

調査・研究報告書の要約

書 名	令和元年度 IoT・AI 時代のものづくりと人の役割変化への対応調査研究 ～ “ものづくり DX” の推進に向けたⅡ型能力と “スピード” を～ (IoT・AI 時代のものづくり人材調査専門部会報告書)				
発行機関名	一般社団法人 日本機械工業連合会				
発行年月日	2020 年 3 月	頁 数	169 頁	判 型	A 4

〔目 次〕

はしがき

名簿

目次

Executive Summary

1. 本専門部会の前提(スタンス)と本報告書の構成

- 1-1. 調査研究の目的と方向性
- 1-2. 時間軸:主として5～10 年後
- 1-3. 対象領域:主として生産プロセスに力点
- 1-4. IoT・AI などのデジタル先端技術とその特質
- 1-5. 本事業で実施してきたこと
- 1-6. 本報告書の構成
- 1-7. “1.”のまとめ

2. IoT・AI 時代と DX の捉え方(用語や考え方の整理)

- 2-1. IoT・AI 時代と DX
- 2-2. ものづくり環境の吟味
- 2-3. IoT・AI 時代のものづくりとは
- 2-4. “2.”のまとめ

3. ものづくり DX の具体的なイメージ(組織、人材、エコシステム)

- 3-1. ものづくり DX とは、その意義
- 3-2. “ものづくり DX”の基本的な考え方
- 3-3. ものづくり DX の進め方
- 3-4. ものづくり DX 具体化のステップ
- 3-5. “3.”のまとめ

4.ものづくり DX 推進上の課題

- 4-1. ものづくり DX が乗り越えるべき壁(ギャップ)
- 4-2. デジタルマインドとⅡ型学習
- 4-3. 民主的なエコシステム(オープン、つながる)と協調領域の拡大
- 4-4. 組織面の課題と人材面の課題
- 4-5. デジタル経済に係る就業環境整備と法的 枠組みの見直し
- 4-6. “4”まとめ

5. ものづくり DX の推進人材(人材像・育成上の課題・継続学習)

- 5-1. ものづくり DX 時代のものづくりと人の役割変化
- 5-2. Ⅱ型能力構築のための教育・研修体制
- 5-3. ものづくり DX 推進に必要な人材育成(既存人材)
- 5-4. ものづくり DX 推進人材の確保・育成(次世代人材)
- 5-5. “5.”のまとめ

6. 問題提起、ものづくり DX 推進のために

- 6-1. ものづくり DX 推進のための仮説
- 6-2. 問題提起.1:協調領域の発掘・拡大を
- 6-3. 問題提起-2. Ⅱ型能力の涵養を
- 6-4. 問題提起-3. Ⅱ型能力構築と体験(体感)の機会・場、制度の見直しを
- 6-5. 問題提起-4. 教育制度の改革(実学教育の拡充強化を)
- 6-6. 問題提起-5:製造業に夢と魅力を～社会へのアピール肝要
- 6-7. 残された課題

7.終わりに～要約とものづくり DX の推進にむけて

- 7-1. 要約.1:本専門部会の前提(スタンス)と本報告書の構成
- 7-2. 要約.2:IoT・AI 時代と DX の捉え方(用語や考え方の整理)
- 7-3. 要約.3:ものづくり DX の具体的なイメージ
- 7-4. 要約.4:ものづくり DX 推進上の課題
- 7-5. 要約.5:ものづくり DX の推進人材(人材像・育成上の課題・継続学習)
- 7-6. ものづくり DX の推進に向けて～“スピード”が鍵

参考資料

[概 要]

IoT・ビッグデータ・AI等による変革は、従来にないスピードとインパクトで進行しており、製造業は新たな時代を迎えている。従来のモノ、製品を作って売だけの時代は終わりつつある。製品の使用情報などを入手・蓄積・解析することにより、新しい製品や今までにないサービスの開発・提供が可能となる。まさに「新次元の製造業」が到来しつつある。世界の製造業が同様に IoT・AI化を競っていく中で、いかにして日本の製造業が持つ「強み」に更に付加価値のある新しい「強み」を獲得して競争力につなげていくか、あるいは、人の役割変化にどう対応していくか、いずれも喫緊の課題である。

そこでIoT・AI等により新しい次元を迎える我が国製造業にとって、新しい現場力とは何か、新しい「人の役割」とは何か、その際に求められる人材とその育成・確保、管理方策等について提案し、我が国機械工業の競争力強化に貢献するため、平成29年度に「IoT・AI時代のものづくり人材調査専門部会」（部会長・北出真太郎(株)IHI 産業システム・汎用機械事業領域 事業推進部次長）を設置し、調査を進めた。

3年度目（最終年度）となる令和元年度調査では、これまでの活動を総括してIoT・AI活用時代の捉え方、「ものづくり DX（デジタル・トランスフォーメーション）」の具体的なイメージとその推進人材（Π型2.0）について検討し、ものづくり DX 推進のための問題提起を行った。

その結果、デジタル化により格段のスピードと変革が求められる中、これまで地道に積み上げてきた日本の製造業がマインドギャップ等の壁を克服し「ものづくり DX」を推進していくためには、戦略的思考のデジタルマインドを持ってプロデューサー型・支援型リーダーのもとで「組織としてΠ（パイ）型能力」を発揮してCTB（Change the Business）に挑む、という道筋を明らかにした。

