

# 観察・実験を用いて指導力ある理科教員養成について

—— 中等理科教育法の授業での取り組み ——

## Training Leadership for Science Teachers Using Observations and Experiments

顧 萍

Ping GU

(和歌山大学教育学部物理教室)

木曾田 賢 治

Kenji KISODA

(和歌山大学教育学部物理教室)

2017年9月14日受理

### 要旨

平成29年3月31日に文部科学省が公示した次期新学習指導要領が「社会に開かれた教育課程」の教育理念に基づき、学校教育の中で「主体的・対話的で深い学び」により、将来に子どもたちに「生きる力」を育む自分の人生を拓いていくために必要な資質・能力を身につけていくのは柱になっている。この教育理念を着実に実現できるように、本学では「理科教育法A」の授業で、身近の現象を取り入れ、問題を提起し、学生が主体的に原理を考え、結果を予想し、話し合いにより結論を出す事を通じて科学的な思考力・表現力を養う。観察・実験を用いて指導力ある理科教員養成の一例を紹介する。

#### はじめに

平成29年3月31日に学校教育施行規則を改定するとともに、これまで議論してきた次期新学習指導要領は文部科学省が公示した。幼稚園・小学校・中学校は平成29年度、高等学校が平成30年度に徹底的に周知する。この新学習指導要領は幼稚園に平成30年度から全面实施する予定である。小学校に平成30年から31年まで移行期間を経て平成32年度から、中学校に平成30年から移行措置を実施し、平成33年度から、高校に平成31年から33年まで移行期間にして、平成34年度から全面实施する予定である。本学で「中等理科教育法A」を受講する標準学年は2年生であり、今年(平成29年)の受講学生は平成28年度に入学であり、中学校理科教員として平成32年度から教壇を立つ予定である。次期新学習指導要領移行期間の最後の年であり、その目標に沿って、各分野の目標及び学習内容を対応できる指導力を身に付けるのは、大学の理科教育での急務である。

#### 理科教員の現状と課題

(独)科学技術振興機構理科教育センターが無作為に抽出された全国の公立小学校380校935名及び公立中学校337校の572名の理科教員の協力によりまとめられた「平成20年度小学校理科教育実態調査及び中学校理科教員の実態調査に関する報告書(改訂版)」(1)に小中学校の理科に関する様々な調査結果を示している。中に理科を教える教員の意識調査によると、分野ごとの指導の得意・苦手について、小学校学級担任において、「理科全般の内容」では、約5割の教員が「苦手」または「やや苦手」と感じている。分野別に「物理分野

の内容」67%、「地学分野の内容」65%、「化学分野の内容」56%、「生物分野の内容」47%である。物理分野の内容は一番不得意であることが分かった。中学校理科教員において、割合高い順に「地学分野の内容」44%、「物理分野の内容」31%、「生物分野の内容」28%、「化学分野の内容」13%であったが、しかし、教職経験年数別に「物理分野の内容」の指導の苦手意識の割合は、5年未満の教員が54%になっている。化学分野の22%、生物分野の28%、地学分野の53%に対して、特に高いことが現状である。この調査から現在小中学校の教員共に半数以上物理分野の内容の指導に苦手意識を持っていると言える。

また「理科の知識・技能等の自己評価」について、5項目での「低い」また「やや低い」と回答した小学校学級担任の割合は、「学習内容について」は58%、「指導法について」は70%、「観察・実験について」は66%、「学習評価について」74%、「自由研究の指導技術」は81%で、各項目ともに半数を超えている。教職経験年数別での回答の中で、一番割合が高いのは、「指導法についての知識・技能」であり、「教職5年未満」のは91%である。教職年数を増えるにつれて割合が低くなるが、「教職30年以上」でも56%の学級担任が指導法の知識・技能の低さを感じているという現状であった。一方、中学校理科教員の理科に関する知識・技能等の自己評価については、「実験・観察で知識と技能が十分にある」に対して「そう思う」と「ややそう思う」と肯定的な回答は70%以上であった。しかし、「自由研究の指導技術が十分である」に対しては30%であり、自由的に理科の身の回りに見られる現象について説明・

発案・指導技術などが不足と思われる。教職経験年数別に見ると「実験・観察で知識と技能が十分ある」と肯定的な回答は、「教職5年未満」のは44%であり、半数未満であることが分かった。

