

## 論文テーマ

未来のものづくり人材  
—2050年の企業人材について—

## 論文の主旨

日本においては、バブル崩壊・デフレ経済の進行と厳しい経済状況が続いてきたことと共に、今後更に人口減少・高齢化に伴う生産年齢人口の減少も相まって、未来に向けてどうすれば良いか非常に心配になるところである。

そこで、現在進行中の未来への技術革新・社会情勢の変化の状況を検討し、2050年における日本のものづくりの絵姿を想定した。その中には、自動化・IT化はもちろん、少品種大量生産・多品種少量生産といった生産形態の違いによるものも考えて姿を描いた。

その姿を念頭に、日本のものづくりを支える人材にはどのような能力が必要となるかを考えた。現状の日本の企業においてはDXどころではなく、デジタル化さえも上手くいっていない企業が多くある中で、成果が出ている企業の例を挙げて、どのようなプロセス・人材の活用をしてきたかを示し、自社で必要となるデジタル人材の具体的な姿を現した。

そして最後に各企業において前述の能力を満たす未来に向けた人材育成をする際に何をすべきか、更にそのステップを明確化して、今後の人材育成に役立てていただく方策をまとめた。

## 発表者の紹介

氏名	鈴木 宏昌 主任コンサルタント 生産・業務改革コンサルティング事業部
専門分野	製造業における生産設備・生産方式・現場管理・改善活動等、生産に関わることの改善指導
コンサルティング歴	大手自動車メーカーおよび関連会社への出向中に得た生産設備設計・工程設計・製造準備の経験を活かし、製造業を中心に改善指導活動中

氏名	高橋 拓也 コンサルタント 生産・業務改革コンサルティング事業部
専門分野	製造業における生産管理、品質管理、現場改善等の指導
コンサルティング歴	上記分野のコンサルティングおよび研修等で多数の企業様の支援に従事

## 1. 2050年の世界の姿

### 1.1 世界の人口とGDP

国連の「世界人口推計2019年版」によると、世界の人口は2022年に80億人に達し、2050年にはアフリカ諸国の増加を中心に94億から101億人に達すると予想されている。一方、多くの地域では出生率の低下が見られ、世界人口の増加のペースは緩やかになっていくことが予想されている。

GDPに関しては、三菱総合研究所の「未来社会構想2050」によると2050年に向けて中国が米国を抜いて世界第一位となるが、中国も高齢化に伴う減速が顕著となり世界の国々のGDPの中でのシェアを落としていく。そしてインドが台頭してくるとしている。

発展途上国と先進国を比較すると、発展途上国の方がより国力を強める傾向になり、現状の世界の力関係よりも多極化することが考えられている。

### 1.2 日本の人口・GDP・労働生産性

総務省の「人口統計」、国立社会保障・人口問題研究所の「日本の将来推計人口」によると、日本の人口は現在約1億2400万人、2050年には約1億470万人になると予想されている。さらに15歳から64歳の生産年齢人口は2020年で約7500万人、2050年には約5500万人と約30%減と大幅な減少となることが予想されている。

また、PwCコンサルティングの「2050年の世界」による各国の購買力平価ベースのGDPは、日本が2014年に約4兆8,000億ドルで、2050年に約8兆ドルになると予想されている。一方、2050年において中国は61兆ドルで世界1位、日本は世界6位に転落すると予想されている。

このように日本の人口減少は続いており、特に出生率の減少、高齢化に伴う生産年齢人口の減少幅は大きく、GDPの世界の中の順位低下にもつながっている。

公益財団法人日本生産性本部の「労働生産性の国際比較2022」によると、2021年の日本の労働生産性はOECD加盟国の中で29位であり、4位だった米国の半分程度しかない。2000年以降の分野別の労働生産性の推移を見ると、日本の製造業は米国以外の他の先進国とさほど変わらない推移(+1.4%)であるが、その他の分野では軒並み先進国中最下位となっている。特にこれからの時代をけん引していこう情報通信業が他の先進国が2000年以降プラスで推移しているのに対し、日本は唯一マイナス(-0.1%)で推移しているのが気付きである。

このように、日本の生産性に関しては、多くの分野で諸外国に対し後れを取っている状況で、1990年代以降のバブル崩壊・デフレ経済に伴う経済の縮小を如実に表している。今後各分野において生産性を上げていく努力が求められる。

### 1. 3 技術の進歩

現在の世の中の技術の進歩で、何と言っても目覚ましいのはデジタル技術（主に情報処理、通信速度の高速化とメモリ容量の拡大）である。それに伴って、インターネット上に仮想的につくられた、いわば現実を超えたもう1つの世界（メタバース空間）の発展が予想されている。この仮想空間内でのソーシャルイベントやデジタル経済の発展が現在進行しており、ユーザーが仮想空間内でのコミュニケーションやエンターテイメントを楽しむことが一般的になってきている。つまり、実際に生きている現実世界とは別の世界を楽しむことができるようになってきて、価値観の変革が始まっている。

