

青少年の科学観の調査

川村 康文 京都大学大学院エネルギー科学研究科

(京都教育大学附属高校, 612-0037 京都市伏見区深草関屋敷町)

高度科学技術社会にあって、我々人類が、科学的なものの見方や考え方を身につけることは重要なことである。またこれまでこのような観点から、青少年が身につけるべき科学的なものの見方や考え方が、多方面から提案されてきた。しかし青少年が、現時点でどのような科学的なものの見方や考え方をしているかについては、これまでに十分には明らかにされてこなかった。本研究では、青少年の科学観について調査した結果について報告する。

1. はじめに

児童・生徒の科学観を明らかにする調査票は、次のような観点からみて必要であると考えられる。一つには、児童・生徒のもつ科学観が発達的なかどうかを明らかにすることができ、その結果から児童・生徒の科学観の発達段階を知るのに有用である。また、実験的な授業実践を行う場合、授業対象者の科学観が授業の前後でどのように変化したかを客観的に評価するのに有用である。

以前に筆者らは、後者の目的で16項目からなる科学観調査票を作成し、授業の評価に用いた¹⁾。この調査票では、「物理学への興味・関心」と「科学技術至上主義」という二つの因子が抽出された。

自作の慣性力実験器を用いて構成主義的な4時間の実験的な授業実践を実験群で行った後、第1因子の「物理学への興味・関心」について、群×テスト時期×性別の3要因分散分析にかけた。結果、群差と群差×テストの交互作用に有意差がみられ、実験群の授業の方が統制群の授業よりも学習効果が大きかった。

第2因子の「科学技術至上主義」では、実験群・統制群ともども変化がみられず、短期間の授業実験では、効果が現れないことがわかった。

このような実験的な授業を行った場合の、授業の効果の測定に利用可能な「科学観調査票」を作成し、小・中・高校生の科学観の構造を調査した。高校生の科学観の構造についてはすでに報告した^{1)~3)}。ここでは、小・中・高校生の科学観の構造を明らかにし、それらを比較することによって、科学観が加齢とともに発達するのかどうかについて考察を行った。

2. 研究方法

「科学観調査票」は、高校生の授業中において以下に示すような方法で原案を作成した。さらに、その原案を三つのメーリング・リストの上で、広く意見を聞くことにより「科学観調査票」を作成した。

具体的にはまず、高校生のあるクラスで「科学についてあなたたちの意見や考えを書いて下さい」といって自由記述のアンケートを行った。これを集約し印刷物を作り、この印刷物を別のクラスに配布した。配布したクラスでは「印刷物を読んで、そうだと思う意見や考えに○(まる)をし、自分と同じ意見や考えがまだ記述されていない場合には余白に書き足して下さい」という指示を行った。これを再度集約し、新たな印刷物を作成した。同様の作業を別のクラスで行い、合計4クラスをリレー式に回ったあと、最初のクラスに最新の印刷物を配布し、同様の作業を行った。こうして、高校生の生の声に基づいて作成した科学観調査票の原案を、「Onsen ML, rikaML, cesML (現 EE-SML)」の三つのメーリング・リストにアップし、広くいろいろな意見をいただいた。この作業の結果、次頁に示す「科学観調査票」が作成された。

3. 調査対象者および調査時期

調査対象者は、京都市内の小・中・高校生688人である。ここで小学生は6年生、中学生は2年生、高校生は2年生である。そのうちわけは小学生女子が65人、小学生男子が62人、中学生女子が127人、中学生男子が117人、高校生女子が175人、高校生男子が142人であった。調査時期は、1998年10月から11月であった。

