

# 「数学のよさ」についての認識調査

——教師や生徒はどのように考え・感じているか——

真田 克彦\*・大田 恭一郎\*\*

(1994年10月15日 受理)

Survey of Some Aspects of Appreciation of Mathematics

——How Recognized by Teachers and Students——

Katsuhiko SANADA\*, Kyouichiro Ota\*\*

## 1. はじめに

最近の学校教育は、社会的にみても、その見直しが図られ、教育の質的転換が求められており、各教科教育においても、このような動きに対して積極的な取り組みが行われようとしている。

数学科では、中学校学習指導要領の目標でも明確にされているように、「数学的な見方や考え方のよさを知り、それらを進んで活用する態度を育てる」ことが視点の一つとして重視されている。このような「数学のよさ」を強調することは、数学教育にとって是非とも必要なことであり、最近の子どもの数学嫌いの増加傾向に対する対策としても、有効であると思われる。

ところで、「数学のよさ」とは何だろうか。数学教師の間では共通概念があるといえるであろうか。普段何気なく使われているが、よく考えてみるとかなり広く漠然とした概念のようにも思われる。このような、もう一つはっきりしない「数学のよさ」について、ひとりひとりの数学教師が描いているイメージを集めて、その全体像を描き出すと、何かが見えてくる可能性がある。例えば、数学教育の現状が少しばかり浮き上がって見えてくるかもしれない。また、「数学のよさ」を子どもたちにわからせる方策が見えてきて、数学好きの子どもを増やすための一つのきっかけを作ることができるかもしれない。

上述の主旨により、教師と生徒が、「数学のよさ」について描いているイメージの全体像をある程度明確にするために、アンケートを実施した。その結果について報告する。

---

\*鹿児島大学教育学部数学科

\*\*鹿児島市立城西中学校

## 2. 調査方法

### 2.1 調査対象と方法

調査は、教師の方は、鹿児島県内の公立中学校の数学科教師全員を対象にした。生徒の方は、鹿児島県下の9校の中学校（A, B, …, H, I校で示す）を抽出して、各学年2クラスずつを対象にするよう依頼した。

調査時期は、平成6年7月であり、教師の場合には郵送で依頼し、生徒の場合には各学校ごとに持参または郵送で依頼した。教師の場合は、270校中140校、284人の回答を得た。回答率は、学校数では約51%、人数では約41%であった。生徒の場合は、9校1,986人の回答を得た。それらの内訳等は表1, 2に示す。

表1 教師回答人数

	人数
全体	284
男性	230
女性	51
不明	3
20代	85
30代	96
40代	42
50代	48
60代	5
不明	8

表2 生徒回答人数

	1年			2年			3年			全体		
	男子	女子	計	男子	女子	計	男子	女子	計	男子	女子	計
A中学校	38	39	77	40	30	70 ( 2 )	33	38	71	111	107	218 ( 2 )
B中学校	38	40	78	37	41	78	38	37	75 ( 1 )	113	118	231 ( 1 )
C中学校	33	38	71 ( 1 )	23	28	51 ( 3 )	38	34	72	94	100	194 ( 4 )
D中学校	39	40	79	42	33	75	36	37	73	117	110	227
E中学校	31	29	60 ( 1 )	32	35	67	23	30	53	86	94	180 ( 1 )
F中学校	35	33	68 ( 1 )	33	29	62 ( 5 )	35	36	71	103	98	201 ( 6 )
G中学校	35	40	75	37	36	73 ( 1 )	34	36	70 ( 1 )	106	112	218 ( 2 )
H中学校	63	56	119	52	53	105 ( 1 )	50	40	90	165	149	314 ( 1 )
I中学校	27	29	56	38	31	69	31	30	61	96	90	186
計	339	344	683 ( 3 )	334	316	650 ( 12 )	318	318	636 ( 2 )	991	978	1,969 ( 17 )

注：( )内は性別不明の数

### 2.2 調査内容

アンケートは、教師対象アンケートと生徒対象アンケートを作成した。それらは、付録1, 2に示す。質問内容の概要は、次の通りである。

教師対象の内容：

(質問1)「数学のよさ」を重視することについての興味

(質問2)「数学のよさ」の感じ方

(質問3)生徒の「数学のよさ」の感じ方の予測

(質問4)「数学のよさや美しさ」を感じさせる授業の具体例

(質問5)「数学のよさや美しさ」に関係する授業で取り上げる話題  
生徒対象の内容

(質問1) 数学の好ききらい

(質問2) 「数学のよさ」の感じ方

(質問3) 「数学の美しさ」の感じ方

(質問4) 「数学のよさや美しさ」を感じた経験

(質問5) 「数学のよさや美しさ」を感じた単元

教師対象の(質問3)と生徒対象の(質問2)の項目は同じものであり、教師と生徒の「数学のよさ」の感じ方の比較に利用できる。

### 3. 調査結果の分析

#### 3.1 教師データ

質問1と質問2の各項について、各回答を5点評価した。例えばQ2の場合、A(よく感じる)は5、B(少し感じる)は4、C(ふつう)は3、D(あまり感じない)は2、E(全く感じない)は1として、各質問項目ごとに平均値を求めたものを表3に示す。

表3 質問1(Q1)、質問2(Q2)の回答平均値(教師データ)

	Q1	Q2-1	Q2-2	Q2-3	Q2-4	Q2-5	Q2-6	Q2-7	Q2-8
全体	4.28	3.97	4.33	3.92	4.04	4.19	3.68	4.24	3.98
男性	4.30	3.91	4.30	3.92	4.05	4.18	3.64	4.23	3.93
女性	4.16	4.27	4.45	3.96	4.00	4.27	3.82	4.35	4.24
20代	4.30	3.96	4.25	3.75	4.02	4.00	3.65	4.26	4.13
30代	4.29	3.99	4.38	3.97	4.02	4.22	3.73	4.20	4.01
40代	4.36	3.88	4.33	3.98	4.05	4.31	3.48	4.14	3.88
50代	4.20	4.00	4.30	4.09	4.13	4.39	3.65	4.30	3.72
60代	4.60	4.60	4.80	4.20	4.20	3.80	4.20	4.40	4.20

