

JpGU教育問題検討委員会・地学教育シンポジウム 2013/5/18
「次期学習指導要領での地学教育のあり方」

科学リテラシーはなぜ 自動的に発揮されないのか

原発震災をふまえて

林 衛(富山大学人間発達科学部/
科学編集者・ジャーナリスト)

hayashi@scicom.jp

科学研究費助成事業課題番号24501245
原発震災で問われた「発表ジャーナリズムの限界」の検証・克服をめざす基礎研究

1995年阪神・淡路大震災は、世界で最も活断層の研究が進んでいる地域で生じた。研究者たちは、論文で学界内に向けて報告するだけでなく、一般向けの図書などを通して発表。成果は直下地震の恐れありとの主旨の神戸市報告書にもまとめられ、神戸新聞夕刊トップでも報道された。六甲・生駒の地質断面図は、採択率が最も高い東京書籍中学理科教科書に1981年から紹介されていた。ところが、地震の備えをしなくてよいと人びとは考えていたのだ。

2011年東日本大震災・原発震災においても、地球科学の知見が生かされないまま、予見されていた被害の未然防止に失敗してしまった。教育内容が、本来の目的やそのための方法と切り離されてしまっているのが、大きな原因だと考える。これでは、いかに内容を工夫しようとも科学リテラシーは発揮されないままにちがいない。

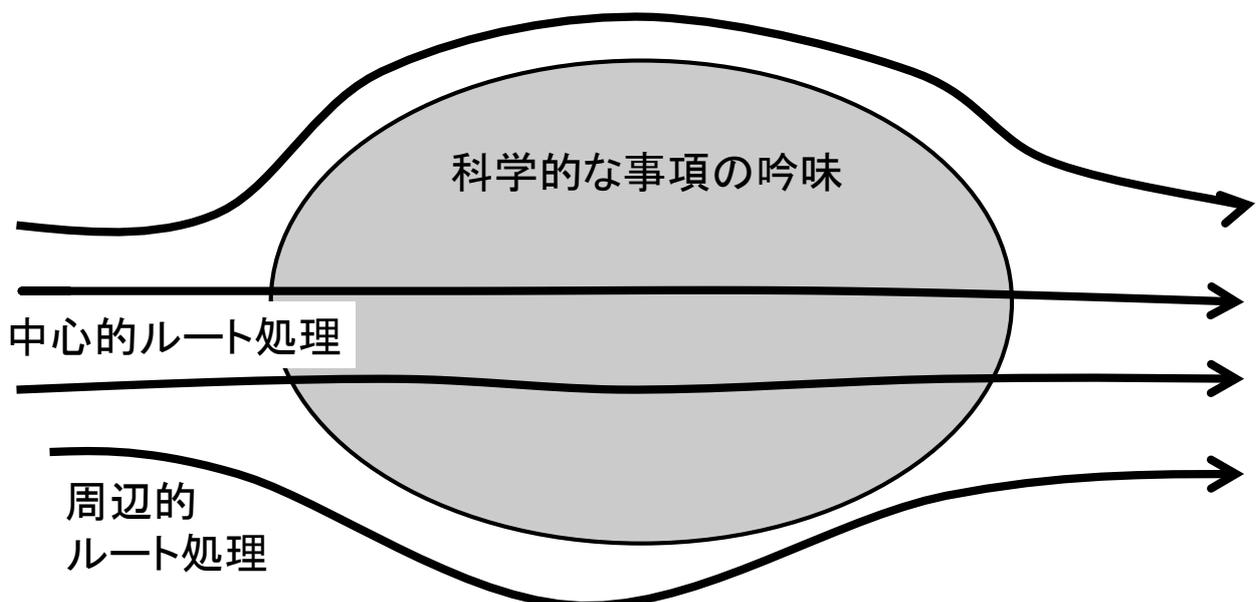
科学リテラシーとは何か

- 「地球市民として幸せになるための科学」(鈴木文二さん)
- 科学の内容を身につけるだけでなく、その社会的な性質についても検討できる能力
- 「知的営みとしての科学」だけでなく「社会的営みとしての科学」
- 知識教育の問題点は、知識が他の知識とどんなネットワークをつくってはじめて意味をもつことが軽視されていること。

科学リテラシーは どう体现されるものか

- 科学者・専門家コミュニティ間(内部)における相互批判
- 市民社会の構成員としての責任をはたす(=有権者として, 政府のまちがいを自らのまちがえだとして正す)
- 子どもは大人(社会)の背中をみて育つ

中心的ルート処理か周辺的ルート処理か



あたり前のことができていますか

【問い】「政府のまちがいを正し、よりよい社会をつくっていく責任をはたそうとする有権者を育てるのが民主社会における公教育の役割である」という考えは、教育現場で重要視されているでしょうか。

富山県教組教研集会分科会アンケート調査で、半数以上が「重視されていない」との回答



- 1981年から日本で一番採択率の高い東京書籍中学校理科の教科書に→“啓蒙”の最終段階？
- 主体性をうながすには、社会のしくみを問題にする必要性あり

第3章 変動する大地

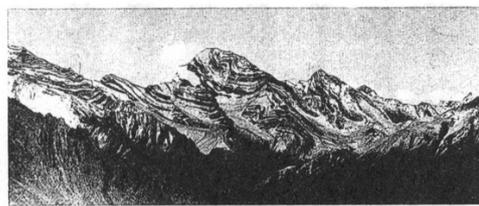


図1 ヒンズークシ山脈 (アフガニスタン・パキスタン)

