

## 数学の授業におけるアクティブラーニングの効果について 2

面田 康裕\*

### On the Effects of Active Learning in Mathematics Education 2

Yasuhiro OMODA\*

#### ABSTRACT

In the National Institute of Technology, Akashi College we tried to teach mathematics by traditional teacher-centered methods in one classroom and by active learning methods in another classroom for the last three years. After we reported on the results from teaching for two years in a previous paper, we continued teaching mathematics in similar methods. Now, the report on these results follows.

**KEY WORDS:** active learning, mathematics, education

#### 1. はじめに

アクティブラーニングとは学生の能動的な学習を取り入れた授業の方法のことである。執筆者の所属する明石工業高等専門学校においては、アクティブラーニングセンターが発足し、授業への積極的な導入が推奨されている。一方で、高等専門学校における数学の授業では、従来型の講義が効果的に行われ、一定の評価がなされてきた。(ここで従来型の数学の講義とは、教師による知識伝達に個々の学生による問題演習や発表を織り交ぜて行われる、学生間の自由な議論がほとんど存在しない授業を指しているものとする。)本研究では、本校に入学した時点でおおよそ同程度の数学的能力を有していると考えられた二クラスについて、入学後3年間、一つのクラスではこれまで通りの従来型の授業を、もう一つのクラスでは授業時間の半分を教師による知識伝達を行う講義にあてて、残り半分以上をグループによる自由な議論を中心とした能動的学習の時間として授業を実践し、両方の授業方法による結果の比較を行った。この研究は前論文<sup>1)</sup>からの継続である。そ

ここでは入学後2年間の実践と学生へのアンケートを基に報告を行ったが、試験の成績に関して有意な差異を見出すには至らなかった。一方で、平素の学習時間や学習を楽しむ様子などには大きな差異が生じるといった結果も得られた。今回の論文においては前回の2年分のデータに昨年度のデータを追加し、入学以降3年間の授業実践とそのデータを基に考察を行った。特に前論文の査読者より、個人の試験成績とアンケート結果の相関を調べてはどうかと指摘していただいたことが非常に役に立った。ここに感謝を述べておきたい。

#### 2. 授業と評価の方法

通常授業を行ったクラス(電気情報工学科)をクラスE(学生数46名)、グループで学び合いといったアクティブラーニングを取り入れたクラス(機械工学科)をクラスM(学生数44名)と表記する。授業や評価の方法については、前回の報告の時とまったく同じであるが、便利のために再度述べておく。

授業時間の半分の講義部分は、両クラスとも共通の基本的内容(定義、定理、証明、具体例)である。さらに、定期試験やレポートなどは完全に共通の問題及

\*一般科目

び評価方法とした。以下で残りの半分の時間の授業と評価方法について述べる。

### 2・1 クラスEでの授業と評価方法

クラスEでは、授業時間の残りのうちのさらに半分は講義の内容に対応する例題や発展的事項について教師が講義した。残った4分の1程度の時間は、事前に配布したプリントを家庭で考えてきてもらい、個別の学生にその結果を黒板で解説してもらった。問題は、高校数学の参考書や大学入試及び編入試験の過去問題から選んだものである。難易度は易しいものから難しいものまで様々なものを選んだ。実際の発表の際には学生の自主的な挙手のうでで発表してもらった。その評価は、解説が適切な場合は加点、不適切な場合は少しではあるが減点とした。こうした授業はある種のアクティブラーニング的手法を取り入れたものといえるが、従来型の授業であろう。

### 2・2 クラスMでの授業と評価方法

クラスMでは、まず4、5名からなる9つのグループに分かれてもらった。グループは、1年間を4クールに分け、各クール毎に変わってもらった。構成メンバーに関しては、試験の点数の分布がグループごとに同じ程度になるように、さらに数学的能力が比較的高い学生、苦手な学生がそれぞれのグループに少なくとも1人ずつ含まれるようにした。学生には数学の能力以外の面では完全にランダムなグループ構成だと伝えたが、実際には、1年次には人間関係や個々人の性格についてある程度考慮した構成を行い、2年次には本当にランダムに構成した。かの学び合いの時間には、教師はグループの間を巡回しながら学生の議論の様子を観察した。グループ内のすべての学生がしっかりと理解できたと学生達自身が判断した段階でグループの代表は挙手により教師に発表の意志を示してもらった。そのうでグループ内のメンバーの中からランダムに教師の指名した学生に問題解説をしてもらった。但し、グループ内で明らかに理解の進んでいない学生がいる場合にはその学生を発表者として指名した。問題はクラスEと同様に事前に配布し、個別の問題への取り組みは家庭学習で行い、授業においてはお互いの考えを話し、教え合うよう指導した。その評価については解説が適切である場合には当該グループ全員に同じ加点、不適切である場合には少しではあるがグループ全員を減点とした。また、解説が適切であるかどうかの判断の際には教師のみでなくクラスの他グループの学生達の質問にも的確に答え、彼らを納得させられることも条件として課した。

