

## 教育学部生のための基礎的な実験技能を高める試み

著者	小松 摂子, 前田 健悟, 佐藤 成哉, 三島 嶽志
雑誌名	熊本大学教育学部紀要 自然科学
巻	41
ページ	17-24
発行年	1992-09-30
その他の言語のタイトル	An Attempt at Enhancing the Basic Experimental Skills of Students in An Elementary School Teacher Training Course
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2298/2250">http://hdl.handle.net/2298/2250</a>

## 教育学部生のための基礎的な実験技能を高める試み

小松 摂子・前田 健悟・佐藤 成哉・三島 嶽志

### An Attempt at Enhancing the Basic Experimental Skills of Students in An Elementary School Teacher Training Course

Setsuko KOMATSU, Kengo MAEDA,  
Shigeiya SATOH and Takeyuki MISHIMA

(Received May 25, 1992)

It has often been pointed out that undergraduates have poor experimental skills due to insufficient experience. For this meaning, they will run into trouble in experiments and in teaching at elementary and lower secondary schools. In the curriculum of elementary science education, some experiments to enhance these basic skills have been designed and tried on the student. These skills were tested by comparing pretests with posttests, and the results were found to be satisfactory.

**Key words** · experimental skill, science education, undergraduate

#### 1. 緒 言

大学生の実験・観察における技能の不足は、しばしば指摘されている<sup>1)</sup>。このことは受験戦争による授業形態のゆがみが、高等学校の教育課程でのカリキュラムに現れ、物理・化学・生物・地学のうちいくつかは、中学校以降全く学習していないままの状態である<sup>2)</sup>以上は、当然の帰結とも言える。

ところで、教育学部学生にとっては、指導する立場の教師となるために、基礎的な知識・技能の不足は、事故発生の危険を含めて、大きな問題となる。このような事態に対処するために、筆者等は、初等理科教育のカリキュラムの中に、小・中学校で必要とされる基礎的技能を体験させる実験を導入し基礎的な実験技能を高めることを試みた。実験導入に当たっては、小学校において必要とされる知識・技能を調査し、それを基に実験技能が修得できる実験、「密度の測定」・「沸点の測定」・「簡易電流計製作」・「簡易モーター製作」・「星座板製作」を考案した。また、「密度の測定」と「沸点の測定」の実験については、プレテストが、興味・関心や知識の定着を高めるという報告<sup>3)</sup>があったので、実験の前にプレテストを行い、その後実験を行うようにした。今回は、「密度の測定」・「沸点の測定」の実験導入の有効性をプレテストの結果と実験の1~3週間後に行ったポストテストの結果と比較して検討して、その結果有効性が認められたので報告する。製作実験については、別途報告する予定である。

2. 学生の高等学校における履修状況

高等学校における理科 I 及び、理科四科目の履修状況を平成元年度入学教育学部生で一般教養科目の化学履修者 156 名を対象に調査した。その結果表 1 に示された回答が得られた。ここで対象とした学生は、理科 I が必修であるにもかかわらず、全員から履修したという回答が返っていない。このことは、履修科目と実際の学習内容が学生の間で、同一と認識されていないことを示す。そこで、より詳細に履修状況を調査して、結果を表 2 に示してある。尚、各科目の履修者が、必ずしもその内容を完全に履修しているとは限らず、大学受験時において選択した科目に限って、完全履修していると見るべきである事も回答より分かった。合わせて、全科目を網羅しているはずの理科 I においても、四科目をすべて実施せず二科目のみであったり、四科目とも実施しているが、その内の数科目を、内容の一部のみしか取り扱っていない高校もあるのが現状である。

化学以外を履修した学生についても、同様のことが推察できる。また、大学の教養課程における理科選択においても 必修の 6 単位分のみであり、理科専攻の学生でさえも、高等学校における履修教科以外の科目を履修しているケースはまれである。また、実際の授業では、ほとんど実験は実施されていない。この結果から、実験技能は、高等学校ではほとんど高められておらず、小・中学校で取得した技能のみである上、忘却ということを考え合わせれば、学習時より更に技

表 1 教育学部教養化学履修者の高校での理科履修状況 (156 名)

	理科 I	物理	化学	生物	地学
履修率 (%)	89	30	70	62	20

表 2 教育学部教養化学履修者の高校理科履修の際の組み合わせ (156 名)

