

## 小学校から高等学校までの 算数・数学の成績や態度等の経年変化

Longitudinal Changes of Mathematics Achievement  
and Attitude in Elementary and Secondary School

瀬沼 花子\*  
SENUMA Hanako

### Abstract

The purposes of this paper are to discuss the significance and issues of ■Longitudinal Study on Science and Mathematics■ and ■Periodical Survey of Science and Mathematics■ from the viewpoint of mathematics education, and to reveal main results from 17 years data and some results from follow-up data for the same students.

Main results are as follows.

(1) Regarding the period, this longitudinal study beyond the NLSMA in the U.S. Also there are no similar studies on mathematics education in Japan because follow-up on achievements and attitudes for the same students is possible in several prefectures and different school levels. As for the mathematics framework, it was the newest one in 1989 referring to the SIMS by the IEA but due to subsequent changes in survey methods and environment, some issues emerged today such as item format and organization of the domain etc. However, the idea to include the common items in all grade, and the items on word knowledge of mathematics and understanding of mathematics remains original today.

(2) From comparisons of 17 years data, it is revealed that mathematics average correct response rates have not changed in 5<sup>th</sup> grade in elementary school, 2<sup>nd</sup> grades in lower and upper secondary schools, even with changes in generation or the curriculum. Some items are influenced by the curriculum change. There is an increase in students who do not respond or read the items carefully. Teaching methods of teachers differ from elementary to secondary school levels. On follow-up data for students in Cohort B, an analysis was conducted on each student' individual changes regarding **math scores**, **interest in math** and **like math** as well as relationships of these factors. The followings are results: **Interest in math** tends to change easily as compared to **like math** and **math scores**. Girls in 2<sup>nd</sup> grade in upper secondary school tend to change **interest** and **like math** toward desired direction, but boys not. **Math scores** in 5<sup>th</sup> grade in elementary school did not influence **math scores** in 2<sup>nd</sup> grade in lower secondary school. **Like math** and **interest in math** influence each other but there is no influence between **math scores** and **like math** in 2<sup>nd</sup> grades in lower and upper secondary schools.

\* 教育課程研究センター基礎研究部総括研究官

## 1. 本稿の目的

学習指導やカリキュラムの改善を進める上では、それらの影響を長期間にわたりとらえ評価することが必要である。「理数長期追跡研究」は1986年当時、国立教育研究所科学教育研究センターの理科教育・数学教育の研究者を中心に調査の準備を始め、1989年度に調査を開始した。その後「理数定点調査研究」を含め、2005年度まで17年間にわたり継続的に調査を実施してきている。

本稿の目的は、第一に、数学教育の立場からその枠組みの意義や論点を示すこと、第二にいくつかの視点による特徴的な結果や追跡の結果を示すことにある。

## 2. 長期にわたる研究の枠組みと論点

### 2.1 長期にわたる研究の意義

理数長期追跡研究の算数・数学調査は、国際教育到達度評価学会（IEA）による第2回国際数学教育調査（SIMS, 1981年実施）のフォローアップの意味を持っていた。当時 IEA による SIMS 調査は、中学校第1学年と高等学校第3学年の生徒に実施された。それらはある時点での調査であり、中学校1年生が高等学校3年生になるとどう変わっていくのか、その変容はわからない。また数学の調査内容は多くの国を念頭におくため、わが国の教育課程とは異なる学年での調査内容もある。

教育という長期にわたる営みを評価するための研究方法には、縦断的研究、横断的研究、擬似 - 縦断的研究、追跡研究、傾向予測研究などがある（Cohen 他, 1980）。SIMS の後、国際数学・理科教育動向調査（TIMSS）として続いている IEA の一連の研究や2000年以降実施されている経済協力開発機構（OECD）による生徒の学習到達度調査（PISA）の研究等は、横断的研究が主である。横断的研究とは、同一学年や年齢の複数の集団を比較するものである。TIMSS 2003において46か国の中学校第2学年の比較を行うのはこの例であり、また前回1999年にも参加した30か国の中学校第2学年の得点の変化を調べるのもこの例である。

縦断的研究とは、ある学年や年齢を繰り返り上がりで調査し、その学年や年齢に属する集団の変化を比較するものである。TIMSS1995でアメリカの小学校第4学年の児童が理科で26か国中3位と好成績をおさめ、その集団が中学校第2学年になる4年後の1999年は良くなるだろうと期待されたが、実際に4年後に実施した中学校第2学年では期待された結果は得られなかったというのは、この縦断的研究の例である。

追跡研究である理数長期追跡研究・理数定点調査研究は、毎年あるいは数年を経て調査を受けた児童生徒だけを拾い出すもので、個人が成長するに従いどう変化するかを比較できる。

上述の IEA や OECD の研究は日本全体を推定するためにサンプリングという手法が用いられるが、理数長期追跡研究・理数定点調査研究では、同一の児童生徒を追跡するために調査地域を変えることはできない。そのため、この研究の結果を日本全体の結果と一般化し難い面もある。しかし複数の県、かつ、複数の学校段階（小・中・高等学校）で長期的に継続している研究は数学教育に関しては他になく、この点で追跡研究としてのみならず、縦断的研究、横断的研究としても意味がある。

このように、本調査の意義は、多くの人が漠然ととらえていることが、事実なのか事実ではないのか、それを長期にわたるデータの分析で明らかにすることにある。

## 2.2 数学教育における長期にわたる追跡研究

数学教育における同一の児童生徒を対象とする長期的な追跡研究の代表的なものには、数学教育現代化時代にアメリカの‘SMSG’ (School Mathematics Study Group, 1958年発足) が、新しい数学カリキュラムの評価のために行った‘NLSMA’ (National Longitudinal Study of Mathematical Abilities) がある。これは全米40州、合計1500校、初年度11万人という空前のスケールで1962年から5年間実施された。これに対し、理数長期追跡研究・理数定点調査研究は、調査地域や調査人数では及ばないというものの、調査期間は17年間と遥かに超えるものとなった。

近年、数学教育における同一の児童を対象とする国際的な追跡研究で日本も参加しているものには、小学校1年生から6年生まで6年間継続して算数の達成度の比較を行ったイギリスを中心とする‘IPMA’ (International Project on Mathematical Attainment, 14か国参加) がある (小山他, 2002)。理数長期研究・理数定点調査研究の開始学年は小学校第5学年からであり、それ以前の学年での変化はわからない。これに対しIPMAは小学校低学年・中学年の変化を比較可能であり、定着度の観点から分析すると、わが国の小学校の中・高学年では、学習した学年における達成度の伸びが鈍化する傾向があることなどの知見が得られている (飯田他, 2005)。ただしこの研究は、算数の達成度の発達に限定しており、態度等の質問紙調査はない。これに対して、理数長期追跡研究・理数定点調査研究には態度を聞く質問紙があるため、態度と得点の関係をみることができ、また、小・中・高等学校という学校段階間の関係をみることができるところに特徴がある。

## 2.3 調査の計画と実施

表1は、理数長期追跡研究と理数定点調査研究との関係、対象となった学年等を、調査年次毎に示したものである。理数長期追跡研究は10歳から10数年間の経年調査を行うために、小学校第5学年から毎年繰り上がりで調査を行ってきた。理数定点調査研究においては、小学校第5学年、中学校第2学年、高等学校第2学年の3年おきの調査となっている。

調査地域は次の5県の各1地域にある公立の小・中・高等学校 (普通科) である。

- ・調査県：岩手県、宮城県、福島県、茨城県、山梨県
- ・学校での調査時期：8月下旬から11月末までの約3か月間
- ・対象校数：小学校35校、中学校14校、高等学校8校 (いずれも最大時)

郵送による調査は、高等学校卒業後2年目、6年目、10年目の卒業生を対象とし、8月から9月に郵送によって行われた。学校での調査も、郵送による調査も、ともに調査の実施にあたっては、各県の教育センターの研究委員に多大のご協力をいただき、学校説明会等を実施してきている。

調査の準備を始めた1986年から算数・数学に関して筆者の他合計16名が研究委員として参加し、算数・数学の枠組みや問題・質問項目等の作成を行い、また成績や態度、数学の価値等、その変化などの分析を行ってきた。

表2-1は、調査の実施年を調査対象学年毎に並べたものである。小学校第6学年、中学校第1学年は集団1でのみ実施され、前述の横断的研究という観点でみると他に比較可能なデータがない。しかし集団1で小学校第6学年、中学校第1学年を実施したことにより、追跡研究という視点では最長の8年間にわたる貴重なデータが得られた。

理数長期追跡研究においては、小学校第5学年から高等学校第3学年までの8年間の追跡対象者が1地域約100名以上となるよう、これまでの進学者数を元にして見積もり選定した。そのため表2-2にみるように、各学年約2000名程度の対象人数となっている。一方、理数定点調査研究にお

いては、予算等の関係で年によっては調査対象人数が半数になった年もあり、また理数長期追跡研究と同一の学校であっても児童生徒数の自然減がみられる場合もある。そこで算数・数学の正答率の横断的比較においては、学校数が半数以下の年の比較は行わないこととする。表2 - 2の右欄には追跡人数を示している。これは当該集団のすべての調査を1度の欠席もなく受けた児童生徒数のことである。

表1 理数長期追跡研究と理数定点調査研究の実施年

年次	年度	理数長期追跡研究			理数定点調査研究				教育課程の告示と実施
		集団3	集団2	集団1	集団A	集団B	集団C	集団D	
1	1989	高2	中2	小5					告示
2	1990	高3	中3	小6					
3	1991		高1	中1					
4	1992	卒後2	高2	中2					小学校 中学校 高校1年 高校2年 高校3年
5	1993		高3	中3					
6	1994			高1					
7	1995		卒後2	高2	(中2)				
8	1996	卒後6			高3		(小5)		
9	1997								
10	1998			卒後2	(高2)			告示	
11	1999		卒後6			(中2)			
12	2000	卒後10						小5	
13	2001					卒後2			
14	2002			卒後6		高2			小・中学 高校1年 高校2年 高校3年
15	2003		卒後10					中2	
16	2004								
17	2005				卒後6	卒後2			高校3年

注 ( ) は生徒数にして約半数の調査

表2 - 1 調査対象学年別にみた調査の実施年

		小5	小6	中1	中2	中3	高1	高2	高3	
理数 定点	集団D	2004年								
	集団C	2000年				2003年				
	集団B	1996年				1999年			2002年	
	集団A					1995年			1998年	
理数 長期	集団1	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	
	集団2					1989年	1990年	1991年	1992年	1993年
	集団3							1989年	1990年	

