

# 第四次産業革命に対応する生産マネジメント科目：現状と今後の可能性

## A Vocational Training Curriculum for Factory Management Considering the Fourth Industrial Revolution

平野 健次  
Kenji Hirano

### 1. はじめに

ドイツが提唱したインダストリー4.0[1]は、製造企業の革新を進めるものであり、第四次産業革命とも呼ばれる。この中核となる基本的な考え方は、マス・カスタマイゼーション[2]であり、上流工程では大量生産を行い、下流工程で多様な仕様を設定し、個々の顧客ニーズに応えることである。本稿では、職業能力開発総合大学の生産マネジメント科目において、プロセスイノベーションを育成するために、マス・カスタマイゼーションを考慮した教育訓練の実施状況について紹介する。最初に、現代の生産マネジメントについて、時代の変遷と生産マネジメントの変化を通じて解説し、最近のものづくりのニーズに対応するための生産マネジメントに関する教育訓練について紹介し、教育訓練教材の構築とその活用状況について解説する。

### 2. 時代の変遷とインダストリー4.0

#### 2.1. 現代の生産マネジメントと今後の可能性

高度成長期に急拡大した大量生産は、国内から新興国に移転し、中国や東南アジアなどにおいて海外生産が一層進んでいる。たとえば、タイのバンコク郊外に位置するアマタコン工業団地には、数百社に及ぶ日系企業が集結し、同種類の多数の機械を配置し、規格品の大量生産を行っている。これに対して国内は、多品種少量生産が主体となっており、BTO(Built to Order)やMTO(Make to Order)などが話題の中心である[3]。さらに、近年の中小企業は、個別対応による生産が進み、ETO(Engineering to Order)やCTO(Configuration to Order)が拡大し、生産システムや生産管理システムも、このような製造ビジネスモデルに対応できるしくみが必要になっている。顧客への個別対応が必要な時代に入ると、より重要になる生産業務は、引合い、見積りや納期回答、先行手配となる。さらに、顧客の要望に柔軟に対応できる仕組みとして、製番管理型の生産管理とBOP(Bill of Process)[4]や、イベントドリブン型のスケジューラの採用が求められる[5]。仮想空間でのシミュレーションを現実世界で実現するために、

それぞれの工程の定義と工程ノウハウの蓄積、設計と生産管理のデータ統合も重要である。さらに、複雑化する業務を改善するために、人工知能(AI)やRPA(Robotic Process Automation)、BRMS(Business Rule Management System)などの利用が進んでおり、クラウドサービスによる業務間連携も進んでいる。職業大の生産管理系では、このような企業の状況を考慮し、生産マネジメントの科目を編成して運営している。過去からの進化により形成されたものづくりに関するマネジメントを基本となる教育訓練内容として配置し、その上で、現代に対応するカリキュラムを考慮し、科目全体の再編成を繰り返している。そこで、最初に、時代の変遷に対応して変化してきた生産マネジメントについて概略を説明し、その後、職業大で進めている生産マネジメント科目に関する能力開発を紹介する。

#### 2.2. 時代の変遷とマネジメント方法論

テイラー(1856-1915)による科学的管理法[6]は1911年に提唱され、近代における生産システムの発展に多大な影響を及ぼした。テイラーは作業を要素作業に分解し、不要な動作を省き、最善の作業方法を見出す方法を示した。時間研究では、ストップウォッチを用いて作業の所要時間を測定し、作業方法、道具の標準化も行った。また指図票により、計画と実施の分離をし、仕事や職位ではなく努力に対して賃金を払う差別的出来高払い制度を提唱した。テイラーの科学的管理法は、米国の産業界に大きな影響を与えた。フォード自動車は、1908年にT型フォードを発売し、小型で頑丈、大量生産による大幅なコストダウンを実現し、大衆ニーズを捉えることができた。工場では標準化、専用機、部品の規格化が進められ、ベルトコンベヤによる生産が行われた。やがてゼネラルモーターズ(GM)が1908年に設立され、製品の種類を増やして、高級志向の車を発売した。T型フォードは、GMの拡大を契機に急速に衰退していった。

大量生産時代が本格的に幕開けすると、生産システムは自動化、高度化し、QCDの要求を満たす大量の製品が市場に投入されるようになった。規模の経済とは、事業規模が大きいほど一個当たりの費用が少なくなり、効率

が良くなるという概念であり、生産マネジメントもこれらを念頭に置いた生産管理、品質管理、原価管理が行われるようになった。1980年代まで続いた大量生産時代を通じて、顧客の基本的なニーズは満たされ、世界経済が大きく発展した。

やがて、製品が市場にあふれるようになると、顧客はさまざまな要望を示すようになり、多様な製品が販売されるようになった。このため、多くの製造企業は、規格品の大量生産から多品種少量生産に移行していった。人々の注目が範囲の経済に移り、複数の製品への展開を共通的な企業インフラが支えることになった。また、経営戦略の重要性が高まり、TQM, ISO9000 シリーズ、シックスシグマなどの新しい規格や方法論も登場した。1992年には、Joseph Pine によるマス・カスタマイゼーションが出版され [2]、1993年にはビジネスを改善・改革するための方法として、ビジネスプロセス・リエンジニアリング [7]、プロセスイノベーション [8] が紹介された。