履修者の割合 (%)	理科 I	物理	化学	生物	地学
23	○			○	
19	○		●	●	
19	○		○		
19	●	●	●	●	●
21	その他の型				

○ 完全履修 ● 不完全履修

表 3 小学校理科で既習経験や知識が必要とされる項目 (学年)

生物分野	物理分野	地学分野	化学分野	試薬・その他
水生動物の飼育(5)	磁石(3)	百葉箱(5)	上皿天秤(4・5)	ヨウ素液(5・6)
解剖顕微鏡(5)	方位磁針(3・5・6)	方位磁針(5)	スポイト(4・5・6)	アルコール(6)
顕微鏡(5)・(6)	豆電球(3・4・6)	気象衛星ひまわり(5)	アルコールランプ(4・5・6)	塩酸(6)
双眼実体顕微鏡(5)	電池(3・4・6)	アメタス	マッチ(4・5・6)	水酸化ナトリウム(6)
卵・精子(5)	導線(3・4・6)	化石の同定(6)	スタント(4・5・6)	ほう酸(5・6)
解剖(6)	エナメル線(3・6)	火成岩(6)	温度計(4)	炭酸水(6)
植物名(1)~(6)	音叉(3)	堆積岩(6)	沸騰石(4)	食塩(5・6)
動物名(1)~(6)	簡易検流計(4)	星座早見板(6)	自動上皿はかり(4)	コーヒージューカー(5)
昆虫飼育(3)	電流計(4)・(6)	高度測定器(4・5)	溶液のうすめ方(5)	さとう(5・6)
	モーター(4・6)	星・星座(6)	メスシリンター(5・6)	アンモニア水(6)
	てこ(5)		ロート(5)	石灰水(6)
	電磁石(6)		気体発生装置(6)	ムラサキキャハツ(6)
	電源装置(6)		気体捕集(6)	オキシトール(6)
			カスハーナー(6)	二酸化マカシン(6)
				カッター(6)

能は、低い段階であるとも言える。

### 3. 小学校理科で必要とされる実験の知識・技能

指導要領の改定に伴い、平成4年度より使用されている小学校の教科書<sup>45)</sup>に登場している実験及び、実験器具・薬品の内、事前に十分な知識・技能が必要だと考えられる項目について調査した結果を表3に示してある。表中の( )内は、学習学年を示している。これらは、是非とも、最低限の知識・技能として教壇に立つ前に絶対に身につけてほしい事項である。

この結果をもとに主に化学分野で示される技能に関して「密度の測定」、「沸点の測定」を考察し、地学分野に関して「星座板」、物理分野に関して「簡易検流計」、「簡易モーター」の製作実験<sup>67)</sup>を現在のところ開発し実施してきている。

### 4. 教育学部生の知識・技能の実態

カリキュラムへの実験の導入に先立ち、学生の実態を知るためにプレテストを実施した。実験器具についての知識調査では、器具名を提示して、知っているかを調査し、表4の結果を得た。小・中学校で使用する器具については、かなり高い割合で「知っている」と答えている。しかし、ここでは、「知っている」ということと、「使える」ということが必ずしも一致すると考えることはできない。

プレテスト(資料I, II)による知識・技能の実態を図1・2に示す。図1の1~11, 図2の1~12は、資料Iの解答欄の①~⑪, 資料IIの①~⑫に対応する。図に現れているように、ほぼ半数の質問についてその理解度が、50%にも達していないことが分かる。特に大きな落ち込みが見られる事項については、実験において危険を伴っ

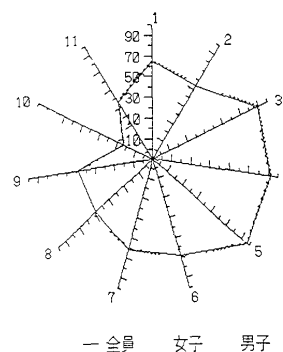


図1 密度測定についてのプレテスト結果

表4 実験器具についての知識調査結果

知識の程度	器 具 名
全員が知っている (100%)	試験管* ヒーカー* 三角フラスコ* 試験管はさみ* ピンセット* カラス棒*
ほとんど知っている (~85%)	三脚* 石綿金網* 沸騰石* 蒸発皿* ロート* 丸底フラスコ* 葉さし* 上皿天秤* 集気びん* 乳鉢* 乳棒*
半分程度知っている (~45%)	ヒュレノト 三角架* ペトリ皿*
一部のみ知っている (~5%)	駒込ピペット* 滴ヒン 時計皿 安全ロート* スパーテル

