

製造業におけるリファレンスケースについて

2020年10月

経済産業省製造産業局

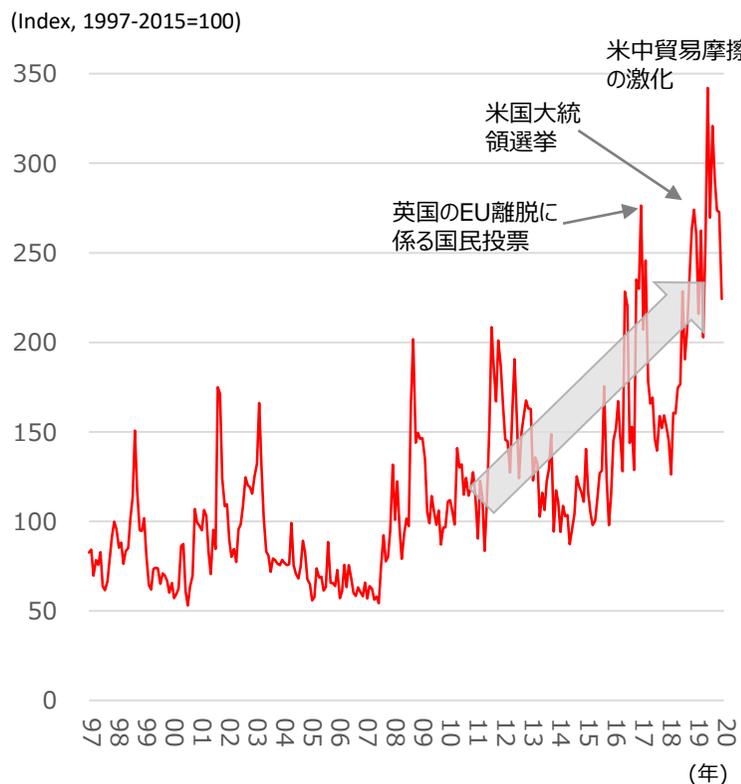
(1) 我が国製造業の抱える課題と現状

世界における不確実性の高まり

- 近年、米中貿易摩擦、英国のEU離脱、保護主義の高まり等、世界の不確実性が高まっている。
- 「不確実性は、新しい常態（ニュー・ノーマル）」（ゲオルギエバIMF専務理事）」となりつつある。

政策不確実性指数の推移

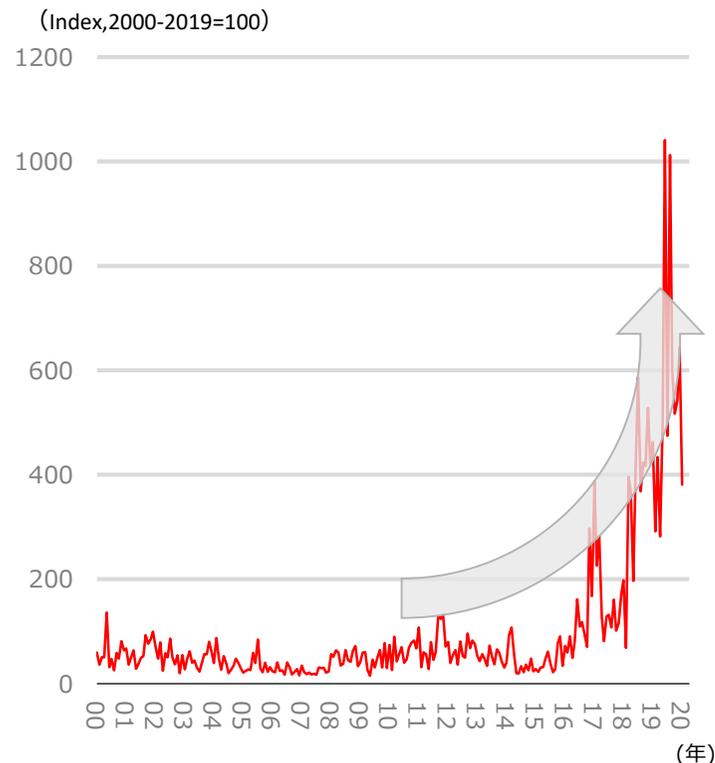
世界21カ国の主要紙におけるeconomic, uncertainty等の用語セットにより判定された経済の不確実性への言及頻度を指数化



(資料) <https://www.policyuncertainty.com>

通商政策不確実性指数の推移

米国、中国、日本の主要紙における貿易分野の政策を巡る不確実性への言及頻度を指数化

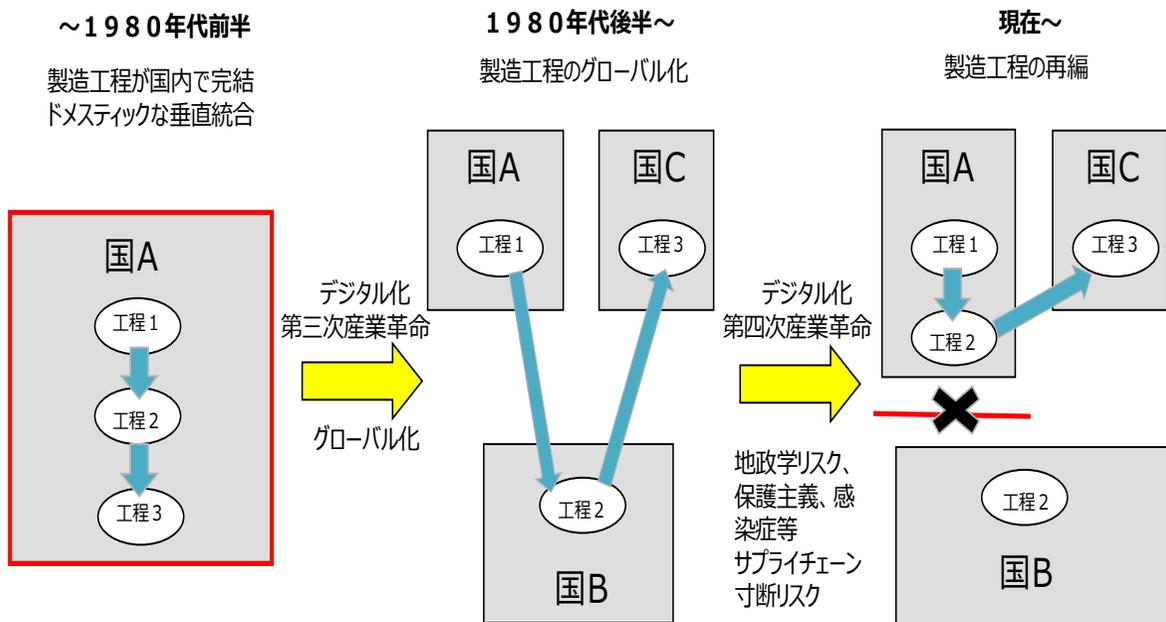


(資料) IMF “World Economic Outlook Database”等より
RIETI伊藤研究員作成

世界における不確実性の高まり

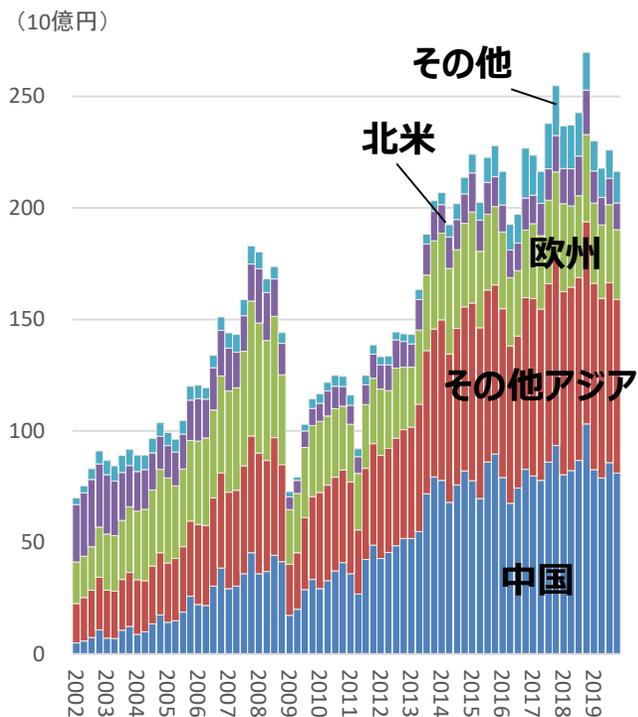
- 製造業は、1990年代以降、グローバル・サプライチェーンを形成してきた。
- しかし、不確実性の高まりにより、グローバル・サプライチェーン寸断のリスクが浮上。特にアフターコロナの時代には、当該リスクへの対応に向けたサプライチェーンの再構築や強靱化が一層重要に。

