

科学情報方法論 講義
第1回

やさしい導入：
技術革新に必要な 柔軟な思考

2010年10月 5日

大阪学院大学
情報学部 中川 徹

はじめに

諸君がよく知っているように、

会社も商店も、よい製品やよいサービスを安く提供することにしのぎを削っています。

その競争に負けると、赤字になり、倒産することになるからです。

しかし、それには、他の会社や商店よりも、

よりよい製品やよりよいサービスを、より安く、作る/入手することが必要です。

それには、新しいアイデアで、よい製品/サービスを作り、

入手することが必要です。

それは、絶え間ない「**技術革新**」によって、初めてできるのです。

諸君は、

パソコンやインターネットに興味を持って情報学部に入ったでしょう。

パソコンや情報関連の技術を身につけたいと思っているでしょう。

将来は情報に関連したいろいろな製品やサービスに

自分が仕事として寄与できるとよいなあとと思うでしょう。

そのような製品やサービスを自分で開発したいでしょう。

新しい製品やサービスを開発できるようになりたいでしょう。

「技術革新」に貢献したいと思うでしょう。

みんな、一步一步やればできるのです。

それには、情報関連の技術を学ぶとともに、

もっと一般的な「考える方法」を身につけるとよいのです。

社会で仕事をするには、「心構え」が第一です。

本当にすべき大事な仕事の問題は、
教科書に書いてあるわけではありません。
誰かが「正解」を知っているようなものではありません。

まず、「何をするとよいのか?」も自分でつかむ。
「何か 困ること/解決すべきことがあるか?」
「何か すると良くなることがあるか?」

-- これらを広い意味で「問題」といい、
それを解決していくことを「問題解決」といいます。

この講義では、「創造的な問題解決の方法」を学びます。

いくつかの事例で学ぼう

例：アルキメデス に課せられた問題（古代ギリシャ）

王が金の冠を作らせた。

しかし、王はその冠が良質の金でなく、職人が混ぜ物をした
のではないかと疑った。しかし、証明する方法がなかった。
王はアルキメデスに、命じた。

「冠の金が本物かにせものかを区別する方法を見つけよ。
ただし、冠をこわすな。」

金は（銀や銅よりも）高温まで融けないこと、
同じ体積ではより重いことは分かっていた。
しかし、壊さずに調べる方法は分からなかった。

アルキメデスは長いこと考えたが分からなかった。
ある日浴場に入ると、湯が縁からざぁーっとあふれた。

そのとき、アルキメデスにはアイデアがひらめいた。
彼は、「分かった！分かった！」と叫びながら、
はだかで街中を走り回った。

彼が分かったこと：

(自分が風呂に入ると、水があふれるのと同じように)
容器に水を張り、王冠を入れれば、水があふれる。
そのあふれた水の量は、王冠の体積と同じである。
一方、王冠の重さは簡単に量れる。
すると、この王冠の比重 (= 重さ / 体積) が分かる。
この比重を、本物の金の比重と比べれば、
王冠が本物の金でできているか、にせものかが分かる。

ここで彼が「ひらめき」を必要としたのは、
王冠の「体積」を測る方法であったと思われる。

- - あとから考えると簡単でも、初めて見つけ出すことは大変。

いままで人々が解決できなかった問題には、
何かの「壁」がある。

分からないことの焦点。

それが分からないと何も分からないようなこと。

「発明 / 発見」でも、その他の大きな仕事でも、
問題の核心にある、このような「壁」を見つけ、
その「壁」を打ち破ることが、成功する条件である。

「壁」を打ち破るのは、たいてい、

「あっ そうだ！ そうすればよいんだ！」

と瞬間的に分かる。 (思いつき, 発想, ひらめき)

では、この「発想」(ひらめき)を確実に得るには、
どうしたらよいのか？

「ひらめき」の例を研究して、まねられないだろうか？

科学者たちの歴史的逸話の研究から

一般的・共通的に分かってきたこと:

- ・ 基本的な知識を持っていて、学習・研究しており、
- ・ 強い問題意識を持って、それ以前に長期間考えていた。
- ・ リラックスした心理状態のときに、
 ちょっとしたできごとや夢がきっかけになった。
- ・ 自分の問題に当てはめて、明確な解決策にした。

しかし、この結果をまねて「ひらめき」を得ることは難しい。
長期間努力しないといけないことは分かっているが、
「ひらめき」がいつ起こるのか、はっきりしていないから。

最近、「創造的な問題解決のための方法論」が樹立されてきた。

TRIZ(トリーズ) という方法を基礎とするもの。

1946年来、旧ソ連の民間でゲンリック・アルトシュラーが開発。
1990年代以降、米・欧・日・韓などに普及してきている。

科学技術の知識、特許を分析した知識を整理して使う。
問題解決のための具体的な考える方法をいくつも持つ。
特に、「矛盾」を解決する方法を作った。

==> 「ひらめきという、(偶然の) 大きなジャンプ」に頼らず、
きちんと問題を分析して理解を深め、
「多数のアイデア (小さなジャンプ) を積み上げて」、
确实により高い段階に進む。

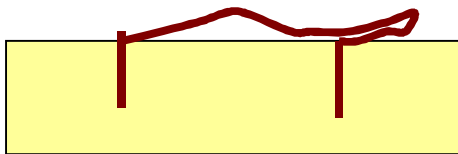
そのための知識ベース、技法、ソフトツール が開発された。

課題: ホッチキスの針をつぶれないようにしたい

中川のゼミの卒業研究より ---- 神谷和明 (2004年1月)

