

# ジグソー法を応用した学習者相互で高めあう授業形態の提案

## —高等学校における探究活動を取り入れた授業の一考察—

岡本英治

山下雅文

### I. はじめに(研究動機及び研究目的)

学習指導要領理科の目標に「探究する能力と態度を育てる」(文部科学省, 2009)とある。近年, 探究活動や課題実験を通して, 様々な能力, 例えば分析力, 表現力や問題解決能力など, 多岐にわたる能力の育成が強く求められている。一方で, 学校教育の場では, 限られた時間の中で多様な能力をどのような方法で養えばよいか, またそのためにはどのような授業形態や展開をなせばよいか, 常に課題としてある。特に高等学校の課程では, 科目内容の専門性も高まり, 内容の知識・理解に費やす時間が多くなる。教師は, 知識・理解以外の科学的思考力や問題解決能力などの目標をどのように学習者に有意義かつ効率よく高めることができるか, 常に意識をかたむけながら授業に取り組み, 多岐にわたる目的・目標を年間指導計画に基づいて達成できるように努めている。

本研究は, 高等学校段階における探究活動や課題実験を取り入れた授業をどのように設定, 展開し, 且つ学習者にはどのような能力を育てることができるか, そのあり方を模索するとともに, 一つの授業形態・展開を提案するものである。

### II. 授業の場で活用されるための探究活動のあり方

授業の場で扱う探究活動や課題実験では焦点化が鍵となる。問題の発見, 探究テーマや課題実験の主題の設定, 仮説の設定, 探究手法や課題実験の方法, 実験結果をもとにした考察及び結論に至るまでの思考過程など, すべてを学習者に考えさせて実施することは理想的であるが, 現実には難しい。制約された時間の中で実施するには焦点化が重要になる。高等学校における探究活動や課題実験のあり方は, 新出事項に対する導入実験や発見的な実験とは異なり, 学習者が既習知識を活用して, 科学的・論理的な根拠をもった考察を行い, 結論に至るまでの過程を重視したい。無論, 主題によっては探究手法や実験方法等を考えさせる場面設定も考えられる。しかし, 既習知識の活用に焦点を

あてた場合, 知識のより深い理解を形成するとともに, 探究過程の中から科学的思考力や問題解決力等が培われていくと考える。また考察場面を焦点化した展開では, 学習者が獲得できる能力などを限られた時間の中で有意義に育むことができ, 授業の筋道に沿った形で行う展開しやすく, 教師にとって教材が扱いやすいと言える。

もう一つ, 探究活動や課題実験において重要なことは共同実験者との役割である。筆者は物理を担当しており, 授業の場での活動は, 複数の学習者による班活動を中心に行っている。そこでは学習者が共同実験者とともに議論・検討していく中で, 自らの考察を整理し, 学習者自身で概念の修正を行いながら構築がなされていく。高等学校における探究活動や課題実験では, 既習知識の活用に主眼に置いて, 他の実験以上に考察場面において科学的・論理的な根拠に基づいた手続きを踏んで問題解決をはかり, 学習者一人ではなく, 複数の学習者が相互に高めあう考察場面作りが重要であると考えられる。

### III. 提案する探究活動を取り入れた授業デザイン

IIのあり方を踏まえて, 考察場面を焦点化した探究活動を取り入れた授業形態や展開を考える上において2つの問題設定を与えた。1つは限られた時間で有効に探究活動させるための授業形態及び展開, もう1つは学習者の概念を共同学習者とともに構築・向上させていく授業形態の考案である。それらの解決をはかるため, ジグソー法を応用した授業デザインを取り入れることにした。

ジグソー法(山下, 2013)は, その手順の特徴である, 教材を分割し, 分割された教材をそれぞれの学習者が分担した後, 相互教授を行うことで教材の知識が統合されていく手法である。さらに三宅ら(三宅ほか, 2011a)が提唱する知識構成型ジグソー法では, 他者との「建設的相互作用」により「活用できる知識」が獲得できるとしている。また, 協調学習を引き起こすに

