

PSSC 物理と諸外国の物理教育の動向

加 藤 十 八

1. PSSC 物理の成り立ち ※1

Physical Science Study Committee (PSSC) はアメリカにおける大学、高校の先生約 300 人の集りであり、M. I. T. のザカライアス、フリードマン両教授が 1956 年に主唱して成立した。また当時の M. I. T. 学長キリアン (アイゼンハウアーの科学諮問委員会委員長) の政治的な努力も大きかった。

1956年から次のように6ケ年を経過して成立した。

1956年：国立科学財団 (N. S. F.) より資金援助 (以後5年間に700万ドル)

1957：8校300人に第1次試案を試みた。

1958：300校12,500人に第2次試案を試みた。

1959：600校25,000人に第3次 “ ”

1960：完成

PSSC物理を完全に効果あらしめるために次のものが用意されている。

教科書、実験指導書、実験装置セット、多数の映画フィルム、標準テスト問題集、紙表紙本シリーズ教師用参考書

PSSC物理が使用、翻訳されている国は次の通りである。

イギリス、オランダ、フィンランド、ドイツ、イタリア、ポーランド、スペイン、スウェーデン、ペルシヤ、アラビア、ベンガル、インドネシヤ、日本

2. PSSC 物理成立の背景

(1) 進歩主義教育に対する批判

今世紀はじめにおける進歩主義教育がその後殆んど現在に至るまでアメリカにおける初等、中等教育の主流であった。この教育変革はその進歩的民主的な意味においては画期的であると評価できよう。

1950年代に入って、それらに対する批判がかなり高まってきた。特に左右の立場からの批判もあるが、現場からの声としては、高校段階でもっと系統的学習を強化すべきであるという意見がかなり強くなってきた。※2

これは日本とほぼ同じような現象とみてよいであろう。

ただ進歩主義教育の長所は十分認め、その基盤

の上に改善方向を見出さなければならないというのが教育学者の多くの意見のように思われる。特に科学的な方法 (発達心理学者) を学習にとり入れ、教育の基礎的観点を与えた点は今後の改善過程においてもそのベースになり得るものが十分に存在するという見方が強かった。現在でもその考え方はかなり強いものがある。

1957年にスプートニク1号打上げにより、科学教育の遅れを現実に認め、より一層進歩主義教育への批判が挙がった。

(2) 物理教育の問題点

物理学の講義は無味乾燥で、形式主義的で術語を覚え、定まった問題をとくということによって生徒の中で人気がなくなっていった。(生活科学的に行われていた中においても)

高校段階においては社会科にもっとも興味をもっているのがアメリカの現状であった。

本質的に青年は自己の能力の高まりを意識し、確実性を熱望するものであるならば、科学に興味をもつべきでまたそうなるはずである。しかし現実の問題としては科学自体に対して外部的要因により、程度が高くなり、高校としては物理学そのものの学習ができなくなり、一般理科学的な生活単元的なものであった。また大学においても、高校における物理学の教育は0であるという立場で、初歩から物理学を講義しているのが現状である。

※3

以上のような情勢のもとで特に次の2点が現実的に解決を迫られる問題となった。

第1に「よき市民をつくる教育」の旗印が科学教育の面で行きづまりを来たした。

第2に物理選択者の減少は全く憂慮すべき状態になった。

(3) 物理教育改革運動

このような状態を改善するためにまずアメリカ物理協会 (American Institute of Physics) が講義用のフィルムを作ってこれを高校で使うようにした。

またカリフォルニア大学のホワイト教授は一年を通じて毎日のテレビ放送で高校の物理全課程の講義を実行した。

3. PSSC 物理の考え方

PSSC首脳は次の三つの前提をもって計画を実施したと考えられる。^{※4}

- (1) 物理学者が承認できるような形で、物理学を高校で教えることは可能である。
- (2) このような授業をつくりだすのに必要な創造力と能力をもっているのは、もっともすぐれた才能をもつ物理学者や教師だけである。
- (3) 教材の有効性を決定する唯一の方法は、ある教育方法が効果をあげた場合、なぜ効果があつたかが多少ともわかるようになるまでその教育方法、内容の改訂作業を繰り返すことである。

