

# 探究を通じた深い学びを導く理科教師の教材知・学習知に関する研究1：教員養成における大学生の実態調査

渡 邊 重 義

## Research on teaching material knowledge and learning knowledge of science teachers for leading deep learning through inquiry 1: Survey of university students in teacher training

Shigeyoshi Watanabe

(Received September 30, 2021)

In order to explore the challenges of teacher training in pre-service education for inquiry and deep learning, the actual conditions of teaching material knowledge and learning knowledge of university students aiming to become science teachers were investigated. As a result of study, the following was found. Many of them in the early stages of teacher training had a view of learning that teachers explained and made students understand. In addition, they rarely used the terms "teaching materials," "learning," and "inquiry" in explanations related to the qualities and abilities required for science teachers. After studying learning theory, they came to think that "questions," "problems," and "curiosity" were the keys to learners' independent learning. They have also become able to explain the teacher's role in guiding and assisting learners. However, the fusion of teaching material knowledge and learning knowledge was not sufficient.

**Key words:** teaching material knowledge, learning knowledge, inquiry, science teacher training

### I. はじめに

学習指導要領（2017）に基づく教育課程では、これからの時代に必要となる資質・能力の育成のために主体的で対話的な深い学びが目指されることになった。理科学習においては、問題解決が繰り返される探究が深い学びを導くと考えられ、全国学力状況調査（2015/2018）でも探究のプロセスが反映した問題が出題されている。1970年代に探究が理科教育思潮の主流になったときには、①探究（科学）の方法の学習、②探究的行動の学習、③探究の構造（思考方法）の学習の三段階が示されるが、理科学習の実践は①のレベルに留まることが多かったとの指摘がある（長尾1974）。現在は、②③の段階を目指すだけでなく、判断力や表現力等の資質・能力の育成を可能にする学習方法に関する知見が教師に求められている。探究的な学びが成立するために、教師が探究の文脈を十分に理解して学習の道標となり、適切に指導支援を行わなければならない。

近年では、原田ら（2018）がアメリカの次世代科

学スタンダード NGSS の提唱したサイエンス・プラクティス（科学の方法と考え方）の8つのスキルなどを用いた理科の教員研修に関する実践研究を行っている。キーコンセプト、フォーカスクエストで構成されたコンセプト・フローに基づいた展開において、それらに対応したサイエンス・プラクティス、指導者の働きかけ、受講者の活動、評価が記載された指導チャートが作成され、教員研修に用いられている。コンセプト・フローは授業者が準備したものであり、学習者の探究的な展開を示すものではないが、具体的な学習内容と科学の方法と考え方を組み合わせて構造化している点、教員の授業計画や指導支援につながりやすい点が評価される。

教師が理科授業を行う場合、教育に関する基礎的な知識、学級経営の能力、学習者理解の能力を土台として、理科に特有の授業が成立するための資質・能力が必要になる。本研究では、理科授業が成立するために必要な内容・教材についての理解を「教材知」、理科の学習についての理解を「学習知」と呼ぶ。理科の授業構想と実践において、この二つの知が別々に反映するのではなく、適切に組み合わせることで理科授業が

成立し、探究的な学びの構想・実践にも結び付くのではないかと考える(図1)。この「教材知」と「学習知」の融合の理論、方法、具体化を探ることが本研究の最終的な目的となる。

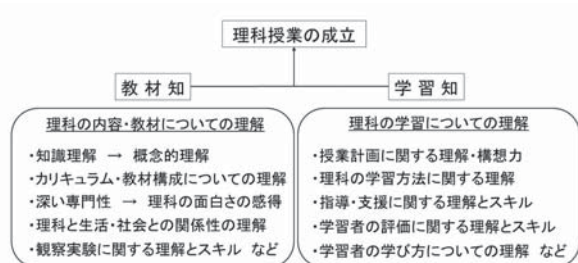


図1 理科授業の成立に関する教材知と学習知

現在および近未来の学校教育では、学習者自身が探究する学びの過程で、学習者が既有的知識や技能を生かしながら自然の事象を読み解き、思考力・判断力・表現力等を形成していくことが求められる。理科教育において、このような深い学びを成立させるためには、教師が教材の特性をよく理解して学習の場の設定や学習方法の選択に反映させることと、対話的かつ協働的な活動で学びが練り上げられるために必要な教材や資料を準備することが鍵になる。「教材知」「学習知」の具体的な内容は図1に示しているが、教員養成段階の大学生、経験の浅い理科教員、熟達した理科教員によって、それぞれの知に含まれる内容の範囲や理解の程度に差があるのではないかと考えられる。そこで、研究の第一段階として、理科を目指す大学生の教材知・学習知に関する実態を調査し、探究的な学びを構想・実践するための教員養成の課題を探った。

