

第4次産業革命に対応した 人材育成と職業訓練のあり方

はら
原けいご
圭吾

●職業能力開発総合大学校 能力開発応用系 教授

1. 第4次産業革命による環境 変化

最近、毎日のようにAI、IoT、ロボット、ビッグデータなどといった、いわゆる第4次産業革命に関する話題を耳にすることが多い。第4次産業革命のキーテクノロジーであるデジタル技術の利活用は、企業の成長戦略に大きな影響を与える。特にものづくり企業では、高度な技能・技術をもつ人材を確保・育成することが重要であることに変わりはないが、第4次産業革命による産業構造の変化によって、人材が持つべきスキルに大きな変化が起きている。例えばものづくり白書では、2016年度版の目次にはじめて第4次産業革命という言葉が使われ、2018年度版では第4次産業革命がものづくり産業に与える「4つの危機感」というものが示された。また一般の職場においても仕事そのものや、働き方などが激変すると言われている。

このような背景のもと「第10次職業能力開発基本計画」や「未来投資戦略2018」など、各所で第

4次産業革命に対応できる人材の育成が強く望まれている。職業訓練においても、第4次産業革命の技術革新へ対応できる人材を育成していくことが、重要な役割となってきた。

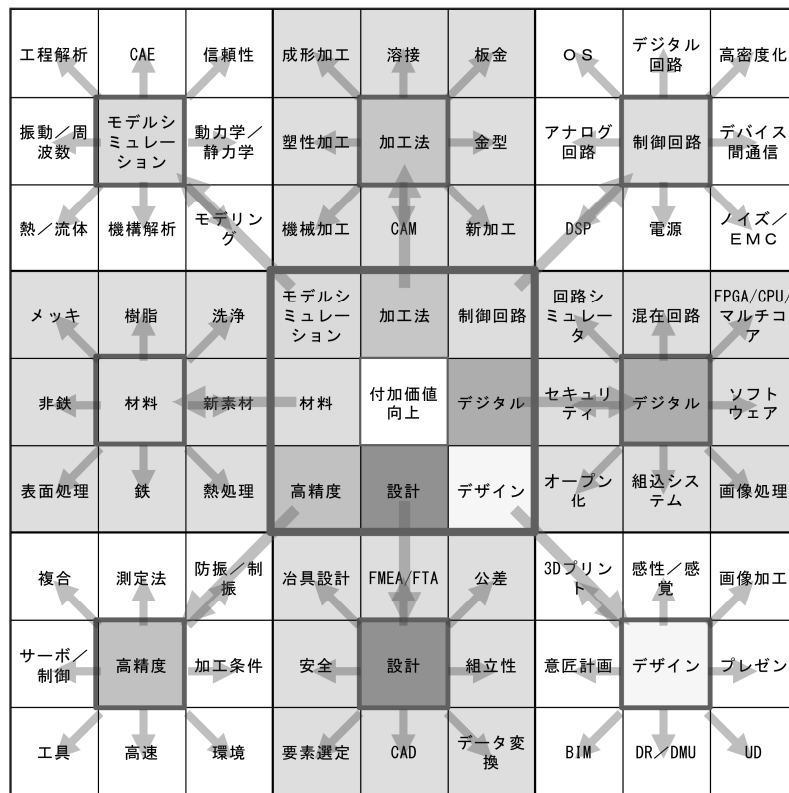
そこで本報においては「ものづくり」分野に焦点をあて、第4次産業革命時代に対応した人材育成や職業訓練のあり方、方向性について述べる。

2. 生産プロセスと人材育成

(1) ものづくり企業の生産プロセスと人材育成

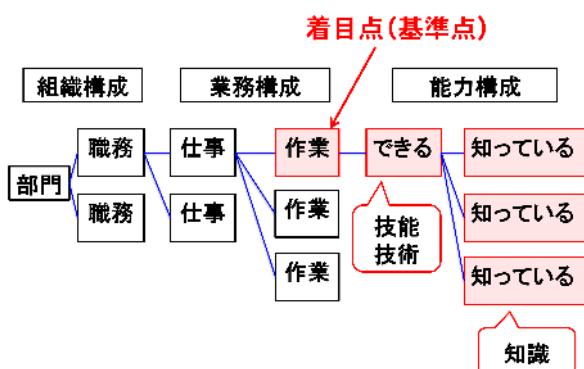
ものづくり企業が競争を勝ち残るためには生産性、特に付加価値生産性を向上していくことが重要となる。図1はマンダラチャートを用いて、あるものづくり企業の付加価値向上に影響すると思われる技術要素についてまとめた例である。この図の意味は、付加価値向上に必要となる主要な8つの技術テーマを示し、それぞれの技術テーマに対して、さらに8つの技術要素（合計64個）へ展開したものである。

