



創造的問題解決の技法 TRIZ/USIT の紹介

大阪学院大学
情報学部 教授

中 川 徹

1. はじめに

TRIZ (トリーズ) は、1946年に旧ソ連でアルトシュラーが着想し、世界の特許の分析を基礎にして確立して、冷戦終了後に西側世界に広まってきた、創造的な問題解決の方法論である。米・欧・日・韓の企業に浸透してきて、着実な成果を挙げ始めている。技術革新を体系的にリードできる内実を備えてきており、技術の知識ベースツールとか、発明のノウハウとか、といったレベルよりもずっと大きく深い実質をもつものである。本稿では、最新の理解に基づき、TRIZの全体像、特に西側で「消化された」新しくやさしいTRIZについて紹介する^[1]。

1990年代には、アルトシュラーの弟子達が欧米に移住し、ロシアで確立した「古典的」TRIZが蓄えた多くの知識ベースをパソコン上で快適に動くソフトウェアにした。彼らは、そのツールを売り込み、「古典的」TRIZとそれを発展させた諸理論を教え/使って、西側の企業に進出しようとした。日本では1996年に紹介され、その翌年からソフトウェアの導入が始まっている。TRIZとそのソフトウェアは、欧米でも日本でも当初大きな関心と呼んだが、TRIZのバックにある考え方を習得するのが難しく、なかなか浸透しなかった。

2000年代になって、TRIZの考え方を理解し消化した西側のリーダーや実践者達が育ってきて、新しいTRIZの理解が作られるようになった。その例は、Darrell Mannによる研究と「体系的技術革新」およびEd Sickafusと筆者による「USIT (統合的構造化発明思考法)」である。

また、実践例として、韓国のサムソンで驚異的な浸透と実績が発表されている。日本でも、日立製作所、パナソニックコミュニケーションズを始めとして、着実な実績を挙げ始めているところである。

TRIZは、技術思想を持ち、使いやすく整理した膨大な知識ベースを持ち、技術の方向づけと問題解決のためのしっかりした「考える方法」を持ち、それらを支援するソフトウェアを持つ。本稿では、これらの諸側面の概要を説明しよう。

2. TRIZの技術思想

膨大なTRIZのエッセンスを、(英文) 50語で記述したのが、図1である^[1]。技術システムが大きな歴史の中で「進化する」のだ、創造的な問題解決(例えば発明)がその進化の一步一步を構成しているのだから、進化を助ける考え方をすることが、技術を進める方法である、とTRIZは認識する。

その「考える方法」(思考法)は、システムとして考えること、理想をイメージすること、そして矛盾を克服すること、という三つの特徴を持つ。

TRIZの認識：

「技術システムが進化する
理想性の増大に向かって、
矛盾を克服しつつ、
大抵、リソースの最小限の導入により」
そこで、創造的問題解決のために、
TRIZは、弁証法的な思考を提供する、
すなわち、
問題をシステムとして理解し、
理想解を最初にイメージし、
矛盾を解決すること。

図1 TRIZのエッセンス

技術のあらゆる分野でこれらの思考法を適用できるように、知識ベースと技法とを創りあげてきているのがTRIZである。

3. TRIZの知識ベース

アルトシュラーは、独創的な発明を記述したはずの特許にも、そのアイデアのエッセンスには共通するものが多いことに注目した。そのエッセンスを抽出して体系化すれば、だれでもがそれを学んで発明をしていけるはずだと考えた。彼が偉いのは、抽出・体系化する枠組みをしっかり作り、抽出・体系化の作業の膨大さにひるまず、こつこつと自分で、そして多くの弟子や協力者を得て、知識ベースとして作り上げたことである。

西側諸国では、科学技術の諸知識や特許事例などをコンピュータ内に蓄積して、ソフトウェアで検索することを指向してきた。検索は個別の作業であり、コンピュータ内に作られる索引は人間が読める形式のものではない。一方、アルトシュラーは、検索したい項目全体を階層的な体系として作り上げ、一つひとつの科学技術知識や特許事例を読んでは、その体系の枠組みに整理したのである。その紙と鉛筆の作業ができあがってくると、我々人間が理解できる貴重なハンドブックになった。

