

## コロナ禍の元での実技授業（機械実習）に関する報告

岩田 英樹\*・近藤 隆路・布施 宏・加藤 教之・辻田 大地・上山 健司  
ものづくりセンター  
(2021年12月2日受理)

### Report on Practical Classes (Machine Training) in Coronavirus Pandemic

by

Hideki IWATA, Takamichi KONDO, Hiroshi FUSE, Noriyuki KATO,  
Daichi TSUJITA, Kenji UEYAMA  
Monodzukuri Center (MONOLAB.)

#### Abstract

In this paper, we report on our experience of conducting practical classes in combination with online classes while taking measures to prevent infection in the coronavirus pandemic.

At the beginning of the classes, we created on-demand teaching materials to conduct them entirely online.

Since it was difficult for students to understand the operation of the machine and the processing process by simply adding explanations to photographs and illustrations, we mainly used videos. However, the students did not feel a real sense of the process, and their impressions were not good.

After that, face-to-face lessons were allowed, and as an infection prevention measure, 16 groups of students were further divided into Group A and Group B. On the first day of the classes schedule, Group A will take face-to-face classes and Group B will take the online classes. The following week, we swapped Group A and Group B.

Wipe images were inserted in the on-demand teaching materials with explanations of audio and subtitles. In addition, we took care not to increase the data size. Not only did this method get a good response from the students, but we also noticed the effectiveness of the on-demand teaching materials. As a result, we were able to obtain teaching materials that can be utilized in regular classes.

キーワード ; 実技授業, コロナ禍, オンデマンド教材, ハイブリッド授業, 授業アンケート

Keyword ; Practical courses, Coronavirus pandemic , On-demand teaching materials, Hybrid class, Class questionnaire

## 1. はじめに

新型コロナウイルスが確認され感染が広がりを見せ、パンデミックと見なされると世界保健機構（WHO）が発表した2020年2月以降、我が国においても最初の緊急事態宣言が発出され、大学をはじめとするすべての教育機関が休校となった。このため2020年の新学期スタートが大幅に遅れたのは新しい記憶である。本学においては大学方針に従い2020年5月初旬より教室での講義・実験実習などすべての授業をオンラインによるリモートで授業が開始された。また、6月初旬より実験実習などの実技授業は対面授業が許されることになり今日に至っている。

この状況下において、ものづくりセンター（以下、モノラボと称す）で行った機械実習について感染防止対策と実技授業を両立させ実施してきた経過を示す。

### 1.1 機械実習

モノラボでは、工学部機械工学科（以下、M科と称す）、生命工学科（以下、U科と称す）並びにロボティクス&デザイン工学部ロボット工学科（以下、R科と称す）、システムデザイン工学科（以下、S科と称す）、空間デザイン学科（以下、W科と称す）からの依頼を受け機械実習を実施している。

その項目は(1)旋削加工(2)フライス加工(3)NC加工(4)塑性：M科教員担当項目(5)3D造形(6)鋳造(7)板金加工(8)溶接(9)電子工作(10)マイコンプログラミング(11)手作業であり、その中から学科の選択によりM科9項目（学生は通期で全項目を受講）、U科4項目【半期（2021年度から4項目を前期2項目・後期2項目に分け、U科実施の実験項目の一部として実施）】、R科・S科・W科は6項目（半期）を実施している。班数はM科16班（イ組8班・ロ組8班）、U科前期（2/10班）後期（2/9班）、R科、S科、W科はそれぞれ12班で編成し通期または半期の期間で巡回形式によりすべての項目を受講する。その一覧を表-1に示す。

表-1 実施学科と実習項目

Table 1 An Enforcement Subject and Training Item

Department Semester	M *1	U	S	
The first half year	Turning processing	Handwork		
	Milling processing		Turning processing	
	Numerical control machining		Milling processing	
	Plasticity & 3D modeling *2		Sheet metal processing	
			Electronic construction	
			Microcomputer programming	
Department Semester	M *1	U	W	R
The latter period	Casting	Turning processing	Handwork	
	Sheet metal processing	Electronic construction	Turning processing	
	Welding		Milling processing	
	Electronic construction		Sheet metal processing	
			Electronic construction	
			3D modeling	Microcomputer programming

\*1 The training item makes its rounds by the context period year-round and attends a lecture.

