

# 物理教育とインターネット利用の可能性

小野寺 彰<sup>1)</sup>, 細川 敏幸<sup>2)</sup>

1) 北海道大学大学院理学研究科

2) 北海道大学高等教育機能開発総合センター

## Physics Education and the Possibility of the Internet as an Educational Tool

Akira Onodera<sup>1)</sup> and Toshiyuki Hosokawa<sup>2)</sup>

1) Graduate School of Science, Hokkaido University

2) Center for Research and Development in Higher Education, Hokkaido University

*Abstract* Application of the Internet as an educational tool for physics education was reviewed. Teachers in Japanese universities have only used the blackboard and chalk for a long period of time. We teachers of physics hesitate somewhat to use multimedia products in teaching, because science is fundamentally based on observation and experiments. However, the recent development of computer networks is widespread and makes it possible to access everywhere easily. The Internet is considered to be a very powerful tool for lifelong education and is suitable to present programs to the public, particularly in liberal arts. The Internet is successfully used for physics education at the University of California, Berkeley and the University of Illinois at Urbane-Campaign. Two possible applications in the near future, Internet CAI (Computer Assisted Instruction) and electronic textbooks with movies, are discussed. This trend is expected to improve the tendency of young students to be indifferent to science education.

### 1. はじめに

長いあいだ大学の授業といえば、淡々と進む講義と、チョークで黒板に板書するスタイルであった。せいぜい、OHPや、時としてVTRを使う程度であり、その意味ではむしろ小学校や中学校の方が視聴覚教育の先輩であったし、予備校にいたってはすでに通信衛星を使った受験教育を行っている。他方、本学理学部の物理学科の講義室に本格的なビデオ機器が設置されたのは今年のことである。

とである。

1993年、米副大統領ゴアは21世紀情報ハイウエー構想を提唱した。2015年までにすべての家庭、学校、企業、病院などに光ファイバーをはりめぐらし、双方向サービスを可能にしようというプロジェクトである。日本も早速、「21世紀の知的社会への改革に向けて」(郵政省電気通信審議会1994)を答申し、日本版情報スーパーハイウエー計画を打ち出した。1996年には文部省が「マルチメディアを活用した21世紀の高等教育の

表1 高等教育に対するマルチメディアの利点

<p>(1)メディアを活用した遠隔教育の実施</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 社会人のリフレッシュ教育,へき地・離島の者や,障害者のための学習機会の提供等</li> <li>・ 高等教育機関が連携により,カリキュラムの充実,選択肢の増加</li> <li>・ 教育研究情報の交換,交流が促進,知的資源の共有化,教育水準向上</li> <li>・ 知識習得型分野は,まとまって授業するスケールメリット</li> <li>・ 地域に開かれた高等教育の推進</li> <li>・ 海外との教育交流が活発になり,国際的な視野を持つ人材育成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 学生の個人学習や自主的な判断に基づく,主体的な学習を支援</li> </ul> <p>(3)マルチメディア教材の活用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 学生の関心,能力に応じた個人学習を助け,自発的な学習意欲喚起</li> <li>・ 疑似環境やシミュレーション・プログラムにより,理解を促進</li> <li>・ 様々なメディアを活用し表現する能力の習得</li> </ul>
<p>(2)ネットワークを活用した情報の収集や発信</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 知的交流の拡大による創造性の育成の可能性が広がる</li> <li>・ 特定分野に関する情報を世界中から収集し,専門分野を深化</li> <li>・ マルチメディア・リテラシーの習得</li> </ul>	<p>(4)マルチメディアを活用した高等教育の特色</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 世界的な規模のネットワークにより,誰でも,どこからでも,高度な学習の機会を得られ,情報の収集・発信が容易</li> <li>・ 興味・関心や能力に応じた学習が可能となり,主体的な学習,問題発見・解決能力を高める</li> <li>・ マルチメディアを活用により,高等教育が多様な学習者に対して広く開かれ,柔軟な学習形態が可能となる</li> </ul>

在り方について」(1996年8月)を公表し,教育へのマルチメディア推進を検討する方向をみせている。表1はこの答申に述べられたメリットである。本フォーラム「マルチメディアと大学の授業」もこのような背景があるものと思われる。

