

学生にとって望ましい数学の授業

椿本博久*

The Desirable Lectures for Students in College of Technology

Hirohisa TSUBAKIMOTO

ABSTRACT

Ojira would like to know which lectures the high school students want take. He sent out questionnaires about the lecture in mathematics. His factor analysis showed three factors. Also gathered information about the desirable lectures for students in the teachers in college of technology. His analysis showed again three factors about the desirable lectures, and it showed further three tendencies about the mathematical difficulties. In this paper, the author sent out the similar questionnaires to students in college of technology. I would like to report my result of those questionnaires.

KEY WORDS: desirable lecture in mathematics, factor analysis

1. はじめに

尾城は「よりわかる授業」、「より楽しい授業」を目指すとき、生徒がどのような授業を求めているかという授業観の問題に注意が払われていないことを指摘し、高等学校の生徒に対してアンケート調査を行い、生徒が数学に向かう姿勢に「専門志向」、「教養志向」、「演習志向」という3つの因子を見出している⁽¹⁾。

阿蘇らは高等専門学校に、尾城と同様の調査を実施し、同じ3つの因子を見出したが、一部名称を変更して「数学志向」、「教養・応用志向」、「演習志向」(因子は同順)と分析している。また同時に学生が数学を苦手とする理由に関する「苦手意識調査」も行い、その因子として「不勉強傾向」、「混乱傾向」、「悪印象傾向」の3因子を見出した⁽²⁾。

著者も高等専門学校の1年生の電気数学の授業を担当した時に、学生が数学の授業にどのようなことを望んでいるか、また数学が好きか嫌い、得意か苦手か、苦手な場合はなぜ苦手になったと思うかを知るために、阿蘇らと同様のアンケートを行った。1クラスだけの調査でサンプル数も少なく、質問項目数も少ないので

* 電気情報工学科

精密な調査ではないが、授業の参考になればと考えて報告する。

2. 調査方法

(1) 調査対象 1年生1クラス40名(回答数32名)

(2) 調査内容 調査票の構成は、「数学の授業に望むこと」10項目(表1)、「数学が好きか嫌い、また、数学が得意か苦手か」、「数学が苦手な理由」9項目(表4)を問うている。それぞれの質問に、①そう思う、②どちらかといえばそう思う、③あまりそうは思わない、④全くそうは思わない、の4件法で回答を求めた。回答は、①を4点、②を3点、③を2点、④を1点で重み付けをして数値化した。

3. 調査結果

3・1 「数学の授業に望むこと」の調査

学生が数学の授業にどのようなことを望んでいるかを知るために、阿蘇らの質問紙を参考に、表1のような質問を作成してアンケート調査を行った。

各質問項目とその回答との間の構造を探るために、質問①～⑩について因子分析⁽³⁾を行った。因子分析は

SPSS⁽⁴⁾を用いバリマックス回転法⁽⁵⁾によった。
アンケート調査結果を因子分析し、固有値の大きい順に並べた結果を表 2 に示す。

表 1 数学授業に対して望むことは何ですか

- ①できるだけ例題を用いて、解き方を教えてほしい
- ②問題解決技術を優先して教えてほしい
- ③なるべく多くの練習問題を出してほしい
- ④理解を確認しながら進めてほしい
- ⑤前に習ったことも、もう一度解説してほしい
- ⑥できるまで何回も再テストをしてほしい
- ⑦小テストを何回も行つて、実力がつくようにしてほしい
- ⑧質問があったとき、時間がかかっても納得するまで説明してほしい
- ⑨グラフを書くなど、手作業を取り入れてほしい
- ⑩専門科目の中で出てくる例題を多く取り入れて教えてほしい

因子分析は、ある観測された変数、ここでは質問項目への回答がどのような「潜在因子」から影響を受けているかを探る手法である。この調査で用いた 10 項目の質問に対する因子分析の結果として、4 つの潜在因子が見出された。それらの各因子の強さを表す指標として因子ごとに固有値を算出したが、固有値が大きいほど、その因子と分析に用いた変数群(質問項目)との関係が強いことを意味している。逆に固有値の小さい因子は、変数との関係が弱い。

