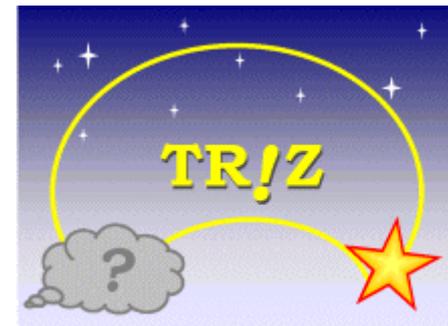


NPO法人 日本TRIZ協会 主催
第6回 日本TRIZシンポジウム 2010
テーマ講演



教育とTRIZ： 新しい展望のために

2010年 9月 9日～11日

神奈川工科大学(神奈川県厚木市)

中川 徹
大阪学院大学

はじめに

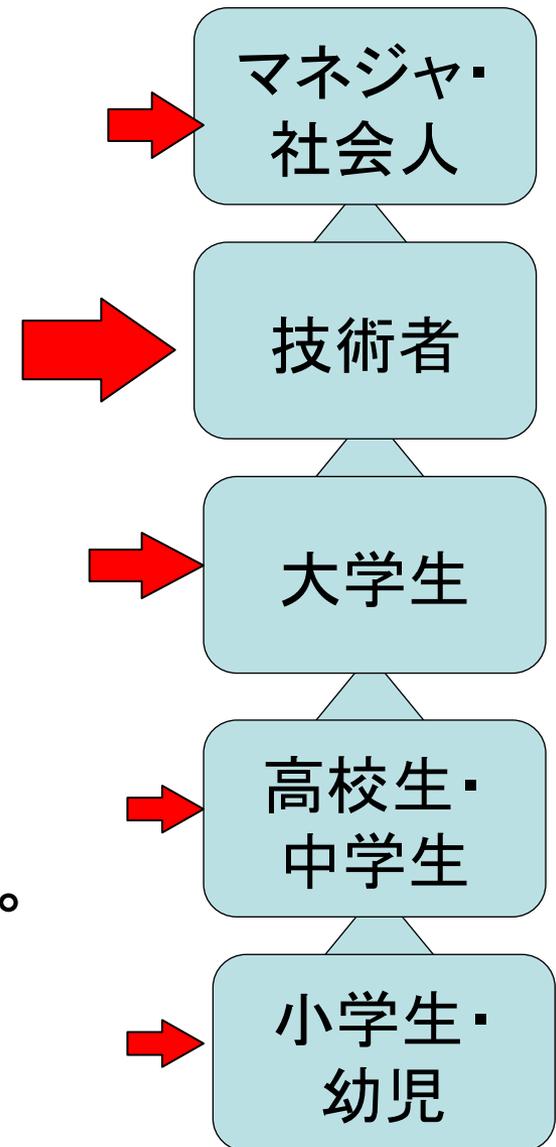
創造的な問題解決の方法論:TRIZ の普及のために:

日本では従来、技術分野を中心に、技術者を主対象として普及させてきている。

大学および初等・中等の教育分野で、取り組みを強化することが、必要で、かつ有効であろう。

日本TRIZ協会では、この趣旨から新たに「**教育とTRIZ**」研究分科会 を発足させた。

筆者および国内外の活動例を紹介しつつ、問題を考察し、今後の展望を考えたい。



**(A) 第一の面：
大学および大学院レベルでの
TRIZベースの教育と研究**

TRIZの知識や技法を教えるだけでなく、
創造的な問題解決、
技術や製品開発の全体プロセス、
複雑大規模な問題を考察する力
などを養うことが必要である。

また、それぞれの専攻分野での教育
と組み合わせて
実力を養成する必要がある。

TRIZ自身の研究推進も望まれる。



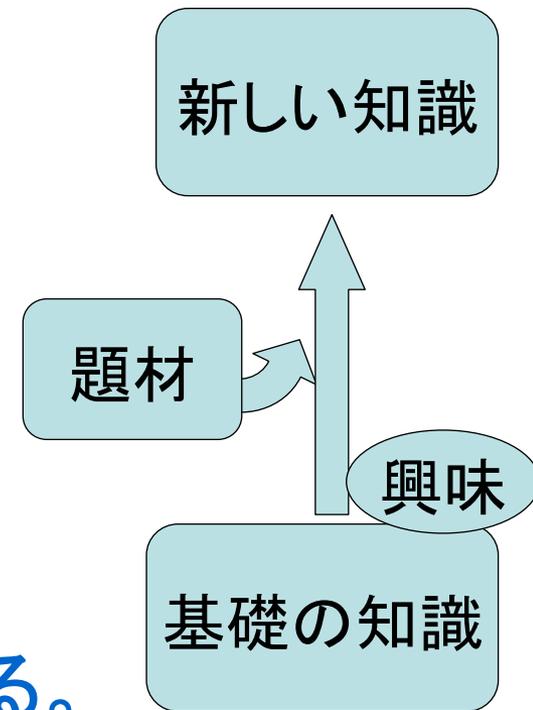
**(B) 第二の面：
中等・初等教育などに、
TRIZの創造的な考え方を取り入れること**