## 3. 結果と考察

試験成績と学生アンケートの結果と、簡単な考察を述べる。学生アンケートの実施時期はそれぞれ学年終了時である。そして、クラスE (学生数46名)、クラスM (学生数44名) のうち回答数はクラスE (1年次45名, 2年次45名, 3年次39名)、クラスM (学生数: 1年次42名, 2年次42名, 3年次39名) であった。

### 3・1 試験成績の推移

定期試験の点数についてそのクラスごとの平均を比べたのが図1である。明石高専では年4回の定期試験が行われる。ここでは、例えば2年次の3回目の試験を2年3と表記した。

最初の2年間ではそれほど大きな差異は見られなかった。しかし3年次には年間4回の試験すべてにおいてアクティブラーニングを導入したクラスMの平均点が通常授業のクラスEの平均点をかなり上回る結果となった。

前回の報告で述べた通り、2年間の実践の後には授業形態の差による違いは従来型の試験ではそれほど現れてこなかった。しかし、3年間の実践の後である今回、アクティブラーニングの効果が試験結果に表れてきた可能性がある。

次に試験成績の標準偏差について比べたのが図2である。これはクラス内での学生の能力差の大きさを測る指標の一つと見ることができる。

初年度はあまり差がないとはいえ、どちらかと言えばクラスMのほうが標準偏差が大きかった。2年次にはクラスMのほうが標準偏差がはっきりと大きい傾向にあった。しかし、3年次には再びはっきりとした差はなくなった。このデータからは両授業方法による学

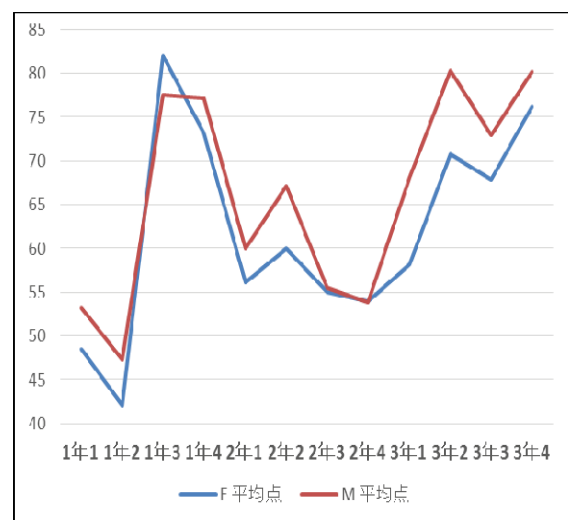


図1 試験の平均点の推移

生間の能力差への影響の差異は明確にはならなかった。一方で数学は積み重ねの重要な科目であり、学年が上がっていくとクラス内の能力差は大きくなると考えられる。それはどちらの授業方法においてもデータとしてははっきりと表れている。

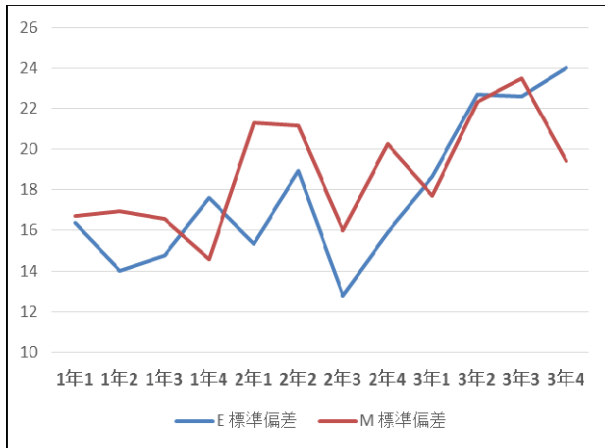


図2 試験の標準偏差の推移

### 3・2 自宅での学習時間

学生アンケートによって得られた一週間における数学の自宅学習時間の平均の推移が図3である。

1年次における一週間の数学の学習時間の平均がクラスEでは1.6時間、クラスMでは2.1時間であったが、2年次においてはクラスEでは1.5時間、クラスMでは2.5時間、3年次においてはクラスEでは1.5時間、クラスMでは2.6時間と年々差が大きくなった。これが試験の成績における差の主な原因と考えられる。グループ学習を行っているクラスMの学習時間の増加については、多くの学生が述べていたことだが、グループへの責任感が大きな理由として挙げられる。これは前論文における2年次までと同様である。

