

日本の画期的商品づくりに向けて

ナンバーワン・オンリーワンの  
商品創りをいとも簡単に  
実現する方法  
(TRIZを使った技術開発の進め方)



翼果(よくか)



ヘリコプター

MOST合同会社

コンサルタント

松井清明

## 【目次】

第1章 ; <b>皆さん困っておられますよね！・・・強い武器 (TRIZ) を持って闘おう</b>	3-7
1-1、TRIZ( <b>強い武器</b> )とは何か？	
1-2、TRIZの起源は？	
1-3、何故TRIZは良いのか？	
1-4、TRIZの思考パターンとは？	
1-5、TRIZは何故凄いのか？	
第2章 ; <b>ナンバーワン・オンリーワンの商品創りをいとも簡単に実現する方法</b> (TRIZを使った技術開発の進め方)	8-11
2-1、テーマ検討	
2-2、現状分析	
2-3、アイデア出し	
2-4、アイデアの整理とまとめ	
第3章 ; TRIZはこんなことが出来る	12-13
3-1、特許創出のために	
3-2、TRIZ活用によるアイデアの特徴	
3-3、TRIZのエッセンス	
3-4、TRIZを用いた技術戦略策定	
まとめ	13
【補足】 ツールの概要	14-27
A、QFDとは？	
B、なぜなぜ分析とは？	
C、プロダクト分析とは？	
D、進化のトレンドとは？	
E、SLP(Smart Little People; 賢い小人)とは？	
F、技術的矛盾&物理矛盾とは？	
G、知識ベースの利用とは？	



## 第1章 ; 皆さん困っておられますよね！・・・強い武器( TRIZ )を持って闘おう

技術開発の最前線で働く技術・開発部門のマネージャーの皆さん、専門を極める技術者の皆さん、朝早くから夜遅くまでねじり鉢巻きで働いていませんか？一生懸命考えて知恵を出し、手足を動かし、良い物を少しでも早く世に出したいと日々努力されていることと思います。国内の同業他社はどんな状況だろうか？韓国や中国のメーカーはどこまで進んでいるのだろうか？一時も心配の種はつきません。がむしゃらに仕事を進めてはいるが、このままで良いのだろうか？困ったぞ。

具体的に言うと、以下のようなことに困っておられますよね！

- ①自社の将来の展開を見据えた技術戦略はどうあるべきか？
- ②画期的な新製品を創る良い方法は無いものか？
- ③設計パラメータを検討しているがこのままで本当に良いのだろうか？
- ④製造現場で不良の再発があり混乱する。今まで通りのもぐらたたきの対処療法で良いのだろうか？

全く違った問題ではないかと思われるかもしれませんが、このような問題全てに的確な答えを見つける方法があります。そのツールを知らないことは、自社に多大な損失を与えていることになります。

そこには、「TRIZ」と呼ばれるアイデアを容易に創出することが出来る強力な武器(ツール)が存在するのです。それでは、TRIZとは何かからわかりやすく説明してみましょう。

### 1-1、TRIZ(強い武器)とは何か？

「TRIZ」は日本語では「発明的問題解決手法」と訳されます。これは、ロシア語で下記のように表記されます。

ティオリア          リシェニア          イズブレタチェルスキフ          ザダーチェ  
Теория Решения Изобретательских Задач

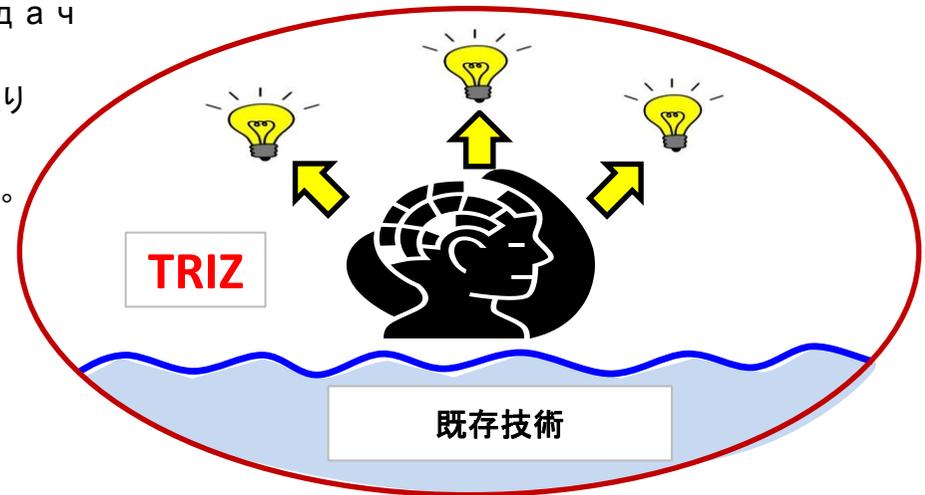
英語に訳すと、「Theory of Inventive Problem Solving」となります。

要するに、研究・開発・設計段階において、難しい技術課題を人類が長年にわたり蓄積した知識を、「発想する」という観点から組み立て直し、人間の思考パターンに基づき、科学的に「考える」ことで解決のアイデアを導くための支援ツールです。

TRIZの源は既存技術(250万件の特許)にあるため、もともと想定はされていなかったようですが、TRIZは必然的に、**知財戦略が構築**できることとなります。先行出願により、強固な知財体制を築くことができるでしょう。

また、「**商品戦略**」と「**技術戦略**」を構築できるツールとしても有用です。

研究開発の基本である**製品の時期にあったQ(品質)、C(コスト)、D(納期)に優れた抜群に良いシステムの構成決定が可能となるのがTRIZなのです。**



## 1-2、TRIZは誰が作ったのか？

TRIZの創始者のアルトシューラー(Genrich Altshuller; 1926~1998)は、旧ソ連(現ロシア)の元特許調査官でした。彼は、1946年から、過去に調査した250万件という膨大な特許を研究しました。その結果、思考に関する「人類の財産」である特許にはいくつかの法則があることに気づきました。それを体系化し、整理したものが「TRIZ」です。

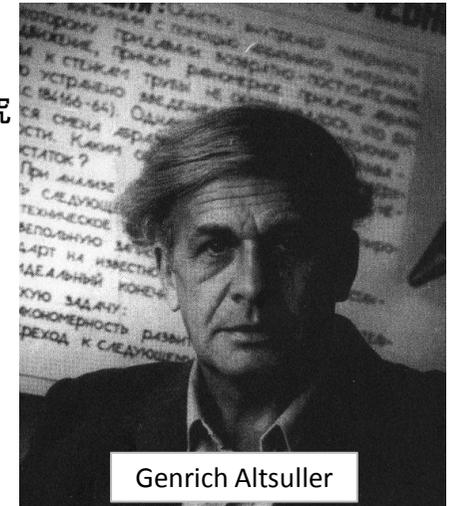
TRIZという方法は、TRIZの手法の中に答えがあるわけではなく、難しい技術的な問題の解決にヒントを与え、論理的な思考を可能にさせるツールです。つまり、創造力を支援するツールと言えます。

アルトシューラーは「研究・開発はやさしい」と時の宰相スターリンに進言したことで知られています。そのため、研究開発は難しい事として職を得ている他の研究者たちの反感を浴び、シベリアに流刑になったそうです。(1954年迄)その後、ロシアでのTRIZの活動は表に出てくることはありませんでした。やがて、1980年半ばにゴルバチョフによるペレストロイカにより、ソビエト連邦が崩壊し、TRIZに関わる多くの専門家が米国に流れ、そこで活動を始めました。

1996年、日経メカニカル誌で紹介されることにより日本にもTRIZが知られることになりました。

2001年頃より成功事例が見られるようになり、TRIZ専門のコンサルタント会社も出現しました。

2003年からTRIZ研究会が発足し、毎年シンポジウムが開催され、多数の事例が発表されて現在に至っています。



## 1-3、TRIZは何故良いのか？

人間1人が考えうる範囲は狭い物です。ノーベル賞級の研究者でさえも、ほんの少し分野が違えばただの素人になってしまいます。

TRIZは、**オンリーワンの商品、No1の商品を容易に創造出来る**ような「思考」を支援する手法なのです。

TRIZは、必然的に特許に反映されることになる人類の技術開発の歴史を徹底的に調べつくしそれを技術進化の法則として位置づけています。

TRIZは対象とする製品及び技術が萌芽の時期にあるのか、成長発展の時期に進んでいるのか、それとも成熟期に達しているのか、あるいはすでに衰退期に入っているのかによって、それに適した思考手段を提供することが可能です。

萌芽の段階であれば、いかに早く製品を世に出すか、すなわちD(納期)が最も重要です。

成長発展の段階であれば、Q(品質)を高めて行くことが重要であり、成熟期に達していれば、以下に安く作るかC(コスト)をターゲットとして開発にあたることになります。

## 1-4、TRIZの思考パターンとは？

TRIZとは自分の業界・自分の専門・自分のテリトリーでは初めてと思われる事でも、他の業界・他の分野の過去の優れた問題解決の事例をヒントとします。99%は他の分野でヒントはあります。

