

新科目「理科総合の課題研究について」(その3)

理 科 倉 庸 康

平成15年度から、高校生は、理科基礎、理科総合A、理科総合Bの少なくとも1科目を履修しなければならない。その中で「課題研究的なもの」を実施することになっている。本校では、過去2年半、この課題研究的なものを実践してみた。その結果、現行の物理Ⅱなどの課題研究に比べて、実施しやすいものであることが分かった。さらに、「生きる力」を育てるのにも役立つようであり、また、総合学習の時間に、総合学習の一貫として実施するのも悪くないものであることが分かった。過去2年間の研究報告の続報として、その後の実施方法と評価方法の詳細と改善点等について報告する。

キーワード：理科教育，課題研究，総合学習

1. はじめに

平成15年度から実施される新教育課程では、高校生は、理科基礎、理科総合A、理科総合Bの少なくとも1科目を履修しなければならなくなった。その中で「課題研究的なもの」を実施することになった。本校では、過去2年半、この課題研究的なものを実践し、その実践結果を発表してきた。その結果、現行の物理Ⅱなどの課題研究に比べて、実施しやすいものであることが分かった。さらに、「生きる力」を育てるのにも役立つようであり、また、総合学習の時間を担当することになった場合、その時間に実施するのも悪くないものであることが分かった。

本年は、昨年までの実施方法・評価の仕方を改良して実施したので、それについて報告する。

2. 指導要領解説にみる理科総合Aの課題研究

指導要領によれば、「科学技術の成果と今後の課題について考察させ、科学技術と人間生活とのかかわりについて探究させる」とあり、内容の取り扱いとして、「生徒の興味・関心等に応じて、物質や資源の利用、エネルギーの変換や利用など科学技術に関する身近な課題を取り上げ、科学技術と人間生活とのかかわりなどを平易に扱うこと」となっている。

さらに指導要領解説によれば、「著しい発展を遂げつつある科学技術について、物質や資源の利用及びエネルギーの変換や利用などの中から適切な課題を選んで、これらの対象の中にどのように多くの基本的な自然の見方や考え方、実験の進め方などが組み込まれて成果を上げているか、あるいは課題を抱えているかについて、検討する姿勢を養うことがねらいである。したがって、特定の解答が用意される学習ではなく、生徒の自由な学習を促すことが大切である。学習に当たっては、観察、実験、製作、調査、見学など体験的な活動を取り入れるようにし、結果を報告書にまとめたり、発表を行わせたりする。」とある。すなわち、必ずしも実験を実施しなくてもよいということである。その結果、実験を行わないとすれば、理科教育としては大いに問題があるが、とにかく、調査を中心に実施することにすれば、物理Ⅱの課題研究に比べると、はるかに実施しやすいものであることが分かった。また、生徒に自主的に活動させるという点では、単なる講義に比べて、生徒の考える力、生きる力を育てるのに大変有意義であると感じた。

また、指導要領解説には、課題例として、以下の項目が上げられている。

- (1) 燃焼，精錬，資源リサイクルなどの化学反応とエネルギーの関係
- (2) 触媒，半導体，超伝導，合成樹脂などに用いられる物質とそのはたらき
- (3) 身の回りの電気機器に用いられている物質とその働き
- (4) 自然界の物質循環の例と資源の再利用
- (5) 原子力発電の現状と放射性廃棄物の管理
- (6) エネルギー源としての石油，石炭，天然ガス，原子力，太陽エネルギー，風力，地熱の比較
- (7) 天然の放射性物質と放射線の利用
- (8) 温室効果
- (9) 燃料電池，太陽電池，バイオマスなどでのエネルギーの変換
- (10) 省エネルギー，コージェネレーションなどエネルギーの有効利用
- (11) X線，MRI，レーザー，超音波，人工臓器など医療機器における技術
- (12) レーザー，テレビ，インターネットなど電子，通信，情報技術，
- (13) 微生物を用いる医薬品や食品の生産
- (14) 人工衛星打ち上げや無重力状態など宇宙開発の技術

