



## TRIZ の基本概念(6) 矛盾とその解決

大阪学院大学 中川 徹

創造的な問題解決のための技法 TRIZ について、この連載の第15回から、その基礎にある考え方(概念、思想)を説明してきました。今回のテーマ「矛盾とその解決」は、TRIZ が創りだした考え方の中核を成すもので、これによってアルトシュラーは世界思想史の中に記憶される重要な寄与をしたと、私は思います。

TRIZ の全体を簡潔にまとめました「TRIZ のエッセンス」をもう一度ここに掲げさせて下さい。

「TRIZ の真髄はその技術認識にある。あらゆる技術システムが進化(進歩発展)していく、その進化の方向は理想性が向上する方向であり、何らかの矛盾を克服したときに初めて(歴史的な)小さな一歩を進める、またこのとき資源の利用は最小限であるのがよいと分かった。

この技術認識に対応して、TRIZ は創造的な問題解決の思考法を創りあげた。その思考法の特徴は、第一に技術をシステムとして理解すること、第二に(現状の改善からだけでなく)まず理想をイメージすること、そして第三に矛盾を解決する明確な技法を持つことである。」

この4回ほどの連載で、システム(技術システム)、理想性、リソース(資源)などを説明してきました。そこで読者の皆さんも、創造的に問題を解決するための考え方の準備が随分整

ってきていることと思います。しかし、まだ、問題を解決する本当の鍵を手に入れていません。

問題には困難な「壁」があり、私たちはまだその「壁」=「矛盾」の手前にいて困っています。この「矛盾」を明確にし、それを攻略する方法を知り、実際に乗り越えることができ初めて、技術システムが進化するのです。ですから、今回の説明は、TRIZ のエッセンスの核心であり、技術革新のための技法の核心でもあります。

TRIZ の創始者アルトシュラーは、「矛盾」に3段階あると考えました。

- (a)「管理的矛盾」：実現したいことは分かっているが、その手段がまったく分かっていないという矛盾。－これはもっと問題を明確にしていく必要があります。ここではとりあげません。
- (b)「技術的矛盾」：(技術)システムの一つの側面を改良しようとする、別の側面が悪化するという矛盾。－本連載の第12回で、「矛盾マトリックス」という知識ベースを使って解決する方法を詳しく説明しました。今回は簡単に復習します。
- (c)「物理的矛盾」：(技術)システムの一つの側面に対して、正・逆の互いに反対の要求が同時にある矛盾。－これこそがさらに突き詰めた形の矛盾です。通常はにっちも

さっちも行かない状況ですが、「さあこれで、問題をほとんど確実に解決できるよ」、とアルトシュラーはいうのです。

### 1 技術的矛盾と「矛盾マトリックス」の方法

#### 1.1 トレードオフと最適化

技術的矛盾とは、「一つの側面を良くしようとして、なんらかの解決策をとろうとすると、別の側面が悪化する」状況をいう。二つの側面が「トレードオフ」の関係にあるともいう。

通常の対処法は、「両側面のベストは得られないから、ほどほどの適当な所で妥協する(トレードオフする)」。あるいは、もっと高度には(コンピュータを使った最適化法で)、何らかの評価尺度を導入して、両側面をいろいろに調節し、評価尺度が最大値になる所(最適解)を選ぶ。

アルトシュラーは、トレードオフや最適化は矛盾を克服していないと考える。技術発展の歴史はもっと本質的な解決をした実績をたくさん持っているのだから、特許文献を使って矛盾を克服した優れた智恵を集めて、それらを参考にすればよいと考える。

#### 1.2 矛盾マトリックスによる解決

この考えでアルトシュラーが1970

年代初めに作ったのが「矛盾マトリックス」である。最近、Darrell Mannらが、1985年以後のすべての米国特許を分析し直して、データを刷新し、「新版矛盾マトリックス 2003」を作った（詳しくは、本連載第12回を参照）。