さらに平成20年10月30日に科学技術振興機構報(JST)第580号で掲載している【報告書「中学校理科教育を充実し、科学技術創造立国の確固たる基盤を」の概要】(2)の中で、中学校理科教員の養成の課題として、「学生に実践的な指導力を身に付けさせる大学の取組が不十分」とも指摘があった。他に「教員養成課程に理科教員が修得すべき具体的基準が無く、十分な教育が成されているか明確でない」とも言われている。

以上の状況の中、公示した次期新学習指導要領の理科の指導内容が大幅に増え、「学校学習指導要領解説理科編」(3)改訂の経緯及び基礎方針、改訂要点、各分野の目標及び内容を約129ページで記載している。小中学校教育の成否は、教員の指導力量による影響が大きいと思われる。以上の現状を踏まえ、大学の理科教員養成課程では、理科教員としての専門的力量、自然現象をみる柔軟な発想力・科学的な思考力・表現力、効果的な指導力を身につけ、向上させていくことが急務であると言える。

### 授業での取り組み

本年度の「中等理科教育法A」の授業で、物理分野の内容において「主体的・対話的で深い学び」の視点から、身の回りの現象を取り入れ問題を提起し、学生達が主体的に原理を考え、結果を予想し、話し合いにより結論を出す事で科学的な思考力・表現力を養う。その後実験・観察を通して、自分の理解を確かめ、科学的探究の技能・力を身に付き、自ら自然の事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度を養うような授業を取り入れている。学生たちがグループワークにより学び合い、高め合いができ、主体的・対話的で深い学び方法は大学で体験し、深めていくことにより指導力がある理科教員を育成することを期待している。

具体的に授業中で取り入れた事例の中、例として以下の二つを示す。

その一：大きな風船と小さな風船を投げるとどちらが遠くに飛ぶか。

学生の予想：ほぼ全員が小さいのと予測。

理由：空気抵抗力が小さい風船の方が小さいから。

その後、実際に大小風船を投げると、大きな風船が遠くに飛んで行くことがわかった。その原理を改めて考えるため、学生たちが再度話し合いし、なかなかお互い納得することに至らなかった。ここで授業担当教員がヒントを与え、助言をして、最終的に全員が原理法則を理解ができ、この現象について説明できる

ようになっただけでなく、なぜ自分たちの予測が間違った原因も考えて深く学びことができたと言える。

その二：同じ長さのアルミ管とアクリル管の中に同時にネオジウム磁石を落とすと、磁石は同じタイミングで落ちてくるのか。

学生の予想：受講生の約6割が同じタイミングで落ちてくると思っていた。

理由：同じ磁石を使っているから。同じ長さの管だから。同時に磁石を落としたから、アルミもアクリルも磁石に反応しないから。重力による自由落下だからなどであった。

その後、実際に演示実験を見せたところで、アルミ管の方が落ちるスピードは遅いということが分かった。学生がグループワークにより話し合いし、正しく予測し且つ原理を説明できる学生がリードし、また理解不十分の学生に解説し、学び合い、高め合いができ、主体的・対話的で深い学び方法は大学での養成課程において体験でき、学習内容深めていくことにより指導力がある理科教員を育成できると思われる。

他に、授業中で体重計により体重測定の変化や空なぜ青く夕陽なぜ赤いなど身近な現象の演示実験を取り入れ、学生を考えさせ、日常生活と物理分野との関係を体験した。このような取り組みにより、学生が日常生活や社会と関連付けながら、様々な現象を理解するとともに、それらの観察・実験などに関する技能を身につけることができ、指導力ある理科教員を養成する。

### 能動的に学ぶことができる授業について

今年度の授業での実践を踏まえて、今後の授業により良い内容になるため、授業の最終回にアンケートを調査し、内容重複なものを省く、回答は以下の通りである。

#### 設問1

今まで受けた授業の中で一番印象に残った授業は何ですか。具体的にどのような内容で、なぜか教えてください。

- 生徒に集中力を持続させる授業。
- 実験・観察の結果は自分が確信している答えと逆の結果が出た授業。例えば、風船が大きい方が投げると小さいのより遠くまで飛んで行くということを取った授業。
- 実際に演示実験を見せてくださった事はすごく印象に残っており、今までは考えなかった自然現象について考える機会を得ることでできた授業。
- 興味深い、面白い実験・観察。
- 先生自身がすごく熱心で教えることをしっかり教え、実験を重視した授業。分かりやすく噛み砕いて理科を根本から教える授業。

