

## 19世紀アメリカの中等学校における 「実験の教育的価値」に関する考察

庭 野 義 英\*

(平成元年10月31日受理)

### 要 約

アメリカにおいて、19世紀の70年代、80年代の中等教育の自然哲学、物理の指導に実験室活動が導入される様になった背景には、能力心理学に基づく「知的訓練」の思想があった。この知的訓練的教育観によれば、自然科学的教科の学習における実験は、自然科学を理解するために必要不可欠、というのではなく、生徒の精神の諸能力を訓練し、開発するために必要不可欠、というものであった。

実験を教育内容として導入するためには、自然科学的教科や実験の持つ知的訓練の側面が強調されなければならなかった。そのため、自然科学的教科を学び実験室で活動することによって、観察力、表現力、推理力、直観力、忍耐力、等が訓練され、開発されるということが強調された。この様な精神の諸能力はあらかじめ実在することが仮定されていた。このため、学習内容は難しく、分量は多かったが、これは、困難なことをやりとげることによって諸能力がよりよく訓練され、開発されると考えられていたからである。

### KEY WORDS

Faculty Psychology

能力心理学

Mental Discipline

知的訓練

Educational Values of Experiments

実験の教育的価値

### 1. 序

#### (1) 本研究の意図

19世紀の80年代以降のアメリカでは、中等学校がその機能を拡大する時期である。中等学校の自然科学的教科の学習に実験室活動が導入され、普及していくのもこの時期である。19世紀末、中等学校の自然科学的教科の学習は、教科書中心的活動から近代的な実験室活動へと移っていった。

現在、理科教育における実験の意義、機能、教育的価値、等についてはあまり問われることはなく、当然のことと考えられる場合も少なくない。しかし、理科教育における実験の歴史、実験の教育的価値、等を考察することは、今後の理科教育における実験のあり方を考える際の手がかりを与えてくれるものと思われる。自然科学の研究における実験に関しても、その意義、

---

\* 自然系教育、理科教育講座

必要性、歴史、等の研究、科学者養成や高等教育における実験の意義や機能に関する研究も進んでおらず、今後の研究が待たれる<sup>1)</sup>。

本研究においては、19世紀末、中等学校における自然科学的教科の学習に実験が導入される過程を分析・考察し、能力心理学から見た自然科学的教科における実験の教育的価値について論述する。

## (2) 時代的背景

19世紀後半のアメリカは、産業革命後の工業の発展により機械工業が発達し、農業の機械化が進み、社会の都市化が進んだ。この時代に解決されねばならないことは、人口増加がもたらす都市化現象や産業の発達によって引き起こされる深刻な社会問題であった。この様な問題の解決のためには、公教育が整備され、普及されることであった。産業や工業の発達により、一般大衆もより高度な知識や技術を習得する必要にせまられ、教育を受ける期間も長くなる傾向にあった。

19世紀末になると自然科学・技術の進歩により、中等学校では自然哲学、空気静水力学、工学、等に代って、生理学、自然地理学、物理学、化学、植物学、動物学、天文学、等が登場してきた。多くの自然科学的教科が採用されるようになり、中等学校の 대중化と多様化が進むと、混乱と無秩序が重大な関心事となってきた。ハロルド・ラグはこの事について次の様に述べている。

1890年代の学校は、読み・書き・計算の学校であり、それ以上のなにもものでもなかった。……中等学校のカリキュラムにはラテン語、外国語、英語、代数学、幾何学、といった教養科目のほかに、地質学、植物学、物理学、化学、動物学、等の新しい教科が登場するようになった。……1日の授業時間は数時間に等分され、各時間に1つの教科が割り当てられたが、教科の内容は大学の教授によって準備された教科書の中に詰まっていた<sup>2)</sup>。

