

新しい世代のやさしいTRIZ

2005年9月1日
ラフォーレ修善寺 (静岡県伊豆市)

中川 徹
大阪学院大学 情報学部

TRIZの全貌

- (a) **思想:** 技術システムの進化の認識と思考法
- (b) **方法:** 創造的問題解決のための諸方法と一貫プロセス
- (c) **知識ベース:** 科学技術を活用するために整理した体系
- (d) **ソフトツール:** 知識ベースと技法の実体化
- (e) **普及・実践:** 技術者教育、企業内活動、サービス活動、学校教育

歴史的には 特許の分析などにより
ボトムアップに構築・検証されてきた

今回は 全貌を理解しやすいように
また、普及・実践の問題点を明確にできるように
(a) --> (c)(d) --> (b) の順に説明する。

はじめに: 講演の趣旨

いま、「技術革新」は企業にとって生命線である。

そのために「創造的な問題解決」の考え方と方法が必要。

TRIZが、その方法論一式を作り上げた。

思想、思考技法、知識ベース、ソフトツール、教育、...
西側世界に普及中であるが、普及の困難に直面している。

やさしく、より効果的な、「新しい世代のTRIZ」が必要。
USIT がその要求に応えようとしている。

TRIZ/USIT が、技術革新の実践をリードできる。実績を出せる!

(1) TRIZの思想

TRIZのエッセンス (50語の表現)

中川 徹
2001. 3.25-27 TRIZCON2001

TRIZの認識
「技術システムが進化する
理想性の増大に向かって
矛盾を克服しつつ
大抵、リソースの
最小限の導入により」

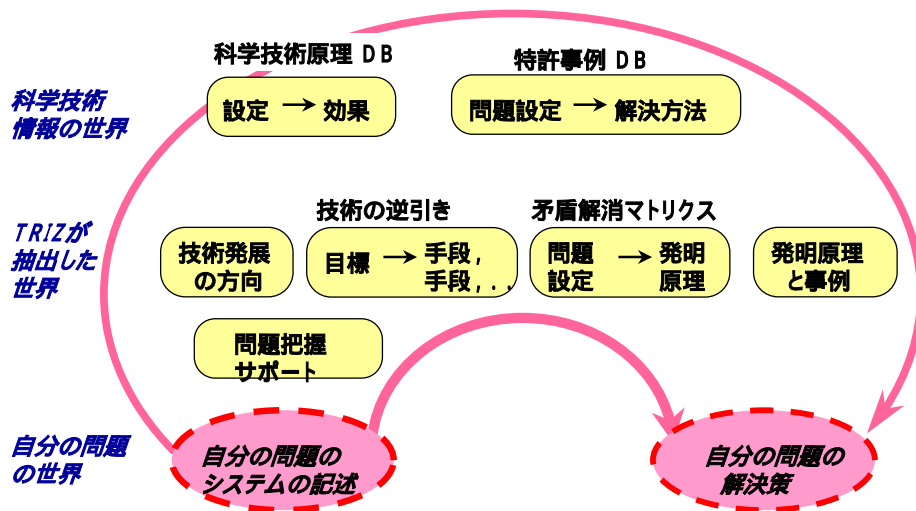
そこで、創造的問題解決のために、
TRIZは弁証法的な思考を提供する
すなわち、
問題をシステムとして理解し、
理想解を最初にイメージし、
矛盾を解決すること



(2) TRIZの知識ベースの位置づけ

TRIZによる問題解決の概念図

中川 徹 (1997.11)



TRIZの知識ベースとソフトウェアツール

古典的TRIZ: アルトシュラーとその弟子たち

特許の内容の分析を基礎に、膨大な知識ベースを構築した。

→ 1990年代 米国に渡って ソフトツール化。

PC 上で 快適に動く知識ベース。
TechOptimizer など。

2000-2003年 CREAX社 (ベルギー) で Darrell Mann ら

米国特許 (1985-現在) を 徹底して分析しなおす。
アルトシュラーの分析方法を使い、知識ベースを刷新。

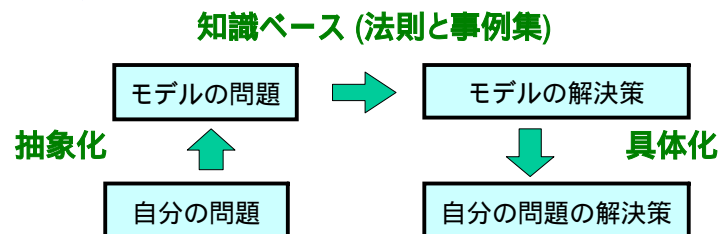
『体系的技術革新』の教科書
『新版 矛盾マトリクス (Matrix 2003)』
新しいソフトウェア など



(3) TRIZにおける問題解決の考え方 (技法)

TRIZの問題解決の基本モデル

1. 一般化モデル



2. 問題をシステムとして捉える

3. 「理想解」を先に考える

4. 「矛盾」を突き詰め、ブレークスルー

TRIZ (+USIT) の考え方 (1) 「システムとして考える」方法

- 「問題の体系」を考え、解くべき問題を明確にする。
- 問題の技術システムの上位/下位システムを考え、過去・現在・未来について、技術進化のトレンドを用いて考察。(「9画面法」)
- 技術システムを、「オブジェクト - 属性(性質) - 機能」で分析する。
- 問題のシステムの「機能分析」を行う。
不十分/有害な機能にも注目する。
- 問題のメカニズムを考察し、根本原因(あるいは根本矛盾)を探り、関与する諸属性(性質)を明らかにする。(「属性分析」)
- 問題と技術システムの、空間および時間に関わる特徴を明確にする。

9画面法の適用例 (考え方の概要)

過去 (10年前)

現在

未来 (5年後)

上位システム

⑥ より上位の社会システム
固定電話を構築する上位システム

③ より上位の社会システム
携帯電話を構築する上位システム

⑦ 将来社会のキーワード
モバイル情報端末の上位システム

システム

④ 固定電話
同レベルの関連機器

① **携帯電話**
同レベルの関連機器 (ノートパソコンも)