\*2 2 items (plasticity and 3D modeling) are offered in 1 cycle

### 1.2 実習内容の概要

#### (1) 旋削加工

汎用型普通旋盤を用い円筒形状の外周加工、段付け加工、端面加工、溝入れ加工、テーパ加工などを行

う。加工製品の寸法計測を行い加工図面に従った寸法に加工できていることを確認する。

(2) フライス加工

汎用型立フライス盤を用い直角平行六面体の加工および凹凸加工による嵌め合い加工を行う。加工製品の直角度測定、平行度測定、寸法度測定を行い加工図面に従った加工ができていることを確認する。



図-1 旋削加工

Fig.1 Turn Processing

(3) NC 加工

マシニングセンタを用い複数工具を用いた NC プログラミングを行う。加工製品の表面粗さ測定、寸法度測定を行い加工図面に従った加工ができていることを確認する。

```

加工プログラム
%
O1111
G90 G92 X0 Y0 Z100. G01 Z-0.2 F100
S10000 M03
G00 X10. Y-5.
Z10.
G01 Z-0.2 F100
(Cutting of Char M)
G01 Y-5. F200
X70. Y-20.
X85. Y-5.
Y-45.
(Cutting of Char D)
G01 Y-45. F200
X20.
G03 X35. Y-30. R15. G00 Z100.
G01 Y-20. X0 Y0
G03 X20. Y-5. R15. M05
G01 X10. M30
%
```

図-2 プログラム (例)

Fig.2 Program (Example)

(4) 塑性

工業用純アルミ材を用い 1000 kN 油圧プレスに

より圧縮量ごとの試験荷重を測定する。そこから得られた測定値を基に変形抵抗について考察する。また、材料と工具間の摩擦が変形に対する影響について確認する。

(5) 3D 造形

3D プリンタを用い指定課題のプロトタイピング作業を行う。2D CAD または 3D CAD を用い図形から STL データを作成する。

(6) 鋳造

砂型造形法により中空製品を製作するため、主型造形、中子造形を行い、アルミ合金の融解鋳込み作業を行う。また、ダイカスト機を用い金型鋳造を行い、砂型鋳造と金型鋳造について比較する。



図-3 鋳込み作業

Fig.3 Casting Work

(7) 板金加工

油圧プレスブレーキを用い箱もの製品を製作するため、展開寸法計算を行いブランク製作後、曲げ加工を行う。加工製品の寸法測定を行い加工図面に従った寸法にできていることを確認する。

(8) 溶接

CO2/MAG 溶接機を用い JIS 溶接技能評価試験の基本級課題を行う。溶接結果について外観、目視、浸透探傷試験を実施し、溶接欠陥などを確認する。また、溶接強度を確認するため曲げ試験を実施する。

(9) 電子工作

ケーブルに圧着端子を取付ける。ケーブルにラフ板をはんだ付けする。プリント基板に LED などの部品をはんだ付けし、回路を製作する。LED が正常に

点灯することを確認する。

(10) マイコンプログラミング

組み込みマイコンを用い C 言語によるプログラミングを行う。デバックを繰り返し所定の動作を行うことをロボットで確認する。

(11) 手作業

手工具である弓のこ, ヤスリなどの正しい使い方を理解する。またボール盤で穴あけ作業後ネジ立てを行い, けがき工具, ネジ立て工具の使い方を理解する。

## 2. コロナ感染防止対策と実技授業

### 2.1 完全リモートでの実技授業

2020 年 5 月初旬から 6 月初旬に掛けては完全リモートで授業を実施した。実技授業をリモートで実施する戸惑いとそのための準備として実施方法の検討を行った。考え方は二通りありライブで実施するか, またはオンデマンド教材を作成し視聴させるかである。いずれにせよ受講する学生の通信環境が一律ではないため負担は大きなものとなることは明白であったが, 教材を細分化することで 1 回のデータ容量を小さくすることも可能であるためオンデマンド教材を作成することとした。