図表1 仮想空間内コミュニケーション : ドコモブランド総合サイトより



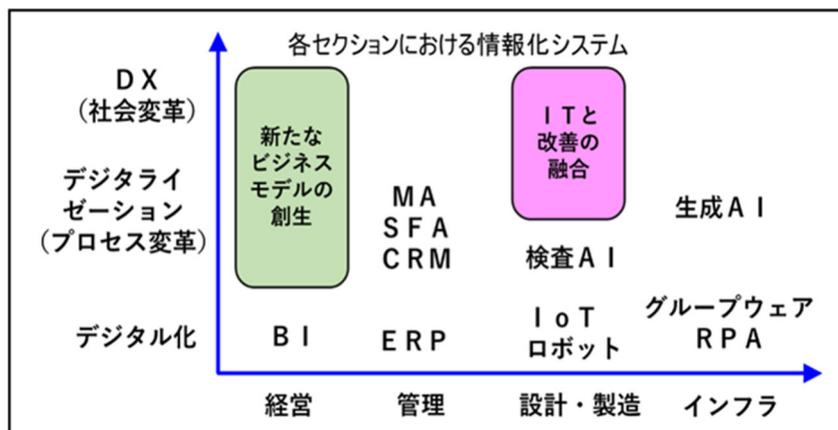
またAI（人工知能）技術を生かした知識の高度化を容易に活用できるサービスも広がっており、これらをビジネスにつなげる動きも始まっている。

### 1. 4 情報技術の高度化

DX（デジタルトランスフォーメーション）について話題になってきているが、実際に変革をもたらすところまで達するには、いくつかのステップを踏んでいかないとけない。

図表2に示すように情報化システムのツールは多く存在しているが、デジタル化のステップだけでは十分な成果を得られない。さらに営業・総務・経理などの管理部門は一般的に間接部

図表2 各セクションにおける情報化システム



門と呼ばれ、デジタル化での合理化では、コストがかかる割には製造現場などの直接部門の合理化ほどの利益を生むことは少ない。事業規模の小さな企業の場合、管理業務の人員も少ないため、デジタル化だけでは尚更十分な効果を得られない。

製造現場でのデジタル化では近年 IoT 技術を用いて各種センサーからの情報を収集するしくみが利用され始めている。ただし、データは集めても、それをどのように活用するかという観点でつまづいている企業が多く見られる。

一方、AI の得意とするところとしてデータの解析・認識・予測などによるプロセスの最適化がある。今、まさに AI 技術が世に広まって来ているところであり、各分野において課題のブレイクスルーが進んでいくことが期待される。

## 2. 2050年の日本のものづくり

2050年の日本では前述した通り人口減・高齢化の進行から、生産人口の減少が顕著に進み、グローバル化も今以上に進んでいる状況で世界の国々の中でのGDP順位は低下している。このような状況の中で日本の製造業はどのようにして生き抜いていけばよいのだろうか。

情報化・グローバル化が進んだ状況の、仮想ではない将来の現実社会のものづくりにおいて、当然今以上に品質・価格の競争が激しくなっているだろう。品質においては、日本のものづくりの得意とするところであるが、価格に関しては生産人口の減少もあり、いかに生産性を高めていくかが必須の問題となる。ここでは最初に自動車産業など少品種大量生産の場合を考える。

### 2. 1 少品種大量生産

#### 2. 1. 1 工場の無人化

製造業の生産性の究極的な向上は人が介入することが無い自動化された工場によって実現される。この無人化工場を実現するには、現在人手によって行われている作業をどうやって自動化していくかが課題である。その課題は以下（図表3）の通りである。

