

理科の学力とそれに影響を与える諸因子の経年変化

Longitudinal Changes of Science Achievement
and the Influence of Educational Factors猿田 祐嗣*
SARUTA Yuji

Abstract

The purpose of this paper was to use part of the data of ■Longitudinal Study on Science and Mathematics■ and the continuing research known as ■Periodical Survey of Science and Mathematics■ in order to clarify the achievement in science, contribution of factors considered to have influences on that achievement, and secular variation in the period from elementary and lower secondary schools up to the upper secondary school.

There were two cohorts: Cohort 1, which underwent the survey three times every three years starting in 1989, corresponding to 5th grade of the elementary school; Cohort B, which underwent the survey three times in the same way starting in 1996. The results of investigating changes in scores obtained on science problems showed that the correlation was high in both cohorts in the adjoining school grades of 5th grade in elementary school and 2nd grade in lower secondary school, and 2nd grade in lower secondary school and 2nd grade in upper secondary school. In addition, the rating values for individual scores were computed to investigate secular variation. This showed that, throughout elementary, lower secondary and upper secondary schools, there was a higher ratio of students for whom the science achievement changed compared to those students for whom the achievement remained fixed. The greater part of these changes was gradual. It also became clear that there was a common tendency in both Cohort 1 and Cohort B for a low rate of students for whom there was a large change in the achievement.

In order to estimate the contribution of factors having an influence on science scores, synthesis variables were compiled that summed up multiple question items with principal component analysis, after which multiple linear regression analysis was conducted with the science scores as the target variable. Results showed that, as a common tendency for Cohort 1 and Cohort B, the contribution was largest for the science scores in the prior school levels. However, the contribution of mathematics scores of the same school year in science scores was also quite large. Results were also obtained allowing the supposition that interest in science has an influence on the how science is viewed as a valuable subject, and connects up with an increase in liking for science that eliminates resistance among students toward science subjects.

* 教育課程研究センター基礎研究部総括研究官

昨今の学力問題の議論においては、TIMSS や PISA の国際的な学力調査の結果から、成績は全体としては国際的にみて上位にあるものの、学習意欲や学習習慣などの面で課題がみられる（中央教育審議会，2006）という現状認識が出発点となっている。ただし、これらの学力に関するデータは国内の調査を含め、ある時点においてある集団のみを抽出して実施した横断的な調査にすぎない。横断的調査によって、ある時点での学力の状況をとらえることはできるが、学年が進み学校断階が変わると学力がどう変化するか、という個々の子どもの変化を把握するには、同一人物を追跡する縦断的調査が必要である。

学力をめぐる縦断的追跡調査としては、兄弟姉妹間での学業成績の類似が発達的にどのように変化していくかを小学校第2学年から中学校第3学年まで教研式標準学力検査を用いて追跡調査した心理学的研究（丹藤，1993）や中学校第1学年から高等学校第3学年まで国・数・社・理・英の5教科の成績の相互関連がどのように変化するかを6年間にわたって追跡調査した研究（戸苅，1976）がみられる。前者は中学校1校への進学者のうち数十組の兄弟姉妹を対象とした調査、後者は国立の附属中学校から併設の附属高等学校へと進学した約200名を対象とした調査である。これらの調査の目的は、兄弟姉妹の学力の類似性の把握であったり、校内の学力向上を目指して実施したりしたものであり、必ずしも調査結果の一般化を目指したものではない。また、いくつかの地域を対象とした大規模な縦断的調査は皆無に等しい。したがって、学校教育の成果として学力がどのように変容するか、という疑問に明確なデータを示して答えることは過去の調査からは難しかった。

そういう状況を踏まえ、当研究所の旧科学教育研究センター（現在の教育課程研究センター基礎研究部）の研究員が中心となり、1989（平成元）年度に理数長期追跡研究（松原・猿田，2000）を開始した。その継続研究である理数定点調査研究（理数定点調査研究プロジェクト，2007）においては、小学校第5学年、中学校第2学年、高等学校第2学年の三つの時点で、同一人物を対象とした追跡調査を、年代を変えて繰り返し行っている。

本稿では、一連の調査データの一部を用いて、成績や学習意欲等を含めた理科の学力が学年進行に伴ってどのように変化していくかを明らかにしたいと考えた。

このテーマに関しては既に前報（松原・猿田，2000）において、理科の個人成績の推移をみると成績が極端に変動する者は少ないこと、理科の成績には前年度の理科の成績および算数・数学の成績からの寄与が大きく、次いで理科の好き嫌いも何らかの寄与を示していることが明らかとなっている。

これらの知見は、小学校第5学年から8年間の調査を終え、さらに調査を継続している途中の段階での中間まとめとして分析した結果であり、追跡調査の結果の再現性や特徴を検討するにはデータが不十分であった。そのため本稿では、同一地域の小・中・高等学校において1989（平成元）年度から調査を開始した集団1と1996（平成8）年度から調査を開始した集団Bのデータを用い、同じ三つの学年を対象にした2回の追跡調査データの比較を通して、主に再現性の検証を行うものである。

1. 目的

本研究の目的は、小学校第5学年、中学校第2学年、高等学校第2学年の三つの時点での調査をすべて受けた被験者を対象として、小・中学校から高等学校に至るまでの、理科の到達度とそれに影響を及ぼすと思われる諸因子の寄与および経年変化について分析することである。

2. 方法

(1) 分析対象

ここで扱うデータは、岩手、宮城、福島、茨城、山梨各県1地域の5地域の公立高等学校8校に進学した生徒のうち1989年度（小学校第5学年）、1992年度（中学校第2学年）、1995年度（高等学校第2学年）の3回調査を受けた集団1の追跡対象者（男子129名、女子129名の合計258名）、および同じ公立高等学校に進学した生徒で1996年度（小学校第5学年）、1999年度（中学校第2学年）、2002年度（高等学校第2学年）の3回調査を受けた集団Bの追跡対象者（男子121名、女子124名の合計245名）のデータである。

追跡対象者のみを分析対象とするが、以降、集団1および集団Bと呼ぶこととする。

表1に示すように、両集団とも毎回の調査受検者は1,000名を越える人数であるが、欠席者や進学による影響で3回すべてを受検した者を抽出すると人数が大幅に減っている。また、集団Bの小学校第5学年および中学校第2学年は経費等の関係で調査対象者数を半数に減らしている。

集団1は小学校第5学年および中学校第2学年ともに1977（昭和52）年告示の学習指導要領における教育課程のもとで指導を受けている。一方の集団Bは、3回の調査時のすべてにおいて1989（平成元）年告示の学習指導要領における教育課程のもとで指導を受けており、分析結果に違いがみられるとすれば、学習指導要領の影響を考慮しなければならない。

表1 調査対象と調査年度

調査年度	分析対象集団		教育課程の実施	
	集団1	集団B		
1989（平成元）年度	小学校第5学年	2,702名	学習指導要領告示 小学校 中学校 高等学校第1学年 高等学校第2学年 高等学校第3学年	
1990（平成2）年度	小学校第6学年	2,694名		
1991（平成3）年度	中学校第1学年	2,436名		
1992（平成4）年度	中学校第2学年	2,436名		
1993（平成5）年度	中学校第3学年	2,406名		
1994（平成6）年度	高等学校第1学年	2,253名		
1995（平成7）年度	高等学校第2学年	2,142名		
1996（平成8）年度	高等学校第3学年	1,980名		
1997（平成9）年度		小学校第5学年		1,159名
1998（平成10）年度	高卒2年目（郵送票調査）			学習指導要領告示
1999（平成11）年度		中学校第2学年	1,171名	
2000（平成12）年度				
2001（平成13）年度				
2002（平成14）年度	高卒6年目（郵送票調査）	高等学校第2学年	1,967名	
2003（平成15）年度			小・中学校 高等学校第1学年 高等学校第2学年 高等学校第3学年	
2004（平成16）年度				
2005（平成17）年度		高卒2年目（郵送票調査）		
追跡対象者		258名	245名	

注) 表中、分析対象学年をゴシック体で示した。

(2) 分析内容・方法

1) 理科問題項目の選定

理科問題の選定にあたっては、

各学年とも20題ずつ出題することとし、内容領域としては、物理・化学・生物・地学の4領域それぞれ5題ずつとする。さらに、これら5題はIEA第1回国際理科教育調査の目標分類(IEA, 1973; 国立教育研究所, 1973)に倣い、知識・理解・応用・高次の過程・実験の五つの目標領域に1題ずつ属するようにする。

学年間で共通の問題をローテーションで配置する。表2に理科問題の構成を示したが、問題の識別番号のうちアルファベットは初出の学年(A: 小学校第5学年、B: 小学校第6学年、C: 中学校第1学年、……、G: 高等学校第2学年、H: 高等学校第3学年)を表している。したがって、物理領域の知識の問題A1は小学校第5学年、中学校第2学年、高等学校第2学年の3回出題された共通問題である。

