

今後の海外産業人材育成の在り方勉強会

～ウィズコロナ/ポストコロナ時代、デジタル時代の

“人づくり”を中心にした海外人材協力～

第2回

2020年11月

貿易経済協力局技術・人材協力課

1. 検討の背景と議論のスコープ
2. 現状と課題
3. これまでの経産省の取組
4. 今後の人材育成に向けた参考事例
5. 第二回の論点

検討の背景と議論のスコop (第1回資料より再掲)

- 先進国の技術移転が途上国の安価な労働力と結びつき、世界の成長を牽引してきたが、新型コロナウイルス感染症の影響により、国境を跨ぐ人の往来が制限され、これまでの対面による技術移転・人材育成が困難。長期化すれば、サプライチェーンへの影響は不可避。
- また、近年、日本企業の生産拠点として機能してきたアジアをはじめとする新興国では、人件費の高騰が進み、企業にとっても経営課題となっている。
- 世界的にも、製造業をはじめとする様々な分野で、デジタル技術を使ってこれまでにないビジネスモデルを展開する新規参入者が興隆。競争力維持・強化のためのデジタルトランスフォーメーション (DX) が求められている。
- 同時に、SDGsがグローバル企業の「共通言語」になり、その軽視が「リスク」になり、一方で、その取組みが「チャンス」になる時代が訪れつつあるなど、注目すべき国際潮流の変化も存在。

以上のような外部環境の変化を踏まえ、今後の海外人材協力の在り方の早急な検討が求められる。

本勉強会においては、日本のものづくりや人づくりの強みを考慮しながら、

- ・ 非対面での技術移転・人材育成の可能性
- ・ 人件費高騰やDX、SDGsのニーズの高まりへの対応

を中心に議論し、「今後の技術移転・人材育成の在り方」、「政策支援の在り方」などについての方向性を得ることを目的とする。

第1回の議論の総括 (テーマ: コロナ禍を踏まえた、非対面での技術移転の可能性)

<① コロナ禍で浮き彫りになった、技術移転・海外人材育成の課題>

コロナ禍での渡航制限により、日本人技術者による対面指導が出来ず、生産工程のモデルチェンジや適切な生産管理が困難に。現地人材の重要性が明らかになるとともに、その必要性から遠隔での技術指導の取組が拡大。併せて、熟練作業者による対面指導内容の形式知化もより重要に。

<② 非対面で実施できる部分とできない部分の整理>

技術進歩により、基礎的技能の多くの部分を非対面で学習することが可能だと見込まれる一方、対面指導も依然として必要ではないか。例えば、実物の手触りなど五感を要する技能、積み重ねがない中での初習者指導、学んだ知識の実践活用等。なお、ロボット技術の高度化により、五感を要する技能ニーズは減る可能性も。

<③ 効果的な活用が見込まれるデジタルツール、非対面の技術移転の促進方法>

オンラインツールの活用により、研修内容の細分化、柔軟なグループワーク設計等が期待。また、AIを活用することで、熟練作業者の暗黙知のAIシステムへの取り込み・蓄積・見える化、指導内容の明確化なども可能か。こうした新たなツールの活用を後押しには、成功体験の創出が重要か。

<④ 非対面指導で実施できない部分への対応>

現地人材を活用しながらの、企業内・サプライチェーン内での技術移転も検討すべき。こうした現地指導員育成のためにも、対面指導内容の高度化など、これまでの取組・支援のアップデートが必要ではないか。

<⑤ その他>

- ・ 技術指導のデジタル化や離職に伴う技術流出リスクも踏まえ、技術移転の仕組み・内容により一層の注意が必要。技術のロイヤリティで稼ぐという考え方も。
- ・ 経験の量が重要なものづくりにおいて、日本の強みは実空間ではなく、仮想空間での生産シミュレーションやR&Dに移行すべきではないか。
- ・ 新興国・日本がウィンウィンとなり、日本の競争力強化につながる技術移転・人材育成を目指すべき。

第2回で議論いただきたい論点

【テーマ】

新興国経済やDX等産業の変化に対応した、今後の技術・人材協力の方向性

① 新興国における事業環境はどのように変化しているか。

例：人件費が高騰する中、現地人材の技術水準の現状は？
高度人材（例：IT人材など）はむしろ新興国に多数存在するのではないか。

例：他国企業/他産業との人材獲得競争が激化しているのではないか。

② 今後、デジタル化が進展していく中で、製造業のバリューチェーン（開発、生産、サービス等）を見渡して日本企業が注力すべきことは何か。

③ バリューチェーンの一角を担う新興国においては、どのような産業人材が必要か。そうした人材をどのように獲得、育成、活用していくべきか。

例：製品のIoT化が進む中、ソフトウェアに詳しいエンジニアを新興国で獲得すべきではないか。

例：生産工程の自動化・ロボット化が進む中、現地に、デジタル・リアルの両空間でのものづくりに詳しいエンジニアが必要になるのではないか。

例：Tier2やTier3企業の人材育成はどう考えていくべきか（積極支援すべきか、品質基準の標準化か）。

1. 検討の背景と議論のスコープ
- 2. 現状と課題**
3. これまでの経産省の取組
4. 今後の人材育成に向けた参考事例
5. 第二回の論点

新興国の変化：人件費高騰と高付加価値化ニーズ

ASEAN諸国を中心に人件費が高騰。賃金上昇に見合った生産性向上の取組が重要

(自動化・ロボット化、ソフトウェア人材・マネジメント層等高度人材の育成など)。

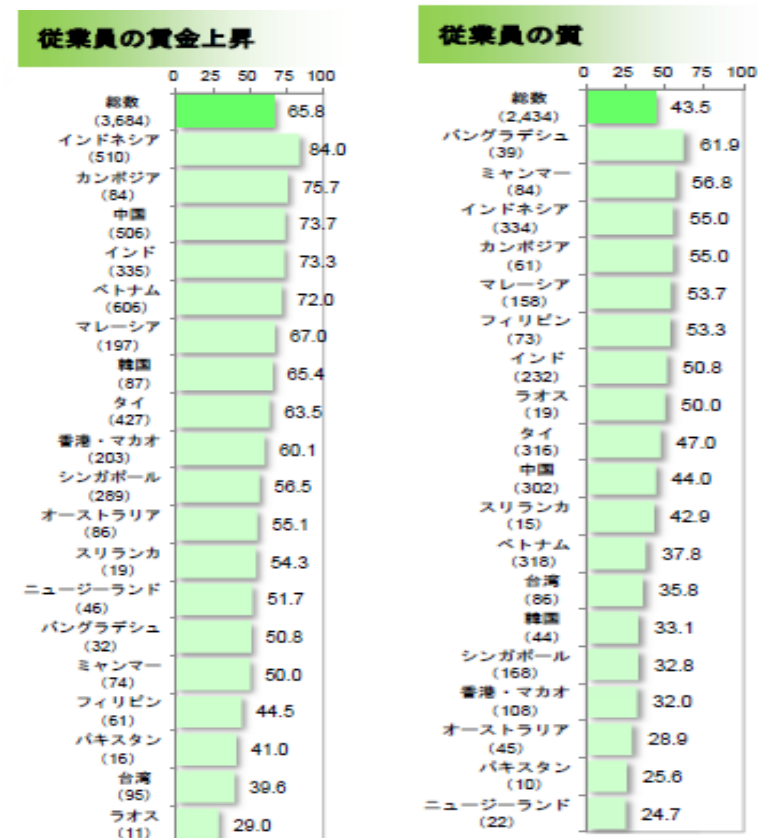
経営上の問題点 (国別)