(1)については、次のザカライアスの言葉がもっともよくその真意を伝えるであろう。

「従来のアメリカの物理教科書は工業、その他実用面で役立てるよう作られているが間違いである。……物理的世界像は人類の思考の勝利品である。科学が何たるかを十分知らしめなければならない。これが最大の目標で、実用面に役立たせるといふようなことは末の問題である。」

(2)については、実験書、映画フィルム等にも十分力を入れているが、それ以上に、PSSC物理を成功させるためには、最終的には教師の他にはないことを認識し、1962年までに25,000人近くの教師にPSSCの夏期講習を受けさせた。

(3)については上述のように5年間に度重なる改訂を試みている。しかも所謂教育検査機関のみの資料からだけで、自分たちの成果を過大評価しないように、現場からの報告を重視した。

4. PSSC の影響

- (1) 科学教育の教育過程改造運動

CBA (1958), CHEMS (1959), BSSB (1959) が現在完成、また進行中である。

- (2) 科学教育体制の強化

1957年のスプートニク打上げの機に合致したため、また従来の科学教育の批判ともあいまって、科学教育の中央集権化、統一化の傾向が高まりつつある。

更に理科教員の養成、再教育、内容の強化、高度化、大学教育の再検討などが緊急な問題となりつつある。

- (3) 教育革新の動向

PSSCの行き方、考え方が現在必ずしも安定したものでもないかも知れない。

デューイ理論が教育学に占める「論理的」なものの「心理的」なものに対して、PSSCは教育的に理論が確立されていないにしても、科学者た

ちは実際の学習心理、教育経験を経て、現実を打破していくところに理論性をみいだす確信をもっている。実際社会学者、教育学者はかなりの不安をいただいているが、一方では社会科学および人文科学の分野で「社会科計画」の名のもとに、科学者の成果を認めて改革運動が緒についた。

PSSC物理は、物理教育だけでなく、科学教育だけでなく、教育全般に亘り更にまた、新しい教育革新運動の源になりつつあるといつてよいであろう。

5. PSSC 物理に対する評価

日本においては全般的にみて、PSSCに対して期待と驚異の目をもってみつめ、ほぼ好感をもって向えられつつあるのが現状であろう。AFS留学生としてミネソタ州マレー高校に留学した生徒^{※5}の話では「当校ではPSSCはやっていない。隣の高校ではやっているということである。物理選択者は少ない。」

アメリカにおける現状を大体表わしているものとして受け取ってよいであろう。

PSSC関係者としては、生徒は魅力を感じ、物理学の概念教育ができ、文科系学生にも共感と呼んでいると主張している。

日本における代表的意見と思われるものを次にあげる。^{※6}

- (1) 物理教育の現代化を現実的なものにした。
- (2) 物理学の教育に目標をおいている。
- (3) 物理的模型、仮説、理論などの本質や使命を明らかにするのに適切。
- (4) 物理学で最も基礎的な、比較的少数の原理を選び出している。
- (5) 選び出された教材は懇切丁寧に、本筋から逸脱することを避けている。
- (6) 技術的方面は省略している。
- (7) 科学史の見方が少ない。
- (8) 物理学的な態度や能力を養う。

大体以上のような意見に尽くされると思われる。

内容面としては以上でほぼ的を射ていると考えられるが、前述の教育革新の意義は更に大きな評価を与えられるべきものであろう。

6. 英国、ヨーロッパにおける科学教育

一般に、伝統的な教育思想をもち、しかも学制の複雑さにも原因してか、顕著な科学教育の革新はないように思われる。

- (1) イギリス

英国は教養主義の国柄のため、全般的に科学教育は低かった。

1800年代から度々科学技術に対しての振興策がとられてきていた。^{※7}

1951年科学技術教育白書が出され、またソ連の人工衛星打上げにより、はっきりと遅れを認識し大学制度改革に力を入れているのが現状であろう。

中等教育は早期専門化がされて(16才~18才)将来大学の物理学科希望者は、この年令で数学、物理、化学のみを選択し、G. C. E. の試験合格を目指している。一部の科学方面志望者の選択者に対してはかなり高度の内容が与えられている。実験も小集団化され(講義は教師1人生徒30人)先生1人、助手1人に対して、10~15人程度で行われかなり徹底している。しかし中等教育における早期専門化に関してはかなりの批判がでてくる。

