

琉球大学学術リポジトリ

グループワークとE-ラーニングを組み合わせた指導による線形代数及び同演習の授業改善及び中等教育への提言：アクティブ・ラーニングの視点から

メタデータ	言語: ja 出版者: 琉球大学大学院教育学研究科 公開日: 2018-06-28 キーワード (Ja): アクティブ・ラーニング, グループワーク, E-ラーニング キーワード (En): WebClass 作成者: 小須田, 雅, 木本, 一史, 漢那, 初美, Kosuda, Masashi, Kimoto, Kazufumi, Kanna, Hatsumi メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/41570

【実践報告】

グループワークとE-ラーニングを組み合わせた指導による 線形代数及び同演習の授業改善及び中等教育への提言

—アクティブ・ラーニングの視点から—

小須田雅¹⁾・木本一史¹⁾・漢那初美²⁾

Improvement of Classes of Linear Algebra and Linear Algebra Exercise by
Combination of Group Works and E-Learning with Recommendations for Secondary
Education: From a Viewpoint of “Active Learning”

Masashi KOSUDA¹⁾, Kazufumi KIMOTO¹⁾, Hatsumi KANNA²⁾

要 約

大学の数理科学科の授業では基礎ゼミや卒業研究のような小人数による討論の時間や十分な演習時間が設けられており、主体的・対話的で深い学びが実践されていると考えられているが、その体験を持つ筈の卒業生は大学とは異なる中等教育の現場で、その実践に苦勞しているようである。中等教育の教員の養成機関としては、中等教育と同規模の人数での協働的な学びを経験させることで、卒業後教員になる学生達にモデルを提供できるように授業の改善方法を提案する必要がある。そういった背景から、本年、大学初年次の科目である線形代数とその演習において、大教室でのグループ学習を取り入れた協働的な学びの実践を試みた。同時に、個々人の演習の一部をE-ラーニングとして提供した。本稿では、それらグループワークとE-ラーニングを組み合わせた指導を取り入れた授業改善の実践報告を行い、中等教育での協働的な学びとデジタルネイティブと呼ばれる世代に対してWeb教材の与え方についての考察と提言を行う。

キーワード：アクティブ・ラーニング グループワーク E-ラーニング WebClass

0. はじめに

平成24年8月に中央教育審議会において「大学教育の質的転換に向けて」（文部科学省,2012）という答申が出されて以降、大学においてはアクティブ・ラーニングへの取り組みが盛んになりつつある。しかしながら、数学を含む理学では、そのような授業改善についての積極的な取り組みはあまり聞きかない。アクティブ・ラーニングが「主体的・対話的で深い学び」（教育課程研究会編,2016）を意味するのであれば、下記に示すように、理学の教員は答申の内容について「従前から実施済み」と理解していることによるものと思われる。実際、上記の答申の中でも、社会学を始めとする所謂文系科目に対しての教育改善を特に求める内容になっている。理学、特に数学の教員がアクティブ・ラーニングへの取り組みに対して積極的でない理由を現在の大学のカリキュラムから考えてみる。

大学の数学科、数理科学科におけるカリキュラムは大学による違いは非常に少なく、概ね以下のようになっている：

- 1年次に基礎ゼミ（少人数に分かれた演習）
- 1、2年次に微分積分および線形代数

¹⁾ 琉球大学理学部数理科学科

²⁾ 琉球大学大学院教育学研究科高度教職実践専攻

- 2、3年次に代数、幾何、解析、応用数学、計算機
- 4年次に卒業研究、および代数、代数、幾何、解析、応用数学の発展科目

1、2年次は上記の各講義1、2コマに対し、演習1コマが配置されているのが普通である。

演習は講義で教授された内容について問題の解法を考えることで理解を深め、解法について発表し、また他人の発表を聞き、教員や他の学生と質疑応答を通してさらに深い理解につなげるための時間である。ゼミにおいて学生は事前に予習してきた内容をもとに、他のゼミ生や教員の前で数学の内容について説明を行い、その内容について出席者と討論を行うことで、数学についての理解を深めるとともに、新たな問題の発見に繋げていくものとなっている。いずれの場合でも、演習やゼミには、学修者が能動的に参加する「アクティブ・ラーニング」の要素がしっかり組み込まれている。講義は教員からの一方向の知識の伝授のように思われているが、多くの教員は、質問時間を設けたり簡単なクイズなどを課したりして、学生の反応を確かめることで双方向の授業に努めている。こういったことから、「アクティブ・ラーニングは既に実施済み」と考えている数学教員は多い。学会などでアクティブ・ラーニングが話題になることがあるが、この感覚は琉大の数理の教員だけでなく、他大学でも同じようである。

