

# 高校理科における環境学習の試みと自ら学ぶ力を育てる取り組みの研究

角屋 重樹 磯崎 哲夫 長澤 武  
 畦 浩二 柏原 林造 呉屋 博  
 白神 聖也 平賀 博之 丸本 浩  
 山下 雅文 山田 雅明

1998年度と1999年度に高校1年の総合理科の課題研究として環境学習を実施した。その実践例の報告、並びに1999年度に行った高校生の理科の授業に関する意識調査の結果の報告を行う。また、これらの取り組みを通して、自ら学ぶ力を育てる取り組みの在り方と、これからの環境教育の在り方について考察を行う。

## 1. はじめに

当校で現行カリキュラムの実施に当たり、生徒の自然認識、科学・技術の社会的意義、科学史・科学哲学研究からの科学論再考、基礎教育の保障と進路・適性に応じた教育の保障について検討した結果として総合理科を採用することを決定した<sup>1)</sup>。また、理科Iの反省に立ち、総合理科では全単元を一貫した柱に沿って単元の内容を選択して、科学を総合的に学習することができるように配慮した。以来、総合理科の実践に於いては、生徒の意識調査を続けながら、課題への取り組みを点検しつつ今日に至っている。ここでは、まず、これまでの当校における総合理科の取り組みを振り返ってその成果と課題についての考察を発表し、次に、これからの理科教育を考えていく上での新しい学力観に立った理科の授業の在り方について、特に、環境学習の在り方について授業の試みをもとに考察したことを発表する。

## 2. 当校の教育課程に関する生徒の意識調査について

当校では、現在高等学校1年生は総合理科を必修単元として履修している。生徒にとってよりよい教育課程を組みたいと考えて現行教育課程で総合理科を実施してきた。その取り組みについては、これまで当校の研究紀要に於いて発表してきたが<sup>2)</sup>、ここで改めてその成果と課題について考察し、次の教育課程に向けて

何をなすべきかを検討する機会としたい。総合理科実施の評価と課題については、折々実施してきた生徒の履修科目に対するアンケートの分析を一つのよりどころとして考察した。

### (1) 当校の理科教育課程

当校の1994年度からの教育課程では、生徒は1年次に必修で総合理科(4単位)を履修する。そして、2年次から物理IB、化学IB、生物IB、地学IBの4科目の中から2科目2単位合計4単位を選択履修する。3年次からは、物理(I B, II)、化学(I B, II)、生物(I B, II)、地学(I B, II)の中から、理科系の生徒は2領域4単位合計8単位、文科系の生徒は1領域4単位を選択履修することとなっている(表1参照)。

表1 当校の理科教育課程

学年	科目及び領域(単位数)	単位数
1	総合理科(4)	4
2	物理IB、化学IB、生物IB 地学IB(各2)より2科目選択	2×2
3	物理(I B・II)、化学(I B・II) 生物(I B・II)、地学(I B・II) (各2+2)より2領域または1 領域選択。ただし、2年次と同じ 科目でなければならない。	4×2 又は、 4×1

このカリキュラムの利点は、

- ①総合理科(4単位)を1年次で修得させることによって、卒業認定に必要な理科の2区分のうち1区分を1年次で修了できること。
- ②総合理科の中で4領域をそれぞれ学ぶことによって、2年次科からの科目選択・文理科系選択の参考になる

Shigeki Kadoya, Tetsuo Isozaki, Takeshi Nagasawa, Koji Une, Rinzo Kashihara, Hiroshi Goya, Masaya Shiraga, Hiroyuki Hiraga, Hiroshi Marumoto, Masafumi Yamashita, and Masaaki Yamada: A Study on the Environmental Education and the Impact on the Development of Learners' Autonomy at High School Level of Science

きること。

- ③全員が高等学校理科の4領域（物理・化学・生物・地学）について共通に学習できること。
  - ④課題研究を通して、科学に対する知的好奇心を総合的に育成できること。
- などが挙げられる。

(2) 総合理科の内容<sup>3)</sup>

当校で実践している総合理科を構成する大きな方針は次の5つである。

- ①「科学の成り立ち」の項目をもうけ、科学が学問として発達し体系づけられてきた歴史について学習する。
- ②「科学の方法と理論の実際」の項目では、それぞれの法則や理論が発見されるまでにいたった「科学史」を可能な限り盛り込み、科学に対する親近さの浸透

