

# 市民社会における理科教育・科学コミュニケーションの目的

## 原発震災の経験をふまえて

林 衛

HAYASHI Mamoru

富山大学人間発達科学部

【キーワード】 東日本大震災、公教育、放射線教育、科学者の科学離れ、科学リテラシー

### 1 予見されていたが防げなかった「原発震災」

公教育の目的は何か。東日本大震災・原発震災は、理科教育関係者にもこの古くて新しい問題を突きつけた。民主社会（市民社会）において、有権者は政治的責任を負う。原発震災前から原子力発電の危険性に気付き、運転に反対していたものならば、道義的責任からは免れられるだろう。しかし、結果として原発震災の災禍を招いてしまった政治的責任からはすべての有権者が逃れられない。時の政府の政策が未来永劫にわたって正しいとは限らない。

選挙で優れた代表を選んだとしても、必ずしも優れた政治が実現しない場合もある。独裁政治では政治の失敗の責任は独裁政治家が追う。ムソリーニは処刑され、ミラノの広場に逆さ吊りにされたのだ。民主政治では、すべての有権者が当事者なのであり、代表者が構成する議会や政府、権威者がまちがえずに、よりよいはたらきができるよう注意を怠ってはならない。

地震学者石橋克彦氏は、1997年『科学』10月号で「原発震災一破滅を避けるために」を発表した。1948年の福井地震で福井平野の相当の範囲が震度6以上の激しい揺れに襲われて以来、地震国日本で直下地震の洗礼を受けぬまま、地震に脆弱な複雑な都市を築いてきてしまった。300ないし400ガル程度の地震を想定して建設されている原子力発電所に、兵庫県南部地震で観測された900ガルを越えるような直下地震の地震動が襲われうる。「活断層を避ければ直下地震のリスクは避けられる」とされているが、大地震がおこったあとにはじめて活断層が見つかる場合も多く、事前に明らかにできる地震リスクは限られている。

このような地震学の基本的な知見が、原子炉耐震指針で考慮されていない問題に加え、津波の危険性、水素爆発の連続、復旧作業の難航などが予言されていた。

2007年の中越沖地震で東京電力柏崎刈羽原発が、変電所火災や冷却系異常、制御棒のトラブル（後日判明）などが生じ、各原子炉の冷温停止達成のたびに中央制御室では歓声があが

るほどの危機一髪の状態にあった（小林昭三：講演資料（2012））。ところが、「直下地震にも耐えられた。原発安全性の証明」とされ、三陸から福島沿岸に至る巨大地震津波の発生が東京電力内部でも検討されていたものの、「想定外」として先送りにされてしまったのだ。

その原因の一端は、「科学者の科学離れ」「専門家お任せ主義」をもたらす日本の理科教育にあるとの視点から、政府政策のプロパガンダに陥った文科省放射線教育副読本を分析する。

### 2 「科学リテラシー」をもたらさない理科教育

「理科離れ」問題は1990年代後半から社会問題となり、その解決策がさまざまに試みられてきた。2001年ごろピークを迎えた学力低下論争は、2002年の文部科学省「学びのすすめ」で「中間総括」され、「制度としての理科離れ」克服が課題となった新学習指導要領では、普通科高校で理科3領域「必修」など、理科時間数の確保が重視され、理数前倒しで実施された。

しかし相変わらず「科学技術創造立国」のための人材養成や選抜のための理科が重視され、公教育の目的となる「科学リテラシー」が権利や責任の問題としてではなく、参加資格とみなされ、排除の道具として使われる状況も無反省に継続している。選抜と排除のための理科教育ならば、「科学者の科学離れ」「専門家お任せ主義」の拡大は必至であろう。