数学教員として我々も、アクティブ・ラーニングとして殊更新しい取り組みが必要であるとは考えていなかったが、教員免許講習や高校数学教育を考える会など、地元教員との交流の中で、アクティブ・ラーニング導入に向けて大学に実践例や参考意見を求められる機会が増えてきていることを考えると、どうやら、数理科教員が実施してきたはずの「アクティブ・ラーニング」は高等学校の教員には受け継がれていないか、大学での数学の指導法と高等学校での数学の指導法は別個のものと認識されていると判断せざるを得ないようである。確かに卒業研究を始めとした少人数での討論の機会を設けるほど人員を配置することが難しい中等教育の現場で大学のような学びの実践を期待するのも難しいであろう。地域の教員養成を担う組織としては、大学での教育を考えるだけでなく、中等教育の現場で活用出来るような授業形態を取り入れ、大学卒業後、中等教育に携わる人間が、大学での学びの形態を実践出来るように改善する必要もある。

そこで、今年度新入生向けの共通教育科目「線形代数学演習Ⅰ（担当：木本）」において、協働的な学習の象徴的な形態であるグループ学習型の演習を実施することにした。演習の時間をグループ学習の時間に当てたため、昨年まで演習時間に扱っていた課題の量が減ることになる。それを補うために「線形代数学Ⅰ（担当：小須田）」においてWebClassによる課題を毎週課すことにした。これは、デジタルネイティブと呼ばれる昨今の学生の生活環境に学びの環境を合わせることで、学びに向かう時間を増やすという意味も持っている。

トータルでは線形代数関連科目を登録した学生は、1週間で次のようなサイクルで講義・演習及びWebClassに取り組むことになった。

- 月曜日 4限(14:40～16:10(90分)) 線形代数学演習(グループ学習)
- 木曜日 2限(10:20～11:50(90分)) 線形代数学(講義)
- 金曜日 16:00※～23:59のうち60分 WebClass

※当初17:00開始にしていたが、学生の要望があり、1時間早めた。

1. 講義内容と授業形態

今年度の線形代数I同演習Iは登録人数44人(男子38人、女子6人)であり、そのうち再履修の学生は6人(2年次男子6人、女子0人)であり、他は1年次であった。使用したテキストは『線型代数入門』(斎藤正彦,1966年,東京大学出版会) および『基本演習線形代数』(寺田文行・木村宣昭,1990年,サイエンス社)

である。その他に参考書として『ひらいてわかる線形代数』(市原一裕・下川航也,2011年数学書房)を指定した。また、演習に於いては木本が独自に作成した問題を使用した。前期に取り扱った内容は「行列」および「行列式」である。以下では上記の各授業形態について詳述する。

(1) 線形代数学演習Iの形態

今年度大きく変えたのは、「線形代数学演習 I」である。

従来の形態：

昨年度までは講義の進行に合わせて演習書の問題および授業者(木本)が作成した補充問題について各自が事前に考えてきた問題を黒板に書き、出席者の前で説明し、それに対する質疑応答という形で進行させてきた。出席学生からの質問も期待されていたが、実際に発表者に質問するのは専ら担当教員となっていた。

今年度始めたグループ学習の形態：

1つの教室内に基礎ゼミと同規模のグループを作り、各グループで相談をして演習問題の解決に当たらせた。従前は大部分を演習書から出題していたが、単なる講義の演習に留まらず、その場の知識を活用して考えるような問題なども交えてProblem Based Learning (PBL)の要素も取り込むようにした。教員は各グループを周りながら、グループから出る質問に答えたり、進みが順調でないグループにはヒントを与えたり、進みが順調なグループには解法を教員に説明させることで、理解を高めるようにした。以下は実際に出題した問題の一部である。

※問題1～問題3については、はじめの2つ、つまり2次と3次の行列式を計算せよ。可能ならば4次の行列式も計算し、さらに余力があればn次の行列式の場合に一般化せよ(あるいは予想を立てよ)。

問題1 (同伴行列).

$$\det \left(xE - \begin{pmatrix} 0 & -b \\ 1 & -a \end{pmatrix} \right), \quad \det \left(xE - \begin{pmatrix} 0 & 0 & -c \\ 1 & 0 & -b \\ 0 & 1 & -a \end{pmatrix} \right), \quad \det \left(xE - \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & -d \\ 1 & 0 & 0 & -c \\ 0 & 1 & 0 & -b \\ 0 & 0 & 1 & -a \end{pmatrix} \right)$$

問題2 (巡回行列式).

$$\begin{vmatrix} x & y \\ y & x \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} x & y & z \\ z & x & y \\ y & z & x \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} x & y & z & w \\ w & x & y & z \\ z & w & x & y \\ y & z & w & x \end{vmatrix}$$

問題3 (ヴァンデルモンド行列式).