3. 「課題研究的なもの」の実施方法

1年生の「物理ⅠA」の時間を利用して試行した。あらかじめ，課題研究実施要領を書いたプリントを配布して，1時間，説明した。

レポートの分量は，A4用紙で2枚～10枚程度と指示した。

また，学校にコンピュータが整備されたので，レポートはA4用紙にワープロソフトを用いて印刷して提出することとした。ワープロ打ちは大変なようであるが，将来必要になると言う，大変ではあるが，あまり不平を言わず，がんばるようである。

(1) レポート未提出者への対策

近年，本校でも，レポートの提出が遅れる生徒や未提出の生徒が増えてきた。そこで，レポートの評価点を参考に1学期の成績を付けること，レポートの締め切り日より1日遅れるごとに，評価点を5%ずつ減点することを宣言した。昨年は，10%ずつ減点することにしたが，少し大きすぎるように感じたので，本年は5%ずつにした。5%くらいでちょうど良いように感じた。

また，1日遅れるごとに5%ずつ減点することを，課題研究実施要領を書いたプリントにも記述しておいた。不利になることは，最初に言うことで生徒も納得するようである。

本年は，遅れて提出した者が122名中，6名，結局，提出しなかった者が1名であった。

(2) 研究時期・研究期間

提出が20日間以上遅れた生徒は，0点になることになる。そこで，締め切り日から学期末の成績提出日までに20日間余の日数を置くことにして，レポートの締め切り日を6月18日朝とした。

研究期間であるが，昨年は，レポート締め切りまでの期間を約1カ月としたが，短すぎたようなので，本年は，1カ月半くらいの日数をとることにして，5月初めに，後述の課題研究の実施要領を書いたプリントを配布して説明した。生徒には，授業時間以外の時間で研究させた。このような場合の期間としては，1カ月半以上あったほうが良いように感じた。

(3) 評価についての指示

最初に後述の評価表も配布し，どのような観点で評価するかを最初に提示した。そのほうが，生徒がどのようなことに注意してレポートを書けばよいか分かり，生徒もやりやすいようである。

近年は，完全癖の強い生徒が多くなったので，評価項目の説明に当たって，「全ての評価項目で満点をとれそうなレポートはあり得ない」と言っておいた。そう言わないと，テーマ選びの段階で，先に進

めない生徒が大量に出そうな雰囲気である。

また、評価は、生徒同士の相互評価であること、すなわち、別のクラスの生徒約5名に評価点をつけてもらい、その中の最高点と最低点を除いて平均点を出し、それを評価点とすることを最初に宣言した。こういうことも、最初に宣言しておくこと、生徒の抵抗はほとんどなくなるようである。

相互評価するに当たって、昨年は、「レポートの作成者の名前が分かると主観が入るので、作成者が誰か分からないようにして評価点をつけるようにしてほしい」という意見があった。そこで、本年は、レポートには名前を書かないこととし、その代わりに、本人が任意に考えた暗証番号を書いてもらうことにした。なお、「暗証番号は、誕生日や電話番号などにしないこと」という注意を与えておいた。

さらに、本人の組・番号・氏名、レポートの表題、暗証番号を記載する欄を作った別紙を配布し、その用紙をレポート提出時に、いっしょに提出してもらった。成績の集計などには、その表題と暗証番号から生徒名を特定することとした。レポートに、直接、名前等を書いてもらう場合よりも、成績集計時に、ほんの少しだけ手数が増えることになったが、気になるほど面倒にはならなかった。

(3) 課題研究実施要領のプリント

課題研究実施要領のプリントには、以下のような内容を記載し、1時間で内容を説明した。

(ア) 学習指導要領解説に記載されている課題例

テーマの選定で苦勞する生徒がいるので、テーマ例を提示した。

(イ) レポートの書き方・体裁

はじめに、本文、終わりに、参考文献等の記載の仕方について。インターネットのホームページを参照した場合は、参照した日時・URL・作成者を記述すること、ホームページの作成者が不明なものは、特に信用できないものが多いという注意を与えた。

(ウ) 評価の方法

レポートは無記名とし、他のクラスの生徒数名に評価してもらうこと。その評価点を記入した評価表は、マル秘で、先生に直接提出してもらうこと。最高点と最低点をカットして平均した点数をもとに1学期の成績とすること。

