

理科実験中に起こる事故と生徒の安全認識

山田佳那・松村佳子
(奈良教育大学理科教育教室)

The accident in science class experiment and safety perception of students

Kana YAMADA・Keiko MATSUMURA
(Department of Science Education, Nara University of Education)

Abstract : This research aims at preventing accidents during experiments in science classes. For the purpose we investigated various accidental instances that happen in past time. And in order to make survey of the kind of accidents that students have met, we sent questionnaires to the students of junior and senior high school, and those of the Nara University of Education. The results indicate that there is a coincidence between the accidents that can potentially happen when performing experiments and the safety guidelines which students suppose to follow. In addition, there are several differences for the students with respect to their grades, because of various surroundings, in the image for science, the safety perception and the dangerous experience. This fact may be due to the conditions which students are living in and the reduction in the science class experiments contents caused by changes in the course curriculums. Considering the current measures taken by the Board of Education and the information gathered about accidents during science experiments, we propose how accidents should be prevented when executing experiments in science classes.

Key words : 理科実験 science class experiment, 事故 accident, 安全認識 safety perception of students

1. はじめに

昨今、学校における事故や事件がよく取り沙汰されている。特に、報道されている事故は大きな怪我をしたものが多い^{1) *1)}。実験を行う際に全く失敗が起こらないということはあるが、その失敗が結果的に事故・怪我に繋がることはない方がよい。その事故の内容や要因は様々であるが、事故防止策について多種多様に研究がなされている。例えば、実験に使用する試薬については、教科書に記載する段階で、「MSDS (化学物質安全データシート)」で物質の情報を調べておくという一つの対策方法がある³⁾。しかし、これらの対策方法は、実験をさせる側 (教師側) から考えられたもので、実験を行う (授業を受ける) 子ども側からのものではない。そこで、事故について子ども側からとらえ、事故が起こる要因について調べ、安全に実験が行われるにはどのような対策を立て、かつ、どのように実験を行えばよいのかについて検討することとした。

2. これまでに起きている学校における事故

2. 1. 学校で起きた事故

学校で起こる事故には実に様々なものがある。過去に起こった事故や怪我の情報を本やインターネットで収集した^{1) *1)}。1957年から2005年10月までの間で起こった116件中、理科の実験に関するものは48件あり、学校で起こった事故の4割を占めていた。次の表1がその詳細である。

表1 理科実験中の事故 (単位: 件)

	怪我	発火・爆発	体調不良	通電	計
小学校	6	12	1	0	19
中学校	4	8	6	1	19
高校	1	8	0	0	9
共通	1	0	0	0	1
計	12	28	7	1	48

(共通は、小中高で全国的に起こったレーザーポインタによる視力低下事故である。)

怪我25%, 発火・爆発58%, 体調不良15%, 通電2%となっている。理科実験事故の大半は発火によるものである。発火・爆発が起こった事故例としては、1984年と1990年にアルコールの加熱中に起こった突沸 (い

ずれも小学校6年生の児童が火傷を負った)や、1958年、1969年、1973年に葉緑素検出実験のアルコール発火による火傷(順に小6・中1・小6の生徒児童が負傷)、1958年と1981年の2月、7月、11月に起こった水素を発生させる実験中に爆発(順に中学生・小5・小6・小6の生徒児童が負傷)といった事故が起こっている¹⁾。発生時期の近接しているものもあるが、これは教科書で取り上げられる時期が同じことが原因であると考えられる。

2. 2. 実験中に起こっている事故例

実験中によく起こる事故は、ガスバーナーによる火傷や火災、水素の発生実験の際におこる爆発など

があげられる。多くの事故は新聞等で取り上げられないことがほとんどだが、小さな事故として、だれもが遭遇しやすいものである。しかし、小さな事故は、新聞やテレビで報道されないため、危険な経験をした人がどの程度存在するのかわからない。そこで、実験中の危険体験についてアンケートを取って調査した。調査方法はプリントによる記述式で危険体験の有無と体験した危険内容を自由記述してもらった。調査対象はH17年度現在の中1(214人)・高1(234人)・大1(115人)・大2(131人)・大3(105人)である。

次の図1がその結果である。

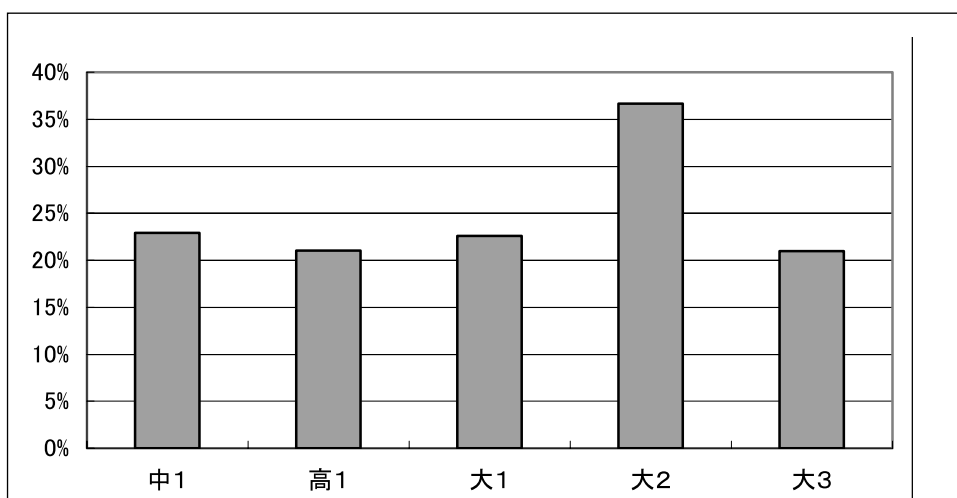


図1 危険体験率

どの学年も20%を超える生徒が危険だと感じる体験をしたことがあるという結果が出た。

学年があがるごとに実験経験が増えるため、体験率が上がると考えられる。しかし、図1をみると、中1・大2で体験率が高い。単純に実験経験と比例すると考えると、中1では予想値はもう少し低いはずである。この結果から考えると、子どもの何らかの技術が低下したか、教師の指導力の不足や準備不足があるのではないかと考えられる。また、中1と高1を比較して、グラフにあまり変化がないのは、実験の経験を重ねることで、安全認識が高まった結果とも考えられる。しかし、中1・高1に関しては、まだ学習の途中段階であり、これからどんどん実験を行っていくため、危険な場面にさらに出会う可能性が高い。

