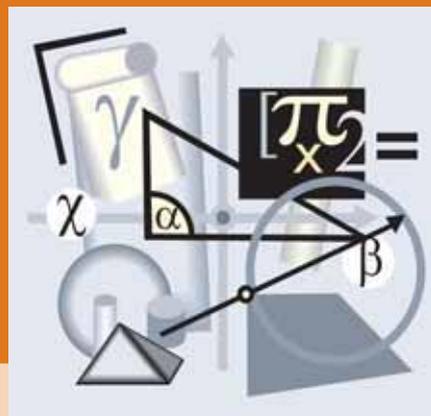
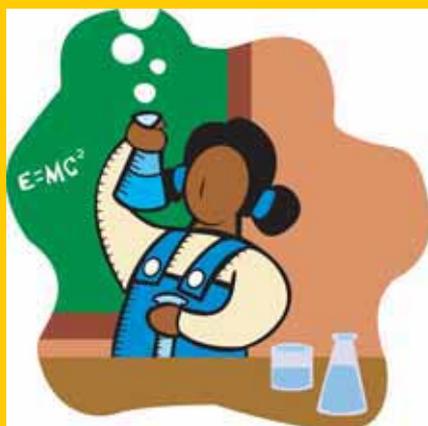


物理の面白さ大切さを伝えよう

—これからの物理教育を考える—

開催日時：平成15年12月14日（日）13時から

場所：キャンパスプラザ京都



日本物理学会
京都支部



プログラム

1. はじめに 国広悌二（京都大学基礎物理学研究所）
13時00分－13時10分
 2. 理科教育の危機と再生－検定外教科書づくり、関心・意欲を引き出す授業づくり
左巻健男（京都工芸繊維大学アドミッションセンター）
13時10分－14時00分
 3. これからの高校物理実験について考える
－オープンエンドとIT・アドバンスング物理に学ぶ－
山崎敏昭（同志社高校）
14時00分－14時50分

休憩（10分）
 4. 「わかる」とはどういうことだろう
山田耕作（京都大学大学院理学研究科）
15時00分－15時50分
 5. 公教育の充実を求めて
上野健爾（京都大学大学院理学研究科）
15時50分－16時40分
 6. パネルディスカッション － これからの理数教育
16時40分－17時40分
- 17時40分 終了予定

このシンポジウムは日本物理学会京都支部
が平成15年度文部科学省科学研究費補助金
「研究成果公開促進費（B）」の補助事業と
しておこなうものです。

1

はじめに

国広 悌二
(京都大学基礎物理学研究所)



理科教育の危機と再生

ー検定外教科書づくり、
関心・意欲を引き出す授業づくり

左巻 健男
(京都工芸繊維大学アドミッションセンター)

2

3

これからの高校物理実験について考える

ーオープンエンドとIT・アドバンスング物理に学ぶー

山崎 敏昭
(同志社高校)



「わかる」とはどういうことだろう

山田 耕作
(京都大学大学院理学研究科)



4

公教育の充実を求めて

上野 健爾
(京都大学大学院理学研究科)

5



パネルディスカッション

6

はじめに

国広 悌二 (京都大学基礎物理学研究所)

物理教育を含む理数教育は、将来技術であるナノテクノロジーやバイオサイエンスの基礎として先端科学技術推進する職業人の養成にとって不可欠であることはよく言われていることです。また、高度に発達した技術に支えられた現代社会において健全で安全な市民生活をおくるため、すべての国民が自然科学、特に、物理学に親しみ学ぶことがますますその重要性を増しています。理数系教育により得られる論理的な思考や普遍的なものの認識は、青少年がどの分野に進もうと民主的な市民社会の自立した構成員として身につけることは望ましいことでしょう。そもそも青少年にかぎらず人はだれしも、世界がどのように構成されどのようにして形作られてきたかに素朴な興味を持っていて、そのような知識の集積である科学への関心は高いはずであると言えます。

ところが、若者たちの理科離れが言われて久しく、将来の先端科学技術を推進する職業人の育成が危ぶまれるとともに、現代社会における真の意味で自立した市民の育成においても問題無しとは言えない状況になって来ています。この問題についてはマスコミでも取り上げられ、その原因、対策について多くの議論がされて来ました。日本物理学会京都支部でもこれまで地元の高校の先生方と会合を持ち、物理教育のカリキュラムなどについて議論を重ねてきています。今回のシンポジウムは、上記の観点のもと物理のみに閉じず、理数系の教育という少し広い枠組みのもとで、中、高校生や社会人一般にむけて、理数科、特に物理のおもしろさをいかに訴えていく

か、また、そのためのカリキュラムをどう工夫するか、どのような具体的方策を取るか等、について考えることを目的としています。今回は特に理科および数学教育について貴重な実践経験を持たれ、さらにそれに基いた提言をされている著名な先生方を講演者としてお招きできたことを主催者代表者としてたいへんうれしく思っています。

先生方の講演の後のパネルディスカッションでは、各階層の現状についての理解を深め、今後の対策について議論したいと考えています。ここでは、現在の教育系大学の問題点や対策、大学教師と小、中、高の先生方との連携をいかに計っていくかということについても議論できればと思っています。

もとより様々の問題が複雑に絡み合った問題であるだけに、たった一回のシンポジウムで解決が得られるとは思いませんし、得られたとしても、その真の解決は各階層の人々の協力にもとづく実践によらざるを得ないでしょう。しかしながら、このシンポジウムがそのような解決策を考えるきっかけになり、また、この問題についての各階層の人々の協力、連携の機会となれば、これに越した主催者としての喜びはありません。シンポジウム成功のためみなさんのご協力をお願いして「はじめに」のことばといたします。



左巻健男（京都工芸繊維大学アドミッションセンター）

■国を滅ぼしたいのか！

ぼくは長年中学生や高校生に教えながら、検定中学校理科教科書、検定高校理科教科書を執筆してきた。

ぼくが、今までの検定教科書の執筆で心を傾けたのは「学習指導要領の欠点を是正する」ということだった。検定教科書をよくすることは、わが国の理科教育をよくすることに即つながると考えていた。しかし、今回の理科の学習指導要領は、あまりにも質的にひどい代物だった。いったいどういう考えでこんな学習指導要領をつくったのだろうか。

この学習指導要領は教育課程審議会の最終答申（1998年7月）からの流れである。その教育課程審議会副会長の西沢潤一氏が語っていることを聞いてみよう（憲法調査会で参考人発言）。「現在の日本人の学力と申しますか、非常に国際的に見てレベルが下がってしまっている、ゆとりなぞつくっている余地はないのではないかと」（審議会）を（審議会）で申しました。それに対して、担当官の説明は、余りにも日本の子どもは勉強が嫌いになってしまっている、だから思い切って時間数を減らしてみる、そのうちに勉強がおもしろくなってくるだろうから、それからもう一遍締め直すというふうな答弁がございました。私は、そこで、ではこれは暫定措置ですねということをお願いして、議事録に多分残っていると思います。そういうことですので、本来、私もあのようなやり方が適切だとは思っておりません。」文部科学省の担当者の馬鹿げた論理を易々と受け入れるような西沢潤一氏にもあきれ果てるが、このような「暫定処置」が、

この先のわが国の教育を決定するのである。

その「暫定処置」は、「厳選」と称して、教育内容を「本物の知」からはほど遠い「似非基礎・基本」にしてきた。やるべきは、これまでの理科教育がほんとうの意味の知育ではなかったのだと反省し、21世紀はどうすれば本物の知育が実現できるのかを考えることである。しかし、実際に始められようとしていることは、理科教育に関して言えば、断片化され、細切れにされた教育内容からなる学習指導要領だった。こうして、子どもたちの知離れは、「暫定処置」で終わるところか回復不可能になると直感した。西沢氏をはじめ関係者は国を滅ぼしたいのだろうか。

教科書検定もひどいものだった。教科書調査官だって教育のことがわかっているはず。子どもの立場に立てば、この程度はもっとわかりやすくするには必要と容認するだろう、と思っ入れた内容はことごとく削除扱いになった。前回までの教科書検定なら容認の幅に入っていた部分も全部ダメになった。先の学習指導要領がもつ問題を教科書で何とか克服しようとする努力も、“最低基準”とされる新学習指導要領にある内容のみに制限するという厳しい教科書検定が行われて水泡に帰したのだ。

■学習指導要領の理念的批判から具体的対案づくりへ

検定外教科書を検定教科書への具体的対案として教師自身がつくる運動をおこそう。検定外教科書をつくるためには、これまでわが国で積み重ねられてきたさまざまな実践的な成果も大



いに取り入れて、自分たちで自分たちの学習指導要領をつくりながら教科書をつくってみよう。

理科教育の研究者として、こうした国の教育政策へと厳しい批判を加えなければならないと、荻谷剛彦氏と『理科・数学教育の危機と再生』（岩波書店）を編集したり、有志と『「理数力」崩壊—日本人の学力はどこまで下がるか』（日本実業出版社）を執筆したりした。

『「理数力」崩壊』は、この教育政策の元で教育現場がどうなっていくかをシミュレーションもした。読者から「ホラー小説より怖い。現実に行進中だから」と感想をもらった。しかし、どうも何かが足りないという感じがぬぐえなかった。やるべきは、もっと具体的でわかりやすく、やっただけの結果が得られ、世のためになることではないか。

こうした思いがバックにあって、ぼくは検定外中学校理科教科書づくりをはじめようと決意したのだ。「検定外」とは、「教科書検定を受けない」ということである。

■何を教えるべきか

中学校理科で教えなければならないのは、人類の達成した中で最良のものから真の基礎・基本として選び抜かれたものである。例をあげれば、エネルギーは保存される、と言った内容である。これらはこれまでの科学者たちの科学的な自然探究の中でさまざまな試練を受け続けてなおその真理性が確認されているものである。つまり、すぐに陳腐化するような知識ではないのである。

中学校理科では、何が大切にしなければならない知なのだろうか。たとえば、それはマクロ物体や生物と五感をはたらかせてつきあうときに欠かせない基本的な事実や概念や法則である。例えば、物を捉えるのにその基本的属性たる質量や体積認識は重要になる。それから“原子”“分子”などは、自然をとらえるときのミクロなレベルの“結節点”である。生物にとど

まらず、全自然が進化の所産であり、その過程にあることから、進化の事実も重要である。

これらにかかわって物についての基礎概念、自然の構造・法則性・歴史性に根ざした原子論・進化論・エネルギー論に連なる基本的事実・概念・法則群を厳選し、体系化する、つまり、最小限に圧縮された堅固で適用性の高い理論体系をつくったものが学校での教育内容になる。

検定外教科書には、これらの知をそうした形で盛り込みたかった。教育課程をもっとシステムチックに組み直して、中学校では本当に厳しく自然の基本的な事実や自然科学の概念や法則（非常に適用性の高いもの）をセレクトし、具体的な事物を探究しながら、それらを確実に身に付けさせることをねらうべきである。基本的事実や概念や法則は、それほど沢山あるわけでもない。程度の高いことを“高度になりがち”といって削除するのではなく、子どもたちの自然への興味と関心呼び越し、自然を探究していくのに欠かせない“基本的で役立つ知識”を丁寧に選び出すべきである。

文部科学省は検定基準をゆるめ、学習指導要領を超える「発展」的な内容を全体の約1割程度認めるという方針を出した。それだけ、学習指導要領も、教科書検定もひどかったことを認めたと同様である。それには、ぼくたちの検定外教科書づくりもきっかけになったに違いない。

しかし、いくら部分的に「発展」を入れて繕っても、あまりにもばらばらに切断された体をつなぎ合わせることは不可能であろう。学習指導要領の本体を、まさに科学的に小学校から高校までを見通しながら根本的に組み直すことが必要なのである。

検定外教科書づくりの活動を通して、現場からの、地域からの「顔の見えるカリキュラム」づくりを推進できる主体を育てていきたいと考える。

これからの高校物理実験について考える

—オープンエンドとIT・アドバンシング物理に学ぶ—

山崎敏昭 (同志社高校)

1. 高校物理教育をめぐる全体的な状況

現在の日本の高校物理教育においては数々の問題点あるいは困難な状況が挙げられている。昨今の「学力低下」をめぐる問題は高校物理においても同じである。しかし、一方で新学習指導要領における小中の学習内容3割減によって、従来中学で学習した内容（イオン、電子、熱量、仕事量など）が高校に移り、高校では限られた単位数の中で今まで以上の学習内容を迫られている。「ゆとり」どころか過密内容によってさらに「物理嫌い」を作り出すのではないか、あるいは理科（物理）の履修者が一層減少するのではないかという懸念が出されている。

また、この過密化は高校物理における実験量の一層の低下を引き起こすことの懸念もある。この点では、既に10年以上も前から高校物理での生徒の行った実験の少なさは深刻になっている。大学入試に向けての問題演習が中心、実験設備、備品の貧弱さ、予算の少なさ、高校教員が実験を検討したり、準備する時間のない多忙さなど、その原因は多数挙げられている。

その一方で、高校生自身が実験については、決められた実験書通りに行って「正解」を求められるような意識で取り組んでいるということも調査によって明らかになり、物理実験に対して根本的な検討もまた必要な時期に来ているということを強く感じている。

2. アドバンシング物理について

『アドバンシング物理』（“Advancing Physics”）は、イギリス物理学会（the Institute of Physics）が製作した新しい高校物

理コース（A-LEVEL物理コース）である。イギリスでは16歳で、GCSE試験という義務教育の修了試験を受けた後、大学進学希望者が2年間のAレベル課程に進む。Aレベル第1学年、第2学年の科目はそれぞれAS（Advanced Subsidiary）、A2と呼ばれ、第1学年では4科目ないし5科目、第2学年では3科目を履修することになっている。物理に関してはAレベルの修了試験シラバスとして認められているものは6種類あり、そのうちの一つがこの『アドバンシング物理』である。

この新しい物理コース開発は60年代の『ナフィールド物理』以来もっとも大がかりな、

物理カリキュラムの全面的な刷新の試みであり、教材の全面的な再構築、内容

の現代化、科学に関わる多様な能力

（装置や材料の特性に応じて

選ぶ能力、発表の能力、研究を構想する能力）の評価、情報

技術の全面的な活用、工学的

な応用、数学的なモデルやデータ解

析の能力、生徒の関心・能力の幅の広

さへの対応、教材・授業法の改良のための

教員の組織化など極めて多くのねらいを生かすことを考えながら構成されている。教材とし

ては、教科書、生徒用のCD-ROMなどがある。ASの教科書は230ページほどで、写真や図がふ

んだんに盛り込まれたカラー印刷になっている。実際の授業はCD-ROMを用いて行われるが、

その内容は多種多様で、豊富である。活動

（Activities）が学習の中心になっているが、

演示実験、ソフトウェアを用いた学習、生徒による実験がそれぞれの章の中で組み合わせられて

学習が深まるようになっている。その実験の中には、実験で原理を確かめるようなものばかりで

なく、生徒自身が材料だけが与えられ、予想



を立てて実験方法も考え、そこにはたらく法則性などを発見、検証するようなオープンエンドな発展学習、班ごとに違う実験を行い、発表を重視しながら基礎知識を全体のものにしようとする試み、あるいは10分でできるシンプルな実験から構想をじっくり練って何時間もかけて行うコースワークなど多種多様な実験を組み合わせ全体を作り上げることなど多くの特徴がある。

3. アドバンスング物理研究会の取り組み

「アドバンスング物理研究会<京都・和歌山>」は02年1月の発足以来、京都と和歌山の高校教員、京都教育大学、和歌山大学教育学部の大学教員を中心に構成されている。京都では20数名が月1～2回の例会を中心に活動し、「アドバンスング物理」の試訳及び内容検討、特にCD-ROMの中で紹介されている膨大な実験を実際に行い、その背景にある物理教育の考え方を研究すると共に日本の高校物理への適用の可能性について検討を重ねている。

特に生徒がこのような内容をどのように受けとめるかという点を重視し、02年夏にはAS第2章「センシング」、03年夏には第9章「次の動きを予測する」を題材に、京都の府立、私立の高校生、大学生を集めて3日間の公

開講座を実施した。02年では、センサーを通して電流回路を学ぶこと、03年ではIT機器を用いて力学・運動学を学ぶことを中心におき、いずれもオープンエンドな探求学習とその発表を重視した内容である。ここで生徒たちが夢中になって取り組んだ探求学習は私たちの予想を上回るものであった。目的にあった形にセンサー回路を設計することで、電流の基本的な理解をすること、言わば「使いこなす物理」を実現していたし、IT機器をたやすく使いながら現象に対して分析することも行っていた。ここではその内容と生徒の反応について詳細に報告する予定である。

実際のイギリスでは、1クラス10～20名程度で、高校以前から「コースワーク」を学習の中心においていることなどから、この「アドバンスング物理」をそのまま日本の高校物理教育に導入することは難しいと考えている。しかし、今の日本の高校物理に欠けている視点や問題解決の一つの可能性を示唆してくれる内容は豊富である。研究会や公開講座で得たことを各学校へ持ち帰って日頃の授業の中へ導入して検討したり、より多くの教員に伝え、交流する動きも始まっている。そこでまた一層の発展を図りたいと考えている。

アドバンスング物理研究会ホームページ : <http://adphy.hp.infoseek.co.jp/>

アドバンスング物理に関しては巻末に資料集が添付されています。

「わかる」とはどういうことだろう

山田耕作 (京都大学大学院理学研究科)

1. 朝永先生の「わかる」

村瀬雅俊著「こころの老化としての「分裂病」」(「講座」生命2001 vol.5)において村瀬氏は「「理解する」とはどういうことだろうか」と問題を提起し、朝永振一郎の次の文章を引用されています。

「数学を勉強しているとき、…各段階の論理の展開はすっかりわかっている、全体的に一向に理解したという気持ちの起こらないことがある。…そういうあと味のよくないわかり方は、おそらく本当の理解でないようで、…本を閉じるとともに中味をすっかり忘れてしまう。つまり、個々の定理の証明などは一つ一つわかっても、全体系を作り上げるのに、なぜその一つ一つの定理がそういう順序で積み上げられねばならないか、そういう点までわからないと、その勉強は結局ものにならないようである。数学者に聞くと、数学の仕事は、一つ一つの定理の証明などはむしろ後からでっちあげるので、実際は結論がまっさきに直感的にかぎつけられ、次にそこへ至るいくつかの飛び石が心に浮かんできて、最後にそれを論理的につなぐ作業が行われるということである。数学を勉強してほんとうにわかったという気持ちは、おそらくその数学が作られたときの数学者の心理に少しでも近づかないと起こりえないのであろうか。」(朝永振一郎「数学がわかるというのはどういうことであるか」)

2. 物理の面白さ

「物理のおもしろさ」とは何かと問われると私の場合、「物理だから面白い」と思ったことが無いのです。物理であれ、何であれ、はじめてわかったと思うときは感動し、うれしくなる

のです。手先が誰にも増して不器用であった私は野菜は作れても、電子回路は不思議なだけでした。50人のクラスの小学校の工作で作った私のモーターだけが、なぜか電池をつけても回りませんでした。その私が高校で物理を志したのは簡単な理論で様々なことがきれいに説明できることでした。自然に起こっていることが次々とわかっていくことが喜びでありました。

同じ喜びは学生時代「空想より科学へ」や「反デューリング論」を読んだ時がそうでした。世の中の基本的な原理が理解できたと思ったのです。わたしは寮や物理の学生のゼミでチューターを引き受けたりしました。

「学ぶ喜び」というものは「わかった」と思う喜びではないでしょうか。

確かに試験で正しい解答をすると解かっていたと思いきや安心しません。しかし、国語など正しいといわれる解答がなんとなく納得できないことがありました。

3. 「わかる」ということ

現在、私は「わかる」ということを次のように考えています。

人は夫々に「わかった」と思う基準を持っているのではないだろうか。新聞を読んだ時、人の話を聞いた時、「うそかほんとうか」、「賛成か、反対か」、「わかった、わからない」などの判断をしているものと思います。そのような判断を以後の経過で自己点検し、「どうも女性を見る目が無かった」とか、「人生を甘く見ていた」とか、判断基準を修正して成長してきたものと思います。これは生まれて以来、絶えず続けてきた作業です。それは歴史を持ちすべての人が同じであるとは限りません。特にこのことを強く感じています。最近の講義で私がわ



かったと思い、学生もわかったと思うことが全く通じていないことがあることを発見することが多くなっています。わかったかわからないかもわからない人が多くなっています。ほとんど同じ講義ノートなので学生が変化しているのだと思います。中には新生入生で最先端の物理の知識を持ち、難しい質問をしますがポイントをはずしていることが多いのです。

この「わかる」「わからない」の問題は基礎知識の多さや深さには必ずしも依らないことです。超伝導の私たちの理論を全く理解できないと物性理論の専門家の一部の人は言いますが、素粒子理論のある人に話した時は15分で「わかった。じゃー終わりだ」と言われました。わざわざ年賀状に「面白い話をありがとう」と書いてありました。センスが合う人と合わない人があるということなのでしょう。

4. 統一的理解と広い視野

「原子力発電が安全かどうか」専門家は大丈夫と言いますが、質問があると「放射線については専門でないのでわかりません。それは別の専門家に聞いてください。材料では大丈夫です。」というような回答が多く、主婦や市民は何でも問題にしますので、十分な理解を得られないことが多いのです。特に最近市民が「地震がおきても原発は大丈夫ですか」と聞きます。「私は地震学者でないので…」と原子力の専門家は言います。こういう時、専門家は原子

力発電が安全かどうか最終的にはわからないのです。おそらく子供の将来を心配するお母さんの方が浅いかもしれませんが幅の広い全面的な勉強をしています。専門で研究する人は安全を前提にしているので、それに反することはどうしても眼をそむけ勝ちなので視野が狭くなります。

この講演のテーマを決めて近所の書店で同じ題名の新書を発見しました。この著者は精神医学の専門家で知的障害のある人の治療に長く携わってこられた方です。結局、その結論は「わかると言うことは広い視野から考えられる事」だそうです。「わからないとは狭い視野に閉じ込められ、広い判断ができないことだそうです。」

私達は何かの話を聞いたり、読んだ時、「正しいかそうでないか」の判断ができないと意味が無いし、その基準を学ぶのが学問ではないかと思えます。世の中には様々な情報が乱れ飛んでいます。私達は正しいものを見抜く力を持たなければなりません。これはいくら知識を詰め込んでもそれだけでは養成できません。これは広い意味で生まれた時以来の学習の結果であるその人の人生、「真剣に生きてきたかどうか」で決まるものではないのでしょうか。すべてを批判的に検討し、あらためて納得するような教育が必要だと思えます。