⑧ モバイル情報端末「i-ベース」(手帳サイズ)
腕時計型 ペン型
カード型 アクセサリ型

下位システム

⑤ 電話の基本諸機能
電話の諸用途

② 携帯電話の諸機能

⑨ モバイル情報端末の諸機能
より小型機器の諸機能

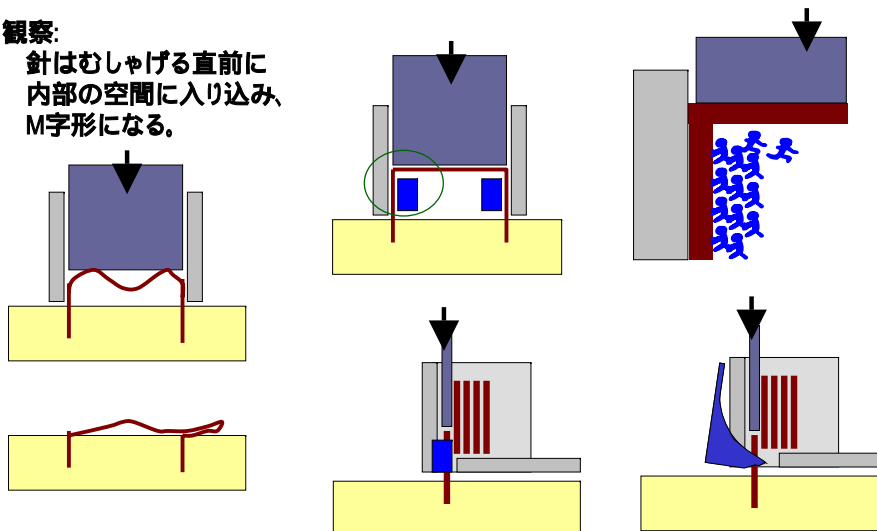
TRIZ (+USIT) の考え方 (2) 「最初に理想をイメージする」方法

- 「究極の理想」= 「コストも害もなしに、望む効用が得られる」
これから次第に戻ってきながら実現する方法を考える。
- 望む結果が「ひとりでに」得られることを考える。
- 「賢い小人達」あるいは「魔法のParticles」といったものが、望む結果(効果)を実現してくれていると考えることにより、望ましい行動と望ましい性質を考察し、それらを技術の言葉に置き換え直して考える。
- 上記の諸方法を活用して、望ましい解決策(の目標)を階層的に体系化して示す。

中川 徹・神谷和明 (2004)

適用例: ホッチキスの針を曲がらなくする方法

観察:
針はむしやげる直前に内部の空間に入り込み、M字形になる。



TRIZ (+USIT) の考え方 (3) 「矛盾を解決する」思考法

- 一つの面を改良しようとするすると別の面が悪化するという「**技術的矛盾**」と捉えて、「**矛盾マトリクス**」を使って発明原理の推奨を得る。
- システムの一つの面に対して、正・逆の対立する要求が同時にあるという「**物理的矛盾**」と捉えて、その矛盾を「**分離原理**」を使って解決する。

矛盾を解決する方法 (TRIZの最も重要な貢献)

物理的矛盾: 一つの面に正・逆の要求が同時にある。

→ 「分離原理」を使えばよい。ほとんど確実に解決可能である!!

- (1) 要求を吟味せよ。
空間/時間/その他の条件で要求を分離できないか?
- (2) 分離したら、各場合にその要求を完全に満たす解決策を作れ。
- (3) そして、両解決策を組み合わせて使う方法を考えよ。

→ この組み合わせの段階に工夫が必要。
発明原理を使う。
Mannの教科書、または Matrix 2003 を参照のこと。

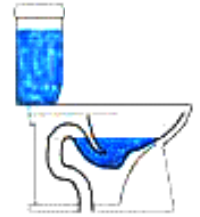
→ すぐれた適用事例: Kyeong-Won Lee 「節水トイレ」

物理的矛盾を解決したTRIZ適用事例: 「節水型トイレ」

Hong Suk Lee & Kyeong-Won Lee (韓国産業技術大学)
TRIZ Journal, 2003年11月

課題: 水洗トイレで使う水量を減らす。
--- 世界的な需要。

認識: S字型の配管を越えて汚物を流すために、
多量の水が要る。
通常 13 リットル (節水型で 6リットル)



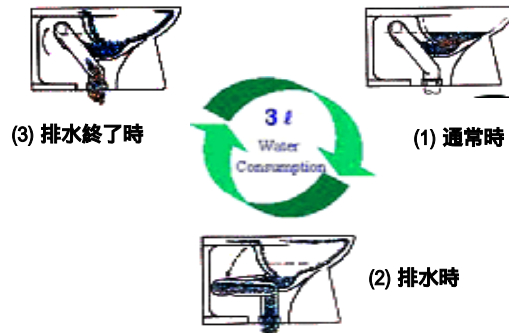
分析: S字管は、汚水槽からの悪臭を遮るために、必要。
S字管は、必要水量を減らすためには、無いことが必要。
サイフォン効果を利用して、流す。

→ 「物理的矛盾」: S字管は、「在る」と同時に「無い」必要。

分離原理: 時間による分離:

「在る」必要があるのは、通常時いつも。
「無い」必要があるのは、水を流すときだけ。

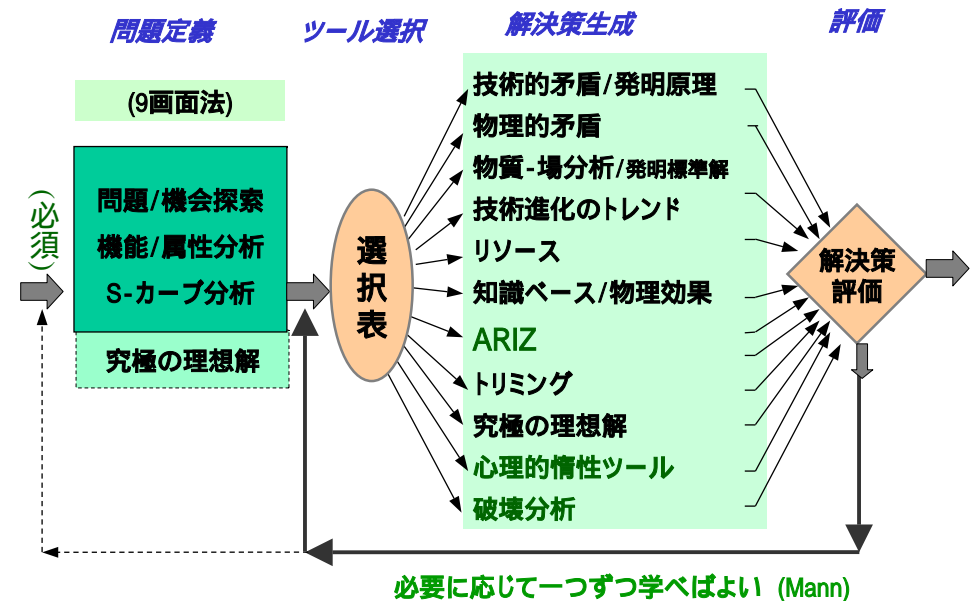
解決策: 固定的なS字管をやめて、
プラスチックの管をつけて、水を流すときに下げる。