注1：Q1、Q2-1～Q2-8については、付録1を参照せよ。

注2：Q1、Q2の回答のAを5、Bを4、Cを3、Dを2、Eを1として集計し平均をとった。

- 『(質問1)「数学のよさ」を重視することについて興味がありますか』に対しては、「たいへんある」が29.6%、「ある」が62.5%で、合わせると92%以上の教師が興味があることを示している。これについては、男女差、年齢差ともにほとんどみられない。
- 『(質問2)「数学のよさ」をどんなところに感じますか』に対しては、表3から、図1(全体と男・女別)、図2(全体と年齢別)を作成した。

図1から、女性教師のサンプル数は男性教師に比べるとかなり少ないが、各項目の平均値は、どれも男性より高い。ただし、{発展性・創造性}(Q2-4)だけ男女の得点が逆転している。

図2から、教師は、{簡潔性・明確性} (Q2-2), {充足性・優位性} (Q2-7), {論理性・確実性} (Q2-5)などに「数学のよさ」を感じていることがわかるが、{優美性・審美性} (Q2-6)にあまり感じていないのは意外である。年齢別にみると、20代、30代の教師は、{充足性・優位性} (Q2-7), {娯楽性・ゲーム性} (Q2-8)によさを感じ、40代、50代の教師は {論理性・確実性} (Q2-5), {簡潔性・明確性} (Q2-2)によさを感じている。

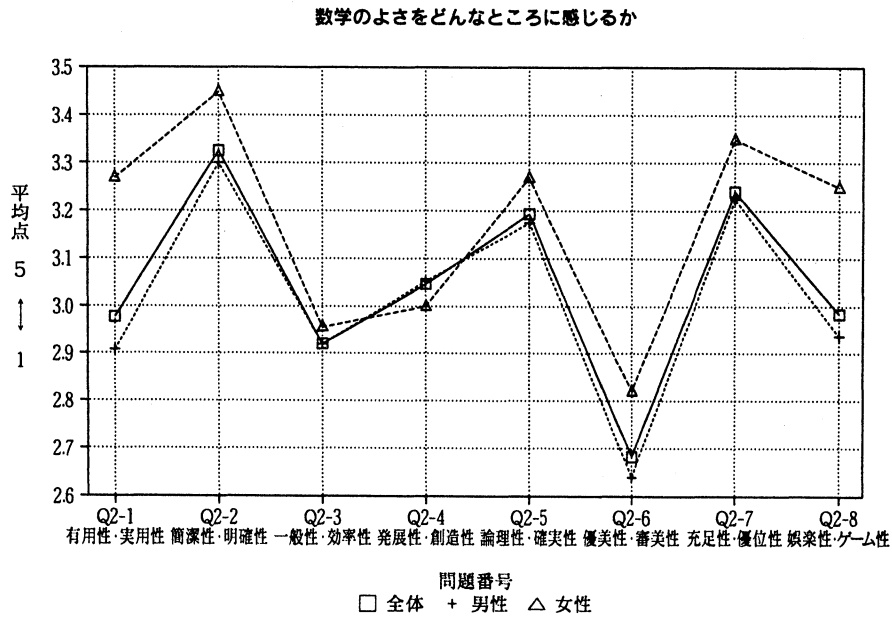


図1 (質問2)の(男女別)回答より(教師データ)

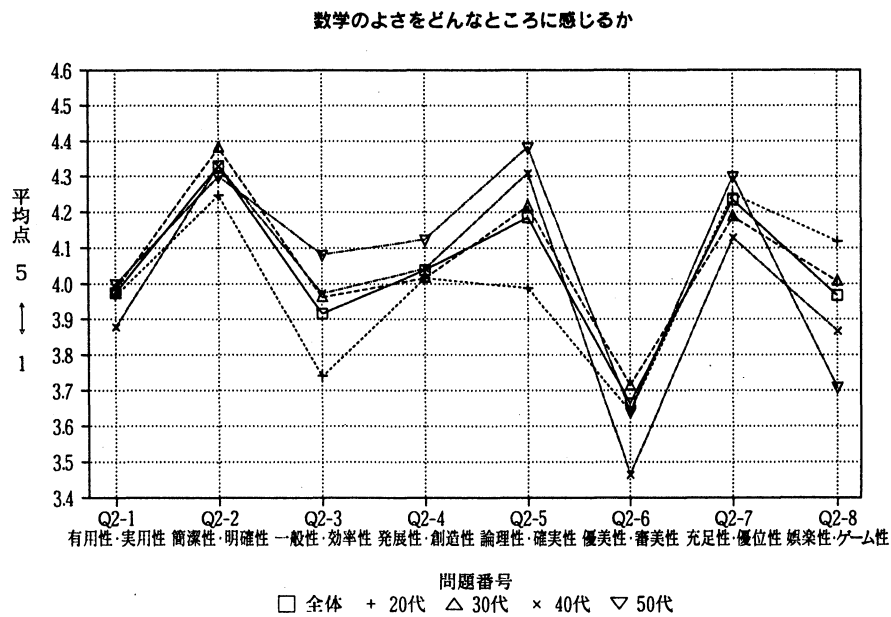


図2 (質問2)の(年齢別)回答より(教師データ)

(3) 『(質問3) 生徒は、「数学のよさ」をどんなところに感じていると思いますか』は、生徒の感じ方を予測させる質問である。18項目は生徒用アンケートの(質問2)と同じである。

図3は、項目を度数順に並べたものである。

- (1) 難しい問題が解けたとき (度数 147)
- (8) 答が一つしかないところ (108)
- (18) 問題を解くことが楽しいこと (101)

などが上位になっており、

- (6) 建物の設計等へ利用されていること (20)
- (15) 座標やグラフの考え方 (13)