さて固有値の大きいのは因子 1、因子 2 と因子 3 である。因子 1 は「小テストを何回も行つて、実力がつくようにしてほしい」や「できるまで/何回も再テストをしてほしい」に因子負荷量が大きい。この因子はその内容から「演習を中心にした授業の方法を望んでいる」と解釈できるので、この潜在因子を「演習志向」因子と名付けた。

因子 2 は「質問があったとき、時間がかかっても/納得するまで説明してほしい」や「グラフを書くなど、手作業を取り入れてほしい」に因子負荷量が大きく、演習中心の授業とは反対に、「じっくりと基礎基本を、手作業も取り入れて、自分たちが納得できるまで説明してくれるような授業」を望んでいると解釈できるの

で、この潜在因子を「納得志向」因子と名付けることにした。

因子 3 は「専門科目の中で出てくる例題を多く取り入れて教えてほしい」や「なるべく多くの練習問題を出してほしい」に因子負荷量が大きく、基礎基本ではなく専門教科に繋がるような「応用問題」をたくさん解く授業を望んでいると思われるので、この潜在因子を「応用志向」因子と名付けることにした。

因子 4 は質問項目⑦～⑩に因子負荷量が大きいのであるが、表 2 の右表からも分かるとおり、⑦～⑩の質問項目に「そう思う」と答える者が 90%を越えており、ひとつの独立因子というより共通因子という意味合いが強く(後から考えると質問項目から削除しておいた方がよかつたかもしれないのであるが)、「前に習ったことも、もう一度解説してほしい」や「理解を確認しながら進めてほしい」などの内容から考えて、第 2 因子「納得志向」との相関が強い。よって、第 2 因子と第 4 因子を共に「納得志向」と考えると、学生たちの「数学の授業に対する希望」は、「演習志向」、「納得志向」、「応用志向」という 3 つの潜在因子で解釈できることが分かる。

なお補足として、以上の考察においては第 2 因子と第 4 因子とをひとつの因子と解釈したが、SPSS の因子分析結果が 4 因子となった理由も考えておきたい。これらの 2 因子はともに「納得志向」因子と考えてよいと解釈したのだが、これら 2 つの因子の間には実は微妙な差がある。第 2 因子は質問項目の文言から考えて、「(自分たちが) 質問したとき、(自分たちが) 納得できるまで説明してくれるような授業」を望んでいるのに対して、第 4 因子は「(先生が/学生が納得できるように) 理解を確認しながら授業を進めてほしい」と願っているという違いである。同じ「納得志向」因子なのであるが、主体が「自分たち」であるのか「教える先生」であるのかによって微妙な回答の差が生じていると思われる。

表 2 「数学の授業に望むこと」についてのアンケートの因子分析結果 (重みなし最小二乗法・バリマックス回転後)

質問項目	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4	肯定[%]	平均点	SD
① 小テストを何回も行つて、実力がつくようにしてほしい	0.993	-0.031	0.152	-0.019	66.7	2.79	0.62
② できるまで何回も再テストをしてほしい	0.483	0.466	-0.164	-0.193	60.6	2.73	0.77
③ 質問があったとき、時間がかかっても納得するまで説明してほしい	-0.065	0.733	0.034	0.301	93.9	3.48	0.62
④ グラフを書くなど、手作業を取り入れてほしい	0.092	0.705	0.044	-0.018	54.5	2.67	0.79
⑤ 専門科目の中で出てくる例題を多く取り入れて教えてほしい	-0.268	0.185	0.688	0.184	100.0	3.42	0.50
⑥ なるべく多くの練習問題を出してほしい	0.211	0.027	0.655	-0.117	87.9	3.24	0.66
⑦ できるだけ例題を用いて、解き方を教えてほしい	-0.010	0.150	0.017	0.538	90.9	3.61	0.66
⑧ 前に習ったことも、もう一度解説してほしい	0.380	0.298	-0.133	0.398	87.9	3.36	0.70
⑨ 問題解決技術を優先して教えてほしい	-0.082	-0.171	-0.149	0.293	96.9	3.34	0.55
⑩ 理解を確認しながら進めてほしい	-0.004	0.087	-0.473	0.113	97.0	3.73	0.52
固有値(回転後の負荷量平方和)	1.499	1.435	1.220	0.723			

