階層化

TRIZ アルゴリズム

Larry Ball (ハネウェル，アメリカ)

TRIZ シンポジウム 2007
The Third TRIZ Symposium in Japan

第3回 TRIZシンポジウム
2007年 8月30日～ 9月 1日
東芝研修センター (横浜市港北区)

日本語訳
高原利生，中川徹
TRIZ ホームページ

スライド和訳: 高原利生・中川 徹 (大阪学院大学)

目次

- TRIZ理論の明瞭化，修正
- ツール群の階層
- 解決策指向の原因分析
  - 原因分析のさまざまな形式
  - 機能 / 属性中心の原因分析
- 原因分析結果の利用法
  - 機能的 IFR (究極の理想解)
  - 矛盾の発見と解消
- 分離原理への追加
  - 時間，空間による分離，部分と全体の分離を超えて
  - いつそれらが使えるかを知る方法
- まとめ

イノベーション理論
次のレベルに移行するには?

- 異なったタイプのイノベーション問題

物理的矛盾を
解決するには？

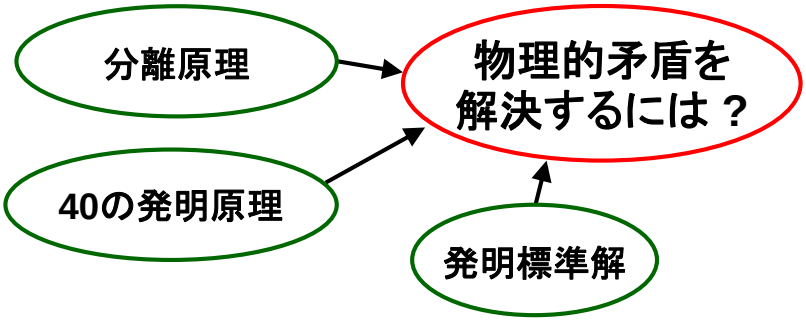
システムを
単純化するには?

一つの機能を
提供するには?

新しい市場を
発見するには？

有害機能を
有益に変えるには?

- 問題のタイプに応じて、異なるツールが必要
- 古典的 **TRIZ** の諸ツールには重複がある



**重複が多すぎて
パターンを
見つけにくい**

理論を明瞭にする

1. データを集めよ

15 4 8 27 16 12 21 17 10 20 2 18 23

2. 似たもの同士にグループ分けせよ

18 4 8 10 12 2 20 16	17 23 21 15 27

3. パターンと例外を特定せよ

2 4 ◯ 8 10 12 ◯ 16 18 20	15 17 ◯ 21 23 ◯ 27

イノベーション理論を明確化する

1. ばらばらにして、似たツールをまとめなおす。

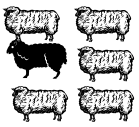
物理的矛盾を解決するツール群
システムを単純化するツール群
一つの機能を提供するツール群
新しい市場を発見するツール群
有益機能を理想化するツール群
通知機能を理想化するツール群
有害機能を理想化するツール群
機能の属性を特定するツール群
問題の原因を追跡するツール群
機能の属性を変更するツール群
システムをモデル化するツール群

2. パターンが姿を現し始める。

3. 利点：

開始する所

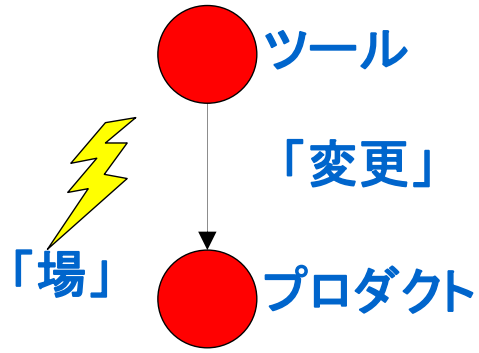
戻る場所

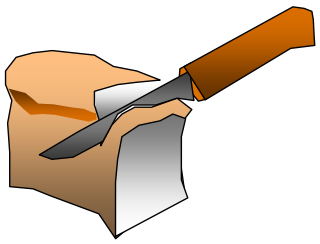

例外を特定する

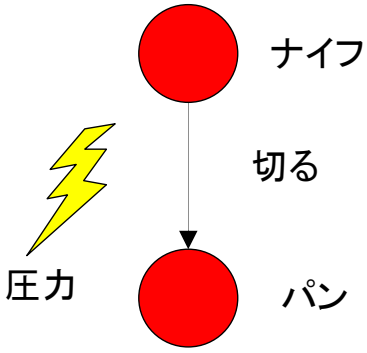
弱点を見つける

[機能に関する]用語の説明

用語（青字） と その例 （黒字）

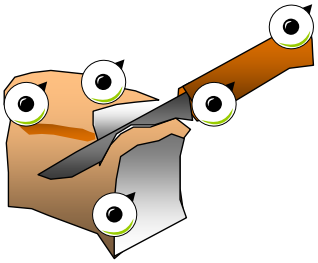






ノブ ＝ 属性

設定 ＝ 属性のレベル



決定の階層

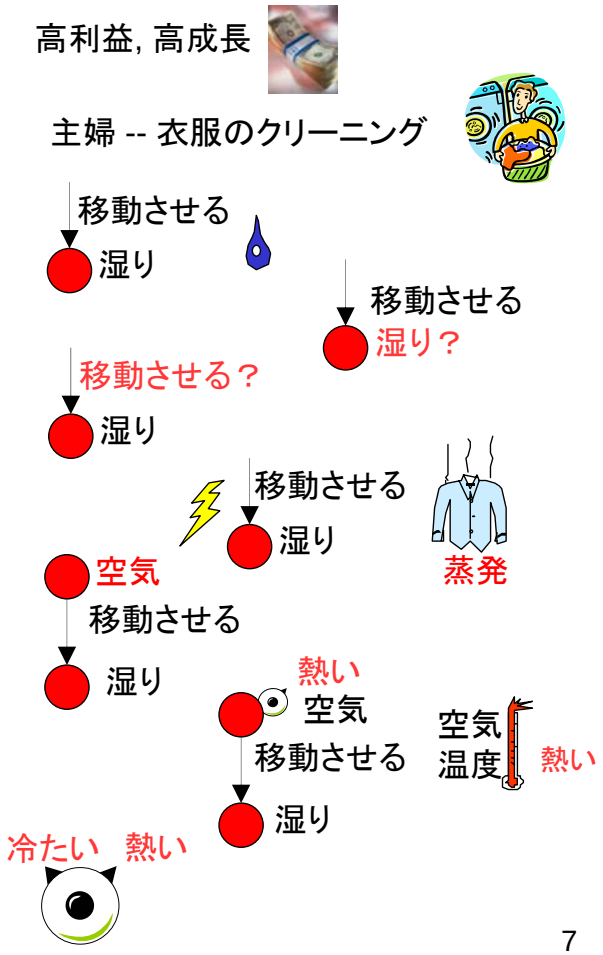
［訳注： これらの段階を追って決定していく ==> アルゴリズム］

ビジネスと市場のニーズを発見する
- ビジネスを行う場所
- 市場 (人々のグループとその仕事)