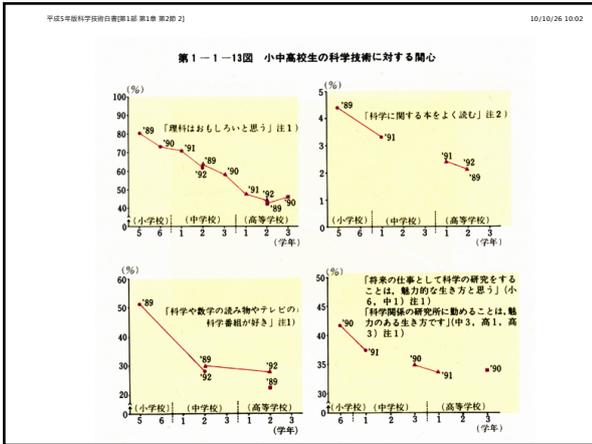
### 3 解決のための方法論と教員意識改革

文部科学省「新しい学力観・生きる力」の三つの柱——（1）基礎・基本→（2）活用（思考力・判断力・表現力）→（3）主体性——を、上の矢印（→）のと通りの順番に形成されるものだとする解釈は、科学リテラシーを選抜と排除の道具立てとして使う論理と一致する。

いっぽう、素朴概念や既習事項を「活用」しながら、学習者の「主体性」が励まされる場を授業者が実現し、問題解決的に「基礎・基本」を学習される実践を重ねてきた日本の理科教育の伝統がある。公教育の目的に資する理科教育、科学リテラシーのためには、教員の意識改革が必要不可欠だろう。





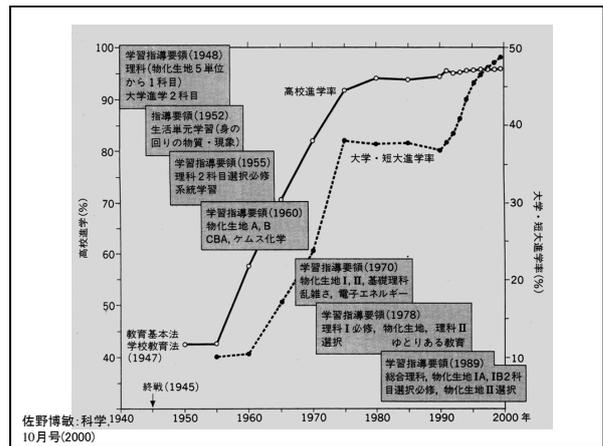
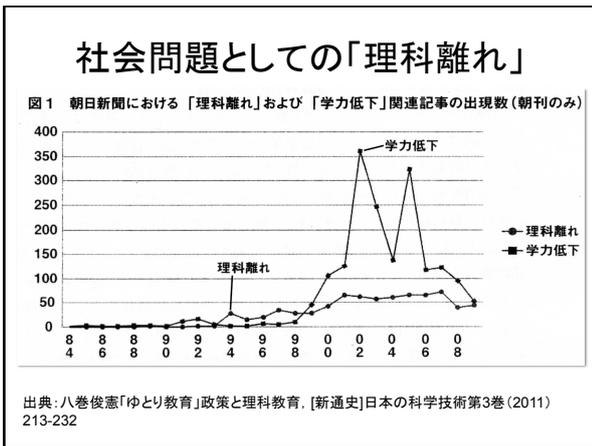


## 1994年4月物理系3学会声明 「理科教育の再生を訴える」の波及

表5 教科「理科」関連学会協議会の活動

1995年	7月	教科「理科」関連学会協議会発定 <sup>1)</sup> (日本化学会、日本科学教育学会、日本生物教育学会、日本物理教育学会、日本地学教育学会、日本理科教育学会の6学会が参加)
	12月25日	中央教育審議会 <sup>12)</sup> へ「次期教育課程に向けての要望」提出
1996年	6月8日	第1回シンポジウム「次期教育課程に向けて」開催(以後毎年シンポジウム開催)
	1月10日	中央教育審議会へ「21世紀の科学教育に向けての意見」提出
1997年	3月4日	教育課程審議会 <sup>13)</sup> へ「次期教育課程に向けての要望」提出
	8月16日	中央教育審議会へ「高等学校初年次の理科必修科目「基礎理科(仮称)」についての提案」提出
2010年	12月4日	第15回シンポジウム「小学校教員の資質確保に向けて」