- 自作のプリント要点を分かりやすくまとめてくれる授業。
- 身を持って体験し、こんな感じ方をしているのかと衝撃をうけた授業。
- 高校で学習したものの実験として見たことはなかった実験を大学に来て見ることができた授業。
- 成り立ちと背景の本質を知らせる授業。
- 体重計の下に布を沢山敷いて乗ったこと。体重が軽くなっていることに自分が驚いた。
- 授業で学習した事を自分で体験することができた実験の授業。
- 高校での生物の授業で、実際に出かけて行って、直接目で見たり、触ったりしてその中で知識を教える授業。
- 授業がON/OFFがうまい授業。
- 知っていることと見たことあるでは違うから、演示実験がある授業。
- 動画、電子黒板を使う、面白い話術、わかりやすい表現方法で、生徒の興味関心のキッカケを作ってくれる授業。

#### 設問 2

今まで受けた授業の中で知識やスキルを伸ばした授業は何ですか。具体的にどのような内容で、なぜか教えてください。

- 現場の教師の話
- 大きな風船が小さいのより遠くまで飛ぶのかどうの一回の授業では理解しきれなくて、友人になぜか聞くことによって知識をつけた。
- 物理学実験の授業で、高校の時には物理の実験をあまりしたことがなく、教科書や参考書上での理解だったので、様々な実験器具を使うことで、知識やスキルを伸ばすことができた。
- 様々な事象について原理を考える機会があり、日常生活とうまく結びついた授業。教師としてのネタづくりに訳に立ったと思った。
- 物理学実験の授業で、測定結果の分析、材料の性質、機器の使い方、レポートの正しい書き方がしっかりと身に付いた。おかげで、大学生生活全般に役に立つ。
- 心理学の授業で、人とうまく付き合う方法や子どもとの接し方を具体的に論理的に教えてもらった。
- 実験の授業で、身をもって感じる事ができ、記憶にも残りやすいので、知識になったと思う。
- 中等理科教育法のような、自分で試して見たり、前で行われる実験を見て、なぜそうなるのを考えて答えを出す授業。
- 物理学実験の全般、苦労もあったが本当に勉強になった。
- 実験の授業。実際に試すことができるので、身をもって感じる事ができ、記憶にも残りやすい。知識

になったと感じることができたから。

- 明確かつ単的で分かりやすく、楽しい授業。
- 地学概論B。先生がとった映像や雑談が面白い。今後使える色々な知識を得たから。
- 物理学概論B。高校の知識を元に、少し発展させる内容、難易度がよく、達成感があった。

#### 設問 3

今まで受けた授業の中で一番苦痛を感じた授業は何ですか。具体的にどのような内容で、なぜか教えてください。

- 話を聞くだけの授業、すぐ眠たいから。
- 話を聞くだけの授業は全体的にしんどかった。
- アクティブラーニングの少ない授業は少し苦痛を感じる。
- 物理学実験B。物理が苦手であるが頑張ってレポートを出していた。レポートを仕上げるのも大変であったのに再提出になった、精神的にまいっていた。
- 配布したプリントを音読するだけ、内容に関しても聞いても頭に入っておらず、ただただ苦痛であった。
- ひたすら配られたプリントを読み上げるだけで、プリントに書いていない知識を与えてくれるわけでもなく、何のために聞いているのか理解できなかった。そのせいで時間がたつのが遅く苦痛の授業だった。
- 理科の教科書を音読しているのを聞くだけの授業。自分で読んでもわかるので無意味な時間だと思ったから。
- 先生が一人で講義をして聞くだけの授業。興味をもたせるような話し方なら面白いと思うけど、そうでないと興味を持つことができず、退屈に感じてしまうから。
- 先生が厳しい人で苦痛だった。
- 物理の授業のスイッチの入れ方を知りたい。
- 大学の多くの教育学的な授業。興味のないことを多人数の中で一方的に語られることは非常に退屈。
- 授業が延長され、いつになれば終わることができるのか、スケッチなので限界まで続くと何時になっても終わらなくてしんどかった。
- 物理学実験のレポートが難しく、苦痛であった。
- 理科なのに、ただひたすら前で、先生が話すだけの授業。どうしてそうなるのかも考える時間をくれず、すべて先生が話している授業で国語の授業と同じくらい眠たかった。

