

## 観察・実験を通して児童・生徒に育成される力の因子論的分析

広島大学大学院教育学研究科 角 屋 重 樹  
広島大学大学院教育学研究科 院生 木 下 博 義  
広島県熊野町立熊野東中学校 佐 伯 貴 昭

本研究の目的は、小学校と中学校の教師を対象に、観察・実験を通して児童・生徒に育成される力を因子論的に分析するとともに、小学校教師と中学校教師がとらえている観察・実験を通して育成される力に関する因子の関係を検討することである。このため、広島県内の全公立小中学校の理科担当教師を対象に、16項目からなる質問紙調査を実施した。小学校教師366名と中学校教師255名を対象とした結果は、以下のようになった。

- (1) 小学校教師が観察・実験を通して児童に育成されると考えている因子は、問題解決の技能と原理や法則の理解からなるものと、人間性の育成、の2つである。
- (2) 中学校教師のそれは、問題解決の技能、人間性の育成、原理や法則の理解、の3つである。
- (3) 小学校教師と中学校教師の観察・実験を通して育成される力に関する因子の関係は、以下のようになった。
  - ① 小学校教師が観察・実験を通して育成されると考えている因子は、問題解決の技能と原理や法則の理解からなるものであったが、中学校のそれは問題解決の技能と原理や法則の理解に分離していた。
  - ② 小学校教師が観察・実験を通して育成されると考えている人間性の育成という因子は、中学校教師と同一であった。

キーワード：観察・実験、育成される力、因子分析、小学校、中学校の教師

### I 問題の所在

国立教育政策研究所教育課程研究センターの平成15年度小中学校教育課程実施状況調査によると、理科の観察・実験活動は、約8～9割の教師が高い頻度で行っている。しかし、久田隆基(2003)が観察・実験の実施状況に関する調査から指摘しているように、観察・実験が生徒の興味・関心を高めたり、技能を習得させるために行われており、生徒にとって楽しいだけの活動に陥る傾向がある。このような傾向は、観察・実験を通して児童・生徒にどのような力が育成されるかという教師の意識が希薄であることを意味すると考える。

そこで、観察・実験を通して育成される力に関する研究を概観すると、P. E. Blosser (1983) や平(1985)、山際(1987)、西岡(1992)、R. Gott and S. Duggan (1996)、秦(1998)、J. Swain, et al. (1999)、久田隆基(2003)、安藤秀俊(2004)などが行ったものを列挙できる。これらの研究は、

観察・実験を通して育成される力を①理論的に調べたものと、②中学校教師を対象にした調査から調べたものとに大別できる。

①に該当する研究は、例えば、J. Swainらのものを挙げることができる。この研究は、実践活動を論じる中で、創造的な活動をさせること、現象を現実化すること、事実や原理を記憶させること、実際に問題を見だし解決すること、科学を実用化することなど、20を実践活動のねらいとしている。

また、②に該当する研究は、例えば、久田隆基のものがある。彼は、中学校教師35名を対象に、興味・関心を持たせるため、探究活動の経験、科学の方法の習得などの16項目の観察・実験のねらいについて「強くそう思う」などの5段階尺度で評価させる調査を行った。その結果、観察・実験は、子どもにも興味・関心を持たせる、学習意欲を高めることにそのねらいや役割があると考えてい

る教師が多いと報告している。

上述の①と②の研究は、共に、観察・実験を通して育成される力について、理論的にあるいは中学校教師を対象とした調査から種々の事項を記述し分類したものであるといえる。このことから、概観した研究の中には、観察・実験を通して育成される力を因子論的に分析したものは見られないといえる。

そこで、本研究は、観察・実験を通して育成される力に関する因子を明らかにすることにした。また、前述の久田隆基や安藤秀俊の調査では、中学校教師が対象となっている。ところで、小学校と中学校では観察・実験の扱い方が異なる。このため、小学校教師と中学校教師がとらえている、観察・実験を通して育成される力は小学校と中学校では異なることが想定できる。そこで、本研究では、小学校教師と中学校教師がとらえている観察・実験を通して育成される力に関する因子の関係についても調べることにした。以後、教師がとらえている観察・実験を通して育成される力を、教師の観察・実験を通して育成される力と略記する。

## II 目的

前項で述べた背景のもとに、本研究は、以下の2つの問題を検討することを目的とした。

- ①小学校と中学校のそれぞれの教師の、観察・実験を通して児童・生徒に育成される力に関する因子を明らかにする。
- ②小学校教師と中学校教師の観察・実験を通して育成される力に関する因子の関係を明らかにする。

