
京都大学 基礎物理学研究所 研究会

「科学としての科学教育」

－ スライド集 －

場所 基礎物理学研究所 湯川記念館

講演：Panasonic 国際交流ホール

ポスターセッション：会議室 Y206, Y306

日程 2009年8月26日－8月28日

- 共催
- 日本物理学会京都支部
 - NPO 法人「知的人材ネットワーク・あいんしゅたいん」
 - 京都大学 大学院理学研究科 グローバル COE プログラム
「不変性と創発性から紡ぐ次世代物理学－フロンティア開拓のための自律的人材養成」

世話人

坂東 昌子	(代表, NPO 法人「知的人材ネットワーク・あいんしゅたいん」)		
青山 秀明	(京都大学)	川勝 博	(名城大学)
菊池 誠	(大阪大学)	佐藤 文隆	(甲南大学)
谷口 和成	(京都教育大学)	松田 祐司	(京都大学)
保田 充彦	(サイエンス映像学会・株式会社ズームス)		

本研究会の報告集は、別途「素粒子論研究」および「物性研究」に出版される。ここでは、その報告集に収められていない以下の4講演のスライドを掲載する。

1. 「学力調査から見える我が国の科学教育－PISA を中心に－」
.....内村 浩 (京都工芸繊維大学 アドミッションセンター)
 2. 「万人に科学を－だまされない市民になるために－」
.....飯田 洋治 (立命館大学 教育開発推進機構)
 3. 「Science for all への視座」 北原 和夫 (日本学術会議)
 4. 「大学教育のネットワーク－日本と世界－」
.....松下 佳代・酒井 博之 (京都大学 高等教育研究開発推進センター)
-

学力調査から見える我が国の科学教育 — PISAを中心に —

京都工芸繊維大学 教授
内村 浩

自己紹介

経歴: 1952年生(56歳)、広島大学理学部を卒業後、
広島県の高教員(28年間に6校を歴任)。
2004年から京都工芸繊維大学アドミッションセンター

学位: 博士(心理学)、修士(教育学)

専門領域:

学習心理学

『認知心理学から理科学習への提言』(北大路書房, 1998)
『生徒指導・進路指導』(ミネルヴァ書房, 2002)

理科教育

現行の高校教科書『理科総合A』(東京書籍, 2002)
次期の高校教科書『科学と人間生活』、『物理基礎』、『物理』
『おもしろ実験ものづくり事典』(東京書籍, 2002)
『未来を展望する理科教育』(東洋館出版社, 2006)
『授業に活かす! 理科教育法』(東京書籍, 2009)

教育評価

OECD-PISA・国内専門委員、TIMSS・査察委員
教育課程実施状況調査・分析委員、
特定の課題に関する調査・問題作成委員

OECD — PISA 問題例と結果の概要

PISA2000・2003 科学的リテラシーの問題例

クローニング



次の課題文を読んで、以下の間に答えてください。

生物用のコピー機?

1997年の「今年の動物大賞」を選ぶとすれば、ドリーが受賞していたのは疑う余地がない。ドリーは次の写真に写っているスコットランド生まれの羊である。しかし、ドリーはただの羊ではない、ドリーは、別の羊のクローンなのである。クローンというのはコピーのことである。クローニングとは、元になる一つの「マスターコピー」からコピーを作ることを用いる。科学者は、「マスターコピー」である羊とまったく同じ羊(名前はドリー)を作ること成功した。

次に、その小さな切片から細胞核を取り出し、その核を別の(めすの)羊(羊2)の卵細胞に移した。ただしその卵細胞からは、特定の物質(この卵細胞から生まれる羊に、羊2の特性をもたらすはずだった物質)を、あらかじめすべて除去してある。ウィルムット博士は羊2の操作済みの卵細胞をさらに別の(めすの)羊(羊3)に移植した。羊3は妊娠して子羊を生んだ。それがドリーである。

2~3年以内に人間のクローニングを作ること可能になると考えている科学者もいる。しかし、すでに多くの国の政府は、人間のクローニングを法律で禁止することを決定している。

羊の「コピー機」を設計したのはスコットランドの科学者、I・ウィルムット博士である。博士は、羊の成獣(羊1)の乳腺から非常に小さな切片を取り出した。

クローニングに関する問 1

ドリーは次のうちどの羊のコピーですか。

- A 羊1
- B 羊2
- C 羊3
- D ドリーの父

- 状況・文脈: 生活と健康
- 知識・概念: 遺伝子操作
- プロセス: 現象の記述・説明・予測
- 出題形式: 選択肢形式

正答率

①フィンランド : 75 %
②フランス : 73 %
③日本 : 72 %
~~~~~  
OECD平均 : 65 %

#### クローニングに関する問 2

課題文の13~14行目に、使用された乳腺の部分が「非常に小さな切片」と説明されています。課題文から、「非常に小さな切片」が何を意味するか見つけることができます。その「非常に小さな切片」とは次のうちどれですか。

- A 細胞
- B 遺伝子
- C 細胞核
- D 染色体

- 状況・文脈: 生活と健康
- 知識・概念: 形態と機能
- プロセス: 現象の記述・説明・予測
- 出題形式: 選択肢形式

前回の調査のときも、  
日本はOECD平均より悪かった  
遺伝子と答えた生徒が多かった

#### 正答率

①フィンランド : 63 %  
②イタリア : 60 %  
③カナダ : 58 %  
~~~~~  
OECD平均 : 49 %
~~~~~  
日本 : 44 %

細胞

粗面小胞体、リボソーム、核、核小体、核膜、核孔、中心小体、ゴルジ体、リソソーム、細胞質、細胞膜、滑面小胞体、ミトコンドリア

遺伝子・DNA

染色体

日本の生徒は、「細胞」、「遺伝子」、「(細胞)核」、「染色体」などの概念が、バラバラな「貼り付け型の知識」になっている。

↓

「切り結び型の知識」を形成するように、相互に関連付けて総合的に理解させるなどの工夫が必要。

### クローニングに関する問3

課題文の最後に、多くの国の政府は人間のクローニングを法律で禁止することを決定している」と書いてあります。

以下に、その理由として考えられる根拠が二つあげられています。これらは、科学的な根拠とみなせますか。

それぞれの根拠について、科学的であると「みなせる」と思うものには○、「みなせない」と思うものには×を、解答欄に記入してください。

| 理 由                          | 解 答 欄 |
|------------------------------|-------|
| クローン人間は、普通の人間より特定の病気にかかりやすい。 | ○     |
| 人間は、神の領域をおかすべきでない。           | ×     |

● 状況・文脈：生活と健康  
● 知識・概念：遺伝子操作  
● プロセス：科学的探究の理解  
● 出題形式：複合的選択肢形式

**完全正答率**  
①NZ : 7.5%  
②カナダ : 7.3%  
~~~~  
日本 : 6.5%
~~~~  
OECD平均 : 6.2%

**誤答率**  
OECD平均 : 18.2  
~~~~  
日本 : 2.2%
香港 : 2.3%
韓国 : 2.6%

OECD - PISA

Programme for International Student Assessment

OECD (経済協力開発機構) 加盟国30+非加盟27
57 力国・地域、40万人
(2003年調査では41カ国・地域)

調査対象:
義務教育を修了した15歳
(日本では高校1年生)

調査領域:
・読解力
・数学的リテラシー
・科学的リテラシー

PISAのねらい

- ・ **そもそも...なぜOECDが取り組むのか?**
サービス産業社会から**知識基盤社会**への移行によって、社会は大きく変わり、**知識は主要な経済的・社会的資源になる**。そこで、知識社会に対する若者の準備の度合いを評価するための新しい枠組みとしてPISAを設けた。
- ・ **何を評価するのか?**
「生徒がこれまで習得して来たもの」でなく、**「習得したものをを用いて、今後何が出来るか」**を評価する。学校のカリキュラムにあまりとらわれない。

そこで、学校の教科と区別するために、「**数学的リテラシー**」、「**科学的リテラシー**」と呼ぶことにした。

| 読解力 | 2006年調査 | 2003年調査 | 2000年調査 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|
| 日本の得点 | 498点 | 498点 | 522点 |
| OECD平均 | 492点 | 494点 | 500点 |
| OECD加盟国中の順位 | 12位 | 12位 | 8位 |
| OECD加盟国中の順位(範囲) ^(注) | 9~16位 | 10~18位 | 3~10位 |
| 全参加国中の順位 | 15位 | 14位 | 8位 |

| 数学的リテラシー | 2006年調査 | 2003年調査 | 2000年調査 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|
| 日本の得点 | 523点 | 534点 | 557点 |
| OECD平均 | 498点 | 500点 | 500点 |
| OECD加盟国中の順位 | 6位 | 4位 | 1位 |
| OECD加盟国中の順位(範囲) ^(注) | 4~9位 | 2~7位 | 1~3位 |
| 全参加国中の順位 | 10位 | 6位 | 1位 |

| 科学的リテラシー | 2006年調査 | 2003年調査 | 2000年調査 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|
| 日本の得点 | 531点 | 548点 | 550点 |
| OECD平均 | 500点 | 500点 | 500点 |
| OECD加盟国中の順位 | 3位 | 2位 | 2位 |
| OECD加盟国中の順位(範囲) ^(注) | 2~5位 | 1~3位 | 1~2位 |
| 全参加国中の順位 | 6位 | 2位 | 2位 |

表8 読解力及び数学的リテラシーの平均得点の国際比較

| | 読 解 力 | 得 点 | 数学的リテラシー | 得 点 |
|-------------|-------|-----|-----------|-----|
| ① 韓国 | | 556 | 台湾 | 549 |
| ② フィンランド | | 547 | フィンランド | 548 |
| ③ 香港 | | 536 | 香港 | 547 |
| ④ カナダ | | 527 | 韓国 | 547 |
| ⑤ ニュージーランド | | 521 | オランダ | 531 |
| ⑥ アイルランド | | 517 | スイス | 530 |
| ⑦ オーストラリア | | 513 | カナダ | 527 |
| ⑧ リヒテンシュタイン | | 510 | マカオ | 525 |
| ⑨ ホーランド | | 508 | リヒテンシュタイン | 525 |
| ⑩ スウェーデン | | 507 | 日本 | 523 |
| ⑪ オランダ | | 507 | ニュージーランド | 522 |
| ⑫ ベルギー | | 501 | ベルギー | 520 |
| ⑬ エストニア | | 501 | オーストラリア | 520 |
| ⑭ スイス | | 499 | エストニア | 515 |
| ⑮ 日本 | | 498 | デンマーク | 513 |
| ⑯ 台湾 | | 496 | チェコ | 510 |
| ⑰ イギリス | | 495 | アイスランド | 506 |
| ⑱ ドイツ | | 495 | オーストリア | 505 |
| ⑲ デンマーク | | 494 | スロベニア | 504 |
| ⑳ スロベニア | | 494 | ドイツ | 504 |
| ㉑ マカオ | | 492 | スウェーデン | 502 |
| ㉒ オーストリア | | 490 | オーストリア | 501 |

OECD非加盟

表5 科学的リテラシー平均得点の国際比較 (注: 横軸にはOECD加盟国を挙げる)

| 科学的リテラシー全体 | 得点 | 「科学的な疑問を認識すること」領域 | 得点 | 「現象を科学的に説明すること」領域 | 得点 | 「科学的証拠を用いること」領域 | 得点 |
|-------------|-----|-------------------|-----|-------------------|-----|-----------------|-----|
| ① フィンランド | 563 | フィンランド | 555 | フィンランド | 566 | フィンランド | 567 |
| ② 香港 | 542 | ニュージーランド | 536 | 香港 | 549 | 日本 | 544 |
| ③ カナダ | 534 | オーストラリア | 535 | 台湾 | 545 | 香港 | 542 |
| ④ 台湾 | 532 | オランダ | 533 | エストニア | 541 | カナダ | 542 |
| ⑤ エストニア | 531 | カナダ | 532 | カナダ | 531 | 韓国 | 538 |
| ⑥ 日本 | 531 | 香港 | 528 | チェコ | 527 | ニュージーランド | 537 |
| ⑦ ニュージーランド | 530 | リヒテンシュタイン | 522 | 日本 | 527 | リヒテンシュタイン | 535 |
| ⑧ オーストラリア | 527 | 日本 | 522 | スロベニア | 523 | 台湾 | 532 |
| ⑨ オランダ | 525 | 韓国 | 519 | ニュージーランド | 522 | オーストラリア | 531 |
| ⑩ リヒテンシュタイン | 522 | スロベニア | 519 | オランダ | 522 | エストニア | 531 |
| ⑪ 韓国 | 522 | アイルランド | 516 | オーストラリア | 520 | オランダ | 526 |
| ⑫ スロベニア | 519 | エストニア | 516 | マカオ | 520 | スイス | 519 |
| ⑬ ドイツ | 516 | ベルギー | 515 | ドイツ | 519 | スロベニア | 516 |
| ⑭ イギリス | 515 | スイス | 515 | ハンガリー | 518 | ベルギー | 516 |
| ⑮ チェコ | 513 | イギリス | 514 | イギリス | 517 | ドイツ | 515 |
| ⑯ スイス | 512 | ドイツ | 510 | オーストラリア | 516 | イギリス | 514 |
| ⑰ マカオ | 511 | 台湾 | 509 | リヒテンシュタイン | 516 | マカオ | 512 |
| ⑱ オーストラリア | 511 | オーストラリア | 505 | 韓国 | 512 | フランス | 511 |