図表3 自動化に向けての課題

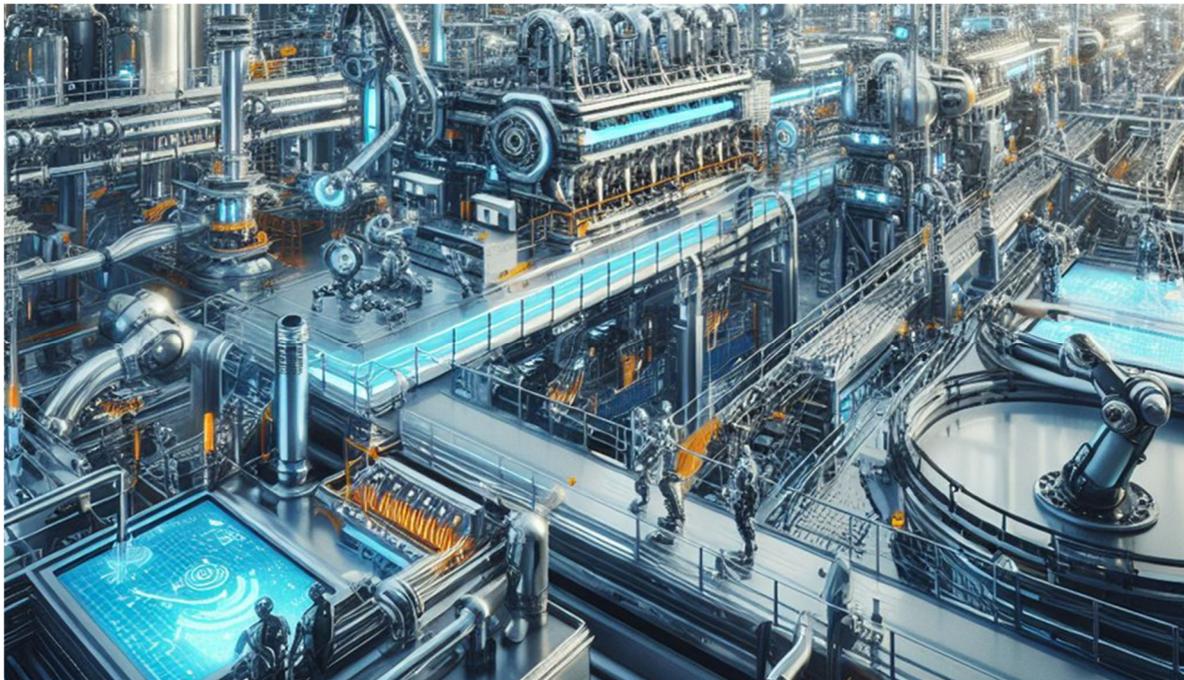
	直接作業 (ライン内作業)	間接作業 (物流・保全)	管理業務 (生産指示等)
課題	カンコツ作業・人の感覚に頼った検査等の自動化	自動化容易な運搬荷姿の確立 計画的保全作業の実施	受注・在庫・生産能力等を解析し、最適な生産計画の作成

例えば、直接作業の自動化に関しては、現在人間の五感に頼って成立している作業をセンサーからの信号を元にAIでデータを解析しながら次の動作の指示を瞬時にアクチュエータに出すということとしていくことになる。今、人間にやれていること（特に作業現場などのサイクリックな作業）をロボットに置き換えていくことは比較的近未来に実現してくると思われる。ただロボットだから何でもできるという考えではなく、自動化が難しい工程を無くす努力をして、安価な自動化を進めることを優先しないといけない。

## 2. 1. 2 設備の安定稼働

次に、現状でも機械が行っている工程を考える。設備の生産性を考えるとき、いかに少ないインプット（費用：設備投資・投入電力・材料）で多くのアウトプット（製品）を生産できるかということになる。ではまずアウトプットをいかに多くするかを考えると、それには稼働時間を長くすることが考えられる。設備の無人化工場であれば人の労働制約が無いので、稼働時間を伸ばし生産量を多くすることが可能となる。ここで大切なことは、生産量を増やすことができても、生産する商品が無ければ駄目である。

図表4 生成AIに描かせた未来の工場



多くの製品を集めることに対して問題となるのは製品の種類数である。商品は増えたが、種類に応じて生産する設備・ラインを変えたりするとなると、工場としての稼働時間は長くなるが、個々の設備単位で見た時に稼働率は低いものになってしまう。個々の設備の稼働率を上げるには、汎用設備、共通部品の考え方が必要となる。

この共通部品という考え方であるが、製品の共通部分を増やし、同じ生産ライン、同じ設備で

生産可能にすることにより稼働を確保するということである。グローバル化、情報の高度化、情報の共有化が更に進むと、今後のEV自動車をはじめとして、機能別にユニット化された標準の装置を組み合わせる最終的な製品にする動きが加速していくと思われる。そうすると、必然的に部品の共通化も進むことになる。

また、無人化した時に大きな問題となることとして設備の故障への対応がある。メンテナンスをどう進めて良いか、しっかりとした取り組みが必要となる。

### 2. 1. 3 無人化工場実現の為に必要な経営

各企業が生産資源・生産品をそれぞれ持っているようであれば、規模の確保は難しく、無人化工場の生産性を最大限に持つていくには困難が伴う。量を確保してできるだけ設備を止めずに生産を続けることが必要で、経営的な視点からは同業他社との事業提携、M&Aなどで事業規模を大きくすることにより生産量を確保して、工場の稼働率を確保することが必要となる。つまり無人化工場のメリットを最大限生かすためには、事業規模を大きくする必要があり、十分な稼働率が得られない状況だと、他社の無人化工場に生産性で劣ることになる。

## 2. 2 多品種少量生産

### 2. 2. 1 部品生産の外部委託

次に産業機械や家具製造などの多品種少量生産の分野について考える。この分野でも、生産性を上げる為に規模の確保と自動化は重要なポイントとなるが、少品種大量生産の分野に比べるとやはり難しい。現在、生産年齢人口が少なくなっていく状況では、会社外部の協力も得ながら生産を続けていくことになるだろう。優先的に外部に委託されるものとしては、図面さえあれば加工可能な部品の製作がある。逆に部品加工を主な事業としている企業は今後、外部委託を望む企業からの受注を増やすチャンスとして生産規模を大きくし、IT化も併せて生産性の向上を期待できる。