$$\begin{vmatrix} x & y \\ 1 & 1 \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} x^2 & y^2 & z^2 \\ x & y & z \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} x^3 & y^3 & z^3 & w^3 \\ x^2 & y^2 & z^2 & w^2 \\ x & y & z & w \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

行列式の計算方法だけ知っていれば取り組める問題でありながら、法則性を見つけることで、より高度な数学の問題に触れることが出来るようにしてある。

(2) 線形代数学 I (講義) の形態

高等学校までの問題演習中心の授業に合わせ、寺田・木村の演習書の順番に沿って講義を進め、説明や証明が必要な部分については斎藤のテキストに従った解説を行うようにした。また、最初の数週は90分の講義時間中20分位を演習時間として、講義で示した例題に関する演習問題を各自に問

題を解かせるようにした。学期の後半においても10分程度は演習時間の確保に努めたが、全く演習時間が取れない週も数週あった。

(3) WebClassによる演習問題

演習の時間をグループ学習にしたことで、従前こなしていた量の演習問題を学生に課すことが難しくなったため、講義の復習または事前学習となる問題をほぼ毎週WebClassにて課すようにした。WebClassは琉球大学が日本データパシフィック株式会社 (<https://www.datapacific.co.jp/>) と契約しているe-Learningシステムである。琉球大学にアカウントを持つ学生は大学の外からでも <https://webclass.cc.u-ryukyu.ac.jp/webclass/> にアクセスし、idとパスワードを入力することで、利用することが出来る。主な機能は <https://www.datapacific.co.jp/webclass/index.html> に載っているの、馴染みの無い方は参照されたい。相当な準備をすれば、様々な問題を出題して採点の自動化・達成度に応じた追加課題などの機能もあるが、学生、教員の双方の負担を考慮し、LaTeXで打ってタイプセットしたpdfファイルをスクリーンショットで切り取ったファイルを問題としてページに貼り付け、解答は短答式で答えられる形式のもののみを出題した。なお、数学では数式を入力する必要があるが、基本的にはテキスト入力しか出来ないの、LaTeX形式で入力させるようにしたが、1年次はLaTeX自体を知らないの、問題文に入力の仕方まで指定する必要があった。以下は実際にWebClassで出題した問題のうちの1つである。

xy 平面上の3点 A, B, C の座標を次で定める。

$$A(1, -2), \quad B(3, 1), \quad C(2, 4).$$

また、列ベクトル $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}$ を次で定める。

$$\mathbf{a} = {}^t(1, 1, -2), \quad \mathbf{b} = {}^t(1, 3, 1), \quad \mathbf{c} = {}^t(1, 2, 4)$$

- (1) 三角形 ABC の面積を求めよ。
- (2) $\det(\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c})$ の値を求めよ。

WebClassを本格的に実施し、評価の一部として取り入れたのは今年が最初である。ほぼ毎回出題し、1回につき2点から4点を中間試験または期末試験の結果に加えることにした。取り組む日は当初、講義翌日である金曜日の17:00～23:59のうち1時間としていたが、アルバイトがあり、その時間に取り組むことは難しいという意見があり、1時間早め16:00～23:59時間のうち1時間とした。実際にアクセスログを見ると16:00～17:00の1時間に大学内からのアクセスが集中しており、この時間に取り組んだ学生が大半と思われる。

2. 学生による評価の分析

本学では、毎学期ごとに決められた使用の「授業評価アンケート」を実施しているが、グループ学習やWebClassに関する項目は無いので、独自にアンケート項目を作り、WebClass上で無記名で回答して貰った。回答者は44名中35名であり80%であった。未回答の多くは再履修者および中間・期末共に未受験の者であり、1年次で学期を通して受講した者に限ると36名中35名の回答があった(回答率97%)。再履修者に前年度との比較についてのコメントも期待したのであるが、1年次だけのほぼ全員の回答ということで、新入生全体の意見が集まったということで、それはそれで意味のあるアンケート結果になった。以下にWebClassで行ったアンケートとその分析結果を記す。

(1) 線形代数の学習に効果的と感じられた時間

初めに、前期の線形代数の講義・演習を受けた際に次のどの時間がどれくらい効果的であったかを尋ねた結果は以下の通りであった。

	まったく有効ではなかった		あまり有効ではなかった		ある程度有効であった		とても有効であった		機会がなかった		その他、未回答	
	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合
講義時間	0	0.0%	1	2.9%	10	28.6%	24	68.5%	0	0.0%	0	0.0%
演習時間に一人で取り組むとき	0	0.0%	0	0.0%	18	51.4%	17	48.6%	0	0.0%	0	0.0%
演習時間において自分が発表（または教員に説明）する時間	0	0.0%	2	5.7%	11	31.4%	19	54.3%	3	8.6%	0	0.0%
演習時間において他の人が発表（または教員に説明）を聞く時間	0	0.0%	0	0.0%	22	62.8%	10	28.6%	3	8.6%	0	0.0%
演習時間においてグループで相談するとき	0	0.0%	0	0.0%	10	28.6%	23	65.7%	2	5.7%	0	0.0%