調査結果の概要は次頁以降の通り。

IoT・AI 時代のものづくりと人の役割変化への対応調査研究
～ “ものづくり DX” の推進に向けた Π 型能力と”スピード”を～

(一社) 日本機械工業連合会

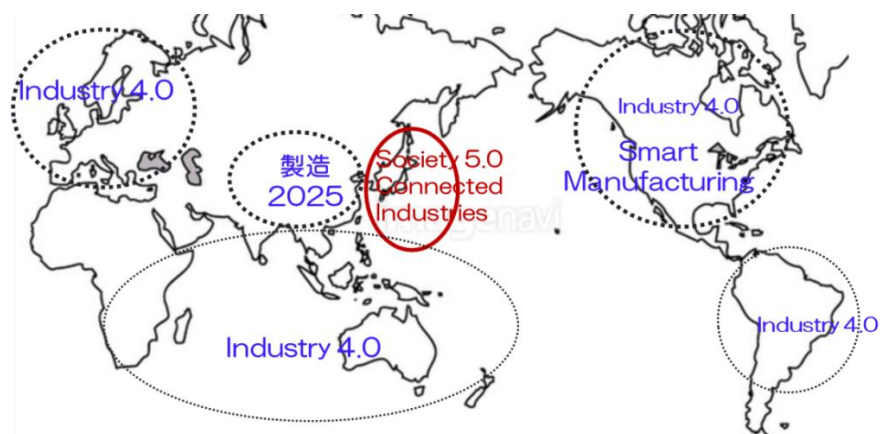
IoT・AI 時代のものづくり人材調査専門部会

1. はじめに

1-1. 時代認識

2011 年にドイツのインダストリー 4.0 が世に出てから早 9 年。米国の先進製造や産業 IoT をはじめとして、世界中でデジタル化の波が巻き起こり、第四次産業革命の時代が到来した(図 1)。日本機械工業連合会ではこうした海外動向を平成 26 年度(2014 年)から経年トレースしてきた。インダストリー 4.0 はいまや議論の段階から実装の段階にシフトした。以後の議論では、「IoT・AI 時代」を「IoT・AI 活用時代」とみることにした。

図 1 世界で進む製造業のデジタル転換(DX)



1-2. ものづくり環境の検討

近年、米中対立などに代表される地政学的リスクの増大とともにグローバリゼーションの挫折論が浮上している。また、自然災害の脅威は日増しに強まりを見せ、国内の人口動態も同様に予測を上回る減少が顕著になりつつある。このように不確実性はますます増大すると見込まれる。

製造企業を取り巻く経営環境を検討すると、GAFA 等の ICT 系企業による垂直統合化の波が地上のものづくり分野に及びつつあるほか、第四産業革命の波は、欧米先進国企業に留まらず、途上国にも等しく押し寄せている。デジタル化によるリープフロッグ現象により、製造強国を標榜する中国では、日本の先を行く分野が登場してきた。

1-3. インダストリー4.0、DX とものづくり DX

インダストリー4.0 の概念は、大きな反響をもたらし、製造分野はもとより物流、中堅・中小企業、旅客・運輸、安全衛生、労働・仕事、教育・訓練、継続学習など、分野ごとに〇〇4.0 が唱導され、デジタル技術の活用が進んでいる。これがデジタル・トランスフォーメーション（DX：Digital Transformation、以後 DX）である。

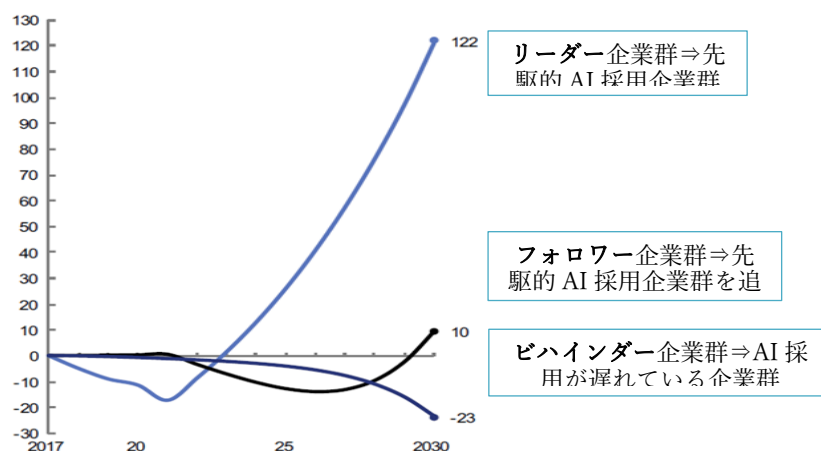
本専門部会ではこの国の国民性や歴史を踏まえたうえで、DX を進める筋道を議論・整理・検討してきた。しかし「ものづくり」への拘り故に敢えて「ものづくり DX」と称する。

1-4. 先行者のみが成長出来る

WEF（The World Economic Forum）は企業の先行者とフォロワー、何もしないの三つを比べ、先行者のみが成長し、市場を支配できる（図 2）と論じている。もはや DX は論じる前に走り出さなければ負けてしまうという瀬戸際の問題になった。

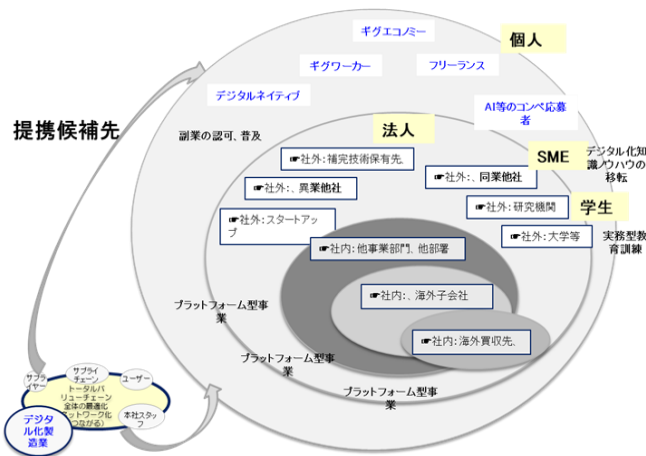
図 2 先駆的 AI 採用企業群の累積 Cash Flow の指数変化

注. WEF のコメントを意識すると、「製造業ではデータと相互接続性の重要性が高まる。早期に AI を採用した企業群は、当初は投資先行負担がみられるが、2030 年には他を引き離して最大の利益を得る。しかし、安価で優れたテクノロジーを待っているはこの競争には勝てない。」



