

電気エネルギー制御科におけるオンライン訓練の取組

Online Training on Department of Electrical and Energy Control

五十嵐 智彦*¹ 栗秋 亮太*¹ 若林 革*¹ 佐藤 玲子*²

IGARASHI Tomohiko KURIAKI Ryota WAKABAYASHI Arata SATO Reiko

要約 令和 2 年春の新型コロナウイルス感染症の流行を契機として、社会生活は大きく変容し、ICT を活用した在宅勤務や遠隔会議が広く浸透することとなった。これらの社会情勢をふまえ、本校をはじめとする全国の能開大やポリテクセンターにおいても Web 会議システムを活用したオンライン訓練が令和 3 年春から実施される運びとなった。本稿では、オンライン訓練の開始から 4 か月が経過した現時点での電気エネルギー制御科におけるオンライン訓練システムの構築と取り組み状況についてまとめたので報告する。

1 はじめに

令和 2 年春の新型コロナウイルス感染症の流行を契機として、全国の大学・高専においてオンライン授業が広く実施されている^{1), 2), 3), 4)}。オンライン授業によって、従来であれば休講の措置を取らざるを得なかった場合においても、学生の受講機会を奪うことなく授業が実施できるようになった。

そればかりでなく、新型コロナウイルス感染症の流行以降の社会生活の変革により、ICT が急激に浸透し、主たる就業場所は会社から自宅へ、会議は訪問・対面から Web 会議システムを使用した遠隔会議へと大きくかつ極めて急速に変化することとなった。

一方、全国の職業能力開発大学校（以下、能開大という）でも、令和 3 年度より一部の学科科目においてオンライン訓練が実施されることとなった。これは、新型コロナウイルス感染症対策のほか、ICT 活用技能の習得もその目的の一つとされている。

しかしながら、能開大においては、大学・高専以上に実践的な技能・技術の習得を目的としていることから、実習科目をオンラインで実施することは困難であると考えられる。

また、学科科目においても、実機によるデモンストレーションや実践を伴うことが多いことから、オンライン訓練においても教員による多様な提示方法を整備することが必要である。

筆者らは、令和 2 年から大手電気設備工事業の企業と共同で、遠隔方式による研修の実施について検討を行い、実際にリアルタイム型の遠隔配信により 100 名規模の研修の実施について支援を行った⁵⁾。また、学卒者訓練においても令和 3 年度から担当している。その訓練効果については現在検証中であるが、配信システムの構築や運営上のノウハウについて多少の知見を得ることができた。そこで本稿では、配信システムの構築や運用についてまとめたので報告する。

2 配信システムの構築

筆者らは、急変する情勢に対応するために、早急に遠隔訓練の配信システムを構築する必要がある。従って、研修室（教室）などの一般教室を用いて、最小限の設備で実施することとした。

2.1 配信システム（映像）

今回使用した配信システムの概略図を図 1 に示す。本配信システムでは、Web 会議システムである Microsoft Teams（以下、「Teams」という）を使用している。学生には 1 人 1 台のノートパソコンが支給され、各個人の自宅にて講座を受講している。講師も配信用 PC を用いて授業を配信し、(1)ホワイトボード、(2)資料提示用 PC、(3)書画カメラ、(4)タブレット端末等を用い、これらをスイッチャ（ATAMMiniPro：図 2）によって切り替えることで教材を提示した。実際の配信室の様子を図 3 に示す。各々の提示方法については、次のとおりである。