表 2 - 2 調査対象学年別にみた調査校数（上段）と人数（下段）

		全体データ								追跡データ
		小5	小6	中1	中2	中3	高1	高2	高3	
理数 定点	集団D	35校 1966名								-
	集団C	*34校 2058名		14校 1834名						1692名
	**集団B	13校 1159名		6校 1171名			8校 1967名		245名	
	**集団A			6校 1284名			3校 638名		157名	
理数 長期	集団1	35校 2702名 2694名		2436名	13校 2469名 2406名		2253名	8校 2142名 1980名		314名
	集団2				14校 2556名 2374名		2101名	7校 2005名 1906名		458名
	集団3							7校 2117名 1960名		1841名

\* 集団Cの小5の34校は、集団1の35校が統廃合されたことによる。

\*\* 集団Aは5県中、3県で調査。集団Bの小5・中2も同様。

## 2.4 調査の内容

学校での調査内容は、小・中・高等学校とも理科問題、算数・数学問題、児童・生徒質問紙Ⅰ（背景、学習）、児童・生徒質問紙Ⅱ（態度）、児童・生徒質問紙Ⅲ（読み、科学観）の7種目から成る。

3校時分の調査として、調査は次の組み合わせで実施された。

- |   |
|---|
| A. 質問紙Ⅰ（背景20題、学習20題：合計約15分）、算数・数学問題（20題：25分）<br>B. 質問紙Ⅱ（態度40題：約15分）、理科問題（20題：25分）<br>C. 質問紙Ⅲ（読み20題：15分、科学観15題：約25分） |
|---|

図1は算数・数学に関する調査内容（「算数・数学問題」「背景」「学習」「態度」「科学観」「読み」の6種目）の例をあげたものである。すべての学年で共通に調査される項目、複数の学年で共通に調査される項目、特定の学年で1回だけ調査される項目の3種類があるが、図1では、学年間共通問題を例として示している。高等学校卒業後に郵送で行う郵送票の質問紙に含まれている項目もある。

調査の回答はいずれも5肢選択形式である。算数・数学問題、理科問題、読みの3種目は正答・誤答があるため、調査時間は定まっている。背景、学習、態度、科学観については正答・誤答はないので、時間不足による無回答を減らすため、適宜時間の伸縮を可能としている。

さて、算数・数学問題においては、

出題傾向が偏らないように、SIMSの「内容・目標」領域という2次元の枠組みを採用した。

正答率の伸びをみるために、学年に共通な問題を設定した。



<p>[算数・数学問題] (いわゆる算数・数学の問題。2次元表(内容・目標)に沿い、問題を作成。問題の多くは第2回IEA国際数学教育調査問題から選択。郵送票で解き方を聞くことはオリジナル。各学年20題。)</p>	
<p>【 解析・計算、 中1、高2、郵送票】</p> <p>125の20%はいくらですか。</p> <p>ア. 6.25 イ. 12.50 ウ. 15 エ. 25 オ. 50</p> <p>【 解き方、 郵送票】</p> <p>この問題に回答するために、あなたはどうしましたか。</p> <p>ア. 暗算で計算した イ. 筆算で計算した ウ. 電卓で計算した エ. およその数で計算した オ. その他 ( )</p>	<p>【 幾何・応用、 小5～高3】</p> <p>左の図の立方体を図の中の3点A、B、Cを通る平面で切ったときにできる切り口は、どのような図形ですか。</p> <p>オ. アからエのどれでもない</p>
<p>[背景] (学校外での数学学習時間、数学成績の自己評価、数学の好き嫌い。各学年3題。)</p> <p>【 数学の好き嫌い、 小5～高3】</p> <p>他の教科と比べて、数学は好きですか。</p> <p>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</p>	<p>【 話し合い、 小5～高3】</p> <p>数学の授業では、先生と生徒あるいは生徒どうして、いろいろな考え方や問題点について話し合います。</p> <p>ア. ほとんど毎時間 イ. 週に一度くらい ウ. 月に一度くらい エ. 学期に一度くらい オ. ほとんどない</p>
<p>[態度] (数学の学習に関する見方。多様な解き方、面白さ、内容の多さなど。各学年6題。)</p> <p>【 算数・数学の面白さ、 小5～高3】</p> <p>数学はおもしろいと思います。</p> <p>ア. そうだと思う イ. どちらかといえばそう思う ウ. そうではないと思う エ. どちらかといえばそうではないと思う オ. どちらともいえない</p>	<p>[科学観] (数学の考え方を問う。どれが正答ということはない。学習目的、見積り、確率と日常行動など。各学年3題。)</p> <p>【 数学学習の目的、 小5～高3、郵送票】</p> <p>数学を何のために勉強しているのだと思いますか。</p> <p>ア. 数学の大切な考え方を身につけるため イ. 数学は入試に役に立つから ウ. 数学は社会のいろいろな面で役に立つから エ. 数学の授業が学校にあるから オ. その他</p>
<p>[読み] (漢字が読めることがその用語の意味理解につながるかを調べる問題。漢字の読みの後に、その漢字についての理解を問う。概数、循環小数、漸近線、弧など。各学年読みと理解のペアで3題。)</p> <p>【 平均の読み、 小5、小6、中3、高3】</p> <p>下線をひいた漢字の読み方を選びなさい。平均</p> <p>ア. やく イ. こう ウ. たん エ. せい オ. きん</p>	<p>【 平均の意味理解、 小5、小6、中3、高3】</p> <p>19、21、14の平均をもとめなさい。</p> <p>ア. 17 イ. 18 ウ. 19 エ. 27 オ. 54</p>

【 】内はその項目の 内容、 調査学年を示す。

図1 算数・数学に関する調査内容(6種目)の例(児童生徒用)

過去の大規模調査と比較可能なように、問題の多くは SIMS から選択した。

問題の難易度が適切であるように、各学年の正答率の平均が60%になるように想定し問題を選択した。

各学年の出題数は20題、したがって小学校第5学年から高等学校第3学年までの8年間で延べ160題であるが、この中には全学年に共通な問題、複数学年に共通な問題が含まれているので、それらを1種類と数えると、数学・数学問題の種類は83種類である。同様に、他の調査種目の項目数を数えると、「背景」(29種類)、「学習」(21種類)、「態度」(66種類)、「理科問題」(83種類)、「読み」(54種類)、「科学観」(31種類)である。

## 2.5 調査の枠組みや内容の特徴と論点

以下では、調査を実施して明らかになった事柄、及び、調査後に調査の手法や環境が変化したことにより明らかになった事柄等の主なものを述べる。

### 2.5.1 出題形式

TIMSS、PISA では、今日、記述式の算数・数学問題を含めるのがあたり前となっている。1981年に行われた SIMS では、学力をより精確にとらえるため出題数を増すことにし、そのためすべて選択肢式であった。その後、1995年に行われた TIMSS では、SIMS がすべて選択肢式であり「これで本当に数学の学力を測っているといえるのか」という批判に答えるために、選択肢に加えて、答えを書いたり、考え方を書いたりする問題が取り入れられるようになった。

一方、理数長期追跡研究のはじまりにおいては、膨大なデータの処理の経費上の問題のため選択肢が実施のための必須条件であった。その後、同一の条件で調査を行わないと過去との比較ができないため、出題形式も以前と同じとなっている。

### 2.5.2 算数・数学問題の2次元の枠組み

出題傾向が偏らないように、SIMS の「内容・目標」領域という2次元の枠組みを採用したことは、1980年代としては最新のものであった。戦後の大規模な調査をみると、文部省が行ってきた調査においても2次元の枠組みが採用されたのは1980年以降である(長崎・瀬沼, 2000)。

ただし約20年経過した今日から見ると、PISA の数学的リテラシーにおける「内容・プロセス・状況」の3次元の枠組みの第3の次元、すなわち「数学が用いられる状況」(私的・教育的・職業的・公共的・科学的)(国立教育政策研究所, 2004)の視点はなかった。

### 2.5.3 学年間共通問題・共通質問項目の設定

算数・数学問題においては、事象を数学的にとらえることが学習の有無や個人の発達によりどのように変化するのか、その効果を調べる目的で、各学年20題のうち3題(立方体の切断、同様に確からしい、数列の和)を全学年共通問題とした。このように、全学年共通問題が3題つまり算数・数学問題の15%を占めるので、算数・数学の正答率の学年間の相関や寄与を算出すると全学年共通問題がない場合よりも値が大きくなると予想するのが自然である。

ところで算数・数学問題に限らず、調査項目には、すべての学年で共通に調査される項目、いくつかの学年で共通に調査される項目、特定の学年で1回だけ調査される項目の3種類が含まれている。調査計画を立てるときには、なるべく多くの事柄を明らかにするためにできるだけ多くの質問

項目を含めたのであるが、分析を行う観点からすると学年間共通問題の方が多くの知見が得られることがわかった。学習はほとんどが全学年共通の質問項目であり、また態度、科学観などにおいては、全学年共通の質問項目が多い。これらに関して小・中・高等学校と段階をまたぐ縦の系列のデータがないので、これをうまく分析すると、本調査の特徴となりうる。(長崎・吉川・鈴木・川上・瀬沼, 1998)

#### 2.5.4 読み調査、科学観調査の内容

PISA2003年調査において、わが国の生徒の読解力が国際平均並みと低かったため、算数・数学においても読解力の向上、数学的な思考力・表現力の育成のためにどのような改善案が考えられるかが課題となっている。

理数長期追跡研究・理数定点調査研究の調査種目には、「読み」という調査種目を設け、漢字が読めることがその用語の意味理解にどうつながるか調べている。また1989年度の本調査開始以前に、「読解力調査」を予備調査として行い、算数・数学問題を式で表示した場合と文章で表示した場合にどの程度正答率が異なるか調べている。同様にTIMSS2003年調査の小学校算数問題では、計算問題と立式すると同じ式になる文章題との比較を行っている(国立教育政策研究所, 2005)。

理数長期追跡研究・理数定点調査研究の科学観調査は、当時IEAの理科調査に含まれていたものが基となっている。IEAの数学調査には数学観の問題はなかったため、科学観調査の中の数学観の問題はすべてオリジナルである。数学観では、数学問題と態度質問紙の間にくるもの、すなわち数学の考え方を評価しようとした。

