

## **巻末資料 1 研究会資料**

**「ICT を活用した指導技法について」**



## ICT を活用した指導技法について

### 【1】指導の場面における ICT の活用事例

ものづくり分野における職業訓練においては、製造現場や施工現場における職務・仕事・作業に直結した実践的な技能・知識の習得を目的として実施しているところであるが、ICT を活用することで、特に技能指導の場面において、**訓練受講者の理解度や習得度の向上**といった効果が期待できる。

指導の場面におけるICTの活用として、**大別すると、従来の指導に「ICTを加える」、または「ICTに置き換える」といった2種類の指導技法が挙げられる**。注意点としてICTに置き換えた指導技法では、実際の訓練機器を用いた訓練効果への**完全な置き換えは現在どころきていない**。

具体的には、

- ・ウェアラブルカメラ等を活用し、これまで見えづらかった「職業訓練指導員の手元作業を投影することや、訓練受講者が各種作業を行う際に、「装着したARグラスに作業手順や危険箇所を表示し作業をアシストする」といった、**従来の指導にICTを加える**ことで、**より見やすく、より分かりやすい指導**を行うことが可能となる。
- ・訓練用機器を占有し実施する反復練習や危険作業に対する安全教育などにおいて、シミュレータやVR（仮想現実）体感機などの**ICTに置き換える**ことで、「**訓練用機器の台数に依存せず**に**訓練受講者が使用できる**」、「**実機ではリスクがあり指導が困難であった作業などについても安全に実施できる**」ことが可能となる。

また、ICTを活用した指導技法は、後述のオンライン訓練への展開やLMS（学習管理システム）等の管理システムと連携することで、**訓練受講者の利便性の向上**につなげることが可能となる。



上記を踏まえ、職業訓練の指導の場面において、学科及び実技においては**技能の種別（感覚運動系技能/知的管理系技能）**ごとに、ものづくり分野の主な訓練系の技能におけるICTの活用事例を整理した。あわせて、ICTを活用する指導の段階についても整理した。

なお、職業訓練における技能の種別及び指導の段階については表1のとおり。

表1：職業訓練における技能の種別及び指導の段階

技能の種別	
感覚運動系技能	手や腕などの体の一部の運動を巧みに制御することが中心の技能 例) 機械工作作業、手仕上げ作業、機械/車両の運転操作、精密機器組立て、電気工事/配管工事、機械組立て作業、木工作業、溶接技能、建築/機械製図作業
知的管理系技能	各種の法律や条件、基準、機能などを合理的に組み立てて目的とする機能を実現させるなど、知的な側面が中心の技能 例) 機械/建築設計、施工計画、コンピュータプログラミング、シミュレーションソフトの利用、コンピュータシステム設計、生産管理・品質管理技能、経理管理技能、事務・企画技能
指導の段階	
学科科目	「導入」、「展開」、「まとめ」の「指導の3段階」
実技科目	「導入」、「提示」、「実習」、「総括」の「実技指導の4段階」

【参考文献】職業訓練における指導の理論と実践（一社）職業訓練教材研究会

**感覚運動系技能**

の指導における代表的なICTの活用事例は、以下のとおり。

活用種別

- 細かい操作がある実習などの説明において、**視点カメラ**等を活用して指導員の動作や手元などを様々な映像を大型モニターやタブレットなどに表示することで、**作業手順及び作業方法に対する理解度の向上**が期待できる。また、録画することで、**訓練教材として活用でき、訓練受講者の振り返りや実習前の提示にも活用できる。**
- 課題の制作過程や作業内容を簡潔にまとめた**動画コンテンツ**をタブレット等で確認することで、**作業手順及び作業方法に対する理解度の向上**が期待できる。
- 実習前や実習中において、訓練受講者が**作業手順、課題図面、完成物の立体イメージ**等をタブレットで確認することで、**作業手順に対する理解度の向上や指導の効率化**が期待できる。
- 実習前において、**VR体感機及び安全教育コンテンツ**を活用して実習中に起こりうる災害を疑似体験することで、**危険感受性及び安全意識の向上**が期待できる。
- **力覚センサ等を装備した装置**を使用することで、**カン・ゴツの感覚的な部分を数値化し、作業方法（力加減など）に対する理解度の向上**が期待できる。
- 台数が少なく待ち時間が発生する台数が少ない機器の実習において、**実機での実習前に、シミュレータを活用して練習することで、作業方法に対する理解度の向上、待ち時間の有効活用といった指導の効率化**が期待できる。また、シミュレータによっては、**習得度の向上**も期待できる。