## II. 研究の方法

熊本大学において開講されている中等理科教育法I(講義担当は筆者)の受講者(2020/2021年度)を理科教員を目指す大学生として調査対象とした。受講者は、教育学部33名(2020年度:16名/2021年度:17名)、理学部129名(2020年度:81名/2021年度:48名)の合計162名である。教育学部の受講生の大半は中学校教員養成課程の学生であるが、小学校教員養成課程の学生で中学校や高等学校の理科の免許取得を希望する学生も含まれている。理学部の受講生は、中学校または高等学校の理科の教員免許の取得を希望する学生である。教育学部、理学部ともに2年生で受講することになっているが、2020年度は理学部のカリキュラムの改編があって、2年生と3年生の2学年が受講していた。

調査は、講義の第1回の終了後に実施した「理科お

よび教職に関する意識調査」と、第12回の終了後に実施した「学習者が主体的に思考して学ぶ方法に関するミニレポート」の回答を分析対象とした。

「理科および教職に対する意識調査」は中等理科教育法Iの受講者の実態調査として毎年実施している。2020/2021年度は教職に就く希望の強さ、就職を希望する学校種、高等学校における理科の選択など7項目について多肢選択法、評定尺度法、自由記述法などで回答を求めた。その中から、理科教師として必要だと思う資質・能力(自由記述法)、中学生に対して浮力を分かりやすく説明する自信(評定尺度法)、中学生が感じる理科学習の難易度に関するイメージ(評定尺度法)の回答を「教材知」「学習知」の関連から分析した。

「学習者が主体的に思考して学ぶ方法」については、理科の学習論に関する講義(第11回:問題解決学習/第12回:探究学習他)の終了後に実施したミニレポートの課題にした。このレポートは2020年度の受講者に対して実施した課題であり、レポート提出者82名(教育学部:12名/理学部:70名)の解答を分析した。

なお2020/2021年度の中等理科教育法Iは、新型コロナウイルス感染症が蔓延したことにより、遠隔授業(オンデマンド型)で実施し、上記の受講生に対する調査とミニレポートの提出はオンラインで行った。

## III. 結果と考察

### 1. 理科教師として必要な資質・能力

「あなたが理科教師として必要だと思っている資質・能力を記述してください」という質問に対して、受講者は比較的長文で回答し、複数の資質・能力を取り上げることが多かった。回答の文章の一部を抜粋して、代表的なものをまとめたのが表1である。

表1の回答例1~5は「知識」が取り上げられていたものを示している。これらの例のように受講者の約2割(19.1%)が回答文に「知識」を記述していた。文意から推察すると、受講者が必要と考える「豊富な知識」は、その多くが教科内容に関する「知識」であり、教授・学習に関する「知識」に相当するものはほとんどなかった(回答例5は、説明方法についての知識と読み取ることもできる)。また、教科内容に関する「知識」とした場合、その専門性の範囲や理解の程度まで具体的に記述されることはなかった。また、「生徒の質問に答える」ために必要である、「知識をわかりやすく教える」という文意で用いられることもあった。したがって、教師の教育内容に関する知識が、理科学習のどの場面でもどのように反映するのかという見方は限定されていると考えられる。

