

線形代数学における反転授業の効果と印象

松原 孝典*1

Effects and Impressions of Flipped Learning in Linear Algebra

Takanori MATSUBARA *1

Synopsis: In the first semester of 2022, “Linear Algebra” for first-year students of the Department of Mechanical Engineering was taught in the form of a flipped classroom. The teachers gave the students an assignment before class to watch video contents and organise their notes, and the content of the class was mainly based on exercises. Most of the students who attended the classes did the preparatory work and participated in the classes. Regardless of their basic mathematics ability, 95 % of the students who were not deficient in attendance and work on assignments passed the course. Compared to “Linear Algebra A” in the second semester of 2019, which was in the regular class format, the average final exam score for the classes conducted in this flipped classroom was higher. This is due to a decrease in the number of students with low scores. A questionnaire survey of the students regarding the flipped class revealed that the class format was well received. This is thought to be because the students felt that (1) they could prepare efficiently with the video contents created by the teachers, (2) the preparation led to a better understanding of the learning content, and (3) they could practise the content in class and ask for support from the teachers.

(Received Sep. 9.2021)

Key words: preparation work, flipped learning

1. はじめに

工学系短期大学である本学において、入学初年度の数学教育が重要であり、短時間で質の高い教育が求められる。工学系の数学は、専門科目のツールとして利用することを念頭に置いているため、繰り返しの演習で計算方法を定着させることが望ましい。しかしながら、入学生の高等学校までの履修状況や学習頻度などの状況にバラつきがあり、本学の場合、企業から派遣された学生も一定数おり、他大学と異なる多様性がある状態となっている。そのため、教員の講義中心となる一斉授業の方法であると、理解度に幅が生まれる。例えば、数学 I の内容しか学ん

でない学生からすると、微分積分の話題を出すと、その説明でつまずき、その後の演習に行きつけない学生が多く生まれ、数学 III まで学んだことのある学生からすると、既にある程度学んでいるため、説明・演習共に退屈なものになってしまう（もちろん、教員には大学ならではの話題提供、学生にはそれを受け止める準備がそれぞれ望まれる）。

そのようななか、線形代数学の授業において、動画コンテンツやオンラインコミュニケーションツールを活用し、オンデマンド型遠隔授業や、反転授業のスキームを利用したブレンド型授業を実施してきた^{1),2)}。その結果、動画コンテンツが巻き戻したり、繰り返し学ぶことができることであつたり、反転授業のように、授業内容を課題として事前に予

*1 産業技術短期大学 講師 博士(工学) 機械工学科

習したうえで、演習中心の授業を受ける方が、理解度が高くなっている印象を受けているということがわかってきた。ただし、国内の大学生の予習・復習・課題など授業に関する学習は1週間平均5.9時間とされている³⁾。一斉授業で完結する内容に慣れ、予習や復習をあまりしない学生からすると、相対的に課題が多くなり、負担となることも懸念される。

本研究では、線形代数学において、動画コンテンツを用いた予習課題を提供する反転授業を実施し、その反転授業の効果と予習課題に対する印象について、調査した。

2. 反転授業の特徴

反転授業は、授業相当の新たな学習内容を予習として動画コンテンツなどで事前に学習し、対面授業時にその理解を促進・定着・応用・発展させる授業形式を指す⁴⁾。一般的な授業形式と反転授業の形式を比べると、反転授業の満足度は相対的に高く⁵⁾、成績・学習時間・もともとある知識と新たな知識の統合のそれぞれにより良い効果をもたらすと報告されている⁶⁾。一方で、不慣れな学生に授業参加に課題があること、担当教員が授業実施初期に負担が大きいことが挙げられている⁶⁾。

一般的な反転授業の流れの例⁴⁾は、Table 1の通りである。伝統的な授業では、初めの25分で前回の内容の確認をおこない、30分～45分で新しい学習内容を説明する。残りの20分～35分で、授業内容の演習に取り組んだり、実験をおこなったりする。一方で、反転授業では、新しい学習内容の説明は、動画コンテンツによる予習で既に終わっている。そのため、授業時には、予習に対する質問対応などを始めの15分でおこない、残りの時間を演習や実験を実施するという方法が提案されている。そのため、授業内で担当教員－受講生、受講生－受講生の

あいだのコミュニケーションが増加し、理解度や性質に合わせて受講生の教育が図ることができ、個別最適化につながる。

予習用の動画コンテンツの基本的な作り方は、次の要件が提案されている⁴⁾。

- ① 短く（15分以内、1トピック＝動画1本）
- ② 声はいきいきと
- ③ 他の教員と共に作成
- ④ ユーモアを添える
- ⑤ 受講生の時間をムダにしない
- ⑥ 手書きの書き込みを加える
- ⑦ アニメーションを利用する
- ⑧ 著作権に注意

線形代数学に関する反転授業の事例では、次のような提案もなされている⁷⁾。

- ① 解説は、具体的な数値例から入り、抽象的定義をその後簡潔に
- ② 抽象論理解の準備となる具体的数値例は必須動画とし、抽象度が高い内容についての解説動画は補助的に用意
- ③ 課題の解答や解説も動画か対面授業で補足
- ④ アンケートは毎回全員必須でとり、個人別に考察して、常時教材の点検を実施

3. 線形代数学の授業デザイン

3.1 学生の受講環境の調査と結果

オンライン環境を活用する授業をおこなうにあたり、受講生となる機械工学科1年生および履修証明プログラム受講生（機械系）4名に対して、ネットワーク環境に関する調査をおこなった（Fig.1）。

通信端末の保有に関する回答では、自宅にPCをもつ学生が87.5%、スマートフォンをもつ学生が100%となった（Q1.と3.）。

スマートフォンの通信容量では、26.6%が無制限、

Table 1 Comparison of class time in traditional versus flipped classrooms⁴⁾.

Traditional Classroom		Flipped Classroom	
Warm-up activity	5 min	Warm-up activity	5 min
Go over previous night's homework	20 min	Q&A time on video	10 min
Lecture new content	30-45 min	Guided and independent practice and/or lab activity	75 min
Guided and independent practice and/or lab activity	20-35 min		

67.2%が制限あり(6.3%は不明)と回答された(設Q4.)。動画コンテンツ視聴については、スマートフォンのみでは、難しく、大学内の情報処理演習設備の利用を受講生に勧める必要があった。

Q6.~Q8.の通り、オンラインコミュニケーションツールの利用も少なくなく、チャットでのコミュニケーションが適切であることがわかった。

3.2 利用したオンラインツール

授業では、マイクロソフト社の Microsoft Teams (以下, Teams), Microsoft Stream (以下, Stream), Microsoft Forms (以下, Forms) をそれぞれ利用した。本学の学生と教職員は、マイクロソフト社と Office 365 に関して、包括ライセンス契約をおこなっているため、上記のツールが利用可能である。

Teams は、チャットやメッセージをリアルタイム



Fig.1 Questionnaire results on network use for students of the Department of Mechanical Engineering.