大2の値については、大学の段階になると学ぶ分野がそれぞれ専門的になるため実験を行う機会は、理科系の人を除き、ほとんどなくなる。(調査対象では文系・理系の比は4:1である。)その点をふまえ、大1・大3のデータから考えると、大2のデータは、予想外に高い割合を示しているといえる。大2の

37%に関しては、ちょうど小学校入学時から生活科が始まった学年層のため、学習指導要領の改訂などによる授業時間数の変更(1・2年の理科の時間が生活科になり減少)が関係しているのではないかと考える。時間数は減少したが授業内容は減少しなかったときでもあり、決められた学習内容を授業で行うのにゆとりがないため、事故・怪我の経験が特別に高くなったのではないかと推測される。

さらに、危険体験の内容を詳しく分けたものが図2である。これを見ると、危険な経験のトップはアルコールランプやガスバーナーの使用時に起こる事故であると言える。大3を除いた各学年層で一番高い割合が出ている。アルコールランプやガスバーナーは小学校から使用することが多い。中1で危険体験があると答えた人の50%がこれであり、次いで、ピーカー等の器具の破損が34%となっていることから、実験中に操作のミスをして怪我や事故にあってるといえる。高1のデータも、この2つに関しては同様の割合になっている。予想外に少なかったのは、気体発生と出火・火花・爆発であった。過去の事例では、水素爆発による事故などが多く取り上

げられているのに対し、調査協力者中、水素実験中に起きた事故をあげたのは一名だけであった。学校現場で一番起こりやすい事故・怪我は、アルコールランプやガスバーナーなどの火を使った実験と言える。また、

水に硫酸を加える実験や気体発生の実験は、割合が少ないことから、あまり実験が行われていないか、または実験の際に注意深く指導が行われているかのどちらかであると思われる。

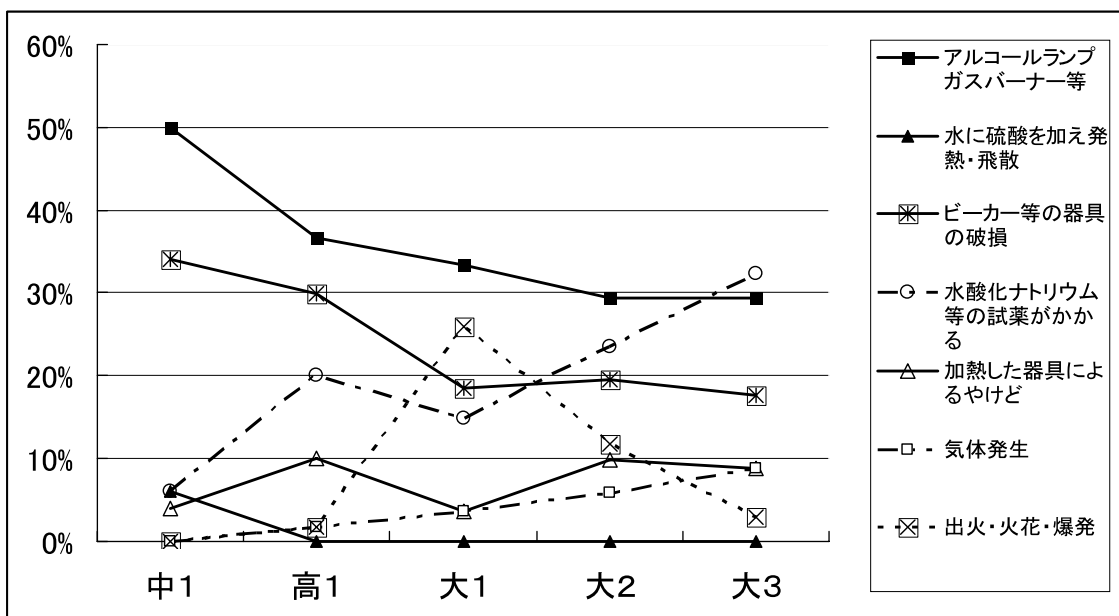


図2 危険体験の内容

3. 事故の要因

事故の要因としては過去の事故例やアンケート調査から、

- ① 教科書に記載されている実験の安全性
- ② 教師の技量
- ③ 生徒の生活経験による安全意識の程度
- ④ 実験室の設備

が考えられる。

①教科書に記載されている実験の安全性

これは、教科書に載っているのだから大丈夫だと安心していただけで事故が発生するものである。最近の事故としては、コハク酸実験³⁾があげられる。教師は、教科書・指導書⁴⁾に載っている通りに実験を行っていたが、予想外に実験中に爆発が起こったというものである。コハク酸は食品添加物として使用されているため安全とみなされている。しかし、加熱すると爆発をおこし呼吸困難となる煙も発生する。その点が、教科書に記載する時点で見落とされていたために事故が起こった。指導書にもコハク酸のそのような特性は記載されておらず、使用試薬の特性の認識不足が明らかになった。教科書に載っているから安全とはいえないことがこのことから言える。試薬や器具は使用方法によっては危険なものになるため、入念な注意が必要である。