### 2. 2. 2 内部業務の自動化・IT化

業務の外注化が進む一方で、残る業務としては組付・調整がある。これはその企業のアイデンティティーそのものであり、安易に外注化するわけにもいかず、最後まで人による作業が残る部分であろう。しかし、この部分も設計の高度情報化（3D化、ノウハウのデジタル化等）の進展と共にAIとロボット技術の活用にて生産の自動化が進むと思われる。そうすると多品種少量生産と同じで、無人化する技術が揃ってきて、生産性の向上の為に24時間稼働など無人化工場が可能となり、量を集めることが大きく生産性を左右することになる。一方、受注、設計、調達、生産管理、出荷と言った管理業務の自動化、デジタル化が大きな課題となる。次の章で、この課題を解決した事例を分析する。

### 3. 未来のものづくり人材として必要なこと

以上、2050年の日本のものづくりを予想してきたが、そこまで持っていくためにこれから我々が何をしていけば良いのであろうか？ここでは、未来のものづくり人材として必要なことを議論していきたい。はじめに、デジタル化に成功した事例から人材育成のポイントを解説する。

#### 3. 1 デジタル改善の成功事例

東京都の下町工場A社においては、リーマンショックにより大きく売上げが激減、そこで考えた戦略が特注品の受注強化であった。顧客の要望に合わせた製品の提供、Webサイトからの注文を受けることも行い、アフターサービスの体制も整えることにより、新規顧客を増やすことができた。ただ、思ったほど売上げは伸びず、設計・生産現場の業務の複雑化もあって、社内の混乱状況が大きくなっていった。

そこで、生産性の向上に取り組んだ。社内の生産システムは、各セクション、及び生産品種により複数のシステムが並行して存在し、情報共有の為に一つの生産システムに集約させる必要があった。

##### (1) 「ノーコードプログラミング」による自社開発

市販のソフトでは社内の仕組みにあったものは無く、そこで導入を決めたのが「ノーコードプログラム」を使った生産管理システムの自社開発であった。とは言っても、社内にノウハウがあるわけではなかったため、社外の力を借り、社内の若手とチームを作って開発を始めた。

##### (2) 業務プロセスの見える化

まずは業務の見える化を進め各プロセス間の連携を明確化し、作成したプロセス図を元に課題を抽出して新しい生産システムを開発した。

##### (3) 生産に関連したデータの部門間活用

このシステムでは、様々なデータベースの様々なデータ形式を統合して取り扱えることができ、このことにより分散して存在していたデータを統合的に処理することができるようになった。その結果、社内での情報流通のムダがなくなり、現場でもオフィスでも適時に正しいデータを参照できるようになった。社内の混乱も収まり、特注品に特化することにより売上げ増加を達成した。

本事例からもわかるように、デジタル改善を進めるにあたって、①トップマネジメントによる全面的なプロジェクトの推進、②新しい技術、改善手法を活用するのに社外の人材（専門家）の協力を得たことが、成果に結びついた重要なポイントであると考えられる。

### 3. 2 デジタル人材とは

デジタル変革、通称DXは現代の製造業において欠かせないキーワードとなっており、情報処理推進機構（IPA）は、DXを成功させるための7つの業種を定義している（図表5）。これらの業種は、製造業においても非常に重要だが、すべての人材を中小企業が準備することは難しく、中小製造業において要求されるスキルを製造業の要件として記述した。

図表5 IPAが定める代表的なDX人材の7つの業種

	IPAの定義	製造業の要件
① プロダクトマネージャー	チームマネジメント、プロジェクトの円滑な進行	トップマネジメントのプロジェクトの牽引
② ビジネスデザイナー	ビジネスモデルを構築する	会社の業務におけるデジタル化のアイデア創出
③ テックリード	システムや製品の全体的な設計	様々なツール・技術から何を選択するかを考える
④ データサイエンティスト	統計解析を用いて意思決定者をサポートする	生産現場における事象をデータ化し、解析する
⑤ 先端技術エンジニア	先進的なデジタル技術を担う	中小企業においては、社外人材の活用がメインとなる
⑥ UI/UXデザイナー	システムのユーザー向けデザイン	
⑦ エンジニア/プログラマー	デジタルシステムの実装やインフラ構築などを担う	

出典：独立行政法人情報処理推進機構（IPA）「IT人材白書2020」をもとに中部産業連盟作成

先の企業のDX化の事例からもわかるように、①②は、中小企業においてはトップマネジメントが大きな役割を果たし、⑤⑥⑦は社外の専門家の協力を得ることになる。そうすると、自社で必須となるのは③テックリード、④データサイエンティストであって、これは生産に関する知見を活かす形で自社でまかなう所になる。

