

令和5年度エネルギー需給構造高度化基準認証推進事業費

我が国工作機械産業の競争力強化に 関するルール形成戦略に係る調査

2024年2月28日

ARTHUR  LITTLE

ご注意: 本資料にはADL社の独自コンセプト、分析フレームや手法が含まれており、
本資料開示範囲は、貴社内およびグループ企業内に限定させていただいております。
上記以外の第三者開示は、事前にADL社の文書による確認をお願い申し上げます。

我が国工作機械産業の国際競争力強化に向けて、工作機械メーカー・ユーザーの実態・動向を把握し、課題を整理した上で、ルール形成に向けた戦略ストーリー仮説を検討する

背景

現状において、我が国の工作機器はトップシェアを保持

- 我が国の工作機械は、技術力がなす高い精度や耐久性から、世界でトップシェアを争う国際競争力が高い分野である
- ユーザーは自動車、電機・電子、各種産業機械 分野など幅広い製造業に及び、各分野の技術の維持向上にも不可欠な産業である

今後の工作機器の国際競争力はソフトウェアも含めたデジタル化や省エネ性能の工場が重要視される

- 生産人口・熟練工の減少といった構造的問題が一層深刻化する中で、DXやGXなどの世界的なメガトレンドを受けて、従来、熟練工に依拠するところの大きかった生産プロセス構築、生産実行、品質管理などの対応について、工程間を一気通貫で効率的にデジタル化していくことや省エネ性能を向上させることがグローバルで求められている。
- 我が国の工作機械メーカーは、ハード部分の性能向上だけでなくソフトウェアの対応も含めて競争力を高めていかなければ、関連するデジタルツールを掌握する者にビジネス上の優位性を奪われ、その国際競争力は低下しかねない。

デジタル化とともに供給力の確保も重要な要素となる

- 経済安保推進法に基づく特定重要物資として工作機械・産業用ロボットが指定され、その制御関連機器（CNC等）の国内生産能力強化に向けた支援を進めることとしている
- 競争力強化の観点では、制御関連機器以外にも工作機械の性能を左右する主要な部品の性能向上や供給力の確保も重要な要素である

目的

我が国の工作機械 産業が今後対応していくべきハード及びソフト両面での戦略を検討し、当該戦略がグローバルにスケールしていくためのルール形成の在り方について調査することを目的として実施する。

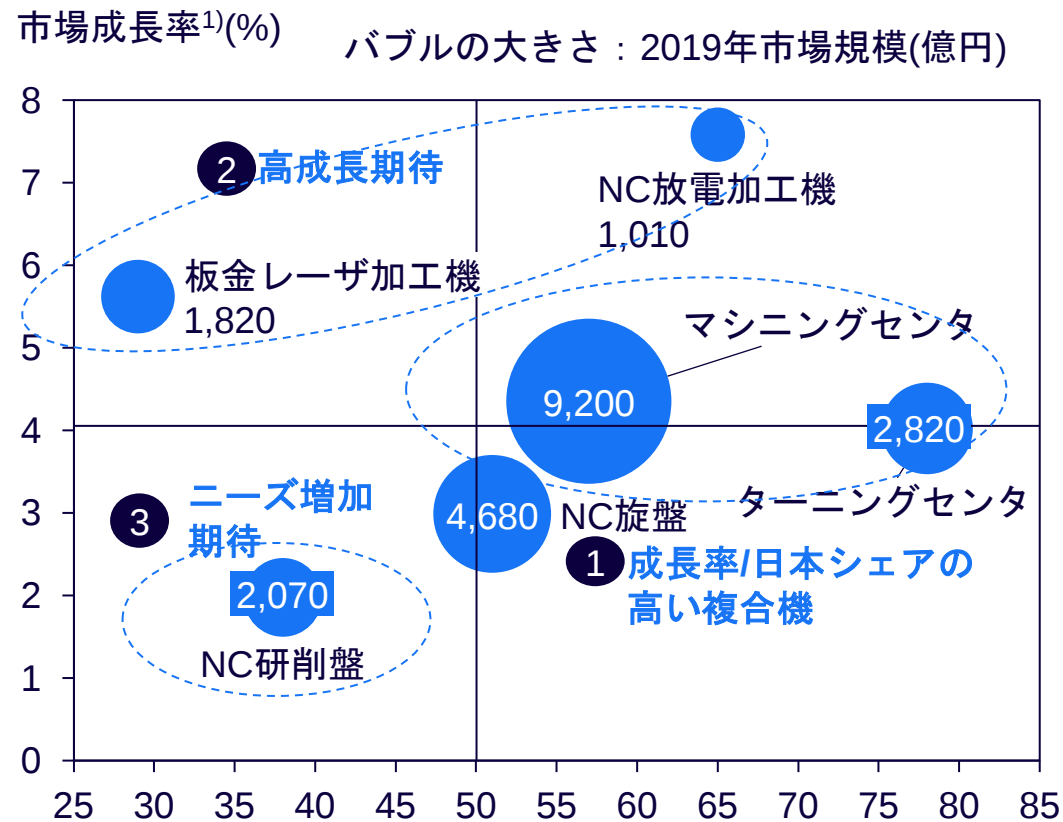
具体的には下記の業務を実施する。

1. 工作機械ユーザーのデジタル対応に関する実態整理
2. 国内外の工作機械メーカーの先端ハード・ソフトウェア・要素技術等動向調査
3. 工作機械の機能や生産プロセスのデジタル化に関連する国際標準化等の動向調査
4. 工作機械メーカーが取るべき戦略と必要なルールの検討

日本の工作機械メーカーの提供価値		日本の工作機械メーカーは、「耐久性」、「高精密な複合機」、「価格対比品質の良さ」により、自動車業界を中心にグローバルで高い支持を得る ➤ (得意産業/製品) 日本の工作機械メーカーは、ミドルエンド産業である自動車産業を中心に高付加価値な複合機（マシニングセンタ/ターニングセンタ）を得意領域としておりグローバルで高い支持を得る ➤ (支持される理由) 自動車業界で支持される理由としては「耐久性の高さ」、「高精密な複合機」、「品質対比価格の良さ」 - 耐久性の高さ：大量生産を前提としているため、耐久性の高さが重要で他国より優位 - 高精密な複合機：人手不足の影響から複合機に対するニーズが増加 - 品質対比価格の良さ：欧州は高価格、中国は低価格/低スペックのため、日本の品質体価格は良好 ➤ (日本の強み)日本の強みは品質・価格に厳しい日本の顧客への長年の実績・ノウハウに起因
外部環境変化と日本の工作機械への影響	機会	日本が得意とする顧客産業（自動車）や製品（複合機）は今後もxEV化や人手不足を背景に成長予定。更に、顧客の効率化ニーズから、デジタル化によるマネタイズ機会も期待 ➤ (市場全体) 工作機械市場は市況悪化に伴い一時的に落ち込んだものの、2025年にはコロナ前の水準以上(2.7兆円)まで市場が回復予定 ➤ (産業)その中で、日本が得意とする自動車業界は規模が大きく、また今後xEV化により部品工場/完成車工場の投資が予定されており、需要増加が期待 ➤ (製品)人手不足の影響で引き続き日本が得意とする複合機が成長。更に、EV化による小型化等の影響で他の加工機の需要増加も見込まれる ➤ (デジタル化)ユーザー企業の効率化ニーズの高まりから、デジタル化によるマネタイズも期待
	脅威	その一方、新興国の技術台頭/部品メーカーの内製化により競争は激化するとともに欧州/中国では官民一体でのデジタル化を推進。将来的に工作機械技術の優位性低下/デジタル化への遅れによりシェアを失うリスク有 ➤ (新興国の技術台頭)中国は国策として工作機械の技術力向上を企図しており、現に一部の中国メーカーは技術力を獲得し、日本市場への進出も開始 ➤ (部品メーカー内製化)一部の部品メーカー(Nidec等)は工作機械の内製化を進めており、いち早くEV等で必要なスペックを獲得し競争力を獲得する可能性有 ➤ (デジタル化)欧州はCatena-X等の取組の中で、サプライチェーンにおけるデータ共有基盤の取組を開始。中国も2045年に製造業でグローバルトップになることを目指しデジタル化/標準化を推進

競争力維持に向けては、新興国の台頭等を踏まえ工作機械の技術力強化によりシェアの維持・拡大が必要。更に顧客のデジタル化シフトを受けてデジタル化の対応も必要

プロダクトポートフォリオ分析



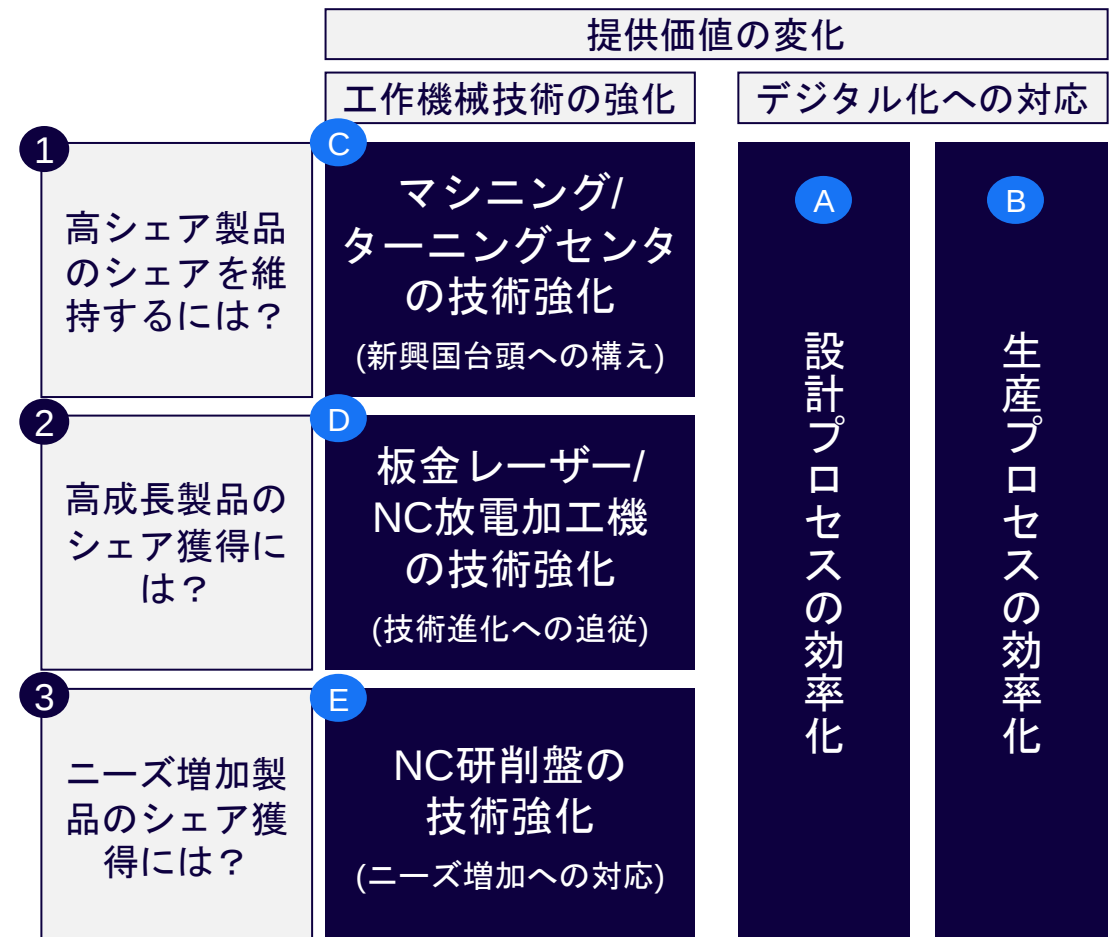
1) 市場成長率はCY2019-2025のCAGR

2) 日本メーカーシェアはレポートに記載のある企業のシェアの合計値

出所：富士経済「2021年版 マシンツール&機械要素部品市場の現状と将来展望」

日本メーカーシェア²⁾(%)

競争力維持に向けた論点と提供価値変化の必要性



デジタル化ニーズに対応するためには、複数の企業間でデータ連携するための仕組み構築やユーザー企業のメリット醸成が重要

効率化要望		効率化を進める上での課題		海外事例を踏まえた成功ポイント	
A 設計プロセス効率化	工作機械メーカーとの協業による設計品質向上	ユーザーの協業メリット醸成		1	ユーザーの危機意識醸成
	設計変更の即時対応	加工に必要なデータ連携	データ品質遵守 (データ欠損防止)	2	経営層の心理的ハードル引き下げ
	試作リードタイム最小化		情報漏洩 リスク低減	3	データガイドライン構築 (PMI / 幾何公差含む)
B 生産プロセス効率化	周辺機器との協調制御	データ共有基盤構築		4	データ入力補正自動化 (脱属人化)
	加工機の自動補正	インターフェース標準化	工作機械メーカーの メリット醸成	5	セキュリティガイドライン定義
	稼働状況 モニタリング		標準化推進加速	6	業界団体によるトップダウン推進
	OTへの制御指示	グローバル連携	規格間の互換性	7	ガイドライン遵守のインセンティブ構築
			国際標準化対応	8	ガイドライン運用・改善
				9	セキュアなデータ共有基盤構築
				10	行政によるスマートファクトリー推進
			11	工作機械メーカーへの標準化要請	
			12	トップダウンでの標準化推進	
			13	グローバルでの規格間連携	
			14	標準化関連の国際会議におけるIT人材登用	

日本の強みである耐久性/精密性により、日本の技術的優位性は当面維持される見通し 但し、中堅メーカーはソフトウェア開発強化による性能向上は必須

各国工作機械メーカーの現状

		各国工作機械メーカーの現状			中国技術進化見通し
		日本	欧州	中国	
C マシニングセンタ ターニングセンタ	顧客要件				
	耐久性	10年以上使用しても精密性維持		数年程度で精密性が維持困難	
	精密性	日本の顧客からの厳しい精密性要求		デジタル化/M&Aによる技術力向上	
	生産性	デジタル化 (画像認識+AI)		デジタル化/M&Aによる技術力向上	
	省人化	複合化 (旋盤/研削盤等)	長年複合化技術は高い		
	省エネ				
D レーザー加工機 放電加工機	精密性/品質	レーザー技術開発/ 光学制御処理	長年のレーザー技術開発のノウハウ	補助金支援によるレーザー技術開発	
	生産性	デジタル化 (軌跡の自動補正)			
	省エネ				
E NC研削盤	精密性	ポリッシュ研削による高精密性		精密性が低くローエンド領域中心	
	生産性	工程省略化/ドライブモーター			
	自動化	デジタル化			

- デジタル化で精密性/生産性は向上
- しかし、依然として耐久性が課題
→日本が当面優位

- レーザー技術開発/デジタル化で技術力向上
→日本の技術的優位性低下

- 高精密性の実現にはノウハウが必要で当面はデジタル化も困難な見通し
→日本が当面優位

他国動向を踏まえた課題

ソフトウェア開発力強化

デジタル化が遅れる中堅工作機械メーカー

15

採用戦略の見直し

16

AIスタートアップとの提携

17

業界団体によるデジタル化推進委員会立ち上げ

これまでの強みである精密性の継続的な強化
(精密性のニーズが高まることで、徐々にシェアも拡大する可能性)

日本は各種仕組みの構築に着手しているものの、顧客企業の心理的ハードルやデジタル化への対応（標準化/ソフトウェア開発強化）が不足

海外事例を踏まえた成功のポイント（第二章再掲）

日本の現状とギャップ

A 設計プロセス 効率化	協業メリット の醸成		1	ユーザーの危機意識醸成	○	・ DX化の遅れにより危機意識が醸成されている	
			2	経営層の心理的ハードル引き下げ	△	・ ITリテラシーのある経営層が少なく、ハードルが高い	
	加工に必要な 連携	データ 品質遵守	3	データガイドライン構築 (PMI / 幾何公差含む)	△	・ 3DCADの幾何公差/PMIが考慮されていない状況	
			4	データ入力補正自動化 (脱属人化)	△	・ データ入力はマニュアル作業が中心	
		情報漏洩 リスク 低減	5	セキュリティガイドライン定義	○	・ ISO27001に準拠して日本でも2019年にルール構築	
				6	業界団体によるトップダウン推進	○	・ JAMA/ JAPIAが主導となりガイドラインを構築済
				7	ガイドライン遵守のインセンティブ構築	○	・ 義務化はしていないものの、既に3,000社近く参加
				8	ガイドライン運用・改善	○	・ 2019年に策定後、JAMA/JAPIA主導で定期的実施
	データ共有基盤構築		9	セキュアなデータ共有基盤構築	△	・ データ共有基盤を構築しているOEM/サプライヤは限定的	
B 生産プロセス 効率化	IF 標準化	工作機械メー カーのメリット醸成	10	行政によるスマートファクトリー推進	○	・ Society5.0等を策定しており、顧客企業へ働きかけ	
			11	工作機械メーカーへの標準化要請	△	・ マスク化への潮流もあり、標準化の余地が残っている	
		標準化推進加速	12	トップダウンでの標準化推進	△	・ 業界団体/コンソーシアムが別々に取組推進している状況	
	グロー バル 連携	規格間の互換性	13	グローバルでの規格間連携	△	・ Edgexcrossにおいてはumatiと連携	
		国際標準化対応	14	標準化関連の国際会議におけるIT人材登用	△	・ 現状、デジタル化に精通した人材はおらず限定的	
				15	採用戦略の見直し	△	・ 給与基準の見直しや採用アプローチ等、見直しが必要
C マシニング / ターニングセンタの 技術強化	ソフトウェア 開発力強化		16	AIスタートアップとの提携	△	・ 一部企業ではAIベンチャーとの協業実施も限定的	
D 板金レーザー/ NC放電加工機 の技術強化			17	業界団体によるデジタル化推進委員会立ち上げ	△	・ 技術委員会はあるもののデジタルに特化した委員会は無し7	

日本と海外のギャップを踏まえて日本が必要なアクションは大きく5つ

海外事例を踏まえた成功のポイント（第二章再掲）				日本の現状とギャップ			
A 設計プロセス 効率化	協業メリット の醸成		1	ユーザーの危機意識醸成	○	・ DX化の遅れにより危機意識が醸成されている	
			2	経営層の心理的ハードル引き下げ	△	・ ITリテラシーのある経営層が少なく、ハードルが高い	1
	加工に必要な データ連携	データ 品質遵守	3	データガイドライン構築 (PMI / 幾何公差含む)	△	・ 3DCADの幾何公差/PMIが考慮されていない状況	2
			4	データ入力補正自動化 (脱属人化)	△	・ データ入力はマニュアル作業が中心	3
		情報漏洩 リスク 低減	5	セキュリティガイドライン定義	○	・ ISO27001に準拠して日本でも2019年にルール構築	
			6	業界団体によるトップダウン推進	○	・ JAMA/ JAPIAが主導となりガイドラインを構築済	
			7	ガイドライン遵守のインセンティブ構築	○	・ 義務化はしていないものの、既に3,000社近く参加	
			8	ガイドライン運用・改善	○	・ 2019年に策定後、JAMA/JAPIA主導で定期的に実施	
			9	セキュアなデータ共有基盤構築	△	・ データ共有基盤を構築しているOEM/サプライヤは限定的	3
B 生産プロセス 効率化	IF 標準化	工作機械メー カーのメリット醸成	10	行政によるスマートファクトリー推進	○	・ Society5.0等を策定しており、顧客企業へ働きかけ	
			11	工作機械メーカーへの標準化要請	△	・ マスクタメ化への潮流もあり、標準化の余地が残っている	1
		標準化推進加速	12	トップダウンでの標準化推進	△	・ 業界団体/コンソーシアムが別々に取組推進している状況	2
	グロー バル 連携	規格間の互換性	13	グローバルでの規格間連携	△	・ Edgecrossにおいてはumatiと連携	4
		国際標準化対応	14	標準化関連の国際会議におけるIT人材登用	△	・ 現状、デジタル化に精通した人材はおらず限定的	4
	C マシニング / ターニングセンタの 技術強化	ソフトウェア 開発力強化		15	採用戦略の見直し	△	・ 給与基準の見直しや採用アプローチ等、見直しが必要
16				AIスタートアップとの提携	△	・ 一部企業ではAIベンチャーとの協業実施も限定的	3
17				業界団体によるデジタル化推進委員会立ち上げ	△	・ 技術委員会はあるもののデジタルに特化した委員会は無し	5
D 板金レーザー/ NC放電加工機 の技術強化							

必要なアクション

- 1 心理的ハードル
引き下げ
- 2 トップダウンでの
標準化推進
- 3 技術開発
- 4 IT人材の育成・
採用
- 5 検討委員会の
立ち上げ

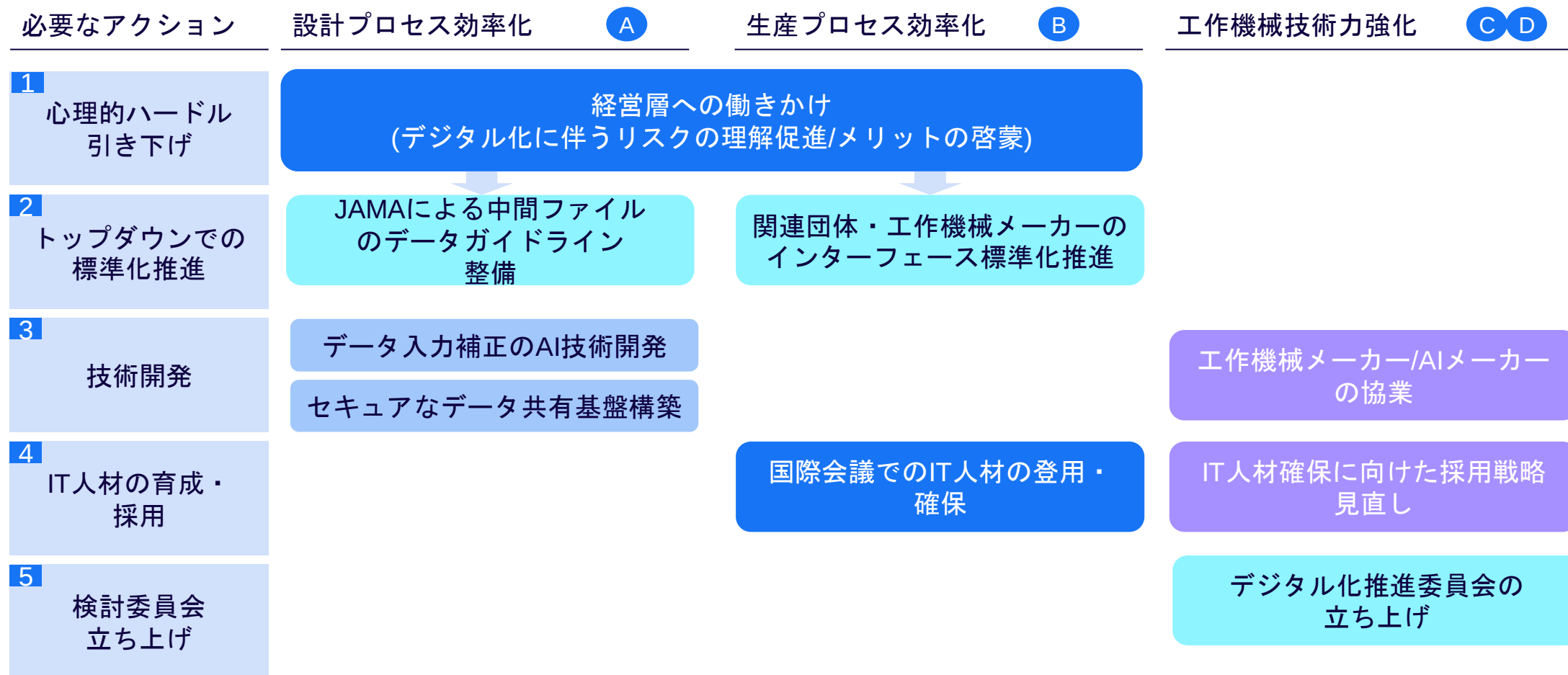
日本の現状とギャップ

○	・ DX化の遅れにより危機意識が醸成されている
△	・ ITリテラシーのある経営層が少なく、ハードルが高い
△	・ 3DCADの幾何公差/PMIが考慮されていない状況
△	・ データ入力マニュアル作業が中心
○	・ ISO27001に準拠して日本でも2019年にルール構築
○	・ JAMA/ JAPIAが主導となりガイドラインを構築済
○	・ 義務化はしていないものの、既に3,000社近く参加
○	・ 2019年に策定後、JAMA/JAPIA主導で定期的実施
△	・ データ共有基盤を構築しているOEM/サプライヤは限定的
○	・ Society5.0等を策定しており、顧客企業へ働きかけ
△	・ マスクメーションの潮流もあり、標準化の余地が残っている
△	・ 業界団体/コンソーシアムが別々に取組推進している状況
△	・ Edgecrossにおいてはumatiと連携
△	・ 現状、デジタル化に精通した人材はおらず限定的
△	・ 給与基準の見直しや採用アプローチ等、見直しが必要
△	・ 一部企業ではAIベンチャーとの協業実施も限定的
△	・ 技術委員会はあるもののデジタルに特化した委員会は無し

必要なルール整備

経営層への働きかけ (デジタル化に伴うリスクの理解促進/メリットの啓蒙)
JAMAによる中間ファイルのデータガイドライン整備
関連団体・主要企業によるインターフェース標準化推進
データ入力補正のAI技術開発
セキュアなデータ共有基盤構築
国際会議でのIT人材の登用・確保
工作機械メーカー/AIメーカーの協業
IT人材確保に向けた採用戦略見直し
デジタル化推進委員会の立ち上げ

行政による経営層への働きかけにより心理的ハードルを引き下げるとともに、民間/業界団体主導で各種標準化や技術開発等に取り組む



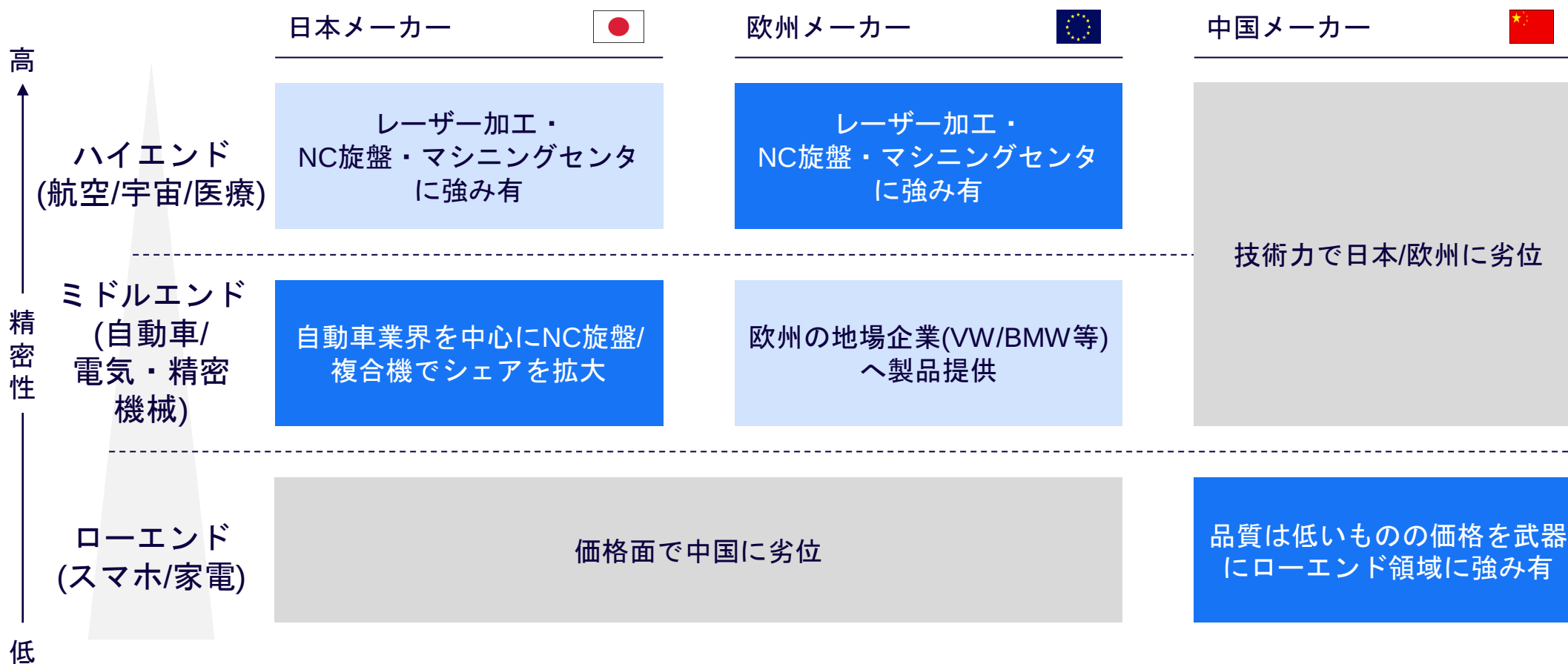
- プロジェクト全体像(企画書から再掲)
- 1 日本工作機械メーカーの提供価値変化の必要性
 - 1-1. 国内工作機械メーカーのこれまでの提供価値
 - 1-2. 外部環境変化に伴う国内工作機械メーカーの機会
 - 1-3. 国内工作機械メーカーにとっての脅威
 - 1-4. 将来的な提供価値変化の必要性
- 2 工作機械ユーザーの在りたい姿と海外プレイヤー/標準化の動向
 - 2-1. 海外動向調査の視点／観点
 - 2-2. デジタル化への対応に係る海外動向(ソフト)
 - 2-2-1. 設計プロセス効率化 ～ 効率的なCAD/CAM連携を目指して
 - 2-2-2. 生産プロセス効率化 ～ スマートファクトリーへの対応
 - 2-3. 工作機械技術強化に係る海外動向(ハード)
 - 2-3-1. マシニングセンタ/ターニングセンタ
 - 2-3-2. 板金レーザ加工機/NC放電加工機
 - 2-3-3. NC研削盤
- 3 日本の現状と海外とのギャップ
- 4 ギャップを踏まえた日本の工作機械メーカーの必要アクションとルール整備

日本の工作機械メーカーは、高生産性の求められる自動車産業や電気／精密機械産業（精密性の観点ではミドルエンド層）に強みを有している

[凡例]：各国メーカー優位性

高 中 低

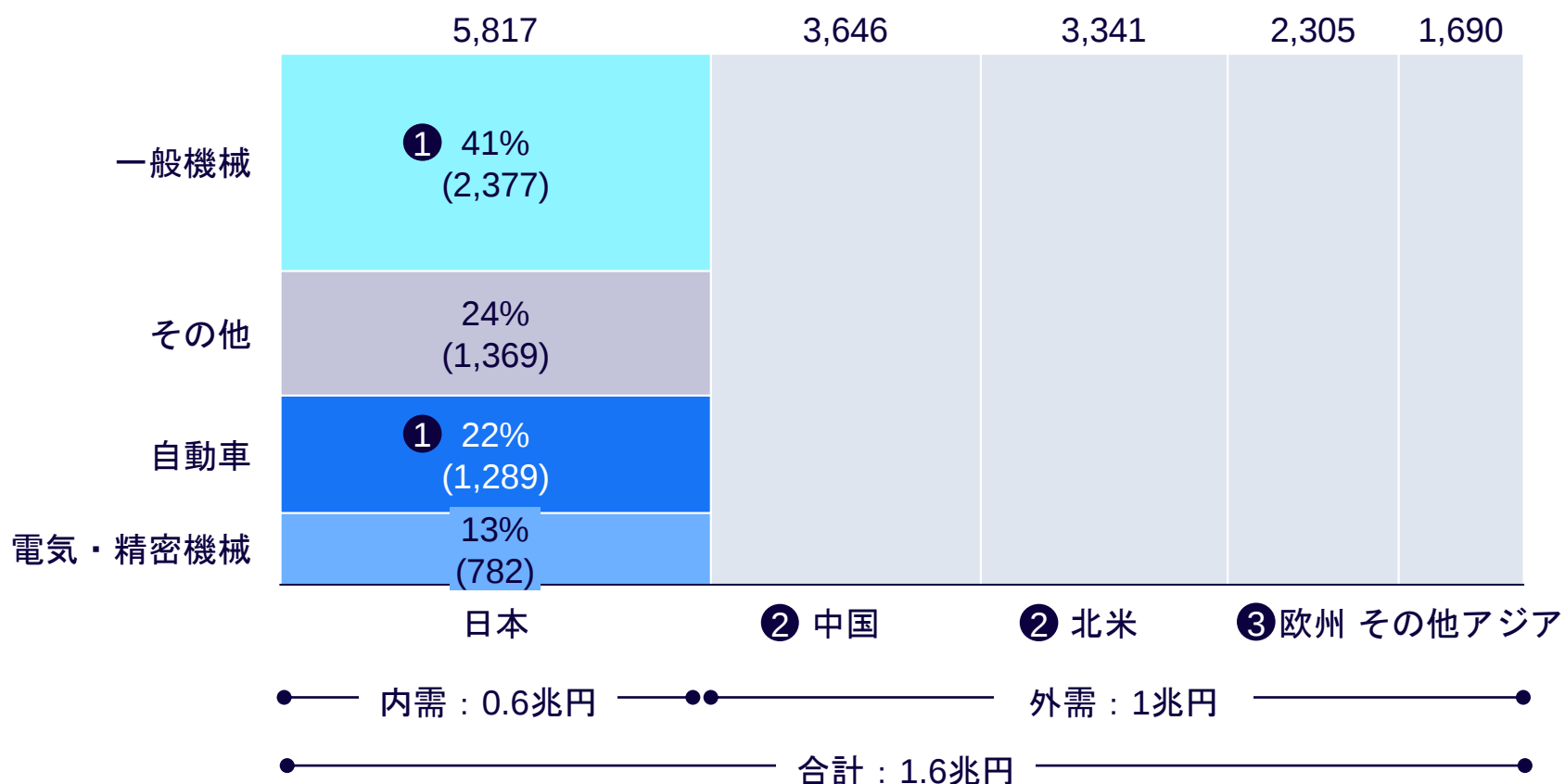
各国メーカーの得意産業(カッコ内は代表メーカー)



日本の工作機械メーカーは国内自動車産業での実績を基に、日系自動車メーカーやサプライヤーの中国／北米工場展開などでビジネスを拡大していると想定

日本の工作機械メーカーの発注元地域別受注額（2022年度）（単位：億円）¹⁾

特徴

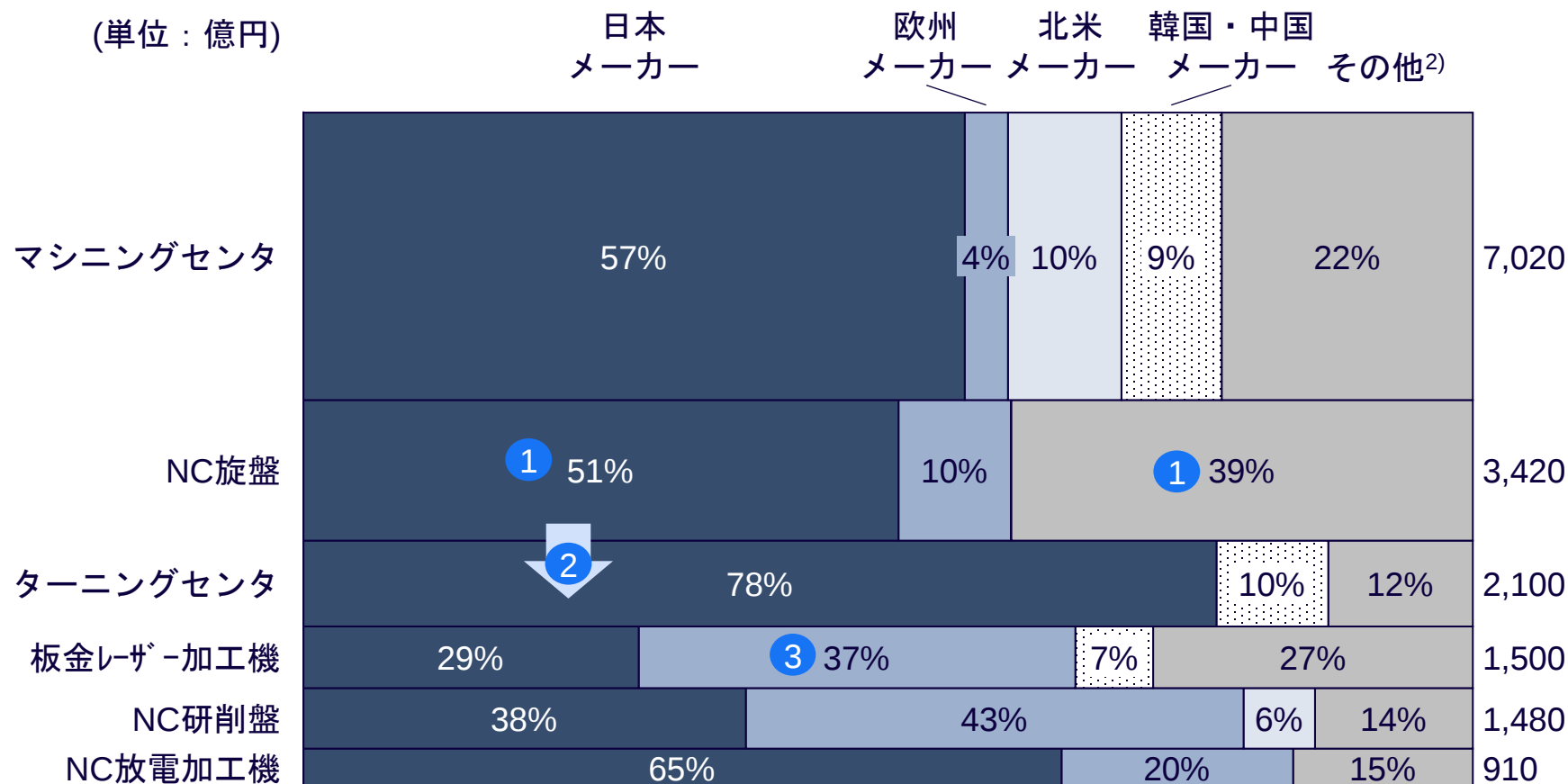


- ① 日本国内での工作機械需要は自動車産業が中心
- ② 日本での自動車業界での実績を基に自動車大手の中国/北米でシェアを拡大
- ③ その一方で欧州は、地場企業の存在により中国/北米対比で発注額は小さい