DX は単に IoT を入れてデータを集めている、あるいは、AI を使って予知保全を始めたといった個々の生産プロセスの中で、部分的なデジタル技術を導入したというだけでは済まないという認識が必要である。今既にある様々な取引連鎖をデジタルツールでつなげるのみならず、従来の取引連鎖の向こう側にまで広く深く手を伸ばして、伸ばせる限りの連鎖をネットワーク化すること（エコシステムの構築(図 3)によって確固とした競争力と成長力を獲得していくことが求められる。

図 3 エコシステム候補



注. デジタル化によりネットワーク化、Connected Industries が進む(図左下、後述)。提携候補は単に社内他事業部門や海外子会社に留まらず、中小企業や競合他社、異業種企業といった法人のほか、ギグワーカー等の個人や大学等の学生も含まれる。学生は実務実習経験のほかに AI 等の先端技術やアイデアの提供者となる可能性もある。
出所：ドイツの資料等を参考に NSRI 作成

2. 本専門部会のスタンス

2-1. 本専門部会の危機感

本事業とその先行事業の通算 6 年間を振り返る都度思い浮かぶこと、それは戦後累々と築き上げてきた日本型製造業の強み¹とされる諸々が崩れ去ってしまうという満腔の危機感である。デジタルの特徴を一言で表せば「スピード」であり、しかも桁違いの速さである。単に電子が高速で情報を運ぶということのみならず、事業のスピード感もその速さに合わせていかなければならない。

2-2. なぜものづくり DX か

ものづくり DX に一番大事なことは、デジタル固有の考え方の受容とデジタルの持つスピードに如何に我々が順応しつつ、ものづくりの基本と如何に両立させるかにある。この両立という難事にスムーズに対応・適応できるのか。かつてない試練を迎えている。同時に、ものづくり DX への挑戦は、デジタルの特質をフルに生かした技術の取込みによって国際競争力を強化することにある。

2-3. 活用されるべきデジタルの特質

デジタル化の特質はその圧倒的な速さ(スピード)にある。処理時間の短縮に留まらず、コスト削減にも寄与する。こうした背景には「データの発生源」と「利用先」が直接つながる中抜き効果とソフトウェア技術の進歩に支えられたデジタルの以下の特質に由来する。即ち、①即共有・分析可能、②瞬時複製・瞬時移動、③高い再現性(復元性)、④ほ

¹ 本専門部会では「従来の日本型の強みは、やって当たり前、もはや強みではない」との指摘がみられた。

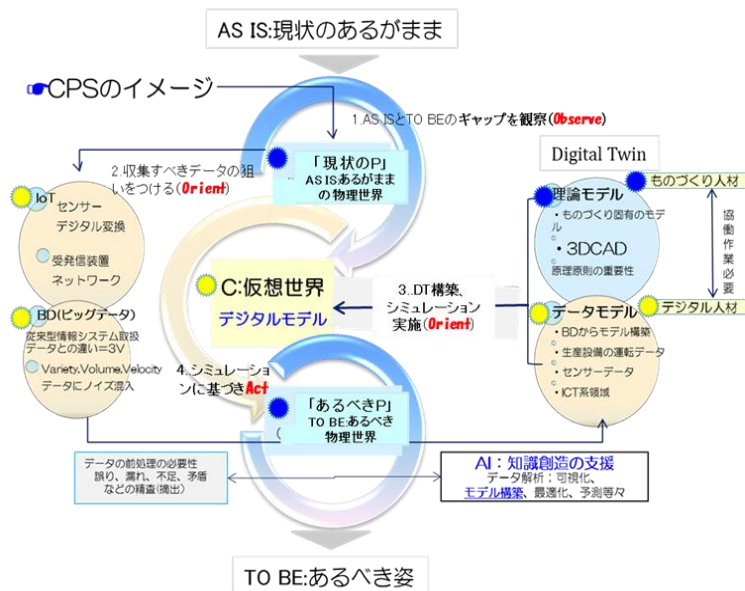
とんどゼロの移動コスト、⑤伝送・複製による劣化極小、⑥データの蓄積容易化、⑦僅かな保存コスト、⑧仲間づくりのしやすさ、である。

3. ものづくり DX とは

3-1. ものづくり DX の考え方

ものづくり DX を製造業の生産プロセスに当て嵌めて考えてみる。ポイントは DX のための DX ではなく、問題点の発掘とその解消にある。問題点は、AS IS(現状のあるがまま)と TO BE (あるべき姿、あらまほしき姿) の乖離に潜む(図 4)。問題の所在が明確になれば、その解決手段としてのデジタルツールは概ね既に世の中にある。飛躍的な技術進歩によって、今では例えば「実機のテストでは思いもつかなかったようなケースまでもサイバー空間のシミュレーション上で、ソフトウェアを駆使することにより試すこと²⁾」ができる。従来は実機づくり等に多大の時間を要したところ、ものづくり DX の世界では DT によるシミュレーションによって、ごく短時間でサイバーからフィジカルを産出することができる。これが CPS(図 4)である。IoT や BD, AI、DT といったデジタル技術を活用すれば、ものづくりが素早くかつ高効率にできる。さらに AM(積層造形)によって従来型加工技術では不可能な加工すら可能になった。