予備調査の正答率をもとに各学年とも20題の平均正答率が約60%となるように問題の選定を行う。

以上の3点に基づき、問題選定を行った。また、各問題とも五つの選択肢から答えを一つ選ぶ形式であった。

表2 学年間共通問題からみた理科問題の構成

対象学年	物理領域					化学領域					生物領域					地学領域					学年間共通問題数							
	知識	理解	応用	高次	実験	知識	理解	応用	高次	実験	知識	理解	応用	高次	実験	知識	理解	応用	高次	実験	小5	小6	中1	中2	中3	高1	高2	
小学5年	A ₁	A ₃	A ₄	A ₅	A ₂	A ₃	A ₁	A ₅	A ₄	A ₂	A ₃	A ₁	A ₅	A ₄	A ₂	A ₃	A ₂	A ₅	A ₄	A ₁								
小学6年	B ₁	B ₃	A ₄	B ₅	B ₂	B ₃	B ₁	B ₅	A ₄	B ₂	B ₃	B ₁	B ₅	A ₄	B ₂	B ₃	B ₂	B ₅	A ₄	B ₁	4							
中学1年	C ₁	C ₃	C ₄	B ₅	A ₂	C ₃	C ₁	B ₅	C ₄	A ₂	C ₃	C ₁	B ₅	C ₄	A ₂	C ₃	A ₂	B ₅	C ₄	C ₁	4	4						
中学2年	A ₁	D ₃	C ₄	D ₅	B ₂	D ₃	A ₁	D ₅	C ₄	B ₂	D ₃	A ₁	D ₅	C ₄	B ₂	D ₃	B ₂	D ₅	C ₄	A ₁	4	4	4					
中学3年	B ₁	C ₃	E ₄	D ₅	E ₂	C ₃	B ₁	D ₅	E ₄	A ₂	C ₃	B ₁	D ₅	E ₄	E ₂	C ₃	A ₂	D ₅	E ₄	B ₁	2	4	6	4				
高校1年	C ₁	D ₃	E ₄	F ₅	F ₂	D ₃	C ₁	F ₅	E ₄	B ₂	D ₃	C ₁	F ₅	E ₄	A ₂	D ₃	B ₂	F ₅	E ₄	C ₁	1	2	5	6	4			
高校2年	A ₁	G ₃	G ₄	F ₅	E ₂	C ₃	A ₁	F ₅	G ₄	G ₂	G ₃	B ₁	F ₅	G ₄	B ₂	C ₃	G ₂	F ₅	G ₄	A ₁	3	2	2	4	4	4		
高校3年	B ₁	H ₃	G ₄	H ₅	F ₂	D ₃	B ₁	H ₅	G ₄	H ₂	C ₃	H ₁	H ₅	G ₄	A ₂	D ₃	H ₂	H ₅	G ₄	B ₁	1	3	2	2	4	4	4	

注) ゴシック体で示した学年が調査・分析対象である。

2) 理科得点に影響を与えると思われる項目の選定

児童・生徒を対象とした調査内容は、上述の理科問題20題のほかに、算数・数学問題20題と漢字の読みに関する問題20題がある。また、それに影響を及ぼすと考えられる諸因子として、学習の背景、教師の指導、理数の学習への意識、科学に対する考え、科学観などを尋ねる調査項目が用意されている。質問項目への回答はいずれも5肢選択形式であり、問題への解答を含めた調査全体を実施するには3校時を要する。

本稿の分析にあたっては、理科問題の得点に影響を与える理科に関する学習の背景、授業での児童・生徒の学習活動、理科や科学への態度といった質問項目に絞ることとし、表3に示す背景に関する4項目、学習に関する5項目、態度に関する14項目の計23項目を選んだ。

表3において、学習に関する質問項目(学習34、35、36、37、40)には、内容の頻度について、共通の五つの選択肢(A. ほとんど毎時間、I. 週に一度くらい、U. 月に一度くらい、E. 学期に一度くらい、O. ほとんどない)が用意され、どれか一つを選ばせた。得点化にあたっては、各

選択肢への回答を、ア：4点、イ：3点、ウ：2点、エ：1点、オ：0点とした。

また、理科や科学に対する態度に関する質問項目には、内容への賛否について、共通の五つの選択肢（ア．賛成、イ．やや賛成、ウ．反対、エ．やや反対、オ．どちらともいえない）が用意され、どれか一つを選ばせた。得点化にあたっては、質問の内容が肯定的な6項目（態度03、05、06、07、33、40）については、ア：2点、イ：1点、ウ：-2点、エ：-1点、オ：0点とし、否定的な8項目（態度01、02、09、16、21、25、26、39）については、逆に、ア：-2点、イ：-1点、ウ：2点、エ：1点、オ：0点とした。

3) 分析方法

理科問題については、両集団の各調査学年の基礎統計量を算出するとともに、各個人の得点を上位（25パーセンタイル値以上）、中位（25パーセンタイル値～75パーセンタイル値）、下位（75パーセンタイル値未満）の三つの水準に分類し、3回の調査における評定値の推移を調べることにした。

さらに、理科問題の得点の変動に影響を与える諸因子を導き出すため、各質問項目への回答データを主成分分析し、合成変数を作成することとした。そして、得られた合成変数を説明変数とし、理科問題得点を目的変数とした重回帰分析を行い、中学校第2学年および高等学校第2学年における理科問題得点に影響を与える因子を明らかにすることとした。

表3 分析に使用した質問項目

	番号	質問項目の内容	得点化
背景	05	あなたは、学校以外でふつう1週間にどれくらいの時間勉強をしていますか。(すべての教科を合わせて答えなさい。また、学習塾・進学塾などでの勉強時間も入れなさい。) ア. 2時間くらいまで。 イ. 2～5時間くらいまで。 ウ. 5～10時間くらいまで。 エ. 10～20時間くらいまで。 オ. 20時間より多い。	0 1 2 3 4
	07	あなたは、学校以外でふつう1週間にどれくらいの時間を、 <u>理科</u> の勉強に使っていますか。(学習塾での <u>理科</u> の勉強時間も入れなさい。) ア. 0時間。 イ. 2時間くらいまで。 ウ. 2～5時間くらいまで。 エ. 5～10時間くらいまで。 オ. 10時間より多い。	0 1 2 3 4
	09	あなたの <u>理科</u> の成績は、他の教科と比べてどうですか。 ア. 最も良い。 イ. 他の教科より良い方だ。 ウ. 他の教科に比べて、良いとも悪いともいえない。 エ. 他の教科より悪い方だ。 オ. 最も悪い。	2 1 0 - 1 - 2
	11	他の教科と比べて、 <u>理科</u> は好きですか。 ア. 最も好きだ。 イ. 他の教科より好きな方だ。 ウ. 他の教科に比べて、好きともきらいともいえない。 エ. 他の教科よりきらいな方だ。 オ. 最もきらいだ。	2 1 0 - 1 - 2
	学習	34	先生は、理科の授業で、生徒の考えや希望を入れてくれます。
35		先生は、興味深い理科の授業をしてくれます。	4～0
36		理科の授業では、わたしたちに実験・観察をやらせてくれます。	4～0
37		理科の授業では、先生が実験を見せてくれます。	4～0
40		理科の授業で、先生は科学がいかに生活と深くかかわっているかを説明してくれます。	4～0
態度	01	理科は学ぶ内容が多すぎます。	- 2～+ 2
	02	科学の発明は、世の中をあまりにも複雑にしてきました。	- 2～+ 2
	03	理科で、実験があると楽しいです。	+ 2～- 2
	05	数学や科学をよく身につければ、一層生活が豊かになります。	+ 2～- 2
	06	自然科学(数学や科学)は、日常生活の問題を解決するのに役立ちます。	+ 2～- 2
	07	数学や科学は、国の発展にとって非常に重要なものです。	+ 2～- 2
	09	科学的な発見は、益よりも害を多くもたらします。	- 2～+ 2
	16	科学のために、世界がだんだん破壊されていきます。	- 2～+ 2
	21	科学上の発見が続いていくと、しまいには人間は自分でものを考えないようになるでしょう。	- 2～+ 2
	25	世の中の問題の多くは、科学と技術が原因となっています。	- 2～+ 2
	26	理科は計算が入るとむずかしいです。	- 2～+ 2
	33	屋外で生物を観察することや地形を観察することは楽しいです。	+ 2～- 2
	39	理科は器具の取り扱いがあるとむずかしいです。	- 2～+ 2
	40	理科はおもしろいと思います。	+ 2～- 2

3. 理科の学力の経年変化

(1) 理科得点について

表4に、集団1（258名）および集団B（245名）それぞれにおける理科問題20題に対する得点について各学年の基礎統計量を示した。理科得点は1題1点とし、20点が満点である。また、図1に理科得点の平均値の経年変化をグラフに示した。

表4 理科得点の基礎統計量

学年	集団1 (258名)					集団B (245名)				
	平均値	標準偏差	最小値	最大値	変動係数	平均値	標準偏差	最小値	最大値	変動係数
小5	10.9	3.1	3	18	0.28	9.0	2.7	3	15	0.30
中2	12.6	3.7	1	20	0.29	12.2	3.5	2	19	0.29
高2	10.6	3.1	2	17	0.29	11.2	3.2	2	18	0.29

理科得点の平均値をみると、20点満点で9点から13点の間にあり、平均正答率としてパーセントに直すと、45～63%の間でばらついている。中学校第2学年および高等学校第2学年では両集団間に差はみられないが、小学校第5学年において両集団間には20点満点で約2点（10%）の差があり、これは新教育課程のもとで集団Bが履修しなくなった問題の正答率が低下したことによると考えられる（猿田，2000）。