公教育の充実を求めて

上野健爾 (京都大学大学院理学研究科)

1. 大学生の現状

大学入試の答案の質の劇的な低下

20年前は多種多様な解答があり、採点は大変であった。10年ほど前から、解答はワンパターン化した。それでも、最後まで解答を記したものが多かった。しかし、ここ数年はすべての問題を途中までしか解答せず、部分点だけで入学する受験生ばかりになった。少子化でトップの学生の数が減ったのではない。トップのレベルそのものが極端に低下している。かつてのトップレベルの答案は皆無といってよい。これは、大学生の能力そのものの低下を意味するわけではない。能力を開花させる訓練が高校までに全くされていないことが問題なのである。

興味・意欲・関心を持続できない

興味を持ってそれをとことん追求していくことができない。自分に分からないことがあることに耐えられない。従って、学問をすることができない。

基礎学力の不足

興味・意欲・関心を持続させることができるだけの基礎学力が不足しており、かつ自分で勉強することができなくなっている。個々の知識の持つ意味を考えることなく、手続だけを暗記している。「分数ができない大学生」、「小数ができない東大生」、「算数ができない京大生」は単に計算手続を忘れただけではない。分数、小数の持つ意味を理解しようとさえしていない。

● 分数を小数に直し、小数点以下100桁まで正確なプログラムを書けという情報処理演習での

演習問題に理学部1年生がだれ一人として答えられなかった。

● 期末試験で自分の解答が正しいかどうか自分で判定できない学生の存在

分かることと分からないことが区別できない

授業に出席しても、黒板の字を写すだけ。その内容には全く関心がもてず、何を勉強しているのか分からない。口頭で重要なことを何度注意しても、ノートに取ることができない。勉強とは、過去の期末試験の問題の解答を暗記することと勘違いしている学生の存在。学ぶことの意味を初等・中等教育で全く身につけていない。

概念が把握できない

学習が手続の暗記だけになっていて、概念を形成していくことができない。

以上の問題点を、大学生になって解決することはほとんど不可能である。学ぶのに旬の時期がある。その時期を逸すると、学ぶのに多大の時間とエネルギーが必要となる。現在の大学は、大学生としての教育がほとんど行えない状況になっている。

2. 教育亡国

林竹二は1983年に「教育亡国」を著し、その序文の中で次のように述べている。

『改めてわれわれは問うてみなければならない。

日本に教育はあるのか？

明白に、いまの日本に教育はない。

日本は「無教育の国」になってしまっているのである。



どうして日本は、この狂気というほかない世を蔽う教育過熱のただ中で、これほど徹底して「教育のない国」になってしまったのか。

この問題にいろいろの角度から近づく作業は、私の手に負えない。・・・私はただ、敗戦後の日本が、それに民族の再生を賭けた教育革命 — 追求されていたのは、文字通り教育革命であった — がどのように進行し、またどのように挫折したかの足跡を辿ることを通じて、日本の教育をとらえている「病い」 — 放置しておけば、それは民族の死に至る病だ — の症状にさぐりを入れてみたいと思うのである。・・・』(「教育亡国」、筑摩書房)

それから20年経った今、事態は改善されるどころか、ますます深刻になっている。何故か。それにも林竹二が既に明確に答えている。

『学校に入ることが人間の幸福だというような、そういう実に卑俗な考え方が社会全体をおおってしまっているわけです。それに教育が巻き込まれてしまっている。教育の中からはそれに対する抵抗がさっぱり出てこない。』(竹二著作集10、p. 208 生命への畏敬の欠けたところに教育はない 1. 教育の荒廃とはどういうことか)

3. 「学ぶこと」を放棄した学校教育

「学ぶこと」と「テストでよい点数を取ること」が分離してしまっている。テストでよい点数を取ることだけが重要視され、学ぶことがなくなってしまう。すべては、問題をつくるための手続きとなり、それを以下の効率よく暗記するかが勉強と勘違いされている。疑問を持たない、疑問をもてない、疑問を持続することができない。

学ぶことができない教師、教師が学ぶことを許さない教育システムが問題である。

『教師にとって一番大切な能力というのは、うまく教えることではなくて、いかに深く柔軟に学ぶことができるかということです。学ぶということは自分を何度でもつくりなおすことで

す。自分をたえずつくりなおさなければ、ほんとうに子供と向きあうことはできません。』(竹二著作集10、p. 239 生命への畏敬の欠けたところに教育はない 4 教育の流れを変えるために)

『私は教師の原罪というのをよく言うわけですが、教師の原罪の非常に大きなひとつは、自分が変わろうとしないで、子供にだけ変わることを求めるということです。自分がほんとうに根底から出直すということを絶えず繰り返していかなければ、子供に向き合うということはできないわけです。』

(p. 239 生命への畏敬の欠けたところに教育はない 4 教育の流れを変えるために)

学力向上とは学びの質を高めることであって、テストの成績を上げることではない。学びに質が高まれば、結果としてテストの成績も上がるが、テストの成績が上がっても、学びが深まるとは限らない。ところが、現在では、テストの成績を上げることにのみ関心がいて、学びの質を高めることがおざなりにされている。この両者は表面的な結果だけからは違いが分からないが、大学へ入ってからの学び、社会へ出てからの学びで大きな違いが出てくる。それは単に個人の問題ではなく、日本の社会全体の問題になってくる。現在の教育を続ければ、日本の社会はまもなく機能しなくなる。そのような兆候は至るところで見ることができる。(大事故やトラブルの発生はその一例である。)

学びに質を高めるとはどのようなことか。例を百マス計算にとってみよう。百マス計算は学力向上の手っ取り早い方策として宣伝され、多くの教師が真似をするか、真似することを強制された。しかし、百マス計算のもつ意味、とくに朝来町の山口小学校で成功した理由をその意味を理解した教師がほとんどいないように見える、少なくともマスコミに華々しく登場する教師たちと教育学者にはその意味が全く分かっていないことは、驚くべきことであり、教師の質の問題(それは教育の質そのものに直結する大問題である)を深刻に考えさせられる現象である。百マス計算が計算練習として意味を持つ

は通常は小学校低学年である。小学校高学年の百マス計算は授業に集中するための準備でしかない。山口小学校の百マス計算のクラス風景のビデオをみれば、教育者であればすぐに気がつかなければならない現象である。さらに、百マス計算が活用できるためには先生と生徒の信頼関係がなければならない。生徒との信頼関係がなければ、百マス計算は百害あって一利なしになってしまう。学びの質を高めるには生徒の状態に応じた対応が必要であり、教師の自主性を尊重し、教師がその能力を最大限発揮させることのできるシステムを作ることが重要。これこそ、教育行政に期待される所である。

4. 今日の教育改革の底流にある特異な考え方

今日の科学・技術文明はすべての人が高い学識と見識を持つことが要求されている。一人の勘違いが重大な結果を招くことは東海村の臨界事故（19%のウラン濃縮溶液の作成を3%未満のウラン溶液の作成とを勘違いした）や、雪印乳業の大樹工場の例（黄色ブドウ球菌が毒素を出すことを忘れていた）で明らかである。アメリカでもイギリスでも教育のレベルアップをはかっている背景には現代文明への配慮がある。しかし、日本では、現代文明のあり方を理解せずに、階級社会を作ろうとする後ろ向きの動きがある。

●「非才、無才は、実直な精神だけ養っておけ」

教育課程審議会会長として新学習指導要領作成の最高責任者であった三浦朱門氏は齋藤貴男氏のインタビューで次のように答えている。

『学力低下は予測しうる不安というか、覚悟しながら教課審をやりました。いや、逆に平均的学力が下がらないようでは、これからの日本はどうにもならないということです。つまり、できんものはできんままで結構。戦後五十年、落ちこぼれの底辺を上げることばかり注いできた労力を、できる者を限りなく伸ばすことに振り向ける。百人に一人でいい、やがて彼らが国

を引っ張っていきます。限りなくできない非才、無才には、せめて実直な精神だけを養っておいてもらえばいいんです。

.....

今まで、中以上の生徒を放置しすぎた。中以下なら”どうせ俺なんか”で済むところが、なまじ中以上は考える分だけキレてしまう。昨今の十七歳問題は、そういうことも原因なのです。

平均学力が高いのは、遅れている国が近代国家に追いつけ追い越せと国民の尻を叩いた結果ですよ。国際比較をすれば、アメリカやヨーロッパの点数は低いけれど、すごいリーダーが出てくる。日本もそういう先進国型になっていかなければいけません。それが”ゆとり教育”の本当の目的。エリート教育とは言いにくい時代だから、回りくどく言っただけの話だ」

— それは三浦先生個人のお考えですか。それとも教課審のコンセンサスだったのですか。

「いくら会長でも、私の考えで審議会は回りませんよ。メンバーの意見はみな同じでした。経済同友会の小林陽太郎代表幹事も、東北大学の西澤潤一名誉教授も.....。教課審では江崎玲於奈氏の言うような遺伝子診断の話は出なかったが、当然、そういうことになっていくでしょうね」 齋藤貴男 「機会不平等」文藝春秋、p. 40 ~41

●「教育改革国民会議座長の「優生学」」

『人間の遺伝情報が解析され、持って生まれた能力がわかる時代になってきました。これからの教育では、そのことを認めるかどうかが大切になってくる。僕はアクセプト（許容）せざるを得ないと思う。自分でどうにもならないものは、そこに神の存在を考えるしかない。その上で、人間のできることをやっていく必要があるんです。

ある種の能力が備わっていない者が、いくらやってもねえ。いずれは就学時に遺伝子検査を行い、それぞれの遺伝情報に見合った教育をしていく形になっていきますよ。」

.....

遺伝的な資質と、生まれた後の環境や教育とでは、人間にとってはどちらが重要か。優生学者

はネイチャー（天性）だと言ひ、社会学者はノーチャー（育成）を重視したがる。共産主義者も後者で、だから戦後の学校は平等というコンセプトを追い求めてきたわけだけれども、僕は遺伝だと思っています。

これだけ科学技術にお金を投じてきたにもかかわらず、ノーベル賞を獲った日本人は私を含めてたった五人しかいない。過去のやり方がおかしかった証拠ですよ」

.....

遺伝子診断に基づく教育への期待を私に述べた後で、江崎座長はこう続けた。

「個人一人一人の違いを認める教育とは、つまりそういうことだ」 齋藤貴男 「機会不平等」文藝春秋、p. 12 ~14

●私学に生徒を囲い込むための教育「改革」

少子化に際して私学に多くの生徒を受け入れる入れさせるために、公教育の教育内容の大幅な削減が行われた。中学校の英・数・国を週3時間にするように強硬に主張した中教審の委員が経営している私学ではこの倍以上の時間を英・数・国に使っている。子ども達の将来を考えた議論ではなく、自分たちの利益しか考えない中教審の一部の委員の存在がある。

5. 教育はどうあるべきか

●免疫学が教える教育の重要性

江崎玲於奈氏は遺伝子によって人間の能力は決まっているように主張しているが、それは根本的に間違いであることは、一卵性双生児の教育でも証明されていることである。すべての人に遺伝子を通してプログラムされている免疫の働きに関して、多田 富雄氏は山折哲雄氏との対談集「人間の行方」（文春ネスコ）で次のように述べている。

『たとえば、免疫系というのは、異物がはいつてくるとそれを排除するために働くわけですが、異物といっているもので、一番重要なのは細菌、ウイルスなどの病原微生物です。病原微生物がはいつてくると、それを認識して、排除するというをやっていくあいだに、免疫系はだんだん記憶を蓄積し、反応性を高め、成熟

していつて、いかなる異物がはいつても対応できるような、からだの防衛体制を創りだしてゆくわけです。

子どもは、その防衛体制が十分できていないということで、感染症に弱いのです。ですから0-157なんかにたいしても罹患率が高いのですね。一方、老人は、その創りあげた免疫機能がだんだん低下して、ちょっとした風邪でも、肺炎をおこして死ぬようなことがある。老人の直接死因の第一位は感染症です。

そういうふうにして、からだのなかのいろいろな生理的な反応性が、経験を積むことによって、完成していく。』 「人間の行方」

p. 103 — 104

● 齋藤秀雄の教育観

我が国の指揮者と弦楽奏者の多くを育てた齋藤秀雄は次のように語っている。

『齋藤 だけれども、教育家のすることは、まあ一番いい教育家というのは何かとというと、クズを作らないということ、世の中に不要の人間を作らないということが第一番で、偉いヤツはその中から偶発的に出てくるんですね。偉いものを作ろうと思っても偉いものは出てこなくて、クズを作るまいと思うと、その中から偶然にいいものが出てくる。教えたことを完全に消化できるか、できないかということはあるても、先生のほうは、与えるものはだれにも同じに与えなければいけないし、弱いものには余計養分をやらなければいけないわけです。

だから、弱い者のほうに余計教育家としての努力が結集しなければいけないんで、強いものには、養分を少しやってもそれを全部消化しちゃって自分のものにするから、どんどん偉くなる。どっちに手をかけるかとといたら、やはりできないものに手をかける。クズを作るまいとするのが、教育家としては大事なんで、小沢みたいなものが出てきたからといって自慢にはならない。

「?そうすると小沢君はてがかからなかったですか。

齋藤 ええ、かからなかった。堤剛（チェロ）もかからなかったですね。』

井上頼豊・長谷川武久編「語り継ぐ齋藤秀雄のチェロ教育、松岡英夫との対談「音楽一路」、音楽之友社、p. 228

この言葉の通り、齋藤秀雄はできない生徒に全力を投入して教え、できないところができるようになると自ら泣いて喜ぶこともあった。一方、そのレッスンはきわめて厳しかったと伝えられている。こうした”出来ない”生徒へのレッスンを通して、齋藤秀雄は様々な教える工夫を開発していった。先の引用のあとで齋藤はさらに続けて次のように話している。

『結局、優秀なのは教育上あまり手がかからないですか。』

齋藤 これだけはどこの分野においても、教育家は同感じゃあないかと思う。消化能力というのは、各人において持っているものに違いがありましてね。たとえばお医者さんの方でも、弱い子には非常に手がかかるんだけど、丈夫な子には手がかからないのと同じことですね。その、子供に手がかかる、かからないという点で、医者と僕たちと違うところは、それが僕たちにとって非常にジレンマがあるところなんですけども、生命を助けるということは医者にとっては絶対的なことですね。いくらダメだとわかっていても、やはり注射をしてでも命を長らえるということは、医者の責任だけでも、音楽家のほうは、あまり素質のないものを温室育ちでどうにか育てて、それが一人前になるかどうかかわからない。なれなかったらどうするって言われることが、一番僕たちのつらいところなんです。だけど努力は払わなければいけない。なぜ努力を払わなければダメかというと、生徒は変貌するんですよ。』 井上頼豊・長谷川武久編「語り継ぐ齋藤秀雄のチェロ教育」、音楽之友社、p. 228～229

6. 戦後教育の理想とは何であったか

田中耕太郎、南原繁、阿部能成たちの尽力で行われた敗戦後の教育改革の理想とは何であったのか。そして、それはなぜ挫折したのか。今日の教育の荒廃は戦後教育の失敗のせいなのか。わたしたちは今、再度戦後教育の理想としたものを真剣に見なければならぬ。

戦後教育の理想は、時の文部大臣田中耕太郎がその制定に力を尽くした教育基本法の中に、的確に記されている。

教育基本法

われらは、さきに、日本国憲法を確定し、民主的で文化的な国家を建設して、世界の平和と人類の福祉に貢献しようとする決意を示した。この理想の実現は、根本において教育の力をまつべきものである。

われらは、個人の尊厳を重んじ、真理と平和を希求する人間の育成を期するとともに、普遍的にしてしかも個性豊かな文化の創造をめざす教育を普及徹底しなければならない。

ここに、日本国憲法の精神に則り、教育の目的を明示して、新しい日本の教育の基本を確立するために、この法律を制定する。

第一条（教育の目的） 教育は、人格の完成をめざし、平和的な国家および社会の形成者として、真理と正義を愛し、個人の価値をたつとび、勤労と責任を重んじ、自主的精神に充ちた心身ともに健康な国民の育成を期して行わなければならない。

第二条（教育の方針） 教育の目的は、あらゆる機会に、あらゆる場所において実現されなければならない。この目的を達成するためには、学問の自由を尊重し、実際生活に即し、自発的精神を養い、自他の敬愛と協力によって、文化の創造と発展に貢献するように努めなければならない。

第三条（教育の機会均等） すべて国民は、ひとしく、その能力に応ずる教育を受ける機会を与えられなければならないものであって、人種、信条、性別、社会的身分、経済的地位又は門地によって、教育上差別されない。

2 国及び地方公共団体は、能力があるにもかかわらず、経済的理由によって修学困難な者に対して、奨学の方法を講じなければならない。

第六条（学校教育） 法律に定める学校は、公の性質をもつものであって、国又は地方公共団体の外、法律に定める法人のみが、これを設置す

ることができる。

2 法律に定める学校の教員は、全体の奉仕者であって、自己の使命を自覚し、その責務の遂行に努めなければならない。このためには、職員の身分は、尊重され、その待遇の適正が、期せられなければならない。

第七条（社会教育） 家庭及び勤労の場所その他社会において行われる教育は、国及び地方公共団体によって推奨されなければならない。

2 国及び地方公共団体は、図書館、博物館、公民館等の施設の設置、学校の施設の利用その他適当な方法によって教育の目的の実現に努めなければならない。

第十条（教育行政） 教育は、不当な支配に服することなく、国民全体に対し直接に責任を負って行われるべきものである。

2 教育行政は、この自覚のもとに、教育の目的を遂行するに必要な諸条件の整備確立を目標として行わなければならない。

教育基本法は、文化の尊重、個人の責任の重視など、今日の日本の大人社会が忘れていっているものの重要性を指摘している。さらに重要なことは、学校の教師は個々の生徒とその保護者に責任を負って教育を行っているのではなく、国民全体に（今日のグローバル化した時代においては、全世界に市民に）対して責任を負って教育を行っているという指摘である。このことを、多くの教師が忘れていっている。教育は次の世代を担う子ども達への教育であり、したがって、教育は未来の社会に対してその責任を負っているのである。

7. 戦後教育の理想はなぜ挫折したのか

教育基本法が骨抜きにされていった過程は「教育亡国」に詳しく分析されている。しかし、その根底には日本人の社会のあり方、日本人の発想法そのものにも原因があることを理解すべきである。1945年8月、敗戦の直後に鈴木大拙は「西田の思ひ出」のなかで、日本人の特質に関して、次のような鋭い指摘をしている。

『北条先生は理学士で数学専攻であった。立派な教育家で、学習院院長を最後に教育界から退

かれた。先生が専門学校へ来られてから、学校の数学教育は面目を改めた。自分らは大いに勉強した、そしてまた勉強するように教えられた。数学の予習に夢中になるようになった。そのとき、こんな話があった。何でも西田は夕方薄昏くなっても、ランプなしに、紙上に書きつけた数字を能く見て、問題を解決するまで勉強した、と。一所懸命にやると、暗がりでも見えるそうだ、一心の力もえらいものなどという評判があった。

このどこどこまでもその底に徹しなければ已まぬというのが西田の性格であった。吾等の多数は何かの疑問があっても、しかしてそれを解決しようとするが、どうも好加減のところで腰を折る。意志が強くないというよりも、寧ろ知力の徹底性が欠けているというべきではなかろうか。東洋的教養では意力に偏して、知力を軽視する傾きがある。それでやたらに道德的綱目を並べて、これを記憶し、またこれを履修する方面に教育の力点をおいている。そうして数学や科学のようなものは、実用になればそれでよいとしている。東洋人が一般に特に日本人が感傷性に富んで、知力・理知力に乏しいところへ、理論の研究を実用面にのみ見ようとするから、教育は一方向きになっていく。批判が許されぬ、^{ごうしょ} 研討がp 10 苟且（おざなり 上野注）にされる、知力の徹底性が疎んじられる。従って物事に対しても主観的見方が重んじられて、客観的に事実を直視し、その真相を看破しようという努力が弛んでくる。今度の敗戦の如きも、その根本原因は日本人の理知性に欠けたところに存するのである。今更科学科学と言って大騒ぎするが、科学なるものは、そんなに浅はかに考えてはならぬのである。手取り早く間に合うようにと、いくら科学を団子のように捏ね上げようとしても、捏ね上げられるものではない。まず、物を客観的に見ることを学ばねばならぬ、そこからこれに対して徹底した分析が加えられなければならない。これが日本人の性格の中に這入ってこない、偉大な科学の殿堂は築き上げられぬ。科学や数学の学修を、単なる実用面にのみ見んとする浅薄な考え方をやめて、学問の根底に徹する、甚深で強大な知性

の涵養を心懸くべきである。これが出来ると自から人格の上にも反映してくるにきまっている。こうすべきだ、ああすべきだ、「謹しむ」べきだ、「畏まる」べきだとのみ、朝から晩まで、晩から朝まで、吾等の頭に叩き込まんとする官僚は、余程結構に出来て居る頭脳の持ち主だ。これでは世界性を持った考え方は日本人の中からはどうしても出て来ない。又戦いくさして、又負ける位が関の山であろう。』 (鈴木大拙全集 第33巻 27ページ~28ページ、1945年8月26日記)

8. これからの教育

● 公教育の充実なくして日本の未来はない。

新しい歴史は常に辺境から始まった。地方を生かす教育を行わなければならない。すべての国民のレベルアップがなければ日本の将来はない。世界の主要な国が、国民の知的レベルを向上させるために必死の取り組みをしているのに、日本だけが逆の方向を向いている。

● 教育には理想のみならず時代を見る目が必要である。

松下村塾では新しい時代には数学が必要になるという吉田松陰の考えで九九の表が張り出され、そろばんは町人のやる卑しいことだと嫌がる塾生に数学の勉強を勧めた。地球環境問題・エネルギー問題・食糧問題・人口問題と21世紀の未来は解決の糸口が見いだせない難問が山積し、人類滅亡の危機さえ指摘されている。このような世界の主人公となるべき子ども達に、できるかぎりの人類の叡智を伝えることは大人の義務である。