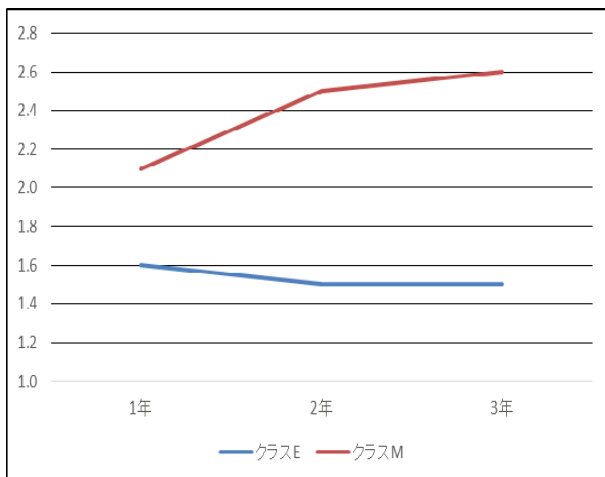


図3 自宅での一週間の学習時間の推移

### 3・3 数学の学習に対する意識

数学の学習に関する感想を3択で各年次についてアンケート調査した。質問は以下のとおりである。

「・微積分の学習内容は

1. 易しかった
2. 普通
3. 難しかった

・微積分の学習は

1. 辛かった
2. 普通
3. 楽しかった

そのクラスごとの結果が図4と図5である。1年次における感想では両クラスの結果にほとんど差はない。両クラスともに3年次における辛かったとの感想が減っている。しかし、その減少分が、クラスMは楽しかったとの感想の増加に、クラスEは普通だったとの感想の増加につながっている点が異なっている。結果として3年次終了時点ではクラスMはクラスの過半数が数学の学習を楽しんでいると感じていた。

1年次のアンケート調査は1年間の授業実践ののち

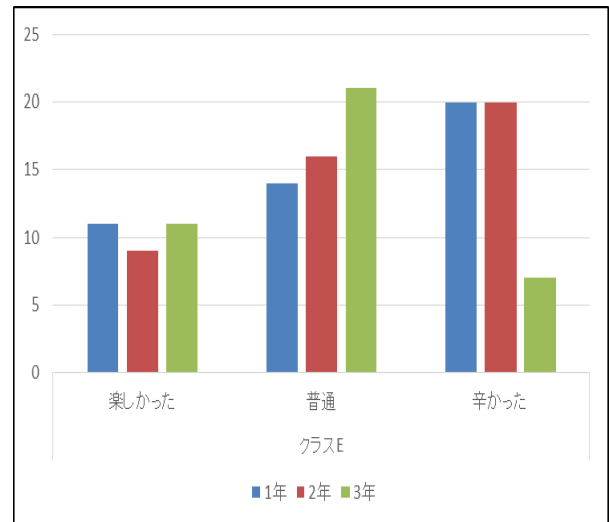


図4 クラスEでの数学の学習に関する感想

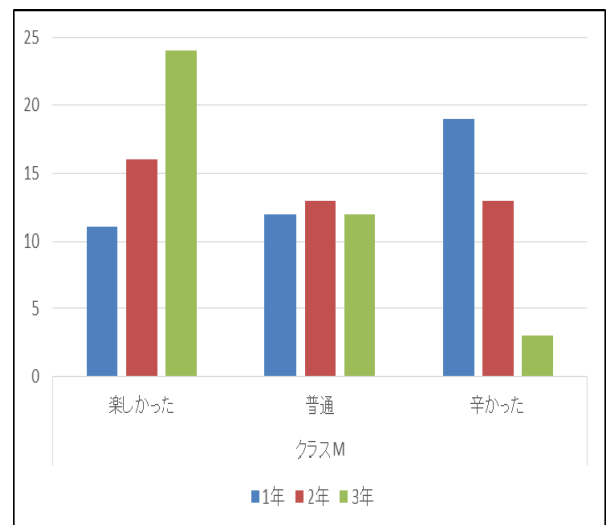


図5 クラスMでの数学の学習に関する感想

の結果であるが、その際には大きな差がなかった。2年間、さらには3年間の実践の後に、クラスMにおいて数学の学習を楽しく感じる割合がどんどん大きくなっていくといった今回のデータは、アクティブラーニングの効果は継続によってより大きなものとなる可能性を示したものと言えるであろう。