② 教師の技量

事故が起こったときの原因としてこれが一番多い。生徒に注意が行き届いていなかったり、器具の不備を見落としていたり、ということが特に多く、中にはやってはいけないと誰がみても分かるような行動を起こしていることもあり、安全への配慮が足りていないことが生徒・学生へのアンケート結果からみられる。使用試薬の特性の詳細を知らなかったり、水素を発生させる実験で火をつけて確認しようと試みて、多量に水素が発生していたところに空気が混ざり、水素爆発を起こしたりといったことがこれにあたる。また、過去の事故の例をみると、似たような時期に同様の事故が起きている。これは、教科書の内容展開が同時期であることと、事故が起こっていてもその情報を知らずに実験を行ったことにより同様の事故が起きたと考えられる。そのため、事故に関する情報を共有するシステムやネットワークが必要といえる。

③ 生徒の生活経験による安全意識の程度

教師の予測に反した行動をとって、事故や怪我になっているものがある。生活環境や教育カリキュラムの変遷⁵⁾に伴って、生活経験が違ってきており、火や器具を使う際の事故が多くなっている。ガスバーナーに火を点ける際に火柱が上がったり、辺りが火の海になったりという事例が特に象徴的である。マッチが家庭から姿を消しつつあることや、暖房器具が電気製品になったり、調理器もIHになったりして電化されてきている為、家庭から、「炎」の火が消えつつある。そ

のため、学校でマッチやライター、チャッカマンを手にするまで、火を点けた経験や火を点けるという行動を間近で見た事がなく、火を点けるだけで怖がったり、マッチやチャッカマンが使えなかったりしている。ガスバーナーに点火する際の事故は、マッチに火がつくまでに時間がかかり、その間にガスが周囲に広がって、結果としてようやく火を点けた時に火柱・火の海になるケースである。社会では家庭のオール電化などが進んでいることもあり、今後、ガスの火自体をも見たことがない、という子どもが出てくると予想される。そのため、安全に対する意識がどの程度まで備わっているのか、逐一注意して子どもの様子を見ておく必要がある。

④ 実験室の設備

最近起こった事故にテレビの落下や水道の蛇口の破損などがある。器具や、教室の設備の老朽化が、まず1つ目の要因である。日常忘れがちだが、老朽化のチェックも怠ってはいけない。2つ目は設備の設置不備である。2004年に沖縄県の小学校でテレビの落下が起きた例¹⁾も見られる。設置に不具合があった場合ちょっとした震動でもネジや固定具がはずれることがある。器具が大型の場合大惨事となりうるので設置時やその後の定期的なチェックが必要である。

4. 生徒の安全認識

4. 1. 理科に対する認識調査

4. 1. 1. 単語・文節分析法による調査

単語・文節分析法は、本研究室2003年度大学院修了生三上によって考案された新しい授業分析法である²⁾。

方法は、ごく小さい用紙に質問文を書き、その質問に対してメモ書き程度のコメントを書いてもらうというもので、調査の下準備や調査に要する時間も数分で十分である。集まったコメントに対しては、ジャストシステム社の一太郎を使用し、使用単語検索システム「修太」で単語・文節を拾い出し、単語・文節の意味合いごとに分析を行う。

4. 1. 2. 調査単元と調査対象

単語・文節分析法の利点(有効性)を検証するために高等学校の「理科総合A」⁶⁾の「酸・塩基」の単元において事前・事後調査(プレ・ポスト調査)を行った。「酸・塩基」は小学校では、第六学年「酸とアルカリ」で、中学校では一分野下「水溶液の性質」で取り上げられている。義務教育課程から段階的に学習してきている内容であり、調査単元として適当である。

学区内で中間レベルに位置する県立高校(兵庫県)の1年生(H16年度)241人(小学校は旧指導要領での教科書で、中学校は2年生から新課程に移行という

形で学習してきている。)を対象に「酸・塩基について知っていることや思っていることを自由に書きなさい。」という質問文で、単元開始前と授業終了後の2回アンケートをとった。調査用紙には出席番号と氏名の記述欄、質問文のみを記載し、他は自由に書き込みが行われるよう余白とした。

4. 1. 3. 結果と考察

プレ調査

中学校までに既習している単語・語句の出現の具合で学習前の生徒の学習理解度が測定できる。今回の調査では、理科の教科書に記載されている単語以外からの記述も多数みられた。補助教材として使われている理科便覧に記載されている発展的な話題提供の部分の知識や、テレビや新聞など生活の中で目や耳にする生活知によるものが主である。たとえば、DNAや遺伝子といったものである。その他にCMで見かける「弱酸性商品名」なども多数見られた。具体的な商品名が記述されていることから、テレビ・新聞・雑誌から得る知識が多いことを表している。このような、授業範囲外の知識によるコメントが多いのがこのプレ調査結果の特徴である。これは、質問文における「塩基」の単語が中学校までに教科書に出てこないために、生活の中で身につけた知識の中から関係しそうな単語として出てきたのではないかとと思われる。

どの程度の割合で、中学校教科書に掲載されている単語が出てきているかを調べたところ、以下のようなであった。調査を行うにあたり、東京書籍の中学校教科書に掲載されている単語を基準とした。

中学校教科書(東京書籍)⁷⁾に掲載されている酸・塩基の内容に関する単語は35個である。

表2は、35単語中で、プレ調査において10人以上が書いた単語(7個)である。中学校で学習する35単語のうちの、いずれも書いていなかった生徒は全体の約85%であった。

この結果、中学校教科書に出てくる単語で、多くの生徒が記

酸	41
酸性	34
アルカリ性	32
溶ける	20
リトマス紙	17
酸性雨	16
中和	14

単位：人 重複を含む

入した単語は、中学校教科書に出てくる単語全体の2割ほどしかなかった。また、絵を描いたものや、「分かりません」とのみ記述されたものも複数みられた。このことから、中学校で学習した「水溶液の性質」の内容は定着していないのではないかとと思われる。

