

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

面田 康裕*

On the Effects of Active Learning in Mathematics Education

Yasuhiro OMODA*

ABSTRACT

Today active learning is recommended for various educations. But is it true that active learning works? In National Institute of Technology, Akashi College we tried to teach mathematics by traditional teacher-centered methods in some classroom and by active learning methods in another classroom for last two years. Then we will report about the difference which appeared in two classrooms.

KEY WORDS: active learning, mathematics, education

1. はじめに

アクティブラーニングとは、教師からの一方的な知識伝達型でなく、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。近年では、企業をはじめとした社会からの要請に伴い、授業にアクティブラーニングの手法を取り入れることが強く推奨されている。一方で、高等専門学校における数学の授業では、詰め込み型の講義が効果的に行われ、一定の評価をされてきた。アクティブラーニングの手法を用いた授業がこれまでの授業方法に比べてどれほどの効果を持つのかについてはまだはっきりしていないことが多いと言えるであろう。本研究では、明石工業高等専門学校に入学した時点においておよそ同等レベルの数学的能力を有していたと考えられる二クラスについて、2年間、一つのクラスではこれまで通りの通常授業を行い、もう一つのクラスでは授業時間の半分を通常講義にあてて残り半分をグループによる能動的学習の時間として授業を実践した。本稿ではその結果生じた成績や学習状況の変化とその差異について報告する。

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45名）、グループでの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42名）と表記する。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え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。

*一般科目准教授

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 年間で 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。授業の残り半分で、このグループにおいてクラス E と同じ配布プリントについて学び合いをした。グループで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。そのうえ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。

2・3 授業と評価の方法の問題点

通常の授業を行ったクラス E に関しては、特に問題はなかった。問題発表の際にマイナス評価の可能性があることは、しっかりとした準備と丁寧な発表を促す効果があった。また、マイナス評価に対する恐怖から発表者が減少する可能性もあったが、最終的にはクラスのほとんどの学生が自主的に発表していた。

グループでの学び合いを行ったクラス M に関しては、当初はある程度の問題が生じた。

- ・グループの構成員のやる気に偏りが生じた場合に、やる気のない学生に他の構成員がきつい言葉で接するケースがあった。
- ・試験での高得点が常である学生のなかには、他の学生に教えることに消極的な学生が数名いた。

- ・分からないことを表明するのが恥ずかしいとの感覚をもつ学生が多く、グループ内での役割が教師役と学生役に完全に分離し、一方通行の授業形態が現れた。

- ・数学の能力は個人的なものだとの考えが強いため、グループでの均一評価に強い違和感を持つ学生がいた。これは特に成績の良い学生に多い意見であった。

などである。しかし、社会における双方向の議論や共同作業の重要性を粘り強く繰り返し説明し続けていくと、これらの問題点はほとんどなくなった。ただし、問題点の解消は、この説明によるものというよりは、成績評価といったインセンティブと時間の経過による学生同士の人間関係の深まりによるものである可能性が高いとも考えられる。一方で成績評価の面では、問題点は残ったままであった。特にグループでの一律の評価は大きな問題といえるであろう。努力の量あるいは学び合いにおける貢献度は学生個人に依拠してかなり異なっているからである。それらを取り込むために、グループ内での学生同士の相互評価を成績に組込むことも考えられた。グループ内での貢献度は教師よりも学生自身のほうがよく認識しているからである。しかし、学生同士で評価し合うことが人間関係に及ぼす悪影響が強く懸念された。また、客観性をどこまで保持できるかの不安から、高専における認証評価や Jabe の審査に耐えうる評価が可能かどうかの的確な判断が難しかった。これらの理由のため、今回は学生による相互評価の導入は見送った。

3. 結果と考察

授業や評価方法に異なる点がある以上完全に公平な比較は可能ではない。しかし得られたいくつかの結果のうち比較的公平に判断可能と考えられるものを中心に報告する。後半は学生アンケートの結果であるが、時期は 1 年終了時点と 2 年終了時点のデータである。

3・1 試験成績の推移

二クラスの成績評価のうち完全に共通であり公平な比較が可能な試験の点数についてその平均を比べたのが図 1 である。

2 年間にわたって二クラスの間にはそれほど大きな差異は見られなかった。ここで、平均点の上下に関しては、時期による学習内容や試験問題自体の難易度の差によるものであり今回の調査にとってはほとんど意味はないものであると考える。試験の成績について、2 年間とも前半はクラス M が高く、後半になるとクラス E との差が小さくなるといった傾向も少し見て取れる。これについてはクラス M の学生数名から、後期中間試