\* 小中学校で使用する実験器具

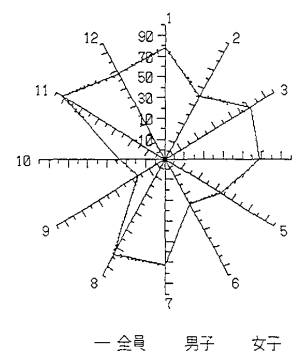


図2 沸点測定についてのプレテスト結果

たり、精度が求められたりする際に必要であるので、カリキュラム中で、身につけさせておく必要がある。結果について、更に詳細に分析したが、性別、小・中学校の課程別、中学校の専攻教科の、文・理系別にも際だった成績の差は認められず、各問題の傾向も、全体の傾向とほぼ同様であった。

## 5. 授業の方法

授業では、実験の個別化を図るため学生全体を2つに分け、前半の50分に密度の測定、後半の50分に沸点の測定をするグループと、その逆の順でするグループとで、別々の実験室にいで、二人一組で実施した。各50分の内、前半の20分でプレテストを実施、その解答と共に実験の押さえるべき事項に着目させ、実験の説明を行った。後半の30分を実験時間として、データの処理までを求めた。尚、プレテストは、我々の調査<sup>2)</sup>で、大学生に授業の興味・関心を高めるのに、非常に有効であることが分かっていた。

密度の測定については、資料IIIに示すB5版のテキストを用い、上皿天秤の使い方・メスシリンダーの使い方・間接測定結果の計算技能を、沸点の測定については、資料IVに示すテキストを用い、アルコールランプ・ガスバーナーの使い方・実験装置の組み立て方・グラフの書き方を中心に確認することを意図した。

## 6. 評価

### (1) 定着度による評価

実験の1～3週間後、ポストテストを実施し、その結果をプレテストの結果と合わせて表5～表8に示してある。できるだけ真の定着度を知るために、ポストテストは、記述式で行った。ここでの正答は、学生への実験技術の定着と考えた。

表5より、上皿天秤の使用法については、プレテストが選択肢法であったことを合わせて考えれば、数値として現れている差以上にかなりの学生において定着がなされたといえよう。ここでの「物の質量の測定」と「規定質量の量り取り」との正答率の差は、既習の知識・経験とが、今回の実験経験と結びついて現れてきたものと考えられる。

また、表6に見られるように、有効

表5 上皿天秤の使用技能についての正答率 (%)

テスト	正 答 率			
	持ち運び	試料分銅	分銅順序	平均
プレテスト	92	60	89	75
ポストテスト	99	86	95	94

表6 有効数字の処理についての正答率 (%)

テスト	正 答 率					
	加法	減法	乗法	除法	四捨五入	単位
プレテスト	46	46	3	33	—	—
ポストテスト	—	92	—	66	40	96

表7 有効数字の処理における正解率別正答者数 (人)

問題の正答率	人数	減法	除法	四捨五入	単位
25%	9	1	0	0	8
50%	33	32	2	0	32
75%	31	31	31	3	28
100%	44	44	44	44	44
全体	117	108	77	47	112

数字の処理については、数字的には減法・除法共、十分な効果があるとは言えないが、測定値より実際に計算された値による解答の記入にもかかわらず、選択技法で得られた結果の2倍以上の学生が計算法を修得していることに、成果が見られると考えることができよう。測定値の計算法については、表7で示されているように、117名中75名の学生が問題なく処理できている。減法について及び単位をつけることは、正答率が低い学生群であってもほとんど問題はない。減法・四捨五入が、正答率を下げる要因となっているが、減法及び四捨五入を取り入れることでは、有効数字の桁数と小数以下の桁数との混同によることが分かり、このことについては、今一度確認を要すると言えよう。

