

第 1 章 緒言

第1章 緒言

第1節 背景と目的

第11次職業能力開発基本計画(令和3年度～7年度)¹⁾において、ものづくり分野の高度な熟練技能者の技能を継承していくために新たな機器や機材への対応を含めたデジタル技術の活用による技能継承の取り組み推進、訓練内容の高度化や訓練実施の効率化を図るためのものづくり分野の職業訓練における新たなIT技術(AR・VR技術を活用した訓練)の導入に向けた訓練手法の開発・検証が、職業能力開発総合大学校(以下「職業大」という。)に求められた。

一方、現在の公共職業能力開発施設や認定訓練校における職業訓練は、教科書を使用した座学と職業訓練指導員の実演による指導を受講した後、実際に作業を経験する形式によって実施されている。使用する教科書については、限られた写真や図と文章で構成されており、初学者には直感的な理解が困難な部分があること、また、写真や文章、図で技能のカン・コツを伝えることには限界が考えられる。特に職業訓練指導員の実演による指導は、繰り返して見学する必要があるため、様々な視点での確認も難しいため、適切な作業等を実演見学後に即時に理解することが困難である。さらに、作業時の職業訓練指導員の視線、道具を動かすスピードや距離、力加減などを定量的に把握することは、見学と説明という実演の指導だけでは不可能といえる。直感的、即時的な理解や定量的に把握することが困難なことが、受講生の立場においては技能が効率的に習得できないことに繋がり、技能習得を途中で諦めてしまう者が存在する一因となっていると考えられる。また、指導者の立場では、現状の訓練手法では個別指導が多いこと、訓練内容の高度化や訓練実施の効率化が進まないこと等により、指導者の負担が大きいという課題が存在する。

そこでこれらの課題を解決するために、2019年版ものづくり白書²⁾において、技能継承に有効であるとされている「継承すべき技能の見える化(テキスト化・マニュアル化・IT化)」に取り組み、これまで職業大における研究活動で蓄積してきた技能科学に関する研究の知見に基づき、技能のカン・コツが見える化したデジタル教材と訓練手法を開発し、技能継承の取り組みの推進に資することを目的とした。

1-1 建築分野について

本調査開発では、技能者不足が深刻である建設業を対象の一つとし、特に公共職業能力開発施設及び認定訓練校において、設置科数が最も多い建築大工技能に焦点を当てることとした。

また、技能者の不足とともに、指導者の不足も深刻であるため、指導する側に対しても技能継承への新たな取組みが求められている。そこで、技能者不足に対応することと、指導者の不足・指導力向上・訓練の質の平準化に対応するために、「受講生には学びやすく、指導者には教えやすい」デジタル教材と訓練手法の開発を行うこととした。

具体的には、公共職業能力開発施設や認定訓練校で多用されている厚生労働大臣認定の木造建築実技教科書³⁾を題材とし、各作業について熟練者の動作、視線、力覚など各種測定器を活用して測定した結果を用いて、技能のカン・コツが見える化、すなわち可視化する。技能のカン・コツの見える化を図った動画教材、作業手順や安全のポイントを示した動画教材の作成に際しては、これらの動画教材を、スマートフォンなどのデバイスで二次元コードを読み取ることで閲覧可能な教材として開発した。また、開発した教材の訓練効果については、調査対象者に対して確認テストを実施し把握することとした。

開発したデジタル教材を用いた訓練手法は、デジタル教材を事前に視聴した上で実習を受講する反転授業を訓練手法として提案し、デジタル教材の視聴の有無が建築大工作業の理解度に及ぼす影響を把握した。

また、開発した動画教材の訓練効果を統計学的手法により精緻に分析するとともに、指導者が日常の訓練において、訓練効果を分析できるよう、本調査開発で活用した統計学的手法について、データサイエンスに不可欠な統計手法を活用したツールとその使用法を示した教材を整備することとした。

さらに、写真・文章に加えて動画教材でも直感的な理解が困難な技能要素である規矩術については、AR教材化を試みた。AR教材開発にあたっての開発環境などの要件も付している。

これまでに動画教材についての先行例として、理学療法士・作業療法士養成において動画教材を制作して効果を把握した吉澤らの研究⁴⁾があり、映像を積極的に取り入れた授業は、従来の板書を中心とした授業形式に比べて、受講者の授業意識や内発的動機づけを高めることが明らかにされている。また、オンラインを活用した評価の先行事例として、化学系実習科目においてオンライン確認テストと技能態度評価リストを導入した武永ら⁵⁾は、オンライン確認テストは予習の動機づけと学習意欲向上に寄与し、テスト得点が低い学生はレポート点も有意に低いことを明らかにしており、オンライン確認テスト等の有用性を検証している。これら先行研究により、動画による事前学習と事前テストの有効性は非常に高いといえる。