験前後にクラス M の一定数の学生が関わるコンテストがありその準備に追われて勉強どころではないとの意見があったことを述べておく。

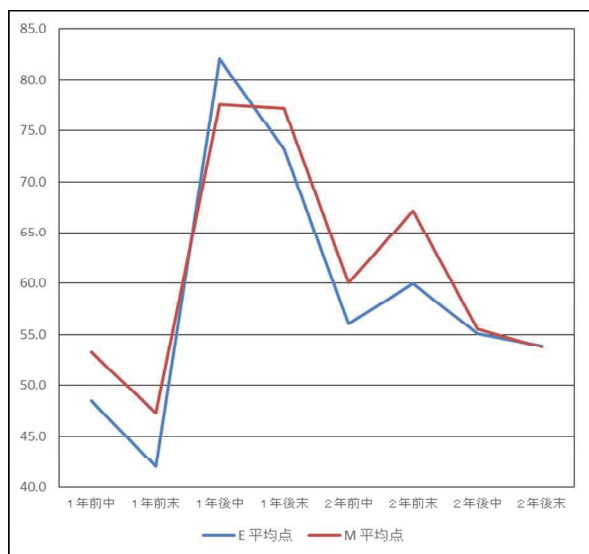


図1 試験の平均点の推移

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。

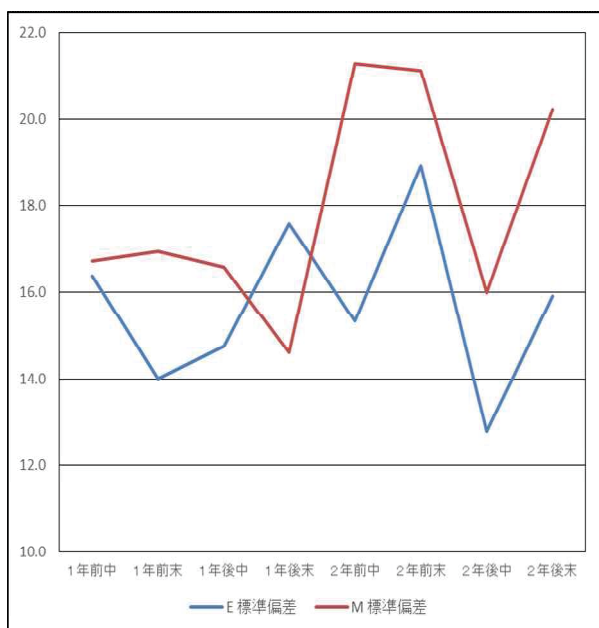


図2 試験の標準偏差の推移

当初はほとんど差がなかったが、全体を通してみるとクラス M のほうが標準偏差が大きい傾向にあった。グループでの学び合いを通して数学が苦手な学生の能力向上により標準偏差は小さくなるとの当初の期待とは異なる結果となった。

これらの結果を見ると、授業形態の差による違いは

従来型の試験では今回の調査方法ではそれほど現れてこなかったと言える。

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学習時間の平均の推移が図3である。

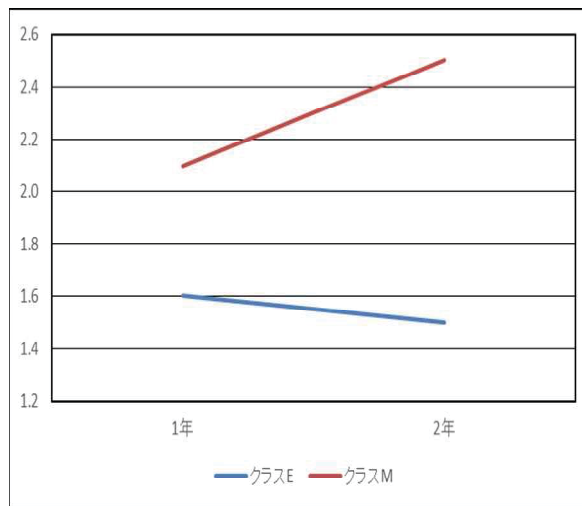


図3 自宅での一週間の学習時間の推移

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時間と差が大きくなった。

詳細としては、一週間の数学の学習時間の平均が1時間未満の学生が1年次にはクラス E 17名、クラス M 12名だったが、2年次にはクラス E 18名、クラス M 7名と変化している(クラス E 学生数45名、クラス M 学生数42名中)。グループでの学び合いを行ったクラス M には、成績が連帯責任となることにより責任感を感じて家庭学習の時間が増したと発言する学生が多数いたが、これが数値にも表れている。責任感が、自主的な学習へのインセンティブとして非常に大きな効果を持っていたと判断することができるであろう。

