「意欲」「人間性」「能力」をバランス良く養うための 数学系科目の授業設計と実践

Instructional Design and Practice on Mathematical Education for Well-balanced Cultivating
“Motivation” “Humanity” and “Ability”

荒川 俊也^{※1}
Toshiya ARAKAWA

This paper describes about instructional design and practice on mathematical education in order to cultivate and improve of “Motivation” “Humanity” and “Ability”, which are needed for engineering. The point of instructional design is as following 4 methods : group work of which member is consisted of different department, self-help by students themselves, facilitation of “lecture-exercise-preparation” cycle and setting more difficult questions than the academic ability of students. From the point of class evaluation questionnaire, the proposed method is found that it is effective methods and improves students’ satisfaction.

Keywords : Motivation, Humanity, Ability, Mathematics, Instructional Design

キーワード : 意欲, 人間性, 能力, 数学, 授業設計

1. 緒言

本論は、愛知工科大学における数学教育において、「意欲」「人間性」「能力」をバランス良く養うための授業設計と実践例に関して述べたものである。

愛知工科大学は、中京・遠州工業圏と三河湾国定公園の中心に位置する愛知県蒲郡市と幸田町にまたがる地にキャンパスを構えている。本学は愛知県の中でも東方の三河地域に属しているが、全国の3割を誇る製造品出荷額である¹⁾モノづくりが盛んな環境に立地している。

このようなモノづくりが盛んな環境の中で、本学では、教育目標として、「自立と夢の実現：教育指針 [心を磨き、技を極め、夢に挑む]」に基づき、学生一人ひとりが夢を持ち、社会での自立とその夢の実現に必要な力を主体的に養い、自らの成長に自信を持って就職し、社会から喜ばれ歓迎される技術者となるよう教育する。」を掲げて教育に取り組んでいる。ここで述べている教育指針、[心を磨き、技を極め、夢に挑む]結果達成される「自立と夢の実現」のためには、総合力である「意欲」「人間性」「能力」を掛け合わせたものが必要であると考えており、この総合力を最大にするためには、「意欲」「人間性」「能力」の3要件をバランス良く向上させる必要がある²⁾。

近年は、技術や社会情勢が目まぐるしく移り変わり、個人が置かれている状況も瞬時に変わる中で、全体を統括する管理者の下、一人ひとりが有する最大限の能力を発揮し、互いに助け合い、全体として調和を創り困難を乗り越えるようにする教育が望ましいと考えられている³⁾。

る²⁾。このような教育が望ましいとされる中では、従来のような一様な教育内容、方法からの脱却の必要がある。これを踏まえて、本学では、2012年度より教育改革・授業改革を実施している²⁾。

この教育改革・授業改革のポイントにおいて、特に重要な項目は次の3項目であると筆者は考えている。

- (1) 人材教育の根幹を、「意欲」「人間性」「能力」の3要件に絞り込み、学びを通してこれら3要件がバランス良く向上するよう工夫する。
- (2) 教員と学生、学生相互間での学び合う形態の授業を基本に置き、主体的に考える力、意見を交換し、お互いを理解し合う力、発表する力の向上を図る。
- (3) 学習内容が確実に身に付き、3要件が向上するように、アンケートなどを取り、学生の状態を確認して、具体的な施策を行う。

「自立と夢の実現」の達成のために考えられた本学の学びの流れを示したものが図1³⁾である。学習目標への達成度を確認したり、3要件の向上度を自分でも評価し、現状を理解、改善を実施することによって、教育目標の達成へ導くものである。

さて、本学のように、推薦入試、特に指定校推薦からの入学者数が多い大学は、学生の基礎学力が比較的低い⁴⁾。中には、目的意識を持たず、意欲的でない学生も見られる。本学のキャリア形成教育科目において、モノづくり技術者としての意欲喚起と素養を高める教育を実践しているが⁵⁾、キャリア形成教育科目だけではなく、その他の初年次教育科目や、専門科目においても、「意欲」「人間性」「能力」を養うような授業設計を行うことで、真の意味で、学生の成長を促すことができると考える。