日本の生徒は、優れた科学知識を持っているにもかかわらず、初めて出会う状況で科学知識を応用することが苦手。目の前の状況から科学的問題が何かを特定し、その問題を科学的に探求するための方法を自分で組み立てることが苦手。

表1 科学的リテラシー全体における習熟度レベル別の生徒の割合 (数字はパーセント)

| | レベル未満 | レベル1 | レベル2 | レベル3 | レベル4 | レベル5 | レベル6 |
|----------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 日本 | 3.2 | 8.9 | 18.5 | 27.5 | 27.0 | 12.4 | 2.6 |
| オーストラリア | 3.0 | 9.8 | 20.2 | 27.7 | 24.6 | 11.8 | 2.8 |
| カナダ | 2.2 | 7.8 | 19.1 | 28.8 | 27.7 | 12.0 | 2.4 |
| フィンランド | 0.5 | 3.6 | 13.6 | 29.1 | 32.2 | 17.0 | 3.9 |
| フランス | 6.6 | 14.5 | 22.8 | 27.2 | 20.9 | 7.2 | 0.8 |
| ドイツ | 4.1 | 11.3 | 21.4 | 27.9 | 23.6 | 10.0 | 1.8 |
| アイルランド | 3.5 | 12.0 | 24.0 | 29.7 | 21.4 | 8.3 | 1.1 |
| イタリア | 7.3 | 18.0 | 27.6 | 27.4 | 15.1 | 4.2 | 0.4 |
| 韓国 | 2.5 | 8.7 | 21.2 | 31.8 | 25.5 | 9.2 | 1.1 |
| ニュージーランド | 4.0 | 9.7 | 19.7 | 25.1 | 23.9 | 13.6 | 4.0 |
| イギリス | 4.8 | 11.9 | 21.8 | 25.9 | 21.8 | 10.9 | 2.9 |
| アメリカ | 7.6 | 16.8 | 24.2 | 24.0 | 18.3 | 7.5 | 1.5 |
| オランダ | 2.3 | 10.7 | 21.1 | 26.9 | 25.8 | 11.5 | 1.7 |
| OECD平均 | 5.2 | 14.1 | 24.0 | 27.4 | 20.3 | 7.7 | 1.3 |
| 香港 | 1.7 | 7.0 | 16.9 | 28.7 | 29.7 | 13.9 | 2.1 |
| 台湾 | 1.9 | 9.7 | 18.6 | 27.3 | 27.9 | 12.9 | 1.7 |

OECD加盟国の平均と比べると、日本は、比較的レベルの高い生徒が多く、比較的レベルの低い生徒は少ない。ただし、フィンランドはさらに良い。

質問紙調査の結果 PISA2006

△ 科学の全般的な価値

「科学技術の進歩は人間の生活条件の改善につながる」
OECD平均: 93%, 日本: 87%

× 科学の個人的な価値

× 「理科学習は自分の役に立つ」 TIMSS調査でも同じ傾向

× 「理科の勉強は、将来の仕事の可能性を広げてくれるので、自分にとってやりがいがある」

× 「30歳の時点で自分が科学に関する仕事に就いていると思う」
OECD平均: 25%, 日本: 8% (最低)

× 自らの科学的能力に対する自信 日本: (最低)

× 科学の楽しさ 日本: (ワースト2位)

× 観察実験などの体験を重視した理科の授業 日本: (ワースト3位)

観察実験などの体験を重視した理科の授業に関する生徒の認識

ほとんどもしくはすべての授業で各質問の事柄があると回答した生徒の割合 (%)

結果の考察: 生徒は、実験したことからどんな結論が得られたかを考えるよう求められる

先生の指示を守る: 生徒は、先生の指示通りに実験を行う

演示実験: 先生が実験を実演してくれる

生徒実験: 生徒が実験室で実験を行う

実験が少ない。

日本は、全参加国・地域の中でワースト3位

生徒の科学研究を取り入れた理科の授業に関する生徒の認識

ほとんどもしくはすべての授業で各質問の事柄があると回答した生徒の割合 (%)

生徒は、自分たちが予想したことを実験で確かめられるよう求められる

理科の問題を実験室でどのように調べるかを、生徒が計画するように指示されている

実験の手順を生徒自身で考える

生徒に自分の課題を選ぶ機会が与えられている

探究的活動が少ない。

モデルの使用や応用を重視した理科の授業に関する生徒の認識

ほとんどもしくはすべての授業で各質問の事柄があると回答した生徒の割合 (%)

先生は理科で習った考え方が、多くの異なる現象(例: 物体の運動、似た性質を持つ物質など)に活用できることを教えてくれる

先生は、科学的考えが実生活に密接に関わっていることを解説してくれる

先生は、理科を学校の外の世界を生徒が理解する手助けとなるように教える

先生は、技術的な応用を例にして、いかに理科が社会生活と密接に関係しているかを解説してくれる

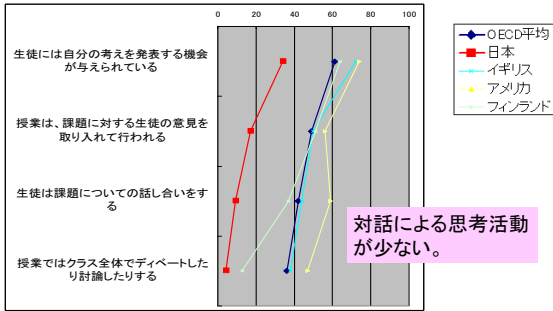
生徒は、理科で習った考えを日常の問題に応用するよう求められる

応用に関することや実生活との関わりが教えられていない。

日本は、全参加国・地域の中で最下位。しかも際だって低い。

対話を重視した理科の授業に関する生徒の認識

ほとんどもしくはすべての授業で各質問の事柄があると回答した生徒の割合(%)



対話による思考活動が少ない。

日本は、全参加国・地域の中で最下位。しかも際だって低い。韓国も日本と同様に低い。

中3フォローアップ調査より

高校で状況が悪化している

「生徒は、実験したことからどんな結論が得られるかを考えるよう求められる」
 日本 : 中3 : 5.2% → 高1 : 2.6%
 OECD平均 : 5.1%

「生徒は、自分たちが予想したことを実験で確かめるよう求められる」
 日本 : 中3 : 4.3% → 高1 : 2.2%
 OECD平均 : 3.8%

「先生は、理科を学校以外の世界を生徒が理解する手助けとなるように教える」
 日本 : 中3 : 2.5% → 高1 : 1.2%
 OECD平均 : 2.3%

「生徒は課題についての話し合いをする」
 日本 : 中3 : 2.1% → 高1 : 0.9%
 OECD平均 : 4.2%

高等学校教育課程実施状況調査

- ・実施日: 2005年11月(前回は2002年)
- ・対象学年: 第3学年
- ・参加者: 全教科で15万人, 物理 I は8653人
- ・ペーパーテスト(物理 I は全57問から構成)

- ・生徒の7割は「物理の勉強で実験や観察をすることが好き」しかし...
- ・「実験を積極的に取り入れた授業を行っている」という教師が 前回調査よりも10%減少した。
- ・「探究活動を積極的に取り入れた授業を行っている」と答えた教師は2割以下。

高校の物理実験に対する生徒の声

- ・今まで実験とかもただやるだけで、「なぜ? そうなるのか」とか「なるほど」と思うようなことがありませんでした。
- ・教科書に書いてあるとおりの実験結果を出そうと必死になるあまり、実験そのものよりも出た結果ばかりを気にして、ひどいときには、実験の目的や意味を忘れてしまうことがあった。
- ・理科の実験と聞くと、堅いイメージがあって、ただひたすらに教科書どおりの方法で結果を得ようとする感じを受けていました。

結果がすでに分かっていることを、教師の指示どおりにやらせる実験(料理本の実験)や、形式的な検証実験が主流を占めている。

近年は、こうした実験さえもあまり行われなくなった?
 物理実験の実施状況調査(山崎・他, 2006)より

高校における物理実験の状況

山崎, 谷口, 井上, 内村 日本物理学会(2006)

下記に大学で 2,547名を対象にアンケート調査を行った。
 関西4大学(同志社大, 京大, 京都教育大, 京都工繊大)
 関東6大学(中央, 首都大東京, 電通大, 東京学芸, 埼玉医, 東邦大医)

定番の42種類の実験について体験を答えてもらった。
結果

- ・生徒実験, 演示実験とも少ない。
 物理 I, II の 210時間中で
 平均して, 生徒実験**6.1**回, 演示実験**8.6**回
- ・学校や教員による差が激しい。
- ・生徒自らが測定器具を用いて, データを取り, 分析する実験が少ない。

OECD学習到達度調査

日本の高1 数学応用力10位、読解力15位

全分野で順位後退

科学への関心低く

日本の順位の特徴

京都市新聞

12/5(水)

読解力15位

金の犬

PISAから何を読み取るか？

PISAの調査結果が発したメッセージが、正しく受け止められていない。

自国の順位の低下や停滞について、伝統的な学力観そのままに「学力低下」が議論されている。

- ・教科中心主義への回帰(総合学習の削減)
- ・競争原理の導入(全国一斉学力テスト, 77億円)
- ・教員への管理強化(教員免許更新制)
- ・早寝, 早起き, 朝ご飯(陰山メソッド, 徹底反復)

※いずれにしても、子どもたちが身につけるべき学力や能力をどのようにとらえるかを、真剣に議論すべき時期に来ている！

PISAの概念的背景

「キー・コンピテンシー」

「状況主義の心理学」

目標とする社会とは？

必要な知識、能力、態度とは？

「生きる力」・・・？

「キー・コンピテンシー」

高

中

小

道標(学習指導要領)

学校

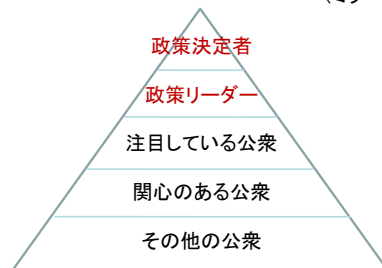
フィンランド, など

教育調査

何を、いかに教え、
どう評価するかについて
根本に立ち返って
検討する必要がある

公共政策における層構造モデル

(ミラー, 1998)



ピラミッド構造でいろいろなレベルの人がかかわっている。
(実際には、上の2つの階層が決定している)

民主的な社会をつくるためには・・・

1. いろいろなレベルにある人のリテラシーを少しずつ高める。

例) 新聞記事を批判的に読む解くためには・・・

- ・何が問題なのかを読み取る
- ・最新の信頼できる情報を調べる
- ・科学的な根拠にもとづいて自分で判断する力

2. 個人の意志決定を支援する社会的なしくみをつくる。

- ・正確な情報を伝える
- ・問い合わせに対応する
- ・外部の専門家の協力を得る
- ・事態を常にモニタリングする

知識の量よりも、むしろ、情報を選び取り、個人的・社会的な意志決定に生かそうとする個人の態度、意欲、行動力が重要になってきた。

学習への意欲・関心から行動・態度にいたるまでを含めた広義の能力を **コンピテンシー** という概念でとらえる。

「生きる力」と「キー・コンピテンシー」の関係

中教審答申『審議のまとめ』 p.9

○ これまで述べてきたとおり、社会の構造的な変化の中で大人自身が変化に対応する能力を求められている。そのことを前提に、次代を担う子どもたちに必要な力を一言で示すのであれば、まさに平成8年(1996年)の中央教育審議会答申で提唱された「生きる力」にほかならない。

○ このような認識は、国際的にも共有されている。経済協力開発機構(OECD)は、1997年から2003年にかけて、多くの国々の認知科学や評価の専門家、教育関係者などの協力を得て、「知識基盤社会」の時代を担う子どもたちに必要な能力を、「主要能力(キー・コンピテンシー)」として定義付け、国際的に比較する調査を開始している。このような動きを受け、各国においては、学校の教育課程の国際的な通用性がこれまで以上に強く意識されるようになっていくが、「生きる力」は、その内容のみならず、社会において子どもたちに必要となる力をまず明確にし、そこから教育の在り方を改善するという考え方において、この主要能力(キー・コンピテンシー)という考え方を先取りしていたと言ってもよい。

