

# 大学生の科学史観に関する基礎的調査研究

## *Fundamental Research into Students' Historical View of Science*

福井 智紀

麻布大学・環境保健学部，神奈川県相模原市淵野辺 1-17-71

FUKUI Tomonori

College of Environmental Health, Azabu University, 1-17-71 Fuchinobe, Sagami-hara, Kanagawa 229-8501, Japan

**Abstract:** The purpose of this research was to obtain fundamental information about student's historical view of science. The questionnaire was comprised of questions which used the Word Association Method. Furthermore, students replied to a scientist's name which they knew.

As a result of the investigation, the following information was obtained.

- (1) The image of science history which students had was vague in comparison with science.
- (2) Students had a simple science history view: "Science history is a list of scientists and technicians name."
- (3) Students knew only the names of certain scientists and technicians very well.
- (4) Students were not familiar with the names of chemists and geologists, though they knew those of physicists and biologists.
- (5) Students knew well the scientists and technicians who were active in the latter half of the nineteenth century and at the beginning of the twentieth century.
- (6) Students knew well, certain Japanese scientists.
- (7) Students didn't distinguish between scientists and technicians very clearly.

**Key words:** History of Science, Historical View of Science, Conceptions of Science, Scientist and Technician, Word Association Method

### 1. はじめに

理科教育における科学史の活用については、これまでも様々な研究・実践が行われてきた<sup>1)</sup>。さらに、現行の学習指導要領のもとでは、高等学校理科に「理科基礎」という科目が新設された。この理科基礎では、多くの科学史的事項が取り扱われている<sup>2)</sup>。

しかし、理科基礎の設置のようないわば“例外”を除くと、理科教育における科学史の活用は、質・量ともに決して満足のゆくレベルにあるとは言えない。例えば徳永(1998)が、「実のところ残念ながら授業実践は大変少ないといえると思う<sup>3)</sup>と述べているように、

科学史を積極的に活用しようとする理科教師は、理科教育界全体から見れば少数派に過ぎない。

こうした現状においては、科学史の活用効果や意義が広く認知されるよう、それを実証的なデータによって裏付けてゆく必要がある。例えば、科学史を活用することによって、生徒の科学や科学史に関する見方がどのように変化するのかについて、明らかにすることなどが必要である。さらにそのための前提として、生徒たちがどのような科学観・科学史観を有しているのかについて、明らかにしておくことも必要である。しかし、我が国において、生徒の科学観を調査した研究は少なくないものの、科学史観(科学史

についてどのような見方・考え方を抱いているか)に直接焦点を当てた研究は、ほとんど見出せない。科学史的知識に関する実態調査(どのような事項を知っているのか)<sup>4)</sup>、科学観調査の一部に科学史に関連する項目を含んでいるもの<sup>5)</sup>、大学での講義「科学史」受講による科学観変容<sup>6)</sup>などを除くと、見出される調査・研究はごく限られたものに過ぎない<sup>7)</sup>。

そこで、本研究では、生徒の科学史観を明らかにしていくための基礎的資料を得ることを目的として、単語連想法などによる質問紙調査を実施した。

## 2. 調査方法

### 1) 被験者

被験者は、麻布大学「理科指導法I」受講生25名と、東京海洋大学「理科教育法I」受講生42名である。なお、いずれも調査時点において筆者自身が担当していた講義である。

### 2) 調査時期

2004年4月に、筆者自身が講義時間内に実施した。

### 3) 調査問題

調査問題は、2つの問いから構成される。問1は単語連想法による調査問題であり、問2は科学史上の人物を回答する調査問題である。

問1の単語連想法による調査問題について、もう少し説明しよう。単語連想法とは、いくつかの刺激語に対して被験者がどのような単語を連想するかを調査することにより、その刺激語(あるいはそれらを含むより上位の概念)についての被験者のイメージを明らかにするものである<sup>8)</sup>。

具体的には、A5版の調査用紙の各ページに、刺激語を1つずつ提示した。回答欄は、各ページ15箇所用意した(15本の下線を引き、各左に刺激語を示した)。まず練習用に、刺激語として「動物」を示し回答させ、引き続き刺激語「科学」「科学史」および他の3語について、順次回答させた<sup>9)</sup>。ただし、各刺激語の提示順序は、被験者ごとにランダムとした(刺激語の提示順が異なっている冊子を用紙した)。各刺激語への回答は1分間とした。以下に、実際の問題文を示す。

