

## 特許情報の大量分析から生まれた「TRIZ」

ソニー(株) 永瀬 徳美

### 1. はじめに

みなさんが「特許」と聞くと、多くの方が「発明」という文字を同時に連想されることでしょう。特許とは、特許庁が発明の内容に対して新規性や進歩性、有効性を審査し、優先使用権限(発明した人が優先的に商業利用できるという権利)などを付与する行政活動です。

誰でも自分が考え出した発明を申請(特許出願)することができます。

※特許出願やその権利の維持には、一定のお金は必要です。

出願された特許の情報は、すべて公開され、だれでも図-1に示すように、検索して、参照することができます。

「発明」と同じように使われる言葉に「アイデア」がありますね。

例えば、変わったおいしい料理を思いついたり、ポスターの新たなデザインを思いついたり、遠くの惑星に行くロケットを考え出したり。

何か良くなることを考え出したら、すなわちそれはアイデアですね。

これまでにはない画期的なアイデアは、発明的なアイデアと言えるでしょう。

皆さんも「これはすごいぞ」と思えるアイデアを思いついたら、発明として特許出願することに、ぜひ挑戦してくださいね。

独立行政法人工業所有権情報のページ

図1 特許調査の例

### 2. TRIZの誕生

世の中には、優れた発明や特許の情報に触れ、自分もそのような発明ができるようにと願って、「発明する方法を発明しよう」と挑戦した人々があります。

旧ソビエト連邦海軍で特許調査を担当した経験を持ち、特許の分析に情熱を注いだゲンリッヒ・アルトシュラー(Genrikh Altshuller: 1926~1998)もその一人です。(図2 出展: 国際TRIZ協会 (MATRIZ) 日本語ページ)

彼は、様々な特許を調べるうちに、発明には一定の法則性が存在するのではないかと考えました。

そして、友人や同僚と共に当初約40万件、のちに20数年間費やして250万件ともいわれる膨大な特許分析に取り組み、体系的で構造化された思考方法の理論を構築していきます。そう、TRIZの誕生です。

TRIZは「トゥリーズ」と発音します。

「発明的問題解決理論」という意味のロシア語を英語で表記(発音)した場合の頭文字を並べると、「TRIZ」となるのです。

当初、TRIZは旧ソビエト連邦の国内で発展していましたが、ペレストロイカ(1980年代後半から旧ソビエト連邦内で進められた改革開放運動)やその後の旧ソビエト連邦の崩壊を契機に、アルトシューラーの同僚や教え子らがアメリカやヨーロッパに渡り、新たな場所でTRIZを普及・発展させました。そしてその後、日本でも知られるようになりました。

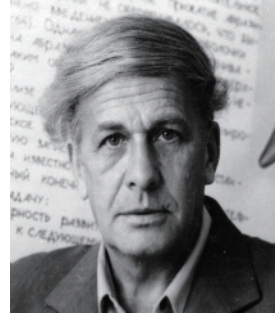


図2 アルトシューラー

### 3. 大量の特許の分析から見出された発明の法則について

発明は、時間や場所を問わず、世界中の異なる地域で生み出されており、ほとんどの場合、発明する人たちが互いに連絡し合うことはありません。

特に、世界初の取り組みのような場合は、それぞれの独創的な研究や秘密のベールに包まれた環境の中で開発が進められ、発明が生み出されます。

普通に考えるとそれらの発明内容はランダムで、無秩序のはずです。

ところが、アルトシューラーたちは、異なる場所・異なる分野・異なる時代に異なる人によって生み出された発明を大量に分析して整理する過程で、幾つかの法則性を発見したのです。

その法則性の発見こそが、TRIZの原点です。

アルトシューラーたちによって初期に見出された代表的な法則を紹介します。

その1: 問題や不具合の解決策には共通性や類似性があり、優先して考慮すべき打ち手に整理できる⇒40の発明原理の法則

その2: 発明の前後で比較すると技術的な進化を伴う場合が多く、その技術的な進化には一定のパターンがみられる⇒技術進化の法則

後ほど、これらの法則について身近な事例を取り上げながら紹介します。

### 4. TRIZの基本的な考え方・思考の手順

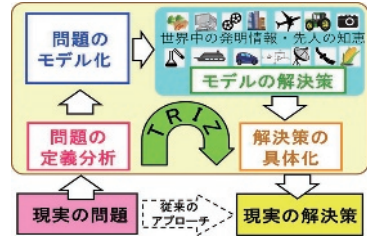
TRIZは、様々な専門分野の垣根を越えて、世界中の優れた発明の情報や先人の知恵を積極的に活用するように考えます。

