

千野



物理教育研究

日本物理教育学会北海道支部

Vol. 22, 1994. 5

目 次

卷 頭 言

副支部長 斎 藤 孝

研究論文

・沈降法による粘度測定	峰 友 典 子	1
	三 好 康 雄	
・地球温暖化による環境教育学	松 下 賢	5
－エントロピー概念の導入－	小野寺 広 樹	
	下 山 雄 平	
・新旧高校物理実験課題の比較研究	鶴 岡 森 昭	9

解 説

・米国デモンストレーション物理教材について 「その開発史とLD教材内容紹介」	山 田 大 隆	18
・「産業技術の継承と未来への創造」に学ぶ	永 田 敏 夫	26
・THE BRITISH EDUCATION SYSTEM	NOELLE CAULFIELD	31
・英国の高校教育におけるA レベルの改革計画	吉 田 静 男	36

報 告

・物理教育の活性化を求めて 「BUTURIサークルほっかいどう」のうぶごえ	永 田 敏 夫	41
・第3回日中米物理教育国際会議参加報告	鶴 岡 森 昭	48
・第3回日中米物理教育国際会議（肇慶会議）に出席して	山 田 大 隆	54

案 内

・全国理科教育研究大会について	山 田 大 隆	57
-----------------	---------	----

ティー・ルーム

・物理教師 そのⅢ	秋 山 敏 弘	61
・理数科はどこに行く	松 村 熟	61
・科学教育の危機	山 形 積 治	62
・大学の大衆化と物理の大衆化	小野寺 彰	63

支 部 規 約

卷頭言

副支部長 斎藤 孝

日本の文化は、周辺の文化を同化してきたという。明治以後物理教育を同化する過程で、日本の学校教育の試験制度と結びつき、主要な試験科目の一つとして同化してしまい、今では理工系大学に進むための大変な受験科目となってしまった。

本来、理科教育は観察や実験実習を伴うもので、芸術、家庭、体育などの実習実技と同じように、理科では実験実習が重要な理解の手段であり、それが学習者に発見と感動をよび、自然に対する畏敬の念と、汲めどもつきない興味を与えてくれるものであった。

ところが、受験としての理科では、紙の上の表現での競争なので、観察や実験で複雑な現象を考察するよりも、単純明解にそれを文字で表し、要点を暗記する方が効果的である。予備校に於いては実験室すら必要がなくなった。今の理科教育の目的は、試験を乗り越える手法を学ぶことになってしまった。以上ことは、我が国にとって理科教育がそれ程大事であったことを示している。

規制国家とか、許認可事項が多すぎるといわれる中で、日本国民すべてが経験しなければならないのが、受験というハードル（規制）である。しかもそれは、個性が伸びて行く、少年期から社会人になる過程に行われ、創造性を磨くよりも、課せられた問題（規制一上限のある）を乗り越える手法を学び身につけることになる。

そのハードルは範囲こそ狭いが極めて厳しい。たくさんの熱心な教師、選ばれた大学教官が、競争して巧みな問題を作り、世界の類のないような物理問題集が書棚に並ぶ、帰国女子達が「不思議な受験の国日本」といって挑戦しに帰ってくるのが哀れに感ずる。

昭和15年、東大工学部教授富塚消博士が、科学日本建設のために、科学を日本文化にしようと唱えている。いいかえれば、科学を殖産や生産従事のための手段のみとせず、他の日本文化のように趣味や道楽として日本の人々に親しんで貰おうという主張である。

期せずしてこのことは、平成5年版科学技術白書にいう「青少年のための科学の祭典」の運動と一致する。この祭典での教師達の生き生きとした楽しそうな活動に、来場者も共感したことをおぼえている。

長年かかって受験物理が定着してしまった現在、科学の実験を学校教育の場以外で見せる必要がある。国や社会の要請にこたえてきた学校での理科教育を、一步抜けだして、芸術、家庭、体育などのように、社会の場でも展開するようにしたい。そのためには、科学を教えるという姿勢でなく、実験演示者自らが楽しむことは勿論みんなで科学を楽しむ方向へ脱皮しなければならない。日本文化の中で新しい科学の在り方を模索することが我々会員に課せられた重要テーマになりつつある。

北海道工業大学

峰 友 典 子、三 好 康 雅

1. はじめに

我々は水の粘度測定を学生実験のテーマとすることを目的として、過去に直径4 mm程度の球の水中落下速度をイメージセンサで測定し、粘度を求める報告をした^{1) 2)}。その結果、この球径では落下速度が速すぎるため、速度から粘度を求める過程で一般的に使用される公式のどれにも当てはまらず、水の粘度測定には適さないことがわかった。球径100 μm程度であれば落下（沈降）速度が遅くなり、レイノルズ数<1を満足するのでストークスの式が使用できると考えられる。

今回新たに装置開発を行い、直径が50～100 μm程度の粉体を水中落下させて沈降速度を測定し、水の粘度を求める実験を試みた。

粉体の沈降速度の測定にはイメージセンサ（東芝 TCD102C）を使用した。

本実験では、粉体として研磨粉を使用した。研磨粉は図1に示すように、各粒が多様な形状をした非球形粉体であるが黒色なので水中落下の状況が観測し易い利点がある。



図1 顕微鏡写真・研磨粉 (90~100 μm)

市販されている研磨粉は粒径のばらつきが大きいので、ふるいで10~15 μm程度の幅で分別した。これを水中落下させて沈降速度を測定

し、球に適用されるストークスの式を使って水の粘度を求めた。研磨粉は球形ないので、その問題について考察した。

沈降速度 v から粘度 η_0 を求めるストークスの式は

$$v = \frac{1}{18} \cdot \frac{(\rho - \rho_0) g}{\eta_0} \cdot d^2 \quad (1)$$

である。ここで、 ρ は粉体密度、 ρ_0 は水密度、 d は粉体直径、 g は重力加速度である。

2. 測定装置

図2に装置の概要を示す。水の入ったガラス容器（1×2×50cm）をイメージセンサと光源の間に置いて光を当てる。センサはガラス容器の下から10cm程度の位置に置いた。この位置であれば50cmの高さから落下する粉体が適度に拡散して測定し易くなる。

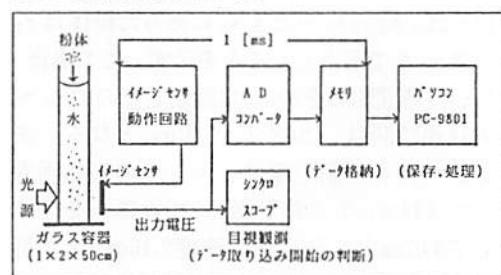


図2 測定装置

イメージセンサは粉体の影を電圧変化として感知するので、センサの出力電圧をシンクロスコープで観察し、適当な波形が現れたときデータ取り込み開始のスイッチを押す。測定データはADコンバータを介してメモリに格納される。

以上の動作に要する時間は1 msで、本装置は一定時間間隔をおいて連続8回の測定を繰り返す。取り込み時間間隔は2、5、10、20、50、100msと切り替えられるようになっている。

連続8回の測定が終了するとパソコンにデータ転送し、保存、データ処理を行う。

3. 測定例

図3に測定例を示す。横軸はイメージセンサの受光面に相当し、左端がセンサの上端になるので粉体は図に向かって右方向へ落下する。

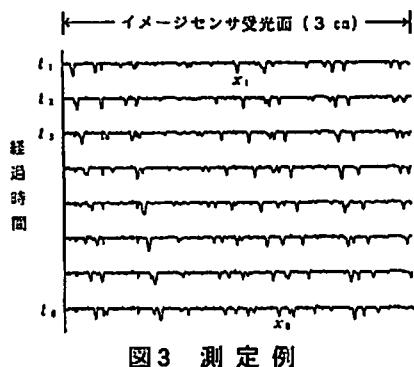


図3 測定例

下向きピークはセンサが捕らえた粉体の位置の影を表す。

縦軸は経過時間を表し、 t_1 から t_5 へと一定時間間隔をおいて連続8回測定した状態である。粉体の位置が時間とともに移動する様子が窺える。

例えば、時刻 t_1 のとき x_1 にあった粉体は t_5 のとき x_5 まで落下したことを示す。この場合、取り込み時間間隔を20msに設定したので $t_1 \sim t_5$ の経過時間は、 $20 \times 7 = 140\text{ms}$ となる。また、 $x_1 \sim x_5$ の移動距離は、センサの規格画素ピッチ (14\mu m) と移動量 (216画素) を掛け算して 3.02mm となり、沈降速度 2.16cm/s が得られた。

以上の測定を多数回行い、平均速度を求めた。

この測定方法は、1回の測定で複数個の粉体の位置情報が得られるので実験が簡便化できる利点がある。

4. 結 果

図4、図5は測定沈降速度のヒストグラムである。

図4は研磨粉をふるいで $75 \sim 90\text{\mu m}$ の大きさに分類して測定した結果である。速度の分布

は $0.4 \sim 1.6\text{cm/s}$ と広範囲になった。これはふるいでの分類幅が 15\mu m と大きいためである。平均速度 v_{AV} は 0.85cm/s が得られた。理論速度 $0.64 \sim 0.93\text{cm/s}$ は研磨粉が球形であると仮定して、ふるいのメッシュサイズ $75, 90\text{\mu m}$ を粉体の直径として(1)式から求めた。

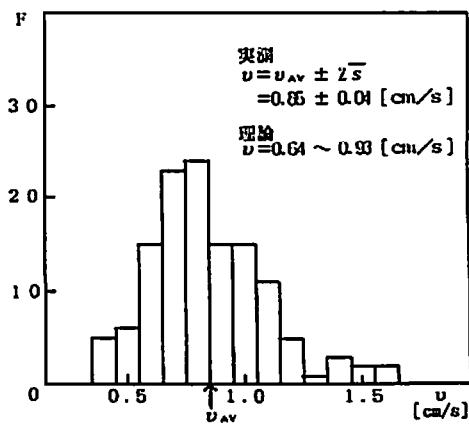


図4 沈降速度分布・研磨粉 ($75 \sim 90\text{\mu m}$)

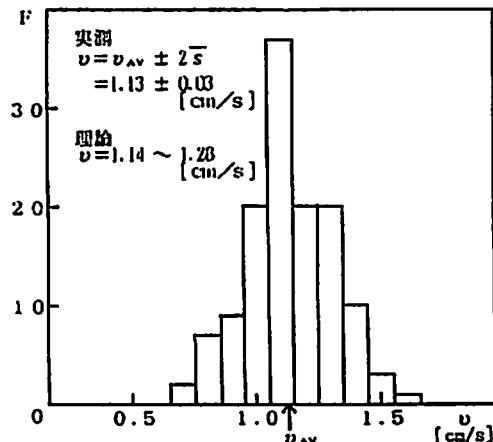


図5 沈降速度分布・研磨粉 ($100 \sim 106\text{\mu m}$)

図5は研磨粉をふるいで $100 \sim 106\text{\mu m}$ の大きさに分類して測定した結果である。図4に比べてふるいでの分類幅が 6\mu m と小さいため速度の分布は $0.7 \sim 1.6\text{cm/s}$ と狭くなっている。平均速度 v_{AV} は 1.13cm/s が得られた。理論速度は $1.14 \sim 1.28\text{cm/s}$ となった。

図4、図5ともに理論速度は測定速度の分布範囲に含まれる。さらに、測定速度のゆらぎを

考慮すると平均速度 v_{av} は理論速度の範囲に含まれる結果が得られた。

表 1 は、研磨粉の大きさを 4 段階に分類して上記の測定を行い、得られた沈降速度から水の粘度を求めた結果である。

直徑 [μm]		速度 [cm/s]	粘度 $\times 10^{-3}$ [Pa.s]	Re
100~106 (103)	実測	1.1	1.1	1.2
	理論	1.2	1.0	
90~100 (95)	実測	0.93	1.1	0.9
	理論	1.0	1.0	
75~90 (82.5)	実測	0.85	0.93	0.7
	理論	0.79	1.0	
63~75 (69)	実測	0.54	1.0	0.4
	理論	0.54	1.0	

室温20°C

表 1 研磨粉・測定結果

() 内の数値 103、95、82.5、69 μm はそれぞれ研磨粉の分類幅の中央値を示し、この値を粉体の直徑として使用した。 Re はレイノルズ数である。

理論速度は測定温度 20°C における水の粘度 1.0×10^{-3} Pa.s から計算した値である。

実測速度は上から 1.1、0.93、0.85、0.54 cm/s が得られ、直徑が小さくなるほど沈降速度は速くなる。また、水の粘度は $0.93 \times 10^{-3} \sim 1.1 \times 10^{-3}$ Pa.s が得られた。

以上のように、研磨粉が球形でないにもかかわらず理論値に近い粘度が得られた。

5. 考 察

図 1 に示すような研磨粉の形状から見て予想外に良好な結果が得られた感がある。そこで落下体の形状と落下速度の関係を調べるために、直徑 0.3 mm のシャープペンシルの芯をいろいろな長さに切り、グリセリン中を落下させた。その結果を図 6 に示す。

図 6において、縦軸は落下速度、横軸は落下体の寸法比である。縦落下、横落下とあるのは、それぞれ落下体を鉛直、水平にして落下させた場合に対応する。

縦落下の場合、寸法比の増加とともに落下速度は速くなるが寸法比 30 を越えるとほぼ一定速

度になり、速度の飽和状態を示す。

横落下の場合も同様に速度の増加傾向を示すが、縦落下に比べて増加の割合は小さくなっている。

各グラフを外挿（点線）したところ、予想通り寸法比 1 の近辺で交わった。

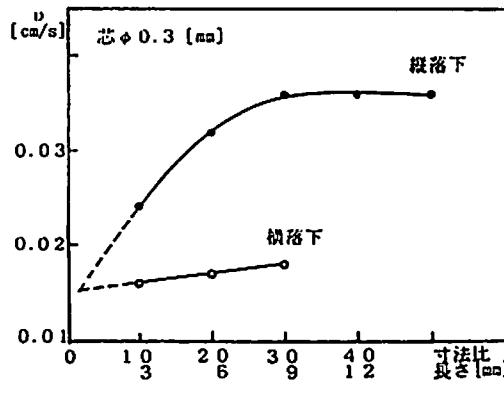


図 6 グリセリンにおけるシャープ芯の落下速度

研磨粉の場合とシャープ芯の場合とでは、実験の条件が大幅に違う。しかし、流体における相似則を考慮すれば、シャープ芯の結果を研磨粉の場合に適用できると考える。

この実験に用いた研磨粉は、図 1 に見られるように寸法比は 2 以内である。したがって、図 6 から考察すると形状の違いによる落下速度の違いは小さいと考えられる。

今回の測定ではふるいでの分類幅が大きいので、それに起因する速度のばらつきに形状の違い（球形でない）に起因するばらつきが隠されたのではないかと考える。

6. おわりに

本実験では、粉体の直徑を決める要素として「粉体の大きさをどの程度に分類すれば使用できるか」、「粉体の球形度がどの程度であれば使用できるか」を把握するための基礎データを採取した。その結果、非球形粉体である研磨粉でも使用できることがわかった。しかし、教育的側面からみると学生実験材料としては球形粉体が望ましいと考える。今後、さらに球形度の良い粉体（例えばガラスビーズ）を使用しての実

沈降法による粘度測定

験を試みたい。

参考文献

- 1) 峰友、三好：物理教育研究 18 (1990) 14
- 2) 峰友、三好：物理教育研究 19 (1990) 10

北海道教育大学函館校物理学教室

松下 賢、小野寺 広樹、下山 雄平

I. まえがき

1980年代の初頭、地球温暖化が地球環境崩壊のシナリオの一つとして世界の注目を浴びた。その後現在に至るまで、世界各地で研究がさかんに行われている。本論文では、地球温暖化のメカニズムを検討し、物理的視点からの解析例を示した。エントロピー概念による解析法が温暖化への処方せんを与えることが明らかになった。

II. 温暖化の物理化学的知見

2.1 地球温暖化のメカニズム

地球温暖化の大きな因子として温室効果が挙げられる。地表面の温度は平均288K (15°C) 程度である。地球の温度が288Kに保たれるのは、太陽からの日射エネルギーと地球からの宇宙空間 (3K) へ向けて放出される熱放射エネルギーが一定の釣り合いを成している為である。これら2つのFactorのうち特に熱放射エネルギーに大きな影響を与えるのが大気の存在である。太陽からの日射光は地球を覆っている大気にほとんど吸収されること無く地球表面に到達し地表面を温める。地球表面からは $10\text{ }\mu\text{m}$ 程度の赤外線が宇宙空間に向けて放散して地表面を冷やすが、冷え方は大気の成分に大きく依存している^[1]。

大気 (特に水蒸気や二酸化炭素 (CO_2)) はこの赤外線を強く吸収する。したがって地表面からの熱放射は直接宇宙空間に放出されることはない。赤外線を吸収した水蒸気や CO_2 は同時に熱放射も行う。このように地表面からの熱放射は大気中の水蒸気や CO_2 によって吸収・放射を繰り返され、最終的に宇宙空間へと放出されていくのである。大気は、太陽からの日射

を直接地表面に透過させながら、地表からの放射を妨げるため、両者の兼合により地表面の温度は288Kという生命にとって欠かすことのできない温度を保つ。このような放射を妨げる大気の効果を「温室効果」と呼ぶ。

Fig. 1 によって対流圈気温上昇のシステムを説明する。大気下層では地表面から対流によってエネルギーが移動する。気温分布は対流に依存しており、大気気温は上方に行くほど低くなる。温室効果の原因となる気体 (温室効果ガス) を増加させると熱放射効果は弱まり、熱放射高度はより大気密度の低い上方へと移動する。

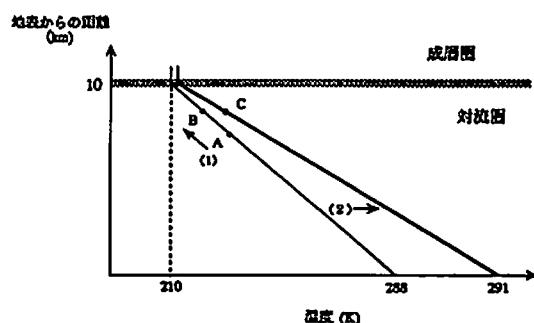


Fig. 1 温暖化のメカニズム

ステファン-ボルツマンの法則

$$E = \sigma_B T^4 \quad (1)$$

$$(\sigma_B = 5.670 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4})$$

によって上層大気では、低温のために熱放射は減少する。地球全体が失う熱エネルギーは減少し、より地表面の気温は上昇する。これにともない失う熱エネルギーは増加し、ある程度気温が上昇したところで平衡状態に達する ((2)の矢印の過程)。

2.2 温室効果ガスの特質

地球を取り巻く大気は、多種類の気体分子により構成されている。しかし、これらすべてが地表面からの熱放射（赤外線）を吸収することはない。温暖化問題に大きな影響を及ぼす気体は地表からの赤外線を吸収する特定の気体である。Fig. 2 に大気中の気体成分による赤外線吸収率を示す。赤外線の吸収エネルギーは気体成分の持つ波長と吸収帯域幅に強く依存する^[2]。

Plank の式

$$E = h \nu \quad (2)$$

によって波長（= 1／周波数）に逆比例の関係で赤外線吸収エネルギーは増加する。又、吸収帯域幅は吸収の積分強度に比例することから吸収エネルギーを表示する。H₂O と CO₂ の赤外線吸収エネルギーは非常に大きいことが分かる。最も赤外線吸収エネルギーが大きいのは H₂O であるが、現時点での H₂O 濃度に著しい変化は見られていない。そのため、H₂O は温暖化の原因とすることは考えにくい。CO₂、O₃、CH₄、亜酸化窒素 (NO₂) 及びクロロフルオロカーボン類の気体ガスは赤外線吸収エネルギーが大きく、しかも著しい大気中の含有率の増加が観測されている。このことにより、CO₂ が温暖化の主原因と考えられている。

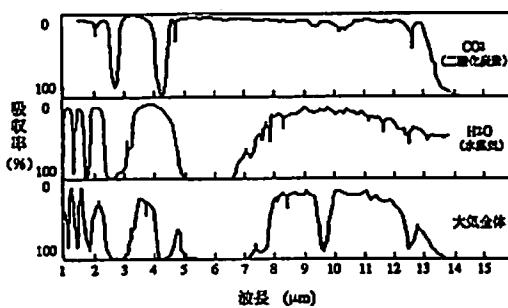


Fig. 2 大気成分の赤外線吸収率

III. 地球環境とエントロピー

3.1 亂雑さ度合い—エントロピー—

エントロピーとは、物理学では熱拡散の度合いを示す指標である。しかし、地球環境の問題を議論する場合、このような長い定義では煩雑

すぎる。環境問題に対する有効概念であるエントロピーは Boltzman^[3]あるいは Shanon によって創始された「乱雑さ」がもっとも明確な表現である。エントロピーを乱れの本質として説明することに物理的間違いもなくまた極端な誤解を生じることもない。この意味で廃熱、廃物をそれぞれ熱的エントロピー及び物質的エントロピーと定義できる。物体やエネルギーが拡散するという熱学第二法則は、乱雑の方向に物体は進行するといいかえてもよい。

3.2 地球システムとエントロピー

地球が誕生してから46億年、また生物の起源は35億年前である。火山活動、地震などさまざまな活動がエントロピーの発生源であった。しかし地球の環境は比較的定常性（持続性）を維持してきた。これは次の様なエントロピーを廃棄する機構（自浄力）が存在したためである。

(1) 赤外線による地球外への熱放射

(2) 大気下方での水の循環

(3) 生命循環による廃物エントロピーから熱エントロピーへの変換

(1) と (2) は熱的エントロピーの処分機構であり、(3) は物質的エントロピーの処分機構である。

地表での熱エントロピー放出の最も大きな作用は (1) によるもので、地表面での熱放射のうち80%近くがこの熱線放射である。熱線放射が行われない場合、地球という一つの系内では熱エントロピーの放出がほとんどいき場がなくなる。地球の環境は、(1) によって生体適温に保たれ、生態系が確立している。

(2) による熱エントロピーの処分機構は (1) と同様に重要である。これは一つの熱機関である。つまり、288K の地表から一定の熱量 ΔQ を得て、250K の大気上空へ熱量 ΔQ を排出し循環する。このことから熱エントロピーの流れを考えると次のようにになる。水の循環と対流は、地表から

$$\Delta S_{\text{E}} = \frac{\Delta Q}{T} = \frac{\Delta Q}{288} \quad (3)$$

のエントロピー ΔS_g を吸収し、宇宙空間へ

$$\Delta S_g = \frac{\Delta Q}{250} \quad (4)$$

放出している。ここで熱量 ΔQ は次のように考える。地球への日射エネルギーを $0.49 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{mim}$ とすると、水の蒸発における熱量（潜熱） ΔQ は $0.12 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{mim}$ となる^[1]。これを年間あたりに換算すると ΔQ は 63 Kcal/cm^2 となる。この熱量を代入して考えると、水の循環と対流は $S_a - S_g = 32.6 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{K}$ だけエントロピーを処分していることになる。つまり、大気上空では水蒸気から熱エントロピーを取り除くことによって水または氷が再生される。これによって水が再び熱エントロピー輸送媒体として利用されることになる。

(3) に示す通り地球のエントロピー処分機構を考える場合前述の熱エントロピーの他に廃物としてのエントロピーも考える必要がある。地球上における廃物エントロピーの発生者は動植物である。高いエントロピーを持つ廃せつ物や遺体は小動物や微生物により分解され最終的に無機物に変換される。つまり、分解（発酵）過程で発熱現象が起こる。そして、この熱エントロピーは水の蒸発によって水循環と対流過程に受け渡される。このように、地球という一つの系の内部には太陽光の入射と大気上空での熱放射という流れや水の循環さらに生命循環が存在している。この循環の中にエントロピーの流れが存在する^[4]。

3.3 生産におけるエントロピー生成

地球のエネルギー危機が叫ばれる中、エネルギーの節約がしきりに説かれている。しかし、これは基本的な物理法則「エネルギー保存則」に反するかのようにも見える。エネルギーを消費するというのは地球外へエネルギーが拡散することではなく、エネルギーの形を変え最終的に熱エネルギーとなり大気を温めるという結果になることである。エネルギーの変換が行なわれる場合、エネルギーの有用性は常に減少する傾向を持つ。これが熱力学の第2法則の述べる