に努める。

- ③「エネルギー」を教授内容の中心軸にすえ、物理・化学・生物・地学4領域を相互に関連づけて総合的に学習する。
- ④「人間と科学」の項目では、科学技術や自然環境と人間の関わりを学習し、科学に対する広い視野がもてるようにする。
- ⑤4領域とも実験や観察のみならず、課題研究を重視し自然に対する科学的な思考力の育成を図る。当校の総合理科の内容を表2に示す。

(3) 当校の教育課程に関する生徒の意識調査

2000年12月に現行の教育課程を経験した当校の高校3年生162名に総合理科および科目選択について、アンケートを行った。その結果を表3に示す。

総合理科の履修が2年次からの高校理科の科目選択

表2 当校の総合理科の内容

第1編 科学の成り立ち
第2編 科学の方法と理論の実際
<A> 物質変化と生命活動
第1章 物質の成り立ち           : 物質のすがた, 物質をつくるもの, 物質の重さと個数
第2章 化学反応とエネルギー : 化学反応式, 化学反応とエネルギー
第3章 生命活動とエネルギー : 生物体内の化学反応と酵素, 呼吸における代謝とエネルギー代謝, 同化における代謝とエネルギー代謝
<B> 運動とエネルギー
第1章 運動とエネルギー       : 運動の表し方, 力と運動, 力学的エネルギー保存の法則, エネルギーの利用
第2章 地球とエネルギー       : 地震とその災害, 天文学の起こり, 大気圏の科学
第3編 人間と科学—科学の再考—
第1章 科学の本性
第2章 科学, 技術, 社会

表3 当校の教育課程理科に関する生徒の意識調査結果

問1	高校1年生で履修した総合理科は理解しやすかったですか, 理解しにくかったですか。 たいへん理解しやすい 7%   理解しやすい 22%   どちらでもない 35% たいへん理解しにくい 7%   理解しにくい 30%
問2	総合理科を履修して理科が好きになりましたか, 嫌いになりましたか。 たいへん好きになった 2%   好きになった 20%   変わらない 51% たいへん嫌いになった 6%   嫌いになった 18%
問3	総合理科を履修することが, 高校2年からの理科の科目選択の際に役に立ちましたか。 たいへん役にたった 22%   役にたった 31%   どちらでもない 16% 全く役にたたなかった 14%   役にたたなかった 12%
問4	高校3年間の理科の物理, 化学, 生物, 地学の4領域の履修について, 次のどれが望ましいと思いますか。 4領域 34%   3領域 15%   2領域 38%   1領域 9% 理科は履修しなくてもよい 2%
問5	高校の理科において必修科目を1つ設けるとすると次のどれがよいですか。 総合理科 28%   物理 8%   化学 39%   生物 13%   地学 8%
問6	高校での理科の科目選択の時期は次のいつが望ましいですか。 高校入学時 27%   高1終了時 60%   高2終了時 9%

に「たいへん役にたった」「役にたった」と答えた生徒は53%、「全く役にたたなかった」「役にたたなかった」と答えた生徒は26%であり、総合理科が高校理科の科目選択の際に大いに役だっていると考えられる。また、高校理科での必修科目についての調査では、総合理科または化学領域の科目を望んでいる割合が他と比べると高い。さらに、理科の科目選択の時期についての調査では、当校で現在行っている高校1年終了時が科目選択の適切な時期と考えている生徒が多く、高校入学時では判断するのに早すぎると考えられる。しかしながら、残りの2年間で必要な単位を履修する必要があり、総合理科を高校1年で必修とすることの課題もある。

#### (4) 生徒の意識調査についてのまとめ

アンケートの結果から、総合理科の実施によって自然科学における基礎教育と進路・適性に応じた教育がある程度実施できたのではないかと考えている。このことは、次の教育課程でも選択科目とは別に自然科学の基礎的な学習機会が必要であることを生徒もまた示してくれたものと受け止められる。さて、次の指導要領では自ら学ぶ力を育てることが柱になっており、従って、各科目各単元ごとに生徒の学習のあり方を検討することが最重要課題になってきた。取り組み方はもちろん単元内容によって異なるが、探求活動などを十分に活用して積極的に行うことが望まれる。しかしながら、学習内容の量的問題と授業時数の時間的制約の問題から取り組み得る探求活動の数やどこまで深められるかは限界がある。これらの現実的な制約の中で、①

#### (2) 資料（課題研究に先立って生徒へ配付した資料）

「大気環境問題についての討論」テーマ検討資料  
 提出された討論のテーマを次のように分類してみましたが、必ずしもこの分類にこだわる必用はありません。みんなで討論したいテーマを一つに絞り込んでください。  
 下記のテーマ記載に当たって重複をなるべく避けています。ご了承ください。

