

## 開発・設計技術者の視点からMOTを考える

—開発・設計プロセス工学技術をベースとした技術マネジメント—

林 利弘

### MOT from the Viewpoint of an Engineer in Design & Development Field

Toshihiro Hayashi

Keywords : MOT, Design & Development Process Engineering Technologies

#### 1. はじめに

物作りの強さが日本の高度成長を支えた。しかし、1990年代の加工費低減を求めての東南アジアへの工場進出、近年の中国の世界の工場としての台頭、さらには製品や商品（以下、「製品」）の高品質化/生産効率化を支える工作機械や各種製造装置の輸出を通しての技術移転等により、一部の高付加価値製品や先端技術製品を除いては、いまや Made in Japan は非常に少なくなってきた。一方、新しい産業としてのIT産業はアメリカの一人勝ち状態となり、日本の雇用創出能力が大きく低下した。

また、近年のグローバル化とIT技術（マイクロエレクトロニクス、ソフトウェア、インターネット技術等）の進展による世界レベルでの競争激化と製品ライフサイクル短縮により、高付加価値製品や先端技術製品に対しても製品開発力・業務オペレーション力の差が企業力の差となり、勝ち組・負け組の2極分化が顕著になっている。

こういう中で、近年 MOT という名のもと、R&D投資を如何に産業競争力強化に結び付けるかの議論が色々となされているが、そこでの議論はどちらかといえば技術の中にあまり立ち入ることはなく、色々な技術を鳥瞰的に、また企業レベルでの経営政策論的に議論されているように思う。

一方、現場の技術者の立場からは、自分たちの担当する技術開発を如何に失敗しないように行うかや、市場で成功するための製品開発をどう行う

べきかといった当事者の視点/個々のプロジェクトの視点からの技術マネジメント論議がもっと必要ではないかと考える（個々のプロジェクトのパフォーマンス向上が、企業レベルのパフォーマンス向上の基本になればならない）。

ここでいう技術マネジメントとは、実際の技術開発や製品開発を行う際に、開発プロセスを的確に支援する工学技術を援用し、意図した目的を如何に効果的かつ効率的に達成できるか、という開発・設計のやり方であり、筆者はこういったカテゴリーの技術を「開発・設計プロセス工学技術」<sup>1)</sup>と呼んでいる。

以下、このカテゴリーに属すると考えられる技術の必要性と具体例、そして日立製作所での成果事例を紹介し、技術マネジメントの立場からこういった技術が今後広く論議されることを期待したい。

ここでの議論は同じ技術マネジメント(MOT)でも、*Management Of Technology* というよりも、*Management of development process based On Technologies* というべきもので、また「開発における深層の競争力」<sup>2)</sup>強化論のひとつでもあると考える。

#### 2. 製造業におけるモノづくりプロセスと新技術・新製品開発成功への課題

製造業のモノづくりプロセスは大きく分けて、技術・製品の創造に関わる開発・設計プロセスと、

開発・設計されたものを具体的な形にして需要家に引き渡す生産・流通・販売プロセスに分けることができる。

従来日本の企業はこの内、生産プロセス（狭義のモノづくり＝物作り）の優秀さによって世界を席捲してきたが、近年の生産技術の海外移転等による生産プロセス技術の格差減少等の中で、新しい発想での技術・製品の開発力や市場ニーズ多様化への対応力、短期かつ高質な開発力といった開発・設計力の優秀さが競争力の源泉となりつつあり、開発・設計プロセスを如何に効果的かつ効率的にできるかが求められている。

しかし、現実には新製品開発の現場においては、

- ①R&D から事業化への死の谷の問題、
  - ②事業化を決定したが、製品の開発・設計段階で各種品質問題やプロジェクトの混乱等が生じて出荷時期が大幅に遅れ、製品そのものが陳腐化してしまった、または売れ時期・必要時期を逃してしまった、
  - ③製品を首尾よく出荷したが市場で品質問題をおこした、
  - ④製品を出荷したが思うように売れなかった、といった開発・設計プロセスに起因する問題、
- さらには、
- ⑤出荷した商品は期待どおりに売れはじめたが、生産能力が追いつかず、顧客の必要な時期に納入できなかった、
  - ⑥順調に受注・生産されているが流通管理技術・能力が低いため、大量の流通在庫を抱え、経済付加価値より経済ロスの方が上回ってしまった、
  - ⑦流通在庫が多いため、新製品切り替時に在庫処理に時間がかかり、新製品の販売立上げが遅れたり、在庫品の陳腐化による損金処理が発生、といった製造・流通・販売プロセスに起因する問題も発生している。

即ち、新しい需要を生み出す新製品開発を成功させるには、上記のような R&D 段階から開発・設計・生産・流通・販売といった新製品開発のスタートからキャッシュを回収するまでの一連のすべてのプロセスに渡っての統合的かつ高質のマネ