2016年11月10日受付

※1 愛知工科大学 工学部 機械システム工学科

教育目標：自立と夢の実現

図1 「自立と夢の達成」のための本学の学び³⁾

本論では、愛知工科大学の一般教養科目のうち、1学年後期に開講されている「線形代数Ⅰ」(2016年度より「ベクトルと行列」に名称変更)「統計と確率の手法」(同「統計と確率」)「微分・積分総合」という数学系の科目において、「意欲」「人間性」「能力」をバランス良く養う教育を実践した結果について述べる。

本論の構成は次の通りである。第2章では「線形代数Ⅰ」「統計と確率の手法」「微分・積分総合」のクラス編成に伴う学生の学力の特徴について述べる。第3章では、具体的に実践した教育方法について述べる。第4章では、これら3科目について、筆者の提案する教育手法の実践前後の比較を、授業評価アンケートの観点から検証した結果について述べる。第5章は結論である。

2. 数学3科目のクラス編成に伴う学力の特徴

本学では「雁行型教育」と称する教育を特徴としている。雁はV字型に編隊を組んで飛行するが、前を飛ぶ雁の羽ばたきは後ろに上向きの風を起こし、後続の雁は単独で飛ぶときよりも飛行距離を伸ばせると言われている^{6), 7)}。「雁行型教育」とは、同じ目標と連帯意識で結ばれた学生たちが、お互いの推進力により、共に大きく成長することを目指す教育方法である⁷⁾。入学直後に数学アチーブメントテストという基礎的な数学の試験を実施し、数学アチーブメントテストの成績により、Aクラス(最下位)からDクラス(最上位)に学生をクラス分けしている。筆者が本論で実践事例として紹介する数学科目のうち、「線形代数Ⅰ」はDクラスの学生を対象とした必修科目(情報メディア学科は選択科目)であるが、「統計と確率の手法」「微分・積分総合」はAクラスの学生を対象とした科目である。なお、「微分・積分総合」は必修科目(情報メディア学科は選択科目)であるが、「統計と確率の手法」は全学科選択科目である。Dクラスの学生

表1 「線形代数Ⅰ」「統計と確率の手法」「微分・積分総合」のシラバス(2014年度)

回数	授業の内容		
	線形代数Ⅰ	統計と確率の手法	微分・積分総合
1	ガイダンス	場合の数①	導関数(その1)
2	ベクトルとその演算	場合の数②	導関数(その2)
3	数ベクトルとその演算	場合の数③	接線の方程式
4	ベクトルの積(その1)	試行と事象	関数の極値と関数の増減(その1)
5	ベクトルの積(その2)	確率	関数の極値と関数の増減(その2)
6	直線の方程式	確率の計算①	関数の最大と最小
7	平面の方程式	確率の計算②	中間試験
8	これまでのまとめ、および整理	確率の計算③	積分とは何か?
9	行列	中間試験	不定積分
10	行列の積	確率分布	定積分(その1)
11	行列式の計算(その1)	確率変数の平均と分散	定積分(その2)
12	行列式の計算(その2)	二項分布	定積分と面積(その1)
13	行列式の応用(その1)	統計①	定積分と面積(その2)
14	行列式の応用(その2)	統計②	定積分と面積(その3)
15	総合復習	全体の復習	総合復習

は一般入試を突破してきた学生が多いが、Aクラスの学生はAO入試や指定校推薦入試によって入学してきた学生が多く、そのため、基礎学力は比較的低い⁴⁾学生が多い。特に工業高校出身の学生については、進度に起因して、基本的な微分・積分もままならない学生が多い。参考までに、筆者が担当した「線形代数Ⅰ」「統計と確率の手法」「微分・積分総合」のシラバスを表1に示す。表1のシラバスは筆者が3科目全てを担当していた2014年当時のものであるが、2016年現在もほぼ同内容である。