は、『「活動的」、「構成的」、「対話的」に学べるような授業デザインが基本的な方針となる』（三宅ほか、2011b）としている。

本研究では、ジグソー法の利点を活かして次のような特徴をもたせた授業形態を考案した。

- 1 ジグソー法におけるエキスパート活動として、実際に実験を行いながら、各学習者にその実験を習得させて、知識の獲得をはからせる。具体的には、探究テーマを複数の課題実験に分割し、各グループに分かれて実験を行い、それぞれの課題実験の熟達者（エキスパート）を養成する。
  - 2 学習者間の相互教授の活動では、学習者に先生・生徒の役割を与え、実験を交えながら相互教授を行う。
  - 3 複数の課題実験は、共通の実験装置を用いる。共通化をはかることで他の課題実験を学習者に容易に把握できるように支援する。
- \* 1の課題実験のグループと2の相互教授を行うグループは、ジグソー法によりメンバーを組み替える。

ジグソー法では、エキスパート活動として、分割された教材の資料を与え、その資料を読み、学習者をそれぞれのエキスパートにする手法が一般に用いられている。本研究では、高等学校の学習者を対象にしていることを踏まえて、「探究テーマを複数の課題実験に分割し、『学習者が1つの課題実験を実際に行い、探究する過程』を『エキスパート活動』とし、各学習者をその課題実験の『熟達者』とする」特徴を持たせた。

次に、相互教授に関しては、「熟達者の学習者に先生の役割を与えて、生徒役の学習者にわかりやすく説明する」特徴を持たせた。先生の役割を与えることで、わかりやすく科学的、論理的に説明するための発表や表現の工夫を行わせるとともに、事前のエキスパート活動に取り組む姿勢も向上できると期待した。また他者への説明のために、より深い内容理解に努め、積極的・主体的に取り組む姿勢を、役割を与えることで明確に目的意識を持たせるねらいがある。

共通の実験装置に関しては、相互教授において先生役が実験を交えながら説明を行う際、短時間に各学習者が実験方法や内容把握ができるように支援を行うものである。

3つの特徴を踏まえて、具体的に次のような授業デザインとした。

1つの探究テーマに対してその問題解決をはかるための新たな3つの課題実験を用意する。各学習者は課題実験を行う班（以下、課題班とする）で3つのうちの1つの課題実験に取り組みせる。課題班では、教師が与えた課題実験の目的や方法を把握しながら実験を行い、実験結果をもとに考察、結論と探究活動を行う。その後、課題班を解散し、別の課題実験を行ったメンバーで新たな班（以下、探究班とする）を構成する。探究班では、先の3つの課題実験を行うが、学習者自身が取り組んだ課題実験に対してはその学習者が先生役になり、他の班員に課題実験の〔目的〕→〔原理・方法〕→【実演】→〔（課題班で得られた）結果および考察〕→〔結論〕を課題実験にはじめて知る他の構成員にわかりやすく説明する。一方で、班の構成員として参加している学習者は、先生役の説明をしっかりと把握しながら、自らが取り組んだ課題実験や既習知識と照らしあわせて、先生役の説明が適切に筋道立っているか、考察、判断させて、他者への指摘や意見を述べるとともに、学習者自身の既習知識や概念の整理および構築をはかるようにした。

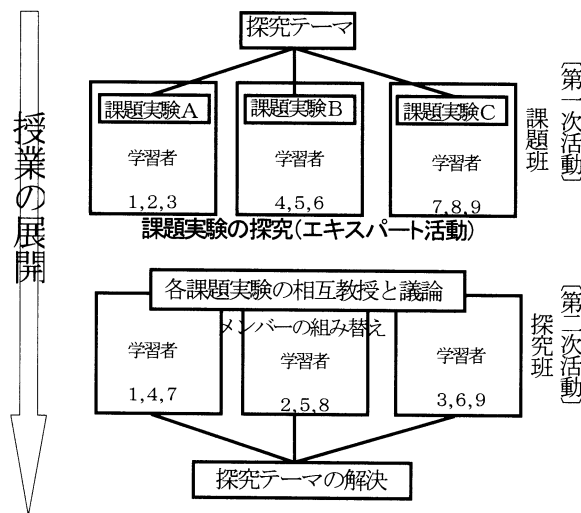


図1. 授業の展開モデル図

また本研究では考察場面に焦点をあてた授業展開としているため、探究テーマ・課題実験の主題、実験の目的、実験の原理・方法および実験装置までを教師がすべて用意して学習者に与えることにした。学習者の活動は、課題実験においては実験から得られる結果をもとに結論にたどりつくまでの考察の過程の中で、既習知識の活用に主眼を置き、科学的な根拠をもって、筋道立った論理的な解釈や説明を行わせることに特化