エネルギーの低級化である^[5]。高級から低級へのエネルギーのスペクトルは電気的エネルギー、力学的エネルギー、化学的エネルギー、熱エネルギーとなる。即ち、エネルギーの消費とは、エネルギーの消滅ではなく低級のエネルギーに変えてることである。最終的に全てのエネルギーは大気や海水中に拡散し、多量の空気や水の温度を上昇させる。

物質やエネルギーは纏まって存在すれば有用だが、散らばった状態になると価値が低くなる。このように纏まり具合や配列の仕方を表す尺度がエントロピーである。散らばって価値が減るということは、エントロピーの増大を意味する。

Fig. 3 に生産システムでのエントロピーの流れを示す。この生産システムでは人は何一つ物を作り出したりエネルギーを生み出したりしているわけではなく、形を変えたり配列を変えたりするに過ぎない。生産過程では、原料資源からエントロピーを分離して高度な秩序を持つ生産物（商品）を作り出す。一方、消費過程ではエントロピーの低いエネルギー資源を入力することにより、ネゲントロピー（負のエントロピー）を生産物に与えエントロピー増大の法則に矛盾しない形でエネルギーを出力する。このエネルギーは排熱であり、拡散という形で捨てられる。昔

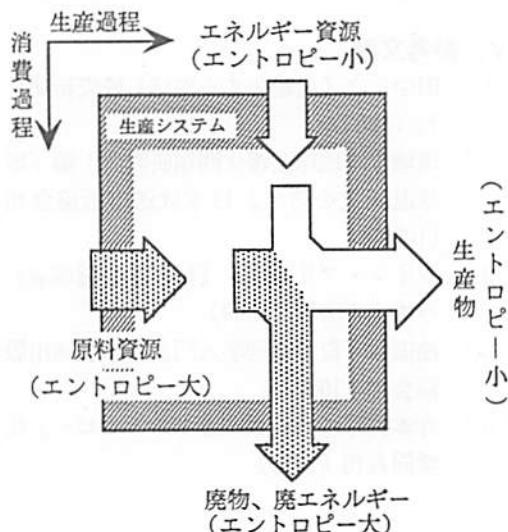


Fig. 3 生産システムにおける
エントロピーの流れ

よりも生産活動が激しい現在、このエントロピーの捨て場が深刻な問題となっている。

V. 結論

地球環境破壊が地球規模で行なわれ始めた1970-1980年代、環境学の重要性が認識された。その主な力点は、地球環境の観察に主点が置かれ、とくに生態学的（Ecology）または気象学的（Climate Science）点からも環境科学（Environmental Sciences）が発展した。これらの科学的成果は近年益々蓄積されてきたが、事実群の羅列との批判のそりを免れない。全体の関連を概観する視点が欠如していたからである。森を例にとると、木を切らない森は考えられない。人間の手による森の管理（間引きおよび植林）が必要であって、太古の自然林は元々存在しない。一本一本の木を見るよりも森全体を視点にいれなければならない。ここに、物理的視点が極めて重要な意味を持つ。環境物理学とは環境の実態を個別ではなく、全体の関連の下で解析し、それらを総合することを目的としている。エントロピー概念を基礎とした本論での環境の視点は、簡潔であるだけに、その結果の豊富さは注目に値する。このようにシンプルな概念の枠組みによって物事の本性が明確にされることが示唆された。

V. 参考文献

- [1] 田中正之『温暖化する地球』読売新聞社刊（1989）
- [2] 環境庁「地球温暖化問題研究会」編『地球温暖化を防ぐ』日本放送出版協会刊（1990）
- [3] レオン・ブリルアン『科学と情報理論』みすず書房刊（1969）
- [4] 榎田敦『資源物理学入門』日本放送出版協会刊（1982）
- [5] 寺本英『エネルギーとエントロピー』化学同人刊（1973）

北海道札幌開成高等学校

鶴岡森昭

0. はじめに

生徒の理系離れ、特に物理離れが進行しているという実態調査¹⁾が示す通り、自然に対する直接体験の乏しい生徒の間では理科を敬遠する風潮が広まりつつあることが伺われる。その対策の一つとして数多くの実験・観察の機会を生徒に与えることが考えられる。しかし、その実験課題の質的面の評価も疎かにするわけにはいかない。

さて、平成6年度以降の入学者からは新学習指導要領に準拠した教科書によって理科の指導がなされている。平成5年度までの高等学校学習指導要領²⁾には、理科の目標として「観察・実験などを通して、自然を探究する能力と態度を育てるとともに、……」と明記され、また平成6年度からの高等学校学習指導要領³⁾では、理科の目標として「自然に対する関心を高め、観察、実験などを行い、科学的に探究する能力と態度を育てるとともに……」と明記されている通り、新旧の学習指導要領において、一貫して探究目標を実現する手段として、実験・観察を重要視していることが伺われる。

しかし、用意されている実験課題が必ずしもこの探究目標を実現することを保証するとは限らない。新指導要領に準拠した教科書においても用意された実験課題がカリキュラムの目標を達成する上で適切なのかどうかを綿密に評価する必要がある。

1. 研究の目的

平成6年度入学生から採用される高校物理教科書に掲載されている実験課題が探究目標を達成する上で、適切な内容になっているのかどうかを検討する。

更に、平成5年度までの入学生対象の高校物

理教科書に掲載されている実験課題の分析結果⁴⁾と比較し、改善されている箇所と指導上で検討を要する諸点を明らかにする。

2. 研究の方法

平成6年4月から使用される予定の高等学校物理IB教科書に掲載されている実験課題（7社の160件）について、主としてその中に盛り込まれている生徒に求める実験スキルの要素的多様性を米国IOWA大学理科教育センターの研究グループが開発した L A I (The Laboratory Structure and Task Analysis Inventory)⁵⁾によって明らかにする。

分析の対象にした教科書は次の通りである。

なお、出版社名を示す記号（アルファベット）は拙稿『高等学校理科実験指導の改善に関する一考察』⁶⁾の分析結果と比較対照するために、同一の記号を用いた。

- B 東京書籍株式会社（東書）
2 東書 物B505 物理IB
- D 実教出版株式会社（実教）
7 実教 物B507 物理IB
- E 学校図書株式会社（学図）
11 学図 物B509 物理IB
- F 株式会社三省堂（三省堂）
15 三省堂 物B510 物理IB
- H 株式会社新興出版株式会社（啓林館）
61 啓林館 物B512 物理IB
- J 数研出版株式会社（数研）
104 数研 物B514 物理IB
- K 株式会社第一学習社（第一）
183 第一 物B517 物理IB

3. 分析手段の解説

(1) L A I の構造

本論で実験課題の分析手段に用いた L A I について、本論と密接に関わる部分の概略を説明したい。

L A I は『構成カテゴリー』と『課題カテゴリー』の2部構成になっている。前者の『構成カテゴリー』は実験室活動の構成と方法を明らかにするものである。本論で分析手段に用いた『課題カテゴリー』は課題分析の基礎となる総計24の探究カテゴリー (Inquiry Category) からできている。これらは大きく4つのセクション (計画と設計、実施、分析と解釈、応用) からできいて、これらの各セクションは更にそれぞれ4乃至7つのカテゴリーを持っている。これらのカテゴリーの中には更に分割されて定性的成分と定量的成分をもつものもある。課題カテゴリーは実験室において生徒に求める一連のスキルと行動に合致していて、科学的探究過程と問題解決過程に関係している。4つのセクションは生徒の実験活動の進展段階を示している。

実験活動の第一段階は『計画と設計』であり、生徒は疑問を明確に表現し結果を予測し、検証すべき仮説を明確に表現し、あるいは実験上の手順を計画することを求められている。これらの行動は、実験手引書の指示や教師の指導、あるいは学級討議や生徒個々の自発性によってもたらされるものである。

実験活動の第二段階は『実施』である。生徒の行動には観察をしデータを記録するばかりではなく、実際に実験をし装置を操作し、探究の技術について判断を下すこと等が含まれている。

実験活動の第三段階は『分析と解釈』である。生徒の行動にはデータを処理し関係を説明し、一般的法則を導くことが含まれる。また、この段階にはデータの精度を検討し実験の前提と限界についてのあらましを述べたり、更に先に進んだ探究のために疑問をはっきり正確に表現することも含まれる。

実験活動の最終段階は『応用』である。この段階には特定の探究結果を越えて更に先へ進む

生徒の行動が含まれる。例えば、新たな状況で予測をすること、実験結果を基に仮説を立てるところ、あるいは新たな問題に実験技術を応用することである。

〔表 I 〕

構成カテゴリー	
A. 構 成	
a. 1	細部まで指示された構成
a. 2	細かい指示がなく生徒主導の構成
a. 3	帰納的アプローチ
a. 4	演繹的アプローチ
B. 教科書との関係	
b. 1	教科書に先立って
b. 2	教科書のあとで
b. 3	教科書と一体化して
C. 協力形態	
c. 1	生徒達は共通の課題に取り組み結果を持ち寄る
c. 2	生徒達は異なる課題に取り組み結果を出し合う
c. 3	求められる実験後の討議
D. シミュレーション	
d. 1	生徒はドライラボを実施する。データは著者によって与えられる
d. 2	生徒は問題になっている現象をシミュレーションあるいはモデル化した課題を実施する
d. 3	生徒は自分で実験をしてデータを得るのではなく、二次的情報源からデータを集めて実験を行う
d. 4	生徒はプログラムとやりとりしながらシミュレートされた実験を行う

〔表Ⅱ〕

課題カテゴリー

1. 0 計画と設計

1. 1 疑問を明確なかたちで表現し、探究すべき問題をはっきりさせる
1. 2 実験結果を予測する
1. 3 この探究活動で検証すべき仮説を明確なかたちで表現する
1. 4 観察・測定・計算の手順を計画する
1. 5 実験を計画する

2. 0 実施

2. 1 a 定性的観察を実施する
2. 1 b 定量的観察・測定を実施する
2. 2 装置を操作し、技術に習熟する
2. 3 結果を記録し、観察に関する所見を述べる
2. 4 数値計算を実行する
2. 5 実験技術について解説をしたり、判断を下す
2. 6 独自の計画に沿って取り組む

3. 0 分析と解釈

3. 1 a 結果を（グラフ以外の）よく使われる形式に表現し直す
3. 1 b データをグラフ化する
3. 2 a 定性的関係を特定する
3. 2 b 定量的関係を特定する
3. 3 実験データの精度を特定する
3. 4 実験の基礎になる変数、制約条件、前提を明確にしたり検討する
3. 5 一般的法則或いはモデルをはっきり正確に表現したり提案する
3. 6 関係を説明する
3. 7 この探究結果を基に新たな疑問をはっきり正確に表現したり、問題を明確にする

4. 0 応用

4. 1 この探究結果を基に予測をする
4. 2 この探究結果を基に仮説をはっきり正確に表現する
4. 3 実験技術を新たな問題や変数に応用する

これらカテゴリーは目的に応じてまとめることが可能である。つまり、4つのセクション（計画と設計、実施、分析と解釈、応用）のうち、「実施」は「指示された実施」と「生徒主導の実施」に、また、「分析と解釈」は「分析」と「解釈」に分割される。これら「大カテゴリー」と元々のカテゴリーである「小カテゴリー」の関係は表Ⅲを参照されたい。

〔表Ⅲ〕 大カテゴリーと小カテゴリーの関係

大カテゴリー		〔小カテゴリー〕
1	計画と設計	〔 1.1-1.5 〕
2. A	指示された実施	〔 2.1-2.4 〕
2. B	生徒主導の実施	〔 2.5-2.6 〕
3. A	分析	〔 3.1-3.3 〕
3. B	解釈	〔 3.4-3.7 〕
4	応用	〔 4.1-4.3 〕

(2) L A I の機能

L A I による実験課題の分析の機能として、次の諸点をあげることができる。

- ① L A I は実験課題に関するカリキュラムの長所と短所を具体的に明らかにする機能を持っているから、生徒手引書に記載されているカリキュラムの実践的性格と実験活動の役割を見極めるために有用な手段となる。
- ② L A I は探究スキルの育成に関連した目標を評価するための基礎を与えるものであり、生徒に実験経験を与える際、教師にその指針を与える。つまり、L A I は教師が自分で立てた実験目標と合致した実験活動を選択する上で、またその実験活動に修正を加える上でその指針を与える。
- ③ L A I に基づいた分析結果によって、カリキュラム開発者は開発したプログラム独自の長所を活用し、プログラムの改訂のための具体的な手掛けかりを明らかにするという、重要なフィードバックを得ることができる。

『新旧高校物理実験課題の比較研究』

更に、LAIを活用できるより具体的な場面としては、次の諸場面をあげることができる。

- ① 実験指導に携わる教師が、実験課題のねらいと実験課題内容に矛盾がないかどうかを吟味することができる。
- ② 実験指導に携わる教師が、実験課題内容の中で生徒に求めている実験スキルの特徴を把握し、その記述中で修正すべき箇所を発見したり、同じくらいの複数の実験課題から適切なものを選択する判断材料を得ることができる。
- ③ 実験課題開発者が、指導のマニュアルを作成する場面で、生徒に求める実験スキルの具体的な内容を検討する指標に活用できる。
- ④ 教科書執筆者が教科書改訂の具体的な手がかりを得ることができる。
- ⑤ 教科書を検定・採択する際の基準の一つとして活用できる。つまり、採択を求めて執筆された教科書の生徒実験課題にLAIによる分析を施すことによって、探究に関する指導目標を実現できる内容の教科書であるかどうかを判断する一つの尺度に活用できる。
- ⑥ 大学における教職科目の中で、教員志望者に対する理科教育実験課題の分析実習として活用できる。

4. 分析の結果

平成6年度から使用される予定の高等学校物理教科書に掲載されている実験課題の分析結果を以下に示す。

(1) 分析的具体例

具体的な分析内容の例としてB社の分析リストを提示する。

この表中で用いられている記号(+, -, 0)の定義は次の通りである。

+ : 少なくとも一度は生徒にこの行動を要求する指導

- : 生徒にこの行動を必要としない指導

0 : 指導が漠然としていて、生徒にこの指導が結果として生じるかも知れないし、生じないかも知れない

例: B社 物理IB

表中の実験題目は次の通りである。

- ① 力のつりあいと力のはたらき
- ② 等加速度直線運動
- ③ 運動の第二法則
- ④ 運動量保存の法則
- ⑤ はねかえり係数
- ⑥ 力学的エネルギー保存の法則
- ⑦ 熱と仕事
- ⑧ 弦を伝わる波の速さと定常波
- ⑨ 気柱の振動
- ⑩ 薄い試料の厚さ
- ⑪ 静電誘導
- ⑫ 等電位線
- ⑬ コンデンサーの電気容量
- ⑭ 電池の起電力と内部抵抗
- ⑮ 電位を調べる
- ⑯ 探究 運動量保存の法則
- ⑰ 探究 電車のv-tグラフ
- ⑱ 探究 力学的エネルギー保存の法則
- ⑲ 探究 レンズの像のでき方
- ⑳ 探究 直流回路
- ㉑ 探究 原子核の大きさを示すモデル実験

〔表IV〕

実験項目 カテゴリ	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲	計	計 [%]
1. 0 計画と設計	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
1. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	24
1. 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
1. 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	14
1. 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
1. 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5
2. 0 実 施	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	91
2. 1 a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	76
2. 1 b	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	17	81
2. 2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	14	67
2. 3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0
2. 4	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	2	10
2. 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
2. 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5
3. 0 分析と解釈	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	10
3. 1 a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	19
3. 1 b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
3. 2 a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	76
3. 2 b	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	5	24
3. 3	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	19
3. 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	10
3. 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
3. 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
3. 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
4. 0 応 用	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	33
4. 1	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
4. 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	48

〔新旧高校物理実験課題の比較研究〕

(2) 出版社別の分析結果

平成6年度から使用される教科書に掲載されている実験課題の各出版社別の分析結果については表Vに整理して提示した。

〔表V〕

出版社 カテゴリ (実験件数)	B (21)	D (21)	E (25)	F (26)	H (26)	J (25)	K (16)	合計 件数 %
1. 0 計画と設計								
1. 1	0	0	0	0	0	0	0	0 0.0
1. 2	5	0	0	2	3	4	2	16 10.0
1. 3	0	0	0	0	0	1	1	2 1.3
1. 4	3	4	1	1	0	2	0	11 6.9
1. 5	0	0	0	1	0	5	0	6 3.8
2. 0 実 施								
2. 1 a	1	3	3	4	4	1	2	18 11.3
2. 1 b	19	19	20	26	24	24	14	146 91.3
2. 2	16	19	21	26	23	24	16	145 90.6
2. 3	17	11	11	18	17	8	14	106 66.3
2. 4	14	8	11	14	9	17	13	86 53.8
2. 5	0	7	3	4	2	3	2	21 13.1
2. 6	2	1	0	1	0	6	0	10 6.3
3. 0 分析と解釈								
3. 1 a	2	1	1	1	8	4	4	21 13.1
3. 1 b	4	7	9	13	14	12	7	65 40.6
3. 2 a	0	3	2	5	1	2	4	17 10.6
3. 2 b	16	12	16	21	19	18	10	112 70.0
3. 3	5	3	2	6	4	8	3	31 19.4
3. 4	4	12	8	15	12	11	9	71 44.4
3. 5	2	0	1	9	3	1	1	17 10.6
3. 6	0	1	5	1	7	8	1	23 14.4
3. 7	0	0	0	0	0	0	0	0 0.0
4. 0 応 用								
4. 1	7	4	1	0	1	2	10	25 15.6
4. 2	0	1	1	0	0	0	0	2 1.3
4. 3	10	15	1	7	7	13	7	60 37.5

5. 考 察

(1) 大カテゴリーによる新旧比較

分析結果の特徴の概略を把握するために、表IIIに掲げた大カテゴリーによる分析結果を次に列挙する。

〔表VI〕 旧物理

出版社 大カテゴリー (件数)	B (11)	D (19)	E (14)	F (12)	H (16)	J (13)	K (13)	総計 (98)
1 計画と設計	(3) 27.3	(1) 5.3	(0) 0.0	(0) 0.0	(1) 6.3	(1) 7.7	(1) 7.7	(4) 4.1
2 A 指示された実施	(11) 100	(19) 100	(14) 100	(12) 100	(16) 100	(13) 100	(13) 100	(98) 100
2 B 生徒主導の実施	(4) 36.4	(1) 5.3	(1) 7.1	(5) 41.7	(2) 12.5	(3) 23.1	(2) 15.4	(18) 18.4
3 A 分析	(11) 100	(19) 100	(13) 92.9	(11) 91.7	(15) 93.8	(13) 100	(13) 100	(95) 96.9
3 B 解釈	(6) 54.5	(3) 15.8	(3) 21.4	(4) 33.3	(9) 56.3	(3) 23.1	(6) 46.2	(34) 34.7
4 応用	(3) 27.3	(2) 10.5	(1) 7.1	(2) 16.7	(2) 12.5	(0) 0.0	(2) 15.4	(12) 12.2

〔表VII〕 新物理

出版社 大カテゴリー (件数)	B (21)	D (21)	E (25)	F (26)	H (26)	J (25)	K (16)	総計 (160)
1 計画と設計	(6) 28.6	(4) 19.0	(1) 4.0	(4) 15.4	(3) 11.5	(10) 40.0	(2) 12.5	(30) 18.8
2 A 指示された実施	(21) 100	(21) 100	(24) 96.0	(26) 100	(25) 96.2	(25) 100	(16) 100	(158) 98.8
2 B 生徒主導の実施	(2) 9.5	(7) 33.3	(3) 12.0	(5) 19.2	(2) 7.7	(8) 32.0	(2) 12.5	(29) 18.1
3 A 分析	(20) 95.2	(14) 66.7	(20) 80.0	(25) 96.2	(24) 92.3	(24) 96.0	(14) 87.5	(141) 88.1
3 B 解釈	(6) 28.6	(13) 61.9	(14) 56.0	(22) 84.6	(18) 69.2	(16) 64.0	(10) 62.5	(99) 61.9
4 応用	(11) 52.4	(15) 71.4	(3) 12.0	(7) 26.9	(7) 26.9	(13) 52.0	(10) 62.5	(66) 41.3

(2) 物理出版社毎の新旧比較

大カテゴリーによる分析結果を出版社別に新旧の比較した結果は以下の通りである。なお、数値の単位はパーセントである。

B社

	1	2 A	2 B	3 A	3 B	4
旧	27.3	100	36.4	100	54.5	27.3
新	28.6	100	9.5	95.2	28.6	52.4
差	+1.3	0	-26.9	-4.8	-15.9	+25.1

D社

	1	2 A	2 B	3 A	3 B	4
旧	5.3	100	5.3	100	15.8	10.5
新	19.0	100	33.3	66.7	61.9	71.4
差	+14.7	0	+28.0	-33.3	+46.1	+60.9

E社

	1	2 A	2 B	3 A	3 B	4
旧	0.0	100	7.1	92.9	21.4	7.1
新	4.0	96.0	12.0	80.0	56.0	12.0
差	+4.0	-4.0	+4.9	-12.9	+34.6	+4.9

F社

	1	2 A	2 B	3 A	3 B	4
旧	0.0	100	41.7	91.7	33.3	16.7
新	15.4	100	19.2	96.2	84.6	26.9
差	+15.4	0	-22.5	+4.5	+51.3	+10.2

H社

	1	2 A	2 B	3 A	3 B	4
旧	6.3	100	12.5	93.8	56.3	12.5
新	11.5	96.2	7.7	92.3	69.2	26.9
差	+5.2	-3.8	-4.8	-1.5	+12.9	+14.4

J社

	1	2 A	2 B	3 A	3 B	4
旧	7.7	100	23.1	100	23.1	0.0
新	40.0	100	32.0	96.0	64.0	52.0
差	+32.3	0	+8.9	-4.0	+40.9	+52.0

K社

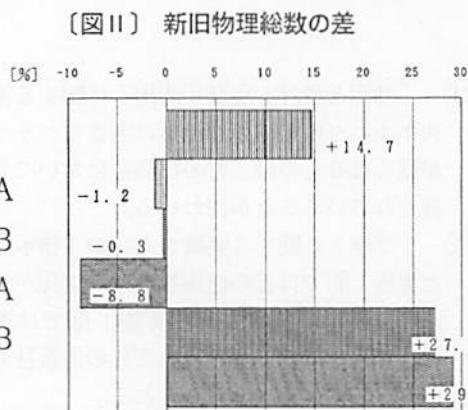
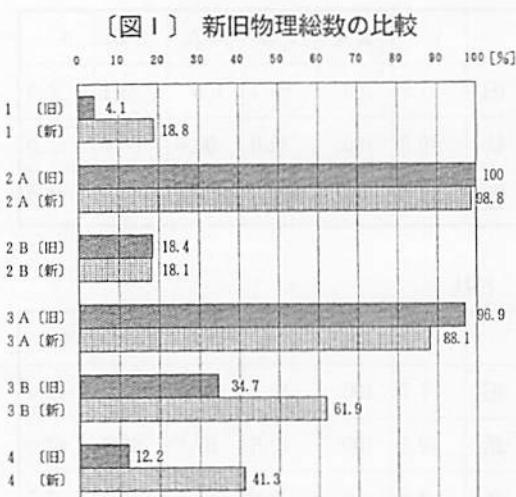
	1	2 A	2 B	3 A	3 B	4
旧	7.7	100	15.4	100	46.2	15.4
新	12.5	100	12.5	87.5	62.5	62.5
差	+4.8	0	-2.9	-12.5	+16.3	+47.1

- ① 「計画と設計」及び「応用」に関する実験スキルについては、増加値に大きなバラつきが見られるものの、どの出版社においても改善されていることが伺われる。
- ② 「実施」に関する実験スキルの「指示された実施」面ではどの出版社もほぼ変化が認められないが、「生徒主導の実施」面では増減の差が大きい。これはそれぞれの出版社の特徴が現れている点と考えられる。
- ③ 「分析と解釈」に関する実験スキルの「分析」面では一社を除いて減少しているが、「解釈」面では逆に一社を除いてかなり増加していることが伺われる。
- ④ 実験スキルの 6 つのセクション間のバラつきは、1 社を除いて小さくなっている。つまり、実験スキルの多様性という面で各社がそれぞれに配慮をしていることが伺われる。

(3) 物理実験課題総数の新旧比較

	1	2 A	2 B	3 A	3 B	4
旧	4.1	100	18.4	96.9	34.7	12.2
新	18.8	98.8	18.1	88.1	61.9	41.3
差	+14.7	-1.2	-0.3	-8.8	+27.2	+29.1

- ② 『実施』面では大きな変化を認め難い。
- ③ 『分析と解釈』面では、「分析」が減少している反面、「解釈」が増加している。
- ④ 6つのセクション間の数値の差が新課程の教科書では少なくなっている。つまり、生徒に求める実験スキルが多様化の方向に改善されていることが伺える。



新旧の比較表を概観すると次のようにまとめられる。

- ① 『計画と設計』と『応用』に関わる実験スキルに改善の跡が伺える。

6. おわりに

本研究では、平成6年度入学生から使用される物理IBの教科書に掲載されている実験課題について、その中に盛り込まれている実験スキルの要素的多様性を、LAIを用いて分析し、平成5年度入学生までを対象に使用されてきている教科書中の実験課題と比較検討してきた。検討の結果によると、実験スキルの多様性という面では各社ともに改善の努力をしていることが明らかにされたと言える。しかし、実験マニュアルが探究目標を即実現するものではない。実験指導に携わる理科教師が実際に生徒を指導する過程で、その目標が実現されていくことは言うまでもないことである。つまり、指導に携わる理科教師が実験指導の目的を継続的に検討し、その肝要な目的と可能な限り合致したスキル・経験・洞察力を育成しているかどうかを確かめなければならない。そのためには、生徒達の実験活動の実際の様子を観察し、その観察の記録と実験目的の双方を吟味しながら生徒実験の計画を立てることが大切である。このような研究を行うことによって、生徒に提示された実験課題が、事実として生徒の行動と関連づけられているかどうか判断できるのである。

今後の課題としては、物理IIの教科書に掲載されている実験課題も含めた分析が必要であると思われる。従来の教科書との比較は、IBとIIを一連のものと捕らえて行うのが本来の比較検討の姿であると思われる。この比較検討は物理IIの教科書が出揃った時機に実施する予定である。

<文 献>

- 1) 鶴岡森昭・山田大陸：『北海道の高校生と大学生を対象とした物理教育実態調査』，物理教育研究，Vol. 21, pp.28-39, 1993, April.
- 2) 高等学校学習指導要領（昭和53年8月），文部省。
- 3) 高等学校学習指導要領（平成元年3月），文部省。
- 4) 鶴岡森昭・仲丸信行・中山和彦：高等学校物理実験課題の評価，物理教育，Vol. 36, No. 4, pp.354-357, 1988.
- 5) Fuhrman, M. et al. : The Laboratory Structure and Task Analysis Inventory (LAI) : A Users' Handbook (Technical Report No. 14), Iowa City, Science Education Center, The University of Iowa, 1978.
- 6) 鶴岡森昭：『高等学校理科実験指導の改善に関する一考察』，札幌市立高等学校校長会研究紀要，Vol. 9, pp. 1-12, 1991.