**本質での類比思考(アナロジー)すると同時に、理想性やリソース(課題の構成物や周囲で使えるもの全て)の最大活用を追求することを基本とします。**

こういう自問自答の問いかけをしてみてください。

- ①現在あなたが抱えている技術問題は、人類にとって初めての試みでしょうか？  
⇒ いや、そうとは言えないかもしれない。
- ②過去に他の分野にヒントになるような解決事例がないか探してみましたか？  
⇒ ある程度手を広げてはやったけど。
- ③既存の資源(リソース)は理想的な活用をしていますか？  
⇒ 考える限りはやっているよ。

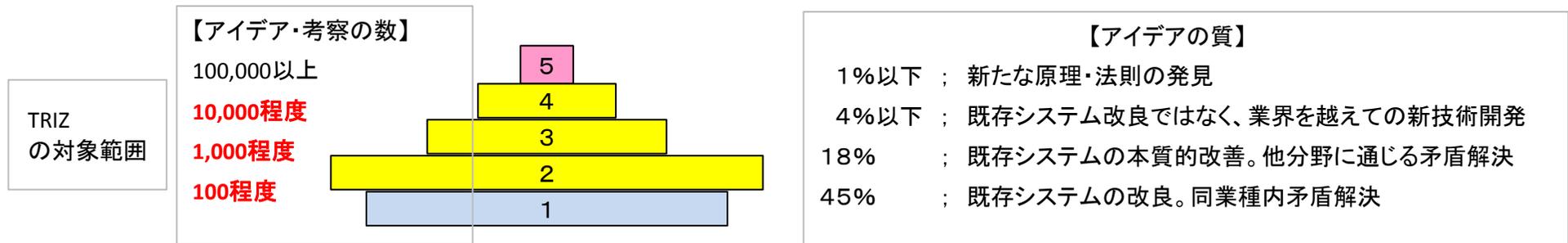


ひまわりの種の配列と  
フィボナッチ数

このような答えになるのが普通ではないでしょうか？このような、三つの質問に応える的確な筋道を示してくれるのがTRIZです。たとえば、蒸気機関の発明で有名なジェームズ・ワットも古代アレクサンドリアのヘロンの蒸気機関が原点にあります。蜘蛛の糸からダイナミック繊維(単位面積あたりにすると蜘蛛の糸の方が圧倒的に強い)が発想できるかもしれません。TRIZは世界各国の250万件もの特許を分析して体系化し、**システム的に発想できる**ようにしているからそれが可能になるのです。

## 1-5、TRIZは何故凄いのか？

### 発明レベルから見たアイデアのヒエラルキー



問題にぶつかった時、今まではどのようにして解決しようとしたか考えてみてください。

自分自身の過去の経験に照らし合わせたり、周囲の人達の協力を得たり、図書館やインターネットで事例を調査したりと、そのようなステップを踏んでいませんでしたか？

さて、課題を調査する場合、何処の誰にあたるか、何をキーワードにして調べるかは思い着く範囲、気づいた範囲ではありませんか？

こういう進め方をモグラたたきの活動といいます。何か調査やアイデアを発想するための指針は無いものでしょうか？それに、答えを与えるのがTRIZです。

米国では毎年16万件を超す特許が登録されています。

機械・電気・化学・生物・建設・農業など多岐の分野にわたって調べられた250万件の特許は人類の全思考の集大成とも言えます。

この、膨大な知的財産を思考パターンとして体系化することは**究極のナレッジマネジメント**と言えます。

TRIZの思想は、「**矛盾解決**」、「**理想性の追求**」、「**リソースの最大活用**」という観点から徹底的に追及します。

U.S. Patent May 18, 2004 Sheet 1 of 12 US 6,737,160 B1

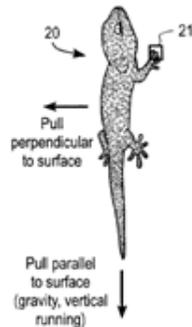


FIG. 1A

ヤモリに学ぶ



## 第2章 ; ナンバーワン・オンリーワンの商品創りをいとも簡単に実現する方法 (TRIZを使った技術開発の進め方)

TRIZってなんか良さそうだなと思われたでしょうか？では、どうやって使えば良いのでしょうか？

TRIZは技術開発過程の多くの局面で有効に使えます。それは下記の開発ステップの①、②、③、④の段階です。



①自社の将来の展開を見据えた技術戦略はどうあるべきか？ ⇒ 戦略作りへの対応

②画期的新製品開発への対応

③品質工学を推進する時のアイデア不足への対応

④非再現事項等を容易に再現させる時のアイデア創出

まずその手順をステップを追って説明します。

まず、TRIZは解決すべき問題・課題をしっかりと定義することから始まります。

## 2-1、テーマ検討； テーマの明確化（テーマの議論と目標設定）

これは、もちろん①から④の場合の全てに重要ですが、①企画段階や②研究段階での課題解決には特に重要になります。

まずは、テーマを明確にしましょう。また設定したテーマの目標が的を得ていることが重要です。目標がブレていてはスタート台にすら立てません。お客様の「要求」を明らかにすることは非常に重要です。「そんなこと言われなくても分かっているよ」と考えられている方が多いようです。「真の要求」をしっかりと掴んでいますか？

一例をあげましょう。

「扇風機」を取り上げてみます。皆さん、扇風機なんて枯れた商品で新規参入の余地は無いのでは？と考えられていませんか？

それでは、

「扇風機に要求されること」とはなんですか？ ⇒ ただ単に「風を送る」であれば何の改善の余地はありません。

「より自然な風を送る」としたらどうでしょうか？ ⇒ 「自然な風」とは何でしょうか？

そこを、徹底的に考えつくし画期的な扇風機を作ったメーカーがあります。

バルミューダと言う会社の「GreenFan」というものです。ファンを分割し、風量の小さい内側の風と風量の大きい外側の風を作るようにしたのです。

これにより、より「自然に近い風」が作れるようになったばかりでなく同じエネルギーで遠くまで風が届くようになったそうです。

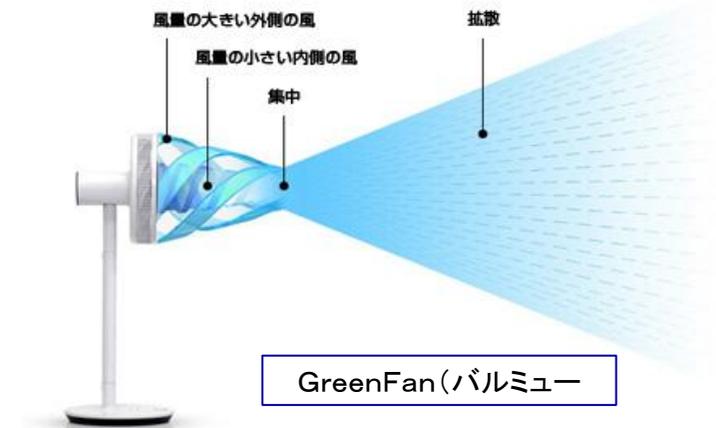
これこそ、「要求」を徹底的に考え抜いたQFDの勝利と言えるでしょう。

ここでは、「QFD」自体が目的ではありませんので、市販書にある「QFD＝品質展開法」の手順の全ては実行しません。

ここでは、システムに要求されることの検討を行います。（要求品質を徹底的に抽出します）

具体的な方法として、発散技法のひとつであるブレインライティングを用いて多くの要求を引き出します。

→ブレインライティングはブレインストーミングの変形手法ですが、ブレインストーミングと異なり、バイアスがかからない素直な要求・課題・アイデアを引き出すのに有効です。



## 2-2、現状分析 ; 要求品質の明確化と課題を絞り込み明確化する

次に、ユーザーの要求を整理しましょう。そして、真の要求が見つけれたらそれを実現するための手段を検討します。

- ① 自社の持っている技術をあてはめ、「**要求品質展開表**」を作成します。 ⇒ [A、QFDとは?]
- ② もっとも重要な課題をいくつか選定し、「**なぜなぜ分析**」を実施しましょう。  
なぜなぜ分析は課題の本質を突き詰めて明確にする最適手段です。 ⇒ [B、なぜなぜ分析とは?]
- ③ 「**プロダクト分析**」を行います。プロダクト分析とは対象のシステムを構成部品或いはその材料にまで分解し整理します。  
その全てのパーツには必ず役目があります。それらの物理的な繋がりや機能的な繋がり等の相互関係を明確にすることが現状分析の基本となります。 ⇒ [C、プロダクト分析とは?]

