

大学の数学を苦痛と捉える学生の実態把握と、その原因の探求  
～小・中学校数学専攻4回生を対象としたアンケート調査を通して～

2006年度馬場ゼミ生 宮崎萌恵

はじめに

2006年の12月、大阪教育大学の小・中学校の数学専攻4回生（約60名）を対象に、アンケート調査を実施したところ、回収した48名の回答から、大学で数学を専攻し、これから教師になっていく学生の約60%が、「高校までの数学は好きだけど、大学の数学は苦痛だ」と感じていることが明らかとなった。子ども達に数学を教える上で、自身が数学の専門家たるべき先生が、このような実態にあることを踏まえ、本稿では、現状改善のために、高校までの数学は得意でも、大学の数学でつまづく原因を下の2つの仮説に基づき調査した。そして、それを克服するための新たなカリキュラム・教材の開発の必要性を指摘している。

仮説

1. 原因は、それぞれが高校までにつけた能力の差にあるのではないか。
2. 原因は、高校までの数学と大学の数学の間にある‘差’にあるのではないか。

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 目次                          | 2  |
| 序章 アンケート調査を実施するに当たって        | 3  |
| (1) アンケートを実施するに至った理由とその目的   | 3  |
| (2) アンケート内容                 | 3  |
| (3) 調査対象・方法                 | 7  |
| 第一章 問題の所在                   | 7  |
| (1) 大学に入って数学が苦痛となった学生の割合    | 7  |
| (2) アンケート回答者の卒業後の進路         | 7  |
| (3) 数学に対する捉え方の比較            | 8  |
| (4) まとめ                     | 9  |
| 第二章 仮説1に基づく原因の探求            | 10 |
| ～高校までの数学の勉強方法に重点を置いて～       |    |
| (1) 数学科を専攻した理由              | 10 |
| (2) 高校までの数学の捉え方             | 11 |
| (3) 高校までの数学の定理や公式の取り扱い      | 13 |
| (4) 高校までの数学の問題の解き方          | 14 |
| (5) 日常生活での疑問解決方法            | 16 |
| (6) まとめ                     | 17 |
| 第三章 仮説2に基づく原因の探求            | 17 |
| ～高校までの数学と大学の数学との間の差に重点を置いて～ |    |
| (1) アンケートの調査結果              | 17 |
| (2) 高校までの数学と大学の数学の特徴        | 20 |
| (3) まとめ                     | 21 |
| その他の調査結果の報告                 | 22 |
| (1) 数学を通して伝えたいこと            | 22 |
| (2) なりたくない教師像               | 23 |
| (3) 数学の面白さとは                | 24 |
| 総括「今回の反省点と今後の課題」            | 25 |

## 序章 アンケート調査を実施するに当たって

### (1) アンケートを実施するに至った理由とその目的

私は、小学校、あるいは中学・高等学校の数学の教員を目指す約60名の仲間と共に、4年間数学を学んできた。この4年間に、「高校までの数学は好きだったけど、大学の数学は何をやっているのか意味がわからず苦痛だ」という仲間の声をよく耳にした。そして、「大学の数学を苦痛なものと捉えたまま、未来の数学者を育てる教師になっていく」ということが実際に起こってしまうのだろうか？という疑問を以前から抱いていた。そこで、アンケート調査を実施することで実態を明らかにし、問題を提示しようと考えた。

また、大学の数学でつまずいた学生も、そうでない学生も、皆高校までは同じように数学が得意だったはずである。それなのに、大学に入ってから差が生じているとすれば、その原因はどこにあるのか。高校までの数学で身につけてきた能力に差があるのか。それとも、高校までの数学と大学の数学との間の差が大きすぎるからなのか。こういった点を明らかにした上で、高校までの数学において、つけるべき力を考察し、今後の数学教育の改善に活かしていくことを目的とした。

### (2) アンケート内容

アンケート用紙は次のようなものである。

### 「数学に関するアンケート調査」

数学科の皆さん、お忙しいところすみません。4年生もあとわずかですね。いかがお過ごしですか？馬場ゼミの宮崎です。今回、卒業と大学院進学に関わる研究のために、このアンケート調査をさせていただくことになりました。お手数をおかけしますが、どうかご協力をお願いします。ご質問などがあれば、下記の連絡先までお願いします。

小学校教員養成課程・数学専攻 宮崎萌恵  
指導教官 馬場良始  
連絡先： \*\*\*\*\*

**Q1. あなたが「数学科」を選んだ理由として、あてはまる番号すべてに○をしてください。**

- 1 高校まで、数学が一番得意だったから。
- 2 高校まで、数学が一番好きだったから。
- 3 なんとなく数学に興味があったから。
- 4 入試で一番点が採れるのが数学なので合格できると思ったから。
- 5 その他 ( )

**Q2. あなたの卒業後の進路に○をしてください。(予定で構いません。)**

- 1 小学校の先生、または講師
- 2 中学校の数学の先生、または講師
- 3 高校の数学の先生、または講師
- 4 一般企業に就職
- 5 その他 ( )

**Q3. あなたの高校までの数学の捉え方に、最も近い番号一つに○をしてください。**

- 1 数学は得意だったし、やっていて面白いと感じるので好きだった。
- 2 数学は得意だったけど、大して面白さは感じていなかった。
- 3 数学は得意じゃなかったけど、面白くて好きだった。
- 4 数学は得意じゃなかったし、好きでもなかった。

**Q4. 大学に入ってから(純粹)数学に対するあなたの気持ちに近いものどちらかに○をしてください。**

1. 大学に入って、新たな数学の面白さを知り、数学を好きだと感じるようになった。  
→Q5へ
2. 大学に入って、数学がわからなくなり、数学が苦痛になった。→Q6へ

**Q5. Q4で1を選んだ方への質問です。**

あなたにとって、数学の面白さは、ずばり何ですか? →この後はQ7へ

[ ]

**Q6. Q4で2を選んだ方への質問です。**

あなたの心境に近いものすべてに○をしてください。 →この後はQ7へ

- 1 大学の数学も、わかればきっと楽しいと思う。
- 2 もっとちゃんと勉強していれば良かったと思う。
- 3 大学の数学は、自分の中では数学ではないので興味はない。
- 4 自分は純粹数学よりも、数学教育に興味があるのだ。

**Q7. あなたは、高校までの数学と大学の数学について、どう思いますか?あてはまるもの一つに○をしてください。**

- 1 高校までの数学と大学の数学は、まったく別のものとしか言いようがない。→Q8へ
- 2 高校までの数学と大学の数学は、大きく違うところもあるが、共通するところもある。  
→Q8とQ9へ
- 3 高校までの数学と大学の数学に大差はない。どちらも同じ数学である。→Q9へ

**Q8.** Q7で、1、あるいは2を選んだ方への質問です。

あなたは、高校までの数学と大学の数学の大きな違いは何だと思えますか？

[ ]