出典: 八巻俊憲「ゆとり教育」政策と理科教育, [新通史]日本の科学技術第3巻(2011) 213-232



## 「受験地獄」社会問題化

「競争は君たちに必要」  
過熱の受験地獄は否定的

福田越夫 (Fukuda Koichi)

1978年9月1日 朝日新聞

日活1978年作品

(表1)小学校 理科時間数の変遷

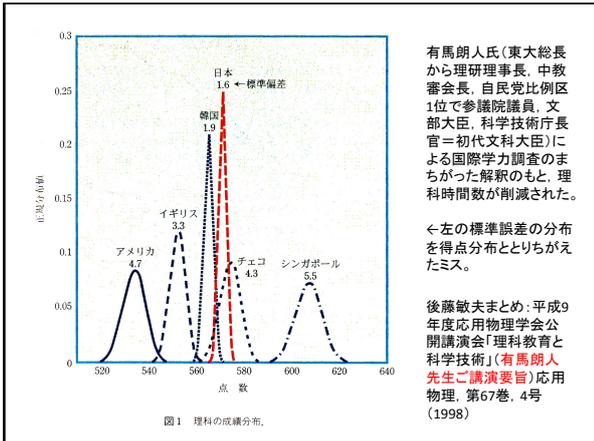
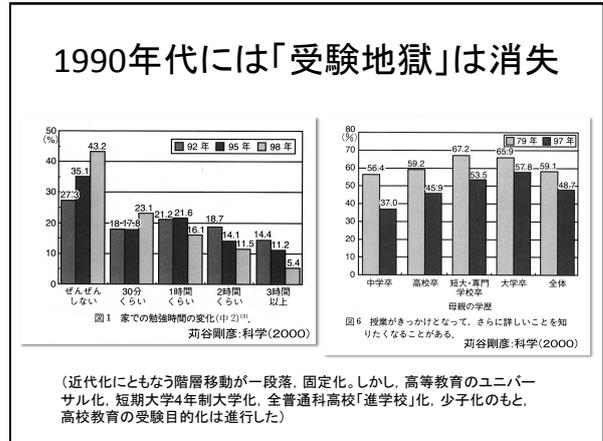
実施年度(告示年)	第1学年	第2学年	第3学年	第4学年	第5学年	第6学年
1971(1968)	68	70	105	105	140	140
1980(1977)	68	70	105	105	105	105
1992(1989)	-	-	105	105	105	105
2002(1998)	-	-	70	90	95	95

(表2)中学校 理科時間数の変遷

実施年度(告示年)	第1学年	第2学年	第3学年
1972(1969)	140	140	140
1981(1977)	105	105	140
1993(1989)	105	105	105~140
2002(1998)	105	105	80

左巻(2009)



なお、今後週5日制の教育になると教える量がますます少なくなるとの批判があるが、先に述べた国際比較のデータを見ると、中学校の2年生に対して2時間しか教えなかった学校、2時間から3.5時間教えた学校、3.5時間から5時間教えた学校、5時間以上教えた学校の成績は、驚くことに、教える時間数が多いほど下がっている。日本の場合、2時間未満では成績が618点だったのに、2時間から3.5時間教えると569点に下がる。試験を受けた全部の国の平均点を見ても、時間数によって成績がよくなるのではなく、3.5時間以上教えた場合は成績が急激に低下することが示されている。したがって、学校を週5日制にしても大丈夫である。自然科学を理解させるには、時間数を増やすのではなく、どのような工夫をして教えるか、授業をどのようにおもしろくするかが一番大切である。

後藤敏夫まとめ:平成9年度応用物理学会公開講演会「理科教育と科学技術」(有馬朗人先生ご講演要旨)応用物理、第67巻、4号(1998)

時間数を減らしたほうが成績がよくになると主張、理科時間数削減の先頭に立つ(教師授業時間数と生徒の授業時間数を混同。例外的な少数例による一般化も科学リテラシーとしてお粗末。)

