

調査・研究報告書の要約

書名	平成30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 ものづくり人材のデジタル化対応の検討～II型の拡張（II型人材からチーム、組織へ）とTAKUMI4.0～（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	2019年3月	頁数	137頁	判型	A4

[目次]

はしがき

IoT・AI時代のものづくり人材調査専門部会委員名簿

目次

要約

第I部 本編

序章 事業概要

第1章 問題意識～製造業の競争環境の
劇的変化

- 1-1. 世界が向かうデジタル化・DX/UXとは
- 1-2. デジタル化・DX/UXが注目される背景
- 1-3. デジタル化という流れの中でどう対応すべきか

第2章 海外動向と世界の潮流

- 2-1. 現在の日本を取り巻く海外環境
- 2-2. メガトレンドとしてのDX

第3章 製造業のパラダイムシフト

- 3-1. 新時代を迎える製造業～DXの推進、内外事例
- 3-2. 製造業のデジタル化・DXのイメージ

第4章 新時代の製造業に求められる人材像

- 4-1. 組織横断型チームの観点から見た拡張II型と目指すべき方向
- 4-2. 縦型組織構造から見た拡張II型と人材ピラミッド
- 4-3. 目指すべき最終形、TAKUMI4.0
- 4-4. 求められる人材像～拡張II型とTAKUMI4.0(まとめ)

第5章 ものづくりデジタル人材確保・育成上の課題

- 5-1. 残された課題
- 5-2. 専門部会での議論

第II部 参考資料編

- 1. IoT・AI、デジタル関係参考資料
- 2. 教育関係・労働雇用等参考資料
- 3. ドイツの“労働4.0”を巡る日本国内の議論
- 4. 本専門部会委員対象アンケート調査

[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 事業戦略推進部部長）を設置し、調査を進めた。

2年度目となる平成30年度調査では、デジタル技術の潮流など産業界を取り巻く環境や世界の動向の変化を探りながら、ものづくり人材のデジタル化対応のあり方について検討した。その結果、II型人材をチーム・組織に拡張していく「II型の拡張」や人材ピラミッドにおける各層別役割、デジタル型の取込みと $+\alpha$ としてのこれからの日本らしさ、II型を目指す最終形としてのTAKUMI4.0等についての考え方を提案した。

調査結果の概要は次頁以降の通り。



競輪の補助事業

この報告書は、競輪の補助により作成しました。

<http://hojo.keirin-autorace.ir.jp>

平成 30 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
 ものづくり人材のデジタル化対応の検討
 ～IT型の拡張（IT型人材からチーム、組織へ）と TAKUMI4.0～

（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.問題意識～製造業の競争環境の劇的变化

現代においてデジタル化、デジタルトランスフォーメーション（DX）の流れは不可避である。世界は急激にこの流れを加速している。早急な対応が求められる。本専門部会ではこうした問題意識から、デジタル技術の潮流など産業界を取り巻く環境や世界の動向の変化を探りながら、ものづくり人材のデジタル化対応のあり方について検討を行った。

2.海外動向と世界の潮流

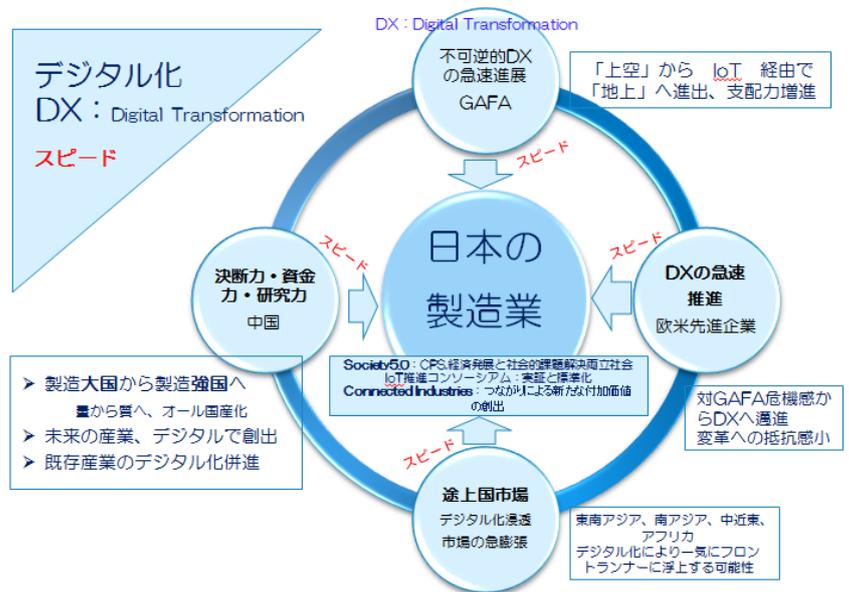
2-1.海外環境～デジタルとスピード格差

世界中でデジタル化が注目され、DXが喧伝される根本には「デジタル化による桁外れのスピード」がある。従来のものづくりのスピード感とはまるで異なる。デジタルならではの特性がこうしたスピード感を可能にしている。例えば「無限に蓄積できる」「保存と移動にコストがかからない」「劣化しない」「分析できる」「共有できる」などである。

日本を取り巻く海外環境は四面楚歌といえる(図 1)。

その最大の問題は彼我のスピード格差にある。GAFA、欧米先進企業、途上国、新興国。いずれもデジタル化・DXに賭けるスピードには目覚ましいものがある。

図 1 製造業を取り巻く環境概観



2-2.メガトレンド～デジタルとオープン

製造業に影響を及ぼすという観点から、世界的な潮流といわれる「メガトレンド」の検討を行った(図2)。検討の枠組みとして、技術関連、事業関連、人材関連の3つを設定し、さらにその現状と今後という観点からキーワードを探った。「アナログ」と「デジタル」。「クローズ」と「オープン」。「ものづくり文化」・「自

