

## 革新的問題発見・解決の方法

### ～ 初心者にもわかる課題の設定とその解決法：改良版矛盾マトリクス の提案 ～

三原 祐治 (株式会社創造性工学研究所)、桑原 正浩 (株式会社アイデア)、福島 洋次郎、澤口 学 (早稲田大学)、濱口 哲也 (東京大学)、長田 洋 (東京工業大学)

#### 概要

TRIZ を何度か試行された方や発明手法を実行し訓練を積んできた諸氏は、問題を切り分け、課題を設定してアイデアを発想する手順は身につけて慣れていると考えられるが、TRIZ 手法に不慣れな方にとっては、解決案までたどりつくのはなかなか困難な作業である。

そこで、本発表では、TRIZ や発明手法に対して馴染みのない初心者が使い易い TRIZ の一手法を提案するものである。

まずは、要求機能を思考展開して、実のところ何がしたいのか、何をすべきなのかという真の要求機能を明確にする。次に、「39のパラメータによる矛盾マトリクス表」を用いて40の発明原理の中から適切な原理を選択するという従来解法がTRIZの初心者にも結構活用されていることに着目し、より理解が容易でかつ活用しやすい再構成版の「矛盾マトリクス表(2タイプ)」を紹介する。

開発の上流段階ではシステムの働きや各要素に要求される機能を考える場合が多く、ここでは機能的な特性に関する問題を想定することが考えられる。また、開発設計が進んだ段階では、具体的な実現手段に関する問題が中心になる。そこで、このような2タイプの活用段階に対応できるように、矛盾マトリクス(アルトシュラー版)を再分類し、また39のパラメータもグルーピング化して、取組み易さに主眼を置いた矛盾マトリクス表を検討・開発した。発明原理やパラメータを統合整理したことによって、より多くの発明原理を拾い出し易くなった。更にこれらのパラメータを使う際のガイド(参照用)も用意している。これらの提案によって、TRIZに不慣れな初心者でもTRIZを導入し、活用することへの抵抗感が下がって、多くの方々に取り組んでもらう入り口として利用いただけることを期待したい。

#### 1. はじめに

問題に直面した技術者・研究者は、最初に問題の本質を見抜きどこをターゲットとすべきかを考える必要がある。経験豊富な技術者・研究者にとってはさほど困難な作業ではないのかも知れないが、そのような手法を身に付けていない人には、かなりやっかいな作業であるし、ベテランであっても、目の前の問題に惑わされて課題の設定自体を取り違えてしまったり、真の要求機能を見誤って無駄な時間を費やすことも希ではない。

真の要求機能が適切に設定できたとしても、やみくもに Trial and Error を繰り返して解決策を手探りしたのでは、これまたいたずらに時間の浪費をするだけである。

我々は解決策を出すための方法として、先ず適切な課題の認識と要求機能の見定めを行い、さらにその解決方法としての「矛盾マトリクス」を、初心者にも分かりやすい形にして、利用しやすくすることを提案する。

#### 2. 真の要求機能を設定する

##### 2-1. 思考プロセス

何かを達成しようとする際の思考プロセスを図1に示す。このように思考プロセスを樹形図で示したものを思考展開図<sup>1) 2) 3)</sup>と呼んでいる。樹形図の左から、課題→要求機能→機構→構造という順序に並んでおり、樹形図は何段階になっても構わない。樹形図の左へ行くほど目的や要求といった上位概念を表し、右へ行くほど手段や設計解といった下位概念を表す。以下、順次説明する。

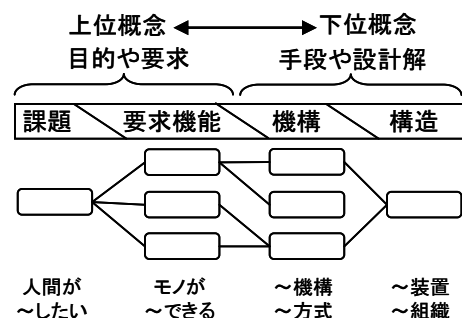


図1 思考展開図

### 2-1-1. 課題

課題とは達成したい事柄であり、品質管理の分野ではVOC(Voice Of Customer)と言う。顧客の声というぐらいであるから、顧客から提示された課題も、開発者が設定した課題も、開発の初期段階では、課題は漠然としていることが多い。

課題とは「(人間が) ~したい、~がほしい」というように、多くの場合主語は人間である。

混同しないように整理しておく、課題は「望ましいこと」であり、問題は「望ましくないこと」である。また、課題は「達成するもの」であり、問題は「解決するもの」である。この最上位の課題の位置に、問題を設定すると発想範囲が狭くなるので、必ず課題を設定してほしい。

### 2-1-2. 要求機能

設定した課題を達成するために、今何かを発明しようとしているのである。発明の対象は機械、回路、製造方法、方式、組織、運営方法などさまざまである。課題のままでは漠然としているので発明はできない。そこで課題を達成するために、今発明しようとしているものに要求される機能を明確にする必要がある。それが要求機能である。ひとつの発明に要求機能は多数存在するので、図1に示したように樹形図で書くとわかりやすい。