青少年の科学観の調査

項 目	因子1	因子2	因子3	因子4
32. 環境問題を解決しうるものは科学である。	-0.41	-0.12	0.37	-0.13
23. 科学は、地球へのかかわり方を変えるものである。	-0.43	-0.12	0.00	0.23
20. 科学は、自然現象を解き明かすものである。	-0.43	-0.13	0.19	-0.01
18. 科学は、人間の好奇心から生まれるものである。	-0.49	-0.24	-0.10	0.23
6. 21世紀の社会では、科学技術の一層の発展は人類が快適な生活を送るのに必要である。	-0.51	-0.03	0.18	-0.15
8. 科学は、人間の進化のために必要なものである。	-0.54	-0.02	0.10	-0.13
34. 科学は、人間を救うことができる。	-0.54	-0.12	0.23	-0.16
25. 科学は、現在の生活とは切っても切れないものである。	-0.60	0.02	-0.18	0.07
28. 将来、自分は理科系へは進まないと思う。	0.11	0.61	-0.04	-0.03
35. 科学は、自分に縁がないものである。	0.29	0.56	0.12	0.01
44. 自分自身にとっては、科学を学ぶよりも他にもっと重要な学びたいものがある。	-0.13	0.55	-0.31	0.12
33. 科学者になるよりも他になりたいものがある。	-0.17	0.52	-0.36	0.08
26. 科学は、むずかしく、わかりにくい。	0.00	0.52	-0.03	0.20
41. 数式や計算を扱ってものごとを考えるのは苦手である。	0.00	0.46	-0.04	0.13
5. 科学者の伝記やエピソードには興味がある。	-0.22	-0.42	0.07	0.04
11. 理科はおもしろい。	-0.25	-0.56	-0.12	0.12
2. 科学的知識は、常に正しい。	-0.23	-0.12	0.49	-0.16
9. 科学知識の間には、矛盾がない。	-0.13	0.01	0.46	-0.08
10. 専門的な科学技術の知識を必要とする社会問題に専門家以外は口だししてはいけない。	0.13	0.05	0.46	-0.01
37. 恋愛・結婚生活では、科学知識が必要である。	-0.12	-0.15	0.43	0.06
46. 自分が尊厳死を選ぶべきか、生きるべきかを決めるには、科学技術の知識が必要である。	-0.08	0.00	0.43	0.07
31. 高度科学技術文明は、必ず滅びると思う。	0.10	0.01	-0.16	0.56
13. 科学は、人類に破壊をもたらすものである。	0.02	0.03	0.01	0.54
15. 科学は、人間の欲望そのものである。	-0.07	-0.02	-0.01	0.46
38. 科学の進歩によって、人間は自分でできる仕事をしなくなった。	-0.12	0.02	-0.15	0.45
30. 科学は、今は正しいとされているが、将来正しいとは限らない。	0.02	0.12	-0.37	0.40
40. 科学とは、本来人間にとって必要でないものだと思う。	0.33	0.08	0.10	0.40
1. 科学は、人類に幸福をもたらすものである。	-0.15	0.01	0.05	0.01
3. 科学では、創造性が重視される。	-0.34	-0.28	-0.10	0.13
4. 科学は、客観的であるといえる。	-0.22	-0.02	0.15	0.05
7. 科学は、非近代的文明を否定している。	0.13	-0.02	0.13	0.36
12. 最新の科学技術を利用した新製品は、できればまっ先に手にいれたい。	-0.24	-0.15	0.20	0.03
14. 今、人間が一番信用しているものは科学である。	-0.23	-0.16	0.26	0.19
16. 占いや超能力を信じていない。	0.02	-0.07	0.16	-0.10
17. 理科の内容は、文科系・理科系などの進路にかかわらず学んでおく方がよい。	-0.22	-0.33	-0.01	0.20
19. 科学者や理科の先生の中には、人間として尊敬できる人が多い。	-0.15	-0.35	0.14	0.13
21. 科学は、世界一大きな宗教である。	-0.08	-0.06	0.13	0.22
22. 科学は、人類の思想をより発展させるものである。	-0.38	-0.09	0.12	0.05
24. 科学は、お金もうけにつながる。	-0.20	0.17	0.04	0.21
27. 科学は、人生観を変えるものである。	-0.25	-0.20	0.23	0.12
29. 科学は、自然と対極にあるものである。	0.14	0.13	0.13	0.29
36. 科学の進歩によって、人間は時間の余裕をもった。	-0.23	0.00	0.17	0.00
39. 科学がいかに進化しても、人間は結局自然の力に逆らうことはできない。	-0.17	-0.01	-0.38	0.32
42. 自動車の運転には、科学知識が必要である。	-0.21	-0.03	0.26	0.13
43. 科学者や技術者の待遇（収入など）は、今よりもっと改善するべきである。	-0.18	-0.22	0.13	0.09
45. 科学者や技術者が行っている研究の多くは、必ずしも世の中に役立っているわけではない。	-0.03	0.09	-0.34	0.37
47. クローン技術は、人間にとって必要であると思う。	-0.17	-0.08	0.36	-0.06
二 寄	3.31	2.94	2.61	2.37
乗 与	0.07	0.06	0.06	0.05
和 率				