どの時間も肯定的に捉えられているが、特に「グループ内での相談」が高く、「他の人が発表（または教員に説明）する時間」は他に比べれば少しだけ評価が低いようである。

(2) 自主学習の取り組み方とその効果に対する評価

教室が解放されていることもあり、本学の数理の学生は仲間と一緒に勉強していることが多いようである。本来WebClassのようなe-Learningは、個人が好きな時間に一人で取り組むことを前提に作られていると思うが、ログを見ると同じ時間に学内からアクセスしている学生が非常に多い。そこで、実際にWebClassに一人で取り組んだか仲間と一緒に取り組んだかとその効果について、WebClass以外の自主学習との場合と比較してみた。

WebClassにはどのように取り組みましたか？	ほとんど1人で取り組んだ		一人で取り組むことが多かったが、誰かと相談することもたまにあった。		一人で取り組むのとは他の人と相談して取り組む機会はほぼ同数であった		誰かと相談しながら取り組むことが多かったが、一人で取り組むこともあった		ほぼ毎回誰かと相談しながら取り組んだ		その他、未回答	
	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合
	10	28.6%	12	34.2%	7	20.0%	5	14.3%	1	2.9%	0	0.0%

次の時間はあなたにとってどの程度有効でしたか	まったく有効ではなかった		あまり有効ではなかった		ある程度有効であった		とても有効であった		機会がなかった		その他、未回答	
	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合
WebClassに一人で取り組むとき	0	0.0%	2	5.7%	15	42.9%	18	51.4%	0	0.0%	0	0.0%
WebClassに誰かと相談して取り組むとき	0	0.0%	2	5.7%	10	28.6%	16	45.7%	7	20.0%	0	0.0%

(演習時間・WebClassの時間以外で) 次の時間はあなたにとってどの程度有効でしたか	まったく有効ではなかった		あまり有効ではなかった		ある程度有効であった		とても有効であった		機会がなかった		その他、未回答	
	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合
一人で取り組むとき	0	0.0%	0	0.0%	15	42.9%	18	51.4%	2	5.7%	0	0.0%
誰かと相談して取り組むとき	0	0.0%	1	2.9%	13	37.1%	12	34.3%	9	25.7%	0	0.0%

「だれかと相談して取り組む機会がなかった」に対する回答がWebClassの場合20%で、WebClass以外が25%ということから、むしろ(本来は一人で取り組めるように設計された)WebClassの課題の方が仲間と一緒に取り組んでいる割合が高いようである。また学習効果については、どちらの場合も一人で取り組む場合の方を有効に感じている割合が高い。

(3) 最も効果が高いのは

学習法について細かく分類した結果、どの学習法についても、それなりに効果を感じていることが分かったが、どの学習時間が最も効果が高いかを尋ねた結果が以下である。

線形代数の講義内容を習得するのに最も有効と感じたものは次のうちどれですか？	講義時間		演習において自分が発表(または教員に説明)する時間		演習において他の人が発表(または教員に説明)する時間		演習時間にグループ学習する時間		WebClassで学習する時間		講義、演習、WebClass以外で一人で学習する時間		講義、演習、WebClass以外でグループで学習する時間		その他、未回答	
	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合
	15	42.7%	1	2.9%	2	5.7%	5	14.3%	1	2.9%	8	22.9%	3	8.6%	0	0.0%

4割近くが講義を最も有効と感じ、2割以上が一人で学習する時間と答えた。アクティブ・ラーニングということで、協働的な学びが推奨されているが、従来の学習法に効果を感じている学生が多い。これを協働的な学びの方向へと転換させることが良いことかどうかは、議論が必要であろう。少なくとも急激な転換は学生を混乱させるだけである。また、書籍との対話もアクティブ・ラーニングの一形態であることを忘れてはならない。

(4) 講義・演習・WebClassの配分について

今後の講義・演習の時間配分のため、今学期の時間配分について尋ねた結果は以下のようになった。どの項目についても現状維持を希望する回答が最も多い。グループ学習を増やした方が良いという意見が1割程度ある。