*1 電気エネルギー制御科

Department of Electrical and Energy Control

*2 メカトロニクス技術科

Department of Mechatronics Technology

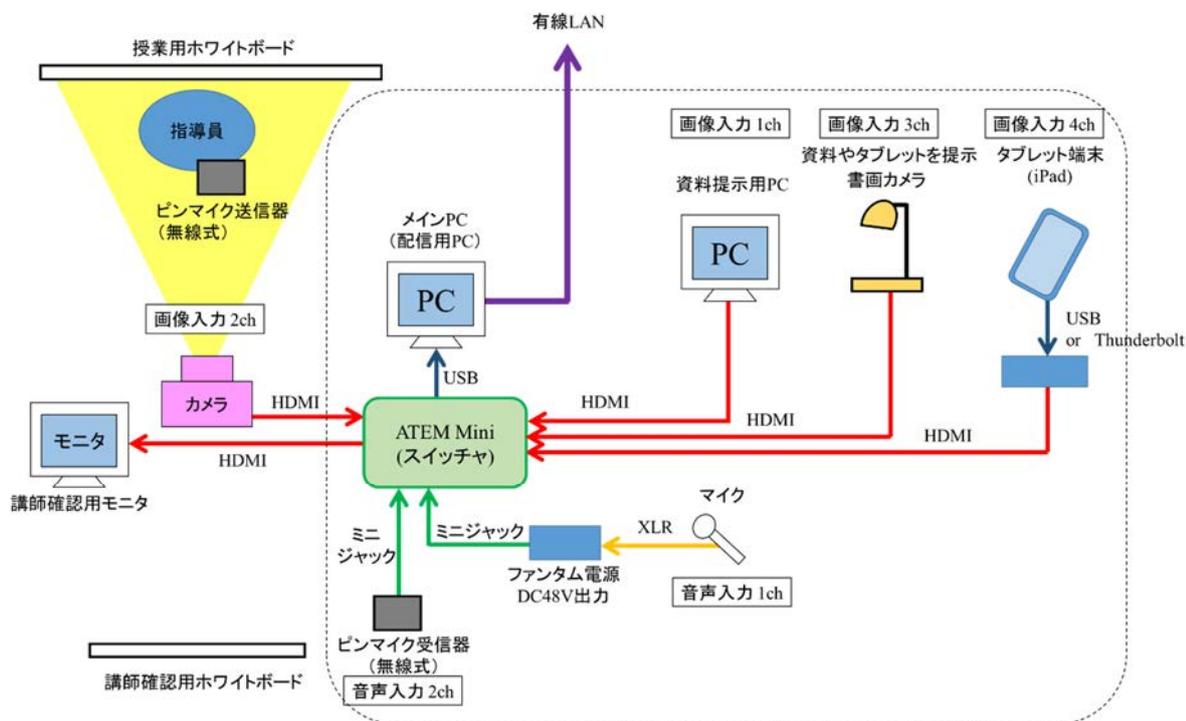


図1 配信システムの概略図



図2 スイッチャ



図3 配信室の様子

(1) ホワイトボード

この方法は、ホワイトボードに板書する様子をそのままビデオカメラによって撮影し、配信するものである。ホワイトボードをカメラで撮影する様子を図4に、ホワイトボードを用いた場合の配信画面（受講者が見る Teams の画面）の様子を図5に示す。本方法においては、一般教室の天井照明以外の照明がなくとも配信を行うことは可能であるが、一部の学生からやや暗いという意見も聞かれたため、ホワイトボードの左右に照明を設けている。

ホワイトボードによる配信は従来の集合型の訓練をそのまま実施できるため、最も簡単に実践できる方法である。ホワイトボードの撮影は、ホームビデオカメラを用いた。動画撮影機能付きのデジタルカメラでも撮影は可能であるが、長時間撮影に対応できない機種もあり、発熱等により停止する場合があるので注意が必要である。また、カメラのオートフォーカス機能が有効であると、講師が動くたびにフォーカス機能が作動し、映像が見えにくくなる場合もあった。

この方法の最大の問題点は、受講者側の回線速度によってはタイムラグや画質の劣化が生じ、ホワイトボードの文字が読み取れなくなる場合があるという点である。筆者らの事例では、回線状況によってはホワイトボードの文字が読めなくなるほど画質が悪かったと

アンケートで回答する者もいた。

(2)資料提示用 PC

これは、資料提示用 PC に Word や PDF、動画等の資料を表示し、その資料提示用 PC の画面をそのまま配信する方法である。この方法も、ホワイトボードに板書する方法と同様に集合型の訓練における訓練の方法と同様に実施できることから、実践は容易である。その一方、写真や動画などデータ量が大きい場合には、タイムラグや画質の劣化がみられた。