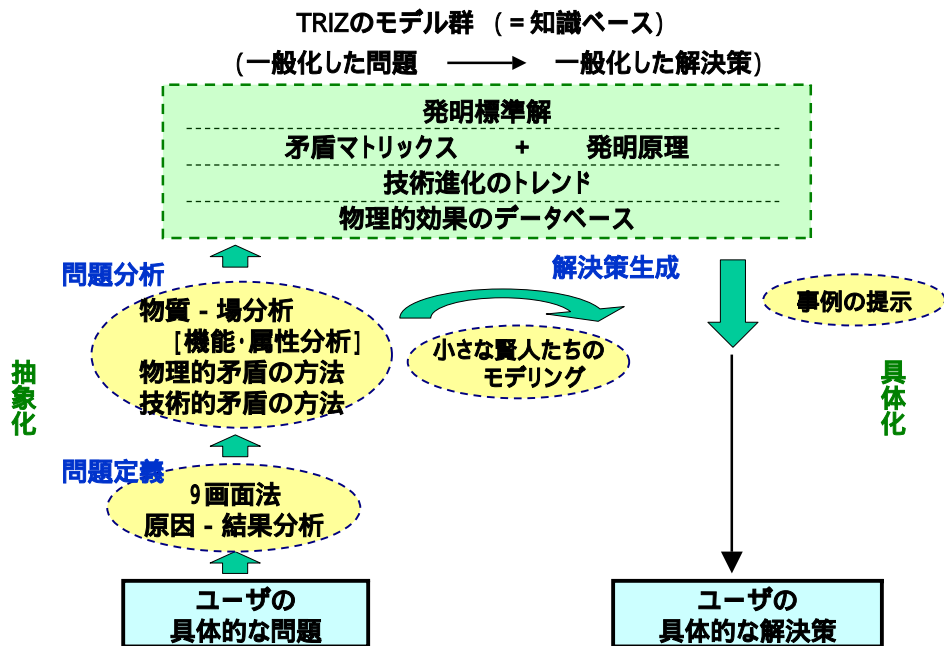


効果: 消費水量は約3リットル 「超節水トイレ」

実験的検証: 管の耐久テスト、詰まりのないことの実地テストなど。
水量を3~4リットルに調整することは容易 -- 規制対応

Darrell Mann の教科書での TRIZ プロセス (概要)





伝統的なTRIZでは

[Mann の教科書も]

主要な解決策生成法が、別々の問題分析ツールを持つ

- 矛盾マトリックス ==> 発明原理
- 物質-場分析 ==> 発明標準解
- ARIZ (分析ツールとして) ==> 分離原理

これらの分析ツールが分離しているために、
各方法での分析の思考の広がりが不十分になる。

==> 解決策の生成が困難で技巧的 (トリッキー) になり、
TRIZの全体プロセスの学習が困難になっている。

これが TRIZの分析・解法の体系の根本的問題点

↑ TRIZが理解されにくく、西側企業での普及が遅い。

TRIZのエッセンスを再考する

TRIZの普及が遅い主要な理由は

TRIZの内容が貧弱だからではなく、
豊富すぎるから。

Mann は分かりやすくしたが、簡単にはしていない。

ハンドブック的知識でなく、
もっとTRIZのエッセンスを理解すること。

→ 実は簡単!!!

簡単で実践的な問題解決プロセスが必要。

→ これが USIT !!!

USIT: Unified Structured Inventive Thinking

統合的構造化発明思考法 (ユーシット)

フォード社 Ed Sickafus が開発 (1995年) 日本で改良

TRIZを簡易化・統合化したもの ↔ 解決策生成法の体系
「USITオペレータ」
(2002年 中川・古謝・三原)

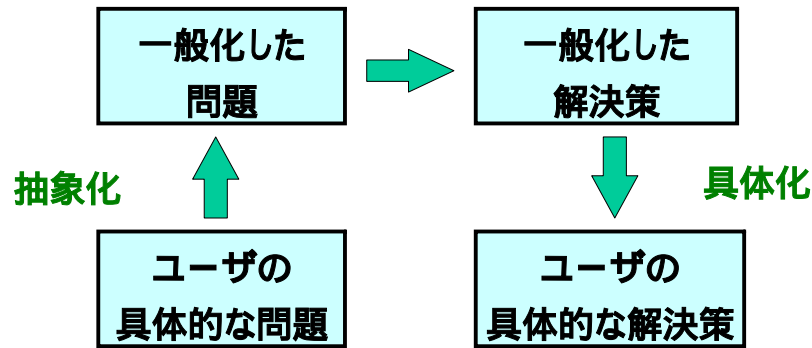
問題解決のプロセスが明確である ↔ 明確な全体構造
問題を定義する
問題を分析する
解決策を生成する
「6箱方式」
新しいパラダイム
(2004年 中川)