サプライチェーン再編の歴史



自動車部品輸入額の推移（地域別）

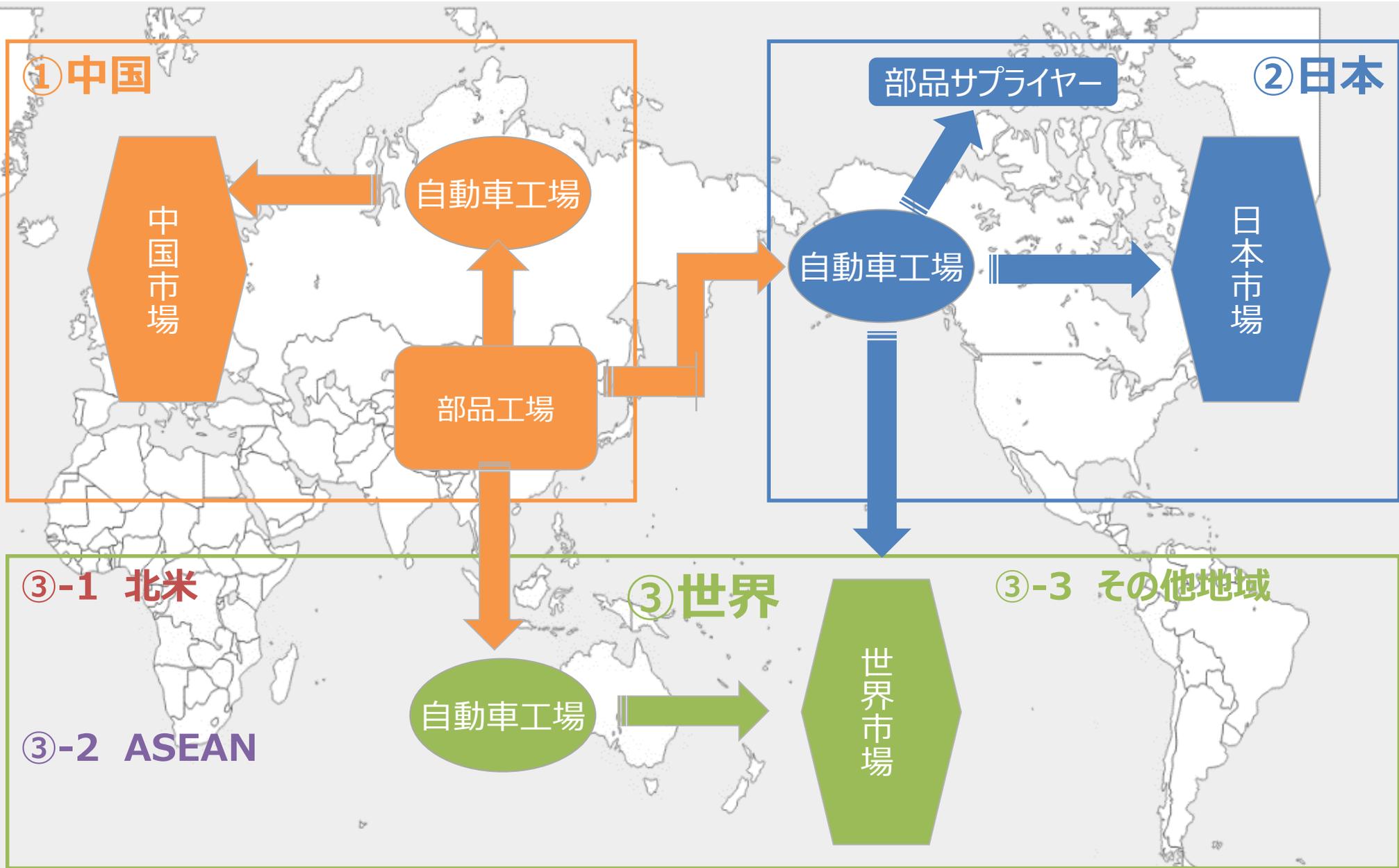
サプライチェーンの広がりに伴い、自動車部品輸入額は拡大



(資料) Richard Baldwin "The Great Convergence: Information Technology and the New Globalization"(2016)を参考に、経済産業省作成

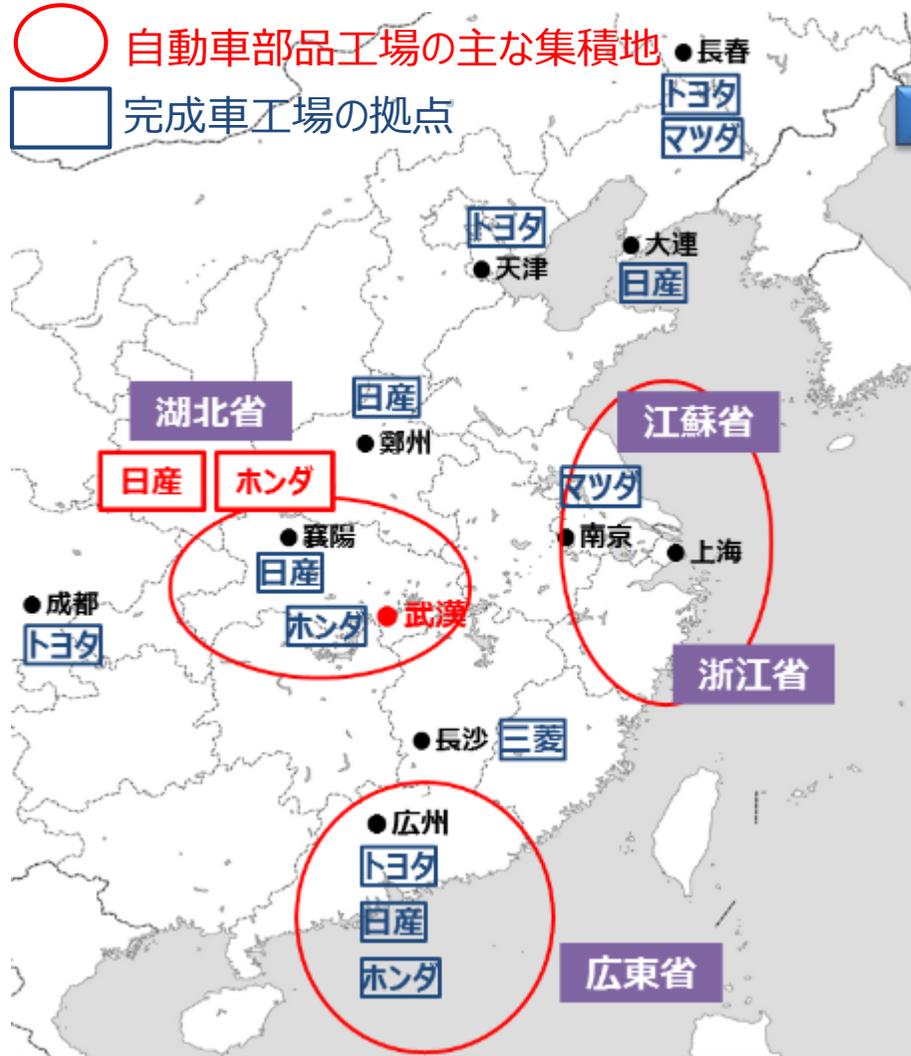
(資料) 財務省「貿易統計」

自動車産業に係るサプライチェーン



中国から日本への自動車部品の輸出

- 日本の自動車部品の**中国依存度は約3%**（約3300億円）、2010年比で**約2.3倍増**。
- 完成車生産に必要な約3万点の部品の**一部でも代替が効かないと生産ラインへの影響大**。



日本に輸出

船便：通常の輸送手段

↓ 港の混乱

航空の貨物便
※旅客便にも一部依存

【参考】
 <日系メーカーの中国内生産台数>
 ・約450万台
 ←日系メーカーの全世界生産台数の約2割

<日系メーカーの中国販売台数（2月）>
 ※対前年同月比

・トヨタ約7割減
 ・日産約8割減

【中国から日本への輸出部品例】



<ワイヤーハーネス>



<エアバック>



<ドアロック>

企業変革力（ダイナミック・ケイパビリティ）の強化

- 不確実性の高い世界では、環境変化に対応するために、組織内外の経営資源を再結合・再構成する経営者や組織の能力（ダイナミック・ケイパビリティ）が競争力の源泉となる（注）。
- 与えられた経営資源をより効率的に利用して利益を最大化する「オーディナリー・ケイパビリティ」は企業の基本的な能力。しかし、不確実性の高い世界では環境の変化に合わせて企業を変革する「ダイナミック・ケイパビリティ」を高めることが重要になる。