通常ホッチキス (例えば MAX10) では、
コピー用紙 30枚程度になると、針がつぶれて刺さらなくなる。
より厚い紙束でも止められるように改良したい。

つぶれた針を観察すると、
必ず横につぶれている。

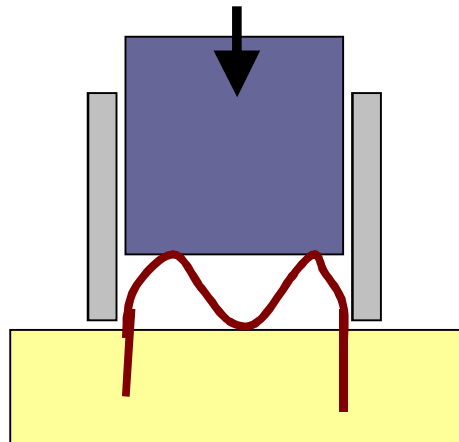


==> ホッチキスの横向きの「ガタ」が
問題でないか考えた。

軸の部分をもっとしっかりした構造に
するとよいのだろう ……

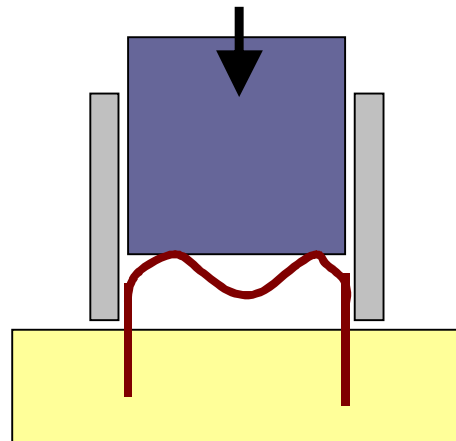
あるとき、ホッチキスの針が引っ掛かって、動かなくなった。

観察:
引っ掛かっていた
状態



繰り返し実験してみると、

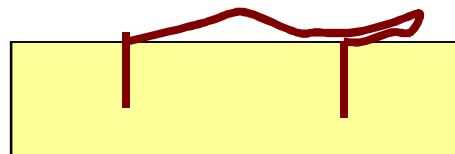
針はむしゃげる直前に
内部の空間に入り込み、
M字形になる。

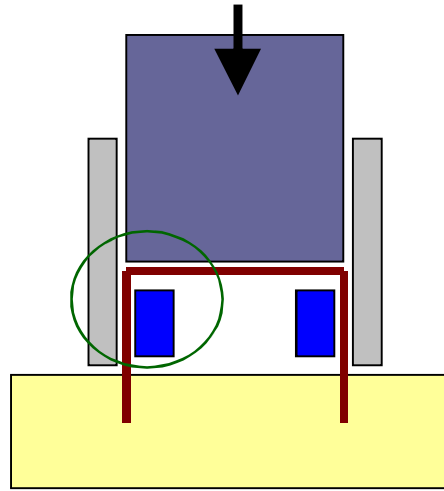
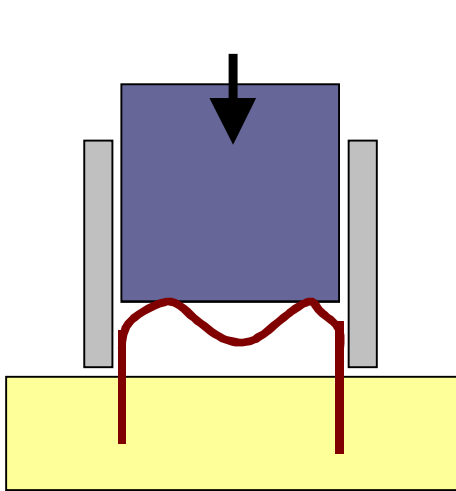


どうしてだろう?

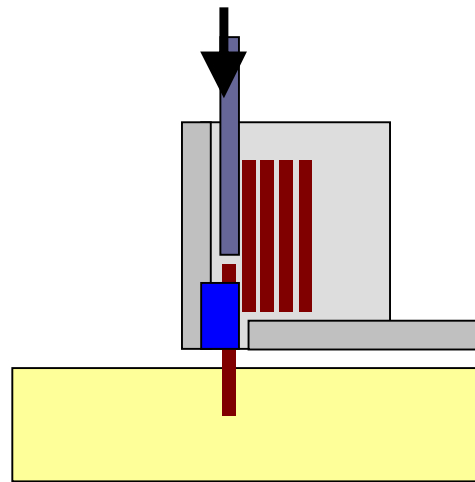
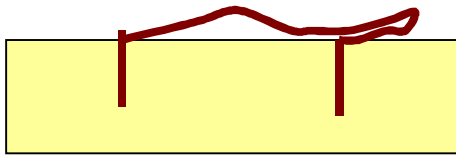
どうして針の真中が
下がるのだろうか?

針の真中など
押していないのに、





そうだ、
針を内側から
支えればよい!