1990年代に作られたTRIZソフトツールは、それらのハンドブックを内蔵したものであったが、西側諸国の企業人には「大部分の技術事例が1970年代の古臭いものではないか」という人達が多かった。

2000～2003年にDarrell MannとCREAX社は、1985年以降の米国特許全15万件を分析し、TRIZの知識ベースの内容を一新した。Mannらは、アルトシュラーの分析の枠組みと方法を継承し、それを現代化して（コンピュータをフル活用して）実施した。その成果は、Mannの教科書『TRIZ 実践と効用（1）体系的技術革新』^[2]として出版され、新しいソフトツール（CREAX Innovations Suite）にもなっている。

TRIZの知識ベースは、次のような形式で整理されている。（図2参照）

- ・技術進化の方向を、技術分野や製品分野に依存しない一般的なトレンド（複数の発展段階

TRIZ による問題解決の概念図

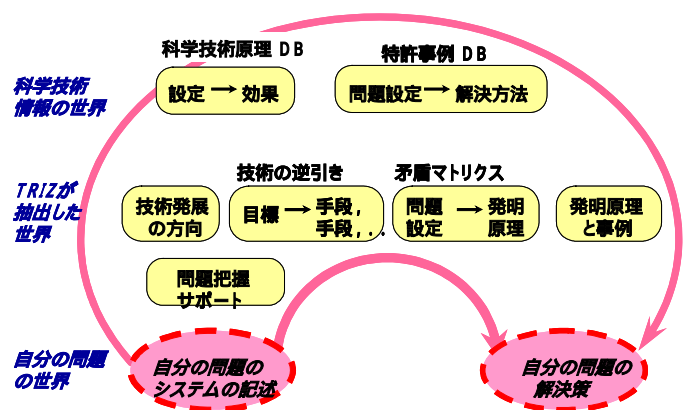


図2 TRIZ 知識ベースの位置付け（中川、1997）

の図式)として知る。(進化の「トレンド」集、35トレンドなど)

- ・実現したい機能目標から、それに使える科学技術の原理・手段を知り、その事例を知る。(「物理的效果」集、約5000手段)
- ・問題を「物質-場モデル」(作用物から対象物への作用という簡潔な形式のモデル)に表したとき、有効と考えられる解決策の指針を知る。(「76の発明標準解」)
- ・発明のアイデアのエッセンスと、それを使った事例を知る。(「40の発明原理」とその事例)
- ・問題を「技術的矛盾」(システムの一つの面を改良しようとする、他の面が悪化するという矛盾)の形式に表したときに、どの「発明原理」が今までによく用いられたかを知る。(「矛盾マトリクス」)

このうち、日本でも欧米でもよく知られている「矛盾マトリクス」について補足しておく。アルトシュラーは、問題を定義するのに39の側面(パラメータ)を使い、39×39のマトリクスを作った。完成したものは膨大な知識を凝縮したものとして、多くの技術者を魅了した。しかし、完成後30年経っており、その後の科学技術の急速な発展を反映できていず、推奨する発明原理が適切でないのではないかと懸念されてきた。

CREAX社の研究成果は、Ideation International社の研究と合わせて、『新版矛盾マトリクス(Matrix 2003)』として出版・ツール化された^[3]。48個のパラメータに拡張し、ずっと使いやすくな

っている。また、改良したいパラメータだけから（「技術的矛盾」の定式化を経ずに）発明原理の推奨を得ることができるようになった。

Darrell Mannは、本の出版後に許諾・公開された米国特許のうち「すばらしい」と思うもの100件を選び、新旧の矛盾マトリックスが、発明者が使った（とMannが考える）発明原理をどれだけ適切に推奨してくるかを検証した。その結果は、旧版27%に対して、新版は96%の適合率であった。「矛盾マトリックス」は、今、新しい生命を得て蘇ったといえる。

4．TRIZの思考法（問題解決の技法）

TRIZは、創造的な問題解決のために多くの技法を編み出した。壁に直面している困難な技術課題に対して、それを解決する新しい技術アイデアを出すための技法が中心である。

