

# 理科の到達度に影響する情意的要因に関する考察

— 小・中学生の比較を中心に —

松浦 拓也

(2006年10月5日受理)

An analysis of the affective factors which influence the achievement of science:  
A comparison of elementary and lower secondary school students

Takuya Matsuura

This analysis compared the structures of affective factors which influence the achievement of science between elementary and lower secondary school students. The data used for this analysis is the survey of curriculum implementation conducted by the National Institute for Educational Policy Research. By analyzing the student questionnaire, I extracted five constructs “preference to science” “usefulness of science” “usefulness for examination” “usefulness for career” and “attitude toward thinking in the experiment”. The results of structural equation modeling presented the difference in effects on the achievement of science between elementary and lower secondary school students.

Key words: achievement of science, affective domain, structural equation modeling

キーワード：理科の到達度, 情意, 構造方程式モデリング

## 1. はじめに

1990年代後半以降の日本においては、学力問題に大きな関心が寄せられている。また、理系分野においても平成5年版の科学技術白書（科学技術庁、1994）の公表以降「理科離れ」「理工系離れ」が社会において話題となっている。このような状況の中、近年の学力問題に関する議論においては「学力の低下」そのものよりも、家庭での学習時間の減少といった「知離れ」（佐藤、2000など）や、児童・生徒の家庭環境の差異に起因する「学力の階層差の拡大」（荻谷、2004）など、学力問題の背景について様々な意見が述べられている。

また、金子（2006）は学力問題の構図に関する考察において、安易な犯人探しをするのではなく「幅広い視野から学力問題をとらえ直し、その実態と原因を明確に認識し、さらにそこから学力の再構築の道を構想すること」が必要であると述べている。

一方、国立教育政策研究所が実施している小・中学校教育課程実施状況調査（以下、実施状況調査とする）

においては、ペーパーテストと併せて、教科ごとの児童生徒質問紙が行われている。そして、理科の質問紙には、理科の好き嫌いや有用感、職業、受験に関する事など、理科に関連する情意面の項目が含まれている。このため、実施状況調査の報告書においてはペーパーテストの各設問の通過率のみでなく、理科の好き嫌いや有用感の質問項目とペーパーテスト得点（以下、到達度とする）の関連などについても分析が行われている（国立教育政策研究所、2005a）。

この実施状況調査は、層化2段階無作為クラスター抽出を行い、1教科1問題冊子当たり約1万6千人の調査対象が得られるように設計されている（国立教育政策研究所、2005b）。このため、児童生徒の到達度や学業に対する意識などについて、母集団である日本の児童生徒の状況を的確に反映した調査結果になっていると考えられる。

## 2. 問題の所在と研究の目的

前項で述べたように、実施状況調査の報告書においては理科の好き嫌いや有用感の質問項目と到達度の関連について分析が行われている。このように、理科の到達度に影響を及ぼす要因の検討においては、情意面など多様な観点から分析を行うことが必要と考える。しかし、理科の好き嫌いとは理科の有用感との間には相関関係が想定されるように、情意面に関する項目は互いに独立していないことが予想される。このため、理科に関連する情意面と到達度との関連を検討する際には複合的な分析も必要と考える。

そこで本研究では、平成17年に国立教育政策研究所教育課程研究センターから公開された平成15年度小・中学校教育課程実施状況調査のデータを用い、理科の到達度に対する情意面の影響について構造的な分析を行うことを目的とした。

## 3. 方法

本研究では、理科の到達度に対する情意面の影響を構造方程式モデリング (SEM: structural equation modeling) によって構造的に分析する。このようにSEMを用いて分析を行う際には、複数の母集団を同時に解析し、比較することができる。そこで、校種の違いによって理科の到達度に対する情意面の影響が異なるか否かについても併せて分析を行うことにした。このため、小・中学校それぞれの代表として小学6年生と中学3年生のデータを用いて分析を行うことにした。その詳細を以下に述べる。

### 3-1 分析に用いる質問項目の抽出

児童生徒質問紙 (理科) の項目を分析し、理科の到達度との関連を検討する構成概念として「理科の好き嫌い」「理科の有用感」「受験」「職業」「実験における思考」という5つを設定した。そして、各構成概念に該当する質問項目を、両学年共通に設定されている質問項目の中から任意に抽出した。その結果を表1に示す。

なお、表1に示したように「実験における思考」に対応する質問項目の内容は、厳密には「情意」ではなく「意識」などと表現する方が適切と考えられる。しかし、理科の学習において重要な要素である「理科の好き嫌い」との関連を検討することは有意義と考え、本研究の分析に用いることにした。

