

製品イノベーションの原動力になりえる設計品質教育の開発

The Design Quality Education enabling Driving Force for Product Innovation

○ 戸水晴夫 (正, SDI Japan, Haruo TOMIZU)
佐藤雄二 (ソニー(株) 品質/環境センター, Yuji SATO)

1. はじめに

近年、日本の多くの電機・電子機器製造業においては、社外に製造を委託する 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電機・電子機器製造業においては、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。その結果、多くの製品で設計のコモディティ化が進み、部品が共通化されることになった。結局、部品さえ調達することができれば、世界中の誰もが製品を製造できるようになったのである。この仕組みをうまくビジネスに生かしたのが、アップル社の iPhone だったといわれる。²⁾ 一方で、日本のメーカーにとっては、世界的なコスト競争の始まりとなった。なかでも製品に独自性がない場合は、欧米のリーディング企業に大差をつけられ、新興国の企業には追い抜かれた。かつて世界市場を席巻した日本の白物家電、液晶テレビ、パソコン、携帯電話、半導体メモリなどは、ことごとく競争力を失ってしまった。それで、ここ数年間の電機・電子機器製造業における閉塞感を打ち破るためには、製品イノベーションが必須であると指摘されていた。³⁾

2. 設計品質教育の開発

一方で筆者らは、目先のイノベティブな具体案件を探し回るよりも先に、新しいものづくりの方法を企業内に再構築しなければならない時期に来ていると感じていた。特に、開発段階において、設計品質を効率よく魅力的品質に作り込む手法を確立することこそが、喫緊の課題であると考えた。ここでいう設計品質とは、製品が良品か不良品かを言及する際に使う品質の意味とは異なり、経営の質を経営品質というのと同じように、設計の質のことを設計品質と定義している。⁴⁾ 従って、設計品質は市場における製品の品質や価値を決定するものである。そのような設計品質を作り込むためには、より上流工程での構想設計、さらには製品企画から、きっちりやることが望まれた。具体的には、製品開発の初期段階から、品質管理の手法を利用すればよいと考えた。そして、品質管理手法を取り込んだ製品開発を支えるエンジニアリングを「製品開発エンジニアリング」と称した。

図1は、製品開発エンジニアリングを教える設計品質教育の目的を表している。統合的な設計品質教育によって、社内のエンジニアがより独創的で高品質な設計仕様を創り出すことができるようになり、その結果、柔軟に複数のビジネスモデルにも対応できるようになることを期待したのである。そして、筆者らは製品開発エンジニアリングを元にした「設計品質基礎講座」を制作することにした。図2は、その設計品質基礎講座で学ぶことを示している。本報では、「設計品質基礎講座」開発の内容とソニー社内に適用した成果について報告する。

