



V E 関連技法

V E を革新する TRIZ 技法の適用と効果

- V E エンジニアの強力な武器として使わない手はない -

富士ゼロックス(株)

マネージャー 技術士(総合技術監理部門、機械部門)

粕 谷 茂

1. はじめに

毎年夏に、創造性開発技法であるTRIZの事例発表会が「IMユーザーグループミーティング」という名称のもとで開催されている。そこで、私達は、富士ゼロックスのTRIZ事例を数例ずつ2度発表した。また、最近VE協会で「導入してどんな効果があるか?」「どんな使い方をすれば効果的か?」という切り口で、講演を行った。参加者の真剣さがひしひしと伝わってきた。

1996年に、「超発明術...」のキャッチコピーで、TRIZは日経メカニカルに紹介された。翌年から日本でもTOPE(Invention Machine: IM社)やIWB(Ideation International: II社)と呼ばれる商品名でTRIZソフトウェアが販売された。高価だが、購入した企業も数十社に及んでいる。

日本経済のバブルがはじけた後、いまだに立ち直れない企業が多くなっている。日本国内では産業の空洞化が起こり、中国製品に日本製品が脅かされている。それと対極的に、高付加価値製品やブランド製品には強力な競争力が存在する。技術領域にも、勝ち組、負け組の二重構造化が顕著になりつつある。

技術領域で勝ち組となるためには、最終的に特許につながる独自技術にこだわる必要がある。TRIZは、そのための知恵を効果的に引き出す。ここ数年、日本産のTRIZ事例も徐々に始始め、活用法も含めて、TRIZの導入環境も整ってきた。VE r . エンジニアに計り知れない恩恵をもたらすものと考えられる。VEの本質的課題とその解決策とし

て最新動向も含めたTRIZの真髓を整理し、それらの実践結果から、より効果的な活用方法と効用について考察する。

2. V E の本質的課題

負け組に入りたくないため、顧客指向を目指そうと、現在多くの企業でマーケティングやCS(顧客満足)などが重要視されている。マーケティング・コンセプトは、顧客ターゲット、顧客ニーズ、独自能力(差別化能力)の3つの軸である。これを無視し、価格競争の悪循環に突入すると、利益なき競争となり、そのうちに疲弊し共倒れになる可能性も高い。

VEの基本的な考え方は、モノやサービスの機能とコストのバランスを改善することによって価値の向上を図ることとされている。公式とその手段は次のようになる。

$$V(\text{価値}) = F(\text{機能}) / C(\text{費用})$$

機能はそのままコストを下げ価値を上げる。

コストはそのまま機能を上げ価値を上げる。

コストを下げ機能を上げて価値を上げる。

コストも機能も上げて価値を上げる。

勝ち組となるには、FとCの両者を満足させる方法を短リードタイムで実現する必要がある。

QCが、現状をベースに問題を発見し、原因や要因を追求し解決しようとするのに対し、VEは、まず、顧客ニーズ・問題提起から「あるべき姿」を設定し、それを実現するにはどうしたらいいかを考える。前者が「犯人探し」、後者が「恋人探し」ともいわれる理由でもある。

ここ数年、日本におけるV Eニーズは圧倒的に建設業が多いと聞く。それは、不況の波にさらされている建設業者がコストダウンの特効薬として、積極的にV Eを推進しようと試みていることが主たる理由だといわれている。「犯人探し」ではなく「恋人探し」に邁進していただきたい。

“非”価格競争を目指したり、FとCの両者を満足させたりするにはどうしたらよいか。それには、ブレークスルーが必要となる。創造性開発技法は多数存在するが、中でも、これでもかこれでもかと解決策のアプローチを示してくれるのがTRIZである。V Eで問題提起し、機能定義を行った課題を、TRIZで思考するときと独自能力をもった解決策が付与されることであろう。

