

「すべての人々のための科学リテラシー」試案の作成

川勝 博, 北林 雅洋, 磯田 誠, 高橋 尚志, 西原 浩, 高木 由美子,
佐々木 信行, 金子 之史, 末廣 喜代一, 松村 雅文, 森 征洋,
大浦 みゆき, 稗田 美嘉, 高橋 智香, 藤原 佳代子
(理科教育講座)

760-8522 高松市幸町1-1 香川大学教育学部

A Preparative Study of "Science Literacy for All"

Hiroshi KAWAKATSU, Masahiro KITABAYASHI, Makoto ISODA,
Naoshi TAKAHASHI, Hiroshi NISHIHARA, Yumiko TAKAGI,
Nobuyuki SASAKI, Yukibumi KANEKO, Kiyokazu SUEHIRO,
Masafumi MATSUMURA, Yukihiro MORI, Miyuki OHURA,
Mika HIEDA, Chika TAKAHASHI, and Kayoko FUJIWARA

Faculty of Education, Kagawa University, 1-1 Saiwai-cho, Takamatsu 760-8522

要 旨 国際的に科学教育を学ぶ意味が変化している。現実の社会に起こっている科学技術の諸問題を吟味し判断できる力が、科学リテラシーである。これがすべての人々が身につけるべき課題として教育されているかが問われている。勿論この力は、一定の科学知識を前提する。また生徒の抱く不思議などの具体的事例を教えてこそ、科学的思考力・判断力も養成できる。よってこの課題の達成には、独自の具体的教材を、知識を教えつつ、科学するの授業案をつくる教員の、高い分析力・判断力を必要とする。この教員養成教育を、香川大学教育学部の理科教育講座では、先行研究として、蓄積しつつある。「理科授業研究I」の学生主体の理科教育実験ゼミ「理科授業研究II」の科学する单元案づくりのゼミなどである。ここでは、その実践の意味や背景を、よい科学リテラシーを持つ生徒を、教育現場から実践的につくりあげる永続的過程の一端として、ここに報告する。

キーワード 生徒の理科学力 科学リテラシー 授業案づくり 教材研究

1. 日本の理科学力

日本の理科学力が問われている。(図1)をみていただく。これは1990年代の終わりにOECDがおこなった日本の一般市民に対する科学の基礎教養についての調査報告である。その

報告は世界に衝撃を与えた。

それは日本の生徒の理科学力についてである。いままでの調査では日本の生徒の理科学力は世界のほぼトップを示していた。しかしこんなに生徒の成績のいい日本が、一般市民の基礎教養でみると、ほとんどビリに近い。(図2)

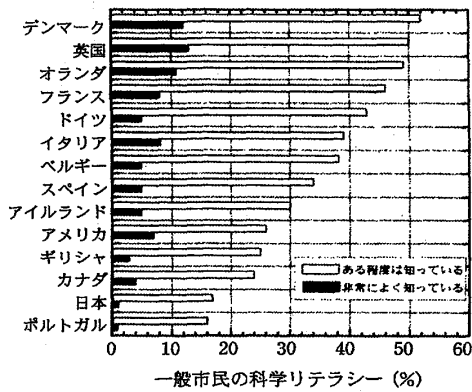


図1 OECD加盟国の一般市民の科学リテラシーの程度

風間 重雄, 応用物理68巻31号 より

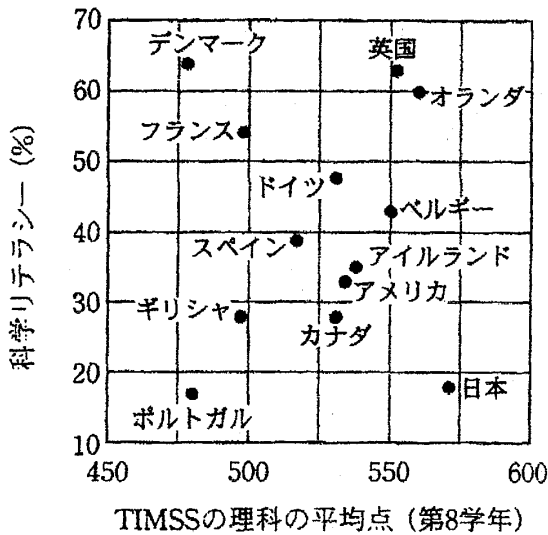


図2 TIMSSの第8学年の理科の平均点と市民の科学リテラシー

風間 重雄, 応用物理68巻31号 より

この落差についての論評が世界のインターネットで飛び交った。<文献1>

この調査問題は、次のようなものである。
 「すべての放射能は人間が作りだした」
 「抗生物質はバクテリアもビールスも殺す」
 「大陸は数百万年の間に位置が変わった」
 「私たちが呼吸している酸素は植物がうみだす」など。

これらは記述の正誤を判定させたり、また問いの正答を選択させるタイプの問題である。ほかに科学用語の定義を、文章で論述させるタイプの問題もある。

「DNAとは何か」「分子とは何か」など。

どちらの問題も、成績は芳しくないが、とりわけ悲惨であったのは論述問題である。DNAの正確な定義はもちろん、たとえば「分子とは何か」でも、ほとんど正解がない。「小さな粒」とは書いても、採点チェック項目にある、原子との違いがほとんど記述されていなかったからである。これらの調査問題は、民主国家の構成員である市民として、現実の社会で問題になっていることを、適切に判断するのに必要かどうかの基礎で選ばれている。生産のための科学技術の基礎だけで選ばれているわけではない。

いま時代が変わってきている。科学技術のあり方が転換を余儀なくされている。科学技術を産業振興の手段にして、生産力を向上させ、人びとを豊かにする。これが1970年代のローマクラブの「成長の限界」報告あたりから、変容を余儀なくされている。無限の生産力の向上はない。これを前提とした国家目標、福祉国家社会、社会主義社会は修正がいる。無限の生産力の向上がすべての解決の鍵でもあるように思えた大量生産大量消費の近代的工業社会は、そのままではもはや持続可能ではなくなった。

しかしそれでも無理に続ければどうなるか。腐敗が各国で1980年代にはおこる。それは巨大国家さえ消滅させる。地球の持続可能性を考慮した生活を、専門家も一般市民も、ライフスタイルとして身につける。そのために生産者・科学技術者には、情報公開と説明責任。また生活者には科学技術をコントロールする科学リテラシー、つまり科学的知識と自然観、科学的思考力、判断力の訓練がいる。