19世紀中葉の中等学校で、いくつかの自然科学的教科が導入され、実際の生活に役に立つ知識、技術が教えられる様になると、中等学校と大学の間で教育の目的観の相違が表面化してきた。大学では新興の自然科学的教科の導入にはあまり活発ではなかった。それは、その様な教科を導入するには、伝統的な教科を廃止するか、縮小するかしかなかったからである。19世紀前半、自然科学、応用科学、技術、等に重点をおいてつくられた「科学学校(Scientific School)<sup>3)</sup>」は、大学が「自らの正統性を維持し、自らの権威を擁護<sup>4)</sup>」する必要から、半世紀以上もの間大学の一部として認められることはなかった。70年代になっても、伝統ある大学では、依然としてこの傾向は続き、自然科学的教科を学ぶことによって道徳的退廃が進む、といった主張がなされたりした。伝統ある大学において自然科学的教科や実験が導入される様になるのは、60～70年代以降、農学、工学、純粋自然科学、等に重点を置く州立大学が設立されてからである。

こうした状況を背景として、自然科学こそ確実な思考を育ててくれるのであり、「物質科学の究極の価値は、我々の内面に高貴な理想を育てることであり、道徳的・精神的真理に関して、新しい、より広い真理に我々を導いてくれる[ことであり]、実験室活動は[自然]科学においてばかりでなく、倫理や道徳においても役に立つものである。それは、実験室活動は真理探究の精神、自己統制、勤勉さを要求するからである。[自然]科学こそ精神を鍛え、空想的な思弁

と理論への傾向を抑制できる教科である<sup>5)</sup>。」といった主張がなされたりした。

### (3) 思想的背景

19世紀初頭、東部の大学で導入された自然科学的教科は、工学、化学、天文学、等であった。こうした教科の導入は知的訓練的教育観に基づくもので、自然科学的教科や実験室活動が教育内容として導入されるのは、知的訓練を施すという目的からであった。中等学校における実験室活動の普及・促進に最大の影響を与えたのは、大学側からの中等学校の教育内容改革の要求である。その中でも1893年の「中等学校の教科目に関する10人委員会」(以下「10人委員会」と略称する)の報告書は19世紀末の中等学校のみならず、初等学校においても実験室活動が教育内容として登場する際の重大な契機となった。この「10人委員会」も知的訓練的教育観に立っており、その報告書の中にもそうした記述がみられ、実験室活動によって形成されると思われる知的訓練的側面が強調されていた。実験は、自然科学の理解のために必要不可欠と考えられたわけではなく、知的訓練を施すことが主たる目的と考えられていたのである。

### (4) ヨーロッパからの影響

もともとアメリカへ渡ったイギリス人の多くは非国教徒であったため、彼らはイギリスよりもヨーロッパ大陸に目を向けることが多かった。イギリスの大学はこの様な理由から多くのアメリカ人の留学の対象ではなかった。フランスはフランス革命を境に「科学の制度化」が進みその成果を十分にあげてはいたが、主要な大学は花の都にあり、アメリカ人にとって留学の地ではなかった。一方、19世紀初頭のドイツでは学問復興の気運が高まり、産業革命の進展とも相まって中葉には、ドイツの大学は世界的名声を得るようになっていた。入学は容易で、学費は安く、宗教上の差別もなかった。19世紀初頭・中葉のアメリカの大学は若者たちの知的好奇心を満足させてはくれず、彼らは博士号をめざしてドイツに留学した<sup>6)</sup>。アメリカ人のドイツ留学はあらゆる分野にわたり、留学生の総数は第1次世界大戦までの間に1万人以上にも達したと言われている<sup>7)</sup>。

18世紀後半に産業革命が始まったイギリスは、19世紀に入ると、自然科学、特に物理科学の水準が、フランスやドイツに比較して著しく遅れていることが指摘されるようになってきた。1830年バベジ(Charles Babbage, 1792~1871)は「イギリス科学の衰退とその原因についての考察」を発表し、「衰退論論争」が起こった。1851年、1862年、1867年、の3回の万国博覧会を経て、イギリスの自然科学・技術の水準が大陸と比較して著しく遅れていることが明白となった<sup>8)</sup>。こうした状況に対してイギリス政府はドイツを手本に「科学の制度化」をめざし、改革を行うことにした。