日本はVTR,ビデオカメラ,コンピュータ,レーザーディスク(LD),デジタルビデオディスク(DVD)などを世界中に輸出し,機器製造のハード面ではトップクラスである。しかし,残念ながらソフト面は非常に遅れている。単に映画やコンピュータのソフトウェアだけでなく,教育教材についても見るべきものがない状態である。例えばイギリスのオープン・ユニバーシティ(ジェ

ムコ出版),アメリカの「メカニカルユニバース」(California Institute of Technology and South California consortium 1985)のビデオテープ(丸善1985)や,「The Video Encyclopedia of Physics Demonstrations」(The Education Group, Los Angeles, 25 LD)のように,優れたものは外国製のものである。日本のものではNHKのシリーズ,岩波映画があるが,内容は高校生を対象としている。たしかに優秀で便利な機器を提供する事も大切であるが,世界にむけた文化貢献という面から考えても,優れたビデオ教材をどう作っていくかは今後の重要なポイントのひとつである。21世紀は映像の時代といわれ,今後多方面にわたり,もちろん

教育も含めて,ますます視覚的な情報の展開,活用が重要になると思われる。

## 2. マルチメディア教育の必要性和その問題点

最近の学生の気質は,良い意味でも悪い意味でも視覚的であるように思われる。我々の世代はある程度大きくなってからTV時代を迎えたが,現在の学生は赤ん坊の時から,そばで絶えずTVがついていた世代である。むしろ,TVの幼児番組や子供番組が育てたとと言えるかもしれない。自分で手を汚し苦労しながら体験するよりも,第三者的な観客でいるほうが楽しいと感じているようにもみえる。良い意味では,問題を視覚的に認識・把握する力があるようである。授業も講義を耳で聴き黒板に書かれた文章をノートに書きながらイマジネーションをふくらましていた我々の世代と違い,より視覚的,空間的な認識力があるかもしれない。

物理教育にマルチメディアなるものを使おうとするとき,教師として多少のためらいを感じる。物理は根本的に「観察」,「実験」を基本とする。これに対し,ビデオやシュミレーションなどによる映像は強烈であって,これを見てVirtualな世界で満足し,そこに留まってしまうのではないかという懸念である。

**講義:** 実際の人(教師)と人(学生)との対話・議論で成立するはずであるが,ビデオを通した一流学者の話を聴く(見る)方に満足しないだろうか?

さらに実験についてはより深刻である。

**実験:** 自分の手で,新鮮な気持ちで取り組んでほしいが,実際の実験は成功ばかりでなく,失敗する事も多い。そのような失敗体験が重要である(と教師は思う)。ビデオで結果を知る

ことはどの程度,役に立つのであろうかという疑問である。実験は時間がかかり,高価な器具も必要で,かつ,ちょっとした工夫など“泥臭い作業”が必要である。これに対し,ビデオ教材ではより高度な機器を用い,効率的で,かつ,多分,予想外の失敗をすることもない。

ビデオ教材は最初の入門であって,それで終わるべき物ではないと言いたい,学問がより体系的で高度になると,入門はビデオ(Virtual)ですませたいという欲求が首をもたげないとはいえない。また,学問の発展の上で重要な実験だからといって,必ずしも装置がそろっている訳ではない。かつ,全部を実験できる時間があるとは限らない。また,少なくとも,実際に実験をするよりも効率的に概念の理解が得られるかも知れない。例えば,ニュートンは天体の運動を万有引力の法則としてより深く理解したが,かれはコペルニクスのように天体の観測に膨大な時間を費やしてはいない。マックスウェルは電磁気現象を4つの式で見事に説明したが,ファラデーのように優れた実験をしたわけではない。ニュートンやマックスウェルは,コペルニクスやファラデーの実験を注意深く解析し,より理解を深めたのである(ウエスト1994)。CD-ROMソフト(日本科学技術振興財団1996)を含めて,ビデオ映像は極めてインパクト,説得力があるのも事実である。当面はこのような自問をしながら,その使い方を工夫する必要があるのであろう。