図2 メガトレンド

		現状と主な特徴	トレンド：DX (Digital Transformation) デジタルインバースョン (第四次産業革命)	
			最近のトレンド 発展の方向性	トレンド進展前後の姿 (数年～十年後)
技術関連	技術面	アナログ技術 ハードとソフトは別々	デジタル化 ハードとソフト等の融合 技術革新の指数関数的加速化	VR,AR,MR,AM DT,CPS 5G
	システム面	クローズ	オープン、システム高度化	システムのシステム
事業関連	組織文化面 発想(哲学)	ものづくり文化 自前主義	協調領域の協業推進 (デジタルマインド)	デザイン思考 アジャイル開発
	ビジネス面	製品の販売重視 (製品とサービスの分離) 国内市場重視	所有から利用へ (コトづくり、カスタマイズ)	資産提供・運用型のサービス
人材関連	仕事・働き方	3K、反復作業多い 付加価値創出につながる 作業僅か	健康経営、働き方改革 省人化、稼働化、自動化、自律化 創造性、効率改善、変化対応	人間の得意領域の業務 (企画、営業、思いやり、価値、 直感、総合判断)
	人の役割と特徴	反復業務(稼働化可能業務) (寝れる、ミスする、手離取る、 忘れる、重い、見えにくい)	問題発見・課題設定 ものづくり技術+デジタル化技術 の習得・活用、企画立案、判断	IT型人材・チーム・組織 最終形としてのTAKUMI4.0

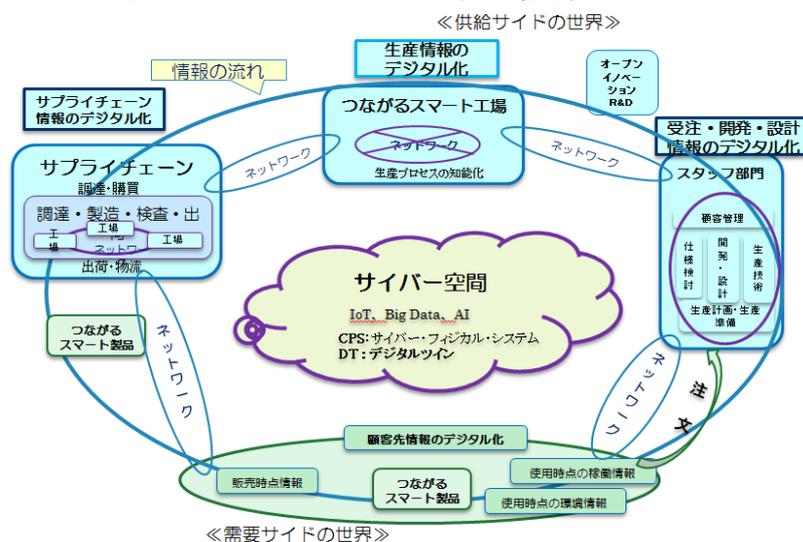
前主義」と「協調領域」・「エコシステム」。「製品の販売重視」と「所有から利用へ」などにより、デジタル化のプロセスや人的対応の分析的枠組みとして活用した。これは同時に製造業のパラダイムシフトのイメージとして、デジタル化・ネットワーク化の具体的な流れを描く際にも役立つ枠組みとなった。

3.製造業のパラダイムシフト

3-1.製造業のパラダイムシフト～関係先が情報の一つの輪に

日本企業が得意としてきた生産現場の改善は、生産活動の「ある部分」において成果を上げる部分最適であった。パラダイムシフト後には、製造企業的全バリューチェーンが情報の環となつて一つにつながる(図3)。つながると、全体の中でのボトルネックや問題点の特定が可能になる。事業全体を最適化・効率化する途が開ける。その効果は少なくとも4つある。

図3 パラダイムシフトの行き着く先



第1に、最新ユーザー情報の解析による新しいビジネスの創出。第2に、企業内部外部

とのつながりによる外部変動への迅速柔軟な対応。第3に、製品サービスの追跡による現況即把握や顧客との息の長い関係構築。第4に、供給サイドのネットワーク化による自然災害等による不測事態へのスピーディな対応。

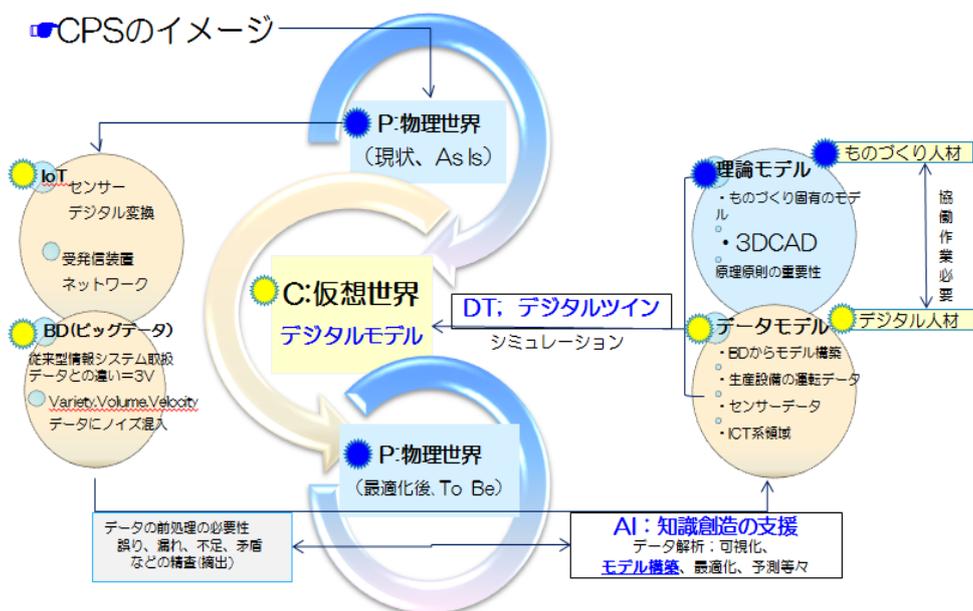
3-2. 製造業とデジタル技術～CPSであるべき姿に

デジタル技術には、IoT, AI, BD, VR/MR/AR, AM, 協働ロボット、ドローン、ネットワークカメラ、ウェアラブルデバイス、多種多様で安価になったセンシング技術といった個別の技術のほかに、概念としてのDTやCPSがある。