生徒たちの興味や成熟度に合わせて、
教える内容と教え方を調整する必要がある。

興味を持たせることが特に大事であり、
題材やテーマの選び方に工夫を要する。

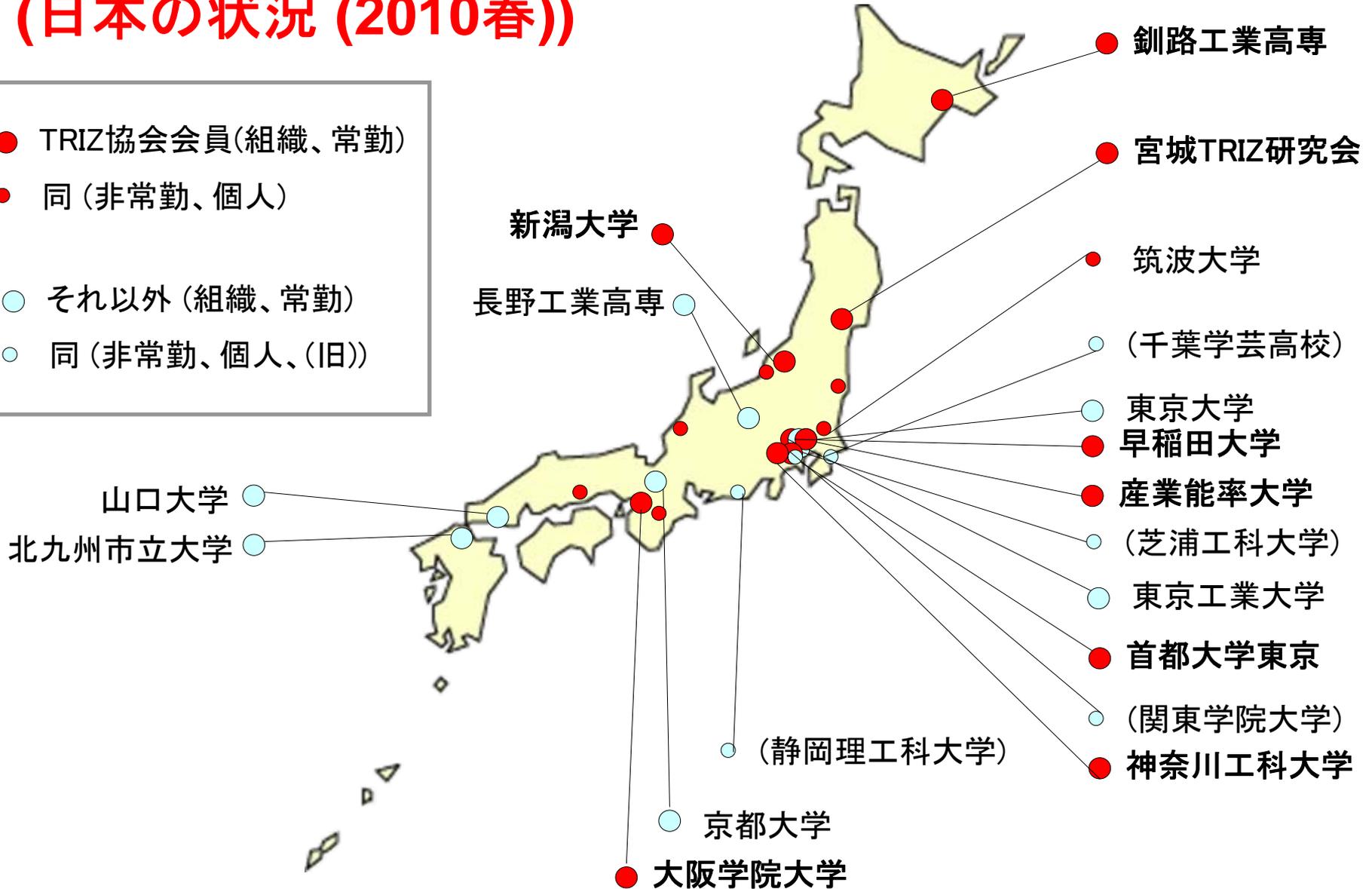
小学生向けのクラスがロシアなどで
開発、試行されている。参考になる。

TRIZ以外で経験を持つ人たちが多くいる。
連携を取り、学んでいくべきことが多い。



教育の場におけるTRIZ (日本の状況 (2010春))

- TRIZ協会会員(組織、常勤)
- 同(非常勤、個人)
- それ以外(組織、常勤)
- 同(非常勤、個人、(旧))



A. 大学・大学院レベルでの教育とTRIZ

TRIZの

創造的な問題解決のための思考方法、
科学技術の広範な情報を整理した知識ベースと
その活用法などを、

基本的な素養として大学レベルで教えることが有益。

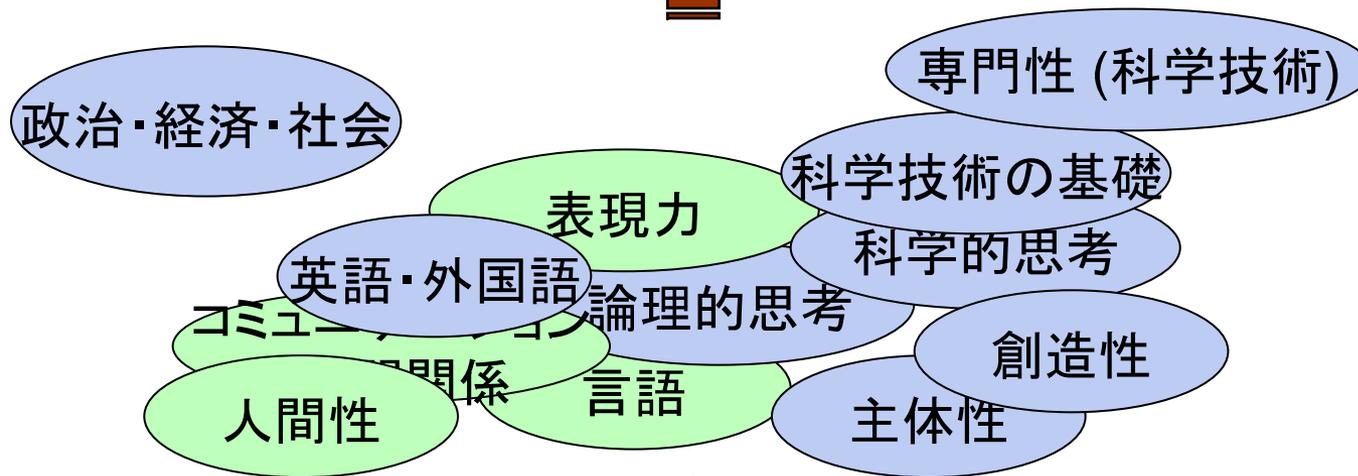
理工系の素養として特に有益。
より広範な分野の学生にも、工夫次第で有用であろう。

しかし、(学部)学生の背景は、技術者の持つ背景と異なる。
この点の考慮が必要である。

技術者(社会人)が持つべき素養



大学生が持つべき素養



学部学生の教育

技術的な仕事をした経験がない、企業で働いた経験がない。
(このテーマに関して)(当初)モチベーションを持っていない

一步一步教える必要がある:

創造的に考えるための基本的な考え方

システム、機能、因果関係などの基本的な理解

企画、設計、開発などのプロセスの基本的な理解

個々の技術問題に関係する基本メカニズムの理解

特定の技術的問題を扱うには、その前にこれらの準備が必要

だから、

特定の技術的問題を扱うことは適していない。

技術者向けに書かれた教科書やWebの記事が、

学生には適していない(少なくとも学習の初期には)。

==> 日常の身近な問題で、問題解決を演習するのが有効。

大学レベルの教育： 選択すべき課題と方法

コマ数： 通常 1学期1コマでは、90分×15回（=22.5時間）。
何コマ使えるか（例： 半コマ、1コマ、2コマ など）。
==> 扱える内容が異なる。

カリキュラム上の位置づけ： 共通基礎科目の場合も。
専攻科目との関連づけ。
学年による背景知識の違い。

教育の形態： 講義、大人数演習、少人数のゼミ演習、
個人テーマ演習（卒業研究）、研究プロジェクトなど。
これらを選択し、組み合わせる。

内容の選択： TRIZ自身の中でも、エッセンスの選択が必要。

例A1: 「TRIZを教える」 1～3 コマ の講義 EU の TETRIS プロジェクト

(G. Cascini, N. Khomenko, et al., ETRIA TFC 2008)

(G. Cascini 編: TETRIS TRIZ Handbook, Nov. 2009)

“Teaching TRIZ at School”

(中学校～大学～企業でのTRIZ教育プログラムを作る)

(共通教材として、クラシカルTRIZの「知識体系」をまとめた。)

TETRIS TRIZ Handbook (280ページの教科書) (無料配付)

1. クラシカルTRIZの基礎
2. 工学システムの進化の法則
3. アルトシュラーの発明問題解決のアルゴリズム (ARIZ)(実例による解説)
4. 物質-場分析と発明標準解
5. 矛盾を解決する方法、リソース、エフェクツ

*** もっと、学生の知識背景と関心に沿った面が必要のように思う ***

例A2: 講義:「創造的問題解決のための考え方」

中川 徹 (大阪学院大学) 情報学部 2年次担当、後期、選択科目

- (1) やさしい導入 (いくつかの適用事例)
- (2) 科学・技術における3つの主要なアプローチ
観察から仮説へ、原理から応用へ、問題から解決策実現へ
- (3) 問題を見つけて、焦点を絞る
- (4) 発想とはなにか? ひらめきとブレインストーミング
- (5) 「システム」とは

-- 問題を分析する --

- (6) 問題の根本原因を探る
- (7) システムを機能と属性 (性質) の面から分析する
- (8) 番外: レポート (論文) の作り方・書き方
- (9) 空間と時間の特性を分析し、理想をイメージする (Particles法)

-- 解決策を生成する --

- (10) 知識ベースを活用する：TRIZの種々の知識ベース
- (11) いかにして「壁」を突破するのか? (ブレークスルー)
「物理的矛盾」とTRIZの「分離原理」
- (12) 解決策生成法の体系: 「USITオペレータ」

-- 講義のまとめ --

- (13) 身近な問題解決の適用事例
- (14) USIT (やさしいTRIZ) を用いた創造的な問題解決の方法
- (15) TRIZを用いた創造的な問題解決の方法

-- 講義のまとめ --

*** TRIZ／USITを中心にして、創造的問題解決全体をカバー***

例A3: 工学部での基礎科目として「創造設計演習」

畑村洋太郎、中尾政之、他（東京大学工学部）

機械工学科、産業機械工学科 での 演習

（独自の蓄積を持つ理論に、TRIZを取り込んだもの）

例A4: 発明発想支援システム入門

片井 修、川上浩司、森久光雄ら（TRIZシンポ2007）

京都大学工学部物理工学科 3年生のゼミクラス

（TRIZソフトの利用と特許明細書の書き方）

例A5: 開発プロセスとTRIZ

山口大学（粕谷 茂（TRIZシンポ2006））

（移動ロボットの概念設計をする。3人ずつの4チーム。

まず、ニーズを探る（QFD）、そしてその実現の問題解決（TRIZ）。

図書館で本を戻すロボットなど

*** 企業出身の教員が行うとよいアプローチである ***

中川 の講義 (例A2) の中の一つの演習事例

演習: 授業をよりよくするには、どうすればよいか?

