

小学校教員における理科実験の技能に関する基礎的研究

—— 教職課程で学んでおきたい実験技能 ——

片 山 豪

A study about the techniques of science experiments for elementary school teachers

—— Useful techniques in teacher training courses ——

Takeshi KATAYAMA

高崎健康福祉大学紀要 第17号 別刷

2018年3月

小学校教員における理科実験の技能に関する基礎的研究

—— 教職課程で学んでおきたい実験技能 ——

片 山 豪

(受理日 2017年9月29日, 受稿日 2017年12月21日)

A study about the techniques of science experiments for elementary school teachers

—— Useful techniques in teacher training courses ——

Takeshi KATAYAMA

(Received Sept. 29, 2017, Accepted Dec. 21, 2017)

I 研究の背景と目的

現行小学校学習指導要領¹⁾の理科の目標は、「自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。」とあり、全ての単元について、観察や実験を行う内容についても、小学校学習指導要領解説理科編²⁾に、実験の内容等が詳細に記載されている。次期小学校学習指導要領³⁾の理科の目標は、「自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。(1) 自然の事物・現象についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。(2) 観察、実験などを行い、問題解決の力を養う。(3) 自然を愛する心情や

主体的に問題解決しようとする態度を養う。」のように、観察、実験を通じて、問題解決の能力を育成することを強調している。

小学校教員を養成する大学には、「小学校や中学校の教員を養成する師範学校を前身とする教員養成に特化した学部を持つ大学」、「文学や音楽等の専門学部小学校の教員養成課程を設けた大学」、本学のように「幼稚園や保育園等の就学前教育の教諭や保育士の養成校を前身とする教員養成学部をもつ大学」等がある。小学校教員を養成する大学で、小学校教諭免許以外に中学校や高等学校の理科の免許を取得する場合は、物理、化学、生物、地学の分野を満遍なく学び、実験も必ず行っている。一方、中学校や高等学校の理科教諭の免許状を取得しない場合、小学校教諭免許取得のための理科に関する科目として、「理科」と「理科指導法（または教育法）」の合計4単位の修得が義務づけられている（小学校教諭二種免許状の場合、理科に関する科目を省くことも可能である）。小学校理科は3～6年

の間に20単元あり、1単元あたり複数の実験が存在する。それに対し、「理科」は、15コマで小学校の理科の内容を教えるにあたって、背景となる理論や小学校以降に学ぶ系統性のある内容を扱う。「理科指導法」は、15コマで小学校学習指導要領解説理科編²⁾の示す指導の方向性、学習指導案の書き方、模擬授業を扱う。この2科目は実験技能の習得だけに設けられた科目ではないため、この2科目だけでは、時間が足りず、全ての実験の技能を修得するのは不可能である。

著者の担当する「理科」の授業においては、毎時間実験を行っているが、基礎的なもの以外は、実験内容も変えている。また、溶液作製や顕微鏡の使い方についても、授業だけではなく技能試験を行う等して、学生が現場で困らないように徹底的に指導したり、実験の準備ができるようになるための汎用的能力を高める学生が主体的に行う協働学習も設けている。

それでは、限られた時間の中で、理科実験の技能の習得のためには、どのような実験を行なったらいいのだろうか。また、小学校教諭がどの技能に不安を感じているのか、大学でどのような授業を受けて来たら良いと考えているのだろうか。

そこで、今後の「理科」の授業を有効かつ実践的なものにすることを目的として、「どの理科実験の技能に不安を感じているか」、「大学でどのような授業を受けて来たら良いと考えているのか」について、現職小学校教諭に調査を行った。

II 方法

1 調査方法

今回行った「小学校教諭における身につけておきたい実験技能に関するアンケート」を図1に示す。

- (1) 対象 群馬県の小学校（高崎市、前橋市、藤岡市）に勤務する小学校教諭（187名）、
- 回答率 75%（20校中15校）
- (2) 調査期間 平成29年6～7月
- (3) 形式 質問用紙によるアンケート

2 アンケート結果のデータ処理

各アンケートの結果について、理科を専門とする（理科専門）か、理科を専門としない（専門外）かどうかで区分分けを行った。未記入が4%もあったので、これも結果に加えた。

回答者の属性に関する質問については、全回答を理科専門、専門外、未記入及び全体に分け、質問1～3は100%積み上げ横棒グラフ、質問4は経験率の積み上げ横棒グラフで表記した。経験率は、以下の式で求めた。

$$\text{経験率} = \frac{\text{担当したことがあるを選択した教員数}}{\text{アンケートに回答した教員数}}$$

質問5の「児童に実験を教えるまたは実験の準備にあたり不安がある技能」については、理科専門、専門外、未記入及び全体の選択率（選択した割合）を示し、全体の選択率が多い順に表にした。選択率は、以下の式で求めた。

