

教員養成大学の理科教育について I

主として実験に対する安全教育の観点から

藤井 富美子 ・ 山田 公江

On Teaching Natural Science at Pedagogical Universities I

Chiefly from Viewpoint of Safety Training
for Practices

F. FUJII and K. YAMADA

緒 言

頻発する小中学校における理科実験中の事故に関連して、実験の安全教育と教員養成大学の理科教育のカリキュラムとその内容が問題になっている。¹⁾ 理科は自然の認識とその応用に立脚する教科であるので、単なる机上の思考だけでは不十分で、本質的に実験と観察を伴う。実験中の事故は大部分が一瞬した不注意や無知に起因することが多く、理科教育を担当する教師は十分な理解と実践的な知識が要求される。

理科は複雑な自然現象から単純な不変法則を見出すことに意義があり、実験は実地に試すことによって理科学習への興味と意欲を倍増させる重要なものである。しかし実験中の事故は、教師・児童生徒の双方にとって肉体的・精神的苦痛を与えるのみならず、一瞬した事故がきっかけで、実験を恐れて実験を拒否し、理科嫌いの児童生徒をつくる要因となりかねない。したがって実験の安全教育は非常に重大な問題といえる。

学校で課されている理科実験は、基礎的知識と周到な準備さえすれば事故は未然に防げるものである。万一事故が生じた時でも最少限に食い止めることができよう。

以上の観点から本学学生、卒業生で現在教職についている者および岐阜大学教育学部学生の協力を得て中村氏の Hazards Drawing 法²⁾を用いて理科実験の安全教育に対する意識調査を行なった。

Hazards Drawing 法

英国王立事故防止協会では危険を伴う種々の仕事、活動の場面を想定して Hazards Drawing を作成し、事故の防止に役立てている。Hazards Drawingとは危険な行動や状態を描いた絵で、その絵から危険を見つける能力を評価できるように作られている。今回用いた Hazards Drawing は中村重太郎氏がSTEP³⁾の Hazards Drawing を参考に化学実験の加熱操作の場面を絵にしたもので、もともとのSTEP は約50のチェック点を含んでいるのを、中村氏のものは約30点に簡略化したものである。