次の機会(課題)は増やした方が良いですか？減らした方が良いですか	増やした方が良い		今のままで良い		減らした方が良い		その他、未回答	
	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合
演習において自分が発表(または教員に説明)する機会	3	8.6%	31	88.6%	1	2.9%	0	0.0%
演習において他の人が発表(または教員に説明)する機会	3	8.6%	32	91.4%	0	0.0%	0	0.0%
演習においてグループ学習する時間	4	11.4%	31	88.6%	0	0.0%	0	0.0%
WebClassの課題の量	2	5.7%	33	94.3%	0	0.0%	0	0.0%
演習時に課された演習問題の量	0	0.0%	34	97.1%	1	2.9%	0	0.0%

(5) 課題の難易度と量について

WebClassと演習問題で課した課題の難易度について尋ねた結果は以下である。

次の課題の難易度はどうでしたか	易しい		やや易しい		ちょうど良い		やや難しい		難しい	
	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合
WebClass	1	2.9%	8	22.9%	24	68.4%	1	2.9%	1	2.9%
演習問題	0	0.0%	0	0.0%	25	71.4%	10	28.6%	0	0.0%

WebClassの問題は「ちょうど良い」という回答が多いが、解答者の殆どが全問正解だったので、実際には、かなり易しかったのであろう。こちらも現状維持を望む声が多いようであらう。

(6) 講義と演習の連携について

講義と演習は別の教員が受け持っていること、及び講義と演習は別の曜日に設定されていることから、進度が合わず調整が難しい。特に今年度は月曜に設定されていた演習が木曜の講義よりも2週程度早く進んでしまうという状態になった。そういう状態からすると、下記の結果は、まあまあ連携がうまく取れていたと判断しても良いかと思われる。

	ほぼ合っていた		少し合っていない部分があった		合っていない部分が多かった		全然合っていないなかった	
	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合
講義と演習の進度は噛み合っていましたか	13	37.1%	20	57.2%	2	5.7%	0	0.0%

(7) 分からない問題への取り組み方

演習問題・WebClassの問題でわからない問題についてはどのような対処をしたかを尋ねたのが以下の結果である。この設問に関しては複数回答とした。

「友達・先輩に質問した」というものが圧倒的に多い。答えを聞くだけのようなものが含まれていることも考えられるが「協働的な学び」については、教員が主導しなくても既に学生同士で行われていると判断して良い数字であらう。

わからない問題についてはどのような対処をしましたか(複数回答)	担当の教員に質問した		担当以外の教員に質問した		友達・先輩に質問した		数理の大学院生に質問した		学習サポートルームを利用した		ネットで調べた		書籍を調べた		そのまま何もなかった		その他・未回答	
	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合
	4	11.4%	2	5.7%	31	88.6%	1	2.9%	0	0.0%	6	17.1%	5	14.3%	1	2.9%	0	0.0%

(8) WebClassへのアクセス手段

WebClassの課題は主にどの方法で提出していたかを尋ねた結果である。もっとも頻度の高いものを選ばせた。

WebClassの課題は主にどの方法で提出していましたか	大学のパソコン		自宅のパソコン		ネットカフェ等のパソコン		スマホ		タブレット		その他	
	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合
	0	0.0%	4	11.4%	0	0.0%	31	88.6%	0	0.0%	0	0.0%

スマホからの入力が増えている。アクセスログから、学内からのアクセスが多いのでパソコン実習室の利用が多いと思われたが、「大学のパソコン」とした学生は一人もいなかった。大学内で学内の無線に接続して自分のスマホから入力したと考えられる。

(9) その他、自由記述

自由記述として「わからないことがあったとき、どのような制度があれば良いか」「講義・演習に関する自由な感想」「少人数クラスとグループ学習のどちらがより理解が深まるか」の3つの質問をした。以下、それに対する回答である。特筆すべきは、毎学期末に紙ベースで行う授業評価アンケートの最後の自由記述欄では、50人中1人か2人しか記述しないのであるが、Webでの質問には1/3以上の回答があったことである。最後の項目は半分以上の回答を得た。また個々の回答の長さも紙ベースのアンケートに比べ、かなり長文で返ってきたことも注目すべきことである。

(9-1)

講義・演習でわからないことがあったとき、どのような制度があれば利用しやすいと思いますか。あるいは既存の制度をどのように改良したらより利用しやすくなると思いますか。自由にアイデアを記述して下さい。