厳格なルールや手順がきっちり決められているわけではありませんが、参考にすると上手に進めることができる思考の手順が、解決すべき問題や課題に合わせていくつも提案されています。

TRIZの入門者や初心者でも理解しやすい基本的な考え方・思考の手順を図3に示しています。

TRIZの思考の手順をもっとも簡単に示すと、次の4つのステップです。

- ① 現実の問題を定義し分析する
  - ② 定義した問題をモデル化する
  - ③ モデルの解決策を考える
  - ④ 解決策を現実に合わせて具体化する
- 中でもTRIZの大きな特徴は「② 定義した問題をモデル化する」と「③ モデルの解決策を考える」です。



## 4.1 問題をモデル化すること

モデル化とは、複雑なモノや事柄をみんなが判るように、簡単なモノや事柄に置き換えることです。モデル化の身近な好事例は、プラモデルですね。

本物の車や飛行機は極めて複雑で、専門技術や特殊作業が不可欠ですが、プラモデルなら子供たちも楽しみながら組み立てることができます。

ロケットの知識の分野ではどうでしょう。

図4に、ペットボトルロケットを取り上げてみます。

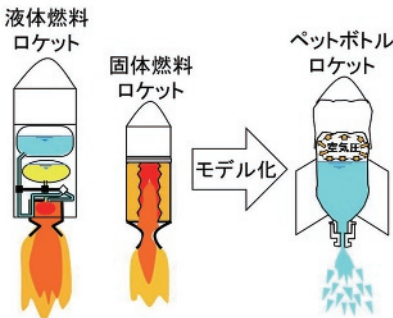


図4-2. ロケットのモデル化の例

本物のロケットは、液体燃料や固体燃料を燃焼させて、きわめて高温で高圧のガス流を後方に噴出して飛翔しますから、一般人は打ち上げることができません。

でも、ペットボトルロケットなら、子どもたちでも打ち上げることができます。

夏休みに友達と一緒に作ったり、広場で飛ばして楽しんだり。

ペットボトルロケットは、本物のロケットの仕組みを簡単な仕組みに替えた、優れたモデル化の例ですね。TRIZのモデル化も同じです。

解決が困難な問題を抱えていて、他の分野の人に相談するには、自分の専門分野の問題を他の分野の人にも理解ができるようにすることが肝要です。

すなわち「② 定義した問題をモデル化する」ことが大事なのです。

## 4.2 モデルの解決策を考えること

問題をモデル化することと同じように、TRIZでは様々な技術分野の成功事例としての中の特許・発明の情報や先人の知恵もまた、分類整理され体系化されています。すなわち、モデルの解決策として準備されています。

問題をモデル化したのち、「③ モデルの解決策を考える」に進むと、幾つかのモデルの解決策を手に入れることができる、すごく便利な考え方です。

但し、「③ モデルの解決策を考える」という考え方は多少慣れも必要です。

提供されるモデルの解決策は、一見あいまいで抽象的で、他の分野の解決事例

なので、そのままそれを自分たちの解決策とすることはできない場合が多く、ちょっとイライラするかもしれません。ですが、TRIZのモデルの解決策の考え方をを使うと、自分の専門分野では気づかないアイデアのネタや、これまでは参考にすることが無かった情報などが手に入るのです。

モデルの解決策は、次の「④ 解決策を現実に合わせて具体化する」ことを経て実際の解決策に上げていきます。

## 5. 矛盾のモデルで考えてみる

「矛盾があるね」と言われたり、聞いたりしたことあるでしょうか。

一般に「矛盾」とは、二つの物事がくいちがっていて、つじつまが合わないこと、両立できないことで、「それは解決が不可能だよ」ということです。

しかし、TRIZの場合は、「不可能です」と宣言するのではなく、積極的に問題の中の矛盾を発掘して、その解決＝両立することを考えていくのです。

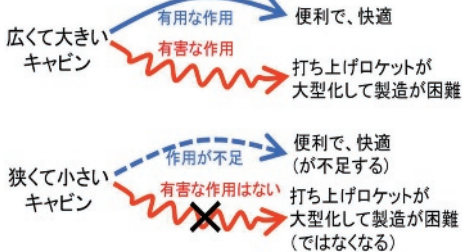
### 5.1 宇宙ステーションの矛盾問題を考える

地球を周回する宇宙ステーションのキャビンが大きいたいけれど、ロケットの製造が困難になる矛盾問題を取り上げてみましょう。

この問題を、「② 定義した問題をモデル化する」に取り組んでみると、

「宇宙ステーションのキャビンを大きく広くとすると、宇宙での活動を便利で快適にすることができるが、打ち上げロケットが大型化して製造が困難になる。

一方で、キャビンを狭く小さくすると、打ち上げロケットの製造は困難ではなくなる（容易になる）が、宇宙での活動は不便で快適さが不足する」のような矛盾モデルとして表現できます。