$$\text{選択率} = \frac{\text{該当する技能を選択した教員数}}{\text{アンケートに回答した教員数}}$$

質問6については、A、B、Cのランクごとの選択率を求め、ランクごとに、合計の選択率が多い順に表にまとめた。また、著者は「顕微

小学校教諭における身につけておきたい実験技能に関するアンケート

下記のアンケートにお答えください。

- 1 教職経験は何年ですか？（臨時も含めた常勤の年数） () 年
- 2 小学校の教職経験は何年ですか？（臨時も含めた常勤の年数） () 年
- 3 担当したことのある学年は何年生ですか？該当する学年に丸を付けてください。（複数回答可）
1年 2年 3年 4年 5年 6年
- 4 専門は理科ですか？ ① 理科が専門 ② 理科は専門でない
- 5 現在児童に実験を教えるまたは実験の準備にあたり不安があるものはどの技能ですか？
該当する番号にチェックしてください。（複数回答可）

| | |
|--|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 上皿天秤の使い方 | <input type="checkbox"/> 電子天秤の使い方 |
| <input type="checkbox"/> メスシリンダーの使い方 | <input type="checkbox"/> 温度計の使い方 |
| <input type="checkbox"/> 溶液の作製（パーセント濃度） | <input type="checkbox"/> 溶液の作製（モル濃度） |
| <input type="checkbox"/> 顕微鏡の使い方 | <input type="checkbox"/> 実体顕微鏡の使い方 |
| <input type="checkbox"/> 星座早見の使い方 | <input type="checkbox"/> 方位磁針の使い方 |
| <input type="checkbox"/> アルコールランプの使い方 | <input type="checkbox"/> ガスバーナーの使い方 |
| <input type="checkbox"/> マッチの使い方 | <input type="checkbox"/> ガス検知管の使い方 |
| <input type="checkbox"/> 電流計の使い方 | <input type="checkbox"/> 電圧計の使い方 |
| <input type="checkbox"/> 豆電球やLEDと電池のつなぎ方 | <input type="checkbox"/> リトマス紙の使い方 |
| <input type="checkbox"/> メダカの飼育と卵のふ化 | <input type="checkbox"/> 魚の解剖 |
| <input type="checkbox"/> その他（) | |
- 6 次の技能はA～C どの区分にあてはまるとお考えですか？
該当する区分を（ ）に記載してください。

| |
|-------------------------|
| A 小学校教員養成課程段階で習得して欲しい技能 |
| B 学校現場で習得すれば良い技能 |
| C 習得しなくてよい技能 |

| | |
|--------------------------|----------------------|
| () 上皿天秤の使い方 | () 電子天秤の使い方 |
| () メスシリンダーの使い方 | () 温度計の使い方 |
| () 溶液の作製（パーセント濃度） | () 溶液の作製（モル濃度） |
| () 顕微鏡の使い方 | () 実体顕微鏡の使い方 |
| () 星座早見の使い方 | () 方位磁針の使い方 |
| () アルコールランプの使い方 | () ガスバーナーの使い方 |
| () マッチの使い方 | () ガス検知管の使い方 |
| () 電流計の使い方 | () 電圧計の使い方 |
| () 豆電球やLEDと電池のつなぎ方 | () リトマス紙の使い方 |
| () メダカの飼育と卵のふ化 | () 魚の解剖 |
| () その他（) | |

今回のアンケートに関して、ご意見等がございましたら、ご自由にお書き下さい。

図1 小学校教諭における身につけておきたい実験技能に関するアンケート

鏡の使い方」及び「溶液作製」の技能試験と「魚の解剖」を担当する理科の授業で実施している。この注目している実験技能について、「A 小学校教員養成課程段階で習得して欲しい技能」、「B 学校現場で習得すれば良い技能」、「C 習得しなくてよい技能」の選択率を、100%積み上げ横棒グラフでも表記した。

質問7の自由記述のアンケートに関する意見等については、一部を抜粋した。

Ⅲ 結果

1 調査した小学校教諭の基礎統計量

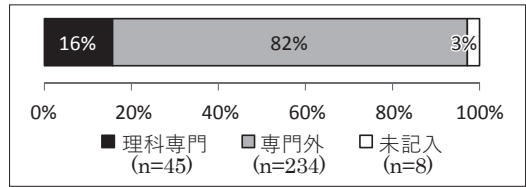
小学校教諭における身につけておきたい実験技能に関するアンケートの回答総数 287 を集計した。

アンケート対象者の属性について、図2に示す。理科を専門とする教諭は、16% (45名) で、理科を専門としない教諭は82% (234名)、未記入は3% (8名) であった (図2A)。

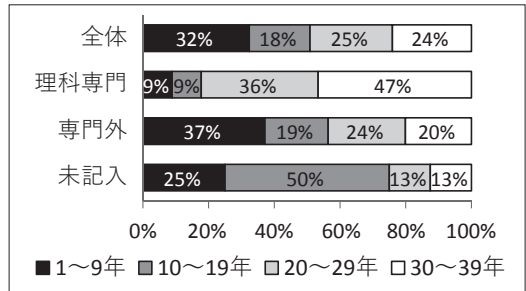
教職経験年数は、理科を専門とする教諭の場合、30-39年の割合が47% (21名) で最も多く、同じ経験年数における全体の24% (69名) と比較しても圧倒的に多い (図2B)。これに対し、9年未満と10-19年が9% (4名) で最も少なく、9年未満全体の32% (93名) と比較しても圧倒的に少ない。理科を専門としない教諭の場合は、教職経験年数9年未満の割合が37% (87名) で最も多く、同じ経験年数における全体の32% (93名) と比較して若干多い。これに対し、30-39年が20% (47名) で最も少なく、全体の24% (69名) と比較して若干少ない。