「生きる力」の妥当性を「キー・コンピテンシー」で裏付け

これからの時代に求められる新しい学力とは？

今日のように科学技術やグローバル化が進み、変化の激しい社会では、問題解決能力や創造性、独創性、コミュニケーション能力などの力がより重要になってきた。21世紀の理科教育には、従来の学力観・能力観以上のことが期待されるようになってきた。

求められる能力や資質

- ・基礎知識・基礎技能・数理能力・語学力・理解力・読解力
- ・問題解決能力 (情報収集・情報処理・推論・メタ認知)
- ・創造性・固執性・思考の柔軟性・発想力・探究心
- ・学ぶ意欲・正確性
- ・文章表現能力・自己表現能力
- ・判断力・注意力・集中力・人間性・持続力
- ・プレゼンテーション能力・コミュニケーション能力

OECD-DeSeCo

Definition and Selection of Competencies

目的:

単なる知識や技能の習得を越え、新しい時代に対応した学力の国際標準化をめざす。

個人の成功と、社会の成功を実現するために必要な、キー(鍵)となるような資質・能力を定義し選択する。

個人の成功とは:

希望する就職と収入を実現することや、健康で安全に暮らすこと、政治に参加すること、社会的に良好な人間関係を保つことなど。

社会の成功とは:

高い経済的生産性や、民主的に物事が進められること、社会的に団結し公正であること、人権が尊重されること、持続可能な環境など

DeSeCo: キー・コンピテンシー

① 問題解決のために、相互作用的にツールを活用する能力

PISA

- ・言語、記号、文章を、相互作用的に活用する能力 読解力
- ・知識や情報を、相互作用的に活用する能力 数学的リテラシー
- ・テクノロジーを、相互作用的に活用する能力 科学的リテラシー

あくまでもペーパーテストで設定された、架空の状況と文脈である。

② 異質な集団で交流する能力

- ・他人と良好な人間関係をつくる能力
- ・他人と協力し、チームワークを発揮する能力
- ・対立を処理し解決する能力

③ 自律的に活動する能力

- ・全体的な視野で行動する能力
- ・自己の人生設計や個人的プロジェクトを計画し、実行する能力
- ・自らの権利、利益、限界、ニーズを守り、主張する能力

日本の理科教育の特徴と課題

◆日本の理科教育の特徴

- ・生徒の成績は良いが、学習に対する認知に問題がある。
- ・実験が少ない。
- ・探究的な活動が少ない。
- ・科学と生活、社会、自然との関連性が希薄。
- ・対話による思考活動が少ない。
- ・教科書が画一的で貧弱。(教科書検定制度)

◆小中高大の教育接続

- ・小中高⇄大学のギャップが大きい。→ドロップアウト

■概念的・理論的背景

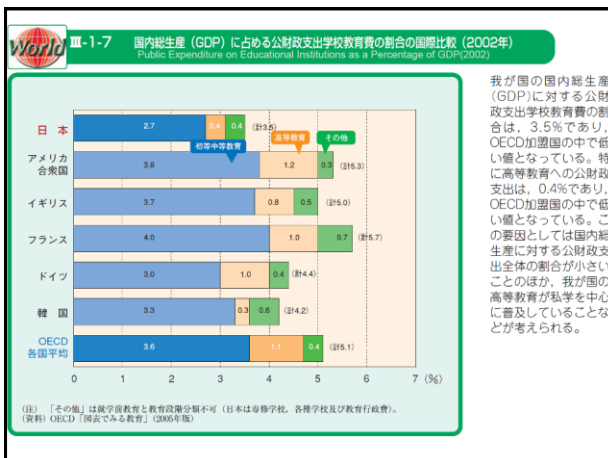
- ・教育の「理念」が情緒的で曖昧。→「生きる力」?
- ・学習の理論や方法論が時代遅れになっている。

■社会的・政治的背景

- ・教育にかかる予算が少ない。→現場の疲労感
- ・教師の裁量権が十分に保証されていない。→閉塞感

今後の展望

- ・現場教員と研究者とのコラボレーションに期待したい。
- ・日本の理科教師の底力に期待したい。



日本の教師たちの特徴

- もともと日本の学校には**授業研究の文化**がある。
- 高い教材開発力**
自分たちで新しい教育方法や教材を開発している。
- 自主的な研究サークル**
仲間と一緒に研究サークルをつくって活動している。
- ただし、自分自身のカリキュラムをつくることについては経験不足。**



理科教員の研究サークル in 広島

教材ワークショップ in 広島



小・中・高・大学の教員が教材を持ち寄って交流している。

広島理科教育コミュニティ(RiCH)

- ◆2002年12月、40人の発起人でスタート
- ◆参加者:小学校・中学校・高等学校・大学をはじめ、科学館・主婦・一般企業などから多くの人が参加
- ◆メーリングリストなどを通して、職種・肩書きなどの違いを越えて理科教育に関する情報や意見を交換する。



オフ会

教材研究会

World Year of Physics 2005 Einstein in the 21st Century

広島理科教育ウィーク 2005.2.12 (Sat)-2005.2.19 (Sat)

■RiCH設立2周年記念懇談会：理科教育を語る会

▲日時：2月12日(土) 18:00～
▲場所：広島大学学生センター(〒739-8530 広島県広島市東区7-1)
▲主催：広島理科教育コミュニティ(RiCH)発起人会
▲連絡先：rich@rich2005.ed.hiroshima-u.ac.jp (RiCH代表人会)

■いきいきとした理科の授業を創ろう

—子どもたちが楽しく理科の授業を受けたい—
▲日時：2月13日(日) 11:00～15:00
▲場所：広島大学教育学部1105号室(〒739-8530 広島県広島市東区7-1 1号11号)
▲主催：広島大学大学院教育学部理学部附属教育実践センター
▲連絡先：TEL:082-424-7704 rich@rich2005.ed.hiroshima-u.ac.jp (山下 秀樹)

■広島科学教育フォーラム

—楽しくわかる授業で理科のおもしろさを生徒たちに—
▲日時：2月13日(日) 13:00～16:00
▲場所：広島YMCA 4階会議室172号(〒739-8530 広島県広島市東区7-1)
▲主催：広島科学教育フォーラム
▲連絡先：TEL:082-424-7704 rich@rich2005.ed.hiroshima-u.ac.jp (菅原人、内村 崇)

■明日から使える理科教材ワークショップ

—明日の授業で使える—
▲日時：2月19日(土) 13:00～17:00
▲場所：広島県立広島女子大学5F(〒739-0292 広島県広島市東区1-1-1)
▲主催：広島県立広島女子大学5F(〒739-0292 広島県広島市東区1-1-1)
▲連絡先：TEL:082-424-6998 rich@rich2005.ed.hiroshima-u.ac.jp (事務局：佐藤 仁)

www.physics2005.org

主催：広島理科教育ウィーク発起人会
代表：西川泰治 (広島大学名誉教授)
協賛：世界物理年日本委員会

「アドバンス物理」研究会 in 京都

- ◆地域の公・私立高校の教員、大学の教員、その他から約40名で構成
- ◆新しいカリキュラムを**実践的に検討**している。
 - ・実験書その他の教材を作成する。
 - ・公開授業を実施する。
 - ・地域の学校に教材を貸し出す。



公開講座



Workshop: 英国のコースワークとその評価法

京都 2006年8月

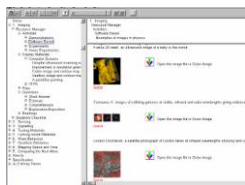


アドバンス物理(Advancing Physics)

英国物理学会による新しいAレベル物理コース

1年目=ASコース(17歳)
2年目=A2コース(18歳)

- ◇ 題材・教材・活動の現代化
- ◇ 多様な生徒への対応
- ◇ 科学に関わるさまざまな能力を育てる



Active learning

人の運動をグラフ化する

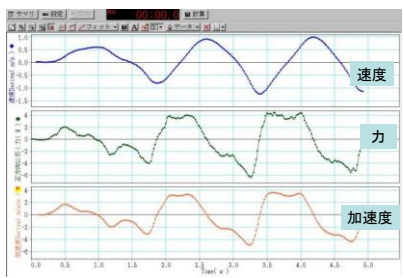
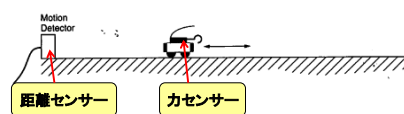
データロガーの距離センサーとコンピュータを導入

与えられた速度グラフから位置グラフを予想する。

実際に、この速度グラフになるように動き、位置グラフが予想通りになるか確認する。



台車を自由に押し引きし、はたらく力と速度、加速度を測定する。



力、加速度のグラフの見事な一致

↓
生徒に確信を与える

新しい学力観の心理学的背景

状況主義学習論について

心理学の歴史

1. 民族心理学・・・ ヴント(1832～1920)
2. 行動主義の心理学・・・ スキナー(1904～1990)
S→(?)→R (?)はブラックボックスとして扱う。
3. 認知心理学・・・コンピュータを一つのモデルとして
(?)の中をのぞく。
背景として、コンピュータの発達、神経科学の発達がある。

ひとりの人の行動や認知過程だけが問題にされてきたことに対する疑問。

- ↓
4. ヴィゴツキー(ロシア, 1896～1934)
 - ・社会の文化と歴史を背負っている言語が決定的に重要。
 - ・人間の活動は文化的状況の中で行われ、その状況から切り離しては理解できない。

状況主義の考え方

日常生活の中で、
知識や技能はどのように使われているか？
例)

- ・試験会場では・・・
- ・一方、米作り日本一を競うときは・・・
- ・私が論文を書くときは・・・
- ・「三人寄れば文殊の知恵」

分散認知

個人の知識や技能は、たった一人の頭の中にあるのではなく、
周囲の人々や、文化的・社会的状況やツールと相互作用することによって成り立っている。

現在一般的に行われている学校教育では、必ずしも生活の場が必要とされている知識や手続きが、まさに必要な場面で教えられているとは限らない。

状況主義から見た 学校での学びの特徴

1. 日常生活にとって直接に役立つ能力を身につけるのではなく、
そのための「基礎」を学ぶ。

→ 学び手にとっては、学ぶ意義が自明でない。

- ・「将来学ぶための基礎となる能力」についての検討が必要
- ・かといって、子どもに迎合して、子どもが望むことだけを教えるわけにはいかない。・・・例)高校の未履修問題

2. 実物に代わる記号の操作が大きな比重を占める。

→ 抽象的で、現実世界とつながりにくい。

- ・しかし、日常生活の学びだけでは獲得しにくい「概念的知識」を発展させたり、理解をともなう「応用のきく」技能を修得するという利点がある。
- ・・・例)迷信、偏見、ステレオタイプ、商業主義文化や権力からの影響
「太陽は地球の周りを回っている」

これまでの教育改革は、以上の2つの特徴を薄めようとしてきた。
今後もこの努力は必要。
日常生活でも学べることと、学校でこそ学べることとの峻別が必要。

万人に科学を

— だまされない市民になるために —

立命館大学 教育開発推進機構
飯田 洋治
e-mail yoiida@fc.ritsumeai.ac.jp
URL <http://homepage3.nifty.com/yoiidea/>

40数年前の苦い経験から

- 「ああ、せいせいした。
これで一生物理をやらんでもよくなった」
(高校卒業を目前にした40数年前の生徒の発言)
→「自分の教えてきたことは何であったのか」
《自分の原点》 <1960年代半ば>
自主的研究サークルの結成
愛知物理サークルの前身
- 「面白くない・わからない・くだらない」
…現在の教育の矛盾を集中的に反映した声だ。
- 「この声を避けて通った試みはいくら手段を労しても失敗に終わるだろう」。
これが私たち愛知の教研活動の主張
この主張のもつ意味は大きかった

1

たった一つでもいい、 何かが変わることがある

- 「投げ込み教材」運動
たった一つでもいい、何かが変わることがある。
でも一つだけですべてを理解するのは無理。
いくつか積み重ねてやっと1時間分、やがて
数時間分の授業ができるようになる