- (A) 数理科の1年生10人くらいと先輩でグループラインを作っていて、わからないところはみんなで共有（質問や解法を写真で撮るなどして共有するなどよく行われていた）、先輩が解説できる場を作っていた。これがものすごく機能していたのでもし、これをクラス単位で先生も交えてやることができたらすごく生徒は勉強しやすくなるとおもう。
- (B) WebClassに質問を投稿できる機能を追加する。
- (C) わからなかったところの質問を募集するサイトを作る。
- (D) 他の人に相談する時間の確保。
- (E) 月1くらいで先生と生徒とで勉強会を開く。研究室に質問に行っていない時が多いので、講義が入ってない時間をわかるようにしてほしい（2件）。
- (F) 担当教員と基礎ゼミの先生が、進度を話し合っただけで基礎ゼミで気軽に質問して分からないところを質問する。
- (G) 主に演習について、演習で出された演習問題の答えを含めた解説をプリントにして配って欲しい（3件）。
- (H) 基礎ゼミで予習や復習ができる環境を作る。他の基礎ゼミはわかりませんが、私の基礎ゼミでは行なっていたのでそれが良いと思いました。
- (I) 講義の開始10分くらい質問する時間を作る。
- (J) グループ学習つまり、今のままでいいと思う。
- (K) WebClassの解答時間をもう少し長く取った方がいいと思います。
- (L) 先生の講義ノートの公開。講義に出ればいい話ですが、これがあるともっと自分で勉強しやすくなると思います。友達や自分のノートを見るよりも先生のノートの方がより確実だと思います。
- (M) 放課後特別授業。

(9-2)

講義・演習を通じて感じたことや改善意見等を自由に記述して下さい。

- (A) 黒板が反射して見えにくい（ので）改善した方がいいと思う（2件）。
- (B) 演習の問題が講義とずれていてわからないことがあったので、そこを気をつけてもらいたいと思った。
- (C) 満足できる授業でした。
- (D) 講義も演習も先生方が丁寧に説明してくれたのでとてもわかりやすかったです。

- (E) WebClassで得点が加算されるのはありがたかったです。
- (F) いろいろな解き方を知れるので面白いです。
- (G) 十分にわかりやすかったと思います。
- (H) 演習では、グループで相談してできるのが良かった。けど、もう少し一人で考える時間も欲しいと感じた。
- (I) Webクラスの課題を出来れば金曜日ではなくて講義の日にやってもらいたかった(やるのを忘れてしまうことが何度かあったため)(2件)。
- (J) 演習がとてもためになった。
- (K) 演習ではグループ学習だったので、他の人の解き方を見ることができてとても参考になった。
- (L) 講義の初めに、「前の問題を解けた人がいたら発表する」という時間がありましたが、あれだとしても発表する人が固定されていくと思います。ですから前の講義の時点で、「来週は〇グループに問題口を発表させます」と、毎週1グループずつ発表させれば、少しは発表する人がバラけるのかなと思いました。1グループなら時間もそこまでかからないと思います。
- (M) 特になし。

(9-3)

あなたは、線形代数演習のような大部屋でのグループワークによる学習と基礎ゼミのような少人数での学習とどちらがより理解が深まりますか。理由を添えて記述して下さい。

【グループワークを支持する意見】

- (A) グループワーク。自分1人で考えるよりも、他のやり方を知る方が有益だから。
- (B) 線形代数演習のように大部屋でグループワークをする方が理解が深まると思う。理由はもし自分のグループで分かる人がいなくても他のグループの人に聞けたりするから。
- (C) グループ学習の方が理解が深まるんじゃないかなと思います。基礎ゼミでは一人で解くことが多かったので、普通に勉強してるのと変わらないです。
- (D) 大部屋。より多くの人考え方が知れてさらに自分の知識にも繋がるからです。
- (E) 大部屋のグループワークのほうが他のグループの進み具合とかがわかるし、他のグループにも聞けるので大部屋のグループワークのほうがいいです。
- (F) 大部屋でのグループワークが良い。少人数だと、そのメンバーの誰も解けない問題があった時に困ったので。
- (G) 個人的な意見ですが、大部屋でのグループワークはとても効果的で理解が深まりました。
- (H) 線形代数演習でのグループワークによる学習の方が理解が深まる感じます。なぜなら他の基礎ゼミのメンバーと意見を交換したり、分からないことを聞きやすい人にきけるからです。基礎ゼミの少人数のメンバーだと、女の子がいなくて喋りづらいです。
- (I) グループワークの方がお互いに分からないところを教え合うことが出来て自分の知識を広げられた。基礎ゼミはメモをとる時間もあまりなく、分からない問題はずっと分からないままになったのであまりいいものでは無かった気がする。
- (J) 大人数 理由は、より多くの人意見が聞けるから。
- (K) より多くの人意見を聞けるので大人数のがよい。
- (L) グループ学習の方が、色々な解き方を知ることができるので、グループ学習の方がいいです。

【基礎ゼミを支持する意見】

- (M) 基礎ゼミのような少人数での学習の方が発表の機会が増えて指摘し合えるので少人数での学

習が良いです。

- (N) 少人数。話し合いやすいから。
- (O) 少人数です。理由は大人数だと意見の交換に参加しない人が現れ理解する人がまちまちになるからです
- (P) 基礎ゼミで、先生との距離が近いので質問しやすいから
- (Q) どちらかと言われれば、基礎ゼミの少人数での学習です。基礎ゼミだと、大部屋に比べて自分の考えを周りに発表しやすいです。また、ひとりひとりの発表がちゃんと見えて、どういう方針で問題を解いていったかがよくわかるからです。
- (R) 基礎ゼミのような個室でグループ活動をする方が無駄な話をすることなく効率的に学習を進めれると思う。