図7 書画カメラ



図4 ホワイトボードをカメラで撮影する様子



図8 iPadを使用した授業の様子

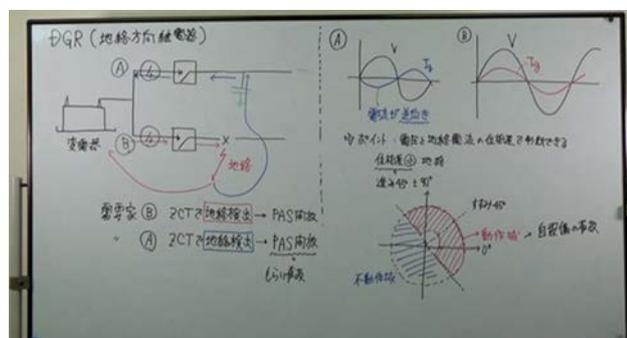


図5 ホワイトボードを撮影したときの Teams 画面

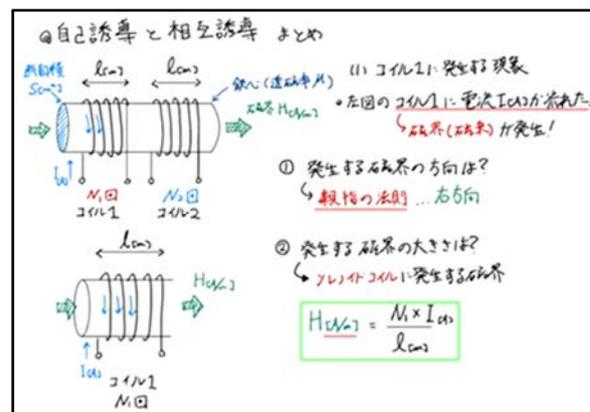


図9 iPadを使用したときの Teams キャプチャ画面



図6 配信用 PC と資料提示用 PC

(3)書画カメラ

机上における資料の提示の他、実演や教材による提示を行う場合は、書画カメラを用いる(図7)。書画カメラは比較的狭い範囲しか撮影できない場合が多いので、広範囲の撮影が必要である場合は、ラボジャッキを用いて高さを変えてやることで提示が可能となる。

(4) タブレット端末

iPad 等のタブレット端末に資料を表示し、タブレット端末の画面を配信する方法である。筆者らは、iPadPro あるいは、iPadAir を使い、アプリケーションソフトとして GoodNotes を使用している。提示には、講師が作成した PDF データ等を映し、ApplePencil で書き込みをしながら授業を進めている。図 8 に、iPadPro を使用して授業をした様子を、また、図 9 に Teams 画面をキャプチャしたものを示す。筆者らが iPad で試行した結果、受講生から否定的な意見がほとんど聞かれなかったことから、iPad での講座は回線速度の影響を受けにくいと考えられる。一方で、電子ペーパーなど端末の種類によっては、画質が大幅に劣化したり、音声と画像の大きなタイムラグが発生したりするなどして、授業が成立しなくなる場合もあった。iPad を HDMI 出力するための信号変換器と iPad 本体との相性及びスイッチャーとの相性の問題もあり、iPad が使用できなくなるトラブルもあった。そのため、変換器の選定は慎重に行う必要がある。

以上のような各種の提示手法によって、画面上で教材を共有し授業を進めている。各提示手段の映像の様子は講師確認用モニターで確認することができる (図 10)。

2.2 配信システム (音声)

学生がストレスなくオンライン訓練を受講するにあたって、音声品質を向上させることは非常に重要なことである。筆者らの試行の結果、固定マイクとホワイトボードを使用する授業の場合、マイクに向かって発声したときとマイクと反対側を向いて発声したときでは、音量が異なることによって不快感を覚えたり、反響の具合が異なることによって聞き取りにくく感じたりする事例が散見された。したがって、筆者らが構築したシステムでは、ワイヤレスマイク (RODE 製ワイヤレスマイクシステム WirelessGO) と固定マイク (マランツ製コンデンサマイク MPM-1000J) を併用している。コンデンサマイクを使用する場合は、別途ファンタム電源が必要になる。また、マイクの仕様によっては、システム立ち上げ時に音量が過大に設定され、音割れ等の音質の劣化を招く場合があるので、スイッチャ等で音量調整を必ず実施する必要がある。

