

# 観察、実験を通じた学習の充実を図るための理科安全指導

—— 「理科実験安全指導の手引き（改訂版）」の作成 ——

理科研究会議

研究員 清藤 裕毅（川崎市立高津小学校）

末田 まり子（川崎市立久地小学校）

佐藤 智子（川崎市立高津中学校）

木村 由美子（川崎市立東高津中学校）

指導主事 吉田 崇

## I 主題設定の理由

### 1 研究の背景

平成 28 年 12 月の中央教育審議会答申における理科の具体的な改善事項として、『国際調査において、日本の生徒は、理科が「役に立つ」「楽しい」との回答が国際平均より低く、理科の好きな子供が少ない状況を改善する必要がある』ことから、教育内容の改善・充実として、「生徒自身が観察、実験を中心とした探究の過程を通じて課題を解決したり、新たな課題を発見したりする経験を可能な限り増加させていくことが重要」であることが示された。また、教育環境の充実等として、「理科において育成を目指す資質・能力の実現を図り、理数科目に対する子供たちの興味・関心を高めていくためには、指導体制の強化や教員研修の充実、実験器具等の整備の充実、ICT 環境の整備などの条件整備」が基本方針として示され、観察、実験などを通じた学習の一層の充実が求められた。

これを受けて平成 29 年の学習指導要領の改訂に当たっては、自然の事物・現象に進んで関わり、見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈するなどの科学的に探究する学習の充実、また、理科を学ぶことの意義や有用性の実感及び理科への関心を高める観点から、日常生活や社会との関連が重視された。理科の目標では、「知識及び技能」として科学的に探究するために必要な観察、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こと「思考力、判断力、表現力等」として科学的に探究する力を養うこと、「学びに向かう力、人間性等」として科学的に探究しようとする態度を養うことが示された。さらに、中学校学習指導要領解説理科編では、「観察、実験などに関する基本的な技能については、探究の過程を通して身に付けるようにすることが大切である」としている。指導計画の作成と内容の取扱いでは、「観察、実験、野外活動などの体験的な学習活動の充実に配慮すること。また、環境整備を十分に配慮すること。」が示された。

一方で、少し古い調査結果にはなるが、理科の観察、実験についての自身の知識や技能に不安を感じている教員が見られる。独立行政法人科学技術振興機構理数学習支援センターが、全国 969 校 2156 名の教員から回答を得た「平成 22 年度小学校理科教育実態調査集計結果（平成 24 年 6 月改訂）」では、「理科の観察・実験についての知識・技能が十分ある」についての設問に、肯定的な回答を示した教員の割合は 40.9%と半数を下回った。また、同センターが、全国 417 校 1229 名の理科教員から回答を得た「平成 24 年度中学校理科教育実態調査集計結果（速報）（平成 25 年 9 月）」では、「理科の実験や観察についての技能が十分ある」についての設問に、肯定的な回答を示した教員の割合を教職経験年数別に見ると、経験年数 30 年以上の教員では 91.7%であったが、経験年数 5 年未満の教員では 47.2%だった。

平成 24 年度全国学力・学習状況調査では理科が追加され、抽出調査が行われた。その結果、小学校・中学校ともに、「観察・実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明すること」などに課題が見られ、観察・実験を通じた理科の学習指導の改善・充実が求められた。このような状況を受け、国立教育政策研究所は、「観察・実験の技能の習得状況に関する調査分析」を行った。この調査は、ペーパー調査で測定が困難な観察・実験の技能の習得状況に関して、平成 24 年度全国学力・学習状況調査で課題が見られる技能に関する習得状況を調査分析することを目的として、評価者が対象児童生徒に一对一形式で操作を行わせ、評価規準に沿って評価する方法により調査した。その結果、「方位磁針の操作」や「メスシリンダーを使った体積の測定」などに課題が見られ、技能に関する知識はあっても、実際に技能を使えない場合がある、観察・実験を班として行うことはできているが、一人一人の技能の習得は不十分なものがあることが明らかになった。

その後、平成 27 年度全国学力・学習状況調査では、理科で初めての悉皆調査が実施された。小学校理科では、メスシリンダーに関する設問があり、同様の設問が、令和 4 年度調査でもあった（表 1）。