## III 方法

前項の目的で設定した2つの問題を検討するために、小学校と中学校の教師を対象に、以下に述べる質問紙調査を行った。

### (1) 質問項目

質問項目は、以下の手続きにより作成した。まず、「観察・実験の意義」および「観察・実験の目的」をキーワードに、先行研究及び文献を検索し、注1に示す15件の文献を収集した。次に、収集した文献から観察・実験を通して育成される力

に関する記述を選定し、共通の力と考えられるものをまとめて整理した。その結果の一部を、表1に示す。

表1は、文献の著者と各文献の記述内容、及び育成される力を示している。各文献の記述内容から育成される力を選定する手順は、以下のようにした。

「疑問や不思議なことを見つける力」は、例えば、文献には、「問題が見つけられる能力」(興津・武田, 1981), 「問題を発見したり, 問題の本質を把握する」(畑中, 1996), 「問題を見い出す」(角屋, 1998), などが記載されていた。これらに共通することは、児童・生徒にとっての疑問や不思議なことを見いだすことである。したがって、これらの項目から観察・実験活動を通して育成される力として「疑問や不思議なことを見つける力」とした。

以下、同様の手順で、「予想や仮説を立てる」や「実験の方法を考え、計画を立てる力」、根気強さ、自然を愛する心情など16項目を選定した。このようにして選定した16項目を表2の第1欄に示す。

### (2) 分析方法

観察・実験を通して児童・生徒に育成される力に関する因子を明らかにするためには、前項の手順で選定した16項目に対する教師の反応を因子分析法により分析することが必要になる。このため、作成した質問項目に対する小学校教師と中学校教師のそれぞれの反応を因子分析することにした。

また、小学校教師と中学校教師の観察・実験を通して育成される力に関する因子の関係について明らかにするため、小学校教師と中学校教師の抽出因子の関係を検討するという方法を用いた。

### (3) 反応形式

反応形式は次のものであった。「16の各項目について観察・実験活動を通して育成されると思うか」という教示のもとに、各項目に対して「全くそう思わない」ならば1に、「あまりそう思わない」ならば2に、「どちらともいえない」ならば3に、「ややそう思う」ならば4に、「とてもそう思う」ならば5に○をつける、という5段階の評定尺度を用いた。

表1 観察・実験活動を通して育成されると想定される力のみまとめ

著者	記述内容	育成される力など
興津・武田 (1981) 畑中 (1996) 角屋 (1998)	問題が見つけられる能力 問題を発見したり、問題の本質を把握する 問題を見つけ出す	疑問や不思議なことを を見つける力
大系理科教育用語辞典 (1975) 興津・武田 (1981) 畑中 (1996) 角屋 (1998)	仮説を立てる能力 仮説を作りこれを確かめる力 予想したり推論したりすることを確認する 解決方法や結果まで見通した仮説を立てる力	予想や仮説を立てる 力
山極 (1987) 廣瀬ら (1990) 角屋 (1998)	観察・実験のすすめ方を企画する 観察・実験の計画をし、適切な方法をとることができる 観察や実験を企画する力	実験の方法を考え、 計画を立てる力
興津・武田 (1981) 山極 (1987) 廣瀬ら (1990) 角屋 (1998) Beatty et al. (1982)	操作的な能力 実験技能や器具の操作能力 実験装置を操作するのに役立つ技能・技術を習得する 観察や実験を実践する力 To develop specific manipulative skills.	実験器具や試薬に対 する操作技能
廣瀬ら (1990) 寺川 (2002) Beatty et al. (1982)	正確に物事を見る力 精密に、正確に、厳密に見ていく心の構え To encourage accurate observation and description.	正確さ(厳密・緻密)
鈴木 (1992) Beatty et al. (1982)	集中力 To develop self reliance.	集中力
森 (1981) 廣瀬ら (1990) 小林・山田 (1996)	根気強さ 最後まで完遂する根気をつける 忍耐力	根気強さ
武村 (1985) 寺川 (2002)	人と自然に対して豊かな情操を持つ 自然に対する愛情とか自然耽美する気持ち	自然を愛する心情