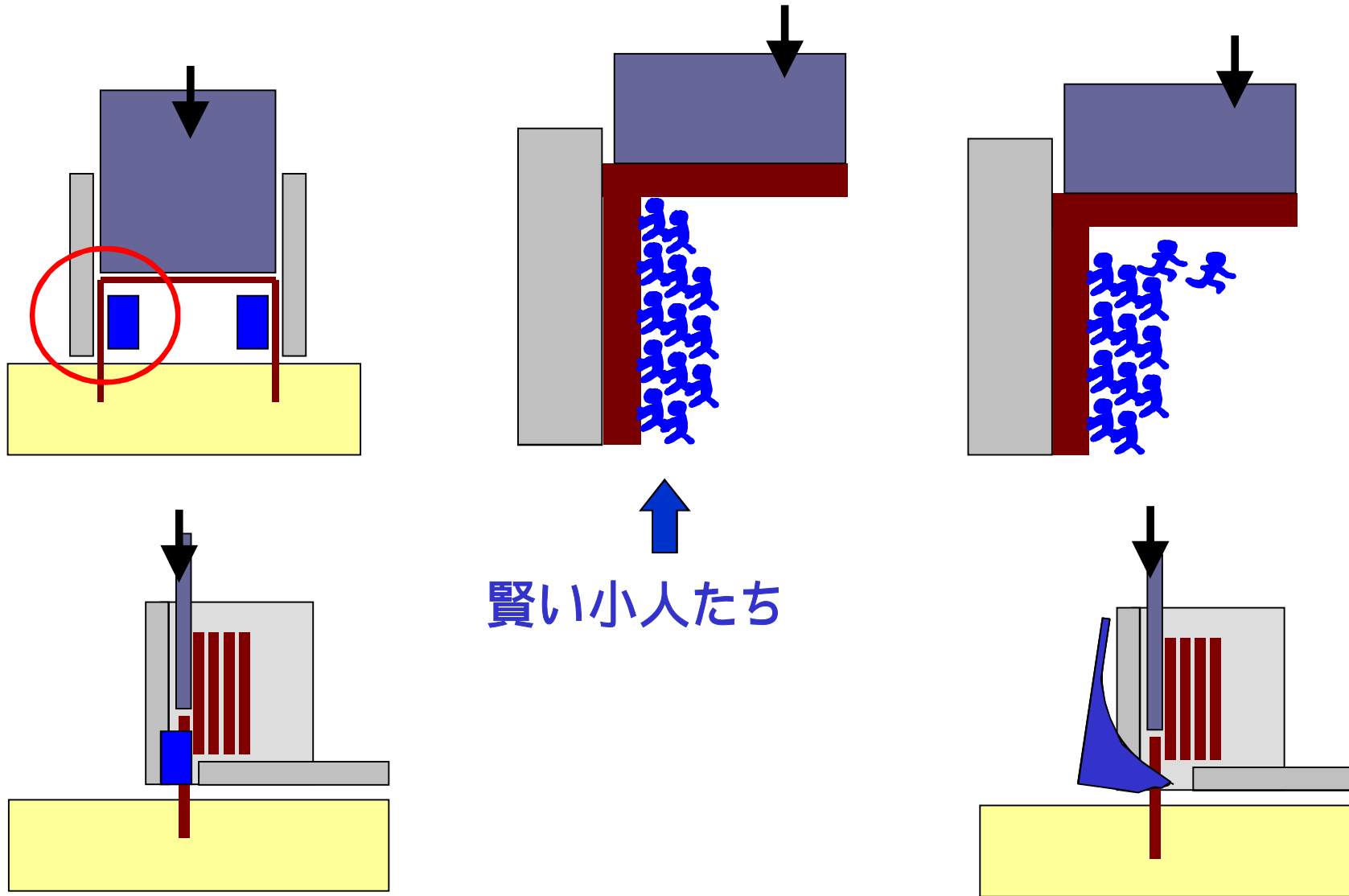


待てよ、なんだか
おかしい。

支えが邪魔になって
針が刺さらない。

どうしたらよいのだろう?

中川 徹・神谷和明 (2004)



賢い小人たち

アルトシュラーの賢い小人たちの方法

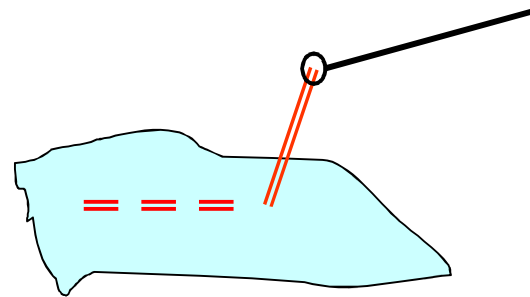
身近な適用例: 裁縫で短くなった糸を止める方法

問題を定義する:

(a) 望ましくない効果: 糸の長さが、針より短く、玉止めできない。

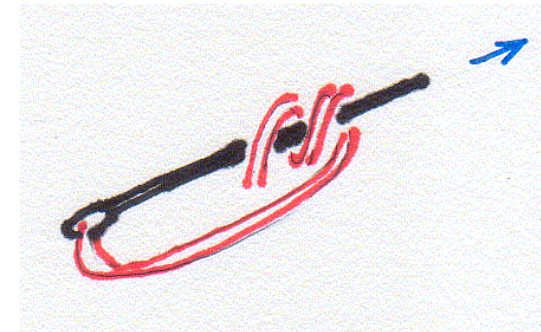
(b) 課題宣言文: 裁縫で針より短くなった糸を止める方法を作れ。

(c) 図解:



(d) 考えられる根本原因:

標準的方法 (玉止め) では、
糸の余長が針より長いという
制約がある。



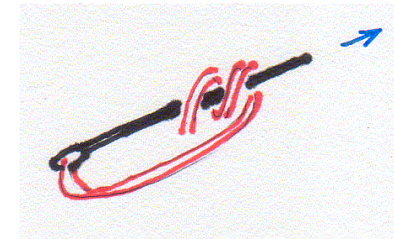
(e) 関連する最小限のオブジェクト:

布、糸 (既に縫った部分)、糸 (余りの部分)、針

問題を分析する (1): 現在のシステムの理解

(1) 機能の分析: 「玉止めの針」の機能は?

糸の輪を作る土台、糸の輪に糸を通すガイド



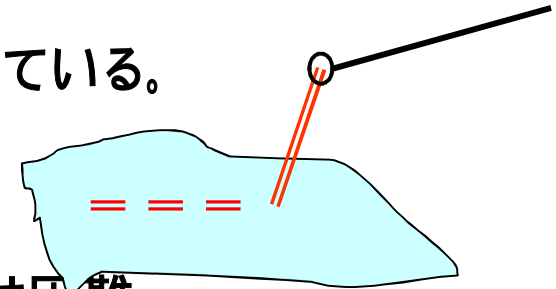
(2) 属性の分析: 当たり前と思う性質が、「制約」を作っている。

糸は伸びない = 糸の長さ (余長) は不変

針は硬い = 針の形は不変、長さも不変

針は細い = 針の穴は小さい = 糸を通し直すのは困難

これらの「制約」を外す/破ると、新しい解決策が生れる。



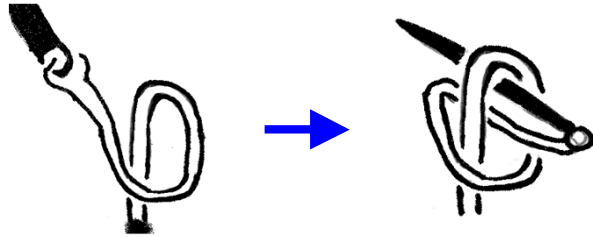
(3) 時間特性の分析: 裁縫の「プロセス」(工程)

