

TRIZ の位置付け

—開発・設計プロセスにおける 問題解決・課題達成の技術

林 利弘 *Toshibiro Hayashi*
林技術士事務所

1 新技術・新製品開発 を成功させるための 課題

製造業のモノづくりプロセスを大きく2段階に分けると、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顧客に引き渡す生産・流通・販売プロセスとがある。

日本の企業は、この下流に属する生産プロセス（モノづくり）の優秀さによって、近年まで世界を席捲してきた。しかし、近年、生産技術の海外移転により、生産プロセス技術の格差が減少してきている。そのため、世界における競争力の源泉は、新しい発想での技術・製品の開発力、多様化する市場ニーズへの対応力、短期かつ高質な開発力など、開発・設計力の優秀さに移行しつつある。この点で日本の製造業が遅れをとり、近年の苦境に陥っているといえる。

そこで、上流にある、新技術・新製品の創造に関わる開発・設計

プロセスを、いかに効果的かつ効率的にできるか、が課題になっている。

新製品開発の現場では、よく知られているように多くの問題に直面する。すなわち、

- ① 研究開発をしたが、事業化するに至らなかった（「死の谷」の問題）。
- ② 事業化を決定したが、製品の開発・設計段階で品質問題やプロジェクトの混乱などが生じて、出荷時期が大幅に遅れ、製品そのものが陳腐化、又は売れ時期・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起こした。
- ④ 製品を出荷したが思うように売れなかった。

などである。これらの問題の発生をいかに防止するかが重要な課題である。

これらの課題に対して、製品分野や技術分野によらない一般的な指針と方法を与えるのが、「開発・設計プロセス工学技術」と総

称される技術群である。その中の一つに TRIZ（トゥリーズ、「発明的問題解決理論」）があり、市場や技術の将来予測、技術の壁のブレークスルー、技術分野の問題解決、強い知財の獲得、リスク対策の立案、などに役立つ技術（方法論）である。

本稿では、開発・設計プロセス工学技術の概要を述べ、その中に位置付けた TRIZ の役割と効用を説明する。

2 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、下記の二つに分けることができる。

① 開発戦略策定プロセス

何を開発すべきかを考える。市場・顧客に受け入れられ、市場競争に勝ち、収益を上げることができる製品・サービスの基本仕様は何かを定義する。

開発戦略策定プロセス

一何を、どこに向けて
つくるか！ー

- 市場をどのように見、どのように予測するか？
- 技術をどのように見、どのように予測するか？
- 顧客ニーズ・ウォンツをいかに知るか？
- 製品仕様（機能と実現方式）をいかに決めるか？
- リスクをいかに予測・対応するか？

+

開発実行プロセス

ーいかにつくるか！ー

- いかによい実現アイデアを創出するか？
- いかに必要な技術ブレークスルーを図るか？
- いかに先行技術開発を行うか？
- いかに最適設計を行うか？
- いかに市場品質を予測し、作り込むか？
- いかに無駄作業／手戻り作業をなくすか？
- いかにプロジェクトをうまくマネージするか？

そして、これらをいかに効率的に行うか！

図1 開発・設計プロセスにおけるエンジニアリング課題

② 開発実行プロセス

開発を実行する。開発戦略策定プロセスで定義された製品・サービスの基本仕様を、プロジェクトの制約条件（人、物、金、時間、技術）のもとで、効果的かつ効率的に具体的な製品・サービスとして実現する。

これら各プロセスにおけるエンジニアリング課題を図1に示す。

「開発・設計プロセス工学技術」とは、図1に示すエンジニアリング課題に対して、個別の技術分野に特化せず、開発・設計プロセスをシステマティックに遂行することを支援する各種の工学技術群を総称したものである。その要件は、必要な検討を漏れなく、ダブリなく、手戻りなく実施し、次の三つを最短期間で創出・実行する活動を支援することである。

- ① 最も市場可能性の高い製品を開発するための戦略案
- ② （機能・性能・コスト面で）最適な開発・設計仕様と方式の案
- ③ 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の計画案

従来の開発工学もしくは設計工学といわれているものと、この開発・設計プロセス工学との違いを図2に示す。前者が特定技術分

野に依存するのに対して、後者は課題達成の特定プロセスには依存するものの、対象技術分野を問わず適用可能である。この意味で、共通基礎工学の新しい領域であると位置付けられる。

