

高等学校物理における生徒の学習意欲を高める指導方法の研究

- 生徒が物理を好きになる授業の在り方を探る -

専門研修員 中山 敬也（川崎市立川崎総合科学高等学校）

主題設定の理由

理科離れ、理科嫌いが叫ばれるようになって久しい。国際教育到達度評価学会（IEA）が行った第3回国際数学・理科教育調査の第2段階の調査（1999年実施/中学2年生対象）では、理科が「大好き」および「好き」と答えた生徒の割合は55%で国際平均値の79%よりも24%下回っており、韓国と並び国際的に最も低い結果となっている。

さらに、高等学校において理科の中でも特に物理は「難しくてわからない教科」との印象が強いようである。高等学校での履修率の低さも問題になっており、物理を勉強せずに大学の工学部に入学する学生も増えているのが現状である。2000年4月に本校の科学科（理数）2年の生徒に「物理に関するアンケート」を実施したところ「物理が好き」と答えた生徒は約33%であった。理系の大学への進学希望者がこの現状では、一般の生徒が対象であればさらに厳しい結果になるであろう。

技術立国の我が国にとって「理科嫌い」特に「物理嫌い」の増加については産業界をはじめ各界の危機感も増大している。このような現状の中で、どうして物理が嫌いなのか、なぜ物理を難しく思うのかを探り、物理の授業の在り方を考えていき、少しでも物理好きな生徒を増やし、物理の楽しさを伝えていくことは理科教員にとって急務であろう。

物理の実験に関しては、書店に「楽しい物理実験」「おもしろ実験」的な書籍が比較的多く並んでいる。実際にその中身は工夫された実験が紹介されており、生徒も大いに興味をもつと思われる内容になっている。しかし、そのような楽しい実験を行っても、その過程や結果の表面的なおもしろさだけにとらわれ、物理的事象の規則性を意欲的に探求する姿勢や、基本的な概念や原理・法則の理解にまでは結びつかない場合が多い。また、教科書の内容を学習するためには、毎時間実験ばかりをしているわけにもいかないのが現状である。

「物理嫌い」な生徒を減らすためには楽しい実験・観察を豊富に行うことだけでなく、実験を行わないときの授業の改善も進めていくことが大切である。しかし、実験書ではない、指導方法や授業設計について紹介した文献はあまり出版されておらず、それぞれの教員がどのような工夫をしているのかを知る機会はない。そこで、生徒が物理を好きになり学習意欲も高まるような授業（指導方法）について実践を通して研究を進めたいと考え、研究主題「高等学校物理における生徒の学習意欲を高める指導方法の研究」、副主題「生徒が物理を好きになる授業の在り方を探る」を設定した。

