

## **巻末資料 13**

### **開発した ICT を活用した指導技法の整理**



## ICT指導技法のとりまとめ

### 指導技法の概要

令和4・5年度の試行訓練の検証結果を踏まえ、以下の5種類の指導技法に整理（詳細は、次項以降を参照）

- ① 動画コンテンツの活用  
(活用事例A、B、F、Gに対応)  
伝えやすく、分かりやすく提示する指導方法  
機器操作、作業手順、通常では見えない箇所等を撮影した動画コンテンツを配信  
タブレット端末(動画配信アプリ) 視点カメラ、360度カメラ
- ② センサで暗黙知の数値化  
(活用事例Dに対応)  
カン・コツなどを見える化する指導方法  
センサで作業の力加減、作業姿勢等を数値化し、受講者にフィードバック  
力覚センサ、センサ搭載機器(AR溶解機等)
- ③ CGを活用した作業支援  
(活用事例B、Eに対応)  
形状変化や完成形などのイメージを補完する指導方法  
XR(VR/MR)デバイス等とCGを組み合わせ、設計や施工(加工)の作業支援を行う  
VRゴーグル、MRグラス、タブレット端末
- ④ シミュレーションの活用  
(活用事例Hに対応)  
回路やプログラムを自発的に作成・分析させる指導方法  
機器の有無や保有害数に関わらず様々な回路やプログラムを提示する  
・受講者自身でシミュレーションを行う  
各種シミュレーションソフト
- ⑤ 安全教育のデジタル活用  
(活用事例Cに対応)  
危険を効果的にイメージさせる指導方法  
・安全体感VRでリアルな災害疑似体験を行う  
・受講者が積極的に参加するKYTを行う  
タブレット端末(資料共有/動画配信アプリ) 安全体感VRデバイス

上記のICT指導技法は、これまでの職業訓練における指導時の困り感や課題に対する解決手段のひとつであり、単にICT機器を導入することが目的とならないよう、訓練の本来の到達目標を見定めた上で、個々の課題に応じて日々の指導に適切に取り入れていくことが重要である。限られた訓練時間の中でICT機器を効果的に活用するためには、これまでの指導準備に加えて、機器の操作に習熟することや活用場面に応じたデジタル教材の作成など、十分な事前準備が必要となる。

また、ICT機器を活用するには、導入時のみならず一定のランニングコストを要するため、特定の訓練内容に活用範囲が偏ることがないよう、施設内において活用事例や作成したデジタル教材を共有する体制も必要となる。

### 指導技法の紹介動画

職業能力開発施設に対し、上記の指導技法の普及促進を目的として技法毎に紹介動画を制作(基盤整備センターHPで公開)

【視聴対象】職業訓練指導員(都道府県・機構/他)

【基本構成】

① 従来の指導方法における課題を提示

(指導員、受講者双方の立場から) ② ICTを活用する指導場面と具体的な活用方法を提示

【動画コンセプト】

- ICTを活用した指導方法に対する興味・関心を惹く
- ICTを活用する場面が具体的にイメージできる
- ICTを活用した指導方法の概観が分かる
- ICTの導入効果を理解できる



