



# 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

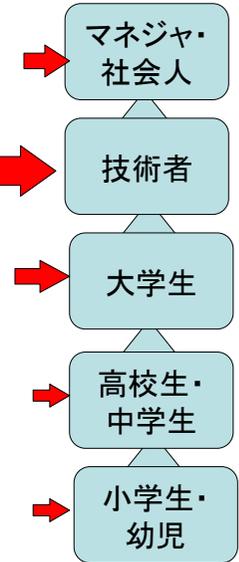
創造的な問題解決の方法論:TRIZ の普及のために:

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必要がある。

また、それぞれの専攻分野での教育と組み合わせる必要がある。

TRIZ自身の研究推進も望まれる。



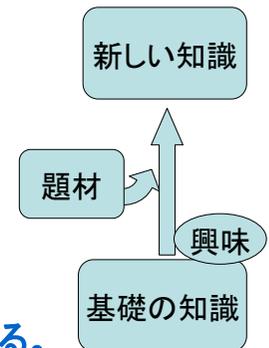
### (B) 第二の面: 中等・初等教育などに、TRIZの創造的な考え方を取り入れること

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。

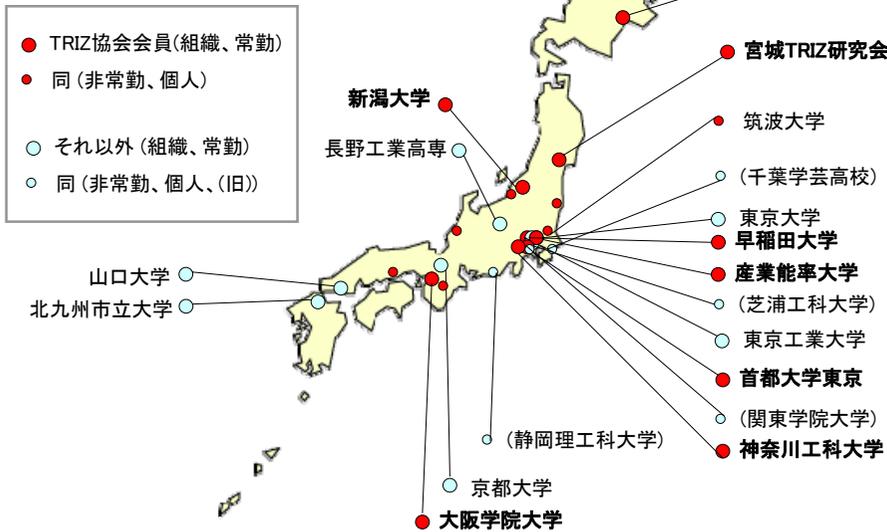
興味を持たせることが特に重要であり、題材やテーマの選び方に工夫を要する。

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))



## 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。

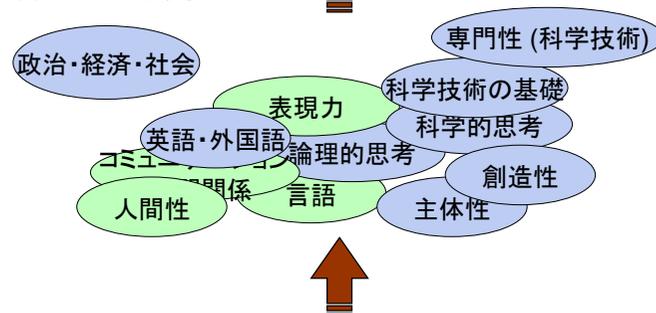
理工系の素養として特に有益。  
より広範な分野の学生にも、工夫次第で有用であろう。

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年次配当、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? (ブレイクスルー)  
「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。
- ・ 授業はたいくつで、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。
- ・ いくつも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