アジア中央部のヒンズークシ山脈の標高6000~7000m付近には、石灰岩の地層があり、この中にサンゴや巻貝の化石が見られる。また、写真から地層が大きくくねっているようすもわかる。山脈をつくっているこれらの地層は、もともと海底にあったものだが、どうして7000mの高さまで達したのだろうか。地球内部のエネルギーはたつきと結びつけながら、変動し続ける大地について学習していこう。

1 地震によって大地はどのように変わるか

大きな地震が起こると、地面が深く割れ、この割れ目を境にして、地面がずれることがある。これを断層という。断層



図2 横尾谷断層 (岐阜県 本巣郡) 1891年10月28日の震尾地震の直後に撮影。

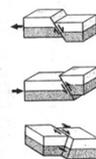


図3 断層のでき方

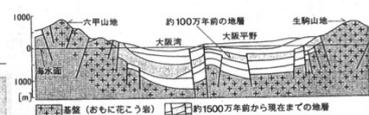


図4 断層による1のようす

には上下方向と水平方向のずれがある。

図2の断層は長さ約80kmに達し、写真のように上下方向に約6m、水平方向に2~3mのずれが生じたところもある。

1回の地震による断層のずれは、大きくて数mであるが、長い年月の間に数多くの地震がくり返されると、そのずれがしだいに大きくなる。神戸市の六甲山地の標高約250mのところに約100万年前の地層があり、これと同じ時代の地層が大蔵平野の地下約550mのところで見られている。この地層のずれは断層のくり返しでできたものである。日本の火山以外の山は、断層と密接な関係があるものが多い。

2 地形から大地の変動がわかるか

大地の変動による隆起や沈降のようすが、海岸や河岸にも現れていることがある。海岸には、図5のように切り立ったがけと平らな土地とが段になっている地形が各地に見られる。これは、土地の隆起によってつくられた地形で、海岸段丘とよんでいる。

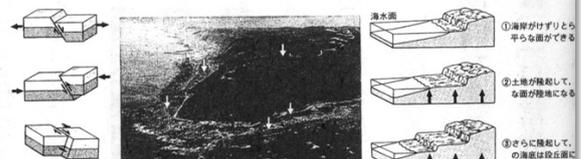
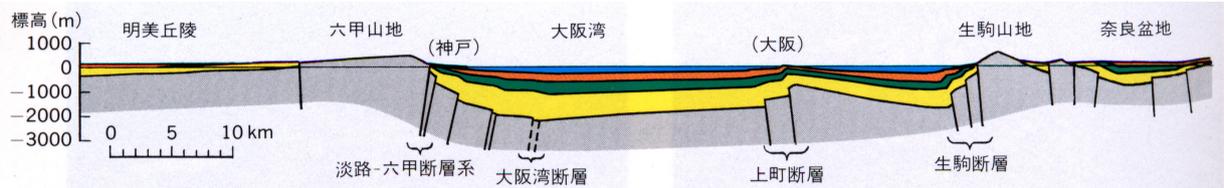
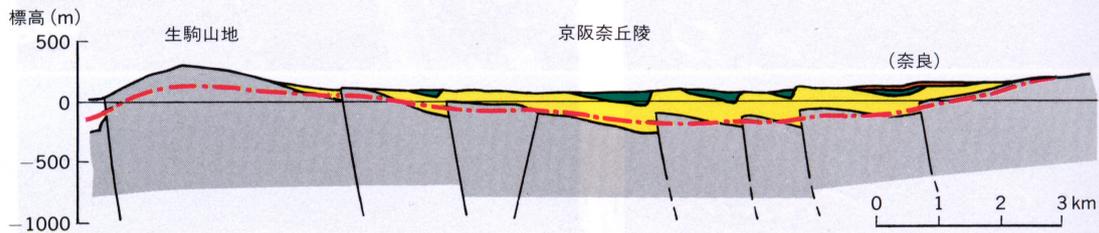


図5 海岸段丘 (高知県 室戸市) とそのでき方

100万年で800m
1万年で8m
1250年で1m
600年で約50cm

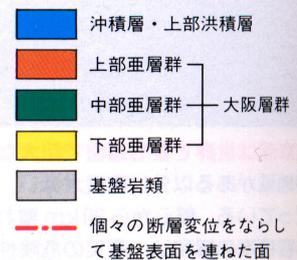


(f)



“啓蒙”ジャーナリズムの限界？
そして
戦後日本の科学教育の失敗？

断面図凡例
(e) (f) 共通



藤田・佐野:科学(1996)

新しい学力観・生きる力

(1) 基礎・基本

(2) 活用(思考力・判断力・表現力)

(3) 主体性

(1)をもとにした(2)を資格・前提(←これを科学リテラシーと呼ぶ考えも強い)に(3)が発揮されるとの「啓蒙」的な考え方がいまだに強い

予見されていたが防げなかった 「原発震災」

- 「石橋氏は東海地震については著名な方のようであるが、原子力学会、特に原子力工学の分野では聞いたことがない人である」(斑目春樹氏)
- 「石橋論文は、書いてあることが相当本質をつくものであれば関連学会で取り上げられるはずだが、保健物理学会、放射線影響学会、原子力学会で取り上げられたことはない」(小佐古敏荘氏)

