

理科授業におけるアクティブ・ラーニングの実現に向けた教員養成のあり方Ⅱ

— 実践した講義の教育実習への影響 —

岡田 仁⁸⁾ (代表者)

鎌田 正裕¹⁾ 新田 英雄¹⁾ 原田 和雄¹⁾ 松原 静郎²⁾ 浅羽 宏¹¹⁾ 川角 博¹³⁾ 宮内 卓也¹⁾
元川 ゆかり¹⁾ 番田 清美³⁾ 藤田 留三丸⁴⁾ 堀井 孝彦⁴⁾ 梅田 翼⁴⁾ 大澤 俊介⁴⁾ 青木 良太⁵⁾
河野 広和¹²⁾ 五十嵐 敏文⁶⁾ 羽仁 克嘉⁷⁾ 宮崎 達朗⁸⁾ 高田 太樹⁸⁾ 小林 雅之⁹⁾ 宮城 政昭⁹⁾
市原 光太郎⁹⁾ 岩藤 英司⁹⁾ 遠藤 容子⁹⁾ 大谷 康治郎⁹⁾ 齋藤 洋輔⁹⁾ 田中 義洋⁹⁾ 坂井 英夫⁹⁾
成川 和久⁹⁾ 小境 久美子⁹⁾ 内山 正登¹⁴⁾ 小川 乃絵¹⁰⁾

- 1) 東京学芸大学
- 2) 桐蔭横浜大学
- 3) 産業能率大学
- 4) 東京学芸大学附属世田谷小学校
- 5) 港区立港南小学校
- 6) 日本女子大学
- 7) 東京都教職員研修センター
- 8) 東京学芸大学附属世田谷中学校
- 9) 東京学芸大学附属高等学校
- 10) 横浜市立桜ヶ丘高等学校
- 11) 栃木県立博物館
- 12) 大田区立大森第一小学校
- 13) 福井県教育総合研究所
先端教育研究センター
- 14) 慶應義塾女子高等学校

目 次

1. 研究の目的	2
2. 研究の内容	3
3. 理科授業において、アクティブ・ラーニングを実現させるための要素とは	3
4. アクティブ・ラーニングの授業実践例	5
5. 「理科カリキュラム研究」の概要	10
6. 「理科カリキュラム研究」の実践	11
7. 「学芸カフェテリア」の実践	14
8. 「理科カリキュラム研究」の教育実習への効果	15
9. 成果と課題	21

東京学芸大学附属学校 研究紀要 第46集

理科授業におけるアクティブ・ラーニングの実現に向けた教員養成のあり方Ⅱ

— 実践した講義の教育実習への影響 —

岡田 仁⁸⁾ (代表者)

鎌田 正裕¹⁾ 新田 英雄¹⁾ 原田 和雄¹⁾ 松原 静郎²⁾ 浅羽 宏¹¹⁾ 川角 博¹³⁾ 宮内 卓也¹⁾
元川ゆかり¹⁾ 番田 清美³⁾ 藤田留三丸⁴⁾ 堀井 孝彦⁴⁾ 梅田 翼⁴⁾ 大澤 俊介⁴⁾ 青木 良太⁵⁾
河野 広和¹²⁾ 五十嵐敏文⁶⁾ 羽仁 克嘉⁷⁾ 宮崎 達朗⁸⁾ 高田 太樹⁸⁾ 小林 雅之⁹⁾ 宮城 政昭⁹⁾
市原光太郎⁹⁾ 岩藤 英司⁹⁾ 遠藤 容子⁹⁾ 大谷康治郎⁹⁾ 齋藤 洋輔⁹⁾ 田中 義洋⁹⁾ 坂井 英夫⁹⁾
成川 和久⁹⁾ 小境久美子⁹⁾ 内山 正登¹⁴⁾ 小川 乃絵¹⁰⁾

- 1) 東京学芸大学
- 2) 桐蔭横浜大学
- 3) 産業能率大学
- 4) 東京学芸大学附属世田谷小学校
- 5) 港区立港南小学校
- 6) 日本女子大学
- 7) 東京都教職員研修センター
- 8) 東京学芸大学附属世田谷中学校
- 9) 東京学芸大学附属高等学校
- 10) 横浜市立桜ヶ丘高等学校
- 11) 栃木県立博物館
- 12) 大田区立大森第一小学校
- 13) 福井県教育総合研究所
先端教育研究センター
- 14) 慶應義塾女子高等学校

1. 研究の目的

本研究の目的は、これから全国各校において導入される、「主体的・対話的で深い学び」を実現するための授業改善の視点としての「アクティブ・ラーニング」と、これに基づいた理科授業の理論を構築するとともに、学部学生（理科選修・専攻）を対象として開設されている講座や、任意参加型の学芸カフェテリア等の場で、理科授業におけるアクティブ・ラーニングの実践について、学生に解説したり、実際の授業場面を模擬的にその場で再現したりすることを通して、学生がその基礎的基本的な知識・技能を習得し、実際に教育実習において、アクティブ・ラーニング型の授業を実践することができるような能力を育成することである。

附属学校世田谷地区理科部会においては、アクティブ・ラーニングは決して新しい視点ではなく、古くから附属世田谷小学校・附属世田谷中学校・附属高等学校のいずれにおいても、長年にわたって行われてきたものである。「実験・観察を重視すること」「科学的な見方・考え方を養うこと」「児童・生徒の間の相互作用を大切にした双方向性のある授業を行ってきたこと」等は、いずれもその要素である。本学の理科選修・専攻を対象とした物理講座においても、「ピアインストラクション」「チュートリアル」等のアクティブ・ラーニングが採り入れられて久しくなる。

世田谷地区理科部では、平成25年度以来、大学教員（主に理科教育に関わる教員）と本学附属学校教員（主に世田谷地区小・中・高教員と公立学校教員）とが連携を図りながら、オムニバス形式の講義を計画し、実際に講義を行い、理科教員を志望する学生の資質向上と、教育実習における、教科指導の充実に資することを目指してきた。ところが、教育実習における学生の姿を見ると、アクティブ・ラーニング型の授業とはかけ離れた授業を計画・実践しようとする学生の様相をしばしば目にする。伝統的な講義形式の授業を通して学んできた学生が多いからである。その際には、適宜児童・生徒の実態に合った授業展開となるよう指導をしているが、次代の日本の教育を担っていく学生の教育観を、教育実習前の段階から徐々に変革させる必要がある。このことは本学の使命の一つである。

これまで行ってきた講義、「理科カリキュラム研究」についても、十分精査していく必要がある。この4年間、講義を行った際に、アンケート調査結果を見ると、この講義を肯定的に受け止めている学生が多かった。ところが、教育実習が始まると、小学校では、アクティブ・ラーニングとは対極の授業を計画・実践する学生が多く見られ、中学・高等学校では、教科専門に関する知識・技能の面での課題がある。そして、学習の主体者が児童・生徒であるということがいつの間にか忘れられている現状がある。このことは、「理科カリキュラム研究」の講義を見直す必要があるということを示している。そこで、前年度は大学の講義を担当する中で、毎回必ずアクティブ・ラーニング的な要素を含んだ講義となるよう努め、その効果を教育実習の前後の聞き取り調査や質問紙によるアンケートを行って検証を試みた。今年度は、その結果を踏まえ、「アクティブ・ラーニング」に基づいた理科授業の要素を明らかにし、より良い教員養成のあり方を検討することにした。

（文責：岡田 仁）

2. 研究の内容

2. 1. 「アクティブ・ラーニング」に基づいた理科授業の理論構築

前年の調査を踏まえ、「アクティブ・ラーニング」に基づく理科授業の要素とは何かを考えて、本学の目指す理想的な小中高の理科授業についての理論構築を行う。

2. 2. 理科教員養成のための大学教員と附属学校教員が連携した講義の改善

前年度の調査結果を踏まえて「理科カリキュラム研究」の授業枠15回の中で附属学校教員が担当する講義「内容を改善して実践する。そして、本講義の教育実習への効果をさらに検証する。

2. 3. 学芸カフェテリアにおける観察、実験に関わる実践的な講座の開設

観察実験を主体とした講座を学芸カフェテリアにおいて開設し、理科教員を志望する学生や理科専修・専攻以外の理科に興味のある学生の資質向上に寄与する講義の開発と実践に取り組む。

2. 4. 本研究の効果への調査

昨年度の研究では本講義に対する効果を調べる受講生へのアンケートを教育実習後にeメール配信によって行ったが、回答の返信をしてくれた者が大変少なかった。そこで、今年度は、各附属学校に協力を依頼し、質問紙によるアンケート調査を実施した。