鍵となる機能を特定する
- 機能 (& 現在の性能)

機能の諸要素を理想化する
- 理想のプロダクト
- 理想の「変更」
- 理想の物理現象 (「効果」)
- 理想のツール

機能の諸要素の諸属性を理想化する
- 理想の要素属性
- 属性の配置 (矛盾)

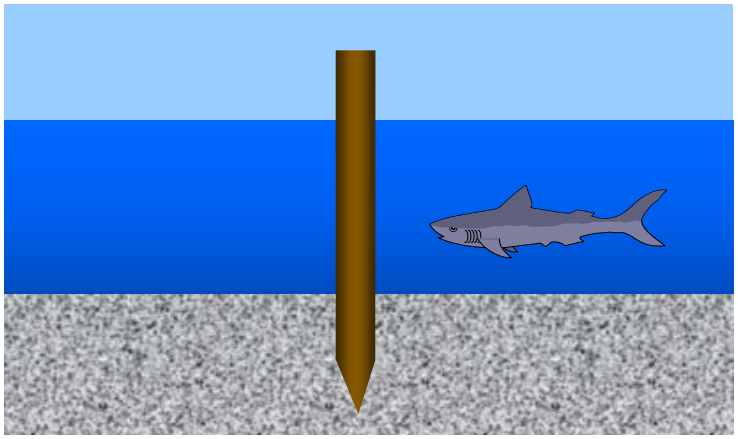


原因分析
例: 杭の打ち込み

杭の打ち込み速度が大変遅い。

高価な設備や人材が打ち込みの進行を待っていることがしばしばある。

打ち込み速度をどうしたら上げられるか?



簡単な原因分析: $Y = f(X_1, X_2, X_3 \ldots)$

Y = 打ち込み速度
ノブ [X1, X2, X3…] は何か?

矛盾を見つける簡単な方法は簡単な原因分析から始まる

杭打ち速度を改善する　　悪化するもの

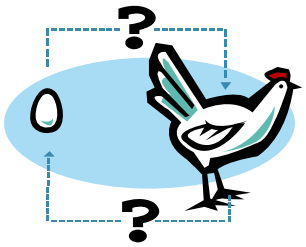
打込み速度が遅い	= f	杭の径が大	杭の径が小	= 破損の可能性が大 (or 打込み深さが大)
		杭打ち機の重量が小	杭打ち機の重量が大	= 破損の可能性が大
		地面の硬さが硬い	地面の硬さが柔らかい	= 打込み深さが大
		杭の柔軟性が柔軟	杭の柔軟性が硬い	= 杭の価格が高価

技術的矛盾 (TC)

物理的矛盾 (PC)

どちらを先に発見するだろうか?

技術的矛盾が先か、物理的矛盾が先か?



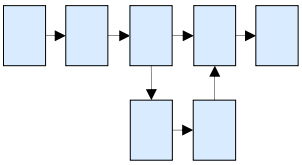
1		2	3		4
打込み速度が遅い	= f	杭の径が大	杭の径が小	=	破損の可能性が大 (or 打込み深さが大)

ARIZではどうか ?

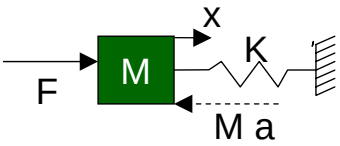
技術的矛盾を特定し、その後、物理的矛盾を見つけようとする -- ARIZ のこの因果関係の論理は間違っている。

原因分析のさまざまなタイプ

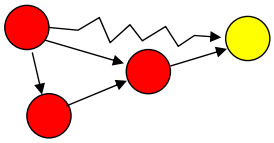
- プロセス中心の原因分析法
  (プロダクトもまたプロセス)
  – 相互作用を時間的にさらに細かく



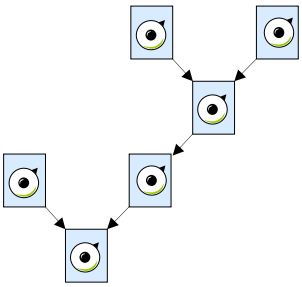
- モデル中心の原因分析法
  – モデルと式
  – 属性と結果との関係を理解する



- 機能中心の原因分析法
  – 各オブジェクトがなぜ必要かを示す
  – オブジェクトがどのように相互作用するかを示す

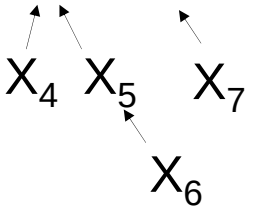


- 属性中心の原因分析法
  – 各属性が現在の設定になった原因
  – より細かくブレイクダウンして原因を示す



より高度な原因分析が解明すること:

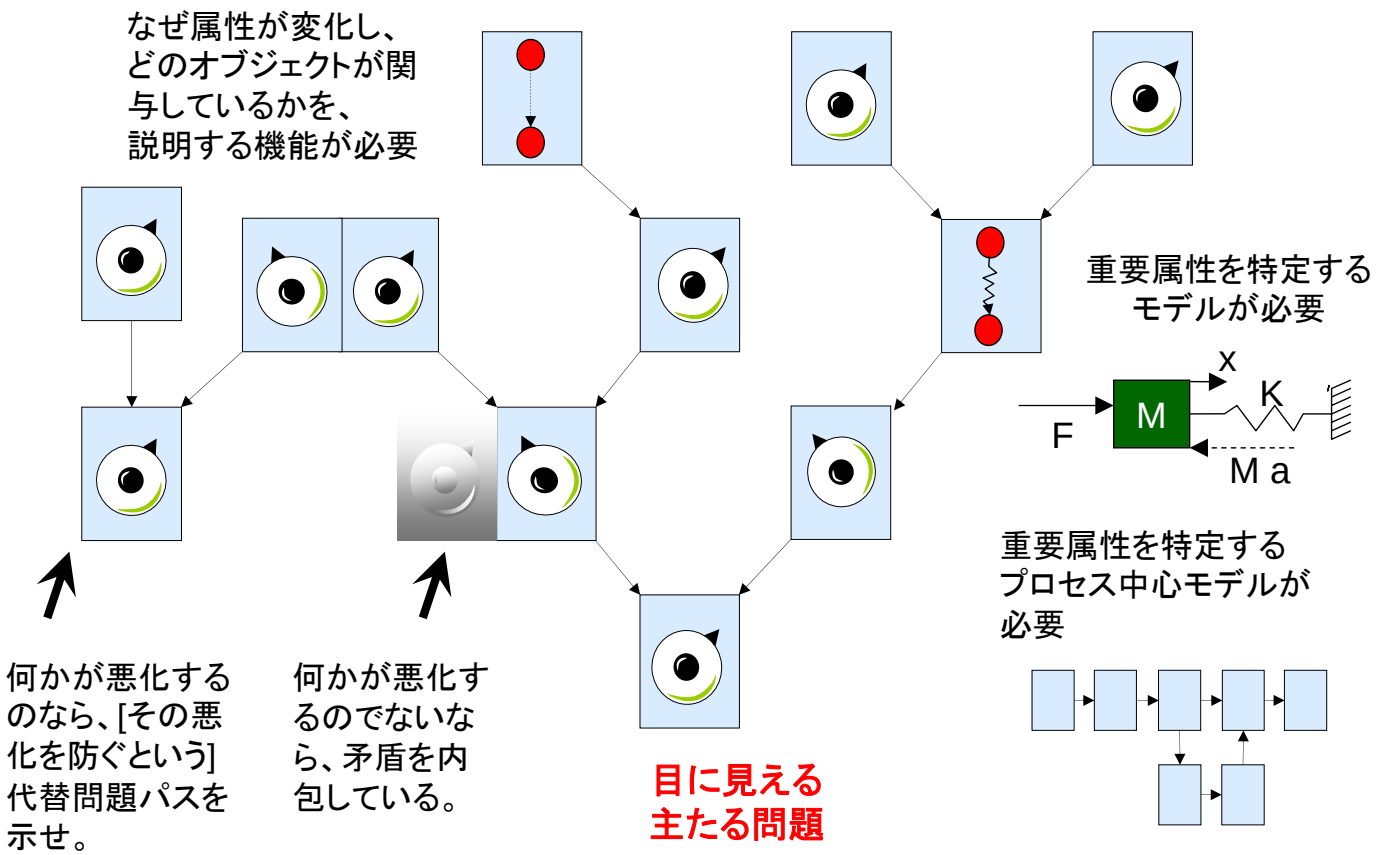
- 多数の属性が問題に関わっている　$(X_1, X_2, X_3 \ldots)$
- 原因の連鎖 →



