

Beamer と YouTube によるオンデマンド型遠隔授業の教育効果

都城工業高等専門学校 一般科目理科 友安一夫

1 はじめに

令和2年度における都城高専（以下、本校）では、コロナ禍のため対面授業の3ヶ月間を除き、オンデマンド型の遠隔授業を Microsoft の Teams により実施した。筆者は遠隔授業を Beamer による授業ノート等の配布に加えて、授業毎に授業内容の解説動画を YouTube で配信した。また、本校では後期の約3ヶ月間は対面授業が行われていたが、急な遠隔授業への変更に向けて、筆者は対面授業の期間中もオンデマンド型の遠隔授業を配信し続けた。遠隔授業のメリットとしては、コロナ禍の折の学生の安全確保に加え、時間と場所を選ばずに学習者の都合に合わせて学習できることがある。一方、デメリットとしては、対面授業では当たり前に行っていたリアルタイムでの学生の学習内容の理解度の把握ができない点がまず挙げられるであろう。この点の指摘は、[4]においても課題プリントのチェックの困難性が指摘されている。それでも遠隔授業で学習した授業内容を定期試験で確認できれば教員側も定期試験の達成度で学生の理解度を把握できたのであるが、本校では前期中間試験、前期末試験は行われなかった。後期は約3ヶ月間だけは対面授業が行われ、後期中間試験は通常通り実施できたが、年明けからまた遠隔授業に移行したため、学年末試験は実施されなかった。

本稿では、オンデマンド型遠隔授業をほぼ通年に渡り実施したところで、その教育効果を著者が授業を担当したクラスの成績を含む学年全体でコロナ禍以前の比較可能な成績データ、具体的には令和元年度の成績データと比較することでオンデマンド型遠隔授業のメリット及びデメリット等の Tips を抽出し、報告する。

2 オンデマンド型遠隔授業の実施状況

まず、令和2年度の本校のオンデマンド型遠隔授業を実施した期間と本校数学科の対応状況を以下に示す。

- 遠隔授業の期間
 - － 前期：5月11日（月）～8月28日（金）（5月10日迄休校）
 - － 後期：1月6日（水）～2月7日（日）
- 対面授業の期間
 - － 後期：9月28日（月）～12月25日（金）（前期は実施せず）

上記のようにほぼ通年で遠隔授業が実施され、学校として実施する定期試験も後期中間試験のみであった。このため、数学科では各科目で学生の理解度の確認をどのように把握

するのかが問題となった。本校の数学科では、低学年生（1年～3年生）は、定期試験及び年3回の実力養成試験を実施しており、それらの試験は全て科目毎の共通試験のため、低学年生の数学科目では、成績評価方法も足並みを揃える必要があった。このため、定期試験及び実力養成試験の代替試験に関して議論され、令和2年度の本校低学年生の学力の把握は次のように対応した。まず、前期中間試験範囲の学習内容は、夏休み明けの実力養成試験を前期中間試験の代替試験として学生の理解度を確認した。前期末試験の学習内容は、冬休み明けの実力養成試験をその代替試験として実施する予定で計画していたが、本校では年明けから年度末まで対面授業をすることができなかつたため、令和2年度中に前期末試験の学習内容に関しては、学生の理解度を把握することはできなかつた。しかし、年度が変わり、令和3年度の春休み明けの実力養成試験の50%分を割いて前期末試験の代替試験として実施し、学生の理解度を確認することができた。最後に学年末試験であるが、対面による通常の学年末試験は、学校としての実施はなかつた。このため、Formsを利用することでオンライン学年末試験を実施し、対面での学年末試験の代替試験とした。低学年生は、以上の対応を各科目で実施した。加えて、筆者が担当した4年生の微分方程式を含め、授業担当科目の対応状況を以下にまとめておく。

- 基礎数学 I (1年, 通年4単位, 前期2クラス担当, 後期3クラス担当)
 - 前期中間試験迄の内容は R2 年度においては夏休み明け実力試験で実施
 - 前期末試験迄の内容は R3 年度の春休み明け実力試験の 50% 分を割り当て実施
 - 後期中間試験は対面で通常実施
 - 学年末試験はオンライン試験で実施
- 微分積分学 I (2年, 通年4単位, 1クラス担当)
 - 基礎数学 I の対応と同様
- 微分方程式 (4年, 通年2単位, 2クラス担当)
 - 前期の学習内容を R2 年度においては通常通り実施された後期中間試験で実施
 - 後期の学習内容を R2 年度においては学年末に実施したオンライン試験で実施

本校では、遠隔授業に移行する学校の規定が厳しいため、後期の対面授業期間も急な遠隔授業への移行を想定し、対面授業と並行してオンデマンド型遠隔授業の配信を水面下で実施していた。著者の遠隔授業の対応状況を以下に提示しておく。

- 遠隔授業・対面授業の対応状況（筆者の場合）
 - Beamer による授業ノートを配布
 - Beamer による授業ノートの解説動画を YouTube において限定公開
 - 課題の解答を $\text{T}_\text{E}\text{X}$ で作成し、課題の提示と同時に配布
 - 対面授業が行われていた期間も急な遠隔授業への変更を考慮し、上記オンデマンド型遠隔授業と対面授業を平行して実施

