

アメリカの理科教育プロジェクト

加藤 貞夫

〈要旨〉 アメリカの新しい理科教育の現代化プロジェクトの実態を視察し、その概様と特色、アメリカの理科教育の概様と特色を要約し、日本の理科教育現代化の方向についての感想を述べる。

1) まえがき

アメリカ合衆国の理科教育事情視察のため、日本理科教育学会の視察団に加わって見聞して来た。アメリカの理科教育の背景であるアメリカの社会については既に報告したので、今回はスポットをアメリカの理科教育について当ててみることにする。

いわゆるスプートニクショックによって、アメリカの科学技術の遅れに対するものと、たまたま、バナー

ルの「教育の過程」によって示された仮説もあいまって新しい理科教育の現代化運動が展開し始めた。先ず、マサチューセッツ工科大学のザッカリヤス教授を中心とする高等学校の物理教育のための PSSC (詳細後述) が「高等学校において物理を

教えるのが最大目標で、実用面に役立たせるというようなことは末の問題である。」とし、在来の実用主義の物理教育を厳しく批判した。この考え方は全アメリカに広がり、イギリスにもさらにわが国にも影響を与えて来た。

アメリカの理科教育の現代化に対する報告や批判はいろいろな形で伝えられている。しかし、アメリカの理科教育の現代化を生のままに見聞し、果して伝えられるようであるか、確かめてみたかった。また、実施上でいろいろな問題が発生しているかも知れないということも興味深いものがあった。

2) アメリカの理科教育プロジェクト

1. 高等学校

PSSC (Physical Science Study Committee の

略)

1956年マサチューセッツ工科大学のザッカリヤス (T. R. Zacharias) によって開発、物理のプロジェクトで科学の論理と学習者の心理が一致するように構成。「PSSC 物理」(岩波書店)として訳本が出版されている。

CBA (Chemical Bond Approachの略)

1957年オレゴン州ポートランドのリード大学のキャンベル教授が最新化学の成果をもと新しい原子模型を提唱した。そして化学結合を理解することがすべてに優先するとして、従来の化学の内容を大幅に切り捨て、化学結合とエネルギーを二大柱として構成した。わが国にも訳本が出版され、一方わが国でも ABC 化学 (日本化学会) 試案が出される気っかけともな

た。

CHEMS

(Chemical Education Material Study の略)

1960カルホルニア大学 (サンフランシスコ) のローレンスホールが中心地となった。

CBA化学と同じ西海岸都市であるが、CBA化学よ

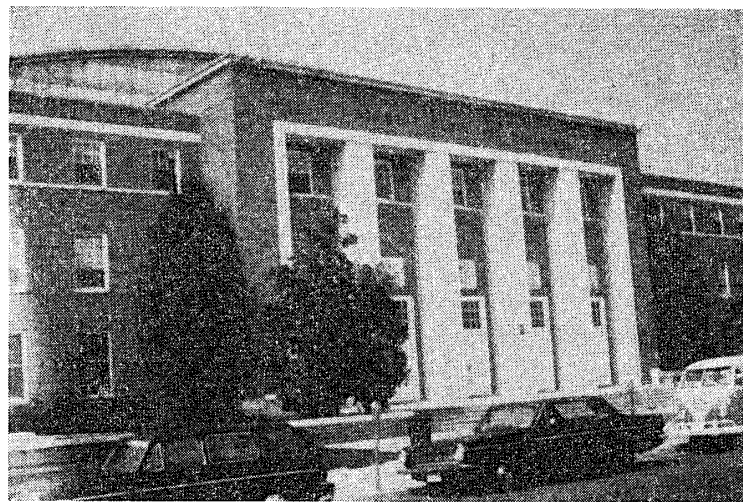
り、いく分在来に行き方を踏襲した。すなわち、化学を実験の科学として位置づけ、16ミリフィルムなど視聴覚機材をも駆走している。採択校も多い。わが国にも訳本が出た。

BSCS (Biological Science Curriculum Study の略)

1959年アメリカの中部のコロラド大学が中心校。生物の科学的知識の修得と、科学的態度、能力の修得が一致している。利用面によって数種類出版されていて、採択数も多い。

HPP (Harvard Project Physics の略)