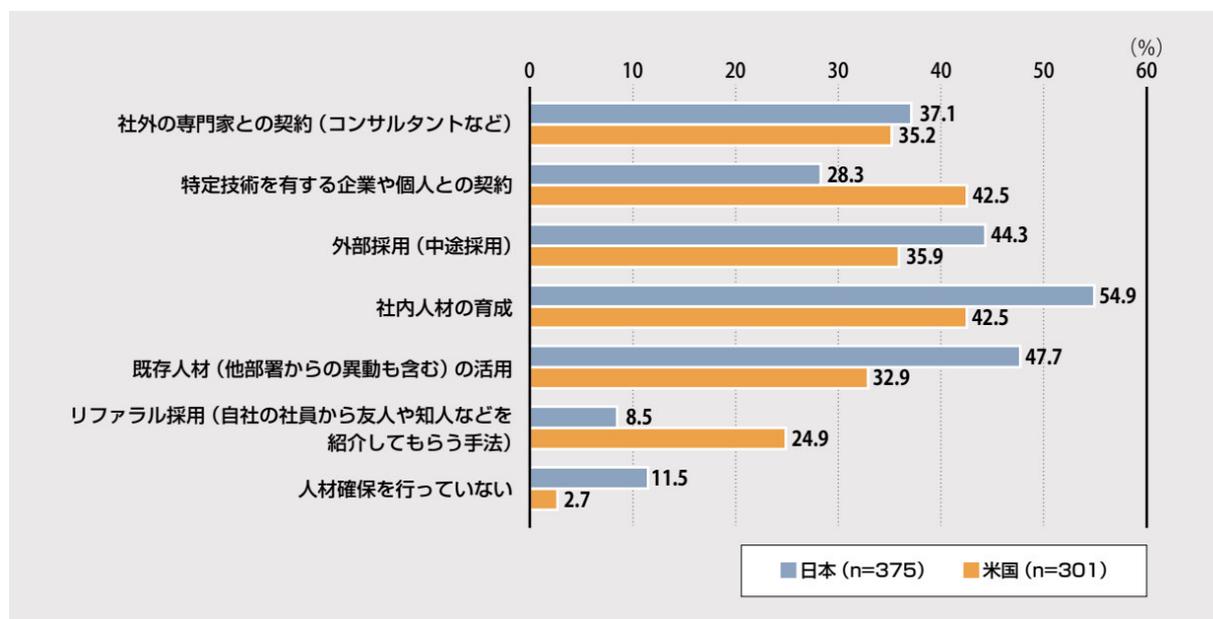
では、トップマネジメントの現状は、どうなっているのか。DX白書2023の日米の各業種における人材「量」の確保状況によると、特にプロダクトマネージャーの差が大きく、日本では12.0%、アメリカでは79.1%が足りていると感じている。つまり日本の中小企業では、トップマネジメントのリーダーシップが、大きな課題の1つとなっている。

### 3. 3 自社で必須となる人材の課題

先のA社の事例に見られるように、社内の業務全体の中から課題を見出し、通常の現場改善に加え、デジタル技術を活用して成果を出すには、それらの課題を解決できる人材、つまり3.2節で記述した、全体を統括できるプロダクトマネージャーやビジネスデザイナーの役割を担う人材とデジタル技術を現場で使いこなすテックリードやデータサイエンティストの役割を担う人材

が必要である。このようなデジタル技術と改善技術の両方を備えた人材を、ここでは「未来のものづくり人材」と定義する。

図表6 DXを推進する人材の獲得・確保の方法 : 出典:DX白書2023 エグゼクティブサマリー



では、「未来のものづくり人材」に必要なデジタル技術、換言すればDXを推進する人材の獲得・確保の方法について、日米の取り組み状況を図表6に示す。日米ともに「社内人材の育成」(54.9%、42.5%)の割合が一番高い。日本においては既存人材(他部署からの異動も含む)の活用、外部採用(中途採用)が続いて高く、一方で米国は特定技術を有する企業や個人との契約、リファラル採用も高く、日本とは違って幅広く人材の獲得・確保に努めている様子が伺える。

ここで、疑問に思うのが、日米で人材確保の方法に大きな違いがないが、日米でのDXの導入・推進には、大きな差がある。そのため、人材確保で主となっている社内人材育成が、大きな2つめの課題となっていると考えられる。