→次は Q9 もしくは Q10 へ

**Q9.** Q7で2、もしくは3を選んだ方への質問です。

あなたは、高校までの数学と大学の数学の共通点は何だと思えますか？

[ ]

→次は Q10 へ

**Q10.** あなたに最もあてはまる番号一つに○をしてください。

- 1 高校までの定理や公式は、とにかく暗記して使っていた。
- 2 高校までの定理や公式は、なぜそれが成り立つのか自分で理解してから、暗記して使っていた。
- 3 高校までの定理や公式は、考えれば自分で導けるので、暗記するまでもなかった。
- 4 高校までの定理や公式は、そのときはとにかく暗記したが、後になって理解できることが多かった。

**Q11.** あなたに最もあてはまる番号一つに○をしてください。

- 1 高校までの数学は、考えるというよりは、難しい計算をこなして答えを出せることのほうに楽しみを感じていた。
- 2 高校までの数学は、計算というよりは、問題の解き方・考え方がわかった時のほうに楽しみを感じていた。
- 3 上の1、2は自分にはどちらもあてはまらない。

**Q12.** あなたの考えにあてはまる番号すべてに○をしてください。

- 1 数学はまさに論理だ。
- 2 数字が出てこなければ数学ではない。
- 3 考えることこそ数学である。
- 4 数学は美しい。
- 5 数学をする意味がわからない。
- 6 数学教育は子ども達に必要である。

**Q13.** もしもあなたが小中高で、算数・数学を教えるとしたら・・・

・ 算数・数学を通して子ども達に伝えたいことがありますか？

ある ・ 特にない



あるなら、それはどんなことですか？

( )

・ こんな算数・数学の先生にだけはなりたくない、という先生像はありますか？

ある ・ 特にない



あるなら、それはどんな先生ですか？

( )

**Q14.** 高校までの自分を思い出してください。

**質問①** あなたは数学の問題を解いています。でも、解き方がわかりません。そんな時、あなたはどのようにしていましたか？もっとも近い番号ひとつに○をしてください。

- 1 しばらくずっと（5分以上）その問題の解き方を自分で考えた。それでもわからなければ、解答を見る、もしくは先生や友人に質問した。
- 2 少し考えてみてわからなければ、解答を見る、もしくは先生や友人に質問した。
- 3 少し考えてわからなければ、その問題をするのはやめた。

**質問②** あなたは答えあわせをしています。あなたの答えが間違っていました。そんな時、あなたはどのようにしていましたか？もっとも近い番号ひとつに○をしてください。

- 1 すぐに解答を読むのはしゃくなので、まず自分でもう一度やり直してから、解答を読み、必ず理解して（自分で理解できないときは先生や友人に質問して）、間違いなおしをした。
- 2 まず解答を読んで、どこが間違っていたのか必ず理解して（自分で理解できないときは先生や友人に質問して）、間違いなおしをした。
- 3 まず解答を読んで、理解できなければとりあえず答えをうつして、必要があれば解き方を暗記した。
- 4 間違っていたら、ペケだけつけて、あとは放置していた。

**Q15.** あなたは広く日常生活において、「なんでそうなるの？」と思ったとき、どうしますか？もっとも近い番号ひとつに○をしてください。

- 1 納得いくまでとことん自分で調べたり考えたりする。最後に人に聞くほうだ。
- 2 自分で少し考えてみてわからなければ、人に聞いて教えてもらって納得するほうだ。
- 3 少し考えはするが、まあそうなるのかな・・・となんとなく受け入れるほうだ。
- 4 あまり「なんで？」と疑問に思うことはない。

最後までご協力いただき、本当にどうもありがとうございました (^ ^)

以上が実際に使用したアンケート用紙であるが、Q1～Q15の各質問の内容は大きく次の6つに分かれている。

1. 「数学科」を専攻した理由 (Q1)
2. 卒業後の進路 (Q2)
3. 高校までの数学に対する意識と勉強の仕方 (Q3, Q10, Q11, Q14, Q15)
4. 大学数学の捉え方 (Q4, Q5, Q6, Q12)
5. 高校までの数学と大学の数学を比較して (Q7, Q8, Q9)
6. 教職につくにあたって (Q13)

### (3) 調査対象・方法

#### 調査対象

大阪教育大学・小・中学校教員養成課程・数学専攻・4回生 (約60名)

(参考 馬場研究室の院生の方々 2名)

回答数 48

#### 調査方法

各ゼミの開始前に研究室を訪問し、アンケートの協力を依頼した。ゼミの開始前であったこともあり、回答に十分な時間が無く、熟考して得られた回答ばかりではなかったこともはじめに注意しておく。

## 第一章 問題の所在

### (1) 大学に入って数学が苦痛となった学生の割合

「高校までの数学は好きだったけど、大学の数学は嫌い。」という声をよく耳にしていたが、実際にそういう仲間がどれほどいるのかが、アンケートのQ4で明らかとなった。結果、大学に入って数学を苦痛に感じるようになった学生は、回答者48人中29人(60.4%)。またそうではなく、大学に入って新たな数学の楽しさを知り、数学を好きだと感じるようになった学生は、残りの19人(39.5%)であった。

以下、簡略化のために、大学に入って数学を苦痛に感じるようになった学生を「A」、そうではなく、新たな数学の楽しさを知り、数学を好きだと感じるようになった学生を「B」とおくことにする。

### (2) アンケート回答者の卒業後の進路

大学卒業後の進路について、Q2で調査した。進路は以下の5つに分類し、あてはまるも

の1つに○をしてもらう形式とした。

- 1 小学校の先生、または講師
- 2 中学校の数学の先生、または講師
- 3 高校の数学の先生、または講師
- 4 一般企業に就職
- 5 その他

#### 調査結果

小・中数学専攻の卒業生（48人）の進路状況

|      | A  | B | 合計（人） |
|------|----|---|-------|
| 1（小） | 12 | 4 | 16    |
| 2（中） | 6  | 4 | 10    |
| 3（高） | 4  | 4 | 8     |
| 4    | 0  | 1 | 1     |
| 5    | 7  | 6 | 13    |

（※中・高の両方を選択していたものは、3の高校に含めた。）

この結果から、来年から教壇に立つのは全部で34人。そのうちの22人（64.7%）は、大学の数学を苦痛なものと感じたまま教師になっていく（いかざるを得ない）ことが明らかとなった。

#### （3） 数学に対する捉え方の比較

##### 数学の捉え方の比較（Q12）

数学に対する捉え方をAの学生とBの学生とで比較するために、以下の6つの項目をあげ、あてはまるものすべてに○をしてもらった。

- 1 数学はまさに論理だ。
- 2 数字が出てこなければ数学ではない。
- 3 考えることこそ数学である。
- 4 数学は美しい。
- 5 数学をする意味がわからない。
- 6 数学教育は子ども達に必要である。