調 査 方 法

1. 調 査 方 法

・ 本学児童教育専攻3年128名・4年111名

・現在教員として従事している本学卒業生（以下現職教員と呼ぶことにする）42名（任意抽出した100名に対し郵送し回答を得た）

・岐阜大学教育学部文科系1年151名 理科専攻1年29名・2年55名 化学科3年15名・4年14名

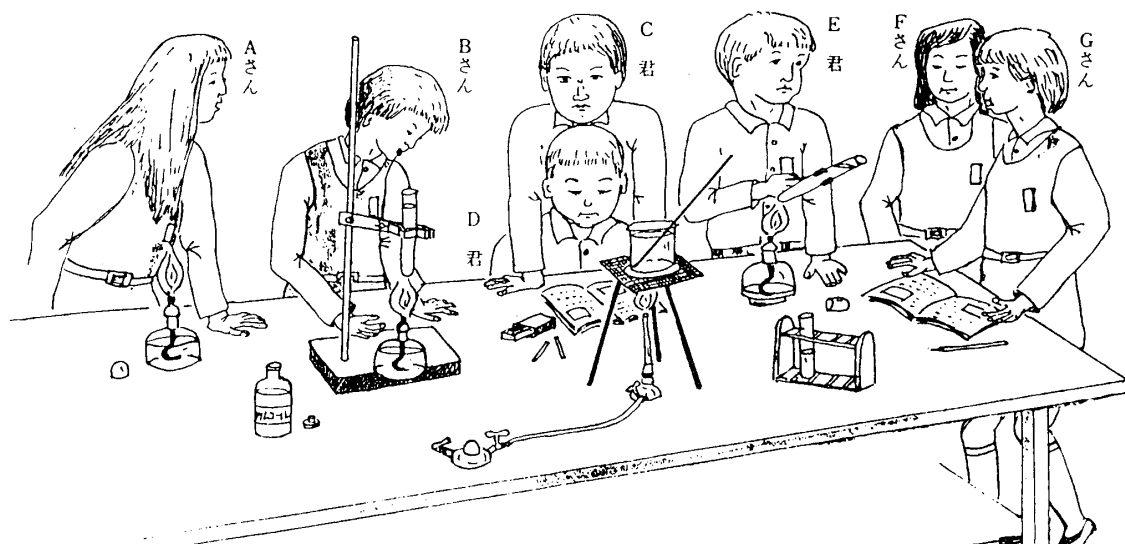
2. 調査時期

1980年 9月～11月

3. 調査内容

(1) 図1の「加熱実験活動における危険性について」を用いて危険箇所を質問紙調査法でチェックさせる。以下の27項目がチェック点となっている。

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| ① Aさんの髪が長い | ⑭ D君が座ったまま |
| ② 不用なアルコールランプがついている | ⑮ D君が本を読んでいる |
| ③ Aさんがよそ見をしている | ⑯ 加熱している側に本を置いている |
| ④ 火の側に引火性のアルコールがある | ⑰ マッチが放置されたまま |
| ⑤ アルコールのびんのふたをしていない | ⑱ ビーカーの中の液の量が多い |
| ⑥ Bさんが加熱中の試験管をのぞきこんでいる | ⑲ ビーカーの中に長い棒を立てたまま |
| ⑦ アルコールランプが台から落ちそう | ⑳ もえさし入れを準備していない |
| ⑧ 試験管を固定して加熱している | ㉑ ぬれ雑巾を準備していない |
| ⑨ Bさんの前の試験管中の液の量が多い | ㉒ E君が加熱しながらよそ見をしている |
| ⑩ 試験管を垂直に加熱している | ㉓ E君の前のアルコールランプのアルコールの量が少ない |
| ⑪ Bさんの右手が不用心 | ㉔ 加熱試験管の口の方向に人がいる |
| ⑫ Bさんの前のアルコールランプのふたがない | ㉕ E君の試験管の液の量が多い |
| ⑬ C君がおおいかぶさっている | ㉖ 試験管ばさみの位置が中によりすぎている |
| | ㉗ アルコールランプのふたが倒れている |



この絵は試験管やビーカーを使って暖めながらほう酸を水に溶かしているところです。実験は安全にしなければなりません。絵の中にはよくないところがあります。どこがよくないか、気がついただけ書き出して下さい。

図1 加熱実験活動における危険性について

(2) 現職教員については現場の実態と理科実験に対する対応を把握するための以下のアンケート調査も併せて行なった。

A. 教職につかれて何年目ですか。

B. これまでに何年生を担当されましたか。

該当するものに○を、また現在担当されている学年に◎をおつけ下さい。

1年 2年 3年 4年 5年 6年

C. 小学校8教科の中で理科は好きな教科ですか、嫌いな教科ですか。

該当するものに○をおつけ下さい。

①好きな教科 ②嫌いな教科 ③どちらでもない

D. ①と答えられた方

学生の頃から好きでしたか、それとも現場に出られてからですか。

該当するものに○をおつけ下さい。

a. 学生の頃から

b. 現場にでてから→何がきっかけで好きになりましたか()

②と答えられた方

どうして嫌いですか()

E. 貴校では、実験は多くやられていますか。該当するものに○をおつけ下さい。

① 教科書にでているものはほとんどやっている

② 重要と思われるものを選択してやっている

③ ほとんどやっていない

F. これまでに実験で困ったことはありましたか。(具体的にお願いします)

G. 理科に関して、大学でこれだけのことはやっておくとよいということがありましたらお願いします。

結果および考察

1. 調査(1)の結果

前に示した27のチェック項目について、大学別、学年別、男女別に集計した。集計結果は、男女別による有意差はみられなかったため、大学別および学年別にまとめて表1に示した。次に、チェック率の高い項目順に並びかえて表2にまとめた。

表1・2から全体的にチェック率の高かった項目を列举すると

- ・アルコールのびんのふたをしていない
- ・マッチが放置されたまま
- ・アルコールランプが台から落ちそう
- ・不用なアルコールランプがついている
- ・加熱試験管の口の方向に人がいる
- ・ビーカーの中に長い棒を立てたまま
- ・C君がおおいかぶさっている