製造業がデジタル化を行うにはまず現状の抱える問題点(As Is)を抽出し、あるべき姿(To Be)とのギャップを課題として設定することが出発点となる(図4中央の上部円弧と下部円弧)。

解決手段を提供するのが様々なデジタルツール。ツールを使いこなすことは、製造業におけるCPS活用の前提条件である。物理世界の問題点の解明にはIoTが活躍する(図4の左側上部円)。デジタルセンシングによりリアルタイム

図4 物理世界と仮想世界の融合(CPS)のイメージ



での収集が可能。収集されたBD (big data) にはノイズが含まれるが、今は構造化・非構造化の両データが収集できる(図4の左側下部円)。BDはAIによって解析され、可視化され、モデル構築され、予測や最適化に活用される。データモデルと製造業固有の理論モデル(3DCADなど)が、ともにDTとしてシミュレーションに活用される(図4の右側の上下二つの円と仮想空間に向かう矢印)。その成果を基に、再び物理世界に適切な制御や指示を行う。物理世界は反復的に本来あるべき姿(To Be)に近づく。

3-3. デジタルマインド～デザイン思考と柔軟・迅速

製造業がデジタル技術を活用していくためには、デジタル技術自体を育ててきたデジタル世界に固有の考え方や発想(デジタルマインド等)の理解が必要とされている。

例えば、顧客志向、デザイン・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などである。

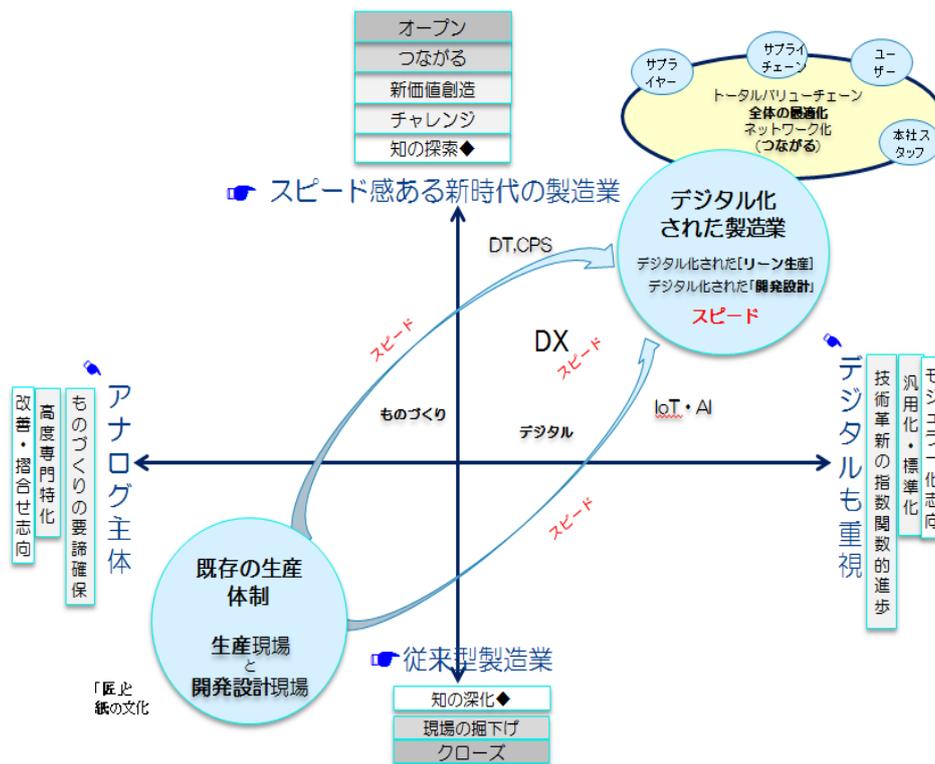
3-4. デジタル化のイメージ～アナログとデジタル軸、クローズとオープン軸

製造業のデジタル化のイメージを共有するために、2軸4極図（4象限図）を検討した(図5)。同図のX軸には「アナログ」「改善・摺合せ志向」等と「デジタル」「技術革新の指数関数的進歩」「汎用化・標準化」等の対。Y軸には「新時代の製造業」「オープン」等と「従来型の製造業」「クローズ」等の対を設定した。同図の第3象限は従来型製造業。第1象限はデジタル化された製造業。第2象限は、従来型からデジタル化に向かう道筋で乗り越えるべきフィジカル面の課題。「開発設計プロセスの体系化」や「業務の標準化」などである。同様に第4象限は、サイバー面の課題である。IoTやAIなどの使いこなしができるかが問われる(図5)。

デジタル化・DXを進めるには、フィジカル面とサイバー面がともに並走する必要がある。我が国製造業はデジタル化によって競争力を強化することができる。

新時代の製造業に向けたデジタル化と変革に挑戦している内外の事例をみると、同図Y軸上端のキーワード、「オープン・つながる・新価値創造・チャレンジ・知の探索」のいずれにも該当することが特徴的である(図5のY軸上部)。

図 5 従来型の製造業と新時代の製造業



同図5において第3象限は現状に留まるケース。第1象限はデジタル化・DXを推進して出来上がった「スピード感のある新時代の製造業」を表象している(図5)。

なお、第3象限から第1象限に向かう道筋には3つある。A 現状の延長線上を進むケース、B ドラスティックにDXを進めるケース、C 両者の中庸を行くケースである。

ここで中庸とは例えば「Aだけでは持続しないのではという危機感」がみられ、その一方「Bに踏み切るリソースは不十分だし、そこまで思いきれない」中で、「AとBのミックスで進む」ケースが考えられる。日本の製造業としては、「現状の延長線に甘んじることなく、とは言え連続性を保ちながらこれまで培ってきた日本の製造業ならではの強みも活かした進化を目指す。」ことが重要である。