出典：JETRO アジア・オセアニア進出日系企業実態調査2019年東南アジア調査 回答企業割合

シンガポール	19年	18年	インドネシア	19年	18年
1 従業員の賃金上昇(289)	56.5	55.7	1 従業員の賃金上昇(510)	84.0	78.2
2 競合相手の台頭(コスト面で競合) (241)	48.8	48.4	2 原材料・部品の現地調達の高コスト(192)	59.4	60.1
3 新規顧客の開拓が進まない(207)	41.9	44.2	3 税務(法人税、移転価格課税など)の負担(338)	55.9	53.9
4 主要販売市場の低迷(消費低迷) (182)	36.8	22.6	4 従業員の質(334)	55.0	53.6
5 限界に近づきつつあるコスト削減(39)	36.5	30.6	5 品質管理の難しさ(173)	53.6	51.6
マレーシア	19年	18年	ベトナム	19年	18年
1 従業員の賃金上昇(197)	67.0	66.7	1 従業員の賃金上昇(606)	72.0	73.0
2 品質管理の難しさ(107)	66.5	71.1	2 原材料・部品の現地調達の高コスト(249)	56.2	58.1
3 従業員の質(158)	53.7	54.8	3 品質管理の難しさ(221)	49.9	54.7
4 競合相手の台頭(コスト面で競合) (151)	53.2	50.6	4 競合相手の台頭(コスト面で競合) (379)	48.0	49.5
5 限界に近づきつつあるコスト削減(76)	47.2	31.9	5 通関等諸手続きが煩雑(332)	42.8	45.7
タイ	19年	18年	フィリピン	19年	18年
1 従業員の賃金上昇(427)	63.5	59.3	1 原材料・部品の現地調達の高コスト(41)	58.6	60.9
2 品質管理の難しさ(183)	52.9	58.6	2 品質管理の難しさ(41)	58.6	48.4
3 競合相手の台頭(コスト面で競合) (315)	47.3	49.5	3 従業員の質(73)	53.3	45.2
4 従業員の質(316)	47.0	50.1	4 従業員の賃金上昇(61)	44.5	50.8
5 新規顧客の開拓が進まない(311)	46.7	46.1	5 人材(技術者)の採用難(32)	44.4	36.3

経営上の問題点 (課題別)

出典：同左



(注1)「特に問題はない」を除く、回答率上位5項目。オレンジ色のハイライトは、「3. 経営上の問題点(1)」の全調査対象地域総数の上位10項目に入っていない項目。

新興国の変化：デジタル化政策の推進

インド・ASEAN各国がデジタル化を政策目標に掲げ、高付加価値化に取り組む。

一方、その進展度合いには各国でバラツキも見られ、今後の国際的なバリューチェーン構築に関する企業の投資判断にも影響する可能性。

タイ：Thailand 4.0

- Thailand4.0（2014年発表）の下、経済社会の更なるデジタル化により、付加価値創造社会への移行を実現し、今後20年をかけて高所得国入りすることを目指す。

インド：Make in India, Digital India

- Make in India（2014年発表）において、外資の積極的な投資受入を通じた、インド製造業を振興。併せて、Digital India等の施策を発表し、厚いIT人材プールも活かした、デジタル化を推進。

インドネシア：Making Indonesia 4.0

- Making Indonesia 4.0（2018年発表）において、2030年までに10大経済大国になるために、インダストリー4.0にあわせた産業重点分野の策定・外資導入・人材質向上などの方策を提示

ベトナム：インダストリー4.0のためのガイドライン等

- インダストリー4.0を目指すための種々のガイドラインを2019年に発表

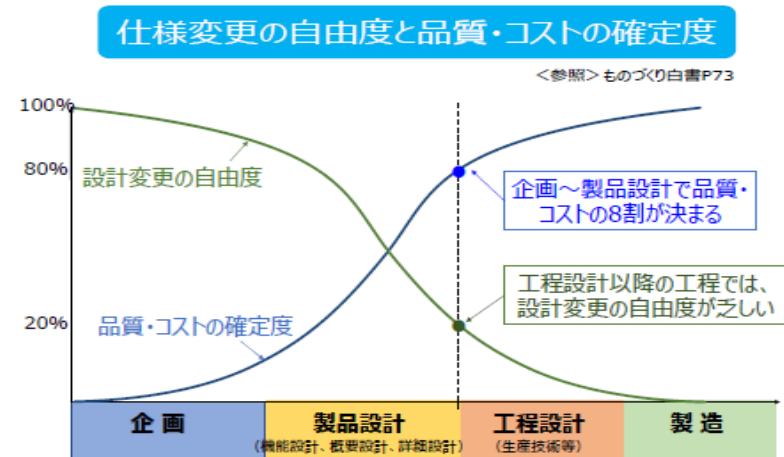
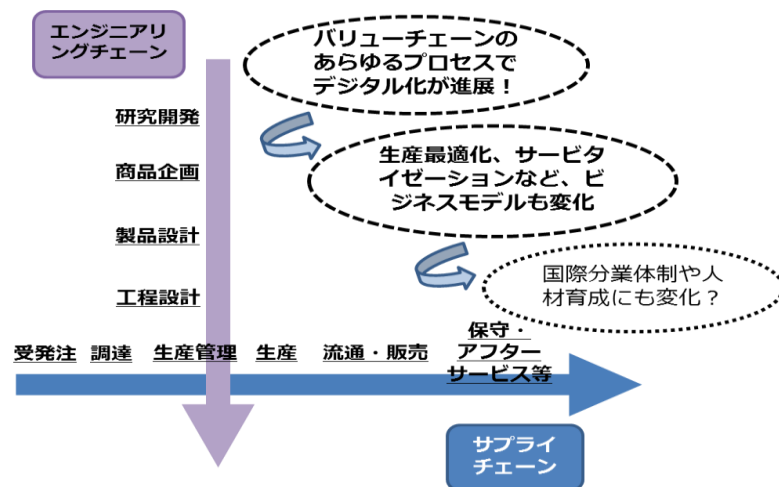
ICT開発指数