とりわけ発展国（経済成長を終えた国）においては、さらなる高度経済成長よりむしろ持続可能な安全・安心社会。生活の量より質の向上を大切にする社会。それを担える市民、それを自分たちで維持できる市民の養成。これが地球規模で差別と貧困を克服し、社会紛争をなくし、すべての人々の人権を守るユネスコの、21世紀科学教育の目標となった。

この目標は1992年パリで決議され公開された。リオ・デ・ジャネイロで環境サミットが行われた年のことである。ここに至るまでは長い

論争があった。「この考えは経済発展を阻害する」「ユネスコは発展途上国よりである」とユネスコを離脱する超大国もあった。しかしやっとこれに終止符をうち、圧倒的多数の合意により、持続可能な発展への教育を、世界のどの国もめざそう。そんな「科学技術リテラシーをすべての人びとに」という、ユネスコ決議がなされた。OECDのPISAや、TIMSSの国際学力調査の新しいながれも「科学教育を通じて明日の世界をつくる」という強い願いから始まっている。〈文献2〉

その結果、日本もこれに基づく国際学力調査の影響を受ける。もちろんこの調査は、基本的に今までの理科学習の問い直しが根底にある。日本は問い直されるべき旧来型教育の優等生であった。テストの成績はよい。これは発展途上国の暫定的な経済発展段階にはふさわしい。しかし発展が成熟した、21世紀の多民族共生時代における教育としてはどうか。成人したのちにも、その地域と国際社会の科学の関わる物事を論じ判断できるか。そういう基礎学力、科学リテラシーを培う学習に、日本の科学教育は移行しているか。これが問われている。〈文献3〉

これに疑問符をつけるようなデータが、あわせて行われた調査にある。(図3)日本の一般

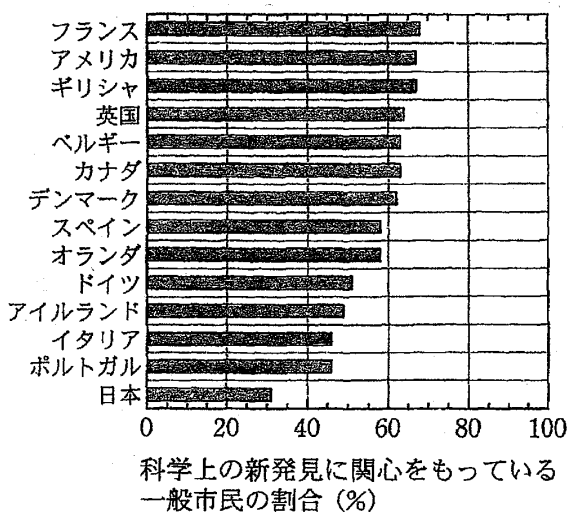


図3 OECD諸国の一般市民の科学における新発見に関する関心

風間 重雄, 応用物理68巻31号 より

市民の科学の発見に関する関心度はどうか。また、できが良い生徒でも、たとえテストができて、将来理科に携わろうとは思わない調査もある。それにもまして深刻なのは、諸外国に比べて、はるかに若者は理科が好きだとは思っていないことである。これは日本の将来の科学技術を危うくする。(図4)

2. 科学リテラシー達成の条件

生徒の読解力では、はっきりとした学力の2極化現象が、いまの日本でおきている。(図5) また一般的な学習離れもおきている。(図6) これはもっと深刻で、この原因はグラフをみると、歴史的構造的なものであることをうかがわせる。

理科教育の内容と方法の両面で、生活とのつながりを回復する。多様な現実と多様な生徒の疑問に答える。それらを生徒とともに解明していく先生の姿を見せる。そういう科学する学びのある授業をすることで、今日的諸問越を解決しうる生徒の理科学力が育つ。現代の一般市民にとって、科学を学ぶことが不可欠であることの意味を理解することなくして、理科の学習意欲の回復はないだろう。そのためには教員の相当な力量のアップが必要である。科学の内容に

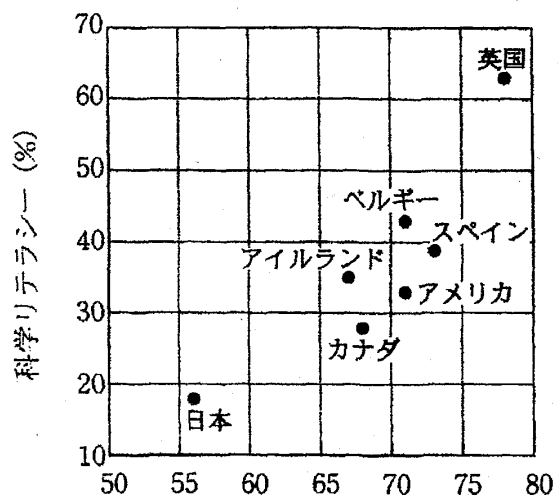


図4 理科が好きまたは大好きと答えた第8学年生徒の割合と市民の科学リテラシー

風間 重雄, 応用物理68巻31号 より

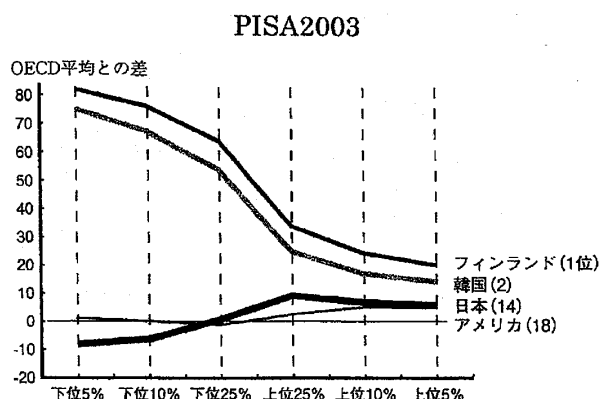
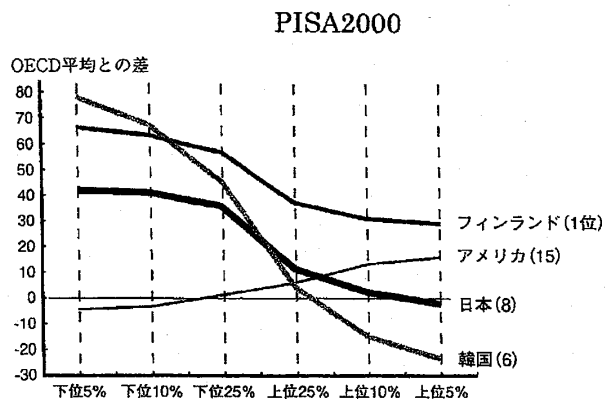


