

ICT を活用したオンライン授業による 疲労き裂実験の実践

東京電機大学 酒井 則男

1. はじめに

現在日本の教育機関では、コンピュータや情報通信ネットワークなどのICT（Information and Communication Technology「情報通信技術」）を活用した教育が推進されている。また、ICTを活用した遠隔教育は、多様性のある学習環境や専門性の高い授業の実現など、質の高い学習の実現に資することが期待されている¹⁾。

ICTを活用した教育は、文部科学省が「平成30年度文部科学白書 第11章ICTの活用の推進」で取りまとめ、6 高等教育におけるICT人材の教育の推進では、「社会の様々な場面でICTの活用が急速に広がり、社会の発展に欠かせないものとなっています。社会構造や価値観が複雑化する現代社会においては、ICTの高度な利活用が必須であり、社会的問題の本質まで掘り下げて解決策を描くことができる高度で実践的なICT人材の育成が求められています。」²⁾として推進している。

そして、東京電機大学（以下、「本学」という。）は、「技術で社会に貢献する人材の育成」を使命に、建学の精神「実学尊重」、教育・研究理念「技術は人なり」を基に教育の充実を重視したICTを活用した先進的情報教育への転換などを図っている。

このような情勢の中、2020年は新型コロナウイルス感染症（COVID-19）対策のため、ほとんどの教育機関では、授業の実施方法を変更し、多くの大学では、4月の新学期開始を遅らせて遠隔での授業を

実施するなど、ICTの利活用が必須な状況になった。

本学では、4月6日に開催された「新型コロナ対策ワーキンググループ協議会議（以下、「本会議」という。）の運用方針とガイドライン」に基づき、2020年度前期授業は5月7日から開始し、学生との対面を伴わない遠隔授業の導入が決定された。

筆者は、本学の学部3年生対象の「疲労き裂の破壊力学実験（以下、「疲労き裂実験」という。）の授業において、授業開始までの約1か月の準備期間の中で、実験の様子を録画し、それをWeb会議システムのZoomで配信することで学生に擬似体験させるなど、創意工夫を生かした弾力的な遠隔授業を実践させたので、その取り組みの事例について報告する。

2. 2020年度前期の授業概要

2020年度前期の授業は、本会議の運用方針に基づき、講義、演習科目は、遠隔授業を実施する。また、実験科目については、弾力的な遠隔授業を行う。

そして、本会議のガイドラインに沿って、次の4つの実施項目を基に遠隔授業を実施する。

- ①遠隔授業は、基本的に授業時間割に沿って実施する体制を整える。
- ②遠隔授業をライブで実施、または、コンテンツを作成する場合は、コンテンツを分けるなど学生が学習しやすい環境を整える。

- ③学生に演習問題や課題学習に取り組ませるなどの主体的学習を促す。
 - ④学習の後に、ラーニング・マネジメント・システムのWebClassなどを活用し、レポートや課題提出などを促し、学生の学習状況を把握する。
- 以上のことを踏まえて、教員と学生は、「ICTを活用した遠隔授業」の実施に向けて準備を進めた。

3. 遠隔授業（オンライン授業）のモデル

3.1 遠隔教育の種類

「ネット教育」といわれる以前からの「遠隔教育」もあるが、それとは違った意味での現代的な「遠隔教育」の中には、大きく分けて「オンライン（同時双方向）型」と「オンデマンド型」の2種類がある³⁾。

3.1.1 オンライン（同時双方向）型

Zoomなどを用いて授業をリアルタイムで配信するタイプである⁴⁾。

3.1.2 オンデマンド型

メディアを利用して講義内容を教授することで、学生の理解度を把握し、学生からの意見や質問に対応することで、十分な指導を併せ行う。講義資料（ビデオ、音声付きPowerPointなどを含む）、教科書などを提示し、毎回の課題で「十分な指導」を行うタイプである⁵⁾。