この作業は、①企画段階で従来品が無い製品の場合は、相当する他社製品を対象として実施します。ここまで、進めてくると課題解決の半分は達成したようなものです。

## 2-3、アイデア出し ; 多くのアイデアを出す。質より量(発散過程)

この段階で始めてTRIZのツールの出番となります。

③の品質工学を推進する時のアイデア不足への対応や、④の非再現事項等を容易に再現させるにはどうしたらよいか?と言う場合のアイデア創出の場合、このステップから始めても構いません。

- ① 進化のトレンドを基にアイデア出し ⇒ [D、進化のトレンドとは?]
- ② SLPを想定してのアイデア出し ⇒ [E、SLPとは?]
- ③ 技術的矛盾を定義して、発明原理を基にアイデア出し ⇒ [F、技術的矛盾&物理的矛盾とは?]
- ④ 知識ベースを利用してアイデア出し ⇒ [G、知識ベースの利用とは?]
- ⑤ トリミングによるアイデア出し
- ⑥ 物理矛盾を定義して、発明原理を基にアイデア出し→時間・空間・条件で考える ⇒ [F、技術的矛盾&物理的矛盾とは?]
- ⑦ 理想解(IFR)を定義して、使える物質(Substance)、場(Field)の資源(Resource)を使っでのアイデア出し

上記のアイデア出しツールを使う際、どれを使うか、またはどういう順番に使うかは自社技術の成熟度合いや課題の困難度によって異なります。

## 2-4、アイデアの整理とまとめ

アイデアの整理と結合には「Pugh Matrix」を使うことをお勧めします。

Pugh Matrixとは、1981年にイギリスの学者Stuart Pughと言う人が開発したアイデアを整理する手法です。

そのステップは、

### 1、一次コンセプト選択・評価(Pugh Matrix)

300以上出されたアイデアは優れたアイデアがちりばめられていても、まとめるのが困難です。

まず、これらのアイデアをKJ法を使ってサブシステムに分けます。

次に、Pugh Matrixを用いて整理(ふるいにかける)して有効なアイデアを抽出します。

まず、評価の尺度を決めましょう。品質項目やコスト・実現の容易さ(デリバリー)

を選びます。アイデアと評価基準を右図のようなXYテーブルに記載します。

アイデアの中からそこそこ良いと思われる(厳密ではありません)アイデアを基準アイデアとします。

一つ一つのアイデアを基準アイデアに照らし合わせ、評価項目で評価します。

評価の基準は、基準アイデアよりも優れているものを(+)、ほぼ同じものを(S)、

劣っているものを(-)とします。評価されたアイデアはできるだけ生かすことが重要ですので、(+ )の評価が一つでもあれば残しましょう。

(S)と(-)だけのアイデアは削除します。

アイデア	評価				
	品質(1)	品質(2)	品質(3)	コスト	デリバリー
アイデアA	S	S	+	+	-
アイデアB	S	+	+	-	S
アイデアC	+	-	S	S	+
アイデアD	S	-	-	-	S
アイデアE	+	S	-	+	-
基準アイデア	-	-	-	-	-

### 2、2次コンセプト結合

この時点で、70~80%のアイデアは残っていることでしょう。

これらのアイデアを右図のようなマトリックスに転記し、アイデアの結合を行いましょ。まずは、基準アイデアとアイデアA、基準アイデアとアイデアBという

具合です。総当たりでも構いませんが重要なアイデアとの結合だけでも結構

です。結合したら基準アイデアよりもかなり良くなる場合は●、良くなる場合は●

少し良くなる場合は●、良くなる場合は●、良くなる場合は●、良くなる場合は●

少し良くなる場合は●、良くなる場合は●、良くなる場合は●、良くなる場合は●

また、結合すると良くなるのだが、結合上の矛盾が生じる場合は▲で表します。

同様に、かなり良くなる(▲)、良くなる(▲)、少し良くなる(▲)の三段階で表します。この時、矛盾を解決するために発明原理を使ってアイデアを出し、

優れたアイデアにシェイプアップすることが非常に有効です。

結合されたアイデアを更にPugh Matrixで評価し、上位3件のアイデアをサブシステムの代表とします。

	アイデアA	アイデアB	アイデアC	アイデアD	アイデアE
アイデアA					
アイデアB					
アイデアC	●	●			
アイデアD		▲			
アイデアE	▲	●	●		
基準アイデア	●	●	●		▲

### 3、最終コンセプト結合と評価(解決コンセプトを作成し、商品戦略・技術戦略を策定する)

続いて、サブシステムごとのアイデアをシステム全体へ結合し、商品コンセプトを作ります。ここでも、結合に矛盾があれば発明原理を使ってアイデアに磨きをかけましょう。

創出した個々のアイデアや結合したアイデア、サブシステムでの**コンセプトは、出来るだけ図や絵、表にしましょう。**

**メンバー間の共通認識を作ることが極めて重要です。**

更に次のような推進プロセスを行うことが必要です。

#### ・特許出願検討

TRIZで創出されたアイデアは必然的に特許性があります。出来るだけ早い段階に特許の計画を立てて出願することをお勧めします。

#### ・品質工学への移行準備

TRIZでは実験は行いません。頭の中の作業のみです。商品化に向けて、そのアイデアを具体的なパラメータに落とし込み、品質工学を用いて最適化を図りましょう。

#### ・今後の取り組みをまとめる

成果をまとめて、自社の「商品戦略」・「技術戦略」として発表することをお勧めします。

これらのステップをしっかりと実施し、**徹底的に考えつくす**ことにより、お困りの、

- ①**自社の将来の展開を見据えた技術戦略はどうあるべきか？**
- ②**画期的新製品を開発するにはどうしたら良いのか？**
- ③**品質工学を推進する時に、制御因子や誤差因子を的確に見つけるには？**
- ④**モノづくりの現場で良くある、非再現事項等を容易に再現させるアイデアは？**

TRIZはこれらの課題を**スマートに解決できる唯一の手段**であることをお約束します。

## 第3章 ; TRIZはこんなことが出来る

### 3-1、特許創出のために

対象とするシステムの課題周辺の特許を調べることは課題の解決にとって必須です。  
他社はどのようにして解決しているのか、当社ではもっと良いやり方で解決できないかを検討する必要があるからです。

収集した特許を機能分析の要領で分類し、ターゲットとなる特許を選びます。そして、**クレームを分かり易い言葉・図で見える化します。**  
**これは、まさにTRIZの成り立ちそのもの**ですから、順番を戻って(リバース)行ってみましょう。

これを「リバースTRIZ」と言います。

そのクレーム内容が、どのような矛盾の解決のためにどの「発明原理」を使って導き出されたか、また「進化の法則」のどの段階にあるものかを推定します。

矛盾の場合は、別の発明原理を使って新しいアイデアを導き出すことも可能でしょうし、矛盾を定義し直して別の発明原理に基づき発想することが可能になります。

また、「進化の法則」のS字カーブの位置が分かれば、もう一つ上の位置から発想することが可能です。

このように、TRIZのステップに引き込むことで解決が可能となって来ます。

### 3-2、TRIZ活用によるアイデアの特徴

TRIZの思考パターンに沿って**あらゆる角度から検討してアイデアを出しつくすので、抜けがありません。**1000以上のアイデアを出すことも普通にあることです。TRIZのツールにはありませんが、膨大なアイデアをいかしつつ整理することも必要です。

また、アイデア同士を結合して更にレベルの高いコンセプトに作り上げることも必要です。

**性能、コスト、実現の容易性といった観点から最良のアイデア・コンセプトに纏め上げることができます。**

更に、一旦使わないと決めたアイデアも、別のテーマへ流用することも可能だし、特許として出願し、周辺を押えておくことも可能です。

### 3-3、TRIZのエッセンス

TRIZの根底思想は、常に**理想解(IFR;Ideal Final Result)をイメージすること**にあります。

TRIZはそれを達成するためのアイデアを導き出すツールと言えましょう。

TRIZは、解決するために「最小問題」と言うことを意識します。「最小問題」とは身近なリソース或いはただのリソースを使って課題を解決することです。

たとえば、「今晚美味しい夕食が食べたい。しかし今現在、冷蔵庫の中にある食材のみを使って美味しい夕食を作るにはどうすれば良いか？」というような場合です。

買い物に行って豪華な食材を買ってくれば美味しい夕食を作ることは誰でも可能ですが、限定された場合、そこに工夫や智恵が必要になります。100%を既存の食材で済ませることは無理としても、有料のリソースは最小限の導入で済ませることがTRIZの本質です。「理想解=あるべき姿」を追求することは、既存システムからスタートした「改良」とは根本的に異なる結果になるはずですが。これは、「品質工学」にもあてはまることです。「理想解」を求めて邁進する、そのためのサポーターが「TRIZ」です。

かつて、トヨタの役員の方の講演を聞いたことがあります。その内容のほとんど覚えていませんが、今でも記憶に残っていることがあります。トヨタの目指す乗り物は「キントウ雲」だそうです。そうですあの孫悟空の乗り物です。これはTRIZの真髓をついているように思います。筋斗(キントウ)雲は乗り物というシステムの「理想解」だと思われるからです。

### 3-4、TRIZを用いた技術戦略策定

TRIZは短期・中期・長期の技術戦略の策定にとって有効です。短期的には、次の商品の企画に、中期的には次世代商品の骨組の策定、長期的には将来商品・事業のコンセプトとして活用できます。それは、TRIZで出したアイデアが理想性(あるべき姿)を最終ターゲットとして、時間軸上と理想性軸のS字曲線の上をしっかりプロットできるからです。