4. 調 査 方 法

調査の方法は、質問紙法を用いた。47 項目からなる科学観調査票に、とてもそう思う (5)～まったくそう思わない (1) の 5 段階で回答させた。

5. 調 査 結 果

調査対象者 688 人分について因子分析 (主因子法、バリマックス回転) を行い、固有値の推移と因子の解釈可能性を考えて、4 因子解が妥当であると判断した (付録参照)。因子負荷量の絶対値が 0.40 以上を基準に項目を選定し、各因子の解釈を行った。

第 1 因子は、「科学は、現在の生活とは切っても切れないものである (逆転項目)」(No. 25) や「21 世紀の社会では、科学技術の一層の発展は人類が快適な生活を送るのに必要である (逆転項目)」(No. 6) などの 8 項目からなる。これらの項目の内容は、科学や科学技術と人間とのかかわりについてである。また、それらの項目への反応が否定的なので、第 1 因子を「科学技術の有用性の否定」と命名した。

第 2 因子は、「将来、自分は理科系へは進まないと思う」(No. 28) や「理科はおもしろい (逆転項目)」(No. 11) などの 8 項目からなる。これらの項目の内容は、自分自身が科学や科学技術に対して興味がもてなかったり、あるいは科学と自分とは関係がないと考えているので、第 2 因子を「科学離れ」と命名した。

第 3 因子は、「科学的知識は、常に正しい」(No. 2) や「専門的な科学技術の知識を必要とする社会問題に専門家以外は口だししてはいけない」(No. 10) などの 5 項目からなる。これらの項目の内容は、科学は絶対に正しく、専門家の考えに指導されるべきであるという考え方が反映されている。したがって、第 3 因子を「科学技術至上主義」と命名した。

第 4 因子は、「高度科学技術文明は、必ず滅びると思う」(No. 31) や「科学とは、本来人間にとって必要でないものだと思う」(No. 40) などの 6 項目からなる。これらの項目の内容は、いきすぎた科学や科学技術は、人類を滅亡へと導くという警戒的意識をもっていると解釈できる。そこで、第 4 因子を「科学技術懐疑主義」と命名した。

これらの四つの因子について、調査対象者を男女に分け、さらにそのそれぞれを小・中・高校生 (理科系)・高校生 (非理科系) の 4 群に分け、合計 8 群間について、特徴的な差が認められるかどうかをみるため、各群ごとの比較を行った。

5.1 第 1 因子「科学・技術の有用性の否定」について

第 1 因子について、小学生男女・中学生男女・高校生 (理科系) 男女・高校生 (非理科系) 男女の 8 群間 (表 1) に特徴的な差がみられるかどうかをみるため、二要因分散分析を行った (表 2)。

表 1 各群の人数と項目の合計の平均得点と SD

	男 子			女 子		
	人数	平均	SD	人数	平均	SD
小学生	62	10.6	5.83	65	13.3	5.27
中学生	117	11.1	5.66	127	12.6	4.63
高校理	108	10.8	4.84	81	10.8	4.08
高校非理	34	11.9	4.99	94	13.2	4.96