◎大気環境の問題かつ討論のテーマとして適切だと思われるもの

- 酸性雨防止・温暖化防止のために、自分たちの生活の中のエネルギーを減らすことに賛成か反対か
- CO<sub>2</sub>を出さないために火力発電所を減らし、原子力発電を増やしてよいか
- メタンガスの生成をやめるか否か（大気中のメタンガスはCO<sub>2</sub>の21倍の温室効果があるが、フロンから発生する塩素ラジカルと反応しオゾン層の破壊を食い止める作用がある）

§その他の意見

- 電気自動車に賛成か反対か
- クリーンヒーターに賛成か反対か
- ソーラーカーに賛成か反対か
- 燃えるゴミで発電すればよい
- 化石燃料の使用を続けるべきか縮小すべきか

問題を見いだす能力、②問題解決能力、③表現能力を伸ばし、自ら学ぶ力を育てることが具体的にどこまでできるかは各科目各単元ごとの取り組みの集大成として評価されるものである。今後は、教科の中で総合的な視野に立って取り組みを検討していくことが大切になってくると考えられる。

### 3. 総合理科における実践例

それでは、これからの新しい学力観に立った理科教育をどのように実践していけばよりよい理科教育になるであろうか。生徒が自ら学ぶ力を育てる機会・学習環境をつくる試みとして実施した環境学習の実践例をもとに考察を行った。考察の対象とした授業は、1998年度と1999年度に高校1年生の総合理科の課題研究として実施した環境学習である。自然科学の学習を生徒が主体的に自分の問題としてとらえ、自ら学ぶ姿勢を意欲的に身につけていくためのより効果的な方法と機会を考えていきたい。

#### (1) 1999年度の総合理科における「自ら学ぶ力を育てる」取り組みの実践例

1999年度に当校の高校1年生の総合理科の授業において大気環境の問題をテーマにしてディベートを試みた。取り組みに際して留意したことは次のような点である。

- ①ディベートのテーマを生徒たち自ら探す。
- ②ディベートの両者の立場について資料を用意する。  
 資料は科学的な根拠を明確にしながら用意する。  
 いづれの立場になるかはディベートの当日に無作為に決められる。

- 南極進出は賛成か反対か
- 文明の利器は本当に必用なのか？その影で壊れゆく環境
- 環境について、法律で厳しく取り締まるべきか
- 文明の発展と公害をなくすということのどちらを優先するか
- カップラーメンはなくすべきか
- 二酸化炭素の増加に対する対策
- 地球温暖化を防ぐためにこれ以上車の台数を減らしたり、車の質を改良したりするべきかどうか  
(改良するためにたくさんの費用を費やしてでも)
- どうすれば大気中の二酸化炭素濃度を減らせるのか
- 二酸化炭素の増加
- 木を切るべきか、やめるべきか。
- 森林破壊と温暖化
- 地球の自動車による大気汚染と自動車の生産
- 白神山地のディベイトをやってみたい
- フロンガスがオゾン層の破壊につながる(人間の作ったものが生物を破壊している)
- 発展途上国の車の排気ガス対策をするかしないか(昔、先進国もきたない排気ガスを出していた)
- 何をもって環境破壊とするか
- オゾンホールを減らすべきか止めるべきか
- CO<sub>2</sub>対策としてのエコカーの普及は可能か(どのように進めたらよいか)
- CO<sub>2</sub>削減のために工場を減らし、リストラを進めてよいか
- 二酸化炭素の増加による地球規模の温暖化
- 排ガス税をとるべきか否か

以上の討論テーマ候補の中からクラスで一つ選び、みんなで討論の準備を進めてください。

理科の学習係の人は、決定したテーマをクラス全員に連絡する。

決定したテーマを教師に連絡する。

#### 《討論に向けての準備》

##### 1. 討論資料の収集(次のような資料が考えられます。)

①理科の環境関連図書(「環境白書」ほか官公庁出版物など)：コンピュータ教室にあります。

注意：みんなが利用します。複写をするときのみ一時教室からの貸し出しを許可します。

(必ず貸し出し簿に記入し、速やかに返却してください。)