今回の調査開発のように、建築大工技能に関する動画教材を制作して、その訓練効果を把握した例は見当たらないことから、職業訓練における画期的な取り組みであるといえる。

1-2 電気分野について

本調査開発のもう一つの対象分野である電気分野については、近年、太陽光発電設備、蓄電池システム、IoT関連機器などの新技術が急速に導入され、電気設備の高度化・多様化が進んでいる。その結果、電気工事担当者に求められる知識・技能は従来よりも広範かつ複雑になっている。一方で、電気工事分野では人材不足が深刻化しており、限られた時間と資源の中で効率的に技能を習得させる訓練手法の確立が急務となっている。従来のプロセスでは、複雑化する設備や新技術に対応するための学習負荷を十分に吸収できず、訓練実施機関・企業双方において育成コストの増大や即戦力化の遅れが課題として顕在化している。

訓練現場における実技実習では、指導者が熟練した技能を実演し、受講者がその動作を観察・模倣することで技能習得が進められている。しかし、電気分野においても、他の分野の技能と同様に、「力の入れ方」、「動作のタイミング」、「注視箇所」など、言語化が難しい暗黙知が多く含まれており、受講者が理解しづらい場面が少なくない。そのため、実習中には受講者からの質問に応じて指導者が個別に“カン・コツ”を繰り返し説明する必要がある、指導者側の負担が大きいだけでなく、受講者によって理解度にばらつきが生じるという課題がある。

こうした状況を踏まえ、建築分野と同じく、電気分野においても、作業の要点となるカン・コツを明示する作業動画教材の作成に取り組むとともに、さらに職業大が蓄積してきた技能科学の研究知見を活用し、技能のカン・コツを「見える化」するデジタル教材及び新たな訓練手法の開発を目指す。具体的には、モーションキャプチャー、視線計測装置、加速度センサなどの計測機器を用い、熟練者と未習熟者の動作・視線・身体負荷を多角的に計測し、定量的に分析する。これにより、従来は経験的に語られてきた技能の要点を、動作軌跡、速度変化、視点などの形で可視化し、客観的な教材として用いる。可視化された技能のカン・コツは、動画、アニメーション、グラフ、3Dモデルなどのデジタルコンテンツとして編集し、受講者が容易にアクセスできる教材として提供する。受講者はこれにより、訓練中だけでなく自宅や職場でも繰り返し視聴でき、理解が不十分な部分を自律的に習得することが可能となる。

開発したデジタル教材については、実際の訓練現場で活用し、その訓練効果を検証する。受講者の技能習得速度、理解度、動作の改善度、指導者の指導負担の軽減などを評価指標として、教材の有効性を多面的に評価する。また、デジタル教材を組み込んだ新たな訓練手法の構築も併せて行う。

これらの取り組みにより、受講者が自ら技能のポイントを理解し、主体的に学習を進められる環境が整うとともに、指導者の指導効率も向上する。最終的には、技能習得の質とスピードを高め、より効率的な職業訓練の実現に寄与することを目的とする。

第2節 本調査開発の成果を活用することで期待されること

本調査開発で得られる成果であるデジタル教材は、独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構(以下「機構」という。)や都道府県立の公共職業能力開発施設、また、職業訓練法人や民間企業等が運営する認定訓練校での活用が期待される。開発したデジタル教材は、これらの場所で実習前の事前提示、実習中の説明、実習後の振り返り・繰り返し学習への活用が見込まれ、これまでの対面による指導と同等程度かそれ以上の訓練効果が期待できると考える。

また、本教材を活用した場合に予想されるメリットについて、受講生の観点、職業訓練指導員の観点から整理すると以下ようになる。

受講生の観点からは、①効率よく技能を習得できる、②合理的な技能習得が可能となる、③繰り返し学習が可能となる、④事前学習教材として視聴することによって、安全に作業が行え、災害を未然に防ぐことができる等の効果が期待される。

職業訓練指導員の観点からは、①指導するポイントが明確になる、②個別指導が減少する、③効率よく技能を習得できる可能性がある、④事前学習教材として提示すると、危険予知活動が充実し、災害を未然に防ぐことができる、⑤技能のカン・コツに関するデータ分析が可能となるデータサイエンス技術(統計学の知識)を習得できる等の効果が期待される。

第3節 本調査開発の取り組みの特徴

本調査開発には、制作したデジタル教材を全国の職業能力開発施設や認定訓練校等で広く活用されることを目指し、職業大、他大学、機構の職業能力開発施設、都県立の職業能力開発施設の職業訓練指導員並びに民間企業所属の熟練技能者が参加し、技能分析スタジオを共同利用して、教材を協働開発した初めての事例である。