開発戦略策定プロセスと開発実行プロセスにおける課題、及びそれら課題を達成するために適用できる開発・設計プロセス工学技術の例を、表1に示す。

これらの開発・設計プロセス工学技術は、一般に下記のような特徴をもっている。

- しっかりした、もしくは納得できる仮説や理論・経験・ノウハウがある。
- 方法論と具体的な技法・ツ

対象分野 プロセス記述	個別的	汎用的（横断的）
具体的	開発工学／設計工学 ●製品固有のプロセス技術 ○××回路の設計法 ○××歯車の設計法 ○××レンズの設計法等 （アルゴリズム） （設計技術）	開発・設計プロセス工学 ●製品固有ではなく、課題解決プロセスに固有の技術 ●大学等では教えられてこなかった！
抽象的	該当せず	（一般）設計学

図2 開発・設計プロセス工学の位置付け

●特別企画のねらい●

TRIZとは、発明的問題解決理論と言われ、問題解決を体系的な思考方法として支援するものです。65年以上もの歴史をもつTRIZですが、現在、様々な問題に面している皆様に、問題解決の手法として改めてご紹介させていただくべく特別企画として企画いたしました。

TRIZが全てを解決してくれるわけではありませんが、改めてTRIZに触れることによって何かのインスピレーションを得られるかもしれません。企業内に発生する問題や課題を解決するためにはどうすればよいのか、その糸口となれば幸いです。

（編集部）

表1 開発・設計プロセスにおける課題及び適用可能な開発・設計プロセス工学技術

プロセス	課題	適用可能な開発・設計プロセス工学技術
開発戦略策定プロセス	○コトを考えた潜在ニーズ把握	○ソフトシステムズメソドロジー (SSM)
	○将来市場動向を考慮した技術予測	○発明的問題解決理論 (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, リスクマネジメント
	○顧客・市場ニーズを反映した製品開発	○ユーザーズエンジニアリング技術, 品質機能展開 (QFD)
	○計画内容の妥当性事前評価	○市場/自社・競合分析評価技術
開発実行プロセス	○技術課題のブレークスルー	○発明的問題解決理論 (TRIZ)
	○設計内容の妥当性事前評価	○各種デジタルエンジニアリング技術, ライフサイクル評価 (LCA)
	○製品多様性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, 中沢メソッド, Design for Variety 技術等
	○市場品質を考慮した技術・製品開発のための評価技術	○タグチメソッド
	○多次元品質要求の最適化	○中沢メソッド
	○品質の高いソフトウェア開発	○ソフトウェアエンジニアリング技術
	○成功率の高い開発プロジェクトの推進	○プログラム・プロジェクトマネジメント技術 (P2M)
	○合理的思考	○MECE (Mutually Exclusive and Collectively Exhaustive の略), KJ法, KT (Kepner-Tregoe) 法
	○分析・立案支援	○QC七つ道具, 新QC七つ道具, 商品企画七つ道具
	○統合的情報管理	○製品情報管理 (PDM) システム

ルがあり、実践的技術として確立している。

- 入力データから結論の導出に至る過程が明確に手順化されており、第三者による検証が容易。
 - 適用範囲は特定のプロセスに限定されるが、技術分野には依存しない。
- 一方、留意すべき点としては、下記がある。

○あくまで道具であり、効果は使う人次第である。入力データの選び方、条件の設定の仕方、判断の仕方によって結果は大きく変わってくる。実力のある人が使うと大きな力を発揮するが、そうでない人が使うと見掛けだけは立派な張りぼての結果となる可能性がある。

○個々の技術の適用限界を認識

し、その限界内で使うことが必要である。

- 広く開発・設計プロセスの全体に適用するためには、問題・課題局面や適用プロセス局面に応じて、各種技術の効果的な連携活用を図ることが重要である。このためにも個々の技術だけではなく、開発・設計プロセス工学という視点で各種技術を理解しておくことが大切である。

