

# 中学校教員との連携による理科教員養成 その1

## ～ ICT を活用した実験授業と学生の意識～

Science teacher training in collaboration with a junior high school teacher, No. 1

～ Consciousness of Student for experiment using ICT ～

武田富美子・船田 智史・斎藤 豪

TAKEDA Fumiko・FUNADA Satoshi・SAITO Tsuyoshi

### I はじめに 理科教育とアクティブ・ラーニング

アクティブ・ラーニングは、「1980年代に始まる米国の大学教育改革の流れの中で登場し」、「米国の物理教育研究は、理工系学部における基礎教育の改革を先導した」と言われている<sup>1)</sup>。力学を理解するためには数式が解けるだけでなく、その背景にある力学的概念を理解する必要がある。例えば、MazurのPeer Instructionは次のような手順をふむ<sup>2)</sup>。①授業者は選択肢のある答えとともにある課題を提示し、②学習者が選んだ答えの分布を調査する。③次に学習者同士で自分の選んだ答えの理由を説明しあう (Peer Instruction)。④もう一度分布を調査し、⑤その後授業者が答えを解説する (丸数字は著者による)。こういったディスカッションの時間を生み出すために、反転学習 (すなわち自分でできることは授業時間外に自分でする) という方法がとられ、そのためのテキストも開発されている。また、これらの教育改革を評価するために、実施前後の学生の理解度を調査する方法も開発され、その代表的なものとして Force Concept Inventory (FCI) がある<sup>3)</sup>。

約20年遅れて、アクティブ・ラーニングは日本に導入された。理科教育においても海外の影響を受けた「アクティブ・ラーニング」が徐々に取り組まれてきた。大黒らは中学校において、グループ内で内容や役割を分担するジョンソンらの協同学習論をもとにした実験授業を実施した<sup>4)</sup>。山崎らは、探求学習を通して物理の基礎概念の理解を深め、その定着を図るため、「Interactive Lecture Demonstrations (ILDs)」を高校生を対象に実践した<sup>5)</sup>。それは、①まず教師が計測せずに演示実験の概要を紹介し、②生徒は「予想シート」

に記入しながら予想し、③その予想を共有しながら討論した後に、④実際に教員が演示実験を行い、その結果を再び討論し、「結果シート」にまとめるという手順で実施された (丸数字は著者による)。予想はクリッカーを用いて画面表示され、またグループ討議の結果はホワイトボードに書き込み、比較された。ICT<sup>6)</sup>を活用することで概念形成の過程を可視化することが試みられている。

2012年、中央教育審議会は答申「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～」の用語集において、アクティブ・ラーニングを「教員による一方向的な講義形式の教育とは異なり、学修者の能動的な学修への参加を取り入れた教授・学習法の総称」と定義した<sup>7)</sup>。学修者が何らかの活動をする教授・学習方法、すなわち、一方向的な講義形式以外の学習方法はすべてアクティブ・ラーニングとしたのである。2014年、文部科学省が初等・中等教育での課題の発見と解決に向けて主体的・協働的に学ぶ学習 (アクティブ・ラーニング) を推進する方向性を打ち出したことにより、幼稚園・小学校・中学校・高校の教育におけるアクティブ・ラーニングに関する実践や議論が日本において急に盛んになってきた<sup>8)</sup>。

日本の理科教育では、1960年代ごろから板倉聖宜らによって提唱されてきた仮説実験授業の実践と理論がある。仮説実験授業は、授業書に基づいて、①実験を伴った問題を結果の予想の選択肢を含めて提示し、②予想の分布を黒板上に集計し、③その答えを選んだ理由を発表し討論したのち、④予想の変更を集計し、実験をする。⑤各自が実

験結果を確認し、記述し、さらに次の問題へ移っていく<sup>9)</sup>（丸数字は著者による）。この過程は、MazurのPeer Instructionや山崎らが導入したILDsとよく似ているが、仮説実験授業のほうが歴史は古く、日本の理科教育において、アクティブ・ラーニングは海外から輸入される以前から実施されてきていると言える。「『問題を出して選択肢を与えて、予想を立てさせて、討論をやって授業をする、というようなやり方をすれば、どんなものでも仮説実験授業になるのではないか』という方もおられます。しかし、そういう考え方は私たちはとりません」と板倉は書いている<sup>10)</sup>。というのも、「どういう問題をどういう順序で与えるか、ということが重要だからである。米国の物理学の基礎教育におけるアクティブ・ラーニングにおいても、同様のことが言われている。Crouch and Mazurは、学生の力学的概念の理解のためには、ディスカッションのセクション（Peer Instruction）が重要としているが、そのために力学の基礎概念に関する一連の課題が効果的に提示される必要があった<sup>11)</sup>。理科教育におけるアクティブ・ラーニングは、その端緒から、アクティブ・ラーニングという方法だけでなく内容を伴って展開されてきたことが見て取れる。

ILDsにおいても仮説実験授業においても、科学概念形成の過程として、実験による結果の確認が重視されている。一方、高校で物理を専攻した大学新生を対象とする日本での調査において、教科書に記載されている42の実験のうち、生徒実験は平均6.08回、演示実験は平均8.63回しか実施されていないというデータがある<sup>12)</sup>。対象者の約6割が生徒実験、演示実験の経験がともに年に5回以下である一方、16回以上の経験者も1割程度存在した。実験をする教員とほとんどしない教員の実験回数の差が大きいことが示唆される。仮説実験授業は小学校から大学に至るまで取り入れられているが、この調査による高校での物理実験の頻度の低さから、仮説実験授業やそれに類似するアクティブ・ラーニングは少なくとも高校物理の主流とはなっていないであろうと推察される。