などが下位になっている。生徒データとの比較は後述する。

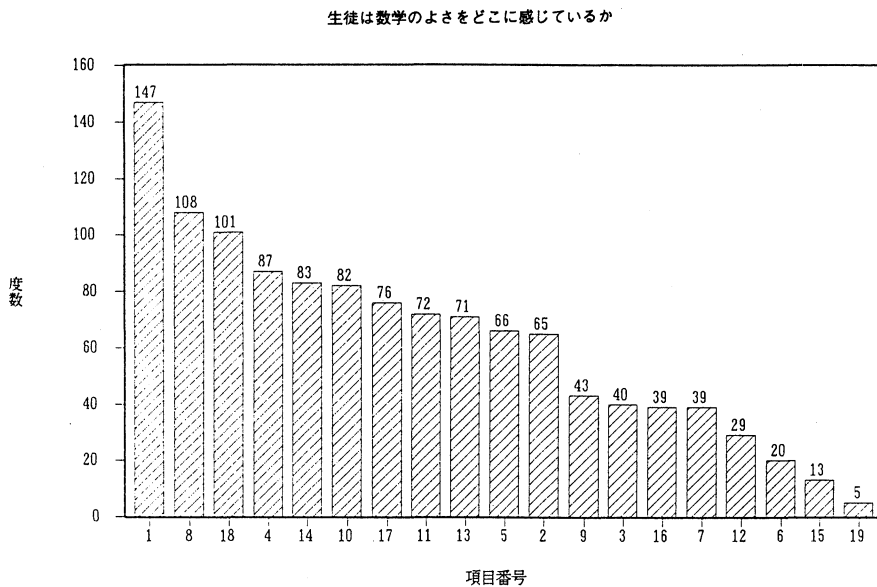


図3 (質問3)の回答より(教師データ)

注：各項目の内容については付録1を参照せよ

### 3.2 生徒データ

(1) 『(質問1) 数学は好きですか』についての結果を図4に示す。「大好き」、「好き」と答えた生徒が32%で、「きらい」、「大嫌い」の26%より多い。しかし、学年が進むに従って「好き」が減り、「きらい」が増えているのが気になるところであるが、これが現在の中学生の実態である。

表4 (質問2)の回答平均値(生徒データ)

項目番号

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
全体	4.03	3.27	2.98	3.37	3.54	2.70	2.93	2.78	3.10	3.11	3.30	2.65	3.13	3.15	2.79	3.30	2.93	3.15
1年	4.11	3.34	3.11	3.68	3.72	2.87	3.08	2.92	3.27	3.30	3.47	3.02	3.28	3.20	3.08	3.57	3.10	3.34
2年	3.98	3.26	3.04	3.34	3.52	2.68	2.92	2.74	3.10	3.09	3.26	2.66	3.21	3.16	2.75	3.25	2.89	3.10
3年	3.98	3.21	2.80	3.06	3.37	2.53	2.77	2.68	2.90	2.92	3.15	2.31	2.88	3.08	2.54	3.05	2.79	3.01

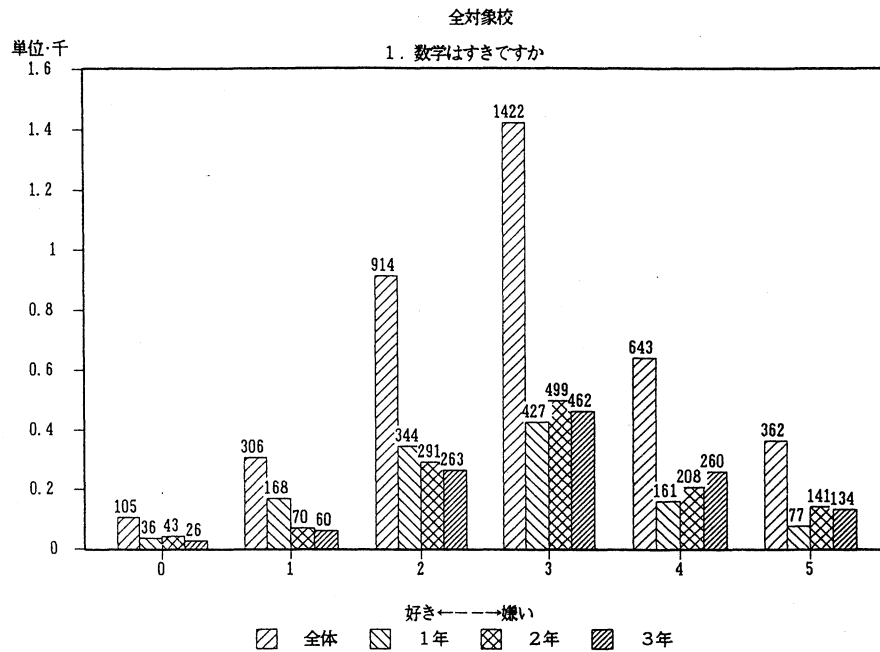


図4 (質問1)の回答より(生徒データ)

注: 0は無回答

(2) 『(質問2) どのところに「数学のよさ」を感じますか』については、教師データと同様に、各回答を5点評価し、平均値を求めたものを、表4に示す。さらに、それを図5に示す。上位にあるのは、

- (1) 難しい問題が解けたときによさを感じた (平均値 4.0)
- (5) 実際に出来ないことが計算で出来たときによさを感じた (3.5)
- (4) 数学が生活に役に立ったときによさを感じた (3.4)

など、{充足性・優位性}、{有用性・実用性}に関係した項目である。一方、下位にあるのは、

- (8) 答が一つしかないところ (2.8)
- (15) 座標やグラフの考え方 (2.9)

など、{簡潔性・明確性}、{一般性・効率性}に関係した項目である。

(3) 『(質問3) どのところに「数学の美しさ」を感じますか』については、

- (4) きちんと証明が出来たときに美しさを感じた
- (5) きれいな答になったときに美しさを感じた

などの項目の得点が高い。図形やグラフに対する美しさの認識は、まだ十分ではない。

### 3.3 教師データと生徒データの関連性

#### (1) 教師の予測と生徒の実態

教師が、生徒が「数学のよさ」をどんなところに感じていると思うか予測した結果は、図3に示した。また生徒の実態は図5に示した。教師・生徒ともに、

(1) 難しい問題が解けたときによさを感じた

が1位になっているが、教師の予測した2位の

(8) 答が一つしかないところ

は、生徒では低い。

しかし、教師の予測が全く的外れというわけではない。図3、図5より教師と生徒の回答に順位を付けた表を作ると、表5のようになる。これから順位相関係数を求めると0.412であり、有意水準0.05で有意となる。したがって、教師の順位と生徒の順位の間に関係が認められる。これにより、教師の見方は、ある程度生徒の認識の実態を把握しているといえる。