1995年以降になると、インターネットが世界中に急速に進展し、情報システムが企業経営の競争促進要因となった。CALS international 1997 が東京で開催され、QCDを改革するための方法が紹介された [9]。この頃から、スピードの経済が中心的な話題となり、1日当たりの処理を複数回行うという回転率が重要視され、回転数/日を事業目標の柱とする取組みが増えていった。2003年になると、技術経営 (MOT) の活動が活発化し、研究開発投資をいかに事業化に結び付けていけばよいかという取組みが産学界で進められた。その後の円高、リーマンショック、東日本大震災、さらにグローバル経済と新興国の発展は、製造企業の経営に対して、非常に大きなインパクトを与えることになった。世界経済がグローバル化すると、世界規模で製品が流通するようになった。コモディティ商品は大量生産が進み、製品価格はより一層、低価格化への圧力が高まった。投資規模が格段に大きくなり、少数の企業により、大きな市場の獲得競争が展開されるようになった。

グローバルに展開する製品に対して、顧客ニーズの多様化に対応するビジネスも広がりを見せ、消費地に近い場所で、きめ細かく顧客の要望を伺い、顧客が求める製品をタイムリーに提供するようになった。複数の仕様をあらかじめ用意し、豊富な仕様の組合せで、個々の顧客に柔軟に対応する方法がさらに進んでいった。2011年にインダストリー4.0が紹介され、2015年頃になると、個々の顧客に柔軟に対応する方法であるマス・カスタマイゼーションが再燃し、ネットワークの情報に応じて生産物などを組み替えて最適な生産を実現するダイナミックセル生産方式に注目が集まるようになってきた。

IoT や M2M (Machine-to-Machine) [10] は、人、ビジネスプロセス、データを組み合わせる IoE (Internet of Everything) という概念として捉えられ、ビッグデータ、人工知能、自動運転技術、3D 地図、VR (Virtual Reality)、クラウドコンピューティング、高度画像処理技術、ドロ

ーンなどの統合的な利用も模索されるようになった。各企業では、取り扱う業務のデジタル化が一層進み、新たな顧客価値を実現するビジネスモデルの創出が模索されるようになってきた。最近では、クラウドファンディングによる資金調達により、商品開発や試作評価に対する新しい仕組みが活用されている。

このように、生産システムは、時代の変遷とともに変化し、生産マネジメントの方法も進化してきた。たとえば、政策による変化を考慮すれば、地球環境への対応、大気汚染対策などから、欧州では 2040 年以降、ハイブリッドを含むガソリン、ディーゼルエンジン車の販売を終了する方向を示す国々が現れている。また、イノベーションなどの技術の進化による変化を挙げれば、たとえば、日本版 GPS 「みちびき」 [11] により、誤差が数 cm 単位で測位できるようになれば、工場や農場での新たな利用が期待できる。さらに、デルの BTO のように、新たな生産管理方法の採用によってビジネスを進化させる場合もある。今後も、時代とともに変化する要求や技術に対して、新しい生産システムや生産マネジメントの方法が生み出され、時代のさまざまなニーズに応えていくものと考えられる。

### 2.3. インダストリー4.0

事業展開のパターンは、規格品の大量生産であるか、多様な製品を扱う多品種少量生産や個別受注生産 (MTO) によって、生産ラインの構成や人の働き方が大きく異なってくる。2011年に紹介されたドイツのインダストリー4.0は、多様な製品を柔軟に生産するために、生産システムに関する新たな枠組みを示すものであり、その中核は個別の製品を大量に生産するマス・カスタマイゼーションである。顧客の様々な要求が高まると、顧客の要望に一層柔軟に対応できるビジネスへの進化が求められる。マス・カスタマイゼーションとは、個別大量生産と呼ばれており、上流工程では大量生産を行い、下流工程に進むに従って多様な仕様を設定することにより、顧客の要望に応じていくことである。しかも、規格品の大量生産と同じような価格で多仕様製品に対応することである。

マス・カスタマイゼーションは、1992年のJ.パインの著書により一般に広まったが、当時はこれに取り組むための利用技術が脆弱であった。インダストリー4.0によって、マス・カスタマイゼーションが再燃すると、多品種少量生産が得意な中堅中小企業が積極的に取り入れようとしている。インダストリー4.0の統合の対象は、営業、企画、開発、生産、保守、さらには各企業間の連携に及ぶものであり、各機能を繋げることが重要である。日本では、設計と生産部分の限定された範囲の繋がりに留まっているという指摘がある。

## 3. 対応する生産マネジメント教育

### 3.1. 生産マネジメント教育

生産管理系で実施している現在の生産マネジメント科

目は、2013 年に、神奈川県相模原市から東京都小平市への移転に伴って、一般教育科目として位置づけられ、機械、電気、電子情報、建築の各専攻の共通科目として開講された。経営管理や生産管理、品質管理、工場管理などの 9 科目であり、必要最小限の科目で構成されている[12]。