表 1 平成 27 年度及び令和 4 年度全国学力・学習状況調査における同様の設問の正答率

設問の概要	H27 正答率	R 4 正答率
示された器具（メスシリンダー）の名称を書く	65.1%	61.3% (川崎市 61.5%)
メスシリンダーで一定量の水をはかり取る適切な使い方を選ぶ	50.3%	69.9% (川崎市 70.5%)

※神奈川県公立小学校の正答率

これらの結果から、メスシリンダーの正しい使い方を選択することについては改善が見られるものの、依然として課題が見られた。子どもが実際に、自ら科学的に探究するために必要な観察、実験の基本的な技能の習得についての授業改善は、十分に進んでいないことが考えられる。

## 2 令和 4 年度センター研究主題との関わり

令和 4 年度センター研究主題「自己実現を図り、持続可能な社会を創る資質・能力の育成」と本研究との関わりについては次のように設定した。

今回の学習指導要領では、その前文に、「持続可能な社会の創り手」となることが示され、そのための資質・能力の育成が求められている。理科においては、「観察、実験を行い、科学的に探究することを通して資質・能力を育成すること」が示され、そのうち技能については「科学的に探究するために必要な観察、実験の技能を身に付けること」と示されている。そこで、本研究会議では、理科の実験安全指導においては、教師の技能だけでなく、子どもの技能面にも着目することの重要性があると考え、観察、実験を通じた理科の資質・能力の育成が、予測困難な時代を生き抜く持続可能な社会の創り手の育成につながると捉えた。

## II 研究の内容

### 1 研究のねらい

本研究会議では、観察、実験を通じた学習の充実を図るには、教員の理科指導に関する苦手意識を取り除き、自信をもって指導ができるようになることが重要であると捉えた。また、理科で育成を目指す資質・能力をバランスよく育むためには、子ども自身が安全に、科学的に探究するための観察、実験の基本的な技能を身に付けられるよう、探究の過程の中で教員による適切な安全指導が行われることが重要であると考えた。そして、小学校や経験年数の少ない中学校理科教員においては、その半数を超える教員が観察、実験の技能に不安を感じていることから、理科安全指導に関する校内研修の充実が必要であると考えた。

そこで、本研究会議は、小中学校において観察、実験を通じた学習活動の充実を図り、児童生徒の資質・能力の向上を図るために、理科を苦手だと感じたり、観察、実験に関する知識や技能が十分でないと感じたりしている教員が、自信をもって、安全で安心して観察、実験に取り組めるようになること、また、時代の変化に対応する内容にアップデートすることを意識して、平成 24 年度理科研究会議が作成した「理科実験安全指導の手引き—先生！実験楽しいね！—」の改訂版を作成するとともに、理科の安全指導に関する校内研修の充実を図ることをねらいとした。

## 2 研究の進め方と実際

### (1) 研究の進め方

平成 24 年度理科研究会議が作成した、「理科実験安全指導の手引き—先生！実験楽しいね！—」を基にして、次の①～⑥を視点に改訂を目指した。

- ① 本市の小学校教員及び中学校理科教員に対してアンケート調査を行い、実態の把握をする。
- ② 学習指導要領の改訂に伴い、新しく導入されたり、学年間で移行されたりした観察、実験の内容や安全指導について整理する。
- ③ 各種法律等の改正による、薬品の扱いや保管、事故対応等の変更について情報を収集する。
- ④ 近年の理科実験における事故や、理科実験における GIGA 端末を活用する際の留意点などについて研究し、特に手引きに掲載することが必要な項目を選定する。
- ⑤ 理科室に掲示して使える安全指導に関する付録資料を作成し充実する。
- ⑥ 上記①～⑤の研究内容を反映した「理科実験安全指導の手引き(改訂版)」を作成する。