**商品戦略と同時に知財戦略も行って先行出願すると、より強固な体制を築けることでしょう。**

#### 【 まとめ 】

TRIZは、**オンリーワン、ナンバーワンの商品を容易に創造できるよう、思考を支援させるマネジメントツール**です。これは、**究極のナレッジマネジメント**と言えます。

TRIZは、研究・開発・設計段階のどの段階においても、難しい技術課題を人類の思考パターンに基づき、思考することで解決のアイデアを容易に出し尽くすよう支援する唯一のツールです。

**TRIZは圧倒的に短時間で、理想性に優れ、時代を先取りする抜群に良い商品コンセプト(システム構成)を実現することが可能**です。(コンセプトを具体的な設計値に落とし込むのは品質工学の役目です)

しかしながら、TRIZに関係する本を読んで自己流に解決策を作ったとしても小さな成果しか得られません。それは、どのような場面でのようなツールを使えば的確か、どこまで発散させて、どのように集束し、纏め上げて理想のコンセプトに仕立てるかは、TRIZ全体を熟知し、数々の課題を経験し、実績を積み上げた我々MOSTにお任せください。



## 【補足資料】 ツールの概要説明

### A、QFDとは？

課題の本質の捉え方があいまいな例をよく見かけます。たとえば、「このボールペンは線が途切れて困る」というような苦情が来た場合、いきなり「線の途切れないボールペンを作るには？」とスタートするようなことです。

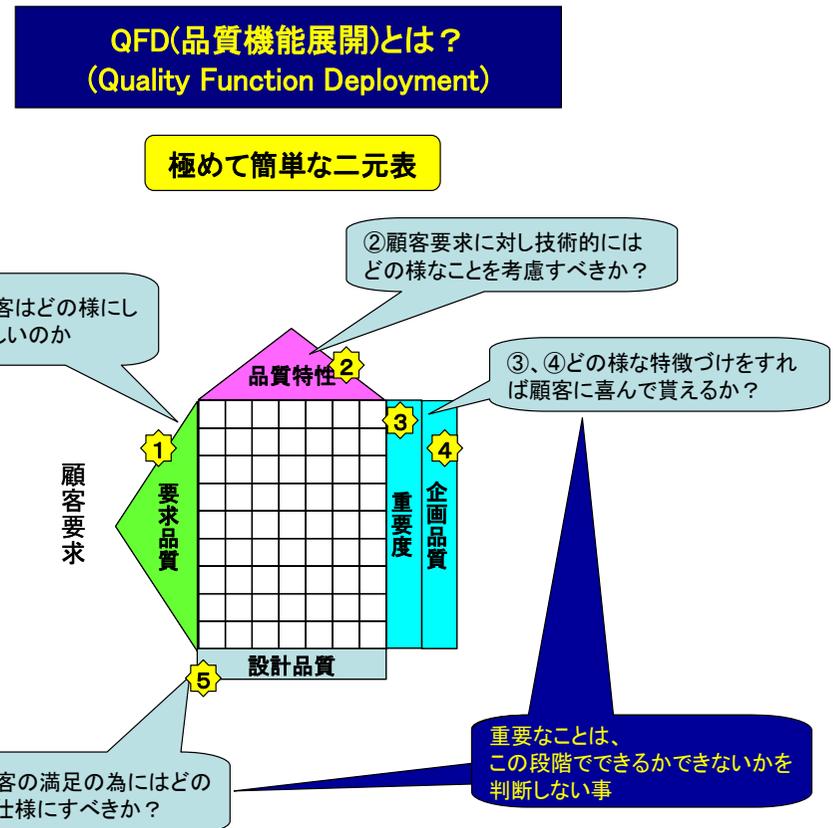
「どんな紙でもそうなるのか？ どういう使い方をした時になるのか？ 放置した後なるのか？ 寒い時なるのか？ ……」課題の分析は顧客の情報を集め、整理するところから始まります。そのためには、QFDと言う手法を使うことをお勧めします。

QFDとは、品質機能展開(Quality Function Deployment)といい、お客様の要望を的確に把握する方法です。商品の企画段階で行い、開発段階の様々な検討過程において**お客様の要求する仕様(品質)を商品創りに反映させ**、売れる商品を作るための最適な方法です。

顧客要求をしっかりと分析することそしてその要求に対し技術的にどのようなことを考慮すべきか、そして最終的にはどのような仕様に落とすべきかを簡単な2元表を作成して進めていきます。

**機能を明確にするという本質に立ち返る**ためにも有効です。

QFDを実施することにより、課題が明確になりブレが無くなって来ます。



さて、QFDにて問題・課題が定義されたら、TRIZのツールを使って解決のためのアイデアを出して行きます。矛盾を抱えた課題に対しては、Principles(原理)というツールを、理想性の向上を目指した課題に対しては、Prediction(予測)というツールを、リソースの最大活用という意味で技術の代替案が欲しい場合は、Effects(効果)を使います。

もちろん、これら3ツールをすべて使って解決のアイデアを出しつくすことも可能で、より大きい成果につながります。

## B、なぜなぜ分析とは？

問題・課題を芋づる的に掘り起こし、システムの不具合の真の原因を見出すことは課題解決のための重要な取組みのひとつとなります。このための方法として、なぜなぜ分析という手法が効果的です。もぐらたたきの課題解決から**根本的な課題(ボトルネック)を抽出する**ための方法です。

なぜなぜ分析は次のようなステップを進めることを推奨しています。

- ①困っていることを書きます。(解決したい課題・もしくは問題)
- ②ブレンライティングの実施。(思い当たる理由を自由に書く)
- ③KJ法で似たような理由を分類分けしてまとめます。
- ④大きそうな理由から小さそうな理由の順に並べる(左から右へ枝分かれしたツリー構造にして行く)

この時に補完するアイデアに気づけば追加して記載します。

- ⑤当初の問題を「結果」として一番左に記載します。そして右隣の理由がその「結果」の「原因」となっているか確認します。
- ⑥次に「原因」として記載した理由を「結果」に代えて、右隣の理由がその「原因」になっているか確認します。
- ⑦このステップを一番右の理由に辿りつくまで繰り返し実行します。

出来たツリーの一番右の理由が最下位の「根本原因」となるはずですが、因果関係をチェックするために、最下位の原因を取り除けば、次の段階の結果が解消されるかどうかを調べます。解消されるなら、その結果を原因としてその原因がもう一つ左の結果が解消されるかを確認します。

これを続けていって当初の問題が解決されるのかを確認し、ツリーの整合性を確かめます。

- ⑧一番右端の根本原因を解消するアイデアをTRIZの手法を使って発想します。

注意すべき点は、最下位の原因が自分たちのテリトリーであるかを確認することです。自分たちの手の届かないところに責任転嫁しても問題は解決しません。**自分たちのテリトリーに原因を見出す**ようにすることが肝要です。なぜなぜ分析のツリーのイメージを図に示します。

## なぜなぜ分析 ツリーの例

ツリー展開し、最下位の原因に対してアイデア出しを行う。  
自分たちのテリトリーに原因を見出すようにすること

### 【課題】

GPS付デジカメの位置表示が正確に出来ない。必要な時にはいつでも正確に位置表示が出来るようにしたい。センサーや回路で解決したい

なぜ？ 受信電波をうまく拾えない

なぜ？ アンテナの位置が悪い

なぜ？ アンテナの配置に制限がある

なぜ？ 邪魔な電波がある

なぜ？ 建物からの反射波がある

なぜ？ 反射波と直接波が分離できていない

なぜ？ 受信する衛星の数が少ない

なぜ？ 衛星からの送信電力が小さい

アイデア出し

アンテナのテリトリー

回路のテリトリー

自分達のテリトリーではない

送信側のテリトリー

## C、プロダクト分析とは？

システムの目的(プロダクト)と、その構成要素の機能と作用、及び課題を明らかにする(記述)事により発想のための導入準備をします。  
対象とするシステムの現状をありのままに記述することから創造は始まるものです。メンバー間の課題に対するコンセンサスを得ることも重要です。

プロダクト分析のステップは、

- ①システムの存在目的であるプロダクトを決める(そのシステムは何の為に存在するのか)
- ②構成要素を決める(小さなシステムではパーツ・材料まで、大きなシステムでは機能分類で大括りして、ターゲットとする部分を詳細に分解する)
- ③スーパーシステムを決める(スーパーシステムとは設計上制御できないもの、テリトリー以外のものを指します)
- ④構成物質間の物理的・機械的なつながりを結ぶ
- ⑤構成物質間の有用作用のつながりを結ぶ
- ⑥構成物質間の有害作用のつながりを結ぶ

- ⑦構成物質間の不足作用のつながりを結ぶ
- ⑧各つながりのロジックが適切かどうかチェックする(どちらがどちらの原因で、結果であるかを明確にする)