解 説 米国デモンストレーション物理教材について — その開発史と LD 版教材内容の紹介 —

札幌藻岩高等学校

山 田 大 隆

1. 今日の物理離れ対策としてのデモ物理教材

導入の有効性

物理教育学会本部調査委員会、平成4、5年度版科学技術白書、唐木らの調査（1992）等にまつまでもなく、近年の物理履修者減（物理離れ、物理教育の危機）は、一層の加速方向に今日ある。理工系や製造業からの青年層の離反傾向の急速化は、それへの危機感として、今年に入って中央では、科学技術庁まとめの平成5年度版科学技術白書（平成6年1月20日最新刊）の総360頁中96頁を費して、最近年の止まらない青年層の理科興味と物理工学履修の減少傾向を本格的に調査、グラフ化し、その原因を企業アンケート調査に求める初めての試みを示した。通産省も戦後日本の輝ける製造業の歴史を産業遺産保存・展示（技術博物館やVTR資料作成で）して特筆大書、青少年層に理解を求める異例の日本企業の歴史記述『産業技術の歴史の継承と未来への創造』（産業技術と歴史を語る懇談会報告書）（通商産業調査会発行、1992、10）を出版した。また、日本の環境教育を推進普及する日本理科教育協会（全中理、全小理主管）が、今年の第4回理科教育フォーラム（1994、2、5国立教育会館）を「産業界と語る明日への理科教育」とし、テーマを「科学技術立国の日本の理科教育を問う」として、NEC社長（関本氏）の基調講演とパネラー3氏（JR東海、三菱化成、日本理化学協会研究部長）のパネルディスカッションで、産業界と教育界の相互討論により青少年層の理工系（製造業）離れ対策に、産官学あげて取組む緊急の事態へ発展している（このシンポには、東北、北海道、大阪の物理教育学会支部代表の他、全中理、全小理会長、霜田光一日本物理教育学会々長、丸

章門日本理化学協会々長、山際隆文部省主任視学官も出席する大がかりなものとなった）。今年夏（94年8月4～6日）札幌市で開かれる平成6年度全国理科教育大会の全体協議はこの問題の実態把握と原因分析、解決方向を教員養成大学、女子短大、博物館、企業の各サイドから考え、フロアからの意見も交えて模索しよう企画されているし、来年度（平成7年）の全国理科教育大会（滋賀大会）の全体協議題はそのものズバリの「なぜ今、理科ばなれか」となっている。このような情勢下、1992年10月に物理教育学会道支部で全道16校2004名の高校生と3大学142名の大学生を対象に行った「物理教育実態調査」アンケート（マークカード処理）では、物理履修者減の全道実態の明示の他、その解決（改善）策として（大学生の高校物理改善意見として）、「日常生活との関連を考慮する」「数式に終らず实物や実験を用いて興味関心を高める」「身近な話題、今日的な最先端の話題をとりあげる」指導法改善を挙げている。これには、教科書教材の改良、興味関心ある現象（実験）提示」も含まれる。

日本の物理教科書は工業教育の練習帳に近く（数式を除くと本文＝概念説明＝は1／3になる）、西欧風の自然観、哲学を説き、科学的思考力を身につけるものにはほど遠い。「練習帳」は入試演習過多の今日の日本の進学情勢下では、必然的に入試演習（実験省略）に直結しやすいものとなり、自然観、実験演示（实物教育）抜きの机上の自然科学学習になり易い。この「实物離れ」（実験機会の減少＝理由は教師の高齢化、論理学習の非効率（自立思考力低下、家庭学習不足）で学校依存理論教授が多くなりつつある、入試過多で教師も生徒も入試問題演習を

望む、等がある)が、究極的には物理学習の本質的興味関心力を根底から奪っているといえる。つまり、入試過多に走り、実験実習観察を省略するほど物理爱好者の層を薄くするジレンマに日本理科教育界全体が陥っている、という深刻事態である。生徒に物理への興味関心を抱かせる最良の方法は「自然に親しみ、自らの日々の遊びの中で探究心と技能を養う、多くの物理の驚異の現象をみて探究の動機づけを行う」昔ながらの「王道」(教師と生徒の実験論)を回復する以外にない。

この条件回復の中で出て来るのが、生徒サイドでの探究・課題実験で、これは平成 6 年度からの理科新指導要領の基本精神でもある。教科書も探究実験重視の記述に大幅に書き改められて対応している。この教科書が入試過多演習過多実験軽視の教育現場改革にどれだけ効を奏するかが注目される。

もう一つの改善項目、実験演示の改訂として、従来流(無味乾燥、重要ではあるが)の検証・及びスキル訓練用生徒一斉実験の他に、教師デモ実験の改良がある。これには、近年『いきいき実験わくわく物理』新生出版、1988初版として、このマニュアル書が1.8万部の売行きを見せている愛知物理サークルのデモ実験普及運動がある。これは全くの日本(愛知県)の独創でなく、部分を源流・ヒントとしてアメリカのデモ実験運動成果から得ている。その初期型、アイディア(ハズズオン=手作り廉価教材)に日本的改良(工業高校で作成可能の機械工作実習物)を加えてリファインさせた(日本の工業製品開発思想も同様で教育製品でもいかにも日本的事質となっている)とみる方がよい。86年夏に日本(上智大理工学部)で開かれたアジアで初の国際物理教育学会開催の余波として、翌87年に新潟と札幌で日英物理教育セミナーがあり、この年の夏、米国 AAPT(アメリカ物理教師協会)との交流企画として、この上智大学学会の折りに紹介された愛知物理グループのいきいきわくわくデモ物理(英訳名は Low cost experiments)が現地アメリカで日米セミナーとしてなされ、紹介された。米国教師の寛大な評

価に対し、このツアーレイ同席された当時の桑名工業高校安藤久夫氏(発明内閣賞多数受賞)が、愛知グループのアイディアソースはアメリカに多くあるから、日本がすべてオリジナルだと強弁すべきでない」と示唆された言が印象的であった。

今や、日本の代表的教育輸出物(多くの国際教育学会で特別演示時間が割当てられ、必ずデモプログラムに登場する迄になっている)観がある「いきいきわくわく物理」の少なからぬソースを提示した「アメリカデモンストレーション物理」運動とは一体どんなものか。その開発史と具体的な内容を、最近筆者の勤務校で輸入購入に成功した LD 教材分析結果と、市販のテキスト本分析結果で紹介しようというのが本稿の目的である(LD 版の紹介は、上智大笠耐氏により本邦へなされた。最初は1991年の 7 月下旬の第 2 回日中米物理教育会議のデモコーナーである。この折り、筆者はロスアンジェルスに本拠を持つ出版元への注文書と LD 教材 600 実験項目のリスト、及び 10 分間日本語版 PR デモ VTR を笠先生から入手、それを元に、1993 年約 8 ヶ月を要して国内の多くの理科教材関係輸入代理店を捜して、購入を実現した。LD 教材(25 枚 LD + 26 卷テキスト原価 3000 ドル)の所有者は、現在、東北北海道で、筆者勤務先校のみである。全国でも 5 ~ 6 件にすぎない貴重なものである)。

2. 米国デモンストレーション物理運動の歴史と教材集成、及び日本紹介について

科学現象への学生の学習動機づけ上、よく準備されたデモ実験が有効なことは、19C の西洋物理教育の歴史でよく強調されている。この伝統の 1 つは、ドイツの各大学物理学科で行われてきた「ビッグレクチャー」の伝統である。これは、ヘルムホルツ、キルヒhoff、ポッゲンドルフ等の物理学教程の開始冒頭に、専門のデモンストレーター(実験助手)により各单元の要となる物理現象を印象深く大きな装置により明瞭に見せるものである。失敗ないよう予行により準備されたこの実験は誠に見事なものであっ

たようだ、学生の物理現象への驚異や学習探究心を大きくかき立てることに役だった。教授も学生もこのレクチャーを楽しみにし、その印象を研究回顧録に書いた。この動機づけをもって学生は理論を深く学び、又、集団学生実験室で自らの実験技術を鍛え、最後はオリジナル実験開発へと向かう熟練した学者・技術者へ育っていくのである。19Cのドイツはヨーロッパでは後発資本主義国としてイギリスを追う形で工業化する必要があり、早くから大衆的理工学教育の推進（工科大学 hochschule 多設）を創始した。それは集団競争原理指導体制ともいべきもので、リーピッヒがギーセン大学で化学教授を創始した方式で、この中からホフマン等のドイツ化学工学を支えた多くの逸材が育った。物理学でもこの流れが当時あり、ビッグレクチャーで開講実験を示したあと、競争原理の学生実験でハノーバー、ライブルグ、ミュンヘン工科、ゲッティンゲン等の大学で大量の物理工学者・技術者が養成され、化学工学とともに、ドイツの殖産工業化の人的資源確保を行った（工業教育の史上初の大衆化）。これに対し、先行したイギリスでは、ドイツに先んじてマクスウェル創立の実験物理学をキャベンディッシュ研究所を創設して行った。

また、デモ実験としては、デービーの実験助手ファラデーがクリスマス講演として大衆科学啓蒙講座を開始したが、ドイツのように工業教育を組織的に起し、技術立国化に用いる点では弱点があった。世界初の今日の工科大学方式（講義と学生実験）は19C 中葉のゴードン、ランキン創始のグラスゴー大学工学講座である（その発展型はランキンの弟子、H・ダイヤーによる御頼い外人教師としての明治初期の工部大学校=東大工学部の前進=の指導と発展）とされるが、ドイツの hochschule の方がより早く大学の技術者育成に成功した形態を作ったといえる。イギリスのデモ実験はキャベンディッシュ研も実験物理講座で物理定数の確定、後には核純粹物理学に傾斜し、クリスマス講演も市民教養講座であり、ドイツのように産業国家造成の人材の組織的養成（工科大学による大量の技

術者養成の工業教育）ではなかった。しかし、ドイツの産業立国のこの背景、イギリスの市民への科学啓蒙用と目的上の差はあっても、よく準備された大きく印象的明解なデモンストレーション実験の効果は、青少年層に科学者技術者を志す多大の影響を与えた。ドイツのデモ物理の視聴学生の中にその後のドイツの科学技術立国を支えることとなつた人物は少なくなく、クリスマス講演視聴者の中には、車椅子の天才物理学者ホーキング他もいた。

この2つの「ビッグレクチャー」（デモ実験）の流れは、今日、大学教育としてヨーロッパの各大学理学部工学部中のプレースメント実験として、社会教育としては、レントゲンが創立を指導した「ドイツ博物館 Deutsches Museum」（ミュンヘン）デモ実験コーナーで（30以上ある）、ペランが創立を指導した「パリ発見宮殿 Palais de la Decouverte」（シャンゼリゼ）デモ実験コーナー（40近くある）でより洗練された形で簡単に見ることが出来、また、今日も継承され、日本へも継続紹介されることとなつたイギリスのファラデー講演でも見る。

しかば、このデモ物理の伝統は今日アメリカでどのように展開されているか。1つはボストンの「科学博物館 Science Museum」の静電気コーナーに、MITで作成使用した世界最大（高さ15m 2塔型）のパンデグラーフ起動機（250万V機）が寄贈実材として稼働し、館のデモ実験の白眉（火花長は2~2.5mに及ぶ）として賑っている。また、長さ10mに及ぶ巨大な造波機械と海浜断面デモ装置（流体コーナー）も見応えがある。他に、光学デモ装置もエクスプロラトリウム方式を導入して大きく印象的なものが多い。

しかし、多様なデモ実験開発展示の白眉は、今日、世界の科学博物館を展示、思想、運営の多くの面でリードする、マンハッタン計画に兄とともに加わり挫折し、後継者の科学教育に人生をささげる決意をした、オッペンハイマー弟の創始した、1969年創立のサンフランシスコ市金門橋近くのパナマ博遺産 Palace of Fine Arts 中にある「エクスプロラトリウム Exploratorium

(探検館)」であろう。600を越える徹底した自前工場で自作したオリジナル性の高い、美術と工芸の境をいく展示物は、世界の科学博物館展示方式に革命を起し今やこの「エクスプロラトリアム方式」は、筆者が見学しただけでも、イギリス・ブライトン、パリ・ラビレット科学技術館、ボストン子供博物館、日本・国立科学博物館、フィラデルフィア・フランクリン研究所、サンフランシスコ・ローレンスホール他の主要展示方式となっている。それほどに人気の高い展示ノウハウは、独占されず、展示物設計図集として、「クックブック」3巻、「スナックブック」が出版され、展示物は特許料を支払わずに再作成が可能で、これが世界的にこの館を有名にし、またこの方式を普及させる契機となった。その他に、ハンズオンのユニークな機材として、「エクスプローラーブック」が販売されている。

アメリカはこのように、イギリス・ドイツのデモ実験（学校実験の延長拡大）の影響を受けつつ、遊戯性と美術性との融合を図って新開発の展示物として、市民への科学文化普及に今日貢献している。

しかし、学校実験としても、ヨーロッパと同様のデモ実験の開発史は長い。日本での明治初期理工科教育物理教科書の初は、A・Ganot : *Treatise on Physics* (大ガノー、原著仏版=仏革命エコルポリテクニック運動の集大成書=を米人アトキンソンが英訳し、各国で普及した。他に4ヶ国語書があって、1860~1910年の実験図入り、理工科教育用物理教科書として世界の最高峰の1書)だが、福沢諭吉が初めて日本へ英学理工書として導入し、W・S・クラークが、ウエルズ、ドレイパーの同様書とともに札幌農学校へ大量(各30~50冊)導入した、カッケンボス(Quackenbos)の自然哲学書 *Natural Philosophy* (1860)は、アメリカのこの時期(1860年代)の支配的な初步物理書として標準的なものであった(農学校では、農工大用途としてこの書は不十分で筆者の調査(1982~88)でも、札幌農学校では前2書と同様殆んど使用されず、農学校全期(1876~1907)に渡り、大ガノーが徹底使用されたことが判っている)。

この本(Quackenbos : *Natural Philosophy*)の描図に、今日のデモ実験としてよく見る例が多数含まれ、日本の実験物理教育の原理演示具の伝統は、ここにあることが判る。アメリカ人は大陸移住後、まず農業革命を起して食料自給体制を確立、次いで東部での産業革命を起しつつ、今日の工業大国を築いてきた。1860年までの産業機械はイギリス源流の小規模装飾的なものが多く、それらの産業遺産はスミソニアン博物館の「科学産業館」中で見ることが出来る。その後始まった西暫運動(西部開拓)での大陸開発(南北戦争終了で北部が南部利権を大量入手、全土開発の法を通過させ、法的根拠を得たのが大きい)下で、長大鉄橋吊橋(サスケハナ川、ミシシッピ川、コロンビア川等、川幅1~2kmの大河横断用)、舗装道、トンネル、長大強力のSL車両作成技術と総合的鉄道技術、巨大トラック作成といった巨大技術開発が必然的に求められ、19世紀後半にはイギリス・ドイツを抜いて、米国が世界一の工学発展国となる。これは、技術の規模・内容の拡大の他、工学書の世界的シェアでこの期に米国書が世界の2/3を占めていることからも判る。

しかしながら、工学のこのような発展に対し、アメリカの基礎物理教育は1800年代中期ですら、実験物理が主で数式的扱いもきちんとしている定量的大ガノーを使いこなすことが出来ず、カッケンボス、ウェルズ、ドレイパー流の理科と文化の融合教材にとどまり、実験物理書といい難い自然哲学書が主流であった。これらの書で多出するデモ物理は、今日の日本の愛知物理サークルでの扱い(定量的スキルトレーニングの一斎生徒実験を消化し難い生徒の動機づけでの多用)の現状と同様、比較的低レベルの物理教育に向く面があり、その使用傾向といえ、当時としては出色のデモ実験の内容であったといえる。ガノーが使えないアメリカ理工科基礎教育の水準の現状に対しての教育刷新(レベルアップ)を、1900年代前半に実験物理学者R・ミリカン(後のアメリカ物理学会長)が嘆き、訴えている。この改革願望は、1957年のスパートニクショックで頂点に達し、PSSCを始めとする

著名な教育の現代化運動が一気に進み、MIT の強化、NASA の急発展を生み出し、1969年のアポロ計画成功に結実したことはよく知られている。

カッケンボス物理書に端を発するデモ物理は、教育現代化運動（多くは新開発スキルトレーニング物理中心）中で消失させられた訳でない、Physics Teacher 誌に集結する AAPT (American Association of Physics Teacher アメリカ物理教師協会) 中のデモ実験グループとして独自の伝統（発明協会的な器用で独創的アイディア物理教師の作品集積）を持ちつつ今日まで継続されている。（筆者の2回の日中米物理教育国際会議参加や92年 NSTA 年会（ボストン）参加時に、アメリカにこのタイプの素朴で器用な工作好きの物理教師が多いことを実見した）。今日、AAPT 組織中には、デモ物理グループの他、ビデオ教材のメカニカルユニバースグループ、科学博物館利用教材開発グループ（CEPUP）、科学史教材グループ（HOSC やピッツバーグ大グループ）、著名な実験物理のPSSC、IPS グループ、人間主義教材のプロジェクト物理グループ、近年のSTS や SSC の社会学・環境教材のグループ等、多様多彩なグループがあり、毎年精力的な教材開発と実践発表をしている。

デモ物理グループは、Physics Teacher 誌掲載集約し、著書は、H.Meiners : Physics Demonstration Experiments (Ronald Press), R.Sutton : Demonstrations Experiments in Physics (MC Graw-Hill) があり、近年は G. Freier と F.Anderson により、A Demonstration Handbook for Physics (AAPT 版、初版1971, 第2版1983) (邦訳：飯利、小暮、後藤共訳『デモンストレイション物理』(大日本図書、1986)) として、130年以上に渡る開発史の内容が集成明示されている。

デモ物理の存在は、文部省教育視察で渡米した、飯利、奈良氏らにより、日本に紹介された（タイプの AAPT 版の持込み）が、翻訳への着手は飯利グループが早く、膨大な項目（力学204、流体75、熱102、電磁気204、音83、光学

136、現代物理4の総計808）の分担翻訳は、後藤道夫氏（当時、工学院大学高校）を長とする東京都理化教育研究会物理専門委員会（都立高校教員13名で構成）でなされ、このグループは翻訳の他、追試実験（再現実験具製作）も行なって教育効果を確認し、その道具による実験内容と評価を全国理科教育大会や物理教育学会研究会や会誌上で発表、公開している点に、より日本の教育実状に適合させようという具体化への配慮がみられる（コロナ社刊の『プロジェクト物理』全6巻の翻訳紹介運動と同様。直接導入で混乱を招いた PSSC の失敗を再現させない）。北海道へのフライヤーの原著の導入は奈良氏の尽力により早かったが、追試や翻訳活動まで教材研究が進まなかったのは誠に惜しまれる。

3. 米国デモ物理

米国デモ物理の教材は、古くからテキスト版として普及し、それは前章で紹介した。

Meiner, Sutton のもの、新しくは Freier と Anderson のものが著名である。近年、テキスト内容を LD (レーザーディスク) 版（辞書的に検索利用及び一端停止予想再開利用容易型として）の型で新開発した物が登場した。米国教育界では、頭出しの困難なビデオ教材よりもランダムアクセスが容易の LD 版が映像教材の主流となってきている。また、映像の鮮明度も、筆者が参加した92年 NSTA ボストン年会エキシビション会場で見る限り、ビデオ情報より遥かに鮮明で美しい画質であった。今日、アメリカでビデオ教材としては、アンバーグ CPB 社（高校用日本語版は丸善）の「メカニカルユニバース」、スミソニアン博物館航空宇宙博物館売店で売られる NASA の宇宙開発紹介ビデオ（ホリディビデオ「Space and Science Series」、最近、邦訳版出版、(30巻) 価30万円）、サイエンティフィック、アメリカン誌作成の「Frontier」シリーズ（5巻）位である。

LD 版としてのデモ物理は、ロスアンジェルスのサンセット・プラザ・ドライブ1235に事務所を持つエジュケーショングループ社が作成し、主催と撮影はワシントン大とメリーランド大の

物理教室（装置作成と学生のデモンストレーター）で行われたもので、北海道内某理科教材社の御尽力により輸入購入に成功した筆者勤務校備品のセット（25枚 LD）全視聴（93年の冬休み中）により内容を分析した。この教材の名称は、「The Video Encyclopedia of Physics Demonstration」といい、LD（25cm）25枚、各 LD は片面録画（保守上）で20分で17～25テーマ収録、25枚で総計600 テーマに上る。各テーマは1～2分で終了する印象的デモ実験で、名の通りデモ実験の辞典である。各実験は力学から始まって項目毎に LD に収められ、各実験内容はこの教材の伝統を反映して、誠に幻想的で美しく、洗練された見事な実験で強烈な印象が残る。25枚の LD の他、1 冊の厚い総目次本の他、収納箱と25巻のテキスト付で、現地価格2995ドル（邦貨約33万円）であるが、日本の代理店を介し輸入購入すると 1 セット 75～85万円になる。笠先生の日本への大量導入の努力もあったが、販売の要求セット数と折り合いが出来ず（原価導入）また、翻訳版でも N 教材社が丸善との交渉で進めたが 1 セット 70万を切れず、単品輸入でも上記価格が標準のため、学校備品単価として導入が実現できず、アメリカの物理離れ対策として最良といわれるこれだけの優良教材ながら日本での普及は誠に困難な現況である。筆者の所有するセットは誠に貴重なものとなった次第である（東北、北海道の高校大学で初導入、日本全国でも 5～6 セットのみ）。

