

教育実習における効果的な指導のあり方に関する研究

— 数学的活動の位置付けに関する指導について —

井上 芳文 袴田 綾斗 吉田 将康 青谷 章弘
喜田 英昭 砂原 徹 富永 和宏 橋本 三嗣
森脇 政泰 河寄 祐子 小山 正孝 下村 哲
影山 和也

1. はじめに

平成10年告示の中学校学習指導要領において、「数学的活動」という言葉が目標に明示されて以降、学習形態や教材内容を工夫しながら、生徒の主体的な学習に比重を置いた授業展開の実践が様々な方面でなされ、日常の授業における学習指導の転換が図られてきた。平成20～21年改訂の学習指導要領においても数学的活動の役割はさらに強調され、知識習得を主たる目的とした学習指導における方法としての役割だけでなく、問題の解決を志向した探求型の学習指導における学習内容としても位置付けられ、数学的活動そのものを学ぶという意味で学習目的とも見なされるようになった。

一方で、いわゆる「知識基盤社会」といわれるこれからの社会は、グローバル化や情報化などの様々な言葉で表現される、構造の大きな変動期を迎えており、そこで生きていく生徒たちに身につけさせるべき能力も多岐にわたる。そういった社会にあって教育現場においては「教への専門家」と「学びの専門家」の側面を備え、授業構成力のしっかりとした、そして自らの授業を分析し改善して常にその技量を高めていくことのできる資質を備えた教員が求められ、そのような人材を育成することは、大学における教員養成において最も重要な役割とされている(中央教育審議会, 2015)。

広島大学でも、教育学部を中心に教員養成の

役割を担い、時代の要請に応えるべく教育の場に求められている人材の育成に努めている。学部在学中の4年間を通して教員養成のカリキュラムが設定され、毎年多くの学生が教員免許状を取得している。その一環として附属学校での教育実習が位置付けられているが、特に3年次に行われる教育実習では、授業実践が主な内容となる。そこでは教育実習生が多くの課題を発見し、それを解決していく過程を通して、教員として必要な素養や資質を身につけていくことになる。そこで直面する課題は、教材研究や実習班の中での議論、そして実習指導教員の助言を得ながら解決されていくことになる。特に中学校・高等学校数学科では、生徒の数学的活動を中心に位置付けた授業を構成して学習指導案を作成し授業を行うが、授業の核心とも言うべき「数学的活動」の位置付けの困難性こそが、教育実習生が直面する大きな課題の一つであるように思われる。

そこで、本稿では教育実習生の数学的活動に対する認識の実態を把握し、授業に位置付ける際の困難性を分析することを通して、教育実習の効果的な指導のための知見を得ることを目的とする。

2. 研究の目的と方法

(1) 研究の目的

大学での教員養成は、「教員となる際に必要

Yoshifumi Inoue, Ryoto Hakamata, Hiroyasu Yoshida, Akihiro Aotani, Hideaki Kida, Toru Sunahara, Kazuhiro Tominaga, Mitsugu Hashimoto, Masayasu Moriwaki, Yuko Kawasaki, Masataka Koyama, Tetsu Shimomura, Kazuya Kageyama: A Study on Effective Support of Pre-Service Teachers in Practice Teaching: Focused on Students' Mathematical Activity in Mathematics Lesson—

な最低限の基礎的・基盤的な学修」を行う段階であるが、次期学習指導要領を見据えたこれからの時代に求められる教員は、次の視点から常に授業改善を試みる姿勢を備えた人材とされている（中央教育審議会，2015）。

- ・深い学びの過程
- ・対話的な学びの過程
- ・主体的な学びの過程

日々の授業の実践においては数学的活動を重視した学習展開が強調され、学習指導要領においても特に中学校数学においてその重要性が示されている。加えて、高等学校数学にも目標の中にその重要性が明示されており、扱う教材の抽象の度合いは変わるとしても、数学的活動は高等学校数学においても授業の中心に位置付けるべき理念であると考えられる。

広島大学において実施される中・高等学校教育実習Ⅰと中・高等学校教育実習Ⅱでは、多くの実習生が中学校と高等学校の授業の両方を経験する。その中で、本研究では、特に高等学校数学に焦点をあて、数学的活動を授業に位置付ける際の教育実習生の困難性を分析し、教育実習における効果的な指導に向けた検討を行う。

（2）研究の方法

2015年度の広島大学附属中・高等学校での教育実習において、教育実習の初日と最終日に数学的活動に対する認識に関するアンケート調査を行う。これらのアンケートに対する教育実習生の回答を集計し、その結果を教育実習中に作成した学習指導案と合わせて分析を行う。その結果をもとに、教育実習における効果的な指導に関して、数学的活動の位置付けという点に焦点化して考察を行う。