矛盾モデルを表す図(図5-1)にしてみると判り易いでしょう。

図中の矢印の付いた線は、機能や作用を表すもので、くねくねと曲がっている線(赤線)は有害な作用を、また、破線は不足する作用を意味しています。

図5-1. キャビンの問題の矛盾モデル図

このような図を書いて、解決の方法を考える手順を進めると、そこには2通りの解決の方針が見えてきます。

方針その1: 広くて大きなキャビンをどうにかして製造する

方針その2: 狭くて小さいキャビンをどうにかして便利で快適にする

解決の方針も検討することができますから、この段階で方向性を絞ったり、逆に、多様な解決策に広げたり、従来よりもスマートに考えることができます。

「② 定義した問題をモデル化する」ことができたので、次に、「③ モデルの解決策を考える」に取り組みます。ここで「40の発明原理」の登場です。

幾つかの発明原理を使った解決アイデアを考えてみましょう。

まずはじめに、No.1原理：分割原理を使った解決アイデアです。



図5-2. 分割原理を使った宇宙ステーションのアイデアと身近な例

図5-2に示すように、一度に広くて大きなキャビンを打ち上げるのではなく、複数に分割して打ち上げて、宇宙空間で結合して組み立てるという解決アイデアです。実際のISSでも採用されていますね。

みなさんがなじみのあるパズルや、ご飯とおかずが仕切られているお弁当も、分割原理で工夫していると見る事ができるでしょう。

もう一つ、No.7原理：入れ子原理を使った解決アイデアも見てみましょう。

図5-3に、その解決アイデアの一例を示します。

入れ子とは、一部が内部に取り込まれる構造としてよく知られています。

宇宙ステーションの実験棟を入れ子の構造になるように工夫しておき、短く収納して打ち上げることで、ロケットの長さを短くすることができますね。

伸縮するアンテナはご存じでしょう。

短く縮めたアンテナは、持ち運びに便利で、使うときは伸ばして高感度で受信することができるので、持ち運び性と高感度性の両立、すなわち、矛盾を解決している好事例だと思います。

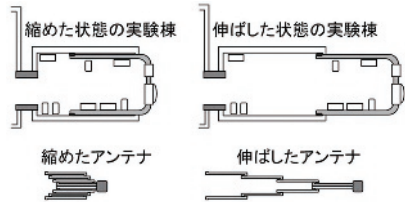


図5-3. 入れ子原理を使ったアイデア

2つの発明原理を使いましたが、アルトシューラーらが優先して考慮すべき打ち手として整理した発明原理は、40個準備されています。

前述の2つの解決アイデアは、このなかのNo.1原理：分割原理とNo.7原理：入れ子原理の2つのモデルの解決策から着想して、具体化した例です。

- |            |              |                   |               |
|------------|--------------|-------------------|---------------|
| 1 分割原理     | 11 事前保護原理    | 21 高速実行原理         | 31 多孔質利用原理    |
| 2 除去原理     | 12 等ポテンシャル原理 | 22 ‘災い転じて福となす’の原理 | 32 変色利用原理     |
| 3 局所性質原理   | 13 逆発想原理     | 23 フィードバック原理      | 33 均質性原理      |
| 4 非対称原理    | 14 曲面原理      | 24 仲介原理           | 34 排除/再生原理    |
| 5 組み合わせ原理  | 15 ダイナミック性原理 | 25 セルフサービス原理      | 35 パラメータ変更原理  |
| 6 汎用性原理    | 16 アバウト原理    | 26 代替原理           | 36 相変換原理      |
| 7 入れ子原理    | 17 他次元移行原理   | 27 高価長寿命より安価短寿命原理 | 37 熱膨張原理      |
| 8 つりあい原理   | 18 機械的振動原理   | 28 機械的システム代替原理    | 38 高濃度酸素利用原理  |
| 9 先取り反作用原  | 19 周期的作用原理   | 29 流体利用原理         | 39 不活性雰囲気利用原理 |
| 10 先取り作用原理 | 20 連続性原理     | 30 薄膜利用原理         | 40 複合材料原理     |