図5 PISA2000および2003の総合読解力得点分布と平均点の差

福田誠治, 競争止めたら学力世界一, 朝日選書, 2006年 より

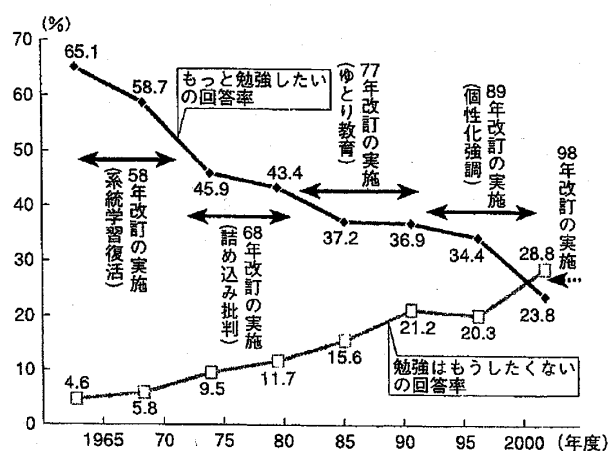


図6 中学3年生の学習意欲の低下

門脇厚司, 学校の社会力, 朝日選書, 2002年
藤沢市教育委員会「学習意識調査」より作成されたもの より

についても、生徒と科学できる力についても、科学の社会的意味の理解についても。そのために教員免許はヨーロッパの多くの国は大学院レベルを要求することが、あたりまえになりつつある。

この一般市民に要求されている理科学力は、将来の専門家ならなおさら必要である。将来科学を専門にしようとする者にとって、その誇りや学習意欲の回復に関わる。だから多くの欧州の国は、一般市民にも、専門家にも、ともに必修として、科学リテラシーを、他の多くの授業時間をさいても、学ばせている。

英国の多くの科学教育のポスターにはこの標語が書かれている。

What do you think ?
Think about science!

その目標について英国国立科学学習センターのジョンホルマン教授はこういっている。〈文献4〉

科学リテラシーを備えた人とは次のような人である。

1. 科学が関わるメディアのレポートを読み、その大切なポイントを理解できる。
2. そのレポートの情報について、批判的に考察できる。
3. その生活への影響に気づく。
4. いくつかの、おきている科学上の議論に、参加できる。
5. 科学することと、科学的考察が楽しいと感ずる。

この目標の達成度を、例えばPISAの2003年の科学リテラシー調査では(図7)のような問題で聞いている。これは日本の生徒は難しいだろう。こういう思考の訓練は、理科の授業ではどうも不足しているからである。

ちなみに香川大学教育学部理科領域では、現実との関連で理科を考えられるように、学生に、新聞の切抜き作業を義務として課している。理科教育関連科目の理科教育論・理科内容学演習で、毎日、1年間、学生はこれを続け、コメントを書き、ときに教員のコメントをもらい、定期的に、理科棟の廊下にはり、これらを公開し、講座全体で、情報意見交換している。1年後、この膨大なコメントつきの冊子は、学生の最終的な卒論指導教員に渡し、学生の社会での科学の関心のあり方に関する指導資料とし

11世紀という昔から、中国の医師たちは免疫システムを操作することを知っていた。天然痘の患者から採取したかさぶたを粉碎した粉を患者の鼻に吹き込むことにより、病気の軽い症状を起こすことが可能となり、これによってそれ以後の重い症状を防ぐことができた。1700年代になると、人々は乾燥したかさぶたを皮膚に擦りつけ、病気から自分を守った。こうした原始的な習慣がイギリス及びアメリカの植民地にもたらされた。1771年と1772年に天然痘が大流行したとき、ボストンの医師ザブディエル・ボイルストンは自分が考えついたアイデアを実験した。自分の6歳になる息子と285人の人々の皮膚に傷をつけ、その傷に天然痘のかさぶたから採取した膿を擦りつけたのである。彼の患者は6人を除いて全員が生き延びたのであった。

1. ザブディエル・ボイルストンが実験したアイデアとは、どのようなものだったと考えられますか？

完全正答：以下の両方に言及する回答。

- ・誰かを天然痘に感染させるとある程度の免疫が与えられるという概念。
- ・皮膚を傷つけることにより天然痘が血流に導入されるという概念。

2. ボイルストンのアプローチが、どの程度成功したかを判断するのに必要な情報を2つ示して下さい。

完全正答：以下の2つの情報を提供する解答。

- ・ボイルストンの処置をしなかった場合の生存率。
- ・彼の患者が、その処置とは別に天然痘にかかったかどうか。

〔PISA2003年調査、評価の枠組み〕国立政策研究所監訳、ぎょうせい、2004年5月 より

図7 PISA (Programme for International Student Assessment) 2003年科学リテラシー調査問題例

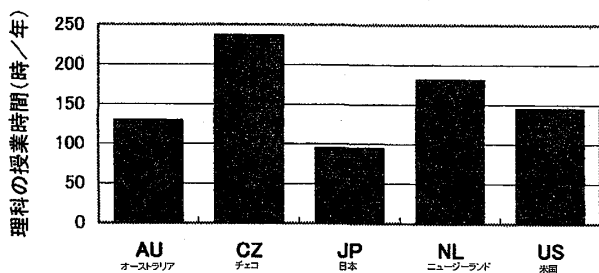


図8 わが国の理科授業は年間授業時数が少ない

科学リテラシーの育成をめぐる国際的動向、小倉康 (国立政策研究所), 物理教育通信No.126 (2006年) 物理教育研究会編より

ている。しかしこれを授業の中でやる余裕はない。課外課題学習である。大学でも時間が足りないのだから、教育現場でもますます、そうだろう。

もちろん (図8) のように、日本のカリキュラムは、義務教育の最終段階数年において (科学的認識能力がきわだって発達する年齢において) 世界でも際立って理科の授業時間が少ない。(たとえば英国はすべての生徒に共通必須・週6時間である) これは早急に是正されねばならない。でなければ基礎基本を学ばせながら、探究活動や思考力判断力を養成するという時間がかかる教育は、とうていできない。