研究の内容

1. 研究の方法

(1) 理科嫌い、理科離れの原因、特に物理領域における物理嫌いの要因を探る。

アンケートによる実態調査（物理履修前、各学期末に実施）

文献等による調査

今までの実践の中から要因を考察

(2) (1)の結果をもとに物理嫌いを減らすための授業（指導方法）を工夫する。

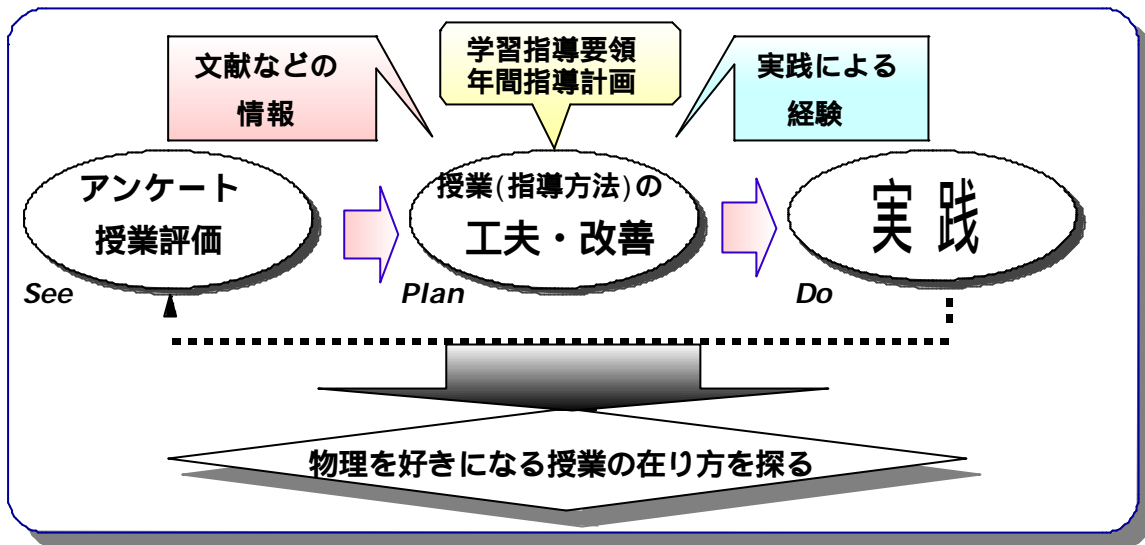
望ましい授業の在り方

指導方法の工夫

(3) 学期ごとに物理に対しての意識調査と生徒による授業評価を行う。

(4)(3)の結果を踏まえて、年間指導計画の範囲内で可能な授業(指導方法)の改善を行い、生徒の物理に対する意識の変化を調べ、生徒が物理を好きになる授業(指導方法)の在り方を探る。

2. 研究の構想図



3. 研究の仮説

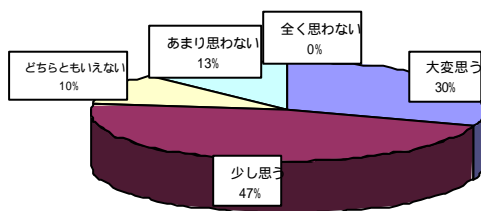
研究主題や副主題をもとに研究の仮説を以下のように設定した。

生徒の意識や実態に即して指導方法を工夫・改善することによって生徒の学習意欲が向上し、物理が好きになるであろう。

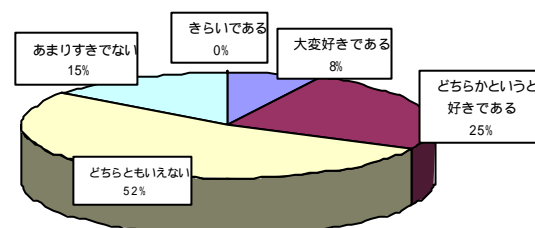
4. 具体的な取り組み

(1) 高等学校の物理授業の問題点として考えられること

生徒のアンケートによる実態調査(4月)より - 調査生徒: 科学科2年(40名) -



物理は難しい教科だと思うか



あなたは物理という教科が好きですか

ア物理を難しいと思っている生徒が77%いる一方で、好きではないと思っている生徒は15%に過ぎず、「難しい」すなわち「嫌い」とはいえないことが分かる。難しくても自分が理解できれば物理が好きか嫌いか「どちらともいえない」生徒も物理が好きになるになってくれると考えられる。

イ「物理があまり好きでない」と答えた生徒の理由としては、

- ・計算ばかりだ。計算が大変だから。計算が嫌いだから。ややこしい計算が多い印象がある。
- ・難しい・数学っぽい・覚える公式がいっぱいある。教科書が難しく書いてある。
- ・中学校のとき、物理の範囲が難しいと感じたから。中学校の時、物理の範囲がわからなかった。というものであった。以上のことから物理の計算は難しいという印象が強いことがとらえられる。

文献等より

ア龍谷大学理工学部教授 高橋哲朗氏によると「高校生が物理は難しくおもしろくないと感じている第一の理由としては、調査によると『計算がある』ことがあげられる。(中略)次は、『公式が

多すぎる』こと『記号が多すぎる』ことである。(中略)実験が一部の熱心な教師以外にはほとんど行われていないことも問題であろう。』¹⁾

イ国立教育研究所の調査(平成8年)によると『理科の勉強はテストの点が悪いときらいになります。』(その通りだと思う。どちらかというところ)という回答が『小学5年; 19.7% 中学第1学年; 43.0% 高校第1学年; 63.1%』²⁾であった。実験が行われていないことや、テストの点数がとれないことも「物理」が嫌いな理由であることが分かる。

