

次期学習指導要領で求められる中学校理科の授業研究と実践例について

Science Teaching Practice in Junior High School Learned from the Next Government Guidelines

奥田 雅史

OKUDA Masashi

(堺市立金岡南中学校
(元堺市立美原中学校))

木村 憲喜

KIMURA Noriyoshi

(和歌山大学教育学部)

受理日 平成31年1月21日

抄録：今回、次期学習指導要領に基づいて、生徒の身近な生活の中にある「IH 調理器」を教材とし、生徒の興味・関心を引くことを意識した授業を実践した。その結果、普段の授業では教材に興味を示さなく、学習に対して自信がない生徒も意欲的に取り組むことができた。さらに、演示実験や班で協働して学ばせることも効果的であることがわかった。

キーワード：次期学習指導要領 アクティブ・ラーニング 活動段階 教材としての IH 調理器

1. はじめに

小・中・高の学習指導要領への移行に先立ち、中教審より出された「初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について（諮問）」（平成26年11月20日）の中の「アクティブ・ラーニング」に注目があつまり、学校現場では今でも「アクティブ・ラーニングをどのようにすればいいのか」という声を多く耳にする。また、書店でも多くのアクティブ・ラーニング関連の書籍が販売されているなど社会現象のようになっている。これは教員をはじめ多くの人が、教育に対して高い関心を示しているからではないかと思われる。

まずは、アクティブ・ラーニングという用語を整理したい。文部科学省は平成27年8月26日の「教育課程企画特別部会における論点整理について（報告）」において「課題の発見・解決に向けた主体的・協働的な学び」を「いわゆるアクティブ・ラーニング」と定義している。その後、平成28年8月26日「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめについて（報告）」において「主体的・対話的で深い学び」すなわち「アクティブ・ラーニング」だと定義直している。つまり、日本におけるアクティブ・ラーニングとは「主体的・対話的で深い学び」であり、課題の発見・解決などの学習において生徒が主体的に協働したり、対話

することで深く学ぶことのできる学習形態であるといえる。

しかしながら、グループを作って自分の意見を言い合うような単なる話し合い活動では、アクティブ・ラーニングであるとは言えず、課題（教材）に対して興味・関心を持ち、生徒が主体的に取り組むことや、双方の意見を聞きあい、仲間と思考を共有することで、深く学ばせることが求められると考える。このためには、授業ごとに学習班が異なったり、学年により授業形態が大きく変わったりすると生徒の学びを妨げる要因となるため、学校として授業形態を統一したり、学年で学習班を揃えることが求められる。

このような趣旨を踏まえた上で、理科授業の改善についての取り組みを報告する。教材選定や授業設計の意図を示し、生徒らの授業中での「つぶやき」から一連の学びを追跡し、その成果についても具体的な数値を示しながら述べていきたい。

2. 生徒の現状と課題

2.1 生徒の現状

生徒の興味・関心を引くための教材・器具の開発や授業実践はこれまでも多く行われてきた。しかし、生物分野などの生徒に身近な分野に比べ、物理分野など生活に直結した電化製品などの仕組みはブラックボッ

クス化されており、著者らは授業実践から特に電気分野の教材・器具は興味・関心が引きにくいことに加えて、科学的な内容が理解しにくい現状にあること痛感している。

この課題に立ち向かうべく、著者らは大人でさえ理解が難しい「IH 調理器」をあえて教材として取り上げ、授業実践を行った。これは、簡単な課題だと、生徒は一見活動的に学習しているように見えるが、協働せずとも解決することができるため、結果としてアクティブ・ラーニングにはならないと考えたからである。生徒が主体的・協働的に学ばないと解決できないようなあえて難しい課題に挑戦させることで、生徒は深く学べると考えた。本報告では、生徒の身近な生活の中にある「IH 調理器」を教材とし、生徒の興味・関心を引くことを意識し、さらにそれが次期学習指導要領で求められる授業づくりのヒントになることを目的に行った授業実践について述べる。