要求機能とは「(機械が) ~できること、(回路が) ~であること」というように、多くの場合主語は今発明しようとしている発明対象である。

なお、ここまでの課題と要求機能が、「目的や要求」の領域である。この段階では、目的や要求を設定しただけであるから、問題も矛盾も発生していない。

次に機構と構造という、「手段や設計解」の領域を説明する。

### 2-1-3. 機構

機構とは、上記で設定した要求機能を満たすためのからくりである。ひとつの要求機能に対して、ひとつの機構を対応させるのが望ましいが、コストダウンやコンパクト化の制約から、複数の要求機能に対してひとつの機構となる、つまり一石二鳥になることも多い。

ひとつの要求機能を満たすために考えた機構が、他の要求機能を満たさないことは多々あり、すべての要求機能が簡単に満たされることは少ない。したがって、ある機構を選択した時に、つまり設計解を仮定したときに初めて問題や矛盾が発生するのである。

2-1-1 節で、最上位の位置には課題を設定するべきであって、問題を設定するべきではない、と述べた理由はここにある。問題や矛盾から入っていくということ

は、すでに設計解や手段を仮定していることになり、それでは他の設計解や手段を見つけるのが困難になる。この思考展開図の右半分しか登場しないので、発想の範囲が狭くなるのである。

### 2-1-4. 構造

機構の段階ではまだ部品の集まりである。機構が出そろったら、その中で適切なものを選択し、全体構造を練り上げる。つまり構造とは、機構をバランスよく組み立てた全体設計解である。

## 2-2. 思考プロセスにおけるTRIZの有用性

ここまで説明した思考プロセスの中で、TRIZがどこに有用であるかを図2を用いて説明する。

ある要求機能1を満たすために機構Aを考案したとし

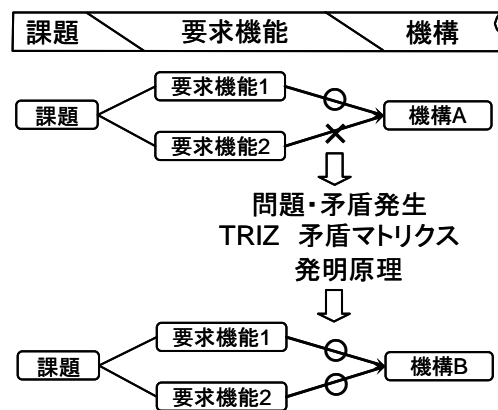


図2 思考プロセスにおけるTRIZの有用性

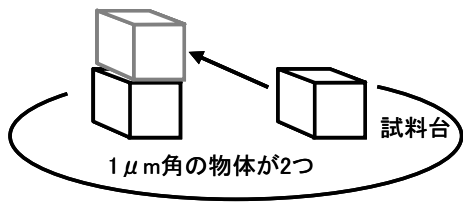
よう。ところがこの機構Aが要求機能2を満たさない。ここで矛盾発生である。そのときに、TRIZの矛盾マトリクスが有用である。要求機能1と要求機能2の矛盾から、矛盾マトリクスを用いて発明原理を選択し、その発明原理から新しい機構Bを考案することができる。

## 2-3. 要求機能を考え直す必要性

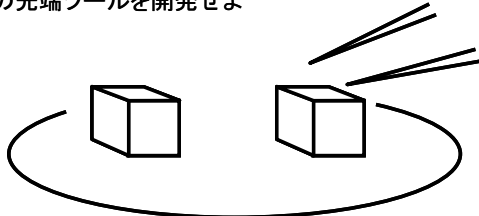
しかし、TRIZを利用しても矛盾を解決できないこともある。TRIZを利用するときにもっとも注意しなければならないのは、要求機能の定義、すなわち矛盾を定義するところである。上手に矛盾を定義できれば、矛盾を解決できる確率はかなり高い。両立しないと言っているその要求機能1と2は正しいのかということを考え直す必要がある。

例題を用いて説明する。図3に示す「マイクロピンセット」という例題を考えてみよう。課題は図3(a)に示すとおり、「顕微鏡観察下で、ジョイスティックを用いて1μm角の物体(ワーク)を積み重ねるための先端ツールを開発したい」である。