(エ) 締め切り日

約1カ月半後に設定した。なお、締め切り日が過ぎた場合は、1日遅れるごとに、評価点を5%ずつ減点すること。

(オ) 発表

各クラスの優秀レポートは、クラスで発表してもらう予定であること。

なお、後日、クラスの優秀レポートを50分で4冊、発表させた。

(4) テーマを考えるために参考になる話

一昨年の実施後の感想の中に、「テーマを決めるのが大変であった」という意見が多数あったので、テーマ決定のためのお話を書いたプリントを4枚配布し、約3時間をかけて、その内容を解説した。

そのプリントの内容は、本校の2000年発行の研究紀要に掲載したので参照されたい。

お話は、学習指導要領解説のテーマ例を参考にし、それをプリント4枚で解説したものである。

その項目・概要のみを以下に記載した。

(ア) エネルギーと人間生活

(イ) 医薬品・医療技術・医療機器の進歩

(ウ) 化学物質・農薬等の合成と人間生活

(エ) 電気機器の発明と人間生活

(オ) 電子・通信・情報技術と人間生活

(カ) 人工衛星と宇宙開発

(5) その他の注意点

昨年は、レポート締め切り日直前になると、コンピュータルームに生徒が殺到し、コンピュータやプリンターが満員になったので、本年は、あらかじめ、「締め切り直前は、混み合って使えるかどうか分か

らない」と警告しておいた。その結果、本年は、それほど混乱はしなかったようである。

4. 評価の方法

課題研究を実施した場合、生徒数が多くなると、評価に時間がかかり、先生の負担も大きくなる。そこで、誰のレポートか分からないようにして、他の生徒に評価点をつけてもらう相互評価とした。

また、相互評価であることと、評価の観点は、最初に提示することとした。なにごとも、最初に言うておくことで、不平不満はほとんどなくなるようである。

(1) 相互評価について

先生が、学期末の成績提出日までに、122冊ものレポートを読んで評価するのは大変である。そこで、他のクラスの生徒に評価点を付けてもらう相互評価とした。昨年は、相互評価をすることに否定的な意見の感想を述べた生徒が48%であった。その中で、「レポートの作成者の名前が分かると主観が入るので良くない」という感想を書いた生徒半分くらいいた。そこで、本年は、レポートには名前の代わりに4桁の暗証番号を記載することにした。その結果、相互評価をすることに肯定的な意見の者が41%となり、否定的な感想を書いた者は、19%に減少した。また、否定的な理由も、単に、主観的に評価が付けられるからというものであった。この点は、最高点と最低点をカットして、残りの点数を平均するというのを強調すると、もっと減少するように思う。

(2) 評価項目

過去2年間、実施した後の生徒の意見・感想を参考にして、本年は、以下のような10項目について、生徒に評価点を付けさせた。各項目ごとに、昨年までは1点から5点の点数を付けてもらったが、本年は、0点から5点で付けてもらった。項目によっては、0点のものもあり得ると感じたからである。その分、生徒は、点数を付けやすくなったのではない

かと思われる。

なお、生徒一人一人は、50点満点である。

以下、評価項目と、その項目は無くても良いと答えた生徒の割合である。その割合を見ると、このような評価項目で評価することに大半の生徒が納得している。

- (ア) 意欲が感じられるか→8%
- (イ) 内容が分かりやすかったか→3%
- (ウ) 内容が興味深いものであったか→16%
- (エ) 図やグラフを用いるなど、レイアウトに表現や工夫がみられたか→6%
- (オ) 本人の意見・主張が入っていると感じられるか→2%
- (カ) 内容が科学的で、信用できると感じられるか→16%
- (キ) 科学・技術の利点・欠点が科学的に客観的・公平に述べられているか→9%
- (ク) 引用文献や資料などがたくさん載っているか→19%
- (ケ) 『はじめに』、『本文』、『おわりに』、『参考資料』が、それぞれ適切に記載されているか→11%
- (コ) 科学技術と人間とのかかわりが述べられているか→9%

(3) 生徒の希望する評価項目

後日、「評価項目として、ほかにあったら良いと思われる項目があれば、書いて下さい」という調査を行った。それに対して、希望の項目を書いた生徒は21%であった。これらの調査をもとに、次回は、評価項目の入れ替えをしてみたい。