3. 学習指導要領における数学教育の目標と数学的活動

（1）数学教育の目標における数学的活動

数学的活動とは、「生徒が目的意識をもって主体的に取り組む数学にかかわりのある様々な営み」（文部科学省，2008b）として捉えられ、数学学習のあらゆる場面に関わる重要な要素として位置付けられる。そもそも、「活動」というものを「主体が自らの生存のために自らを更新していく上で進める対象（含む客体）との相互作用」（磯田，2015，p.32）と捉えるなら、数学の授業を通して現れる学習者の様相は、すべて数学的な「活動」として捉えられるべきも

のであり、それを記述する学習指導案は、「数学的活動」が中心に据えられて構成されることとなる。

平成10～11年改訂の学習指導要領から、「学ぶことの楽しさや充実感を味わいながら学習を進めることができるようにする」（教育課程審議会，1998）という時代の要請に応える形で、そのことが目標の中に明確に位置づけられている。その理念が引き継がれる形で、現行の学習指導要領においては次のように目標に表現されている（文部科学省，2008a，p.47，2009a，p.53）。（下線は筆者による。）

数学的活動を通して、数量や図形などに関する基礎的な概念や原理・法則についての理解を深め、数学的な表現や処理の仕方を習得し、事象を数理的に考察し表現する能力を高めるとともに、数学的活動の楽しさや数学のよさを実感し、それらを活用して考えたり判断したりしようとする態度を育てる。

（中学校学習指導要領）

数学的活動を通して、数学における基本的な概念や原理・法則の体系的な理解を深め、事象を数理的に考察し表現する能力を高め、創造性の基礎を培うとともに、数学のよさを認識し、それら積極的に活用して数学的論拠に基づいて判断する態度を育てる。

（高等学校学習指導要領）

このように、中学校数学と高等学校数学のいずれにおいても数学的活動は重要な目標として位置付けられており、それが適切に位置付いた日々の授業を通して、数学のより豊かで深い理解へとつなげていくことが期待されているといえよう。さらに、例えば中学校数学の第3学年においては、次のように数学的活動が「内容」としても位置付けられている。

〔数学的活動〕

(1)「A数と式」，「B図形」，「C関数」及び「D資料の活用」の学習やそれらを相互に関連付けた学習において、次のような数学的活動に取り組む機会を設けるものとする。

- ア 既習の数学を基にして、数や図形の性質などを見だし、発展させる活動
- イ 日常生活や社会で数学を利用する活動
- ウ 数学的な表現を用いて、根拠を明らかにし

筋道立てて説明し伝え合う活動

また、日々の授業を構想するときの指針として、数学的活動を位置付ける際の配慮事項が、高等学校学習指導要領には次のように具体的に述べられている。

各科目にわたる指導計画の作成と内容の取扱い

3 指導に当たっては、各科目の特質に応じ 数学的活動を重視し、数学を学習する意義などを実感できるようにするとともに、次の事項に配慮するものとする。

(1) 自ら課題を見だし、解決するための構想を立て、考察・処理し、その過程を振り返って得られた結果の意義を考えたり、それを発展させたりすること。

(2) 学習した内容を生活と関連付け、具体的な事象の考察に活用すること。

(3) 自らの考えを数学的に表現し根拠を明らかにして説明したり、議論したりすること。

(高等学校学習指導要領)

高等学校数学においては、中学校段階での数学的活動の充実を踏まえた上で、課題学習においてその位置付けが特に強調されている。しかし、学習内容が真に「生きる力」として学習者に身につけ、論理的に思考することを通して課題を積極的に解決していく未来志向の学力を追求するとき、高等学校数学においても、数学的活動の果たす役割が軽くなることはない。むしろ、主体的な学習を背景として、抽象度の高い内容であっても望ましい形で学習者に身につけるための手法として欠かせない存在となる。そこでは、自らが学習の過程や思考の方法を振り返り、他者の存在を意識しながら数学という共通の言語を用いてコミュニケーションをすることが必要である。

(2) 数学的活動の3つの側面

学習指導要領の記述から、数学的活動には次の3つの側面があることがわかる。

① 数学の学習内容のつながりを実感する側面 (学習内容の関連付け)

数学的な内容の系統性や、学習方法の関連性を理解する側面を備える。そこで学習する内容が、既習のどの内容と関わりがあり、そこからどのような文脈で新しい事柄が生み出されるのかを実感できる学習場面である。さらに、内容だけでなく、思考の方法にも注目することで、数学的な考え方のよさを認識するような、メタ

認知の側面を多分に含んでいる。

② 社会生活および社会とのつながりを実感する側面 (社会や実生活との関わり)

身の回りの事柄や現象との関わりや、数学の有用性を理解する側面を含むものである。数学化から分析結果の検証を含む学習活動によって、思考判断に数学を積極的に活用する態度を育成し、論理的思考力の育成に大きく貢献するものである。

③ 他者とのつながりを実感する側面 (他者との相互作用)

言語活動の充実に直接関わる側面である。自らの考えを他者の存在を意識しながら表現し、他者の意見から自らの考えや思考の方法を振り返る学習活動は、知的なコミュニケーション能力の向上だけでなく、協働して課題を解決する主体的な態度を養うことにもつながる。

