し、再度、要件を分類し、設計要素にブレークダウンし、構成ツリー上に配置

することである。構成ツリーを作成する場合、あらかじめ登録されている標準のツリー構造が、テンプレートとして利用される。そして、要件間の関係性を保つためにリレーションが張られる。また、外部のエンジニアリング BOM などから参照ができるように、いくつかの構成ビューを作成する。

次に、配布する文書をインターネットで参照ができるように、必要な出力ドキュメントについては Web 化しておく。Web ドキュメントはコンセプト BOM の Web サーバーを通して参照される。

製品開発チームでは、様々な文書を作成しなければならないが、通常、それらの文書の作成は、外部アプリケーションを利用する。なぜならば、そういった実務で動かしている文書は、すでに何らかのサーバーで管理され、個別にシステム化されている場合が多いからである。本報では、既に存在する仕組みを利用するという考え方に立っている。典型的なコンセプト BOM のデータベース構造を図 6 に示す。

6. コンセプト BOM の実際

本報では、コンセプト BOM の実例を掲載することができないため、コンセプト BOM の特徴をサンプル図で説明する。

図 7 はコンセプト BOM に要件が構造化され、分類されている状態を示している。要件名をクリックした時に、実際の文書の内容を、右下のウィンドウから参照することができる。また、要件名の構造を編集するだけで、必要な設計仕様書やマニュアルなどを仕向け地ごとに作成することができる。

図 8 はソフトウェア・セットのレビジョン管理を説明するものである。組み込みソフトウェアは、多くのモジュール・プログラムの組み合わせとなる場合が多く、それらのレビジョンは、動作を確認した様々なレビジョンの組み合わせとなっている。従って、ソフトウェアは常にセットで管理される必要がある。また、テストプログラムと一緒に管理されなければならない。コンセプト BOM にテスト計画書が登録された時に、コンセプト BOM のポータルを通して、Web 上のリストをクリックし、プログラム・コードまで参照できるものになっている。

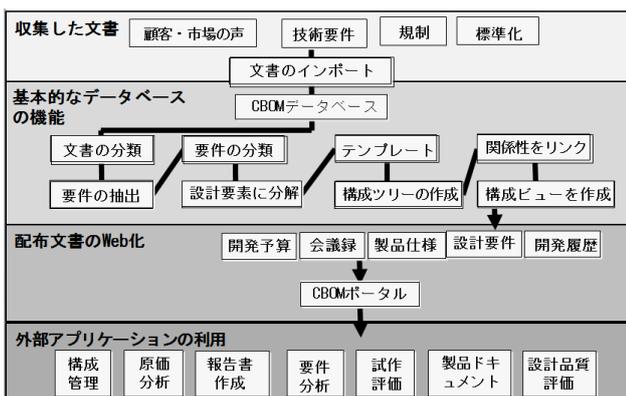


図 6 CBOM データベース構造の例

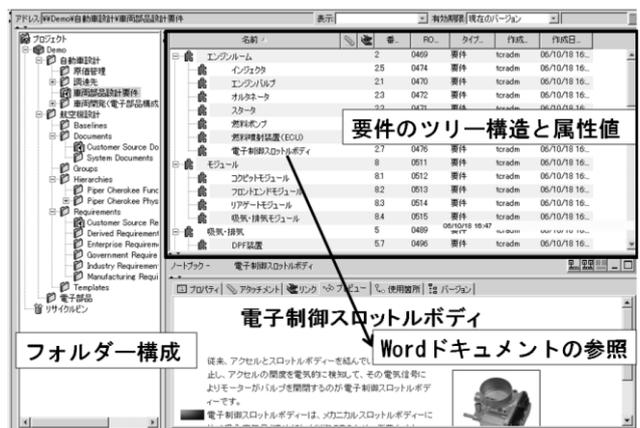


図 7 CBOMによる要件参照の例



図 8 CBOMによるレビジョン管理の例

7. おわりに

今後、電機・電子機器製造業が日本国内で生き残るためには、よりイノベーティブな製品を生み出す開発力を身に付けることが必要になるだろう。そして、そのために「設計品質」を更に高めることが求められる。「設計品質」とは設計情報の品質のことで、市場における製品の品質や価値を決定するものだからである。「設計品質」を作り込むためには、より上流工程の「構想設計」、さらには「製品企画」から、きっちりやることが望まれるが、そのためには、品質管理手法を利用すればよい。良い設計仕様書（製品仕様、設計計算書、図面、評価計画書などを含む）を作り、製品開発に関わる誰もが参照できるコンセプト BOM を介して、従来にない魅力的な品質を作り上げることが、製品の国際競争力を向上させる上で、いっそう重要になると考えている。

参考文献

- 1) 日本貿易振興機構 海外調査部 中国北アジア課：「日台ビジネスアライアンス研究会」報告書 (2010), 42.
- 2) 総務省「情報通信産業・サービスの動向・国際比較に関する調査研究」(2012).
- 3) ドン・クロージング 富士ゼロックス TQD 研究会訳「TQD 品質・速度両立の製品開発」日経 BP 社 (1996), 8-29.