今までの実践の中から

ア公式を覚えても公式がうまく使えないため問題が解けない。(計算が嫌なのではなく、どう計算していいかわからない。筋道を立てながら考えていく能力が養われていない)

イ記号が多く、同じ文字でいろいろな単位や意味を表すため混乱する。

例) N: 単位のニュートン, モーメントを表す記号, 垂直抗力を表す記号として使われている。

ウ教科書の解説がわかりにくく、公式が多い。ちなみに物理 Bの教科書において公式として扱われている式の数を調べたところ下のようであった。

A社(本校使用): 123 B社: 152 C社: 192 D社: 271

出版社によって差があるものの公式の数はあまりにも多いと言える。実際には45程度の公式を身につけていれば十分であると考え。教科書にある公式の多さに生徒は驚き困惑するであろう。

(2) 授業の工夫と実践

望ましい物理の授業の在り方

前項の「物理が嫌いな理由」から、物理が嫌われる最も大きな理由として「計算」があげられる。ただし、数学の「計算」は好きでも物理の「計算」は嫌いという生徒も少なくない。こういった生徒のほとんどは物理の「計算」が嫌いなのではなく「計算」のしかたがわからないだけなのである。

数学の授業では原理・法則について説明したあと、例題を解き、次にかかりの時間を割いて問題演習を行うのが普通である。しかし、物理ではいろいろな自然の事物・現象の中にある規則性を見つけだし、それを一般化し数式(公式)で表すことに時間を割く。そのことが物理の学習にとって大切であることは言うまでもないが、一般化するところで終わってしまうと現象と公式のつながりは理解しても、その公式が使いこなせず、問題が解けないということが起こる。また、公式が表している現象や公式で使われている記号の意味なども定着しない。そうすると「やっぱり物理はさっぱりわからない」となってしまう。このことは物理を学習する上で大きなポイントであると思われる。

事物・現象と公式のつながりが理解できても、学習が複雑になるほど、物理の授業においても数学の授業で行われているような問題演習の時間が必要になってくる。そして、問題を解いていく過程で事物・現象と公式のつながりが明確になり基本的な概念や原理・法則の体系的な理解が深まるのである。また、必要最低限の覚えなければならない公式と覚えなくても内容を理解していればすぐに導き出せる公式の区別がついていくのである。したがって、授業時間の中に問題演習の時間をしっかりと確保していくことが大切である。

また、最近の生徒は少し難しいとすぐあきらめてしまう傾向がある。この傾向も見過ごしてはならない。すぐあきらめてしまってはみちすじを立てて考える能力は育成できない。生徒が問題を解くときにあきらめられない(自分にとって不利益になる)状況、もしくはあきらめそうなときに周りが手をさしのべてくれる環境が授業の中にあれば、あきらめることなく最後まで苦労して答えを導き、そ