当時のイギリスでは、自然科学思想の普及を目的に講演会が行われた。講師の一人ハックスレー(Thomas Huxley, 1825~1895)は初等自然科学的教科の教授の普及に努力したが、それは「啓蒙以上に出るところがなく、実際的学習は実物教授によっていた<sup>9)</sup>。」彼のジョンズ・ホプキンス大学開学記念講演(1876)はひどく非難され、彼の影響はアメリカではほとんど無かった。同時代に活躍したスペンサー(Herbert Spencer, 1820~1903)は1861年に「教育、知育・徳育・体育」を発表した。これはイギリスにおいてよりも、他の主要国において注目を集めたが、「彼の科学教育論の実現はなお将来の課題として残された<sup>10)</sup>。」のである。アメリカでは、1860年代からスペンサーの理論は社会思想や哲学、文学、等において大きな影響を与えた<sup>11)</sup>。

アメリカにおける教授理論に対するスペンサーの影響は、70年代、80年代に見られるが、この時代の教授理論は、依然として能力心理学から脱却できずにいた。この様に、アメリカにおいては、19世紀中葉から末葉にかけてドイツ留学者を中心に、中等・高等教育における自然科学的教科・実験の導入が行われたのである<sup>12)</sup>。

## 2. 実験導入の過程

### (1) 実験室活動の始まり

実験を教育内容として位置づけようという思想はドイツのリービヒ (Justus Liebig, 1803~1873)まで遡ることができる。彼は1825年からギーゼン大学において化学者養成を目的とした「ギーゼン体制」を実施した。彼は実験室での学生の活動を化学教育の中心においたのである。「ギーゼン体制」はその後ドイツ国内はもとより欧米の主要国に広まり、化学教育だけでなく、他の学問分野でも採用されるようになった。アメリカの中等・高等教育における自然科学的教科・実験の導入は、ドイツ留学経験者を中心に展開され、「ギーゼン体制」は急速に広まった。

「ギーゼン体制」は、自然科学の「実験室科学 (Laboratory Science)」への転換を用意した<sup>13)</sup>、自然哲学の分野においては近代的実験装置による物理現象が研究の対象となってきた。欧米の主要国において、実験室活動が中等教育に登場するのは70~80年代であり、いずれもリービヒに直接的、間接的に指導を受けた人達の活動によるものであった。

### (2) 教育内容としての実験の導入

#### (i) 物理実験の開始

19世紀中葉の自然哲学の授業は大抵教科書中心の問答法的教授であった。生徒実験はほとんど無く、教科書の記述や挿絵の解説のために、まれに教師が演示実験を行う程度でしかなかった。中等学校の自然哲学の授業に実験が導入されたのはいつ頃からか、に関して、次の3つのことが判明している。

- ① 1834年数人の大学教授が中等学校の自然哲学の指導における演示実験の重要性を主張した。
- ② 1839年ニューイングランドにおける調査では50のアカデミーのうち2校が演示実験装置を持っていた。
- ③ 1847年ボストン教育委員会は教師の演示用として、斜面、滑車セット、等の65品目の実験器具の購入を決定した<sup>14)</sup>。

上述のことから、19世紀中葉既に、実験装置は、東部の中等学校ではある程度使われていたと考えることができる。では、教師の演示実験に代って、生徒実験が中等学校の自然哲学の授業に導入されるのはいつごろからであろうか。アメリカ政府教育局発行の「1878年末の全米中等・高等教育機関における化学・物理の指導に関する調査」の報告書(1881)は、104の中等教育機関のうち、62校は化学の指導に、13校は物理の指導にそれぞれ生徒実験を導入していると述べている<sup>15)</sup>。報告書だけから生徒実験の開始時期を断定することは困難であるが、次の二つの事実を考慮にいれ、70年代前半と考えることができる。