● 基礎・基本の徹底は進んだ内容を学ぶことによってはじめて可能になる。

算数の学習指導要領は江戸時代の寺子屋にも劣る内容。基礎・基本はやさしいことを反復練習するだけでは身に付かないことを江戸時代の人たちは既に知っていた。

江戸時代1627年に出版された吉田光由の塵劫記の中に「からす算」と呼ばれる問題がある。

『 999羽のからすが999の浦で999声鳴いた。全部で何声鳴いたか。 』

これは単純に $999 \times 999 \times 999$ を計算する問題

ではない。 $999 = 1000 - 1$ を使って

$$999 \times 999 = 999 \times (1000 - 1) = 999000 - 999 = 999000 - (1000 - 1) = 998000 + 1 = 998001$$

などと計算を工夫することが求められている。大きな数を扱うことによって、計算の工夫のすばらしさが実感できる

億や兆の数は江戸時代には必要とされなかった。しかし、大きな数を扱うことによって、計算の工夫のすばらしさが実感できる。この事実が、300年近い昔に既に分かっていた。塵劫記では日常生活からかけ離れた大きな数が使われている。それによって、はじめて正確な数値感覚を身につけることができた。こうした伝統を数学教育関係者は忘れてしまっている。数学教育関係者の知的レベルの衰退は目を覆うものがある。

● 市場原理の教育への導入は教育を破壊する

学校間、先生間の競争が求められている。それが、いわゆる偏差値の高い大学にどれだけ生徒が合格したかで判定されるようでは、教育は死滅する。教育の効果は二十年、三十年経ってはじめて実を結ぶことが多い。市場にはなじまない。教育に競争原理を導入し、特に、その成果を有名学校への進学者数や、テストの成績で計ろうとする政策は、教育の敗北であり、子ども達の人間性への冒涇でしかない。

第二次大戦後西ドイツではアデナウアー首相は住宅建設を市場原理にまかせずに、政府が積極的に支援する方策を打ち出した。住宅ローンは無利子で100年間の均等返済とし、そのかわり住宅は最低100年間は持たなければならない、集合住宅は200年間は持たなければならないとした。豊かな住環境こそが戦後復興の一番大切な課題とアデナウアーは考えた。市場原理にまかせてウサギの巣と評される住宅を大量に生み出した日本の住宅政策との違いを考える必要がある。教育も同じである。

● 先生こそ学ばなければならない。学ぶ楽しさを実感しなければならない。

今日の教育の問題点の重要なポイントとして教師の質の向上がある。生徒指導にばかり時間を取られて、肝心の教科を教えるための準備ができない教師の現状も改善しなければならな

い。

9. 教育をめぐる言葉

● 宮崎駿の言葉

『宮崎の怒りはアニメ産業を安易に称揚する日本社会そのものにも向かった。「ビデオで「となりのトトロ」をみる時間があったら、どれだけ豊かな現実を体験できるか。ビデオを売る僕の矛盾でもあるが、大人がまじめに論じるべきことだ」「美術館では母親は携帯電話をかけ、子供はゲームをしている。パソコンのキーはたたけても、火が付けられない。子供がバランスをもって育つ空間がない』（日本経済新聞、2002年2月20日、文化往来）

● 論語から

『これを知るものはこれを好む者に如（し）かず、これを好む者はこれを楽しむ者に如（し）かず』論語卷三雍也第六

『学びて思わざれば則ち罔（くら）く、思いて学ばざれば則ち殆（あや）うし』論語卷一為政第二

『吾嘗て終日食らわず、終夜寝ねず、以て思う。益なし。学ぶに如かざるなり』論語卷八衛靈公第十五

● アランの言葉

『ある少年が数学について少しも才能を示さないうことは、根気よくいろいろと工夫して彼に数学を教えてやらねばならぬということを知らせているわけだ。もし彼が最も簡単なことを理解しないとしたら、いったい彼は何を理解するのだろうか。明らかに、最も容易なのは、「この少年は利口ではない」という今なおあまりにたびたび耳にするあの大きっぱな判断でかたづけしてしまうことだ。しかしこういうことは許されない。それどころか、われわれのもっている全精神とわれわれに可能な友愛の熱意のすべてを用いて凍えている連中に生氣を与えてやろうとはしないで、人間を獣類のなかへ追い返してしまうことは、それこそ人間に対する許しえぬ罪であり、本質的な不正である。教育の術が天才を啓発することしか目的としないのであれば、それは笑うべきことである。というのは、天才は最初の叫び声でとび出してきて茨の

やぶを突破してしまうからだ。しかし、いたるところでひっかかり、何ごとについてもまちがいばかりする連中、根気を失い自分の精神に絶望しがちな連中、助けてやらなければならぬのはこの人たちなのである。』（アラン著作集7 教育論 二十 p. 69、八木晃訳、白水社）

『私は教養のない信号兵たちの幾組かに、音でモールス信号のアルファベットを教えたことがある。しばらく暗中模索してから、速さというものゝ訓練において注意を刺激するというところについて確信を得たのである。この場合も暗算と同じで、速さは確実さとけって分離されるべきではない。それではどうすればよいのか。初心者でもまちがえずにうんと速くやれるように、最初に与える演習問題だけはよく選択しなければならない。要するに、はじめはゆっくりやってみる。だんだん速くやるといふしかたは実はまちがいのもとであるから、こういうやり方はしないで、つねに大急ぎでやってみる簡単な問題から複雑なものへと進むことが必要なのである。しかもこの手荒い方法が案外よろこばれ、そしてそれが性格の陶冶にもなることに私は気づいた。計算を覚えるのは道路を横切ることをおぼえるのと同じであって、ゆっくり歩くことが大切なのではない。必要なのは、瞬間をとらえること、自分を自由に御することをおぼえ、しかも何も恐れることなく速くやることである。』（アラン著作集7 教育論 三八 p. 130、八木晃訳、白水社）

『ピアノである作品を初見でひく 楽しみなどは初歩の課程では決して感じられない。まずはじめに、退屈することを知らねばならないのだ。これが、われわれが砂糖づけの果物を賞味するように学問や芸術を子供に味わわせることができない理由である。人間は労苦によって自己を形成してゆく。人間の真の楽しみというものは、彼がそれを獲得しなければならないし、彼がそれを受けるに値するものでなければならない。受ける前に与えねばならないのだ。これが法則である。』（アラン著作集7 教育論 五 p. 20 -- 21、八木晃訳を一部変更、白水社）

● プラトン

『分別をわきまえている農夫は、もし自分が何かの作物の種を大切に、それが実りをもたらすことを願っているとしたら、その種を、夏、アドニス(アダム)の園にまいて、八日の間に美しく成長するのを見て喜ぶといったことを、はたしてまじめな目的のためにするだろうか。それとも、そもそもそういったことを彼がするとして、それは慰みや娯しみのためにこそするのであって、ちゃんとまじめな目的のある種の場合には、農夫の技能を用い、その種に適した土地にまき、八ヶ月たって、自分のまいたかぎりのものが実を結べば満足するといったやり方をするだろうか?』 パイドロス 276B

● サミュエル・スマイルズ

『たとえば、古代ギリシアの数学者アポロニウ

スは当時すでに円錐曲線を定義していた。だがこの定義が航海術に実用化されるには、二千年という実に気の遠くなるような歳月を必要としたのである。同じように、古来多くの数学者たちは、曲線や曲面に関する抽象的な理論を確立するために骨を折ってきた。浅薄な人間の目には、そんな研究は全く無益なしろものだと映るかもしれない。だが彼らの営々たる努力がなければ、現代の発明のほとんどは何一つとして目の目を見なかったにちがいない。』 サミュエル・スマイルズ著 竹内均訳「自助論」、三笠書房、p. 50 -- 51 (Samuel Smiles「Self-Help」「西国立志伝」と題名で中村正直によって翻訳され、明治時代にベストセラーになった。)

公教育の充実を求めて

講演メモ

上野 健爾（京都大学理学研究科）

§1 公教育で起こっていること

「非才、無才は、実直な精神だけ養っておけ」（三浦朱門氏（元教育課程審議会委員長）

「戦後五十年、落ちこぼれの底辺を上げることばかり注いできた労力を、できる者を限りなく伸ばすことに振り向ける。百人に一人でいい、やがて彼らが国を引っ張っていきます。限りなくできない非才、無才には、せめて実直な精神だけを養っておいてもらえばいいんです。……今まで、中以上の生徒を放置しすぎた。中以下なら”どうせ俺なんか”で済むところが、なまじ中以上は考える分だけキレてしまう。昨今の十七歳問題は、そういうことも原因なのです。（齋藤貴男 「機会不平等」文藝春秋、p. 40-41）

「教育改革国民会議座長の「優生学」」（江崎玲於奈氏（驚異改革国民会議委員長）

「ある種の能力が備わっていない者が、いくらやってもねえ。いずれは就学時に遺伝子検査を行い、それぞれの遺伝情報に見合った教育をしていく形になっていきますよ。……」遺伝子診断に基づく教育への期待を私に述べた後で、江崎座長はこう続けた。「個人一人一人の違いを認める教育とは、つまりそういうことだ」』

（齋藤貴男 「機会不平等」文藝春秋、p. 12-14）

私学中心の教育改革

少子化に伴う私学の生き残りのため、公教育のカリキュラムをできるだけ少なくし、必要最低限度の教育さえ公教育で受けることができなくなっている。子供不在の教育政策とそれを支える多数の教育学者。

§2 「学ぶこと」を放棄した学校教育

「学ぶこと」と「テストでよい点数を取ること」が分離してしまっている。テストでよい点数を取ることだけが重要視され、学ぶことがなくなっている。すべては、問題をつくるための手続きとなり、それを如何に効率よく暗記するかが勉強と勘違いされている。疑問を持たない、疑問をもてない、疑問を持続することができない。

教育亡国

林竹二は1983年に「教育亡国」を著し、その序文の中で次のように述べている。

『改めてわれわれは問うてみなければならない。日本に教育はあるのか？明白に、いまの日

本に教育はない。日本は「無教育の国」になってしまっているのである。どうして日本は、この狂気というほかない世を蔽う教育過熱のただ中で、これほど徹底して「教育のない国」になってしまったのか。（（「教育亡国」、筑摩書房）

§3 戦後教育の理想とは何であったか

敗戦後の教育改革の理想とは何であったのか。そして、それはなぜ挫折したのか。今日の教育の荒廃は戦後教育の失敗のせいなのか。わたしたちは今、再度戦後教育の理想としたものを真剣に見なければならぬ。

教育基本法

第六条(学校教育) 2 法律に定める学校の教員は、全体の奉仕者であつて、自己の使命を自覚し、その責務の遂行に努めなければならない。……

第十条(教育行政) 教育は、不当な支配に服することなく、国民全体に対し直接に責任を負って行われるべきものである。

§4 戦後教育の理想はなぜ挫折したのか

教育基本法が骨抜きにされていった過程は「教育亡国」に詳しく分析されている。しかし、その根底には日本人の社会のあり方、日本人の発想法そのものにも原因があることを理解すべきである。

『東洋人が一般に 特に日本人が 感傷性に富んで、知力・理知力に乏しいところへ、理論の研究を実用面にのみ見ようとするから、教育は一方向きになっていく。批判が許されぬ、研討が苟且（おざなり 上野注）にされる、知力の徹底性が疎んじられる。従って物事に対しても主観的見方が重んじられて、客観的に事実を直視し、その真相を看破しようという努力が弛んでくる。今度の敗戦の如きも、その根本原因は日本人の理知性に欠けたところに存するのである。今更科学科学と言って大騒ぎするが、科学なるものは、そんなに浅はかに考えてはならぬのである。手取り早く間に合うようにと、いくら科学を団子のように捏ね上げようとしても、捏ね上げられるものではない。』（鈴木大拙全集 第33巻 27ページ～28ページ、1945年8月26日記）

§5 これからの教育

公教育の充実なくして日本の未来はない。

教育には時代を見る目が必要である。

基礎・基本の徹底は進んだ内容を学ぶことによつてはじめて可能になる。

先生こそ学ばなければならない。学ぶ楽しさを実感しなければならない。

市場原理の教育への導入は教育を破壊する。

パネルディスカッション

パネラー

(司会) 舟橋晴彦 (京都大学大学院理学研究科)、左巻健男 (京都工芸繊維大学アドミッションセンター)、山崎敏昭 (同志社高校)、山田耕作 (京都大学大学院理学研究科)、上野健爾 (京都大学大学院理学研究科)、高嶋隆一 (京都教育大学)

シンポジウムパネラーからのコメント

物理教育と教員養成学部

高嶋 隆一 (京都教育大学)

今回のシンポジウムでは「物理を学ぶ大切さを伝える」ということで、中等教育と物理教育の関係についてさまざまな議論がされる事になる。ここ10年の国立教員養成系大学・学部の教員採用に占める割合は、小学校約65%、中学校約38パーセント、高等学校約15パーセントとなっており、物理教育に関しても少なからず影響があると考えられる。

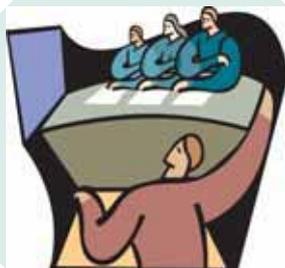
国立の教員養成学部、単科大学は各県に1つずつあるがここ10数年にわたり、教員採用数が半減したことにより、教員養成学部大学も教員免許取得を卒業要件としない新課程創設と養成課程学生定員の縮小を行った。昭和61年度に2万人程度あった初年度入学定員は養成課程が約1万人、新課程が約5千人となっている。養成課程の半減した状況に対応して、統合と再編が提言された。

(H13年「国立の教員養成系大学・学部のあり方に関する懇談会報告」) また新課程については再編された場合、教育学部から切り離す事も提言された。しかし大学法人化問題が起きたためと自治体の反対などもあり実現した学部はすくない。

教員養成単科大学の京都教育大学の教科専門の物理担当教員数は教授・助教授合計4名、助手1名の規模で20年余り教育を行ってきたが、ピーク制の解消にともない現在は教授・助

教授合計2名、助手1名で教科専門を担当している。ピーク制とは教育大の場合70名弱の理学学科所属の学生は小学校主免許の学生も中学校免許取得を奨励し物理、化学、生物、地学、理科教育のいずれかを専攻するというものだった。ピーク制の解消の原因は、新課程の開設と養成課程の定員減、初等教育が理科や特定科目に偏りすぎているという批判によっている。

また免許法の改正により中学校免許を主とする学生も教科専門科目を受講せず、教職専門科目を受講する傾向が強まった。



免許	小学専修	小学一種	小学二種	中学専修	中学一種	中学二種	高校専修	高校一種	小学専修	小学一種	小学二種	中学専修	中学一種	中学二種	高校専修	高校一種
教科専門	18	18	10	40	40	20	40	40	8	8	4	20	20	10	20	20
教職専門	41	41	27	19	19	15	19	19	41	41	31	31	31	21	23	23
教科教職	24			24			24		34	10	2	32	8	4	40	16
計	83	59	37	83	59	35	83	59	83	59	37	83	59	35	83	59

上の表の左側は平成9年度以前の入学の学生の免許取得に必要な単位数で右側はそれ以降の学生のものである。教科教職となっている欄は教科又は教職という意味で教育学部では教職科目を取る学生が多くなっている。

これによって、教員養成で物理の専門的な課題で卒論を行う学生はほぼいなくなっている。専門的な科目を履修する学生もいなくなったので、教科専門の教員が担当していた専門的な授業科目も廃止される傾向にある。残っているのは免許取得上必要な授業科目がほとんどとなった。これらの科目では微積分を使う事は力学、電磁気共にできない状況となっている。物理と関係する代数ベクトルなどの理解も厳しい状況にある。また専門科目の力学、電磁気科目でもほぼ同じ状況になっている。教科専門教員が実施している実験についても中学校の教科書を意識したものでないと興味をもってもらえなくなっている。

化学と生物の京都教育大学での教員数は維持されているが、その理由は化学が高校の理科の必修科目となっていること、新課程で生命科学分野が人気を呼んでいることによっているとおもわれる。また物理分野の履修が少ない原因として理科免許取得者にたいして数学の基礎的な教育がされていない事があげられる。

左の表は京都府の高校の理科と数学の学年ごとの1週間の典型的なコマ数を示している。物理と生物は選択となっている。

新課程については、物理と無機化学の教員で自然科学コース物質科学専攻を維持してきたが、履修学生の減少と専攻授業科目の減少で今後維持していく事は困難と判断され、教員養成への定員の振替が検討されている。

教員養成大学・学部では職業教育の側面が重視され、小学校と中学校の教科書の記述を超えた学習が敬遠される傾向にあるため、物理の深い理解を求めるような授業は学生のニーズに合わなくなっている。最近のFDでは学生の満足度が絶対的な尺度とされることもあり、授業の内容は容易に理解できるものに限られる傾向が強まっている。

今後は中学校教員養成での一般大学の果たすべき役割が増える必要があると思われるが中学校免許取得要件が以前と比較して難しくなっているので何らかの対策が必要と考えられる。

「参考」

今後の国立の教員養成系大学・学部の在り方について、国立の教員養成系大学・学部の在り方に関する懇談会報告書、平成13年11月22日

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/005/toushin/011101.htm

I類(京都公立普通科定員 7840名)					II類(京都公立普通科定員 3040名)					
文理 1年	文系 2年	理系 2年	文系 3年	理系 3年	文系 1年	理系 1年	文系 2年	理系 2年	文系 3年	理系 3年
数I 4	数II 3	数II 5	数II 2	数III 4	数I 4	数I 4	数II 3	数II 4	数II 2	数III 5
数A 2	数B 2	数B 2		数C 2	数A 2	数A 2	数B 2	数B 2		数C 2
理総 2	生I 3	化I 3	化I 地I 3	化II 3	化I 3	化I 3	生I 3	化II 3	理基 3	理基 2
		物I 生I 3		物II 生II 3				物I 生I 3		物II 生II 4

2002年夏の公開講座「センシング」

2002. 8. 22~24
同志社高等学校理科館

★第1日目 探求学習



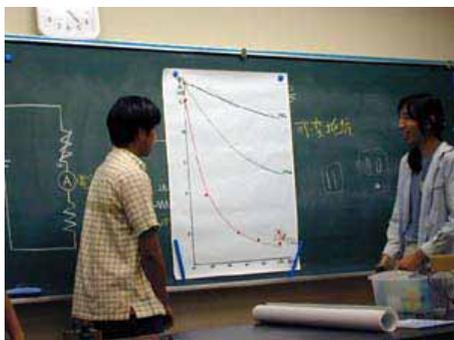
ケーキ用カップの落下を調べる

デモ実験



スプーンで電荷を運ぶ

★第1日目 電位分割器



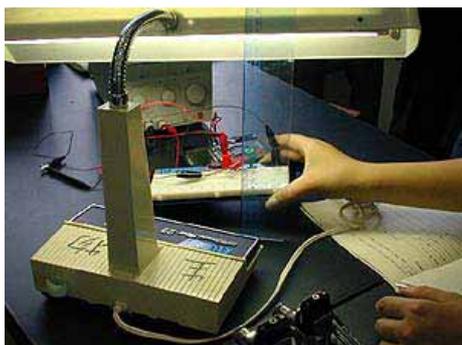
生徒発表「最適な電圧変化は」

★第2日目 電流電圧特性

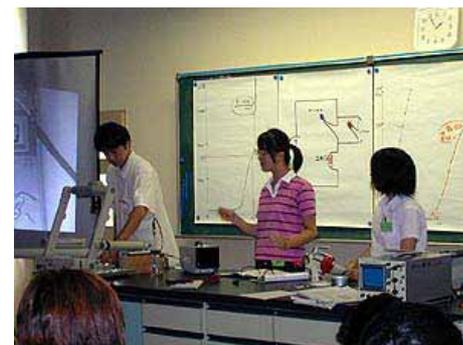


生徒発表
「コンスタンタン線とダイオードの違い」

★第2日目 センサーを調べる



★第3日目 センサープロジェクト



2003年夏の公開講座「次の動きを予測する」 2003. 8. 21~23 平安女学院中高物理実験室

★第1日目 探究実験



扇風機付き台車の運動を調べる

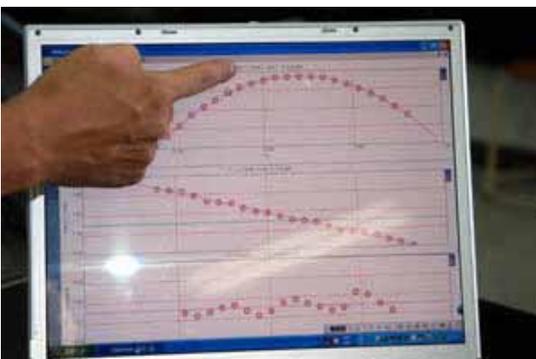


体験実験「人間の乗る台車の衝突実験」

★第1日目 マルチメディアーション実習

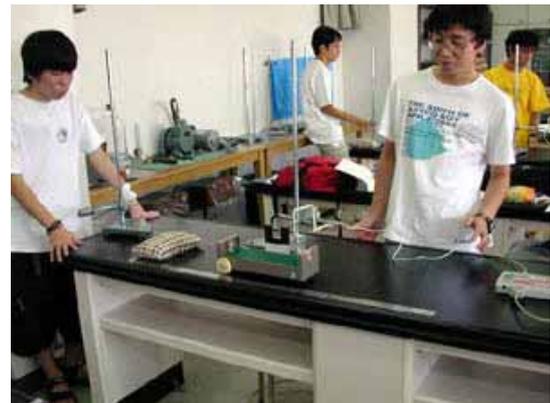


★第2日目 ビデオポイント実習



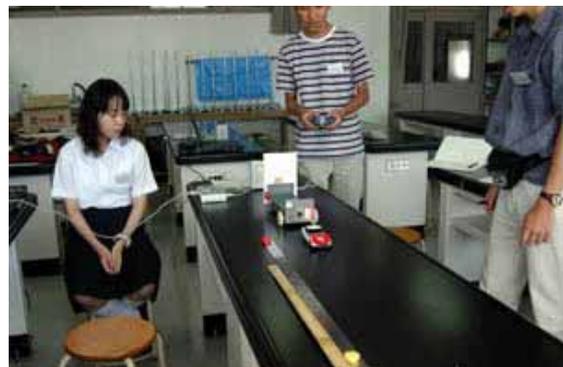
放物運動を画像からグラフにする

★第2日目 イージーセンス実習



光ゲートセンサーを用いて加速度測定

★第2、3日目 探究学習



ラジコンカーで台車を引く

「アドバンス物理研究会」の高大連携

谷口 和成	京都教育大学教育学部 612-8522 京都市伏見区深草藤森町1
笠 潤平	京都女子中学校高等学校 605-8501 京都市東山区今熊野北日吉町17
山崎 敏昭	同志社高等学校 606-8558 京都市左京区岩倉大鷲町89
岩間 徹	平安女学院中学高等学校 602-8013 京都市上京区下立売通烏丸西入五町目町172-2
小川 雅史	京都府立嵯峨野高等学校 616-8226 京都市右京区常盤段ノ上町16
宮永 健史	和歌山大学教育学部 640-8510 和歌山市栄谷930
村田 隆紀	京都教育大学 612-8522 京都市伏見区深草藤森町1

