

# 線形代数学における 反転授業を導入したブレンド型授業の試み —アンケート調査からみる予習と授業の役割—

松原 孝典<sup>\*1</sup>

A Trial for Blended Classroom  
Introduced Flipped Learning in Linear Algebra:  
The Role of Preparation and Classwork in Questionnaire Survey

Takanori MATSUBARA <sup>\*1</sup>

**Synopsis:** Blended class of “Linear Algebra” for first-year students of the Department of Mechanical Engineering by introducing a flipped classroom was designed in the first semester of FY 2021. Based on the results of the class and the questionnaires to the students, the effect of the preparatory assignments and the roles of the distance class and the face-to-face class in the blended class thought to be as follows. The results of the questionnaires show that the habit of preparation was established by imposing preparatory assignments with clear tasks to be done, and the level of concentration, understanding, and learning opportunities in the class improved. Since students can make notes at their own pace, the preparation work in the flipped classroom promotes the effectiveness of the class and the subsequent review. Distance learning allows students to study without being bound by time and space, and is considered to be a suitable teaching method for students who have sufficient concentration and motivation to study alone. On the other hand, although the face-to-face class is limited in time and space, it is expected that this class format is more suitable for students who enhance their understanding through communication with others.

(Received Sep. 8.2021)

**Key words:** preparation work, blended class, flipped learning

## 1. はじめに

### 1.1 背景

2019年末から、新型コロナウイルス(COVID-19)の世界的な感染拡大により、教育現場の授業形態が一変した。産業技術短期大学(以下、本学)においても、2020年度より、感染拡大対策のため、オンラ

イン環境を活用して、直接対面しない遠隔授業の実施が大半となった。所属する機械工学科においても遠隔授業がおこなわれ、実施状況について、いくつか報告されている<sup>1),2),3)</sup>。

本学では、オンライン学修支援システムである富士通社の Course Power や、チャットやビデオ会議、データ共有が可能なマイクロソフト社の Microsoft Teams が利用できる。マイクロソフト社の

<sup>\*1</sup> 産業技術短期大学 講師 博士(工学) 機械工学科

PowerPoint を使えば、スライドに音声をつけた動画の作成も難しくなく、充実したオンラインツールをどのように活用して授業をおこない、学生の継続的な学修を促すかが課題となる。

## 1.2 コロナ禍における遠隔授業と学生の状況を踏まえた望ましい授業の種類

大学設置基準第 25 条第 2 項に授業の方法が定められている<sup>4)</sup>。遠隔授業は、「多様なメディアを高度に利用して、当該授業を行う教室等以外の場所で履修させることができる」授業を指し、オンライン環境を活用して、教員と学生が別の空間でおこなわれる授業である。また、遠隔授業は、「時間」で分類でき、Web 会議システムを利用したオンライン型（同時双方向型）と動画などをインターネットに配信するオンデマンド型（非同期双方向型）がある。いずれも面接授業（対面授業）と同様に、双方向であることが求められる。

オンライン型では、教員と学生で場所を別にするが、面接授業と似た状況をつくりやすい。一方で、データ通信量が大きくなる。2020 年度前期の本学機械工学科 1 年生に対する調査では、保有する通信端末について、半数近くの学生が、1 か月あたり 10 GB 以下までの通信量であった<sup>2)</sup>。また、面接授業でも感じるが、50 名を超える授業では、双方向となるコミュニケーションをつくりだすことが難しい（10 名以下が限度と予想される）。

オンデマンド型では、授業動画を配信し、学生のペースで受講することができる。ただし、双方向授業となるよう、毎回の授業の終了後すみやかに、設問解答、添削指導、質疑応答等による十分な指導をおこなうとともに、学生との意見交換の機会を確保する必要がある。教員－学生間、学生－学生間のコミュニケーションが同じ場所や時間でおこなわれないことや、集中が保てないこと、自力が要求されることが考慮すべき点として挙げられる。

2020 年度の本学電気電子工学科の調査によると、50 %の学生がオンデマンド型遠隔授業（動画配布型遠隔授業）よりもオンライン型遠隔授業をより良い遠隔授業と回答している<sup>5)</sup>。しかしながら、機械工学科では、通信料に不安がある学生が少なからずおり、担当授業は 100 名近くの受講生となるため、オンデマンド型をベースに遠隔授業を検討した。

## 1.3 オンデマンド型遠隔授業の課題とその対策となる反転授業

上記の他、オンデマンド型遠隔授業の課題としては、予習・授業・復習の時間的な切り分けが難しい点である。決まった時間割で実施される面接授業の場合、授業までに予習をおこない、授業後に復習をおこなうという流れをつくることができる。その一方で、オンデマンド型遠隔授業では、授業が学生のペースで進められるため、予習と復習も学生のペースによることとなる。その結果、予習・復習をしない学生がいると予想される。