## 3. 物理教育とインターネット利用

それでは物理教育を考えた時,「良い効果」を期待してのマルチメディア利用法としてはどのような使い方が考えられるかが,ここでの主題である。マルチメディアといっても,いまさらビデオという訳ではない。これからの可能性を考えたとき,我々として貢献出来るのは最近急速に普及したインターネットを活用することと思われる。高

級な放送器材や俳優などを使わなくとも,ある程度個人ベースで制作できるからである。そのようなインターネットも現実には,日本より,アメリカの方がはるかに進んだ使い方をしている。情報量,質とも日本はやっと,スタートラインについた所にすぎない。ここでは先例として,カリフォルニア大学バークレイ校 (Fig. 1) とイリノイ (UC)大学 (Fig. 2 ~ 5) の例を紹介したい。

( a ) University of California, Berkeley

Physics Lecture Demonstration

(<http://www.mip.berkeley.edu/physics/physics.html>)

Demonstration of experiments: about 1000 pieces

Film library for experiments: 50 short films + long 20 films

Seminar, colloquia : 100 video tape

( b ) University of Illinois at Urbana-Campaign

(<http://www.physics.uiuc.edu/courses/150/> )

Physics for Scientists and Engineers (Calculus-based, Problem-oriented)

Physics for Premeds (No Calculus, but still Problem-oriented)

Physics for Poets (Physics as Knowledge, Physics as Human Activity)

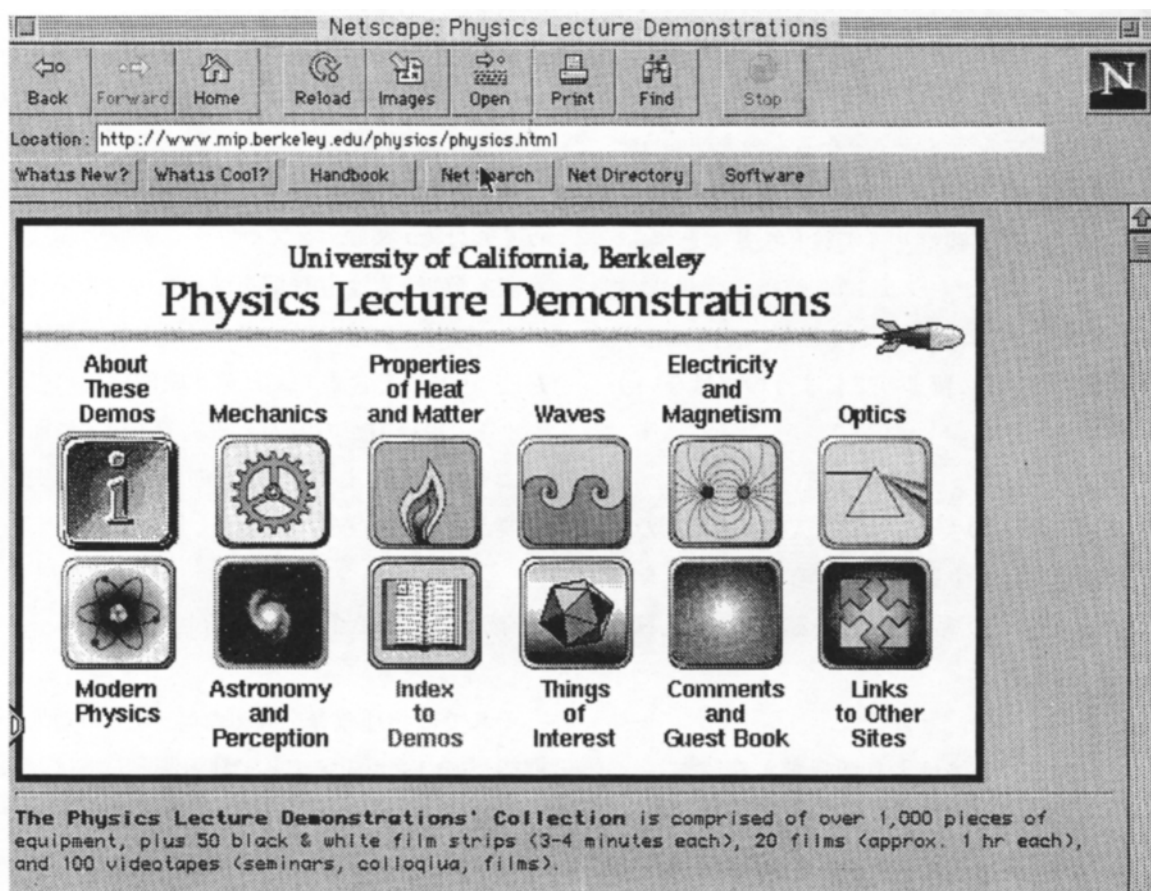


Fig.1 Home page of Physics Lecture Demonstrations at university of California, Berkeley.