図 4 AS IS から IoT, BD, AI と DT を駆使する CPS によって TO BE へ



注. なお、本図は OODA ループを構成しているとも読める。1 では、AS IS と TO BE のギャップを観察 (Observe) し、2 では IoT で収集すべきデータの狙いをつける (Orient)、3.では BD を駆使してデータモデル等の DT を構築 (Decision)、4 ではシミュレーション結果をもとにデータを収集し直すか、TO BE に向けた新たな意思決定 (Action) を行う。

出所：諸資料並びに本専門部会での議論をもとに NSRI 作成

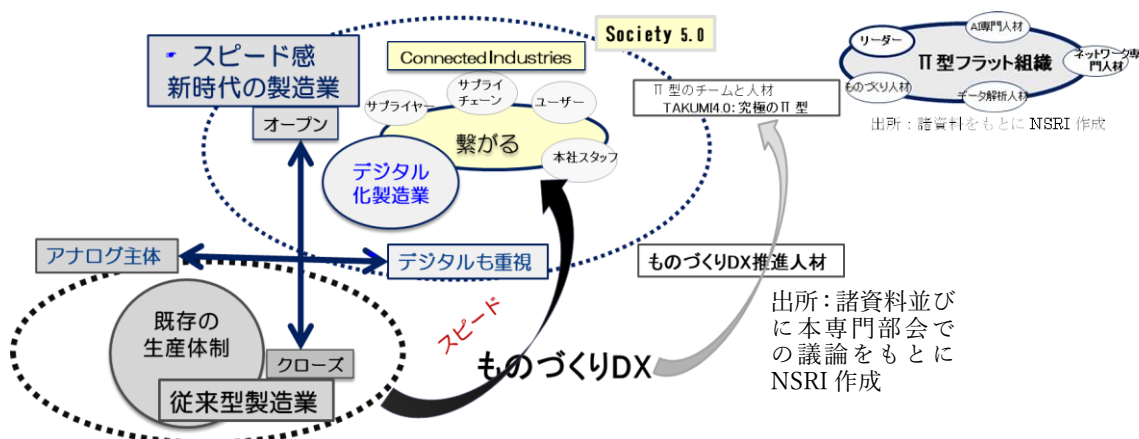
²⁾ ロボット革命・産業IoT国際シンポジウム2019 Session 1でのMax Bajracharya氏 (Toyota ResearchInstitute, ロボティクス担当副社長) の発言に関するNSRIメモより

3-2. ものづくり DX のイメージ

IoT・AI 時代とは、IoT・AI に代表される技術革新の恩恵を受けられる時代。進化し続ける様々なデジタル技術を縦横に活用することができる時代。すなわち「**IoT・AI 活用時代**」である。世界との競争に勝ち抜くには DX による桁外れのスピード獲得が事業と業務の両面にわたる勝負の鍵となる。DX によってデジタルスピードをいかにして製造業に取り込めるかを競う時代となった。それが製造業のパラダイムシフトの最も重要なポイントである。

ものづくり DX の推進によって様々なネットワークが生まれる。ものづくり DX がエンジニアリングチェーンに波及し、さらにサプライチェーン (SC) や製品・サービスに及ぶ。こうしてスマート工場、スマート SC、繋がる製品・サービスが出来上がる。さらに本社スタッフからサプライヤーに留まらず、ユーザーともつながる。いわゆる Connected Industries として次々と「繋がり合う」ネットワークの世界(図 5)が出来上がる。つながれば必要な情報が必要な時に手に入り、相互に可視化され、全体の最適化に向けた判断を下すことができる。これが有機的に機能するとエコシステムとなり、Society 5.0 の世界になる。

図 5 ものづくり DX(製造のデジタル化:パラダイムシフト)のイメージ



従来型製造業は、「**クローズ**」な環境下で現場を掘り下げ、知の深化をはかる分析的なデカルト思考が支配的であった。一方、新時代の製造業では、「**オープン**」でつながる世界において、全体を捉えようとするシステム思考やデザイン思考等が駆使される。また、デジタルツールの活用にチャレンジし、新価値を創造し、知の探索を行うブレークスルー思考とスピード感が重視される。

3-3. ものづくり DX が目指すべき方向性

不確実性の増大だけは明確といわれるモノづくり環境を前提とすると、企業経営に最も重要な戦略はいかにして**変動対応力**を強化できるかにある。その具体策は「ものづくり DX」を如何に素早く推進するか以外には考えにくい。スピードが鍵である。これが「**製**

「**造業パラダイムシフト論**」の正体であった。

本専門部会で展開される議論で前提としてきたことは、「脱ものづくり」でも「ビジネスモデル論」でもなく、現状のままの製造業を肯定するのでもない。あくまで「ものづくり DX」を提唱することであり、「ものづくり DX」による「**魅力ある製造業**」を提唱することである。「現状のままの製造業」とは、例えば、「専門職や技術職等の非管理職冷遇」、あるいは「時間をかけた組織内根回しによるコンセンサスづくり」といった側面をさす。一方、「魅力ある製造業」とは、「ものづくり DX」により「瞬時の可視化」や「隔地間情報共有」による意思決定支援、あるいは、「ものづくり DX」の浸透により、「起業にトライでき、夢に挑戦できる」といった面を強調できる産業である。