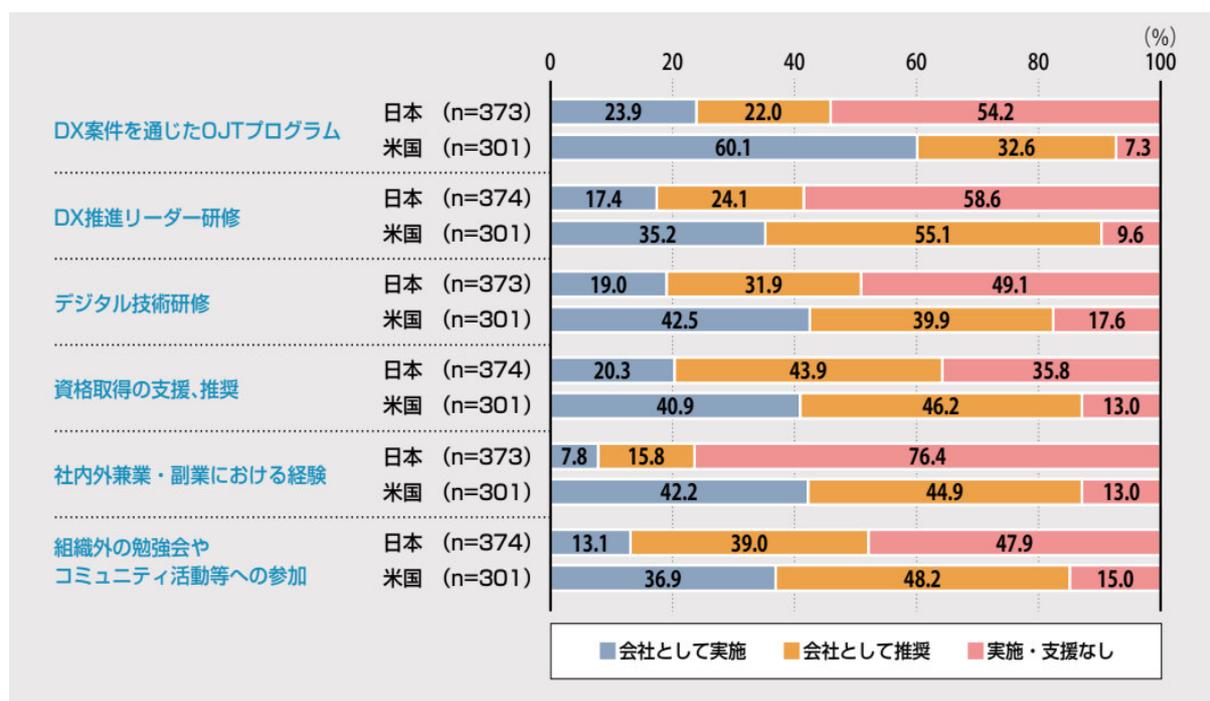
#### 4. 未来へ向けた人材の育成

3. 1節で成功事例として取り上げたA社のように、人を育て、デジタル改善で成果を上げるには、どのように人材育成に取り組んでいけばよいかについて論じていく。

##### 4. 1 未来のものづくり人材育成の課題

DX人材の育成方法に関する調査結果を図表7に示す。日本は「実施・支援なし」が4~7割と全体的に高い。日本と米国で特に大きな差が認められたのは「DX案件を通じたOJTプログラム」(23.9%、60.1%)で、他の項目においても米国は日本に比べて会社として実施している割合が高く、人材育成の取り組み姿勢に大きな差が出ている。

図表7 DXを推進する人材の育成方法 : 出典 DX白書 2023 エグゼクティブサマリー

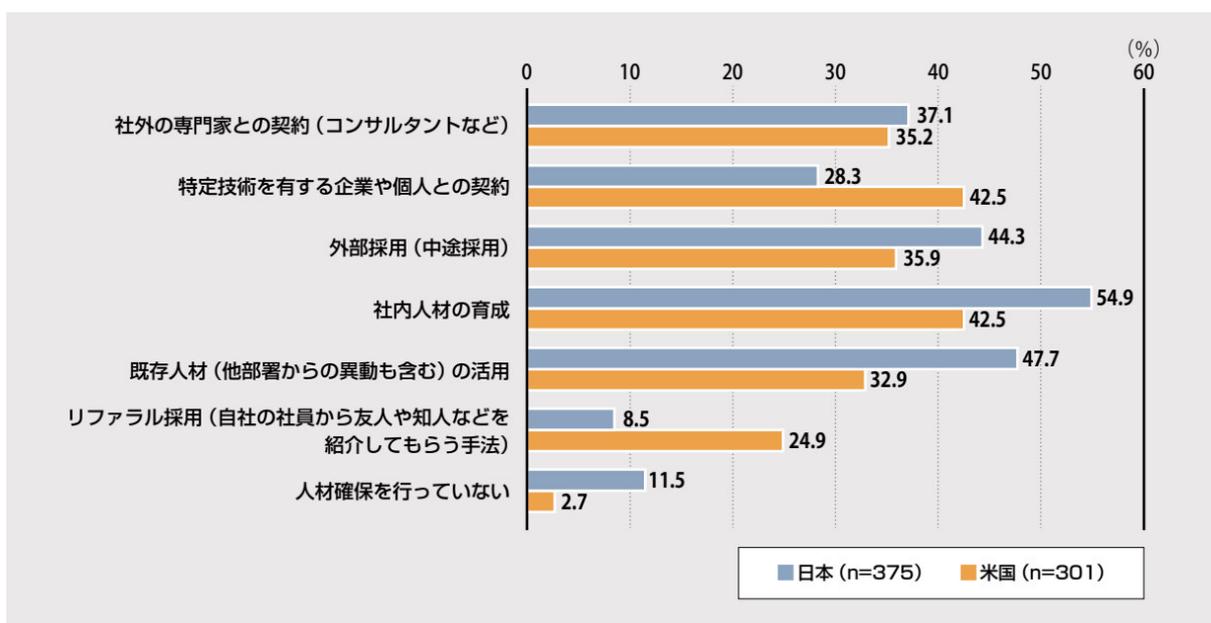


OJTプログラムの弱さが日本において社内で人が育たない一つの要因と考えられるが、OJTの重要性への認識が弱いというよりも、どのようなプログラムに沿って育てれば良いか見つかっていないというのが実態と思われる。米国ロミンガー社による調査結果をもとにしたロミンガーの法則というものがある。企業における人材の成長の7割は「仕事上の直接経験」、2割は「他者からのアドバイスや観察」、1割は「書籍や研修からの学び」によって決まるというもので、この法則からもOJT教育による直接経験を充実させることが未来のものづくり人材育成にとって重要であることが分かる。