3. 理科授業において、アクティブ・ラーニングを実現させるための要素とは

3. 1. アクティブ・ラーニングが成立する条件

2014年の中央教育審議会への諮問「初等中等教育における教育課程の基準等のあり方について（諮問）」の中で

「アクティブ・ラーニング」という言葉が使われて以来、アクティブ・ラーニングという言葉はたちまち世間に広がっていき、「アクティブ」を「能動的」ではなく、「活動的」ととらえ、「活動させればよい」というような誤った解釈による授業実践も見られるようになった。そこで、現在アクティブ・ラーニングは「主体的・対話的な深い学び」という言葉で表されるようになった。

寺本ら（2016）によるとアクティブ・ラーニングとは「学習者の学びが深くなることを目的として、各個人が目的を達成するために当事者意識をもって判断し行動できたり、集団での対話や活動を通して知識の共有や新たな考え方の創造ができたりするなど、個人や集団の学習が能動的になっている学びの姿そのものを指す」と定義されている。ここでは、アクティブ・ラーニングは学習の方法や指導法ではなく、「学習者が能動的になっている学びの姿そのもの」と解釈されている。同書の中でアクティブ・ラーニングが成立するためには、「問題意識」「知識・技能」「とらえ方・考え方」「メタ認知」「合意形成能力」「批判的思考」の6つの要素が必要であると述べられている。

「主体的な深い学び」を実現するためには、まず児童・生徒が自分自身の「問題意識」を持っている必要があるが、具体的に判断して行動するためには、各教科特有の「とらえ方・考え方」（学習指導要領では「見方・考え方」）と「知識・技能」が必要である。そして、自分の考え方や行動が間違っていないかどうかを判断するためには、自分の考えや行動を見直したり、その後の計画を立てたりする「メタ認知」の要素が必要になる。

そして、「対話的な深い学び」を実現するためには、さらに相互に意見を出し合える人間関係をつくったり、異なる意見の同意点や妥協点を見つける「合意形成能力」や他者の意見の問題点を指摘したり、改善点を提案したりする。「批判的思考」が必要となる。「こうすればアクティブ・ラーニングになる」という決まった形があるわけではない。逆に決まった形にはめてしまうのはその主旨に反するものである。アクティブ・ラーニングとは、児童・生徒が主体的に学習を進めていく力を身につけるための授業改善の視点である。

3. 2. 理科で育成したい資質・能力

本研究では理科で育成したい資質・能力を次のように考えた。

(1) 知識・技能

単に言葉だけ覚えている知識ややり方だけを覚えている技能ではその後の学びへの応用がきかない。学ぶ目的や意味を理解し、自分で考えながら観察・実験を行うことによって習得した知識・技能はいろいろな場面への応用がきく。自然の事物・現象や法則についての表面的な知識だけでなく、その本質までを理解していること、またはその本質を考えようとする必要がある。

(2) 応用、関連づけ、選択する力

知識・技能を習得したら、次の段階として、習得した知識・技能を他の課題に応用したり、関連づけたり、組み合わせたりしながら考えられる力、また必要に応じて既知の知識、技能を選択し、適切に用いて問題解決に取り組める力を育成したい。

(3) 関心・意欲・態度

また、身の回りや自然の事物・現象に興味を持ち、進んで課題を見つけて、科学的な手法を使って解決しようとする態度も育成したい。

3. 3. 理科授業における内容の重要性

アクティブ・ラーニングという思考スキルをはじめ、考えるためのすべ、または、考えさせるための手立てが先行しがちであるが、生徒が主体的に取り組むためには、それに値する考え甲斐のある、理科の本質にせまる内容や課題が必要である。そこで、児童・生徒が進んで考えたいような魅力ある課題設定をすることは、理科教

師の一番大きな仕事と考えられる。児童・生徒が自ら課題を見出すことは大切だが、何もないところで児童・生徒が課題を見出すことはほとんど不可能である。教師が課題を見つけさせる素材や環境を用意する必要がある。

魅力的な課題の要素としては主に次のようなことが考えられる。

- ・意外性のあるもの：感覚的に結論を出すと間違ってしまうような課題。
- ・強いインパクトのあるもの：不思議、きれい、おもしろい、驚き、などは当然として、怖い、気持ち悪いものなども、ときには強い興味を児童・生徒に持たせることができる。
- ・日常の疑問に答えるもの
- ・児童・生徒の工夫の余地のあるもの
- ・理科の本質につながるような問い など

こうした教師の働きかけを通して、児童・生徒に問いや課題意識が芽生え、主体的な学びが成立するものとする。

3. 4. 観察・実験を軸として

理科学習の大きな特性として「観察・実験がある」ことが挙げられる。いくら良くできた映像やシミュレーションができたとしても、実物の迫力、質感にはかなわない。映像や画像、図よりも実物の方が分かりにくいということもしばしばあるが、だからこそ、実物を観察したり、実際に実験することにより大きな価値がある。そこで、理科授業の設計に当たり、観察・実験を軸にした授業構成がスタート点としたい。大学での講義のときに学生に聞いてみると、高校生時代には実験・観察を年に数回しか行っていない学生がほとんどである。教師が演示実験を行う学校はまだ良い方である。ICTの発達により実験映像を見て、実験・観察をしたかのように進めている学校もある。理由としては「実験を行っている授業が終わらないから」「実験を行うよりも問題演習をしないと、大学に入れないから」と言う言葉をしばしば耳にする。附属学校での教育実習で、観察・実験の大切さを実感でき、母校や勤務校等で実践しようとしても、恩師や先輩教員から「実験や観察は時間の無駄だ。演習をやりなさい」と言われれば、元に戻ってしまう現状が少なからず存在する。

小・中学校では、高校よりは観察・実験を多く行っていると思われるが、中には、十分でない場合も依然として見受けられる。

そこで、今までわれわれが行ってきた「観察・実験を大切にする理科学習」を基礎として、アクティブ・ラーニングの授業を考える上で観察・実験をその軸として考えた。（文責：岡田 仁）

4. アクティブ・ラーニングの授業実践例

附属世田谷小学校では、長年、子どもの願いや求め、問いを可能な限り出発点として、理科の授業の実践を重ねてきた。この理念はアクティブ・ラーニングに直結するものである。中学校・高等学校では、アクティブ・ラーニングのすべての要素を実現することは難しいが、附属世田谷中学校・附属高等学校では、観察・実験を多く取り入れ、生徒が興味を持ち、考えたいような課題とその提示のしかたについてこれまで研究を行ってきた。そのノウハウを活かし、アクティブ・ラーニングにつながる授業実践例を紹介する。特に中学校・高等学校におけるアクティブ・ラーニングの授業は「基礎的基本てきな知識・技能を習得する過程を大切にしたもの」と「単元末などにおいて学習したことをもとにして探究的な活動を行うもの」に大別される。

4. 1. 小学校での実践例

4. 1. 1. 小学校におけるアクティブ・ラーニングの概要

附属世田谷小学校においては、長年に亘って、子どもの願いや求め、問いを可能な限り出発点としながら、これらの願いや求め、問いをもとに、学習問題をつくり、実験・観察等をほぼ毎回行い、子ども同士の相互作用を

通した、これらの問題解決をベースとした授業実践を目指してきた。

こうした学習過程自体が、主体的対話的で深い学びとなっており、附属世田谷小学校においては、古くからアクティブ・ラーニングによる理科学習が行われてきたというという見方もできる。ところが、理科学習を通して、これまで以上に、激しい社会の変化に対応できるようより高次の資質・能力を育てていくために、次のようなことを大切にしながら、授業改革を目指してきた。

その1つ目が「生活に始まり生活に還す理科授業」である。子どもが主体的に学んでいくためには、自然事象の姿をありのままに捉えて、これらを実感しながら学んでいくことが大切であると考えた。それによって、子どもの目的意識を持った問題解決が活性化し、筋道立てて見いだした結論としての自然事象についてのきまりが確かな知識・技能として定着する。問題解決の過程を通した思考力・判断力・表現力や知識・技能を、日常生活や総合学習（総合的な学習の時間）等に還元していくことによって、子どもの学びはより一層実感を伴ったものになる。こうして、日々の授業で附属世田谷小学校では「生活に始まり生活に還す授業デザイン」を目指してきた。

その2つ目が「学びをつくる風土・文化の醸成」である。附属世田谷小学校においては、理科部の学級担任教員、もしくは、理科専科教員が理科を担当することが多い。また、低学年総合学習「自然事象と関わる活動」は、理科部を含んだ、各教科・領域部の学級担任が担当している。低学年では、各教科・領域の枠を取り払って、総合学習としてすべての授業を行っており、生活科の内容のうち、「自然事象と関わる活動」についてのカリキュラムを理科部が作成している。そして、必要最小限の指導の共通化を行いつつも、各学級の児童や学級担任、理科専科教員の個性を大切にしながら、教育活動を行っている。すなわち、学級担任は、当該学級担任ならではの学級文化・理科文化・科学文化を子どもとともにつくっていくことになる。また、理科専科は、日頃常駐している理科室から、言わば理科室文化を発信していくことになる。