させた。相互教授の場面では、先生役の実演やプレゼンテーションにおける説明力、表現力とともに、生徒役の判断力、分析力、既習知識の概念整理およびその修正に主眼をおいた。

#### IV. 探究テーマ・課題実験の主題設定の方針

探究活動や課題実験では、テーマや主題の設定に教師は苦悩する。本研究では、次の視点で探究テーマの設定を行った。

- 探究活動や課題実験を通して学習者が保持している既習知識の修正や再構築がなされる題材
- ジグソー法の展開を踏まえ、探究テーマをもとに複数の課題実験に分割できる題材。且つ複数の課題実験が共通の実験装置で実施できる題材。
- 学習者が既習知識をもとに考察や問題解決がはかれることができる題材

『探究とは問いかけて、その答えを探し求める活動』（小林, 2013）である。そのため、既習知識の活用に関心をあてた授業展開を計画した場合、単に学習事項の確認や検証のための実験・活動とは異にしなければならない。問いかけの仕方やレベルにもよるが、本研究では高等学校段階の学習者を対象にしていることもあり、問いのレベルも上位にあげて学習者の保持する既習知識が誤概念として構築されやすい題材を、探究活動・課題実験を通して概念の修正及び再構築できる探究テーマを選定した。

#### V. 授業実践

2014年11月から12月、本校の高等学校2年次の物理基礎選択2クラス(Ⅱ群(29名)及びⅢ群(38名))において実施した。題材は管の固有振動である。

##### 1. 授業の構想

##### a. 探究テーマ・課題実験の主題設定

探究テーマ：管の中には、本当に気柱振動によって定常波ができていのだろうか

課題実験：【A】音は、管の端で自由端反射や固定端反射しているか

【B】管の中には、気柱振動によって腹や節ができていのか

\*課題実験【B】に関しては、閉管に取り組む【B1】、開管に取り組む【B2】の2つに分けた。

管の固有振動の授業では、管の中の気柱が振動することによって生じる定常波を図示により学習者に理解

をはかってきた。探究テーマは、図示した管の中の気柱の振動によって生じる定常波が本当に実在しているかという設定で行った。さらにその探究テーマの解決のために、「定常波のできる条件」と「定常波の特徴」それぞれの道すじから探究する2つの課題実験を用意した。管の中の気柱の振動による定常波は、音が管の両端で反射を繰り返す、それらの波の重ねあわせで生じる。課題実験【A】は、管の端では既習した反射（閉端では固定端反射や開口端では自由端反射）が本当に生じているか検証するものである。課題実験【B】は、定常波の特徴である腹・節を探るものとした。なお【B】は、閉管【B1】と開管【B2】と題材を2つに分割した。

##### b. 課題実験の方法

課題実験は、基本となる共通の実験装置（写真1参照）を用いて取り組ませた。前述したように課題実験の目的や原理・方法については教師がプリントを用意して提示した。

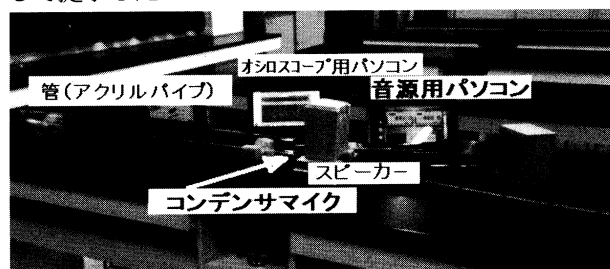


写真1. 課題実験で使った共通実験装置

課題実験【A】は、パルス波の音を発生する音源装置を用いて管の中に送り込んだ音と管の端ではね返り戻ってきた音の振動の様子をマイクでとりこみオシロスコープでその様子の違いを比較するものである。

課題実験【B】は、振動数を変えることができる音源から連続した正弦波の音を送り出し、気柱の共鳴実験器の実験と同じように、振動数を変えながら開口端付近に置いたマイクの振幅が最も大きく振れた箇所から共鳴した振動数を探し、その状態で管の中にマイクを入れていく。マイクで捉えたオシロスコープの振動の様子から管の中の腹や節の位置を見つけ出すのである。