4.新時代の製造業に求められる人材像

4-1. “Π型” 概念の拡張～個人⇒チーム⇒組織

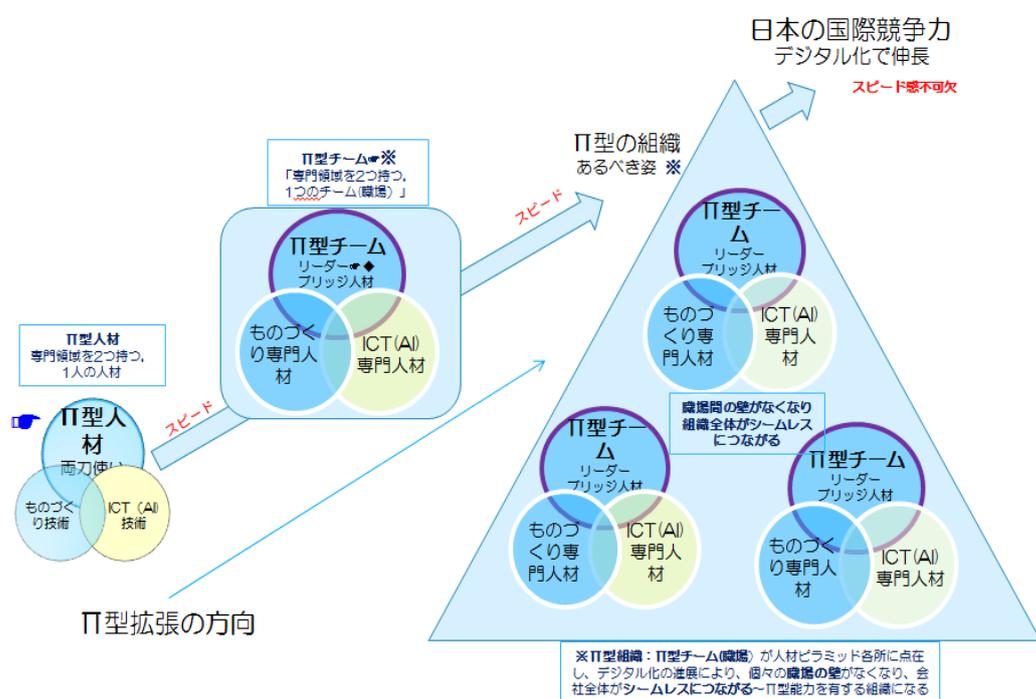
デジタル化・DXに対応可能なあるべき「ものづくりデジタル人材像」を検討するために、拡張Π型という考え方を導入した。これからのものづくりには、従来のようなものづくり技術だけの知識では対応できない。これはIoTの構造とその成り立ちからも明らかである。IoT出現の意義は、「モノ、ヒト、コト」の相互接続によってOTとITの邂逅が生まれたことにある。ものづくり企業は、こうした流れに逆らうことなく自らデジタル技術を

利活用しつつ、新しいビジネス機会を掴みとることが肝要である。従って、ものづくり人材にも相応の対応が求められる。

昨年度は“Π型”人材に注目した(図6の左下隅)。

Πはギリシャ文字の大文字。元々の含意は複数の専門を身につけた人材の意である。Πの字が2本足であることから、この足を複数の専門とみる。

図6 Π型人材⇒Π型チーム⇒Π型組織への移行



今年度は“IT型の拡張”を検討した。IT型を個々の人材からチームへ(図6の中央)、さらにチームを集めた組織へ(図6の右側)と“拡張”していく考え方である。従来のような「個人としての能力」よりも「チームとしての能力」がより重要になることに基づく。これはIoTの成り立ちや既にみたCPS・DTの仕組みからも明らかのように、IT型がデジタル人材とものづくり人材の協働作業を前提としているからである。

4-2. “IT型”チーム～組織横断型のチーム編成

IT型チーム(職場)は、従来型のものづくり人材とデジタル人材が、混在しつつ共通のミッションを達成していく。チームメンバーは、積極的に異領域の専門についても理解を深め合い、相互に教え合い、複数のスキルを身につけ続ける姿勢が求められる。お互いにスキルを高め合い、徐々にIT型人材といえるメンバーに成長していく。一方、チームリーダーは、異分野間・異専門間のトランスレーター、多様な人材を自らつなげるハブ型人材、イノベーション人材であることが求められる。チーム内の異種人材を束ねて意思疎通を図り、ミッションを達成できるようにチームを機能させる必要がある。そのためには従来型の全体統制型コントロール重視型の管理体制ではなく、メンバー個々のスキルが最大限発揮されるような配慮と支援に重きを置き、障害は排除していくというスタンスへの転換(これもDX)が求められる。

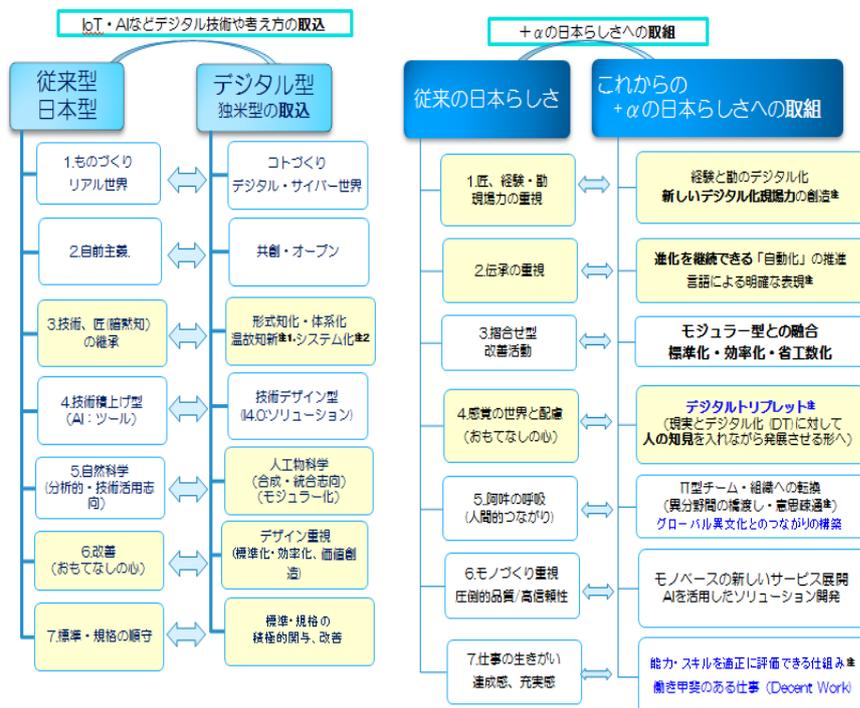
4-3. “IT型”組織～人材ピラミッドの各所に点在

IT型組織とは、IT型チーム(職場)が人材ピラミッド各所に点在(図6)し、デジタル化の進展により、個々の職場の壁がなくなり、会社全体がシームレスにつながることでIT型能力を有することになった組織をいう。