この教材の特徴としては、視聴後の感想をまとめてみると、次のようになる。

- (1) 誰にでも判りやすいハンズオン装置と平易表現で物理現象を示している。
- (2) 実験内容が大きく美しく印象的で、物理に低関心の生徒の興味関心をひきつける内容。
- (3) 解析にコンピューターグラフィックを多用し、映像的解説で判りよい。
- (4) 原理説明がアニメ図示により適宣入り、内容は大変判りよい。
- (5) 仮説実験授業型手法とも考えられる、画像を一担止めて結果を予想させてからボタ

ンを押し、答えを示す型の教育的配慮が各テーマに相当取り入れられている。

- (6) テキストは、目的、説明、引用ともに詳細であり、資料的価値が高い。
- (7) デモンストレーターの高校生、大学生に黒人、東南アジア人を白人の他に多用し、底辺拡大型の教材である配慮がある。

4. エジュケーショングループ製デモ物理各巻の内容

羅列的であるが、各 LD 付属のテキストリストにより、内容を項目として挙げる。（具体的な内容視聴は筆者に連絡乞う）

- ディスク 1
 - 第1章：単位とベクトル（7番組）
 - 第2章：線型運動学（7）
 - 第3章：線型動力学（5）
- ディスク 2
 - 第4章：平面運動（11）
 - 第5章：慣性（6）
 - 第6章：作用と反作用（9）
- ディスク 3
 - 第7章：摩擦（6）
 - 第8章：仕事、エネルギー、馬力（12）
 - 第9章：質量中心（9）
- ディスク 4
 - 第10章：静力学（21）
- ディスク 5
 - 第11章：衝突（11）
 - 第12章：回転動力学（15）
- ディスク 6
 - 第13章：回転加速度とエネルギー（14）
 - 第14章：角運動量の保存（9）
 - 第15章：才差（5）
 - 第16章：回転運動（6）
 - 第17章：重力（3）
- ディスク 8
 - 第18章：弾性（9）
 - 第19章：振動（17）
- ディスク 9
 - 第20章：共振（8）
 - 第21章：力学的波（15）

- 第22章：定常波（7）
- ディスク10
 - 第23章：音の発生（8）
 - 第24章：音の性質（13）
- ディスク11
 - 第25章：音の定常波（9）
 - 第26章：気体の圧力（10）
- ディスク12
 - 第27章：流体圧力（8）
 - 第28章：浮力（14）
- ディスク13
 - 第29章：流体力学（18）
 - 第30章：表面張力（8）
- ディスク14
 - 第31章：粘性（6）
 - 第32章：熱現象（14）
 - 第33章：熱伝導（7）
- ディスク15
 - 第34章：熱力学の法則（8）
 - 第35章：相転移（11）
- ディスク16
 - 第36章：運動学理論（13）
 - 第37章：結晶と低温（3）
 - 第38章：熱弾性（4）
 - 第39章：電荷（6）
- ディスク17
 - 第40章：静電誘導（6）
 - 第41章：電界（11）
 - 第42章：抵抗とDC回路（10）
- ディスク18
 - 第43章：電位降下とし i^2R ロス（7）
 - 第44章：非オーム抵抗（5）
 - 第45章：電気化学効果（5）
 - 第46章：電気容量とRC回路（12）
- ディスク19
 - 第47章：磁石と磁界（6）
 - 第48章：電流による磁界（8）
 - 第49章：物体の磁気的性質（11）
- ディスク20
 - 第50章：電流上の磁力（10）
 - 第51章：電磁誘導（13）
 - 第52章：エディ電流（うず電流）（4）
- ディスク21
 - 第53章：ヒステリシス（2）
 - 第54章：インダクタンスとLR回路（3）
 - 第55章：LRC回路（3）
 - 第56章：電磁波（11）
 - 第57章：平面鏡（9）
- ディスク22
 - 第58章：曲面鏡（5）
 - 第59章：屈折と内部反射（10）
 - 第60章：レンズ（9）
- ディスク23
 - 第61章：回折（9）
 - 第62章：干渉（12）
 - 第63章：スペクトルと色（5）
- ディスク24
 - 第64章：偏光（8）
 - 第65章：光学活性（9）
 - 第66章：量子力学（8）
- ディスク25
 - 第67章：原子物理（12）
 - 第68章：核物理学（12）

5. まとめ —— 今後デモ物理教材をどう利用するか

以上のように、エジュケーショングループ社（ワシントン大・メリーランド大主催）の米国デモ物理は、誠に魅力的内容で示される。この教材内容を日本の物理教育改革にどのように生かしていくか。次のものが必要であり、それは次の内容で示される。

- (1) まずこのLD版デモ物理内容を徹底試聴し、内容を完全消化した上で、評価（分析）を加える（観賞会の開催）。
- (2) 映像を見るのみでは、価値は半減するので、内容中の実験道具を再び作り、追試そして、効果、原理を確認する。
- (3) 米国デモ物理内容で、日本で知られてないが、米国ではポピュラーなデモ物理固有の実践道具、方法をもれなく挙げ、原理、内容、効果を研究する。（アトウッド機械実験、落下びん中のろうそく、ロベルバル天秤、エッグクラッシャー、スピニングチェ

ン、マクスウェルのヨーヨー、キャベンディッシュの錘り、ボロニヤのびん、ウィルバー振子、歌う棒、ヘリウム中の音、ヘルムホルツ共鳴器、固着する面、カルテジアン・ダイバー、フレットナーローター、ボルテックス・カノン、アンミキシング、水ハンマー、2洗剤泡、ライデンフロスト現象、ヘロの機械、ケルビンウォーター、ドップラー、ホットドッグ焼、バルクハウゼン効果、バーロー車、ファラデー円盤、エディ電流振子、レッヘル線実験、ポーマイカのシート、ビチゼルの箱、等)

- (4) デモ物理固有の提示方法、教育効果の教育工学的本質を解明し、その視点に基づき、日本の教授法の問題点、改善点、評価点を比較的に明示し日本の物理授業改善に資する。
- (5) 以上の知見をもとに、デモ物理実験教材を独創的に開発、集積する。
- (6) 北海道におけるデモ物理実験開発研究会(仮称)を結成し(AAPTと同様に)、日々の独創的デモ実験具と実験内容の発表、討論を行い、その実績を集大成(刊本、ビデオ版化)し、公開する。また、会の性質上、デモ実験が主流となる「北海道科学の祭典」や青少年科学館の展示改訂運動に積極的に関わり、協力・援助する。本州・海外のデモ実験グループ(AAPT、愛知物理サークル他)との交流、ノウハウ交換を積極的に行う。

以上のような、米国デモ物理の効果的利用と発展研究が、北海道における物理教育改訂運動、物理教育学会北海道支部活動、北海道科学の祭典実行委員会活動の北海道高等学校理科研究会活動主要機能として定着していくならば、北海道における理工系離れ、物理離れへの対策として有効なものに成長していくにちがいない。それだけの内容がこの実験教材中にはあるのである。

(1994. 2. 24)

解 説

「産業技術の継承と未来への創造」に学ぶ

北海道立理科教育センター

永 田 敏 夫

若者の理科離れ、科学技術離れが言われて久しいが、物理教育の振興に対する具体的な提言は少ない。教育レベルだけの発想から、産業界・官界・教育界の幅広い連携のコオーディネートが求められている。産業界の人材確保や日本の将来の繁栄の保持のために対策を構じるだけでなく、日本の歴史の中での使命や西欧文明の継承者としての成熟化・科学の文化化、創造性の育成開発の方策として新たな、学問体系の構築の中で提言する標題の書に学ぶ提言を示した。

はじめに

科学技術の隆盛によって経済的基盤ができ、体育が健康スポーツとして国民に浸透し、生命科学が脚光を浴び、紛争と環境問題がエネルギー対策と同時にクローズアップされてきた。それが、東西ドイツの合一と共に富の不均衡によるバランスが崩れ、巨大な開発途上国を引き上げる世界の趨勢の中に突入した。

日本の繁栄という命題から富の再配分による世界の繁栄という命題に脱皮するための陣痛が始まっている。従来型の哲学が理科教育に大きなインパクトを与える、従って物理教育も知識階級に取って世論とならずにある。理科教員の理科教育の学校教育での拡大復活は、ロシアでの保守派の動きに似ている。平均的な効率化への教育欲求では、今求められている上記の命題に対応できない。高度技術的な職人としての使命を次の国や民族にバトンタッチする時が来た。ギリシャが、ローマが、インドが、中国が、トルコが、ポルトガルが、オランダが、イギリスが、ドイツが、アメリカが、ソ連が……次々と果たしてきた歴史的役割を次のグループにどのように引き渡していくか、考える絶好の時だ。

繁栄が長いか短いかは、財の移動によるか、思想・哲学の普及による文化の移動かによる。発達段階がある。物には思想がついてくる。その思想を振り落とし、結果のみを取り入れてきた理科教育のつけは当然次の成長の足かせになる。創造性が育たないのは、HOW TO に終始

せざるを得なかった時代の為せる業で仕方がない。基礎研究を重視できないのは、明日の米が買えなかったからで仕方がない。しかし、まだ西洋文明は日本で花開いていない。外見は似てきた。完全に引き継ぐには、当初「富国強兵」として断ち切って来た、異物の共存、多事争論の上にある自由の獲得を進めなくてはならない。個の強調は、少數寡占の体制を壊す。しかし、日本固有という名の西洋哲学にドップリ漬かるのも成長の一過程だ。

物的な知識理解から、思想的な見方考え方へ脱皮すべき最たるものは、理科教育なのだ。GからNGへの時代が来る。そこで、生き残るのは、判断し決断し、行動する原動力を自力生産する理科教育だ。実験、実習、対面調査が重視されるのは、データ至上主義のゆえではない。客觀性という名のマジックでもない。事物の解釈という自分の思考体系という空間の断面法であり、その空間自体の形成法だからである。それこそ科学の方法の学習だからなのである。

実験すればよいのではない。しかし、行動を伴う学習が思考力を増す。そこに、常に自分との対応を考える必要がある。考えることは、他人との違いを見つけること、他人と交流し、主張と妥協を発見すること。教えられたことを、覚えることではない。守破離は、武道だけにあるのではない。

物と直面した世界像をつくり、判断と思考と行動をする人間活動の基盤を作り、人類の大

な流れを維持していく人造りの基礎だからだ。理科教育こそ、創造性を育み、個性を育て、国際社会に貢献する人造りの基礎として極めて現代的な歴史的な営みなのだ。

文化は、世論を形成する。世論は文化を育てる。ポテンシャルの高い物理から、科学技術という名の、便利という名のアメでは世論の支持は得られない。経済基盤の維持など生活が苦しいという良い条件がないと説得力がない。自らの貧しさと他人の繁栄にギャップがなければ原動力ではない。豊かさと楽しさ、成長の喜び、手に届く目標、ゆとり、高齢者との連携などの世論づくりを背景にあらゆる階層にフィットする物理、理科を提供していく戦略が求められている。

I 物理教育の歴史と未来

1 人類の発展と物理学

(1) 世界史における科学技術

ア 人間・自然・技術

イ 技術革新の拡大と文明の拡大

(2) 我が国の発展と科学技術

ア 我が国における技術革新

イ 我が国における技術革新を支えた原動

ウ 我が国の特徴

2 時代の転換点の到来と創造への新たな挑戦

(1) 転換点の到来

ア 頭在化する懸念材料

イ 科学技術と市民乖離

ア 若者科学技術への関心の急速な低下

イ 科学技術に携わる人材の不足

イ 新たな課題

ア 創造的な研究を行い諸外国へ提供する

イ 蓄積した技術力研究開発力を国際社会と国民生活の未来のために活用する

イ 人間と自然の共存のために、環境にやさしくし、資源を有効に活用する環境、エネルギー、食糧の各問題

(2) 創造への新たな挑戦

ア 創造のメカニズムの必要性

イ 創造のメカニズムの基礎

社会が抱える問題点や疑問に対する感受性とその解決、解明のために

ア ロマン、情熱、努力の心を持つ人の存在

イ 自由な発想と多様な挑戦を許容する自由な環境

ウ 自由な発想が創造へ結実するための歴史的蓄積と同時代人の実績という豊かな技術的、研究的基盤が必要

ウ 創造のメカニズムの確立
社会全体が長期継続的な努力を要する

(3) 創造がもたらすもの

産業、社会、生活、文化の革新

3 物理教育の意義

(1) 物理教育の意義

ア 創造のメカニズム確立への貢献

イ 科学技術の時間空間的伝播への貢献

(2) 物理教育に係る活動の推進

産業界、学界、地域等が各自の役割を認識しつつ、長期的視野に立って組織的に連携して物理教育に係る活動を推進していくことが肝要

II 国民は物理教育を求めている

—現状と新たな動き—

1 物理教育に係る活動

(1) 活動分野

ア 教育基盤……行政、学会、産業界

イ 記録・保存……人の生き様、研究ノート、会議議事録、研究報告書、設計図、特許、文献、取り扱い説明書、技報、論文、製品、試作品、生産設備、実験装置、模型、記念物

ウ 集大成・体系化……人間の歴史、技術の歴史、研究開発の歴史、先端の科学技術、生活を支える科学技術客観的評価を与え、長年培ってきた技術革新の姿を次世代の若者や世界の人々が学びやすい普遍化された形にまとめる。現在の技術を正しく理解し、将来を予測する

エ 提示……若者に歴史の継承と創造への新たな挑戦を促すメッセージを送る、世

- 界に日本の経験・知見を伝播する
- 2 これまでの活動
- ア 記録保存、集大成・体系化、提示
- 3 意識の高まりと新しい動き
- (1) 国民の潜在的な欲求
科学技術や人々の活動について知る機会や情報を得る機会の不足を感じている（総理府世論調査）
- (2) 各方面における新たな動向
ア 企業
イ 業界団体
ウ 労働団体
エ 学界
オ 地方自治体・地方組織
カ マスメディア
- (3) 国民各層の反応
- (4) 今後への課題

III 物理教育への期待に応えるために

- 1 取り組みの全体的な姿
- (1) 基本的な在り方
ア 取り組みの視点
(ア) 創造への新たな挑戦に貢献する
(イ) 日本の経験・知見の世界への伝播に貢献する
イ 取り組みの基本
(ア) 組織的な活動
(イ) 継続的・長期的な活動
(ウ) 分野的・地域的な広がりを持つ活動
(エ) 内容・手段において多様な活動
ウ 取り組みの主体
(ア) 産業界、学界、地域等の関係者がそれぞれの持ち場で取り組む。
(イ) 国は、関係省庁の連携のもとに産業界、学界、地域等の活動が円滑かつ効果的に進むよう支援措置を講じる
- (2) 各活動の在り方
ア 記録保存
産業界を中心に大学、公的試験研究機関等が主体的に行う業界団体、学界等に情報資料の提供を行う
イ 提示

- (ア) 対象とする人々を引き付ける魅力のあるもの
(イ) より多様な人々により深い感動を与えるもの
(ウ) 魅力ある地域社会の形成につながるもの
(エ) 研究開発や生産に係る新たな創意工夫に資するもの
(オ) 対日理解や発展途上国等への技術移転に資するもの
(カ) 情報提供材料を整備し、多様な方法チャネルを活用する
(キ) 産業界、学界、地域等が連携をとる
(ク) マスコミ、出版界と連携協力する
- (3) 体制整備
ア 各組織における恒常的な推進体制の整備
(ア) 中高年齢者の活用による人材の確保、資金の確保
(イ) 各組織における活動の意義や位置づけの明確化、コンセンサスの形成
(ウ) 各組織責任者の強い意志と指導力
イ 全国的な連携体制の整備
(ア) 産業界、学界、地域等の各活動主体が、情報交換・交流を行い、相互に支援・協力し合える体制を確立する
(イ) 各活動主体の連携の促進、活動の支援を行う拠点となるべき全国的な中核組織を確立する
- (4) 国の支援
ア 関連する活動が相互に連携協力して組織的に推進されるよう、活動の枠組みを提供し支援していく
イ 活動の意義、基本的な方向等に関する国民各層の認識の向上を図るためにインシアチブをとる
- 2 活動の活性化と支援のための提案
- (1) 基盤的活動（体制整備と記録保存活動）
<全国的ネットワークの構築>
提案1 「全国物理教育交流会議」の設置
産業界、学界、各地域の活動主体の相互交流

提案2 「物理教育情報バンク」の開設
産業界、学界、全国各地域の諸活動の状況を把握し、情報提供を行う。

提案3 「物理教育人材バンク」の設置
物理教育に興味を有する中高年齢者等の活用をはかる

<活動の全般的な活性化>

提案4 物理教育表彰制度の創設（全国的中核組織）

各活動に関するコンクールを実施し優れた活動を表彰する

提案5 物理教育全国フェスティバルの開催

コンクール・表彰、研究発表、シンポジウム、及び市民セミナー・展示会等を集中的に開催する

<基本的資料の蓄積>

提案6 「物理教育、物理研究生き証人バンク」の設置

教育開発、技術開発、研究等の中での「感激の一瞬」等当時の様子をつぶさに語れる技術者、研究者等に関する情報を蓄積紹介するバンクを設置する

提案7 「ランドマーク制度」の創設

優れた資料・記念物を調査、指定することによって保存を促す指定保存制度を創設する

提案8 保存施設の設置

優れた資料・記念物を保存する施設を設置する

(2) 支援活動

<研究の支援>

提案9 物理教育に関する研究発表機会の拡充（学会）

物理教育に関する研究者の研究成果発表の機会を増加させ活性させる

提案10 物理教育に関する研究の表彰・奨励制度の創設（学会）

研究者の優れた研究活動の支援

<教育の支援>

提案11 副読本の作成（全国的中核組織、業界団体、学会）

副読本を作成し、小中高校に提供することによって学校教育を支援する

提案12 教員の研修会の開催（全国的中核組織、業界団体、学会、地域）

産業の現場、技術の現場、研究の現場に触れてもらうことを含め、物理教育の理解を深める機会を物理教員以外も含め小中高校の教員に提供する。（現職教育、リカレント教育のシステム化）

提案13 「産業人の1日先生」の開設

学校の土曜休校等を活用して、功なり名を遂げた人々や現場の技術者研究者等が、母校等でその経験を語る

提案14 「物理教育友の会」の創設

科学技術と科学史に興味のある子供達の活動を継続的に支援する

提案15 物理教育に関する講座の開設と教科書の作成（大学）

大学における物理教育に関する教育研究の機会を増加させる

(3) 理解者の輪を広げる活動（メディアや体験を通じた提示活動）

<メディアを通じた啓発>

提案16 「科学技術者100人の証言－科学技術の歴史は人の努力の歴史－」の製作

戦後の日本の産業科学技術を育てた労働者100人の証言を集大成して冊子等にまとめるとする

提案17 「日本の産業科学技術100選」の製作

日本の産業科学技術の100分野を抽出して、これを集大成し冊子映像等にまとめ普及する

提案18 「暮らしの中の産業科学技術」の製作

生活を支え、改善してきた科学技術と歴史を生活の視点から集大成し冊子映像にまとめ普及する

提案19 「××企業の発展を支えた技術革新」の製作と地域住民への提供

提案20 「△△分野の科学技術の発展」の

- 製作
- 各技術分野、産業分野の発展を支えた技術革新を集大成し、冊子映像にまとめ普及するする
- 提案21 「技術革新における大学、研究所、企業の役割」の製作（学会）
- 提案22 「諸国科学技術風土記（都道府県別科学技術100選）」の製作
- <体験参加の促進>
- 提案23 「現場でみる生活を支える産業技術の市民セミナー」の開催
市民や児童生徒に生産研究現場を見学
体験してもらい、そこに働く人々の姿と技術と人間、生活と関わりを知ってもらう
- 提案24 「科学技術の歴史と未来の体験館」の設置
産業技術の歴史や先端科学を体験して、過去を感じ未来を夢見る
参加型の体験館を設置する
- 提案25 「全国連携展示館の構築」
各地域の産業の特色を生かした展示館を都道府県に設置し、全国的に連携ネットワーク化する
- 提案26 「産業技術者の殿堂」の創設
産業技術の発展に特に貢献した技術者研究者を選定しその人物と業績を紹介する殿堂を創設する
- 提案27 提示活動に係るインストラクターの育成・資格認定制度
体験館、展示館等における実演、解説をするインストラクターの育成や資格認定を行う
- 提案28 国際博覧会等における科学技術の歴史と未来に関する展示
- (4) 海外への提示活動
- 提案29 「日本の発展を支えた産業技術と人々」の製作
対日理解の促進と発展途上国への技術移転等のための資料とする
- 提案30 「環境改善への道－人と技術－」の製作

3 21世紀にむけた活動の第一歩として当面の取り組み

(1) 体制の整備に向けて

- ア 認識の浸透
- イ 推進体制の整備
- ウ 全国的な連携組織の整備

(2) 当面の具体的活動

- ア 全体的活動に向けて 産官学の連携
- イ デモンストレーション100選の製作に向けて
- ウ 学教、社教の連携に向けて
- エ 情報発信の充実に向けて
- オ 意識改革に向けて
- カ イベント開催の人と資金集めに向けて

おわりに

物理教育の危機は、産業界の認識だけなのだろうか。確かに時代の先端を担う科学者や技術者の不足は産業の空洞化と国の衰退をもたらすかも知れない。ここで、気付いたことは、思想哲学も含めて西洋化しないと西洋文化の後継者足り得ないことであろう。異分子を尊び自己主張をし、妥協点を見いだす営みと行動が急務である。

解 説

THE BRITISH EDUCATION SYSTEM

NOELLE CAULFIELD

はじめに

本報告書は Mrs.Noelle Caulfield に支部会誌のためにと依頼したものである。翻訳すべきかとも思ったが、短文で要領よくまとめて頂いたので原文のまま掲載することにした。実は報告書としては未完成であり、後半は次号に掲載する。Mrs.Caulfield はイギリンド出身で北アイルランド大の大学院を修了しており、ご主人はケンブリッジ大学院で博士号を取得後カナダのトロント大物理学部に助手として勤務しておられる。英国教育省発行の詳細な文面を書き下すよりも、分かりやすく、教育の実態にもふれた本報告書のほうがわれわれにとってはありがたい。英国の教育組織は複雑で外地にいながらの資料集めも大変であったようで、感謝の意を表したい。

(吉田)

1 THE AIM OF THE BRITISH EDUCATION SYSTEM

"To develop fully the abilities of individuals, both young and old, for their own benefit, and that of society as a whole."

(Aspects of Britain : Education, HMSO)

In recent years, the education system in Britain has undergone many changes. The government aims to raise standards in schools, increase parents choice of school and improve relationships between parents and schools. Further and higher education should be more accessible.

("Further education" refers to all education available outside of school, for people aged over 16, of a standard up to and including A

levels or their equivalent. "Higher education" refers to degrees and other courses of a higher standard than A levels or their equivalent.)

Schools must be well managed. They must offer a broad and balanced curriculum for all students. They should help students to develop the skills and qualities that are needed for adult life. Schools should have well-trained teachers.

In Britain, schools are encouraged to be responsive to the needs of a multi-ethnic society. For example, some schools provide religious education for different ethnic groups. Other schools may relax their dress code to cater for cultural differences.

The Government wants to ensure that participation in further education becomes the norm for 16 and 17 year-olds. It is important that vocational qualifications are improved so that more young people and adults can achieve higher levels of skills and expertise.

Higher education must retain its high quality and become more relevant to the needs of students and society. There should always be enough places in higher education for people who are qualified and motivated.

Higher education institutions are encouraged to recruit more students from ethnic minorities and other groups that are under-

THE BRITISH EDUCATION SYSTEM

represented, so that the benefits of higher education reach more people.

2 SCHOOLS

Full-time education at school (or elsewhere), is compulsory between the ages of 5 and 16 years in Great Britain. Four to 16 in Northern Ireland.

Compulsory education in Britain is organised in many different ways. At 5 (4 in Northern Ireland) most children will go to infant school, or an infants' department in larger school. Many children will go to junior school at 7 years old. The normal age to go on to secondary school is 11.

Some local authorities in England have a system of 'first', 'middle' and 'senior' schools. Children start 'first' school at 5 years old, and stay until they are 8, 9 or 10. 'Middle' school covers all age ranges from 8-14 years. After middle school, children would go on to 'senior' school until 16 (the end of compulsory schooling), or 18.