（国連国際電気通信連合発表 2017年）

順位	国名
18	Singapore
63	Malaysia
78	Thailand
101	Philippines
108	Viet Nam
111	Indonesia
128	Cambodia
134	India
135	Myanmar

製造業のDXに伴う、必要な産業人材の変化

- 製造業のDXを進めるにあたって着目すべきなのは主に以下の2つの観点
 - エンジニアリングチェーン（研究開発－製品設計－工程設計－生産などの連鎖）
 - サプライチェーン（受発注－生産管理－生産－流通・販売－アフターサービスなどの連鎖）
- IoT等の新たなデジタル技術の活用により、この2つのチェーンを、製品や生産技術に関するデータを介して、シームレスにつなげ、「生産最適化」、「マスカスタマイゼーション」、「サービタイゼーション」といった新たな付加価値を生み出していくことが求められている。
- 自動化・ロボット化による生産効率の向上とともに、顧客の製品機能要求の高度化・多様化、環境・資源制約（SDG s 等）、製品の複雑化（制御ソフトウェア比率の高まり）などにより、その重要性が高まる研究開発・設計等（エンジニアリングチェーンの上流）へのデジタル技術導入による付加価値向上（開発時間の短縮等）が期待。さらに、サプライチェーンの下流における顧客データを活かした“ものづくりの高付加価値化”も広がる。
- こうしたチェーンの各段階・全体でのDXにより、必要な産業人材の能力も変化・高度化。



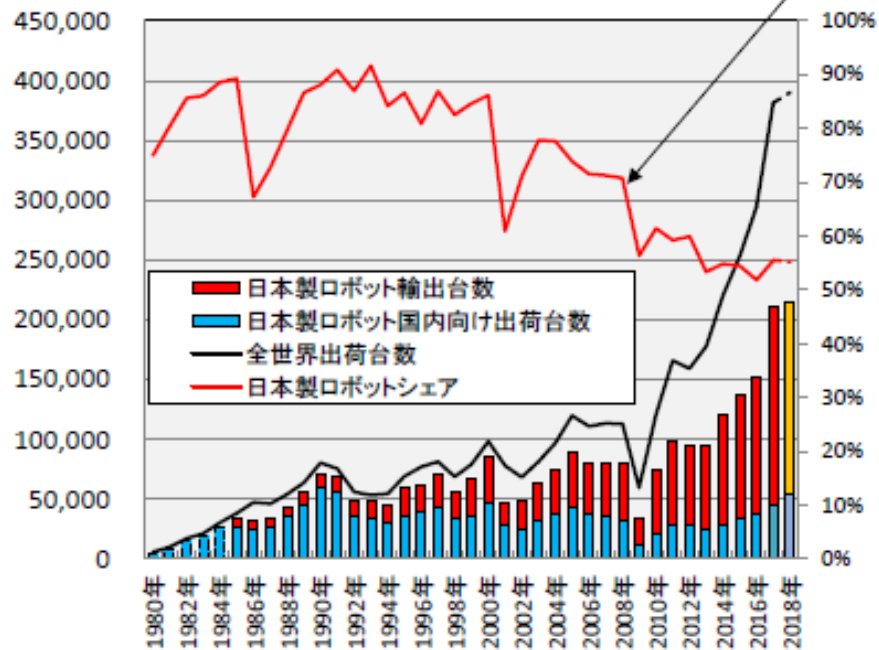
(資料) 日野三十四「エンジニアリング・チェーン・マネジメント」より経済産業省作成

(参考) 生産工程の自動化・ロボット化の加速化

- 世界の産業用ロボット市場は今後も拡大が期待。コロナ禍により、生産過程における自動化・ロボット化が加速。求められる産業人材も変化。
- また、世界有数のロボット生産国である日本としても、世界シェア率が減少する中、日本のロボットの強みを理解した、SIerなどの現地人材の育成が重要。

