



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III： 学生のアクティブ・ラーニングに関する理解の変容

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2020-09-01 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 大谷,康治郎, 鎌田,正裕, 新田,英雄, 原田,和雄, 松原,静郎, 浅羽,宏, 川角,博, 宮内,卓也, 番田,清美, 藤田,留三丸, 堀井,孝彦, 梅田,翼, 大澤,俊介, 青木,良太, 河野,広和, 五十嵐,敏文, 羽仁,克嘉, 岡田,仁, 宮崎,達朗, 高田,太樹, 小林,雅之, 宮城,政昭, 市原,光太郎, 岩藤,英司, 齋藤,洋輔, 田中,義洋, 坂井,英夫, 成川,和久, 小境,久美子, 内山,正登 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2309/159374

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Ⅲ

— 学生のアクティブ・ラーニングに関する理解の変容 —

大谷 康治郎（代表者）⁹⁾

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⁾
番田 清美¹⁾ 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⁾ 岡田 仁⁸⁾ 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⁾ 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⁾

- 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. 研究の目的と内容	56
2. 「理科カリキュラム研究」における実践	57
3. 「理科カリキュラム研究」の講義アンケート分析	62
4. アクティブ・ラーニングに関する学生の理解の変容について	65
5. 小・中・高等学校における教育実習生の授業実践とアクティブ・ラーニング	69
6. 成果と課題	72
7. 引用文献	73

東京学芸大学附属学校 研究紀要 第47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Ⅲ

— 学生のアクティブ・ラーニングに関する理解の変容 —

大谷 康治郎（代表者）⁹⁾

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⁾
番田 清美¹⁾ 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⁾ 岡田 仁⁸⁾ 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⁾ 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⁾

- 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. 研究の目的と内容

前年度実施した「理科教育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—」においての成果は、以下の2点であった。

- アクティブ・ラーニングを意識した講義を行うことで、講義内容の定着が以前よりも向上し、講義が役に立ったという記述が増加したこと
- 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こと

また、事前・事後アンケートの設問の形式に統一性が足りなかったこと、アンケートの記述にあった要望に応える講義を実施すること、アンケート回答数を増やすこと、などの課題が明らかになった。

そこで本研究では、前年度までに得られた成果をさらに深化させるとともに、課題を克服させるため、以下の3つを目的とした。

1つ目は、次期学習指導要領の改定で強調される「主体的・対話的で深い学び（アクティブ・ラーニング）」を実現させるために理科授業で重視すべき視点を明確にすることである。

附属世田谷小学校・附属世田谷中学校・附属高等学校では伝統的に観察・実験を中心とした授業展開がなされており、日々の授業実践において「主体的・対話的で深い学び」が実現できている。しかし、児童・生徒が科学

的に探究するための資質・能力が育成できているのかという観点では、我々の実践を振り返るとまだまだ課題も多い。そのため、前年度から継続して「主体的・対話的で深い学び（アクティブ・ラーニング）」に関する論理的な枠組みの構築を目指すべく研究を行うことにした。

2つ目は、「主体的・対話的で深い学び」に取り組むことのできる実習生を育成する教員養成のあり方を追求することである。

観察・実験体験の乏しい教育実習生の実習では、「主体的・対話的で深い学び」とはかけ離れた実践を行う場面が散見される。世田地区の理科教師は、過去数年間にわたり継続的に「理科カリキュラム研究」の講義を担当してきたが、実践に活かすという観点では課題も見られる。講義内容・方法についてもさらに精査を重ね、より良い教員養成のための講義を行うべく研究を行うことにした。

3つ目は、その講義の授業評価に用いる質問紙を作成・分析し、今後の実践に還元することである。

これまでにも教育実習前、教育実習後にアンケートによる質問紙調査や聞き取り調査を実施してきたが、学生の変容や講義の課題を十分に明らかにできていない現状がある。また、アンケート回答数も年々増えているものの、全体像を把握するには不十分な回収率であった。そこで、よりよい教員養成に繋げるための授業評価アンケートを作成し、実施・分析を行うことにした。

2. 「理科カリキュラム研究」における実践

2. 1. 「理科カリキュラム研究」の概要

科目名：「理科カリキュラム研究」

担当教員：鎌田正裕（本授業は、附属小・中・高等学校教員の協力のもとに実施される）

対象学年：3年生

講義の「ねらいと目標」および「内容」は以下の通りである。

「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。

2. 2. 小学校教員による講義

附属世田谷小学校の堀井、大澤、梅田教諭が3つの講義を担当した。

2. 2. 1. 小学校1（担当：堀井）

今年度も昨年までの講義と同様に、小学校理科と授業づくりの概要について、平易に解説した。昨年度、および、一昨年度は、実際に受講学生が小学校理科におけるアクティブ・ラーニングを少しでも体験することを通して、その概要を理解することを目指してきた。しかし、実際に教育実習が始まった段階で受講学生の状況を見てみると、その効果があまり大きくなかった。また、小学校理科の根幹ともいえる問題解決学習についても理解不足であったことを踏まえて、今年度は講義中心の授業に戻した。その講義の中で、アクティブ・ラーニングを通して、児童にとって、「主体的・対話的で深い学び」がどのようにして成立していくのか、複数学年の授業実践

例をできるだけ多く紹介しながら、これらについて具体的に解説した。

教育実習における、受講学生の状況は、初期段階では十分ではなかったが、教科領域別授業研究会を重ねていくにつれて、学習の主体者である児童が、自ら思考・判断・表現しながら問題解決していく学習の構成のしかたについて、おおむね理解した上で、研究授業を実践し、協議会を運営できていたものと見られる。

2. 2. 2. 小学校2（担当：大澤）

理科授業においてアクティブ・ラーニングを意識した授業づくりを行おうとしても、授業そのものがつくれなければ意味がない。そこで、2回目の講義では「小学校の授業の実際と授業づくりの考え方」をテーマに講義を行った。具体的には小学校における理科の授業として必要な要素についての概要を説明した後、授業の実際を動画で見てもらい、単元の導入部分を具体的に考えてもらった。

授業に必要な要素として「教科の見方・考え方とは何か」と「対話に必要な要素」の2点に内容を絞って講義を行った。一つの例から同一の対象でも、働かせる「見方・考え方」によってどの教科の学びとなるかが変わってくることを知ってもらい、理科における領域固有の見方・考え方を具体的に示した。その後「アクティブ・ラーニングの定義」を確認し、授業における対話の種類と成立条件について実例を交えながら解説した。

それらを踏まえて「5年ものの溶け方」の導入場面の授業づくりを実際に行ってもらった。実習前に授業の構成要素を正確に理解することによってアクティブ・ラーニングを意識した指導計画を考えるための土台づくりとなったと考えられる。

2. 2. 3. 小学校3（担当：梅田）

「観察・実験と問題解決学習の実際」と題して講義を行った。はじめに、1900年パリ万博における未来予想図（学習のあり方）を示し、その学び方についてどう感じるか、感想を共有した。そのうえで、Society5.0の動画や学校 ver.3.0について紹介し、今後、どのような学びを教師として実現していくことを考えていかなければいけないを考えさせた。また、その際のキーワードとして「アクティブ・ラーニング」を取り上げ、児童の主体性を引き出すために問題解決型の学習の重要性について解説を行った。

問題解決型の学習については、その流れを8つのステップで示し、それぞれのステップにおける教師の指導上の留意点について、実践事例を挙げながら解説を行った。

これから教師となる学生の学習経験が、今後の学校教育に求められるものとは異なる事や、生活経験が児童と異なることを踏まえて事象提示を行う事の重要性を感じている学生が多く見られたことから、学生の「アクティブ・ラーニング」の実現への意識が高まったと考えられる。

