

理科教師養成に関する研究 第三報

理科教師養成課程に於ける一般教育について

大 庭 景 利

(高知大学教育学部物理学教室)

The Third Report of the Research for the Science Teacher's Training On the General Education in Science Training Course of Teacher's College.

Kagetoshi OBA

(Physical Section, Faculty of Education, Kochi University)

1. 緒 言

筆者は既に教員養成大学に於ける一般教育について発表したのであるが、⁽¹⁾此の時は主として歴史的方法について論及し、教員養成大学としては理科教師の立場からいって、斯かるものを学生に教える必要があり、而かも之は教職課程又は教科専門課程中では到底教授する余裕がないので、之を一般教育課程中に於てなすべき事をのべ、二年コースに於ては特にかゝる事が必要である所以を強調したのであるが、昭和32年6月24日の理科教育審議会に於ける理科教育に従事する教員養成の改善についての答申案等の中に於ても、例えば一般教育科目、理科一般及び教材研究については相互の連関を考慮し、理科教育に従事する教員として必要な広い教養が得られるよう、それぞれの内容を適切なものとするのべられて居り、⁽²⁾又昭和32年5月に日本教育大学協会より発行された教員養成制度検訂試案によれば、一般教育については、一般教育の内容は、「入門」「概論」的知識の羅列集積ではなくして、人間教養の意味よりして結合されたものである事が望ましいといわれ、⁽³⁾又一般教育は教科に関する専門教育、教職に関する教育(理科教育法・理科教材研究等)との関連をとくに考慮しなければならないとのべられている。斯かる状況下に於ては、教員養成大学に於ける一般教育については、大いに考慮さるべき必要があると思われる。

茲で筆者は、理科教師養成の立場から、先づ単元学習方式の大学教育迄への連絡状況につき論及し、之が一般教育への関連性を論ずると共に、其他ケースヒストリー法並びに歴史的方法も教員養成大学一般教育課程中に於てなすべき必要性につきても論及し、併せて理科教育中心部分をなす問題解決方法(科学研究方法)の完全なる取得と之が理科教育に於ける運用能率化に必要な教育について述べてみたいと思っている。

2. 理科単元学習と一般教育について。

抑も単元という言葉を始め用いたのは、ヘルバルトの高弟チラーであって、1876年に「一般教育講義」という著書をあらわし、此の中で始めて「単元(Einheit)」という言葉を用いて居り、其の中の一部を拾ってみると、「新しい教材を教授するにはヘルバルトが説いた様に、明瞭、連合、系統、方法という四つの段階が必要である。そして四つの段階はあらゆる教材に適用されるから、其れは「方法的単元」という名でまとめられる。教授の進行に於て次々に新しい教材をとりあげ、いつでも新教材は方法的単元にまとめなければならぬ。これによって教授は、ばらばら⁽⁴⁾な知識や技能の単なる提示に陥る事なく、人間教育の成果が確かに得られるのであると書いてある。

扱此のヘルバルトの単元は、明瞭、連合、系統、方法の四段階に分れ、其れを示せば大体次の如くである。

- (1) 明瞭. 先づ第一に一つの事物や事実に注目してこれをはっきりと心にとらえる。
- (2) 連合. 第二にこれを他の事物や事実に注目してこれをはっきりと心にとらえる。
- (3) 系統. 第三にこれらの事実をよくまとめ系統づけて知識や概念にまとめる。
- (4) 方法. この様にして得た知識や概念を広く様々に応用する。⁽⁵⁾

而してテラーは此の単元に於ける教授の段階を分析、綜合、連合、系統、方法という5段階に分けている。之はヘルバルトの主知主義の心理学に拠って作成されたものであるが、ジョン・デューイは行動主義の心理学により思考作用乃至学習過程の分析が著しく異った単元を作っている。其の5段階を示せば次の如くである。(1) 或る困難を感じる。(2) 其の困難がどこにありどういふものであるかをはっきりさせる。(3) こうしたならよいだらうという解決の示唆。(4) 其の示唆の意味を推理によって発表させる。(5) 更に観察、実験によりこれを認めるか斥けるかする。即ち信ずるか信じないか結論する。而して此の第一段階と第二段階はしばしば一つにとけこみ「問題乃至目的を感じこれをはっきりさせる」ことになる。⁽⁷⁾

此のテラーの著書にもある如く、ヘルバルト並びにテラーの単元は現在行われている単元学習の先驅をなすと共に、此の方法は現在新制大学に於ける一般教育の方法が生れ来つた礎石となつてゐるとも考えられる。而して此の独逸で発達したものが欧米に渡り、特に米國に於てはデューイ氏の教育学の影響を受けて前掲の反省的思考により単元学習へと變化したとも考えられる。

扱玉虫文一氏が一般教育に於ける科学の課程としてあげて居られる「ブロック・アンド・ギャップ」の方法や問題中心の方法があるが、之は前記単元学習の形式を採用しているものと思われ、而かもデューイ単元によって居ると思われる。⁽⁹⁾