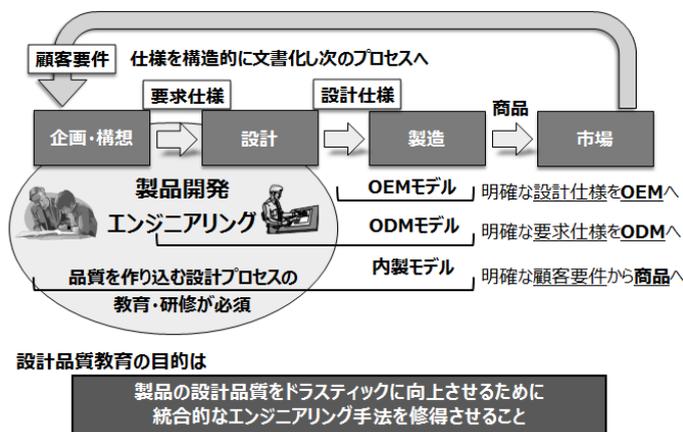


図1 設計品質教育の目的

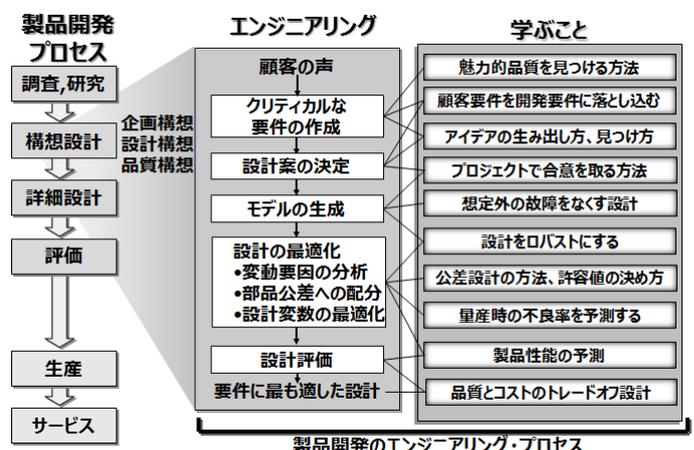


図2 設計品質基礎講座で学ぶこと

3. 設計品質基礎講座の概要

製品開発のエンジニアリング・プロセス（図 2）で示した「学ぶこと」については、何を学ぶかによって手段が異なる。また、方法論、分析方法、解析手法を知ることができても具体的なツールがなければ、実現方法として明確に定まらないであろう。それで、設計品質基礎講座では、広く一般に使用されている品質管理手法やツールを導入することにした。図 3 は、世の中で標準とされている品質管理の分析手法や評価のツールを、製品開発のエンジニアリング・プロセス中の「学ぶこと」に対応させた結果を示している。

一方で、品質管理手法や品質工学のパラメータ設計を実際の設計現場に適用することは、従来から試みられてきた。しかし、特別な開発品を除いて広く一般に構想設計手順として普及することは少なかったように思う。理由は、設計者の負担が大きすぎた為であり、分析や評価をしているうちに設計納期がきてしまうおそれがあったからである。また、手法や結果の書式に個人差があったために、上司が以前の結果や開発プロジェクトメンバー間での検討文書と比較できなかったことも理由のひとつである。それで、解決策として図 3 に示した中の「標準ツール」のうちの 11 種類を取り出し、製品開発エンジニアリングのプロセスに配備することにした。図 4 に、設計品質基礎講座用に再構成した「標準ツール」の利用手順を示す。設計者の負担が少なくなるように必要最小限のツールを選択した。それぞれのツールは全て Microsoft® Excel の上で VB.NET でプログラミングし、ワークシートのデータはツール間で共有でき、連動するものとした。また、データの分析計算やシミュレーションは全て自動で行われるようにして、構想設計作業を支援するツールの位置づけとした。ここで、構想設計における成果物というのは、図 4 に示した製品仕様に含まれる数々のドキュメントである。設計品質基礎講座は、それらを生成するための標準手順を教える実用的でかつ有効な道具立てになったと考えている。次に、配備した個々の「標準ツール」について説明する。

- 1) 最初のプロセスでは、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。
- 2) 要件の分類ができれば、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。
- 3) 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を行って、製品の特性と機能の許容値を定義する。
- 4) 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。
- 5) 設設計候補を選択する際には、Pugh Matrix や TOPSIS の手法を使って数値で評価する。
- 6) 故障モード影響解析 FMEA を使って設計構成要素ごとにリスク管理を行う。
- 7) 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。あるいは、部品の許容値の組み合わせから、製品量産時の想定不良率を計算する。
- 8) モンテカルロ解析や遺伝的アルゴリズムに基づく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。

以上の手順に沿って作業を行うことによって、様々な顧客要件から真のニーズを抽出し、機能およびコスト面で実現可能と評価できる開発要件に落とし込むことが可能となった。そして、製品のパフォーマンス要件を部品要件までブレークダウンすることによって、設計仕様の構成アイテムに展開するプロセスが階層分析や QFD を使って可視化できるようになった。今までは、設計者の頭の中にあり、なぜその機能が選択されたかの理由や思考過程が形式知化されることはなかった。そして、結果のみが製品仕様書として設計部にセンターファイルされてきたが、設計仕様の要件に関連付けが行われ、構造化されることによって、より明確で完全な製品仕様書として製造に提供されることが期待できるようになった。⁵⁾ 図 4 に示すように製品仕様書には、図面、商品企画書、設計構想書、品質構想書、部品仕様書、製造指示書、製品安全確認書、環境確認書、コンプライアンス、信頼性評価計画などが含まれる。