### 目的を失ったまま時間数、内容が減り、ますます「暗記科目」「理科系」科目化

・義務教育理科の年間時間数の日英(イングランド)比較

	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳	14歳	15歳	計
日本	-	0	0	70	90	95	95	105	105	80	-	640
英	72	72	96	96	96	96	108	108	108	90	90	1032 5%
												180 180 1212 80%
												270 270 1392 15%

日本のデータは2002年学習指導要領

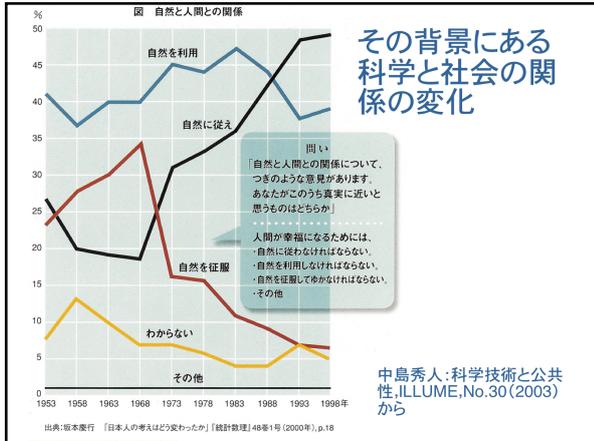
滝川洋二: どうすれば「理科」を教えるのか~イギリス父子留学で気がついたこと、重紀書房(2003)

### 4領域必修理科を学んだ世代が「制度としての理科離れ」でよいとした

1995年当時、理科離れ問題に関する朝日新聞文部省(当時)担当女性記者の意見。

「子どものころから虫もきらい、物理もきらい、学ぶ価値もたいして見出せなかったから、高校で理科が選択科目になり、国際化や他文化理解のために外国語や世界史が重視されるのは喜ばしい」

「しかし、日本が国際競争力を維持するために、理工系人材のための理科教育は大事だと、科学者・技術者養成の重要」



2001年7月刊  
『科学』特集ほか合本

2001年8月刊

タイトルどおり、相反する主張をしている両者だが、学力低下論とその批判で、おどろくことに、根拠となる事実がまったく共通だった(次ページ、次々ページ参照)。

表1 高校生の「学習についての考え方」の出身小学校による違い。表中の値は、各問いに対し「おおいにそう思う<sup>(\*)</sup>」から「まったくそう思わない<sup>(\*\*)</sup>」までの4段階で評定を求め、各群ごとに算出した平均値。すべての項目について値が高いほうが望ましい状態にあると思われる。結果は、ほぼ全項目において緒川小、卯ノ里小の卒業生の値が高く、分散分析およびTukey法による多重比較(群間の平均値の間に統計的に意味のある差があるかどうかを検定する統計手法)の結果においても、いくつかの項目で高い統計的差をもつ有意に高いことが示された(F値参照、自由度2,413)。平均値に添えた英字がaとbというように同じものを含まない組合せは5%水準で有意な差のあることを示し、abとbのように同じもの(この場合b)を含む場合には有意な差のないことを示す。たとえば、「勉強したことをレポートにまとめることが好き」について、緒川小の2.44と一般校の2.03の間には、統計的に有意な差があると判断できる。いっぽう、卯ノ里小の2.37と緒川小の2.44並びに一般校の2.03との間に認められた差は、統計的には有意とは認められない。