3. TRIZでアイデアは倍増するか

3.1 TRIZの意味とWorld Wideな活用状況¹⁾

TRIZは、“Theory of Inventive Problem Solving”（発明問題解決の理論）を意味するロシア語の頭文字のことである。1946年頃から、ロシアのAltshullerが数々の発明を調査、体系化し土台を築いたものである。これは、250万件にのぼる特許の解析を元に考案されたもので、特許の創出や改善改良の課題解決に適した手法である。

ロシアでは、小学校5～6年以上を対象として教育している。米国では、Shell、P&G、Ford、Motorola、HP、GE、GM、Kodakなどに対して1991年よりIM社、II社などがコンサルティング活動も含めて普及活動を行っている。韓国のサムスンでは、ロシアからTRIZコンサルタントを長期間招いて、GaN系青紫色半導体レーザーなどを開発し成果を上げている。

日本では、三菱総研、産能大、日経メカニカル誌などが普及活動を実施し、すでに数十社に導入している。大学・大学院の専門教育のカリキュラムとしても関東学院大などで普及し始めてきた。

最新動向として、2002年に、ベルギー、英国などヨーロッパで10万円前後のTRIZソフトが現われ、普及を加速させる可能性が高まってきた。

3.2 最近のTRIZ教科書による体系²⁾

昨年、Darrell Mannが、著書“Systematic Innovation”の中で、企業における技術革新のため

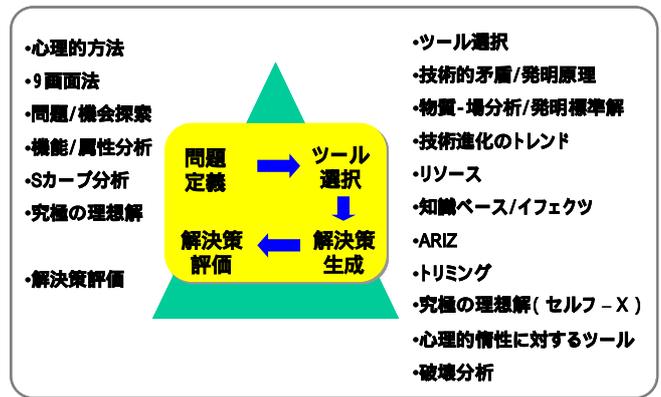


図1 Darrell MannのTRIZの体系

の実践的な解決手法をロシアでの最近のTRIZ研究の蓄積をベースに、新しい考え方と解説を付加して述べている(図1)。

特に、特許データベースを分析すると、「セルフ(自動)-X」の解決策で、TRIZのIFR(Ideal Final Result: 究極の理想解)が非常に多数見つかる。そこから「セルフ-X」の考え方の重要性を述べている。また、「発明標準解」も新しい視点で詳述されている。今秋、日本語版も共著にて出版する予定である。

3.3 TRIZの基本機能とツールの選択³⁾

3.3.1 矛盾問題(プリンシプル)

TRIZの基本は、Altshuller's Matrixといわれる表(39×39)である。縦横の軸には「特性」が配置され、縦軸から「改善する特性」を選び、横軸からその結果「悪化する特性」を選ぶと、両者の交点に技術的矛盾の克服に利用できる「原理(principle)」が提示されている。この原理およびプロセスをヒントにアイデアを発想していく。それが、40の発明原理(表1)である。困りに困って藁にもすがりたいとき、それだけでも強力なヒント集となるはずである。

一つの特性を改善すると別の特性が悪化するということは、技術者の場合よくある悩みである。これを解決するには、「改善する特性」から「悪化する特性」という形で問題を再定義しながら解決の糸口を探すのである。参加者の専門レベルに強く依存しがちなブレインストーミングに比べて、方向性のあるアイデア探索が可能で、特に、問題をやや抽象度の高い表現に置き換えることで、ベテラン技術者が陥りやすい心理的惰性(先入観・思いこみ)を取り除き、専門分野以外の解にも視