ただし、学習時間の明らかな増加が直接的な試験の点数の伸びにつながらなかった理由が何なのかが問題である。

3・3 数学の学習に対する意識

数学の学習が楽しかったかどうかを3択で各年次についてアンケート調査した。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。しかし2年次における感想では、通常授業を行ったクラス E ではさほど大きな変化はないが、グ

グループでの学び合いを行ったクラスMにおいて数学の学習に対する良好な意見が確実に増しているのが読み取れる。2年次後半にもなると、学生がグループでの議論に慣れてきた様子が見受けられた。慣れてしまうと、グループでの議論をすること自体を楽しんでいる学生も多く見られたのでアンケート結果はその影響であろう。1年次のアンケート調査は1年間の授業実践ののちの結果であるがその際には大きな差がなく2年間の実践ののちにやっと効果が見て取れることはグループでの学び合いの効果は、数学教育においては短期的には表れ難いものなのかもしれない。

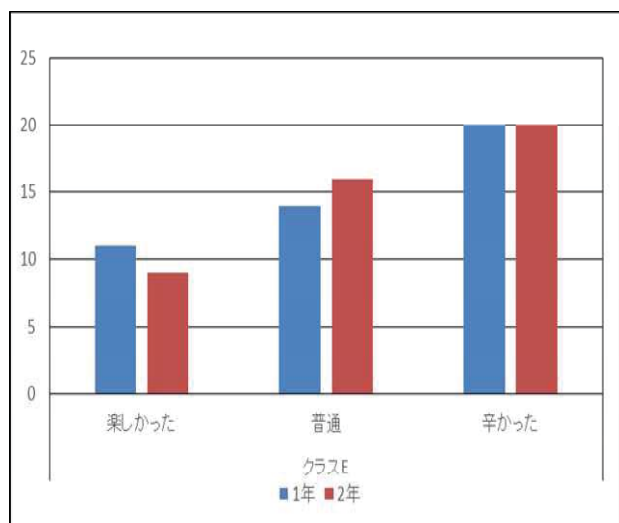


図4 クラスEでの数学の学習に関する感想

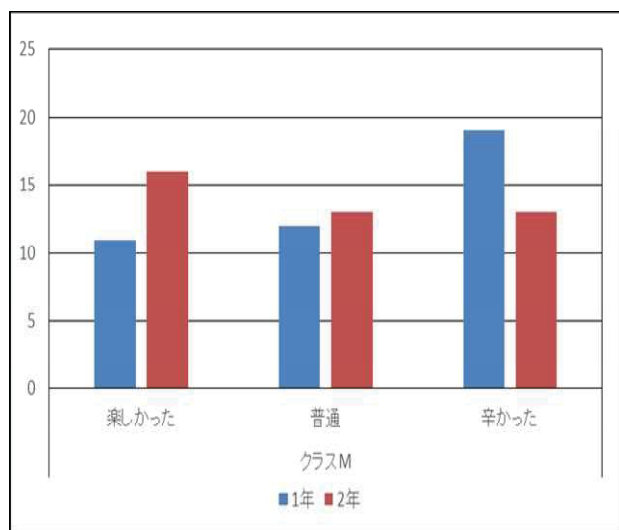


図5 クラスMでの数学の学習に関する感想

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。

これに関しては年次による差はあまりなかった。ク

ラスによる変化もさほど大きいものではないが、クラスEよりクラスMにおいて学習内容が難しいとの意見が少し多かった。この差異が生じた原因として、クラスMにおいては、グループでの学び合いに取られる時間が多く例題などの解説の時間が少なかったことによって理解の困難が少し増したといったことがあったと言えるかもしれない。

ここでの二つのアンケートの詳細からは興味深い結果が見て取れた。学習内容を難しいと考え、そのうえで数学の学習は楽しいと感じた学生が通常授業を行ったクラスEでは1年、2年次ともに2名であったが、グループでの学び合いを重視したクラスMでは1年次で5名2年次で11名もいた点である。特にクラスMで2年次に数学の学習が楽しいと感じた学生16名のうち、11名が数学の学習内容を難しいと感じていたことは驚くべき結果と言えるだろう。