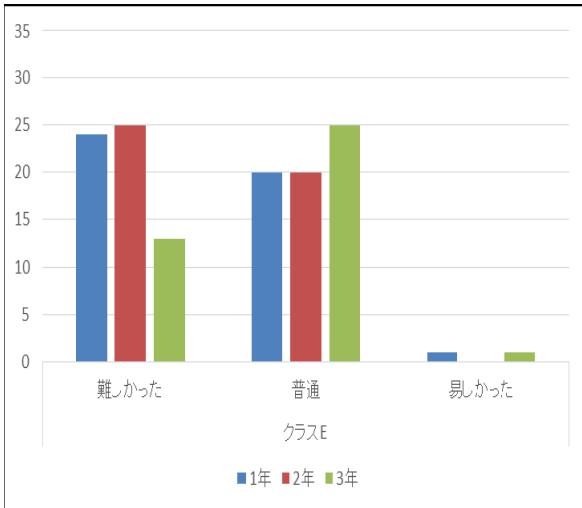


図6 クラスEでの学習内容の難易度に対する感想

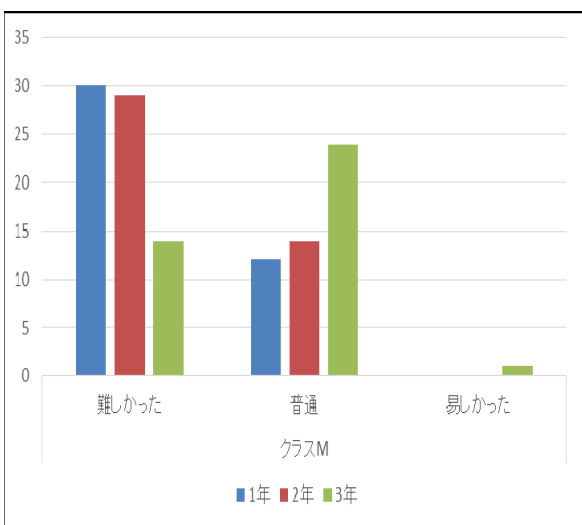


図7 クラスMでの学習内容の難易度に対する感想

学習内容の難易度についても3択で各年次にアンケート調査した。そのクラスごとの結果が図6と図7である。両クラス間であまり違いはなかった。3年次において学習内容が難しかったとの評価が半減しているが、このことが数学の学習を辛いと感じた学生の減少につながったと考えられる。前論文で述べた2年次までの結果と同様のものではあるが、3年次においても、クラスEでは学習内容が難しかったと答えた13名中3名のみが数学の学習は楽しかったと答えている一方

で、クラスMでは、学習内容が難しかったとした学生14名中8名が楽しかったと答えていた。また、個別の成績との比較でいえば、クラスEで学習内容が難しかったがその学習は楽しかったと答えた3名は試験の成績では上位に位置する学生であるが、クラスMの同様な学生8名のうち4名は試験の成績が平均以下の学生であった。成績も低く、学習内容も難しいと感じている学生が、数学の学習を楽しみと感じてくれているのは、かなり稀なことであると想像され、グループでの学び合いの顕著な効果と言える。

### 3・4 アンケート結果の相関関係について

学習に関する感想についてのアンケート結果に

1. 辛かった
2. 普通
3. 楽しかった

を、学習内容の難易度についてのアンケート結果に

1. 易しかった
2. 普通
3. 難しかった

を割り当てる。そのうえで3年次の4回の定期試験の個人平均点及び自宅での学習時間との相関係数を述べる。データとして多少重複したものとなるが、6パターンすべての相関係数を述べる。また、参考として①に関する各クラスの散布図を図8、図9に示す。

#### ① 試験の個人平均点と学習の楽しさ

クラスE 0.411

クラスM 0.237

クラスEでは中程度の相関がみられるがクラスMでは弱い相関しかない。クラスEの学生は、学習が楽しいとおもう学生ほど点数が高い傾向にあるが、クラスMの学生はそういった傾向が低いと言える。