表 1 受講者が考える理科教師として必要な資質・能力の回答例

受講者の回答例 (一部抜粋)	学部・受講年
1 教科書の内容を超えた豊富な知識	教育学部2020
2 生徒からの質問に答えられる知識	理学部2020
3 知識を多く持ちそれをわかりやすく教える能力	理学部2020
4 自分の知識を常にアップデートできる能力	理学部2021
5 何通りかの説明ができる知識とユーモア	理学部2020
6 生徒の疑問や課題の解決において支援していく資質・能力	教育学部2020
7 生徒それぞれの理解度を把握する能力	理学部2020
8 生徒たちが主体となって進める授業づくりができること	理学部2020
9 生徒に分かりやすい言葉で教えることができる指導力	理学部2021
10 生徒たちに理科の楽しさを伝えられる能力	教育学部2021
11 重要な語句や内容をわかりやすく説明する力	教育学部2020
12 イメージしにくいことをわかりやすく説明する能力	教育学部2021
13 日常のことを簡単に説明する能力・話術	理学部2020
14 生徒の集中力を切らすことなく説明できる力	理学部2021
15 例を挙げて分かりやすく説明することができる	理学部2021
16 興味を持たせることが出来る能力	理学部2020
17 物事を多角的に見ることのできる能力	教育学部2021
18 コミュニケーション能力	理学部2020
19 先生が授業の仕方にいかに工夫をするかが重要	理学部2021
20 常に学び続ける姿勢	理学部2020

回答例 6~10 は、文中に「生徒」が用いられている回答である。教員養成の比較的に初期段階では、回答例 17 や 18 のように、教師としての立場から「~できる資質・能力」という回答が多くなり、学習者である「生徒」が回答の文中に使われることは少ないのではないかと予想された。しかし、「生徒」という授業の対象者を文中に用いた受講生は約 6 割 (59.3%) であった。回答例の文をみると、「生徒の疑問・課題」「生徒の理解度」という表現には、生徒中心の授業観につながる視点が垣間見える。その一方で、「生徒に教える」「生徒に伝える」という文には、教師が生徒に教授するという教師中心の授業観が現れている。「生徒」ではなく、「子供」という表現で教育の対象者を表現した回答はあったが、「学習者」という表現はまったく用いられていなかった。

「教える」(回答例 3)「説明ができる」(回答例 5)「伝えられる」(回答例 10)などは、具体的に書かれていない場合であっても主語は教師であり、教師が学習者に知識を教える(説明する/伝える)という意味で用いられている。「教える」は 25.9%、「説明(する)」は 26.5%、「伝える」は 22.8%の受講生に用いられていて、全体の約 6 割 (59.9%) の受講者が、この三つのいずれかの表現を用いていた。学部で比較すると、教育学部 (45.4%) よりも理学部 (63.6%) の受講生の方がよく用いていた。これらの表現が多用されたことから、教員養成の初期の段階では「教師が学習者に説明して理解させる」「教師が生徒に教える」「教師が生徒に伝える」という授業観をもった大学生が多いことが示唆される。回答例 11~15 は「説明」を用いた

回答を並べているが、例が示すように「わかりやすく説明することができる」という表現が最も多かった。「分かりやすい言葉で教える」(回答例 9) や「簡単に説明する能力・話術」(回答例 13) という回答もあり、観察や実験を通して学ぶのではなく、「言葉や話で教える」という授業観が現れていた。

回答例 10 は、教師が生徒に伝えるものとして「理科の楽しさ」を取り上げている。この「楽しい」と「面白い」に注目したところ、「楽しい/楽しさ」は 14.6%、「面白い/面白さ」は 17.3%の受講生に用いられていた。これらのいずれかの表現を用いた学生は約 3 割 (28.4%) であった。知識ではなく楽しさや面白さという表現は、教師の教材に対する深い理解、理科教育内容の魅力の感得という点では「教材知」につながる可能性がある。また、学びの楽しさや面白さと捉えると、「学習知」の必要性の気づきに発展できるかも知れない。しかし、実際の受講生の表現は、「理科の面白さを伝える」「授業を面白くできる」となることが多く、教師主導の授業観の影響は大きいと考えられる。

アンケート調査は、中等理科教育法 I のイントロダクションの講義後に実施している。イントロダクションでは、教科書の内容を数例示して、中学校理科教員としてどのような授業を行うのかを問いかけ、全国学力・学習状況調査や大学入学共通テストの事例から、中学校・高等学校の理科学習の変容が求められている現状を紹介し、本講義を通して受講者の理科授業観の変容を目指すという目的を表明している。提示資料には、「教師が語る理科から生徒が主体的に学ぶ理科へ」「知識や解き方を覚える、から、生徒が考え、判断し、評価する、へ」「教師にとって大切なのは自己研鑽」などが書かれているので、それらが受講者の回答に影響している可能性は高い。しかし、アンケート調査において改めて自分の考えを問われ、自分の言葉で説明することを求められたため、教師主導と読み解けるような表現が自然と出てきたのではないかと推察される。