野を広げる効果が期待できる。

また、物理的矛盾（改善する特性と悪化する特性が同一）の例はこうなる。狭い土地に広い幾つもの部屋のある一戸建て住宅を建てたい時、庭は狭くなる。この矛盾問題を解く場合、TRIZ的解決法は、表1の「空間/時間を分離する（No. 2）、相変化を用いる（No.36）、上位/下位概念に移行する（No.17）」方法がある。間取りの広い住宅を実現するには、「空間を分離する」から発想し3階建住宅が考えられ、「時間を分離する」をヒントにすると別の場所にマンションを借りるという案が発想できる。

表1 40の発明原理

No	発明原理	No	発明原理
1	分割原理	21	高速実行原理
2	分離原理	22	災い転じて福となすの原理
3	局所性質原理	23	フィードバック原理
4	非対称原理	24	仲介原理
5	組み合わせ原理	25	セルフサービス原理
6	汎用性原理	26	代替原理
7	入れ子原理	27	高度な長寿命より安価な短寿命の原理
8	つりあい原理	28	機械的システム代替原理
9	先取り反作用原理	29	流体利用原理
10	先取り作用原理	30	薄膜利用原理
11	事前保護原理	31	多孔質利用原理
12	等ポテンシャル原理	32	変色利用原理
13	逆発想原理	33	均質性原理
14	局面原理	34	排除/再生原理
15	ダイナミック性原理	35	パラメータ原理
16	アバウト原理	36	相変化原理
17	多次元移行原理	37	熱膨張原理
18	機械的振動原理	38	高濃度酸素利用原理
19	周期的作用原理	39	不活性雰囲気利用原理
20	連続性原理	40	複合材料原理

3.3.2 科学的効果や法則の活用(イフェクト)

この機能は、実現したい機能から、見えそうな効果を引き出す「逆引き辞書」である。世界中のどんな過去の名案にもたどり着ける。優秀といわれる技術者でもせいぜい20～30種類程度の原理・法則しか思い浮かばないものである。それがこの辞書では、数百通りの原理・法則がデータベース化されている。

例えば、IM社Effectsは、自分の実現したい機能(物質を生成する 気体を生成する)を選ぶと、それを實現する科学的な法則・原理がアニメーション付で表示される。また、キーワードによる検索も可能である。つまり、CD-ROM版百科事

典である。

3.3.3 76の標準解と技術予測(プレディクション)

システムがある状態からより進化した状態へと移りかわるプロセスで、どのような変更が加えられたかに着目したものが「76の発明標準解」である。標準解は、「物質 場モデル」により記述され、「新しい物質の導入」「物質や物体の細分化」「トリミングの増大」などがある。

「物質」とは、具体的な意味ではなく「物質を持つ何か」のイメージと考えればよい。「場」には、力学的場、熱的場、化学的場、電気や磁気などがある。

例えば、みなさんが日常的に使っている電子レンジは、「対象物質の固有振動数に、場の周波数を一致させる」の発明標準解の成果といわれる。

また、一見無秩序なプロセスのように見える技術にも、規則的な進化のパターンがあることをAltshullerらは、特許を分析して見出した。例えば、技術システムのS字カーブ進化、新しい物質の導入、可動性向上、制御性向上などがある。

例えば、建物の扉は「可動性」を切り口として、一枚戸、観音開き扉、アコーディオンドア、巻き上げドア、エアーカーテン、光カーテンへ進化する。それをヒントに新アイデアを創出する。

3.3.4 効果的な解決ツールの選択方法

クラシカルTRIZでは、問題定義技法としてARIZを推奨していた。これは、発明的問題解決のアルゴリズムを意味するロシア語の頭文字を英語に置き換えたものである。数十種の質問を順番に答えていき解決策にたどり着かせようとするものである。実際に使ってみると、技術者が技法に使われているようでなかなか普及しにくかった。