ICTを加える

ICTに置き換える





活用種別	ICTを加える			ICTに置き換える
活用事例	実習作業の説明時に、指導員の作業全体や手元を拡大して見せる・録画動画を活用する	実習前及び実習中に、タブレットを活用して作業手順や動画、課題図面等を確認する	実習前に、VR体感機・安全教育コンテンツを活用し、災害を疑似体験する	実機での実習前に、シミュレータを活用して繰り返し練習する
イメージ	 <p>感No1※</p>	 <p>感No7※</p>	 <p>感No9※</p>	 <p>感No4※</p>
効果	理解度の向上、習得度の向上 指導の効率化	理解度の向上、指導の効率化	危険感受性の向上 安全意識の向上	理解度の向上、習得度の向上 指導の効率化、コスト削減
機器	・撮影用各種カメラ（視点・定点・360度・溶接可視化カメラ等） ・大型モニタ ・タブレット（提示用）	・タブレット（関連コンテンツ含む） ・ARグラス	・VR体感機 （過去の災害事例等の安全教育コンテンツ）	・各種シミュレータ（溶接シミュレータ・天井クレーン等の運転シミュレータ）
指導の段階	提示・実習	提示・実習	提示	提示・実習

図1：感覚運動系技能における代表的なICTの活用イメージ ※表2-1技能の種類別のICTの活用事例一覧（感覚運動系技能）の事例に対応



**知的管理系技能**

の指導における代表的なICTの活用事例は、以下のとおり。

- 紙面上に2次元で表現されている平面の課題図面等を3次元モデルに変換してタブレットやVRグラス等に表示することで、製図の訓練における理解度の向上が期待できる。
- CADやパソコン用アプリケーション、コンピュータプログラミングを習得する訓練において、画面操作の記録や、話した内容の文字化ができるソフトウェアを活用して、間違っただ箇所や解説を何度も確認できるようにすることで、訓練受講者に対するフォローや間違いやすい箇所の事前説明が行えるため、理解度の向上や指導の効率化が期待できる。
- 施工計画や生産管理などの演習を伴う訓練において、タブレットや動画コンテンツ等を活用して、訓練受講者の学習意欲を高めるとともに、訓練受講者の解答を電子黒板に投影するなど双方向のやり取りを行うことで、理解度の向上が期待できる。また、板書内容を記録することで、指導の効率化も期待できる。
- 油空圧やシークェンス制御のシミュレータを活用することで、繰り返し操作することができ、制御システムの全体像や回路の動作、個々の機器・部品ごとの動きなどに対する理解度が向上する。

活用種別

ICTを  
加える

ICTに  
置き換える

活用種別	ICTを加える			ICTに置き換える
活用事例	平面の図面から、立体イメージを見せるとで、理解が深まる  知No11、14※	講師の操作説明を録画記録することで、指示した操作手順の振り返りができる  知No14、17、19※ 操作などを録画し手順を確認 確認用	電子黒板とデジタル教材を活用し、関心を高め、思考や理解を深める  知No12、15、16、18※	シミュレータ上で自由に操作することで、制御全体や機器の動作を理解できる  知No12、13※
効果	理解度の向上、指導の効率化	理解度の向上、指導の効率化	学習意欲の向上、理解度の向上 指導の効率化、コストの削減	理解度の向上、習得度の向上
機器	・タブレット・VRゴーグル・ARグラス (3D提示用) ・3D CAD (3Dモデルの作成) ・3Dプリンタ (見本用3Dモデル作成)	・画面操作を記録するソフトウェア ・話した内容がリアルタイムで文字化されて表示・記録できるソフトウェア	・電子黒板 (プロジェクター+液晶ペンタブレット) ・パソコン・タブレット (提示コンテンツ用) ・タブレット (訓練受講者用)	・制御シミュレータ ・回路シミュレータ
指導の段階	提示・実習	提示・実習	提示・実習	提示・実習

図2：知的管理系技能における代表的なICTの活用イメージ  
※表2-2技能の種類別のICTの活用事例一覧(知的管理系技能・学科-その他)の事例に対応

**学科及び指導に付随する場面**

における代表的なICTの活用事例は、以下のとおり。

- オンデマンド教材や振り返りにも活用できる学科授業を録画した動画を活用することで、学習意欲や理解度の向上、欠席した訓練受講者へのフォローが期待できる。
- ウェアラブルデバイス（骨伝導イヤホンやスマートウォッチ）を使用することで、オンライン訓練受講時の疲労軽減や、実習中の訓練受講者の体調把握での活用が期待できる。
- ICTタグ、RFタグを使用した物品管理システムを使用して、訓練用機器及び器具を管理することで、物品管理の効率化や省力化が期待できる。

活用種別

ICTを  
加える

ICTを加える			
活用種別	活用事例	ウェアラブルデバイスを活用した訓練受講者の体調の把握	ICTタグを使用した訓練用機器や器具の管理
イメージ	オンデマンド教材や録画動画を活用 		
効果	学習意欲の向上、理解度の向上 指導の効率化	訓練受講者の疲労軽減や体調管理	物品管理の効率化、省力化
機器	授業の録画動画	ウェアラブルデバイス（骨伝導イヤホン、スマートウォッチ）	IC、RFタグ（工具管理システム）

図3：学科及び指導の付随する場面でのICTの活用イメージ  
※表2-2 技能の種類別のICTの活用事例一覧（知的管理系技能・学科・その他）の事例に対応

**ICTの技術発展による職業訓練の今後について**

以下については、現時点では多額の費用がかかる等の理由で実現が難しい事例になるが、今後の技術発展・サービス開発により、職業訓練への活用が期待されるものである。これらが活用できるようになれば、新たなカリキュラムの開発や指導方法への発展が期待できる。（引用元※1～※5については次項に記載）

