

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)

本発表の目的

問題を切り分け、課題を設定してアイデアを発想するという作業に対して、TRIZに対して初心者でも分かりやすい方法を提供する。

本発表の内容

1. はじめに
2. 真の要求機能を設定する
 - ・思考プロセス
 - ・課題 / 要求機能 / 機構 / 構造
 - ・思考プロセスにおけるTRIZの有用性
 - ・要求機能を考え直す必要性
3. 解決策を出すための方法
 - ・簡略版矛盾マトリクス1（性能に関わるパラメータ）
 - ・簡略版矛盾マトリクス2（形状・設計パラメータ）
 - ・発明原理の統合
4. 簡略版矛盾マトリクスの適用
 - ・パラメータ利用のためのガイド（参照用）
 - ・適用例
5. まとめ

1. はじめに

背景

- ・開発/改良の方法に対しての初心者は、手法が難しく使いこなせない。

やりたいこと

- ・初心者でも取り組みやすいような方法を提供し、手法に対する敷居を下げて、自分達にも新しい発想ができると感じてもらおう。

今回の報告

- ・課題の捉え方についての説明
- ・開発・改良について考えるStepを以下のように分ける
 - 1) 機能的な特性を考える段階(開発の上流段階)
 - 2) 形状や設計パラメータを考える段階(具体的な設計段階)
- ・それに合わせて矛盾マトリクスを系統化統合
 - 簡易版矛盾マトリクスの提案
 - 発明原理の系統化統合
- ・使い方の紹介