オンデマンド型遠隔授業の本校での実施方法は、基本的に Teams 上での教材配布と課題提示であった。筆者の配布教材としては、Beamer で作成したスライド資料を PDF ファイルで配信し、その解説動画を YouTube でも配信した。以下の表 1, 2 は Beamer で作成した授業ノートに対するスライド資料の基礎データである。

表 1: Beamer による授業ノートの配信数

| 授業科目 | 前期配信本数 | 後期配信本数 | 通年配信本数 |
|-----------------------|--------|--------|--------|
| 基礎数学 I (4 単位: 週 2 回) | 25 | 23 | 48 |
| 微分積分学 I (4 単位: 週 2 回) | 25 | 21 | 46 |
| 微分方程式 (2 単位: 週 1 回) | 13 | 10 | 23 |

表 2: Beamer による授業ノートの実ページ数の平均値

| 授業科目 | 前期ページ数 | 後期ページ数 | 通年ページ数 |
|-----------------------|--------|--------|--------|
| 基礎数学 I (4 単位: 週 2 回) | 7.8 | 6.4 | 7.2 |
| 微分積分学 I (4 単位: 週 2 回) | 8.7 | 6.8 | 7.9 |
| 微分方程式 (2 単位: 週 1 回) | 9.1 | 9.5 | 9.3 |

通年 2 単位の授業は、前期と後期の中間試験を含めて、通年で 30 回の授業があり、通年で 4 単位の授業は 60 回の授業がある。このとき、Beamer による授業ノートの配信数が、それぞれ授業回数に満たない状況が見て取れるが、授業の規定回数と授業ノートの配信数の差は、定期的に総合演習や後期中間試験前やオンライン試験前に総合演習を実施した回数分となっている。また、表 2 における授業ノートの実ページ数というのは、授業内容を实际解説しているページ数である。実際の授業ノートはその実ページ数に加えて、表紙、授業案内、課題の案内と常に 3 ページ加えられた内容となっている。次に、以下は YouTube の動画配信状況である。

表 3: YouTube への授業動画の配信数

| 授業科目 | 前期配信本数 | 後期配信本数 | 通年配信本数 |
|-----------------------|--------|--------|--------|
| 基礎数学 I (4 単位: 週 2 回) | 25 | 23 | 48 |
| 微分積分学 I (4 単位: 週 2 回) | 25 | 21 | 46 |
| 微分方程式 (2 単位: 週 1 回) | 13 | 10 | 23 |

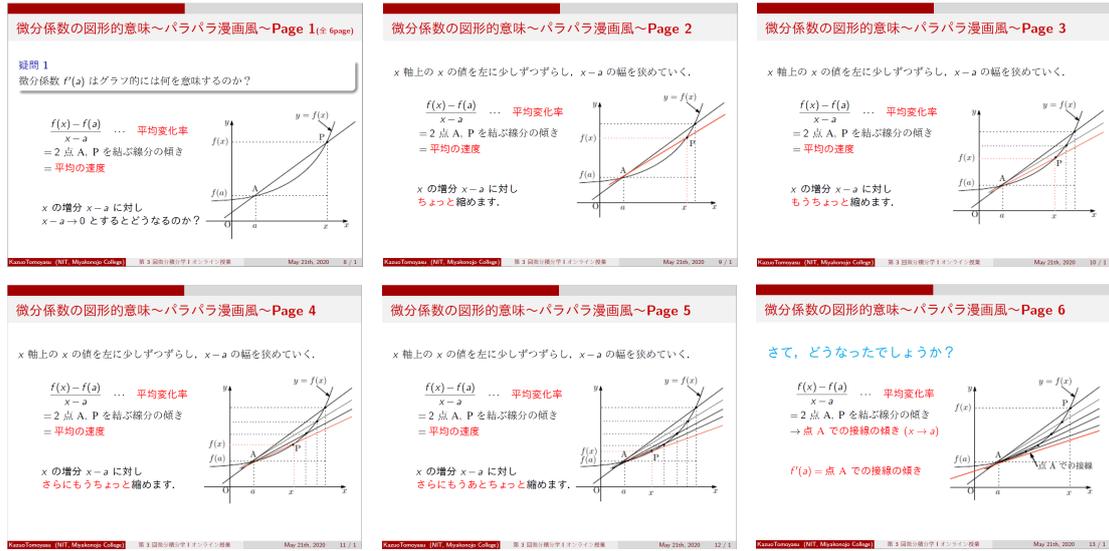
表 4: YouTube へ配信した授業動画時間の平均値

| 授業科目 | 前期動画時間の平均 | 後期動画時間の平均 | 通年動画時間の平均 |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| 基礎数学 I (4 単位: 週 2 回) | 15' 10" | 23' 4" | 18' 57" |
| 微分積分学 I (4 単位: 週 2 回) | 18' 22" | 20' 54" | 19' 31" |
| 微分方程式 (2 単位: 週 1 回) | 19' 39" | 30' 41" | 24' 26" |