- 工作機械や木工機械の自己診断（センシング）により、使用前点検の確実な実施や、点検結果のログの蓄積および消耗品の交換時期の管理等に活用する。
- グループ作業を行う実習で、ヘルメット等にGPSを用いて位置情報を利用し、訓練受講者の動きを把握し、安全、動作、効率等の検証に活用する。
- 工作機械等において実機の操作部分と仮想映像の駆動部分を組み合わせ、現実の質感を伴いつつ安全に訓練を行う。 ※1
- VR上で、家屋組立の施工体験や、生産現場での点検作業体験を行うなど、仮想空間でリアルな仕事体験を行う。 ※2
- ARで、高圧受電設備に電気の状態の映像を重ね合わせ、色等で視覚的に危険度の見える化を行い、学習効果と危険感受性の向上を行う。 ※3
- メタバース（多人数が参加可能な3D仮想空間）を活用して遠隔地同士の学生等に訓練を行う。
- XRを活用した仮想空間で、様々な場面のインジケントを想定した再現が難しい訓練を行う。
- AIを活用し、訓練受講者の作業姿勢や製作物等の評価を行う。 ※4
- プログラミングやCAD実習において、AIを活用し、訓練受講者の間違いやすい箇所を分析し、躓きやすい箇所を事前に把握しておくことにより、指導方法の改善を行う。
- 作業姿勢や動作をデータとして取り込み、分析することで技能の見える化を行い、手本として訓練に活用する。 ※5

表 2-1：技能の種類別のICTの活用事例一覧（感覚運動系技能）

技能	No.	系	技能の種類	指導の段階	期待する効果	ICTの活用方法	使用するICT（デバイス・ソフト等）
感覚運動系技能	1		機械工作作業	提示 実習	理解度の向上 習得度の向上 指導の効率化	各種カメラで実習中の指導員の手元などを撮影し、訓練受講者に提示する モニタリングシステムを使った熟練指導員の姿勢などの作業を見える化する チャックやバイス締めつけなどカン、コツが必要な力加減などを見える化する 録画することで、自分の作業との比較や繰り返しを行う	・各種カメラ（視点、定点360度） ・大型モニター・ARグラス・タブレット（提示・確認用） ・モニタリングシステム ・力覚センサ等を装着した装置 （AR・旋盤仮想体感機やARデジタルトルクレンチ等）
	2	機械	機械組立作業 精密機器組立て	提示 実習	理解度の向上 指導の効率化	タブレット等で、作業手順や注意点を必要に応じて随時確認する	・ARグラス・タブレット（立体イメージ・作業手順確認用） ・VRゴーグル（作業手順確認用）
	3		手仕上げ作業	提示 実習	理解度の向上 指導の効率化	熟練指導員の手元を映した動画やポイントをまとめた教材を用意する	・各種カメラ（動画撮影用） ・ARグラス・タブレット（作業手順・教材確認用）
	4		溶接技能	提示 実習	理解度の向上 習得度の向上 指導の効率化	シミュレータを使い、事前に安全に練習を行い、作業手順をイメージする 可視化モニタリングシステムを使い、指導員の溶接作業中の映像を、訓練受講者に提示する	・溶接シミュレータ ・溶接可視化モニタリングシステム
	5	電気	電気工事	提示 実習	理解度の向上	単線図の図面から、複線図や機器のイメージ等を表示する	・ARグラス・タブレット
	6	居住	配管工事	提示 実習	理解度の向上	図面から、機器のイメージ、寸法等を表示する	・ARグラス・タブレット
	7	居住	木工作業	提示 実習	理解度の向上	タブレット等で平面図から立体イメージを表示し、作業前に確認する	・ARグラス・タブレット ・VR体感機、安全教育コンテンツ
	8	港湾	機械・車両の 運転操作	提示 実習	理解度の向上 習得度の向上 指導の効率化	実機での実習前に、運転シミュレータを使いイメージを使い安全に何度も試行する	・天井クレーンシミュレータ等
	9	共通	実習全般	提示 実習	理解度の向上 指導の効率化	タブレット等で、作業手順や注意点を必要に応じて随時確認する	・タブレット等
	10	共通	実習全般	提示 実習	危険感受性の向上 安全意識の向上	実習前にVR体感機、危険行動の疑似体験ができる安全教育コンテンツを使った安全教育を行う	・VR体感機、安全教育コンテンツ

※ 例示している「技能の種類」と「ICTの活用方法」はあくまで一例であり、すべての訓練を網羅したも

のではありません

※ 「使用するICT（デバイス・ソフト等）」には、PCやLAN環境（無線・有線）は、記載していません

前項引用元

- ※ 1 龍前 三郎、高野航 技能実習の導入教育用バーチャルリアリティシステム  
株式会社東京学術協会 既存のデータ資産の3Dコンテンツ化やVRコンテンツ化
- ※ 2 船木裕之 第4次産業革命に対応した職業訓練に活用できる機器・教材等
- ※ 3 明電舎 体感型トレーニングシステム「AR教育システム」
- ※ 4 水野慎士 他 溶接作業訓練支援のためのVR/AR技術を用いた作業の三次元可視化
- ※ 5 ソルダマテック AR溶接訓練シミュレータ
- ※ 6 根堀優 他 ウエアラブルセンサを用いた熟練指導員のヤスリがけ技能主観評価値の再現



