

第3章 第4次産業革命に対応した職業訓練の検討

第3章 第4次産業革命に対応した職業訓練の検討

文献調査、ヒアリング調査及び研究会の議論を踏まえ、本調査研究として第4次産業革命に対応した育成すべき技術者像が定義された。今後はこれらの技術者を職業訓練によって育成する必要がある。

第3章では、第4次産業革命に対応した職業訓練の訓練内容、訓練方法、訓練教材及び訓練を担当する指導員に必要な能力について検討された結果を報告する。

第1節 第4次産業革命に対応した職業訓練の考え方

研究会で整理した技術者像の傾向から、第4次産業革命に対応した職業訓練の考え方について以下のとおり整理した。

ものづくり分野の訓練体系

生産システム設計 / 設計・開発 / 施工・組立 / 工事・施工
/ 保全・管理

において、

第4次産業革命の進展に伴う技術要素等

・センシング ・通信 ・ビッグデータ ・AI ・シミュレーション
・ドローン ・ロボット など

を活用し、

現場の課題解決に取り組むことができる技術者の育成

・最適化 ・効率化 ・省人化 ・形式知化 ・品質向上
・予兆（予知）保全 ・技能伝承 ・問題点の予測 など

を目的とした
職業訓練

第2節 育成するための訓練内容

第4次産業革命の進展に伴って育成すべき技術者を育成するための訓練内容を取りまとめた。訓練内容の作成にあたっては、職業能力開発総合大学校基盤整備センターで実施するカリキュラム等検討委員会（離職者訓練カリキュラム等検討委員会、在職者訓練カリキュラム等検討委員会、大学校カリキュラム等検討委員会）において、所属する各指導員が訓練の妥当性及び訓練内容について確認・検討を行った。

作成した結果、複数の技術者の育成のために共通して必要な訓練内容が明らかになった。表3-1に複数の技術者像に共通する訓練内容を示す。

これらの共通する訓練内容は、いずれも第4次産業革命の進展に伴う重要な技術要素である。職業訓練カリキュラムの開発においては、現場の課題解決のためにこれら

の技術の活用方法を習得できる内容が求められる。

表 3－1 複数の技術者像に共通する訓練内容

No.	訓練内容	技術者像番号 (表 2－5 から表 2－8 の番号に対応)
1	センシング	製造業分野②, ⑬, ⑭, ⑱, ⑲ 建築業分野⑦, ⑭, ⑰, ⑱ 情報通信業分野⑦ ものづくり基盤分野①, ⑥, ⑦, ⑩, ⑪, ⑭, ⑮
2	通信	製造業分野②, ⑬, ⑭, ⑱, ⑲, ⑳ 建築業分野⑦, ⑭, ⑰, ⑱, ㉑ 情報通信業分野③ ものづくり基盤分野①, ⑥, ⑦, ⑩, ⑪, ⑭, ⑮
3	ビッグデータ	製造業分野⑥ 建築業分野⑤, ⑬, ㉒ 情報通信業分野③, ⑦ ものづくり基盤分野⑩
4	AI	製造業分野⑯, ⑱ 建築業分野⑤, ⑭ 情報通信業分野⑧ ものづくり基盤分野⑳
5	制御	製造業分野④, ⑪ 情報通信業分野② ものづくり基盤分野⑩
6	3次元モデリング	製造業分野⑩
7	データ収集 (データベース)	製造業分野②, ⑦, ⑧, ⑨, ⑭, ⑱, ㉑, ㉒ 建築業分野⑦, ⑪, ⑮, ⑰, ⑱, ㉒ 情報通信業分野⑦ ものづくり基盤分野⑤, ⑥, ⑦, ⑱, ㉑
8	データ分析	製造業分野②, ④, ⑥ 建築業分野⑬, ⑱, ㉒, ㉒ 情報通信業分野②, ⑦ ものづくり基盤分野⑥, ⑦, ㉑