学生の予習と復習の実施割合を高める策として、予習・復習を課題として、講義担当者側で、予習・授業・復習のペースをサポートする方法がある<sup>6)</sup>。2020 年度に、本学情報処理工学科では、ネットワーク基礎という講義において、オンデマンド型遠隔授業を反転授業形式でおこない、予習・授業・復習それぞれに課題を設ける授業がおこなわれた。復習課題に着目すると、7 割の提出となった。課題を課していない場合よりも復習がなされたと予想される。ただし、面接授業を反転授業形式でおこなった際に比べて提出率が低くなったと示されている。遠隔授業の授業参加と同様に、予習・復習のモチベーションを与えることが課題として挙げられる。

反転授業は、予習（授業前事前学習）時に新たな学習内容を理解し、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<sup>7)</sup>。反転授業における予習では、担当教員による動画配信がある場合が一般的である。反転授業における予習は、一般的な授業の予習と比べて、理解や知識習得をおこなうフェイズが含まれているとされている。一般的な授業形式と反転授業形式を比べると、反転授業形式について、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<sup>8),9)</sup>。

## 1.4 遠隔授業と面接授業を組み合わせるブレンド型授業と各授業の役割の仮説

2021 年 7 月の全国大学生生活協同組合連合会の調査によると、57.8 %の学生が、遠隔授業（オンライン講義）が面接授業（対面講義）に比べて集中力が続かないと回答している<sup>10)</sup>。そのほか、教員－学生間、学生－学生間のコミュニケーションは、現状で

は、面接授業のほうがおこないやすく、同時間に同じ場所に参集する面接授業は、双方向となるコミュニケーションが重要な機会でも有効となる。

その一方で、遠隔授業にもメリットがある。場所と時間に制約がないため、好きな場所で好きなタイミングで受講でき、オンデマンド型の場合、配信動画などを理解できるまで視聴しなおすことができる。学生のモチベーションによるが、教員から新たな知識を提示する場合には、遠隔授業のほうが効果的であると考えられる。遠隔授業では、自力における集中力や探求力を養うことも期待できる。

以上を踏まえると、遠隔授業と面接授業を組み合わせるブレンド型授業が有効であると考えられる。ブレンド型授業とは、授業コースのなかで(本学の場合 15 回)、遠隔授業と面接授業を組み合わせる授業形態であり、厳密な定義は定められていない<sup>11)</sup>。

理解度が学生によって異なるので、新たな知識の提示については遠隔授業が向いている。もともとある知識の整理と新たな知識との統合や演習では、教員のサポートや学生間のディスカッションが可能な面接授業の方が効果的と考えられる。

### 1.5 本調査の目的

以上の議論から、機械工学科 1 年生前期開講科目の線形代数学において、予習を課題として用意する反転授業の仕組みを導入し、15 回の授業のなかで、遠隔授業と面接授業を組み合わせるブレンド型授業を試みた。成績や受講学生のアンケート調査結果から、予習や授業の役割について考察する。

## 2. 線形代数学の授業デザイン

### 2.1 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、機械工学科 1 年生に対して、ネットワーク環境に関する調査をおこなった (Table 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 75%、スマートフォンをもつ学生が 99% となった (設問 1. と 4.)。PC とスマートフォンのいずれも持たない学生はいなかった。

1 か月あたりの通信量では、自宅では 71% が制限なし、12% が制限あり (17% は不明)、自宅外では 21% が制限なし、59% が制限あり (1% が利用した分、19% が不明) と回答された (設問 8. と 9.)。

**Table 1** Questionnaire survey for first-year student in department of mechanical engineering.

調査対象	機械工学科 1 年生 75 名
調査方法	Forms をもちいた Web 調査 * 情報処理演習室にて対面実施
調査期間	2021 年 4 月 12 日 (月)
回収状況	有効回収数 75 票 (回収率 100%)

#### 調査項目と結果 (抜粋)

1. 自宅にあなた自身が自由に使用できる PC はありますか? (選択)

回答	度数	相対度数
ある	41	55%
あるけど自由に使えない	15	20%
ない	19	25%

4. スマートフォンを持っていますか? (選択)

回答	度数	相対度数
持っている	74	99%
ガラケーなら持っている	1	1%
持っていない	0	0%

8. 自宅で利用可能な 1 か月あたりの通信量を教えてください。 (自由記述)

回答	度数	相対度数
無制限	53	71%
10 GB 以上	4	5%
10 GB 以下	5	7%
わからない	12	16%
無効票	1	1%

9. 自宅外で利用可能な 1 か月あたりの通信量を教えてください。 (自由記述)

回答	度数	相対度数
無制限	16	21%
10 GB 以上	21	28%
10 GB 以下	23	31%
利用した分だけ支払う	1	1%
わからない	12	16%
無効票	2	3%

**Table 2** Typical values for the amount of traffic per 90 min required to view a video in Microsoft Stream<sup>12)</sup>.