統計的分析においては、質問紙の回答結果より項目(2)、(12)、(13)を除く10項目については「そう思わない」を1点、「どちらかといえばそう思わない」を

2点、「どちらかといえばそう思う」を3点、「そう思う」を4点、「分からない」を欠損として得点化を行った。また、項目(2)、(12)、(13)の3項目についてはそれぞれの4つの選択肢の否定側から肯定側へ1点、2点、3点、4点として得点化を行った。

そして、質問紙項目の回答状況を確認するために、平均値、標準偏差を算出した。その結果を表2に示す。表2に示したように、多くの項目において平均値が3.0前後となっており、肯定的な回答傾向にあることがわかる。しかし、職業に関する項目(9)～(10)については小学6年生、中学3年生ともに平均値が2.5未

表1 抽出した質問紙の項目

構成概念	内容
理科の好き嫌い	(1)理科の勉強が好きだ。 (2)理科の勉強で、実験や観察をすることが好きですか。
理科の有用感	(3)理科の勉強は大切だ。 (4)理科の勉強は、受験に関係なくても大切だ。 (5)理科を勉強すれば、私は、疑問を解決したり予想をたしかめたりする力がつく。 (6)疑問を解決したり予想をたしかめたりする力がつくよう、理科を勉強したい。
受験	(7)理科を勉強すれば、私の受験に役立つ。 (8)受験に役立つよう、理科を勉強したい。
職業	(9)理科を勉強すれば、私の好きな仕事につくことに役立つ。 (10)自分の好きな仕事につけるよう、理科を勉強したい。 (11)将来、理科の勉強を生かした仕事をしたい。
実験における思考	(12)自分の考えで、予想をして実験や観察をしていますか。 (13)理科の勉強で、実験や観察の進め方や考え方がまちがっていないかをふり返って考えようとしていますか。

表2 質問紙項目の平均、標準偏差

項目	小6 (N=15,395)		中3 (N=12,699)	
	平均値	SD	平均値	SD
(1)	2.92	1.06	2.88	1.05
(2)	3.22	0.95	3.16	0.99
(3)	3.06	0.95	2.88	1.01
(4)	2.96	0.98	2.74	1.05
(5)	2.98	0.98	2.65	1.06
(6)	2.88	1.02	2.57	1.10
(7)	2.94	1.00	3.32	0.95
(8)	2.85	1.04	3.32	0.96
(9)	2.40	1.11	2.30	1.17
(10)	2.41	1.11	2.32	1.18
(11)	2.00	1.10	2.01	1.15
(12)	2.84	0.94	2.52	1.03
(13)	2.59	0.94	2.48	1.01

満であり、その他の項目と比較して否定的な回答傾向にあることがわかる。なお、標準偏差の値は全ての項目において1.0前後となっており、極端な値を示す項目はみられなかった。これらの結果に基づき、抽出したすべての質問項目をモデル分析に用いることにした。

### 3-2 ペーパーテストの処理

ペーパーテストについては、両学年の理科の問題冊子Aを項目反応理論（IRT：item response theory）によって分析し、児童生徒の到達度を推定した。その詳細を以下に述べる。

国立教育政策研究所の分析では、ペーパーテストの「得点化」対象者の抽出基準は、「問題冊子の8割以上に対して有効なデータを持つ解答者」となっている。そこで、本分析においてもこの抽出基準を参考に小学6年生は全32問中の25問、中学3年生は全38問中の30問以上に対して有効なデータを持つ解答者を分析対象とした。

しかし、このような基準を用いて分析対象者を抽出する事により、貴重なデータを可能な限り多く利用することができる反面、単なる合計得点では正しく児童生徒の到達度を評価することはできない。そこで、ペーパーテストの分析においては、個々の問題の特性を問題の集合であるテスト全体とは独立に推定し、児童生徒の到達度を推定することができるIRTを用いることにした。そして、正誤問題（2値反応）を対象としたIRTモデルの1つである2母数ロジスティックモデル（2PLモデル）を適用し、未履修項目及び転記ミス項目はNot Presented（未試験項目）として処理した。

なお、分析にはIRTの専用ソフトウェアであるBILOG-MG 3（Zimowski et al, 2003）を使用した。

### 3-3 分析モデル

前項までに述べたように、理科の到達度との関連を検討する要素として「理科の好き嫌い」「理科の有用感」「受験」「職業」「実験における思考」という5つの構成概念を設定した。本研究においては図1に示すように、設定した5つの構成概念によって理科の到達度を説明するモデルを構成した。そして、SEMによって分析することから、理科の到達度に対する情意面の影響について構造的な検討を行った。