4-4. 目指す方向～デジタル型の「取込み」と+αの日本らしさへの取組み

現状を従来型或いは日本型と捉えた時、目指すべきデジタル型とは何か。デジタルで先行している独米型のどのような点を取込めばよいか。「従来型・日本型」の特徴と「デジタル型・独米型」の特徴を抽出し、今後の「取込み」すべき点を明確にした(図7左側)。しかし、従来型・日本型は全否定されるものではなく、両者は並

図7 デジタル型の取込とこれからの日本らしさへの取組



立・共存する関係にある。同様に、 Π 型によって日本らしさはどう変容していくか。「従来の日本らしさ」の特徴と「これからの $+\alpha$ の日本らしさ」を検討した(図7右側)。「 $+\alpha$ 」は主にデジタル化関連である。「 $+\alpha$ 」に「**取組む**」ことが、従来の日本らしさの特性を、さらに深化・進化させることにもつながる。しかし、デジタル型と同様に従来型・日本型は全否定されるものではなく、両者は並立・共存する関係にある。

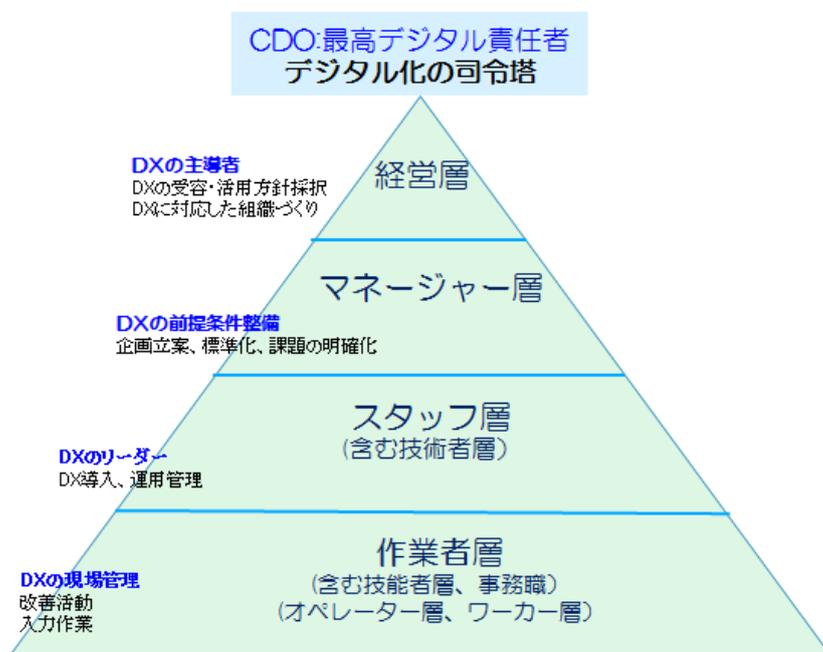
4-5.人材ピラミッドと拡張 Π 型～層別役割の検討

拡張 Π 型について、前項では組織横断型チームの立場から捉えて検討した。ここでは従来型としてのヒエラルキーを前提とした組織形態の観点から検討する。特に人材ピラミッド各層別の役割に焦点を当てる。ここでは経営層・マネージャー層・スタッフ層・作業層の4つに区分した

図8 人材ピラミッドとDX

(図8)。

経営層には、DXの受容・活用方針採択やDXに対応した組織づくりという役割がある。中でもCDOはデジタル化の司令塔として変革を主導する。マネージャー層は、DXのための業務の標準化やデジタル化課題の明確化などの前提条件とデジタル化全体の企画立案の役割。スタッフ層は、技術者層を含むリーダーとして、DXの導入と運用管理を担当。作業層(オペレーター層、ワーカ層、技能者層、事務職)は、DXの現場関連作業を担当。AI導入後の改善活動やAIの教師データ等の入力作業などがある。



4-6. 「匠」から「TAKUMI4.0」へ

ものづくり人材のデジタル化対応として、日本機械工業連合会の先行調査研究において提案されたTAKUMI4.0に注目する。今回のポイントは、日本のものづくりを支えている「匠」からローマ字表記としての「TAKUMI」への変遷とそれぞれの特徴・役割等を明らかにすることにある。加えて、これまで述べた拡張 Π 型組織を『TAKUMI』と結び付けて考察する。

そこで、まず「匠」の特徴と、その特長ゆえにデジタル時代のトレンドに合わせるには課題があるという点を明確にする。次に、デジタル時代の「新しい匠」を「TAKUMI4.0」と捉えるとともに TAKUMI1.0 から TAKUMI4.0 に至る変遷を明確にする。

4-7. 「匠」の特徴とデジタル時代の課題

「匠」とは「ある分野の技術・技能を名人芸にまで昇華させ、余人の追従が及ばないレベルにまで磨き上げた人。多くの経験（能動、受動）と研ぎ澄まされた五感により、玄妙な技や判断技能を有するに至った人」で能力を発揮・成長し続けている人（PTU（=能力開発総合大学校）の資料）である。

但し、「匠」は、暗黙知の塊である。閉ざされた世界の中にもいえる。その発信力は弱い。オープン化が進むデジタル化の時代には、「匠の技」の「見える化」による発信力強化が自然の流れである。発信力の強化によって匠の技の付加価値が高まることが期待される。それにはデジタル技術の利活用が不可避である。デジタル化を進め発信することができるようになれば、場所や時間を問わず同時に多数の人に匠の技を伝えることができる。