ここで、Beamer の配布資料について、少し補足しておく。本校の遠隔授業の方針は学生の通信環境を配慮し、オンデマンド型遠隔授業の実施形態をとっていた。このため、YouTube に配信した Beamer による授業ノートの解説動画の視聴は任意とした。また、基

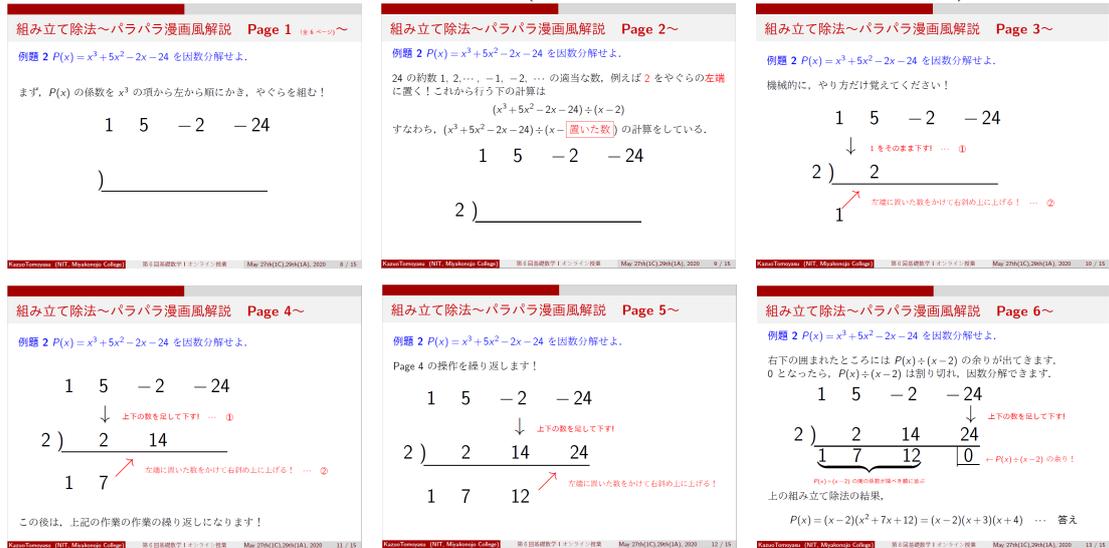
本的に Beamer により作成した授業ノート資料を読み込めば授業内容が理解できるように配慮した。具体的には、教科書の行間を埋めて、授業時における口頭での説明も場合によっては加筆し、ある意味助長と思える程度にまで計算過程や説明を丁寧に書き込んだ。以下の資料は、パラパラ漫画的な要素を入れた授業ノートの一例である。

図 1: Beamer の資料の一例 (パラパラ漫画的な授業ノート)



対面授業で口頭で説明することは簡単であるが、オンデマンド型遠隔授業では授業ノートの配布資料では場合によっては説明が困難な学習内容もある。以下の資料は、このような場合に対面授業での板書の流れを授業ノートに反映させる工夫をした授業ノート資料の一例である。

図 2: Beamer の資料の一例 (板書の流れを再現した授業ノート)



3 オンデマンド型遠隔授業における学習内容の定着状況

令和2年度の本校では、定期試験は後期中間試験のみの実施であった。このため、本校の数学科では、他の定期試験は代替試験を計画的に実施することで定期試験を補完する対応をした。以下、基礎数学 I、微分積分学 I、微分方程式の科目の令和2年度と令和元年度の定期試験毎の試験の平均点を比べることでオンデマンド型遠隔授業の有効性を検証していく。ここでは、平均点の統計的な有意差の検証のために、対応する試験の分散が等分散か否かを F 検定を用いて判断し、等分散であると仮定できる場合は t 検定により検定し、等分散を仮定できない場合は Welch 検定を用いて検定した結果をまとめる。

3.1 基礎数学 I の成績の動向

令和2年度の前期中間試験は本校では実施されなかったが、夏休み明けの実力養成試験をその代替試験として実施した。後期中間試験は通常通り実施されたが、前期の全日程で遠隔授業を実施した影響が後期中間試験に影響を及ぼすか否かを検証するため、後期中間試験の成績に関しても検証した。学年末試験は遠隔授業期間中だったため実施されなかったが、数学科独自でオンライン試験を実施した。オンライン試験は、Forms により実施した。試験の実施に関しては、試験日時を指定し、試験日の指定された時間のみ試験問題が閲覧可能となるよう設定した。加えて、line 等の SNS を利用してのカンニング防止のため、10 パターン以上の問題を作成し出席番号を入力することで紐づけられた試験問題に取り組みさせる方式で実施した。令和2年度中に前期末試験の代替試験を実施することはできなかったが、春休み明けの実力養成試験の 50% 分を割り当てその代替試験を行った。