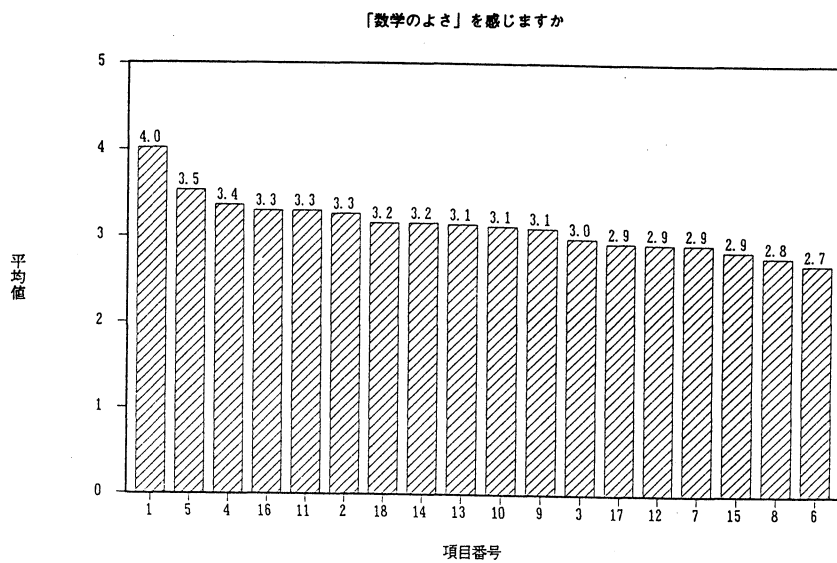


図5 (質問2)の回答より(生徒データ)

注：各項目の内容については付録2を参照せよ

表5 「よさ」の順位相関

	先生	生徒	先生順位	生徒順位	
1	12.4	4.0	1	1	
2	5.5	3.3	11	5	*
3	3.4	3.0	13	12	
4	7.3	3.4	4	3	
5	5.6	3.5	10	2	*
6	1.7	2.7	17	18	
7	3.3	2.9	15	13	
8	9.1	2.8	2	17	*
9	3.6	3.1	12	11	
10	6.9	3.1	6	9	
11	6.1	3.3	8	6	
12	2.4	2.9	16	14	
13	6.0	3.1	9	10	
14	7.0	3.2	5	7	
15	1.1	2.9	18	15	
16	3.3	3.3	14	4	*
17	6.4	2.9	7	16	*
18	8.5	3.2	3	8	

順位相関係数=0.412

注1：図3、図5より作成

注2：\*は先生と生徒の順位の差が大きい項目

## (2) 教師の感じ方と生徒の感じ方

一般的に、教師は、{簡潔性・明確性}、{充足性・優位性}、{論理性・確実性}に「数学のよさ」を感じており、生徒は{充足性・優位性}、{有用性・実用性}に「数学のよさ」を感じている。

また、若い教師も生徒の感じ方に近いよさの感じ方をしている。このことは、数学教育においても、{充足性・優位性}、{有用性・実用性}を優先した授業を行うことにより、生徒を引きつけることが必要であるといえる。

## 4. 「数学のよさ」を認識する要因

アンケートの調査結果から、「数学のよさ」を認識するのは、どのような要因によるのかを検討するために、教師データと生徒データに対して因子分析を行った。

### 4.1 教師データの分析

(質問2)の8項目について、因子分析を行った。因子抽出法として最も一般的な反復主因子分析法を採用し、変数ごとの事前共通性推定値として最大相関係数を代入して固有値を求めた。このときの固有値は2因子以降は1以下になるが、バリマックス法による回転後の因子負荷量の2乗和が最初に1以下になる3因子を抽出した。(表6)

分析結果は、表7に示すように、3つの因子は次のように解釈できる。

因子1：数学の考え方から「数学のよさ」を感じる因子

因子2：数学の問題を解くことに「数学のよさ」を感じる因子

因子3：数学が役に立つ面に「数学のよさ」を感じる因子

ここで注目されるのは、図6に示すように、因子2が年齢に依存していることである。図6はタテが因子1でヨコが因子2とした、サンプル(調査対象者)の散布図である。この図から、サンプルが左から縦長の4つのグループに分かれていることがかなりはっきりと認められる。これらは、左から20代のグループ、30代のグループ、40代のグループ、50・60代のグループである。このことは、図2でも認められたことであるが、因子2(数学の問題を解くことに「数学のよさ」を感じる因子)が年齢に依存していることがかなり顕著であることを示している。

表6 固有値表(教師データ)

[固有値表](回転前)

因子No.	固有値	寄与率	累積%
1	1.7572	22.0 (%)	22.0 (%)
2	0.9909	12.4 (%)	34.4 (%)
3	0.4387	5.5 (%)	39.8 (%)

[固有値表](回転後)バリマックス法

因子No.	二乗和	寄与率	累積%
1	1.1577	14.5 (%)	14.5 (%)
2	1.1076	13.8 (%)	28.3 (%)
3	0.9213	11.5 (%)	39.8 (%)



表7 因子負荷量と因子の解釈（教師データ）

項目名	バリマックス回転後			因子の解釈
	因子1	因子2	因子3	
Q2-5 論理性, 確実性	<b>0.6088</b>	0.0502	0.0641	数学の考え方から 「数学のよさ」を感じる因子
Q2-6 優美性, 審美性	<b>0.5505</b>	0.1326	0.1756	
Q2-2 簡潔性, 明確性	<b>0.4331</b>	0.0187	0.3099	
Q2-8 娯楽性, ゲーム性	-0.0522	<b>0.8542</b>	0.1163	数学の問題を解くことに 「数学のよさ」を感じる因子
Q2-7 充足性, 優位性	0.2324	<b>0.5716</b>	-0.0755	
Q2-1 有用性, 実用性	0.0479	-0.0452	<b>0.6100</b>	数学が役に立つ面に 「数学のよさ」を感じる因子
Q2-3 一般性, 効率性	0.3723	0.0245	<b>0.4945</b>	
Q2-4 発展性, 創造性	0.3143	0.1515	<b>0.3930</b>	