- 時間とともに問題が進行していく様子
- 矛盾
- 代替問題　(代わりにこれを解く)
- 事実が理論と合致するさま

これらのどれが欠けても、理解は不完全

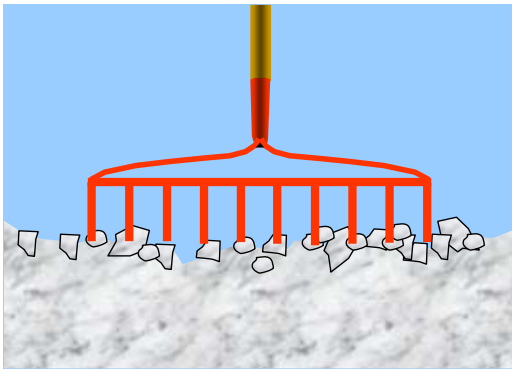
機能 / 属性中心モデル (簡潔版)



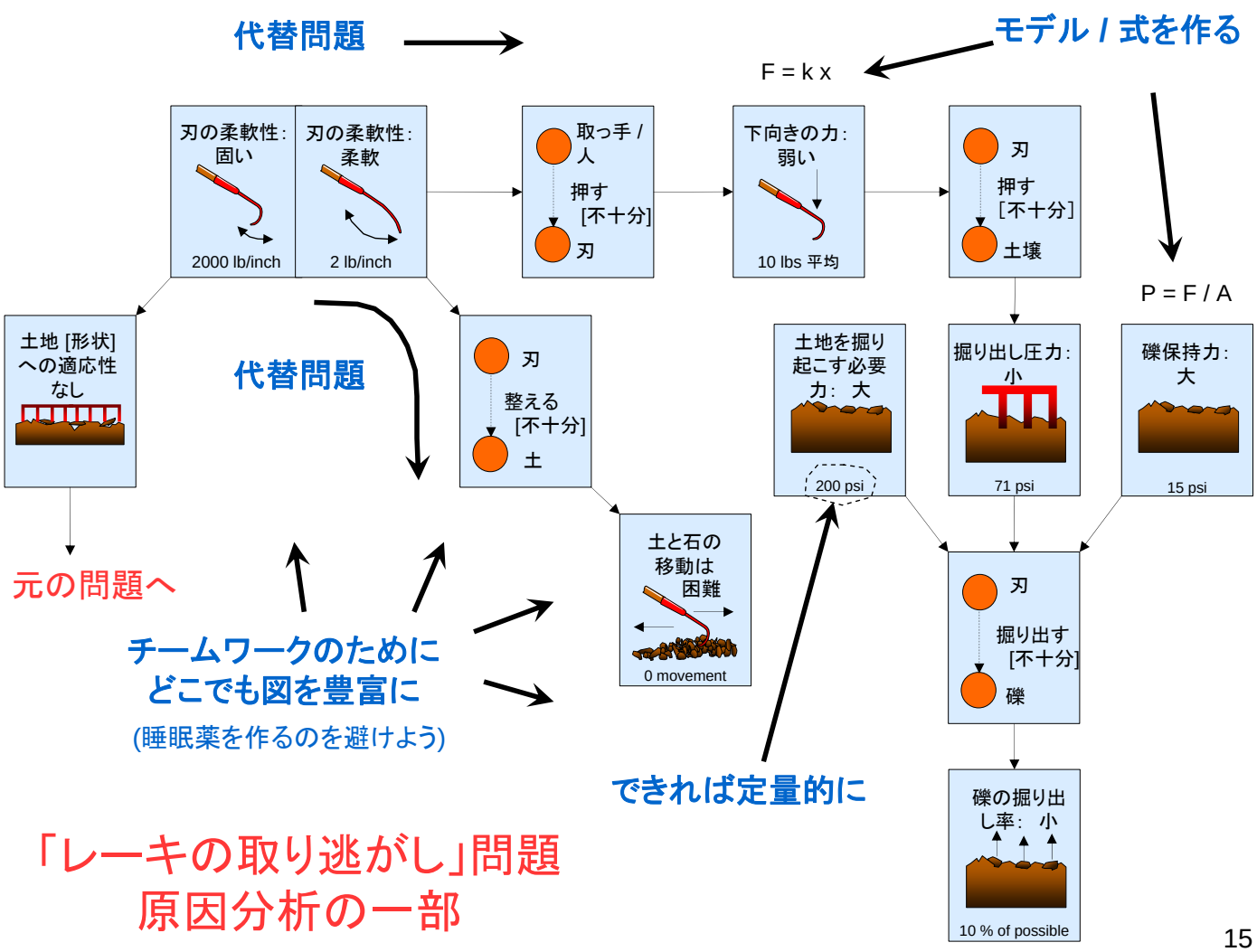
原因分析

例題: レーキ問題:

レーキを使うとき
刃の間と下から
取り逃がす礫の量を
どうしたら
少なくできるか?