問A: この／その他の授業について、問題だ、
よくない、改善すべきだと思うことを、3つ挙げなさい。

問B. 「授業をする あるいは 授業を受ける」
ということの「しくみ」を図に表しなさい。

問C: 「理想の授業」をイメージして、図に描きなさい。

問D: 自分が「学ぶ、理解する」には、どうするとよいのか?

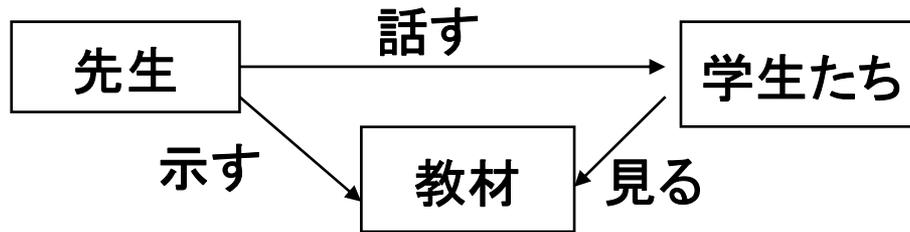
問A. 授業について、何が問題（困まること）なのか？

学生からの（明確に言われていない）問題提起

- 何のための授業なのか、自分に何の役に立つかが分からない。
- 先生が何を言っているのか、ぴんとこない。
- 授業はたいていで、つまらない。
- 授業がほとんど受け身であり、質問や発言の場がない。
- いくつかの授業の内容が広範でばらばらであり、
理解が追いつかない。

問B. 授業の「しくみ」を考える： 授業を構成する要素の関係を図示せよ

まず、主要なものだけで、骨格構造を作れ

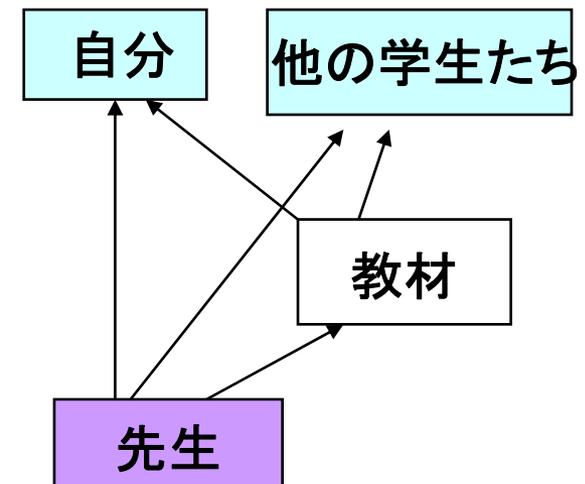
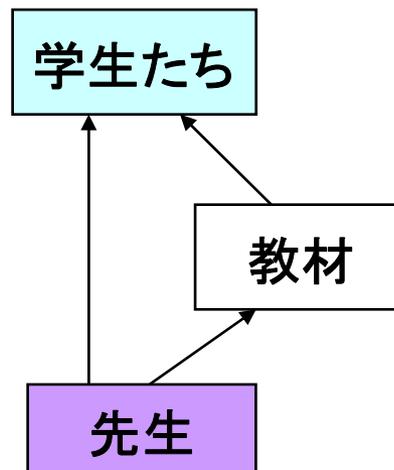
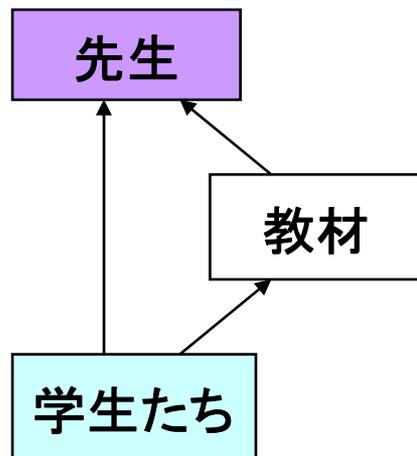


