

Ⅱ 総合教科的学習指導をめざしての一試み

——坂田昌一「科学の現代的性格」の指導を中心として——

米山 誠 徳井 輝雄

1. まえがき

教科別の指導は各専門の枠内で、多分に視野が狭く独善的になりやすい。各教科の領域にとじこもらず、他教科との間で相互に協力し合い、現代の生徒にとって特に有意義な問題を共通のテーマとし、統一性・系統性のある内容を教材化して指導にあたるならば、生徒にとっても教師にとっても、興味深く効果的な学習が展開されるはずである。しかし、このことは、教師間において、理論的にはよくわかり、話題にもなるが、いざ実践となると、現実的な諸条件に阻まれて容易なことではない。かつて、本校で生徒の論理的な思考力を養いたいという意図で、超教科の体制による「⁽¹⁾思考の科学」の指導が企てられたことがあった。結局実現できなかったが、そうした教科内容の統一性・系統性を志向する試みの実現は、今後、特に重要な意義をもつものといえよう。

さて、次の2・3章は、「科学の現代的性格」（坂田昌一）を中心に、私達、国語と数学の各担任が協力して行なった学習指導の実践記録である。正直に言うと、理論物理学を内容とする、この国語教材に辟易した米山から、その方面に関心の深い徳井に援助を求め、快諾を得たことにより、この指導は実現したものである。最初から確信をもち周到な計画を立てて実施したものではない。しかし、この試みに対して、生徒側からさまざまの有益な反応があり、私達にとっては貴重な学習指導の経験となった。未熟ながら、一応教科の壁を越えた指導の試みとして、今後、本格的な総合教科的指導を実現するための踏み台にしたいと思う。

〔注〕(1)「名大附属学校紀要 第12集」P.49
同 第13集」P.11

2. 現代国語における

「科学の現代的性格」の指導

以下は、米山が、本校の高2（3学級）で、「科学の現代的性格」（筑摩書房「現代国語2」）を教材として、1973年2月に行なった学習指導（徳井と私と連絡をとりつつ並行的に授業を進めた）の概略である。

(1) 指導目標

- ① 20世紀的原子観、科学研究規模の拡大化と研究体制の改革、科学者の社会的自覚の三つの点に焦点をおき、有機的構造的に全体を把握させる。
- ② 物質観、自然観、さらに世界観の変革の歴史に関心をもたせ、科学論、科学史などに関する読書を促す。
- ③ 教材の論理的で明晰な文章を通じて、説明のプロセス、論旨を的確に把握させ、自然科学的思考になれさせる。
- ④ 科学者の文章を文学者の文章との比較において、その特徴的な点を認識させ、自分の文章表現に応用させる。

(2) 指導上、留意した点

- ① 内容の専門的で難解な箇所、とくに原子物理学の専門用語にはそれほどこだわらず、文章全体を読みとおすことによって、主題と構成を把握させるようにした。（なお、物理学の専門的内容に関する解説や、生徒の質問への回答は、徳井が担当した。）
- ② 国語科でこうたし理科的内容の教材を扱うことの意味を考えさせた。現代国語では文学の文章だけでなく、社会科学・自然科学などの文章についても学習し、読解や表現の基礎的能力を身につけなくてはならないこと、とくに現代の生活において、論理的な文章の読解力、表現力が必要であることを強調した。

(3) 教材の性格と問題点

この教材の文章は、坂田氏が1956年にNHKラジオで放送した内容をもとにしたものである。高度な科学の問題が、一般市民によってもよく理解されうるように十分ねり上げられた説明文と考えてよい。

ところで、教科書の文章と原文⁽¹⁾とを比較してみると、4箇所にわたり数行ずつ、合わせて35行分が原文から省略されていることがわかった。検定制度のためであろうが、ことわりなしにこのような省略が行なわれると、内容的にも文章の論理的な読解の上にも支障があることはいうまでもない。

なお、同じ趣旨の坂田氏の論文は他にもあるので関連資料として活用することにした⁽²⁾。

(4) 指導過程の概略

（第1時）まず、導入として次のことを行なった。①

国語でこうした自然科学の文章を学習することについての説明(理由, 目標, 方法など)。②坂田昌一氏についての解説^③。③科学者の文章の読み方についての注意^④など。導入のあと, 前置きにあたる段落の読みと要旨の把握を行なわせ, また, 文章の明快な叙述の仕方にも注意させた。なお, 冒頭文の, 「科学もまた性格を変えつつあり「学問のメタモルフォーゼが行なわれている」という表現に注意させ, 「変えつつある」という変化の状況や, 「Metamorphose (transformation)」の語意について説明し, 考えさせた。「量から質への移行」にも言及し, 生徒に論議させるようにした。