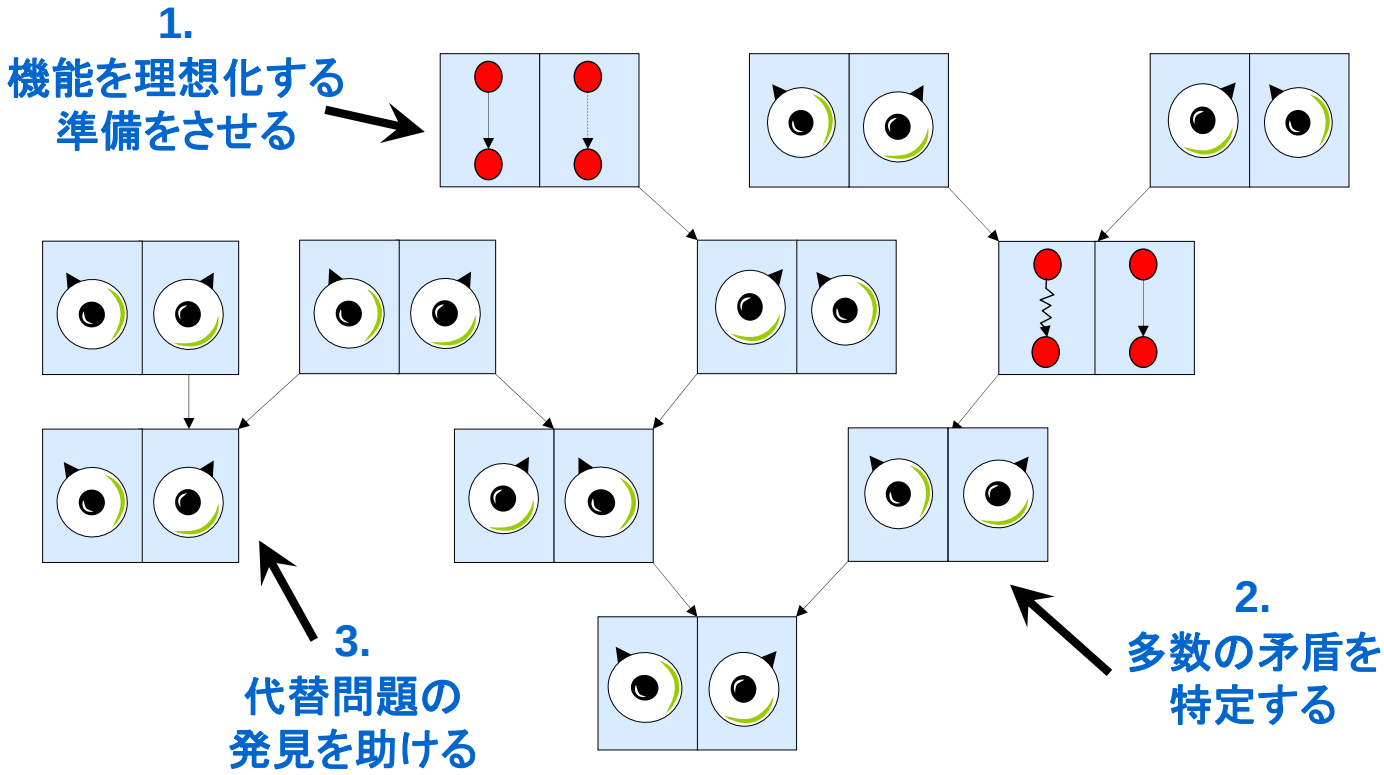


[訳注: この例題の原因分析の図 (著者作成、4枚) を、
本シンポジウムのProceedingsにAppendixとして添付する。
また、『TRIZホームページ』にPowerPointファイルで
掲載する予定である。(テンプレートとして使える)]