生産マネジメント科目として明確に位置づけられたのは、小平市への移転時であるが、マネジメントに関連する科目は、職業大の発展や再編に伴い、様々な科目に変遷してきた。1961 年に開設された中央職業訓練所では、一般学科として工業経営概論が設定[13]され、その後、職業大の発展過程において、経済学や社会学が配当されるようになった。さらに、専門教育科目においては、推測統計学や実験計画法、さらには生産工学 I、生産工学 II、安全工学、システム工学などの科目[14]が配当されるなど、時代に応じた変遷を遂げながら、マネジメントに関係する科目群の充実が進んできた。筆者も長年に渡り、経営学や実験計画法、確率・統計などを担当し、ものづくりマネジメント分野の教育訓練を担ってきた。東京都小平市に移転してからは、生産工学概論、品質管理、生産管理、経営管理、企画開発マネジメントなどの科目と、生産管理に関する技術や技能を習得する実習科目が用意されている。学習の範囲は、生産マネジメントの中核となる生産管理、品質管理について集中して学ぶと共に、経営戦略、経営組織、マーケティング、原価管理、企画開発、創造性開発、問題解決法など、広義の生産管理に関する学習要素も充実している。このように、生産マネジメント科目は、必要最小限の科目構成でありながら、プロセスイノベータに必要な生産マネジメントの必須項目を網羅し、実習科目にも重点を置いている。また、一般教育科目の人文社会科学分野に配当されている統計学やものづくり経済論、工業法規などとも関連している。

一方、生産マネジメント科目が編成される以前の主要な取り組みとして、技術経営(MOT)への対応がある。技術経営の必要性が急速に拡大し、各大学でカリキュラムの編成が検討されるようになった 2003 年に、厚生労働省・機構本部・職業大で、新しい時代に対応できる人材育成の方向性について議論が重ねられた。この取り組みの結果として、総合的のものづくり人材育成プログラムが開発され、2004 年と 2005 年の 2 回に渡り、製造基盤白書(ものづくり白書)[15][16]において、カリキュラムの内

容や実践状況などが紹介された。これからのものづくり人材に必要な能力として、ものづくり力だけではなく、マネジメント力と現場を革新できる問題解決能力の向上が重要であると結論づけ、これらの能力を有する人材を総合的のものづくり人材[17]と呼ぶことにした。そして、図 1 に示すように、①マネジメント力(経営的知識・感覚)、②変革・推進力(リーダーシップ・指導能力)、③ものづくり力(技術・技能)の 3 能力を細分化し、これらを実現する人材育成プログラムが開発された[18][19]。やがて、このプログラムは技能継承インストラクター制度に引き継がれ、全国の職業能力開発大学校で 420 人余りの技能継承インストラクターの養成が実施された。また、短期養成課程での取り組みとして、海外からの留学生の受け入れが行われ、半年に渡って生産マネジメントの講義と実習が実施された。その成果の一部は出身国の職業能力の発展のために応用されることになった[20]。さらに、応用課程や、長期養成課程、高度養成課程にも紹介され、問題発見・解決力やコミュニケーション力、あるいはイノベーション力やマネジメント力などの必要性が認識されるようになった。

一方、基盤整備センターにおいては、2015 年に、ものづくりに関わる各専攻の中に、品質管理や生産管理を要素として取り入れる教育訓練が検討され、試行研修の実施によって、その重要性が認識されることになった。生産マネジメントは、ものづくりに関するマネジメントであるため、もともと各専攻分野と深い関連性がある分野である。また、職業大では、各専攻分野における広範囲で専門的な実技経験があるために、生産マネジメントの講義や実習が理解し易くなっているともいえる[21]。

### 3.2. 生産マネジメント教育のための実習機器

生産マネジメント科目を効果的に展開するために、演習科目で使用する統合生産管理教育システムが 2014 年と 2015 年に構築された。実践的な教育訓練を重視するために、各科目で利用されるソフトウェアは PLM (Product lifecycle management)、需要予測、生産管理、生産シミュレーション、PM(project management)、統計解析などであり、総合的のものづくり人材育成プログラムで検討された製品ライフサイクルをもとに選定されている。当時の背景として、グローバルな企業間競争の激化や海外への生産拠点のシフトが進む中、企業が組織として機動性や戦略性を高めるためには、市場の要請や事業戦略を踏まえながら、生産現場を革新できる指導者の育成が急務である。このような人材を育成するためには、工場生産に係わる計画・運営・改善等のしくみをサプライチェーンマネジメントの視点から総合的に体験できる教育訓練の実施が必要であった[22]。

特に、生産マネジメントの教育訓練では、書籍や文献を用いた講義のみではなく、生産管理を行う上での様々な問題点(例えば、生産計画に急な変更があった場合、生産ラインの変更はもとより、調達部門、物流部門、在庫管理など連動して影響が出ること)を具現化できるシ