企業の実地問題でコンセプト生成に迅速に適用できる

** 一覧表, ハンドブック, ソフトツールなどに頼らない。

再考: 創造的問題解決の基本的な方式について

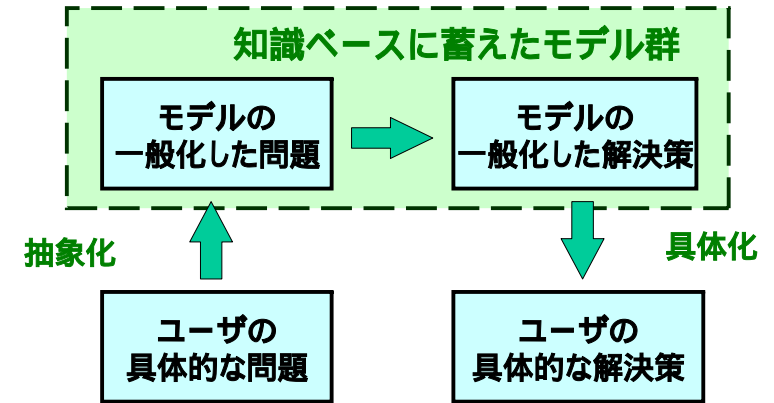
問題解決の基本的なモデル「4箱方式」



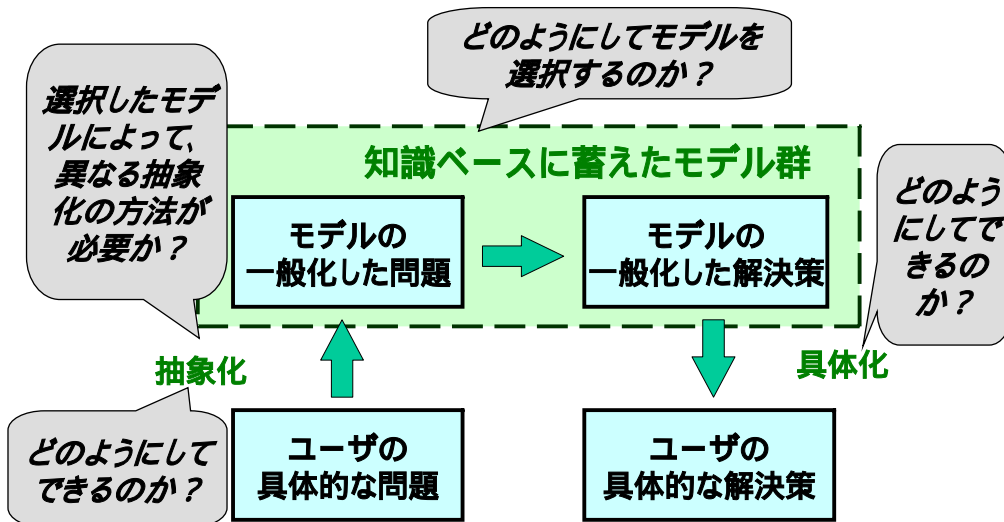
? これらの中身は、分野、モデル、問題に固有で、一般的に説明できない。

モデル (手本) を中心に考える方法 [類比思考]

TRIZの基本的な方法 = 科学技術の基本的な方法



モデル (手本) を中心に考える方法 [類比思考]



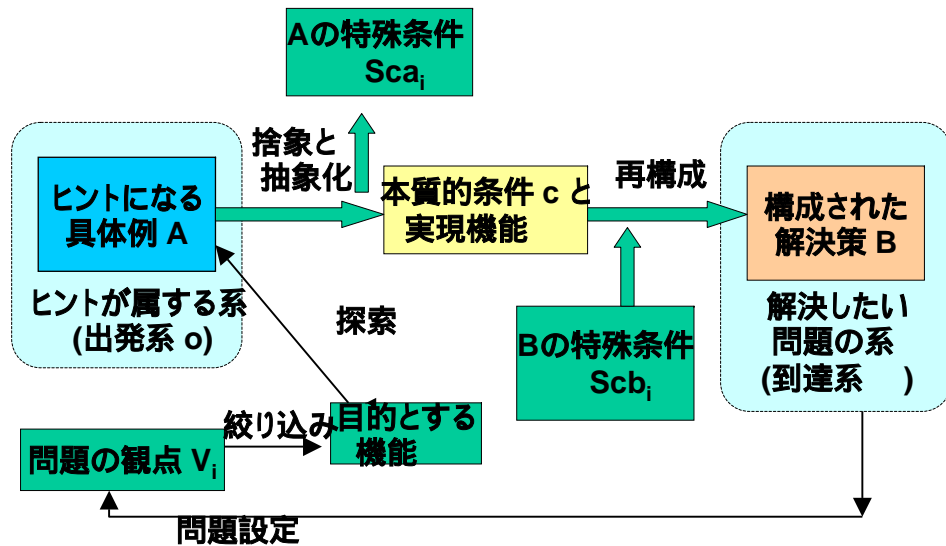
市川亀久彌の 等価変換理論

日本の「創造性」研究の大きな源流。
類比思考から脱しようとした。

$$\begin{array}{ccc}
 & \text{Sca} - i & \\
 & \uparrow & \\
 A & \xrightarrow{C} & B \\
 \text{Vi} \rightarrow & \text{O} & \text{Scb} - i \\
 & & \uparrow
 \end{array}$$

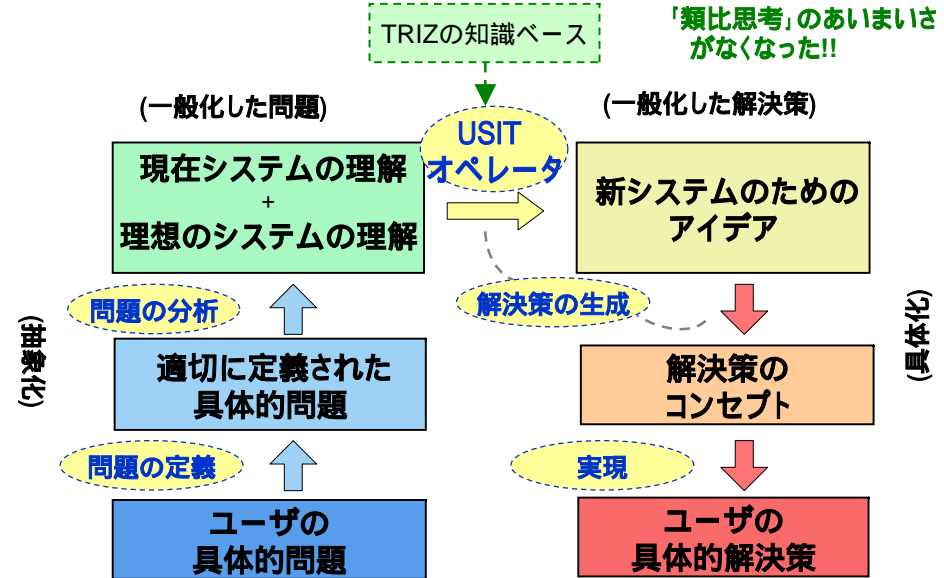
等価変換理論の構造

[2005. 7.31 中川 徹]



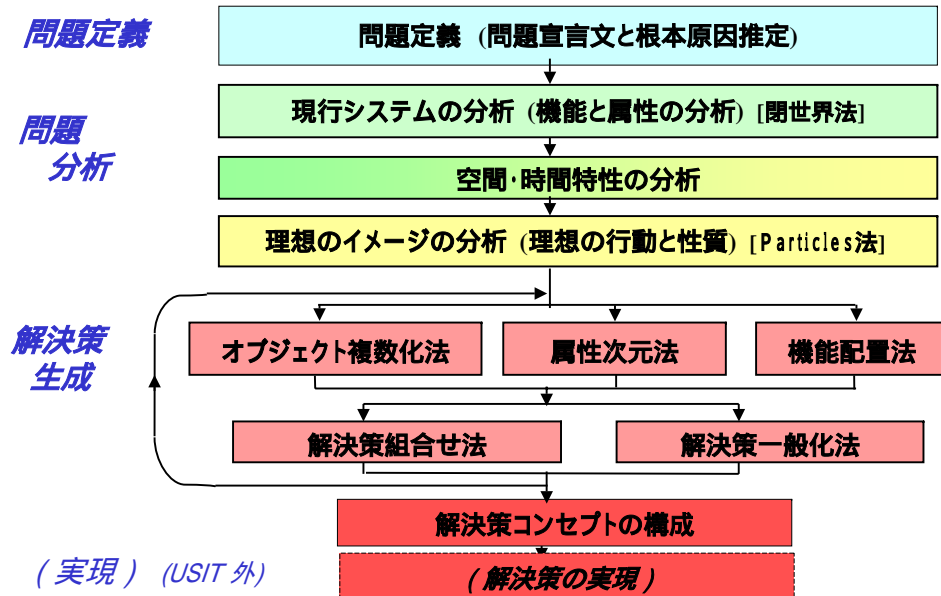
USIT の「6箱方式」 創造的問題解決の新しいスキーム

「類比思考」のあいまいさがなくなった!!