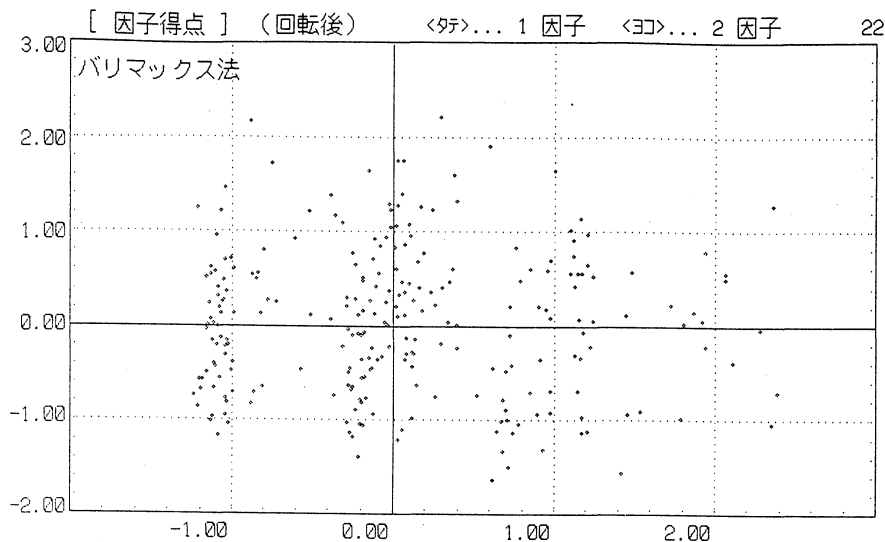


図6 サンプルの散布図（教師データ）

#### 4.2 生徒データの分析

(質問2)の18項目について因子分析を行った。因子抽出法は教師データの場合と同様であり、3つの因子を抽出した。(表8)

分析結果は表9に示すが、3つの因子は教師データに倣って、次のように解釈できる。

因子1：数学の考え方から「数学のよさ」を感じる因子

因子2：数学が役に立つ面に「数学のよさ」を感じる因子

因子3：数学の問題を解くことに「数学のよさ」を感じる因子

教師の場合と因子2と因子3が入れ替わっているが、構成する因子の解釈は同じであると考えられる。ただし、生徒の場合の因子は、教師の場合と多少の違った解釈ができる可能性もあり、今後さらに検討したい。

表8 固有値表 (生徒データ)

[固有値表] (回転前)

因子No.	固有値	寄与率	累積%
1	6.5403	36.3 (%)	36.3 (%)
2	0.5753	3.2 (%)	39.5 (%)
3	0.3880	2.2 (%)	41.7 (%)

[固有値表] (回転後) バリマックス法

因子No.	二乗和	寄与率	累積%
1	2.9271	16.3 (%)	16.3 (%)
2	2.5022	13.9 (%)	30.2 (%)
3	2.0743	11.5 (%)	41.7 (%)

表9 因子負荷量と因子 (生徒データ)

項 目 名	バリマックス回転後		
	因子 1	因子 2	因子 3
(18) 問題を解くことが楽しいこと	<b>0.5650</b>	0.1550	0.3586
(17) 一つ一つのことを筋道をたてて考えること	<b>0.5506</b>	0.3333	0.2301
(12) 証明の素晴らしさ	<b>0.5294</b>	0.3752	0.1990
(10) 解法がいくつかあるところ	<b>0.5094</b>	0.3548	0.3135
(11) 公式が利用できるとき	<b>0.4988</b>	0.2902	0.3631
(16) ややこしい所をすっきりまとめることができる	<b>0.4896</b>	0.2780	0.3563
(9) 他の分野や他の学問へ利用できるところ	<b>0.4779</b>	0.4254	0.2539
(8) 答が一つしかないところ	<b>0.4736</b>	0.2317	0.1314
(13) 覚えなくても考えればよいところ	<b>0.4310</b>	0.2554	0.2364
(6) 建物の設計等へ利用されていること	0.1834	<b>0.6199</b>	0.1535
(7) 古くから考えられていることが今でも利用できること	0.3083	<b>0.5822</b>	0.1848
(15) 座標やグラフの考え方	0.3468	<b>0.4972</b>	0.2176
(14) コンピュータなどの先端技術へ利用されている	0.2394	<b>0.4692</b>	0.1297
(4) 生活に役に立ったとき	0.2011	<b>0.4457</b>	0.3650
(9) 他の分野や他の学問へ利用できるところ	0.4779	<b>0.4254</b>	0.2539
(1) 難しい問題が解けたとき	0.3786	0.0660	<b>0.5587</b>
(3) 数学を使って予想が出来たとき	0.2142	0.3681	<b>0.5443</b>
(2) 記号を使って簡単に解けたとき	0.1524	0.1432	<b>0.5229</b>
(5) 実際に出来ないことが計算で出来たとき	0.2810	0.2990	<b>0.4709</b>

## 5. 「よさ」を意識した授業実践

教師対象アンケート (質問4) で、「数学のよさや美しさ」を感じさせることができたと思われる授業の具体例を記述してもらった。

全部で349件の授業例の記述があり、それらを分類して表にしたものが表10である。表には授業例とその度数が示されている。例えば、表10のトランプという項目は、「正負の数」の単元の授業であり、トランプの黒のカードを正の数とし、赤のカードを負の数として使った授業例を示している。その下にそのような授業例が記述されていた件数 (度数) が20件であることが記されている。授業例の件数の多いベスト18を表11に示す。

