

科学に対する関心をもち続ける態度の育成を目指して

— 高等学校理科における活用型の授業の充実 —

末木 岳 至¹

平成20年1月の中央教育審議会答申では、科学に対する関心をもち続ける態度の育成が求められている。本研究では、論理的に考える過程を楽しむことが重要であると考えた。そこで、内発的動機付けを高める教材や個人からグループへ思考を深める活動を取り入れた、生徒一人ひとりの考える態度を支援する授業モデルを開発した。その結果、考える楽しさを実感したことで、科学に対する関心をもち続ける態度が育まれた。

はじめに

PISA2006の調査結果において、我が国の高校1年生は、科学への興味・関心や科学の楽しさを感じている生徒の割合が低く、また、観察・実験などを重視した理科の授業を受けていると認識している生徒の割合も低いことが指摘された。これを受け、平成20年1月の中央教育審議会答申における高等学校理科改善の具体的事項で「科学に対する関心をもち続ける態度を育てる」、科学技術の発展を「身近な事物・現象に関する観察・実験などを通して理解させ、科学的な見方や考え方を養う」(文部科学省 2008)という方向性が示された。

本研究では、実験の中で論理的に考える場面を設定し、生徒一人ひとりの考える態度を支援することで、科学に対する関心をもち続ける態度の育成を目指した。

研究の内容

1 研究の構想

(1) 関心をもち続けるための要素

本研究では、関心をもち続ける態度を、社会人となった後も、新しい知識と既習知識を合わせ、主体的に自らの知識を更新する態度と捉え、そのためには、自ら考える力が重要であると考えた。また、自ら考える力を育成するには生徒自身が自ら考え始めなければならない。そこで、自ら考え始めるためには自ら考える楽しさを実感させることが重要な要素であると考えた。よって、関心をもち続ける態度の育成に必要な要素を自ら考える楽しさと自ら考える力とした。

(2) 活用型の授業の必要性

自ら考える場面を多く経験させるために、習得と活用から成る学習プロセスの、基礎的な知識の活用に着目した。そこで、基礎的な知識を習得し、その知識を活用する場面を取り入れ、生徒一人ひとりの考える態

度を支援する授業モデルを開発した。このモデルを基に行う授業を、本研究における活用型の授業と呼ぶことにする。

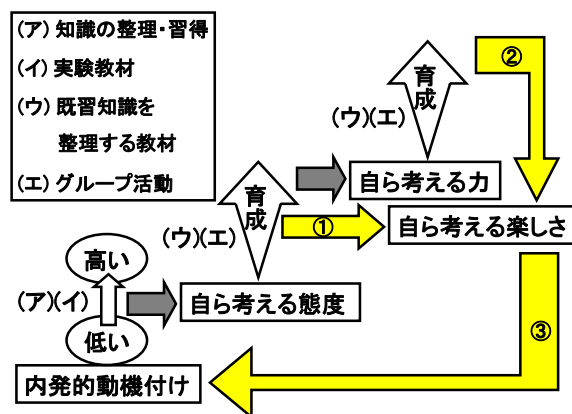
(3) 活用型の授業モデル

自ら考える楽しさの実感と自ら考える力の育成には、まず、自ら考える態度の育成が必要である。そして、主体的に考えるためには内発的動機付けが重要である。そこで、第1図のような授業モデルをデザインした。

まず、内発的動機付けを高めるために、(ア)考える場面に必要となる基礎的な知識の整理・習得を目指した授業と、(イ)生徒の予想に反するような実験教材を工夫する。これらの手立てにより、生徒の「やればできそう」「おもしろそう」という学習意欲が高まり、自ら考える態度が育成される過程が始まる。

次に、生徒の自ら考える態度を支援するために、(ウ)論理的に予想するための既習知識を整理する教材と、(エ)個人で考えた後、グループで考えることにより思考を深める活動を取り入れる。この教材と活動により、自ら考える態度が育成され、自ら考える力が育成される過程が始まる。生徒は自ら考える態度が育成される過程で「学習する喜び」(第1図矢印①)を、自ら考える力が育成される過程で「分かる喜び」(第1図矢印②)を感じ、自ら考える楽しさを実感する。

さらに、自ら考える楽しさの実感が再び内発的動機付けを高める(第1図矢印③)。これを活用型の授業



第1図 活用型の授業モデル

1 神奈川県立厚木北高等学校
研究分野 (理数教育の充実 理科)