① 1872年コネチカット州ニューヘブンの高校では装置を用いて物理の指導を開始した。

② 1874年オハイオ州メディナの高校で、実験による物理の指導を開始した<sup>16)</sup>。

80年代に入ると優れた実験の手引きが作成される様になり、物理の生徒実験は急速に広まった。中でもゲージ著の『Elements of Physics』(1882)は非常に人気を博し、後の手引き書の手本となった。彼は「実験と言う言語によって自然を読み取るように」と述べ、自然の事物・現象の直接観察の重要性を主張した<sup>17)</sup>。

(ii) ハーバード・リストの40の実験

実験室活動重視の傾向を促進したものに、1886年発表のハーバード大学入学希望者に課せられた40の物理実験がある。これは「ハーバード・リストの40の実験」(以下「リスト」と略称する)と呼ばれ、物理を、

① 天文と物理一般、

② 力、音、熱、光、電気、

の様二つに分類した。②には、比重、密度、圧力、落下の法則、音の高低、音叉、音の速さ、比熱、熱伝導、光の反射・屈折、レンズ、電気、磁気、等に関して、事前に、40の実験をしておく様に求めた。これら40の実験は、ゲージの実験の手引き書や他の物理教科書等から選ばれていた<sup>18)</sup>。この「リスト」の影響は大きく、多くの中等教育機関において急速に実験室活動が導入されることになった。大学入学希望者はこの「リスト」に基づいて大学の実験室において実験の技術や装置の操作等を試されたのである。

(iii) 「10人委員会」

中等学校の教育内容改訂の働きを決定的なものにしたのは1893年の「10人委員会」報告書である。ハーバード大学総長エリオット(Charles Eliot, 1834~1926)を委員長とする「10人委員会」は1892年設置され、翌年出された報告書には、中等学校の模範となるカリキュラム、一週間の総授業時数、単位授業時間の長さ、等の基準が示された<sup>19)</sup>。この委員会の中に設けられた「物理、化学、天文学小委員会」と「博物学小委員会」は自然科学的教科の学習と生徒の実験室活動の重要性を強調した。物理では、量、音、熱、光、電磁気、等の7分野から合計57の実験が選ばれた。

「10人委員会」は大学で学び研究するためには、早い時期から「知的習慣(Mental Habit)」を形成しておくことが重要であると考え、中等学校ではできるだけ多くの知的訓練を実施するよう要求した。報告書のカリキュラム案にみられる総授業時数に対する自然科学的教科が占める割合は全体の1/5にもなっており、これは当時としては、驚くべきことであった。特に実験が重視されたが、これは実験が知的訓練に最適と考えられていたからである。更に、物理と化学はどちらが先に学習されるべきか議論されたが、結局、物理が先に学習されることになった。これは自然科学的教科の中で物理が最も良く知的訓練を行う、と考えられていたからであろう。

19世紀末葉から20世紀初頭にかけて、中等学校の自然科学的教科の教育は、教科書中心、教師中心の授業から、近代的な実験室における生徒の活動へと移ってゆくが、これは「10人委員会」報告書の影響によるものである。こうした実験重視の傾向は、アメリカ人の楽観主義によるものであり、実験はきたるべき科学時代がもたらす痛みや苦痛を和らげる万能薬、と考えられていたからである<sup>20)</sup>。

### 3. 能力心理学から見た自然科学の教育的価値

#### (1) 能力心理学と新興自然科学的教科

能力心理学に基づく知的訓練的教育観は、20世紀初頭まで続くが、19世紀後半の大学教育の主要目的は、知的訓練であり、精神力の訓練であった。こうした思想は中等・初等教育段階へと広まっていったが、この様な訓練を通して、道徳的、精神的、美的能力、等を発達させることが教育の目的と考えられていた。こうした目的のためには、

- ① 原理の普遍性を特質とする数学や論理学、が、
- ② 内容と配列の形式的な性格が特徴である古代ギリシャ・ローマの古典的言語・文学、哲学、宗教、美術、等、が、