イギリスの新しいAレベル物理コース「アドバンス物理」を研究する「アドバンス物理研究会(京都・和歌山)」は、教育養成学部の物理教員と高校物理教員が共同してカリキュラム開発、教材研究、自己研修を行う新しい形の高大連携であり、これからの連携のあり方の一つの可能性を示唆している。

キーワード 高大連携の新しい形態、アドバンス物理、高校教員による高校物理カリキュラム研究、公開講座、教材の貸し出し

1. はじめに

「アドバンス物理研究会(京都・和歌山)」は、イギリス物理学会(Institute of Physics: IoP)が制作した新しいAレベル(17~18歳の大学入学前コース)の物理カリキュラム「アドバンス物理」(Advancing Physics)を研究するために、02年1月に京都と和歌山の地区で公立・私立高校教員および京都教育大学・和歌山大学教育学部の教員を中心に結成された自主的な研究会である。この研究会の発足に合わせて、新設された科学研究費特定領域研究「新世紀型理数系教育の展開研究」に村田を研究代表者、宮永・谷口を研究分担者として応募し、02年4月に課題が採択された。この研究会を発足するにあたり、「アドバンス物理」の検討と高大連携の新しい形を意識的に模索することの二つの目的を掲げた。「アドバンス物理」の検討内容にかかわる部分は別稿にゆずり、ここでは高大連携の問題、とくに教員養成大学・学部の物理教員と高校物理教員との積極的な共同活動の成果と、それがもたらした新しい可能性について、研究会に参加している高校教員への内部評価アンケートの結果などにもとづいて報告する。

2. 高校物理教育のカリキュラム研究の現状

2.1 日本の理科カリキュラムをめぐる新しい動き

青少年の理科離れの傾向が問題とされはじめてすでに10年ほどが経過したが、事態は依然改善されていない。度重なる諸学会の声明¹⁾にも拘わらず、02年度から小中

学校で時間数を削減し、内容とページ数が削減された教科書を用いた理科の授業が始まった。しかしながら、この間の状況に若干の変化も見られる。内容の3割減をうたった新学習指導要領をめぐっては、諸学会のみならず、産業界からも多くの危惧が表明され、「学力低下」問題がマスコミにおいても大きく取り上げられるようになった。そのような中で、理科カリキュラムを作る会や検定外教科書を作る試みなどに代表される、研究者や教員が自らの手でしっかりとしたカリキュラムを作ろうという動きがかつてない規模で大きくなっている。

2.2 教員による新しいカリキュラム開発を困難にする厳しい状況

しかし、高校の物理教育の現実を見ると、高校教員が自主的に新しいカリキュラムの研究や開発を志す際には、次に挙げるような多くの困難が存在している。大学受験に物理を選択する生徒を少しでも抱える学校においては、受験対策として教科書に準拠した授業にほとんどの授業時間を当てざるをえないため、授業の中に新しい実験などを盛り込むことはほとんど不可能である。また40人を標準とするクラス編成では、生徒中心の実験や授業は非常に難しい。また人員削減や校務の増大などによって高校教員は年々多忙となっている。さらに物理選択生徒数減による物理教員の採用数・絶対数の減少、それに伴う教員の孤立化と平均年齢の上昇などがこれに重なる²⁾³⁾。このような状況の中で、高校教員自身が高校で扱うべき内容の選択や教科書づくりから、実験のあり方や授業の進め方そのものを

問い直すような新しいカリキュラムの研究や開発を自主的に行うことは至難になっている。

3. 高大連携が拓く新しい可能性

3.1 高大連携の新しい形態

前節に述べた閉鎖的な状況を打開し、さまざまな困難を克服するためには、従来の枠組みを超えた新しい試みが必要である。筆者らは、高大連携がその可能性をもつ新しい枠組みを提供すると考えている⁴⁾。近年、高大連携の取り組みは急速に広がり、物理関係の分野でも、数年前までは考えられなかったような野心的な試みがなされている⁵⁾。しかしその多くは、高校生が大学の講義を聴講したり、大学の教員が高校へ出張講義に出かける形をとっている。このような形での高大連携は、高校教育に新しい風を吹き込むためには有益で、高校生に一時的な刺激を与えることはあろうが、高校物理カリキュラムの構造を変革することには直接につながるとは考えにくく、まして前述の問題を克服することにつながらない。

これに対して「アドバンシング物理研究会」が目指した高大連携は、直接的にはイギリスの新しい物理コースを検討する高校教員の活動に大学教員が参加する形であるが、研究会活動を進める中で、高校教員自身によるカリキュラム研究・教材開発そして教材利用の研修の場を大学が提供し、大学と高校の教員が協力しながら高校物理カリキュラムの改革にあたるという、新しい可能性を開くことになった。

3.2 「アドバンシング物理研究会（京都・和歌山）」

この研究会を設立する契機となったのは、01年8月に京都女子高校で行われた Philip Britton 氏（リーズ・グラマースクールの教師）による模擬授業である⁶⁾。この授業を見学した大学と高校の教員が相談し、『アドバンシング物理』カリキュラムを研究してみようというメンバーを集めて発足した。また、和歌山地域では、宮永が呼びかけた。現在では両地域での定期的な会合と、メーリングリストによる相互連絡と情報交換を行っている。

このメーリングリストの参加者数は、現在のところ総数36名で、その内訳は、両地域の高校教員23名、大学教員4名で、その他教育学部の学生、首都圏の高校教員や企業などからも参加している。

3.3 研究会の活動

京都での研究会の活動は02年1月から始めた。活動は休日に京都教育大学の物理実験室に集まり、例会を行っている（03年6月現在21回）。例会の内容は、『アドバンシ

ング物理』の CD-ROM の内容検討の報告と討論、そこで教材化されている演示実験・生徒実験の追試などを柱としている。内容検討は、『アドバンシング物理』の1年目の AS コースの第2章「センシング」（センサーと直流回路が中心）から始まり、02年秋より第6章「波の振る舞い」（波動）を経て、現在は第9章「次の動きを予測する」（ニュートン力学）を検討している。研究方法は、CD-ROM 内の当該章の Overview（概観）や Teaching plan（指導計画書）と各種教材（多様な演示実験、生徒実験、ソフトウェア教材の指示書、問題、読み物など）の試訳を行っている。さらに実験やソフトウェアについては、実験器具の作成なども含め、共同で行っている。京都における研究会が目指したものは、02年8月の公開講座であるが、これについては別論文で詳述する。

研究会では教材内容の研究のほかにもさまざまな研修をしている。笠耐氏（元上智大学助教授）を招いての講演会（02年5月）、センサー関連企業であるオムロン（株）の見学（02年7月）、小学校学習指導要領と構成主義の問題⁶⁾ についての高橋哲郎氏（元龍谷大学教授）の講演会（03年1月）などがある。

一方、和歌山での研究会活動の開始は02年8月に京都で行われた公開講座へ複数の教員が参加した後、02年10月から和歌山大学教育学部において高校教員と和歌山大学教育学部の物理教員の研究会を月1回のペースで開いている。

3.4 公開講座とその成果

本研究会の最大の活動は、02年8月22日～24日の3日間をかけて行った公開講座である。ここでは高大連携に関連する特徴とその成果に限って簡単に紹介する。

研究会を重ねるにつれ、イギリスにおけるこのカリキュラムが、取り扱う内容が単に斬新だけでなく、構成が良く考えられていることがわかってきた⁷⁾。そこで公開講座では、『アドバンシング物理』が日本の生徒にどの程度受け入れられるものかを検証し、さらに、問題点や日本の物理教育への適用の可能性などを検討することを目的とした。

公開講座における主要な学習題材として、ASコースの中から第2章の「センシング」を選択した。この章では、日常生活において広く活用されているセンシング技術を題材として、様々な種類のセンサーの特性を学習し、それを通して電気回路の基礎知識を学ぶことが実験を中心に展開されているため、公開講座に適した章であると考えたからである⁸⁾。

公開講座には京都府の高校生および大学生合計32名が

参加し、教員は高校14名と大学3名が参加した。テキストとして全74ページの生徒用の実験書(B5版)を用意した。(この実験書は、研究会のホームページ²⁾からダウンロードが可能である)その他、必要な実験器材の選定と購入も科研費を使って調達した。公開講座の開催まで、研究会では教材の詳細な検討と綿密な準備を行い、ASコース第2章のほとんどの内容をイギリスにおける授業計画に従って実践することができた。

高校教員にとって、このような授業を、個別に一つの学校でその学校の教員だけで企画、準備して実施することは、ほとんど不可能である。しかし高校物理教員の多くは、多様化する生徒を前にして、その生徒達に合った新しい授業形態を学び、授業プランや教材を開発し、それを実践したいという強い意欲を持っている。このような希望を実現する上で、複数の学校の生徒達を対象にした公開講座による合同授業は、考えられる最善の方策の一つであった。過去にも「プロジェクト物理」の研究会が現在の「物理教育研究会」に発展した例もあるが、複数の高校から生徒を集めた研究目的の公開授業を中心にすえたカリキュラム研究の例はないようである。

また、後述の研究会参加者向けのアンケートの回答から窺えるように、参加した高校・大学の教員にとって、公開授業はセンサー回路を取り入れた授業や、実験とその結果を生徒が発表する形式をとるイギリス型の実験を自己の授業に取り入れるためのきっかけとなっていることから、公開講座は教員の研修の場として大変有効であったことがわかる。

3.5 教材の貸し出し体制

この研究会活動のもう一つの重要な特徴は、科研費を利用して、現在の日本の高校教育現場にはない実験器具やソフトウェアを1クラス以上の規模での授業が可能な数量を揃え、地域の高校などへの貸し出しができる体制を整えたことである。これは、高校での理科予算の圧縮状況を考えると、高校教員による新しいカリキュラムの実践的な研究を支援する上で極めて有効な方法である。具体的には、センシングの生徒実験用教材を1クラス以上の授業が可能な数量を揃えたほか、ソフトウェアを用いた授業が可能なように、CD-ROMネットワーク版および生徒用教科書を用意した。また、演示用のノートパソコンや液晶プロジェクター、デジタルビデオカメラも用意した。これらは京都教育大学と和歌山大学教育学部の物理学教室が管理しているが、これらの実験教材を地域の高校に貸し出して授業に生かすことは、すでに試行的に始まっている。

4. 研究会の自己評価

4.1 研究会メンバーへのアンケート

これまでの研究会活動について、参加している高校の教員に対し、03年2月に内部評価アンケートを実施した。回答者数は9名である。ここではその中から高大連携に関する質問と回答を紹介する。

<質問1> 京教大をセンターに、大学教員、高校教員との交流を通して、自分にとってよかった点

- ・ 大学をセンターとした実験器具の貸し出し制度が便利である。
- ・ 研究についての話など聞き、物理についての視野が広がった。
- ・ 研究者としてだけでなく、教員を養成している大学教員からみた高校の物理教育の視点は新鮮であり、勉強になった。

<質問2> 主として大学側(教員および組織)の協力の点で改善すべき点についての意見

- ・ 大学付属校(私学)としては、自分の大学の先生にも参加して欲しい。
- ・ 高大連携というテーマに興味を持ってもらえないと思うが、人数的に大学側が少ない気がする。
- ・ 高校は公立私立共に協力しているが、大学側も、参加される先生方が増えればいいと思う。
- ・ 京都教育大、和歌山大以外の大学の先生方にも活動が広がってほしいと思う。

4.2 回答の分析

高大連携による共同研究のセンターとしての大学および大学教員に対する評価(質問1)については、研究会の内部アンケートであるという点を割り引いても概ね好評である。回答の中にある「教員養成大学の教員からみた高校の物理教育の視点が新鮮である」という意見に代表されるように、研究会が、高校大学の教員間の相互理解の場となっていることがわかる。またこの活動を通じて、小中高校の理科カリキュラムの変革の必要性を大学教員が理解し、変革の作業に協力する点で、高校教員に大きな期待を生み出していることもわかる。

研究会における大学側の協力面における改善点として、質問2の回答に示されるように「もっと大学教員の参加者が欲しい」という複数の意見があった。これは、研究会のメンバーのうち大学側が4名であることを反映している。さらに「科学技術の最先端の物理の反映」というこのカリキュラムの特徴のひとつが、イギリスにおいて、多くの高校物理教員などの教育関係者と大学・企業の研究者が、

IoPを通じて有機的な協力の上に結実したことを考えると、日本の物理教育の改革と質的な向上のためには、これまでにない新しい真剣な取り組みが必要であるといえる。この研究会のように、複数の高校の教員と大学教員がよりよい物理教育をめざして共同研究を行うことを目指す場合における大学教員が果たすべき役割は、教育現場の実態や問題点を正確に、また丁寧に把握することがまず大切である。その上で、大学教員の持つ物理に関する専門的、先端的な知識と方法などを紹介し、高校教員と共有することにより、高校教員に刺激を与え、それが高校の授業の質的な向上につながっていくと考えられる。このような観点は、この研究会を1年以上続けてきて培われたものであるが、今後はこのことを広く大学関係者に訴えていくことが必要であると考えている。

4.3 教員養成系大学・学部の視点

近年、高校で物理を履修せずに入学する学生が増加している現実、理系の大学の大きな問題になっているが、教員養成系大学・学部においては、より顕著である。そのため、教員養成という社会的な役割を考えると、既習の物理の知識や実験技術が乏しい学生に対して、高校物理の範囲を補う効果的な物理カリキュラムを用意することは極めて重要である。しかし、高校物理との接点がない大学教員には、このことは簡単なことではない。一方、研究会活動を通じた高校の教員との交流を通じて、高校教員の物理実験に関する経験豊かな知識が大学の授業実践への貴重な材料となることがわかった。大学教員には、授業研究を共同で行う機会は少ないため、このような交流は得難い経験である。

谷口は、京都教育大学で担当している「物理学実験」の中で、研究会での交流により知り得た知識のいくつかを早速、応用している。この科目の教員志望の受講学生約60名のうち約7割が高校物理を履修していない学生である。古い実験器材を使った実験が多い中で、身近でシンプルな道具の使用は、学生にとっては新鮮に感じやすく、なかなかの好評で、その理解度も高い。これらのことから、大学教員にとってもこの研究会活動が「高校物理教育」の研究の場であり、高大連携の新しい形の取り組みとして位置づけることができる。

5. 終わりに

研究会では個別の実験教材の開発、大学入試をめぐる討論から、現行の学習指導要領の批判、理想的な学習指導要

領あるいはシラバスの議論など、さまざまな意見の交換が行われている。しかしこのような小グループの議論の段階から、日本の新しい物理カリキュラム創生のレベルまでは、まだまだ遠い道のりがある。その実現のためには、イギリスのIoPが行ったように、高校現場の教員と大学や企業の物理研究者が共同して研究し、扱うべき事柄、新しい教育法の開発、生徒実験の方法、校内試験や大学入試のあり方などについて、総合的な検討をしながら、必要な教材を含めた統一的な物理コースを創生するために、具体的に協力することが必要である。しかし、前述のように、高校現場の抱える問題は多様で複雑さを増している上、近年の教員採用数の極端な減少、今後のベテラン教員の急速な減少などの問題があり、高校現場での研究活動を活発にすることは難しい。

このような状況にあって、今回の研究会活動では、自由参加の形態を保ちながら、高校教員が働き場所を得て、集団的な作業を通しての実践的なカリキュラム研究を行うことが始まっている。またこの研究会活動を通じて、高校教員が大学の物理研究者との交流を強く求めていることもわかったことの一つである。特に教員養成系大学・学部の物理教員にとって、このような交流は実際の高校現場の問題やニーズを具体的に知る上で有益である。

本研究会の活動は、教員養成系大学・学部の教育現場への貢献の新しい機能と形を示唆していると考えられる。全国の同様の取り組みの参考になれば幸いである。

付記 本研究は、平成14年度科学研究費補助金・特定領域研究「新世紀型理数科系教育の展開研究」における「新しい物理教材「アドバンシング物理」を用いた授業実践による高大連携の試み」(課題番号14022106)によって行われたものである。

参考文献

- 1) 例えば、日本物理学会誌 55 (2000) 872 など。
- 2) 増子 寛, 風間重雄: 応用物理 68-1 (1999)。
- 3) 西尾信一: 物理教育 49-1 (2001)。
- 4) 村田隆紀: 大学の物理教育 2003-1 (2003) 50。
- 5) 湯口秀敏編: 物理教育通信 106 (2001) 61。
- 6) 高橋哲郎: 大学の物理教育 2000-2 (2000) 12。
- 7) 笠 潤平: 物理教育 50-1 (2002) 32。
- 8) 笠 耐: 物理教育 48-6 (2000) 541。
- 9) アドバンシング物理研究会ホームページ:
<http://adphy.hp.infoseek.co.jp/>

(2003年7月8日受理)

「アドバンスング物理」公開授業

2002年の8月22日～24日、毎日10時から5時まで、京都の同志社高校を会場として、『アドバンスング物理』公開授業が開かれ、京都の公立・私立高校生、大学生合わせて32名が実験を中心とする授業を受講した。連日教育関係者やマスコミ関係者が見学や取材に訪れ、東京や名古屋から来訪され3日間にわたって見学された方もあった(コラム参照)。

この公開授業は、京都教育大学をセンターとして活動する、京都と和歌山の高校と大学の教員などによる「アドバンスング物理研究会(京都、和歌山)」(代表は京都教育大学長村田隆紀教授)の主催で行われた(最終ページに一覧を付す)。筆者は、その会員の一人として、この準備にあたった。

『アドバンスング物理』というのは、イギリスのAレベル(日本の高校2年～3年)の物理の新しいコースである(表1)。

生徒の変化などのため、いま小中高校の教師は非常に忙しくなっていると聞かれている。その中で、なぜわたしたち京都・和歌山の高校の教師が集まって、イギリスの物理の授業を研究し公開授業をするのか、不思議に思われるかも知れない。いまさら外国の真似をして何かいいことがあるのか、自分たちで日本の現実にもとづいて授業の改善をすればいい

ではないかと思われるかも知れない。しかもイギリス? 日本が理科教育でイギリスに学ぶことがあるのだろうかと思われるかも知れない。けれども、わたしたちは何も理由なしにこんなことをしているのではない。

日本の物理の教科書はわたしたちの 実生活と離れてしまっている

『脳を鍛える 東大講義 人間の現在①』の第1章の中で、立花隆氏は、日本の理科教育を槍玉にあげて、「日本の理科教育の内容は19世紀以前」として、日本の高校の理科教科書に出てくる事柄の発見年代の分布表を載せているが、その中でも20世紀の発見の記載がもつとも少ないとされている(6～8%程度)のが物理の教科書である(図1)。

20世紀にはいつて物理学はすばらしい発展を示した。主として原子以下のレベルにおける物理学の発展は、化学の基礎を初めて明らかにし、ついでDNAの構造説明による生物学の発展を呼び起こし、やはり20世紀に登場した相対性理論とともに宇宙全体の進化の解明を可能にして、自然科学全体の面目を一新し、科学技術の大変革をもたらした。その影響はいまますます広がりが加速しつつある。

ところが、高校物理がこうした人間の生活そのものを一新した20世紀の物理学のすばらしい発展を反映しておらず、教科書と言え、いまだにふりこや滑車やおもりと言った図が

イギリス型の物理授業で学ぶ高校生

夢や楽しさを与えるカリキュラムづくりを日本の高校物理教師も諦めてはいない

笠 潤平 ● 京都女子高等学校

ほんとうに教えたいこと、身につける価値のあることは何か。

わたしたちは、「学習指導要領」と大学入試に翻弄されるのをやめて、

本来の科学教育を目指すことができないだろうか。

実験と討論を繰り返すことで、物理の基礎を身につけ、

実生活で直面する現代の物理学の課題に挑んでいく、イギリスの『アドバンスング物理』は、

学会と現場の教師たちにできる、子どもたちへの最高の贈り物ではないだろうか。

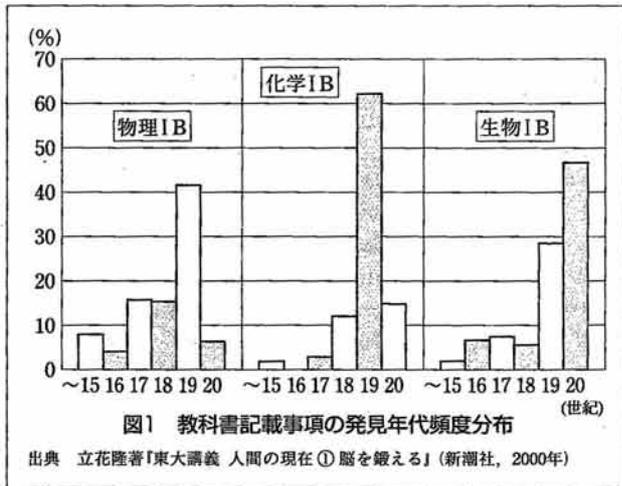
表1 「アドバンスング物理」の章立て

AS コースの概要	
(前半) 現場の物理 (Physics in action)	
(ユニット) コミュニケーション (Communication)	
1 画像を作る (Imaging)	2 週 (10 時間)
2 感知・計測する (Sensing)	4 週 (20 時間)
3 信号を送る (Signaling)	2 週 (10 時間)
(ユニット) デザイナー・マテリアル (設計された材料, Designer Materials)	
4 材料を試験する (Testing Materials)	2 週半 (12 時間)
5 材料の内部を覗き込む (Looking Inside Materials)	1 週半 (8 時間)
(後半) 過程を理解する (Understanding Processes)	
(ユニット) いろいろな波と量子的な振る舞い (Waves and Quantum Behavior)	
6 波動的な振る舞い (Wave behavior)	4 週 (20 時間)
7 量子的な振る舞い (Quantum behavior)	2 週 (10 時間)
(ユニット) 空間と時間 (Space and Time)	
8 空間と時間の地図を作る (Mapping Space and Time)	2 週 (10 時間)
9 次の動きを計算する (Computing the Next Move)	4 週 (20 時間)