【両方を支持する意見】

- (S) どちらも必要だと思う。少人数だと一人一人が参加せざるを得なくなり勉強しようとする気持ちが高まる。大教室だと先生が解説することが多いのでより良い解答を学ぶことができる。

3. まとめと提言

今学期前期の線形代数では、アクティブ・ラーニング導入に向けての実践とWebClassの積極的な活用ということで、従前の授業と異なる取り組みを取り入れたため、多少の混乱が予想されたが、実施してみると多くの学生が積極的に参加しており、殆ど混乱も無く、むしろ学生からの支持は高かったようである。一方で、2.(3)の項目からわかるように、「講義内容を理解するのに最も効果があった」項目には「講義時間」と「一人で学習する時間」が大半を占めている。これらのことから、アクティブ・ラーニングの視点で授業を展開するには以下のことを心掛ける必要があると感じた。これらは中等教育に対しての提言でもある。

- 当面は講義を中心にバランス良い形態での授業を提供する
今回、講義、演習(グループ学習)、WebClassの3つの形態で授業を展開したが、最も学習上の効果があった(と学生が感じた)のは、「講義」であり、次に「一人で学習する」であった(2.(3))。アクティブ・ラーニングの視点からは、これを協働的な学びに転換して行く必要があると思うが、少なくとも授業を受ける方が慣れていないため、グループ学習中心の授業にいきなり転換することは、生徒は楽しく感じたとしても、深い学びには繋がらないであろう。また、書物との「対話」も「深い学び」のために必須であり、「協働的な学び」を強調する余り、一人で学ぶ機会を奪うことのないようにしたい。また今回のアンケートには見られなかったが、生徒の中には静かな学習環境でないと集中できない者や人との対話を極端に苦手とする者がいることに配慮する必要がある。
- 個人の演習の時間を確保する
上記と関連するが、グループワークは個人の演習に完全に取って変わるものではない。限られた授業の回数ではグループワークが増える分、講義や演習の時間が減るということを忘れてはいけない。もちろん、グループワークをきっかけに、個人が学校以外の時間に自主的に学修に取り組むようになるのであれば、学校での演習時間を設定する必要はないが、それは理想であって、現実の学生(生徒)の演習時間が足りているかどうかは、常に注意しておく必要があるだろう。
- 協働的な学びのための適切な課題を選ぶ(PBLを意識した課題の作成)
演習問題の課題は演習時間中に教員がグループで問題に取り組むように指示したが、WebClassではそのような指示は一切しなかった。にもかかわらず、2.(2)に見られるように、協働して取り組む学生が多くいたようである。また2.(9-1)(A)にあるように、先輩を巻き込んで勝手にグループを

作り、課題の解決にあっていた学生達もいた。自主的な協働学習が始まるような「適切な」課題の設定は、教員の工夫のしどころである。もっとも量や質において「適切」の度合いを考えるのが一番難しい。今回出題した課題の中には、一見、講義の演習問題のように見えるけれども、中学校の知識で解けるような問題（平面上の平行四辺形の面積を求める問題）なども混ぜていたが、それに気付く学生はわずかであった。「提示された問題の解決」よりも「教わった解法の適用」に意識が奪われていたようである。入試問題の採点などを通じて、この傾向はとても強く感じられ、一朝一夕には解決できない問題である。

● ネットベースで学生（生徒）との対話の環境を作る

2. (9)の冒頭で書いたように、Webでのアンケートは紙でのアンケートとは桁違いに学生の意見が集まった。学生は日常的にスマホを手に入れているので、意見が書きやすいのであろう。また、2. (9-1) (A)や2. (7)にあるように、学生間ではネットを介しての交流が主体となっている。そこに積極的に教員が入って行くことの是非に関しては議論が必要であるが、困ったときにいつでも質問を出来るような環境を整える必要はあるだろう。学生にとって、いきなり先生にメールを書いて質問するのはハードルが高いため、2. (9-1) (B)(C)のように授業用の掲示板の設置などは一考に値する。教員にとっても、急な連絡が出来る場があった方が便利である。直接質問したいという学生との予定の調整にも使える（2. (9-3) (E)）。