3・2 「数学が好きか嫌いか、得意か苦手か」の調査

「数学の授業に望むこと」の調査と共に、「数学が好きか嫌いか、得意か苦手か」の調査も行ったので、その分布(クロス集計)を表3に示す。

表3 好き・嫌いと得意・苦手の分布

	得意[%]	普通[%]	苦手[%]	計[%]
好き[%]	15.6	25.0	6.3	46.9
普通[%]	3.1	15.6	21.9	40.6
嫌い[%]	0.0	3.1	9.4	12.5
計[%]	18.8	43.8	37.5	100.0

「数学が好きか嫌いか」について、日本の多くの高校生達は「数学は必要に迫られてやるので、それなりにはできるが、好きではない」と答える人が多いと言われるが、本校では「普通」もあわせると87.5%もの学生が「好き」と答えており、積極的に「好き」と答えた学生もクラスの約半数(46.9%)いる。多くの高校生のように「数学は苦手ではないが嫌い」と答えた学生はただの1人、率にして3.1%であった。高専には「数学が好き」という学生が多いということは阿蘇らも言及しているが、それを裏付ける数字であった。

しかしそんな学生達に、改めて「数学は得意ですか、苦手ですか」と質問すると、37.5%もの学生が「苦手」と答えている。その理由として、高専では数学の授業内容が急に高度になるため「数学が苦手」と意識する学生が多くなるのか、皆がよく出来るので相対的に自分は「数学が苦手」と感じるのかは明らかではないが、そこに「予想外」に多いと感じられるギャップが存在するのは確かである。しかし逆に、このことが高専での数学の教え方の改善のヒントにもなると思われる。すなわち、多くの高校で行われている「数学を好きにさせる教え方」よりも、高専ではむしろ「苦手意識をなくす教え方」の方が、より実際的で効果的ではないかということである。

3・3 「数学が苦手な理由」の調査

ではなぜ高専の学生は、「自分は数学が苦手」と意識し

ているのか。「数学が苦手」と答えた学生たち(12名)に、更に表4のような質問をして、その理由を聞いた。

表4 あなたは、なぜ数学が苦手なのですか

①問題を見たとき、どう解いていいのかわからないから
②説明を聞いても一回で理解できないから
③授業が早くて理解できないから
④いろんな記号が出てきて混乱してしまうから
⑤計算が苦手で、よく間違えるから
⑥解くのに時間がかかって面倒だから
⑦解けても楽しいと感じないから
⑧いくらやっても答が合わないことが多いから
⑨定理や公式を覚えていないから

回答からうかがえる学生たちの「苦手意識の傾向」を前と同様にSPSSで因子分析すると表5のような4個の潜在因子が見いだされた。

因子1は「計算が苦手でよく間違えるから」や「解くのに時間がかかって面倒だから」という理由に因子負荷量が大きいので、内容から解釈してこの因子を「**計算力不足傾向**」による**苦手意識**と名づけることにした。特に「解くのに時間がかかるから」という項目に、数学が苦手な学生の57%がそうだと肯定していることに注意が必要。

因子2は「いろんな記号が出てきて混乱してしまうから」という理由に負荷量が大きいので、「**混乱傾向**」による**苦手意識**と名づけることにした。これに関係する2つの質問項目にも約半数の者が「そう思う」と肯定の回答していることに注意したい。

因子3は「説明を聞いても一回で理解できないから」や「授業が早くて理解できないから」等に因子負荷量が大きいので、「**理解力不足傾向**」による**苦手意識**と名づけた。この「理解力不足」が苦手意識に一番大きく作用していることは、この質問項目に対する肯定の回答が60%から70%もあることから容易に分かる。学生たちの理解力をどのようにして高めるか、授業に工夫が求められるところである。

表5 「数学が不得意な理由」についてのアンケートの因子分析結果 (重みなし最小二乗法・バリマックス回転後)