図1は、各項目の選択者数を棒グラフにしたものであり。図2は、その数がA、Bそれぞれに占める割合をパーセントで表示したものである。



図1 数学に対する捉え方

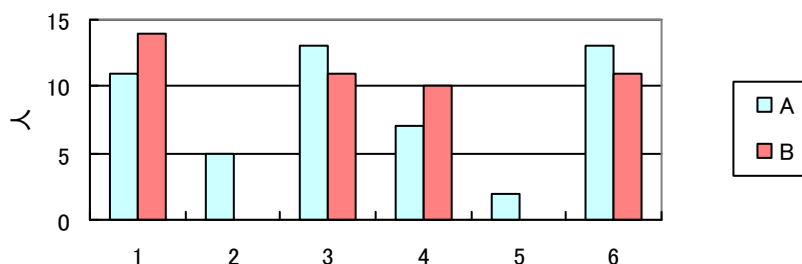


図2 パーセント表示

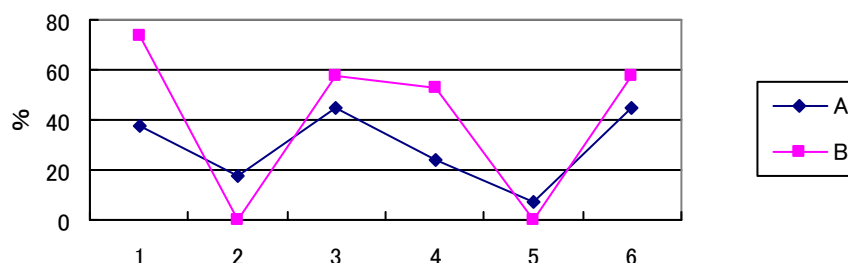


図2から、数学に対する捉え方において、Aの学生とBの学生とでは大きく差が生じていることが見て取れる。特に、Bの学生の約80%近くが選択した1.「数学はまさに論理だ」においては、Aの学生では約40%にとどまっている。

#### (4) まとめ

大学に入ってから数学がわからなくなり、苦痛になった学生Aは60%を超えることが(1)よりわかった。また(2)から、そういった学生の約76%が来年から教壇に立ち、来年から教職につく学生の約65%を占めることが明らかになった。大学の数学の楽しさを知らずとも、子どもたちに算数・数学の楽しさを教えることは十分に可能であるかもしれない。しかし、AとBの学生の数学に対する捉え方に差が生じている事実は、数学の教え方にも何かしらの影響を及ぼす可能性を示唆している。

数学を教える者・専門家という観点からすると、特に中学・高校の数学の先生になる18人のうち10人(過半数)が、大学の数学を苦痛としたまま教師になっていくことは、やはり注目すべき問題であり、改善を図るべきだと私は考える。

第二章からは、こういった現状を改善するために、高校までは数学が得意だった学生たちが、大学の数学でつまづきやすい原因を探り、解決の手段・方法を見いだしていく。

## 第二章 仮説1に基づく原因の探求

### ～高校までの数学の勉強方法に重点を置いて～

この章では、大学に入ってから数学を苦痛を感じるようになった A の学生と、大学に入って数学の新たな面白さを知り、数学を好きだと感じている B の学生の、数学科を専攻した理由や高校までの数学の捉え方、またその勉強方法などの回答を比較し考察する。

特に、‘高校までの勉強の仕方’の部分は、大学の数学を苦痛と感じるようになる原因を探る上で重要である。大学の数学では、証明の際、‘自分の頭で論理的に考える力’がとりわけ必要とされる。私は、そういった力のもとになるような訓練を、高校までに積んできたかどうかには差が見られるのではないか、という仮説をたてた。

この仮説を検証するために取り入れたのが Q10, Q14 の問いである。これらの問いは、‘自分でわかるまで考える’あるいは‘なぜそうなるのかに着目し、納得するまで向き合う’力をつけてきたかを探るため、「定理や公式を暗記するものと考えていなかったか。」「ひとつの問題に対し、粘り強く自分の力でとりかかっていたか。」に焦点をあてて作成した。

#### (1) 数学科を専攻した理由

そもそも、なぜ大学で数学を専攻することにしたのか。その理由を Q1 で調査した。本学の小学校課程では、中学校課程とは異なり、入学後に数学・理科・家庭へと分かれるため、受験の段階ではまだ数学に絞っていなかった学生もいたと考えられるが、概ねの学生が、受験の段階で「大学では数学を専攻する」と決めていたと仮定して、以下の 5 つの理由を設定し、自分にあてはまるもの全てに○をしてもらう方法をとった。

- 1 高校まで、数学が一番得意だったから。
- 2 高校まで、数学が一番好きだったから。
- 3 なんとなく数学に興味があったから。
- 4 入試で一番点が採れるのが数学なので合格できると思ったから。
- 5 その他

特に今回、Q3 とも関わって、数学が「得意」であったことと、「好き」であったこととは、意識的に分けて記述した。その理由は、事前の予備調査から、「高校までの数学は、勉強すればテストで良い点が取れたので得意だったけれど、好きだったかと聞かればわからない。良い点が取れるから、好きか嫌いかでいえば好きだった。」という声を聞いたためである。確かに、私自身高校までの数学を振り返ってみると、今と比較して、‘数学が面白くて好きでたまらなかった’というよりは、‘先生に教わるとおりにすれば問題を解くことができ、得意だった’という印象のほうが強い。

調査結果

図3 番号別の選択者数

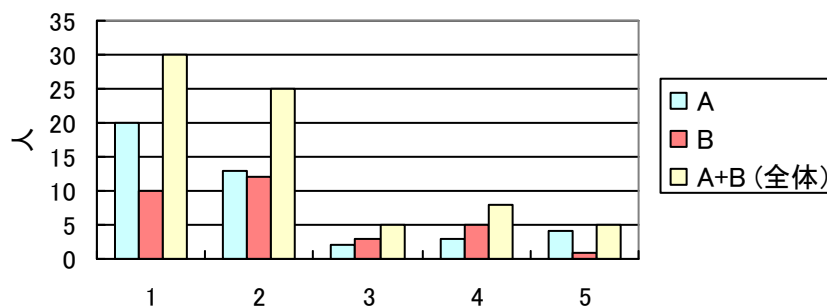


図3からわかるように、数学科選択理由として、1と2をあげている学生が多いが、2の「好き」というよりは、1の「得意」を選択している学生のほうが若干多く、その傾向は、Aの学生に、より顕著に現れている。