文部科学省が国際学力調査への対応もあつてか「学習指導要領はミニマムである。これを上回って発展的な学習をしても良い」と歴史的な

転換をした。これは科学教育における現場教員の裁量をふやす転換でもある。これは科学リテラシーの教育とその効果のためには不可欠な措置である。しかしこれが実効をもたらすには、いくたの条件整備がいる。

まず現状では、現場の教員は、時間的余裕がほとんどない。授業時間数減で、失われた基礎基本の補充にいそがしい。裁量を与えられても自由な探求活動に時間を割けない。しかし権限を与えた故をもって思考力、判断力の測定結果だけを、競争原理で追求されるようだ。現場は条件を無視して責任を問われると、その裏で、かつての統一学力テスト問題のときのように苦い経験が復活しないとも限らない。また教室で大切な教員と生徒で培う学校文化が破壊されかねない。英国のウェールズが、昨年、教育文化を破壊するとして、英国のナショナルテストを離脱することを宣言していることの教訓にも学ぶべきだろう。

教育に携わるのは教員である。外からのむちでは限界がある。時間数確保は前提にする。そのうえで、教員をはげまし守り、その誇りと良心を尊敬しつつ、学ぶ意味がわかる授業研究を支援する。これは不可欠である。だからこそ教員の顔が見えるところで活動できる、地方教育大学教員の教育支援の役割は大きい。

3. 本校学生指導の経験から

すでに香川大学教育学部の理科教育講座の教員は、このすべての人々のための科学リテラシー教育の先行的研究を10年ほどまえから積み重ねている。それは香川大学方式とでも言うべき、専門教員と教科教育の教員のチームティーチングによる、理科教育授業の研究である。

理科教育の研究と教育は、ただ教科教育の教員だけの仕事ではない。物理、化学、生物、地学などの教科専門の教員もまた理科教育の専門教員とともに教員養成教育に責任をもってきた。そのために入試に関わる、高校の専門の教科書のみならず、常に小学校中学校の教科書研究をおこたらず、これらを批判的に検討して教師教育の内容を工夫して講義するのに役立ててきた。〈文献5〉

科学リテラシーは、科学の内容と方法を熟知している大学レベルの専門教師がいなく、教師の教育内容と方法のスキルを訓練し支援できない。これは多くの国の多数意見である。教育内容は文部科学省がつくる。学会は無関係であるという国はむしろ少ない。その国の科学教育の内容は、あたりまえのことであるが、物理、生物などの学会とその連合が、実践的な教育の専門家と協力して建設し、責任をもつべきである。つまり専門家自身がそのアウトリーチ活動として一般市民の声を聞き、専門家と学際的に協力して、その科学教育に責任を持つ。これが科学リテラシーの作成主体であり責任母体である。

だから、たとえば毎週開かれる理科会を使って、小学校教員に必修の内容は何かを検討してきた。これは教科教育の教員だけに任せる問題ではない。小学校教員養成科目の「初等理科」や「初等理科教育法」のシラバスに、この議論を反映させる。授業も分担し責任を持つ。もちろん結果の学生評価も、毎年共同で検討する。そして何を改めるべきか。何を学生に毅然として要求すべきか。これらを議論してきた。

また理科教育法関連の授業も、理科教育の専門教員だけに任せず、チームティーチング実施

してきた。たとえば理科授業研究Ⅰは学生が主体的に用意する理科教育実験のゼミを、理科授業研究Ⅱも、理科が科学する授業になるような理科の単元案作成ゼミを開いてきた。この実践は全国的にも、反響をよんだ。この活動を通して、いままで難しいと思われていた教科専門の教師が、教科教育を指導できる専門的力量をどうしたら磨くことができるか。その、可能性を示唆していたからである。〈文献6〉

世界の多くの国、米国でも英国でもフィンランドでも、これらの学会と学会連合が、科学の基礎基本の内容を示す、科学リテラシーの大綱をつくり提起している。(図9)それを参考に香川大学教育学部で、日本におけるリテラシー案を早急に作ることは(これらの先行研究を踏まえれば)さほど難しいことではない。

しかしそれは多くの国がそうであるように、本来は全国規模の学会かその連合が、公的な責任として、国民の意見を十分吸い上げ総合的視野で、時の政府と連絡をとり、じっくり時間をかけて、つくりあげるのがよいと考える。科学リテラシーの試案をつくるには、それとは異なり、それと一対になる大切な研究がある。

4. もう一つの科学リテラシー作成の道

香川大学の本プロジェクトで、どんな科学リテラシー試案を作成しようとしているのか。

それはもっと実践的な課題の追究である。つまり香川県の小学校中学校の先生らとともに、いまの現場教師の実践を、科学リテラシー教育建設の方向に、一歩進める具体的な教材集、実践案を作り提起することである。

つまり日本全体の科学リテラシー草案がたとえば、良いものとして出来たとしても、これを多様な生徒の現実を踏まえて具体化し、教員自身が教科書に頼らず独自の授業も、ときにはつくり出すことができない限り、科学リテラシーの教育は絵に書いた餅である。

〈文献6〉のように、多くの教員や教員養成大学の教員が、香川大学の実践に注目しているのは、教科専門教員が教科教育の教員とともに

図9 『全米科学教育スタンダード』における第9～12学年の生徒の学習内容構成

内容領域	すべての生徒の学習内容
統一的概念とプロセス	<ul style="list-style-type: none"> ・システム, 順序と組織 ・証拠, モデルと説明 ・不変, 変化と測定 ・進化と平衡 ・外観と権能
A. 探究としての科学	<ul style="list-style-type: none"> ・科学的探究に必要な能力 ・科学的探究についての理解
B. 物理科学	<ul style="list-style-type: none"> ・原子の構造 ・物質の構造と性質 ・化学反応 ・運動と力 ・エネルギーの保存と無秩序の増大 ・エネルギーと物質の相互作用
C. 生命科学	<ul style="list-style-type: none"> ・細胞 ・遺伝に関する分子の基礎 ・生物学的進化 ・生物の相互依存, エネルギーと生物システム中の組織 ・生物の行動
D. 宇宙及び地球科学	<ul style="list-style-type: none"> ・地球システム中のエネルギー ・地球化学的サイクル ・地球システムの起源と進化 ・宇宙の起源と進化
E. 科学と技術	<ul style="list-style-type: none"> ・技術的な計画能力 ・科学と技術についての理解
F. 個人的社会的観点から見た科学	<ul style="list-style-type: none"> ・個人と共同体の健康 ・人口増加 ・天然資源 ・環境の質 ・自然災害と人間の誘発した災害 ・局地的, 全国的, 全世界的な挑戦における科学と技術
G. 科学の歴史と本質	<ul style="list-style-type: none"> ・人間の努力としての科学 ・科学的な知識の性質 ・歴史的な見通し