科学教育研究協議会（以下、科教協）は、仮説

実験授業や極地方式<sup>13)</sup>など、理科教育の優れた実践を広げる役割を果たしてきた。その会誌「理科教室」2016年9月号で「アクティブ・ラーニングを考える」を特集として取り上げている<sup>14)</sup>。特集の背景として「『課題→仮説→実験→検証→科学的概念の形成へ』という一連の授業の流れの中で、自分の考えをもち、集団で討論し、実験で確かめ、科学の法則を獲得することの重要性は多くの教師が認めている」とし、「科教協では、教師同士が議論を重ねる中で、『何を』『いかに』教えるべきかを提起してきた」と述べる一方で、「アクティブ・ラーニングでは、その一部分である話し合いや学びあいを中心とした活動のみを強調しているように見える」と記述している。「子どもたちには能動的な学習を説きつつ、教師には画一性を押し付けていく弊害は大きい」とし、アクティブ・ラーニングに批判的である。これは、中央教育審議会答申の用語集でアクティブ・ラーニングを「方法」と定義したことにより、内容を伴わない方法の押し付けと理解されたと思われる。

文部科学大臣の諮問に答え、中央教育審議会教育課程企画特別部会は2015年8月26日に、2030年の社会を展望しつつ新しい指導要領の在り方についての「論点整理」を表わした<sup>15)</sup>。グローバル化、社会の多様性、急速な情報化や技術革新のなかで、「教育の在り方も新たな事態に直面していることは明らか」とし（「論点整理」p.1）、「解き方があらかじめ定まった問題を効率的に解ける力を育むだけでは不十分」であり、「蓄積された知識を礎としながら、膨大な情報から何が重要かを主体的に判断し、自ら問いを立ててその解決を目指し、他者と協働しながら新たな価値を生み出していく」教育が求められるとする（「論点整理」p.4）。「特にこれからの時代に求められる資質・能力」のなかで「変化の中に生きる社会的存在として」の文脈として、「ICTの急速な進展などにより、高度な技術がますます身近となる社会の中で、そうした技術を使いこなす科学的要素をすべての子どもたちに育んでいくことも重要」としている。次期学習指導要領の改定の視点は、「子どもたちが『何を知っているか』だけでなく、『知っていることを使ってどのように社会・

世界と関わり、よりよい人生を送るか』ということであり」(「論点整理」p.16)、「子どもたちが『どのように学ぶか』についても光を当てる必要があるとの認識のもとに、『課題の発見・解決に向けた主体的・協同的な学び(いわゆるアクティブ・ラーニング)』(「論点整理」p.17)を位置づけている。そこでは学力の三つの柱に基づいて、アクティブ・ラーニングについての三つの視点を以下のように述べている(「論点整理」p.18)。

- i) 習得・活用・探求という学習プロセスの中で、問題発見・解決を念頭に置いた深い学びの過程が実現できているかどうか。
- ii) 他者との共同や外界との相互作用を通じて、自らの考えを広げ深める、対話的な学びの過程が実現できているかどうか。
- iii) 子どもたちが見通しを持って粘り強く取り組み、自らの学習活動を振り返って次につなげる、主体的な学びの過程が実現できているかどうか。

これはアクティブ・ラーニングを、知識注入の講義としての授業観から、深い学び、対話的な(協同的な)学び、主体的な学びへの授業観の転換として位置づけたものと言えよう。「深い学び、対話的な(協同的な)学び、主体的な学び」という視点を伴ったアクティブ・ラーニングは、単なる学習方法としてのアクティブ・ラーニングとは意味が異なってくるので、ここでは「深い」アクティブ・ラーニングと記述することにする。

「『課題→仮説→実験→検証→科学的概念の形成へ』という一連の」流れに沿った授業は、「深い」アクティブ・ラーニングに繋がるものであるが、科教協会の努力にもかかわらず、高校の物理教育における実験の少なさにも見られるように、それほど多くは展開されていない。「深い」アクティブ・ラーニングが対話やディスカッションと切り離せないのは、そのことによって学習者の理解が深まるだけでなく、「概念形成の過程の可視化」が可能になるからである<sup>16)</sup>。教員は、「指導方法の不断の見直し(「論点整理」p.17)」のために、アクティブ・ラーニングの三つの視点を無視するわけにはいかないだろう。

## II アクティブ・ラーニングと ICT 教育

### 1 ICT 教育と教員養成

この「論点整理」の流れを受けて、第一回の「2020年代に向けた教育の情報化に関する懇談会」が2016年2月に開催され、同年4月には「中間取りまとめ」が発表された<sup>17)</sup>。そのなかで、「学びの量とともに、質の高い深い学びを目指す必要がある、課題の発見・解決に向けた主体的・協働的な学び(いわゆる「アクティブ・ラーニング」)の視点から、教員は指導方法を不断に見直し、改善することが求められる」とし(pp.1-2)、続く「2.次世代に求められる情報活用能力の育成」では、「情報と情報技術を問題の発見と解決に活用するための科学的な考え方を育成する共通必修科目を設置すること」と同時に「小・中・高等学校等の各教科等の学習において、情報活用能力を育むとともに、それぞれの教科等の特性に応じて ICT を効果的に活用することについて検討されている」と述べている(「中間取りまとめ」p.2、下線は著者による)。すなわち、子どもたちにとって ICT 活用能力を身につけることが必須であるという認識と同時に、その能力育成を教科教育の中でも行っていく必要性を述べているのである。