4-8. TAKUMI1.0 から TAKUMI4.0 に至る歴史的経緯

TAKUMI 1.0 から

図 9 TAKUMI X と産業革命の照応

TAKUMI4.0 への
変遷は、産業革命の
変遷と対比される
(図9)。TAKUMI1.0
は軽工業主体の第1
次産業革命に対応。
機械化・工業化の端
緒となる時代の匠の
技を表わす。同 2.0
は、第2次産業革命。

1.0~4.0に至る道	対応する産業革命の変遷	1.0~4.0それぞれの概要
TAKUMI1.0	第1次：蒸気機関 機械化・工業化、軽工業主体	欧米生産技術導入・代替期 開国前後の高度な職人技、分業、世襲制をベースに欧米の産業革命の成果を導入・代替を進める
TAKUMI2.0	第2次：電力と石油 大量生産、電動機、内燃機関、化学工業	終戦までの導入技術の消化・定着期 欧米へのキャッチアップを目指し、導入技術をベースに国産の技術開発に邁進する
TAKUMI3.0	第3次：コンピュータ・エレクトロニクス 自動化（FA）、インターネット、PC、スマホ	国産技術改良・発展期 戦後から復興・成長・成熟に至る時期。ものづくり日本の土台ができるも、半導体等海外との貿易摩擦や為替変動に直面、海外投資と技術技能の深化は進むも、システム思考等は十分に浸透せず
TAKUMI4.0	第4次：デジタル革命 モノの自動化・自律化 システムのシステム、システム高度化 IoT・BD、AI、DT、CPS、ロボティクス、大量個別受注生産	デジタル・ネットワーク技術を活用したCPS、DT手法の製造業への利活用期、仮想現実融合期 ●デジタルツールを精進と修練によって使いこなし、改善・進化まで担えるΠ型の最終形としての人材・チームづくりを目指す

大量生産、電動機、内燃機関が普及し、化学工業が興る。電力と石油の時代に対応。同 3.0 は、第3次産業革命に対応。コンピュータ・エレクトロニクスにより自動化（FA）やインターネット、PC、スマホが普及。この間、日本では海外投資と技術技能の深化は進むが、システム思考等は十分に浸透せず、現在もその弊を引きづっているとの指摘がある。同 4.0 は、第4次産業革命、即ちデジタル革命に対応。ものづくりを身につけた人材（チーム）が、デジタルツールを精進と修練によって使いこなし、改善・進化まで担える人材（チーム）のこと。ものづくりがデジタル化された時代において、両方の技術を使いこなせる「新しい匠」である。つまり、ものづくり人材が、Π型に挑戦し、Π型を身につけた最終形としての「新しい匠」が TAKUMI4.0 である。

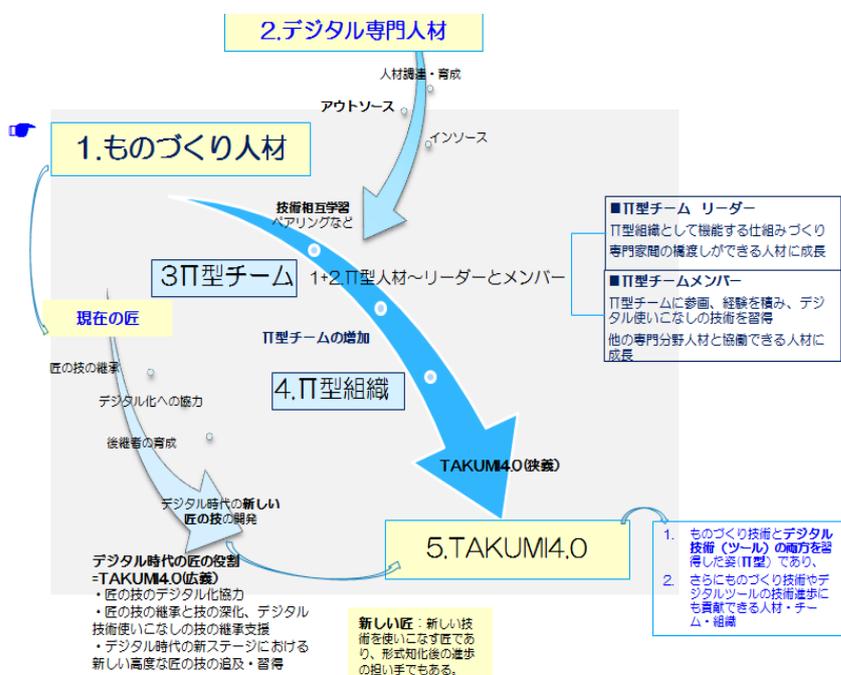
4-9. 「匠」から TAKUMI4.0 を目指すイメージ

「匠」から TAKUMI4.0 を目指すイメージとは、「匠」と呼ばれるようなものづくり人材が、デジタル技術を身につけてデジタル時代の「新しい匠」TAKUMI4.0 を目指すプロセスの具体化を指す。ものづくりとデジタルの両技術を習得した人材をΠ型人材と呼んだ。しかし、必ずしもすべての人材がΠ型を目指すのは現実的ではない。そこでΠ型人材からΠ型チームに拡張して検討した。同様に TAKUMI4.0 でも最終形としてΠ型人材を目指すケース（狭義の TAKUMI4.0）とΠ型チームへの協力（広義の TAKUMI4.0）という2つのケースを検討することにした。

4-10. 狭義の TAKUMI4.0

まず、「匠」と呼ばれるようなものづくりに精通した人材が、Π型チームに参画。チーム内のデジタル専門人材は、アウトソースかインソースかにより調達。両技術は、ペアリングなどにより相互に学習。お互いにある程度の理解が進む。ものづくり人材もデジタル技術を使いこなす。デジタル技術の習熟が進む。中にはデジタルツールそのものの技術進歩にも貢献できる人材が生まれる。ものづくりに発揮された精進や修練・鍛錬がデジタル技術の習得にも発揮される。こうした精進を重ね、修練を積んでいく最終形が目指すべき狭義の TAKUMI4.0 である(図 10、図中の 1. から 5. に至る矢印、図 11 では左側部分に相当)。

図 10 ものづくり人材から TAKUMI4.0 へ



4-11. 広義の TAKUMI4.0

「匠」と呼ばれるようなものづくりに精通した人材が、Π型チームに協力するケースが広義の TAKUMI4.0 である。その役割には次の3つがある(図 10、図中の左下部分の小さな矢印、図 11 では右側部分に相当)。