動画の解像度	90 分あたりの通信量
フル HD (1920×1080)	130 MB~2.0 GB
SD (720×480)	130 MB~310 MB

動画視聴サービスであるマイクロソフト社の Microsoft Stream において、動画視聴に必要な通信量は、動画の解像度によって、Table 2 のようになることが知られている<sup>12)</sup>。利用環境や端末によって異なるが、仮に 90 分の動画視聴を行った場合、最大で 2.0 GB (最小で 130 MB) の通信量を要する。1 か月に 4 回授業があったとすると、2.0 GB × 4 回 = 8.0 GB が最大に必要な通信量となり、通信量が不足する学生がでる可能性が高い (最小であっても 130 MB × 4 回 = 0.52 GB)。そのため、極力、自宅の通信量が無制限となる環境や、大学の情報処理演習設備の利用を学生に勧めた。

## 2.2 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、講義資料 (データ配布だけでなく、印刷物を著者の研究室前でも配布した) 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。

## 2.3 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。2021 年度は、機械工学科 1 年生 75 名, 過年度生 6 名, 履修証明プログラム生 (機械系) 2 名の合計 83 名が受講登録した。Table 3 に、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整理した。

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ため、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整理・定着させる。

予習は、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させた。提出期限は、授業日の前日火曜日の 23:59 とした。この期限を遅れるとシステム上提出できない仕組みとした。

Table 3 Course content and format in "Linear Algebra" for the first semester of 2021.

回	授業日	授業内容	授業形式	予習動画	予習課題	授業動画	授業課題
1	4/14(水)	ガイダンス	面接授業	×	×	×	×
2	4/21(水)	ベクトル(1)	面接授業	○	○	×	○
3	4/28(水)	ベクトル(2)	面接授業	○	○	×	○
4	5/12(水)	行列(1)	遠隔授業	○	○	○	○
5	5/19(水)	行列(2)	遠隔授業	○	○	○	○
6	5/26(水)	行列式(1)	遠隔授業	○	○	○	○
7	6/2(水)	行列式(2)	遠隔授業	○	○	○	○
8	6/9(水)	総合演習(1)	面接授業	×	○	補足動画	○
9	6/16(水)	行列の基本変形(1)	遠隔授業	○	○	○	○
10	6/23(水)	行列の基本変形(2)	遠隔授業	○	○	○	○
11	6/30(水)	行列の基本変形(3)	遠隔授業	○	○	○	○
12	7/7(水)	ベクトルの線形変換	遠隔授業	○	○	○	○
13	7/14(水)	固有値と固有ベクトル	遠隔授業	○	○	○	○
14	7/21(水)	総合演習(2)	面接授業	×	×	補足動画	○
15	7/28(水)	期末試験	面接授業	×	×	×	×
16	8/4(水)	総合演習(3)	面接授業	×	×	×	×

授業は、演習プリントと確認テストを用意して、1 コマすべて演習時間とした。演習プリント (A3 用紙両面 1 枚) は、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。確認テスト (A4 用紙片面 1 枚) は、理解度を確認するもので、1~2 題の問題を掲載した。

面接授業時には、予習内容を 10 分程度確認し、演習プリントの基礎問題を 60 分程度おこなった後、残りの 20 分で確認テストを実施した。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。演習プリントの解答は、学生の進捗に応じて、教員が示した。最後の確認テストの答え合わせは、授業終了前 5 分で学生間のペアレビューによりおこなった。授業終了後に確認テストを提出させた。なお、面接授業時には、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、教員とともに質問対応や学生のサポートをおこなった。

遠隔授業時は、授業が行われる週の月曜日に配信された授業動画を見ながら、演習プリントと確認テストを解答する。演習プリントの基礎問題と確認テストの写真を撮影させ、授業課題として Teams の課題機能で提出させた。提出期限は、授業が行われる週の金曜日 23:59 である。予習課題と同様に、期限後の提出はシステム上受け付けなかった。

## 2.4 動画作成

予習動画と授業動画の作成は、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。作成した動画について、ワンダーシェア社の動画編集ソフトウェアである Wondershare Filmora9 (ver. 9.4.5.10) を使って、編集した。ノイズや不要部分のトリミング、動画時間が長くなった際に分割する、補足等が主な編集である。

反転授業を考案した Bergmann らによると、予習動画は 15 分以内を推奨している<sup>13)</sup>。受講生は、“YouTube 世代”であり、短時間でわかりやすく、かみ砕いた内容を求めていると主張している。1 つのトピックには、1 つの動画に絞ることや、デジタルペンによって注釈を加えることを推奨している。

本授業では、予習動画では、視聴漏れを防ぐため、動画数を 1 つとし、動画時間を (トピック数×15 分) 程度にした。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。

予習動画の内容と時間は Table 4 のようになった。動画時間の平均は、36 分 40 秒である。11 回~13 回の予習動画は、トピック数に対し、動画時間が長くなったが、連立方程式や固有値問題といった 1 つの問いに対して、長い解答を要するものを取り扱ったためである。動画時間について学生からの意見はなく、動画視聴数にも大きな影響はなかったため、概ね学生には受け入れられたと考えられる。