日本の工作機械メーカーはNC旋盤からより高付加価値な複合機にシフトしており、グローバルでも高いプレゼンスを誇る

工作機械別グローバル市場規模¹⁾/メーカー別シェア(*カッコ内はシェアトップメーカー)

(単位：億円)



示唆

- NC旋盤は新興国台頭の可能性も日本のプレゼンスが強い**
 - NC旋盤はその他が「39%」を占めるフラグメント市場
 - その一方、日本プレイヤーのシェアは過半を占める
- 日本大手は高付加価値な複合機へシフトし、高いプレゼンス**
 - 日系大手はNC旋盤では不在だが、複合機でトップシェアを獲得
- 高精度加工の板金レーザー加工機は欧州が強く、日本はやや劣位**
 - 欧州メーカーが40%近いシェアを獲得
 - 日系メーカーのシェアは2番手の位置づけ

1)工作機械のうち切削加工の代表的な設備を抜粋して比較、市場規模は2020年時点

2)その他メーカーには日本/中国/欧州/北米/韓国/中国のメーカーも含む可能性有

出所：富士経済「2021年版 マシンツール&機械要素部品市場の現状と将来展望」

国内の工作機械は「大量生産にも対応可能な高耐久性／高品質かつ省人化可能な高精密複合機／品質対比での低価格」などの価値を基に、自動車業界から高い支持を得ている

自動車業界のニーズ（OEM/サプライヤー視点）

大量生産を前提とした高品質な工作機械

- 航空機等の他業界と異なり大量生産が求められる
- 機械の不具合による生産停止のリスクを最小限にするため高品質な工作機械を求める

省人化可能な複合機

- 自動車業界も人手不足により省人化/効率化のニーズは強い
- 更に、一台の複合機で高精密を実現したい

低価格

- 自動車部品は低価格が求められることから、原価となる工作機械も品質対比で低価格が求められる

日本の工作機械メーカーの提供価値

耐久性の高さ

- 大量生産を前提とした耐久性の高い工作機械を生産可能

高精密な複合機

- 熟練工の品質への拘りにより精密性が高い複合機を生産可能

品質対比低価格

- 中国製品よりは高いが、品質対比で価格パフォーマンスが高い

- プロジェクト全体像(企画書から再掲)
- 1 日本工作機械メーカーの提供価値変化の必要性
 - 1-1. 国内工作機械メーカーのこれまでの提供価値
 - 1-2. 外部環境変化に伴う国内工作機械メーカーの機会
 - 1-3. 国内工作機械メーカーにとっての脅威
 - 1-4. 将来的な提供価値変化の必要性
- 2 工作機械ユーザーの在りたい姿と海外プレイヤー/標準化の動向
 - 2-1. 海外動向調査の視点／観点
 - 2-2. デジタル化への対応に係る海外動向(ソフト)
 - 2-2-1. 設計プロセス効率化 ～ 効率的なCAD/CAM連携を目指して
 - 2-2-2. 生産プロセス効率化 ～ スマートファクトリーへの対応
 - 2-3. 工作機械技術強化に係る海外動向(ハード)
 - 2-3-1. マシニングセンタ/ターニングセンタ
 - 2-3-2. 板金レーザ加工機/NC放電加工機
 - 2-3-3. NC研削盤
- 3 日本の現状と海外とのギャップ
- 4 ギャップを踏まえた日本の工作機械メーカーの必要アクションとルール整備

日本が得意とする自動車産業／複合機は、xEV化／人手不足等を背景に高成長が期待されると共に、顧客の効率化ニーズによるデジタルソリューションのマネタイズ機会も増加する

外部環境の変化

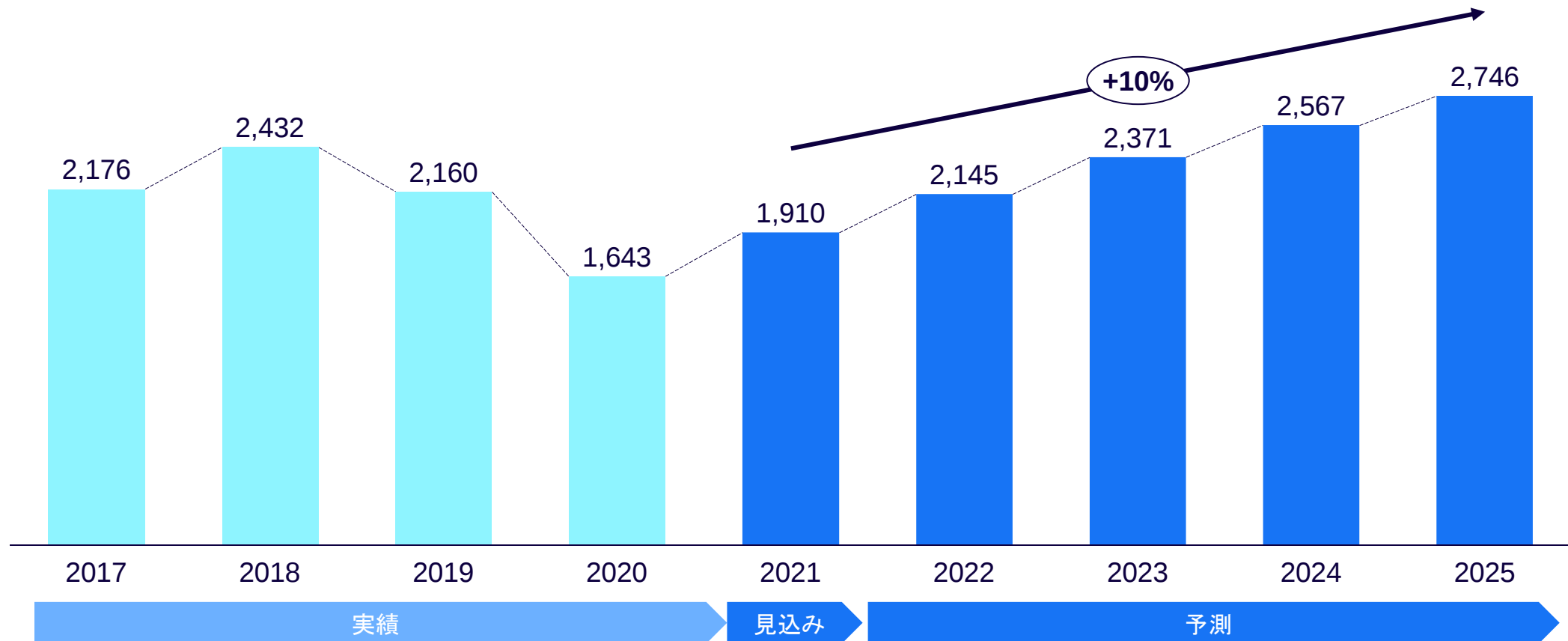
政策	カーボンニュートラル化	欧州筆頭に中国/北米/日本でもカーボンニュートラルの目標値を設定
	新興国の経済成長	アジア圏などでの経済成長に伴い自動車に対する需要が増加
経済	ICEからEVへのシフト	カーボンニュートラル化を背景にグローバルでICEからEVへシフト
	働き手不足	生産人口の減少に伴い工場の働き手が不足
社会	製品ライフサイクルの短縮化	EVの製品普及の急速化に伴い、顧客の買替え頻度も短縮化
	デジタル技術の進化	IoT/AI/クラウド等の技術進化

日本の工作機械メーカーの機会

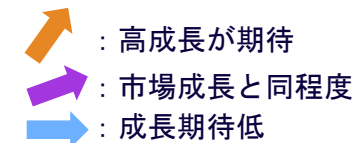
A	EV化に伴う自動車産業での需要拡大	- 工作機械市場全体で2025年に2.7兆円まで成長する予測 - 産業別ではxEV化に伴う自動車／部品業界の新規工場投資による需要増加がキートrend
	産業	
B	複合機の継続成長/精密加工での成長期待	- 省人化ニーズから引き続き複合機に対する需要が増加 - 更に、高精密加工のニーズから他加工機でも成長が期待
	製品	
C	デジタルSOLへのマネタイズ機会拡大	顧客のデジタル化ニーズに伴い工作機械のみならず、ソリューションでも需要拡大
	デジタル	

コロナ影響による各産業の停滞を受け、工作機械のグローバル市場規模も一時的に減退したが、今後は2025年までに2.7兆円まで市場伸長する見通し

工作機械のグローバル市場規模推移(単位：十億円)

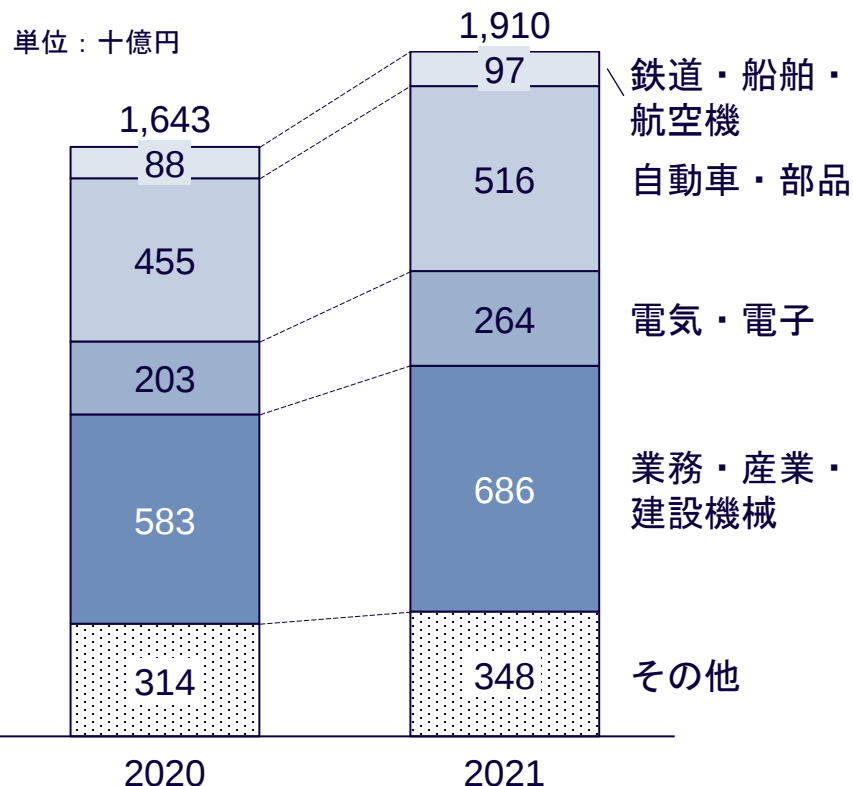


自動車業界は工作機械に対する需要が大きく、xEV化により今後も高成長が期待される



工作機械の産業別市場規模

- 自動車と建設業界が大部分を占める



産業別の成長性（2030年まで）

- 自動車・部品/電気・電子が工作機械市場の成長を牽引



日本工作機械の得意産業

1) データの Availability の関係で CY2020、CY2021 のみ比較

2) CAGR の期間：CY2023-2030

出所：富士経済「2021年版 マシンツール&機械要素部品市場の現状と将来展望」、グローバルインフォメーション(2023/8/1)「半導体の世界市場-2023年~2030」、フォーチュンビジネスインサイト(2023/8)「建設機械市場規模、シェア、新型コロナウイルス感染症の影響分析、機器タイプ別（土木機器、資材運搬機器およびクレーン、コンクリート機器、道路建設機器、土木機器、破碎および選別機器、その他の機器）、用途別（住宅、商業、工業）、および地域予測、2023~2030年」、エキスパートインタビュー

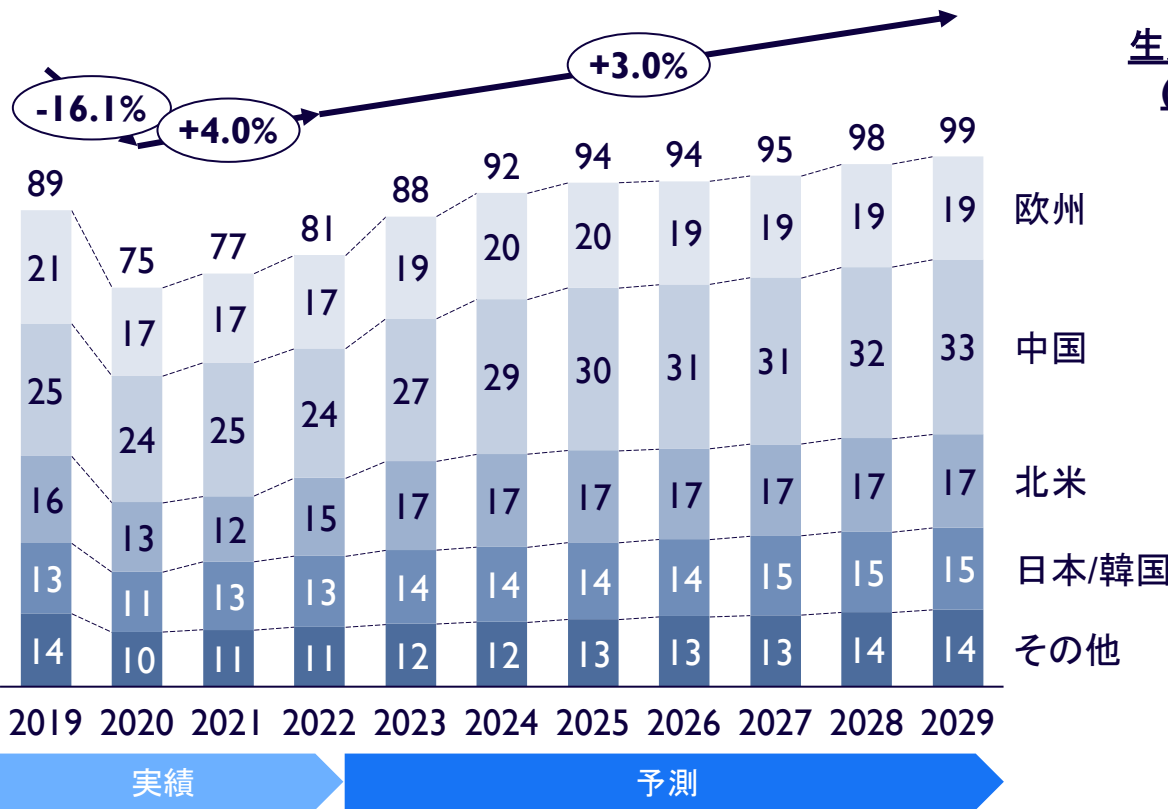
中国市場は2029年時点で約800万台（2019年対比）分の生産台数増加が予想されており、工場新設／増設や稼働率向上に伴う生産設備投資が期待される

自動車生産台数のグローバル市場規模推移(百万台)

- ・ コロナの回復により89百万台→99百万台(+10百万台増加)
- ・ グローバル全体で50ライン程度は増加が見込まれる(20万台/ラインの前提)

市場トレンド

- ・ 中国が成長を牽引し+40ライン程度増加が見込まれる¹⁾



生産台数増減
('19→'29)

▲2百万台

+800
万台

+100
万台

+200
万台

0万台

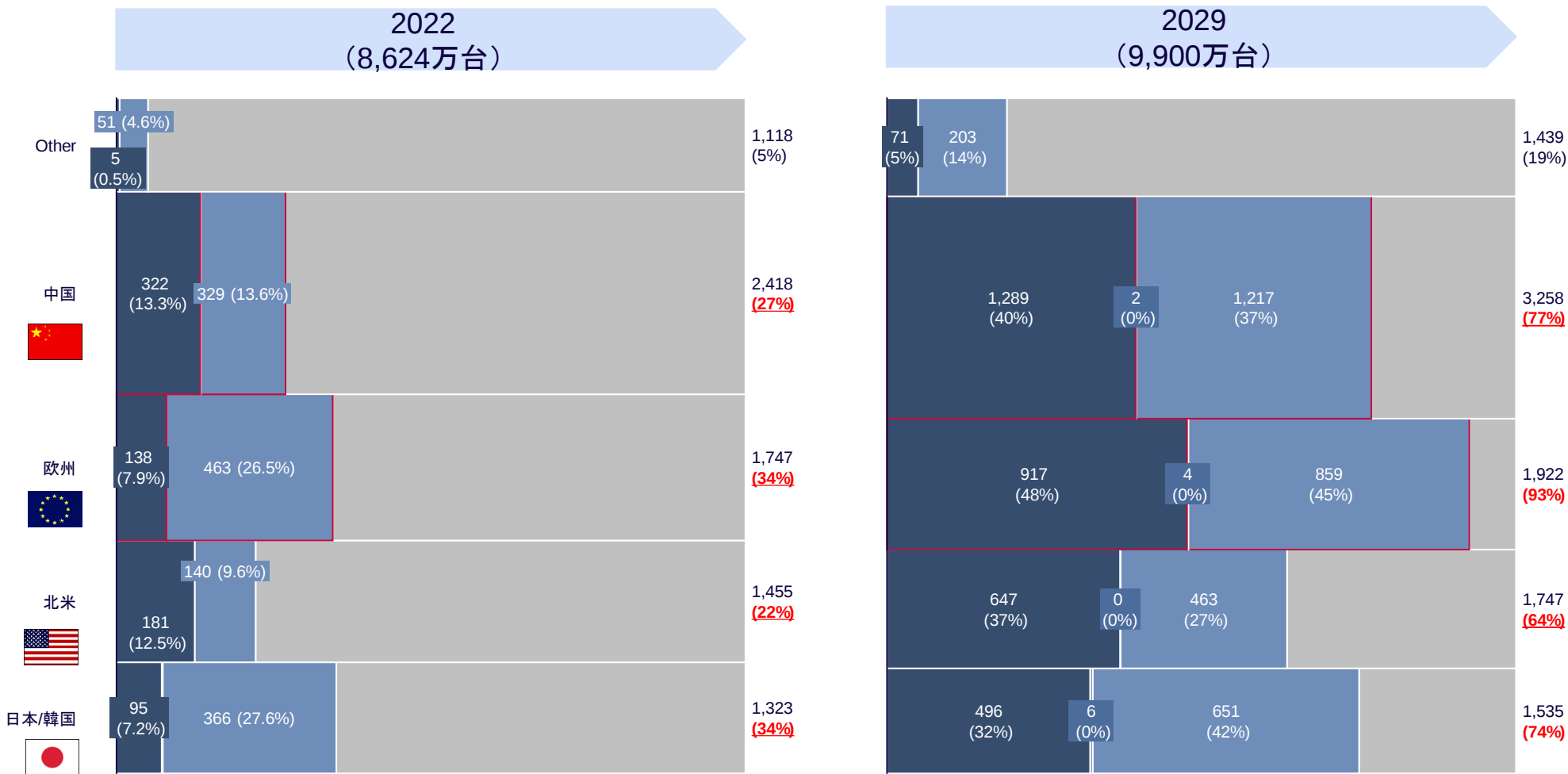
経済成長/
現地現産に
伴い高成長

コロナ前水準
へ回復/北米
への現地生産
シフト

- ・ 国内の経済成長に伴い自動車普及率が増加することでコロナ前よりも台数増加
- ・ また中国政府の輸入規制に伴い現地生産
- ・ IRA法案の締結に伴い日本/韓国メーカーが北米の現地生産へシフトする可能性有

2029年までに中国/欧州を中心に北米/日本・韓国でもxEV化が普及する見通し

BEV HV
FCV ICE/ISS

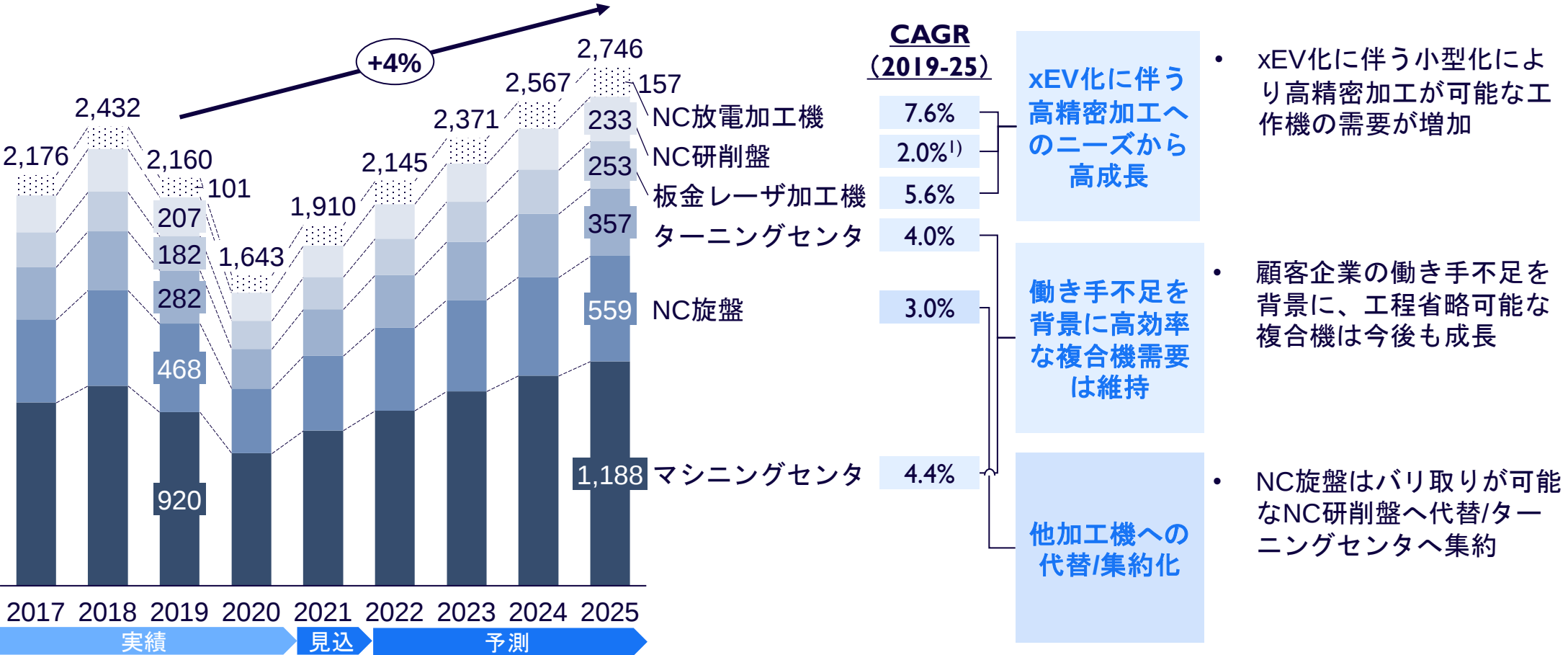


1)ICE : 内燃機関(ガソリンエンジン車等)、ISS : アイドリングストップ車
出所 : IHSを基にADL作成

省人化ニーズから複合機は今後も市場成長を牽引。更にEV化に伴う高精密加工ニーズからレーザー加工機／NC放電加工機も高成長が期待される

工作機械別グローバル市場規模推移(十億円)

市場トレンド(次頁詳細)

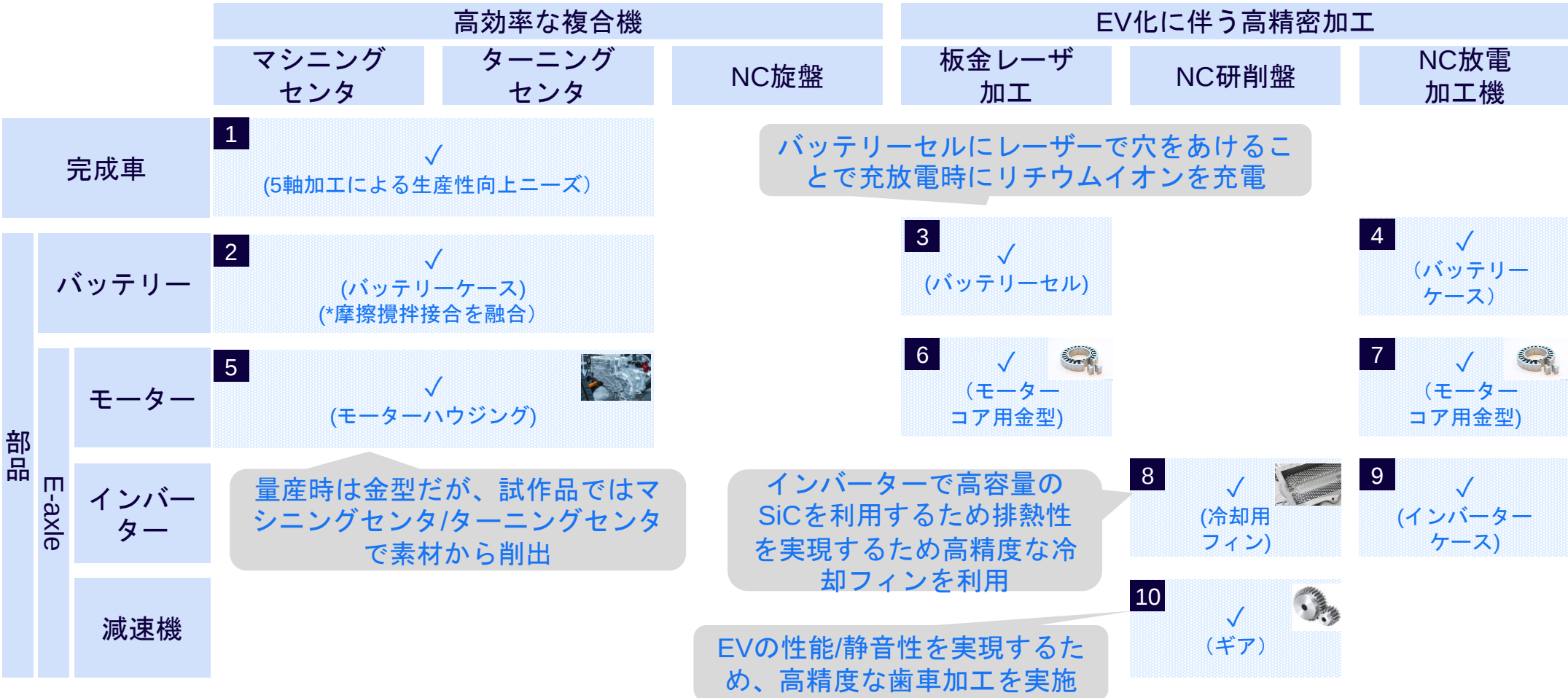


1)ターニングセンタに複合化されるNC研削盤は市場定義に含まれていない
出所：富士経済「2021年版 マシンツール&機械要素部品市場の現状と将来展望」、エキスパートインタビュー

各業界で生産性向上が重要な課題となることから複合機の需要増加が期待されると共に、
小型軽量化等のニーズを踏まえた高精密加工に対する需要も増加

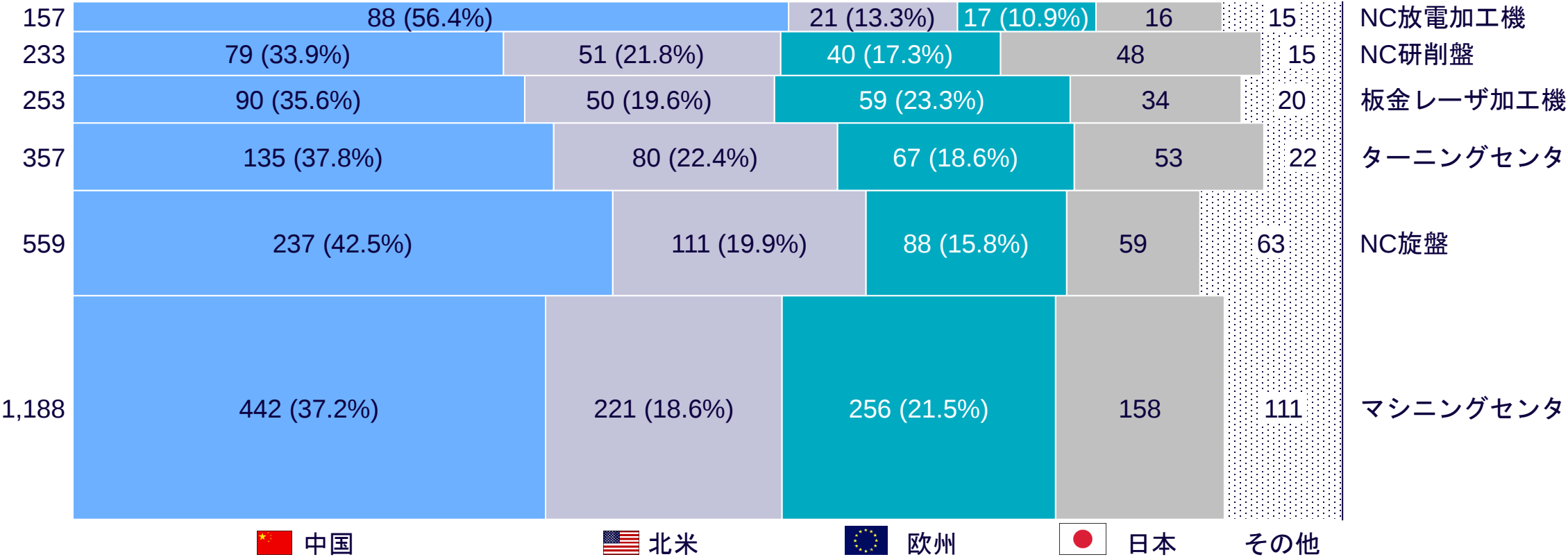
	業界トレンド(*一部抜粋)	概要	➤ 工作機械に対するニーズ
航空	機体軽量化	・ 燃費改善を目的に軽量素材であるチタンを活用し、機体を軽量化	難削材であるチタンの精密加工 (NC研削盤)
	低コスト化	・ 価格競争の激化から、生産コストを低減	複合機／積層造形の活用増加 (不良品の再利用によるコスト低減)
自動車	EVでの運行距離改善	・ 各種部品の性能改善／小型軽量化により運行距離を改善（延伸）	NC研削盤による高精密ギア加工 ／レーザーによる微細加工 後述
	生産性向上	・ 人手不足の中、ICE／EV等複数車種製造に向けた生産性向上が必要	複合機の活用増加 ／他加工機の複合化 後述
電気・電子 (半導体)	半導体ウェハの大盤化	・ 半導体装置の生産性向上に向け、半導体ウェハを大型化	大型部品の精密加工 (大型化でひずみが出やすいため、NC研削盤で精密性が求められる)
	生産性向上	・ 半導体は需要多寡である一方、人手不足を受けた生産性向上が必要	複合機の活用増加

EV関連では複合機に他の加工機を複合化し更なる省人化を目指すとともに、高精密加工が可能な加工機にも利用用途が拡大



2025年の工作機械市場においていずれの製品も中国が最大市場であり、日本の工作機械メーカーにとっては引き続き重要な市場である

2025年の市場規模(2.7兆円)の地域×製品別分析(*カッコ内はシェア)(単位:十億円)

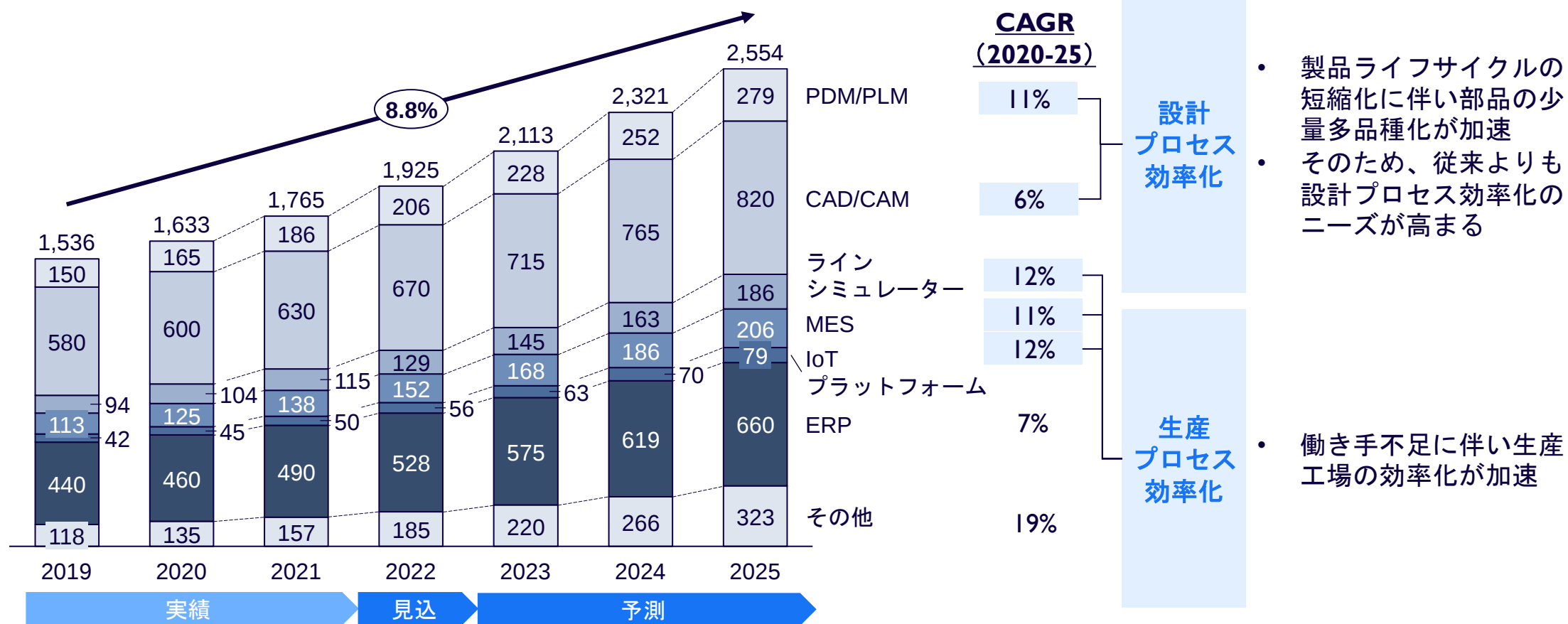


1) レポート上、工作機械別に日本と海外市場のみ成長率の記載あり。そのため、成熟市場の北米/欧州/その他地域は日本と同じ成長率を設定し、その差分を中国市場と定義
出所：富士経済「2021年版 マシンツール&機械要素部品市場の現状と将来展望」(2021年7月発刊)を基にADL作成

少量多品種化や働き手不足の課題から、設計プロセスの効率化や生産プロセスの効率化に向けたデジタルソリューションの市場が拡大

設計/販売/生産計画システムソリューションの市場規模(グローバル、単位:十億円)