また**産業間競争**においても、若くて才能あふれる**優秀な男女学生**を惹きつけることができる産業に脱皮できなければならない。脱皮の可否は「ものづくり DX」推進の成否にかかっている。

ものづくり DX とは、機械工業として「ものづくりに拘る」一方で、我が国の国民性や歴史を踏まえたうえでデジタル転換による事業と業務の両面にわたる**スピード獲得**によって「魅力ある製造業」に変身することである。

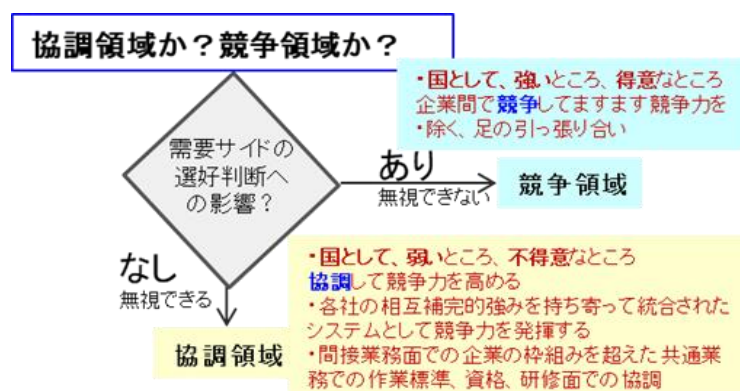
4. ものづくり DX 推進上のポイント

4-1. 協調領域の発掘・拡大と II 型能力の構築

本専門部会では、各社の協調しやすさという観点から、製品・サービスの問題よりは、生産プロセスといった比較的各社共通の土俵となりやすい問題に議論の軸足を置いている。そのうえでものづくり DX を推進できる人材の役割や必要な能力、人材像を検討した。

ものづくり DX の推進は、従来型の自前主義でクローズな競争主体の世界から、デジタル化で「つながる」ことに随伴する協調領域の発掘・拡大(図 6)を目指すオープンで繋がり合う世界(エコシステム)へと、如何にしてスピーディにシフトすることができるかが問われている。

図 6 協調領域か？競争領域？



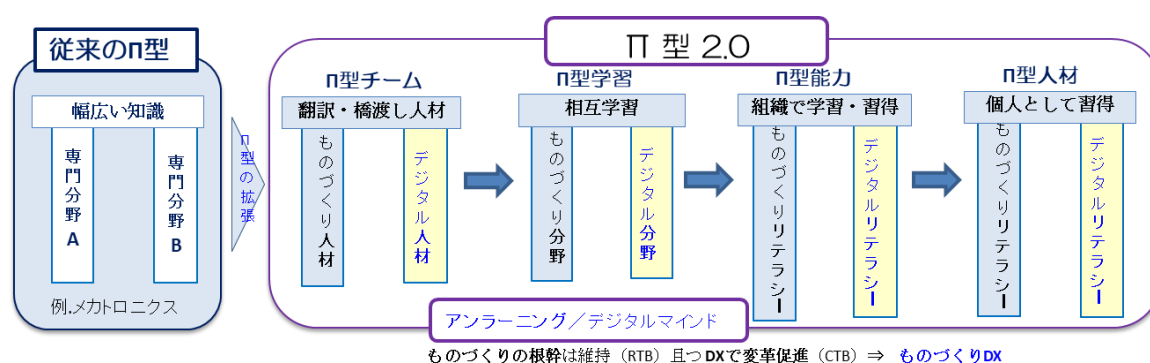
出所：諸資料並びに本専門部会での議論をもとに
NSRI 作成

そのためにはものづくりとデジタルの双方に通じたⅡ型能力を涵養する必要がある。しかし、**Ⅱ型能力**は一朝一夕に獲得できるものではない。そこで双方の専門家による**Ⅱ型のチーム**を編成し、チーム（集団）として獲得を目指す。これが**目先の課題**である。一方、Ⅱ型能力を目指す個人としての**Ⅱ型人材**を育成・支援することは**長期の課題**とした。

4-2. Ⅱ型能力構築に必要な「Ⅱ型 2.0」

今回は、先行事業において提唱した TAKUMI 4.0 を内包しつつ、現代の匠など、ものづくり専門人材やものづくりチームが、いかにしてデジタルツール活用のための知識やノウハウを身に着けることができるかという、Ⅱ型能力の獲得に焦点を当てた。従来のⅡ型は複数の専門分野を表象したが、今般の「ものづくり DX」では、Ⅱ型チーム→Ⅱ型学習→Ⅱ型能力→Ⅱ型人材という流れ全体(Ⅱ型の拡張)を「Ⅱ型 2.0」と称する(図7)。

図7 従来のⅡ型とⅡ型の拡張、Ⅱ型 2.0の関係



出所：本専門部会における議論を踏まえ、NSRI 作成

4-3. 乗り越えるべき壁(ギャップ)

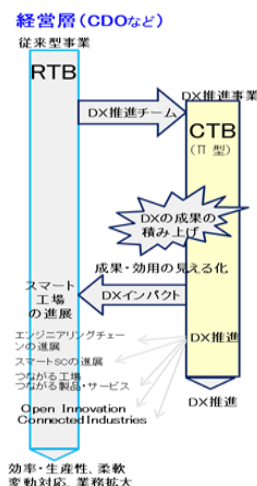
製造業がデジタル技術を活用していくためには、ものづくり DX 推進のための条件（壁、ギャップ）がクリアされていなければならない。この条件として本専門部会では、**標準化ギャップ、リーンギャップ、マインドギャップ、スキルギャップ**の四つを挙げた。業務を標準化するとともに**業界で共通の教科書**も必要である。リーン生産方式は導入済みが前提である。デジタルマインドは受け入れないことにはDXが進まない。デジタルスキルを身に着けることは、ものづくりDXの推進上不可欠といえる。

