

デジタル教材による 教育モデルの変革について

小森田 圭亮

株式会社ティーネットジャパン CS事業本部 技術統括部 企画開発室

(〒105-0023 東京都港区芝浦1-1-1)。

今後急速に進行すると予測される建設業界における生産年齢人口の減少を背景に、若年入職者の確保・育成および技術の継承は喫緊の課題である。国土交通省が推進する建設DXやi-Constructionにより、建設現場のデジタル化・オートメーション化・省人化等が進む中、若年入職者の教育にもDXの方針を積極的に取り入れる必要がある。

本論文では、工事の円滑な進捗、品質確保・向上を目的とした「監督」に焦点を当て、「デジタル教材による教育の自動化・効率化」について論じる。具体的には、教育モデル変革の検討から製作、送り出し教育での活用、さらにその評価と今後の展望について詳述する。

キーワード 若年技術者の育成、送り出し教育、デジタル教材

1. はじめに

建設業界では労働力不足や高齢化が深刻化しており、生産年齢人口は2040年には2020年比で2割減少すると予測されている。

中堅技術者層が薄いため、熟練技術者がOJT（On-the-Job Training）を担わざるを得ない状況が続く一方で、BIM/CIMやi-Constructionの進展、働き方改革の推進など、業務環境は多様かつ急速に変化している。こうした変化への対応を迫られている熟練技術者は、OJTに充てられる時間が限られており、従来型のOJTは機能しにくくなっているのが現実である。

このような状況下では、若年技術者の技術習得が不十分となり、その結果、熟練技術者の負担が増すという悪循環を招く恐れがある。また、若年技術者は早期に業務へ貢献したいという強い意欲を持っており、体系的かつ安定した教育環境を重視する傾向にある。すなわち教育・育成体制が不十分であることは、離職の一因ともなり得る。

2. 教育モデルの変革の背景と目的

(1) 背景と課題

一般的に若年技術者の教育体制は、着任前の「送り出し教育」と着任後のOJTで構成されている。しかし、従来の送り出し教育は、業務概要の周知やコンプライアンス等の教育にとどまっており、実務に必要な知識の習得

には至っていなかった。そのため、現場の熟練技術者が、OJTにおいて基礎の基礎から指導せざるを得ない状況が続いていた。さらに、現場でのOJTは、担当工事の内容や実施時期、天候などに左右されるため、育成の一貫性を保つことが困難であり、若年技術者の習熟度にばらつきが生じるという課題があった。

この課題を踏まえ、若年技術者が業務着任前に安定的かつ効果的に学習して、基礎知識を習得した状態で現場に着任することで、教育を担う熟練技術者の負担軽減と、教育を受ける若年技術者のエンゲージメント向上の双方を実現する教育体制への再構築が求められた。

(2) 変革の目標と方針

教育モデルの変革の目標は「発注者支援業務（工事監督支援業務）に必要な技術力の確保」と「人材育成の推進」である。これは単なる知識の習得にとどまらず、現場での即戦力となる技術者の育成を目指すものである。

今回紹介する取り組みは、その初期段階にあたるものであり、若年技術者や現場経験の浅い技術者を対象にしたものである。

彼らが現場に着任する前に、工事監督支援業務の全体像を体系的に理解し、業務の流れや基本的な進め方を把握することに重点を置いている。必要な知識とスキルを身につけた状態で現場に送り出すことで、OJTから初期教育の負担を軽減し、熟練技術者が専門的かつ高度な指導に集中できる環境づくりを目的としている。つまり、OJT中心の従来型教育から脱却し、「送り出し教育」への転換を図るものである。

なお、教育モデルの再構築においては、コロナ禍を契機として一般化したオンライン教育にも着目し、2021年に社内に「DX推進PT」を立ち上げ、デジタル技術を活用した教育手法の検討を開始した。

(3) 教育フローと期待する効果

教育フローとしては、図-1のように、基礎学習（座学）に次いで工事書類の処理や現場状況把握の演習（体験）を経て指導者（以下「トレーナー」という）が受講者の理解度に応じて補足説明等を行う流れをイメージした。また、デジタル教材を用いた教育モデルに期待する効果を、表-1のとおり整理した。

3. 『学習支援システム』で基礎を学ぶ

(1) 学習支援システムの概要

基礎学習には「CANVAS LMS」というeラーニング形式の学習支援システムを採用し、基礎編で業務内容の概要を、実践編で業務の実施方法を学ぶ仕様とした。以下にCANVAS LMSの特徴を紹介する。