	緒川小 (52名)	卯ノ里小 (100名)	一般校 (264名)	F値 (2,413)
・自分の立てた計画に従って、一人で学習していくことが好き	2.87 a	2.67 a	2.17 b	20.19**
・自分でテーマを決めたり選んだりして、いろいろな活動を通して学習するのが好き	2.94 a	2.96 a	2.23 b	34.89**
・勉強したことをレポートにまとめることが好き	2.44 a	2.27 ab	2.03 b	5.24*
・本をよく読む	2.63	2.39	2.35	1.61
・TVや新聞などのニュースをよく目を通す	2.81 a	2.73 a	2.46 b	4.97*
・図書館・博物館・美術館・展覧会などに自分からいく	2.25 a	2.34 a	1.86 b	9.33**
・映画館・コンサート・各種イベントなどに自分からいく	2.54	2.69	2.49	1.32
・自分の趣味や興味のあることに、時間や労力をかけている	3.27 ab	3.26 a	3.06 b	4.29*
・現代の社会問題について関心がある	2.63 a	2.61 a	2.03 b	21.15**
・コンピュータに関心がある	2.88	2.87	2.62	2.66
・自分の将来について、自分なりの計画や見通しをもっている	2.92 ab	3.03 a	2.70 b	5.16**
・毎日の生活の中で、大切にしようと思っている時間がある	2.87 ab	3.05 a	2.55 b	12.17**
・小学校で学んだことが役に立っている	2.98 a	3.12 a	2.63 b	11.97**

※5%水準有意、\*\*1%水準有意

奈須正裕:科学(2000)

左巻・菊谷編:理科・数学教育の危機と再生,岩波書店(2001)にも再録

緒川小卒業生は高校2年の段階で近隣校卒業生に比べ、「自分で計画を立てて学び、毎日を有効に過ごしている」傾向がみられ、意外にも(?)受験にも強く、大学・短大進学率は56.4%に達し(愛知県平均37.9%), 国立大学が30%と全国平均の25%を上回っている。

奈須は、「よい原理を正しく実践することの難しさ」を強調、総合的な学習なり個に応じた指導は目的に照らして原理的に妥当だといえるが、それは緒川小、卯ノ里小が達成した実践の質があってこそであって、個に応じることが子どもへの迎合や放任と解する誤解や、「活動あって学びなし」に陥っている授業が横行している現状からみて、学習指導要領改訂による「よい原理の正しい実践」の全国展開の行く末については「楽観的ではない」と結論。

『学力低下論批判』のための基礎データが、じつは教育方法の改善を訴える根拠であるとともに、学力低下の発生に警鐘を鳴らす根拠になっていた。それと同時に『理科・数学教育の危機と再生』の危機の根拠となり、再生のためのヒントも与えてくれている。

### 「科学リテラシー」をもたらしえない理科教育

- なぜ、理科を学んでも将来役立たないと考える生徒が多いのか？
- 科学リテラシーの発揮を阻むもの
- 原発プロパガンダに墮して「放射線教育」、とそれに主体的になれない教員？
- 新しい学力観・生きる力は、「生きる力」を育てているだろうか

### 科学リテラシー発揮を阻むもの

- 理科を学んでも科学リテラシーは自動的に発揮されないという現実がある。その理由は？
- 高度経済成長期の生産指向型科学理解
- 分業による専門家お任せ主義(啓蒙主義)
- 環境問題に代表される新しいリスクへの市民参加による対処に対応できていない
- 正常性バイアス
- 科学官僚主義(プチエリート意識)に比べて、市民社会的責任意識が希薄

### 科学者(理科教師)の科学離れ？

- 日本では一般向けの『ニュートン』は売れるが、科学者などの科学教育を受けた人向けの総合科学雑誌、『科学』や『日経サイエンス』が堅調とはいえ、苦戦。いっぽう、技術雑誌は多様！
- 『日経サイエンス』と『Scientific American』  
通常号は、3万部<<55万部  
宇宙論や考古学などの別冊(再編集版)は『日経サイエンス』10万部>>『Sci. Am.』
- 自分の分野以外の科学への関心が低い  
→科学一般を知らなくとも、受験モチベーションのもと教科書の内容、試験範囲を指導できれば、教師として一人前？  
→科学リテラシー、社会リテラシーの偏り、主体性を欠いた専門家、理科教師が育ってしまった？

### 水俣病国際フォーラム(1988年) 半谷高久の問題提起 「科学の論理と水俣病」

極めて抽象的に表現すれば、生産指向型社会に育った生産指向型性格の強い近代科学の方法論は、そのままでは、環境問題の克服には適用できないということである。環境指向型科学(後に“人権指向型科学”)の方法論が要求される。また、環境を扱う自然科学者には、生産指向型社会においては要求されなかった新たな権利と義務が課せられているのである。