ージメントが必要とされている。

さらにこれらのプロセスに関わる人のやる気、問題意識、センス、そしてそれを効果的に行うための問題認識力、課題設定力、問題解決力といったことも大きく関わってくる。

色々と新製品の開発が行われていても、本当に成功と呼べる新製品が出現する比率が低い要因は、こういった成功のための一連のプロセスの連鎖が全うできないところにあるのではないかと考える。

本稿ではこれらの成功のための連鎖の中で、主に開発・設計プロセスに焦点をあて、その対応策を議論してみたい。

### 3. 開発・設計プロセスと開発・設計プロセス工学技術

開発・設計プロセスは大きく分けると、下記の2つに分けることができる。

1) 何を開発すべきかを考える開発戦略策定プロセス（市場・顧客に受け入れられ、市場競争に勝て、収益を上げられる製品・サービスの基本仕様は何かを定義するプロセス）

- ・目的：ビジョンと開発シナリオの構築
- ・必要なプロセス能力：事業企画力／製品企画・定義力／プロジェクト定義力
- ・プロセス遂行時の留意特性：事業戦略の優位性／製品の卓越性

2) 如何に開発を実行するか開発実行プロセス（開発戦略策定プロセスで定義された製品・サービス基本仕様を、プロジェクト制約条件（人、物、金、時間、技術）の下で、効果的かつ効率的に具体製品・サービスとして実現するプロセス）

- ・目的：開発スピードと質・コストの目標達成
- ・必要なプロセス能力：プロジェクトマネジメント力・技術開発力・IT 活用力
- ・プロセス遂行時の留意特性：業務プロセスの合理性・俊敏性

また、各プロセスは表1に示すようにさらに複数のステージに分割することができる。

「開発・設計プロセス工学技術」とは、個別の技術分野に特化せず、これら開発・設計プロセスを

システマティックに遂行し、必要な検討を漏れなく、ダブリなく、手戻りなく実施し、最も市場可能性の高い製品開発戦略案、(機能・性能・コスト面で)最適な開発・設計仕様と方式案、解決すべき課題や低減すべきリスクと必要期限を明確にした開発プロジェクト計画案を最短期間で創出・実行する活動を支援する各種工学技術群をいう。

**表1. 開発・設計プロセスとステージ**

プロセス/ステージ	明確にすべきこと
・開発戦略プロセス	
・市場・事業戦略策定	なぜこの開発を行うのか
・製品企画	何を開発したら顧客のニーズを満たすのか
・製品(方式)定義	どのようにすればコスト安く・高質に作れるのか
・プロジェクト定義	どういった課題をいつまでに解決すればいいのか
・開発実行プロセス	
・詳細機能設計	どのように具体機能を設定すればよいか
・詳細構造設計	どのような構造で実現すれば 作りやすく・保守しやすく・堅牢になるか
・最適パラメータ設計	どのような設計定数とすれば 性能・安定性が確保できるか
・プロジェクト遂行マネジメント	どのようにプロジェクトを遂行するか

開発・設計プロセス工学技術としてカテゴリー化できる技術の代表的なものとしては下記のようなものがある。

- ・事業・製品戦略策定技術 (PEST 分析、ポートフォリオ論、SWOT 分析、STAR 法、各種マーケティング手法、アトリビュートマトリックス分析、バリューチェーン分析、経営シミュレーション技術、商品企画7つ道具等)

- ・開発・設計エンジニアリング技術

(社会・技術進化予測、品質機能展開 (QFD)、新技術コンセプト創案技法 (TRIZ)、品質工学 (タグチメソッド)、デザイン・ナビゲーション法 (DN法、中澤メソッド)、各種設計原理、失敗学、コンセプト選択法、各種 DFX 技術等)

- ・各種デジタルエンジニアリング技術 (CAD/CAE/CAM, PDM, PLM 等)

- ・ソフトウェアエンジニアリング技術

- ・システムライフサイクルマネジメント技術

- ・開発プログラム・プロジェクトマネジメント技術 (P2M (Project & Program Management)、DSM (Design Structure Matrix) 等)

また、これらの基礎となる技術としては、各種

の合理的思考技術 (KJ 法、KT (ケプナー・トリゴ一) 法等) や統計分析技術さらには実験計画法、各種シミュレーション解析技術等がある。

以下ではこれらの技術をベースにして、技術マネージメントの立場から何ができるか、また何がなされるべきかについて論じてみたい。

#### 4. 技術マネージメントの立場から見た開発・設計プロセス工学技術

新製品開発の成否は、各開発・設計プロセス/ステージにおいての各種検討を的確に行い、将来出くわす問題や落とし穴を如何に事前に予測し、対処しておくかという技術マネージメントの問題に帰着する。