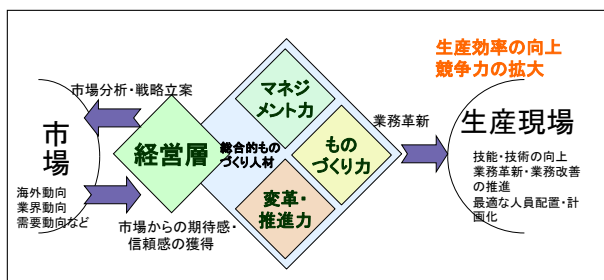


図 1 総合的のものづくり人材の概念

シミュレーションシステムを導入し、これらを用いた演習により効果が発揮される。最初は、生産管理のしくみを確実に習得する事からはじめ、やがては実際の実務と同じ課題に触れながら、グループメンバー同士で問題を議論する。そして、シミュレーションを何度も繰り返して解決策を提案する迄の演習に取り組むことによって、生産現場の指導者育成に求められる実践的な能力を身に付けることが可能となる。

① 中堅中小製造企業を題材に模擬工場を想定し、生産計画・資材計画・能力計画などの生産管理の計画・運用・改善等について体系的に説明できること

② 生産現場における効率的な作業計画や現場運営の方法について説明できること

③ 生産ラインで発生する諸問題について、生産シミュレーションを用いて問題の原因を追求し、複数の有力な解決策を提示できること

④ グローバルな企業環境や生産条件を考慮した生産管理のしくみを説明できること

上記の内容を実現する教材を用いた実習を5年以上に渡り実施し、その間に、図2に示すような新たな時代の変化への対応が必要になってきた。特にドイツとは異なる日本のものづくりを強化するために、マス・カスタマイゼーションの概念にあう本格的な教材が必要になり、教材を工夫して実習科目に追加し、カリキュラムを充実させてきた。具体的には、顧客の多様な要望に応えるために多仕様製品を扱う生産情報システムを用意し、ものづくりデータの構築技術を学習でき、製品の多仕様化に伴って発生する様々な生産現場の課題を解決できるようにするための教材開発である。

### 3.3. 最近の教育訓練教材とその利用

最近の傾向として、2014年の導入当時の習得型の実習から、課題解決を体験する実習に移行しており、生産システムに関わる新たな課題に対応できる教育訓練教材を充実させている。2018年には、上位系の生産管理システムと連携するために実習用のミニラインをオリジナルで構築し、不良発生時における製造計画とIoTを考慮した

生産管理を実習で体験できるようにした。2019年には、AI(深層学習)とBRMSを用いた受注生産業務の簡素化を取り上げ、プロセスイノベータに求められる業務改善に関わる実習も含めるようにした。2019年の後期には、老朽化更新としてLL教室の整備が行われる予定であり、従来まで使用してきた実習教材を最新の利用環境で体験できるようになる。また、生産管理サーバの再調整によって、深層学習(ディープラーニング)に基づく学習モデルの構築を実習科目で本格的に体験できるようになる。特に重視する視点は、プロセスイノベータとしての能力を高めるために、生産管理システムなどによる実習を通じて、BTOやETOを考慮したものづくりの具体を習得し、その後、個別大量生産について理解を深めていくことである。次に、現在、取り組んでいる教育訓練の視点の一部について示す。

### 3.4. 教育訓練における4つの視点

#### (1) IoEによる相互連携

IoEという視点で、外界からものの状態を取り入れることにより、従来の生産システムを進化させ、自由度の高いシステムを設計する発想力を高める。

#### (2) 情報利用・収集と分析

情報技術の活用の視点は、プロセスの視点からデータ中心主義に移行している。インダストリー4.0によってデータの取り扱いが話題になっているが、今後は単なるビッグデータではなく、ITの利用目的と、データの質を一層考慮することが重要である。ITの利用目的は、自動化と省力から価値創造の時代に入っており、目的が適切でないIT投資は、企業競争力の向上を阻害してしまう懸念がある。データの質については、ディープデータの考え方が必要であり、データの収集時点・種類・粒度や、データの可視化などの考慮も必要である。