9	画像処理	製造業分野⑰ 建築業分野⑯ ものづくり基盤分野㉑
10	画像解析	製造業分野⑰ 建築業分野⑯
11	モノと情報の流れ	製造業分野③, ④, ⑤ ものづくり基盤分野③, ⑮, ⑱
12	ベテランのノウハウ の見える化	製造業分野⑦, ⑭ 建築業分野⑮ ものづくり基盤分野⑪
13	暗黙知の形式知化	製造業分野⑤, ⑭ 建築業分野⑨ ものづくり基盤分野⑪, ⑱
14	BIM	建築業分野①, ③, ④, ⑥ 建築業分野⑩, ⑪, ⑯, ㉑ ものづくり基盤分野⑬
15	シミュレーション	建築業分野⑪, ⑲ 情報通信業分野① ものづくり基盤分野⑫, ⑬
16	AR	建築業分野②, ⑫, ⑯, ㉓ ものづくり基盤分野⑧
17	VR	建築業分野②, ⑫, ⑯ ものづくり基盤分野⑧
18	ドローン	建築業分野㉔ ものづくり基盤分野⑩
19	ネットワーク構築	製造業分野⑧ 建築業分野㉑ 情報通信業分野④, ⑨ ものづくり基盤分野⑨, ⑯, ⑰
20	データの共有化	製造業分野⑧ 建築業分野㉑ 情報通信業分野⑨ ものづくり基盤分野⑨, ⑯, ⑰
21	情報セキュリティ	建築業分野⑱

		情報通信業分野⑨ ものづくり基盤分野⑤, ⑨, ⑰
22	遠隔監視	製造業分野⑨, ⑱ ものづくり基盤分野⑰
23	ロボット	製造業分野⑨, ⑪ ものづくり基盤分野⑦, ⑳

