

階層化

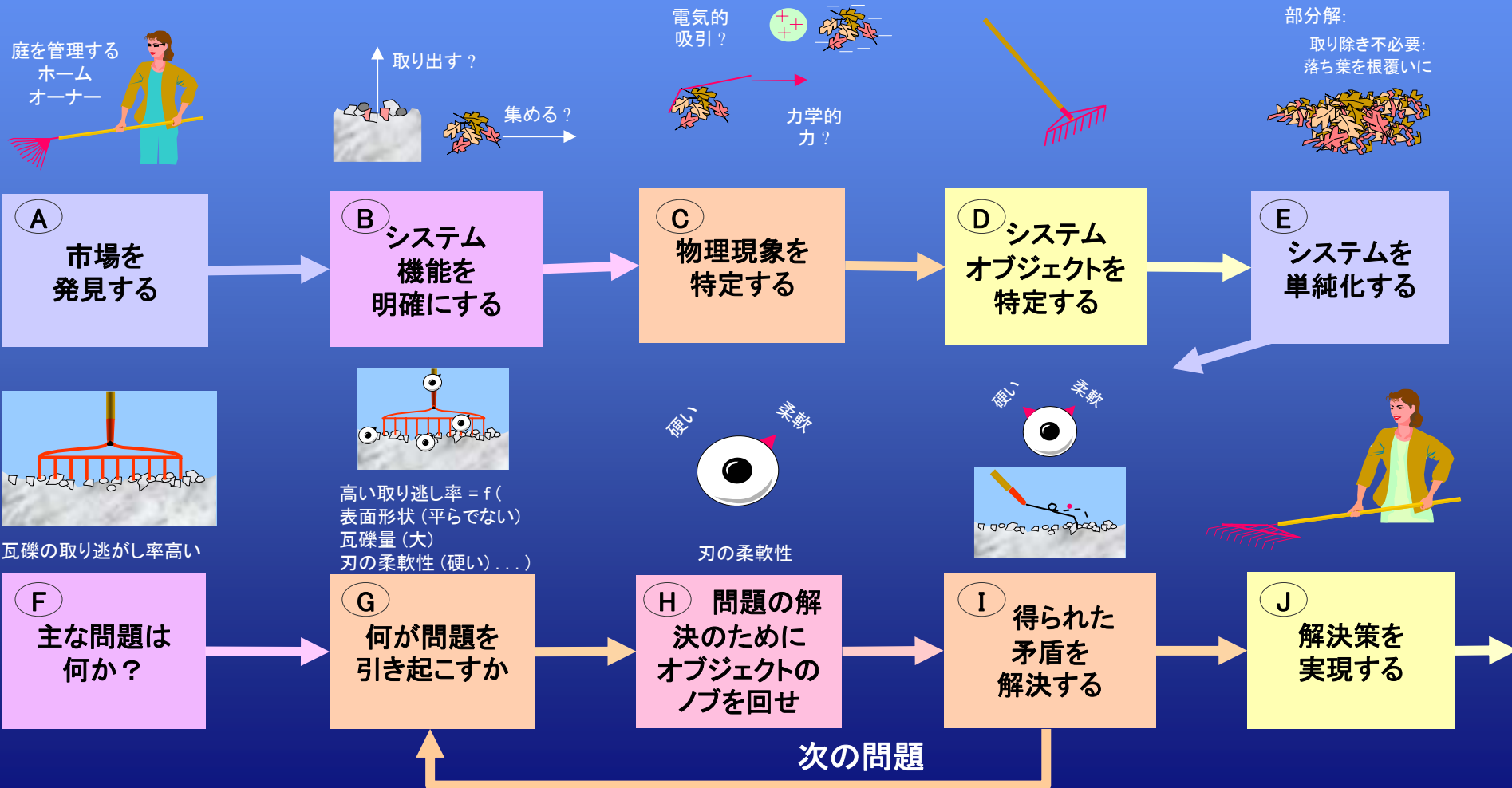
TRIZ アルゴリズム

プロセス・ツール・レシピ・図表

創造的問題解決の技法
初心者から上級者までの
イラスト教材

Larry Ball 著 (2005)
高原利生・中川 徹 訳 (2006)

2006. 1. 22

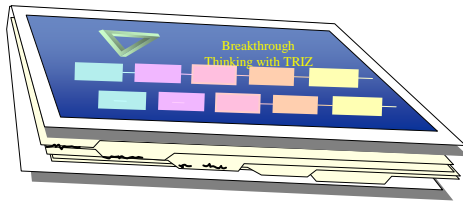


はじめに

この本はTRIZの「使い方」を書いている。初心者にも高度なユーザにも使えるように、ステップを追ったプロセスを説明している。各ステップには、簡易版（初心者用、また比較的簡単な問題向け）と詳細版とがある。