ムにやり取りできる機能や、ファイル共有やビデオ会議などのオンラインコミュニケーションを得意とするアプリケーションである。授業では、「線形代数学」チームを作成し、授業で配布した資料のデータ配付や動画アップロードの通知をおこなった。学生の利用端末に通知を送ることができるため、情報の抜け漏れが起こりにくい。Stream が動画をアップロード、Forms がオンラインでアンケート調査が可能なサービスで、Teams と連携できる。いずれのツールも、PC やスマートフォン等端末の種類に関係なく、使いやすいアプリケーションである。

3.3 授業の実施方法と授業形式

線形代数学は、機械工学科 1 年生対象で前期開講の選択科目 (2 単位、水曜日 2 限) である。2022 年度は、機械工学科 1 年生 59 名、過年度生 8 名、履修証明プログラム生 (機械系) 3 名の合計 70 名が受講登録した。

本授業は、ベクトル・行列・行列式の基礎的な知識の理解を求める内容である。反転授業の仕組みを導入する。予習時にその単元について、一定の理解を求め、授業時の演習でその理解を定着させる。

典型的な授業の流れと、各授業回における授業内容・授業形式と課題や動画について、Table 2 および Table 3 にそれぞれ示した。Table 2 のように、予習・授業・復習の流れで授業が進む。

予習では、Teams より授業 1 週間前に配信され

た講義資料をもとに、予習動画を事前に視聴し、ノートにまとめ、Teams の課題機能より、ノートの写真を予習課題として提出する。提出期限は、授業日の前日火曜日の 23:59 とした。課題に対して、個々人に Teams 上でフィードバックをおこなった。この期限を遅れると、減点するシステムとした。

授業では、演習プリントと確認テストを用意して、1 コマほとんどを演習時間とした。まず、開始 20 分で、予習内容の確認のため、前回内容の復習、よくある間違い、予習課題における質問の回答をおこなう。その後、演習プリントを配布し、50 分間実施した。演習プリントは、A3 用紙両面 1 枚とし、必ず実施する基礎問題、復習向けの追加問題、発展問題を掲載した。基礎問題については、随時解答を説明し、50 分の終わりに略解を配布した。演習プリントの基礎問題を全て解き終わり、余裕のある学生には、追加問題や発展問題の解答を促した。残り

Table 2 Learning process in “Linear Algebra” for the first semester of 2022.

時間	項目	内容
前回授業日 ～授業前	予習	新しい学習内容に関する動画を視聴してノート整理 (予習課題)
		課題のフィードバック (Teams)
当日	授業	20 分 予習内容の確認など
		50 分 演習プリント
		20 分 確認テスト
授業後	復習	授業のフィードバック (Teams) 演習プリントの振り返り、残り問いの解答など

Table 3 Course content and format in “Linear Algebra” for the first semester of 2022.

回	授業日	授業内容	予習			授業			期末試験
			課題	動画		課題			
				動画数	動画時間	演習 プリント	確認 テスト	演習 課題	
1	4/13(水)	ガイダンス							
2	4/20(水)	ベクトル(1)	○	1	18:35	(1)	(1)		
3	4/27(水)	ベクトル(2)	○	1	47:23	(2)	(2)		
4	5/11(水)	行列(1)	○	1	46:12	(3)	(3)		
5	5/18(水)	行列(2)	○	1	44:48	(4)	(4)		
6	5/25(水)	行列式(1)	○	1	23:52	(5)	(5)		
7	6/1(水)	行列式(2)	○	1・補 6	55:44	(6)	(6)		
8	6/8(水)	総合演習(1)	○					(1)	
9	6/15(水)	行列の基本変形(1)	○	1	50:35	(7)	(7)		
10	6/22(水)	行列の基本変形(2)	○	1	35:52	(8)	(8)		
11	6/29(水)	行列の基本変形(3)	○	1	44:53	(9)	(9)		
12	7/6(水)	ベクトルの線形変換	○	1	38:43	(10)	(10)		
13	7/13(水)	固有値と固有ベクトル	○	1	42:19	(11)	(11)		
14	7/20(水)	総合演習(2)		補 3				(2)	
15	7/27(水)	期末試験							○
16	8/3(水)	総合演習(3)							

の 20 分間は、提出を求めた確認テストの実施である。A4 用紙片面 1 枚として、1~2 題の問題を掲載した。確認テストの答え合わせは、略解を配布し、学生個人によりおこなった。授業終盤 20 分間で確認テストを実施し、提出させた。毎回の学生ごとの解答状況を記録し、Teams 上でフィードバックをおこなった。

第 8 回と第 14 回については、それ以前の授業内容の復習機会として、演習課題を 1 コマ全てで実施した。毎回の授業時、他大学大学院生のティーチングアシスタント (TA) を 1 名任用した。TA は、質問対応や学生のサポートをおこなった。

3.4 動画作成

予習動画の作成は、いずれもマイクロソフト社の PowerPoint 2019 (以下、PowerPoint) を用いた。PowerPoint の「エクスポート」にある「ビデオの作成」機能でスライドのページ送りと、ナレーションを記録し、mp4 形式の動画ファイルを作成した。通信量に配慮すべきであるが、文字が見えづらい等の問題を防ぐため、解像度はフル HD (1080 p, 1920×1080) とした。スライドサイズの縦横比は、スマートフォンや PC で動画視聴することを考え、16:9 で作成した。ナレーション追加中に PowerPoint のスライドにデジタルペンをつかって注釈を挿入し、スライドの内容は、アニメーション (主にワイプ) を使い、整理する順を明らかにした。

予習動画の視聴漏れを防ぐため、動画数を 1 つ

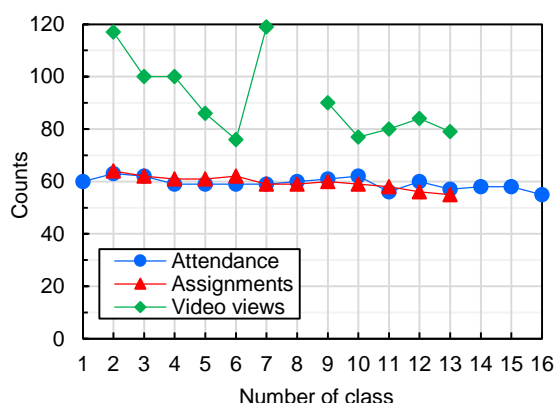


Fig.2 Counts of video views, submission of assignments and attendance for 70 students registered in “Linear Algebra” for the first semester of 2022.