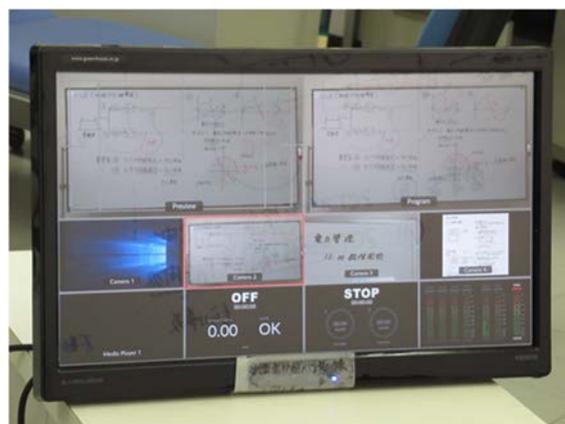


図 10 講師確認用モニター



図 11 ワイヤレスマイク



図 12 コンデンサマイク



図 13 コンデンサマイク用ファンタム電源

2.3 配信環境

講座の撮影と配信は、一般教室を使用した。照明は、あらかじめ天井に設置されている照明のみを用い、その照度はおおむね 500lx 程度であった。照明において最も注意しなければならないのが、ホワイトボードにおける照明の反射である。反射が発生しないようにホワイトボードやカメラの配置については、十分に配慮する必要がある。一般に、図 14 のように、ホワイトボードから遠方の照明は反射の原因になる一方、図 15 に示すように、ホワイトボード直上の照明は反射することはない。したがって、反射に対する対策は、次のように行った。照明・ホワイトボード・カメラの位置関係を示したものを図 16 に示す。ここで、カメラからホワイトボードまでの水平距離を a [m]、カメラからホワイトボード上辺までの垂直距離を b [m]、カメラから床面までの垂直距離を c [m] とする。また、ホワイトボードの上端部で反射が発生したときの反射角を θ [deg] とし、このときの光線を赤点線で示す。ここで、ホワイトボードの上辺より下方で反射が発生したときを考えると、その反射角は θ よりも小さくなるため、図中緑点線のような光線となる。ここで簡単に考えるために、床面から天井面までの高さを 3m、カメラの脚立高さを 1m 程度と考え、 $b=c=1$ m であるとすると、反射が起きる天井面における境界部は、カメラを設置した場所とおおむね一致する。従って、カメラ設置位置よりも背後の

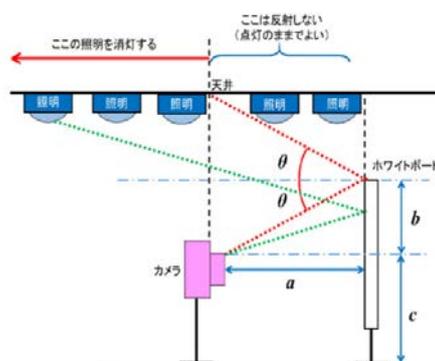


図 16 天井照明が反射しないような点灯パターン

照明を消灯するか、カメラ高さを上げることによって反射を抑制することができる。

学生とのやりとりは、原則としてチャットを介して行い受講者側のカメラ及びマイクは OFF として講座を行った。これは、双方向の通信とすることによって通信量が膨大となり、音声や画像のタイムラグや画質の劣化がみられたためである。学生からの質問についても、チャットを通して受け付けた。講座中は、講師からは度々質問を促したものの、結果的には学生も遠隔訓練に慣れてないためか実際に質問するものは多くなかった。その一方で講座後にアンケートを実施したところ 14.7%の受講生が、もっと質問の機会が多ければよかったと回答していた。これは、全員が閲覧可能な状態で講師に対し質問をすることが、心理的なハードルが高かったためであると考えられる。一方、チャットについては次のような事例もある。文献 6)はベネッセコーポレーションによるものである。同社の遠隔講座では、公開チャット(みんなでチャット)と、非公開チャット(こっそりチャット)を併用し、公開チャットは受講者全員が閲覧でき、非公開チャットは本人と講師のみが閲覧できるものとして運用をしている。また、受講生の特性により学習効果が異なることも同文献では指摘している。従って、チャットの運用に関しては、全員が閲覧できるもののほか、講師との 1 対 1 のみ閲覧できるものも用意する必要があると考えられる。

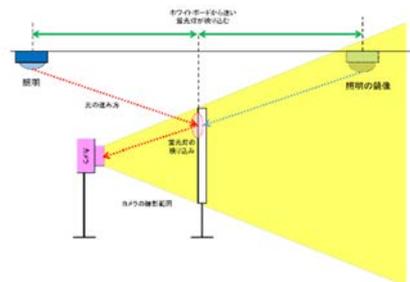


図 14 天井照明が反射する場合

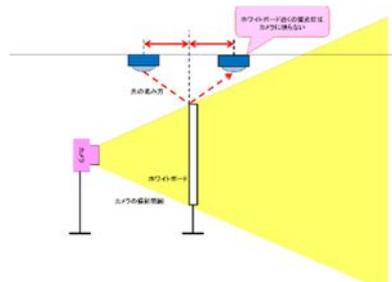


図 15 天井照明が反射しない場合

3 自宅学習システムの構築

電気エネルギー制御科では、課外活動の一環として電気工事士(第二種・第一種)や第三種電気主任技術者、2級施工管理技士(電気)の資格取得の取り組みに力を入れている。従来は放課後等の時間を使い補習や練習を行っていたが、教員側の都合が合わないこともたびたびあり、学生が望んでも補習ができない場合もあつ