USITのフローチャート

改良: 中川 2005. 3



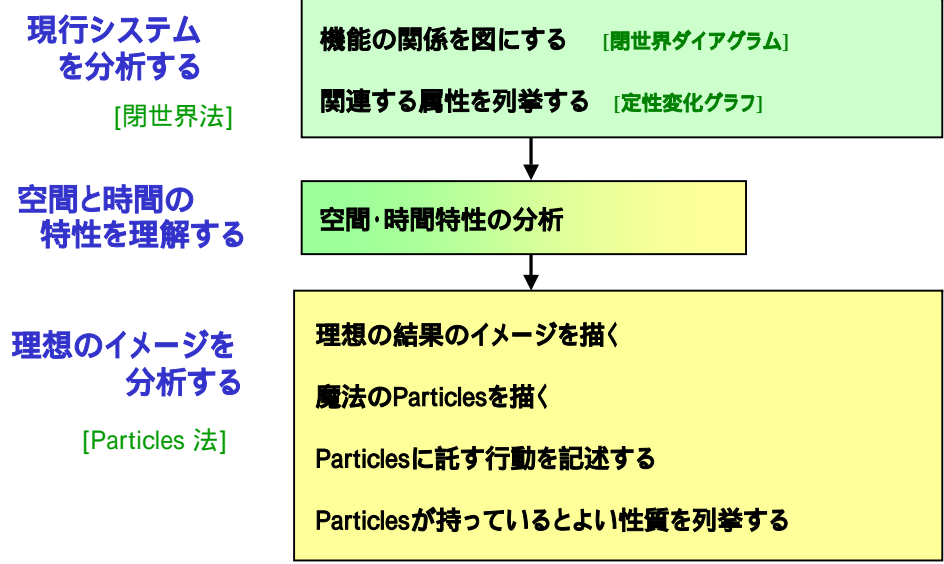
USITの適用例D: 「額縁掛けの問題」

問題定義段階: 「適切に定義された問題」にする。

- (1) 望ましくない効果: 額縁がいつの間にか傾く
- (2) 問題宣言文 (1~2行で書く): 通常の額縁掛け (釘1本, 紐1本, フック2本) を改良して、傾かない方法を作れ。
- (3) 問題状況の簡潔なスケッチ: 
- (4) 考えられる根本原因 (複数でよい): 額縁の重心のずれ、壁からの振動、紐が釘のところまで滑る、
- (5) 関連する最小限のオブジェクト群: 額縁、フック2、紐、釘、壁

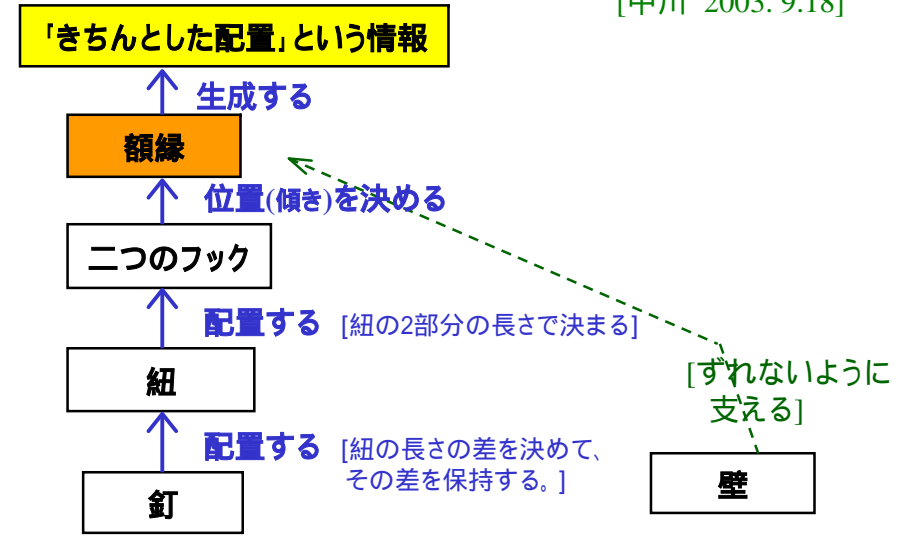
USITにおける問題分析の段階

[2004.12. 中川]

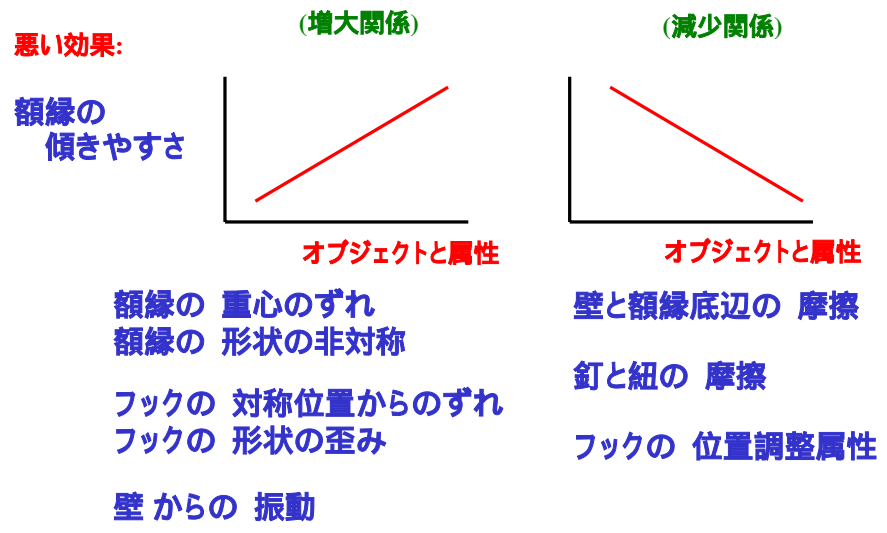


USITにおける機能分析 適用例: 額縁掛けの問題

[中川 2003. 9.18]