※ 以上, 週 5 時間で年間 24 週 (120 時間) の授業時間を想定

A2 コースの概要	
(前半) 時計じかけの宇宙の興隆と衰退 (Rise and Fall of the Clockwork Universe)	
(ユニット) モデルとルール (Models and Rules)	
10 モデルを作る (Creating Models)	4 週 (20 時間)
11 宇宙空間に出る (Out into Space)	4 週 (10 時間)
12 宇宙におけるわれわれの位置 (Our Place in the Universe)	2 週 (10 時間)
(ユニット) 極端な物質 (Matter in Extremes)	
13 物質: 非常に単純なもの (Matter: Very Simple)	2 週半 (12 時間)
14 物質: 非常に熱いものと非常に冷たいもの (Matter: Very Hot and Cold)	1 週半 (8 時間)
(後半) 場と粒子という描像 (Field and Particles Pictures)	
(ユニット) さまざまな場 (Fields)	
15 電磁的な機械 (Electromagnetic Machines)	3 週 (15 時間)
16 電荷と場 (Charge and Field)	3 週 (15 時間)
(ユニット) 物質の基本粒子たち (Fundamental Particles of Matter)	
17 物質の深奥を探る (Probing Deep into Matter)	4 週 (20 時間)
18 電離作用のある放射線と危険 (Ionising Radiation and Risk)	2 週 (10 時間)
(ケーススタディ) 物理学における進歩 (Advances in Physics) 1 年間にわたって随時 (10 時間)	

※ 以上, 週 5 時間で年間 24 週 (120 時間) の授業時間および 10 時間ほどのケーススタディを想定



Physics”)は、イギリス物理学会 (The Institute of Physics: 略称 IOP) が制作し、イギリスで2000年秋から本格的にスタートしたばかりの新しい高校物理コース (A-level 物理コース) である。これは、

- ア 現代物理学の到達点
- イ 現在、実生活の中や社会のさまざまな現場で使われている物理学
- ウ 社会自身の急速な変化
- エ IT技術の発展によって教育手段に生まれた新しい可能性

を反映した、中等教育の物理カリキュラムの刷新の試みとしては、世界的に見てこれまでのところもつとも大がかりで野心的な、実際上唯一のものである。その新しさには目を見張らせるものがある。

目を見張る斬新な内容

まず章立てがこれまでの世界中のどのような物理のカリキュラムとも根本的に違っている。第1章は「イメージング」となっていて、デジタルの画像処理について、テキストを読む、実験やコンピュータソフトによる実習を2週間行っていく。そこでは、冒頭からNASAの惑星探査機ボイジャーから送られて来た木星の衛星イオの画像を画像処理ソフトで操作してその火山活動を発見する実習などが入っている(図2)。ついで第2章は、「セン

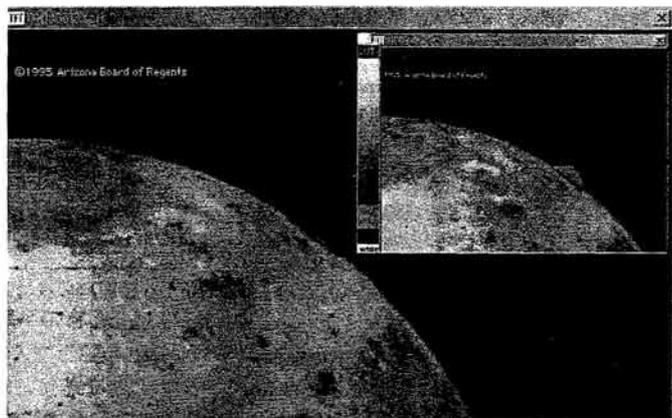


図2 『アドバンス物理 AS』のCD-ROMに入っている木星の衛星イオの写真。囲みの中は、同じ写真を特定の濃淡部分を取り出す画像処理によって調べ、イオの火山活動を発見した実習結果。

シング」となっていて、生徒たちは、いまやわたしたちの日常に溢れている各種のセンサーとその原理について、テキストを読み、授業での実験によって学んで行くことになる。教科書の方では、アメリカの有名な物理学者R・ファインマンの出した極小モーターへの懸賞の話や、教室では直接見ることができない荷電粒子流による微細加工の話など、楽しい逸話が読めるようになっていく。一方で、教室では、LDR (光依存性抵抗) 身近な例では、開くと音が鳴り出す電子オルゴール付

中心となる魅力にとほしいものままで、現代のIT技術をはじめとする新技術と物理学の関係が高校生にまったく伝えられないものになっているという批判は(そのことにはそれなりの理由はあるのだが)間違いではない。だが、わたしたち高校の物理教師はこうした状態に決して満足してはいたわけではない。

イギリスの物理学会が出した答え
「アドバンス物理」

わたしたちが研究会を開いて学んでいる『アドバンス物理』(“Advancing

『アドバンスンク物理』公開授業の内容

- 第1日 午前 開会
 探求型の簡単な班実験（「カップケーキのカップの落下」と「ボールの跳ね返り」）と発表
 午後 関井宏氏（オムロン）の招待講演「センサー入門」
 デモンストレーション実験「電荷をスプーンですくう」「電界中での炎の傾き」他
 生徒実験「デジタルマルチメーターを使う」「電位分割器」他
- 第2日 午前 班別実験「さまざまな素子の電圧—電流特性」と発表
 （各班ごとに違う実験をして発表する）
 午後 巡回型の実験「さまざまなセンサーを使う」
 （いくつかの実験台に準備されたセンサーの実験を生徒が順々に回って行く）
 生徒交流会
- 第3日 午前 実験「センサーに関するプロジェクト」
 （イギリスでは個人プロジェクトだが今回は簡略された形で班ごとに行う）
 午後 午前の実験の班別発表とまとめ
 閉会

今回の公開授業について

公開授業の目的は、イギリスでの授業の流れと特徴についての検討を踏まえ、実際に日本の生徒・学生を対象に『アドバンスンク物理』の授業をするとどうなるかを確かめることであった。1年目のASコースの第2章「センシング」を取り上げたのは、同章の内容とアプローチが日本の高校教師にとって、非常に新しいものであるため、『アドバンスンク物理』の目的と方法を検討するには最適であると考えたからである。イギリスの授業計画ではこの章は4週間、20時間で行い、その内容には、(1) 社会と物理学の現場で使われているセンサーについて学習する、(2) 電流、電位差、電位分割、伝導性、抵抗など直流電気回路の学習を行う、という二つの柱があり、今回の公開授業でもその両方を押さえることとした。その他の留意点は以下のとおり。

- ① 生徒の活動の多様性、生徒へ提示する教材の多様性に留意する
- ② さまざまなタイプの実験と発表を組み合わせて行う
- ③ 教科書は読み物として与える
- ④ 教員による生徒の活動の評価を試みる
- ⑤ 生徒から見たこれらの授業や実験の組織の仕方についてのフィードバック評価をしてもらう
- ⑥ 高校・大学の教員と連携を行う
- ⑦ 実社会の現場と物理との関連に留意する

きのカードに使われているセンサー）やフォトトランジスタ、フォトダイオードなどの光センサー素子や熱電対やサーミスタ（温度に依存する抵抗）などの温度センサー素子、ひずみセンサーなどの特性やそれを組み込む直流回路の原理について、さまざまな実験と討論を通じて4週間にわたって学んで行く。

そして、とくに最後の4週間目には、生徒一人ひとりが、教師と相談しながら自分で考えたプロジェクトを行い、それについてレポートを書く。そのテーマは、センサーを組み込んだ感知システムを作るか、市販のセンサー機器の特性を追究して報告するか、センサーを利用して何らかの物理量の測定をするかである。ここでは、それまでに学んだ知識と実験のノウハウを利用して実験を計画し実行しその結果を評価し、レポートにまとめる能力すべてが試される。

その後、第3章「シグナリング」では、デジタル通信の話題が取り上げられ、4章、5章では身の回りの新素材などを例にしながら物質の性質とその探究方法が取り上げられている。そのあとに、波動、光や電子の量子的な振る舞い、そして力学が続く。（表1参照）

CD-ROMとウェブサイト

教科書以外の補助的な読み物、多種多様な問題、実験書、実習ソフト、生徒自身の復習

のためのチェックリスト、コース修了試験の膨大な説明資料など、教材のほとんどはCD-ROMに収められていて、生徒一人ひとりがそのCD-ROMを持って勉強する。

先に述べた第2章「センシング」ではたとえば、赤ちゃんの保育器のセンサーシステムについての問題などでは、ロンドンの科学博物館のカラーのパンフレット全体がそのままPDFファイルとして入れられていて、それを読んだ上で答える設問が用意されていたり、またジャーナリストによるフォーミュラカーの試乗体験記とそのときの各種モニターのデータのグラフをもとに設問に答える問題があったり、驚くほど多種多様な問題が、教室での実験・実習の内容と絶妙に組み合わせられていて、どれもが実生活の中で出会うセンサーの仕組みを理解したり、工場の中で使われているセンサーシステムが想像できるように組み込まれている。それでいて、直流回路の電位分割という考え方などについて、日本の教科書にもとづく高校物理の授業などよりはるかにはっきりと理解できるようになっている。また自分のレベルに合わせて発展的な学習が一人で行えるような手ごころな参考的な説明もCD-ROMの随所に含まれている。

さらに、イギリス物理学会のホームページにはこのコースを用いている生徒や教師のためのウェブサイトがあって、教材の最新版を得たり、互いに意見交換したりできるように

なっている。

しかし、研究会を進める中でわたしたちが学んだのは、こうした内容上あるいは技術上の新しさだけではなかった。わたしたちが学び直しているもののひとつは、実験と討論を重視するイギリスでの理科の授業のやり方そのものである。

生徒が科学をすることを 中心においた授業の面白さを 改めて出会う

わたしたちは教材の内容を検討していくにつれて、示唆されている授業プランが実によく生徒の活動を引き出すように組み立てられていることがわかる。一言で言えば、『アドバンシング物理』は生徒たちが「実際に物理をすること」を重視している。(しかもそれは『アドバンシング物理』によってはいじまったことではなく、イギリスの理科教育の特質のようである。)

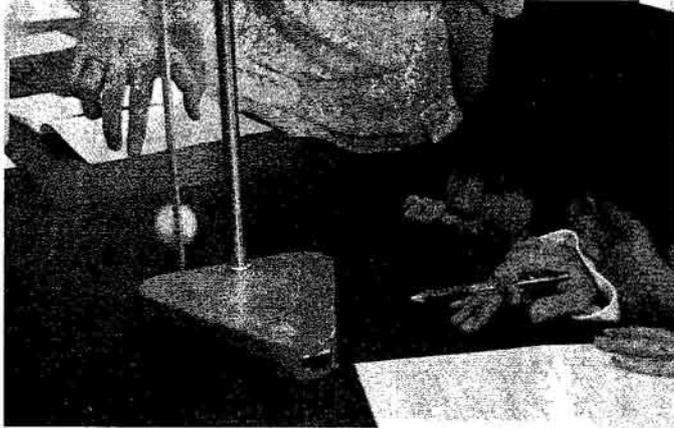
とくにわたしたちが注目して、意識的に学ぼうとしているのは、理科の授業の中での実験のあり方についての思想である。日本の理科の実験というと、40人ほどを相手に、実験の目的についてもやり方についても細部まで指示された作業マニュアルのようなプリントを用意し、そのプリントの指示どおりに全員に同じ実験をさせ、ほとんどの場合、方法や結果についての討論はない。その上、プリン

トには往々にして考察と称して実際上は時間の関係で生徒にとつて強引な結論を要求することになるような設問が置かれている。ここで生徒は実験においても自分で考えることをしない。むしろ、期待されていると生徒が思う結果と、実験結果が一致しないので、自分自身は実験がへただとか実験はきらいだと考えた。実験結果を、教科書どおりの結果に合わせるために改ざんしてしまう場合も少なくない。これでは、実験を通じて、まるで非科学的な振る舞いを教えるようなものである。

また、生徒実験と授業全体の流れとの関係も、生徒実験自身から何らかの結論や新たな仮説を引き出しその考察をもとに授業が進むのではなく、おうおうにして講義で教えてしまったことを、あとから、(それでいてまるでその実験で初めて問うかのようなプリントをもとに)実験させるなど、実験が授業の後追いになっていることが多く、到底、自然科学における実験の意義を理解することはできない。

ところが、イギリスでは、実験とその後の討論を通じて、新しい内容を学ぶという基本的なスタンスがある。また、個々の実験については、それぞれの実験の目的、授業展開の中での役割をはっきりとさせてその目的にあった実験の運営をしていく。たとえば、ある現象を見せて導入に用いる実験、授業の中で特定の論点をはっきりと示すための実験、器

第1日目午前——ボールの跳ね返りとカップケーキのカップの落下運動についての探究実験。



初日の午前中に、早速、「何をどこまでどうやって調べるか」を自分たちに任されるイギリス型の実験を楽しんだ。お互いに打ち解けるためのウォーミングアップとして、力学分野から比較的簡単な実験を2つ選んで、自由に探究したあと、各班とも、大きな方眼紙を1枚ずつ使い、自分たちの実験について発表をした。写真は、ボールを落す高さを変えて跳ね返る高さを観察している班。

第1日目午後——電流は電荷をもった粒子の流れであることを示す一連のデモンストレーション実験。



一つひとつの実験は簡単だが、生徒に十分に見せながら対話をしながら行なう。説明者は小川雅史先生（京都府立嵯峨野高校）。

具の取り扱いへの習熟が目的の実験（これは全員に同じことをやらせる）、実験室の机の上にセットしてある実験装置をつぎつぎに回って現象を見たり簡単に操作したらつぎに移る巡回型の実験、班ごとに別の実験をしてお互いの発表と教師との討論の中で学習する授業、実験の計画から実行と報告まで教員と討論しながら一人でやるコースワークなどがある。またどの実験書も、すべてを指示する作業マニュアルのようなものではなく、かならず生徒の自由な考察と工夫の余地を残すために、ほどよい設問と考え方のヒントが与えられている。おそらく長い経験に基づいているのだと思うが、そのヒントの与え方は絶妙である。こうした実験のあり方を意識的に試して習得したいというのが夏の公開授業での狙いの一つであった。

そして、こうした実習・実験で用いられているそれほどむずかしくない原理が、先に述べたように、現実例を取った読み物やさまざまな問題の中に顔を出し、わたしたち教師でさえ、物理はこんなふうに見える世界の中で生きているのだと実感させられるのである。

日本の高校物理教師の夢——
「科学の脱却」からの脱却

愛知・岐阜の「物理サークル」をはじめ、日本の高校物理の先生たちの個々の教材の工夫、とくにデモンストレーション実験の工夫

は、86年に上智大学で行われたICPE（国際物理教育委員会）主催の国際会議に、日本の高校教師が多く参加して以来、世界的に有名である。また、日本の物理教師のよいところは、全国に多くの活発な研究会があつて、それがつながりあい、こうした個々の実験の工夫を非常に速い速度で互いに学びあつて授業に取り入れていくことである。しかし、そうした長所にもかかわらず、わたしには、多くの場合、日本の物理の授業を通じて生徒が、実際に学んでしまっているのは、イギリスの場合に比べれば、いわば「科学もどき」であつて、科学ではないように思われる。

もとより、日本にもすぐれた教師が多くいて、わたしが知る範囲でも、おどろくほどすばらしい授業をしているベテランの先生がたくさんおられる。そうした先生方に習った卒業生がいかに物理が面白かったかという話をするのを聞いた経験がある。しかし、イギリスと日本の物理教育の決定的な違いは、そうした授業が、日本の物理授業そのものの特徴というより、その先生の時として超人的な努力の結果に留まつて、その先生が退職するとともに失われる点にある。

それはなぜなのか。現場の努力や経験と切り離された『学習指導要領』の内容の改訂、一字一句にいたる教科書検定、ページ数までそろえる教科書作り、1クラスあたり40名前後という生徒数、小中高を通じた理科の授業

時間の削減、ペーパーテストのみの大学入試、教師の多忙化、研修制度の貧困、こうした諸点を構造的に変革しなければ、日本の学校理科を、科学を学ぶほんとうのシステムに近づけることはできないと思われる。

わたしたちは、本当は、日本全体で、あるいはある地域単位で、基本となるカリキュラムの構想、具体的な教材、すなわちテキスト、読み物、問題、実験などの内容と配置の仕方、必要な実験装置、そして評価システムまでを含めて検討し、高校生が物理とはどんなものかを味わうことができるコースを作りたいと思つてゐる。そのためには、大学や企業の一線の物理研究者、物理学会や応用物理学会をはじめとする各学会の人たちとの協力が必要だろう。

「アドバンシング物理」は いかに創られたか

では、なぜイギリスでこのようなコースができたのだろうか。日本では、理科教育の画期的な変化がなぜ外国から来るのだろうか。

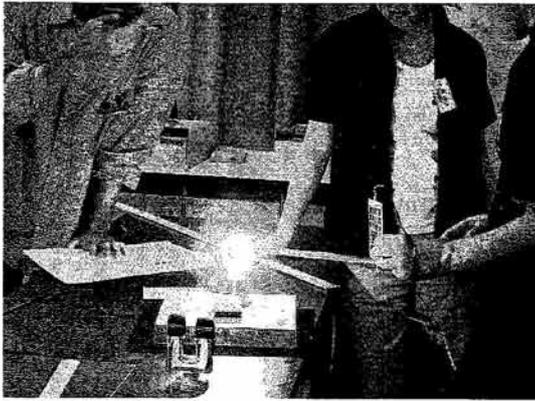
このコースは、イギリス物理学会自身が高校物理教員の力を組織しつつ、高校物理教育に責任をもつという積極的な姿勢を取り、大学や企業の研究者を組織して数年がかりで製作した。もともと、その問題意識は、イギリスでの「物理離れ」への危機感という点では、日本の理科教育関係者の危機感と通じている。

イギリス物理学会は自ら予算を組み、中心メンバーを各自の職場から週に2、3日借り受けるなどしながら、数年かけて、このコースをまとめあげたが、その後も、高校の教員を中心としたこのコースのためのメーリングリストを作つて、意見交換を促している。また、多くの教員研修を組織するなどしている。CD-ROMなどを検討していくと、このコースはすべての教材がよく配置されていて（よく試されていて）全体にまとまつていてということがわかる。そのためには膨大な時間と努力が投じられているに違いない。実は、今度の新指導要領で、日本も突然、高校物理は、力学からではなく電気から導入すべきであるというカリキュラムになったのだが、それは机上で立てられた案といえるようなもので、その教材や評価、生徒実験のあり方などが総合的に検討されているわけではない。

イギリスの試験評価制度と日本の 大学入試制度との根本的な違い

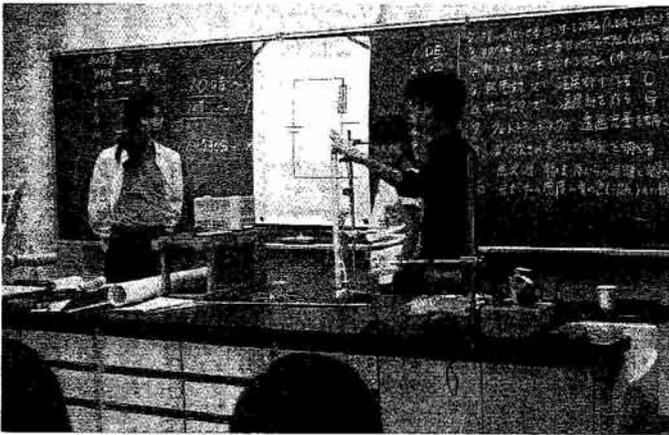
日本の高校物理の改革への大きな重しが現在の大学入試のあり方であることは共通認識になつてゐる。『アドバンシング物理』のような改革を日本で行うとしたら、すぐさまこの問題に直面することは間違いない。そしてここに日本とイギリスの理科教育に対する哲学の根本的な違いが端的に現れている。高校までの物理・理科の到達点として評価すべ

第2日目——さまざまな素子の電流電圧特性曲線の班別実験とさまざまなセンサーに親しむための巡回型の実験。



写真は太陽電池の性質を調べているところ。

第3日目——センサーについてのプロジェクトの発表。



最終日の午前中に、「暗いとLEDが光るセンサーシステムを作る」「温度計を作る」「急激な光量の変化をモニターする」など各班に与えられた課題を行うプロジェクトを実施した。そこでの生徒たちの熱中ぶりに驚かされた。また、各班に1人の教師がついて助言をしたが、それでも生徒たちにとって「自分たちで一つのことを成し遂げた」という満足度が非常に高かったのが印象的であった。

き・測るべき学力や技能は何かという観点から、試験を作りその科目の教育目標の達成の度合いを測ることは日本では、放棄され、大学入試の「客観性」を追及するという理由で、簡単に点数化できるマークシートに合う問題だけを出題している。そして個々の教師が実験やレポートの指導に力を入れて時間を費やせば費やすほど、生徒は、「あの先生の授業は受験向きではない」、「あの先生はほくたちのことを考えていない」と受け取ることになる。この状態はすでに何十年と続いている。

ところが、イギリスで大学進学の資料に直接使われるこの『アドバンスンク物理』コースの修了試験の評価には、先に述べたような1年間の授業の中で行ったコースワークという実験や調査のレポートの得点が30%ほども入れられる。それ以外に修了試験自体も、選択肢形式の問題のほかに、記述式の問題、それもわりあい短い問題から長い論文などを読んで答える非常にオープンエンドな問題などによって構成される。レポートの採点は各校の先生が行うのだが、評価を調整する委員会が組織されて、大変な労力を注ぎながらこのシステムを維持している。

この点は、理科教育で本当に何を教えたいのかという、いわば根本的な哲学の問題で真剣な議論に値する。日本で、各学校の先生が採点したレポートを入試の点に入れるなどというとすぐに「公正さ」についての懸念が出る。

されるだろう。しかしイギリスでは、事柄の優先順位が違うのである。イギリスの考えでは、実験をしてレポートを書くことも文献を調べることも物理学の営みの一部なのだから、そのような経験を高校でさせ、そのような技能が身についたらそれを正當に評価すべきであって、「客観化」しやすい技能、抽象化された問題（それも実は出題者と受験者の長年の暗黙の了解の上になつてパターン化されたある同一形式の問題になりがちである）について公式をすばやく選んで計算をしてみせるという一部の技能だけを切り取って評価するなどということをしてはならない。一言で言えば、高校の物理の授業で伸ばしたいことを、最終的にも評価する。もとよりイギリスでも日本でも、よきにつけ悪しきにつけ、試験と評価で何が問われるかがそのコースの（本音の）目的として生徒に伝わる。だからこそ評価にコースワークの点を入れないとふだんの物理教育が死んでしまうのである。