1962年ボストンのハーバード大学 G. Holton 教授によって開発されたもので、比較的新しいが注目されているプロジェクトである。科学的、科学哲学的な見方を考慮に入れたもので、能力差の大きい生徒を対



Maryland 大学

象としている。

2. 中学校

IPS (Introductory Physical Science の略)

1963年 PSSC 物理を開発したマサチューセッツ工科大学の EDC (Education Development Center の略) がつくりあげたものである。PSSC 物理のジュニア版ともいうべきもので、「物質の探究」を中心テーマにし、物理の初歩知識を与える高等学校への基礎コースである。

ESCP (Earth Science Curriculum Project の略)

1963年コロラド州ボルダー市においてアメリカ地質協会 (AGI) が中心になり開発した。これは、多くの科学者、哲学者などが常に未解決の問題を探究し続けていることを強調し、科学することを教える。いわゆる形式陶冶主義であるが、採択数が増加している。

S SSP (TSM) (Secondary School Science Project, Time Space and Matter)

1963年ラトガース州立大学の G.J. Pallrand によって開発した。科学することを重点に、地学と物理・化学の境界領域を扱う。皮肉なことに日本では話題になるが、アメリカでの採択数は伸びない。

ISCS (Intermediate Science Curriculum Study)

1966年南部フロリダ州立大学の E. Burkman 教授によって開発。個別学習を実験中心に展開する。

3. 小学校

ESS (Elementary Science Study の略)

1960年ボストンの EDC 即ち、先の PSSC 物理とか、IPS 理科と同じマサチューセッツ工科大学で開発した。徹底した形式陶冶主義の Open ended の研究方法で、直観における洞察力を重視した科学的探求方法を採用している。

AAAS (American Association for the Advancement of Science 又は Triple Science ともいう)

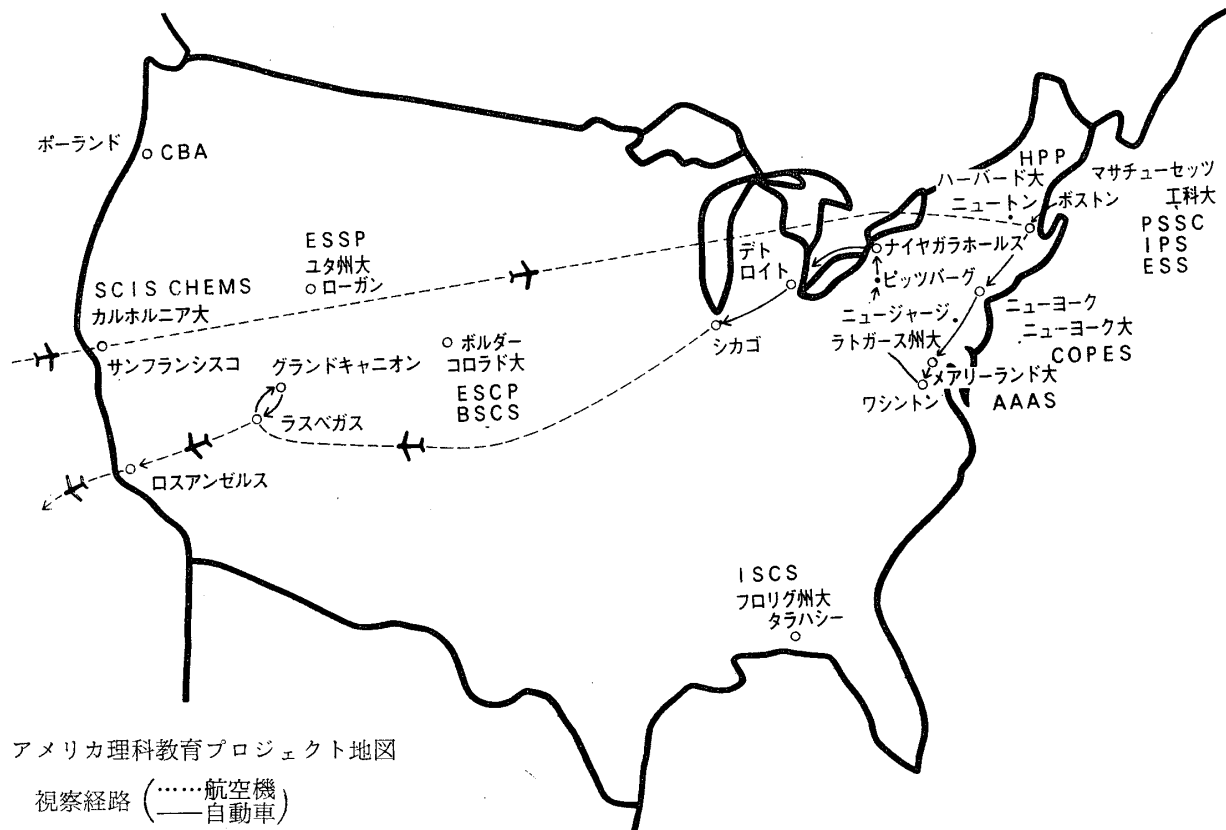
1962年メアリーランド州の Maryland 大学が中心となった。科学の方法を重視した形式陶冶主義。観察・分類・測定・推理など探求過程に必要な基礎的な技能を開発する方法を強調している。またこのプロジェクトは大学まで発展を予定している。