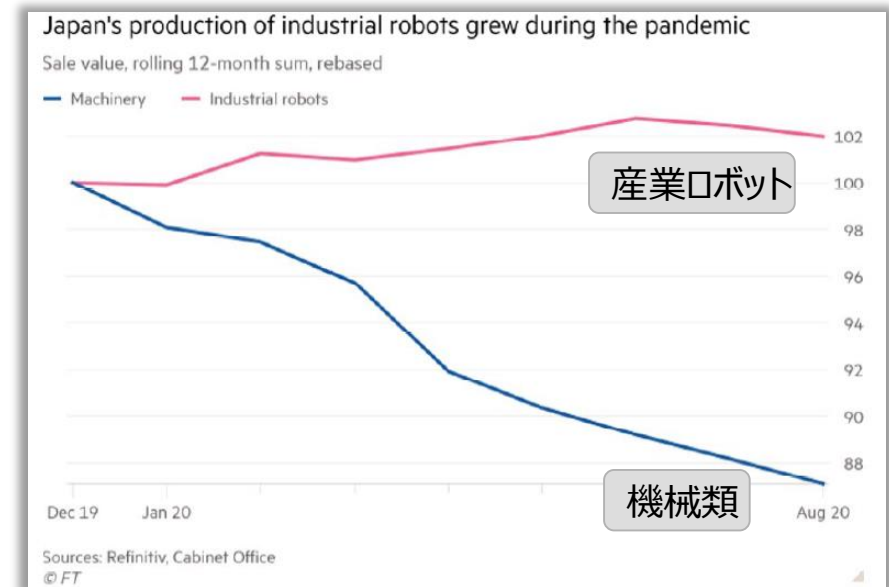
日本の産業用ロボットの出荷台数推移

日本製ロボットのシェア



(出典) International Federation of Robotics, World Robotics 2018

コロナ禍での日本の産業用ロボットと機械類の生産推移の比較



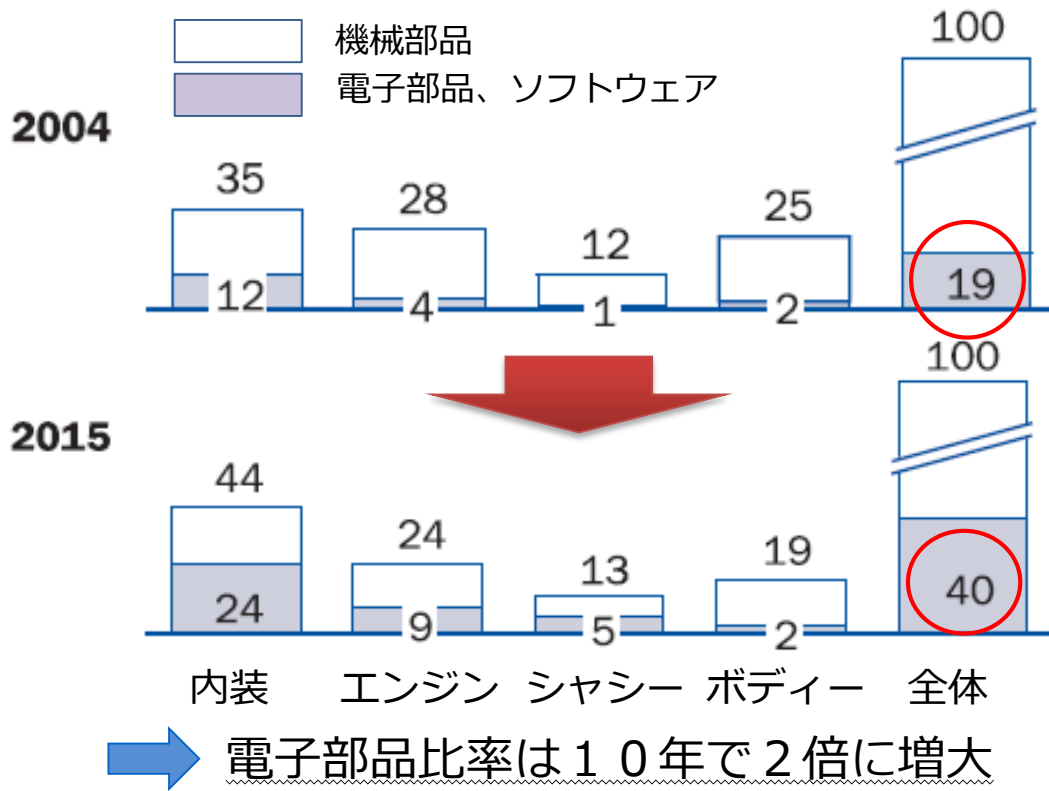
出典 : Pandemic boosts automation and robotics
(2020.10.20 Financial Times)

(参考) 製品仕様の複雑化の進展

自動車部品の電子比率の高まり・ソフトウェアの複雑化

- 自動車の高機能化（電子制御化、安全運転システム、ネットワーク化）により、自動車部品に占める電子系部品、ソフトウェアの割合は増加傾向。
- 自動車ソフトウェアも近年急激に複雑化。

<電子化の進展>



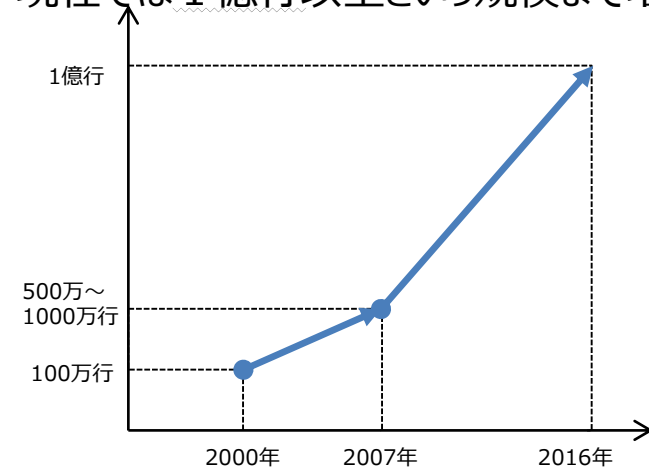
出所：McKinsey “Managing innovations on the road”