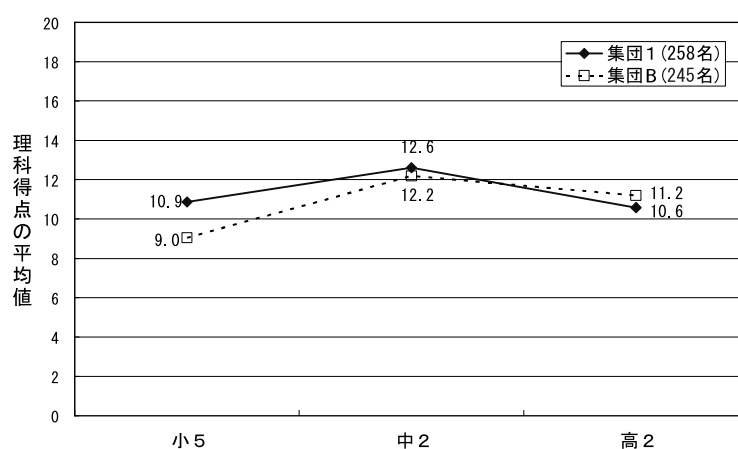


図1 理科得点の平均値の経年変化

そういった問題の例を図2に示す。小学校の問題番号（4）は、集団1の正答率は74%であったが、集団Bでは18%へと正答率が56%ポイントも大幅に低下している。この問題では、北極星の位置を尋ねており、集団1が調査を受けた1989（平成元）年度においては調査学年である小学校第5学年で履修する内容であったが、1992（平成4）年度の学習指導要領改訂により履修学年が小学校第6学年へと移動し、集団Bが調査を受けた1996（平成8）年度には未履修の内容となっている。このことが主な原因となって、集団Bでは正答率に18%が回答した以外に、他の四つの選択肢にほぼ均等に回答している（ア：22%、イ：18%、ウ：16%、オ：24%、無答：4%）。出題内容が未履修であったため、被験者たちがランダムに選んで回答した結果であると考えられる。

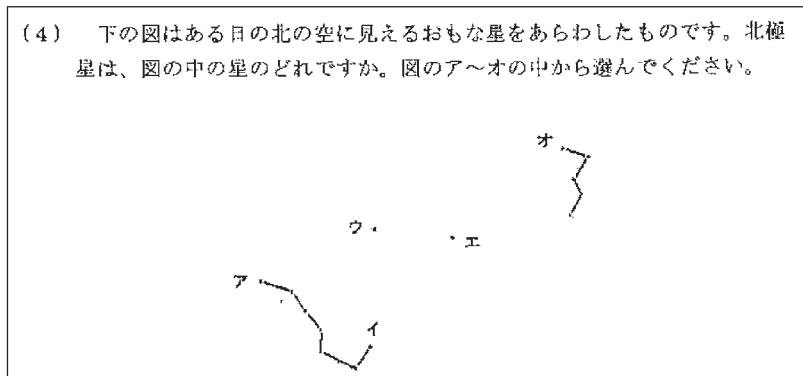


図2 小学校第5学年で正答率が大幅に低下した問題例

次に、学年ごとの得点の分布をみる。そこで、理科得点の平均値の異なる分布のばらつきを調べるために、標準偏差を平均値で割って得られる変動係数 (Coefficient of Variance、変動係数 = 標準偏差 / 平均値 ; 池田, 1989) をグラフに表したのが図3である。

両集団とも0.28から0.30の範囲に収まっており、変動係数はほとんど変化していない。つまり、両集団とも、理科得点の分布のばらつきは3回の調査でほぼ同じような程度で推移したといえることができる。

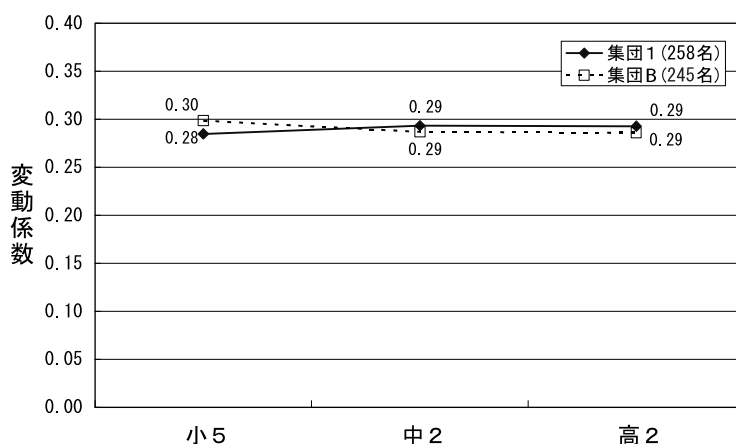


図3 理科得点の変動係数の経年変化

また、理科得点の学年間の相関係数を算出したところ、表5に示すように、小学校第5学年と中学校第2学年、中学校第2学年と高等学校第2学年という近接学年間での相関が高いことが分かる。

表5 理科得点の学年間相関係数

学年	集団1 (258名)			集団B (245名)		
	小5	中2	高2	小5	中2	高2
小5	-	0.548	0.428	-	0.456	0.361
中2	0.548	-	0.558	0.456	-	0.555
高2	0.428	0.558	-	0.361	0.555	-

(2) 個人成績の推移について

両集団の三つの時点での理科得点について、生徒一人ひとりの成績がどのように推移したかを調べた。そのために、調査ごとに、個人得点を全体の得点分布の中に位置づけ、得点水準を3段階に分けた。得点分布において25パーセンタイル値以下を下位（人数の割合にすると全体の約25%、評定値を1とする）、75パーセンタイル値以上を上位（人数割合で約25%、評定値を3とする）とし、25パーセンタイル値から75パーセンタイル値の間を中位（人数割合で約50%、評定値を2とする）という評価尺度に直し、全員の3回の成績を数値化した。実際には、四分位点の前後の得点にかなりの人数が存在したため、表6に示すように、上位25%、下位25%という人数割合からずれている。

表6 理科問題の得点水準の度数分布

評 定		集団1 (258名)			集団B (245名)		
		度数	%	累積%	度数	%	累積%
小5	下位(1)	55	21.3	21.3	48	19.6	19.6
	中位(2)	128	49.6	70.9	125	51.0	70.6
	上位(3)	75	29.1	100.0	72	29.4	100.0
中2	下位(1)	72	27.9	27.9	58	23.7	23.7
	中位(2)	122	47.3	75.2	130	53.1	76.7
	上位(3)	64	24.8	100.0	57	23.3	100.0
高2	下位(1)	65	25.2	25.2	67	27.3	27.3
	中位(2)	115	44.6	69.8	120	49.0	76.3
	上位(3)	78	30.2	100.0	58	23.7	100.0

表7は、3回の調査時の得点水準を1～3の評定値のパターンで示したとき、被検者がどのようなパターンをとるか分布を示したものである。たとえば、評定値のパターン(111)は3回の調査すべてにおいて集団内での得点が25パーセンタイル以下の下位の成績であったことを表している。評定値パターンは全部で27(3³)通り考えられるが、そのうち集団1は24通り、集団Bは22通りのパターンが存在する。

3回の調査の成績が評定値1～3の間でどのように推移するかに注目し、1から3まで変化した者から、変化しなかった者まで、変動幅の段階ごとに人数を集計した(表8)。表8には、3回の調査すべてで評定値が変化しなかった者の評定パターン(111、222、333)の内訳を合わせて示した。

3回の調査で成績が下位の1から上位の3まで成績が変化した者は、両集団とも約10%にすぎない。評定値が1～2、または2～3という2段階の範囲で変動する者が最も多く、集団1では60%、集団Bでは65%である。3回の調査で評定値がまったく変化しなかった者は、集団1で31%、集団Bで27%であった。これらのことから、理科の個人成績の推移をみると、極端に成績が変化する者はあまり多くない。約6割の者の成績は2段階の範囲で変化しており、合わせると全体の7割は小・中・高を通して、成績が変化していることが明らかとなった。また、教育課程が異なる二つの集団で同じ傾向がみられることが分かった。

分析の結果から、小学校、中学校、高等学校を通じて、理科成績が固定している生徒よりも変化する生徒の割合の方が高いが、その変化の大半は緩やかなものであり、成績が大きく変化する生徒の割合は低いと考えられる。

表7 得点水準のパターンの度数分布

評価パターン	集団1 (258名)			集団B (245名)		
	度数	%	累積%	度数	%	累積%
111	24	9.3	9.3	11	4.5	4.5
112	9	3.5	12.8	7	2.9	7.3
113	3	1.2	14.0			
121	5	1.9	15.9	10	4.1	11.4
122	10	3.9	19.8	18	7.3	18.8
123	3	1.2	20.9	2	0.8	19.6
131						
132	1	0.4	21.3			
133						
211	13	5.0	26.4	16	6.5	26.1
212	12	4.7	31.0	16	6.5	32.7
213	3	1.2	32.2	2	0.8	33.5
221	13	5.0	37.2	18	7.3	40.8
222	35	13.6	50.8	37	15.1	55.9
223	26	10.1	60.9	16	6.5	62.4
231	3	1.2	62.0	2	0.8	63.3
232	11	4.3	66.3	9	3.7	66.9
233	12	4.7	70.9	9	3.7	70.6
311	3	1.2	72.1	2	0.8	71.4
312	5	1.9	74.0	4	1.6	73.1
313						
321	2	0.8	74.8	6	2.4	75.5
322	17	6.6	81.4	12	4.9	80.4
323	11	4.3	85.7	11	4.5	84.9
331	2	0.8	86.4	2	0.8	85.7
332	15	5.8	92.2	17	6.9	92.7
333	20	7.8	100.0	18	7.3	100.0
合計	258	100.0		245	100.0	