(第2・3時) 科学の現代的性格の第一点, すなわち物質観・自然観の変貌と世界観の変革, 学問の方法論の改革についての段落の読解を進めた。とくに19世紀までの原子論の説明につづく「原子物理学の著しい発展が……単純な古典的原子観を完全にたたきめし, 自然界には, 分子—原子—原子核—素粒子といった, 質の異なる, しかも互いに関連がある, 非常に多くの階層が存在するという新しい原子観, 新しい物質観を打ち立てた」という部分の, 新しい原子観・新しい物質観を鮮明に印象づける表現の仕方に注目させ, また, 作者の強い主体性に支えられた, 迫力のある文体を感じとらせるようにした。さらに, 弁証法的自然観についての説明, 「自然界には小は素粒子・分子から大は太陽系・星雲にいたるまでさまざまな質的に異なった階層が存在し, ……………すべて絶えざる生成と消滅の中にあり, 互いに関連しかつ依存し合って, 一つの連絡した自然を作っていると見る……」という部分をくり返し読ませ, 20世紀的自然のどのような点が弁証法的なのかにつき説明し, 考えさせた。なお, エンゲルスに関する省略部分を補足し, 坂田氏の理論における「階層」の概念についての説明も試みた。この段落に全体として専門用語が多く, 難解で, 20世紀的自然観の確立の状況を大づかみにとらえることだけを主眼にした。

(第4時) 科学の現代的性格の第二点, 研究体制の改革の必要性, および第三点, 科学者の社会的自覚についての段落の読解を, 原文による省略部分の補足や他文章^⑤による補充などを行ないながら進めた。科学者と研究体制, 科学者と戦争, 科学者と公害など具体的な問題についての討議も行なわせた。最後に, 文章全体の構成方法を検討して終わった。また, たまたま, その頃, コペルニクス生誕500周年に関する記事が新聞^⑥に載ったので, それをも紹介して, 自然観・世界観の変革の歴史を考えさせる資料とした。

〔注〕(1)坂田昌一 「科学と平和の創造」(岩波書店) P.1~P.15

- (2)坂田昌一「科学に新しい風を」(新日本新書), 「原子物理学入門」(勁草書房)所収の諸論文
 (3)坂田昌一「科学者と社会」(岩波書店) P.422~P.435の「坂田昌一略年表」を利用した。
 (4)筑摩書房「国語通信No.113(特集・科学者の文章)」同No.85(特集・現代国語の思考とその論理)所収の論文・座談会記録が参考になった。
 (5)「科学と平和の創造」所収の「ジョリオ・キュリーの死」「ウィーン宣言」など。
 (6)「朝日新聞」(48.2.18, 48.2.19)など。

3. 「科学の現代的性格」をきっかけとした, 科学論・認識論の指導

以下は徳井の実践例である。

(1) 授業のきっかけ

以前から, 科学史, 科学の方法, 物質観, 世界観などについて, 機会をみつけて生徒に話をしていた。今回, 高校2年の現代国語の教科書(筑摩書房)に載っている, 坂田昌一の記事「科学の現代的性格」を取り上げるに際し, 手伝ってほしいとの要請をうけ, 集中的に, 科学論, 認識論, 物質観の話をした。この試みは, 最近教育界で話題になっている, 総合科目へのひそかなるアプローチをもねらったものである。

(2) 授業の目的

正しい自然観とはどんなものか, 正しい科学のあり方とはどんなものかを考えさせるキッカケにする。さらに, 物理で学んだこと, 数学で学んだこと, 倫社で学んだこと等を関連させることにより総合的に物事をみるようにしむける。現代国語における坂田昌一の記事に出てくる物質観, 科学用語, などについての理解を側面から援助する。

(3) 授業の実施方法

時間は2~3時間, 授業は筆者の担当である数学(微分積分)の時間に行なった。実施時期は1973年2月

(4) 授業の内容

1時間ずつまとまりのある話をするために, 講演のように題目をつけた。第1回, 「現代科学のすすむべき道」。第2回, 「人間の正しい認識はどこからくるか」。第3回, 「矛盾について」

(4)―1) 「現代科学のすすむべき道」の授業内容

①まえおき

このような科学論を学ぶことは良いことだ。避けてはいけない。国語での理解を助けるためにも話す。

②題名について

坂田昌一の文章は「現代科学のすすむべき道」を説いていると考える。残念ながら現代科学がすべて、これから述べるような性格を持っているわけではない、むしろ素粒子論の研究分野が例外的存在である。