わたしたちの今後の活動について

わたしたちの研究会の活動の狙いはもともと『アドバンシング物理』の内容の検討だけではなかった。その研究とともに、複数の高校にまたがる高校と大学の連携の新しい形態を実践的に作っていきたいと考えていた。そしてそれはいま地道に進んでいる。

わたしたちは研究会発足にあたって、『アドバンシング物理』の教材や授業方法を、実際に高校・大学で取り入れることができる体制を作れることを計画したが、文部科学省の科学研究費のおかげでそれがいまま少しずつ実現しつつある。これは予算不足に悩む各高校の理科教員にとっては朗報である。すでに、『アドバンシング物理』のCD-ROMのネットワーク版を40人×2クラス分揃え、教科書（英語版）や、さまざまな推奨ソフトを買い揃えている。また公開授業で試されずみの実験器具の貸し出し体制を作り、各学校への貸し出しをはじめている。

また高校教師と大学の教員が、高校の理科教育の改善のために日常的に協力する体制ができてきている。そのためのメーリングリストもできていく。規制緩和と国立大学の独立法人化の動きの中で、現在全国で高校と大学の教育をつなげる「高大連携」の取り組みが、数年前には想像できなかった自由さで広がっている。大学の講義を高校生が受講して単位を認めてもらえる制度もさまざまなところで始まり、また大学の先生による地域の高校への出張講義も盛んに行われるようになった。わたしたちの高大連携の取り組みは、高校教師による高校の物理教育自体の変革の取り組みに大学が協力し、大学がそのセンターとして機能するという点でユニークなものになっている。この点で、わたしたちは京都教育

大学の村田隆紀氏と和歌山大学の宮永健史氏のご理解・援助、そして京都教育大学の若い研究者谷口和成氏の精力的な協力にとっても感謝している。また、『アドバンシング物理』を検討している先生方は全国におられるので、今後は、そうした方々と密接に協力しながら、検討をすすめていきたいと考えている。

公開授業から未来へ

さて、冒頭で述べたこの夏の公開授業であるが、実際に高校生や大学生を対象に、まったくた形で『アドバンシング物理』を真正面から教える取り組みはもちろん日本で初めてであったが、結局生徒の反応はこちらの予想以上に驚くほど良かった。面白いことに、準備段階で教員が楽しんだ実験は必ずといってよいほど生徒たちも喜ぶことがわかった。

またアンケートや感想によれば、教師側がかなりヒントを与えたと感じた実験やプロジェクトでも、生徒たちは、「ふだんの授業と違って自分たちで考え達成した」と受け取ることがわかった。それは生徒たちの誤解というより、わたしたちのふだんの実験が生徒たちにとって押し着せであるかの証左であろう。私の勤めている学校からは2年生が3人参加したが、そのうちの2人も、後日行われた新聞社の取材に答えて、「物理は苦手だったけど主体的な実験を通して興味を持った」



公開授業参加者・見学者全体写真。
生徒・学生の参加者は高校生 24 名、大
学生 8 名である。
女子が全体の 3 分の 2 ほどを占めた。

「結果を知らずに実験をするときさまざまな視点から考えることに気がついた」(産経新聞 02 年 9 月 13 日) などと話している。

また、研究会員の一人が所属する嵯峨野高校から参加したまだ物理を履修していない 2 人の 1 年生が、どちらも夏の公開授業の続きをぜひやりたいと言って、特別に『アドバンスング物理』から選んだ探求的な学習をすることにいったと聞いている。もちろん、すべての学校がそのようなことが可能な環境にあるわけではない。そして、先に述べたように指導要領による縛り、小中高の理科の授業時間の削減、1 クラスあたりの生徒人数の多さ、われわれ教員自身の教え方、ペーパーテストのみの大学入試などを大きく変えないかぎり、今回の公開授業のようなイギリス的な授業を日常の授業で行うことは困難である。

実は、公開授業最終日のまともに際して、京都府郡部の園部高校から単身参加した 3 年生の U 君が、「このような探究型の授業というのが私にはとても合っているようなのですが、今後このような授業を受けたいとしたらどうしたらよいのでしょうか」という質問をした。しかしその問いに、どこどこに行けばできると回答することは誰もできなかった。

しかし、それでも、そのうちに「いま皆さんが味わっているのが物理ですよ」と日本のどの学校の高校生にも自信を持って言えるようにしたいとわたしたちは思っている。日本

研究会会員

村田隆紀(代表・京都教育大学)、宮永健史(和歌山大学)、谷口和成(京都教育大学)、高橋哲郎(元龍谷大学教授)、萬處展正(京都府立久御山高校)、遠山秀史(京都府立柱高校)、小川雅史(京都府立嵯峨野高校)、岩間徹(平安女学院中高)、柏木久弥(立命館中高)、北野功治(同志社女子中高)、栗木久(立命館中高)、高田雅之(元京都女子高校)、中野真紀子(京都教育大学院生)、名古屋美男(ノートルダム女学院中高)、成田英二郎(同志社高校)、林田広美(立命館宇治高校)、山崎敏昭(同志社高校)、笠潤平(京都女子中高)。

笠 潤平(りゅう・じゅんぺい)

1959 年東京都生まれ。京都女子中学校高等学校理科教諭。共訳書に、「トス先生の物理教室 統計物理」「同 原子物理」「同 原子核」(丸善)がある。

の理科教育関係者でも多くの人が、『アドバンスング物理』に学ぶべきことは多いと考えている。理科教育をめぐる論議の中で、ICU 高校の滝川洋二氏をはじめとして、このコースはたびたび引き合いに出される。

文部科学省の発表する指導要領をまつのではなく、また教科書検定によって教科書の個性をきびしく制限されるような状態に甘んじるのではなく、危機に瀕した理科教育を、大学や企業の自然科学関係者との協力によって、自らの手で実際に変えていくような試みが必要ではないかという気運がかつてなく高まっている。わたしたちの仕事も、大きな意味ではそのような流れの中にあると自覚している。

(本研究会のホームページ <http://adpny.jp/infoseek.co.jp/>)

初等・中等教育における 理科・技術教育の課題

左巻健男 京都工芸繊維大学 教授（理科教育）
有川 誠 福岡教育大学 助教授（技術教育）

はじめに

新学習指導要領の実施が間近に迫っている。小学校・中学校では2002年から、高等学校では2003年から新しい教育課程が完全実施され、現在は小学校・中学校では、その移行措置がなされている段階である。

ここでは、その新しい教育課程の教育内容を規定する新学習指導要領に従って論じていきたい。

1. 理科・技術教育の状況

—理科・技術教育の科目と授業時間数

初等・中等教育において、理科教育と技術教育はどのような教科、科目、教科書になるかを示しておこう。

まず理科教育についてである。小学校3年以上高等学校までに「理科」が置かれている。教科書は、小学校では各学年に「理科」の教科書があり、3年は1冊、4～6年は上下2巻である。中学校では、「理科1分野」（物理・化学領域）と「理科2分野」（生物・地学領域）が各上下2巻である。高等学校では、理科基礎、理科総合A、理科総合B（以上の3科目は各2単位）、物理Ⅰ、物理Ⅱ、化学Ⅰ、化学Ⅱ、生物Ⅰ、生物Ⅱ、地学Ⅰ、地学Ⅱ（以上の8科目は各3単位）の科目があり、教科書も各科目1巻構成である。

高等学校卒業に最低必要な単位は、少し複雑で

ある。理科総合A、理科総合B、理科基礎が準必修科目として、うち一科目は必ず選択しなければならない。それともう一つ残りの10科目から1科目を選択する。つまり、理科総合A、理科総合B、理科基礎のうち1科目を含んだ2科目が必要単位である。例えば、理科総合Aと理科総合Bなら計4単位で、この条件を満足する。

技術教育は、小学校では「図画工作」科の「工作」に技術教育的要素が含まれているが、実質は美術的内容が多く、技術教育はないに等しい。中学校では、普通教育として「技術・家庭」科の「技術」分野が置かれている。教科書は、これまで「技術・家庭」科として上下2巻であったが、新課程では、「技術」「家庭」と別個に各1冊となる。高等学校では、普通科においては技術教育の教科・科目はない。工業・農業高校や、総合学科を持つ高校では、職業専門教科・科目としての技術教育が行われている。

学校における理科の単位数（授業時間数）は、小中学校は1958年（高校は1960年）告示の学習指導要領でピークを示す。当時、国際的にも1957年のソ連のスプートニク打ち上げ成功があり、科学技術教育の振興の声が大きくなっていった。科学技術教育の振興の声を目標とする科学技術振興方策”を答申（1955年）、中央教育審議会が“科学技術教育の振興方策について”を答申（1957年）するなど、文部省（現・文部科学省）は科学技術教育に力を入れた。しかし、その後、理科の教育課程

初等・中等教育における理科・技術教育の課題

は文部省の“ゆとりと精選”の方針のなか縮小をたどる。現行の学習指導要領によって、小学校では生活科の導入に伴って1, 2年の理科がなくなり、高校では卒業必要単位が4単位になり、理科を学ぶ子どもの数が減少した。高校では、特に物理選択者が激減していった(表1, 2参照)。

一方、小学校から高等学校までの普通教育に唯一存在する中学校「技術・家庭」科の技術分野(以下、「技術科」と表記する)は、更に複雑な変遷をたどっている。技術科は1958年に、前述のような科学技術教育振興のまさに象徴として誕生した教科である。ただ、当初は旧「職業・家庭」

表1 小学校・中学校の理科時間数の変遷/その年に公示された文部省学習指導要領の理科時間数
(*全面実施は2002年から)

		1947年	1958年	1969年	1977年	現行(1989年)	次期(1998年*)	
小学校	1年	70	68	68	68	—	—	
	2年	70	70	70	70	—	—	
	3年	70	105	105	105	105	70	
	4年	105	105	105	105	105	90	
	5年	105~140	140	140	105	105	95	
	6年	105~140	140	140	105	105	95	
		1947年	1951年	1958年	1969年	1977年	現行(1989年)	次期(1998年*)
中学校	第1学年	140	105~175	140	140	105	105	105
	第2学年	140	140~175	140	140	105	105	105
	第3学年	140	140~175	140	140	140	105~140	80

表2 高等学校理科の科目・単位数(授業時間数)

公示年	科目・単位数 ()内は時間数	備考
1951年	物理, 化学, 生物, 地学各5 (175) から1科目必修(卒業に必要な最低単位は5)	
1956年	物理, 化学, 生物, 地学各3 (105) または5 (175) から2科目必修(最低単位は6)	スプートニクショック
1960年	(物理A3 (105), 物理B5 (175)), (化学A3 (105), 化学B5 (175)), 生物4 (140), 地学2 (7) から12単位必修(普通課程)	理科教育のピークの時代 高校進学率が90%超へ急上昇
1970年	基礎理科6 (210), 物理I, 物理II, 化学I, 化学II, 生物I, 生物II, 地学I, 地学II (I, IIとも3 (105)) から基礎理科1科目またはIを2科目必修(最低単位は6)	この時代に共通一次試験開始
1978年	理科I4 (140), 理科II2 (70), 物理, 化学, 生物, 地学各4 (140)のうち理科I必修	
1987年	共通一次の理科が1科目に(最低単位は4)	理科I以外の履修者減少始まる
1989年(現行)	総合理科4 (140), 物理IA, 物理IB, 物理II, 化学IA, 化学IB, 化学II, 生物IA, 生物IB, 生物II, 地学IA, 地学IB, 地学II (IAは2 (70), IBは4 (140), IIは2 (70))のうち社会科が地歴・公民になり拡大, 総合理科, 各IA, IBから2区分にわたって2科目必修(最低単位は4)	家庭科男女必修 “理科離れ”が顕著に
次期	理科基礎, 理科総合A, 理科総合B (各2 (70)), 物理I, 物理II, 化学I, 化学II, 生物I, 生物II, 地学I, 地学II (各3 (105))のうち, 理科基礎, 理科総合A, 理科総合Bから少なくとも1科目を選択し, 更にそれら3科目の残りIの中から1科目選択の2科目必修(最低単位は4)	1999年公示. 全面実施は2003年

科の組織を引き継いだこともあり、男子だけ履修する形態であった（女子は家庭科を履修）。この状況がほぼ解消されたのは、1989年以降である。それでも、中学校各学年に週3時間割り当てられ、ものづくりを中心としたゆとりある授業実践が行われていた。しかし1977年以降、週当たりの時数が削減されるとともに、男女共修化が進んだこともあって、現行の教育課程では各学年週1時間となっている。前述のように、技術科は中学校にしか存在しないので、その授業時数は小学校から高校までの（最大でも）2%に満たない。新課程では更に時数が削減され、中3は家庭科と合わせて週1時間と激減する。（表3参照）

2. 理科・技術教育の教育課程の問題

2.1 科学を使う仕事はしたくない

理科教育に関する国際調査の一環として、1999年2月に全国の国公私立中2年生約5千人を対象に、アンケート及び試験を実施した。それによると、理科の好き嫌いでは「嫌い」「大嫌い」が46%で前回より2ポイント上昇した。また、「退屈」と思う生徒が3ポイント増の36%にアップした。「生活の中で大切」とした生徒は39%で、前回より9ポイント減少。将来、「科学を使う仕事がしたい」と言う生徒は19%（1ポイント減）で

あった。

試験結果では一位のシンガポールに続いて、韓国と並ぶ高得点を上げているが、情意面では、多くの生徒が「理科はつまらない」「理科は役に立たない」「科学を使う仕事はしたくない」と考えている状況が浮かび上がった。ここで、問題になるのは、情意面における悲惨な状況である。

2.2 新教育課程の理科・技術教育の問題点

そのような状況の中で、“厳選”と“総合的学習の時間の導入”を目玉とする次期教育課程が作られた。理科・技術の授業時間数は先進諸国に見られないような減少傾向である。

例えば、小学校の理科では、前回教育課程を100とすると現行教育課程は75.3、新教育課程は62.7となる。

中学校理科では、「イオン」「仕事」「遺伝」等重要概念を削除している。現行学習指導要領から「学力テストのできが悪いから」「高度な内容だから」ということで、削除という“厳選”を行っている。自然を豊かにとらえるという観点から基礎・基本が選択されていないので、多くの子どもにとって学校で学ぶ理科は、定期試験や入学試験のためであり、学校の中に閉じられたものにしかならない。校門から出れば不要な知識になり、その知識が生活に役立つという実感はなくなるのだら

表3 中学校「技術・家庭」科の時間数

()内は週当たりの時間数

	1947年	1951年	1958年	1969年	1977年*1	1989年(現行)*2	1998年(次期)*3
1年	—	—	105 (3)	105 (3)	70 (2)	70 (2)	70 (2)
2年	—	—	105 (3)	105 (3)	70 (2)	70 (2)	70 (2)
3年	—	—	105 (3)	105 (3)	105 (3)	70 (2)～105 (3)	35 (1)

*1: 1977年以降は、家庭分野の一部「男女共修」が導入されたため、多くの学校では、1年もしくは2年の履修時数が35(1)と大幅に減った。

*2: 1989年以降は、技術分野・家庭分野ともほぼ男女共修となり、3年生は下限時間「70(2)」とした学校が多かったため、実態では各学年とも「35(1)」(1969年と比較すると1/3)の学校がほとんどであった。

*3: 1989年(次期: 2002年度より実施)以降、家庭分野と時間を均等に分け、1. 2年「35(1)」, 3年「17.5(0.5)」とする学校がほとんどであると予測される。

初等・中等教育における理科・技術教育の課題

う。そうすると、入学試験までは何とか保持される知識も、時と共に急速に剥げ落ちていく。知的レベルの低下と情意面における科学離れが更に進むであろう。

高等学校の理科総合A、理科総合B、理科基礎といった準必修科目にしても、そのどれを選択してもそれぞれ一つだけでは細切れの内容であり、自然をトータルにとらえ得るかといえ、残念ながらそうっていない。理科総合A、理科総合Bを合わせて選択して、やっとこれまでの中学校理科の内容に毛が生えたレベルである。

文部科学省『教育白書』は、教育内容の3割削減で学力低下の危機に対して、その心配はないと反論した。曰く「ゆとりをもって繰り返し学ぶことで基礎・基本の確実な定着を図る」し、「高校卒業レベルの教育内容の水準はこれまで通り」だから学力低下はないと言うのだ。しかし、現在の中学校までの内容は高1でようやく学習することになる。残りの2年間でこれまでの高校3年間の理科を学習することになるが、現実にはそのような教育課程が置けるのは一部の進学校だけであり、そこでは超過密な教育課程にならざるを得ないだろう。「ゆとり教育」の進行、その問題点を増幅する杜撰な内容の学習指導要領の下で、理科教育はじわじわと危機が深まるであろう。

中学校の技術科は、先に述べた「大幅な時数削減」だけでなく2つの大きな問題を抱えている。その1つは、この教科が正式には「技術・家庭」科であり、単一教科として家庭科との不整合な関係を強いられてきたことである。家庭科は小学校にも高校にも存在する。中学校だけが「技術・家庭」科なのであるが、これは家庭科から見れば「異常」な状態であり、学習指導要領改訂の度に家庭科寄りの改訂が行われてきた。すなわち、技術教育の「技術」は、本来の「生産技術」から「生活技術」、更に「家庭経営的技術・技能」へと、

いつの間にかすり替えられたのである。

2つ目は、1989年の学習指導要領以降、十分な論議を経ないまま唐突に「情報」教育が導入されたことである。今日の生産場面では、多くの場合、機械・装置等の制御をコンピューターを中心とした情報技術が担っている。この点で、情報技術教育は技術教育の一内容として重要である。ところが、技術科に導入された「情報」教育は、コンピューターの操作、応用ソフトの使い方、ネットワークの活用といった「情報リテラシー」が主な内容とされた。更に、新学習指導要領では、「情報モラル」が必修内容とされるなど、どう考えても技術教育とは言えない内容が主体となっている（新課程では、技術分野の内容が「技術とものづくり」と「情報とコンピューター」に2分され、ものづくりに関する内容が更に圧迫される）。

3. 理科・技術教育の教育課程の課題

3.1 理科教育は変わらなくてはならない

これまでの理科が難しくて分かり難くなっていたのは、程度の高いことを教えてきたからではない。雑多な知識をばらばらに（細切れに）教えてきたからである。

小学校から高校までの教育課程をもっとシステムチックに組み直して、小学校・中学校では本当に厳しく自然の基本的な事実や自然科学の概念や法則（非常に適用性の高いもの）をセレクトし、具体的な事物を探究しながら、それらを確実に身に付けさせることをねらうべきだ（これは単なる「厳選」とは異なる）。基本的事実や概念や法則は、それほどたくさんあるわけでもない。科学は、体系的に学べば、どの子どもにもやさしく楽しく学んでいけることが私たちの研究・実践によって確かめられている。程度の高いことを“高度になりがち”とって削除するのではなく、子どもたち

の自然への興味と関心を引き起こし、自然を探究していくのに欠かせない“基本的で役立つ知識”を丁寧に選び出すべきなのだ。そして、その知識を子どもたちが活用し、自然を科学的にしかも豊かにとらえていくようになる教育方法を取るべきであろう。

3.2 普通教育としての技術教育を明確に位置づけなければならない

先に述べたように、家庭科も「情報」教育も、技術教育とは一線を画すべきものである。このままでは、技術科が何を狙っているのか極めて分かり難いので、まず教科の再編を含めた整理が必要である。この上で、普通教育としての技術教育を担う「技術科」に求められることは、小学校から高校までの教育課程への系統的な位置づけである。突飛に思えるかも知れないが、これは決して過大な要求ではない。海外に目を向ければ、例えばイギリスは、義務教育段階に10年に亘って教科「技術」を置いている。先進国と呼ばれる国は、いずれも普通教育としての技術教育を充実させる方向に進んでおり、この点で日本は例外的な存在である。

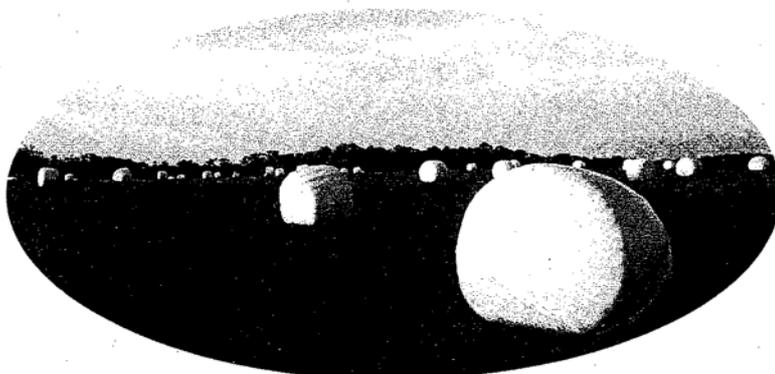
技術科では、ものづくり(=生産技術)を中心とした系統的なカリキュラムづくりが必要であ

る。小学校では、多様な工具・工作機械・材料を用いた豊かな製作活動の体験(すなわち「術」の獲得)が重要になろう。学年が進み中等教育ともなれば、ものづくりに関わる諸要素(工具・機械・機器・システム等)を理論的に探究する活動(すなわち「学」)に中心を移すべきであろう。ここでは、当然、理科教育等との関連が重視されなければならない。更に学年が進めば、技術の「社会的要素」も内容に加え、技術に対する見方・考え方(すなわち「観」)を確立させることが中心的な課題となろう。このような系統性のある一貫した教育課程を構築することにより、普通教育としての技術教育は本来の価値(意義)を発揮できるはずである。

新しい教育課程では、“厳選”と“総合的学習の時間の導入”の旗印の下に、理科・技術教育が大胆に矮小化されようとしている。まさに危機的状況である。このままでは、21世紀以降の日本が「先進国」であり続けられる保証はどこにもない。

参考文献

- 1) 左巻健男編著、「理数力」崩壊，日本実業出版社，2001. 7
- 2) 左巻健男・苅谷剛彦編著，理科・数学教育の危機と再生，岩波書店，2001. 7



現場教師たちがつくる 検定外教科書の中身 中学校理科教育を再構築する

「新学習指導要領にのっとって行われた教科書検定から生まれた教科書では、まともな理科教育などできない」。そうした危機感を持つ理科教師らが全国から二百人余り集まった。ネット上での議論を中心に独自の教科書づくりを行い、二〇〇三年四月からの利用をめざす。この活動を取りまとめる左巻健男代表がその中身を明かした。