この本は絵入りの料理の本のようなものである。左上から始めて右下で終わるように読む。読者はステップごとにまず最初の説明を読み、そして簡易版を読むとよい。そのステップをもっと詳しく知りたいときに詳細版が役に立つ。

この本はパソコンの画面のままでは読みにくい。電子ファイルをダウンロードした読者には、それを印刷してバインダに綴じようにお薦めする。各章には見出しマークが付けてあり、それらはバインダの表紙に示したステップに対応している。印刷本には見出しのラベルが付属しているので、各自貼り付けられたい。



私が所属する会社 (Honeywell社) は、TRIZの著書の出版を私に許可してくれたが、私の著作の中身を支持・承認していることを意味するものではない。

本書「階層化TRIZアルゴリズム」“Hierarchical TRIZ Algorithms”の背後にある論理を説明するキーポイントとして、以下の点を議論しておこう。

フォーマットの目標

この本の記述形式は、下記の諸目標に従って選んだものである。

•柔軟な対応

問題解決のプロセスは、学ぶ者の能力と問題の難易度に応じて、さまざまなレベルで教えることができ、使うことができる。三つのレベルを用意している。

表紙：最上位の全ステップを表紙に示した。このレベルでは、ユーザは自由に頭を働かせて各ステップの答えを書き出し、そして次のステップに進む。

簡易版：各章の先頭に書いている。

詳細版：より上級のユーザまたは高度な問題向け。

この教え方は、音楽から数学まで多くの科目の教育に広く使われている。そのポイントは、学習プロセスの中で成功体験を積んで、学生の能力を徐々に増していくことである。

•やさしい用語

多くの専門分野と同様に、TRIZの用語には学びにくいものが多い。一つの目標は、学生たちがすでによく知っている概念に対応した用語にすることである。例えば、「ダイナミック性 Dynamism」を「調節可能にする Make Adjustable」に改め、「局所的性質 Local Quality」を「不均一にする Non-uniform」に改めた。それでも、かなりの数の新しい用語が不可避であり、[初心者を混乱させないように]それらは高レベルのクラスではじめて導入するように注意した。

•ステップ幅を小さく

多くの初心者が、TRIZの文献に示されている一見「自明な」正解の解決策につまずいてしまう。これらの解決策の多くは、見せられて初めて明らかだと分かるもので、直観的な大きな飛躍が伴う。一部の教師たちはこれらの大きな飛躍がTRIZの力を証明するものだと思います、それらを学生たちに印象づけようと試みるだろう。しかし不幸なことに、多くの学生たちは、そのような解決策が自分にはそれほど明らかでないと感じ、がっかりしてしまう。本書の解決プロセスの一つの目標は、ステップ幅を小さくして、少数の大きな飛躍によるのではなく、いくつかのもっと小さいステップによって解決策を得られるようにすることである。

•視覚化

「ステップ幅を小さく」という方針と同様に、はっきりと理解できるようにするためには、解決策を視覚化する必要がある。各ステップは、ユーザが最終的解決策を視覚化できるように助けるべきである。古典的TRIZのステップを展開（詳細化）して示すと、エレガントさや簡潔さが犠牲になると感じる人がいるかもしれないが、解決策をより容易に視覚化できるようにすることが目標である。

•解決策の完全さ

解決策という言葉は、さまざまな人にとって違ったものを意味する。本書でいう解決策とは、一つのスケッチであって、それを使ってハードウェアの設計を始められるようなものと定義する。難しい矛盾や解決すべき問題が残ってはいはならない。この意味では、問題を解決するのに使えるかもしれない物理的現象を単に指摘しただけでは、まだ解決策とはいえない。なぜなら、多くの難しい問題が不可避的に残っているからである。

決定プロセスの階層化

本書は「変化の階層」[すなわち、決定プロセスの階層化]を提案する。そこでは、ある決定が他の決定に優先・先行することが不可避であることを仮定する。その階層に含まれる決定点というべきものには、つぎのものがある。

1. 市場（人のグループと一つの仕事）
2. システム機能
3. その機能を提供する物理現象
4. その物理現象を提供するオブジェクト
5. ある必要な改良Y
6. Yを制御する独立変数 (x_1, x_2, x_3, \dots):
ノブ(Knobs)
7. ノブ(Knobs)の設定（しばしば矛盾を生成する）
8. その矛盾の解決
9. より重要度の少ない設計パラメータ