VEの全体プロセスの中でも、課題がはっきりしてきて、解決策のアイデアが必要になる段階がいろいろある。そのときに今までは、「ブレインストーミングでアイデアを出す」というのがせいぜいの方法であった。それは、自由奔放といった心構えだけを示すもので、「考えるプロセス」を教えるてはいない。このような段階に使えるのがTRIZの諸技法^[2]であり、それをやさしくしたUSITのプロセス^[4, 5]である。

図1に示したTRIZの考え方の特徴の第1として、「システムとして考える」方法には、次のものがある。

- ・「問題の体系」を考え、解くべき問題を明確にする。
- ・問題の技術システムについて、その上位システム・下位システムを考え、またそれらの過去・現在・未来について、技術進化のトレンドを用いて考察する。（「9画面法」）
- ・技術システムを、「オブジェクト（構成要素）」、「属性（性質）」、「機能」の3基本概念をベースにして分析する。
- ・問題のシステムの「機能分析」を行う。（VEと同様であるが、もっと簡単に行う面と、不十分/有害な機能にも注目する面とがある。）
- ・問題のメカニズムを考察し、根本原因（あ

るいは根本矛盾）を探り、それに関与する諸属性（性質）を明らかにする。（「属性分析」）

- ・問題と技術システムの、空間および時間に関わる特徴を明確にする。

TRIZの考え方の第2の特徴として、「最初に理想をイメージする」方法には、次のものがある。

- ・「究極の理想」として、「コストも害もなしに、望む効用が得られる」という状況を考え、それから次第に戻ってきながら実現する方法を考える。
- ・望む結果が「ひとりでに」得られることを、究極の理想と考える。
- ・「賢い小人達」あるいは「魔法のParticles」といったものが、望む結果（効果）を実現してくれていると考えることにより、望ましい行動と望ましい性質を考察し、それらを技術の言葉に置き換え直して考える。
- ・上記の諸方法を活用して、望ましい解決策（の目標）を階層的に体系化して示す。

TRIZの考え方の第3の特徴は、「矛盾を解決する」思考法である。次の方法がある。

- ・一つの面を改良しようとするすると別の面が悪化するという「技術的矛盾」と捉えて、前述の「矛盾マトリックス」を使って発明原理の推奨を得る（3節参照）。
- ・システムの一つの面に対して、正・逆の対立する要求が同時にあるという「物理的矛盾」と捉えて、その矛盾を「分離原理」を使って解決する。

この中の「物理的矛盾」の解決の方法こそ、TRIZが科学技術にもたらした最重要の貢献である。通常のセンスでは、真っ正面から対立する二つの要求に直面して、にっちもさっちも行かなくなる状況であるが、TRIZでは「分離原理」と呼ぶ次のプロセスを使って、ほぼ確実に解決できるのだという。（韓国のKyeong-Won Leeらの、「超節水式水洗トイレ」の事例を使って説明しよう。）

水洗トイレでは便を流すのに通常13リットル（節水型で6リットル）の水を使う。便器の後ろで管がS字に上がっていることが問題である。S字管は便器に水を張って臭いの逆流を防ぎ、サイホン効果で便などを一旦完全に流す長所がある。

ただ、それが邪魔で多量の水が必要になる。この「邪魔」という日常用語を、TRIZではもっと明確な「物理的矛盾」の一つと解釈する。すなわち、S字管を「存在させる」要求と、逆に「無くさせる」要求が同時にあると考える。

TRIZの指針は、まず、「(a) これらの要求が、空間/時間/その他の条件で分離できないかを考えよ」という。この場合、二つの要求は、通常時と排出時という「時間で分離」できる。ついで、「(b) 分離したら、それぞれの要求を解決する案をつくれ」という。そこで、通常時はS字管を存在させ、排出時はS字管を無くしておくという解決策が簡単に分る。TRIZはそして、「(c) 両案を組み合わせ使え」という。通常時は存在させ、排出時は無くすように、両立させよという訳である。ここで、はたと考え込んでしまう。

TRIZでは、この(c)の段階で、考えを柔軟にして、40の発明原理を適切に使えという。この例では、S字管を「存在/消滅」と言っているが、その実質は、管が「S字状である/S字状でない」ということであり、さらに「管の途中が高くなっている/高くなっていない」ことであると理解すればよい。すると、「柔軟性のある管にして、途中を上げ下げすればよいのだ」と分る。このアイデアを得ると、後は下げたときの形を考え、上げ下げのきっかけと力を得る方法を考えればよい。Leeらは、簡単な方法を考案して、3リットルの水で済む方法の特許を得ている。その案はコロンブスの卵のように簡単なものである。(図3参照)