表 2-2：技能の種類別のICTの活用事例一覧（知的管理系技能・学科・その他）

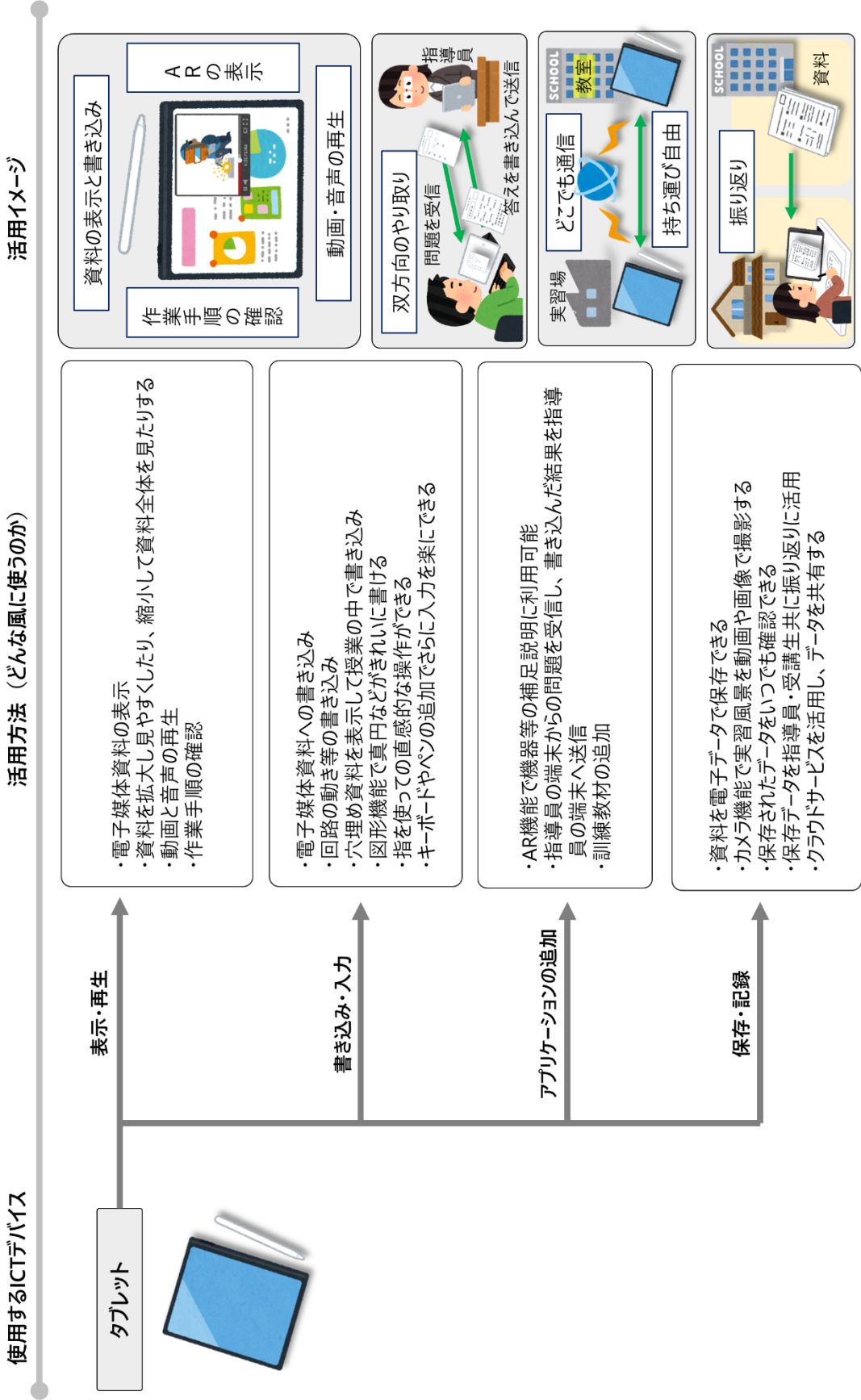
技能	No.	系	技能の種類	指導の段階	期待する効果	ICTの活用方法	使用するICT（デバイス・ソフト等）
知的管理系技能	11	機械	機械設計	実習	理解度の向上 指導の効率化	平面図から、立体イメージを表示し、図面の理解を深める 指導員のCAD操作説明を録画することで、説明についてこられない場合にも作業手順の確認ができる (指導員の話しした内容もリアルタイムで文字化できるとさらによい) 振り返りにも活用できる	ARグラス・タブレット (3Dイメージ表示用) 画面操作を記録するソフトウェア 話しした内容をリアルタイムで文字化し、表示・記録できるソフトウェア
						制御/シミュレータ 電子黒板	
	12	機械 電気	油圧制御 シーケンス制御	実習	理解度の向上 習得度の向上	制御/シミュレータを使い、回路図を自由に操作することで、回路の動作やシステムの全体像、機器の動作を理解できる 電子黒板とデジタル教材を活用し、関心を高め、思考や理解を深める	制御/シミュレータ 電子黒板
						電子回路シミュレータを使い、回路図を自由に操作することで、回路の動作やシステムの全体像、機器の動作を理解できる	電子回路シミュレータ
	14	居住	建築設計・製図 施工計画	提示 実習	理解度の向上 指導の効率化	平面図から、立体イメージを表示し、図面の理解を深める 指導員のCADの操作説明を録画することで、説明についてこられない場合にも操作手順の確認ができる (指導員の話しした内容もリアルタイムで文字化できるとさらによい) 振り返りにも活用できる	ARグラス・VRゴーグル・タブレット (3Dイメージ表示用) 画面操作を記録するソフトウェア 話しした内容をリアルタイムで文字化し、表示・記録できるソフトウェア
						電子黒板とデジタル教材を活用し、関心を高め、思考や理解を深める 双方向で訓練受講者の演習問題の解答等を電子黒板に投影する	電子黒板 (ペンタブレット+プロジェクタ) ARグラス・タブレット等 (受講者側の表示端末)
	16	情報	コンピュータ システム設計	提示 実習	理解度の向上	電子黒板とデジタル教材を活用し、関心を高め、思考や理解を深める 板書や提示資料の細かい文字等も訓練受講者側で自由に拡大できる	電子黒板 (ペンタブレット+プロジェクタ) ARグラス・タブレット等 (受講者側の表示端末)