意志決定における科学的根拠の問題、リスク分析の方法論、疫学の方法論、医学認定と司法認定などの諸問題を議論するにおいても、われわれが親しんでいる近代科学の生産指向型の性格の限界を深く認識し、われわれがこともなげに使用する科学的論理とは何かを再検討する必要がある。さもないと、科学無用論がはびこることになるであろう。水俣病に関する諸問題の発生はその必要性を現実証明していたのである。顕在的また潜在的な水俣病の患者さんたちとの共同研究こそが新しい科学を発展させる道であろう。

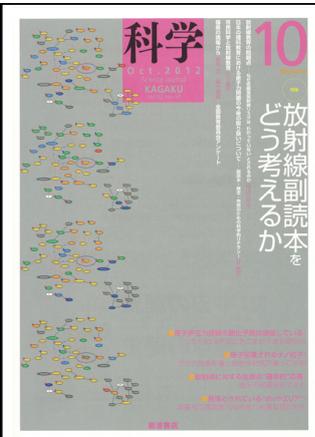
### 正常性バイアス

- 目の前にある危険を平常の範囲内と誤認識すること
- 人間の誰もが多かれ少なかれ備えている
- 津波警報がきても、大丈夫だと避難が遅れる
- 阪神・淡路大震災のときにもあらわになっていた(日本の理科教育の弱点ともつながる)

【参考】小山真人:バニック神話に踊らされる人々—福島原発災害にまつわる不当な情報制限、科学、10月号(2011)

### 解決のための方法論と 教員意識改革

- 本質的な知識の重要性(本質を見いだすのが主体性)
- 素朴理論、既習事項を活用した系統性のある問題解決学習に学ぶ
- 玉田実践の特徴—ノートの活用、討論による少数意見の尊重、既習事項の活用  
林衛ほか:人間の認識をどう育むか—人間発達科学部「ゼミナール」での玉田泰太郎小学校理科実践の分析から、富山大学人間発達科学部附属実践センター紀要(2008) <http://utomir.lib.u-toyama.ac.jp/dspace/handle/10110/3254>  
林衛:玉田実践を科学リテラシー育成に生かそう、理科教室1月号(2010) など参照 <http://scicom.edu.u-toyama.ac.jp/tamada201001.pdf>
- 「根拠」と「論理」と「主張」(結論)の構造
- 社会問題についての多様な見解を学ぶ(学校の先生だから「中立」(政府見解)ではなく、先生くらいよそとはちがう見解を知らせてくれる存在に)

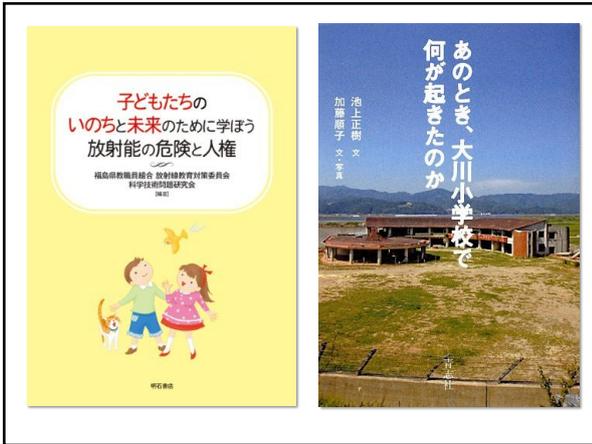


### 必読資料

- 特集も関連記事も、いずれもタイムリーかつ重要

放射線教育の問題点—なぜ低線量放射線リスクは“わかっていない”とされるのか(崎山比早子)/日本の理科教育における原子力問題の今後の取り扱いについて—副読本・検定・市民のための科学的リテラシー(笠 潤平)/市民科学と放射線教育(小玉重夫)/福島の現場から:副読本が生んだ(衛)と(混乱)(後藤 忍・園分俊樹)/全国(47都道府県・政令指定都市)教育委員会アンケート/[資料]「放射線と被ばくの問題を考えるための副読本—“減思力”を防ぎ、判断力・批判力を育むために(改訂版)」(福島大学放射線副読本研究會)より、ほか