質問項目	因子1	因子2	因子3	因子4	肯定[%]	平均点	SD
① 計算が苦手で、よく間違えるから	0.933	-0.107	-0.086	0.121	28.6	2.43	0.76
② 解くのに時間がかかって面倒だから	0.784	0.274	-0.226	0.314	57.1	2.71	0.73
③ いろんな記号が出てきて混乱してしまうから	0.217	0.904	0.136	0.060	50.0	2.57	0.65
④ 解けても楽しいと感じないから	-0.435	0.574	0.083	0.324	42.9	2.43	1.09
⑤ 説明を聞いても一回で理解できないから	-0.049	0.120	0.910	-0.178	71.4	3.14	1.03
⑥ 授業が早くて理解できないから	-0.288	0.205	0.564	0.330	64.3	2.79	0.70
⑦ いくらやっても答が合わないことが多いから	-0.111	-0.460	0.501	0.316	57.1	2.71	0.73
⑧ 定理や公式を覚えていないから	0.251	0.043	0.049	0.864	28.6	2.29	0.47
⑨ 問題を見たとき、どう解いていいのかわからないから	0.371	-0.571	-0.103	0.474	71.4	2.93	0.73
固有値(回転後の負荷量平方和)	2.020	1.829	1.493	1.433			

因子4は「定理や公式を覚えていないから」や「問題を見たとき、どう解いていいのか思いつかないから」という理由に因子負荷量が多いので、「**不勉強傾向**」による**苦手意識**と名づけることにした。この因子の特徴は、因子分析表を見てもすぐに分かるように、第1、第2、第3因子のすべての因子に負荷量がある(0.3程度)ことで、このことは「不勉強」というのは他のすべての因子に関係していることを表している。

以上、学生たちへのアンケートを因子分析することによって、数学が苦手な学生たちの「苦手意識」の背後には4つの潜在因子があることが推測できた。それらをまとめると、「不勉強」という潜在因子がベースにあり、それから派生した「計算力不足」と「理解力不足」があって、それらが重畳すると、何がどうなっているのか分からなくなってしまう「混乱」へと進んでいく、という「**苦手意識の連鎖構造**」が見えてくる。

4. おわりに

さて最後に、今回の調査によって得られた結論から、高専での数学教育の改善に向けた提案を整理し、それを箇条書きにして示すことにする。

- (1) 調査の結果は、阿蘇らの結果とほぼ同じであった。
(よって改善への提案も似たものになる)
- (2) よく出来る学生には出来るだけ多くの演習問題や、専門教科に繋がるような応用問題を多く解かせるとよい。
- (3) 数学が苦手な者には、「理解させる」ことに重点を置いた授業を行う。よく出来る者にも問題が解ければよいのではなく理解することが重要であることを十分に認識させる。
- (4) 授業は、シラバスどおりに進めなければと無理なスピードで進めるのではなく、理解できていない学生がいないかどうか気を配り、その対処に十分な時間がかげられるようシラバスの方を再検討し、教えるべき項目の中で真に必須な項目を厳選し、よりの絞ったカリキュラムを作成して時間的な余裕を作り出すことが必要である。(授業が早くて理解できないことがないように)。

(5) これまで高専は、伝統的に注入的教育法を採用してきたと言われている。そのため、学力の定着は学生の努力に委ねられてきた面が強い。しかしこれからは、教員も単純に学生の尻を叩いて勉強させればよいという認識を改め、学生の中に学力が定着する「授業のしゅみ」を工夫していく努力が求められている。(参照：理解を確認しながら進めてほしい:97%, 前に習ったことも、もう一度解説してほしい:88%, 質問があったとき、時間がかかっても納得するまで説明してほしい:94%)

(6) 今回の調査でも分かるとおりに、すでに第1学年で数学が苦手な学生を多く生み出していることを我々も認識し、学生にとって望ましい数学の授業の実現を探りつつ、日々授業を改善していくことが求められていることを常に念頭において授業に望みたい。この調査がその一助となれば幸いである。

参考文献

- (1) 尾城一幸：“中等数学の授業構成とその改革”、日本数学教育学会(1997)
- (2) 阿蘇和寿、富山正人、森田健二、豊田剛：高等専門学校における望まれる数学の授業について、日本数学教育学会高専・大学部会論文誌、第7号、85～100頁(2000)

註

- (3) 因子分析は多変量解析の手法の1つで、複数の変数の関係性をもとにした構造を探る分析法である。ここではアンケートの質問項目への回答を変数として、変数間の相関関係をもとに導き出される「潜在変数」を探ることを目的とする。
- (4) S P S S社の統計解析ソフト
- (5) 「回転」というのは測定値と因子とがうまく合致するように、縦軸と横軸とを原点を中心に回転させることであり、バリマックス回転というのは、縦軸と横軸とを直交させたまま回転させる直交回転方法のひとつである。直交回転のほか斜交回転の代表的な方法としてプロマックス回転がある。