これらのどのレベル [階層] における変化 [決定] も、後に続く全てのレベルに影響する。もしどこか途中のステップから変化を始める場合には、意識的であれ無意識的であれ、不可避的に [それ以前のレベルに関して] いくつかの仮定を置かなければならない。

このような階層が存在するとすれば、「全ての変化 [決定] プロセスは、この階層を扱っているのだとみなせる」。この宣言がTRIZコミュニティに有益な論争を巻き起こすことを期待する。

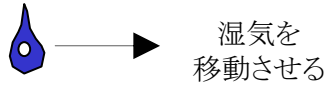
変化の階層

市場 (グループと一つの仕事)

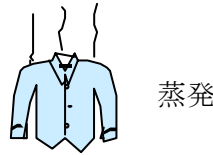


大学生たち - 衣服のクリーニング

機能



物理現象



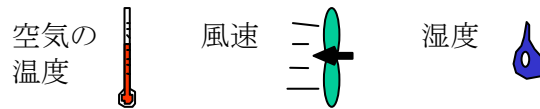
オブジェクト



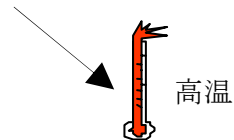
改善



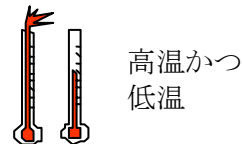
ノブ (Knobs)



ノブの設定



矛盾の解決



TRIZの諸ツールの順序づけ

古典的TRIZの諸ツールは、上記の階層の多くの段階を横断して広がっている。このことはつぎのようないくつかの大きな欠点を生じる。

- ・ [階層の段階を] 大きく跨がっている場合には、TRIZの基本理論そのものを進歩させることが困難になる。このオーバーラップを取り除くと、いままで見えなかったパターンが姿を顕す。これらのパターンはTRIZの理論とツールをさらに発展させる助けになる。

- ・ 理論が現実にとどれだけ合っているかを見ることで、科学は進歩する。一貫した理論がなかったら、ツールが欠如している場合を指摘したり、また一つのツールを見つけたときにそれをどこに当てはめればよいかを判断することが、困難になる。理論に対する例外が見つかったと、その例外をも説明する新しい理論が進展できるのである (「変化の階層」というのは、そのような一つの理論の始まりなのかもしれない)。

- ・ 初心者はしばしば、「どこから始めたらいいのかわからない」と感じる。「変化の階層」は、明確な開始点と解決の道筋を与えている。

本書に示す内容は、古典的TRIZの諸ツールを一旦ばらばらに分解し、この変化の階層に従ったステップ群にそれらを組み立て直した結果である。これらのステップ群を順序づけるにあたって、ある一つのステップを実行するには、先行する諸ステップの出力が必要であるように [すなわち、決定プロセスを階層化するように]、注意した。

解決策の分岐

この直線的に並んだ各ステップ中の決定点は、この「変化の階層」に従っている。その結果、問題解決プロセスは自然な複数の決定点を辿り [各段階での決定に応じて解決策のための指針が違っていくから]、複数の解決策に分岐していく。

本書が生れるまで

若いころ、私は発明を夢想し、実際多くの「発明」をしたが、それらは無残な失敗に終わった(今にして思えば、これらの失敗がその後の私の発明のキャリアを準備したのだと思う)。高校を出たとき、発明をするには工学の教育を受けるべきだと、私は確信した。そして技術者になり、発明をし特許を取るための努力を続けた。研究開発に携わったので、発明する機会に多く恵まれた。仕事は楽しかったが、「本当はもっとうまくできるはずだ」といつも感じていた。

1992年ごろ、仕事の同僚が私の最初のTRIZとの出会いをもたらしてくれた。お互いの紹介のとき、彼は、「妥協することなく矛盾を解決できるのだ」と説明してくれた。この説明は私の心をとらえた。彼は私にヘンリー・アルトシュラーの『厳密な科学としての創造性』という本を読むように薦めてくれた。この本は、私が期待したとおりのすばらしい本であった。困難な発明的問題を解決するために、繰り返し使えるアルゴリズムを記述していた。私はそのアルゴリズム (ARIZの一つの版) をコピーし、すべての適当な問題にそれを適用してみるという、苦勞の多い仕事を開始した。

最初に私が使ったワークシートは、アルゴリズムのステップごとに答えを埋めていかせるものであった。しかしアルゴリズムを使うたびに、私にはフラストレーションが溜まっていった。このアルゴリズムは、最初に「技術的矛盾」を見つけ、つぎに「物理的矛盾」をつけるように要求していた。私は毎回このステップで躓き、何を間違っているのだろうかと思っていた。そのアルゴリズムは、「物理的矛盾はたまねぎの皮をむくようにして見つかるのだ」と教えていた。「技術的矛盾」が外側の層を成し、「物理的矛盾」はその内部に見つかるのだと。