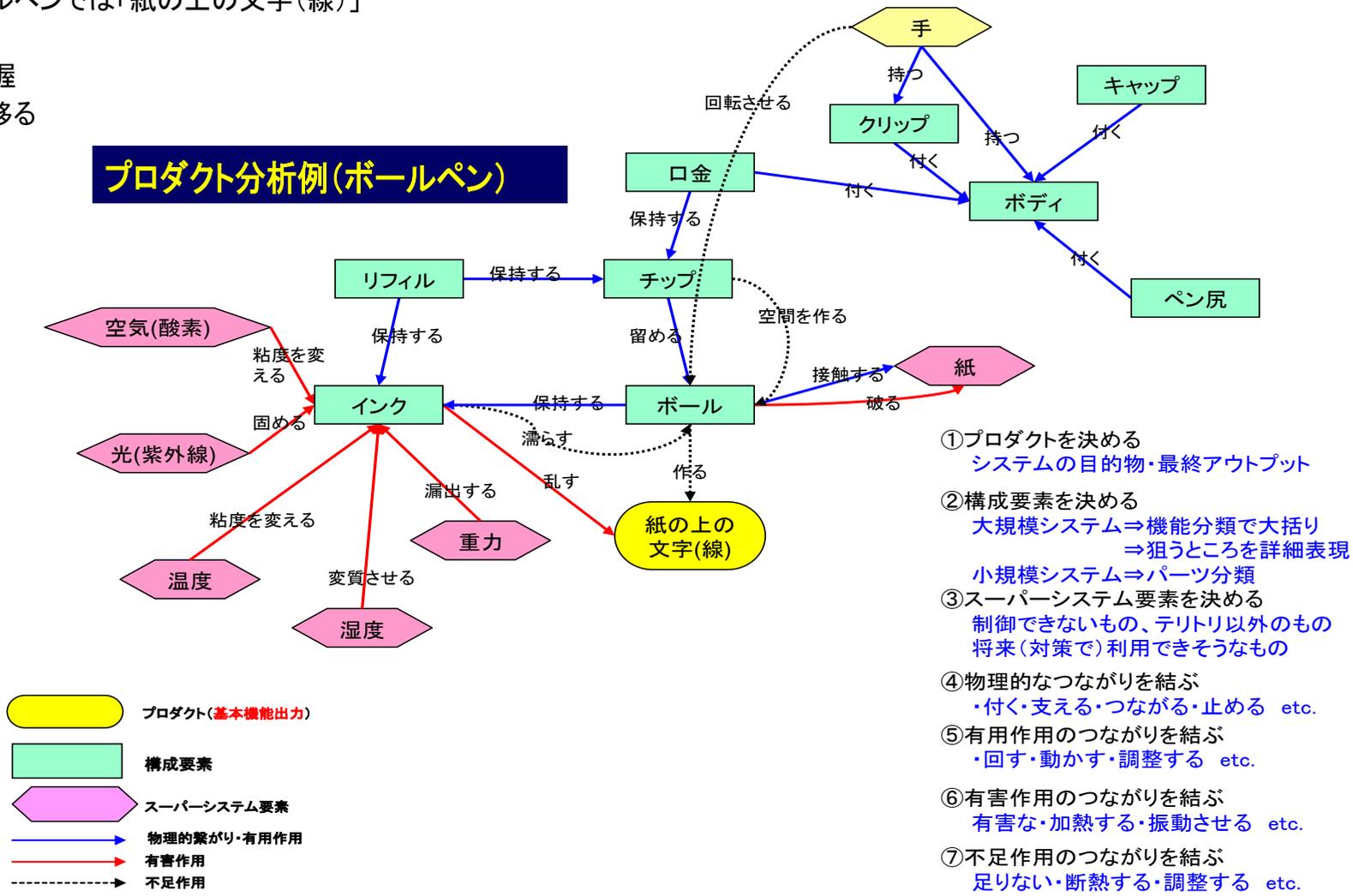
プロダクト分析が完成したら、有害作用をなくすアイデア、不足作用を補うアイデアをTRIZの手法を使ってアイデア出しを行います。

\* ボールペンを対象にして考えます(まずやること)

- ・プロダクトは何か？(そのシステムは何のために存在するのか？)  
⇒ ボールペンでは「紙の上の文字(線)」
- ・構成要素に分解
- ・機能をしっかり把握
- ・プロダクト分析に移る

\* 実際の例

### プロダクト分析例(ボールペン)



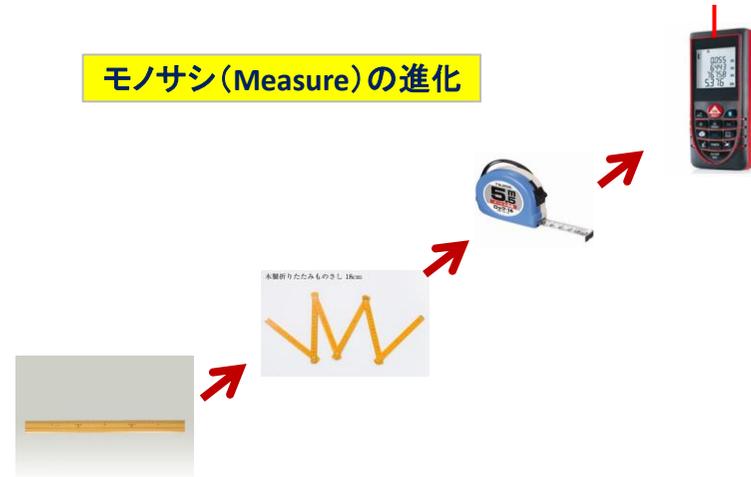
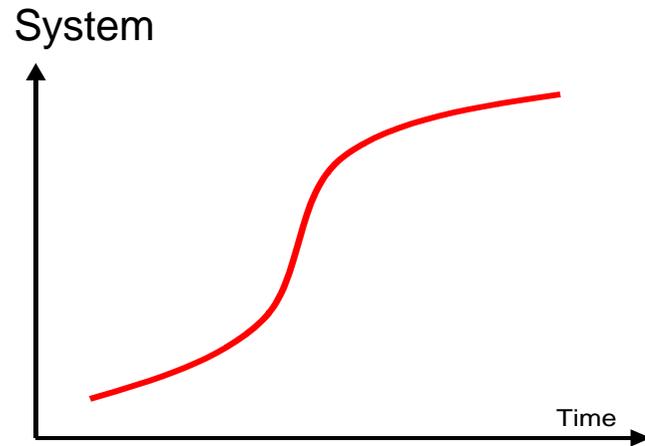
- ①プロダクトを決める  
システムの目的物・最終アウトプット
- ②構成要素を決める  
大規模システム⇒機能分類で大括り  
⇒狙うところを詳細表現  
小規模システム⇒パーツ分類
- ③スーパーシステム要素を決める  
制御できないもの、テリトリ以外のもの  
将来(対策で)利用できそうなもの
- ④物理的なつながりを結ぶ  
・付く・支える・つながる・止める etc.
- ⑤有用作用のつながりを結ぶ  
・回す・動かす・調整する etc.
- ⑥有害作用のつながりを結ぶ  
有害な・加熱する・振動させる etc.
- ⑦不足作用のつながりを結ぶ  
足りない・断熱する・調整する etc.