(3) 言語活動の充実とアクティブ・ラーニングの実現

学習指導要領においては、知識・技能の習得や思考、判断、表現する力の基盤となるものとして言語に関する能力の育成を重視しており、数学科においても言語活動の充実が求められている(文部科学省, 2009b)。また、大学教育の改革の文脈から登場し、現在の中学校・高等学校の数学教育でも頻繁に目にするようになったアクティブ・ラーニングという概念では、主体的に課題に関わり能動的に学習する学習スタイルが強調されている。そして、その理念は数学教育の中にも浸透してきており、課題の発見と解決に向けて主体的・協働的に学ぶ学習として重要視されている。しかし、その一方で、このセンセーショナルなキーワードに振り回されることなく、真摯な姿勢でこれまでの学習指導を今一度振り返る機会として捉えることの必要性も指摘されている(山田, 2015)。言語活動や主体的・協働的学習の重要性は以前からも議論がなされており、多くの研究的な実践がなされている。しかも、その理念の実現には、数学的活動の3つの側面が寄与する部分も大きい。そこで、言語活動の充実やアクティブ・ラーニングの実現といった数学教育の目指す方向性に沿った概念として「数学的活動」を捉えることによって、これからの社会に求められる人間性の育成に資する数学教育の在り方を追求することが、教員が自らの授業改善を行う際の現実的な方略であると考えられる。

4. 教員養成のカリキュラムにおける教育実習の位置付け

(1) 広島大学における教育実習

教育実習は、専門職としての教職を目指す学生が、大学で学んだ知識を実際の教育現場での実践に適用し、自らを評価・改善していく過程を通して、教員としての資質を高めていく場であるが、その意義は大きく次の3つに分けられる(広島大学教育学部, 2015)。

- ・理論と実践の統合
- ・教職技術の習得
- ・教育者精神の涵養

大学での授業と実際の教育現場での実習が両輪となり、子どもの幸せを願う社会の要請に応える教員養成を実現するために、広島大学では主に次のようなカリキュラムによって教育実習が展開される。

- (a) 中・高等学校教育実習入門(1年次)
- (b) 中・高等学校教育実習観察(2年次)
- (c) 教育実習指導B(3年次)
- (d) 中・高等学校教育実習I, II(3, 4年次)
- (e) 教職実践演習(中・高)(4年次)

このような教育実習と並行して、大学では講義や演習が体系的に組み立てられている。たとえば、1年次から2年次にかけて、学習指導要領に基づいて現行の教育目標および内容、動向として目指されていることを学んでいく。また、学習指導案の作成のために実際の教材研究を行うことは、生徒としての理解の仕方から教員としてのそれへの転換を促すきっかけになる。数学的活動とは独特な用語であるが、なぜ数学的活動なのか等々、数学教育の現状や生徒による数学理解の様子から包括的に捉えられるようになることを目指している。

ここでは、特に中学校及び高等学校教諭免許状取得希望者を例に広島大学の教育実習のシステムの流れを概観し、それぞれの段階において実習生に対して行われる指導内容を「数学的活動の位置付け」に関する視点から整理する。

中・高等学校教育実習入門(1年次)

附属学校での授業観察と事後協議を通して、生徒から教員への意識の転換を図る。学生は、実際の観察までに附属学校の教員が作成した学習指導案について大学において事前協議を行う。そこでは、授業の目標に照らして授業の流れを評価したり、生徒の考え方を予想したりする。これらは翻って授業観察の際の具体的な視

点であり、事後協議で議論すべき内容にもなる。

この時点では、授業構成に関する実習生の理論的基盤は少ないものの、生徒の主体的な学習を促すための指導者の工夫や生徒の実際の反応を目にすることで、数学的活動を適切に位置付けた授業構成の重要性を経験的に認識することになる。

中・高等学校教育実習観察(2年次)

教育実習を翌年に控えた学生が、実際に教育実習を行っている3年次生と数日間行動をともにし、授業を行う実習生と指導教員とのやり取りを観察しながら、教育実習へのイメージを具体化していく。大学では、教育実習生であっても生徒にとっては教員であることから、教員としての心構えを説いている。その上で、学生は数学科授業を観察するにあたっての具体的な視点、たとえば何をねらいとするか、どのような問題を提示するか、どのような発問を行うか、1時間の授業をどのようにつくっていくかといった視点を学ぶ。なお、学生は1年次の講義において数学的活動の重要性を学んでいる。したがって、数学的活動を通じた授業づくりの様子を実際に観察することは、理論と実践の結びつきという点において重要な意味を持つ。

教育実習指導B(3年次)

学生は授業者と共同する者として附属学校に入り、教員の動きを身近に見ることによって教員という行動様式を身につける。中でも教育実習指導Bは、教育学部の第二類から第五類の学生を対象に実施され、中・高等学校教育実習I, IIの事前指導として位置付けられている。