とした。第 7 回と第 14 回の内容は、難しい内容が含まれるため、補足の解説を加えた動画を用意した。

予習動画の内容と時間は Table 3 の通りである。動画時間の平均は、40 分 49 秒である。推奨されている 15 分より 25 分以上長い時間となっている。

4. 反転授業の実施状況

4.1 出席状況と課題提出状況

上述の通り、機械工学科 1 年生対象の線形代数学を 70 名の受講生に対して実施した。受講生の動画視聴数・予習課題・出席状況を Fig.2 に示す。授業回は期末試験を含む 16 回分を示す。

出席状況であるが、初回 60 名出席 (86%) であり、授業の進行とともにやや減少し、最終回 (16 回) には、初回から 5 名少ない 55 名出席 (79%) となった。この減少については、授業についていけなかったり、大学自体に関心が乏しくなっていたりしたためと考えられる。

予習課題の提出状況は、ほぼ出席数とリンクした。授業出席者のほとんどが予習課題をこなし、授業参加しているといえる。動画視聴数は、予習課題の提出状況より十分多く、動画視聴し、予習課題を実施している様子がわかる。動画視聴数がより多いことは、課題時に何回か見直していたり、授業後の復習に利用されていたりすることが予想される。

本授業の合格率は、76% (53 名が合格) であった。不合格となった学生 17 名のうち、10 名が出席回数 2/3 の 10 回以下、5 名が出席や予習課題の提出に不足があった (2 名は、出席・予習課題提出ともに不足がなかった)。つまり、出席や課題の取り組みをしっかりとこなしている 55 名の受講生のうち、96% の 53 名が合格した。

4.2 授業形式と期末試験結果

Table 4 に、2022 年度前期に反転授業でおこなった線形代数学と 2019 年度後期に通常授業でおこなった線形代数学 A の期末試験の点数の度数分布表と平均点を示す。Fig.3 は、両者の累積相対度数グラフを示す。2019 年度後期の線形代数学 A では、予習課題は設けずに、90 分授業のなかで、新しい学習内容の説明と演習をおこない、授業の終わりに確認テストをおこなうものであり、授業内容は 2022 年度の線形代数学とほとんど変わらない。期

末試験の問題の難易度についても、ほとんど変わっていない。ただし、開講時期と受講生のバックグラウンドに多少違いがあることに注意が必要である。少なくとも、各年度の入学学生が入学時におこなった数学基礎確認テストの結果を確認すると、各年度の学生の数学基礎学力に大きな差はなかった。

平均点をみると、反転授業 (74.6 点) > 通常授業 (67.8 点) となっている。点数分布では、60 点以上に差が小さいが、60 点未満に差がある。反転授業 (FY2022) に比べ、通常授業 (FY2019) では、相対的に低い点数の相対度数が多い。累積相対度数グラフの形状を見ても、通常授業のグラフが上側に位置し、特に、60 点未満で差が大きく出ている。つまり、反転授業は、低い学力の学生を引き上げ、全体として受講生の平均値が増加したといえる。この傾向は、先行研究と同様である⁴⁾。

5. アンケート調査からみる反転授業の印象

5.1 アンケート調査方法

Table 5 にアンケート調査方法を示す。2022 年度の線形代数学受講者 70 名に対し、4 回のアンケートを実施した。第 1 回アンケートが第 3 回授業後、中間期における授業に関するアンケートが第 6 回授業後、第 2 回アンケートが第 10 回授業後、授業評価アンケートが第 12 回授業後、とそれぞれ回答できるように設定した。初めの 3 回は、Teams の課題機能で Forms と連携し、アンケート回答を求めた。学生サポートを目的としていたため、記名式となっている。4 回目のアンケートは、全学的におこなっている授業評価アンケートであり、CoursePower という学習支援 Web システムを利用した。こちらは、無記名である。本稿の目的以外でもアンケート収集をしているため、以下では、予習課題に関する設問を中心に説明する。

5.2 予習課題に関するアンケート集計結果

4 回のアンケート集計結果の詳細 (一部省略) を

Table 4 Comparison of final exam results between flipped classes and regular classes.

開講時期	2022 年度 前期	2019 年度 後期
科目名	線形代数学	線形代数学 A
授業形式	反転授業	通常授業
0-9 点	0 (0%)	3 (5%)
10-19 点	1 (2%)	3 (5%)
20-29 点	4 (7%)	5 (8%)
30-39 点	3 (5%)	3 (5%)
40-49 点	0 (0%)	4 (6%)
50-59 点	7 (12%)	2 (3%)
60-69 点	4 (7%)	5 (8%)
70-79 点	8 (14%)	8 (12%)
80-89 点	8 (14%)	11 (17%)
90-100 点	23 (40%)	21 (32%)
合計	58	65
平均点	74.6	67.8
標準偏差	24.1	39.0

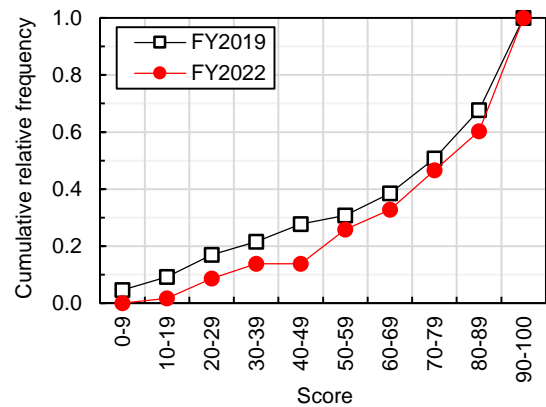


Fig.3 Comparison of final exam results between flipped classes (FY2022) and regular classes (FY2019).

付録の Fig.A1~A4 にそれぞれ示す。これらを基に、予習課題に関する回答を中心に説明する。

第 3 回授業後の第 1 回アンケート (Fig.A1) と第 10 回授業後の第 2 回アンケート (Fig.A3) の両方で、新しい学習内容を予習で学び、対面授業で演習を実施する反転授業に関する問いを設けた (Q1~Q4)。予習課題を求めたことの良し悪しについ

Table 5 Questionnaire survey for 70 students registered in “Linear Algebra” for the first semester of 2022.