4-4. 従来型の統制管理からフラットなⅡ型組織へ

従来型のものづくりはRTB(Run the Business)により、しっかりと収益基盤を支える一方で、ものづくりDXの企画立案推進はCTB(Change the Business)組織を立ち上げて次の時代に向けた準備を滞りなく進める(図8)。CTB チームにはものづくり各分野の専門家のみならずデジタル系からも様々な専門家が蟻集する。各専門性をものづくりDX推

進というチーム目標に沿って結集する必要がある。従来型の管理統制型のチームではなく、フラットなΠ型のチームとなる(図9)。このチームは自律分散型の組織となり、試行錯誤を繰り返しながら、チーム・集団による力でやり遂げるといった、大胆なチーム運営を必要とする。

図8 RTBとCTB



出所：諸資料から NSRI 作成

図9 Π型フラット組織のイメージ

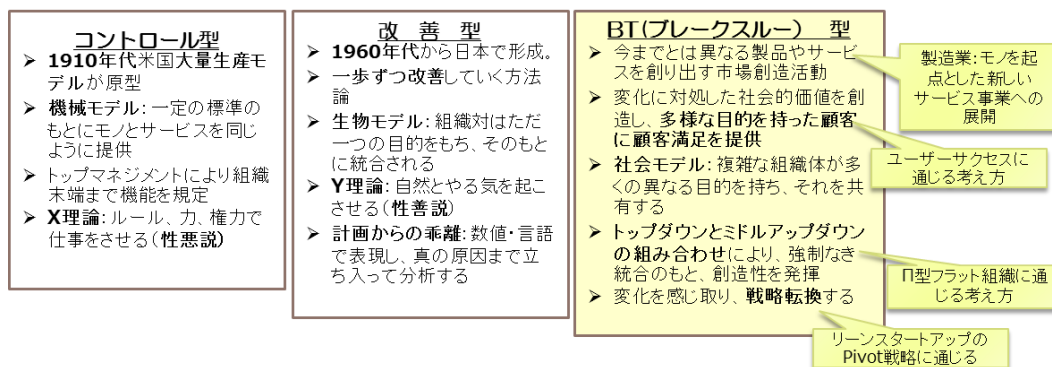


出所：諸資料をもとに NSRI 作成

4-5. 新組織に不可欠なプロデューサー型支援型リーダー

チームリーダーには、プロデューサー型・支援型のリーダーがふさわしいとされる。従来型人事評価システムがスクリーニングしてきたようなタイプとは異なるタイプが求められる。ものづくり DX 推進担当の CTB チームは、メンバーがそれぞれの専門性を有していることやメンバー個々の才能を十全に引き出す必要があることから、異能人材間の翻訳機能や個々の人材の個性をバックアップする「いいね」感覚の支援がミッション(図10)となる。したがって組織自体もピラミッド型ではなく、フラットなΠ型組織を志向することになる。

図10 マネジメントスタイルのBT型への変遷



出所：北出部会長資料より。原典 2003 年 11 月、「ブレークスルーマネジメント」MIT スローン・スクールの司馬政次教授著、東洋経済新報社

5. 求められる Π 型能力に必要なこと

5-1. デジタルマインドの醸成とアンラーニング、継続的組織学習

ものづくり DX 推進上、必要となる Π 型能力にはデジタルマインドとデジタルリテラシーがある。デジタルマインドとは、顧客志向・アイデア重視、柔軟迅速・変動対応、実験実証・早期実装、手戻り極小の戦略的思考であり、そうした思考を意図的に活用する姿勢や心持のことである。デジタルマインドで特に重視されるのが、システム思考、デザイン思考、リーンスタートアップ的発想、アジャイル開発的発想、モジュール思考などである。Π型のチームを組織・運営していくには、従来型の発想や経験・ノウハウからの外挿では対応が難しくなる。それゆえに、旧来型の知識に縛られた惰性や慣行を一旦捨て去り（アンラーニング）、新たにデジタル特有の発想や考え方（デジタルマインド）を学びなおす必要が生じる。アンラーニングとは固定観念や思い込みの一掃、或いは、学んだことをご破算にすることである。デジタル分野の技術革新は日進月歩である。指数関数的といわれる変化が当然とされる。組織としての継続学習力が求められる。

5-2. ものづくりの要諦を踏まえた Π 型能力と Π 型人材の確保育成

ものづくり DX 人材の育成は、ものづくりとデジタルの両リテラシーを具備した Π 型能力の構築如何にかかっている。したがって「ものづくりの要諦」は引き続き確保し、従来型製造業の特長を損なうことなく、デジタルの特質を最大限利活用できることが望ましい。つまり、ものづくりのリテラシーとともに、IoT や AI をはじめ、VR/AR/MR や AM、ロボティクスといったデジタル技術を自在に使いこなせれば理想的である。ものづくり DX の推進は長期的には「アナログ」に「デジタルも」身に着けた Π 型人材が主役となる。