##### c. 授業時間の構成

探究活動は全5時間もしくは6時間で実施した。

- |   |       |
|---|-------|
| 1時間目：管の中を伝わる音速の測定【全班共通】<br>(共通実験器具の使い方) | 第一次活動 |
| 2時間目：探究テーマ・課題実験の提示<br>および課題班での探究①       |       |

3時間目：課題班での探究②	第 一 次 活 動
4時間目：課題班での探究③とプレゼン テーションの検討	
5時間目：探究班でのプレゼンテ ーション	第 二 次 活 動
6時間目：管の固有振動のイメージづくり（まとめ） （※5時間実施のクラス（Ⅲ群）は3時間目を省いた。）	

#### d. 授業形態と展開

図2はⅡ群（29名）クラスの班割りである。探究班がもとになる班で、この班を一旦、崩して新たな課題班をつくる（図2の記号、例えばA3はA班の3番を表し、各学習者を示している）。課題班では、課題実験A、B1、B2のいずれかに取り組む。各課題班では教師が提示した課題実験の目的・方法を把握しながら実験を行い、得られた結果をもとに既習知識と照らし合わせながら考察・解釈を行ってまとめる。その後、もとの探究班にもどり、各学習者は取り組んだ課題実験に対して先生役となり、他の班員に実験の目的、方法・原理を説明して実演を交えながら、実験結果及び課題班での考察・解釈をわかりやすく説明する。他の班員は、先生役の説明を把握しながら、既習知識や自身が行った課題実験などと照らしあわせながら、先生役の説明に対して思考・判断させる。探究班では3つすべての課題実験を行った後、各課題実験の目的に対して考察・結論の妥当性ととも、課題実験を統合ものが探究テーマに対してどのような結論が得られたか考察させた。

探究班・課題班の割り振り	
探究班（29人）班割り	
6（5）人グループ×5班	
A班（A1A2A3A4A5A6）	B班（B1B2B3B4B5B6）
D班（D1D2D3D4D5D6）	E班（E1E2E3E4E5）
C班（C1C2C3C4C5C6）	
第1次活動【課題班の構成】	
課題A 1班（A1A2D1D2E1E2）	2班（B1B2C1C2）
課題B1 3班（A3A4C3C4E3E4）	4班（B3B4D3D4）
課題B2 5班（A5A6C5C6）	6班（B5B6D5D6E1）
第2次活動【探究班での活動】	
A班 A→B1→B2	D A→B1→B2
E班 B1→B2→A	E B1→B2→A
C班 B3→A→B2	
	（※10分でローテーション）

図2. 探究班・課題班の割り振りの仕方

#### e. 探究テーマ・課題実験の題材の特質

本稿では授業形態や展開を主としているため、扱った題材そのものについての詳細は省くものとするが、研究で用いた題材は先に述べたように既習知識の修正や再構築がなされる主題を選定した。

多くの学習者は、縦波（疎密波）のイメージとして、「密＝（横波表示での）山」・「疎＝（横波表示での）

谷」や縦波で生じる定常波のイメージでは「密＝腹」・「疎＝節」といった誤った認識をしている。無論、図示をもとにした事前の授業では、密や疎が横波の形式で表した場合の山や谷に相当しないことを学習している。しかし、実際に課題実験の予想場面でほとんどの学習者にこれらの誤概念が見られた。つまり文脈が異なると、学習者の誤概念が払拭できていないことがわかる。本題材では誤概念をもとにした予想と実際の実験結果の違いに驚きをもたせて、積極的・主体的に探究するような仕掛けを行った。

さらに本題材ではマイクの役割が鍵となる。音の様子を捉えるにはマイクを利用するほかないが、今回使用したマイクはコンデンサマイクで、媒質の変位の様子そのものを捉えるものではなく、マイクの箇所の圧力変化を捉えるものである。大まかに言えば、マイクの箇所の密や疎の時間変化がオシロスコープにあらわれる。学習者には探究活動の前に音速の測定実験でマイクの特長について知らせた。しかし、課題実験に取り組む前段階では学習者には適切な概念や意味あいをじゅうぶんに認識できていなかった。図示による伝達の限界もあり、実際に実験を伴う探究活動を通して、縦波の正しい認識とともに誤概念の修正のためにも本題材を選定した。通常の図示をもとにした縦波の学習において、密・疎と横波の形式で表したときの山・谷にあたる部分、定常波での腹・節といったものを、学習者に正しく認識させて概念構築することは、今後の課題の1つと言える。