3.2 オンデマンド型とオンライン型の違い

従来の授業とICT時代の遠隔授業の授業組織を図1に4種類の授業形態を示す。

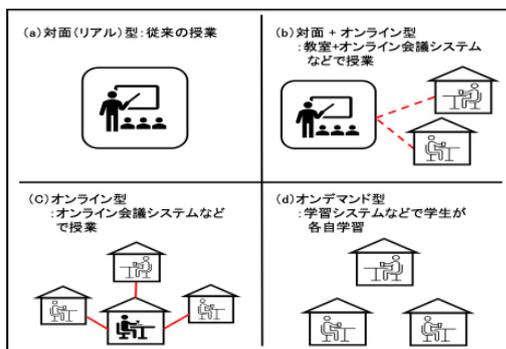


図1 従来の授業とICT時代の遠隔授業の授業組織⁶⁾

- (a) 対面（リアル）型：従来の授業
- (b) 対面+オンライン型：複合による授業
- (c) オンライン型：教室を一切使わない授業
- (d) オンデマンド型：各自が必要なときに学習

疲労き裂実験では、授業開始時はオンライン型で講義し、それが終わった後はオンデマンド型で受講させた。

4. ICT ツールおよび教材の構成

4.1 ICT ツール

本学では、すでにオンライン授業に使えるICTツールの環境が整っており、その中で、下記4種類のツールを疲労き裂実験のオンライン授業に使用した。

以下に、ICTツールの概要を述べる。

4.1.1 Box

クラウド型の容量無制限のオンラインストレージサービスで、メール添付の代わりにBoxを利用することで、大きなファイルも共有できる。電子メールでの機密文書のやりとりも不要になる。

インターネットに接続できれば、学内外から安全に必要な情報へのアクセスとファイル共有が可能になる。

4.1.2 DENDAI - UNIPA

主として学生、保護者、教職員が使用するポータルサイトになる。各種お知らせの配信やシラバス登録、時間割確認、履修者名簿、学生の出席確認、採点登録、学生の成績参照などさまざまな場面で使用している。

4.1.3 WebClass

本学が採用しているLMS（ラーニング・マネジメント・システム）の管理システムで、授業資料の配布やレポートの提出、掲示板の作成などがオンライン上で行え、履修学生に資料提供できる。

4.1.4 Zoom

日本の大学として、はじめて全学導入したコミュニケーションツールで、リアルタイム双方向通信のため、学生が講義に参加している感覚が持ちやすく、具体的には、

- ①多様な講義運営が可能である。
- ②ホストと学生の画面共有機能を使い、双方向のプレゼンテーションが容易にできる。
- ③チャット機能を使うことで、補足説明や質問などを共有することができる。
- ④画面共有機能から、「ホワイトボードへの書き込み」や「学生のPC操作」が可能である。
- ⑤Zoomで講義を録画し、それをコンテンツとするオンデマンド型講義／反転授業に利用することができる。
- ⑥「ブレイクアウトルーム機能」を使い、講義Roomを最大50に分割できる。グループ学習を取り入れる講義運営にも対応（ホストはブレイクアウトルームを行き来可能）できる。
- ⑦教室または自宅などから配信が可能である。などの特徴が挙げられる。

4.1.5 授業資料配信の主な流れ

ICTツール（Box, DENDAI-UNIPA, WebClass, Zoom）を活用した疲労き裂実験の授業資料配信の主な流れを図2に示す。



図2 授業資料配信の主な流れ

4.1.6 ICT ツール活用の主なポイント

- ①動画ファイルはWebClassでデータ保存できるが、大人数が同時アクセスすると通信不能になる可能性があり、大きなデータはBoxに保存する。
- ②複数の配布資料がある場合は、種類ごとにファイルを分けて配布する。

4.2 ICT教材の構成

オンライン授業実施のために必要な動画・資料な

どのICT教材は、

- ①授業時間割に沿って実施する体制を整える。
- ②学生が学習しやすい構成にする。

この2つの項目を踏まえて、構成することにした。

4.2.1 授業時間

疲労き裂実験のオンライン授業は、本会議のガイドライン実施項目の①に基づき、授業時間に沿って1日に1こま100分の2こまを連続して200分で実施した。学生の受講環境や通信負荷などを配慮して、「はじめに」のコンテンツを含めトータル178分にして、授業時間を超過しないようにした。