③ ICTを活用する導入効果を端的に提示

指導員の手法や姿勢をしっかり見せたいこと、受講者の動作の手順を分かりやすく伝えたいこと、利用した機器を上手に活用したいことなど。

「伝えやすい、分かりやすい提示」を実現

ICT指導技法 ① 動画コンテンツの活用

指導の段階	従来の指導方法における課題	ICTを活用した指導方法と導入効果
導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 受講者が訓練目標や重要な情報を聞き逃す場合がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● タブレット端末上に資料を提示し、操作する機器概要等を説明する</li> <li>● ポイント、コメント等をタブレット端末上に書き込み、受講者と共有する</li> </ul> <p>導入効果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 視覚的に目標を明確にすることで、受講者の習得意欲や訓練に対する期待感が向上する</li> <li>◎ タブレット端末上に講師が書き込んだコメント等を共有できるため、聞き進みが減少する</li> </ul>
提示	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 指導員が見せたい作業のポイントや姿勢などを、受講者が本当に見ているか分からない</li> <li>● 指導員の手元の動きや姿勢など、受講者が見づらい部分をうまく提示できない</li> <li>● 複雑な作業や工程が多い作業などは、受講者が作業手順を理解しづらい</li> <li>● 大勢の受講者に提示する場合や個別対応を行う場合は、何度も繰り返し同じ作業を行う必要がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機器操作や作業手順などを提示する場合、動画コンテンツを使用するほか、必要に応じて視点カメラやタブレットカメラの映像をリアルタイム配信する</li> </ul> <p>活用例</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 一連の作業流れを定点カメラや360度カメラで撮影した動画コンテンツを使用し、作業の流れや姿勢などを理解させる</li> <li>✓ 視点カメラ等で撮影した動画コンテンツを使用し、各操作手順ごとにポイントや注意事項等を解説する</li> <li>✓ 溶接部分など通常では見ることができない箇所を専用カメラで撮影した動画を使用し、動きや細部の状況を解説する</li> <li>✓ 受講者が操作手順や作業ポイントを忘れた場合は、個々の進捗に合わせた動画コンテンツを視聴させる</li> </ul> <p>動画コンテンツのポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 提示や実習の場面で取り入れやすいように、動画コンテンツを手軽に短編集成とし、間違えやすいポイントなど適切なコメントを追加する</li> <li>✓ 手元の動きや作業姿勢の映像などを組み合わせたマルチアングルで構成する</li> </ul> <p>導入効果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 指導員の手元の動きや姿勢などをしっかりと見せることができる</li> <li>◎ 複雑な操作手順を分かりやすく伝えることができる</li> <li>◎ 受講者が必要な動画を繰り返し視聴できるため、習得状況の差異に対応することができる</li> <li>◎ 説明や実演を繰り返し返すことができるため、訓練を効率的に進行できる</li> </ul>
実習	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 操作手順や操作のポイントを理解していない受講者に対して、再度実演したり、個別に説明する必要がある</li> <li>● 個々の受講者に対して、間違った操作をしていないか、何度も見回りが必要となる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 時間や場所に関わらず予習・復習できるように、動画コンテンツをオンデマンド配信する</li> <li>● オンデマンド配信した動画コンテンツの視聴箇所・回数などを確認することで、受講者の取組状況を把握し、効果的な教材開発のヒントにつなげる</li> </ul> <p>導入効果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 必要な場面を繰り返し視聴できるため、理解度が向上する(いつでも・どこでも)</li> </ul>
総括	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 訓練時間内で理解度が不足している受講者に対して、個別に補習を行う必要がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 時間や場所に関わらず予習・復習できるように、動画コンテンツをオンデマンド配信する</li> <li>● オンデマンド配信した動画コンテンツの視聴箇所・回数などを確認することで、受講者の取組状況を把握し、効果的な教材開発のヒントにつなげる</li> </ul> <p>導入効果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 必要な場面を繰り返し視聴できるため、理解度が向上する(いつでも・どこでも)</li> </ul>
活用するICT	<p>【動画撮影機材】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 視点カメラ(リアルタイム可) - 手元の細かい作業や指導員の視線などを撮影</li> <li>● 定点カメラや360度カメラ - 作業時の姿勢や全体像などを撮影</li> <li>● 溶接可視化カメラなどの専用カメラ - 溶接部分など、通常では見えない部分を撮影</li> </ul> <p>【提示装置】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 大型モニタ、タブレット端末 - 動画コンテンツ等を受講者に一斉配信・提示</li> <li>● ソフトウェア等</li> </ul> <p>【授業支援アプリ】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 資料、動画コンテンツ配信、指導員の書き込みの共有化</li> <li>● オンライン会議システム(リアルタイム配信)</li> <li>● オンライ会議システム(オンデマンド配信)</li> </ul>	<p>【教材作成技術】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 動画コンテンツ構成、撮影・編集</li> </ul> <p>【指導技術】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 訓練における効果的な動画コンテンツの活用(タイミングや頻度等)</li> </ul> <p>【オペレーション技術(トラブルシューティング含む)】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● タブレット操作</li> <li>● 授業支援アプリ操作</li> <li>● オンライン会議システム</li> </ul> <p>指導する際に必要となるスキル</p>



## 「カン・コツなどを見える化」を実現

### ICT指導技法 ② センサで暗黙知の数値化

指導の段階	従来の指導方法における課題
導入	●いわゆる「カン・コツ」と呼ばれる暗黙知については、受講者に対して、その重要性を突然としか伝えることができない
提示	●「カン・コツ」を説明する場合は、指導員の実演や感覚的な表現でしか伝えられないため、受講者によっては理解することが難しい 【ものづくり訓練における「カン・コツ」の例】 ・作業の姿勢や力加減 ・器具の取り扱い角度や動かす速度 等
実習	●指導員は、受講者が十分に技能が身についているか、安全に作業できる状態であるかなど、一人ひとり確認する必要がある ●感覚的な表現の受け取り方によっては、受講者の習得度に大きな差異が出る
総括	●訓練時間内で理解度や習得度が不足している受講者に対して、個別に補習を行う必要がある
活用する ICT	【各種センサ/センサを搭載した機器】 ●力覚センサ ●AR溶接機 【提示装置】 ●大型モニタ、タブレット端末(提示用) - 各種センサ情報を受講者に提示 【ソフトウェア等】 ●オンライン受講システム(リアルタイム配信)

