

米 国 の 光 学 教 育

黒 田 和 男

東京大学生産技術研究所 T106 東京都港区六本木 7-22-1

光学教育の小特集が企画されたときたまたま米国滞在中であったという理由で米国における光学教育のありかたを調査することになりました。ところが調べてみると、米国では日本以上に、初、中等教育そのものに大きな問題をかかえ苦悩している現状が見えてきました。暴力、麻薬、セックスといった非行の問題、貧富の格差、人種問題など米国の社会全体が直面している問題がそのまま中等教育に降りてきている感じがします。さらに、離婚率の増大も児童に直接の影響を与えていました。それらを無視しては、教育の実態を伝えたことにはならないでしょう。といって、米国の教育問題をまとめて論じるのは荷が重すぎます。以下は、筆者が知りえた範囲内で印象報告と思って読んで下さい。

教育問題というのはその社会全体が抱える問題の縮図になっているわけですが、米国の問題を一言で表現すると貧富の差が拡大していることだと思います。貧困層の割合を比べると、先進諸国の中で米国が群を抜いて高いということです。2000年には就学児童の5人に1人が貧困家庭の出身で占められるという統計もあります。この貧富の差には人種問題が直接絡んでいて、解決を難しくしています。政府が教育問題でどんな策を施しても、大人の問題が解決しない限り子供の問題も解消しないという状態です。たとえば人種間の隔たりを埋めるために導入された教育の機会均等法による通学バス制度は、私立学校に通う子供の数を飛躍的に増大させたと言われています。公立を嫌って私立に子供を通わせる中産階級の家庭が増えたからです。結局、公立と私立の格差をより広げる結果になってしまったのです。

あるパソコン雑誌¹⁾に、学校でコンピューターがいかに活用されているかという観点から米国の教育の現場をレポートする記事が載っていて、大変参考になりました。ここでコンピューターを使うということは、プログラムを書くというより、ワープロ、プレゼンテーション、会計計算、データベースなどのソフトを用いコンピューターを一つの情報機器として使いこなすということです。光学教育などとは違い、コンピューターに関しては巨

額の教育投資が行われ^{*1}、これからも投資額はさらに大きくなっていくでしょうから^{*2}、その意味でも重大な問題であります。その雑誌では、表紙に America's Shame という厳しい表現を使って、現状を批判していました。

米国の学校では大体三つに別けられます。第1は都心のいわゆるスラム街に隣接する学校で、主に、黒人（アフリカ系アメリカ人）やヒスピニック（中米系アメリカ人）の低所得者層の子供が多く、学校内では荒廃が進んでいます。多くの子供たちは劣悪な環境の中で向学心を失っています。ある高校の先生の話によると、よい成績をとると仲間はずれにされるので、頭のよい子でもわざと悪い点をとるということです。今もっとも問題になっている部分です。第2は郊外の主に私立の学校で、裕福な家庭の子供が多く、設備も整っていて、さらに高い給料が払えるので先生の質もよく、全体的に非常にうまく運営されています。最後は、田舎の小さな町の学校で、人種とは関係なく絶対的に貧しい状態にあり、設備も貧弱で、教育レベルは低い。地域格差は、日本より米国の方がずっときびしいようです。

中央政府や地方自治体が競って投資をした結果、コンピューターの台数を単純に数えると、地域差はそれほどないそうです。ところが、ハードが壊れていったり時代遅れになっている、あるいは碌なソフトがそろっていないといった活用度を加味すると、格段の差が出てきます。さらに大事なのは、コンピューターを使った教育を先生がどれだけ理解しているかということで、たとえば田舎の学校に行くと先生のだれも自前のコンピューターを持っていない。自分がコンピューターを使えなくて、生徒にコンピューターを教えられるでしょうかというわけです。また、生徒が自宅にパソコンを持っているか否かも、コンピューターを使いこなせるようになる重要な要因です。

この記事にはよい例悪い例が具体的に紹介されていま

*1 この8年間に10億ドル以上という統計があります。

*2 次はネットワーク化だそうです。なお、不景気のため教育費は縮小されるという見方もあります。

す。ある学校では、企業から寄附された最新鋭の機器を使って、タイプの練習をさせている。これでは生徒はコンピューター嫌いになってしまふと非難しています。ある地域では、ケーブル類がたびたび盗難にあって(本体は盗まれないように鎖で繋いである)、結局コンピューターが使えなくなっているとか、別の学校では、盗難を恐れて、箱に入れたまま倉庫に保管してあるそうです。逆に先生が有能であれば、予算がなくても、会社の払い下げ品をもらってくるとか工夫をして、いくらでも創造的な教育ができます。特に低学年では先生の質というのが非常に重要であります。