そのためには、「教員の指導力の向上や、地方公共団体や学校における推進・支援体制」が必要であり、「教員の ICT 活用指導力は年々向上しているが、そもそも各教科等の授業にどのように ICT を活用することが効果的なのか、教員や子供にとって使いやすい機器等は何なのか、その考え方に基づいた効果的で使いやすい教材や機器等の開発についてより充実を図る必要がある。また、教員の研修の機会についてもより充実を図る必要がある」とし、採用試験で電子黒板を利用した模擬授業を取り入れるなどの取り組みについて述べている(「中間取りまとめ」p.16)。教員養成課程でも ICT を活用した指導力の育成が求められている。

文部科学省によって、「学校における教育の情報化の実態等に関する調査」が1988年から実施され、教員による ICT 活用の現状が明らかにされてきた。2015年度の調査では、教員の校務用コンピュータ整備率は113.9%であり、仕事にコ

ンピュータを使用しない教員は少ないだろうと考えられる。一方、教育用コンピュータ1台当たりの児童生徒は6.4人であった<sup>18)</sup>。一人1台という状況には遠いことが窺えるが、文部科学省は第2期教育振興基本計画で、2017年度までに1台当たり3.6人という目標を掲げている。

2007年度から、教員のICT活用指導力の調査も行われている。「教員のICT活用指導力チェックリスト<sup>19)</sup>」は、「A 教材研究・指導の準備・評価などにICTを活用する能力」「B 授業中にICTを活用する能力」「C 生徒のICT活用を指導する能力」「D 情報モラルなどを指導する能力」「E 校務にICTを活用する能力」の5つの大項目が設定されている。各項目はさらに2～4の小項目から成る。これらを「4、わりにできる」「3、ややできる」「2、あまりできない」「1、ほとんどできない」の四段階で自己評価する。「平成26年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果（概要）」の「都道府県別教員のICT活用指導力の状況（3）中学校」によると各大項目の「4、わりにできる」「3、ややできる」と答えた中学校教員の割合の全国平均および京都府の平均〔（ ）内〕は、次のとおりである<sup>20)</sup>。

- A 教材研究・指導の準備・評価などにICTを活用する能力 79.7% (82.1%)  
 B 授業中にICTを活用して指導する能力 67.2% (71.6%)  
 C 生徒のICT活用を指導する能力 53.9% (59.8%)  
 D 情報モラルなどを指導する能力 74.5%

(78.1%)

E 校務にICTを活用する能力 76.1% (78.7%)

「C 生徒のICT活用を指導する能力」の「できる」とする自己評価の割合が他と比べて低い。

この項目の小項目は以下のとおりである。

C-1 生徒がコンピュータやインターネットなどを活用して、情報を収集したり選択したりできるように指導する。

C-2 生徒が自分の考えをワープロソフトで文章にまとめたり、調べた結果を表計算ソフトで表やグラフなどにまとめたりすることを指導する。

C-3 生徒がコンピュータやプレゼンテーションソフトなどを活用して、わかりやすく説明したり効果的に表現したりできるように指導する。

C-4 生徒が学習用ソフトやインターネットなどを活用して、繰り返し学習したり練習したりして、知識の定着や技能の習熟を図れるように指導する。

すなわち、生徒が能動的に学習活動を行う場面で教員のICTの活用能力が低く、アクティブ・ラーニングでの生徒のICTの活用場面がまだ多くないことが示唆される。

アクティブ・ラーニングに使用されるタブレットパソコンなどの情報機器がないことが影響している可能性もあるため、タブレットパソコンを導入している学校でICTがどの程度活用されているかを知る手がかりを得るために、京都市立の某中学校でアンケート調査を行った。この中学校で

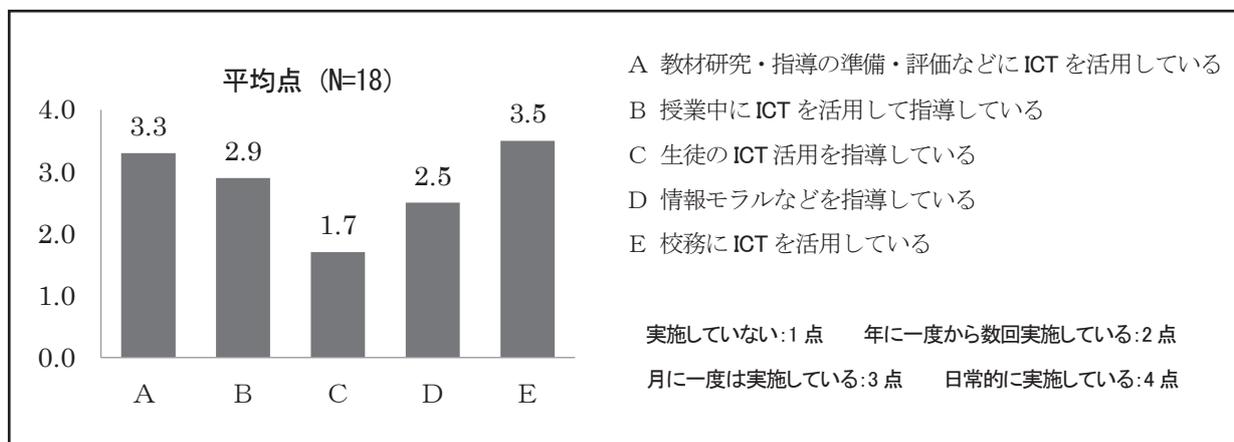


図1 某中学校のICT活用頻度の状況

は、タブレットパソコンを用い、授業への ICT 活用を積極的に推進している。職員会議でアンケート用紙を配布していただき、18名の教員に協力していただくことができた。