最終工程だけで工夫することも、工程を逆上って解決することも。

(4) 空間特性の分析: 糸を結ぶのは、糸の先端を「太くする」こと。

糸の「結び」、針の「穴」と糸のトポロジ関係は要注意。

既知の方法のいくつか



糸の輪を安定に作るのが
難しく、練習を要する。



針の穴に「切欠き」がある (市販品)。
糸が輪になったままで、外せる。

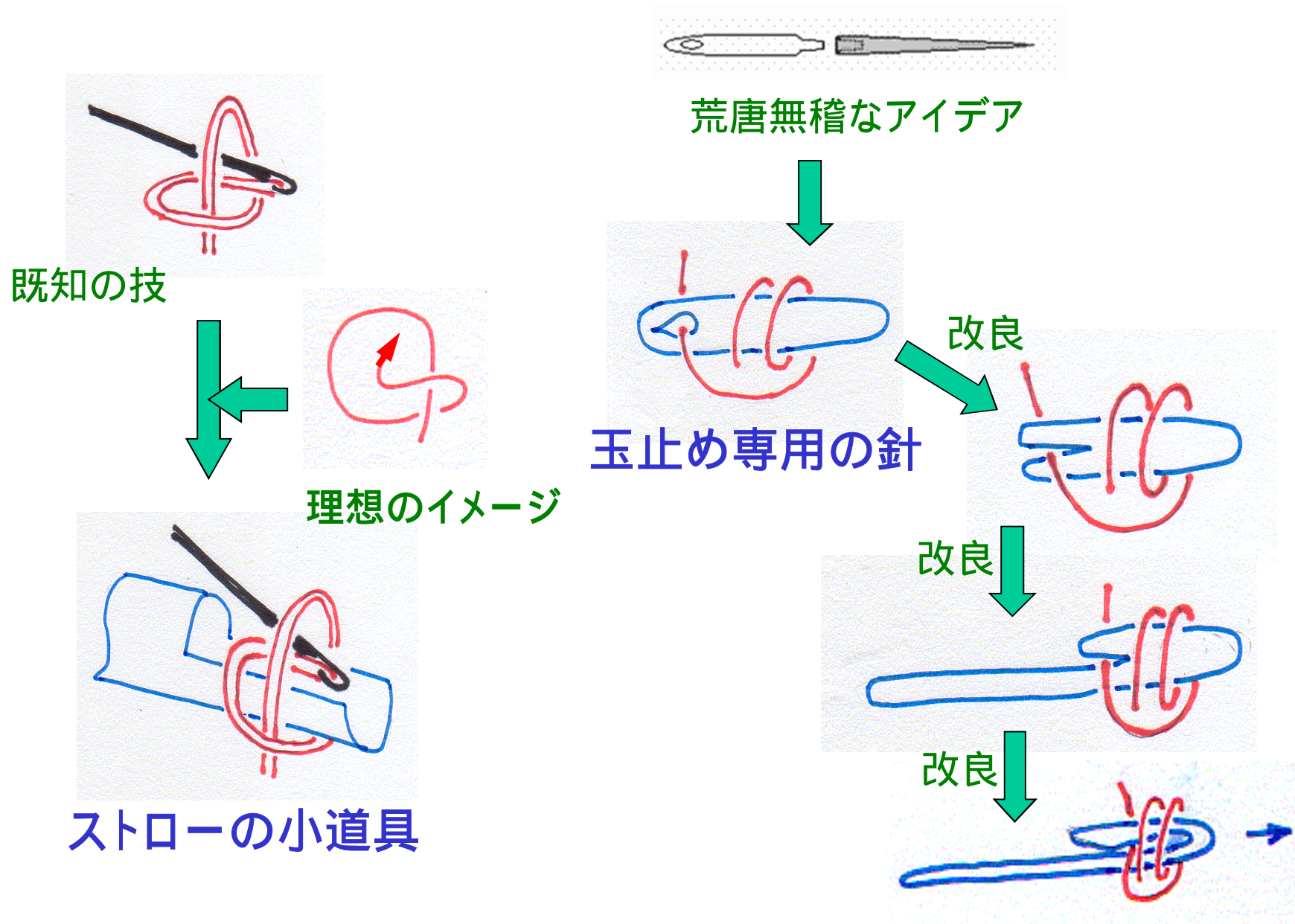
問題を分析する (2)： 理想のシステムの理解

「結び」を作るときの糸の配置



このような配置に
糸を空間で支えることができるとよい。

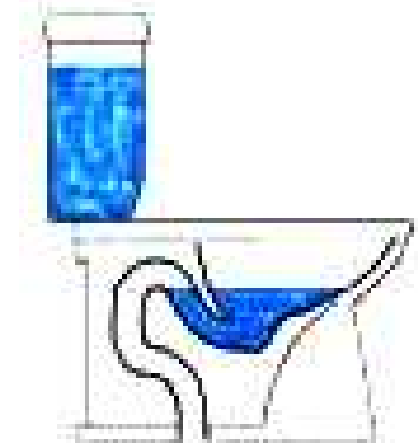
解決策を生成する: アイデアを発想し、解決策を構築する



矛盾を解決するアルトシュラーの方法

適用事例: 「節水型トイレ」

Hong Suk Lee & Kyeong-Won Lee (韓国産業科学大学)
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。

状況: 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。
→ サイフォン効果を利用して流す。良い技術。
S字管は、必要水量を減らすためには、無い方がよい。

認識: 「邪魔」、「水を流すときには無いほうがよい」

アルトシュラーの方法 (「分離原理による矛盾の解決」)

要求を、はっきり言え。

S字管が、「在る」ことを要求する。
S字管が、「無い」ことを要求する。

これは矛盾だ。
にっちもさっちも行かない。

これらの要求を、時間、空間、その他の条件で分離できないか?

時間で分離できる。

「在る」要求は、通常時いつも。

「無い」要求は、水を流すときだけ。

分離した時間帯で、各要求を完全に満たす解決策を作れ。

通常時間帯: S字管を存在させる。

水を流す時間帯: S字管は存在させない。

そして、両者の解決策を組み合わせて使え。

さて、どうしたら
いいのだろう?

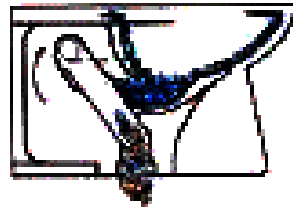
通常はS字管が存在し、水を流すときは S字管が存在しない。

ヒント: S字管の存在/消滅

→ S字の状態か/そうでないか

→ 途中が高くなっているか/なっていないか

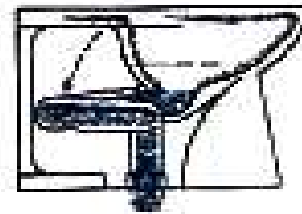
解決策: 固定的なS字管をやめて、
プラスチックの管をつけて、水を流すときに下げる。



(3) 排水終了時



(1) 通常時

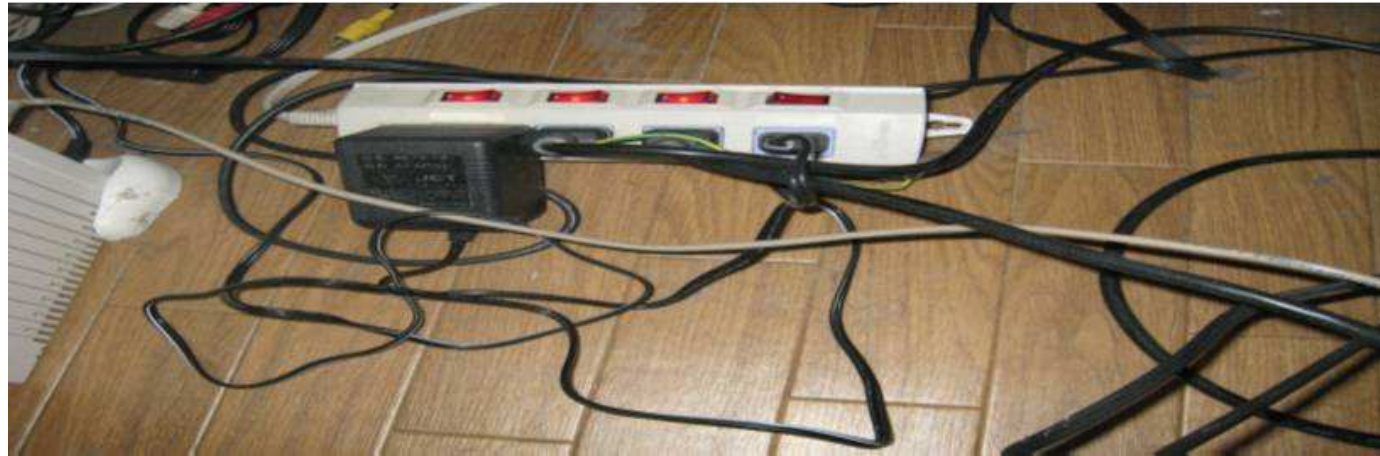


(2) 排水時

効果: 消費水量は約3リットル 「超節水トイレ」

課題: コード、ケーブルが絡まる問題を解決したい

状況例:

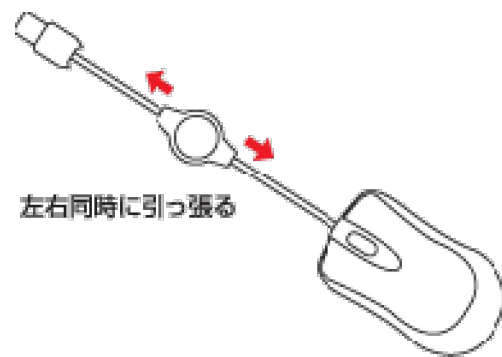
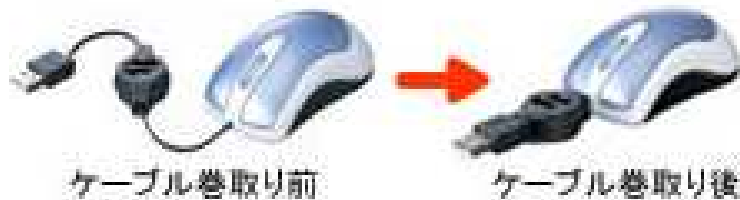


=> 広い大きなテーマだから、個別の解決ではなく、
さまざまな解決策を集めて、考察しよう。

- (1) まず、できるだけ多くのところに出かけて、観察・調査する。
困っている例、解決の工夫の例、製品の事例などを集める。

(2) 個別の事例をよく観察して、そのしくみや特徴を理解する

事例 1 コードリール付きのコンパクトマウス



巻き取り式:
コードリールにより、ケーブルを収納でき、
ケーブルの長さを5段階に調節できる。

事例 2 コード収納ボール

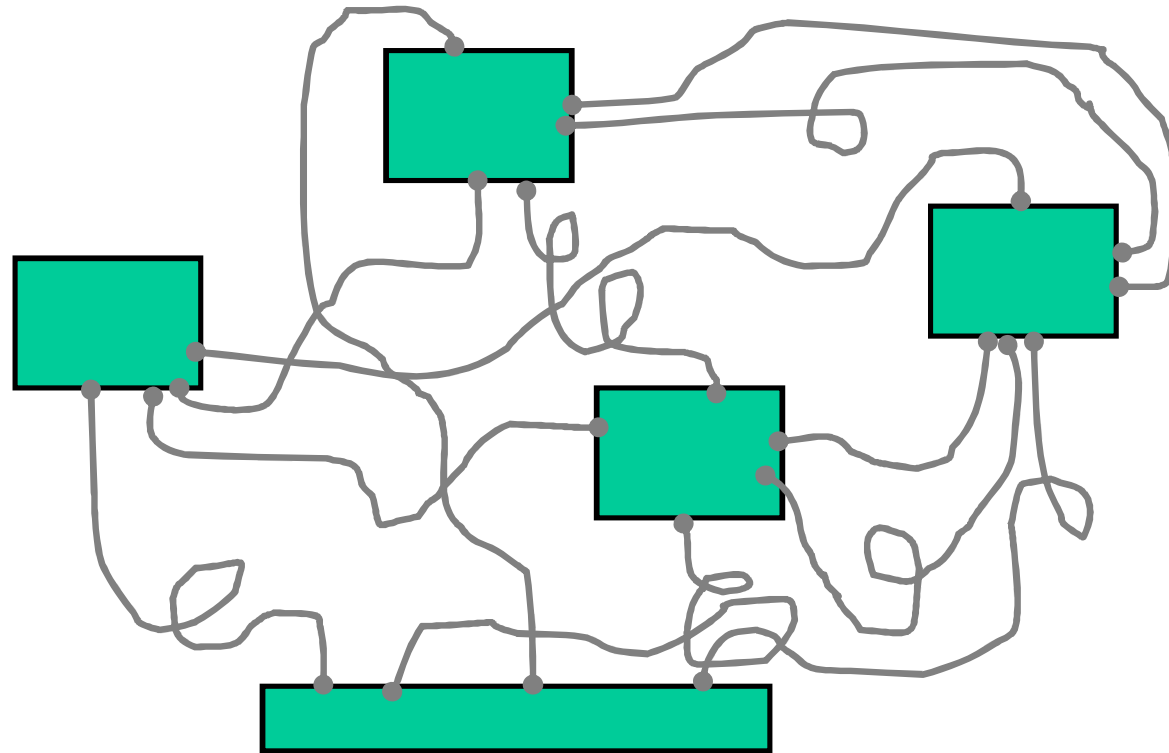


巻き取り式:
カバーを開き、
コードを本体に手で巻きつけて収納し、
カバーを閉じる。

(3) 100件余の事例を整理してみた。
整理の方針が明確でなく、体系が統一的でないことを反省。

(4) 整理の方針を考え直す。

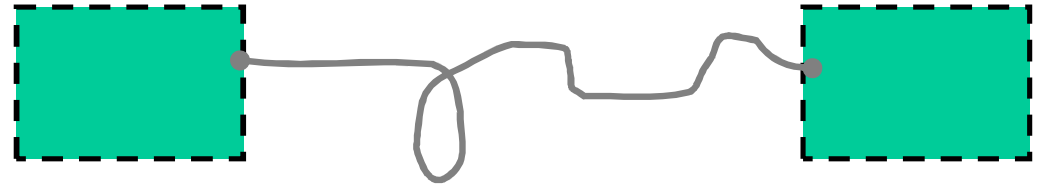
模式図



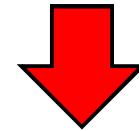
方針: 考察のスコープ (対象システム) を、
簡単なものから複雑なものに、段階的に拡大する。