科学的リテラシーの育成をめぐる国際的動向, 小倉康 (国立教育政策研究所), 物理教育通信No.126 (2006年) 物理教育研究会編より

なら, 現場の先生と一緒に, 科学リテラシーの教育に1歩踏み出す具体的な実践案をつくる支援をすることができる。その経験と力を蓄えられる。だからこの支援による教材づくり, 授業案づくりの力を持ち始めた教師は, 多様な生徒の多様な力に応じた指導で, 生徒の現実のものをテーマにした思考力, 判断力を育てることが可能になる。

この先行経験は, たとえば香川県の教育委員会とともに, 実施した香川型教材作成委員会に

みることができる。これは香川大学の理科の専門教員1人と教科教育教員1人が関係した。香川県の小学校と中学校で理科の基礎学力調査をおこない, できの悪いところについて補助教材をつくり全県の学校に配る。各郡部から選抜された任期1年の先生とともにつくるのである。

このように教材づくりを通して研修に大学が協力する。これは大学と現場との協力関係の世界の多くの国がおこない一定の成果をあげている本道である。この教材づくりの議論で, 何を

生徒はわかっていないのか。何をこそ教えるべきか。またそれをどう工夫して教えるか。を討論する。そのプロセスは生徒の疑問を、科学しながら学ぶプロセスの理解ともなる。この積み重ねのない科学リテラシーづくりの議論は、実践的な具体性をもたない。

たとえば香川大学の附属坂出小・中学校の理科部会が、「生涯学習の基盤を養う市民の科学として、科学的に学ぶ力の育成」このスローガンで（事実上科学リテラシーの内容を）2000年ごろからしばらく研究した。このときの目標と方針は（図10）の通りである。リテラシーを意識し、教育目標をつくり、何度か大学にあつまり、また附属学校でも検討をした。これは当時としては日本でも、ごく早期のリテラシー研究であった。そのねらいと視点は今日でも、大切だと思われる。しかし目標や視点はあっても、その具体的な教材と授業案においては、まだ検討の余地があったと思う。

しかしこれは無理もないことである。当時、文部省は「学習指導要領は教えるべき必要十分の内容である。教科書を含めてこれを上回ってもいけないし、下回ってもいけない」というていた。だから現場の教師から言えば、学習指導要領の文部省解釈から外れるわけにはいかない。自分の授業なら＜研究＞であるといえても、他の公立の先生への教材として、外れたものを供給することはできなかったのだろう。しかしいまは変わった。国際学力調査から、文部科学省は『学習指導要領はミニマムエッセンシャルである。発展的目標と断ってなら、教科書に書いても、教えても良い』と方針転換した。科学リテラシーは、本来、時代の論争課題や未知な未解明の現実を予測しながら思考する。よって共通内容の確実な習得と、独自の未知の教材の追究。この両方がある。この両者をブレンドした授業の具体例が待たれる。そんな教材の作成研修をつうじて先生の科学リテラシー授業の新しいイメージが見えてくる。

フィンランドでは、学習指導要領に相当する科学リテラシー要項の国家文書は、薄っぺらい。英国でも、米国でも、どこのものでも多く

はそうだ。しかし教科書と地域作成教材集は、逆に、日本に比べてけた違いに分厚く、大量である。これを含めたものが、現場教員にとっては、具体的な科学リテラシー試案である。これを通して現実の教育は進む。だから現場の教員の自主的教材研究、授業研究を保証し支援する活動こそが、実は、科学リテラシーの教育を建設し深め教員の力量を上げる、その本命の活動なのである。だから科学リテラシーの教育は現場の教員を大切にす。

具体的理科授業案、理科教材集ぬきの科学リテラシー案はない。もちろんこれを具体化していくのは現場の教員である。とりわけ思考力判断力などは、教材というよりそれを扱う教師の振るまい考え方を見て育つ。だから教員のそんな教材作成研究活動を励まし、また大学人が協力して授業案をつくるが、分厚い大量の、よい香川型科学リテラシー教材や授業案は、そんな教員教育のための練習道場である。この先生に習ってこそ、生徒は育つのである。

以上のような先行研究と議論を踏まえて、香川大学教育学部理科教育講座は、平成18年度より、附属学校の先生との共同研究をかわきりに、多様な現場の先生と新しい香川型科学リテラシー案（教材共同研究・授業案研究）をつくり始めることにした。

この報告は来年度平成19年度末の研究報告に待つこととし、今回は、科学リテラシーを体現する授業案づくりのきっかけになる教科書の発展的教材の研究を、報告する。

5. 発展的教材を生かした授業案づくり

私たちは、先行研究をふまえて、今年度、文部科学省の方針転換によって、急遽教科に入ってきた、発展的教材の調査をした。＜別記資料＞これは学習指導要領にないが指導要領の内容を理解するのに不可欠なレベルの高い知識のことが多い。そこでこれを調べ、これをもとに、どうこれを授業に取り込むか、指導要領の系統性の欠落部分を補い、科学する思考力判断力を育てる授業をつくるか、その糸口となる実践を

