

# 製造業のDXについて

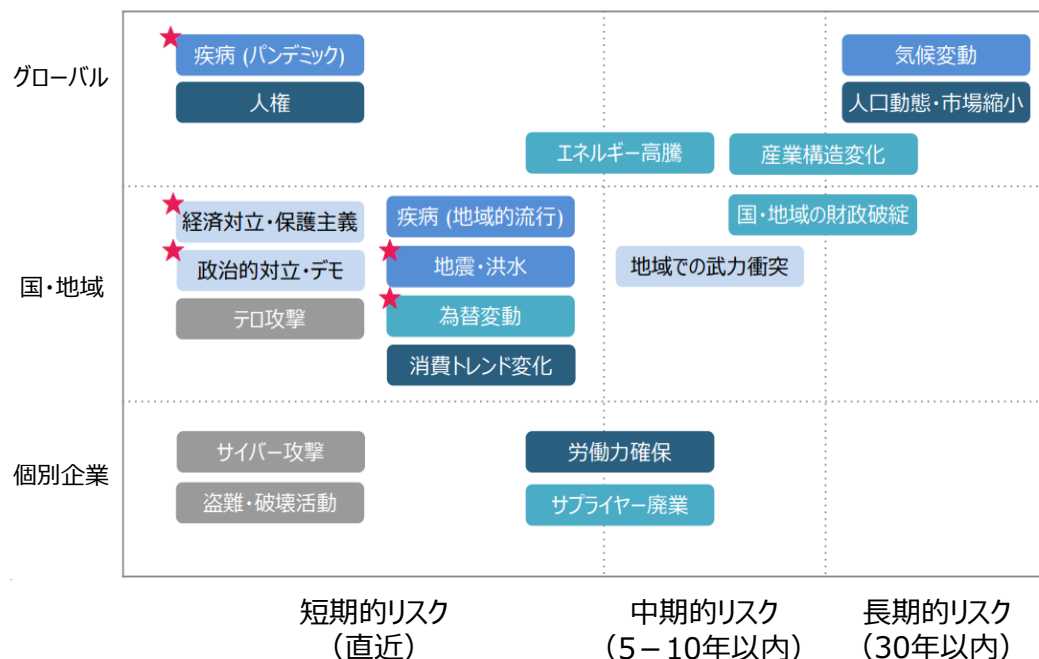
経済産業省  
製造産業戦略企画室

# 製造業を取り巻く環境の変化

- 新型コロナウイルス感染症の感染拡大や、ロシアによるウクライナ侵攻など、事前の予測が困難な事象が相次いで発生し、我が国製造業も、調達先の把握や生産拠点の変更・拡充といった、**サプライチェーンの強靱化が課題となっている**。
- 世界的に気運が高まる**脱炭素や人権保護の実現には、企業の枠を越えたサプライチェーン全体での取組が必要**である。
- これらの実現に向けて、**デジタル技術による事業者全体の取組の可視化・連携が重要**である。

図1 製造業に影響を与えるリスク要因

- 自然リスク
- 地政学リスク
- 経済リスク
- 社会的リスク
- 犯罪リスク



★は、直近3年間でサプライチェーンに影響を与える要素

(資料) 経済産業省「第1回デジタル時代におけるグローバルサプライチェーン高度化研究会」(2022年6月)

図2 地政学リスクによるサプライチェーンへの影響

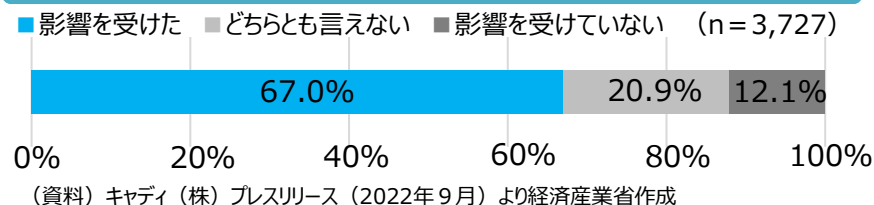
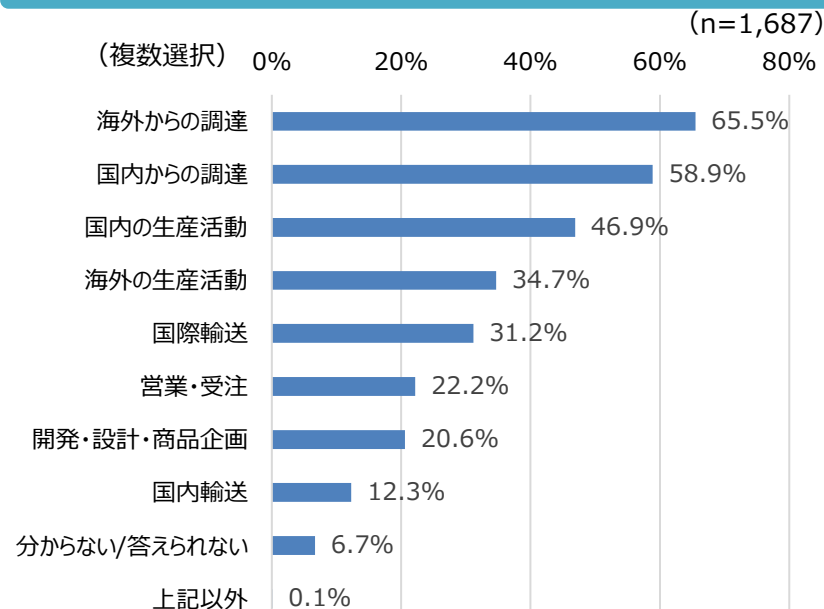