小学校での教職経験年数は、理科を専門とする教諭の場合、20-29年、30-39年の割合が29% (13名)、20% (9名) で、同じ経験年数にお

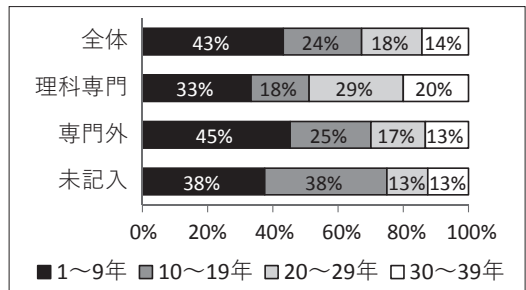
A 理科が専門かどうか



B 教職経験年数



C 小学校での教職経験年数



D 担当学年の経験

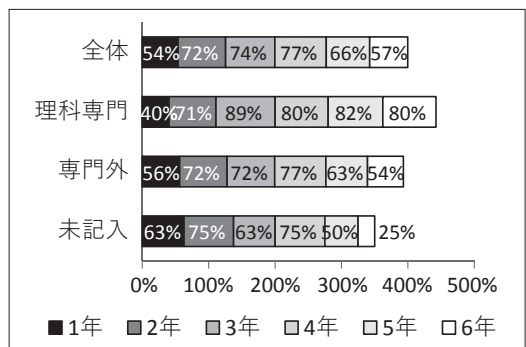


図2 アンケート対象者の属性

る全体の18% (53名)、14% (41名) と比較して多い (図2C)。これに対し、教職経験年数9年未満が、33% (15名)、18% (8名) で、同じ経

験年数における全体の43% (124名), 24% (60名)と比較して少ない。

担当したことのある学年の経験率の合計は、理科を専門とする教諭が442%と最も多い(図2D)。理科を専門とする教諭は、3, 4, 5, 6年生の経験率が89%, 80%, 82%, 80%と、全体の74%, 77%, 66%, 57%より高く、1年生の経験率が40%と、全体の54%より低い。

2 不安がある実験技能

小学校教諭が実験を教えるまたは実験の準備にあたり不安がある実験技能を表1に示す。

表1 不安がある技能

| 実験技能 | 理科専門 | 専門外 | 未記入 | 合計 |
|-----------------|------|-----|-----|-----|
| 溶液の作製 (モル濃度) | 49% | 84% | 88% | 78% |
| 魚の解剖 | 42% | 76% | 88% | 71% |
| 溶液の作製 (パーセント濃度) | 27% | 70% | 75% | 63% |
| ガス検知管の使い方 | 16% | 50% | 50% | 45% |
| メダカの飼育と卵のふ化 | 36% | 44% | 38% | 43% |
| 実体顕微鏡の使い方 | 7% | 41% | 50% | 36% |
| ガスバーナーの使い方 | 18% | 36% | 13% | 33% |
| 電圧計の使い方 | 0% | 29% | 38% | 25% |
| 電子天秤の使い方 | 2% | 24% | 50% | 21% |
| 星座早見の使い方 | 4% | 23% | 63% | 21% |
| 電流計の使い方 | 0% | 20% | 38% | 17% |
| 豆電球やLEDと電池のつなぎ方 | 0% | 19% | 38% | 17% |
| 顕微鏡の使い方 | 0% | 17% | 38% | 15% |
| 上皿天秤の使い方 | 0% | 14% | 50% | 13% |
| アルコールランプの使い方 | 2% | 10% | 25% | 9% |
| マッチの使い方 | 9% | 9% | 0% | 9% |
| メスシリンダーの使い方 | 0% | 7% | 25% | 6% |
| リトマス紙の使い方 | 0% | 7% | 0% | 6% |
| 方位磁針の使い方 | 0% | 6% | 0% | 5% |
| 温度計の使い方 | 0% | 3% | 0% | 2% |

不安がある実験技能は、全体で溶液の作製(モル濃度)、魚の解剖、溶液の作製(パーセント濃度)が、78%, 71%, 63%と高く過半数を超える。理科を専門とする教諭の場合、溶液の作製(モル濃度)、魚の解剖、メダカの飼育と卵のふ化が49%, 42%, 36%と上位を占めるが、過半数を超えない。理科を専門としない教諭の場合、溶液の作製(モル濃度)、魚の解剖、溶液の作製(パーセント濃度)が84%, 76%,