図1 ものづくり企業における要素技術の例



これまで多くのものづくり企業における人材育成手法は、図1の各セルで示された技術要素を単位として、個々の労働者が段階的に技術を習得し、それを企業全体として組織化することで、高い競争力を維持してきた。具体的には図2に示すように、ある一つの作業単位に着目し、その作業を実行するための「できる」「知っている」といった技能・技術、知識に関する能力の向上を目標として、人材育成が行われてきた。

図2 人材育成の着目点



(2) 第4次産業革命における人材育成の変化

一方、第4次産業革命が従来のものづくりと大きく異なる点は、図3に示すように現実の世界であるフィジカル空間（Physical）から、センサなどで必要なデータを収集し、クラウド等で構成されるサイバー空間（Cyber）を利用してデータを蓄積・分析する。そしてその結果をフィジカル空間へフィードバックする仕組み（Cyber Physical System：CPSと略）が構築されていることである。すなわち技術要素の集合体として機能していた生産プロセスから、デジタル化されたデータを介して、フィジカル空間からサイバー空間へと技術要素同士のつながりが拡大したことに大きな違いがある。そのため第4次産業革命においては、生産プロセスに流れる多様なデータを適切に扱うことが重要となってきた。したがって、ものづくり企業が第4次産業革命に対応していくため

またデジタル技術が生産プロセスの中核になることで図4に示すように、人に求められる能力向上の着目点が、作業間の「縦のつながり」や、仕事、職務を含めた「横のつながり」へと変化している。そのため、作業という「点」ではなく、「線」や「面」のような広がりを意識した人材育成が必要になってきている。

The diagram illustrates the Cyber-Physical Loop. It features two central rectangular boxes: a light blue box on the left labeled "Cyber" and a light orange box on the right labeled "Physical". A red arrow points from the "Physical" box to the "Cyber" box, with the text "デジタルデータ" (Digital Data) written above it. Another red arrow points from the "Cyber" box to the "Physical" box, with the text "デジタルデータ" (Digital Data) written below it. Surrounding these boxes are four circular nodes: a blue circle at the top left labeled "蓄積" (Accumulation), an orange circle at the top right labeled "収集" (Collection), a green circle at the bottom right labeled "活用" (Utilization), and a purple circle at the bottom left labeled "分析" (Analysis).

Diagram illustrating the relationship between organizational structure, business structure, and ability structure.

着目点 (基準点) (Focus Point / Reference Point)

- 組織構成 (Organizational Structure)
 - 部門 (Department)
 - 職務 (Job)
- 業務構成 (Business Structure)
 - 仕事 (Task)
- 能力構成 (Ability Structure)
 - できる (Can do)
 - 知っている (Know)

着目領域 (基準領域) (Focus Area / Reference Area)

The diagram shows the flow of information and skills from the organizational structure to the ability structure. The '職務' (Job) and '仕事' (Task) are linked to '作業' (Operation) and 'できる' (Can do). The '作業' (Operation) is linked to '知っている' (Know). The '着目領域' (Focus Area) is highlighted by a red dashed box around the '作業' (Operation) and 'できる' (Can do) components.