資源エネルギー庁公益事業部原子力発電安全企画審査課長:雑誌「科学」10月号に掲載された石橋克彦氏の論文に対する見解について(回答)1997年12月24日付静岡県総務部防災局長宛;科学7月号(2011)に転載

シリーズ■大震災以後<第14回>

原発震災

破滅を避けるために

石橋克彦

地震列島日本で、原子力発電所(原発)の原子炉が現在 51 基運転されている(図1)。

通産省⁽¹⁾は、原発は建設から運転まで十分な地震対策が施されているとして、以下の項目を挙げている: (1)活断層の上には作らない、(2)岩盤上に直接建設、(3)最大の地震を考慮した設計、(4)大型コンピュータを用いた解析評価、(5)自動停止機能、(6)大型振動台による実証、(7)津波に対する対策。しかし、本当に耐震安全性は万全なのだろうか。

想定地震に関する致命的誤り

上記のうち(1)と(2)は当然のことであり、(3)が適切かどうかが基本的に重要である。

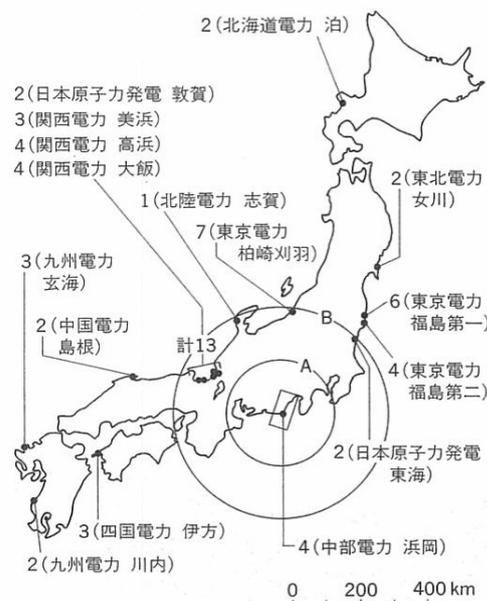
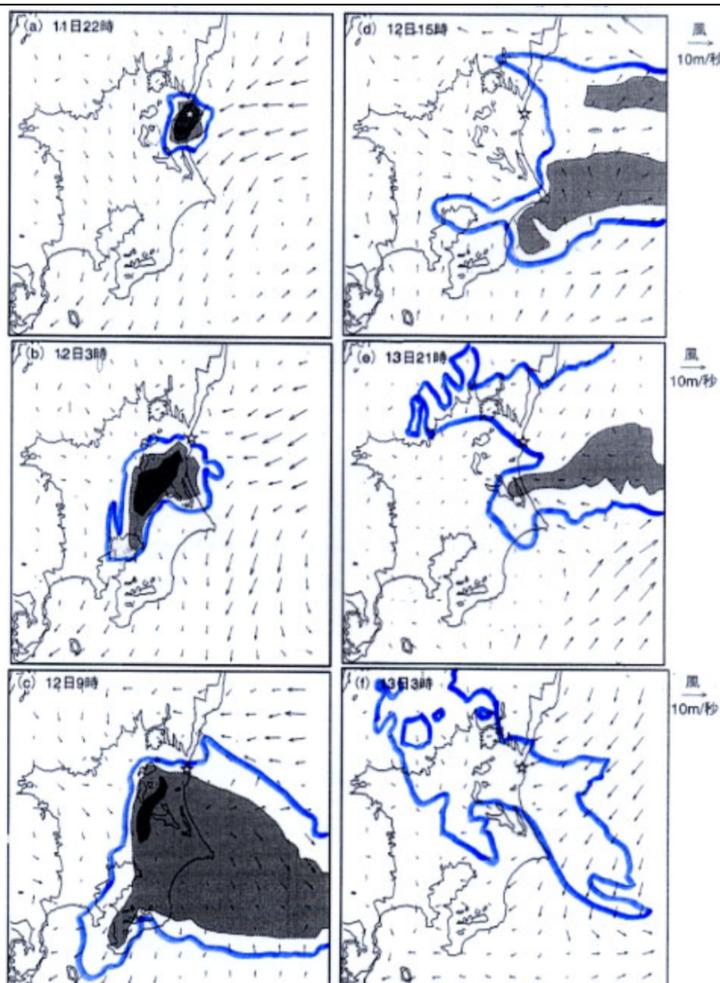


図1 日本の原子力発電所の分布。数字は運転中の原子炉の数。浜岡原発を囲む矩形は東海地震の予想震源断層面の地表投影⁽²⁾。円は、浜岡3号炉が炉心溶融をおこしたときの風下側の長期避難領域を示す⁽¹⁰⁾(Aはチェルノブイリ事故の際に旧ソ連が設定した基準、Bは白ロシア共和国が設定した基準による)。

わないように設計する。しかし実は、これらの作業の根底をなす地震の想定が根本的に間違っており、したがってそれにもとづく地震動の評価と耐

リスクコミュニケーションの原則からの逸脱が生じた。基本的な情報がエリートパニック(?)
によって伝えられなかった。

- リスクコミュニケーションとは、リスクについて関係者間で情報や意見を交換し、その問題についての理解を深めたり、お互いによりよい決定ができるように合意を目指したりするコミュニケーション
応用心理学事典, 丸善(2007)
- 消費者の四つの権利: ケネディ教書(1962)
 - ・安全を求める権利
 - ・選択する権利
 - ・知らされる権利(知る権利)
 - ・意見を聞いてもらう権利