表 5: 令和元年度 vs. 令和2年度 基礎数学 I の定期試験の平均点 (標準偏差)

| 科目 | クラス | | | |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1M | 1E | 1C | 1A |
| R1 新入生診断テスト | 89.4 (8.0) | 87.9 (11.5) | 88.9 (10.4) | 89.8 (8.6) |
| R2 新入生診断テスト | 83.5 (11.8) | 84.5 (11.1) | 91.2 (7.6) | 87.5 (11.8) |
| 新入生診断テスト | 有意差有 | 有意差無 | 有意差無 | 有意差無 |
| R1 前期中間試験 | 72.0 (18.3) | 81.9 (14.0) | 80.8 (13.9) | 80.4 (14.1) |
| R2 前期中間試験 (代替試験:R2 10 月実施) | 62.8 (22.4) | 69.9 (21.2) | 80.5 (16.2) | 68.0 (20.2) |
| 前期中間試験 | 有意差無 | 有意差有 | 有意差無 | 有意差有 |
| R1 前期末試験 | 64.6 (19.3) | 77.5 (12.3) | 70.5 (15.0) | 72.8 (17.6) |
| R2 前期末試験 (代替試験:R3 4 月実施) | 34.5 (28.7) | 41.0 (28.0) | 57.6 (26.4) | 33.4 (26.5) |
| 前期末試験 | 有意差有 | 有意差有 | 有意差有 | 有意差有 |
| R1 後期中間試験 | 68.4 (15.8) | 72.4 (18.6) | 69.9 (17.9) | 71.2 (17.1) |
| R2 後期中間試験 | 58.1 (15.1) | 68.3 (18.5) | 69.6 (15.0) | 59.6 (15.5) |
| 後期中間試験 | 有意差有 | 有意差無 | 有意差無 | 有意差有 |
| R1 学年末試験 | 74.3 (15.0) | 66.9 (18.7) | 75.4 (15.1) | 60.0 (22.5) |
| R2 学年末試験 (オンライン試験) | 59.5 (21.1) | 50.8 (19.8) | 67.6 (17.3) | 53.1 (23.2) |
| 学年末試験 | 有意差有 | 有意差有 | 有意差有 | 有意差無 |

まず、新入生診断テストの結果は、1M 以外は平均点に有意差はなく、著者の授業担当は 1MCA（1M の授業担当は後期のみ）であった。遠隔授業明け直後の前期中間試験の代替試験で、1E と 1A の平均点が令和元年度と比べると下がり、有意差が生じている。なお、1M は有意差無となっているが、 t 境界値は 1.99 であり、 t の実現値は、1.98 であるので、有意差の有無は微妙な判断となっている。さらに、通常実施された後期中間試験では 1MA に関しては、有意差が生じており、加えて前期中間試験と後期中間試験における各クラスの試験の得点の相関係数は 0.67 ± 0.05 の範囲に収まっており、正の相関がある。このため、1MA に関しては、前期の遠隔授業期間中の学習内容が十分定着できていない影響があるものと推察される。学年末オンライン試験に関しては 1A 以外は有意差有となっているが、オンライン試験への対応の困難さを考慮しても全クラスで平均点が大幅に下がっている。年度が替わっての前期末試験の代替試験の結果も全クラス平均点が著しく下がっている。前期末の試験の内容を半年後に実施していることの影響も考慮しなければいけないところであるが、年度初めに春休み明けの実力試験を例年実施している状況と 5 年間の平均点の平均が 60.9 点であることから、令和元年度の遠隔授業体制自体に問題があったと推察される。

3.2 微分積分学 I の成績の動向

微分積分学 I においても令和 2 年度の代替試験の実施状況は基礎数学 I の実施状況と全く同様である。以下に、令和元年度と令和 2 年度の試験結果と平均点の有意差の有無について表にまとめた。また、2 学年における著者の授業担当は 2C のみであった。

表 6: 令和元年度 vs. 令和 2 年度 微分積分学 I の定期試験の平均点（標準偏差）

| 科目 \ クラス | 2M | 2E | 2C | 2A |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| H30 学年末総合成績 (基礎数学 I) | 73.9 (12.6) | 77.6 (15.5) | 75.1 (12.4) | 74.8 (11.4) |
| R1 学年末総合成績 (基礎数学 I) | 74.5 (11.4) | 78.1 (13.7) | 77.5 (11.8) | 77.0 (12.5) |
| 学年末総合成績 | 有意差無 | 有意差無 | 有意差無 | 有意差無 |
| R1 前期中間試験 | 58.4 (20.3) | 73.7 (18.7) | 62.7 (23.9) | 63.9 (19.3) |
| R2 前期中間試験 (代替試験:R2 10 月実施) | 54.9 (23.4) | 57.1 (25.8) | 58.1 (24.9) | 60.0 (29.1) |
| 前期中間試験 | 有意差無 | 有意差有 | 有意差無 | 有意差無 |
| R1 前期末試験 | 72.1 (15.5) | 80.7 (12.6) | 72.4 (18.8) | 73.6 (12.8) |
| R2 前期末試験 (代替試験:R3 4 月実施) | 51.1 (27.2) | 49.8 (28.5) | 50.1 (31.1) | 51.9 (27.5) |
| 前期末試験 | 有意差有 | 有意差有 | 有意差有 | 有意差有 |
| R1 後期中間試験 | 66.3 (17.4) | 67.3 (18.0) | 61.5 (21.7) | 68.6 (18.5) |
| R2 後期中間試験 | 64.8 (21.7) | 67.3 (23.2) | 67.0 (26.0) | 66.5 (25.3) |
| 後期中間試験 | 有意差無 | 有意差無 | 有意差無 | 有意差無 |
| R1 学年末試験 | 52.4 (23.4) | 72.3 (19.3) | 67.7 (24.6) | 54.5 (23.6) |
| R2 学年末試験 (オンライン試験) | 62.3 (20.0) | 55.8 (16.2) | 64.8 (16.3) | 56.8 (21.9) |
| 学年末試験 | 有意差無 | 有意差有 | 有意差無 | 有意差無 |