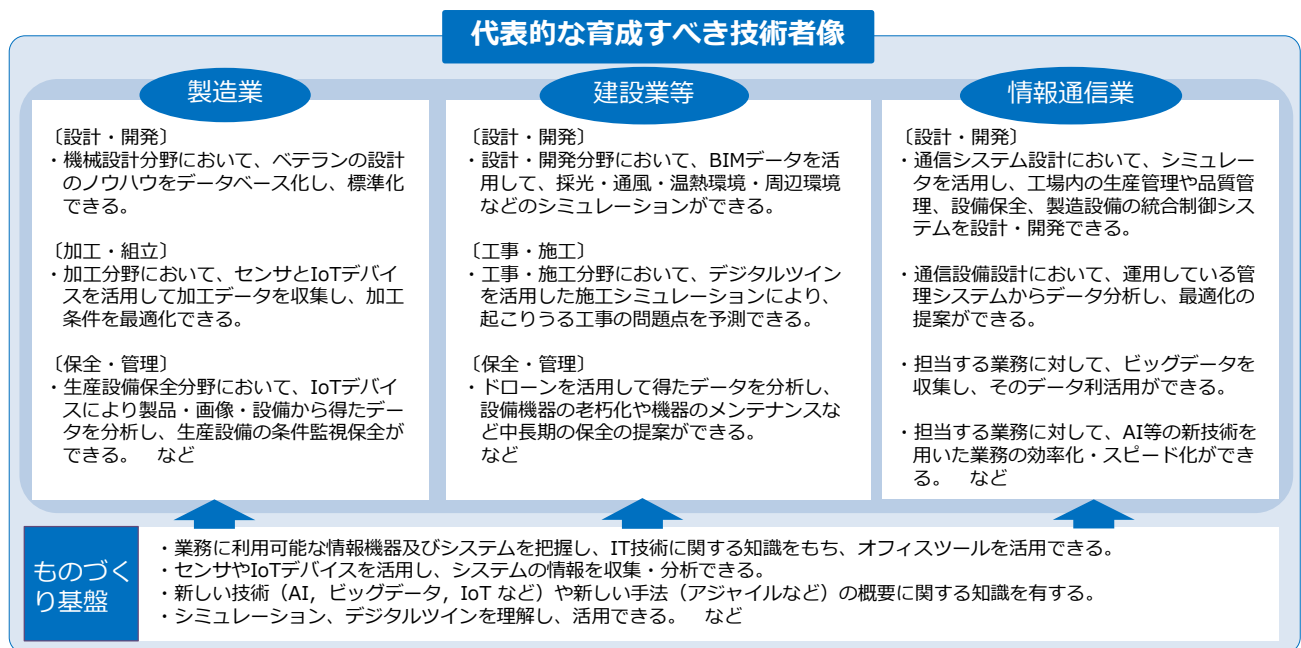
- ① 新技術を現場で活用し、課題解決や新たな価値創造、企画立案ができる人材
- ② 幅広い専門性（ π 型、ブリッジ型）を有し、他の業務領域の担当者等と協力・連携できる人材
- ③ ITの知識・技能を持ち、IoTやAI等の新技術の活用で業務上の課題を解決できることを理解している人材
- ④ 課題発見・課題解決力のある人材
- ⑤ 行動力、実行力、思考力、企画力のある人材
- ⑥ コミュニケーション力の高い人材

(4) 第4次産業革命で求められる新たな技術者像

これまで検討した人材ニーズと第4次産業革命の新たな技術要素をもとに、例えば、「生産システム設計分野において、サプライチェーンをモノと情報の流れを考慮して最適設計できる」技術者や、「加工・組立分野においてセンサやIoTデ

バイスを活用した自動生産システムを構築できる」技術者など、複数の新たな技術者像が挙げられた。その結果、育成すべき技術者像として製造業、建設業、情報通信業、ものづくり基盤の4つに分類して合計77件を定義した。代表的な技術者像を図5に示す。

図5 新たな技術者像



3. 新たな職業訓練の方向性

(1) 職業訓練の仕組み

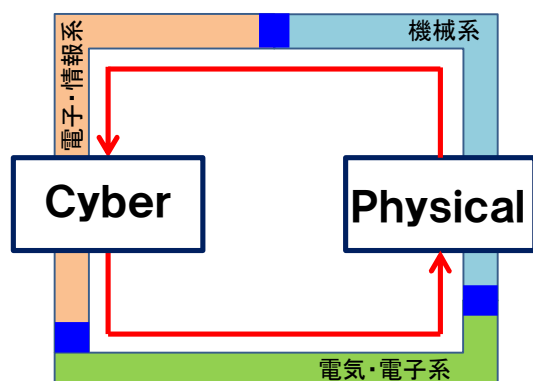
次に第4次産業革命に対応した新たな技術者像を育成するため、職業訓練が目指すべき方向性を検討する。なおここで扱う職業訓練とは、国や地方公共団体が実施する公共職業訓練を指し、求職者を対象とした「離職者訓練」（6ヵ月程度）、在職者を対象とした「在職者訓練」（2～3日程度）、高等学校卒業者等を対象とした「学卒者訓練」（2年間）とする。