表 2 第 1 因子についての二要因分散分析の結果

変動因	平方和	自由度	平均平方和	F	p
群 間	233.5	3	77.8	3.04	0.028*
性 差	259.7	1	259.7	10.14	0.002**
群間×性差	131.6	3	43.9	1.71	0.162
誤 差	17420.7	680	25.6		

*, $p < 0.05$, **, $p < 0.01$

この第 1 因子は、8 項目で構成されるので、項目の合計の平均値は、24 (=3×8) 点となる。表 1 に示すように、8 群のすべてで、この値を大きく下回っているので、調査対象者は、「科学技術の有用性」を認めているということがわかる。

このことを前提に、表 2 に示す二要因分散分析を行った。その結果、群間の差に 5% 水準で、性差に 1% 水準で有意差が認められた。性差については、第 1 因子の項目の合計の平均値は女子の方が高いので、女子の方が男子より「科学技術の有用性の否定」観が強いといえる。

群間の差については、どの群と群の間に有意差が認められたのかをみるため、チューキー法を用いて下位検定を行った (表 3)。

表 3 群差の下位検定の結果

	小	中	高 理
中	ns		
高 理	ns	ns	
高非理	ns	ns	*

*, $p < 0.05$

群差の下位検定の結果から、高校理科系の生徒と高校

非理科系の生徒の間に、5%水準で有意差が認められた。このことから、小学生と中学生との間で有意差が認められなかった「科学技術の有用性の否定」観は、高校生の理科系の生徒と比較しても変化しておらず、かつ、高校生の非理科系の生徒と比較しても変化していなかった。しかし、高校生の理科系生徒と非理科系生徒を比べた場合には、非理科系生徒の方が、「科学技術の有用性の否定」観が強いことが示された。

5.2 第2因子「科学離れ」について

第2因子についても、第1因子と同様に、表4にある8群間に、特徴的な差がみられるかどうかをみるため、二要因分散分析を行った（表5）。

表4 各群の人数と項目の合計の平均得点とSD

	男 子			女 子		
	人数	平均	SD	人数	平均	SD
小学生	62	21.3	6.01	65	25.0	5.10
中学生	117	22.1	5.88	127	25.0	5.84
高校理	108	21.1	5.44	81	21.0	5.09
高校非理	34	25.2	6.15	94	29.1	5.19

表5 第2因子についての二要因分散分析の結果

変動因	平方和	自由度	平均平方和	F	p
群 間	2824.7	3	941.6	29.89	0.000 **
性 差	975.6	1	975.6	30.97	0.000 **
群間×性差	355.6	3	118.6	3.77	0.011 *
誤 差	21419.4	680	31.5		

*, $p < 0.05$, **, $p < 0.01$

この第2因子も8項目で構成されるので、項目の合計の平均値は、24となる。

二要因分散分析の結果、群間の差と性差に1%水準で、交互作用に5%水準で有意差が認められた。

性差については、第2因子の項目の合計の平均値は女子の方が高いので、「科学離れ」は男子より女子に強くみられることがわかった。

群間の差について、どの群と群のあいだに有意差が認められたのかをみるため、チューキー法を用いて下位検定を行った（表6）。

下位検定を行った結果、「科学離れ」は、小学校生と中学校との間では強まっていなかった。また、中学生と高校理科系生徒との間でも強まっていなかったが、中学生と高校非理科系生徒との間に、5%水準での有意差が認められた。この場合、高校理科系生徒と非理科系生徒との間にも5%水準で有意差が認められた。

表6 群差の下位検定の結果

	小	中	高 理
中	ns		
高 理	*	ns	
高非理	*	*	*

*, $p < 0.05$

第2因子では、交互作用に5%水準で有意差が認められたので、さらに交互作用についても下位検定を行った（表7）。

表7 交互作用の下位検定の結果

変 動 因	平方和	自由度	平均平方和	F
男子における群差	790.4	3	263.5	8.36 *
女子における群差	2394.9	3	798.3	25.3 *
小学生における性差	499.7	1	499.7	15.9 *
中学生における性差	307.0	1	307.0	9.7 *
高校理における性差	0.37	1	0.37	0.01
高校非理における性差	555.2	1	555.2	17.6 *
誤 差	21419.4	680	31.5	