の7項目で、逆にチェック率の低かった項目を列举すると

- ・火の側に引火性のアルコールがある
- ・Bさんの前のアルコールランプのふたがない
- ・Aさんがよそ見をしている
- ・ぬれ雑巾を準備していない
- ・もえさし入れを準備していない
- ・試験管ばさみの位置が中によりすぎている
- ・Bさんの右手が不用心

の7項目である。チェック率の高い7つの項目は、加熱実験を安全に行なうための予備知識なしでも絵を見れば常識的にわかるものである。またチェック率の低い7つの項目のうち「Aさ

表1 調査1集計結果

項目	学校・学年別		岐阜大学					名古屋女子大学		現職教員		Total	※ 高3
	調査人数		文科系 1年	理科専攻 1年	理科専攻 2年	化学科 3年	化学科 4年	3年	4年	1~3 年目	4年目 以上		
	151	29	55	15	14	128	111	22	20	545	145		
1 Aさんの髪が長い	52 34.4	11 37.9	32 58.2	14 93.3	12 85.7	74 57.8	94 84.7	14 63.6	10 50.0	313 57.4	64 44.1		
2 不用なアルコールランプがついている	126 83.4	27 93.1	52 94.5	12 80.0	12 85.7	96 75.0	70 63.1	14 63.6	16 80.0	425 78.0	111 76.6		
3 Aさんがよそみをしている	7 4.6	3 10.3	2 3.6	1 6.7	2 14.3	11 8.6	7 6.3	2 9.1	1 5.0	36 6.6	10 6.9		
4 火の側に引火性のアルコールがある	9 6.0	1 3.4	7 12.7	2 13.3	2 14.3	12 9.4	5 4.5	4 18.2	3 15.0	45 8.3	23 15.9		
5 アルコールのびんのふたをしていない	142 94.0	29 100.0	52 94.5	15 100.0	14 100.0	122 95.3	107 96.4	21 95.5	18 90.0	520 95.4	135 93.1		
6 Bさんが加熱中の試験管をのぞきこんでいる	19 12.6	6 20.7	9 16.4	5 33.3	6 42.9	23 18.0	13 11.7	9 40.9	4 20.0	94 17.2	26 17.9		
7 アルコールランプが台から落ちそう	144 95.4	29 100.0	53 96.4	15 100.0	14 100.0	116 90.6	98 88.3	18 81.8	19 95.0	506 92.8	126 86.9		
8 試験管を固定して加熱している	10 6.6	3 10.3	13 23.6	8 53.3	5 35.7	7 5.5	6 5.4	0 0.0	3 15.0	55 10.1	15 10.3		
9 Bさんの前の試験管中の液の量が多い	24 15.9	9 31.0	22 40.0	8 53.3	12 85.7	6 4.7	27 24.3	1 4.5	1 5.0	110 20.2	15 10.3		
10 試験管を垂直にして加熱している	28 18.5	8 27.6	21 38.2	7 46.7	13 92.9	23 18.0	33 29.7	1 4.5	5 25.0	139 25.5	8 5.5		
11 Bさんの右手が不用心	11 7.3	1 3.4	3 5.5	1 6.7	0 0.0	6 4.7	4 3.6	1 4.5	2 10.0	29 5.3	17 11.7		
12 Bさんの前のアルコールランプのふたがない	7 4.6	0 0.0	1 1.8	2 13.3	1 7.1	5 3.9	3 2.7	1 4.5	0 0.0	20 3.7	5 3.4		
13 C君がおおいかぶさっている、	123 81.5	24 82.8	50 90.9	14 93.3	13 92.9	101 78.9	95 85.6	21 95.5	16 80.0	457 83.9	115 79.3		
14 D君が座ったまま	43 28.5	14 48.3	3 5.5	2 13.3	6 42.9	9 7.0	16 14.4	9 40.9	6 30.0	108 19.8	9 6.2		
15 D君が本を読んでいる	3 2.0	1 3.4	0 0.0	0 0.0	1 7.1	1 0.8	4 3.6	0 0.0	0 0.0	10 1.8	1 0.7		
16 加熱している側に本をおいている	42 27.8	13 44.8	15 27.3	6 40.0	10 71.4	55 43.0	55 49.5	10 45.5	10 50.0	216 39.6	39 26.9		
17 マッチが放置されたまま	114 75.5	26 89.7	47 85.5	15 100.0	10 71.4	92 71.9	91 82.0	17 77.3	17 85.0	429 78.7	137 94.5		
18 ビーカーの中の液の量が多い	6 4.0	4 13.8	13 23.6	4 26.7	3 21.4	0 0.0	24 21.6	1 4.5	0 0.0	55 10.1	2 1.4		
19 ビーカーの中に長い棒を立てたまま	94 62.3	24 82.8	44 80.0	13 86.7	13 92.9	77 60.2	80 72.1	16 72.7	15 75.0	376 69.0	81 55.9		
20 もえさし入れを準備していない	3 2.0	0 0.0	4 7.3	1 6.7	2 14.3	7 5.5	9 8.1	4 18.2	2 10.0	32 5.9	1 0.7		
21 むれ雑巾を準備していない	1 0.7	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	1 4.5	0 0.0	2 0.4	2 1.4		
22 E君が加熱しながらよそみをしている	43 28.5	10 34.5	10 18.2	2 13.3	6 42.9	35 27.3	31 27.9	5 22.7	2 10.0	144 26.4	48 33.1		
23 E君の前のアルコールランプのアルコールの量が少ない	28 18.5	5 17.2	33 60.0	6 40.0	14 100.0	13 10.2	42 37.8	3 13.6	4 20.0	148 27.2	26 17.9		
24 加熱試験管の方向に人がいる	135 89.4	27 93.1	51 92.7	15 100.0	14 100.0	103 80.5	90 81.1	17 77.3	18 90.0	470 86.2	113 77.9		
25 E君の試験管の液の量が多い	22 14.6	9 31.0	24 43.6	8 53.3	10 71.4	11 8.6	35 31.5	0 0.0	3 15.0	122 22.4	14 9.7		
26 試験管ばさみの位置が中によりすぎている	1 0.7	0 0.0	0 0.0	0 0.0	1 7.1	1 0.8	1 0.9	0 0.0	0 0.0	4 0.7	1 0.7		
27 アルコールランプのキャップが倒れている	53 35.1	13 44.8	16 29.1	9 60.0	12 85.7	35 27.3	50 45.0	10 45.5	12 60.0	210 38.5	45 31.0		
平均チェック数	8.5	10.4	10.7	12.3	14.7	8.1	9.8	9.1	9.4	9.3	8.2		