						指導員のパソコンの操作説明を録画することで、説明についてこられない場合にも操作手順の確認ができる (指導員の話しした内容もリアルタイムで文字化できるとさらによい) 振り返りにも活用できる	画面操作を記録するソフトウェア 話しした内容をリアルタイムで文字化し、表示・記録できるソフトウェア
	18	管理 事務	生産管理 品質管理 経理事務	提示 実習	学習意欲の向上 理解度の向上 指導の効率化	電子黒板とデジタル教材を活用し、関心を高め、思考や理解を深める 双方向で訓練受講者の演習問題の解答等を電子黒板に投影する	電子黒板 (ペンタブレット+プロジェクタ) タブレット等 (受講者側の表示端末)
						指導員のパソコンの操作説明を録画することで、説明についてこられない場合にも操作手順の確認ができる (指導員の話しした内容もリアルタイムで文字化できるとさらによい) 振り返りにも活用できる	画面操作を記録するソフトウェア 話しした内容をリアルタイムで文字化し、表示・記録できるソフトウェア
	20	共通	アプリケーション ソフトウェア利用	提示 実習	学習意欲の向上 理解度の向上 指導の効率化	指導員のパソコンの操作説明を録画することで、説明についてこられない場合にも操作手順の確認ができる (指導員の話しした内容もリアルタイムで文字化できるとさらによい) 振り返りにも活用できる	画面操作を記録するソフトウェア 話しした内容をリアルタイムで文字化し、表示・記録できるソフトウェア
						オンデマンド教材や学科の録画動画を、いつでも見られるようにすることで、振り返りにも活用できる	オンデマンド教材 授業の録画動画
	21	共通	-	-	-	ウェアラブルデバイス (骨伝導イヤホンやスマートウォッチ等) を使用することで、オンライン訓練受講時の疲労の軽減や体調管理	ウェアラブルデバイス (骨伝導イヤホン、スマートウォッチ)
						ICTタグ、RFタグを使用した工具管理システムを使用して、実習用工具の紛失を防止と管理の省力化が期待できる。	ICTタグ、RFタグ (工具管理システム)
	22	共通	-	-	-	ICTタグ、RFタグを使用した工具管理システムを使用して、実習用工具の紛失を防止と管理の省力化が期待できる。	ICTタグ、RFタグ (工具管理システム)