4.2.2 ICT教材のコンテンツ構成

ICT教材を使ったコンテンツ構成は、表1に示すように、1-1.理論編（前半）、1-2.理論編（後半）、2.実験編（準備）、3.実験編（測定）、4.実験編（結果）、5.解析編、6.レポート作成編の6部に構成した。

表1 ICT教材のコンテンツ構成

コンテンツ名	内容	備考
0. はじめに	授業の進め方 配布資料の使い方などの概略説明を行う	「オンライン型」 スライド:4ページ
1-1. 理論編(前半)	1-1-1 材料の破壊事例 1-1-2 破壊力学の概念 (1)き裂先端近傍の応力および変位 (2)Griffithの脆性(ぜいせい)破壊理論 (3)破壊靱性(じんせい)	「オンデマンド型」 スライド:11ページ 動画:15分54秒
1-2. 理論編(後半)	(4)応力拡大係数の評価 1-2 疲労破壊過程 (1)疲労き裂の発生 (2)疲労き裂の進展 (3)疲労き裂進展の破壊力学的取り扱い	「オンデマンド型」 スライド:18ページ 動画:24分37秒
2. 実験編(準備)	2-1 実験目的 2-2 疲労き裂進展に関するASTM規格 2-3 き裂進展特性曲線	「オンデマンド型」 スライド:15ページ 動画:15分57秒
3. 実験編(測定)	3-1 疲労き裂進展の測定 装置の準備と試験片のセッティング 3-2 移動顕微鏡を使った測定方法	「オンデマンド型」 スライド:23ページ 動画:18分05秒
4. 実験編(結果)	4-1 2σ , da/dN , ΔK の求め方 4-2 各Cycleのき裂進展状況の考察 4-3 試験片の破断面の考察	「オンデマンド型」 スライド:15ページ 動画:29分25秒
5. 解析編	5-1 データ解析の方法 5-2 グラフの作成方法 5-3 データのまとめ方	「オンデマンド型」 スライド:9ページ 動画:18分23秒
6. レポート作成編	6-1 レポートの作成要領 6-2 レポートの構成 6-3 考察の記載要領	「オンデマンド型」 スライド:24ページ 動画:36分47秒

4.2.3 ICT教材活用の主なポイント

【動画】

- ①動画から得た情報でレポート作成できる内容を盛り込んでおく。
- ②動画ファイルは、授業全体を一つの動画ファイルでなく、複数のセッションに分ける（異なるファイル名でそれぞれ保存する）ことで学生は学習し

やすくなる。そのため、コンテンツは分割し、本会議のガイドライン実施項目の②に沿って対応した。

【資料】

- ①授業で使用している教科書（新版 機械工学実験）を基に、PowerPointなどの資料を作成する。
- ②オンデマンド用の資料は、Zoomのレコーディング機能を使ってPowerPointにナレーション音声を録音し、その動画データ（〇〇.mp4として保存）を授業資料として配信する。

5. オンライン授業実施に向けた準備

教員と学生は、オンライン授業実施に向けて、それぞれ準備を進めた。

5.1 教員

教員向けに配布された「オンライン講義総合マニュアル ICT（情報通信技術）を活用したオンライン講義」のマニュアルに沿って準備を進めた。

ICT教材は、動画の撮影・編集作業を行い、自宅で授業用教材を録画し、対面授業では必要なかった電子化された文章やオンデマンド用に手直したPowerPointを用意した。さらに、オンライン授業で使用する動画・資料はBoxにアップロードし、WebClassにレポート課題を設定、Zoomミーティングの設定などを行うことで、授業を開始できる。