97年3月東海村アスファルト固化施設爆発事故
放射性セシウムの挙動(数値実験)



教師の判断が、児童・生徒の生死を分ける(2012年3月31日撮影)。

裏山に早く登って逃げようという児童を、冷静に落ち着きなさいと教師が諫めた。

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:パ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)

図3 技術学習曲線

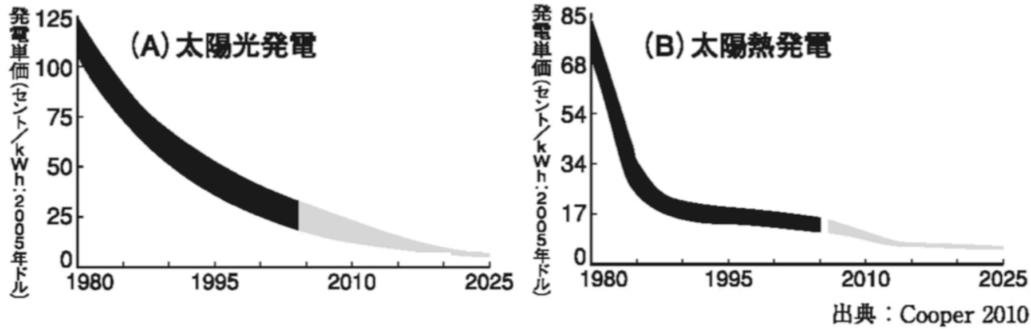
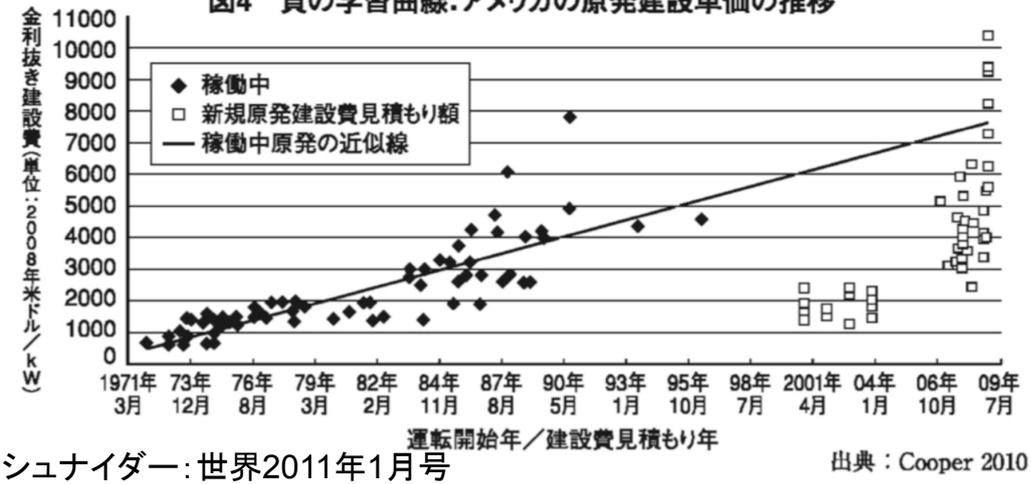
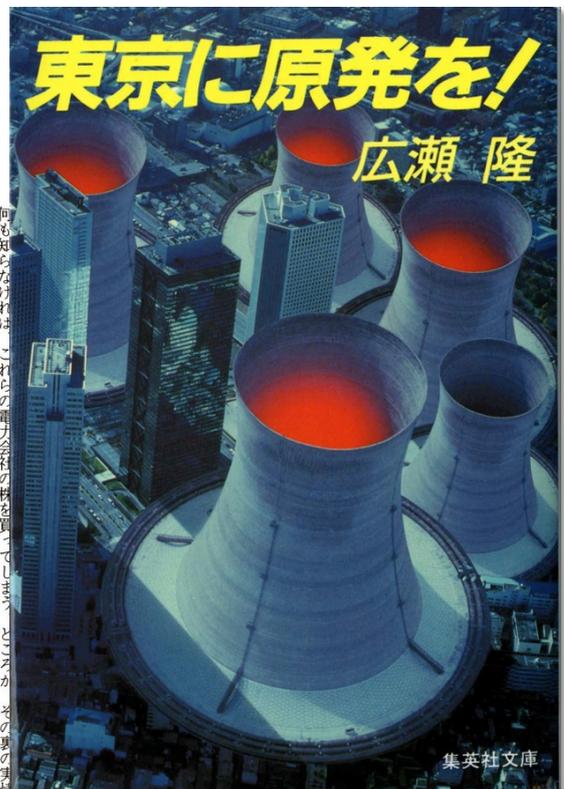
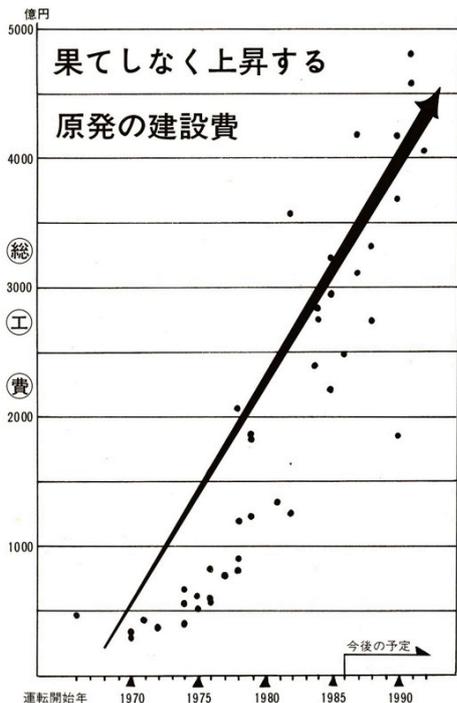