- ・ブラウザ上で利用できるクラウド型の学習管理システムであり、インターネット環境があれば場所や時間を問わず学習できる。
- ・PowerPointやPDF等のデータをアップロードするだけなので、既存の研修資料等をすぐに教材として活用できる。

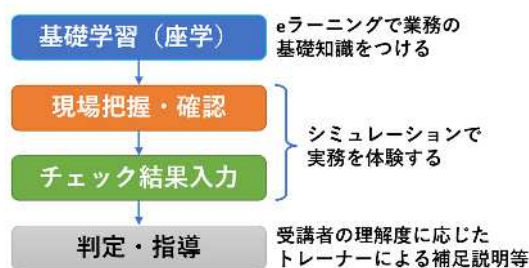


図-1 教育フローイメージ

表-1 デジタル教材を用いた教育モデルの期待効果

効果分類	項目	内容
学習スタイルの改善	自己学習の促進	場所を選ばず個人のペースで学習できる柔軟性
教育品質の安定化	バラツキのない画一的な教育	教育内容の均質化
教育成果の向上	理解度データ分析の活用	理解度に応じた補足説明や教材改善
運用効率の向上	教材の更新の簡便さ	最新情報の迅速な反映

- ・大容量の動画データや外部サイトへのリンクも可能
- ・各コースには自動採点機能付きの小テストや課題を組み込むことができ、受講者は自身の理解度を確認しながら学習を進めることができる。
- ・トレーナーは、受講者の小テストの結果をいつでも確認でき、受講者の理解度に応じてピンポイントの補足説明や再学習を指示することができる。

(2) 基礎編で業務概要を学ぶ

基礎編では、発注者支援業務共通仕様書（以下「共通仕様書」という）に示された業務内容、および業務体制や関係者との関わりについて、ナレーション付きで解説している。図-2にその一部を示す。

共通仕様書に記載されている業務内容は、以下の5項目である。

- ・工事契約の履行に必要な資料の作成
- ・工事の施工状況の照合等
- ・地元および関係機関との協議資料の作成
- ・工事検査への臨場
- ・その他（災害対応時、緊急時等）

業務を適切に履行するためには、常に根拠に基づいた判断および発言が求められる。そのため、受講者がテキストに記載された文言を単に暗記するだけでは不十分である。そこで、解説には「共通仕様書 第4編 工事監督支援業務 第4002条 業務内容」など、参照先となる条文へのリンクを設けており、受講者が記述の根拠を自ら確認する習慣を身につけられるようにしている。



図-2 基本編（抜粋：業務概要、業務の体制）

(3) 実践編で実務と手法を学ぶ

実践編では、担当技術者が現場で求められる実務とその手法を体系的に学習することを目的としている。特に、若年技術者や現場経験の浅い技術者が、工事の施工状況をイメージしたうえで、担当技術者として着任した際に「どの場面で何をするのか」を具体的に理解できるように設計されている。

受講者が業務工程を理解しやすいよう、「橋梁下部工事」をモデル工事に選定した。この工事は、段階確認や施工状況の把握の実施時期や頻度が明確なため、学習対象として適していることが理由である。

図-3が一般的なT型橋脚の工事工程（準備工から完成検査まで）と、どの段階で工事書類の確認や現場状況の把握等のイベントが発生するのかを表した工程表である。ただし、若年技術者や現場経験の浅い技術者が言葉だけ施工状況をイメージするのは難しいため、現場経験のない技術者でも施工状況を視覚的に把握できるよう、動画やアニメーションなどのコンテンツ（外部コンテンツへのリンクも含む）を用意している。

本プログラムの主な学習項目は、「工事契約の履行に必要な資料作成」と「工事の施工状況の照合等」の二つである。前者では、工事初期に対応する共通書類と施工中に適時対応する工事書類を分類し、書類作成の手順と参照すべき根拠および注意点について実例を交えて説明している。後者では、設計図面と施工状況を照合する際の着目点や、適否を判断するための基準および不適合が及ぼす品質への影響等を詳細に説明している。