観察実習では、中学校・高等学校での実際の授業観察や学習指導案の作成および模擬授業による協議を行う。実習校において、実際に現役の教員の授業を観察しながら授業の構成と実践のポイントを肌で感じるとともに、自らが学習指導案を作成することによって、授業づくりの経験を得る。さらに、その題材の授業に関する指導教員との協議の後に再度、自ら作成した学習指導案の吟味・検討・修正を行い、自身にとっての明確な課題をもって中・高等学校教育実習へとつなげていく。学生にとっては、実際に生徒を目の前にしながら学習指導案を作成するのはほぼ初めての経験であり、実践に即した指導が行われることになる。大学では、学習指導要領では何がねらいとされているか、数学科の特性や昨今の数学科授業への期待、教科書の読み

方、学習指導案の書き方というように、実践に即した学修が具体的に行われる。

中・高等学校教育実習Ⅰ，Ⅱ（3，4年次）

これまでに習得した知識や理論を実際の授業に適用する機会を通して、実践的能力を高めていくことを目的として教育実習が実施される。教育実習生は、事前指導において授業を担当する箇所を伝達され、それから教材を研究することを通して学習指導案を作成する。担当教員の指導を受けながら修正を重ね、実際の授業に臨み、その後、1つの授業ごとに班で協議を行う。

指導教員のアドバイスを受けながら、教材研究を通して授業目標を明確にし、学習指導案の中に数学的活動を適切に位置付けながら1時間の授業を構成する。その過程において、生徒の活動の様子をイメージしながら自らの授業構成を評価し、改善を重ねた上で授業を実施する。各自が数回の授業を担当し、教育実習最終日には全員が共通の題材について学習指導案を作成する。

教職実践演習（中・高）（4年次）

教育実習を含む大学での様々な学修を振り返ることによって、この時点での成果と課題を明確にし、教員としてのさらなる資質能力の発達を目指して、大学において講義・演習の形式で実施される。教職実践演習では、学生は「広大スタンダード」の8つの規準各々について積み重ねてきたポートフォリオを参照して、学んできたことの知識や技能を振り返り、学生個々の成果と課題を明確にする。その上で、相互の交流や協議、学習指導案の作成や模擬授業を通して、現状からのさらなる発展を協働で進める。

各回は(1)リフレクションと、(2)フォローアップとから構成されている。そして、教員に求められる資質・能力群（「広大スタンダード」）にしたがって、各回の内容が設定される。たとえば、スタンダードのうち規準4「生徒の発達や学習を評価することができる」では、(1)大学での評価論の講義に際して実際に作成した評価問題や、教育実習中に作成した学習指導案の中の評価に関する項目がリフレクションのための素材（これらは専用 web システムによって継続的に保管されている）であり、それを交えて学生は自己評価をしたり、グループ協議を通して評価の考え方や具体的方法に関連する課題を明確にしたりする。最後に以上を総括して(2)学生自身が新たに学んだことをまとめる。これは最

終的に学生の手元に残されることになり、学生にとっての広大スタンダードに準じた学習の成果の形になる。

(2)教材研究としての数学的活動の位置付け

教材研究は、教科内容を学習材料として構成する過程に加え、それを1時間の授業内容として構築するまでの一連の過程として捉えることができ、教育実習において最も重要な活動の一つである。教材研究は、教科書にまとめられた教科内容を自らが分析する作業と、それを学習者に対して提示する場面の設定を含んでおり、そこでの分析の結果をもとに実習生は自らの行う授業を学習指導案にまとめることになる。

教育実習生が与えられた教材から1時間の授業を構成していく場合に必要な視点として、「学習目標」、「指導方法」、「学習者の思考」の3つが挙げられる（富永他，2012）。これらのすべての側面に関して、数学的活動の位置付けは重要な要素となる。中学校数学において「数学的活動の楽しさや数学のよさを実感」することが挙げられており、高等学校数学が中学校数学の土台の上に展開されることを考えても、「学習目標」と数学的活動の関わりを意識することは重要な視点である。他者との交流によって自らの考え方を振り返ったり深めたりすることは授業においても重要な場面であり、そのこと自体を目標に設定する授業展開も十分に考えられるからである。また、学習者がある対象に積極的に働きかける過程を通して、数学的概念を理解させるという意味において、「指導方法」の側面から数学的活動を位置付ける視点も重要である。数学的知識は外部から一方的に与えられるものという偏った認識を持たせないためにも、主体的な関わりに伴うような、そして目標に沿った形の授業展開を構成する必要がある。また、学習指導の究極の目的が、主体的な取り組みを通じた、学習者の望ましい方向への変容を促すことであるから、その授業展開の流れは自然な「学習者の思考」の流れに沿ったものでなくてはならない。つまり、自然な形で疑問が発生したり、これまでの考え方を振り返ったりする必要性が生徒の側から生じるような流れを設定することが求められる。これらのことから考えても、教育実習において教材研究を行うことは、すなわち授業の中での数学的活動の適切な位置付けを決定する過程に他ならない。授業の根幹をなす教材研究から学習指導案の作成に至