#### 【問1】

次ページからの問題は、みなさんが短時間でどのくらい多くの言葉を思いつくことができるかを、調べるためのものです。みなさんに、いくつかのキーワードを与えます。それぞれのキーワードから思いついた言葉を、すべて書いてください。空欄が全部埋まらなくても構いません。思いついただけの言葉を書けばよいのです。それぞれの線のところに、言葉を一つずつ書いてください。

各ページの回答時間は1分間です。指示があるまで、次のページに進まないでください。

問2では、科学史上の人物を、思いついた順に書かされた。なお、回答は1分間とした。回答欄は、15箇所用意した(15本の下線を引いた)。以下に、実際の問題文を示す。

#### 【問2】

科学史上の人物を、思いついた順に書いてください。空欄が全部埋まらなくても構いません。思いついただけの人物を書けばよいのです。それぞれの線のところに、言葉を一つずつ書いてください。

回答時間は1分間です。指示があるまで、回答をはじめないでください。

## 3. 結果と考察

### 1) 被験者の属性

まず、被験者の属性について述べる。表1に、被験者の所属(大学・学部・学科)を示した。今回の被験者は全員、高等学校もしくは中学校の理科教諭の免許を取得するために必要な科目の履修生である。そのため、今回の被験者には、理系色の濃い大学・学部・学科に所属する学生であるという特徴がある。なお、表2を見ると、被験者の学年は、おおむね2～3年生である。調査時期が4月であることを考えると、被験者の多くは、本格的に専門分野を学ぶ以前の学生であると見なしてよいと思われる。

次に、被験者の高等学校時代の履修科目を集計したものを、表3に示す。これを見ると、現行課程の履修者はまだ存在せず、多くは前課程の履修者であることがわかる。また、化学と生物学に関する科目の履

表1 被験者の所属 (N = 67)

所属	人数 (%)
麻布大学 動物応用科学科	7 (10.4)
健康環境科学科	12 (17.9)
衛生技術学科	6 (9.0)
東京海洋大学 (全学部・学科)	42 (62.7)

表2 被験者の学年 (N = 67)

学年	人数 (%)
1年	5 (7.5)
2年	34 (50.7)
3年	23 (34.3)
4年	0 (0.0)
修士1年	4 (6.0)
科目等履修生	1 (1.5)

表3 高等学校時代の履修科目 (N = 67, 複数回答)

前々課程		前課程		現行課程	
科目名	人数	科目名	人数	科目名	人数
理科 I	3	綜合理科	1	理科基礎	0
理科 II	2	物理 I A	4	理科総合 A	0
物理	2	物理 I B	26	理科総合 B	0
化学	3	物理 II	10	物理 I	0
生物	2	化学 I A	7	物理 II	0
地学	1	化学 I B	57	化学 I	0
化学 II	43	化学 II	0		
生物 I A	4	生物 I	0		
生物 I B	51	生物 II	0		
生物 II	44	地学 I	0		
地学 I A	0	地学 II	0		
地学 I B	1				
地学 II	0				

※上記以外に、理数化学 (1), 理数生物 (1), 水産高校での食品に関する化学 (1) の回答があった。

修者が比較的多く、物理に関する科目の履修者も少ない。しかし、地学に関する科目の履修者は、ごくわずかに過ぎない。

2) 問1の結果と考察

単語連想法を用いた場合、最も基本的なデータとして、各刺激語に対して被験者がどの程度の数の連想語をあげたかという値(連想語数)がある。図1は、刺激語「科学史」に対する各被験者の連想語数とその平均を示したものである。同様に、図2は、刺激語「科学」に対する各被験者の連想語数とその平均を示したものである<sup>10)</sup>。

図1と図2を比較してみると、刺激語「科学」での平均連想語数4.49に対して、刺激語「科学史」の平均連想語数は3.69であり、明らかに少ない。また、刺激語「科学」では、回答欄いっぱいの15語を書いた被験者をはじめ、2桁数の連想語を回答した被験者が少なくない。これに対して、刺激語「科学史」では、2桁数の連想語を回答した被験者は、67名中わずか1名に過ぎない。これらの結果は、刺激語「科学史」の方が刺激語「科学」よりも連想しづらいということを示しており、科学史に関する被験者のイメージが希薄なものに過ぎないことを示唆している。