### 以下は発表に使用せず



## “啓蒙”とは何か

- 蒙(くらき)を啓く、が本来の意味ではない
- Aufklaerung (開明)
- ヨーロッパ啓蒙主義思想の啓蒙とは？

**啓蒙とは何か**

他四篇  
カント著  
藤田久雄訳

「プロレゴメナ」を著して、啓蒙の精神を述べ、啓蒙の意義を説く。啓蒙とは何か、人間の魂への道、人類の歴史、世界の将来、理想としての正しい啓蒙には多大な力があるという批判などの論議がある。中世の啓蒙思想の発展を記述し、一般の啓蒙思想の発展に繋がりを示す。藤田久雄訳。

青 625-2  
岩波文庫

• “啓蒙とは、人間が自分の未成年状態から抜け出すことである、…未成年とは、他人の指導がなければ、自分自身の悟性を使用し得ない状態である。…この状態にある原因は、悟性が欠けているためではなくて、むしろ他人の指導がなくても自分自身の悟性を敢えて使用しようとする決意と勇気を欠くところにあるからである。それだから「敢えて賢かれ！(Sapere aude)」、「自分自身の悟性を使用する勇気をもて！」—これがすなわち啓蒙の標語である”

カント(1784)

## 社会的学習

- 学習は社会的な営みである
- 科学も社会的な営みになっている
- 高度専門社会だからこそその分業・ネットワークによる知の活用が重要
- 社会的学習の好機はいつか
- 現代の学力観(学力テスト)はまだ個人レベルに留まっている

### 学力低下と新キーワード「読解力」

表2 OECD 学習到達度調査(PISA)における日本の順位の推移

調査実施年	2000年	2003年	2006年	2009年
科学的リテラシー	2位	2位	6位	5位
数学的リテラシー	1位	6位	10位	9位
読解力	8位	14位	15位	8位

表3 国際数学・理科教育動向調査(TIMSS)における日本の順位の推移

調査実施年	1995年	1999年	2003年	2007年
小学4年理科	2位		3位	4位
中学2年理科	3位	4位	6位	3位
小学4年算数	3位		3位	4位
中学2年数学	3位	5位	5位	5位

出典：八巻俊憲「ゆとり教育」政策と理科教育、[新通史]日本の科学技術第3巻(2011)213-232

### 「ゆとり」から「確かな学力」へ

表1 「ゆとり教育」政策以降の学習指導要領

告示年度	完全実施年度	特徴を表す主なキーワード	理科における主な変更
1977 (昭和 52)	1980	ゆとりと充実	時数削減、必修「理科」新設
1989 (平成元)	1994	個性重視、多様化、新しい学力観	時数削減、「精選」、小学校低学年理科廃止、選択制拡大、高校「IA」科目新設
1998 (平成 10)	2003	生きる力、特色ある教育、総合的な学習の時間、完全週5日制	時数削減、「厳選」、高校「理科基礎」新設
2008 (平成 20)	2013	生きる力、確かな学力、改正教育基本法	時数確保、理数科目重視、高校「科学と人間生活」新設