## D、進化のトレンドとは？

技術の進化と課題の解決方法には法則性があります。

**技術はあらゆる分野でS字曲線を呈する特定のパターンに従って進歩します。**

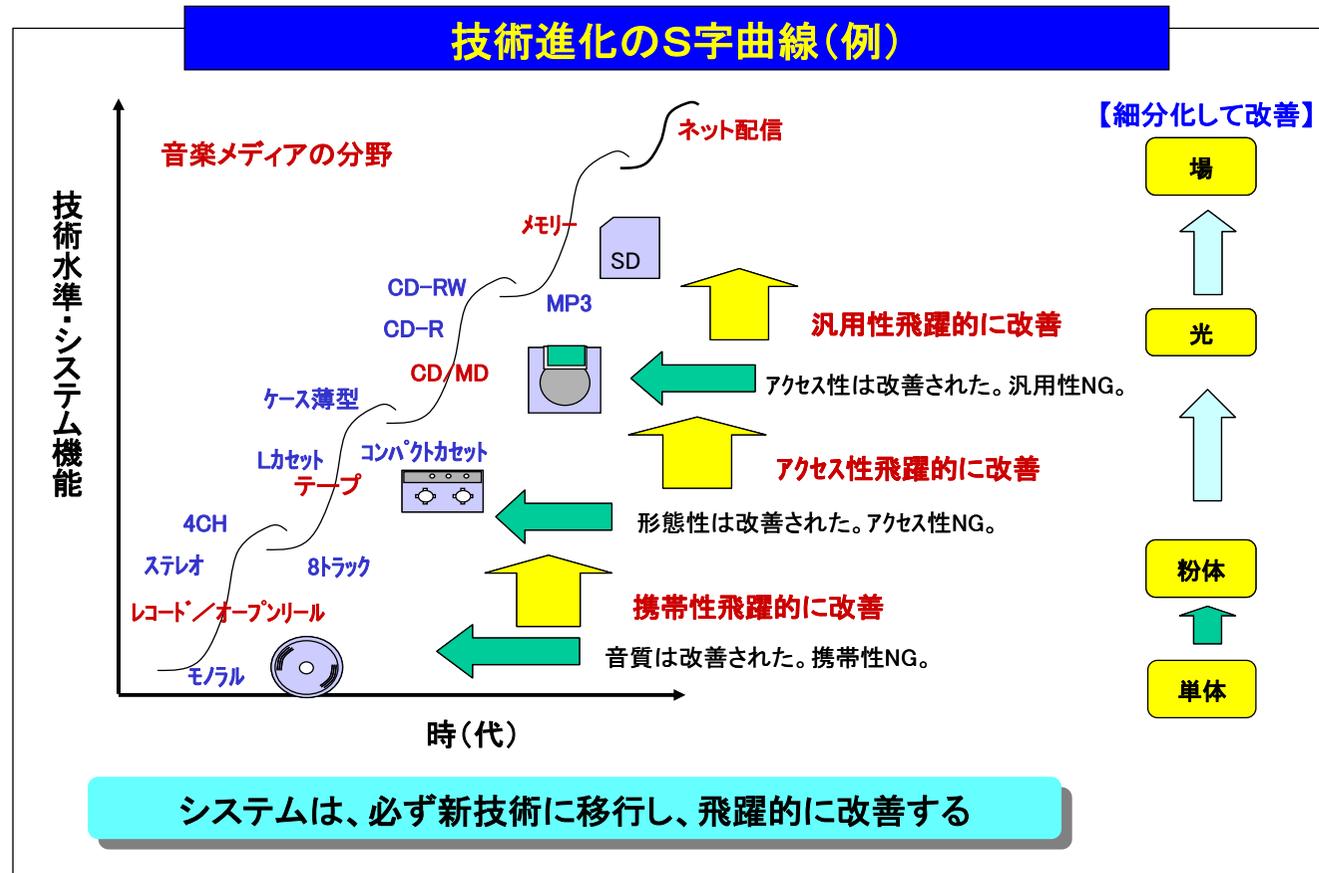
それは、横軸に進化の時間軸、縦軸にシステムの進化度をとってグラフ化すると、幼少期、成長期、成熟期、衰退期というようなS字となります。



幼少期から成長期にかけてシステムは複雑化するとともに高機能化して行きます。そのうち成熟期に入るとシステムは機能を維持しつつ単純化して行きます。その後、システムは単純化に行き詰まり、衰退して行きます。衰退期を迎えると、必ず新技術に移行し、新たなS字曲線がスタートします。

技術進化の例として良く引き合いに出されるものが音楽メディアの進化です。

- ① 音を記録して再生させる手段としてはレコード盤(単体)がありました。  
溝の切り方、データの取り出し方などシステムのさまざまな要素が進化して(これも一つの進化のS字曲線です)行きましたが、耐久性・携帯性・操作性といった課題が残りました。
- ② そこで、次のS字曲線として磁気記録(粉体)が出現し、カセットテープ化することで携帯性は飛躍的に高まりました。
- ③ 続いて、光を使ったコンパクトディスク(光)が出現し、アクセス性、非接触によるところの耐久性が高まりました。
- ④ 更に、SDカードなどの半導体デバイスに記録することにより、小型化・汎用性が高まりました。
- ⑤ また次のステップとしてネット配信(場)による音楽データを入手することによりシステムの理想、すなわちシステムそのものが存在しなくて機能を得るということにまで進化してきました。



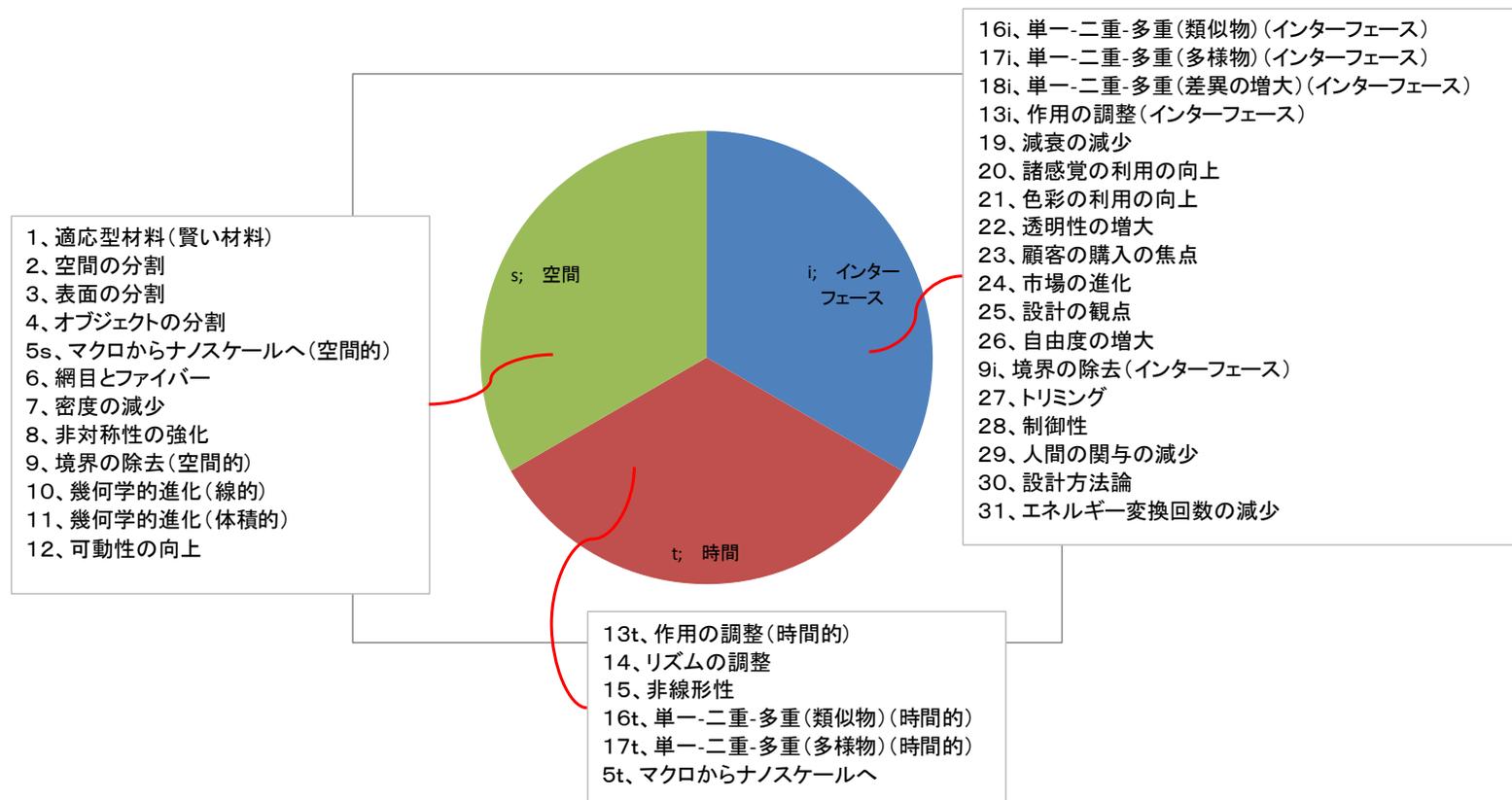
もう一つの事例を紹介しましょう。技術進化の法則の「16、線構造の幾何学的進化」に関するものです。線構造の幾何学的進化は、線→二次元曲線→三次元曲線→複合三次元曲線と進化していきます。

この事例に当てはまるものが、蛍光灯です。商品化当初から長らく蛍光灯は棒状の形でした(線)。そのうち、中央で折り曲げ電極が並行して設けられたものが出てきました(二次元曲線)。

その後、生産技術の進歩もあってスパイラル型が出、更には電球の形をした立体スパイラル型(三次元曲線)へと進化しています。しかしながら、すでに次のS字曲線であるLED型照明に切り替わりつつあるようです。