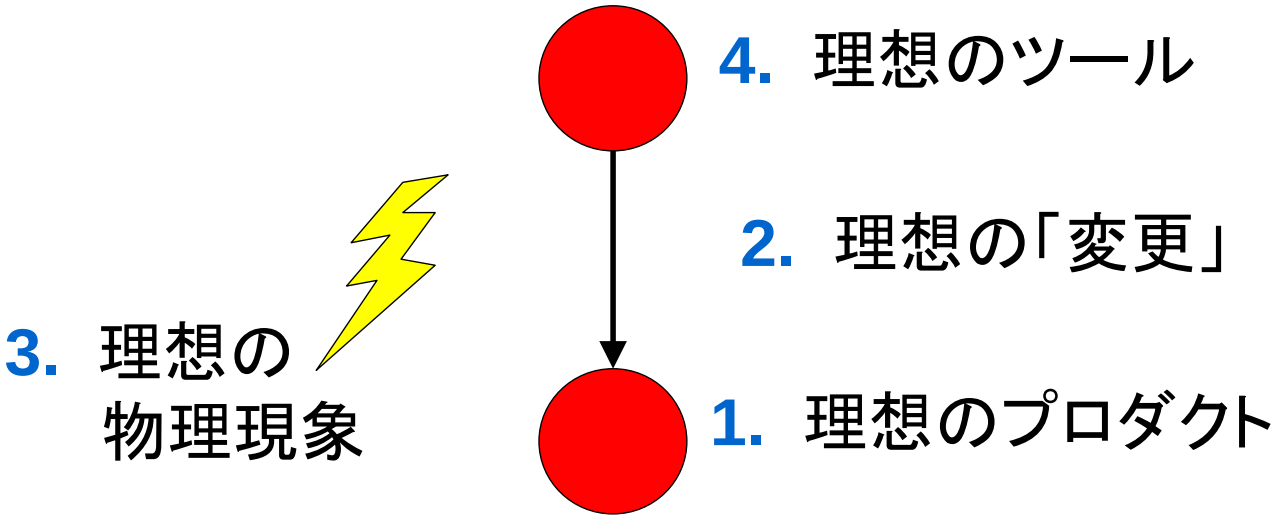
「レーキの取り逃がし」問題
原因分析の一部

なぜ、機能 / 属性中心 [原因分析] を薦めるか？



極めて多数のオプションを発見できるようにする

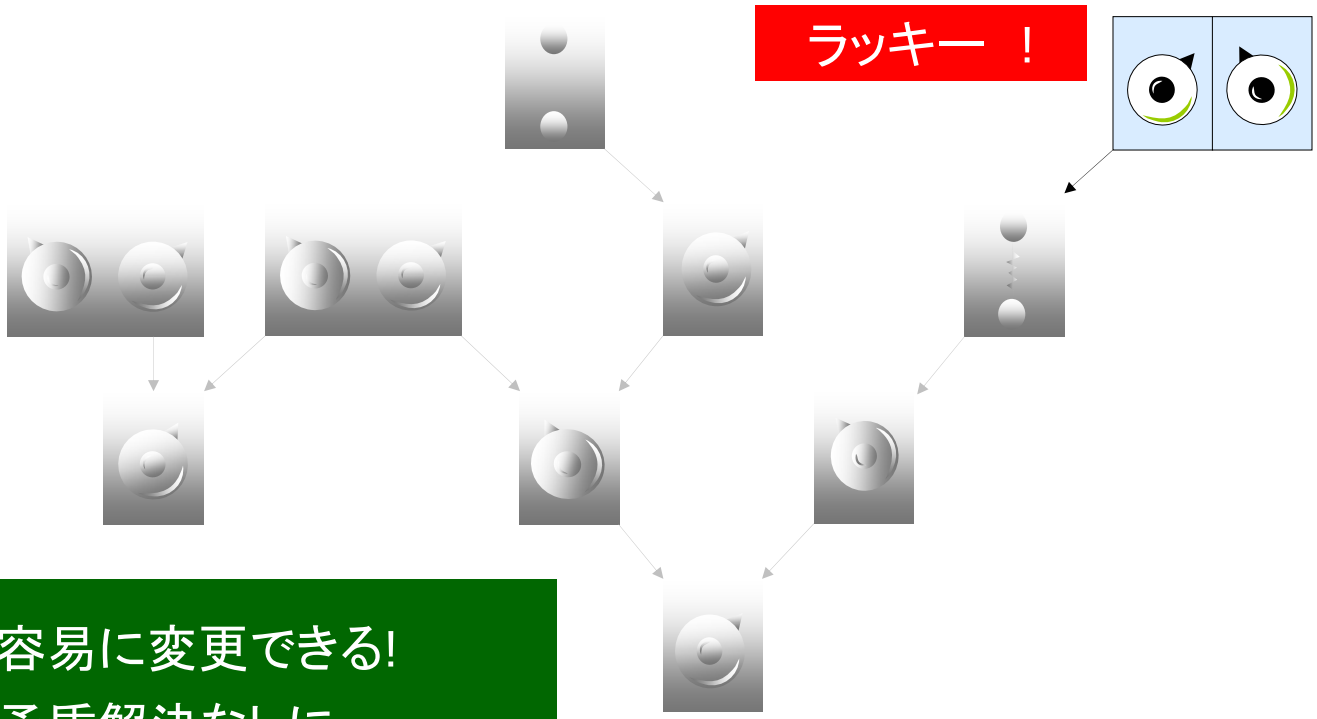
機能的 IFR（究極の理想解）



機能的 IFR は一般的 IFRより強力

＝ 多数のツールが多数のオプションをもたらす

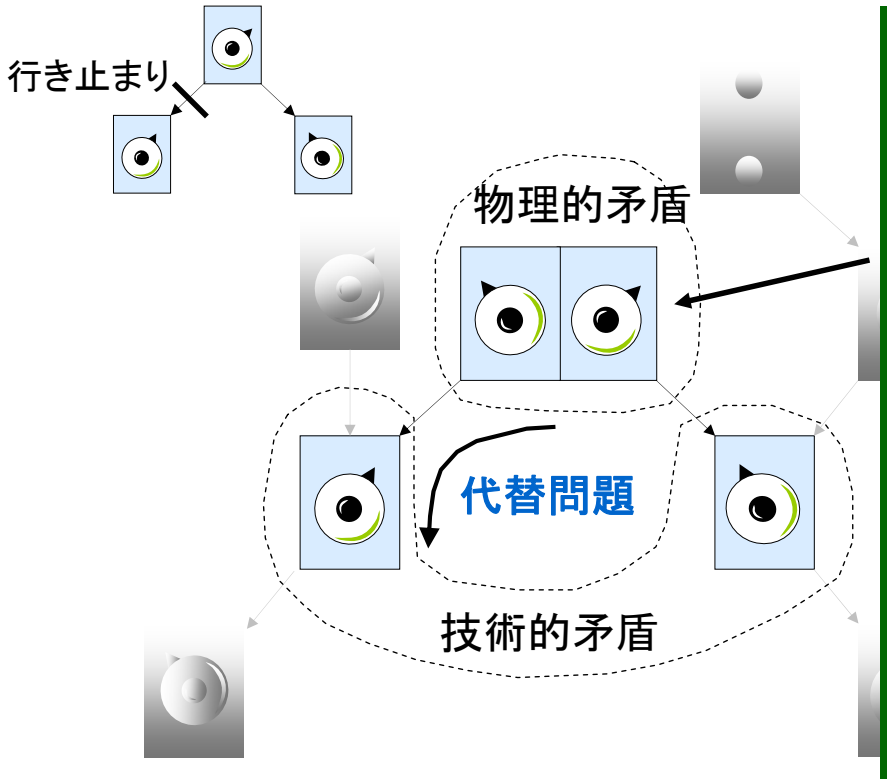
ある種のノブは、何の問題もなく回せる



容易に変更できる!
矛盾解決なしに
解決策を生成できる。

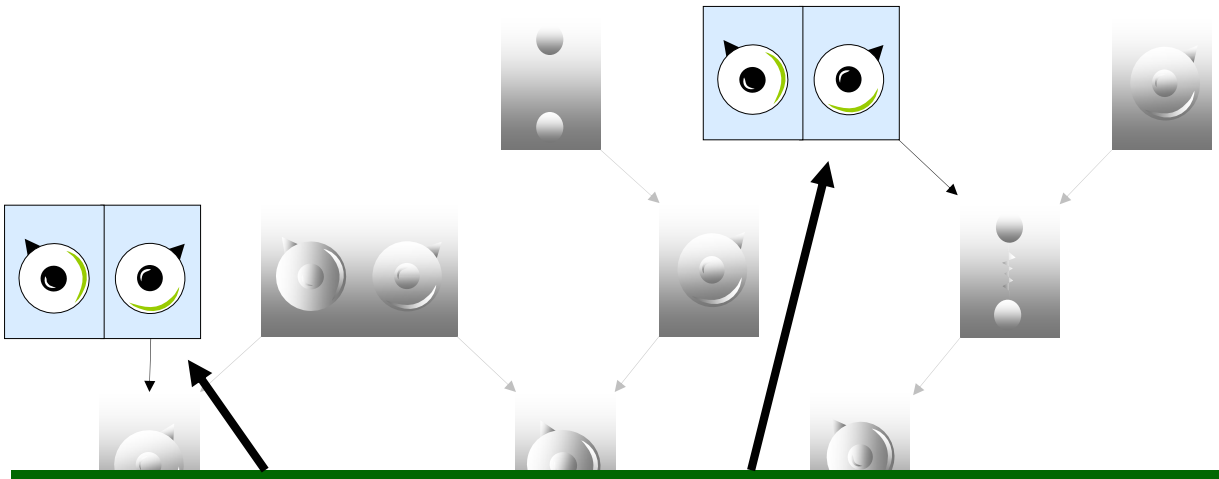
代替問題を生成する

文献では、このように
書かれているだろう。



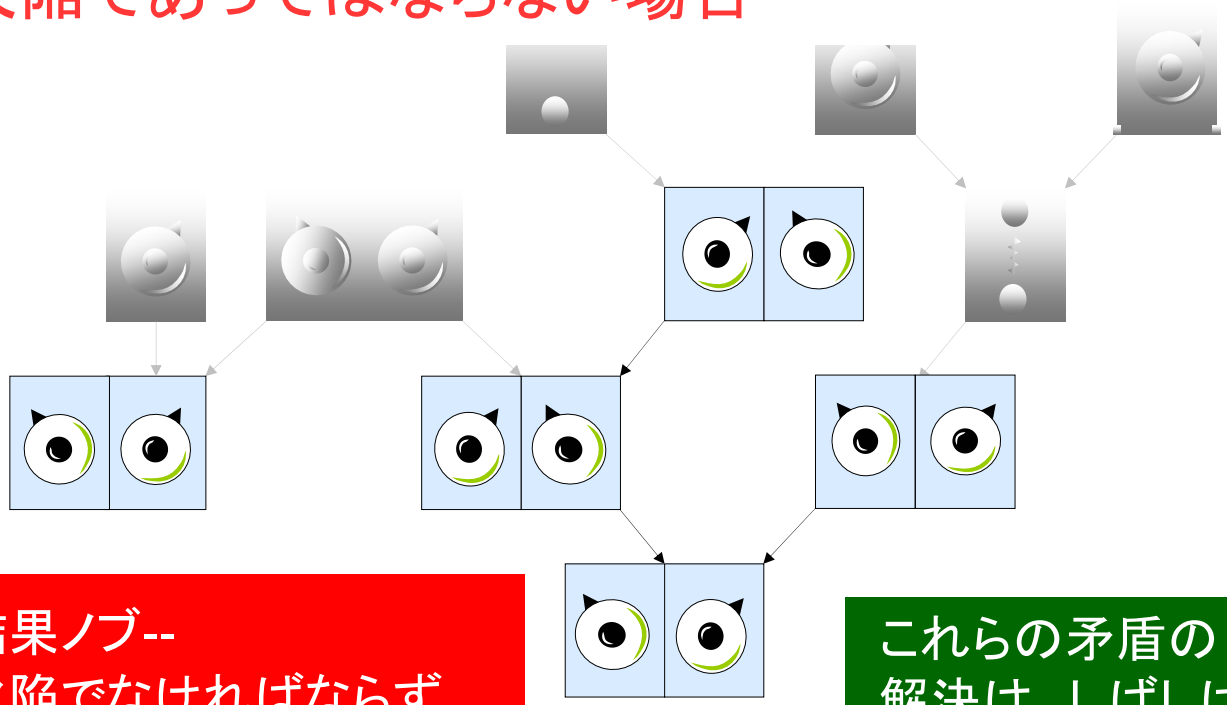
1. 要件は原因ではない。設計パラメータを変化させると何かが悪化する。
2. 代替問題は常に物理的矛盾からスタートする。
3. もしその [物理的] 矛盾を解決できないなら、代替問題を解決することを試みよ。

何も悪化しない場合の 矛盾



1. あるパラメータを変えても、何も悪化しない。
2. これら [のパラメータ] は、ある限定された特性値を持つか、あるいは予測できない値をもつ。
3. それは変えられない、しかし、変えなければならない!
4. 技術的矛盾は何も言及されていないことに注意せよ。

何かが欠陥でなければならず、かつ、欠陥であってはならない場合



結果ノブ--
欠陥でなければならず、かつ、欠陥であってはならない

これらの矛盾の解決は、しばしばよい結果をもたらす。

時間で分離する

両方の特性が生じなければならない条件とは、いつのことか?

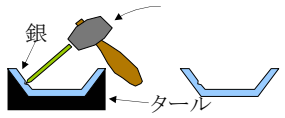
（条件#1）のとき、（特性#1）でなければならず　例:（高高度の）とき、（熱い）

（条件#2）のとき、（特性#2）でなければならない　例:（低高度の）とき、（冷たい）

これらのクリティカルな条件が**時間的に**分離できるか？