※ 例示している「技能の種類」と「ICTの活用方法」はあくまで一例であり、すべての訓練を網羅したものではありません

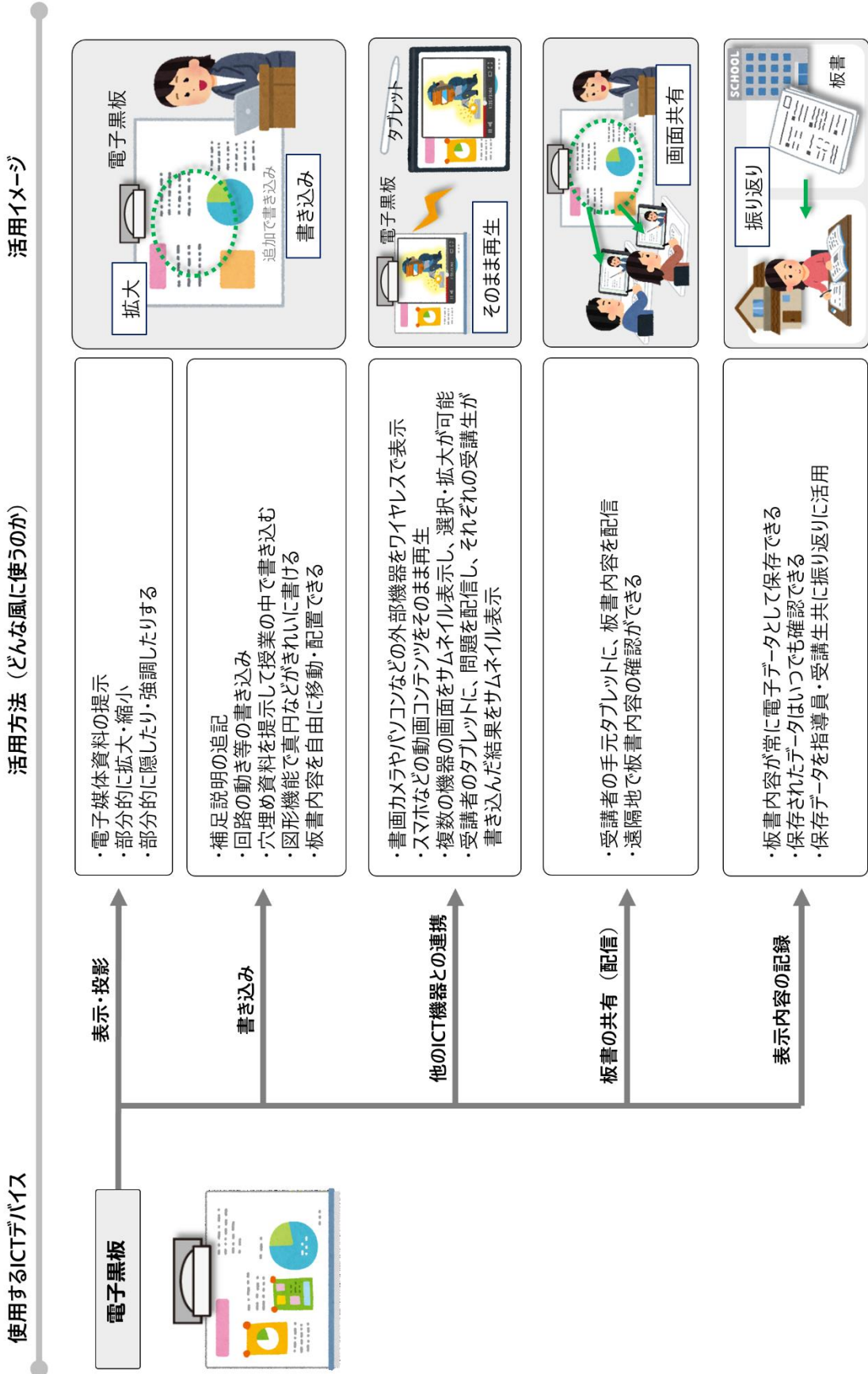
※ 「使用するICT（デバイス・ソフト等）」には、PCやLAN環境（無線・有線）は、記載していません