指導力チェックリストの各項目を使用頻度に改め、「実施していない」を1点、「年に一度から数回実施している」を2点、「月に一度は実施している」を3点、「日常的に実施している」を4点として回答していただいた。図1の棒グラフは、その平均点である。平均点が1であれば、全員実施していないことになり、4であれば、全員日常的に実施していることになる。結果は、「A 教材研究・指導の準備・評価などに ICT を活用している」「E 校務に ICT を活用している」の頻度は高かったが、「C 生徒の ICT 活用を指導している」頻度は活用能力の調査と同様に低かった。

小項目に注目すると、C-1 と C-3 の両方に関し、月に1回程度実施している教員が2人、C-2、C-3 について日常的に C-4 では月1回程度実施している教員が一人いた。C-1 から C-4 のいずれも実施していないという教員は18名中3名であり、いずれも年齢は50代以上であった。他の教員は、C-1 から C-4 のいずれかの項目において年に1回から数回の頻度で実施していた。

これらの調査から、「C 生徒の ICT 活用を指導する能力」の教員の自己評価の平均は高くはなく、ICT 環境が整っていても活用されにくいことが示唆された。

## 2 ICT についての理科教員養成課程の学生の意識

こういった状況の中で、大学で教員をめざして学んでいる学生たちも、自身の中学・高校時代に ICT を活用したアクティブ・ラーニングを経験していない可能性がある。

本学の教職科目である「(教) 理科教育概論」<sup>21)</sup>で ICT 教育に対する学生の意識を調査した(図2)。回答者は2015年度前期から2016年度前期に受講した3クラス68名である。受講生は、ICTの種類や、アクティブ・ラーニングとしての活用も含めた ICT の活用事例について学んだのち<sup>22)</sup>、ICT 教育についてその時点で自分の考えと最も一致するものを選択肢から一つ選んだ。選択肢は、過去の受講生の反応から、学生の答えそうなものを選んで設定している。選択項目の( )内の数字は実人数である。「絶対に必要」「すばらしい」という推進派が55%に対して、「時期尚早」「産業界の不況打開策」という否定派が10%であった。残り35%は、ICT 化の促進は時代の流れと受け止めつつ、その学習効果に疑問をもつ懐疑派であった。各クラスで割合に多少の変動はあるものの、推進派が過半数を超え、否定派は5～10%程度と共通の傾向がみられた。デジタル化することですべて効果が上がるというものではないので、「デジタル化して本当に学習効果があがるのか?」という疑問が生まれるのは当然であろう。

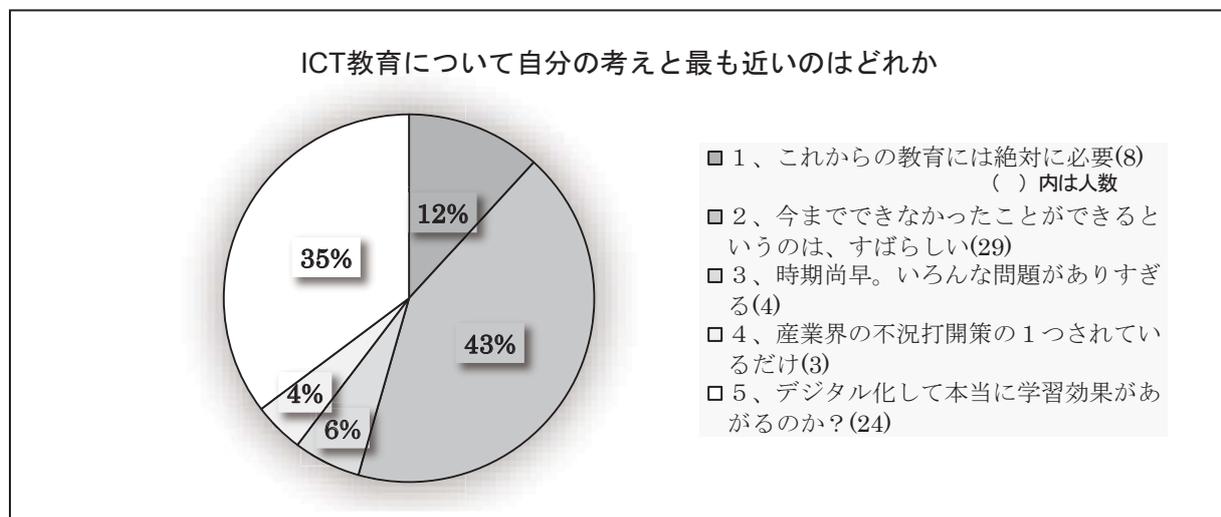


図2 「(教) 理科教育概論」における ICT 教育についてのアンケート

### Ⅲ 中学校教員による ICT を活用した実験授業

#### 1 中学校教員による大学での授業導入の理由

こういった現状をふまえて、アクティブ・ラーニングを主体的に実施でき、さらに ICT の活用もできる教員を養成することが求められているが、いくつかの困難がある。

（その1）教員を目指す学生自身が、授業といえば講義型もしくは塾での個別指導のイメージを持っている。

実際には、「総合的な学習の時間」や教科、学級活動の中で、彼らも自らリサーチしたり、ディスカッションしたりする授業を経験してきているはずである。しかし、2016年度前期の「(教)理科教育研究」<sup>23)</sup>の授業初期に、受講生に「良い理科の授業、について自由記述で書いてもらったところ、「分かりやすい講義型の授業」「教員と生徒の質疑を挟みながら教員が進める講義型の授業」が過半数を占めた。続いてアクティブ・ラーニングのひとつである「実験を中心とした授業」が支持されていた。探求学習など「生徒が自主的に取り組む授業」についての記述は見られなかった。