2.2 教材としての IH 調理器

世間一般のイメージでは『IH で使える』=『磁石』というイメージがあるのではないと思われる。普段の生活においては、このような声を多く聞いたり、テレビなどでもこのような紹介が多数あることを耳にする。実際の授業などでも生徒も同様なイメージを持っていた。

これは、1974 年に日本で初めて発売された IH 調理器が大きな周波数を出せなかったため、比較的電気抵抗が大きく、発熱しやすい「鉄」・「ステンレス」しか対応していなかったことが原因であると考えられる。また、生徒は「磁石は鉄に反応する」ということは小学校や中学校 1 年生の化学分野で履修しており、机上では理解できているが日常生活においては「磁石は金属に反応する」と無意識的に考えていることも原因の 1 つではないと思われる。しかし、2004 年以降、高周波のオールメタル対応の IH 調理器が発売されるなどしており、使い捨てのアルミ容器や、銅製の鍋のように電気抵抗の小さな金属でも対応できるようになっている。また、そもそも IH は「Induction Heating」の略であり、「電磁誘導加熱」を意味している。これは、IH 調理器が作る磁界によって、鍋（調理器具）に電磁誘導が起り、電流が流れることによって加熱されている原理を表している。つまり、IH 調理器は電磁誘導が原理であり、磁石は無関係である。

このことを整理すると、IH 調理器でどのような鍋が利用できるかという課題を考えると、テレビや大人、子どもも電磁誘導という語は意識できている。しかし、電磁誘導だから磁石が関係しているという誤解があるのではないかと考えられる。つまり、中学校 2 年次の電気分野で履修する「電磁誘導」が「永久磁石」を利用して説明するものに限られており、「電磁誘導」

という現象は「永久磁石」がないと起こらないという誤解が背景にあるのではないかと考えた。

よって、中学校 2 年次の電気分野で「電磁誘導」を扱う際は、「非接触 IC カード」や「ワイヤレス充電」などの永久磁石を用いなくても起こる電磁誘導を取り扱う必要があるのではないかと考えた。実際に「平成 27 年度全国学力・学習状況調査の調査」においてもこれらの問題が出題されており、IH 調理器を教材として取り扱うことは妥当であると考えられる。

3. 授業実践

田中博之（2016）は、図 1 で示すようなアクティブ・ラーニングによる授業展開の基本を 6 つの活動段階で示している。ここでは、このモデルに沿って授業実践を紹介する。

田中らは、第 3 段階・第 4 段階とあえて、自力解決と協働解決を分けている。著者らも中学 1 年次のはじめのころはこれを意識的に行っていたが、次第に生徒が自然と班で学習する中で自力解決と協働解決を同時に行えるようになっていった。これは、中学生になると個人における差が大きくなるため、班学習において、自分の考えや想いをしっかりと持った上で、他者の考えや想いを聴くことで、自分の考えを整理しなおす場面もあれば、課題の意味さえ理解できない場面では、他者の考えや想いから課題を理解し、自分の考えや想いを持つようになることもあると我々が考えたためである。そして、それができるように中学 1 年次より少しずつ授業の中で学習を重ねた結果であると考えている。よって、以下では第 3 段階と第 4 段階は時間としては同時進行的に行われているが、それぞれは大切な段階であると意識しながら進行することを心がけている。

また、田中らの段階はあくまでモデルのひとつであると考えているため、授業実践の中ではこの段階が複数回あり、全体的には段階の順序はあっているものの部分的に逆転している部分もある。



図 1 田中の習得学習の活動系列モデル（1 単位時間）

3.1 IH 調理器で使用できる容器とはどんなものか

【第一段階】学習課題の提示

上記のようなという学習課題を提示し、IH 調理器と5種類の調理容器を示した。普段よく使うものを教材として選んだため、理科が得意でない生徒も積極的に課題について考える姿が印象的だった。