SCIS (Science Curriculum Improvement Study の略)

1959年 CHMS 化学のカルホルニア大学のローレンスホールが中心に開発した実質陶冶のプロジェクト。発達段階に即し、すじの通ったプログラムを完成し、物理学、生物学の基本概念について強調。

COPES (Conceptually Oriented Program in Elementary Science)

1960年ニューヨーク大学の M.H. Shamos 教授の開発した実質陶冶のもの。エネルギー保存など五大柱 (Great Ideas - 時間、空間、運動、引力と圧力、物体と熱) を中心に展開している。



3) アメリカの理科教育の特色

1. 多様性

アメリカの国土の広大さは、わが国の約20倍であるというが、実に広いの一語に尽きる。アメリカ人といっても日本人の概念と違う。ドイツ系、フランス系、中国系そして日系と雑多な人種の雑居とってよかろう。顔の色から大きさまで種々である。理科教育についても同様に実に沢山のプロジェクトが計画され、いろいろな教科書が出版されている。先に述べたものは比較的有名なものに過ぎない。そしてこれらのプロジェクトがアメリカの全地域に散在しているのも興味深い。(地図参照) 即ち、アメリカの東西両海岸はもとより、中部山岳地帯から、南部に至るまでに広がっている。アメリカ東海岸ボストン郊外の閑静な住宅地の中にあるマサチューセッツ工科大学の Education Development Center (EDC) 研究所を訪れたが、ここでの PSSC 物理は有名である。その他に IPS 理科、さらに ESS 理科が開発されている。このような計画は案内書によると、28 計画されている。同じ研究所の階下と階上で、全く考え方の違うプロジェクトが間発されたりしているのも面白かった。ニューヨークで複写機で有名なゼロックス社で、いろいろな教科書が出版されていることを知った。このようにアメリカの理科教育に予想以上の多様性を知って驚いた。

2. 徹底性

ESS 理科は形式陶冶主義で、科学の方法、態度を身につければよいとするやり方である。例えば5年、6年7年用の「Heating and Cooling」の教材を見ると次のようである。児童用の教科書はなく教師用として編集されている。熱したり冷やしたりする実験をこれでもかこれでもかと繰り返している点の特徴である。最初に熱源(ロウソクを用いている)で髪を焼いたり、袖口を焼いたり、火傷をしないよう図解で注意を喚起している。いろいろな材料(Materials)例えば、アルミニウムの針金は、中空になった針金、アルミ箔など、また銅箔、いろいろな金属の金網、銅やアルミニウムの針金などが用意するものとなっている。そして高度な材料ではない、日常的に見られる物ばかりである。これらの金属を木製の乾物ばさみ

(clothespins)ではさんで熱する実験をする。質問カードがあって、それには、カード No. 実験に用意するものが列記してあり、盆のような実験台が図解されている。最下段に問題が記されている。このような質問カードが総数27枚用意されている。いろいろな金属をいろいろな方法で熱して比較対象させている。質問カードの No. 7からは、熱の伝導を比較させるのに Heat Races と称して比較させている。要するに熱膨脹と熱伝導を、いろいろな簡単な実験を繰り返すなかに科学の方法と態度を体得するということをねらう。このようなことは CBA 化学でも見られた。内容を化学結合とエネルギーにしぼり、これでもか、これでもかと追求して行く陶冶方法は、実に徹底しているところが印象的である。