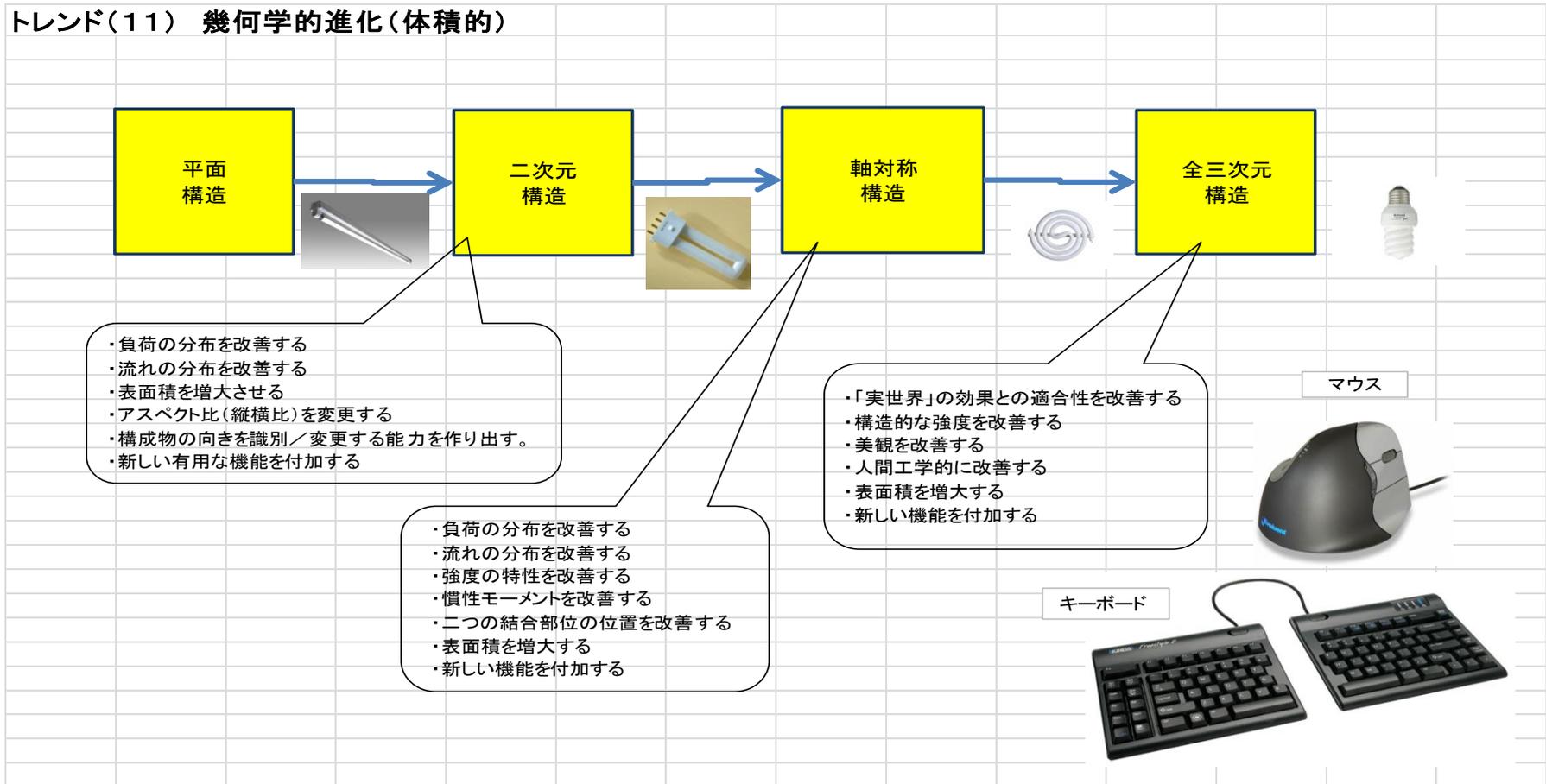
LEDも現在はP型半導体とN型半導体の接触部の線での発光ですが、発光点が面、立体へと進化して行くかもしれません。

CREAX社のDarrell Mannらは、実際的な立場から「進化のパターン」を「技術システムの進化のトレンド」として31種(時間、空間、インターフェースで同じものがあるため35種)抽出しています。下記に一覧を示します。「進化のトレンド」を考える上で実に有効です。



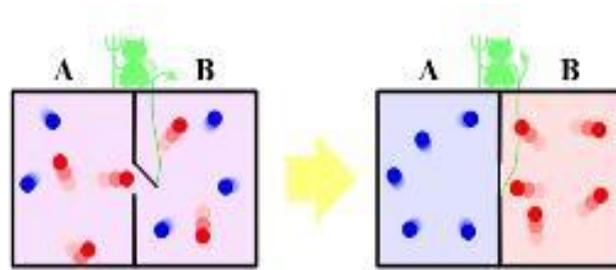
## トレンド11、の説明

### トレンド(11) 幾何学的進化(体積的)



## E、SLP(Smart Little People;賢い小人)とは？

下記の図は、「マックスウェルの悪魔」をSLPで描いたものです。マックスウェル自身の思考過程が的確に表現されています。一つの部屋が仕切りでAとBと言う名前の小部屋に分割されています。このA室、B室とも同じ温度の液体(気体)が充填されているものとします。この仕切りには微小サイズの扉が付いていて、この扉の開閉を「マックスウェルの悪魔」が担当しています。A室からスピードの速い(温度の高い)粒子がやって来たら扉を開きB室に導きます。B室からスピードの遅い(温度の低い)粒子がやって来たら扉を開いてA室に導きます。これを、際限もなく繰り返すとA室は低温に、B室は高温になっていきます。はたして、こういうことはあり得るのでしょうか？マックスウェルはエントロピーという概念を導いてこの概念を説明しました。



マックスウェルの悪魔(ウィキペディアより引用)

SLPとは、問題・課題を持っているシステムの内部の構成要素を「小人」に置き換え、その作用を小人の働きで表現して不具合の「疑似体験」や「感情移入」により真の原因と解決策を見出す方法です。

**「賢い小人」に理想的な仕事をさせるアイデアを身近な現象から見つけます。**その後、そのアイデアを工学的アイデアに変換します。

この方法は、「擬人化してアイデアを創出する」ことにより、生活レベルの課題で問題点を記述でき、担当の技術社以外の誰でもアイデアの創出に参加できるメリットがあります。専門外の方からアイデアを得ることにより、**過去の経験に捉われて発想が貧弱になりがちな状態を脱却する**、或いは心理的惰性を脱却するためにも有効な方法です。

次ページに事例を示します。

この課題は、「ボールペン」です。ボールペンの中のインクを如何にスムーズに吐出するかを平易な表現として「駅で乗客が電車にスムーズに乗り込むには？」という設定に変え、図示し、そこからアイデアを抽出しようとしています。

ここでは、理想状態だけを描いていますが、「現状」と「理想状態」を並べて記述すると更に理解が深まります。

時間的ファクターを取り入れることにより考えやすくなります。

何々をする前 (動作前 ; T1)

何々が進行している時 (動作中 ; T2)

何々が終わった後 (動作後 ; T3)

に分割し、それぞれの時点で対策を取れないかを検討します。

## F、技術的矛盾&物理矛盾とは？

ある課題を解決しようとして手立てを講じると別の面に不都合が生じることが良く見受けられます。これを、「技術的矛盾」と言います。TRIZでは、改良したいパラメータと悪化するであろうパラメータを48種類に分類分けし、これらの縦・横のマトリックスを作り、その交点にそれぞれに解決するための発明原理を記しています。

発明原理は、250万件の特許の調査の中で解決のために使われた手段を徹底的に分析し、40にまとめたものです。

**考えるほとんどすべての課題がこの40の発明原理のどれかにあてはめて解決出来ます。**

【 40の発明原理 】

1	分割	11	事前保護	21	高速実行	31	多孔質材料
2	分離	12	等ポテンシャル	22	災いを転じて福となす	32	色の変化
3	局所的性質	13	逆発想	23	フィードバック	33	均質性
4	非対称	14	曲面	24	仲介	34	排除と再生
5	併合	15	ダイナミック化	25	セルフサービス	35	パラメータの変更
6	汎用性	16	部分的な作用または過剰な作用	26	コピー	36	相変化
7	入れ子	17	もう一つの次元	27	高価な長寿命より安価な短寿命	37	熱膨張
8	釣り合い (カウンターウェイト)	18	機械的振動	28	メカニズムの代替	38	強い酸化剤
9	先取り反作用	19	周期的作用	29	空気圧と水圧の利用	39	不活性雰囲気
10	先取り作用	20	有用作用の継続	30	柔軟な殻と薄膜	40	複合材料

(一事例として)

「携帯電話の表示を見やすくするために(課題)、文字のサイズを大きくして解決したい(解決策)」とします。「48種類の矛盾パラメータ」リストを見ると、改良するパラメータである「文字のサイズを大きくする」は5番目に「移動物体の面積」という項目がありこれがあてはまりそうです。

一方、悪化する項目は、表示の文字数が減ってしまうので、11番目の「情報の量」という項目が妥当なようです。

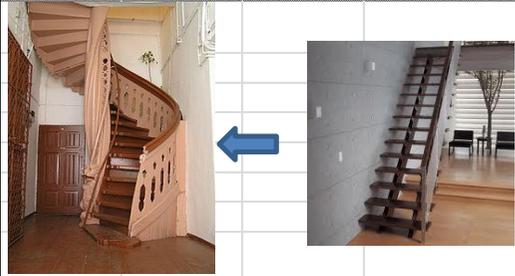
次に矛盾マトリックス表を見ると、改良したいパラメータ5番と悪化するパラメータ11番の交点には17、15、14、32と4件の発明原理が記載されています。対象部分を抜き出してみます。

【 新版矛盾マトリックス(Matrix 2003) 】 .. 部分

悪化する パラメータ → ↓ 改良したい パラメータ		移動物体の重量	静止物体の重量	...	
		1	2	物質の量	情報の量
1	移動物体の重量		3 19		
			35 40		
2	静止物体の重量	35 3			
		40 2			
...					
5	移動物体の面積	31 17	17 15		
		3 4 1	3 31 2		
6	静止物体の面積	14 31	35 14		
		17 19	31 30		
...					
		31 30	17 15		
		3 13 6	14 32		
		35 26	26 17		
		1 4 17	2 13		