その3つ目がICT機器の活用である。近年ICT機器の発展は目覚ましく、近年、タブレット端末、「授業応答装置」（クリッカー）が導入された。タブレット端末によって、学級全体が情報共有したり、授業応答装置によって、他の児童がどのような考えをもっているのか大まかに把握したりすることによって、児童の思考はより一層拡がり深まっていく。また、児童同士の相互作用も活性化していくのである。

こうして、長年に亘って行われてきた相互啓発的学習観に立った理科授業のよさを継承しながら、主体的対話的で深い学びのより一層の充実と、これからの小学校理科授業にふさわしいアクティブ・ラーニングの実現を目指してきた。

（文責：堀井 孝彦）

<実践事例1>「世小の生き物博士になろう」

春になると生き物の活動が活発になる。子どもたちは休み時間、当然のように生き物を捕まえてくる。教師はそのような児童の姿を捉えて、学習をスタートさせる。

生活科（本校では、総合学習「自然事象と関わる活動」）での生き物との関わりは体験として存在しているが、児童にとって、理科としての既習の学習内容は存在しない。そこで、素朴体験（生活経験）を豊かにし、補っていくために、生き物MAP作りに取り組んだ。

生き物MAPづくりを通して、多様な生き物の存在に気付き、体のつくりによる仲間分けが自然と行われていく。また、生き物MAPに表したことで、生き物のすみかについても自然と児童の目が向くとともに、知識として共有されていることから、対話に必要な条件（問題意識・批判的思考・合意形成）が揃ってくる。

（文責：梅田 翼）

<実践事例2>「振り子の運動」

導入段階の学習課題として、児童に、「振り子が1往復するのにかかる時間は、どのような条件によって変わ

るのだろうか」という課題を提示する。それに対して、児童から出てくる条件を、「振れ幅」「おもりの重さ」「振り子の長さ」の3つに整理する。そして、「〇〇を変えると、振り子が1往復するのにかかる時間（周期）はどうなるのだろうか」という学習問題についてはほぼ同じ方法で問題解決していく。

そこで、周期が「長くなる」「変わらない」「短くなる」「その他」の4択で、「クリッカー」とも呼ばれる「授業応答装置」のテンキーを、「問題提示時」「仮説作成後」「小グループによる仮説の交流後」「学級における仮説の交流後」「実験直後」「考察後」「授業終了直前」という具合に数回操作させると、正答率や選択率が変化していく。そして、コンピューターによる集計結果をプロジェクターで提示することにより、児童は話し合い活動の手がかりとしての情報を得ることができる。また、教師は目標への到達度を把握することができる。それに基づいて、机間指導時に教師による児童への適切な介入を行うことにより、児童の思考力・判断力・表現力の育成と知識・技能の習得を促すことができる。（文責：堀井 孝彦）

4. 2. 中学校での実践例

<第1分野での実践例>「プラスチックの種類を正しく判別する」

プラスチックの種類による性質の違いと区別の仕方（密度と燃え方のちがいを）を学習した後に行う。

(1) ねらい

自分達で実験計画を立てて、実験を実施し、各プラスチックの種類を判別する活動を通して、既習事項を使って実験計画を立て、実施する力、結果をわかりやすくまとめる力を養う。

(2) 活動概要

プラスチックの区別のしかたを学習した後の授業で、プラスチック5種、ポリエチレン、ポリエチレンテレフタレート、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、ポリプロピレンを自分たちの計画した実験によって区別し、レポートを作成する。

(3) 評価基準

A：試料のプラスチックの種類が何であることを適切に判断し、そのように判断した理由を実験の結果をもとにわかりやすく示している。

B：試料のプラスチックの種類が何であることを実験の結果をもとに適切に判断している。

C：実験の結果をもとに、試料のプラスチックの種類が何であることを適切に判断することができない。

<第2分野での実践例>「イカの解剖」（2年生 動物の仲間 無脊椎動物の仲間 軟体動物）

(1) ねらい

この授業は基礎基本の習得（軟体動物の体のつくり）を学習させるための活動であるが、ただイカを解剖するだけではなく、既習の脊椎動物と比べる等の視点を生徒に持たせることによって、生徒に疑問を持たせ、主体的に自分の意図を持って取り組み、より深い理解と解剖の技能を身につけるとともに、既知のことを使って未知のことを予想する力も育成したい。

(2) 実験に意図を与えるための問い

- ・軟体動物のイカにも脊椎動物と同じように生きるため（移動・運動、食物の獲得、消化・吸収、排泄他、）のしくみが体にきちんと備わっているか。
- ・イカの体のつくりから、イカの生活のしかたを推測しよう。
- ・イカの腹側が白っぽく、背側が黒っぽいのはなぜかを考えさせた。

こちらの想定した理由は「目立たないように」ということだが、生徒は様々な意見を出した。

(3) 評価基準（ワークシートの記述により行う。）

A：観察記録が詳しく取れていて、観察結果をもとに上の問いの答えと理由が書かれている。

B：観察記録が取れていて、観察結果をもとに上の問いに答えている。

C：観察記録が不完全で、観察結果をもとに考えていない。

(文責：岡田 仁)

4. 3. 高等学校での実践例

＜物理での実践例＞「身近な材料を用いて実践例簡単なモーターを製作する。」

個々の生徒が、6つのステップを自己解決しながら、実験を実現する。電流が磁場から受ける力を学習した後に行う。

(1) ねらい

- ①班毎にバックされた実験材料を、協力して一人分に仕分けながら、この材料でどんな電気実験ができるかを考える。
- ②実験作業の説明を聞いて、電気回路や電流の性質を思考しながら適切な判断を行い、実験を実現する。うまく出来ないときは互いに助言し合う。
- ③作業と並行して実験・観察の様子を実験プリントに図示し、得られた結果を記録する。
- ④作業上の注意、実験結果や考察をまとめ、自分自身の方法で表現する。
- ⑤電気の性質と注意事項を踏まえて、使用後の実験材料を分別し、後片付けをする。

(2) 活動概要

- ①実験材料の中からネオジウム磁石に反応するものを探す（一円玉も反応する）。
- ②ゼムクリップを加工して電極を作る（電極と電池を電氣的に接触させて固定する）。
- ③電流が磁場（磁界）から受ける力を観察する（フレミングの左手、右ねじの法則）。
- ④電池1個と磁石で、心線を持続的に振動させる（電磁ベル、ベルの仕組みの理解）。
- ⑤モーターの回転子を作る（コイルを巻く、重心の理解）。
- ⑥②と⑤を組み合わせてモーターを組み立てる（整流子の理解）。

(3) 評価基準

A：電流の性質を理解し、モーターの製作を行っている。実験や観察したことを自分自身の方法で記録し、表現することが出来ている。

B：電流の性質を理解して実験作業を進めることを行っている。実験や観察したことの要点を記録している。

C：実験に取り組みながら電流の性質の理解を深め、感想を書いている。

(文責：小林 雅之)

＜化学での実践例＞「数種類の金属イオンを含む未知物質について、分離検出操作を系統的に行い、試料中に含まれる金属イオンを決定する。陽（金属）イオンと陰イオンによる沈殿反応を学習し、未知試料分析の基礎知識を得た後に行う。」

(1) ねらい

生徒一人一人に未知試料を与え、各自で実験を行い結果を記録しながら、試料中に含まれる金属イオンを推定していく。実験と同時に報告書を作成させる活動を通して、基礎知識を使って未知試料を分析する力、結果をわかりやすく表現する力を養う。

(2) 活動概要

金属イオンと分属試薬による沈殿について実験した後、 Ag^+ 、 Pb^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Zn^{2+} 、 Ba^{2+} のうち、3種のイオンを含む試料溶液（NO.1



～45)を各自が選び、計画した実験によって試料中に含まれる金属イオンを決め、主な実験操作と判定理由について報告書を作成する。

(3) 評価基準

A：試料中に含まれる金属が何であるかを適切に決定し、そのように決定した理由を実験の結果をもとにわかりやすく示している。

B：試料中に含まれる金属が何であるかを、実験の結果をもとに適切に判断している。

C：試料中に含まれる金属が何であるかを、適切に判断することができない。

(文責：坂井 英夫)

<生物での実践例>「ブタの腎臓と心臓の観察」(習得した知識・技能を駆使して取り組む課題)