（その2）大学で理論や実践例を学んでも、現場の授業のイメージが持てず実感が無い。

「(教)理科教育概論」や「(教)理科教育研究」のいずれの授業においても、学生によるリサーチや、それに基づいたグループでのディスカッション、発表をとり入れたアクティブ・ラーニングを行っているが、一部に「大学の授業だからできる」という反応があり、中学校での理科の授業としてのイメージが持ちにくかった。ICTを使った学習に関しては、大学の授業においても教材を提示するために ICT を活用しているが、タブレットパソコンなどのツールが未整備であるため、ICT を活用したアクティブ・ラーニングはあまり実施できていない。

中学校で受けてきた講義型の授業のイメージを変え、さらに ICT がアクティブ・ラーニングにどのように利用されているかを知るためには、中学校で実際に行われている ICT を活用したアクティブ・ラーニングを、学生が体験してみることが必要であると思われた。そこで、現職教員<sup>24)</sup>を講師として、大学においてタブレットパソコン

を活用した実験授業を実施することとした。

#### 2 中学校教員による授業の概要

2 回生を主とした「(教)理科教育研究」の受講者 22 名を対象に授業を実施した。「(教)理科教育研究」の担当教員を含む著者らの他に、非常勤講師 1 名、4 回生 1 名が見学を訪れた。見学の 4 回生も含めて、23 名を 7 グループに分けた。

酸化銅(Ⅱ)の還元の実験を行った。酸化銅(Ⅱ)の粉末を炭素の粉末と混ぜ、ガスバーナーで加熱。発生した二酸化炭素を石灰水で確認し、試験管内の混合物から残った炭素粉を洗い流すことで銅の金属光沢を確認する。教科書に記載されている実験である。これらの結果から、これまで学習したことを応用して、どのような反応が起こったかを考察する。中学校では、実験を 50 分、タブレットパソコンを使ってグループでまとめる作業を 50 分、計 100 分の授業であるが、大学では合わせて 50 分で実施した。

授業の概要は、以下のとおりである。

- ①授業開始（13 時～）。担当教員による前回の授業のふりかえりと講師の紹介。講師による自己紹介と中学校での授業についての説明。例えば、「実験の方法は、プリントを配るだけでなく、ホワイトボードにも書いておく。プリントのほうを読みやすい生徒と、ホワイトボードのほうを読みやすい生徒がいる」など。各グループにタブレットパソコンを配布しロイロノート（アプリ）<sup>25)</sup>の特徴および使い方を説明。
- ②実験開始（13 時 20 分頃～）。学生はタブレットパソコンで写真や動画などを撮影しながら記録を取った。酸化銅（Ⅱ）と炭素をあらかじめ計量して配っておくことで時間を短縮した。実験の片付けの後、ロイロノートを使ってまとめと考察を作成。できたグループから提出。
- ③授業のまとめ（14 時 10 分頃～）。中学生がロイロノートを使ってつくったまとめを見る。中学校での教員生活についての話と、様々な手作り教材の紹介など。  
終了（14 時 30 分）。  
学生がロイロノートで作った実験のまとめは、後日、中学生に紹介された。

### 3 中学校教員による授業を受講した学生の意識変化

次の授業で、出席者21人に無記名でアンケート調査を実施した。授業改善の視点である、深い学び、対話的な(協同的な)学び、主体的な学びを念頭にアンケートを作成した。また学習へのICTの活用についても尋ねた。各問いに「強くそう思う」「そう思う」「あまりそう思わない」「そう思わない」の4段階のいずれかで答えてもらうと同時に、その理由を書いてもらった。結果を図3に示す。

「1. この授業は、誰もが対話に参加できる授業だった」という問いに対して15人(71.4%)が肯定的だった。「あまりそう思わない(6人)」の理由としては、「引っ込み思案な子と積極的な子が同じグループになったら、積極的な子だけで進めていってしまいそう」「クラス内での立場が確立していると、やりたい人がやりたいことをやると思う」など、個人の性格やクラスの間人間関係が挙げられていた。

「3. この授業は、学習者が主体的・能動的に取り組める授業だった」に関しては、全員肯定的だっ

た。

「5. この授業は、深い学びをもたらす授業だった」という問いに対して「集中することで知識や経験が身につくやすい」「自分たちで化学式を考えたりしたから」「先生のまとめを聴くだけより考えた」という肯定的な反応に対して、「そう思わない(1人)」「あまりそう思わない(5人)」の理由としては「内容自体は今までと同じ内容だと思う」「タブレットを使うのに夢中になりすぎるのでは?」ということが挙げられていた。

これら3項目に対して、授業を受ける前と意識が変化したかどうか(問いの2, 4, 6.)に関しては、いずれも30%程度(5~6人)が「あまりそう思わない」「そう思わない」と答えており、その理由として「前からそう思っていたから」と記述している。授業初期の反応と異なることに関しては、さらなる調査と考察が必要と思われるが、今回の授業によって「学習者が対話する授業」「学習者が主体的・能動的に取り組める授業」「学習者が深く考える授業」の大切さを改めて認識したのではないかと思われる。