*電子部品比率は、車両を構成する部品の総原価に占める電子部品の原価の割合

<ソフトウェアの複雑化>

■ 自動車ソフトウェアのソースコード行数

- 平成12年時点では100万行程度だったものが、現在では1億行以上という規模まで増大。



<参考：他製品のソースコード行数>

- Android OS：1,200万行
- F-35戦闘機：2,400万行
- Microsoft Office 2013：4,400万行

出所：経済産業省「ITによる生産性向上の加速化に向けて」
三菱UFJモルガンスタンレー証券資料 等より作成

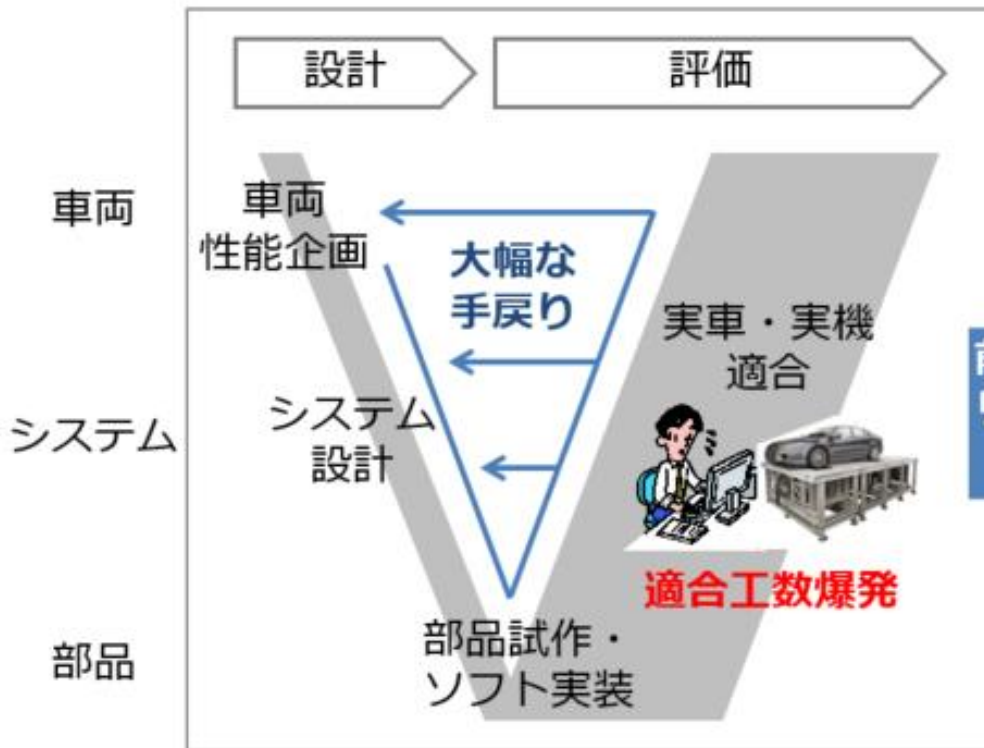
(参考) 設計・開発工程のデジタル化の進展

- 設計・開発のデジタル化（バーチャル技術）による生産性革新が期待。

開発の生産性革新に向けた前工程シフト

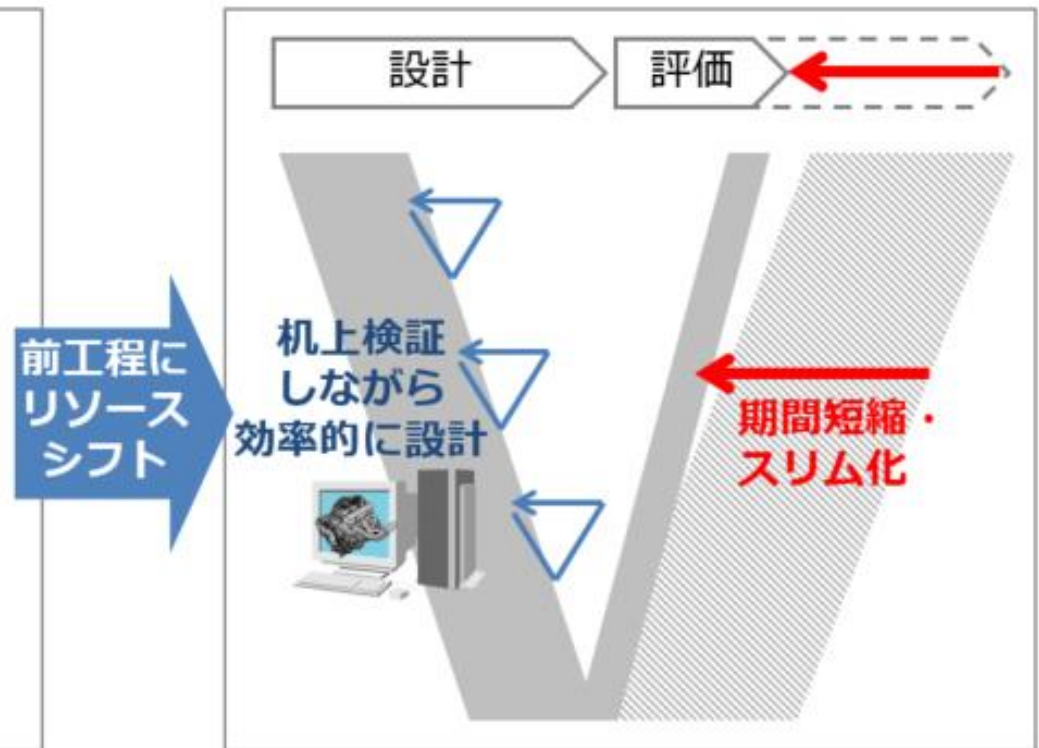
<従来：後工程に重心>

実車・実機を用いて、マンパワー中心に
後工程で品質・性能をつくり込み



<目指す姿：前工程に重心>

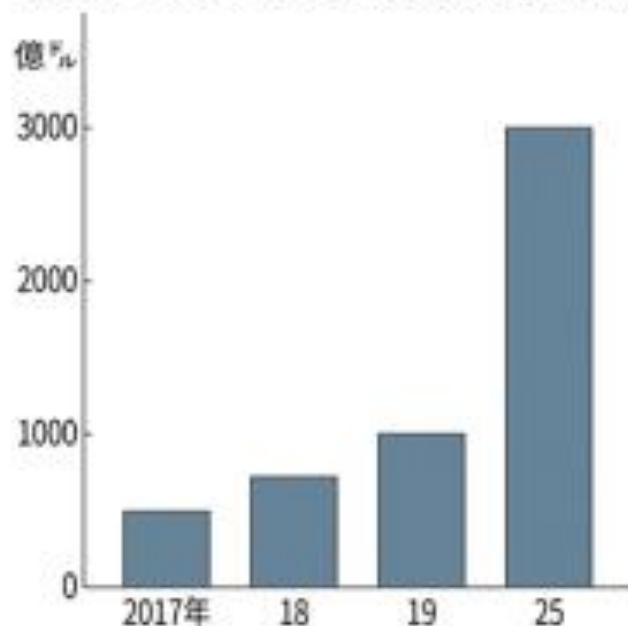
デジタル（バーチャル技術）を活用し、
前工程で品質・性能をつくり込み



(参考) バリューチェーン下流のデジタル化の進展

- 社会課題と豊富なIT人材の増加を背景に、新興国でデジタル経済が急速に拡大。特に消費者向け（バリューチェーン下流）でのデジタル化が顕著。

東南アジアのデジタル経済の規模



(注) グーグルなどの調査・予測

➡ コロナを受け、さらにDXが加速

(出所) 日本経済新聞

デジタル経済化を牽引するアジア新興国企業の例

【東南アジア】Grab、ゴージェック
生活全般のサービスを提供する「スーパーアプリ」



【インド】ジオ・プラットフォームズ
設立わずか4年で4億人超の顧客基盤
GoogleやFacebookなどから2兆円超の出資



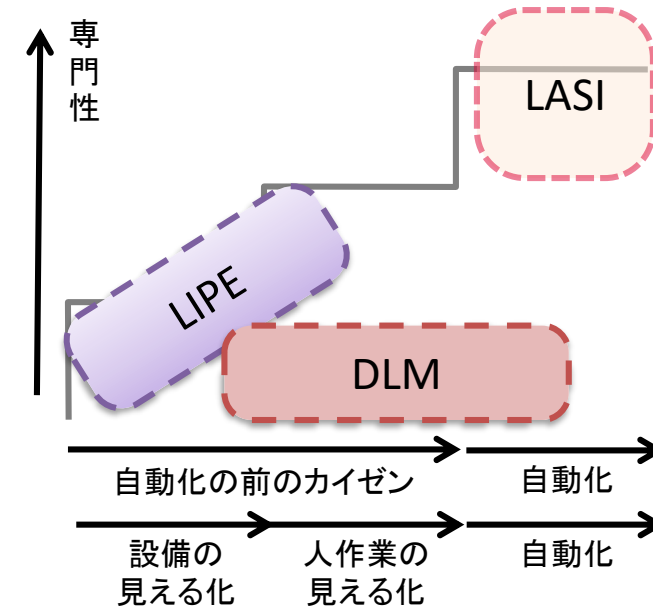
1. 検討の背景と議論のスコープ
2. 現状と課題
3. **これまでの経産省の取組**
4. 今後の人材育成にむけた参考事例
5. 第二回の論点