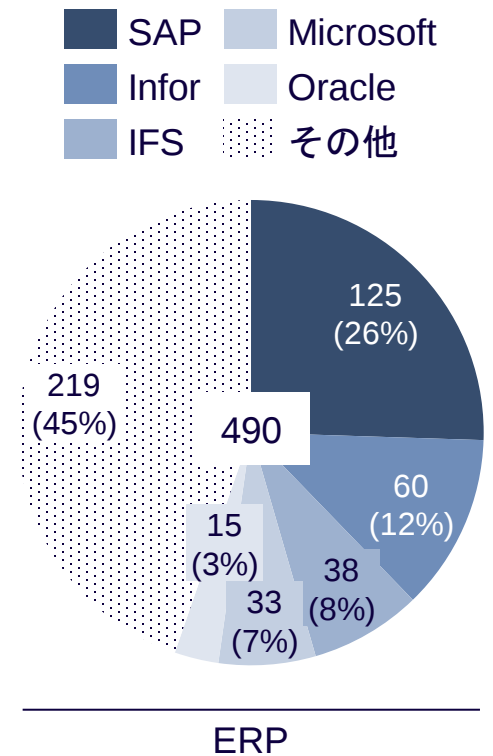
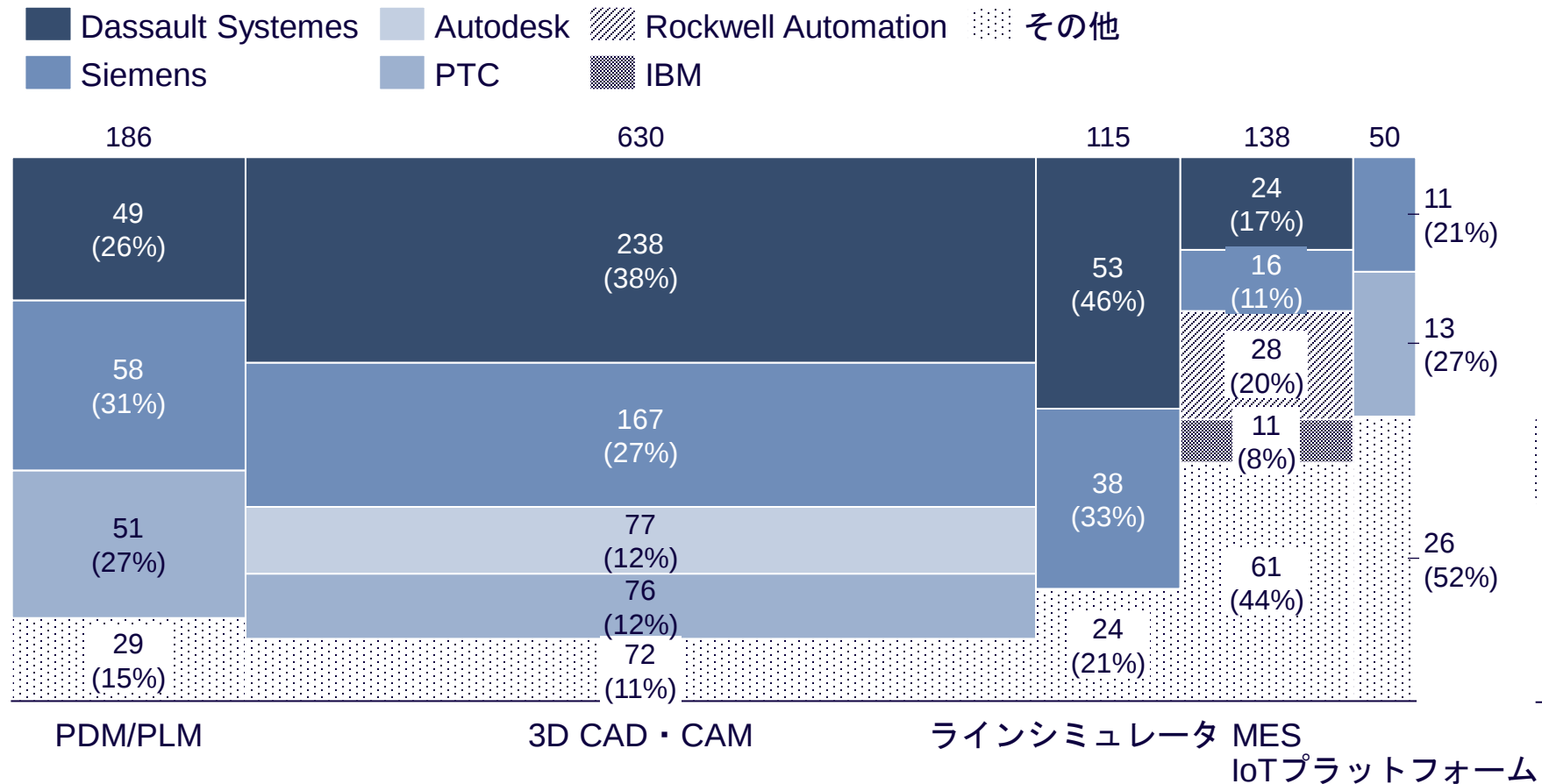
市場トレンド



MESとERPを除き、製造プロセス効率化に関わるデジタルソリューションはDassault Systems／Siemens／PTCの3社で約50-90%近いシェアを占めている

ベンダー・ソリューション別の売上(グローバル、2021年度見込み)

(十億円)



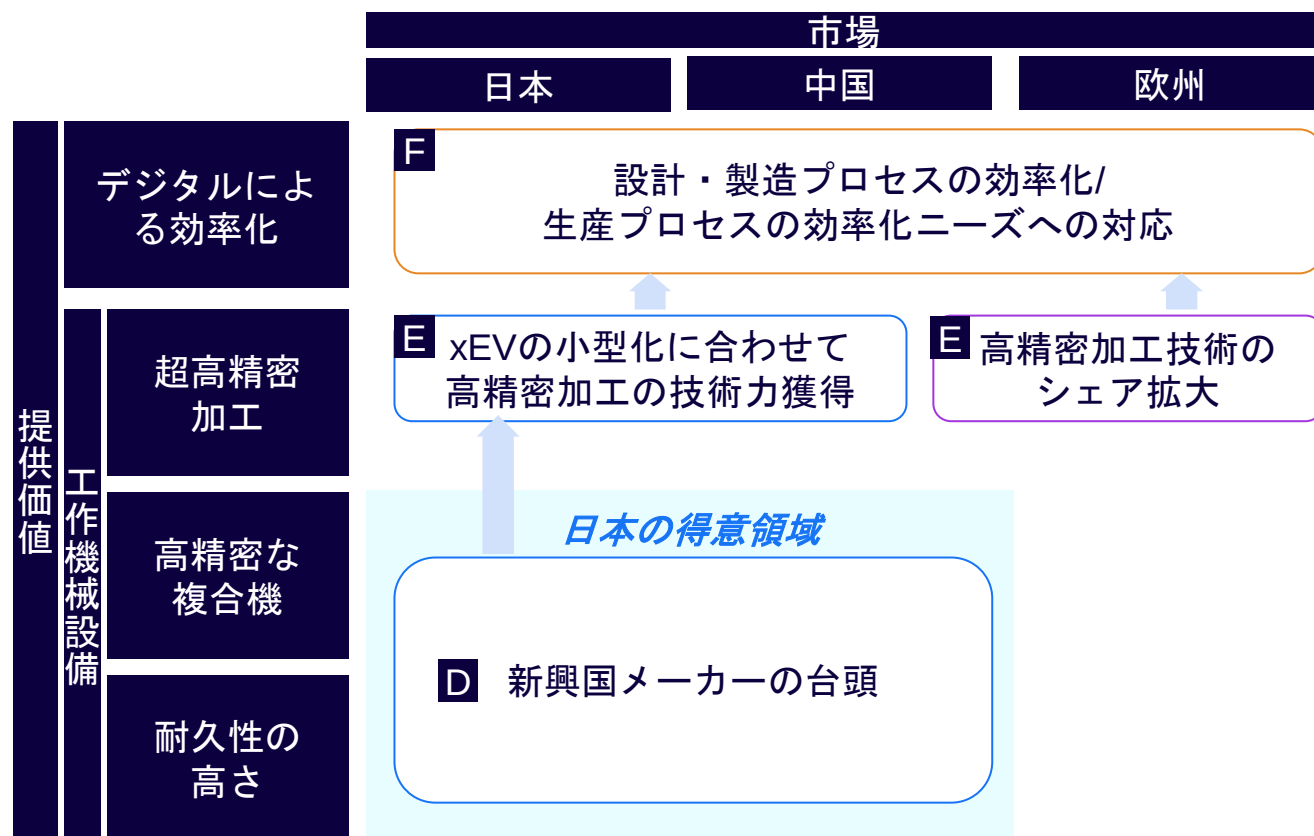
- プロジェクト全体像(企画書から再掲)
- 1 日本工作機械メーカーの提供価値変化の必要性
 - 1-1. 国内工作機械メーカーのこれまでの提供価値
 - 1-2. 外部環境変化に伴う国内工作機械メーカーの機会
 - 1-3. 国内工作機械メーカーにとっての脅威
 - 1-4. 将来的な提供価値変化の必要性
- 2 工作機械ユーザーの在りたい姿と海外プレイヤー/標準化の動向
 - 2-1. 海外動向調査の視点／観点
 - 2-2. デジタル化への対応に係る海外動向(ソフト)
 - 2-2-1. 設計プロセス効率化 ～ 効率的なCAD/CAM連携を目指して
 - 2-2-2. 生産プロセス効率化 ～ スマートファクトリーへの対応
 - 2-3. 工作機械技術強化に係る海外動向(ハード)
 - 2-3-1. マシニングセンタ/ターニングセンタ
 - 2-3-2. 板金レーザ加工機/NC放電加工機
 - 2-3-3. NC研削盤
- 3 日本の現状と海外とのギャップ
- 4 ギャップを踏まえた日本の工作機械メーカーの必要アクションとルール整備

新興国の台頭や高精度加工機における競争の激化により製品技術の優位性が低下するとともに、デジタル化が欧州／中国対比で遅れることでシェアを失うリスク有

各国メーカーの提供価値変化予測

中国メーカー
欧州メーカー
中/欧メーカー共通

日本にとっての脅威



D
日本の得意領域
で新興国が台頭

- 中国は国策として、日本が得意な複合機の技術力向上を推進
- 徐々に技術力が向上しており、一部メーカーは日本にも進出

E
高精度加工機の
競争激化

- 大手顧客基盤を有する中国/欧州系の工作機械メーカーの技術進化が進む恐れ
- NC研削盤等の高精度加工の領域をサプライヤーが内製化

F
デジタル化
の遅れ

- 欧州/中国では官民一体となってデジタル化を推進
- 結果として、欧州/中国の工作機械メーカーのデジタルのケイパビリティが強化される恐れ



中国は国策により工作機械メーカーの技術力向上に向けた支援を実施 結果として徐々に技術力が向上しており一部メーカーは日本市場への進出も開始

工作機械メーカーの競争力向上に向けた政府動向

中国の工作機械メーカーの競争力向上に向けた支援を実施

スマート製造工程 実施ガイドライン

- 2020年までに国内のNC工作機械の比率を**50%まで高める**

中国工作機械 2020

- 中国製ハイエンドNC工作機械に対する税制優遇**
- 工作機械の輸入に対する関税優遇の取り消し**

次世代AI産業の発展促進のための3 カ年行動計画 2018-20年

- 2020年までにハイエンドのNC工作機械や産業用ロボットが自律的にテストを実施・修正・調整する能力

2035年遠景目標 綱要

- ハイエンドのNC工作機械業界の健全な発展を推進



中国メーカーの日本進出

中国国内で技術力を向上させ、日本へ逆進出が開始

北京精雕



北京精雕集団
BEIJING JINGDIAO GROUP

- 5軸加工機制度は**マイクロメートル単位の高精度**
- 中国市場における5軸制御のシェアは**2021年時点で3割に到達**
- 機械商社の兼松KGKを通して、**2022年に日本に進出**

HSG
レーザー

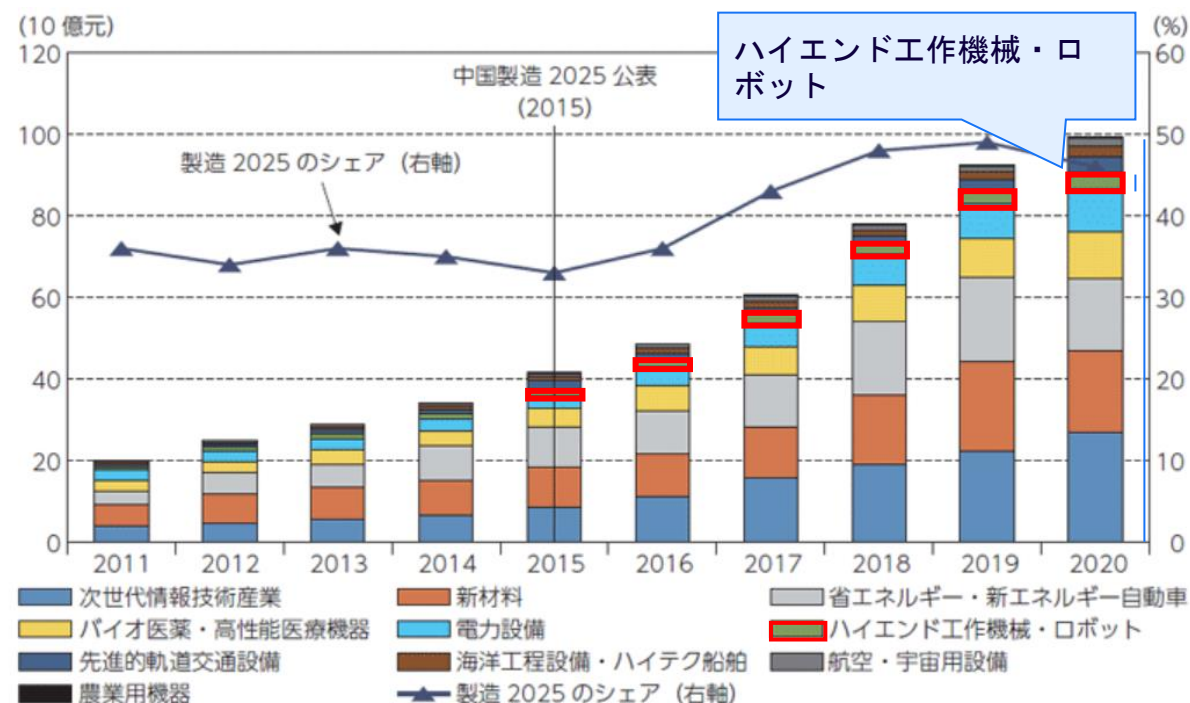


- レーザー加工における**中国のトップ企業**
- 日本メーカー製品に比べて半額程度の圧倒的な低コスト
- 販売代理店のヨコハマシステムズを通して、2022年から本格参入

更に、中国政府は工作機械業界を含む重点産業分野に20兆円近い補助金を支援 工作機械においては日本メーカーの得意なCNC/耐久性の技術力向上を企図

中国の補助金推移(2011年～2020年)¹⁾

- 補助金は増加傾向で、2020年には1,000億元(約20兆円)に到達
- その中で、工作機械も重点領域となっており補助金額も増加傾向



工作機械における補助金支援の目的

- CNCの国内メーカーのシェア向上/耐久性改善が補助金の目的

CNCの
国内メーカーの
シェア向上

- CNCにおける中国国内の工作機械メーカーのシェア率を80%にする計画

耐久性の改善

- 平均故障間隔の目標値を2,000時間以上に設定

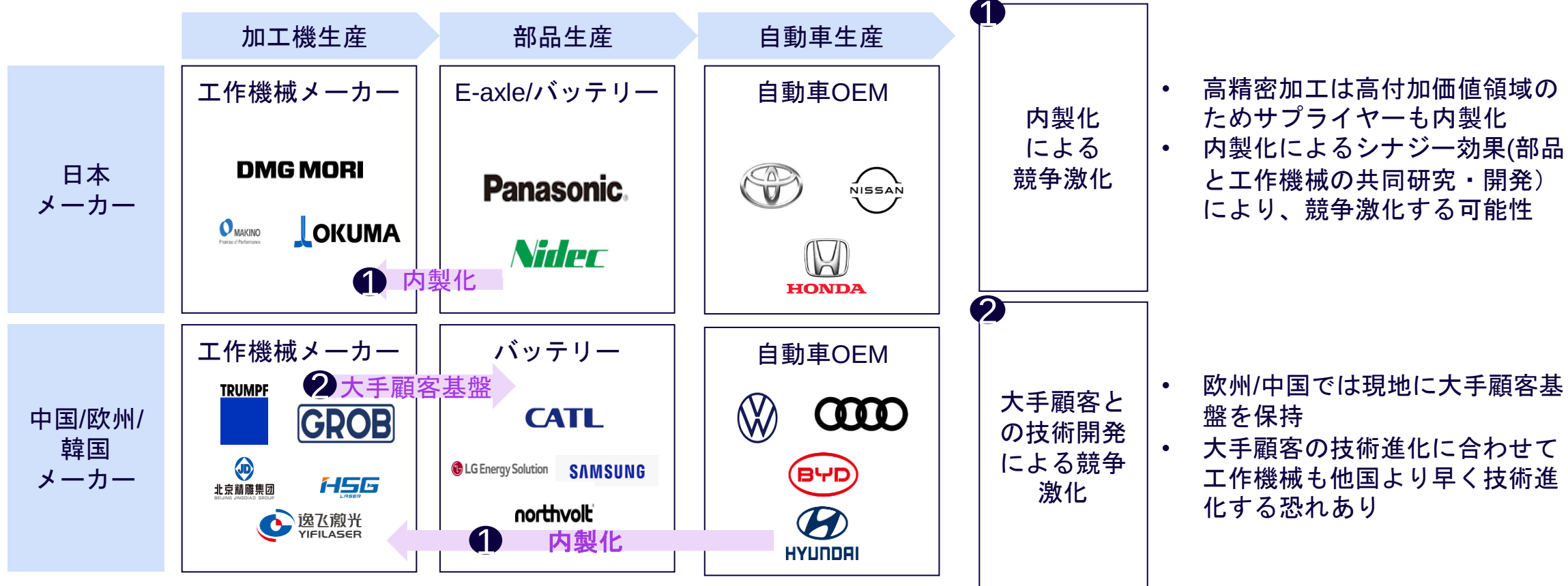
1)重点10分野の補助金

出所：独立行政法人経済産業研究所(2022/8/22)「中国の政府補助金は市場歪曲的なのか：中国の政府補助金の実態分析」

サプライヤーの高精度加工の内製化や大手顧客との共同技術開発により、日本メーカーよりも早く技術開発が進む可能性がある

EV関連工作機械の市場動向

日本の工作機械メーカー脅威



欧州では会社間・業界間のデータ連携のため官民一体となってデジタル化を推進 (但し、現状はデータ共有に対するモメンタムは醸成されておらず課題が残る)

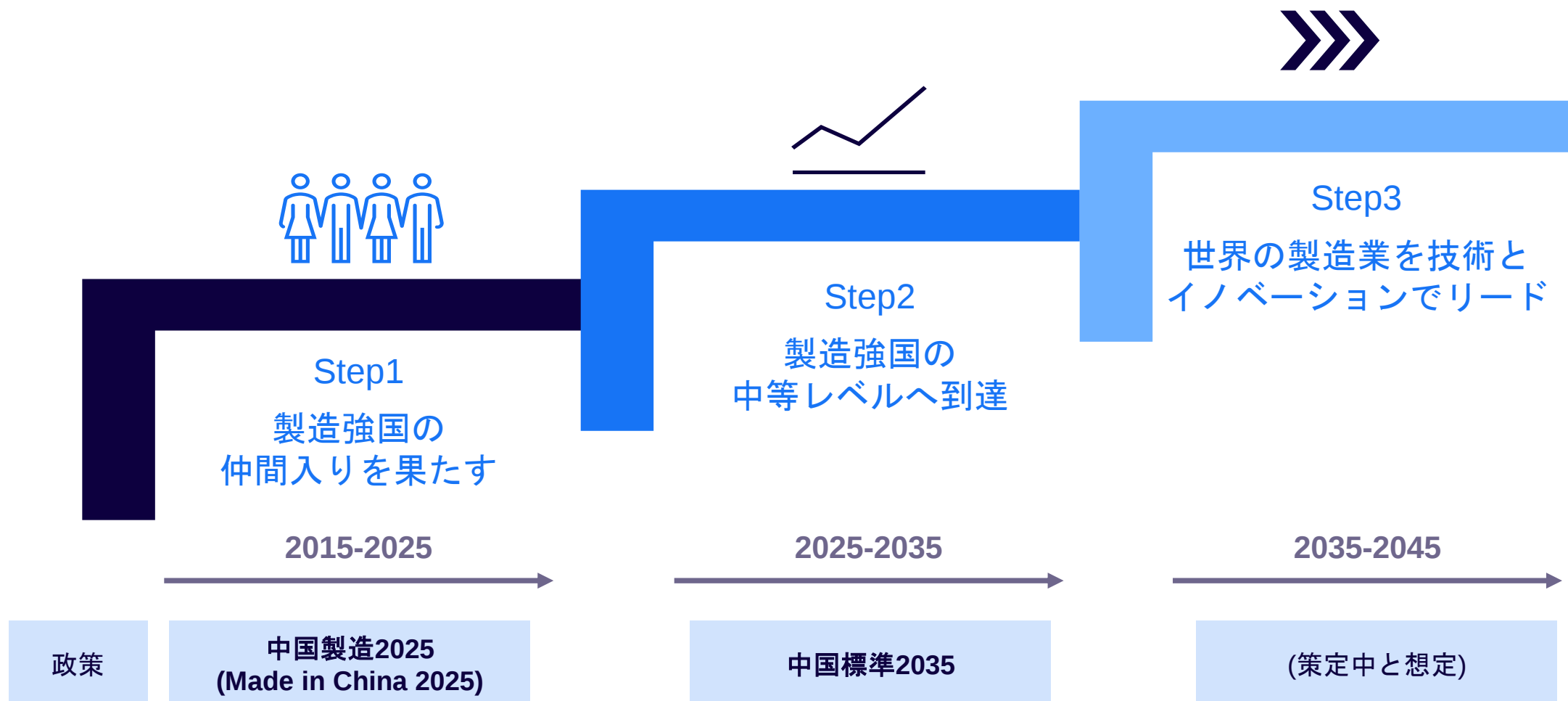
取り組み名	設立	活動内容	推進主体	
			行政・業界団体	民間企業
IDS ¹	2016年	データ主権を担保したデータ共有を行うための標準やルールの策定	フラウンホーファー研究機構、VDMA ² 等	ITベンダーやOEM等
Gaia-X	2020年	分散型のクラウドでのデータ共有を行うための標準やルールの策定	フラウンホーファー研究機構、VDMA等	ITベンダーやOEM等
Catena-X	2021年	IDS/Gaia-Xに準拠した自動車産業特化のSC横断データ流通基盤の構築	フラウンホーファー研究機構等	OEMやサプライヤー中心 (2023年1月時点で133社が参加)
Manufacturing-X	2022年	先行するCatena-Xを横展開し製造業全体のデータ共有基盤を構築	VDMA、ZVEI ³ 等の業界団体等	Sler、工作機械メーカー等
Confinity-X	2023年	Catena-X上で実ビジネスを行うJVとして、アプリケーションの提供とそのマーケットプレイスの運営	-	OEM等計10社

1. International Data Space 2. ドイツ機械工業連盟 3. ドイツ電気・電子工業連盟

出所：各取組のウェブサイト、ビジネス+IT（2023/3/31）「「Manufacturing-X」とは何か？いま製造業で起きている“見落としはけない”最新動向」、EnterpriseZine（2023/2/21）「フォルクスワーゲンとSAPに聞く、自動車業界のデータエコシステム「Catena-X」とは？」



中国は2045年に製造業のグローバルトップを目指したロードマップを設定





中国製造2025で技術力の強化/中国標準2035で中国規格の国際標準化を企図。実現した場合、日本の技術的優位性低下/標準化の遅れでシェアを失うリスク

国策	政策概要	工作機械に関連する政策
中国製造2025 (Made in China 2025)	次世代技術と製造業の融合による製造強国への転換 製造業の付加価値は世界一位も生産性の低さが課題	- 国内シェアと耐久性の目標設定 - 中国メーカーのCNC工作機械シェア：80%以上 - 平均故障間隔：2,000時間以上 - 先端デジタル制御等の応用ソフトウェアの開発
中国標準2035	中国の規格を国際規格化 中国で開発した規格を全て国際規格することを目指す	- 各種標準化の推進 - 数値制御工作機械、建設機械などの重点分野が対象 - スマート製造、グリーン製造等の分野の標準化を推進

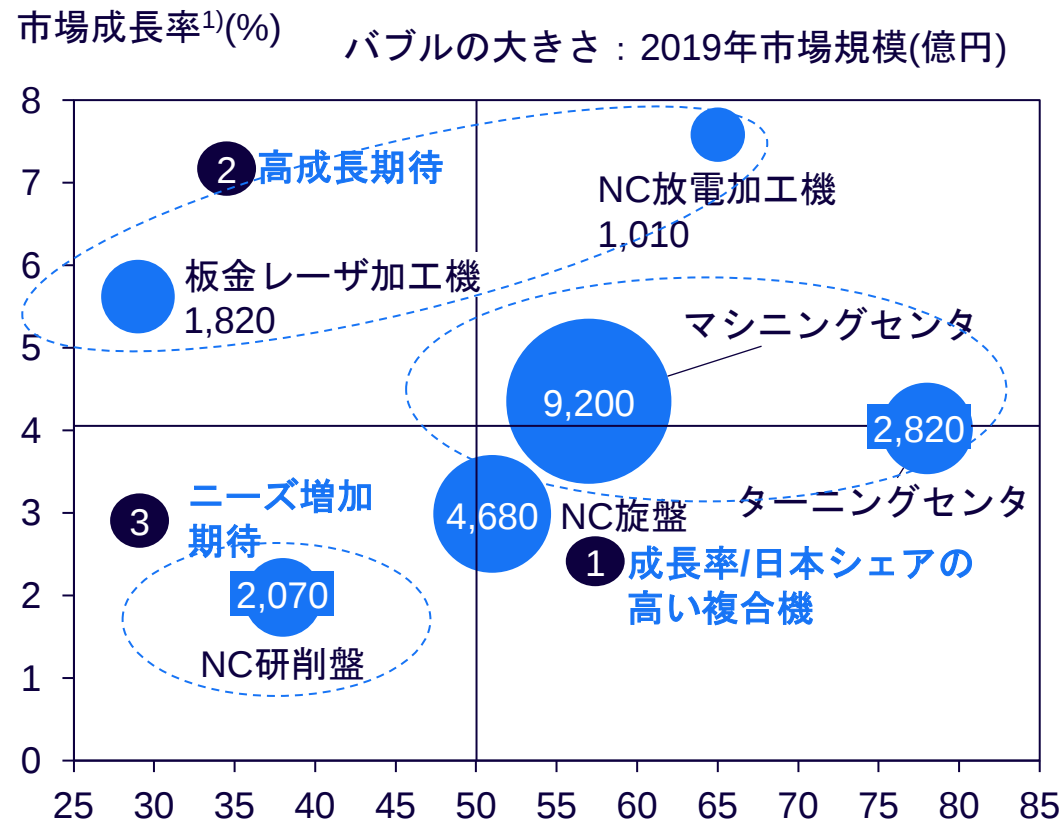
1)現在は高精度NC機は80%近くを輸入頼み

2.)2022/9にMTBFが600時間から2,000時間へ飛躍し、精度指標が20%向上したと工業情報化部が発表
出所：日本経済新聞、日本工作機械工業会「工作機械産業ビジョン2030」、JST Science Portal China

- プロジェクト全体像(企画書から再掲)
- 1 日本工作機械メーカーの提供価値変化の必要性
 - 1-1. 国内工作機械メーカーのこれまでの提供価値
 - 1-2. 外部環境変化に伴う国内工作機械メーカーの機会
 - 1-3. 国内工作機械メーカーにとっての脅威
 - 1-4. 将来的な提供価値変化の必要性
- 2 工作機械ユーザーの在りたい姿と海外プレイヤー/標準化の動向
 - 2-1. 海外動向調査の視点／観点
 - 2-2. デジタル化への対応に係る海外動向(ソフト)
 - 2-2-1. 設計プロセス効率化 ～ 効率的なCAD/CAM連携を目指して
 - 2-2-2. 生産プロセス効率化 ～ スマートファクトリーへの対応
 - 2-3. 工作機械技術強化に係る海外動向(ハード)
 - 2-3-1. マシニングセンタ/ターニングセンタ
 - 2-3-2. 板金レーザ加工機/NC放電加工機
 - 2-3-3. NC研削盤
- 3 日本の現状と海外とのギャップ
- 4 ギャップを踏まえた日本の工作機械メーカーの必要アクションとルール整備

競争力維持に向けては、新興国の台頭等を踏まえ工作機械の技術力強化によりシェアの維持・拡大が必要。更に顧客のデジタル化シフトを受けてデジタル化の対応も必要

プロダクトポートフォリオ分析



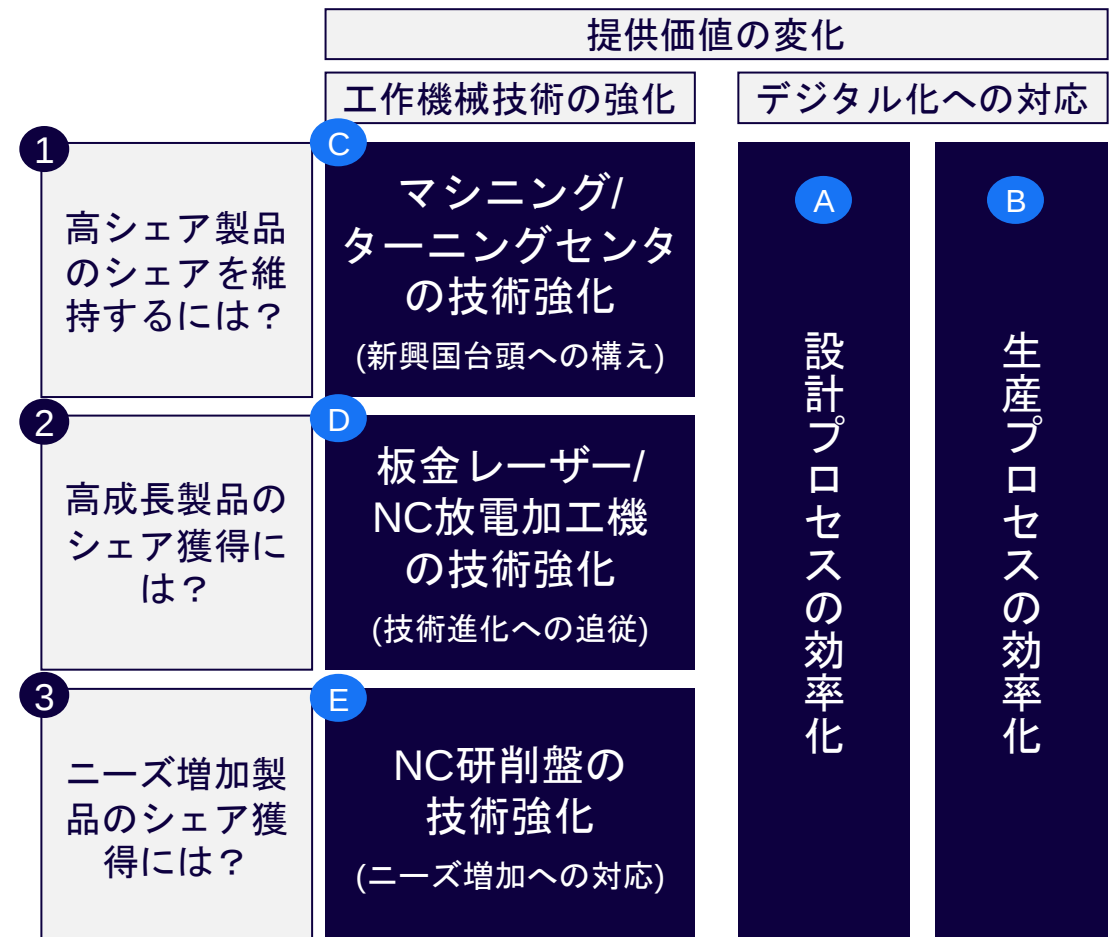
1) 市場成長率はCY2019-2025のCAGR

2) 日本メーカーシェアはレポートに記載のある企業のシェアの合計値

出所：富士経済「2021年版 マシンツール&機械要素部品市場の現状と将来展望」

日本メーカーシェア²⁾(%)

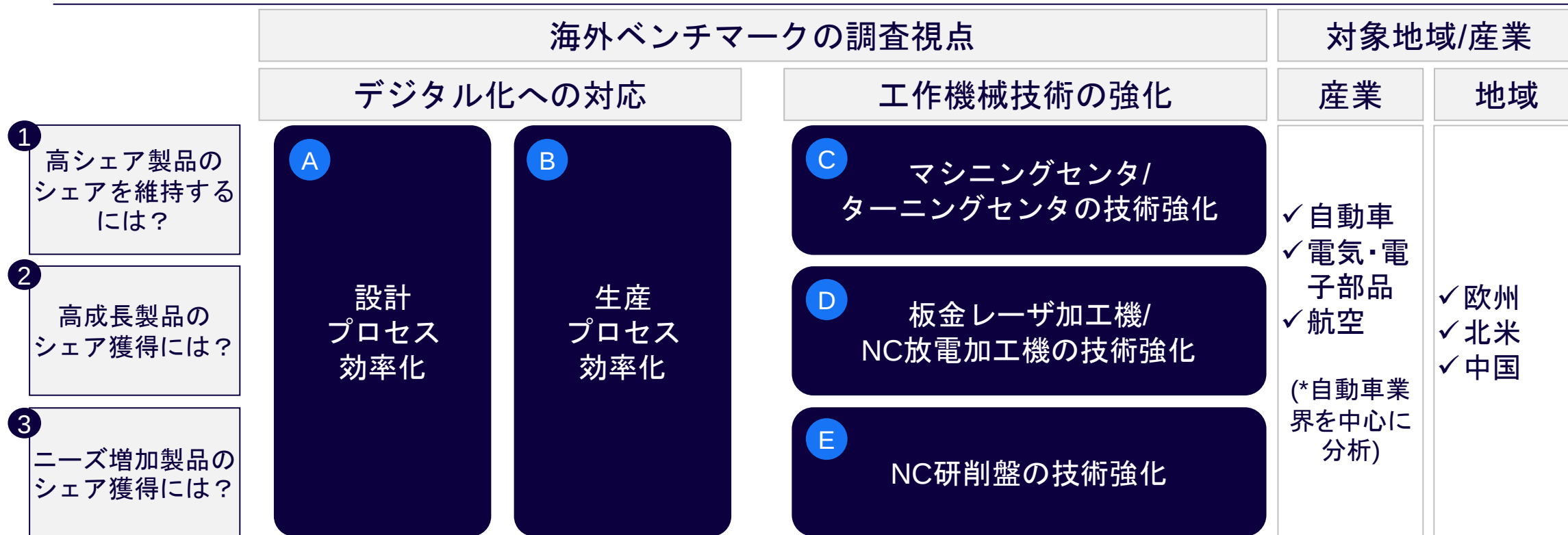
競争力維持に向けた論点と提供価値変化の必要性



- プロジェクト全体像(企画書から再掲)
- 1 日本工作機械メーカーの提供価値変化の必要性
 - 1-1. 国内工作機械メーカーのこれまでの提供価値
 - 1-2. 外部環境変化に伴う国内工作機械メーカーの機会
 - 1-3. 国内工作機械メーカーにとっての脅威
 - 1-4. 将来的な提供価値変化の必要性
- 2 工作機械ユーザーの在りたい姿と海外プレイヤー/標準化の動向
 - 2-1. 海外動向調査の視点／観点
 - 2-2. デジタル化への対応に係る海外動向(ソフト)
 - 2-2-1. 設計プロセス効率化 ～ 効率的なCAD/CAM連携を目指して
 - 2-2-2. 生産プロセス効率化 ～ スマートファクトリーへの対応
 - 2-3. 工作機械技術強化に係る海外動向(ハード)
 - 2-3-1. マシニングセンタ/ターニングセンタ
 - 2-3-2. 板金レーザ加工機/NC放電加工機
 - 2-3-3. NC研削盤
- 3 日本の現状と海外とのギャップ
- 4 ギャップを踏まえた日本の工作機械メーカーの必要アクションとルール整備

本事業では、設計プロセス効率化（**A**）及び生産プロセス効率化（**B**）の2領域からなるデジタル化対応動向と、工作機械技術強化（**C**～**E**）動向の5領域に分けて海外調査を行う

海外動向調査のフレーム



デジタル化の成功ポイントは？

- ・ デジタル化で実現したい絵姿
- ・ 業界/国別の現状取組
- ・ 各国の成功ポイント

競合国の技術進化と必要施策は？

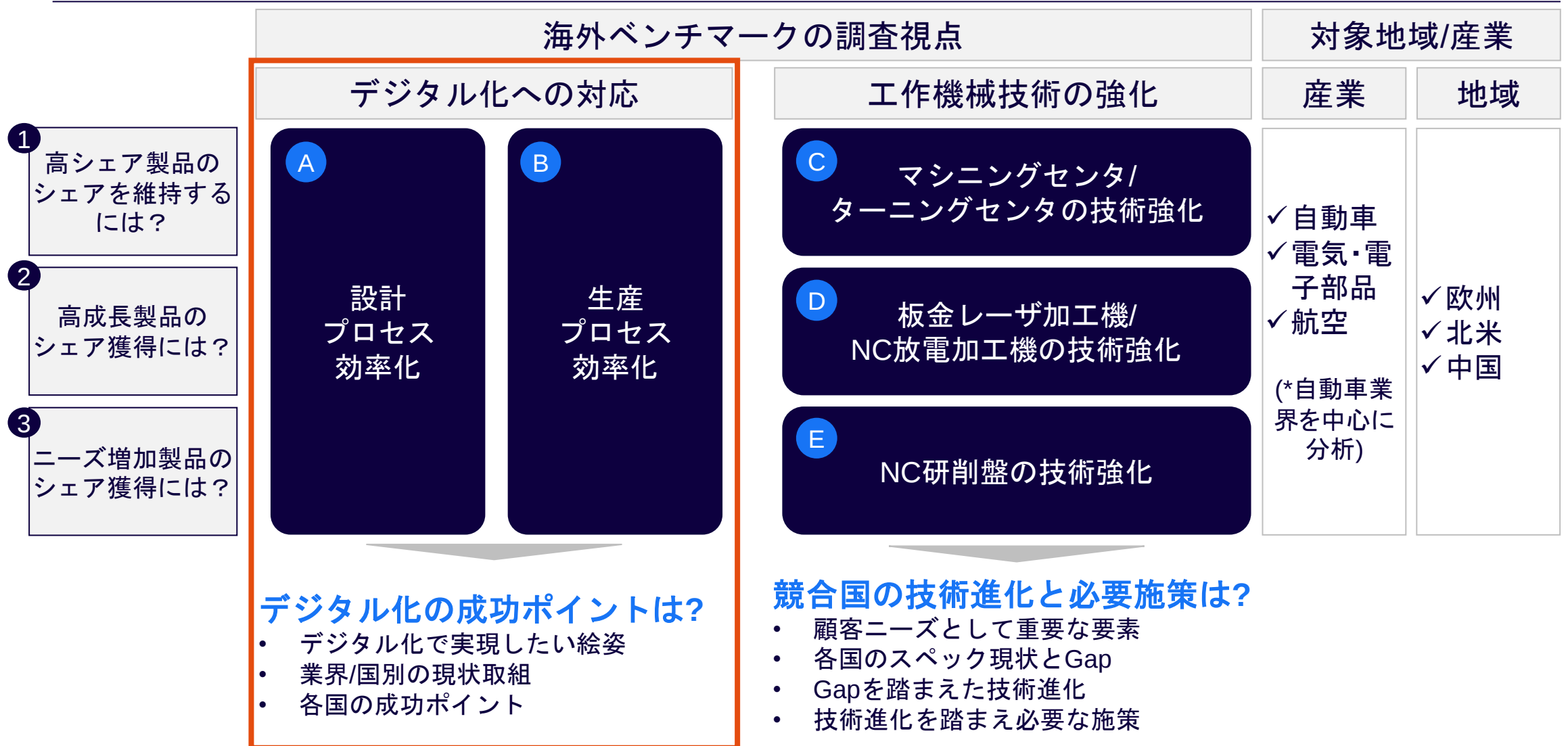
- ・ 顧客ニーズとして重要な要素
- ・ 各国のスペック現状とGap
- ・ Gapを踏まえた技術進化
- ・ 技術進化を踏まえ必要な施策