2. 3. 中学校教員による講義

附属世田谷中学校の岡田主幹教諭、高田、宮崎教諭が3つの講義を担当した。

2. 3. 1. 中学校1（担当：高田）

新学習指導要領は、生徒の学び方に大きく踏み込んだものとなっている。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。本講義では、生徒主体の授業をするために教師がすべきことを、授業事例を示しながら進めた。

まず、学習指導要領が作られる理由について考えた。学習指導要領も教科書も教師が行う授業も、その先には生徒がいるということである。生徒に何を学んで欲しいのか、なぜ生徒は理科を学ぶのかを学生に考えさせた。

理科を学ぶ理由の一つに、「理科の楽しさ」を伝えることがある。「知ること」「見ること」「学ぶこと」「使えるようになること」「教えること」の5つを授業づくりの中心に据えることで、生徒の主体的な授業参加へとつ

ながっていくと考える。本講義では、上記の5つの事柄のそれぞれにおける授業実践例を示しながら、その効果について学生と確認・共有した。

2. 3. 2. 中学校2（担当：岡田）

観察を取り入れた授業づくりの実際について、以下の5点について講義を行った。

- ① 今回の学習指導要領の改訂のポイントを簡単に解説し、資質・能力の育成、探究の過程、アクティブ・ラーニング（主体的・対話的な深い学び）が特に重視されていることに触れ、アクティブ・ラーニングの定義を述べた。ここでアクティブとは、「活動的」ではなく、「主体的」であることを強調した。
- ② 2分野では、観察させて、特徴を知ったり、事実を理解させる内容が多く、実験結果から考察させるような授業を組みにくいことを述べ、実感をもった知識理解のために、なるべく実物を見せること、観察に意図を持たせることが大切であることを述べた。そして、観察に意図を持たせる問も紹介した。
- ③ インパクトの有る教材の例、動物の解剖、ブタの肺を膨らませる演示、ヘビなど生きた動物などを紹介し、教材の調達方法、準備方法、安全などの注意事項を説明した。
- ④ ツクシの胞子を教材としてどのような授業が組み立てられるかを学生に考えてもらった。
- ⑤ 時間の許す限り、いろいろな授業ネタを学生に考えてもらいながら紹介した。

2. 3. 3. 中学校3（担当：宮崎）

理科の学習においては、ただ「フシギだ」ではなく、「自分の知識・経験からするとこうならないとおかしい、なぜだ？」という主張を含んだ疑問をもつことが大切である。たとえば、第2学年で「閉鎖系であれば気体が発生する反応でもその前後で全体の質量は変わらない」ことを学習するが、第1学年で学習した気体の分子運動のようすを思い浮かべて「宙に浮いている分子の重さがどうしてはかりにかかるのか？」と悩む生徒に対しては、「気体が逃げなければ云々」なる物言いは、何の説明にもなっていない。本講義は、中学生の実態を紹介した上で、実際の授業でぶつかる困難の具体例を取り上げ、教材配列の問題点・重要性などを考えさせることをねらいとして行った。学生にとっては、自分達が考えもしなかったところで中学生がつまずくことを知り、いざその説明を求められても答えに詰まってしまうことを自覚するよい機会になったと考えている。現場に出てからの教材研究に活かしてほしい。

2. 4. 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（担当：堀井，岡田，大谷）

小・中・高等学校理科カリキュラムに関して、受講者からの自由な質問を受け、それぞれの教員が回答することによって、実りある教育実習につなげることを目的とした講義である。

近年、教員の仕事はブラックだとメディア等で盛んに言われているので、そのような事に関する質問が毎年目立つようになってきた。今年度は、保護者対応は大変か、教員の普段の生活について多忙な中どのように教材研究の時間を取っているのか、などの質問が多く出た。教員の回答の趣旨としては、大変だがやり甲斐のある仕事であり、教員の世界でも働き方改革が少しずつ取り組まれていることにも触れた。その他には、公立の学校と附属学校との違い、教師になろうと思ったきっかけは何かなどの質問が出た。

具体的な回答は、以下のようなものであった。

- ・近年、附属学校においても、保護者対応に苦慮する場合も少なくない。しかしながら、学校では、あくまでも児童が生活や学びの主役であり、児童のことを第一に考えて、面談時には極力話をうかがうように努めている。学級担任1人では、対応が難しいときには、管理職教員（校長・副校長）や主幹教諭等とともに、対応することもある。

- ・附属学校の児童集団は、入学調査を経ているため、やや遠方からの登下校に支障が出ないようなコミュニケーション能力をもっている集団ではある。しかしながら、理科をはじめとした学力に関しては、最下位層がいなかであり、特別に優秀な集団というわけではない。そのため、教育実習においては、基礎的・基本的な学習内容を平易に教えることも大切であると考えている。
- ・日頃は多忙な生活ゆえに、教材研究の時間はほとんどとれず、望ましいことではないが、過去の経験に頼る面も少なくない。働き方改革の動きもあり、会議を行ったり、授業ノートを読んだりするのは、できるだけ勤務時間内に収める努力はしている。しかしながら、やはり、仕事を持ち出さざるを得ないこともある。
- ・「生物教材は道端で見つかることが多い」と言うが、それは物理分野に関しても言えることでもある。特に、100円均一ショップは大変有用であるので、100円均一ショップに行くと、つい長居をしてしまうことが多い。
- ・まずは教師が好奇心をもつことが大切である。生物教師として、いろいろ実物に接する機会を多く与えたいと考えている。

2. 5. 高等学校教員による講義

附属高等学校の小林、岩藤、大谷、齋藤教諭が5つの講義を担当した。

2. 5. 1. 高等学校理科カリキュラム（担当：岩藤）

高等学校の理科におけるカリキュラムについて、化学のカリキュラムを実際に考えることを中心にしたアクティブ・ラーニング型の講義を実施した。

具体的には、附属高等学校の全体のカリキュラムの中での理科のカリキュラムの位置付けなどについて解説した後、「カリキュラムをつくるとは（演習）」として数名のグループをつくり、任意の高等学校を設定し、その高校の化学のカリキュラムをつくることを演習した。その後、附属高等学校の化学のカリキュラムの内容を提示し、どのような工夫がなされているかを考えさせた。そして、カリキュラム・マネジメントの観点を解説し、教育実習において本時の指導を立案する際に、カリキュラム全体の視点に立つことも重要であることなどを説明した。また、附属高等学校では、広く一般の教師や教師を志望する学生を対象に公開授業を実施していることも示し、ぜひ積極的に教育実習が始まる前の準備の一環として参加するよう呼びかけた。

2. 5. 2. 高等学校物理（担当：小林）

高等学校物理の教科書の内容や大学受験の問題設定の多くは、実験で体験することができる。単元初めに生徒実験を行うことができれば、実験データ解析と講義を併行させて、時間的に効率よく授業を展開することができる。筆者は、高等学校物理（4単位）の年間90時間の授業数の3分の1を生徒実験にあて、30回の生徒実験を行っている。

理科の指導者を目指す学生に、理科授業における実験の重要性を伝え、理科カリキュラムの編成を議論するためには、中学校・高等学校段階の共通の実験体験が必要と考える。とはいえ、4人機の大学の講義室で、高等学校時代の物理の履修を前提とせず、中学生に理解可能な実験は限られる。そのため、今年度も2019年7月4日（木）に26班×4人分の実験器具と材料を持ち込み、個人実験「クリップモーターの製作」を行った。前時の講義で、「次回の高等学校物理の回は、席を詰めて、4人一組で着席すること」を連絡していただいた。

世田谷の附属高等学校から小金井の学芸大学まで、100人分の実験器具を携えて電車で移動するために、単3型電池2本を1本へ、角型フェライト磁石をネオジウム磁石へ変更して軽量化し、実験内容も少し変更した。また、電池は3年前に購入したものを使い続けていたため、すべての電池の起電力を確認する必要があった。