70%と上位を占め、過半数を超えた。

3 実験技能を習得する時期

小学校教諭が考える実験技能を習得する時期に関して、表2に示す。

表2 実験技能を習得する時期

A 小学校教員養成課程段階で習得して欲しい技能

| A | 全体 | 理科専門 | 専門外 | 未記入 |
|-----------------|-----|------|-----|------|
| 顕微鏡の使い方 | 77% | 95% | 74% | 63% |
| 溶液の作製 (パーセント濃度) | 75% | 79% | 74% | 75% |
| 実体顕微鏡の使い方 | 75% | 89% | 72% | 63% |
| 電流計の使い方 | 71% | 80% | 69% | 57% |
| 豆電球やLEDと電池のつなぎ方 | 70% | 76% | 70% | 57% |
| 上皿天秤の使い方 | 70% | 77% | 69% | 50% |
| アルコールランプの使い方 | 70% | 70% | 69% | 86% |
| リトマス紙の使い方 | 69% | 78% | 68% | 57% |
| メスシリンダーの使い方 | 69% | 77% | 68% | 63% |
| ガスバーナーの使い方 | 69% | 73% | 68% | 75% |
| 温度計の使い方 | 67% | 84% | 64% | 50% |
| 電圧計の使い方 | 67% | 68% | 67% | 57% |
| 溶液の作製 (モル濃度) | 66% | 63% | 67% | 63% |
| 方位磁針の使い方 | 65% | 75% | 64% | 50% |
| ガス検知管の使い方 | 65% | 70% | 63% | 88% |
| 星座早見の使い方 | 65% | 70% | 64% | 63% |
| 電子天秤の使い方 | 63% | 68% | 63% | 50% |
| マッチの使い方 | 63% | 69% | 62% | 75% |
| メダカの飼育と卵のふ化 | 52% | 62% | 51% | 57% |
| 魚の解剖 | 50% | 47% | 48% | 100% |

B 学校現場で習得すれば良い技能

| B | 全体 | 理科専門 | 専門外 | 未記入 |
|-----------------|-----|------|-----|-----|
| メダカの飼育と卵のふ化 | 46% | 38% | 48% | 43% |
| 電子天秤の使い方 | 35% | 30% | 36% | 38% |
| 星座早見の使い方 | 32% | 27% | 34% | 25% |
| 方位磁針の使い方 | 31% | 20% | 33% | 38% |
| ガス検知管の使い方 | 30% | 27% | 31% | 13% |
| メスシリンダーの使い方 | 28% | 20% | 30% | 25% |
| アルコールランプの使い方 | 28% | 25% | 29% | 14% |
| 電圧計の使い方 | 28% | 15% | 30% | 43% |
| 電流計の使い方 | 28% | 15% | 30% | 43% |
| 豆電球やLEDと電池のつなぎ方 | 28% | 18% | 29% | 43% |
| マッチの使い方 | 28% | 24% | 29% | 25% |
| 上皿天秤の使い方 | 27% | 16% | 29% | 50% |
| リトマス紙の使い方 | 27% | 17% | 29% | 43% |
| 温度計の使い方 | 27% | 14% | 29% | 38% |
| ガスバーナーの使い方 | 26% | 11% | 29% | 25% |
| 溶液の作製 (モル濃度) | 24% | 14% | 26% | 25% |
| 実体顕微鏡の使い方 | 24% | 9% | 26% | 38% |
| 溶液の作製 (パーセント濃度) | 23% | 21% | 23% | 13% |
| 顕微鏡の使い方 | 21% | 2% | 24% | 25% |
| 魚の解剖 | 19% | 3% | 23% | 0% |

C 習得しなくてよい技能

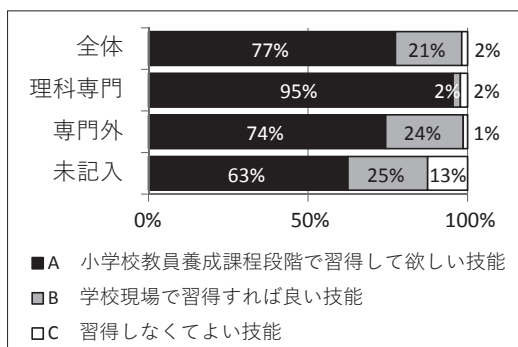
| C | 全体 | 理科専門 | 専門外 | 未記入 |
|-----------------|-----|------|-----|-----|
| 魚の解剖 | 32% | 50% | 29% | 0% |
| 溶液の作製（モル濃度） | 9% | 23% | 6% | 13% |
| マッチの使い方 | 9% | 7% | 10% | 0% |
| 温度計の使い方 | 6% | 2% | 6% | 13% |
| ガスバーナーの使い方 | 6% | 16% | 4% | 0% |
| 電圧計の使い方 | 5% | 18% | 3% | 0% |
| ガス検知管の使い方 | 5% | 2% | 5% | 0% |
| リトマス紙の使い方 | 3% | 6% | 3% | 0% |
| 方位磁針の使い方 | 3% | 5% | 3% | 13% |
| 上皿天秤の使い方 | 3% | 7% | 2% | 0% |
| アルコールランプの使い方 | 3% | 5% | 2% | 0% |
| 溶液の作製（パーセント濃度） | 3% | 0% | 3% | 13% |
| 星座早見の使い方 | 3% | 2% | 2% | 13% |
| メスシリンダーの使い方 | 2% | 2% | 2% | 13% |
| 豆電球やLEDと電池のつなぎ方 | 2% | 5% | 2% | 0% |
| 電子天秤の使い方 | 2% | 2% | 1% | 13% |
| 顕微鏡の使い方 | 2% | 2% | 1% | 13% |
| 電流計の使い方 | 2% | 5% | 1% | 0% |
| メダカの飼育と卵のふ化 | 2% | 0% | 2% | 0% |
| 実体顕微鏡の使い方 | 1% | 2% | 1% | 0% |