また、研究員の所属校で、安全指導に関する研修を行い、その効果や重要性について検証し研究報告会等で発信する。

### (2) 研究の実際

#### ①本市の小学校教員及び中学校理科教員を対象としたアンケート調査

市内の小学校教員を対象に、観察、実験に関するアンケート調査を6月に実施し、160名から回答を得た。「理科の授業(指導)に不安を感じるか」について、5検法で調査したところ、「不安」「やや不安」「どちらとも言えない」と回答した割合の合計は73.1%であった。また、「理科の授業の何に不安を感じているか(複数回答可)の回答では、「事故が心配(60.6%)」「実験の指導がしっかりできない(57.5%)」「器具の使い方が正しいか不安(39.4%)」など、安全指導面における不安が多く見られた。「予備実験について」の設問では、「学年で時間を合わせて行っている(51.9%)」の一方で、「個人で時間を見付けて行っている(41.3%)」だった。「理科室の使い方に関する教員同士の共通理解について」の設問では、「学年の先生同士で共有している(43.7%)」が最も多い回答だったが、「共有できていない(22.8%)」と課題が見られた。

小学校理科では植物の栽培や動物の飼育を通じた学習内容も多く見られることから、栽培や飼育に関するアンケート項目も設けた。その結果、「職員会議で年間の栽培計画が提案され共通理解が図られている(45.0%)」「植物を植える場所は共通理解をしている(45.0%)」であった。また、栽培や飼育に関する困難さについての自由記述からは、「天候や成長具合に左右され授業の準備が大変」「植物を枯らしてしまう」「メダカが死んでしまう」など、準備を始める時期や世話についての困難さが多く見られ、理科で扱う主な植物の栽培や動物の飼育に関する資料が必要だと考えた。

「薬品」に関するアンケート項目からは、「薬品の管理について校内で共有されていない(31.9%)」「薬品の希釈方法を理解している・おおむね理解している(計30.4%)」と課題が見られた。また、「理科室で、地震が起きた時の対応」について「教員間で周知されていない」の回答が68.8%見られた。

これらの調査結果から、小学校では理科の授業に不安を感じていながらも、教員個々で予備実験をしていたり、学校や学年で理科室の使い方についての共通理解が図れていなかったりすることが明らかとなり、本研究会議で作成する安全指導の手引き（改訂版）の内容を充実させるとともに、校内研修を充実させることが、教員の実験への不安を減少させることにつながると考えた。

## ②本市の中学校理科教員を対象としたアンケート調査

市内の中学校教員を対象に、観察、実験に関するアンケート調査を6月に実施し、43名から回答を得た。回答した教員の専門分野は、化学が39.5%と最も多く、地学は9.3%だった（図1）。また、「観察、実験準備に苦勞する分野について」の設問では、化学分野に苦勞するとの回答が最も多く見られた一方で、地学分野ではその割合は少なかった（図2）。教員の専門分野を問わず、薬品や多くのガラス器具等を扱う化学分野の準備に難しさを感じていることが分かった。

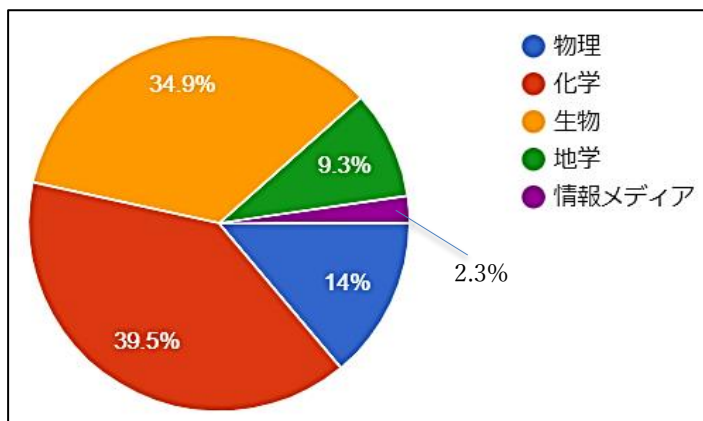


図1 教員の専門分野

薬品の取扱い及び廃棄については、ある程度の知識はあるものの、実際の運用面では課題が見られ、薬品の調整、処理、管理簿の扱い等については、校内で共通理解があまりできていないことが明らかになった。