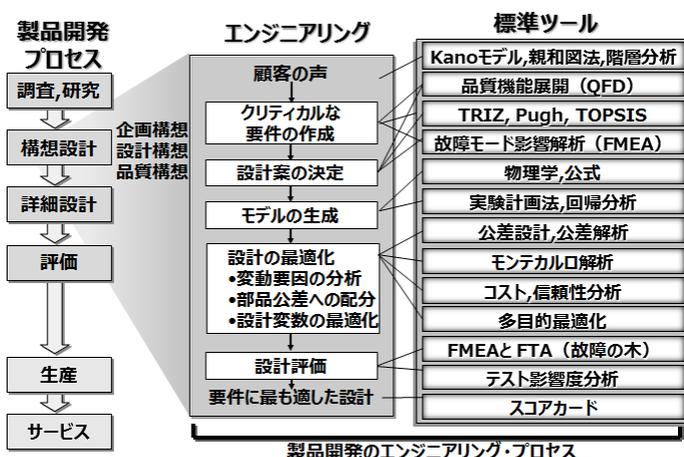


図 3 製品開発エンジニアリングの標準ツール

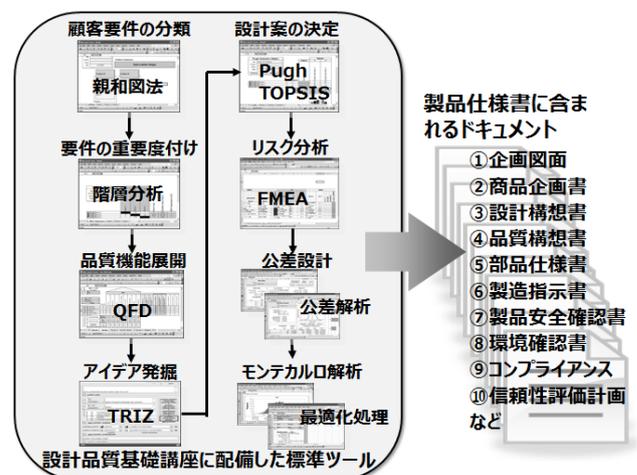


図 4 設計品質基礎講座に配備した標準ツール

4. 設計品質基礎講座の構成とシステム

設計品質基礎講座を受講する目的は、製品開発において必要となる知識とツールを利用するスキルを身に付けることである。そのため、講座全体の目的や受講の流れを最初に把握する【概要編】があり、その後、本編を学習するように作られている。本編は、品質管理手法を教える【ステップ 1】、設計値評価のシミュレーションを行う【ステップ 2】で構成され、各単元は手法を理解する「学習」と実際にツールを使用して理解を深める「実習」のセットになっている。受講者は、自らの判断で「学習」だけ受講しても良いし、実際にツールを使った「実習」まで受講することもできる。標準の履修時間は、概要編は 20 分、【ステップ 1】が 2 時間 15 分、【ステップ 2】が 1 時間 30 分となっている。図 5 に設計品質基礎講座の教科構成を示す。

設計品質基礎講座を開始するにあたっては、社内のイントラネットのサイトを開き、研修の申し込みを行うことから始める。このサイトは、各受講者の個人的な受講履歴の管理や研修主催者の講座管理の両方が行えるようになっているものであり、既存システムを利用して作られた。e-Learning システムの機能概要を図 6 に示す。