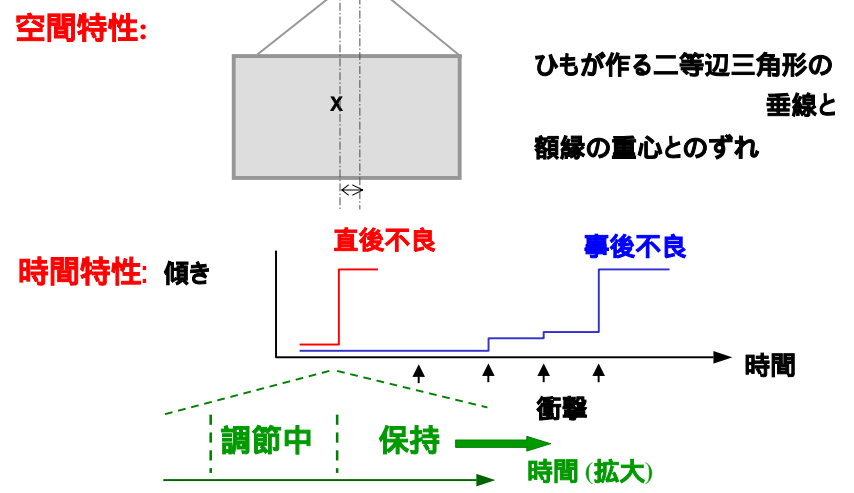


USITにおける属性分析 定性変化グラフを作る



USIT法における空間・時間特性の分析

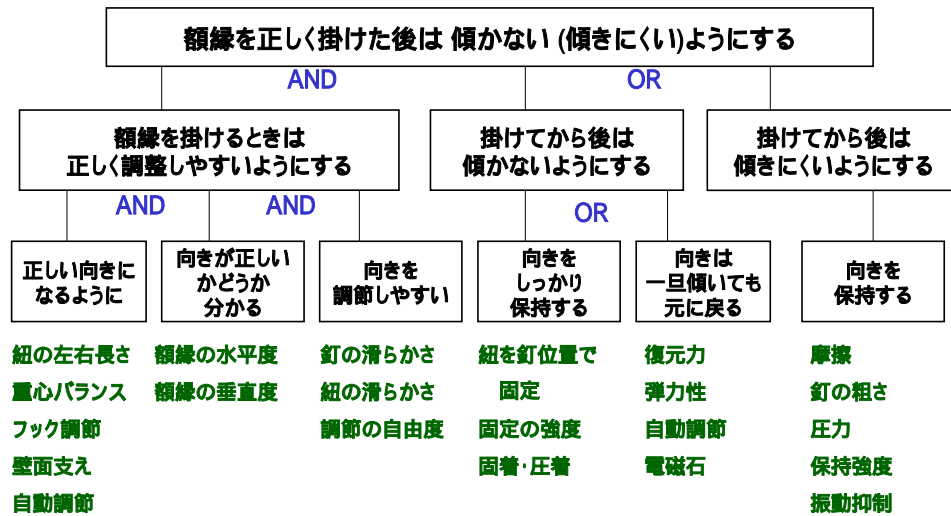
例: 「額縁掛けの問題」



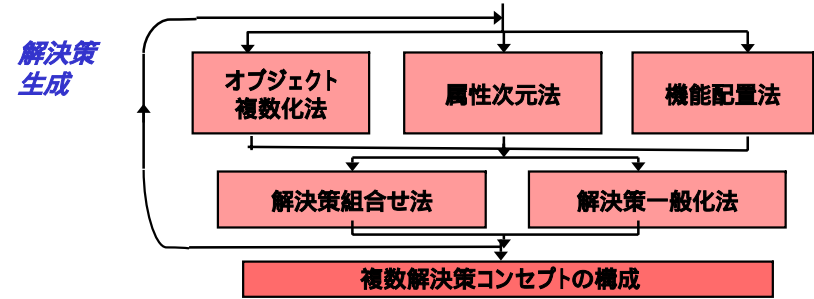
理想のイメージを作る

[額縁掛けの問題]

(Particles法の行動-性質ダイアグラム)



USIT における 解決策生成段階



各方法は「オペレータ」。繰り返し、さまざまな対象に適用する。
 オブジェクト を 複数にする (0, 2, 3, ... , 1/2, 1/3, ... 1/ , ...)
 属性 を 次元に関して変化させる
 機能 を 再配置する
 解決策の対 を 組み合わせる
 解決策 を 一般化する

USIT 解決策生成法 一覧表

「USITオペレータ」

中川・古謝・三原 (2002年)

USIT 解決策生成技法 (1c)

1) オブジェクト複数化法

- 消去する
- 多数 (2, 3, ... , 個) に
- 分割 (1/2, 1/3, ... 1/ ずつ)
- 複数をまとめて一つに
- 新規導入/変容 \leftrightarrow KB
- 環境から導入
- 固体から, 粉体, 液体, 気体 へ

2) 属性次元法

- 有害属性を使わない
- 有用な属性を使う \leftrightarrow KB
- 有用を強調, 有害を抑制
- 空間属性を導入, 属性(値)を空間変化
- 時間属性を導入, 属性(値)を時間変化
- 相を変える, 内部構造を変える
- マイクロレベルの属性
- システム全体の性質・機能

3) 機能配置法

- 機能を別オブジェクトに
- 複合機能を分割, 分担
- 二つの機能を統合 \leftrightarrow KB
- 新機能を導入
- 機能を空間的变化, 移動/振動
- 機能を時間的に変化
- 検出・測定 of 機能
- 適応・調整・制御 of 機能
- 別の物理原理で