ポスト調査

授業後の記述状況から、授業でどれだけ学習が進められ、生徒が何を学び取ったかが読み取れる。今回の調査では酸・塩基の強弱や、具体的な物質名など授業によって新しく学んだ単語が新しく大量に記載され、

逆に生活知によるものであるDNAや遺伝子、具体的な商品名といった語句は全く無くなっていた。また、「わかりません」とのみ答えた生徒は減少し、「酸」「塩基」「イオン」「NaOH」といった単語の記入が多数見られた（さらに、プレ調査と比べて全体で書き込み文字数が平均2.5倍増加）。授業で学習した具体的な科学用語が増加したことから、この結果は授業による知識の高まりを反映しているものと思われる。プレ調査後の授業でどのようなことが教師側から教えられ、かつ生徒が何を学び取ったかがよく表される結果となった。表3にポスト調査での記入単語例を示す。プレ調査と比較して「酸」の記入が3倍、「酸性」の記入が2.5倍になっている。表3にポスト調査記入単語「リトマス紙」と「酸性雨」はあまり変化がなかった。プレ調査で「わかりません」と記入していた生徒の半数が、何らかの具体的な単語を記入していた。表の下から4つはポスト調査で新しく記入され、かつ10人以上が記入していたものである。特に「塩基」は理科の用語として新しく学び、知識の中に入った生徒が多いことが言える。「酸」と「塩基」の記入量の多さから授業後の生徒の学習単元に対する認識や意識が、どこにあるのかを読みとることが出来た。

単語	回数
酸	129
酸性	83
アルカリ性	41
溶ける	23
リトマス紙	15
酸性雨	13
中和	35
塩基	87
イオン	31
NaOH	42
フェノールフタレイン	23

単位：人 重複を含む

ポスト調査では、授業で学習した公式や教科書に載っている指示薬の表などの記述も見られた。プレ調査と同様、言葉でうまく表現出来ずに、そのまま公式や表を書き込んだものと思われる。プレ調査と区別出来るのは、学習範囲の内容にあった表を書き込んでいることから、授業から学び取った結果のものであることがよくわかる点である。また、プレ調査にはなかった公式が記述されていることから、ポスト調査において具体的な記述が増えていることが読み取れる。

以上のように授業前後における学習内容理解の実態を、単語・文節分析法を通して容易に明らかにすることができた。このことから、当法が簡易分析法として有効と判断し、安全認識に対する調査においても、これを採用した。

4. 2. 児童・生徒の安全認識

以下の質問文で中1・高1・大1・大2・大3の各学年にアンケート調査を行った。中1と高1はいずれも、進学直後の4月にアンケートを実施し、まだ本格的に中学・高校の学習内容に入っていない、ちょうど小学校卒業段階・中学校卒業段階の状況で調査した。また、大学生は入学時の段階で高等学校の卒業年が個人ごとに違うため、高校卒業と同時に大学に進学し、現在(H17年度)の回生になった人が多い集団、とする。設問は、理科に対するイメージと安全認識との関連をみるために4. 2. 1. に示す2項目とした。

調査方法は先に述べた単語・文節分析法を用い、一部実際の手作業による人数集計を行った。

4. 2. 1. アンケート調査

理科に対するイメージ

質問文 「あなたが理科に対して持っているイメージはどのようなものですか？具体的に書いてください。」

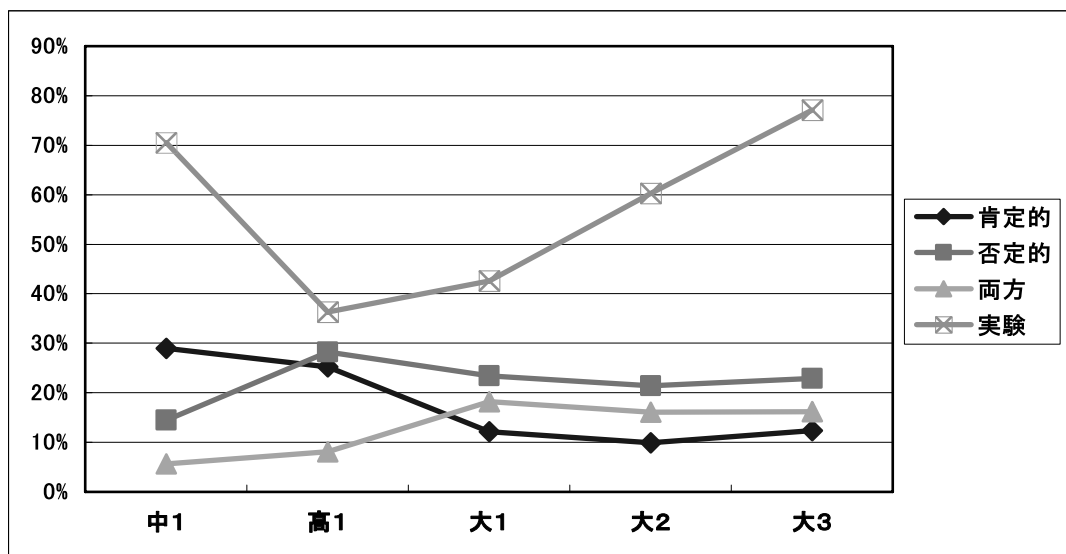


図3 各学年の理科に対するイメージ

好き・楽しい・興味があるといった理科に対して肯定的なイメージの単語を書いた割合は学年が上がるにつれて低下の傾向が認められる。特に、高校から大学の間で大幅に低下しており、高校での学習がイメージの低下につながっているものと思われる。嫌い・苦手・めんどろ・ややこしいといった理科に対して否定的なイメージを書いた割合は、中学校から高校の間で、急激に上昇している。それに対して、理科に対して、「〇〇は好きだが、△△は嫌い」といった肯定的・否定的の両方の単語を書いた割合は高校から大学の間で、大幅に増加している。これは、高校での物理・化学・生物・地学といった専門分野に分けた学習カリキュラムに影響された結果ではないかと思われる。これは、同じ理科の教科内でも、科目として細分化されると、科目ごとに別の物として、好き嫌いの比較がなされるようになるためであると考えられる。理科と言われて、実験と記入した人数はどの学年も、30%を超え