これらは、教師が普段「数学のよさや美しさ」を感じさせるために創意・工夫して実践している

表10 「数学のよさや美しさ」を感じさせる授業例

単元	1	2	3	4	5	6	7	8	9	計
1 正負の数	トランプ	反対を+-で表す	数の拡張	数直線の活用	鶴亀算	パソコンのシミュレーション	小町算や魔法陣	ゴルフのスコア	加法と減法の統一	34
2 文字と式	文字で表す	簡潔な式	マッチ棒クイズ	カレンダーの活用	分配法則を模型で	数当てゲーム	指数の便利さ			30
3 方程式	天秤	式で表す	等式の性質	問題づくり	パソコンの利用					32
4 関数と比例	フラックボックス	グラフを描く作業から	実生活から	座標をベクトルで表す	自動販売機	パソコンの活用	水槽図			16
5 平面図形	垂直二等分線(キー)	しきつめ	OHPで星の回転							6
6 空間図形	パソコンの活用	折り紙で立体を作成	模型による切断面	編ゴムとTPシートに	透明な立体に水を入	正多面体が5種類し	論理的思考の素地	モジュールを活用	作図の作業での意欲付け	35
7 式の計算	カレンダー	他教科(理・技)へ	一般性							3
8 不等式	文字で表す	数直線で解を表現								2
9 連立方程式	文字で表す	1式で多数解る式で	ポンタンの兵六餅	二つの文字で立式	碁石ゲーム	問題づくり	取りまりの方法	二種類の箱	多様な解法	16
10 一次関数	変化の様子を視覚的	二元一次方程式との	日常の事象のグラフ	ダイヤグラム	線香燃やし	フラックボックス	辛ばかり			14
11 平行と合同	証明の論理性シンプ	パソコンの利用	多角形の内角の和	証明パターンの徹底	合同条件	最短距離は?	補助線による多様な考え方			11
12 三角形と四角形	しきつめ	三角形から全ての図	重心							4
13 相似な図形	拡大縮小コピー	OHP	顕微鏡	実際に不可能なもの	パンタグラフ	太陽光線				7
14 資料の処理	資料の特徴を読み取	板の平均	日常の事象のグラフ	学年クラスのデータ活用	2進法から数の仕組	世の中にとれくらい	パソコンの活用			20
15 多項式	直積表(面積図)	タイル								9
16 平方根	数の拡張	正方形の面積から一	パソコンによる無理数	正方形の折り紙	四則を同時展開し続	黄金比	B5の紙	作図		16
17 二次方程式	解の公式のよさ	実際ありえない解が	多様な解法							7
18 関数	カーテンレール	放物線(軌跡)の美	方程式の解をグラフ	日常の事象のグラフ						13
19 計量と相似	実際不可能なもの	体積比は見て目より	球の表面積体積の公	多様な考え方を発表	立体の製作	計量カップ				13
20 三平方の定理	定理発見のいきさつ	張り合わせて正方形	直角三角形の神秘性	2正方形から1正方形	グラウンドでの直角	いろいろな図形の長さ	代数和幾何の橋渡し	証明の多様さ	工作(寸法どり)へ生か	33
21 円	円周角の発展	円の美しさ	ジオボッド	多様な考え方を発表	サッカーゴールに入る角度	パソコンの利用				11
22 確立と統計	曖昧な事象の数理化	宝くじ	標本調査	予想が実際とはほぼ一	身近なスポーツテスト	パソコンの活用	ジャンケンの手懸	出生率	降水確率	17

授業の集大成である。これらの授業の特徴としては

- ①黒板とチョークという授業よりも、教具などに工夫を凝らした授業
- ②視覚に訴える授業
- ③ゲーム的な要素を取り入れた授業
- ④パソコンを効果的に活用した授業
- ⑤実験的な授業
- ⑥過程に魅力があり、結果に到達した喜びのある授業

などが挙げられる。

## 6. お わ り に

「数学のよさ」とはなにかを探究するために、その第1段階として、今回のアンケートを実施した。この調査から、次のようなことがいえる。

### (1) 「数学のよさ」のイメージ

「数学のよさ」のイメージは、3つの因子から合成されたものであることがわかった。すなわち、

数学の考え方から「数学のよさ」を感じる因子 ( $\alpha$ 因子)

数学の問題を解くことに「数学のよさ」を感じる因子 ( $\beta$ 因子)

数学が役に立つ面に「数学のよさ」を感じる因子 ( $\gamma$ 因子)

から合成されるものであり、一面だけから見るのは必ずしも正しい見方ではない。

### (2) 「数学のよさ」の感じ方は、年齢とともに移行する

教師データでは、数学の問題を解くことに「数学のよさ」を感じる $\beta$ 因子が、年齢に依存していることがかなりはっきりと示された。これは、若い教師ほどこの因子が強く、歳をとるに従って弱くなっていく。その反面、歳をとるに従って数学の考え方に「数学のよさ」を感じる $\alpha$ 因子が強くなっていくと考えられる。したがって、このことは一方に偏っているということではなく、その度合いが移行していると考えるのが自然である。

すなわち、数学の問題を解くことに「よさ」を感じる $\beta$ 因子が、数学の考え方に「よさ」を感じる $\alpha$ 因子に先行していると考えられる。このことから、生徒に「よさ」を感得させる場合に、授業の導入では「充足性・優位性」「娯楽性・ゲーム性」を感じさせるような場面を設定し、授業の展開では「論理性・確実性」「簡潔性・明確性」を感じさせるような場面を設定することが、教育方法の一つとして考えられる。

### (3) 数学の「好き・きれい」と、「数学のよさ」についての興味関心

生徒は、学年が進むに従って、数学好きが減り、数学嫌いが増えている。「数学のよさ」についての興味関心も学年が進むに従って減っている。「数学のよさ」について興味関心を持たせることが、数学嫌いを増やさない方策であると考えられる。

表11 「数学のよさや美しさ」を感じさせる授業例ベスト18

授 業 例	単 元	度数
(1) トランプ	(正負の数)	20
(2) 天 秤	(方程式)	17
(3) パソコンの活用	(空間図形)	11
(4) 文字で表す	(文字と式)	11
(5) 折り紙で立体を製作	(空間図形)	11
(6) 式で表す	(方程式)	9
(7) 簡潔な式	(文字と式)	9
(8) 定理発見のいきさつ	(三平方の定理)	8
(9) 張り合わせて正方形	(三平方の定理)	8
(10) 数の拡張	(平方根)	8
(11) 模型による切断	(空間図形)	7
(12) 直積表(面積図)	(多項式)	6
(13) 文字で表す	(連立方程式)	6
(14) 資料の特徴を読みとる	(資料の整理)	6
(15) マッチ棒クイズ	(文字と式)	6
(16) 円周角の発展	(円)	6
(17) ブラックボックス	(関数と比例)	6
(18) 解の公式のよさ	(二次方程式)	5

#### (4) 「数学のよさ」を感じさせる授業

「数学のよさ」を感じさせる授業例は、教師の創意・工夫で行われている。特に、表10からパソコンを使った授業例が20件挙げられている。パソコンを利用した授業は、「数学のよさ」を感じさせるために行われていることが多く、また非常に有効な手段であると考えられる。