3 強いモノ・コトづくりと開発・設計プロセス工学技術

近年強いモノづくりに関連して、「モジュール組合せ型がよいのか、^す摺り合わせ統合型がよいのか」といった議論や、「表層の競争力だけではなく、深層の競争力をもっと重視すべきである」といった議論が行われてきた。開発・設計プロセス工学技術は、(日本が強いとされてきた)摺り合わせ統合型で必要とされた技能的・ノウハウ的な技術(匠的な^{たくみ}経験と勘が必要な技術)を工学的に扱うことを可能にし(図3)、また強いモノづくり力に大きく関わる深層の競争力の強化にも大きく貢献する(図4)。強いコトづくりにも貢献できる開発・設計プロセス工学技術も種々存在する。

	背景となる必要能力	必要能力の特質	工学的支援
モジュール組合せ型	論理的かつ全体と部分に対する体系的構想力 (アーキテクチャ構築力, 個人力)	先天的資質の側面大	難
摺り合わせ統合型	技能的技術 ノウハウ的技術 (匠的な“経験と勘”)	工学的技術化を通して定量化, 系統化, 視覚化が可能	「開発・設計プロセス工学技術」により教育・共有・継承容易化が可能

注 モジュール組合せ型においてはそのシステム構造やモジュール間インタフェースをどのように決めるかが重要になり、そこで使用される各モジュールの中身が摺り合わせ統合型で行われているケースは多々ある。

図3 モジュール組合せ型/摺り合わせ統合型において必要な能力と開発・設計プロセス工学技術

	競争力の特徴	開発・設計プロセス工学技術	開発・設計工学技術
表層の競争力 価格, 知覚された品質, ブランド, 納期, サービス等	製品特性	○	◎
深層の競争力 コスト, 生産性, 生産リードタイム, 開発リードタイム, 歩留り, 工程内不良率等	プロセス特性	◎	○

図4 能力構築競争における開発・設計プロセス工学技術の位置付け

4 開発・設計プロセスにおける TRIZ の役割

TRIZ は幅広い考え方と方法 (= 公理・公準 + 思考法 + 技法 + 知識ベース + 補助ツール) をもっており、開発戦略策定プロセス及び開発実行プロセスにおける各種問題・課題シーンにおいて、その有効性を発揮することができる。

例えば、新製品・新技術開発において、(将来を見越した) 待ち受け型の開発を行う場合を考えよう。将来の製品や技術の仕様を確実性高く、また第三者も納得できる形で設定することは非常に難しい問題である。TRIZ では、市場環境や製品・技術環境が、過去・現在・未来にどのように変化し

てきたか/していくかを 3×3 の時・空マトリックス (9 画面マルチスクリーン) で分析する。また、システム自体やそのサブシステムが、進化パターンの中でどのような位置付けにあるかを見ることによって、今後一層発展するか、あるいは飽和点に近いため新しい視点での取組みが必要であるか、などの判定を行うことを可能にする。また、様々な将来の可能性が考えられる場合には、究極にどうということになるのが理想か [究極の理想解 (IFR)] を考える。このような技法・ツールを使って、“システムティックな未来予測”を追求するのである。

開発・設計プロセスでの主要な問題・課題検討局面において、そ

れぞれに有効な TRIZ の技法・ツールを表 2 に示す。

5 VE (Value Engineering) と TRIZ —比較と連携

価値工学として知られている VE には TRIZ と通ずる考え方があり。両者の特徴や使い方を考察しておこう。

VE が「機能/コスト」の最大化を目指すのに対して、TRIZ は「有益機能/有害機能」の最大化を目指す。VE はコスト視点を主要パラメータとして陽に取り上げ、多くの問題分析・整理手法をもつが、解決策をどう創生するかについては必ずしも明確な方法を持たない。

一方、TRIZ はコストパラメータを陽に取り上げないが、有害機能の中にコストをも含めてより一般的に扱う。また、将来の進化も考慮して、問題を本質的に解決することを目指し、技術的・コスト的に優れたアイデアの獲得を支援する。

TRIZ での問題解決においては、いかに問題を的確に定義するかを、重要なステップとして位置付けている。そのための方法として、システム構成要素間の機能的関係を図示し、各機能が有害か/不十分か/過剰かも記述する (機能-属性分析法)。これは VE の創始者であるラリー・マイルズ [Larry Miles (元 GE 社)] の機能分析法を発展させたものといわれている。