## 2. 授業の実際

課題班での課題実験の探究活動を第1次活動（エキスパート活動）、課題実験を探究班に持ち寄りプレゼンテーションの場を第2次活動（相互教授）、まとめとなるイメージづくりを第3次活動にわけた。ここでは第1次および第2次活動を報告する。

### a. 第1次活動（エキスパート活動）

課題実験の探究はプレゼンテーションの検討も含めて2時間ないし3時間で実施した。課題A、B1、B2ともに学習者のほとんどが実験の予想と実際に得られた実験結果が異なり、興味・関心の動機づけとなり主体的・積極的に探究する姿勢がみられた。その一方で解釈・考察の場面では、題材の難しさや誤概念の修正の難しさにより指導者の手助けを必要とした。探究活動では、指導者がどのような形でどの程度、学習者の問題解決場面に介入するか、支援のあり方が重要となる。

今回は、考察の手がかりを与えるため、既習した学習事項から“鍵となる用語”をあげて、各用語と得られた結果がどのように対応、関連しているか、図示とともに照らしあわせて考えるように指示を与えた。

**“指導者側が学習者に提示した鍵となる用語”**

密・疎、自由端反射、固定端反射、腹、節、横波表示での山や谷、重ねあわせ

※実験結果や図示と照らしあせたときにそれらの用語がどの部分に相当するか考えるように指示を与えた。

“鍵となる用語”の提示は、学習者の考察の過程に大きな効果を発揮し、各班での議論や検討を進める足がかりになった。概念を整理させるとともに、対応関係の矛盾から保持している誤概念を認識して修正を行って、正しい概念へと再構築される場面がみられ、大きな役割を果たした。

**b. 第2次活動（探究班での相互教授）**

相互教授の場面は、1時間（50分）の枠で実施した。（なおⅢ群は、40分の短縮時間での実施となった。）探究班に分かれ、約12分ごとに課題実験をローテーションしながら、先生役が実験目的・方法を説明し、実演しながら、課題班での実験予想と実験結果を含み実験目的に対する考察および結論までの過程を、生徒役にわかりやすく説明・伝達させた。また各班には白板を用意して伝達の支援を行った。教師はローテーションの時間を指示し、各班がテーブルを移動しながら相互教授を行う方法とした。1時間の中ですべての班が3つの課題実験を説明した。1課題12分は時間として短い。全学習者が3つの課題実験すべてを知ることに重きを置いた。結果的に12分の中で先生役は簡潔にわかりやすく説明する工夫を行い、概ねこの時間の枠で生徒役からの質疑・応答までを行うことができた。

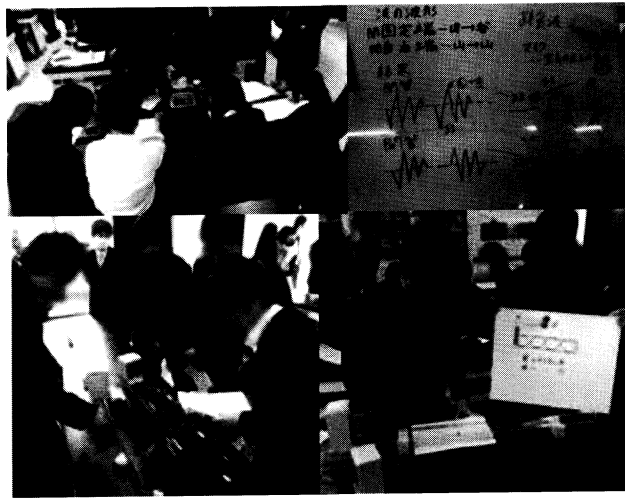
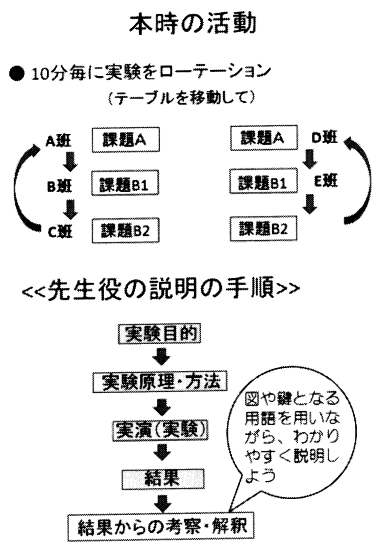