(2) 高校までの数学の捉え方

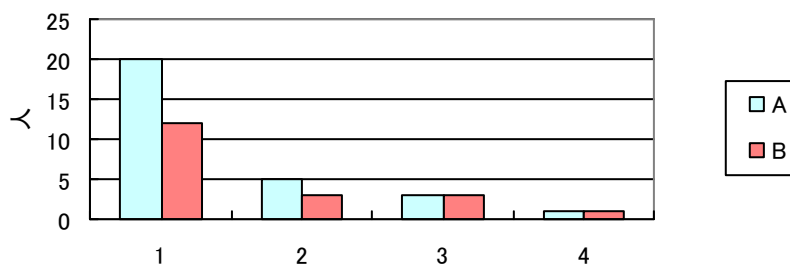
得意か好きか両方か (Q3)

(1)の中でも述べたように、「得意」と「好き」に注目して、次の4つの選択肢を作成し、あてはまる番号1つに○をしてもらった。

- 1 数学は得意だったし、やっていて面白いと感じるので好きだった。
- 2 数学は得意だったけど、大して面白さは感じていなかった。
- 3 数学は得意じゃなかったけど、面白くて好きだった。
- 4 数学は得意じゃなかったし、好きでもなかった。

調査結果

図4 高校までの数学の捉え方



この結果では、A と B の学生の結果に大差は見られなかった。A, B 合わせて、48 人中 32 人の学生が 1 を選択しており、高校までの数学に対しては、「得意」と「好き」の両方の感情を抱いていたことがわかる。

1 あるいは 3 を選択した、高校までは数学が好きだった学生 2 3 人が、大学に入ってから苦痛とを感じるようになってきているのが現状で、反対に、2 と 4 を選択した、高校までは数学を面白いとか、好きだとは思っていなかったが、大学の数学を学んでから数学の楽しさを知った学生も 4 人いる。

### 楽しみは計算か思考か (Q11)

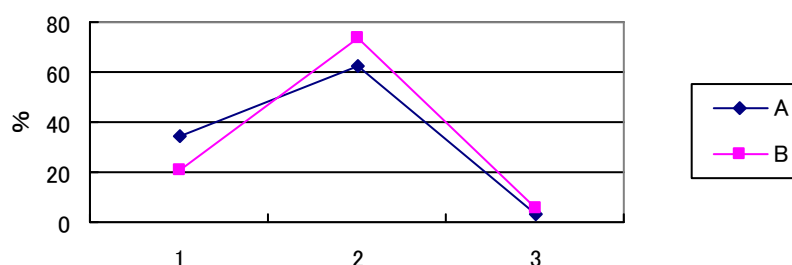
高校までの数学を振り返ると、「計算して答えを求める」という作業が非常に多かったように思う。しかし、実はそれだけではなく、問題を解くには、「どのように解けばいいか」を必ず考えていたはずである。予備調査で、「ややこしい計算をして、最後に答えが 1 つの値に定まるところが、高校の数学の面白さだった。」という声を聞いたため、この質問を取り入れた。選択項目は以下の 3 つである。

- 1 高校までの数学は、考えるというよりは、難しい計算をこなして答えを出せることのほうに楽しみを感じていた。
- 2 高校までの数学は、計算というよりは、問題の解き方・考え方がわかった時のほうに楽しみを感じていた。
- 3 上の 1、2 は自分にはどちらもあてはまらない。

### 調査結果

A で 1 を選択したのは 10 人、2 を選択したのは 18 人、3 を選択したのは 1 人であった。同様に、B では 1 が 4 人、2 が 14 人、3 は 1 人であった。この数字からではわかりにくいので、A と B それぞれ、パーセント化してグラフにすると、図 5 のようになる。

図5 楽しみは計算か思考か



B に比べ A では、1 の「計算」に楽しみを感じていた学生の割合が少し高く、その分 2 の選択者の割合が低くなっていることがわかる。よって、高校までの数学を計算重視でや

っていると、大学の数学につまずきやすくなると予想される。

それでも、A と B に大差は見られないことから、むしろ、高校までの数学で問題の解き方がわかったときのほうに楽しみを持っていた学生が、大学に入ってからつまずく原因を探らねばならない。

### (3) 高校までの数学の定理や公式の取り扱い

#### 高校までの数学の定理や公式の扱いについて (Q10)

高校までの数学の定理や公式の扱いについては、「暗記」と「理解」に重点を置き、以下の4つの項目を設定し、あてはまる番号ひとつに○をしてもらった。

- 1 高校までの定理や公式は、とにかく暗記して使っていた。
- 2 高校までの定理や公式は、なぜそれが成り立つのか自分で理解してから、暗記して使っていた。
- 3 高校までの定理や公式は、考えれば自分で導けるので、暗記するまでもなかった。
- 4 高校までの定理や公式は、そのときはとにかく暗記したが、後になって理解できることが多かった。

#### 調査結果

図6 高校までの定理や公式の捉え方

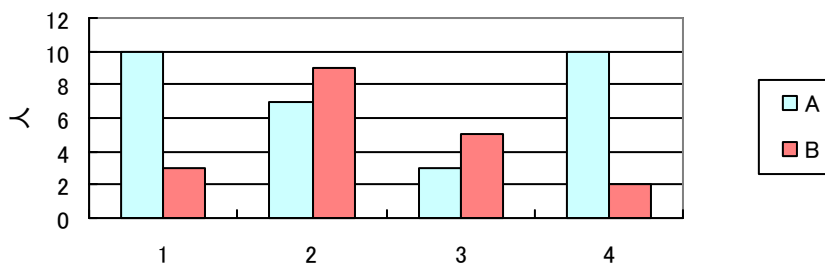


図7 パーセント表示

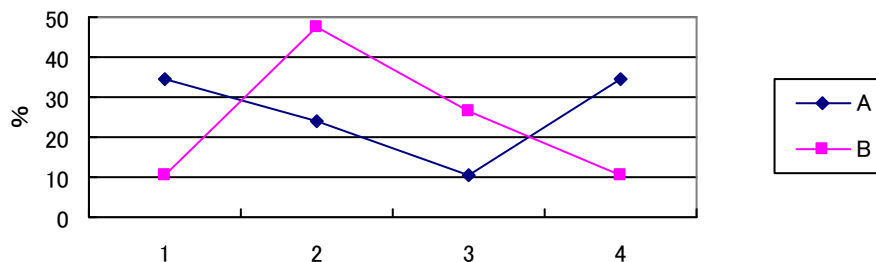


図6は、各番号の選択者数を、AとBそれぞれ棒グラフにしたものであり、図7は図6の結果をそれぞれパーセント表示して折れ線グラフにしたものである。これらの図から、AとBでは明らかに、高校までの定理や公式の捉え方に差があることがわかる。Aでは、「1 高校までの定理や公式をとにかく暗記していた。」と、「4 高校までの定理や公式は、そのときはとにかく暗記したが、後になって理解できることが多かった。」を選択している学生の割合がそれぞれ35%近くの高い割合を示しているのに対し、Bでは「2 高校までの定理や公式は、なぜそれが成り立つのか自分で理解してから、暗記して使っていた。」の47%に続いて、「3 高校までの定理や公式は、考えれば自分で導けるので、暗記するまでもなかった。」を選択している学生が26%と高い。つまり、それぞれの学生の約70%が、Aでは理解する前に暗記しようとしていたのに対し、Bでは暗記の前に理解しようとしていたことがわかる。