スコープ A. 一本のコード、ケーブル

問題状況



解決の方向:
長さを調節して、絡まないようにする



伸び縮みする



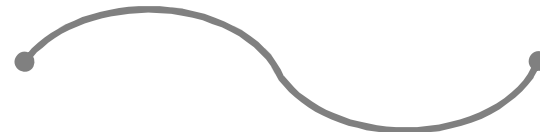
巻き取る



折り畳む

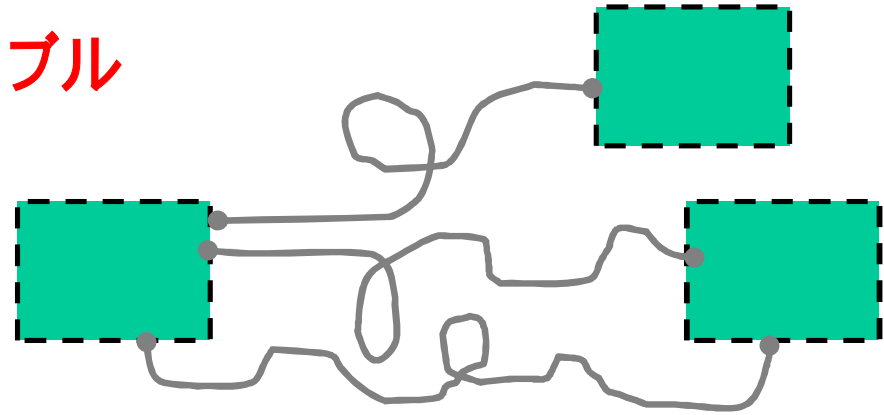


絡まない性質



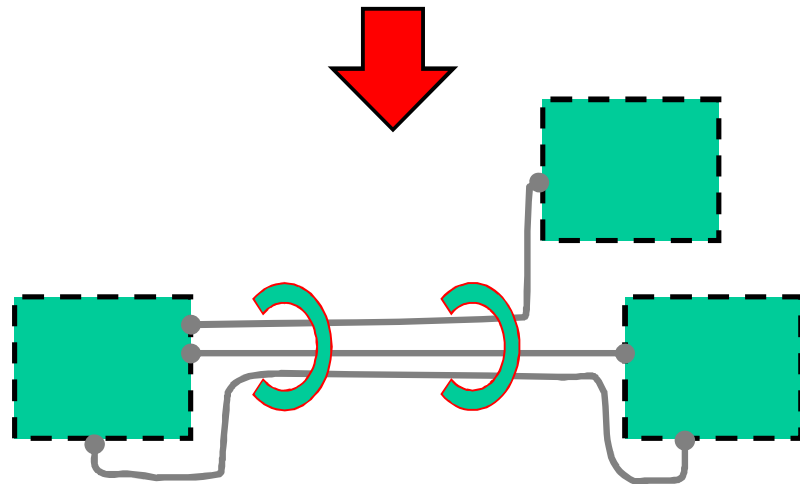
スコープB. 複数のコード、ケーブル

問題状況

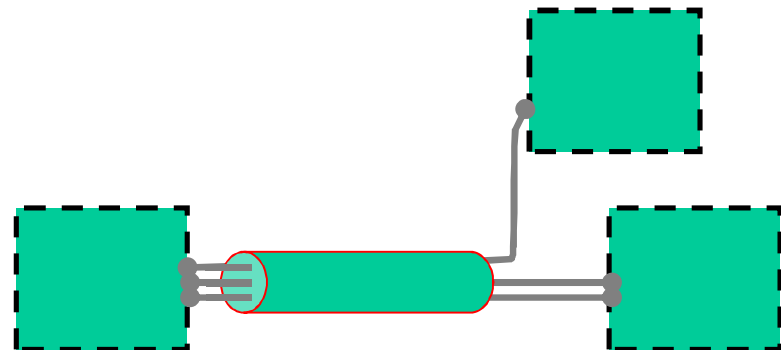


解決の方向:
複数のコード、ケーブルを、
束ねる、まとめる

束ねる

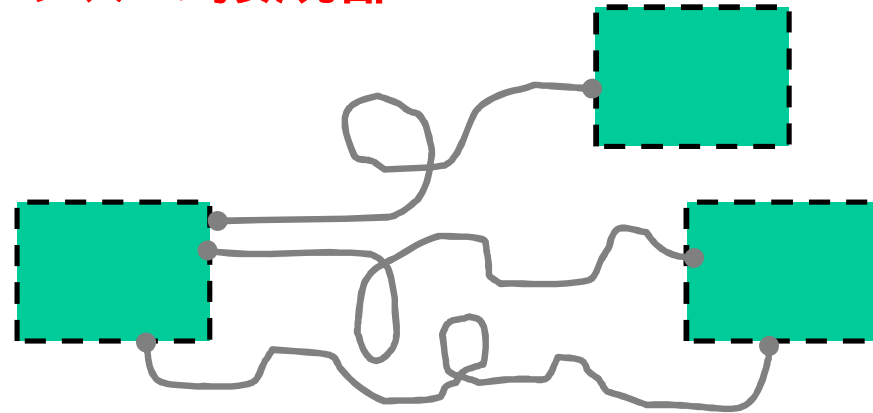


まとめる
統合する

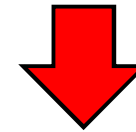


スコープC. 機器とコード、ケーブルの接続部

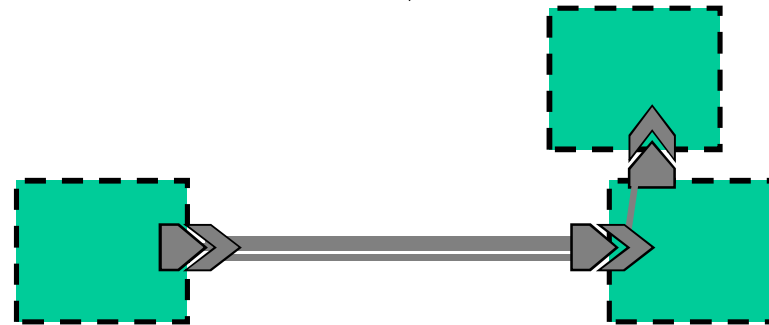
問題状況



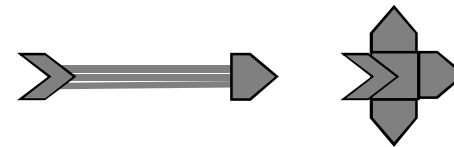
解決の方向:
接続部を標準化し、着脱容易にする



接続部を標準化し、
着脱容易にする

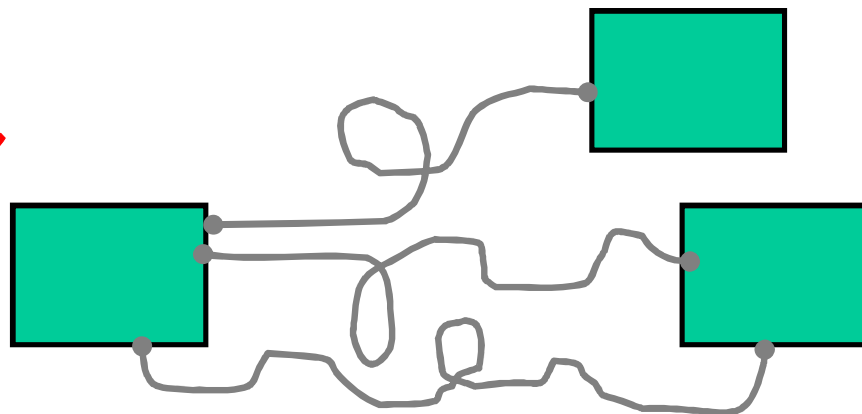


接続モジュールを使う

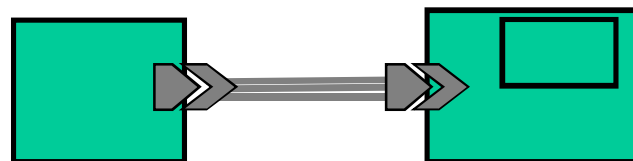
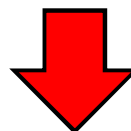


スコープD.
複数の機器とコード、ケーブル
からなるシステム

問題状況



解決の方向:
システム全体を見直す、
コード、ケーブルを無くす、見えなくする

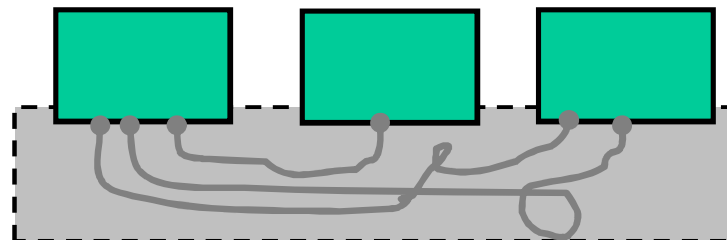


システムを見直し、統合、分割など



コード、ケーブルを無くす

コード、ケーブルを見えなくする



コード、ケーブルを絡まなくする方法の体系

(中川・伊藤・塚本: 2009. 7.25)

A. 一本のコード、ケーブルについて、長さを調節し、絡まなくする。

- A1. 伸び縮みする
- A2. 巻き取る
- A3. 折り畳んでまとめる
- A4. 絡まりやすい性質をなくす

B. 複数のコード、ケーブルについて、束ねる、まとめる、統合する

- B1. 束ねる
- B2. 長い距離に渡って、束ねる。
- B3. まとめて一体化する、統合する