遠隔授業時の授業動画については、(1) 前回の

**Table 4** Preparation video content and video duration.

回	内容	トピック数	動画時間
2	ベクトル (1)	3	34:22
3	ベクトル (2)	3	36:10
4	行列 (1)	3	36:54
5	行列 (2)	3	35:29
6	行列式 (1)	3	25:35
7	行列式 (2)	3	47:48
9	基本変形 (1)	3	43:55
10	基本変形 (2)	3	33:20
11	基本変形 (3)	2	34:46
12	線形変換	2	30:58
13	固有値問題	2	44:04

**Table 5** Class video content and total video duration.

回	内容	動画数	総動画時間
4	行列 (1)	6	1:14:29
5	行列 (2)	5	0:52:52
6	行列式 (1)	5	0:42:54
7	行列式 (2)	5	1:04:04
9	基本変形 (1)	1	0:31:30
10	基本変形 (2)	3	0:53:44
11	基本変形 (3)	3	0:55:16
12	線形変換	5	1:31:14
13	固有値問題	5	1:16:45

確認テストの解説と前回提出物に対する質問やコメント、(2) 演習プリントの解説動画3つ(基礎問題・追加問題・発展問題)、(3) 確認テストのヒントや答えについて、それぞれ作成した(第4回は遠隔授業初回であったため、受講方法の動画も追加。第9回～第11回は動画時間によってまとめた)。授業回ごとの動画数と総動画時間をTable 5に示す。授業回ごとに動画数は異なるが、1トピック1動画として、平均14分17秒の動画となった。ただし、総動画時間で1時間や1時間30分を超える授業回もあり、長時間となっている。これは、復習用を目的とした演習プリントの追加問題・発展問題の解説や答えの紹介の動画も含まれるためである。

### 3. ブレンド型授業の教育効果

#### 3.1 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83名の受講生に対して実施した。受講生の出席状況、予習課題と授業課題の提出状況をTable 6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94%出席であったが、徐々に減少し、15回の期末試験時にやや出席が増加し、88%となったが、最終回(16回)には、77%となった。授業回が進むにつれて出席状況が悪くなる傾向は、著者の担当する他の科目でも見られており、別の年度の面接授業であった講義とほとんど変わらない<sup>3)</sup>。面接授業や遠隔授業といった授業形式には関係がないと考えられ、授業内容についていけない、大学に対するモチベーション低下等の問題によって、出席率が低下したと考えられる。

予習課題と授業課題の提出状況は、ほぼ出席状況とリンクし、授業回が進むにつれて、その提出率が低下した。授業課題よりも予習課題の提出率が高い。授業課題は、演習問題の解答であり、予習課題で基礎知識を確認したのちでなければ対応できない。

Table 7に出席数と課題提出数の度数分布表を示す。全ての授業回で出席した学生が59%、全ての予習課題を提出した学生が80%、全ての授業課題を提出した学生が61%となった。本授業の合格率が77%(64名が合格)であった。出席や課題提出を十分おこなっている学生で不合格となった学生は、4名(5%)であり、出席や課題の取り組みをしっかりとおこなっている学生は、合格した。

**Table 6** Attendance and submission of assignments for each class for 83 students registered.

回*	出席	予習課題	授業課題
1	78 (94 %)		
2	77 (93 %)	79 (95 %)	77 (93 %)
3	76 (92 %)	77 (93 %)	76 (92 %)
4	75 (90 %)	78 (94 %)	75 (90 %)
5	74 (89 %)	75 (90 %)	74 (89 %)
6	73 (88 %)	76 (92 %)	73 (88 %)
7	71 (86 %)	72 (87 %)	71 (86 %)
8	70 (84 %)	72 (87 %)	66 (80 %)
9	69 (83 %)	72 (87 %)	69 (83 %)
10	71 (86 %)	73 (88 %)	71 (86 %)
11	70 (84 %)	72 (87 %)	70 (84 %)
12	66 (80 %)	70 (84 %)	66 (80 %)
13	67 (81 %)	69 (83 %)	67 (81 %)
14	67 (81 %)		67 (81 %)
15	73 (88 %)		
16	64 (77 %)		

\* 遠隔授業の授業回には、下線を示した。遠隔授業時の出席は、授業課題の提出で確認した。

**Table 7** Frequency Distribution of Attendance and Number of Submissions for each class for 83 students registered.

回	出席	予習課題	授業課題
0	4 (5 %)	4 (5 %)	5 (6 %)
1	1 (1 %)	1 (1 %)	0 (0 %)
2	0 (0 %)	0 (0 %)	3 (4 %)
3	2 (2 %)	2 (2 %)	0 (0 %)
4	0 (0 %)	0 (0 %)	1 (1 %)
5	3 (4 %)	3 (4 %)	2 (2 %)
6	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
7	1 (1 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
8	0 (0 %)	1 (1 %)	0 (0 %)
9	0 (0 %)	0 (0 %)	1 (1 %)
10	0 (0 %)	3 (4 %)	3 (4 %)
11	0 (0 %)	3 (4 %)	4 (5 %)
12	2 (2 %)	66 (80 %)	13 (16 %)
13	3 (4 %)		51 (61 %)
14	5 (6 %)		
15	13 (16 %)		
16	49 (59 %)		