即ち、市場の声、顧客の声をよく聞いて、成功のための開発目標を明確に設定し、一方、システムの声 (システムが持つ固有能力)、技術の声 (当該技術が持つ固有能力) を良く聞き、目標達成に向けての課題設定と適切なシステム・技術の選択または開発のマネージメントを行うことである。

市場の声を聞くという点では、政治・経済・社会・技術 (PEST) の将来動向からの分析や強み・弱み・機会・脅威 (SWOT) からの分析、さらにはデータマイニング分析等がその有力手法である。

顧客の声を聞くという点では、各種アンケートやインタビュー法、バリューチェーン分析、さらには顧客関係管理 (CRM) システムによる分析等がある。

開発目標の設定という点では、品質機能展開 (QFD) による企画品質設定や2元表による下流への展開、さらには潜在的なニーズを直交表で分析するコンジョイント法等がある。

システムや技術の声を聞くという点では、当該システムや技術が持つ能力範囲と設計目標範囲から情報量を算出し、できるだけ無理なく実現できる (=情報量が最小となる) 設計パラメータを最適解とする中澤メソッドや、システムや技術の持つ非線形特性を利用して、入力バラツキができるだけ出力側に影響しないような設計パラメータを選ぶタグチメソッドといった評価分析選定手法、

さらには各種モデリング&ミュレーション技術等がある。

また技術の選択マネジメントという点では、技術が持つ固有能力（内面）から捉えるものと、社会との関わり（外面）から捉えるものがある。

技術の内面からの視点は、さらに下記の3つに分解できる。

- ① 技術の効用の視点：有効機能／有害機能の比を最大化するために、技術進化の法則や40の発明原理の適用、また方法論としての技術矛盾マトリックスや物理矛盾解決原理の活用等を行うTRIZ手法、
- ② 技術の機能性の視点：表面的な品質特性ではなく、エネルギー保存則に立脚し、基本機能の理想性追求とバラツキ低減による本質的な品質確保の考え方と具体的な評価指標・メソッドを与えるタグチメソッド、
- ③ 技術の実現性の視点：各種モデリングとコンピュータシミュレーション技術による評価、がある。

また技術の外面からは、下記のような視点と手法がある。

- ①製品の市場性と技術トレンド分析（市場トレンドと期待技術の予測マネジメント：PEST分析とTRIZ技術進化予測分析等）
- ② 技術・製品の限界効用性（ニーズ分析）
- ③ 技術・製品の事業性（SWOT分析等）
- ④ 技術・製品の市場性とパフォーマンスのトレードオフ（モジュール化戦略論）
- ⑤製品多様性と技術共通性の最適バランス（タグチメソッド、Design for Variety）
- ⑥新技術・新製品開発プログラム計画（ミッション・ビジョンマネジメント）

さらに、技術・製品の固有能力（内面）と設計目標（外面）を総合的に考慮して、最適解の選択を情報量の概念で統一的に行う中澤メソッドや、技術の外面と内面を漏れなく、抜けなく繋ぎ、体系的に連携して考えさせるマネジメント手法としての品質機能展開（QFD）、開発戦略とその時系列展開を考えるロードマッピングや製品系列のあ

り方を考えるプロダクトライン/製品系列統合化設計といった考え方も技術マネジメントの点からは重要である。

表2に開発・設計プロセス工学技術によって解決を期待できる事項の具体例を示す。

**表2. 開発・設計プロセス工学技術によって期待できること**

期待項目	適用可能な開発・設計プロセス工学技術
・将来市場動向を考慮した技術予測	・新技術コンセプト創設計法(TRIZ)
・開発プロジェクトの成功確率を向上させる計画立案	・競争戦略論、マーケティングマネジメント論
・顧客・市場ニーズを反映した製品開発	・品質機能展開(QFD)
・技術課題のブレイクスルー	・新技術コンセプト創設計法(TRIZ)
・各種計画・設計内容の妥当性事前評価	・ユーザース・エンジニアリング技術 ・各種デジタルエンジニアリング技術 (解析主導型と各種モデリング技術、3次元CAD・CAE技術、CAPE技術、回路シミュレーション技術、半導体プロセスシミュレーション技術等)
・製品Varietyを考慮した先行技術開発のための事前評価	・タグチメソッド、中澤メソッド、Design for Variety技術等
・市場品質を考慮した技術・製品開発のための事前評価とラマメータ設計	・タグチメソッド
・多次元品質要求を総合的に満たす設計	・中澤メソッド
・品質の高く(使やすく、信頼性高く、保守修理性が高い)ソフトウェアの開発	・ソフトウェア工学技術
・成功率の高く、開発プロジェクトの推進	・プロジェクトマネジメント技術
・合理的思考	・MICE、KT法
・分析・立案支援	・QC7つ道具、新QC7つ道具、商品企画7つ道具