## 40の発明原理の一覧



5. 2 発明原理を選択する

さてここで疑問を持たれたのではないのでしょうか。なぜ2つを選んだのでしょうか。あるいは、どの原理を選択すればいいのでしょうか。

40通り考えてみるということでもいいのですが、実はTRIZには、矛盾解決マトリクス(矛盾マトリクス)表というものが準備されています。

縦方向に良くなること(改善したい特性)、横方向に悪くなること(悪化する特性)、その交点には、優先して活用すべき発明原理の番号が整理されています。

改善したい特性と悪化する特性は同じ内容で、39種類の特性項目に整理され、39×39のマトリクスとして、全体を一覧することができます。

図5-1の矛盾モデルから、改善したい特性とそれに対して悪化する特性を39の特性項目のなかから選択してみましょう。図5-4を参照してください。

改善する特性:キャビンを広くしたい⇒7:移動物体の体積

悪化する特性:ロケットが大きくなる⇒3:移動物体の長さ

それから、矛盾マトリクスのその2つの特性の交点を確認します。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
悪化する特性 改善する特性	移動物体の重量	静止物体の重量	移動物体の長さ	静止物体の長さ	移動物体の面積	静止物体の面積	移動物体の体積	静止物体の体積	速度	力	応力または圧力	形状	物体の構成の安定度	強度	移動物体の動作時間	静止物体の動作時間	温度	照度・輝度
1 移動物体の重量			15,8 29,34		29,17 38,34		29,2 40,28		2,8 16,38	8,10 18,37	10,36 37,40	10,14 35,40	1,35 19,39	28,27 18,40	5,34 31,35		6,29 4,38	19,1 32
2 静止物体の重量				10,1 29,35		35,30 15,2	5,35 14,2		19,25 10,18	29,14 29,14	1,40 10,27					2,27 19,6	25,19 22,22	19,32 25
3 移動物体の長さ	8,15, 29,34				15,17 4,35		7,17 4,35		13,4 8	17,10 35	1,8 10,29	1,8 15,34	1,8 29,34	8,35 19			10,15 19	19,32
4 静止物体の長さ		35,28 40,29				17,7 10,40		25,8 2,14		28,10 1,14	13,14 39,37	35 15,14	28,26			1,10 25	3,25 38,15	15,32 3,25
5 移動物体の面積	2,17, 29,4		14,16 18,4			7,14 17,4		29,30 4,34	19,30 35,2	5,34 26,28	5,34 13,39	11,2 40,14	3,15 40,14	6,3			2,15 16	15,32 19,13
6 静止物体の面積		30,2 14,18		26,7 9,39					1,18 25,36	10,15 26,37		2,38 40				2,10 19,20	35,39 38	15,32 10
7 移動物体の体積	2,26, 29,40		1,7 4,35		1,7 4,17				29,4 38,34	15,25 36,37	6,35 29,4	1,16 1,39	28,10 16,7	9,14 16,7	6,25 4		36,29 10,18	2,13 10
8 静止物体の体積		35,10 19,14		35,8 2,14						2,18 37	24,35 35	7,2 35	34,28 17,15	9,14 17,15		35,34 38	35,6 4	10,13 19
9 速度	2,28, 15,38		13,14 8		29,30 34		7,29 34		13,28 15,19	6,18 28,40	35,15 18,34	28,33 1,18	8,3 26,14	3,19 35,5			28,30 36,2	10,13 19
10 力	18,1 37,18	18,13 1,28	19,19 9,36	28,10	19,10 15	1,18 36,37	15,9 12,37	2,36 18,37	13,28 15,12		18,21 11	10,35 40,34	35,10 21	35,10 14,27	19,2		38,10 21	10,13 19

図5-4 矛盾マトリクスの一部

そこには、4つの発明原理の番号が記載されています。

No.1原理:分割原理

No.7原理:入れ子原理

No.4原理:非対称原理

No.35:原理:パラメータ変更原理

「この4つの発明原理を使って解決してみたまえ」と、アルトシューラーが提案している…すなわちこれが、モデルの解決策なのです。

このモデルの解決策の提案を受けて、先に示した2つの解決アイデアを考えたというわけです。ということは、まだ2つの発明原理が残されていますね。

No.4原理:非対称原理とNo.35:原理:パラメータ変更原理を使った解決アイデアも考えた方がよさそうです。みなさんもちょっと考えてみてくださいね。

## 6. 技術進化の法則でこの先のアイデアも考えてみる

アルトシューラーらが見出した2番目の発明の法則性、そう、技術進化の法則もスマートな思考方法を与えてくれます。上手く活用すると、まだ思いついていない次のアイデア、将来の発明を先取りするように考えることもできます。