令和元年度の2年生と令和2年度2年生の前年度の基礎数学I(4単位)の学年末の成績の平均点に有意差はなかったため、この学年も遠隔授業の影響の有無を令和元年度と令和2年度を比較することに問題ないと思われる。前期中間試験の代替試験の結果、どのクラスも平均点は下がっているが、有意差有となったクラスは2Eのみであった。対面授業が再開してからの後期中間試験の結果は平均点に関しては有意差は生じなかった。学年末オンライン試験に関しては、ここでも平均点に有意差が生じたのは2Eのみであった。前期末代替試験に関しては1年生と同様、全クラスで平均点が大幅に下がり、有意差が生じている。この結果、微分積分学Iのオンデマンド型遠隔授業を長期間実施したことで統計的に有意差が見られるほどの学力の低下はないものと推察されるが、前期末試験を適切な時期に行わなかったことによる影響はないとはいえない状況であった。

3.3 微分方程式の成績の動向

令和2年度の前期中間試験、前期末試験は本校では実施されず、加えて、4年生は低学年生と異なり実力養成試験も実施されないため、代替試験をどのように実施するのかという点がまず問題となった。このため、令和2年度の4年生では、唯一実施された後期中間試験で前期の学習内容の試験を行い、学年末オンライン試験で後期の学習内容の試験を実施した。これより、成績の比較では、まず、令和元年度と令和2年度の4年生の3年次の微分積分学II(4単位)における学年末総合成績での平均点の有意差の有無を確認した。それを基にして、令和元年度の前期中間試験と前期末試験の平均点と令和2年度の後期中間試験(=前期学習内容の試験)の成績とで学習内容の定着度を検証した。後期は令和元年度の後期中間試験と学年末試験の平均点と令和2年度の学年末オンライン試験(=後期学習内容の試験)の成績とで比較してみた。なお、著者の授業担当は4MCであり、前年度の学年との成績の比較の結果は以下の表7のようになった。

表7: 令和元年度 vs. 令和2年度 微分方程式の定期試験の平均点(標準偏差)

| 科目 | クラス | 4M | 4E | 4C | 4A |
|--------------------------|-----------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| | H30 学年末総合成績 (微分積分学II) | | 78.1 (12.8) | 73.4 (18.3) | 77.0 (15.7) |
| R1 学年末総合成績 (微分積分学II) | | 71.1 (13.7) | 79.0 (11.1) | 73.8 (16.3) | 71.1 (15.4) |
| 学年末総合成績 | | 有意差有 | 有意差無 | 有意差無 | 有意差無 |
| R1 前期成績 | | 68.6 (17.7) | 73 (13.6) | 72.1 (15.4) | 60.1 (17.1) |
| R2 前期成績 (代替試験:R2 後期中間実施) | | 63.5 (19.8) | 72.6 (20.0) | 56.6 (23.6) | 62.3 (18.0) |
| 前期成績 | | 有意差無 | 有意差無 | 有意差有 | 有意差無 |
| R1 後期成績 | | 74.3 (18.3) | 79.9 (13.0) | 70.9 (18.3) | 65.2 (16.2) |
| R2 後期成績 (オンライン試験実施) | | 61.75 (17.0) | 69.2 (15.3) | 57.9 (22.6) | 62.5 (14.2) |
| 後期成績 | | 有意差有 | 有意差有 | 有意差有 | 有意差無 |

前期の学習内容に関しては、後期中間試験の直前に前期の学習内容の復習を行ったため、令和元年度と比較しても3年次の微分積分学IIの学年末総合成績で有意差があった4Mにおいても有意差がなかった。しかし、3年次では有意差がなかった4Cでは平均点が下

がり、有意差が出ている。さらに、4Cが3年次の令和元年度の学年末総合成績と令和2年度の4Cの後期中間試験の相関係数は0.82と強い正の相関があった。このため、4Cでは試験実施時期の問題点を考慮する必要はあるが、前期遠隔授業の学習状況が対面授業とは同等ではなかったものと推察される。加えて、後期の学年末オンライン試験の結果であるが、オンラインの試験に慣れていない点は考慮しなければいけないが、その分、何を参照しても良い状況であったことを考えると、やはりオンデマンド型遠隔授業が対面授業と同等の教育効果があったとは言い難い結果であった。