- ②学校や町の図書館などの書籍
- ③新聞・テレビなどの各種メディア
- ④インターネットなどのネットワーク情報
- ⑤町が住民のために発行している情報誌など

##### 2. 資料のまとめ

資料をまとめる際に、次の各事項に留意してください。

###### ①役割の明示(ロールプレイング)

討論のテーマに対して、様々な考え方や意見があるでしょう。すべてを述べることは困難です。そこで、自分が誰の代弁をしているか、何をしている企業でどんな仕事をしている人か、どんな組織で何を研究している人か、どこの役所でどんな公務に就いているか、あるいは具体的にどのような被害にあっている住民であるかなどをなるべく具体的に想定して、意見を用意してください。

②討論テーマに関する両方の意見について資料を作成しておく。科学的論拠を明確に。役割(ロール)を明確にする。

③レポートはフロッピーディスクにまとめておく。

用紙サイズはA4

フロッピーディスクは地学教室の教卓上に置いておきます。原則は使用後は常に返却。

④討論において提示できる資料は次の通りです。事前に連絡してください

資料プリント（前日までに提出された原稿は、クラス分の印刷をします。）  
ビデオ（VHS、S-VHS、8ミリビデオテープ、Hi8、DV、デジタル8）

注意：時間の都合上1～2分程度の映像にとどめてください。

音声（カセットテープで準備）

コンピュータ情報

コンピュータ情報（フロッピーディスクやCD-ROMで準備）を画面で提示できます。

注意：インターネット情報はダウンロードして準備してください。

模造紙（マジック等の貸し出しを致します。）

資料（書類や実物）の直接投影

カメラで写して、画面に直接投影できます。

#### 《討論》

1. 当日、二手に分かれて、自分で決めた人の立場を代弁する意見を闘わせませす。
2. はじめの10分間：自由討論  
次の10分間：各陣営での作戦会議  
最後の10分間：各陣営どうしの主張と議論
3. 討論に関するレポート：討論を通しての気づきや反省を書いて提出。

#### (3) 生徒のディベート資料の例

原子力発電所は安全か

4-A〇〇〇

現在主流の原子力発電の方法は、沸騰水を利用する沸騰水原子力発電（BWR）である。このBWRを改良したABWR（改良型沸騰水原子力発電）が近年完成し、活動を開始した。原発の安全性を論ずる上で格好の例となるので、これを取り上げて話を進めたいと思う。

ABWRの主な問題点に、①ABWRの新技术は、130万kW、150万kW級の超大型炉に安全性の実証試験もなしに導入している、②インペラー（ポンプの回転羽根）が、従来と異なり压力容器の中に入っており、故障が起きれば直接炉心に影響が及んでしまうし、さらに定検のロストパーツインペラーに当たって壊れると、軸がぶれポンプ自体の振動が大きくなってしまふ、③制御棒駆動に電動駆動が採用されているが、燃料破損に対する疲労破壊と応力発生問題は解決されていない、などのモノがある。

①に対して、原発側は「110万kW級も130万kW級も、根本的に大きな技術的差異は無いと考えている。また、日本は材料の製造技術、溶接技術など全体的な原子力発電所のような複雑なシステムを作る上で最も重要な位置を占める品質管理技術などにおいて、世界のトップクラスであり、不安要因に大きなものはないと思っている。確かに、130万kW級でいくつかの事故、故障は報告されているが、目立ったもの、深刻なものはない」と述べている。

また、②に対しては「ポンプの下に振動計がついており、ある程度振動が大きくなると止まることになっている。また、インペラーは鉄製で、1cm～1.5cmの厚みがあり、ポンプの中で加えられる力で壊れるとは思えない」といった見解を示した。

③では「電動駆動を採用したのは、マイルドな運転、すなわち炉心の経済性が高い運転をすることや、グループ操作による起動時間の短縮、定期検査期間の短縮等を図るためである。標準パターンの出力調整運転については、国でも検討が行われており燃料棒の疲労等の問題は、これと言っていないというテスト結果が出ている」と言った。

上記のことなどから原発肯定側、原発否定側について意見をまとめると

原子力肯定の立場から

多少の危険は伴うが、環境問題などを考慮に入れると原子力発電は選択すべきであると言える。事故が起こる確率もきわめて低く、また万一事故が起こった際も万全に対応できる姿勢でいるので不安要素は無い。

原子力否定の立場から

原子力発電によって発生する放射性物質は、生態系全体に影響を及ぼし、年月が経っても消えない。原子力肯定派の意見はどれも希望的観測によるもので、その安全性については多くの疑問がもたれる。事故が起こる確率は決してゼロではない事に注意したい。