【第二段階】解決の見通し

各班に図2のような写真を載せた参考資料を配布し、考えるための材料とした。また、実際の調理容器も必要であれば触って考えるすべになるように見通しを持たせた。



図2 班に1枚、配布した参考資料の写真

【第三段階】自力解決・【第四段階】協働解決

生徒の多くは「ステンレス鍋」が使用可、「プラスチックラーメン鍋」は使用不可という予想を立てていた。「シリコンスチーマー」は知らない生徒が多かったため、実際に触らせて何でできているかなどを確認させた。すると、ある生徒が底に金属が入っていることに気づいた。この生徒の発言が学級内に繋がり、別の生徒が「うちの土鍋は底になんか入っているから使えるで。」と発言し、土鍋も見て、触り、体感して考えることができた。(実際に授業で用いた土鍋には金属が入っていなかったため使用できなかった。)[使い捨てアルミ鍋]は多くの生徒が使用不可と予想していたが、中に金属があるかという議論を通して、「アルミも金属だから使えるのでは」と考える生徒も何人かいた。

【第五段階】一斉検証

ある生徒が「アルミ鍋は磁石につくのか」と班で話していたため、この生徒の発言を学級で取り上げ、実際に確かめてみた。結果は反応しなかったため、はじめに発言した生徒を含め「磁石につかないのでIH調理器で使えない。」と考えをまとめた。そして、それぞれ生徒の予想がまとまったところで、演示実験を行い、結果を確認した。

使い捨てのアルミ鍋は多くの生徒が使用できないと予想していたため、驚いた様子だった。結果を確認すると、別の生徒が「磁石につかないなら、何で使え

るかどうかを判断できるのか。」と発言した。この意見を学級内に共有すると、「電気を通すやつが使えるやつ」とある生徒が発言した。この発言を受けて、ステンレス鍋と、アルミ鍋について乾電池と豆電球を用いて、電流が流れることを確認した。(シリコンスチーマーは内部に埋め込まれているため確認できなかった。)

すると、ある生徒は「電流が流れたらなんで熱くなるん？」と発言した。ここで、我々はすぐに班で協働するよう指示した。すると多くの班で同様の疑問を持っている生徒が多かったが、同時に「プラスチック抵抗で実験した時に熱くなったやろ？んで、どっかの班は流し過ぎてプラスチック変形していて先生に怒られてたやん、電流が流れると熱くなるねん。」と班で協働することで、疑問をそのままにせず、次の課題に向かうことができた。しかし、また別の生徒が「電気を流す金属が使えることはわかった。電気が流れると熱くなるのも実験と同じなら納得やけど、電気を通すからといって、IHで使うときに、電気が流れているかどうかわからへん。」と疑問を投げかけると、これに答えられる生徒はいなかった。

【結果】

ステンレス鍋…使用可	ラーメン鍋…使用不可
使い捨てアルミ鍋…使用可	陶器の土鍋…使用不可
シリコンスチーマー…使用可	

3.2 IH 調理器では「金属の容器」が使えるのはなぜか

【第一段階】学習課題の提示

一斉検証において、生徒から出てきた疑問をそのまま次の学習課題として、改めて提示し直した。

【第三段階】自力解決・【第四段階】協働解決

それぞれ各班でいろいろな話し合いが行われた結果、「IHはコンセントやから、その電流が流れて温まっているんやと思う。」という意見が多く出た。そして、「IHの上に豆電球を直接乗せると光るのか。実験したい。」という意見も出たため、演示実験にて行うと図3のように豆電球が明るく光った。



図3 点灯した豆電球
(安全装置が作動するため、鍋も使用)