扱筆者も既に発表しているのであるが、⁽¹⁰⁾単元学習といつても其処には各種の単元があるが、之を構成された内容から大別すると、結局の処、教材単元と生活単元(経験単元)の二種類になるものと思われる。而して此の両単元の比較については、倉沢剛氏も梅根悟氏も述べて居るが、⁽¹¹⁾⁽¹²⁾又数学科に於ては小林衛氏が単元学習についての二つの主張として取り上げ、経験単元と教材単元とを詳しく比較している。⁽¹³⁾筆者も理科単元学習に関して既にのべているが、⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾其れによると、身のまわりに起り易い経験的事実を取り入れて単元学習を行うという事が現在最も妥当な様に考えられてくるのである。⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾

扱那須氏も小中学校理科単元学習として経験単元主義を取って居られ、⁽¹⁸⁾且理科の単元学習を行うにしても小学校低学年に於ては単元学習本来の総合的な学習形態をとり、小学校高学年(4年頃)から理科としての単元学習に入るが適當と思う。中学校に於ては一般理科の性格を持つ理科単元学習が中心であつて、其の特色を十分發揮すべきときであるといわれている。而して現在高等学校に於て理科は、物理、化学、生物、地学と四科に分れ現在では系統学習形式のものもあれば、教材単元形式のものもある様である。

扱筆者も既にのべているのであるが、⁽¹⁹⁾現在数学教育に於ては、大体に於て各中学校では低学年に於て経験単元を数多くやり、高学年に至るにつれて之を減じ、反対に教材単元は低学年に少なく高学年に多くなる様に組合はせてやっている現状である。然るに理科教育に於ては、此の点は数学教育程判然としていない。大体に於て中学校の理科に於ける各単元の題目夫れ自体が経験単元的のものであるという関係もあるけれ共、強いていえば、小中学校に於ては経験単元で高校に入ってから教材単元に轉換するといえよう。⁽²⁰⁾

又那須氏もいえる如く、⁽²⁰⁾高校に於て一般理科の学習を続ける事が出来れば簡単であるが、此の一般理科設置の問題は、度々日本理化教員大会等にも提出され討議されたのであるが、遂に実現を見

るに到らなかったのである。(今回理科教育審議会に於て上申された中に小学校理科専門の単位として「理科一般」を必須という様にしているが、之は高校に於ける一般理科に連絡するものであると考えられる。)

併し乍ら高校に於て、此の一般理科が実現したとすれば、大学一般教育に於ても問題中心の方法を採用する事により、小学校より大学一般教育に至る迄、一応同一スコープの単元学習が連続した事になり、而かも之は筆者がのべている様に、問題解決方法的段階或いは、科学研究方法論的段階になっているとすれば、誠に好都合と思われるし、⁽²¹⁾⁻⁽²³⁾ 之により科学的思考力の養成は大いに出来得ると思われる。

次に実際高校理科は、学習指導要領にも示してある様に、物理、化学、生物、地学の四科目に分ける事が適当であろうといわれて居り、⁽²¹⁾ 勿論かゝる各科目に於ては系統学習的のものも相当見受けられるが、中には教材単元的のものも多く見受けられる。

扱高校の理科学習に於ては、(特に教材単元学習の場合)一科目に固定せずに他科目に及ぶ場合がある。例えば生物学の単元の中に物理学の要素が加味されているとか、物理学の単元の中に化学的要素が交つているとかいふが如きものである。

又、日本物理教育学会誌上に於て、基礎理科設置の問題が討議されているが、⁽²⁵⁾ 藤原武夫博士のいわれる如く、基礎理科とは、科学的な処理法を体験させる学科であるとする、之が教授法も、伝達式方法であるよりは、啓発的方法である方が望ましいわけであり、勢い広義の単元学習的形態をとるに至るであろうと思われる。

扱、一般教育研究会でもいわれているのであるが、⁽²⁶⁾ 大学当局が高校の教育に無知であってはいけないのであって、大学一般教育に於て行われる方法は、筆者が之迄のべた小、中、高校迄連絡している理科学習を基礎にして其の上に打ち立てられなければならないと思う。此の点は今回の理科教育審議会に於ける答申書中にものべられている。

現在高校に於ける物理教育(化学、生物、地学も同様)で行われている学習方式は系統学習か教科単元学習の方式であり、従って之等の上に立つ一般教育の方法としては、先づ単一科目の方法が考えられる。即ち物理学を体系的にやて行く方法であり、渡部陽一氏も体系的物理学の教育が下級諸学校に於て不可能な現在、大学に於ては是非共——特に理科系の学生には——これを施さなくてはならないとのべているが、⁽²⁷⁾⁽²⁸⁾ 之は全く必要な事であり而かも大学々生の心理学的発達段階が進んでいるので、物理学の系統学習を行っても大体無理がないものと思われるが、之は主として教科に関する専門科目の方に廻して行われている現状である。又一般教育に於て此の単一科目の自然科学に於ける位置と一般社会文化に対する関係を明らかにする様な配慮が必要であり、即ちこまかい専門事項はなるべくさけて、⁽²⁹⁾ 原理的な問題について学生の思考力を練るに適切な方法を講ずる必要があると思う。