一方、TRIZ本来の強みは、知恵を効果的に出させる思考プロセスと思考方法にあることから、形式にこだわらない方がよい。図2のような思考フローが、Ellen Domb氏から提案された。

I F R (究極の理想解)から出発して3つのツールのどれかでまず発想し、Q F D (Quality Function Deployment: 品質機能展開)で課題を整理し直しプロダクト分析を実施する。次に、3つのツールのどれかを活用して再度解決策を発想する。コンセプト評価後、課題の再設定を行い発想がわくまでこのフローを数回転させる。

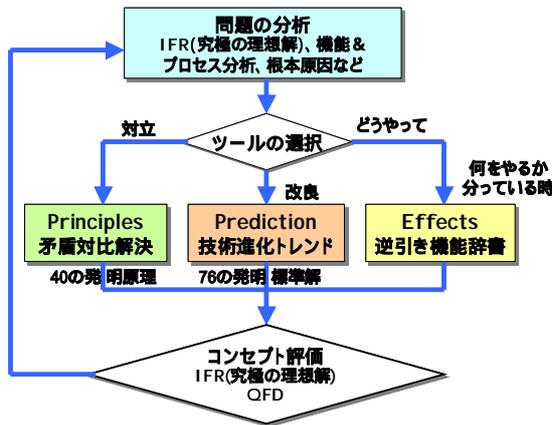


図2 思考のフローとツールの選択方法

4. 使いやすくなったUSIT(簡易TRIZ)⁴⁾

USIT(Unified Structured Inventive Thinking)法は、イスラエルにて活用されていたSIT法をフォード社Ed Sickaf氏が改良したものである。TRIZのエッセンスを残し、TRIZのとっつきにくさを排除してチームディスカッションできるようにつくられた技法である。米国では1995年ごろ、日本では1999年に紹介され始めた。図3がUSIT法のフローの例である。

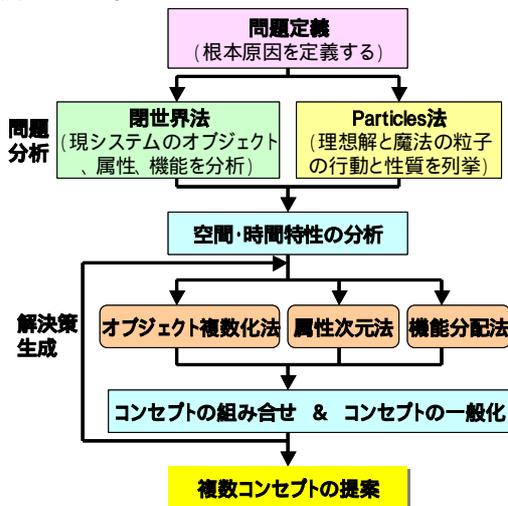


図3 USIT法のプロセスフロー

問題定義では、可能な限りメカニズムが分るように図解する。なぜ、なぜを繰り返し、根本原因を定義する。改善改良には閉世界法が、新しいコンセプトにはParticles法が向いている。閉世界法では、現システムのオブジェクトとその間を機能分析し、変化をグラフ化する。Particles法はParticles(魔法の粒子)の身になって考える。

空間・時間特性分析では、問題状況により特性を空間と時間のグラフで表現してみる。空間およ

び時間における「特異性」または「特徴的な性質」を見出す。

解決策の生成では、オブジェクト複数化法、属性次元法、機能分配法があるが、それにとらわれる必要もない。コンセプトの組み合わせや一般化は、具体策を抽象表現に置き換え別のアイデアを出す。ただし、オブジェクトは、属性を変えるか属性の変化を抑制するもので、例えば、飛行機、釘、鉛筆、電子などである。属性は、オブジェクトの特性であり、例えば、色、味、重さ、大きさ、密度などである。

実務への活用場面では、比較的短期間で問題解決策やアイデアを発想でき、今後普及拡大が予想される。私達の経験でも、約2時間×3回のアイデア抽出会を開催することで数十件から数百件のアイデア抽出が可能と考えられる。