4 授業評価アンケートの分析

令和2年度の本校では、後期の3ヵ月間を除いて、オンデマンド型遠隔授業を行っており、ほぼ通年で遠隔授業を実施した。この章では筆者の令和2年度の授業担当クラスのオンデマンド型遠隔授業を授業評価アンケートから分析していく。まず、本校では、前期のオンデマンド型遠隔授業期間中に2回ほど学生全員を対象にオンデマンド型遠隔授業に対するアンケート調査を行っている。[2]によると第1回目のアンケート(回答数571, 回答率67.0%)で、「対面授業と遠隔授業のどちらが受講しやすいか?」、という問いに対しては、45%の学生が「対面授業」と回答している。その一方、遠隔授業が24%、どちらも変わらないが31%であり、「遠隔授業」、「どちらも変わらない」と答えた学生は55%であり、遠隔授業に対して半数以上の学生は抵抗を感じていないと推察される。

また、第2回目のアンケート(回答数605, 回答率70.9%)では、「遠隔授業に慣れたかどうか?」、という問いに対しては、「慣れた」と回答した学生は77%を示している。すなわち、オンデマンド型遠隔授業の開始当初から半数以上の学生は、遠隔授業をある程度、抵抗なく受け入れられており、また、時間が経過することで、多くの学生は遠隔授業に適応できたと推察される。

4.1 前期授業評価アンケート

以下は、著者の前期授業担当科目のクラス毎の授業評価アンケートの全15項目中の主要8項目の結果である。なお、本校の授業アンケートの評価基準は1, 2, 3, 4, 5の5段階で、数字が大きくなるほど評価が低い設定である。

- (項目1) この授業の説明(=授業ノートの説明)は分かりやすいですか。
- (項目2) 音声による説明がある授業(=YouTubeでの解説)は分かりやすいですか。
- (項目3) この授業は、準備や授業方法の工夫が、よくなされていますか。
- (項目4) この授業内容に興味を持てますか。
- (項目5) この授業の進捗はどうですか。
- (項目6) この科目の授業内容をよく理解できていますか。
- (項目7) 課題は、この授業を理解するために効果的でしたか。
- (項目8) 以上の質問を考慮に入れ、この授業を総合評価するとどうなりますか。

表 8: 前期授業評価アンケートの項目別平均値

| 授業 (クラス) | 項目 | | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 項目 1 | 項目 2 | 項目 3 | 項目 4 | 項目 5 | 項目 6 | 項目 7 | 項目 8 |
| 基礎数学 I (1C : 回答数 31) | 1.61 | 1.43 | 1.48 | 1.81 | 1.77 | 2.23 | 1.65 | 1.45 |
| 基礎数学 I (1A : 回答数 28) | 1.75 | 1.46 | 1.68 | 1.68 | 1.96 | 2.18 | 1.68 | 1.64 |
| 微分積分学 I (2C : 回答数 25) | 1.88 | 1.33 | 1.80 | 2.24 | 1.64 | 2.48 | 1.68 | 1.72 |
| 微分方程式 (4M : 回答数 31) | 2.39 | 2.23 | 2.23 | 2.58 | 1.90 | 2.65 | 2.00 | 2.16 |
| 微分方程式 (4C : 回答数 30) | 1.60 | 1.58 | 1.47 | 1.93 | 1.50 | 2.07 | 1.60 | 1.50 |

令和元年度以前の対面授業での授業評価では、著者の授業評価はどの項目も 2 点前後の評価であったが、令和 2 年度におけるオンデマンド型遠隔授業では、前期の授業評価は概ね 1 点台であった。特に、項目 8 の平均値が 1.5~1.75 の範囲に 1 クラスを除いて入っており、実施した遠隔授業の満足度は例年の対面授業と比較しても高評価であった。

4.2 後期授業評価アンケート

後期の授業評価アンケートは学校から配布された質問項目と著者が新たな質問項目を加え、さらに詳細なアンケート調査を行った。なお、後期は前半が対面授業、年明けの後半から遠隔授業であったため、学校から配信された授業アンケートの様式も前期の授業アンケートの書式からは幾分変更されている。このため、まず、学校指定のアンケート項目の主要 8 項目の結果を以下に提示する。

- (項目 1') 対面・遠隔授業での説明は分かりやすいですか。
- (項目 2') 学生の理解及び状況を確認しながら授業が進められていますか。
- (項目 3') この授業は、準備や授業方法の工夫が、よくなされていますか。
- (項目 4') この授業内容に興味を持てますか。
- (項目 5') この授業の進捗はどうですか。
- (項目 6') この科目の授業内容をよく理解できていますか。
- (項目 7') 対面・遠隔授業での課題は、この授業を理解するために効果的でしたか。
- (項目 8') 以上の質問を考慮に入れ、この授業を総合評価するとどうなりますか。