注) 空欄は人数がゼロであることを示す。

表8 小学校・中学校・高等学校の3回の調査における評価値の変化

評価値の変化	集団1 (258名)		集団B (245名)	
	度数	%	度数	%
3回とも同じ	79	30.6	66	26.9
内訳				
すべて下位 (111)	24	9.3	11	4.5
すべて中位 (222)	35	13.6	37	15.1
すべて上位 (333)	20	7.8	18	7.3
2段階 (1~2または2~3)	154	59.7	159	64.9
3段階 (1~3)	25	9.7	20	8.2

4. 理科や科学に対する意識の経年変化

(1) 理科得点に影響を与える諸因子の抽出

まず、理科問題の得点の変動に影響を与える諸因子を導き出すため、選択肢が順位を示す理科に関する変数（「2-(2)-3」分析方法）で示した表3の質問項目)のすべてを対象として主成分分析を行った。統計ソフトウェアとしてはSPSS15.0Jを使い、カイザーの正規化を伴うバリマックス回転による主成分分析を行った。固有値を1とした場合、25回の反復でも収束しなかったため、抽出する成分の個数を変えて安定した解が得られる条件を探した結果、抽出する成分が8個の場合に、両集団とも各学年に共通の成分を抽出することができた。

表9および表10には、因子負荷量が0.448（寄与率にして20%）以上の項目のみ示したが、学年により差異が見られたものの、集団1と集団Bの間に類似の傾向が認められた。

過去の調査・分析からは、理科の成績には前年度の理科の成績および算数・数学の成績からの寄与が大きく、次いで理科の好き嫌いも何らかの寄与を示していること（松原・猿田，2000）、理科の好き嫌いには学習内容の理解が関与していること（澤田編，1996）などが明らかとなっている。これらに関連する変数は今回の主成分分析による成分としても抽出されたが、新たに、科学が世界や人間社会にもたらす害の面について尋ねた五つの項目がひとつのまとまりを示しており、これを「科学の害の面」と名付けた。

各学年および両集団での結果を総合し、最終的に表11に示すように、全学年で共通な八つの合成変数を決定した。なお合成変数は、抽出した各成分に含まれる項目を、合成変数として意味付けできるように取捨選択した。たとえば、他の教科と比較したときの理科の好き嫌いと同じ成分（表中の「理科の成績・好き嫌い」として抽出されてくることが多いが、理科の成績が良いことが好き嫌いに影響している場合と、逆に理科の好き嫌いが成績に影響している場合の両方が考えられる。しかし、それらを合成した成分の示す内容はどちらが主体か明確でなくなるので、理科の成績に関する項目をはずし、理科の好き嫌いを同じ成分として抽出されている理科への興味と合わせてひとつの合成変数とした。

(2) 理科得点に影響を与える諸因子の経年変化

主成分分析によって抽出・合成された成分について、基本的な統計量を表12に示した。表12においては、理科得点と算数・数学得点のデータも合わせて掲載した。これらの成分のうち、特に集団1と集団Bで変化があったものをグラフで示した。

まず、図4の「理科の好き嫌い」については、集団Bの中学校第2学年で若干ではあるが、好ましい態度の生徒が増えていることが分かる。図5の「学習時間」については、集団Bの中学校第2学年で時間数が減り、高等学校第2学年でも若干減っている。

それに対して、図6の「児童・生徒中心の理科授業」が行われている頻度については、中学校第2学年で集団Bが集団1を大きく上回り、中学校での理科授業に変化が見られることが分かる。図7の「実験の頻度」についても中学校第2学年で集団Bが集団1を上回っており、中学校の理科授業で実験・観察を行う頻度が増えていることを表している。

表9 主成分分析の結果 (集団1)

小学校第5学年

成分 (略称)	番号	質問項目	1	2	3	4	5	6	7	8	平均値	SD
理科の成績・好き嫌い	背景09	理科の成績	0.617								0.30	0.74
	背景11	理科の好き嫌い	0.804								0.55	0.85
	態度40	理科への興味	0.730								1.20	1.16
理科の難しさ	態度01	内容の多さ					0.691				0.47	1.31
	態度26	計算の難しさ					0.529				- 0.40	1.44
	態度39	器具の難しさ					0.611				0.39	1.44
実験の楽しさ	態度03	実験楽しい	0.565								1.73	0.69
	態度33	野外楽しい			0.458						0.94	1.32
学習時間	背景05	校外学習時間							0.791		1.49	1.04
	背景07	理科学習時間								0.742	0.82	0.75
生徒中心の理科授業	学習34	生徒の希望		0.785							2.62	1.50
	学習35	興味深い授業		0.697							2.79	1.40
	学習40	生活との関連						0.562			1.64	1.43
実験の頻度	学習36	生徒実験		0.779							3.22	1.11
	学習37	演示実験						0.720			2.66	1.34
科学の価値	態度05	生活向上			0.696						0.40	1.31
	態度06	日常に役立つ			0.699						0.86	1.10
	態度07	国の発展			0.721						0.79	1.19
科学の害の面	態度02	世界の複雑化				0.506					- 0.09	1.39
	態度09	科学的発見の害				0.497					0.07	1.31
	態度16	世界の破壊				0.699					- 0.44	1.45
	態度21	思考の停止				0.699					- 0.29	1.48
	態度25	社会問題の源				0.560					- 0.21	1.31

中学校第2学年

成分 (略称)	番号	質問項目	1	2	3	4	5	6	7	8	平均値	SD
理科の成績・好き嫌い	背景09	理科の成績	0.805								0.28	0.92
	背景11	理科の好き嫌い	0.785								0.26	1.01
	態度40	理科への興味	0.714								0.63	1.25
理科の難しさ	態度01	内容の多さ				0.589					- 0.23	1.27
	態度26	計算の難しさ				0.487					- 0.92	1.33
	態度39	器具の難しさ				0.723					0.04	1.28
実験の楽しさ	態度03	実験楽しい								0.785	1.29	1.10
	態度33	野外楽しい								0.657	0.80	1.20
学習時間	背景05	校外学習時間						0.859			1.32	0.97
	背景07	理科学習時間						0.811			0.85	0.63
生徒中心の理科授業	学習34	生徒の希望					0.625				1.88	1.50
	学習35	興味深い授業					0.721				2.18	1.42
	学習40	生活との関連					0.732				0.69	0.99
実験の頻度	学習36	生徒実験							0.803		2.77	0.92
	学習37	演示実験							0.819		2.58	0.84
科学の価値	態度05	生活向上			0.818						0.29	1.23
	態度06	日常に役立つ			0.742						0.52	1.17
	態度07	国の発展			0.709						0.66	1.11
科学の害の面	態度02	世界の複雑化				0.607					0.00	1.35
	態度09	科学的発見の害		0.533							- 0.06	1.17
	態度16	世界の破壊		0.649							- 0.59	1.23
	態度21	思考の停止		0.772							- 0.13	1.36
	態度25	社会問題の源		0.766							- 0.24	1.23

高等学校第2学年

成分(略称)	番号	質問項目	1	2	3	4	5	6	7	8	平均値	SD
理科の成績・好き嫌い	背景09	理科の成績				0.713					0.16	0.91
	背景11	理科の好き嫌い				0.801					0.16	0.98
	態度40	理科への興味						0.686			0.60	1.26
理科の難しさ	態度01	内容の多さ				0.580					-0.70	1.19
	態度26	計算の難しさ								-0.558	-1.37	0.94
	態度39	器具の難しさ					-0.545				0.02	1.29
実験の楽しさ	態度03	実験楽しい								0.696	1.19	1.06
	態度33	野外楽しい						0.742			0.79	1.19
学習時間	背景05	校外学習時間							0.880		2.00	1.13
	背景07	理科学習時間							0.734		0.50	0.66
生徒中心の理科授業	学習34	生徒の希望			0.701						1.29	1.42
	学習35	興味深い授業			0.673						2.07	1.47
	学習40	生活との関連			0.665						1.05	1.30
実験の頻度	学習36	生徒実験					0.730				1.73	0.94
	学習37	演示実験					0.636				1.40	1.06
科学の価値	態度05	生活向上		0.826							0.01	1.34
	態度06	日常に役立つ		0.839							0.26	1.19
	態度07	国の発展		0.709							0.57	1.19
科学の害の面	態度02	世界の複雑化	0.632								0.90	1.33
	態度09	科学的発見の害	0.692								-0.09	1.18
	態度16	世界の破壊	0.721								-0.48	1.26
	態度21	思考の停止	0.520								0.12	1.37
	態度25	社会問題の源	0.651								-0.18	1.22

表10 主成分分析の結果(集団B)

小学校第5学年

成分(略称)	番号	質問項目	1	2	3	4	5	6	7	8	平均値	SD
理科の成績・好き嫌い	背景09	理科の成績			0.786						0.48	0.77
	背景11	理科の好き嫌い			0.769						0.64	0.85
	態度40	理科への興味						0.597			1.21	1.02
理科の難しさ	態度01	内容の多さ							0.659		0.56	1.25
	態度26	計算の難しさ							0.723		-0.29	1.42
	態度39	器具の難しさ								-0.573	0.17	1.32
実験の楽しさ	態度03	実験楽しい						0.764			1.76	0.73
	態度33	野外楽しい								0.687	0.97	1.25
学習時間	背景05	校外学習時間				0.809					1.29	1.15
	背景07	理科学習時間				0.820					0.88	0.77
生徒中心の理科授業	学習34	生徒の希望	0.695								2.70	1.38
	学習35	興味深い授業	0.742								2.99	1.20
	学習40	生活との関連	0.526								1.64	1.35
実験の頻度	学習36	生徒実験	0.716								3.06	1.06
	学習37	演示実験	0.713								2.36	1.29
科学の価値	態度05	生活向上					0.713				0.47	1.17
	態度06	日常に役立つ									1.03	1.04
	態度07	国の発展					0.769				0.92	1.08
科学の害の面	態度02	世界の複雑化		0.591							-0.19	1.30
	態度09	科学的発見の害		0.599							-0.13	1.31
	態度16	世界の破壊		0.699							-0.76	1.30
	態度21	思考の停止									-0.39	1.40
	態度25	社会問題の源		0.717							-0.44	1.21