表2 開発・設計プロセスでの諸課題に対して有効な TRIZ 技法・ツール

開発・設計プロセス	主要な課題検討局面	有効な TRIZ 技法・ツール
開発戦略策定プロセス	○市場・技術をどのように見, どのように予測するか	○究極の理想解 (IFR: Ideal Final Result) 思考 ○9画面マルチスクリーン法 (歴史視点) ○Sカーブ(技術進化パターン)分析 ○技術進化のトレンド分析
	○顧客ニーズ・ウォンツをいかに知るか	○上方 Why 分析*1
	○製品仕様 (機能と実現方式) をいかに決めるか	○発明原理と矛盾マトリックス ○物理矛盾と分離の原則 ○技術進化のトレンド分析
	○リスクをいかに予測・対応するか	○破壊分析 ○AFD/IFP *2
開発実行プロセス	○いかによい実現アイデアを創出し, 技術ブレークスルーを図るか	○技術進化のトレンド分析 ○9画面マルチスクリーン法 (ライフサイクル視点)
	○いかに先行技術開発を行うか	○発明原理と矛盾マトリックス ○小さな賢人 (SLP: Smart Little People) 思考
	○いかに最適設計を行うか	○物理的效果 (Effects) 知識ベース ○物理矛盾と分離の原則
	○いかに市場品質を予測し, 作り込むか	○破壊分析 ○AFD/IFP *2

*1 TRIZ 固有のツールではなく, 日本では“なぜなぜ分析”としてよく知られている。

*2 Anticipatory Failure Determination/Ideation Failure Prediction の略で Ideation 社のツールである。

したがって, VE と TRIZ をうまく連携させることにより, コスト的にも十分考慮し, 技術的にもすぐれたアイデアを導出する, 極めてパワフルな方法にステップアップさせることができる。

6 知財力強化における TRIZ の役割と効用

特許に代表される知財を強化することは, 企業の競争力強化に直結する。日本企業の知財は, 事業・製品戦略と密接に関連させ, 先を見通し, 競争相手から破られない質の高い知財網を構築するという戦略性に欠けていた。質の高い, 各種代替案を包含した網羅性

の高い知財網を構築するには, 将来の市場・技術トレンドを的確に読み, 様々な着眼点とそれらに対する各種の効果的な解決案を短期間かつ効率的・網羅的に生み出すことが求められる。

TRIZ にはこれらの要請に対して効果的・効率的に支援するために, 知財支援向けに特化した方法やコンピュータ支援ツールが開発されている。それらの活用により, 一層, 効率的にかつ効果的に強い知財を創出したり, 競合他社の特許の穴を効果的・効率的に見出すことができる。その結果, 事業戦略上有効な特許の量と質が高まり, 特許の費用対効果も高くなり, 事業戦略と直結した知財網

の構築が可能となる。

7 リスクマネジメントにおける TRIZ の役割と効用

福島第一原子力発電所事故を契機に「想定外」という言葉が頻繁に出てくるようになった。リスクマネジメントでは, 「想定外」に陥らないように事前に手を打っておくことが最重要の課題である。TRIZ には「心理的惰性の排除」という大きな捉え方があり, 設計者の思い込み (すなわち心理的惰性) を破るための様々な仕掛けをもっている。リスクマネジメントにおいては, 「逆転の発想」原理をベースに, 事故/問題を起こすにはどうすればよいかと考える。これにより, 設計者が想定していなかったような問題状況を発生させ, そのリスクにも対応する予防策を考察させる。想定外に陥らないための新しいリスクマネジメントの方法として, こういった TRIZ の活用も注目に値する。

参考文献:

- 1) 林利弘: 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ージメント—, 日本経営工学会「経営システム」誌第 14 巻第 1 号(2004)
- 2) 特集 開発設計プロセス工学技術の進展 [精密工学会誌 72 巻 12 号(2006 年 12 月 pp.1439-1468)]
- 3) 林利弘: 第 3 回日本 TRIZ シンポジウム特別講演(2007 年 9 月)
- 4) 藤本隆宏: 能力構築競争, 中公新書(2003 年 6 月)
- 5) 林利弘: 革新手法の位置づけ [実践ものづくりイノベーション(日経 BP 社, 2010 年 11 月)第 2 章]