アンケート名称	調査方法	調査期間	回収状況
第 1 回アンケート	Forms (記名)	4/27(水)~5/2(月) [5 日間]	63 名 (90%)
中間期における授業に関するアンケート	Forms (記名)	5/27(金)~6/1(水) [5 日間]	58 名 (83%)
第 2 回アンケート	Forms (記名)	6/22(水)~6/28(火) [6 日間]	58 名 (83%)
授業評価アンケート	CoursePower (無記名)	7/11(月)~7/29(金) [18 日間]	55 名 (79%)

て、5 つまでの★の数で問うたところ、第 1 回が平均 4.03 個、第 2 回が平均 4.00 個と、分布を見ても概ね印象が良い(数名良くないと回答する受講生もいる)。対面授業で演習中心であることについては、第 1 回が平均 4.19 個、第 2 回が平均 4.26 個と演習中心の印象が良いとわかる。

第 1 回アンケートと第 2 回アンケートについて予習に関するコメント (Q2) を確認する。第 1 回アンケートでは、「予習するとスムーズに授業を理解できる。」「他の授業でも課題が出て大変に思う。だが、事前にこれを行うことによって、多少なり理解はできるのでいいと思う。」「強制的に予習しないといけない状況が作られているので、良いと思います。」「自分のペースで勉強を進める事ができる」と回答されている。「正直面倒だと思いましたが、先生がわざわざわかりやすく解説した資料 (動画) を送付してくださるので、予習が出来てますし、やる気になります。1 人で教科書を見て予習しろと言われても、出来ていないと思います。」というように、効率的に予習をおこなうことができるという面がある。第 2 回アンケートでは、「ちょっとしんどいかも」「正直めんどくさい気持ちもある」といったネガティブな意見が現れる (第 1 回同様ポジティブな意見も多い)。課題であるため、しょうがなく予習を続けている受講生の存在が見受けられる。

演習中心の授業についても確認する。第 1 回アンケートでは、「授業時間が復習に近い内容となっているので家で復習するよりも集中して勉強でき、最後のテストはその内容の実力を内容毎で知ることができるので良かったです。」「分かりやすく、質問も聞きやすいです」といったように、予習で学んだことを実践したり、確認テストで定着していることがわかったり、困った時に質問しやすいという意見がある。第 2 回アンケートでも同様の意見である。

第 1 回アンケートと第 2 回アンケートの間で実施した中間期における授業に関するアンケートでも、予習課題や演習中心の対面授業を支持するコメントが多い (Fig.A2)。予習の重要性を受講生が理解してきていることがわかる。

授業の終盤で実施された授業評価アンケートでも、同様に予習課題に関する問いを多く設けた (Fig.A4)。A-2 の「この授業に関する予習・復習

をしましたか。」では、「よくした」という回答が 58% となり、予習 (復習も) に努めたという意識が見受けられた (平均スコア 4.29)。追加 1~追加 4 にて、予習時間や復習時間の問いを用意した。予習時間は平均 75.8 分であり、80% の受講生が他の科目より多かったと答えている。本授業は 2 単位の講義科目であり、予習 2 時間 (120 分) を求められているため、やや少ない。ただし、国内の大学生の予習・復習・課題など授業に関する学習が、1 週間平均 5.9 時間³⁾ であるため、相対的に多いといえる。

「良かった点・継続してほしい点」を答える問いでは、予習課題自体を挙げる回答が 12 件あった。面倒である一方で理解度の向上が実感でき、継続してほしいと回答する学生が一定数いる。

5.3 アンケート結果からみる反転授業の特徴

今回、新しい学習内容を動画視聴による予習課題で取り組み、対面授業の演習で実践し、定着させる反転授業を試みた。受講生のアンケート結果から、次のことが特徴として挙げられる。

- ① 教科書では、かみ砕いた説明もなく独力で予習することのハードルは高い。担当教員が作成した予習動画が用意される場合、予習する内容が明確であり、対応しやすい。動画コンテンツであるため、受講生のペースで学ぶことができる。
- ② 課題となることで予習が強制され、負担がある一方で、理解度の向上が実感でき、精神的なストレスはそれほど多くないと予想される。予習自体が重要であることに気づき、大学生活全体にも波及効果の可能性がある。
- ③ 授業では、演習中心であるが、既にある程度理解しているため、受講生のペースで問題の解答を進めることができる。もし、理解が追い付いていない場合、教員や他の受講生に質問や相談したり、声を掛けられたりすることで、理解度を高めることができる。確認テストをおこなうことで、毎回の内容の理解度を客観的に測ることができる。

受講生に対するアンケートの結果から整理しており、いずれも受講生自身が気づいたといえる。

6. まとめ

6.1 結論

2022年度前期に機械工学科1年生対象の線形代数学を反転授業の形式で実施した。教員が自作の動画コンテンツを事前に視聴してノート整理する課題を授業前に実施し、授業では演習中心の内容とした。授業に出席するほとんどの受講生は、予習に取り組み、授業に参加していた。元の基礎学力に関わらず、出席や課題の取り組みを十分おこなった受講生の96%が合格した。通常の授業形式であった2019年後期の線形代数学Aと比べると、反転授業でおこなった今回の授業の期末試験の平均点は、より高くなった。これは、低い点数の受講生が減り、全体的に底上げされたことによる。

反転授業に関して、受講生にアンケート結果より、授業形式が好評であることがわかった。これには、①教員自作の動画コンテンツで効率的に予習でき、②予習が学習内容の理解度向上に繋がり、③授業時にそれを実践したり、教員にサポートを求められたりできること、が実感できたためと考えられる。

6.2 課題と展望

受講生全体に対しては、反転授業の仕組みは効果的であることがわかった。その一方で、予習課題に対応できていない、および、授業に出席できていない受講生に対して、効果は十分でなかった。課題をより取り組みやすくするため、ノートの取り方の教育についても検討しても良い(例えば、コーネル式)。

また、予習として、課題は設けたが、文部科学省の求める予習時間2時間(120分)を超えることはできなかった(平均75.8分であった)。授業の到達目標の設定次第といえるが、他の授業とのバランスをみて難易度を決定しなければならず、本授業のみでの解決は容易でない。学科や大学としての組織的な方法も思案する必要がある。

反転授業自体は、有効であるといえる。特に、受講生の履修状況や理解スピードにある程度関係なく、個別最適化の可能性はある。少しでも理解度が高まれば、学習モチベーションが向上し、継続的な学習に繋がる。成果ができれば、満足度が向上し、さらなる学習に発展する。実際に授業評価アンケートの結果を確認したところ、通常授業で実施した

2019年度後期の線形代数学Aの満足度が4.10であったことに対し、本授業では4.33であった(1が不満、3が普通、5が満足)。

謝 辞

授業運営に関して、本学の多くの教職員のご協力をいただいた。また、線形代数学の受講生には、アンケート調査など、授業改善のご協力をいただいた。皆様に心より感謝を申し上げたい。

参考文献

- 1) 松原孝典, 浅尾慎一, 二井見博文: 産業技術短期大学誌, **54** (2021), 41-48.
- 2) 松原孝典: 産業技術短期大学誌, **55** (2022), 17-27. <<http://id.nii.ac.jp/1777/00000008/>>
- 3) 文部科学省高等教育局. “令和元年度「全国学生調査(試行実施)」結果【資料編】”. 全国学生調査.
<https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/chousa/1421136.htm>, (参照 2022-8-27).
- 4) J. Bergmann, A. Sams: Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day, International Society for Technology in Education, 2012. (訳書 上原裕美子訳: 反転学習 - 基本を宿題で学んでから, 授業で応用力を身につける, オデッセイコミュニケーションズ, 2014.)
- 5) K. Missdine, R. Fountain, L. Summers, K. Gosslin: Journal of Nursing Education, **52** (2013), 597-599.
<<https://doi.org/10.3928/01484834-20130919-03>>
- 6) C. K. Lo, K. F. Hew, G. Chen: Educational Research Review, **22** (2017), 50-73.
<<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.08.002>>
- 7) 吉富賢太郎: JSiSE Research Report, **31** (2016), 107-113.
<<https://www.jsise.org/society/committee/2016/1st/TR-031-01-B-012.pdf>>