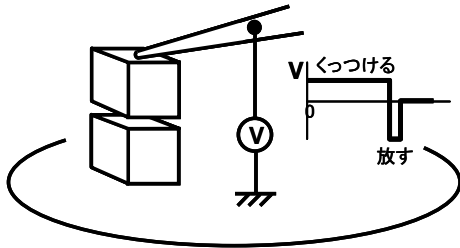
思考展開図を用いて、この例題を説明する (図4)。



(a) 課題: 顕微鏡観察下で、1 μm角の物体を積み重ねるための先端ツールを開発せよ



(b) 機構A: マイクロピンセット→放すことができない



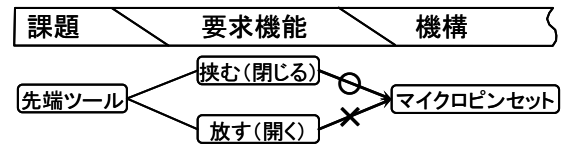
(c) 機構B: 誘電体の棒→引き合う、反発しあう

図3 先端ツールの最適解は？

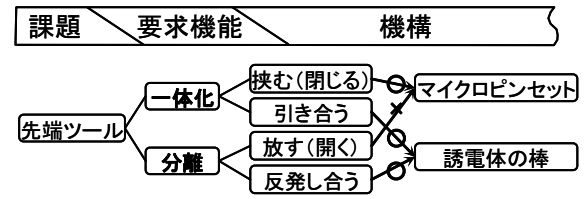
微小な物体をハンドリングするのであるから、即座にピンセットをイメージして、要求機能は「挟む (閉じる) ことができる」と「放す (開く) ことができる」と設定される。そして図 3(b) に示すような、マイクロピンセットが完成したとしよう。ところが、このマイクロピンセットは、閉じてワークを持ち上げ、目的地まで移動して開く動作まではできて、ワークがマイクロピンセットにくっついてしまって放すことはできない。その理由は、物体のサイズが微小になると、表面積/体積という割合が極端に増加し、重力という体積力よりも粘着力や静電気力といった表面力が大きくなるからである。

「挟む (閉じる) ことができる」と「放す (開く) ことができる」という要求機能の間に生じる矛盾から、矛盾マトリクスを利用して解決しようとしても、解決しない可能性が高い。

この例題のひとつの設計解を図 3(c) に示す。誘電体の棒に電圧を与えて、静電気にくっつける方式である。放す際は、逆電圧をパルス状に与えればワークを放すことができる。さて、この設計解をよく見ると、閉じてもいいし、開いてもいい。すなわち最初に設定した要求機能が間違っていたのである。



(a) 改良前の思考展開図



(b) 改良後の思考展開図

図4 上位の要求機能を考える

当初は図 4(a) に示すような思考展開図であった。TRIZ を用いても解決案が見つからないときは、要求機能自体を疑ってほしい。「挟む (閉じる)、放す (開く) という要求機能は手段に近い概念ではないだろうか? 本当にやりたいことをもっと上位概念で表現するとどうなるだろうか?」と考えるべきである。

すると、本当に要求されている機能は「ツールとワークを一体化できること、分離できること」であるという上位の要求機能が見つかる。一体化と分離ができればいいなら、「引き合うことができる、反発しあうことができる」でもいいではないか、という具合に新しい要求機能が生まれるのである。いや、「一体化と分離」という新しい要求機能からみれば、「閉じる、開く、引き合う、反発しあう」という表現は、要求機能というよりもむしろ機構 (手段) に近い表現であったことがわかる。

さらに言えば、光ピンセットという大発明を生み出すためには、「先端ツールを開発したい」という最初に設定した課題を疑わなければならない。先端ツールは必要ないのかもしれない。光ピンセットには先端ツールは存在しない。

このように、一度 TRIZ を使っても解決案が見つからないときは、要求機能や課題まで戻ってそれらを考え直し、より上位概念を設定しなおしてから再度 TRIZ を利用して設計解を探すという手法が有効である。

なお、上位概念に上るためには、「弁証法」が有用である。今考えていること (正) を否定してみる、そして反論 (反) が見つければ、正と反を統合した概念 (合) を考える、という方法であるが、複雑になるので本稿では詳述をしないことにする。

### 3. 解決策を出すための方法

39のパラメータによる「矛盾マトリクス表」を用いて40の発明原理の中から適切な原理を選択するという解法<sup>4)</sup>が活用されているが、要求機能が仮に適切であったとしても、TRIZの初心者にとって自分の問題を39のパラメータに置き換えるというのは結構難しい作業である。特にこの39のパラメータはレベルが合っていないため「改善したいパラメータ」と、それに伴って発生する「悪化してしまうパラメータ」の適切な設定が困難になっている。

一方で40の発明原理を適用しようとしても、例えば「分割原理」と「分離原理」、「先取り作用原理」と「事前保護原理」とはどう違うのかなど、Altshullerの著書になじみのある方にとっては何でもないようなことが、初めての方にとって分かりにくくしている1つになって壁となり、踏み込みにくくなっている。

著者らは、矛盾マトリクスの再整理とともに、40の発明原理の再整理を行い、初心者にも取り組みやすいものを作り変えた方法を提案する。

#### 3-1. 簡略版矛盾マトリクス

開発の上流段階ではシステムの働きや各要素に要求される機能を考える場合が多く、そこでは機能的な特性に関

する問題（次項 3-1-1 に記載）を想定することが考えられる。また、開発設計が進んだ段階では、例えば長さ・長さ・速度・力・温度等といった具体的な実現手段に関する問題（次項 3-1-2 に記載）が中心になる。

このように、開発の思考過程に合わせて、機能的な特性を考える Step と具体的な設計を考える Step とに分けることにより、パラメータ選択が容易になる。

開発の思考過程に合わせた活用段階に対応できるように矛盾マトリクス（アルトシュラー版）を2つのStepに再分類するに際し、アルトシュラー版の39のパラメータも13の機能的特性パラメータと、11の具体的な設計パラメータに統合グルーピング化して、取組み易さに主眼を置いた矛盾マトリクス表に再編した。

#### 3-1-1. 簡略版矛盾マトリクス 1

（性能に関わるパラメータ）

信頼性・有害性・保守性などといったシステムの働きや各要素に要求される機能を考える場合には、先ずこの簡略版矛盾マトリクス1を適用する。

簡略版矛盾マトリクス1はアルトシュラー版矛盾マトリクスの39のパラメータのうち、機能的な特性に関わるパラメータを集めてそれらを階層化（構造化）し13の特性として表示した。