生物の授業において、授業や教科書などで獲得した知識は、単に知っているということに留めず、実物を実際に目にして、アウトプットできるかどうか重要である。また、探究的な活動につなげるために、どういう意図を持って観察しているかということを重視している。その際には、単なる知識の確認作業とならぬよう、以下のことに留意した。

<腎臓>

腎臓の解剖では、「腎動脈、腎静脈、輸尿管、皮質、髄質、腎う」の観察がメインである。

そのことを押さえつつ、以下の活動を行う。

(ア) 腎臓に存在する3つの管(腎動脈・腎静脈・輸尿管)をどのように見分ければよいか。

- ①血管の太さから腎動脈と腎静脈を分類する。
- ②輸尿管には楊枝 or ピンセットを差し込み、腎臓を切開して腎うを確認する。
- ③皮質と髄質を実際に触れることによりそのちがいを確認する。

(イ) 腎小体(糸球体・ボーマンのう)を肉眼で観察するためには、どんな操作をすればよいか。

- ①腎動脈に墨汁を流し込み、腎小体を染色する。
- ②腎小体が皮質にあることを確認する。

<心臓>

哺乳類の心臓では体循環を行う左心室の筋肉が発達している。そのことを押さえつつ、以下の活動を行う。

(ウ) ブタの心臓の部位をどのように判定したか。

- ①右心室と左心室の働きから筋肉のちがいを判定する。
- ②右心室と左心室の容積のちがいはなぜ生じるのか。
- ③左心室と右心室を縫合し、立体的な心臓を作成する。

(文責：大谷康治郎)

<地学での実践例>「火成岩の観察」

(1) 授業のねらい

どのように形成された火成岩なのかを明らかにする。その形成史を示す根拠となる観察事実や定量的なデータを示し、論理的な文章をまとめることができる。

(2) 課題の内容

岩石X(自分で選んだ火成岩)はどのように生まれ、どのような過程を経て、今に至るのだろうか(どのような点に焦点を当てて観察すると、岩石の特徴を定量化でき、形成史を議論することができるだろうか)。

課題1) 岩石Xを点描にてスケッチしましょう。

- ・点描にてスケッチすることで、細かなところまで意識的に観察させる。

課題2) 岩石Xの特徴・性質を観察記録として文章で示しましょう。実験室にある器具を利用して、岩石Xの性質をより定量的に、探究的に求めましょう。

- ・形成史の考察を考えながら、定量的なデータを自由に測定させる。ノギスなどを用いて粒径を求め、アルキメデスの原理で密度を求めたり、生徒により自由に活動させる。

課題3) 岩石Xの形成史を考えましょう。岩石Xはどのように生まれ、どのような過程を経て、今に至るのでしょうか。

- ・課題1・2を踏まえ、論理的な文章にまとめさせる。

(3) 評価

事前に示したルーブリックをもとに評価する。評価の観点は、正しいスケッチの仕方、定量的な観察・測量、論理的な思考、客観的で論理的な文章を書くことである。

5. 「理科カリキュラム研究」の概要

受講者はA類（初等教育課程）の履修者は68名、B類（中等教育課程）の履修者は42名で、履修者は合計で110名であった。小中高の附属教員が担当した第12回の講義は、下の講義スケジュールの3～14である。

〔科目名〕理科カリキュラム研究〔担当教員〕鎌田 正裕〔対象学年〕3年

〔ねらいと目標〕理科カリキュラムは時代と共に改変されてゆく。教師は、理科カリキュラム改訂の意味をより深く理解し、学校において理科カリキュラムを効果的に実施するために、理科カリキュラムの全体像について認識をもつことが求められる。本講義では、その課題に応えるように、理科カリキュラムについて包括的に解説するとともに、カリキュラムに基づいた授業実践について考える。

〔内容〕理科カリキュラムは、どのような理念によって改変されてゆくのか、また、変わらないものは何なのか。日々の授業が効果的に実施されるためには何が必要かなどについて、授業実践をもとに考える。そして、理科カリキュラムとそれを取り巻く状況を知り、現代の科学教育についての課題を自ら発見する第一歩とする。

（東京学芸大学2018年度教育学部シラバスより抜粋）

〔授業スケジュール〕

1 【ガイダンス】

講義の進め方・理科カリキュラムの捉え方

理科教育の目標、策定理念、教授・学習・評価、カリキュラムの形態、カリキュラムの内容、編成原理など

2 【理科カリキュラムの策定理念】

理科教育の目的と新しい教育像理科カリキュラム、科学教育観の変遷、科学的リテラシーの捉え方など

3 【小学校理科カリキュラムの実際（1）】

生活科から連続・発展し、中学校・高等学校理科へと連続・発展していく小学校理科カリキュラムの構築—小学校理科の概要、小学生の学びの実態—

4 【小学校理科カリキュラム構築の実践】

小学校理科における教材研究と授業の実際

—観察・実験を通した問題解決学習の実際—

5 【小学校理科カリキュラムの実際（2）】

小学校理科における教材研究と授業の実際

—新学習指導要領、実感を伴う理解、学習評価—

6 【中学校理科カリキュラム構築の基礎】

中学校の理科の目標、カリキュラムの特徴

—中学生の実態、および、生徒向け実験を取り入れた授業づくりの体験—

7 【中学校理科カリキュラムの実際（2）】

観察を取り入れた授業づくりの実際

—教材・資料の探し方、観察・実験における諸注意—

8 【中学校理科カリキュラムの実際（1）】

実験を取り入れた授業づくりの実際

—中学生の実態、顕く場面、素朴概念、誤概念—

9 【小学校・中学校・高等学校理科カリキュラムと教育実習への応用】

教育実習で授業実践に取り組む実習生の心構え

—教育実習オリエンテーションに向けて、教育実習、授業実践、児童・生徒に対する指導の実際—

10 【高等学校理科カリキュラム構築の実践】

カリキュラムの実践に取り組む教員としての心構えと演習

—高等学校理科における、オリジナル授業の構築—

11 【高等学校理科カリキュラムの実際】

簡単な実験・観察を伴う授業の組み立て（物理）

—実験、事前準備・指導の留意点—

12 【高等学校理科カリキュラム構築の実際】

簡単な実験・観察を伴う授業の組み立て（化学）

—NHK—E テレの番組づくりと化学基礎のカリキュラム構成—

13 【高等学校理科カリキュラムの実際】

校外学習と観察を伴う授業の組み立て（地学）

—学校行事と連携した地学学習—

14 【高等学校理科カリキュラムの実際】

校外学習と観察を伴う授業の構築（生物）

—科学館の利用を採り入れた授業の構築—

15 【理科カリキュラムを支える制度と今後の展望】

理科カリキュラムと教科書、教員研修制度、教師の専門的能力、持続可能性と理科教育など

（東京学芸大学2018年度教育学部シラバスより抜粋）

6. 「理科カリキュラム研究」の実践

6. 1. 小学校の取り組み概要（全3回）

附属世田谷小学校では、次の講義4つの講義を担当した。

<講義3> 「小学校理科カリキュラムの実際（1）」

生活科から連続・発展し、中学校・高等学校理科へと連続・発展していく、小学校理科カリキュラムの構築

—小学校理科の概要、小学生の学びの実態—<堀井>

・教科書を教えるのか、それとも教科書で教えるのか？

・「理科への追い風」を確実に生かすためには？

・学習指導案をどうつくるか？

- ・附属世田谷小学校の理科学習
- ・理科授業における教師の危機管理
- ・中学校・高等学校への接続
- ・第5学年「振り子の運動」におけるアクティブ・ラーニングの実際

＜講義4＞「小学校理科カリキュラム構築の実践」

小学校理科における教材研究と授業の実際

—観察・実験を通じた問題解決学習の実際—

- ・学習指導要領の改訂について：「育成すべき資質・能力」「主体的・対話的で深い学びとは」「深い学びの実現に向けて」「問題解決型の学習の重要性」
- ・理科における「問題解決」とは：「問題解決学習の過程」「問題とは」「観察の理論負荷性」「児童理解の重要性」
- ・問題解決型の学習の具体的な授業実践事例：「生活から始まり，生活に還る」

「附属世田谷小学校での実践」

＜講義5＞「小学校理科カリキュラムの実際（2）」

小学校理科における教材研究と授業の実際

—新学習指導要領，実感を伴う理解，学習評価—

- ・新学習指導要領における，アクティブ・ラーニングを取り入れた問題解決授業を構成するための教材研究と学習評価
- ・理科を通して育む人間性とは：「新学習指導要領から」
- ・主体的・対話的な学びに必要な要素：「対話の成立条件を考える」
- ・理科の学習を成立させる要素：「見方・考え方とは」「問題解決の力とは」
- ・アクティブ・ラーニングを採り入れた具体的な授業実践事例：「5年『もののとけ方』の授業の実際」「4年『もののあたたまり方』の導入を考える」