図10 香川大学教育学部附属坂出小中学校理科 平成13年度理科の研究成果・課題 より

科学的に学ぶ力の育成

市民の科学（生涯学習の基盤を培う）

自然を愛し、科学することの良さを実感し、共によりよい生活を求め続ける児童・生徒

- 生活の中で、発見・追求・実感といった科学できる人
- 自然体験から得た自然感覚をもち、積極的に自然との共生を考えて実践できる人

すべての人が市民感覚をもった科学者

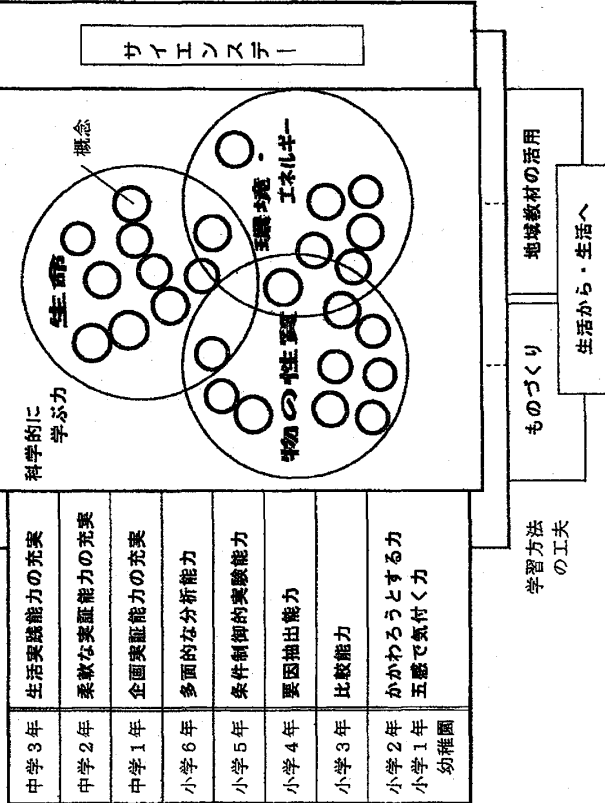
②生涯学習の基盤を培い、めざす児童・生徒像に迫るためのこれからの理科教育について

生徒や社会に見られる現代的な課題	ねらい	これからの理科教育のあり方
<ul style="list-style-type: none"> ・学んだことを生活の中で活かしていかない ・現代的な問題（環境問題、生命の尊重など）に対応する意識と実践力が十分ついていない。 ・自然感覚が十分身につけていない 	<ul style="list-style-type: none"> ○内容中心のより専門的な知識の理解をめざす理科教育から、社会の変化をとらえ、科学を生活に活かしたり、現代的な課題についてうまく対応したりできる資質・能力、（人格や素養の形成も）をめざした生涯学習の基盤としての理科教育 （新しい目標・内容に基づき領域構成） （育成すべき資質・能力の各学年目標の整備） 	<ul style="list-style-type: none"> ○内容中心のより専門的な知識の理解をめざす理科教育から、社会の変化をとらえ、科学を生活に活かしたり、現代的な課題についてうまく対応したりできる資質・能力、（人格や素養の形成も）をめざした生涯学習の基盤としての理科教育 （新しい目標・内容に基づき領域構成） （育成すべき資質・能力の各学年目標の整備）
<ul style="list-style-type: none"> ・自然とふれ合う機会が少ない ・知的好奇心、探求心が十分育っていない ・理科に対する興味・関心の希薄化 ・感動やおどろき体験の減少 	<ul style="list-style-type: none"> ○自然との直接体験、そして五感を活用し、科学に対して興味・関心が高まり持続する学習活動の工夫を行う。（サイエンスデー） 	<ul style="list-style-type: none"> ○自然との直接体験、そして五感を活用し、科学に対して興味・関心が高まり持続する学習活動の工夫を行う。（サイエンスデー）
<ul style="list-style-type: none"> ・創造力が低下してきた ・表現力が低下してきた ・作業を途中であきらめたり、任せたりする児童・生徒が増えてきた ・深く考えたり、工夫のある活動にしようとする児童・生徒が少なくなった 	<ul style="list-style-type: none"> ○小・中・一貫して、科学工作などの生産・工夫作業活動を増やし、頭(考える)・手(つくる)・心(理解する、表現する、かわり合う)のネットワークを育てる。(ものづくり) 	<ul style="list-style-type: none"> ○小・中・一貫して、科学工作などの生産・工夫作業活動を増やし、頭(考える)・手(つくる)・心(理解する、表現する、かわり合う)のネットワークを育てる。(ものづくり)
<ul style="list-style-type: none"> ・理科を学習する理由の崩壊 ・理科が生活と離れた存在になってきている（理科は生活とあまり関係がない、役立たない） 	<ul style="list-style-type: none"> ○科学とはどのようなものか、科学は社会との関わりでどう発展してきたか、科学は生活にどのように活かされているかなど、科学の内容を単に教える理科から生活における科学の有用性を学ぶ理科への転換を図る。 （地域教材の開発と活用・ものづくり） 	<ul style="list-style-type: none"> ○科学とはどのようなものか、科学は社会との関わりでどう発展してきたか、科学は生活にどのように活かされているかなど、科学の内容を単に教える理科から生活における科学の有用性を学ぶ理科への転換を図る。 （地域教材の開発と活用・ものづくり）

めざす幼児・児童・生徒像

現代的な課題への対応（カリキュラムづくりの視点）	生活からの発見 生活への活用
生命の尊重	真理の追究 豊かな感性
環境問題への対応	

培いたい資質・能力



① 新領域について

現代社会においては、科学の発展に伴って、環境破壊やエネルギー枯渇への問題がグローバルに広がっており、また、遺伝子情報の解明等によるバイオテクノロジーの著しい発展は、食料や医療事情に大きなアドバンテージを与え、その安全性や生命に対する倫理への問題を生じさせる結果となった。これらは、身の回りの水や空気や食べ物、気象等に大きな影響を与える現代的な課題であり、私たち一人一人が自らの問題を解決の方向を探るべき事柄である。現代社会を生き抜き、子孫へと生命を受け継いでいくために解決しなくてはならない必須の内容といえる。しかし、これらの問題について学校教育の中で必須の内容として学ぶ時間は、ごく僅かである。これは、現在の理科学習における内容が、これまで人類が築きあげてきた伝統的な学習内容を区別し、内容に従って選択され、配列されているためである。

学生と先行研究で積み重ねてきた。

この克服法はすでに理科授業研究Ⅱの理科単元案づくり演習で経験済みである。共通の教えなければならない教材と、これを束ね、みとおしをつける発展的教材を、どう配置して授業をつくるか。そのとき香川大学の先行実践は、目標を常に、二つ持ち、案をつくる演習を編み出している。