	オーディナリー・ケイパビリティ	ダイナミック・ケイパビリティ
目的	技能的効率性	顧客ニーズとの一致 技術的机会やビジネス機会との一致
獲得方法	買う、あるいは構築（学習）する	構築（学習）する
構成要素	オペレーション、管理、ガバナンス	感知、捕捉、変容
ルーティン	ベスト・プラクティス	企業固有の文化・遺産
経営上の重点	コストコントロール	企業家的な資産の再構成とリーダーシップ
優先事項	「ものごとを正しく行う」	「正しいことを行う」
模倣可能性	比較的模倣できる	模倣できない
結果	効率性	イノベーション

デジタル化により強化

- データの収集・連携
- AIによる予測・予知
- 3D設計やシミュレーションによる製品開発の高速化
- 変種変量
- 柔軟な工程変更



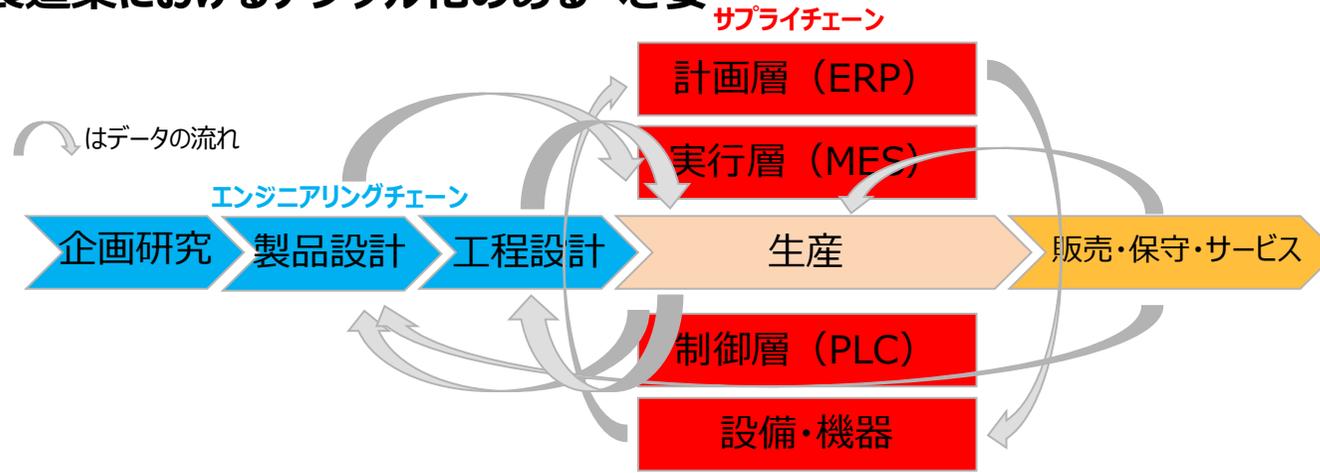
（注）（デビッド・J・ティース・UCバークレー校ビジネススクール教授）により提唱。

（資料）D.J.ティース「ダイナミック・ケイパビリティの企業理論」（中央経済社、2019年）図表5-1を一部改変

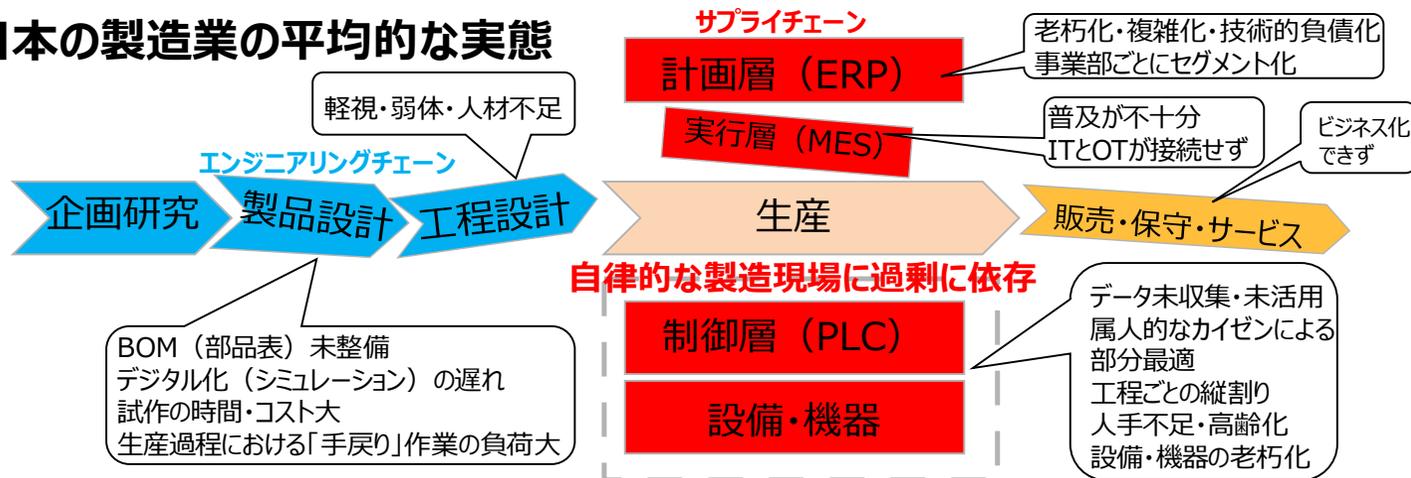
日本の製造業のデジタル・トランスフォーメーションにおける課題と現状

- 日本の製造業においては、企画研究-製品設計-工程設計-生産などの連鎖である「エンジニアリングチェーン」と、受発注-生産管理-生産-流通・販売の連鎖である「サプライチェーン」のそれぞれにおいて、様々な問題を抱えている。

製造業におけるデジタル化のあるべき姿



日本の製造業の平均的な実態

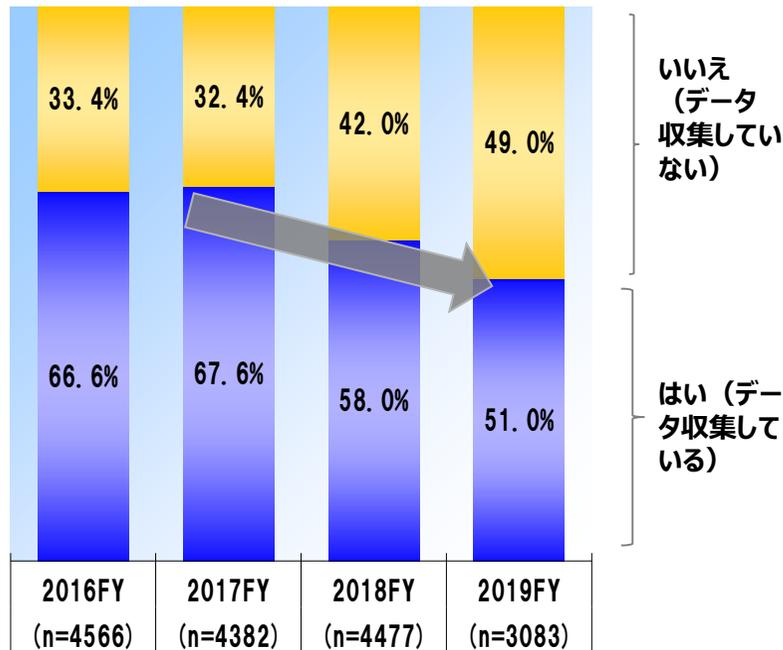


日本の製造業のデジタル・トランスフォーメーションにおける課題と現状

- デジタル化は企業変革力（ダイナミック・ケイパビリティ）強化に有効。
- 一方、製造業のデジタル化やデータ活用は、製造工程についても、マーケティングとの連携についても十分に進んでいない。