各分野の訓練内容は、図3-1「第4次産業革命に対応した職業訓練の内容」のように技術者像ごとに取りまとめられた。

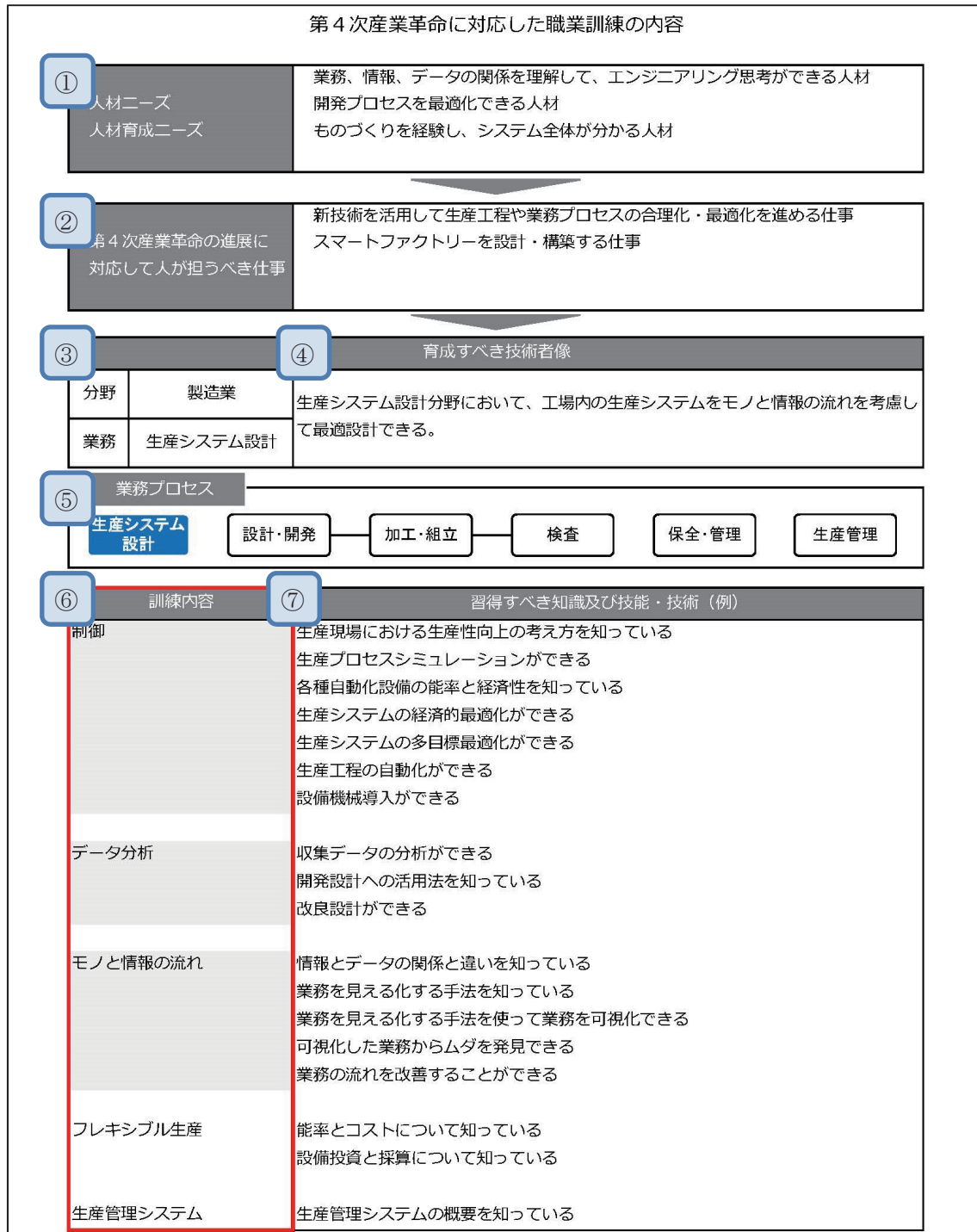


図3-1 第4次産業革命に対応した職業訓練の内容

① 人材ニーズ、人材育成ニーズ（16 件）

- ・ 新技術を現場で活用し、課題解決や新たな価値創造ができる人材
- ・ 暗黙知の形式知化、技能伝承ができる人材
- ・ 工場管理・マネジメント力のある人材 など

② 第 4 次産業革命の進展に対応して人が担うべき仕事（23 件）

- ・ IoT デバイスを活用して生産現場を見える化する仕事
- ・ 勘コツを含んだ複雑な作業手順や加工条件を標準化する仕事
- ・ デジタルツインを活用して、製品設計や予知保全を行う仕事 など

③ ものづくり分野の訓練体系

○ ものづくり分野

製造業、建設業等、情報通信業

○ ものづくり訓練の分類体系

設計・開発／加工・組立／工事・施工／検査・保全管理／教育・安全

④ 育成すべき技術者像（77 件）

- ・ 測定・検査分野において、自動計測や AI を用いた良否判定等、新技術による測定検査の自動化ができる技術者。
- ・ 工事・施工分野において、ドローンを活用して得たデータを分析し、施工現場の進捗管理や最適化の提案ができる技術者。 など

⑤ 業務プロセス

各ものづくり分野の業務プロセス

⑥ 訓練内容

育成すべき技術者を育成するために必要な訓練内容

なお、網掛け部分は複数の技術者像に共通する訓練内容を表す

⑦ 習得すべき知識及び技能・技術（例）

各訓練内容を習得するために必要な知識及び技能・技術

なお、この知識及び技能・技術は一例として示された内容であるため、職業訓練カリキュラムの開発においては、更に検討されるべきである。

第3節 訓練方法、訓練教材

教育界や産業界において第4次産業革命の進展に伴う人材育成の手法・方法や教材等の変化等について調査した。また、第4次産業革命に関連する技術等を習得するためのモチベーション向上や技術習得を加速させるための検定・競技会の事例についても併せて紹介する。

(1) 第4次産業革命の進展に伴う技術等を利用した訓練方法・訓練教材

第4次産業革命に対応した技術を人材育成に活用した例を紹介する。新しい技術と従来の方法を組み合わせることで、習得効果向上や習得時間の短縮につながったものなどがある。