改善する特性 \ 悪化する特性			性能											エネルギー性		
			信頼性・精度		有害性	操作性・耐久性					製造性	損失				
			信頼性	精度	有害性	操作(の容易)性	制御の複雑性	保守/修理(の容易)性	適応性・融通性	耐久性	製造(の容易)性・生産性	物質の量/損失	情報の量/損失		時間の量/損失	
			F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	
性能	信頼性/精度	信頼性	F1	B1,B2, B3,B4	3.10, 23.1	27.35,1, 40.26	27.17,40, 10.13	27.40,26	1,10,13,35	13.35, 12.24	1.35,3.25, 34.27,26.40	1.35,26.24	20.26,40.3, 10.35,24	10.26	10.30,4	20.10,27.15, 35.23,
		精度	F2	5.10,1, 23.3	B1,B2, B3,B4	26.24,22, 10.35,3.33, 4.17,34	1.13,17.34, 3.23,26, 10.34,15	26.24, 3,	1.3,13.10, 25.27,35, 34.26,15	13.35,1	26.3, 27.40,10, 24	26.35,25.15, 1.13,17.34, 3.23	1.26,3.30, 10.16,31, 35.24	13.10,2.34, 7.24,25.3 7	24.34,26, 3.15	3.26, 1.13,
	有害性	有害性	F3	27.24, 1.40,	26.33,23, 3.10,15, 4.17,34	B1,B2, B3,B4	1.25,26.24, 33.3,34	22.15,26, 40.1,20, 27,	35.10,1,22, 15.26,40, 31	35.10, 22.31	22.35,33,26, 16.27.4, 20.24,16	24.35,1,22, 13.15,	35.33,26.31, 15.40,10	22.10,1, 20.26,	35.15,34, 1.22	1.24,26.27, 35.10,22, 15.22,
		操作(の容易)性	F4	17.27,12, 40.10,3,	25.13,1.34, 3.35,23, 26.10,15	1.25,26, 24.33	B1,B2,B3, B4.1,34.12, 3.26,13	34.27,25	12.26,1.3, 25.17,35,13, 24.10	34.1, 16.27.4, 35	26.3,12, 25.1,16, 10	1.5,12, 26.13, 35,	12.35,26.3, 3.24,1.22, 15.5	4.10,27, 22.35,33	4.26,10, 34.24,35, 30	1.13,24.15, 3.23,26
	操作性/耐久性	制御の複雑性	F5	27.40, 26.12	26.24,3	22.15,26, 1.20	1.5,34.20	B1,B2, B3,B4	12.26,35, 10,	1.35	15.26,25, 24.35	5.26,10, 35.15	3.27,26.15, 1.10,24	35.33,27, 22	15.26, 3.10	35.24,15, 16.3
		保守/修理(の容易)性	F6	10.1, 26.13,35	10.2,13.1, 26.34,25, 24.3	35.10,1, 16.22,15, 26.40,	1.12,26, 27.10,24, 34.35,	35.10, 26	B1,B2,B3, B4, 35.1.13.10,	7.1,4.16, 26.35,	10.26, 27.4, 35.1	1.35,10, 27.26,13.3, 12.17,	2.26,10.25, 13.3,27.35, 34,	3.9,13.26, 1	3.1,10, 25.26,	1.26.16, 27.3.15, 10.35.13
		適応性・融通性	F7	35.13, 12.24	35.5,1.10	35.10, 3.31	34.1,16, 27.35	1	1.16,7.4, 35.26,	B1,B2, B3,B4	13.1, 35.16	1.13,31, 35.26,	3.35,10, 1.13	7.3,10.26, 37	35.26	15.35,26, 13.1,
		耐久性	F8	10.1,13, 34.27, 26.40	3.10,26.24, 27.16,40	22.35,33, 26.17,1.40, 20.24,16	12.27.1, 26.10	15.26.24, 35.25,34,	26.10,27, 1.4,35	1.35, 13,	B1,B2, B3,B4	27.1,4.35, 10.17,14.15, 20.16,24	3.35,10.40, 31.26,27.15, 16.24	10	20.10,26, 15.16	26.35,15
	製造性	製造(の容易)性・生産性	F9	1.35, 10.24	1.35,12.15, 10.34,26.3	24.1,22, 35.13	5.13,16, 1.26,7.10, 12.35,	26.10, 1.35,15, 27,	35.1,10, 3.25,27.26, 12.17,24	13.1, 35.26,	27.1,4.35, 16.10,15, 20.24	B1,B2,B3, B4,35.1.10, 26.24	35.23,1.24, 34.33, 26.10	3.24,15, 16.13,35, 23	35.26, 34.4	26.27.1, 4.15,35, 10.24,
		物質の量/損失	F10	15.3,26, 40.10, 24.35	3.1,26.33, 30.16,34.31, 35.10,24	35.33,26.31, 3.40,24, 30.10,1.34,	35.26,10, 25.12.3, 1.24,15	3.27,26, 15.35, 10.13	1.3,10.25, 13.27,35, 34.26,24	35.3,26, 10.1	3.35,10.40, 31.26,27.15, 16.24	26.1,35.27, 13.3,34, 33.10,23	B1,B2,B3, B4, 26.3,10.24	24.26,35	35.24,15, 16.10	34.26,16.15, 3.35,31.7.25, 24.5,27, 12.31.1
	損失	情報の量/損失	F11	10.26,23	25.17,37.1, 4.32,10	22.10,1, 20	27.22,35	35.33	2.10,17.13,	24.5,25.9	10	3.13, 23.35	24.26,35,	B1,B2, B3,B4 3	24.26, 3	15.10
		時間の量/損失	F12	10.30,4	24.34,26, 3.15	35.15,34, 22.24	4.26,10.34, 24.35,30	15.26, 3.10	3.1,10, 26,	35.26	20.10,26, 15.16	35.26,34.4	35.24,15, 16.10,	24.26, 3	B1,B2, B3,B4 3	35.24,15, 1.10,5.3
	エネルギー性		F13	15.20,10, 27.35,23,	3.1,	1.35,26.27, 10.22, 15.20	15.35,3, 1.22,	35.24,15, 16.25,3, 23	1.35,17.15, 26.27,7.23	35.17, 13.16	26.35, 15	1.4,26	34.23,16.15, 3.35,31.7.25, 24.5,26,27.1	15.10	35.24, 15.10, 3.7	B1,B2, B3,B4, 12.22,35.24