<多くの人の知恵の結集>と<断片の蓄積>

生徒が本当に学ぶに値すると思うことの追求

サークル、自主的教育研究運動の大切さ
教師も生徒もみんな学びたいのだ！
恥かき屋でいい わかればいいのだ

2

- ‘88年、『いきいき物理わくわく実験1』
(愛知・岐阜物理サークル)出版
‘99年、『いきいき物理わくわく実験2』
(愛知・岐阜・三重物理サークル)出版
私たち集団の知恵の結晶
悪戦苦闘しながら、またたく間に過ぎた40数年
- わかってきたこと
『いきいき物理わくわく実験』の中から↓
生徒が驚き喜ぶものには何かがある
- 「生徒の心をとらえるもの」
これを前提に教材の全面的再検討が必要
- 我々の分析、位置付け次第で、多くのものが教材になるにちがいない。
- 「学ぶに値することをもとめて いきいき物理わくわく実験」
『物理教育通信』76号 1994.6 物理教育研究会

3

生徒の意欲が解き放たれるときは どういうときか

- (1) 内容が彼らの感覚や感情にまでくいで込んでいくとき
→ 体を通して全感性が働くとき
- (2) 「何か分りそう、俺にも作れそう」
自分で挑戦可能に思え主体が入り込めるとき
→ 自分の頭で自己構成ができそうだと思うとき
→ 手や体が自然に動きだしてしまうとき
- (3) いくら間違えてもいい、自由に考えることが許されるとき
→ 強制のない自由な雰囲気保証されるとき
- (4) みんなと議論したり、作ったり、仲間と一緒にできるとき
→ 社会的で、共同作業ができるとき
- (5) 世界の広がりや深まりが感じられるとき。
見えない世界や、そのつながりが見えてきたと感じられるとき
→ 宇宙の法則がより深く広く見えてくるとき

4

- 上の条件がいくつか満たされると、生徒の思考と行動は爆発する。
- 生徒だけでなく、我々教師自身にあてはまる。
- 教師自身が「いきいきわくわく」できなければ、生徒も「いきいきわくわく」できない。
- これまでの物理教育でこれらの条件はどれだけ満たされてきたのだろうか。

女子大で「自然科学入門」開始 ('02~)

- 専門家にならない人が圧倒的に多数
- 科学とは縁もゆかりもないと思ってきた人たちにとって、科学を学ぶ意味があるのか。あるとすれば何か。
- <今さら、なぜ万人か、万人でなくてもいいではないか>
学びたくない人に無理やり押しつけるのか
- 誰もが学びたくなるような講座はできないか
- 高校生に教えて人気の高かったネタの活用₅

21世紀を一市民として生きていく 上に必要な科学とは？

アマチュアはもちろん、プロにも 必要な科学入門を

- アマチュアはもちろん、専門を目指す人にとっても必要な科学とは何なのか、数式・計算とは一味違った科学の魅力を追求したい。討論や身近な実験などを通して、自然の不思議さ・奥深さを追求し、科学の真の面白さ、誰でもが心から楽しめる科学に迫りたい。
- 授業のねらいは次の3点 ↓

6

- (1) だまされない市民になるために—いくら科学・技術が発展していても、現代のような情報化社会においては情報操作に惑わされる傾向を生みやすい。超能力実験、科学マジックなど、だましあいを楽しむことによって、だましに対する免疫をつけながら、「科学的に考えるとどういうことか」を考える。
- (2) 科学はどこにでもあり、誰でもができる。—ちょっと見方を変えただけで新しい世界が広がる。新発見・発明につながる。身近な材料、テーマから、興味ある問題をとりだし科学・技術の発想法を学ぶ。
- (3) 21世紀の科学・技術のあり方を問う。—R・カーソン、S・コルボーンの警告。20世紀の大量生産・大量消費・大量廃棄の文明は人類のみならず生物そのものの生存を脅かし始めた。21世紀はこのような問題を解決するために必要な科学とは何か、人類の知恵と能力が問われる時代である。環境問題と化学物質の関わりを中心に問題を明らかにしたい。

身近なものを通して、科学・技術やそのあり方に興味と関心を持ち、ものごとに対する批判的、多角的見方・分析力をつける。

7

授業のテーマ

- 1 だましあいを楽しむ
 - － 「**超能力実験**」「ひのえうま」
 - 「虫の知らせ」など
- 2 科学マジックを通して考える
 - － 「空中浮揚」「さらし首」など
- 3 「ごまかし勉強」から本物の学びを
 - － 「国際数学・理科教育調査」から
- 4 **強い形、弱い形の秘密に迫る**
 - － 「卵の上に人は乗れるか」
 - 「一枚の紙から、ストローの形から」
- 5 **科学はどこにでもあり、誰でもができる**
 - － 「遊びの中の科学」「**おもちゃの科学**」
 - 「スポーツの科学」「キッチンの中の科学」
- 6 音と楽器の秘密を探る
 - － 「音階ができれば何でも楽器」
- 7 光とものの色の不思議を探る
 - － 「3原色の影の色」
- 8 生活の中の電気・磁気
 - － 「感電する？しない？」
 - 「何でもマイクスピーカー」
 - 「ハイテクも原理は簡単」

- 9 自然の階層性、押しつぶしの科学
 - － 「大きさを比べるだけでここまでわかる」
 - 「**原子から宇宙へ**」
- 10 高校生・大学生の力学的概念調査から
 - － 「経験をたよりにすれば間違えて当たり前」
- 11 地動説
 - － 「動いていてもそれを感じない世界の発見」
- 12 エアコンの秘密、フェーン現象
 - － 「**押すだけで燃える？**」
 - 「振るだけで水の温度は？」
- 13 「水飲み鳥」で考える地球環境とエントロピー
 - － 地球上の水や空気や資源の有限性、
 - エネルギー開放系と物質閉鎖系
- 14 化学物質と生態系。
 - カーボンやコルボンの警告
 - － 化学物質の毒性、生体濃縮、発ガン、奇形、
 - 環境ホルモン、**原子エネルギー**など
- 15 一市民として、これからどうすればいいのか

上記太字の部分の幾つかを次の例1～5で示す

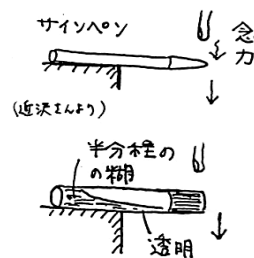
<例1> 超能力 念力ペン



『いきいき物理わくわく実験2』より

- 「これまで超能力批判をしてきた私にも、最近超能力が出せることがわかった」と、おもむろにサインペンを取りだし、机の端にバランスを取って置き、指先に念力を集中させる。……ペンは触れることなく数十秒でポトリと落ちる。すっかり私の超能力を信じてくれるものやら、もう一度やれとか、自分の鉛筆で試しはじめるもの、ここが怪しいと疑いをささむものなど、授業は間違いなく熱気を帯びる。

<実験1>



高校生 坂野君の

「超能力者飯田を批判する論文」紹介
“ペンの中の流体の単なる重心移動”

坂野をとるか、飯田をとるか ノリで実験

- 超能力など超常現象を信じる高校生・大学生は多い。

<アンケートの結果>

頭から否定しても水掛け論になるだけ。

だましあいによって、免疫をつける

<遊びが必要>

●ある学生のコメント(Y.I.)

「科学に失敗や不正解という言葉はないということ。レジュメの中に「はがき1枚でどうしたら強い形が作れるか」という課題に弱くなってしまったというノートを見て、先生が生徒を呼び止め「これは常識を破るすごい実験だ！一枚の紙はどうすれば弱くなるかの実験をしたのだ！」といったという部分がある。

この文章を読んだとき、「課題通りにするだけが正解ではない！視野を広げると失敗も成功の一つなんだ！と感じた。科学には失敗することも成功と同じくらいすばらしいことなんだとこの講義を受けて感じた。だから科学は少しでも興味が湧いたり、疑問に思ったことがあれば自ら進んで実験したり調べてみたいということが大切なんだなと思った。」

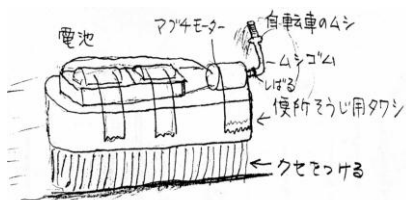
弱い形の発見から 身の回りのものの形に注目

- 生徒のちょっとした発言
よく吟味すると教材化のヒントが得られる
- 卵の強さから 強い形の探求していたとき
一転して弱い形に注目して身の回りを見直してみると、
ストローのギザギザ、ドレンホースなどわざわざ弱い形にして使っているものが結構あることが見えてくる。
- さらに、身の回りのものの形(ペットボトルやトレイなど)は、単なるデザインだけでなく、強くしたり、弱くしたり、様々な工夫があることの発見につながる。ものを見る目の変化。

●ある学生のコメント(M.S.)

「要は発想の転換だな。考え方一つでこうも違ってくるのだから、やはり科学って面白い」

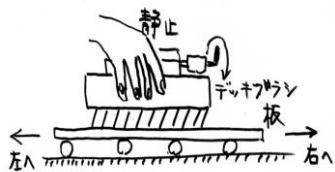
<例3> 振動で走るデッキブラシ



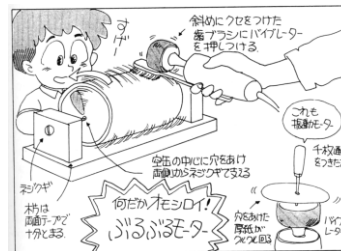
- 土肥健二(広島市立美鈴が丘高校)さんの工夫

<発想の逆転>

デッキブラシを止めると、
下の板はどちらに動く？



振動モーター 振動から回転を



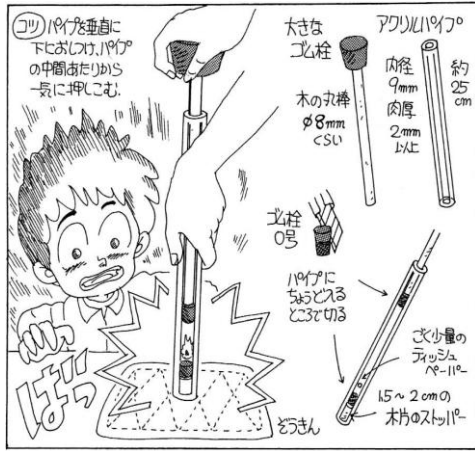
『いきいき物理わくわく実験2』より

- 超音波モーターの発明
指田年生 1983年
- 自動焦点カメラのレンズを動かすモーターとして利用

ねこじやらしの運動やガリガリプロペラの発想
がこんな発明を生んだ！

<例4>

寝てた生徒がアンコール



『いきいき物理わくわく実験2』より

- 一気に押すだけで火がつく 圧気発火器

振るだけで水の温度が上がる？

ポットふりふり 汗かきかき

ジュールの実験

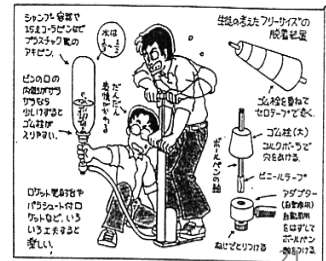
振るだけで水温が少し上昇

断熱膨張

空のボトルを飛ばすばすと中に霧



飛んでびっくり水ロケット



『いきいき物理わくわく実験1』より

熱学展開の「投げ込み」に

- 断熱圧縮・断熱膨張
- ディーゼルエンジン
- 冷蔵庫・エアコンの仕組み
- フェーン現象など

- 仕事と熱の関係
- ある高校生の疑問

「先生変だよ！ポット振るのも、空気を押すのも同じ仕事をしているよね。」

「だけど、ポットの水はあんなに振って立った数度しか上がらないのに、発火器の空気は一押しするだけでどうして火がつくの？」

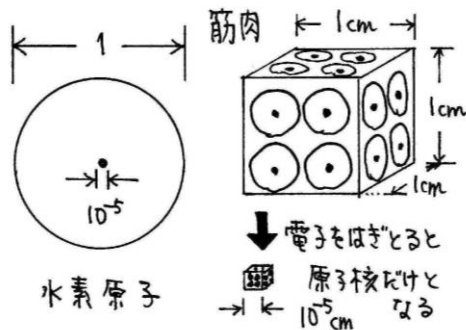
●ある学生のコメント(T.M.) 断熱圧縮

「授業の冒頭、ティッシュに火がついたのには本当に驚いた。この応用がエアコン、冷蔵庫など身近なものに使われていることにも驚いた。特にエアコンのしくみは長年自分の中で謎だったので胸のつかえとれた気分になった。先生の授業は、「実際にやってみる」が根本にあると思う。それはご託を並べ立てるよりよほど意図が伝わりやすいし、何より飽きがこなかった。」

●ある学生のコメント(H.K.) 断熱圧縮

「まさか圧縮ただけでティッシュペーパーが燃えるとは思わなかった。この原理がディーゼルエンジンに使用されているなんて、身近なところで科学が活用されているんだなと思った。いくら技術水準を上げても効率100%の熱機関は作ることができず絶対無駄が生まれてしまう。/ 冷蔵庫や車の話を聞いて、熱効率の悪さに驚きました。今科学がとても発達してきているのに熱効率がこんなに悪いとは思わなかった。物理や科学がこんなに日常生活に関わっていて楽しいことだとは思いませんでした。」

<例5> サイズの物理 原子核の密度を概算する



- 身の回りの固体の密度は数g/cm³
- 身の回りの物質原子(C, Oなど)の原子核の大きさは 水素原子の数倍程度
- 水素原子で置き換えて考えてもそれほど大きな狂いはない

24

- 我々の身体を作っている筋肉の密度
1g/cm³
電子をみんなはぎ取れば、原子核だけ残る。
質量はほとんど変わらず、ほぼ 1g
- 残った原子核だけの大きさは10⁻⁵倍に縮み、
1cm³の体積は(10⁻⁵)³=10⁻¹⁵倍。
- 原子核の密度は筋肉の密度の10¹⁵倍。
- 10¹⁵ × 1g/cm³ = 10¹²kg/cm³ = 10⁹ t/cm³
これは何と1cm³あたり数十億tの密度
10トン積みダンプカー1億台を1cm³に圧縮

恐るべき超高密度の原子核

25

我々の身体を作っている原子の原子核は
1cm³あたり数十億tの恐るべき超高密度の
原子核で出来ている。

放射線も、原爆も、原子力発電も
恐るべき超高密度の核の崩壊、分裂に
よる
超高エネルギー現象

水爆は超高密度の核の融合反応

太陽・星は万有引力による物質(原子)
の押しつぶし
による核融合

26

●ある学生のコメント(Y.O.)