付 録

第1回アンケート

Q1. 本授業では毎回予習を求めています、いかがでしょうか。(良くない: ★1個/とても良い: ★5個) コメントがあれば、次の設問で回答をお願いします。

回答	度数	相対度数
★	2	3%
★★	4	6%
★★★	15	24%
★★★★	11	17%
★★★★★	31	49%
合計	63	
平均	4.03	

Q2. 予習に関して、コメントがあれば、お教えてください。

Q1. ★回答者
① もうちょっと短い動画にしてほしいです!

★★回答者
回答なし

Q1. ★★★回答者
① 予習するとスムーズに授業を理解できる。予習動画のヴォリュームは現状が丁度いいイメージです。
② 他の授業でも課題が出て大変に思う。だが、事前にこれを行うことによって、多少なり理解はできるのでいいと思う。
③ 予習があり授業の内容がわかりやすくて良いと思います。ただ、子どもがいることもあり授業動画が長いと、家でできないこともあり、もう少し動画時間が短いと家でも予習がしやすいです。
④ 口を開くときの音が入っています。イヤホンで聞くと少し耳がくすぐったいです

Q1. ★★★★回答者
① 自分のペースで勉強出来るのでありがたい

Q1. ★★★★★回答者
① 強制的に予習しないといけな状況が作られているので、良いと思います。
② 今のところ、わかりやすくて特に問題ありません。
③ 解説動画が逆も分かりやすいです。
④ わかりやすい内容で予習プリントがついているので勉強しやすかったです。
⑤ 正直面倒だと思いましたが、先生がわざわざわかりやすく解説した資料(動画)を送付してくださるので、予習が出来ますし、やる気になります。1人で教科書を見て予習するとと言われても、出来ていないと思います。そこまでして頂いているので、感謝して頑張ります。
⑥ 体調的に学校に行けていない自分でも予習はできるので授業遅れが取り返しやすいく
⑦ 他の授業では予習動画を見てノートをとって写真で送るということをあまりしないのですが、自分としては毎回前もって課題として予習して、提出するという作業をさせてもらえるのはすごくありがたいと思っています。そしてこの方法が今のところ自分に1番合っています。
⑧ 予習～授業の流れが分かりやすくてとてもいいです。
⑨ 今のやり方がとても良いです。
⑩ 予習動画を見ながらノートを整理するのに時間はかかるが、動画では自分のペースで勉強を進める事ができるので、満足している。
⑪ 予習をすると授業の内容がスムーズにが頭に入ってくるのですごくいいと思います。
⑫ 解説、問題が解られていてわかりやすいです。
⑬ 予習は、内容のイメージを持った状態で講義に出席するため、真っ白な状態でいきなり講義を受講をするよりも、早く理解を深めることができ良い方法だと思います。また、予習動画は繰り返し視聴できるため、講義後の復習でも活用でき、一石二鳥だと思います。
⑭ 予習は元々しなかったのですが、この講義で予習が大切であることに気がつきました。他の講義でも実行させていただいてます。

Q3. 本授業では、毎回の授業で演習が大半ですが、いかがでしょうか。(良くない: ★1個/とても良い: ★5個) コメントがあれば、次の設問で回答をお願いします。

回答	度数	相対度数
★	2	3%
★★	0	0%
★★★	12	19%
★★★★	19	30%
★★★★★	30	48%
合計	63	
平均	4.19	

Q4. 対面授業に関して、コメントがあれば、お教えてください。

Q3. ★回答者
①

★★回答者
回答なし

Q3. ★★★回答者
① わかりやすく助かっています。
② 現在の範囲までは大体理解しているため、授業の大半を演習に充てても問題ないと感じております。(むしろ予習で不明だったところが、演習を通じて理解することができました) また、松原先生以外にTAさんもいらっしゃるため、学習のサポート体制がしっかりされており、心強く思います。

Q3. ★★★★回答者
① 理解している人達は物足りないかもしれないが今のペースの授業が聞きやすく受けやすいです。
② 対面の方が先生に見られていると言う意識が働くのでより集中でき、良いと思います。
③ 分かりやすく、質問も聞きやすいです
④ 自分でやる授業をしている先生は少ないですが、私は先生のやり方が好きです。

Q3. ★★★★★回答者
① ほとんど問題を解く時間で、身につけやすいので、良いと思います。
② 予習をやってから演習するので普通の授業より定着が早い気がします。
③ 授業内容も取り組みやすいです。
④ 授業時間が復習に近い内容となっているので家で復習するよりも集中して勉強でき、最後のテストはその内容の実力を内容毎で知ることができるので良かったです。
⑤ 予習動画を2から3回ぐらいも見直して、それでも分かりそうになければ先生に聞こうと思います。
⑥ わからないところがあれば質問できるからいいと思います。

Q5. その他、なにコメントがあれば、お教えてください。

回答省略

Fig.A1 Results of the first questionnaire (27 April-2 May).