- プロジェクト全体像(企画書から再掲)

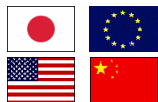
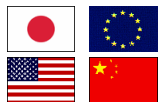
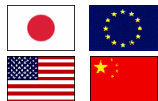
- 1 日本工作機械メーカーの提供価値変化の必要性
 - 1-1. 国内工作機械メーカーのこれまでの提供価値
 - 1-2. 外部環境変化に伴う国内工作機械メーカーの機会
 - 1-3. 国内工作機械メーカーにとっての脅威
 - 1-4. 将来的な提供価値変化の必要性
- 2 工作機械ユーザーの在りたい姿と海外プレイヤー/標準化の動向
 - 2-1. 海外動向調査の視点／観点
 - 2-2. デジタル化への対応に係る海外動向(ソフト)
 - 2-2-1. 設計プロセス効率化 ～ 効率的なCAD/CAM連携を目指して
 - 2-2-2. 生産プロセス効率化 ～ スマートファクトリーへの対応
 - 2-3. 工作機械技術強化に係る海外動向(ハード)
 - 2-3-1. マシニングセンタ/ターニングセンタ
 - 2-3-2. 板金レーザ加工機/NC放電加工機
 - 2-3-3. NC研削盤
- 3 日本の現状と海外とのギャップ

- 4 ギャップを踏まえた日本の工作機械メーカーの必要アクションとルール整備

海外動向調査のフレーム



「設計（**A**）」及び「生産（**B**）」各プロセスのデータ連携における将来像と課題を整理すると共に、各国／企業の主要な取組を基にした課題解決の方向性を導出

	将来像	産業別比較	地域別の <u>取組比較</u>	具体的な <u>取組事例</u>	主な課題	課題解決の 方向性	欧州での 成功ポイント
A 設計プロセス効率化	✓ ➤ 工作機械メーカー 協業による 設計品質向上 ➤ 設変即時対応 ➤ 試作LT最小化	✓ ➤ 自動車 ➤ 電気・電子 ➤ 航空	✓ 	✓ 	✓ データ連携推進 に向けた課題	✓	✓
B 生産プロセス効率化	✓ ➤ 周辺機器との 協調制御 ➤ 自動補正 ➤ 稼働モニタリング ➤ IT->OT指示	—	✓ 	✓ 	✓ 標準化に に向けた課題	✓	✓

デジタル化ニーズに対応するためには、工作機械の自助努力よりも、複数の企業間でデータ連携するための仕組み構築やユーザー企業のメリット醸成が重要

	効率化要望	効率化を進める上での課題	海外事例を踏まえた成功ポイント
A 設計プロセス効率化	工作機械メーカーとの協業による設計品質向上	ユーザーの協業メリット醸成	1 ユーザーの危機意識醸成
	設計変更の即時対応		2 経営層の心理的ハードル引き下げ
	試作リードタイム最小化		3 データガイドライン構築 (PMI / 幾何公差含む)
B 生産プロセス効率化	加工に必要なデータ連携	データ品質遵守 (データ欠損防止)	4 データ入力補正自動化 (脱属人化)
		情報漏洩リスク低減	5 セキュリティガイドライン定義
			6 業界団体によるトップダウン推進
	データ共有基盤構築	データ共有基盤構築	7 ガイドライン遵守のインセンティブ構築
			8 ガイドライン運用・改善
	インターフェース標準化	工作機械メーカーのメリット醸成	9 セキュアなデータ共有基盤構築
			10 行政によるスマートファクトリー推進
	グローバル連携	規格間の互換性	11 工作機械メーカーへの標準化要請
			12 トップダウンでの標準化推進
	OTへの制御指示	国際標準化対応	13 グローバルでの規格間連携
			14 標準化関連の国際会議におけるIT人材登用

- プロジェクト全体像(企画書から再掲)

- 1 日本工作機械メーカーの提供価値変化の必要性
 - 1-1. 国内工作機械メーカーのこれまでの提供価値
 - 1-2. 外部環境変化に伴う国内工作機械メーカーの機会
 - 1-3. 国内工作機械メーカーにとっての脅威
 - 1-4. 将来的な提供価値変化の必要性
- 2 工作機械ユーザーの在りたい姿と海外プレイヤー/標準化の動向
 - 2-1. 海外動向調査の視点／観点
 - 2-2. デジタル化への対応に係る海外動向(ソフト)
 - 2-2-1. 設計プロセス効率化 ～ 効率的なCAD/CAM連携を目指して
 - 2-2-2. 生産プロセス効率化 ～ スマートファクトリーへの対応
 - 2-3. 工作機械技術強化に係る海外動向(ハード)
 - 2-3-1. マシニングセンタ/ターニングセンタ
 - 2-3-2. 板金レーザ加工機/NC放電加工機
 - 2-3-3. NC研削盤
- 3 日本の現状と海外とのギャップ

- 4 ギャップを踏まえた日本の工作機械メーカーの必要アクションとルール整備

設計プロセスの将来像



厳格な設計要件・検査が存在する航空業界において「データ連携」や「品質管理の仕組み」は最も進んでいる（自動車業界においては地域で差があるため次頁で深掘り）

	自動車	電気・電子	航空
I 工作機械メーカーとの協業による設計品質向上	 欧米では設計領域で工作機械メーカーと協業実施 - サプライヤーとのデータ連携の意識の高さ - 秘匿性が高い情報を共有する仕組み構築	 工作機械メーカーの設計領域の協業は限定的 - 情報統制が極めて厳しく、密な連携は行われない	 （民間機であれば）設計段階から工作機械メーカーと協業実施 - 業界として情報セキュリティ標準が強く浸透
II 設計変更の即時対応	 欧米では工作機械メーカーと設計情報履歴共有の基盤構築	 他業界と比べニーズ自体が少なく、機密情報意識も強い - 一度定まった仕様を変更・調整するケースが少ない	 運航するための検査対応でトレーサビリティ必須 - Boeing: PLMシステムを活用
III 試作リードタイム最小化	 欧米ではデータ欠損なく連携されるため、効率的に試作品開発可能	 データ連携は2D図面にて行われ、不十分 - 3Dでは幾何公差情報が正しく伝わらず、工作機械メーカーが2Dを求めるケースも	 厳しい設計要求・検査対応のため徹底したデータ品質管理体制 - 人+システムによるチェック体制
	← 顧客が地域毎に分散	← 顧客は一極集中(電気・電子:アジア、航空:北米・欧州)	
	 : 業界全体として取組実施  : 一部企業で実施済  : 取組は未実施/限定的		

欧州／北米では設計領域における会社間を跨いだデータ連携など効率化を積極的に進めており、中国／日本をリードしている

	欧州/北米  	中国 	日本 
I 工作機械メーカーとの協業による設計品質向上	 設計領域で工作機械メーカーと協業実施	 工作機械メーカーの設計領域の協業は限定的 - 設計情報の秘匿性があるため、設計情報の連携が困難	 工作機械メーカーの設計領域の協業は、現状限定的だが拡大を検討しつつあり
II 設計変更の即時対応	 工作機械メーカーと設計情報履歴を共有する基盤構築	 図面情報の履歴が追跡できず、即時対応困難	 図面情報の履歴が追跡できず、即時対応困難
III 試作リードタイム最小化	 データ欠損なく連携されるため、効率的に試作品開発可能	 データ連携の課題が在り、リードタイムは長期化 その一方で、一部メーカーはエンジニアを内製化しており短期化(60日程度で納品)	 データ連携の課題により技術者のノウハウで対応 - データ欠損/設計情報の秘匿性により必要なデータが連携されない

● : 地域全体として取組実施

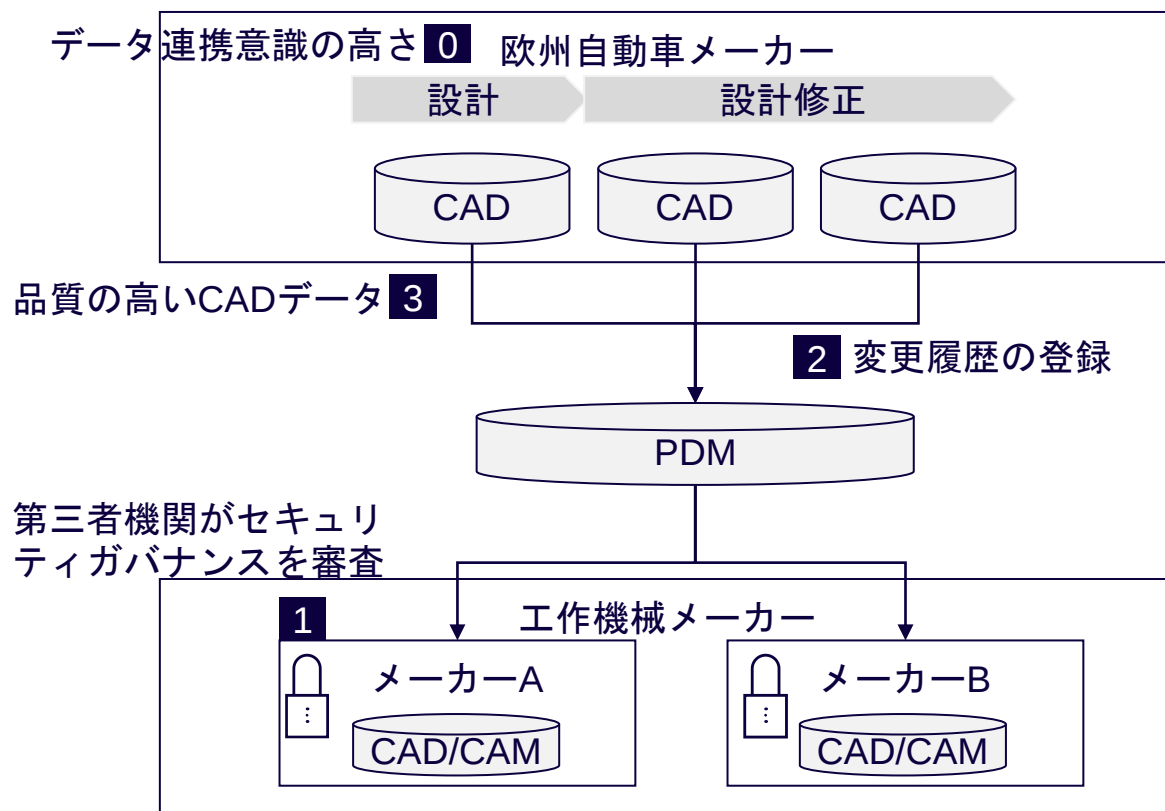
◐ : 一部企業で実施済

◑ : 一部企業で取組み開始

◒ : 取組は未実施/限定的

欧州自動車メーカーでは、PDMを活用した製造プロセス全般のシームレスなデータ連携に取り組んでおり、業界セキュリティ基準にも支えられフロントローディングが進んでいる

欧州自動車メーカーの事例

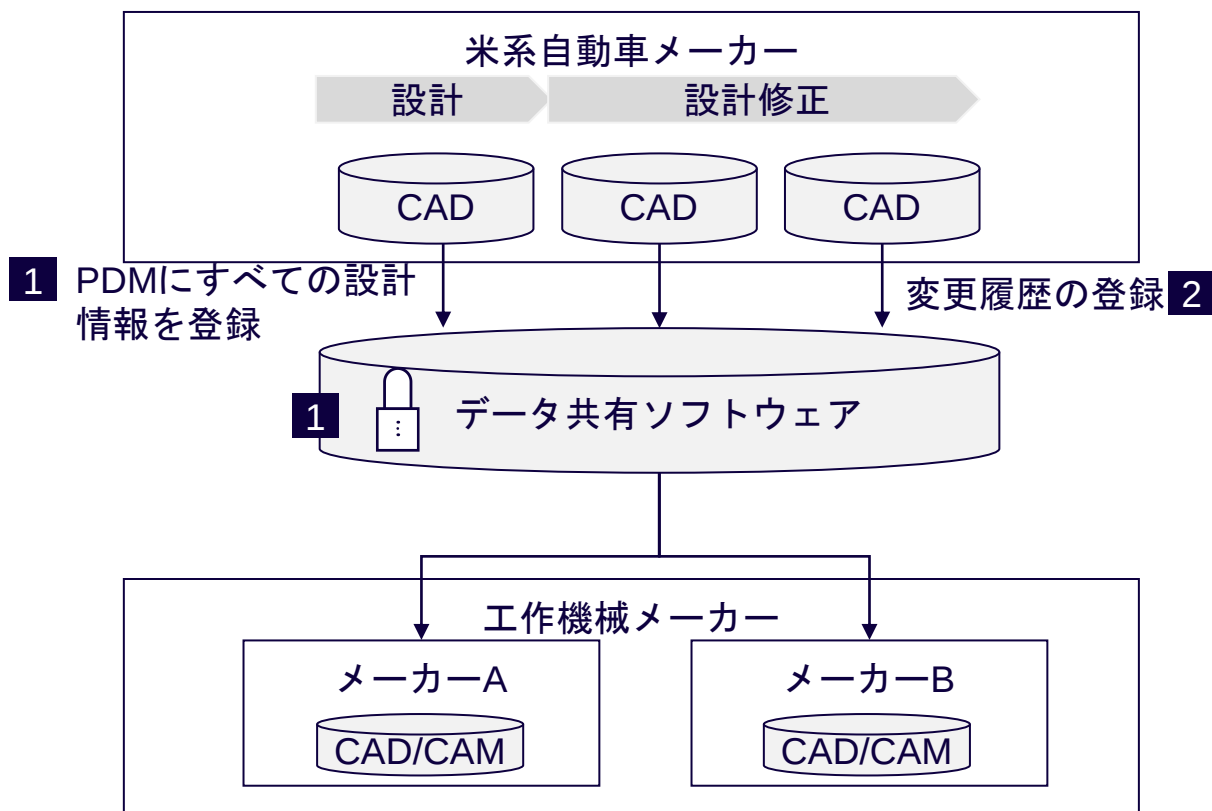


概要

- 0** サプライヤーとのデータ連携に対する意欲
 - Catena-X等の取組によりサプライヤーへデータ連携する意識の高さ
- 1** 第三者機関によるセキュリティガバナンス審査
 - 業界セキュリティ基準「TISAX」の認証を受けたサプライヤーへ連携するため、リスクが低い
- 2** 変更履歴情報共有基盤の構築
 - 設計変更の履歴をPDMシステムで管理しているため、設計情報の履歴を追跡可能
- 3** 欠損率の低いデータ連携
 - 業界団体が定義したデータ項目ガイダンスに従ってデータ連携

米系自動車メーカーでは、欧州自動車メーカーと同様の内製システムをクラウド環境で使用することで、データ連携において他の歴史ある自動車メーカーの一步先を行っている

米系自動車メーカーの事例



概要

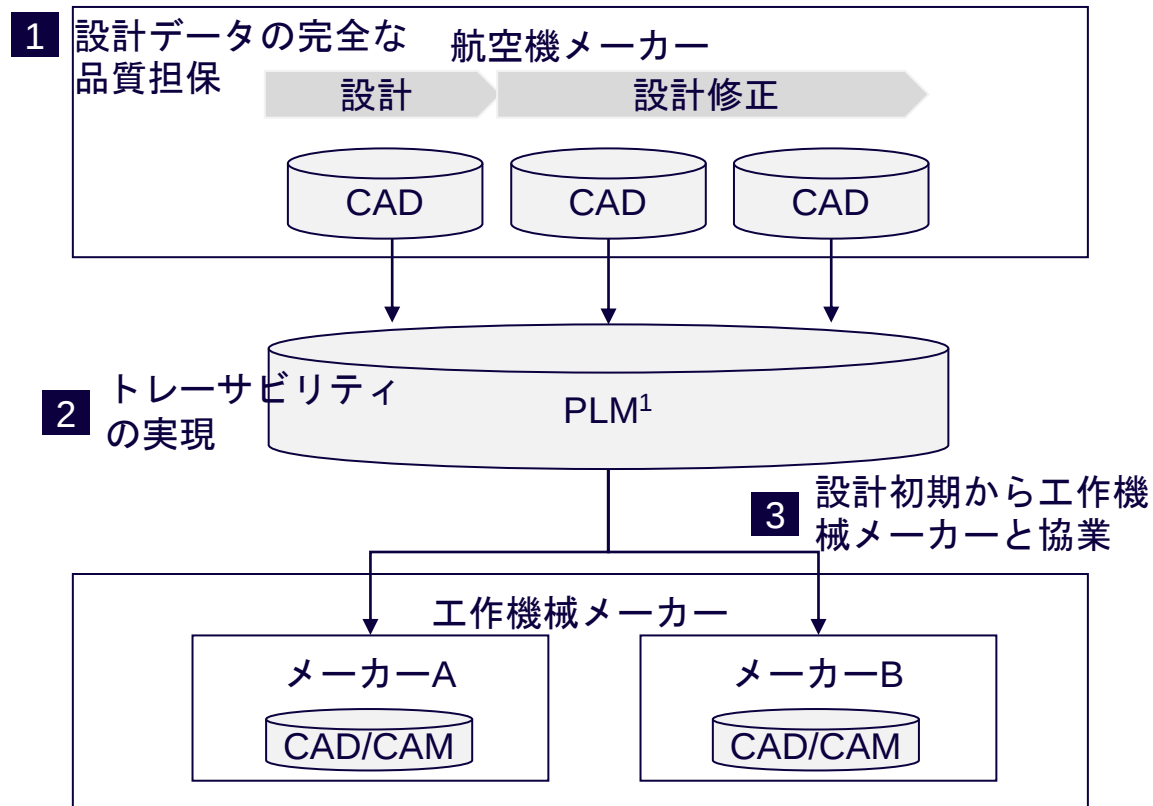
- 1**
高いセキュリティ基準/セキュアなクラウド基盤により設計情報を共有可能
 - 2**
変更履歴情報の共有
- 米系自動車メーカー内のセキュリティポリシーに則りデータ共有用のセキュアなクラウド基盤を構築
 - 上記クラウド基盤で情報共有することで、工作機械メーカーとの協業が可能
 - 自社内で構築したデータ共有ソフトウェアを活用

日本の半導体装置業界においては自動車業界と同様に設計情報の秘匿性の高さや熟練工により限られた情報でも品質の良い工作機械が作れることから、効率化は進んでいない状況

	対応状況	理由
I 工作機械メーカーとの協業による設計品質向上	協業は未実施	- 設計情報の情報漏洩リスク - 半導体ウェハ/ナノテクの変化により設計方法も変化が激しい - このような状況で設計情報の漏洩は競争力への影響が大 - 過去のノウハウにより協業の必要性が低い - 取引先との長期関係性から工作機械メーカーにノウハウが蓄積 - 協業せずとも高品質な工作機械が製造可能
II 設計変更の即時対応	n.a. (不明)	n.a.(不明)
III 試作リードタイム最小化	取引先とCAD/CAMシステムの共通化	- 長期取引のある顧客とのデータ連携の欠損防止 - 工作機械メーカーは過去のノウハウを武器に製造を行うことから、取引関係は硬直的 - そのため、CAD/CAMシステムを顧客側のシステムに合わせることで、システムの相違によるデータ連携不備を解消

航空機を運航するには行政機関の厳格な検査を必ず受ける必要があるため、設計データの品質や設計・製造におけるデータのトレーサビリティレベルは他業界と比べても高水準

航空機メーカー事例



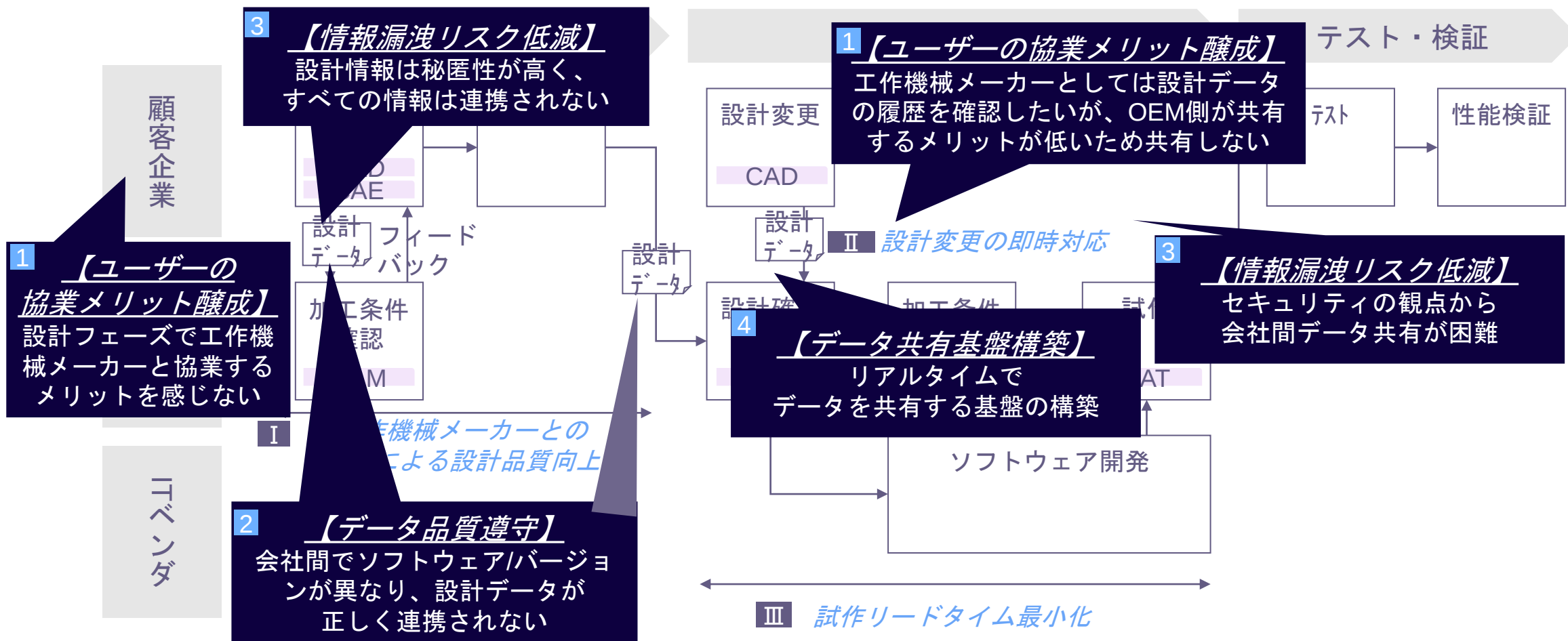
1. 「型式証明」「耐空証明」など
2. CMMC、NIST SP800-171や、民間機であればISO27001やISMS
出所：エキスパートインタビュー、国土交通省「現行の航空機検査制度の概要」

概要

- 1**
ソフトウェア＋人による徹底したデータ品質管理体制
 - 機体に関する設計要求だけでも数万件存在し、必ず守る必要がある
 - データ品質を全工程を通じて保つ
 - 工作機械メーカーも同一メーカーのソフトを使用
- 2**
PLMシステム上でのトレーサビリティの実現
 - 運航に必要な証明¹の中に設計・製造過程の検査が含まれ、トレーサビリティの実現は必須
- 3**
初期から工作機械メーカーとの協業を行う
 - 情報セキュリティ標準も軍用機用含め多数存在²

データ連携／情報漏洩リスク低減に向けた「仕組み」の構築に加えて、顧客企業における「工作機械メーカーとの協業メリット醸成」も必要

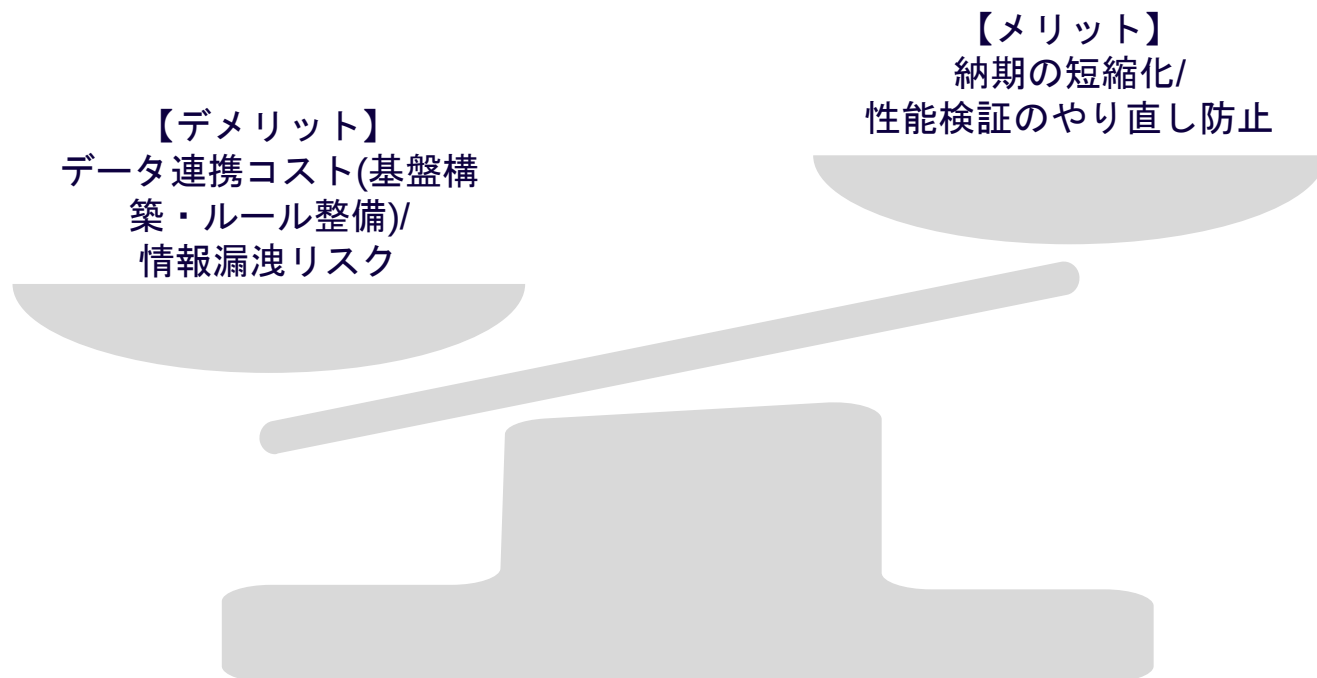
在りたい姿を実現するための課題



協業のメリットは理解しつつも、ルールや仕組み整備に向けたデメリットにより心理的ハードルが高い

顧客目線での工作機械メーカーとの協業メリット/デメリットイメージ

(例)：日本における自動車業界の事例
現状、工作機械メーカーの長年のノウハウにより効率的に工作機械が作れているため、協業のメリットが低い状況



課題と必要な取組方向性

協業メリットは理解しつつも、デメリットが大きく心理的ハードルが高い状況

- 現状顧客目線で工作機械の発注において、工作機械メーカーも多数存在するため、納期のリードタイム長期化の課題感は低い
- その一方で、今後、設計プロセスを変更することによるコスト増を踏まえると積極的にプロセスを変更する理由がない

行政/業界団体による心理的ハードルの引き下げや協業に向けた危機意識の醸成が必要

協業に向けてはデータ連携の心理的ハードルの引き下げに加えて、協業に向けた危機意識の醸成が必要

協業メリット醸成に向けた取組方向性

2 経営層の心理的ハードル引き下げ

- ・ サプライヤーが多岐に渡ることからデータ漏洩のリスクから心理的ハードルが高い

顧客企業

1 ユーザーの危機意識醸成

- ・ OEM目線では協業のデメリット（セキュリティリスク/仕組み構築のコスト）あり
- ・ その中で、協業に向けた危機意識が芽生え協業のメリットを醸成

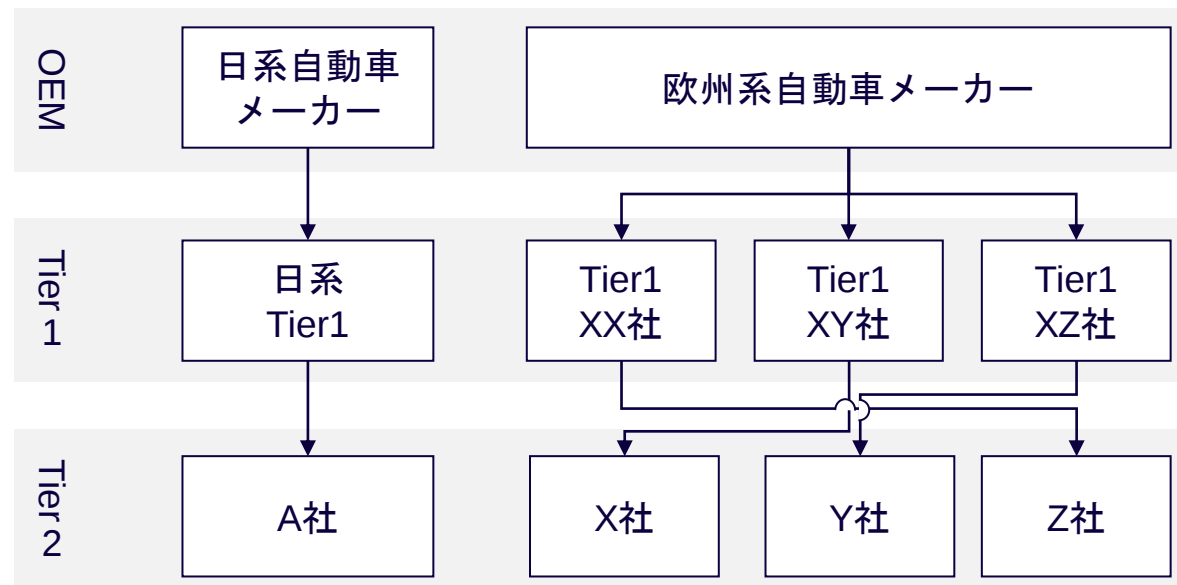
欧州で危機意識が芽生える理由

- ・ 欧州は特定サプライヤーへの依存度が低いことから、日本と違い現場解決力が低く、設計段階で非効率が発生

サプライヤー構造の日本/欧州の違い

日本

欧州



ソフトウェアの互換性の低さと情報漏洩リスクからデータ連携が不完全な状況。そのため、データ品質遵守と情報漏洩リスク低減により情報共有の仕組み構築が必要

工作機械メーカー目線での試作加工に必要な情報

試作加工に必要なデータ	図面情報	幾何学情報	曲線の長さ
			曲率
		公差/寸法情報	幾何公差
			寸法
	加工品の製造情報	材料情報	使用する材料
			材料の性能
		組立方法	部品間の接続方法
			組立順番
		性能情報	耐久性
			コスト

情報共有の問題

異なるソフトウェアでは互換性が低く、情報共有されない

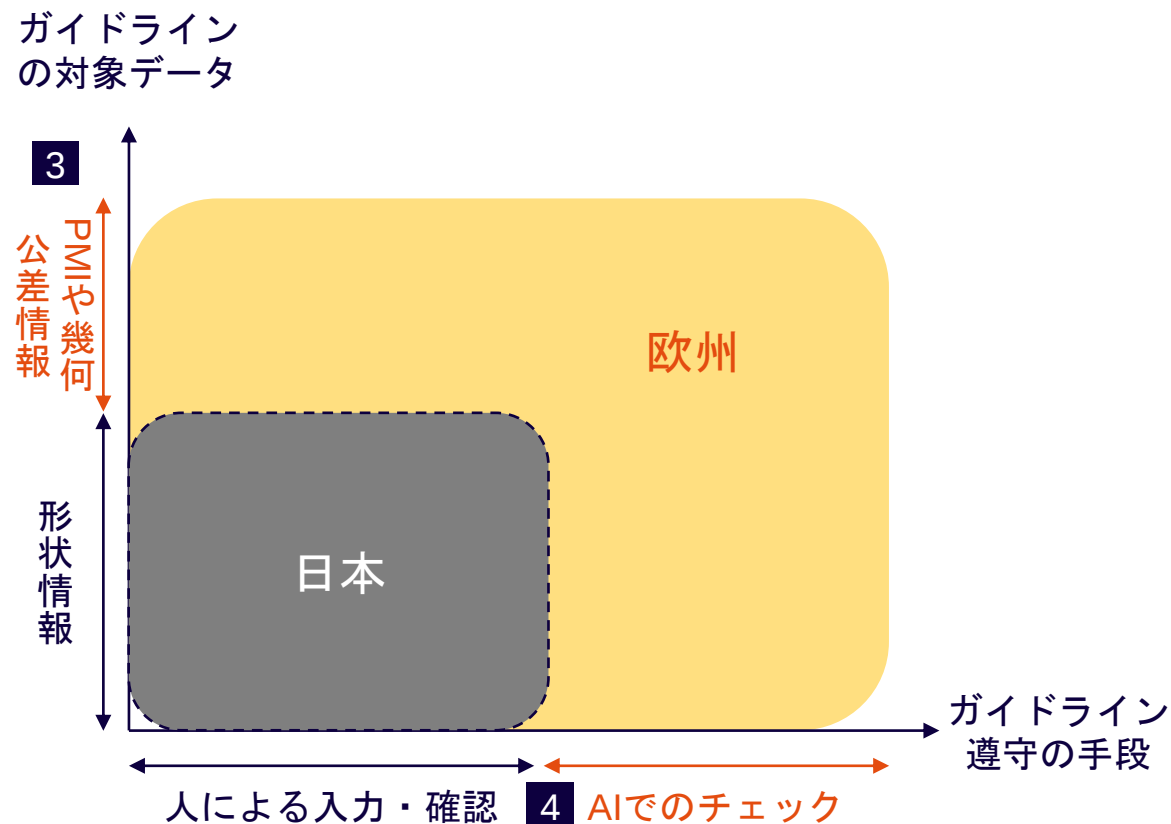
秘匿性が高い情報のため、情報提供を避ける
(万が一、他メーカーに情報が漏れることを危惧)

課題と成功のポイント

2 データ品質遵守	3 データガイドライン構築 (PMI / 幾何公差含む)
	4 データ入力補正自動化 (脱属人化)
3 情報漏洩リスク低減	5 セキュリティガイドライン (TISAX)定義
	6 業界団体による トップダウン推進
	7 ガイドライン遵守の インセンティブ構築
	8 ガイドライン運用・改善

業界団体であるVDA主導で必要な情報を網羅した規格をトップダウンで策定したこと、人に頼らずソフトウェア側で解決を図ったことが欧州でのデータ品質管理成功のポイント

中間ファイルのデータ互換性を担保するための枠組み（日欧比較）



欧州での成功ポイント

3 3Dモデルに必要な情報が全て網羅

- 設計データの品質が悪い場合にサプライヤ側で意を汲んで修正することではなく、OEM側の工数が増えるのみ
- よって、設計データの品質向上はOEMニーズとして強くあり、VDA*主導でのガイドライン策定が実現

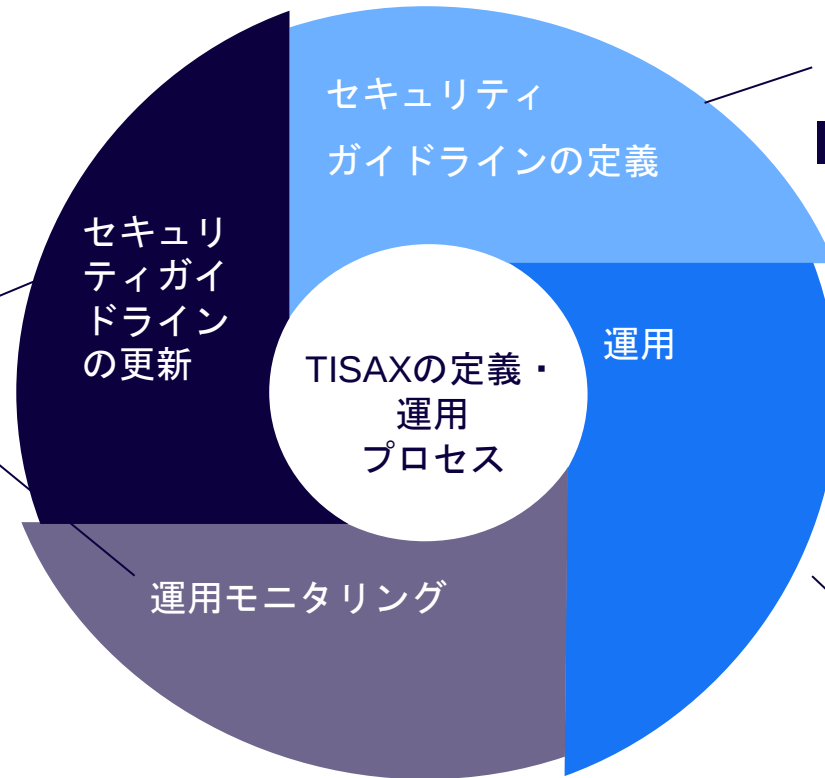
4 AIによるガイドライン遵守のチェック (ソフトウェアによるソリューション)