TRIZの考え方についての上記の3特徴の記述は、問題の定義と分析の段階を中心に行っているように見える。それでは問題解決の核心である、解決策



図3 柔軟な管を上げ下げする超節水トイレ

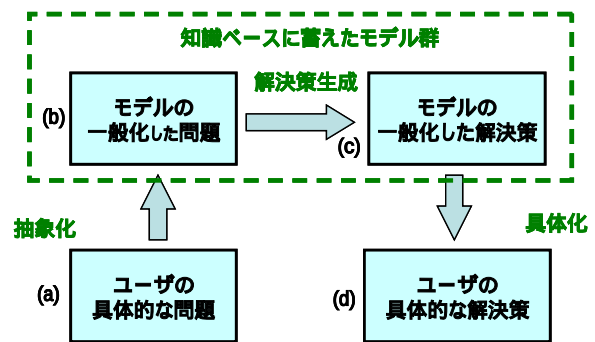


図4 知識ベースを主とする問題解決の方式

のアイデアを出す段階に明確な方法が得られるのだろうか？

従来のTRIZは(Mannの方法^[2]も、そして科学技術の多くの方法も) 図4の方式を基本にしており、この段階では知識ベースに蓄えた多くの手本(原理やモデルなど)を使いなさいという。この基本方式の問題点は、自分の問題を手本の問題(一般化した問題)に当てはめるときに、手本に応じて別の抽象化方法を必要とした(たとえば、矛盾マトリックスを使う場合と分離原理を使う場合で違う分析法が必要)。また、しばしばその方法が曖昧で「類比思考」に頼らざるをえないことである。

この解決策生成の段階を、ずっと論理的にしたのが、(最近日本で改良された)USITである^[1, 5]。USITは、TRIZの知識ベース(特に、進化のトレンド、40の発明原理、76の発明標準解、分離原理など)をすべてばらして再編成し、次の5種の解決策生成法(USITオペレータ)に体系づけ直した。

- ・オブジェクトを複数化する(0にする、多数にする、分割するなど)
- ・属性を次元的に変化させる(新しい属性を使う、属性の値を空間的に変える、属性の値を時間的に変える、など)
- ・機能を再配置する(別のオブジェクトに担わせる、複合機能を分割して別々に担わせる、機能を空間/時間的に再配置するなど)
- ・解決策の対を組み合わせる(空間で組み合わせ、時間で組み合わせ、機能的に組み合わせ、など)
- ・解決策を一般化する(抽象化と具体化を繰り返して連想を膨らませ、解決策を体系化する)

創造的問題解決の全体に対して、USITは非常に

明確な新しい方式をもたらせた^[5]。
それは、図5に示すものである。

次のような意義がある。

- ・ 具体的な問題から一般化した問題に導く過程は、問題定義と問題分析の過程であり、それは広範な問題に共通に適用できる標準化された方法で行う。
- ・ 一般化した問題とは、自分の問題のシステムを、オブジェクト、属性、機能、空間、時間、および望ましい行動と望ましい性質という観点で理解したものである。
- ・ 一般化した問題の諸要素にUSITオペレータを作用させて、わずかに変更させたものが、新しい解決策のアイデアの核になる。
- ・ このアイデアの核は、問題システムの一般化した理解の中に置かれ、技術的思考に裏打ちされて、概念レベルの解決策へと導かれる。
- ・ この解決策コンセプトを、製品や装置などの形の具体的な解決策として実現するには、技術・ビジネス・社会的な実現努力と評価過程を経なければならない。
- ・ 創造的な問題解決技法（TRIZ/USIT）の主要な責任範囲は、この図の上部4箱の間の変換である。下部の4箱は、技術やビジネスを中心とした現実世界であり、シックスシグマ、QFD、V E、品質工学（田口メソッド）その他各種の設計開発技法が必要で、活躍している世界である。