作成方法は授業担当者によって様々であり, 授業を動画(約 15 分 150MB 程度)に納める形式のもの。

(図-4)



図-4 授業を動画に納めた形式

Fig.4 The Form which put the Class in an Animation

プレゼンテーションソフトに資料と動画を納め、説

明音声を録音(約 45 分 250MB 程度)したもの(図-5)などが制作され Google Drive にアップデートされた。

初回授業が終了後, 学生レポートの所感を見ると, 「実感が全くない」「動画サイトを見ているのと変わらない」という意見が多数あった。この反応は予想通りで実技授業とは凡そ言えないものと言える。

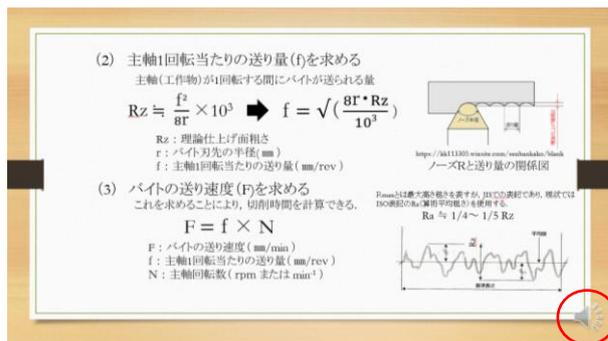


図-5 プレゼンテーションソフトに資料等と音声録音した形式

Fig.5 The Form from which Material and Sound were Recorded onto Presentation Software

### 2.2 リモートと併用しての実技授業

2020 年 6 月 2 週目から実験実習などの実技授業での対面実施が許可された。ここでの問題は完全リモート型に比べ新型コロナウイルスへの感染リスクが高まるため, その対策も考慮し実施する必要がある。また画像からでは分からない「手触り」「音・振動」「におい」「温度」「工作の難しさ・楽しさ」などを知る機会も十分に配慮することである。

これらを両立するため関係学科と検討した結果, 実習室の容積, 平常時の最大収容人数, 実習機器の数量等から表-2 に示すように各班を更に A・B 班に分割, 一度で実施する人数を半分に減らしソーシャルディスタンスを確保する。更に授業終了後に作業机, 作業椅子, 更衣ロッカーなどのアルコール消毒を徹底することで感染リスクを最小にし, 安心して受講する環境を整えるとともに少人数による効率を図った。9 班を例に取ると, 第 1 週目は 9A 班が

対面授業にて実技を 9B 班は自宅にてオンデマド教材により予習を行い、その内容をレポートにまとめ提出する。第 2 週目は 9A 班と 9B 班を入れ替え、9B 班が実技を 9A 班がオンデマド教材による復習とレポート作成を行う。第 3 週目にはそれぞれ 1 コマ分を実技授業に当て、残り 1 コマ分の時間を利用してレポートをまとめ提出することを義務づけ単位日数分の授業時間を確保した。

表-2 機械工作実習日程表（抜粋）

Table 2 Machine Work Training Schedule (Excerpt)

The item name	Day schedule	1cycle					
		1st week		2nd week		3rd week	
		The face to face	On-demand	The face to face	On-demand	The face to face	On-demand
Turning processing	1 Period	Group 9A	Group 9B	9B	9A	9A	9B
	2 Period					9B	9A
	3 Period	Group 1A	Group 1B	1A	1B	1A	1B
	4 Period					1B	1A
Milling processing	1 Period	Group 10A	Group 10B	10B	10A	10A	10B
	2 Period					10B	10A
	3 Period	Group 2A	Group 2B	2B	2A	2A	2B
	4 Period					2B	2A
NC machining	1 Period	Group 11A	Group 11B	11B	11A	11A	11A
	2 Period					11B	11B
	3 Period	Group 3A	Group 3B	3B	3A	3A	3B
	4 Period					3B	3A

オンデマド教材は、完全にモート時に作成したものを更にブラッシュアップし、カメラを複数台利用し動画にはワイプ画像を組み込み、学生視線を誘導するようにした。通常授業では学生がどこに注視しているかの判断が付きづらく、また教員側も機械操作をしながらであるため、機械から視線をそらすことが危険であるため言葉だけの誘導となる。しかし動画にワイプ画像を取り入れることにより、特に注視してもらいたい部分をクローズアップすることができる。これはオンデマド教材ならではの