表1. 簡略版矛盾マトリクス 1 (性能に関わるパラメータ)

(Altshullerの矛盾マトリクス<sup>4)</sup>を基本に再整理した。F11の一部はMatrix2003<sup>5)</sup>を参考にした。)

表1の改善する特性と悪化する特性の交点にある数字は発明原理であるが、この発明原理は後述する表3の「新発明原理」の番号を表している。また表1の対角線上のB1~B4は物理的矛盾に対する4つの解決策、すなわち

- ・B1： 時間による分離 —異なる時間上で分離する
- ・B2： 空間による分離 —異なる空間上で分離する
- ・B3： 部分と全体の分離—部分と全体で分離する
- ・B4： 状況による分離 —異なる状況で分離するを適用する。

このようにパラメータを統合グルーピング化することにより、問題を考え易くし結果的に必要な発明原理にたどりつきやすくなる事ができる。

### 3-1-2. 簡略版矛盾マトリクス 2 (形状・設計パラメータ)

開発設計が進んだ段階では具体的な実現手段に関するパラメータ、すなわち 重さ・長さ・速度・力・温度等といった形状や設計パラメータに関する矛盾を扱うことになる。例えば「強度を上げようとする」と「重くなってしまおう」といった問題を扱う場合がある。その際には表2を利用する。

表2の改善する特性と悪化する特性の交点の数字も後述する表3の「新発明原理」の番号を表している。また表2の対角線上のB1~B4は物理的矛盾に対する4つの解決策(上記)を適用する。

改善する特性 \ 悪化する特性		物体の重量	物体の長さ	物体の面積	物体の体積	速度	力	応力 または 圧力	形状	強度	温度	輝度
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11
物体の重量	D1	B1,B2, B3,B4	15, 12, 26,34, 10, 1,35	26,17,24, 34,35, 30,13, 1	26, 1,40, 5,35,14	1,12, 15,24	12,10, 15,35,	10,35,40 13,26,15	10,14,35, 40,13, 26,14	26,27, 15,40, 1,10	26,20, 4, 24,15 3,22	15, 1, 3,35
物体の長さ	D2	12,15,26, 34,35,40	B1,B2, B3,B4	15,17, 4, 7, 10,40	7,17, 4, 35,12, 1,14	13, 4, 12	17,10, 4,26,	1,12, 35,14	1,12,10, 26,13,14, 15, 7	12,35, 26,34, 15,14	10,15, 3, 35,24,	3,25
物体の面積	D3	1,17,26, 4,30, 14,15	14,15, 4, 26, 7, 10,24	B1,B2, B3,B4	7,14, 17, 4	26,30, 4,34	15,30, 35, 1,	10,15, 35,26,	5,34, 26, 4	3,31, 40,14	1,15,16, 35,24	15, 3, 13
物体の体積	D4	1,26,40, 35,10, 15,14	1, 7, 4, 35,15, 14, 12	1, 7, 4,17	B1,B2, B3,B4	26, 4, 24,34	15,35, 1,	26,35, 24	1,15,26, 4, 7, 35	10,14,15, 7,17	34,24,10, 15,35, 26, 4	1,13, 10
速度	D5	1,26, 13,24	13,14, 12	26,30, 34	7,26, 34	B1,B2, B3,B4	13,26, 15,	26,15, 24,40	35,15,34	12, 3, 26,14	26,30, 35, 1	10,13, 15
力	D6	12, 1,35, 15,13,26	17,15,10, 35,26,	15,10, 1,35	15,10, 12,35,1	13,26, 15,12	B1,B2, B3,B4	15,20, 10	10,35, 40,34	35,10, 14,27	35,10, 20	
応力または圧力	D7	10,35,40, 13,26,15	35,10, 1, 14,16	10,15, 35,25,	26,35, 10,24	26,35,	35,20	B1,B2, B3,B4	35, 4, 15,10	10,15, 3,40	35,24, 15, 1	
形状	D8	12,10, 26,40, 15, 3	26,34, 5, 4,13,14, 10, 7	5,34, 4,10	14, 4,15, 22, 7, 1,35	35,15, 34,	35,10, 40	34,15, 10,14	B1,B2, B3,B4	30,14, 10,40	22,14, 15, 3	13,15, 3
強度	D9	1, 12,40, 15,26,27,	1,15,12, 35,14,26	3,34,40, 26,10,	10,15,14, 7,17	12,13, 26,14	10,15, 3,14	10, 3, 15,40	10,30, 35,40	B1,B2, B3,B4	30,10, 40	35,15
温度	D10	35,22, 26,24, 3	15, 10	3,35, 24,15,	34,24, 40,15, 35,26,4	1,26, 35,30	35,10, 3,20	35,24, 15, 1	14,22, 15, 3	10,30, 22,40	B1,B2, B3,B4	3,30, 20,16
輝度	D11	15, 1, 3,35	15, 3, 16	15, 3, 26	1,13, 10	10,13, 15	26,15,		3,30	35,15	3,35,15,	B1,B2, B3,B4