PISA調査においては、数学的リテラシー、すなわち数学が生きて働く知識や技能を調べるため身の回りの事象やそれに対する数学的認識を問う問題を出題している。筆者が参加したPISAの数学委員会において各国から提案された問題の中には、理数長期追跡研究で数学観問題として考案してきた問題がみられた。

理数長期追跡研究・理数定点調査研究は、国際調査よりも早い時期に、読みや科学観に着目し新しい発想で質問項目を作成してきた。

#### 2.5.5 同一の問題で同一の学年に長期に渡り調査するということ

1989年以降、教育課程の改訂が2度行われた。算数・数学問題の中には、改訂により学年が移行あるいは削除されたものもある。このように調査の内容は、現在の教育課程に対応したものではないため、理数長期追跡研究・理数定点調査研究によって分析される児童生徒の得点は、現代の教育課程での学力、学校の成績と同一ではないかもしれない。

質問項目も、当時としては意味があっても今日からみるとどうかというもの、逆に途中から意味を持ってきたものなどがある。この点で、個々の問題や質問項目に関する結果とその解釈の際には、当該の問題や質問項目が持つ今日的意義やその解釈を行うことが重要になる。たとえば、背景質問紙で家庭の蔵書数を調べているが、必要な知識や情報を得るのに、書物からという時代ではなくテレビやパソコンから得るように社会や家庭環境が変わってきている(瀬沼, 2007)。また、学習の質問項目の中には、「同じ問題を2時間にわたって話し合う」「先生と生徒、生徒どうしの話し合い」「数学と生活とのかかわり」を聞く項目がある。これらの指導法は当時よりも現在の方が重要であるといわれている。



### 2.5.6 データの分析にかかわる問題点と視点

2.2節で述べたアメリカのNLSMAでは多くの成果があがったが、次のような問題点が指摘された。いくら標本数が多く巧妙な統計の手法を使っても、計画に問題があればそれをただせない。

設定した質問より多くのことに答えることはできない。データを集めまとめることに多くの労力を費やしてしまい、その結果分析する気力がなくなってしまう(瀬沼, 1994)。今日、理数長期追跡研究・理数定点調査研究を振り返ると、このNLSMAで指摘された問題点はいずれもあてはまる。特に、データの整理におわれがちである。

理数長期追跡研究の終了後に算数・数学委員会で調査を振り返った時、次のような分析の視点や特徴があげられた(長崎・吉川・鈴木・川上・瀬沼, 1998)。

- ・ 高校は調査対象が普通科で職業科が含まれていない。また小中高すべての追跡にすると人数が減ってしまうので、小学校から中学校までのデータも作るとよい。
- ・ 高校のデータを出すときには、高校数学の履修状況をのせることが必要である。
- ・ 誤答がある所に集中する問題と、いつまでたっても誤答がばらばらの問題がある。それらの傾向を分析するとよい。
- ・ 数学の面白さと成績が関係しないということは中学校の間はよくあるが、高校になってもそうなのかどうか、数学ができるようにすれば面白くなるということ自体間違いではないか、など分析してはどうか。
- ・ 世間が感覚でいっていることは、長期的にみるとそんなことはない、強調してよいのではないか。例えば、数学嫌いが増えているというけれど、小学校5年どうしてみるとそれほど差がない。また学校嫌いなどというが、学校教育の大切さを聞くと反対はほとんどない。
- ・ 態度、学習、科学観など他の調査に縦の系列のデータがないので、これを強調するとよい。
- ・ 1つ1つの質問項目の回答自体が大変興味深いものだということを強調してよいのではないか。そしてさらに、もう少し詳しく分析するとよい。例えば、公式を覚えることは、数学のどういう能力と関係しているのか。単なる計算力か、それとも考える方かなど。

その後、数学教育の学会等で発表を行った際に委員以外の方の意見を聞くと、個々の項目の結果よりも、まず算数・数学の成績が低下したかどうか、全体として何がいえるのかについての関心が高かった。

そこで3節では、得点を中心に長期に渡る調査全体として特徴的な結果を述べ、4節においては、追跡の一例として、得点の個人内変化、及び、上述の視点にあげられている数学の面白さと得点との関係を中心にその結果を述べることにする。

## 3. 算数・数学の成績や態度等の世代間・学年間の変化

以下では、世代間・学年間の変化について、いくつか特徴的な結果をあげる。

### 3.1 正答率は、世代が違ってても、驚くほど変わっていない

算数・数学の学力は過去と比較して低下しているといわれることがある。そこで算数・数学問題20題の平均正答率を、学校数が同じ年で比較すると、予想に反して、正答率は世代が違ってても、あまり変わっていないことがわかる。

表3 - 1、表3 - 2、表3 - 3は、それぞれ、小学校第5学年、中学校第2学年、高等学校第2学年の比較可能な年の正答率をまとめたものである。表中には各学年20題の平均正答率と1998年告示の現行の教育課程における履修状況の観点から履修済みの問題の平均正答率を示している。履修済みの問題の平均正答率を20題の平均正答率とともに示した理由は、調査期間中に教育課程の改訂が2度あり、現在では教育課程に含まれていない内容や学年が移動した内容も、そのまま調査問題に含まれているからである。

表3 - 1 算数の平均正答率の変化と教育課程 (小5、全体データ)

問題数	年度	内容領域				目標領域				全体	教育課程
		代数	幾何	解析	確・統	計算	理解	応用	分析		
20題 (全部)	1989	64.8	63.0	36.5	57.6	73.3	63.6	47.1	51.0	58.6	1977年告示
	2000	62.8	58.1	34.4	56.7	70.7	60.3	44.1	49.6	55.9	1989年告示 (移行期間)
	2004	58.6	58.3	37.9	56.9	67.2	60.4	45.5	47.6	55.1	1998年告示
11題 (小5まで)	1989	67.8	73.5	38.2	71.9	73.3	66.3	66.7	58.0	67.4	1977年告示
	2000	68.2	70.0	41.8	74.7	71.3	66.5	69.6	59.0	67.5	1989年告示 (移行期間)
	2004	66.5	69.4	43.9	76.6	67.5	67.9	70.9	61.1	67.1	1998年告示

表3 - 2 数学の平均正答率の変化と教育課程 (中2、全体データ)

問題数	年度	内容領域				目標領域				全体	教育課程
		代数	幾何	解析	確・統	計算	理解	応用	分析		
20題 (全部)	1992	64.0	51.5	50.2	59.0	69.1	55.8	50.7	49.1	56.5	1977年告示 (移行期間)
	2003	63.0	46.1	49.5	56.8	67.9	50.2	48.0	49.7	54.0	1998年告示
13題 (中2前半まで)	1992	66.8	32.2	51.4	72.8	69.0	52.8	61.4	49.9	59.3	1977年告示 (移行期間)
	2003	64.3	36.6	51.6	69.9	69.5	50.1	60.7	49.5	58.4	1998年告示

表3 - 3 数学の平均正答率の変化と教育課程 (高2、全体データ)

問題数	年度	内容領域				目標領域				全体	教育課程
		代数	幾何	解析	確・統	計算	理解	応用	分析		
20題 (全部)	1995	45.8	68.0	64.8	76.8	67.5	61.4	56.0	65.5	62.3	1989年告示
	2002	45.0	66.9	65.5	76.8	68.0	62.1	54.4	63.1	61.9	1989年告示
13題 (高1 まで)	1995	45.7	76.6	73.6	76.8	84.0	61.4	64.2	59.5	68.8	1989年告示
	2002	46.2	75.8	74.4	76.8	84.0	62.1	63.3	59.7	68.9	1989年告示

履修済みの問題を比較すると、小学校第5学年、中学校第2学年、高等学校第2学年いずれも、平均正答率の違いは1%未満であり、差がない。

### 3.2 教育課程の改訂の影響

表3 - 1、3 - 2、3 - 3の個々の問題20題を比較すると、ほとんどの問題の正答率の変化は5%以内であるが、10%以上変化している問題が、小学校第5学年、中学校第2学年に2題ずつあった。それらは、次の通りである。

小学校第5学年 (2題) : 「公倍数」 (1989年 : 64%、2000年 : 60%、2004年 : 42%)

「分数の図による意味」 (1989年 : 51%、2000年 : 39%、2004年 : 36%)


「公倍数」

1つのベルは8分ごとになり、もう1つのベルは12分ごとになります。両方のベルが12時ちょうどに、同時になりました。つぎに同時になるのは何分後ですか。

サ. 8分後      シ. 12分後      ス. 20分後      セ. 24分後  
ソ. 96分後

「分数による図の意味」

つぎの図で、小さな正方形はすべて同じ大きさです。



長方形全体の面積を1とすると、斜線の部分の面積はいくらになりますか。

ア.  $\frac{2}{15}$     イ.  $\frac{1}{3}$     ウ.  $\frac{2}{5}$     エ.  $\frac{3}{8}$     オ.  $\frac{1}{2}$

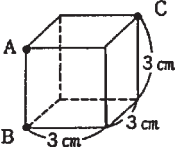
公倍数は1977年告示の教育課程では小学校第5学年の内容であり、1989年告示の教育課程では小学校4年の内容、1998年告示（現行）の教育課程では小学校第6学年の内容である。分数の図による意味は、1977年告示及び1989年告示の教育課程では小学校第5学年の内容であり、1998年告示（現行）の教育課程では小学校第6学年の内容である。

中学校第2学年（2題）：「立方体の切断」（1992年：51%、2003年：41%）  
「三角形の合同」（1992年：62%、2003年：49%）

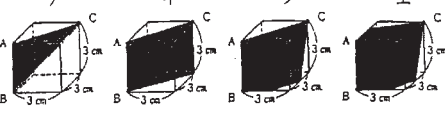
立方体の切断は、全学年間共通問題として設定された。1989年告示の教育課程では中学校第1学年の内容であったが、1998年告示（現行）の教育課程では削除され、小・中・高等学校のどこにも含まれていない。

三角形の合同は従来も現在も中学校第2学年の内容であり学習指導要領におけるその位置づけは変わらないが、2学期に学習される内容であり、正答率が下がった原因の1つとして調査時期の影響なども考えられる。

「立方体の切断」



左の図の立方体を図の中の3点A, B, Cを通る平面で切ったときできる切り口は、どのような図形ですか。



オ. アからエのどれでもない

「三角形の合同」

上の2つの三角形は合同で、 $\angle A = \angle D = 80^\circ$ 、 $\angle C = 51^\circ$ 、 $AB = DF$ である。このとき、つぎのどれが正しいか。