表8のアルコールランプの使用法については、論述式で、「アルコールランプの使用法について、そのアル

コールの量・つけ方・消し方について述べよ。」という設問に対する答である。実験前は、選択技法による調査であるため、空欄については解答を求めていない。アルコールランプの取扱いにおいて、注意すべきであると確認している点は、18項目に及び使用の際の意識の高揚と捉える事ができよう。実験以前と比べる事ができる項目の内、「アルコールの量」と「火をつける順序」については、目に見えて正当率が増加している。また、正当率が実験以前より減少している「蓋を置く位置」・「マッチをする方向」でも、調査実数に対する正当率こそ減少しているが、解答数に対する正当率の割合で見ると、共にほぼ100%正答が得られており、明らかに実験導入の有用性を支持していると考えられる。

(2) 興味関心による評価

実験後のレポートには、「久しぶりの実験にわくわくした。」というような、講義に対する積極的な取り組みができたことについての感想が多くみられた。また、「必要であるのに意外と忘れていた点を実習の前に確認できて良かった。」、「今までできなかった計算の答のだし方を習いこれで迷わずに答えられる。」といった様な初期の目的を達した感想も、かなり多く返ってきており、講義における実験導入の有用性を自分の知識と照らし合わせて、大きく感じていると考えられる。更に、実験において失敗したことを生かし、小学生に教える際に必要な実験における配慮について、求めていた以上の意識の高揚がなされていた者がいることが分かった。中でも、「小学校以来、実験と言えば、記録係に徹していたので、やりたいと思っていても実際に器具を扱ったこと

表8 アルコールランプの使用法についての回答及び正答率 (%)

項 目	実 験 前		実 験 後	
	正答率	回答率	正答率	回答率
アルコールの量	78	100	97	
火をつける順序	41	89	81	
蓋を置く位置	72	67	66	
蓋の取り方		2	2	
火の近付け方		67	50	
マッチの軸の本数		4	4	
マッチをする方向	66	27	27	
火を消すもの		100	100	
蓋をかふせる方向		70	62	
マッチを入れる缶の用意		12	12	
消去したか確認する		16	16	
水平な台に乗せる		6	6	
貰い火をしない		12	12	
燃えるものを近くに置かない		2	2	
人の配置を確認		0.5	0.5	
ランプの芯をたす		1.8	1.8	
平均解答数		5.8		
平均正答数			5.4	

がなかった。小さいときから、すべての道具を少しでも多くの子供たちが正しく取り扱えるような、指導がなされるべきであると思った。小・中学校における実験の充実を心から願う。」という感想には、考えさせられるところがあり、教える教師自身が、実験を体験しておく事の重要性和必要性を再認識することとなった。

### (3) 実験行動からの評価

実験中の学生の行動を観察する事により得られた結果を、表9に示す。実験についての説明を聞き、ある程度の理解をしていたにも関わらず、「実験装置の組み立て方」・「カスバーナーの使い方について」の技能は、十分とは言えない状態であるが、ポストテスト及びレポートから判断すると実験中の相互の学習や、机間巡視による個別指導は、有用であることが分かる。また、実験中に、マッチを擦るのを恐がって、手を出さない学生や、ガスバーナーの使用手順は正しく知っているにも関わらず、それ自体を使用した経験がないため内燃により火傷をしてしまう学生などが、決して少なくない事など質問紙法では数字として現れてこない「知識」と「技能」の間のギャップも目のあたりにし、事前に実験を体験させておかななくては、実際に現場で教壇に立った時に、体験しない子どもを作ってしまう教師や、授業中に事故の危険をはらんだ教師を育成する事になってしまう可能性が十分にある。

表9 実験中正しい実験操作かてきた学生の割合 (%)

項目	実験装置の組み方		項目	カスバーナーの使い方		項目	A群	B群
	A群	B群		A群	B群			
水の量	85	89	着火手順	30	32	温度計の読み	22	48*
温度計の位置	19	9	炎の大きさ	26	26*			
温度計の選択	—	14	空気の色	15	21			
沸騰石の使用	22	16	金網との距離	0	16*			

A群 沸点の測定を先に実験したグループ  
B群 密度の測定を先に実験したグループ

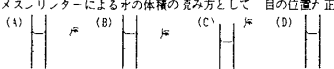
\* 実験前に詳細な説明を受けた

## 7. 結 言

初等理科教育の講義に実験を導入し、実験技能についての知識・理解を高めると共に、実際に現場での授業に使える技能を体験させる形態を試みた。その結果、この形態は、学生が、興味を持って講義に取り組むことができるため、実験技能についての学習効果が高くなるだけでなく、机上では考えられない知識・技能の修得をも図ることができる。また、実験及び体験がいかに必要であり重要であるかに気付かせることもできることが分かった。特に、現在よく耳にする現場での実験中の事故の防止だけでなく、教師として児童生徒に接する際に、本人の知識・技能と経験の不足から生じがちな教科書・TVの視聴のみで理科の授業を過ごしてしまう教師への歯止めの一助になるのではないかと考えられる。