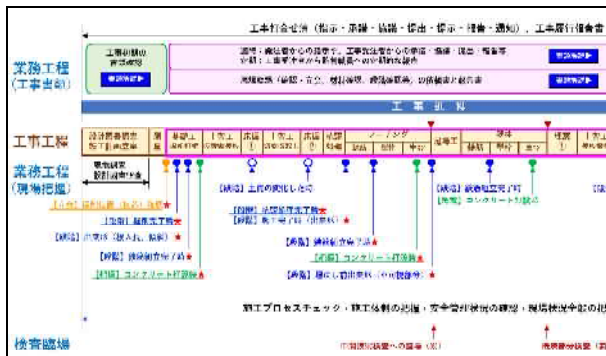


図-3 実践編（抜粋：工事工程に沿った業務工程）

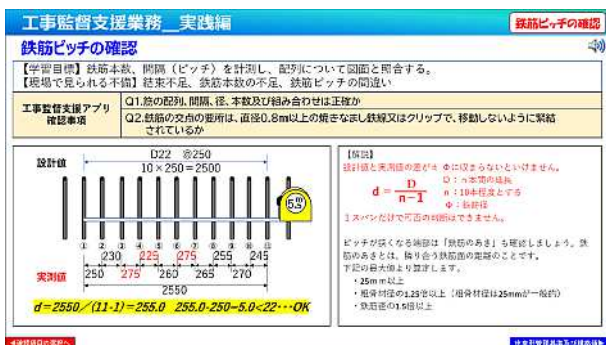


図-4 実践編（抜粋：段階確認の手法解説）

具体的な例を示すと、図-4は「段階確認__鉄筋組立完了時」における鉄筋ピッチの確認手法である。スケールの当て方からピッチの計算方法、適否の判断において勘違いしやすいポイントを解説している。

工事書類についても同様で、指示や通知等に必要資料の作成例や、工事受注者から提出された資料のチェックポイント、発注者への報告・相談方法なども解説しており、現場対応力の向上に直結する内容となっている。

4. 『VR シミュレーション』で体験する

『VRシミュレーション』は、学習支援システムで習得した基礎知識を、実務に即した形で体験し、定着させることを目的とした実践型の学習コンテンツである。特に「工事の施工状況の照合」に関する理解を深めるために設計されており、現場で求められる観察力や判断力を養うことを狙いとしている。

受講者は、図-5に示す「橋梁下部工事」をモデルとしたバーチャル空間で工事の進捗に応じて段階確認、施工状況の把握、立会などの監督支援業務を体験する。学習メニューは表-2のとおりである。

受講者は、工事特記仕様書や設計図面と空間内のモデルを照合し、「土木工事監督技術基準」に基づき施工の適否を判断し記録する。

表-2 VR シミュレーションメニュー

重要構造物(橋脚フーチング)	
段階確認	鉄筋組立完了時
施工状況の把握	コンクリート打設時
段階確認	埋め戻し前(出来形)
立会	圧縮強度試験
場所打ち杭	
立会	掘削位置(杭芯)・掘削機械設置高
段階確認	掘削完了時
段階確認	鉄筋組立完了時
施工状況の把握	コンクリート打設時
段階確認	杭頭処理完了時・施工完了時(出来形)
立会	圧縮強度試験
仮設鋼(仮設鋼矢板)	
材料確認	材料搬入時
段階確認	出来形(打設延長・基準高)
安全管理	
クレーン災害・重機災害・転落・転倒災害防止	
墜落・転落災害防止(足場の構造規定)	
安全掲示板の確認	