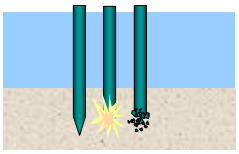
もし答えがイエス なら、時間的に分離するよう試みよ。

担体を処分する



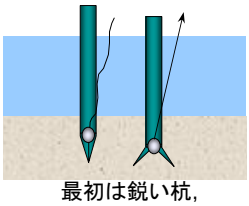
固いタールの上に柔軟なプレート　後でタールを除去

分割する



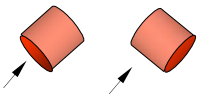
最初は鋭い杭,
それから鈍い杭

再配置する



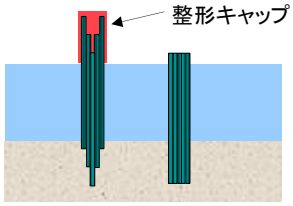
最初は鋭い杭,
それから鈍い杭

方向を変える



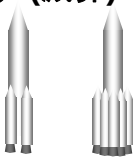
最初は丸い それから四角

入れ子を使う



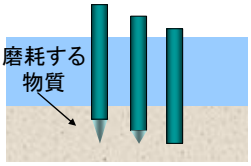
最初は鋭い杭、それから鈍い杭

部分を加える (加算) / 減らす (減算)



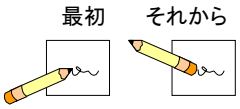
最初は推力小、それから推力大

変換可能な状態を使う



最初は鋭い杭、
それから鈍い杭

付加物の向きを変える

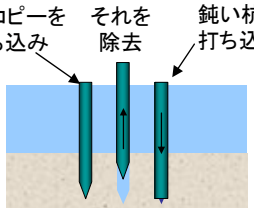


最初は書き、それから消す

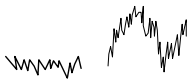
過剰作用 [を行う]

最初は全体を塗り、それから細部を

コピー または 複写する



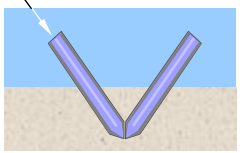
キャリアを加える



最初は
高周波
信号

それから
低周波
搬送波を
加える

先取り反作用 / 保護作用[を行う]



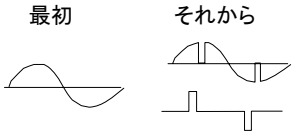
最初は鋭い杭, それから鈍い杭

時間で分離する (続)

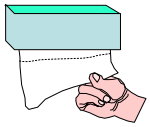
条件で

立っているときは水を閉じ込め、
アイロンをかけているときは水が出る

摘出する



先取り作用を使う



ゆっくり
カット、
それから
速く

不均一にする (局所的性質)