USIT法での
分析

「授業」の目的にとって最も大事な要素を最上段に置け。

下段のものが、上段のものに、機能的に望ましい関係 (奉仕する関係) に配置せよ。

直接に作用するものを矢印で結び、その機能を記せ。

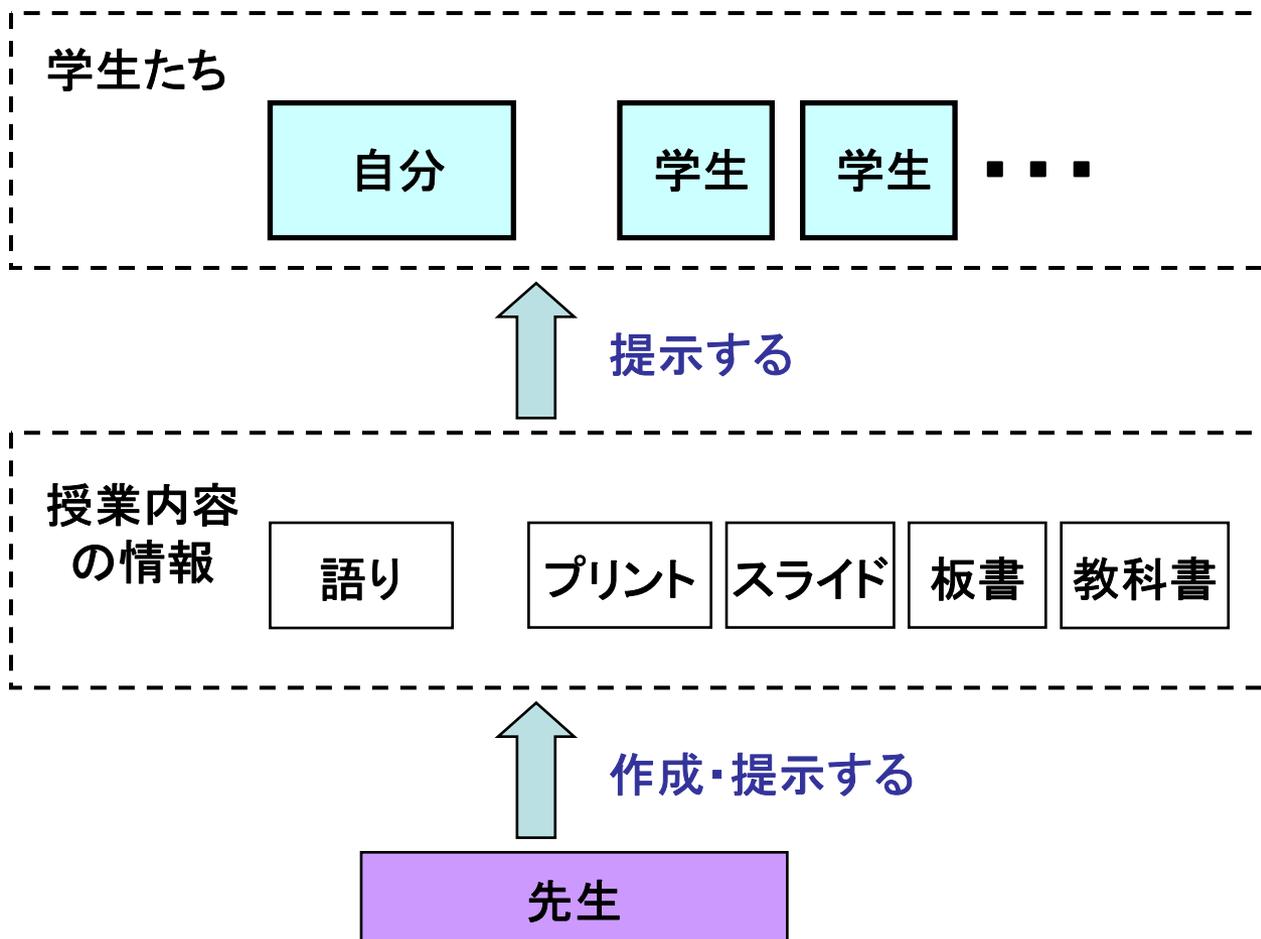


授業を構成するものの間の機能的関係を図示せよ

「授業」の目的に最も大事な要素を最上段に置け。

下段のものが、上段のものに、機能的に望ましい関係。

直接に作用するものを矢印で結ぶ。



*** しかし、この図はなにかまちがっている。??? ***

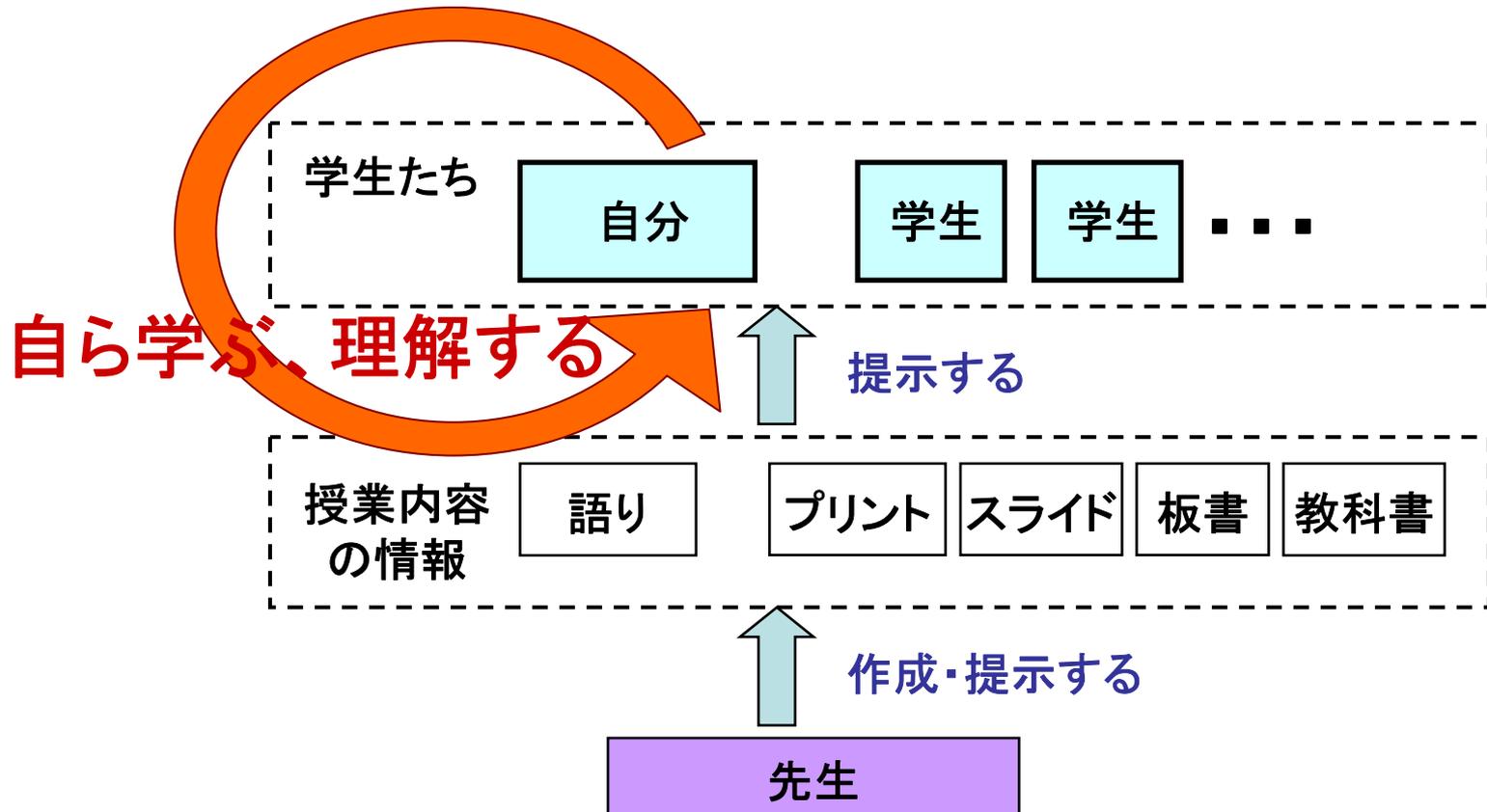
学生たち（自分）は、授業内容の提示を受けているだけである。

サービスして貰っているだけで、自分の活動が記述されていない。

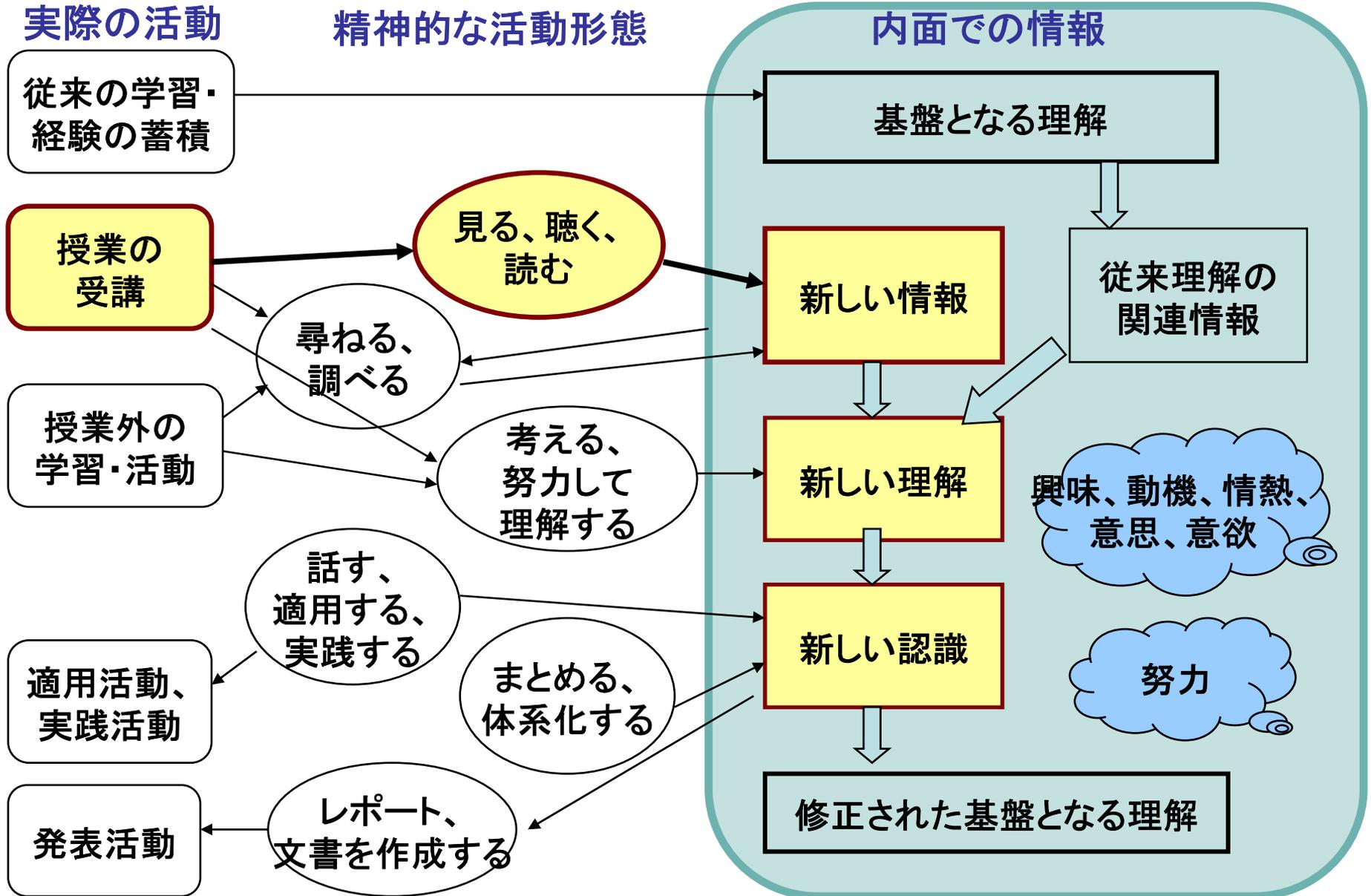
学生が「学ぶ」、「理解する」という活動が表現されていない。

（学生が居眠っていても、この「授業」は正当に機能する！）

機能分析の表現で、本質的なものが欠けていた。



(自分が)「学ぶ、理解する」という精神活動を図式で示せ



授業をよりよくするには、どうすればよいか？

学生たちが、

基礎知識を持ち、意欲と集中力を持って、

「見る、聴く、読む」を十分効果的に行えるようにし、

また、「考える、適用する、確かめる」などの精神活動を行うこと。

教師はそのように学生たちを支援すること。

例A6: プロジェクトの中で、学生がTRIZを使う

石濱正男(神奈川工科大学) (TRIZシンポ 2006)

Formula SAE プロジェクト

(Society of Automotive Engineers)

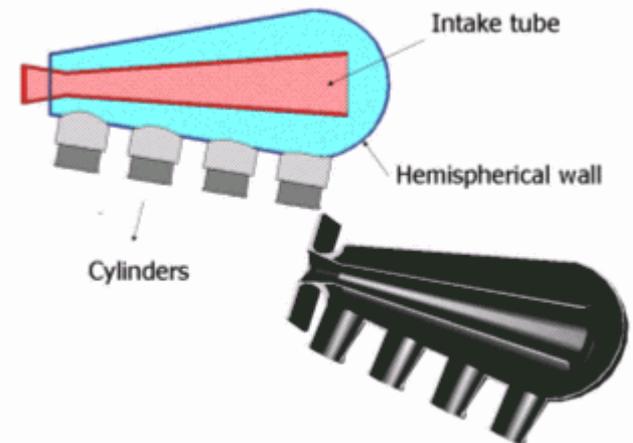
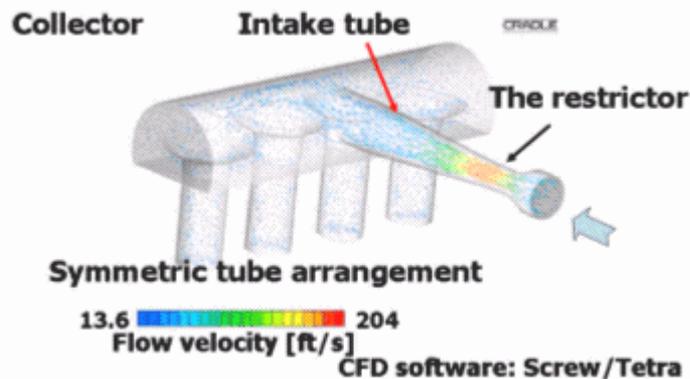
(ミシガン州)

エンジンの吸気パイプの改良

CAEソフトの利用、

工作の実績、

TRIZの矛盾マトリックス