	COMPULSORY EDUCATION													
	PRIMARY					SECONDARY								
3 or 4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
nursery school or infant class or preschool	Infants school		Junior school										Sixth form or sixth-form college or tertiary college	

Nursery and primary schools

There is no statutory requirement to educate children under 5 years of age in Britain. However, 50% of 3 and 4 year-olds go to nursery schools, nursery classes, or infants' classes in junior schools. Many children also attend pre-school playgroups.

In Scotland, primary schools take children from 5-12 years.

Secondary schools

About 90% of secondary school students attend 'comprehensive' schools. These take pupils without any reference to aptitude or ability. They provide a wide range of secondary education.

Most other pupils go to 'grammar' schools or 'secondary modern' schools. Selection procedures for these types of school vary.

There are many different ways in which secondary schools may be organised. Three such ways are :

a schools which take the full range, 11 to 18 year-olds ;

b 'middle schools' which only have pupils to age 12, 13 or 14. (Pupils would then move to another school.) ;

c schools with an age range of 11 or 12 to 16, combined with a sixth-form or a 'tertiary college' for pupils over 16 wishing to continue.

'Sixth-form colleges' are schools which sometimes provide non-academic courses as well as traditional academic studies. 'Tertiary colleges' offer a wide range of full-and part-time vocational and academic courses for over 16s. 'City technology colleges' are required to offer the full range of the National Curriculum, but they emphasise on technology, science and business.

In Scotland, most secondary schools are 6-year comprehensives with no selection procedure.

Entrance to secondary education in Northern Ireland is mostly based on selective tests.

Numbers of students

About 9 million children attend 34,800 state and independent schools in Britain. About 93% receive education which is financed by public funds (state schools). About 7% attend independent schools, which are financed by fees paid for by parents.

Most primary schools are mixed (boys and girls taught together). In England and Wales, 80% of public funded secondary schools are mixed. In Northern Ireland, 60%, and in Scotland nearly all secondary schools are mixed.

Most independent secondary schools are single-sex, but the number of mixed schools is growing.

Parents have a statutory right to choose the school for their children.

Schools must publish their admissions criteria, their exam results and other basic information. All schools in a local area (independent and maintained) must be listed on comparative tables which show exam results, truancy rates, National Curriculum assessment results and the destinations of school leavers. This is a new law, effective from the beginning of this year (1993).

Public funded schools

In England and Wales there are three main types of public funded school :

- county schools - these are owned and maintained by LEAs. All funding is from public funds;
- voluntary aided and voluntary controlled schools - these are mostly established by religious denominations. They are also maintained from public funds, but the governors contribute to capital costs ;
- grant - maintained schools - these have chosen to opt out of LEA control after a vote by parents. (Legislation to allow this was passed in 1988.) More and more schools are choosing this option.

Most publicly funded school education is the responsibility of LEAs. LEAs employ teachers and other staff. They provide buildings and look after them, and they supply equipment and materials.

In England and Wales, LEAs also award grants to students going on to further and higher education.

Estimated spending on education in Britain for 1991-2 was 29,300 million pounds Sterling. About 70% of this was incurred by LEAs. Most LEA funding comes from local taxation, but the Government does fund some parts of the education service. Eg 1992-93 the Government is contributing 228 million pound Sterling towards 377 million to be spent on national projects. (National Curriculum, local management of schools, teacher recruitment, information technology (IT) and health education in schools.)

Schools which have opted out of LEA control receive their funding directly from the Government.

THE BRITISH EDUCATION SYSTEM

Each publicly funded school has a governing body. This includes parents, teachers and governors appointed by the LEA. Working with the school head, they determine aims and curriculum policy, allocate budget and interview and appoint staff.

In grant-maintained schools the governing body is made up of 5 elected parents, 1 or 2 teachers (elected by other teachers at the school), the head teacher and 8 or 9 other governors. According to current trends, it is estimated that 1,500 schools could be grant maintained by April 1994.

In Scotland, most schools supported by public funds are known as public schools. (This is not the same as "Public School" in England). Education authorities provide funding and establish school boards to aid administration and management. School boards include parents and teachers and members of the local community. As in England and Wales, parents can vote for local self-management. In this case schools would receive funding directly from the government.

In Northern Ireland the main categories of public funded schools are: - controlled schools - funded from the education and library boards (these are similar to the LEAs). They are managed by boards of governors; - maintained schools - managed by boards of governors with general management from the Council for Catholic Maintained Schools; - voluntary grammar schools - may have Catholic or non-denominational boards of governors; - grant-maintained integrated schools - these take both Protestant and Catholic pupils. (There are 16 of these schools, 2,800 pupils.) All grant-aided schools include elected parents and teachers

on their boards of governors.

Independent schools

There are 2,475 independent schools educating 608,000 pupils of all ages.

Independent schools can be anything from small kindergartens to large boarding schools. Some are set up by religious orders and ethnic minorities.

There are 600 'preparatory' schools (boys, girls and mixed), which prepare children from age 7 to 11, 12 or 13 to go on to senior school. Some cater for younger children as well.

There are 550 independent schools known as 'public schools'. These belong to several different organisations, eg the Headmasters' Conference or the Governing Bodies Association.

Fees for independent schools are paid for by the parents and can cost from 300 pounds Sterling per term (day pupils at nursery age) to 3,500 pounds Sterling per term for senior boarding pupils. There are bursaries and Government assisted places available for some children.

Special educational needs

'Special educational needs' refers to all types of learning difficulty, including mental and physical disabilities which affect learning.

LEAs have a special responsibility for children with severe learning difficulties. They must assess and find suitable provision for their needs. Parents have the right to be involved in any decisions about special education.

Wherever possible, children with special needs are educated in ordinary schools.

There are 1,900 special schools catering for about 125,000 pupils who cannot be educated at ordinary schools. Some are run by voluntary organisations, or established in hospitals.

3 THE CURRICULUM AND EXAMINATIONS

The National Curriculum

England and Wales

The National Curriculum has been gradually introduced into primary and secondary schools in England and Wales since 1989. It is intended to widen educational opportunities by offering a broad and balanced curriculum which is relevant to individuals and the world they live in.

The 'core' subjects are : English ; mathematics ; science ; religious education.

The 'foundation' subjects are : history ; geography ; technology ; music ; art ; physical education. In secondary school, a modern foreign language is also a foundation subject.)

In Wales, Welsh is a core subject in Welsh-speaking schools and a foundation subject elsewhere.

Core subjects are taught to all children from the age of 5 to 16.

(More information needed on attainment targets, statements of attainment, manner and form of assessment.)

Testing according to attainment targets takes place at the ages of 7, 11, 14 and 16. Performance is assessed in relation to attainment targets in terms of skills, knowledge and level of understanding.

Scotland

In Scotland, the education authorities and head-teachers are responsible for the content and management of the curriculum.

The Scottish Consultative Council on the Curriculum recommends a broad and balanced curriculum based on : English ; mathematics ; science ; a modern European language ; social studies ; technology ; art ; music or drama ; religious and moral education ; physical education.

Northern Ireland

A common curriculum is being introduced in Northern Ireland based on : English ; science nad technology ; the environment and society ; creative and expressive studies ; and in secondary schools, language studies.

The Northern Irish system has six compulsory cross-curricular themes : education for mutual understanding ; cultural heritage ; health education ; information technology ; and in secondary schools, economic awareness and careers education.

解説 英国の高校教育におけるAレベルの改革計画

北海道大学

吉田 静男

1 序 文

筆者が文部省在外研究員として1990年から1991年にかけて英国ケンブリッジ大学の応用数学・理論物理学部に留学していた際、ADVANCING A LEVELSと題したイングランドーウエールズ教育省発行の報告書を入手した。本紹介記事はその概要を記述したものである。報告書はAレベルという、日本で言えば高等学校のシラバスと評価法（試験）をどう変えるかが論じられている。改革の骨子は16才をすぎた若者にもっと昼間コースに残ってもらえるように魅力的で創造的であり易しすぎない、チャレンジしたくなるようなAレベルに変えること、従来ほとんどの生徒が16-19才にAレベルの教育を受けてきたが今後は社会人からのニーズに応え得るものにすること、Aレベルを単に大学進学をめざす生徒のためにあると考えず一連の教育過程の一部と見るべきであることなどからなっている。この報告からは、一度決めたらなかなか変えがならない英國教育界にあって今回改革に踏み切ろうとした理由が読み取れるだけでなく、日本との教育に対する視点の相違が伺え、参考になる。

2 現在のAレベルのシステム

第一回目のAレベルの試験は1951年に実施された。Aレベルの教育制度はイングランドの8グループとウェールズの1グループからなる“委員会”（大学の委員会に近く、政府から委任される）によって管理施行されている。各グループは独立しているが適宜共同で仕事をすることもある。委員会が提案したシラバスや手続きについては Secondary Examinations and Assessment Council (SEAC) の監督を受ける。学生は1科目以上受講できるがほとんどの学生

は3科目を選択する。各教科の試験はそれぞれ別個に実施されるが、受験生の数は1985年夏で380,000人、受験総数が635,000であった。この各科目毎の試験制度（1科目のみの場合もある）は多くの工業先進国ではみられない。たとえば、フランスにはバカロレア (Baccalaureat) がある。この制度は3年にわたり7科目の筆記試験と口頭試問が課せられる。米国には高校の卒業試験 (the High School Diploma) があり英語、社会、数学、科学、外国語（1科目）、保健体育の必修科目と選択科目がある。ドイツのアルバイター (the Arbiter) は主要な2科目と選択1科目の筆記試験に加え選択1科目の口頭試問がある。但し、科目の中には現代外国語、数学または科学、ドイツ語で最終学年には宿題とか図書館での学習もカウントされる。Aレベルは学問的に高度でなければならないし、そのシラバスは知的興味が涌きチャレンジしてみようという気を起こさせるものでなければならない。生徒達は学間に刺激されてこそ技能の幅を広げ得るのである。シラバスの中には目的が何であるか説明していないものやあまりに膨大なものがある。Aレベルに対する批判の一つとして科目があまりにすくなく、専門化の時期が早すぎるということがある。

しかし、Aレベルは柔軟性に富んでおり、様々な科目的組合せを認めており、A S (Advanced Supplementary) レベルのシラバスの導入で広い経験も出来るようになっている。また、これまでに（1951年以来）世界情勢、経済、社会、科学技術そして知識の蓄積の変化に呼応してシラバスも変革してきた。

3 改革の基本方針

るべき質

UKはより教育レベルの高い国家になる必要がある。教育と試験制度は国家を強化し繁栄させる上に欠かせないものである。教育はまた個人にとっても有益でなければならないから、全体として個人と社会のニーズのバランスを考慮する必要がある。世界情勢の変化が進む中には、知識を獲得したり効果的に伝えるだけでなく、考え、行動し、使用できることが必要である。そのためには学生は自分で物事を決める訓練を受け、学問を身につけ、自ら実行する様に激励され、援助を受けるべきある。最良の試験は学習の達成度を評価し遂行能力を高めるものでなければならない。以上の観点から、学校で実施する試験においては以下の目標を設定すべきである。

- 1) 学習基準の向上
- 2) カリキュラムの改善と教授法
- 3) 教師と生徒に対する明白な目標の設定
- 4) 学習の達成度の記録
- 5) 生徒が何を知り、理解し、出来るのかについての評価
- 6) 生徒の学習の範囲の拡大

るべき厳格さ

A レベルの教育組織においてはこの厳格さがきわめて重要であるが、その実行はきわめて難しい。生徒は自分達が出来ることを更に十分示し得る必要がある。厳格な試験は理解度を明らかにする上に必要である。また、評価における採点も厳密で欠点が少ないと必要である。学習されるべきは何か、評価されるべきは何か、評価は如何にされるべきかを示すことが重要である。

動機づけ

教育の高い水準は生徒と教師の動機に依存する。従って、シラバスは魅力的かつ十分やる気をおこさせるものでなくてはならない。A レベルは就職のための手段としてのみならずそれ自

信が十分興味を持たれるものでなければならぬ。動機を維持させるには生徒と教師間でのフィードバックが欠かせない。これを可能にさせるものが試験であり、学期中の評価である。

ゆとり

生徒をさらに適応出来るようにするには学習プログラムに余裕を持たせることである。この場合異なる科目間の技術や内容に関連をもたせることが肝要である。ゆとりは科目の増加によつてもたらされるが、そのことが科目の内容を浅くするものであつてはならない。

身近さ

学習は生徒の生活に密接な内容でなければならない。また、教材は現実的なものでなければならない。

柔軟さ

A レベルは社会の変化に追従出来るよう柔軟であることが必要である。また、如何なる個々の特殊性に対しても開かれたものでなければならないし他のシステムたとえば BTEC (Business Technician Education Council) コースや試験とも互換性がなければならない。

実際的であること

制度は実際的でなければならない。たとえば物理の教師は物理を教え、生徒は自分の望む科目を学べなくてはならない。従って、学校が違えば（規模の大小があるから）教える科目が違ってよい。制度は投資しただけの効果を生むものでなければならない。

4 改革方針の適用に向けて

改善すべき点

現在の評価はコースの終わりに実施する筆記試験で行うのが基本になっている。従って、成績は試験に向けての勉強の詰め込みかた次第になつていて、やはり一貫した勉強が必要であるし、口頭試問による評価も必要であろう。

A レベルでは通常 3 科目履修するがこれではゆとりや柔軟性といった点で不十分である。前述の A S の導入はこの状態を大きく改善するものである。たとえば、A レベルを 3 科目と A S レベルを 1 科目とか A レベルを 2 科目と A S レベルを 2 科目履修することが可能である。A S レベルについては多くの University や Polytechnics の入試科目として認められている。5 科目の履修が適当であるが、選択権はあくまで生徒になくてはならない。

学習時間

学校での学習時間は次の 2 つに分けられる。

- 1) A レベル時間：A レベルのための教室で費やされる時間と個人学習の時間
 - 2) 課外時間：社会訓練、個人訓練などを含む試験を伴わない学習時間
- A レベルのゆとりを実現しようとすればどうしても課外時間が減少する。従って、たとえば、社会訓練と個人訓練については A レベル科目の枠内で教える必要がある。工夫次第で各科目の学習時間は減少可能である。

シラバスの簡素化

各科目のシラバスは重要事項の説明に絞り、本質的でない事柄については削除すべきである。A レベル 5 科目の総目次は A レベル 4 科目プラス A S レベル 1 科目の総目次程度にすべきである。

このような無駄のないシラバスは生徒にとって難しくなるかも知れない。たとえば本質の完全な理解を要求することになろう。しかも、これまで以上に広い情報と訓練を必要としよう。従って、生徒がこのシラバスに取り組んで成功するようにシステムを改善する必要がある。

5 誰を対象にするか

本来、A レベルは大学等に入学を希望する生徒を対象にしていた。しかし、現実は A レベルを 2 科目以上履修した生徒のうち約半分が学士コースに進学するに過ぎない。

A レベルを受講する生徒は水準を落とすこと

なく増加させる必要がある。その生徒は成績のよいグループから選ばなくてはならない。そのためには A レベルをあきらめる生徒の数を減少させなくてはならない。高校生のみならず成人や職業を持つ人にも受け入れられるものでなくてはならない。

6 シラバス

作成上の原則

シラバスは明確な原則の基に作られる必要がある。主な目的は能力のある生徒の広い関心をひく、厳格にして生徒の要求に応えられるという意味でゆとりのあるコースを促進させる必要がある。シラバスの作成に於いては理解こそ最大のテーマである。理解と並ぶ技能には率先性、自信、創造的思考、適応性、独立及び共同作業をする能力を含める。

共通項目

各委員会によるシラバス間の差異を軽減するため各科目には必修の項目がなくてはならない。

検 閲

すべての A レベルのシラバスは設定した原則が確実に守られるように SEAC (前出) により検閲を受けるべきである。

新 A S レベル

A S レベルはゆとりと対比を目的とする補助的な科目となろう。その科目としては科学者を目指す生徒の現代国語とか人文科学を目指す生徒のための統計学などがある。A S レベルとして推奨出来る科目は数学または統計学、科学または工学、現代国語、経済学またはビジネス研究、情報である。科目が同一であっても A レベルより広く、実際的で、違いがなければならぬ。しかし、水準は A レベルと同等でなければならない。

單 元

シラバスは柔軟性を与える為単元ごとの構成

にしたい。単位についてはすべてのコースを完了しなくとも単元毎に与えてよい。また、システム間の単位の互換もよいものとする。ただ、そうすることによる利益不利益については十分考慮すべきである。

7 評価

評価の原則

一つのコースにおける評価はあるとき一回限りではだめである。評価が重複しても筆記試験に加えて口頭試問を行うべきである。こうすることによって生徒をより良く評価できるようになる。評価については規定にあるように委員間で差異があつてはならない。

評価基準

評価基準は生徒がA、B、C等の成績を得るために達成しなくてはならない水準を示している。この基準はどの科目についてもあるべきである。評価には確実な採点、能力に対する報告、標準レベルの詳細な定義が必要である。

コース中の評価

この評価は共通の基準がなくてはならない。そのチェックは委員会から任命された試験官によって行われる(教師は関与しない)。達成度の評価に占めるこの評価とコースの終わりに実施される試験の評価の比率は20%対80%である。評価においては生徒の弱点を挙げるのではなく、生徒は何を知り、出来るかを示す。

成績の通知と採点

実践能力試験、口頭試問、筆記試験のよって採点し、結果を家庭に報告する。能力に応じて指導内容を変える。

諸願

非常に費用がかかるがアピール制は欠かせない。SEACによる偏らない判断が必要。SEACは手順に誤りがないか判定するだけで成績の変更にはかかわらない。

8 修了証書

これまでのAレベルの修了証書には科目名と成績だけが示されている。また、可能性のある就職先とか入学可能な大学などもあり書くことはしなかったが、シラバスも書いてどのような技能が向上したかを示して補足するのがよい。そうすることにより証書はどの様に評価したかを見るまでの記録の役割をはたす。さらなる情報として生徒の達成度を示すべきである。たとえば、全科目について生徒の能力や欠点の全てを記録に残すべきである。

9 新システムの特徴

特筆すべき点

これまで述べてきたように新シラバスと新評価には厳格さがあり動機付けが明確で、ゆとりと柔軟性に富んでいる。また、指導方法の改善と生徒の技術と姿勢の向上もうたわれている。改善はあってもAレベルの本質は不变である。生徒には選択の機会が与えられている。シラバスのスリム化がAとASとを併せて5科目まで選択できる。

生徒へのアドバイス

生徒は十分の情報を受け適切なアドバイスを受けなくてはならない。たとえば、コースにおいて何が要求されているのか分かっていないくてはならないし、広くバランスのとれた科目の選択をするよう指導を受けるべきである。従って、アドバイスや例をたくさん載せた資料の配布が必要だろう。今回の改善においては、こうしたカウンセリングがあり、今まで以上に文系と理系両方の科目の履修する生徒が増すことが期待できる。

授業時間

授業科目は増しても授業時間数は、ほぼ、同じになる。科目あたりの生徒数の増加があるので教師はあらたな状況に直面する。

シラバスには従来より興味を持たれる日常の問題やバイオ、エコロジー、社会問題等が導入

英国の高校教育におけるA レベルの改革計画

される。ガイダンスは原則の中に、評価基準はシラバスの中に示される。

生徒から教師へのフィードバック機構は不明な部分の確認を助け学習上の困難さを除去する。

評価の重複がおきるが、生徒は何等かの能力は持っているわけで、その重複評価によりあまり出来ないとされる生徒に対しても評価の見落としが少なくなる。

達成度の記録は生徒がコース修了前に転向する際に役に立つ。

以下、教師の研修等を含む具体的な改善の方法、施行の順序などが記述されているが興味深い部分は以上で尽くされており、これを省略する。

報 告

物理教育の活性化を求めて

「BUTURI サークルほっかいどう」のうぶごえ

北海道立理科教育センター

永 田 敏 夫

物理教育の活性化が今強く求められている。技術者養成の基礎として必修とされた物理教育は、専門家に対する高い効果を上げた。しかし、代償として非専門家に物理アレルギーと科学技術に対する不信感を招いた。調和の中での進歩という新たな課題を得て、物理を開かれたものとし、非専門家に理解される努力を行い、物理教育を推進して行くことを目指して産声をあげた『BUTURIサークルほっかいどう』の一端を紹介する。

はじめに

「理科の中で1科目しかできないとしたら、せめて物理だけは生徒全員に履修させよう。」高等学校の物理教員に聞いたとき、「どれだけの人が賛成してくれるだろうか。生徒の場合はどうだろうか。物理教育者として賛成の理由は簡単だ。物理をモデルとする自然科学の方法や発想が人間形成に欠かせないからである。

私たち北海道の高校物理教員は、自分の専門が物理で、生物や化学や地学を担当するよりはるかに、その専門性を生かして、誰にでも、人間性豊かに、楽しく、どんな生徒にも分かりやすく教え、科学の方法を身に付けさせ人格形成に貢献できると主張して、生徒や教員に物理履修者の拡大を直接訴え働きかけていかなくてはならない。大学の入学試験で物理IAを文系の生徒が選択できるように大学に働きかけなくてはならない。

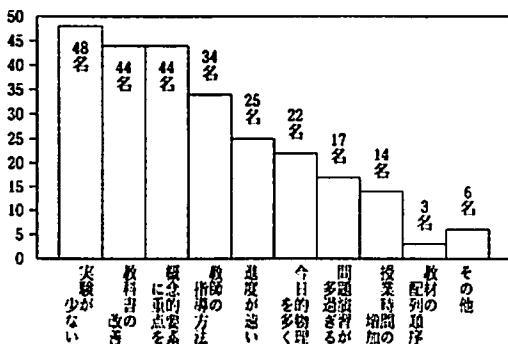


図1 高校物理に求めるもの

鶴岡森昭 山田大隆 物理教育実態調査
—北海道の高校生と大学生を対象として—
道高教研資料 1993

若い先生の多くは教育のなかなか難しい学校に勤務している。物理履修者が少ないと他教科を担当することになる。しかし、本当に他の科目を担当することが子供達のためになるのだろうか？確かに、物理専門といつても資格は理科教員で、他の科目も同程度の指導力かもしれない。しかし、学校現場は子供達の学習の場であると同時に自分の生涯をかけて物理教育者としての資質を高め専門性を高めて職業人としての完成を目指す、教員にとっての生涯学習の場なのだ。校務は教科指導だけではない。しかし、教科指導は生徒指導そのものである。そこに、切口を見いださないでどこに求めるのか。高校教員の専門性とは大学入試に対応できることだけではない。地域や生徒の実態に合った目標を達成させるための技量を持ち、識見を持ち、行動することだ。

物理を履修しない世代が続々と教員になってくる。小学校の教員や他の科目の専門の教員にも物理の研修を深めて貰わなければならない。これは、本当だろうか？物理を履修している教員は少なくない。しかし、専門とし得意とする教員は少ない。履修した結果、嫌いになった教員が多い。だから、履修させるだけでは、疑問が残る。本当に必要なのは、すでに大勢いる高等学校の物理の教員がもっと物理を多くの生徒が学びやするように研修を積むことではないだろうか。大学や大学院を出て専門領域の知識理解は大変すぐれている。専門家になろうという生

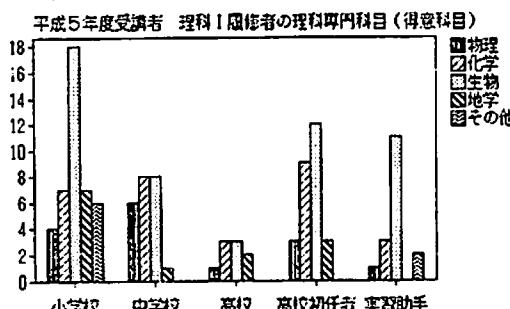


図2 研修講座受講者で理科Ⅰ履修者の専門科目

徒ばかりではなく、専門家にならない生徒達、社会一般の人達にも物理を好きになってもらう物理教育を自分の専門的経験や物理的発想を基礎として創造し、教員としての資質を高めていかなくてはならない。同輩の議論から生まれるもののがたくさんある。先輩から後輩へ伝えていくものがたくさんある。逆もある。自主的な、湧き上がるような、その営みの一つが全国各地に生まれた物理サークルなのかもしれない。遅起きながら、北海道にも「BUTURI サークルほっこいどう」が、1992.11.14 産声を上げた。