#### (3) 人間の業務補助

従来と同様の時間で多様な製品を扱うためには、複雑な業務処理を簡素化する必要がある。AI, RPA, BRMS

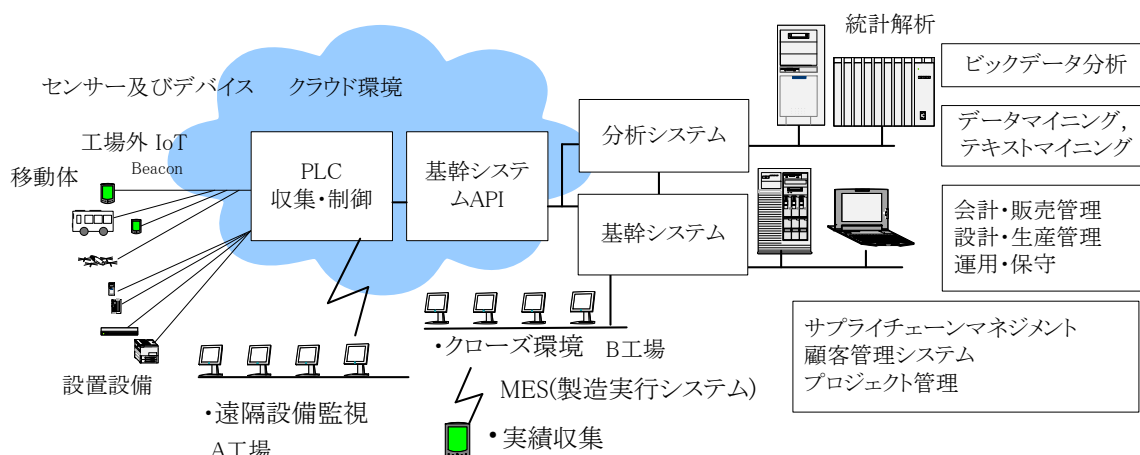


図2 IoT時代の生産情報システム

は、この様な要望に応えるものであり、従来、人間が判断していた業務をコンピュータに任せることができるようになる。さらに、人が行う業務を支援するために、人と協調できるシステムが求められる。たとえば人協調ロボットによって、人が行う作業を支援することにより、複雑化する業務を適切に推進できる可能性が高まる。

(4) 自律・協調・分散

顧客の様々な要望に応えるためには、協力企業も含めた自律・協調・分散型の業務のしくみが必要である。そして、分散した工場を制御し、管理するためには、繋がる視点(**connected industries**)が必要になる。また、計画に際しては、イベントドリブン型のスケジューラによる仮想空間のシミュレーションや、現実世界へのシミュレーション結果の反映、さらには、これを実現するための諸問題の把握と解決が必要である。繋がるのが目的なのではなく、目的を達成するための手段として捉えることが重要である。

3.5. 最近の教育訓練教材とその利用

(1) 多仕様製品の受注と生産管理

総合課程では、生産マネジメントの科目は3年次から本格的に始まり、上級年次の4年生において、顧客の要望に柔軟に対応する考え方としくみを、たとえば、以下の点を考慮しながら学んでいる。

- ・課題に適する生産管理方式について、実現可能性と費用対効果を考慮しながら、複数の代替案を検討する。
- ・情報の利用、分析、収集を考え、どのようなデータが必要になるのかを検討する。
- ・時代の変遷と共に求められるようになってきた自律・協調・分散の具体的な特徴について検討する。
- ・ITの利用を自動化と省力だけでなく、本来、取り組むべき価値創造の視点を含める必要性を学ぶ。
- ・変化に対応できる考え方、たとえば、非計画的アプローチの必要性について検討する。

(2) AI と BRMS による業務効率化

(1)を考慮しながら、顧客からの受注と生産管理業務についてシミュレーションで体験したのち、顧客からの受注処理をAIとBRMSでシステム化した事例をコンピュータによる実習により体験する。複数の顧客の要望をもとに、AIによって緊急度を判断し、製品種類や顧客条件、立地などの情報を加えてBRMSで処理し、その情報を元に、生産管理のオーダー展開が完了することを確認する。最後に従来の方法と、AIを用いて業務を簡素化する場合の違いとその要点について考察する[23]。

(3) ラインとの連携による生産管理の理解

工場における上位系の生産管理と現場のライン(MES: 製造実行システム)を用いることで、不良品の対処方法と再計画にかかわる実習を行っている。上位系の生産管理システムと現場のラインとの連携として、生産管理シ

テムと同期管理システム、さらに図3に示す実験用のミニラインからなる教材である。ミニラインには、ベルトコンベアとセンサーが取り付けられており、不良となるワークが流れてきた場合、これを検知し、ベルトコンベア上からワークをライン外に退避する。不良品が退避場所に置かれると取り除かれるまでラインは停止し、ワークに異常がなければ良品として完成品エリアに搬送される。実習では、不良品の種類と数、良品の数などの作業実績を確認してもらう。この時、不良が発生したら、上位系から作業指示が自動で再計画されることを確認する。実習課題としては、上位の生産管理システムからミニラインまでの一連の生産管理の流れを習得すること、不良と不良率の考え方、不具合発生時の対処方法、再計画の考え方について学習する。生産管理システムや実習用のミニラインを繋ぐことで、現場のイメージを持ってひとつ一つの改善内容や効果が明確に把握でき、生産計画から製造、実績収集までのプロセスをより明確に理解してもらうことが可能である[24]。

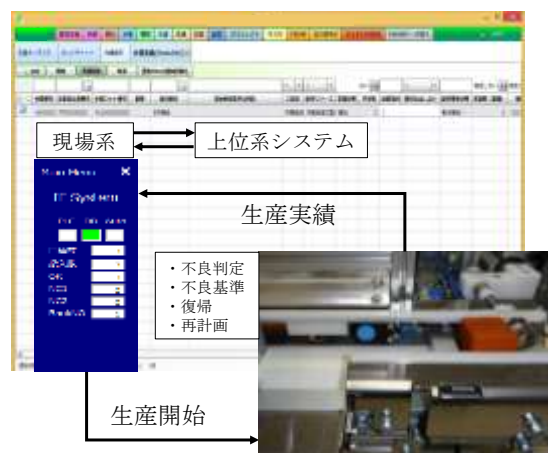


図3 生産管理システムと統合された実習ライン

3.6. 職業訓練指導員研修への対応

生産管理系の企業経営ユニットでは、職業訓練指導員(テクノインストラクター)に向けた研修として、顧客ニーズに柔軟に対応するものづくりマネジメント、ディープラーニングの基礎とその活用、総合的ものづくり人材育成コースー工場見学コースーなどを運営している[25]。