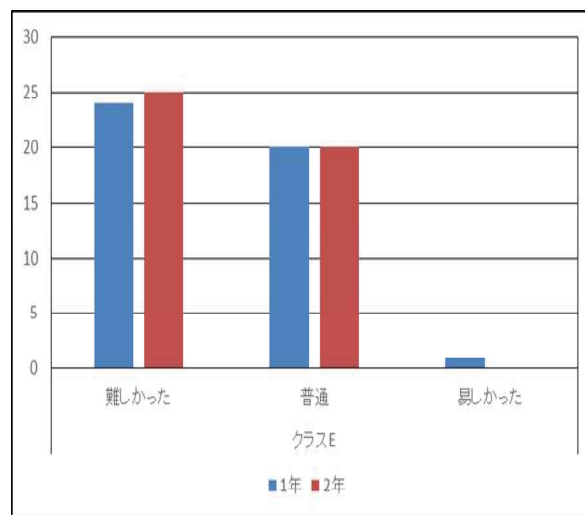


図6 クラスEでの学習内容の難易度に対する感想

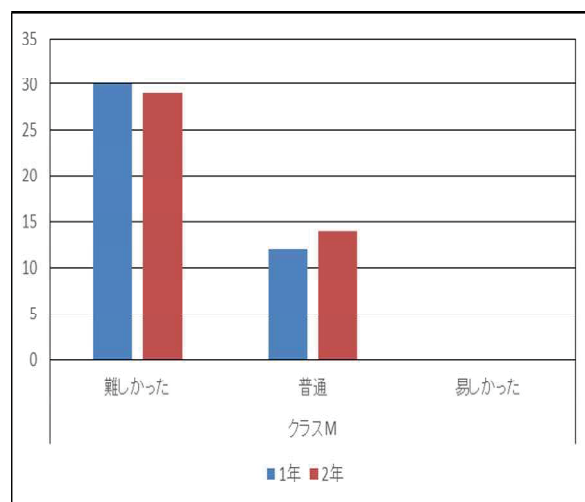


図7 クラスMでの学習内容の難易度に対する感想

一方通行の授業では、聞いていて難しくて分からないものはやはりつまらない。よって楽しくない。しかしグループでの活発な議論を行う場合には、困難への挑戦がより楽しさを生んでいる可能性が高いと考えられる。

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、従来型の試験による成績評価においては今回の実践ではほとんど見えてこなかった。これまで13年前より行ってきたグループでの学び合いを含めた授業では、通常授業との比較を行ってこなかった。しかし評価方法に依らず学生の能力の向上があるに違いないと傲慢にも信じ切ってしまうていた。そのために授業方法の更なる改善への機会を逸していたといえる。グループでの学び合いを行っていると、学生同士の濃密な議論を観察したり、授業中において学生から質問されるといった機会が多くなる。このため、試験やレポートだけでの評価に比べ、議論などを通して彼らを必要以上に高く評価してしまっていたということであろう。

とはいえ、グループでの学び合いといったアクティブラーニング的手法を取り入れたクラスMでは、試験による評価以外の部分で、学習時間の増加や、困難ゆえにより楽しんで学んでいく学生の増加など数値的に見える部分での変化も見られた。特に困難をより楽しむ姿勢の学生の増加は、現在までより分かりやすい授業を目指す方向での授業改善を追求してきたことを改めて考え直す必要性を示唆しているといえるだろう。

それ以外にも実際に授業を行っている教師の立場からは、数値化はできていないもののアクティブラーニングによる効果として感じていることがある。これについてはエビデンスのないものであり、思い込みの可能性も否定できない。しかし、教育の実践の際には重要度の高いことであるといえるので、参考意見として述べておく。

・いろいろと価値観の異なる学生間でも、数学に関してならば客観的かつ公平な会話が可能である。そのため、突然私的な会話を始めるのに比べると、敷居が低いのであろう。それをきっかけに、それまでほとんど会話のなかった学生同士の間にも、少しずつ会話が生まれてきた。この結果、チームワークやコミュニケーション能力が向上したと考えられる。

・学生数学に関する議論が徐々に、丁寧かつ論理的になってきた。これはグループでの議論の観察から感じ取れた。また、発表者の解説の適切さからも判断した。

・数学を分かるという判断に対する敷居が高くなってきた。これはグループでの議論の際に、理解が困難な点について徹底的な議論が多数見られるようになったことから判断した。

などである。これらの効果を客観的に評価する手法を導入することはこれからの課題といえるだろう。また効果の評価とともに、新たな学生に対する評価方法の導入も必要とってくる。特に学生の評価方法は、学生の学習への動機づけとも関わってくることから慎重に検討されるべきである。

本研究については、当該2クラスにおいて現在も実践中である。長期間に渡っての効果と差異についての研究報告を次年度以降に再度行う予定である。

参考文献

- 1) 文部科学省「初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について (諮問)」
<http://www.mext.go.jp/b-menu/shingi/chukyo/chukyo/0/toushin/1353440.htm>