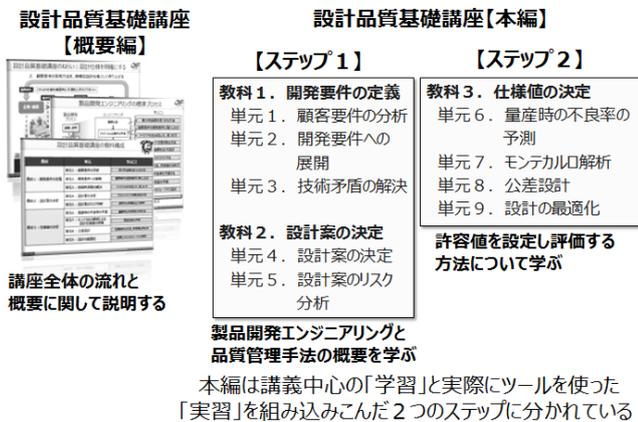


図 5 設計品質基礎講座の教科構成

受講者に提供する機能



管理者に提供する機能



図 6 e-Learning のシステム機能

受講者に対しては、

- 1) 学習コンテンツ（教材）の配信：
PowerPoint®で作成されたコンテンツ（教材）が、e-Learning 形式に変換されて配信される。動画による操作案内も行っている。
- 2) 受講履歴の取得：
受講生が学習した結果（「修了」など）は、受講履歴として自動的に記録される。
- 3) テストやアンケートの実施：
テストやアンケートは、自動採点/自動集計される。

などの機能を提供した。

e-Learning の管理者に対しては、

- 1) 受講状況のチェック：
研修担当者が受講生の受講状況をチェックすることができる。また、上長は部下の受講状況をチェックすることができる。
- 2) 受講済み登録：
集合研修あるいは e-Learning による受講に関わらず、受講履歴はシステムを通して申し込みをすることによって、“受講済み”の履歴が登録される。
- 3) e-Learning 未完の受講者にメールを送信：
受講登録済みの対象者が、受講を開始していない場合、または修了していない場合は、システム上で選別し、リマインドメールを送ることができる。

などの機能を提供した。

5. 設計品質基礎講座の教育効果

これまで、品質管理のツールを使用した教育プログラムは、個別には存在していたが、製品開発プロセスに合致した一連の製品開発の流れに沿った教育プログラムとしては存在しなかった。また、製品開発エンジニアリングを統合的に教育することが企業でも大学でも行われてこなかったように思われる。今回、ソニー社内で「設計品質基礎講座 e-Learning」を実施し、受講した人を対象にアンケート調査を行った。まず、研修内容をよく理解できたかどうかを聞いたところ、約 90%の人が理解できたと答えた。次に、研修内容の難易度がどうだったかを聞いたところ、約 60%の人がやや難しいと答えた。

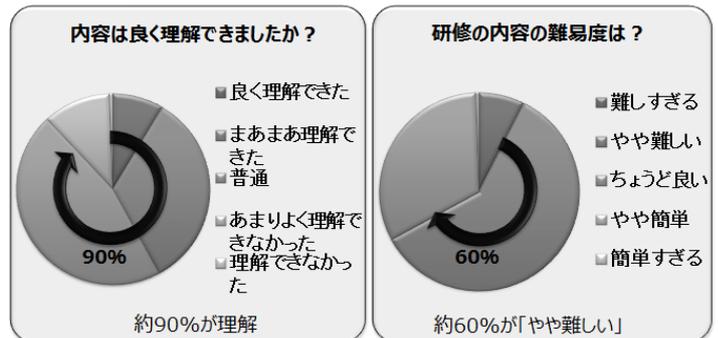


図 7 設計品質基礎講座アンケート結果

当初の目標である「少し難しいが、やればできて、理解が深まる」という講座としては適正な目標レベルにあったことが確認できた。図 7 にアンケート結果を示す。一方、受講者からは、「今までの仕様の決め方がかなりいいかげんだったことを認識した」とか「このような決め方を知っていれば問題を未然に防げたのに」というコメントが多く寄せられた。

設計品質教育の目的は、「設計品質」を高めることによって、良い製品仕様書が作られるようになることである。結果として、従来にない魅力的な品質を作り上げることができれば、製品の国際競争力を向上させる上で、重要な技術者教育のひとつになると期待した。アンケートの結果から、「設計品質基礎講座 e-Learning」は、構想設計で数々の製品仕様書のドキュメントを生成するときの標準手順を教える実用的かつ有効な講座になったとの手ごたえを得た。

6. おわりに

設計者にとって市場で成功する魅力的品質を作り上げることや、歩留まりを左右する製造品質をさらに向上させることは、設計業務に対する大きなミッションといえる。しかし現実には、商品ライフサイクルの短命化による設計期間の短縮や、グローバルな競争激化によるコスト削減が優先され、流用設計や分業化、アウトソーシングが加速される一方である。その結果、仕様の不明瞭化、不理解、バラツキ検証不足によるトラブルが繰り返されるようになった。⁶⁾