- Siemens NX、Dassault CATIA、PTC Creoなど主要システムは全てVDAガイドラインチェックの仕組みを内包

TISAX成功に向けて、トップダウンでの推進とOEM参画による納得感のあるガイドラインの整備が重要。更に運用面での体制構築/インセンティブ設計の考慮も必要

8 ENX AssociationによるTISAX運用のコミットメント

- TISAX運用が形骸化しないよう運用状況やガイドラインの問題点をチェック
- 随時、ガイドインを更新



6 VDAによるトップダウンでの推進

- 複数のサプライヤーが関わるためトップダウンで問題解決を図る

5 ISO27001を基にセキュリティガイドライン構築

- OEM主導でISO¹を基にガイドラインをカスタマイズすることで納得感醸成
- 更にサプライヤはISOをすでに準拠していることから低コストで参画可能

7 サプライヤーに対する強制力・インセンティブの醸成

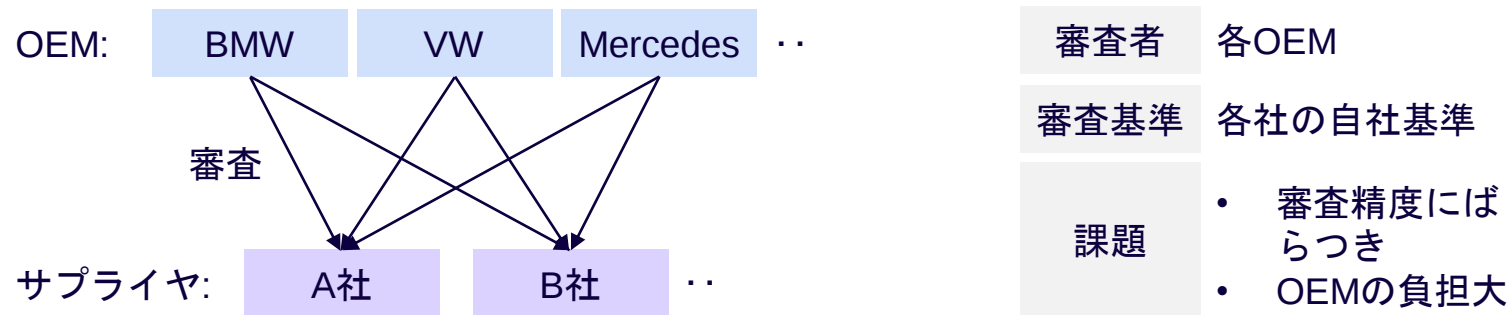
- 大手OEMが契約の条件としてTISAX加入を義務化（見積もり取得時にも義務化しつつある）
一部サプライヤには助成金も補助

1. ISO/IEC 27001（情報セキュリティマネジメントシステム）

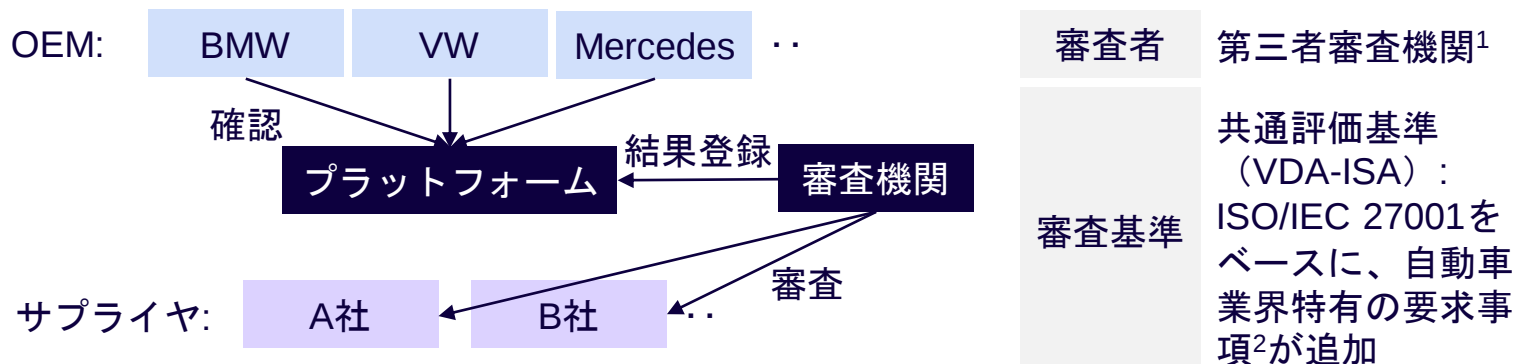
出所：TISAXウェブサイト、エキスパートインタビューを基にADL分析

ドイツではBMWやVW等の主要OEMが、業界団体も巻き込みつつ、自動車業界における統一化された高度で効率的な情報セキュリティ審査の仕組みであるTISAXを2017年に確立

TISAX策定前後のセキュリティ審査の仕組み



TISAX策定後



TISAXに関わる各組織の概要・役割

VDA (ドイツ自動車工業会)
BMW等主要OEM、サプライヤを含む650社以上で構成

- 評価基準 (VDA-ISA) を策定

ENX Association
(欧州自動車業界団体)
Audi, BMW, Bosch, Ford, VWなど
OEM・サプライヤ大手11社
+独VDA、仏GALIA、英SMMTの計
3か国の業界団体が参画

- 審査機関の承認やプラットフォームの運用
- TISAXが正しく運用されていることの責任を負う

審査機関

- 審査対象の審査・結果の登録

1. ビューローベリタス、PwC、デロイト、EY、BSI等、現時点で15の機関がENXより審査機関として承認されている

2. 開発プロセスにおける設計データの交換、およびネットワーク化された生産システム間の自動データ交換など

出所：各種ウェブサイト (ビューローベリタスジャパン、ENX、VDA、GALIA)

サプライヤーに対してTISAX加入のインセンティブを持たせるためにサプライヤー選定基準の一要素としてTISAX加入を実質義務化

TISAXのOEMによる義務化

- BMWやVW等の大手OEMはサプライヤーに対してTISAX加入を義務化

● Why TISAX?

Increasing industry on information and cyber security as more connected technology is adopted, large amounts of confidential and sensitive information is being exchanged.

Mandated by OEM's, including BMW, Mercedes Benz and VW. More expected to follow.

Information needs to be protected from theft, manipulation and loss.

TISAXの普及度合い/取得のインセンティブ

- TISAXの仕組みには**世界で3,000社以上が参加**
- 主にサプライヤーやITベンダーが対象**
 - 従来の自動車SCには入っていなかったITベンダー等が多く関わり始める中で、SC全体のセキュリティを担保するために策定
 - 大手工作機械メーカーで取得しているのはGROB等の一部のみ
- サプライヤーやITベンダーにとっても**TISAX取得のメリットあり**
 - 新規契約獲得や既存契約延長を円滑に

● The benefits of TISAX



Standardizes automotive-specific requirements for information security



Business development opportunities thanks to industry-wide recognition



Avoids duplication of assessments and allows common recognition of results



Facilitates renewal of existing supplier contracts



Provides efficiencies for manufacturers and suppliers



Inspires confidence and trust across the automotive supply chain

課題解決に向けては大きく9個のポイントを抑える必要有

課題（前頁）		解決の方向性/欧州での成功ポイント	
1 ユーザーの協業メリット醸成 加工に必要なデータ連携 2 データ品質遵守 3 情報漏洩リスク低減 4 データ共有基盤構築		1 ユーザーの危機意識醸成	欧州ではサプライヤーと協業しない事によるデメリット（品質悪化／納期遅れ）が顕在化し、OEM間で危機意識が醸成
		2 経営層の心理的ハードル引き下げ	データ連携に対する心理的ハードル押し下げ（例：クラウド上でデータ連携しても問題ない 等）
		3 データガイドライン構築（PMI / 幾何公差含む）	VDAが主体となってPMI／幾何公差を含めたデータガイドラインを標準化
		4 データ入力補正自動化（脱属人化）	データガイドラインを遵守させるべく、入力値をチェックする補助ツールを開発・導入
		5 セキュリティガイドライン定義	既存サプライヤもISOに準拠したガイドラインを構築することでOEMの納得感を醸成
		6 業界団体によるトップダウン推進	サプライチェーンが多岐に渡り関係者も多い為、業界団体によるトップダウン推進
		7 ガイドライン遵守のインセンティブ構築	- サプライヤー選定基準としてTISAX加入を義務化 - VDAから一部サプライヤーへ補助金支援
		8 ガイドライン運用・改善	運用を形骸化させないために大手OEM／サプライヤーが参画するENXがルールの実運用に責任を持つ
		9 セキュアなデータ共有基盤構築	工作機械メーカーとの協業に向けデータ共有基盤(PDM)を構築

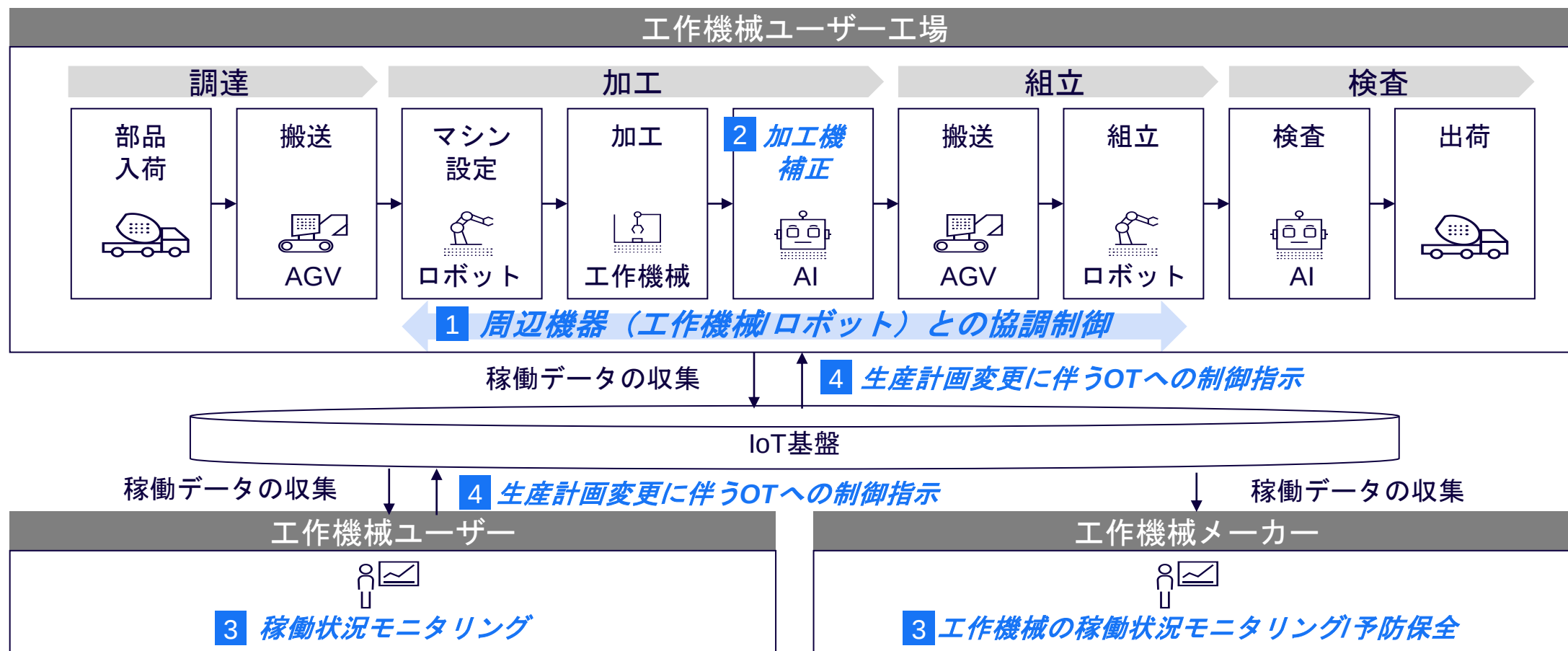
- プロジェクト全体像(企画書から再掲)

- 1 日本工作機械メーカーの提供価値変化の必要性
 - 1-1. 国内工作機械メーカーのこれまでの提供価値
 - 1-2. 外部環境変化に伴う国内工作機械メーカーの機会
 - 1-3. 国内工作機械メーカーにとっての脅威
 - 1-4. 将来的な提供価値変化の必要性
- 2 工作機械ユーザーの在りたい姿と海外プレイヤー/標準化の動向
 - 2-1. 海外動向調査の視点／観点
 - 2-2. デジタル化への対応に係る海外動向(ソフト)
 - 2-2-1. 設計プロセス効率化 ～ 効率的なCAD/CAM連携を目指して
 - 2-2-2. 生産プロセス効率化 ～ スマートファクトリーへの対応
 - 2-3. 工作機械技術強化に係る海外動向(ハード)
 - 2-3-1. マシニングセンタ/ターニングセンタ
 - 2-3-2. 板金レーザ加工機/NC放電加工機
 - 2-3-3. NC研削盤
- 3 日本の現状と海外とのギャップ

- 4 ギャップを踏まえた日本の工作機械メーカーの必要アクションとルール整備

工作機械/周辺機器との協調による完全自動化するとともに、リモートでの工場稼働監視/設備の制御指示により工場の省人化を目指す

生産プロセス効率化の将来像



欧州/北米/中国では工作機械のインターフェース規格の標準化により、協調制御や稼働状況モニタリングで日本より先行している状況

	欧州/北米  	中国 	日本 
1 周辺機器との 協調制御	● OTのIF ¹⁾ 共通化(*)に伴い 一定協調制御は実現 (*)規格名 - 米国：MTconnect ²⁾ - 欧州：umati ³⁾	● OTのIF ¹⁾ 共通化(*)に伴い 一定協調制御は実現 (*)規格名 - NC-Link	◐ IoTベンダー主導でエッジ コンピューティングとし て標準化を推進
2 加工機の 自動補正	● AIによる加工機の自動補 正はサービス提供	◐ 自動補正は一部企業のみ 進んでいるが欧州/日本よ りは劣位	● AIによる加工機の自動補 正はサービス提供
3 稼働状況 モニタリング (OT→IT)	● umati等の取組により工作 機械/ロボットを統合的に モニタリング可能	● NC-Linkにより工作機械/ ロボットを統合的にモニ タリング可能	◐ IoTベンダー主導でエッジ コンピューティングとし て標準化を推進
4 OTへの 制御指示 (IT→OT)	◐ ITからOTへの制御指示は 周辺データが分断	◐ ITからOTへの制御指示は 周辺データが分断	◐ ITからOTへの制御指示は 周辺データが分断

●：地域全体として取組実施(効果創出) ◐：一部企業で実施済 ◑：取組は未実施/限定的
1)IF：インターフェースの略、2)AMT（米国製造技術協会）が主導して定義、3)VDW（ドイツ工作機械工業会）が主導して定義
出所：エキスパートインタビュー

米国・中国においても欧州同様インターフェースの標準化がトップダウンで推進される一方、日本ではビジネスを目的とした民間企業によるボトムアップの取組みが行われている

		欧州 (umati) 	米国 (MTConnect) 	中国 (NC-Link) 	日本 (Edgecross) 
目的		標準化の規格策定	標準化の規格策定	標準化の規格策定	エッジコンピューティングのソリューション提供
経緯		Industry4.0推進の中でユーザー企業からの標準化要請	ユーザー企業からの要請に基づき業界団体が主導	製造業強化の国策の中でトップダウンで標準化を推進	顧客企業のスマートファクトリー化が進まないため、IoTベンダーが検討開始
推進主体		VDW ¹ 、VDMA ²	AMT ³	CMTBA ⁴	民間企業
パートナー/会員数		約300 (2023/9時点)	400以上 (HP情報)	30以上 (HP情報)	360以上 (2021/5時点)
標準化対象	アプリ	✓ (稼働監視システム)	-	✓ (稼働監視システム)	✓ (稼働監視/予防保全等)
	ネットワーク	✓ (OPC UA)	✓ (HTTP)	✓ (NC Link)	✓ (OPC UA等他多数)
	データ	✓ (umati)	✓ (MTConnect)	✓ (NC Link)	✓ (n.a.)
対象機器接続	工作機械	✓	✓	✓	✓
	他設備等	✓ (現状は未接続)	✓	✓ (現状は未接続)	✓

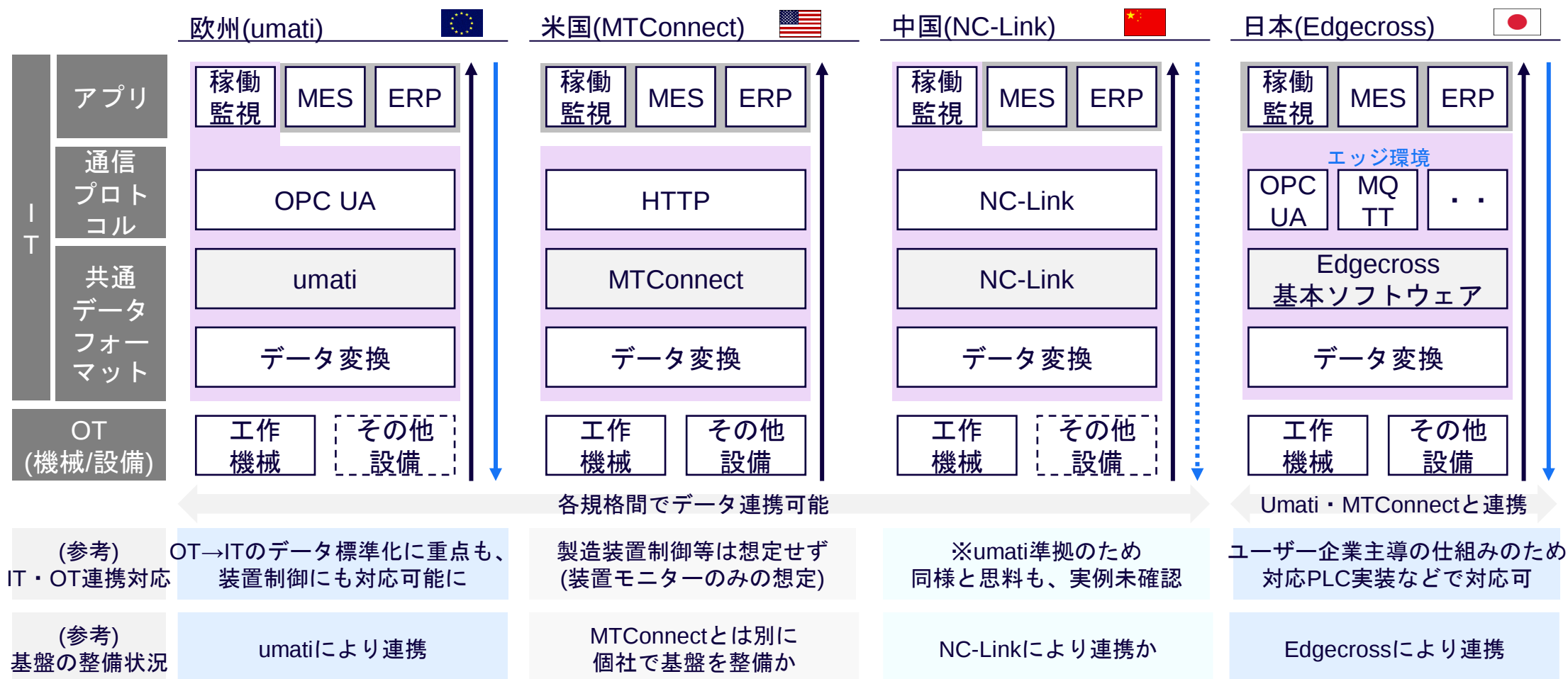
1. ドイツ工作機械工業会 2. ドイツ機械工業連盟 3. 米国製造技術協会 4. 中国工作機械工業会

出所：各種規格ウェブサイト、エキスパートインタビュー

欧州/北米/中国の標準規格は相互にデータの受け渡しが可能

→ : OT→ITのデータの流れ
→ : IT→OTの生産計画に基づく制御指示など
 : 標準化対象 点線 : 現時点では未実現
 : 個社対応

各国の標準化対応範囲

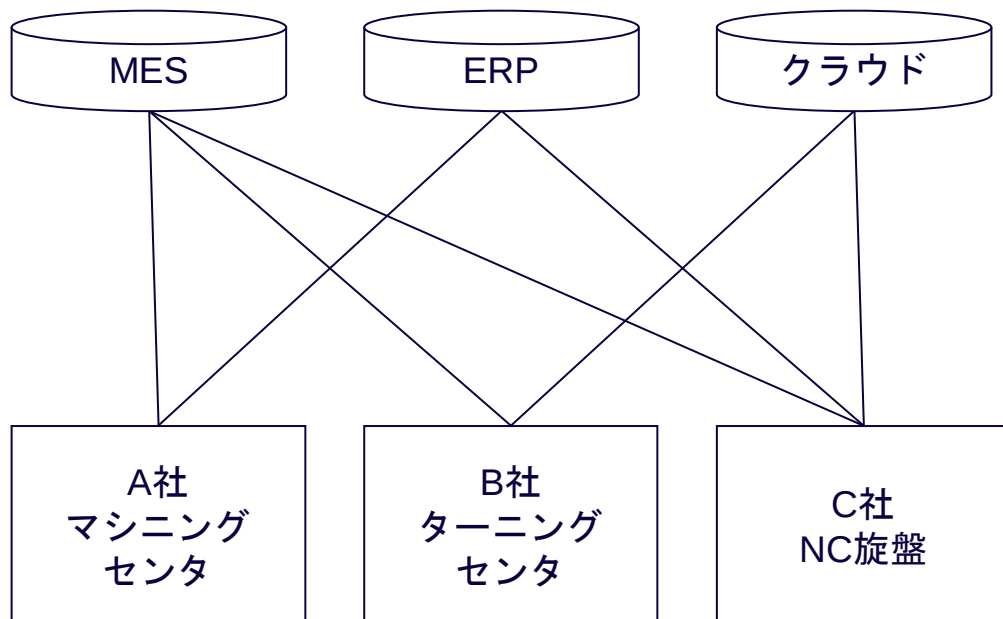




umatiはデータフォーマットとネットワークを統一化した規格で、従来の個別対応のコストを低減可能

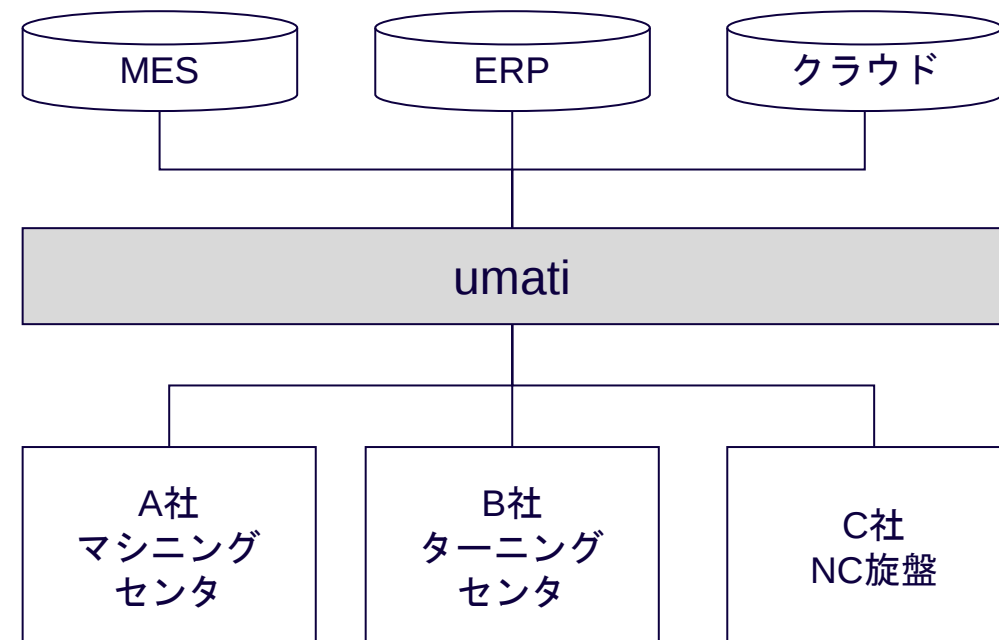
メーカー・機械ごとに個別開発

- ネットワークが異なるため、システムに接続するために個別のネットワーク対応が必要
- 工作機械ごとにデータフォーマットが異なるため、個別にデータ変換対応が必要



umatiによる標準化

- umatiでデータフォーマット/ネットワークを統一化することで、個別対応が不要になる



標準化を進める上では自国での標準化ルールの定義とグローバル連携のプロセスで各々課題有

標準化プロセス

課題

インターフェース 標準化

1 工作機械メーカーの メリット醸成

- 標準化のルール定義対応は工作機械メーカー目線で**一定のコスト負担有**（インターフェース連携/検討コスト）
- そのため、いかに**メリットを醸成させ規格化への協力を仰ぐか**が課題

2 標準化推進加速

- 標準化に向けては、**複数のステークホルダーが関係するため、合意形成に一定の時間を要する**
- その中で、検討のスピードを上げるための推進体制構築が課題

グローバル連携

3 規格間の互換性

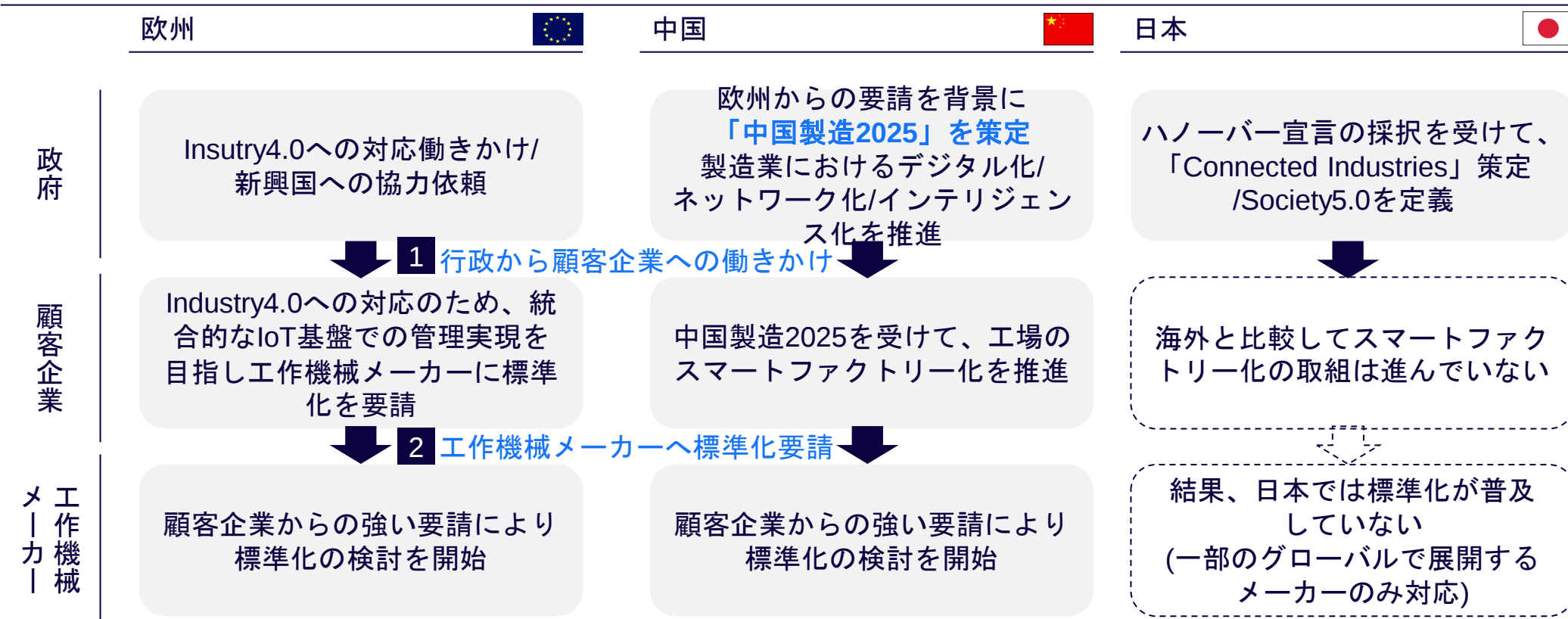
- 現状、北米/欧州/中国の各々で標準化が定義されている状況
- その一方で、各工作機械メーカーはグローバル展開していることから、**各規格が連携していないとユーザーとして統合的に工作機械のデータを収集することが困難**

4 国際標準化対応

- 現状は一部の工作機械のみが標準化に準拠しているが、**今後は更に標準化の範囲が拡張する予定**
- 標準化のルール定義は国際会議の中で検討されていることから、**その中で自国が不利にならないような標準化への対応が必要**

中国／欧州では、行政からのトップダウンによる働きかけに伴い、ユーザー企業から工作機械メーカーへ標準化を要請

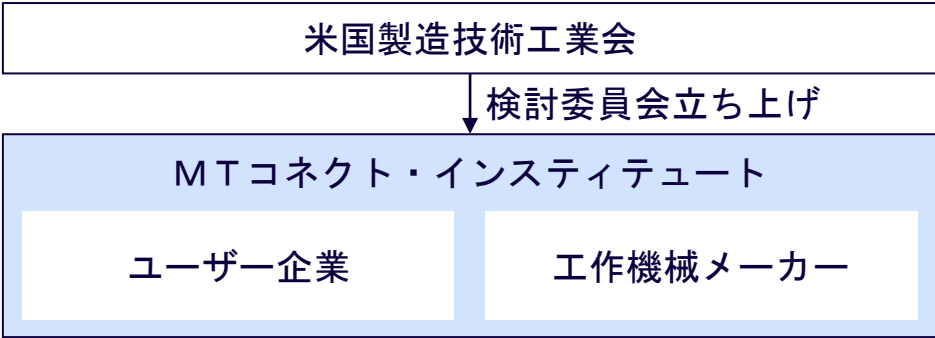
各国の標準化の取組比較



日本で標準化を普及させるためには、顧客企業におけるスマートファクトリーの浸透が必要

複数ステークホルダーがいることから、トップダウンでの標準化推進が必要

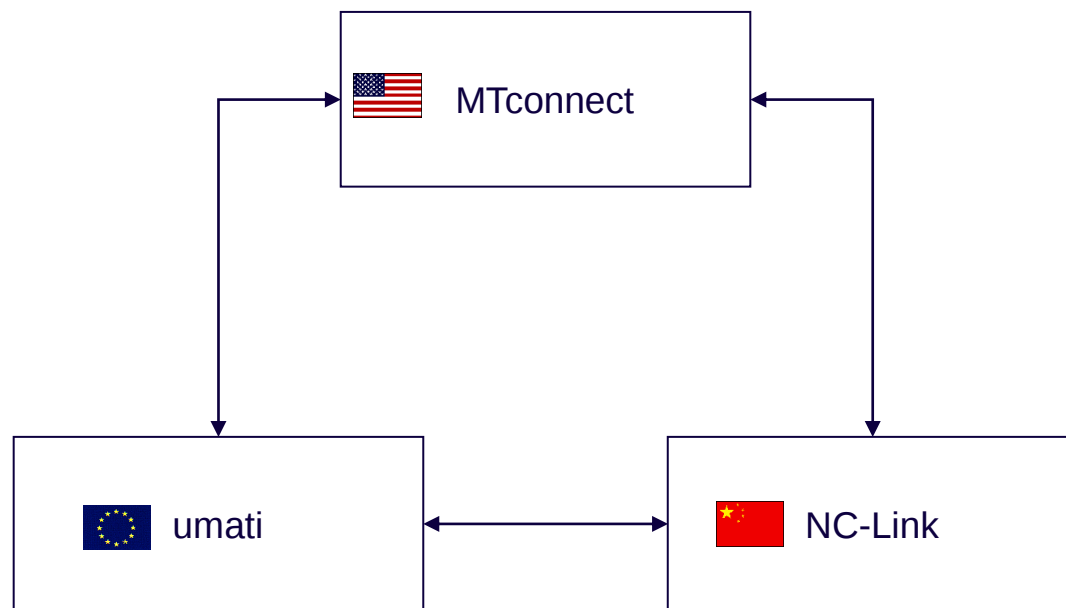
標準化に向けた各国の推進体制

		パターン①：工作機械業界団体主導 	パターン②：標準化委員立ち上げ 
Pros/Cons	イメージ		
	コスト対応 推進力	○ - 工作機械メーカーが有利になる形で標準化を進められることから、標準化の対応コストを最小化 △ - 他業界との合意形成に時間を要する	△ - 大手メーカーが主導するため、工作機械メーカーの意向が反映されづらい ○ - トップダウンで進めるため標準化の合意形成の時間は短縮可能

標準化の推進主体が各国の標準化委員会と調整・連携しながら規格間のデータ連携を実現する必要有

規格の連携状況

北米/中国/欧州で各規格間のデータ受け渡しが可能
⇒規格が異なってもユーザー企業は統合的なデータ収集が可能



規格連携に向けた成功のポイント

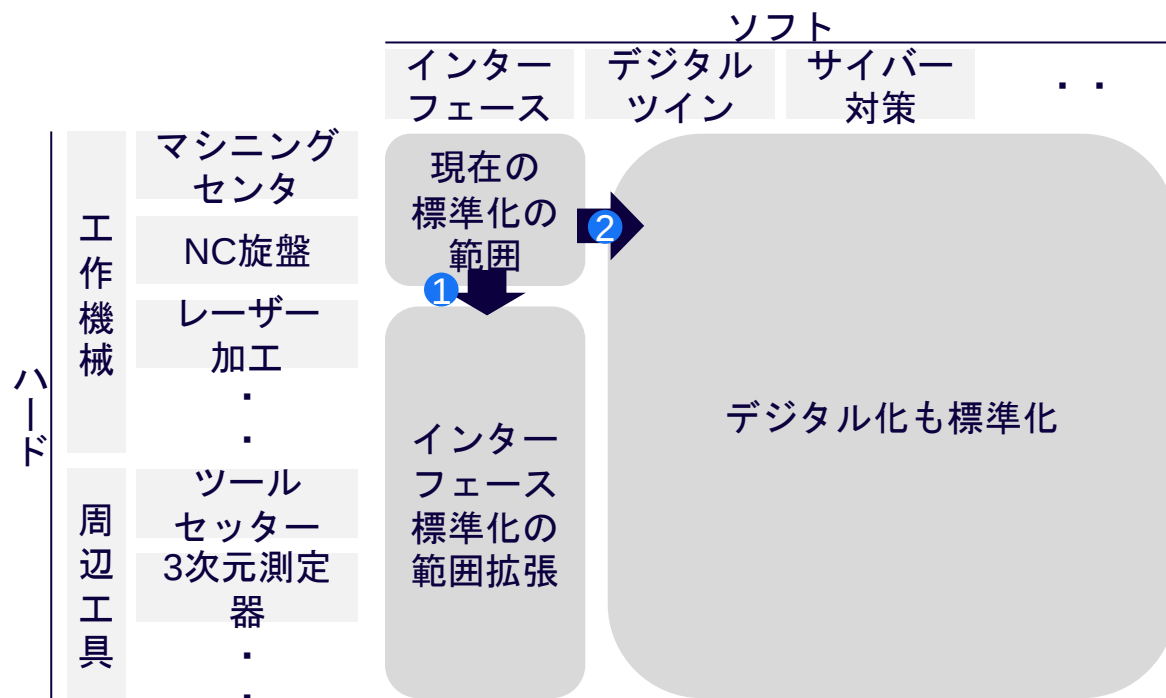
- 各国の推進体制間での調整が必要
 - ① [欧州⇄中国]中国の工作機械工業会が主体となりVDWと調整
 - ② [北米⇄中国]MTコネクトインスティテュートと中国工作機械工業会が調整
 - ③ [北米⇄欧州] MTコネクトインスティテュートがVDWと調整しMTconnectのバージョンを改定