以下に、生徒の希望した評価項目を記載する。

- ・「せこい」と感じたら減点する
- ・自分の言葉で書かれているか(2名)
- ・読みやすいか(5名)
- ・生活に生かせるか
- ・課題を早く出したら加点する
- ・要点がまとまっているか(2名)

- ・見やすいか
- ・努力が感じられるか
- ・全体のバランス
- ・感想（ひとこと）コーナーをつくる
- ・枚数が適当であるか
- ・2～3行、コメントを書きたい
- ・広く深く調べてあるか
- ・時間をかけた研究とみなせるか
- ・その内容を理解した上で書いているか
- ・作品の何が良くて何が悪いかを書く
- ・個性
- ・着眼点の良さ

(4) 相互評価の実施

誰のレポートか分からないようにして、別紙のような評価表の各欄に5点満点で点数を記入させ、各生徒の点数（50点満点）を集計させ、さらに、評価点を付けた5人の生徒の評価点の合計と平均点を記入させた。

それを表計算ソフトを使って集計した。各個人に付けられた評価点を目で見ても、手で、最高点と最低点を削除し、残りの点数の平均を、その生徒の評価点とした。

評価が厳しすぎたり甘すぎたりすることを防止するため、5人の評価点の平均が、なるべく、6割～8割の範囲になるように指示した。もちろん、ある1人の生徒の点数は、6割よりも小さくてもよいし、8割よりも大きくてもよい。この程度の幅があると、生徒が自然に付けても、5人の平均点はこの範囲に、ほぼ、おさまるようである。

(5) 評価点

この結果、全生徒を調べると、100点満点に換算すると、最高点の点数は94点、最低点の点数は30点となった。しかし、各生徒に付けられた評価点の中で、最高点と最低点をカットして、残りの点数を平均したものを、各生徒の評価点としたので、結局、各生徒の評価点の最高点は86点、最低点は34点、全

生徒の平均点は66.0点となった。

なお、提出期日に遅れた生徒は、最初の時間に話した通り、出された評価点を1日につき、5%ずつ減点した。さらに、全員の生徒に10点を加算し、1学期の成績とした。レポート未提出者（1名）は、全員への加算分の10点を1学期の成績とした。

また、最高点と最低点をカットしなかったときとカットしたときの各生徒の点数の差は、大半の生徒は、100点満点で2点前後の差に収まった。しかし、3点の差が出た生徒が5人、4点の差が出た生徒が4人、6点の差が出た生徒が1人であった。

主観的が入りやすい評価にしては点差が少なく、ほぼ、妥当な評価が行われたとみるべきであろう。

以下に、最高点と最低点をカットしたときの各生徒の得点分布を記載した。（提出遅れの減点をする前の点数である。）

30点台、2名

40点台、2名

50点台、23名

60点台、41名

70点台、48名

80点台、6名

評価点の高い生徒と低い生徒のレポートを見たが、妥当な評価であったように感じた。

(6) 相互評価をするための時間

50分の授業時間を使い、50分で別のクラスの生徒（匿名）の書いた5冊のレポートを読み、評価点を付けさせた。

後日、評価点を付けるのが50分間の場合、何冊くらいが適当かを調査してみた。その結果は以下の通りである。この結果より、3冊～5冊の希望者が多いので、次回は50分で4冊の評価をしてもらいたい。

1冊→1%、2冊→6%、3冊→31%、4冊→21%、
5冊→53%、6冊→7%、7冊→11%、8冊→3%、
10冊以上→3%

物理課題研究評価表

年 月 日 組 番 氏名

(注) マル秘で先生に直接提出すること。各欄に、0点～5点を付けること。なるべく、評価した5人の生徒の平均が30点～40点になるように、点数をつけて下さい。

評価点をつけたレポートの表題	暗証番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	各生徒の合計点↓	5人の生徒の合計点の総計
		意欲が感じられるか	内容が分かり易かったか	読んでみて勉強になったか	図やグラフを用いるなど、みられたか	本人の意見・主張が入っていると感じられるか	内容が科学的で、信用できると感じられるか	科学的に客観的・公平に述べられているか	引用文献や資料などがたくさん載っているか	『はじめに』『本文』『おわりに』『参考文献など』が適切に記載されているか	科学技術と人間とのかわりが述べられているか		
1													
2													
3													
4													
5													
													5人の平均点↓