扱、現在の高等学校に於ては、實際上物理、化学、生物、地学の四科目全部履修する事がなく、其の内でも物理を履修せずに卒業して来るものが割合に多いのは誠に遺憾である。

其れ故に物理を履修せずに大学に入学して来る学生の事を考えると、大学に於ける一般教育の物理学中に於て概観法をとって、物理学の枠を外れたものを講義する事も考えられる。尚これはこれから専門を撰ぼうとする初年級の学生や自然科学を専門としない学生にも有益であると思はれる。⁽³⁰⁾

次に此の概観法の中に「ブロック・アンド・ガアップ法」というものがあるが先にのべた高校に於ける基礎理科(特に物理学を中心とした)並びに大学に於ても之と同性格のものを教える場合に之を用らると有効ではないかと思われる。

扱次に高校理科に於て経験単元を用うるか、又は教材単元を用いても問題中心の方法をとっているものがある。而して大学一般教育に於ても之に連続して問題中心の方法を用うる事が妥当の

様に思われる。又大学一般教育に於て「ブロック・アンド・ガアップの方法」や「問題中心の方法」の何れを用いても其の根幹には科学研究方法（問題解決法）が貫いて存在している様にしたらよと思う。擬単元学習というのは其の単元を学習するに当って、一つの問題を解決して行くのであって、一面問題解決学習ともいわれているのである。尤も小、中、学校では経験的な身のまわりの事柄より問題を把握して其れを調査研究して解決せんとして行くのであるが、若し高校に於て物理という部門に分れた教材単元となっても其の間に問題を発見して解決し其れより進んで行く様にしたらよと思われる。即ち渡部氏のいわれた現象論的の物理学というものが、例えば実験又は自然現象の観察把握によって履修されると思われる。其れ故、之を大学一般教育に迄すゝめて問題中心の学習方法を行う事が当然考えられるわけである。

次に筆者は理科単元学習に於ては幾つかの体系があると既に発表したのであるが、其の間⁽³²⁾ (1) 論理的体系 (2) 歴史的体系 (3) 心理学的体系をあげて考える事にする。此の中歴史的体系については後にのべる事にし、論理的体系も高校の物理の如く教材単元を排列した様なものになると或程度分って来ると思う。又心理学的体系も高校以上になれば小、中学校程考慮して教える必要はないと思はれるのであるけれども、現実の問題から考えると都会地の高校生と田舎の高校生との間には、経験領域其他の段階に於て或程度差異がある事が認められる。又高校入試を行わない様な学校に於ては上述の段階差の相当広範囲にわたる生徒が入学しているという事も考えられる。

扱此の他に筆者はもう一つの体系を考えている。其れは問題解決学習の段階ともいわれるけれども⁽³³⁾、筆者はこれを科学研究方法論的段階となづけ、これを科学論的に考えて其の段階を発表している。⁽³⁴⁾ 而して之によれば、小学校の初めは、体験的方法の段階であるが、高校時代になると理論的方法の辺迄の段階になると思う。其れ故大学の一般教育で問題中心の方法を使用すれば、此の段階又は之より稍高次の段階になると思う。

而して筆者の考えでは、理科単元学習の各単元に於ては一つの不完全乍ら科学研究過程を行うものと考えられ、其れが、前掲の様な易より難へと段階的に進むものと考えられる。又一般教育に於ては自然科学の目的とする科学的思考の方法を養うには、此の段階が一番有効であるように思われる。即ち科学的研究方法の段階を上述の如く小学校より中、高校からも学生々徒は自ら之を体験して行くのであるから、之は有効になるのではあるまいかと思われる。勿論学生は卒業論文作成時に於ても科学研究を行うであろうし、又高度の実験其他に於ても之を行うであろうし、而して高校課程より之迄飛躍せずに一般教育に於ける此の方法論的訓練を一つの段階とする事は、甚だ大切な事になるのではないかと思う。特に一般教育中に於て、Eric. M. Rogers 氏によって指摘された新科学コースの如きは、上述の如き過程を考慮するとすれば、小学校コースや理科以外専攻の中学校コースの学生について之を行うとき有効になるものと思われる。⁽³⁵⁾⁻⁽³⁷⁾

3. ケースヒストリー法

菅井準一氏はコナント博士の言を引用してのべ、科学教育は抑も科学的知識（科学的事実や法則の様々）を教え込む事ではなくて、科学の戦略戦術を身につけさせることだが、其れは比較的単純でわかり易い一連のケースヒストリーを手掛りとするのが一番近道であるというのである。⁽³⁸⁾ 之よりすると問題解決方法的段階を修得させる他に、此のケースヒストリーを学ぶ事によっての効果の必要性を思わせられる。而してコナント氏の談によれば此の選択に当ても科学の各分野について教育的見地から近代科学の初期に於ける科学者たちの仕事に重点を置き、科学の本質や方法を理解するのに役立つ事例をあたえた方がよいとのべている。⁽⁴⁰⁾