小学校教諭が考える実験技能を習得する時期に関して、「A 小学校教員養成課程段階で習得して欲しい技能」は、理科を専門とする教諭の場合、顕微鏡の使い方、溶液の作製（パーセント濃度）、実体顕微鏡の使い方が、95%、79%、89%、理科を専門としない教諭の場合も、74%、74%、72%と上位を占めている。

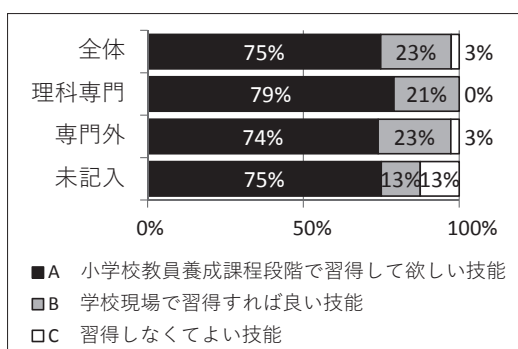
「B 学校現場で習得すれば良い技能」は、理科を専門とする教諭の場合、メダカの飼育と卵のふ化、電子天秤の使い方、星座早見の使い方が、38%、30%、27%、理科を専門としない教諭の場合も、48%、36%、34%と上位を占めている。

「C 習得しなくてよい技能」は、理科を専門とする教諭の場合、魚の解剖、溶液の作製（モル濃度）、電圧計の使い方が、50%、23%、18%、理科を専門としない教諭の場合、魚の解剖、マッチの使い方、溶液の作製（モル濃度）、温度計の使い方が、29%、10%、6%、6%と上位を占めている。

A 顕微鏡の使い方



B 溶液の作製（パーセント濃度）



C 魚の解剖

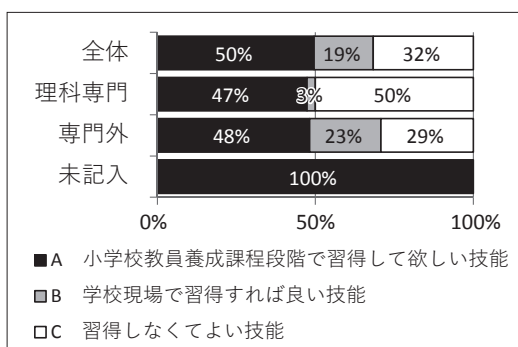


図3 著者が注目している技能

著者が注目している技能について図3に示す。顕微鏡の使い方については、理科を専門とする教諭の場合、小学校教員養成課程段階で習得して欲しい技能が95%で、全体の77%と比較しても圧倒的に多かった（図3A）。溶液の作製（パーセント濃度）については、理科を専門とするしなに関わらず、実験技能を習得する時

期について差は見られなかった(図3B)。魚の解剖については、理科を専門とする教諭の場合、習得しなくてよい技能が50%で、全体の32%と比較しても圧倒的に多かった(図3C)。

4 アンケートに関する意見(自由記述)

アンケートに関する意見(自由記述)の一部抜粋を以下に示す(原文のまま)。

(理科専門)

- ・小中学校でモル濃度は使っていないので、指導したことはありません。
 - ・アルコールランプもガスコンロを使っているので、指導したことはありません。春先の身近な植物(花)の名前や、植物・動物の飼育で苦勞しているのです、そのあたりを学生時代に経験しておくといいかもしれないと思います。
 - ・理科が専門でない場合には、小学校教員養成課程で経験していない技能を必要とする授業に苦手意識を持ち、できない人がでてくるのが予想される。小学校の教科書にある実験器具の使い方、栽培方法などは、できるようにしておくことが望ましい。上記の他に、けんりゅう計の使い方なども。
 - ・理科技能に関わる内容は養成課程で習得すべき。
 - ・魚の解剖はしないし、ガスバーナーは小学校では使用しません。よく勉強してからアンケートを取ってください。
 - ・未経験であれば、メダカなどの生物の飼育やツルレイシなどの植物の栽培は時期なども含めて不安だろうと思います。
 - ・高学年は理科専科が指導することがあるが、やはりある程度の基礎的な技能をつけて欲しい。指導内容の変化でガスバーナーやマッチ
- が使えなくてもよい内容となっている。子どもの安全を考えた上ではあるが、知らないままというのもどうかと思います。

(専門外)