ここでは、ロケットの開発の歴史を振り返って、そこに見えてくる技術進化の法則の例を取り上げてみます。

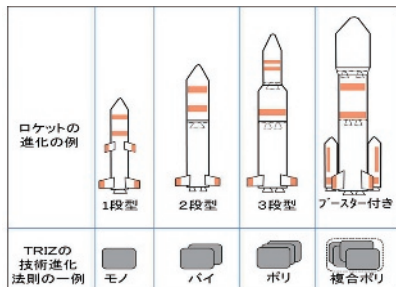


図6-1 技術進化の一例  
(モノーバイーポリ)

ロケットは、当初は1段階型でしたが、その後、打ち上げ高度アップや大型化も進められ、ロケットエンジンの構成は、2段～3段、そしてブースター付きへと進化してきたと見ることができるでしょう。

図6-1に示すように、モノ(1つ)、バイ(2つ)、ポリ(3つ)、そして複合ポリという技術進化の法則とよく一致しています。

技術進化の法則は、最初は単純な工夫から徐々に複雑で高度な工夫が積み重なっ

てきた人類の技術的発展の法則と言えます。

次に、宇宙ステーションや最近では人の外科手術などでも活用が進んでいるロボット

アームの例を取り上げます。

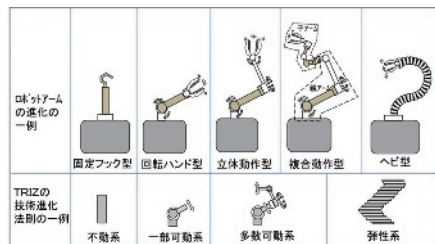


図6-2 技術進化の一例  
(可動性の向上)

図6-2に、可動性の向上とロボットアームの進化の例を示しています。

ロボットアームの場合は、不動型から一部可動へ進化し、その後、多数可動系へと進化してきています。

皆さんはヘビ型のロボットアームを見たことありますか？一部のSFアクション映画で見たような？

そうです。TRIZの技術進化の法則を理解し上手く活用すると、まだ実現していない工夫や将来の発明を先取りできる可能性もあるのです。

※技術進化の法則から発展し提案されている多数の法則は、「進化パターン」や「進化のトレンド」と表現されている場合もあります。

例として取り上げた2つの進化の法則の他にも、色んな法則が準備されています。親しみやすい技術進化の法則を紹介します。

### ・分割の進化:

物体や空間が、全体で1つの状態⇒幾つか⇒小さく⇒細かく、分割が進む  
具体化の事例: 石炭燃料は塊から粉体へ、さらに、微粉から液状化へ

### ・密度の減少

強くするための材料が段々と軽量化され、強度／重量の比が増加していく  
 具体化の例：航空機の材料は鉄からアルミ合金、そしてカーボン複合材へ

### ・幾何学的な進化：

直線的な1次元形状から、2次元変形、3次元変形の形状へと複雑化する  
 具体化の例：蛍光灯は直管型、丸管型、2重折曲げ型から立体らせん型へ

### ・トリミング・単純化の進化

一度複雑化したものは、少しずつ構造が単純化していく

具体化の例：多機能でボタン満載型からボタンのないタッチパネル型へ

これから解決策を考えたりする場面でこのような技術進化の法則を使うと、ちょっと未来を想像できて、将来のアイデアを先取りして発明したり、次に誕生する新しいシステムをいち早く提案することもできるかもしれません。

## 7. おわりに

今回、世界中の特許情報の大量分析から生まれたTRIZを紹介しました。

ここで紹介したTRIZの法則や考え方はほんの一部です。

みなさんがTRIZを使ってみようかと思ったら、まずはご自身の身近なことへの活用から始めてみてください。

簡単なことでもいいので、普段接している身近な問題の解決や改善の検討に試してみましょう。既にあるアイデアのその次を考えるのもいいですね。

どんなアイデアが出るのだろうか、楽しみにしながらTRIZを使って考えてみてくださいね。

もしみなさんが、もう少しTRIZを知りたいと思ったら、下記の情報も参考にしてください。色んな情報が紹介されていますし、参考となるリンク先情報も知ることができます。

NPO法人 日本TRIZ協会ホームページ：<http://www.triz-japan.org/>

## 8. 謝辞

本稿執筆にあたりTRIZの歴史情報等の提供と確認を頂きました日本TRIZ協会様、ソニー(株)のTRIZ実践関係者の皆様に感謝いたします

### 著者紹介 永瀬 徳美(ながせ なるみ)



1961.03.13生まれ。1996年にTRIZの修得に着手、2001年からはTRIZ-Practitionerとして企業内の各種プロジェクトに参画。

現在は、ソニー(株)R&Dセンターを中心に、エンジニアの発明創出や価値創造の活動を支援中