筆者も科学の古典を読む事の必要性についてのべ、これによって科学の本質に対する著者独得の考え方や方法論を知る事が出来るという事をあげているが、⁽⁴¹⁾ 之もケースヒストリーに関連してくる処が多かろうと思う。

扱此のケースヒストリーを用いた例は、稀に高等学校理科の授業で見受けられる事もあるが、現在は殆んどなく、採用するとしても大学に於ける一般教育中であろうと思われる。即ち、学生、生徒の現実経験的でない事なども此の中にはある事であろうし、又此の事例に於ても見受けられる科学的方法(科学研究方法)の形式というものは、種々雑多であろうと思う。而して其れは現実的にいへば相当高級なものでであろうと思う。又特に此の中には創造性も相当含まれているのであって、古人の創造力の働きという処に触れて体得する事が出来るという特典がある。勿論此の方法を行う場合には、教師は信頼するに足る参考文献を用意し之に対しあらかじめ研究して置かなければならないし、又学生に対しても適当な読書資料⁽²⁹⁾を与えて彼等自らの調査によって積極的に事例の研究に参加する様に指導する事が必要である。其れ故文献の完備という事が特に必要であり、筆者としては、之に出来得る実験があれば、学生にやらせるといふ事も必要ではないかと思う。扱此の事例研究はよいと思われるけれ共、矢張り心理学的発達段階の進んだ大学初年級の学生で経験領域も相当広まり、科学研究方法的にも相当段階を高めたものに於て始めて有効であると思われる。

而して田中實氏はケースヒストリーの方法是科学の法則性と方法の初等的教育手段として提示されている。此の方法には積極的な方面があるが、現代科学の達成を基礎としなければ誤った知識、不十分な知識を与える事は避けられないとのべて居られるわけであるが、此の点も考慮に入れる必要があろうと思うから、前述の事が肯定される事になる。又、大野三郎氏は特殊な目的をもった科学史を書くとするれば、形式の上からはケースヒストリーの様な形をとる場合がしばしばおこる。ところがコナント氏のケースヒストリーの背後には、はっきりプラグマティズムの教育哲学がすえられているが、茲で言うケースヒストリーのそれは、形式は似ていても本質的には全くちがったものであるとのべて居るが、つまり斯かるケースヒストリーで理論と実践の統一という大きな問題を取扱う事を目的として居り、斯様なものになるとコナント氏のケースヒストリーとは少々離れる面も出てくるが、之又必要になってくると思う。斯様に考えてくると、一般教育は大学二個学年とする事なく、四年間かゝる様な方式とし而して、ケースヒストリー法は、一般教育中でも前述の問題中心の方法や、ブロック・アンド・ギャップの方法等を一応履修した後に於て履修するのが妥当の様に考えられる。

4. 歴史的方法について。

扱次に発生史的体系についてのべる事にする。筆者も既に発表したのであるが、之は自己の中に科学を形成させるという意味に於て甚だ自然的であると思われるけれ共、実際に単元構成にあたって見ると、適当な教材が身近に得られないという恨みがあり、経験単元として望むべくもなく、大体に於て生徒達の生活から浮いた様なものになってしまうのである。併し乍ら菅井準一氏は理科教育に於ける発生史的段階の必要性をのべ、「科学教育が科学研究とは必ずしも同じものでなく、固有な立場を持っていると同様に、科学教育中に科学史的観点を織り込む場合にも科学史其のものの探究とは別な考察が必要である。」とのべて居り、田中実氏も科学の方法の歴史的反省の必要性についてのべている⁽⁴⁵⁾。

筆者は茲で児童生徒の経験領域(時間、空間)の変化発達と古代人の経験領域の変化発達とを対比させて考える事も理科教育に科学史を取り入れる一つの重要な原因と考えている。又之に伴ってアニミズムというものが出てくるが、之も小学校低学年に現われて来るものであり、古代人の其れと対比して考える必要があろうと思われる。

又菅井準一氏はよくいわれる様に古代ギリシャに於ける自然哲学乃至自然学の成立発展が其れ迄の自然に関する知識に一応の体系化と組織化とを織込み其の中に現在の我々にとって有効なものなかつたわけではない。だが之ととも自然の事実の着実な実証を背景とし、誰もが用いうる科学理論ではないし、其のまゝの形で現代に通用するわけには到底行かない。斯様な点を考えて行くと、

学問としての自然科学は実にルネッサンス後期以後のもの、つまり近代のものだという事が出来るとのべている⁽⁴⁶⁾。

又以上は科学史的立場より考えた科学研究方法論的研究の必要性であり、而かも之が小、中、高校に於ける現場の教育に役立つ様なものであり、而かも之は科学の古典の研究によって得られるものでり、又前にのべた生徒自身の中に科学を形成させるという立場より考えるとき、ルネッサンス以前の科学の発達を考え、而かも此の発達の各段階に於ける観察方法、実験方法、研究方法と児童生徒の観察、実験の技術、思考方法の各段階を対照して考えるとよいと思われる。之については筆者も既に発表している⁽⁴⁷⁾。