青の
ジャージィ

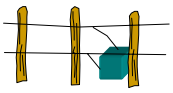
赤の
ジャージィ

廃棄する

瓶のキャップ

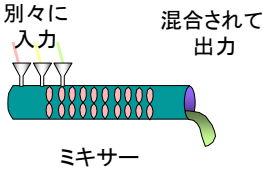
封じている　封じていない

場を追加 & 周期的作用



周期的な 高圧ショック
と低圧ショック

入力 / 出力で変換する



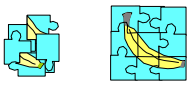
ミキサー

展開する / 伸張する

最初は
コンパクト

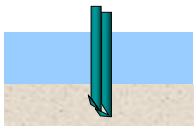
それから
大きい

相互作用させる



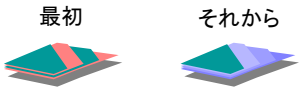
コンパクト　大きい

併合した相互作用をさせる



追加された鋭い杭が、
前の杭の縁を押し、
それを鈍い杭にする

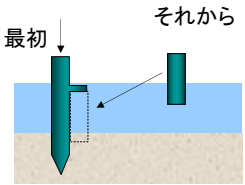
混合 / 除去する



プラスチックと
金属のラミネート

金属だけの
ラミネート

接触させる / 分離する

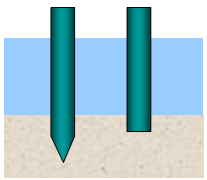


鋭い杭が鈍い杭を
ガイドする

空間で分離する

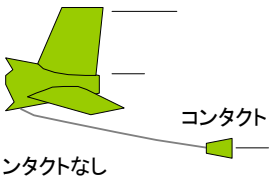
1. 各特性が**離れた実体の中に**存在するか? イエスなら、**空間的な分離**を試みよ。
2. 両方の特性が同一実体の中で起こっていると仮定しよう。
   両方の特性が**起こらねばならない**条件は、**どこにある**か?
   (条件#1) の場所で (特性#1) でなければならない。例: (調理)場所で(熱い)。
   (条件#2) の場所で (特性#2) でなければならない。例: (手の)場所で(冷たい)。
   各特性が**起こらねばならない場所**(要件がある)は**どこ**か特定せよ(描け)。
   両特性が離れているか? イエスなら、**その実体を不均一にして分離せよ。**

二つのオブジェクトを使う

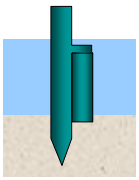


鋭いと鈍い

抽出する

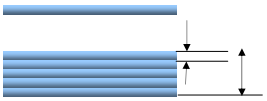


ガイド / 入れ子を使う



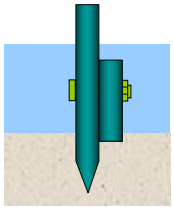
鋭い杭が鈍い杭を
ガイドする

部分を併合する



厚いオブジェクトが薄い
部分から作られている。
一つの薄いオブジェクト
が残っている。

付着させる



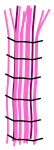
鈍いと鋭い

部分を運ぶ

柔軟なファイバーが
固い被覆で束ねられている。

ファイバーの一部は
伸びて柔軟なまま

部分を相互作用させる



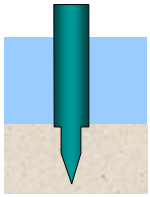
柔軟なファイバーが
部分的に束ねられ
固い束になっている。

ファイバーの一部は
伸びて柔軟なまま

混合する

導電性のある繊維
と
絶縁性のある繊維

不均一にする (局所的性質)

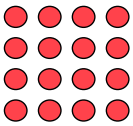


鈍いと鋭い

全体と部分の間で分離する

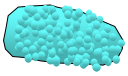
実体が望ましくない限定された特性値でやってこなければならないか?
もしイエスなら、部分と全体との間での分離を試みよ。

複数化(乘算)する



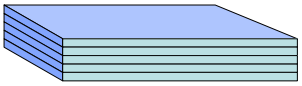
丸い多数の部分から
作った四角い形

分割する



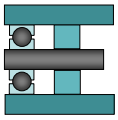
部分は溶けやすい、
しかし全体は溶けにくい

併合する(組み合わせる)



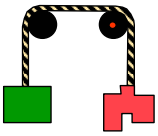
部分は薄い、しかし全体は厚い

クッションを利用



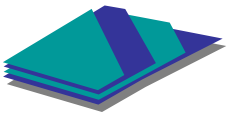
ベアリングとブシュ.
ベアリングがつぶれても、
全体はつぶれない

つりあいを利用(カウンタウェイト)



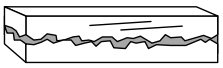
部分は重い、
しかし全体は軽い

混合する



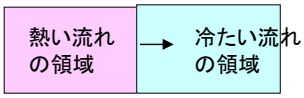
部分は吸収性がある、
しかし全体は屈折性がある

[マイナスを] 隠す



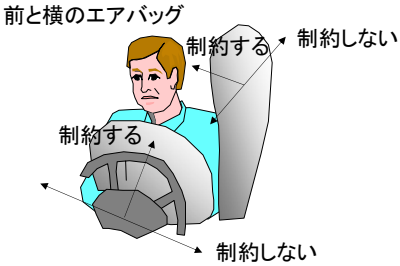
部分は粗い、全体はなめらか

部分が協調する



一部の領域は変化する、
しかし全体領域は不変

相補的な方向を利用する



担体に担わせる

サンドペーパー:

部分は固い、
しかし全体は柔らか

入れ子を使う

部分は飲み込みにくい、
しかし全体は飲み込み易い

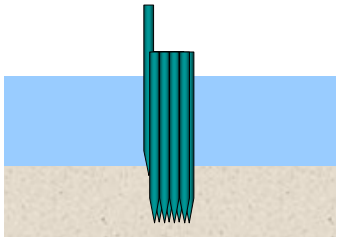
部分が相互作用する

部分は固い、全体は柔軟

徐々に分離する

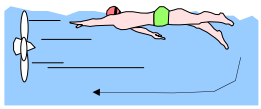
一つの特性を追加していき、または減らしていって、
その正反対の特性を持つようにできるか?
もし イエス なら、徐々に分離することを試みよ。

徐々に併合する



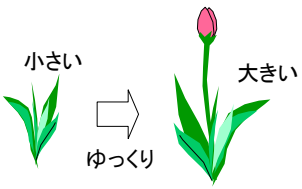
一つ一つは鋭い杭。
それを多数併合していくと、
より鈍い杭になる

繰り返して利用する



再利用:
少ない水を
繰り返し繰り返し使う
= 多量の水

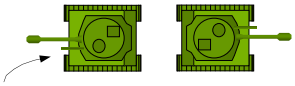
成熟する / 普及する



分離して使用する

安価で短寿命:
多数の安い使い捨ての皿を何
度も使うと、一つの長寿命の皿
と同じ効果を持つ

徐々に隠される / 顕れる

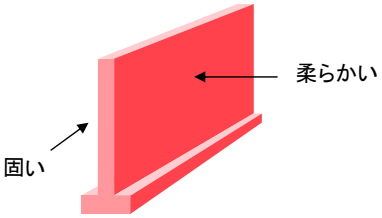


戦車は、前部は防護されているが、
後方からの攻撃には弱い。
そこで、新しく着いた戦車は [背中合わせ
になり] 互いを徐々に守りあう。

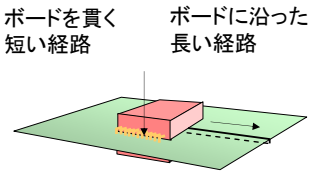
方向、経路、次元で分離する

矛盾した特性の中のひとつは，異なった方向、経路、あるいは次元に、すでに存在しているか?あるいは、そのように変更できるか？
もしイエスなら、ここでその矛盾を解決せよ。