- 1 つ目は匠の技のデジタル化への協力。暗黙知の形式知化を支援する役割。
- 2 つ目は匠の技の継承・深化。従来の技の領域は縮小するものの、匠の技そのものの継承による次代の育成を支援する役割。

3つ目は新しい匠の技の追求。デジタル化後の高度な技術環境下で新しい匠の技を磨き、その技を継承する役割。いずれも従来の匠の技の延長線上にある役割といえる。

ただ、次図(図 11)では2つ目の継承による次世代育成支援には、デジタル技術使いこなしの継承を含めている。これからはデジタル技術を使いこなせる人材も次第に増加すると考えられることによる。

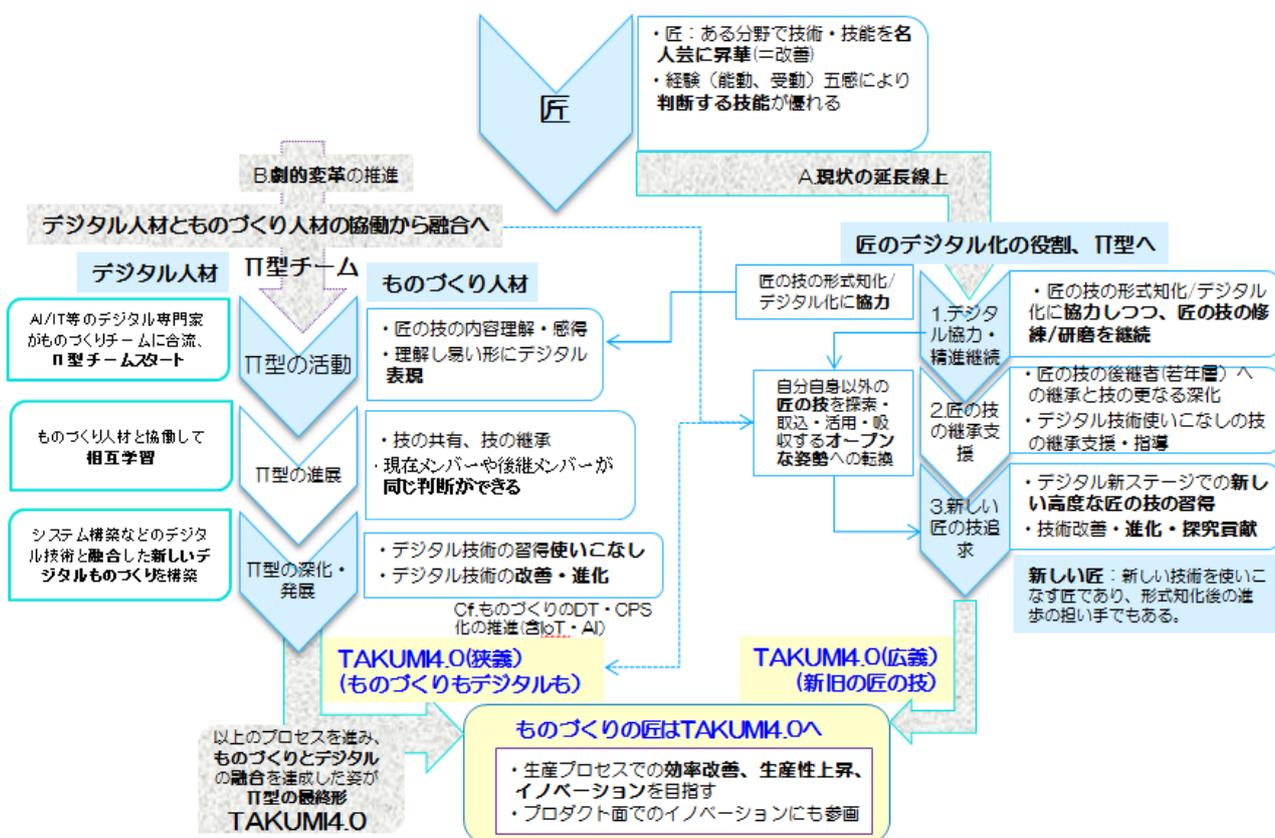
4-12.TAKUMI4.0 に求められる役割

現代世界は、システム同士が「つながる」時代に入りつつある。さらに、つながることによる「オープン化」の流れの中にある。つながる世界では、システム全体が取扱えないと最適化は達成できない。競争力は低下する。またシステム高度化の流れは、職人技をもって対処しにくい案件の増加を招来する。デジタル化の推進と習得は必須となる。TAKUMI4.0は狭義であっても広義であっても最終的には、プロセスイノベーションやプロダクトイノベーションに貢献することが期待される(図 11)。

図 11 匠の技をデジタル化する

背景：システム高度化の流れ⇒職人技をもってしても対処が難しい事象の増大を招来⇒デジタル化の習得は必須

匠の技のデジタル化



「匠」は現状のままでは激変するデジタル時代に対応しきれない。これは明らかである。一方、完全に狭義の TAKUMI4.0 に達することができる人材(図 11 の左側部分)はといえば、これもごく限られた人材に絞られる可能性が大きい。広義の TAKUMI4.0(図 11 の右側部分)にしてもデジタル技術を使いこなして継承するという役割は荷が重い可能性がある。