次に思考の段階を考えてみる事にする。森徳治氏は科学的思考のしかたが生長するに従って変化する模様を次の如くのべている⁽⁴⁸⁾。

即ち5、6才頃から7、8才頃迄（小学校1、2年頃迄）の児童の思考の型は多かれ少なかれ主観的であり直観的である。之を主観的直観の時代といっている。特に此の時代の初期には児童の心理は自己中心的なアニミズムの世界像に属するのが多い様である。扱此の時代より次の客観的思考の時代へ移行するのが大体8—10才位迄の間（小学校3、4年の時代）と考えられる。此の間に於ては児童の主観的思考が漸次減少して客観的思考が漸次増加し、11、12才頃では主観的思考の傾向が殆んどなくなるのである。勿論前にのべたアニミズム的な考え方も主観的思考の減少と共になくなって行っているのである。扱客観的思考の時代は茲で10—13才頃（小学校5、6年及中学校1年頃）と考えられる。要するに此の時代には、事物の性質を客観として思考する事が出来、其の客観的思考の中から生まれてくる方法、即ち初歩的ではあるが、科学的な方法を発見出来る様になるのは、10—12才位迄の客観的思考の可能な時代になってからである。

次に客観的思考の時代より普遍的思考への移行期であるが、之は大体12—15才迄の間主として中学校の時代である。即ち自然現象について学習して来た客観的思考の整理、此の整理の基礎に立っての普遍的思考への移行という事が考えられる。而して之等の上に科学的思考力としての推理力というものが加わって普遍的思考という事になる。即ち高校の時代が此の普遍的思考の時代という事になる。扱之を科学史的な立場に立って其の思考変遷という事を考えて見る事にする。

先づエジプト及びバビロニアの時代にあっては色々の技術は必要上進歩した。而して乍ら此の時代の人々の宇宙観も要するに経験領域の狭小による臆説も伴って神話的な考え方、呪術的なもの等が沢山出た事は確かであり、所謂アニミズム的な思索が主として支配していた事は覗えると思う。従って之を児童の発達段階に対照すれば、主観的な直観の時代といえよう。勿論前述の如く、此の時代は生活の必要上、技術が進歩したのであるが、此の時の研究方法は主として体験的方法であつたらうと思われる。

次にギリシャ時代を考える事にすると、此の時代は確かに次の客観的思考の時代と考えられる向もある。従ってかく考えれば、此の間が移行時代という事になる。事実ターレス其他のギリシャ時代初期の科学者達は、エジプト及びバビロニアを訪問して、其の祭司達から親しく色々の事柄を学び、之よりしてギリシャ時代の科学の基礎を作つたのである⁽⁴⁹⁾。

此のギリシャ時代の科学というものは、此の時代に於てにプラトンの如く仮定を設けて之より出發して世の中の事象を説明せんとする所謂、概念体系的のもの即ち演習体系の初歩的のものが出て来ているが、其後アリストテレスの様に物事を調べて行くには、ただ経験からだけ得られるという考えに立って探究の道を進め、先づ現象をとらえて而る後始めて原因をあげるという方法を取り、又観察するにも細心で包括的でしかも何よりも一切の先入感から自由でなければならぬとの考えの上でいつていたのであつて、近代科学に於ける帰納法の先駆と考えられるし、又前述の心理学的発達段階に対比すれば客観的思考の時代と考えられると思う。而して乍らギリシャの色々の科学者によ

って普遍的な考え方もなされているという事も明かである。⁽⁵⁰⁾

扱、茲て我々は児童の心理学的発達段階に發生史的段階を其のまゝ対照する事が不可能な事が分る。其れは次のローマ時代、暗黒時代を考えると、此の時代は次のルネッサンス時代への移行の一つの段階であると考えれば至当なる階梯の様に思われるけれ共、科学的思考法の段階からいへば筆者としてはギリシャ時代よりしてルネッサンス時代へ飛んで考えてよいと思われる事である。

勿論ロージャー・ベーコンの様な観察と実験の必要性を主張した先覚者も此の間にはあったのである。斯くてルネッサンスの時代に至って科学は復興し、其の後期以後になって学問体系化された自然科学が出来上ったといわれている。⁽⁵¹⁾而して之等を前述の児童及生徒の思考発達の過程と対比して考へた場合に、普遍的思考の移行期が此のルネッサンスの前期に該当し、後期以後が普遍的思考の時期に該当するのではないかと一応考えられる。

以上は筆者の極大まかな対比であり、色々と細かい点に於ては色々と欠点があると見られるけれ共、児童生徒の心理学的思考発達の段階を考え、之に対比する尺度を用意して之が指導をなす場合に、前記諸時代に於てなされた色々の科学的思考又は研究を解析して其の中に含まれるものを以て之が道標とする事は甚しく有効の様に思われる。