効果であると考えられる。また、説明の聞き漏らしを最小限に抑えるため、画像にはテロップを差し込み、言葉と文字で説明効果を高めるようにした。



図-5 テロップ差込み動画（MP4 形式）

Fig.5 Subtitles Insertion Video (MP4 format)



図-6 ワイプ画像およびテロップ差込み動画（プレゼンソフトに組み込み）

Fig.6 Wipe Image and Subtitles Insertion Video (Built into Presentation Software)

### 2.3 授業アンケート

モノラボで実施している実習授業では、大学が行う授業アンケートとは別に実習内容に特化した授業アンケートを実施している。このアンケート項目の一つに「オンライン授業で利用したオンデマド教材（動画・PowerPoint 等）や班を分けて行う授業について意見や感想を記入してください」という項目があり、学生の声を直接聞くことができる。この

項目について、2020年後期授業アンケートで55名が、2021年前期授業で69名が感想や意見を述べてくれている。その抜粋を表-3に示す。

この内容を見ると大半の学生が肯定的な感想を寄せており、実施方法やオンデマンド教材が一定の成果を上げていることが確認できた。

表-3 授業アンケート (抜粋)  
Table.3 Class Questionnaire (Excerpt)

Question	Please write your opinions and impressions about the on-demand teaching materials (videos, PowerPoint, etc.) used in the online lessons and the lessons that are divided into groups.
Answer	1 It was very good to implement corona countermeasures by using on-demand. If only on-demand, knowledge etc. would not be firmly established, but practical training was possible and the degree of understanding was improved. Also, in terms of reducing the number of people. I felt that the risk of infection was reduced and it was good.
	2. The on-demand teaching materials were very good because I could watch them repeatedly according to my own understanding. Dividing the groups led to the prevention of infection. Also, it was good that it was easy to ask questions during the training.
	3. I was able to take classes with peace of mind without worrying about getting crowded.
	4. With online video materials, I could rewind and review important parts many times, so it would be great if there were more classes like this next year and beyond.
	5. It was very helpful. I'm glad I could use it for the part I didn't remember clearly and for the preparation for the next week. However, I was reluctant to download large-capacity video materials.
	6. I used it as a reference for understanding the work contents to be tackled as future tasks of each training and as a review when creating the daily report. Although the work time during face-to-face meetings was sometimes shortened by grouping, there was no

objection to adopting this system, and I was able to work on the lessons with peace of mind.

7. The video was organized in an easy-to-understand and easy-to-read manner, which was very helpful. The lessons that were divided into groups were easy to understand because they were so close to the teacher, and I was glad that I could easily ask questions if there was something I didn't understand.

8. I thought the advantage of online is that I can look back on it, and I think I was able to use it effectively, but I also realized that there is nothing better than experience.

9. The format of learning with videos was very good because I was able to review it for understanding the lessons and when creating daily reports. Also, in the grouping work, I was able to take lessons with less stress, such as relaxing the tension due to the presence of friends and instantly considering the results.

### 3. むすび

新型コロナウイルス感染防止による各種制限が実施されて18か月が経とうとしている。その間、世の中は様変わりし大学生活もその影響を大きく受けた。その中で教室での講義はもとより対面実施が基本である実験実習の実施方法や教材作成に苦慮した。特にオンデマンド教材の作成は初めての経験であり、基本的事項をできるだけわかりやすく且つデータ容量を小さくまとめることに注意を払い作成した。その結果、学生アンケートからもわかるように凡そ受け入れられたものになっただけでなく、動画として残るので機械加工から離れた場合でも、見直すことで作業方法を再確認することが可能となった。このことは思わぬ副産物であり、いずれ戻れるであろう通常授業でも十分に活用できる教材を得ることができた。

しかしながら制約がある中での授業であることには変わりはなく、新型コロナウイルス感染症が一日も早く終息し通常に戻ることを期待したい。