この結果に、理科に自信のある生徒は「なんで？」と多くの疑問を班で話していた。これは、電源のない閉じられた回路で、電流が流れることに疑問を感じたためであった。しばらく班での思考を通して、ある生徒が「以前勉強した電磁誘導だと思います。だから電池がなくても光ったんやと思います。」と述べた。すると別の生徒が「じゃあ、鍋が空中に浮いても、光ってこと？」と聞き返した。発言した生徒は「たぶん…そう…かな？」答えに困っていたが、聞き返した生徒がやってみたくて提案したため、演示実験を行った。結果は、空中に回路を浮かしても豆電球が光ったため、「やっぱり電磁誘導や！」と多くの生徒が考えをまとめることができた。

しかし、ここで磁石にこだわっていた生徒が、「電磁誘導ってことは、IHは磁石なん？磁石やったら、IH自体に磁石はくつつくやんな？」と発言した。これについても演示をしたところ、IHには磁石は反応しなかった。また、生徒の思考が別の課題へと動き出したようだった。班で協働すると、「IHが磁石じゃなかったら電磁誘導ちゃうんかな？」、「電磁誘導以外で電流を流す方法あるかな？」、「やっぱりコンセントから直接流れたんかな？」などさまざまな疑問が出てきた。この疑問を学級全体で共有しても、なかなか突破口が見えず、授業者である著者も困っていた。

このとき、ある生徒が「IH調理器の中身はどうなってるん？」と多くの生徒が気になっていた疑問を、ストレートに表現した。この疑問を実際に確かめると図4のように大きなコイルが内部に入っていることを確かめた。このことから多くの生徒が、「IHは（永久）磁石でなく電磁石になっている。」ということに気づ

き、IH調理器の原理について考えをまとめることができていたように感じた。

【第二段階】 解決の見通し

「電磁石」・「電磁誘導」の仕組みを同時に理解するのは難しい様子だったので、著者から「以前の授業で使ったコイルのモデルを配るから必要なら使ってください。」と言い、図5のモデルを配布した。すると、さらに多くの生徒が理解できたように感じた。

3.3 「自分の言葉でまとめる」

【第六段階】 まとめと振り返り

今まで学級内で対話を大切に学んできたことを個人の思考として振り返るために、ワークシートにまとめさせた。また、自身の理解を助けたり、深めたりするためのモデルをワークシートに表現できる手だてとして図6のような模式図を使用した。

文章にしていくうちに、理論の穴が見つかったり、論理的でない部分に気づいたりする生徒がおり、新たな疑問が多くでてきた。中でも、「IHでは上と下どちらがN極の電磁石になっているのか」や「電磁誘導で反発するなら鍋が浮くんちゃう？」という疑問が多く出てきた。

「前に授業でコンセントは交流と言っていたから、どっちがN極とかじゃなく入れ替わっていると思う。」と別の班の生徒との交流で疑問を解決したり、「鍋が浮く」という疑問には演示で示すしか方法がないため、演示を行ったりした。鍋では質量が大きいので、アルミ鍋の取っ手の部分と中央部を切り取りドーナツ型にしたものを使い、電源を入れると図7のように鍋