製造工程のデータ収集に取り組んでいる企業の割合 （国内製造業）

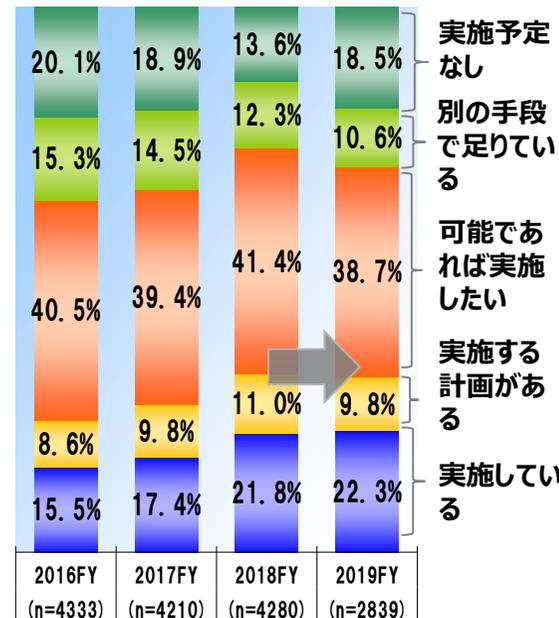
製造工程のデータ収集に取り組んでいる企業は減少



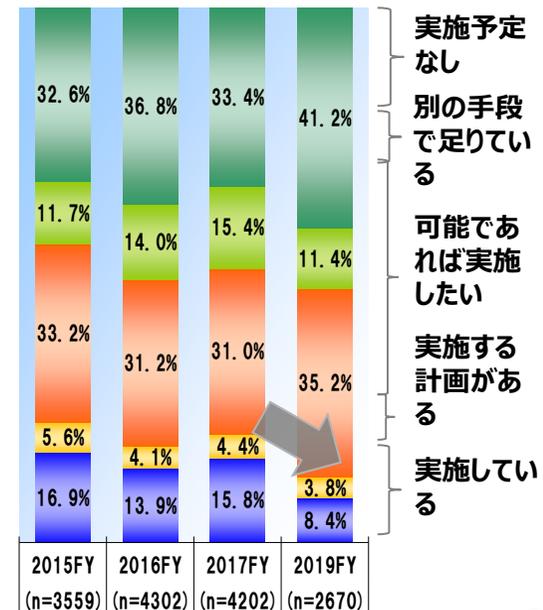
データ利活用に取り組んでいる企業の割合 （国内製造業）

データを実際に役立てている企業の割合も伸びていない

【個別工程の機械の稼働状態について「見える化」を行い、改善等に取り組んでいるか】



【販売後の製品の動向や顧客の声を設計開発や生産改善に活用しているか】

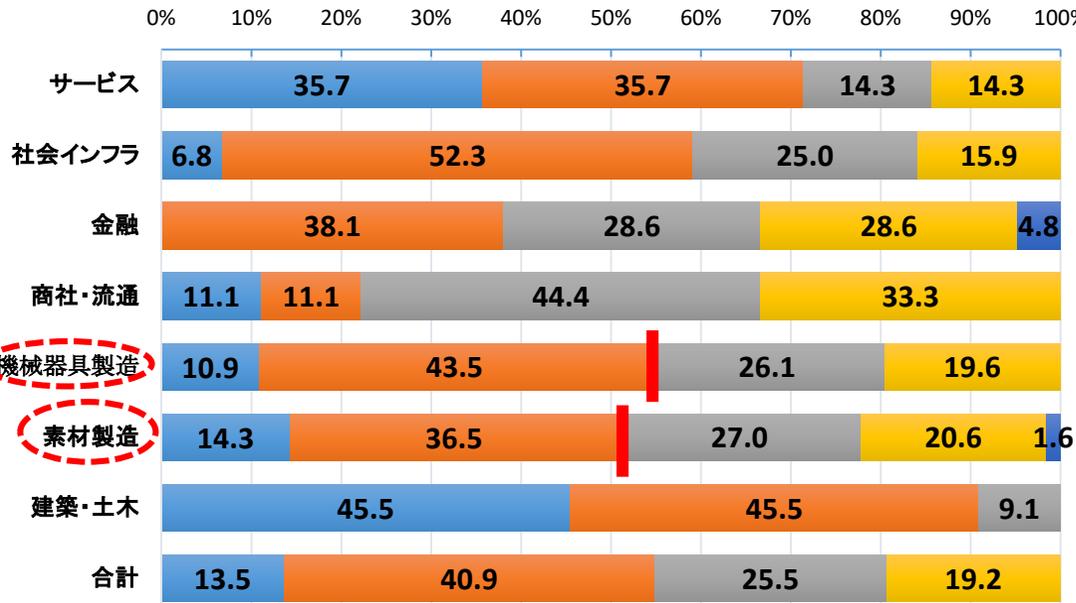


（資料）三菱UFJリサーチ&コンサルティング（株）「我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査」（2019年12月）

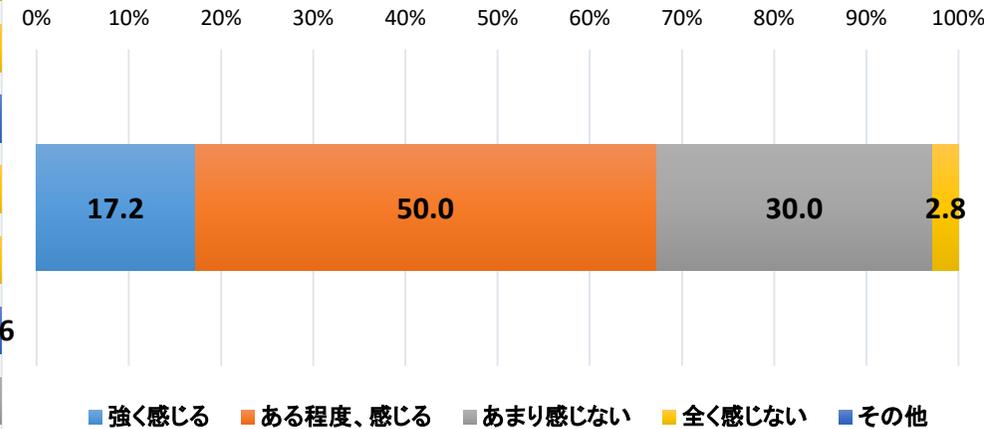
日本の製造業のデジタル・トランスフォーメーションにおける課題と現状

- 日本の製造業では、老朽化した基幹系システム（レガシーシステム）が、依然として残存し、運営費・保守費が肥大化（「技術的負債」）、デジタル・トランスフォーメーションの足かせ。
- レガシーシステムの残存は、2025年以降、大きな経済損失を招くおそれ（「2025年の崖」）。

業種によるレガシーシステムの残存状況



約7割の企業が、レガシーシステムがDXへの足かせと感じている



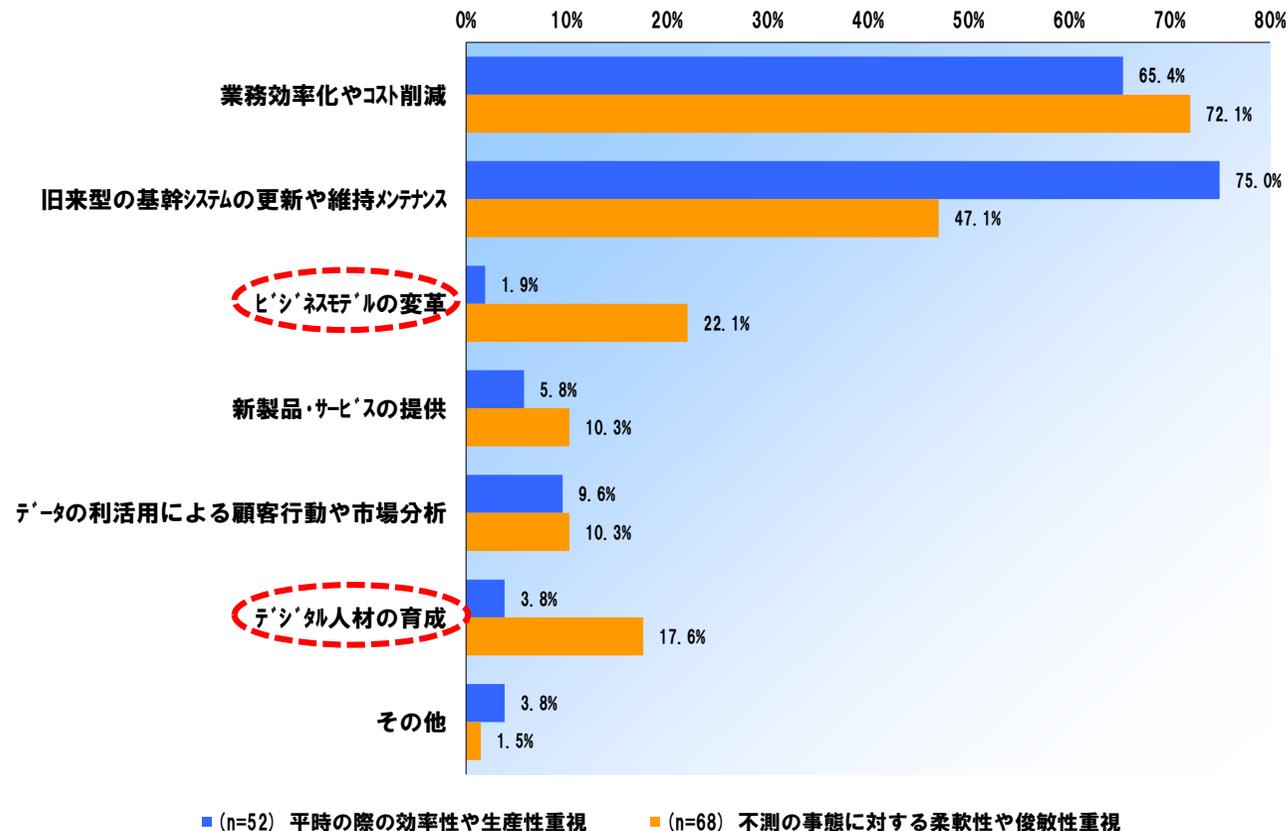
- 既に老朽システムはない
- 一部領域のみ老朽システムは残っている
- 半分程度が老朽システムである
- ほとんどが老朽システムである
- その他