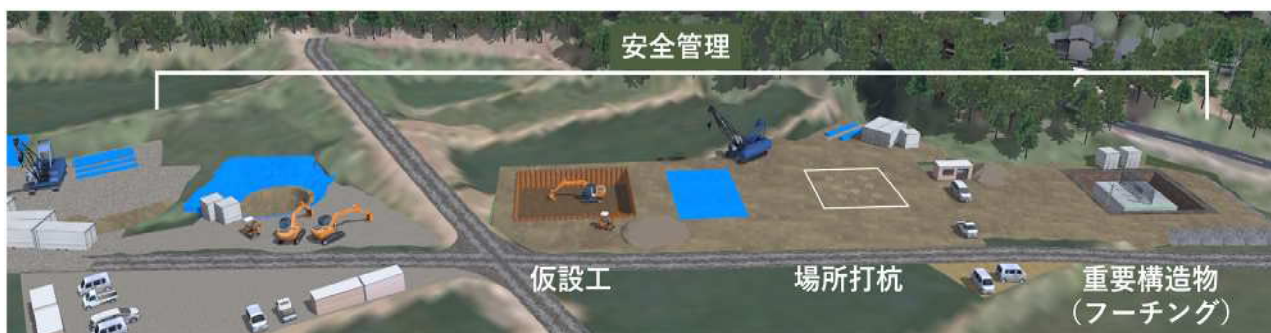


図-5「橋梁下部工事」をモデルとしたバーチャル空間

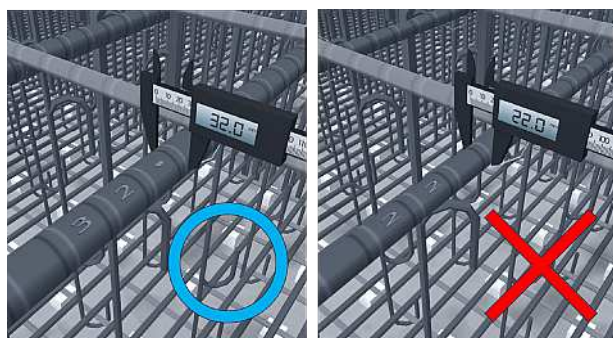
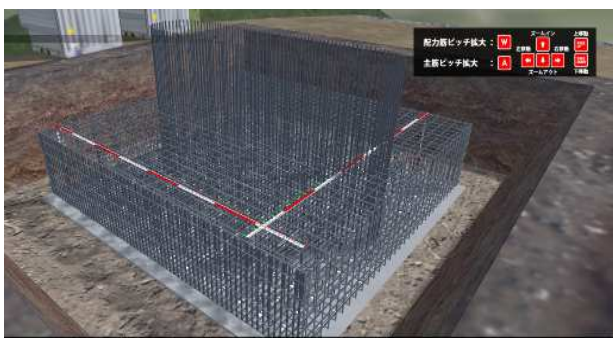


図-6「段階確認 - 鉄筋組立完了時」のエラー（鉄筋の規格）

特徴的なのは、バーチャル空間内にランダムに配置された「トラップ（不適切な施工）」の存在である。例えば図-6は「段階確認－重要構造物－鉄筋組立完了時」の様子であり、配置された鉄筋の規格が間違っているというエラーである。この他に鉄筋間隔の不具合やかぶり不足などのエラーが設定されている。どれも熟練者から見れば「このような施工ミスはあり得ない」と一笑に付される内容かもしれない。しかし、未経験者である受講者が現場状況を確認・把握するうえでは、どこに着目し、どのようにトラップを発見するかを学ぶことが重要である。

受講者は、トレーナーに対して「不適切な理由」と「発見した際に担当技術者が取るべき行動」を説明することで、現場で必要とされる「不適切な施工に気付く力」や「判断の根拠を持って説明する力」を身につけることができる。

5. デジタル教育実施の流れ（教育フロー）

教育フローのイメージは、2-(3) 教育フローと期待する効果で述べたが、『学習支援システム』を用いた基礎学習と仮想空間で工事現場を体験する『VRシミュレーション』を組み合わせた学習フローの詳細を図-7に示す。

実際の教育においては、この教育フローにさらに実践的な要素を取り入れている。

ひとつは「情報共有システム（ASP）の活用」である。国土交通省では、建設事業における「工事書類の処理の迅速化」「監督検査業務の効率化」などを目的に、受発注者間でASPが活用されている。若年技術者もこのシステムに対応できる必要があるため、学習支援システムで「工事契約の履行に必要な資料作成」を学んだあとに、実務で使用されているASPを用いて工事書類の作成（指示・通知など）、工事受注者から提出された書類（協議・承諾・提出など）の確認等を実践的に学ぶ。

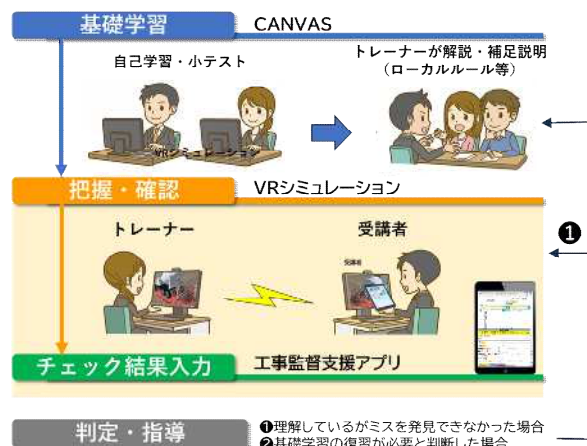


図-7 教育フローの詳細

ふたつ目は、現場状況を確認・把握するための電子帳票システム「工事監督支援アプリ」の活用である。このアプリは、経験の浅い技術者でも熟練者と同様に、的確かつ効率的に施工状況を把握・確認できるチェックシステムである。