本論で筆者が紹介する事例は、3科目全てに対して適用した事例であるため、学生の基礎学力にかかわらず、一定の成果が期待される内容であると考えている。

3. 具体的な教育の実践方法

第2章で述べた科目において、「意欲」「人間性」「能力」をバランス良く高めることを意識した教育を実践する必要がある。しかし、一般的な座学科目では、「能力」、それに付随して「意欲」を高めることが主目的である。筆者は、第2節で述べた科目の授業を進めるにあたり、以下の取り組みを実施した。

3.1 学科混成型座席配置の実施

本学は、「機械システム工学科」「電子制御・ロボット工学科」「情報メディア学科」の3学科から構成されている(2016年度時点)。それぞれの学科の学生は、1学年前期に開講される学科混同のキャリア形成教育科目において同じグループとなり活動するため、他学科間の学生同士で交流する機会がある。しかし、どちらかと言うとブレインストーミング的な位置付けの科目であるため、PBL型科目とは言え、ややハードルが低い位置付けである。

一方、キャリア形成教育以外の科目においてグループワークを実施すれば、専門的かつ具体的な問題を通して、他学科であっても議論をすることで解決策を見出せるた

め、他学科の学生同士であっても必然的にコミュニケーションが生まれることが期待される。そのため、講義時の座席配置を工夫した。具体的には、先行事例⁸⁾に則り3～4名のグループにし、それぞれのグループに、3学科の学生を混成するようにした。科目によっては3学科の学生数にバラつきが生じるが、その場合は2学科混成のグループとし、同じ学科だけで固まらないように工夫した。なお、先行研究では、難しめの問題が多いときは4名、易しめの問題が多いときは3名で定着しているが、本論では高々4名で固定した。

また、グループは3回の授業毎に再編成し、極力様々な学生とコミュニケーションを取る機会を与えるようにした。このことによって、「人間性」を高めることが可能であると考えた。

加えて、グループ編成の際には、クラスの中でも学力が比較的高い学生と比較的低い学生を必ず1名入れるようにした。学力の高低については、最初のグループ編成時は数学アチーブメントテストの結果に基づいて評価し、その後は、毎回実施する「演習プリント」及び「予習プリント」(後述)の成績に基づいて評価した。

3.2 教員が手助けせず学生だけによる問題解決

座学科目において、学生間の学力差にばらつきがあることは勿論である。その中で、学力が比較的低い学生は、学力を伸ばす機会を与えなければ、ドロップアウトする危険性がある。そして、学力が比較的低い学生は、自分のわからない所は何なのか、ということ具体的に認識しておらず、また、学生同士で相談して解決することができないという傾向がある。これは、本学のようにいわゆる低偏差値かつ小規模大学の学生の傾向として、大学における学びを高校の延長線上に捉えている学生が多いことにある。すなわち、「わからない所は直ぐに教員に聞く」ことで、疑問点を解決するというものである。確かに学生にとってはすぐに疑問点を解決することが可能であるが、疑問点に対してこのような対処法を行う学生は、学生同士で相談して解決する姿勢が構築できていない傾向にあるため、PBL型授業に対応できない傾向にある。ひいては、十分なコミュニケーション力を養うことができない、すなわち、本学における人材教育の根幹3要件のうちの「人間性」が十分に養えないまま社会に出ることとなる。この問題に対する解決策の一つは、学生同士で教え合う協同学修、グループワークの推進であると筆者は考えている。しかし、このような学生はすぐに答えを得ることを期待しているので、教員に聞く場合に比べ、正解が得られる期待値が低い学生に聞くことを是としない傾向にある。そのため、結局は自分自身で解決しようとするのであるが、結局は解決するための方策を把握できず、問題解決に至らないのが現状である。

この問題点を解消するために、学生同士が教え合い、学力の高い学生が学力の低い学生を教えるという強制力を持つルールを授業に導入した。学力が高い学生が、積極的に他の学生に教えることによって、学力が比較的低い学生をサポートし、学力が比較的低い学生の学力の向上が期待できる。更に、教える側も、相応の知識や学力