中川らはTRIZの解決策生成法(発明原理、発明標準解、進化のトレンドおよび分離原理)を再整理してUSITの枠組みで統合し、5種32の項目に簡略化した(表2)。

表2 USITの32の解決策生成法

1) オブジェクト複数化法 a. 消去する b. 多数(2,3,-,-,個)に c. 分割(1/2,1/3,-,-,1/ずつ) d. 複数をまとめて一つに e. 新規導入/変容 f. 環境から導入 g. 固体から、粉体、液体、気体へ	3) 機能配置法 a. 機能を別オブジェクトに b. 複合機能を分割、分担 c. 二つの機能を統合 d. 新機能を導入 e. 機能を空間的变化、移動/振動 f. 機能を時間的に変化 g. 検出・測定機能 h. 適応・調整・制御機能 i. 別の物理原理で
2) 属性次元法 a. 有害属性を使わない b. 有用な属性を使う c. 有用を強調、有害を抑制 d. 空間属性を導入、 属性(値)を空間変化 e. 空間属性を導入、 属性(値)を時間変化 f. 相を変える、内部構造を変える g. ミクロレベルの属性 h. システム全体の性質・機能	4) 解決策組み合わせ法 a. 機能的に組み合わせる b. 空間的に c. 時間的に d. 構造的に e. 原理レベルで f. スーパーシステムに移行
5) 解決策一般化法 a. 用語の一般化と具体化 b. 解決策の階層的な体系	

5. TRIZをどう活用してどんな効用があったか

5.1 TRIZの活用方法

企業のTRIZ活用に対して、どうすればどんな効果を得られるのか、富士ゼロックスを例に、TRIZ導入のポイントを考察する。

当社では、1997年より、希望者によるインフォーマルなTRIZ研究会を組織し、浸透を図っている。研究会では、社内事例発表、社外事例紹介による

教育などを行っている。必要に応じて、具体的課題に対する分科会を組織し、キーマンがコンサルティングを実施してきた。講習会へのキーマン派遣、ツールのネットワーク活用なども併用した体系的な普及活動を実施している。

5.2 工夫したポイントとその効果

新規技術分野テーマにTRIZを活用すると、真のTRIZ活用効果なのか技術者のスキルの延長線上なのか判断できない場合が多い。そこで、活用促進する上で工夫したことは、主に、今まで検討し尽くされた、枯れたテーマを対象としてTRIZ成功事例を蓄積してきた点である。表3に、代表的なテーマについて、活用手法、プロセスおよびOUTPUT（成果項目）の種類を整理した。

表3 活用事例の手法、プロセスとOUTPUT

主な適用事例	主な活用手法	プロセス	OUTPUT
CCDセンサのカラー・レジの問題	Principle/40	開発	問題解決 特許
光・電気変換フレキ基板の裏装	Principle/40	試作	問題解決
複写機コストダウンメニュー抽出	Trimming	生産設計	コストダウン
稀ガス蛍光ランプの黒化対策	Effect/40	開発	特許
ペーキングトレーの反り改善	40 /システム思考	量産	コストダウン
キャリアバス設計法	IFR(究極の理想解) Prediction /QFD Principle(分離原理) /76の標準解	マネジメント	問題解決
複写機モーターのコストダウン	USIT	生産設計	コストダウン
複写機搬送機構の低コスト化	USIT	開発	特許
新規印字方式アイデア抽出	USIT	開発	特許
立体印字のアイデア抽出	USIT	開発	問題解決
センサの代替案抽出	USIT	開発	コストダウン 特許