¹⁾高橋 哲朗 「新理科教育法」編集委員会 編『新理科教育法』東京書籍 p.57

²⁾三輪 洋次 『高等学校 新学習指導要領の解説 理科』学事出版 p.19

の結果として知的な喜びを得ることができるであろう。

指導方法の工夫

の内容をふまえて、下表のア～カについて授業の工夫・改善を行った。

| | 工夫・改善点 | 具体的な内容 | ねらい |
|---|----------------|---|---|
| ア | ワークシートの活用 | ・授業(講義・実験)の内容をまとめるプリント(授業プリント)とその内容に即した問題を扱うプリント(問題プリント)を用意し、各項目ごとに交互に取り組みさせる。 | ・自然の原理・法則を体系づけて扱い、公式に関しては必要最小限のものだけを覚えるようにする。 ・板書やノートをとる時間の削減 問題演習の時間確保。 ・各現象の規則性を学習したら、同じような現象についての演習問題を行い、法則(公式)についての理解を定着させる。(現象と公式の同一化) |
| イ | 評価規準・評価方法の明確化 | ・最初の授業時に生徒に対して評価規準・評価方法について明確に提示する。 ・定期テスト、実験レポート、ノート提出、授業中の問題演習等できるだけ多くの項目で、生徒の学習活動を評価し、評価規準にする。 | ・成績(評定)の根拠が明確になることによって、各自が目標をもち、積極的に授業に取り組むようになる。また、自分が優れている点や足りない点をしっかりと認識することができ、次への学習目標が定まる。 |
| ウ | テスト問題の工夫 | ・授業中に取り組んだ問題を中心に出题する。(基礎を重視し、難問・奇問は出题しない。) | ・授業中の問題演習時の意識づけになり、意欲的に問題演習に取り組む。 ・定期テストに対する学習意欲の向上につながり、努力したものは達成感を得られる。 |
| エ | 自己評価表・学習の記録の活用 | ・授業ごとに自己評価表を記入する。(図1) ・学期ごとに学習の個人記録を渡す。(図2)  | ・授業ごとに自分の学習活動を知り、振り返ることによって次の時間への意欲につなげる。 ・各学期ごとの学習活動(定期テスト、実験レポート、ノート、授業中の活動、自分の反省)をまとめた個人記録を見ることによって、その学期を振り返り、次学期への活動につなげる。 |
| オ | 観察・実験の重視 | ・演示実験、生徒実験を可能な限り取り入れる。(写真1)  | ・実験を通し、自然の事物・現象の法則性・規則性を見つけ、一般化することにより、公式をただの数式としてでなく、自然現象を表す式であることを認識する。公式と現象のつながりを大切にする。 ・身の回りの現象を扱うことによって物理を身近なものとしてとらえられるようになる。 ・結果の処理能力、器具の操作などの力を育てる。 |
| カ | 学び合い学習の推進 | ・アの問題プリントを行うときに授業者はまわりの者と自由に話し合えるようにする。(席を変わるのも自由) | ・つまずきのある生徒はすぐに周りからアドバイスを受けられる。またアドバイスをする生徒も、自分の考えを整理することによって、より理解が深まる。 |

(3) 生徒による授業評価と物理に対する意識調査、およびその考察(調査対象生徒：2年科学科40名)

| 項目 | 授業評価の結果・意識調査の結果 | 考察 |
|--|---|--|
| ワークシートの活用について プリントを用いた授業の形についてどう思うか | (とても評価できる, 評価できると答えたものの割合) 7月: 93%, 12月: 93%, 2月: 95% 評価できる理由 まとまっていてわかりやすい。 評価できない理由 | プリントを利用した授業形態はほとんどの生徒に支持されている。支持できないと言う生徒もプリントの内容をより詳しくしてもらいたいというもので、プリント学習自体を否定したものではなかった。プリントの内容をより充実させ、すべての生徒が満足できるプリ |