4) 解決策組み合わせ法

- 機能的に 組み合わせる
- 空間的に
- 時間的に
- 構造的に
- 原理レベルで
- スーパーシステムに移行

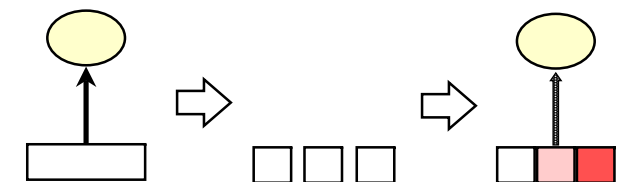
5) 解決策一般化法

- 用語の一般化と具体化
- 解決策の階層的な体系

(1c) そのオブジェクトを, 分割 (1/2, 1/3, ... 1/ ずつ) する。

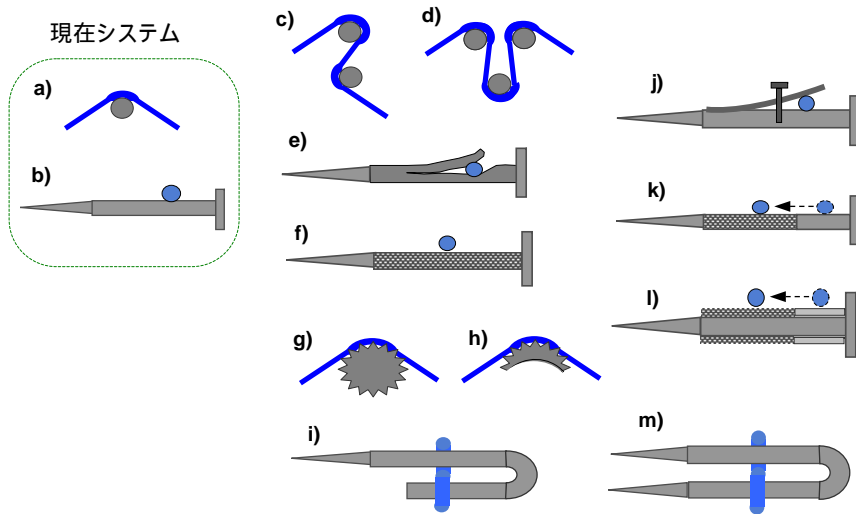
現在のオブジェクトを複数の部分に分割し, 分割した部分部分に (少しずつ, 互いに異なる) 変更を加えて, 再統合して一緒に用いる。

- P1 分割
- P2 分離
- P3 局所的性質
- P15 ダイナミック性



USITの解決策生成オペレータを作用させた例 (部分)

「額縁掛けの問題」で、「釘」にオブジェクト複数化法と属性次元法を作用させた。



適用例: 額縁掛けの問題 (「傾きにくい額縁掛けキットを作れ」)

解決策の一例: Sickafus の釘



- (a) **オブジェクト複数化法:**
「釘」オブジェクトを半分ずつにして、性質を変えて統合。
- (b) **属性次元法:**
釘表面の「滑らかさ」属性の値を、部分によって変えた。
- (c) **機能配置法:**
釘の「調節」と「保持」機能を分離し、釘の部分毎に担当させた。
- (d) **解決策組み合わせ法:**
釘を滑らかにして調節しやすくする解決策と、
釘の表面を粗くして、傾きにくくさせる解決策とを、
釘の部分分割することにより組み合わせた。
→ 時間によって組み合わせた。 [これが最も本質的]

多面的に解釈できる = USITに冗長性があり、適用しやすい。

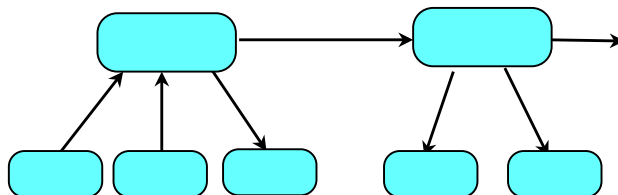
USIT 解決策生成技法 (5a)

(5a) 用語の一般化と具体化を繰り返し、
解決策を連想的に膨らませる。

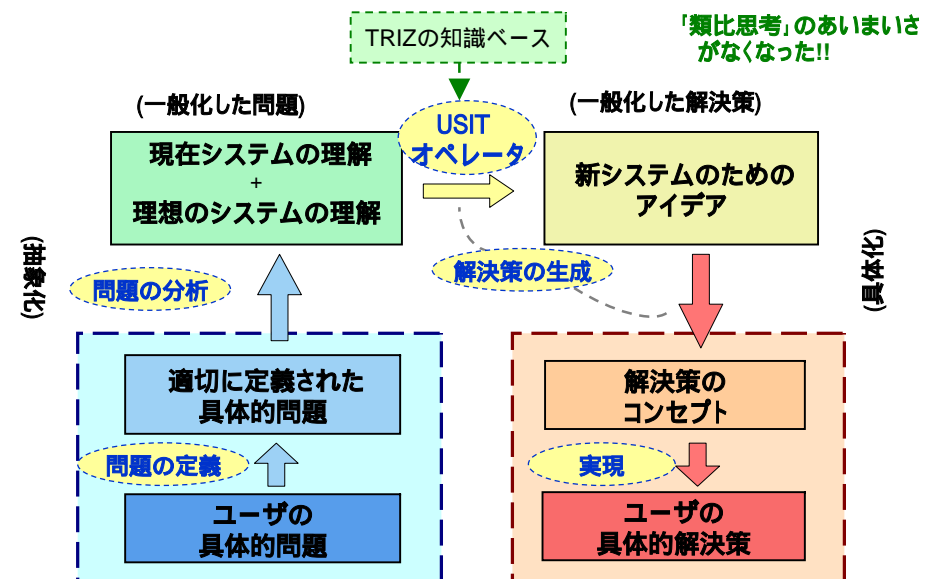
解決策の中の技術的用語を
一般的・総称的な用語におきかえて、
解決策の平易な雛形を作り、
新しい解決策を連想的に考え出すようにする。