- ・顧客ニーズに柔軟に対応するものづくりマネジメント  
インダストリー4.0やIoTの中核にある考え方であるマスマスタマイゼーションについて理解する。その実践として、中堅中小企業における多品種少量生産への取り組みを研修の対象にして、多仕様製品に対応できる生産管理システムや業務のシステム化について実習を通じて理解を深める。
- ・ディープラーニングの基礎とその活用  
人工知能(AI)を正しく理解するために、人工知能の基礎とニューラルネットワーク、さらにディープラーニン

グについて学習する。また、TensorFlow を用いて簡単な演習を行うと共に、どんな生産業務にディープラーニングが適用されるのかについて事例を通じて理解を深める。

- ・総合的ものづくり人材育成コースー工場見学コースー経営感覚を有する生産現場の指導者を育成するために、企業におけるものづくり、その経営について理解する必要がある。このような課題に対応するために、加工・組立工場の見学や経営者との対話を通じ、ものづくり経営の基本や、企業における人材育成のあり方について理解を深める。

#### 4. 対応する研究テーマ

変化の早い時代では、教材を構築したら、数年も経過しないうちに陳腐化する。これを防ぐためには、研究活動を通じて、教材を常に改善する必要がある。その取り組みの例を示す。

##### 4.1. 受託研究

製品の多様化に取り組む中堅中小企業からの要望により、生産管理の支援を受託研究により実施している。実際の企業への支援を通じて得た経験やノウハウをもとに、汎用化、一般化した教育訓練の教材を構築し、これを各課程における授業で展開している。また、時代の変化に伴う新たな要望や、それに関係する新たな研究から、受託研究の適用範囲を広げるとともに、その結果を教材の再構築に反映している。最近の受託研究として、製品の多様化に伴う製品マスターデータの管理方法に関する研究[26]があり、図4に示す統合工程部品表の適用や、受注設計生産に対応するマスターデータの構築、AIを用いた生産管理業務の簡素化(図5を参照)などを進めている。

また、研究の過程では、数多くのデータ処理が必要となるため、データマイニングやテキストマイニングをはじめ、主成分分析や重回帰分析などの統計処理も必要になる。これらは、卒業研究のテーマにも取り入れている。

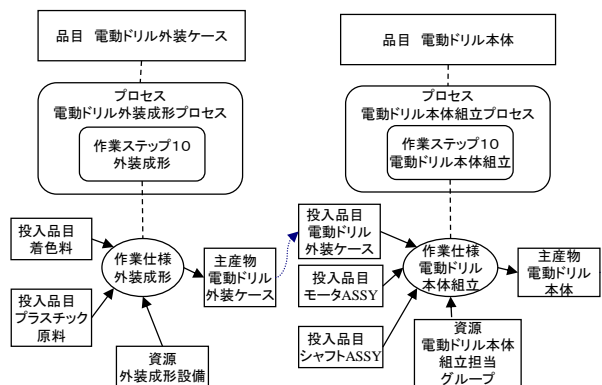


図4 マスターデータを可視化する統合工程部品表

##### 4.2. 科研費研究

時代の変化に伴う新たな要望や、それに関係する新たな研究は、受託研究だけでは対応が難しい。そこで、科研費による研究を推進できれば、新たな成果を生み出せる可能性が高まる。このような課題に対応するために、2019年に採択された課題として、「多様化に基づく顧客対応型製造ビジネスのシステム化に関する研究」を進めている。この研究は、2016年から実施してきた「マス・カスタマイゼーションを考慮する生産管理のシステム化」の継続研究である。さらに、多様製品に対応できる生産管理業務に関する研究[27]や、マスターデータの可視化[28]、生産マネジメントの非計画的アプローチ[29]などの研究に取り組んでいる。

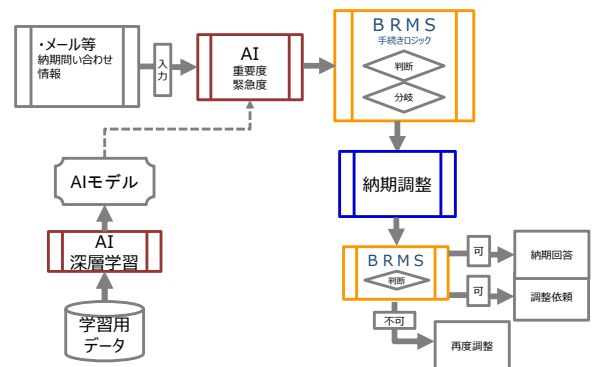


図5 AIとBRMSの実務での利用例

#### 5. まとめ

日本の製造企業はドイツと同様に、規格品の大量生産から多品種少量生産、さらには、多様化する顧客の要望に応えるマス・カスタマイゼーションが必要な時代に入っている。そして、これらの環境変化に対応できる生産システムと、業務の仕組みが求められている。