「学習知」に関連した「学習」および「学び/学ぶ」という表現に注目すると、それぞれ 6.2% と 9.9% の受講生に用いられていて、このいずれかの表現を用いていた受講生は全体の 14.8% であった。「学習」という表現の回答文における使われ方については、「学習内容」や「学習意欲」はあったが、「学習方法」はなかった。つまり、受講生は、理科教員として必要な資質・能力として学習者の学びや学習方法、すなわち「学習知」の必要性をあまり認識していないことが示唆される。また、「探究(探求)」は、6 名の受講者 (3.7%) にしか用いられなかった。文字変換で上位に出てくる

ことが影響していると考えられるが、「探求」と表記している学生も少なくなかった。「探究」は近年の教育課程でキーワードとなっているが、教員養成の初期の段階の大学生から自然に出てくる用語ではないことがわかる。

## 2. 説明する能力に関する自己評価

中等理科教育法Ⅰの受講生の多くは、理科授業は教師が生徒に説明する／教える／伝えるものという授業観をもっていることが示唆された。そこで、教員養成の初期段階において、「説明する」という能力についてどの程度の自信をもっているのかを調べた。

「あなたは中学生に対して「浮力」のことをわかりやすく説明する自信はありますか」という質問に対して5段階の評定尺度で選択を求めたところ、表2のような結果になった。教育学部の受講生は「少し自信がない」「どちらとも言えない」の選択者が多く、理学部の受講者は「少し自信がある」の選択者が多く、学部による差がみられた。2年間の総計では、「自信がある」「少し自信がある」の合計が45.7%、「自信がない」「少し自信がない」の合計が27.2%であったが、学部ごとにみると教育学部では、「自信がある／少し自信がある」<「自信がない／少し自信がない」であり、理学部では「自信がある／少し自信がある」>「自信がない／少し自信がない」であった。

表2 「浮力」を説明する自信に対する受講生の回答の割合。最も割合の高い選択肢の枠には網掛けをしている。

回答の選択肢	教育学部		理学部		合計 n=162
	2020年 n=16	2021年 n=17	2020年 n=81	2021年 n=48	
自信がある	6%	12%	19%	8%	13.6%
少し自信がある	25%	18%	37%	31%	32.1%
どちらとも言えない	19%	35%	27%	27%	27.2%
少し自信がない	44%	35%	9%	29%	21.0%
自信がない	6%	0%	9%	4%	6.2%

「浮力」は、重力、水圧、つり合いなどの理解が土台となって、空気中と水中でのばねばかりが示す値の違いや、浮力・重力のベクトルの向きと長さを示した図などから理解可能になるものであって、簡単に説明できる事象ではない。中等理科教育法Ⅰのイントロダクションの提示資料では、「中学校の理科教員になったと仮定しましょう」と呼びかけ、中学校の教科書で浮力が扱われているページを示し、「生徒は理解できるでしょうか」「何が難しいのでしょうか」「あなたは浮力を説明できますか」などの問いかけをしている。この資料を閲覧したあとに、受講者はアンケート調査に回答している。したがって、ある程度のイメージをもって「説明する自信」を回答したと考えられる。そ

れでも全体として半数近い受講者が「(少し)自信がある」を選択していたことより、受講者は「浮力」の説明にはどの程度の知識(教材知)が必要と考えているのか、および中学生が「浮力」をどのように理解するのかという知見(学習知)はあるのかという観点で、「教材知」「学習知」の実態調査を深めていく必要がある。

## 3. 学生がイメージする理科学習の難易度

教員養成課程において理科教員を目指す受講生は、理科が好き、あるいは理科が得意であると推察される。それでは、一般的に理科の学習は易しいものと受け止められているのか、それとも難しいものと受け止められているのか、受講生のイメージする理科学習の難易度を調べた。