表2. 簡略版矛盾マトリクス 2 (形状・設計パラメータ)

(Altshullerの矛盾マトリクス<sup>4)</sup>を基本に再整理した)

### 3-2. 発明原理の統合

上記の表1および表2には、改善する特性と悪化する特性の交点には発明原理の番号が記されている。元来発明原理は40項目から成っているが、これらの内容を全て理解し使いこなすことを初心者に求めるのは困難であることが多い。

著者らは類似の発明原理をまとめて、25の新発明原理に整理統合した(表3)。

例えばAltshullerの発明原理で「9 先取り反作用原理」「10 先取り作用原理」「11 事前保護原理」はまとめて「事前準備」とした。この際の発明原理の番号は10とした。

表3でわかるように、統合した新発明原理は統合する前の番号のうちの1つを用いている。これは既にある程度従来のAltshullerの発明原理になじんでおられる方にも違和感が無いように、との配慮からである。

従って発明原理のうち、No. 2, No.6, No. 8, No. 9, No. 11, No. 18, No. 19, No. 21, No. 28, No. 29, No. 32, No. 36, No. 37, No. 38, No. 39の15個を統合削除したので、上記の表1と表2にはこれらの発明原理は含まれていない。

統合することによって、初心者にもより違和感が少なく発明原理を拾い出しやすくなった。

	新発明原理番号	新発明原理	Originalの発明原理
分割分離や組合せ、結合の方法	1	分離/分割	1 分割原理 2 分離原理
	5	組み合わせ原理	5 組み合わせ原理
	7	入れ子原理	7 入れ子原理 6 汎用性原理
	26	代用・置換	26 代替原理 28 機械的システム代替原理 29 流体利用原理
形状の変更	4	非対称原理	4 非対称原理
	14	曲面原理	14 曲面原理
	17	他次元移行原理	17 他次元移行原理
視点や思考の変更	10	事前準備	9 先取り反作用原理 10 先取り作用原理 11 事前保護原理
	13	逆発想原理	13 逆発想原理
	16	アバウト原理	16 アバウト原理
	23	フィードバック原理	23 フィードバック原理
	25	セルフサービス原理	25 セルフサービス原理
	27	「高価な長寿命より安価な短寿命」の原理	27 「高価な長寿命より安価な短寿命」の原理
	22	「災い転じて福となす」の原理	22 「災い転じて福となす」の原理
材料の変更	3	局所性質原理	3 局所性質原理 32 変色利用原理
	31	多孔質利用原理	31 多孔質利用原理
	40	複合材料原理	40 複合材料原理
	30	薄膜利用原理	30 薄膜利用原理
	33	均質性原理	33 均質性原理
	12	つりあい原理	8 つりあい原理 12 等ポテンシャル原理
エネルギーの与え方の変更	15	振動作用	15 ダイナミック性原理 18 機械的振動原理 19 周期的作用原理
	20	連続作用	20 連続性原理 21 高速実行原理
	35	特性の変更	35 パラメータ変更原理 36 相変化原理 37 熱膨張原理
状態や特性の変更	24	仲介原理	24 仲介原理 38 高濃度酸素利用原理 39 不活性雰囲気気利用原理

表3. 発明原理の統合

#### 4. 簡略版矛盾マトリクスの適用

##### 4-1. パラメータ利用のためのガイド(参照用)

実際に簡易版矛盾マトリクスを利用するに当たって、表2の簡略版矛盾マトリクス2(形状・設計パラメータ)は、「物体の重量」「物体の長さ」などの各パラメータの表記が内容そのものを表しているため、違和感はないと思われる。

しかし、表1の簡略版矛盾マトリクス1(性能に関わるパラメータ)はどのようなケースにどのパラメータを当てはめれば良いかが、やや分かりにくい。

そこで、代表的な利用分野として、機械、電気、ソフト(情報システム)、化学、ビジネスを例として取りあげ、矛盾マトリクス1のパラメータF1~F13について、のガイドを表4に示す。これを参考にして実際の場面に適用してほしい。