左巻健男

京都工芸繊維大学アドミッションセンター教授

私は、現在、AO入試や高校大学連携の研究をしているが、長年、中学生や高校生に教えながら理科教育を研究してきた人間である。そして、検定中学校理科教科書、検定高校理科教科書を執筆してきた。私が今までの検定教科書の執筆で心がけたのは、「学習指導要領の欠点を是正する」ということだった。検定教科書をよくすることは、わが国の理科教育をよくすることに即つながると考えていた。

しかし、今回の理科の学習指導要領は、あまりにも質的にひどいものだった。さらに輪をかけて教科書検定がひどかつ

た。学習指導要領がもつ問題を検定教科書で何とか克服しようとする私のような教科書執筆者の努力も、「最低基準」とされる新学習指導要領にある内容のみに制限する、という厳しい教科書検定が行われたことで、水泡に帰したのである。理科教育の研究者として私は、こうした事態を座視してはならないと、荻谷剛彦氏と『理科・数学教育の危機と再生』（岩波書店）を編集したり、有志と『理数力』崩壊——日本人の学力はどこまで落ちるのか』（日本実業出版社）を執筆したりした。特に『理数力』崩壊』では、学習指導要領に徹底



的な批判を加えたつもりである。しかし、単行本や雑誌の論説で学習指導要領を批判しても、どうも何かが足りないという感じがぬぐえなかった。やるべきは、もっと具体的でわかりやすく、やっただけの結果が得られ、世のためになることではないか。こうした思いがバックにあつて、私は、検定外中学校理科教科書づくりをはじめよう、新学習指導要領が実施されれば現場で使い物になる教科書が強く求められるに違いない、と思うようになったのだ。「検定外」とは、「教科書検定を受けない」ということである。これこそ究極の具体的対案ではないか。

教師自身がつくる運動を起こそう、検定外教科書をつくるためには、これまでわが国で積み重ねられてきたさまざまな実践的な成果も大いに取り入れて、自分たちで自分たちの学習指導要領をつくりながら教科書をつくってみよう、この活動はきつと、学習指導要領や教科書検定を見直すきっかけに、そして、検定教科書の内容を改善するきっかけになるだろう。そう願いながら、検定教科書以外の「もう一つの教科書づくり」へと踏み出していったのである。

中一で原子・分子の学習を行う

科学書出版社の文一総合出版が発行を引き受けてくれた。私は有志と連絡をとりながら、呼びかけ文書を作成した。中学校理科の検定外教科書をつくらうという呼びかけ文書を理

科教員の関係する各種メーリングリスト(ML)に投稿した。今年の一月のことである。

中学校理科は一分野(物理・化学分野)と二分野(生物・地学分野)に大きく分かれている。まず、つくらうとしたのは一分野の「本質的な内容をわかりやすく正確に教えていく教科書」で、教科書のコンセプトは、①シンプル(基本的にモノクロ)だが内容は充実、②読めば科学を正確に理解できる、③検定教科書の代わりに主教材として使える、というものである。

呼びかけの反響は大きかった。中学校教諭を中心に、高等学校や大学の教員も呼びかけに応じてきた。理科教材会社の人やマスコミの人、会社の技術関係の人もいた。

現在、二百人余りの参加者がいる。うち、中学校で教えている人が約六割である。いくつかの編集・執筆のためのMLを組んでスタートした。それぞれ役割分担した七つのMLで、合計すると毎日数十通のメールが飛び交いながら、検定外教科書の執筆や原稿の検討が行われている。編集代表者の私は、MLで、まず全体的な章構成案を提案した。

当初、中学一年では力の学習をやらずに、二年以降に配置しようと考えていた。それは力学の学習をばらばらに行うよりはまとめて行ったほうが有効だとする考えからである。しかし一方では、力学のうち非常に入門的な内容は中学一年から扱い、スパイラルリビート(基礎・基本は発展させながら

くり返し学ばせるといふ学習原理)の考え方で発展させたほうがよい、という考え方から、中学一年から力の学習を行うべきだという意見も多く出された。

「力学を何のために教えるのか」という根本的な問題を含め、MLで力学教育内容の編成が討論された。結局、スパイラルリピートの考え方と、迷ったら現行の学習指導要領の配列に近い案を選択しておいたほうがベターということから、中学一年で力の学習(「物体と力」)を行うことになった。

今回の検定教科書で、現行の学習指導要領と大きく異なる内容の一つは、原子・分子の学習を中学一年の教育内容にしっかりと位置づけようとした点である。原子・分子といったミクロな物質観への入門を配置しておくことで、以後の「溶

解と水溶液」や「状態変化と気体」などの章での教育内容に厚みをもたせることができる。

ただし、ミクロな視点からの物質観や自然認識が重要だからといって、中学校理科で、徹頭徹尾、原子・分子で考えることを強要するような教え方は避けたい。必要なときに、適切な範囲で原子・分子のミクロな概念による説明に踏み込むというバランス感覚が大切であると考えている。

このような議論を経て、中学一年の一分野の章構成は表1のようになった。こうした章構成も、大筋はこのままだが、各章の内容構成は、一次原稿を書く中で手直しされている。このような章構成案が二分野の各学年でもMLに出されては、議論の上、改訂されていった。こうして、学年別三巻、A5

表1

【中学1年】

はじめに なぜ科学を学ぶのか?

(1) 光と色の世界

- ・物が見えるのはどうしてか? (物体から目に光が入る)
- ・光はどのように進むのか? (直進、反射、乱反射、屈折)
- ・針穴や凸レンズでどんな像ができるか?
- ・色が見えるのはどうしてか? (電磁波、可視光線も)
- ・光のエネルギー (エネルギーの簡単な解説も)

(2) 音の世界

- ・音はどう伝わるか?
- ・音をどう波で表すか? (振動、振幅、振動数)
- *コラム (光と音の速さ、超音波、レーザー光線)

(3) 物質と原子の世界

- ・物質はすべて原子からできているか? (周期表)
- ・原子はどんな粒子か? (大きさ、重さ)
- ・原子は不生不滅 (質量保存)
- ・金属原子と金属の特徴
- ・塩のなかまとさとうのなかまはどちらがうか? (水責め、火責め、無機物と有機物)
- ・いろいろな分子

(4) 力入門「物体と力」

- ・物が力を受けるとは (科学で言う「力」)
- ・そ性と弾性、固体の変形と力
- ・力の表し方
- ・重力
- ・作用、反作用

(5) 溶解と水溶液

- ・物質が水に溶けたらどうなっているか? (溶解、水溶液、溶解度)
- ・物質を分ける方法1 (ろ過、再結晶)
- ・酸とアルカリの水溶液

(6) 状態変化と気体

- ・物質を熱したり冷やしたりするとどうなるか? (融点・沸点)
- ・物質を分ける方法2 (蒸留)
- ・熱と温度 (分子運動と温度。軽く圧力)
- ・常温で気体の物質

判で各巻三百ページ程度の教科書ができあがる予定である。

基本的にMLで教科書づくりを進めているが、ときには編集会議を開くこともある。第一回会議は京都で、第二回、第三回は東京で、それぞれ三十人程度が集まった。活動の進め方(第一回)、つくろうとしている教科書の基本的性格(第二回)、中学一年の原稿審議(第三回)をテーマに行った。七月十四日の第三回編集会議では、最初に発行予定の中学一年の巻のすべての原稿を一日がかりで検討した。MLだけでなく、オフラインでも顔を合わせて議論する場を設けているのである。

先にも述べたように表1の「(3) 物質と原子の世界」は、検定教科書にはない部分であり、ミクロな世界へ中学生を誘う章である。そのため、まず、私が第〇次の原稿を試算としてMLで配信した。この第〇次原稿をもとに、MLで意見が戦わされることになった。この原稿は、現在、「物質と原子・分子」というテーマで一次原稿になっている。

科学的文化の中から選り抜かれた基礎・基本

検定外教科書をつくりながら思うことは、これまで学習指導要領準拠の検定教科書をあてがわれることに慣れた現場の教員や教員養成学部の理科教育プロパーたちは、教育内容論そのものへの研究意識が低く、この分野に非常に弱いということである。そのようなことから、今回の私たちの活動にお

いては、どうしても教育内容論から考えざるを得なかった。

今回の検定外教科書では、中学一年で原子の考えや、花の咲かない植物を扱ったり、中学二年で扱う電流で電子の単元を導入したり、無セキツイ動物を扱ったり、日本の天気の特徴を扱ったり、中学三年できちんとした力学の法則を扱ったり、原子構造とイオンを扱ったりしている。生物分野ではないとも背後に進化の事実を置いて展開している。

こうした、現在の学習指導要領から「難しい」「高度である」とされ、高等学校へ送られた内容を、なぜ私たちの検定外教科書では入れるのかといえば、それらは中学校理科で教えるければならない、人類の達成した科学的文化の中で最良のものから真の基礎・基本として選り抜かれたものであると考えるからだ。

とりわけ重視すべきは、原子論、エネルギー論、進化の事実である。例えば、原子論の基礎にはマクロ物体の基本的属性たる質量や体積認識が重要になる。原子論の「原子」「分子」などは、自然をとらえるときのミクロなレベルの「結節点」である。生物にとどまらず、全自然が進化の所産であり、その過程にあることから、進化の事実も重要である。

これらにかかわって、物についての基礎概念、自然の構造・法則性・歴史性に根ざした原子論・エネルギー論・進化の事実に連なる基本的事実・概念・法則群を厳選し、体系化する、つまり、最小限に圧縮された堅固で適用性の高い理論体系をつくつ

たものこそ学校での教育内容にすべきものである。これらは、これまでの科学者たちの科学的な自然探究の中でさまざまに試練を受け続けてなおその真理性が確認されているものである。つまり、すぐに陳腐化するような知識ではないのである。

検定外教科書には、これらの知をそうした形で盛り込みたかった。それでもできるだけリアリティーをもった知識として。どうも、これまでの理科の知識は、理科の授業内や試験でしか使われないまま、学習主体である子どもたちの生き方と結びつくことなく、試験が終わると忘れてもよい知識に成り下がっていたのではないだろうか。これまでの理科が難しく、わかりにくくなっていったのは、程度の高いことを教えてきたからではない。雑多な知識をばらばらに（細切れに）教えて

きたからである。これを改めるためには、教育課程をもっとシステムチックに組み直して、中学校では自然の基本的な事実や自然科学の概念や法則（非常に適用性の高いもの）を厳しくセレクトし、具体的な事物を探究しながら、それらを確実に身につけさせることである。基本的事実や概念や法則は、それほどたくさんあるわけでもない。

科学は、体系的に学べば、どの子どもにも易しく楽しく学んでいけることが、これまでのわが国の研究・実践によって確かめられている。程度の高いことを「高度になりがち」といつて削除するのではなく、子どもたちの自然への興味と関心呼び起こし、自然を探究していくのに欠かせない「基本的で役立つ知識」を丁寧に選ぶべきなのである。

私たちの活動の具体的なスケジュールを言えば、九月末にはほとんどすべての最終原稿が集まり、図・写真を入れ、来年一月から三月の間に学年別三巻が発行される予定だ。

MLでは、「当初のねらいのように発行されたら検定教科書に代わって現場で使われるようになるだろうか」ということも激しく議論された。一方は税金でまかなわれ無料で配布される教科書である。それに対し、検定外教科書はどうしてもある程度の価格をつけざるを得ない。中学校現場では副教材として理科資料集や問題集を

表2

【中学2年】

(7) 電流回路

- ・どんな物質も電気を帯びるのだろうか？
- ・静電気と電池の電気は同じだろうか違うだろうか？
- ・電子とはどんな粒子だろうか？
- ・電流と回路（導入は「電気で遊ぼう」）
- ・電圧と電流の関係（オームの法則）

(8) 電流のはたらき

- ・電力（ワット）、ジュールの法則、熱量
- ・磁石と磁界、電流のつくる磁界、電磁石
- ・磁界が電流におよぼす力、モーター
- ・発電機

*コラム（直流と交流、電磁波）

(9) 化学変化と原子・分子

- ・物質を加熱するといつでも状態変化をするか？（分解）
- ・状態変化と化学変化
- ・物質を記号で表す（化学式）
- ・2つの物質から新しい物質をつくるにはどうしたらいいか？（化合、化合物と単体）
- ・質量保存の法則
- ・化学反応式
- ・炭素の酸化と燃焼
- ・水素の酸化と燃焼
- ・有機物の酸化と燃焼
- ・金属の酸化と燃焼
- ・化学変化のエネルギーの利用

生徒に買わせている。その副教材の形でしか現場では使ってもらえないだろう。それなら一冊千円を切るくらいの定価にしなければ、というのが実際のところである。しかし、一冊三百ページの本をそのような価格で出すのは難しい。せいぜい千数百円程度にできるくらいであろう。それでも内容を検討して「生徒たちに副教材で買ってもらう」という教員がいることを期待している。そして、検定教科書を補充するときの教材や、「発展」的に教えるとき、あるいは選択教科の教材として、使われることを期待しよう。また、市販されたこの検定外教科書を読んで、「うちの学校で使って」という声を学校に向けて発してくれる保護者の存在にも期待したい。識見をもった教育委員会なら地域の学校に推薦してくれるかも

表3

【中学3年】

(10) 力と運動

- ・速さ
- ・慣性の法則
- ・二力の合力、平行四辺形の法則
- ・力と速さが変わる運動
- ・重力による運動

(11) エネルギーの転化と保存

- ・(力学的) 仕事と仕事の原理
- ・物体の位置エネルギーと運動エネルギー
- ・化学変化と電気エネルギー (電気分解、燃料電池)
- ・エネルギーの転化と保存

(12) 原子の構造とイオン

- ・原子の構造はどうなっているか?
- ・イオンとはどんな粒子か?
- ・イオン性化合物

(13) 物質資源とエネルギー資源

- ・物質資源
- ・還元と冶金
- ・エネルギー資源
- ・いろいろなエネルギー源

(14) 科学・技術と社会

- ・ビッグバンから地球・人間
- ・大気と地球温暖化
- ・科学・技術と人間生活・地球環境

しれない。

「検定教科書と検定外教科書を一緒に使って、それぞれのよいところ(検定教科書はオールカラーで写真資料などがすばらしい)を補い合うように使ってもらえないか」「一般の人たちに『大人の科学的教養』の最低基準の本として、やり直し用教科書として読んでもらえないか」などさまざまな期待をこめてはいるが、結局はよい内容のものをつくることに尽きるだろう。

文部科学省は検定基準をゆるめ、学習指導要領を超える「発展」的な内容を全体の約一割程度認めるという方針を出した。しかし、いくら部分的に「発展」を入れて繕っても、あまりにもばらばらに切断された体をつなぎ合わせることは不可能であろう。現行の学習指導要領の廃止を見すえながら、学習指導要領を根本的に作り直す方向へともっていかねければならない。学習指導要領の本体を、まさに科学的に小学校から高校までを見通しながら根本的に組み直すことが必要なのである。

検定外教科書づくりの活動を通して、私も世話人の一人である「理科カリキュラムを考える会」(代表・滝川洋二氏)とも連携して、現場からの、地域からの「顔の見えるカリキュラム」づくりを推進できる主体を育てていきたいと考える。根本から理科の教育課程を再構築しないと、わが国に未来はなかるうと思うからだ。⑤

INTERVIEW

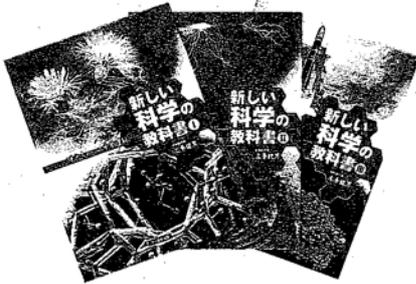
京都工芸繊維大学教授 [左巻健男先生] に聞く

子どもたちに科学のおもしろさを伝えるために

良質の知識と学習方法の 両立を目指して

昨年の日本の研究者によるノーベル物理学賞、ノーベル化学賞のダブル受賞は、私たちが元気づける明るいニュースでしたが、一方で新学習指導要領の下での理数教育について、それを危ぶむ声が特に現場でそれに携わっている人たちの間から多く上がってきています。そんな中で、これを前向きに打開する試みの一つとして出版された『現代人のための中学理科 新しい科学の教科書Ⅰ～Ⅲ』（文一総合出版）が話題を呼んでいます。

今月は、この本の執筆代表となつている京都工芸繊維大学教授、左巻健男先生にお話を伺いました。



新指導要領と検定のダブルパンチで…

今年の2月から4月にかけて、出版された検定外教科書『新しい科学の教科書Ⅰ～Ⅲ』は、一般の人にもよく売れていると聞きます。なぜ今、こうしたものを作ろうと思われたのでしょうか。

左巻先生 私はある大手の出版社から出ている検定教科書の執筆もしています。教科書を書く時には学習指導要領を読み込みながら書くわけですが、書きながら今回の指導要領の内容はひどいと思っていました。もちろん「学習指導要領の」ここをこう読み取って、ここまでやったほうが子どもたちにはわかりやすいんじゃないの、子どもたちがおもしろがるんじゃないの」と考えて書いていくわけですが、検定ではそういうところがバサバサ切られました。まあ、切ってしまった、子どもたちにわかりやすく

なったというのなら、それでもいいんですけども実際にはわかりにくくなって、おもしろくもない(笑)。

——学習指導要領もひどいけれど、教科書作りもまたひどいというわけですか。

左巻先生 そう、ダブルパンチですよ。学習指導要領に関しては、今までも決して良いとは言えなかったもので、私はその批判を雑誌に書いたり、現場の教師向けの参考書にアドバイスを書いたりして何とかやってきました。でも今度の場合はそのくらいの対応じゃちが明かない。文科(文部科学)省の削り方には科学性と教育性が感じられません。小学校から高校を通しての初等中等教育の根本的な構築をせずに、重要な項目をどんどん削減し、ただ暗記学習へ誘うだけの、浅い内容の羅列になってしまっています。

——どうしてそんなことになるのでしょうか。

左巻先生 教科書調査官は理科では物理、



科学のおもしろさを伝える

良質の知識と学習方法の両立を目指して



化学、生物、地学に2人ずついるわけですが、彼らが学習指導要領を読んで、自分たちで基準を決め、それでチェックします。例えば周期表を削除せよ、パーセント濃度は高度だから削除せよ、密度には単位をつけるな、というふうに形式的にバサバサやる。難しいところを切って、皆がわかるやさしいところだけ残したからおもしろがるはずだと言いますが、私は逆だと思えます。もつとつまらなくなりましたよ。

調査官には「科学を子どもたちに伝える」という視点が欠けているのではないかな。子どもは自分のレベルよりも少し高いところを上りたいからがんばっているのです。それは最初はちよつと苦労するかもしれませんが、

せん。でも、それがおもしろいんです。そういうこともわからないような人たちを教科書検定の調査官に配置している文科省ってなんだろうと思ってしまう。

科学知識の土台を 自分たちの手で

——最近の小中学校の教科書は、見た目のカラフルさにまず驚かされますね。ところが、中身を読んでいっても何かこう伝わってくるものがありません。

左巻先生 肝心なことが書いてないんです。書いてはいけないからです。日本の中学校理科の検定教科書は、先進諸国の小学校並みの内容です。高校の教科書は中学校並み、3年遅れています。小学校から高校までの教科書というのは、大人になったらこのくらいの科学知識は持つていてほしいという、土台となるものです。今まではこの土台の内容を文科省が決めていましたが、もう任せてはいられない。しかも私たちが批判してばかりいても先に進まない、いつそ自分たちで作ってしまおうと、中学校を中心にした現場の教員自身が検定外教科書を作る運動を立ち上げることにしました。

——それは具体的にどのような形で始められたのですか。

左巻先生 私は以前、「100不思議」「1

00の知識」というシリーズ本を作った時に、インターネットを活用して多数の執筆者に呼びかけ、集団の知恵を生かした本作りをしたのですが、今回もそうした方法を取ることにしました。そこで、2002年1月に理科教育メーリングリストなどで、これから作ろうとしている教科書のコンセプト「シンプルだが内容は充実しているもの、読めば科学を正確に理解できるもの、検定教科書代わりに主教材として使えるもの」を伝えて呼びかけました。この呼びかけに対する反応はすごかったですね。翌日には参加申し込みが30人以上、2日後には80人を超えました。それですぐに予定していた150人に達して締め切ったほどです。

——150人というのは、ずいぶんな数ですね。

左巻先生 検定教科書は莫大な費用と優秀なスタッフをそろえて2年かけていきますから、私たちがやるとしたらそのくらいの規模だろうと思いませんか。それで、初めは1年間で第1分野(物理、化学)の上下2巻を作ることを予定していました。ところが参加者から「第2分野(生物、地学)もほしい、遺伝や進化もない、これもやりましょう」との熱心な声が上がったので結局1年間で全分野を扱うことにしました。そこで、急ぎよ、執筆者を200人までに増やした



●左巻健男先生プロフィール

左巻健男 (さまき たけお)

1949年、栃木県生まれ。千葉大学教育学部理科専攻卒業、東京学芸大学大学院教育学研究科理科教育専攻修士課程修了。埼玉県の公立中学校、東京大学教育学部附属中・高等学校の教諭を経て、現在、京都工芸繊維大学アドミッションセンター教授。専門は、理科教育、環境教育、AO入試高大接続。著書に「理科の基礎・基本 おもしろ授業入門」(明治図書出版)、「最新中学理科の授業」(民衆社)、「おもしろ実験・ものづくり事典」(共編著、東京書籍)、「理数力」崩壊(編著、日本実業出版社)、「理科・数学教育の危機と再生」(共編、岩波書店)、「新しい科学の教科書I~III」(執筆代表、文一総合出版)などがある。

のです。

——そうした参加者とメールで意見交換しながら執筆が進められたのですね。

左巻先生 インターネット上で激しい議論もやりあいました。多い時には1日300通のメールを受け取り、数十通の返事を書いたこともあります。検定教科書の問題点は内容の厳選、精選という名目で穴ぼこだらけになってしまっていることです。体系的がない、発展がないということ。学習というのは体系的に進めていく中でさまざまな疑問が湧いてくるものです。しかしバラバラに教えられると深まらない、だから暗記してしまえということになる。検定教科書の執筆者の中にもそうした危機感を抱いていた人は何人もいて、この検定教科書作りにも参加してきました。