- ・全ての小学校教員が、これらの技能を身につけている必要はないと考えます。一方で大学で理科を専攻する学生には、少なくとも小学校で必要な全ての技能を習得して現場に出てほしいと思います。貴学のような小学校教員養成大学では、これらのうち、どれでもよいのでいくつかの実験技能を体験させていただくとともに、後に学校現場に出たときには、自学で技能を習得してから授業に臨む必要があるということを指導していただければと考えます。
- ・高学年は理科専科になることも多く、専門性の高いものほど教員全員がやっているわけではないと思います。
- ・教材研究して、授業に対応していました。何をどの区分にするかは正直わかりません。
- ・基本的に小中学生で勉強しているので、〇〇の使い方は習得しているはずですが(忘れているものは現場で)。
- ・義務教育では学ばないものとして「溶液の作製」は苦勞しました。
- ・実務経験で自分で研修していかざるを得ないのではないのでしょうか？
- ・学生時代に学習できることにしたこと越したことはないが、網羅するのは難しいと思う。不安ではあるが、現場で、予備実験等で力をつけるしかないと思う。
- ・理科の授業の準備(用具、予備実験)にとっても時間がかかります。以前「理科支援員」の配置がありましたが、あのような形で学生の方が実験技能を学ぶ場となるのもいいのでは

ないかと思えます。実験の技能だけではなく、「子ども達が扱う時」の視点が大切だと思います。

- ・小学校教員をするなら、どの技能も一度は教員養成課程で触れておいてほしい。確実に習得するのは、現場での積み重ねになると思う。
- ・ルーペの使い方

IV 考察

今回のアンケート調査においては、理科を専門とする教諭では年齢層が高く、逆に教職経験の浅い教諭は少ないという結果になった(図2)。この理由の一つとして、群馬県では、埼玉県や東京都と違い小学校と中学校の人事交流があり、若い男性教員は部活動のある中学校に赴任していると考えられることや、理科を専門としている教員には男性が多い傾向がみられるからかもしれない。また、このアンケートをとりまとめた方が理科主任という可能性もある。今回の調査では主な項目ではないが、前者に関して明らかにする場合、性別や中学校における理科を専門とする教諭の割合の調査を合わせて行わなければ分からない。

担当したことのある学年の経験率の合計は、理科を専門とする教諭が多い理由は、理科を専門とする教諭の年齢が高いので経験した学年が多いと思われる(図2D)。また、理科を専門とする教諭の経験率が3年生以上で高いのは、理科が1,2年生になく、3年生以降からであること、難しくなる5,6年生の理科を担当することが多いからと予想される。

アンケートの質問5及び6の技能は、小学校で教える可能性のある技能、教えなくても準備するために必要な技能、近年使われなくなって

いる技能を混在させておいた(図1)。例えば、中学校で電流と電圧の測定のために電流計、電圧計を使用するが、小学校の電気の働きではこれらを使用せず、簡易検流計を使用している。また、加熱器具には、小学校でアルコールランプ、中学校でガスバーナーを使っていたが、現在、小学校では実験用ガスコンロを使うようになっている。しかし、ガスバーナーは授業では使用しないが、準備で使用する可能性がある。同様に点火器具には、今までマッチが使われてきたが、日常生活でも使わないことや小学校ではこの技能に教育的な意義を持たないことから、ガスマッチを使うようになってきた。

溶液の作製は実験の準備に関わる技能で、濃度を含めて、児童に教える内容ではない。小学校理科実験で使用する薄い塩酸(1または3 mol/L)の準備では、モル濃度ではなく、約3%、約9%とパーセント濃度を使用している。また、アンケートの依頼に伺ったある学校の理科教諭によると、その学校では塩酸は希釈した市販品を購入しているとお聞きした。しかし、濃度について理解してなければ、問題が生じる場合もある。例えば、文部科学省初等中等教育局元視学官日置光久氏編著の「小学校理科室経営ハンドブック」⁹⁾の第6章小学校で扱う主な薬品類とその性質には、約3%(1 mol/L)の薄い塩酸のつくり方として、「濃塩酸：水＝11：1」という記載がある。これは誤りで、「水：濃塩酸＝11：1」が正解である。12 mol/Lの濃塩酸を12倍希釈して、1 mol/Lの薄い塩酸を作製するのであるが、このように、モル濃度だけでなく、希釈の概念も必要である。濃度については理解しないと文献の誤りにも気付かず、重大な事故につながる可能性もあるので、小学校の教員養成課程で習得しておきたい技能であると強く主

張したい。

魚の解剖に関する現行及び次期小学校学習指導要領解説理科編^{2,4)}の記載を図4に示す。現行学習指導要領解説理科編²⁾では、「体内の観察については、魚の解剖や標本などの活用が考えられる。」とあるが、どちらもあまり行われていない現状があるようである。この点について、魚の解剖は、人や他の動物の体のつくりを理解する手段一つとして、小学校学習指導要領解説理科編²⁾に記載があるものの、教科書の掲載がない実験である。次期小学校学習指導要領解説理科編⁴⁾で、消滅することはなかったが、「事前にその意義を十分説明するよう留意する。」という言葉が加わった。解剖が教科書に記載されていないことに加え、実験意義を児童に理解させる時間を取ることを考慮すると、観察のポイントや活用法を知らなければ、実施に積極的になるとは考えにくく、単純な図の暗記になってしまうことが推定される。

| |
|--|
| 小学校学習指導要領解説理科編 第6学年 B 生命・地球 (1) 人の体のつくりと働き 現行 内容：「人や他の動物を観察したり資料を活用したりして、呼吸、消化、排出及び循環の働きを調べ、人や他の動物の体のつくりと働きについての考えをもつことができるようにする。(以下略)」 解説：「体内の観察については、魚の解剖や標本などの活用が考えられる。」 次期 内容：「人や他の動物について、体のつくりと呼吸、消化、排出及び循環の働きに着目して、生命を維持する働きを多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。(以下略)」 解説：「体のつくりの観察については魚の解剖や標本などの活用が考えられ、その際、事前にその意義を十分説明するよう留意する。」 |
|--|