（文責：堀井 孝彦・梅田 翼・大澤 俊介）

6. 2. 中学校の取り組み概要（全3回）

中学校での理科授業に向けての考え方の基本は今年度も変わっていないが，昨年度からの研究テーマが「アクティブ・ラーニングの実現を目指した理科授業」なので，講義の中でもそこに関連する部分を強調した。

今回の学習指導要領の改訂では，今までの学習指導要領にはなかった生徒の学び方について大きく言及されている。知識伝達・注入型の授業ではなく，資質・能力を身につけるための主体的・協働的な学びとなるような授業の展開が求められている。

「生徒が主体的に学ぶ」というと，教師は生徒に教えてはいけない様な印象を持たれることが多いかもしれないが，決してそうではない。教師は生徒が興味を持って学びたいような教材や課題を多く用意し，考える視点を与えることは必要不可欠である。「一見学んだ法則と矛盾するかのように見える現象に出会わせ，機械的な理解では説明できず，考えるうちに思いもよらないところに学んだ法則が具現化されていることに気づいた。」というような経験をさせることが主体的な深い学びにつながると考える。

このような趣旨で，授業事例を示しながら，生徒が主体的に取り組む授業をするために教師がすべきことを学生にも考えさせながら進めた。

（文責：岡田 仁）

6. 3. 小学校・中学校・高等学校合同の取り組み（1回）

小学校・中学校・高等学校理科カリキュラムと教育実習への応用

実習オリエンテーション前なので、受講者からの自由な質問を受ける時間を設定した。主な内容は以下の通り。

- ・教育実習で授業実践に取り組む実習生の心構え
- ・教育実習オリエンテーションに向けて、教育実習、授業実践、児童・生徒に対する指導の実際
- ・学習指導案の実例の紹介：細案・略案・座席表型指導案等
- ・教育実習オリエンテーション、および、教育実習に向けての質問

（文責：堀井 孝彦）

6. 4. 高等学校の取り組み（全5回）

本講義において、高等学校についての考え方の基本はこれまで同様であり大きくは変わっていない。昨年度からの研究テーマが「アクティブ・ラーニングの実現を目指した理科授業」なので、そこに関連する部分を強調した課題を課して、全5回で分担して実施した。

第1回（総論）は、実習オリエンテーション直後ということ意識し、教育実習が始まる2ヶ月の間に行うべき準備を具体的に考え、時系列に整理するワークショップを通じて、教材研究の初めにやるべきことは何か、最終的にできていなければならないことは何かを整理させた。また、小学校から高等学校までのカリキュラム（学習内容）を眺めて気づくことをまとめる中で、カリキュラム（学習内容）をどの程度把握すべきかを検討させた。最後に、カリキュラム・マネジメントを考える上でのポイント（学習内容をつなげる・内容理解と活用・応用）を解説してまとめとした。

第2回（物理）は、講義のねらい・実験テーマは昨年度と同一だが、電池と電極の固定を、穴付き木片から紙コップに変更した。紙コップは、電池と磁石の配布と、実験後の金属材料の分別回収にも利用し、材料配布と片付け時間の短縮を図った。

飛行機に持ち込んだバッテリーによって火災事故も発生している。今回の講義で、受講学生は、アルミホイル片やエナメル線で電池の端子を短絡すると、火花の発生や発熱があり、火傷の危険性もあることを体験した。大学の講義、科学の知識、科学的意識、理科教員の資質、人間生活は別のものと考えている学生もいた。

第3回（化学）は、昨年まで実施してきた講義内容を改変し、特に、「カリキュラムをつくるとは？」と題して3～4人のグループを作り、教科書の例、附属高校の例、「NHK 高校講座 化学基礎」で実際に使用されている年間放送カリキュラムの例などを参考に、ある高校の化学基礎の年間指導計画を作る（授業計画を作る）という課題を実施し、さらに「カリキュラムマネジメントするとは？」という講義を行った。

第4回（学校外における科学教育）は、学習指導要領での取り扱い、学校外における科学教育の例（国立科学博物館）、外部機関と連携した科学教育の例（東京大学など）、そして、自分たちで外部機関を利用した授業を行うとしたら（個人およびグループ活動）として「実施する科目、実施する時期、カリキュラム上の位置付け」、「連携機関の決定（連携機関および決定の理由）」、「連携授業の目的（それによってどんな効果が見込まれるか）」、「他の学生の連携授業から参考になったこと」の4つの課題に取り組ませた。

第5回（地学）は、最初に、「学校で学ぶ意義」というテーマで話し合い、次に、附属高校で行われている「火成岩の観察」の課題を示しこの課題に込められた意図を考察し、授業評価で用いたルーブリックを紹介し、「カリキュラム・マネジメント」や「パフォーマンス評価」の観点で「火成岩の観察」の授業がどのように位置づけられているのかを解説した。最後に、「演繹・帰納・アブダクション」を使い「火成岩の観察」がどのように生徒に考えさせているのか分析し、「探究的」であることについて議論した。課題として、講義を受けて「今後に活かすことができそうなこと」をまとめさせた。

（文責：岩藤 英司）

7. 「学芸カフェテリア」の実践

7. 1. 学芸カフェテリアのねらい

「学芸カフェテリア」では就職をはじめ将来設計に役立つ講座等が設定されている。正課外のため単位としては認定されないが、自主的な学びの場となっている。そこで、「理科カリキュラム研究」の講義とは別に、世田谷地区附属学校の教員が連携し、観察・実験を主体とした講座を学芸カフェテリアにおいて開設し、理科教員を志望する学生の資質向上に寄与する講義の開発と実践に取り組んだ。

7. 2. 小学校担当講座の概要

附属世田谷小学校においては、「実験・観察を通した問題解決学習」というテーマで、計2回のワークショップ型の講座を担当した。担当者は堀井・梅田・大澤の3名であり、本校元職・前職教員である、日本女子大学五十嵐敏文助教、港区立港北小学校青木 良太教諭、大田区立大森第一小学校河野 広和教諭の協力を得た。

第1回 小学校におけるフィールドワークについてのワークショップ

- ・小学校におけるフィールドワークの実践方法について
- ・附属世田谷小学校におけるフィールドワークの実際
- ・第4学年「季節と生物」の学習におけるフィードバックの活用
- ・身近な植物の花粉の観察方法
- ・接着剤を活用したプレパラートの作成方法 –気孔の観察を中心として–

第2回 第6学年「水溶液の性質」「土地のつくりと変化」についてのワークショップ

- ・リトマス試験紙と BTB 溶液の使い方
- ・身近な液体の液性：「お茶」「スポーツドリンク」「炭酸水」「サイダー」等
- ・「桜島の火山灰」「川砂」を水に入れてかき混ぜたときの液体の液性
- ・「桜島の火山灰」「川砂」の「わんがけ」後の顕微鏡による観察

(文責：堀井 孝彦)

7. 3. 中学校・高等学校化学領域の概要

平成30年11月9日（金）に、「探究活動を指導できる教員になるために必要なこと①～イオンのなりやすさをテーマにして～」を実施した。中学校での実験として、新しい学習指導要領に新たに加わった「イオンのなりやすさ」を探究する実験例と「ダニエル電池」の実験を紹介し、実際に実験をしながら中学生の立場でどのように探究的な学びを実現するかを検討してもらった。高等学校での実験として、金属のイオン化傾向を検流計による電流の向きから検討する実験を紹介し、電流の向きと電子の向きの関係や金属の酸化と電子の授受から、イオン化傾向をどのように探究していくのかを検討した。

平成30年12月7日（金）に、「探究活動を指導できる教員になるために必要なこと④～化学エネルギーをテーマにして～」を実施した。中学校での実験として、「化学カイロ」の発熱反応と炭酸水素ナトリウムとクエン酸の反応による吸熱反応を紹介し、化学反応による熱の出入りをどのように体験させるか、どのような学びがあるかを実験を通して検討した。高等学校の実験として、結晶硫酸銅の加熱と無水硫酸銅の水和による発熱の関係、異なる金属と塩酸の反応熱の測定と考察を紹介し、化学エネルギーの本質をどのように探究するか、金属と酸の反応熱の大きさの違いからイオンへのなりやすさをどのように探究していくかを検討した。

いずれの講座の参加者からも、「実験の大切さ」や「探究活動に必要な実験の仕掛けづくりの大切さ」が今日の学びの中に書かれており、理科教員として必要な資質の理解に本講座が繋がったものと思われる。