「核爆発とは1cm³あたり数十億トンもの超
高エネルギー現象をいう。原子番号が大き
くなるほど、その原子の原子核は電気の反発
力が大きくなって放射線を出しながら壊れ
始める。中性子をぶつけて分裂させる作業を、
ゆっくり行うのが原子力発電、瞬間的に行え
ば原爆になる。発電と爆弾との違いは紙一
重というのには驚きました。授業中質問に答
えていただき、疑問が解決しました。核爆弾
がなくなることはないでしょうか。」

- 原子核の密度を概算することによって、核エ
ネルギーがいかに高エネルギー現象である
かのイメージがわいてくる

27

まとめ

これから一市民として

何ができ、何をどうすればいいのか

科学を学びながら行う市民運動

- ★ 「科学とはデマ発見学である」
ものを見方考え方
「だましあいを楽しむ」
- ★ 『ごまかし勉強』の追放。
本物の学びを。科学は魅力的。
- ★ 「科学はどこにでも、何にでもあり、
誰でもが出来る」子どもから大人まで。
特に女性の役割は大きい。
- ★ 「身近なところに
科学の本質的なものが見えてくる」
- ★ 「科学を知らないと殺される」
科学は現実の世界を動かしている。
- ★ 「一人の努力ではどうにもならない」ものか、
「誰かにやってもらわなければ出来ないも
のか。あなた任せではダメだ！」
科学を学びながら行う市民運動の展開。

28

・【学生の反応】

- ・ 「毎回わくわくさせられっぱなしで、こんな楽しい授業は久しぶり」
- ・ 「新しい発見の連続だった」
- ・ 「ちょっと見方を変えるだけで、見方が変わる」
- ・ 「自分の頭の固さが身にしみた」
- ・ 「こんなに身近に科学があるとは思わなかった」
- ・ 「この授業を通して、学ぶことの楽しさを知った」
- ・ 「新しい知識が入ってくる楽しさは病みつきだった」
- ・ 「科学の興味の第一歩をふみだすきっかけとなる授業がもっともっと日本中世界中に広がってほしい」
- ・ 「科学に関心がないのは、興味深い科学の紹介がないからだ」など。

29

■ 科学に縁遠いと思われる文系学生にこそ、興味をそそる科学入門のような科目の必要性を痛感。

■ 理系の学生にも、単なる専門の準備教育としての基礎科目とは異なる教養科目、市民としての科学教育、文化としての科学教育が必要だと思う。

■ 授業では、デモ実験を効果的に示すことが必要(起きるであろう出来ごとの予想を含む)。具体物から入り、その中に含まれる一般性を追求し、身近な世界とのつながり、応用を確認するやり方は好評であり、効果的だと思う。

■ 「理科は生活と関係ないと思う中学生」(TIMSSやPISAの国際調査)どころか、学生は間違いなく、身近な生活と密接な関わりを持つのが科学だと認識する。

■ 授業資料の詳細、送付可。Mailを。URL参照。

e-mail yoiida@fc.ritsumei.ac.jp

URL <http://homepage3.nifty.com/yoiidea/>

30

Science for allへの視座

「科学技術の智」プロジェクト

北原和夫
国際基督教大学

1

「科学リテラシー」との出会い

- 1971-1974 大学院時代にブリュッセル自由大学に留学：「欧州の知識人」との出会い、「偶然と必然」を巡って新聞紙上で、科学者、哲学者、メディアアらが激論、プリゴジンとの出会い、「時間とは何か」を生涯問い続けた。
- 1974-1976 MIT ポスドク時代、化学と物理には境界がない！
- 1979-1984 静岡大学教養部時代、文理融合的雰囲気、独文の先生と一緒に自主ゼミ、フッサール『ヨーロッパ諸学の危機と超越論的現象学』
- 2002-2003 物理学学会会長、物理学全体を考えなければならない立場（研究所、大学歴訪、男女共同参画、Women in Physics Conferenceへの対応）
- 2003-2005 日本学術会議会員 2004年「社会との対話に向けて」
- 2005 「世界物理年」日本委員会（日本物理学会、応用物理学会、生物物理学会、物理教育学会、天文学会）、「物理チャレンジ」開催→国際物理オリンピック（2006）、EU「Science and Society」(2005)
- 2006-2007 「科学技術の智」のまとめ：国民が身に付けるべき科学リテラシー 2007から定着化に向けた運動
- 2008-2011 「大学教育の分野別質保証の在り方検討委員会」

2

構成

- 「科学技術の智」プロジェクトの目指したこと
- 物理オリンピックで見えてきたこと
- 大学における市民の教育はどうあるべきか？

3

日本学術会議における検討 (第19期、2003-2005)

- 理科離れ現象に対応するために、日本学術会議は「科学力増進特別委員会」を2003年に創設した。
- 日本学術会議は2004年4月「社会との対話に向けて」という声明を出し、社会との接触、特に将来を担う子どもたちへの働きかけを宣言した。
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-19-s1012-1.pdf>
- 報告書「次世代の科学力を育てるために」
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-19-t1031-9.pdf>

4

声明「社会との対話に向けて」 日本学術会議、2004年4月20日

1. 科学者と社会が互いに共感と信頼をもって協同することなくして、いかなる科学研究も生命感の漲る世界を持続させることができないことを認識する。
2. 科学者が社会と対話すること、特に人類の将来を担う子どもたちとの対話を通して子どもたちの科学への夢を育てることが重要であるとする。
3. 日本学術会議は、子どもたちをはじめとするあらゆる人々と科学について語り合うように、全ての科学者に呼び掛ける。
4. 日本学術会議は自ら、科学に対する社会の共感と信頼を醸成するために、あらゆる可能な行動を行う。→若者向けの講演会(2004年以降)、サイエンスカフェ(2006年以降)

5

Le Monde
1.29 € ou 6 € avec le DVD
PORTRAIT Marina Vlady, amoureuse et détrece page 21
TENNIS Amélie Mauresmo, ses objectifs en 2005 page 31
Le Sept Saroutraïse d'Akira Kurosawa page 10
DIMANCHE 16 - LUNDI 17 JANVIER 2005
Les révélations de l'univers glacé de Titan
Après l'attentat, Israël gèle les contacts avec Mahmoud Abbas
Planète Proch-Orient: Certains spécialistes pensent qu'on est à plusieurs années-lumière de la paix. 中東惑星：専門家は、平和まで数光年かかると考えている。世界物理年スタート記念会議に合わせて欧州がタイタンに探査機を軟着陸させたことを報じるルモンド紙の第一面。2005.1.17

6

フランスの知性

- タイタンの記事がトップ！
- 遠い探査機のミッションと中東問題と重ね合わせるユーモア。

7

“21st Century Science Education” Program

- 知識よりも思考の過程を重視 (科学的説明は詳細に渡らないこと)、
Technology Engineering にも比重
Science for All (科学志向ではない学生も含めて)
Science for citizens
(scientific literacy= health, medicine and risk, risk factors)
 - Science explanation but 詳細にわたらないように
 - putting it all together (Science explanation, Modulus, Idea about science)
 - Discussion and talk の重視
 - 数学の学習は減少 (批判あり、しかし Science is not only for Scientists.)
 - Testing Model: pilot program in 78 schools from Sept 2003 (各校全てのクラスではない)

National Science Learning Center in Univ. York
Regional Centers (9)

25 million pounds from Wellcome Trust (10年間)
25 million pounds to 9 Regional Centers from Government (5年間)



Bluecoat School Oldham 訪問



教育のゴールの必要性

- Science for allの考え方。
- 「全米国民のための科学」 Science for all
Americans 1989年 AAAS
<http://www.project2061.org/publications/2061Connections/2008/2008-02a.htm>
- 分野横断的なテーマ：システム、変化のパターン、規模、モデル、変化と恒常性、進化
- 科学、数学、技術の本質：Science is the blend of logic and imagination.
- Science for all Japaneseは可能か？日本の紹介
http://www.aaas.org/news/releases/2008/0702japan_2061.shtml

Science for all Americans (AAAS, Project 2061, 1989刊行)

- 科学技術の素養を煎じ詰めると以下のキーワード(テーマ)となる。
 - systems (要素と全体がどう組み合わせているか?)
 - models (現象を説明する様々なレベルのモデル)
 - constancy and change (変遷する現象の中に、不変なものと変化するものを見いだす)
 - scale (大きさ、宇宙レベルから微細な粒子まで、それぞれのレベルで適用される考え方がある)

Science is the blend of logic and imagination.

11

Science for all Japanese

- Science for all Americans (1989)以降科学技術が変貌した (特に、情報技術の革命)
- 科学と技術の関係についての日本の特殊性 (自然を破壊しない、省資源、藝術・技術・生活の融合)
- 日本の言語の特殊性「日本語は本当に曖昧か？」

12

プロジェクトの目的

- 全ての日本人が身につけて欲しい科学技術の基礎的素養（「科学技術の智」）を明示することによって、学校教育だけでなく、社会教育（博物館、科学館など）の指針となることを目指す。

科学技術振興調整費2005年度「科学技術リテラシー構築のための調査研究」

同2006-07年度「日本人が身に付けるべき科学技術の基礎的素養に関する調査研究」

13

2005年度調査研究内容

- 過去の科学技術リテラシーに関する文献調査（教育政策研）
- 社会の意見の分析（お茶の水女子大学）
- 科学技術リテラシー構築に向けた組織の在り方（国際基督教大学）

「科学技術の智」プロジェクトの提案

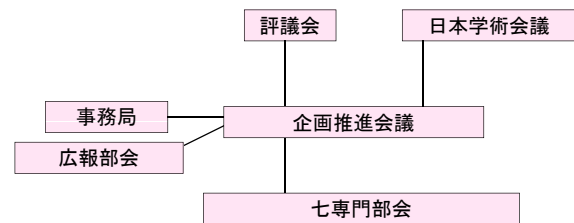
14

本プロジェクトの組織: 専門部会

- 7つの専門部会：数理科学部会、生命科学部会、物質科学部会、情報学部会、宇宙・地球環境科学部会、人間科学・社会科学部会、技術部会
- 各部会10-15名程度
- 科学者、教育学者、技術者、メディア、行政者、科学技術理解増進を目指す個人、機関の関係者
- 学問の枠を超え、日本の現状と歴史を踏まえ、科学者と教育学者等が協同して行う作業

15

組織図



16

なぜ七つの専門部会としたか？

- 我々が直面している課題に対応するために先ず連携すべき科学技術の領域は何か？
- まだ学問分野としては確立していないが、課題対応として重要な分野をまとめた。
- 七つの領域分けは、課題への入り口であり、全てが関わってくる。「七つの扉」

17

- 数理科学：認識とコミュニケーションという人間の基本的な精神活動に関わる領域
- 生命科学：生命とは何かという問いかけに関わる領域
- 物質科学：世界が物質で構成されているということが関わる領域
- 情報学：大変革をもたらした情報に関わる科学と技術の関わる領域
- 宇宙・地球・環境科学：我々を取り囲む自然環境の関わる領域
- 人間科学・社会科学：人間の行動、社会の現象を科学的にとらえる領域
- 技術：社会の在り方と関わる技術の領域