日本の製造業のデジタル・トランスフォーメーションにおける課題と現状

- 平時の効率性や生産性を重視する企業のIT投資は旧来の基幹システム更新や保守が目的。
- 不測の事態に対する柔軟性を重視する企業のIT投資はビジネスモデル変革に向かっている。

IT投資の目的

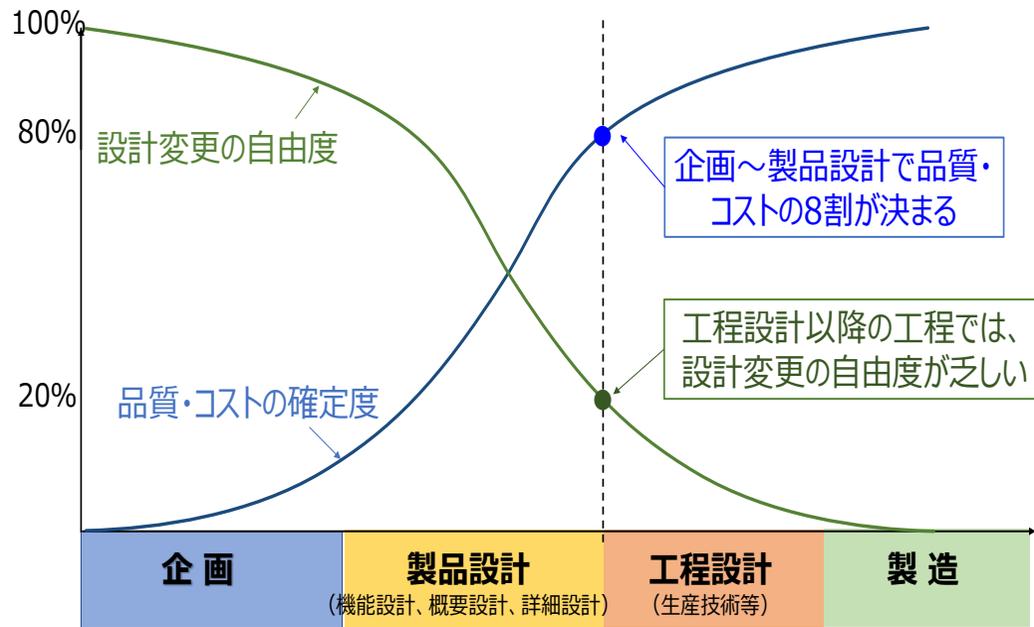
(平時の効率性や生産性を重視する企業と不測の事態に対する柔軟性や俊敏性を重視する企業との比較)



日本の製造業のデジタル・トランスフォーメーションにおける課題と現状

- デジタル化の進展に伴い、競争力の源泉はエンジニアリング・チェーンの上流にシフト。
- エンジニアリング・チェーンの上流を厚くすることで設計力を強化し、設計から生産までのリードタイムを短縮。こうしたフロントローディングにより企業変革力（ダイナミック・ケイパビリティ）を強化。

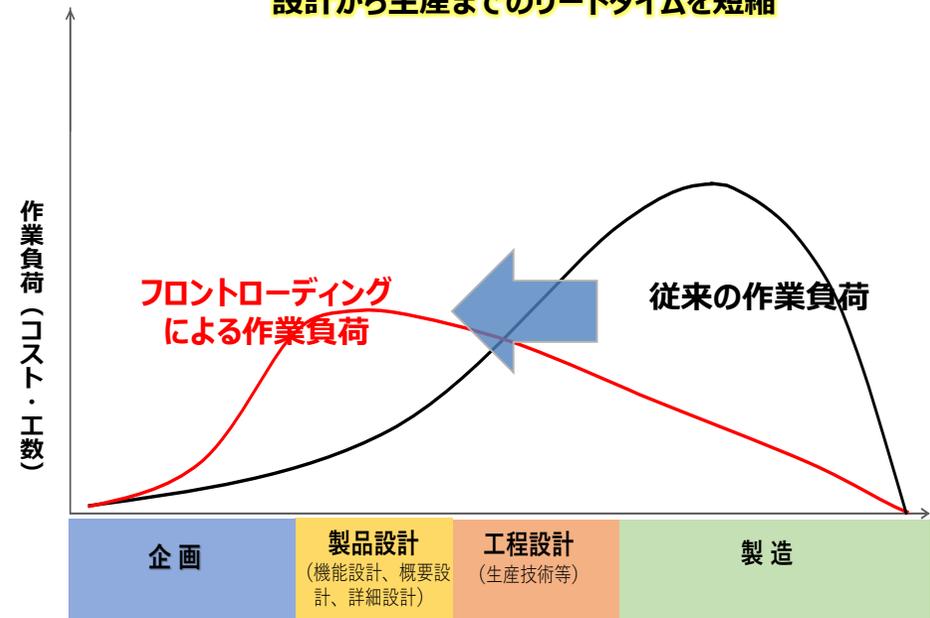
仕様変更の自由度と品質・コストの確定度



(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」より経産省作成

フロントローディングによる作業負荷の軽減

設計力を強化して手戻りをなくし、
設計から生産までのリードタイムを短縮



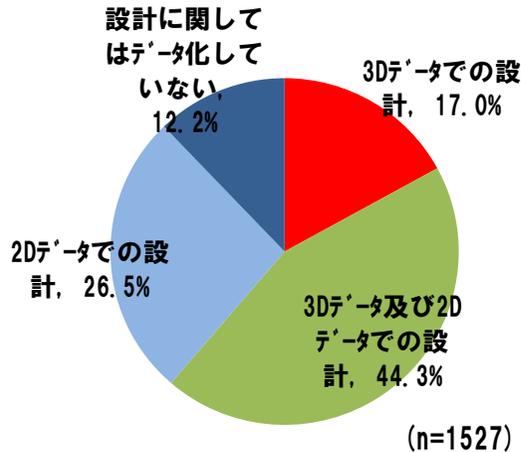
(資料) 日野三十四「エンジニアリング・チェーン・マネジメント」より経産省作成

日本の製造業のデジタル・トランスフォーメーションにおける課題と現状

- 設計能力の強化を進めるためには、データの活用や設計のデジタル化（3Dデータでの設計）による設計と、製造部門やサービス部門との連携が重要。
- しかし、3Dデータでの設計は遅れ、協力企業への設計指示も2Dデータや図面が中心。
- 企業間の古いビジネス慣行が、3Dデータでの設計指示を阻害。