5. 生徒の感想

課題研究をやってみて良かったかどうかという問には、授業時間外に研究させたにもかかわらず、「大変良かった」と「まあまあ良かった」という肯定的な解答の生徒の合計は87%、「あまり良くなかった」と「全く良くなかった」という否定的な解答をした生徒の合計は3%であった。

最近の生徒は、このような活動を好む傾向があるように思う。

また、「良かった理由・悪かった理由があれば書いて下さい。」という問に対して、ほぼ、全員の生徒が何か書いてあった。

「大変だったこと、苦労したことがあったら書いて下さい」という質問にも、大半の生徒が解答をしていた。さらに、この課題研究に使った時間も答えてもらった。

(1) 良かった理由

この研究をして、良かった理由としては以下のような解答があった。(複数回答有り)

- ・知りたいことがこの機会に調べられた。(14名)
- ・調べることでよく分かった。(22名)
- ・この機会に知らなかったことが分かった。(22名)
- ・調べることで興味が湧いた。(8名)
- ・難しいことを分かりやすく説明する勉強になった。
- ・勉強になった。(6名)
- ・調べることがおもしろかった。(5名)
- ・テーマ選び・まとめの勉強になった。(2名)
- ・調べるといふことの勉強になった。(3名)
- ・パソコンの勉強になった。(9名)
- ・論文を書く練習になった。(3名)
- ・このようなことを体験できて良かった。(2名)
- ・よくあるテーマだったので資料が得やすかった。
- ・資料がたくさんあったので良かった。(2名)
- ・プリンターを買ってもらえた。

- ・現代社会の授業で役に立った。
- ・保健の授業で役に立った。
- ・他の教科で役に立った。
- ・自分の意見を持てた。
- ・まじめに取り組むことができた。
- ・生徒の探究心を促すのでよい。

(2) 悪かった理由

また、この研究をして悪かった理由としては以下のようなものがあった。(複数回答有り)

- ・大変だった。
- ・ワープロ打ちが大変であった。
- ・難しかった。
- ・時間が足りなかった。(3名)
- ・もっと時間をかけるべきであった。(2名)
- ・資料の丸写しで終わる場合がある。(3名)
- ・自分の意見をあまり書けなかった。
- ・調べ足りなかった。(5名)
- ・うまくまとめられなかった。(5名)
- ・ホームページを丸写ししただけのレポートのほ
うが、評価点が高かった。
- ・パソコンで視力が低下した。
- ・本に頼りすぎた。

(3) 大変だったこと、苦労したこと

さらに、「大変だったこと、苦労したことがあれば書いて下さい。」という問に対する解答は以下の通りである。

- ・まとめること。(12名)
- ・まとめ方が分からなかったこと。
- ・内容を絞ること。
- ・どの情報が信用できそうかの判断。(2名)
- ・コンピュータの操作。(41名)
- ・必要な資料・情報を集めること。(22名)
- ・資料が多すぎたこと。(6名)
- ・資料に目を通すこと。(2名)
- ・調べた内容の理解。(10名)
- ・自分の言葉で書くこと。

- ・自分の意見を入れること。(5名)
- ・人間との関わりを調べること。
- ・テーマ探し。(4名)
- ・分かりやすく書くこと。(6名)
- ・インターネットの電話代がかかったこと。
- ・思うようにインターネットが使えなかった。
- ・文章を書くこと。(2名)
- ・文章を考えること。
- ・睡眠時間が少なくなったこと。

(4) 課題研究に使った時間

この課題研究では、授業時間外に、学校や自宅で研究させた。そこで、生徒の負担を知るため、課題研究に使った時間をおおよそ答えさせた。

要した時間には、幅があり、平均は13.9時間であった。20時間を越える生徒には負担過重ではなかったかと思われる。その解答は以下の通りである。

1時間→1名, 2時間→1名, 3時間→2名,
 4時間→4名, 5時間→12名, 6時間→6名,
 8時間→14名, 9時間→3名, 10時間→19名,
 11時間→1名, 12時間→8名, 14時間→3名,
 15時間→8名, 16時間→1名, 20時間→15名,
 24時間→1名, 28時間→1名, 30時間→2名,
 36時間→1名, 40時間→1名, 48時間→2名,
 50時間→2名, 100時間→1名, 無回答→13名,