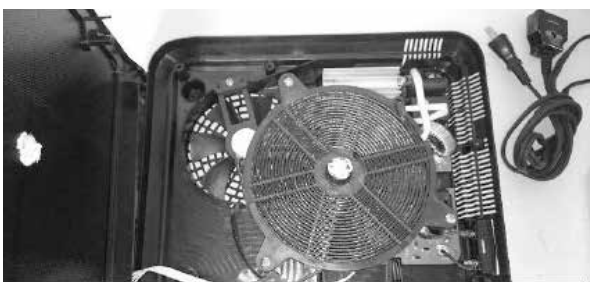


図4 IH調理器の内部のコイルの様子



図5 生徒が使用したコイルを模した模型

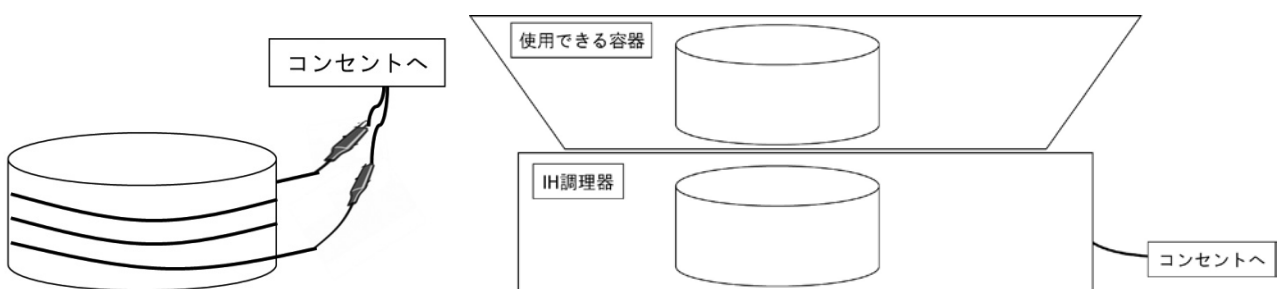


図6 ワークシートの模式図（左：「IH調理器」 右：「IH調理と使用できる容器」）

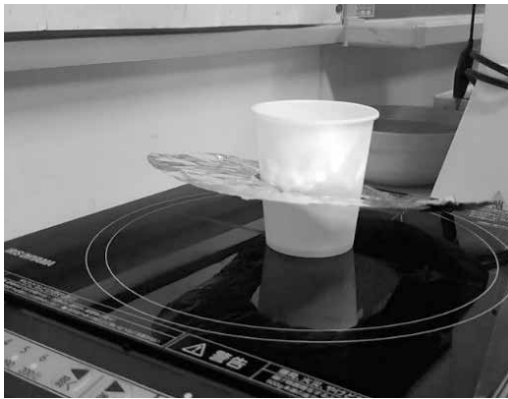


図7 浮いたアルミ鍋の一部

が浮いた。このように、文字にして自分の考えを整理すると本当に理解できていることと、そうでない部分を客観的に見ることができ、生徒自身が自分の理解度を知ることができた。本授業の板書例と使用したワークシートをそれぞれ図8,9に示す。

4. 授業実践の成果

今回、IH調理器という身近な教材を用いることで、多くの生徒が興味・関心を持つことができた。特に、普段の授業では、教材に興味を示せず、学習に対して自信がない生徒も「うちの土鍋は底になんか入ってて使えるで。」と発言するなど意欲的に取り組むことができたことも成果である。この生徒は恥ずかしがらずに自分の意見を素直に言えるため、他の生徒も巻きこんで、多くの生徒が学びのスタートラインに立つことにも繋がったことも、大きな成果のひとつであるといえる。

また、授業の前半で「アルミ鍋は磁石につくのか」や「電流が流れたらなんで熱くなるん？」など理科が苦手な生徒の疑問を演示実験や班で協働して学ばせることで、導入で高められた意欲を授業の後半へと持続させることができた。また、理科に自信がある生徒も自身の考えを伝えることで確かめることができたため、双方にとって意義のある学習となった。

めあて IH調理器の仕組みを説明しよう!

ステンレス鍋
シリコンスチーマー
使い捨てアルミ鍋
陶器の土鍋
プラスチックラーメン鍋

A: 金属の容器が使用可能
B: 電流が流れ温められるから
C: 誘導電流が流れる。
D: IHからの磁界の影響を受ける。
(反発する向きに電磁誘導)
E: IHは電磁石になる。
H: IHの内部にはコイルがある

キーワード

誘導電流
電磁誘導
電磁石

誘導電流

IH調理器
磁界
コンセントへ

図8 授業実践時の板書を再現したもの

2年理科プリントNo.39 提出 2年()組()番 氏名()

IH調理器の仕組みを()と()を使って説明しよう!