#### (5) 「数学のよさ」の測定用具

「数学のよさ」については、人によって考え方・感じ方に幅があり、共通概念であるようで、共通しないところもある。「数学のよさ」について、授業をある程度客観的に評価できるような、測定用具を作る必要がある。今回抽出した「数学のよさ」を認識する要因としての因子を基にして検討したい。

この調査は、鹿児島県の教師と生徒を対象としたものであるが、必ずしもローカルな結果がでるのではなく、ある程度普遍的なものが出てくるものと考えている。今回は第一段階の分析であり、今後さらに分析を進め、深める予定である。

調査にご協力いただいた、鹿児島県の先生方と生徒の皆様方に感謝の意を表する次第である。また、調査の立案の段階でご協力いただいた越智秀章教諭（鹿児島工業高校）にも感謝の意を表する。

#### 参 考 文 献

- 1) 中学校数学指導資料(1993.6), 学習指導と評価の改善と工夫, 文部省.

- 2) 数学教育, 1994, 2.
- 3) 菊池 (1993), 「数学のよさ」を感得する学習指導の一考察, 埼玉大学研修報告書.
- 4) 今井 (1985), 生徒の数学に対する態度に影響を与える要因について, 数学教育学論究43・44.

付録1 教師用アンケート

数学のよさについてのアンケート

[ ] 中学校 氏名 [ ]

性別（男・女） 年齢（20代，30代，40代，50代，60代）

1 「数学のよさ」を重視することについて，興味がありますか。○印を付けてください。

A. たいへんある B. ある C. わからない D. ない E. まったくない

2 先生は，数学のよさをどんなところに感じておられますか。

次の各項目について，A，B，C，D，Eのうちから，ひとつ選んで○印を付けて下さい。ただし，A（よく感じる），B（少し感じる），C（ふつう），D（あまり感じない），E（全く感じない）とします。

- (1) 有用性，実用性（実際に役立つこと）
- (2) 簡潔性，明確性（記号，式を用いて簡明に表せること）
- (3) 一般性，効率性（抽象化に起因する適応範囲の広いこと）
- (4) 発展性，創造性（自由な思考により発展させられること）
- (5) 論理性，確実性（論理の厳密さで結果が信頼できること）
- (6) 優美性，審美性（得られた手法や結果が美しいこと）
- (7) 充足性，優位性（難問等を解決できたときの満足感）
- (8) 娯楽性，ゲーム性（問題を解くこと自体が楽しいこと）

A	B	C	D	E
A	B	C	D	E
A	B	C	D	E
A	B	C	D	E
A	B	C	D	E
A	B	C	D	E
A	B	C	D	E
A	B	C	D	E

3 生徒は，「数学のよさ」をどんなところに感じていると思われますか。

次の項目の中から，5つ以内を選んで○印を付けてください。

- |                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | (1) 難しい問題が解けたとき              |
| <input type="checkbox"/> | (2) 記号を使って簡単に解けたとき           |
| <input type="checkbox"/> | (3) 数学を使って予想が出来たとき           |
| <input type="checkbox"/> | (4) 生活に役に立ったとき               |
| <input type="checkbox"/> | (5) 実際に出来ないことが計算で出来たとき       |
| <input type="checkbox"/> | (6) 建物の設計等へ利用されていること         |
| <input type="checkbox"/> | (7) 古くから考えられていることが今でも利用できること |
| <input type="checkbox"/> | (8) 答が一つしかないところ              |
| <input type="checkbox"/> | (9) 他の分野や他の学問へ利用できること        |
| <input type="checkbox"/> | (10) 解法がいくつかあるところ            |
| <input type="checkbox"/> | (11) 公式が利用できること              |
| <input type="checkbox"/> | (12) 証明の素晴らしさ                |
| <input type="checkbox"/> | (13) 覚えなくても考えればよいところ         |
| <input type="checkbox"/> | (14) コンピュータなどの先端技術へ利用されている   |
| <input type="checkbox"/> | (15) 座標やグラフの考え方              |
| <input type="checkbox"/> | (16) ややこしい所をすっきりまとめることができる   |
| <input type="checkbox"/> | (17) 一つ一つのことを筋道をたてて考えること     |
| <input type="checkbox"/> | (18) 問題を解くことが楽しいこと           |
| <input type="checkbox"/> | (19) その他 ( )                 |
| <input type="checkbox"/> | (20) その他 ( )                 |

- 4 先生ご自身が、「数学のよさや美しさ」を感じさせることができたと思われる授業がありましたら、その教材の領域とその具体的な内容を教えて下さい。

次に示す領域の中で、該当する領域の「数学のよさ」か、「美しさ」の欄に○印をつけて下さい。さらに、具体的内容を簡単に右の空欄に書いて下さい。

【例】「関数のよさ」の具体例

「ブラックボックスの模型を使って興味付けをし、視覚的に理解させるようにした後、関数を式で表現する簡潔性を教えた。」

単 元	よ さ	美しさ	具 体 的 内 容
正 負 の 数			
文 字 と 式			
方 程 式			
関 数 と 比 例			
平 面 図 形			
空 間 図 形			
式 の 計 算			
不 等 式			
連 立 方 程 式			
1 次 関 数			
平 行 と 合 同			
三 角 形 四 角 形			
相 似 な 図 形			
資 料 の 整 理			
多 項 式			
平 方 根			
2 次 方 程 式			
関 数			
計 量 と 相 似			
三 平 方 の 定 理			
円			
確 率 と 統 計			

- 5 生徒に「数学のよさや美しさ」を感じさせるために、特に授業で取り上げている話題がありましたら、教えてください。

例えば、ピタゴラスの定理や黄金分割などに関連した話題。数学が社会のどんな分野で役立っているかとか、さらにそれと関連付けた話題など。

[ご協力ありがとうございました!!]