| 問題演習を多めに行う授業の形についてどう思うか | もっと詳しい説明が欲しい。 7月：100%，12月：95%，2月：95% <u>評価できる理由</u> よく理解できる。力がつく。 <u>評価できない理由</u> 問題が難しい | ントを作っていきたい。 生徒も問題演習の必要性和効果は十分に感じているようである。問題演習を行っていく授業は生徒に定着しており、今後は問題の難易度・量などの工夫を重ねていきたい。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|----|-----|----|---------------|----|----|----|----------------|----|----|----|------------|----|----|----|----------|----|----|----|-----------------|----|----|----|-------------|----|----|----|------------------|---|----|----|--------------|---|----|----|-----|---|----|----|--|
| 評価規準・評価方法の明確化について 評定のつけかたについてどう思うか | (とても評価できる，評価できると答えたものの割合) 7月：75% 12月：78% 2月：78% <u>評価できる理由</u> 成績の付け方がわかりやすく納得できる。 <u>評価できない理由</u> テストの点だけで評価して欲しい | ・約8割(78%)の生徒が評価できるとしているが，すべての生徒が納得するような成績にするために，「テストだけで成績をつけてもらいたい」と考えている生徒に対しては趣旨を十分に説明し，理解してもらおう努力をしていかななくてはならない。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| テスト問題の工夫について テストの難易度についてどう思うか | (適切であると答えたものの割合) 7月：25% 12月：53% 2月：60% | ・1学期では70%の生徒がテストを難しいと答えていたが，2学期以降の定期テストについて出題形式や難易度を工夫した結果，半数以上の生徒が難易度が適切であると答えた。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 観察・実験の重視について 実験・観察についてどう思うか | (回数を増やして欲しいと答えた生徒の割合) 7月：60% 12月：45% 2月：53% <u>増やして欲しい理由</u> 実験は楽しい。実験するとよく分かる。 <u>増やして欲しくない理由</u> レポートがいや。班の人間関係がよくない。 | ・1学期は60%の生徒が実験の回数を増やして欲しいと答えていた。2学期はレポートにこだわらず回数を増やした。毎週実験を行った結果，実験の回数は今のままでよいとする生徒が50%となり，増やして欲しいと答えた生徒45%を上回った。また実験は好きだが実験班(出席番号順)のメンバーと人間関係がうまくいかないといった意見もあったので，班編制も自分たちでグループをつくって行った。その結果班内での話し合い活動が活発に行われるようになった。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 学び合い学習の推進について 問題演習の時に話し合いをすることをどう思うか | (とても評価できる，評価できると答えたものの割合) 7月：93% 12月：93% 2月：93% <u>評価できる理由</u> 話し合うことでよく理解できる。友達の説明の方がわかりやすい。 <u>評価できない理由</u> 私語をするものがある。集中できない。 | ・多くの生徒が一人で問題を解くよりも，協力して解く方が楽しく，意欲的に取り組めると考えている。実際に講義形式の授業をしているときよりも学び合っ問題解いているときの方が目が輝いている生徒が多い。学び合いを行う人間関係の広がりもできてきている。ただし，内向的な生徒は自分から友人に質問をしたりすることができない。また，問題が早く終わってしまい，学び合いが雑談になってしまうこともあり，問題の難易度等や座席配置の課題も多い。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 物理の授業に対する意識調査 物理を楽しんでいるときはどんなときか | <table border="1"> <caption>物理を楽しんでいるときの理由</caption> <thead> <tr> <th>理由</th> <th>2月</th> <th>12月</th> <th>7月</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>テストの点数が良かったとき</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>友人と話し合っ問題を解くとき</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>実験・観察をするとき</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>問題が解けたとき</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>授業の内容がよく理解できたとき</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>物理を楽しんでいるとき</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>発表をしてポイントを獲得するとき</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>実験の結果をまとめるとき</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table> | 理由 | 2月 | 12月 | 7月 | テストの点数が良かったとき | 10 | 15 | 20 | 友人と話し合っ問題を解くとき | 15 | 20 | 25 | 実験・観察をするとき | 10 | 15 | 20 | 問題が解けたとき | 15 | 20 | 25 | 授業の内容がよく理解できたとき | 10 | 15 | 20 | 物理を楽しんでいるとき | 10 | 15 | 20 | 発表をしてポイントを獲得するとき | 5 | 10 | 15 | 実験の結果をまとめるとき | 5 | 10 | 15 | その他 | 5 | 10 | 15 | 1学期 物理の問題が解けたときに25人(63%)の生徒が喜びを感じており，実験・観察をするときの14人(35%)を上回った。このことから生徒が授業の中で楽しさや喜びを感じ，達成感を得るためには問題が解けるということの重要性がうかがわれる。 2学期・3学期 1学期とほぼ同様の結果となった。やはり，問題が解けるかどうかということは生徒にとって物理を楽しく思える大きな要素になっていることが分かる。 |
| 理由 | 2月 | 12月 | 7月 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| テストの点数が良かったとき | 10 | 15 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 友人と話し合っ問題を解くとき | 15 | 20 | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 実験・観察をするとき | 10 | 15 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 問題が解けたとき | 15 | 20 | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 授業の内容がよく理解できたとき | 10 | 15 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 物理を楽しんでいるとき | 10 | 15 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 発表をしてポイントを獲得するとき | 5 | 10 | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 実験の結果をまとめるとき | 5 | 10 | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| その他 | 5 | 10 | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(4) 生徒による授業評価をもとにした授業の工夫・改善と物理に対する意識の変化