写真2. 相互教授の場面

**VI. 授業に対する学習者の感想及び分析**

本授業終了(2014年12月～1月)後、自由記述形式でアンケートを行った。質問の項目は「あなたが取り組んだ課題実験の感想」、「今回は班の中で別々の実験を取り組んだ後、それぞれが先生役になって発表するような授業を行いましたか。普段の授業との違いの感想や先生役あるいは生徒役での感想などを聞かせてください。」、「課題実験や探究活動の授業をどう思いますか。また全体の授業の感想なども聞かせてください。」の3つに回答してもらった。回収率はⅡ群クラス29名中24名で83%であった。なお、Ⅲ群のクラスに関しては、相互教授の時間がⅡ群と異なる条件であるため、分析はⅡ群のみで回答で行った。

アンケートの記述の主な表現の頻出度は以下の通りである。（ただし、同一回答者が同じ表現を繰り返して用いた場合は1とカウントとしている。）

頻出度が多かった表現（24名中）

**【課題実験について】**

- ・教材が難しい/理解できていなかった 13名
- ・予想と違う/題材の認識を誤解していた 10名

**【相互教授について】**

- ・内容理解の重要性を感じた 10名
- ・みんなで考え/意見を出しあいながら 8名

**【授業全体に関して（課題実験・相互教授も含む）】**

- ・深い理解を得た 14名
- ・おもしろかった/楽しかった 9名
- ・じっくり考察/自力で考え 8名
- ・主体的・積極的・能動的 7名

また表現としては少数であるが特徴的なものとして、  
( )内の数字は人数を示す)

「新鮮(4)」、「プラスになる(3)」、「責任(3)」、  
「疑問をもって(2)」、「概念(考え)が変わった(2)」  
があった。

回答の大部分は、授業に対して好感や肯定的なものであった。自由記述形式であるため、回答者が用いた表現はその回答者が特に印象に残ったものであると言える。「みんなで考え意見を出しあいながら」と表現した8名のうち7名(87.5%)、「じっくり考察/自力で考え」と表現した8名のうち6名(75%)が「深い理解を得た」ことを示しており、協同学習による理解の深化や考察場面の設定の成果がみられた。また、直接的な言葉として「概念が変わった」と記述したものは2名であったが、「題材を誤解していた/理解できていなかった」と「深い理解を得た」の両方を記述した、概念の修正や再構築がなされたと考えられるものは、先の2名を含めて12名(全回答者の50%)と自由記述において高い割合を示した。これはジグソー法を応用した指導法が、概念構築に建設的な成果があったことを示していると言える。

今回はサンプル数が少ないため、表現の頻出度だけでは十分な分析が得られない。そこで代表的あるいは特徴的な表現をもとに質的に分析及び考察を行うことにした。

#### 【アンケートの回答の抜粋】

以下に代表的・特徴的な回答を抜粋して紹介する。なお、下線および太字は筆者が加えたものである。また抜粋した回答(16項目)は、すべて異なる学習者のものを選んでいく。

#### ○課題実験の感想

##### ・課題実験【A】に取り組んだ学習者の感想

「シンプルであったが、理解しづらいところもあり、やりごたえのある実験だった。ただの知識として、固定端反射、自由端反射を覚えていたけれど、それを自分たちで考えながら確認していくことはおもしろかった。」(Ⅱ群男子)

「単純な実験だったけど、やってみると内容が深くおもしろかった。自分の立てた予想と違っていたりするとやりがいがあった。」(Ⅱ群男子)

##### ・課題実験【B】に取り組んだ学習者の感想

「音の周波数を決めるとき、密度変化と腹・節の関係をしっかりと理解できていなかったで、1回目と2回目の実験

では大きく異なっていた。しっかり波を理解しないと実験はできないと感じた。」(Ⅱ群男子)

「オシロスコープの波型を定常波の波型と比較して考えることが最初はよくわからなかったが、理解できるようになった。理解すると、今まで持っていた音波に対する考えがガラリと変わった。とてもわかるようになった気がする。」(Ⅱ群男子)