電池ボックス、ミノムシコード、紙やすり（小片）等と、消耗品のゼムクリップ、エナメル線、アルミホイール、電気コードの芯線の仕分けについて、一人分ずつの仕分けをやめ、小箱や小袋に4人分を仕分けたものを最

前列の机に置き、4人班ごとに取りに来てもらうようにした。実験準備の段階から学生同士の会話や共同作業が始まり、今年度は良い雰囲気ですべて準備・講義・片付けを行うことができた。

この講義は、授業を受ける立場としての「自分が製作したモーターが回ったかどうか」の感想が強く残ってしまうという筆者の反省がある。次年度は、教壇に立つ指導者として、単元の指導計画、実験準備に必要なこと、実験後の授業展開についてもっと強調して伝え、理科カリキュラムの中での実験の位置づけを考えさせたい。

2. 5. 3. 高等学校化学（担当：岩藤）

「高等学校の化学における授業設計の理想および直面する課題」についての講義を中心に行った。具体的には、まず、前回の講義の際にとったアンケートのまとめを説明し、そこに書かれている質問や疑問についての回答をした。特に、教育実習に向けて心配であることなどに対してできるだけ丁寧に回答した。次に、文部科学省の理科改訂の基本的な考え方を解説し、化学における探究活動、課題研究の内容について詳細に説明するとともに、附属高等学校化学科において実践している授業のうち特に実験授業についての解説をし、授業設計の理想を説明した。そして、教科書の表面をなぞっただけの授業にならないためにはどのようにしたらよいのかを討論させ、また、学校現場において現在直面している課題は何なのか、その解決策としてどのようなことが考えられるか、生徒に真の実力をつけさせるためにはどうしたらいいのかなどを考察する講義を展開した。

2. 5. 4. 高等学校生物（担当：大谷）

学校外における科学教育に関して講義では、以下の4つの内容を行った。

- ① 学習指導要領における取扱い
- ② 学校外における科学教育の例
- ③ 外部機関と連携した科学教育の例
- ④ 自分たちで外部機関を利用した授業を行うとしたら？

はじめに学習指導要領には、「各科目の指導に当たっては、大学や研究機関、博物館や科学学習センターなどと積極的に連携、協力を図るようにすること」と記されていることを確認した。そして、生徒に実感を伴った理解を図るためには、外部機関を活用することを指導計画に位置付ける必要があることを示した。

次に、本校で実施している科学見学実習を報告した。科学見学実習の目的は、生物学習をさらに深化させ、総合的な学びに向かうことであり、国立科学博物館と各研究機関で実施することを紹介した。実習での生徒の活動だけでなく、保護者通知文や生徒の希望調査など具体的な資料も示した。

最後に、「身近にある博物館・大学・研究機関などを利用した授業計画を作成した。その際には、カリキュラム上の位置づけを必ず明記するように指示をした。多くの学生が、自身が興味ある施設へ、児童・生徒を引率したいという思いはあるものの、カリキュラム上の位置づけがうまくできない学生も見られた。

2. 5. 5. 高等学校地学（担当：齋藤）

本講義では、高等学校理科、特に地学における授業やカリキュラムの組み立て方について講義をした。まず、「理想の授業」や「求められている授業」について学生と共に意見交換を行い、これから教員になる学生に対して、授業づくりの重要性について話した。次に、授業づくりの観点から、実際に附属高校で行われている「火成岩の観察」の課題を取り上げた。課題に込められた意図について考察させた上で、課題作成上の工夫点や評価のためのルーブリックについても紹介した。また、カリキュラムづくりの観点で、「反転授業」でのカリキュラム運営や、それと連動したパフォーマンス課題の事例紹介などを行った。さらに、高等学校でのカリキュラム・マネジメントを考えると、理科と密接に関連している探究活動（理数探究）の指導について話題にした。最後に講

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。

3. 「理科カリキュラム研究」の講義アンケート分析

アンケートは、2019年7月25日の第14回講義にて Google Form を用いて実施した。履修学生は99名であり、78名から回答を得た（回収率78.8%）。

3. 1. 事後アンケート分析概要

講義の内容に関して事後アンケートを行い、以下の結果を得た（表1.）。

表1. 講義内容に関する事後アンケート結果

	大変そう思う	ややそう思う	あまりそう思わない	全くそう思わない	好意的な回答
わかりやすいものでしたか	32 (41.0%)	40 (51.3%)	5 (6.4%)	1 (1.3%)	72 (92.3%)
理科の授業やカリキュラムづくりへの理解を深めるものでしたか	33 (42.3%)	37 (47.4%)	6 (7.7%)	2 (2.6%)	70 (89.7%)
アクティブ・ラーニングへの理解を深めるものでしたか	31 (39.7%)	38 (48.7%)	7 (9.0%)	2 (2.6%)	69 (88.4%)
教育実習に活かせるものでしたか	31 (39.7%)	37 (47.4%)	10 (12.8%)	0 (0%)	68 (87.1%)
教員生活に活かせるものでしたか	37 (47.4%)	35 (44.9%)	6 (7.7%)	0 (0%)	72 (92.3%)

講義内容に関して、概ね好意的な回答を多く得ることができた。しかしながら、本講義の到達目標ともいえる「カリキュラムづくり」や「アクティブ・ラーニング」という内容に関して、「全くそう思わない」という回答もあった。

3. 2. 自由記述に示された内容とその分析

自由記述の中から、「カリキュラム」、「アクティブ・ラーニング」、世田谷地区の理科授業で重視している「実物・本物」などの用語を含むものを取り上げる。また、現職教員が授業することに関する自由記述も取り上げる。さらに、否定的な内容に関する記述を取り上げ、次年度への視点を明らかにする。

3. 2. 1. 「カリキュラム」という用語が用いられた自由記述

「授業を行う上で、やりたいということだけでなく、カリキュラム上でのことも配慮しなければならない」

「カリマネは教育実習では行いわないため、活かせることは少ないのかなと感じました」

「カリキュラムを考える際に、本授業が活かせる」

「年間計画など、短期のみならず長期にわたるカリキュラム作成の大切さと大変さを垣間見ることができた」

「カリキュラムの組み方、外部機関との連携などは教員生活において必要な知識だと感じました」

「教育は、子どものためのものであることを踏まえて、入念に計画した上で（カリキュラムを組んで）、なぜそのようにしたのか。そういったことを考える大切さを再確認できました」

「大谷先生のような子どものことを考え、カリキュラムを考え、内容を考え、という先生の話を聞くと、勉強にはもちろんなるが、こんな自分がなっているのかと不安になる」

「連携機関を利用したカリキュラムを考えることは今まで行ったことが無かったので新鮮で、参考になりました」

「教育実習ではあまり触れることのないカリキュラム構成について学びことができ、将来のためのステップアップにつながりました」

「この授業では具体的なカリキュラムについて学べたと思う。他の教育法の授業では抽象的にその教科についての指導法を学ぶが、様々な先生の話聞いて具体的にわかりやすく、理科について考えることができた」
「附属学校の講師の方がいらっしゃってお話をしてくださるのは本当にありがたいことが思いました。ただ、講義名が理科カリキュラム研究ということなので、もっとプラクティカルで、理科にスポットを当てたカリキュラム体系について学びたかったです」
「教師とはどうあるべきなのかなどよりもっと“カリキュラム”や授業づくりの自体の話を知りたいと思った」
「皆さん仰ることは色々あるのですが、カリマネの話になると似たり寄ったり且つぼんやりとしか伝わってこない印象でした」