トップに記載されている17番は、「もう一つの次元」です。ここで、思考を展開すると、「液晶ディスプレイが小さすぎるのは限られた平面に問題があるのでは？」と考えられます。この考えを進めると、プロジェクターのように表示板を限られた平面を飛び越えて他のものに投影したら大きく表示できるのではないかとの一案が思いつくかもしれません。17番「もう一つの次元」でアイデアを出しつくすと、次に2番目の項目の15番「ダイナミック化」で考えてみましょう。納得するアイデアが出るまでこの手順を続けると良いでしょう。

MOSTの事例を、1番「分割」、17番「もう一つの次元」で示します。

No.	原理名	原理名(英文)	説明	例	図
17	もう一つの次元	another dimension	線から面へ	枠の強度を高めるために三角形の形状を使う	
			面から空間へ	螺旋階段	
			多層構造	立体駐車場	

この矛盾の解決で注目してほしいことは、改良したいパラメータと悪化するパラメータが同じになる場合があります。マトリックス表ではグレーで塗りつぶされていて発明原理が記載されていません。この、改良したいパラメータと悪化するパラメータが同じになることは良くあることです。工学的矛盾を突きつめればこの同一項目に辿りつくとも言われています。そのような矛盾を「物理矛盾」と言います。あるものを長くして解決しようとする、長さが障害＝悪化する項目になる、すなわち「長くしたい」が「短くもしたい」という場合が往々にしてあるものです。大きくもしたいが小さくもしたい、強くもしたいが弱くもしたい、そんな場合の解決手段は次の5個のパターンで考えます。

「物理矛盾」の解決手段、

- ①空間で分離
- ②時間で分離
- ③条件で分離
- ④スーパーシステムへの移行
- ⑤サブシステムへの移行

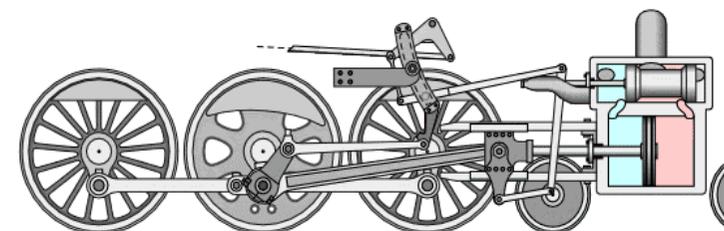
物理矛盾の解決方法として有名なものは、ワットの蒸気機関があります。それまで、蒸気機関の主流はニューメコンの蒸気機関と言うものでした。

- ① シリンダーの中に熱い蒸気を導いてピストンを押し上げる、
- ② 続いて蒸気を冷やして(水にして)減圧してピストンを戻し、
- ③ その往復運動を回転運動に変えるというものでした。

ここで問題は、効率を上げるためには、

「ピストンを押し上げるためにはシリンダーの温度は高い方が良い、ピストンを戻すにはシリンダーの温度が低いほど良い」という矛盾でした。

ワットは熱い蒸気を別の部屋に逃がす(復水器)という「空間で分離」の「もう一つの次元」を使って解決したのです。これを特許913号として確立し、多くの富を得たと言われています。



ワットの蒸気機関(ウィキペディアよ)

もう一点、物理矛盾を鮮やかに解決した事例を示します。これは、自動車のアクセルとブレーキの特許です。発明者は熊本県在住の方です。いくつかの特許を出されていますが米国特許で説明します。

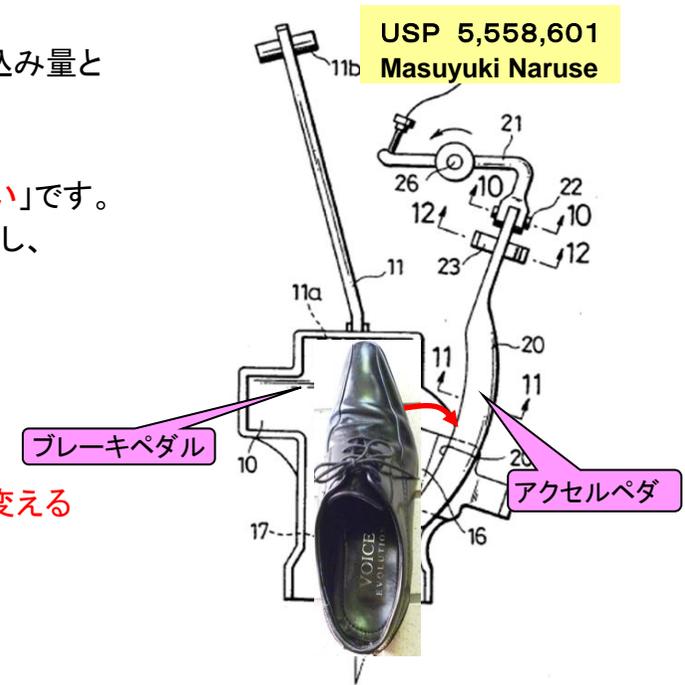
一般的に、自動車の加速及び減速の手段は右足でのアクセルペダルとブレーキペダルの踏み込み量と踏み替えによりコントロールしてきました。

ここでの矛盾は、「右足の動きは**加速しなければならない**、右足の動きは**減速しなければならない**」です。従来の解決策は、右足のみで操作できるよう、ブレーキペダルとアクセルペダルを近づけて配置し、状況に応じて踏み替えて操作することでした。

しかし、最近アクセルとブレーキの踏み間違えによる事故が多発しています。

TRIZ的解決策は、この物理矛盾も「空間で分離する」の「もう一つの次元」で解決できることです。右図のように、**ブレーキペダルは「踏込」、アクセルペダルは左右への「スイング」と動作の方向を変える**ことによって解決したのです。

思いつきそうで思いつけない鮮やかな解決法だとは思われませんか？



## G、知識ベースの利用とは？

TRIZのツールには、直面している問題は「誰かがすでに解決したのではないか？」を見ることにあります。

主要な「機能」に関する「効果」のデータベースを使うと解決の手がかりが得られるかもしれません。

幸いにも、現在はインターネットを使って検索すれば、多くの解説や事例が見つかります。

例えば、「気体を振動させる」という機能を達成するにはどんな原理や発明があるのかを下記のような表を参考に探すと、いくつかの原理が記載されています。

この事例の詳細をインターネットで検索すると「大きなヒント」となるに違いありません。

機能のデータベース

主要機能	固体	液体	気体	場
位置する	熱膨張			
	ブラシ			
	電気歪			
	偏心輪			
	摩擦			
	磁気			
	磁気歪			
	圧電効果			
動かす／ 振動する	重力	吸収	音響振動	導体
	慣性	音響キャビテーション	アルキメデスの原理	ファラデー効果
	振動	音響振動	ベルヌーイの定理	ガン効果
	嘴効果	アルキメデスの原理	コロスキー効果	カー効果
	ブラシ	ベルヌーイの定理	コアンダ効果	光導体
	コロナ放電	沸騰／蒸発	拡散	光弾性
	クーロンの法則	毛細管凝縮	エゼクタ	屈折
	摩擦	毛細管蒸発	電氣的毛細管効果	反射
	拡散	毛細管圧力	電気浸透	電気光学
	半導体不純物偏析	コアンダ効果	電気泳動	磁気光学
	電磁誘導	凝縮	静電誘導	超電導
	電気泳動	クーロンの法則	ファン／コンプレッサー	

【ガン効果】  
ガリウム砒素 (GaAs) の半導体に高電圧をかけたときに振動電流が発生する現象。1963年に米国IBM社のJ=B=ガンが発見。ガンダイオードというマイクロ波発振素子はこの効果を利用したもの。

【コアンダ効果】  
粘性流体の噴流(ジェット)が近くの壁に引き寄せられる効果のことである。噴流が周りの流体を引きこむ性質(entrainment)が原因。  
[出典 1] ルーマニアの発明家アンリ・コアンダ(Henri Coandă : 1886-1972)がジェット・エンジン機の実験のなかで発見したので、彼の名前にちなむ。噴流を発生させる境界層制御装置によって翼が強い揚力を得ることができるのはコアンダ効果の重要な応用例である。  
出典: フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』



## 【著者略歴】

- 1974年 ; 九州大学理学部化学科卒業  
同年 アルプス電気入社  
磁気ヘッドの要素技術開発・設計を担当
- 1982年 ; 九州松下電器 入社  
熊本磁気ヘッド事業部にて設計担当  
薄膜プロセスの開発を推進  
MRヘッドプロジェクトの推進リーダーとなる
- 1993年 ; パナソニックコミュニケーションズ  
水環境研究所 主任技師  
浄水・分離・電気化学等の要素技術開発に携わる
- 2003年 ; 開発プロセス革新本部  
TRIZ・品質工学・VE等の科学的手法の全社展開を推進
- 2011年 ; パナソニックシステムネットワークスを定年退職  
同年 MOSTにて科学的手法推進のコンサルタントに