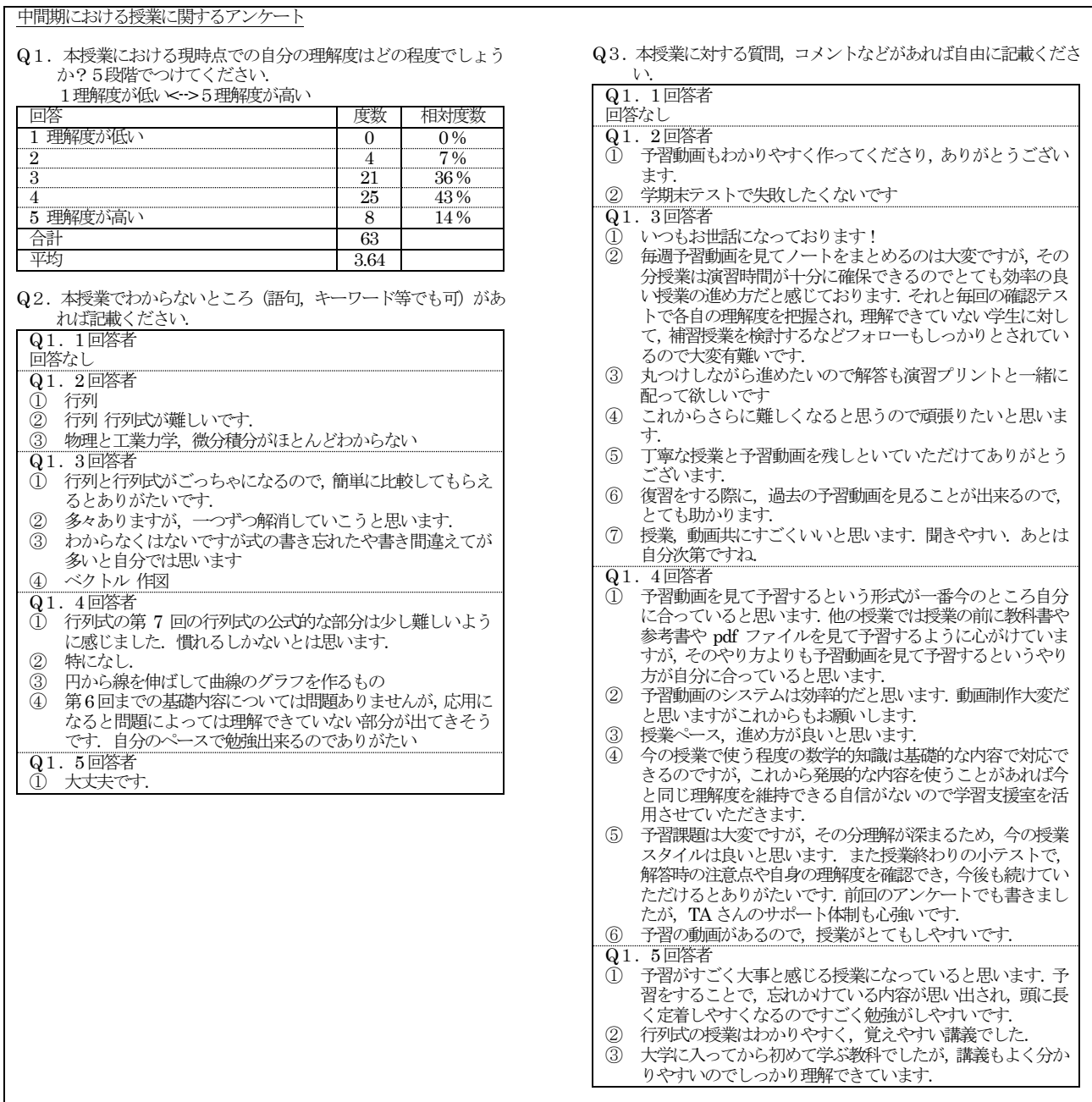


Fig.A2 Aggregate results of questionnaires on teaching at mid-term (27 May-1 June).

第2回アンケート																										
<p>Q1. 本授業では毎回予習を求めています、いかがでしょうか。(良くない:★1個/とても良い:★5個) コメントがあれば、次の設問で回答をお願いします。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>回答</th> <th>度数</th> <th>相対度数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>★</td> <td>2</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>★★</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>★★★</td> <td>18</td> <td>31%</td> </tr> <tr> <td>★★★★</td> <td>14</td> <td>24%</td> </tr> <tr> <td>★★★★★</td> <td>24</td> <td>41%</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>58</td> <td></td> </tr> <tr> <td>平均</td> <td>4.00</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			回答	度数	相対度数	★	2	3%	★★	0	0%	★★★	18	31%	★★★★	14	24%	★★★★★	24	41%	合計	58		平均	4.00	
回答	度数	相対度数																								
★	2	3%																								
★★	0	0%																								
★★★	18	31%																								
★★★★	14	24%																								
★★★★★	24	41%																								
合計	58																									
平均	4.00																									
<p>Q2. 予習に関して、コメントがあれば、お教えてください。</p> <p>Q1. ★回答者 ① ちょっとしんどいかも 予習の採点基準がわからない</p> <p>Q1. ★★回答者 回答なし</p> <p>Q1. ★★★回答者 ① わかりやすく助かっています。 ② 予習があるおかげで授業の理解もより深まっていると思います。</p> <p>Q1. ★★★★回答者 ① 正直めんどくさい気持ちもあるが、予習で明らか理解度が上がったように感じるので必要だと思いましたー ② 演習のときに自分でまとめたやつが凄く役立つのでありです ③ いつも大変分かりやすい予習動画を提供して下さい、有り難う御座います。 ④ めんどくさいが、これをする事で多少なり授業中理解できる。 ⑤ 自分のペースで理解を深めることができるため、現状の予習スタイルで問題ございません。おかげで、学習習慣を定着させることができました。</p> <p>Q1. ★★★★★回答者 ① どの解説も分かりやすいです。 ② 予習のおかげで授業が理解できています。ありがとうございます。 ③ 毎回予習のノートをもとめるのは大変ですが、自分のペースで予習ができるので助かっています。 ④ 予習があるので授業の内容が分かりやすく、予習はすごくいいと思います。 ⑤ いつも予習動画を作成していただいて助かっています。前もってどんな勉強をするのかを知ることができ、助かっています。 ⑥ 特にありません。</p>																										
<p>Q3. 本授業では、毎回の授業で演習が大半ですが、いかがでしょうか。(良くない:★1個/とても良い:★5個) コメントがあれば、次の設問で回答をお願いします。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>回答</th> <th>度数</th> <th>相対度数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>★</td> <td>1</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>★★</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>★★★</td> <td>10</td> <td>17%</td> </tr> <tr> <td>★★★★</td> <td>19</td> <td>33%</td> </tr> <tr> <td>★★★★★</td> <td>28</td> <td>48%</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>58</td> <td></td> </tr> <tr> <td>平均</td> <td>4.26</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			回答	度数	相対度数	★	1	2%	★★	0	0%	★★★	10	17%	★★★★	19	33%	★★★★★	28	48%	合計	58		平均	4.26	
回答	度数	相対度数																								
★	1	2%																								
★★	0	0%																								
★★★	10	17%																								
★★★★	19	33%																								
★★★★★	28	48%																								
合計	58																									
平均	4.26																									
<p>Q4. 対面授業に関して、コメントがあれば、お教えてください。</p> <p>Q3. ★回答者 回答なし</p> <p>Q3. ★★回答者 回答なし</p> <p>Q3. ★★★回答者 ① リモートがいい！なら昼からの授業になる為 ② 予習から時間経って、やり方忘れますが、毎回、最初に復習があるので、演習問題解けるので、助かっています。</p> <p>Q3. ★★★★回答者 ① 問題数を解くことで理解も深まるので、今の授業形態のままでお願いします。育児で自宅学習の時間がなかなか取れないため、定期的に過去の復習のようなプリントを配っていただけると隙間時間で復習ができるのでありがたいです。可能であればよろしくをお願いします。 ② 私は対面授業が好きなので、楽しく講義を受けれています。 ③ 今のところ不満はないです ④ 先生が周って来て困っていたら教えてくれるので授業も受けやすい。 ⑤ 演習を通し、自身の理解不足を補いつつ解き方に慣れていくので、非常に良いと思います。また毎回の確認テストも自身の定着度の確認ができ、大変良いと思います。</p> <p>Q3. ★★★★★回答者 ① 超暑い中で一時間半、マスクをつけて学校に行くのは大変だけど、とても集中して授業に取り組めるので感染リスクは高いけどそれを余裕で超える授業内容だと思います ② 授業始めて、その日の授業内容を再確認することができ、全般を演習に充てることによって、着実に身に付けることが出来ていると感じています。つまり、とても良いですw ③ 自分のペースで準備られるので、授業は受けやすいです。 ④ 特になし。 ⑤ 演習で問題の解き方などをアウトプットできるのでとてもいいと思います。 ⑥ いつもお聞きして丁寧に教えていただき助かっています。これからもよろしくお願いたします。 ⑦ 予習からの演習でとても効率的だと思います。</p>																										
<p>Q5. 他の受講生について、ご意見をお願いします。必要に応じて、授業を受けるうえでのルールを設けます。(例:寝ている学生・私語をしている学生など)</p> <p>回答省略</p> <p>Q6. その他、なにかコメントがあれば、お教えてください。</p> <p>回答省略</p>																										