※ 中村氏調査

上段 回答者数(人)

下段 百分率組成(%)

表2 チェック率による集計結果

チェック率	学校・学年別 調査人数 (人)	岐 阜 大 学					名古屋女子大学		現 職 教 員		※
		文 科 系 1 年	理 科 専 攻 1 年	理 科 専 攻 2 年	化 学 科 3 年	化 学 科 4 年	3 年	4 年	1～3 年 目	4 年 目 以 上	
		151	29	55	15	14	128	111	22	20	
100	アルコールのびんのふたをしていない	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	アルコールランプが台から落ちそう	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
81	加熱試験管の口の方向に人がいる	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	○
	C君がおおいがぶさっている	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	○	○
80	マッチが放置されたまま	○	◎	◎	◎	○	○	◎	○	◎	◎
	不用なアルコールランプがついている	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○	◎	○
51	ビーカーの中に長い棒を立てたまま	○	◎	○	◎	◎	○	○	○	○	○
	Aさんの髪が長い	△	△	○	◎	◎	○	◎	○	△	△
50	加熱している側に本を置いている	△	△	△	△	○	△	△	△	△	△
	アルコールランプのキャップが倒れている	△	△	△	○	◎	△	△	△	○	△
21	E君の前のアルコールランプのアルコールの量が少ない	×	×	○	△	◎	×	△	×	×	×
	E君が加熱しながらよそ見をしている	△	△	×	×	△	△	△	△	×	△
20	試験管を垂直にして加熱している	×	△	△	△	◎	×	△	×	△	×
	E君の試験管の液の量が多い	×	△	△	○	○	×	△	×	×	×
20	Bさんの前の試験管中の液の量が多い	×	△	△	○	◎	×	△	×	×	×
	D君が座ったまま	△	△	×	×	△	×	×	△	△	×
20	Bさんが加熱中の試験管をのぞき込んでいる	×	△	×	△	△	×	×	△	×	×
	試験管を固定して加熱している	×	×	△	○	△	×	×	×	×	×
10	ビーカーの中の液の量が多い	×	×	△	△	△	×	△	×	×	×
	火の側に引火性のアルコールがある	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
10	Aさんがよそ見をしている	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	もえさし入れを準備していない	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
0	Bさんの右手が不用心	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	Bさんの前のアルコールランプのふたがない	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
0	D君が本を読んでいる	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	試験管ばさみの位置が中によりすぎている	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
0	めれ雑巾を準備していない	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