勿論筆者もしばしばのべた様に、⁽⁵²⁾⁽⁵³⁾科学史の知的内容に於ては、或いは児童生徒の経験に副わぬものが相当沢山あると思われるけれ共、之等先人の研究が思考の課程については、之を現代の児童生徒の思考過程の指導の尺度として持来つても少しも差支える処はない様に思われる。

次に観察であるが、小学校1、2年に於ける心理学的発達段階から之を考察すると、此の時代には、全体的直観的表面的に眺める観察であつて、恐らく之は古代エジプト・バビロニア時代の人々の科学的観察に対比せしめられるものと思われる。次に小学校4、5年の段階であるが、此の時になると観察のしかたが、幾分分析的になり局部にとらわれ勝であるが、6年、中学1、2年頃になると、之が次第に分析的になり、関係的に見える様になるのであるが、此の二つの段階がギリシャ時代の始めより終りの頃に対比せしめられるのではないかとと思われる。而して中学3年の段階になると、質的に分析し総合的な立場から見るといふのが大体に於てルネッサンス時代に入つてからに対比出来るのではないかとと思われる。勿論之は筆者の行った簡単にして且大まかな対比であるから、或いは難点が多くあるかも知れないが、斯様しておく事によって、各時代の科学を調べ、之を児童生徒の発達段階に適應させて考へて行くのに役立つ様に思われる。⁽⁵⁴⁾

尚筆者は科学研究方法論的段階と科学史的に考へた科学研究方法の発達過程を比較してみると、エジプト及びバビロニアの古代に於ては殆んど体験的方法が行われたと考へられる。勿論部門によっては記載的方法のきざしも現われたと思われる。

次にギリシャ時代に至って部門によっては記載的方法より分類的方法をへて論理的方法迄すゝんでいられるものもあるが、唯ギリシャ人の行った科学的方法は少数の事実を基礎資料とした事と後の実験による仮説の検証を行う事が割合に少なかった事によって、井尻正二氏の示した現代の方法と稍異なるものがあると思う。⁽⁵⁵⁾而してローマ及暗黒時代よりルネッサンス時代に至り、ガリレオに至って井尻正二氏のいう理論的方法という現代広く行われている帰納法的研究方法の基礎が確立されたのであるが、ロージャー・ベーコン等の業績はギリシャ時代よりルネッサンス時代への中間の飛石をつとめた事になると思われる。

以上の如く科学史を小、中学校の理科教育に適用して心理学的発達段階や科学研究方法論的段階等の面より考察する場合には、主として古代よりルネッサンス時代迄の事が其の根幹となるものと思へられる。

併し乍ら科学史を児童生徒に教えるには、其の内容面からいふと、近代史的のものが必要になってくる。即ち近代科学がどのように出来上り発達したかを教える必要がある。又菅井準一氏は教師

自身の教養に関することについて今の子供達に自然科学や技術がどこ迄進んで居り、其の本質が何処にあるかを子供達が理解し得るかぎりでの様にして教えて行くかについて、教師は十分つかんでおくべきだと思うとのべている。⁽⁵⁶⁾

扱高校及大学になるとルネッサンス以降近代に至る間に於ける科学研究方法について学ぶ事は心理学的発達段階からいっても妥当であろうと思う。

次に一般教育に於ける歴史的方法であるが、之は或る学説又は問題の歴史的發展の経路を示す事によって科学の本質を理解させようとするものであるといわれている。⁽⁵⁷⁾ 扱ヘンショウ氏は科学教育に於ける科学史の持つ役割について次の様な一般的結論がなされるだろうとのべている。⁽⁵⁸⁾⁽⁵⁹⁾

第一に或る問題の歴史を学ぶことは其の問題の一層理解をもたらす、過去の学者の知的活動に対する尊敬の心を植えつける。其れは又今日の科学の進歩に対する一層すぐれた展望を与える。

第二に歴史的方法は既に二世紀近く前、バストールが指示した様にわれわれの知能を拡大し、其れを育成する。そしてそれは新しい発見への素地を与える。歴史的方法は我々科学者にとっても亦、科学の影響を受ける一般社会人にとっても好ましい結果をもたらすものであろう。

第三に経験をつんだ科学者にとって興味深く思われる歴史的材料が学生にとって必ずしも同様に興味があるというわけではない。其れ故に歴史的材料を用いる場合には教師はとくに学生の考えと感じ方に対して敏感でなければならない。

第四に或る問題の歴史に対する興味は我々自らがその問題の解決についてしばらくの間色々苦心した暁に於て一層深まるものである。

第五に学生の科学史に対する興味は教師自身が其の主題に関して、広い背景と素養をもつときに一層深められる。

之等のものは何れも一般的な立場からみて尤もなものであるが、特に科学史的方法を適用して其の効果を期待するためには、教授者自らが先づ科学史に対して深い興味と素養を持つことが必要である。どんな方法であるにせよ、それが新に試みられる場に於ては、教師は先づ自らを教育して掛らねばならないという事が此の場合に注意されるのである。大学に於て科学史を教授する者も反省せねばならないが、中、小学校の理科教師たらんとするものにも科学史に対して興味をもたせる必要が生じてくるわけである。