表2 調査項目と各項目の平均値、標準偏差

項	目	平均値	標準偏差
①	疑問や不思議なことをを見つける力	4.380	0.744
②	予想や仮説を立てる力	4.372	0.717
③	実験方法を考え、計画を立てる力	4.156	0.818
④	実験器具や試薬に対する操作技能	4.421	0.701
⑤	得られたデータを解釈する力	3.940	0.745
⑥	結果から法則や結論を導き出す力	3.926	0.858
⑦	自分の考察したことを表現する力	3.762	0.864
⑧	持っている概念を新しい概念に置き換えること	3.628	0.915
⑨	原理や法則を理解すること	3.929	0.748
⑩	理解した内容(原理や法則など)を定義すること	3.790	0.845
⑪	好奇心	4.481	0.716
⑫	協調性	3.631	0.778
⑬	正確さ(厳密・緻密)	3.612	0.839
⑭	集中力	3.645	0.840
⑮	根気強さ	3.434	0.824
⑯	自然を愛する心情	3.896	0.863

#### (4) 調査対象と実施時期

調査は、平成17年2月～3月に、広島県内の全公立小中学校（小学校604校 中学校252校）の理科を担当している教師を対象に行った。なお、小学校は調査対象校の理科担当教師1名、中学校は理科を担当している教師全員とした。郵送法による調査の結果、回答学校数は525校（回収率61.3%）、回答人数は650名、有効回答数は621名であった。その内訳は小学校教師366名（男性280名、女性86名）、中学校教師255名（男性213名、女性42名）であった。

### Ⅲ 結果

観察・実験を通して育成される力の因子を抽出するためには、各項目の分析と因子分析が必要となる。そこで、結果を、項目分析と因子分析法と

によるものに分けて、以下に述べる。

#### (Ⅲ-1) 項目分析の結果

16項目に関する反応を因子分析するために、まず、各項目の平均値と標準偏差を算出した。小学校教師を対象とした結果を例に、表2の第2欄と第3欄に示す。

次に、項目圧縮を効率的に行うために、各項目平均値と標準偏差を用いて天井効果と床効果の検討を行った。その結果、項目番号①、②、④、⑩、の4項目に天井効果が見られたので、これらの項目を分析から除外した。

#### (Ⅲ-2) 因子分析の結果

前述の4項目を除いて、因子分析（主因子法、プロマック回転）を行った。その結果、2つの因子が抽出できた。これら2つの因子に対して、番号⑩の項目が両方の因子に寄与していた。このた

表3 小学校教師を対象とした因子分析の結果

項 目	因子1	因子2
③実験方法を考え、計画を立てる力	0.583	0.040
⑤得られたデータを解釈する力	0.741	0.057
⑥結果から法則や結論を導き出す力	0.833	-0.030
⑦自分の考察したことを表現する力	0.603	0.114
⑧持っている概念を新しい概念に置き換えること	0.679	-0.013
⑨原理や法則を理解すること	0.663	-0.062
⑩理解した内容（原理や法則など）を定義すること	0.539	0.100
⑫協調性	0.006	0.599
⑬正確さ（厳密・緻密）	0.247	0.571
⑭集中力	-0.099	0.930
⑮根気強さ	0.051	0.760

表4 中学校教師を対象とした因子分析の結果

項 目	因子1	因子2	因子3
①疑問や不思議なことを見つける力	0.502	0.261	0.077
②予想や仮説を立てる力	0.831	0.147	0.053
③実験方法を考え、計画を立てる力	0.672	0.341	0.112
⑤得られたデータを解釈する力	0.603	0.249	0.313
⑥結果から法則や結論を導き出す力	0.666	0.227	0.383
⑦自分の考察したことを表現する力	0.551	0.336	0.187
⑨原理や法則を理解すること	0.189	0.079	0.818
⑩理解した内容（原理や法則など）を定義すること	0.123	0.178	0.614
⑫協調性	0.252	0.547	0.038
⑬正確さ（厳密・緻密）	0.277	0.723	0.209
⑭集中力	0.246	0.805	0.136
⑮根気強さ	0.254	0.820	0.188

め、項目番号⑯の項目を除いて、再度因子分析を行った。その結果を、表3に示す。

同様の手順で、中学校教師を対象にした場合の因子分析の結果(主因子法、バリマックス回転)を、表4に示す。

表3から、小学校教師を対象とした場合には、③、⑤、⑥、⑦、⑧、⑨、⑩からなる因子Ⅰと、⑫、⑬、⑭、⑮からなる因子Ⅱ、の2つが抽出できた。また、表4から中学校教師を対象にした場合には、①、②、③、⑤、⑥、⑦からなる因子Ⅰと⑫、⑬、⑭、⑮からなる因子Ⅱ、そして、⑨、⑩からなる因子Ⅲ、の3つが抽出できた。