サ.  $\angle F = 49^\circ$ 、 $ED = 6$       シ.  $\angle F = 49^\circ$ 、 $FD = 6$ 、  
 ス.  $\angle F = 49^\circ$ 、 $EF = 6$       セ.  $\angle F = 51^\circ$ 、 $ED = 6$ 、  
 ソ.  $\angle F = 51^\circ$ 、 $FD = 6$

3.3 履修していない問題には手をつけない児童生徒が増えている

83種類の算数・数学問題のうち、1度でも、ある年に無答等の割合が10%以上の問題をあげると、3.2節で示した「立方体の切断」(集団C：2000年度・小5、15%、集団D：2004年度・小5、12%)、それから「合同」(集団C：2000年度・小5、23%、集団D：2004年度・小5、17%)、「確からしさ」(集団D：2004年度・小5、28%、集団C：2000年度・小5、33%、2003年度・中2、16%、集団B：1999年度・中2、15%、集団A：1998年度・高2、10%)、の3種類である。

これらの問題はいずれも、小学校第5学年においては、履修していない。しかし1989年度、1996年度の小学校5年生は、履修していないにもかかわらず何か1つの選択肢を選んでおり、無答等はほとんどいなかった。2000年頃から、履修していない問題には手をつけない児童生徒が増えている。特に「立方体の切断」で、顕著である。

3.4 問題を注意深く読まない児童生徒が増えている

3.3節の「確からしさ」と「合同」の問題にはそれぞれ、「2つのことから」「合同な2つの図形」という用語が問題文に含まれている。表4-1は「確からしさ」について複数回答と無答の合計の割合を、表4-2はその中で複数回答の割合が算出できるものについて示したものである。これらの用語が問題文にあると複数の選択肢を選ぶ児童生徒が、2000年より少し前から急増している。

表4-1 「確からしさ」の複数回答と無答の合計 (全体データ)

		小5	小6	中1	中2	中3	高1	高2	高3
理数 定点	集団D	27.6%							
		2004年							
	集団C	32.9%			16.3%				
		2000年			2003年				
理数 長期	集団B	4.1%			15.2%			10.0%	
		1996年			1999年			2002年	
	集団A				4.5%			10.3%	
				1995年			1998年		
理数 長期	集団1	4.2%	3.2%	2.1%	1.5%	0.5%	1.6%	0.9%	0.6%
		1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年	1996年
	集団2				3.4%	1.6%	2.2%	1.8%	1.4%
				1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	
	集団3						3.2%	1.4%	
							1989年	1990年	

表4 - 2 「確からしさ」の複数回答 (全体データ)

		小5	小6	中1	中2	中3	高1	高2	高3
理数 長期	集団D	23.0%							
		2004年							
	集団C	25.9%			15.5%				
		2000年			2003年				
理数 定点	集団B	-			-			9.6%	
		1996年			1999年			2002年	
理数 定点	集団A				-			-	
					1995年			1998年	
理数 定点	集団1	2.0%			1.2%			0.7%	
		1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年	1996年

「確からしさ」の問題

つぎのサからソの文の中で、2つのことがらが起こる割合が等しいのはどれですか。

サ. 2枚の硬貨を同時に投げるとき、2枚とも表がでることと、1枚は表で1枚は裏がでること

シ. 両びょうを投げるとき、針が上を向くことと、針が下を向くこと

ス. さいころを投げるとき、偶数の目がでることと、1の目がでること

セ. 一組のトランプをよく切って1枚をひくとき、ダイヤのカードがでることと、スペードのカードがでること

ソ. 9月の天気で、雨が降ることと、晴れること

「確からしさ」の問題は、選択肢が長い文章で書かれており、しかも5つの選択肢をきちんと読むことが必要とされる。ところが「2つ」と出題文にあるせいか、表4 - 2の集団Bにみるように、複数回答した高等学校2年生が2002年度には10%に増えているが、そのような生徒は1995年度には1%しかいなかった。集団1と集団Cを比較すると、表4 - 1、表4 - 2にみるように、集団Cは無答（複数回答を含む）が急増している。なお1996年度まではマークシートを用い、それ以降は調査用紙の各項目について選択肢の記号に直接 をつける回答形式となっている。このような回答形式の違いが、指示文や選択肢をきちんと読むかどうかに影響しているかもしれない。

「2つ」という用語が問題文にあると複数の選択肢を選ぶ児童が多いことは、諸外国と比べてわが国の特徴である。TIMSS2003においても、わが国は「2つ」という用語が問題文にあると複数の選択肢を選ぶ小学校5年生は12%もいたが、そのような児童は国際的には4%しかいなかった(国立教育政策研究所, 2005)。

問題のキーワードに着目して解くことや速く解くことばかりが強調されていないか、わかりやすい丁寧な問題ばかり与えていないか、などの点で指導を見直すことが必要である。

小学校ではこの内容は未履修であるため、児童は選択肢サ「2枚の硬貨を同時に投げるとき、2枚とも表がでることと、1枚は表で1枚は裏がでること」や、選択肢ソ「9月の天気で、雨が降ることと、晴れること」を選びがちである。学年進行とともに、選択肢ソ「9月の天気で、雨が降ることと、晴れること」を選ぶ割合は少なくなるが、選択肢サ「2枚の硬貨を同時に投げるとき、2枚とも表がでることと、1枚は表で1枚は裏がでること」を選ぶ割合は小学校5年生と高等学校3



年生で変わらない。この問題は、高等学校においても、かなり難しい問題であることがわかる。

### 3.5 教師の指導法は小・中・高等学校では変わっているが、同じ学校段階では時代がたって変わったもの、変わらないものがある

3.4節の結果をみると、問題の与え方やキーワードの強調など教師の指導法を聞く項目をもし含めていれば、問題との関連がより明確になったと考えられる。

理数長期追跡研究・理数定点調査研究においては、児童生徒の目から見た先生の学習観、指導の仕方を聞くのが「学習」項目である。算数・数学に関する学習の項目は10項目ある。当時の主な指導法の頻度を聞くものと同時に、将来を予測して、つまり1980年代はあまりないが、今後はこういう方向にいくであろう、あるいはその方向への変化が望ましいと思われる質問項目を入れておいた。「同じ問題を2時間にわたって話し合う」「先生と生徒、生徒どうしの話し合い」「数学と生活とのかわり」「コンピュータの使用」「電卓の使用」などはその例である。

結果をみると、コンピュータと電卓は算数の授業には少し取り入れられてきているが、中・高等学校の数学の授業には、昔も今も相変わらず取り入れられていない。

図2は「先生と生徒、生徒どうしの話し合い」の頻度（ほとんど毎時間、週に1度、月に1度、学期に1度、ほとんどない）を、6つの集団について、その全体データをグラフで示したものである。どの集団においても話し合いの割合が小・中・高等学校と、学校段階があがるにつれ少なくなっている様子が見られる。算数だけでなく数学においてもコミュニケーション能力を育成することが大切であると思われるが、高等学校の授業では話し合いの授業は少なく、また何年たってもあまり変わらないことを図2から読み取ることができる。

#### 調査種目 学習 6 話し合い

(26) 数学の授業では、先生と生徒あるいは生徒どうしで、いろいろな考え方や問題点について話し合います。

- ・ほとんど毎時間ならば……………ア (112 カ、サ)
- ・週に一度くらいあるならば……………イ (112 キ、シ)
- ・月に一度くらいあるならば……………ウ (112 ク、ス)
- ・学期に一度くらいあるならば……………エ (112 ケ、セ)
- ・ほとんどないならば……………オ (112 コ、ソ)

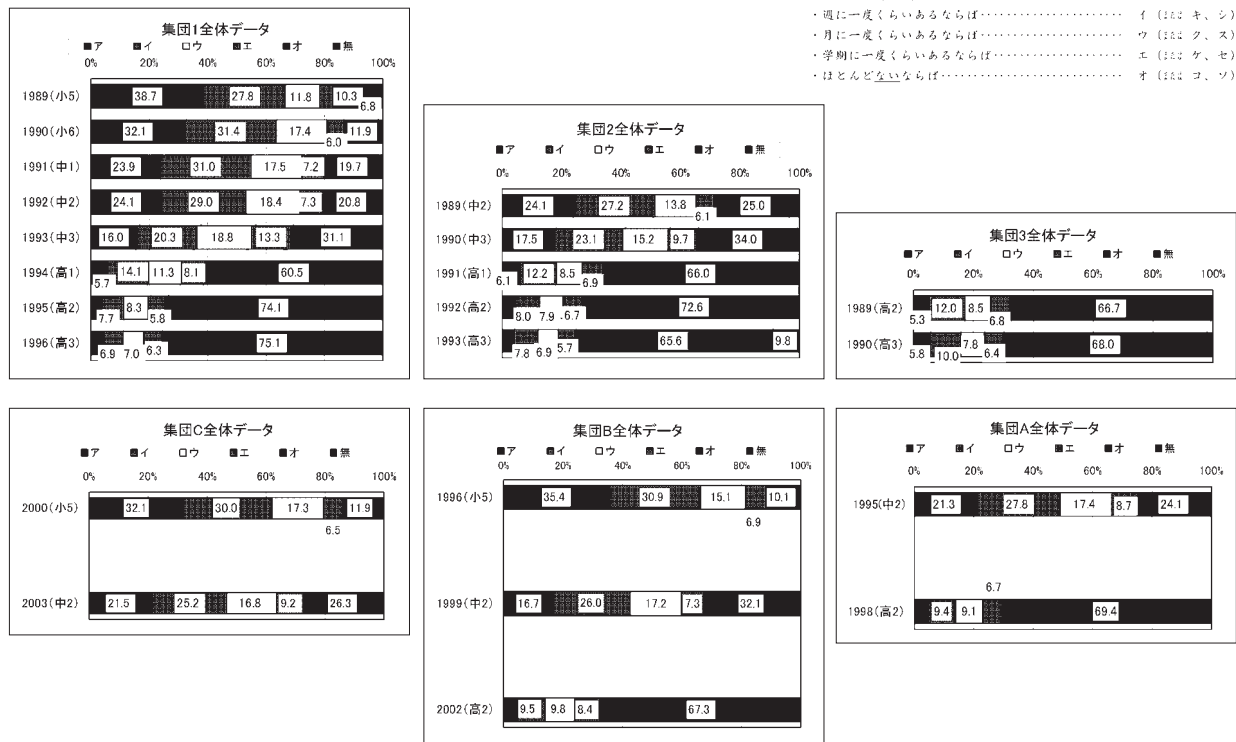


図2 話し合いの頻度の変化

## 4. 算数・数学の成績や態度等の個人内変化

この章では追跡の一例として、得点や面白さの個人内変化、及び、数学の面白さと得点の関係を中心にその結果を述べることにする。

### 4.1 追跡集団としての変化の状況

2.4節の図1に示した「算数・数学に関する調査内容（6種目）の例」の中から「態度」の例としてあげた「算数・数学の面白さ」について、その回答（そうだ、どちらかというそう、そうではない、どちらかといえばそうではない、どちらともいえない）の変化を示したのが図3である。