図4 負の学習曲線:アメリカの原発建設単価の推移



技術学習曲線が「負」である発展途上の技術開発では、技術者による改善提案が価格上昇をもたらすために採用されにくい。改善点の発見そのものが歓迎されない事態まで生じうる。

既知の事実！



何も知らなければ、これらの電力会社の株を買ってしまおうと、この夏、その夏の事情は建設現場を歩くのと分るが、すさまじいものである。たとえば北陸電力・能登原発では、反対する農民の田んぼにガラスの破片がばらまかれてきた。投資家は、このような産業の裏面を知らずに株券と債券を買う。
わが家にも、時々新聞折り込み広告のなかに、次のようなものが紛れこんでいる。
東京電力社債 安全確実 高利回り

広瀬隆:東京に原発を!, 集英社文庫 (1986);原著は1981年刊行

チェルノブイリ原発事故は1986年4月

- この問題を考えるための「基礎・基本」と「主体性」の源泉は？
- 震災・防災につながるマグニチュード理解
- 震災は制御できるし、デザインもできること

戦後50年は「地震国」にとってどんな50年だったか
 →どんな震災をデザインしたのか

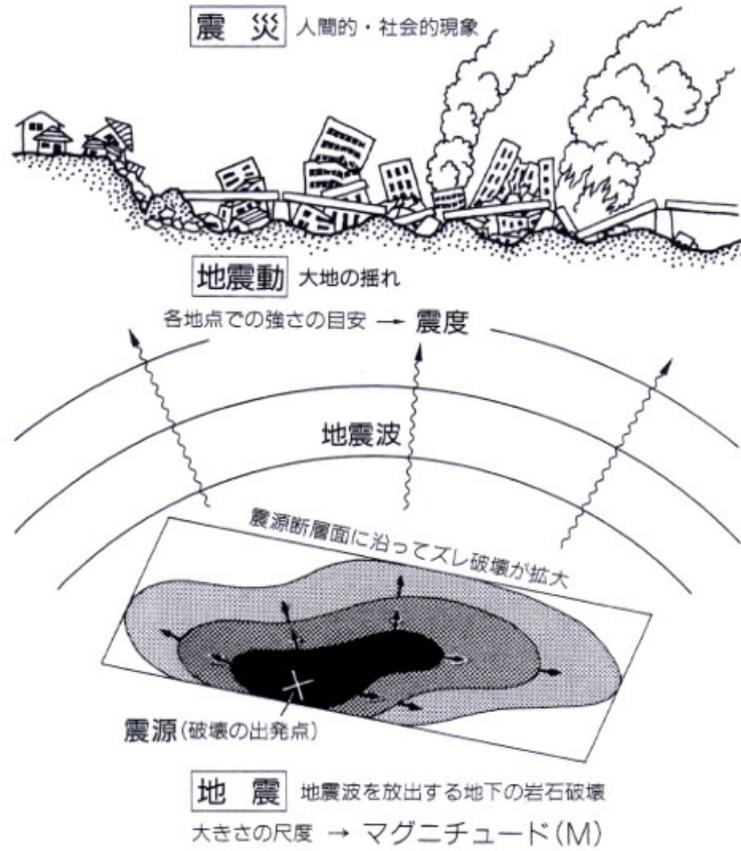
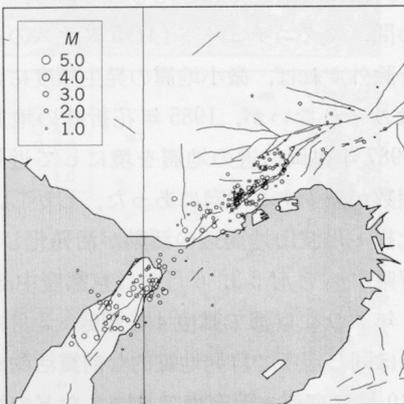


図6・2・1 地震と地震動と震災 (石橋, 1997 a より)

神戸大学<防災研究会> (1999) から

(a) 1995年1月17日 10:00-12:00



(b) 1995年1月26日~2月26日

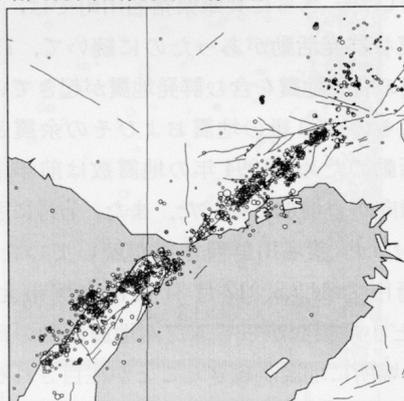


図7 余震分布。(a)本震直後7時間以内⁽⁶⁾。(b)本震後1ヵ月(NEMOTO et al.).