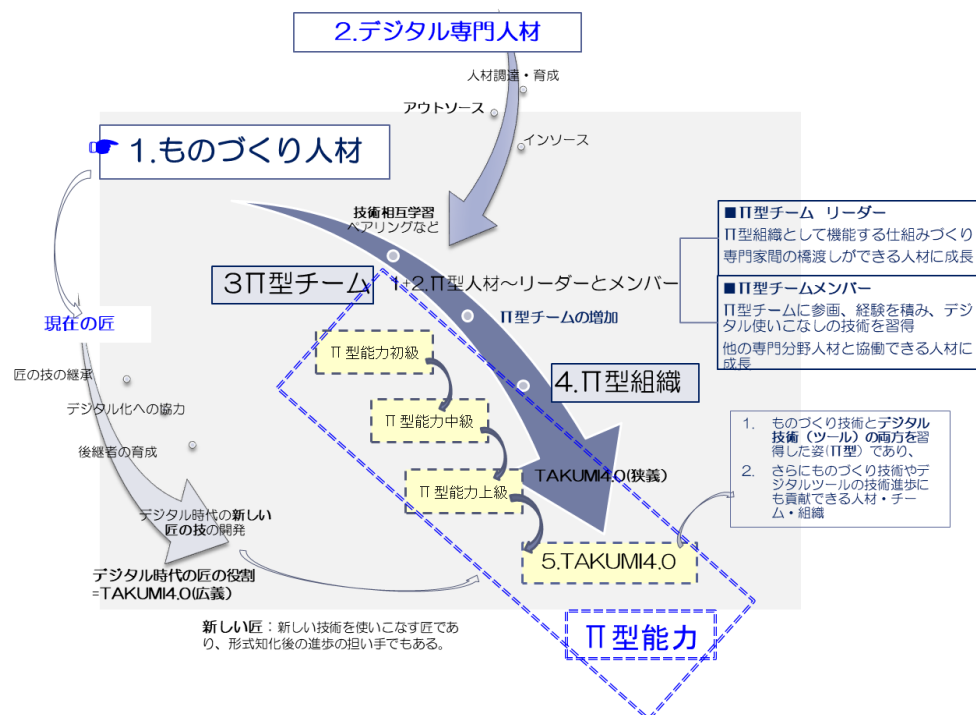
その主役はデジタルネイティブや理数系志向の次世代人材である。「優秀な学生」を惹きつけうる「夢のある魅力的な製造業」に変身すること。これは産業間競争でもある。「ものづくり DX」が製造業各分野に浸透して旧来の殻から脱皮する。すべては「ものづくり DX」の推進如何にかかっている。

6. 問題提起

6-1. Π 型能力の職業資格化

Π型能力の獲得は難事である。そこでΠ型能力のレベルを、Π型人材初級・中級・上級・TAKUMI4.0と区分して職業資格として制度化することが望ましい(11)。職業資格化により、Π型能力は指標化され可視化される。また、資格制度を通してその普及が期待できる。

図 11 ものづくり人材が「Ⅱ 型能力」の獲得を目指すイメージ



注.本図のイメージについて；

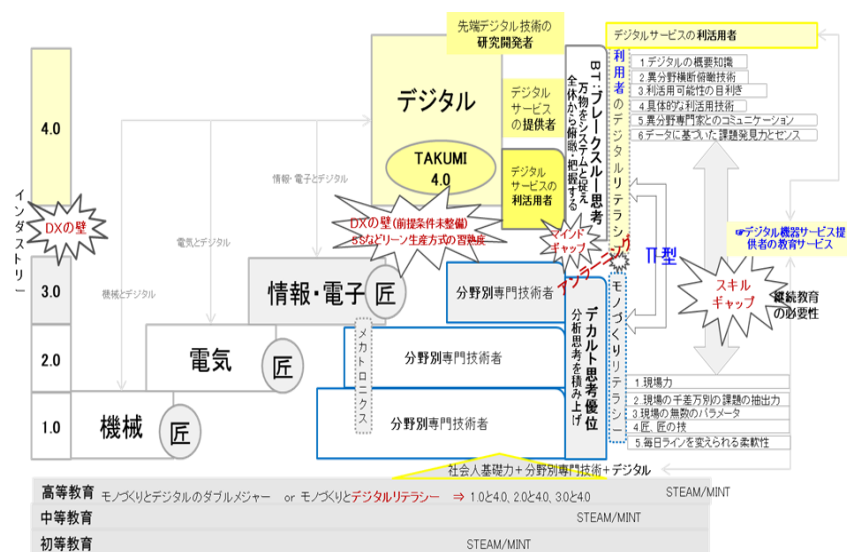
- ・ものづくり人材から **TAKUMI4.0（狭義）**を目指すには、デジタル専門人材の力を借りる必要がある（本文①外部の人的資源活用戦略）。次いで**Ⅱ型チーム**の中で相互に**Ⅱ型学習**したり、内部外部の教育研修を受けたりする（本文②教育研修重視の内部人材登用育成戦略）。
- ・**Ⅱ型能力はまずチームとしての獲得を目指す**。この間、チームメンバーは、**Ⅱ型能力を初級から中級、上級へとレベルを上げ、最終的にもものづくりのデジタル技術を究めた人材が TAKUMI4.0（狭義）となる**（本文③長期的な内部人材登用育成戦略）。
- ・一方、ものづくり人材のうち、匠やベテランの技能習熟層のうち、狭義のⅡ型を目指すことが難しい層は、その熟達した暗黙知をベースに「ものづくり DX」の支援・協力を行う。それが可能な層は TAKUMI4.0（広義）と称する。
- ・なお、デジタル時代の匠の役割のうち、**TAKUMI4.0(広義)の場合の役割**には、①匠の技のデジタル化協力、②匠の技の継承と技の深化、③デジタル技術使いこなしの技の継承支援、④デジタル時代の新ステージにおける新しい高度な匠の技の追及・習得がある。また、新しい技術を使いこなす「新しい匠」であり、形式知化後の進歩の担い手でもある