USITでは図5の方式を実施するために、図6のフローチャートに示すようなプロセスを使う。（個別の技法はすでに上記で簡単にふれたものばかりであり）基本的に、問題定義、問題分析、解決策生成という簡明な3段階を経る。解決策生成の段階では、上記に説明した5種のUSITオペレータを繰り返して使い、そのたびに一つの核になるアイデアを獲得することができる。

5．TRIZ/USITの実践と普及の状況

最後に、TRIZ/USITの導入に成功した事例をいくつか述べる。

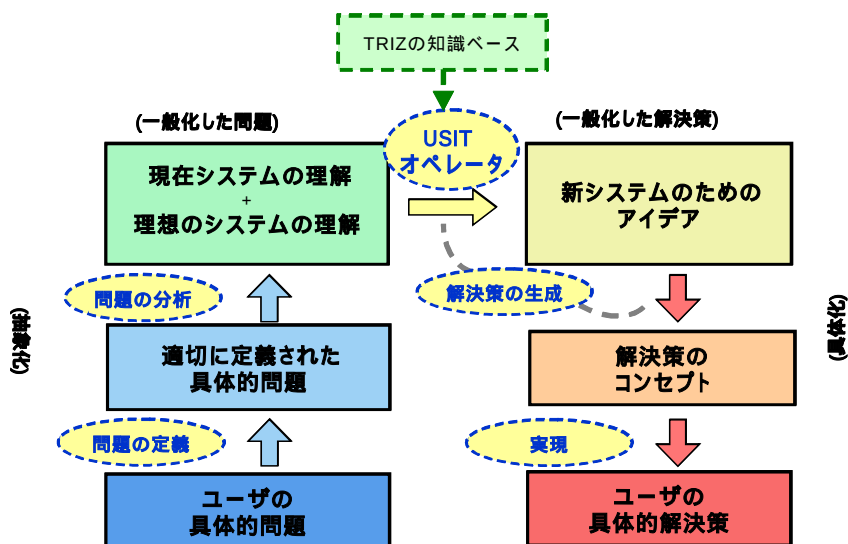


図5 創造的問題解決の6箱方式 (USIT)

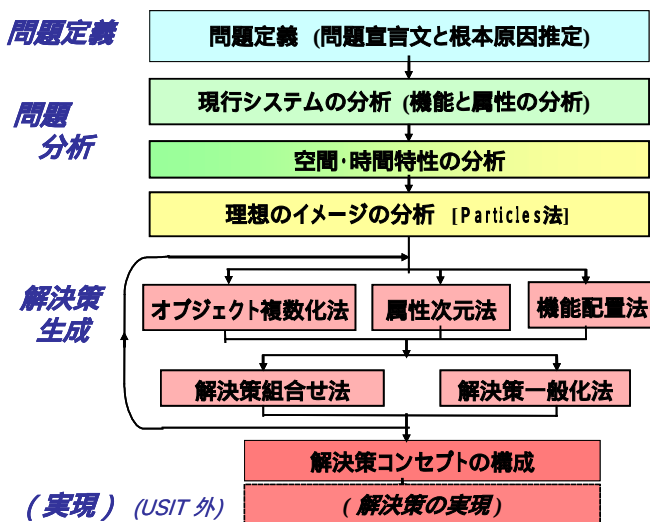


図6 USITの問題解決のフローチャート

TRIZの導入に関して世界中で最も成功した企業は、韓国のサムソンである。韓国産業・技術界の急速な成長の中で、サムソンは全社的にシックスシグマを導入実施してきた。TRIZの有効性が西側世界で理解されてきた2000年4月に、サムソンの先端研究所（SAIT）でCEO Sohn Wookが主導して、ロシアとベラルーシからNikolai Shpakovskyら3人のTRIZ専門家を雇用し、TRIZチームを発足させた。研究所内でのTRIZ教育を行い、実地問題の解決の社内コンサルティングを行った結果、例えば、DVDのピックアップ光学系を簡素化して推定1億ドルのコスト削減を達成した。この結果、TRIZの有効性が、マネージャーや一般社員に認識され、トップダウンでのTRIZ教育とTRIZ適用を行