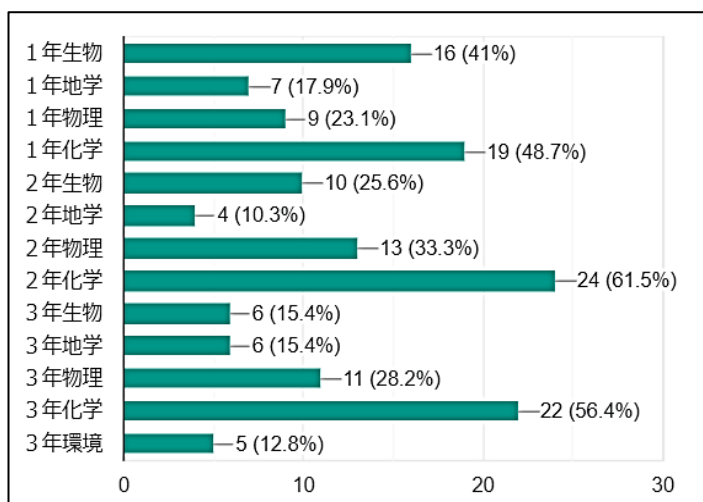


図2 観察、実験の準備に苦勞する分野

「安全メガネの用意」については、「学校で1クラス分以上用意している（67.4%）」「生徒個人で用意している（25.6%）」が7.0%見られた。コロナ禍の対応

として、保護メガネを個人で用意している割合が増加していることが明らかになった。

また、観察、実験に関する自由記述からは、「準備や片付けに時間を要し、勤務時間内に終わらない」「学校に実験道具が揃っていない」などの回答が多く見られた。

## ③学習指導要領改訂に伴う新内容、移行内容等への対応

学習指導要領の改訂に伴い、新しく導入や学年間で移行された観察、実験については、新旧の教科書を比較し、主に新教材や学年の進行に応じた安全指導に着目した。また、学習指導要領全面実施以降の、国内の観察、実験事故事例について情報を収集し、安全指導上重要な項目について検討し選定した。さらに、各種法律等の改正についての情報を収集し、平成24年度理科研究会議が作成した「理科実験安全指導のー先生！実験楽しいね！ー」に加筆・修正した。

その中で、特に着目をしたのは、小学校第6学年の「水溶液の性質」である。小学校学習指導要領解説理科編では、ここで扱う対象として「水酸化ナトリウム水溶液」を例示しているが、令和2年度供給教科書では、6社中5社が「アンモニア水」による実験を掲載していた。これにより、アンモニア水を扱う実験が行われ、本市をはじめ全国でアンモニア水の臭気による児童の体調不良等の事故が

少なからず報告されている。このような実験が安全に行えるよう、十分な換気がされているか、保護メガネを着用させているか、児童が使用するアンモニア水の濃度や量は適切か、事前に児童に対して刺激臭があること、においの嗅ぎ方、気分が悪くなったときの対応などを説明すること等について、作成する手引きに掲載することとした。

#### ④観察、実験における GIGA 端末使用の安全指導上の留意点について

GIGA 端末を活用しながら、理科の資質・能力を育む授業が広がる中で、安全指導上の留意点について検討した。これまで、理科の授業に限らず GIGA 端末の異常な加熱や発煙等が報告されている。理科の観察、実験においては、水を扱うものが多い。また、金属を扱う実験としては、例えば、小学校第3学年では磁石に付くもの、第5学年では電磁石に付くものとして、小さな釘やモールを細かく切ったもの、中学校第2学年では、鉄粉や銅粉、マグネシウム粉末等がある。いずれも、GIGA 端末の USB 端子等に入ることによってショートを引き起こす恐れがあることから、安全な観察、実験への配慮と児童生徒への場面に応じた指導が必要であると考え、作成する手引きに掲載することとした。

#### ⑤理科室に掲示できる安全指導の資料（付録）の作成

理科の観察、実験は、分野や領域により多種多様であるため、使用する器具や薬品、装置等の数が多い。そのため、中には年に一度程度しか使わない器具や、校種をまたぐ等、時期を開けて使う器具もあり、その都度、安全指導とともに器具等の扱い方の説明を要する。一方で、限られた授業時間の中で、既習事項についても細かく確認することは難しい状況である。また、教科書においても、観察、実験ごとにすべての器具等の扱い方等を観察、実験のページに続けて掲載しているのではなく、初出の学習内容のページや、巻末等に資料として掲載されていることが多く、実験中に児童生徒が必要に応じて掲載ページを見付けることには困難さがある。