も求められる上、教えることによって習得した知識の更なる向上が考えられる。従って、学力が比較的高い学生は更に自らの学力を伸ばすことが可能であり、アクティブ・ラーニングを促すことになる。これは「意欲」「能力」を高めることに繋がる。

なお、本節で述べる手法は、中学校や高等学校の数学などでは実践報告例^{8),9)}があるが、大学における実践報告例は殆ど無い。学生数の多い大学では困難と考えられるが、受講者数が50名程度の小規模大学であれば、アクティブ・ラーニングを促す観点で、一定の効果が期待されるところと考えている。

3.3 講義-演習-予習のサイクルの円滑化

第2節で述べた科目全てにおいて、1コマ(90分)の講義の流れを図2に示す。

基本的な流れとして、60分座学、30分演習(グループワークによる演習プリントの解答)、そして次の講義開始時までの予習プリントによる課題というサイクルを毎回回した。工夫としては、30分の演習においては、「問題文の誤記や質問以外、教員は一切質問を受け付けない。解答に際してはグループ間のみで議論して進めて良い。他グループの同じ学科の友人に質問するという事は絶対してはならない。演習や予習で成績が良かった学生は積極的に他の学生を教えること」というルールを設け、ルールに従って演習プリントの解答を実施させた点にある。予習プリントの解答に際しても演習プリントと同様のルールを課しており、「解答の際にはグループのメンバーと課外時間に協力して解くこと」ということを指示している。座学、授業内の演習、予習のサイクルを回し、かつ、学生相互で研鑽して問題解決させることにより、問題を解くことに対する「意欲」や「能力」の向上、学科を超えて相互に協力して問題と解くという「人間性」の全てをバランスよく養うことが可能となる。

なお、学生に対しては、「問題そのものに対するヒントや解答については一切質問を受け付けないが、それ以外の授業に関連する内容については質問を受け付ける」ことも伝えてあるため、筆者が指導を疎かにしていること

図2 数学3科目の1コマの流れ

ではないことを付記しておく。

3.4 演習プリントと予習プリントの難易度

演習プリントは授業時間内に実施するグループワーク形式の演習問題である。演習プリントの問題は、おおよそ大問6問程度を出題し、偏差値50～60程度の大学の授業で出題されている、やや難易度が高い問題に設定している。グループで自身のレベル以上の困難な問題に立ち向かうという姿勢を身に付けさせること、比較的学力が低い学生であっても、学生同士で問題解決に取り組み、また、比較的学力が高い学生から教わることで、少しでも解決に近づくことができると実感させることを狙いとしている。演習プリントは2時間から3時間程度で完答するレベルを想定している。なお、本学のように、学生毎の学力幅が大きい大学の場合、30分も掛からずに完答する学生も存在する。その場合は、完答した学生が積極的に他の学生を教えている。それ以外にも、解答した箇所まで、他の学生とコミュニケーションを取りながら問題に取り組んでいる。

予習プリントはおおよそ大問4問程度を出題し、レベルとしては基礎から標準レベルの、いわゆる高校から大学教養課程の教科書レベルの問題である。1時間から1時間半程度で完答するレベルを想定している。

演習プリントおよび予習プリント共に1週間の解答猶予期間を設け、1週間後の授業開始時に提出させる形式としている。なお、期限外の提出も許可しているが、出来にかかわらず点数は高々満点の半分程度に設定している。

因みに、演習プリントおよび予習プリントは、回収後、1週間以内に採点を行い、解答を添付して学生に返却している。

3.5 導入手法のまとめ

以上より、本論で述べた手法の特徴をまとめると、次のようになる。

- 高々4名とした、学科混成のグループワーク
- 演習、予習共に一切教員が手助けせず、学生だけで解決する仕組み
- 講義－演習－予習のサイクル円滑化と学力より高いレベルの問題設定