資料Ⅰ 密度測定についてのフリテスト

各質問で正しいと思われるものを選択し 解答欄に記入してください

- 上皿天秤で 試料の質量をはかる場合 分銅は天秤に白くなってとちらに載せますか？  
(A)左 (B)右 (C)利き腕の方 (D)利き腕でない方 (E)どちらでも良い
- 上皿天秤で 決った量をかゝつた場合 分銅は天秤に向か べとちらに載せますか？  
(A)左 (B)右 (C)利き腕の方 (D)利き腕でない方 (E)どちらでも良い
- 上皿天秤で試料の質量を測定する場合 初めにどの分銅を扱いますか？  
(A)一番重い分銅 (B)真中の分銅 (C)一番軽い分銅 (D)手の重さを調節してから (E)どの分銅を使つか決めていない
- 上皿天秤をしまつ場合 2つの皿はとしましますか？  
(A)そのまま両方に載せておく (B)2つを一方の腕に重ねて載せる (C)2つを取り外し 別に保管する
- メスリンジャーによる水の体積の読み方として 目の位置が正しいのはどれですか？  

- メスリンジャーの目盛は どのまで読みますか？  
(A)最も目盛まで (B)最も目盛の1/2まで (C)最も目盛の1/5まで (D)最も目盛の1/10まで
- メスリンジャーによる水の体積を測定する場合 物体の体積が100cm<sup>3</sup>程度あるとすると どの位の容量のメスリンジャーを用いるのがよいですか？  
(A)100ml (B)200ml (C)500ml (D)1000ml
- 12.34に2を 加算 減算 乗算 除算した場合 正しい答はどれですか？ なお 数値は理科実験で得た値である  
 加算 (A)14.4 (B)14.4 (C)14  
 減算 (A)10.2 (B)10.2 (C)10  
 乗算 (A)25.9 (B)25.9 (C)25.9 (D)26  
 除算 (A)5.876 (B)5.876 (C)5.88 (D)5.9

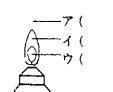
解答欄 (男女 主専 副専 )

(1) ① (3) ④ (5) ⑤ (7) ⑦

(2) ② (4) ④ (6) ⑥ (8) ④ ⑤ ⑥ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪

資料Ⅱ 沸点測定についてのフリテスト

各質問で正しいと思われるものを選択 または回答し 解答欄に記入してください

- アルコールランプに入れておくアルコールの量としては どの位が適量ですか？  
(A)30% (B)50% (C)70% (D)100%
  - アルコールランプのつけ方として 正しいのはどれですか？  
(A)フタをつけた後 蓋を開ける (B)蓋を開けた後 フタをつける
  - アルコールランプの蓋を置く場合 ランプに向かってとちらに置きますか？  
(A)右 (B)左 (C)利き腕の方 (D)手の届くところなら どこでも良い
  - アルコールランプの炎は 右図に示すように 3つに大別されます 各々の名称を書き 温度の高い順を下から選択してください  
(A)ア-イ-ウ (B)イ-ウ-ア (C)ウ-ア-イ (D)ア-ウ-イ (E)イ-ア-ウ (F)ウ-ア-ア
- 
- カフハーナーをつける時 どの手順で開きますか？  
(A)元栓-空気調節リッケー-ガス調節リッケー (B)元栓-ガス調節リッケー-空気調節リッケー (C)ガス調節リッケー-元栓-空気調節リッケー (D)空気調節リッケー-元栓-ガス調節リッケー (E)カフハーナー-空気調節リッケー-元栓 (F)開く順番として 決つたやり方は無い
  - カフハーナーを消す時 どの手順で締めますか？  
(A)元栓-空気調節リッケー-ガス調節リッケー (B)空気調節リッケー-カフハーナー-元栓 (C)カフハーナー-元栓-空気調節リッケー (D)空気調節リッケー-元栓-ガス調節リッケー (E)ガス調節リッケー-空気調節リッケー-元栓 (F)締める順番として 決つたやり方は無い
  - カフハーナーに人をつける時 フタの人の近付け方として正しいのはどれですか？  
(A)真上から (B)斜め上から (C)僅か斜め上から (D)真横から (E)僅か斜め下から
  - カフハーナーに空気調節リッケーとガス調節リッケーがあることを知っていましたか？  
(A)知っていた (B)知らなかった
  - フタのつけ方として正しい方向は どのとれますか？  
(A) (B) (C) (D)特別に方向はない