図3においては、6つの集団について全体データの中から当該調査を一度の欠席もなくすべて受けた児童生徒を取り出した（追跡データ）。どの集団においても、そうだという回答が小から中にかけて、または、中学校から高等学校にかけて減少しているように見えるが、個々の生徒の変化のパターンはどのようであろうか。そこで、このことについて詳しく分析していくこととする。関連して、図1の「背景」の例としてあげた「算数・数学の好き嫌い」についても分析を行う。

#### 調査種目 態度

##### 1 算数・数学は面白い

数学はおもしろいと思います。

・そうだと思うときは・・・・・・（賛成）・・ ア（は：カ、中）  
 ・どちらかといえばそう思うときは・・・・（やや賛成）・・ イ（は：キ、シ）  
 ・そうではないと思うときは・・・・（反対）・・ ウ（は：ク、ス）  
 ・どちらかといえばそうではないと思うときは（やや反対）・・ エ（は：ケ、セ）  
 ・どちらともいえないときは・・・・・・（中立）・・ オ（は：コ、ソ、フ、ン）

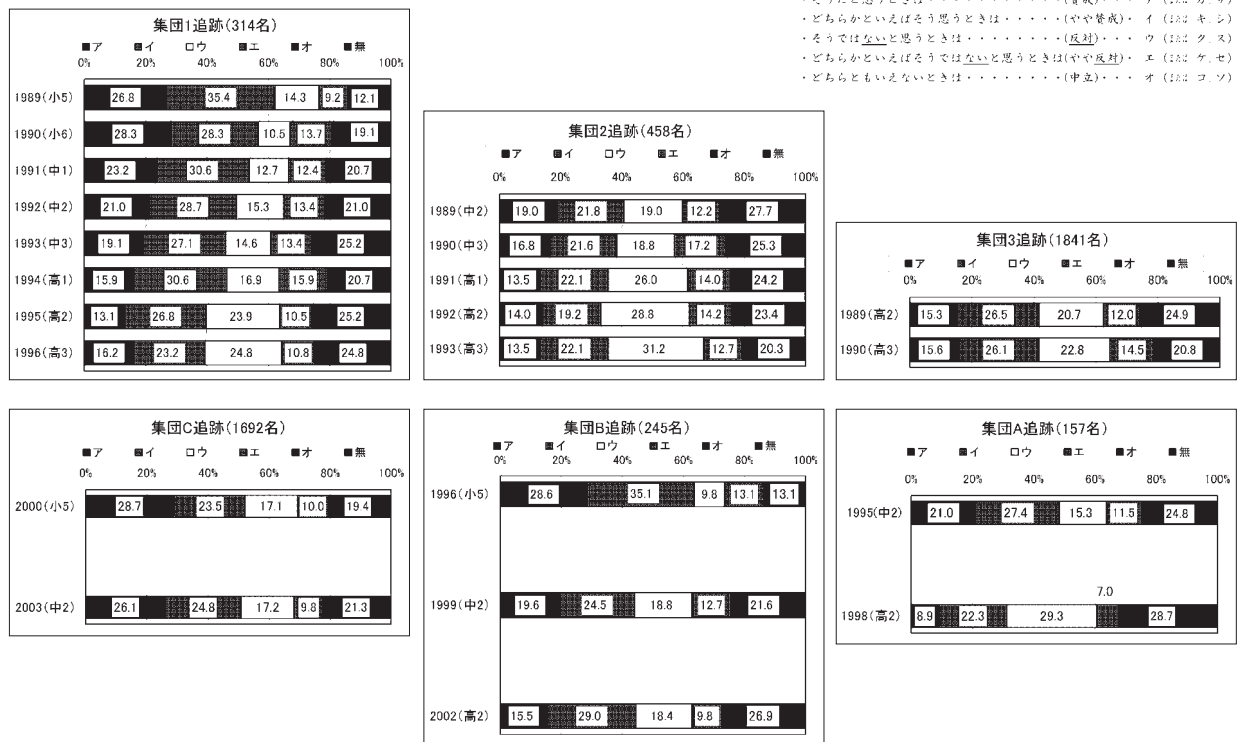


図3 算数・数学の面白さの変化

## 4.2 個人内変化のパターン

算数・数学の面白さや好き嫌いについては、以前、集団1及び集団2の算数・数学の面白さの個人内変化については、好き嫌いと面白さを3段階にまとめ、得点も3段階 ( $m \pm$  ) または ( $m \pm 0.5$  ) で数値化した(瀬沼・長崎, 1996)。しかし、5つの選択肢を3つにまとめるということは、面白い、と、どちらかといえば面白い、とをまとめることになり、その違いをみることはできない。

そこで、集団Bの面白さと好き嫌いの個人内変化について、本稿では次の5段階の数値化を行うこととした。

### 【算数・数学の面白さ】

数学は面白いと思います。

- ア. そうだと思う (5)
- イ. どちらかといえばそう思う (4)
- ウ. そうではないと思う (1)
- エ. どちらかといえばそうではないと思う (2)
- オ. どちらともいえない (3)

### 【数学の好き嫌い】

他の教科と比べて、数学は好きですか。

- ア. 最も好きだ (5)
- イ. 他の教科より好きな方だ (4)
- ウ. 他の教科に比べて、好きともきらいともいえない (3)
- エ. 他の教科よりきらいな方だ (2)
- オ. 最もきらいだ (1)

小学校第5学年での算数の面白さとその後の変化について、左から小学校第5学年での面白さ、中学校第2学年での面白さ、高等学校第2学年での面白さの順に3桁の数値で示し、その値が小さい方から順に示したのが表6-1である。ある学年で無回答の場合は当該学年が0と示される。表6-1の「無答」の欄に044が1名いるが、この児童は小学校第5学年で無回答であり、中学校第2学年と高等学校第2学年でどちらかといえば面白いと回答した。「面白くない」の欄のNo.4の児童は小学校第5学年と中学校第2学年で面白くなかったが、高等学校第2学年で面白いと回答した。

小学校5年の時点では、どちらかといえば面白いという回答が合計86名、面白いという回答が70名おり、算数を面白いと感じている児童が多い。

小学校第5学年の時点でどちらかといえば面白いと回答した児童のその後の変化のパターンは26通りと最も多い。集団Bの245名では、変化のパターン数の可能性は、小学校第5学年で無回答1名、中学校第2学年で無回答6名、高等学校第2学年で無回答1名がいるため、最大で $53 + 8 = 133$ 通りである。実際は93通り(出現率70%)であった。

111などのように3回とも数値が同じ場合を表6-1では網掛けで示した。小学校第5学年、中学校第2学年、高等学校第2学年ですべて面白くないと回答した生徒は(111)は5名、逆に、小学校第5学年、中学校第2学年、高等学校第2学年ですべて面白いと回答した生徒は(555)は8名いる。222は0名、333は4名、444は6名である。10名以上のパターンは544(12名)の1通りである。

表6 - 1 小学校第5学年での算数の面白さとその後の変化 (集団B、245名の追跡)

無答			面白くない			どちらかといえば面白くない			どちらともいえない			どちらかといえば面白い			面白い		
No	パターン	人数	No	パターン	人数	No	パターン	人数	No	パターン	人数	No	パターン	人数	No	パターン	人数
1	044	1	1	103	1	1	201	1	1	311	2	1	401	1	1	504	1
合計		1	2	111	5	2	211	5	2	312	1	2	403	2	2	511	3
			3	113	3	3	212	1	3	313	3	3	404	1	3	513	3
			4	115	1	4	213	1	4	314	3	4	411	7	4	514	1
			5	122	1	5	214	1	5	321	1	5	413	3	5	521	1
			6	124	1	6	221	3	6	323	2	6	414	2	6	523	5
			7	131	3	7	223	2	7	324	1	7	415	1	7	524	1
			8	132	2	8	232	5	8	333	4	8	420	1	8	531	2
			9	133	1	9	233	2	9	334	4	9	421	1	9	533	3
			10	134	1	10	234	1	10	341	1	10	422	2	10	534	2
			11	135	1	11	235	1	11	343	3	11	423	2	11	535	1
			12	142	1	12	242	2	12	344	2	12	424	5	12	542	3
			13	143	1	13	243	3	13	345	1	13	425	2	13	543	3
			14	144	1	14	244	1	14	351	1	14	431	3	14	544	12
			15	145	1	15	245	1	15	352	1	15	432	1	15	545	6
			合計		24	16	255	2	16	354	2	16	433	9	16	552	1
						合計		32	合計		32	17	434	7	17	553	6
												18	441	1	18	554	8
												19	443	3	19	555	8
												20	444	6	合計		70
												21	445	7			
												22	451	4			
												23	452	3			
												24	453	1			
												25	454	6			
												26	455	5			
												合計		86			

同様に、小学校第5学年での算数の好き嫌いとその後の変化について、左から小学校第5学年での好き嫌い、中学校第2学年での好き嫌い、高校第2学年での好き嫌いの順に3桁の数値で示し、その値が小さいほうから順に示したのが表6 - 2である。ある学年で無回答の場合は当該学年が0と示される。

表6 - 2の「無答」の欄に041が1名いるが、この児童は小学校第5学年で無回答、その後中学校第2学年で他の教科より好きな方、高校第2学年で最もきらいと回答した。「最も好き」の欄のNo. 4の児童は小学校第5学年で最も好きであっても、高校第2学年で最もきらいに変化した。

小学校第5学年の時点では、どちらともいえないという回答が合計87名、他教科より好きという回答が76名おり、算数をやや好きと感じている児童が多い。小学校第5学年の時点でどちらともいえないと回答した児童のその後の変化のパターンは23通りと最も多い。集団Bの245名では、変化のパターン数の可能性は、小学校第5学年で無回答1名、中学校第2学年で無回答1名がいるため、最大で53 + 2 = 127パターンである。実際は79パターン (出現率62%) であった。