③現代科学とは、一坂田昌一の考えを中心に

1. 真の平和、人民の利益に役立つものでなくてはならない。近代科学の結末は、アウシュビッツ、ヒロシマ、南京虐殺、ヴェトナム、公害である。
2. 方法的には、唯物弁証法にもとづかなければならない。ちなみに、唯物弁証法にもとづかなければ素粒子論の発展はなかった。

④唯物弁証法とは

唯物論…事物は人間の意識とは独立に存在する。
 弁証法…変化のうちに事物をとらえ、変化の原動力は、その内部の矛盾にあるとする考え方である。

これらの説明は、観念論や形而上学と関連させて行ない、弁証法については、いろいろ例をひいて説明する。

⑤唯物弁証法の応用例——自然科学関係を主に——

エンゲルス……原子は窮極の物質ではない。(自然弁証法)

レーニン……電子といえどもくみつくせない
 エンゲルスやレーニンがこのような論断を下せたのは、唯物弁証法の立場に立ったからである。すなわち事物を変化のうちにとらえ、変化の原因をその内部の矛盾にみるならば、原子や電子は内部矛盾をもつことになり、内部構造があるという見解に達する。すなわち、窮極の物質ではなくなる。また、湯川、坂田、武谷らによって展開された素粒子論の結果も、このことの正しさを示している。

⑥現代の物質観——その最高の考え——

坂田昌一のいう「自然界は小は素粒子から大は太陽系・星雲にいたるまで、質的に異なった階層が存在し、それぞれの階層には、そこに固有の法則が支配している。さらにその階層は、小は素粒子、大は星雲まですべて絶えざる生成と消滅の中にあり、互いに関連し依存しあって、一つの連絡した自然を作っている」という自然観は、彼の唯物弁証法にもとづいた、素粒子の研究から得た一つの結論である。

これは現在の自然観・物質観の最高のものである。

(4)一2)「人間の正しい認識はどこからくるか」の授業のあらまし

自然認識の歴史を通じて、人間の認識の過程を話すことに狙いがあった。国語の方には、武谷三男の

三段階論が述べられているのでその説明も兼ねた。

①はじめに

認識の問題は、哲学、心理学、工学、数学、医学など各分野で研究されている。ここでは自然認識の過程をみながら論じていく。

②猿が人間になるについての労働の役割

——エンゲルスの自然弁証法より——

労働が人間を作った。労働こそが認識の原動力である。

③自然認識の発展

ギリシャ時代のタレス……万物は水からできている
 ティコブラーエ……天体のくわしい観察
 コペルニクス……地動説
 ケプラー……ティコブラーエのデータをコペルニクスの立場で分析整理。
 ケプラーの法則の発見。
 ガリレオ……動力学をはじめ
 ニュートン……ケプラー(天体の動き)やガリレオ(地上の物体の動き)の結果を万有引力の概念でまとめた。方法としての微分積分の誕生。

エジプト・ギリシャ時代から中世にかけての宇宙観は、天動説のように現象をみたまま述べている。これが武谷や毛沢東のいう、認識の感性的段階である。それがティコブラーエ等の天体のくわしい観察という実践によってケプラー等の理性的段階に発展した。さらにニュートンによってそれがさらに高められた。しかしその後の実践によって、電子、陽子、中性子が確認され、これにはニュートン力学では認識できない現象がみられることがわかり、量子力学、ひいては素粒子論の展開となった。(ここで光の粒子性と波動性の問題にもふれる。)

④まとめ

人間の自然認識の歴史をみれば実践(労働とか実験)が認識を深めていったことがわかる。そして、それは段階的にすすむ。ニュートン力学は、天動説の段階よりは、すすんだ理性的段階といえるが、核力とは何かを解決しようとする素粒子論の立場からみれば、感性的段階である。

(5) 生徒の感想

以上みてきたような授業を1973年2月頃行ない、幾何の授業全般に対する感想と一緒に同年3月その反応を調査した。この感想を求めるための質問項目の一部は次の如くである。

- イ. 現代国語の坂田昌一の文章に関連して行なった一連の授業「現代科学のすすむべき道」「人間の正しい認識はどこからくるか」及び「矛盾について

て」の印象あるいは感想。

ロ 国語, 社会, 理科, 数学等で, 協同してあるテーマについて授業を行なうことについての感想。

5-1) 全般的傾向 (高2, 127名)