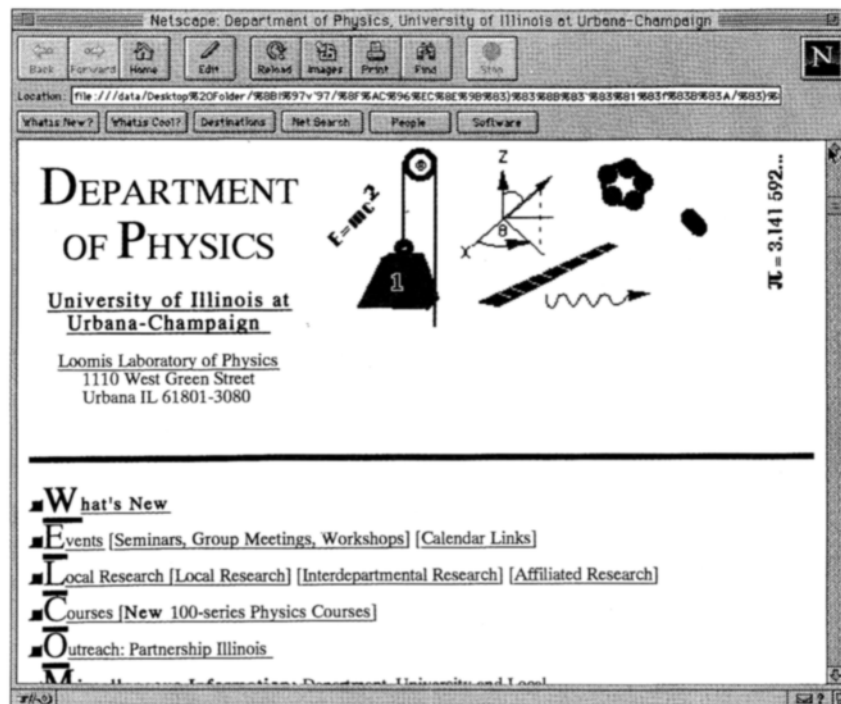


Fig. 2 Home page of department of physics at University of Illinois, Urbana-Campaign.