例A7: 3年次ゼミナールと卒業研究のクラス

大阪学院大学 情報学部 中川 徹

「創造的問題解決の思考法」

3年次ゼミナール (少人数教育、3年次)

-- 2年生後期中川の授業の履修が条件 -- [ただ、未履修の学生が来ることも多い]

- 既存の適用事例を学習し、また、それらを実際に演習してみることが有効。
- さまざまな身近な問題を解決するグループ演習
 - この中で TRIZ/USITの問題解決の方法を説明していく

卒業研究ゼミナール (持ち上がりの4年生)

- 身近な問題でのグループ演習を継続する
- 卒業研究として、ひとりひとりに問題を見つけさせる
- 各学生の卒業研究テーマに関して、発表させ、グループで討論する
- 卒業論文をまとめる [概要A4 2頁が学部の卒業要件]。卒業研究発表会 (各人約 1時間)

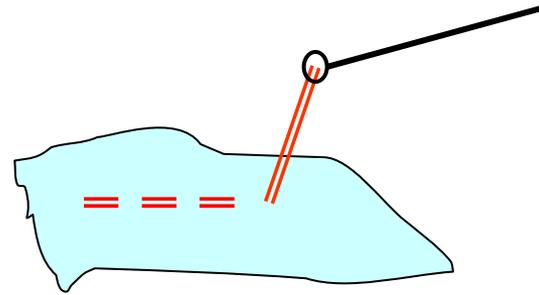
『学生による学生のためのTRIZホームページ』 (2006年3月 公開)

*** いくつもの事例ができた。ただし、学年による質の変動が激しい。***

身近な適用例： 裁縫で短くなった糸を止める方法

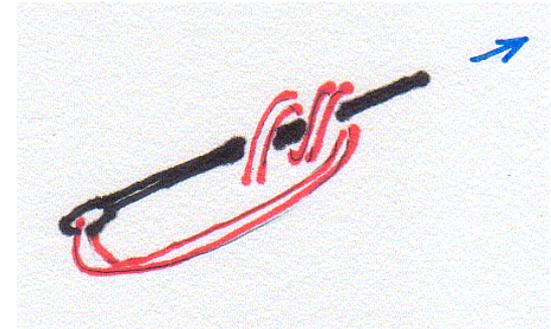
問題を定義する：

- (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。



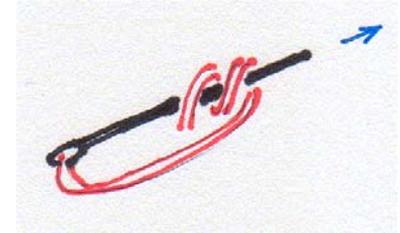
- (e) 関連する最小限のオブジェクト：

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

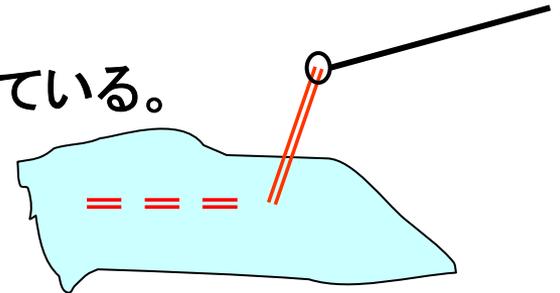


(2) 属性の分析: 当たり前と思う性質が、「制約」を作っている。

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。

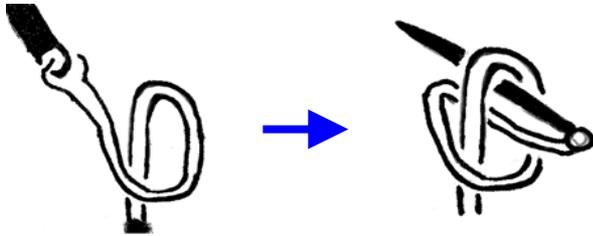
(3) 時間特性の分析: 裁縫の「プロセス」(工程)