日本独自の標準化の規格を作る場合、日本工作機械工業会がイニシアティブをとって各国との連携を主導する必要有

今後標準化の範囲は順次拡大する予定で、グローバルで規格を統一化するためISO/TCの国際会議で規格を決定している状況

標準化の範囲の拡張

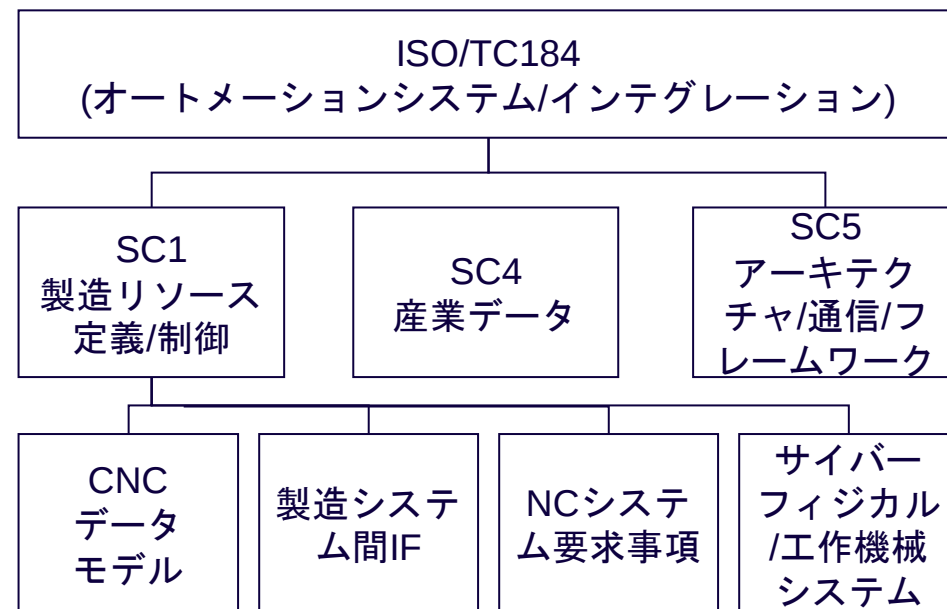
- ① 工作機械に留まらず周辺器具まで標準化を拡張
- ② インターフェースだけでなくデジタルツイン等も標準化を拡張



国際会議での検討/中国の動向

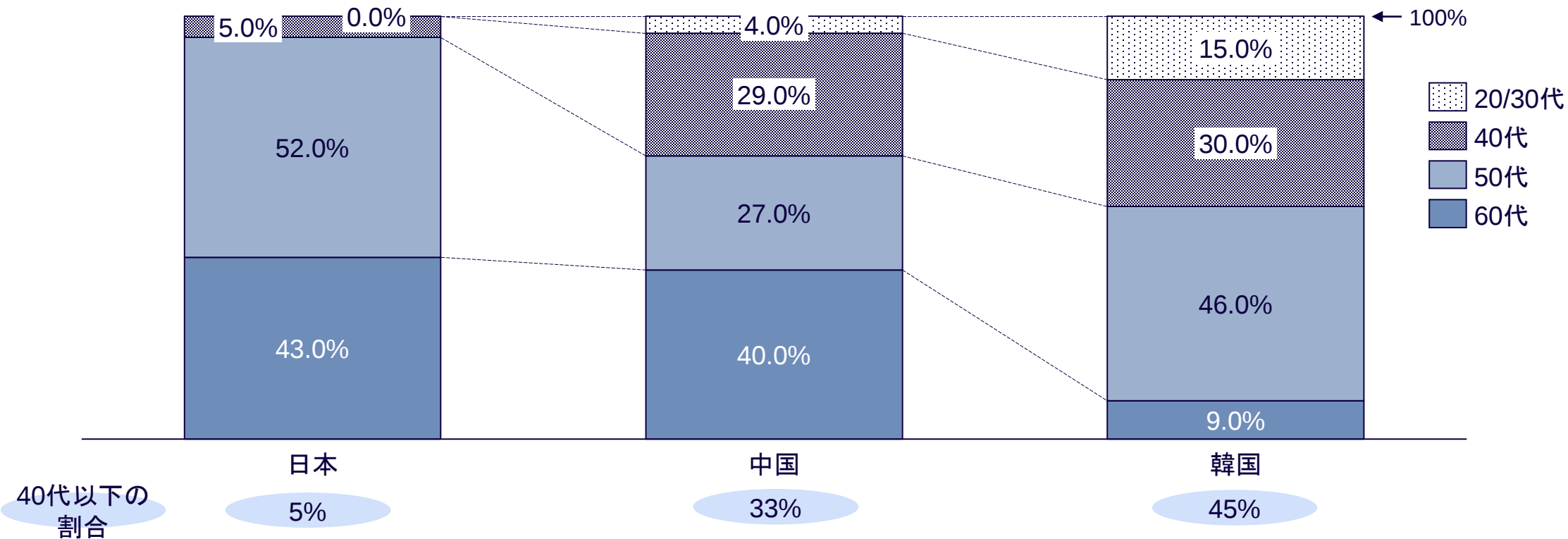
- 各標準化のルールをISO/TCの国際会議で決定
- 工作機械最大手の中国も各種WGに参加

国際会議での検討体制



中国や韓国などの新興国はデジタル化の幅広いテーマの国際標準化にも対応できるようITリテラシーの高い若手人材を登用

ISO/ICE国際会議参加者の年齢構成

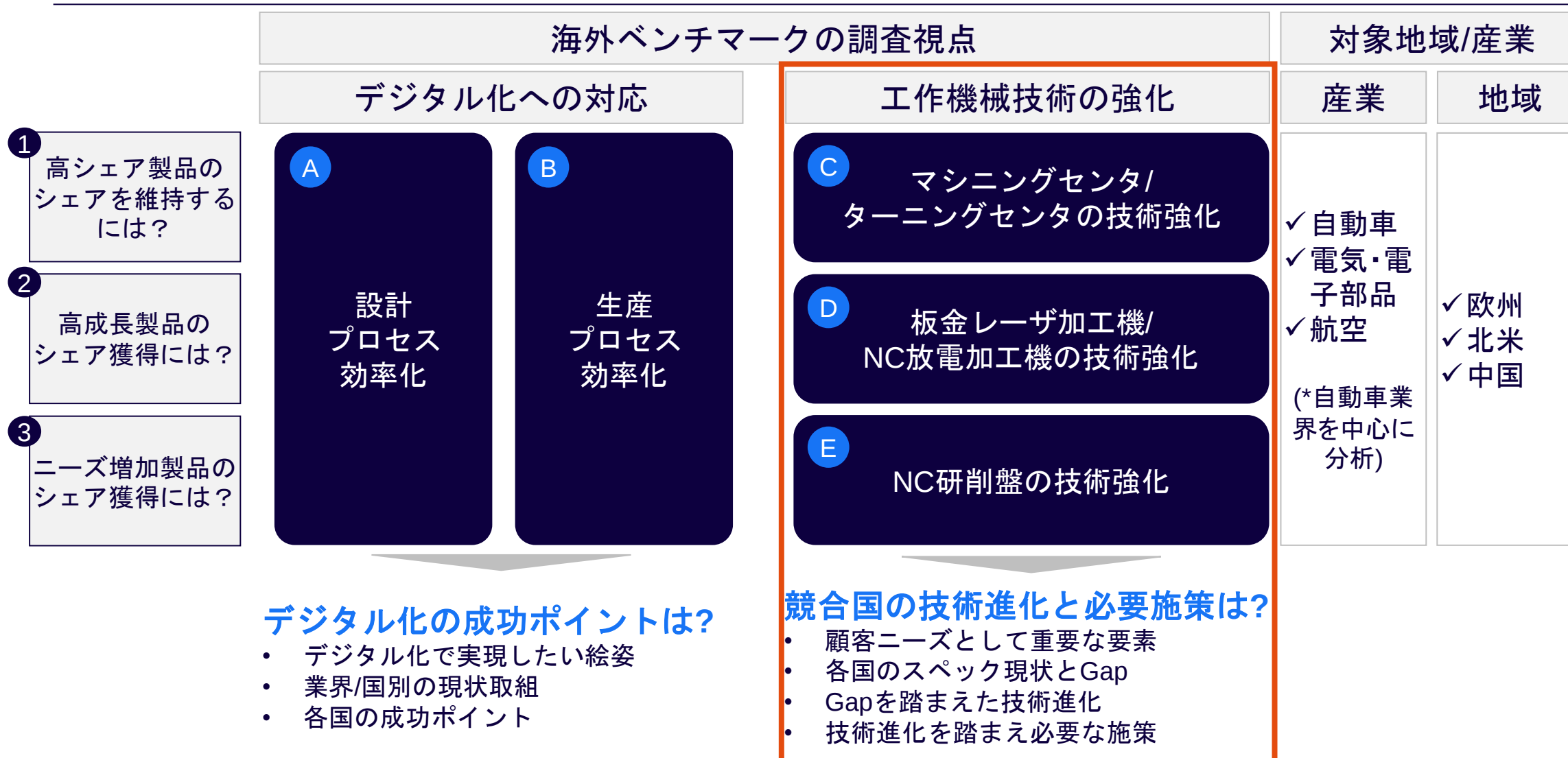


各種課題に対して、海外の動向を踏まえて大きく5つの成功ポイントを抑える必要有

課題	成功のポイント		推進主体		
			行政	顧客	工作機械
1 工作機械メーカーの メリット醸成	工作機械 メーカーへ 標準化対応 を要請	1 行政によるスマート ファクトリー推進	✓		
		2 工作機械メーカーへの 標準化要請		✓	
2 標準化推進加速	3 トップダウンでの標準化推進	- 顧客企業のスマートファクトリー化を促進させるための行政からの働きかけ - 顧客企業でスマートファクトリー化が浸透することで、工作機械メーカーへ標準化対応を要請			✓
3 規格間の互換性	4 グローバルでの規格間連携	- 国全体として画一的な標準化を実現するため、大手工作機械メーカーを入れてのトップダウンでの推進が望ましい - 北米/欧州/中国の各々で規格があるため、グローバル間での連携が必要			✓
4 国際標準化対応	5 標準化関連の国際会議における IT人材登用	標準化のテーマは多岐に渡ることから、各テーマに対応可能なITリテラシーの高い人員を検討メンバーとして確保する必要有	✓		✓

- プロジェクト全体像(企画書から再掲)
- 1 日本工作機械メーカーの提供価値変化の必要性
 - 1-1. 国内工作機械メーカーのこれまでの提供価値
 - 1-2. 外部環境変化に伴う国内工作機械メーカーの機会
 - 1-3. 国内工作機械メーカーにとっての脅威
 - 1-4. 将来的な提供価値変化の必要性
- 2 工作機械ユーザーの在りたい姿と海外プレイヤー/標準化の動向
 - 2-1. 海外動向調査の視点／観点
 - 2-2. デジタル化への対応に係る海外動向(ソフト)
 - 2-2-1. 設計プロセス効率化 ～ 効率的なCAD/CAM連携を目指して
 - 2-2-2. 生産プロセス効率化 ～ スマートファクトリーへの対応
 - 2-3. 工作機械技術強化に係る海外動向(ハード)
 - 2-3-1. マシニングセンタ/ターニングセンタ
 - 2-3-2. 板金レーザ加工機/NC放電加工機
 - 2-3-3. NC研削盤
- 3 日本の現状と海外とのギャップ
- 4 ギャップを踏まえた日本の工作機械メーカーの必要アクションとルール整備

海外動向調査のフレーム



各工作機械において将来的に重要となる顧客ニーズに加え、国内／欧州／中国の各工作機械メーカーにおける「ニーズ（要件）毎の技術開発動向」を比較

	概要	顧客ニーズ ／要件	要件毎の <u>地域比較</u>	国内の 課題	成功の ポイント
C マシニングセンタ/ ターニングセンタの技術強化	—	✓ ➢ 耐久性/精密性 ➢ 生産性/省人化 省エネ	✓  技術評価項目含	✓	✓
D 板金レーザ加工機/ NC放電加工機の技術強化	✓ ➢ 板金レーザー ➢ NC放電加工	✓ ➢ 精密性/品質 ➢ 生産性 ➢ 省エネ	✓ 	✓	✓
E NC研削盤の技術強化	✓ ➢ 平面研削盤 ➢ 円筒研削盤 ➢ 内面研削盤 ➢ 歯車研削盤	✓ ➢ 精密性 ➢ 生産性 ➢ 自動化	✓ 	—	—

日本の強みである耐久性/精密性により、日本の技術的優位性は当面維持される見通し
但し、中国に対抗するため、中堅メーカーはソフトウェア開発強化による性能向上は必須

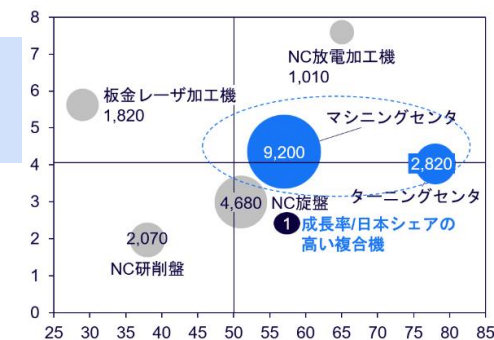
各国工作機械メーカーの現状

顧客要件		日本	欧州	中国	中国技術進化見通し
C マシニングセンタ／ターニングセンタ	耐久性	10年以上使用しても精密性維持		数年程度で精密性が維持困難	- デジタル化で精密性/生産性は向上 - しかし、依然として耐久性が課題 →日本が当面優位
	精密性	日本の顧客からの厳しい精密性要求		デジタル化/M&Aによる技術力向上	
	生産性	デジタル化(画像認識+AI)		デジタル化/M&Aによる技術力向上	
	省人化	複合化(旋盤/研削盤等)	長年複合化技術は高い		
	省エネ				
D レーザー加工機／放電加工機	精密性/品質	レーザー技術開発/光学制御処理	長年のレーザー技術開発のノウハウ	補助金支援によるレーザー技術開発	レーザー技術開発/デジタル化で技術力向上 →日本の技術的優位性低下
	生産性	デジタル化(軌跡の自動補正)			
	省エネ				
E NC研削盤	精密性	ポリッシュ研削による高精密性		精密性が低くローエンド領域中心	高精密性の実現にはノウハウが必要で当面はデジタル化も困難な見通し →日本が当面優位
	生産性	工程省略化/ドライブモーター			
	自動化	デジタル化			

他国動向を踏まえた課題

ソフトウェア開発力強化 デジタル化が遅れる中堅工作機械メーカー	15	採用戦略の見直し
	16	AIスタートアップとの提携
	17	業界団体によるデジタル化推進委員会立ち上げ
これまでの強みである精密性の継続的な強化 (精密性のニーズが高まることで、徐々にシェアも拡大する可能性)		

- プロジェクト全体像(企画書から再掲)
- 1 日本工作機械メーカーの提供価値変化の必要性
 - 1-1. 国内工作機械メーカーのこれまでの提供価値
 - 1-2. 外部環境変化に伴う国内工作機械メーカーの機会
 - 1-3. 国内工作機械メーカーにとっての脅威
 - 1-4. 将来的な提供価値変化の必要性
- 2 工作機械ユーザーの在りたい姿と海外プレイヤー/標準化の動向
 - 2-1. 海外動向調査の視点／観点
 - 2-2. デジタル化への対応に係る海外動向(ソフト)
 - 2-2-1. 設計プロセス効率化 ～ 効率的なCAD/CAM連携を目指して
 - 2-2-2. 生産プロセス効率化 ～ スマートファクトリーへの対応
 - 2-3. 工作機械技術強化に係る海外動向(ハード)
 - 2-3-1. マシニングセンタ/ターニングセンタ
 - 2-3-2. 板金レーザ加工機/NC放電加工機
 - 2-3-3. NC研削盤
- 3 日本の現状と海外とのギャップ
- 4 ギャップを踏まえた日本の工作機械メーカーの必要アクションとルール整備

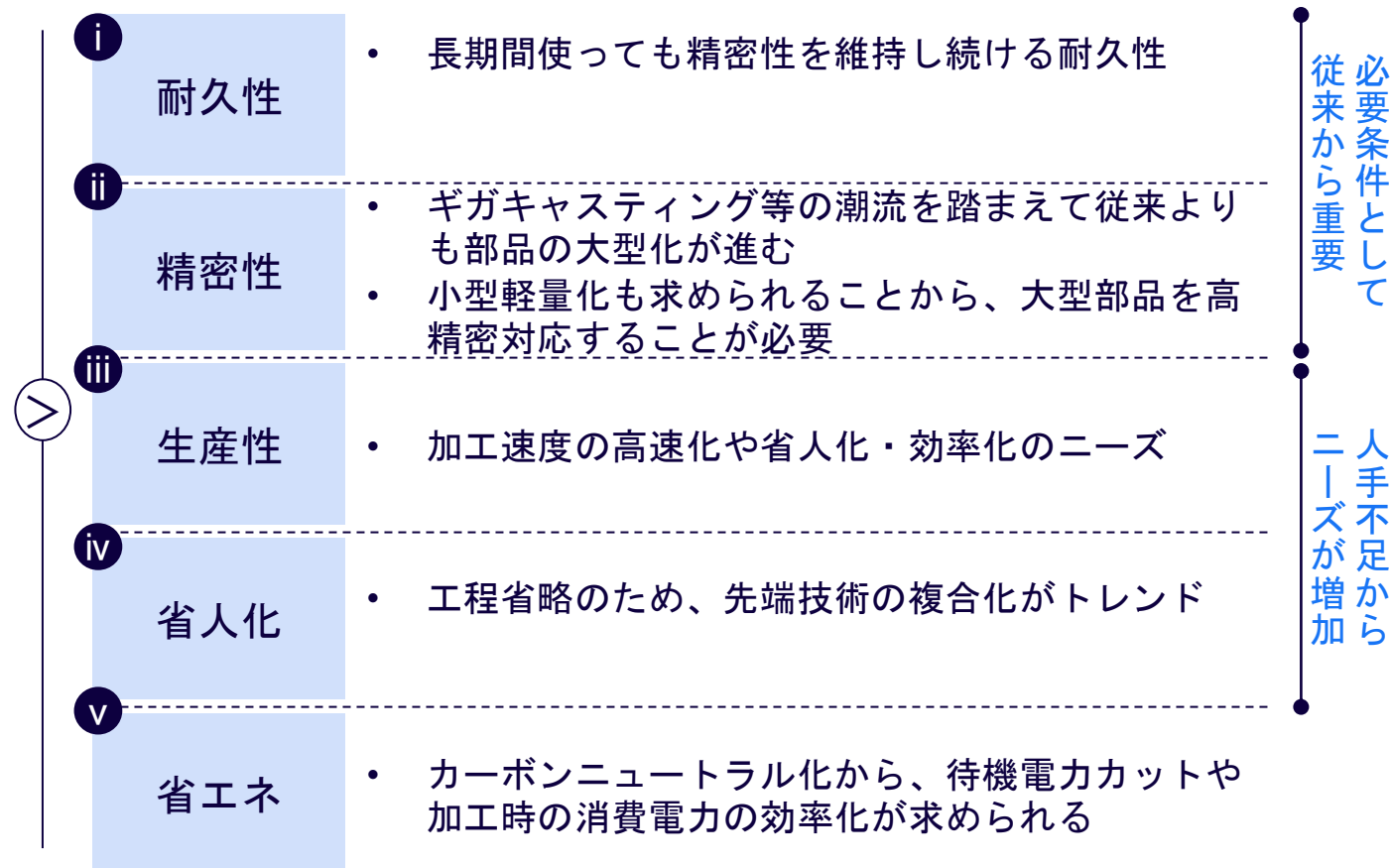


マシニングセンタ／ターニングセンタは、耐久性／精密性に加えて、人手不足を背景とする「生産性／省人化のニーズ」が高まる

自動車業界の事業環境変化とニーズ変遷

1. 省人化/効率化ニーズ
 - ・ 働き手不足/少量多品種から引き続き生産効率の高い工作機械を求める
2. 小型軽量化/難加工素材対応
 - ・ EV化を踏まえてアルミニウム、銅、先端合金等の様々な素材への対応が必要
 - ・ 小型軽量化を踏まえて、上記素材の高精密化が求められる
3. カーボンニュートラルへの対応
 - ・ 各国の政府要請からEV化にとどまらず、製造現場のカーボンニュートラル化が要請
4. 製造プロセス改革
 - ・ 少量多品種化の対応や生産コストの低減に向けて、ギガキャスティング等のモノづくりの在り方の変化

マシニングセンタ/ターニングセンタへの要件



日本は各要件に対して高い水準を実現している一方、中国は必要条件である耐久性に課題

		日本 	欧州 	中国 	凡例
従来から重要な要件として 人手不足からニーズが増加	i 耐久性	10-15年使っても数μミリの精密性を維持可能	10-15年使っても精密性を維持可能	数年で精密性の維持が困難	技術的優位性 特に高い 高い 低い 特に低い
	ii 精密性	デジタル化技術や長年のノウハウにより精密性を実現	長年のノウハウにより精密性を実現 (知能化は日本よりやや劣位)	一部企業はM&Aやデジタル化により精密性向上	
	iii 生産性	デジタル化技術/送り速度ともに高水準	長年のノウハウにより送り速度/主軸回転等、高水準	一部企業はM&Aやデジタル化により精密性向上	
	iv 省人化	複合化技術は高いレベル	複合化技術は日本よりやや優れる	一部企業は複合化作業をデジタル化（画像処理で補正）	
	v 省エネ	欧州とほぼ同程度	省エネ技術は日本とほぼ同程度	省エネ技術は日本と10年以上の技術差有	

欧州とは技術スペックがほぼ同等で中国対比では優位な状況 その中でも、知能化技術/熱変異抑制技術のAI技術は他国を凌駕

同等かやや進んでいる(10年以内に日本が追いつく)
同等かやや遅れている(10年以内に日本が追いつかれる)
やや遅れている(10年以内に日本が追いつかれる)
遅れている(日本と10年以上の技術差がある)

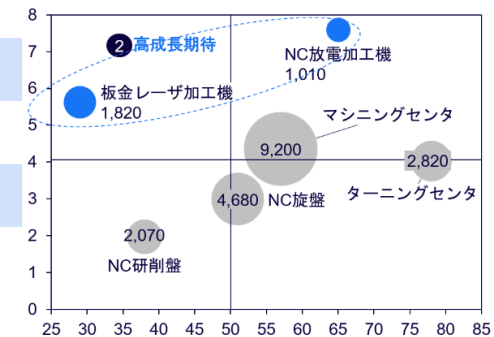
評価技術項目	技術評価1)		評価性能				
	欧州	中国	複合化	精密性	耐久性	生産効率	省エネ
主軸技術	3.0	2.1				○	
割り出し主軸技術	3.2	2.0		○		○	
送り技術	3.0	2.1		○		○	
本体構造技術	3.0	2.0		○			
テーブル技術	3.0	2.0		○			
5軸・複合化技術	3.2	2.1	○				
操作性	3.0	2.2				○	
ATC	3.0	2.1				○	
切削液関連技術	2.9	2.1			○	○	
計測・補正技術	2.8	2.1		○			
熱変異抑制技術	2.7	1.8		○			
知能化技術	2.8	1.8		○			
環境対応技術	2.9	2.0					○
NC装置	3.3	2.2		○		○	

1)評価方法は日本工作産業ビジョンのWG3（技術）のメンバー企業8社にアンケートを実施。評価基準点は「5：日本よりも進んでいる(10年たっても追いつけない)」、「4：日本よりもやや進んでいる(10年以内に追いつく)」、「3:日本とほぼ同じ」、「2：日本よりもやや遅れている(10年以内に追いつかれる)」、「1:日本よりも遅れている(10年経っても追いつかれない)」
出所：工作機械産業ビジョン2030

ソフトウェアエンジニアの強化に向けて、採用戦略の見直し/スタートアップとの提携が必要であるとともに個社の活動では限界があるため業界団体での取組も重要

課題	成功のポイント
1 ソフトウェア開発力強化 デジタル化が遅れる 中堅工作機械メーカー	1 (エンジニア採用に向けた) 採用戦略の見直し ITエンジニアの採用に向けて、給与水準/待遇面などを見直し、採用力を強化
	2 AIスタートアップとの提携 スタートアップ提携による技術開発
	3 業界団体によるデジタル化 推進委員会立ち上げ 個社の活動では限界があるため、業界団体主導でデジタル化の推進委員会を立ち上げ

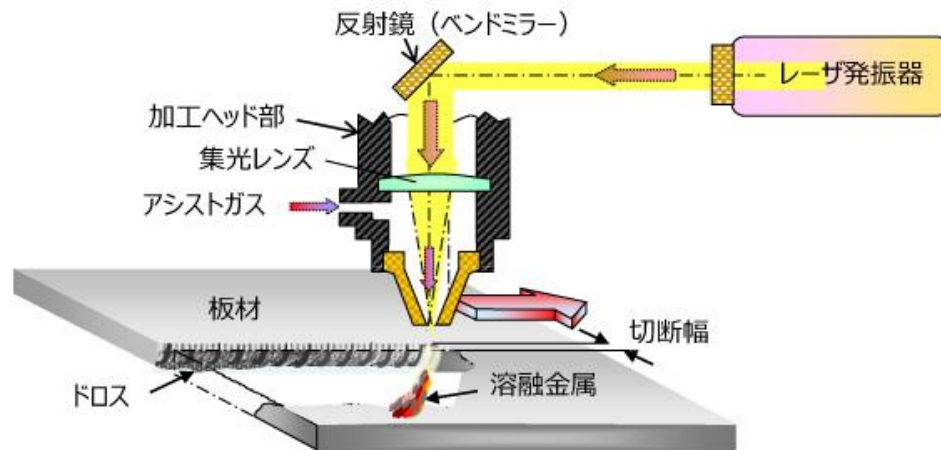
- プロジェクト全体像(企画書から再掲)
- 1 日本工作機械メーカーの提供価値変化の必要性
 - 1-1. 国内工作機械メーカーのこれまでの提供価値
 - 1-2. 外部環境変化に伴う国内工作機械メーカーの機会
 - 1-3. 国内工作機械メーカーにとっての脅威
 - 1-4. 将来的な提供価値変化の必要性
- 2 工作機械ユーザーの在りたい姿と海外プレイヤー/標準化の動向
 - 2-1. 海外動向調査の視点／観点
 - 2-2. デジタル化への対応に係る海外動向(ソフト)
 - 2-2-1. 設計プロセス効率化 ～ 効率的なCAD/CAM連携を目指して
 - 2-2-2. 生産プロセス効率化 ～ スマートファクトリーへの対応
 - 2-3. 工作機械技術強化に係る海外動向(ハード)
 - 2-3-1. マシニングセンタ/ターニングセンタ
 - 2-3-2. 板金レーザ加工機/NC放電加工機
 - 2-3-3. NC研削盤
- 3 日本の現状と海外とのギャップ
- 4 ギャップを踏まえた日本の工作機械メーカーの必要アクションとルール整備



板金レーザ加工はレーザー発振器によるレーザー光で工作物を加工する技術で、レーザー発振器により種類は異なるものの、ファイバーレーザーの採用が増加

板金レーザ加工の概要

板金レーザ加工機は、レーザー発振器から出力されるレーザー光を板金に照射し、その有用物をガスで飛ばす



板金レーザ加工の種類

CO2 レーザー

- CO2 レーザーは、CO2、N2、Xe などの混合ガスを刺激して波を生成
- 波長が長く、厚板加工に適した方式

ファイバーレーザー

- LED を使用して光を放射し、光ファイバーレンズによって光が集中され、光が増幅
- 短波長で厚板から薄板まで対応可能

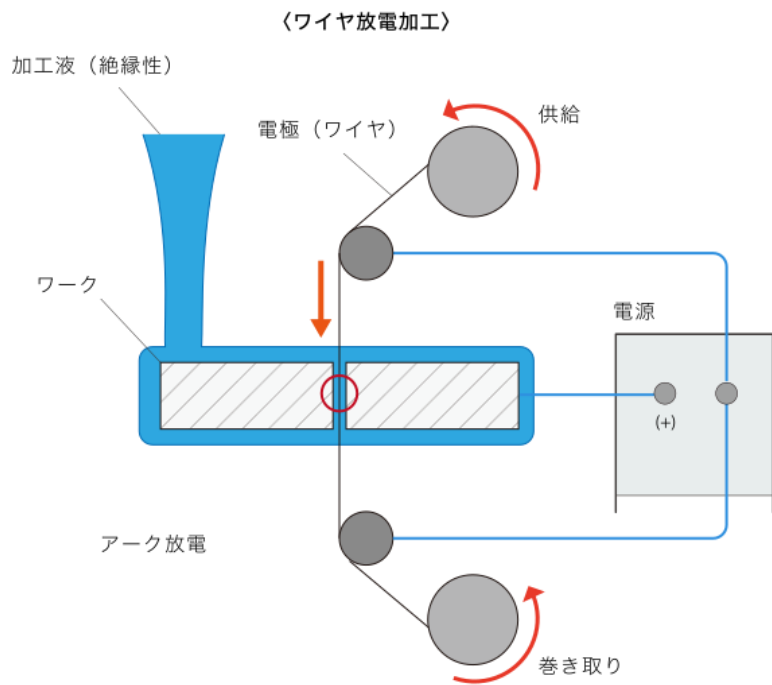
半導体レーザー

- パイプ/丸棒電極に電流を流して導電性素材に穴を開ける加工技術

NC放電加工は加工液に電極化した工具を加工物へ接近させアーク放電で加工する技術 使用する工具の違いにより種類が分岐するも、ワイヤ放電加工が主流

NC放電加工の概要

絶縁性のある加工液に工具を電極として加工物へ接近
アーク放電により表面を加工する装置

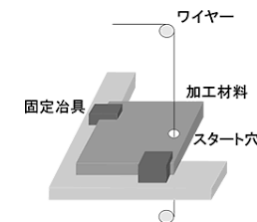


NC放電加工の種類

使用する工具の違いにより種類も分岐

ワイヤ放電加工

- 直径0.05mmから0.3mm程度の非常に細い**ワイヤ**を電極として用いて放電加工



形彫放電加工

- 切削加工で成形した銅/グラファイトの**工具電極の形状**を用いて工作物へ転写

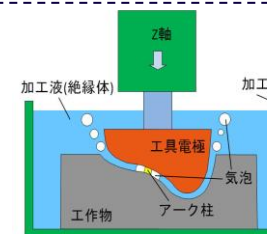
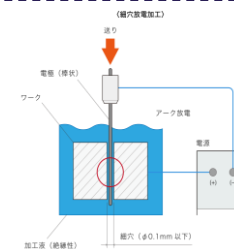


図1 形彫り放電加工

細穴放電加工機

- パイプ/丸棒電極**に電流を流して導電性素材に穴を開ける加工技術

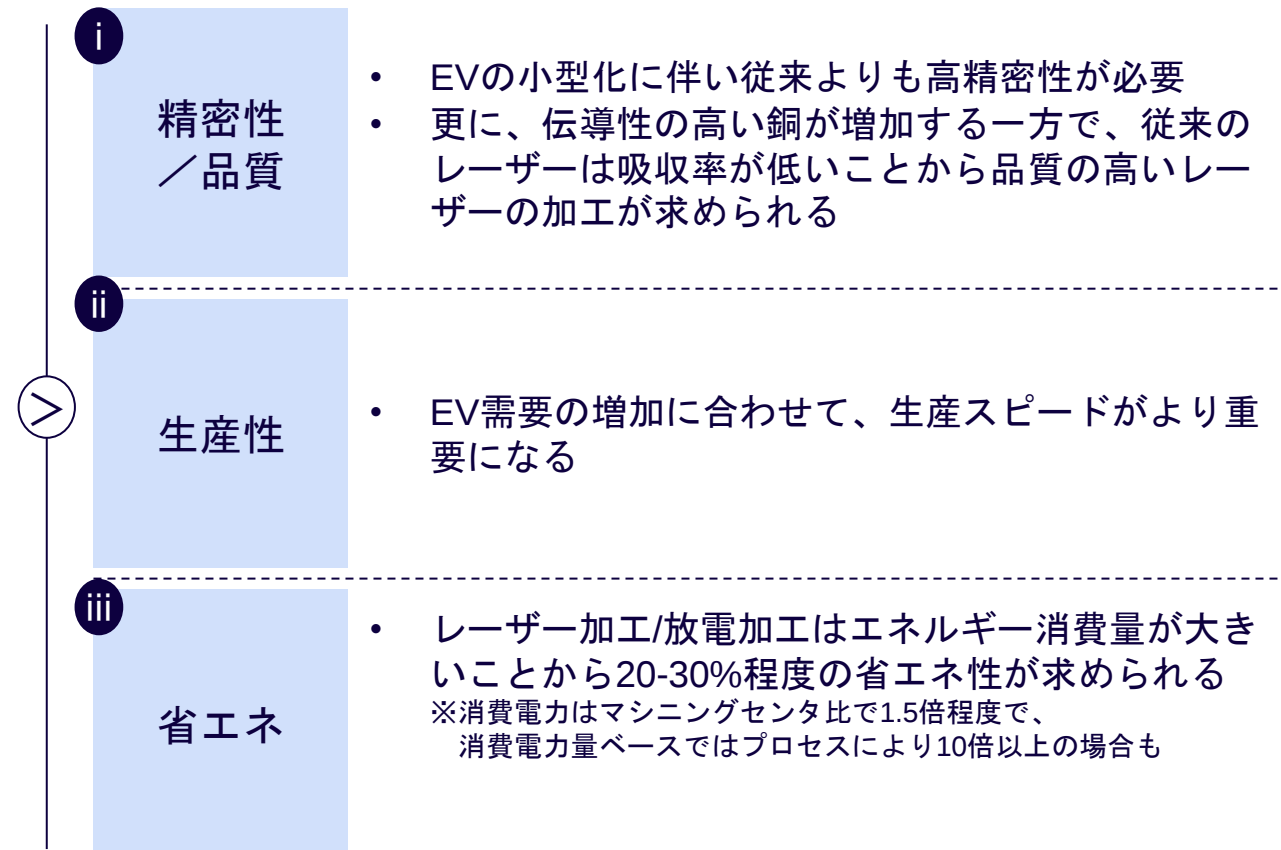


板金レーザー加工/NC放電加工機は高精度、高品質、生産効率に加えて、消費電力が大きいことからより省エネ性も重視される

自動車業界の事業環境変化とニーズ変遷

1. 省人化/効率化ニーズ
 - ・ 働き手不足/少量多品種から引き続き生産効率の高い工作機械を求める
2. 小型軽量化/マルチマテリアル化
 - ・ EV化を踏まえてアルミニウム、銅、先端合金等の様々な素材への対応が必要
 - ・ 小型軽量化を踏まえて、上記素材の高精度化が求められる
3. カーボンニュートラルへの対応
 - ・ 各国の政府要請からEV化にとどまらず、製造現場のカーボンニュートラル化が要請
4. 製造プロセス改革
 - ・ 少量多品種化の対応や生産コストの低減に向けて、ギガキャスティング等のモノづくりの在り方の変化

板金レーザー加工/NC放電加工機



レーザー加工はEV化に伴い技術進歩が速く中国メーカーも政府からの補助金によりレーザー技術を向上

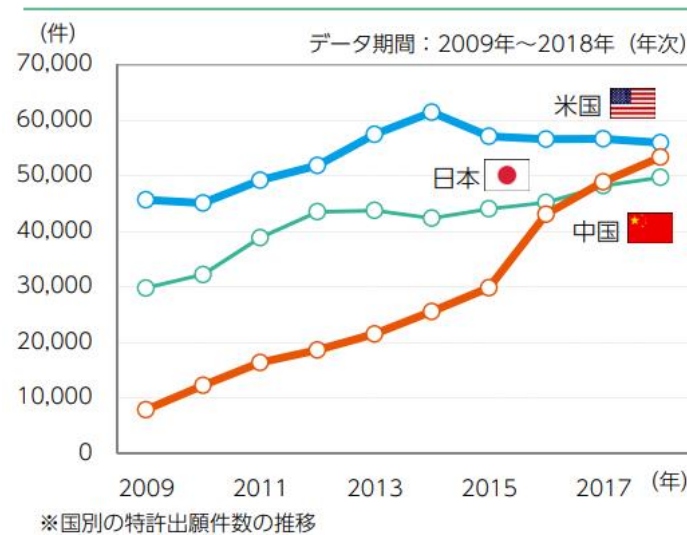
	日本 	欧州 	中国 	凡例
i				技術的優位性
精密性／品質	長年の実績に基づきレーザーの高精密性を実現 長年にわたり技術開発に力を入れてきたため高品質(大手OEM)	長年の実績に基づき高精密性を実現 軍需目的で利用されており、精密性が高い(国内工作機械メーカー)	一部企業は政府からの補助金によりレーザー技術力向上 - 一般的に性能が低く、高精度が求められないローエンド領域で利用 - 一部企業は補助金により技術力向上	特に高い 高い 低い 特に低い
ii				
生産性	デジタル化により高い生産性を実現	長年の実績に基づき高生産性を実現	多くの中国製品は生産性が低いものの、トップ企業は技術力が向上 中国製品は改造しないと生産性が低く実用に耐えられない	
iii				
省エネ	欧州と同程度	日本と同程度	省エネ性能は低い想定	

中国は着実にAI特許数を増やしており、今後も投資金額の増加が見込まれる

全産業でのAI特許出願数

中国は10年で急速にAI特許出願数が増加

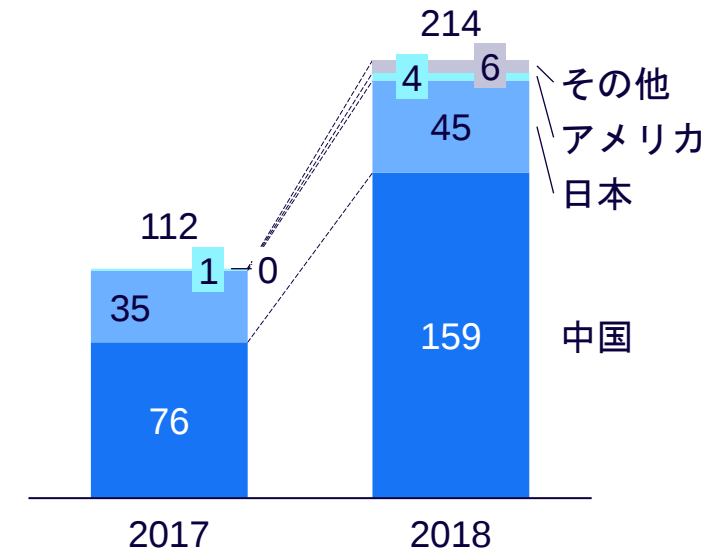
AI特許出願数グローバル比較(単位：件数)