建設系を除くものづくり分野の職業訓練は大きく機械系、電気・電子系、電子・情報系に分けられる。また職業訓練の体系は、「生産システム設計」、「設計・開発」、「施工・組立」、「工事・施工」、「保全・管理」となっている。各訓練カリキュラムは専門分野の技能・技術要素を基準として構成されている。訓練生は専門分野ごとに組み立てられたカリキュラムを、順番に受講することで、基礎レベルから応用・実践レベルへと、段階的に技能・技術を習得していくものである。

(2) CPSに対応した新たな職業訓練の枠組み

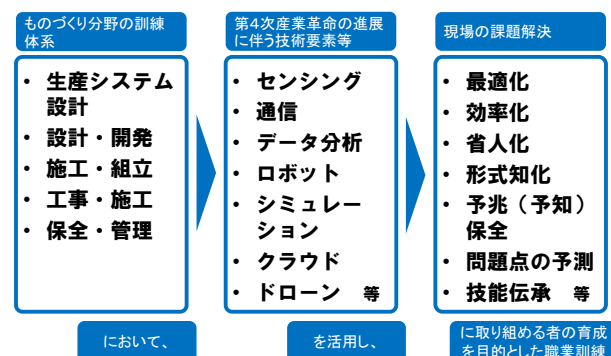
ここではものづくり分野の職業訓練を、第4次産業革命に対応させていくための方策を検討する。図6はCPS上で職業訓練がカバーしている範囲を示す。図を見ると職業訓練全体としては、既に第4次産業革命のCPSを網羅しているように見える。しかし各専門分野でカバーできる範囲は限定されており、また現時点においては、第4次産業革命への対応を意識したカリキュラム編成には至っていない。

図6 CPSにおけるものづくり分野の職業訓練



そこで第4次産業革命に対応した新たな職業訓練の枠組みを、図7のように整理することとした。この新たな枠組みは、第4次産業革命の特徴的な技術要素を核として、既にあるものづくり分野の職業訓練体系と、新たに求められている技術者像との間をつなぐようにして整理したものである。この枠組みを用いると、例えば『「生産システム設計」において、「センシング」を活用し、「省人化」に取り組める者の育成を目的とした職業訓練』というように、訓練目標が第4次産業革命の技術要素を含んで表現することができる。これにより、これまでの職業訓練の体系をベースとしながら、第4次産業革命の新たな技術要素を加えたカリキュラムを構築することができるものである。

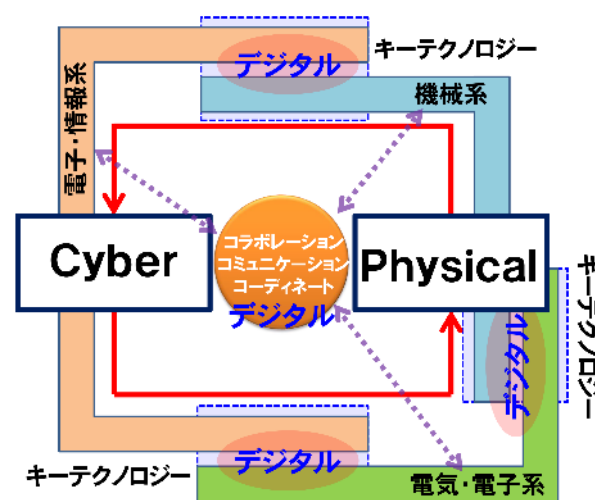
図7 第4次産業革命に対応した職業訓練の枠組み



(3) 第4次産業革命に対応した職業訓練の方向性

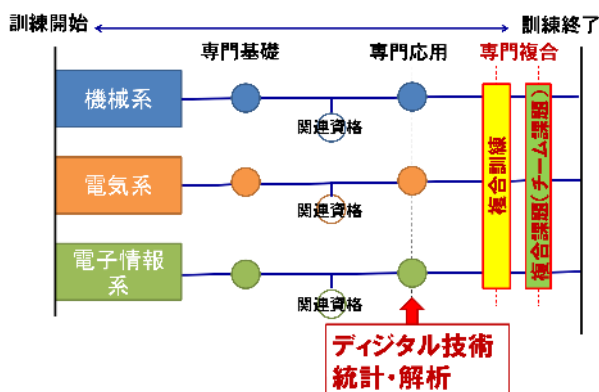
実際に第4次産業革命に対応した新しい職業訓練の枠組みを実現するためには、これまでの職業訓練を図8のように変革していくことも考えられる。すなわち、各専門分野の技術要素を習得するとともに、各専門分野の橋渡し部分を、第4次産業革命の根源であるデジタル技術でつないでいく仕組みを構築する。これによって従来の専門分野の間に存在していた壁を取り払い、また専門分野同士で重複する部分を大きく設けていくものである。