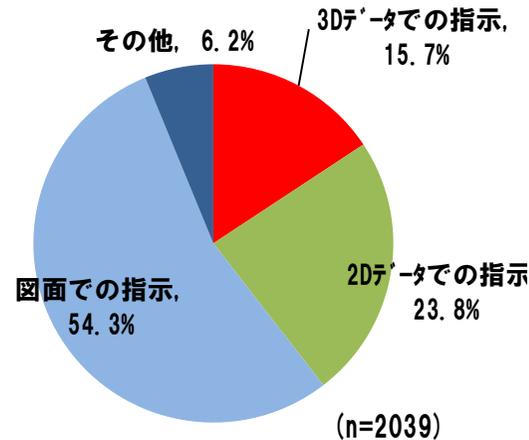
設計プロセスにおける3Dデータの活用率

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%

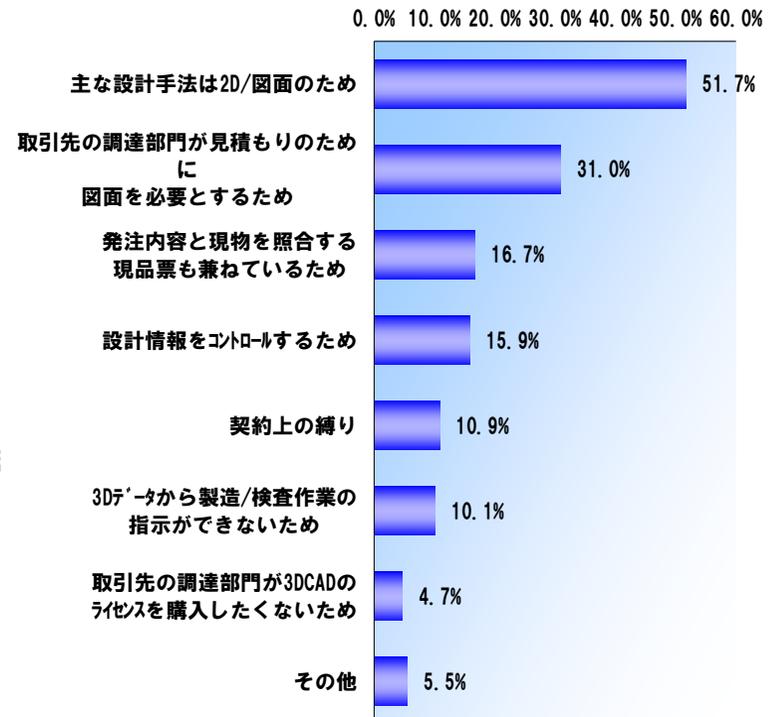


協力企業への設計指示の方法

3Dデータで設計指示を行っている企業はわずか15.7%



2Dデータや図面で設計指示している理由



(2) 製造業版デジタルガバナンス・コード ～製造業におけるリファレンスケース～

これまでの検討概要

- 経済産業省製造産業局では、新型コロナウイルス感染症の世界的拡大をはじめとする不確実性の高まりを「新しい常態（ニュー・ノーマル）」として位置付け、2020年版ものづくり白書（令和2年5月29日閣議決定）の検討と並行して、**製造業のエンジニアリングチェーン強化に向けたDXの促進に向けた調査研究を行った。**
- 具体的には、実際に製造業が直面する課題やその解決に向けた事例、各社の先進的な取組について整理等を実施しつつ、**DXを通じたエンジニアリングチェーンの強化に取組にあたり、企業が向かうべきと考えられる方向性について提示した。**

検討経緯

- 検討に際しては、「令和元年度製造基盤技術実態等調査」において、2020年1月から3月にかけて計4回の研究会を開催した（いずれも非公開。）。
- 検討成果は「製造業DXレポート～エンジニアリングのニュー・ノーマル～」として取りまとめ、公開。
- 研究会の委員構成は以下の通り（50音順。）。
 - 小田 信二 横河電機株式会社 Chief Standards Officer& General Manager
 - 木村 文彦 東京大学 名誉教授（座長）
 - 佐藤 知一 日揮ホールディングス株式会社 デジタル統括部 Chief Strategic Analyst
 - 瀧澤 健 富士通株式会社 産業ソリューション事業本部 本部長代理
 - 立本 博文 筑波大学 教授

製造業におけるリファレンスケースの方向性

- これまでの検討に基づき、製造業におけるリファレンスケースは、主として以下の5つの観点から提示。

経営層や経営企画部門が主導すべき取組との連携

観点1：
全社的な経営方針・目標の共有と、これに基づくDXの推進及びエンジニアリングチェーン強化の方針検討

エンジニアリングチェーン強化の実行

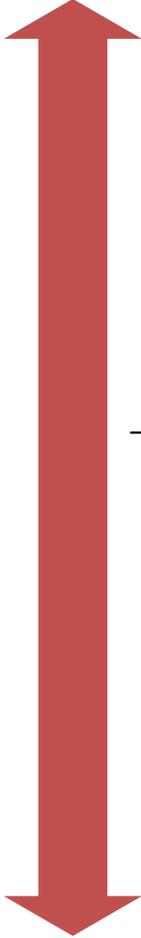
観点2：
自社のエンジニアリングチェーン工程や体制の可視化

観点3：
従業員の持つ技術や能力の形式化・デジタル化

観点4：
BOMの共有や3DCADの活用等、役割や組織を跨いだデータ共有のための仕組みの整備

取組全体を支える環境や仕組みの構築

観点5：
継続的にデジタル改革に取り組んでいくための人材や仕組みの確保・構築



一体的に推進

観点1：全社的な経営方針・目標の共有と、これに基づくDXの推進及びエンジニアリングチェーン強化の方針検討

- 自社の経営目標をデジタル変革の成果と結びつけることで、全社的な取組としての推進力を高める
 - 特定の工程に着目するのではなく、自社全体を見て真に有効な打ち手やそのためのデジタル変革の方向性を検討する。
 - 「何を達成したいか」「取組に際し、資金面、人材面の投資はどれくらい可能か」など、デジタル変革を推進する前に目標や投資面の検討を行う。
 - 「経営の意思としてどうしたいか」を明確にするため、グローバルを含めた役員に5-10年後のビジョンを聞いたり、会議や合宿を実施して経営陣の認識の共有を徹底する。
- 必ずしも定量的な指標や費用対効果に囚われず、大局的な観点から自社の取り組むべきデジタル化を検討する。
 - 必ずしもデジタル化の費用対効果が明確でない場合であっても、トップメッセージとしてデジタル化に取り組むべきであるという方針を全社に周知し、集中的な投資を行う。

観点1の実施事例（トヨタ自動車株式会社）

- 従来は各機能最適で行っていたデジタル活用を、グローバルIT企業の自動車産業参入などの社会変化に加え、これらの動向を踏まえた経営層からの働き掛けを受けた現場が危機意識を持って、全社的に機能横断のデジタル化（データ・モノ一体）に着手した。
- デジタル技術によるトヨタ生産方式の発展を目指し、既存資産の転用・環境の一元化、活用の為の教育体制、十分なセキュリティ対策など、利用者が安心して迅速に効果を出せるよう、ITプラットフォーム環境を構築した。

トヨタのデジタル化が目指すもの



観点2：自社のエンジニアリングチェーン工程や体制の可視化

- 自社の工程毎の機能の可視化や切り分け等を行う。

- 製造工程の最初から最後まで一人の作業者が携わっている場合等、工程内にどのような業務があるかを可視化し分業を促進することで、作業進捗・工程管理を作業者任せにしない。
- 個別最適化した各工程を、最終製品をつくるための全体工程の一部であると認識する。
- 社内に混在している多様な生産形態(受注生産、見込み生産など) について、どのような生産形態がどのような流れで行われているかの可視化を行う。

- 製品の工程毎のコスト構造を把握する。

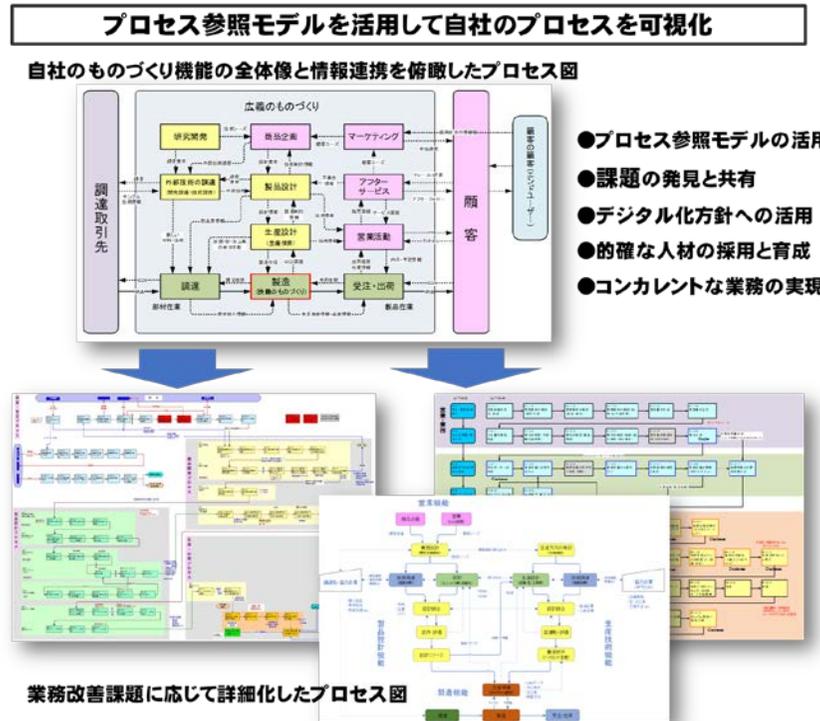
- 各工程でかかるコストを各製品ライフサイクルに沿って明らかにすることで、デジタル化したときのコストメリットを明確にする。