#### 4.2 未来のものづくり人材の適切な選出

図表8では人材の獲得方法として、外部人材の雇用、リファラル、特定技術を有する個人との契約など社外の人材に頼る方法も挙げられているが、デジタル技術を活用できる人材は東京や大阪などの大都市圏の企業が高い給与で雇用しているケースが多い。地方の中小企業にとってはわざわざ移住してもらって高い給与を支払うにはハードルが高い。そうすると社内人材をいかに育てていくかということが課題となる。多くの中小企業から聞こえてくるデジタル技術活用における悩みが正にこれである。ただでさえ人材不足が叫ばれている中、日常業務でも手一杯な状態で誰に新しい取り組みを任せれば良いのか、どのように人選すれば良いか分からない、という声はコンサルティングや研修を通じてよく聞かれる。

図表8 DXを推進する人材の獲得・確保の方法 : 出典 DX白書2023 エグゼクティブサマリー



図表5に示す7つの業種にあるように、プロジェクトを牽引でき、デジタル技術を活用する実務的な作業に適性のある人材となると、なかなか該当する人材はいないだろう。デジタル技術を使ったことのない、あるいは普及していない企業にとって「適性のある人材」を見つけることは至難の業である。ただし、デジタル技術はあくまでも改善の手段であるため、適性をそこまで突き詰めて考える必要はない。どのような人材が適任かという点、製造現場の作業あるいは改善活動に精通したリーダークラスの人材が望ましい。しかし現場管理に加え、社内の様々な業務を任されている中で、さらにデジタル技術活用の実務を任されるとなると負担が大きすぎる。

プロジェクトの牽引とデジタル改善の実務を一人の人材に任せようとするのは現実的ではないので、役割を分担しなければならない。プロジェクトの牽引は日常の現場管理と一緒にその進捗管理をリーダークラスに担ってもらい、デジタル改善の実務はそのリーダーの下にいるサブリーダーや若手社員を登用する。こうすることでリーダークラスにかかる負荷を分散でき、かつ、実務担当者にかかる負荷をリーダーが他の社員に協力を仰いでコントロールすることが可能となる。

しかし、役割分担が決まったからといって、ここでいきなり大きなプロジェクトを発足して事業変革を狙ってはいけない。A社の事例に見られるように、業務プロセスの中のどこに問題があるのかを明確にし、優先順位をつけて取り組む必要がある。中小企業においては特に、1.4節にあるように、社内アナログ情報をデジタル情報として取得していくデジタルイノベーションの活動は、将来のデジタル技術による事業変革に向けて重要な取り組みである。例えば、現場の正常・異常を判断する基準がなければ5S改善を進める必要があるし、設備や人の稼働状況が分からなければ稼働分析を行ったり稼働率計を設置したりする稼働分析も必要である。作業日報をつけていなければ日報に何を記録してデータ化すべきかを検討し、日報フォームを作成するという地道な活動からスタートすることも重要である。

デジタイゼーションに用いられるようなデジタル技術は比較的扱いやすいものが多い。一番分かりやすいのはMicrosoftのExcelであるが、最近の稼働率計は配線をつなぐだけでデータをモニタリングできたりもする。2022年末に登場したChatGPTに代表される生成AIやノーコード・ローコードツールといったアイテムの進化はデジタル化への抵抗感を和らげてくれる良い傾向にある。これら最新のツールは、デジタル技術の経験を積むという意味では簡単に扱うことができ、失敗も少なくなることから、デジタル改善を着実に前進させることができる。デジタイゼーションあるいはデジタルライゼーションの領域から小さなプロジェクトで改善活動を推進し、ある程度の知識が蓄えられてきたら、より高度なデジタル改善に着手していけば良い。

#### 4.3 経営方針に関連した目標の設定

リーダーが管理する小さなプロジェクトでデジタル技術に慣れたら、いよいよ全社・全工程に関連するシステムを改善するなど大きなプロジェクトに移行していく。リーダーの権限の範囲内で活動できていたときは良いが、リーダーの権限を越える範囲までデジタル技術を適用しなければならないとき、デジタルへの不慣れ感から来る拒絶や現場運営方法の変化そのものへの嫌悪感、作業教育を口伝や見て覚えさせるという暗黙知への信頼感などが活動の大きな阻害要因となる。リーダーが自身の権限を越えて、これらの問題を解決することは難しい