#### 3.2 授業形式と試験結果の関係

Table 8に、2021年度前期にブレンド型授業でおこなった線形代数学、2020年度前期にオンデマンド型遠隔授業のみでおこなった同授業の期末試験の点数の度数分布表と平均点を示す。参考のため、2019年度後期に面接授業のみでおこなった同じ授業を同レベルでおこなった線形代数学Aの結果も

示す。ただし、開講時期と受講学生のバックグラウンドに多少違いがあるため、参考データである。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。

ブレンド型授業 (2021 年度) と遠隔授業 (2020 年度) を比べると、ブレンド型授業では、70 点以上に分布の偏りが大きく、遠隔授業では、40 点～89 点の範囲で大きな偏りが無い。その結果、平均点がブレンド型授業 (71.8 点) > 遠隔授業 (57.4 点) となっている。参考ではあるが、面接授業のデータも加えると、ブレンド型授業 > 面接授業 (67.9 点) > 遠隔授業となった。

2020 年度の遠隔授業で、期末試験のスコアが相対的に低くなった要因には、課題提出状況が挙げられる。遠隔授業では、15 回課題が与えられたが、全て提出した学生が 53% (ブレンド型では 61%) となった。合格率が 61% (ブレンド型では 77%) ということで、課題の取り組みの影響が強いと考えられる。ブレンド型授業でも、遠隔授業でも、課題として演習を課されていた (ブレンド型授業であると、予習課題も課されていた)。ブレンド型授業には、課題の実施を促す作用があり、結果として、好ましい学修効果が得られたと考えられる。

**Table 8** Frequency distribution table and average score of the final exam of each year.

開講時期	2021 年度 前期	2020 年度 前期	2019 年度 後期
科目名	線形代数学	線形代数学	線形代数学 A
授業形式	ブレンド型 遠隔授業 9 面接授業 7	遠隔授業 遠隔授業 15 面接授業 1	面接授業 遠隔授業 0 面接授業 16
0-9 点	9 (11%)	14 (12%)	6 (8%)
10-19 点	2 (2%)	5 (4%)	2 (3%)
20-29 点	1 (1%)	6 (5%)	4 (6%)
30-39 点	3 (4%)	7 (6%)	1 (1%)
40-49 点	1 (1%)	10 (9%)	6 (8%)
50-59 点	3 (4%)	11 (10%)	4 (6%)
60-69 点	7 (8%)	13 (12%)	4 (6%)
70-79 点	13 (16%)	15 (13%)	5 (7%)
80-89 点	10 (12%)	12 (11%)	12 (17%)
90-100 点	34 (41%)	20 (18%)	28 (39%)
合計	83	113	72
平均点	71.8	57.4	67.9
標準偏差	31.5	30.9	30.7

#### 4. アンケート調査からみる予習の効果 と授業の種類ごとの役割

2021 年度線形代数学において、反転授業を導入したブレンド型授業を実施した。反転授業形式で予習をおこなうこと、遠隔授業と面接授業を組み合わせることが、それぞれどのように学生の学修に影響を与えるかを授業期間終了時期のアンケート調査により、分析する。

##### 4.1 アンケート調査方法

Table 9 にアンケート調査方法を示す。2021 年度の線形代数学受講者 83 名に対し、Teams の課題機能でアンケート回答を求めた。その結果、有効な回答は、60 票 (回収率 72%) となった。

調査内容は、予習・復習に関する 7 設問、遠隔授業と面接授業に関する 5 設問、TA に関する 4 設問、その他の 1 設問の合計 17 設問である。

##### 4.2 予習・復習に関する集計結果

Table 10 に、予習課題に関して尋ねた設問 1. 「本授業では、予習を、予習課題とすることで義務化しましたが、いかがだったでしょうか。」の結果を示す。「1 とても良かった」「2 良かった」が 90% を占め、「4 悪かった」「5 とても悪かった」と回答した学生はいなかった。

**Table 9** Questionnaire survey in Linear Algebra.

調査対象	線形代数学受講生 83 名
調査方法	Forms をもちいた Web 調査
調査期間	2021 年 8 月 2 日 (月) ~ 13 日 (金)
回収状況	有効回収数 60 票 (回収率 72%)

**Table 10** A Question and answers regarding good or bad for preparation work (60 respondents).

設問 1. 「本授業では、予習を、予習課題とすることで義務化しましたが、いかがだったでしょうか。」 (選択)

1 とても良かった	28 (47%)
2 良かった	26 (43%)
3 どちらともいえない	6 (10%)
4 悪かった	0 (0%)
5 とても悪かった	0 (0%)
平均	1.63
標準偏差	0.66