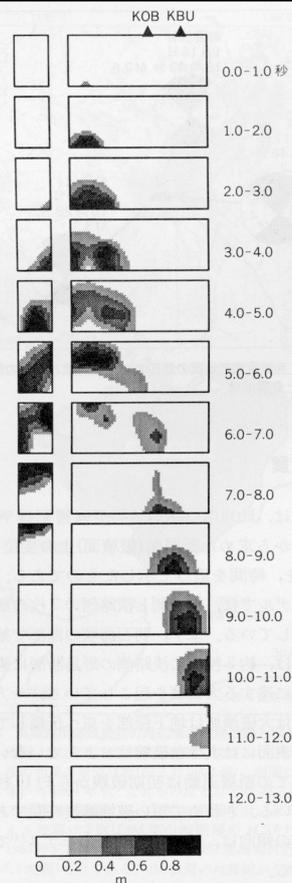


図6 強震計や測地データから求めた断層面上の変位の時間的推移⁽³⁾。色の濃さは変位量(m)を表わす。KOBは神戸海洋気象台, KBUは神戸大学の位置を示す(HORIKAWA et al.).

安藤雅孝ほか『科学』2月号(一九九六)

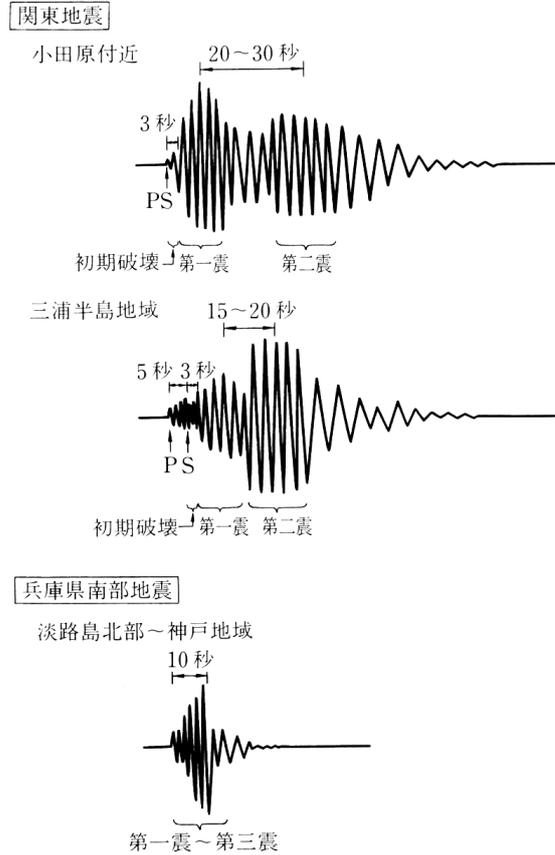
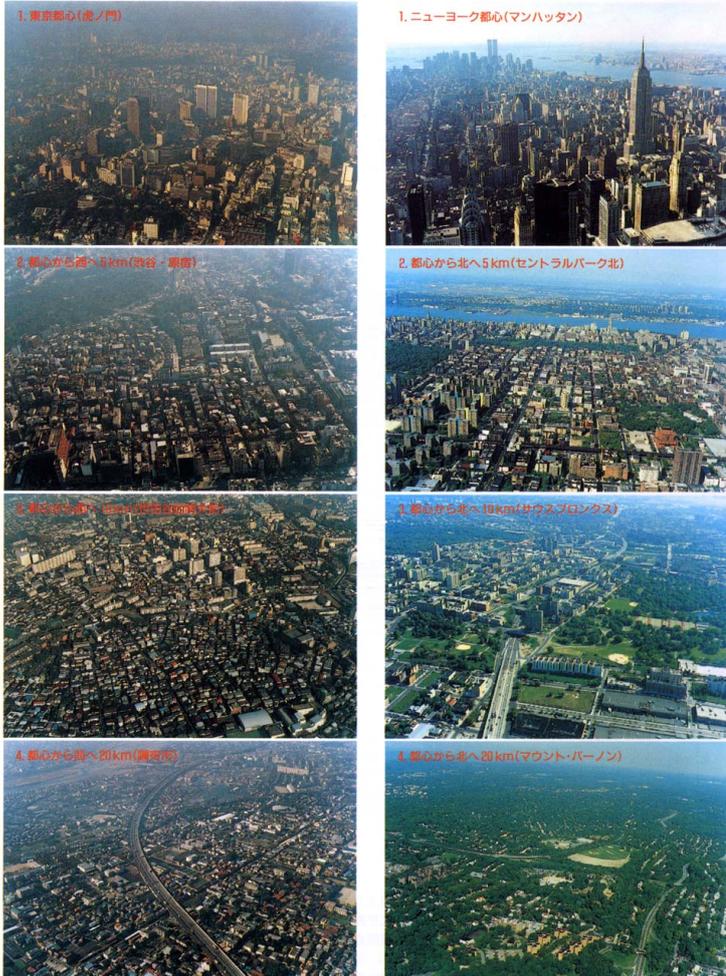