それぞれ重視され、精神の種々の能力に形式的な訓練を与えられる様な科目は教育上最も重要なものと考えられていたからである。従って、教育とは最も良く選択された教科を学ぶことによって精神の諸能力を開発、発達させることであり、特に「記憶力」と「推理力」の開発、発達が重視された。知的訓練的教育観に立つ人々は、道徳性の低下や困難な仕事の回避の傾向は自然科学の発達や技術の進歩の影響であるとし、自然科学的教科が教育内容として導入されることに強く反対したのである。それ故に、新興の諸自然科学的教科が教育内容として取り上げられるようになるには、これらの教科の知的訓練的、教育的価値を反対者に納得してもらうための努力が取られなければならなかった。

#### (2) 自然科学の教育的価値

自然科学の知的訓練的、教育的価値を証明するために、どの様な論理がとられたのであろうか。自然科学的教科を学習することによって精神の諸能力が訓練されることを示すために、自然科学の知識習得よりも、その習得の過程が重視され、自然科学の性格として考えられていた「厳格さ」と「正確さ」が強調された。そのため学習内容は難しく、つまらないものであり、分量は多くなってしまった。この様な教材を学ぶことにより、思考力と記憶力が発達すると考えられていた。また、学習内容を口頭や文章で説明したり、解説したり、ノートに正確に書いたりすることによって、表現力が育成すると考えられていた。

20世紀初頭、ウッドハルは前世紀末の物理、化学の教科書を分析し、自然科学の教育的価値について次の様に述べた。

この時代の教科書の主要な目的は、学生たちが自然を愛することができる様に、そして、彼らが感覚能力を通して自然の事物や現象を理解できる様に指導することである。自然科学を学ぶことによって均衡のとれた判断力が養成され、ある種の科学的直観力が形成され、自然の法則の日常生活への応用、自然現象の観察方法とその説明の仕方、等の能力が育成されることが生徒にとって重要であったのである<sup>21)</sup>。

この様に、自然科学的教科を学習することによって、思考力、記憶力、表現力、観察力、直観力、が訓練され、自然の事物・現象の観察を通して推理力も発達すると考えられていた。こうして訓練され、発達した諸能力は他の分野に転移し、いかなる分野の問題解決にも応用可能

である、と言うものであった。その為、教科書の内容は生徒の理解をはるかに越え、難解で多量であったが、このことを克服することに意義があったのである。

こうした論理や現実に対しては、古典主義者や自然科学的教科導入反対論者は少なからず理解を示すことができた。

上述の様な自然科学の教育的価値論に対しては、「10人委員会」の委員の間では必ずしも意見が一致したわけではなく、次の様な意見もあった。

困難な多量の教育内容を生徒に与えることは、生徒がこれを避けることに努力し、知的訓練にならない。卓越した精神訓練は、生徒が興味を感じ、ある程度の能力を持っている教科を徹底的に、しかも継続的に学習することによって与えられる。この様な学習によって、物事に関して単なる推測や慣習によって判断すること無く、正しい物の見方や考え方が身につく様になる<sup>22)</sup>。

しかし、発表された報告書のカリキュラム案は生徒の理解をはるかに越えるような内容で詰まっていた。

### (3) 実験の教育的価値

知的訓練的教育観によれば、生徒が実験の意義や目的を理解することは大して重要ではなかった。生徒が実験室で活動することは、生徒自身の心を訓練することであった。したがって、実験室活動の知的訓練的価値としては、次の様なことが考えられていた。

- ① 観察能力が訓練され、開発される。
- ② 真実確認の精神が鍛えられる。
- ③ 実験の持つ厳格さ、正確さが訓練されると、それはあらゆる分野に応用可能となる<sup>23)</sup>。

こうして、実験室活動こそ道徳教育であり<sup>24)</sup>、古典主義者は単なる専門家で、視野の狭いにせ学者にすぎず、教養人ではない<sup>25)</sup>、等と批判することによって実験室活動が教育内容として正当化されようとした。