(2) ドイツその他

実験、実習に力を入れ自然科学の基礎的な部門を重点に系統的に教育している。

学科主任はマスターの称号を持ち、教員の自然科学的な能力の養成には力を入れている。北欧諸国も大体同じようで、高校教員にかなりの学者がいる程である。

チェコでは特に技術中学校(13才~18才)に目をみはらせるものがある。理科、技術科を重視し一応の完成教育をめざしている。後期になると、工場実習の割合が増加し、その生産は国家経済計画の一部に含まれるほどである。

7. ソビエトにおける物理教育

(1) 総合技術教育の再検討

ツァーから共産主義国家に改変して、教育に非常に力を入れて来た。当時から総合技術教育(ポリテフニズム)が叫ばれていたものの、物理、化学、数学などでは体系的に確実に学習させようとする意味で、労働に関する教科の廃止となった。

^{※8} (1937)

戦後の復興も進み、科学技術教育の振興と相俟って、インテリ、ホワイトカラー階級の間において、筋肉労働軽視の風が現われてきた。

1958年のフルシチョフの覚書で次のことが強調された。

「筋肉労働と精神労働を緊密にしなければならない。」

「学校と実生活の結びつきを密接にし、ソ同盟の国民教育を一層つよめる。」

これの具体策として、

- ① 科学技術の基本をレベルアップする。

- ② 共産主義の原則に忠実となる。

このためには半労、半学で教育を考えなければならないという方向に進んだ。

第21回党大会(1959)で「学校と実生活の結びつきの強化とわが国の教育制度の発展について」が承認され、再び「総合技術教育」のあり方が大きな意味をもってきた。

このことは労働者とともに、人間形成を行い、労働の尊さ、共産主義的な世界観を体得し、単なる科学技術のみの習得を目標としてはいない。

学問を一時中断すると、進歩が失われはしないかとの疑問に対しては、かえって実際面で疑問を感じ勉学の意欲をもやすというように報告されている。

(2) 物理教育の動向

このような総合技術教育の考え方のもとに物理教育の改造が現在進行しつつある。

科学教育体制の強化の面から、内容の充実、系統制重視が考えられるが(従来の方向)一方では労働と実生活との結びつきの調和においてかなりな問題に直面しているというのが現状であろう。

次にイエホノビッチの示した内容と構成の原理を示す。^{※9}

- ① 物理の課程と生産との間の密接な関連を保証するため次の処置をとる。
 - A 新しい分野、新しい問題を導入する。
 - B 実験時間を増し、生産に近づけるように作業を考慮する。
 - C 物理技術的な性格の例をプログラムの中に含める。
- ② 8年制学校の物理の課程の内容を強化し、これまでになかった光、音などを含める。
- ③ プログラムの内容を現代の物理一技術の到達した発達の水準に近づける。

(3) 新プログラムと旧プログラムの比較

- ① 新プログラムは旧プログラムに比して時間数が増加した。
- ② 光、音、原子物理の基礎的知識の充実をはかり、必ずしも生産と結びつけたとはいえない。
- ③ 教材の配列を変化させたが、これが果して生産と実生活の結びつきを強化し得たかどうか。従来は物理教育の面から総合技術教育の理想をいかに果すべきかを考えていたのが、逆に総合技術教育の立場から、いかに物理教育を改革していくかという方向に変わりつつある。今後の成否をみつめていかなければならない。