取り組み例(1) タイの産業高度化に向けた技術協力

- 新興国では、人件費高騰、労働人口減少により、産業高度化に向けた技術協力が求められている。
- タイでは、**2018年、経産大臣・タイ工業大臣の間で“Connected Industries”人材育成プログラムを表明。****日本流のモノ作りのベースであるムダを徹底的に排除した自動化システム(Lean Automation)を構築・普及すべく、システムインテグレータ(SIer)等の育成を担うトレーナー人材の育成を推進** (LASI事業※ DLM事業※)
- 併せて、**タイの中小企業を対象に、身の丈にあったIoT・ロボット化・自動化の推進に向けて、ロボット・IoT導入支援やカイゼン指導を行える人材を育成** (LIPE事業※ スマートものづくり応援隊)

<産業高度化に向けた多段階での技術協力の取り組み>

事業名称	概要
LASI	Lean Automation (LA)を実現するSIer育成 (主な対象:設備メーカーや生産部門のSIer)
LIPE	IoT活用でカイゼンを行う企業内エンジニアの育成 (主な対象:中小企業含む製造業)
DLM	Lean Manufacturing実践人材を、デジタル工学を活用して育成 (主な対象:大学生・院生)
スマートものづくり応援隊	ロボット・IoT導入支援やカイゼン指導を行える人材の育成 (主な対象:中小企業)



取り組み例(2) インドにおける現地人材の育成・獲得

- インドにおけるJIM・JEC（日本式ものづくり学校・寄附講座）を通じ、企業の人材育成を支援。関連企業も含めた人材のスキルアップや高度外国人材の獲得にもつなげる。

スズキによる寄附講座



実施大学	Indian Institute of Technology Guwahati (IITG)
所在地	アッサム州グワハティ
対象学生	寄附講座：全学部の修士・学士 インターンシップ：機械・電気工学・デザイン工学・ コンピューター工学科の修士・学士
対象人数	寄附講座：40名 インターンシップ：10名
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> ・日本のものづくりの基礎 ・製造業におけるR&D概論 ・スズキの技術開発/最新技術動向 ・ハイブリッド技術の開発
実施時期	2020年3月～ (寄附講義：80時間 インターンシップ：2か月)
目標	優秀な学生のマルチスズキ・スズキ本社での採用を目指す。

三菱電機インド社による寄附講座



実施大学	三菱電機とMOUを締結している25校
所在地	インド国内各地
対象学生	技術系の大学や職業訓練学校でオートメーション技術に関する講義を受講している学生
対象人数	1講座あたり 数人～100人程度
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ファクトリーオートメーション機器に関する技術 ・オートメーション技術の最近の動向 等
実施時期	2018年5月～ (寄附講座：1日～3日程度)
目標	インドのFA産業発展に貢献すると共に、インドの若い技術者に対する三菱電機の認知度・親しみやすさの向上を図る。

取り組み例(3) AOTS卒業生を活用した日本の自動化システム研修

- タイの日系及びローカル中堅中小企業（主に製造業）の中上級管理者や管理監督者を主なターゲットとし、AOTSと民間教育機関SIMTEC(タイ最大の生産材商社Sumipol※が設立)が協同で、ローコストオートメーションに関する研修を実施。
- 本研修では、過去のAOTS研修生を中心とした現地中核人材が講師を務める。

※Sumipol：住友電工のタイ総代理店として、日本製金属加工用部品を扱う総合商社として1988年に設立。タイ住友電工の創業メンバーである会長はAOTSタイ同窓会創設時の中心メンバーの一人。なお、同社のマネージャークラスはAOTS研修を受けた経験あり。

研修内容	座学による理論学習と、SIMTECラーニングファクトリーに設置された実機を用いて、リーン生産方式、からくり改善、動作分析を通して「低価格自動化ライン」の構築方法について習得する
研修講師	日本からの専門家派遣はなく、全て現地Sumipol社の技術者、インストラクター等（経験年数18年以上）が指導を行う。
対象人数	25名×4回（計100名）
実施時期	5日間×4回



出典：SIMTECホームページ

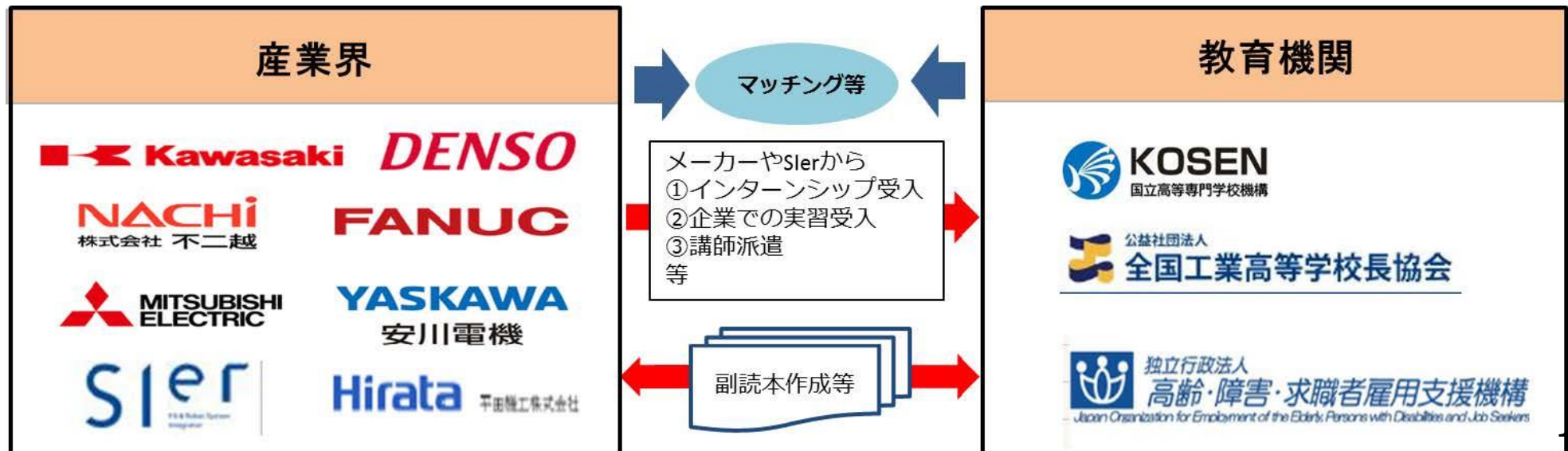
1. 検討の背景と議論のスコープ
2. 現状と課題
3. これまでの経産省の取組
4. 今後の人材育成にむけた参考事例
5. 第二回の論点