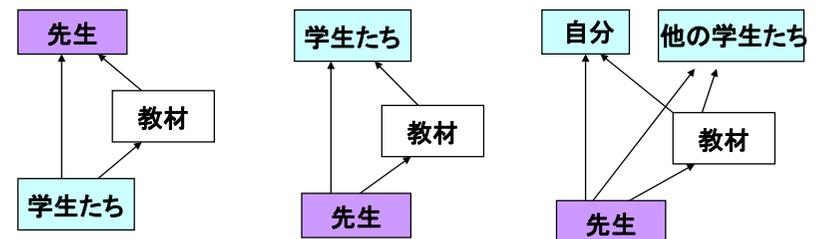


USIT法での  
分析

「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、その機能を記せよ。

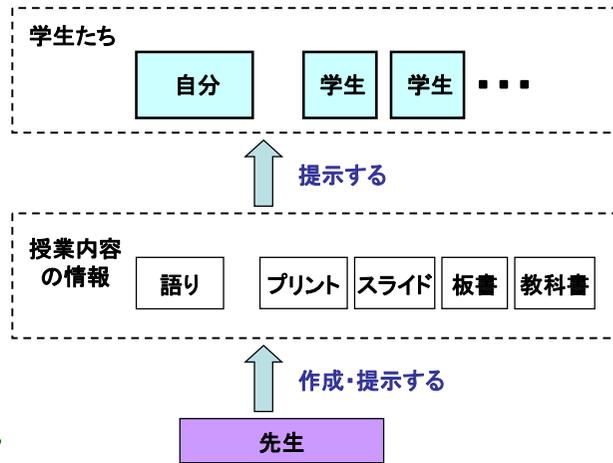


## 授業を構成するものの間の機能的関係を図示せよ

「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。??? \*\*\*

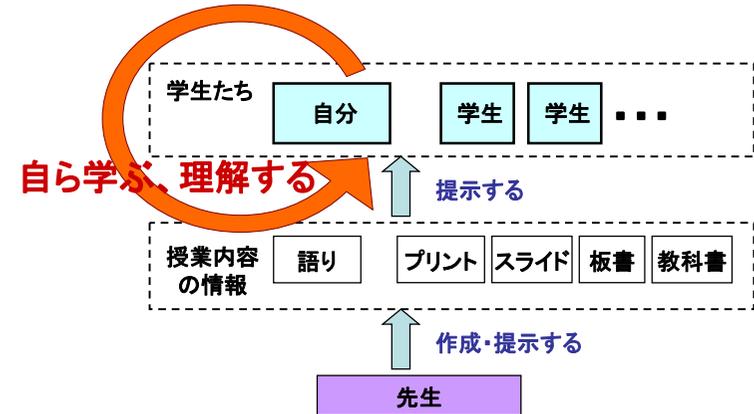
学生たち(自分)は、授業内容の提示を受けているだけである。

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。

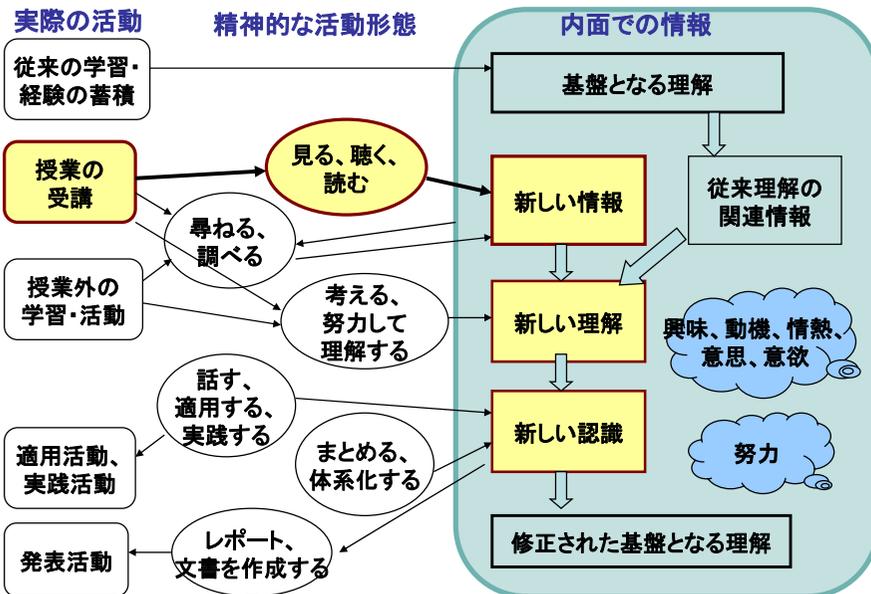
学生が「学ぶ」、「理解する」という活動が表現されていない。

(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、

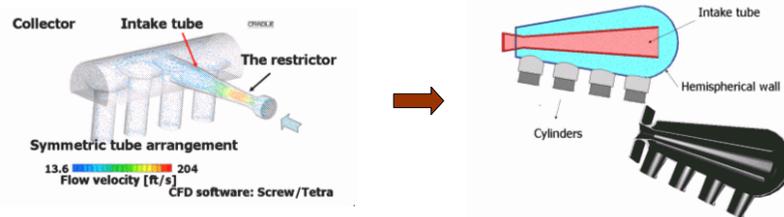
「見る、聴く、読む」を十分効果的に行えるようにし、  
また、「考える、適用する、確かめる」などの精神活動を行うこと。

教師はそう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

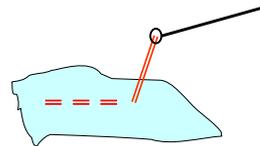


例: 下田 翼、卒業研究 (2006)