これらの作業のほとんどは、教員が1人で行い今まで経験したことのない作業が多く、予想以上に時間と手間をかけて授業の準備を進めた。

5.2 学生

学生は、本学から発行された下記3項目の内容を含んだ連絡書に基づき、PC、タブレット、スマートフォンなどのデバイスを使って、オンライン授業が受講できる準備を進めた。

- ①インターネット環境がある場合は、なるべく無制限となる契約に変更する。
- ②インターネット環境がない場合は、ケーブルTV、WiFi環境やモバイルルータの導入を検討す

る。

- ③インターネット環境が用意できない場合は、スマートフォンなどの導入およびデータ通信量の上限拡大を検討する。

6. オンライン授業の実践

ICT教材を活用したオンライン授業の具体的な事例を紹介する。

6.1 科目名／対象学年

- ・科目名：疲労き裂実験
- ・対象学年：学部3年生

6.2 授業形態

授業開始から18分程度はオンライン型で講義し、それが終わった後は、それぞれ用意されたオンデマンド動画を使って各自のペースで受講させた。

6.3 実験目的

き裂進展速度 da/dN の測定をASTM規格に従って実施する。変動負荷装置を使って実験を行い、き裂の発生、進展、試験片の様子などを確認するとともに、測定値からき裂進展特性曲線を作成し、求めた概算値と理論値を比較することで、疲労き裂実験に対する理解を深める（図3参照）。



図3 変動負荷装置（左）および試験片のき裂（右）

6.4 オンライン授業の主なポイント

疲労き裂実験のオンライン授業を「授業前」,「授業時間」,「授業後」の3項目に分けた主なポイントを図4に示す。

項目	主なポイント
1. 授業前	1. Boxに授業用教材をアップロードする。 2. Zoomの設定を行う。 3. DENDAI・UNIPAのシラバスに授業情報を掲載する。 4. WebClassを使って、学生に資料を配布する。 5. WebClassにレポートの提出先「教材」を作成する。
2. 授業時間	1. 授業開始時:「オンライン型」 ・授業の進め方、配布資料の使い方など授業概略の説明を行い、その授業内容は、受講できなかった学生のために録画する。 2. 授業時間:「オンデマンド型」 ・学生はWebClassに公開されているリンク先から各オンデマンド動画を視聴し、各自で学習を進める。 ・教員はZoomで待機し、リアルタイムに質問に回答する。
3. 授業後	1. レポート ・1週間以内に、WebClassの提出先「教材」に提出する。 ・割り当てられた班のレポート添削を行い、学生にフィードバックする。 2. 授業開始時(オンライン)の授業動画を配信する。 3. 授業時間外の質問は、WebClassの掲示板に書き込ませる。

図4 オンライン授業の主なポイント

各項目の要点は以下の通りになる。

6.4.1 「授業前」の実施内容

疲労き裂実験で使用する動画・資料など授業に必要な資料は、Boxにアップロードし、Zoomミーティングの設定を行うことで、履修学生のみアクセス可能になる。そして、DENDAI-UNIPAのシラバスに授業情報を掲載し、WebClassを使って、資料を学生に配布する。図5に疲労き裂実験のWebClass掲示の一部を示す。