3回とも数値が同じ場合を表6 - 2では網掛けで示した。最もきらい (111) は4名、逆に、最も好き (555) は3名いる。222は7名、333は10名、444は14名である。10名以上のパターンは333 (10名)、444 (14名) の2通りである。

最後に各学年の算数・数学の得点の合計についても、5段階の数値化を行うこととする。5段階の数値化については、各学年の児童生徒数の累積の割合が20%、40%、60%、80%に最も近い得点

の児童生徒を、それぞれ1、2、3、4とし、残りを5とした。つまり5が相対的に最も得点の高い児童生徒である。それぞれに割り当てられた人数の割合は、表5の通りである。

表6 - 2 小学校第5学年での算数の好き嫌いとその後の変化 (集団B、245名の追跡)

無答			最もきらい			他教科よりきらい			どちらとも いえない			他教科より好き			最も好き		
No	パターン	人数	No	パターン	人数	No	パターン	人数	No	パターン	人数	No	パターン	人数	No	パターン	人数
1	041	1	2	111	4	1	211	3	1	311	4	1	401	1	1	513	1
合計		1	3	112	1	2	212	1	2	312	2	2	411	1	2	523	1
			4	123	2	3	213	1	3	313	2	3	412	2	3	524	1
			5	131	1	4	214	1	4	314	2	4	413	1	4	531	1
			6	142	1	5	222	7	5	321	5	5	414	1	5	534	4
			7	143	1	6	231	2	6	322	4	6	421	3	6	543	4
			8	144	1	7	232	2	7	323	9	7	422	3	7	544	7
			合計		11	8	233	7	8	324	5	8	423	2	8	545	1
						9	234	4	9	325	1	9	424	6	9	552	1
						10	241	2	10	331	4	10	432	4	10	553	2
						11	242	2	11	332	1	11	433	4	11	554	5
						12	244	2	12	333	10	12	434	7	12	555	3
						13	245	1	13	334	11	13	442	2	合計		31
						14	252	2	14	335	3	14	443	11			
						15	254	1	15	341	1	15	444	14			
						16	255	1	16	342	3	16	445	3			
			合計		39	17	343	6	17	451	2						
						18	344	5	18	453	2						
						19	345	1	19	454	4						
						20	352	1	20	455	3						
						21	353	3	合計		76						
						22	354	3									
						23	355	1									
			合計		87												

表5 算数・数学得点の数値化

得点	数値化	人数	累積%	得点	数値化	人数	累積%	得点	数値化	人数	累積%
2～8点	1	40名	16.3	3～8点	1	39名	15.9	1～8点	1	56名	22.9
9～11点	2	58名	40.0	9～10点	2	49名	35.9	9～10点	2	33名	36.3
12～13点	3	47名	59.2	11～12点	3	50名	56.3	11～13点	3	62名	61.6
14～15点	4	48名	78.8	13～14点	4	51名	77.1	14～15点	4	44名	79.6
16～19点	5	52名	100.0	15～20点	5	56名	100.0	16～20点	5	50名	100.0

同様に小学校第5学年での算数の得点とその後の変化について、左から小学校第5学年での得点、中学校第2学年での得点、高等学校第2学年での得点の順に3桁の数値で示し、その値が小さい方から順に示したのが表6 - 3である。



表 6 - 3 小学校第 5 学年での算数の得点とその後の変化 (集団 B、245名の追跡)

低 い			やや低い			中程度			やや高い			高 い		
No	パターン	人数	No	パターン	人数	No	パターン	人数	No	パターン	人数	No	パターン	人数
1	111	12	1	211	10	1	311	4	1	413	1	1	523	1
2	112	5	2	212	2	2	312	1	2	414	1	2	524	2
3	113	1	3	213	1	3	315	1	3	421	1	3	525	1
4	121	4	4	221	9	4	321	2	4	423	3	4	533	4
5	122	3	5	222	5	5	322	2	5	424	1	5	534	2
6	123	4	6	223	3	6	323	2	6	425	1	6	542	1
7	124	1	7	231	5	7	324	2	7	433	4	7	543	6
8	125	2	8	232	4	8	331	3	8	434	2	8	544	4
9	131	1	9	233	6	9	332	2	9	435	2	9	545	3
10	132	1	10	234	2	10	333	8	10	442	5	10	553	2
11	134	1	11	235	1	11	335	2	11	443	5	11	554	10
12	142	1	12	241	2	12	341	1	12	444	5	12	555	16
13	143	2	13	242	1	13	343	1	13	445	5	合計		52
14	145	1	14	243	2	14	344	2	14	453	2			
15	153	1	15	244	1	15	345	1	15	454	1			
合計		40	16	245	2	16	351	2	16	455	9			
			17	253	1	17	353	2	合計		48			
			118	255	1	18	354	7						
			合計		58	19	355	2						
						合計		47						

「低い」の欄の No. 8、No. 14の児童は、小学校第 5 学年で得点が 1 と低くても、高等学校第 2 学年で得点が 5 と高い方に变化した。小学校第 5 学年の時点で得点が中程度の児童のその後の変化のパターンは19通りと最も多く、逆に得点が高い児童のその後の変化のパターンは12通りと少ない。

集団 B の245名では、変化のパターン数の可能性は、最大で53 = 125パターンである。実際は80パターン (出現率64%) であった。

3 回とも数値が同じ場合を表 6 - 3 では網掛けで示した。得点が相対的に低いまま (111) は12名逆に、高いまま (555) は16名もいる。222は 5 名、333は 8 名、444は 5 名である。10名以上のパターンは、111 (12名)、211 (10名)、554 (10名)、555 (16名) の 4 通りである。

#### 4.3 個人内変化の傾向

表 6 - 1、表 6 - 2、表 6 - 3 をもとに、ある年と 3 年後で反応がどの程度変わるかをまとめたのが、表 7 である。3 回とも反応が同じ場合 (5 5 5 など) を「同一」、2 回とも上昇または、1 回上昇で残りが同じを「上昇」、1 回下降で残りが同じを「下降」、一度上昇し下降したもの「混合 (下降)」(3 4 2)、一度下降し上昇したもの「混合 (回復)」と分類した。

得点、好き嫌い、面白さのいずれにおいても、下降が最も多く、30%前後である。次に多いのは、得点は上昇、好き嫌いとおもしろさは混合 (回復) であり、20%程度いる。数学が一度嫌いになっても、面白くなくなっても、その後回復していく。

表から「算数・数学のおもしろさ」は、得点や好き嫌いと比較して、3 回とも同一の生徒は10%と少ないことがわかる。得点は19%、好き嫌いは16%の児童生徒が同一である。

つまり、面白さは変わりやすいといえる。学年や学校が変わり、学習する内容が変わり、教師が変わり、いろいろな影響があると考えられる。面白さは他よりも変わりやすいことを念頭に、教師は常に授業をいろいろ工夫することが大切である。

表7 3回の変化のパターンの割合 (%)

	得点	好嫌	面白さ
上昇	22.4	18.8	16.7
混合 (回復)	11.8	20.8	22.0
同一	18.8	15.5	10.2
混合 (下降)	16.7	15.9	15.9
下降	30.2	29.0	35.1
合計	100	100	100

#### 4.4 男女別、履修状況別の変化

大規模な国際調査からは算数・数学得点の男女差は国際的にも徐々に少なくなっており、またわが国は他国に比べ得点の男女差は小さいことがわかっている。一方、得点よりも問題点は態度にあり、得点が同じでも女子は男子に比べ、算数・数学に対する態度が否定的であることがわかっている。(国立教育政策研究所, 2004 ; 国立教育政策研究所, 2005)。

集団1のデータの分析時(瀬沼・長崎, 1996)に、男女差について上記と同じ結果がみられた。また集団1の小学校第5学年から高等学校第1学年の6年間の追跡から、到達度が中のままだと女子がやや多く、態度が高いままだと男子が多く、高等学校第1学年で数学が嫌いな女子の半数以上は、小学校第5学年のときには算数が好きだった。得点と態度の相互関係の変容については、女子の方が態度から得点への影響が大きいのではないかと予想したが、パス係数をもとに分析した結果、男女に共通の特徴が多かった。すなわち、前年度の得点は次年度の得点に影響し、好き嫌い面白さは同一学年間で相互に影響しているが同一学年の得点には影響しなかった。

さて、複数の学校段階に渡る長期的追跡研究のメリットには、小学校の成績と高校の成績といった、通常直接比較することが難しいものの変化や相関を見ることがあげられる。

ただし必修の数学は高等学校第1学年までのため、高等学校第2学年になると数学を履修しない生徒もいる。そこで追跡を行うときには、このような数学の履修状況の違いを念頭におく必要がある。

そこで、表7の3回の変化のパターンを、男女別・高校数学の履修状況別に示したのが、表8である。

表8 女別・数学Bの履修別 回の変化のパターンの割合 (%)

3回のパターン	得点					好き嫌い					面白さ				
	全体	男子	女子	数学B有	数学B無	全体	男子	女子	数学B有	数学B無	全体	男子	女子	数学B有	数学B無
	245名	121名	124名	103名	123名	245名	121名	124名	103名	123名	245名	121名	124名	103名	123名
上昇	22.4	23.1	21.8	31.7	13.8	18.8	18.2	19.4	22.1	13.0	16.7	16.5	16.9	16.3	11.4
混合 (回復)	11.8	11.6	12.1	12.5	11.4	20.8	17.4	24.2	20.2	20.3	22.0	15.7	28.2	21.1	17.1
同一	18.8	22.3	15.3	20.2	16.3	15.5	13.2	17.7	20.2	12.2	10.2	10.7	9.7	11.0	9.8
混合 (下降)	16.7	18.2	15.3	11.5	23.6	15.9	18.2	13.7	12.5	20.3	15.9	15.7	16.1	16.7	19.5
下降	30.2	24.8	35.5	24.0	35.0	29.0	33.1	25.0	25.0	34.1	35.1	41.3	29.0	34.8	42.3
合計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

面白さ・好き嫌いに関して、女子は小学校第5学年から中学校第2学年にかけて面白くない・好きではないという方向に変わっても、高等学校第2学年になると回復する割合が高く、それぞれ28%、24%である。一方そのような男子はそれぞれ16%、17%と少ない。男子は下降する割合が高く、それぞれ41%、33%である。一方、得点については、下降する割合は男子より女子が高く、男子は女子よりも同一の割合が高い。数学Bの履修状況別にみると、得点の上昇は数学B履修者が32%、非履修者が14%と、違いがある。全般に数学Bの履修者の方が上昇、混合、同一の割合が高い。