その使い方はつぎのようである。

- (a) 自分の問題で改良したい側面を考え、39種（新版は48種）の標準パラメータから最も近いと思うものを選ぶ。－新版には各パラメータに豊富なキーワードの説明があり分かりやすい。また、追加パラメータがあるので選択しやすい。
- (b) 改良する手段を考える。－上記の側面を大胆／極端に改良することを考えればよい。いまは思考実験なのだから。
- (c) この手段で悪化する側面を考え、それを標準パラメータの中から選ぶ。－複数選んでもよい。
- (d) 矛盾マトリックス上で、縦（改良したい側面）と横（悪化する側面）の交点の柵目を見る。
- (e) この柵目に示された4個まで（新版では10個程度まで）のTRIZの発明原理を知る。
- (f) 各発明原理をヒントとして使い、その指針に従って、自分の問題での解決策を考えてみる。－発想を柔軟に。
- (g) 必要なら／できれば、各発明原理の適用事例をソフトツールや本で参照し、ヒントを豊かにする。

なお、上記の(b)(c)で複数の項目を得て、それらに対応する複数の柵目の発明原理を使うのも、よい方法である。また、新版では(a)のパラメータから直接に、参照するとよい複数（多数）の発明原理(e)を導く一覧表がある。これも便利で有効な方法である。

### 1.3 矛盾マトリックス法の本質

さて、この方法の本質は何だろうか？それは、2側面を指定することにより、問題空間を $39 \times 39$ または $48 \times 48$ に分割し、その領域で先人が使ったアイデアのエッセンス（すなわち発明原理）を参考にする／ヒントにすることである。

この方法では、マトリックスを作ったときの、側面の分類、アイデアの分類、各特許事例の解釈、蓄積した特許事例の質と量などによって、マトリックスそのものの質が決まる。特に、蓄積する特許データの分野に依存して、利用に適した分野が決まる。

さらに、各ユーザが使うときの、ユーザの分野とマトリックスの分野の一致度、ユーザによる側面の分類、発明原理の理解と適用力などで、利用の質が決まる。

新しい分野（例えば、ソフト開発分野、生物分野など）に適したマトリックスのデータを蓄積するには時間がかかるから、新しい大きな分野で矛盾マトリックスに対する不満が出るのはやむをえない（矛盾マトリックスに対するTRIZコミュニティ内での歴史的評価の変遷は、本連載第12回を参照）。

## 2 「物理的矛盾」とその解決

### 2.1 「物理的矛盾」の位置づけ

矛盾マトリックスが出してくる結果に満足できなくて、アルトシュラー自身が探し求めて到達したのが、この「物理的矛盾」という概念とそれを解決する「分離原理」という一般的な方法である。

物理的矛盾は、「一つの側面に対し

て、正逆の相反する要求が同時にある」状態をいう。「もっと大きくせよ vs もっと小さくせよ」、「先を鋭くせよ vs 鈍くせよ」、「柔らかくせよ vs 硬くせよ」、「汎用にせよ vs 特定用途にせよ」など、どんな側面でもよいのだから、そのような状況は実は一杯ある。

要するに、両方向から引っ張られていて、「あちらを立てれば、こちらが立たず。こちらを立てれば、あちらが立たず」の状態である。「二律背反」ともいう。通常は、にっちもさっちも行かない状況で、どちらかが譲歩しない限りお手上げの状態である。

このような状況で下手に妥協した解決策にすると、いわゆる「帯に短し、襷に長し」の状況になる。どちらの要求をも十分に満足しない。

また、日常で「これが邪魔だね」というときに、この状況になっていることも多い。誰かの何らかの目的のために必要でそれはそこに存在するのであり、(自分の)何らかの目的のためにはその存在が邪魔で、ない方がよいと思っているのである。だから実は、「存在 vs 無」という究極の物理的矛盾だといってよい（社会的な問題では、だからといって簡単に「消す(無くす)」ことはできないが）。

### 2.2 物理的矛盾の解決：分離原理

アルトシュラーが見出したのは、上記のような物理的矛盾をほぼ確実に解決する汎用の方法であり、「分離原理」と呼ぶ。つぎのように進める。

- (1) いま、「同じ側面に対して、相反する要求が同時にある」という状態だが、この両要求を、空間で、時間で、あるいはその他の何らかの条件で分離できないか？
- (2) 分離できたら、それぞれその要求

する空間、時間または条件において、その要求を完全に満足する解決策を別々に作れ。

(3) そして、両方の解決策を組み合わせて用いればよい。

この分離原理を使うとき、(1)(2)の段階はたいていほとんど困難なく進む。そして(3)の段階でハタと行き止まるのである。

そしてここで、TRIZの発明原理が真価を発揮する。空間で分離した場合、時間で分離した場合、その他の条件で分離した場合のそれぞれに、使ってみるとよい発明原理が多数存在する。例えば、Darrell MannのTRIZ教科書、および『新版矛盾マトリックスMatrix2003』にはそのような発明原理の分類一覧が記述されている。