のフィードバック効果と呼ぶことにする。

課題解決に必要な行動を遂行できる自信のことを自己効力と言うが、鹿毛（2006 p. 40）は自己効力を高める「最も強力な情報源」として、「遂行行動の達成」を挙げている。つまり、課題に対し考えた結果、課題解決に近づく経験があれば、考えるという行動自体への自信が深まることになる。

この活用型の授業モデルを通して、遂行行動の達成を経験させることで、第1図の一連の流れが循環し、将来、自らに生じた課題や疑問に対し、自ら考え、自らの知識を更新することができるような生徒を育てることができると考えた。

(4) 研究仮説

以上が科学に対する関心をもち続ける態度と活用型の授業の関係である。これに基づき、次のような研究仮説を立てた。

実験結果を論理的に予想する活用型の授業を充実させることで、生徒は自ら考える楽しさを実感し、科学に対する関心をもち続ける態度を育成することができる。

(5) 具体的な手立て

ア 基礎的な知識の整理・習得を目指した授業

実験を行う前時に、実験結果を予想するために必要な知識を習得する授業を設定する。演示実験、プレゼンテーションソフトを用いたアニメーション教材により現象のイメージの定着を図る。

イ 内発的動機付けを高める実験教材

鹿毛(2006 p. 34)によれば「環境から受け取る新しい情報と（中略）既存の認識枠組みとのズレが内発的動機づけに基づく学習を引き起こす」としている。本研究では二つの実験を設定し、内発的動機付けを高めるように教材を工夫した。

- ・保温ポットに水を入れ、振ることで水温を上昇させる実験教材。生徒は振るだけで温度変化することに「既存の認識枠組みとのズレ」を感じる。第1表の第2時に使用する。
- ・紙コップに向かって大声を出すとLEDが光る、第2図の圧電素子を使った実験教材（以下、圧電教材）。第1表の第4時に使用する。



第2図 圧電教材

ウ 既習知識を整理する教材

実験結果を予想するとき必要となる既習知識をキーワードで記したカード（以下、キーワードカード）を開発した。キーワードを選択、構成、活用することで、自ら考える態度を支援し、自ら考える態度と自ら考え

る力を育成することができる。

エ グループによる思考を深める活動

自ら考える態度を支援し、自ら考える楽しさの実感と自ら考える力の育成を図るために、個人で予想した後にグループで予想し、議論の活性化をねらいホワイトボードを使用する。グループは学習の理解度を考慮し、4～5人で編成する。

2 検証授業

検証授業は所属校1学年4クラス159名を対象とし実施した。扱った単元等については次のとおりである。

教科書：改訂理科総合A 第一学習社

単元名：第2節 エネルギーの変換

授業時間：4時間

4時間の流れは第1表に示したように、習得と活用から成る学習プロセスの繰り返しになっている。2回繰り返すことにより、活用型の授業の流れが生徒に定着するよう図るとともに、より確実な活用型の授業のフィードバック効果を目指した。

第1表 授業の流れとねらい

	時	【学習内容】学習活動	ねらい
活用型の授業1	1	【温度、熱の移動、熱量、比熱、熱容量】 ・比熱の演示実験	第2時に向けた知識の習得
	2	【力と仕事、熱量と仕事の関係、仕事と水の温度】 ・保温ポットを用いた実験 ・個人で予想、グループで予想	既習知識の活用
活用型の授業2	3	【いろいろなエネルギー、エネルギーの変換と保存】 ・エネルギー変換の演示実験	第4時に向けた知識の習得
	4	【エネルギーの変換】 ・圧電素子を用いた実験 ・個人で予想、グループで予想	既習知識の活用

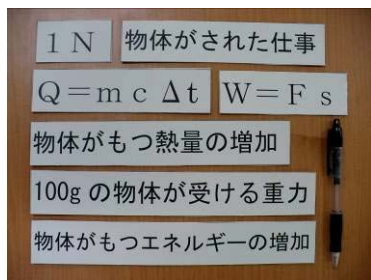
(1) 第1時

物質による比熱の違いを実感させるため、水と油にバーナーで熱したナットを2個ずつ入れ、温度を計る演示実験を行った。どちらの温度が高くなるかを予想させ、水、油、同じ、の三者択一で挙手させた。理由も含めて自ら考えることが大切であることを伝え、第2時の目的を明確化した。その後、温度、熱の移動、熱量・比熱・熱容量を学習し、最後に熱量と比熱の関係式を用いる練習問題を解かせた。第2時で必要となる基礎知識を習得させる大切な授業であり、生徒の反応を確認しながら授業を進めた。生徒の多くが分かりやすい授業だったと振り返っていた。