「いつもは先生の指示に従って実験を行っていたが、今回は予想から考察まですべて自力でしなければならなかったの で正直つらかった。実験の目的を見失うこともあったが、その分、人に頼らず、じっくり考察することができたため、この単元の学習はとて深く理解することができたと思う」  
(Ⅱ群男子)

#### ○相互教授の場面の感想

「実際に人に説明するのは難しい。本当に理解していないとできないとわかった。先生役の時、生徒役から質問されてこまった。」(Ⅱ群女子)

「普段は先生がおっしゃられていることをただ1人で理解していたものを、みんなで考えて意見を出しながら結論を求めていくことが新鮮だった。そして先生役からはいつもの授業では聞けない自分たちが出した予想とのズレやこう考えてみたああ考えてみたなどのいろいろな案が聞けて、様々な思考ができた。自分が先生役になったときは自分自身がわかるように説明する、つまり自分たちの使う言葉で説明することにより、みんなからの共感が得られて、議論も活発になったように思う。」(Ⅱ群女子)

「…前略…生徒役ではうのみにして聞くのではなく、疑問を持ちながら聞くことができた。予想→実験→考察と上手く組み合わせで説明していて、とても納得するところが多かった」(Ⅱ群女子)

「難しい。また先生役も十分な結論が出ないままだと、説明もうまくいかず、生徒役の人に理解してもらうことができなかったのかなと思う。ただ普段の授業と違って、実験で、目で確かめられることも多かったので楽しかった。」(Ⅱ群男子)

「より相手にわかってもらうように簡単に説明するためには自分が一番知っていないといけない。生徒として聞くときは、いつもとは違い、疑問を持ちながら説明を聞くようになったと思う。説明が終わってもそれが本当にそうなのか疑問のまま終わることもあった。」(Ⅱ群男子)

「生徒役で他の班の実験の考察を聞いたら、自分たちの実験の考察も少し理解できた気がした。でも先生役で説明するのは、よく理解できていなかったで難しかったし、きちんと

説明できたかわからない。」(II群女子)

#### ○授業全体を通しての感想

「普通の授業よりも確実に難しい。普通に授業を受けていたら生まれないような疑問を論理的に解決していくというのはとても難解だった。しかし、解決したときの達成感がとても大きかった。その達成感が今後の授業のモチベーションにつながると思う。」(II男子)

「このように人の前で発表する機会は、学校生活において数少ないうえ、自ら説明することで理解度が深まったため、良かったと思う。」(II群女子)

「生徒間で討議でき、自主的に活動ができてよかった。また通常の授業では「考える」ということが思った以上にできていないことに気づいた。機会があれば、またやりたい。」(II群男子)

「今までやってきた予測が大体あうような実験ではなくて、今回のような実験をすると印象に残るし、いつも以上に真剣に取り組めるのでよいと思う。」(II群女子)

「1つのことを調べるために様々な事を考えなくてはいけないため、知識を身につけようと自然と努力することができた。」(II群男子)

学習者の回答は大きく2つの点で評価を得た。1つは探究活動、課題実験の題材そのものに関する評価と、もう1つが相互教授の場面での評価である。

題材に関しては、「難しい」、「予想と違っていた」、などが示すように学習者が題材である縦波としての音波に対してじゅうぶん認識できていなかったり、誤った概念を保持していたりしたために予想と異なった実験結果を得る題材であったことがわかる。この点が学習者にとっては難しい題材であると同時に、問題解決していく過程に「やりごたえのある実験」、「やってみると内容が深く…やりがいがあった」といった興味・関心を引きつけ、特に考察場面における思考の過程では「じっくり考察することができた」、「自分達で考えながら確認していくことはおもしろかった」、「みんなで考えて意見を出しながら結論を求めていくことが新鮮だった」といった主体的・積極的に思考している過程が伺える。また思考過程の結果、「とても深く理解することができた」、「今までもっていた音波に対する考えがガラリと変わった」といった学習者の概念の修正や再構築がなされ、自由記述の回答において「深い理解を得た」と表現した者が14名(58%)もいたことから概念の構築に適した題材であったと考える。また、問題解決による新たな概念形成が「解決したとき