## 5. 算数・数学の得点と態度の相互関係の変化

最後に、集団Bの算数・数学の得点と態度の相互関係の変化について分析を行う。

なお、高校数学の履修状況別の、数学の得点と態度の関係については、以前集団2について分析を行っている。集団2は中学校第2学年から高等学校第3学年が対象であったため、「微積分」コース（高等学校第2学年か第3学年で微積分を履修）、「非微積分」コース（微積分以外の数学を履修）、「非数学」コース（高等学校第3学年で数学を履修しない）の3集団に生徒を分け、集団ごとに中学校第2学年から高等学校第3学年までの5年間（1989年度～1993年度）490名の追跡調査結果について、数学の「到達度」「成績の自己評価」「好き嫌い」「態度」の各要因がどのように影響しているかパス係数をもとに分析した。微積分コースでは「到達度」が次年度の「成績の自己評価」や「態度」へ影響を与えるが、他コースではそのような影響はみられなかった。（瀬沼、松原、長崎、1994）なお、ここで「到達度」は「得点」、「態度」は「数学の面白さ」「学ぶ内容の多さ」「いろいろな解き方」の3項目の合計のことである。算数・数学の得点は、集団にかかわらず、次年度に影響を与えているが、得点と態度の相互の影響は少ないことがわかった。

そこで今回、集団Bについて、数学の得点、好き嫌い、面白さについてある年とその3年前の相互関係の変化の分析を行ったのが図4、5、6である。図はパス係数が0.20以上を破線で、0.50以上を実線で、かつパス係数を100倍した値で示したものである。ABCのうち1つの網掛けの部分が目的変数、その他の5つの部分が説明変数である。

図4の左上は、中学校第2学年の男子の数学得点には、小学校第5学年での算数得点、小学校第5学年及び中学校第2学年での算数・数学の好き嫌い、小学校第5学年及び中学校第2学年での算数・数学の面白さのどれも影響していないが、高等学校第2学年での数学得点には中学校第2学年での数学得点と高等学校第2学年での数学の面白さが影響していることを示している。

男女、数学Bの履修・非履修にかかわらず、図4に共通の特徴として、中学校第2学年での数学得点は、高等学校第2学年での数学得点に影響しているが、小学校第5学年での得点は中学校第2学年での得点には影響しないことがあげられる。高等学校第2学年の男子については、高等学校第2学年での数学の面白さは同一学年での数学得点に影響するが、女子及び数学Bの履修・非履修とも、好き嫌い・面白さは数学得点に影響しない。

図5は同様に、中学校第2学年または高等学校第2学年での数学の好き嫌いを目的変数とし、その他の5つの要因の影響を示したものである。

男女、数学Bの履修・非履修にかかわらず、中学校第2学年、高等学校第2学年において数学の面白さは同一学年の数学の好き嫌いに影響している。算数・数学の得点は数学の好き嫌いには影響しない。

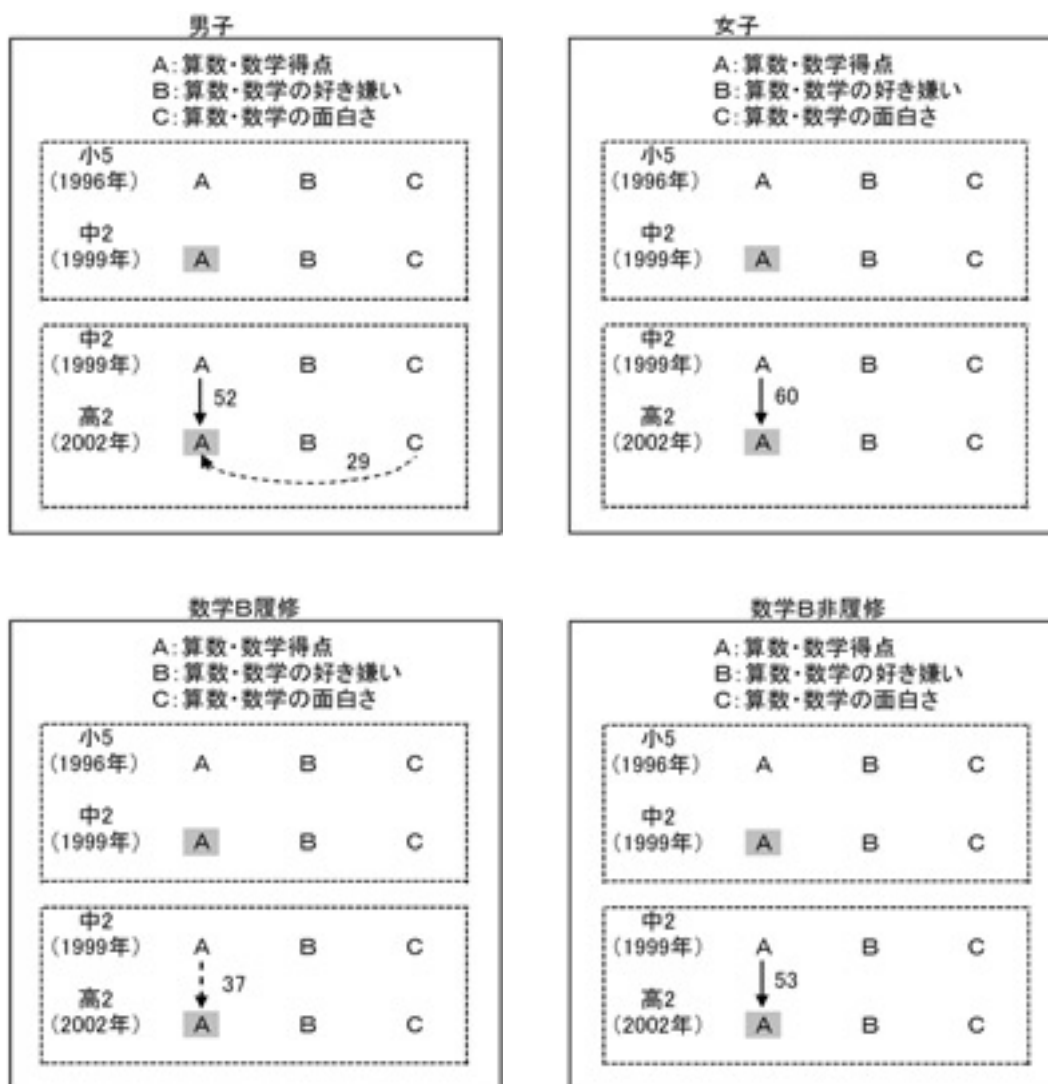


図4 算数・数学得点に対する得点・好き嫌い・面白さの影響  
 (集団B、上：男女別、下：履修別)

図6は同様に、中学校第2学年または高等学校第2学年での数学の面白さを目的変数とし、その他の5つの要因の影響を示したものである。

男女、数学Bの履修・非履修にかかわらず、中学校第2学年、高校第2学年において数学の好き気味は同一学年の数学の面白さに影響している。男子の特徴は、中学校第2学年・高校第2学年において、数学の得点が同一学年での数学の面白さに影響していることである。

図4、5、6から次のようにいえる。得点が高かったから数学が好きになる、あるいはその逆ということはない。小学校から中学校への影響は中学校から高等学校への影響に比べ少ない。これは、小・中学校間ではいつでも挽回のチャンスがあるということである。

## 6. おわりに

本稿では数学教育の立場から調査の意義や論点を論じること、第二にいくつかの視点による特徴的な結果や追跡の結果を明らかにすることにあつた。

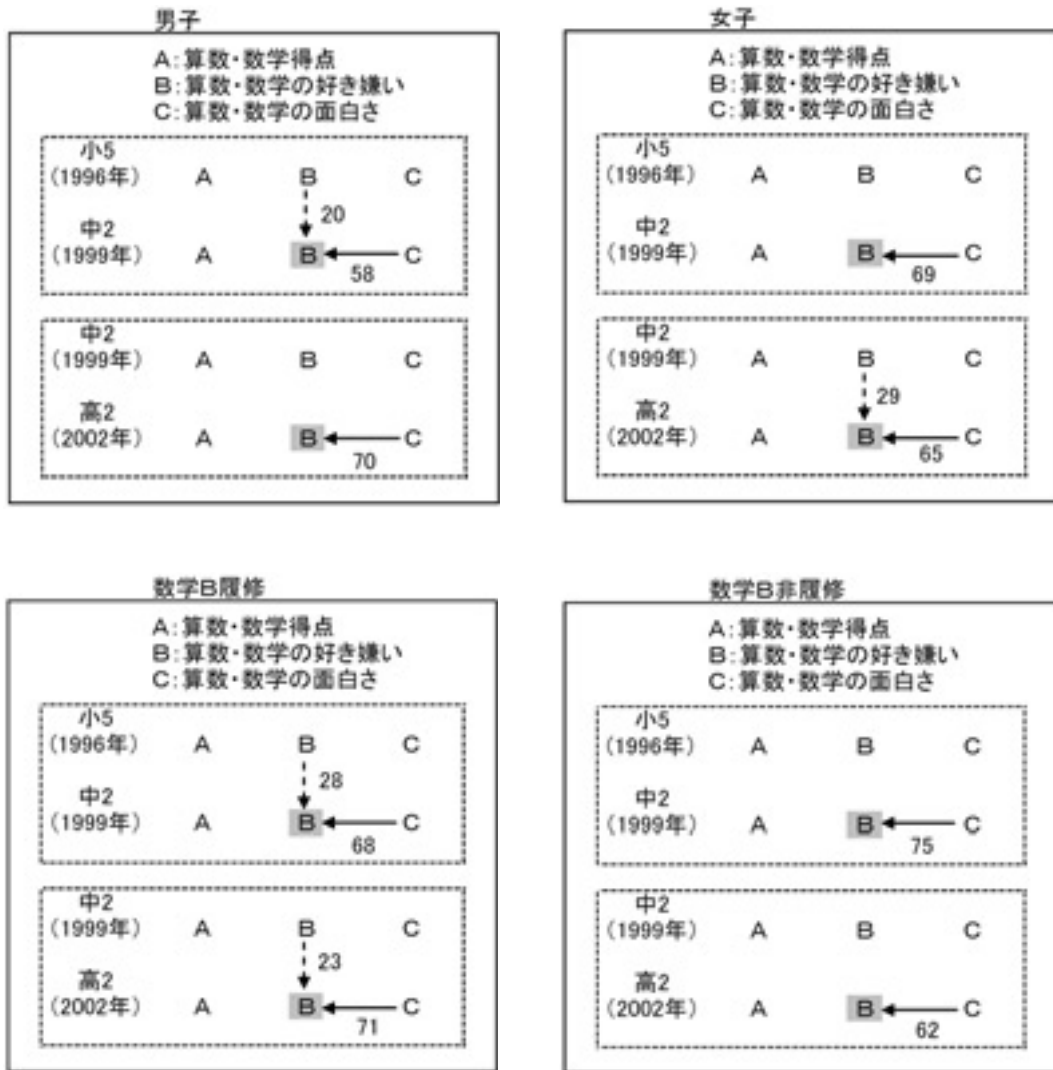


図5 算数・数学の好き嫌いに対する得点・好き嫌い・面白さの影響  
(集団B、上：男女別、下：履修別)