7. 4. 中学校・高等学校物理領域の概要

「探究活動を指導できる教員になるために必要なこと～光をテーマにして～」と題して、ワークショップ型の講座を開設し、中学校の範囲を宮崎が、高等学校の範囲を川角がそれぞれ担当した。

前半は、中学校の現場で「凸レンズによる像」や「屈折による浮き上がり現象」を指導する際にぶつかる困難について話題提供し、ディスカッションを行った。

後半は、次の課題を設定して、探究活動を行った。

【課題】赤外線リモコンから出ている目に見えない光が、赤外線であることを実験により示せ。そう判断する実験結果と論理を示すこと（可能ならば、その波長を推定せよ。波長の推定は、できなくてもよい。やる場合は、どのような論理と実験結果により推定したか簡単に説明する）』

7. 5. 中学校・高等学校の生物領域の概要

中高生物では、「動物のからだをテーマにして」として題して高等学校：大谷，中学校：岡田が担当した。

附属高校で実施しているブタの胎児の解剖実習を実際に行ってもらって、ブタの胎児の探究的な形態観察を行うにはどのようにしたらよいか考えてもらった。

生物領域ではまず、実物に実際に触れさせることが大切であるが、ただ触れさせることに終わらず、教師側から観察の観点がある程度与え、生徒に観察の意図を持たせることも大切であることを強調した。世田谷中学校で行っている脊椎動物の頭骨の観察や節足動物の観察の実践例も紹介した。

受講者の感想では、実際に解剖してみて、「図などを見るだけでは分からないことがたくさん分かり、良い経験ができた」という主旨のものが多かった。他には「気持ち悪いと思う生徒にどのようにアプローチしたらよいかを考える必要がある」「うまくいった班に全員を集めて見させるなどの工夫が必要」「実物を触ることによって、いろいろな疑問がわいてきた」などがあつた。

（文責：岡田 仁）

8. 「理科カリキュラム研究」の教育実習への効果

8. 1. 調査方法

8. 1. 1. 調査時期、形式

調査は質問紙によって2回行った。時期および形式は次の通りである。

第1回：時期：第3回（附属教員初回）の講義 形式：選択式（マークシート）および自由記述

第2回：時期：講義最終回 形式：自由記述（講義全体の感想）

第3回（事後）：時期：教育実習終了時 形式：選択式（マークシート）および自由記述

教育実習後の調査は、昨年度はeメールによるネット配信によって行ったが、回答数が大変少なかった（17名）ので、今年度は教育実習終わりに質問紙により回答を求めた。アンケートを実施した学校は世田谷地区の附属世田谷小学校、附属世田谷中学校、附属高等学校と附属小金井中学校、附属竹早中学校、附属国際中等教育学校の合計6校である。

附属小金井中学校、附属竹早中学校、附属国際中等教育学校においては理科の先生方にアンケート実施のご協力いただいた。

8. 1. 2. 質問項目

質問項目は各回以下の通りとした。

第1回調査（附属学校教員講義初回）

1 教育実習に向けて、理科カリキュラム研究でどのようなことを学びたいと考えていますか。また、それをど

のように役立たいと考えていますか。

2 教育実習に向けて、(シラバスの中で、)役立ちそうだと感じる講義内容はどれですか。また、それはどうしてですか。

3 将来に向けて、理科カリキュラム研究でどのようなことを学びたいですか。

4 あなたは教職志望ですか。

① 小学校 ② 中学校 ③ 高校 ④ その他

☆以下、多肢選択方式の項目は、「①非常にそう思う ②どちらかと言えば
そう思う ③あまりそう思わない ④全くそう思わない」としてください。

5 あなたは理科学習が日常生活に役立つと思いますか。

6 あなたは児童生徒に理科を教えたいと思いますか。

7 あなたは教育実習中に理科の授業研究をしたいと思いますか。

8 あなたは児童・生徒が実験を行う意義を感じますか。

9 あなたは児童・生徒が観察を行う意義を感じますか。

10 あなたはアクティブ・ラーニングによる授業をイメージできますか。

11 高等学校における理科の履修状況

物理 化学 生物 地学 その他

12 アクティブ・ラーニングの意義は何であると考えますか。

13 小・中・高の理科教育・教育実習等についての疑問点

第2回調査(講義最終回)

「理科カリキュラム研究」の授業についての感想を記してください。

第3回調査(教育実習最終時)

1 講義の中で、印象に残っていることを書いてください。(複数回答可)

2 講義の内容で教育実習の際に役立ったことと、それがどんな場面で役立ったか書いてください。(複数回答可)

3 教育実習を終えて、講義の中で聞いておきたかったことがあったら、書いてください。(複数回答可)

4 講義や教育実習を通して、児童・生徒に観察・実験をさせたいと思いましたか。

①思った ②思わなかった

5 講義や教育実習を通して、アクティブ・ラーニングの意義を理解できましたか。

①理解できた ②理解できなかった

6 講義や教育実習を通して、アクティブ・ラーニングによる授業をしてみたいと思いましたか。

①思った ②思わなかった

7 小・中・高の理科教育・教育実習等についての疑問点を自由に書いてください。

8. 1. 3. 調査結果

8. 1. 3. 1. 第1回調査(附属教員講義初回)

回答者数は109名(A類68名, B類41名)であった。

(1) 設問1と3の回答

設問1では、教育実習に向けてこの講義で学びたいこと、設問3では教職に就くに当たって学びたいことをそれぞれ尋ねた。

「1教育実習に向けて」の回答では授業実践についてが最も多かったが、「3教職に就くに当たって」の回答では授業計画、構成についてが多かった。教育実習では授業を担当する範囲も限られるので、授業全体を計画する

ことよりも具体的な授業のやり方に関心が向いたが、教職に就けば、授業の計画を自分で立てることになるので、そちらに関心が向けられたと推測される。関心が向いたと言うことは、不安を感じている者が少なくないということだとも推測される。「1教育実習に向けて」の回答でも授業計画、構成については多かった。「1教育実習に向けて」で次に多かったのは指導案の書き方についてだったが、これも教育実習ですぐに書かなければいけないという意識があるからだと思われる。「3教職に就くに当たって」で次に多かったのはカリキュラムの組み方で、これも前述した授業計画、構成についてが多かった理由に準ずると思われる。

(2) 設問2の回答

設問2では、シラバスを見て、役立ちそうな講義について尋ねた。最も多かった回答は9【小学校・中学校・高等学校理科カリキュラムと教育実習への応用】で、27名であった。この講義では教育実習前に当たって、受講生からの質問に答える時間を設けることは伝わっているものと思われ、現職の教員が講義をする大きなメリットであると思われる。その他の回答では小学校教員志望の学生は小学校の教員の講義、中学校教員志望の学生は中学校の教員の講義、高等学校教員志望の学生は高等学校の教員の講義をそれぞれ選んでいる傾向が見られた。

(3) 設問4の回答

設問4では教職志望について尋ねた。結果や下の図1にまとめた。現時点での教職志望は70%弱であった。校種としては高等学校志望が最も多く、中学校志望が最も少なかった。