6. 生徒が研究したテーマ

本年、生徒が研究したテーマは以下の通りである。
 なお、テーマは勝手に分類した。

(1) エネルギー関係

- ・エネルギーについて(6名)
- ・エネルギー問題について
- ・クリーンエネルギーについて
- ・新エネルギーについて(2名)
- ・コジェネレーションについて
- ・21世紀のエネルギー
- ・石油と新エネルギーについて

- ・太陽エネルギーについて
- ・原子力について(7名)
- ・原子力発電について(8名)
- ・原子力発電の現状
- ・原子力発電と放射性廃棄物の処理(3名)
- ・核融合について
- ・核融合発電について(2名)
- ・発電について
- ・バイオマスについて
- ・廃棄物発電について
- ・発電方法のメリット・デメリット
- ・燃料電池について(2名)
- ・電池について
- ・放射線について(2名)
- ・放射線の人体への影響について
- ・放射性物質と放射線について
- ・天然の放射性物質とその利用について(2名)

(2) 医療技術関係

- ・医療技術について(2名)
- ・医療機器について
- ・MRI・CTについて
- ・人工臓器について(2名)
- ・人工心臓について
- ・抗生物質について(2名)
- ・放射線医学
- ・宇宙医学について
- ・漢方医薬と西洋医薬

(3) 物質関係

- ・新素材について
- ・アモルファスについて
- ・プラスチックについて
- ・超伝導について
- ・超伝導とリニアモーターカー

(4) 微生物と遺伝子関係

- ・微生物について
- ・細菌について

- ・遺伝子から医療を考える
 - ・遺伝子技術について
 - ・クローンを考える
 - ・遺伝子組み換えについて（2名）
 - ・遺伝子組み換え食品について（3名）
 - ・微生物を利用した食品・医薬品（2名）
- (5) 電子・通信・情報関係
- ・レーザーについて（3名）
 - ・MDについて
 - ・情報化社会における技術
- (6) 人工衛星・宇宙開発関係
- ・宇宙開発について（12名）
 - ・無重力について
 - ・宇宙ステーション計画
- (7) 環境問題について
- ・温室効果について（2名）
 - ・地球温暖化について（5名）
 - ・オゾン層と人間
 - ・砂漠の緑化について
 - ・ダイオキシンについて
 - ・プラスチックとリサイクル
 - ・電磁波が脳に及ぼす影響について
 - ・電磁波の危険さとその対策
- (8) その他
- ・ナノテクノロジーについて
 - ・量子力学

7. おわりに

最近の生徒は、小学校や中学校で、「調べ学習」をしてきた生徒が多いためか、このような課題研究には意欲的な生徒が多くなってきたように感じる。

また、自宅にワープロやコンピュータがあるという生徒が年々増加した。本年、アンケートをとったところ、パソコンがある家庭は93%になった。逆に、ワープロもパソコンもない家庭は5%しかない。また、自宅でインターネットが見られる生徒が88%も

いる。本校生徒の家庭は、比較的めぐまれた家庭が多いと思われるが、それにしても高い数値である。今後、生徒は中学校の技術・家庭の時間や高校の情報時間の時間に情報教育を受けてくるので、プリンターで印刷したレポートを提出させることも、もっとやりやすくなるものと思われる。

今回は、評価項目をさらに検討し、評価の際は、50分で4冊に目を通すというやり方で実施したい。

この研究が終了後、他の生徒のレポートも見たいから、是非、数冊の本にまとめてほしいという生徒が何人も来た。今回は、A4用紙に印刷する際、綴じしろをとるように指示して綴じやすくし、各クラスごとに1冊の本にまとめ、見たい生徒が見られるようにしたい。

平成15年度より、総合学習を実施することになった。複数の先生で総合学習を担当することとし、各先生が得意な分野のテーマ例を提示し、理科に関係あるテーマを設定した生徒を理科の教員が指導するという方式にすれば、総合学習も、教師にとってそれほど負担にはならないように思う。そのような総合学習のやり方をする場合、この実践研究が参考になるのではないかとと思われる。

参考文献

本校研究紀要：51号（1999年）、52号（2000年）
 学習指導要領解説：文部省，2000年