中学校第2学年

成分(略称)	番号	質問項目	1	2	3	4	5	6	7	8	平均値	SD
理科の成績・好き嫌い	背景09	理科の成績	0.826								0.21	1.08
	背景11	理科の好き嫌い	0.875								0.44	1.02
	態度40	理科への興味	0.766								0.78	1.13
理科の難しさ	態度01	内容の多さ						0.562			-0.42	1.24
	態度26	計算の難しさ									-1.04	1.27
	態度39	器具の難しさ						0.591			0.07	1.26
実験の楽しさ	態度03	実験楽しい								0.756	1.59	0.83
	態度33	野外楽しい								0.511	0.64	1.26
学習時間	背景05	校外学習時間					0.831				1.00	0.95
	背景07	理科学習時間					0.841				0.69	0.65
生徒中心の理科授業	学習34	生徒の希望			0.782						2.18	1.43
	学習35	興味深い授業			0.777						2.64	1.41
	学習40	生活との関連			0.641						1.13	1.31
実験の頻度	学習36	生徒実験							0.706		3.09	0.85
	学習37	演示実験							0.818		2.84	1.01
科学の価値	態度05	生活向上				0.772					0.11	1.19
	態度06	日常に役立つ				0.793					0.28	1.17
	態度07	国の発展				0.617					0.57	1.18
科学の害の面	態度02	世界の複雑化						0.635			-0.24	1.28
	態度09	科学的発見の害		0.767							-0.06	1.13
	態度16	世界の破壊		0.721							-0.53	1.21
	態度21	思考の停止		0.726							-0.42	1.30
	態度25	社会問題の源		0.680							-0.33	1.17

高等学校第2学年

成分(略称)	番号	質問項目	1	2	3	4	5	6	7	8	平均値	SD
理科の成績・好き嫌い	背景09	理科の成績						0.448			0.13	0.91
	背景11	理科の好き嫌い		0.541							0.15	0.99
	態度40	理科への興味		0.638							0.47	1.19
理科の難しさ	態度01	内容の多さ						0.541			-0.72	1.25
	態度26	計算の難しさ						0.794			-1.24	1.10
	態度39	器具の難しさ								0.733	0.10	1.25
実験の楽しさ	態度03	実験楽しい		0.788							1.28	1.02
	態度33	野外楽しい		0.723							0.70	1.19
学習時間	背景05	校外学習時間							0.867		0.85	1.08
	背景07	理科学習時間							0.808		0.40	0.61
生徒中心の理科授業	学習34	生徒の希望					0.803				1.26	1.42
	学習35	興味深い授業					0.776				2.05	1.48
	学習40	生活との関連				0.494					1.18	1.33
実験の頻度	学習36	生徒実験				0.848					1.69	1.16
	学習37	演示実験				0.824					1.41	1.22
科学の価値	態度05	生活向上			0.799						0.07	1.20
	態度06	日常に役立つ			0.814						0.28	1.19
	態度07	国の発展			0.749						0.70	1.16
科学の害の面	態度02	世界の複雑化	0.451							0.615	-0.43	1.24
	態度09	科学的発見の害	0.659								-0.16	1.08
	態度16	世界の破壊	0.753								-0.60	1.13
	態度21	思考の停止	0.711								-0.33	1.37
	態度25	社会問題の源	0.645								-0.36	1.07

表11 各合成変数に含まれる質問項目

成分 (略称)	番号	質問項目	質問項目の内容
理科の好き嫌い	背景09	[理科の成績]	[- あなたの理科の成績は、他の教科と比べてどうですか。]
	背景11	理科の好き嫌い	- 他の教科と比べて、理科は好きですか。
	態度40	理科への興味	- 理科はおもしろいと思います。
理科の難しさ	態度01	内容の多さ	- 理科は学ぶ内容が多すぎます。
	態度26	計算の難しさ	- 理科は計算が入るとむずかしいです。
	態度39	器具の難しさ	- 理科は器具の取り扱いがあるとむずかしいです。
実験の楽しさ	態度03	実験楽しい	- 理科で、実験があると楽しいです。
	態度33	野外楽しい	- 屋外で生物を観察することや地形を観察することは楽しいです。
学習時間	背景05	校外学習時間	- あなたは、学校以外でふつう1週間にどれくらいの時間勉強をしていますか。(すべての教科を合わせて答えなさい。また、学習塾・進学塾などでの勉強時間も入れなさい。)
	背景07	理科学習時間	- あなたは、学校以外でふつう1週間にどれくらいの時間を、理科の勉強に使っていますか。(学習塾での理科の勉強時間も入れなさい。)
生徒中心の理科授業	学習34	生徒の希望	- 先生は、理科の授業で、生徒の考えや希望を入れてくれます。
	学習35	興味深い授業	- 先生は、興味深い理科の授業をしてくれます。
	学習40	生活との関連	- 理科の授業で、先生は科学がいかに生活と深くかかわっているかを説明してくれます。
実験の頻度	学習36	生徒実験	- 理科の授業では、わたしたちに実験・観察をやらせてくれます。
	学習37	演示実験	- 理科の授業では、先生が実験を見せてくれます。
科学の価値	態度05	生活向上	- 数学や科学をよく身につければ、一層生活が豊かになります。
	態度06	日常に役立つ	- 自然科学(数学や科学)は、日常生活の問題を解決するのに役立ちます。
	態度07	国の発展	- 数学や科学は、国の発展にとって非常に重要なものです。
科学の害の面	態度02	世界の複雑化	- 科学の発明は、世の中をあまりにも複雑にしてきました。
	態度09	科学的発見の害	- 科学的な発見は、益よりも害を多くもたらします。
	態度16	世界の破壊	- 科学のために、世界がだんだん破壊されていきます。
	態度21	思考の停止	- 科学上の発見が続いていくと、しまいには人間は自分でものを考えないようになるでしょう。
	態度25	社会問題の源	- 世の中の問題の多くは、科学と技術が原因となっています。

注) [] を付した項目は、合成変数からはずしたことを示す。

表12 理科および算数・数学得点と各合成変数の基礎統計量

成分 (略称)	学年	集 団 1					集 団 B				
		有効数	最小値	最大値	平均値 (se)	S.D.	有効数	最小値	最大値	平均値 (se)	S.D.
理科得点	小5	258	3	18	10.9 (0.2)	3.1	245	3	15	9.0 (0.2)	2.7
	中2	258	1	20	12.6 (0.2)	3.7	245	2	19	12.2 (0.2)	3.5
	高2	258	2	17	10.6 (0.2)	3.1	245	2	18	11.2 (0.2)	3.2
算数・数学得点	小5	258	4	20	12.6 (0.2)	3.3	245	2	19	12.3 (0.2)	3.7
	中2	258	3	19	12.6 (0.2)	3.6	245	3	20	11.9 (0.2)	3.5
	高2	258	0	20	11.7 (0.2)	3.9	245	1	20	11.9 (0.3)	4.1
理科の好き嫌い	小5	258	-2	2	0.9 (0.1)	0.9	245	-1.5	2	0.9 (0.1)	0.8
	中2	258	-2	2	0.4 (0.1)	1.0	237	-2	2	0.6 (0.1)	1.0
	高2	258	-2	2	0.3 (0.1)	1.0	245	-2	2	0.3 (0.1)	1.0
理科の難しさ	小5	258	-2	2	0.2 (0.1)	1.0	245	-2	2	0.1 (0.1)	0.9
	中2	258	-2	2	-0.4 (0.1)	0.9	238	-2	2	-0.5 (0.1)	0.8
	高2	258	-2	2	-0.7 (0.0)	0.8	245	-2	2	-0.6 (0.1)	0.9
実験の好き嫌い	小5	257	-2	2	1.3 (0.1)	0.8	244	-1	2	1.4 (0.1)	0.8
	中2	258	-2	2	1.0 (0.1)	0.9	235	-2	2	1.1 (0.1)	0.8
	高2	258	-2	2	1.0 (0.1)	0.9	245	-2	2	1.0 (0.1)	0.9
学習時間	小5	256	0	3	1.2 (0.0)	0.7	244	0	4	1.1 (0.1)	0.8
	中2	258	0	3.5	1.1 (0.0)	0.7	244	0	3	0.8 (0.0)	0.7
	高2	257	0	3.5	0.8 (0.0)	0.8	244	0	3	0.6 (0.0)	0.7
児童・生徒中心の理科授業	小5	258	0	4	2.3 (0.1)	1.1	245	0	4	2.5 (0.1)	1.0
	中2	258	0	3.7	1.6 (0.1)	1.0	242	0	4	2.0 (0.1)	1.1
	高2	258	0	4	1.5 (0.1)	1.0	241	0	4	1.5 (0.1)	1.0
実験の頻度	小5	258	0	4	2.9 (0.1)	1.0	245	0	4	2.7 (0.1)	1.0
	中2	258	0	4	2.7 (0.0)	0.8	239	0	4	3.0 (0.1)	0.8
	高2	258	0	4	1.6 (0.1)	0.8	242	0	4	1.6 (0.1)	1.1
科学の価値	小5	258	-2	2	0.7 (0.1)	0.9	245	-1.7	2	0.8 (0.0)	0.8
	中2	258	-2	2	0.5 (0.1)	0.9	235	-2	2	0.3 (0.1)	0.9
	高2	258	-2	2	0.3 (0.1)	1.0	245	-2	2	0.3 (0.1)	1.0
科学の害の面	小5	258	-2	2	-0.2 (0.1)	0.9	245	-2	2	-0.4 (0.1)	0.8
	中2	258	-2	2	-0.2 (0.1)	0.8	242	-2	2	-0.3 (0.1)	0.8
	高2	258	-2	2	-0.1 (0.1)	0.8	244	-2	2	-0.4 (0.1)	0.8