表 9: 後期授業評価アンケートの項目別平均値

| 授業 (クラス) | 項目 | | | | | | | |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 項目 1' | 項目 2' | 項目 3' | 項目 4' | 項目 5' | 項目 6' | 項目 7' | 項目 8' |
| 基礎数学 I (1M : 回答数 40) | 1.75 | 1.98 | 1.83 | 1.90 | 1.73 | 2.23 | 1.93 | 1.78 |
| 基礎数学 I (1C : 回答数 41) | 1.54 | 1.56 | 1.54 | 1.78 | 1.54 | 1.98 | 1.95 | 1.63 |
| 基礎数学 I (1A : 回答数 38) | 1.53 | 1.71 | 1.63 | 1.82 | 1.92 | 2.08 | 1.63 | 1.58 |
| 微分積分学 I (2C : 回答数 44) | 1.73 | 1.77 | 1.68 | 2.05 | 1.66 | 2.07 | 1.84 | 1.52 |
| 微分方程式 (4M : 回答数 40) | 2.78 | 2.60 | 2.58 | 2.85 | 1.93 | 2.73 | 2.48 | 2.50 |
| 微分方程式 (4C : 回答数 35) | 1.89 | 1.86 | 1.86 | 2.11 | 1.49 | 2.26 | 1.71 | 1.66 |

令和2年度の後期は、前半が対面授業、後半がオンデマンド型遠隔授業であったにもかかわらず、授業評価が概ね1点台であり、前期と同様に高評価であった。ただ、4MCの微分方程式の授業は対面授業も遠隔授業も合同授業で、特に対面での合同授業は大教室で2クラス同時に行った授業であった。このため、対面授業でもオンデマンド型遠隔授業でも全く同じ授業をこの2クラスは受けているにもかかわらず、項目8'の平均値に1点近く差が出ている点は興味深い。今後、その原因を考究していくことで更なる授業改善が期待できると考えられる。また、4MCでは、令和元年度の微分積分学IIの学年末総合成績で平均点がほぼ同じ状況を見ると本校の定期試験に対応する能力に有意差はないものと推察される。さらに、令和2年度の前期の学習内容に対する成績を比較すると4Mのほうが4Cより成績が良いにもかかわらず、授業評価アンケートの評価が低いという点は興味深い。これに対して思い当たる点があるとすれば、遠隔授業における対応である。YouTubeの授業動画の視聴は受講学生の全員が見ていた訳ではない。このため、YouTubeの授業動画を見ない学生は、Beamerによる授業ノートか教科書を見て勉強していたものと思われるが、ここに問題があった可能性がある。[1]が著書で記しているように、「教科書読解能力の不足」が4MCのアンケート結果の差の要因ではないかと現時点では推察しており、一般社団法人「教育のための科学研究所」が開発した、リーディングスキルテスト、通称、RSTで検証する価値があるように思われる。

さらに、後期の授業評価アンケートでは、学校配信の授業評価アンケートの質問項目に加えて、以下の6項目に関するアンケート調査を行った。

- (項目 A) YouTube の授業動画はどの程度視聴されましたか。
- (項目 B) YouTube の授業動画は授業内容の理解・復習に有効でしたか。
- (項目 C) YouTube の授業動画の文字は読みやすかったですか。
- (項目 D) YouTube の授業動画の授業内容の説明は分かりやすかったですか。
- (項目 E) 授業毎に配布した授業ノートは授業内容の理解に有効でしたか。
- (項目 F) 授業毎に配布した課題の解答例は授業内容の理解に有効でしたか。