ICTを活用した指導方法と導入効果	導入効果
●作業の熟練度と製品の仕上がりには及ぼす影響などを具体的な数値を踏まえて説明する	●AR溶接機等においては、危険を伴わないため、訓練時間外などで練習する機会を提供する
導入効果 ◎目標を明確な数値で伝えることにより、技能の重要性の理解が進み、受講者の習得意欲や訓練に対する期待感が向上する	導入効果 ◎繰り返し練習できるため、理解度や習得度が向上する
●各種センサを用いて、「カン・コツ」を具体的な数値で示しながら提示する	●繰り返し練習できるため、理解度や習得度が向上する
活用例 旋盤やフライス盤などを扱う場面で、力覚センサを活用して、理想的な材料の詰め付け具合を数値化する ① 力覚センサを使用して、適正な把握力を数値で提示する ② 力覚センサの数値を見ながら、適正な締め加減を提示させる ③ 力覚センサを使用せずに、材料の取り付け練習を繰り返し行わせる ④ 練習後に改めて力覚センサで把握力を測定し、適正な把握力を習得しているかを確認する	●指導員は、訓練で習得すべき「カン・コツ」を具体的な数値として分かりやすく示すことができる ●受講者は、目指すべき目標と現在の習得状況を数値で確認できるため、気づきが生まれ、創意工夫を促すことができる ●適正な数値を目指しながら作業を行うため、受講者の習得状況の差異が生まれにくい ●実演を繰り返し行うことが減るため、訓練を効率的に行うことができる
AR溶接機を活用して、理想的なトーチ角度、速度などのガイド表示や溶接結果を数値化する ① ガイド表示機能を使い、初めて溶接作業を行う際や溶接する材料の形状や溶接姿勢が異なる訓練を行う際に、最適なトーチ角度、速度での溶接作業に慣れさせる ② ガイド表示機能を使わずに溶接作業を行わせ、理想的な数値と溶接結果を比較する	【データ収集・分析技術】 ●習得状況の把握や指導方法の改善のため、受講者のデータを収集・分析 ●作業の熟練度についての分析(チャックの把握力が製品の仕上がりには及ぼす影響など) 【指導技術】 ●データ収集結果と理想値へのアプローチ方法の指導 【オペレーション技術(トラブleshooting含む)】 ●力覚センサ ●AR溶接機 ●オンライン受講システム

## 「形状変化や完成形などのイメージ補完」を実現

ICT指導技法 ③ CGを活用した作業支援	
指導の段階	従来の指導方法における課題
導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 目標となる完成形を伝える場合、実物がなく、受講者に提示できない場合がある 図面や実物では、内部構造をイメージさせることが難しい</li> </ul>
提示	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 図面や口頭による説明では、工程ごとの形状変化や完成イメージを持たせることが難しい</li> </ul>
実習	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 徐々に変化する形状やサイズ感を把握しているか分からない</li> <li>● 読図能力の差異によって受講者の作業進捗にバラつきが出やすく、個別に対応する必要がある ※読図能力・・・図面からスケール感や立体的な完成像をイメージする能力</li> <li>● グループ作業を行う場合、個々の受講者が異なる認識で作業を進めると、作業ミスにつながり、手戻りが発生する</li> </ul>
総括	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 訓練時間内で理解度が不足している受講者に対して、個別に補習を行う必要がある</li> </ul>
活用するICT	<p>【VR】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● VR型建築物体験システム</li> <li>● VRゴーグル</li> <li>● 3次元CAD-CG作成用</li> </ul> <p>【MR】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● MRグラス</li> <li>● MRデータ変換ソフト、MRビューワ、MR用データ保管</li> <li>● BIM-CG作成用</li> </ul> <p>【提示装置】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● タブレット端末一補助的な提示装置として使用</li> </ul>
ICTを活用した指導方法と導入効果	
導入効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 図面では把握しにくいスケール感や高さ、実物では見せることが難しい工程ごとの形状変化、立体的な完成イメージを、XR(VR/MR)デバイスを使って説明する</li> </ul> <p>導入効果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 先進的なデバイスで体感することにより、受講者の習得意欲や訓練に対する期待感が向上する</li> <li>◎ 実物では確認することができない工程ごとの形状変化や内部構造などを分かりやすく見せることができる</li> </ul>
活用例	<ul style="list-style-type: none"> <li>● XR(VR/MR)デバイスやタブレット端末とCGを組み合わせて、各種実習における作業支援を行う</li> </ul> <p>活用例</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ VRを活用した建築設計 受講者自身が設計した図面のCADデータをCGに変換し、VRゴーグルに投映した仮想空間で、天井の高低具合や通路幅などのスケール感を把握し、仕様との整合性を確認させる</li> <li>✓ MRを活用した建築施工 施工前に、完成時のCGや作業段階ごとのCGをMRグラスに投映し、完成イメージや作業手順などを確認させる また、完成検査時には同時に施工物と完成時のCGを比べ、設計図面と施工物の整合性を確認させる (MRグラスの高度な空間認識機能により、投映されるCGは実際の施工場所、寸法で表示)</li> <li>✓ CG(3Dモデル)を活用した金屋加工 加工前に、完成時のCGや作業段階ごとのCGをタブレット端末に表示し、完成イメージや作業手順などを確認させる また、受講者は鏡写、作業の進捗に合わせて、作業段階のCGを確認する</li> </ul> <p>導入効果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 受講者は図面と併せてCGを確認することで、読図能力を備うことができるため、作業進捗のバラつきが少なくなる</li> <li>◎ 受講者全員が共通認識を持って作業を行えるため、ミスが減り、訓練を効率的に進行できる</li> </ul>
導入効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>● XR(VR/MR)デバイスやタブレット端末においては、危険を伴わないため、訓練時間外などで活用する</li> </ul> <p>導入効果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 繰り返し活用できるため、理解度が向上する</li> </ul>
活用するICT	<p>【CG作成技術】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 3次元CAD・BIMから業材データの作成、CG変換</li> </ul> <p>【指導技術】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● XRデバイスを使用する際の安全指導</li> <li>● VRゴーグル ● MRグラス</li> </ul> <p>指導する際に必要となるスキル</p>