図8 デジタル技術による専門分野の橋渡し



具体的な例として図9に示すように、専門分野ごとに専門基礎から専門応用までを段階的に習得するとともに、第4次産業革命のベースとなるデジタル技術、データ利活用のための統計・解析を共通して習得させる。さらに専門分野を限定せず、チームとしてある一つの課題解決を目標として実践的な課題に取り組む、「複合訓練」や「複合課題」も組み入れていくことが考えられる。

図9 新たな職業訓練の流れ



これらの新たな職業訓練による仕上がり像のモデルを図10に示す。要素技術・技能を習得するとともに、複合技術へ段階的にレベルをあげながら、第4次産業革命に対応できる技術者像へ近づけていく仕組みである。

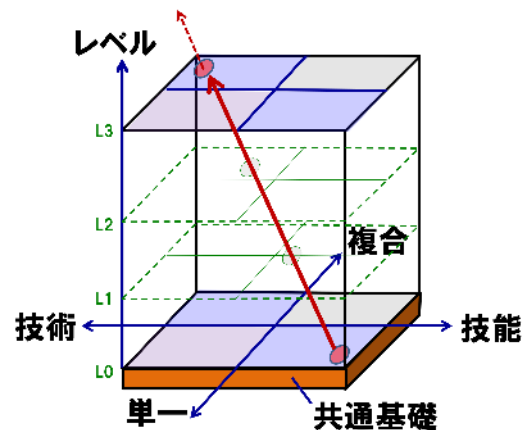
これまで述べたことを踏まえ、第4次産業革命に対応した新たな職業訓練の方向性について、次の5項目にまとめる。

- ① 受動的知識・技能習得型訓練から課題解決型訓練への転換をはかる。
- ② 各分野の訓練にIoT技術等のデジタル技術に関する内容を追加する。
- ③ 多能工化や複合技術に対応するため複合的な訓練内容を追加する。
- ④ ARやVR技術の活用による習得度、理解度の向上と習得期間短縮による訓練のスピード化、

実物を取り扱わない実験や実習の導入を進める。

- ⑤ AI等を活用した学習管理システム導入による訓練品質の向上に取り組む。

図10 第4次産業革命に対応した仕上がり像のモデル



4. 職業訓練指導員に必要なとなる能力

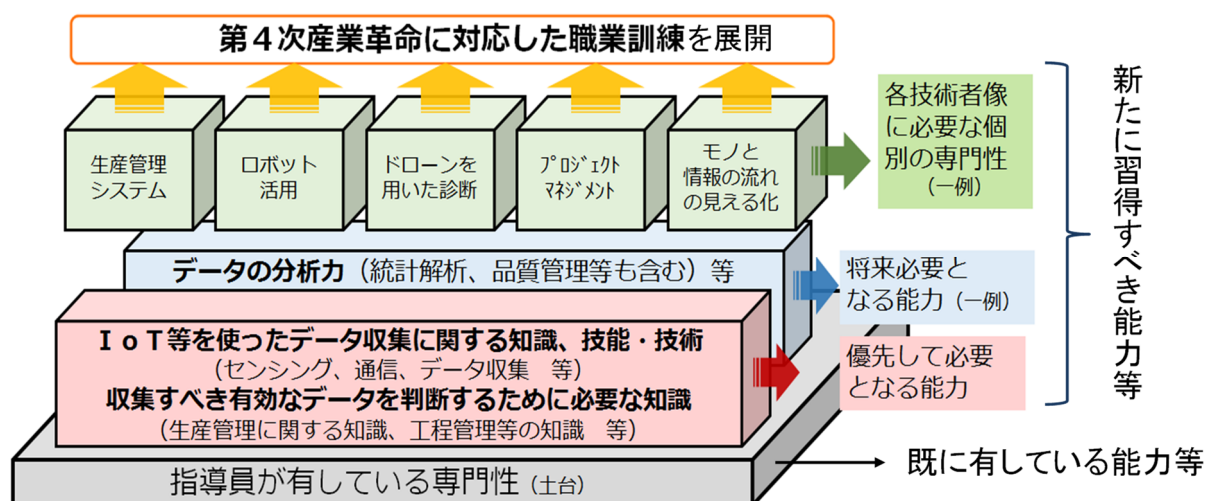
最後に、職業訓練を担当する職業訓練指導員に必要な能力を検討する。これまで職業訓練では、職業訓練指導員が専門とする分野の職業訓練を主に実施してきた。しかし第4次産業革命の進展により、デジタル技術の導入が促進され、技術の複合化と従業員の多能工化が一層求められる中、個々の職業訓練指導員が各自の専門性を活かし、職業訓練の実施を完結させるのは難しくなると予想される。そのため第4次産業革命に対応するため職業訓練指導員が新たに持つべき能力を求める。