<p>件名:6/12疲労き裂の破壊力学(1~2限Aグループ、3~4限Bグループ)授業のお知らせ</p> <p>1~2限Aグループは9時20分、3~4限Bグループは13時40分からZoomによる授業を行います。</p> <p>◆ URL: https://dendai.zoom.us</p> <p>◆ 教科書を使って授業を進めますので、事前に教科書を読んで予習を行ってください。</p> <p>◆ 授業で用意してほしいもの</p> <p>1)「新版 機械工学実験」</p> <p>2) 配布資料(WebClassからダウンロード)</p> <p>(1) 疲労き裂の破壊力学実験の表およびグラフ_20200612 : https://tdu.box.com/</p> <p>(2) レポート課題_各Cycleのき裂進展状況_20200612 : https://tdu.box.com/</p> <p>(1) 各Cycleのき裂進展の写真 (2) 各Cycle測定値の写真 (3) 試験片の破断写真</p> <p>(3) 疲労き裂の破壊力学実験_報告書作成にあたっての諸注意_20200612 : https://tdu.box.com/</p> <p>3) 関数電卓(PCでも可)、ノート、定規、筆記用具など</p>	<p>◆ 各オンデマンド動画を視聴してください。</p> <p>1. 疲労き裂の破壊力学概略説明_前半 https://tdu.box.com/</p> <p>2. 疲労き裂の破壊力学概略説明_後半 https://tdu.box.com/</p> <p>3. 疲労き裂進展実験_part1 https://tdu.box.com/</p> <p>4. 疲労き裂進展実験_part2 https://tdu.box.com/</p> <p>5. 移動顕微鏡の説明について https://tdu.box.com/</p> <p>6. 疲労き裂進展実験_part3 https://tdu.box.com/</p> <p>7. 疲労き裂進展の動画 https://tdu.box.com/</p> <p>8. 疲労き裂進展実験_part4 https://tdu.box.com/</p> <p>9. レポート作成方法 https://tdu.box.com/</p>
--	--

図5 疲労き裂実験のWebClass掲示内容

家にプリンタがない学生が多い。そのため、手元に資料を置いて説明を聞くスタイルの授業の場合、あらかじめWebClassで資料(PDFデータ)を配布し、コンビニなどでプリントアウトできる時間

を確保させる。

6.4.2 「授業時間」の実施内容

授業開始時は、オンライン型で講義し、それが終わった後は、オンデマンド型のため、学生は、自宅のPC、あるいはスマートフォンなどから何回でもアクセスできる。そして、教員はZoomで待機し、リアルタイムに学生からの質問に回答する。

表1に記載されている各コンテンツの具体的な実施内容を順に述べる。

6.4.2.1 コンテンツ名:「0.はじめに」

授業開始時(冒頭18分ぐらいの時間)は、PowerPointの資料を用いて、実施すべき課題の概略やレポート提出方法、期限など指示する。特に注意する点を述べる。

- ①学生が資料にアクセスできなかったときには、Zoomのチャット、音声またはメールでメッセージが送られてくるので、メールにも注意する。
- ②受講できなかった学生への対応として、Zoomのレコーディング機能を使って、授業内容を録画し、授業終了後に動画配信を行う。

6.4.2.2 コンテンツ名:「1.理論編」前半/後半

学生は、今まで疲労き裂実験の理論に関する講義を受けていないので、基礎的な内容を加えた資料にした。オンライン授業では、学生の集中力が保ちにくいので、そこで、本会議のガイドライン実施項目の③に対応すべくコンテンツを前半、後半に分割し、授業の途中で課題を挟むなど、主体的学習を促した。

6.4.2.3 コンテンツ名:「2.実験編」(準備)

「実験目的」,「疲労き裂進展に関するASTM規格」,「き裂進展特性曲線」に関する内容は、PowerPointにナレーション音声を録音し、それをオンデマンド授業用の学習資料として使用した。

6.4.2.4 コンテンツ名:「3.実験編」(測定)

対面授業では、Cycleごといき裂の発生、進展、試験片の様子などを確認しながら移動顕微鏡を使って測定する。そこで、オンライン授業では、下記3つの項目について、工夫を凝らした弾力的な授業を実施した。具体的には、下記の通りになる。

- ①疲労き裂進展状況のモニタリング方法

各Cycleの疲労き裂進展状況は、図6のように「モニター画面」、「試験片のき裂」、「測定ポイント」、「測定用スケール」の写真を4点セットにすることで、学生は、各Cycleの疲労き裂進展状況が分かるので、学習し易くなる。