C. 機器とコード、ケーブルの接続部を、標準化し着脱容易にする。接続モジュールを使う。

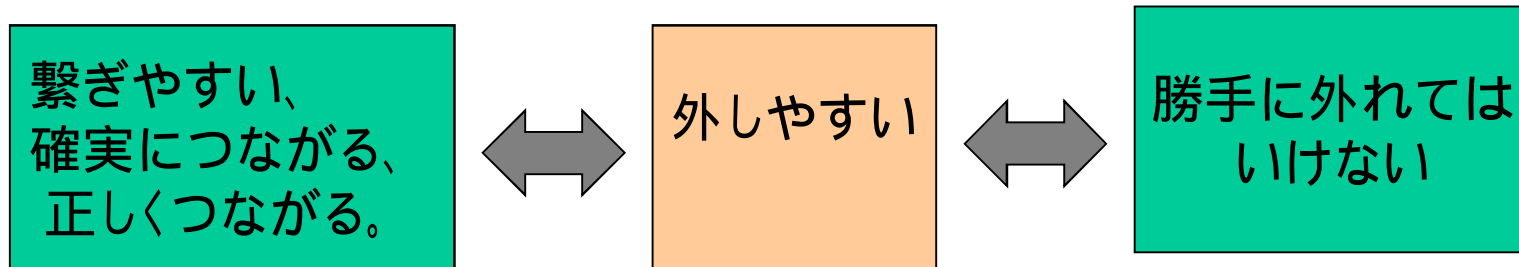
- C1. 機器およびコード、ケーブルの接続部を標準化し、着脱容易にする
- C2. 接続機能に特化し、別機能を付加した小モジュールを使う
- C3. 接続部や接続機能モジュールの形 (空間配置) を使い分ける
- C4. 複数の機器およびコード、ケーブルをユニット化する

D. 機器の機能、構造、方式、配置などを見直し、コード、ケーブルをシステム内外に収納する

- D1. 機器の機能、構造などを見直し、機器の併合、統合、分割、分離などを行なう
- D2. 機器およびコード、ケーブルの配置を見直し、全体をユニット化したり、最適化したりする
- D3. 機器およびコード、ケーブルの配置を決定した上で、一つまたは複数のコード、ケーブルを止める、固定する
- D4. コード、ケーブルを無くす
- D5. 複雑なコード、ケーブルの配線を隠して、見えなくする

「コード、ケーブルが絡まる問題」は、十分に解決されていない。

- ・ 今回の「コードやケーブルを絡まなくする方法の体系」は、基本的な考え方はよく分かっているといえる。
また、具体的な商品も多く出回っている。
- ・ それでもなお、この問題の状況が広範に見られるのは、なぜか？
- ・ 典型的な解決策: 電源コードを短くしておき、必要に応じて延長する (C1、C2)
- ・ コネクタに対する要求: 矛盾した要求がある:



- ・ 実際の商品/製品は、多くの工夫があるが、要求を十分満たさない点もある。

矛盾が十分に解決されていない。 ==> 解決すべきことが一杯ある。

今日話した方法は、つぎの二つを基礎にしている。

TRIZ (トリーズ) (発明問題解決の理論)

USIT (ユーシット) (統合的構造化発明思考法)

これらの研究から、

「ひらめき」は「大きな一つのジャンプ」でなく、

体系的な分析・考察のプロセスと

多数の比較的小さなジャンプで構成されるようになった。

さまざまな問題に取り組み、創造的に技術を開発していくことは、
楽しいことです。

諸君も、このような考え方を身につけるとよいですよ。

以下は参考情報。

TRIZ (トリーズ) (発明問題解決の理論)

多数の特許の調査から、
「独創的な発明のアイデアにも
自ずからパターンがある」

「そのパターンを抽出・学習すれば、
誰でも発明家になれるだろう。」

旧ソ連で反体制として迫害されながら
TRIZを開発・確立した。(1970年代)