● Webで（も）教材を提供する

今回WebClassで提供した課題は教科書や演習書にある問題をほぼそのまま掲載したもので、視覚的なものやWeb特有のインタラクティブなものを提供したわけではない。Webの性質を活用した視覚的でインタラクティブな教材は、とても魅力的なものになるかもしれないが、毎回の授業でそれを作成するのは時間の制約上難しいであろう。そういったビジュアル教材を用意しなくても、従来、プリント等の紙で提供してきた教材をWebでの提供に変えることには、以下の利点がある。（なお、高等学校などでWebClassのようなシステムが整備されていない環境であっても、YouTubeやコメントが書き込めるようなブログを利用することで、同様なことが出来る。また、ビジュアル教材の作り方や作った教材をYouTubeへ上げる方法は『反転授業マニュアル反転授業実践マニュアル—無料ツールで始めてみよう！』（井上博樹,2014,海文堂出版）に詳しく書かれている。ただし、世界中の人がアクセス出来るような環境を利用する際には、個人情報保護等に細心の注意が必要である。）

I. 学生（生徒）が取り組み易い

2. (8)の結果に見られるように、Web教材は9割近くがスマホで提出していた。本やノートを揃え、机に向かうよりも、ポケットからスマホを取り出す機会の方が圧倒的に多い。そういった日常生活に学習教材を潜り込ませることで、学びがより身近になることの利点は大きい。教材をダウンロードしてスマホに保存しておけば、ネットに接続していない環境でも教材を見ることが出来る。今回のアンケートには反映されていないが、授業時の聞き取りでは「バイト先で休み時間に課題に取り組んだ」という学生もいた。

II. 取り組む時間を指定できる

2. (9-2) (B)に「講義の日にWebClassの課題を出して欲しかった」という声がある。「翌日になると（講義の内容をまたは課題に取り組むことを）忘れてしまうから」というのが理由であるが、逆に忘れてしまいそうな日を指定して課題に取り組ませることで、「間欠補充」を行えるという利点がある。紙による課題だと、回収日の前日になって取り組む学生（生徒）が殆どであろう。中学高校でも数学は割合週のコマ数が多いが、情報のように週1回の科目の場合、授業日と授業日の間に課題提出日を設けることの利点は大きい。

こういった利点を考えれば、紙ベースで提供していた教材をWebベースで提供することには、意味

がある。配布や回収の手間を考えると、印刷した紙で提供するよりも手間が少なくなるかもしれない。「紙で出来ることをわざわざ」と考えるのではなく、とりあえずWebで教材提供してみても、いかがであろうか。もちろん、紙で資料を残したい場合は、Web教材を印刷して保存すればよい。

前述のように理数系とくに数学の大学教員は「アクティブ・ラーニング」の視点に立った授業改善には余り積極的でない。高校現場でも「アクティブ・ラーニング」の視点に立った授業改善に関しては、数学科の取り組みは低いようである。実際、「アクティブ・ラーニングの視点に立った参加型授業の取り組みが進んでいる」と答えた高校でも、数学科の実施率は他教科に比べて低い状況にある〔数学科26.0%、国語53.6%、地歴・公民44.4%、理科43.7%、外国語51.6%〕(木村充・山辺恵理子・中原淳,2015)。一方、報告者の一人である漢那初美の印象では、琉球大学周辺の高校の数学教員は、アクティブ・ラーニングを見据えた何らかの授業改善が必要だと感じながらも、従来の一斉授業を実施しており、この点において、改革そのものに積極的でない大学教員とは意識が異なっている。このことから、手軽に始められ、効果的な方法があれば、少なくとも沖縄県内の高校数学教育のアクティブ・ラーニング型授業への転換は進むと考えられる。

本稿では、2017年度前期の共通教育科目「線形代数学および同演習」における実践の報告を行った。中等教育ですぐに実践できるものもそうでないものもあるが、参考事例の一つとして考えていただき、中等教育の現場で実践を試みていただければ幸いである。

[文献]

- 文部科学省,2009,『中学学習指導要領 第2章 各教科 第3節 数学』(2017年11月8日取得, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/su.htm).
- 文部科学省,2011,『高等学校学習指導要領』(2017年11月8日取得, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2011/03/30/1304427_002.pdf).
- 文部科学省,2012,「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～(答申)」(2017年11月8日取得, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1325047.htm).
- 教育課程研究会編,2016,『「アクティブ・ラーニング」を考える』東洋館出版社.
- 井上博樹,2014,『反転授業マニュアル反転授業実践マニュアル—無料ツールで始めてみよう!』海文堂出版.
- 木村充・山辺恵理子・中原淳,2015,「東京大学—日本教育研究イノベーションセンター共同調査研究高等学校におけるアクティブラーニングの視点に立った参加型授業に関する実態調査 2015: 第一次報告書」,(2017年11月8日取得, <http://manabilab.jp/wp/wp-content/uploads/2015/12/1streport.pdf>).