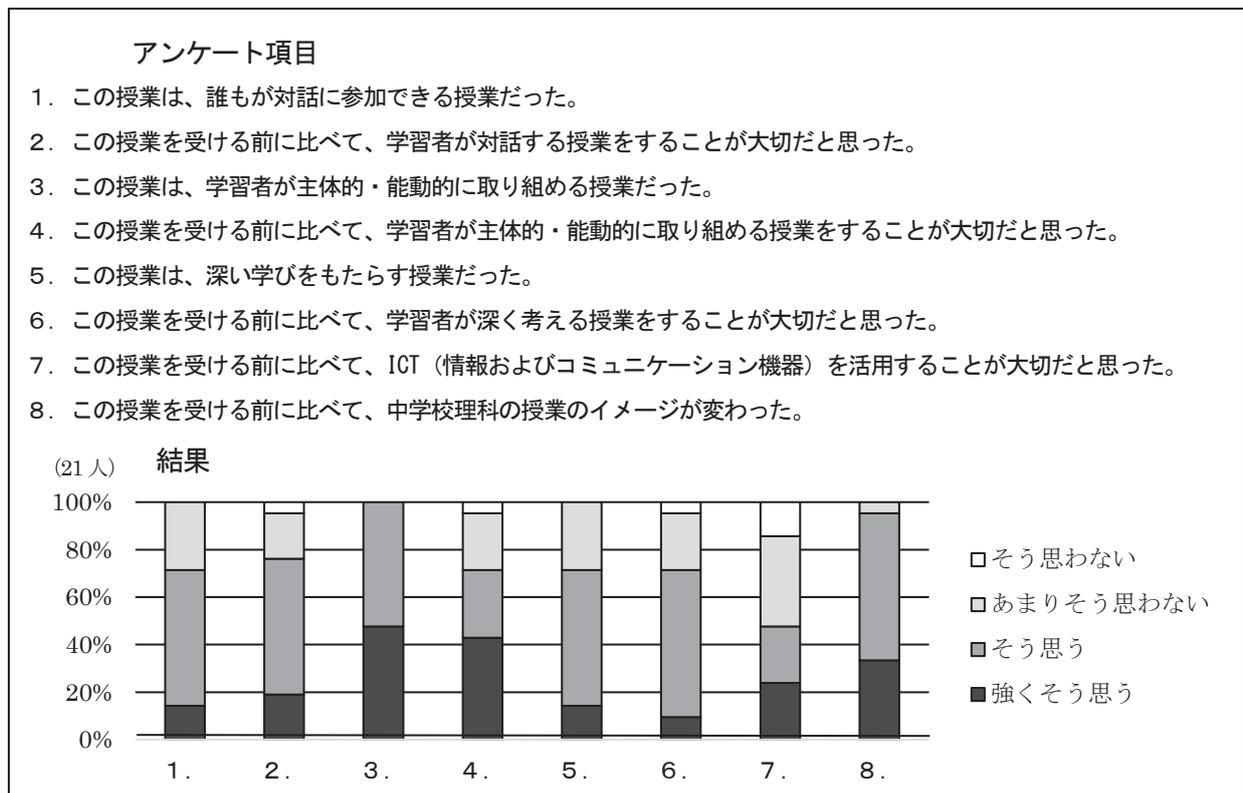


図3 中学校教員の授業による学生の意識変化に関するアンケートとその結果

これに対して、「7. この授業を受ける前に比べて、ICTを活用することが大切だと思った」については、約半数（11人）が「あまりそう思わない」「そう思わない」と答えていた。文字に関してはキーボードを使用せずホワイトボードに書いたものを写真に撮ってロイロノートでまとめるという過程を経たためか、理由として5人が「意外とICTじゃなくてもホワイトボードでもなんとかなると思った」など、タブレットパソコンを使用しなくても良いという意見を書いていた。残り6人は「全員が一定の機器操作能力を持っていることが必須だと感じたから」など機器の操作の問題、「時間の使い方に改善の余地があるように思われる」など余計に時間がかかることなど、ICT使用に関して否定的な意見を挙げていた。初めてタブレットパソコンやロイロノートを使ったことによる戸惑いや、時間を短縮して実施したことにより、時間が足りないという実感があったのだろう。

「8. この授業を受ける前に比べて、中学校理科の授業のイメージが変わった」に対しては、「以前からこういうイメージがあった」ので「あまりそう思わない」という一人を除いて、「強くそう思う」「そう思う」と答えていた。その理由として、「『自分も教師になったらこんな授業をできるようになりたい！』と思える授業でした。本当に素晴らしいと思いました」「S先生のような先生が沢山増えてくれば、理科の授業が楽しくなると思った」「自分が中学で受けた授業と違って新鮮だった」「私が中学校の時は全く想像もつかない授業展開だったから」など、授業全体を捉えて書かれたものが多かった。また、「自分が中学生の時も先生がパワポを使ったりしたが、生徒が電子機器をさわることはなかったから」「タブレットを授業に取り入れることは、数年前には想像もできなかったので、とても面白いものだと思います」などICTの活用の変化に触れているものもあった。しかし、「ICTがどんどん取り入れられるようになっていくと、教育という仕事に興味が失われていく。つまらない」とICT活用に否定的な記述もあった。

#### 4 中学校教員による授業の成果と課題

今回学生は「実験過程、結果、考察をグループでまとめて発表する」というアクティブ・ラーニングにおいてICTを活用した例を経験した。7割を超える学生がその学習を「対話的」で「主体的」で「深い」学習であると評価した。

「新しい指導要領の在り方についての論点整理」に述べられているように、ICTの急速な進展などにより、高度な技術がますます身近となる社会の中で、そうした技術を使いこなす科学的要素をすべての子どもたちに育んでいくことが求められる。ICTを使いこなせるかどうかは、生活の質や職業選択の幅ともかかわってくるだろう。学校教育の中でICTに関する能力を身につけることは、これからの社会を生きていく上で必須となってくると考えられる。したがって、生徒自身がICTを活用することが重要である。