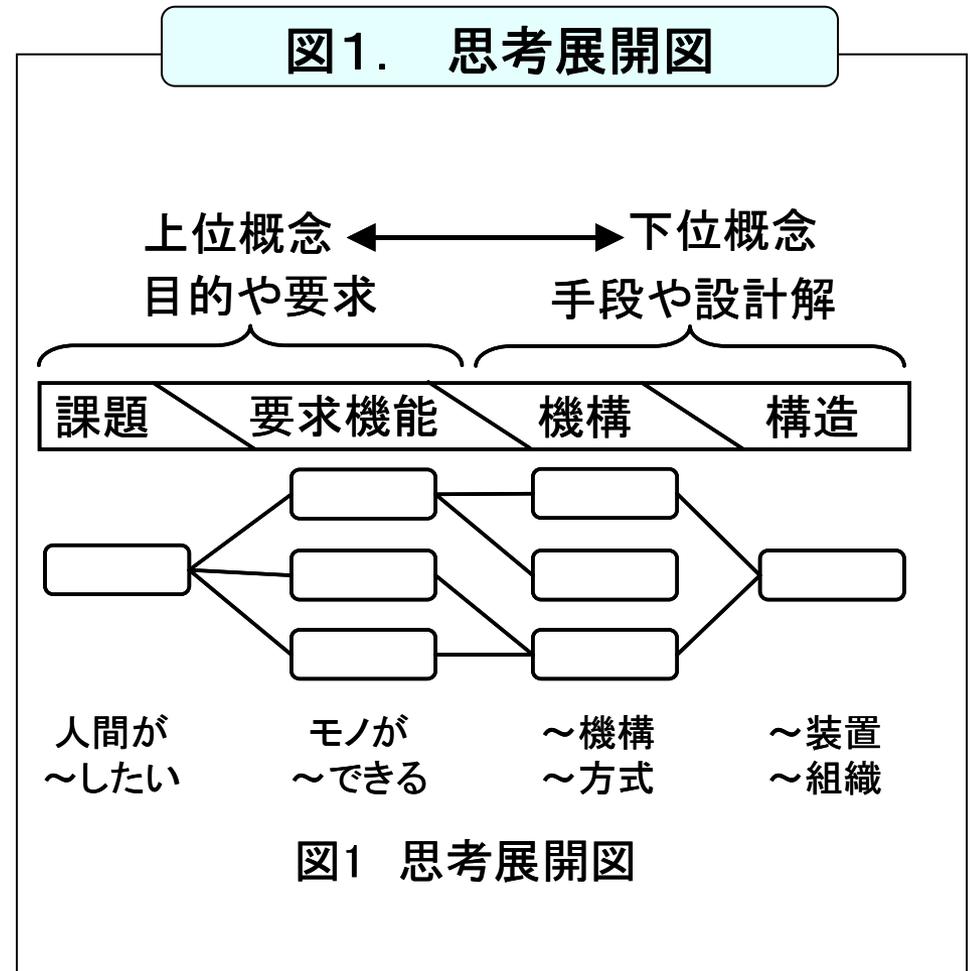
2. 真の要求機能を設定する

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と呼ぶ。

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。



2-1-1 課題

課題とは

課題とは達成したい事柄.

品質管理の分野ではVOC(Voice Of Customer).

「(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.

・課題は漠然としていることが多い.

課題と問題の違いは

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.

課題は「達成するもの」であり, 問題は「解決するもの」である.



最上位の「課題」の位置(図1)に、「問題」を設定すると、発想範囲が狭くなってしまいますので、必ず「課題」を設定することが必要。

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。

課題のままでは漠然としているので発明はできない。



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

→ 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、多くの場合主語は今発明しようとしている発明対象

例：「(機械が)～できること」

「(回路が)～であること」

2-1-3 機構

機構とは

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。

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。

従って、ある機構を選択した時に、つまり設計解を仮定した時に初めて問題や矛盾が発生する。

2-1-3 機構

「課題」の項で、思考展開の最上位の位置には
「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、
他の設計解や手段を見つけるのが困難になる。
- ・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。

機構の段階ではまだ部品の集まりであり、
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

図2で

機構Aは、要求機能1を満たすが
要求機能2を満たさない。

→ ここで矛盾発生である。

その時に、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。

図2. 思考プロセスにおける
TRIZの有用性

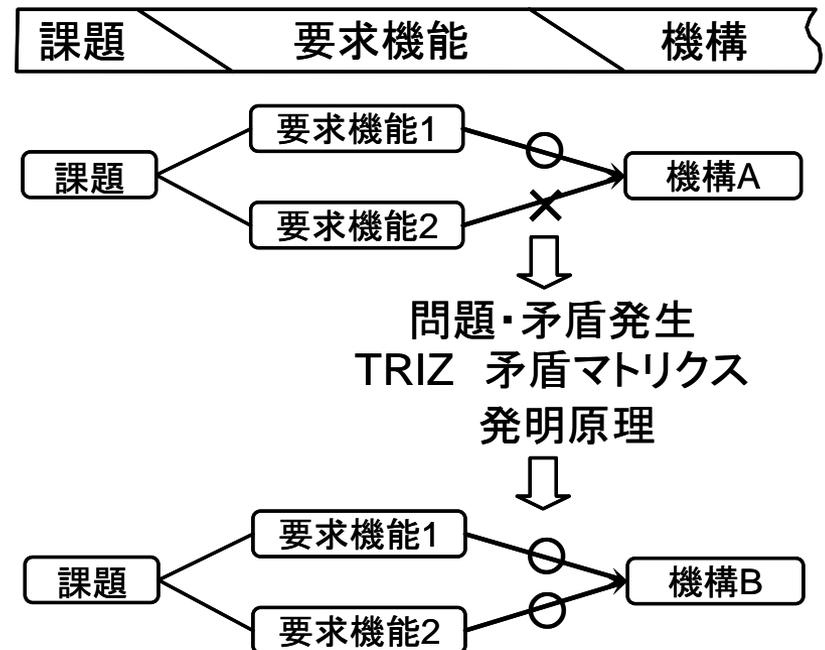
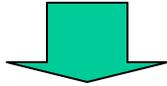


図2 思考プロセスにおけるTRIZの有用性

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。

要求機能の設定例

例題:「マイクロピンセット」

課題:「顕微鏡観察下で、ジョイスティックを用いて $1\mu\text{m}$ 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」
(図3(a)に図示)