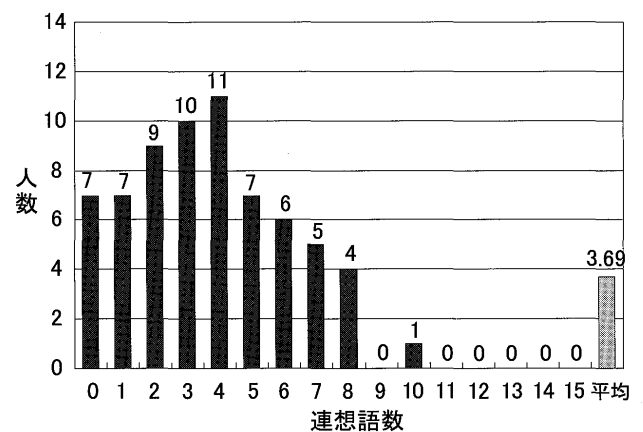


図1 単語連想法：刺激語「科学史」(N = 67)

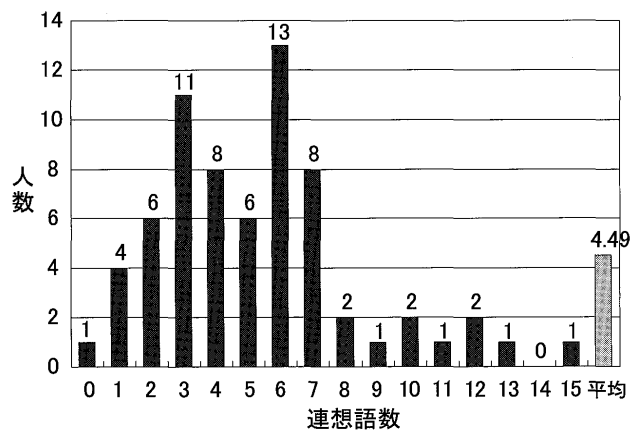


図2 単語連想法：刺激語「科学」(N = 67)

表4 連想傾向：否定 vs. 肯定（総回答数 247）

肯定的回答	中立的回答	否定的回答
17	203	27
連想語例： おもしろい／ 人間のすごさがわかる／ 進歩／発展／偉人	連想語例： 科学者／科学技術／ ニュートン（人名）／ エンドウマメ（用語）	連想語例： 難しい／覚えることが多 そう／よくわからない／ おもしろくない

次に、被験者の科学史観にもう少し深く迫るため、刺激語「科学史」に対してあげられた連想語について考察する。

刺激語「科学史」に対してあげられた連想語数は、延べ247であった。前述のように、被験者数が67名のため、平均は3.69となる。各被験者が連想した語を全く自由に記入しているため、これらの回答は、集計・分析が非常に難しい種類のデータである。また、今回のデータは、被験者67名×回答欄15箇所であるので、たとえ全被験者が回答欄をすべて埋めたとしても、延べ1005回答にしかならない(実際には247)。もっと膨大なデータであれば、コード化・カテゴリー化による分析にも意味があるだろうが、今回の調査目的は何らかの最終的な仮説を確認することではなく、あくまで今後の研究のための基礎的資料を得ることにある。そこで、コード化・カテゴリー化の手順をとらずに、回答された連想語をいくつかの観点から分析することにした。

まず、肯定的な回答、否定的な回答、どちらともいえない(中立的な)回答、の3者に連想語を区分した。これらの集計結果と連想語の例を、表4に示す。これを見ると、大部分の回答は明確に肯定・否定とは判断できない、いわば中立的な回答であることがわかる。例えば、「科学者」「科学技術」のように刺激語「科学史」からの比較的単純な連想や、「ニュートン」「アインシュタイン」のように人名をあげた連想、「相対性理論」「エンドウマメ」のように理論・法則・事物・現象等の連想などが、これにあたる。一方、「おもしろい」「読んで価値のある」「発展」「現代社会の礎」のような、明らかに肯定的な回答は、17に過ぎなかった。また、「難しい」「よくわからない」「自然破壊」「優秀な人は認められない」のような、明らかに否定な回答も、27に過ぎなかった。