*, $p < 0.05$

交互作用の下位検定の結果（表7）、男子のみの群間においても、女子のみの群間においても、群間に有意差が認められたので、それぞれの場合についてさらに、下位検定を試みた（表8, 9）。

表8 男子のみににおける群差の下位検定の結果

	小	中	高 理
中	ns		
高 理	ns	ns	
高非理	*	*	*

*, $p < 0.05$

表9 女子のみににおける群差の下位検定の結果

	小	中	高 理
中	ns		
高 理	*	*	
高非理	*	*	*

*, $p < 0.05$

表8より「科学離れ」は、男子においては、小学生と中学生と高校生理科系の間には、有意差が認められなかった。しかし、非理科系の高校生は、小学生との間にも中学生との間にも理科系の高校生との間にも有意差が認められた。各群ごとの項目の合計の平均点をみると、

8 項目の平均値が 24 であることより、男子の場合、小・中・高校理科系では、「科学離れ」が生じていなかったが、高校生の非理科系では「科学離れ」が生じていたことがわかった。また表 9 より、女子の場合は、独特の傾向がみられることがわかった。小学生と中学生の間に有意差は認められなかったが、小・中学生と高校理科系との間と、小・中学生と高校非理科系との間と、高校生の理科系と非理科系との間に有意差が認められた。各群ごとの項目の合計の平均点をみると、小・中学生では「科学離れ」傾向にあったが、高校理科系では、「科学離れ」が生じておらず、高校生非理科系では、「科学離れ」が激化していたことがわかった。

また性差については、高校理科系では、男女ともに「科学離れ」を起こしておらず、男女間に有意差が認められなかった。小中学生では、男子は「科学離れ」を起こしていないが、女子では生じていた。高校生非理科系では、男女ともに「科学離れ」を生じていたが、女子は男子に比べて「科学離れ」が激化していることが明らかになった。

5.3 第 3 因子「科学技術至上主義」について

第 3 因子についても、表 10 にある 8 群間に特徴的な差がみられるかどうかをみるため、二要因分散分析を行った (表 11)。

表 10 各群の人数と項目の合計の平均得点と SD

	男 子			女 子		
	人数	平均	SD	人数	平均	SD
小 学 生	62	11.5	3.74	65	11.8	3.36
中 学 生	117	11.4	3.68	127	11.0	3.05
高 校 理	108	12.1	3.51	81	11.9	2.57
高校非理	34	13.3	3.80	94	11.2	3.07

表 11 第 3 因子についての二要因分散分析の結果

変動因	平方和	自由度	平均平方和	F	p
群 間	97.7	3	32.6	2.91	0.033 *
性 差	48.7	1	48.7	4.35	0.035 *
群間×性差	114.3	3	38.1	3.41	0.017 *
誤 差	7609.4	680	11.2		

*, $p < 0.05$

この第 3 因子は、5 項目で構成されるので、項目の合計の平均値は、15 点となる。表 10 に示すように、8 群の全てでこの値を下回っており、調査対象者に「科学技術至上主義」がはびこっているわけではないことがわかる。

この前提のものとで、検定を行った結果、群間の差、性差、交互作用のそれぞれに 5% 水準で有意差が認められた。

性差については、第 3 因子の項目の合計の平均値は男子の方が高いので、「科学技術至上主義」は女子より男子に強いことがわかった。

群差については、第 1 因子、第 2 因子の分析と同様、チューキー法を用いて下位検定を行った (表 12)。

表 12 群間の下位検定の結果

	小	中	高 理
中	ns		
高 理	ns	ns	
高非理	ns	ns	ns

分散分析においては、5%水準で群間に有意差が認められたが、チューキー法を用いた下位検定の結果では、どの群間にも有意差が認められなかった。

ところで、第 3 因子でも交互作用に 5%水準で有意差が認められたので、交互作用について下位検定を行った (表 13)。

表 13 交互作用の下位検定の結果

変 動 因	平方和	自由度	平均平方和	F
男子における群差	254.8	3	84.9	7.58 *
女子における群差	42.9	3	14.3	1.28 ns
小学生における性差	3.29	1	3.29	0.29 ns
中学生における性差	5.84	1	5.84	0.25 ns
高校理における性差	44.2	1	44.2	3.94 *
高校非理における性差	161.0	1	161.0	14.37 *
誤 差	7609.4	680	11.2	