3. 2. 2. 「アクティブ・ラーニング」という用語が用いられた自由記述

「アクティブ・ラーニングの取り組み方。生徒がどのように取り組んでいるかが具体的に観られたのでイメージがしやすい」
「アクティブ・ラーニングを意識した学習の具体例が活かせそう」
「生徒中心で授業を構想すること。教えられないことからの逃げで、アクティブ・ラーニングの考えを使わないこと。子どもの心を掴む導入を考えること」
「アクティブ・ラーニングが必ずしも実験や観察によって成り立つものではないが、実物を見せる授業は生徒の興味関心を呼び起こす大事なものであると感じた」

3. 2. 3. 「実物・本物」という用語が用いられた自由記述

「理科では実物を用いることとすごく良いということ」
「本物教育や、授業の手段」
「本物に触らせる、話し合いをわざわざさせる必要がない点など」
「具体的なものを見せて、色々なものに親しませることが大切であるという点。これによって実感を持った理解が得られる」
「授業のたびに標本を用意し、提示することや、常にアンテナを高くし、授業で、児童生徒が興味を持って学べるような努力を惜しまないこと」
「実物を、具体的にどう提示または体験させるかを工夫すること」
「本物を見せることの大切さ」
「どのようなことに生徒が興味を持つのかや、実物を見せることが重要であること」
「子どもたちに実物を見せると興味がわき、そこから子どもたちが動き出すということをつかみが大切だということ」
「授業のスキルだけでなく、それ以上に大切な、理科は実物を見せながら実感を持った学習を進めるという姿勢や考え方」
「実物を選ぶ際の題材選びや着眼点などは今までにあまり持っていなかったイメージのものが多かったため、ぜひ参考にしたいと思った」
「実物を見せることの重要性を学びました」
「実物を見せる大事さは特に印象的であった」
「アクティブ・ラーニングが必ずしも実験や観察によって成り立つものではないが、実物を見せる授業は生徒の興味関心を呼び起こす大事なものであると感じた」
「アセトンで火がつく、ヘビに触ったこと。授業を受けてもこの2つが印象に残っているということは、やは

り本物を見せたり体験させることはとても重要だということである。ただ面白かったという思い出だけではなく、使える知識として私の頭に残っているため、これこそ本物の学びであると感じた」

「本物をみせる、というのは理科の特徴と言えるもので、どの単元でどんなものをみせるかというのを考えさせられた。身の回りには取り上げらそうなものはたくさんあるので、どんなものをみせたら生徒が興味を持ってくれるかという点で参考にしたい」

「実物主義、面白いだけで終わらせない、宮崎先生の教材の順序のお話」

「実物教育の重要性を殆どの先生が強調されていたのが印象的でした」

「理科という教科は、実験など実物に触れながら学習ができるという利点があるので、その利点を活用して、最大限に生徒の興味関心を引き出し、主体的に学習する手助けが大切だと思いました」

「どの先生方も実物を見せる、生のものを扱うことを重要視していた」

3. 2. 4. 現職教員が講義することに対する自由記述

「先生方みなさん、とても魅力的な教材を用意されていて、自分も高校時代、そんな授業を受けたかったとおもわれるようなものばかりだった。自分もそんな魅力的な教材を探して、面白く興味のわくような授業づくりをしていきたいと思った」

「現場で働いていらっしゃる先生方から生の声を聞ける機会は大変貴重であり、授業研究の観点以外でも様々なことを勉強させていただきました」

「外部機関との連携や新学習指導要領との位置付けを現職の教員が説明することで具体的な授業方法が参考になった」

「大学の教員よりも授業が上手く（生徒が興味を持つように話す）とても面白かったです」

「色々な付属学校の先生が講演に来てくれたので、様々な考え方を吸収でき、良い経験となった」

「小・中・高で実際に働いておられる教員の方々のお話を聞くことができ、どのようなことをやると子供達が食いついてくれるのか、教材として使えるものは何か、気をつけることは何か等を具体的に教えて頂いたため、とても貴重な体験でした」

3. 2. 5. 否定的な内容が示された自由記述

「ほとんどの先生方の話が、実験などを通して何を伝えたかったのか、目的がわかりづらかった印象が大きかったです」

「付属学校の講師の方がいらっしゃってお話をしてくださるのは本当に有難いことだと思いました。ただ、講義名が理科カリキュラム研究ということなので、もっとプラクティカルで、理科にスポットを当てたカリキュラム体系について学びたかったです。講師の方はご自分の授業風景や理科研究で取り組んでいることについて詳しく教えてくださいましたが、それは今後教員になるにあたり汎用性のある内容ではなく主観的な要素がかなりあったと考えられます」

「授業の内容は付属の先生によってピンキリでした。正直、この先生に教わっていると学生がかわいそうだと思うされてしまうような教員もいれば、羨ましい、自分も担当して欲しかったと思わせる先生もあり、総合して良い先生からはさまざまなことを学ぶことが出来ました。あまりよろしくない先生は反面教師として自分の糧にしていきたいです」

「教師とはどうあるべきかなどよりも、もっと“カリキュラム”や授業づくり自体の話を聞きたかった」

「大学の講義ですから、実践だけでなくどの背景（どういう考えでその実践になったのか、どのような教育思想があるのか、教育的効果はどのように測定され結論づけられたかといったもの）を講義して頂けたら、と思

います。実践の様子だけだと、「参考になりました」といったことが中心となる感想で、さほど印象深い時間には個人的になりませんでした。

「正直に言うと、印象に残ったものはほとんどありません。皆さん仰ることは色々あるのですが、カリマネの話になると似たり寄ったり且つぼんやりとしか伝わってこない、という印象でした。どちらかと言うと授業内の発問や実験の見せ方、といった内容の方が記憶に残りました」

「個人的な感想ですが、授業の形式は人それぞれなことは大変よくわかっております。ただ、私は教授の自分語りを聞きたいわけではなく、なぜこのような意図を持ってその授業形式をとっているのか、を聞きたいと思っています。最近では教育現場のブラックさが話題になっており、その話についても多くの質問があったと記憶しておりますが、その返答は「やりがいがあれば」や「大変だけど楽しい」と言った個人の感想ばかりでした。もちろん、その回答が間違っているとは思いますが、現状の問題点についてどう考えているのか、改善点は見出されているのか、なにか改善に向けて動きはあるのか、などの回答はありませんでした。こちらの質問の仕方が悪かったのかもしれませんが、回答をはぐらかしているという風にしか捉えられません。キツイならキツイと言ってもらっても構わないと思います。印象に残ったものとして、「卒論は参加賞、修士が努力賞、博士で本番」や「常用漢字外も読めない・書けないと常識人では無い」などの発言がありました。まず大学院に行くのもタダではないのに、いって当たり前といった発言があったのは正直教員としての資質を疑いますし、普段こういった風に生徒に接しているのか見てみたいとも思いました（悪い意味です）。大学の講義ですし、聞き流す学生も多いですが、教員養成大学の授業とは正直考えられないと思いました」

3. 3. 事後アンケートのまとめと今後の課題

自由記述に関しても、講義内容を肯定的にとられている記述が多く見られた。また、世田谷地区理科教師が重視している「実物・本物」を授業に取り入れることに関しても多くの記述が見られた。本講義内容を教育実習や今後の教員生活に活かすことができるのではないかと考える。なお、講義名にもある「カリキュラム」や「アクティブ・ラーニング」という用語を用いた自由記述が、「実物・本物」よりも少なかった。

また、否定的な内容を克服していくためには、「理科カリキュラム研究」という講義全体の中で、カリキュラムという用語を統一的に使用することや自身の講義内容のカリキュラム上の位置付けを明確にする必要があると考えられる。さらには、講義のはじめに学習指導要領のどの領域を扱っているかなどを示すことによって、よりカリキュラム上の位置付けを明確にできると考えられる。