る過程において、実習校の指導教員は教育実習生に対して効果的な指導を行う必要がある。

5. 教育実習生の現状の分析

(1) アンケート調査の概要

アンケートによって教育実習生の数学的活動についての認識に関する調査を行った。対象は、2015年度に広島大学附属中・高等学校で実施された中・高等学校教育実習Ⅰを履修した教育実習生である。教育実習は4週間かけて実施され、実習生は2つの附属学校において9月と10月に2週間ずつの実習を行っている。9月に実施される実習（9月実習）は、学生にとって教壇実習を含む初めての教育実習であり、その後、実習校を変えて10月の実習（10月実習）を行う。

アンケート調査は9月実習と10月実習の教育実習生の両方に対して実施し、実習初日と最終日にそれぞれ質問紙形式で行った。対象とする数学科の教育実習生は以下の通りである；

- ・9月実習 24名（教育学部6名，理学部18名）
- ・10月実習 23名（教育学部10名，理学部13名）

(2) 数学的活動に関する教育実習生の認識

教育実習初日に、次のような質問によって数学的活動に対する認識についての調査を行った。なお、質問紙には、学習指導要領の数学科の目標が記載されており、教育実習生は、それを見ながら質問項目に回答した。

<質問>

数学の学習場面の中で、『数学的活動』とは「関わりのないもの」、もしくは「関わりの少ないもの」にはどのようなものがあるでしょうか。あなたの考えを書いてください。

この質問に対する教育実習生の反応は、大きく次の2つに分類される。

① 学習指導の展開に関するもの

授業がどのように展開されるかに注目したものである。これらの回答をさらに詳細に分析すると、教育実習生が挙げた例は、教室内の授業展開を指導者側から見つめたものと、学習する生徒の様子を記述したものとに大別できることがわかる。

ア. 指導者側からの視点で記述されたもの

- ・板書・証明・解説を繰り返す塾的な授業。生徒の間違いを放置するような授業。
- ・発問の少ない授業。
- ・解法を覚えさせ、ただ反復練習させる。教師

表1 数学的活動に関わりのない（少ない）学習場面の指摘

9月班 (N=24)		
学習指導の形態	指導者	5
	学習者	9
	学習者・指導者	3
数学的内容		7
その他		0

10月班 (N=23)

学習指導の形態	指導者	2
	学習者	8
	学習者・指導者	2
数学的内容		10
その他		1

表2 教材研究に利用された参考資料

2011年 N=23（複数選択）

教材研究に利用した資料	人数（割合）
授業用の数学Ⅱの教科書	23（100%）
他社の数学Ⅱの教科書	16（70%）
数学Bや他学年の教科書	6（26%）
大学レベルの専門書	0（0%）
問題集や参考書	5（22%）
その他	0（0%）

2015年9月 N=24（複数選択）

教材研究に利用した資料	人数（割合）
授業用の数学Ⅰの教科書	24（100%）
他社の数学Ⅰの教科書	9（38%）
数学Aや他学年の教科書	3（13%）
大学レベルの専門書	0（0%）
問題集や参考書	13（54%）
その他	2（8%）

2015年10月 N=23（複数選択）

教材研究に利用した資料	人数（割合）
授業用の数学Ⅱの教科書	21（91%）
他社の数学Ⅱの教科書	8（35%）
数学Bや他学年の教科書	2（9%）
大学レベルの専門書	0（0%）
問題集や参考書	9（39%）
その他	6（26%）

が一方向的に説明する。

イ. 学習者側からの視点で記述されたもの

- ・解法のみを覚えて問題を解く。
- ・暗記活動やパターンを覚えるだけの活動。意味もわからず先生の板書を写す。
- ・生徒の考える場面がない。
- ・新たな発見がない授業。

ウ. 指導者・学習者の両者の視点で記述されたもの

- ・定義の羅列など、教師が主体となる授業。演習など、生徒は活動しているが、そこに生徒の考えが伴っていない授業。

②扱う教科内容の数学的側面に関するもの

授業で扱う数学的な内容に注目して記述された例である。

- ・数Ⅲの微積分。
- ・式の展開や因数分解など実際の生活との関連を捉えることが難しいもの。
- ・2次関数の軸や定義域が動く場合の最大・最小。

表1はこれらの回答を行った教育実習生の人数をまとめたものである。教育実習の初日において、実習生が数学的活動と関わりの少ない場面として挙げたものは、学習者の視点で記述されたものが多かったが、それに加えて「数学的な内容」との関わりでの指摘が多いことが明らかとなった。アンケートでの実習生の回答の内容から、微分積分などの高等学校の抽象度の高い内容や概念の定義にかかわる授業において、数学的活動の位置付けに困難性を感じる様子が見えてくる。しかし、数学的活動について、数学の知識や方法の結びつきを促すという側面を意識すれば、その位置付けの可能性は広がるものと考えられる。さらに、数学的な知識の体系や思考方法の発展性に関する分析の意識の希薄さは、教育実習生の教材研究の姿勢にも表れている。教育実習では、最終日に全員が同じ題材で学習指導案を作成し、教育実習生の代表が授業を行う合同批評授業が実施されるが、表2は、この合同批評授業における学習指導案の作成の際に教育実習生が利用した資料を調査したものである。これによると、他学年の教科書を分析したり、大学レベルの専門書によってより高度な概念との結びつきを考察したりしたケースが極端に少ないことが分かる。例えば、2015年の10月実習においては、三角関数の合成に関する授業が行われ、授業後の協議会では波動に関わ