「中学生にとって理科は難しい教科だと思いますか」という質問に対して6段階の評定尺度で選択を求めたところ、2020年度の教育学部の受講生では「難しい教科だと思う」の回答者が最も多かったが、それ以外の受講生は「難しい教科だと少し思う」の回答が最も多かった(表3)。理科は難しいに相当する回答の合計は全体の72.2%、理科は難しくないと該当する回答の合計は27.8%であり、受講生の多くが学習者(中学生)にとって理科は難しい教科と認識されているというイメージをもっていることがわかった。回答の理由を尋ねていないため、理科の何が難しいと思われているのかについての受講生の考えは不明であるが、「難しさを克服するために何が必要になるのか」という問題意識をもつことができれば、「教材知」「学習知」の学びにつなげられるかも知れない。

表3 中学生が抱く理科学習の難易度に対する受講生の回答の割合。最も割合の高い選択肢の枠には網掛けをしている。

回答の選択肢	教育学部		理学部		合計 n=162
	2020年 n=16	2021年 n=17	2020年 n=81	2021年 n=48	
難しい教科だと強く思う	0%	6%	4%	13%	6.2%
難しい教科だと思う	50%	29%	26%	25%	28.4%
難しい教科だと少し思う	38%	47%	35%	40%	37.7%
難しい教科だと少し思う	13%	18%	19%	13%	16.0%
難しい教科だと思う	0%	0%	14%	6%	8.6%
難しい教科だと強く思う	0%	0%	4%	6%	3.1%

## 4. 学習者が主体的に思考して学ぶ方法

中等理科教育法Ⅰの受講が始まった段階では、教師にとって必要な資質・能力として「学習知」に注目できている受講生は少なかった。そこで、2020年度の受講者(82名)に対して、「学習知」に関連した第11回「理科の学習論①問題解決学習」と第12回「理科の学習論②探究学習他」の受講後に学習者が主体的に

学ぶ方法を説明させ、「学習知」に関連した学びが、受講者の説明にどのように反映したのかを調べた。

「理科の学習論①（問題解決学習）と学習論②（探究学習他）を振り返って、理科の学習が教師から生徒への一方的な情報伝達と解説ではなく、学習者が主体的に思考して学ぶためにはどうすればよいのかを自分の言葉で説明しなさい」という課題に対して、学生はオンライン入力でミニレポートを提出した。以下に受講生の解答例（一部抜粋）を示す。

解答例 1（教育学部）（以下、解答例の傍点は筆者による）

学習者に身近な現象を想起させ、そこから教師が課題を設定する。そこから、学習者が仮説を考えグループやクラスで発表し、それぞれが自分なりの仮説をたて、実験して考察をする。教師は問題を設定するだけにし、ほとんどの学習を班やクラスでの発表をする中で学習者自身が主体的に思考するようにする。学習者の先入観を揺るがす問いを教師が提示し、探求の足掛かりとなる知識を与える。学習者自身の気づきや発見を重要視し、教師の介入はアドバイスなどの必要最低限のものにする。生徒が探求する活動を行い、主体的に参加し、思考するようにする。

この解答には、「課題を設定」「仮説を考え」「実験して考察」「探求（ママ）の足掛かりとなる知識」などの部分に、問題解決学習や探究学習に関する講義で得た知識が反映されている。「学習者」「生徒」が主語となり、学習プロセスを説明する中で、「先入観を揺るがす問い」「アドバイスなど必要最低限のもの」という教師の具体的な活動が取り上げられている。

解答例 2（理学部）

すべての情報を与えるのではなく部分的に情報を与え、まるでパズルを組み立てるように仮説を立てさせ、それを他者からの質問や説明という形でそれぞれが立てた仮説を固めさせる、それがあがる程度固まった時点で正解の情報を与える。この際になぜ正解、不正解となったのかその最も大きい原因を突き止めさせ、より深く考えることにより定着した知識として身に付けさせる。

解答例 2 にも「仮説」という表現が用いられ、問題解決学習のプロセスが意識されていることがわかる。また、「他者からの質問や説明」には対話的な学びが反映している。しかし、「情報を与え」「仮説を立てさせ」「身に付けさせる」という表現から、教師主導の学習観が根強く存在することが読み解ける。教師の指示によって生徒が動き、考えるという意識は変化せず、講義で学んだ情報が付加された説明になっているのではないかと考えられる。