表3-2 新しい技術により訓練効果が向上できるもの（訓練方法）

事例内容	期待できる効果
LMS システム（学習管理システム）の活用	各コース受講者の理解度・進度のばらつきを解消したり、授業準備によるタイムロスの削減等、効果・効率的な訓練の実施ができる。
e ポートフォリオを活用した学びの自己管理および学修サービス	学びの自己管理及び学修サポートのために e ポートフォリオを活用することで、効果・効率的な訓練の実施が期待できる。
e ポートフォリオを活用した学びと教育の改善	学習成果を学生自身と教員が評価し、その差分の原因を考えることで、学びと教育の改善につながるなど、効果・効率的な訓練の実施が期待できる。
スマート IoT 推進フォーラムにおける人材育成分科会の取組	新技術を利用したビジネスを企画立案できる人材 IT の知識・技能を持ち、IoT や AI 等の新技術の活用で業務上の課題を解決できることを理解している人材の育成が期待できる。
基礎的 IT セミナーの実施	IT の知識・技能を持ち、IoT や AI 等の新技術の活用で業務上の課題を解決できることを理解している人材の育成が期待できる。

表 3－3 新しい技術により訓練効果の向上が期待できるもの（教材）

事例内容	期待できる効果
AR 技術を利用した施工実習用教材	初心者を対象とする建築の技能や技術の教育訓練において、2次元図面を3次元の立体構造で把握できる教材を活用することで、効果・効率的な訓練の実施が期待できる。
VR、AR、MR 技術等を用いた ICT 建機実習用シミュレータ	実習の質的要素である「試行体験」と、量的要素である「体験時間の拡大」の両方を同時に実現でき、効果・効率的な訓練の実施が期待できる。
VR を利用した技能伝承及び人材育成	熟練技能者とともに OJT を行っているかのようなバーチャルな環境を作り出すことで、効果・効率的な訓練の実施が期待できる。
バーチャル溶接訓練システムの導入	溶接中のケガや事故が発生しないため安全であり、失敗による溶接材料等のコストも節約できるため、効果・効率的な訓練の実施が期待できる。
デジタル教科書を利用した教材	複数の資料書簡の横断検索や辞書との連携機能、動画などのマルチメディアの再生機能を備えるデジタル教科書を活用することで、効果・効率的な訓練の実施が期待できる。

（２） 第４次産業革命の進展に伴う技術等を習得できる訓練方法・訓練教材

第４次産業革命の進展に伴う技術や必要な能力を習得する訓練方法や教材の例を紹介する。従来の訓練方法や教材とは異なり、新たな視点を取り入れたものである。

表 3－4 新しい技術等を習得できるもの（訓練方法）

事例内容	期待できる効果（育成できる人材）
分野を横断する問題解決能力等を育成する PBL 科目の導入	幅広い専門性を有し、他の業務領域の担当者等と協力・連携できる人材 課題発見・課題解決力のある人材
学年混成チームで課題発見・解決に取り組む演習を導入	課題発見・課題解決力のある人材 コミュニケーション能力の高い人材
現役技術者を活用してシステム開発プロジェクトを疑似体験	課題発見・課題解決力のある人材 IT ベンダーと対等に話ができる人材

部門を越えて学ぶことによる骨太エンジニアの育成	幅広い専門性を有し、他の業務領域の担当者等と協力・連携できる人材
生産システム設計領域での人材育成スキルの基準化	経営工学的なことを理解し、業務の効率化、改善を図ることができる人材
AI 分野の技術開発や事業開発を担う人材の育成	「新技術を現場で活用し、課題解決や新たな価値創造ができる人材」や「新技術を利用したビジネスを企画立案できる人材」
労働者等のキャリア形成・生産性向上に資する教育訓練プロジェクト事業	新技術を現場で活用し、課題解決や新たな価値創造ができる人材 IT の知識・技能を持ち、IoT や AI 等の新技術の活用で業務上の課題を解決できることを理解している人材

表3-5 第4次産業革命の進展に伴う技術等を習得できるもの（訓練教材）

事例内容	期待できる効果（育成できる人材）
教育用レゴマインドストーム	課題発見、課題解決力のある人材 ロボットプログラミングができる人材

（3） 第4次産業革命の進展に伴う技術等を知るための訓練教材

第4次産業革命の進展に伴う技術等を知るための訓練教材の例である。既存の訓練に新しい技術を活用することで、第4次産業革命に対応する基盤となる知識や技能を身につけることができるものである。