観点2の実施事例（株式会社今野製作所）

- デジタル改革の実現に向け、**業務プロセスやエンジニアリングプロセスにおける社内連携体制について可視化**。これにより、不足する人材や改善ポイントの明確化等、具体的なアクションに繋がった。

例1：生産現場の職人と営業の力に依存していることが分かり、事業の高付加価値化に向けて**製品設計・生産設計に注力するきっかけとなった**。加えて、自社には生産技術者が不足しており、人材育成投資やリクルーティングをする必要があることが分かった。

例2：設計業務と調達業務の間など、部署間に人力でデータを転記するプロセスがあることが分かり、**必要なデータを自動流用する改善につながった**。



観点3：従業員の持つ技術や能力の形式化・デジタル化

- 従業員から知見を収集し、ノウハウの標準化を行う。

- 職人任せにしていた現場のノウハウを表出させ、体系化することでシミュレーションのマスターに流用できる状態を目指す。
- シミュレーションなど最新のツールに対する条件設定を人が丁寧に実施する。

- 個人の持つノウハウを共有し、他の従業員による再現の確保や、ノウハウを踏まえた工程間での連携を推進する。

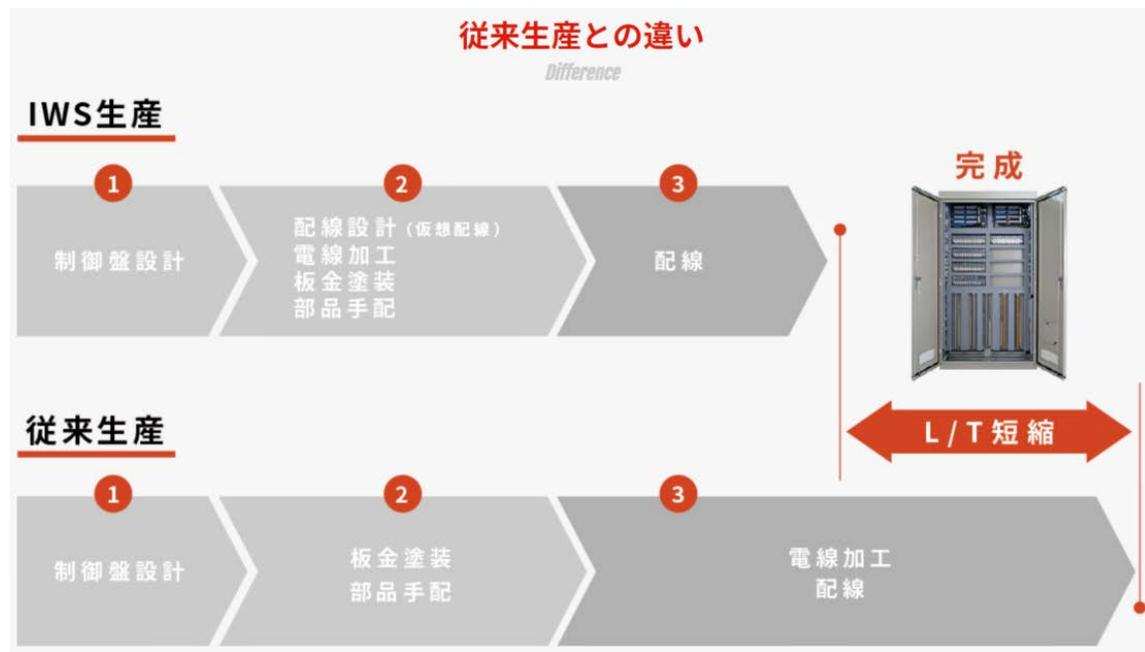
- 製造工程をよく知らない設計者が作成した図面から、現場の熟練した職人が裏の意図を読み取って製造し、生産技術的な業務領域をカバーしている部分も、業務内容を明らかにする。
- 設計者が描いた紙図面を作業員が見て頭の中で考えている作業手順を、事前に図面に落とし込む。
- 一点受注品の板金加工等、量産以外の工程においてもノウハウを共有するなど属人性を排し、どの作業員でも再現が可能な状態にする。
- 熟練工の職人技を生産現場から設計機能に移し、自社の持つ付加価値として資産化する。

- 組織や拠点を跨いでのノウハウの標準化を行う

- 生産拠点が異なっても、製品情報を共有し、同じものを安く・早く生産できるよう、用語の定義や図面の描き方・読み方などを社内で標準化したり、各工場の文化・ノウハウを共有したりすることで、デジタル化のための土台を構築する。
- 海外まで含めて設計情報や顧客管理情報等を共有する。

観点3の実施事例（株式会社アイデン）

- 一点一様を基本とする制御盤生産プロセスにおいて、従来は紙図面を見ながら職人が自身の知識に基づいて行っていた配線作業に関して、**工程ごとに必要な作業を標準化・可視化**した。
- これにより、職員の技能習熟度に応じて一層**柔軟な分業が可能になった**ことに加え、技術者が少なく国内の制御盤メーカーがほとんど進出していない国への**拠点進出と市場参入が可能となった**。



観点4：BOMの共有や3DCADの活用等、役割や組織を跨いだデータ共有のための仕組みの整備（1 / 3）

- BOMの共通化や3DCADの活用等により、デジタル変革による工程間連携を推進する。
 - 3DCADを導入し、社内の業務プロセスを3Dデータ中心に一本化する。
 - 例えば納期の変更があった場合、営業、生産管理、部材メーカーが一つの媒体を通じてやり取りができるよう、社内の業務プロセスのデジタル化を試みる。
 - 都度行っていた部品の試作をシミュレーション化することで、部品の解析・評価やその後のコンポーネントとしての評価・解析を一度に行い、コスト削減・時間短縮につなげる。
 - 全ての設備をIoTで接続するための情報基盤を構築し、併せて国毎のローカル事情に合わせたアプリ開発を行うことで、グローバルに利活用できる体制を整える。
- 迅速な見積もりやコスト算出を実施する
 - 設計から生産、営業情報から生産管理のデータ共有を行うことで、データを根拠とし高精度な工数見積りを行う。
 - 設計者がより付加価値の高い仕事へ注力できるように、現在設計者が行っている原価計算などをデジタル化を通して簡易化し、負荷を低減していく。
- 自社の強みを活かしたデジタル変革を実現するために、最適なツール・システムを導入する。
 - パッケージソフトにこだわらず使う側の考えに沿ったツール・システムを導入することで、導入後も管理・改定しやすいシステムを構築する。

観点4：BOMの共有や3DCADの活用等、役割や組織を跨いだデータ共有のための仕組みの整備（2 / 3）

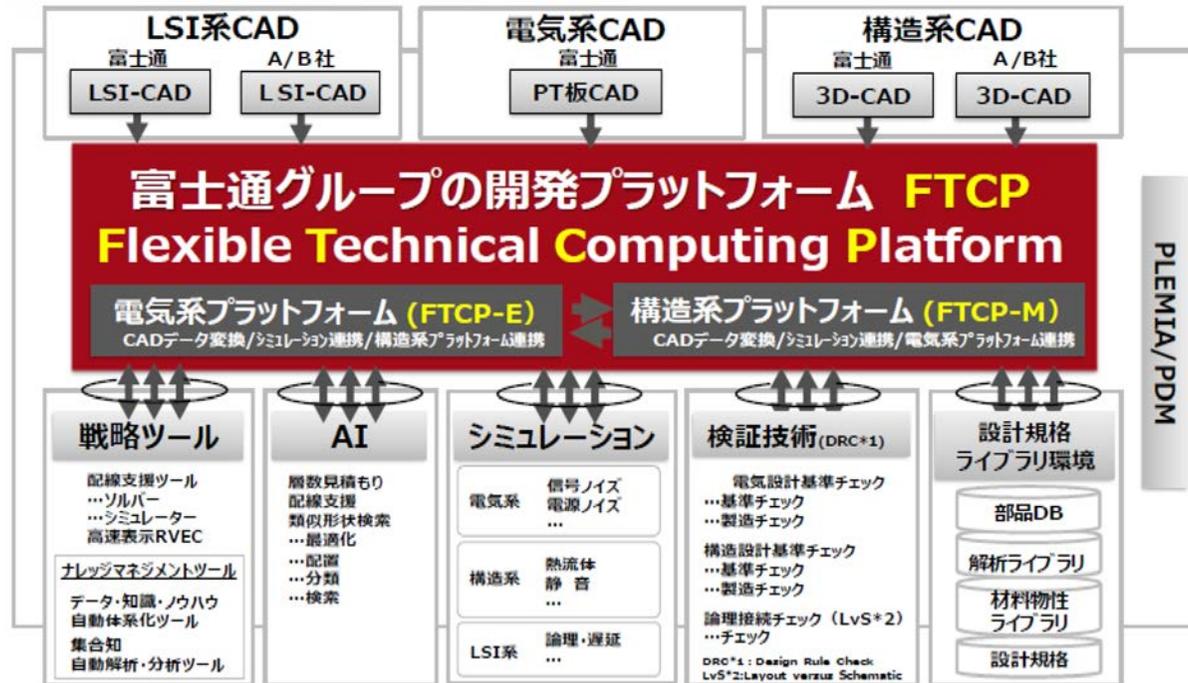
- デジタル変革の取組に際し、時々刻々と変化する社内外の状況に対応する。
 - ▶ 情報通信技術・ツールや発注元の継続的な変化に対応し陳腐化させないため、データの取捨選択やデータ基盤のメンテナンスを行う。
 - ▶ 構築した知見のデータベースを恒久的なものせず、生産設備等の状況に合わせて見直し、廃止したり追加したりする。
- マーケティングやアフターサービスなど、市場との接点を持つ工程の情報を設計に反映する仕組みを構築する。
 - ▶ 特にtoCの分野において、インフルエンサーマーケティングの台頭等、短期間での需要変動要因に対応できる製造体制を構築する。
 - ▶ 従来設計情報として連携されていなかったものの製品価値の向上において重要なマーケティングや保守・メンテナンスといった幅広い工程の情報を把握する。
 - ▶ 従来は製品を納品することが目的であり、製品のアフターサービスはほとんどしていなかったが、競争力向上のため、設計・開発・製造などのプロセスと連携しアフターサービスを強化する。
 - ▶ モジュールや部品を増やさずに、営業やサービス部門の要求を設計部門にフィードバックできるような自動設計アプリの開発を進める。