### 2.3 節水型水洗トイレの事例

物理的矛盾を解決した非常に分かりやすい事例を説明しよう。韓国のKyeong-Won Lee教授らが発表した事例である(『TRIZホームページ』2004年1月和訳掲載)。

水洗トイレは図のような構造であり、便を流すのに13ℓ程度の水を必要とする。世界的に見て、節水化は重要な問題である。後部のS字管を越すために、勢いよく水を流す必要があり、多量の水を要する。



図1 水洗トイレの構造

S字管の目的は、便器に水を張り、下水/汚水槽からの悪臭を防ぐためである。また、水が一旦流れ始めると、サイフォン効果で全体が流れきるといった良い面がある。このように有用だから、大量の水が必要だという欠点があっても、1870年代以後ずっと世界中で使われてきたのである。

「S字管は、便を流すときには邪魔だ、本当はない方がよい」というのは誰でもが知っていたことである。このときTRIZは、「邪魔」という日常語でなく、もっとはっきり「物理的矛盾だ」といえと薦める。「あった方がよいけど、本当はない方がよい」という意識から、「存在 vs 無(消滅)」という物理的矛盾だと意識せよとTRIZはいう。それでは「分離原理」を使おう。

- (1) 要求の分離は、時間で容易にできる。S字管が必要なのは、通常的时间帯、消滅の要求は便を流す時間帯である。
- (2) 別々に解決策を作るのだから、「通常的时间帯は従来どおりの構造」、「便を流す時間帯はS字管が消滅して(真っ直ぐ繋がって)いる構造」でよい。
- (3) 「両者の解決策を組み合わせて使え」という分離原理の指示でハタと困る。「通常は従来どおり、便を流すときにはパッとS字管を無くして流し、流し終わったらまたたちまちもとのS字管に戻せ!?!」—金属のパイプを瞬時に消滅させたり、再現させたりなんて、できるわけじゃないか!?!

ここには実は考えるコツがある。S字管というのは、いまある現物のことをいっているのではない。S字の形になっている管のことだ。S字の形というのは、途中が高くなっていることだ。

だから、「S字管を存在させる」とは「管の途中を高くしている」ことであり、「S字管を消滅させる」とは「管の途中を高くしていない」ことだと考える。

この考え方に気がつけば、後は小学生でもできる。「管を柔らかいもので作ればよい」、そして「通常は管の途中を高くしておき、便を流すときだけ下げればよい」。この基本方針は、TRIZの発明原理15「ダイナミックス(可動化)」に対応している。

もちろん、技術としてはもう少し具体化し、洗練しなければならない。どんな材料で、どんな形状にするか。上げ下げの起動のしかたをどうするか、動力をどうするかなどを設計しなければならない。韓国の人たちの案を次ページに示す。

後ろのパイプ全体を軟質プラスチックで作り、途中をつり上げて、滑車を介して重りをつけてある。水を流し始め、パイプに水が入ると重くなって、パイプがボタンと倒れ、便と水がスムーズに流れる。流れ終わると、パイプが軽くなって、重りで自動的につり上げられる。上げ下げの起動は水の重さで自然に行い、動力を一切用いていない。TRIZの「ひとりでの」の理想を実現している。いろいろテストして、3ℓの水でよいことを確かめている。

この事例は、世界中の人たちが100年以上に渡って知っていた問題を、TRIZの考え方を使って明快に解決したものである。矛盾が解決されてみると、なんと簡単なことだったんだろうと驚かされる。

### 2.4 弁証法

ある一つの命題(宣言、主張)に対して、まったく対立する命題があったとき、それら両方の命題を満足させて

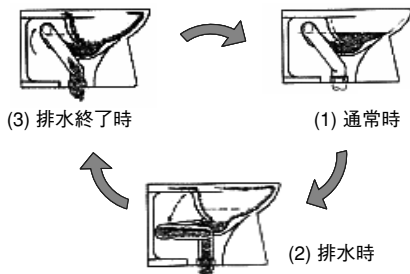


図2 節水型水洗トイレ K.W.Lee ら (2004)