1 サークルの活動開始前後

1992年北海道高等学校理科教育研究会の懇親会で持ち上がった話題を、北海道立理科教育センターの高校物理の研修講座で呼びかけた。そのときの、受講者の一人だった今野氏が第2回（実質的第1回）の時のレポートと一緒に次のように書いている。

『名もないサークルとは言うものの記念すべき初めての会合とすることで、手持ちのガラクタ類、手に持てるだけ発表（陳列？）させて頂きました。

長くなりますが去る10月に理科センターで行われた研修会、私の印象に残ったものは、「たまごを使ってできる実験を考えよ」という唐突無茶なものでした。始めに用意されたのは生たまごとゆでたまご。6つの班がそれぞれ板やれんがなどを持ってきて考え始めました。どちらが速いのか、なぜ片方に曲がるのか、これはナ

ンタラ曲線ではないか、摩擦がどうの、慣性モーメントがどうの、重心がどうの、…………私たちのようにスピードを競う班には、ふたのできるピンを数十本と中につめるものを用意してくれました。水空気はもちろん、粘度の違う糊やら砂やらビニール袋やら、思い残すことは水銀とパチンコ玉がなかったぐらいのものでした。1時間ほどの間にそれぞれが結構まともな物になっていました。「題材に無茶なモノってないんだな。ひとりでやると発想に限界があってひとつしかでないのに、たくさんいればたくさんの結果が出る。」という当たり前のこと気に付かされました。（中略）

今回お集まりの皆さんはどういう印象を持って帰られたでしょうか。私は次回にも期待したいと思っています。皆さんの発想と製作への努力に。「本に載っていたから作ってみた」でもいいと思います。「先月のアンタのちょっと改良してみた」でもいいと思います。それ以上のことには及ばないでやめてしまっていることはよくあるからです。そうやって一步一步みんなで築き上げていったのが、岐阜や愛知、東京などの物理サークルだと思います。熱の入れようによっては越えられると信じています。

（今野博行 1992.12.17）』

2 全道から手弁当で集まる会員

北海道は広い。札幌に職場のある者が半分以上だが、毎回遠方から自費で通ってくる会員がいる。利尻、奥尻、標茶、釧路、江差、北見、名寄、滝上・・・・、今まで第2土曜日に来ている会員の勤務地は21市町村にわたる。高等学校教員を対象に発足したが、現在は物理教育を中心に理科教育に興味関心のある人が校種や職業を問わず熱心に通って来る。理科教育センターの物理実験室を会場に、毎回十数名の会員が入れ替わり集まる。

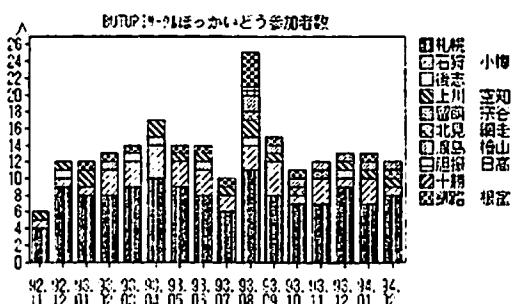


図3 BUTURI サークルほっかいどう参加者

3 サークルの定例会

内容は参加者によるが、報告の時間的制約はない。今までに会員が部品を揃えてキット化し、有料で行う製作実習は、「プリンタポートを使うパソコン計測ADコンバータ基板の製作」「タイマICを用いたRS-232Cインターフェースを利用した計測装置の製作」「デジタルキャパシティメータキットの組立」の3回あった。報告は、コンピュータの活用に関するもの、投げ込み教材に関するもの、物理教育研究に関するもの、他県の簡易物理実験レポート、視察研修、研究会、シンポジウムに関するもの等多岐にわたる。開発教材等については、基本的に現物を持ち込んで、評価も含めて議論をする。その成果を共有し、個々が授業で実際に活用している。

中道氏が教材について次のように紹介している。

『① 入浴剤ロケット

「楽しい授業」に紹介してある「バブロケット」を改良した入浴剤が水中で発生する二酸化炭素の圧力を利用した小型ロケットです。フィルムケースに水を3分の1位入れ、角砂糖半分くらいに碎いた入浴剤を加えます。急いでふたを閉め、メスシリンドーの中にふたを下にして置きます。二酸化炭素が中で充満すると、ケースが飛んで行きます。室内で水ロケットができるのです。内圧で吹き出す水の反作用を利用してフィルムケースの本体を飛ばすもので、水の

量を変えると飛ぶ高さが変化し、運動量保存、作用反作用の法則の授業にも活用できます。

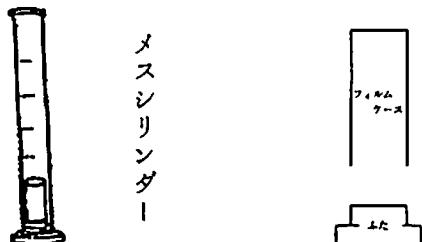


図4 入浴剤ロケット

② 跳ね返り係数が1以上?

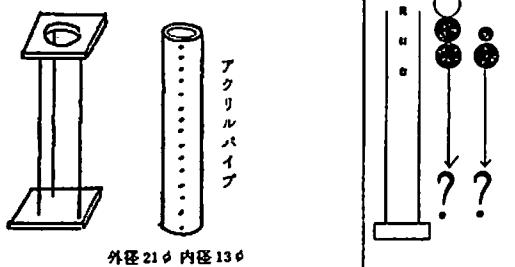


図5 超跳躍ボール

「コーヒーを入れたカップを落とした時、コーヒーが飛んだことがあるが、どうしてか」と質問をうけたことがあります。跳ね返り係数は必ず1以下になるので、不思議な現象ですが、運動量を考えると理解できます。しかし、数式で理解できても、体験するまでは納得しづらい現象です。

いくつかの球を重ねて落下させたとき元の高さより高く跳ね返ることが文献にあります。しかし、球の中心が一致していないとうまくゆかないので、図のような発射台を使用します。アクリルパイプを使用する場合は空気が抜けるような穴を1センチおきに開けておきます。球は発射台の直径より若干小さ目の物を選び2個または3個同時に落下させます。

③ 懐中電灯と太陽電池を用いた光通信



図6 豆電球の光通信

NHKテレビでも紹介された愛知岐阜サークルによる装置の回路を簡単にして、手軽にできるようにしてあります。「発光ダイオード」と「フォトトランジスタ」と「アクリル棒」を利用すると同様の装置で光ファイバ通信の実験も行えます。

④ 20行でできる物理シミュレーションソフト
従来の市販のシミュレーションソフトは、プログラムの内容がブラックボックスとなってしまい、生徒に取っても教員にとっても難解なものになります。過程が重要なので結果だけのシミュレーションでは意味がありません。著作権の問題もあります。このシミュレーションは言語にBASIC用いてあり、生徒にも教員にもよく理解できます。また、プログラムは20行以下にとどめてあり、授業時間内に内容を理解し入力することができます。現在10作ほどのプログラムがあります。今後「教科書の図で動いたら面白いと思うもの」をプログラム化し、著作権を気にしない「物理フリーソフトライブリ」をサークル内で協力して作るための交流を予定しています。

ケプラーの法則シミュレーションプログラム
10 CLS 3:CONSOLE 0,25,0,1:LOCATE 2,0
20 PRINT "ケプラーの法則・・ハレー彗星は
椭円軌道でやってくる."
30 SCREEN 3
40 XX=100:YY=50:T=0:DT=3:A=1300
50 VX=1:VY=.4:CLS 2
60 CIRCLE(300,200),6,2,,,F
70 WHILE T <3000

```

80 X=XX-300:Y=-(YY-200)
90 R=SQR(X^2+Y^2)
100 AX=-1/R^2*X/R*A:AY=-1/R^2
    * Y/R * A
110 VX=VX+AX*DT:VY=VY+AY*DT
120 X=X+VX*DT:Y=Y+VY*DT
130 XX=X+300:YY=200-Y
140 CIRCLE(XX,YY),1,6
150 T=T+DT
160 WEND

```

中道洋友 日本理科教育学会北海道支部大会
(釧路) 発表資料 1993】

4 青少年のための科学の祭典札幌大会 に参加

93年のサークルの最も大きな活動に青少年のための科学の祭典があった。実際に25名が札幌で子どもたちを相手にデモンストレータとして活躍した。渡辺氏が次のように報告している。

『私自身、教師になってよかったです!』と感じる3日間でした。あの子供達のイキイキとした表情!!。このような機会をいただいて感謝しております。私情も含めた各ブースのレポートです。

◎「ブーメランの原理と製作」中里(理セン)
・中里先生の童心にもどった表情が印象的でした。会場を離れ、通路で子供達がブーメランを飛ばしていました。キャーキーです。

◎「コロリンコ作って遊んで科学しよう」永田(理セン)
・ほとんどの子供達が工作していたのではないでしょうか?親子で、また友達同士で工作をして、仲良く科学していました。

◎①「アイスいりませんよ」子吉(櫻桜小)
②「飛び道具作って遊んで科学しよう」山谷(札二条小)
③「オネショカクシ」三浦(上磯石別小)
・小学校の先生方だけあって、子供達への優しい言葉遣いが印象的。人気のコーナーのひとつです。いつも歓声でぎわっています。

- した。みんな色付きスライムをもっていきましたよ
- ◎①「そこにある石の磁力を測ってみよう」高橋（根室）
 • 石に磁力がある。よく考えると不思議です。石につけた鏡から反射されるレーザー光が移動すると「オー！」。
- ②「太陽の熱エネルギーをつかまえよう」青木（別海）、松田（奥尻）考案
 • 唯一、屋上での演示でしたがかなりの子供達が見にいったようです。すんげー大きなセットでした。（奥尻高校 松田先生が来られなかったのは残念です）
- ③「原始時代の火起こし法」高木（富川）生徒 2 名
 • 高校生中心でみんなと一緒に炭にまみれて、キリキリ回転させていました。あつついといった！の歓声しきり。
- ◎①「豆電球で光通信」今野（琴工定）
 • その他の今野先生の秘密兵器もいっぱい展示。小首をかしげる子供が多数おりました。熱心な今野先生の表情！やっぱり教育者だなぁ
- ②「ケミコンでびっくり」中道（標茶）
 • ほんとにビックリ！ポンじゃなくてポン！！です。目を丸くして子供が群がっていました。
- ③「何でもスピーカー」田淵（樽商高）
 • 理屈がわかっていても、本當になるから不思議です。渋い選曲でした。（シカゴ 大好きです）
- ◎①「静電気のふしぎ」渡辺・谷（当別）
 • これは盛り上りました。立派な暗室（占いコーナーのよう）のおかげで蛍光灯もハッキリ。みんな電気人間になりたがって、いや大変。口の達者な子供に限って腰が弓けっていたのには笑いました。
- ②「力学あそびいろいろ」斎藤（有朋単位制）
 • 人気コーナーのひとつ。みんなでビー玉を持ってモンキーハント等ワイワイ。やっぱり斎藤先生は子煩惱です。やさしさがあふれていますね。
- ③「電子レンジで電球の料理」谷川（釧路工）
 • 付き添いのお母さん方に人気の谷川先生。電圧をうまく調整しないとドカンです。
- ◎①「液体窒素で低温の世界へ」遠藤（網走南）
 • 液体窒素というのは子供達は初めてだったようです。モワモワと煙がたつと、不思議な事が次々と。じっと食い入るように見ていました。
- ②「氷で熱く」高桑（札工）
 • 復氷現象には釘づけです。会場の暑さに比べ、涼しさを感じさせてくれるコーナーでした。
- ③「簡易霧箱で放射線を見よう」田中（名寄中）
 • 汗をかきかき、簡易霧箱を調整しておりました。じっと軌跡を追いかけている小学生。んーいいですね。
- ◎①「おもしろい球の運動他」佐々木（俱知安）
 • フィルムケースを入浴剤を使って飛ばす実験にはものすごい数の子供が押し寄せました。やっぱり「飛び物」は興味の王様です。
- ②「君も名プログラマー」横関（平岸）
 • 実際にプログラムを自分の手で書き換える所がポイント。放物運動の不思議について理解を深めます。
- ③「人力発電に挑戦」遠藤（上川）
 • これも人気コーナー。一所懸命こぐ姿はほほえましいです。俺の方が速いぞ！お母さんもこいでみてよ。
- ◎①「ジャンボ玉飛ばそう」菅原（札南陵）、生徒
 • キャーキャーコーナー。床にはビニールを敷きましたが、泡に子供達がまみれていました。菅原先生もまみれしていました。しかしでかいシャボン！
- ②「スライム作って不思議な地震」和野（札南陵）
 • 地震が自分の手で作れて、その波形まで見る事ができる。南西沖地震で関心が高まったのでしょうか？
- ③「断熱圧縮で火を着けよう」武田（石狩）
 • 先生よりも小学生の方がウマイ？ あっ光っ

た光った！。

- ◎①「こすって鳴らそう金属棒」鶴岡（札幌成）
・鳴らすには結構コツがいるんですけど。意地になって鳴らそうとしている小学生、やつとなつたときの笑顔が忘れられません。
- ②「音を見よう（クラドニ、クント）」阿部（江差南）
・有名なクラドニーの実験です。どんな縞模様になったかな？
- ③「曲がる光線」
・蜃気楼のしくみは以外と簡単ですが、こちらサイドで、やれ食塩が濃すぎただの、てんやわんや。いろんな先生方の協力でできました。
- *****

やはり物理という共通の問題意識を持った方々と同席する機会は、刺激があって気持ちが高ぶります。（中略）

完成されたものではないかもしれません。でもまだまだ若いのです。若いからこそできる。若いからこそしなければならない。帰りの車の中で、ぼんやり考えておりました。

渡辺儀輝 BUTURI サークルほっかいどうニュース NO.18 1993』

V BUTURI サークルほっかいどうネット

1992年に生まれた BUTURI サークルほっかいどうの新しい情報網の形成と北海道のような広域にわたる学校間での共同学習の推進のためにパソコン通信開局の提言がされた。

アクセスした時の画面とメニューの一部を関川氏のレポートは次のように紹介している。

『パソコン通信には大きく分けて全国展開している商用ネットと草の根 BBS といわれる中小のネットに分けられます。BUTURI サークルほっかいどうネットは後者に分類されます。商用ネットのようなサービスはありません。しかし、商用ネットにないよいところがあります。商用ネットは多くの人がアクセスするので、話の展開も早く、なかなか初心者には議論や情報交換まで進めません。もちろん、商用ネットの

議論は見るだけでも参考になり、得るところが沢山あります。しかし、パソコン通信の最大の利点は双方向性です。受け手だけでなく、送り手になれることです。自ら送り手となって、自分の実践を公開し、多くの意見を取り入れて、さらに有効な実践へと育てていくことができるのです。生徒の情報活用能力を高めるためにも、研修のためにも有効なパソコン通信を利用する動きが全国的に進んでいます。

BUTURI サークルほっかいどうネットは、基本的に北海道の教育関係者だけです。遠慮は入りません。商用ネットのように利用料金もかからないので、納得ゆくまで密度の濃い議論をすることができます。双方向性のメリットを生かすにはもってこいのネットです。また、一部の商用ネットの理科の情報も手に入れることも可能です。多くの方の参加をお待ちしています。

☆ ホスト局 ☆

064 札幌市中央区宮の森4条7丁目
北海道立理科教育センター内
BUTURI サークル北海道ネット
TEL. (011) 631-4406

回線番号 : 011-631-9475
通信速度 : 2400/MNP5
運用時間 : 平日 6pm ~ 8am
土曜・日曜 24h
制限時間 : 30分
ID:
ゲスト : GUEST
会員 : HOK *****

◎GUESTでログインした方は、後日 IDを発行しますので、氏名、(ハンドル名)、勤務先、住所、電話番号、メッセージを [2] ノートファイルの [3] 雜談ボードに書き込んで下さい。書き込み方法については、

- [3] 雜談ボードにあります。
- [1] 電子メール (MAIL)
- [2] ノートファイル (NOTES)
- [3] 環境設定 (SETUP)

- [4] プロフィール (PROF)
- [5] ファイルライブラリ (filer)
- [6] チャット・電報 等 (OTHERS)
- [7] 終了 (off)
- MAIN>> 2
- 書き込み練習 (junk.test)
- [1] システムインフォメーション (mmm.
sysinfo)
- [3] 雑談ボード (free)
- [4] 教材研究ボード (KENKYU)
- [5] 物理サークル・ニュース (NEWS)

関川準之介 阿部英一 BUTURI サークル
ほっかいどうネット について
第31回道高等学校教育研究会資料 1994)』

おわりに

物理教育を活性化するには、①ロマン、情熱、努力の心を持つ人の存在、②自由な発想と多様な挑戦を許容する自由な環境、③歴史的・文化的・研究的基盤の成熟、が必要である。これは、創造性のメカニズムでもある。

大学の入学志願者は1987年をピークに、工学部が減少、経済学部が増加し始めたが、持ち直してきている。しかし、製造業に就職する者は減少し続けている。産業界は生産拠点を海外に移し始めている。生産従事者の質的向上の要請は、文化の成熟をもたらす。文化はそういう人によって連続していく。

物理教育というシステムはもはや日本経済の維持という次元を越えて地球の調和と発展の段階に入りつつある。

物理は人を求めている。物理を好きになってくれる人、物理を好きしてくれる人、物理が好きな人、条件は人。『BUTURI サークルほっかいどう』は、自ら楽しみ、人も楽しませ、BUTURI を広める増殖・分裂・再生産機能を持つ人間集団である。

参考文献

- 1) 科学技術庁 科学技術白書—若者と科学技術—1993
- 2) 佐々木淳 今野博行 中道洋友「青少年のための科学の祭典」実行委員会編「青少年のための科学の祭典」ガイドブック 1993
(ながたとしお
北海道立理科教育センター物理研究員)

報告 第3回日中米物理教育国際会議の参加報告

北海道札幌開成高等学校

鶴岡森昭

1. 日中米物理教育国際会議の経緯

1) 開催の発端¹⁾

1986年、東京（上智大学）で物理教育国際会議（I C P E）が開催された。この会議には40の国から国外120名、国内240名の物理教育関係者が参加し、様々な研究交流による大きな成果を収めて閉会した。この会議の最中に、日本・中国・米国の3国の有志によって、日中米の物

理教育会議の開催が検討された。会議終了後、日本物理教育学会・中国物理学会・アメリカ物理教育協会（A A P T）で検討され、開催に向けて活動を始めた。

第1回の会議が3年後の1989年、アメリカ（ハワイ大学）で開催された。

2) 各回会議の概要²⁾

第1回	第2回	第3回
1989年 7月22日～27日	1991年 7月23日～28日	1993年 7月25日～30日
アメリカ ハワイ州ホノルル ハワイ大学	日本 静岡県裾野市 富士教育研修所	中国 広東省肇慶（ツアオチン） 松涛賓館
76名 日25 中11 米40	97名 日42 中17 米33 (オブザーバー： フィリピン1 韓国2 日2)	115名 日38 中45 米30 (オブザーバー： マレーシア1 韓国1)
W1 カリキュラム W2 教材開発 W3 教員養成 W4 概念形成 W5 高校大学の接点 W6 コンピュータ	W1 カリキュラム W2 教材開発 W3 教師教育 W4 概念形成 W5 大学入試 W6 コンピュータ	W1 カリキュラム W2 概念形成 W3 実験 W4 コンピュータ W5 教師教育 W6 物理・生活・社会

(注) W : ワークショップ

2. 第3回会議の概要

1) 開催地：広東省肇慶（Zhaoqing）紹介
 香港より汽車で3時間程で広州市（人口約600万人、華南の中心都市、孫文の出生・活躍の地）に着く。ここでバス（汽車）に乗換え3時間程（香港から西江を遡上するフェリーもある）で西江に面する風光明媚な観光保養地である肇慶に着く。人口40万人の健康的古都・近代都市で、古来、名勝地で中国随一の硯（端渓硯）の産地として知られ、政府要人や書家の訪問が多い。近隣渓谷の端渓から採れる最高品質の粘板岩を素材とした硯は、中国国内は勿論、

日本でも最高級の硯として有名（古端渓、現在は新端渓のみ）で、市内にも硯の工場（多くは家内工場）が数軒あり、会議の余暇に見学した。市郊外に七星岩(Seven Star Lock)と呼ばれる奇岩と湖沼の観光保養地があり、石灰岩地形（カルスト地形）は「ミニ桂林」の趣がある。
 [23° 04' N, 112° 27' E 時差+1時間]

今回の会議は、この七星岩公園内の外国人向高級ホテル「松涛賓館」(SONG TAO HOTEL)で開催された。

2) 会議のスケジュール

July 1993	26 Monday	27 Tuesday	28 Wednesday	29 Thursday	30 Friday
7:00- 8:30 am	B R E A K F A S T				
8:30- 9:30 am		Working Groups	Working Groups	Working Groups	Plenary Session
9:30-10:00 am	Opening Ceremony				
10:00-10:30 am					
10:30-12:00 am	Plenary Talks	Working Groups	Working Groups	Working Groups	Closing Ceremony
12:00- 1:00 pm	L U N C H				
2:00- 3:30 pm	Working Groups	Excursion (Seven Star Crags 七星岩)	Presentation of Demonstration	Exhibit of Demonstration and Laboratory Apparatus	
3:30- 4:00 pm	TEA BREAK				
4:00- 5:30 pm	Working Groups				
6:00- 7:00 pm	S U P P E R			Banquet	
7:00- 9:00 pm		8:00-10:00pm Social Event (big dining hall)	Plenary Session (Plans for Future)		Group Leader Meeting

3) W1(カリキュラム)の討議内容

筆者が参加したワークショップ1(カリキュラム)の討議内容を紹介したい。

7月26日(月)午前の開会式では、ホスト中国側を代表して南京南西大YUN教授の挨拶に統いて、来賓(肇慶市長等)の祝辞があり、統いて全体講演が行われた。中国側代表(北京大趙教授)、日本側代表(山梨大平田教授)、米国側代表(Iowa大学Jossem, E, Leonard教授)講演があり、最近の話題として、上智大の笠先生が93年7月のUNESCO2000年プラス会議の報告・決議を踏まえた記念講演がなされた。昼食後、午後2時からワークショップが始まった。

日本(中山、原、青野、赤羽、八木、宮崎、唐木、鶴岡の8人)、米国(E Chesick, iaverina, R Clark, J Jewett, L Weathersの5人)、中国(李、黄、許、王、漆、徐、の7人)及びマレーシアからのオブザーバー1人の計21人の参加であった。第1部(2:00-3:30)は自己紹介であったが、中国の参加者から7月12日の北海道南西沖地震の被害について質問されることには驚いた。第2部(4:00-5:30)では中国側が話題を提供した。第2日目の第3部(8:00-9:30)と第4部(10:00-11:30)は日本側が話題を提供した。

唐木先生は‘Educational Crisis of High School Physics in Japan’、‘Interest in Science and Technology’、八木先生は‘Sports Physics, What kind of similarity?’、宮崎先生は‘Science Curriculum’、筆者は用意してきた物理教育実態調査(Attitudes toward Physics among Japanese Students)を紹介した後、大学側からは青野先生の医科学生に対する指導実践報告、赤羽先生は‘Educational Data Base for Physics Related to Medical Sciences and Life Science and Its Application in Education’、原先生からは‘3 problems of nationwide physics test for freshmen’の紹介、中山先生からは‘INTRODUCTORY PHYSICS EDUCATION IN JAPANESE UNIVERSITIES’の紹介があった。

第3日目の第5部(8:00-9:30)と第6部

(10:00-11:30)は米国側が話題を提供した。第4日目の第7部(8:00-9:30)と第8部(10:00-11:30)は3国から提供された話題に基付いて提言の検討がなされた。日本側を代表して九州大学の中山先生が終始会議をリードし、まとめの作業をしてくれた。

W1で討議された物理教育を巡る各国の特徴点は次のように整理される。

① 中国側の特徴点

- A) 経済的サポートの不足
- B) 若年指導者の不足
- C) 専門家の就職難
- D) 指導内容の弾力性欠如
- E) 教科書内容(概念・理論の解説不足と物理研究最前線が反映されていない)
- F) 教授方法の多様性に欠ける(応用能力の育成不足)
- G) 熱心な指導者と少ない報酬