転換点としての2002年1月遠山敦子文部科学大臣「学びのすすめ」

出典：八巻俊憲「ゆとり教育」政策と理科教育、[新通史]日本の科学技術第3巻(2011)213-232

表4 学習指導要領における理数教科の年間授業時間数の変遷

指示年度	1968 (S43)	1977 (S52)	1989 (H元)	1998 (H10)	2008 (H20)	
施行年度	1971 (S46)	1980 (S55)	1992 (H4)	2002 (H14)	2011 (H23)	
小学校理科	1年	68	68	-	-	
	2年	70	70	-	-	
	3年	105	105	105	70	90
	4年	105	105	105	90	105
	5年	140	105	105	95	105
	6年	140	105	105	95	105
中学校理科	1年	140	105	105	105	105
	2年	140	105	105	105	140
	3年	140	140	105-140*	80	140
小学校理科合計	628	558	420	350	405	
中学校理科合計	420	350	315-350*	290	385	
小中学校理科合計	1048	908	735-770*	640	790	
小学校算数	1年	102	138	138	114	136
	2年	140	175	175	155	175
	3年	175	175	175	190	175
	4年	210	175	175	150	175
	5年	210	175	175	150	175
	6年	210	175	175	150	175
中学校数学	1年	140	105	105	105	140
	2年	140	140	140	105	105
	3年	140	140	140	105	140
小学校算数合計	1047	1011	1011	869	1011	
中学校数学合計	420	385	385	315	385	
小中学校算数・数学合計	1467	1395	1395	1184	1395	

出典：八巻俊憲「ゆとり教育」政策と理科教育、[新通史]日本の科学技術第3巻(2011) 213-232

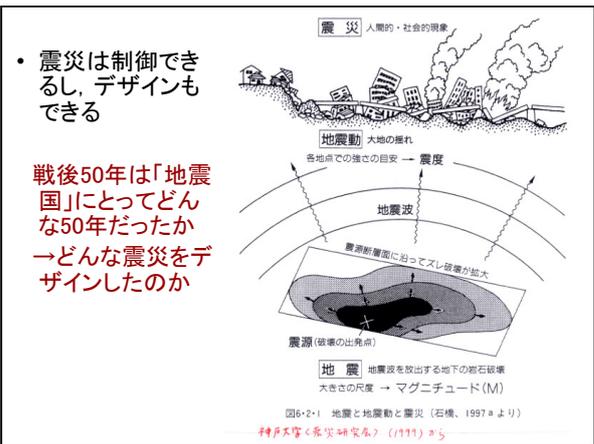
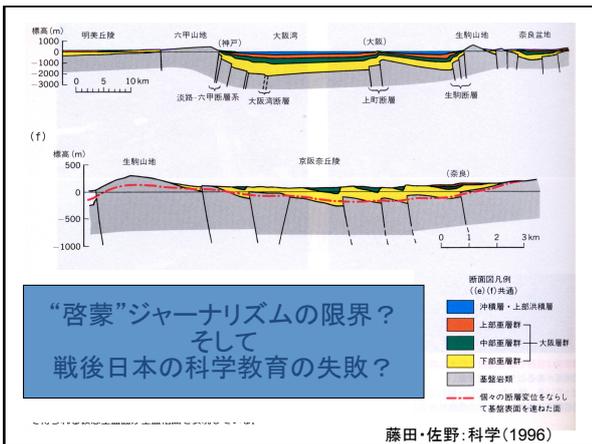
\*中学校3年の理科が一部選択制になったことによる

### ここまでのまとめ

理科離れ問題とは何か

- 高校進学率90%超：準義務教育化(科学技術創造立国の理系戦士育成を越えた目標設定ができなかった)
- エリート教育からマス教育、ユニバーサル教育へと高等教育の変化(受験競争の変質：受験地獄は緩和されたが競争目的化はかえって進んだ)
- 系統主義・現代化の「失敗」
- 理科軽視(削減・選択化)の時代到来
- 理科軽視への反撃(一例としてのサイエンスショー)

• 科学リテラシーの重要性は認識された



### 市民の不安を共有する(高木仁三郎)

科学者が科学者たりうるのは、本来社会がその時代時代科学という営みに託した期待に応えようとする努力によってであろう。高度に制度化された研究システムの下ではみえにくくなっているが、社会と科学者の間には本来このような暗黙の契約関係が成り立っているとみるべきだ。としたら、科学者たちは、まず、市民の不安を共有するところから始めるべきだ。そうではなくて、たとえいかに理科教育に工夫を施してみても、若者たちの“理科離れ”はいつそう進み、社会(市民)の支持を失った科学は活力を失うであろう。

『科学』1999年3月号巻頭言