解答欄 (男女 主専 副専 )

(1) ① (4) 名 ④ (5) ⑧ (8) ⑩

(2) ② (イ) ⑤ (6) ⑨ (9) ⑫

(3) ③ ⑥ ⑦ (7) ⑪

資料Ⅲ 密度測定についてのテキスト

密度の測定

実験日時 \_\_\_\_\_ 実験者 \_\_\_\_\_ 共同実験者 \_\_\_\_\_

- 目的  
物体の密度を測定する また 天秤やメスリンジャーによる基本的な測定技術を修得する
- 装置  
上皿天秤 分銅 メスリンジャー (100ml) 磁製球 (2個)
- 方法  
(1)上皿天秤の指針が 目盛板の申しにくるようになり 調整して測定する  
(2)上皿天秤で 磁製球2個の質量 (M) を測定する  
(3)メスリンジャーに水を入れ 水面の位置 (V<sub>1</sub>) を読み取る  
(4)メスリンジャーを少し傾け 水の中に磁製球2個を静かに入れる 垂直に立て 水面の位置 (V<sub>2</sub>) を読み取る  
(5)V<sub>2</sub>とV<sub>1</sub>の差より 物体の体積 (V) を算出する  
(6)物体の密度 (ρ) を ρ=M/V といふ式で計算する  
(7)上記の測定を5回繰り返し 密度の平均を求める  
(8)MとVの平均値から計算した密度の値と 各測定で求めた密度の平均値とを比較してみる

4 結果

表1 磁製球の密度

回数	M (g)	V <sub>1</sub> (cm <sup>3</sup> )	V <sub>2</sub> (cm <sup>3</sup> )	V (cm <sup>3</sup> )	ρ (g/cm <sup>3</sup> )
1					
2					
3					
4					
5					
平均					

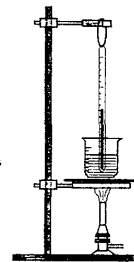
5 考察 反省

資料Ⅳ 沸点測定についてのテキスト

沸 点 の 測 定

実験日時 \_\_\_\_\_ 実験者 \_\_\_\_\_ 共同実験者 \_\_\_\_\_

- 目的  
水の沸点を測定する また アルコールランプやカフハーナーのつけ方及び温度計の読み方などの基本的な実験技術を修得する
- 装置  
カフハーナー アルコールランプ 鉄製スタンド セラミック付金網 ヒーター (200ml) 沸騰石 温度計 (100 C) フタ マチの捨て皿
- 方法  
(1)上記のものを右の図のように組み立てる  
(2)アルコールランプとカフハーナーのつけ方を練習する  
(3)ヒーターに7分目位の水を注ぎ 装置の金網に載せる  
(4)カフハーナーに人をつけ その炎を調整する (余り火を小さくしない)  
(5)水を加熱しながら 随時 時間と温度を測定し 記録して行く  
(6)測定データをグラフ化し 沸点を定める (参考) 小学校の沸点の測定では ヒーターの代わりに 丸底フラスコが使用されているか 何故か？



4 結果

表1 加熱時間と水温との関係

時間 (分)	温度 (C)	時間 (分)	温度 (C)

5 考察 反省



## 参考文献

- 1) 西野博子・堀川理介 化学と教育, 36(4), 418 (1988)
- 2) 林 厚一 理科教室, 409, 6 (1990)
- 3) 三島嶽志・前田健悟 能本大学教育学部紀要, 自然科学, 38, 39 (1989)
- 4) たのしい理科1年～6年下, 大日本図書, (1991)
- 5) 理科1年～6年下, 啓林館, (1991)
- 6) 久保美喜男 理科の教育, 451, 140 (1990)
- 7) 西岡正泰 日本理科教育学会第41回全国大会要項, 35 (1991)