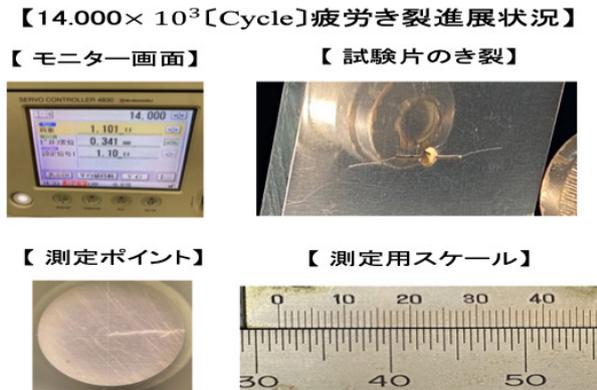


図6 疲労き裂進展状況の4点セット

②移動顕微鏡を使った測定方法

学生は、今回の実験で、初めて移動顕微鏡を使って測定する。そこで、図7の「移動顕微鏡測定マニュアル」(スライド6ページの資料で約10分の動画)を作成し、初心者でも短時間で精度よく測定値が読めるようにした。

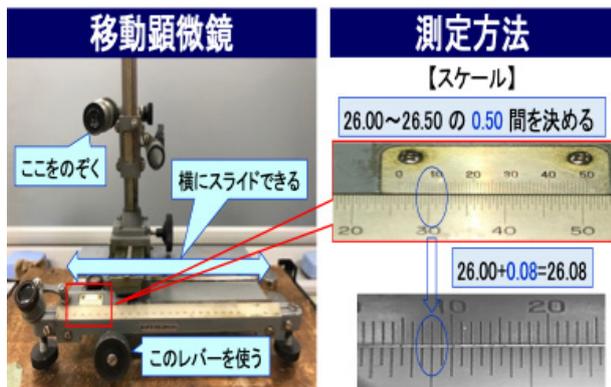


図7 「移動顕微鏡測定マニュアル」の一部を抜粋

③き裂進展状況の動画

学生が擬体体験できるように動画は教員目線で実験の様子を撮影し、ライブ感を演出させた。

対面授業では、き裂の発生、進展、試験片の破断までの実験は、約50分かけて行い、その実験結果をレポートにまとめる。学生がき裂進展のモニタリングがしやすいように一連の実験の様子を約10分間の

動画に編集した。

このような取り組みにより、対面授業と同様のオンライン授業を実践することができた。

6.4.2.5 コンテンツ名：「4. 実験編」(結果)

実験の測定値からき裂の進展速度 $da/dN \sim N$ に関係する値は、各式(2a, da/dN , ΔK)を使って求める。その求め方は、スライド3ページに具体的な事例を加えることで、学生に理解を深めさせた。その中の1ページ分を抜粋したものを図8に示す。

【き裂進展速度 $da/dN \sim N$ の関係をセカント法により求める】

- ① 試験片の測定値
 - ・寸法：B = 5.20mm, W = 50.05mm, $2a_0 = 13.20\text{mm}$
- ② 疲労予き裂
 - p76 b) 疲労予き裂
 - 試験片の機械的切欠部より疲労予き裂を発生させておくことが義務付けられている
 - ・予き裂 $2a_1$ は、片側：2mm を発生させる
- ③ $2a_n$ の求め方
 - $2a_n = 2a_0 + 2 \times 2 + 2 \times \Delta$ (測定値 - ($N=0$ の時の測定値))
 - $2a_1 = 13.20 + 2 \times 2 + 2 \times 0 = 17.20\text{mm}$

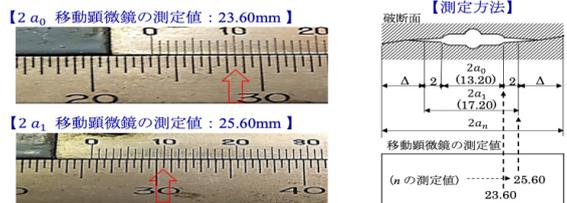


図8 「4. 実験編」(結果)の説明資料

6.4.2.6 コンテンツ名：「5. 解析編」

実験結果から得られた各値を使って、き裂の進展曲線 $da/dN \sim \Delta K$ に関係するデータ解析の方法、グラフの作成方法、データのまとめ方について行う。