※ 中村氏調査

× 0～20 (%) ○ 51～80
△ 21～50 ◎ 81～100

んがよそ見をしている」「Bさんの右手が不用心」の2点については、それぞれ6.6%、5.3%と低いチェック率になっているが、絵から判断しにくいので当然の結果といえよう。

この Hazards Drawing で意味のある判断基準として採用できるものは、上記の9つの項目を除いた残りの18の項目であると考えられる。

表1からわかるように、岐阜大学化学科3年・4年では加熱基本操作（アルコールランプのキャップが倒れている・E君の前のアルコールランプのアルコールの量が少ない・試験管を垂直にして加熱している・試験管の液の量が多い）に対するチェック率が他の群よりかなり高く化学実験・実習に習熟していることを反映しているといえよう。

次に全体のチェック数の平均を見ると、岐阜大学化学科4年が一番高く、同3年、同学理科専攻2年、1年、本学4年の順であった。岐阜大学文科系1年と名古屋女子大学3年がほぼ同じ値になっているが、この値は中村氏の調査での高校生の平均値（8.2前後）とほぼ等しい。これは大学での化学実験・実習経験の有無と強い相関関係があることを示している。岐阜大学理科専攻1・2年は文科系1年に比べてややチェック数が高い。これも理科志望か文科志望かにより、学生の理科実験に対する興味と意識の違いによると思われる。一方、本学では4年の学生の方が3年よりややチェック数が高かった。これは調査時点では同3年は加熱操作を必要とする実験を行なっていなかったことを反映しているようである。

今回の調査では文科、理科系の学生間のチェック点の相違は岐阜大学の1年の学生についてしか調査できなかったが、この結果は恐らく学年や大学に関係なく一般的に表われる傾向であろう。

次に現職教員について、経験年数3年目までと4年目以上に分けてチェック項目とチェック率について図2に示した。

担当学年4年生以上の経験の有無によって同様に整理し、図3に示した。図2、3を比較してみると、各チェック項目ごとのチェック率はどれもほぼ同傾向を示していることがわかる。

また、小学校では4年生以上の経験の有無によっているので4年生以上の担任経験があるかどうかで若干差があるのではないかと予想したが、図3からわかるようにあきらかな違いは見られなかった。

以上のことから理科実験を安全にすすめるための能力は、教育現場にでてから急につくものではないといえよう。

本調査では Hazards Drawing を用いて学生の実態を調べたが、絵をみて危険をチェックするといった方法には限界がある。

一例をあげれば化学実験で火気のまわりにマッチを放置することは危険なことは十分承知しているのに、学生の実験現場を見るとマッチを無雑作に火の近くに放置している。これは絵ではチェックでき、理屈ではわかっているにもかかわらず実際の行動を伴っていないことを物語っている。

今回の調査項目の中に、他にもこういったことがあることを考慮すると、学生の実験に望む安全性に対する意識は調査結果よりもかなり低いと考えられる。

次に全国理科教育センターの調査による事故の発生の様子を図4に示す。3項目の化学実験中、「アルコールランプやガスバーナー」が事故発生件数、事故あたりの被害者数ともに他と比較してかなり高くなっており、この実験では事故当事者のみならず周りの人をまきこんでいることになる。アルコールランプによる事故原因をみると、アルコールランプからアルコールランプへの点火、アルコールを入れすぎたものやアルコールの不足したものへの点火等、不注意や基本的誤操作によって生ずることがほとんどである。指導者自身が正しい取り扱い方と注