3. 総合性

アメリカの理科教育の改革を支えるものは、一つには人であり、二つには経済力であると考えられる。すなわち、新しいプログラムに第一線の科学者が参加しており、経済的には、いろいろな財団による援助であろう。第一線の科学者はノーベル賞受賞級であり、第一線の科学の成果がプロジェクトに大きく影響している点、注目してもよい事例である。これはスプートニクショックで、教



EDC 研究所

育をおろそかにできない事態にきていることも意味しているかも知れない。経済的な面では連邦政府の教育補助制度が1958年「合衆国防衛教育法」として成立した。これは「合衆国を防衛するために重要とみられる教育、特に理科・数学・工学・外国語教育の振興をめざして、連邦が多額の資金を支出することを定めた画期的な法律」である。そのため1965年には13億ドル(468億円)の追加予算が認められた。その他にいろいろ新プロジェクトを支援する財団がある。EDC 研究所には、45の支援財団があげられている。

4) あとがき

1. 物まねはダメである

アメリカでは理科教育の現代化に精力的に取り組んでいる。それにはそれだけのアメリカとしての理由と背景のあることである。外的にはスプートニクショックに代表される国際的緊張関係からくるものと、内的にはプラグマティズムの実用一辺倒への反省からくる教育改革への要請とが、からみあってのことと言われ

ている。わが国の教育改革が、アメリカの教育の現代化に影響されていることは認めるが、必してアメリカの物まであってはならないし、物まねだけでは日本の風土に育たない。かつて、CBA 化学の著者リバモア教授の東京セミナーに参加したときも、そのセミナー終了時の座談会に、泥くさい日本的な新しい化学教育のあり方を考え始める必要性が叫ばれた。即ち、わが国の教育の歴史、態勢、さらに経済性などを考慮に入れたものであることが望まれるであろう。

「良書必ずしも適書ならず」というが、立派な現代化であっても、適切な現代化でなければ、必ずしも教社会に受け入れ難いものとなる。アメリカの理科教育の現代化の口火を初った PSSC 物理や、CBA 化学が10余年経った現在、その採択数が伸びなやみ、PSSC 物理に代って HPP 物理が注目され、また、CBA 化学よりも CHEMS 化学に人気があると報告されている。この傾向は、アメリカの理科教育改革の先鞭的役割りを PSSC 物理や CBA 化学が果たしたことを高く評価するも、現実的要請は急激な変革についてゆけなかったことと思われる。ましてや、わが国情はアメリカと大きく異なっているわけだし、物まね的変革は十分警戒することであると思った。

2. 高度の内容をやさしく

科学技術は最近とくに長足の進歩を示し、それに従って、理科教育における内容の高度化は必然的傾向である。内容の高度化のみでは、却って知識の詰め込み

であり、不消化になる。高度の内容をやさしく興味あるように、工夫をしたモデルを使ったり、図版や写真を惜気なく駆使しているアメリカの理科教科書には敬服する。日本の教科書と違う点は、第一に厚さが違う。内容的に高度な内容を精選して、これでもかこれでもかと念を入れて説明している。このような場合、理科教育の現代化が基礎的な事項の習得を怠って単に内容を高度化するのみではむしろ逆行である。

3. 大きな池には大きな魚

大きな池には、そこに住む魚も大きくなるといわれる。理科教育の現代化についても余裕をもった設備や方策がほしい。アメリカの学校を見て回ってみて、日本の環境より一回り大きい。とって、実験器具にも高度なものが使われているかということ、むしろ、日常卑近な物を使っている。又そうした研究が地道にされているのを見た。アメリカの社会的習慣というか、徹底性について驚いた。小学校の理科でも、科学的態度や方法を学ぶために、徹底的に学習させるような、教師用書が書かれていた。また、課外の科学読み物なども用意され羨しく思った。要は、経済的余裕があることで、これが教育全般に対して何等かの影響を及ぼしているように思われた。

(46. 1. 10 かとうさだお)

註 1) 加藤貞夫 アメリカの理科教育見てある記
名大附属紀要15集