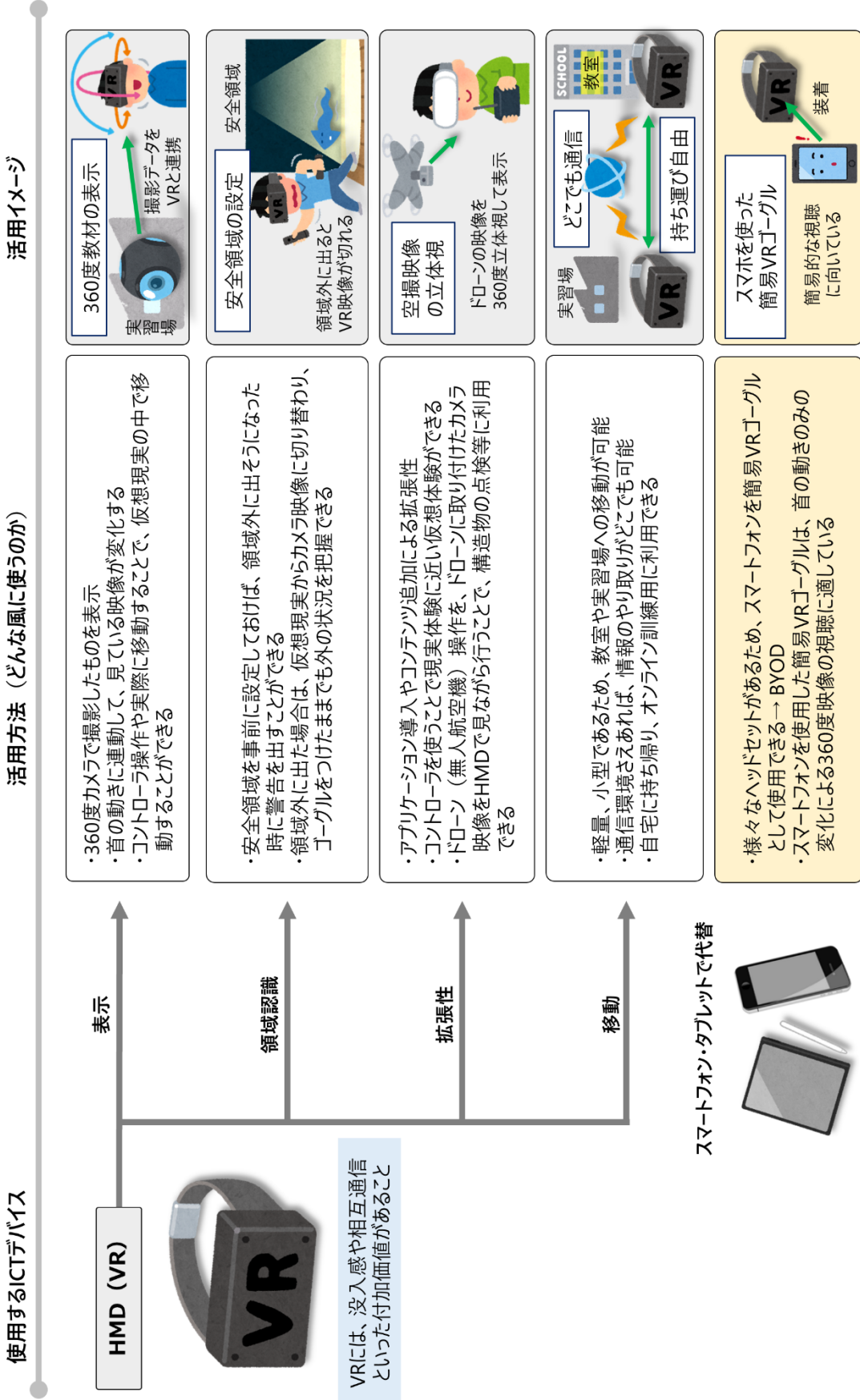
## 【2】ICTデバイスごとの活用方法及び活用イメージ

指導の場面で活用する主なICTデバイスについて、使用している機能別の活用方法及び活用イメージを整理した。









使用するICTデバイス

ARグラス



ARには、相互通信の付加価値があること

表示

- ・実際の機器等に重ねて説明が見られる
- ・作業手順を作業しながら見ることができる

遠隔地への指示

- ・カメラ機能と通信機能があれば、ARグラスを着けた作業者の映像を遠隔地から確認し、指示を出すことができる

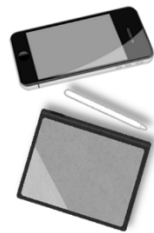
拡張性

- ・コンテンツ（教材）の追加による拡張性
- ・ARマーカーを画像、音声、テキストなど様々なものに設定でき、表示するものを自然にARグラスに表示することができる
- ※現実世界と重ねるため基点となるARマーカーが必要
- ・ARテキストにより、紙面では表現が難しい3D映像を表示させることができる

移動

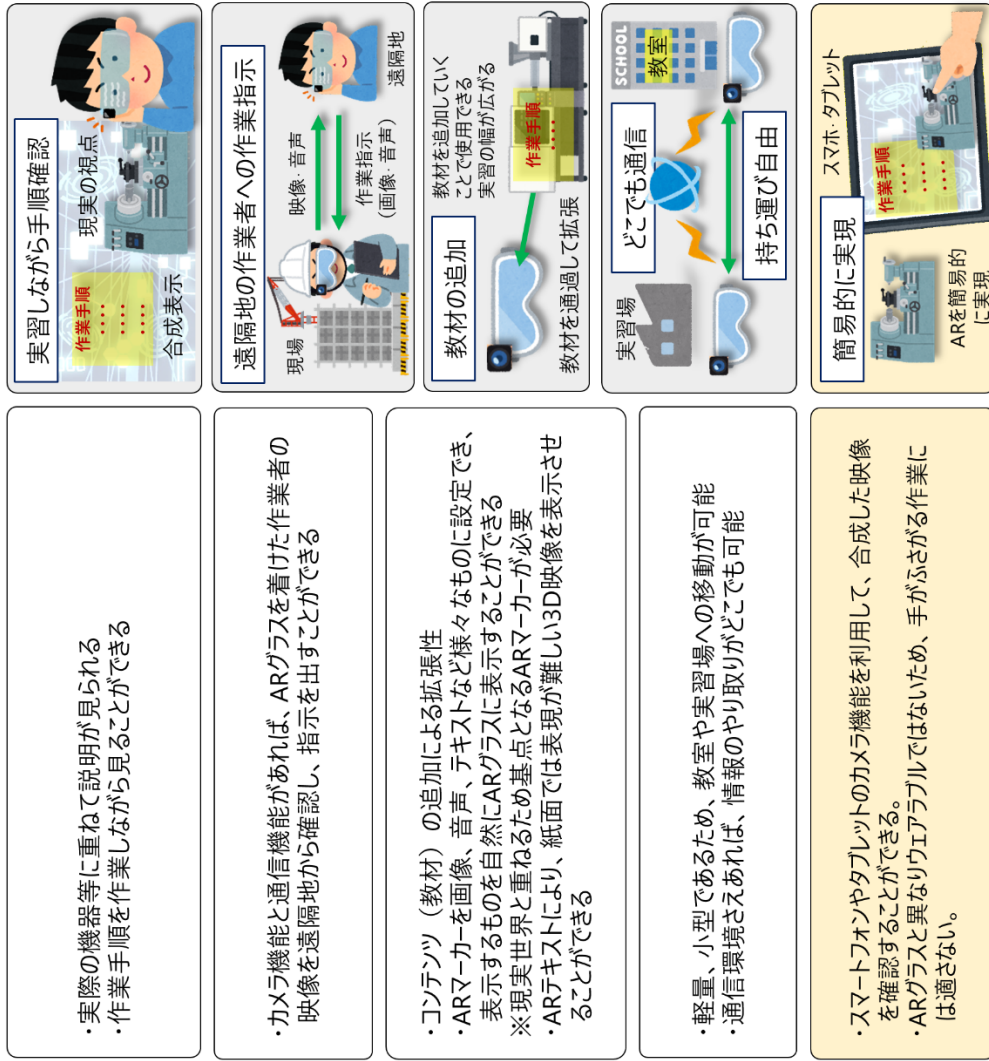
- ・軽量、小型であるため、教室や実習場への移動が可能
- ・通信環境さえあれば、情報のやり取りがどこでも可能