斯くの如く、一般教育に於て科学史を採用する事は甚だ有意義であり、特に教員養成大学に於ては、一般社会人としての教養の他に教員として将来色々役立つという様な要素もっている事が分る。特に理科教師となるもの問題解決能力を増進する事は勿論であるが、之を履修する事によって理科単元学習の教育効果にも大いに寄与する処ありと期待されるものである。尚ジョージ・サートン氏は、科学史の課程は「入門」どころか全課程中のなるべく最後の方に廻さるべきである。色々の事物を謂はば夫々の枠の中で、組織的論理的な順序で研究した後、学生達は己れの知的所有物を歴史的な観点から見直すのである。それによって外見的には関係なく見える事物相互間に存在する自然的な而かも更に深い関係を徐々に抽出して来る事になる。それは学生が自分のすべての知識を一反の織物の中に織り込む助けとなり、そしてついに其れを彼等の記憶の中に安定する助けとなるとのべている。⁽⁶⁰⁾

5. 考 察

筆者は、以上で問題中心の方法、ケースヒストリイ法、科学史的方法についてのべて来たのであるが、理科教師となるためには何れの方法も必要であろうと思う。現在理科教師を養成するために於ては、大学に於て知識のつめこみ、其れから実験技能の習得に意が注がれ、免許法や教員養成制度改革案等についても、此の点が強調せられている。而し乍ら之等のものの基盤である科学的思考方法の訓練（而かも其れは色々な角度から行うべき）が大いに不足して居り、又かゝる事をする事

が全く没却されているのではあるまいか。

教員養成大学に於て理科教師を養成する場合にかゝる点を考慮せねばならないと思う。前述の如く日本教育大学協会や理科教育審議会答申案中にみらるゝが如く一般教育、教科教育法、教科専門科目の間に連関性を考慮する事が強調されている。勿論理科教師として必要な専門知識の面から之⁽⁶¹⁾を考える向きもあろうが、之迄の一般教育施行の精神からいえば、之は大いに反していると思う。それはかゝる専門的知識及技能の習得は教科専門科目に委ぬべきものであるという事になる。而して抑も一般教育は良識ある社会人として広い視野をもたせた上、色々研究並びに考察のしかたを体験させるというのであるが、むしろ此の点との連繋を考慮して前にのべた問題中心の方法、ケース・ヒストリー法、科学史的方法等の学習を経験さすべきであろうと思う。

特に Eric. M. Rogers 氏は、一般教育に於ける学習の転移という事について書いて居り、訓練をうける分野と其の成果を移そうとする分野との間に共通の基盤のある事をのべて居るが、此の点に於て一般教育自然科学の分野に於て前記各方法を体験される事は、後に理科専門科目をやり、又理科教材を取扱って授業を行う様になる理科教師となるべき学生にとっては、かゝる訓練された方法の転移は甚しく有効になるのではないかと思われる。之迄ともすれば、或種の教員養成大学に於ては一般教育もすべて単一科目の方法を採用し、教科専門科目の一般的包括的な概説と殆んど変りない様なものの講義のみを行っている向きが多い様であるが、筆者としては、教材をむしろ適当にえらび、一般教育に於ける前記各方法を履修させる事が必要ではなかろうかと思われる。教材内容は教員養成としてふさわしく、理科教育に役立つものをえらんでよいと思う。特に近時、理科教育法又は理科教材研究の講義中に於て、科学史の内容を入れている人を時々見受けるのであるが、大体理科教育法や理科教材研究は単位、時間共に甚しく不足している学科であって、之が中で科学史の講義を行うよりも、此の科目以外に一科目を設けて科学史の講義を履修せしめる事が望ましい。而して之を教科専門科目中に於て履修さすべき事を筆者も強調したのであるが、教員養成大学の現実として之は甚だしく困難である。せめて斯様な科目を一般教育中に於て履修せしめる事が、必要ではあるまいかと思われる。

6. 結 論

教員養成大学に於て、理科教師を養成するにあたり、其の一般教育科目中には、問題中心の方法や、ブロック・アンド・ガアップの方法を用いたものを行う必要がある。之は小、中、高校と単元学習が延長されて来て、大学一般教育でも其の延長になり、而かも其の基盤となる問題解決学習的段階、即ち科学研究方法論的段階に従って、之が発達を考える時は、理科教師となるものは、当然之が必要性をみとめなければならないと思う。勿論之は専門科目の演習、実験並びに卒業論文等に於ても之に引続き訓練されるものと思われる。次に科学史的方法も考慮せねばならぬと思う。其れは前にのべ様に、科学史的体系という事を理科教育中に入れて考える事が大切であるが、具体的に之を知り且他の体系と合わせて考える様な学習をするのは、此の一般教育の場合しかないからである。

次にケース・ヒストリー法も必要である。之により科学研究方法の戦略戦術を得るが、其れよりも、処々のまとまった一連の科学的知識を同時に知る事が出来る事であり、之は却って問題中心の方法に連絡して履修したらよいと思う。