ている。ただ、中学校では70%を超えているのに対して、高校では30%とかなり割合に差が出ている。現高校1年生は中学校での教育課程を中学校1年生から新課程で学習してきている。現行の新課程は完全週5日制の導入と学習内容の3割削減、授業時間数の削減などで、旧課程で学習してきている大学生と比較して、実験の経験が少ないのではないかと考えられ、その結果、このような差が出たと考えられる。学習指導要領改訂前のH9年と改訂後のH17年の中学校教科書(啓林館⁷⁾⁸⁾の比較をしてみたところ、実験記載数はH9年度は146、H17年度は207であった。しかし、学習内容の3割減少により新たに加えられた実験は少なく、改訂前に記載されていた実験が、細分化されて記載されていたり自由研究のような実験が新たに加えられたりしているための増加である。実質授業で行われる生徒実験は減少していることが伺える。

実験をするときに注意する事項

質問文 「実験をするときにあなたが気をつけることはなにか。具体的に書いてください。」

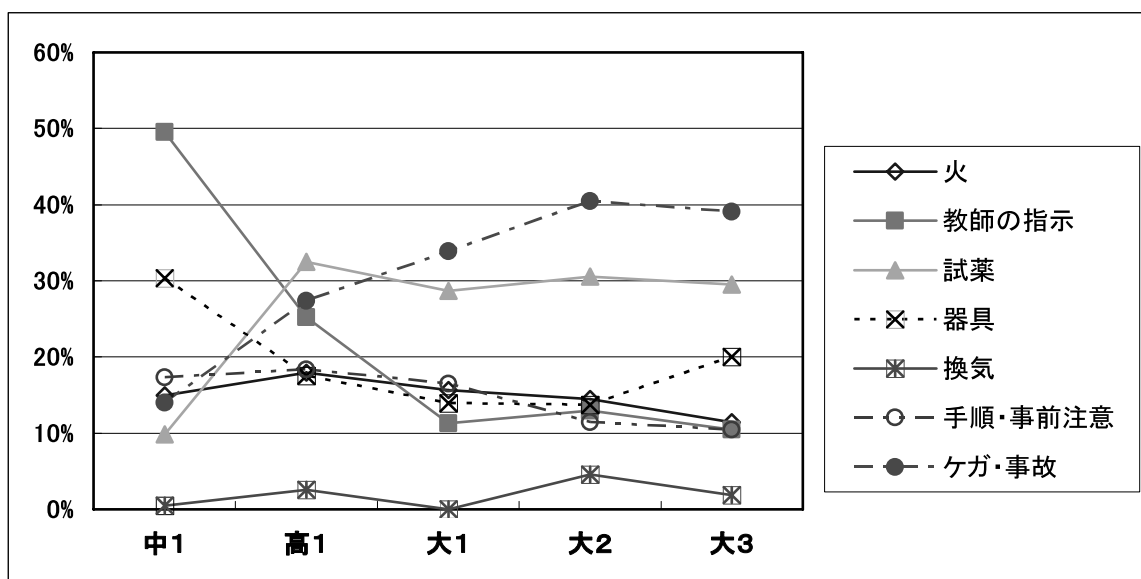


図4 実験をするときに注意する項目

教師の指示に関しては、中1・高1・大1・大2・大3と学年が上がるにつれて記入割合が下がっている。それに対して、ケガ・事故に関する記入率は学年があがるにつれて上がっている。これは、高学年になるほど、教師の指示にプラスして、資料や配付プリント、ワークシートなどにも注意が向けられるためではないか考えられる。また、ケガ・事故に関しては、学年が上がるにつれて、実験経験も増えてくるため、自分自身が怪我や事故に遭わずとも、友達やクラスメートが遭遇した怪我や事故を近くで目撃したりするため注意項目として上がってきているのではないかと考えられる。換気に関する記述については、どの学年層も

記入率が低い。これは、気体の発生で危険な状態になった経験があると答えた人数と関係しているといえる。教科書などで取り扱われている気体の発生実験で、悪臭や有毒な気体が発生する実験が少なく、また、気体発生実験自体も記載量が少ないといったことが要因であるといえる。認識がされにくい状況にある。

さらに注目すべき点は試薬に関する注意である。中1が10%と低いのに対し、高1・大1・大2・大3は30%前後まで高まっている。このことから試薬に対する注意は中学校での学習に大きく影響されているものと考えられる。これは、危険体験のアンケート結果とも共通している。火や器具に関する体験率と試薬に関

する体験率比率は高1から大2までは似ている。体験と注意項目とが重なった形になっているため、事故から認識度が上がっているといえる。事故に遭わずに注意が出来るようにする工夫が必要である。

4. 2. 2. 新旧学習課程との関連性

「理科に対するイメージ」と「実験をするときに注意する事項」の結果から、各学年層で特徴的な差が出ていることがいえる。それには学年ごとに受けてきた教育カリキュラムの違いが少なからず影響しているといえる。中学校を新課程で学習してきた高1と旧課程で学習してきた大3とを比較してみると、高1は理科に対して実験のイメージは低いが試薬や手順に対する注意項目は各学年の平均または、それより高い値になっている。それに対して大3は注意項目が平均的なものに対し、実験のイメージが高い。これは、授業での実験量の差であると思われる。また、危険体験のアンケート結果からも、学習内容、カリキュラム変更の影響が出ていると考えられる。アンケート対象者の各学年層が受けてきたカリキュラムを調査・比較すると、カリキュラムの影響を受けていることがわかる。特に大きいのが生活科の導入、週5日制の導入による学習時間の削減ではないかと考えられる。