8. ま と め

特に目立った傾向としては、アメリカのPSSCとソ連の総合技術教育の行き方である。

その根本的な考え方の対立がかなり判っきりした形であらわれている。PSSCは高校において、物理学そのものを教授していこうという立場であり、総合技術教育においては、労働と生産の結びつきをより強めていこうという立場である。この両面からだけの観点に立てば明らかに、アメリカの方向と、ソ連の方向が従来とは逆に交叉しつつあるといえる。

しかしその向うところは交叉していても現実の教科書の内容においては、PSSCにしても進歩主義の句は抜け切っていないし、ソ連においても系統性は決して軽視していないのが現状ではないだろうか。

以上の教育的な見方以上に、物理教育の現実を支配しているのは学制そのものではないだろうか。特に物理に配当されている時間数は圧倒的にソ連に多く、このことがソ連の中等教育における物理教育更に全体の科学技術教育の成果の主因をなしていないだろうか。今日、日本において科学技術教育の振興が叫ばれているが、この点を十分に検討しなければならぬものと思われる。

この稿を終るに当たって、種々の助言、資料を名古屋大学田浦武雄(アメリカ教育)、名古屋大学成田克矢(イギリス、ヨーロッパの教育)、名古屋大学大橋精夫(ソビエツト教育)の各先生に戴いたことをここに感謝致します。

参 考 文 献

- ※1. PSSC緒言
- ※2. アメリカ教育学の現実(1963.1) 田浦武雄
- ※3.4. 日米フォーラム(1963.9)
- ※5. 榊裕之(名大附高3年)
- ※6. 理科の教育(1963. No.1) 中野栗夫
理科教室(1962. No.9) 林 淳一
ソビエツト教育科学(1962 No.3) 豊田博慈
- ※7. 理科の教育(1960 No.9.10) 寺川智祐
世界の教育5(1958)
世界の中等教育
- ※8. ソビエツト教育科学(1962 No.4)
平沢 進
- ※9. 理科の教育(1961 No.11) 平沢 進

〔附1〕 PSSC 物理と総合技術学校の物理の比較
〔ソビエツト教育 No.3 豊田博慈〕

ソビエツトの前出の総合技術学校の物理

9学年(117時間)

I 力 学

1. 等加速度運動(18時間, デモ8回+実験1回を含む)
2. ニュートンの運動の法則(21, 8+0)
3. 静力学の要点・変形(17, 8+2)
4. 曲線運動・円運動(17, 5+2)
5. 万有引力(4, 1+0)
6. 仕事とエネルギー(16, 3+1)
7. 液体と気体の運動(18, 10+0)
5回の作業実習(10時間)
2回の見学(6時間)

10学年(156時間)

II. 力学的な振動と力学的な波

1. 振動(11, 10+1)
2. 波(6, 5+0)

III. 分子物理学と熱

1. 物質構造の分子運動論の基礎(3, 6+0)
2. 内部エネルギー・熱と仕事(10, 2+1)
3. 気体と水蒸気特性(22, 13+3)
4. 液体の特性(5, 6+1)
5. 個体の特性(7, 9+0)
6. 熱機関とその応用(8, 6+0)

IV. 電 気

1. 電荷と電場(17, 7+0)
2. 金属内の電流・直流の法則(18, 3+2)
3. 真空の電子現象(5, 5+0)
4. 電解質内の電流(4, 4+1)
5. 気体内の電流(4, 8+0)
6. 半導体の電気的特性(5, 5+0)
7. 磁 場(11, 3+0)
7回の作業実習(14時間)
2回の見学(6時間)

11学年(105時間)

8. 電磁誘導(7, 5+1)
9. 交 流(13, 8+0)
10. 電気振動と電磁場(13, 8+0)
11. 生産と電気エネルギーの利用(2, 1+0)

V. 光 学

1. 光の波動性(6, 5+1)
2. 照度の法則・幾何光学(16, 9+3)
3. 光の分散(4, 6+0)
4. 光の量子的特性(7, 8+0)

PSSC物理と諸外国の物理教育の動向

- VI. 原子の構造, 原子エネルギー
1. 原子の構造 (10, 5+0)
 2. 平和のための原子エネルギー利用 (3, 3+0)
- VII. 物理学と技術の進歩 (2, 1+0)
- 5回の作業実習 (10時間)
復習 (13時間)