表3-6 第4次産業革命の進展に伴う技術等を知るための訓練教材

事例内容	期待できる効果
VR 技術を活用した施工管理者向け教育システム	実際の工事現場と同様の環境で学習することにより、不具合に気付く感性を身につけることができる等、効果・効率的な訓練実施が期待できる。
BIM を活用した新たな建築教育	3次元で設計したものを対象に環境解析したり構造解析したりすることで、それら全てを可視化することで効果・効率的な訓練の実施が期待できる。
スマートファクトリー学習システムの導入	現場に必要な要素や知識、技術を身につけることができる実践的な学修環境であり、効果・効率的な訓練の実施が期待できる。

（４） 第４次産業革命に対応した技術等に関連する検定・競技会

第４次産業革命に関連する知識や技能の到達水準を確認するための検定や第４次産業革命で必要となる知識、技術を活用して技術の向上を図る競技会の例について紹介する。

表３－７ 第４次産業革命に対応した技術等に関連する検定

名称	運営主体	概要
IoT 検定	IoT 検定制度委員会	IoT に関わる知識やスキルを可視化して IoT を普及させることを目的。 ²³⁾
IoT システム技術検定	モバイルコンピューティング推進コンソーシアム	IoT システムの企画、構築、活用するために基本的かつ実践的な技術知識の取得を目的。 ²⁴⁾
ディープラーニング検定	(一社) 日本ディープラーニング検定協会	ディープラーニングの基礎知識を有し、適切な活用方針を決定して事業活用する人材と実装能力を有する人材の育成が目的。 ²⁵⁾
JDC 技能検定	(一社) 日本ドローンコンソーシアム (JDC)	ドローンの操作技術と運行知識を学び質の高い操縦士の育成が目的。 「基本操縦コース」を修了したパイロットには、JDC「技能認定証」を交付。 ²⁶⁾
生産マイスター検定	(一社) 人材開発協会	生産ラインに関わる人が、生産マネジメント知識・能力・生産革新への知識・能力をどの程度有しているかを判断、認定、証明する検定 ²⁷⁾

表3-8 第4次産業革命に対応した技術等に関連する競技会

名称	運営主体	概要
ET ソフトウェア デザインロボッ トコンテスト	一般社団法人組込み システム技術協会	将来世界をリードするエンジニア育成の ため、若手、初級～中級エンジニア向けに、 分析・設計モデリング開発、製品サービス の企画開発にチャレンジする機会を提供 することを目的に開催。 ²⁸⁾
Web×IoT メイカ ーズチャレンジ	総務省	学生や若者を対象とした IoT システム開 発のスキルアップのためのイベント。「ハ ンズオン講習会」と「ハッカソンスタイル での成果発表イベント」の2つで構成。 ²⁹⁾
Device2Cloud コンテスト	東京エレクトロン デバイス株式会社	クラウドとセンサを使う組込みシステム 企画から、開発、プレゼンまでを競う学生 むけコンテスト。 ³⁰⁾
水中ロボット 競技大会	The Consortium of the Japanese Organizers for OT0' 18(CJO) (水中ロボット競技会 実行委員会)	水中ロボットは、深い海底やダム等人間が 近寄れない過酷な環境での作業を行うた めに研究開発が進められている。HOV（操 縦タイプ）、ROV（遠隔操作タイプ）、AUV （自立タイプ）がある。 ³¹⁾
つくば チャレンジ	つくばチャレンジ 実行事務局	つくば市内の遊歩道等の実環境で移動ロ ボットに自律走行させる技術チャレンジ。 人間とロボットが共存する社会の実現の ための先端技術への挑戦。 ³²⁾

第4節 指導員に必要な能力

(1) 専門的な要素

第4次産業革命に対応した技術者像を第2章でまとめ、その技術者像を育成するための訓練内容を第2節でまとめた。

(1) では、第2節でとりまとめられた第4次産業革命に対応した職業訓練の内容（以下、「第4次訓練内容」という）を担当する指導員に必要な能力のうち専門的な要素について検討することとした。