国内でのロボット人材育成に向けた取組

- 日本国内の人口減少による人手不足を背景に、ロボットの導入等による、工場のスマート化が急務となっている。一方、ロボットの設計や導入に係る専門人材（SIer）が不足している状況。
- 本年6月、産業界（メーカー、SIer協会等）と教育機関（高専機構等）で構成される「未来ロボティクスエンジニア育成協議会」（CHERSI）を設立し、①高専や工業高校等向け教材の開発や、②教育機関のニーズと産業界のシーズのマッチング等を実施。
- これらを通じて、将来のロボット人材の育成を全国レベルでシステマティックに推進していくとともに、ロボットの導入・普及に重要な役割を担うSIerの認知度向上を図る。

未来ロボティクスエンジニア育成協議会

The Consortium of Human Education for Future Robot System Integration (CHERSI)



1. 検討の背景と議論のスコープ
2. 現状と課題
3. これまでの経産省の取組
4. 今後の人材育成に向けた参考事例
5. **第二回の論点**

第2回で議論いただきたい論点

【テーマ】

新興国経済やDX等産業の変化に対応した、今後の技術・人材協力の方向性

① 新興国における事業環境はどのように変化しているか。

例：人件費が高騰する中、現地人材の技術水準は現状は？
高度人材（例：IT人材など）はむしろ新興国に多数存在するのではないか。

例：他国企業/他産業との人材獲得競争が激化しているのではないか。

② 今後、デジタル化が進展していく中で、製造業のバリューチェーン（開発、生産、サービス等）を見渡して日本企業が注力すべきことは何か。

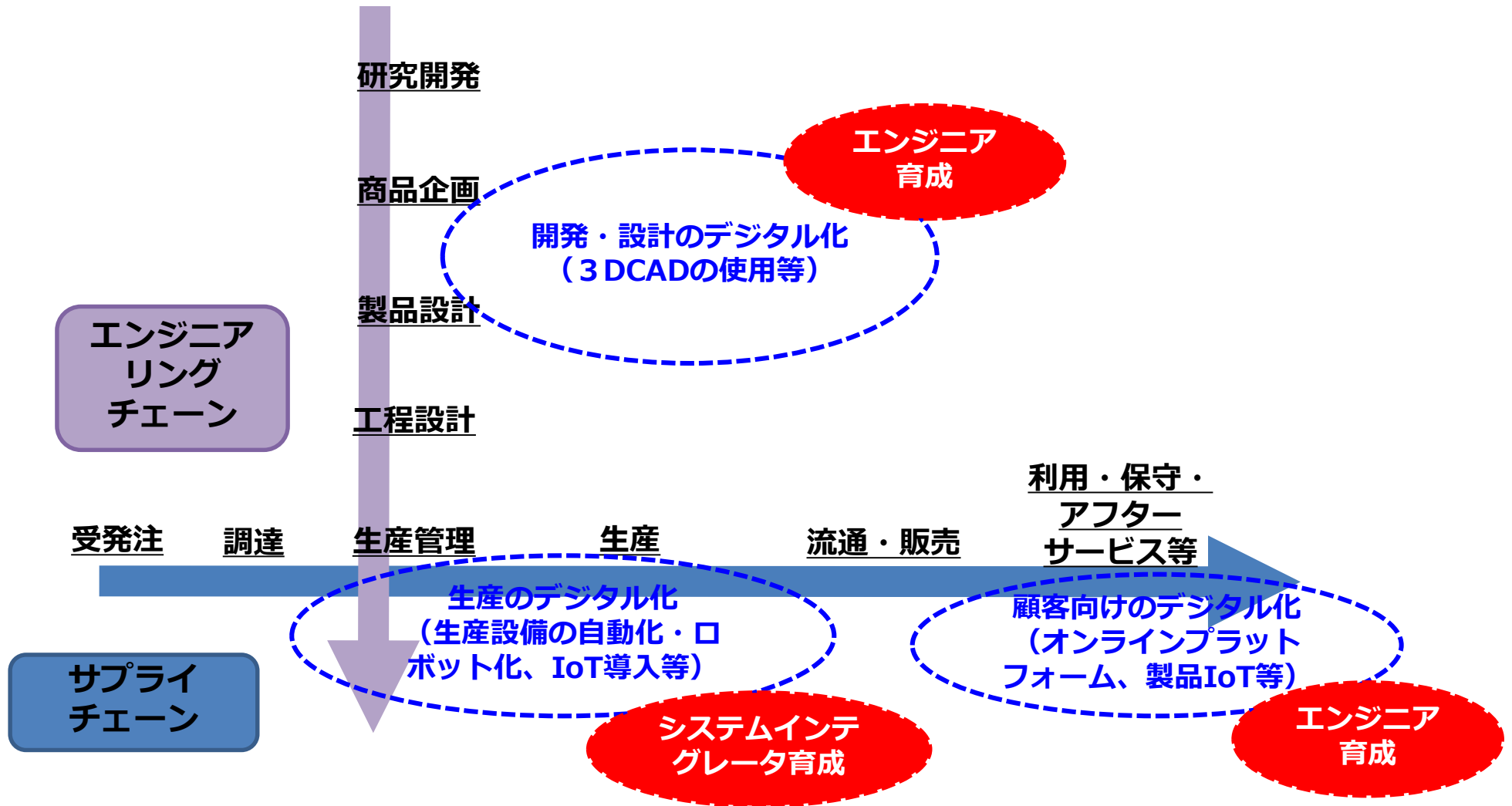
③ バリューチェーンの一角を担う新興国においては、どのような産業人材が必要か。そうした人材をどのように獲得、育成、活用していくべきか。