アクティブ・ラーニングに関しては、各自が学校の授業の中で具体的にどの部分にアクティブ・ラーニングの視点を取り入れているかを、各講義の中で強調する必要があると考えられる。

4. アクティブ・ラーニングに関する学生の理解の変容について

4. 1. アンケートの分析

講義の受講の前後で、「アクティブ・ラーニングは、～」または「アクティブ・ラーニングとは、～」という形で、各自5つの説明文を書いてもらった。受講者が「アクティブ・ラーニング」をどのようなものと捉えているのか、受講の前後でどのように変容したのかを調査した。なお、受講前後の両方のアンケートに応えた69名の説明文を分析対象とした。

説明文の分析にあたっては、計量テキスト分析用のソフトウェア「KH Coder」を用いてテキストマイニングを行った。講座の受講前後での説明文をそれぞれ品詞ごとに分解し、抽出語リストを作成し、説明文に使われている語の種類や使用回数（抽出回数）を分析した。これにより、受講の前後で説明文がどのように変化し、「アクティブ・ラーニング」という語に対する概念がどのように変容したのか、おおよそ把握することができる。な

お、抽出語リストを作成において、文章の中で特に意味を持っている「名詞」、「サ変名詞」、「形容動詞」、「動詞」、「形容詞」のみを分析対象とした。

次に、講座の受講前後での説明文について、それぞれ共起ネットワークを作成した。共起ネットワークとは、同じ文の中でよく一緒に出現する（共起する）語を線で結んで示した図である。「アクティブ・ラーニング」という語に対して共起した語や、それぞれの語に対して共起した語を分析し、語と語のつながりをより重視した分析をすることができる。なお、図の作成において、抽出回数上位60位までの語を対象とし、図は Jaccard 係数で測定した共起の程度に応じて、共起関係を表した。線の濃淡は Jaccard 係数の大小を示し、その係数も示した。Jaccard 係数とは、語 A と語 B の共起関係を求める場合、以下の式で求めることができ、Jaccard 係数が大きいほど、共通に登場した文書が多く、その二つの語は「近い」と判断することができる。

$$Jaccard = \frac{\text{「語 A を含む」かつ「語 B を含む」文章の数}}{\text{「語 A を含む」または「語 B を含む」文章の数}}$$

4. 2. 分析結果及び考察

4. 2. 1. 抽出語の分析

まず、講座の受講前後での説明文の分析の概要を表2.に示した。表2.によると、事後の方が、文数および総抽出語数（抽出した全ての語の延べ数）はやや減少していたものの、1文あたりの総抽出語数はやや増加する結果となった。また、異なり語数（抽出した語の種数）および1文あたりの異なり語数はやや増加し、説明文における文章の表現が多様化したことが読み取れる。講義を経て、アクティブ・ラーニングに対する概念が広がったと言える。

表2 説明文の分析の概要

	事前		事後	
人 数	69		69	
文 数	265		238	
分析に用いた総抽出語数(1文あたりの総抽出語数)	1909	(7.204)	1882	(7.908)
分析に用いた異なり語数(1文あたりの異なり語数)	403	(1.521)	491	(2.063)

※「総抽出語数」：抽出した全ての語の延べ数、「異なり語数」：抽出した語の種数

次に、代表的なキーワードの抽出数の変化を表3.に示した。学習指導要領の改訂が小・中・高の順に実施されようとしている現状にて「アクティブ・ラーニング」はキーワードの一つと言える。この語は、2012年8月28日の中央教育審議会による大学教育の質的転換についての答申（文部科学省、2012）の中で使われたのがきっかけとなり、高等教育だけでなく、初等中等教育でも大きな広がりを見せていく。その中で、「アクティブ・ラーニング」という語に対する解釈も含めて賛否両論となり、文部科学省は「主体的・対話的で深い学び」という語を用いて、「アクティブ・ラーニング」の趣旨を説明するようになった（例えば、文部科学省（2017）など）。

このような経緯があったことを前提にすれば、受講した学生の間でも「アクティブ・ラーニング」＝「主体的・対話的で深い学び」という関係性は認識されているようで、特に事前の説明文においては、「主体・対話・深い・学び」の抽出数が多かった。それが事後には抽出割合がやや減少し、受講したことで、「主体・対話・深い・学び」以外の語に置き換わる結果となった。

対して、抽出数の出現回数の増加した語には、「観察・実験」「実物・モノ」「必要・重要・大切」などのキーワードが挙げられる。まず、「観察・実験」や「実物・モノ」は、本講座の中で多くの教員が、観察・実験中心の授業づくりに言及してきた成果と言えるだろう。特に、「実物・モノ」は、事前には全く出現しなかった語で

あることからアクティブ・ラーニングに対する概念を講座を通して提案できたと言える。なお、説明文中では上記の語は以下のように使用され、講座の主旨が十分に伝わったことがわかる。

- ・アクティブ・ラーニングとは、～～。授業全体が生徒の話し合いで進む授業の事のみを指すのではなく、事象や実験の結果について話し合い、科学的な思考を高めて考察をおこなう授業だと私は考えている。
- ・アクティブ・ラーニングとは、与えられた情報や実験・観察から得た情報を活用し、課題解決に向かう姿勢・能力を養うことを目的とした学習様式である。
- ・アクティブ・ラーニングは、～～。理科の学習では体験や実験を通して達成されるべきである。
- ・アクティブ・ラーニングは、理科においてのものであれば、実物に触れながら子ども一人一人が根拠や現象について思考し、学習することである。

次に「必要・重要・大切」などの語は、アクティブ・ラーニングそのものの重要性や、アクティブ・ラーニング型の授業を成立させるために必要な条件について言及するために以下のように用いられていた。これに関しても、講座により学生の概念が定着・深化したものと言えるだろう。

- ・アクティブ・ラーニングとは、～～、OECD の定める、次世代に必要とされる3つの資質能力を育むための効果的な学習方法である。
- ・アクティブ・ラーニングとは、生徒自身の興味・関心・考え方を尊重しながら、教師の目的をはっきりさせてある程度のリードが必要である。
- ・アクティブ・ラーニングとは、自然と児童・生徒の内から「もっと知りたい！学びたい！」と興味が湧いてくるような学習活動であり、そのために、特に理科においては、いかに実物をみせることができるかが、重要になってくる。

表3 代表的なキーワードの抽出回数の変化

	事前		事後	
	抽出回数(内訳:回数)	抽出割合	抽出回数(内訳:回数)	抽出割合
「主体・対話・深い・学び」	182 (65, 43, 26, 48)	9.53%	159 (49, 41, 29, 40)	8.45%
「観察・実験」	6 (4, 2)	0.31%	13 (8, 5)	0.69%
「実物・モノ」	0	0.00%	10 (7, 3)	0.53%
「必要・重要・大切」	15 (8, 4, 3)	0.79%	32 (18, 7, 7)	1.70%

※「抽出割合」＝「抽出回数」／「分析に用いた総抽出語数」

4. 2. 2. 共起ネットワークの分析

講座の受講前後での説明文を分析対象として、それぞれの共起ネットワークを作成し、その結果を図1に示した。特に(1)の分析の中で出てきた語を中心に議論を進める。

まず、事前・事後での共通点として、両者共に、「アクティブ・ラーニング」に対して、「主体・対話・深い・学び・授業・学習」などの語との共起関係が見られた。特に、「主体」・「対話」・「深い」・「学び」の語は、Jaccard 係数が0.3～0.5程度で他のものと比べると共起関係が強い。これは前述のように、「アクティブ・ラーニング」＝「主体的・対話的で深い学び」という関係性によるものと言える。

また、「問題・課題・解決」という語にも、Jaccard 係数が0.3～0.6程度と強い共起関係が認められ、問題解決や課題解決がアクティブ・ラーニングの一つの場面であるという認識は存在するようである。事前・事後共に説明文からもその様子は伺うことができる（例：「アクティブ・ラーニングとは、生徒が課題意識を持って、自