18

人間科学・社会科学を取り入れたこと

- 人間や社会の現象を科学の視点からホモサピエンスの現象として考える。
- 地球と人類の歴史を基礎として、社会、経済、政治、倫理などの起源は何か？人間と社会の課題に直面したときに、科学的な思考の枠組みを提示したい。

19

「科学技術の智」の目指すもの

- 世界の課題に対して人々が協働してチャレンジするために必要な基礎的知識、技能、考え方
- 一人一人が賢く生き、社会も活気に溢れるようになるために共有すべき智
- 世界の課題とは？目指すべき社会とは？チャレンジすべき課題とは？

20

目指す社会の将来像

- 一人一人の存在の尊厳が認められることが正義と平和の基礎であり、恐れと欠乏からの自由は人類の最高の願望である」（「世界人権宣言」、1948年）に基礎をおく。
- ところがこの願望は満たされず、その基盤となる地球と人類が危うくなっている。

21



地球と人口構成の課題

- 地球の持続性の危機：「京都議定書」（1997）、「科学に関する世界会議」（1999年）：科学と科学的知識の使用に関する宣言（科学は世界的課題にコミットすべきである。）

日本学術会議

「気候変動に対する世界的対応に関する各国学術会議の共同声明」（2005年6月）

「エネルギーの持続可能性と安全保障」（2006年6月）

「成長と責務—持続可能性、エネルギー効率及び気候保全」（2007年5月）

22

さらに遡ると

- 1948年「世界人権宣言」前文：恐怖及び欠乏のない世界の到来が、一般の人々の最高の願望として宣言されたので、...
- 1946年「日本国憲法」前文：われらは、全世界の国民が、ひとしく恐怖と欠乏から免かれ、平和のうちに生存する権利を有することを確認する。

21世紀の課題「持続可能性」を予期している！
どのような知性が求められるのかが見えてくる。

23

- 目指す日本の将来像

1. 一人一人がかげがえのない存在として認められる。
2. 地球環境、人口構成について調和ある持続性のために協同して行動を起こすための叡智を共有している。
3. 若者が将来への希望をいだきつつ文化を継承してゆることができる。

- ICSU「Science, Traditional Knowledge and Sustainability」（2002）：伝統的な知識の中に持続可能性のための叡智の可能性を見いだそうとする。
- 日本文化の智慧：自然との調和、省資源、省エネルギーの中に、豊かな精神性をもつ生活様式

24

アジアの智慧「千字文」王羲之の書から千字 1000年以上使われたお習字の手本



5

文化としての科学技術

人類は進化の間に現象を見て、その背後にある見えざるメカニズムに思いを馳せ、論理的推論によって次の行動を決めて生き延びることによって、科学的精神を培ってきた。

想像力、論理性が新たな文化の創造となり、人間の精神を豊かにする。

科学 (Science)の想像力と論理性が自らの存在の在り方に向けられるとき、道徳性、倫理性(Conscience)をも培う。

現代における倫理性 (Conscience)は、人間の社会的倫理性に留まらず、薄い大気圏と地表を共有している生物種全体に対する「ヒト」の倫理性を含む。

26

専門部会活動

- それぞれの専門部会で基礎的素養の洗い出しを行う。それぞれの専門部会は専門家だけでなく、教育学者、科学理解増進関係の人々が参加した。
- キーとなる概念とそれらをつなぐ論理を求めた。
- 伝統的な学問の枠組みにとらわれないようにした。
- 異なる専門部会の間で、部会報告書を相互に閲読した。

27

専門部会報告

- 科学技術理解増進運動に関わる人々の間で共有すべき報告書
- これに基づいて、より広い立場、レベルで紹介すべき教材開発、定着化が望まれる。
- 業種、職種間でのコミュニケーション

28

数理科学部会報告

- 「数学」は古くからの学問であるとともに、諸科学の基礎言語として、さらにコミュニケーション、課題解決の具としての「市民の数学」
- 課題を抽象化することによって、本質が明らかにされる。解決への道筋が見えてくる。
- 厳密な概念規定と論理操作によって正確なコミュニケーションを可能とする。
- 「ゆらぐ」数があることの認識も重要。

29

生命科学部会報告書

生命の本質

- 1)多様性、しかも地球表面と大気圏の極めて薄い領域にのみ存在する
- 2) 生命は酸素をてなずけることによって生き延びてきた
- 3) ヒトは異常な生物である：対外に情報蓄積機構をもっている、学習によって子孫に智を継承する
- 4) ヒトという一生物種としての倫理的責任

30

物質科学専門部会報告

- 物質はエネルギーの授受によって変化する
- 物質の起源は100種ほどの元素である：重元素は、星の進化の中で生成されてきた（重力崩壊と爆発を繰り返してきた）
- 物質に利用意図が反映するとき「材料」となる
- 物質は、物質同士だけでなく、「場」と相互作用する

31

情報学専門部会報告

- 1) 電子工学の進歩により、情報を生成し、蓄積し、伝達し、加工することが可能となり、その高速化、巨大化が急速に進んでいる
- 2) 基本原理はデジタル化、計算化
- 3) コンピュータに載せるためには、知識の構造化が必要

32

宇宙・地球・環境科学部会報告書

- 1) 自然界の構造、背後にあるメカニズムと歴史を知ること
- 2) 系統的な観測、基本法則が基礎をなしている
- 3) 博物学的知識は、一方で、今まで知っていた世界がそれだけではない、ということを教えてくれる

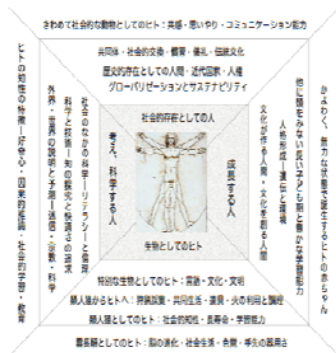
33

人間科学・社会科学部会報告書

- 社会の変化が急速になっている現在で、この時代を人類の将来へとつなげるために新たな智を形成しなければならない。
- ヒトはなぜ科学するのか？
- 言語が人間を人間らしくした
- 自然的進化に対して「人工的進化」の急速な進行

「持続性歴史学」の必要性：700万年前からの歴史 羽田氏（東大）

34



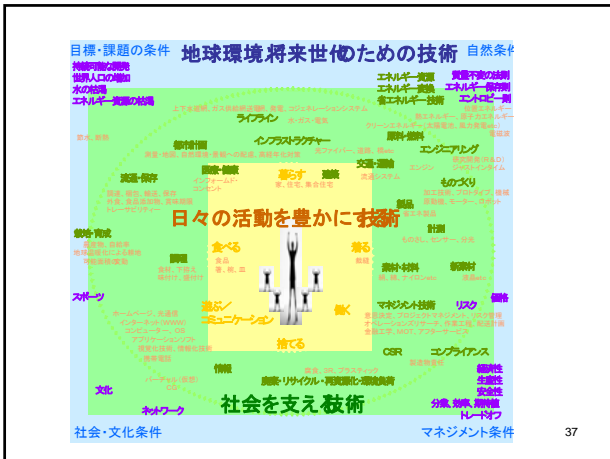
35

技術部会報告書

技術の本質

- 1) 技術は人間生活に役立つという
- 2) 技術リテラシーとは、技術に関する知識、技術を使うための方法論、技術を使いこなす能力

36



全体報告書

- 七つの部会報告書を俯瞰した、「科学技術の智」の全体像
- 現代の科学技術の特徴
- 共通の考え方
- 総合的課題

<http://www.science-for-all.jp/>

上記ウェブサイトからダウンロードできます。

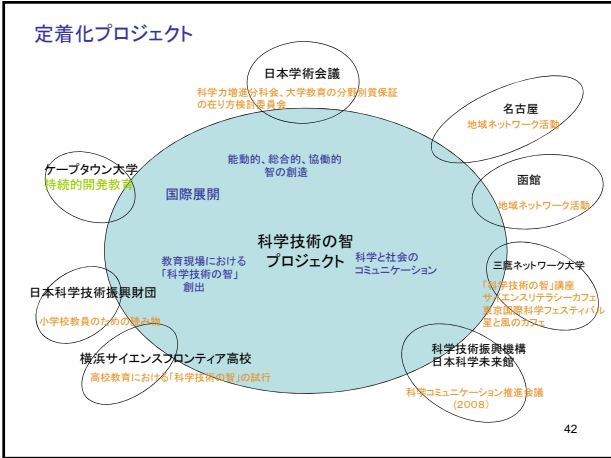
総合的課題

- 水
- 食料
- エネルギー
- 地球と人間圏

将来へ

- 科学技術の智プロジェクトの継続：ブラッシュアップ：国民的運動、各層、各レベルに対応する資料、教材、アトラス、ベンチマーク等の開発
- 定着化のための戦略：日本文化への定着化
- ネットワークの構築

目標：2030年





ICUとUCT(Cape Town U.)

- ICUと「おおさわ学園」(小中連携:大沢台小、羽沢小、第七中)
- UCTとRockland小学校、Levana小学校、中学校1校
- Sustainabilityに関して、共同教育プログラム開発はできないか?

44

なぜ南アとか？

- 21世紀とは:産業の大規模化:温暖化ガス、資源・エネルギー、公害、国際河川、
- 交通通信手段の高速化、大規模化:影響が一地域に限定されない。
- 自分たちと異なる自然と社会の状況に在る人々の存在を意識させる教育が重要。真なるESDは、一地域だけで閉じてはならない。往々にして、先進国のESDは、資源、エネルギー保全によって、現在の社会や経済の状況を維持するところに重点がおかれる。

45

なぜ現在か？

- 1951年頃の日本の教育「生活学習」:理科、技術、生活が一体となる。
- 1960年代「現代化」:理科が学問の枠組みに合わせて系統的に教えられるようになる。高度技術者養成と産業の高度成長を支えた反面、理科離れを助長したのではないか。
- 現在、総合学習、科学リテラシー、リベラルアーツといった課題を基礎とする(enquiry-based)が再び重視されるようになった。

46

Rockland小学校訪問

- Rockland小学校SEEDプロジェクト:持続的農法、学びのゴールを設定する教育

of Classroom

It is essential that we become ecologically literate. School gardens are the seeds for a sustainable plant-based culture.

Permaculture is a relevant and practical teaching opportunity for Outcomes based Education. The Outdoor Classroom is designed to encourage teachers to teach lessons in the garden. It is a good place to gather learners before a garden-based activity.

47

その後の発展

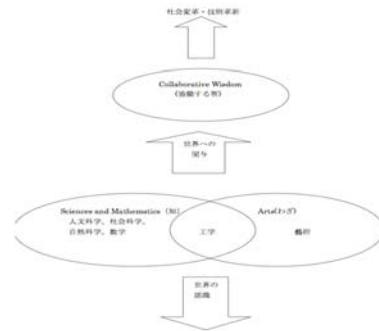
- 2009年7月アフリカチームの来日、日本の小学校の視察、「野川」の自然と環境教育
- 共同プログラムとして「土」「川(水)」をテーマとする総合学習を企画する
- 2009年8月16-23日、日本チームの訪ア
共同授業(チーム授業)と教科研究(Lesson Study)

48

人文・社会科学・藝術との連携

- 科学リテラシーを定着化させるためには、社会あるいは個人のもつ「価値観」や情念を無視できない。
- 「持続可能性」は自然と社会の課題である。持続可能性のための科学リテラシーは人文科学、社会科学、技術、藝術も含む「学術の智」へと深化する必要がある。

49

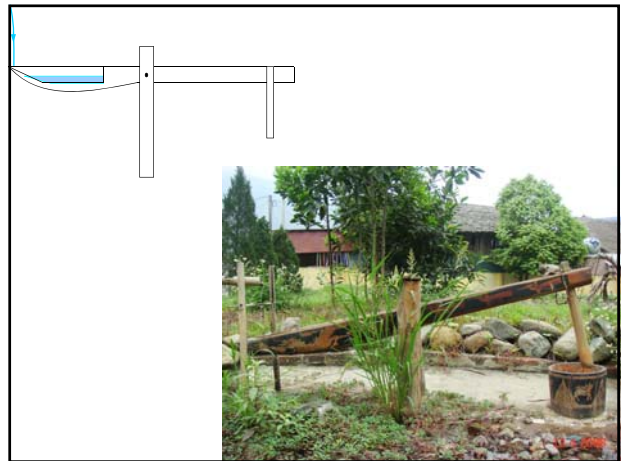


50

物理オリンピック

- 2008年の苦戦：理論：ベトナム古来の「米つき機」：日本の「獅子脅し」水がたまると、逆転してコメをうつ。複雑な問題、まず近似で大体のメカニズムを明らかにする必要がある。課題解決への段取り、執念。
- Writing paper：思考の過程をノートにする。きちんと書いて、伝える、と言うことがコツ。
- 科学の作法：コミュニケーション、段取り、といったところの資質が問われる！
- 2007年のイラン大会：標準的な「物理学」の問題：日本が強い！
- 2009年メキシコ大会：Writing paperをきちんと書く、が奏功