る概念との結びつきに言及した議論があったにもかかわらず、(物理学などの他の分野との関わりも含め)より専門性の高いレベルでの教材研究を行った学生は存在しなかった。教材研究の資料に関する調査は2011年にも実施しているが、専門的知識に関わる教材研究の不足という点においては、今回の調査と同様の傾向を示していた。

また、教育実習生の数学的活動の捉え方の変容を、教育実習最終日に次のような質問で調査した。

<質問>

授業に位置付ける「数学的活動」に対して、実習前と実習後であなたの考え方に変化があった場合にはそれを記述してください。

様々な迷いや反省を含む回答が、学習指導案作成時における実習生の困難性を物語っているが、中には次のような反応が含まれていた。

- ・数学的活動と捉える範囲が広がった。ただ日常に結びつけるだけではない。
- ・数学的活動は、生徒が実際に手を動かし、活動している状況だと考えていたが、思考を深めるプロセスそのものも数学的活動になりうる。

教育実習の初期の段階で、数学的活動をある程度限定的に捉えていた実習生が、実習を通してその考え方を拡張している様子が見えてくる。

6. 困難性の分析と実習指導の要点

(1) 困難性の事例分析

以下では、ある教育実習生から指導教員に初めて提出された学習指導案の1つの例をもとに、実習生が数学的活動を位置付ける際の困難性を分析する。

担当する授業は高等学校の数学I「2次方程式の解と判別式」に関する内容である。この実習生は9月実習に参加しており、自分が実際に行う授業の学習指導案を本格的に作成するのは初めての経験であった。以下は、実際に提出された学習指導案の概略である。教育実習で作成する学習指導案は「学習活動」、「学習内容、指導・支援上の留意点」、「評価観点と方法」によって構成されているが、下の学習指導案は「学習活動」「学習内容、指導・支援上の留意点」の部分を抜粋したものである。

○指導目標

実数解，重解，判別式などの新しい用語の意味を知り，2次方程式の実数解と判別式の符号の関係について理解できる。

○指導過程

学 習 活 動	学習内容，指導・支援上の留意点
<p>(導入)</p> <ul style="list-style-type: none"> 2次方程式の解の公式の復習 <p>問題 1</p> <p>2次方程式 $x^2 + 2x - 1 = 0$ を解け。</p> <ul style="list-style-type: none"> 問題を解く。 <ul style="list-style-type: none"> <生徒の反応> 手が動かない。 解の公式を忘れている。 ある程度の人が解き終わっていることを確認し，途中式と解を板書する。 この時に実数解の定義を教える。 <p>(展開 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> 2次方程式 $ax^2 + bx + c = 0$ の実数解の個数を考える。 この方程式の解の$\sqrt{\quad}$の中身である $b^2 - 4ac$ の符号と実数解と実数解の個数の関係について表を作らせ，完成させる。 判別式の定義も教える。 <p>(展開 2)</p> <p>例題 1</p> <p>2次方程式 $x^2 - 6x + m = 0$ が異なる2つの実数解をもつように定数 m の値の範囲を求めよ。</p> <p>例題 2</p> <p>2次方程式 $x^2 - mx + 2 = 0$ が重解をもつように定数 m の値を求めよ。</p> <ul style="list-style-type: none"> 例題 1，例題 2 を解かせる。 2人指名し黒板に途中式と答えを板書させる。 <p>(まとめ)</p> <ul style="list-style-type: none"> 改めて判別式と解の個数についての関係をまとめる 	<ul style="list-style-type: none"> 問題 1 を解く際に前回のノートを見てよいことにする。 この場合，x の係数が偶数なので解の公式が簡単にかけることも確認する。 少し考える時間を与える。 周りとは相談させる。 生徒を指名し，答えさせる。 <p>ヒント</p> <p>異なる2つの実数解をもつような判別式の条件は？</p> <p>ヒント</p> <p>重解をもつような判別式の条件は？</p> <ul style="list-style-type: none"> 机間巡回を行い生徒がどのくらいできているのか把握する。

この実習生は，教育実習初日に実施したアンケートにおける『『数学的活動』が取り入れられた授業場面として思い浮かぶものを3つ挙げてください』という質問に対し，次のように回答している。この回答は，おそらく自分で作成し，指導教員に提出した第1回目の授業の学習指導案を念頭に置いたものであると考えられる。

「2次方程式の判別式と実数解の個数についての授業で，判別式の符号によって実数解の個数がどうなるか，まず生徒一人一人に考えさせ，その後グループで話し合いを行わせ，グループごとに発表させること。」