さらに、最近の海外への生産シフトや生産のアウトソーシング化が急拡大する中では、商品開発のエンジニアリング力の向上や設計仕様の明確化による設計品質の向上こそが必須となったのである。なかでも日本の製造業が、将来に渡って生き残るためには、常に新興国の製品を凌駕する製品品質が必要と考えたからである。また、顧客から高い信頼を得るだけでなく、従来にない独創的な製品を創出するために、品質工学に基づいたパラメータ設計や許容差設計を実行することが必要だった。⁷⁾

従来からソニー社内においても、製品開発に品質工学の手法が適用されてきた。また、エンジニアリング力向上や設計仕様の明確化を支援する手法である QFD や FMEA、イノベーション手法 TRIZ、統計解析手法を用いた公差解析なども個別に活用されていたが、製品・デバイス開発の一連のエンジニアリング・プロセスの中で使用する手順や統合的な教育は無かった。そこで、製品の設計者に求められる一連の基礎的な知識を設計品質の向上手法として統合的にまとめ、実習を通して修得できる講座を制作した。また、演習や実設計時に活用できるツールも提供した。

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、従来にない学習と実習のコンビネーションによる教育システムを作り上げた事例を紹介した。図 8 に、筆者らが目指した設計品質教育の将来像を示す。

「設計品質基礎教育 e-Learning」は、米国 SDI 社と日本の SDI Japan 社、ソニー株式会社が共同で 2012 年に教材開発を行ったものである。昨年度までに 4,000 人を越えるソニー社内のエンジニアが受講登録を行い、多くの好評を得た。また、幸いにも昨年度は、日本 e-Learning 大賞のベストプラクティス賞をソニー株式会社の「設計品質基礎講座」が受賞することになり、「設計品質基礎講座」の存在が社内外で認知されるようになった。まだまだ経営環境に厳しさが残る状況にあるが、今後ともソニーらしい人材を多く輩出することに努め、そのような力ある人材によって、次代のイノベーションは生み出されていくものと確信している。

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) 西田宗千佳：ソニーとアップル，朝日新聞出版(2012), 53.
- 3) 経済産業省 産業構造審議会 産業技術分科会 基本問題小委員会：「イノベーション力を強化する産業技術政策の在り方」報告書(2009),10
- 4) 稲垣雄史，立本博文：深層の競争力を構築する組織能力 品質工学からみた統合型設計・製造システム，東京大学 COE ものづくり経営研究センターディスカッションペーパー，No.210 (2008), 12.
- 5) 戸水晴夫：設計品質を管理するコンセプトual BOM の構築，日本設計工学会 九州支部平成 26 年度研究発表講演会，(2014), 3.
- 6) 戸水晴夫：製品寿命を考慮した設計手法と試験計画ツールの紹介，日本設計工学会 九州支部平成 27 年度研究発表講演会，(2015), 1.
- 7) 吉沢正孝：開発・設計段階の品質工学（品質工学講座），日本規格協会，(1988), 46

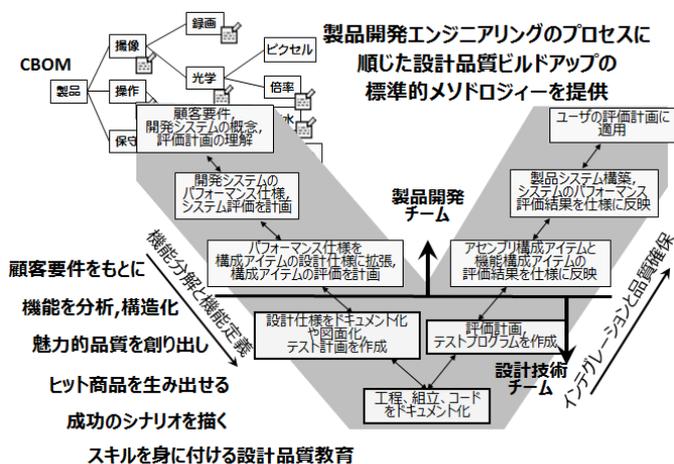


図 8 設計品質教育の着地点