4. 提案手法の評価

筆者が担当する前年であり、本論で述べる教育手法導入前の2013年（「線形代数Ⅰ」については2012年）と、筆者が担当し、本論で述べる教育手法導入後の2014年（「線形代数Ⅰ」については2013年）の授業評価アンケートを比較することで、本論で提案する手法の評価を行った。

本学で実施されている授業評価アンケートの項目は次の通りである。それぞれ、5点を「最も良い」、3点を「どちらでもない」、1点を「最も悪い」とする5点法で評価している。なお、質問3については、「2時間以上」を5点、「1時間以上2時間未満」を4点、「30分以上1時間未満」を3点、「30分未満」を2点、「していない」を1点として評価している。

質問1：全体として満足いく授業・実習でしたか

質問2：意欲的に授業に取り組みましたか

質問3：1週間平均してこの科目の予習・復習の時間は

質問4：授業計画（シラバス）・授業の狙いや到達目標

図3 科目毎のアンケート結果。(a):「微分・積分総合」,(b):「統計と確率の手法」,(c):「線形代数Ⅰ」。(†: $p < .1$, *: $p < .05$, **: $p < .01$)

について説明がありましたか

質問5：成績評価の基準について説明がありましたか

質問6：授業・演習はシラバスに沿った順序・内容で
ありましたか

質問7：教員の話し方や声の大きさ、説明の仕方は明
確でありましたか

質問8：授業・演習内容の提示方法（板書やプロジェク
ターなどの提示）はわかりやすかったですか

質問9：教員の熱意は感じられましたか

質問10：グループワーク（協同学習）等を取り入れ、学
生同士で教え合う授業が行われていましたか

質問11：ワークシート等を取り入れ、予習、授業、復
習という連続性を持たせた授業展開でありま
したか

質問12：質問に対する教員の対応はどうでしたか

質問13：あなたはこの授業・演習の内容をどの程度理
解できましたか

質問14：教材は授業・演習の理解に役立ちましたか

「微分・積分総合」「統計と確率の手法」について、この授業評価アンケートの2013年度の結果と、筆者担当年度であり、本論で述べた手法を導入した2014年度の結果を比較することで、本論で述べた手法の効果を検証する。なお、「微分・積分総合」は前後期開講科目であるが、2013年度については、筆者が担当した2014年度前期の直前に相当する、2013年度後期の授業評価アンケート結果を用いた。また、授業評価アンケートの質問項目は2013年度から大幅に変更されたため、「線形代数Ⅰ」については、2012年度と2013年度で共通した項目である、「質問1」「質問3」「質問7」「質問8」「質問9」「質問13」「質問14」について、2012年度と、筆者担当年度であり、本論で述べた手法を導入した2013年度の結果を比較することで検証する。それぞれの科目の授業評価アンケートの結果を図3に示す。なお、図3(a)は「微分・積分総合」、(b)は「統計と確率の手法」、(c)は「線形代数Ⅰ」の結果である。また、「微分・積分総合」「統計と確率の手法」「線形代数Ⅰ」の2013年度受講者数と2014年度受講者数（「線形代数Ⅰ」は2012年度受講者数と2013年度受講者数）およびそれぞれの年度の授業評価アンケートの回答率を表2に示す。

表2 授業受講者数と授業評価アンケート回答率

		微分・積分 総合	統計と確率 の手法	線形代数Ⅰ
2013年度 (2012年度)	受講者[人]	20	8	24
	回答率[%]	85.0	100.0	75.0
2014年度 (2013年度)	受講者[人]	17	9	20
	回答率[%]	82.4	100.0	55.0