そこでまず、新たな職業訓練カリキュラムの内容で共通している事項を洗い出した。その結果、「センシング」、「通信」、「データ収集」、「データ分析」の4項目が抽出された。すなわち第4次産業革命に対応した職業訓練を実施する職業訓練指導員には、これら4項目に関する訓練内容について実施することができる、知識や技術が必要であ

ることがわかる。またそれらを組合せて、各専門分野で必要な情報のデジタル化やデータの見える化などに関する能力も必要になると考えられる。その上で、さらに新たな技術者像に必要な、個別の専門性を追加していくことが求められる。図11は職業訓練指導員に必要な能力について整理したものを示す。

また今後は、職業訓練をコーディネートする力も一層重要となる。個々の職業訓練指導員が有する専門的な領域だけでなく、複合的な領域で職業訓練の内容を構築できるような対応力を強化する必要もある。そのために専門分野の違う複数の職業訓練指導員がチームを作って、職業訓練をコーディネートしていくことも求められる。

図11 職業訓練指導員に求められる能力



5. 今後の課題

第4次産業革命が進展する中、多くの企業では新しい技術革新に対応できる人材の育成が急務となっている。その中で職業訓練が果たす役割も高まっている。一方で新たな技術には、センシング、通信、データ収集・分析など利活用の目的が分かりやすい技術だけでなく、AIなどのように、技術が日々進展しているものもあり、今後の展開が予測しづらい部分もある。特にAIについては、今後の社会に大きなインパクトを与える可能性があり、職業訓練の分野においてどのように影響するのか注視していく必要がある。また新しい技術

を活用した職業訓練だけでなく、複合的な内容の職業訓練や複数の技術を活用した課題解決型の職業訓練の実施も期待される。実際に職業訓練を実施するにあたっては次のような課題が考えられる。

① 新たな職業訓練カリキュラムの開発

従来の職業訓練の内容に、デジタル技術に関する内容を追加したり、分野毎、職務毎の訓練から複合技術による横断的な内容を加えたりする必要がある。

② 新たな訓練教材、訓練方法の開発

VR、ARなどを活用し仮想体験を用いて訓練効果を高めるような教材開発や、訓練の習得を早める教材、安全に作業を体感できる教材開発なども課題となる。またPBLのようなアクティブラーニング型の訓練実施方法を拡大することも課題

となる。

③ 訓練環境の整備

VR、ARなどのシミュレーション技術を取り入れた、仮想体験のできる実習環境も整備する必要がある。さらに訓練の習得度を個人で確認できるeポートフォリオやeラーニング等の導入も必要となる。

④ 課題解決型訓練の検討

現場の課題解決をテーマに取り上げた職業訓練も必要になる。そのため、これらの内容を実施す

る具体的な訓練内容の検討が重要になると考えられる。

以上、これまで第4次産業革命の進展に伴う、人材育成ニーズを検討し、職業訓練への展開や取り組みについて述べた。職業訓練の使命として、将来にわたり我が国のものづくり企業に求められる人材を適切に育成し、供給していくことはますます重要となっている。そのためにも過去の延長線にとどまらない、新たな職業訓練への改革が強く求められている。

参考文献

職業能力開発総合大学校基盤整備センター(2019)

「第4次産業革命に対応した公共職業訓練で求められる訓練内容等の整理・分析」『調査研究報告書』No.177