つまり方向目標と到達目標である。前者は、この授業の段階では、すべての生徒が理科で身に付けていなくとも良いが、義務教育卒業段階では、すべての生徒が身につけていなければならない科学リテラシーの目標で、いわば最後はすべてがこれに到達することを目指す目標である。一方後者は、到達目標で、現段階ですべての生徒に確実に教えて獲得させる目標である。この両者をからめて、科学リテラシーを目指す科学する（探求がある）授業をつくる。これは内容面においても、多様な生徒の様々な行動への対応においても、分厚い目標を組むことになる。

例えば（図11）の授業案を見てもらいたい。これは学生と理科授業研究Ⅱで作成したものである。水圧は中学の学習指導要領にはない。いきなり気圧の学習があるのだ。これでは生徒の認識の順次性を考慮しているとは思われない。そこで学生と相談し、水圧をも授業で取りあげ、気圧と水圧を比較しながら、流体から受ける力の微分的素過程として圧力がみられるように授業案をつくったものである。（いまは発展的目標として香川県で使われている教科書には水圧がはいっている）しかし教科書の構成としては本線としてではなく、やはり囲みとしての日陰者あっかいではある。だから、これをどう授業で扱うか。教員は困っている。見かけの扱いは、やってもやらなくてもいいようだ。しかしこれらは、本当は大切だから（発展的内容として）復活したのだ。そう議論すると、科学の自然観や概念の深い捉え方がわかる。そしてこれを反映した案をつくる。

つまり困っている発展的内容を調べ、これをどう実践的に授業に位置付けるか。この研究こ

そが、新しい科学リテラシーが何かをはっきり自覚し、またどういう授業を作るべきかを現場の先生と研究する糸口になる。

もちろんこれは研究案である。とても今の学校ではこれを実施する時間はない。しかしもし現実の使える時間の5割増しから倍くらいの時間がもらえたとして、理想的な授業研究を研究させる。現実の授業や教科書は無視しない。しかしそれを克服する実践的な授業は時間数をすこし増やして研究させる。

この理科教育講座の各領域ごとの授業試案は冊子になって発行している。〈文献7〉詳細は省くが、これらのかんりの蓄積が、学生との授業研究で、理科の各先生に蓄積されてきている。これらの先行的研究を踏まえて、次年度以降さらに、香川県における現場の先生とともに、科学リテラシーの建設のための教材集、授業案集を研究していきたいものである。

謝辞

この研究は、平成17年度香川大学教育学部研究開発プロジェクトとしておこなった「すべての人々の科学リテラシーの試案の作成」の研究報告である。この研究をおこなうにあたり、本学部より研究費の補助をうけた。ここにそれをお礼申し上げる。

〈文 献〉

1. 科学リテラシー調査の国際的反響
Jean Eric Aubert: THE OECD OBSERVER
No.250 p.31 (1997) <http://www.oecd.org/publications/observer/205/031-033a.pdf>
D.Normile: Science274 p.15 (1996)
2. サイエンスフォーオール決議：
Internatinal Forum on Scientific and Technological Literacy for All, Final Report, UNESCO, Paris (1993).
3. 持続可能な社会への科学教育プロジェクト
United Nations Decade of Education for Sustainable Development 2005-2014 Draft International Implementation Scheme : January 2005 UNESCO Paris.

4. 2005年12月京都教育大学講演「21世紀の科学教育の開発」
- 5-1. 教育実践力を持つ学校教員養成のための実践的指導法およびカリキュラム論の構築研究(1) -理科教育におけるカリキュラム改革の研究-, 香川大学教育実践総合研究6号 41-46頁, 2003.3 (西原浩ほか)
- 5-2. 教育実践力を持つ学校教員養成のための実践的指導法およびカリキュラム論の構築研究(1) -理科教育における実践的指導法の事例研究-, 香川大学教育実践総合研究6号47-58頁, 2003.3 (西原浩ほか)
- 5-3. 小学校「理科」3～6年教科書(6社)の比較検討(1) 小学校3・4年 香川大学教育実践総合研究, 8号, 37-48頁, 2004.3 (金子之史ほか)
- 5-4. 小学校「理科」3～6年教科書(6社)の比較検討(2) 小学校5・6年 香川大学教育実践総合研究, 8号, 49-91頁, 2004.3 (金子之史ほか)
- 5-5. 中学校理科教科書の比較検討(その1) -新教科書の比較-, 香川大学教育実践総合研究10号 87-97頁, 2005.3 (森 征洋ほか)
- 5-6. 中学校理科教科書の比較検討(その2) -新教科書の比較-, 香川大学教育実践総合研究10号 99-110頁, 2005.3 (森 征洋ほか)
6. 教科「理科」関連学会協議会第6回シンポジウム報告, 2001年9月 川勝 博 千葉大学
7. 2005年度理科授業研究Ⅱ「のほりおり表 第6集」, 香川大学教育学部学校教員養成課程理科専攻

<別記資料>

平成18年度版 東京書籍「新しい科学」の発展的記述

学習指導要領にはない「発展」的内容は、おおくは、すべての人々にとって大切な科学リテラシーの内容であるにもかかわらず、現状の教科時間数の制約下で、生徒に抽象度がだかく難しいという理由で、学習指導要領からはずされたものである。

よってこれらの教科書の発展課題を、学生、大学教員。現場の教師が、ともに、以下の視点を持ち、どう工夫して授業作りをするかが、香川県の、科学リテラシー具体的教案、教材試案(香川版)をつくっていくうえで大切になる。

(1) この発展的内容は、すべての人々のための到達目標となるか。

(2) 現行指導要領の内容で、なおリテラシーとして足りない内容はあるか。必ずしも必要でない内容はどれか。

(3) この発展的内容の難しさの意味を理解し、これを適切な数える必要があるとすれば、どんな工夫があるか。また小学校からのどんな内容の積み重ねがあるか。

(4) その内容は、高校以降の専門家養成の基礎にもなりうるか。

(5) その教授方法として、生徒が生活や現代社会の諸問題を考え判断できる思考力を獲得するには、どんな授業を組めばよいか。

そこでこれらを研究するため香川県で使用されている中学理科の教科書の各分野別の発展的な内容の概略を紹介し、今後の検討のための資料とする。

【1】地学領域

「日本の天気」これがはずされていたとは驚きである。気象学の一般原則は教えられているが生徒の生活とは分離している。

「月の満ち欠け」地球の公転自転をいかに模型をつかって理解させても、観測される現実の月の満ち欠けの予測が出来なければわかったことにはならないだろう。これは月の運動と太陽の運動、地球の自転が絡んでわかる現象で、自分以外の視点にたって知識を再構成する思考力