多くの学校の理科室には、安全指導や器具の扱いに関する掲示物教材が掲示されている。小学校によっては、理科支援員を活用しながら児童に「理科室のきまりごと」や安全指導に関する掲示物を作成している学校も見られる。しかし、必要な内容や情報が少ない学校も見られ、本研究会議では、理科室で児童生徒の目に留まる資料についても検討を行い作成した。

#### ⑥観察、実験安全指導に関する校内研修

研究員の所属する小学校で、作成中の手引きを基に、理科実験安全指導に関する校内研修を実施した。研修内容については、講義を行うだけでなく、実験場面における危険予知について、参加者が図から見付けたり、その理由を議論したりする場面や、薬品庫にある濃塩酸や濃アンモニア水などの試薬を、実験に使う濃度に希釈をする実技を交えながら行った。参加した教員からは、安全指導について改めて確認できたり、自信を持てたりした等、理科実験が安全に行えるという趣旨の感想が見られ、こうした実技を踏まえた校内研修の実施について、理科主任研修会や研究会等を通して発信していくこととした。

### Ⅲ 研究のまとめ

新しい学習指導要領のもとで、観察、実験を通した学習指導を充実させるため、教員が自信を持って、安全に観察、実験を行えるよう、基本的な実験操作や器具の扱い、加熱、燃焼、気体の発生などの実験、ガラス器具や刃物などの操作、薬品の管理、取扱い、廃液の処理などの他、観察、実験における GIGA 端末活用上の留意点についても取り上げ「理科実験安全指導の手引き（改訂版）」を作成した。主な掲載内容は次のとおりである（図3～図4）。

今後は、この手引きが有効に活用され、各学校において、より安全に観察、実験が行われ、観察、実験を通した探究的な学習活動が展開されることを期待している。そのためにも、この手引きについて、理科主任研修、小学校初任者理科安全指導研修、中学校理科初任者教員安全指導等研修などの各種研修での活用や、教科総会や研究会での紹介を進めていきたい。

今回は、観察、実験における安全認識を高めるとともに、観察、実験の充実を目的として手引きを作成した。この手引きを基に、先生方が各学校で、研究会等で、さらに研鑽を積み、児童生徒が観察、実験を通して探究する学習が広く展開され、資質・能力の育成につながることを願ってやまない。

最後に、研究に当たり、ご指導、ご助言をいただきました先生方、調査にご協力いただきました先生方、また、研究員の所属校の校長先生をはじめ教職員の皆様に、心より感謝しお礼を申し上げます。

#### 【参考文献】

左巻健男、山本明利、石島秋彦、西潟千明『理科の実験安全マニュアル』東京書籍	2003年
独立行政法人科学技術振興機構「平成22年度小学校理科教育実態調査集計結果」	2012年
独立行政法人科学技術振興機構「平成24年度中学校理科教育実態調査集計結果（速報）」	2013年
川崎市総合教育センター「理科実験安全指導の手引き～先生！実験楽しいね！～」	2013年
国立教育政策研究所「理科の学習指導の改善・充実に向けた調査分析について」	2013年
国立教育政策研究所「平成27年度全国学力・学習状況調査報告書」	2015年
国立教育政策研究所「令和4年度全国学力・学習状況調査報告書」	2022年

#### 【指導助言者】

川崎市立小学校理科教育研究会長（川崎市立藤崎小学校長）	上野 和美
川崎市立中学校教育研究会理科部会長（川崎市立白鳥中学校長）	高橋 泉

### 理科実験安全指導の手引き(改訂版)の主な内容

- 第1章 基本的な整備事項、薬品管理等
- 第2章 理科室の使い方、児童生徒への安全指導
- 第3章 小学校の主な内容と指導
- 第4章 中学校の主な内容と指導

図3 主な掲載内容



図4 主な掲載内容（第1、2章）より