受講者は、工事特記仕様書や設計図面とバーチャル空間内のモデルを照合した結果をアプリ内のチェックシート、フリー帳票、写真帳に記録し、業務の管理技術者役であるトレーナーに報告する。この実体験を通じて、現場を見る眼とアプリの操作方法を同時に習得することができる。

6. 活用効果および評価

(1) 受講後アンケートによる効果測定

受講者の評価は教育プログラムの効果を測定するために貴重である。「受講後アンケート」によりプログラムの難易度や理解度に関するフィードバックを受けることで、プログラムの効果や改善点を把握し、教育の質の向上に役立っている。

a) 学習支援システムのアンケート結果と評価

小テストの平均得点率は87%であり、受講者の自己評価においても「よく理解できた」「ある程度理解できた」の合計値が、基本編で92%、実践編で80%と高い結果であった。また、今後の活用については「機会を見て繰り返し見直したい」との回答が80%を占めている。

b) VRシミュレーションのアンケート結果と評価

理解度の自己評価の平均値は、5段階評価で4ポイントであり、「現場未経験であったが、3Dモデルで分かりやすく、特に配筋はイメージしやすかった」「現場に着任する前に段階確認等を体験できたので良かった」「トレーナーによる施工ミスや不具合の実例紹介や解説は、現場に出て役に立つと思う」という感想が多く聞かれた。

上記a)b)の結果より、「若年技術者が業務着任前に安定的かつ効果的に基礎知識を習得する」という目的は大方達成できていると言える。業務の基礎を習得した状態で不安なく現場に着任できるため、従来のOJTとは異なり、現場の熟練技術者はよりコアな部分から実践的な教育を開始することができている。

この教育プログラムは若年技術者のみならず、工事受注者として施工管理を経験してきた技術者を対象に活用する場合もある。彼らが工事監督支援業務に従事する際には、施工者としての視線から発注者側の視点に切り替える必要がある。

受講者からは「発注者側の目線での考え方を理解できた」との感想が寄せられており、施工管理経験者ならで

はの視点や意見を交えた議論は、トレーナーに新たな気付きを与える契機となっている。これにより、研修資料の内容や構成に対する改善のヒントを得ることができ、教育プログラムの質的向上にもつながっている。

(2) 副次的効果

VRシミュレーションの副次的効果について紹介する。

近年は、「段階確認」や「材料確認」などに遠隔臨場が多く活用されている。

オンライン研修においては、受講者がモニター越しにトレーナーが操作する画面を視聴しながら、施工の良否を確認することになる。その際、受講者はトレーナーに対してカメラアングル等の指示を行う必要がある。この訓練は、遠隔臨場を適切に実施するためのスキル習得にも寄与している。

7. 今後の課題と展望

先述したように、受講者の反応や配置先の現場状況を踏まえると、『学習支援システム』および『VRシミュレーション』を活用した送り出し教育は、学習効果の面では一定の成果を示している。

一方で、教育の自動化・効率化の観点では、eラーニング以外の取り組み、すなわち進捗管理やフィードバックの自動化、VRシミュレーションにおける評価・解説などについては、依然として人的対応に依存する部分が多く、効率化の実現には至っていない。今後は、eラーニングで得られた効率化の成果を他の教育工程にも波及させることが重要である。

例えば、AIによる自動評価や仮想講師（アバター）の導入により、VRシミュレーションの拡張性を高めることで、より多くの受講者に対応可能な教育体制の構築が期待される。これにより、受講者は自分のペースで学習を進めることが可能となり、教育の柔軟性と効率性がさらに向上する。

ただし、完全な自動化には限界がある。受講者の理解を深め、学習意欲を維持するためには、講師による補足説明や質疑応答、受講者同士のディスカッションといった人的サポートの機会を設けることが有効であると考えられる。

今後は、自動化技術の利点と人的サポートの強みを融合させた「ハイブリッド型教育モデル」の構築を進めていきたい。これにより、教育の質と効率を高めるとともに、経験や背景の異なる多様な人材にも柔軟に対応できる教育環境の実現を目指している。