よって、高校までの定理や公式を、暗記することに力を注いでいたか、それとも理解することに力を注いでいたかが、大学の数学に大きく影響するといえるのではないか。

#### (4) 高校までの数学の勉強の仕方

##### 高校までの数学の勉強の仕方 (Q14)

ここでは以下の2つの質問を設定した。

##### 質問① わからない問題の解き方について

- 1 しばらくずっと(5分以上)その問題の解き方を自分で考えた。それでもわからなければ、解答を見る、もしくは先生や友人に質問した。
- 2 少し考えてみてわからなければ、解答を見る、もしくは先生や友人に質問した。
- 3 少し考えてわからなければ、その問題をするのはやめた。

##### 質問② 間違えた問題の直し方について

- 1 すぐに解答を読むのはしゃくなので、まず自分でもう一度やり直してから、解答を読み、必ず理解して(自分で理解できないときは先生や友人に質問して)、間違いなおしをした。
- 2 まず解答を読んで、どこが間違っていたのか必ず理解して(自分で理解できないときは先生や友人に質問して)、間違いなおしをした。
- 3 まず解答を読んで、理解できなければとりあえず答えをうつして、必要があれば解き方を暗記した。
- 4 間違っていたら、ペケだけつけて、あとは放置していた。

調査結果

質問①

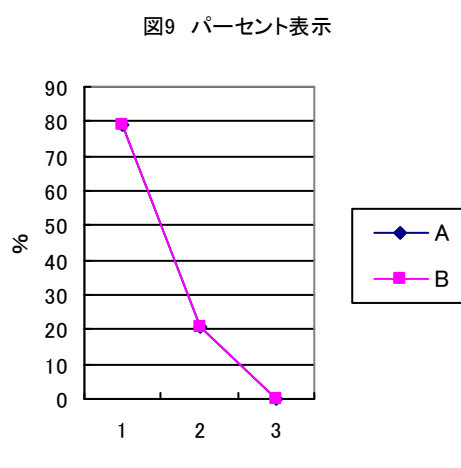
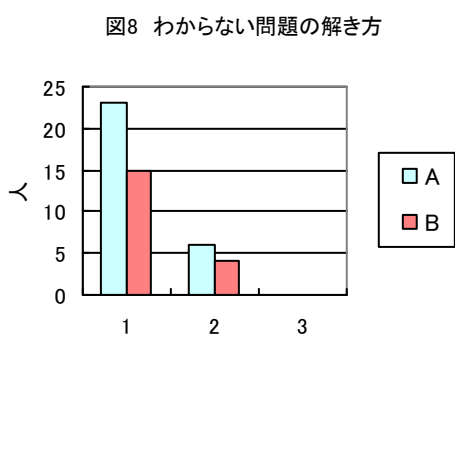
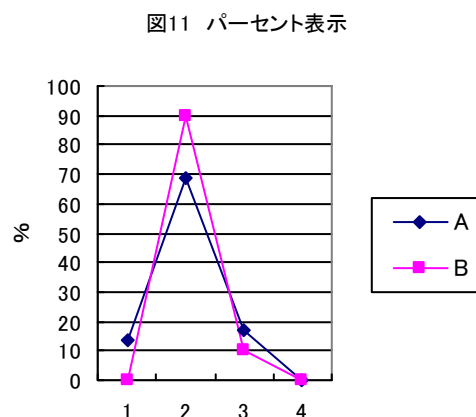
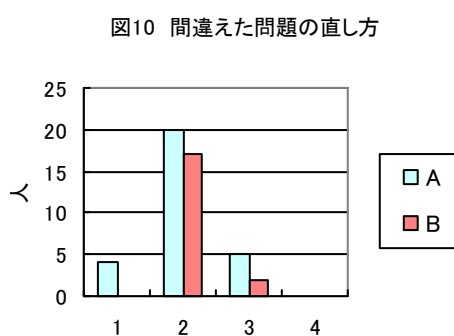


図9からも明らかなように、わからない問題の解き方については、AもBもパーセントで表示するとほとんど重なり、違いが見られない。わからない問題は5分以上自分で考えるようにしていた学生が、AでもBでも大半を占めている。

質問②



間違えた問題の直し方についても、AとBで大差は見られなかった。むしろ、Bでは選択者がいなかった1に対して、Aではその選択者が4人存在していることからすると、高校までの数学に対して非常に熱心に、自分で最後まで納得してとりかかろうとしていた人でも、大学の数学になるとつまずくことがある、ということがわかる。

全体的には、やはり数学専攻の学生なので、「理解する」ということを大切にしていた学生が多い。

### (5) 日常生活における疑問の解決方法

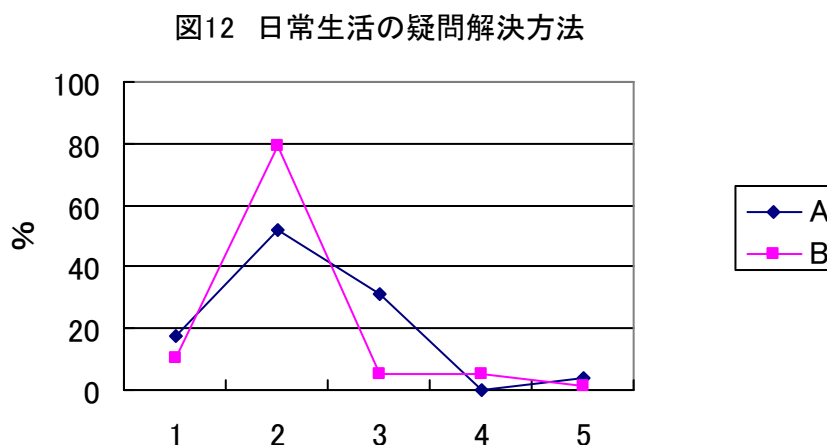
#### 日常生活における疑問の解決方法 (Q15)

数学のみに関わらず、広く日常生活の中で疑問が生じたときに、どのようにしているかを調査するため、以下の4つの項目のうち、最も自分にあてはまるものひとつに○をしてもらった。

- 1 納得いくまでとことん自分で調べたり考えたりする。最後に人に聞くほうだ。
- 2 自分で少し考えてみてわからなければ、人に聞いて教えてもらって納得するほうだ。
- 3 少し考えはするが、まあそうなるのかな・・・となんとなく受け入れるほうだ。
- 4 あまり「なんで？」と疑問に思うことはない。