工作機械におけるAI特許出願数

工作機械においてもAI特許出願数で圧倒

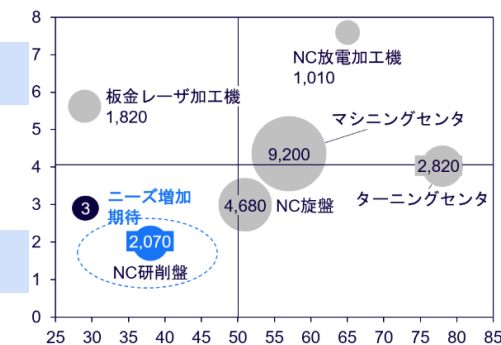
工作機械関連AI特許取得数(単位：件数)



ソフトウェアエンジニアの強化に向けて、採用戦略の見直し/スタートアップとの提携が必要であるとともに個社の活動では限界があるため業界団体での取組も重要

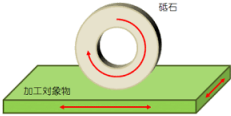
課題	成功のポイント
1 ソフトウェア開発力強化 デジタル化が遅れる 中堅工作機械メーカー	1 (エンジニア採用に向けた) 採用戦略の見直し ・ ITエンジニアの採用に向けて、給与水準/待遇面などを見直し、採用力を強化
	2 AIスタートアップとの提携 ・ スタートアップ提携による技術開発
	3 業界団体によるデジタル化 推進委員会立ち上げ ・ 個社の活動では限界があるため、業界団体主導でデジタル化の推進委員会を立ち上げ

- プロジェクト全体像(企画書から再掲)
- 1 日本工作機械メーカーの提供価値変化の必要性
 - 1-1. 国内工作機械メーカーのこれまでの提供価値
 - 1-2. 外部環境変化に伴う国内工作機械メーカーの機会
 - 1-3. 国内工作機械メーカーにとっての脅威
 - 1-4. 将来的な提供価値変化の必要性
- 2 工作機械ユーザーの在りたい姿と海外プレイヤー/標準化の動向
 - 2-1. 海外動向調査の視点／観点
 - 2-2. デジタル化への対応に係る海外動向(ソフト)
 - 2-2-1. 設計プロセス効率化 ～ 効率的なCAD/CAM連携を目指して
 - 2-2-2. 生産プロセス効率化 ～ スマートファクトリーへの対応
 - 2-3. 工作機械技術強化に係る海外動向(ハード)
 - 2-3-1. マシニングセンタ/ターニングセンタ
 - 2-3-2. 板金レーザ加工機/NC放電加工機
 - 2-3-3. NC研削盤
- 3 日本の現状と海外とのギャップ
- 4 ギャップを踏まえた日本の工作機械メーカーの必要アクションとルール整備



NC研削盤は、硬度の砥石を活用して高精度加工を実現可能で、EV化に伴うギアの高精密加工や半導体の高精度加工/最終工程でのバリ取り等利用範囲が拡大

NC研削盤の種類（一部抜粋）

平面研削盤	回転砥石を用いてワーク（工作物）の平面を削り取る加工方法	
円筒研削盤	回転する研削砥石に対し、反対方向に回転する工作物を当てて外面を研削する加工方法	
内面研削盤	工作物の穴の内周面を研削する加工	
歯車研削盤	主に金属を素材とした歯車について切削などの加工方法によって歯車形状に成形する加工	

利用用途

NC旋盤代替	NC研削盤はバリ取りに優れていることから、最終加工においてNC旋盤の代わりにNC研削盤が代替されるケースが増加
半導体ウェハ	半導体ウェハは、半導体チップを均質に埋め込むため、研削盤による仕上げ加工が必要
EV用減速機	- EV用の静穏性からノイズが発生しないよう滑らかな歯車の波面が必要 - EVの航続距離を伸ばすため歯車の凹凸を減らすことで動力の伝達効率を改善

NC研削盤は半導体やEVのギア等で超精密加工が求められる。更に顧客企業の業界が需要多寡の状況のため、生産効率の向上が求められる

自動車/半導体業界のニーズ¹⁾

1. 超精密加工

- 半導体デバイスは半導体ウェハの表面の数μm程度の領域に作られる(半導体)
- EV化において小型化/高回転を背景にギアノイズが大きくなることから、精密加工による静穏性ニーズが高まる(自動車)

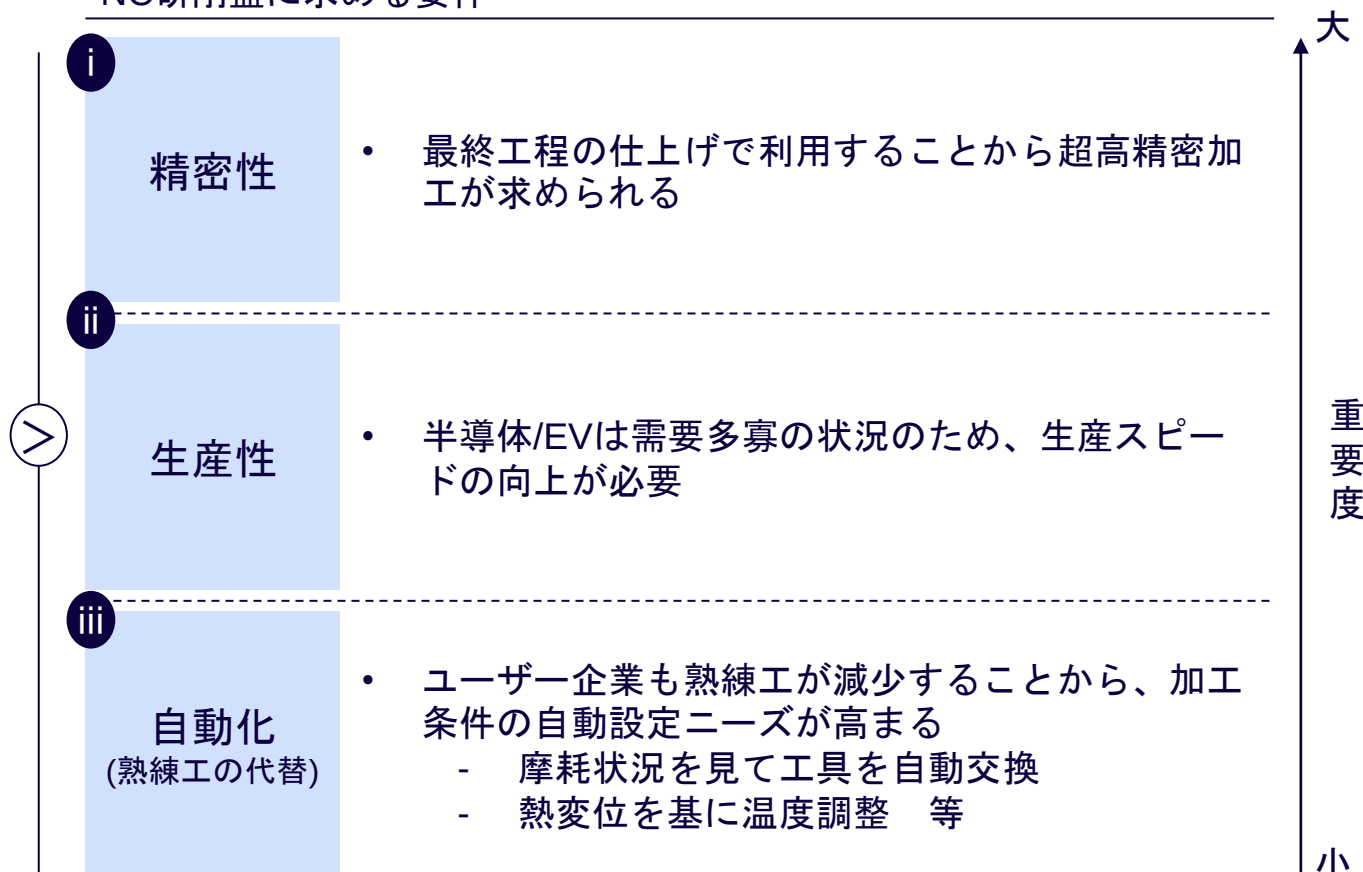
2. 需要増加に伴う生産効率の向上

- 半導体は業界全体として需要多寡の状況のため、生産効率向上が課題(半導体)
- EV化需要の成長に合わせて生産効率向上が必要(自動車)

3. 熟練工の高齢化に伴う加工技術の継承

- NC研削盤による加工は精密性が求められる一方で、加工条件の設定を担う熟練工が高齢化(自動車/半導体)

NC研削盤に求める要件



¹⁾カッコ内は対象業界

出所: エキスパートインタビュー、日経クロステック(2022/8/25)「日本電産は「EVに最適な歯車」を開発できるか」

NC研削盤は高い精密性が求められる一方、中国は精密性に関する技術力が低く、他国からの輸出に依存している状況

	日本 	欧州 	中国 	凡例
i 精密性	長年の実績や日本の厳しい品質基準をクリアしたことから高精密性を実現	航空系等のハイエンド領域での実績により高精密性を実現	高精密加工は輸入に依存しており、国内の技術力は低い	技術的優位性 特に高い 高い 低い 特に低い
ii 生産性	自動車業界/半導体等、大量生産を求める顧客が多いため、生産スピードは速い	日本と同程度と想定	生産性は標準的	
iii 自動化	国内大手工作機械メーカーの一部はAI技術開発により自動化に着手	日本と同程度と想定	現状目立った取組無し	
	← ハイエンド～ミドルエンド向け →		← ローエンド品向け →	

- プロジェクト全体像(企画書から再掲)
- 1 日本工作機械メーカーの提供価値変化の必要性
 - 1-1. 国内工作機械メーカーのこれまでの提供価値
 - 1-2. 外部環境変化に伴う国内工作機械メーカーの機会
 - 1-3. 国内工作機械メーカーにとっての脅威
 - 1-4. 将来的な提供価値変化の必要性
- 2 工作機械ユーザーの在りたい姿と海外プレイヤー/標準化の動向
 - 2-1. 海外動向調査の視点／観点
 - 2-2. デジタル化への対応に係る海外動向(ソフト)
 - 2-2-1. 設計プロセス効率化 ～ 効率的なCAD/CAM連携を目指して
 - 2-2-2. 生産プロセス効率化 ～ スマートファクトリーへの対応
 - 2-3. 工作機械技術強化に係る海外動向(ハード)
 - 2-3-1. マシニングセンタ/ターニングセンタ
 - 2-3-2. 板金レーザ加工機/NC放電加工機
 - 2-3-3. NC研削盤
- 3 日本の現状と海外とのギャップ
- 4 ギャップを踏まえた日本の工作機械メーカーの必要アクションとルール整備

日本は各種仕組みの構築に着手しているものの、顧客企業の心理的ハードルやデジタル化への対応（標準化/ソフトウェア開発強化）が不足

海外事例を踏まえた成功のポイント（第二章再掲）

日本の現状とギャップ

A 設計プロセス 効率化	協業メリット の醸成		1	ユーザーの危機意識醸成	○	・ DX化の遅れにより危機意識が醸成されている	
			2	経営層の心理的ハードル引き下げ	△	・ ITリテラシーのある経営層が少なく、ハードルが高い	
	加工に必要な 連携	データ 品質遵守	3	データガイドライン構築 (PMI / 幾何公差含む)	△	・ 3DCADの幾何公差/PMIが考慮されていない状況	
			4	データ入力補正自動化 (脱属人化)	△	・ データ入力はマニュアル作業が中心	
		情報漏洩 リスク 低減	5	セキュリティガイドライン定義	○	・ ISO27001に準拠して日本でも2019年にルール構築	
				6	業界団体によるトップダウン推進	○	・ JAMA/ JAPIAが主導となりガイドラインを構築済
				7	ガイドライン遵守のインセンティブ構築	○	・ 義務化はしていないものの、既に3,000社近く参加
				8	ガイドライン運用・改善	○	・ 2019年に策定後、JAMA/JAPIA主導で定期的実施
	データ共有基盤構築		9	セキュアなデータ共有基盤構築	△	・ データ共有基盤を構築しているOEM/サプライヤは限定的	
B 生産プロセス 効率化	IF 標準化	工作機械メー カーのメリット醸成	10	行政によるスマートファクトリー推進	○	・ Society5.0等を策定しており、顧客企業へ働きかけ	
			11	工作機械メーカーへの標準化要請	△	・ マスク化への潮流もあり、標準化の余地が残っている	
		標準化推進加速	12	トップダウンでの標準化推進	△	・ 業界団体/コンソーシアムが別々に取組推進している状況	
	グロー バル 連携	規格間の互換性	13	グローバルでの規格間連携	△	・ Edgexcrossにおいてはumatiと連携	
		国際標準化対応	14	標準化関連の国際会議におけるIT人材登用	△	・ 現状、デジタル化に精通した人材はおらず限定的	
				15	採用戦略の見直し	△	・ 給与基準の見直しや採用アプローチ等、見直しが必要
C マシニング / ターニングセンタの 技術強化	ソフトウェア 開発力強化		16	AIスタートアップとの提携	△	・ 一部企業ではAIベンチャーとの協業実施も限定的	
D 板金レーザー/ NC放電加工機 の技術強化			17	業界団体によるデジタル化推進委員会立ち上げ	△	・ 技術委員会はあるもののデジタルに特化した委員会は無し 95	

日本においてはDX化の遅れからサプライヤー協業に必要な危機意識は醸成されている状況のため、心理的ハードルの押し下げが必要

サプライヤーとの協業メリット醸成のメカニズム

2 経営層の心理的ハードル引き下げ

- サプライヤーが多岐に渡るため、データ漏洩のリスクから心理的ハードルが高い

OEM

1 ユーザーの危機意識醸成

- OEM目線では協業のデメリット（セキュリティリスク/仕組み構築のコスト）あり
- その中で、協業に向けた危機意識が芽生え協業のメリットを醸成

日本の現状評価(後述)

- △ 日本は海外と比較してITリテラシーのある経営層が少なく、サプライヤーとのデータ連携に対する心理的ハードルが高い

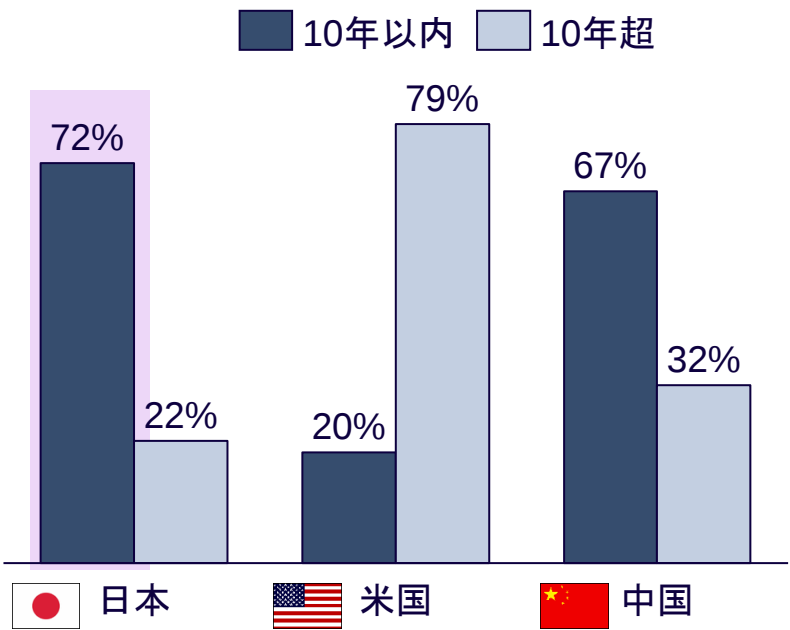
- DX化の遅れにより人手不足に対する危機意識が海外よりも醸成されており、協業による効率化に対するモメンタムが醸成されつつある

人手不足を起因に日本では他国よりも危機意識が醸成されており、協業による効率化への機運が高まっている状況

世界CEO調査

現在のビジネスに対する危機意識

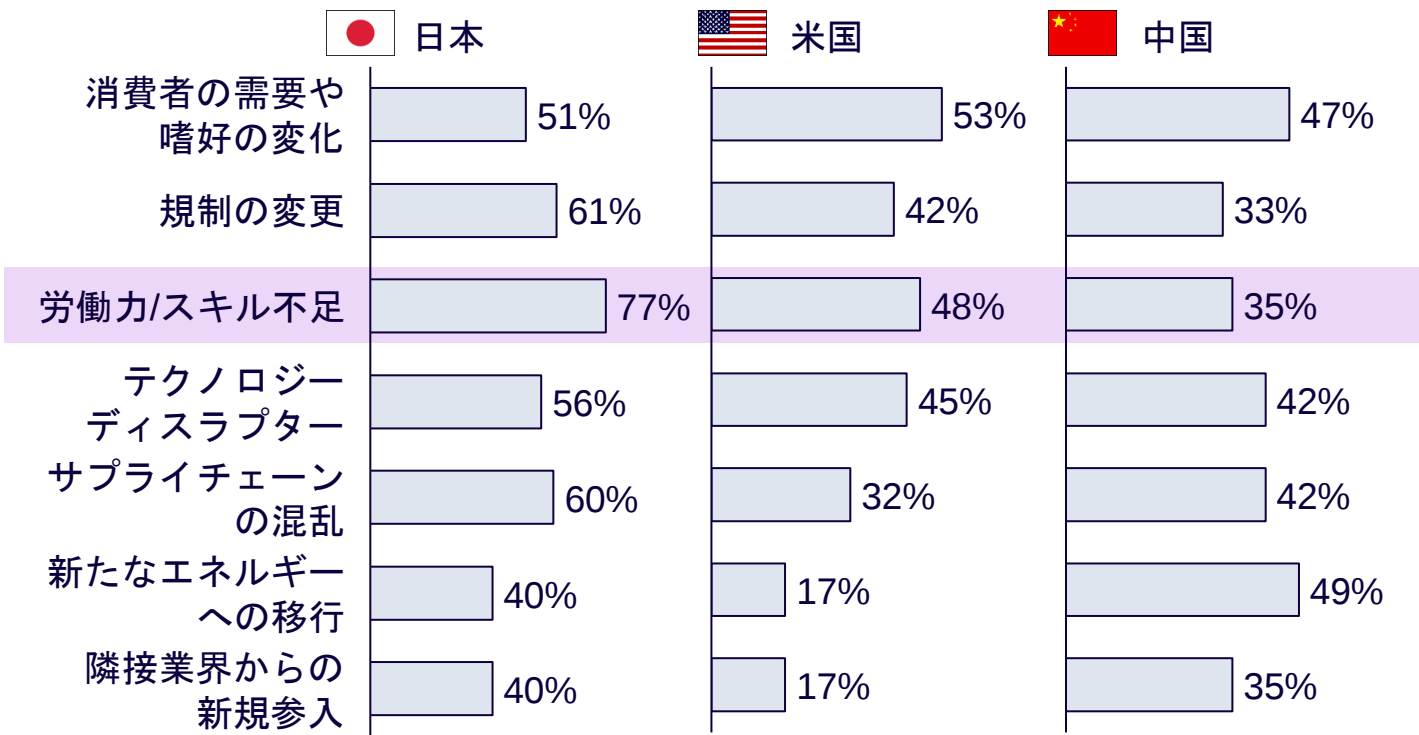
日本は現在のビジネスに対する危機意識が強い
Q.現在のビジネスのやり方を変えなかった場合
経済的にどの程度期間継続できるか？



危機意識の高さの要因

特に日本はDX化の遅れから労働力/スキル不足に対する懸念が強い

Q.今後10年間で貴社の業界の収益性にどの程度の影響を及ぼすか？



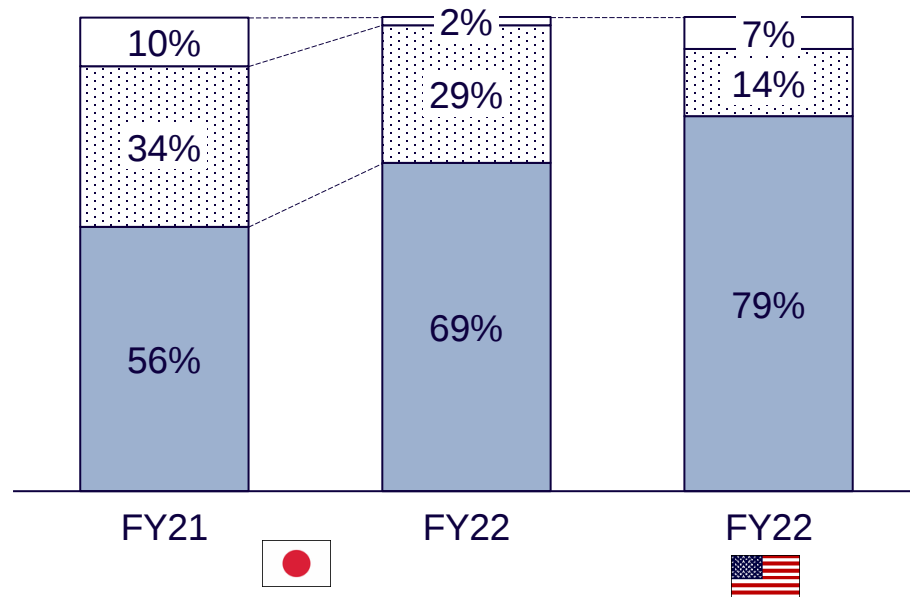
日本はデータ連携を含めたDXの取組が遅れており、その一要因はITリテラシーを持った経営層が不足していることに起因

日本におけるDXの取組状況

DXの取組は加速しているが他国より遅れている状況

DX取組状況調査

■ DXに取り組んでいる
■ 取組んでいない
□ その他

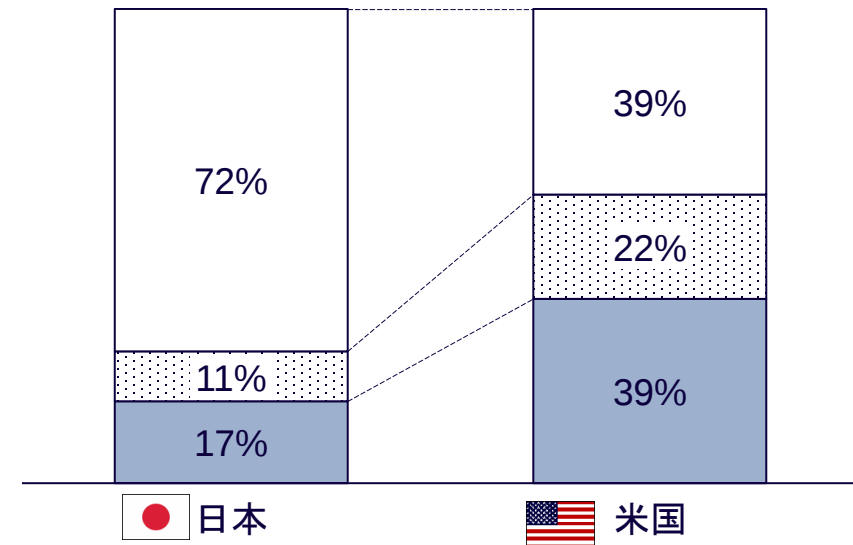


経営層のIT知見の比較

ITに知見のある役員が海外と比べて少ないことが一要因

会社の中でITに知見のある役員の割合

■ 5割以上
■ 3割-5割
□ 3割未満



データ連携においては、日本はデータ欠損により情報連携ができていないことに加えて、現在は製造情報も熟練工の暗黙知化になっているため、欧州同様共有する仕組みが必要

工作機械メーカー目線での試作加工に必要な情報

試作加工に必要なデータ	図面情報	幾何学情報	曲線の長さ
			曲率
		公差/寸法情報	幾何公差
			寸法
	加工品の製造情報	材料情報	使用する材料
			材料の性能
		組立方法	部品間の接続方法
			組立順番
		性能情報	耐久性
			コスト

日本の問題

- 異なるソフトウェアでは互換性が低く、情報共有されない
- 熟練工により暗黙知化
今後熟練工の減少も踏まえると、欧州同様、データ共有しないと効率性が低下する恐れ有

日本が取り組むべき課題と対策

- 2

データ品質遵守
- 3

データガイドライン構築
(PMI / 幾何公差含む)
- 4

データ入力補正自動化
(脱属人化)
- 3

情報漏洩リスク低減
- 5

セキュリティガイドライン定義
- 6

業界団体による
トップダウン推進
- 7

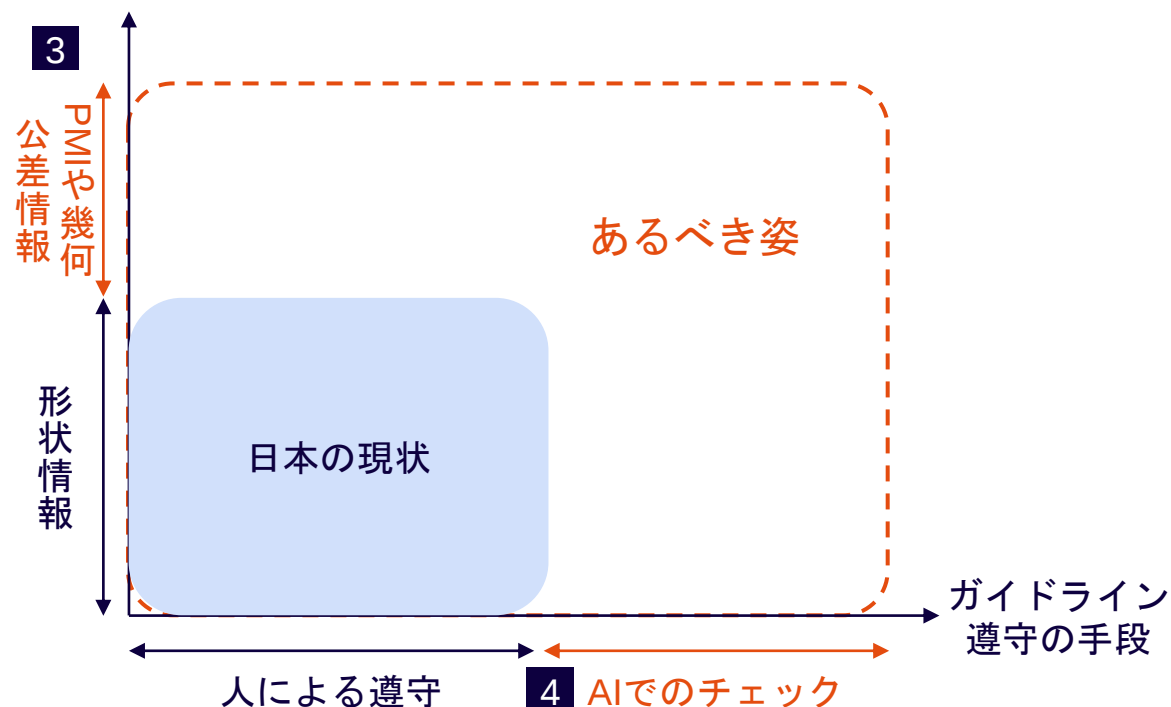
ガイドライン遵守の
インセンティブ構築
- 8

ガイドライン運用・改善

業界団体であるVDA主導で必要な情報を網羅した規格をトップダウンで策定したこと、人に頼らずソフトウェア側で解決を図ったことが欧州でのデータ品質管理成功のポイント

中間ファイルの互換性担保に必要な枠組

ガイドライン
の対象データ

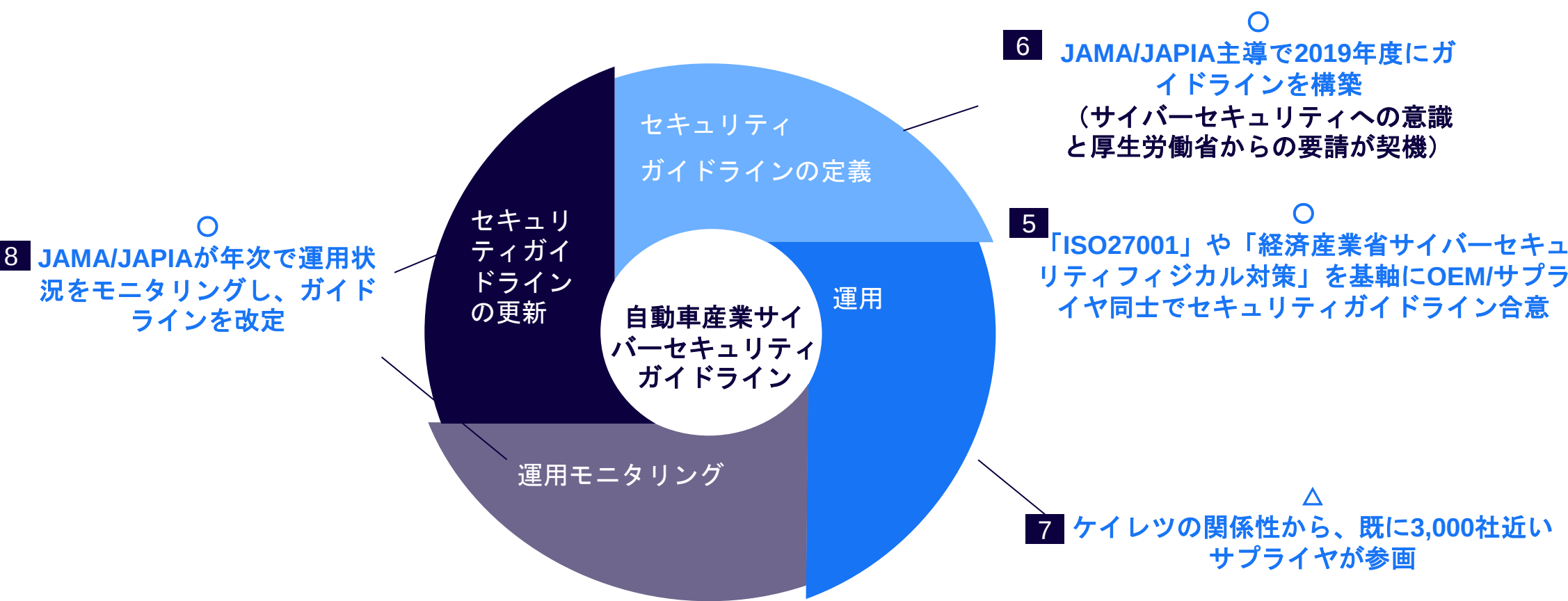


日本の現状

- 3 データガイドライン構築：△**
 - ・ PMI/幾何公差情報も含めた標準化ができていない状況
- 4 データ入力補正の自動化：×**
 - ・ ガイドラインに準拠したAIがなく、マニュアル業務に依存

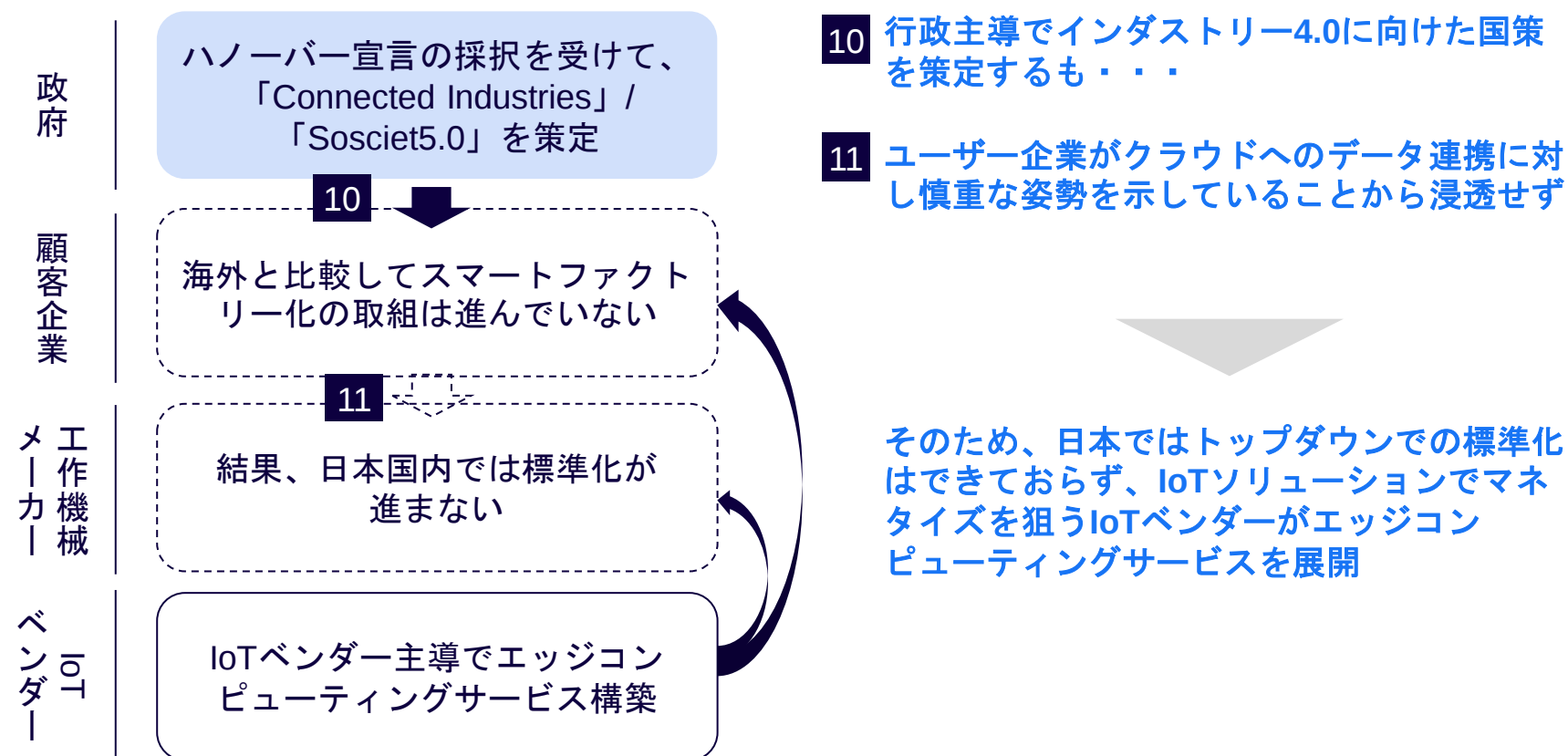
※自社独自のガイドライン整備に着手するOEMも存在

2019年度にISO2701に準拠したセキュリティガイドラインをJAMA/JAPIAが主導で構築・運用（既に3,000社近いサプライヤーが参画しており一定普及している）