設問 2. 「1.の理由をお教えてください。」を尋ね、理由を 10 個に整理できた (34 件回答)。

- ① 予習で授業が理解しやすくなった (13 件)
- ② 予習が義務化され、必ずおこなえた (7 件)
- ③ やることが明確 (3 件)
- ④ 自分のペースで学習可能 (2 件)
- ⑤ 授業時は演習に集中できる (2 件)
- ⑥ 予習をおこないやすかった (2 件)
- ⑦ 勉強する機会が増えた (2 件)
- ⑧ 整理されたノートづくりが可能 (1 件)
- ⑨ 予習の習慣がついた (1 件)
- ⑩ 不明点を整理できた (1 件)

以上は、さらに次の通りにまとめられる。予習が課されることで、予習の習慣がつき (②・⑨)、授業の集中度、理解度や学習機会が向上した (①・⑤・⑦)。反転授業形式で、新しい知識を予習で整理でき、授業前に整理されたノートづくりができ (⑧)、不明点を明確にできる (⑩)。また、本授業の取り組みについて、やることが明確 (③)、予習をおこないやすかった (⑥)、ということで、予習を円滑に促す工夫が欠かせない。具体的に何かは解答されていなかったが、講義資料中で予習のやり方を簡単に説明していたり、上述のように、動画中でノートを取りやすいような工夫をおこなった (アニメーション活用・可能な限り少ない情報提示・デジタルペンで書き込み等)。

予習にかける時間について、設問 3. 「本授業は、他の授業と比べて、予習にかける時間はいかがだったでしょうか。」で尋ねた結果を Table 11 に示す。表のとおり、大半の学生は、予習時間が多かったと回答した。本学で反転授業を導入する授業は、比較的に少ないと考えられる。本授業では予習時間をとることができたようである。

予習時間について、設問 4. 「3.の程度は何時間くらいでしょうか。」で尋ねた結果を Table 12 に示す。最も多いグループが 0.5～1 時間、次いで、1.5～2 時間であった。40 時間という外れ値があったので、それを除くと平均 1 時間 23 分であった。

2019 年に文部科学省がおこなった全国の大学生を対象におこなった令和元年度「全国学生調査 (試行実施)」によると、授業期間中の平均的な 1 週間の予習・復習・課題など授業に関する学習の平均は 5.9 時間となっている<sup>14)</sup>。これを、2021 年度前期機

**Table 11** A Question and answers regarding preparation time (60 respondents).

設問 3. 「本授業は、他の授業と比べて、予習にかける時間はいかがだったでしょうか。」 (選択)

1 多かった	46	(77%)
2 変わらない	14	(23%)
3 少なかった	0	(0%)
平均	1.23	
標準偏差	0.42	

**Table 12** Frequency distribution table and mean of preparation time (60 respondents).

設問 4. 「3.の程度は何時間くらいでしょうか。」 (数値入力)

0～0.5 時間	3	(6%)
0.5～1 時間	19	(40%)
1～1.5 時間	7	(15%)
1.5～2 時間	14	(29%)
2～3 時間	2	(4%)
3～4 時間	1	(2%)
4 時間以上 (6 時間, 40 時間)	2	(4%)
平均	2 時間 34 分	
平均 (40 時間を除く)	1 時間 23 分	

**Table 13** A Question and answers regarding review time (60 respondents).

設問 6. 「本授業は、他の授業と比べて、復習にかける時間はいかがだったでしょうか。」 (選択)

1 多かった	21	(35%)
2 変わらない	33	(55%)
3 少なかった	6	(10%)
平均	1.75	
標準偏差	0.62	

械工学科 1 年生の最大履修単位数 28 で割り、線形代数学の 2 単位に揃えると、0.42 時間≒25 分となった。予習に限ったとしても、本授業は 1 時間近く高いこととなる。

復習について課していないが、Table 13 のように、復習時間が多くなった学生が 35 %いた。しかし、大半は変わらないとのことである。予習・復習を促すには、課題化することが 1 つのポイントである。



### 4.3 遠隔授業・面接授業に関する集計結果

ブレンド型授業として、遠隔授業と面接授業の両方を実践したが、遠隔授業と面接授業のいずれがより学びやすいかを尋ねた (Table 14)。その結果、遠隔授業が 40 %、面接授業 (対面授業) が 25 %、どちらもいえないが 35 % となった。この結果は、他の研究者の結果とおおよそ一致し、授業方法によるものではないと考えられる。2020 年度に名古屋文理大学の調査結果では、遠隔授業 (オンライン授

業) が 43.9 %、面接授業 (対面授業) が 22.8 %、どちらもいえないが 33.3 % と、報告されている<sup>15)</sup>。

学びやすい授業形式について、設問 9. で回答理由を尋ね、回答より、Table 15 に遠隔授業と面接授業の善し悪しをまとめる。「A. 時間」「B. 空間・授業参加」「C. 不明点の対応・質問」「D. 集中・モチベーション」「E. 課題」の 5 項目に整理した。

遠隔授業は、時空間にとらわれず授業参加ができ、多様化した学生にとって便利であるが、孤立して授業参加する印象が強く、高い集中力やモチベーションが求められる。不明点があった時の対応がオンラインツールの習熟度に影響され、周囲にサポーターがいない場合に不明なままとなる学生がいる。