しかし現状として、図1にみるように、教員は自身の教材研究、授業に提供する教材、公務にはICTを活用しているが、生徒自身が学習に使いこなせるような活動はあまりできていない。これは、タブレットパソコンやWi-Fiなどの環境整備が遅れていることにも起因しているが、某中学校の調査にみるように、そういった条件のある所でもあまり進んでいない現状がある。

生徒のICTの活用を推進していくためには、新しく教員になる人たちがICTを使った授業に対して意欲をもって取り組めることが望ましい。教員を目指す学生が、大学の授業でICTを有効に活用したアクティブ・ラーニングの経験を重ねること、そして実際の学校現場でも実践できるようにすることは、教員養成課程として必須となってくるであろう。

信州大学教育学部では、教育実習の段階からICTを使った授業ができるように、様々な方策を取り入れている。注目されるのは「教育実習で必ず1回はICT活用の授業を実施するという方針が推進力になり、附属校教員のICT教育を推進」していることである<sup>26)</sup>。

先進的な信州大学のICT環境とは異なり、教員養成の段階では、学校現場以上にタブレットパソコンやWi-Fiなどの環境整備が遅れている実

情がある。今回はタブレットパソコンを学外から借りることで、大学の授業の中で、現職教員が実際に中学校で行っている授業を実施することができた。このことにより学生は、中学校の実験授業において、教師がまとめをする従来の授業でなく、タブレットパソコンを用いて生徒自身がグループで話し合っただけの実験の過程、結果、考察を記録する授業を経験することができた。

図3の8にも見られるように、今回の授業は、学生が抱えている授業に対する従来のイメージを覆すことに一定の影響をもたらしたと思われる。教員養成課程における学生の「深い」アクティブ・ラーニングを実現するために、学校現場で実際に実施されている先進的な授業を体験することは、重要であると考えられた。

一方、授業をした現職教員にとっても、大学生に対して授業をするために、いつもの授業を改めて言語化すること（例えば、プリントを配る上にさらにホワイトボードに実験の方法を書く意味など）で、自らの授業をふりかえることができた。大学生と比較することで中学生の実験技術の向上を実感できた（例として、大学生はガスバーナーの着火や炎の調節に手間取っていたが、担当している中学生はこの時点ではもっとスムーズにこなしている）ことも自信へと繋がった。

また共同研究によって、ICTに関して大学生が必ずしも肯定的ではないことを知り、「中学生の中にもICTに対する苦手意識があるかもしれない」という認識を新たにすることができた。ICTを使用することでグループ活動が活発化することに手ごたえを感じていたが、グループとして見るだけでなく個々の生徒をよく見て指導する必要性に改めて気づくことができた。

このように、現職教員による授業は、学生と教員の双方にとって利点があると考えられる。しかしながら、今回は職場の理解もあり土曜日（祝日のために欠けた授業の振替日、通常の授業は木曜日）ということもあって実現することができたが、平日に現職教員が大学で授業をすることは容易ではない。

また、単に現場の教員が大学で授業をすればよいというものではなく、今回の学生の意識変化は、

実施された授業の質に負うところが大きいと思われる。大学側と現職教員とが教師教育にふさわしい連携を実現していく必要がある。

#### IV おわりに 教員養成におけるアクティブ・ラーニングの推進のために

本研究は、現職教員により中学校でのICTを活用した実験授業を大学で実施することにより、学生の意識の変化を調査した。受講した学生の多くは、従来の実験授業とは異なるICTを活用したアクティブ・ラーニングのイメージを持つことができたと思われる。

このことを通して、教員養成において次のような課題が考えられた。

ひとつめは、アクティブ・ラーニングにICTが活用できる教員養成の推進についてである。

今回の授業の中で、「ホワイトボードでもなんとかなる」とときにはICT活用に消極的な学生がいることが分かった。「使えるが、必要ないから使わない」というのではなく、使い慣れないことによって拒否感をもつ人がいることが考えられる。教員のアクティブ・ラーニングへのICT活用能力の自己評価が低いのも、慣れないという面もあるだろう。こういった現状を打破するためにも、教員養成課程において、アクティブ・ラーニングへのICT活用の経験を積み上げていく必要があるだろう。それには大学の授業でICTを活用したアクティブ・ラーニングを経験する必要がある。教員養成課程においてどのようなICT環境を整える必要があるのか、その検討と整備が急がれる。

ふたつめは、学校現場と繋がった教員養成の授業の必要性についてである。

今回の授業で、学生は映像を通してではあるが、実際に中学生が授業に取り組んでいる姿を見ることができ、また中学生が受けた授業とほぼ同じ授業を体験することができた。現場体験として教育実習に至るまでに学校でのインターンシップなどが実施されているが、教科教育においても低回生から大学の授業と現場とのかかわりを深めることが、教職を目指す学生に興味・関心を惹き起こし、能動的で深い学びへとつながると考えられる。

現職教員による大学での授業もそのひとつである。教員養成の充実だけでなく、現職教員自身の研修という点からも、教員が平日に研修時間を確保しやすくすることと合わせ、教員養成に関わりやすい制度を整えることが必要と考えられる。

著者らは、現職教員と大学教員の密な関係を築くことで、教育現場と繋がった教員養成のあり方をさらに検討したいと考えている。

追記) 脱稿後、新しい答申(「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及び必要な方策等について(答申)」2016年12月)が出された。「論点整理」を受け、「時期学習指導要領などに向けたこれまでの審議のまとめ」(2016年8月)を経て、答申では「『アクティブ・ラーニング』については、子供たちの『主体的・対話的で深い学び』を実現するために共有すべき授業改善の視点として、その位置付けを明確にすること」とし、方法としての「アクティブ・ラーニング」よりも「主体的・対話的で深い学び」という学びの質の重要性に重点が置かれている。