(2) 第2時

中学校で学んだ重力と仕事を復習した後、熱量と仕

事の関係性を学習した。その後、保温ポットに入れた200gの水をクラス40名が30回ずつ振ったら、水の温度は何℃変化するか理由も含めて予想させた。その際、キーワードカード(第3図)とホワイトボードを各班に配付し、個人で予想した後、グループで予想することを伝えた。また、キーワードカードをうまく組み合わせると、水の温度変化のおおまかな数値が計算できることを伝え、生徒の意欲を喚起した。議論が活性化した班は他の生徒が保温ポットを振る間も予想を続けていたが、糸口がつかめず作業が中断している班も見られた。それらの班には水が受ける重力と水がされた仕事に着目するようヒントを与え、再び議論を行うよう促した。2～3班に予想を発表させた後、実際の温度上昇値を発表し、考察を行った。



第3図 キーワードカード

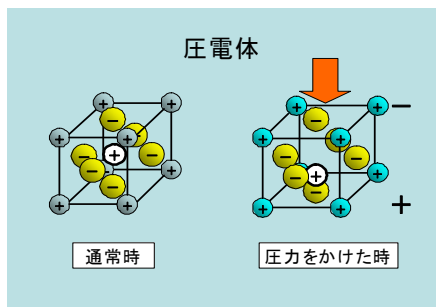
(3) 第3時
最初に、いろいろなエネルギーの特徴を学習した。家電製品を例に挙げたり、太陽電池で電子オルゴールを鳴らしたりしながらエネルギーの変換をイメージさせた。最後に、手回し発電機でLEDを点灯させ、エネルギーがどのように変換されたか確認した。第4時はこれらの知識を使う実験を行うことを伝え、「楽しみ」「早くやりたい」等の声が聞かれた。

(3) 第3時

(4) 第4時
導入の演示実験で圧電教材(第2図)を見せ、生徒の関心を高めた後、アニメーション教材(第4図)を用い、圧電体の構造を学習した。圧力を加えた時のイオンの動きに注目させた。その後、実験手順の説明を行った。

(4) 第4時

第4時
導入の演示実験で圧電教材(第2図)を見せ、生徒の関心を高めた後、アニメーション教材(第4図)を用い、圧電体の構造を学習した。圧力を加えた時のイオンの動きに注目させた。その後、実験手順の説明を行った。



第4図 アニメーション教材

＜実験1＞

- ①チタン酸バリウムを素材に用いた圧電素子(第5図上)とポリフッ化ビニリデン(第5図下、洗濯ばさみの先)をたたき、発生する電圧を測定する。
 - ②チタン酸バリウムを素材に用いた圧電素子と低電圧LED2個を使って回路を組む。
 - ③②の圧電素子をたたき、LEDの点灯を確認する。
 - ④紙コップに②の圧電素子をセロハンテープで貼り付け、声で点灯するか確認する。
- 生徒が④を終えたことを確認した後、教室中央に15

m程度の銅線を2本はわせ、2本のお他端を低周波発信器の出力端子につなぎ、実験2の準備を行った。



第5図 圧電素子

第6図 キーワードカード

＜実験2＞

- ①実験1の回路からLEDを外し、その端子を教室中央の銅線とつなぐ。
 - ②銅線に接続した低周波発信器から50、200、400Hzの交流電圧を加えたら、どのような現象が起こるか、理由も含めて予想する。
- 各班にキーワードカード(第6図)とホワイトボードを配付し、個人で予想した後、グループで予想させた。机間指導し、議論が活性化していない班にはアニメーション教材の第4図に注目させ、議論を促した。2～3班に予想を発表させた後、低周波発信器のスイッチを入れ、観察させた後、考察を行った。