*, $p < 0.05$

交互作用の下位検定の結果 (表 13) から、女子においては、群間に有意差が認められなかった。また前述したように、男女を混みにした群間の差は、チューキー法を用いた下位検定では検出できなかったが、男子のみについて群間の差を比較したところ、表 14 に示すように有意差が検出できた。小学生と中学生と高校理科系の

表 14 男子のみにおける群差の下位検定の結果

	小	中	高 理
中	ns		
高 理	ns	ns	
高非理	*	*	ns

*, $p < 0.05$

3群の間では有意差が認められなかった「科学技術至上主義」観は、高校生非理科系では、高校生理科系とは有意差が認められないが、小学生・中学生に比べて高いことがわかった。

性差については、交互作用の下位検定の結果（表13）から、小学生と中学生では、男女間に「科学技術至上主義」観に有意差は認められなかった。しかし高校生の場合は、理科系の生徒にも非理科系の生徒にも、男女間に有意差が認められ、「科学技術至上主義」観は、男子の方が強いことがわかった。

5.4 第4因子「科学技術懐疑主義」について

第4因子についても同様に、表15にある8群間に特徴的な差がみられるかどうかをみるため、二要因分散分析を行った（表16）。

表15 各群の人数と項目の合計の平均得点とSD

	男 子			女 子		
	人数	平均	SD	人数	平均	SD
小学生	62	18.0	3.88	65	19.5	3.49
中学生	117	19.5	4.41	127	19.5	3.98
高校理	108	18.9	4.76	81	18.9	3.35
高校非理	34	19.2	3.32	94	18.3	3.44

表16 第4因子についての二要因分散分析の結果

変動因	平方和	自由度	平均平方和	F	p
群 間	52.7	3	17.6	1.10	0.348 ns
性 差	2.6	1	2.6	0.16	0.692 ns
群間×性差	108.8	3	36.3	2.27	0.078 ns
誤 差	10855.4	680	16.0		

この第4因子は、6項目で構成されるので、項目の合計の平均値は、18点となる。

二要因分散分析の結果、第4因子「科学技術懐疑主義」には、群間の差も性差も認められなかった。この因子は、加齢とともに変化するものでもなく、かつ、性差も認められなかった。

6. 考 察

高度科学技術社会に生きる青少年は、携帯電話やPHSやモバイルコンピュータなど、最新の科学技術に裏づけられたマシンを利用して日常生活を送っている。そのためか彼らは、「科学技術の有用性」を否定せず（第1因子）、かといって「科学技術至上主義」（第2因子）にも陥ってはいなかった。彼らは、開発優先の論理のもとに繰り広げられた環境破壊を目の当たりにしながら成長してきたので「いきすぎた科学技術の信奉」観はもっておらず、逆に「科学技術への懐疑」観をもつようになったといえる。

そのような考え方と深く関連するかどうかは、もっと吟味してみる必要があるが、調査対象者の児童・生徒は、現在のところ「高校生理科系を除く女子」と「高校生の非理科系の男子」に「科学離れ」（第2因子）がみられる。非理科系では、加齢とともに「科学離れ」が進む傾向がみられた。

参 考 文 献

- 1) 川村康文・子安増生：科学教育研究，22-1（1998）32.
- 2) 川村康文：日本物理教育学会近畿支部第29回物理教育研究集会発表予稿集（1998）15.
- 3) 川村康文：近畿の物理教育，5（1999）18.

（2000年7月14日受理）