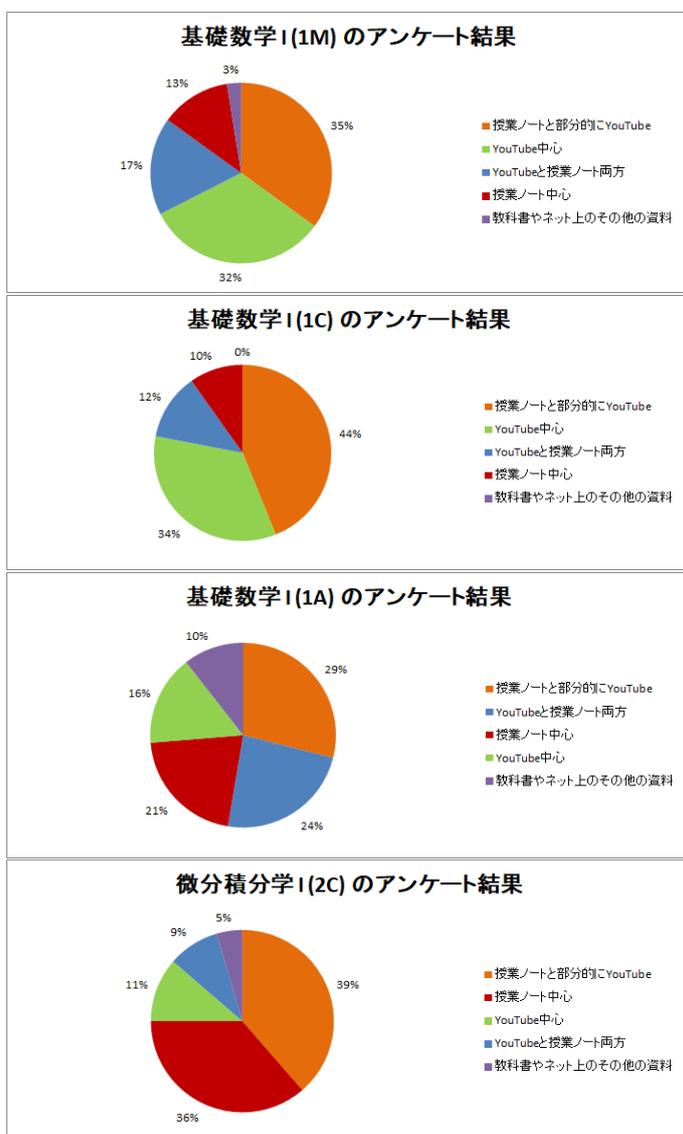
表 10: 後期授業評価アンケートの A~F の追加項目別平均値

| 項目 授業(クラス) | 項目 A | 項目 B | 項目 C | 項目 D | 項目 E | 項目 F |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|
| 基礎数学 I (1M: 回答数 40) | 1.83 | 1.70 | 1.80 | 1.73 | 2.00 | 1.63 |
| 基礎数学 I (1C: 回答数 41) | 1.71 | 1.44 | 1.39 | 1.39 | 1.78 | 1.41 |
| 基礎数学 I (1A: 回答数 38) | 1.97 | 1.55 | 1.58 | 1.55 | 1.76 | 1.47 |
| 微分積分学 I (2C: 回答数 44) | 2.36 | 1.82 | 1.95 | 1.80 | 2.00 | 1.57 |
| 微分方程式 (4M: 回答数 40) | 2.65 | 2.40 | 2.55 | 2.48 | 2.38 | 2.20 |
| 微分方程式 (4C: 回答数 35) | 2.09 | 1.66 | 1.54 | 1.60 | 1.60 | 1.57 |

上記のアンケート結果から、1年生と2年生以上という括りで眺めてみると1年生はYouTubeをよく活用していたようであるが2年生以上では1年生ほどYouTubeを活用していない様子である。また、ここでも4Mは他のクラスと比べて評価が低く、全く同じ対面授業や遠隔授業を受講していた4Cと比べても0.5~1点近く平均点の差が表れる。

さらに、低学年生のみを対象として、Beamer による授業ノートと YouTube での授業動画をどのように活用していたか、アンケート調査を行った。ここでは以下の質問を学生に提示し、回答は選択肢を 5 つ用意し、該当するものを選ばせる方式でアンケートを行った。

Q. 遠隔授業時（後期のみ）はどのような勉強法でしたか？



選択肢の内容

- YouTube と授業レジメ両方を活用して勉強した。
- 授業ノートを読んで気になるところのみ YouTube を見て勉強した。
- YouTube の視聴を中心に勉強した。
- 授業ノートの活用を中心に勉強した。
- 教科書やネット上のその他資料を活用して課題のみ取り組んだ。

上記のアンケート結果を見ると、クラスによって授業ノートと YouTube の利用の傾向は異なっているが、いずれのクラスも授業ノートを読んで気になるところのみ YouTube の視聴をしたというグループが多数を占めていたことは興味深い。家庭のネット環境も影響しているのだと思われるが、授業ノート中心に遠隔授業期間は勉強していたことが伺えた。

5 まとめと今後の課題

1 年生の基礎数学 I, 2 年生の微分積分学 I, 4 年生の微分方程式の授業において, Beamer により授業ノートを作成し, その授業ノートの解説動画を YouTube で配信した。1 年間に渡るオンデマンド型遠隔授業の実施に関するアンケート結果と学習内容の理解度を定期試験や代替試験で確認した結果は, 以下のようにまとめられる。

- (1) 科目に関わらず, 授業ノートを見て勉強する群がどのクラスでも多数派であった。
- (2) 適切な時期に定期試験を実施しない場合, 学習内容の理解度は的確に測れない。
- (3) 科目によっては, 対面授業と遠隔授業を受講したグループ間において, 定期試験等の平均点に有意差は現れなかった。

上記 (3) により, 学年や授業内容によっては遠隔授業を実施しても必ずしも問題が生じる訳ではないようである。このため, 遠隔授業の有効な活用法を今後も考究する価値があると考えられる。今後の課題としては, 以下の対応が喫緊の課題と考えられる。

- (1)' 授業ノート等の配信教材のブラッシュアップ
- (2)' 遠隔授業時における試験の実施方法
- (3)' 科目間における対面授業と遠隔授業の有意差の解消

6 謝辞

なお, 本研究は平成 29 年度から, JSPS 科研費 JP 17K04907 の助成を受けているものである。また, 筆者が担当していない 4 年生のクラスの微分方程式の成績データを提供して頂いた都城高専の向江頼士先生にこの場をお借りして感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 新井紀子, AI vs. 教科書が読めない子どもたち, 東洋経済新報社, (2018), pp. 1-287.
- [2] 臼井昇太, 藤川俊秀, 米満忍, 岡元隆洋, 山下敏明, Microsoft Teams を活用した遠隔授業の成果, 都城工業高等専門学校研究報告, 第 55 号, (2021), pp. 24-31.
- [3] 川添充, 学生に好まれるオンライン授業動画についての考察 授業実践と学生アンケートから日本数学教育学会高専・大学部会論文誌, 第 27 号, (2021), pp. 48-49.
- [4] 川本正治, 1 年生のオンライン授業について日本数学教育学会高専・大学部会論文誌, 第 27 号, (2021), pp. 50-51.