なお、図1に示したモデルでは、構成概念である「到達度」に対応する観測変数は問題冊子Aの得点のみのため、このままでは解を求めることができない。このため、問題冊子Aの分析を行った際に得られた信頼性係数と標準偏差より誤差分散を算出し、固定母数とし

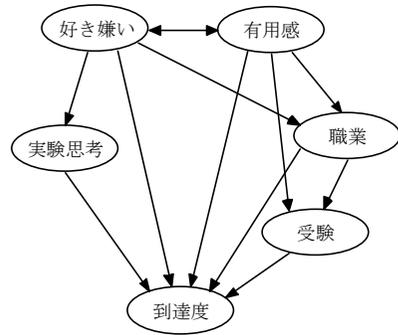


図1 分析モデル

て事前にモデルに組み込んだ。その値は、小学6年で0.141、中学3年で0.108であった。

## 4. 結果

小学6年生と中学3年生について、Amos5（Arbuckle, 2003）を用いて2母集団同時解析を行った。その詳細を以下に述べる。

### 4-1 等値制約と適合度

多母集団同時解析においては、共分散構造の等質性を検討するために等値制約を置く箇所を変更し、比較することができる（豊田, 2003）。本解析においては、「①母集団間で、各因子を測定する観測変数が等しい」「②母集団間で、各因子を測定する因子パターンがすべて等しい（測定不変）」「③母集団間で、各因子を測定する因子パターンがすべて等しい（測定不変）+母集団間で、各因子の分散共分散が等しい」という3つのモデルについて適合度を比較し、「③母集団間で、各因子を測定する因子パターンがすべて等しい（測定不変）+母集団間で、各因子の分散共分散が等しい」モデルを最終的に選択した。

このモデルにおける適合度は、RMSEA = 0.041、CFI = 0.963であり、想定したモデルと標本データが十分に適合しているといえる。解析の結果を図2に、到達度に対する各構成概念の標準化効果（総合効果、直接効果）を表3に示す。

表3 到達度に対する標準化効果

	好嫌	有用感	職業	受験	思考	
直接	6	0.023	0.008	-0.094	0.134	0.282
	3	0.272	-0.154	0.057	0.291	0.125
総合	6	0.241	0.053	-0.059	0.134	0.282
	3	0.375	0.029	0.074	0.291	0.125

モデル適合度：RMSEA=.041,CFI=.963

上段：小6（N=15,395）/下段：中3（N=12,699）

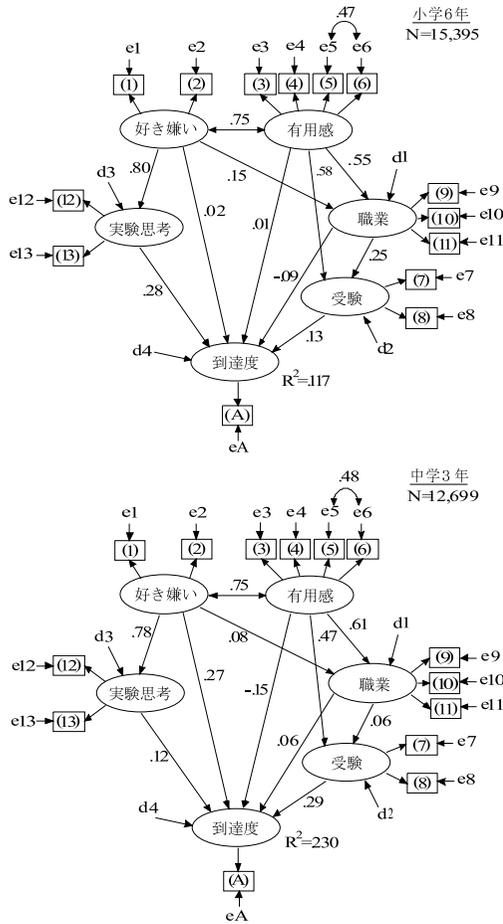


図2 モデル解析の結果

#### 4-2 小学6年生における構造

到達度に対する「理科の好き嫌い」に着目すると、標準化直接効果（以下、直接効果とする）が0.023、標準化総合効果（以下、総合効果とする）が0.241となっている。このため、到達度に対する「理科の好き嫌い」の影響は、小学6年生においては「実験における思考」を経由した間接的なものであることが読み取れる。また、「理科の有用感」や「職業」は到達度に影響を及ぼしていないこと、到達度に対する総合効果の値が最も大きいのは「実験における思考」であることなどが読み取れる。