4.1 授業の満足度、グループワークおよび理解度に関する評価

「質問1」「質問3」「質問10」「質問13」について比較する。

「微分・積分総合」「線形代数Ⅰ」では、本論で述べる教育手法導入後（2014年度、「線形代数Ⅰ」について

は2013年度）において、導入前（2013年度、「線形代数Ⅰ」については2012年度）と比較すると、「質問1」「質問3」は有意に点数が高くなっている。「統計と確率の手法」では「質問1」が有意に点数が高くなっている。「微分・積分総合」では、「質問10」は共に本論の手法導入後の方が有意に点数が高い。「微分・積分総合」は2013年度はグループワークを導入していなかったために、2014年度は有意に高くなったと考えられる。一方、「統計と確率の手法」は2013年度もグループワークを導入していたが、教員が一切解答を教えないものでなかったが、2014年度は学生同士で教え合うものになったため、これに起因して点数自体は若干高くなったと考えられる。しかし、有意差は見られないため、講義担当教員の違いによる影響も考えられる。結果的に、グループワークの導入によって、「質問13」の結果から、「統計と確率の手法」「線形代数Ⅰ」については、理解度が有意に高くなったと考えられる。一方で、「微分・積分総合」では殆ど差が無く、この科目については、グループワークの導入が理解度に結びつかなかったと示唆される。理由としては、「微分・積分総合」は、他の科目に対し、文章題などのような論理的な思考を要する問題に比べて計算問題が多い性質の科目であることもあり、計算のテクニックという観点での理解度が元々低いいためと考えられる。実際、本論で述べる教育手法を導入する前の「質問13」の点数は、「微分・積分総合」が最も高い。

4.2 3要件の向上に関する評価

2013年度から、3要件である「意欲」「人間性」「能力」のどの項目が伸びたと実感しているか、ということについてもアンケート項目となっている。「微分・積分総合」「統計と確率の手法」において、3要件の向上について2013年度と2014年度を比較した。その結果を図4に示す。図4(a)は「微分・積分総合」の3要件向上に関するアンケート結果、図4(b)は「統計と確率の手法」の3要件向上に関するアンケート結果を示す。図4(a)および図4(b)中の数値は、3要件を構成するそれぞれの項目に答えた割合を示しているが、3要件の向上については、他の授業評価アンケートの項目と異なり、重複回答を可としている。なお、先述の通り、授業評価アンケートの質問項目は2013年度から大幅に変更され、「線形代数Ⅰ」については、2012年度の授業評価アンケートでは3要件の向上に関する質問項目が存在しないため、「線形代数Ⅰ」については解析対象から除外した。

図4(a)および図4(b)より、「微分・積分総合」および「統計と確率の手法」に共通する特筆すべき点として、「わからない」という回答が2013年度に比べて2014年度は減少した、という点にある。これは、本論で述べた取り組みが、3要件の向上を実感できるものであったことの現れであると推測できる。以下、「微分・積分総合」および「統計と確率の手法」それぞれについて詳細に検証する。

まず、「微分・積分総合」について検証する。図4(a)より、「意欲」に関しては、2013年度に比べて2014年度の方が「気概」「好奇心」の減少が見られる一方、「向学心」「勤勉」の増加が見られる。この増加は、演習プリントと

(a)

(b)

図4 2013年度と2014年度の3要件の向上に関するアンケート結果。(a):「微分・積分総合」, (b):「統計と確率の手法」

予習プリントに毎週取り組むことへの習慣付けと、「演習、予習共に一切教員が手助けせず、学生だけで解決する仕組み」が機能していることに起因すると考えられる。「人間性」については、「思いやり」「協調性」の増加が見られる。これらの増加は、グループワークを実施したことに起因すると示唆される。「能力」については、「コミュニケーション力」が向上したという回答が2013年度は皆無だったが、2014年度は29.4%見られた。これも、「人間性」と同様に、教え合う形式のグループワークの実施に起因すると示唆される。