さらに，「数学的活動」とは関わりのないもの（もしくは関わりの少ないもの）として，「ただ単に計算すること」「連立方程式の解を求める」と回答している。

もちろん，この学習指導案は授業を行った経験のない教育実習生によって提出されたものであるから，多くの問題を含んでいて当然である。そこで，担当教員の指導が全く入っていない段階での学習指導案を分析し，教育実習生の学習指導案作成の困難性を数学的活動という視点から分析することを通して，教育実習における効果的な指導のための要点を明らかにする。

上記の学習指導案に代表されるように，教育実習生の学習指導案には次のような5つの問題点が内在していることが多い。

①授業の導入における問題の位置付け

導入では，前回の学習内容の確認として2次方程式の問題を解の公式を用いて解決させる場面が設定されている。「できる」「できない」だけの評価のために位置付けられるものではなく，係数によって解の個数は変化するという授業展開に自然な形でつながるような位置付けにする必要がある。中学校のときに学習した内容をさらに発展させ，体系的な意味をもたせる授業の核心に至る入り口であるから，学習内容の関連付けという数学的活動の側面との関わりにおいて，導入のあり方を検討することが重要である。

②発表や話し合いという情報共有の場面の位置付け

この学習指導案では，自分の思考内容を他者に伝達する場面として「指名して答えさせる」，「周りとは相談させる」という場面が設定されている。自らの考えを他者に伝えたり，他者の考えを理解し吟味したりすることを通して数学的な思考を深めていく活動はとても重要であるが，現象として「生徒が話をする」という表面的な場面を設定して満足するだけでは，本来求められている主体的な姿勢やコミュニケーション能力の育成に関わる，数学教育の目標の達成に寄与することは期待できない。

③中心的な役割を果たす場面設定に関する記述

判別式の符号によって2次方程式の解の個数を類別するという、授業の核心部分の学習場面の記述が不十分である。その中に含まれる重要な数学的活動が実習生に明確に把握されていない可能性がある。この場面での取り組みによって期待される学習者の変容を明確にイメージするとともに、学習者の反応やそれに気付かせるための手だてなどが整理して記述されるべきである。

④例題-解説の流れの連続

展開2においては、例題の提示と「解かせる」「板書させる」という記述のみが並ぶ。学習指導案は学習者の変容を促す学習指導の展開を構造化するものであるから、たとえば学習者が注目すべきポイントが整理してあったり、振り返るべき事項に関する記述があったりしてもよい。また、これまでに得られた結果の形式的な適用ではなく、学習者に知識の構造や既習の学習内容との関連について思考させるなら、例題2では実際に重解を求めさせることも重要な学習活動である（実際に教科書にはそれを含めた問題が配置されている）。

⑤予想される学習者の反応に関する記述

この学習指導案では、「生徒の反応」を予想して記述している部分がある。導入の2次方程式の課題に対して、解の公式を忘れた生徒の存在を想定した記述がなされ、その場合の支援上の留意点として、前回の授業ノートを参照させることが挙げられている。生徒の学習を数学的活動との関わりで考察するとき、学習者の姿を予想し、様々な準備をしておく姿勢は授業を行う者にとって望ましいものである。しかし学習者が数学的活動を通してステップアップしていく際の思考の揺れや拡がり、発生することが想定される疑問について記述することで、生徒の思考の流れにとって無理のない授業構成を行うことができる。導入の問題は単に前時の学習内容を確認するだけの位置付けではなく、本時の授業での核心部分につながる課題であることが望ましく、そこで起こる生徒の反応を基盤にして次への展開が模索されることが重要である。

(2)実習指導の要点

これらのことを踏まえ、教育実習生に対する学習指導案の改善に向けた効果的な指導の要点として次の4つが挙げられる。

①位置付け可能な数学的活動のタイプを特定さ

せる

「今回の授業を行う担当箇所だと、数学的活動は取り入れようがない」という実習生がいる。あるいは、「工夫しようがない」と表現する実習生がいる。表面的な「活動」を無理に取り入れるために、内容との関連が希薄な作業を取り入れようとするケースもある。アンケートの結果に見られるように、「目に見える外的な動きを伴う活動」だけを数学的活動として捉えている場合もあるので、数学の授業で位置付ける数学的活動の持つ多様な側面をまずは理解させ、この授業で位置付けられる数学的活動はどのタイプのものかを明確にさせる。中学校学習指導要領の表現を援用すれば、数学的活動は次の3つのタイプに分けられる。

[I]数や図形の性質などを見いだす活動

[II]数学を利用する活動

[III]数学的に説明し伝え合う活動

先に述べたように、実習生にとっては[I]のタイプの活動の認識が希薄である。しかし、[I]がこれまでの学習内容と結びつけて考えたり、既習の内容を発展させたりすることによって新たな概念を獲得していく過程を含むものであることを考えると、日々の授業の中でも重要な部分を占めるものになる。[I]のタイプのものを含めて「数学的活動」を捉えさせることによって、それがすべての授業で必ず適切に位置付けられるべきものであることを実習生に認識させることが重要である。

