

---

---

# 技能のカン・コツを見える化したデジタル教材 及び訓練手法の開発

## 【 調査研究概要 】

分野：教材・訓練コース等の開発

担当室名：教材開発室

---

---

### 1. 背景と目的

本調査開発は、ものづくり分野、とりわけ建築分野及び電気分野において顕在化している熟練技能者の高齢化や若年技能者の不足等を背景とした技能継承上の課題に対応するため、熟練技能者が長年の経験により体得してきた技能、いわゆる「技能のカン・コツ」といった暗黙知を、デジタル技術を活用して体系的かつ客観的に可視化し、次世代へ効果的に伝承するためのデジタル教材及び訓練手法を開発・検証することを目的とするものである。

近年、ものづくり産業においては、技能者の世代交代が進む一方で、熟練技能の円滑な継承が十分に進んでいない現状が指摘されている。2019年版ものづくり白書においても、熟練者が培ってきた技能をいかに「見える化」し、次世代へ確実に継承していくかが、産業競争力の維持・強化の観点から重要な課題として位置づけられている。また、令和7年度までの第11次職業能力開発基本計画においては、デジタル技術の活用による職業訓練の高度化及び効率化、並びにAR・VR技術等を活用した新たな訓練手法の導入が求められており、職業能力開発分野におけるDXの推進が不可欠となっている。

一方、公共職業能力開発施設や認定職業訓練施設における従来の職業訓練は、教科書による座学と職業訓練指導員による実演指導を中心とした形態が主流であり、写真や文章、口頭説明のみでは、作業時の視線、身体の使い方、動作の速度や力加減といった技能の本質的要素を十分に伝達することが困難であるという課題を有している。その結果、受講者にとっては技能習得の理解が直感的かつ即時的に進みにくく、習得効率の低下や理解度のばらつきが生じる要因となっている。また、指導者にとっても、個別指導への依存度が高まり、指導負担の増大や訓練内容の高度化・平準化が進みにくいという課題が存在する。

これらの課題を踏まえ、本調査開発では、職業能力開発総合大学校において蓄積されてきた技能

科学に関する知見を基盤とし、技能分析システムを活用して、建築分野及び電気分野における代表的な作業を対象に、熟練技能者の動作や判断特性を科学的かつ定量的に分析する。さらに、その分析結果を基に、技能のカン・コツを可視化した動画教材、作業手順や安全上の留意点を整理したデジタル教材、並びに動画教材のみでは理解が困難な技能要素を対象としたAR教材を開発する。

加えて、これらのデジタル教材を実際の職業訓練の現場に導入し、事前学習と実習を組み合わせた反転学習型の訓練手法を提案するとともに、確認テストやアンケート等を通じて訓練効果を検証することにより、教材及び訓練手法の有効性を客観的に把握する。これにより、受講者にとっては理解しやすく効率的な技能習得を可能とし、指導者にとっては指導の高度化・効率化及び訓練の質の平準化を図ることを目指す。

最終的には、本調査開発を通じて確立したデジタル教材及び訓練手法を、広く活用可能な形で提示し、ものづくり分野における持続的な技能継承の推進と職業能力開発の高度化に資することを、本調査開発の目的とする。

### 2. 開発方法及び内容

デジタルコンテンツの開発及び検証にあたっては、定量的調査と定性的調査を組み合わせた実証的な方法を採用した。まず、建築分野及び電気分野において、既存教科書に記載された作業の中から、暗黙知が多く理解が難しいと考えられる作業を抽出し、動作分析を実施した。

動作分析は、モーションキャプチャー、視線計測装置、床反力計測装置等を用い、作業中の身体動作、視線の注視点、力のかけ方等を計測し、定量的に整理した。

また、対象となる技能分野において高い熟練度を有する技能者へのヒアリング及び作業観察を行い、作業手順、判断基準、注意点等も洗い出している。特に、意識せずに行わ

れている動作や判断については、インタビューを通じて言語化を促し、暗黙知の抽出を行った。これらの結果を基に、技能の要点を可視化した分析動画や作業を詳解した動画を制作した。