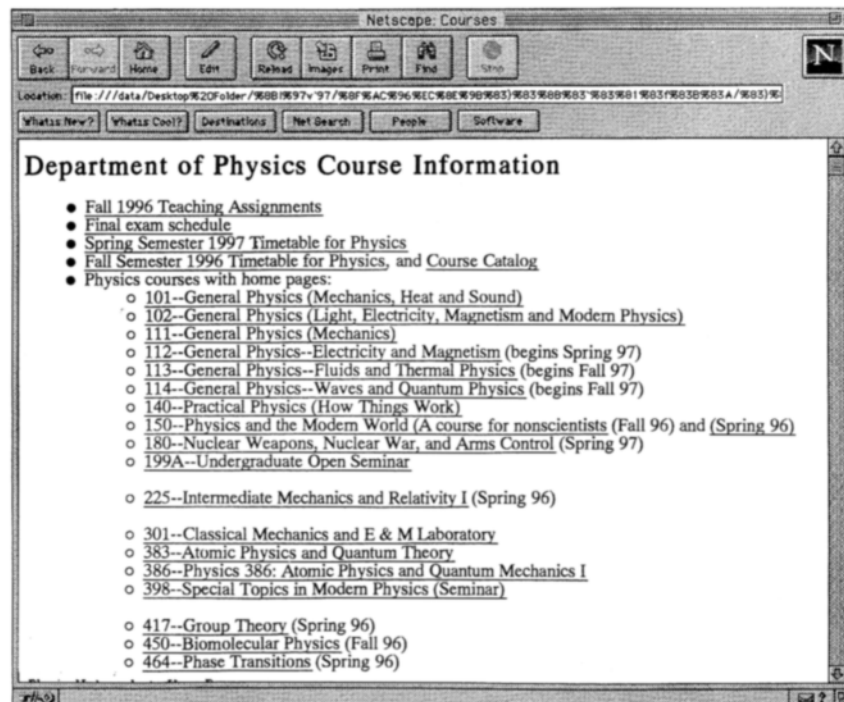


Fig. 3 Page of courses of physics, University of Illinois, Urbana-Campaign.

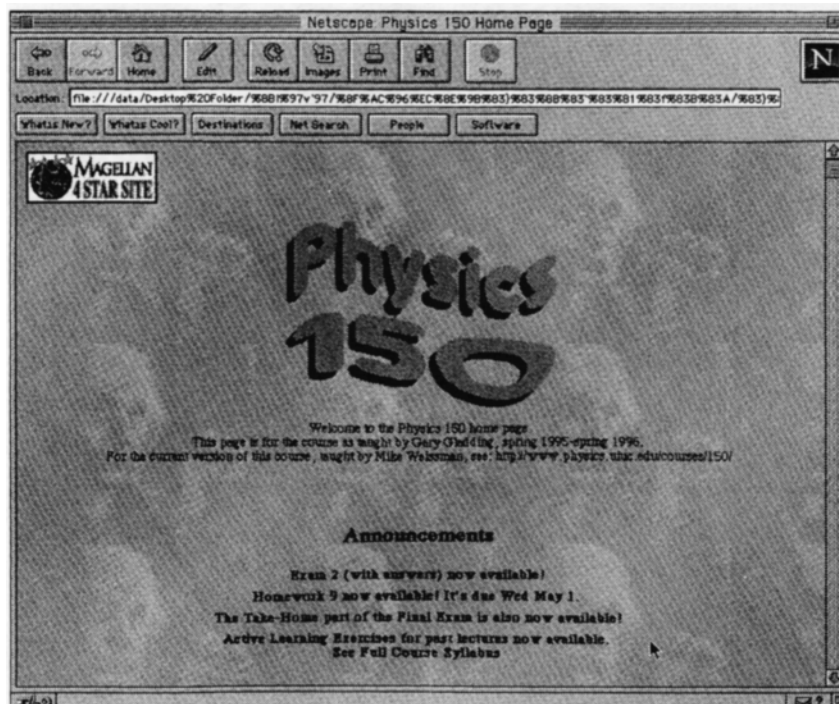


Fig. 4 Home page of Physics 150 (Physics for Poets), University of Illinois, Urbana-Campaign.

Date	Lecture	Reading	Homework
01/17/96	Lecture 1: Introduction <a href="#">Slides</a> / <a href="#">TD</a> >	None	
01/22/96	Lecture 2: Scientific Knowledge: The Logical Approach <a href="#">Slides</a> <a href="#">Active Learning Exercises</a>	<a href="#">Supplementary Reading</a>	
01/24/96	Lecture 3: Scientific Knowledge: The Historical Approach <a href="#">Slides</a> <a href="#">Active Learning Exercises</a>	<a href="#">Supplementary Reading</a>	
01/29/96	Lecture 4: Astronomy: The Problem of the Planets <a href="#">Slides</a> <a href="#">Active Learning Exercises</a>	<a href="#">Web Notes</a>	
01/31/96	Lecture 5: Astronomy: Kepler and his Laws <a href="#">Slides</a> <a href="#">Active Learning Exercises</a>	<a href="#">Web Notes</a>	<a href="#">Homework 1 Due</a>
02/05/96	Lecture 6: Astronomy to Physics: Galileo <a href="#">Slides</a> <a href="#">Active Learning Exercises</a>	<a href="#">Web Notes</a>	
02/07/96	Lecture 7: Classical Mechanics: Newton & His Three Laws! <a href="#">Slides</a>	<a href="#">Web Notes</a>	<a href="#">Homework 2 Due</a>

Fig. 5 Syllabus of Physics 150 (Physics for Poets), University of Illinois, Urbana-Campaign.