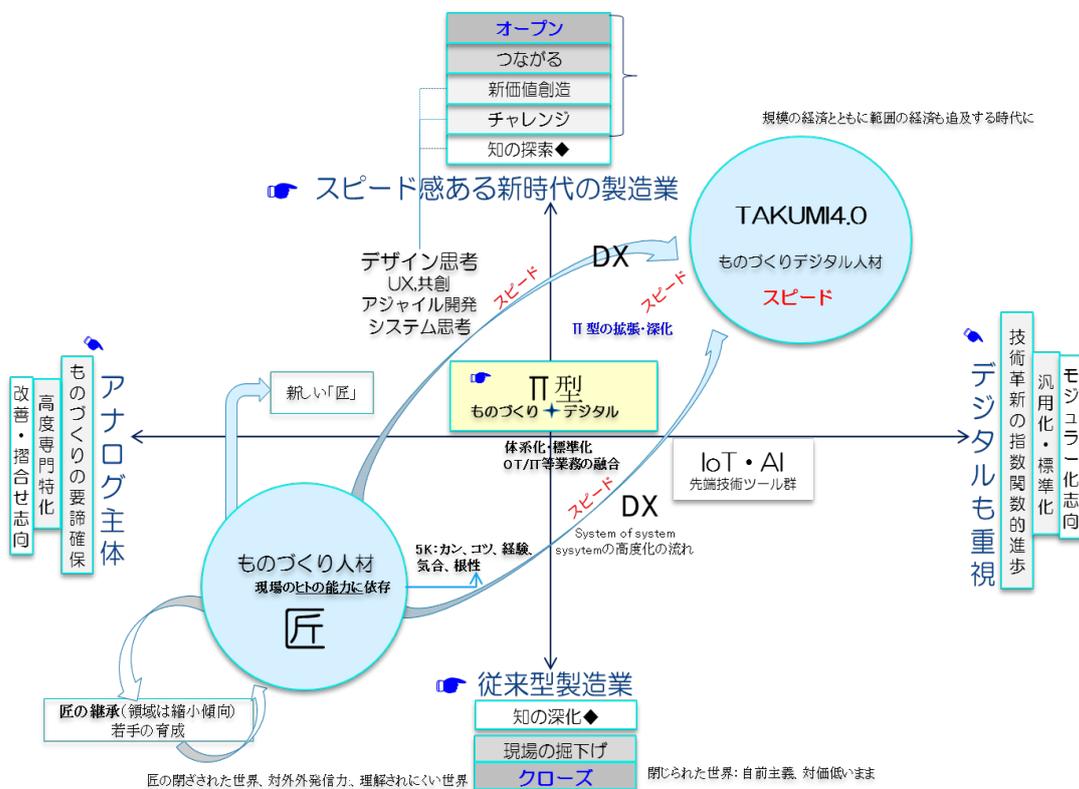
しかし、デジタル化は進む。現状に留まり続けることには無理がある。狭義の TAKUMI4.0 には届かないまでも、広義の TAKUMI4.0 の 3 つの役割のうち、1 つでも多くを実現することが必要な時代が来ている。

4-13.Π型を目指す中で人は成長～その最終形が TAKUMI4.0

機械工業を取り巻く現代の環境は激変し、業務は複雑化・高度化している。現場での長年鍛えてきたカンやコツなどの個人に依存する運営では対処が難しくなってきた。

Π型の拡張と進化とともに、人は成長する。Π型でも精進や修練・鍛錬によって人は成長し、ものづくり技術もデジタル技術も自在に使いこなせる新しい TAKUMI4.0 が生まれる。同 4.0 は、狭義にはΠ型をめざす最終形としての姿と位置づけられる(図 12)。

図 12 DX によって進化する「匠」⇒TAKUMI4.0 へ



一方、匠のある部分は継承され、後継者を生むとともにデジタル環境下でも新しい匠を生むことが期待される。これは広義の TAKUMI4.0 が担う。生産でも開発設計でも技術技能の進歩や発想は人の役割である。人が成長してこそ企業も成長できる。

このように機械工業を取り巻く環境は、デジタル技術の利活用と高度化の必要性を浮き彫りにした。そのため、デジタル技術の専門家の発掘・選定、協業、共創が避けて通れない。DT 技術、CPS の構築・運用・改善、IoT・AI の活用・改善、AM、AR/MR/VR、ウェアブルデバイス等の活用・改善。いずれもこれから修得して自在に使いこなせるようになる必要がある。その目指すべき姿が TAKUMI4.0 である。

5.ものづくりデジタル人材確保・育成上の課題

5-1.乗り越えるべき課題～現場重視は不変なるもデジタル化は課題山積状態

終わりに、TAKUMI4.0 における人の役割・課題からみた「乗り越えるべき課題」を整理する。①業務課題の明確化とデジタルツールの選定、自前主義からの脱却。②デジタル思考に対する理解と受容、実践。③デジタルツールの活用力。④イノベーション、効率改善、生産性向上の実現、ツール改善への参画。⑤匠の技のような技術技能の継承・育成。

また、新時代の現場力からみた「乗り越えるべき課題」を整理すると、a.原理/原則を踏まえた現場課題の発見/設定/解決力。b.現場でのデータ蓄積、加工データ等生産情報から品質情報、品質管理に至る一気通貫管理システムの構築。c.工場へのシステム導入を企画・実行できる人材の養成。d.デジタル技術の目的や目標の設定、費用対効果。e.AI に依存できることと人が判断/チェックすべきことの見極め、AI の多様性考慮した選定と活用、AI の頭脳の現場での育成。f.デジタル値への変換に関する整理・方法論、データマイニングに必要な判断基準の明確化、デジタルツール自体の改善・進化、データのセンシング法の工夫。g.デジタル化の波に乗る一方で、匠の技の並行育成、人とAI が相互補完する関係の構築。

5-2.その他の課題～教育面・企業経営面・政策面

そのほか本専門部会で議論された「壁」は教育関係、企業経営関係、政策関係の3つ。まず教育関係では、①実学カリキュラムの見直しといった実学的教育。②課題抽出力などの工学部教育の問題。③文系のデジタルリテラシーなど文理の問題。④これからの時代に合わせた初等中等教育の問題。⑤AI 活用を見据えたシステム思考の問題。

また、企業経営関係では、①教育研修優先の必要性。②試行錯誤風土醸成や脱成果主義への転換。③AI/IT 導入理解促進に資する経営指標の必要性。④オープンイノベーション時代にふさわしい組織の在り方。

政策関係では、「規制のより柔軟な運用を」など。

以上

略語一覧

DX	Digital Transformation
AM	Additive Manufacturing
AR	Augmented Reality
MR	Mixed Reality
VR	Verchal Reality
CPS	Cyber Physical System
DT	Digital Twin
OT	Operational Technology
IT	Information technplogy
CDO	Chief digital Officer