②数学的活動との関わりで学習者の反応を捉えさせる

その数学的活動が学習者に与える影響と期待する作用を実習生が意識することによって、授業の全体像を構想しやすくなると考えられる。授業で現れる生徒の学習の様相を数学的活動の過程もしくは結果として捉えることによって、1時間の授業の大まかな方向性を捉えることができる。そして、反応の様子をできるだけ多くシミュレーションすることが、学習における適切な支援の準備につながると考えられる。

③情報共有の場面に意味を持たせる

実習生の学習指導案には、「指名して発表させる」「周囲と相談させる」など、学習者に発言という形でコミュニケーションを促したり、求めたりする場面がある。認識を共有することが目的なのか、それとも論理的に伝える姿勢を促すことが目的なのか、それともそのコミュニケー

ションを経ることで思考の深まりや拡がりを期待するのか、その情報共有の目的を明確にすることが重要である。「活発に話をする」という現象面だけを捉えるのではなく、授業の目標の実現に向けた数学的活動の一環として捉えることで、適切な場面設定になっているかを検討するようにさせることが重要である。

④実習生同士での議論を活性化させる

授業後に行われる協議会において、学習指導案の構成という点に関して、数学的活動の位置付けを中心に議論する機会を拡充することが重要である。生徒の反応への対応や板書の工夫など、起こった事柄に対する指摘のみに終始するのではなく、そもそもその授業目標に対して、なぜこのような授業構成を行ったのかを中心に議論させる。この繰り返しが、授業が学習者の数学的活動の上にか成り立たないことの再認識につながる。また、アクティブ・ラーニングの重要性を理解する教育現場においてこそ、協働的に課題を克服していく雰囲気醸成が必要で、その意味において実習生同士の活発な議論を期待するところである。また、現在は教育実習最終日に合同批評授業を行い、基本的には全員が個人で学習指導案を完成させて提出している。これを、じっくりと時間をかけて主体的・協働的に教育実習生が取り組む場面として、議論を重ね班で一つの学習指導案を作成する取り組みを行うことも効果的であると考えられる。

7. 効果的な実習指導に向けて

教育実習では、将来の教員を目指す学生がこれまで大学で学んだ理論を生かす実践の場として附属学校にやって来る。初めての授業実践で様々な不安を抱えながら教材研究を行い、学習指導案を作成するが、学習者の数学的活動を中心に据えて授業を捉えることによって、生徒の姿をイメージしながら授業づくりを行うことができる。検討すべき視点を適切な形で提示し、学習指導案の改良を重ねていく取り組みの中に、教員養成の役割の重要な部分が含まれている。すなわち、教育実習においては、学習者にとってよりよい授業を構築しようとする実習生の取り組みを指導し、実習生の主体的な学びを促すことも求められる。

教育実習における実習生の困難性とその分析によって得られた知見を踏まえ、教育実習までの準備段階、実習指導、そして事後指導におい

て、より深い教材研究の視点と授業構成力を備えた教員を養成するために、大学での授業と附属学校における教育実習の連携をさらに密にした教員養成の改善が求められる。

引用・参考文献

- 1) 磯田正美(2015)『算数・数学教育における数学的活動による学習過程の構成—数学化原理と表現世界、微分積分への数量関係・関数領域の指導—』、共立出版。
- 2) 教育課程審議会(1998)「幼稚園、小学校、中学校、高等学校、盲学校、聾学校及び養護学校の教育課程の基準の改善について(答申)」、
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/old_chukyo/old_katei1998_index/toushin/1310294.htm 2016年2月10日取得
- 3) 中央教育審議会(2015)「これからの学校教育を担う教員の資質能力の向上について～学び合い、高め合う教員育成コミュニティの構築に向けて～」(中教審第184号)、
http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2016/01/13/1365896_01.pdf 2016年2月10日取得
- 4) 富永和宏・井上芳文・橋本三嗣 他(2012)「教育実習の評価のあり方の改善について(5) — 数学科における教材研究の評価の枠組み —」, 学部・附属学校共同研究紀要 第40号, 広島大学 学部・附属学校共同研究機構, pp. 41-46.
- 5) 永田潤一郎(2012)『数学的活動をつくる』, 東洋館出版。
- 6) 広島大学教育学部編(2015)『中・高等学校教育実習のてびき』。
- 7) 文部科学省(2008a)『中学校学習指導要領』, 東山書房。
- 8) 文部科学省(2008b)『中学校学習指導要領解説 数学編』, 教育出版。
- 9) 文部科学省(2009a)『高等学校学習指導要領』, 東山書房。
- 10) 文部科学省(2009b)『高等学校学習指導要領解説 数学編 理数編』, 実教出版。
- 11) 山田篤史(2015)「アクティブ・ラーニングが注目されるに至った経緯と算数・数学における実現のポイント」, 『RooT No. 17』, 日本文教出版, pp. 0-3.