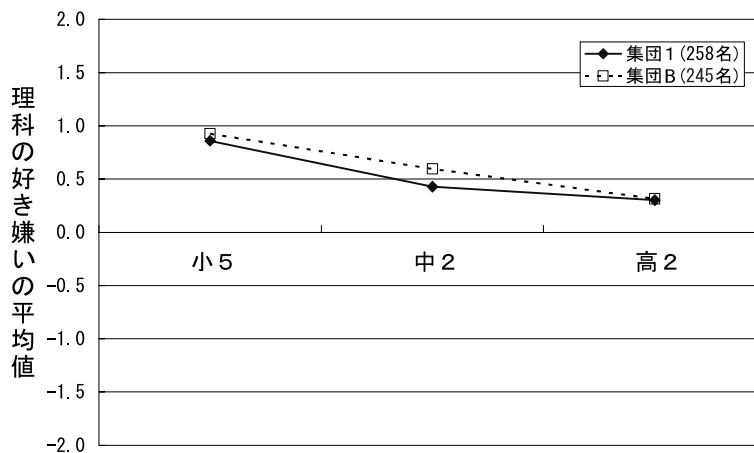


図4 「理科の好き嫌い」の経年変化

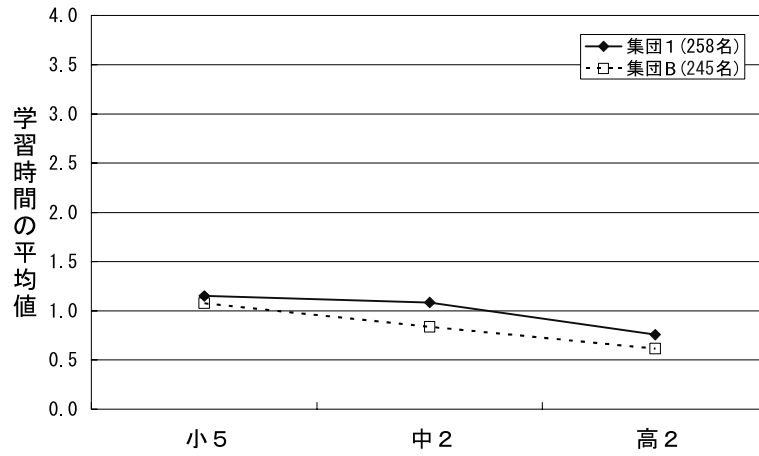


図5 「学習時間」の経年変化

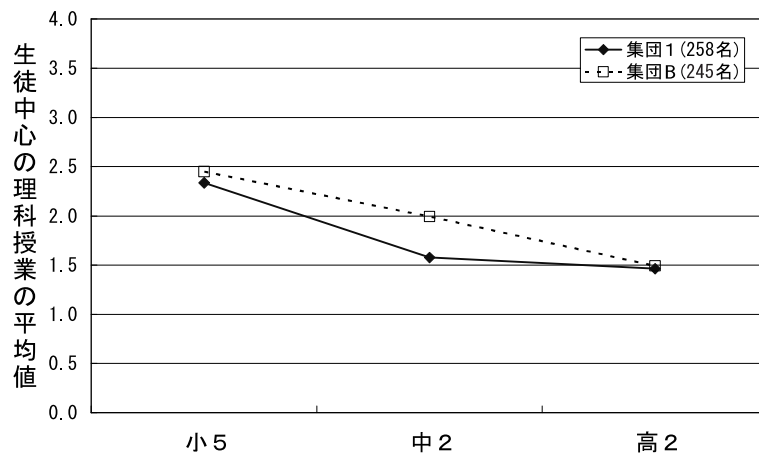


図6 「児童・生徒中心の理科授業」の経年変化

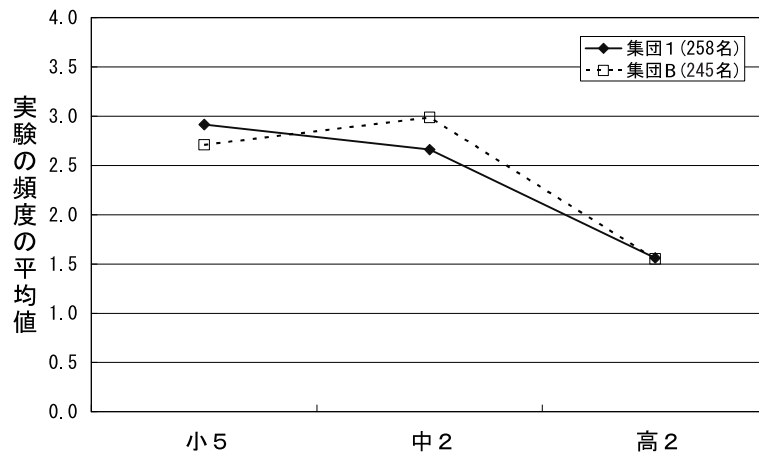


図7 「実験の頻度」の経年変化

なお、「実験の楽しさ」や「実験の頻度」という合成変数については、成分を構成する各項目に対して賛成およびやや賛成と回答する割合がどの学年も7～9割を占めることから、反対と回答した少数派の児童・生徒の寄与が大きく反映されることになるため、実験に関するこれらの合成変数を以降の分析では対象から除くこととした。

(3) 理科得点や理科の好き嫌い、科学に対する価値観に対する諸因子の影響

最終的な目的である理科の得点や理科や科学に対する態度に影響を与える諸因子の影響を見積もるために、まず同一学年における諸因子相互の関連の強さを相関係数で確認することとした。

表13および表14に掲げた相関係数でみるかぎり、理科得点と算数・数学得点との間には強い関連があることが分かる。「理科の好き嫌い」と「理科の難しさ」との間にも強い関連性があり、理科が好きであるかどうかということと理科に難しさを感じるかどうかということに対して同じような回答傾向があることが見てとれる。

「学習時間」については集団Bの高等学校第2学年を除いて、「科学の害の面」については集団1の中学校第2学年を除いて、他の合成変数との関連があまり大きくないため、これらの合成変数を分析から除くこととした。

表13 理科および算数・数学得点と各合成変数間の相関係数（集団1）

小学校第5学年	理科得点	算数得点	理科の好き嫌い	理科の難しさ	学習時間	児童中心の理科授業	科学の価値	科学の害の面
理科得点		0.485	0.155	0.157			0.214	
算数得点	0.485						0.191	
理科の好き嫌い	0.155			0.330			0.200	
理科の難しさ	0.157		0.330		0.132	0.139		
学習時間	0.132			0.132		0.142		
児童中心の理科授業				0.139	0.142			
科学の価値	0.214	0.191	0.200					
科学の害の面								

中学校第2学年	理科得点	数学得点	理科の好き嫌い	理科の難しさ	学習時間	生徒中心の理科授業	科学の価値	科学の害の面
理科得点		0.561	0.348	0.346	0.129		0.199	0.213
数学得点	0.561		0.187	0.275	0.139		0.134	0.145
理科の好き嫌い	0.348	0.187		0.337	0.135	0.290	0.173	0.125
理科の難しさ	0.346	0.275	0.337		0.147			0.346
学習時間	0.129	0.139	0.135	0.147				0.144
生徒中心の理科授業			0.290				0.201	
科学の価値	0.199	0.134	0.173			0.201		0.221
科学の害の面	0.213	0.145	0.125	0.346	0.144		0.221	

高等学校第2学年	理科得点	数学得点	理科の好き嫌い	理科の難しさ	学習時間	生徒中心の理科授業	科学の価値	科学の害の面
理科得点		0.503	0.271	0.188	0.135		0.210	
数学得点	0.503		0.168	0.200	0.283		0.142	
理科の好き嫌い	0.271	0.168		0.303	0.136	0.242	0.326	
理科の難しさ	0.188	0.200	0.303					0.197
学習時間	0.135	0.283	0.136				0.151	0.138
生徒中心の理科授業			0.242				0.171	
科学の価値	0.210	0.142	0.326		0.151	0.171		
科学の害の面				0.197	0.138			