解答例 3（理学部）

学習者が自ら疑問に持ち、その疑問を解決する方法を自ら考える。結果を得ることでその他の疑問が発生し、それについて考える。この繰り返しによって学習者が主体的に思考して学ぶことができる。

解答例 3 は学習者が「自ら疑問に持ち」「自ら考え」という表現に特徴があり、生徒中心の学習観につながる説明になっている。結果から疑問が生まれ、それによって学習が繰り返されるという展開は、探究的な学びをかみ砕いて説明できている。解答例の 1～3 を比較すると、学習論の講義で取り上げた要素は、受講生の説明に組み込まれているが、文章表現をみると教師の理科学習における役割やかかわり方の程度についての意識の違いが現れることがわかった。

解答例 4（理学部）

～教師が行わなければならないことは「生徒の既有概念と結びつけた問題提起」と「教師から生徒への問いかけ」、「生徒間の議論」を授業に設けることである。

解答例 4 では、主体的な学びを導くために教師が行うべきこととして、「問題提起」「問いかけ」を取り上げていた。そこで、問題解決や探究のスタートとなる「問題」「課題」「疑問」「問い」という表現が受講生の説明に用いられる割合を調べた。その結果、「問題」：40%、「課題」：21%、「疑問」：46%、「問い」：35%となり、受講生の多くが生徒の主体的な学びを導く鍵として認識したことが推察できる。

解答例 5（理学部）

初期の段階では、教師が学習者の知的好奇心を引き出すような問題提起をして思考させ、体験としてしっかり身に付けさせる。

解答例 6（教育学部）

～学習者の興味・関心を引きつける事象を提示する。その中で学習者が気づいたことや学習者の疑問を授業の課題にし、学習者が自ら問題を発見することを重視する。

解答例 5 は、教師の問題提起が主体的な学びのスタートになっている。その問題提起が学習者の知的好奇心を引き出して思考につながるという説明である。一方、解答例 6 は、教師が興味・関心を引きつける事象を提示することから学習を始めていて、学習者が問題を発見することを重視している。中等理科教育法 I の講義では、教師による課題設定と学習者自身による問題発見や課題設定について、どちらかに偏った情報

提示は行っていない。したがって、「主体的な学び」を導く場合に、問題設定から学習者が主体的に行うのか、問題設定以降の段階で学習者が主体性を発揮するのかという受講生の見解の相違が生まれたのではないかと考えられる。学習指導案を作成したり、模擬授業を行なったりするなかで、この点について受講生の間で議論が行うことができれば、「学習知」について深く学ぶことが可能になるであろう。

---

#### 解答例 7 (教育学部)

学習者が常に新しい疑問を持つような学びをすることが主体的に思考して学ぶ方法の 1 つだと考える。そのためにも教師が、知的好奇心が持てる教材や発問をする必要がある。

解答例 7 は、解答例 6 と同様に学習者が疑問をもつことを主体的な学びの鍵にあげている。それに加えて、疑問をもつための知的的好奇心を導くような教材や発問の必要性を主張している。解答例 7 の後半の文は、中等理科教育法 I の講義資料中の説明をそのまま引用しているものではあるが、疑問を導く文脈で用いている点は受講生の独自の説明である。

解答例 5 や解答例 7 では知的好奇心が主体的な学びのためのキーワードとして用いられていた。そこで、「好奇心」という表現が用いられている割合を調べたところ、受講生の半数 (50%) が説明に用いていた。中等理科教育法 I の第 12 回目の講義では、探究学習の特徴である内発的動機づけにおいて知的好奇心が学習の原動力であることや、拡散的好奇心・特殊的好奇心、知的好奇心を呼び起こす方法などを説明している。したがって、学習者の好奇心を主体的な学びを関連づけて取り上げた受講生が多くなったと推察される。

---

#### 解答例 8 (教育学部)

学習者が好奇心をもって授業に取り組めるようにするために、教師は科学の知識を伝えるだけでなく、探求する方法についても深い知識が必要である。この知識によって教材の使い方や学習者の探究的な学習習得をより確かなものにすることができ、学習者の主体的な思考にもつながる。