**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

**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。\*\*\*

**問題を分析する (1): 現在のシステムの理解**

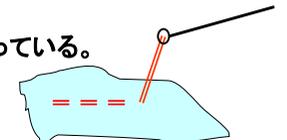
**(1) 機能の分析: 「玉止めの針」の機能は?**

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。

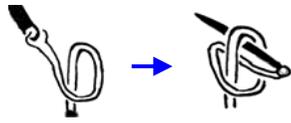
**(3) 時間特性の分析: 裁縫の「プロセス」(工程)**

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。

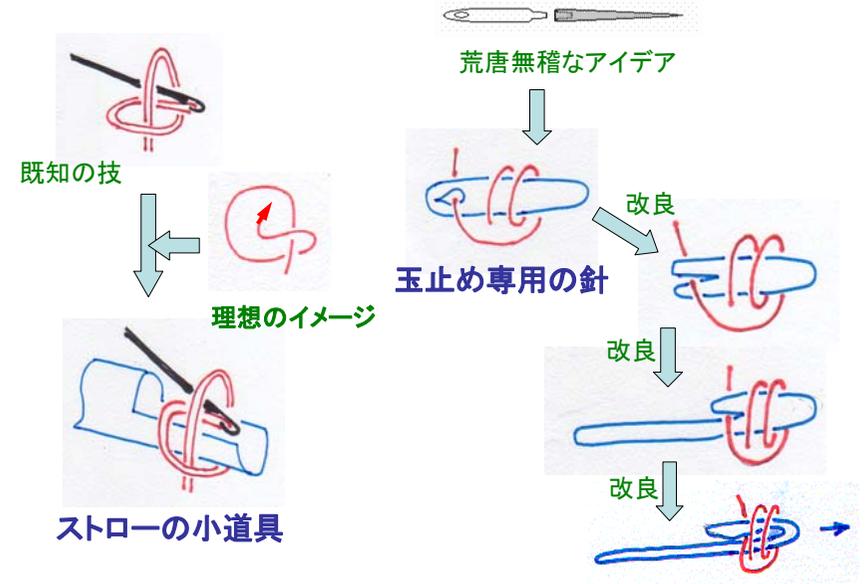
問題を分析する(2): 理想のシステムの理解

「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



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みよう
- 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

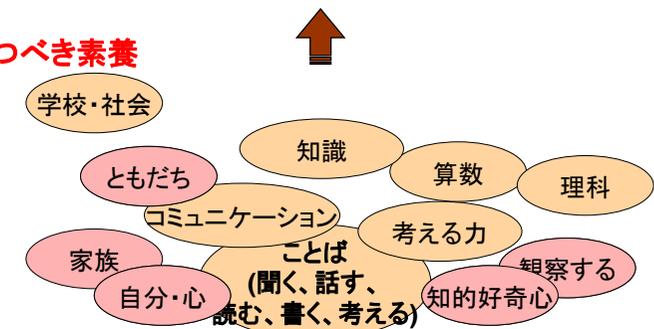
高校以下、幼児期までにおいて、  
どのように創造的な考え方を教えるかは、  
大きな課題である。

子どもの成長に合わせて、

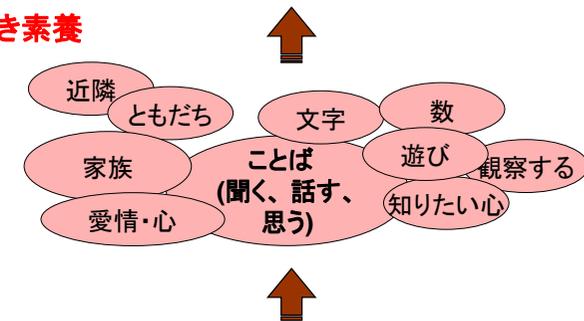
感受性、興味・関心、  
観察能力、科学的な考え方、  
科学技術の基礎知識、  
論理的思考能力、  
発想する能力、  
問題解決の能力などを、

順次適切に育てていく必要がある。

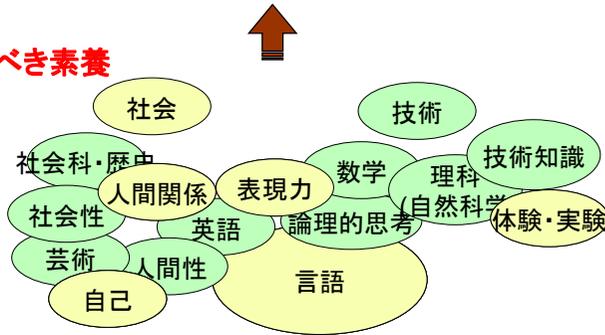
### 小学生が持つべき素養



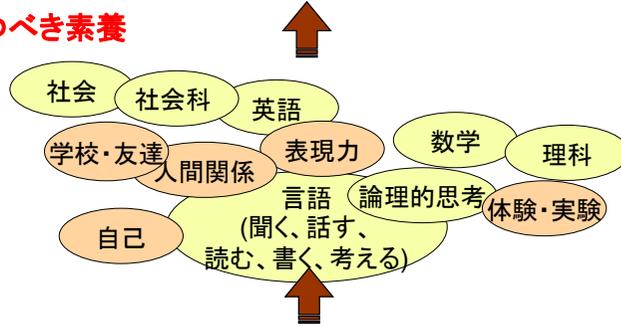
### 幼児が持つべき素養



**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**

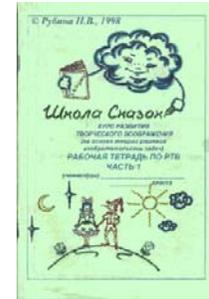
ロシア、ペラルーシなどで活発 (Nikolai Khomenko がリーダー)

**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～」



アメンボはどう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。



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



### 【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はないかと!

## [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、子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)