——「体系的に」というと、ともすると「浅く広く満遍なく」ととらえられがちですが、そこはいかがでしょうか。左巻先生 全く逆です。覚えることをできるだけ少なくし、使っている用語を精選して読みやすくし、おもしろい教科書にしたかったの

です。私は公立中学で8年間、東大附属中学校で18年間、現場の教師をしながら理科教育について研究をしていたので、その成果をこの教科書の中に込めようと思いました。

——参加者、執筆者が大変多いのですが、皆さんの意見をまとめる編集会議などはどのようにして開かれたのですか。

左巻先生 ほとんどインターネットがその場だったのですが、執筆者が実際に集まって会議を持ったことも3回あります。初めは呼びかけてすぐの2月に京都で行い、教科書のイメージを確認しました。次に3月に東京で全体構成の検討をしました。そこで各学年1冊の全3巻に決まりました。そして執筆の分担をし、3回目の7月の会議では1巻の1次原稿の検討をしました。このころには、この教科書作りにメディアからも関心が寄せられ、3回目の会議にはNHK教育テレビの取材が入ることになって、むしろそのために編集会議が持たれたと言ってもいいかもしれません(笑)。

実験にはそれは論理づけ
知識が必要

——この『新しい科学の教科書』の内容的な特徴はどんなところにありますか。左巻先生 現在学校使われている検定教科

書では原子の中心について中学校3年間全くやりません。そのまま高校に行って物理や化学の内容の科目を選択しないと、その生徒は原子の構造を全く勉強しないで終わってしまいます。一方、物事を見るにはマクロな視点とミクロな視点がありますが、それを統合することで物の真実が見えてきます。今やその基礎知識を学ぶ機会がなくなってしまうています。これは困ります。そこで、第1巻では原子と分子について早い時期に学習できるようにしました。植物と大地も入れてあります。第2巻では物質の変化と電流に話が及び、動物と気象も押さえてあります。第3巻では運動とエネルギー、原子構造とイオンから、遺伝、進化宇宙史、自然史までを学びます。

——このご本をざっと読ませていただいた時、執筆者が多い割に全体に統一感があると思いました。

左巻先生 1冊あたり、原稿を書く人とその原稿を検討する人とが約100人いました。原稿は何度も書き直してもらって4次原稿まで書いてもらいましたから、初めの原稿から全く変わってしまったところもありません。それと日常生活と結びついたコラムもたくさん入れ、科学のおもしろさを伝えたいつもりです。その分厚くなり、検定教科書の3倍の文章量になりました。見た目



科学のおもしろさを伝える

良質の知識と学習方法の両立を目指して

はモノクロで質素ですが、昔の教科書に戻そうというわけではありません。

——検定教科書では実験や観察にかなりのスペースを割いていますが、先生のご本ではそういうことはありませんね。

左巻先生 検定教科書は実験の器具と手順の説明の記述が多い割には、その実験の科学的概念の説明は少ない。この本では概念の説明を多く入れてあります。私が実際に中学生、高校生に教えていて感じたことですが、確かに生徒は実験が好きです。でもそれは単に器具を操作するからおもしろがるというわけではありません。結果を予想して、議論して、実験をして納得する、そのわかっていくことが快感なのです。

——理科のおもしろさは、今までもやもやしていたものが「そういうことなのか」と腑に落ちるところですよ。

左巻先生 わかるためには実験を論理つける知識が必要です。しかし、ゆとり教育では、子どもたちに学習の方法を示せば、知識は自分で獲得できるようにすると、与える知識の量を減らし続けてきました。これでは、実験をしてそれっきりというようなものですね。私は良質の知識と学習の方法は両立しなければならぬと思っています。知識はなくてはなりません。例えば、植物を見る場合でも光を浴びて光合成をして、

栄養分を作って生活しているということを知識として知り、観察を通して実感できること、それが植物を科学的に理解することにつながります。単にいろいろな形の葉っぱの名前を調べ、分類するだけではつまりません。

人類の文化遺産を学ぶことは おもしろい

——日本人には科学を特別視するというか、それを勉強と考えてしまっただけからおもしろがれない人が多いと言われます。

左巻先生 日本人は平均的学力水準は高いのですが、科学に対する関心は低い。世界規模で発行されている科学雑誌で、日本よりブラジルの方が購読者が2倍多いという例もあります。科学を学校時代に習っても大人になると忘れてしまっ。つまり、学校でおもしろいと思えなかったのでしょう。つまらない内容をつまらない形で勉強しているからです。だから私はそれを是正したいんです。科学は人類の文化遺産ですよ。勉強してみるとおもしろいんです。そのおもしろさをわかってよ、と言いたくなります。

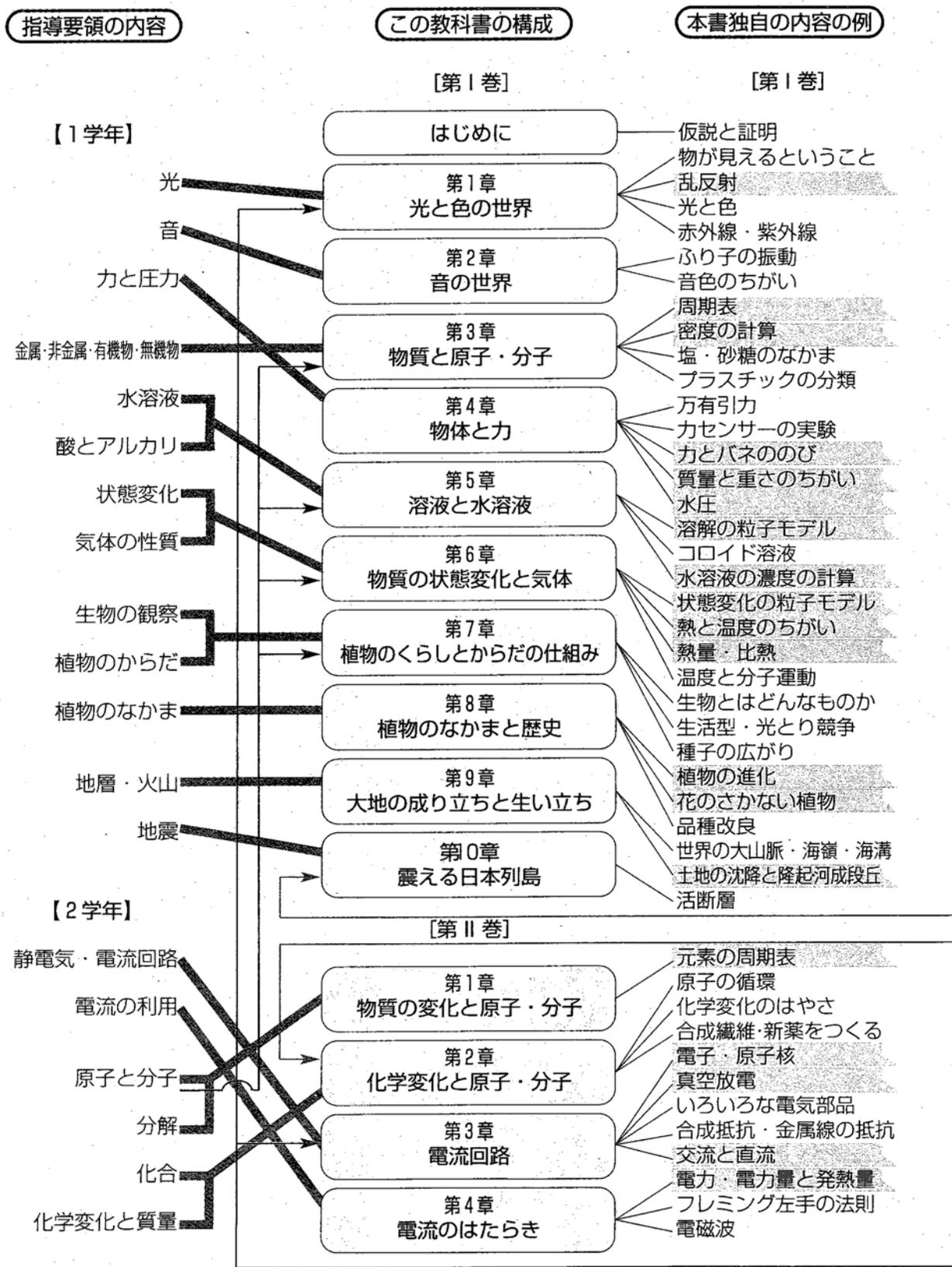
——『新しい科学の教科書』の小学生版の構想も練っていらっしゃるとのことですね。それは、どんなものになるのでしょうか。

左巻先生 ちょうど昨日からその本作りがスタートしたところですよ(笑)。まず中学校よりもっと内容を絞らなくてははいけません。そして、その絞ったテーマを豊かにふくらませるのです。理科にたずねるのは小学校高学年からです。それまでは、実験という「瞬間芸」が楽しくて、理科が好きだという子は結構いるのです。ところが、計算式が出てきたり、これだけ覚えなければいけないというようになってくると嫌になる子が多くなる。

——家庭で、子どもの科学に対する興味や好奇心を伸ばしていくために、親はどのように関わるのがよいのでしょうか。

左巻先生 何もかも教えようと思わないで、わからないことを子どもと一緒に調べるといいですね。例えば、今はインターネットでもいろいろな質問を受けています。漠然と「わからない」というのではなく、「ここまではやったけれどもここがわからない」というふうに具体的に聞くと、丁寧に教えてくれます。また子どもは磁石などでの遊びの中から学ぶことも多いと思います。そうしたものを使った実験について書いてある科学の本を読んだり、身近にあるものを利用して家庭で試したりすることが科学への好奇心を育てることに役立つのではないのでしょうか。

==== 指導要領との対照表・本書独自の内容 ====



●色付きの → は内容の相関を示す。

指導要領の内容

この教科書の構成

本書独自の内容の例

動物の体のつくり

動物のなかま

気象観測

天気の変化

【3学年】

力と運動

エネルギー

電池の利用

酸化・還元

有機物の燃焼

エネルギー資源

生物と細胞

生物のふえ方

天体の動き

地球の自転公転

太陽と惑星

自然界のつり合い

環境の保全

自然の恩恵と災害

科学技術と人間

第5章
動物のくらしとからだの仕組み

第6章
動物のなかまと歴史

第7章
地球をとりまく大気と水

第8章
世界の気候と日本の天気

[第III巻]

第1章
力と運動

第2章
エネルギーの変換と保存

第3章
原子の構造とイオン

第4章
物質資源とエネルギー資源

第5章
細胞・発生・遺伝

第6章
生物界のつながり・進化

第7章
天体の動きと地球の運動

第8章
太陽系と宇宙

第9章
自然史のなかの人間

第10章
私たちと科学・技術

ライオンのくらし・ヌーのくらし

免疫

動物の進化

無セキツイ動物

家畜

大気の構造

大気の大循環

緯度と気温

海陸のちがいと気温

世界の低・高気圧の分布

日本の天気の特徴

最大摩擦力・動摩擦力

加速度

力の合成分解

3力のつり合い

仕事と仕事率

原子の構造

電解質とイオン

イオン化傾向

二酸化炭素や水の還元

エネルギー資源の質

核分裂と放射能

細胞の種類と役割

細胞の生と死

クローン

遺伝

環境ホルモン

進化

適応放散と共進化

ヒトの進化

流星群

月・惑星の表面

外惑星の視差運動

銀河の広がり

宇宙の広がり

宇宙人はいるか？

ビッグバン

宇宙地球生物人類の進化

自然認識の発展

バイオマスエネルギー

食料確保の科学技術

医療技術

交通・通信の技術

循環型社会

その他科学技術の話題多数

※ 右段で 左のフラグのついたものは、2002年から実施の新指導要領に従う検定教科書では扱われていない、もしくは大幅縮小されている内容です。

●本書の章構成、章ごとの特色●

(検定教科書との違い)

注：編集集中につき章の節構成は若干変わる場合があります。★印は特に特徴のある章、☆印は特に特徴のある節を示しています。

(第I巻)

第1章 光と色の世界

- 第1節 物体が見えるのはなぜだろう ★
- 第2節 光はどのように進むのか
- 第3節 凸レンズでどんな像ができるか
- 第4節 光の種類とエネルギー ★

◆単に光の反射屈折について学ぶのではなく、「物が見えるとはどういうことか」にスポットを当てたことが特色です。検定教科書では削除された乱反射についても扱っています。また、赤外線や紫外線、電波も光の一種であるという大切な知識についてもふれています。

第2章 音の世界

- 第1節 音の伝わり方
- 第2節 音の大小・高い低いの仕組み

第3章 物質と原子・分子 ★

- 第1節 原子とはどんなもの？
- 第2節 物質を大きく3つに分けよ

◆原子・分子について1年生の化学の最初の段階で扱っているのが大きな特色です。原子分子の要素を1学年から排除した教科書では、1学年の物質の学習は、いろいろな現象を羅列的に学んで覚えるような学習になりがちです。この教科書では、状態変化、溶解、有機物、さらに、植物の分野の光合成に関わる物質にいたるまで、原子・分子をもとにした物質学習として、系統的に学習することができます。

第4章 物体と力

- 第1節 力を見つけよう
- 第2節 力は相互作用
- 第3節 力の大きさをどう表すか
- 第4節 圧力とはなにか

第5章 溶液と水溶液

- 第1節 水に溶けた物質はどうなっているのか ★
- 第2節 物質を分ける方法
- 第3節 酸とアルカリの水溶液

◆教科書検定では削除された、溶解という現象の分子モデルをもちいた説明図が掲載されていたり、指導要領からなくなった、溶液の濃度の計算もきちんとあついています。

第6章 物質の状態変化と気体

- 第1節 物質の状態変化 ★
- 第2節 熱と温度 ★
- 第3節 常温で気体の物質

◆状態変化、熱の伝導といった現象を、原子分子のモデルを用いて、理解可能な範囲で説明しています。単に現象を調べるだけでなく、その背後にある物質の本

質を見せようというのがこの教科書の特色です。

第7章 植物のくらしとからだの仕組み

- 第1節 生物とは 植物とは ★
- 第2節 いろいろな植物のくらし ★
- 第3節 植物のつくりとはたらき

◆植物の「光とり競争」や、直立・つる・ロゼットといったような「生活型」の話を大きく扱っています。これは、検定教科書では全くといっていいほど扱っていない内容です。植物の「つくり」だけでなく、環境の中で生きる姿を扱ったこの教科書の記述は、なんといってもおもしろいのです。植物を今までよりも興味をもってみるようになるでしょう。

第8章 植物のなかまと歴史 ★

◆進化の観点を大きく取り入れて、植物のいろいろななかまを扱っているのが特色です。検定教科書では、進化の内容が排除されたのと対照的です。

第9章 大地の成り立ちと生い立ち

- 第1節 日本列島とはどんなところか ★
- 第2節 平野の生い立ち

第10章 震える日本列島 ★

◆プレートテクトニクスをはじめに学び、プレートの境界にある日本列島という観点から、その特質を学ぶ展開になっているのが特色です。

(第II巻)

第1章 物質の変化と原子・分子 ★

- 第1節 状態変化と化学変化
- 第2節 物質はなにからできているのか

◆この教科書では、原子・分子を1巻(1学年)で扱っています。検定教科書では1学年では原子分子を学ばないことに配慮し、2巻から始めても原子・分子を学習できるようにしています。

第2章 化学変化と原子・分子

- 第1節 化合と化学反応式
- 第2節 化学変化で質量は変化するか
- 第3節 いろいろな化学変化

第3章 電流回路

- 第1節 電気ってなんだろう？ ★
- 第2節 電流回路の中の電流と電圧
- 第3節 電圧と電流の関係(オームの法則)

◆電流の正体が電子であるという大切な内容をきちんと扱っています。検定教科書では削除された内容です。

第4章 電流のはたらき

- 第1節 電流による発熱 ★
- 第2節 電流と磁石のはたらき

◆電力や発熱の内容をきちんと扱っています。検定教科書では削除された内容です。

第5章 動物のくらしとからだの仕組み

第1節 動物とはどのような生物か

第2節 動物のくらしとからだ ★

第3節 動物のからだの仕組み

◆ライオンとヌーの生態を描き、これをもとに草食動物、肉食動物の特徴を学んでいく展開が読みどころです。野生動物についてもっと知りたくなるもっと学びたくなる内容になっています。動物の生態は、検定教科書では全くと言っていいほど扱われていない内容です。

第6章 動物のなかまと歴史 ★

魚類と両生類

ハチュウ類と鳥類

セキツイ動物のからだ

セキツイ動物の世界と進化

ホニュウ類の繁栄

無セキツイ動物の世界と進化

ミミズやアサリのくらしとからだ

節足動物、昆虫の世界

人間と家ちくのかかわり

◆進化の観点を大きく取り入れて動物のいろいろなかまを扱っているのが特色です。無セキツイ動物についても丁寧にとりあげました。検定教科書では、これらの内容が排除されたのと対照的です。

第7章 地球を取り巻く大気と水

第1節 大気のとくりと性質

第2節 水のゆくえ

第8章 世界の気候と日本の天気 ★

第1節 世界の気候

第2節 天気の変化

◆日本の四季の特色や、四季がどのようにしてもたらされるか、さらに世界にはどのような気候があるかを扱っています。いずれも検定教科書では扱っていません。削除されたりした内容です。

(第III巻)

第1章 力と運動

第1節 物体の運動と力

第2節 重力による運動

第3節 合力と分力 ★

◆力学の基礎となる力の合成と分解について、検定教科書では記述がなくなりましたが、この教科書ではきちんと扱っています。

第2章 エネルギーの変換と保存

第2節 位置エネルギーと運動エネルギー

第3節 力学的エネルギーの変換と保存

第4節 エネルギーの種類と変換

第5節 エネルギーの変換と保存

◆エネルギーの量的な理解には欠かせない「力と仕事」の内容は、検定教科書では記述がなくなりましたが、この教科書ではきちんとあついています。

第3章 原子の構造とイオン ★

第1節 原子の構造はどうなっているか？

第2節 イオンとはどんな粒子か

第3節 イオンでできた物質～イオン性物質～

◆日常生活でよく耳にするイオンについて、検定教科書では扱えなくなりました。しかしイオンの概念は生活の中で必須の知識になっています。この教科書では、原子の内部の構造に簡単にふれ、イオンとはどのような物質かを理解できます。

第4章 物質資源とエネルギー資源

第1節 還元と物質資源の利用

第2節 エネルギー資源

第5章 細胞・発生・遺伝

第1節 生物と細胞

第2節 生物のふえ方と遺伝 ★

◆検定教科書からなくなった遺伝の内容を扱っています。

第6章 生物界のつながり・進化

第1節 生物の進化 ★

第2節 生物界のつながり

◆検定教科書からなくなった遺伝の内容を扱っています。この教科書では、1巻や2巻にも進化の内容がたびたび登場しますが、この3巻において進化の内容を総括し、まとまった理解が得られるようにしています。

第7章 天体の動きと地球の運動

第1節 星空を見よう

第2節 地球の自転

第3節 地球の公転

第4節 月と惑星の見え方

第8章 太陽系と宇宙

第1節 太陽系の広がり ★

第2節 銀河の広がり

第3節 宇宙の広がり ★

◆宇宙についての興味は、太陽系内の天体にとどまりません。検定教科書ではあまり扱われていない銀河系やさらに大きな宇宙の構造にまで視野を広げた内容です。

第9章 自然史のなかの人間 ★

◆ビックバンから始まる宇宙の歴史の中に地球や人間の存在を位置づける内容です。

第10章 私たちと科学・技術 ★

第1節 私たちの生活と科学・技術

第2節 地球環境問題と科学・技術

第3節 私たちに何が出来るか

◆食料・医療・生命倫理・交通・通信・防災・地球環境など、生活や社会と科学技術のかかわりを全面的に扱う内容です。また、人類の自然認識の発展という科学史のおおまかな流れも扱っています。検定教科書では、新素材、環境、防災などのごく一部分の記述であるのに比べて、たいへん充実した内容です。

検定外中学校理科教科書とは？

「新しい科学の教科書」には、検定外中学校理科教科書として製作された教科書ならではの特徴があります。

○重要概念でありながら現行の学習指導要領から削除されたり、学習指導要領を超える発展的な内容であるために教科書検定を通過できず、そのため検定教科書では学べない内容が盛り込まれている。

◆検定教科書との内容のちがいについての詳細は、次ページ以降の「章ごとの特色」についての解説および「学習指導要領との対照表」をご覧ください。

○中学理科の基礎・基本として必要十分な内容がすべてカバーされている。

○学校教師を中心としたボトムアップの活動で製作されており、教育現場の実状に合わせたさまざまな工夫が施されている。

○サブテキスト、独習書としての利用も念頭に置いて、家庭学習・独習にも役立つよう工夫されている。

◆独りで読む際にも論理がスムーズに頭に入るように、懇切丁寧な文章による説明を中心に構成されています。検定教科書との文字情報の充実度の違いを比較していただければ一目瞭然です。

◆独習の場合、読み物としてもおもしろくなければ子どもに学習意欲を維持させることは難しいものです。本書のテキストにはストーリー性のある展開を持たせ、身近な話題や最新の科学に触れるコラムを柔軟に盛り込んで、読み物としても楽しめるように工夫しました。

○教科書製作に携わった多数の教育関係者・識者をふくむユーザーコミュニティがインターネット上に設けられ、本書を用いる教師や読者をサポートする。

【京都工芸繊維大学 左巻健男 執筆代表から】

●本当に科学がわかる教科書

この「新しい科学の教科書」全3巻は、いまの薄っぺらな、内容のない学校理科に不満を持つ人たちが、「これでは学びがいのないつまらない理科になってしまう！」と声をあげ、本物を教える理科の教科書をつくろうと動き出して作りあげたものです。

原稿を書いた人とその原稿を検討する人が1冊あたり約百人。その人々の知恵がこの教科書には詰まっていて、先生方には教えやすく、生徒には学びやすい教科書になっていると自負し

ています。

●考えるたのしさを！

読者のみなさんは、じっくり自然・物質の世界をイメージしながら読んでみてください。科学の知識と考え方を身につけるには、単に知識を覚えるだけではダメです。科学の知識と考え方を武器に自然・物質の世界にチャレンジしていくことでもっと高いところへ上がっていただけるのです。一緒に自然・物質の世界にチャレンジしましょう！



平成15年12月14日 発行
日本物理学会京都支部
支部長 国広悌二