したがって、被験者の科学史観は、明らかに肯定的

なものであるとも、明らかに否定的なものであるとも言えない。強いて言うなら、そうした明確ないずれかの傾向を持つほど、豊富なイメージを有していないのではないか、という推測ができるだろう。

次に、科学者・技術者の名前の連想という観点から、回答を分析してみた。なぜなら、全連想語を眺めていて、刺激語「科学」の場合と比べて刺激語「科学史」の方が、明らかに科学者・技術者名の連想が多いという印象を受けたためである。この印象を裏付けるため、両刺激語における科学者・技術者名の連想語と、回答に占めるその割合を集計したものが、図3である。

これを見ると、刺激語「科学史」の方では、明らかに科学者・技術者名の連想が増加している。しかも、刺激語「科学」の方は計10回答の中に、「ノーベル賞」という純粋に科学者・技術者名をあげたとは言い難い回答を、4例含んでいる(これを除くとわずか6例に過ぎない)。科学史に関連するイメージが比較的希薄であると思われる中で、科学者・技術者名だけは非常に容易に連想されるという状況から見て、被験者は「科学史イコール科学者・技術者の歴史」という非常に単純な科学史観を抱いていることが推察される。

### 3) 問2の結果と考察

それでは、被験者は、どのような歴史上の科学者・技術者に馴染みがあるのでしょうか。これを直接回答させた問題が、問2であった。

問2に対して、67名の被験者が、計384回答をあげた(平均5.7回答<sup>11)</sup>)。これらを回答数の多かった順に並べたものが、表5である。表5では、計384回答のうち255回答(66.4%)<sup>12</sup>が示されている。つまり、400近い回答を集計すると、わずか23人の科学者・技術者名に、回答の7割近くが集約されることになる。このことから、被験者は特定の人物のみを非常

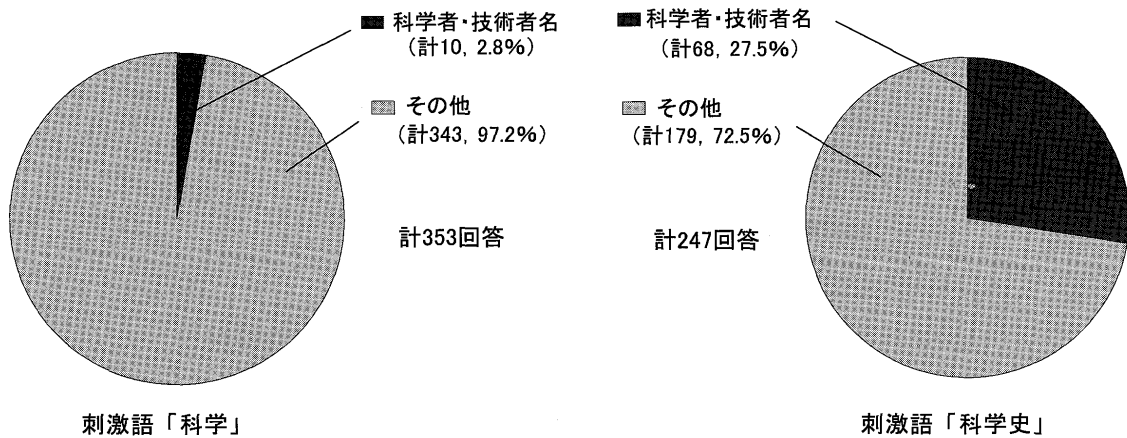


図3 連想語中に占める科学者・技術者名

によく知っている、という状況が窺える。確かに、表を見れば、大学生であれば知っていて当然の科学者名・技術者名が並んでいる。

次に、これらの人名をよく見ると、上位2名をはじめとして、物理学者が比較的上位を占めているものの、全体としては生物学者も多い。しかし、化学者はあまり多くない。

また、野口英世(12)、北里柴三郎(9)、田中耕一(6)、などのように、日本人名の回答も少なくない。表4に含まれていない人物(例えば「利根川」など)も含めると、計44回答であり、全回答中の11.5%と1割を超えていた。このことから被験者は、日本人科学者についても、特定の人物はよく知っていることが窺える。