## 「回路やプログラムの自発的な作成・分析」を実現

### ICT指導技法 ④ シミュレーションの活用

指導の段階	従来の指導方法における課題	ICTを活用した指導方法と導入効果
導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電気、油、空気の流れや機器の内部構造といった視覚化できないものや、機器やプログラムの連続する動作を受講者に分かりやすく説明することが難しい</li> <li>● 機器がない、又は保有数が少ないなどの理由により、一部の回路やプログラムを分かりやすく説明することが難しい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電気、油、空気の流れや機器の内部構造、工具の軌跡などをアニメーション機能を使って提示する導入効果</li> <li>◎ 電気、油、空気の流れなど、見えないものを視覚的に分かりやすく見せることができる</li> <li>◎ 動作状態をステップ・パインステップ、又はスローモーションで表現できるため、連動動作や複数の機器の動作状態なども分かりやすく説明できる</li> <li>◎ ソフト上で様々なシミュレーションを設定できるため、機器の有無や保有数に関わらず様々な回路やプログラムを見せることができる</li> </ul>
実習	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 実際の機器に間違った配線や配管を行ったり、工具を取り付けた場合、事故や機器の故障を起こす危険性があるため、必ず個別にチェックする必要がある</li> <li>● 意図的に不具合を生じさせた事例については、事故や機器の故障の危険性があるため再現することが難しい</li> <li>● 大型機器や高価機器などを複数の受講者で共用する訓練環境では、順番待ちが多く発生する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機器の種類や保有数に依存することなく、受講者自らがシミュレーション機能を使用して回路やプログラムの正誤チェックを行う</li> <li>活用例                     <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ シーケンス制御の回路作成                             <ul style="list-style-type: none"> <li>① 受講者にシーケンス回路作成の基礎知識及びシミュレーションの使用方法を説明する</li> <li>② 受講者は各自回路作成に取り組み、シミュレーション機能により、機器配置や配線接続などに誤りがないか確認できる</li> <li>③ シミュレーション結果に誤りなければ、実際の配線作業を行わせる</li> </ul> </li> <li>✓ NC工作機械のプログラム作成                             <ul style="list-style-type: none"> <li>① 受講者にプログラミンの基礎知識及びシミュレーションの使用方法を説明する</li> <li>② 受講者は各自プログラムミシングを行い、シミュレーション機能により、工具の軌跡や加工後の製品形状、切削条件に誤りがないか確認できる</li> <li>③ シミュレーション結果に不具合がなければ、実機でのテスト加工を行わせる</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>● 流量や圧力などを自在に設定して、シミュレーション機能を使用して計測や動作分析などを行う導入効果</li> <li>◎ 受講者は自らの回路やプログラムの正誤チェックを行うことで、自発的に新たな課題に取り組むことができ、習得意欲が高まる</li> <li>◎ ソフト上で操作するため、実際の機器の有無や保有数に関わらず、安全かつ効率的に取り組むことができる</li> <li>◎ 再現が難しい不具合を意図的に発生させることが可能なため、トラブル対応や予防保全など応用的な訓練で活用することができる</li> </ul>
総括	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 訓練時間内で理解度が不足している受講者に対して、個別に補習を行う必要がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● シミュレーションソフトは、危険を伴わないため、訓練時間外などで活用する導入効果</li> <li>◎ 振り返りや新たな課題に取り組めるため、理解度が向上する</li> </ul>
活用するICT	<ul style="list-style-type: none"> <li>【ソフトウェア】                             <ul style="list-style-type: none"> <li>● 制御シミュレーションソフト(油圧/空気圧/電気)</li> <li>● 加工シミュレーションソフト(旋削/切削/放電加工)</li> </ul> </li> <li>【提示装置】                             <ul style="list-style-type: none"> <li>● 大型モニタ、PCEモニタ</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【指導技術】                             <ul style="list-style-type: none"> <li>● 訓練における効果的なシミュレーションソフトの活用方法</li> <li>【オペレーション技術(トラブルシューティング含む)】                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>● シミュレーションソフト</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