っている。今やサムソングループの多数の企業（SEC、SEM、SDIなど）で、ロシア人TRIZ専門家を中核としたTRIZ推進チームが活動し、教育とR&Dへの適用を推進している。2004年6月の段階で、SAITでは150プロジェクトにTRIZを適用した経験をもち、その70%で先進的な特許を得、また、30%がビジネス的に成功した、という。TRIZの導入とサムソンの驚異的な躍進とは同じリーダー（CEO Sohn Wook氏）によって指導されたものである。

日本では、日立製作所が1999年から全社的に推進している。HiSpeed21という全社運動で、QFD、TRIZ、品質工学、デジタルエンジニアリングの教育と実践を推進している。これら合計で延べ36000人へのトレーニングを行った。適用事例も数百件あり、そのうち数件が発表されている。

日本で最も活発なのは、パナソニックコミュニケーションズである。開発プロセス革新グループという事業部レベルの組織を作り、日立と同様にQFD、品質工学と共にTRIZを導入した。TRIZの導入は2001年10月からで比較的新しいが、社外コンサルタントの指導を受けてプロジェクトへの適用を開始した。TRIZ専任のグループを作って習得させ、社内教育と実地プロジェクトの解決を行うことにより、急速に実力をつけている。2003年度に100件のプロジェクトに適用し、適用事例、推進方法などを発表している。松下グループ全体にも浸透しつつある。

他にも、富士ゼロックス、富士写真フイルム、リコー、日産自動車など多くの日本企業で、TRIZ/USITの導入・適用が進んできている。社内の先駆者を核として、1997年頃からボトムアップの活動を継続している企業が多い。TRIZのいろいろなアプローチが適用・試行されてきているが、ソフトツール主導から、USITによる実地適用に重点が移ってきていることが一つの特徴であろう。

伝統的なTRIZの教育には随分期間がかかるのに対して、筆者が行っているUSITのトレーニングは、2日間でその全容を伝授/習得できる。20～25人の参加者で、TRIZ/USIT入門の2時間の講義の後、実地問題3件をUSITで実際に解決する。問題解決は5セッションに分けて行い、各セッションでは、その段階のやり方の講義、3グループ並

行の実地問題演習、そして全体での発表と討論を行う。機械系、情報システム系、材料系などのテーマの経験があり、各問題に3～10件の解決策コンセプトを得ている。伝統的なTRIZよりも、それをやさしくしたUSITが習得しやすく、実地適用に有効であると筆者は考える。

TRIZ/USITは創造的な問題解決の技法であり、製品/サービス開発のさまざまな段階で利用できる。それは製品/サービスの開発に対する一貫したプロセスを提供している訳ではなく、そのようなプロセスの中に、VEを始め他の技法とも統合しつつ、適宜な形で組み込んで使っていくべきものとする。技術革新を必要とする場で、新しい技術を考える考え方を革新していくのが、TRIZ/USITである。

なお、日本国内におけるTRIZの推進関係者が幅広く集結した「日本TRIZ協議会」が、この3月に発足し、この協議会主催による「第1回TRIZシンポジウム」が、9月1日～3日に「ラフォーレ修善寺」にて開催予定です。ご関心のある方々のご参加をお勧めします。詳細は参考文献[1]をご参照ください。

参考文献

- [1] Webサイト:『TRIZホームページ』、中川徹編集、
<http://www.osaka-gu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/>。
TRIZに関する重要な解説・論文・記事が、和文・英文で頻繁に掲載されている。本稿記載の各種の情報の詳細が、ほぼすべてこのサイトで公表されている。
- [2] Darrell Mann著、『TRIZ実践と効用(1)体系的技術革新』、中川徹監訳、創造開発イニシアチブ刊(2004年)。
- [3] Darrell Mann、Simon Dewulf、Boris Zlotin、Alla Zusman共著、『TRIZ実践と効用(2)新版矛盾マトリックス(Matrix 2003)』、中川徹訳、創造開発イニシアチブ刊(2005年)。
- [4] Ed Sickafus著、『USITの概要(USIT eBook)』、川面恵司・越水重臣・中川徹訳、『TRIZホームページ』掲載、2004年10月。
- [5] 中川徹、「TRIZ/USITにおける創造的問題解決のためのデータフローの全体構造」、『TRIZホームページ』掲載、2005年3月。