注) 表中の相関係数は1%水準で有意なものを示し、イタリック体は5%水準で有意であることを示している。

表14 理科および算数・数学得点と各合成変数間の相関係数（集団B）

小学校第5学年	理科得点	算数得点	理科の好き嫌い	理科の難しさ	学習時間	児童中心の理科授業	科学の価値	科学の害の面
理科得点		0.482		0.163	0.184			
算数得点	0.482			0.194	0.153	0.163		
理科の好き嫌い				0.252	0.127	0.155	0.125	
理科の難しさ	0.163	0.194	0.252		0.135			
学習時間	0.184	0.153	0.127	0.135		0.169		-0.156
児童中心の理科授業		0.163	0.155		0.169		0.210	
科学の価値			0.125			0.210		
科学の害の面					-0.156			

中学校第2学年	理科得点	数学得点	理科の好き嫌い	理科の難しさ	学習時間	児童中心の理科授業	科学の価値	科学の害の面
理科得点		0.607	0.202	0.193				
数学得点	0.607		0.147				0.142	
理科の好き嫌い	0.202	0.147		0.321	0.165	0.268	0.333	
理科の難しさ	0.193		0.321		0.199			0.193
学習時間			0.165	0.199				
生徒中心の理科授業			0.268				0.146	
科学の価値		0.142	0.333			0.146		
科学の害の面				0.193				

高等学校第2学年	理科得点	数学得点	理科の好き嫌い	理科の難しさ	学習時間	児童中心の理科授業	科学の価値	科学の害の面
理科得点		0.639	0.354	0.263	0.283		0.203	0.160
数学得点	0.639		0.360	0.306	0.463	0.139	0.249	0.231
理科の好き嫌い	0.354	0.360		0.452	0.257	0.260	0.283	
理科の難しさ	0.263	0.306	0.452		0.293		0.163	0.295
学習時間	0.283	0.463	0.257	0.293			0.255	
生徒中心の理科授業		0.139	0.260					
科学の価値	0.203	0.249	0.283	0.163	0.255			
科学の害の面	0.160	0.231		0.295				

注) 表中の相関係数は1%水準で有意なものを示し、イタリック体は5%水準で有意であることを示している。

最終的に残った合成変数は「理科の好き嫌い」「理科の難しさ」「生徒中心の理科授業」「科学の価値」の四つであった。これらの合成変数が理科得点に与える影響を見積もるのであるが、前の学校段階での理科得点がどのように影響しているかを調べるために、中学校第2学年と高等学校第2学年の時点での理科得点および理科や科学に対する態度を目的変数とし、その他の合成変数を説明変数とする重回帰分析を行うこととした。

具体的には、中学校第2学年における理科得点に影響を与える諸因子として、小学校第5学年時の理科得点、中学校第2学年時の数学得点、「理科の好き嫌い」、「理科の難しさ」、「生徒中心の理科授業」、「科学の価値」の6個の変数を選び、強制投入法による線型回帰分析を行った。「理科の好き嫌い」に影響を与える諸因子の寄与を調べる際には、小学校第5学年時の「理科の好き嫌い」に中学校第2学年時の理科得点、数学得点、「理科の難しさ」、「生徒中心の理科授業」、「科学の価値」を加えた6個の変数を説明変数とするモデルとした。同様に「科学の価値」に影響を与える諸因子の寄与を調べる際には、小学校第5学年時の「科学の価値」に中学校第2学年時の理科得点、数学得点、「理科の好き嫌い」、「理科の難しさ」、「生徒中心の理科授業」を加えた6個の変数を説

明変数とした。高等学校第2学年の分析においては、目的変数と同一の中学校第2学年時の変数を説明変数に含め、残りは高等学校第2学年時の変数を用いた。

表15 理科の得点に対するパス係数および適合度

中学校第2学年			集団1	集団B	高等学校第2学年			集団1	集団B
小5	理科得点		0.315	0.305	中2	理科得点	0.381	0.253	
中2	数学得点		0.318	0.465	高2	数学得点	0.301	0.475	
	理科の好き嫌い		0.152			理科の好き嫌い	0.110	0.108	
	理科の難しさ		0.138			理科の難しさ			
	生徒中心の理科授業		0.108			生徒中心の理科授業			
	科学の価値					科学の価値			
	適合度		0.463	0.421		適合度	0.386	0.482	

表16 理科の好き嫌いに対するパス係数および適合度

中学校第2学年			集団1	集団B	高等学校第2学年			集団1	集団B
小5	理科の好き嫌い		0.211	0.245	中2	理科の好き嫌い	0.298	0.273	
中2	理科得点		0.208		高2	理科得点	0.116		
	数学得点					数学得点		0.173	
	理科の難しさ		0.203	0.263		理科の難しさ	0.200	0.293	
	生徒中心の理科授業		0.242	0.208		生徒中心の理科授業	0.153	0.178	
	科学の価値			0.234		科学の価値	0.223	0.132	
	適合度		0.266	0.284		適合度	0.307	0.383	

表17 科学の価値に対するパス係数および適合度

中学校第2学年			集団1	集団B	高等学校第2学年			集団1	集団B
小5	科学の価値		0.197	0.250	中2	科学の価値	0.234	0.197	
中2	理科得点		0.159		高2	理科得点			
	数学得点					数学得点		0.145	
	理科の好き嫌い			0.304		理科の好き嫌い	0.297	0.206	
	理科の難しさ					理科の難しさ			
	生徒中心の理科授業		0.183			生徒中心の理科授業			
	適合度		0.103	0.159		適合度	0.153	0.130	

表15から表17に、理科得点、「理科の好き嫌い」、「科学の価値」に対する諸因子からの寄与の大きさを表す標準化回帰係数（パス係数、5%水準で有意なもの）とモデルの適合度を表す重相関係数Rの二乗値を示した。その結果、中学校第2学年および高等学校第2学年、集団1および集団Bともに、理科得点に関するモデルの適合度が0.4以上（集団1の高等学校第2学年のみ0.386）の高い値を示した。「理科の好き嫌い」に関するモデルでは、適合度が0.266～0.383と理科得点に次ぐ高い値を示した。それに対して、「科学の価値」に関するモデルでは適合度が0.103～0.159で値は低かった。

そこで、もっともモデルの適合度が高い理科得点についてのみ、図8および図9にパス図およびパス係数（5%水準で有意なもののみ）を掲げることとした。

これらの図より、中学校第2学年および高等学校第2学年、集団1および集団Bともに、共通して理科得点に影響を与えているのは前学校段階での理科得点および同一学年での数学得点である。集団Bでは、中学校第2学年および高等学校第2学年ともに、理科得点に前の学校段階での理科得

点の影響以上に、同一学年の数学得点からの影響が大きい。また、集団Bの中学校第2学年を除いて、「理科の好き嫌い」が理科得点に与える影響がみられる。

パス図としては示さなかったが、表16および表17より、「理科の好き嫌い」および「科学の価値」に関するモデルの結果からは、次のようなことが言える。

集団1においては「理科の好き嫌い」に対しても理科得点からの影響がみられ、理科の好き嫌いや理科への興味・関心と理科の成績とは相互に影響を与えている様子がみられる。集団Bでは「理科の好き嫌い」に理科得点からの影響がみられず、その代わりに「理科の難しさ」からの影響が大きくなっている。

「科学の価値」についてはモデルの適合度が低いものの、前の学校段階での同一変数からの影響以外に、当該学年の「理科の好き嫌い」からの影響がみられるのが特徴である。理科が好きであることや理科がおもしろいと思うことが科学を価値あるものとみなす態度に影響を与えるものと考えられよう。

以上の結果から、理科得点や理科の好き嫌いや科学に対する価値観に影響を与える諸因子は、集団1と集団Bとでほぼ同じものであることがわかった。すなわち、異なる教育課程のもとで学習している集団においても、理科の成績には前学校段階の理科の成績だけでなく同一学年での数学の成績の影響が大きいこと、また、理科の成績には理科の好き嫌いや興味・関心が影響を与えること、が共通にみられる。したがって、これらの傾向には再現性があることが確認できた。

一方で、「理科の好き嫌い」に影響を与える因子については、集団間で違いがみられた。集団1では「理科の好き嫌い」に対して理科得点からの影響がみられるが、集団Bでは理科得点からの影響ではなく、「理科の難しさ」からの影響がみられた。「理科の難しさ」は、学習内容が多いかどうか、計算があると難しいかどうか、器具の取り扱いが難しいかどうか、という質問項目から構成される合成変数である。これらの質問項目に対して否定的な回答をする生徒の方が「理科の好き嫌い」に肯定的な回答をすることを物語っている。すなわち、集団Bでは理科で学習する事項の分量や計算や器具の取り扱いに対する生徒の抵抗感を払拭することが理科好きを増やすことにつながっていく可能性があることが推測でき、理科授業の改善を図る際に役立つ知見と言えよう。