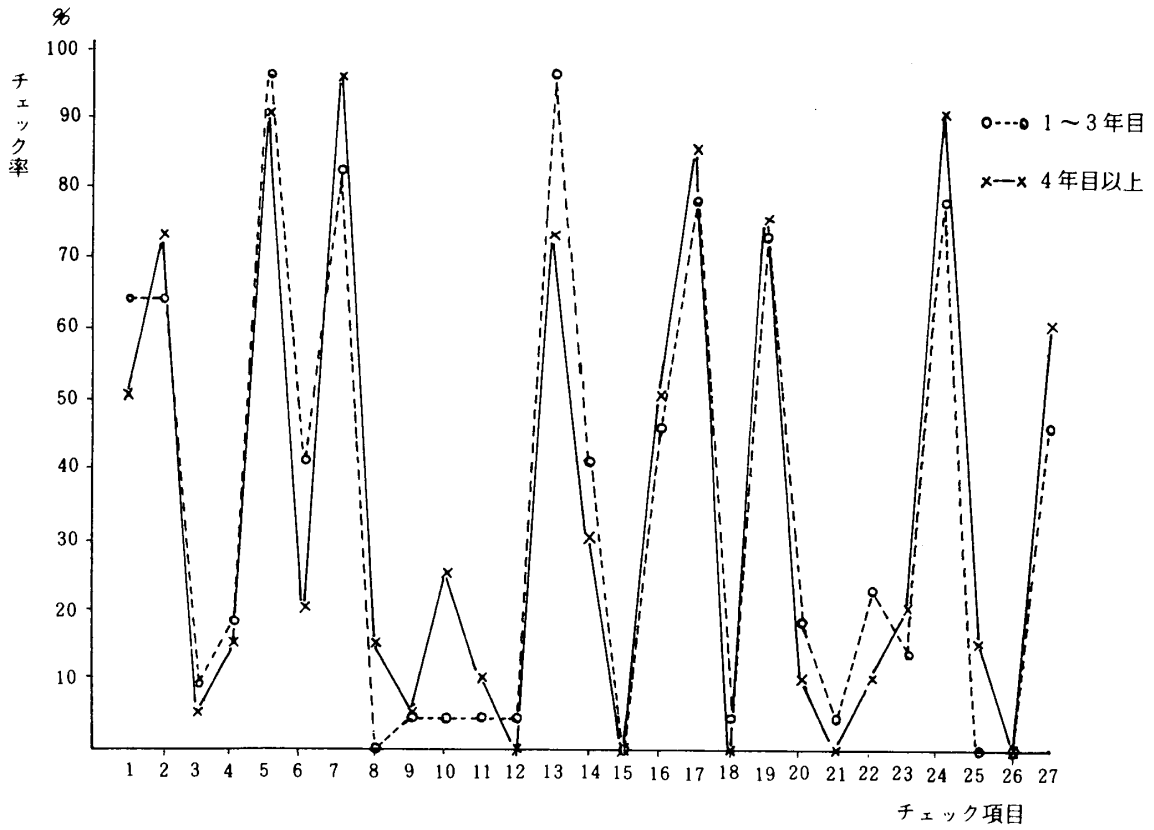


図2 現職教員の経験年数によるチェック項目間の比較

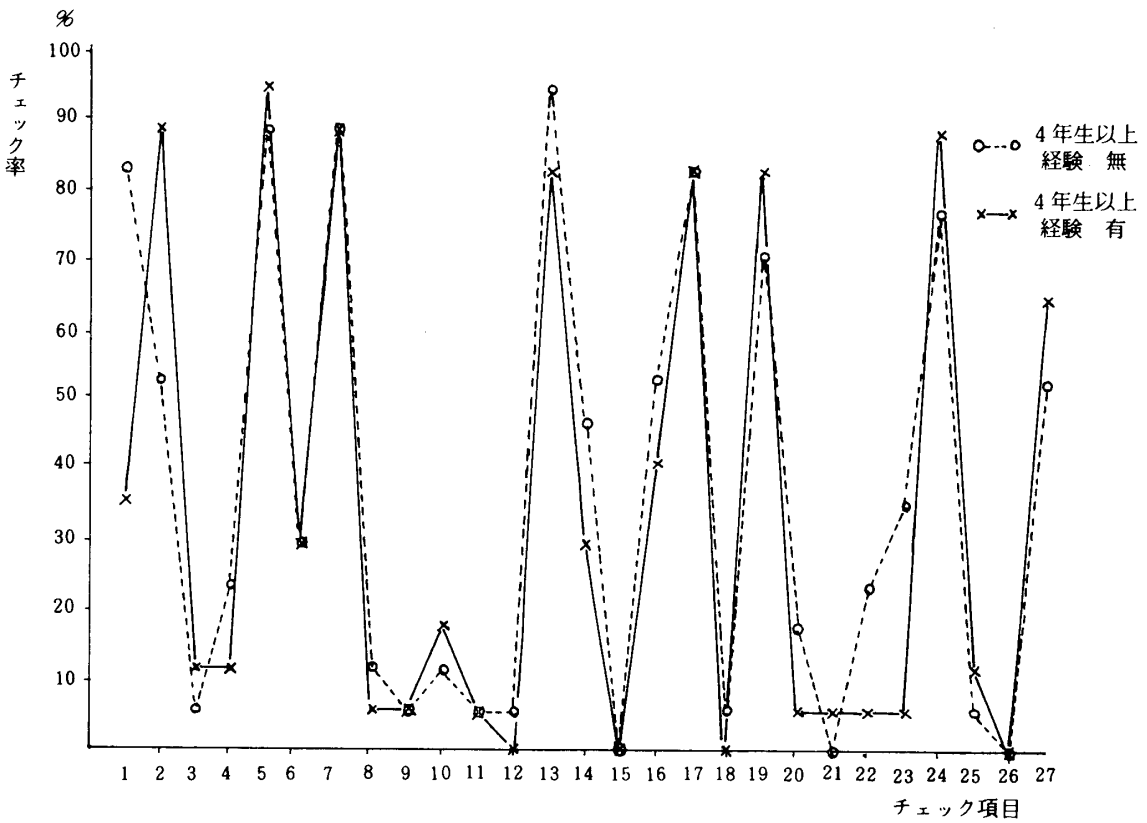


図3 現職教員の経験学年によるチェック項目間の比較

意さえ怠らなければ、この種の事故は未然に防止できるものである。

調査(1)の結果および全国理科教育センターの調査結果⁴⁾より、大学での教育がいかに重要かということがわかる。

2. 調査(2)の結果

A・Bについては調査(1)に含めてまとめた。

Cについて

- ① 好きな教科 10名
- ② 嫌いな教科 11名
- ③ どちらでもない 21名

Dについて

- a. 学生の頃から 6名
- b. 現場にでてから 4名

好きになったきっかけとして、授業をしていて子どもの反応が楽しい・現職教育で理科について研究している・自然の美しさや神秘さがおもしろい・3年目になりゆとりができ、じっくり考えさせようという心構えができてきたため(自分がよく観察したり調べたりするうちに好きになった)

Eについて

- ① 教科にでているものはほとんどやっている 29名(69.0%)