指導員に必要な専門的な能力を考えるにあたっては、第4次訓練内容で明らかになった「複数の技術者像に共通する訓練内容」に着目した。（複数の技術者像に共通する

訓練内容は、第2節でまとめられている、「センシング」や「通信」などである。）

「複数の技術者像に共通する訓練内容」のうち、分野別（製造業、建設業、情報通信業）に出現回数が多いものを「技術者に必要な核となる技術」と名付けた。

各分野の「技術者に必要な核となる技術」は表3-9のようになった。

表3-9 分野毎の技術者に必要な核となる技術

分野	技術者に必要な核となる技術
製造業	<u>センシング</u> 、 <u>通信</u> 、 <u>データ収集</u> 、 <u>データ分析</u> 、制御、ロボット、AI、ビッグデータ、画像処理、画像解析、3次元モデリング、シミュレーション
建設業	<u>センシング</u> 、 <u>通信</u> 、 <u>データ収集</u> 、 <u>データ分析</u> 、 <u>BIM</u> 、AI、ドローン、シミュレーション、 <u>AR, VR</u> 、ビッグデータ
情報通信業	<u>センシング</u> 、 <u>通信</u> 、 <u>データ収集</u> 、 <u>データ分析</u> 、制御、ビッグデータ、シミュレーション、情報セキュリティ、ネットワーク構築、データの共有化、AI

※下線は、特に出現回数が多いもの、太い下線は、その分野特有のもの

表の3-9にあるように分野を問わず、第4次訓練内容に出現回数が多いものが、「センシング」「通信」「データ収集」「データ分析」の4項目であることが分かった。

また、建設業分野では、建設業分野特有の技術である「BIM」「ドローン」や「AR、VR」などが、技術者を育成するための訓練内容に多数出現する。

そのため、指導員は、「センシング」「通信」「データ収集」「データ分析」の4項目を各分野の技術者に付与する力が必要になることがわかった。さらに、建設業分野を担当する指導員は先の4項目に加えて、「BIM」「AR、VR」「ドローン」等に関する技術の活用力が必要になることが分かった。

また、国の施策や報告書等では、「ものづくり白書（2018版）」中で、デジタル時代の「現場力」として、質の高い現場データを取得し、デジタルデータとして資産化する力や職人技（技能）を技術化・体系化、暗黙知を形式知化し、デジタルデータとして資産化する力等が重要だとしている。建設業、土木業の分野においては、国土交通省が平成28年度に生産性革命プロジェクト20を発表し、建設業の生産性向上の取り組みとして、「i-Construction」の推進をあげ、ドローンによる3次元測量や3次元データの設計・施工への活用、ICT建設機械による施工、検査の省力化等の取り組みを始めた。

研究会での検討結果や国の施策等から指導員に必要な専門的な要素は、「センシング」

「通信」「データ収集」に関する訓練内容を実施できる知識・技術を有して、それらを組合せて、各分野で必要なデータ収集と情報のデジタル化、リアルタイムでのデータの見える化を実現する力が必要になると考えられる。

その上で、データを分析するための知識や手法の習得、収集するデータに関する知識等も必要になると考えられる。

以上のことから、第4次産業革命に対応した職業訓練を担当する指導員に必要な専門的な要素（技術的な能力）は、以下のようにまとめることができる。（①～③）ただし、建設業分野は、他分野では必要ないが、第4次訓練内容を担当する指導員に必要な要素がある。それを④とした。

① 情報技術を活用したデータ収集と見える化に関する知識・技術の習得

センシングや通信（クラウド含む）、データ収集（DB 等）に関する技術を理解しており、これらを組み合わせて、必要なデータを収集できる装置等を構築できる知識・技術

② データ分析力に関する知識、手法の習得

データを分析するための各種手法の知識、技能等。具体的には、「統計解析手法の理解」「統計ソフトの活用ができる」こと等が必要となる。

③ デジタルデータを作成するための前提となる知識

デジタルデータを作成するための前提となる知識である。具体的には、機械の稼働率等の生産工学に関する知識、建築計画等における工程管理等の知識などが考えられる。

④ 建設業分野を担当する指導員の専門性

「BIM」を活用しての3次元データの利活用推進やAR・VRを活用する力、ドローンの活用等

先にまとめた4つの項目から、製造業分野を中心に、第4次産業革命に対応した職業訓練を担当する指導員に必要な専門的な能力は、図3-2のように示すことができると考えられる。

各指導員が現在有している専門性の上に、収集すべき有効なデータを判断するために必要な知識（製造データや生産管理に関する知識）を持ち、データ収集の方法（情報技術を使ったデータ収集に関する知識・技能）までを優先的に習得することが望ましい。