3 検証授業の分析

(1) 学習意欲の高まり

ア 振り返りシートの分析

生徒の学習意欲の高まりを調査するために、各授業の後に振り返りシートを記入させた。

第2時の振り返りシートで「授業の中で楽しいと感じた時はありましたか」の質問に対し、授業の場面を時系列にした12の選択肢から「特になし」も含めて複数回答で答えさせた。29%の生徒が「ポットを振っている時」、40%の生徒が「グループで予想している時」「結果が出た時」と回答しており、作業することよりも考えることへの意欲が高まっている。

第4時の振り返りシートにおける同様の質問に対し、21%の生徒が「圧電体をたたいている時」、35%の生徒が「声でLEDが点灯した時」と回答している。実験2になると、更に意欲は高まり、37%の生徒が「グループで予想している時」、46%の生徒が「音が鳴った時」と回答しており、第2時と同様の結果となった。

理由まで正しく予想できた班は両実験とも32班中9班であり、困難な課題であったが生徒は意欲的に学習していた。以下は授業後の生徒の感想である。

第2時の生徒の感想

- ・難しかったが、しっかりと考えることができた。
- ・計算とか嫌いだったけど、自分の力でどこまで解けるものなのか知りたいという気持ちになった。
- ・自分で考えて授業を受けることで、全体が参加し

ている感じで、とても受けやすかった。

第4時の生徒の感想

- ・音が鳴ったときは感激しました。
- ・論理的に予想するのはおもしろかった。
- ・自分の考えが答えに近かったことが嬉しかった。
キーワードカードで少しずつ自分の考えをまとめることができたのも良かったです。

イ 実験教材の効果

第2時のワークシートの記述から、保温ポットを振ると水の温度が上昇しそうと予想した生徒が多かった。一方、「本当に振るだけで温度が上がるの?」と感じた生徒もいた。このことは授業後の自由記述の感想「振るだけで温度が変わるなんてびっくりした」(同様の意見5名)からもうかがえる。また、2℃前後の温度上昇値を伝えると、生徒は驚いた様子だった。

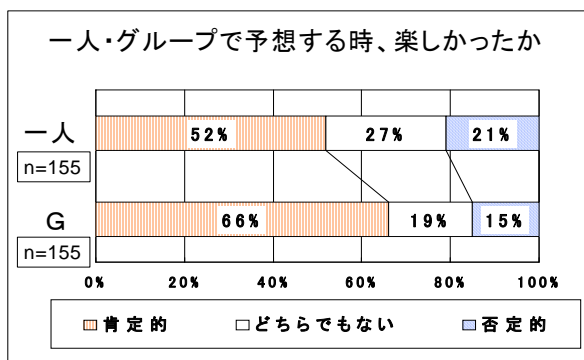
第4時には、導入で圧電教材を演示すると生徒は興味を示し、かすかな発光を確認しようと身を乗り出して観察している生徒もいた。

以上のことから、内発的動機付けを高める実験教材が生徒の学習意欲を高めていたことが分かる。

(2) 自ら考える態度の育成・自ら考える楽しさの実感・自ら考える力の育成

ア 予想している時の感想による分析

第7図は検証授業後に行ったアンケート調査の「実験結果を一人でもまたはグループ(グラフ中G)で予想している時、あなたはどのように感じましたか」という質問に対する回答である。予想すること、考えることを楽しい、有意義であると肯定的に感じていた生徒は、一人の時52%、グループの時66%であった。困難な課題であったにもかかわらず半数を超える生徒が一人で考える事を楽しんでいる。また、グループになるとその割合は増加しており、グループによる思考を深める活動により、一人では考えることができなかった生徒の自ら考える態度が育成されたことが確認できる。