#### 4. これからの可能性と展望

上に述べた現状をふまえ,さらに将来の物理教育への応用としては,次にあげる「インターネットを使ったCAI教育」や「動く教科書」の試みが考えられる。

##### 4.1 CAI(Computer-Aided Instruction)+Internet

今までのインターネットは多くの場合は,一方向からの情報発信である。しかし,技術の進歩により近い将来,双方向のやりとりが可能になる。一方,現在パーソナルコンピュータ上で動作するCAI(学習者のレベルや到達度に応じて教育するシステム)があり,これと双方向インターネットが組み合わせられると,居ながらにしてよりきめ細かい教育システムがネット上で可能になる。インターネットの記事をただ見るだけでなく,ホストのコンピュータは利用者の学習の理解度を認識し,適当な助言を与えることが可能になる。知識学習型の分野では,このような使い方も考えられる。

##### 4.2 動く教科書

これまで教科書といえば文章と図が中心であった。興味がある場合は別にして,何らかの理由で読まなければならないとき,その無機質な記述は良い睡眠剤になった(なっている)ものである。さて,21世紀を目前にして新しい教科書は当然,より視覚的になると思われるが,最近のコンピュータ技術を使うと動画を含んだパソコン教科書が可能になる。近未来の教科書を考えてみよう。例えば,「物体の落下」のセクションで,マウスでクリックすると教科書の一部の画面が動き,実際に色々な物が落ちる様子が見ることが出来る。次のアイコンをクリックすると,今度は,「鳥の羽根」と「鉄球」が空気中と,真空中でどのように落下するかを見ることができる。さらに「More」をクリックすると,アポロ15号のスッコ

ト宇宙飛行士が月面上でおこなった歴史的な「羽根とハンマーの落下実験」を瞬時に表示するのである。

#### 5. インターネットを利用した物理教育はどうあるべきか?

最近の調査によると,科学技術立国日本の「科学」,「技術」への理解,関心は極めて低いという。一方で,科学はたえず進歩しており,細分化し,専門家でなければよく分からなくなっている。非専門の物理屋さんだけでなく,広く一般に啓蒙活動することは物理の発展にとって非常に大事なことであろう。高度化し,ともすると,ブラックボックス化して「まあ,良く分からないが,とにかく,この結果を使ってみよう」ということもたびたび耳にする。「科学離れ」,「理科離れ」という言葉も広く喧伝されている(鶴岡他1996)。Fig.6は一般の人が科学,技術にどれくらいの関心があるかを調査した報告である。科学技術立国を唱える日本の市民は,意外と思われるかも知れないが,欧米諸国に比べはるかに低い関心しか示さなく,啓蒙活動の必要性を感じる(National Science Board 1993;池沢1996)。

このような状況を考えると,大学内だけの利用法だけでなく,大学を中心としたサーヴィスも大切になる。例えば,(a)中学,高校生にも解放したインターネット物理講義であり,(b)時間的に制約が大きいと思われる社会人教育(生涯教育)への利用である。リベラル・アーツに限れば,インターネットを使った"Virtual University"も可能である。

#### 6. 謝辞

インターネットについては多少の経験はあるものの,専門家ではない。実践例というよりも夢を述べさせていただいたが,この議論を進めるにあたっては,学習情報通信システム研究所(新札幌テクノパーク)の古城則道氏の助力が大であっ