具体的には、 da/dN と ΔK の関係を両対数グラフに作成し、図上の係数Aとmの値をParisの式を使って概算値を求める。そして、最小二乗法の式を使って係数Aとmを求め、それぞれ概算値と計算値が一致したかを確認する。それらの求め方のプロセスを8ページのスライドにまとめ、概算値と理論値が比較できるようにした。図9に、そのスライドを編集した一部を示す。

6.4.2.7 コンテンツ名：「6. レポート作成編」

実験で学んだ学習内容は、本会議のガイドライン実施項目の④に対応すべく学生はレポートを作成して、1週間後にWebClassの指定された場所に提出する。そのレポート作成にあたって、3種類の資料を学生に配布した。各配布資料の主なポイントを以下に述べる。

【Parisの式を使って、係数Aとmの値を求める】

図上で係数Aとmの概算値を算出するために、近似直線を描いて直線上の2点のデータを読み取ると、(ΔK, da/dN)は、(11.0, 2.0×10⁻⁷)と(20.5, 1.0×10⁻⁶)であった。
係数Aとmを求める式は、 $\log \frac{da}{dN} = m \cdot \log \Delta K + \log A$ から求める。
∴ $\log \frac{da}{dN} = 2.59 \cdot \log \Delta K - \log 9.40$ または、 $da/dN = 3.98 \times 10^{-10} \Delta K^{2.59}$

【最小二乗法の式を使って、係数Aとmの値を求める】

最小二乗法にて係数A, mを算出する際には、次のp81 (1.68)から求める。

$$m = \frac{n \sum (\log (da/dN)) (\log \Delta K) - \sum (\log \Delta K) \sum (\log (da/dN))}{n \sum (\log \Delta K)^2 - (\sum \log \Delta K)^2}$$

$$\log A = \frac{\sum (\log \Delta K)^2 \sum (\log (da/dN)) - \sum (\log \Delta K) \sum (\log (da/dN) (\log \Delta K))}{n \sum (\log \Delta K)^2 - (\sum \log \Delta K)^2}$$

∴ $\log \frac{da}{dN} = 2.57 \cdot \log \Delta K - \log 9.40$ または、 $da/dN = 3.98 \times 10^{-10} \Delta K^{2.57}$

このように、係数Aとmそれぞれを図上での概算と最小二乗法を求め、図上での概算が正しいことを確認する。

図9 「5. 解析編」の説明資料

①レポート作成にあたっての諸注意の資料

レポート作成に必要な要件（目的や実施内容、実験結果と解析、考察など）は、2ページの資料にまとめ、授業で使用したPowerPointの資料を基に、重要な内容をレビューしながら説明を加えた。