② 日本側の特徴点

<高校>

- A) 履修者の減少
- B) 大学入学試験問題の改善という課題
- C) 学習者への過剰負担(内容の整理・精選)
- D) 速過ぎる授業進度
- E) 指導要領と入試の弾力化という課題

<大学>

- A) カリキュラム構成の弾力化(市民向け、基礎科学、専門教育)という課題
- B) 初心者向けコースが少ない(科学工学の非専門家向けコース不足)
- C) 学生指導に対する低い評価

③ アメリカ側の特徴点

<高校>

- A) 履修率の確保(20%程度)
- B) カリキュラムの全国的標準がなく国家的に無制御
- C) 一般向けに従来の方法でなく、様々なメディアを使った教材開発

- D) 物理教師の研修不足
- E) 物理教育に対する父母のサポート不足
- F) 物理を万人の日常生活の一部分と考える指導者による万人のための啓蒙活動

<大学>

4つの原理(Four Principles)

- ① Less is more
- ② Coherent of topics
- ③ Inclusion of contemporary physics
- ④ Addressing all students audiences
に基づいて、大学では様々なタイプのコースを提供している。
 - (a) 専攻コース (For science majors)
 - ① Calculus-based :
Physicists, Chemists etc
 - ② Algebra-based :
Biologists, Architects etc
 - (b) 非専攻コース
(For non-science majors)
 - ① Breadth-oriented (-cover wide range of topics) : General education etc
 - ② Depth-oriented (-focus on narrow area in depth) : General education
 - (c) 教員養成コース
(For prospective teachers)
IUPP (Introductory University Physics Project), Calculus-based を改良したコース

以上の提供話題に基づいて提言がまとめられた。

4) 総括的勧告¹⁾

物理の教育は重要である。物理は科学と技術の基礎であり、人は物理によって、人間と自然との関係を理解し、また、環境を保護することができる。物理はすべての人々の教養を高める。さらに、物理を学ぶことによって、職業の選択範囲が広がる。

生徒や学生の多様性に対応して、さまざまな物理コースやカリキュラムが必要となる。とくに、理系や技術系以外の仕事を志望する生徒や学生のために、新しいカリキュラムの開発が必要である。

カリキュラムに弾力性をもたせて、次のことができるようにする :

- (1) 伝統的ではない教育方法
- (2) 生徒や学生の積極的な参加
- (3) より今日的な物理や環境問題を取り入れること。

すべての生徒や学生は、物理の歴史的、哲学的、社会的、技術的および環境的な意味を学ぶことによって、物理を人間の活動としてよりよく理解し、自分に役立つものとすることができる。これらの学習を実現するためには、理科の教師と市民との協力が必要である。

物理は本来、実験科学である。生徒実験や学生実験によって、生徒や学生は科学をより深く理解し、体得することができる。このような理解に達するには、自分自身で主体的に実験を行い、議論することが必須であり、これに代わる方法はない。

すべての生徒や学生に対する、あらゆるレベルでの物理教育において、もっとも重視すべきものは物理の概念とそれに結び付いた推論の方法である。このことは、試験や評価の方法にも当然反映されねばならない。

物理教師は効果的な授業計画を作成するにあたって、物理教育の研究成果を利用すべきである。研究成果を実際の授業で試し、その実践に基づいて改良していく必要がある。

教員養成教育や現職教育には、次のことが促進できるような新しい教育方法を取り入れべきである。

- (1) 生徒や学生と教師との相互活動
- (2) 伝統的な教育や試験のための教育ではなくて、認知的葛藤を含むさまざまな授業法を使った論理的思考、
- (3) すべての生徒や学生に物理を実践する喜びを経験させること。

物理学者の研究を主流とする学会は、物理教育の重要性を認識し、次のことを促進すべきである。

- (1) 物理教育を物理の研究にとっても極めて重要な活動として、また現代社会の基礎として支援すること、
- (2) 出版物に教育に関する内容を取り入れること、
- (3) 物理研究者と物理教師との相互交流をはかること。

5) W1（カリキュラム）の勧告

- (1) 個々の生徒の理解を深めるために、カリキュラムの内容を減らすべきである。
- (2) 多様な学生のために多様なコースを用意すべきである。
- (3) 多様なコースは目標を明確にし、生徒を魅了させるべきである。また、その意義を多くの人に正当な評価をしてもらうように努めるべきである。
- (4) カリキュラムは画一的でない教育をするためにもっと弾力的であるべきである。
- (5) カリキュラムには、今日的話題や環境問題など具体例や応用例を多く入れるべきである。
- (6) 入試は、カリキュラム内容を生かし、暗記でなく理解力を試し、実験を奨励し、また、創造的思考力を向上させるようなものにすべきである。

3. 鑑賞大会に参加した成果と今後の課題

1) 成 果

① 他国の教育事情が分かった。

参加意義の第一は、特に中国の教育事情を把握することができたことである。開放政策・近代化政策によって21世紀に向けて経済的に強大化するであろう中国の教育政策がいかなるものであるのか、大変興味を持って参加したが、教育の普及度の低さ、上級学校に進んでも専門職に就くことの困難さ等抱える課題が多い。しかし、会議に

参加した中国代表団の方々の熱意が、必ずや近い未来には困難な課題を解決し、恵まれた天然資源と科学教育によって育成された人的資源によって、21世紀は中国の時代になるであろうことを感じさせられた。

一方、米国については、我が国に先行した問題に取り組んでいるといった印象を受けた。我が国では理系離れが進行する中で、平均的学力の伸長から個性重視の方向に方向転換しようとしているこの時機、“Less is more”という標語は科学教育に携わる教師にとって今後大切にされるべき内容を含んでいるように思われる。

② 3国間の物理教育関係者間の交流が推進された

今回の参加者の住所・勤務先等のデータ交流がなされた。筆者個人としては、中国海南師範学院の Xiaoci LIU 氏と交流でき、お互いに教科書の交換をしている。今後、さらに交流を深めていきたい。

また、今回の会議の終了後に会議の参加者によって組織された「物理教育国際情報交換委員会（I C E C）」が、今後の国際交流の窓口になっていくであろうが、筆者もその委員として協力していきたい。

③ 日本国の物理教育関係者間の交流の契機となった。

前記の「物理教育国際情報交換委員会（I C P E）」では国内向け通信を年4回と、国外向け通信を年2回発行する予定で、これら通信を通じて今まで以上に国内での情報交換も活発化することが予想される。

2) 課 題

今回で一応3国を一巡して、会議は閉じることになりそうであるが、今後は規模を縮小して、アジアの参加国を増やして開催することも予想されるが、会議の効率化をはかるためには事前の打ち合わせをもっと綿密にする必要がある。また、もっと小グループでの交流、特に夕食後

のインフォーマルな形の交流が会議後の継続した交説の契機となるように思われる。さらには、会議中のコピーサービスや文書の展示や実験器具類の即売等について、参加者には事前にその要領を知らせる必要があるように見受けられた。

<文 献>

- 1) 物理教育, Vol.35 別冊 (1987)
- 2) 平成 5 年度物理教育学会年会 第10回物理教育研究大会予稿集 (1993)
- 3) 物理教育, Vol.41, No.4, pp.469-477, 1993.

報 告

第3回日中米物理教育会議 (肇慶会議) に出席して

札幌藻岩高等学校

山 田 大 隆

1. 会議の内容（特にW 6に関して）

第3回会議は、7/26（月）午前の開会式から始まった。中国側ホスト、南京南西大YUN教授の挨拶のあと、来賓（肇慶市長等）の祝辞があり、続いて全体講演があった。中国代表、日本代表（平田氏）、米国代表（Jossem氏）が代表講演をし、最近の話題として、笠先生から、93年7月のユネスコ2000年プラス会議の報告・決議をうけた記念講演がなされた。昼食のあと、2:00よりワークショップとなった。日本側（笠、広井、福島、山田達、山田大の5人）、米国側（Jossem、Khoury、Leary、Moyerの4人）、中国側（陳、林、李、莫、吳の計5人。高校教師、他大学教授、会議発言有効化のため、中山大学物理科MC2年の優秀な学生が英語通訳に当った）の計15人の参加であった。第1部（2:00-3:30、自己紹介）、第2部（4:00-5:30、各国より課題提出）。各国提出話題は以下のもので、これらは最終部での勧告の基本でもあった。

(イ) サジェション（物理学史一資料・博物館含む、公教育一リテラシー、物理学共同体への公的興味度合、教師教育、日常生活への適用一相関的に）

(ロ) アプローチ（クロスカルチャー、物理の市場価格、実際のプログラム一技術的問題、教科書等）

今回の参加に関し、日本側では初のワークでもあり、会議の討論方向が予め意志統一出来ず（打合せは'94.4の1回のみ）、香港より広州市への行きの列車中で全員が集まり、了解に達した。それは、(1)3国各々の工業発達レベル差はあってもSTS教育は生涯学習、必要国民教養として普及する必要がある（ユネスコ精神）、

殖産興業下の理工系教育徹底下で生じた物理教育の陰の部分に対して、このユネスコ精神の発露も含め、物理学習の機会を多様化する試みでどの様な教材が好ましいかの提案をすること（具体的に成果のあった一例として、理Iで総合理科として全ての生徒に課した成功例（北海道）や、教育方法として一斉講義ではだめで、子供自身の活動を生かし、知識偏重でない子供の概念変化をかみ合わせて提案すること）、(2)教材実例として、(イ)技術史をどう教育に応用したかの実例（山田2人）、(ロ)STS教育の今日的問題（福島、山田、笠）、(リ)エントロピー教材（山田）、(ハ)各地方の教材紹介を聞く（福島、山田、中山）という方向性であった。第2日目の第3、4部で日本側発表、第3日目第5部で中国、第6部で米国、第4日目第7部で総合討論、第8部で勧告作成の日程が第2部で了承された。第2部での米国側（Moyer、Jossem）の述懐にもあったが、STS的方向は、生涯学習、成熟社会での物理リテラシー（学生、市民）として必要性が言われても、その広領域さ、相関の複雑さから、既成理工系教育サイドから、「トラブルメーカー」として受難はあった、しかし、それを乗り越え、この10数年に渡り、700を越える論文作成で研究が進められた（リスト提示）、アメリカでのSTS研究の現状が紹介され、印象的であった（現在、米国は世界で最もSTS研究が盛んである。筆者が参加した、92年3月のボストンNSTA年会でも、1324件の発表中STS関係が83件あった）。この日の夜は、市長招待のレセプションが盛大になされた。7/27（火）は午前中にワークの第3、4部がなされた。予定通り、日本人の発表と質疑・討論であった。第3で、山田

(達) 氏が、朝日百科（中国側注目）を用いながら英産業革命史でのSTS授業紹介をし、次いで、山田（大）が、北海道北見地方（戦前ハッカ生産世界一）のハッカ蒸留技術史（再現実験含む）と生産史（社会史）のSTS実践を紹介し、第4では、福島氏がSTS教材としての光教材、笠氏がエネルギー・プロジェクトとしてのSTS授業の大学での実践例を事後評価分析データで実証的に示された。バックペーパーも日本文もあったがよく説明し、討論も活発で、中国側参加者へも通訳を介して説明が適切になされた。午後は、2:00より旅館近郊の七星岩へ遠足となり、中国古代から続く観光名勝地の石灰岩の巨岩（洞窟）と湖水の周辺を巡ったり、岩山の山頂（眺望絶景）まで登ったりした。香港同様、北回帰線上にあるため蒸し暑く、遠足は体力消耗もあり容易でなかった。—寺院内では、何と「魚洗」の実器があり（実演有料1回2元）、この科学器具は意外に普及していると感じられた。夜はソーシャルイベントがあったが、我々は6時半より1時間半ほど市郊外の端溪硯の製作工場（室内工業）を16名程で見学、内、数名が展示即売で硯を購入した。工場裏手に大量の硯原石の倉庫があり、工人の各種のノミを巧みに操作しての実演に興味を持った。（翌日は40数名で訪問）

7/28（水）は、午前の第5で、中国代表から、高校・大学での物理実験教育の現状（工業教育、回路実習等で、必ずしもSTS発表でない）が述べられた。第6部では、米国よりLeary女史（トロイ高）より自校でのSTS教育実践、最後にMoyer氏より、バージニア工業大でのSTS実践（聞き応えあり）が報告された。午後は、大会議室（全体会場）で2～5:30の間、デモンストレーションがあった。毎回会議人気のもので、各国各グループが腕を競い、見応えがあった。中国側は、高校教師による波動や慣性動の実演具、大学教授による光学演示が目立ち、米国側は宇宙膨張や錯視・定常波等があり（独自の工夫）、日本側は八木・滝川氏の発表の他、4時半から1時間に渡り、17テーマのStrayCatsの出し物が人気を呼んだ。

今やこのグループの演示は「日本の有名輸出品」の観さえあり、教典（いきいきわくわく物理）は、全国6千人の理科教師中に1.8万冊も売れたベストセラーという（興味関心のデモ物理時代を創始、全国各地で開かれる「科学祭典運動」をメイン・テクニックソースを供した業績は大）。夜は、今後の日中米会議の方向について、会議検討と、情報交流の2テーマに人員を分け、参加者全体討論会がもたれた（かってない番組）。筆者の出た会議班では、NSFの援助が切られ、米国参加条件が危ぶまれる会議中止の観測の中、フロア発言として、会議継続（縮小や不定期も含め）を切望する意見が相次ぎ、この会議開催の意義と参加者の熱気が感じられた（継続は微妙という）。

7/29（木）は、第7、8部で、第7では初日の話題に照らし、日中米各発表への評価と討論が熱心にされた。次いで、日本側から勧告私案（山田）が出された（前日までの討論結果に基づき、夕食時の笠氏の助言による）。5点の論点につき、質疑がなされた。最後に、米国側議長、Moyer氏から勧告原文が配られ、これと笠論文（ユネスコ宣言解説）、山田私案、話題条項を総合し、Moyer案を修正する形で勧告文練り上げがなされ、昼前終了した。その内容（最終日報告文）は次のようである。

物理を学ぶ学生は、人間と物理の全関係の理解（歴史的・哲学的・技術的・環境的に）から利益を得る。それは①文系コース者の関心、②物理の概念・実験技術を人間性に置換える、③政治・経済・宗教・性・階級と物理の関係理解する、④バランスした科学は新しい科学リテラシーとなることで促進される。物理の人間的総合的面の理解のため、物理の上記関係の重視が大切。それは、①教育の凡ゆるレベルの正規物理コースにこの話題を組込む、②歴史・哲学・社会的に焦点をあてる大学レベルに特別コースとして設け、教師教育に用いる。③教授プラン、教材は大切で、市民にも提供、④これらの問題を扱う能力をみる新評価法の創出、⑤物理教師・市民との協力、の具体策で促進すべきとする。更に、ユネスコ決議（'93.7）での「物理の人

間の全関係の理解を深める努力」を重視し、また、日中米での社会的経済的要求と努力の差異、個人的地域的関係にも注目する。各国の独自的立場尊重も強調されている。

午後は、小会議室にて、昨日デモ具による実演があり（ポスター・セッションの観）、より緊密な国際交流となった（名刺交換や、筆者のように、魔鏡や魚洗の購入や注文等）。夕食前、大会議室で日本人のみの反省会がもたれ、各ワークの報告のあと、会議の国内普及や国内連絡体制や使用言語、予備会議等の感想・要望等が討論され、有益であった。

7/30（金）9～10:00に全体会が開かれた。各国女性代表の司会のもと、各ワークの報告があり、3台のOHP（報告は英語）、英・中・日の同時TPが並べられ画期的であった（準備は大変であったが）。統いて閉会式となり、旅館への記念額2枚の寄贈、今後の会議の方向、ホスト側の挨拶があり、最後は日本代表団からの合唱があり、再会を期しながら散会した。昼食後、1時半から慌しく南京への出発団、香港への帰国団、桂林会議への出発団と別れ、ホテルを去っていった。

2. 肇慶会議の残したもの

第3回を終えた日中米会議の今後の課題は、今回の不十分点を改善しつつ、次のようにまとめられると思われる。

(1) 会議の規模を小さく、アジアのローカルの話題に限定し、アジアの参加国を多くし、2～3年に一度の開催で継続する。日中米という大国3ヶ国間の共通話題を煮つめる目的はほぼ達せられたので、今後は低予算で長期的に開催可能の規模で、日中の他、韓国・ベトナム・マレーシア・フィリピン等を含めたアジア共通の物理建設問題とSTS的課題を協議・勧告する場とする。

(2) STS(L)の話題の展開は限定的とする。STSは、理工系大国が経験した、成熟した先進国のバランス科学、総合考察をする科学として意味があり、物理必修下でのスローラーナー向科学として課すべきでない。現在、理

工系物理以外の理科方向を何でもSTSとする傾向があるように思われ、用語の使用やSTS教材作成上の定義を設けるべきと考える。

- (3) 会議前に可能な限りプレシンポを設け、会議の能率化、有効化を図る。国際会議の要領、英語（共通語）使用の事前訓練を行ない、参加者の要求や問題意識が十分煮つまるようする（前回も十分と言えず）。この配慮は多忙の高校側参加者には有益と思われる。
- (4) 会議中での研究交流・情報サービスの拡充。夜のミーティングを重視し（談話室を設けて）、人の交流という国際会議の重要な機能を促進する。コピーサービス、文書展示と販売等も拡充する。
- (5) 校種別セッションの設定。各国の大学間、高校間の交流機会（時間・場）を設け、校種独自課題での情報交流を促進する（前回も不十分）。
- (6) 会議成果の国内普及と組織維持
会議報告を日本文で読めるようにする。独特の連帯感と友情を生む国際会議参加者同士での国内交流組織の確立（国内高校大学の責任者・事務局・パソコンネット・研究会など）
- (7) 会議勧告の生かし方、今後の発展性。過去2回の会議勧告が、必ずしも課題追求され、その実践報告として発展継承されていない。言い放しの面がある。行政にどう反映（提言）させるか、また、現場や研究会研究として実践、どう変っていったのかの実践性のチェックが大切と思われ、その報告が毎回の会議で報告されるべきであったと思う。W6の場合、世界の今後の教育研究開発方向のものもあり、今回の会議はそのスタートとして有意義で、問題の所在、情報の交換方法が明確にされた意味は大きい（今後、非専門家向理科・生涯学習理科として、増え重要度が高まる分野である）。

札幌藻岩高等学校

山 田 大 隆

1. 全国理科教育大会の歴史と内容

日本理化学協会が主催する、高校理科教育の最大規模の全国大会、平成6年度の全国理科教育大会北海道大会が、前回（昭和60年）から10年ぶりに、今夏の8月4～6日の3日間、札幌市で開催される。全国の殆んどの県からの高校理科研究会のトップレベルの研究者、役員、科学教育センター主事、教育委員会指導主事、及び本部役員、文部省視学官、教育系大学の教官等総計1500名が集まり、その年の理科教育課程の現状と方向が分析決定され、各県推薦の現場の教育開発、指導法研究のトップレベルが見られる研究大会として誠に権威のある大会である。この全国大会が戦後日本の理科（理工科）教育（特に昭和40年代以降の科学技術教育）を中心として担ってきたことは衆人が認めるところである。

日本にはこの他にも、物理教育専門の物理教育学会大会（平成5年8月に第10回大会）、日本化学会の化学教育分科の年会、生物教育の日本生教大会、地学教育の日地教大会、小中学の理科教育研究の日本理科教育学会大会等があるが、高校単独で1500名が集まり、物理化学を中心として総合性をもつ大会は日本理化学協会のこの大会以外にない。「全国理科教育大会」と呼称される所以である。日本で最も規模が大きく、現実の高校理科教育に影響を持っている大会ということが出来る。

この協会の中心でありリーダーである歴代会長名は重要である。初代会長（65年前創立、昭和4年）は意外にも講道館柔道の嘉納治五郎であった。日本化学会で有名であった東大教授、化学史の玉虫文一氏が4代目で続き（19年間、昭29～47）、昭和48年以降、関西工業高校教育界の頂点に立った第5代春日重樹氏の会長時代

が長く続き（15年間、昭48～62年）、彼はミスター理化学協会の観があり、この期、日本の理工科教育は、4科必修時代で、空前の理工系ブームを支え、今日の技術立国を支える質量ともに膨大なエンジニアを育成した。この4、5年は、芝崎茂夫氏のあと、今坂一郎氏（第8代、平成3～4年、前都立深川高校長）が会長を務め、協会の若返り化弾力化に力があった。現会長（平成5年4月～）は、物理教育学会理事出身、都立教育研究所歴の長い、協会研究部長出身、研究者肌の南多摩高校長の大丸章門氏である。この1年間の全国理事会、研究代表者会の流れを見ると、確実に、昭和40年代殖産興業技術立国志向（大量のエンジニア養成）トレーニング型高校理科の教育研究大会から、広く国民的教育の教育創造を目指し、学会、研究会色を強める教授学研究のアカデミック雰囲気の大会に移行している。現会長が物理教育学会出身、研究部長（東京学大付高丹伊田氏）が国際化学教育学会発表経験者という人選がこれを反映しているといえる。

2. 今大会の特色

今大会はどのような特色をもって開催されるか。日本理化学協会が現場理科教育（物化教育）として推進してきた必修型エンジニア教育が、その結果としてのG N P の急上昇（昭和40～50年代）に伴ない、教育多様化（選択化）の時代へ移行し、理科選択者が大巾に減少する時代となつた。この理科（理工系）離れ現象は、エンジニア教育に特有の3K的労働を嫌う、豊かな国、時代の青年意識の社会風潮（世界先進国の共通現象）であると同時に、企業、社会での理工系社員、層の待遇上問題（重役への昇格低率、訓練期間の長さに対しての給与の低さ、企業内

の位置)及び、定量的教材以外の不認可や動機づけ不足の指導法の現状といった、現行の高校大学の教授上の問題点への問い合わせと改善を迫る問題ともなっている。1994. 3. 20最近刊の平成5年度版科学技術白書は、全365頁中で理工系離れの現状(アンケート調査)と原因分析に100頁近くを当てて特集する新しい傾向を示し、1992年2. 10刊の通産省(通産調査会)は、「産業技術の歴史の継承と未来への創造」と題する討論報告(提言含む)を出版し、戦後の今日の科学技術大国を創り上げた企業活動の歴史と現況を広く青年に訴え、産業遺産を保存して実物教育するとともにその内容を広く青年に訴え、企業の歴史に関心を起させようとする異例の訴えを始めている。また最近(1994. 2. 5)、環境教育中心の日本理科教育協会も、第4回大会を東京で開き、理科教育の危機を、教育界、産業界共同で考える、講演とシンポジウムを開き、盛会であった。今年の全国理科教育大会は、このような、理科教育危機への対応といった緊急課題の色彩を強く受けて開かれる(勿論、従来の探究力養成、創造性開発教育、近年注目の環境教育、国民的教養、生涯学習としての理科教育、平成6年より本格的導入のコンピュータ教育利用教育研究は取組まれる)。その主張は、第2日午後の全体協議会(パネルディスカッション)及び3日目午後の分科会協議(テーマ別シンポジウム)で色濃く反映されることとなると思われる。

技術立国の理科教育を荷う、理化学協会が主催する全国大会は、当然ながら、企業での創造性教育のための学校教育での基礎作り(創造性開発)のテーマが、歴代圧倒的に多かったが、この2~3年は、全体協議でのフロア発言でも、学生の理科基礎学力の著しい低下を嘆く声が目立ち始め、「きれいごと」の創造性開発一本ではいかなくなってきた。基礎学力の回復、更にはその基になる理科的探究心、興味関心の滋養の方策といった、深刻な内容にまで広がっている。理科教育をとりまく環境が大きく変り、企業もこれまで通りの学校教育の成功者のみを選択してその教育内容まで関心を持たなくてよい

時代は終ったといえる。産官学が共通意識をもって、急速に進行していく理科教育の退行化現象に取組まずば資源小国で理工系教育成功によるテクノヘゲモニーのみで外貨を得て今日の経済力を得た、技術立国、教育立国日本の未来は誠に心もとないといえる。

3. 大会の具体的内容

大会の内容について、日程順で寸描してみる。
○第1日(8月4日)