#### (1) 小学校の因子

因子Ⅰは、実験計画の立案力、データの解釈力、結果から結論を導出する力、考察の表現力、概念化、原理や法則を理解したり定義したりする力である。これらは、実験企画力やデータ解釈力、結論の導出力、考察の表現力と、概念化、原理や法則の定義や理解、の2つに分けられる。前者は問題解決に関する技能である。これに対して、後者は児童が原理や法則を定義したり理解していく力であるので、原理・法則の理解といえる。したがって、因子Ⅰは、問題解決に関する技能と原理・法則の理解からなるものといえる……結果Ⅰ。また、⑫、⑬、⑭、⑮からなる因子Ⅱは、協調性、正確さ、集中力、根気強さである。これらは児童が観察・実験を行うことによって育成される人間性と考えられる。したがって、因子Ⅱは人間性の育成といえる……結果Ⅱ。

#### (2) 中学校の因子

①、②、③、⑤、⑥、⑦からなる因子Ⅰは、問題の発見力、予想や仮説の設定力、実験計画の立案力、データの解釈力、結果からの結論の導出力、考察の表現力である。したがって、因子Ⅰは問題解決の技能といえる……結果Ⅲ。また、⑫、⑬、⑭、⑮からなる因子Ⅱは小学校と同一で、人間性の育成といえる……結果Ⅳ。そして、⑨、⑩からなる因子Ⅲは、原理や法則の定義したり、理解したりする力である。これらは、原理・法則の理解といえる……結果Ⅴ。

#### (3) 小学校の因子と中学校の因子の関係

小学校の因子Ⅰは、問題解決の技能と原理・法則の理解からなる。これに対して、中学校の因子

Ⅰは問題解決の技能、因子Ⅲが原理・法則の理解であった。したがって、小学校の因子Ⅰは問題解決の技能と原理・法則の理解から構成されているのに対して、中学校では問題解決の技能と原理・法則の理解が分離しているといえる。また、小学校の因子Ⅱと中学校の因子Ⅳは同一といえる。

### V まとめと結果の含意

今まで述べてきた結果Ⅰ～Ⅴから、以下のようにいえる。

#### (1) 小学校、中学校のそれぞれの教師がとらえている観察・実験を通して児童・生徒に育成される力の因子

- ①小学校教師がとらえている因子は、問題解決の技能と原理・法則の理解からなるものと、人間性の育成に関するもの、の2つであった。
- ②中学校教師がとらえている因子は、問題解決の技能に関するものと、人間性の育成に関するもの、原理・法則の理解に関するもの、の3つであった。

#### (2) 小学校教師と中学校教師の観察・実験を通して育成される力の因子の関係についての検討

- ③中学校教師がとらえている因子は、問題解決の技能と原理・法則の理解に分離しているが、小学校教師がとらえている因子は、それらが分離していない。また、人間性の育成に関する因子は同一である。

ここで、中学校教師がとらえている因子は、問題解決の技能と原理・法則の理解とに分離しているが、小学校教師がとらえている因子は、それらが分離していないという結果の含意を考える。

中学校教師がとらえている因子は、問題解決の技能と原理・法則の理解に分離しているという事実は、次のように考えられる。中学校教師は生徒に問題解決の技能を獲得させることと原理や法則を生徒に理解させることが、それぞれ別のものと考えていることを意味する。これに対して、小学校教師は、中学校教師のように、問題解決の技能と原理や法則の理解をそれぞれ別のものにとらえていないことを意味する。

上述の、問題解決の技能と原理や法則の理解をそれぞれ別のものにとらえているということは、安藤秀俊や久田隆基の調査結果からも支持でき

る。安藤の調査結果では、観察・実験を「興味・関心」や「生徒が楽しそう」だから教師は行っているという実態がある。この結果は、観察・実験が「興味・関心」の手段であり、「知識・理解」とは別のものであることを意味する。また、久田の調査結果でも、教師は興味・関心を高めたり、技能を獲得させるために観察・実験を行うという実態が明らかになっている。このことは、中学校教師が観察・実験を技能の獲得や生徒の興味・関心を高めるための手段と考えていることを意味する。これらの実態から、原理や法則の理解という「知識・理解」とは別に、観察・実験が「興味・関心」を高めたり、生徒に技能を獲得させるものと中学校の教師は考えていることを意味する。このことが、中学校教師において問題解決の技能と原理や法則の理解とがそれぞれ別の因子に分離したと考える。これに対して、小学校の教師は、中学校の教師のような考え方をしていないので、2つに分離しなかったと考える。

上述のことは、小学校教師と中学校教師がとられている、観察・実験を通して育成される力は異なることを意味する。このことが、観察・実験の扱い方が小学校と中学校では異なる起因となっていると考える。