面接授業は、時空間が限定され、遠隔授業と比べると不便である。しかし、授業参加さえできれば、教員や他の学生のサポートを受けることができたり、コミュニティのなかで相対的な理解度を確認することで安心感が得られることがある。

**Table 14** A Question and answers about easy-to-learn class formats (60 respondents).

設問 8. 「遠隔授業と対面授業のいずれが学びやすいでしょうか。」 (選択)

1 遠隔授業	24	(40%)
2 どちらもいえない	21	(35%)
3 対面授業	15	(25%)
平均	1.85	
標準偏差	0.79	

**Table 15** Advantages and disadvantages for distance learning and face-to-face learning.

項目	遠隔授業	面接授業
A. 時間	<ul style="list-style-type: none"> <li>○通学時間を有効活用できる</li> <li>○自分が決めた時間に学べる</li> <li>○理解できるまで学ぶ (調べる) 時間がある</li> <li>○自分のペースで学べる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○時間割通りに授業が行われる</li> <li>×授業の難易度によって、待ち時間があつたり、理解できずについていけなかったり、不要な時間ができることがある</li> </ul>
B. 空間・授業参加	<ul style="list-style-type: none"> <li>○自宅で学修できる (オンライン環境があればどこでも OK)</li> <li>×インターネット環境が悪いと、授業参加が難しい</li> <li>×動画再生の不備</li> <li>×教室 (大人数) での力がかからない</li> <li>×オンライン環境等の準備が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○基本的に煩雑なツール利用などは必要ない</li> <li>×大学でしか授業参加できない</li> </ul>
C. 不明点の対応・質問	<ul style="list-style-type: none"> <li>○わからないことをインターネットなどで調べることができる</li> <li>×オンラインでの質問がしづらい</li> <li>×質問の返答がすぐに得られない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>×わからないことがあるとき、そのまま授業が進んでしまう</li> <li>○質問直後に返答が得られる</li> <li>○他の受講生と相談できる</li> </ul>
D. 集中・モチベーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>○1人で集中できる</li> <li>×自宅だと集中できない</li> <li>×モチベーションが低い時がある</li> <li>×他の学生の状況がわからず不安</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○モチベーションが低くても、時間割で学ぶことが強制されるため、受講の問題はない</li> <li>○周りとは相談しながら学べる</li> </ul>
E. 課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>○Teams の課題機能やリマインドで課題の提出し忘れが起こりにくい</li> <li>×適切に整理しないと課題の提出を忘れてしまう</li> <li>×課題が多い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○周りとは話しやすいので、課題の提出のし忘れが起こりにくい</li> </ul>

遠隔授業が主となる中で、総合演習として、知識を整理する面接授業を行ったことに対して、必要性を尋ねた結果を Table 16 に示す。回答結果の 70 % は、面接授業を加えたことを肯定的にとらえて、「必要であった」と答えた。その理由を設問 12. 「11. の理由をお教えてください。」で尋ね、まとめると次の通りである (36 件回答)。

- ① 遠隔授業の理解度の確認・復習・内容の整理ができる (16 件)
- ② 質問しやすい (6 件)
- ③ 他の受講生と解答を確認したり、教え合ったりできる (3 件)
- ④ みんなと勉強するのが楽しい (1 件)

総合演習が、理解度の確認や復習する機会となったことが主な理由である。その一方で、質問しやすい、他の受講生と解答を確認や教え合い、のように、教

**Table 16** A Question and answers regarding review time (60 respondents).

設問 11. 「本授業では、遠隔授業のさなか、総合演習として、3 回の対面授業を行いました。必要性をお答えください。」 (選択)

1 必要であった	42	(70%)
2 どちらともいえない	15	(25%)
3 必要でなかった	3	(5%)
平均	1.35	
標準偏差	0.57	

**Table 17** Relationship between preferred class format and grades (60 respondents).

設問 8. の回答	1 遠隔授業	2 どちらともいえない	3 対面授業
0-9 点	1 (4%)	0 (0%)	1 (7%)
10-19 点	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
20-29 点	0 (0%)	1 (5%)	1 (7%)
30-39 点	1 (4%)	0 (0%)	0 (0%)
40-49 点	0 (0%)	1 (5%)	1 (7%)
50-59 点	1 (4%)	3 (14%)	0 (0%)
60-69 点	2 (8%)	1 (5%)	2 (13%)
70-79 点	1 (4%)	2 (10%)	4 (27%)
80-89 点	3 (13%)	2 (10%)	2 (13%)
90-100 点	15 (63%)	11 (52%)	4 (27%)
合計	24	21	15
平均点	82.7	80.6	68.9
標準偏差	22.8	22.1	27.0

員-学生間、学生-学生間のコミュニケーションでモチベーションや理解度が向上したことが予想された。面接授業では、TA を任用したが、これについて、尋ねた設問より、「質問しやすさ」について言及する回答が多かった。つまり、TA 任用は、TA を教員と扱うと、教員-学生間のコミュニケーションの増加を促進し、学生の理解度やモチベーション増加に寄与することが考えられる。