		共通	機械的	電氣的	ソフト(情報システム)的	化学的	ビジネス的
信頼性/精度	信頼性	F1 意図した機能を意図した処理で実行できる能力。	故障の少なさ、動作のはらつき の少なさ。	耐ノイズ性、誤動作の少なさ	バグの少なさ、安定した データ処理	材料の安定さ/不安定さ	真摯さ、納期厳守、約束 遵守
	精度	F2 正確さの度合。システムの 動作が、要求に合致してい る度合。	加工精度、測定精度、組立て 精度	電氣的な処理精度	データ処理誤差の少なさ	副反応	スケジュールリングの見積 もり精度
有害性	有害性/安全性	F3 システム内または外からの 有害な影響の受けやすさ。 また、システムが外部に有 害な影響を与える度合。環 境への問題を含む。	発熱、騒音、振動、有害生成物	感電、電磁ノイズの発生、人 体への悪影響	データ処理のミスの少な さや量。 外部からの攻撃に対する 耐性 処理に伴う他への弊害	温度や環境に対するロバ スト性。 製造工程での有害物生成の 問題。 材料から発する有害物質。	他社特許に対する対抗力 公害、コンプライアンス 事故の抑止
	操作性/耐久性	F4 ユーザーの使い易さ。人間 の操作なしに機能を果たす 自動化の程度と範囲。	使いやすさ、簡単操作。 直観的にわかる操作	基盤レイアウト	UIの解り易さ 入力操作の数	表面処理などの処理のし易さ	
操作性/耐久性	制御の複雑性	F5 目的の出力、状態にするた めに行う工程の複雑さ。	工作機械などでの段取りの多 さ	処理速度の速さ	シンプルなるアルゴリズム 小さい処理ステップ数	反応時の温度時間等の複雑さ。 表面処理などの処理の複雑さ。	方針の具現化における プロセスの簡便さ
	保守/修理 (の容易)性	F6 システムの複雑さと修理の 容易さ。要素・部品の数、要 素・部品間の相互作用の 数を含む。	システムの複雑さ、構成部品 の数。 分解性と部品交換の手軽さ。 メンテナンスフリー	システムの複雑さ、構成部品 の数。 分解性と部品交換の手軽さ。 メンテナンスフリー	バグ対応のし易さ モジュールの独立度合 モジュールの数 IOパラメータの数	洗浄性などの容易さ。 製造工程での有害物生成の 問題。 材料から発する有害物質。	ユーザー対応窓口の対 応、およびその仕組みの 有効性
	適応性・融通性	F7 実際に起こり得る条件の違 い、変化に対して機能する こと、および運用の柔軟性。	外的な要因に対する追従 性。 多品種に対する適合性の高 さ	入力信号に対する対応性 幅広いレンジへの適応性	条件変更への適応性 異なる使用条件への適合 性	周囲や隣接物との適応性。	他社や市場の要求に対 するリードタイム
製造性	耐久性	F8 システムが故障するまでの 時間。長期間に渡って変化 する条件に対する頑強さ。	システムが故障するまでの時 間。 外的要因に対する安定性(ロ バスト性)	システムが故障するまでの時 間。 外的要因に対する安定性(ロ バスト性)	故障するまでの時間 長時間に亘って変化する 使用条件の耐性	材料の丈夫さ。 劣化しやすさ。	そのビジネスの長期的 展望、参入障壁の高さ。 企業の持続性
	製造(の容易)性、 生産性	F9 製造の容易さおよび時間あ たり実行する有用な機能 の程度。	システムの作りやすさ。生産物 の量。 ロコスト、少人数	基盤レイアウト システムBOXの組立て性	モジュールの組み立てや すば プログラムし易いアルゴリ リズム	作りやすさ。反応工数。	
損失	物質の量/損失	F10 システムの要素、部品の 数、および損失・浪費。	システムを構成している部品の 数	電子、電氣部品の数	必要なリソースの量、浪 費	構成化合物の種類の数 濃度の量や変化。	たくさんの人、作業 者、
	情報の量/損失	F11 扱った情報の量、および損失 ・浪費。	機械的な応答、信号	電流や電圧の減衰量 デジタル回路での応答速度	大量の処理データの有無 扱ったデータ、パラメータの 種類と数	色相の変化。 光透過性の程度	
	時間の量/損失	F12 動作時間およびその非効率 さ(待ち時間など)。	システムの動作時間。 システムの立ち上げ時間遅 れ、待ち時間。 生産タクトタイム	起動までの時間 終了までの時間 電氣信号の処理遅れ時間	データの処理時間	固着や密着性の十分な量に達 するまでの時間。	判断、実行に要する時 間
エネルギー性	F13 システムまたは要素が有用 な作用をするときに使用する エネルギーとその利用効 率	システム内でのエネルギー消 費量や変換効率	入力電流の減衰、変換効率	リソースが消費するエネ ルギーとその効率	システム内でのエネルギー消費 量や変換効率。 エネルギー発生効率。光や酸素 の補足効率。	業務活動に要する電 力、燃料などのエネ ルギー消費量とその効率	

表4. 性能に関わるパラメータ(F1~F13)の利用ガイド

## 4-2. 適用例

この簡易版矛盾マトリクスを適用してみる。

### 4-2-1. 適用例 1: 掃除機

掃除機の吸引力を上げて「A: ゴミを十分に吸い取りたい」しかし「B: 掃除機が床に張り付いて扱いにくい」という矛盾を解決しようとする。

表1の簡易版矛盾マトリクス1を適用すると、AにはF10. 物質の量、BにはF4. 操作の容易性が選ばれ、簡易版矛盾マトリクス1から35, 26, 10, 25, 12, 3, 1, 24, 15の発明原理が出てくる。