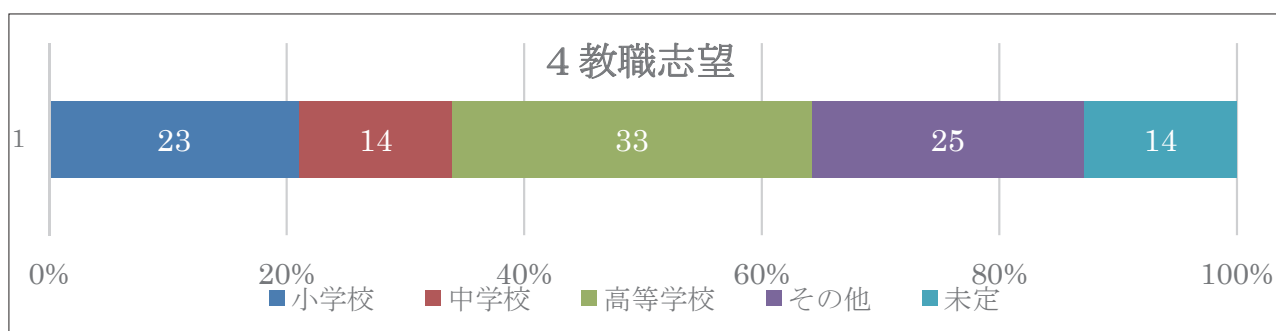


図1 第1回調査 項目4の回答結果

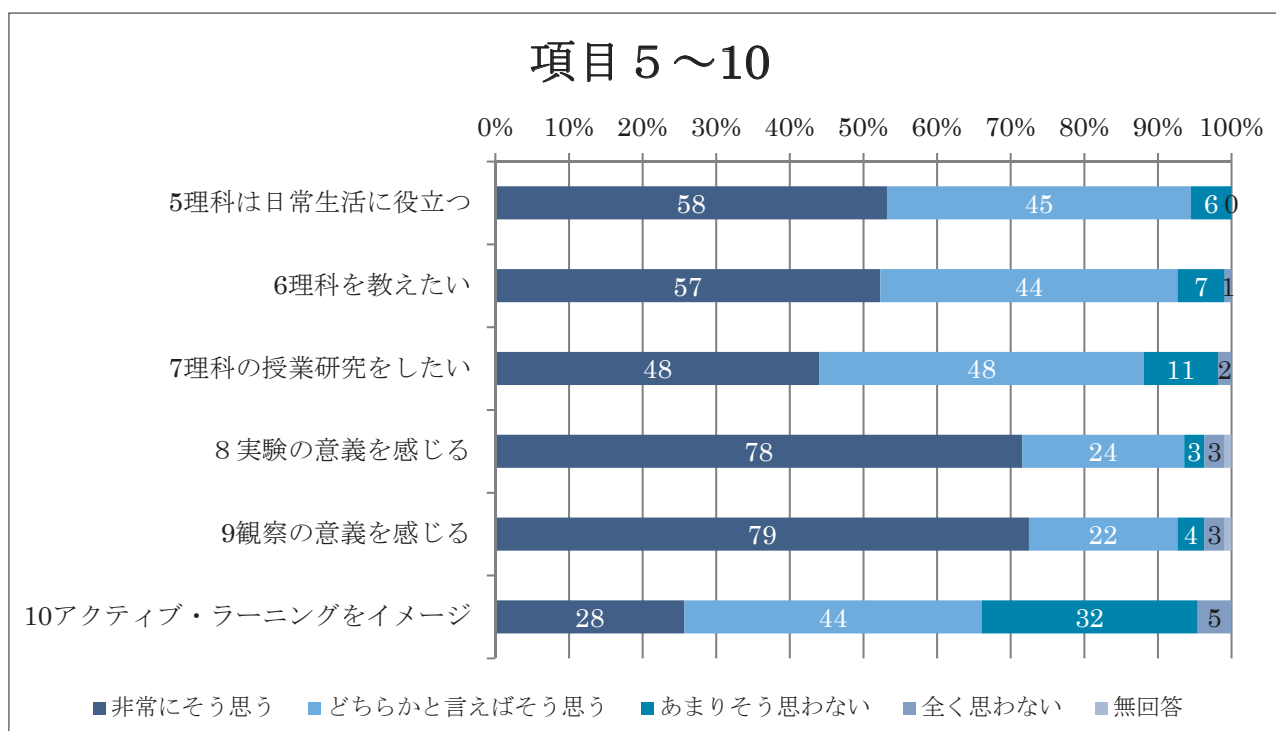


図2 第1回調査 項目5～10の回答結果

(4) 項目5～10の回答結果

項目5～9については理科は日常生活の役に立つか、理科を教えたいか、理科の授業研究をしたいか、観察・実験に意義を感じるかという質問に関して、「1非常にそう思う」、「2どちらかと言えばそう思う」の合計が85%を越えていた。これは理科の学生の意欲を示すものとして喜ばしいことだが、項目10の「アクティブ・ラーニングの授業をイメージできるか」という質問については30%以上の学生が3あまりそう思わない、4まったくそう思わないと答えており、アクティブ・ラーニングの授業が学生にとってイメージしづらいものであることがうかがえた。

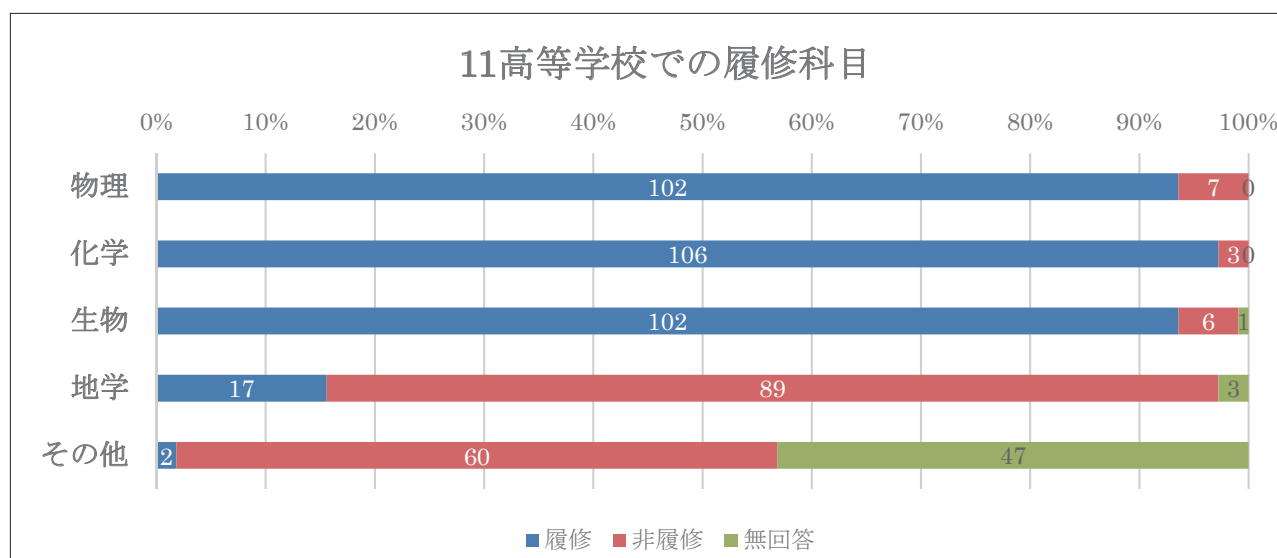


図3 第1回調査 項目11の回答結果

(5) 項目11の回答結果

高等学校のときの理科の科目の履修状況を尋ねた。集計結果は図3に示した。物理、化学、生物を履修した者は90%を越えていたが、地学を履修した者は15%強だった。

(6) 項目12の回答結果

アクティブ・ラーニングの意義は何であるかと考えるかを尋ねた。最も多かった回答は「主体性・積極性・意欲が身につく」という主旨の記述で、37名の回答があった。次に多かったのは「他人の意見を聞いて、自分の考えを深める」と「実感のある知識理解、深い理解が得られる」という主旨の記述で、21名ずつの回答があった。続いて多かったのは「授業に参加している児童・生徒が増える」という記述で10名の回答があった。継いで「探求力が身につく」という主旨の記述で9名の回答があった。以上のことからアクティブ・ラーニングのイメージを正しくつかんでいる学生も多いことが分かった。一方、「アクティブ・ラーニングにそれほど意義があるとは思えない」と書いた学生も1名いた。

(7) 項目13の回答結果

小・中・高の理科教育・教育実習等についての疑問点について尋ねた。教育実習前と言うことで「授業準備にはどれくらい時間をかけるのか」「既習の知識のない児童・生徒にどのように難しい事項を教えたらよいか」「自分が大学でやっている研究を教育実習の授業で活かすことはできるか」「自分は理科の知識が不足しているが授業ができるか」「教育実習前に何をやっておけばよいか」など教育実習に向けての内容や授業の具体的な内容に関することが多かった。また、アクティブ・ラーニングについては、「どの程度授業に取り入れればよいか」「進度が遅くなるのではないか」「現場ではアクティブ・ラーニングを積極的に取り入れているのか」「本当に生徒のためになるのか」「何でもアクティブ・ラーニングという風潮をどう思うか」などがあつた。

8. 1. 3. 2. 第2回調査（講義最終回）

「理科カリキュラム研究」の感想を自由記述で書いてもらった。回答者数は110名で履修者全員から回答が得られた。ほとんどの記述は好意的な内容であったが、批判的な記述をした学生も10名程度見られた。

好意的な記述として参考になると思われる記述をいくつか紹介する。

「カリキュラムの意味やその工夫，どんな授業をすれば児童とどんな関わりができるかなどを学んだ。 中略
中でも大きかったのは何人かの先生方のお話を聞く中で，一人一人の考えに違いがあり，様々な種類の考えを知れたこと。今後，自分が教師になったときに，お話をしてくださった先生方のように自分の考えを言えるよう，自分なりの方法を確立していきたいと思った。」

「実験をすることで興味がわくということを，身をもって感じられた。自分が体験したことでない実験の意義や必要性は感じられないので，ただの理学部ではなく，教育学部でもなく，理科を専門にしている教育学部生であるから，物化生地をまんべんなく経験することができるし，大学に入って，授業で「望遠鏡を使った」であったり「ノギスを使った」など高校まででは経験することがなかったことも経験した強みを感じた。」