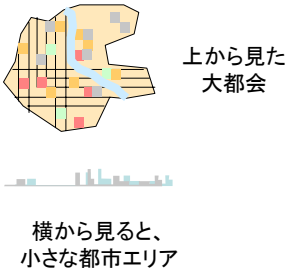
次元で分離する



経路で分離する



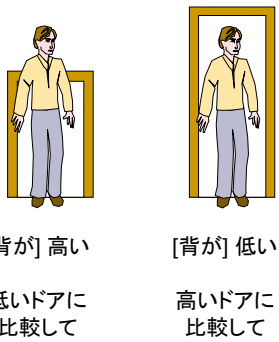
次元で分離する



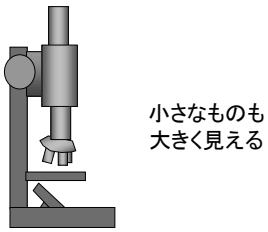
見方によって分離する

矛盾する特性のどちらか一方を持っているように**見えること**で、十分か?
もしイエスなら、ここでの矛盾解決を試みよ。

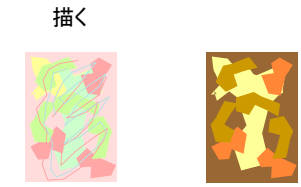
比較 [するものによる違いを利用する]



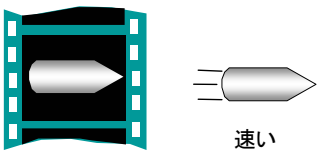
見る方法による [違いを利用する]



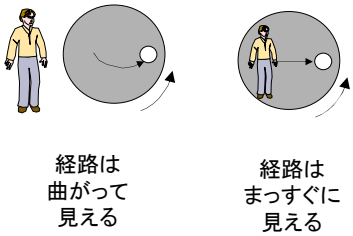
[反対のように] 見せかける



複写 / コピー

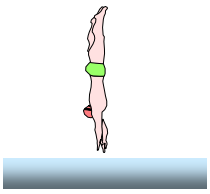


参照する枠組み [を変えて見る]

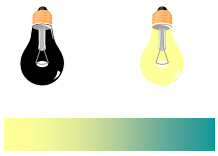


場に対する反応によって分離する

周波数 / 速度 / エネルギー



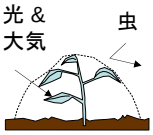
低速では水は柔らかい。[高所から飛び込み] 高速では水は硬い。



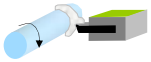
蛍光t物質：低周波の光では暗い。高周波の光 ［紫外線など］ では輝く

透過性

蝶番要素:
動きのある固体を選択的に通す。
気体、液体、小さなオブジェクトを遮ることができる。



機械的フィルター
(ふるい、織物、繊維で作った覆い、分子ふるい):
液体または気体を通す。



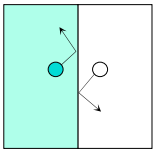
機械加工中、発生ガスは、泡によって遮られる

泡、液体、浮かんでいる固体、動きのある流体:
動きのある固体を選択的に通す。気体、他の液体、および極めて小さいオブジェクトを遮ることができる。特に不活性な材料を検討せよ。

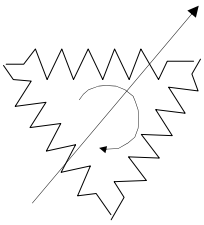
電球はある周波数領域の光を透し、空気および特定の周波数領域の光を透さない。

透明な材料や被膜 (ペンキを含む) :
物理的な場を選択的に透す。
[材料は] 固体、液体、あるいは気体。ある周波数領域を選択的に透すこともできる。(全ての物質は重力を透過させることを覚えておこう。)

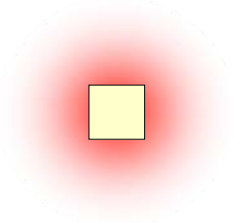
物質と場との間で分離する



[両側の] 気体は混合されないが、熱エネルギーは混合される。



フィールドコイルは静止したままだが、場は回転する。



オブジェクトは四角だが、熱せられた領域は丸い。

まとめ

[問題解決の] 進め方:

原因を分析する → 欠陥機能を理想化する → 矛盾を解決する

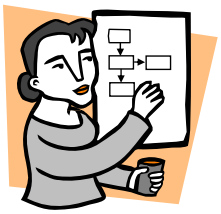
この進め方は非常に強力。

- ARIZよりも自然である (教えるのがより容易)
  - 因果関係の [推論の] 論理を訂正した。
- 非常に困難なまたはもつれた問題に、有効にアタックできる。
- 今まで出会ったことのない問題にも使える。
  - 技術的矛盾が明確でなくてもよい。
- 非常に多数の解決策への筋道を提供する。

一つの挑戦

- あなたが今していることを、書きとめよ

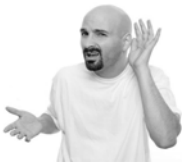
- それを可視化しておけ



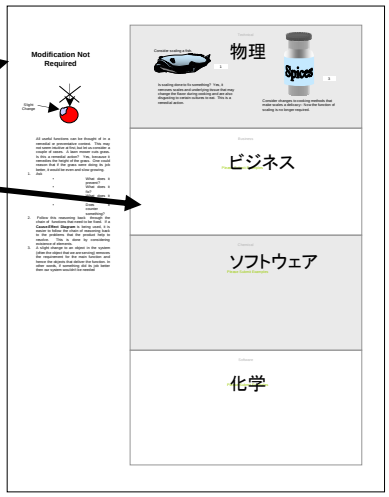
- それをどこでも利用せよ

- 常に試し、そして改善せよ

- フィードバックを得よ



共著者になるお誘い

[訳注:『Hierarchical TRIZ Algorithms』の拡張版、事例を強化する方針]

1. 各ページがイノベーションのツール
   - ステップバイステップでツール利用
   - 事例 [を募集] : 物理, ビジネス, ソフトウェア, 化学、など …
     多くの空きスペース! (現在 570 ページ)
   - アルゴリズムが構造をもたらす
2. 現在 & 常に、あるがまま (“As Is”) で販売
3. 編集には Wiki を利用 (パスワードで保護)
4. 収益は人道支援へ
5. 共著者は自分の仕事に使える
6. http://trizalgorithms.jot.com