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



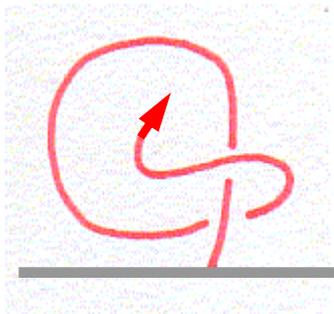
糸の輪を安定に作るのが
難しく、練習を要する。



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

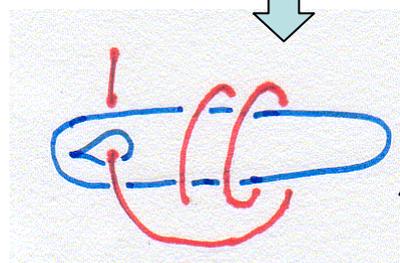
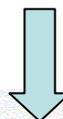


このような配置に
糸を空間で支えることができるとよい。

解決策を生成する: アイデアを発想し、解決策を構築する



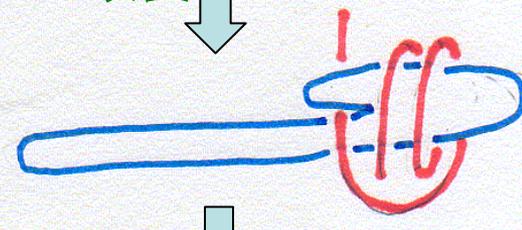
荒唐無稽なアイデア



改良



改良

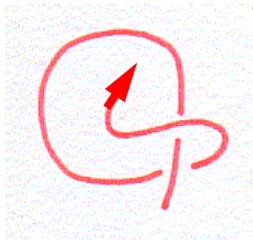
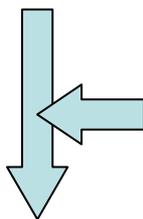


改良

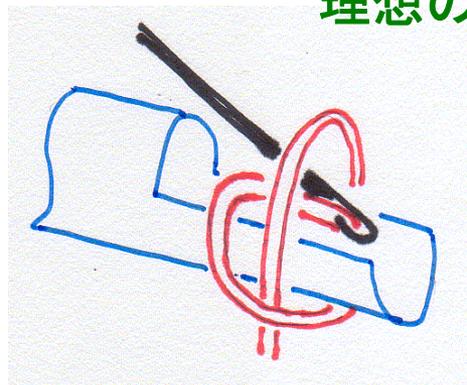


玉止め専用の針

既知の技



理想のイメージ



ストローの小道具

身近な問題でのTRIZ／USITによる問題解決の事例

大阪学院大学 中川 徹 ゼミ

- ホッチキスの針をつぶれなくする方法 <=> SLP法
- 裁縫で針よりも短くなった糸を止める方法 <=> USIT一部始終
- パスワードを思い出させる方法 <=> 物理的矛盾
- オートロックドア方式のマンションで不審者の侵入を防ぐ方法
<=> 心理的・社会的問題と技術問題の同時解決
- コード／ケーブルを絡まなくする方法の体系
<=> 既知の方法を調べて体系化する

これらの事例は、学生にも、技術者にも、高校生にも分かる

実際に事例を仕上げる (きちんとした事例の説明にする) には、
学生だけではできない。-- 指導者による考察と論文化が必要。

例A8: 修士、博士の専門の研究課題でTRIZを使う

(可能性の例: 神奈川工科大学、東京大学、・・・)

機械工学、情報科学、理学部化学、・・・

どこでも、どんなテーマでも

*** これが、「大学におけるTRIZの適用」の本命である。

しかし、まだ、日本では実施例が報告されていない。

研究指導者がTRIZ/USITをマスターしていること。

「チューター with TRIZ」という立場で指導する。

TRIZ/USITの専門家が、諸分野にわたり協力するとよい。

TRIZ自身の研究と開発、TRIZ専門家の養成

修士レベル、博士レベルで、TRIZを研究し、専門家となる。

例A9: INSA Strasbourg (フランス)

Advanced master in innovative design

(TRIZとOTSM-TRIZを専攻、西側諸国唯一の修士課程)

(Roland De Guio、Dennis Cavallucci、Nikolai Khomenko、ら)

講義: 413時間 (イノベーションマネジメント、イノベーションデザイン、
TRIZチームマネジメント、TRIZの基礎理論、TRIZの方法とツール、
ARIZ の理論と実際、クラシカルTRIZとOTSM、
問題フローネットワーク(PFN)アプローチ (×3)、PFNの応用

企業実習プロジェクト: 4ヶ月

*** TRIZの研究組織が、西側諸国ではあまりまだ強くない。***

TRIZのコンサル企業 (Ideation, GEN3, Systematic Innovation, CREAX, など)

企業内センタ (Samsung, Intel,

少数の欧州の大学 (INSA Strasbourg,

例A10: TRIZを表に出さないゼミ／ワークショップ

大阪学院大学 中川 徹 (情報学部 2年生前期 ゼミIIA)

==> ポスター発表: 中谷くるみ・中川 徹 (第3日)

「身のまわりのものから技術の発展のしかたを学ぶ」

例: さまざまな筆記具

- 自分の愛用の筆記具を見せ、どこが良いのかを話す
- 文具店、ホームセンタ、インターネットで、さまざまな筆記具を調べてこよう
- その筆記具のしくみ (原理) を説明しよう
- さまざまな筆記具を分類しよう。しくみ(原理)に応じて、階層的な体系に
- 筆記具のさまざまな用途を考えよう。用途を階層的な体系で表そう。
どこに、何を、どのように、書く／描くのか？
- 調べてきた沢山の筆記具を、しくみ分類表と、用途分類表に書き込もう
- どうしてこんなにさまざまな種類の筆記具があるのだろう
- 通常は「筆記具」と言わなくても、書く／描く方法をもっともっと探そう
- 同じ要素、同じ絵や図・文を繰り返し書く／描く方法を考えよう