観点4：BOMの共有や3DCADの活用等、役割や組織を跨いだデータ共有のための仕組みの整備（3 / 3）

- 取引先との情報連携を推進し、企業を跨いだ設計変更等に係る迅速なやり取りを実現する
 - 仕様変更の際などに、発注元とサプライヤーが上流・下流という立場を超えて全体最適視点でやり取りできる関係性を構築する。
 - 物性情報や技術情報、デザインレビュー内容、初期流動管理の仕様を関係者に共有する仕組みや、AIを活用したデータベースの検索・ユーザーからの問い合わせ機能などを整え、双方向にコミュニケーションが取れるような仕組みを構築する。

観点4の実施事例（富士通株式会社）

- 富士通株式会社では、「FTCP」と呼ばれる**共通プラットフォームの構築・運用により、製品開発におけるノウハウの共有やリアルタイムでのコミュニケーションの円滑化が可能となった。**
- その際、以下の取組を併せて行い、継続的な改善やプラットフォーム利用の着実な定着を実現。
 - 図面作成や製品評価検証に係るルールを標準化。
 - 製品ごとに試作回数を制限するとともに、**3Dデータの生成とこれを活用したシミュレーションを義務付け。**
 - **社内プラットフォームの使用履歴を事業部ごとに監査・評価し、全社的に比較してモチベート。**



観点5：継続的にデジタル改革に取り組んでいくための人材や仕組みの確保・構築

- デジタル変革の取組や刷新を継続的に担える人材を育成・獲得する。
 - パッケージソフトにこだわらず使う側の考えに沿ったツール・システムを導入することで、導入後も管理・改定しやすいシステムを構築する。
- 社内においてデジタル変革ツールを継続的に活用し成果を上げていく。
 - データ共有のためのプラットフォームに多額の投資を行っている場合、それを活用した取組の件数を増やし費用対効果を上げる。
 - デジタル変革ツールを設計者自身に使用させ、業務が効率化した実感を持てるかどうかや改善要望についてのフィードバックを受け、使い勝手を良くする改良や仕組みの整備を行うことで、全体最適化したツールへの移行の理解を得る。
- 自他部署における取組効果を着実に認識させ、その理解を得る。
 - デジタル化可能な業務と、デジタル化が困難な高度業務を切り分けることで、従業員の業務を保証する。
 - トップメッセージとして全社的な効率化に取り組んでいることを明示し、複数部署をまたいだ協力体制を構築する。

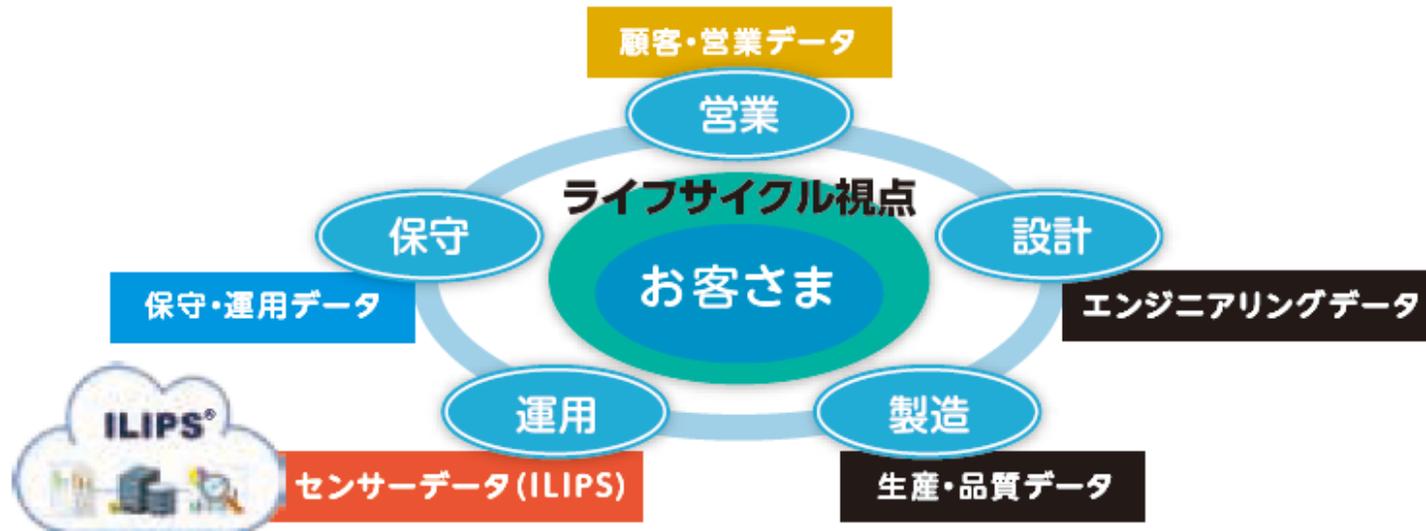
観点5の実施事例（株式会社IHI）

- 部門ごとに個別最適が進んでいた業務プロセスを共通化し、プロセス間が連携できる改革を実施。
- 取組の実施後に、社内人材のデジタル人材としての育成を行い、デジタル化された環境の有効活用に向けたリソース強化を図っている。

例 1 : デジタル変革に携わる人材を社内公募し、様々な部門の出身者が集結。

例 2 : 製品/ サービス開発、ものづくり生産技術、AI/ データ分析技術などに関する育成プログラムを自社で内製し、継続的取組の推進力を強化。

お客様の現場の理解と社内外のさまざまなデータの連携・活用により
ライフサイクル視点で新たなお客様価値を創造します



*ILIPS: IHI group Lifecycle Partner System

データ連携・活用の概念図

「中間とりまとめ」を踏まえた整理

- 「Society5.0時代におけるデジタル・ガバナンス検討会中間とりまとめ」（2020年5月18日）では、複数の主要論点に沿ってデジタルガバナンス・コードを提示する方向性が示された。
- 産業別のリファレンスケースを検討し提示していくにあたっては、各産業の特性やそれを取り巻く環境を踏まえてこれを策定しつつ、ユーザーの使いやすさの観点も踏まえ、上記の論点との関連性を明確にしていくことが重要。

デジタルガバナンス・コードと製造業におけるリファレンスケースの関連性

※オレンジ色のブロック部分が関連するコードの論点

製造業の リファレンス ケースにおける 論点	1.全社的な経営方針・目標の共有	■	■		■	■
	2.自社の工程や体制の可視化		■	■	■	■
	3.従業員の技術・能力のデジタル化		■	■	■	■
	4.組織横断的なデータ共有		■		■	■
	5.人材や仕組みの確保・構築		■	■		■
	1.経営ビジョン・ビジネスモデル	2.戦略	2.1.組織づくり・人材に関する方策	2.2.ITシステム・デジタル技術活用環境の整備に関する方策	3.成果と重要な成果指標	4.ガバナンスシステム

デジタルガバナンス・コードにおける論点