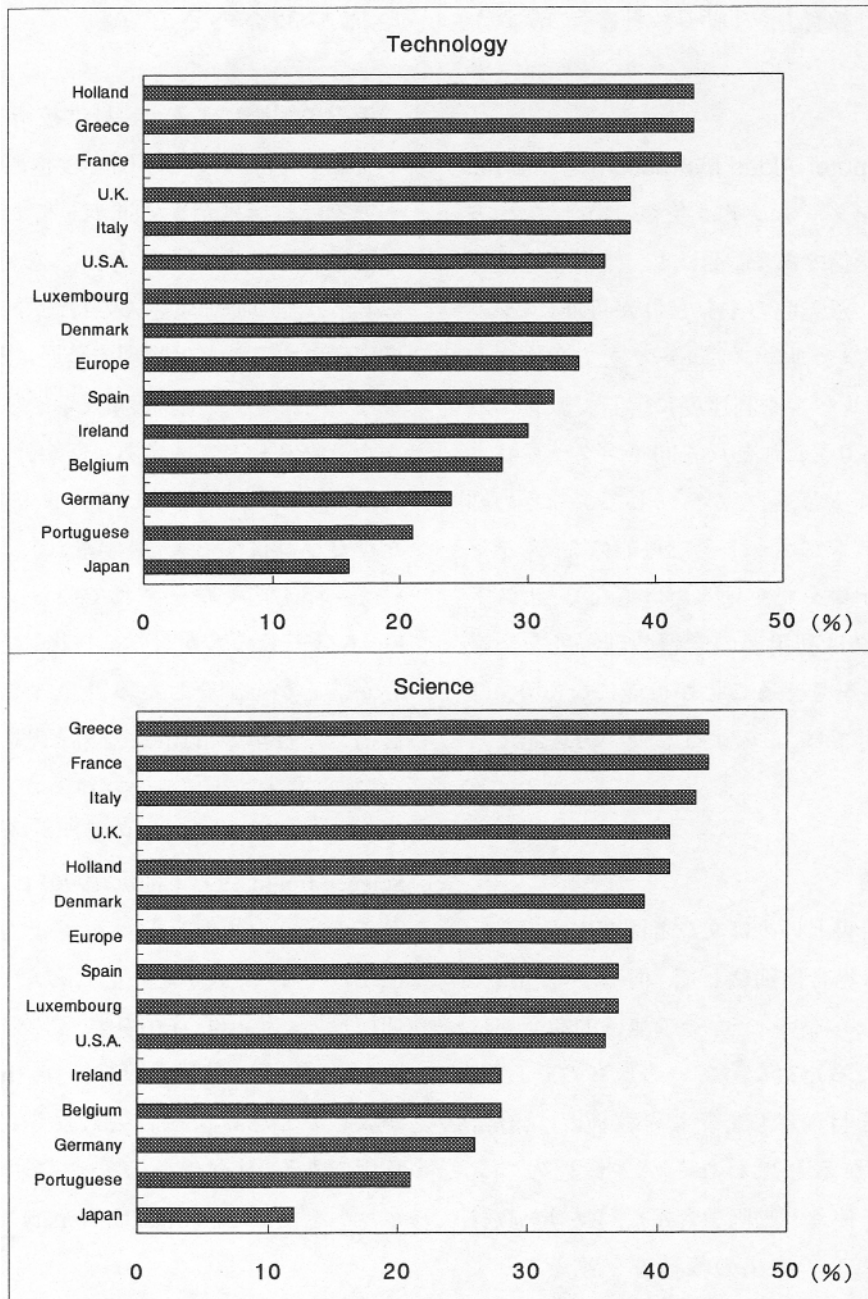


Fig. 6 Concern of citizen for (a) Science and (b) Engineering reported in Science & Indicators - 1993, Natinal Science Board.



た。重ねて感謝を表わしたい。

## 参考文献

英国オープン・ユニバーシティビデオ教材, ジェムコ出版

California Institute of Technology and South California consortium (1985), 『メカニカルユニバーズ』(日本語版は丸善)

池沢直樹(1996), 『日本物理学会誌』, 51, 195

文部省マルチメディアを活用した21世紀の高等教育の在り方審議会(1996), 『マルチメディアを活用した21世紀の高等教育の在り方について』

National Science Board (1993), *Science & Engineering Indicators - 1993*

The Education Group, *The Video Encyclopedia of Physics Demonstrations*, Los Angeles

トマス・G・ウエスト(1994), 『天才たちは学校がきらいだった』, 講談社(Thomas G. West: *In the Mind's Eye*, Prometheus Books)

鶴岡森昭, 永田敏夫, 細川敏幸, 小野寺彰(1996), 「大学・高校理科教育の危機 - 高校における理科離れの実状 - 」, 『高等教育ジャーナル』(北大), 1, 105

郵政省電気通信審議会(1994), 『21世紀の知的社会への改革に向けて』