そこで、プロジェクトを大きくするタイミングで、トップマネジメントにも参画してもらい、全社的な活動へ進化させる必要がある。全社的な活動と言ってもトップマネジメントが宣言するだけでは意味がなく、各部門・各工程へ経営方針に紐づいたデジタル化の目標を設定し、目標によって新しく関与するグループを動かしていくことが重要になってくる。また、これまで頑張ってきたリーダー含むチームをトップマネジメント直轄に置くことも活動をさらに加速する方法の一つとして検討しても良い。ここで注意したいのは、経営方針はデジタル化を目的とするのではなく、デジタル化によって何を達成するのかを明示する必要があるという点である。第1章、第2章で将来の技術について言及してきたが、それらの技術が当たり前になった世界で自社がどのようなポジションで生き残っていくのかを経営方針として描き、そこに向かってデジタル化を含めた全社の改善・自動化等を推進することが、リーダーの活動を停滞なく推進するために重要な要素となる。

#### 4.4 未来ものづくり人材の育成ステップ

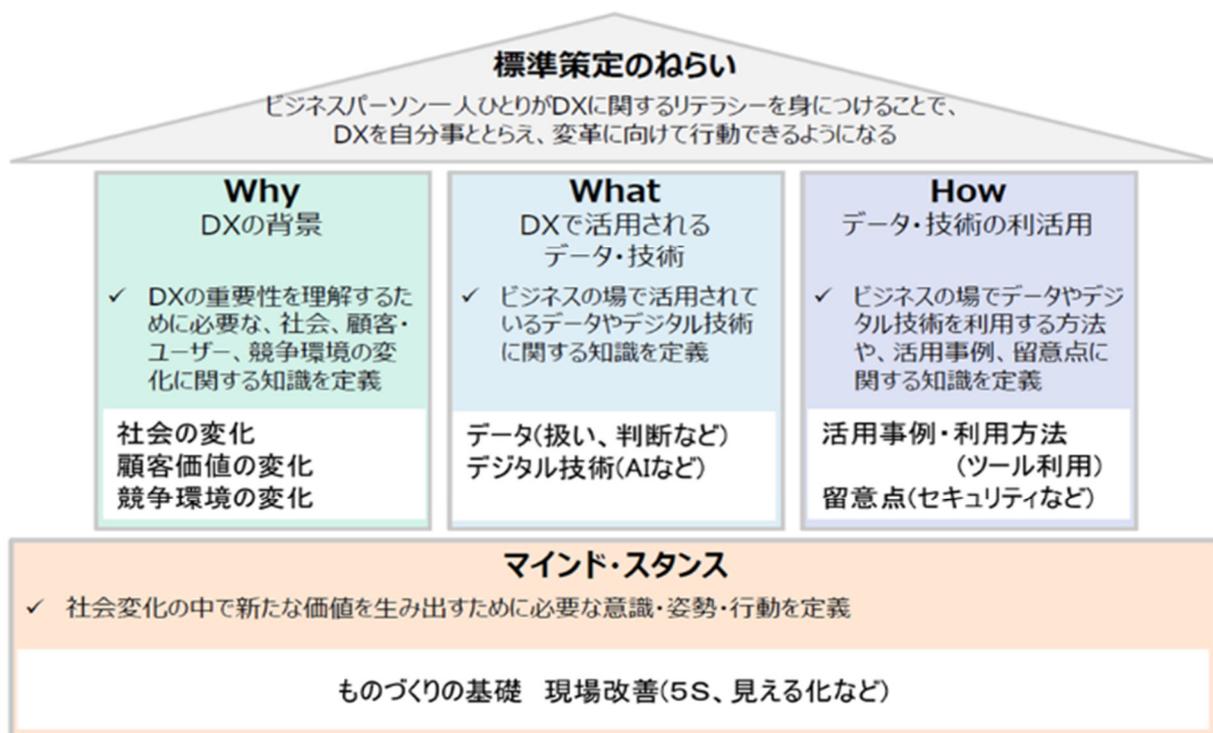
ここまで述べてきた「未来のものづくり人材育成」が目指すゴールは、全社員が当たり前のようにデジタル技術を使いこなし、事業変革・社会変革への素養を身に着け、実現していくことである。そのためには

- ① 将来の産業構造、技術進化を踏まえた経営方針の策定
- ② 小さなプロジェクトで小さなデジタル改善チームを育成

- ③ 大きなプロジェクトで全社的なデジタル改善を推進
  - ④ デジタル改善浸透によるデジタルリテラシーの醸成
  - ⑤ デジタル技術を活用した事業変革・社会変革
- といった人材育成のステップが必要である。

デジタル技術を活用するということは、トップマネジメントの描く自社の未来を実現する一つの手法であり、従来から取り組まれている5S改善や現場改善など、泥臭い取り組みも欠かせないことを忘れてはいけない。また人材育成においては適正人材の選出や役割分担を決めれば上手くいくというものではなく、トップマネジメントの働きかけが活動の成果を大きく左右する。

図表9 DXリテラシー標準



経産省デジタルスキル標準をもとに中部産業連盟にて作成