さらに、「科学史上の人物を、思いついた順に書いてください」という問題文であったにもかかわらず、エジソン(18)、ワット(11)、ベル(10)、ノーベル(9)、などのように、エジソンをはじめとした「科学者」というよりはむしろ「技術者」に含まれる人物名の回答も目立つ。表4に含まれていない人物(例えば「本田」など)も含めると、計53回答であり、全回答中の13.8%と、こちらも1割を超えていた。このことから、被験者は科学者と技術者を明確には区別していない、ということが窺える。

ただし、今回は理系色の濃い被験者を対象とした調査であるため、これらの結果・考察を、直ちに生徒一般の傾向にまで拡張することはできない。さらなる調査が必要であろう。

最後に、表5に示された科学者・技術者をその出生

表5 知っている科学史上の人物 (N=67, 複数回答)

順位	科学者・技術者名	回答数
1	ニュートン	28
2	アインシュタイン	24
3	メンデル	21
4	エジソン	18
5	ガリレイ	16
	ワトソン	16
7	野口英世	12
8	クリック	11
	ワット	11
10	ベル	10
11	アリストテレス	9
	北里柴三郎	9
	ノーベル	9
14	ダーウィン	8
15	シャルル	7
	ファーブル	7
	ボイル	7
18	アボガドロ	6
	田中耕一	6
20	キュリー(夫人)	5
	パスカル	5
	フック	5
	湯川秀樹	5

※ 21位以下(5回答未満)は省略する。

年別に分け、時代別の総回答数(延べ人数)を示したものが、図4である。これを見ると、19世紀に出生した人物(つまり19世紀後半から20世紀初頭に活躍した人物)が、多くを占めていることがわかる。

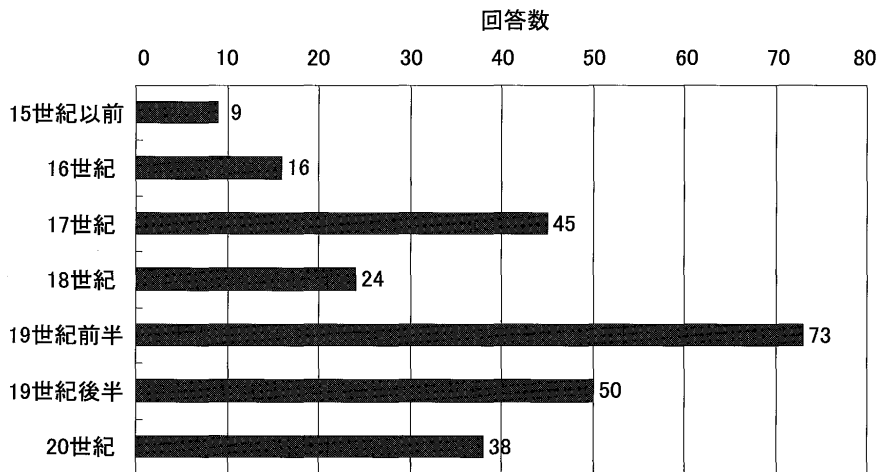


図4 科学者・技術者の時代分布（出生年別）

※表5中の23人のみ。回答数が多い19世紀は、前半と後半に分けた。

#### 4. まとめと今後の課題

今回の調査によって、生徒の科学史観を明らかにするための基礎的資料が得られた。今回の結果から、直ちに断定的な結論を述べることはできないが、おおむね以下のような結果（あるいは仮説）が見出されたと言えるだろう。

すなわち生徒（学生）は、

- (1) 「科学」に比べて「科学史」のイメージが希薄である。
- (2) 「科学史イコール歴史上の科学者・技術者」という単純な科学史観を有している。
- (3) 特定の人物の名前のみを、非常によく知っている。
- (4) 物理学者や生物学者をよく知っており、化学者・地学者は比較的知らない。
- (5) 19世紀後半から20世紀初頭に活躍した人物を、比較的よく知っている
- (6) 日本人科学者も、特定人物についてはよく知っている。
- (7) 科学者と技術者を、明確には区別していない。

ただし上記(4)などは、今回の被験者の属性による影響が、大きいかもしれない。したがって、回答傾向にもっと偏りの少ないと思われる被験者（高校生など）を対象としつつ、さらに深く生徒の科学史観に迫っていくことが、今後の課題である。