51



5. ハノイの橋のオートバイラッシュアワー時の一酸化炭素 (CO) 汚染の評価

ハノイ市街は、レッドリバーの橋西岸に沿って一辺をとり、図のような、辺の長さ L と W の長方形のエリアをなす。



橋のラッシュアワーの間に (午前 7:00 から 8:00 がそれである)、平均で 5 km 午前 7 時から 8 時迄の橋のラッシュアワーには、1 km あたり 12 g の CO を放ちながら平均 5 km 走行するオートバイが 8×10^5 台、道路の上を通過すると推定される。CO 汚染物質の量は、ラッシュアワーの間に、時間あたり一定の割合 M で放射されることになる。同時に、きれいな空気が、レッドリバーに流れて (行なわれ、長方形の L の辺に垂直に) 速度 u で吹き、同じ速度で雨前を通過し、市街の空気から CO で汚染された空気の一部を運び出す。

- また、ここでは、以下の近似モデルを使う：
 - ハノイ市街の CO は、混合層の全体積にほぼ均しく広がる。そのため、時刻 t における CO 濃度 $C(t)$ は、 L 、 W および高さ H の直方体わたって一定とみなせる。
 - この直方体に入入する風の上部の空気はきれいで、どのような汚染物質も風と平行な側面から吹入れない仮定する。
 - 午前 7:00 以前の大気中の CO 濃度はごくわずかである。

51. 汚染物質である CO の濃度 $C(t)$ の時間依存性を決める微分方程式を求めよ。

53

本当の科学力とは？

- 科学への関心が第一：なぜだろうか？人類の根源的問いかけ
- どのように攻めるか：戦略、段取り、執念
- どのように整理するか？どのように他者に伝えるか？：表現能力、伝達能力

これらは、オリンピックに行く子どもたちだけの課題ではなく、市民のリテラシー（智慧）でなければならない！

54

高等教育の質保証

- 55%が高等教育に進む
- 卒業生の大半は社会の現場に立つ。
- 「学術の継承」型から、「市民の養成」型
- 初等中等教育から高等教育、さらに生涯教育まで「協働する知性」
- 学士力の検討(中教審)
- 「大学教育の分野別質保証の在り方検討」(学術会議)では、「世界の認識」に加えて「世界への関与」を高等教育のOutcomeとして提案しようとしている。

55

質保証の歴史

- 7/25 国立教育政策研究所／朝日新聞シンポジウムでの天野先生のとまとめ
- 1) 大学設置基準および設置審査による事前の質保証 **規制緩和**
- 2) 大学入試における主要科目試験による学生の質保証 **入試科目の低減**
- 3) 確固たる学問分野の枠組みによる学術の継承 **学際化による枠の崩壊**

56

経緯

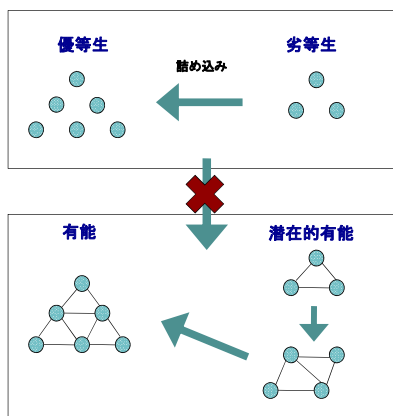
- 2008年3月「学士課程教育の構築に向けて」(審議のまとめ)公表
- 同5月文科省から学術会議に審議依頼
- 同6月「大学教育の分野別質保証の在り方検討委員会」設置
- 同9月発足12月までに現状分析
- 2009年1月三分科会の設置:質保証の枠組み検討分科会、教養教育・共通教育検討分科会、大学教育と職業の接続分科会

57

基本的な考え方

- 21世紀にはどのような知性が求められるのか？
- 21世紀とは？20世紀における科学技術の急速かつ大規模な発達による社会システムの変化、資源・生存圏の有限性が見えてきた。交通通信手段の発達によるグローバル化[一地域の変動の影響が全世界に及ぶ]、世界的課題の複雑化[既存の学術の個々の分野だけでは解決不可能]
- 「協働する知性」が重要。協働して課題に挑戦する知性が必要。単なる個別の知識、技能の蓄積ではなく、知識・技能を結びつける能力

58



59

協働する知性

- 戦略、作法、手続き、
- 論理の共有、コミュニケーションのための表現の正確さ、豊かさ
- 想像力:見えざるメカニズムをイメージし、イメージを共有する力

60

質保証のメカニズム

- 認証評価制度による事後評価の導入:運営と教育の仕組みのチェックであって、学術的内容には踏み込まないが、膨大な資料作成とその評価によって、疲労観のみで達成感が希薄
- 教育内容、教育過程における質保証:内容に踏み込む。教育の現場に関わる大学コミュニティー、学協会、職業と関わる社会の自覚と責任において行う。

61

高等教育の理工学系については、JABEE (<http://www.jabee.org/>) Washington Accord (<http://www.washingtonaccord.org/>)

•英国では、英国物理学会が「物理学士」(Chartered physicists)という称号を与える事業を行っている (<http://www.iop.org/Membership/>)

•米国では、初等教育中等教育の教員の養成機関に対する外部評価は、理科教員の全国組織である全米理科教員協会(National Science Teachers Association, <http://www.nsta.org/>) 機関評価においては、科学の基本と全体像を生徒に理解させる能力の養成が重要視されている。

62

参照基準の考え方

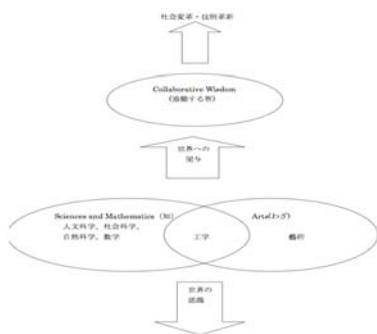
- 研究と教育の自由は創造的な学術の営みにとって本質的であり、教員の見識と良心、学生の真摯な応答に任せることがもっとも効果的である。
- しかし、「暗黙智」に任せているよりも、共通理解として共有することが望ましい。
- 多様な伝統、歴史、理念をもつ大学の多様性が活かされるためにも、共通理解が明示されるべきである。
- それぞれの大学が自己点検する際の参照、新たな教育プログラムを作成する際の参照

63

分野別参照基準

- 本質的な学びの意義を明示する。
 - 1) 当該分野に固有な「世界認識の仕方」を身に付ける
 - 2) 当該分野の学びを通して「世界への関与の仕方」を身に付ける
- 学士課程に限定されるものではなく、世界の課題に挑戦するための「力」と考えると、大学院、初等中等教育、すなわち、学士課程の入り口、出口とも一貫しているものである。教育全体に波及する。

64



65

理工学

理学:物質・エネルギーの理解、生命の理解、宇宙の理解、地球環境の理解、思考の枠組みとしての数理科学、という大枠から考えることもできる。

工学とは?人類によりよい世界のための物質、システムを創りだす。価値観、世界観、倫理観ともつながる。一方で、個別の方法論もある。

66

英国の例

- QAA高等教育質保証機構のbenchmark statement: すでに57分野
- 学術コミュニティーによって構築された包括的、概念的枠組み、教育プログラムを設計する際に柔軟性と革新性を与える枠組み
- 英国との相違: 日本には既に教養教育、共通教育があり、専門分野以外についても学ぶ。多様な私大がある。

67



大学教育のネットワーク —日本と世界—

京都大学・高等教育研究開発推進センター
松下 佳代
kmatsu@hedu.mbox.media.kyoto-u.ac.jp

CONTENTS

- はじめに
- 基準枠組みの共有
- 教育のオープン化
- 教育実践コミュニティの形成
- 京都大学・高等教育センターの取組



2

はじめに

ネットワーク形成の課題

- (a) 何のためのネットワークか？
- (b) 何を共有・交流するのか？
- (c) 誰が構築し、どのように維持しているのか？
- (d) 誰が参加し、参加者にはどのような権限があるか？



4

ネットワークのタイプ —目的によるタイプ分け—

- <1> 基準枠組みの共有
- <2> 教育のオープン化
- <3> 教育実践コミュニティの形成

* この3つ一特に<2>と<3>—は、実体としては
重なることもあるが、目的の主眼は異なる。
コミュニティ形成のために、オープン化に制限を
かけることもある。



5

基準枠組みの共有

- Tuning Project
- PGCHE



Tuning Project

● Tuning Projectとは？

- **ボローニャ宣言**の実現に向けて、各国の大学が教育構造とプログラムを調整(tuning)していくための方法論を、大学サイドから提案したプロジェクト



ボローニャ宣言署名国→
(2008年現在)

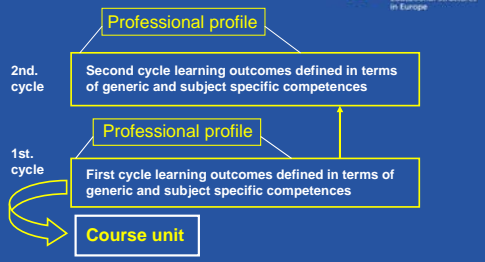
7

● ボローニャ宣言

- 「欧州高等教育圏」の創設をめざす
 - 1999年29カ国、現在46カ国が署名
 - 2010年までに実現 (=ボローニャ・プロセス)
 - 欧州単位互換制度(ECTS)の確立
 - 2サイクル制(3+2年 or 4+1年)の確立
 - 流動化の促進
 - 質保証における欧州諸国間の協力 など
- =「標準化」

8

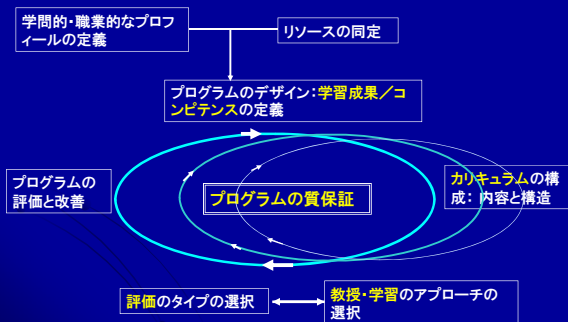
LEARNING OUTCOMES AND COMPETENCES IN STUDY PROGRAMMES



e.g. フィンランド: 「5年で2学位」をめざす

9

● プログラムの質保証のしくみ



10

● 教育内容・方法の方向性

| 伝統的アプローチ | Tuningアプローチ |
|-------------------|-------------------------------|
| ・教員中心 | ・学生中心 |
| ・カバーすべき内容の存在 | ・学習成果の明確化 |
| ・インプット志向のカリキュラム | ・アウトプット志向のカリキュラム |
| ・個々の学問分野のためのプログラム | ・個々の学問分野、学際領域、統合領域などのためのプログラム |
| ・伝統的プロフィールを想定 | ・学問的・職業的プロフィールの明確化 |
| ・知識と内容への焦点化 | ・コンピテンスへの焦点化 |

≒日本の高等教育政策がめざす方向

11

PGCHE

● PGCHEとは？

= Postgraduate Certificate in Higher Education

- 英国における大学教員の教員資格
- HEA(Higher Education Academy)が定めた、教育と学習支援に関する**基準枠組み**(standards framework)にそって、各大学がプログラムを策定
- 新任講師は、そのプログラムの修了をもって認定され、正式採用される

12

教育のオープン化

- Sakai, Moodle, KEEP Toolkit
- OCW, MELROT, PhET
- CASTL (SOTL)

何をオープンにするのか？

- open technology
- open content
- open knowledge

cf. Iiyoshi, T. & Kumar, M.S.V. (2008). *Opening up education: The collective advancement of education through open technology, open content, and open knowledge*. MIT Press. (<http://mitpress.mit.edu>)

open technology

- 代表的なオープン・テクノロジー
 - Sakai: Sakai Project (U. of Michigan, Indiana U., MIT, Stanford, et al.), 2003-
 - Moodle: 2001-
 - KEEP Toolkit ・酒井報告
- 特徴
 - 無料。ただし開発・サポートには経費・労力が必要
 - 各機関のニーズにあわせたカスタマイズが可能
 - e.g. 三重大学版Moodle

open content

- 代表的なオープン・コンテンツ
 - OCW (OpenCourseWare): MIT, 2001-
 - MERLOT (Multimedia Educational Resources for Learning and Online Teaching): California State University System, 1997-
 - PhET: PhET Project (Carl Wieman & U. of Colorado at Boulder)
 - 物理学などのシミュレーション実験用教材 ・後で