今まで読み書きそろばん(計算能力)だったわけですが、これからは、読み書きコンピューターだそうで、コンピューターを使いこなせなければ、社会に出てもなかなかよい職が得られなくなっています。このような時代に、子供たちに適切なコンピューター教育を用意することはわれわれの責任であります。ところがコンピューター教育には、優秀な指導者と資金が必要なのです。この記事は、「コンピューターの導入は、貧富の差をさらに拡げる結果となった」という結論で締めくくられていました。

高校教育のあり方を考えるとき、大学入試制度の違いを考慮しなくてはなりません。日本を始め極東の国々では、熾烈な入学試験が行われ社会問題となっています。一方、米国では大学ごとに筆記試験は行われず、SAT(scholastic aptitude test)やACT(American college test)といった全国共通で行われる大学入学資格試験があるだけです。科目は数学と英語だけです。問題集をぱらぱらめくって眺めた限りでは、日本人にとって英語はかなり難しく、語彙が相当豊かでないと良い点は取れないが、数学は簡単な幾何と代数の問題で、できる子なら中学生でも解ける程度です。このほか、有名大学では専門科目試験を課する場合もありますが、これもSATなどと同様に公共機関が実施します。これらの試験は年に数回行われるので、一度失敗してもやり直しのチャンスがあります。日本の大学入試センター試験や最近悪名の高まっている業者テストと似ています。しかし日本と大きく異なるのは、試験の点数は一つの目安とするだけで、実際に大学に入るかどうかはまた別だということです。各大学の入試担当委員が、高校の成績や本人の適性、意欲、人柄、指導力、スポーツやボランティア活動などの課外活動への参加実績などを総合的に判断して決定します。もっとも、ハーバードやプリンストン、スタンフォード、MITといったいくつかの有名大学を除け

ば、入るのはそれほど難しくはないようです。余談になりますが、これらの超有名校でも入学辞退率はかなり高いのです。これは複数の大学を受験する学生が多いからです。もしも、スタンフォードとカルテックに同時に合格したらどちらを選びますか。志望は分かれるでしょう。日本のように一極集中型ではないのです。以上的事情で、有名大学を目指す学生以外は、試験にあまり熱心ではないようです。ですから、単純にテストの点で比べれば、日本の高校生のほうが米国の高校生より高い点をとるのは当然です。ただしこれは、大学卒業後どれだけの業績をあげるかとはまったく相関がないと思います。米国人、とくに大学教授は、高校まではヨーロッパや極東アジアにかなわないが、大学は世界一だと思っているようです。確かに今でも世界の優秀な頭脳が米国に流れています。ところがスタンフォード大学のすぐ近くのイースト・パル・アルトでは毎週一件の割合で殺人事件が起きています。このアンバランスが問題なのです。

なお、SAT や ACT があるから、米国でも点数にまったく無関心であるわけではありません。できない学校ほど点取り教育に熱心であるともきいています。点が上がれば、先生にとって目に見える実績となるという事情もあるのでしょうか。

政府の対応策についてもふれておく必要があるでしょう。米国の Department of Education は日本の文部省ほど強力な力を持っていないようです。少なくとも、教科書の検定など聞いたことがありません。一つには州政府が教育の主導権を持っていて中央政府は口出しできないことが挙げられます。カリキュラムは州ごとに決定されます。教科書会社は一番レベルの低い州に合わせて教科書を編集するからだめなのだと悪口をいう人もいます。また、教員組合(ユニオン)も大きな力を持っていて、政府に圧力をかけています。レーガンやブッシュ大統領の時代には政府と議会が対立をしていました。そういうわけで教育政策が思い通りに議会を通過しなかったのだといふ人もいます。単なる言い訳に過ぎない部分もあるでしょう。ともかく、ブッシュ政権は America 2000 という教育政策を掲げましたが、成果の上がらないうちに政権が交代してしまいました。