19世紀の80年代以降に出版された実験の手引書はいずれも、「不親切な説明、大量の難しい実験、大量の報告書の作成<sup>26)</sup>」を内容としており、それが大きな特徴であった。大量の詳細な報告書を作成することは、表現力の訓練・開発であり、その為にはノートをとることが重要視された。ノートには正確な文法により、精巧なデータ、実験装置の詳細な図などを書くことが要求された<sup>27)</sup>。生徒は観察の過程や結論を記述するのであるが、観察と結論との間の関係は十分には考察・論証する必要はなく、大抵は推論でよかったのである<sup>28)</sup>。

こうして、生徒の興味・関心、能力などはあまり考慮されることはなかったが、中等教育における生徒の実験室活動は着実にアメリカ各地に広まっていった。

## 4. 結 語

19世紀末の教育の目的は諸能力の訓練であり、極端な型式陶冶論から導き出されたものである。そのため、形式教科が重視されることになった。教科の内容よりは訓練効果が重視され、諸能力を向上させるための「訓練」をより効果的にする教材がすぐれた教材と考えられていた。

この様な「内容を伴わない教材論」では、易から難へ、単純から複雑へ、身近なものから遠くのものへ、教材の量、などが考察の対象になる程度であった<sup>29)</sup>。

この様な教育観に立てば、自然科学的教科や実験の教育内容への導入はそれらの教科や実験の内容は大して問題ではなく、それらの訓練的価値が重要になったのである。従って、教科の内容が難解で、教材の量が多くなったのはこのためだったのである。

90年代に入り、ヘルバルト主義がアメリカの教育界で受容される様になると、カリキュラムの中心は「形式教科」から「内容教科」へと移動するようになり、また、急速な工業の発達は学校教育に役に立つ知識や技術を求めるようになってきた事も加わり、精神訓練の理論は衰退を始めた<sup>30)</sup>。

この様なことを背景に、実験が自然科学の研究や自然科学的教材の学習において果たす固有の役割が認識される様になるのは20世紀に入ってからである。

#### 引用文献ならびに注

- 1) この様な指摘は次の文献に見られる。
  - (i) 村上陽一郎(編)：知の革命史 7, 技術思想の変遷, p. 163, 朝倉書店, 1981.
  - (ii) A.H. Dupree: The Measuring Behavior of Americans, in, G.H. Daniels; Nineteenth Century American Science, pp. 35-36, Northwestern U.P., 1972.
- 2) H. Rugg: Foundations for American Education, p. 524, World Book, 1947.
- 3) “Scientific School”の訳語は、先行研究によれば「科学学校, 理科学学校, 科学学校」等がある。本研究では下記の研究に従い、「科学学校」の訳語を採用した。
  - (i) 潮木守一：教育学大全集 6, 大学と社会, 第一法規, 昭和 57 年。
  - (ii) 立川 明：19 世紀アメリカの大学と科学(I), 大学史研究 (第 2 号), pp. 22-33, 1981.
  - (iii) 立川 明：19 世紀アメリカの大学と科学(II), 大学史研究 (第 3 号), pp. 40-54, 1983.
- 4) 潮木守一 (昭和 57 年), op. cit., p. 75.
- 5) S.B. Barns: The Entry of Science and History in the College Curriculum, 1865-1914, History of Education Quarterly (VI), pp. 44-58, March, 1964.
- 6) 潮木守一 (昭和 57 年), op. cit., pp. 1-7.
- 7) M. Curti: The Growth of American Thought, p. 582, Harper and Brothers, 1943.
- 8) (i) E. アシュビー(著), 島田雄次郎(訳)：科学革命と大学, pp. 75-78, pp. 135-138, 中央公論社, 昭和 52 年。
- (ii) 吉田光邦(編)：図説万国博覧会史 1851-1942, pp. 13-14, 思文閣出版, 1985.
- 9) 寺川智祐：アームストロングの理科教育論の研究, p. 7, p. 24, p. 198, 風間書房, 昭和 60 年。
- 10) 梅根悟：梅根悟教育著作選集 5, 初等理科教授の革新, p. 157, 明治図書, 1977.
- 11) 文学については、渡辺正雄(編著)：アメリカ文学における科学思想, 研究社, 昭和 49 年, が参考になる。
- 12) イギリスのアームストロング (H.E. Armstrong, 1848~1937) が活躍したのは, 1880 年