包み込むような命題を創り出す論法を「弁証法」という。各命題を、正一反一合の命題という。社会的、政治的、思想的な対立を克服する論理として非常に重要視されてきたが、その論理は必ずしも分かりやすくなかった。

アルトシュラーの「分離原理」は技術の世界において、この「弁証法」の論理を非常に明快に、また確実に実施できる論理として示したのである。その意味で思想史に残る業績である。

## 2.5 物理的矛盾の導き方

アルトシュラーにとっては、物理的矛盾の概念は新しいものであったから、それを確実に導き出すこと、導き出す方法を示すことが大きな課題であった。この導出プロセスとして彼が創ったのが、ARIZ (アリーズ) と呼ぶ方法 (の前半主要部) である。技術的矛盾をまず宣言し、その言葉遣いを微妙に操作していくことによって、物理的矛盾の表現を得ようとする (率直に言って、私自身は何度聞いても、この導出法を好きになれない)。

技術的矛盾から導出する必要はない、もっと直接的に、もっと素直に、物理的矛盾が導けるのだと、Larry Ball は主張している。私もそう思う。前述の水洗トイレの事例で、技術的矛盾から説明する必要はまったくない。

## 2.6 分離原理での分離条件の拡張

分離原理の(1)段階で、両要求をどんな観点から分離するとよいのかという問題がある。アルトシュラーはまず、時間による分離と場所 (空間) による分離を考えた。その後1980年頃、弟子が「システムの階層による分離 (全体と部分による分離)」を主張したが、アルトシュラーがそれを認めるのに約3年を要したという。

この分離の条件はもっともっと多いことを具体的に示したのが、近年のLarry Ballの教材である。条件で分離する、スケールで分離する、観点で分離する、などいろいろ例示している。

## 2.7 解決策組合せ法の考え方

アルトシュラーの分離原理の使い方において、本当に考える必要があるのは、(3)段階で、二つの解決策を組み合わせる段階である。それなら、この解決策の組合せという観点をもっと強調すればよいと考えられる。

そこで、中川のUSIT法では、USITオペレータの5種32サブ解法のうちの第4種を「解決策組合せ法」と呼び、6サブ解法を含めている。それらは、機能的に組み合わせる、空間的に、時間的に、構造的に、原理レベルで組み合わせる、そして上位システムに移行するの6つである。これらのそれぞれは、Larry Ballの説明よりもさらに種類が豊富である。

## 2.8 矛盾を定式化しない矛盾解決法

注目すべきことは、矛盾を解決した優れた例 (節水型水洗トイレの例など) を見ると、それが非常にスムーズで、「矛盾、矛盾」といわなくてもその解決策を得られると考えられることである。

USITを開発したEd Sickafusはこの

立場であり、「技術的矛盾」の定式化は不必要と考え、「物理的矛盾」に関しても、上記のように組合せ法で同等なことができると考えている。

さらに、多くの人たちが気がついてきているのは、技術進化のトレンドの適用が (発明原理の適用よりも) 通常の技術者にとって容易で、発想を刺激しやすいことである。技術進化のトレンドというのは、矛盾を解決した結果を整理したものである。そこで、進化のトレンドに沿って一段階先のものを考えることは、意識しないで矛盾を克服した後の姿を考えていることになる。

それでもなお、「矛盾」を明確に意識して、それを解決できる力を持つことは非常に大事なことである。だから、「物理的矛盾」と「分離原理による解決」という考え方とその実行法を、しっかりと身につけることをお勧めする。

追記: 日本TRIZ協議会主催「第3回TRIZシンポジウム」が、2007年8月30日 (木) ~ 9月1日 (土) に東芝研修センター (新横浜) で開催されます。どうぞご参加下さい。案内は『TRIZホームページ』 (<http://www.osaka-gu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/>) を参照。

中川 徹 (なかがわ・とおる)

大阪学院大学 情報学部 教授

1963年東京大学理学部化学科卒、理学博士。東京大学助手、富士通国際情報社会科学研究所、富士通研究所などを経て、1998年より現職。同年11月にWebサイト「TRIZホームページ」を創設し、和文・英文で多数のTRIZ / USIT関連の論文・記事を発信している。Yuri Salamatov 著およびDarrell Mann 著のTRIZ教科書を監訳。