● オープン・コンテンツの問題と課題

- 知的所有権の扱い
 - e.g. Creative Commons ・酒井報告
- コンテンツの質の確保・維持
 - ピア・レビューによって? →コミュニティ形成の必要性
- 使いやすさ
 - cf. 教員へのアンケート調査
「なぜ、オープン・コンテンツを使わないのか？」
 - 自分の教え方に合わない(75%)
 - 時間がない(66%)

cf. 飯吉透 (2009), 「加速する教育イノベーションと進化する学習コミュニティ」
(基礎物理学研究所セミナー講演)
(http://homepage.mac.com/iyoshi/KyotoU/Iiyoshi_KyotoU_YITP2009_4P.pdf)



19

open knowledge

● 代表的なオープン・ノレッジの考え方

- SOTL (Scholarship of Teaching and Learning: 教授と学習の学識)
 - カーネギー教育振興財団(Lee Shulmanら)によって提唱
 - 学生の学習をevidenceとする教育成果の公表→教育者コミュニティによる共有・発展 = 研究とのアナロジー

● 共有・交流されるべき教育的知識 (Shulman)

- Content Knowledge—内容に関する知識
- Pedagogical Knowledge—教え方に関する知識
- Pedagogical Content Knowledge—特定の内容を効果的に教えるための知識



20

● 代表的な事例

- Gallery of Teaching & Learning
- Teaching & Learning Commons

The image shows a screenshot of the 'Gallery of Teaching & Learning' website. It features a search bar, 'Featured Work', and 'Subject Areas' tabs. Below, there are three featured articles: 'Learning in Community College', 'Curriculum Reform', and 'Teaching & Learning'. A central circular diagram illustrates the 'Teaching & Learning Commons' cycle: 'Create (Document & Reflect)' leads to 'Share (Review & Critique)', which leads to 'Use (Assimilate & Remix)', which leads back to 'Create'. The center of the cycle is labeled 'Teaching & Learning Commons for open knowledge exchange'. Below the cycle is the text 'A Circle of Knowledge Building & Sharing'.

21

教育実践コミュニティの形成

- CASTL
- PhETと仮説実験授業



openとclosed

● 3段階の異なる環境 (e.g. カーネギー財団) closed

- Carnegie Workspace: 進行中のプロジェクトを共有しピア・レビューするための「孵化的空間」。プロジェクトメンバーのみ閲覧可。
- Gallery of Teaching and Learning: ピア・レビューを経て洗練された事例のギャラリー。主にプロジェクトメンバーによって制作されているが、誰でも閲覧可。
(<http://gallery.carnegiefoundation.org>)
- Teaching and Learning Commons: コミュニティの境界をこえて、世界中の教育者たちが、教育実践やアイデアを交流し議論するためのオープン・フォーラム。
(<http://commons.carnegiefoundation.org>) open



23

● 代表的な事例

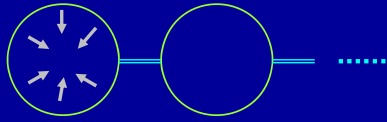
- CASTL (Carnegie Academy for the Scholarship of Teaching and Learning): SOTLを大学教育の現場において具体化し発展させるためのプログラム。現在は、類似のテーマをもった大学ごとにコミュニティを形成。
- CID (Carnegie Initiative on the Doctorate): 博士号の教育プログラムの再構築を支援するプログラム。現在、6分野(化学、教育、英語、歴史、数学、神経科学)で、各十数機関で。
- Quest: K-12の教育実践と教員養成のためのプログラム。教員が教育実践をWeb上で報告し、教員養成機関は、それを使って理論と実践を結びつける。
- SPECC (Strengthening Pre-Collegiate Education in Community Colleges): コミュニティ・カレッジにおける大学前教育(pre-collegiate education)を強化することを目的としたプログラム 24



粒度・凝集度・結合度

●プログラム設計の概念

- 粒度 (granularity)、凝集度 (cohesion)、結合度 (coupling)



- コミュニティで共有・交流するコンテンツや知識に応用



25

●PhETと仮説実験授業

- シミュレーション実験教材 ↔ 授業書全体
- オープン・コンテンツ(改変自由) ↔ 仮説実験授業研究会内部で改訂

PhET (200人規模)

- アサインメント
- 問題
- 予想 (クリッカー)
- 討論 (consensus group)、予想変更
- 実験 (シミュレーション)
- フォローアップ

仮説実験授業 (1クラス)

- 問題
- 予想 (挙手)
- 討論 (クラス全体)、予想変更
- 実験 (教師実験)



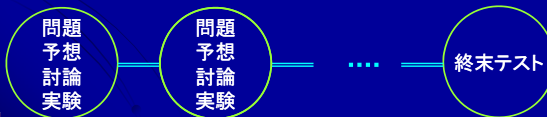
●仮説実験授業

- 授業書: 粒度が大きく、凝集度が強く、結合度が高い
- * カリキュラム: 粒度が大きく、凝集度も強いが、結合度は低い

●PhET

- シミュレーション実験教材: 授業書に比べると、粒度は小さく、凝集度は弱く、結合度は低い

- ⇒ ● 自分の教え方に合わせて改変したい大学教員にとって、
● 教育実践のコミュニティ形成にとって、より適している？



27

京都大学・高等教育センターの取組

4つのレベルのFDネットワーク

●学内レベル

- 研究大学における、自律性の強い教員間・部局間での連携

●地域レベル

- 規模やタイプの多様な大学間での連携・協同

●全国レベル

- 空間的制約をこえた個人単位の交流
- FDネットワークのネットワーク化

●国際レベル

- 類似の理念 (SOTLなど)をもった組織との連携と研究交流



* 同心円の拡大ではなく、それぞれに固有の構造と課題

29

FDネットワークの形成

学内連携



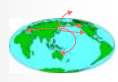
地域連携



国内連携



国際連携



個人



部局



全学



FD研究委員会



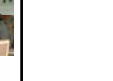
関西地区FD連携協議会



大学教育研究フォーラム



カーネギー財団



FD研究委員会



FD研究委員会



FD研究委員会



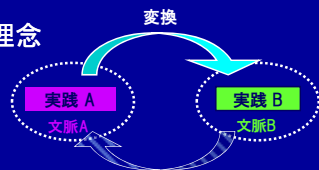
FD研究委員会



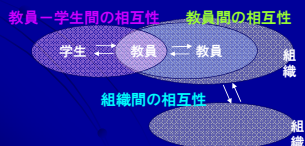
30

取組の特徴

- 「相互研修型FD」の理念



- 相互性の3つの形態



31

- 実践コミュニティの形成

- face-to-face
- online
 - 現在、KEEP Toolkitを日本語に直しカスタマイズしたMOST (Mutual Online System for Teaching and learning)を開発中。

32

これまでの経験から

- あまりうまく機能しなかったもの

- Supply Push ⇔ Demand Pull
- 重厚長大
 - = 粒度が大きく、凝集度が強く、結合度が高い
 - = 自分の実践の文脈やニーズにあわせてどう変換したらよいか、わかりにくい



どう改善していくか？ MOSTはどうか？

33

「科学としての科学教育」
 @京都大学基礎物理学研究所
 2009.8.28

MOST KEEP Toolkit

大学教育のネットワーク：日本と世界
 大学教員のための教育研修システム「MOST」

酒井 博之
 京都大学高等教育研究開発推進センター
 sakai@z04.mbox.media.kyoto-u.ac.jp

ネットワーク形成と教育のオープン化

- 高等教育におけるネットワーク化の進展
- 教育のオープン化 (liyoshi et al. 2008)
 - オープン・テクノロジー
 - オープン・コンテンツ
 - オープン・ナレッジ
- 教育上の知識や経験の共有化、リフレクションを通じた、継続的な教育の質の改善、向上
- 利用者が自由に活用、再利用可能 > 無料 (Free)

ネットワーク化促進のICTの活用

- インフラとしてのCMS/LMS
 - 米国ではほとんどの機関で導入済み
 - 53.5%の授業で利用 (Campus Computing 2008)
 - Blackboard (商用)、Sakai、Moodle・・・
- eポートフォリオ
 - 39.8%の機関で導入 (同上 2008)
 - 評価や学習成果の重視
 - 教員に対する利用用途
 - 教育業績評価、表彰など、教育改善
 - OSP、mahara、KEEP Toolkit・・・

MOSTの開発

- Mutual Online System for Teaching & Learning
 - 「相互研修型FD (mutual FD)」
- 日本の大学において行われる様々な教育実践や教育改善活動をテクノロジーを活用して促進し、組織化を支援するための場
- 全国の大学教員が参加可能
 - 個人、コミュニティ、機関での利用
 - 所属機関を越えたプロジェクト・コミュニティの組織化
 - 学問分野、大学間連携、大学の移動など
 - 招待制による参加者の拡大

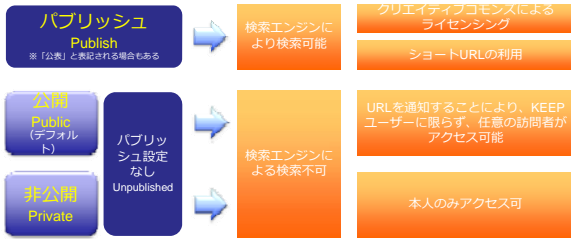
KEEP Toolkit ・ Sakai

- KEEP Toolkit
 - カーネギー教育振興財団・知識メディア研究所による教員コミュニティ組織化の実績
 - オープン・ソース (2006～)
 - マルチメディアポートフォリオ
 - 「スナップショット」
 - 目的や課題に応じたテンプレート、事例経
- プラットフォームとしてのSakai
 - Sakai財団によるオープンソースCMS
 - 共同作業ツールとして利用
 - 将来的には教育システムとの統合
 - 日本語版Sakai (名古屋大学)
 - Sakai Plug-in

The screenshot shows the MOST website interface. At the top, there are navigation links for 'ログイン' (Login) and 'パスワードを忘れた?'. Below this, there are two input fields: one for the user ID and one for the password, both highlighted with a red circle. The rest of the page contains information about the system, including a '最新情報' (Latest News) section and a 'MOSTの概要' (Overview of MOST) section.

スナップショットの公開レベル

- 公開の範囲は利用者が決定
- クリエイティブコモンズにより、利用・再利用の流動性を高める



より自由な著作権ルールを実現するプラットフォーム

クリエイティブ・コモンズ

目的/理念

すべての権利の主張 いくつかの権利の主張 全ての権利の放棄

クリエイティブ・コモンズのライセンスは、完全な著作権保持と完全な著作権放棄の間の中道な理解を促す役割を果たします。具体的には、コンテンツに対して著作権を保持しながら一定の自由を事前に許諾していることを、わかりやすく表示することでより自由な著作権ルールを実現し、よりゆたかな情報流通と文化・科学技術の発展をサポートします。

ライセンス三層構造

各ライセンス・マークと新ライセンス

コモンズ証 誰にでも分かる著作権表示

ライセンス 実行の著作権法のもとで管理内容を法的に担保するライセンス基盤

メタデータ 研究論文にもとづいたメタデータ体系

だから、法律厳しなくてもコンテンツの利用条件が一目で分かる!

だから、いざとなった時にも安心!

だから、ネットやP2Pなどでの英進な検索/共有/管理が簡単!

作りのための名前を法的に表示すること [表示]

基本的におおむねOK [許容]

作りのための名前を法的に表示すること [表示]

作りのための名前を法的に表示すること [表示]

作りのための名前を法的に表示すること [表示]

自由や快便の一部のサンプリングを事前に許諾する「サンプリング・ライセンス」も現在、日本国の著作権法に照らし合わせて翻訳中です。P2Pなどでのファイル共有の可否、富利目的利用の可否、などに応じて3種類が開示されています。

最新情報 (ホームページ) : <http://creativecommons.jp/> | お問い合わせ・連絡先: info@creativecommons.jp

http://www.creativecommons.jp/_site/shared/img/CC-Flyer.png

ユーザーがコミュニティを自由に作成できる

コミュニティの公開・非公開は作成者の判断

フォーラム (掲示板)

ノート

ウェブ・リンク

まとめ

- 2009年度秋頃、全国の大学教員を対象に提供開始予定
- 大学教員コミュニティにおける実際の活用を通じた教育改善へ
 - 教育実践コミュニティの発掘、支援
 - 質の高いコンテンツの作成、共有

酒井 博之

京都大学高等教育研究開発推進センター
sakai@z04.mbox.media.kyoto-u.ac.jp