分自身あるいは他人との対話を通して問題解決を行うことである」)。

次に、事前・事後での相違点をいくつか挙げる。事前には「近年・最近・注目・方法」の語に Jaccard 係数が 0.2 前後の共起関係が見られたが、事後にはそのような語は見られない。事前の説明文の中には、アクティブ・ラーニングが教育界におけるトレンドであることを示すものが存在した（例：「アクティブ・ラーニングは、最近良く注目されている学習方法である」）。この点も講義により、アクティブ・ラーニングに対する概念がより具体的になり、一般的な教育界のトレンドに言及する必要がなかったものと推測できる。

また、「考える」という語に対する共起関係にもやや変化が見られた。事前には「考える・自ら」の語に共起関係が見られた（Jaccard 係数：0.15）が、事後には「考える・自ら」の語の共起関係ややが強まり（Jaccard 係数：0.22）さらに「考える・自ら・必要・生徒・児童」の語で共起関係が強まった（Jaccard 係数：0.2 前後）。これは、アクティブ・ラーニングには生徒や児童が考える場面を設定することが、少なくとも必要であるということが、講座によって強調された結果と言える。

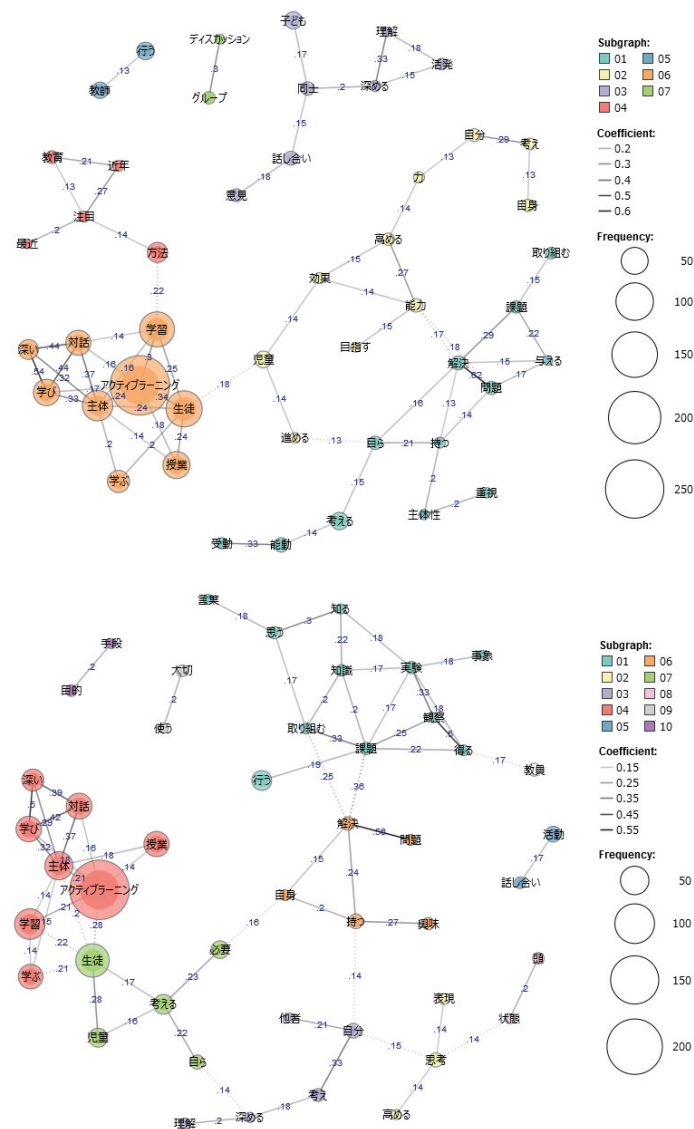


図1 共起ネットワーク (上) 事前調査 (下) 事後調査

5. 小・中・高等学校における教育実習生の授業実践とアクティブ・ラーニング

5. 1. 小学校における教育実習生の授業実践とアクティブ・ラーニング

授業を実践したのは、昨年度「理科カリキュラム研究」の講義を受講した学生2名とその指導教員である。内容は「空気と水の性質」で、「粒子」についての基本的な概念を柱とした内容のうち「粒子の存在」に関わるものである。

本実践は、夏休みが終わった2学期から始まった。そこで、授業の導入では、子どもたちが夏休みに目にしたり手にしたりしたことがあるであろう、加圧式の水鉄砲を扱った。この加圧式の水鉄砲はポンプ式の水鉄砲と違い、空気をタンク内部で圧縮し、圧縮された空気がもとに戻ろうとする力で水をタンク内部から外に押し出す仕組みとなっている。このことから、空気や水の性質について学ぶことになる本単元の事象提示として適当であると言える。また、水鉄砲が子どもたちの生活に身近なものであることから、その事象も身近なものと言え、子どもたちの主体的な学びを引き出すうえでも適当と言える。

導入の具体的な活動としては、加圧式の水鉄砲を学びの導入として位置づけた。教師は、空気をタンク内部に送り込む動作をした場合としなかった場合の様子を演示実験で示した。演示実験では、加圧すると水が発射されるが、加圧しなかった場合は水が発射されることはなかった。「この違いは何が引き起こしたのか」と、子どもたちは問題意識をもち、その答えを導こうと考え始めた。

班ごとに実際に水鉄砲に触れる中で、加圧する動作を行った際に、タンクの中で「ポコポコ」と音がしていることに気づき、タンク内部に空気が送られていることに気づいた。また、タンク自体が膨らんでいないことや、加圧すればするほどタンクがパンパンに固くなっている様子に気づいた。これらの気づきから、子どもたちは「空気がタンクの中でおし縮められ、もとに戻ろうとする力で水が発射されるのではないか」、「水がタンクの中でおし縮められ、もとに戻ろうとする力で水が発射されるのではないか」、「空気と水がタンクの中でおし縮められ、もとに戻ろうとする力で水が発射されるのではないか」等と仮説を導いた。共通の体験から仮説をもち、自らの生活の中で同じ様な現象がないか、身の回りに目を向けて、その根拠となる事象を探し始めた。どのような実験を行えば自らの仮説が証明できるか考え、学びを進めることができた。また、空気や水の性質について得られた知識をもとに生活の中の事象を捉え直すことができた。

教科書やその指導書を見て、授業の組み立てを考えているだけでは、身の回りの事象から子どもたちに問題意識をもたせたり、主体的に解決していこうとする姿を引き出したりすることは難しい。「理科カリキュラム研究」の講義を通して学生が学んだ「実物を大切にする」という意識が、本実践における児童の主体的な学びを引き出したと言える。

5. 2. 中学校における教育実習生の授業実践とアクティブ・ラーニング

授業において、アクティブ・ラーニングの要素をすべて盛り込むのは難しいが、教育実習生の授業の中で、観察・実験をもとに考えさせたり、班で話し合った意見を共有して結論をまとめる等の工夫がいくつか見られた。以下にその一つの例を挙げる。

＜題材：1年2分野 コケ植物の特徴＞

コケ植物には、根・茎・葉の区別が無く、水は体の表面全体から吸収している。このことは授業の中で簡単に説明して終わらせてしまうことも多いが、今回の実習生の授業では、独自の実験を盛り込んで、生徒に考えさせる展開としていた。その流れは次の通りである。

① コケの体の観察

「根・茎・葉の区別があるかどうか」を視点として、実際にコケの観察をさせ、班毎に結果をまとめさせた。コケは教科書で扱われているスギゴケに近い仲間のスナゴケを用いた。スナゴケの方がスギゴケよりも後述の実