会場は北星学園大学で、午前(10~12時)に8月全国理事会と称される恒例の全国理事会が開かれる(全国理事会は、毎年2、5、8、11月の4回)。この会では、準備側の北海道運営委員会から、最終確認事項が示される。昼食後、特別講演会(13~14時)では、今年は環境科学の話が、東京農大教授の大塚縕氏よりなされる。これまで、原子力振興財団関係の原子力講演が多くあったが、近年は、環境科学の講演が増えてきている。14~16時は、研究代表者会議で、各県の研究代表者が一同に会し(100名)情報交流をする重要セッションである。この折配布される各県研究会の研究紀要が、全国研究動向の最新を知りうるものとして重視される。本部各委員会(データベース、調査、改革特設等)の報告の他、近年はシンポジウム形式でフロアの多くの研究代表者の発言を得る(文部省視学官や研究者の理科教育刷新に関わる記念講演を聞いて)「フォーラム」の形式が、本部研究部の新しい試みとして採り上げられている。今年の全国大会でもこの形式がなされると思われる。17~19時は、来賓、表彰者を中心とした教育懇談会である。

○第2日目(8月5日)(札幌市民会館)

第2日目は市民会館が会場である。ロビー及び会議室では、1日中、多数の理科教材機器メーカー、コンピューター機器メーカーの業者展示がなされる。特に今年は、アメリカで隆盛の新しい業者展示方式「ワークステーション」方式(業者の研究発表)も登場する予定である。ホールでは、9時半~11時に、開会式、表彰式、総会がなされ、11~12時半は、記念講演として、

地図エッセイスト（北大物理学科名誉教授）堀淳一氏の「AINSHUTAINと亀甲墓」と題するスライド多数の講演がなされる。探究としての理、文両道を極めた国民教養としての興味ある講話がされる予定である。午後、1時半～4時は全体協議で、司会は奈良英夫氏（道工大）で、パネラーは山形積治（道教大旭川校・物理）、菅野祥孝（スガノ農機社長）、紺谷憲夫（道開拓記念館事業部長）、寺岡宏（北星短大・生物）の各氏で、「教養としての理科教育はいかにあらるべきか」のタイトルで、理科離れ現状と対策も含め、国民的教養としての理科教育方向が、教師教育、企業教育、社会教育、女子教育の各方面から語られ、フロアとの意見交換がなされる予定である。前述のように、現在の理科教育の中心課題が集約的に展開されると思われる。16～17時は第3日目の研究発表と研究協議の事前打合わせがなされ、夜は、各県の研究者との交流を意図した、初めての試み、ジンギスカン夕食会も企画されている。

○第3日目（北星学園大学）

第3日目は、大谷地北星学園大で午前中は9～12時が研究発表で、16会場（物5、化5、生2、地2、理科一般2）で行なう。今年は地元が約40件、全国から100の計140件近くの研究発表が予想される史上最高数の大会となる予定、要旨も従来流の手書き研究発表資料集ではなく、ワープロ原稿、学会誌体裁の論文形式に改善されるのが特色である。また、世界や日本の教育学会では既に主流の発表形式、ポスターセッション型が、物・化に限ってであるが、新設された（会場用意。申込み時に、ポスターかオーラルか選択可。論文集体裁は同じ）。更に、学会発表に準じて、講演者の時刻、氏名、テーマも印刷、掲示され、見やすくする新しい企画がある。平行して別会場では、地元出品の「実験ランド北海道」（物・化・生の自作実験展示）及びコンピュータスクエア北海道（コンピュータ30台による各科開発自作ソフト公開演示）の2展示・演示がなされる予定である。昼食後、13～15時は研究協議で、12会場（理科IA2、物2、化2、生地各1、環境1、生涯学習1、コンピュー

タ教育2）で、今日的課題が各会場100名内外の参加者で、提言3件を中心にフロアとの意見交流がなされる。各会場での閉式のあと、15時半から、3コース（道央一定山系、道南一登別・函館、道東一層雲峠・知床）の現地研修に出発して、3日間の大会を終える。なお、大谷地会場から、野幌公園も近く、参加者に、開拓記念館・村の無料券が配られ、協議には高校以外の一般参加も可能にし、門戸が広げられている。

大会は、このように多彩な企画で新機軸も多く採り入れられ、今日的な課題を解明すべく入念な3年間の準備をもって取組まってきた。北海道の大会は、本音で語りあえる会として、全国的に注目され、また、物化生地4科の総合的大会、また、理科I、総合理科研究の盛んな風土として総合性に秀れた研究内容のある会として注目されている。この大会のため、物化生理科Iの各部会が出版記念事業として、一部フロッピー付の実験書、ゼミノート、教材、指導書マニュアルの多彩な出版も用意されている。

是非多くの先生方の大会の意義を認めての参加と、理科教育刷新のためのフロア参加としての意見提示を提供していただければ幸いです。

(1994. 4. 4)

◎ 日程と行事内容

8月4日（木）大会第1日 北星学園大学

9:30～	受付（理事、研究代表者）
10:00～12:00	全国理事会
12:00～13:00	昼食・休憩
13:00～14:00	特別講演
14:00～16:00	研究代表者会議
17:00～19:00	教育懇談会（表彰者同席）

全国理科教育研究大会について

8月5日（金）大会第2日 札幌市民会館

9:00～	受付
9:30～11:00	開会式・表彰式・総会
11:10～12:30	記念講演 エッセイスト 堀 淳一氏
12:30～13:30	昼食・休憩・展示
13:30～16:00	全体協議
16:10～17:00	分科会打合せ

8月6日（土）大会第3日 北星学園大学

8:30～	受付
9:00～12:00	研究発表 } 展示
12:00～13:00	昼食・休憩 } 実験ランド北海道
13:00～15:00	実験ランド北海道 研究協議
15:00～15:10	閉会式
15:30～	現地研修

◎ 研究発表（16会場）

物理（5）、化学（5）、生物（2）、地学（2）、理科一般（2）

◎ 全体協議（パネルディスカッション）

全体協議題 「教養としての理科教育はいかにあるべきか」

総合司会

奈良 英夫 北海道工業大学教授。
日本物理教育学会北海道支部長

パネリスト

山形 積治 北海道教育大学旭川校教授
菅野 祥孝 スガノ農機株式会社社長。
「土の館」館長
紺谷 憲夫 北海道開拓記念館事業部長
寺岡 宏 北星学園女子短期大学教授

◎ 研究協議（12会場）

研究協議題

第1分科会 日常生活と理科教育（物理IA・化学IAを中心とした）

第2分科会 日常生活と理科教育（生物IA・地学IAを中心とした）

第3分科会 探究活動を育成する物理の指導
第4分科会 課題研究を深める物理の指導
第5分科会 探究活動を育成する化学の指導
第6分科会 課題研究を深める化学の指導
第7分科会 生物の効果的指導
第8分科会 地学の効果的指導
第9分科会 環境問題と理科教育
第10分科会 実験指導におけるコンピュータの利用
第11分科会 効果的学习活動のためのコンピュータの利用

第12分科会 自主的探究活動を支援する理科教育

◎ 展示・実演発表（実験ランド北海道）

物理・化学・生物 1会場

コンピュータ・スクエア北海道 1会場

◎ 開催要項

大会主題 新時代に対応した理科教育

—学ぶ意欲を高めるために—

主 催 日本理化学会、北海道高等学校理科研究会

後 援 文部省、全国都道府県教育委員会連合会、日本物理教育学会、日本化学会、北海道教育委員会、札幌市教育委員会、北海道高等学校協会、北海道高等学校教育研究会理科部会

期日及び 平成6年8月4日（木）

会場 大会第1日 北星学園大学

8月5日（金）

大会第2日 札幌市民会館

8月6日（土）

大会第3日 北星学園大学

大会事務局

〒062 北海道札幌市豊平区平岸5条18丁目

☎011（812）2010

北海道札幌平岸高等学校

笠岡 正紀（事務局長）

ティールーム

物理教師 そのⅢ

酪農大学 秋山敏弘

大正初め以来のガラクタ器具が整理されないままに新校舎に移転。廃棄しようにも事務の係は『多忙。』を盾に実行に踏み切ってはくれない。戸棚をガラクタでうめられては適わない。昭和28年の夏休みに半月間出校して、準備室の大掃除をした。雑巾がたちまちまっ黒になった。生かせる器具は生徒の協力を得て修理した。10日たっても、思ったほどの進歩は見られなかつた。他の教科どころか、同じ理科のなかでさえ物理科の苦しさを理解してくれる人は少なかつた。それでも、ときたま校長や教頭が覗きに来たが、別段の感想をうることはできなかつた。次の年もおなじだった。少々疲れた。どこか田舎の学校でのんびりしたくなっていた。

教室で生徒に『予算もつかない、ガラクタの整理も思うに任せぬ。私の理科教育の理想を達成するには、学校が火事にでもなってくれるしか方法がない。などと言ってはいけないかなぁ。』と放言するほどに悩んだ。

昭和31年11月、担任の学年の修学旅行に付き添つて京都、箱根、東京、日光へ11泊12日間の出張。その間に学校が火災にあって理科と家庭科が全

焼した。校長には管理の上の手落ちは全くなかつた。

ただちに復興予算案を書いてだせと命ぜられたので、〔現在の価格で〕1000万円を要求した。平常は年度予算が10万円だったので、これでも『気違ひだ』と言われそうな気がしていた。ところが

教頭は『この程度のこと、復興が出来ると思うのか?。もっと増して書け。』ときつい顔であった。化学、生物、地学は500万円程度である。『変だ』と感じたが翌朝までに2500万円に膨らませて提出した。(科学教育に一家言をもったえらい教頭だった。)

多分8割カットだろうと思っていたら、後援会、PTAの雰囲気は年度内に80%を認める雲行きになった。化学、生物、地学も増加予算案を提出した。

理科主任の奮闘もあって、結局7000万円がとおった。

だから、以後の10年間は、思う存分の理科実験が実施できるようになった。

理数科はどこへ行く

旭川西高等学校 松村 勲

本校には各学年1間口の理数科が設置されています。理数科は昭和35年7月に就任した池田勇人首相の国民所得倍増計画、すなわち、高度経済成長政策を進める上で必要な技術者不足を解消するため、全国に工業高等専門学校を新設し、高校に理数科の設置したのが始まりと思い

ます。本校に理数科が設置されたのは昭和43年からで、学年2間口の理数科をでしたが、平成3年、生徒数の減少で現在は1間口です。現在、道内の設置校は6校で、毎年、理科と数学の分野で研究会を開き研修を進めています。

理数科の目的は科学や数学に興味のある生徒

の能力を伸ばすことですが、本音は各校とも理工系大学に進学させることに重点を置いています。大学進学でよい成績を残しているのは地域の中心校に設置した理数科です。理数科は工業・商業・農業などの実業家と同一視されますので、全道各地から出願できます。理数科設置校は普通科と理数科との併願ができ、定員も普通科45名に対し40名、さらに定員の30%は推薦入学制度が適用されます。従って、地域中心校では優秀な生徒を集めることができ、このような学校では推薦入学者が非常に少い場合もあります。優秀な生徒は自分の実力ではいる。もし失敗しても普通科を第2志望にすれば合格できるからです。本校の推薦入学枠は12名ですが、平成6年度の推薦出願者は35名で倍率は2.9倍、理数科全体の倍率は1.8倍で、例年になく異常です。本校は第1志望を普通科にする生徒がほとんどですので、この倍率の高さは理数科に入学したいのではなく、本校に入学したいという生徒が多いからだと思います。推薦入学は調査書と面接の結果で合否を判定しますが、各中学校長が推薦する生徒ですので人物的には全て優秀です。本校では理数科に適する生徒を集めため、数学と理科に関する質問を用意しますが、質問事項が毎年悩みの種です。中学校でも本校の過去の質問事項を調べ、受験生はしっかりと準備をしてきますので、一度出題した質問には完璧な答えが返ってきます。模擬面接は本校でもしておりますが、入学後の生徒を見ていますと、面接でだまされることもしばしばです。面接は時

間をかけなければ信頼できないというのが実感です。受験生も面接技術の練習より、もっと本質的な勉強をしてほしいものです。

来年度から新カリキュラムは実施されますが理数科の特色はこれで半減しました。今まで免除されていた家庭科が必修になり、本校では数学・理科の単位数は減少し、普通科の理系とほぼ同じになっています。家庭科の重要性も理解できますが、数学と理科の時間数の減少は理数科の存在価値を少なくし、教科書を離れた少し高度な数学や理科の実験など少なくなることが予想されます。先日の面接試験で「理数科理科で何を学びたいか」との質問に実験と答えた生徒が多く、中でも化学、生物を学びたいという希望です。残念なことに物理を学びたいという生徒は1名のみでした。進路希望を聞くと、全員志望は理工系大学です。どうなっているのでしょうか。質問で、中学校での実験内容を聞きますと化学実験が多く、物理実験は全く出てきません。中学生の段階から物理ばなれが進んでいるようですが、生徒の理科に対する期待は実験です。実験に時間を取れない理数科はどうなるのでしょうか。心配です。

さて、高度経済成長が産業を発展させ、高度な科学技術社会を作りました。その過程で社会的に問題となった公害を残したのも事実ですが、時代は着実に変わっています。現在の理数科で何ができるのか。生徒数が減少していく中で今後の理数科はどうあるべきなのか。本校でも真剣に考える時期だと思っています。

科学教育の危機

北海道教育大学旭川校 山形積治

教育大学は「文系か理系か」と言う議論があるがそもそも「教師が文系である」と位置付ける受験産業の誤ったカテゴリー化に高等学校の教育が毒された結果の議論である。特に、その傾向が最近の入学生に強く観られる気がする。

高等学校の進路指導ではとにかく何処かの大学に卒業生を押し込めばその責任は逃れたと考える傾向にあり、学生も少々不満があっても大学に入ってしまえば、勉強は程々に、持て余す時間をアルバイトにレジャーにと結構楽しく過ご

すので不満は忘れてしまい 4 年間が過ぎ去る。

しかし、文系だと思い込み入学してきた学生諸君を教育する「理系の教官ら」は大変な思いをする事になる。「文系だと」思い込こんでいる学生は物理や化学の学習内容が理解できないことが当たり前だと考えている。しかも数学のある範囲は受験に関係ないので、卒業資格としては学習した事に成っているが、実際は習っていない。仲間に同類者が多いので彼らにはなんの心配も無いように見受けられる。作り話のようであるが dx/dt と書かれた微分の d を約分してしまう物理の学生、論理的理窟が出来ずとにかく微分方程式の解法をお経のように頭から唱えないと回答できない物理の学生（私はこれを「唱えの物理」と定義している）、教師の板書を何も考えずに写すので e^x を $e \gamma$ と書いてしまう学生、赤いチョークで枠づけすると条件反射的に公式だと思ってしまう学生等など臨床事例には事欠かない。

彼らが小学校や中学校、場合によっては高等学校で先生になり、理科を指導する事になるのである。幸いにして、「指導書」と言う便利な教師用虎の巻があるのでなんとか授業は出来るのであるが、おそらく自然科学の面白さは何も伝えられないであろう。むしろ理科は暗記することが多い科目、興味の持てない科目としての観念を子どもに植え付けてしまう結果に成るで

あろう。

「自分は文系と自負する」学生のレポートを観ても誤字脱字が多いし、決して文学的ではない文章を平気で提出してくる。ある教官の言うように、「文系とは数学や理科の成績が良くない単なる非理系だ」としか思えない。そもそも、普通高校は受験のための生徒のカテゴリ化を行なうところではなく、全ての科目について指導要領に示されたレベルまで教育するところである。「文系」と称して、「数学や理科系の指導の手抜きをされた諸君は人生に於いて大損している、その分を大学において取り戻す努力をして欲しい」と物理学概論の最初の時間に訓示するのだが効果があるとは思えない。

識者の多くが心を痛めているように、今、科学教育は大変な危機に差し掛かっており、これを救う道は「教員は文系でも理系でもなくその両方である」と自覚する人材を集めるしかない。しかし、この方法をどうするかである。

今後進行する子細化は「親にとっては比較する兄弟が少ないので子供の特性や能力の客観的評価が出来なくなり」更に「子供自身も何を学びたいかという強い意志もなく大学入学する」傾向を作り出すだろう。その結果、大学教育は益々得体の知れない方向に向う危険性をはらんでいて見通しはよくない。

大学の大衆化と物理の大衆化

北大物理学部 小野寺 彰

大学進学率が高くなり、大学教育は昔のようなエリート教育から質的な変化をおこしていると思われる。希望の理工系の学科に入学し、いざ授業が始まると、高校でも履修しなかった物理が必修であり、さてどう勉強したら良いのか相談にくる学生もいる。大学の物理学科ではまだ優秀な学生が集まっており心強い。しかし、その周辺となるといしさか心もとなくなり

つつあるのが現状である。大学は大衆化しても、物理あるいは科学がポピュラーになっているとはとても思われない。自分の事を振り返えてみると、なるべく中学、高校時代に物理に興味をもってもらうのが望ましい。では、「何に興味をもって物理を学びたいとおもったか?」を同僚に尋ねると、

(1) ラジオ、ハム、オーディオの製作の感動、

(2) 湯川秀樹、朝永振一郎というキーワード
があった時代、

というのが多い意見であった。私自身も湯川秀樹の自伝「旅人」を読んで物理は面白ううだと思った一人である。しかし、現在はすでに湯川も朝永もカリスマ性のあるキーワードではなくなり、ラジオにしても完成品の方が安い時代である。(1)に対しては例えばパソコン、(2)には宇宙論のホーキング、あるいは毛利衛という方がポピュラーになっているのかもしれない。テレビ、ビデオなどこれほど物理を応用した物が周りにあふれ、超伝導、ハッブル望遠鏡という最先端の話が新聞的一面をにぎわし家庭に話題を提供する時代にしては、物理の大衆化は進んでいない。一時代云われた「人間疎外」などと科学技術にたいするアレルギーはないものの、トピックス性と「科学への興味」とはあまり結びついていないよう見えるのはどうしてだろうか。中学、高校の現場教師の努力にもかかわらず、難しい状況になっているようにおもわれる。

求心力のあるキーワードもあふれる情報の中で埋もれている。

現象を単純化した教科書と高度にハイテク化した現代社会は生徒にはかなり違った世界にうつっているのかもしれない。物理の教科書の最初の方に出てくる振り子の場合を例にあげれば、いまや生徒には身近なテーマではないのだろう。振り子の柱時計もほとんど見かけなくなった。振り子の長さを変えて時刻の調整をするなんて事は経験ないのである。振り子、歯車が振動するアナログの時計、水晶の固有振動を利用したデジタル時計と、身近な対象へは二段くらいの注釈が必要である。科学技術立国を目指すしかないと云われる日本、しかし教育現場からみるとそれはとても困難なものになりつつあるのではないか。技術を支える科学も必要だが、そのような経済ベースにのらない、21世紀をみつめた文化としての科学をどう発展させていくかも大きな課題である。

日本物理教育学会北海道支部規約

第1条 本支部は、日本物理教育学会北海道支部と称する。

第2条 本支部は、北海道在住の会員の連絡と研究の交流をはかり、北海道における物理教育の振興と、その地域的な活動への寄与を目的とする。

第3条 本支部は、前条の目的を達成するために次の事業を行なう。

- (1) 講演会、講習会、学術映画会、研究会懇談会等の開催
- (2) 会報の配布、研究成果の刊行
- (3) 物理教育についての調査及び研究
- (4) その他、前条の目的達成に必要な事業

第4条 本支部は、事務所を当分の間、札幌市北区北13条西8丁目 北海道大学工学部内におく。

第5条 本支部の会員は、北海道在住の日本物理教育学会の正会員及び賛助会員からなる。

第6条 本支部に次の会員をおく。

1. 支部長1名、副支部長2名、支部理事若干名、及び監事2名。
2. 支部理事の数は、支部長が支部理事会の議を経てこれを定める。
3. 副支部長は、支部理事の中から支部長がこれを委嘱する。

第7条 支部長・副支部長及び支部理事は、支部理事会を組織し、支部長は支部会務を統括する。副支部長は支部長を補佐し、支部理事は支部の業務を分掌する。

第8条 監事は、民法第59条の職務に準ずる職務を行なう。

第9条 本支部に支部評議員若干名をおく。
支部評議員の数は、支部長が支部役員会の議を経てこれを定める。支部評議員は支部理事会の推薦により支部長がこれを委嘱する。

第10条 支部評議員は、支部評議員会を組織し、支部長の諮問に応じ、支部の事業遂行について支部長に助言する。

第11条 支部役員及び支部評議員の任期は2年とし、再任を妨げない。

補欠による支部役員の任期は前任者の残任期間とする。

第12条 次期支部役員は、本支部役員中の次の者の中から支部総会において選任する。

- (1) 支部理事の推薦した正会員
- (2) 正会員又はその団体の推薦した正会員

第13条 元支部長及び本支部の地域内に在住する本部理事ならびに本部評議員は、支部理事会に出席することができる。

第14条 支部総会は、毎年1回、支部長がこれを招集する。支部長が必要と認めたときは支部理事会の議を経て臨時支部総会を招集することができる。

第15条 次の事項は、支部総会において報告し承認を得るものとする。

- (1) 事業計画及び収支予算
- (2) 事業報告及び収支決算
- (3) その他、支部理事会において必要と認めた事項

第16条 支部規約に記載のない事項は、本学会定款に準ずる。

(附 則)

- (1) 本規約は、総会において、正会員の三分の二以上の同意を得なければ変更できない。
- (2) 本規約は、昭和44年6月25日より施行する。

支部会報「物理教育研究」投稿規定

1. 内 容

支部会員からの自由投稿及び編集部の依頼にもとづく寄稿によるものとし、内容は論説・研究・解説・報告等物理教育に関するものなら自由。

2. 原稿用紙の書き方

- (1) 支部所定の原稿用紙（横書き2段、1344字詰）を使用するものとし、1編の標準の長さを所定原稿用紙5枚（原稿用紙1枚は刷上り1ページに相当）とする。これは、表題のスペースを除くと、図版などのスペースも含めて約6400字分に相当する。
- (2) 最初の1枚目は、上から7行分（2段共）をとって論文題名（副題名）、所属機関及び著者名を書き、本文は8行目から書く。
- (3) 文章中、ゴシック、イタリック等の指定が必要なときは、赤字でその旨を示すこと。
- (4) 引用文献は通し番号1)、2)を文章中該当字の右肩に付した上、一括して論文の末尾に著者名、書名、ページ等を示すこと。
- (5) 脚注は文章中該当字の右肩に＊、＊＊の印を付し、そのページの下に横線を引いた下に書くこと。
- (6) 英字2アルファベットは和字1字に相当する。また、数式は2行分を使用すること。
- (7) 論文中の図・表・写真については、著者が製図したものをそのまま原寸大で写真製版する。図や表（活字で作成する表についてはその旨指定すること）は必ず黒インクで白ケント紙、トレーシングペーパーまたは青色方眼紙等にかくこと。また、写真はできるだけコントラストのよいものを用いること。
- (8) 図・表・写真の場所指定は、支部所定の割付用紙（1ページ分、原寸大）に見やすく（直線で囲む）表示し、かつ、原稿用紙中では、それらに対応する場所に、相当字数分だけの余白をとっておくこと。

3. そ の 他

- (1) 校正等のため、原稿の控を手許に保存しておくこと。

(2) 校正は初校を著者が行ない、再校以後は編集理事会で行なう。校正は赤字で明瞭に記入すること。

(3) 別刷は申し出により、必要部数を実費作成する。

(4) 本誌は毎年1回3月に発行予定。

(5) 研究論文と解説には審査員を立てて内容を査読し審査する。

(6) 本会誌購読料は2,000円とする。

(7) 投稿及び原稿用紙等の申し込み、ならびに会誌編集に関する連絡先

(060) 札幌市北区北13条西8丁目
北海道大学工学部工業力学第2講座内
日本物理教育学会北海道支部
電話 (011) 716-2111 (内線6723)

理化学用器械器具 硝子器具及計量器



有限会社 三富久商会

新住所 001 札幌市北区屯田5条7丁目1番21号
電話 (011) 774-3029
FAX (011) 774-3028

平成6年5月31日発行

日本物理教育学会北海道支部

第22号

編集責任者 鶴岡森昭

発行 (060) 札幌市北区北13条西8丁目

北海道大学工学部工業力学第2講座内

日本物理教育学会北海道支部

電話 (011) 716-2111 (内線6723)

印刷所 北大印刷 747-8886