## 「積極的に取り組む参加型の安全教育」を実現

### ICT指導技法 ⑤ 安全教育のデジタル活用

ICT活用した指導方法と導入効果

従来の指導方法における課題

- ものづくりの初学者である受講者は、災害事例を紹介するだけでは「何が危険なのか」、「どうすると危険なのか」といった具体的なイメージが湧かない
- 危険をイメージするには、疑似的に不安全な行動を実際にやってみせる、又は体験させることが最も効果的であるが、安全性を確保するための準備に時間がかかるため、繰り返し行うことが難しい
- 安全教育は、指導員が一方向的に提示することが多くなるため、受講者が受け身となり危険感受性が高まりにくい

提示

- 危険予知訓練(KYT)を実施する際、イラストや写真だけでは、そこに潜んでいる危険を具体的にイメージできず、危険箇所を特定することが難しい

実習

- 安全教育の実施後、時間の経過とともに危険感受性が低下する

総括

活用するICT

- 【CG】
  - 災害事例CG
- 【VR】
  - 安全体感VRデバイス一式
- 【提示装置】
  - 大型モニタ、タブレット端末

- 【動画撮影機材】
  - 撮影カメラ
  - 定点カメラや360度カメラ
- 【訓練実施ソフトウェア等】
  - 授業支援アプリ

- 【動画制作技術】
  - 動画コンテンツ構成・撮影・編集
- 【指導技術】
  - デジタルコンテンツを活用した安全教育
- 【オペレーション技術(トータルソリューション含む)】
  - 体感型VRデバイス
  - 授業支援アプリ

指導する際に必要となるスキル

### ICTを活用した指導方法と導入効果

- 危険感受性を向上させるため、デジタルを活用して、以下の3ステップで実施する



活用例

- ① CGを活用した災害事例のケーススタディ  
イラストや写真に加えてリアルなCGを提示し、災害発生メカニズムやどのような行動が災害に繋がるかイメージさせる
- ② 安全体感VRを活用した災害の疑似体験  
安全体感VRで疑似的に災害を体験した後、リスクアセスメントを行う  
体験者以外の受講者は、大型モニタに放映された体験者の視点映像からリスクアセスメントを行う
- ③ 安全教育用コンテンツを活用した危険予知訓練(KYT)  
360度動画を活用して、訓練場域(実習場)やこれから取り組む各種作業について危険箇所や危険行動の特定を行う  
※タブレット端末と授業支援アプリを活用することにより、資料の共有、グループディスカッション、発表などが効果的に行え、受講者間で共通認識が生まれるとともに、より参加型のKYTの実施につながる

導入効果

- ◎先進的なデバイスを活用することにより、受講者の習得意欲や安全教育に対する積極性が向上する
- ◎五感に訴求する臨場感のある疑似体験が可能となるため、災害発生メカニズムや発生時の衝撃などをより分かりやすく伝えることができる
- ◎はさまれや感電といった危険に伴う災害体験を大かりな準備を行うことなく、安全に実施できる
- ◎授業支援アプリを使うことで双方向のやり取りが活性化し、受講者全員が積極的に取り組む参加型の危険予知訓練(KYT)が実施できる

- 時間や場所に関わらず視聴できるよう、安全教育用コンテンツをオンデマンド配信する

導入効果

- ◎繰り返し視聴できるため、理解度が向上する(いつでも、どこでも)