がいるから形式陶冶としても大切な分野である。

「プレートテクトニクス」長い間、日本の地質学者は、実証主義的立場で、日本列島を地角斜の隆起で説明していた。この理論はかなり早くから日本に紹介されていたが高校でさえ仮説あつかいであった。今日ではすでにこれは地球上の諸現象を統一的に解明する科学的理論になっている。早急に具体的現象と結びつけ学習する研究を開始する必要がある。

「その他」○日本列島の成り立ち ○火山は姿を変える ○海風と陸風 ○地球をとりまく大気の流れ ○いろいろな恒星 ○太陽系の果てにある小天体 ○恒星の一生 ○宇宙の歴史 ○宇宙に私たちのなかまはいるのだろうかなどが発展で取りあげられている。

【2】生物領域

「なかま分けをふりカエル進化をかんガエル」

指導要領で削除されている進化の話を掲載。これはせきつい動物についての話であるが<背骨のない動物たち><種子をつくらない植物のなかま>も同様に掲載している。しかしどれも取りあげ方がつけたし的で、全体のなかで位置づけられるような取りあげ方にはなっていない。ばらばらな知識を統合する視点は、しっかり工夫して系統的に教え義務教育の最終段階では全員がその基本が理解できるようにしたい。

「DNAって何だろう」TIMSの市民の国際科学リテラシー調査で論述で出題されたもの。日本はほとんど点がなかった。これは平成14年度以前の旧課程でもなかった。よって多くの教科書に発展で急遽いれられた。21世紀のすべての人々の科学リテラシーとは何かを、考えさせる。

「生物の活動のエネルギーはどこからくるか？」不思議なことに<自然と人間>の単元でも<自然界のつながり>のところでも第1分野の<エネルギー>のところでも、いままでこれはとりあげられてこなかった。しかしここでの記述は、食物の中のエネルギーは、もとをたどれば太陽の光エネルギーが姿をかえたものである程度の限定的記述である。教科書では、化

石燃料も含めて、植物の光合成によって固定された化学エネルギーが人間活動でもエネルギー資源として大きなウエイトを占めているといったことについては触れられてはいない。わずかに<エネルギー>単元の最後の<ビジュアル資料>のなかに説明なしで生物の役割が位掛付けられているように見えるのみである。これで21世紀のすべての人々のための科学リテラシーといえるだろうか。

「その他」 ○地球の大気と植物 ○種子をつくらぬ植物のなかま ○心臓と肺の働き方 ○なかま分けをふりカエル進化をかんガエル ○背骨のない動物たち ○もっとミクロの世界へ ○細胞分裂の準備 ○いろいろな生物の染色体の数 ○親にみられない形質が子に現れる理由 ○DNAって何だろう？ ○生物の活動のエネルギーはどこからくるか？などが発展でとりあげられている。

また発展的扱いではないが、<顕微鏡のつかいかた>や<レポートの書き方と発表の仕方>は今回充実した記述になっている。

【3】化学領域

「原子と原子の記号（周期律表）」第1分野下の教科書の表表紙の裏に原子の周期律表をのせている。これに基づき物質の性質を考えるのが今日の学問としての化学の基本だが、中学段階では発展課題として、これと教科書をどう結びつけるかは教師にまかせている記述である。教科書の表表紙に、必ずしも生徒の興味を引くものではないが「わたしたちを取り囲む世界は、物質によって満たされ—それらの物質は、すべて原子から構成されている—物質が様々に変化しても物質を構成している原子は地球から消えてなくなることはありません。」と基本的自然観を冒頭に明確にさせている。

「化学変化とイオン」表表紙の裏と一対だが教科書の裏表紙の裏には、指導要領にはないイオンの視点で、教科書の化学変化を理解しなおす記述がある。この視点もなんとか工夫して授業案をつくりたいものである。実験なども書かれているが少量のスペースなので誤解を招かないように注意がいる。

「状態変化と物質内部のようす」固体・液体・気体の粒子論的集合状態の違いをイメージできるように図示している。氷の結晶の図が部分すぎてわかりづらいきらいがあるが、このイメージさえ教えられないことになっていたかと思うとぞっとする。

「その他」 ○密度 ○溶液の濃度 ○昇華 ○ドルトンの原子の記号 ○大きな分子 ○原子の構造とイオン ○物質の質量の比と原子の質量の比 ○燃料と燃焼 ○金属と酸素の結びつきと金属利用の歴史 ○マグネシウムを二酸化炭素で燃やしてみよう、などが発展でとりあげられている。

【4】物理領域

「仕事とエネルギー」エネルギーが21世紀の基本リテラシーであることは論をまたない。そのエネルギーを定義するのが仕事概念であるが、これが義務教育で教えられていなかった。また道具仕事の原理とのつながりは弱く、運動・位置のエネルギーとの関わりでしかとらえられていないが、それでも定義なしのイメージだけのエネルギー概念の氾濫を防止したい。仕事がかんなに生徒に難しくなってしまったのは力に関する概念の重要なものがほとんど小中学校の教育で抜け落ちていることが発展学習の調査でわかる。

「水圧と浮力」環境問題は盛んに取りあげるのに、その基本となる浮力が教えられていない。生活のなかでの水圧も教えない。それでは教えるべき気圧もほんとうはわからない。

「静電気をふりかえる電流を考える」静電気や電流を電子の動きで捉えなおしている。今まで粒子論を一貫して除外してきた教科書の一貫性は見事といわねばならない。

「その他」 ○重力と質量 ○2力の合力 ○作用反作用の法則 ○落下運動 ○密度の計算 ○うきしずみ ○直流と交流 ○100Jのエネルギーを比較しよう ○電気エネルギーの消費量 ○世界一用い磁石を求めて、などが発展でとりあげられている。