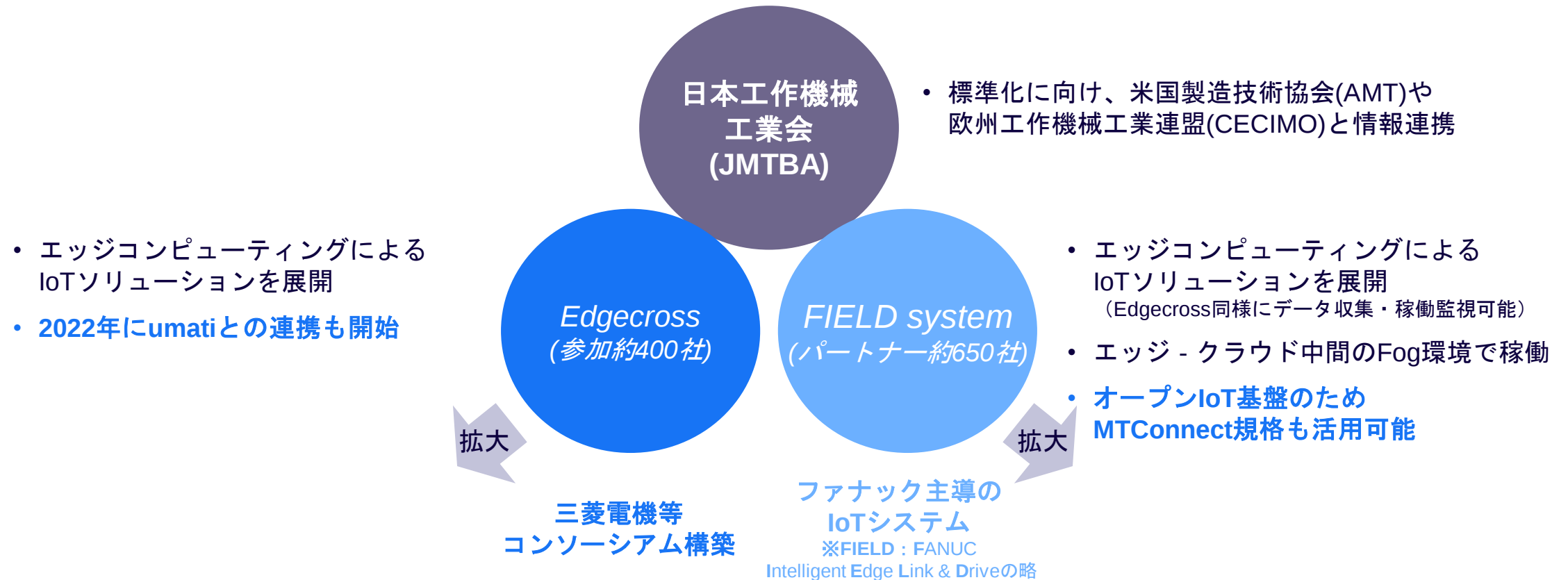


日本は顧客企業が心理的ハードルからクラウド化を避けるため、標準化が普及しておらず、IoTでマネタイズを狙うIoTベンダーがエッジサービスを複数立ち上げている状況

日本の現状取組



工作機械メーカー・IoTベンダーの主導で個別に標準化の動きが始まっているが、日本としてトップダウンでの標準化推進は道半ばの状況



国内では協調領域として工作機械データの連携が進んでいる一方で、国際連携の在り方含め、個社の努力に加えて日本としてのオープン&クローズ戦略を磨く必要あり

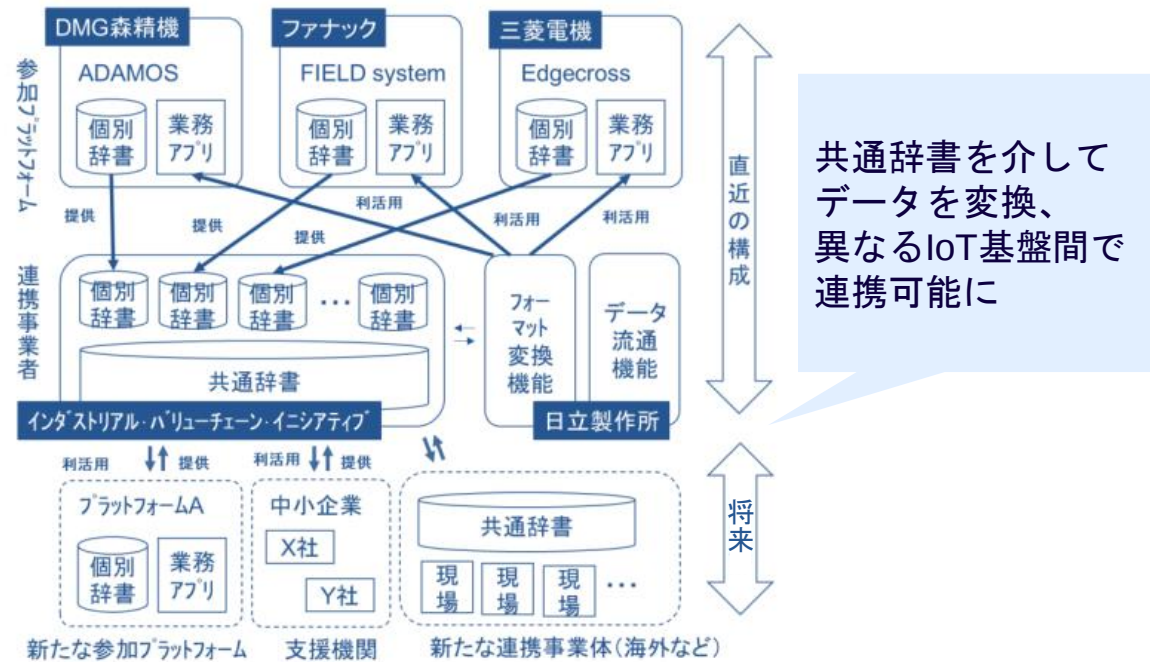
主要なIoT基盤の共通点・相違点

- Edgecrossがオープン性・情報連携に重点を置く一方で FIELD systemはエッジヘビーによる応答性・セキュリティやシステム一式での提案に重点を置く

	Edgecross(三菱電機等)	FIELD system(ファナック等)
共通点	データフォーマットの統一化により、IoT取得データの連携促進を狙う	
狙い・思想	オープン性・情報連携といった“繋がリ”重視 - FA・IT間のデータ授受を担う基本SWのみ展開 - App等はユーザが用意(自由度高・負荷大)	ユーザのニーズ充足や導入の容易さを重視 - 応答性・セキュリティ担保狙いエッジヘビー*1で用意 - システム提案で訴求(自由度低・負荷小)
機器	ユーザの用意する機器やApp使用	FIELD systemの用意する機器やAppを使用
国際連携	umatiと連携開始(22年)	MTconnectと連携

IoT基盤の連携

- オープン&クローズを使い分けており、情報連携を協調領域としてオープン化、三菱電機・ファナックらがデータ連携のフレーム(考え方・技術仕様)を公表(CIOF*2)



*1 エッジか近辺で多くの計算処理を行うことで、クラウドに比し応答性・セキュリティ・NWコスト低減などを実現する

*2 Connected Industries Open Framework(企業間オープン連携フレームワーク)

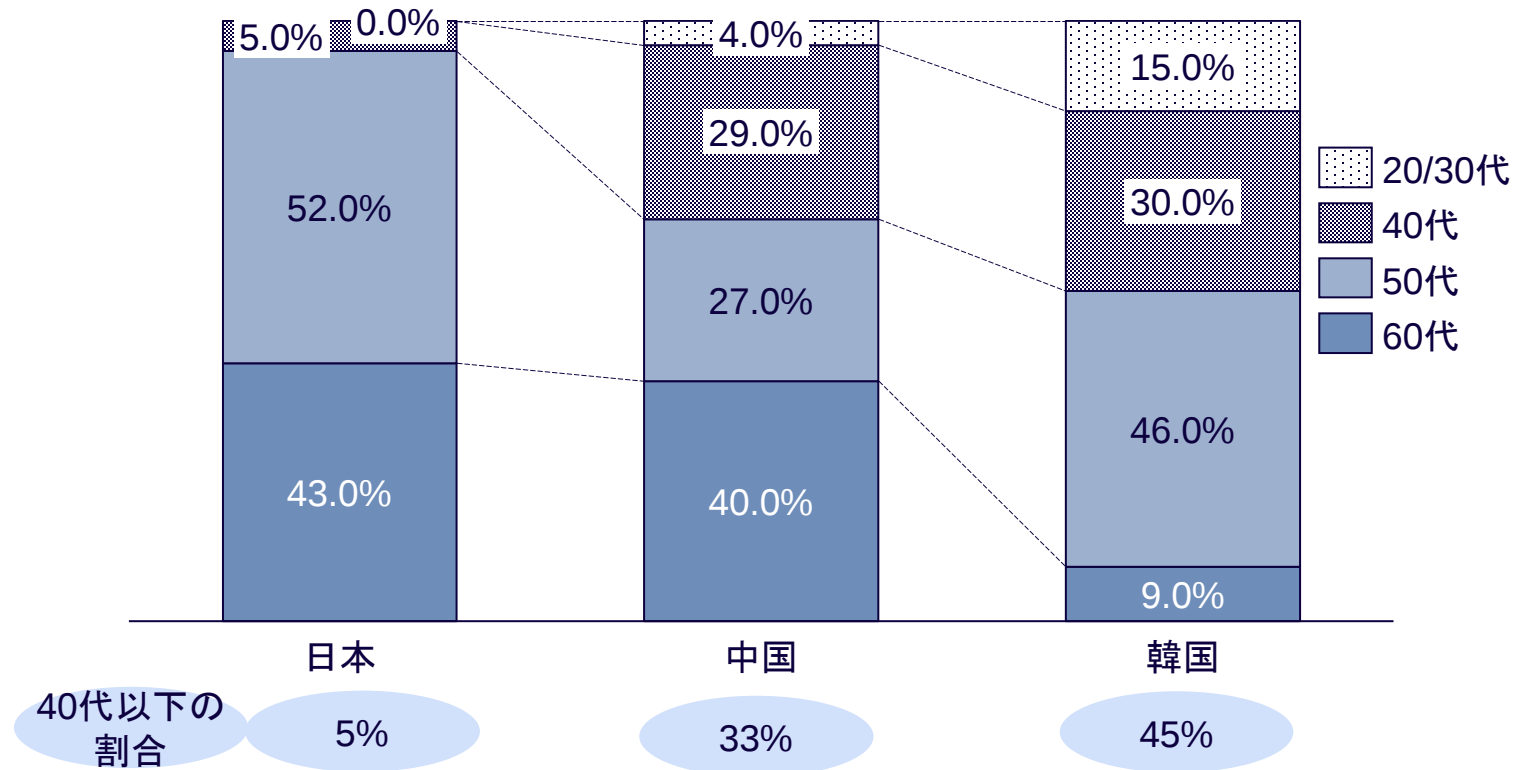
出所：日経クロステック“IVIが製造データ流通フレームワーク公開、DMG森、三菱電機、ファナック、日立が協力(2019/4)”などを基に作成

現在ITリテラシーの低いシニア層が国際会議に参加しており国際的な標準化のトレンドから孤立し始めているため、ITリテラシーのある若手人材の登用・確保が必須

ISO/ICE国際会議参加者の年齢構成

再掲

日本の現状



13 ITリテラシーのある人材の確保：×

- 日本は他国と比較して、シニア層が大多数を占める
- 国際会議においても、日本だけ標準化に反対することで、標準化の検討から外されるなど、ガラパゴス化が進む状況

- プロジェクト全体像(企画書から再掲)
- 1 日本工作機械メーカーの提供価値変化の必要性
 - 1-1. 国内工作機械メーカーのこれまでの提供価値
 - 1-2. 外部環境変化に伴う国内工作機械メーカーの機会
 - 1-3. 国内工作機械メーカーにとっての脅威
 - 1-4. 将来的な提供価値変化の必要性
- 2 工作機械ユーザーの在りたい姿と海外プレイヤー/標準化の動向
 - 2-1. 海外動向調査の視点／観点
 - 2-2. デジタル化への対応に係る海外動向(ソフト)
 - 2-2-1. 設計プロセス効率化 ～ 効率的なCAD/CAM連携を目指して
 - 2-2-2. 生産プロセス効率化 ～ スマートファクトリーへの対応
 - 2-3. 工作機械技術強化に係る海外動向(ハード)
 - 2-3-1. マシニングセンタ/ターニングセンタ
 - 2-3-2. 板金レーザ加工機/NC放電加工機
 - 2-3-3. NC研削盤
- 3 日本の現状と海外とのギャップ
- 4 ギャップを踏まえた日本の工作機械メーカーの必要アクションとルール整備

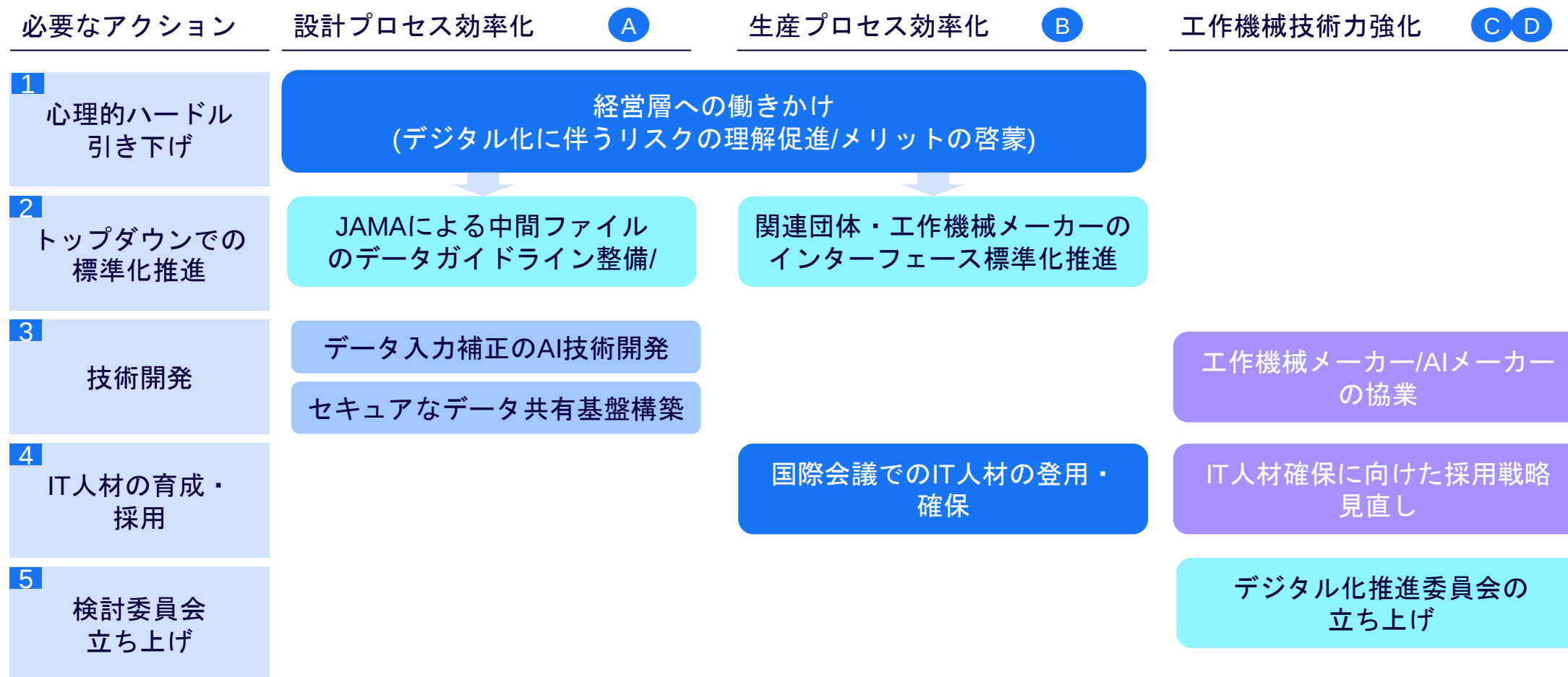
日本と海外のギャップを踏まえて日本が必要なアクションは大きく5つ

海外事例を踏まえた成功のポイント（第二章再掲）				日本の現状とギャップ			
A 設計プロセス 効率化	協業メリット の醸成		1	ユーザーの危機意識醸成	○	・ DX化の遅れにより危機意識が醸成されている	
			2	経営層の心理的ハードル引き下げ	△	・ ITリテラシーのある経営層が少なく、ハードルが高い	1
	加工に必要な データ連携	データ 品質遵守	3	データガイドライン構築 (PMI / 幾何公差含む)	△	・ 3DCADの幾何公差/PMIが考慮されていない状況	2
			4	データ入力補正自動化 (脱属人化)	△	・ データ入力はマニュアル作業が中心	3
		情報漏洩 リスク 低減	5	セキュリティガイドライン定義	○	・ ISO27001に準拠して日本でも2019年にルール構築	
			6	業界団体によるトップダウン推進	○	・ JAMA/ JAPIAが主導となりガイドラインを構築済	
			7	ガイドライン遵守のインセンティブ構築	○	・ 義務化はしていないものの、既に3,000社近く参加	
			8	ガイドライン運用・改善	○	・ 2019年に策定後、JAMA/JAPIA主導で定期的に実施	
	データ共有基盤構築		9	セキュアなデータ共有基盤構築	△	・ データ共有基盤を構築しているOEM/サプライヤは限定的	3
B 生産プロセス 効率化	IF 標準化	工作機械メー カーのメリット醸成	10	行政によるスマートファクトリー推進	○	・ Society5.0等を策定しており、顧客企業へ働きかけ	
		標準化推進加速	11	工作機械メーカーへの標準化要請	△	・ マスクメーションの潮流もあり、標準化の余地が残っている	1
	グロー バル 連携	規格間の互換性	12	トップダウンでの標準化推進	△	・ 業界団体/コンソーシアムが別々に取組推進している状況	2
		国際標準化対応	13	グローバルでの規格間連携	△	・ Edgecrossにおいてはumatiと連携	4
		ソフトウェア 開発力強化	14	標準化関連の国際会議におけるIT人材登用	△	・ 現状、デジタル化に精通した人材はおらず限定的	4
			15	採用戦略の見直し	△	・ 給与基準の見直しや採用アプローチ等、見直しが必要	4
C マシニング / ターニングセンタの 技術強化	ソフトウェア 開発力強化	16	AIスタートアップとの提携	△	・ 一部企業ではAIベンチャーとの協業実施も限定的	3	
D 板金レーザー/ NC放電加工機 の技術強化		17	業界団体によるデジタル化推進委員会立ち上げ	△	・ 技術委員会はあるもののデジタルに特化した委員会は無し	5	

必要なアクション

- 1 心理的ハードル引き下げ
- 2 トップダウンでの標準化推進
- 3 技術開発
- 4 IT人材の育成・採用
- 5 検討委員会の立ち上げ

行政による経営層への働きかけにより心理的ハードルを引き下げるとともに、民間/業界団体主導で各種標準化や技術開発等に取り組む



欧州ガイドラインと比較して日本のガイドラインは欧州とほぼ同等の目次構成となっており大きな漏れはないことから、詳細部分で欧州ガイドラインの定義内容の確認が必要

工作機械メーカー目線での試作加工に必要な情報

試作加工に必要なデータ	図面情報	幾何学情報	曲線の長さ	幾何学的品質基準	図形のモデル品質		
			曲率			セグメント間の折れ	
		公差/寸法情報	幾何公差			微少曲線	
			寸法			重複曲線	
	加工品の製造情報	材料情報	使用する材料		非幾何学的説明	図形以外のモデル品質	
			材料の性能	CADモデル			
		組立方法	部品間の接続方法	グループ			グループ/レイヤ
			組立順番	座標系			座標系
			組立	組立		アセンブリ	
		性能情報	耐久性	ソリッド		ソリッド	
				形状の特徴		フォームフィーチャー	
			コスト	エレメント		要素	
				スケッチ		スケッチ	
		図面データの品質基準				図面のモデル品質	
		CAEデータ				CAE	

標準化として取りうるオプションは大きく5つ存在

標準化オプション

新規に標準化 ルール定義	1 新規に標準化ルール 定義
	2 Edgecross / FIELD systemを採用
既存の標準化 ルール 採用	3 umati採用
	4 MTConnct採用
	5 NC-Link採用

標準化オプションの概要

- 関連団体・工作機械メーカーで新たな標準化ルールを策定
- umatiと連携されているEdgecrossやFIELD systemを日本国の標準規格として、普及を推進
- 他国の標準化規格を日本の標準化ルールとして定義
- 関連団体・主要な工作機械メーカーにより、
工作機械メーカーへ規格の対応を促す

標準化のオプションとして、「ユーザーへの浸透のしやすさ」、「ステークホルダーとの関係」、「リスクの大きさ」の観点で評価

評価基準概要

i	ユーザーへの普及のしやすさ	ユーザーにとって対応コスト/心理的ハードルが低く、普及しやすいルールとなっているか	
ii	工作機械メーカーの視点	工作機械メーカーも標準化で一定の検討コスト/インターフェース刷新の対応が必要となるため、対応コストが低いほうが望ましい	
	iii	IT機器/ベンダーの視点	標準化を進める上で、産業機器/ITベンダー等から協力を得られるか否か
	iv	規格保有国との関係	政治的な理由や国家戦略の観点で標準化ルールの採用に抵抗を示すか否か
v	自国の優位性を失うリスク	他国への情報漏洩リスクや自国にとっての不利なルール改定などのリスクはあるか？	

様々なステークホルダーの視点や対応コスト等を踏まえると、既に日本メーカーも参画経験のある欧州/北米の規格への参加が妥当か

		新規に標準化ルール定義		既存の標準化ルール採用		
		1 新規に標準化ルール定義	2 Edgecross / FIELD systemを採用	3 umati採用	4 MTconnect採用	5 NC-Link採用
i	ユーザーへの普及のしやすさ	○ (日本の基準に合わせて作るため普及しやすい)	× (初期投資が大きく大企業では普及しない可能性)	○ (OPCUAのセキュリティも厳しいので安心)	△ (通信の安全性が若干劣るため、普及しない恐れあり)	× (セキュリティや中国国内法との関係で普及しない可能性)
ii iii iv	ii 工作機械メーカーの視点	× (規格の乱立による混乱や対応コスト等が懸念される)	△ (一部でedgecross/FIELD systemを採用している会社あり)	△ (一部でumatiを採用している会社あり)	△ (一部でMTconnectを採用している会社あり)	× (採用している会社がなく対応メリット小)
	iii IT機器/ベンダーの視点	△ (これから対応するメーカーは協力を得やすい)	× (国内でのサービス提供者混在による調整難)	△ (一部メーカーはumati対応しており協力を得やすい)	△ (一部メーカーはMTconnect対応しており協力を得やすい)	△～× (近年できた規格のため、対応メーカーは少なく協力を得づらい)
	iv 規格保有国との関係	○～△ (日本への主な輸出国/工業会との関係性良好)	○～△ (日本への主な輸出国/工業会との関係性良好)	○～△ (現地工作機械工業会と定期的に情報交換しており、関係性良好)	○～△ (現地工作機械工業会と定期的に情報交換しており、関係性良好)	△～× (情報保護政策との関係で追加対応が必要となる可能性)
v	自国の優位性を失うリスク	○ (日本の基準に合わせて作るため普及しやすい)	○ (エッジサーバーのため情報漏洩リスクは低い)	△ (自国に不利なルールになるリスクは限定的か)	△ (自国に不利なルールになるリスクは限定的か)	△～× (技術情報など中国のキャッチアップ加速の可能性)

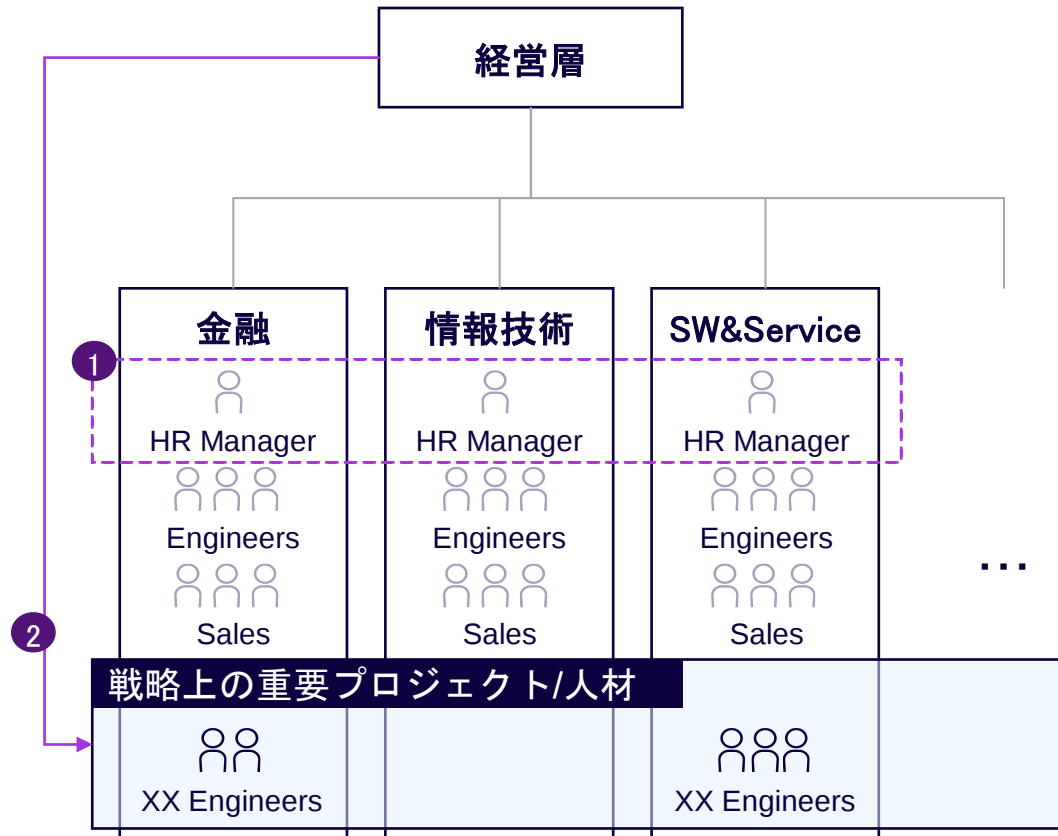
業界は異なるものの、高度人材獲得に向けた採用の要諦は大きく3つ

タレントマネジメントの要諦

本社所在地別 ベンチマーク先		米国		欧州		アジア	
プロセス別 要諦		intel	Apple	amazon	ST	tsmc	SAMSUNG
採用	採用の方針決定	・事業部にHiring Manager ・重要案件に係る採用はTop down判断も	・戦略ポジションをHR-BU間で毎月レビュー	・Hiring Managerが採用 ①人事戦略と事業戦略のアライン ・業績目標に紐づくKPI	・新規技術関連人材等の採用で採用戦略を検討	・SOP整備により戦略に紐づく業務を新卒社員でも担えるよう標準化	・重要ポストについては個別にTop downで採用戦略を検討
	求める人材要件の設定	・基本的にJob型雇用であり、1つのポジションに対し具体的なJob Descriptionが対応 ・事業理解の深いHiring Managerが人材要件の充足度をスコア化(経験年数、実績(特許数、論文数等)等の客観指標)し、個別の報酬体系を設計	・基本的にJob型雇用であり、1つのポジションに対し具体的なJob Descriptionが対応 ・事業理解の深いHiring Managerが人材要件の充足度をスコア化(経験年数、実績(特許数、論文数等)等の客観指標)し、個別の報酬体系を設計	②求める人材要件の明確化 ・1つのポジションに対し具体的なJob Descriptionが対応	・1つのポジションに対し具体的なJob Descriptionが対応	・コアポジションについてはJDを明確化(台湾国内は新卒採用メイン)	・JDの明確化(経験年数や保有資格等)に加え、コンピテンシーを重視
	人材プールへのアクセス	・大学近くに拠点設置 ・リファラル採用への注力 ・ヘッドハンターとの連携	・事業化に貢献可能な学生が存在する ・大学との産学連携	・大学の教育プログラム ③有望な人材プールと継続的に接点を生む仕組み整備 ・学生採用専門チーム	・大学との共同研究施設 ・コンベンションや大学教育支援	・大学構内に研究施設 ・コンベンションによる人材発掘	・契約学科設置(国内) ・地域別ヘッドハンター設置
育成/評価	育成/評価の方針決定	・給与は個別設定、コア技術に関わるエンジニアを厚待遇	・給与は個別設定	・個人単位で報酬を設定 ・選抜度 ④リソース配分の選択と集中	・採用オファー金額は個人単位で設定 ・多額のsign up bonus	・重要な社員に対しては20-25%程度のボーナスを個別設定	・コンピテンシー評価に基づき抜擢・昇給
	育成体制・環境整備	・Q毎のFocal Processで課題の確認 ・事務サポート体制整備	・ペアコーチング注力 ・エンジニアサポートチームの設置・Q毎の改善	⑤キャリアアップに集中可能な環境の整備 ・メンター・バイパス制度(人事評価にも反映)	・ペアコーチング注力 ・SOP整備 ・内部向け書類削減	・ペアコーチング注力 ・SOP整備 ・内部向け書類削減	・トップダウンでの雑務削減プロジェクト(社内会議短縮/書類電子化等)
	育成支援	・オンライントレーニングの充実	・社内認定制度注力	⑥社員の自律的なキャリアアップ支援 ・有望社員の自主学習に ・ワシントン大学との提携	・ナレッジシェア基盤 ・Senior Manager 1 on 1のリードを常時共有	・約1万件のe learningで分野問わずエンジニアリングの学習が可能	・社員の自主勉強会のコスト負担 ・企業内大学の設置
リテンション	退職リスクのマネジメント	・1 on 1の仕組み化 ・リテンションをMgrのKPI化	・1 on 1の仕組み化 ・リテンションをMgrのKPI化	⑦退職リスク管理のための仕組み整備 ・1 on 1の仕組み化	・Senior Manager 1 on 1のリードを常時共有 ・2年間のリテンションの打診	・1 on 1の仕組み化	・サクセッションプランについて定期的にマネジメントと協議
	引き留め	・RSU付与 ・高評価な社員の抜擢	・RSU付与	⑧事業部の裁量に基づくリテンションボーナス整備 ・部門判断でのリテンションボーナス付与 ・RSU付与	・2年間のリテンションの打診	・個人へのリテンションボーナス付与	・キーパーソンへのリテンションボーナス付与

インテルは通常の人材採用は事業部門のHR Managerに裁量を持たせつつ、戦略上の重要ポジションについてはマネジメントも関与しつつ採用・リテインを実施している

事例-インテルにおける戦略ポジションの設定



① 事業領域ごとのHR Manager設置

- 通常の採用は現場の人材ニーズを踏まえて具体的に人材要件を設定し、機動的に採用プロセスを実行できるよう、現場のHR Managerに裁量を与えられている

② 戦略上の重要ポジションの採用における経営層の関与

- 注力領域の新規事業検討チーム等、戦略上の重要ポジションにおける採用については、マネジメントも関与して人材要件を規定し、社内リソースで不足する場合には採用目標をトップダウンでHR Managerに課す
- 一部のプロセスエンジニア等、自社のコア技術に係るケイパビリティを有する人材については、他の人材とは異なる体系に基づく報酬で厚遇し、他社への流出を防いでいる

工作機械メーカーとしても現場に採用責任を委任し、機動的な採用活動につなげる等の対策が必要と思料

特に米国系企業においてはジョブベースで人材要件を詳細に定義した上で転職エージェントとのコミュニケーションを円滑化し、採用の効率化やミスマッチの最小化に繋がっている

事例-Samsungにおける人材要件の具体性



Ex. Teamlead Data & Analytics (as of 9/20/2022)

• The ideal Teamlead Data & Analytics recognize themselves in the following profile:

- 5+ years of experience working in BI, Analytics, Data Warehousing, & Reporting Teams
- 2+ years of leading agile development teams
- Proven Technical Experience in one of more ETL(Pentaho, Informatica, SSIS, etc.), SQL, & basic working knowledge of a reporting Suite(Power BI, Qlik, Tableau etc.)
- Experience with working with GIT and CI/CD, & Linux
- Good understanding of a Sales & Marketing Organization
- Ability to work in a fast-paced environment.
- Ability to manage multiple tasks and projects, and forge strong interpersonal relationships within the department, with other departments, and with external audiences.
- Excellent written and verbal communication and presentation skills to effectively communicate information to all levels within the organization

• Preferred qualifications

- Experience with data quality and validation
- Experience with Airflow
- Experience with more than one coding language
- Experience with SQL performance tuning and E2E process optimization
- Experience with designing and implementing real-time pipelines

1つのJDIに1つの役職
が対応(左記例で
は"Teamlead")

客観的に判断可能な
スキルレベルの提示
要求(経験年数や保
有資格)

職場のカルチャーを踏
まえた求めるコンピテ
ンシーの明記

人材要件の具体性に関する日系/外資企業間の相違



左記のような公開ベースの求人情報に加え、候補者のバックグラウンド(出身研究室や実績等)に関してより詳細な人材要件をエージェントに伝達する例も存在

工作機械メーカーとしても今後必要となる人材要件を明確化し、有望人材に効率よくアプローチする施策の検討が必要と思料

自社のブランド認知度が低い環境下では、有力な企業であっても大学の知名度によらず広く提携先大学のターゲットに含め、タレント人材を発掘する取組みが選択される傾向あり

タレント人材採用のための提携先大学選定に対する考え方のパターン



工場の省エネは、計画・ピーク調整といった計画系と共に自動制御や機器選定による

カテゴリ	ソリューション例
運用計画 リアルタイム提案	■ AIが各種設備の省エネ運用計画を提案 ・ SCADA/PLCに設置したデータ転送装置からリアルタイムにデータを計測・収集 ・ 外部データ(気象/電力価格等)とも突合しAIが分析 ・ 複数設備のコスト・エネルギー削減を同時追求した運用計画をリアルタイム提案
エネルギー負荷 ピーク調整	■ エネルギー負荷平準化により契約電力を削減 ・ 工場全体でのエネルギー(電力・熱)消費状況を踏まえた需要予測・需給計画策定 ・ 需給状態監視によるリアルタイムな制御フィードバック(各設備の稼働調整) ・ エネルギー消費ピークの引き下げにより契約電力を削減
設備自動制御	■ 需要予測に基づき設備の運用計画を策定、自動制御 ・ 気象予報データを基にエネルギー需要(空調等)を推定 ・ 需要を満たすよう各種ユーティリティ設備の運用計画を計算し、一部設備は自動で制御 ・ CO2・コストの削減とエネルギーの安定供給を両立
設備・機器の更新	■ より省エネに資する機器を選定 ・ 特にエネルギー消費の大きい工程に係る工作機械によるエネルギー効率向上

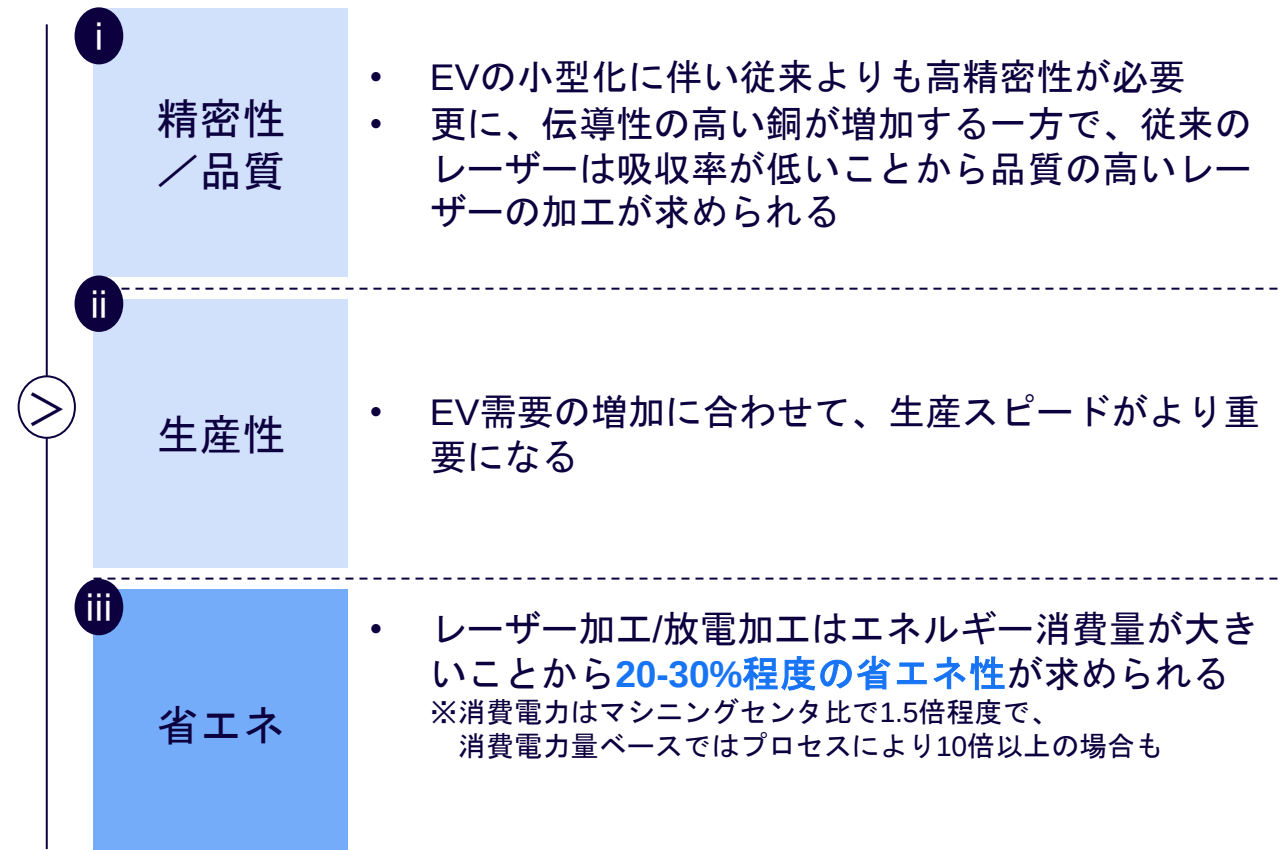
次頁に例を記載

板金レーザー加工/NC放電加工機は高精度、高品質、生産効率に加えて、消費電力が大きいことからより省エネ性も重視される

自動車業界の事業環境変化とニーズ変遷

1. 省人化/効率化ニーズ
 - 働き手不足/少量多品種から引き続き生産効率の高い工作機械を求める
2. 小型軽量化/マルチマテリアル化
 - EV化を踏まえてアルミニウム、銅、先端合金等の様々な素材への対応が必要
 - 小型軽量化を踏まえて、上記素材の高精度化が求められる
3. カーボンニュートラルへの対応
 - 各国の政府要請からEV化にとどまらず、製造現場のカーボンニュートラル化が要請
4. 製造プロセス改革
 - 少量多品種化の対応や生産コストの低減に向けて、ギガキャスティング等のモノづくりの在り方の変化

板金レーザー加工/NC放電加工機



Arthur D. Little has been at the forefront of innovation since 1886. We are an acknowledged thought leader in linking strategy, innovation and transformation in technology-intensive and converging industries. We navigate our clients through changing business ecosystems to uncover new growth opportunities. We enable our clients to build innovation capabilities and transform their organizations.

Our consultants have strong practical industry experience combined with excellent knowledge of key trends and dynamics. ADL is present in the most important business centers around the world. We are proud to serve most of the Fortune 1000 companies, in addition to other leading firms and public sector organizations.

For further information please visit **www.adlittle.com** or **www.adl.com**.

Copyright © Arthur D. Little Luxembourg S.A. 2024.
All rights reserved.

Contact:

Arthur D. Little Japan, Inc.

Shiodome City Center 36F

1-5-2 Higashi Shimbashi, Minato-ku

105-7136 Tokyo

T: +81 3 6264-6300 (Reception)