微小な物体をハンドリングするのであるから、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。

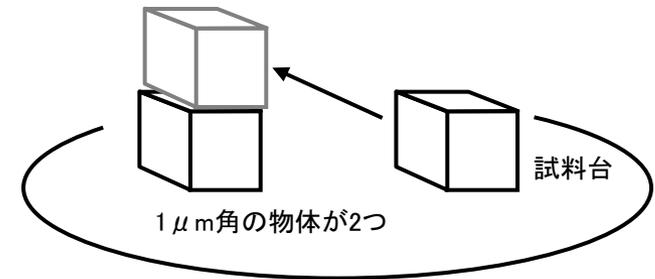
そして図3(b)に示すような、マイクロピンセットが完成したとしよう。

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も、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。

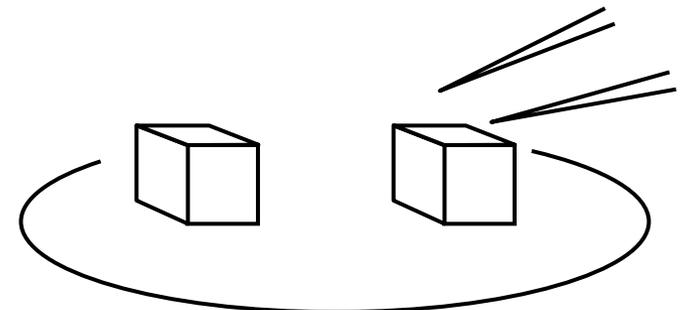


物体のサイズが微小になると、表面積/体積という割合が極端に増加し、重力という体積力よりも粘着力や静電気力といった表面力が大きくなるからである。

図3. 先端ツールの最適解は？



(a) 課題: 顕微鏡観察下で、 $1\mu\text{m}$ 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

図3 先端ツールの最適解は？

要求機能の設定例

例題:「マイクロピンセット」(続)

「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、静電気で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。

この設計解をよく見ると、閉じてもいないし、開いてもいない。

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。

図3. 先端ツールの最適解は？ (続)

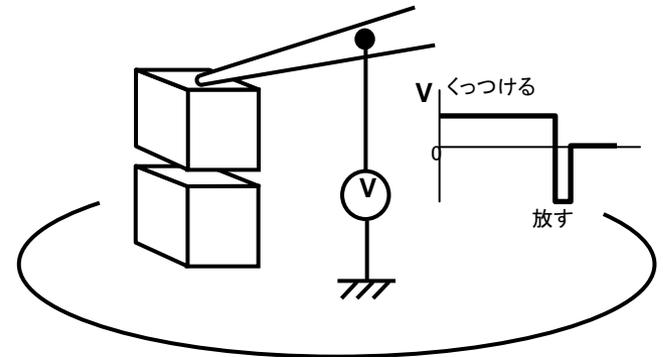


図3 先端ツールの最適解は？

(c) 機構B: 誘電体の棒→引き合う、反発しあう

思考展開図を用いて、この例題を説明する

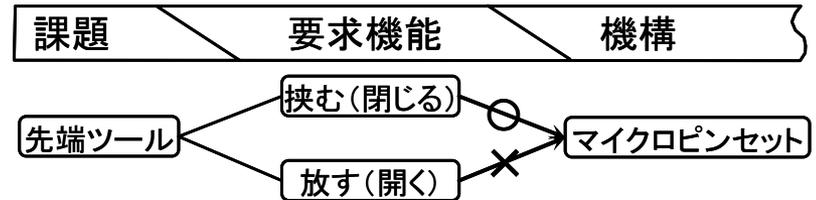
当初は図4(a)に示すような思考展開図であった。TRIZを用いても解決案が見つからないときは、要求機能自体を疑ってほしい。