図4 解剖に関する学習指導要領解説の記載(抜粋)

表1に示した小学校教諭が実験を教えるまたは実験の準備にあたり不安がある技能に関して、理科を専門とする教諭及び専門としない教諭とも、割合は異なるものの、溶液の作製(モル濃度)、魚の解剖が上位を占めた。溶液の作製(モル濃度)は、前述の準備するために必要な技能であり、塩酸の希釈に必要な技能である。しかし、前にも同じことを述べたが、小学校では、児童に塩酸の濃度は示さず、準備でもパーセント濃度による表記になっているので、モル濃度は使わないからである。また、希釈した市販品を使っているからかもしれない。魚の解剖については、小学校学習指導要領解説理科編²⁾に記載が残っていても、教科書に記載がなくなったこと、動物愛護の観点、準備の大変さから行われなくなったのではないだろうか。理科を専門とする教諭において、メダカの飼育と卵のふ化が上位を占めていたのは、経験的に飼育は準備に手間がかかるだけではなく、実験結果が環境等に左右されやすい生物材料を扱うことをよく理解しているからかもしれない。当然のことであるが、理科を専門とする教諭において、リトマス紙の使い方、方位磁針の使い方、温度計の使い方等小学校理科で必ず扱う技能に不安を覚える教諭はいない(表1)。しかし、理科を専門としない教諭において、小学校理科で必ず扱う技能でも不安を覚えている教諭が存在するのは、これを扱う理科の授業の経験の有無によるものである。授業前までに身につけておきたい基本的な技能である。近年取り上げられることが多くなったガス検知管(気体検知管)の使い方に関しては、教科書に記載があるのに、ほぼ半数の教諭が不安を感じていて、理科を専門とする教諭にも16%存在している。ガス検知管は、整備されている学校が少ない、教科書に記載さ

れるようになってからの年数が浅い等が原因で、不安を覚えている教諭の割合が高いと考えられる。実体顕微鏡の使い方に関しては、1/3の教諭が不安を感じていて、顕微鏡（一般的な光学顕微鏡）の使い方に関心を感じない理科を専門とする教諭にも7%存在している。実体顕微鏡は、メダカの発生過程の観察や火山灰の鉱物の観察で使用されるのであるが、実体顕微鏡が整備されておらず、代わりに小学校に古くから整備されている解剖顕微鏡を使用し、実体顕微鏡を使ったことがないため、不安を感じると予想される。また、この単元は、実体顕微鏡を使用せずに映像のみで指導している可能性もある。

以上のことから、市販の薄い塩酸の購入の有無、ガス検知管、実体顕微鏡の整備状況を今後調査すれば、今回の調査結果の原因が明らかになり、より深い考察を行うことができるので、今後の課題としたい。

表2に示した実験技能を習得する時期のうち、「A 小学校教員養成課程段階で習得して欲しい技能」の最も多い顕微鏡の使い方は児童に指導する重要な技能、次に多い溶液の作製（パーセント濃度）と実体顕微鏡の使い方は不安を感じる技能であるからだろう。また、魚の解剖以外、全ての技能が50%以上になっていることから、小学校教諭になる前に、可能な限り実験技能を修得して欲しいと感じていると言える。図3に示すように、顕微鏡の使い方に関して、理科を専門とする教諭の方が、理科を専門としない教諭よりも「A 小学校教員養成課程段階で習得して欲しい技能」とする割合が大きい理由は、小学校理科において顕微鏡の技能の重要性について、理科を専門とする教諭が理解しているからだと思われる。

「B 学校現場で習得すれば良い技能」に関

して、上位を占めたメダカの飼育と卵のふ化や電子天秤の使い方、星座早見の使い方は、「A 小学校教員養成課程段階で習得して欲しい技能」において、50%を超えているものの、下位のグループに属している。それは、メダカの飼育と卵のふ化が、児童と一緒に取り組めるものなので、学校現場でもとに学ぶことで習得可能であるからではないか。また、電子天秤の使い方や星座早見の使い方が上位なもの、比較的簡単に使える器具や教材であるので、説明書等から学校現場で習得できる技能であるからだろう。