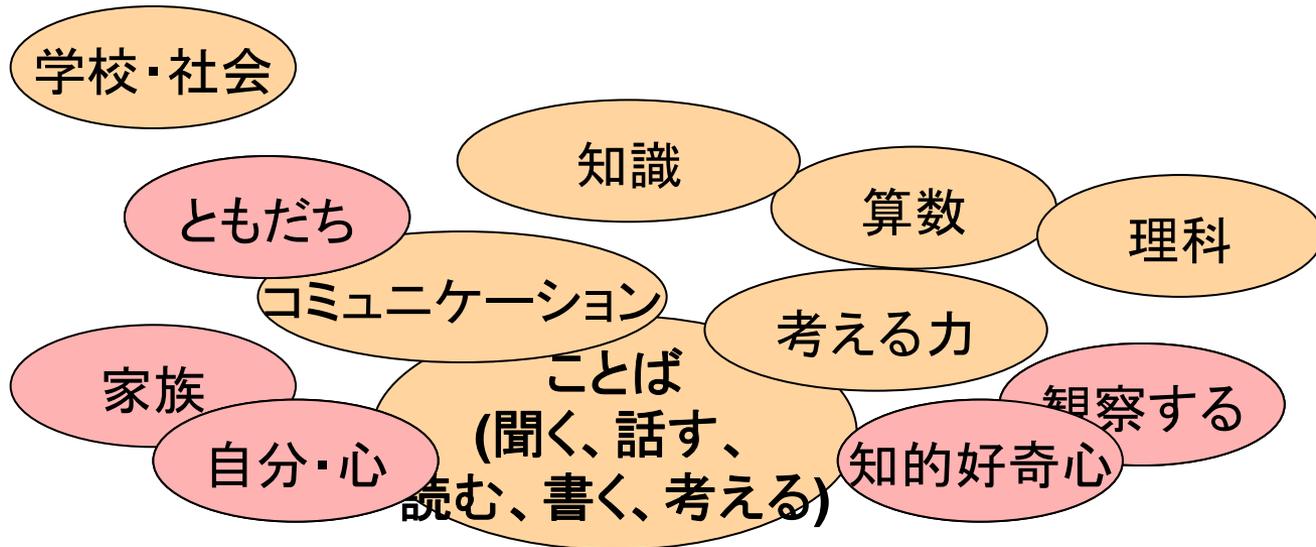
*** このやり方は、高校生・中学生・小学生でもできるだろう ***

B. 高校、中学校、小学校、と社会啓蒙教育

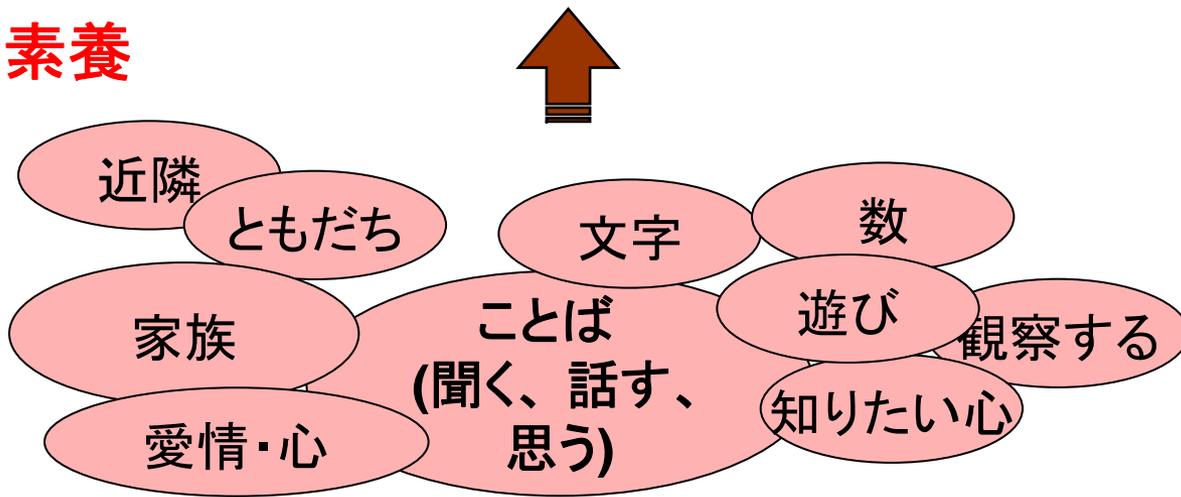
高校以下、幼児期までにおいて、
どのように創造的な考え方を教えるかは、
大きな課題である。

子どもの成長に合わせて、
感受性、興味・関心、
観察能力、科学的な考え方、
科学技術の基礎知識、
論理的思考能力、
発想する能力、
問題解決の能力などを、
順次適切に育てていく必要がある。