代以降であり、アメリカの中等学校における実験導入には彼の影響はなかったと思われる。  
寺川智祐（昭和60年），op. cit., pp. 405-406, 参照。

- 13) 伊東俊太郎(他)：科学史技術史事典，p.1107，弘文堂，昭和58年。
- 14) S. Rosen：A History of the Physics Laboratory in the American Public High School (to 1910), American Journal of Physics (22), p.194, 1954.
- 15) Circulars of Information of the Bureau of Education (6), A Report on the teaching of chemistry and physics in the United States, Government Printing Office, 1881. 尚，この頃になると「自然哲学」は「物理」と名称が変わる様になりつつあった。
- 16) Ibid., pp. 170-171, pp. 188-189.
- 17) J. Woodhull：The Teaching of Science, Macmillan, p. 91, 1918.
- 18) S. Rosen. op. cit., p. 200.
- 19) (i) United States Bureau of Education：Report of the Committee on Secondary School Studies, Government Printing Office, 1893.  
(ii) 小林恵：「中等学校の教科目に関する10人委員会」のカリキュラム研究，研究論文集，第32集第1号(1)，佐賀大学教育学部，pp. 1-17, 1984.
- 20) S. Rosen, op. cit., p. 202.
- 21) J. Woodhull, op. cit., p. 92.
- 22) (i) H. Hawkins：Between Harvard and America, p. 90, Oxford U.P., 1972.  
(ii) E. Krug：The Shaping of the American High School, p. 63, p. 207, Harper & Row, 1964.
- 23) C. Wood：An Examination of the Interrelationships Between Social Factors and the Development of the High School Chemistry Curriculum from 1850-1939, p. 53, Ed.D. Dissertation, University of Maine, 1976.
- 24) S.B. Barnes, op. cit., p. 45.
- 25) R. Hofstadter and W. Smith：American Higher Education (II), p. 586, University of Chicago Pr., 1961.
- 26) P.J. Fay：The History of Chemistry Teaching in American High Schools, Journal of Chemical Education (8-8), p. 1550, 1931.
- 27) C. Wood, op. cit., p. 53.
- 28) W. Geer：The Teaching of Chemistry in the Secondary Schools, School Review (XIV), pp. 275-295, 1906.
- 29) 庄司他人男：ヘルバルト主義教授理論の展開，pp. 60-71，風間書房，昭和60年。
- 30) W. Geer. op. cit., pp. 382-384.

# A study on “The Educational Values of Experiments” at the Secondary Education Level in the Late Nineteenth Century in the United States

Yoshiei NIWANO

## ABSTRACT

It was on the “Mental Discipline” based on the Faculty Psychology that the laboratory work was introduced into the teaching of natural philosophy and physics at the secondary education in the 70's and 80's in the nineteenth century in the United States. According to the educational perspectives of mental discipline, experiments in the study of subjects on natural science were considered necessary not to understand natural science, but to train mental faculties of students.

In order to introduce experiments into the educational subjects, educational values of the subjects on natural science and experiments were to be emphasized. Therefore, it was emphasized that the faculties of observation, expression, reasoning, intuition, and endurance were trained and developed by the study of subjects on natural science and the laboratory works. These mental faculties were supposed to exist in human beings in advance. Therefore, the contents of the educational subjects were difficult to learn, and there were a large quantity of volumes of the subjects. This is because of the fact that the mental faculties were well trained and developed by conquering the difficulties.