幸いなことに、初期のDOSバージョンのInvention Machineソフトウェアが使っていたアルゴリズムは、最初に一つの形式の「物理的矛盾」を見つけ、それを使って「技術的矛盾」を見つけていた。これが私に一つの鍵を与えてくれ、私はアルゴリズムを定式化し直して、「技術的矛盾」と「物理的矛盾」の両方を見つけるためのずっと簡単なバージョンを作ることができた(「I. 結果としての矛盾を解決する」の導入部を参照)。私はこのアルゴリズムを使う自信を次第に身につけていった。

他の著者たちが、問題解決の諸方法でアルゴリズムの中に入らないものを記述していた。それらも、表・リスト・チャートなどと共に付け加えていった。いまや私は繰り返し使える便利な参考書もっていた。それを使うたびに、少しずつ洗練していった。

そのころ私は、「物理的矛盾」を解決する自分の能力を高めることに大変熱心になっていた。大抵の本は、「物理的矛盾」を解決するのに] 三つの一般的カテゴリについて述べている。すなわち、時間による分離、空間による分離、そして(オブジェクトまたはシステムの)全体と部分との間での分離である。私は、それぞれのカテゴリをもっと細かなステップに分解できれば、「物理的矛盾」を解決するのにもっと効率が良くなると思った。まず取っかかりとして、「40の発明原理」の中から、「物理的矛盾」を解決するのに直接適用できる多数の原理を取り出し、それらをこの三つのカテゴリに分けた。発明原理のいくつかは、「物理的矛盾」を解決するのに極めて有用であるように見えるのに、既知の三つのカテゴリにうまく分類できなかった。それらはユニークなカテゴリをもっと付け加える必要性を示していた。

この抽出プロセスで取り残された発明原理群が私の心をとらえた。それらは一体[アルゴリズム中の]どこに当てはまるのだろうか? いくつかの発明原理は発明プロセスのもっと早い段階に当てられるべきなように見える。同じことは、「物質一場分析」や「発明標準解」に関してもいえた。私が欲しかったのは、TRIZのすべてのツールを含む一つのプロセスで、そこでは各ステップがそれまでのステップ群で得たものの上に構築されているようなプロセスである。こうして私は、TRIZのさまざまな方法をブレイクダウンして、これはもっと前のステップ、これはもっと後のステップであるべきだと思うものに分解していくことを始めた。これがTRIZに階層化アプローチを適用した始まりであった。

1996年ごろ、私はTRIZのクラスを折にふれて教え始めた。他の人たちに説明するためには、自分でTRIZをもっとよく理解する必要が生じた。クラスに教えるには説明を付け加える必要があった。短いアルゴリズムが、もっと詳しい本になった。しかしこのアプローチは、期待したほどうまくは働かなかった。

ある日学生の一人が、「この本の一連のステップは重たくて使いづらい」といった。彼が望んでいたのは、各ステップを短く記述したバージョンで、余計な細部を省略し、ずっとARIZに近いものだった。「カンニングペーパー」のような形式が望ましいと彼はいった。この意見に従って私は極めて短い小冊子を作った。それは数ページのアルゴリズムと必要な表とリストからなるものだった。このアプローチはクラスではうまくいくように見えたけれども、いまやその新しい教材はクラスから独立しては存在できなくなった。

他方、新しい効用が見出された。この形式の本を持っていると、理論やプロセスで欠けている点を見つけやすくなった。長年にわたり、新しいツールや事例が追加されて、このアルゴリズムの本は成長し続けた。(不幸にも、以前と同じくらい重いボリュームになってしまった!)

2003年3月号のTRIZジャーナルで、本書の最初の版を“Breakthrough Thinking with TRIZ”という題名で、無償公開した。第2版を2004年1月号に発表し、低価格の印刷本も作った。2004年にはその後題名を“Breakthrough Inventing with TRIZ”と変えた。2005年初めに題名をもう一度変えて、“Hierarchical TRIZ Algorithms”[直訳は「階層的TRIZアルゴリズム」]だが、この訳では「階層化TRIZアルゴリズム」とし、本書の特徴をよりよく表現した。この版では、章ごとに導入部を設け、例を増やした。

私の家族に特別の感謝をささげたい。みんなが私を励ましてくれ、この本の編集をし、夕食のテーブルやその他の逃れられないフォーラムでのTRIZ談義を我慢してくれた。みんなが私を助けて、ガレージの数え切れない試作品で私を勇気づけてくれるにつれて、発明することがみんなの生活の共有部となった。

Larry Ball