その後に収集したデータを活用するためにデータの分析力を有するべきである。その上で、AI やロボット、制御等に関する知識、各技術者像に必要な個別の専門性（生産管理システム、ドローンを用いた診断）を習得していくことが望ましいと考えられる。

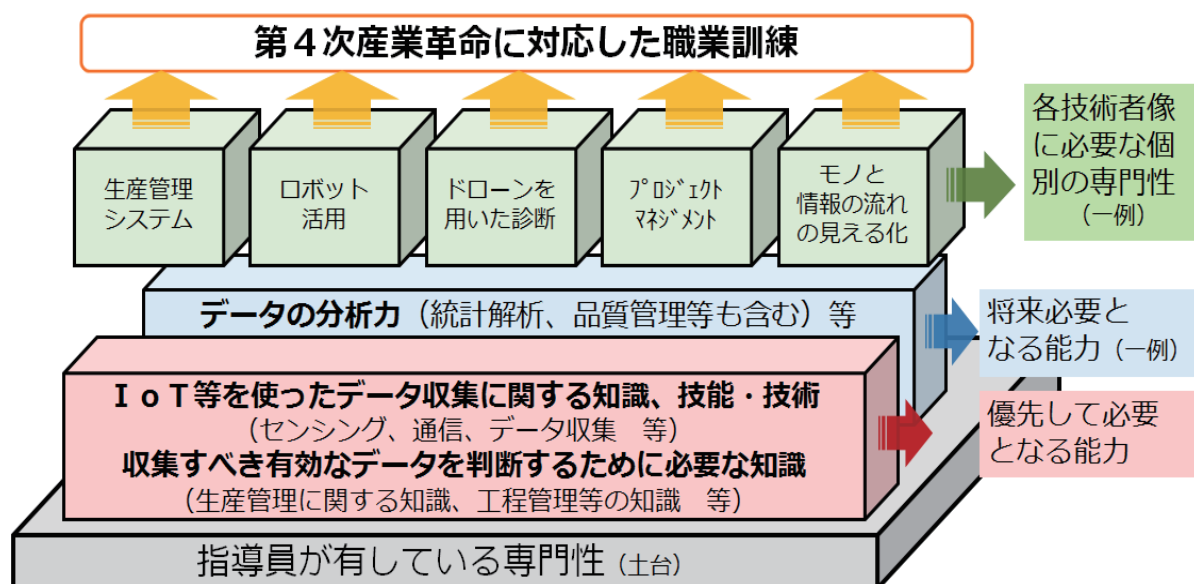


図3-2 第4次産業革命に対応するための指導員に必要な専門能力のイメージ

（2） その他の要素

これまでの職業訓練は、指導員が各分野（機械、電気、電子、情報等）の専門知識、技能、技術を有して、各々が専門とする分野の職業訓練を主に実施してきた。また、指導員が有している専門領域を活かして、訓練コースの企画・開発を行い外部の技術者と協力のもと職業訓練を実施してきた。

しかし、第4次産業革命の進展により、製造業や建設業の領域へデジタル技術の導入が促進され、技術の複合化と従業員の多能工化が一層求められ大きな変化が予想される状況に対応するためには、指導員が各自の専門性を活かし、個々の指導員だけで職業訓練実施を完結していくのは難しくなることが想定される。

そのため今後の職業訓練の実施を考えた場合、指導員が有する訓練をコーディネートする力が一層重要となる。また、訓練をコーディネートするにあたっては、指導員各自が有する専門的な領域だけでなく、複合的な領域で訓練内容を構築できる対応力を強化する必要がある。

さらに、1科では対応できない場合には、複数の分野の違う指導員がチームを作って、訓練をコーディネートしていくことも求められる。そのため、指導員には、専門能力と合わせて、以下のような能力も必要になると考えられる。

- ・ 複合的な領域まで対応できる訓練コーディネート力
- ・ 複合的な領域に対応できるものづくり全般に関する理解力
- ・ 自分とは異なる専門分野の指導員、民間技術者との調整能力
- ・ チームによる課題設定・課題解決能力