図 1-5 関東地震と兵庫県南部地震の震源近傍における揺れ方の特徴



直下地震がなかった50年
東京は世界一過密で巨大な
三〇〇〇万都市

原科幸彦:科学
(1997)による

関東南部に被害を及ぼした主な地震(島崎邦彦ほか(2001)に基づく)

発生日	震源の規模	名称
17世紀:8回		
1605年2月3日	M7.9	慶長東海・南海地震
1615年6月26日	M6 1/4~6 3/4	
1647年6月16日	M6.5	
1648年6月13日	M7.0	
1649年7月30日	M7.0	
1649年9月1日	M6.4	
1677年11月4日	M8.0	
1697年11月25日	M6.5	
18世紀:2回		
1703年12月31日	M7.9~8.2	元禄関東地震
1782年8月23日	M7.0	
19世紀:5回		
1812年12月7日	M6 1/4	
1854年12月23日	M8.4	安政東海地震
1855年11月11日	M6.9	安政江戸地震
1894年6月20日	M7.0	明治東京地震
1895年1月18日	M7.2	
20世紀:1回		
1923年9月1日	M7.9	大正関東地震
21世紀:1回(東北地方太平洋沖巨大地震)		

富山

お料理のかくし味に
お弁当にも活躍!
こんぶ屋のこだわり仕立てです。

不二食品株式会社 <http://www.fujishokuhin.co.jp/>
本社/大阪市福島区玉川4丁目2番11号 ☎06(6443)5671
東京支社/東京都江戸川区中葛西2丁目10番16号 ☎03(5878)3885

富山 10/4 ☀ ☀ ☀ ☀ ☀ ☆ ☆ ☀

高岡 9/5 ☀ ☀ ☀ ☀ ☀ ☆ ☆ ☀



原子力災害対策の中間報告を話し合う部会のメンバーたち
—富山市新総曲輪の県民会館で

県の中間案

30キロ圏内で重点対策

志賀原発 広域避難受け入れも 事故想定

地域防災計画を見直している県防災会議の原子力災害対策部会が20日、第3回部会合を富山市新総曲輪の県民会館で開いた。県は北陸電力志賀原発(石川県志賀町)で事故が発生した場合を想定し、同原発から30キロ圏内を重点的に防災対策を講じる地域とするほか、石川県からの広域避難(置区域)として防災施設

この日の部会では10月に国の原子力規制委員会が原発から30キロ圏内をUPZ(緊急防護措置区域)として防災施設を受け入れなどを新たに決定していく。

報告案では、UPZ圏内に一部地域が含まれる水見市に住民の避難計画などの立案を求めることや石川県からの避難受け入れを具体的に検討していくことのほか、医療や消防など防災業務従事者の原子力に関する知識を高める▽放射性物質の拡散を予測する「SPEDIER」の結果などに基づいて避難先を調整する▽避難者に配慮した避難所を運営する―ことなどを盛り込んだ。

これに対して、京都大学原子炉実験所の宇根崎博信教授は「幹線道路が使えなくなるなど、避難経路にボトルネック(流れが詰まりやすい箇所)が存在しないか具体的な検討を」と注文。また高岡市の林時彦・副市長は「高岡市は避難者を受け入れる立場。UPZ圏内外の自治体で情報を速やかに共有する必要がある」として情報格差の解消を訴えた。

また、水見市の堂故茂市長は「2030年代に原発ゼロは可能なのか率直に聞きたい。稼働する、しないで、防災計画の立て方が違ってくるとも想定できる」と、国の原子力政策の将来像について疑問を呈した。宇根崎教授は「2039年までは原発を使うと考えると、現時点での対策を両々と進めることが住民の安心につながる」と答えていた。

【大森治幸】

規制委、避難で「福島事故受け厳格に」
線量基準案

原子力規制委員会は13日、原子力発電所で事故が起きた際に避難などの判断をする放射線量の基準案を公表。「福島原発を定めて、国際原子力機関（IAEA）が定める国際基準の倍以上の厳しい数値を定めた。放射線計測器で基準以上の数値が観測された場合、すぐに避難指示や被曝（ひばく）の影響を抑える措置をとる。基準案は①毎時500ミリシーベルト（500マイクロシーベルト）以内で避難②毎時2000ミリシーベルト（2000マイクロシーベルト）以内で一時移転③毎時0.5ミリシーベルト（0.5マイクロシーベルト）以内で地元で生産した飲食物の摂取制限——など。いずれもIAEA基準の2倍または5倍の厳しさだ。