#### 調査結果

A と B の学生の番号ごとの選択者の割合を、図 12 のグラフに表した。



この結果から、A の学生の中には B に比べ、日常生活の疑問に対してなんとなく受け入れがちな人が多いことがわかる。

しかしながら、寄せられた回答の中に、「自分の興味のある事柄に対する対処法と、興味のない事柄に対する対処の方法が違う」という指摘があり、この質問では厳密に分けていなかったため、人によって捉え方が異なり、回答に差が生じた可能性がある。よって、この結果をそのまま鵜呑みにすることはできず、質問内容を改めるべきだったと反省している。



## (6) まとめ

第三章では、高校までの数学に対する項目を中心に、Aの学生とBの学生の回答を比較し、高校までの数学は得意でも、大学の数学につまずく原因を、仮説をたてて探求してきた。その結果、差が明らかだった回答によると、Bに比べAでは、高校までの数学の楽しみは‘計算’にあったと捉えている学生の割合が高いこと、また高校までの数学の定理や公式を、理解する前に暗記しようとしていた学生が高かったことが明らかとなった。しかし、わからない問題の解き方や、間違えた問題の直し方にはAとBで差は見られず、高校まで数学が好きで、自分でよく勉強していたと思われる学生でも、大学に入ってから数学につまずく実態があることもわかった。

よって今回の結果から、大学の数学につまずく原因に深く関係があると思われたのは、高校までの数学の定理や公式の取り扱い方である。ひとつの定理や公式が、なぜ成り立つのかを理解しようとする力は、大学の数学の証明などをひとつひとつ考えて組み立てる際に、必要な力なのかもしれない。大学の数学に繋がるよう、定理や公式をただ暗記するのではなく、理解して応用する力をつけることが必要なのだ。高校までの数学の授業の際、教師は、「この公式は覚えなさい。」という台詞をわかっていない生徒に絶対に言うてはならないと思う。テストの形式も、現在のような公式を使いこなしているかをみるような問題ではなく、公式を理解できているかを判断できるような問題作りにとりかかる必要がある。

## 第三章 原因の探求 その2

### ～高校までの数学と大学の数学との間の差に重点を置いて～

高校までの数学は得意でも、大学の数学につまずく原因として、‘それぞれが高校までに身につけてきた能力の差’ともう一つ、‘高校までの数学と、大学の数学の差の大きさ’が考えられた。私自身、大学の数学に出会ったばかりの頃は、高校までの数学との違いにずいぶん戸惑ったからである。そこでこの章では、数学科の学生が思う大学の数学と、高校の数学との‘差’と‘共通点’に焦点をあて、それぞれの特徴づけをしながら考察していく。

#### (1) アンケートの調査結果

アンケートのQ7からQ9で、数学科の学生が考える、高校までの数学と大学の数学の差と共通点を調査した。

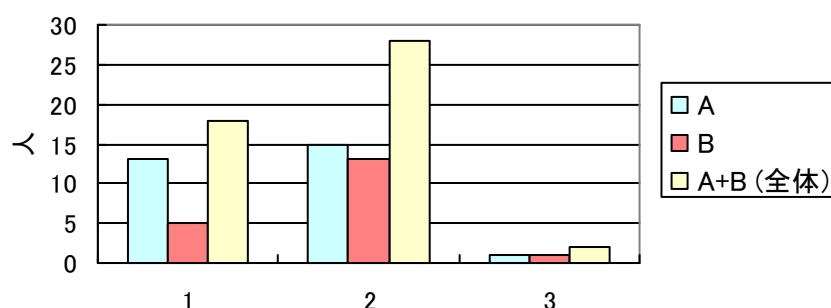
まずQ7で、以下の3つの選択肢の中から、あてはまるもの一つに○をしてもらい、それにあわせて、Q8、Q9に自由記述形式で回答してもらった。

- 1 高校までの数学と大学の数学は、まったく別のものとしか言いようがない。

- 2 高校までの数学と大学の数学は、大きく違うところもあるが、共通するところもある。
- 3 高校までの数学と大学の数学に大差はない。どちらも同じ数学である。

調査の結果を図13に示している。48人中18人(37.5%)は、1「高校までの数学と大学の数学は、まったく別のものとしか言いようがない。」を選択しており、28人(58.3%)は、2「高校までの数学と大学の数学は、大きく違うところもあるが、共通するところもある。」を選択している。また、Aの学生では、1を選択している割合が高いことから、この差が、大学に入って数学が苦痛になる原因の一つであると考えられる。

図13



1, 2, 3それぞれを選択した学生ごとに、寄せられた回答を分類して列挙する。

〔i〕 1を選択した学生 (全18人)

**高校までの数学と大学の数学との違い**

数字・記号 (3)

- ・ 数字が出てこない
- ・ 文字の急増
- ・ 記号の多さ

具体・抽象 (3)

- ・ 高校までの数学は具体的。大学の数学は抽象的。
- ・ 抽象性が前面に押し出されている
- ・ 難しさ。抽象的になり、理解ができなかった。

計算・論理 (7)

- ・ 大学は理論中心で、数字を扱うことが少ない
- ・ 計算中心か理論中心か
- ・ 演算を重視するか、論理を重視するか
- ・ 高校は計算・大学は思考。ひとつの問題に費やす時間
- ・ 高校は計算と浅い証明。大学は深い証明
- ・ 高校までの数学はパズル、大学の数学は論理

・ 高校までは問題の解答を出すだけでよかったが大学はそうでない  
その他 (6)

- ・ 専門的
- ・ 深さ・視点の違い。高校はうわべにすぎなかった。
- ・ 大学は何がわからないかすらわからない
- ・ 大学数学は答えが曖昧
- ・ 高校は公式があつて、当てはめれば解けたのに、大学はよくわからない
- ・ 考えている世界が違う

[ii] 2を選択した学生 (全28人)

#### 高校までの数学と大学の数学との違い

数字・記号 (1)

- ・ 想像しにくい・記号が多い

計算・論理 (9)

- ・ 計算か論理か
- ・ 難しさ。高校は計算、大学は創造
- ・ 大学では計算力は問われない
- ・ 大学は定義や定理など、概念理解に重点を置いている
- ・ 高校までは具体的な数字や明確な答えがあり、解答後に達成感があつたが、大学は不安が強い
- ・ 大学の数学は証明ばかり
- ・ 問題解答における論理的思考の割合、範囲の広さ
- ・ 理論が多い
- ・ 考える量の多さ

具体・抽象 (5)

- ・ 具体か抽象か (2)
- ・ 大学のほうがより抽象的、狭い範囲を深く追求
- ・ 大学数学のほうが一般化していて漠然としている
- ・ 大学は古典的な数学の根幹を学ぶ。集合論、位相など近代的な数学を学べる。
- ・ 無限を厳密に扱うことができる。より抽象的。

世界 (3)