4. 2. 3. 生活科との関連性

生活科は、H1年の学習指導要領改訂でH4年度から小学校1・2年生を対象に新設された教科である。アンケート調査協力者では大2から下の学年で学習されてきている。アンケート調査でイメージや学習内容を調査したところ、記憶にないと答えた人が半数であった。また、生活科自体が何か分からなかった人も約20%いた。学習内容については、各学年共通で昆虫採集や植物の栽培、街探検が多くあげられていた。学年が下がるにつれて昔あそびなどが出てきて多様性が出てきている。新設されてしばらくは理科と社会の内容を踏襲した形であったが、多様性が出てきたことから理科・社会を想像させにくい内容になってきているのではないと思われる。その結果、3年生で理科が出てきたときに内容の関連性や動作が児童の既成の認識と繋がりにくくなっているのではないと思われる。危険体験に多いアルコールランプや、ガスバーナーの使い方は、小学校4年生で初めて学習する⁹⁾。これは、学習課程の新旧に関係なく4年生で学習することとなっている。火を使うことは理科を学習し始めてからの時間数には関係なく学習することとなっている。これが火に関係する危険体験の経験率に繋がっていると思われる。生活科が出来たことにより、その改訂前よりも理科の授業時間数が減ったことには変わりはなく、生活科と理科との関連がつきにくいこともアンケート結果から言える。学習量と時間の減少による理科の認

識と習熟低下が考えられる。生活習慣などから考えても、火や器具に対する安全認識が子どもの中にあるとは考えにくい。

5. 対策と提案

5. 1. 今行われている対策

学校で起こる事故に対して、様々な場所でいろいろな対策が講じられている。授業中、またその前後での事故の発生を防ぐために、教育委員会や各種機関では対策がなされている。対策としてどのようなことがなされているか近畿圏内で調査したところ、次の情報が得られた。

○奈良県教育委員会

教育委員会HP

(<http://www.nara-c.ed.jp/gakushi/download/yakuhin/yakuhin.htm>)にて、資料が閲覧できるようになっている。実験に対するムービーも掲示されており分かりやすくなっている。

○京都府教育委員会

京都府総合教育センター北部研修所科学技術教育部HP (<http://www.kyoto-be.ne.jp/n-center/index.html>)にて小学校の理科実験を中心に実験をする際の基本作業・操作・発展実験などが公開されている。

○大阪府教育委員会 大阪府科学教育センター (現大阪府教育センター)

教員向けに冊子資料¹⁰⁾が用意されている。化学の基礎から薬品の管理、精製まで事細かく記載されている。

5. 2. 事故防止へ向けた提案

忙しい学校現場では準備にあまり時間がとれないため、教科書や指導書のみを見て実験を実施する教師も少なくないと思われる。特に、専門外の分野や詳しくない分野の指導に当たる際に事故が起こっていることが多く、実験実施中に予想外の事故や怪我が起きている。また、天候や気候、天災など予測不可な原因で事故・怪我が起きている事例もある。

5. 2. 1. 各教科書の使用試薬データベースの作製

これは、理科授業で行う実験に使用する試薬をまとめて表示し、その特性や使用するに当たっての注意をMSDS (化学物質安全データシート)を見て確認するというものである。1から試薬を探し、資料を探す手間が省けるため、実験前の短時間で試薬の注意事項が確認でき、事故防止に繋がるとと思われる。次の操作で検索が出来るように作製した。例えば、東京書籍のフォルダをクリックすると、1分野・2分野の各上下

の冊子のファイルが出る。1分野上のファイルをクリックすると実験一覧が表示され、単元2、3章の実験9をクリックすると、実験に使用する試薬が表示される。エタノールをクリックすると、そのMSDS³⁾が表示される。図5から図9までがその流れで示される画面である。

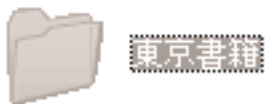


図5 東京書籍のフォルダ



図6 1分野・2分野の各上下冊子のファイル

50			の変化
51			表1
52			実験7
53	3章	物質のすがたと状態変化	実験9
54			実験9
55			実験10
56			
57			

図7 実験一覧

1	身のまわりの物質			
2	3章 物質のすがたと状態変化	実験9	エタノール	引火注意
3				
4		実験7	ナフタレン	皮膚付着注意
5				
6		表1	鉄	
7			銅	
8			アルミニウム	
9			水銀	毒物
10			食塩	
11			水	
12			エタノール	
13			酸素	
14			窒素	
15			ナフタレン	

図8 実験で使用する試薬

化学物質等安全データシート	
1. 化学物質及び会社情報	昭和化学株式会社 東京都中央区日本橋本町4-3-8 担当 TEL (03) 3270-2701 FAX (03) 3270-2720 緊急連絡 同上 改訂 平成15年 6月27日
化学物質等のコード	: 0502-6250
化学物質等の名称	: エタノール (99.5)

2. 組成、成分情報	単一製品・混合物の区別 化学名 成分及び含有量 化学式又は構造式 官報公示整理番号(化審法、安衛法) CAS No	単一製品 エタノール 99.5容量%以上 C ₂ H ₅ OH 2-202 64-17-5
------------	--	--

3. 危険有害性の要約

分類の名称 : 引火性物質
危険性 : 引火しやすい液体、蒸気は空気と一定量混合すると爆発性混合ガスとなる。
有害性 : 工業的には比較的無害の溶剤と見なされるが、蒸気を吸入すると麻酔剤として働き、繰り返しさらされた場合、粘膜への刺激、めまい、感覚鈍麻、頭痛などを起こす。