PSSC物理 (週5時54週)

11学年~12学年

第1部 宇宙 (自然界)

第1章 物理とは何か (講義2時間+生徒実験0時間)

- 第2章 時間と測定 (3+1)
第3章 空間とその測定 (2+2)
第4章 関数とスケールリング (6+1)
第5章 道筋にそった運動 (7+1)
第6章 ベクトル (7+0)
第7章 質量・元素・原子 (3+3)

- A 物質と質量
B 化学元素
C 原子

- 第8章 原子と分子 (6+0)
第9章 気体の性質 (3+1)
第10章 測定 (2+0)

第2部 光学と波

- 第11章 光のふるまい (2+0)
第12章 反射と像 (6+4)
第13章 屈折 (5+2)
第14章 レンズと光学器械 (5+2)

- 第15章 光の粒子モデル (4+2)
第16章 波への導入 (4+1)
第17章 波と光 (4+6)
第18章 干渉 (4+3)
第19章 光波 (5+4)

第3部 力学

- 第20章 ニュートンの運動の法則 (4+4)
第21章 地球表面上の運動 (14+2)
第22章 万有引力と太陽系 (5+1)
第23章 運動量と運動量の保存 (11+3)
第24章 仕事と運動エネルギー (9+1)
第25章 仕事エネルギー (7+2)
第26章 熱, 分子運動, エネルギーの保存 (8+1)

第4部 電気と原子構造

- 第27章 電気に関するいくつかの定性的な事実 (5+1)
第28章 クーロンの法則と電気素量 (7+2)
第29章 電界中における電荷のエネルギーと運動 (10+2)
A 運動する帯電粒子
B 電気回路におけるエネルギーと電流について
第30章 磁界 (8+4)
第31章 電磁誘動と電磁波 (8+0)
第32章 原子の探求 (8+1)
第33章 光量子と物質波 (8+1)
第34章 量子系と原子構造 (8+0)

(注) ()内の始めの数字は講義時間, 後の数字は生徒実験の時間である。

〔附2〕 中等学校後期における物理週時間数

年令		14	15 (1年)	16 (2年)	17 (3年)	18	19	計
日	本			3	~ 5			3~5
ア	メ リ カ		←.....5.....→					5
イ	ギ リ ス			7	7			14+(2)
西	ド イ ツ	1-2	1-2	1-2	2	1-2	2	
ソ	連	5	5	3				13

教科共同研究

〔附3〕

中学校教科プラン (1955/56教育年度) 〔世界の教育5〕

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	全学年総計
ロシア語, 文学	13	13	13	9	9	8	6	6/5	4	4	2,788
数学	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	1,980
歴史				2	2	2	2	4	4	4	690
ソビエト憲法										1	33
生物				2	2	2	3	2	1		396
物理						2	3	3	4	5/4	544
化学							2	2	3	3/4	347
天文										1	33
心理学					4	4	3	3	3	1	33
外国語(英・独・化の一)					4	4	3	3	3	3	660
体育	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	660
図画	1	1	1	1	1	1					198
製図							1	1	1	1	132
唱歌	1	1	1	1	1	1					198
労働・実習	1	1	1	1	2	2	2				330
農業, 機械, 電気実習								2	2	2	198
見学					各学年1週時間分						188
地理				2	3	2	2	2/3	3		479
計	24	24	24	26	32	32	32	33	33	33	9,857

〔付4〕 '60以後の一例 (422学校) (週時間)

〔ソビエト教育 No.2〕

	IX	X	XI	計		IX	X	XI	計
文学	3	3	3	9	化学	2	3	2	7
数学	7	7	4	18	生物		2		2
歴史	3	3	4	10	製図	2			2
ソ憲法			2	2	外国語	3	2	3	8
経済地	3	2/0		4	体育	2	2	2	6
地理	5	5	3	13					
物理									
天文		1		1					

〔附5〕 主要国における学校制度〔文部時報, わが国の教育水準 1959〕