それらを分析した結果、次のことが言えた。

TRIZは、検討し尽くされた課題でも、特許、コストダウン、トラブル解決の効果（成果項目）に結びつく。

TRIZ手法の中で、USITと40の発明原理は、多くの技術者にとって使いやすく短時間に効果を得やすいことから共感を与えた。

業務プロセス上、研究・開発、設計、試作、量産、マネジメントと幅広く活用できた。QFD、タグチメソッドやシステム思考と融合させることでシナジー効果が大きくなる。

5.3 適用事例の思考プロセスと解決策の例

表3の一部技術テーマについては、日経メカニカル5月号に事例が掲載されている。ここでは、数少ない事例として、「キャリアパス設計法」のマネジメント事例の概要について述べる。

図2のフローを適用して、まず、IFR（究極の理想解）を「業界TOPレベルのコンピテンシー（思考・行動特性）を獲得する」と定義した。40の発明原理と76の発明標準解により、思いつくままアイデアを発想した。この段階で、数十のアイデアを抽出したが解決策までは達していない。

次に、顧客ニーズから課題を体系的に把握するため、QFD（品質機能展開表：表4）に整理してみた。ここから、「市場価値の高い成果を上げる

表4 QFD（品質機能展開表）の作成例

IFR (究極の理想解): 業界TOPレベルのコンピテンシーを獲得する

要求品質 (ニーズ)	品質特性 (評価項目)	技術力		教育		モジュール項目スコア				ベンチマーキング				レベルアップ課題			
		特許件数	社外発注件数	社外発注件数	コンピテンシー	専門スキル	教育計画	社内のやりがい	職場のやりがい	上司のマネジメント	人事制度運営	組織運営	ニースの重要度		自社	X社比較	Y社比較
モジュールサーベ イからのメッセ ジ	社員の専門職志向が高い	△	△	△	○	○	△	○		◎		B	A	A	A	A	○
	優秀だがマネジメント不向きへの対応	△	△	△		◎		○	○	◎		B					
	個人の専門性を開発する環境を整備					△				◎	◎	C					
コンピテンシー アセスの積み	人材開発				△	△				○		C	A			A	○
	定率マネジメント			○	◎	◎			◎	○	◎	B		A		A	○
MP多面評価の 課題	部下のキャリア形成支援				◎	◎		○		○	○	B				A	○
	やりがいのもてる組織								○	○		C					
	戦略立案・遂行	△			◎	△					△	C				A	
経営品質アセス	高い専門性を獲得する物業	◎	◎	◎	◎	◎	△	○		○	○	A				A	◎
高車種者市場 価値アセス	他領域への応用可能キャリアの研鑽	○	○	◎	◎	◎	◎	△	○		△	A		A		A	◎
	差別化能力の実現	◎	◎	◎	◎	◎			○			A		A		A	◎
品質特性(評価項目)重要度		B	B	A	A	A	A	G	A	G	B	A	G	◎:強い対応 ○:対応あり △:対応を予想			
目標設定	自社																
	X社比較	A	A	A	A				A								
	Y社比較				A												
	Z社比較	A	A	A	A	A	A		A		A						
	課題	○	◎	◎	◎	○			◎		○						

解決課題
市場価値の高い成果をあげるキャリアを設計する

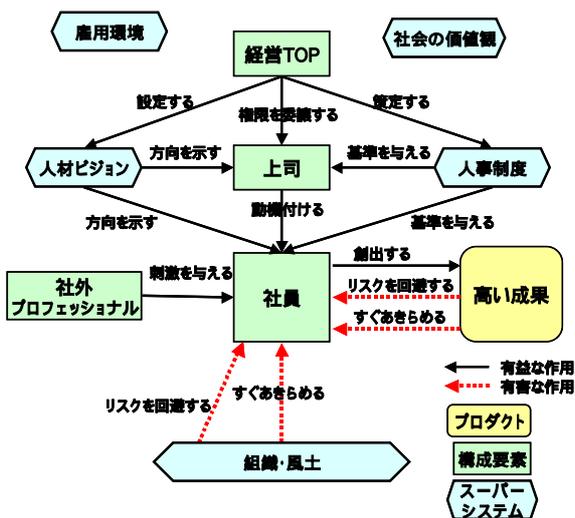


図4 プロダクト分析の記述例

ためのキャリア」と課題を再定義した。この段階でプロセスフローは1回転したことになる。

さらに、課題をブレークダウンするため、図4のようなプロダクト分析を試みた。構成要素(システム)スーパーシステム(システムの上位概念)プロダクトに分解して、それらの関係を、「有益な作用」と「有害な作用」の2面から記述した。その有害作用である「リスクを回避する」「すぐあきらめる」を導き出した。