#### 注

1) 調査項目を作成するために使用した主な文献は、以下のものであった。

- ①Beatty, J. W. & Woolnough, B. E. (1982), "Practical Work in 11-13 Science: the context, type and aims of current practice", *British Educational Research Journal*. Vol.8, No.1, pp.23-30.
- ②畑中忠雄 (1996) 「理科の授業と観察・実験」『若い先生のための理科教育概論』東洋館出版社, pp.93-106.
- ③廣瀬正美・飯利雄一・根本和成 (1990) 「観察・実験を重視した理科授業の在り方」『中学校理科 観察・実験を生かした授業展開』東京書籍, pp.20-30.
- ④角屋重樹・全小理・都小理 (1998) 『新しい理科の資質・能力を育てる指導法の開発』明治図書, pp.17-22.

- ⑤森一夫・家野等・苗村道弘・久岡裕美 (1981) 「理科学習活動が人間形成に及ぼす効果 (第1報)」『日本理科教育学会研究紀要』Vol.21, No.2, pp.51-57.
- ⑥興津精二・武田一美 (1981) 「理科教育における評価」『ひとりひとりを生かす中学理科評価の改造』明治図書, pp.23-32.
- ⑦鈴木誠 (1992) 「理科における学習意欲の構造に関する研究 (1)」『日本理科教育学会研究紀要』, Vol.33, No.2, pp.45-51.
- ⑧武村重和 (1985) 「自然に対する関心・態度—評価の原理と評価目標—」『初等理科教育』6月, pp.8-11.
- ⑨山極隆 (1987) 「観察・実験の意義と役割」『創意ある中学校理科教育の理論と展開』東洋館出版社, pp.112-114.

#### 引用文献

- ・安藤秀俊 (2004), 「中学校理科教科書に掲載されている観察・実験の実施状況」, 理科教育学研究, Vol.44, No.2, pp.35-41.
- ・Blosser, P. E. (1983), "What Research Says : The Role of the Laboratory in Science Teaching". *School Science & Mathematics*. Vol.83(2), pp.165-169.
- ・Gott, R. and Duggan, S, (1996), "Practical work: its role in the understanding of evidence in science", Vol.18, No.7, pp.791-806
- ・秦明德, (1998), 「理科における観察・実験の役割とは」, 理科の教育, 5, pp.4-7.
- ・久田隆基 (2003) 「理科授業における「観察・実験」の意義と役割」『静岡大学教育学部研究報告』教科教育学篇 第34号, pp.65-82.
- ・国立教育政策研究所教育課程研究センター (2005) 『平成15年度小・中学校教育課程実施状況調査結果の概要及び教科別分析』平成17年9月, p.269.
- ・西岡正泰 (1992) 「理科授業における観察・実験の意義」日本理科教育学会 (編) 『理科教育学講座 第6巻 理科教材論 (上)』東洋館出版社, pp.85-104.
- ・Swain, J., Monk, M. and Johnson, S. (1999), "A comparative study of attitudes to the aims of

- practical work in science education in Egypt, Korea and th UK”, Int. J. Sci. Educ. Vol. 21, No.12, pp.1311-1324.
- ・平一弘 (1985), 「理科における観察・実験の意義」, 理科の教育, 10, pp.9-12.
- ・山極隆 (1987) 「観察・実験の意義と役割」『創意ある中学校理科教育の理論と展開』東洋館出版社, pp.112-114.

## Factor Analysis of the Aims of Observation and Experiment Activities

by

Shigeki KADOYA

Graduate School of Education, Hiroshima University

Hiroyoshi KINOSHITA

Graduate School of Education, Hiroshima University

Takaaki SAEKI

Kumanohigashi Junior High School

In order to clarify the aims of observation and experiment activities, a survey was carried out. The survey asked the three questions below. A questionnaire method was used. The questionnaire was composed of 16 items. 366 elementary school teachers and 255 junior high school teachers took part in this survey. Factor analysis was used to clarify the aims of observation and experiment activities.

### Questions

- (1) What factors can be seen from elementary teachers' responses ?
- (2) What factors can be seen from junior high school teachers' responses ?
- (3) What relationships can be seen between elementary school and junior high school teachers ?

The results are summarized below.

- (1) Two factors were identified in elementary teachers' responses. Factor 1 concerns problem-solving skills and acquiring principles & law, whilst factor 2 concerns humanity.
- (2) Three factors were identified in junior high school teachers' responses. They were problem-solving skills (factor 3), acquiring principles & laws (factor 4), and humanity (factor 5).
- (3) Factor 1 corresponds to factors 3 and 4. Factor 2 corresponds to factor 5. There are some differences between elementary school and junior high school teachers.