#### 設問 4

自分にとって理想な授業はどのような授業ですか。

- 面白い実験や面白い考え方などを教えてくれる授業。
- 話のテンポに抑揚があり、授業の中で流れがしっかりとわかる授業。教える内容をしっかりと生徒に伝える意思のある授業。科学的な内容を漏れなく伝達

できる授業。原理などをしっかり理解でき、力を付ける授業。

- 子ども達が笑顔で授業を聞いてくれるような面白い話をして、テストをした時に、自分が最も理解してほしかったところを全員が理解してくれているようになる。自分が教えていて楽しいと感じる授業。
- 受けた後、良かったと思える授業であること。自分の思考を養うことができ、判断の材料となっていると感じられる事。その時、面白いかどうかは問題ではない。
- 生徒が参加できる授業。(発言させる、考えさせる、など)
- みんなが興味をもってもらえるような授業。子ども達が参加でき、自ら考える授業。
- 学生目線で言うならば、大学期末試験の無いもの。教師目線で言うならば(理科)、実際に現象をできる限り見せ、そこから学びにつなげる。
- 生徒が楽しんで、主体的に学んでくれる授業。
- その授業を受けている人が、全員興味をもち、自分で調べ、学んでみようとする事ができる授業。一回一回ですごく頭に残るような何かがあれば、楽しみながら学ぶことができると思うから。楽しい面白い話ではなく、学問の中にある面白さ、楽しさを授業に受けている人に伝えられる。そんな授業をやっていけるような教師になりたい。
- 生徒に面白いと思わせ、自主的に学びたいと感じさせる授業。
- 理科の授業であれば実験などを実際に見せてもらえる方が分かりやすい。
- いい意味で寄り道をする授業(寄り道をしなくても返ってくる)
- 伝えるべきエッセンスを残さず盛り込みながら、プラスアルファを足していける。その時に知識の定着も視野に入れられる授業。
- 自分が考える時間がある授業。モヤモヤをスカンとする方向にもっていける授業。そのためには、実験、もしくはそれを説明できる教材で、授業をしないといけないと思うし、予想や考察の時間がとても大切だと思う。
- 心に余裕をもって、しっかり考えさせてくれる授業。

教科書ベースでも+ $\alpha$ の面白い豆知識を入れてくれる授業。

- 生徒が自ら進んで学ぼうとしてくれるような授業。空き時間もその授業について少しでも考えてくれればそれは良い。
- 生徒と一緒に考えて、答えを予想する楽しい授業。
- 一方的な講義式な授業ではなく、生徒たちが自ら考え、行動できる授業。
- 生徒がその教科を好きになれる。または嫌にならない授業。
- 身近なものの興味のあることや、知りたかったけどわからなかったことを教えてくれる授業。

以上のアンケートの結果から理科教員養成課程の初等・中等理科教育法の授業において、学生が高校での理科各分野の履修状況は不均衡の中、得意とそうではない学生に一斉座学で講義するのはついていけなくなる学生が出てくると思われる。学生が能動的に学習し、知識・技能・思考力・表現力を育成には学生参加型の授業が望ましいと思われる。次年度から今年度の試みを踏まえて、さらに「主体的・対話的で深い学び」の授業になるように完全する予定である。

#### おわり

新学習指導要領の目指す目標に指導できる理科教員養成するため、今年度の「中等理科教育法A」の試みをまとめた。次年度からさらに学生主体的な授業「主体的・対話的で深い学び」を中心にし、協働学習を通じて理科教員が必要な指導力を身につけていく。さらに今後の教材分析・研究するために、ICTを活用し、授業中で行った話し合い過程、演示実験、話し合いした結果発表を録画する予定である。

#### 参考文献

- (1)「平成20年度小学校理科教育実態調査及び中学校理科教員の実態調査に関する報告書(改訂版)」平成21年4月改訂(独)科学技術振興機構 理科教育センター
- (2)【報告書「中学校理科教育を充実し、科学技術創造立国の確固たる基盤を」の概要】平成20年10月30日に科学技術振興機構報(JST)第580号
- (3)「学校学習指導要領解説 理科編」文部科学省