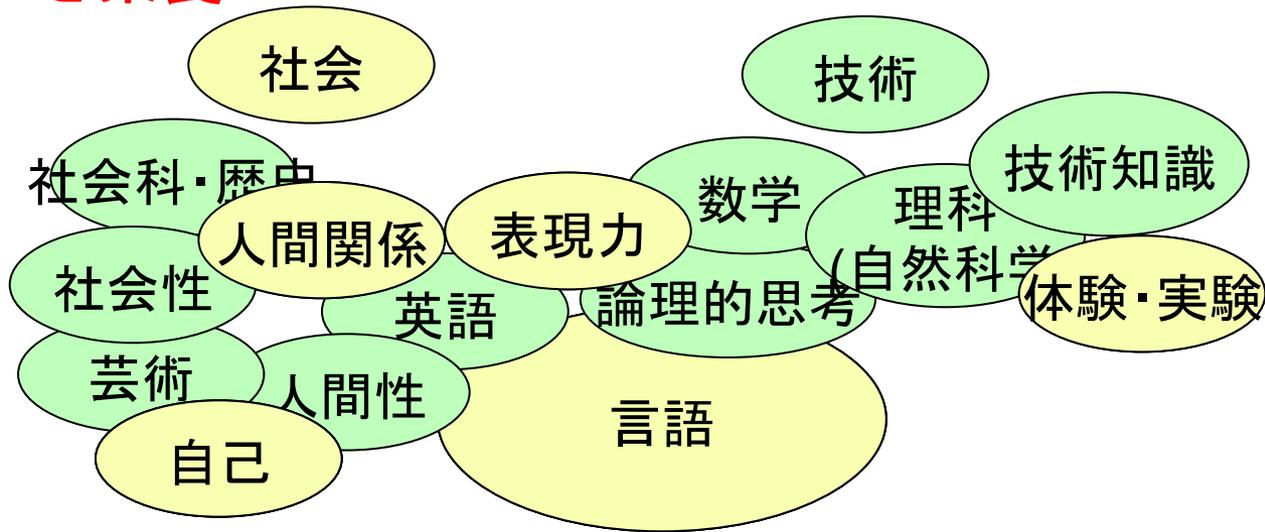
小学生が持つべき素養



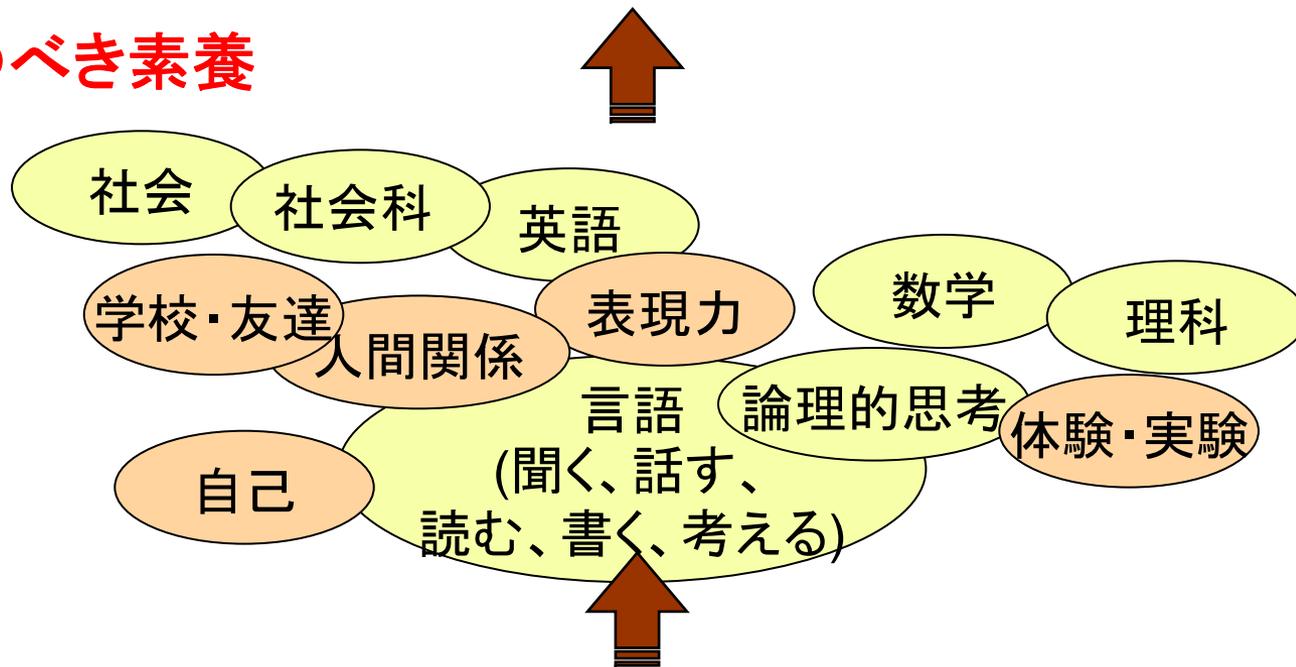
幼児が持つべき素養



高校生が持つべき素養



中学生が持つべき素養



例B1: 幼児と小学校（低学年）のための創造性教育

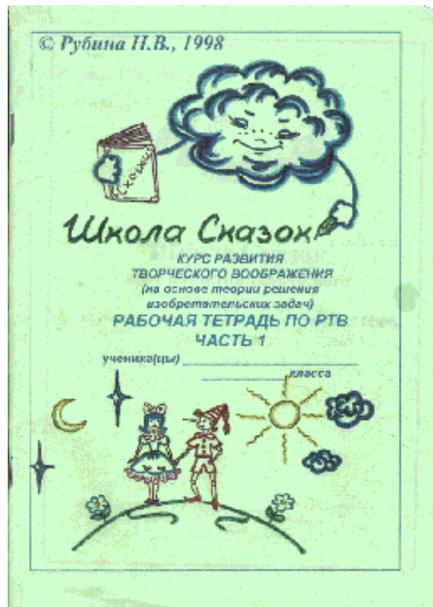
ロシア、ベラルーシなどで活発 (Nikolai Khomenko がリーダー)

子どものためのCIDコース: 創造的想像力の開発コース

Natalia Rubina 作、Irina Dolina 英訳、『TRIZホームページ』掲載 (2001-2002年)

小学校1-3年生、週1回1時間×15回、前期・後期

子どものためのワークブックと、先生のための指導書 全12冊揃い (全英訳掲載)



1年生: 「おとぎ話の学校」

- あれやこれやは何からできているか? どこにあるのか?
- あれやこれやはどのように見えるか? 見つけられるか?
- 人は何ができるか?そしてどうして?
- 過去に何があったか? そして未来には何があるだろうか?
- 「なぜ?」という言葉からのおとぎ話
- 「おとぎ話でなくなった」おとぎ話
- 「おとぎ話は真実でないが、ヒントがある」(諺)



2年生:「不思議な都市」

- 不思議な都市での冒険: モルフォロジーの箱
 - 不思議な都市の普通でない住人たち (擬人化)
 - 魔法の店
 - 空想のイメージを作る方法
-
- 問題解決の方法 (矛盾)、冷たくかつ 熱い (物理的矛盾)
 - 「そりよ、自分で家にお帰り！」
 - 「手持ちのものを使え。それ以外のものを探そうとするな」



3年生:「未解決の謎の惑星」

- 矛盾を解決する方法
 - 問題解決のスキーム
-
- 小さな賢人たちによるモデリング
 - 問題解決の練習

問題を解決する方式 (子どものためCID コース)

いまの問題は:

もし _____

ならば、よいこと(+) は: _____

しかし、悪いこと(-) は: _____

理想の解決策を書き出そう:

対立する要求がある性質を見つけよう:

性質: _____ は _____ でなければならない (_____ のためには)、
そして反対に _____ でなければならない (_____ のためには)。

この問題を解決するために、まわりにあるリソースを書きだそう:

解決策は:

例B2: 小学校 (高学年) のための創造性教育の例

市川はるみ氏 (市川亀久彌先生の三女、フリー編集者)

「等価変換理論によるこどものためのワークショップ」

京阪奈のCAMP というグループが組織。
こどものためのワークショップ(半日) を継続的に開催している。

等価変換理論 (市川亀久彌) の中心概念は、
「違うものの中から同じものを見つける」

多数の絵カードを使って、同じ性質・側面をもつものを見つけ出す。
「これは、あれと同じだ」というこどもに、その理由(観点) を話させる。

その後、用意してあるいろいろな材料を使って、自由な工作をして楽しむ。

市川さん: 「いままで教育にタッチしていなかったけれども、
自然にこのワークショップができるようになってきた。」

なんでもきっかけになって開けていくものだなあ。
このような、お母さんや幼稚園の先生に知ってもらおうとよい。

例B3: 中学生 のための創造性教育の例

宮西克也氏 - 太一郎君、開 君 (金沢市兼六中学)

「親子で取り組むTRIZ～夏休み自由研究:「アメンボ」へのTRIZ活用～」



アメンボはどのようにして水の上に立てるのか?
そのやり方をいろいろと考察・考案する。
模型を作ってみる。

まとめ、提案

始めに 目標見

仮説立案

確認

検証実験

父親

最後

TRIZは 課題さえあれば どんな事にも活用できる!

形式にこだわらず もっと柔軟な活用をしよう

好奇心 探究心 考えるちから! TRIZに触れさせよう 小中学校の時代から

学校や民間で、課題活動／クラブ活動として行う可能性

例B4: 高校生 のための創造性教育の例

千葉学芸高校 (原田康司・高橋邦夫) (2002年)

高校における 教材の作成 (先生) とクラブ活動 (生徒)

等価変換理論とTRIZを
学習する教材

生徒が作成した
ホームページ



問題解決の手法
(TRIZ)

目標 節電をしたい

節電するにはどうしたらよいでしょうか

どんな問題が起きるでしょう

解決法

センサーライトの使用

解説

[考察] 小学生～高校生 のための創造性教育の可能性について

- ◆ 場を作ればきっとできる。興味・関心を持たせること。
- ◆ 観察・調査と考察を中心にした取り上げ方
 - コード・ケーブルを絡まなくする方法
 - さまざまな筆記具
 - さまざまな釘とその発展
 - 草取り／草刈りのいろいろな道具
- ◆ 方法を教え込もうとしない、
事例を通じて、その整理・分析の適当な方法を使っていく。

「身のまわりのものから技術の発展のしかたを学ぶ」

==> 自分での考案に繋がっていく

こんな用途に使えるものが欲しい！

こんなことに困っている。

こんな方法もあるのでないか ?!

[考察] 他の多くの人たちとの連携の必要性

日本のTRIZコミュニティは、
高校以下の生徒への教育に関して、非常に経験が乏しい。

先行している人々や組織と連携を図ることが大事。

日本創造学会
教育関係の研究者 (日本教育工学会)
学校の先生たち

地域で教育活動をしている人たち

これらの人たちと連携して、新しい試みを行う。
場を作ればきっとできる。
生徒たち、こどもたちと接すれば、きっといろいろできる。

案内(1): グループ討論 「教育とTRIZ」

本日夕食後 (第2日 19:20 – 21:00) 12F カフェテリア

コーディネータ: 中川 徹 + Nikolai Khomenko

言語: 主として 英語 (一部 日→英 通訳補佐あり)

話題: 大学レベルでの 教育と TRIZ
幼児～高校生 の 教育と TRIZ

一般社会へのTRIZの普及
TRIZのエッセンスのやさしい理解

賛同者(話題提供者): 石濱正男、宮西克也、渡邊聖司、
Mahmoud Karimi,

他

案内(2): 日本TRIZ協会「教育とTRIZ」研究分科会

明日の朝（第3日 9:00 – 9:40）12F カフェテリア

司会: 主査 中川 徹 (大阪学院大学)

「教育とTRIZ」研究分科会の 初会合です

言語: 日本語だけ

話題: 各人の状況についての報告

今後の活動についての意見調整

関心をお持ちの方はどうぞ自由に参加下さい。
「教育とTRIZ」研究分科会への入会を歓迎します。
(年会費なし)