※本稿は、日本理科教育学会第44回関東支部大会（平成17年11月19日、群馬大学教育学部）において口頭発表した内容に加筆・修正したものである。また、本研究は、平成16～18年度科学研究費補助金・若手研究(B)(課題番号16700543)による支援を受けている。

注

- 1) 福井・鶴岡(2003a)による関連研究のレビューを参照されたい。
- 2) 理科基礎の教科書分析については、福井・鶴岡(2003b)を参照されたい。
- 3) 徳永好治(1998), p.26。
- 4) 例えば、西條(1981)がある。
- 5) 例えば、丹沢ら(2003)がある。
- 6) 例えば、西村(1996)がある。
- 7) 例えば、西條(2005)がある。ただし当論文は、自らが授業を担当する生徒が、科学史に興味があるか、科学史を重要と考えているか、授業への科学史導入をどう考えているか、という点に着目した分析である。すなわち、生徒の「科学史観」を明らかにしようとした研究例とは言い難い。
- 8) 単語連想法について詳細に解説したものとして、中山迅ら(1995)がある。本研究でも、「第9章 単語連想法」(pp.174-192)に示された調査方法を参考にした。また、生徒のイメージ等の把握のために単語連想法を用いた我が国の先行研究としては、特に、阿部(1984)と中山(2001)を参考にした。

- 9) 本論文では、刺激語「科学」及び「科学史」に関連する結果・考察のみを扱う。なお、この他に提示した刺激語は「科学者」「理科教師」「理科授業」であった。
- 10) ひとつの回答欄に示された回答は、1つの回答とカウントした。例えば、「ワトソン&クリックのDNA構造発見」や「ジャコブとモノー」などの回答がそれにあたる。別々にカウントせず1カウントとしたのは、これらが同時に連想された一連の語句であるということと、分析の簡便さを優先したことによる。
- 11) ただし、上記10)と同様の分析方針をとったため、これは回答された人名の総数ではない。
- 12) 正確に言えば「延べ255名」であり「255回答」ではないため、この割合は正確な数値ではない。例えば「ワトソンとクリック」という回答があった場合、回答数としては1回答であるが、表4ではワトソンとクリックの両方でカウントされている。ただし、そうした回答は数例に過ぎない。なお、「全回答中の○○%」という記述については、以下同様である。

#### 文 献

- 1) 阿部治 (1984) 「連想法を用いた視覚障害生徒の自然観に関する研究」『特殊教育学研究』Vol.22, No.3, pp.17-27.
- 2) 西條敏美 (1981) 「高校生の科学史に関する知識の実態調査」『日本理科教育学会研究紀要』Vol.12, No.2, pp.1-6.
- 3) 西條敏美 (2005) 「高校における科学史導入授業に関する生徒の意識調査」『理科教育と科学史』pp.112-129, 大学教育出版.
- 4) 丹沢哲郎・熊野善介・土田理・片平克弘・今村哲史・長洲南海男 (2003) 「日本人の科学観・技術観の特徴に関する研究」『理科教育学研究』Vol.44, No.1, pp.1-12.
- 5) 徳永好治 (1998) 「理科教育と科学史」日本理科教育学会編『キーワードから探るこれからの理科教育』pp.26-31, 東洋館出版社.
- 6) 中山迅・稲垣成哲監訳 (1995) 『子どもの学びを探る知の多様な表現を基底にした教室をめざして』東洋館出版社〔原著: White, R. and Gunstone, R. (1992) Probing Understanding, Falmer Pr.〕.
- 7) 中山迅・隅田学・阪本聡・岩切宏樹・国生尚・隅本修一・岡田能直 (2001) 「学部教育と教育実習による大学生の理科授業観の変化—単語連想法を用いた評価—」『宮崎大学教育文化学部紀要 教育科学』No.5, pp.1-10.
- 8) 西村秀雄 (1996) 「私立文系単科大学における「科学史」受講による科学観の変化」『一般教育学会誌』Vol.18, No.2, 84-89.
- 9) 福井智紀・鶴岡義彦 (2003a) 「理科教育における科学史の活用について——我が国における研究の概観と今後の課題——」『東京水産大学論集』No.38, pp.55-65.
- 10) 福井智紀・鶴岡義彦 (2003b) 「高校「理科基礎」教科書における科学史の取扱い」『千葉大学教育実践研究』No.10, pp.99-113.