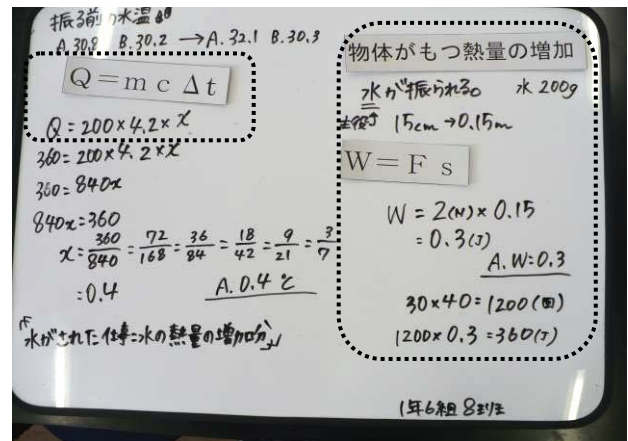


第7図 予想時の意識の比較

イ キーワードカードの活用

第8図は第2時で正解に至った班のホワイトボードの記述である。キーワードカードをうまく選択、活用し(第8図 四角枠内)、水がされた仕事と水の熱量

の増加分を計算し方程式を立てている。その他の班もキーワードカードを活用し、試行錯誤しながら、論理的に予想しようとしていた。実験後に行った振り返りシートの質問「キーワードカードは考えをまとめる上で役に立ちましたか」に対し、第2時82%、第4時76%の生徒が「役に立った」「どちらかといえば役に立った」と回答していることから自ら考える態度が育成されたことが確認できる。また、第4時には第2時の知識を踏まえ、イオンの振動から圧電素子が熱くなると予想した班もあった。このことから、正解した9班以外にも自ら考える力が育成されたことが確認できる。

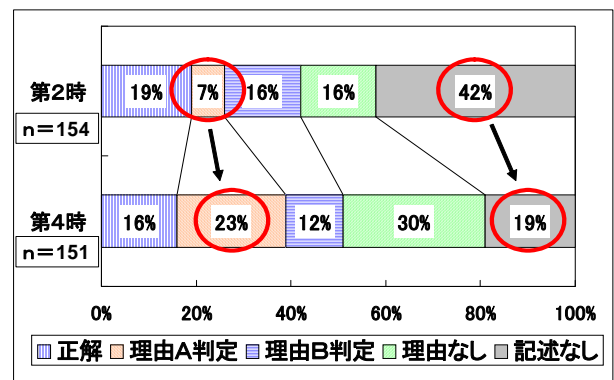


第8図 キーワードカードの活用

ウ ワークシートの分析

第9図はワークシートの記述内容の比較である。「理由A判定」は完全な正解には至らなかったが、理由に理由A判定基準(第2表)に相当する記述があるもの、「理由B判定」は何らかの理由の記述があるもの、「理由なし」は結果のみで、理由の記述がないものを表している。

第2時の「記述なし」が多いのは、個人やグループの予想に時間を取りすぎて、ワークシートに記述する時間を取れなかったことが原因と思われる。第4時になると「記述なし」は減少しており、活用型の授業の定着と、自ら考える態度の育成が確認できる。また、第4時になると「理由A判定」が増加しており、自ら考える力の育成が確認できる。



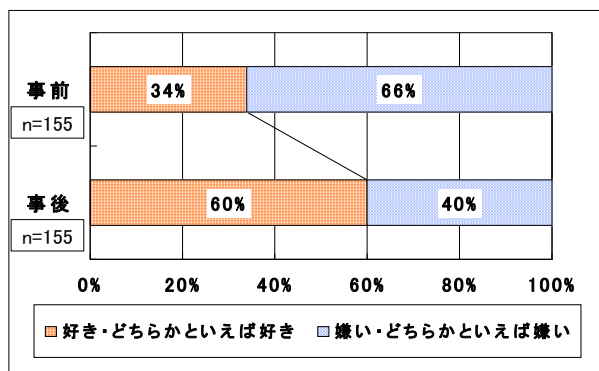
第9図 ワークシートの記述内容の比較

第2表 理由A判定基準

第2時	前時までの知識・技能を活用し、方程式を立て、水のおおまかな温度上昇値を予想している。
第4時	圧電素子の構造と交流発生の原理を利用しながら、粒子の振動を考慮し、実験の結果を予想している。

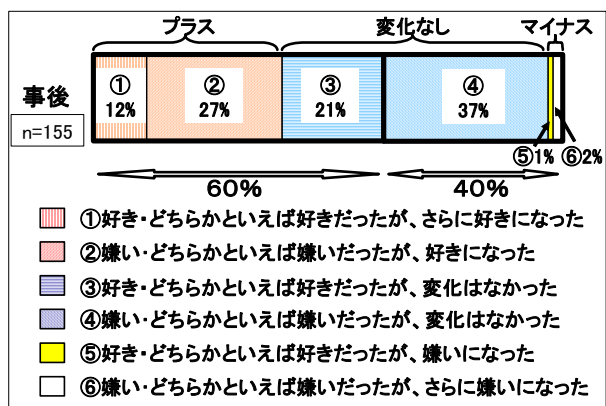
(3) 理科に対する意識の高まり

検証授業の前と後で理科に対する意識の変化を調査した(第10図)。検証授業前、理科の勉強が「好き」「どちらかといえば好き」と肯定的に回答した生徒は34%、否定的に回答した生徒は66%だった。これは全国の高校生の理科に対する意識とほぼ一致する(文部科学省 2005)。検証授業後は肯定的に回答した生徒が60%となり、大きく増加している。