教育全般に対する問題とは別に、理科教育の立ち遅れや学生の理科離れに対する不満もよく聞かれます。古くは 1957 年のスパートニク・ショックというのがありました。新しいところでは、A Nation at Risk²⁾ と題した教育改革を訴える報告書が 1983 年に発表され、多くの議論を呼び起したということです。しかし未だに、

改革運動の成果は上がっています。むしろ前より状況は悪くなっていることを示す次のような統計があります。どれだけの高校生が物理や化学の講義を聴いているか調査したところ、1985年には物理を取らない学生が19%，化学を取らない学生が9%であったのが、1990年には化学を受講した学生が50%，物理に至ってはたった20%しかいないという結果がでたそうです³⁾。物理を取る学生の数が極端に低い理由のひとつに、多くの高校が採用しているカリキュラムが、初年度に生物、次に化学、そして最後に物理を教える順になっていることが挙げられます。新入生は皆生物を取るのですが、授業がつまらないので、翌年化学の授業を続けて取る気持ちを失ってしまうのです。そして、なんとか化学まで受講した学生も、次の物理は放棄してしまうのです。このような縦列方式に対する批判は当然ありますが、なかなか改善されません。

これではいけないというので起きた、理科教育の標準カリキュラムを作ろうという運動が *Scientific American* に紹介されていました³⁾。周期的にこのような運動が繰り返されるのですが、現状を変えるのは難しいようです。

このような状態ですから、米国全体で考えたとき、光学教育など問題にもされていません。しかし一方で、日本流に言えば進学校に当たる学校があって、ここでは密度の高い教育が行われています。そこでは光学も教えられているはずです。そこで、米国の光学教育を調査するという使命を些かでも果たさなくてはいけないと思い、近くの高校を訪ね、物理の教科書を見せていただきました。訪ねたのは *Boulder High School* という名の、9年生から12年生まで1900人が在籍する公立高校です。副校長先生にお願いして見せていただいたのは *Principle of Physics* というタイトルの700ページを越える立派な本で、高校だけではなく、大学文科系の教養の講義にも使える教科書でした⁴⁾。中身は28章からなり、力学、統計熱力学、波動、電磁気学、光学、現代物理学の順に解説されています。微積分は使っていません。難易度は日本の高校物理と同程度でしょう。日本のように文部省による制約はありませんから、題材は日本の高校より豊富です。光学には電磁波の章に統いて3章が割当てられています。第22章 *The properties of light* では、

光速度、反射の法則、平面鏡、球面鏡による結像、屈折の法則、レンズによる結像が論じられています。第23章 *Optical devices* では、眼、カメラ、眼鏡、顕微鏡、望遠鏡、双眼鏡、分光プリズム、偏光機器などが取り上げられています。次の第24章 *Interference and diffraction* では干渉や回折の基礎が論じられ、X線回折で締めくくられています。一部説明に疑問を感じるところがありましたが、題材は高校程度の光学としては十分ではないかと思います。28章中3章が純粋な光学に割当てられているのは、決して少ない分量ではありません。額面通り受け取ってよいのであれば、米国の光学教育は充実しているといえるかもしれません。

そこで、筆者の所属した研究室の大学生に聞いてみたのですが、米国の高校の理科はレベルが低いから大したことばはない、レンズメーカーの公式や結像関係ぐらいはやったかなという答えでした。特に、光学に力を入れているとも思えません。また、大学の先生にも聞いてみましたが、高校教育にあまり期待をしていない様子でした。双方問題を抱えていて、日本と米国どちらがよいかなどという議論は成り立たないと感じました。ただし、生徒の立場からはまた違った見方があるでしょう。彼らは受験戦争など望んでいませんから。

以上、ほんの聞きかじり程度で実体験したわけではありませんから思い違いもあるかもしれません。たとえば日本では死語となっている文盲が米国では一つの社会問題になっていることも考えあわせると^{*3}、米国の教育問題の根の深さを感じます。

文 献

- 1) C. Piller: "Separate realities," *MacWorld*, September (1992) 218.
- 2) National Commission for Excellence in Education: *A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform* (Government Printing Office, Washington, D.C., 1983).
- 3) T. Beardsley: "Teaching real science," *Sci. Am.*, October (1992) 98.
- 4) F. J. Bueche: *Principles of Physics*, 5th ed. (McGraw-Hill, New York, 1988).

(1993年2月12日受理)

^{*3} 数年前にも文盲をテーマにしたロバート・デニロとジーン・フォンダ主演の映画「アイリスへの手紙」が公開されました。