H18 一般化

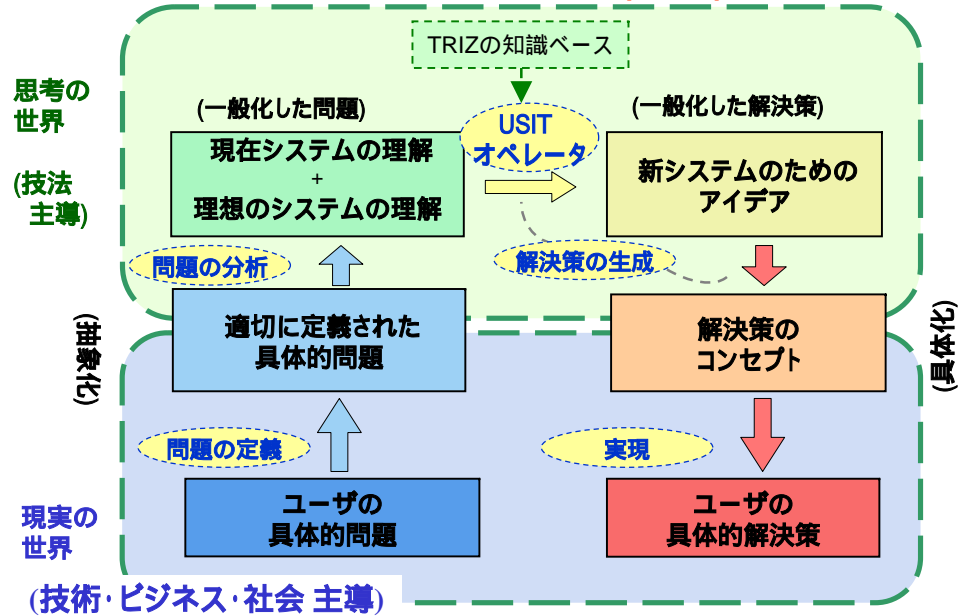
H19 解決策の雛型



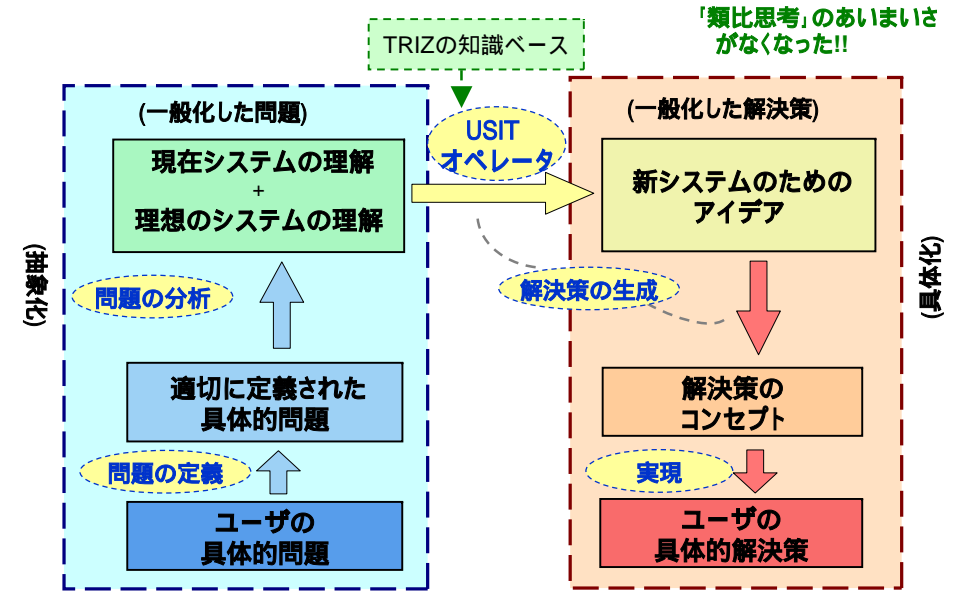
創造的問題解決の新しいスキーム (USIT)



創造的問題解決の新しいスキーム (USIT)



創造的問題解決の新しいスキーム (USIT)



USIT トレーニングセミナー (2日間)

2005. 7

9:00	(L4)問題分析(Particles法) 問題分析2 (Ex 3) グループ演習 (D3) 発表・討論
10:00	(L1) TRIZ/USIT の概要 (講演会)
11:20	(L5) 解決策生成
12:00	昼食 (自己紹介)
12:15	(L0) 導入
13:00	問題の概要説明
13:15	昼食
14:00	(L2) 問題定義
15:15	問題定義 (Ex 1) グループ演習 (D1) 発表・討論
16:20	(L3) 問題分析(閉世界法)
16:30	問題分析1 (Ex 2) グループ演習 (D2) 発表・討論
17:15	解決策生成1 (Ex 4) グループ演習 (D4) 発表・討論
17:30	解決策生成2 (Ex 5) グループ演習 (D5) 発表・討論
18:00	(L6) 企業への導入法 (D6) 総合討論
19:00	

USIT 2日間トレーニングセミナーの特徴

実地の問題 3件を グループ演習で解決する。

問題の重要性。未解決。明確な問題。技術的バックグラウンドをもつ。
問題解決への熱意。他の参加者の一人にその分野の素養。

参加者は 15~25人。技術者、スタッフ、マネジャ。TRIZ/USIT初心OK。

演習のグループは 4名~8名。

参加者の知識・素養を持ち寄る。違う観点からの考察が有益。
素朴な質問、原理的な質問をする素人も。

講義と演習で、USITを習得・体得でき、後に自分で実践できる。

社内研修、社内実践のモデルでもある。

公募制 実践トレーニング 「大岡越前守の三者一両損」の誓約

関係者	得るもの (得するもの)	損するもの (我慢するもの)
(A) 問題提案者	技法の適用により問題解決、技法の習得、 セミナーの技術成果全体の権利獲得 (他者の寄与も含めて)、2年間の独占的な成果の利用 (特許申請など)	2年後: 技術内容の公表を容認、企業の機密 (に準ずるもの) が他者に伝わるリスク
(B) 他の参加者	技法を実地問題で習得、 技法および適用事例 (技術内容含む) の社内報告可能 、技法の社内利用、技法の公表	問題解決への自己の寄与に対する権利の放棄、技術内容に関する社外への 守秘義務 (2年間) 、適用事例での技術開発に無権利期間(2年間)
(C) 主催者・講師	実問題での技法適用の経験 、技法と適用法の改良・公表の権利、 適用事例の公表の権利 (2年後以降、技術的内容を含む)	問題解決への自己の寄与に対する権利の放棄、技術内容に関する守秘義務 (2年間)

USITの企業での使い方・実践法

USIT法の習得は、(伝統的) TRIZよりもはるかに容易

- ➡ 社内にエキスパートを育ててリーダーとし、社内研修で、USITを理解する技術者を多数育てる

グループの共同作業に適している

- ➡ 技術者グループとUSITエキスパートで共同作業、USITエキスパートは、「リード役」、あるいは「聴き役」。

実地問題のコンセプト生成に適している

- ➡ 社内の大事な実地問題に、どんどん実践する。実績ができる。企業の研究・開発の枠組みの中に素直に入り込める。問題の選択と、解決策の実現は、現実の世界での対応が必要。

TRIZのソフトウェアとは相補的に用いる

- ➡ USITをグループで使い、人間の思考のプロセスをリード。TRIZソフトウェアは知識ベースとして、別時間に個人主体で。

今できるようになった TRIZ/USITの「着実な」導入 中川 2003. 1

TRIZの全体系を完全な形で ARIZのアルゴリズムに忠実に 問題のシステム分析を 最初から教えて 上からの組織で 全社員に号令して 従来の開発スタイルを革新して 有効性を“信じて” 急速に 広範囲に	TRIZのエッセンスを理解して USIT問題解決プロセスを使って USITの分析法・解法と TRIZデータベースを利用して 下からの組織を 上が承認・強化 自覚した人/グループを核に 従来の技術開発中に取り入れて 一つ一つ成果を積み上げて 着実に 深くそして 広く	TRIZを理解できる部分から USITの簡易化技法を使って USITの問題分析と TRIZデータベースを利用して 草の根の組織をベースに 自覚した人から徐々に 従来の技術開発中に取り入れて 有効性を実証しつつ 無理せず 着実に 深く
--	--	--



TRIZ/USITの意義

技術の新しい見方・新しい思想を与えた

技術革新のための強力な
知識ベースとソフトウェアをもたらせた

創造的な問題解決の具体的な方法を作った
USITの6箱方式は、創造的問題解決の新しいパラダイム
USITは「新しい世代のやさしいTRIZ」となった

今後、技術革新運動を担う
(従来の品質管理運動に無かった技術論をもたらした)