○下の表の中でIH調理器で加熱できるものはどれか選びなさい。

【ステンレス鍋】・【陶器の土鍋】・【プラスチックのラーメン鍋】
【使い捨てのアルミ鍋】・【シリコンスチーマー】

○IH調理器で加熱できるものの共通点は何か。

○IH調理器の電源を入れると磁界が発生する 仕組みを説明しなさい。
(図などを用いて言葉に説明しなさい。)

○IH調理器で、金属製の容器に電流が流れ使用できる 仕組みを説明しなさい。
(図などを用いて言葉に説明しなさい。)

自己チェック

●周りの意見を聞き、自分で考えられましたか? (● ○ △ ×)

●目で使用する容器の共通点が分かりましたか? (● ○ △ ×)

●IH調理器の仕組みを科学的に考えられましたか? (● ○ △ ×)

【メモ】

○豆電球が光るのはなぜですか。

○豆で電流が流れるのはなぜですか。

図9 授業で使用したワークシート (左:「表面」 右:「裏面」)

表1 授業で用いたワークシートにおける生徒の「自己チェック」の集計

	◎ よくあてはまる	○ あてはまる	△ あてはまらない	× 全くあてはまらない
【意欲・態度】 周りの意見を聞き、自分で考えられましたか	69 %	29 %	2 %	0 %
【知識・理解】 IH で使用できる容器の共通点がわかりましたか	85 %	15 %	0 %	0 %
【思考・表現】 IH 調理器の仕組みを科学的に考えられましたか	25 %	64 %	12 %	0 %

表2 H28 チャレンジテスト結果より

【評価の観点】	本校生徒と府平均との得点率の差	【問題形式】	本校生徒と府平均との得点率の差
科学的な思考・表現	+ 5.4 ポイント	選択式	+ 3.6 ポイント
観察・実験の技能	+ 3.0 ポイント	短答式	+ 6.9 ポイント
自然事象についての知識・理解	+ 4.7 ポイント	記述式	+ 7.2 ポイント

結果として、ワークシートの「自己チェック欄」において、すべての生徒が「IH で使用できる容器の共通点がわかった」と回答し、「IH 調理器の仕組みを科学的に考えられた」と回答する生徒が88%いたことから、本実践が生徒にとって深く学べる授業になったと考えられる。また、98%の生徒が「周りの意見を聞き、自分で考えられた」と回答することからも本実践はアクティブ・ラーニング的に生徒が学んだこともわかる（表1）。

そして、授業前の生徒の認識として、IH 調理器で使える容器は「磁石が関係している」と答えた生徒の割合は約40%であることがわかった。また、「わからない」や「考えたことがない」などの回答が約50%だった。（口頭で挙手させる形で確認をとったため、「金属である」と考えていた生徒もいたかもしれないが、みんなの前で意見を出すことはできなかった。）

授業の1カ月後の定期考査において、「IH で使える容器の共通点は何か」という問いに87%の生徒が「金属」であると解答することができた。中には、本当に理解はできていないが、授業で学んだから一応覚えている生徒もいると推測できるが、多くの生徒が正しい認識をもつことができたことが成果であると感じている。

また、授業後半の生徒の様子にも注目すべき点があった。多くの授業の場合、授業の前半同様に理科に自信がある生徒が主導して学級の学びが進んでいくことが多い。しかし、この授業においては、IH 上の豆電球が光ったときに「なんで？」と疑問が深まり、「IH が磁石じゃなかったら電磁誘導ちゃうんかな？」と理科に自信のある生徒が、すぐに答えにたどり着けず、悩んだ。ここまでは、授業デザインの段階から予想で

きたことがだが、理科が苦手な生徒が「電気を通すからといって、IH を使うときに、電気が流れてるかどうかはわからへん」や「IH 調理器の中身はどうなってるん？」、「電磁誘導で反発するなら鍋が浮くんちゃう？」のような核心的な疑問を持ち、学級に提案できるといったところまでは予想していなかった。