「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。

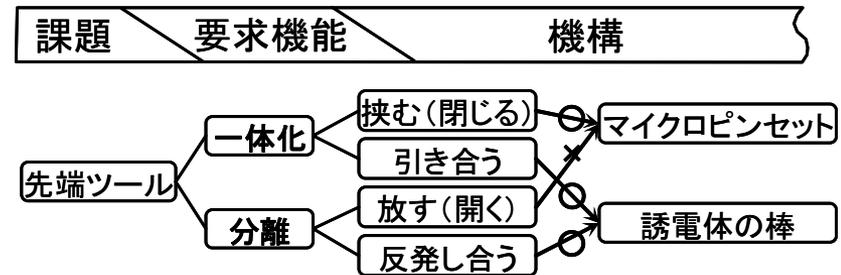
すると、本当に要求されている機能は「ツールとワークを一体化できること、分離できること」であるという上位の要求機能が見つかる。

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」でもいいのではないか、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。

図4. 上位の要求機能を考える



(a) 改良前の思考展開図



(b) 改良後の思考展開図

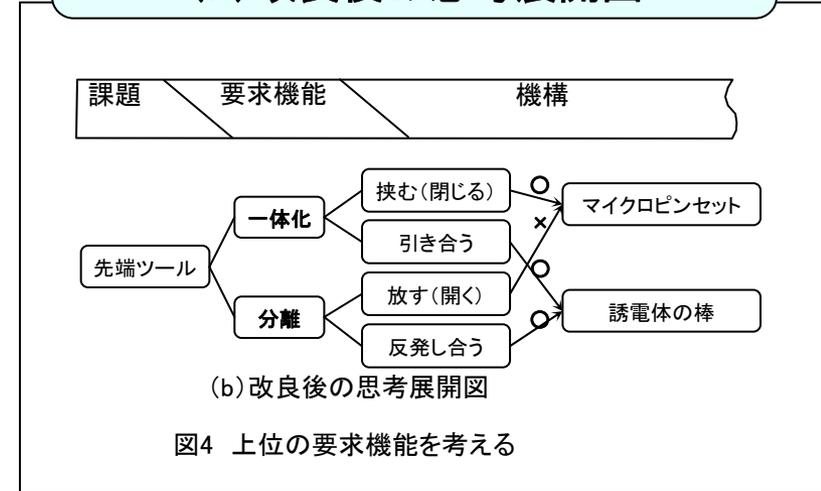
図4 上位の要求機能を考える

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。

図4. 上位の要求機能を考える
(b)改良後の思考展開図



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が活用されている

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。

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

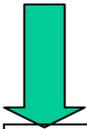
3-1 簡略版矛盾マトリクス

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**に関する問題を想定することが考えられる

開発設計が進んだ段階では

例えば重さ・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が中心になる



開発の思考過程に合わせて、

- ・機能的な特性を考えるStep (CM 1) と
- ・具体的な設計を考えるStep (CM 2) とに
分けることにより、パラメータ選択が容易になる

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) : RCM 1

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(RCM 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(F1~F13)の特性として表示した。

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ことができる。

表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、

- ・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。

表1. 簡略版矛盾マトリクス 1 (性能に関わるパラメータ): RCM 1

悪化する特性 改善する特性			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	
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, 31,17,1,40, 20,24,16	24,35,1,22, 13,15,	35,33,26,31, 3,24,1,22, 15,40,10	22,10,1, 20,26,	35,15,34, 1,22	1,24,26,27, 35,10,22, 15,22,
操作性/耐久性	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, 1,24,13,10, 15,5	4,10,27, 22,35,33	4,26,10, 34,24,35, 30	1,13,24,15, 3,23,26
	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
製造性	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(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
	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	24,26, 3	15,10
損失	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	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

(Altshullerの矛盾マトリクス⁴⁾を基本に再整理した。F11の一部はMatrix2003⁵⁾を参考にした。)

3-1-2 簡略版矛盾マトリクス 2(形状・設計パラメータ): RCM 2

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「重くなってしまう」といった問題を扱う場合などには表2を利用する。

- ・RCM2(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。

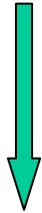
表2. 簡略版矛盾マトリクス 2 (形状・設計パラメータ) : RCM 2

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

(Altshullerの矛盾マトリクス⁴⁾を基本に再整理した)

表3. 発明原理の統合

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.