の達成感がとても大きい」といった評価につながったと分析する。

相互教授に関しては、先生役で他者に説明する場面では「本当に理解していないとできない」、「自分が一番知っていないといけない」と内容理解の重要性を感じ、「自ら説明することで理解度が深まった」、「知識を身につけようと自然と努力することができた」といった学習者が能動的に内容理解に取り組んだ姿勢が伺える。生徒役で他者から説明を受ける場面では「疑問を持ちながら聞く」が示すように批判的思考をもって判断しようとしていることが伺える。また「他の班の実験の考察を聞いたら、自分たちの実験の考察も少し理解できた」といった題材の関連づけもみられた。

探究活動・課題実験は「通常の授業では「考える」ということが思った以上にできていないことに気づいた」、「みんなで考えて意見を出しながら結論を求めていくことが新鮮だった」といった普通の授業と比較した場合、思考や議論の場面が有意義であったことがよくわかる。また「達成感が今後の授業のモチベーションにつながる」と本題材のみならず学習全体への意欲の向上にもつながり得ることもわかる。

## VII. 成果と課題

本研究で行った「ジグソー法を応用した授業形態」で筆者が予測していなかった成果は、相互教授の場面において生徒役の学習者が先生役の学習者から説明を聞くときに批判的思考をもって判断しようとしている回答がみられた点である。これはエキスパート活動を通じて各学習者は1つの課題実験の熟達者になり、熟達者の視点に立って他の課題実験の説明を批判的・論理的に思考、解釈しようとしていると考えられる。複数の題材の持ち寄りによる概念の統合・構築は期待していたが、ジグソー法に実験をとりいれて熟達者の立場を築きあげることができれば、批判的な思考や判断を高める効果が得られると期待できる。

また高等学校における探究活動のあり方として、2つの点で成果が得られた。1つは、探究活動や課題実験では題材の選定が極めて重要になる点である。特に考察場面に焦点をあてた既習知識の活用をはかる探究活動では、学習者にとって概念理解が難しい題材や、誤概念として保持されやすい題材を選定して、疑問をきっかけに探究過程の中から概念転換をはかることが効果的であるとわかった。また学習者自身で解決でき

る課題であることも選定において重要である。それは、学習者自ら問題解決できたという実感を持たせるために、教師の支援は最小限にとどめられる題材で、教師の支援・指導のあり方が重要となる。今回用いた題材は、実験自体はシンプルであるが、内容は深く、探究に適していたものといえる。もう1つの成果は、学習者相互による相互教授の効果が大きい点である。特に学習者に役割をもたせたことが効果的であった。先生といった役割は各学習者が責任を担い、主体的・積極的に取り組む姿勢が得られた。探究活動や課題実験を実施する場合、教師は学習者のもつ概念を認知し、探究活動や課題実験を踏まえて授業計画を組み、通常の授業でどの範囲をどのように教えるか、そして探究活動や課題実験では何に主眼を置いて学習者自らどのように問題解決させるか、じゅうぶんに検討して題材の選定を行う必要がある。

今後は、学習者の授業プリントと授業の展開を照らしあわせながら、本題材に対して学習者の概念がどの時点でどのように転換・修正されたか、より詳細な分析を行うとともに、本授業をさらに有用なものへと改善をはかりたい。また、ジグソー法を応用した授業形態の手法を用いて、他の題材で同じような取り組みが実施できないか検討していきたい。

## おわりに（謝辞および附記）

本研究は、広島大学大学院教育学研究科前原俊信教授のご指導・ご助言を頂きながら実施し、実験装置の一部（音源装置）のご提供もいただいた。また授業の一部は、第44回広島大学附属福山中・高等学校教育研究会の公開授業で行ったもので、本稿は当日配布した資料の一部に加筆・修正したものを含むものである。

## 参考文献

三宅なほみ ほか編, 自治体との連携による協調学習の授業づくりプロジェクト平成22年度報告書「協調が生む学びの多様性」, 東京大学 大学発教育支援コンソーシアム推進機構, 2011a.

山下修一, 共同の学びと理科学習, 大高泉編「新しい学びを拓く理科 授業の理論と実践 中学・高等学校編」, 148-152, ミネルヴァ書房, 2013.

## 引用文献

小林和雄, 探究活動の指導: 仮説設定, 大高泉編「新しい学びを拓く理科 授業の理論と実践 中学・高等学校編」, 137-141, ミネルヴァ書房, 2013.

三宅なほみ ほか編, 同上掲書, 2011b.

文部科学省: 高等学校学習指導要領 (平成21年3月告示), 2009.