このような背景のもと、職業大の生産マネジメント科目では、プロセスイノベータの育成を目的として、生産管理・品質管理の基礎を習得したうえで、マス・カスタマイゼーションを考慮した教育訓練を進めており、本稿では、現在に至るまでの直近の取り組みについて解説した。特に、生産管理教材として、多様製品を扱う製番管理型の生産管理、イベントドリブン型のスケジューラによる近未来のシミュレーション、さらには、ビックデータの分析と収集、AI、BRMSを考慮した業務のシステム化などについて、教育訓練での利用状況を解説した。そして、これらを念頭に置いた講義や実習科目は、総合的ものづくり人材の育成プログラムや、2014年からの教育訓練システムの構築とその後の取り組みによって構築されていることも示した。さらに、職業訓練指導員研修への対応や、新しい取り組みを推進するための研究テーマについても解説した。

今後は、不確実性や変化への対応がさらに重要になる。そして、デジタルトランスフォーメーション(DX)のよう

な製造企業のデジタル革命は、問題発見解決力、イノベーション力の発揮が欠かせない。これに対して、2003年に確立された総合的ものづくり人材育成プログラムでは、ものづくり力だけではなく、マネジメント力と変革・推進力(5分類)の総合的な能力の重要性を見いだしており、現代の職業訓練指導員に求められる7つの能力には、イノベーション力と問題発見・解決力が含まれている。職業能力開発に関する訓練プログラムは、幾度の再編を重ねてかなり早い段階から取り組まれており、将来への準備は着々と進んでいると考える。

これからは、中小企業の業務をマス・カスタマイゼーションの視点で改革できる能力が求められる。さらに、従来の目標であったコスト、品質、納期の達成は今や前提条件であり、VUCA(変動性、不確実性、複雑性、曖昧性)を考慮した経営の時代に入っている。IoT、AI、ロボット、ビックデータ、デジタルツインは技術であり、中小企業の経営革新に必要な手段である。このため、職業能力開発の目的は何かを整理し、現場に確実に適用できる役立つ手段を明確にすることが重要である。ビックデータからディープデータへ、コンピテンシートラップを避け、知の探索と知の深化という両利きを目指すAmbidexterityの視点、さらにはシンギャラリティを克服する職業能力開発や人材育成の模索も必要な時代が到来している。

**Keywords:** Factory Management, Future Leadership with a Production Background, Proficient Manufacturing Leaders, AI, BRMS

### 註

[註1] マス・カスタマイゼーションは、個別大量生産と呼ばれており、規格品大量生産と対等の価格と納期でニーズに合う多様な製品を製造し、製品仕様の顧客満足度で勝つビジネスモデルである。最近が多品種少量生産が得意な中堅中小企業が積極的に取り入れようとしている。

[註2] デジタルトランスフォーメーション(DX)とは、ITがあらゆる良い変化をもたらすということであり、エリック・ストルターマン教授が提唱した。経済産業省によるDX推進ガイドラインによれば、データとデジタル技術を活用して顧客や社会のニーズを捉え、ビジネスモデル、製品・サービス、業務を変革し、競争優位を確立することをいう。

[註3] ディープデータとは、属性、嗜好などを蓄積したデータである。ビックデータと機械学習による分析では、限界があることが指摘されており、個人の詳細な履歴情報を集約するディープデータの活用によって、マーケティングに役立つ分析が可能になるとしている。

[註4] VUCAとは、Volatility(変動性)、Uncertainty(不確実性)、Complexity(複雑性)、Ambiguity(曖昧性)の頭文字である。現在のビジネス環境は、変化が早く、予測が困難な状況になってきていることを示している。

[註5] コンピテンシートラップとは、知識の深化に注力することによって、イノベーションが難しくなることをいう。深化

だけでなく、新しいことを学ぶ機会を確保し、探索することが重要であるということを指摘している。

[註6] Ambidexterityの視点とは、複数の戦略を同時に、あるいは続けて行うことを考慮することであり、両手を上手に使う場面を例えて、両利きの経営と呼ばれることもある。たとえば、既存製品の改善や改良を進めながら、新しい技術や市場を探索する活動を行うことである。

[註7] シンギャラリティとは、技術的特異点と呼ばれており、人工知能による自律的な知能の増幅が形成され、人間の想像をはるかに越える機械的な知能が誕生し、世の中の秩序が一変するという時点のことである。ディープラーニングの急速な発展によって、シンギャラリティが現実味を帯びてきていると言われている。