「これは理科の授業に使えるなというように理科教師としての視点を持つことの大切さを学ぶことができた。」

「先生方がとても熱心で，やっぱり教師は大変な職業だと思いましたが，すごく楽しそうで，自分もそのようになれたらいいなと思いました。」

「アクティブ・ラーニングを勘違いしないようにしようと考えた。私がこれまで受けてきた授業で，アクティブ・ラーニングだといい，ただ学習者に発表させたり質問の答えを聞いたりするだけの授業がいくつかあった。深い学びができているかというところでできていなかった。それは学習者が主体的に学んでいなかったからだと考える。将来自分が教員になり，学習者が主体的に学べるようにするための工夫を学んだ。」

「自分が持っていた「主体的な学習＝観察・実験」という概念を壊されたようで混乱したが，「観察・実験は手段であって，何を学んでほしいかが伝わらないと意味がないということが分かった。」児童・生徒が「面白かった」で終わる実験ではなく「なぜ?」「別のものに置き換えたら?」等，発想を広げられるようなカリキュラムを組みたいと思った。」

批判的な記述や要望のあるものもいくつか紹介する。

「スライドで何かを単調に説明される時間はつまらなかった。覚えていないので「何か」と書かざるをえない。勤めている学校から学芸大へ来てくださる先生方，出席している学生，双方の時間が有意義なものになることは難しいように感じた。」

「カリキュラムについての講義であるのに授業の手法や生徒自慢，「私の授業はよいだろう」自慢のような話も出て，参考にならない部分もあった。今後このような講義を受けることがあれば，指導要領の改訂とカリキュラムの変化についての歴史や実際に学校のカリキュラムは何かどのように変化したかや，それに伴う技能，探究・理解についての指導の工夫についての話が聞きたい。」

「理科のカリキュラムと他教科のカリキュラムの関連についても聞きたい。」

「数学と物理，生物と地理，地学と地理など」

要望については今後活かしていきたい。

8. 1. 3. 3. 第3回調査（教育実習後）

31名から回答が得られた。

(1) 項目1の回答結果

講義の中で印象に残っていることを尋ねた。「アセトンと水を利用して指に火をつける演示実験」，「クリップモーターの製作」「生きたヘビの観察」など実物を見たり，実際にものづくりをしたものが印象に残っているのは例年通りであったが，その他「安全管理について」「小中高のカリキュラムの違い」「外部機関との連携」

「NHK、Eテレのカリキュラムと学校のカリキュラムの違い」など多くの記述があった。教員側がアクティブ・ラーニングを意識して講義をしたことで学生にも多くの印象を残すことができたのかもしれない。

(2) 項目2の回答結果

講義の内容で役に立った内容、役に立った場面について尋ねた。

「いろいろな授業の手法」「児童・生徒の興味・関心の引き出し方」「導入の大切さ」など授業のやり方に関する記述が多かったが「授業で教える内容の順番を自分で考え、組み立てることの重要性を意識したこと。良い意味で悩むことができた。」「カリキュラム、学習計画には意図があることを知り、自分もなぜそうなるのかを考えながら指導案をつくることができた。」「実習までの準備の見通しをもって計画を立てられた。」などいろいろな記述があり、この講義がある程度役立ったと実感してくれた学生が多数いたことがうかがえ、一定の効果があったと考えられる。

(3) 項目3の回答結果

教育実習を終えて講義の中で聞いておきたかったことを尋ねた。講義の中でもかなり触れたはずのことも数多く書かれていたが、そうでないものとしては、「授業以外の教員の仕事について」「観察・実験を行わない授業の工夫」「カリキュラム全体から細かいところにフォーカスしていく方法」などがあつた。今後の参考にしたい。

(4) 項目4、5、6の回答結果

6アクティブ・ラーニングの授業をしてみたいと答えた学生が90%いたので、この点については講義の効果が出ていたといえるが、項目5で、アクティブ・ラーニングの意義を理解できなかった学生が20%近くいた。講義初回ではアクティブ・ラーニングをイメージできない学生が30%以上いたことを考えると一定の効果を得られたといえるが、さらに改善の余地もある。

(5) 項目7の回答結果

最後に第1回調査でも聞いた理科教育、教育実習等の疑問点を尋ねた。講義初回の回答が実習で授業を行う前提で書かれていたのに比べ、今回は、「小学校理科では体験重視でやってきて、中学に行くと急に抽象的になるイメージがある。このギャップを埋める方法はあるのか」「小学校で興味を引く観察・実験をしても、それが「楽しかった」で終わらず、中高の理科教育につなげていくにはどんな方法が有効か」「高等学校では実験をたくさん行う学校とほとんど行わない学校があることを知った。なぜ、そのような違いがあるのか。カリキュラムにどんな違いがあるのか知りたい。」「探究やアクティブ・ラーニングの時間を取りたいが、設備がなかったり、時間が取れないときはどうするか。」「座学でいかに面白く興味を引くか」など教育実習を経験し、これから教職に就くに当たってという前提の上に立った疑問に変わっていった印象を受けた。

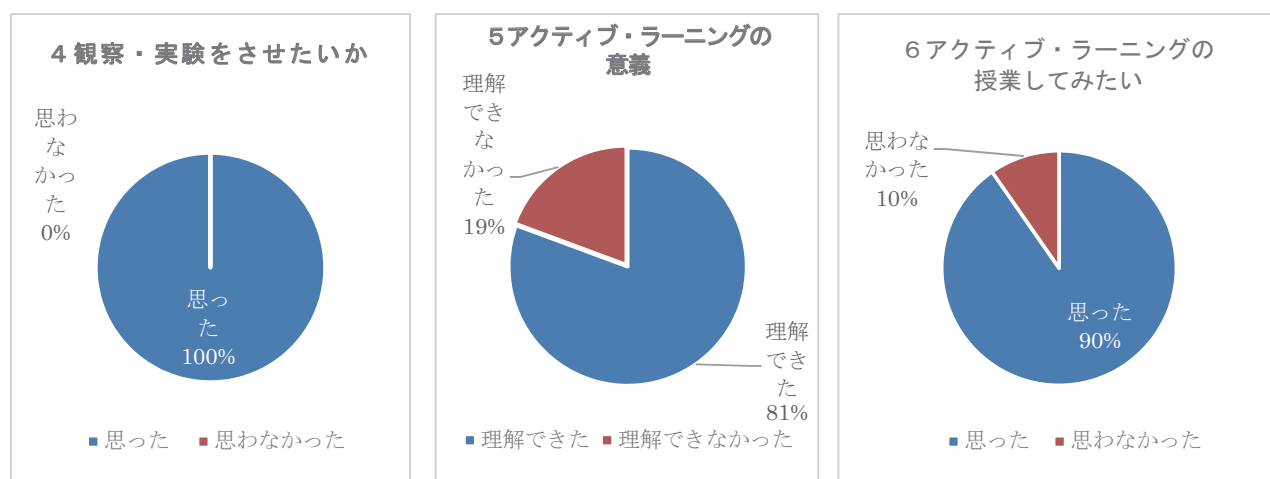


図4 第3回調査 項目4、5、6の回答結果

9. 成果と課題

9. 1. 成果

この講義を始めた当初は講義の内容をほとんど覚えていない学生が多くいたことで愕然としたこともあるが、アクティブ・ラーニングを意識した講義を行うことで教育実習後の調査の記述から、講義内容の定着も以前よりはだいぶ良くなったと思われる。また、役にたったという記述も増えた。アクティブ・ラーニングについてもある程度理解した学生が多かったと思われる。

9. 2. 課題

- (1) 今回は事前、事後のアンケートの設問の形式に統一性が足りなかったように思われる。さらに前後を見通し、事前、事後の統一を図りたい。
- (2) アンケートの記述の中に様々な要望もあったので、それに応えられるものは応えていきたい。
- (3) 今回はアンケートを教育実習終了時に各附属の中学、高等学校に依頼して行ったが、それでも今年度履修生（大学3年生）の回答数は31名にとどまった。さらに良い方法を検討したい。

10. 参考文献

寺本ら2016「“ダメ事例”から授業が変わる！小学校のアクティブ・ラーニング入門—資質・能力が育つ“主体的・対話的な深い学び”—」編著：寺本貴哲，後藤謙一，藤江康彦（文溪堂2016年）

11. 謝辞

附属小金井中学校，附属竹早中学校，附属国際中等教育学校の理科の先生方にはお忙しいところ本プロジェクトのアンケート調査実施にご協力いただき感謝いたします。誠にありがとうございました。