②各Cycleのき裂進展状況の資料

各Cycleの疲労き裂進展状況と試験片の破断面は、動画から得た情報を盛り込み、図10のように一覧表にまとめ、それをレポート作成用の資料として使用した。

【各Cycleのき裂進展状況】 【試験片の破断面(1)】

【0.500×10³ [Cycle]】



【6.000×10³ [Cycle]】



【試験片の破断面(2)】

【16.000×10³ [Cycle]】



図10 疲労き裂進展状況と試験片の破断面

③表およびグラフの資料

表の記入方法、グラフの作成方法など、特に注意を要する点について説明を行った。

これらの資料を用いることで、レポート作成の質向上に結び付けさせた。

6.4.3 「授業後」の実施内容

授業終了後、主に下記3項目について実施する。

①学生から提出されたレポート添削

授業終了後の1週間以内にWebClassの提出先

「教材」にレポートが提出されるので、割り当てられた班のレポート添削を行い、学生にフィードバックする。

②授業の動画配信

授業開始時のオンライン授業を受講できなかった学生のために、録画した授業の動画を配信する。

③学生からの質問対応

授業時間外の学生からの質問は、WebClassの掲示板に書き込ませて対応する。

7. まとめ

7.1 2020年度のオンライン授業による結果

今回のオンライン授業を通じて、下記の2つの点について考察する。

7.1.1 レポート採点結果

学生から提出された過去5年間のレポートを100点満点で採点した場合の年度別採点分布を図11に示す。



図11 疲労き裂実験の年度別レポート採点分布

オンライン授業を実施した2020年度のレポート採点の平均点は過去最高点で、標準偏差も過去並みの結果が得られた。

7.1.2 学生のアンケート結果

授業終了後に学生からWebClassに投稿されたアンケート結果の自由記述にオンライン授業に関する記載があり「映像が見やすく説明が丁寧だったためとても分かりやすかった」、「分割された動画が振り返って見直す際にとても確認しやすかつうれしかった」という狙い通りの回答がある一方で、「実験の動画を見るだけでなく実際に自分で実験をしてみた

かったが、先生が工夫してくださったおかげで理解が深まった」という回答もあった。実験系のオンライン授業では、動画や写真に頼って、ライブ感を演出したものの、やはり、実際に実験をすることが大切だと感じた。

この考察の結果から、本会議の運用方針とガイドラインの実施項目に沿って、創意工夫を生かした弾力的なオンライン授業を实践させたことで、実験の目的である「き裂の発生、進展、試験片の様子など」を学習しながら、「対面授業と同等のオンライン授業を実施」できたのではないかと判断する。

7.2 2021年度の授業に向けた授業デザイン

2021年度の授業は、2019年度までの授業と同じ対面授業が再開された場合を想定して、図12に示す授業デザインを基に授業を実施する。

下記に2021年度の授業概要を述べる。

2018年度までの授業	2021年度の授業	ポイント
【自宅学習】 教科書を使った予習	【自宅学習】 教科書を使った予習 【反転授業の導入】 理論や実験方法などの説明 (資料はWebClassで事前配布)	「反転授業」を導入し、理論や実験方法など学生が自宅で事前学習できる内容は、2020年度で使ったICT教材を使う。
【対面授業】 理論や実験方法などの説明 (授業当日に資料配布) 実地実験の実施 実験結果のまとめ データ解析、考察など	【対面授業】 実地実験の実施 実験結果のまとめ 個々の学習レベルに応じた指導 データ解析、考察など 個々の学習レベルに応じた指導	「反転授業」で確保された実地実験の時間を使って、教員は特にレポート作成に必要な実験結果の解析、考察など個々の学習レベルに応じて、より一層きめ細かい指導を行う。
【自宅学習】 レポート作成	【自宅学習】 レポート作成	授業時間中にレポート作成に必要な内容が十分理解されているので、レポート作成のレベルアップにつながる。

図 12 2021年の授業デザイン

【具体的な推進方法】

「反転授業」を導入し、理論や実験方法など学生が自宅で事前学習できる内容は、2020年度で使用したICT教材を有効に活用する。その「反転授業」で確保された実地実験の時間を使って、特にレポート作成に必要な実験結果の解析、考察など個々の学習レベルに応じて、より一層きめ細かい指導を充実させる。

【期待される効果】

授業時間中にレポート作成に必要な内容が十分理解されるので、レポート作成のレベルアップにつな

がる。

この新たな授業デザインを展開させることで、さらなる授業のブラッシュアップを図り、教育の質向上に寄与させていきたい。

<参考文献>

- 1) 2) 文部科学省：平成30年度文部科学白書 第11章ICTの活用の推進 https://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpab201901/detail/1422160.htm (最終閲覧日：2021年1月28日)。
- 3) 6) 福村裕史，飯箸泰宏，後藤顕一 編 (2020) 『すぐにできる！双方向オンライン授業』化学同人， p.12.
- 4) 5) 京都大学，オンライン授業ってどんなもの？，<https://www.highedu.kyoto-u.ac.jp/connect/teachingonline/patterns.php> (最終閲覧日：2021年1月28日)。

謝辞

本誌に寄稿の機会を与えてくださり、また、本稿を執筆するにあたり、業務多忙の中、ご協力をいただいた職業能力開発総合大学の早坂司様に深く感謝申し上げます。