#### (4) 生徒の探究活動における教師の支援の視点

この取り組みにおいて、次のような点に留意した。

##### ① 生徒の状況把握

###### a：環境問題に関して

- ・知識はどの程度か。
- ・知識についての理解はどの程度か。
- ・興味を持つようになったきっかけは何か。
- ・これまで何か取り組んだことはあるか。
- ・日常生活の中で、環境問題を意識していることはあるか。
- ・日常生活の中で、環境問題を意識して取り組んでいることはあるか。
- ・何がわからないのか。
- ・知りたいことは何か。
- ・興味を示さない生徒にとって、その原因は何か。
- ・興味が持てるようになる要素は何か。
- ・生徒把握の方法

###### b：探究活動に関して

- ・テーマ探し（検討の場，方法）
- ・情報収集
- ・問題点（つまずき）の検討  
問題点：着目した環境問題の論点  
：探究活動の取り組み方の問題点  
：探究する者の意識，姿勢の問題点

- ・まとめ方
- ・発表の方法

##### ② 生徒の探究活動の支援

- ・きっかけとなる資料をどの程度用意するか。
- ・書籍，新聞，テレビなどの活用
- ・ネットワークの活用
- ・何をどこまで支援するとよいか。
- ・結論をどこまでもとめるか。
- ・みんなで確認し合うことは何か。
- ・どこから何をオープンエンドにするか。（終わり方をどうする）

探究活動の時間は5～6時間であったので、これらの点について、すべての班・生徒に十分な支援はできなかったが、それぞれが特に課題となっている事項についてのアドバイスを与えることで、生徒達の探究姿勢はかなり積極的になることがわかった。また、互いの班の課題を自分の課題としてとらえさせることで、さらに活発な活動が行えるようになった。

##### (5) ディベートの取り組みを振り返って

次の4つの点を気づきとしてあげるが、②や③について学習効果を高める工夫をすることにより、さらに

生徒達の取り組みが深められると思われる。

- ①テーマを自分たちで探し選ぶことについては、生徒達は意欲的に取り組み、盛り上がりもあり、生徒達の主体性を発揮させることが十分にできたと考えられる。
- ②資料の準備，ディベートに際して、どうしてもロールプレイを十分にできない。
- ③科学的な議論になりにくい。
- ④教科における総合的な学習に近い取り組みとしてとらえることができる。

討論資料を準備する時間が、不十分であったにもかかわらず、討論そのものは、互いのグループが結束して活発な議論を展開することができた。ただ、議論の深まりが準備した資料以上にはなかなか発展せず、議論の堂々巡りに陥った。討論を終えて、生徒達の中には、今回の取り組みに興味を抱いた生徒も多く、次の機会を期待する声も出たことから、生徒の学習意欲を高めることがいくらかできたのではないかと考えられる。反面、議論を苦手とし、最後まで積極的に参加することができなかった生徒もいた。班活動などを活かした取り組みの工夫と配慮がまだまだ必要である。

#### 4. まとめ

今回の実践例は、新指導要領における総合的な学習で環境問題を取り扱うのとは違って、理科という教科の中で、教科の学習活動を中心にした取り組みが、今回の実践における大前提であった。その意味においては、時間的な制約が大きく、決して生徒達の活動が十分に確保できなかったにもかかわらず、生徒達の活発な学習活動が見られた。このことは、探究活動の前に取り組んだ単元学習内容が昨今の生徒達にとって興味関心の高い環境問題と強く結びついたこともプラス要因となったと考えられる。さらに、討論の準備と討論をグループで行う取り組みが、ある程度生徒集団の学習意欲を高めたものと考えられる。しかし、もっと討論が深まるには、生徒一人ひとりの基本的な総合的な能力の高まりが必要となることは明らかである。そのため、このような取り組みと教科の学習が相互に十分に関わり合うような展開が必要となってくるであろう。

今回の取り組みをとおして、新指導要領における総合的な学習への課題が改めて確認できたといえる。当然のことではあるが、総合的な学習活動の根底には、やはり各教科の基礎的な学習があり、教科の学習活動と連携を深めることが大切なことである。

参考文献

- 1) 本校における新教育課程「総合理科」の構想：広島大学附属福山中・高等学校中等教育研究紀要第34巻 P.53-60
- 2) 総合理科の実践的研究：広島大学附属福山中・高等学校中等教育研究紀要第35巻 P.81-87
- 3) 生徒の知的好奇心や探求心を高める総合理科の実践：広島大学附属福山中・高等学校中等教育研究紀要第38巻 P.61-70