4. 応急処置

目に入った : 豊富な清浄水で最低15分間目を洗浄した後、直ちに眼科医の場合 手当てを受けること。
皮膚に付着した : アルコールに触れた部分を水で流しながら洗浄する。石鹸を使った場合 使った部分をよく洗い落とす。
吸入した : 患者を直ちに空気の新鮮な場所に移し、安静にする。ひどい場合は直ちに医師の手当てを受ける。
飲み込んだ : 水でよく口の中を洗浄した後、コップ数杯の清水を飲ませ稀釈し、可能であれば指をのどに差し込んで吐き出させ、直ちに医師の手当てを受ける。

5. 火災時の処置

消火方法 : 初期の火災には、大量の水噴霧、又は粉末、炭酸ガス、アルコホーム等の消火器による消火を行う。
消火剤 : 水・粉末・炭酸ガス・アルコホーム

6. 漏出時の措置

・浸透性及び揮発性があるので、付近の着火源となるものは速やかに取り除く。
・少量の場合には、こぼれた場所へ速やかに大量の水で洗い流す。
・大量の場合には、漏出液を密閉式容器に出来るだけ回収し回収出来なかった場所へは大量の水で洗い流す。

7. 取扱いおよび保管上の注意

取扱い : みにだりに火気その他着火源となる恐れのあるものに接近させ若しくは注ぎ、蒸発させ、又は加熱しないこと。
・取り扱う設備のある場所を常に整理整頓し、その場所に可燃性のもの、又は酸化性のものを置かない。
保管 : 保管は消防法上の貯蔵設備で行い、通風をよくし蒸気が滞留しないようにする。また、指定数量未満のものについても、火気その他危険な場所から遠ざけ通風をよくし、温度、湿度、しや光に注意し、冷暗所に保管する。
・非危険物又は消防法の第1類及び第6類の危険物との混合貯蔵を禁止する。

8. 暴露防止及び保護措置

管理濃度 : 管理濃度なし。
許容濃度 : ACGIH (1989-1990) TWA 1,000ppm (1,880 g/m³)
設備対策 : 取扱いについては、火気のない換気の良い場所で行う。
保護具 : 通常はゴム手袋、ゴム前掛け、安全靴、高濃度の場所ではゴム手袋、ゴム前掛け、安全靴、保護眼鏡、防毒マスク着用。

9. 物理的及び化学的性質

外観等 : 無色透明な液体
臭気 : 特有の芳香 味 : やける様な味
(700-8分100%として) 比重(1) : 0.7936 (d 15.4)
沸点(2) : 78.325°C (760mmHg)
融点(3) : -114.15°C
蒸気圧(4) : 5866Pa (20°C)
蒸気密度(5) : 1.59
溶解性(6) : 水、エーテルによく溶ける

10. 安定性及び反応性

引火点(7) : 14°C 発火点(8) : 392°C
爆発限界(9) : 下限3.30vol%~上限19.0vol% (空气中)
(700-8分100%として)
安定性 : 通常の取扱い条件においては安定。

11. 有害性情報 (人についての症例、疫学的情報を含む)

急性毒性 : 人 (経口) 10 : LDLo 1,400mg/kg (700-8分100%として)
ラット (経口) 1.1 : LDLo 5 013, 700mg/kg
変異原性 : 発がん性、刺激性などについては情報はありません。

12. 環境影響情報

・分解性、蓄積性、魚毒性、その他についての情報はありません

13. 廃棄上の注意

・取扱い及び保管上の注意の項の記載による他、引火性液体に関する一般的な注意事項による。

14. 輸送上の注意

取扱い及び保管上の注意の項の記載による他、消防法により第1類及び第6類との混載禁止。
 輸送に関する国際規制
 陸上輸送 : データなし
 海上輸送 : データなし
 航空輸送 : データなし
 国連分類番号 : クラス3 (引火性液体類)
 国連番号 : 1170

15. 適用法令

・労働安全衛生法施行令等の一部改定第18の2別表第9「名称等を通知すべき有害物」62
 ・消防法…危険物第4類アルコール類(水溶性液体)
 ・アルコール専売法、アルコール売捌規則
 ・労働安全衛生法施行令 別表第1危険物 4. 引火性の物
 ・危険物船舶運送及び貯蔵規則 引火性液体類 中引火点引火性液体

16. その他の情報

参考文献

化学物質管理促進法(PTR)・MSDS対象物質全データ	化学工業日報社
労働安全衛生法MSDS対象物質全データ	化学工業日報社(2000)
化学物質の危険・有害便覧	中央労働災害防止協会編
化学大辞典	共同出版
安衛法化学物質	化学工業日報社
産業中毒便覧(増補版)	医歯薬出版
化学物質安全性データブック	オーム社
公害と毒・危険物(総論編、無機編、有機編)	三共出版
化学物質の危険・有害性便覧	労働省安全衛生部監修 中央労働災害防止協会編

このデータは作成の時点における見解によるものですがかならずしも十分ではありませんので、取扱いには十分注意して下さい。

図9 対象試薬のデータベース (MSDS)

同様に他の4社(大日本図書・啓林館・学校図書・教育出版)の中学校教科書についてもデータベースを作製した。各教科書の3単元、全132実験に使用される試薬に対してデータをCD-Rに収録した。