験に適している。

② 観察結果の発表

班毎に結果を発表させた。根・茎・葉 のようなものがあるという意見も出た。

③ コケ植物が水をどこから吸収しているかを調べる実験

根・茎・葉の区別がある場合、水は根から吸収されると考えられる。根・茎・葉の区別が無ければ、水は根だけから吸収されるとは限らない。そこに繋げる目的でコケ植物が水をどこから吸収しているかに注目させて次の実験を行わせた。

実験：少し乾燥させたスナゴケに霧吹きで水をかける。すると乾燥して縮んでいたスナゴケが一瞬で膨らむ。根から吸収した水が全身に送られるのであれば、もっと時間がかかるはずである。

この結果とコケ植物がコンクリートの壁等にも生えていることを考え合わせて、コケ植物は水を全身から吸収していることを導いた。

④ まとめ

③の結果やコケ植物には維管束がないこと等を考え合わせて、コケ植物には根・茎・葉の区別がないことを導いた。

5. 3. 高等学校における教育実習生の授業実践とアクティブ・ラーニング

5. 3. 1. 高等学校物理におけるアクティブ・ラーニングの実践例

同じ4～5人のグループ実験を続けていると、同じ生徒が記録や計測（測定器具の読み取り）を担当していることがある。効率よく実験を進めるための生徒なりの工夫かもしれないが、毎回限られた生徒が実験装置全体の組み立てを仕切っているのは主体的な学習とは言い難い。班替えもするが革命的な効果はない。意図的な班編成にすると、操作に手間取る、授業時間内に実験が終わらない、意欲を削いだりと、やはり心配は尽きない。

高校2年生物理基礎（必修2単位）の年間約60時間（考査含む）の実授業数のうち、約20時間の生徒実験を実施している。物理実験室で4～5人の10班編成が主だが、班で人数分の測定を繰り返し、個人でデータ取得・解析する各々実験、生徒が個々に取り組む個人実験、二人一組のペア実験や、普通教室の実験を取り入れている。個人実験は生徒個々の主体性を高め、グループでの新しい役割や、対話的な深い考察をするのに効果があると考えている。また、普通教室の実験はやや新鮮な気持ちで取り組むことができる。

実験は単元始めに行う。講義で予備知識や先入観を与える前の無垢の思考状態で物理現象を観察し、実験の過程で驚きや楽しみを実感させ、現象の規則性や法則性に気付かせたい。実験内容は教科書のような法則性の検証に留まらず、単元の根底の考え方や内容を網羅させたい。質も量も教科書以上で時間内に測定を終えるのがやつの場合もあるが、約20回の実験レポートの作成によって単元の学習が終わるようにしたいと考えている。

表4.の実験の3分の1は、元都立日比谷高校の橋本道夫先生、30年前の都立国立高校物理科の実験をベースにしている。汎用でない自作実験器具の使うもの、説明が必要なものを含むが、詳細は別の機会に紹介したい。

例えば、①は副尺が1/10mmしかない景品用の樹脂ノギスを使う。測定・考察・計算の簡便さが初学者に理解しがたい有効数字の扱いを可能にしている。②、⑥、⑮は実験精度にこだわり、グラフの重要な関係性を学ぶ。③は生徒のレポートを省みながら何代も改良を重ねた手作りの台車を使い、「静止摩擦力の作用・反作用」が実験の原理である。⑦は長さ2mの手作りの大型ウェーブマシンで、横波だけでなく縦波の実験ができる。同じ媒質の横波と縦波の速さの比較、表面波の再現もできる。連結すると20m以上の超大型ウェーブマシンになり、様々な着眼点で考察は尽きないのだが、教育実習期間や授業時間数の関係で生徒実験として実施できない場合があり、そのときは仕方なく演示実験として扱っている。⑫は市販の実験器具より大きな樹脂製パッドを使い、水路の開口端における水波の反射波の観察ができる。⑯は約15回路をブレッドボードに組み、抵抗やコンデ

ンサの端子電圧を約40箇所、黙々と測定する。誤差が少なく、プリントに測定値を書き込めば、複雑な回路でも明解な電圧の関係性に気付く。ミノムシコードによる配線なら3回路が限度だろう。②は特殊な放射線源を専門機関から借りるが、福島原発の事故以後、借用にひと手間かかる。個人実験は45～50個の実験器具が必要である。実験器具はコンテナボックスに収納して楽に移動できるようにしているが、保管場所の確保は苦勞している。

授業時間数の悩みもある。特に3年生で学校行事の影響で授業時間数が減少し、そのため、実験⑭とレンズと鏡の学習を2年生に移行した。その際、光源を「ロウソクの炎」から、やや特殊だが「窓から入る光」に変更、凹面鏡の実験を追加した。実験室の窓に25cm四方の紙枠を貼り付け、紙枠から入る光を光源とし、他の周囲を暗幕で塞ぐ。スクリーンに外の景色が映ると生徒に驚きが走る（関心・意欲・態度）。初め、紙枠に焦点を合わせてa [cm]、b [cm]を測り（技能）、焦点距離f [cm]を求める（知識・理解）。次に外の景色、例えば校舎外の木に焦点を合わせてa' [m]を測れば、手が届かない木までの距離b' [m]が予測できる（思考・判断・表現）。虫眼鏡（凸レンズ）と化粧鏡（凹面鏡）でそれぞれ実験する。位置合わせは正しいか、実像か虚像か、焦点はあっているか、像の大きさはいくらか、各々の疑問に架け橋を渡す生徒の対話が弾む。

表4 【物理基礎実験リスト】（2年必修2単位）

No.	実験項目	実験形態	主な実験内容	主要な実験器具
①	硬貨の大きさ測定（ノギス）	個人，教室	1/10mm 副尺の原理，有効数字	100円樹脂製ノギス，一円玉，丸座金
②	重力加速度	班，各々	g の精度， $x-t$ 図と $v-t$ 図の相互の関係	放電式記録タイマーをチューニング
③	動摩擦力による正の等加速度運動	班	運動方程式，慣性，作用・反作用	長い力学台車（自作）
④	3力のつり合い	班	分力，浮力の反作用	ばね測り，台測り，メスシリンダー
⑤	静止摩擦力・摩擦角	班	二通りの実験の結果比較	木板，発泡トレイ，おもり
⑥	バネの直列接続・並列接続	ペア，教室	$f-x$ 図の相互関係，弾性エネルギー	つるまきばね，簡易目盛鏡（自作）
⑦	輪ゴム式ウェーブマシン	班	横波・縦波の反射・定在波	輪ゴム式ウェーブマシン（自作）
⑧	弦の振動	班	（教育実習生担当）	発振器，波源用スピーカー（自作）
⑨	気柱の共鳴	班	（教育実習生担当），開管，両開き管	音叉，アクリルパイプ，水ため
⑩	声の波形	班，各々	周期，振動数，フーリエ解析	アナログオシロスコープ
⑪	水の屈折率・臨界角	個人	二通りの実験の結果比較	100円アクリルケース，待ち針，画鋸
⑫	水波の実験	班	反射，屈折，干渉，ドップラー効果	大型パッド，木片等
⑬	光の色と波長測定	全体，各々	分光（赤橙黄緑青紫）	直線フィラメント電球，回折格子
⑭	凸レンズ・凹面鏡がつくる実像	班	倒立実像の観察，外の景色の距離予測	100円虫眼鏡，200円化粧鏡
⑮	簡易分光器の作成とスペクトル管の観察	個人	Cd 灯，Hg 灯，Na 灯の線スペクトル	1cm 四方に切断した回折格子レプリカ
⑯	ヤングの実験	班	毛髪やスリットがつくる干渉像	簡易光学台（自作）
⑰	虹の原理	班	主虹・副虹の原理，境界での屈折・反射	虹シート（自作），レーザー光源
⑱	せっけん膜の干渉	個人，教室	薄膜の干渉，反射型・透過型	円形枠（自作），教室実験
⑲	力学的エネルギー保存則	班	振り上げ高さごとの誤差の解析	穴あき金属球，振り子（自作）
⑳	キルヒホッフの第2法則	個人	R ， C の約15回路の電圧測定	ブレッドボード，マルチメータ
㉑	箔検電器	班	摩擦帯電，電荷移動	Ne 管，帯電球（自作），木綿糸
㉒	γ 線源によるCTの原理	班	γ 線の透過・遮蔽	γ 線源（借用），単1乾電池