それらの有害作用を除去するために、進化トレンド、76の発明標準解、時間・空間分離の原理から発想し、次の発想に絞り込んだ。

成果項目として、いろいろな要素を組み合わせていくつかは実現可能と思わせる。

それを数年間の平均値とすることで、制御可能なしくみとしておく。

成果項目を多層構造として、研究・開発・生産どの業務でも実現可能な成果項目とする。

表5 技術者の成果目標基準

目標：平均50ポイント/年(3年間の移動平均)

CPD項目	内容概要
講習会・研修等	社外&社内講習/研修(6H以上/日を1p、他0.5P)
論文	社外発表(5p/ページ換算、査読付) [max40p] 社外発表(3p/ページ、一般論文) [max20p] 社外口頭発表(10P/件) [max20p] 社内優秀論文(10p/件)、他(5p/件) [max20p]
特許	優秀特許(10p/件)、その他特許(5p/件)
顕著な業績	社内外受賞レベル
技術指導	社外講師(3p/件)社内講師(2p/件)[各々max20p]
団体活動	学会等公的機関での議長・委員長 [max40p/年] 学会等公的機関での委員 [max20p/年]
公的資格取得	博士/技術士/弁理士/ITコーディネータ/システム監査/上級シニア/それに準ずる資格 [max20p]
自己啓発等	1p/日を目安 図書執筆は(max20p/件)

基準を、社内の視点でなくグローバルスタンダードの基準として目的意識を高める。

絞り込んだアイデアから、技術者の目標とすべき評価基準を、プロフェッショナル・エンジニアのCPD(Continuing Professional Development)に近づけ、市場価値を有するポイント制とした(表5)。これは実践中のアイデアの一つである。

6. おわりに

これまで、一つの分野に長けた専門家がプロフェッショナルと思われてきた。技術革新の進展によって必然的に複数分野の専門性が求められる。また、キャッチアップ型のHowの時代からOnly One型のWhat(高付加価値商品・技術)が重要な時代へパラダイム変換を求められている。

TRIZの役割は、思考を効率化させることである。障害を除去し閉じ込められていたアイデアを引き出すことである。TRIZの中には、他にも、現在のシステムと違った視点のスーパーシステムやサブシステムまで含めて俯瞰する「マルチスクリーン(9画面法)」、環境/低コスト/製造など思考トリガーとなる「リソース」なども用意されている。

いままで、個人でTRIZを使うには非常にハードルが高かった。今後は、新しいTRIZ教科書による学習や豊富な事例を掲載したTRIZホームページ¹⁾などが役に立つ。これらにより、独学でも学習が可能になり、多くの人々がTRIZと出会える日も近い。

現時点の大きな課題は、ソフトウェア/化学/生物学などの分野の適用事例が少ないことである。事例発表、出版活動および論文発表などにより、活用人口を少しでも増加させ、日本の競争力復活に少しでも貢献できれば幸いである。

<参考文献>

- 1) 中川徹：ホームページ、大阪学院大学 (<http://www.osaka-gu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/>)
- 2) Darrell Mann: Hands-On Systematic Innovation, CREAX Press, 2002
- 3) 粕谷茂：プロエンジニア、テクノ、2002
- 4) 中川他：USITの解決策生成技法、ETRIA World Conference, 2002

<著者連絡先>

粕谷 茂 E-mail: shigeru.kasuya@fujixerox.co.jp