「C 習得しなくてよい技能」に関して、魚の解剖を小学校学習指導要領解説理科編^{2,4)}に記載があっても、「C 習得しなくてよい技能」にしているのは、必要がないと考えている教諭が多いと思われる。その理由は、指導が大変ということ、命を奪うことに関しての抵抗感から解剖に対するマイナスイメージが大きいからではないだろうか。図3に示すように、理科を専門とする教諭の50%が必要ないということから、学習指導要領及び内容の重要性よりも、行われていないという経験的などころで、そのように判断していると思われる。溶液の作製（モル濃度）についても魚の解剖と同様で、理科を専門とする教諭の割合が高いことから、これも経験的な判断であろう。この2点に関しては、本当に重要でないと考えているのか、重要と考えているけど本当に必要のないことなのか議論の余地がある。今後の研究の課題としたい。マッチの使い方については、日常生活で使われていない技能であるので、習得しなくてよい技能になっても当然である。

自由記述の意見では、小学校において直接授業に必要な技能についての意見が多かった。例えば、「小中学校でモル濃度は使っていないの

で、指導したことはありません。」「魚の解剖はしないし、ガスバーナーは小学校では使用しません。よく勉強してからアンケートを取ってください。」という指摘があったことから、今後同様なアンケートを行う場合、小学校で教える可能性のある技能、教えなくても準備するために必要な技能、近年使われなくなっている技能が含まれていると明示する必要がある。ここで示された意識を推定するならば、授業内で使わない技能は、教員養成課程でも必要ないということだろう。逆に、リストにないが必要と考える技能として、植物の栽培、検流計、ルーペの使い方等の指摘があった。これは授業内で使う技能は、教員養成課程でも必要という意識である。本当に小学校において直接必要のない技能については、教員養成課程で学ぶ必要はないのだろうか。その点に関して、今後も調査して明らかにする予定である。

小学校教員養成課程の学生を「理科支援員」の形で配置して、学生が実験技能だけでなく児童の対応を学ぶことができるようにするという提案があったが、学生にとっても、大学での学びをより実践的なものができる一つの方法であると考えられる。

今回の調査から、現場の意見としては、「小学校教員養成課程において、小学校理科に関わる全ての技能を学ぶ必要はないが、授業で直接扱う実験技能を大学の教職課程で体験し、簡単に扱える技能は、学校現場に出たときに、自学で習得するのが良い」と結論づけた。しかし、教育現場においては、実践されている現状から判断していることから、本学のような中学校教諭免許状（理科）及び高等学校教諭免許状（理科）を取得しない小学校教員養成課程における望ましい理科の授業に関して、今後も調査研究を行

う必要があると考えている。

V おわりに

今回の調査で、教科書に記載のある実験技能でも、不安に感じている小学校の教員が多いたることが分かった。一方、小学生に直接指導する内容に関しての技能は習得しているが、教育現場で自ら、児童とともに身につけたものが多いと予想される。理科を専門とする教諭は、小学生に指導する内容や準備に関する技能が、ほぼ身につけていて、学習指導要領の範囲を超えている内容であっても、技能を持っている場合も多い。理科を専門としない教諭は、直接指導しなければならない技能であっても、習得していない技能があり、不安を抱えている。実践を通して教材を研究し、教育現場で覚えれば良いと考えている教員も多いが、可能であれば、大学で教育して欲しいという意見も存在する。本学の学生は、中学校教諭免許状（理科）及び高等学校教諭免許状（理科）を取得できないことから、教職に就いたときに理科を専門としない教員と同様の不安を覚えるであろう。そこで、今後も研究を継続し、理科を専門としない教諭や、理科を専門としない小学校教職課程の学生のために、必要かつ重要な技能を効率よく習得できる教育方法を開発する必要がある。

医学系6年生学部（医学部・歯学部・薬学部）においては、臨床実習で必要となる技能を、OSCE（Objective structured clinical examination）と言われる客観的臨床能力試験で評価している。このようなことから、教職課程における理科教育でも、同様な技能試験の導入に関しても、様々な方面から検討されている。そのようなことから、秀明大学学校教師学部の寺前氏

とともに客観的実験技能試験（OSPE：Objective structured practical examination）の実施方法を研究している。そういった意味で、今回の調査が、OSPEを行う技能の候補の提案として、有意義であったと考えている。著者の担当する「理科」の授業において、顕微鏡の使い方と溶液の作製法（パーセント濃度）のOSPEを行っている。今回の調査で、これらの技能が、小学校教諭が「小学校教員養成課程段階で習得して欲しい技能」と考えていることから、この試験を継続し、他の技能も含めて、技能の評価に関する研究を推進すべきであると確認することできた。

謝辞

今回の調査にあたり、アンケートに答えてい

ただいた小学校教諭の皆さんに深く感謝する。本研究は日本学術振興会（JSPS）科研費 挑戦的萌芽研究 16K13585（研究代表 寺前洋生（秀明大学））の助成を受けたものである。

付記

本研究において、申告すべき利益相反はない。

引用文献等

- 1) 文部科学省，小学校学習指導要領（2008）
- 2) 文部科学省，小学校学習指導要領解説理科編（2008）
- 3) 文部科学省，小学校学習指導要領（2017）
- 4) 文部科学省，小学校学習指導要領解説理科編（2017）
- 5) 村山哲哉，日置光久，小学校理科室経営ハンドブック，東洋館出版社（2011）