技術進化に対する深い思想、
発明原理などの膨大な知識ベース、
発明のための技法 を作った。

冷戦後、世界中に広がりつつある。
弟子たちが米国でソフトツールを開発・普及させている。



G.S. アルトシュラー
(1926-1998) (ロシア)

USIT (ユーシット) (統合的構造化発明思考法)

1995年 Ford社で Ed Sickafusが開発。

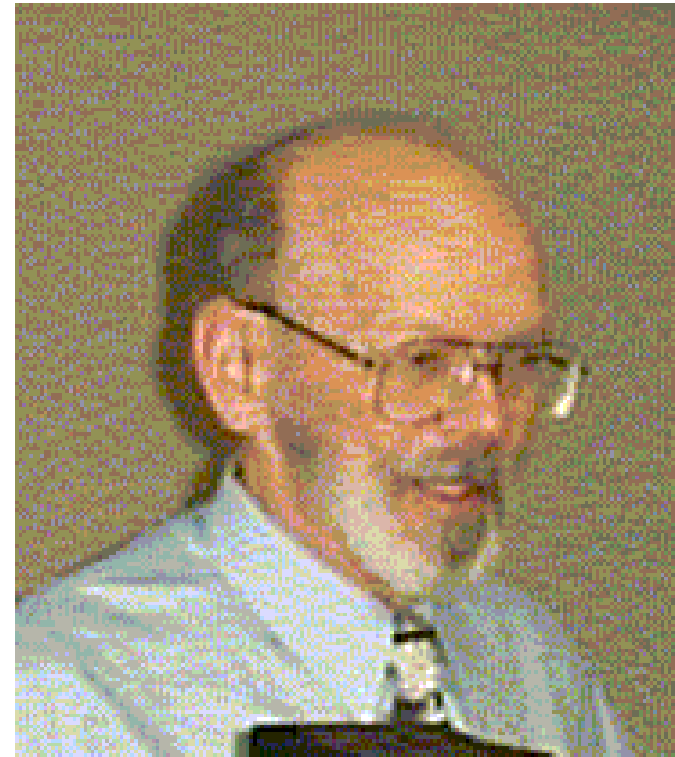
TRIZを簡易化した
イスラエルのSIT法を導入した。

実験物理の素養をバックに
しっかりした概念・枠組みを導入。

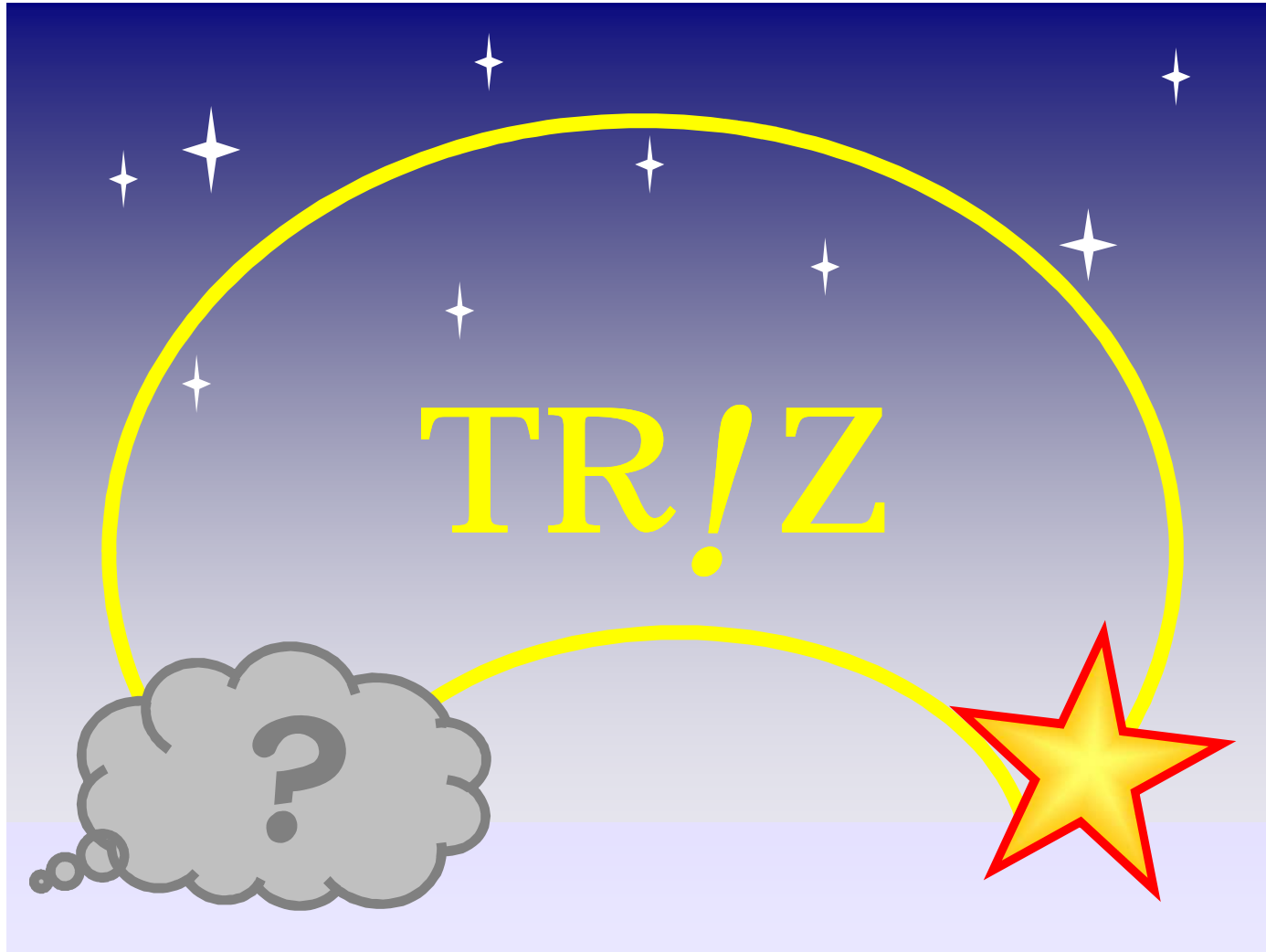
問題解決のための
明快な思考プロセスにした。

Ford社で社内教育と社内実践

1999年以後 中川が日本に導入・発展。
簡易化・統合化した新しい世代のTRIZ。



Ed Sickafus
(米国)



“TRIZ Home Page in Japan” (1998 -) 編集: 中川 徹

<http://www.osaka-gu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/>