#### 【註および引用文献】

- 1) 大野栄三 (2016) 「高校の物理は“inactive learning”か」日本教育方法学会第19回研究集会報告書 pp.4-13
- 2) Mazur, E. (2015) 「【初修物理学】理解か、暗記か?—私たちは正しいことを教えているのか—」松下佳代編著『ディープ・アクティブラーニング』勁草書房 pp.143-164
- 3) Hestenes, D., Wells, M. and Swackhamer, G. (1992) "Force Concept Inventory," Phys.Teach. 30, pp.141-158
- 4) 大黒孝文、稲垣成哲 (2006) 「中学校の理科授業における協同学習の導入とその学習効果の検討—ジョンソンらの協同学習論を手がかりとして—」理科教育学研究 Vol.47 No.2 pp.1-12
- 5) 山崎敏昭、谷口和成、古結尚、酒谷貴史、山口道明、岩間徹、笠潤平、内村浩、村田隆紀 (2013) 「高校物理に導入したアクティブ・ラーニングの効果と課題」物理教育 Vol.61 No.1 pp.12-17
- 6) Information and Communication Technology の略。情報通信技術。
- 7) 中央教育審議会答申「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～」(2012) の用語集 [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/)

- toushin/1325047.htm
- 8) 文部科学省「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)」(2014) [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1353440.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1353440.htm)
  - 9) 板倉聖宜 (2008) 『仮説実験授業のABC』仮説社 pp.12-18。初版は1977年。仮説実験授業は、演示実験で結果を示すという特徴がある。
  - 10) 同上 p.11
  - 11) Mazur, E. (2001) "Peer Instruction: Ten years of experience and results", Am. J. Phys. 69, pp.970-977
  - 12) 山崎敏昭、井上賢、谷口和成、内村浩 (2011) 「高校物理実験の実態Ⅱ—2009年大学新入生調査の分析—」物理教育 Vol.59 No.2 pp.101-107
  - 13) 極地方式とは「すべての子どもに高いレベルの科学をやさしく教える」を目標に掲げ、前進キャンプを建設しながら極地を探検する如く、実践を通じて本質を探究する理科授業研究の方式。  
高橋金三郎 (1974) 『極地方式による授業の研究』評論社 pp.6-7
  - 14) 箕輪秀樹 (2016) 「主張・科学的概念の形成を大事にした学習を」理科教室 Vol.59 No.9 p.42
  - 15) 教育課程企画特別部会論点整理 (2015) [http://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/shingi/toushin/\\_icsFiles/afiedfile/2015/12/11/1361110.pdf](http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afiedfile/2015/12/11/1361110.pdf)
  - 16) 武田富美子 (2016) 「教員免許状更新講習におけるアクティブ・ラーニング—CoREFの教材『電気で明かりをつけよう』より—」立命館大学教職教育研究 No.3 pp.75-83  
授業において「説明したくなる仕掛け」をつくることで生徒が対話し、「概念形成の過程の可視化」が可能になることについて述べている。
  - 17) 「2020年代に向けた教育の情報化に関する懇談会」中間取りまとめの公表について (2016) [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/1369536.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1369536.htm)  
授業・学習面でのICT活用の現状と問題点の一つとして「タブレットPCや電子黒板・提示機器等の機器や無線LAN等のネットワーク、システムなどの構築にコストがかかることや、専門知識が必要となることで整備が進まず、教員や子供が使いやすい状況になっていない。また、授業に活用するためにどのような機器やシステムを整備すべきかの明確な基準がないため、地方公共団体や学校によって整備状況が異なる」ことを挙げている (p.10)。  
2016年7月28日に、「2020年代に向けた教育の情報化に関する懇談会」最終まとめが発表された。  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/28/07/\\_icsFiles/afiedfile/2016/07/29/1375100\\_01\\_1\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/28/07/_icsFiles/afiedfile/2016/07/29/1375100_01_1_1.pdf)
  - 18) 平成26年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果 p.2

- [http://www.mext.go.jp/aNo.2\\_menu/shotou/zyouhou/1361390.htm](http://www.mext.go.jp/aNo.2_menu/shotou/zyouhou/1361390.htm)
- 19) 教員の ICT 活用指導力のチェックリスト (中学校・高等学校版)
- [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shotou/039/check/07021606/001.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/039/check/07021606/001.pdf)
- 20) 平成 26 年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果 p.19
- [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/1361390.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1361390.htm)
- 21) 「(教) 理科教育概論」は、中学校・高等学校の理科の免許状取得には必須の科目である。本研究で授業を行った「(教) 理科教育研究」は、中学校理科の免許状取得には必須の科目である。したがって、「(教) 理科教育研究」の受講生は全員「(教) 理科教育概論」を受講する。いずれの科目も 2 回生以上に配当されている。今回の「(教) 理科教育研究」受講生 22 名のうち、10 名が同時期 (すなわち 2016 年度前期) に「(教) 理科教育概論」を受講していた。
- 22) デジタル教科書を、学生が実際に動かしてみることもしている。
- 23) 註 21 参照。
- 24) 共著者のひとり。京都市立中学校勤務。教員経験 6 年目の若手である。情報主任を務め、授業に ICT を積極的に取り入れている。
- 25) カードとして表示されるいろいろな情報をつなげていくことで、発表資料を作ることができるパソコン用アプリケーション。パソコン操作が苦手な人でも直観的に利用しやすいという特徴がある。
- 26) 藤井善章、清水和、畔上一康、東原義訓 (2014) 「附属学校の ICT の広がり」信州大学教育学部附属教育実践総合センター紀要『教育実践研究』 No.15 pp.21-30