次に、「統計と確率の手法」について検証する。図4(b)より、「意欲」に関しては、2013年度に比べて2014年度は「向学心」「勤勉」の大幅な増加が見られる（「向学心」は12.5%から36.4%、「勤勉」は25.0%から45.5%）。逆に、「好奇心」が向上したという回答は2014年度は皆無であった。「統計と確率の手法」を受講した学生については、「微分・積分総合」と同様に、プリントに取り組むことの習慣付けおよび教員の手助けなしに学生だけで解決する仕組みが機能していることに起因していると考えられる。しかし、課題のプリントという眼前の課題を解くということに徹していたためか、発展的な学びにまでは繋がらず、そのために、「好奇心」の向上には寄与しなかったと示唆される。「人間性」については、「わからない」が減少（37.5%から10.0%）した一方、2014年度は「思いやり」と答えた学生が30.0%見られた。「微分・積分総合」と同様に、これらの上昇は、グループワークを実施したことに起因しており、グループワークを通じて、わからない学生を教えるという姿勢が身についたことを反映していると示唆される。「能力」については、2013年度は「学力」「コミュニケーション力」が大きなウェイトを占めており、「教養」「技能」という回答は皆無であった。2014年度は、「学力」と答えた割合が大幅に増加し（44.4%から70.0%）、「教養」および「技能」という回答が見られるようになった（「教養」は10.0%、「技能」は20.0%）。一方で、「コミュニケーション力」という回答は、

表3 「微分・積分総合」の、2013年度と2014年度の「講義・演習でよかった点、改善してほしい点」

2013年度	2014年度
<ul style="list-style-type: none"> 簡単な問題で公式がどこで使えるか理解できた。 	<ul style="list-style-type: none"> 授業のスピードが早く、ついていきづらかったが、後から楽だったため面白かった。 予習をせざるを得ない制度は良いと思った。

表4 「統計と確率の手法」の、2013年度と2014年度の「講義・演習でよかった点、改善してほしい点」

2013年度	2014年度
特になし	<ul style="list-style-type: none"> 予習の方針はすごくいいと思う。 復習の時間を作っているのが良かった 説明がすごく分かりやすかった

表5 「線形代数Ⅰ」の、2012年度と2013年度の「講義・演習でよかった点、改善してほしい点」

2012年度	2013年度
<ul style="list-style-type: none"> 今までわかった気だった部分を間違えているのに気付いた。 やや複雑な内容もあるので、忘れないようにしたい。 	<ul style="list-style-type: none"> わかりやすい説明で良かったと思います。 やるべきところを的確にやっていてとても良かった。とてもわかりやすく理解しやすかった。 質問に対しての解答の仕方が良く、とても分かりやすかった。

2013年度は33.3%見られたが、2014年度は皆無であった。これは一見すると、「人間性」の結果と相反する印象がある。しかし、当時の授業では、比較的出来の良い学生が、わからない学生を教えるという姿勢が学生に身についた印象であるが、わからない学生は、自発的に、「教えて欲しい」という形で、出来の良い学生に自ら相談する

という姿勢に乏しかった。「統計と確率の手法」は、「微分・積分総合」に比べると、比較的内向的な学生が受講していたことも影響していると推測される。従って、出来の良い学生、わからない学生の両方が積極的にコミュニケーションするまでには至らなかったと思われる。また、「コミュニケーション力」ではなく、「学力」が向上したと感じた学生が多かったことに起因するとも考えられる。以上の考察より、2014年度は、「コミュニケーション力」という回答が無かったと考えている。

4.3 学生のコメントについて

授業評価アンケートには、「講義・演習でよかった点、改善してほしい点」を記述することが可能である。「微分・積分総合」「統計と確率の手法」「線形代数Ⅰ」それぞれについて、記述内容の比較から検証する。4.1および4.2と同様に、「微分・積分総合」「統計と確率の手法」については2013年度と2014年度の比較、「線形代数Ⅰ」については2012年度と2013年度の比較とする。「微分・積分総合」「統計と確率の手法」「線形代数Ⅰ」の記述内容をそれぞれ表3から表5に示す。

表3から表5を見ると、授業評価アンケートの結果は教員の教え方や座学内容に関する質問への解答の仕方に起因することもあり、教え方や学生への対応に関する記述が目立つが、演習プリントと予習プリントに毎週取り組むことへの習慣付けの効果については学生も自覚しているものと判断できる。