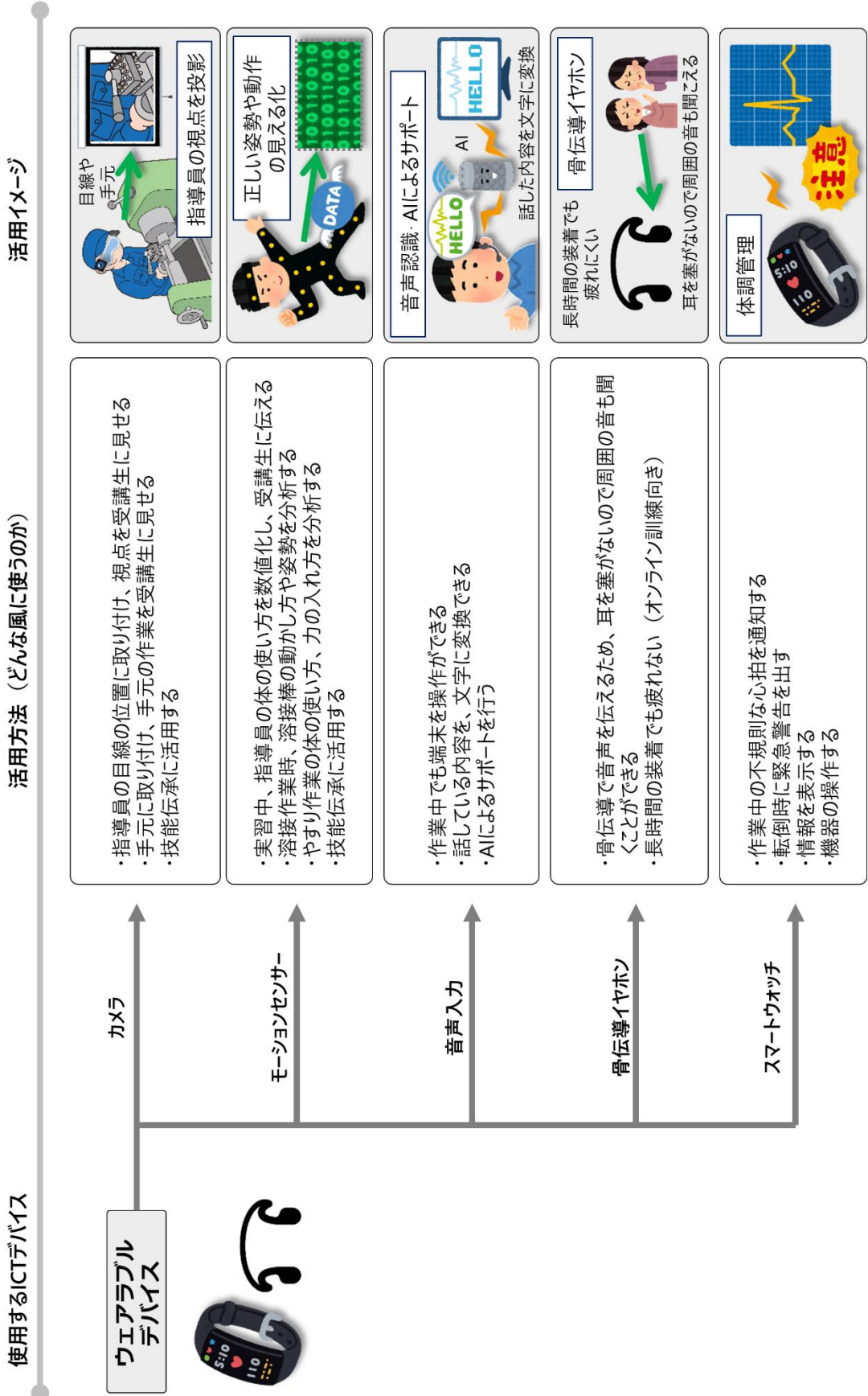
スマートフォン・タブレットで代替



活用方法（どんな風に使うのか）

活用イメージ







活用イメージ

活用方法（どんな風に使うのか）

使用するICTデバイス