- ② 重要と思われるものを選択してやっている 12名(28.6%)
- ③ ほとんどやっていない 1名(2.4%)

Fについて

- ① 器具が不十分(全員に実験を経験させることができないときがある)
- ② 実験結果がまちまちになった
- ③ 酸素を発生させ燃やす実験(なんとなくこわい)
- ④ 事前に何度も実験しておいても必ず成功するとはかぎらない
- ⑤ 子どもの遊び半分な態度
- ⑥ 薬品について自分自身知識が乏しかった
- ⑦ 実験の経験がなくて細かい点に気付かず、実験がうまくいかなかった(指導書を読んでもよく理解できないことがある)
- ⑧ 近代的機器・設備の取り扱い
- ⑨ 天体指導(子ども達といっしょに観察ができず平面的な指導になってしまった)
- ⑩ 電流の実験の時、電源装置を急に上げすぎて電流計のコイルをこがしてしまった
- ⑪ 教材研究の時間が足りない
- ⑫ 顕微鏡の操作(例えば接眼レンズと対物レンズではどちらを先にはめるか)
- ⑬ 方位磁針を作らせたが、全員に正しいものを作らせることができなかった
- ⑭ 授業時間内で思う存分子どもに実験させることができない
- ⑮ 大規模な学校では、低中学年には理科室のわりあてもなく教室で行う為準備が大変