第10図 理科に対する意識の変化

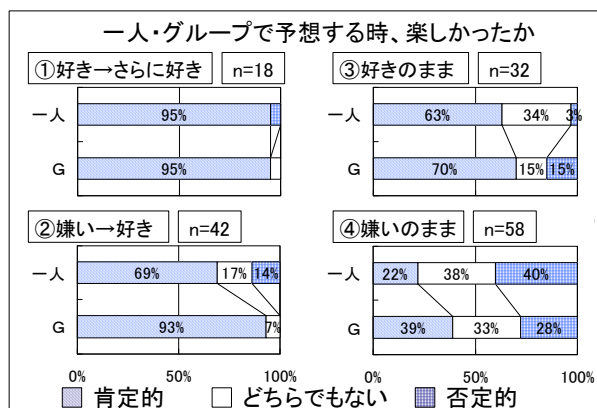
次に第10図の「事後」の内訳を第11図に示す。①②は理科に対する意識がプラスに変化した生徒、③④は変化しなかった生徒、⑤⑥はマイナスに変化した生徒を表している。理科に対する意識がマイナスに変化した生徒は全体の3%であった。



第11図 意識の変化の内訳

第12図は、第11図の①~④の各集団が「一人、またはグループで予想している時、どのように感じていたか」を示すグラフである。

第12図の①②は理科に対する意識がプラスに変化し

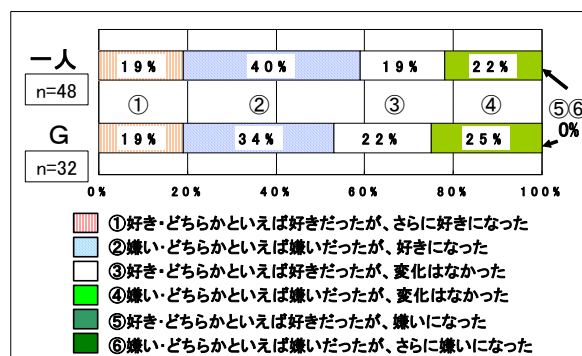


第12図 意識の変化別に見る予想時の感想

た生徒の予想時の感想を示している。この二つのグラフから、①②の生徒の多くが一人で予想することを楽しいと感じていたことが分かる。また、①②の生徒のほとんどがグループによる思考を深める活動を楽しみ、有意義であると肯定的に捉えている。これは①②の生徒が「学習する喜び」「分かる喜び」を感じ、自ら考える楽しさを実感した結果、理科に対する意識がプラスに変化したことを示している。ここに活用型の授業のフィードバック効果が確認できる。

次に②④は検証授業前、理科が嫌い、どちらかといえば嫌いだった生徒のグラフである。一人で予想する時より、グループで予想する時を楽しみ、有意義であると感じていた生徒の数がどちらも増加している。これは一人で予想しているとき、考えが深まらなかった生徒が、グループによる思考を深める活動を有意義であると捉えていた可能性を示している。②のグラフからは、生徒が「学習する喜び」を感じることで、理科への意識が変化していたことがわかる。ここにも活用型の授業のフィードバック効果が確認できる。生徒の実験後の感想にも「自分一人では出なかった考えが出て、とても参考になったので、グループで予想するのは良いことだと思った」「グループの話し合いで、より理解が深まった」とあり、グループによる思考を深める活動で課題解決に近づいた様子がうかがえる。

第13図は事後アンケートで一人、またはグループで



第13図 「予想は違ってしたが楽しかった」と回答した生徒の分析

予想している時「予想は違っていたが楽しかった」と回答した生徒の理科に対する意識の変化を示すグラフである。意識がプラスに変化した生徒(①②)の割合が多く、一人の時59%、グループの時53%となっている。この回答から、困難な課題に対し、正解にたどり着くことはできなかったが、満足している様子うかがえる。これは、自ら考えた結果、考えることが楽しかったと実感したことで、①②の生徒は遂行行動の達成に近い満足感を感じたことを示している。これらの生徒は授業を通して「学習する喜び」を感じていたと考えられ、ここにも活用型の授業のフィードバック効果が確認できる。