出所：平成 30 年度本専門部会報告 p 89 をベースに本年度部会議論を踏まえて修正

6-2. 第四次産業革命に向き合える教育を

歴史上、産業革命は新たな教育を必要とし、**教育は産業革命と呼応**する形でその内容を変化させてきた(図 12)。第 1 次から第 3 次までは「機械」、「電気」、「情報・電子」それぞれの領域に匠と専門技術者を必要とした。第 4 次は、デジタルの世界。「機械とデジタル」や「電気とデジタル」、「情報・電子とデジタル」といった**ペア（Ⅱ型の組み合わせ）**が必要になる。従来の**縦の専門分野**に「デジタル」という**横ぐし**をどのようにして通すことができるかが問われている。

図 12 累次の産業革命が要請する理数系・技術系教育とリテラシー、スキルギャップ



注.上図の構成は縦軸に初等・中等・高等教育とインダストリー1.0～4.0を配し、横軸は概念的な時間軸を置いている。

本図で表現していることは同 1.0 から同 4.0 に対応する「分野別専門技術」と「匠と TAKUMI4.0 の関係」のほか、デジタルの「研究開発者」とその「提供者」や「利活用者」の区別、デカルト思考と BT 思考の対比、スキルギャップの位置づけ、初等・中等・高等教育と実社会のつながりの問題（社会人基礎力と分野別専門技術、及びものづくりリテラシーとデジタルリテラシー）、ものづくりとデジタルリテラシー間のスキルギャップ。さらに、II 型という概念自体が、DX の壁のほか、マインドギャップ、スキルギャップなどとともに、概ね同 1.0～同 3.0 と同 4.0 の間に横たわっていることなどを描いている。

また就業後における継続教育の重要性とデジタルサービス供給者によるデジタルリテラシー教育上の重要性を図示化している。

出所：「National Skills Strategy」ドイツ労働社会事情省、教育研究情報省、Jun.2019 のほか、本専門部会における教育関連の様々な議論を踏まえ、NSRI 作成

第 4 次産業革命に呼応する新たな教育体制の見直しが必要である。企業側では継続教育体制を各社協調して取り組む必要があるが、教育機関側でも第 4 次産業革命に向き合うことで理数系教育や情報系教育に一層注力することが必要である。また、**産学連携協働教育**³という座学と実務実習の組み合わせによる人材育成に真剣に取り組む必要がある。

7. 終わりに～ものづくり DX の推進にむけて

現在の日本に求められるものづくり DX とは⁴、単に「現状業務の改革」であったり、これまで日本企業が得意としてきた「カイゼン」という部分最適を目指したりするレベルに留まることではない。現状をその根底から見直し、全体最適を達成できるような新しい

³ ドイツのデュアルスタディなど(日機連、平成 25 年度 国際交流の推進活動 理数系基礎学力の強化とモノづくり人材育成の課題に関する調査研究報告書(Ⅲ)－理数系グローバル人材育成・教育に関する調査専門部会報告書－)

⁴ 本節の 4 つの段落は滋賀大学データサイエンス学部の河本薫教授の論考を参考に作成したものである。

デジタルプロセスに組み替えることである。さらに言えば、現状のビジネスモデルの抜本
的変革にまで踏み込む「真の改革」「破壊と創造」に取り組むことである。この取り組み
は、パラダイムシフトに乗り遅れずに**スピード競争の時代**を勝ち抜くための改革そのも
のである。すでにドイツの「2030 Vision for Industrie 4.0」（2019 年 3 月 29 日）には、
インダストリー4.0は根本的に生産メカニズムを「変えた」と現在完了形で記されている。

本専門部会では“ものづくり DX”推進の重要性に焦点を当てている。“ものづくり DX”
推進には、 Π 型 2.0 による Π 型能力のスピーディな構築が必要になる。 Π 型 2.0 とは、
従来型の Π 型の概念を拡張したものであり、 Π 型チームから Π 型学習、 Π 型能力、 Π 型人
材への流れ全体を包括した概念である。目指すべきは、DX の為の DX ではなく、様々な
デジタルツールを機械工業の問題意識に乗っ取って自在に使いこなすことである。

そのためには、既就業者層には Π 型 2.0 に沿った継続教育が必要である。また、次世代
人材には、ものづくりの素晴らしさの体感機会と Π 型の実学重視教育への制度改革が必要
である。一方、ものづくり DX 時代の日本の新しい強みとして、「匠」が生み出す高度
の暗黙知を形式知化出来るフレームワーク作りがある。この「匠」は日本の強さの象徴で
あり、「常に価値を考え続けられる人」という捉え方が必要になる。長期的にはこうした
ものづくりと Π 型 2.0 への拘りが、製造業の夢と魅力を生むとしている。

今、最も必要なことは、 Π 型能力構築に取り組むための“アンラーニング”を多方面にわた
って展開することである。協調領域を拡大するには経営マインドの大転換を要する。 Π 型
の実学重視による業界共通の教科書づくりには、関係者間の共通認識の醸成と産学官の
連携が必須である。“海外人材”等の就業多様化に対する環境整備には国家レベルの議論が、
また、標準化ギャップやリーン、マインド、スキルの各ギャップへの対応は、産学官連携
による認識の共有と対策が必要になる。いずれもそれぞれの検討の前提として、従来から
慣れ親しんできた経験や考え方を一掃する覚悟としてのアンラーニングを必要とする。

特に、製造業離れが進む理数系専攻学生などの次世代人材に対するアピールは、企業の
壁を越えて連携し取り組むべき大問題である。

日本の「ものづくり DX」は、夢のある魅力的な製造業として、持続的成長発展を遂げ
るために残された最後の貴重な機会かもしれない。スピード改革が命である。