- ・ 考える世界の広さ
- ・ 内容が深くなるので、数学のなかでも色々わかれるところ
- ・ 大学の数学はより発展したものになっている

その他 (8)

- ・ 大学の数学は疑問を探し解決していくところがある
- ・ 集合や写像という概念

- ・ 高校までは受身的な勉強に陥りやすく、大学からは積極的な勉強になりやすい
- ・ 代数、幾何、数学教育
- ・ 大学数学のほうが、「なぜ」を追求している
- ・ 一般性、応用性
- ・ 書いてもわからないことが多い
- ・ 授業方法

### 高校までの数学と大学の数学との共通点

#### 高校までの数学とのつながり（４）

- ・ 高校までの数学は大学の数学のほんの一部
- ・ 高校までの延長線上に大学の数学がある
- ・ 高校の証明を深くしたのが大学
- ・ 大学数学でも具体的な話に戻ると、高校までの数学に近いものがある

#### 考え方（６）

- ・ 論理的思考が必要なところ
- ・ 答え（解決）に至るまでの過程、思考
- ・ 仮定からスタートする、結論から戻るといような理論の組み立て方
- ・ 筋道を立てて論理的に考えるべきもの
- ・ 考えること
- ・ 必ず「仮定」があり「結論」があり、それを基にして、様々な解法があるところ

#### 数学は数学（３）

- ・ どちらも数学である
- ・ 数学という土俵で考えているところ
- ・ 根本にあるものは同じ

#### その他（１１）

- ・ 数学、積み重ねが大事
- ・ 解析
- ・ 世の中のものには数学が使われていると実感するところ
- ・ 基本演算
- ・ 証明できる
- ・ 答えが必ずあること
- ・ 同じ‘数’という概念を学ぶ
- ・ バラバラのことを学んでいるようで、実はどこかでつながっている
- ・ より単純化することを目標としているところ

- ・ 自分で勉強しないとわからなくなるところ
- ・ 理解できたときの達成感があること

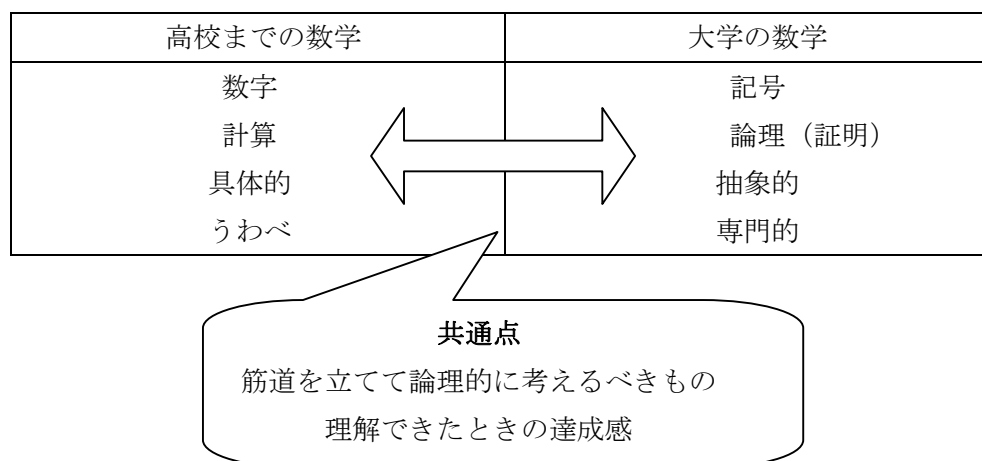
〔iii〕 3 を選択した学生（全 2 人）

**高校までの数学と大学の数学との共通点**

- ・ なんとなく数学は数学である
- ・ 考え方は一貫している

（2）高校までの数学と大学の数学の特徴

（1）の結果をもとに、高校までの数学と大学の数学の簡単な特徴づけを行うと、高校までの数学は主として、数字をおもに取り扱った計算が中心で、具体的に問題が設定されており、内容も大学の数学に比べるとうわべである。それに対し、大学の数学は記号が増加し、論理を中心に証明を行い、抽象的で専門的になっている。共通点としては、問題の解決にいたる際に、筋道をたてた論理的思考が必要である点や、理解できたときの達成感があげられる。



**補足**

大学の数学科の先生に対して実施されたアンケート調査（大学生の学力低下に関する、先生方の感想・意見を主に調査したもの）によると、学生の中で低下している能力として大学の先生が指摘するものには、**抽象的思考力**と、**論理的思考力**があげられている。

（参考 『算数・数学カリキュラムの改革へ』 1999, 日本数学教育学会著 96 頁-103 頁）

（3）まとめ

このように、高校までの数学と大学の数学とを特徴付けてみると、そのもとになる考え方は同じでも、内容や求められる力が大きく異なることがわかる。取り扱う内容自身が、大学では定理などの証明になるため、高校まで欠かせなかった計算力はあまり要求されず、

論理的な思考力が必要とされるのである。また、補足したように、大学では確かに抽象化されたものを理解する‘抽象的思考力’も必要である。だがこれらの能力は、具体的で計算中心だった高校までの数学で養ったとは言えない。

これは、数学を教わる立場だった私たちにはどうすることもできない問題であり、現行のカリキュラムが、「高校までの数学は計算だ」と捉えられがちなところに大きな問題が潜んでいる。数学を通して、子ども達に身につけさせたい力が論理的な思考力だとすると、それをもっとも要求する大学の数学に、高校までは数学が得意だった学生の6割がつかずいているという実態は、現行のカリキュラムが、論理的な思考力を育成するという面において、十分な役割を果たせていないことを証明している。

よって、定理や公式を暗記させるのではなく理解させる教育とともに、大学の数学に通じるような論理的思考力と、抽象的思考力を育てるカリキュラム自体の改善も、必要である。

## その他のアンケート結果の報告

### (1) 教師として、数学を通して伝えたいこと

アンケートでは自由記述形式で回答してもらった。その結果を、分類して以下に列挙する。なお、下線は私が故意につけたものである。

先生になったら、数学を通して子ども達に何を伝えたいか

#### 楽しさ (13)

- ・ 解けたときの楽しさ
- ・ ひらめいたときの喜び (2)
- ・ 数学の面白さ・楽しさ (6)
- ・ 考えることの楽しさと達成感
- ・ 「なぜ」を考える大切さと楽しさ
- ・ 小1から高3まで、一つの事柄に対してレベルが上がって面白い
- ・ 高校までの算数・数学は楽しい

#### 考えること (16)

- ・ 考え方・解き方の多様性 (2)
- ・ 考えると答えが導けること
- ・ 自分で考えることに意味があること (2)
- ・ 論理的思考 (2)
- ・ 物事を整理・分析する力
- ・ 論理的に考えて答えを導き出すことの大切さ