Fig.A3 Results of the second questionnaire (22 June-28 June).

授業評価アンケート		
A-1. この授業に意欲的に取り組みましたか。		
回答	度数	相対度数
1 取り組まなかった	0	0%
2	0	0%
3 普通	11	20%
4	13	24%
5 取り組んだ	31	56%
6 回答なし	0	0%
合計	55	
平均	4.36	
A-2. この授業に関する予習・復習をしましたか。		
回答	度数	相対度数
1 殆どしなかった	0	0%
2	2	4%
3 普通	12	22%
4	9	16%
5 よくした	32	58%
6 回答なし	0	0%
合計	55	
平均	4.29	
B-1. シラバス(授業計画)に沿って授業が行われましたか。		
回答	度数	相対度数
1 行われなかった	0	0%
2	0	0%
3 どちらともいえない	4	7%
4	12	22%
5 行われた	39	71%
6 回答なし	0	0%
合計	55	
平均	4.64	
B-2. この授業のレベルはどうでしたか。		
回答	度数	相対度数
1 低い	0	0%
2	0	0%
3 適切	31	56%
4	11	20%
5 高い	13	24%
6 回答なし	0	0%
合計	55	
平均	3.67	
C-1. 授業はよく準備されていたと思いますか。		
回答	度数	相対度数
1 準備不足である	0	0%
2	0	0%
3 どちらともいえない	5	9%
4	10	18%
5 良く準備されている	40	73%
6 回答なし	0	0%
合計	55	
平均	4.64	
C-2. 説明は理解しやすかったですか。		
回答	度数	相対度数
1 しにくい	0	0%
2	0	0%
3 どちらともいえない	6	11%
4	14	26%
5 しやすい	35	64%
6 回答なし	0	0%
合計	55	
平均	4.53	
C-3. 声の大きさは適切で聞き取りやすかったですか。遠隔授業では、リアルタイム方式、および教員が作成した動画教材について回答してください。		
回答	度数	相対度数
1 不適切	0	0%
2	1	2%
3 どちらともいえない	5	9%
4	7	13%
5 適切	42	76%
6 教員が作成した動画教材なし	0	0%
7 回答なし	0	0%
合計	55	
平均	4.64	
C-4. 黒板やスクリーンの字や図は適切でしたか。遠隔授業では、リアルタイム方式、および教員が作成した動画教材について回答してください。		
回答	度数	相対度数
1 不適切	0	0%
2	0	0%
3 どちらともいえない	4	7%
4	9	16%
5 適切	42	77%
6 教員が作成した動画教材なし	0	0%
7 回答なし	0	0%
合計	55	
平均	4.69	
C-5. 教科書、配布資料などの教材は適切でしたか。		
回答	度数	相対度数
1 不適切	0	0%
2	0	0%
3 どちらともいえない	3	6%
4	10	18%
5 適切	40	73%
6 使わなかった	2	4%
7 回答なし	0	0%
合計	55	
平均	4.70	
C-6. 利用した機器や設備は適切でしたか。		
回答	度数	相対度数
1 不適切	0	0%
2	0	0%
3 どちらともいえない	6	11%
4	6	11%
5 適切	37	67%
6 使わなかった	6	11%
7 回答なし	0	0%
合計	55	
平均	4.63	
C-7. 質問に対する教員の対応は適切でしたか。		
回答	度数	相対度数
1 不適切	0	0%
2	0	0%
3 どちらともいえない	3	6%
4	6	11%
5 適切	44	80%
6 質問しなかった	2	4%
7 回答なし	0	0%
合計	55	
平均	4.77	

Fig.A4 Aggregate results of class evaluation questionnaires (11 July-29 July).