た。そこで、学生が自宅でも自習できるように動画コンテンツを作成し、Teams の stream 上にアップロードすることで、オンライン訓練用 PC さえあれば、どこでも動画が視聴できるようにコンテンツを整えた。

図 17 及び図 18 に、stream 上にアップロードした動画コンテンツが表示された Teams の様子を示すとともに、図 19 に、Teams で動画コンテンツを視聴している様子を示す。本コンテンツは、試験前を中心に学生から広く視聴され、好評を得ることができた。また、副次的な効果として、電子情報技術科や住居環境科、メカトロニクス技術科など、他科の学生が受験した際にも動画を活用することができ、学生のモチベーション向上に大きく貢献することができた。

また、電気工事士試験は、数年後から CBT (ComputerBasedTesting) 方式に移行することが検討されており、現行のマークシート方式から大きく実施方法が変わることになる。図 20 に CBT 試験のイメージを示す。そこで、筆者らは、MicrosoftForms (以下、Forms という) を用いて、電気工事士試験の問題集を作成している。図 21 に Forms の画面を示す。



図 20 電気工事士試験の CBT 方式イメージ①

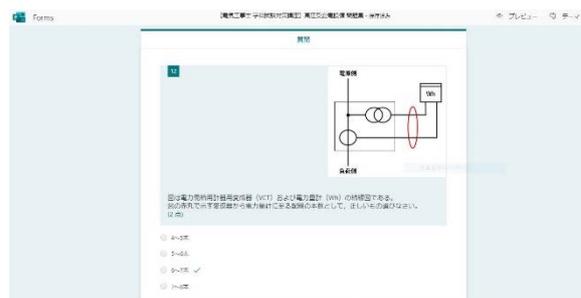


図 21 電気工事士試験の問題集



図 17 電気工事士チームの複線図チャンネルの様子



図 18 第一種電気工事士試験の複線図解説動画一覧

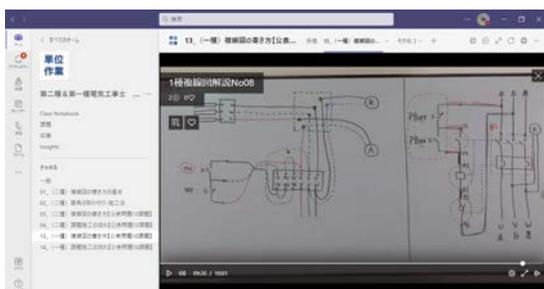


図 19 複線図解説動画の視聴時の様子

4 まとめ

本稿では、筆者らが実践した遠隔研修について、配信システムと環境についての実践結果をまとめた。実践の結果、一般教室においても遠隔による訓練の配信が可能であることが確認できた。しかし、遠隔訓練をより良いものとするためにはその訓練手法の検討と訓練効果の評価が必須である。今後は訓練手法と訓練効果の検証を行っていく。

参考文献

- 1) 日本教育メディア学会、「オンライン授業に関するリンク集」、<https://jaems.jp/link/onlinelearning>、令和3年8月28日閲覧
- 2) 島田敏士、「オンライン授業の技術動向、今後の課題」、電学誌 Vol.141No.5、2021
- 3) 文部科学省、「コロナ対応の現状、課題、今後の方向性について」、今後の国立大学法人等施設の設備充実に関する調査研究協力者会議(第5回)、資料2-1
- 4) 加納久子、「遠隔講義における文系大学生を対象とした ExcelVBA プログラミング教育実践報告～スキナー式プログラム学習の情報教育へのアプローチ～」、日本 STEM 教育学会 2021 年 3 月拡大研究会、2021
- 5) 五十嵐智彦、栗秋亮太「一般教室を使用した遠隔訓練の配信システムに関する検討」、技能と技術 2021 年 1 号、pp34-37
- 6) 竹下浩、岡田行弘「同型型 e-learning における学習者特性とインタラクションの分析」、日本教育工学会論文誌 32(2)、pp149-156、2008
- 7) 一般財団法人電気技術者試験センター、「CBT とは?」、<https://www.shiken.or.jp/pilot/pdf/cbt.pdf>、令和3年8月27日閲覧