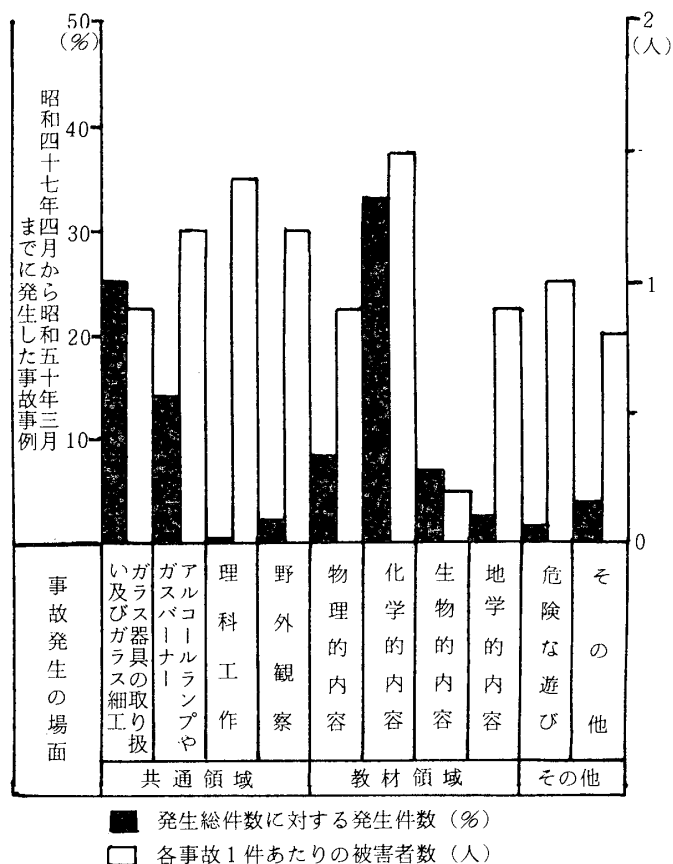


図4 小学校の理科学習指導に関連した事故事例

Gについて

- ① 小学校の教科書（1年～6年）にでてくる全ての実験
- ② いろいろな器具（ガスバーナー・上皿てんびん・アルコールランプ・電気関係の機器）、薬品・危険物の取り扱い
- ③ 生きもの（植物・動物）の観察と飼育
- ④ 化学の分野だけでなく、生物・地学・物理など全般を把握できるとよい
- ⑤ 理科の授業の進め方
- ⑥ ガラス細工
- ⑦ 理科というものを狭く小さくとらえるのではなく、理科と自分自身の生活をつなげる何かをやってほしい
- ⑧ プラネタリウムでの星座観察
- ⑨ たんぱく質のとり出し方

この調査は安全教育にそのまま結びつくものではないが、大学での理科教育のあり方を考える上での一資料とするため行なった。Fで述べたことから、①・⑮のような物理的要因を除けば、教師の努力いかんで解消できる。またGでは大学で学んでおくといふ具体例がだされたが、これらを大学の講義の中で全て行なうことは不可能である。しかし、在学中に学生達が主体的に学んでいく、きっかけを与える資料になる。大学においては小学校理科に関する内容を全て扱うことが、必ずしも大学教育の望ましい姿であるとは考えられないが、安全教育については調査(1)の結果からわかるように、現場において実験能力が経験年数に伴って必ずしも伸びていない以上、大学では基礎教育のカリキュラムを組む必要があると考える。

結 び

化学実験における基礎的な加熱操作を対象に、理科実験に対する安全性の認識を、中村氏の Hazards Drawing を用いて調査し次のことが明らかになった。

1. 安全性能力は理科専攻生の方が文科系学生より優れている。
2. 実験経験のある本学4年生の方が実験未経験の本学3年生、岐阜大学文科系1年生よりやや優れている。
3. 現職教員については、経験年数並びに小学校4年生以上の担任経験の有無による違いは認められない。

以上のことから大学における理科教育での実験の経験や基本操作の修得が安全教育の観点からも重要で、教育現場ですぐ身につくものではないということを示唆している。

参 考 文 献

- 1) 福地昭輝 他：日本科学教育学会年会論文集，5，165（1981）
- 2) 中村重太：日本理科教育学会研究紀要，39～47（1980）
- 3) Sutton C.R. and J.T. Hayson：The Art of the Science Teacher, 127～136（1974）
- 4) 全国理科教育センター研究協議会：理科実験の安全な指導，11～19（1978）