解答例 8 も「好奇心」を用いている記述であるが、「探求 (ママ) する方法」についての深い知識の必要性について言及している。探究する方法とは、問題や仮説の設定の方法、観察実験の計画の方法、観察実験のスキル、データ収集や分析の方法と捉えることができる。これらの学び方についての知識は、まさに「学習知」であり、学習論の講義を受講した直後とは言え、「学習知」の必要性を指摘することができた解答と見なされる。

---

#### 解答例 9 (教育学部)

問いかけの連続により発見した気付きや問題、生じた疑問を評価しながら考える力を育て、自分の知識と科学的正しさのずれを修正するように教師が適切にフォローしてあげることが出来れば、主体的に思考して学ぶことが出来ると考えました。

解答例 9 にある「問いかけの連続」は、解答例 4 にある「教師から生徒への問いかけ」であり、主体的な学びに必要なこととして重視している点は一致する。しかし、解答例 9 の「連続」の観点は、中等理科教育法 I の講義において中学 1 年「葉のつくりとはたらき」を具体例として提示し、教科書に掲載されている「問い」を列記して示したことが、受講者の解答に反映して生まれたのではないかと考えられる。「自分の知識と科学的正しさのずれを修正」という記述は、理論ベースの授業論で紹介した内容を引用していると推察されるが、主体的な学習の中で上手く取り入れられているとは言えない。しかし、「生じた疑問を評価しながら考える力を育て」「教師が適切にフォローしてあげる」という記述は、学習者主体の学びにおける教師の役割を明確に説明している。

---

#### 解答例 10 (理学部)

教師は、問題の発見から実験や観察後の考察までのプロセスを生徒自身で行えるように補助する必要がある。単元の初めに課題の提示を行う必要があるが、それは生徒自身で課題の発見をすることが望ましく、教師はそれができるように生徒を導かなければならない。

---

#### 解答例 11 (理学部)

学習者主体の学びには、指導者の手助けの程度が鍵になると思う。与えるべきものは、答えのヒントではなく、思考のヒントのように感じる。

「学習知」の必要性を認識するうえで、教員養成段階の学生が教師から生徒への知識伝達型の学習観から脱却できるかどうかの一つのポイントとなる。学習者の主体的な学びの成立を前提とした課題への解答ではあるが、解答例 10 のように教師が生徒を「導く」「補助する」という説明ができたことは一歩前進と見なされる。解答例 11 には、「答えのヒントではなく、思考のヒント」と記述されていた。中等理科教育法 I の講義資料では、このような表現を用いていないため、受講生が学習論に関する講義内容を咀嚼し、自分の考えとして説明した表現と推察される。「答えのヒント」ではないという認識は重要である。また、「思考のヒント」は教師の指導・支援を端的に言い表している。

したがって、受講生の言う「思考のヒント」とは何か、どうやって「思考のヒント」を与えるのか、ということを追究できれば、「探究を通した深い学び」のための「学習知」につながっていくのではないかと考えられる。

#### IV. おわりに

中等理科教育法 I の受講生を対象にした調査から、教員を目指す大学生の「教材知」と「学習知」の一端を明らかにすることができた。本研究の成果を教員養成と教員研修のプロセスに当てはめたのが図 2 である。

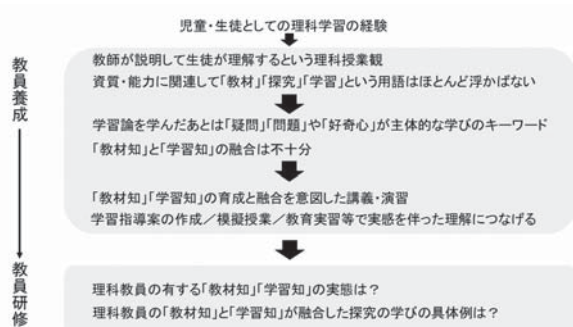


図 2 探究を通した深い学びのための教材知と学習知の育成

教員養成において理科の教師を目指す大学生は、自分の小学校、中学校、高等学校の理科の学習経験から、理科学習についてのイメージを形成している。特に大学に入学する直前に受けた高等学校理科の授業が大学生の理科の授業観に与える影響は大きいと考えられる。そこで、教員養成の初期段階においては、「教師が説明して生徒が理解する」という理科授業観をもつ大学生が多くなったのではないかと推察される。また、理科教員にとって必要な資質・能力に関連して、理科の専門性についての知識理解の必要性は認識しているが、「教材」という用語が用いられて説明されることはなく、「学習」「探究」という用語も用いられることが稀であった。つまり、「教材知」や「学習知」に結び付くような資質・能力が思い浮かぶ大学生は少なかった。