類似項目を整理統合

25の新発明原理

	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	
	26	代用・置換	6 汎用性原理	6 汎用性原理
			26 代替原理	26 代替原理
28 機械的システム代替原理			28 機械的システム代替原理	
29 流体利用原理			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		
		34 排除/再生原理		
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	
エネルギーの与え方の変更	12	つりあい原理	8 つりあい原理	
			12 等ポテンシャル原理	
	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		
状態や特性の変更	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	
	24	仲介原理	24 仲介原理	
			38 高濃度酸素利用原理 39 不活性雰囲気利用原理	

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1(RCM1)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。

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ので省略する。

表4. 性能に関わるパラメータ(F1~F13)の利用ガイド

			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、動作のばらつきの少なさ。	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	操作(の容易)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	
	制御の複雑性	F5	目的の出力、状態にするために工程の複雑さ。	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。	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。	バグ対応のし易さ。モジュールの独立度。モジュールの数。IOパラメータの数	洗浄性などの容易さ。付着、密着のさせやすさ。	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。	外的な要因に対しての追従性。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
	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
製造性	製造(の容易)性、生産性	F9	製造の容易性および時間あたりに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。ローコスト、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さ。プログラムし易いアルゴリズム	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、
	情報の量/損失	F11	扱う信号の量、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。扱うデータ、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	固化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

4-2 適用例

4-2-1 適用例 1: 掃除機

適用例 1

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 (RCM1)を適用すると、

改良したい項目Aには F10:物質の量、
悪化する項目Bには F4:操作の容易性

新発明原理

35, 26, 10, 25, 12,
3, 1, 24, 15

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

アイデア

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(RCM2)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

新発明原理

アイデア

12. つりあい

- ・ 負圧打ち消し→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

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」という矛盾で

■「Altshullerの矛盾マトリクス」を用いると、

Aには26.物質の量、

Bには33.操作の容易性が選ばれ、

発明原理

35, 29, 10, 25

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(RCM1)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)」⁶⁾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

適用例 2

リチウムイオン電池で

「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。

観点①; A:信頼性vsB:耐久性 観点②; A:エネルギー性vsB:物質の量

■ 観点①にて、表1の簡易版矛盾マトリクス1(RCM1)を適用すると、
新発明原理

改良したい項目A F1.信頼性
悪化する項目B F8.耐久性



1, 35, 3, 25, 34, 27, 26, 40

■ Altshullerの矛盾マトリクスからは、

改良したい項目A 27.信頼性
悪化する項目B 15.耐久性



発明原理

2, 35, 3, 25

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。

しかし、重要な新発明原理34:排除再生原理が抜けている

34:排除再生原理

電極の基本構造が充放電により変化しないように、負極にリチウムイオンを挿入した遷移金属酸化物を用いる。

適用例 2 (続)

リチウムイオン電池で

「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。

観点①; A:信頼性vsB:耐久性 観点②; A:エネルギー性vsB:物質の量

■ 観点②にて、表1の簡易版矛盾マトリクス1(RCM1)を適用すると、

改良したい項目A F13:エネルギー性

悪化する項目B F10:物質の量

新発明原理

34, 23, 16, 15, 3, 35, 31,
7, 25, 24, 5, 26, 27, 1

■ Altshullerの矛盾マトリクスからは、

改良したい項目A 20:不動物体のエネルギー

悪化する項目B 26:物質の量

発明原理

3, 35, 31

ここでも、重要な新発明原理34:排除再生原理、23:フィードバック原理が抜けている

34:排除再生原理

電極の基本構造が充放電により変化しないように、負極にリチウムイオンを挿入した遷移金属酸化物を用いる。

23:フィードバック原理

負極が変化するのを防ぐために、変化したものを補給することを行わせる

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。

先ず、きっちした課題の設定を行うことが必要である。

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、かつ使いやすくするために、思考過程(使用場面)に合わせてStep by step で行えるように分割し、パラメータや発明原理も整理統合した。

このようにすることで、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。