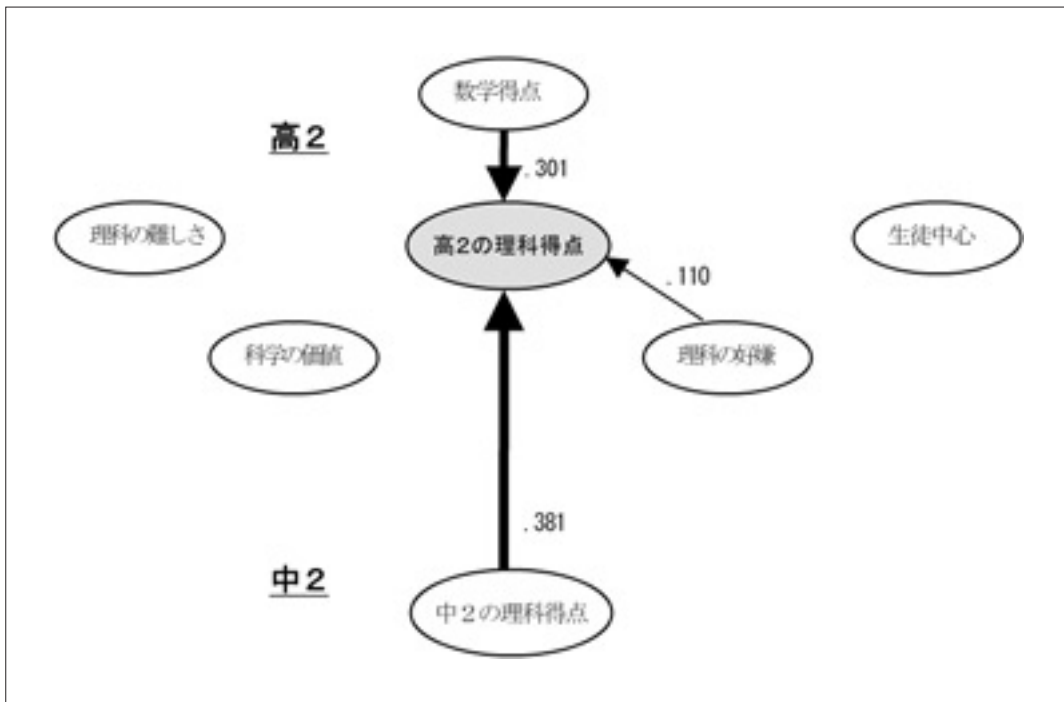
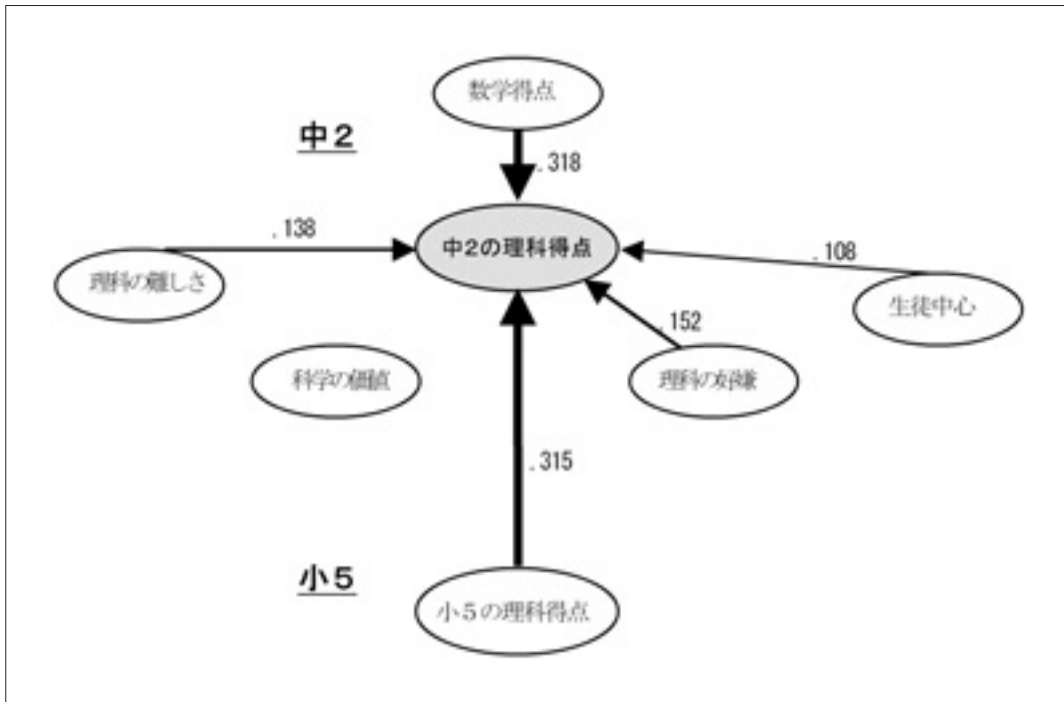


図8 理科得点に対する諸因子の影響 (パス図) - 集団1 -

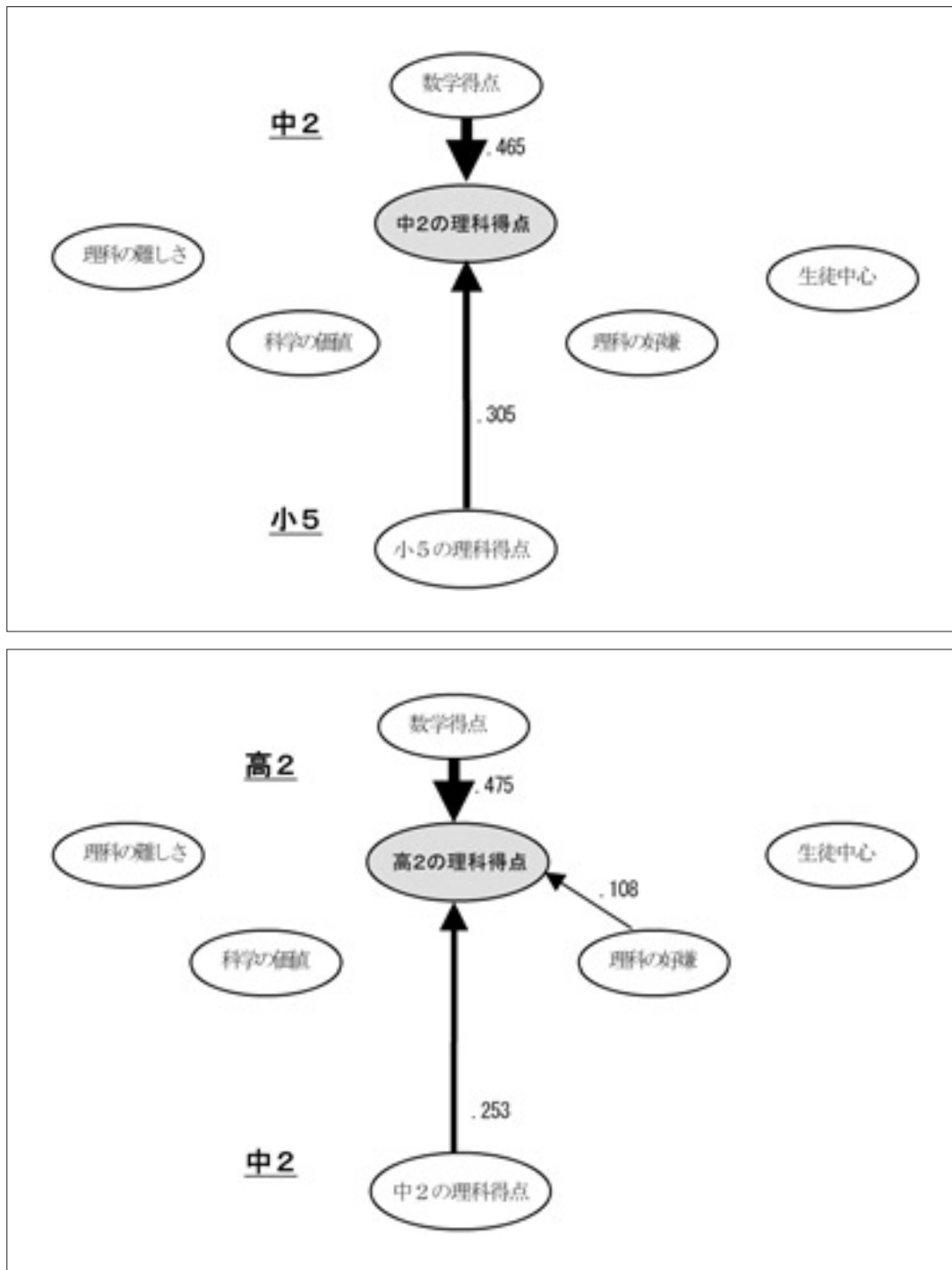


図9 理科得点に対する諸因子の影響 (パス図) - 集団B -

引用文献

Comber, L. C. and Keeves, J. P. (1973), 『Science Education in Nineteen Countries』, IEA, Almqvist & Wiksell, Stockholm.

中央教育審議会 (2006), 『中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会審議経過報告』, 2006年2月13日

池田央編 (1989), 『統計ガイドブック』, 新曜社, p.50.

国立教育研究所 (1973), 『国際理科教育調査 IEA 日本国内委員会報告書 第1部 国内結果の概要』

松原静郎・猿田祐嗣 (2000), 『長期追跡研究にみる理科の学力』, 国立教育政策研究所紀要, 第129集, pp.79-101.

理数定点調査研究プロジェクト (2007), 『理数調査報告書 - 平成18年度理数追跡調査集計結果 - 』, 平成18年度日

本学術振興会科学研究費補助金基盤研究C中間報告書(研究代表者・猿田祐嗣)

猿田祐嗣(2000)、『理数調査報告書 - 平成11年度理数定点調査集計結果 - 』、pp.6-10.

澤田利夫(1996)、『理数に関する関心調査報告書』、文部省委託研究成果報告書、pp.32-36.

丹藤進(1993)、『学業成績及び知能のきょうだい間類似についての縦断的研究』、教育心理学研究、第42巻、pp.29-37.

戸苅進(1976)、『附中から附高への6カ年の学習成績変化の追跡(その7)』、名古屋大学教育学部附属中高等学校紀要、第21集、pp.29-34.