(4) 課題

第12図の③④に見られるように、理科に関する意識に変化がなかった生徒もいた。このうち予想することを楽しんでいた生徒は、活用型の授業を定期的に繰り返すことで理科に対する意識が高まっていくと期待される。

課題として挙げられるのは、③④の生徒のうち、論理的に予想することをつまらなさと感じたり、特に何も感じていなかったりした生徒に対し、どのように働きかけるかである。これらの生徒は「課題が難しく、考えることができなかった生徒」と「グループ活動がうまくいかなかったり、苦痛だった生徒」に大きく分けることができる。より多くの生徒に対し、活用型の授業の効果が現れるように、前者の生徒に対しては、予想させる際の課題を適切な難易度に調整する必要があり、後者の生徒に対しては、グループを定期的に組替えするなどの配慮をする必要がある。

4 考察

今回開発した実験教材は、生徒の学習意欲を高め、自ら考える態度を育成する上で効果的であった。キーワードカードを用いたグループによる思考を深める活動は、自ら考える態度の育成、自ら考える楽しさの実感、自ら考える力の育成に有効であった。また、自ら考える楽しさの実感や自ら考える力の育成は「学習する喜び」「分かる喜び」となり、活用型の授業のフィードバック効果を生み出していた。

グループによる思考を深める活動がうまく機能した要因としては、生徒一人ひとりが考えをもてなかったとしても、結果に対し考えを巡らせてから、グループで予想したことが挙げられる。生徒の実験後の感想にも「自分で予想してからグループで話し合ったので、自分の考えを言うことができた」「協力すると知識も増えて、考えるのも楽しくなると思ったし、新しい考えも生まれた」とあり、生徒一人ひとりが考えをもち、その後、集まった様子うかがえる。また、小、中学校時代に生徒たちはグループ学習に慣れ親しみ、苦手意識をもっていなかったことも要因に挙げられる。

5 研究の成果

活用型の授業は、生徒の自ら考える態度の育成、自ら考える楽しさの実感、自ら考える力の育成と、再び課題に挑戦しようとする内発的動機付けへのフィードバックを促し、関心をもち続ける態度を育成する上で有効であった。授業者が生徒の考える態度を効果的に支援することで、生徒は自ら考えようとしていた。その結果、困難な課題を解決することで、あるいは、課題解決に近づくことで、理科を好きになっていた。好きであるということは、今後、関心をもち続けるために、更に有効に働くであろう。

また、今回の検証授業は、自分の考えをまとめ、他者に伝える言語活動の充実という側面ももっていた。言語活動の充実は、思考力・判断力・表現力等の育成のみならず、その教科における関心・意欲を高める可能性もある。

おわりに

事前アンケートで理科が嫌いと回答した生徒の75%が、その理由として「難しいから」を挙げていた。しかし、授業後の生徒の感想には「難しいけど、楽しかった」「難しかったけど、がんばった」等の記述が多く見られた。今回の研究で、難しい課題であればあるほど「楽しさ」が重要であると感じた。今後も活用型の授業のバリエーションを増やし、年間を通して生徒の考える態度を支援できるよう研究に励みたい。

引用文献

- 中央教育審議会 2008 「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について(答申)」 p.91
鹿毛雅治 2006 「関心・意欲」(森敏昭・秋田喜代美編『教育心理キーワード』有斐閣双書)

参考文献

- 文部科学省 2005 「高等学校教育課程実施状況調査結果のポイント」(http://www.nier.go.jp/kaihat-su/katei_h17_h/h17_h/05001000040007003.pdf (2011.1.4取得))
神橋憲治・永井佳幸・金子憲勝 2010 「理数教育における思考力・判断力・表現力の育成に向けた学習指導に関する研究」(『神奈川県立総合教育センター研究集録』第29集)
鹿毛雅治・奈須正裕 1997 『学ぶこと教えること』金子書房
宮本美沙子・奈須正裕 1995 『達成動機の理論と展開』金子書房