5. 3. 2. 高等学校化学におけるアクティブ・ラーニングの実践例

2019年10月1日（火）の3限に実施された「中和反応と塩の水溶液の性質」の授業の中で、教育実習生がアクティブ・ラーニング（主体的、対話的で深い学習）の手法を活用した授業を実践したので、ここに紹介したい。

この授業の前に、「塩の性質」の実験を行った。具体的には3つの酸（塩酸・硫酸・炭酸）と2つの塩基（水酸化ナトリウム・アンモニア）で生じる10種類の塩の水溶液の性質をBTB溶液で調べる実験である。授業者は、前時に実験が位置付けられていることから、実験・観察という前時の経験を活かし、「つなげて考える」ことを生徒に意識させる授業を目指した。理科全体での重要な「実証性」・「再現性」・「客観性」の3つの視点を充実させるため、実験・観察で得られるデータについて、他者と共有する機会を設ける中で比較・考察を行い、データに対する「見方・考え方」を育むこととは何かを教室全体で考える機会を与える授業を考えた。

授業の冒頭で、授業者は前時の実験の振り返りとして10種の塩の水溶液の性質をBTB溶液で調べた結果をスライドで図2.のように提示した。中学校では中和によってできる塩の液性は中性であることを学んでいるが、今回の実験で、塩の液性は必ずしも中性であるとは限らないことを生徒全体に共有させることが目的である。

その上で、授業者は酢酸ナトリウム水溶液が塩基性を示す理由を図3.のようなスライドを示し、順序立てて説明する方法を解説した。説明のステップとして、① 塩のルーツとなる酸と塩基を考える、② 塩の電離を考える、③ 水の電離を考える、④ 酸と塩基の強弱からイオンで存在するものと元の酸や塩基に戻るものを考え、溶液の中に H^+ と OH^- のどちらが多く存在するかを考える。以上のステップを提示して、塩の水溶液の性質が酸や塩基の強弱の関係から説明できることを解説した。

その上で、机を5人1組のグループにし、指定された塩について示した液性を説明するためにグループで考察させた。説明の作成は10分とし、提示した酢酸ナトリウムの例を参考にしながら、科学的根拠に基づいた説明を考えさせた。グループでまとめた説明は配布したホワイトボードにペンで記入させることとした。授業者は作成したボードをタブレット型コンピュータで撮影してスライドとして提示し、各班の代表者による発表を2分以内で行うこととした。生徒が作成した説明の一例を図4に示す。酢酸アンモニウムは弱酸-弱塩基の塩であり、教科書では「液性は種類によって異なる」としか書かれていないが、生徒がグループで相談して考察をし、授業者が示した説明の例に沿って説明を考えることによって、教科書には示されていない「酢酸とアンモニアのどちらが元の分子に戻るはたらきが強いのか」という、より深い内容に踏み込んだ考察が主体的に表現されていると評価できる。

6. 成果と課題

本研究は、「アクティブ・ラーニングを意識した講義を行うことで、講義内容の定着が以前よりも向上し、講

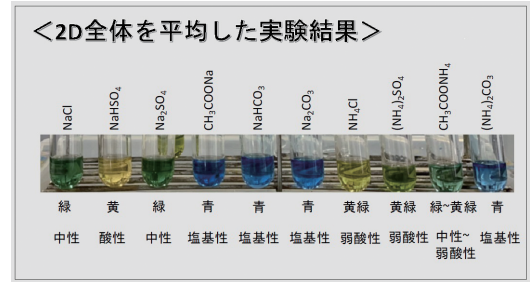


図2 前時の実験結果の振り返り

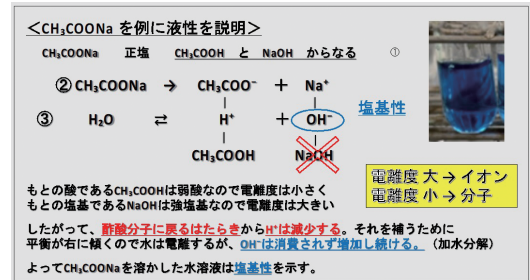


図3 酢酸ナトリウム水溶液が塩基性を示す理由

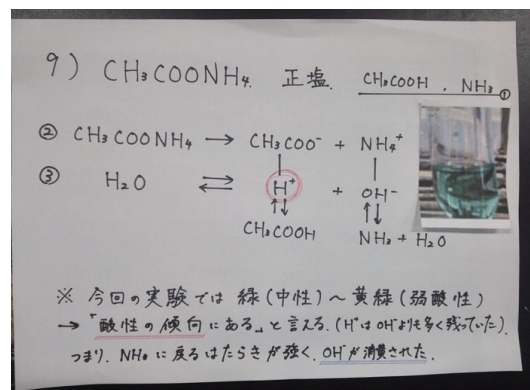


図4 生徒が作成した塩の液性を説明の一例

義が役に立ったという記述が増加した」および「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」という昨年度の成果をさらに深化させ、「事前・事後アンケートの設問の形式に統一性が足りなかったこと」、「アンケートの記述にあった要望に応える講義を実施すること」、「アンケート回答数を増やすこと」などの昨年度の課題を解決することであった。

今年度は、事前・事後アンケートの設問の形式には統一性を図り実施し、アンケートの記述にあった要望を具体的に示し、次年度以降の講義の改善する視点を明らかにした。また、「理科カリキュラム研究」履修学生99名のうち78名からアンケートの回答を得ることができた。回収率は78.8%となり、昨年度を大きく上昇した。

事後アンケートにより講義内容に関しても概ね好意的な回答を多く得ることができた。また、世田谷地区理科教師が重視している「実物」教育についても、多くの自由記述にその内容が書かれており、受講生にも定着したものと考えられる。

抽出語の分析により、本講義を経て、アクティブ・ラーニングに対する概念が広がったことが明らかになった。さらに、共起ネットワークの分析により、本講義により、アクティブ・ラーニングに対する概念がより具体的になり、アクティブ・ラーニングには生徒や児童が考える場面を設定することが、少なくとも必要であるという認識を受講生が得たことも明らかになった。

なお、次年度以降の課題としては、「理科カリキュラム研究」という講義全体の中で、カリキュラムという用語を統一的に使用すること、各講義内容においてカリキュラム上の位置付けを明確にする必要があること、が考えられる。さらには、講義のはじめに学習指導要領のどの内容の取扱いと関連しているかなどを示すことによって、よりカリキュラム上の位置付けを明確にする必要があると考えられる。

アクティブ・ラーニングに関しては、各自の学校での授業の中で具体的にどの部分にアクティブ・ラーニングの視点を取り入れているかを強調し、各講義の中で示す必要があると考えられる。

なお、世田谷地区理科では、小学校、中学校、高等学校の教員がそれぞれの授業を互見することを次年度の課題の1つとした。このことにより、小・中・高等学校の理科カリキュラムならびにアクティブ・ラーニングの実践および検討をさらに深めることが可能になると考えている。

7. 引用文献

文部科学省（2012）「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～」，中央教育審議会答申，平成24年8月28日付

文部科学省（2017）「平成29年度 小・中学校新教育課程説明会（中央説明会）における文部科学省説明資料」，pp.18-28