主な知見は次の通りである。

第一に、追跡研究の期間ではアメリカのNLSMAを超え、また、複数の県・学校段階で成績と態度の追跡が可能な点でわが国の数学教育に他に類似の調査はない。算数・数学調査の枠組みについては、1989年当時はIEAによるSIMSの枠組みを参考にした最新のものであったが、その後、調査の手法や環境の変化により限界が明らかになったものもある。それらは出題形式、2次元の枠組み等である。一方、学年間共通問題、読み・科学観調査の内容などには現在も特徴的である。

第二に、算数・数学の世代間や学年間の比較から、小学校第5学年・中学校第2学年・高等学校第2学年の算数・数学の平均正答率は世代や教育課程が変わっても変わっていないこと、個別にみれば教育課程の改訂が影響している問題があること、無回答あるいは問題を注意深く読まない児童生徒が増えていること、教師の指導法が小中高で違っていることなどを明らかにした。次に、集団Bの追跡生徒について、算数・数学の得点・面白さ・好き嫌いの個人内変化とそれらの相互関係の変化の分析を行った。得点や態度等の変化のパターンや相互関係の分析においては、およそ10年前に集団1、及び集団2の分析を行ったため、本稿においてはそれとの関連で、類似の手法により集団



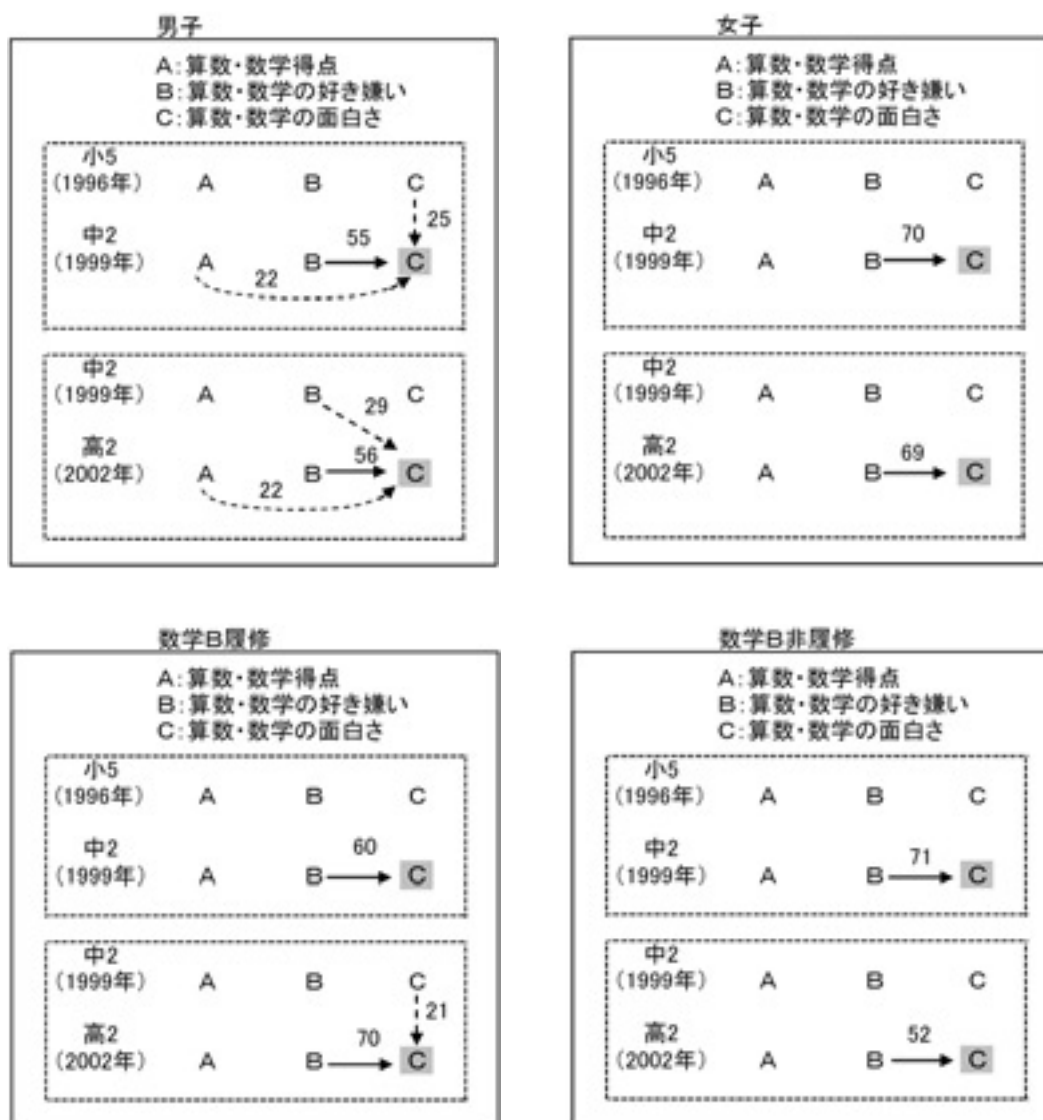


図6 算数・数学の面白さに対する得点・好き嫌い・面白さの影響  
(集団B、上：男女別、下：履修別)

Bについて分析した。面白さは好き嫌いや得点と比べて回答が変わりやすいこと、女子は高等学校第2学年で面白さや好き嫌いが望ましい方向に変わる割合が高いが、男子は否定的になる割合が高いこと、中学校第2学年の得点は高等学校第2学年の得点に影響しているが、小学校第5学年の得点は中学校第2学年の得点には影響せず、中学校第2学年・高等学校第2学年において好き嫌い面白さは相互に影響するが、得点と好き嫌いには相互の影響はないことなどがわかった。今後は、同一の手法で集団1と集団2と集団Bを比較すること、及び、他の集団についても同様に比較を行うつもりである。

なお高等学校においては普通科が対象となり、かつ、その地域の高等学校に進学した生徒のみを対象とすることになるので小・中・高等学校の追跡は人数が減っている。そこで今回の小・中・高等学校という追跡データに加えて、今後は小・中学校だけの追跡データをも作成し、義務教育段階での追跡を行うつもりである。

1986年度から1989年度の本調査開始までの3年間に算数・数学委員として、瀬沼花子、長崎栄三、吉本一幸、鈴木康志、川上純、越智景三、吉川成夫の7名が問題及び質問紙項目の作成・検討を行っ

た。またその後、1989年度から2005年度までの調査期間のいずれかにおいて、上記の7名に加え、島田功、大根田裕、狭間節子、長尾篤志、立花正男、根本博、永田潤一郎、石田淳一、富竹徹、長野東の10名が算数・数学委員としてかかわった。

## 参考文献

- L. Cohen & L. Manion, 『Research Methods in Education』. Croomintom. 1980. pp.48-67.
- 飯田慎司、清水紀宏、小山正孝、中原忠男、山口武志。「算数達成度に関する継続的調査研究 (IV)」全国数学教育学会誌『数学教育学研究』. 第11巻. 2005. pp.161-175.
- 国立教育政策研究所編『TIMSS2003算数・数学教育の国際比較』. ぎょうせい. 2005.
- 国立教育政策研究所編『生きるための知識と技能2 OECD 生徒の学習到達度調査』. ぎょうせい. 2004.
- 小山正孝、中原忠男、飯田慎司、清水紀宏、山口武志。「算数達成度に関する継続的調査研究 (I)」全国数学教育学会誌『数学教育学研究』. 第8巻. 2002. pp.153-166.
- 松原静郎「理数長期追跡研究 - 追跡研究で何がわかったか - 」日本科学教育学会『年会論文集28』. 2004. pp.137-141.
- 長崎栄三、瀬沼花子。「学力を考える」. 『国立教育研究所紀要』第129集. 2000. pp.43-77.
- 長崎栄三、吉川成夫、鈴木康志、川上純、瀬沼花子。「(座談会) 理数長期追跡研究の13年間を振り返って」. 瀬沼花子(研究代表)『数学的・科学的能力や態度の小中高・社会人における発達・変容に関する研究』科学研究費基盤研究(C)(2)研究成果報告書. 国立教育研究所. 1998. pp.67-79.
- 瀬沼花子(研究代表)。「算数・数学の成績や態度等に関する16年間の経年変化の分析的研究」科学研究費基盤研究C研究成果報告書. 国立教育政策研究所. 2007. pp.1-450.
- SENUMA, NAGASAKI, KAWAKAMI, OCHI, YOSHIMOTO, SUZUKI, YOSHIKAWA. 『Longitudinal Changes of Mathematics Achievement and Attitude from 5th to 12th Grade from the Viewpoint of Gender and Mathematics Course』. 『日本数学教育学会数学教育論文発表会論文集30』. 1997. pp.585-590.
- 瀬沼花子、長崎栄三。「算数・数学の到達度と態度の変容に関する男女差」. 日本数学教育学会『数学教育論文発表会論文集29』. 1996. pp.145-150.
- 瀬沼花子、松原静郎、長崎栄三。「高校数学の履修状況からみた数学の到達度と態度の相互関係の変容」. 日本科学教育学会『年会論文集18』. 1994. pp.247-248.
- 瀬沼花子。「数学教育における長期的追跡研究の枠組みと論点 - 理数長期追跡研究 - 」. 『日本数学教育学会数学教育論文発表会論文集27』. 1994. pp.547-552.