発明原理から考えられる改善案を例示してみると、以下のようなことが挙げられる。

新発明原理	改善案
35. 特性の変更	吸引力に寄与する他のパラメータを見直す (流量・流速 etc) →簡易版矛盾マトリクス2に移行する
26. 代用・置換	空気以外の気体流体の利用 静電気利用掃除機、磁気吸引掃除機 水の併用 (水ぶき)
10. 事前準備	家庭の床の状態を記憶学習し常に吸引力と動かし易さのバランスを制御する 吸い込む前に吹き出してゴミを浮かせる
25. セルフサービス	自動走行掃除機
12. つりあい	負圧打ち消しー掃除機上部に気流を作り 掃除機内に還流、掃除機下部に気圧発生 (吹き出し部を作る)
3. 局所性質	空気の流れを場所によって変える・ゴミの量で変える・ノズルの位置によって変える。 ゴミを検知して空気流を集中する
1. 分離分割	脈流にする
24. 仲介	吸着性材料のローラを回す
15. 振動	掃除機が床に吸い付きそうになると (間隔検出) 吸引力を一瞬弱める制御をする などの改善案が得られる。

Altshuller の矛盾マトリクスを用いる時、A には 26. 物質の量、B には 33. 操作の容易性が選ばれ、矛盾マトリクスからは 35, 29, 10, 25 の 4 つの発明原理が出てくる。これらのうち発明原理 35, 10, 25 は簡易版矛盾マトリクス1と重なり発明原理 29 は表3に示したように新発明原理 26 に統合されている。

しかし、それ以外の新発明原理 12, 3, 1, 24, 15 については従来では見過ごされてしまった危険を含んでいて、本方法のほうがより広く適用を考えることができるようになる。

特に新発明原理 12. つりあい原理を用いた方式は、排気をカットし吸い付きを抑える「エアサイクルシステム掃除機 VC-Z57 (東芝)」<sup>6)</sup> として商品化されている。

### 4-2-2. 適用例 2: 高電圧大容量リチウムイオン電池

リチウムイオン電池「A: 高電圧大容量で作動させたい」しかし「B: 電極がもたない」という矛盾を解決しようとする。

表1の簡易版矛盾マトリクス1を適用すると、A には F1. 信頼性、B には F8. 耐久性が選ばれ、簡易版矛盾マトリクス1から新発明原理 1, 35, 3, 25, 34, 27, 26, 40が出てくる。

Altshuller の矛盾マトリクスからは、A: 27. 信頼性、B: 15. 耐久性で、これからは発明原理 2, 35, 3, 25 が得られ、ここでの発明原理 2 は表3から新発明原理 1 と同じであるが、ここでは重要な新発明原理 34: 排除再生原理が抜けている

別の観点で A に F13. エネルギー性、B に F10. 物質の量を採用すると新発明原理 34, 23, 16, 15, 3, 35, 31, 7, 25, 24, 5, 26, 27, 1, が出てくる。

Altshuller の矛盾マトリクスからは、A: 20. 不動物体のエネルギー、B: 26. 物質の量を採用すると、発明原理 3, 35, 31 が得られる。ここでも重要な新発明原理 34: 排除再生原理や、新発明原理 23: フィードバック原理が抜け落ちてしまう。

## 5. まとめ

いかなる立場の技術者でも、いろんな形で各自解かなければならない問題を抱えている。その問題に対して短時間で、しかも質の高い解決策を手にするには TRIZ の利用が不可欠である。

しかし、TRIZ に対して初心者の方々にとって、使いこなすまでにはなかなかハードルが高いのも現実である。

まず、きっちした課題の設定を行い、それを TRIZ のモジュールの中で最も使いやすい矛盾マトリクスを更に分かりやすく、かつ使いやすくして、多くの方々に TRIZ になじんでいただけるようにした。

このようにして多くの方々に TRIZ が有効だという体感をしていただき、TRIZ に対して使う前に (入り口で) あまりにも分かりにくい、面倒だと思って、結局は TRIZ を使わなかったのが、活用することへの抵抗感が下がって、取り組んでもらう入り口として利用いただけることを期待したい。

## 参考文献

- (1) “失敗学と創造学”、濱口著、日科技連出版社、2009. 10.
- (2) “創造設計の技法”、中尾・濱口・草加著、日科技連出版社、2008. 8.
- (3) “創造学と失敗学の類似性に見る課題設定の重要性”、濱口、日本設計工学会誌、第44巻第10号、PP. 517-525、2009. 10.
- (4) “超発明術 TRIZ シリーズ1 入門編「原理と概念に見る全体像」” 原著ゲンリック・アルトシュラー 訳：遠藤、高田、日経BP社1997. 11.
- (5) “Matrix 2003” D. Mann、S. Dewulf、B. Zlotin、A. Zusman、CREAX Press、2003.
- (6) [http://www.toshiba.co.jp/living/webcata/housekeep/vc\\_z57r.htm](http://www.toshiba.co.jp/living/webcata/housekeep/vc_z57r.htm)