## 5. 開発・設計プロセス工学技術の企業内普及活動及び成果事例

開発・設計プロセス工学を支える要素技術はすでに多くの学問領域で研究開発され多くの論文等も発表されているが、必ずしも、産業界の一線で十分活用されているわけではない。技術マネジメントとしては、如何にこの状況を改善し、こういった有効な技術を一線の技術者が日常的に活用できるようにしていくか、が今後の大きな課題である。

日立製作所ではこういった認識のもと、開発・設計プロセス工学技術の一線での活用を目指した全社活動 *HiSpeed (Hitachi Innovation Program toward Super Process with Excellent Engineering & Digital Technologies)* を1999年以来推進している。

ここでは第1ステップとして、すべての技術者が身につけることが望ましい技術として、QFD/TRIZ/タグチメソッドを中心とした開発・設計エンジニアリング技術を、また、機械系及び電気・電子系の技術者が身に付けるべき技術として3次

元デジタルエンジニアリング (DE) 技術及び電気・電子系 DE 技術を取り上げ、これらの導入・教育と実務適用を推進してきた。

この活動の狙いは、「技術者一人ひとりの技術力が強化されることが企業力強化の基本であるとの認識のもと、開発・設計プロセス工学技術を技術者の基本リテラシーとして知的武装を図ること」であり、活動のキーワードは「フロントローディング (源流・上流側で効果的に活用し、品質を作り込むこと) と清流・整流化された開発・設計プロセスの遂行」であり、活動の目標は「手戻り作業の大幅削減と開発期間の大幅短縮、最適設計実現による顧客満足度 (使い勝手・機能・性能・品質等) の向上を図ること」であった。

この活動は 2003 年 3 月までの 4 年間、開発・設計技術者/研究者を対象に実施し、開発・設計エンジニアリング技術として QFD、TRIZ、タグチメソッドを延べ 36,000 人に、また DE 技術として 3 次元 CAD/CAE 技術と電気・電子系 CAD/CAE 技術を延べ 12,000 人に教育し、4 年間での総適用件数は 5,500 件に達した。

成果としては、開発期間短縮について報告のあったテーマの半数以上が開発期間半減以上を達成し (図 1)、開発スピードと技術者の能力発揮の回転率 (開発パワー) が大幅に向上した。

同時に、性能向上や歩留まり向上が 2~3 倍になったというテーマも数多くあり、開発コストや製造コスト削減も非常に大きなものとなっている。

現在は、この 4 年間の成果の上に、これら技術の活用をより発展・統合させるとともに、さらに開発・設計プロセスの全ステージに拡大し、競合力のある製品開発力強化に向けた新しい 3 年間の活動を推進中である。

## 6. おわりに

一線の技術者の立場から技術マネージメントを行う「開発・設計プロセス工学技術」とカテゴリー化できる技術は、産業界で仕事をする研究者や技術者が基本リテラシーとして身に付けていることが望ましい。しかし、既に一線で日常の開発・設計業務に従事している多忙な研究者・技術者に、こういった汎用的もしくはマネージメント系の技術を教育していくことはなかなか難しい。この意味で、本稿で述べたような「開発・設計プロセス工学技術」が、今後の大学工学部系の共通カリキュラムとして取り入れられることを期待したい。

### 参考文献:

- 1) 林 利弘: モノづくりを強くする「開発・設計プロセス工学技術」について (平成15年大学電気系教官会議パネル討論予稿集)
- 2) 藤本隆宏: 能力構築競争 (中公新書、2003 年 6 月)  
(その他、数多くの参考文献があるが、キーワードからインターネットで検索可能故、他は省略)

### 林 利弘

1945 年生まれ。1967 年大阪大学工学部通信工学科卒。同年 (株) 日立製作所入社。大みか工場、本社生産技術部を経て、現在、同社モノづくり技術事業部主管技師長、兼設計・ソフト技術部会部会長。技術士 (情報工学部門)。この間、日立製作所および日立グループの開発・設計技術者を対象に、開発設計プロセス工学技術の高度活用を目指した開発・設計技術力強化活動、製品開発力強化活動の立上げと全社推進を担当。現在、横断型基幹科学技術研究団体連合の開発・設計プロセス工学技術調査研究会主査。  
連絡先: [toshihiro.hayashi.wk@hitachi.com](mailto:toshihiro.hayashi.wk@hitachi.com)

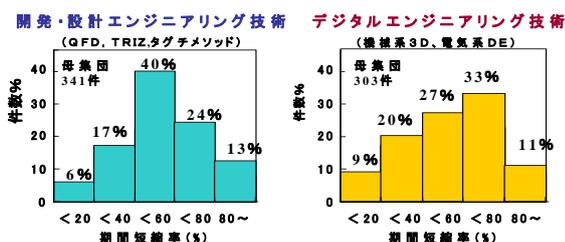


図 1. 開発期間短縮効果