イに対して, 肯定的82人。理由……よかった。興味が湧いた。認識方法を知った。

ロに対して, 肯定的99人。理由……本来授業とはそういうものだ。否定的28人。理由……受験体制にそぐわない, 教育全体の改革がなければ。

5-2) 「科学論」「認識論」の授業 (イの質問) に対する生徒の反応の一部。

○これらの授業を受けることができたことは, 自分自身のこれからの人生を考えると, これほど有益であったものはない。唯物弁証法に興味を持たせたにすぎないが, 真の教育とはそういうものである。現在他の授業をみると, あまりにも受験という外圧にゆがめられていることに目をおおいたくなる。この授業のように真の教育をめざすことは, 実際問題としてむづかしいが, そこに生ずる支障をうち払って, 先生がこういうことをなされたことについて感謝している。(男)

○学校に長い間通って授業を受けてきて, こんなに楽しみにした授業はありません。今まで習ってきて, それぞれ教科ごとに頭の中にあつた別の知識が, 気持ちのいいくらい頭の中で, いろいろな道筋で, パッパッとつながり関連しあつてきて, いろいろな知識が, はじめて手をつないだみたいです。今まで何のためになんでこんな授業をうけるのかしらと, 頭に来つづ学校教育のことを考えていたのですが, すこしはおさまりました。受験がなくなったら, こういう授業をもっと増やせるのではないかしら。(女)

○現代科学がどうなろうと数学とは離別している二つのことであることは確かなことだから, そういう考えは, 科学を専門にする者がやるべきであつて, 高2で考えるべきことではない。(男)

○こんなこと一生懸命やつたところで大学に入れるのかなあという気持ちがどうしても出てしまい, あまり真剣に聞く気にはなれなかった。(男)

5-3) 各教科が共同してあるテーマについて授業を行うこと (ロの質問) に対する生徒の考え方

○これらは大変必要なことだと思う。バラバラに授業を行なつていった結果は, あるテーマはある学科としか考えられない人間になる。そういったことは, いま公害という形でみることができる。企業が利潤追求のために環境など考えずに山をきりひらき, 汚水をたれ流したりしたものが公害である。これは一つの方面からしか考えなかつた結果であり, いくつもの方面から考えればこんなことにならなかつたと思う。(男)

○僕としては, 全科ひっくるめて, 「一人前の人間になる科」でも作つて, その中で生きた学習をするべきだと思う。今の学習形態は, まったく魅力を感じない, なにしろすぐ成績にひびくから。その点では中国はえらいと思う。(男)

○受験用の勉強をするよりずっとよいと思います。高校が大学の予備校とかわからないなんてぞつとしちゃいます。のびのびした授業をするためにぜひ。(女)

○私達はテストテストで追いまわされてきたので, 少なくとも私の中には, 学校の勉強においては, テストのための勉強というイメージができてしまった。だからどうしてもそのような授業はひっかかるような気がする。視野は広がるだろう。(女)

○今の日本の高校教育の現状 (大学に入るために高校で学ぶ) においては, このような授業は全く意味がない。今の日本は何から何まで狂っているよ。(男)

(6) 生徒の感想, 意見を読んで

前に引用したのは, ほんの一部であるが, これをみただけでも, 大学入試が生徒への大きな負担になっていることがわかる。また一方で, いかにも, 真の学校, 真の勉強をに求めているか痛いほどよくわかる。

最近話題になっている総合教育とか, 総合科目をどう実践するのかという立場から, この試みを検討してみることは意義がある。そこで生徒の諸意見から浮かび上がってくる総合的な授業のイメージをみると①なるべく特別の時間をもうけてやる。週1~2時間がのぞましい。②テーマは具体的で, 公害, 物価など, 社会的に問題になっているものがのぞましい。③あまり講義調にならず, ディスカッション形式をとり入れる。④試験問題をむづかしくするタネにしない。⑤教師は相当努力してほしい。⑥この科目の目的は, 真の勉強とは, 真の学校とはを追求するものであつてほしい。

4. あとがき

総合的な科目の必要なことは, 色々な方面から強調されているが, さきの生徒の感想文を読むだけで十分であろう。また最近活発になってきた公害教育の実践の中からもいわれることである。

総合科目や総合教育の必要性は十分わかつたとして「果して実践可能か」と誰しも考え込んでしまう。教科の専門領域に閉じ込めりがちな一般的風潮の中にあつて, 教科の壁は厚い。

この実践はこのような現状に挑戦したものである。まず教科の壁を教師自身が乗り越えることが実践への第一の突破口である。この実践はたった二人の教師で行われ, 十分な事前の共同研究もなかつたが, とにかく数学や国語の時間に, 物理や社会に関連したことを意識的にとり上げようとしたのである。