### 参考文献

- [1] 日経ビジネス編集：「まるわかりインダストリー4.0—第4次産業革命—」, 日系BP社, 東京(2015).
- [2] B. Joseph Pine II: *Mass Customization: The New frontier in Business Competition*, Harvard Business School Press, Boston (1992), 坂野友昭, 江夏健一, IBI国際ビジネス研究センター翻訳：「マス・カスタマイゼーション革命—リエンジニアリングが目指す革新的経営」, 日本能率協会マネジメントセンター, 東京(1994).
- [3] 平野健次：「入門生産マネジメント—その理論と実際—」, 日科技連出版社, 東京(2018).
- [4] 日経ものづくり：「先読み設計—製造連携」, 日経BP社, 東京, pp. 53-55 (2016).
- [5] K. Hirano and A. Teshima: “Applying Bill of Process and Event Driven Simulation to the scheduler of production”, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 7, No. 1, pp. 29-40 (2019).
- [6] フレデリック W.テイラー (著), 有賀 裕子 (翻訳), 「新訳科学的管理法」, ダイヤモンド社, 東京 (2009).
- [7] マイケル ハマー, ジェイムズ チャンピー著, 野中 郁次郎訳：「リエンジニアリング革命—企業を根本から変える業務革新」, 日本経済新聞社, 東京 (1993).
- [8] T. H. Davenport : *Process innovation: reengineering work through information technology*, Harvard Business Press, Boston (2013).
- [9] K. Hirano, H. Matsuura and A. Sogabe: “A CALS/EC Education and Training Course for Japanese Small- and Medium-Sized Enterprises”, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 12, No. 3, pp. 278-287 (1999).
- [10] 電気学会第2次M2M技術調査専門委員会：「M2M/IoTシステム入門」, 森北出版, 東京 (2016).
- [11] 内閣府, みちびき(準天頂衛星システム:QZSS)公式サイト, <https://qzss.go.jp/>.
- [12] 職業能力開発総合大学校：「2019年度 学習要覧—総合課程—」, 東京(2019).
- [13] 職業能力開発総合大学校：「中央職業訓練所設立関連資料集」, 神奈川 (2008).
- [14] 職業訓練大学校：「昭和 50 年度 講義要目」, 職業訓練大

- 学校, 神奈川(1975).
- [15] 経済産業省・厚生労働省・文部科学省:「平成 15 年度ものづくり白書 (製造基盤白書)」(2004).
- [16] 経済産業省・厚生労働省・文部科学省:「2005 年版ものづくり白書 (製造基盤白書)」(2005).
- [17] 職業能力開発総合大学校:「総合的ものづくり人材教育訓練コース開発に係わる調査・研究」, 能力開発研究センター, 教材情報資料 No115, ISSN 1340-2404, 電算印刷, 神奈川(2005).
- [18] 平野健次:「総合的ものづくり人材教育訓練コース事例 No.8 開発・設計段階のマネジメント力」, 職業能力開発総合大学校, 芳文社印刷, 神奈川(2012).
- [19] 平野健次:「生産現場における中核人材養成の企画と実践」, 第 29 回生産管理学会全国大会, 人づくり特別講演, 東京 (2009).
- [20] K. Hirano and T. Pachiyankul: “A Problem Solving Approach for Electrical Wiring Installation in Buildings”, *International Journal of Japan Society for Production Management*, Vol. 6, No. 1, pp. 33-42 (2018).
- [21] K. Hirano: “A New Course for Educating Future Leadership with a Production Back ground”, *International Journal of Japan Society for Production Management*, Vol. 5, No. 1, pp. 5-16 (2017).
- [22] 平野健次:「統合生産管理教育システムの構築」, 日本経営工学会 2015 年春季大会予稿集, 東京, pp.152-153 (2015).
- [23] 平野健次:「AI と BRMS の効果的利用に関する検討」, 日本生産管理学会第 48 回全国大会講演論文集, 大阪, pp. 114-115(2018).
- [24] 須藤涼太, 赤尾関哲秀, 吉田怜生, 小坂将大, 横山真弘, 平野健次:「生産ラインを考慮する生産管理教材に関する検討」, PTU フォーラム 2019 第 27 回職業能力開発研究発表講演会, 東京 (2019)
- [25] 職業能力開発総合大学校:「2019 年度研修案内」, 東京 (2019).
- [26] 手島歩三, 平野健次, 大塚修彬, 柿谷常彰:「ものづくりマネジメントと情報技術」, 静岡学術出版, 静岡 (2014).
- [27] 平野健次, 手島歩三:「多様性を扱うものづくりマスターデータの整備に関する研究」, 生産管理, 日本生産管理学会論文誌, Vol. 22, No. 1, pp. 5-14 (2015).
- [28] 平野健次, 横山真弘, 手島歩三:「生産管理で扱うマスターデータの可視化に関する研究」, 生産管理, 日本生産管理学会論文誌, Vol. 25, No. 2, pp. 15-25 (2018).
- [29] Orlikowski, W.J. and Hofman, J. D.: “An Improvisational Model for Change Management: The Case of Groupware Technologies”, *Sloan Management Review*, pp. 11-21 (1997).

Kodaira, Tokyo 187-0035.  
Email: k-hirano@uitech.ac.jp

(原稿受付 2020/3/10)

---

\*平野 健次, 博士 (工学)  
職業能力開発総合大学校, 能力開発院, 〒187-0035 東京都小平市小川西町 2-32-1  
Kenji Hirano, The Department of Production management,  
Polytechnic University of Japan, 2-32-1 Ogawa-Nishi-Machi,