このことから著者たちは、難しい課題を設定しても、生徒をきちんと学びのスタートラインに立たせ、学ぶ意欲を継続させることができれば、どの生徒もまさに主体的に学ぶことができるということを感じた。さらに、主体的に学ぶ生徒が協働することで、深い学びにも繋がり、結果として生徒だけで難しい課題でも結果を導き出すことができることがわかった。

また、生徒の声をしっかり聴きとり、生徒が解決するプロセスにおいて、その時に必要な演示実験や協働して学ぶ時間を作るなど適宜コーディネートすることが大切であり、教師は答えを伝えるのではなく、この役割に徹することが必要不可欠であると感じることができた。

以上のように、ひとつの授業から多くの授業への心構えや教師の立ち位置が見えてきたことが何よりこの実践の効果であると言える。

さらに、これらのような授業を意識して1年間授業を行ったところ、1月に実施された「大阪府チャレンジテスト」において、例年は平均点に届かないことが多いが、約5点も上回る結果となるなど点数としても結果に表れた。なかでも、表2のように平均との得点率の差を比べると、評価の観点においては「科学的な思考・表現」が+5.4ポイントになるなど、他の2つの観点より高くなっていたことや、問題形式別にみると「選択式」、「短答式」に比べ、「記述式」が+7.2

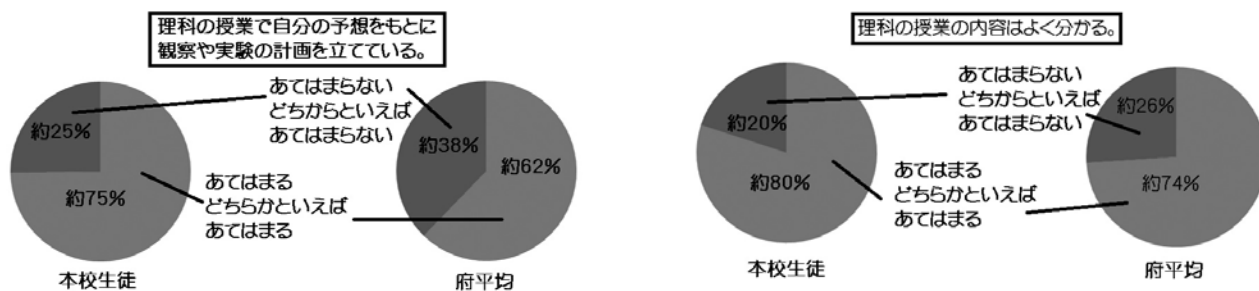


図 10 チャレンジテスト質問調査紙結果より

ポイントと最も高くなっていることなどから、深く学ぶことができていることがわかる。また、本校生徒は同じくチャレンジテストにおいて全36問中、15問の無回答率が0%であり、平均しても無回答率が4.2%と府平均の5.8%と比べ低いことから理科に対する意欲が見られた。

さらに、図10のようにチャレンジテスト質問紙調査の結果より「理科の授業で自分の予想をもとに観察や実験を立てている」と多くの生徒が感じており、それが「理科の授業の内容はよくわかる」という実感に繋がっている。また、本校で年度末に行っているアンケートにおいても、約8割の生徒が「グループでの学習は学びやすい」(H28/2年生)と肯定的に捉えてお

り、また保護者の約7割が「学びやすい環境で授業を受けている」(H28/2年生)と回答した。これらのことから、生徒や保護者も学びを実感できていることがなよりの成果であると考えられる。

引用文献

1. 田中博之,『アクティブ・ラーニング実践の手引き—各教科等で取り組む「主体的・協働的な学び」』, p.67, 教育開発研究所 (2016) .
2. 田中博之,『実践事例でわかるアクティブ・ラーニングの学習評価』, p.146, 学陽書房 (2017) .
3. 田中博之,『アクティブ・ラーニングが絶対成功する！家庭学習アイデアブック』, p.67, 明治図書 (2017) .