5. 2. 2. 地震・災害対策

学校で起こると考えられる事故で、今後、特に気を付けていかないといけない項目に天災がある。天災はいつおこるかかわからない。その天災の中でも最も注意しておく必要があるのが地震である。日本列島はいま地震活動の活動期に入ったと言われ、いつどのような場所で地震が起こっても不思議ではない状況にある^{*)2)}。地震が起こった際に、理科室で起こると考えられる事故は落下などによる器具の破損、電気ショートによる火災、試薬ピンの破損による混触での気体発生・発火である¹⁾。いずれも、怪我や体調不良を引き起こすものであり、最悪の場合は生命の危機に繋がらう。そこで、地震対策として、器具や試薬を置く棚や薬品庫の整備や整理が大切になってくる。特に薬品庫の中の試薬の整理は重要である。ピンが壊れて中身の試薬がこぼれ出た場合、薬品同士が混ざり合い、出火したり気体が発生したりすることも考えられる。例としては、ナトリウムと塩酸が接触すると発火する・ヨウ素にアンモニアが接触し加温されると発火する・エタノールに過酸化水素が接触し、衝撃もしくは熱が加わると爆発するといったものが挙げられる。そのようなことを防ぐために混ざった際に反応する試薬同士を分けて保管するなど、各試薬の特性に合わせた安全な場所に保管することが求められる。

6. まとめ

事故は教師の小さな見落としから発生していることが多い。従って、子どもの認識度がどの程度なのかを把握し、その都度注意を促す必要がある。社会の変化と共に子どもの生活環境も変化し、安全認識も同様に変化している。火を使ったりした経験のない子どももおり、実験に使用する器具などの仕様や子どもの行動を以前よりも注意して見ておく必要がある。そのためには実験を行う際、1人の教師で多数の生徒を指導するには無理があるため、1クラスを二つに分けて授業を行うといった工夫¹²⁾も事故防止策として有効であると言える。また、図4に示す「実験をするときの注意事項」の教師の指示の項目を見ると、学年が低い順に注意度が高い。この結果からもわかるように、児童・生徒は学年が低ければ低いほど教師の指示に従順であるといえる。そのことから、初歩的な器具の使用方法的指導など、低学年から細かに指導することが望まれる。さらに、一度学んで注意するように指導したことで、注意事項を忘れてしまわないように、実験を行うたびに使用方法や注意点を確認するようにした方がよい。確認することで注意が促され、認識度が上がり、事故防止に繋がる。子どもへの事細かな指導と同時に、教師一人一人の実験指導に対する注意・関心を高めていくことが重要である。

謝辞

本研究を行うにあたり、次の方々にアンケート調査のご協力をしていただきました。貴重な時間をこの調査のために割いてくださいました。ここに記してお礼申し上げます。

姫路市立大津中学校

兵庫県立姫路南高等学校

奈良教育大学 藤原 公昭 先生

伊藤 剛和 先生

松川 利広 先生

棚橋 尚子 先生

小柳 和喜雄 先生

参考文献

- 1) 左巻健男 他 「理科の実験 安全マニュアル」 東京書籍 2003
- 2) 三上周治 消化管のシリコンレプリカの製法とその活用—消化器の学習の改善と提案— 奈良教育大学大学院2003年度修士論文
- 3) 三上周治・坂本 純・松村佳子「中学校理科実験、コハク酸の事故から学ぶべきこと—安全マニュアル作成のための提言—」理科の教育 vol53, no9東洋館出版社 2004, p63-68
- 4) 中学校教科書指導書「理科」啓林館平成14年度改

- 訂版
 中学校教科書指導書「新しい科学」指導編・観察
 実験編 東京書籍 2002
- 5) 時事通信社編 最新教育キーワード137 [第11版]
 株式会社時事通信出版通信局 2005
 文部科学省 小学校学習指導要領 (平成10年12月)
 独立行政法人国立印刷局 1998
 文部科学省 中学校学習指導要領 (平成10年12月)
 独立行政法人国立印刷局 1998
 文部科学省 高等学校学習指導要領 (平成11年3
 月) 独立行政法人国立印刷局 1999
- 6) 高等学校理科教科書 「理科総合A」 三省堂
 (平成16年度版)
 高等学校理科教科書 「化学I」 三省堂 (平
 成16年度版)
- 7) 中学校理科教科書 「新しい科学」 東京書籍
 (平成17年度版)
 中学校理科教科書 「理科」 啓林館 (平成17
 年度版)
 中学校理科教科書 「理科」大日本図書 (平成
 17年度版)
 中学校理科教科書 「中学校理科」 学校図書出
 版社 (平成17年度版)
 中学校理科教科書 「中学理科」 教育出版 (平
 成17年度版)
- 8) 中学校理科教科書 「理科」 啓林館 (平成9
 年度版)
- 9) 小学校教科書 「新しい理科」 東京書籍 (平
 成14年度版)
 小学校教科書 「新しい理科」 東京書籍 (平
 成3年度版)
 小学校教科書 「新しい理科」 東京書籍 (昭
 和60年度版)
- 10) 大阪府科学教育センター 研修第一部 編 理科
 実験ガイドブック 試薬編 大阪府科学教育セン
 ター 1993
- 11) 東京消防庁編 「化学薬品の混触危険ハンドブ
 ック」 日刊工業新聞社 1997
 左巻健男 編著 「たのしくわかる化学実験辞典」
 東京書籍 1996
- 12) Juliana Texley, Safe Science Facilities やThe sci-
 ence teacher¹ Vol72, No.9, National Science
 Teachers Association, 2005 p39-42,
- <http://www.geocities.jp/hotei103/>
 YAHOOニュース
<http://headlines.yahoo.co.jp/hl>
- * 2) 内閣府中央防災会議 表層地盤のゆれやすさ全
 国マップ
[http://www.bousai.go.jp/oshirase/h17/yureya
 susa/zenkoku.pdf](http://www.bousai.go.jp/oshirase/h17/yureya_susa/zenkoku.pdf)
- * 3) 昭和化学株式会社HP Showa Reagents MSDS
<http://www.st.rim.or.jp/~shw/MSDS/MSDS.html>

資料

- * 1) 学校たんけん隊 こどもの安全情報
[http://www5d.biglobe.ne.jp/~tanken/dan-
 ger/da-top.htm](http://www5d.biglobe.ne.jp/~tanken/danger/da-top.htm)
 化学実験における事故例