教材の訓練効果を検証するためには、複数の職業能力開発施設において動画教材視聴の有無や視聴パターンを分けた比較調査を行い、確認テスト、事前及び事後のアンケート、ルーブリックを用いた評価等による多面的な分析を行った。また、規矩術については、動画においても理解が困難な技能要素であるため、三次元モデルと AR 技術を組み合わせた教材を開発し、タブレット端末による操作性や視認性を評価した。

### 3. 結果

デジタルコンテンツの導入により、受講者の技能理解度及び訓練意欲の向上が確認された。動画教材を視聴した受講者は、視聴後の確認テストにおいて高い正答率を示し、多くの作業で理解度の向上がみられた。

また、動画視聴と実習を組み合わせた場合には、理解がさらに深化し、実習後の評価においてより高い得点を示す傾向が表れ、特に作業手順や安全、技能の要点に関する項目で有意な効果が認められた。

さらに、作業手順を示す動画教材が基本的な技能の習得に有効である一方、分析動画は作業の合理性や原理及び判断基準の理解を深める効果が高いことが明らかとなった。

AR 教材についても、操作性・視認性・教材内容のいずれにおいても概ね高い評価が得られ、規矩術の理解を補助する教材として有効であることが示された。

Web 化した確認テストや自動採点機能の導入では、受講者自身が理解不足の箇所を把握

し、繰り返し学習を行う自己調整学習が可能となっている。

指導者からは、教材活用により個別指導の負担が軽減され、訓練の効率化や安全意識の向上につながったとの評価が得られた。

これらの結果から、デジタル教材を活用した訓練は、従来の実演中心の訓練と比べて訓練効果を高めることが明らかとなった。

### 4. まとめと提言

本調査開発を通じて、技能のカン・コツを見える化したデジタル教材は、技能習得の効率化及び訓練の質の向上に大きく寄与することが確認された。動画教材や AR 教材を用いることで、受講者は作業の要点や安全上の注意点を事前に理解でき、実習時にはより高度な技能習得に集中できるようになる。指導者にとっては、説明すべきポイントが明確になり、個別指導の負担軽減や指導時間の効率化につながる効果が期待できる。

また、技能分析データや確認テスト結果を活用することで、訓練効果を客観的に把握し、教材内容や指導方法を改善するサイクルを構築できる点も、本取組の大きな成果である。これにより、経験や勘に依存しがちであった技能指導を、データに基づいて改善することが可能となる。

以上を踏まえ、今後は開発した教材や訓練手法を、建築・電気分野にとどまらず、他の職業訓練分野にも展開することが望まれる。また、教材内容の継続的な改善とともに、指導者が自ら動画教材を制作・活用できる体制づくりや、AR 教材の操作性向上など、運用面での整備も重要である。デジタル技術を積極的に取り入れた技能継承のモデルとして、本取組を今後の職業能力開発に積極的に反映させることを提言する。

#### 【本書の活用方法】

○本取組で開発したデジタル教材及び訓練手法は、さまざまな職業訓練の場面での活用が可能である。具体的には、実習前の事前学習教材として動画教材を提示し、作業手順や安全ポイント、技能の要点を理解した上で実習に臨む「反転学習型訓練」により、訓練の質的向上が図れる。また、実習中の補助教材としてタブレット端末等で動画やAR教材を参照することにより、受講者が自律的に疑問点を解消しながら作業を進めることが可能となる。実習後には、動画の再視聴やWeb化された確認テストを用いた振り返りにより、理解の定着を促進できる。指導者にとっては、確認テストやアンケートデータを分析することで、指導内容の改善や重点指導項目の把握が可能となる。さらに、付属の動画編集テキスト等を活用することで、各施設の実情に応じたオリジナル教材の作成も期待される。このように、本教材群は「予習・実習・復習」を一体的に支援するツールとして、技能習得の高度化・効率化に幅広く活用できるものである。