以上の如く一般教育は、理科教師養成のためには、教科教育法(及教材研究)や教科専門科目と関連を持たせる事が必要であり、其の内容にも相当考慮が払われねばならないと、充分其れにもまして其の方法論的訓練を学生に体得せしめねばならない重要な面のある事を忘れてはならないと思う。

尚、一般教育も大学1、2年に止めず、3、4年でも受ける様にして履修させる様にして、前述

の各科目を随次順々と追って履修させる様にしたらよいと思われる。特にコース・ヒストリー法や科学更法は、高学年の学生に対して履修させた方がよい様に思われる。

尚本稿に於ては一般教育に於て教授させるべき、自然各科目の内容特に科学概論や科学基礎論其他の必要性について触れなかったけれども、之については稿を改めて論じたいと思っている。

7. 文 献

- (1) 著者, 日本物理教育学会誌 第4巻 1号 3頁.
- (2) 昭和32年6月24日, 理科教育審議会, 理科教育に従事する教員養成の改善についての答申案
- (3) 昭和33年5月, 日本教育大学協会, 教員養成制度検討案.
- (4) Tuiskón, Ziller, Vorlesungen über Allgemeine Pädagogik 1876 S. 238-239.
- (5) Johann Friedrich Herbart, Allgemeine Pädagogik aus dem Zweck der Erziehung abgeleitet, 1806. S. 66-71.
- (6) 倉沢剛著. 単元論.
- (7) John Dewey, How we think, D. C: Heath and Co. 1910. P. 72.
- (8) 玉虫文一著. 一般教育と科学教育, P. 68.
- (9) 大学基準協会編, 大学に於ける一般教育, 自然科学篇.
- (10) 著者, 高知大学教育学部研究報告 第4号
- (11) (6)に同じ.
- (12) 梅根悟著. 単元.
- (13) 小林衛, 数学教育講座, 第一巻, 中学校篇.
- (14) 著者. 数学活動 第2巻 5号及6号.
- (15) 著者, 数学教育, 第6巻4号.
- (16) 中等学校数学教育の反省と批判の座談会, 数学教育, 第5巻2号.
- (17) 塩野直道著. 数学教育論 149頁.
- (18) 那須常正, 日本物理教育学会誌 第2巻 第1号.
- (19) (10)に同じ.
- (20) (18)に同じ.
- (21) (18)に同じ.
- (22) 著者, 教育月報, 昭和31年5月.
- (23) 著者, 理科の教育, 昭和31年6月.
- (24) 中学校, 高等学校学習指導要領理科篇 10頁.
- (25) 討論会, 高校に基礎理科(必修)を置く必要があるか, 日本物理教育学会誌 第3巻 第2号 27頁.
- (26) 昭和26年度大学一般教育研究集会報告書, 22頁.
- (27) 渡部陽一. 日本物理教育学会誌 第2巻 第3号 2頁.
- (28) 正田大, 日本物理教育学会誌 第2巻 第3号 43頁.
- (29) (9)に同じ.
- (30) (1)に同じ.
- (31) (27)に同じ.
- (32) 著者, 理科の教育, 昭和29年8月.
- (33) 那須常正, 理科の教育, 昭和28年7月 46頁.
- (34) (32)に同じ.
- (35) (23)に同じ.
- (36) 著者, 理科の教育, 昭和32年1月.
- (37) 井尻正二著, 科学論.
- (38) Earl, J: McGrath; Science in General Education.
- (39) 菅井準一, 科学教育ニュース 30号.
- (40) ヲナント著, 常識より科学へ.
- (41) 著者, 教育月報, 昭和30年1月.
- (42) 田中貢, 科学史研究 第6号 37頁.
- (43) 大野三郎, 科学史と科学教育 208頁.
- (44) (14)に同じ.
- (45) 田中実, 科学史と科学教育 193頁.
- (46) 菅井準一, 教育科学, 昭和28年9月 9頁.
- (47) 著者及原田重遠, 理科の教育 昭和31年5月.
- (48) 森徳治氏著, 理科学習の心理.

- (49) テーラー著, 科学史.
- (50) 菅井準一著, 科学の成立と発展.
- (51) (33) に同じ.
- (52) (34) に同じ.
- (53) (29) に同じ.
- (54) 和歌山県教育委員会編, 理科指導計画の手引, 18頁.
- (55) (37) に同じ.
- (56) (14) に同じ.
- (57) (27) に同じ.
- (58) (8) に同じ.
- (59) Clement, L. Henshaw. Do students Find History interesting in physical Science Course?
American Journal of Physics. Vol. 18. 373. 1950.
- (60) ジョージ・サートン著, 科学史と新ヒューマニズム, 208頁.
- (61) (3) に同じ.
- (62) (38) に同じ.
- (63) 第6回教育指導者講習研究集録, 一般教育.
- (64) 著者, 理科の教育, 昭和32年4月

(昭和32年8月5日受理)