1学期末実施の授業評価をもとにした2学期の授業改善

ア観察・実験の充実 週1回は観察・実験(演示実験も含める)を行う。

イ定期テストの出題方式の改善：問題の難易度は変えずに，出題する問題をより限定する。プリントを配布し，その中の類題に限定して出題する。

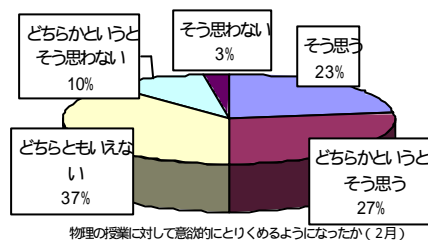
ウ実験班の再編成：人間関係で問題が生じないように，また話し合い等が活発に行われるように自分たちで3～5人の班をつくる。

エ「学習の記録成績」を中間テスト後にも配り，成績の途中経過を各自に知らせる。

2学期末実施の授業評価をもとにした3学期の授業改善

大きく改善すべき点は見あたらなかったため，ほぼ現状維持で授業を行った。3学期は抽象的で生徒が苦手な電磁気分野にはいるので観察・実験についてはより身近なものを扱い，生徒が電気についてイメージしやすいように心がけた。

物理に対する意識の変化



物理という教科が好きですか(生徒 40名)

| | 4月 | 7月 | 12月 | 2月 |
|--------------|----|----|-----|----|
| 大変好きである | 3 | 0 | 3 | 3 |
| どちらかという好きである | 10 | 14 | 14 | 13 |
| どちらともいえない | 21 | 15 | 15 | 15 |
| あまり好きでない | 6 | 8 | 6 | 6 |
| 嫌いである | 0 | 2 | 2 | 3 |

2月に行った最終の意識調査で、物理が「大変好き」「どちらかという好き」という生徒は年度はじめの4月に比べて多少の増加(33% 40%)にとどまった。3学期の学習内容が生徒の苦手な「電気」の分野であることも影響したと思われる。しかし、「物理の授業に対して意欲的に取り組めるようになった」と答えたものは50%(20名)あり、「そう思わない」の3%(1名)を大きく上回った。

研究のまとめ

1. 研究の成果

1年間物理授業の実践を行ってきて、「生徒の学習意欲を高める指導方法」については、50%の生徒が、意欲的に取り組めるようになったと調査で回答している。また、先述の6つの工夫した点においての生徒の評価からも、学習意欲の向上においてある程度の結果が得られた。さらに、生徒個々の意見を学期ごとに調査することによって、生徒が授業に対して望んでいること、生徒の物理に対する意識が今まで以上に見えてきた。また、生徒による授業評価を行うことによって、生徒が自分の意見を教師に伝えることができ、その意見が授業に反映されるという中で教師と生徒の信頼関係も深まった。

2. 今後の課題

生徒は「授業」に関してはおおむね満足していて、意欲的に授業に取り組めるようになっても、それだけでは物理を「好き」というにはまだ十分ではなかった。今回は指導方法の部分に主眼を置いて研究を進めてきたが、今後は教材開発についても考慮しながら、授業をより工夫・改善して「生徒が物理を好きになる授業」を目指していく必要があると考える。

また、探求活動などの問題解決的な学習や 体験的な学習もより積極的に推進していきたい。そうした活動の中でこそ「発見する喜び」や「深く考える楽しさ」を味わい、科学的なものの見方や考え方、筋道を立てて物事考えるといった「生きる力」にも通じる「学力」を身につけることができる。そして、そのときこそ真に「物理が好き」な生徒が育っていくと考える。

最後に、この研究の機会を与えてくださった高等学校長会に心から感謝するとともに、適切なご指導、ご助言をくださった総合教育センターの先生方、及び勤務校の校長先生をはじめ諸先生方に心より感謝申し上げます。

【参考文献】

| | | | |
|-------------|---------------------|--------|-------|
| 山極 隆 | 『理科はなぜ変わらなくてはならないか』 | 明治図書出版 | 1996年 |
| 新理科教育法編集委員会 | 『新理科教育法』 | 東京書籍 | 1996年 |
| 森本信也 | 『理科授業のデザイン』 | 東洋館出版社 | 1999年 |
| 西川 純 | 『なぜ理科は難しいと言われるのか』 | 東洋館出版社 | 1999年 |
| 江田 稔 三輪洋次 | 『高等学校学習指導要領の解説 理科編』 | 学事出版 | 2000年 |

【指導助言者】

川崎市総合教育センター指導主事

葉倉 朋子