- ・ 筋道を立てて（論理的に）考える力をつけること（6）
- ・ 自分でしっかり問題と向き合えること。自分なりの答えを導き出すまでの過程の大切さ

#### 身の回りの数学（4）

- ・ 身近なものに算数・数学が使われていること（3）
- ・ 身の回りの数学、教科としてだけで収まらない数学

#### その他（8）

- ・ 数学は全ての基本であること
- ・ 数学を学ぶことは、問題を解くだけでなく物事に対して根気強く向き合う力がつく等、人間としても成長できること
- ・ 数学の美しさ（2）
- ・ 世の中の現象
- ・ イメージしたり論理的に考えることを常にすれば、色々なことに気づけ楽しめる
- ・ 公式にとらわれず、公式の意味を考え応用できること
- ・ 今できること（仮定）から次できること（結論）につなげていくプロセス（証明）が考えるということ。数学は「考える」ためのモデルにすぎない。
- ・ 自分が将来やりたいことをするためには、数学の勉強はしておいたほうが良い  
ということを熱く伝えたい

この結果から、多くの学生が、数学を通してその楽しさや面白さ、また自分で論理的に考えることの大切さを伝えたいと思っていることがわかる。またその他の中に、「数学をすることで人間として成長できることを伝えたい」という意見があり、大変共感させられた。

しかし、下線をつけた意見のように、高校までの数学にのみ言及する、あるいは本来の数学の素晴らしさを伝えるのではなく、「やりたいことをするために必要な数学」としての位置づけをしている点に、危険を感じるものもあった。

#### （2）なりたくない教師像

こちらも（1）と同様、自由記述形式で回答してもらった。その結果を、分類して列挙する。

#### こんな先生にだけはなりたくないという教師像

##### 授業の仕方（9）

- ・ 教え込むだけの一方的な授業をする先生
- ・ たんたん問題を解く・解かせる先生（2）

- ・ 単に黒板だけを使って授業をする先生（２）
- ・ 教科書だけを使う先生
- ・ 自己中心的な授業をする先生
- ・ 受験対策のみの授業をする先生（２）

#### 教え方（１８）

- ・ 公式をただ暗記させる先生（１３）
- ・ 機械的に「ここはこうなる」という先生
- ・ やり方だけ・形だけ教える先生（２）
- ・ わからないことを考えさせずに教える先生
- ・ 答えのみを求める先生

#### その他（１０）

- ・ テストの点数を重視する先生（２）
- ・ 言っていることがわからない先生
- ・ 生徒に対して熱心じゃない先生
- ・ 「数学は楽しい」といいつつ、数学において子どもとの距離がある先生
- ・ 嫌々数学を教える先生
- ・ 手を抜く先生
- ・ 適当で楽しくない先生
- ・ 自己満足に陥る先生
- ・ 数学という世界を勝手に狭めて作ってしまう先生

### （３）数学の面白さ

#### **B**の学生が思う、‘数学の面白さ’とは（Q5）

大学に入ってから新たな数学の面白さを知ったと答えた **B** の学生に、‘あなたにとっての数学の面白さとは’ という質問をし、自由記述形式で回答してもらった。以下に、寄せられた回答を、分類して列挙する。（院生の方々に書いていただいたものも含む）

#### **考える・論理的思考** （５）

- ・ 考えること（３）
- ・ 論理思考の面白さ
- ・ 論理的に考えるところ

#### **理解できたとき** （７）

- ・ 分かること
- ・ 難しいことを理解したとき面白さを感じる



- ・ わからないことがわかる嬉しさ
- ・ 解く楽しさ・解けたときの爽快感
- ・ 理解したときの達成感
- ・ 証明ができたときの嬉しさ、楽しさ
- ・ ずっとモヤがかかっていたところに、まっすぐのびた一本の光の筋がさしたときの感動

#### 筋道

(2)

- ・ 筋道を立てて考えればうまくいくこと
- ・ 様々な答えの書き方があるが、すべて一貫して一本の筋が通っているところ

#### つながり

(2)

- ・ つながりが見えたときの嬉しさ
- ・ 今まで学んできたこととつながったとき

#### 世界

(2)

- ・ 数学の世界のすごさを知ること
- ・ 新しい世界のことに触れられること。

#### その他

(5)

- ・ 頭の中だけでも行える活動であり、美術的・哲学的な素晴らしさがあるところ
- ・ 無限であること
- ・ 規則性・神秘性
- ・ 正しく組み立てたらしっかりしたものができるところ。パズルを組み立てるような感じ。
- ・ 驚きがある。普段気づかないことを知る喜びがある。

## 総括 「今回の反省点と今後の課題」

### 今回の反省点

今回のアンケートの項目では、追及したい内容を明らかにするには不十分なものがいくつかあった。まず、Q15 では、広く日常生活における疑問といっても、自分が興味のあるものとならないものとは、その解決法が異なることが予想されるにも関わらず、そこまできっちりとした分類ができていなかった。また Q10 でも、高校までの定理や公式にも数多くのものがあるため、具体例を挙げて調査すべきだったように思う。アンケートの内容は、調査の目的や、仮説を踏まえ、より明確に、確かな結果が得られるように構成しなくてはならないということが、今回の調査を通して教訓となった。

今後、この研究を進めるとすれば、実際には数学を専攻する学生は、教養学科の学生や、他大学の学生などたくさんいるので、より多くの学生に実施し、他専攻の学生にもアンケ

ートを実施したい。また、一口に大学の数学と言っても、学生がどの数学の分野を専攻しているかによって、その捉え方は異なり得るため、項目分けを明確にした上で、該当する学生たちにアンケートやインタビュー調査の協力を依頼し、データ収集を図りたい。

#### 今後の課題

今回の調査で、今後、「高校までの数学の定理や公式を暗記ではなく理解させる教育」や、「大学の数学につながる論理的思考力を育てるためのカリキュラムの改善」を具体化するためには、更なる研究が必要である。

また、私は今回の調査で、高校までの数学では論理的思考力を育てる教育がなされていないことを指摘したが、その後、数学教育に関する本を読む中で、実際にはそのような問題点は数十年も前から指摘され続けていることがわかった。(小学校の学習指導要領「算数科の目標」の中でも、「見通しをもち筋道を立てて考える能力を育てる」と明記されている。)

それにも関わらず、未だに論理的思考力を育てる授業実践が困難な理由として、「考える力の評価の仕方が困難である」ことなどが具体的に指摘されている。(参考 『今、算数の授業で何が必要かー計算練習より考える力をー』2004・全国算数授業研究会) 従って、今後は、先行研究をまずはもっと調べることから始め、それらの研究の結果などを参考にした上で、さらに深く調べるべきテーマを、実際の授業の仕方などに即したところで設定していかなければならない。

最後に、今回、このアンケート調査にご協力いただいた先生方や数学科の仲間たちに、心より感謝致します。どうもありがとうございました。