規制委の避難基準案と国際基準
（単位は毎時・マイクロシーベルト、規制委の資料などから作成）

	規制委	国際基準
避難（数時間以内）	500	1,000
一時移転（1週間以内）	20	100
地元産飲食物の摂取制限	0.5	1

規制委は年内に基準を決め、原子力災害対策指針を改定。自治体が地方防災計画などをつくる際に反映できるようにする。

二〇一二年十月十四日日経新聞朝刊

【社会】

避難基準「線量高すぎ」と自治体 批判相次ぐ

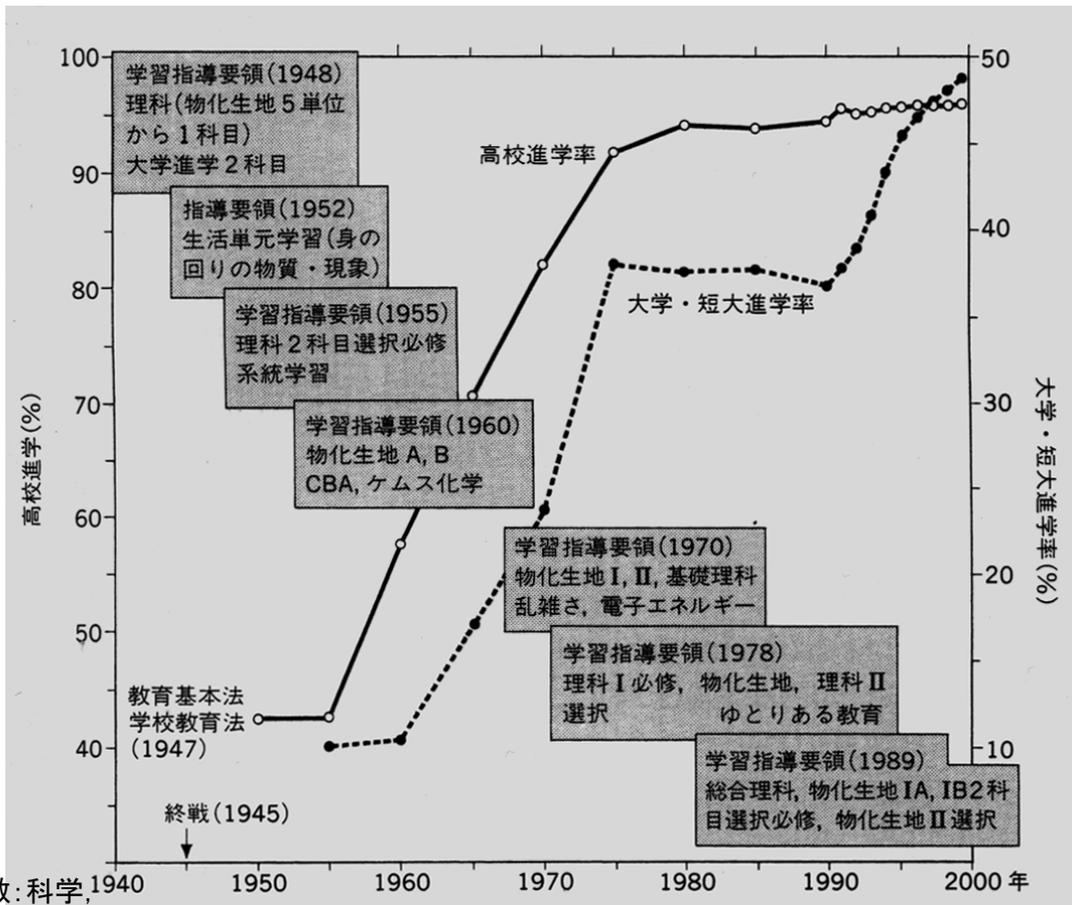
2012年12月20日 17時27分

原発事故時に住民が避難を始める基準として原子力規制委員会（田中俊一委員長）の検討チームが示した毎時500マイクロシーベルトの放射線量に対し、原発の立地、周辺自治体から「平常の1万倍の数値で高すぎる。住民の理解は得られない」などと批判が相次いでいることが、20日の同チームの会合で報告された。

検討チームは自治体の意見も参考に、月内をめどに基準を正式決定する方針。関係自治体は基準も参考に、事故時の住民避難の手法を盛り込んだ防災計画を来年3月までに策定する。

規制委側は報告に対し「誠実に対応したい」としている。

（共同）



佐野博敏: 科学, 1940
10月号(2000)

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れい、物理もきれい、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」

「科学リテラシー」をもたらさない 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堕した「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に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。

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見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。そうでなくては、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”はいっそう進み、社会(市民)の支持を失った科学は活力を失うであろう。

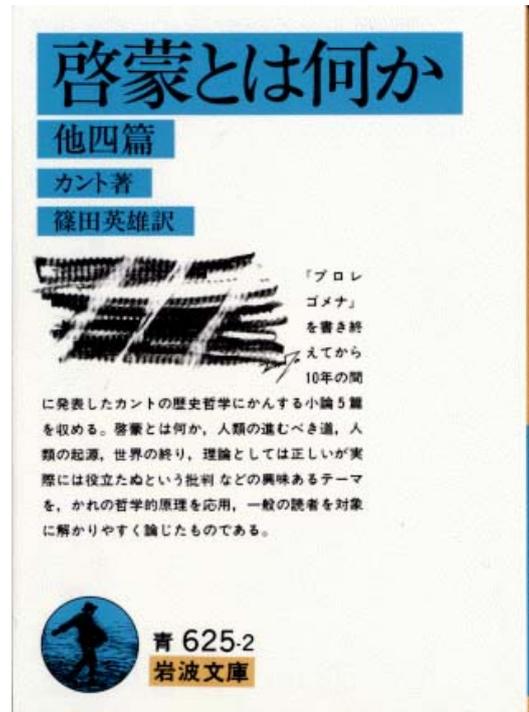
『科学』1999年3月号巻頭言

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

“啓蒙”とは何か

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



- “啓蒙とは、人間が自分の未成年状態から抜けでることである、…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と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)