5. 結論

本論では、愛知工科大学における数学系科目において、「意欲」「人間性」「能力」の3要件をバランス良く養うための教育手法について述べた。学力に基づき学科混成の学生のグループを編成した上で、「担当教員は質問には一切応じない」ということをルール化し、「教員を頼りにせず、学生同士で教え合う」という、言わば「不親切」な授業設計を取って行うことで、学生の「意欲」「能力」およびコミュニケーション力に代表される「人間性」を向上させることができた。また、このような授業に対して満足度が高く、3要件の向上に寄与していることもアンケート調査によって明らかになった。加えて、学力レベルに差があるクラスであっても、本手法の教育で、満足度や3要件の向上については差異が見られないことも示唆された。従って、本論で提案および実践した手法は、低学力層から中学力層といったある程度までのレベルの学生に対しては、学生間の学力差を問わず適用できる手法であると考えられる。

なお、現在、筆者は、「線形代数Ⅰ」の担当のみとなっているが、担当を開始した2013年度から2016年度の4年間、本手法による授業を継続して実施しており、授業評価アンケートに基づく評価も比較的高い状態を維持している。参考までに、2013年度から2015年度の「線形代数Ⅰ」の授業評価アンケートにおける「質問1」の平均点と標準偏差、受講者数と授業評価アンケートの解答率を表6に示す。このことから、本論で述べた手法、授業設計が効果的であると考えている。

表6 「線形代数Ⅰ」授業評価アンケートにおける「質問1」の平均点と標準偏差、受講者数と授業評価アンケートの解答率

	2013年度	2014年度	2015年度
平均点[点]	4.82	4.41	4.48
標準偏差[点]	0.40	0.73	0.64
受講者数[人]	20	24	32
回答率[%]	50.5	91.7	78.1

今後は、本論で述べた手法が他の科目、例えば専門科目においても適用することが可能であることを実践し、効果について検証を行う。

参考文献

- 1) 公益社団法人東三河地域研究センター：平成24年度三河地域物流効率化調査, Webページ, http://www.hrrc.jp/pdf/04/h24/itaku_02.pdf, 参照日：2016-5-4
- 2) 杉浦伸明, 高橋義則, 安田孝志：教育改革への取組, 愛知工科大学紀要, 13, pp.53-56, 2016
- 3) 愛知工科大学：教育の改革に挑む!, Webページ, <http://www.aut.ac.jp/education/reform/>, 参照日：2016-8-16
- 4) 大迫尚行：授業評価アンケートに関する一考察－満足度との観点から－, 愛知工科大学紀要, 8, pp.115-120, 2011
- 5) 荒川俊也, 井藤良温：企業内新人教育プログラムを導入した初年次教育の試み, 工学教育, 64-4, pp.77-82, 2016
- 6) 大津留榮佐久：世界企業価値に観る人材マネジメント～今求められるイノベーション人材とは～, Webページ, <http://expo.nikkeibp.co.jp/hc/201107/seminar/pdf/w40.pdf>, 参照日：2016-10-14
- 7) 愛知工科大学：特色ある学び, Webページ, <http://www.aut.ac.jp/univ/outline/trait/>, 参照日：2016-10-14
- 8) 藤田貴志：アクティブラーニングの受験数学指導への実践, 2015年度数学教育学会 秋季例会発表論文集, 2015
- 9) 牛瀧文宏, 佐藤 悠：中学校数学科でのアクティブ・ラーニングにおける課題の発見に関する一考察, 京都産業大学教職研究紀要, 11, pp.1-17, 2016

著者紹介

荒川 俊也
 2003年 富士重工業(株) (現：(株)SUBARU) スバル技術研究所
 2012年 総合研究大学院大学複合科学研究科統計科学専攻博士後期課程修了, 博士(学術)
 2013年 愛知工科大学工学部機械システム工学科准教授
 2016年 愛知工科大学工学部機械システム工学科教授 現在に至る
 専門分野 人間工学, 統計科学