## 付録2 生徒用アンケート

## 「数学のよさ」についてのアンケート

[ ] 中学校 [ ] 年 男・女 [ ]

☆ これから、「数学のよさ」についてのアンケートを行います。

次の質問1から3の各項目について、A, B, C, D, Eのうちから、1つ選んで  の中をぬりつぶして下さい。

1. 数学は好きですか。

 A 大好き  B 好き  C どちらでもない  D きれい  E 大きらい

2. どんなとき、どういうところに「数学のよさ」を感じますか。

A. よく感じる B. 少し感じる C. ふつう D. あまり感じない E. 全く感じない

- |  |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|
| (1) 難しい問題が解けたときによさを感じた                                 | A | B | C | D | E |
| (2) 記号を使って簡単に解けたときによさを感じた                              | A | B | C | D | E |
| (3) 数学を使って予想が出来たときによさを感じた                              | A | B | C | D | E |
| (4) 数学が生活に役に立ったときによさを感じた                               | A | B | C | D | E |
| (5) 実際に出来ないことが計算で出来たときによさを感じた<br>(非常に大きな数や非常に小さい数を使って) | A | B | C | D | E |
| (6) 建物の設計等へ利用されていることによさを感じた                            | A | B | C | D | E |
| (7) 古くから考えられていることが今でも利用できることによさを感じた                    | A | B | C | D | E |
| (8) 答が一つしかないところによさを感じた                                 | A | B | C | D | E |
| (9) 他の分野や他の学問へ利用できることによさを感じた                           | A | B | C | D | E |
| (10) 解法がいくつかあるところによさを感じた                               | A | B | C | D | E |
| (11) 公式が利用できることによさを感じた                                 | A | B | C | D | E |
| (12) 証明の素晴らしさによさを感じた                                   | A | B | C | D | E |
| (13) 覚えなくても考えればよいところによさを感じた                            | A | B | C | D | E |
| (14) コンピュータなどの先端技術へ利用されていることによさを感じた                    | A | B | C | D | E |
| (15) 座標やグラフの考え方によさを感じた                                 | A | B | C | D | E |
| (16) ややこしい所をすっきりまとめることができることによさを感じた                    | A | B | C | D | E |
| (17) 一つ一つの事を筋道をたてて考えることによさを感じた                         | A | B | C | D | E |
| (18) 問題を解くことが楽しいということによさを感じた                           | A | B | C | D | E |

3. どんなとき、どういうところに「数学の美しさ」を感じますか。

- |                                 |   |   |   |   |   |
|---------------------------------|---|---|---|---|---|
| (1) 図形に美しさを感じた                  | A | B | C | D | E |
| (2) グラフに美しさを感じた                 | A | B | C | D | E |
| (3) 図形を一定の規則にしたがって並べたときに美しさを感じた | A | B | C | D | E |
| (4) きちんと証明が出来たときに美しさを感じた        | A | B | C | D | E |
| (5) きれいな答になったときに美しさを感じた         | A | B | C | D | E |

4. 「数学のよさや美しさ」を感じた経験(授業など)を自由に書いて下さい。

5. 算数・数学のどの単元で、これまで「よさ」「美しさ」を感じましたか。

「よさ」(114単元)の中で10個以内の箇所に○印をつけて下さい。

また、「美しさ」(114単元)の中で10個以内の箇所に○印をつけて下さい。

学年	算数・数学の単元	よさ	美しさ
小 1	1 10までのかず		
	2 なんばんめ		
	3 いくつといくつ		
	4 たしざん(1)		
	5 ひきざん(1)		
	6 けいさんかあど		
	7 10よりおおきいかず		
	8 かたち(1)		
	9 とけい		
	10 大きさくらべ		
	11 いろいろなけいさん		
	12 たしざん(2)		
	13 ひきざん(2)		
	14 100までのかず		
	15 たしざんとひきざん		
	16 かたち(2)		
小 2	17 ばしょのあらわしかた		
	18 たしざんのひっさん		
	19 ひきざんのひっさん		
	20 1000までのかず		
	21 長さくらべ		
	22 大きなかずのたしざん		
	23 ひょうとグラフ		
	24 とけい		
	25 水のかさ		
	26 大きなかずのひきざん		
	27 メートル		
	28 たしざんとひきざん		
	29 かけざん(1)		
	30 かけざん(2)		
	31 かけざん(3)		
	32 三角形と四角形		
	33 長方形と正方形		
	34 10000までのかず		
	35 はこのかたち		
小 3	36 かけ算		
	37 かけ算のひっ算		
	38 ひょうとぼうグラフ		
	39 わり算		
	40 時間と時こく		
	41 大きな数		
	42 たし算とひき算		
	43 円と球		
	44 わり算のひっ算		
	45 大きな数のわり算		
	46 三角形		
	47 長さ		
	48 分数		
	49 小数		
	50 2けたのかけ算		
	51 重さ		
	52 式のつかいかた		
小 4	53 大きな数		
	54 角		
	55 四角形		
	56 がい数		
	57 整数のかけ算		

学年	算数・数学の単元	よさ	美しさ	
小 4	58 整数のわり算			
	59 式と計算			
	60 面積			
	61 おれ線グラフ			
	62 小数のたし算とひき算			
	63 小数のかけ算とわり算			
	64 直方体と立方体			
	65 分数			
	66 しりょうの整理			
	67 2つのかかわる量			
	小 5	68 整数と小数		
		69 小数のかけ算とわり算		
		70 図形の合同		
		71 図形の性質		
72 倍数と約数				
73 分数				
74 分数の計算				
75 図形の面積				
76 単位量あたりの考え				
77 体積と容積				
78 円と正多角形				
79 文字と式				
80 割合とグラフ				
小 6		81 分数のかけ算とわり算		
		82 分数を使った計算		
		83 対称		
	84 立体			
	85 比			
	86 比と割合			
	87 拡大図と縮図			
	88 比例と反比例			
	89 ちらばりの調べ方			
	90 並べ方と組み合わせ方			
	91 メートル法のしくみ			
	92 いろいろな見方			
	中 1	93 正負の数		
		94 文字と式		
95 方程式				
96 関数の比例				
97 平面図形				
98 空間図形				
中 2		99 式の計算		
		100 不等式		
		101 連立方程式		
		102 1次関数		
	103 平行と合同			
	104 三角形と四角形			
	105 相似な図形			
	106 資料の整理			
	中 3	107 多項式		
		108 平方根		
109 2次方程式				
110 関数				
111 計量と相似				
112 三平方の定理				
113 円				
114 確率と統計				