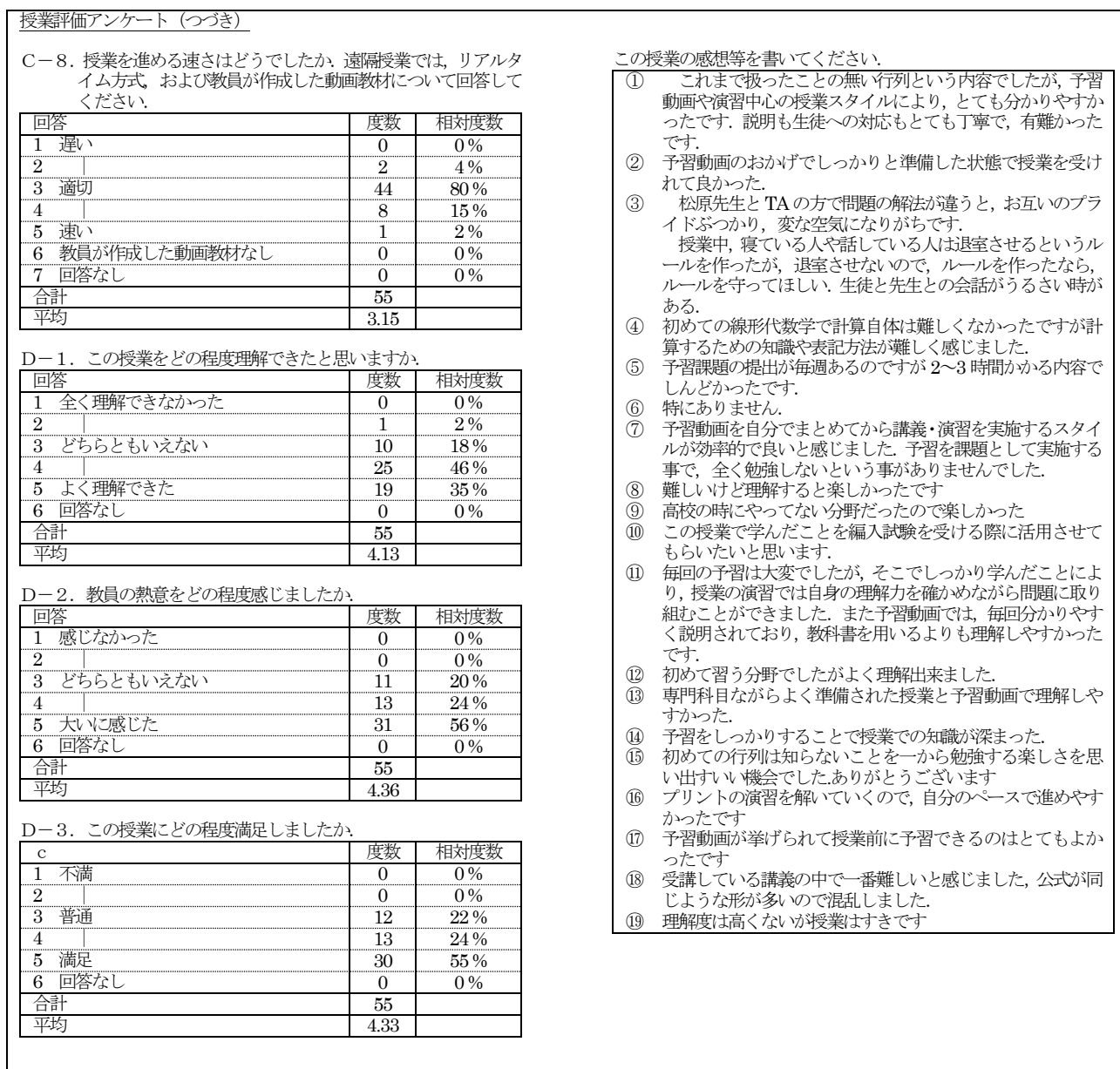


Fig.A4 Aggregate results of class evaluation questionnaires (11 July-29 July) (continue).

授業評価アンケート (つづき 2)

この授業に対して、良かった点・継続してほしい点 (施設・設備に対するものも含む)

- ① Power Point を用いた説明であり、とても分かりやすかったです。毎限提出する小テストがあることにより、自分の理解度を知ることが出来ました。
- ② 予習で次回の授業を学んで授業中は演習問題を解く方式なのは自分のペースで学ぶことができて良かったです。
- ③ 予習動画を利用した授業形式はとも良いと感じましたので引き続き継続してほしいです。
- ④ 予習ノート提出形式をとっていたので、強制的に予習をする環境を作られており良いと思います。
- ⑤ 今の授業スタイルを継続してほしいです。
- ⑥ 特になし
- ⑦ 予習動画を見ることで授業の際にどのようなことを学んだのかを思い返せたのがよかったです。
- ⑧ 現在の授業の進め方は理解力を深めることができるため、引き続きこの方法をお願いしたいと思います。
- ⑨ 予習動画を利用して授業をより理解しやすくしている点。
- ⑩ 予習動画
- ⑪ 予習をすること。
- ⑫ 予習動画や予習課題は続けてほしいです
- ⑬ 予習動画を見て勉強できる点
- ⑭ 予習を課題にすることで、授業内容が理解しやすかったです。
- ⑮ 松原先生の声、話し口調がとてもよかったです
- ⑯ 予習動画が良かったと感じました。わからない部分は巻き戻せられるのでわかるまでできるのが良かった点と感じました
- ⑰ 予習動画を見て授業に備えるということ

この授業に対して、改善してほしい点・提案できる点 (施設・設備に対するものも含む)

- ① 減多にありませんが、稀に Power Point で誤っている箇所があるので、発見した際は修正お願い致します。
- ② とても良かった授業なので特にありません
- ③ 予習課題のていしゅつをやめて微分積分の竹内先生のやり方をしたらいいと思います。
- ④ 予習動画を見てノートの提出が必要なので、予習自体は一所懸命取り組んだ。しかし、それ以外の提出物 (ノルマ的なもの) が無いので、復習はほとんど出来なかった。復習をやらなければいけないと理解していても、他の科目のレポート課題に追われ、手をつけられなかった。なので、本科目のような課題がない授業は、復習をしない傾向となると思う。
- ⑤ 特にありません。
- ⑥ 特にありません。
- ⑦ 予習がだんだん面倒になってきた
- ⑧ 特になしです。
- ⑨ 授業最初の説明の時に、パソコンの調子が悪いことが多々あったため、別の機器もしくは新調してはいかがでしょうか。予習について、動画を視聴しながら穴抜きのワークシート (PPT を印刷したもの等) を埋めていき、それを提出させるという方法もあかなと思いました。
- ⑩ 特になし。
- ⑪ なし
- ⑫ 特に改善してほしい点はありません。
- ⑬ 特になしです

追加1) 毎回の授業の予習時間を教えてください。

回答	度数	相対度数
0-30分	7	13%
30-60分	34	62%
60-90分	4	7%
90-120分	6	11%
120-150分	1	2%
150-180分	2	4%
180分	1	2%
合計	55	
平均	75.8分	
平均 (180分の回答の520分を除く)	67.6分	

追加2) 追加1で答えた予習時間は、他の科目の予習時間と比べるといかがでしょうか。

回答	度数	相対度数
1 多かった	44	80%
2 変わらない	10	18%
3 少なかった	1	2%
4 回答なし	0	0%

追加3) 毎回の授業の復習時間を教えてください。

回答	度数	相対度数
0-30分	41	75%
30-60分	10	18%
60-90分	2	4%
90-120分	1	2%
120-150分	0	0%
150-180分	0	0%
180分	1	2%
合計	55	
平均	31.7分	
平均 (180分の回答の200分を除く)	28.6分	

追加4) 追加3で答えた復習時間は、他の科目の復習時間と比べるといかがでしょうか。

回答	度数	相対度数
1 多かった	17	31%
2 変わらない	33	60%
3 少なかった	5	9%
4 回答なし	0	0%

追加5) 本授業では TA を任用しましたが、いかがでしたでしょうか。

回答省略

追加6) 6月以降、毎週火曜日に学習支援室 (331 講義室) に待機し、授業外サポートをおこなっていました。サポートを受けたことがあるかどうか教えてください。

回答省略

追加7) 追加6で「サポートを受けたことがある」と答えた方は、どうだったか。追加6で「サポートを受けたことがない」と答えた方はその理由をお知らせください。

回答省略

追加8) 後期の「線形代数学演習」で取り組んでほしいことがあれば教えてください。(シラバスでは「線形代数学」の復習と教科書で取り扱っていない箇所)

回答省略

Fig.A4 Aggregate results of class evaluation questionnaires (11 July-29 July) (continue 2).