Table 17 に、設問 8. で回答された学びやすい授業形式と期末試験のスコアとの関係の分析結果を示す。設問 8. で「1 遠隔授業」「2 どちらともいえない」「3 対面授業 (面接授業)」とそれぞれ回答した学生について 3 グループに分け、それらのグループごとの期末試験の度数分布表と平均を算出した。度数分布は明瞭に 3 グループに分かれるわけではないが、遠隔授業と回答した学生ほど、期末試験のスコアが高く (平均 82.7 点)、対面授業 (面接授業) と回答した学生ほど、期末試験のスコアが低い (平均 68.9 点)。遠隔授業をうまく活用できる学生ほど、遠隔授業を好み、遠隔授業をうまく活用できない学生ほど、面接授業を好むと推測される。

## 5. まとめ

### 5.1 結論

2021 年度前期に機械工学科 1 年生対象の線形代数学の講義を、反転授業を導入したブレンド型授業により実施した。授業の実施状況や受講学生へのアンケートによって、予習課題がもたらす効果、およびブレンド型授業で構成される遠隔授業と面接授業の役割は以下の通りであると考えられる。

おこなうべきことが明確な予習課題を課すことで、予習の習慣が付き、授業の集中度・理解度・学習機会が向上した。自分のペースでノートづくりができ、授業や復習にも利用しやすいノートをつくることができる。反転授業における予習課題は、授業や復習を促し、授業全体に影響する。

遠隔授業は、時空間にとらわれない学修を可能にする。1 人で学習することができる十分な集中力やモチベーションをもつ学生に合った授業方式であると考えられる。一方で、面接授業は、時空間が限定される授業であるが、他者とのコミュニケーションによって理解度を高める学生にとっては、こちらの授業形式の方が合っていると考えられる。

## 5.2 課題と展望

遠隔授業と面接授業は異なる長所・短所があり、相補的な性質を持っていると考える。多様な学生群に対する授業を展開するため、遠隔授業と面接授業を組み合わせるブレンド型授業の有効性が高いと予想される。今後は、適切な組み合わせや割合やツールを考えていく必要がある。遠隔授業の大きな課題としては、1人で学ぶ学生に対してどのような動機付けをおこなうかである。課題として課すことも重要であるが、動画のつくり込みについて追究する必要もある。質問をしやすい手法についてもツール設計が必要となる。質問に特化したツール設計もなされており<sup>16)</sup>、一定の効果が期待できるため、汎用化を待ちたい。

## 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) 二井見博文, 樋口善彦, 竹内誠一, 牧田太郎, 堀靖仁, 浅尾慎一, 森英喜, 松原孝典: 産業技術短期大学誌, **54** (2021) 9-21.
- 2) 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.
- 3) 松原孝典, 浅尾慎一, 二井見博文, 竹内誠一: 産業技術短期大学誌, **55** (2022) 28-35.
- 4) 文部科学省, 大学設置基準第 25 条第 2 項 (昭和 31 年文部省令第 28 号) .
- 5) 畑迫健一: 産業技術短期大学誌, **54** (2021) 49-54.
- 6) 村山淳, 金子豊久: 産業技術短期大学誌, **54** (2021) 55-59.
- 7) 澁川幸加: 日本教育工学会論文誌, (2020) 早期公開.
- 8) K. Missdine, R. Fountain, L. Summers, K. Gosslin: *Journal of Nursing Education*, **52** (2013) 597-599.
- 9) C. K. Lo, K. F. Hew, G. Chen: *Educational Research Review*, **22** (2017) 50-73.
- 10) 全国大学生生活協同組合連合会. “届けよう! コロナ禍の大学生生活アンケート集計結果報告”. 全国大学生協連新型コロナウイルス対策特設サイト (<https://www.univcoop.or.jp/covid19/>), (参照 2021-08-14) .
- 11) 澁川幸加: 京都大学高等教育研究, **26** (2020) 25-36.
- 12) 北九州市立大学. “【教職員向け】動画の準備について”. (<https://www.kitakyu-u.ac.jp/department/facilities/citm/online-education/post-57.html>), (参照 2021-8-28) .
- 13) J. Bergmann, A. Sams: *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*, International Society for Technology in Education, 2012.
- 14) 文部科学省. “令和元年度「全国学生調査(試行実施)」”. 全国学生調査. ([https://www.mext.go.jp/a\\_menu/koutou/chousa/1421136.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/chousa/1421136.htm)), (参照 2021-8-30) .
- 15) 長谷川聡, 田村武志, 小橋一秀, 水谷暁登, 吉川遼, 木村亮介, 八嶋有司, 青山太郎, 横田正恵, 森博: 名古屋文理大学紀要, **21** (2021) 37-45.
- 16) 永田奈央美, 植竹朋文: 情報処理学会研究報告, **2018-CE-146** (2018)