例：製品のIoT化が進む中、ソフトウェアに詳しいエンジニアを新興国で獲得すべきではないか。

例：生産工程の自動化・ロボット化が進む中、現地に、デジタル技術、リアルなものづくりの両方に詳しいエンジニアが必要になるのではないか。

例：Tier2やTier3企業の人材育成はどう考えていくべきか（積極支援すべきか、品質基準の標準化か）。

(参考) 概念図：バリューチェーンにおけるDX・人材育成の例

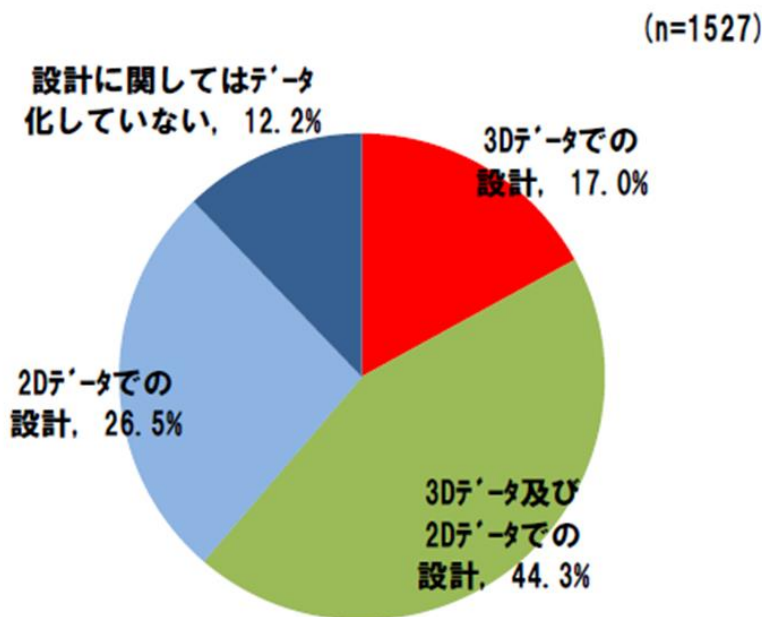


(参考) 海外拠点のみならず、国内ですらDXは進んでいない側面

- ものづくりのDXは、海外拠点だけではなく、国内での取組状況にも課題あり。
- 設計プロセスに加え、その後の工程におけるデータ利活用も進まず。

設計工程での3Dデータの活用率

<参照>ものづくり白書P92

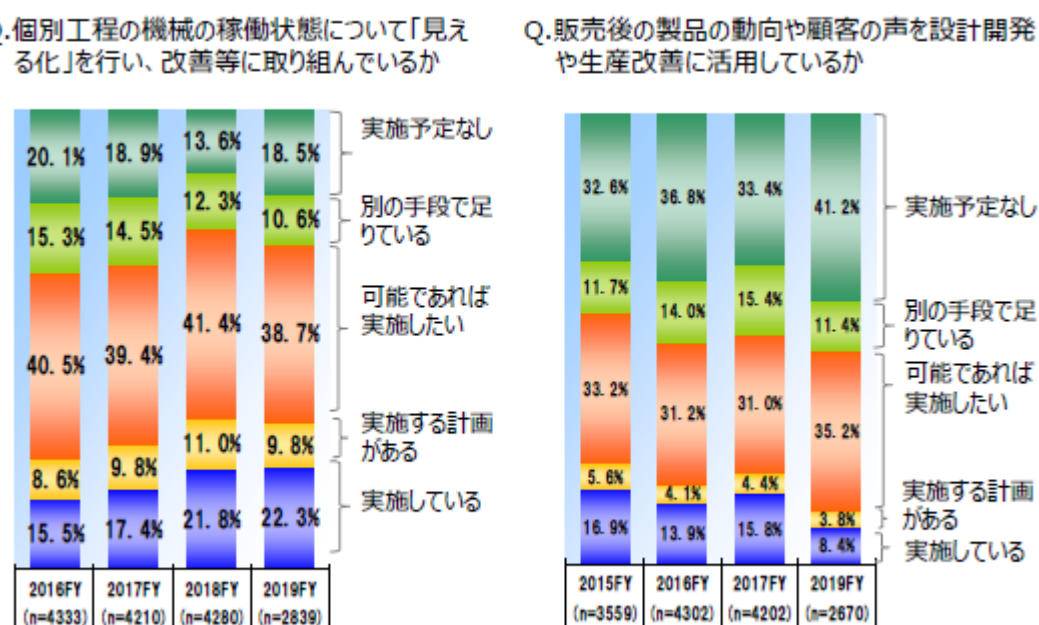


設計プロセスを3Dデータのみで行っている企業は**わずか17%**

(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株)「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」(2019年12月)

データ利活用に係る取組状況

<参照>ものづくり白書P66-68



(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株)「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」(2019年12月)

データ利活用の取組も**十分には進んでいない**。

(参考) 現地人材の獲得・育成・活用の難しさ

- 高度なビジネスを支える現地人材（マネジメント層・技術者含む現地人材）の確保と、労働集約的な業務を担うワーカーの確保、どちらにも課題が存在。

- 現地人材獲得は日本企業の課題だが、①人事権・給与権が現地でない、②育成ノウハウがないため、進みが悪い
- 生産のやり方が標準化されていないといった点も、現地のオペレーションの課題



Asian Identity 中村CEO
(タイで日系企業の人事コンサルを実施)

- 高い人材流動性・欧米に対し、待遇面での劣位は、リーダー・開発系の人材獲得の障壁に。汎用化・モジュール化の進展不足は、ワーカーの獲得の障壁に。
- (海外生産で) 暗黙知が付加価値に転換できていない場合もある。
- こうした課題がコロナ禍で表出したのではないか。



日本総研 山田理事
(組織・ガバナンス改革、経営改革等を専門)

(参考) ドイツ、中国等による、国を挙げた新興国市場へのアプローチ

- ドイツ勢はIndustry4.0を通じた産業の覇権獲得のため、産官学全方位での新興国囲い込みを進める。
- 中国は、中国製造2025・デジタル一帯一路を通じたスマート製造覇権を目指し、買収等による欧米や日本の技術の内製化を急速に進めている。
- 新興国側のキャッチアップも著しい中、独・中・新興国現地の動きも踏まえた上で、日本の取るべき方向性を検討する必要がある。

【ドイツの産官学プレイヤーによる新興国へのアプローチ】

産	<ul style="list-style-type: none">■ インダストリー4.0中心企業による新興国市場への積極展開■ 人材教育・政策支援を通じた市場への深い入り込み
官	<ul style="list-style-type: none">■ ドイツ推進機関のプラットフォームであるインダストリー4.0を通じた標準化連携■ 首相によるトップ外交（現地政府との仕組み作りから関与）
学	<ul style="list-style-type: none">■ フラウンホーファー研究所の現地拠点を通じた研究期間の囲い込み（共同研究・技術供与）■ 大学による現地連携の展開

人材育成段階からドイツのソリューションに囲い込むことによって、中長期のロックインを行っている。



日本としても、デジタル時代における新興国戦略の確立が急務