#### 4-3 中学3年生における構造

到達度に対する「理科の好き嫌い」に着目すると、直接効果が0.272、総合効果が0.375となっている。このため、到達度に対する「理科の好き嫌い」の影響は、中学3年生においては直接的であることが読み取れ

る。また、「理科の有用感」や「職業」は到達度に影響を及ぼしていないこと、到達度に対する総合効果の値が最も大きいのは「理科の好き嫌い」であることなどが読み取れる。

#### 4-4 両学年の共通点・差異点

両学年の共通点として、「理科の有用感」は「職業」や「受験」に影響を及ぼしている一方で、「理科の有用感」や「職業」は到達度に影響を及ぼしていないことなどが読み取れる。また、両学年の差異点として、「受験」と「実験における思考」の到達度への影響の大きさが逆転していることなどが読み取れる。

### 5. 結果の含意

本研究においては、理科の到達度に対する情意面の影響について構造的な解析を行った。また、小学6年生と中学3年生を比較対象として、理科の到達度に対する情意面の影響について学年の違いについても併せて検討を行った。その結果、直接的であるか間接的であるかの違いはあるものの、両学年において「理科の好き嫌い」が理科学習の到達度に影響を及ぼしていることが示された。この点について、特に小学6年生においては、「理科の好き嫌い」の影響は「実験における思考」を経由した間接的なものであることが示された。このことから、小学校段階において到達度を高めるためには、理科に対する興味関心を高めると同時に、問題解決場面において「ふり返り」などの思考を行う機会を大切にすることが必要であると推察される。

また、両学年において、理科学習の到達度に対して「理科の有用感」「職業」が影響を及ぼしていないことが示された。この点については、理工系人材の育成という視点において問題を含んでいると考える。具体的には、小学6年生から中学3年生へと学年が上級移行した際に、理科学習の到達度に対する「受験」の影響は増加しているのに対して、「理科の有用感」や「職業」は影響を及ぼしていない状況が続いている。このような傾向については、小川（2006）が、「理科離れ」「知離れ」の背後にあるものの一つとして小林（1991, 1992）の主張を援用しながら提示している「（現代の若者は、）最新の科学技術の成果の利用者とはなるけれども決してその生産者にならうとはしない」という考え方も一致しているのではないかと考える。

本研究の分析対象は小学6年生及び中学3年生であるため、将来の職業について明確に意識している児童生徒は少ないと思われる。しかし、義務教育段階において基礎的な理科の内容を獲得しておくことは、高等

学校へ進学し、理系へ進む際に重要な要素となると考える。このため、理工系人材の育成という観点から理科教育を検討するには、本研究において対象とした多様な要素を考慮することが重要になると考える。

## 【引用・参考文献】

Arbuckle, J. (2003). *Amos (version 5)*. SmallWaters Corporation.

科学技術庁（編）（1994）『科学技術白書 若者と科学技術』大蔵省印刷局。

金子元久（2006）「学力問題の構図」基礎学力研究開発センター（編）『日本の教育と基礎学力』明石書店、pp.9-18.

苅谷剛彦（2004）「『学力』の階層差は拡大したか」苅谷剛彦・志水宏吉（編）『学力の社会学』岩波書店、pp.127-151.

小林信一（1991）「『文明社会の野蛮人』仮説の検討—科学技術と文化・社会の相関をめぐる—」『研究・

技術・計画』Vol.6, pp.247-260.

小林信一（1992）「情報化社会と科学教育—『文明社会の野蛮人』仮説を手がかりに—」『教育社会学研究』Vol.51, pp.53-67.

国立教育政策研究所教育課程センター（2005a）「平成15年度小・中学校教育課程実施状況調査 質問紙調査集計結果—理科—」pp.1-30.

国立教育政策研究所教育課程センター（2005b）「平成15年度小・中学校教育課程実施状況調査の結果をみるに当たって」pp.1-4.

小川正賢（2006）『科学と教育のはざままで』東洋館出版、pp.132-137.

佐藤学（2000）『「学び」から逃走する子どもたち』岩波ブックレット No.524. 岩波書店.

豊田秀樹（編著）（2003）『共分散構造分析 [疑問編]』朝倉書店、pp.185-186.

Zimowski, M., Muraki, E., Mislevy, R. & Bock, D. (2003). *BLOG-MG (version.3)*. Scientific Software International.