#### ② 試験の個人平均点と学習内容の難易度

クラスE -0.201

クラスM -0.536

授業方法に関わらずこれらには高い相関があるはずだと考えていた。たしかにクラスMではかなり高い相関があった。しかしクラスEでの相関は弱かった。ここでの差異は大きい。理由はよく分からず、今後の検討課題である。

#### ③ 試験の個人平均点と自宅学習時間

クラスE 0.194

クラスM -0.250

弱い相関ではあるが、クラスMでは数学の苦手な学生のほうが学習時間が多くなる傾向にあった。グループ内での責任感からの行動であると考えられる。かなり弱い相関関係ではあるが、双方のクラスで相関の正負が逆転していることは、顕著な傾向といえる。見方を変えると、クラスMでは努力した学生の試験の点数が低迷しているといえる。今後、効率的な学習法を提示

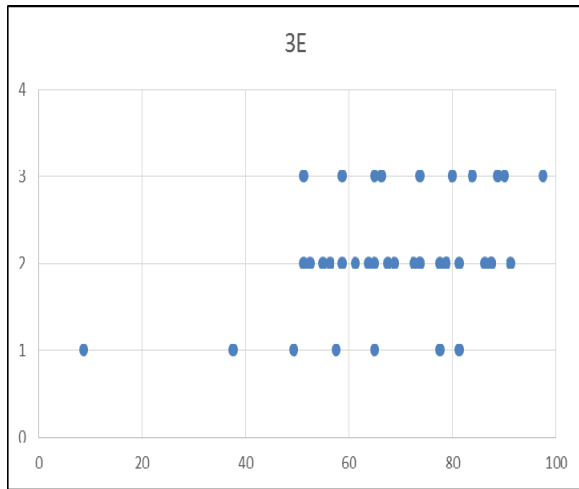


図8 クラスEでの楽しさと試験の点数の散布図

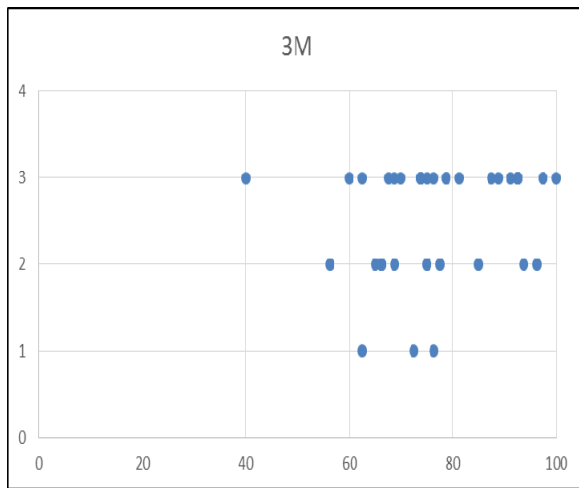


図9 クラスMでの楽しさと試験の点数の散布図

する必要があろう。

④ 学習の楽しさと学習内容の難易度

クラスE -0.166

クラスM -0.155

両クラスともにほとんど相関がない。

⑤ 学習の楽しさと自宅学習時間

クラスE 0.098

クラスM 0.105

両クラスともにほとんど相関がない。

⑥ 学習内容の難易度と自宅学習時間

クラスE 0.064

クラスM 0.352

クラスEではほとんど相関がない。クラスMではある程度の相関がみられ、難しいと感じている学生ほど努力していることがわかる。

4. おわりに

アクティブラーニングの実践としてのグループでの学び合いの効果は、試験成績において、前回の2年間ではほとんど見えてこなかった。ところが3年目の今回は試験成績において点数の差がはっきりと表れた。このことの主原因は自宅での学習時間の差であると考えるのが妥当であろう。学生が自主的に学習を行うようになるにはどうすればよいかは常に教師にとって重要な問題である。この実践の結果から、数学の学習において自主的な学習を行う動機づけの方法として、グループでの学び合いは、かなり有効なものであると言えるであろう。ただし、今回授業を実践した2クラスについて入学後3年の長期にわたって継続的に授業を担当させていただいたおかげで、ようやく試験の点数にまで効果が見えてきた。このことを踏まえると、アクティブラーニングの効果及び実践について考える際には、半年もしくは1年で完結してしまう各講義ごとにではなく、入学から卒業までの長期間の様々な講義の担当者の連携が重要となるであろう。

参考文献

- 1) 面田康裕「数学の授業におけるアクティブラーニングの効果について」 明石高専研究紀要、第58号、26-30頁 (2016).