教員養成の講義で理科の学習論を学んだ後は、「疑問」「問題」や「好奇心」が学習者の主体的な学びの鍵と考えるようになり、学習者を導き、学習者の学びを補助するという教師の役割を説明できるようになった。しかし、理科の「教材知」と「学習知」を融合させるような視点には至っていない。栢野・山代 (2012) は、小学校理科教科書を分析して学習内容及び学習方法のつながりを示す教師用一覧資料を作成している。このような試みは、教育内容と学習方法を別のものと

考えず、理科カリキュラムの構造化を具体化するものになるが、同時に教師が教材と学習のつながりを意識するきっかけになる。そこで、教員養成における講義の中で、「教材知」と「学習知」の具体的な中身を探るとともに、教材をよく吟味したうえで適した学習方法を検討したり、学習方法の特性を明確にするなかで教材との組み合わせを考えたりするような演習を行い、「探究を通した深い学び」を成立させる能力の育成を図る必要がある。そして、学習指導案の作成や模擬授業、さらには教育実習で「教材知」「学習知」の融合を試み、実感を伴った理解を導く必要がある。Geddis (1993) は、Shulman (1987) が提唱した教師の基礎的知識に基づき、教育内容に関する知識 (subject matter knowledge) が授業を想定した内容に関する知識 (pedagogical content knowledge) によって、学習者に教授可能な知識 (teachable content knowledge) に変換されるというモデルを示した。このモデルにおける知識の変換は、「教材知」と「学習知」の融合の一つの方策と見なすことができる。

「教材知」と「学習知」の融合は、教員養成段階で完成するものではなく、教員が日々の実践を積み重ねてより精練されていくのではないかと予想される。またその積み重ねの質を高めていくような教員研修が必要になってくる。磯崎ら (2007) は、上述した授業を想定した内容に関する知識に注目して、中学校理科教師の教材化に関する知識を分析している。本研究でも、「探究」をキーワードにして、教員養成段階の大学生と現職の理科教員の「教材知」の違いを調査するとともに、探究的な学びの実践を目指した理科授業を分析して「教材知」「学習知」の融合の実態と方策を明らかにしたい。

#### 付 記

本研究は、日本理科教育学会第 71 回全国大会 (群馬大会) の口頭発表の報告が基になった報告であり、渡邊重義 (2021) 「探究を通した深い学びのための理科教師の教材知と学習知—理科教員を目指す学生が求める資質・能力—」日本理科教育学会全国大会発表論文集第 19 号, p.189 に大幅な加筆・修正を加えて作成した。また、本研究は科学研究費助成事業「探究を通した深い学びのための理科教師の教材知と学習知に関する研究」(課題番号 20K03233) の助成を受けて実施した。

#### 文 献

Geddis, A. N. (1993) Transforming subject-matter knowledge:

the role of pedagogical content knowledge in learning to reflect on teaching, *International Journal of Science Education*, 15(6), 673-683.

栢野彰秀, 山城佳菜美 (2012) 小学校「理科」における学習内容及び学習方法のつながりを示す教師用一覧資料の作成, 島根大学教育学部紀要 (教育科学), 46, 29-41.

長尾彰夫 (1974) 問題解決の学習と探究学習, 理科の教育, 23, 661-664.

原田和雄, 松川正樹, 吉野正巳, 長谷川正 (2018) 科学

的思考力を育成する理科教員研修の体系的な構築法－指導チャートの意義－, *科学教育研究*, 42(4), 407-418.

磯崎哲夫, 米田典生, 中條和光, 磯崎尚子, 平野俊英, 丹沢哲郎 (2007) 教師のもつ教材化の知識に関する理論的・実証的研究－中学校理科教師の場合－, *科学教育研究*, 31(4), 195-209.

Shulman, L. S. (1987) Knowledge and teaching: Foundations of the new reform, *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.