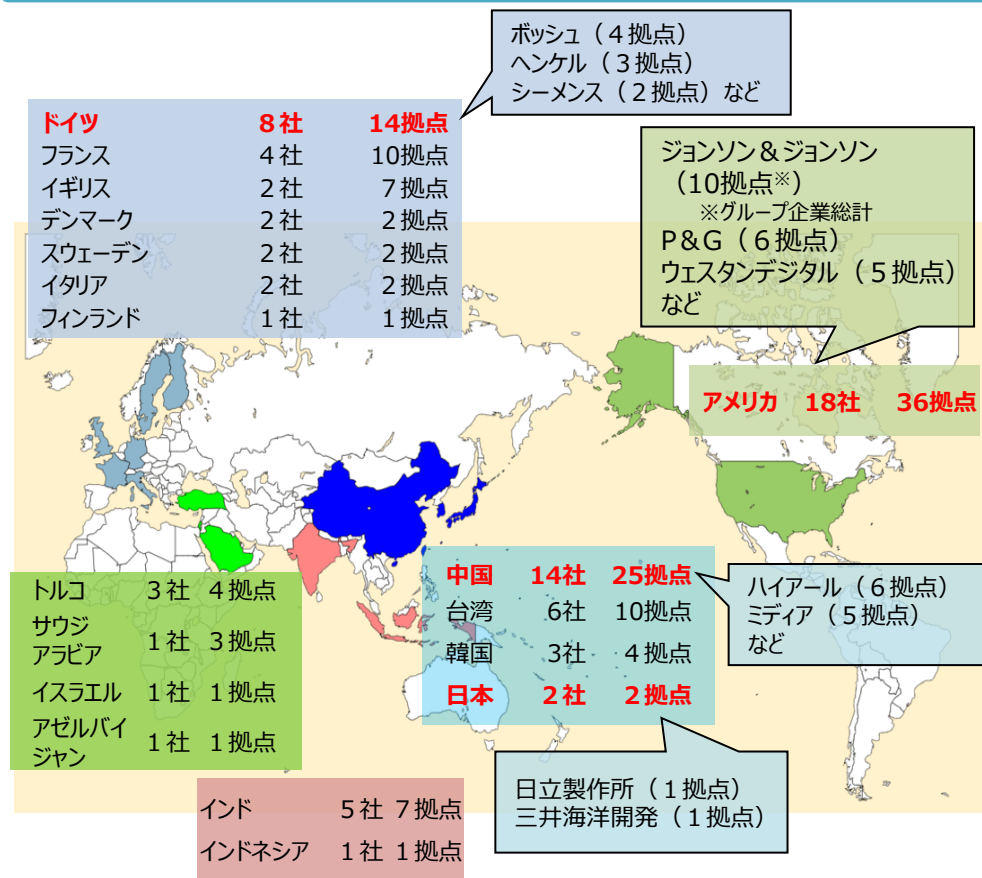
図3 サプライチェーンにおいて影響を受けた活動



# 製造業をめぐる新しい国際的な潮流

- 世界経済フォーラムは、2020年より世界最先端工場「Global Lighthouse」を選出しており、**132のうち日本企業は2拠点**。
- 選出に当たり、経済的効率性だけでなく、デジタル技術を活用した**サプライチェーン全体での最適化を通じ**、生産性の向上・**市場ニーズに応じた柔軟な生産の実現**や、**環境負荷の低減**等が図られているかどうかが重要視されている。
- **DXやGXによる全体最適化の達成**が、製造事業者の先進性の評価軸となる、国際的な潮流が生まれている。

図 Global Lighthouse選出状況（本社所在国別）



選出に当たって重視される審査ポイント

|                |                                                            |
|----------------|------------------------------------------------------------|
| インパクト          | 製造プロセスや製品等の高度化に大きなインパクトを達成しているか                            |
| ユースケース         | 複数の4IRのテクノロジーを活用・統合し、ユースケースを創出しているか                        |
| イネーブラー         | 4IRの活用戦略、IoTのアーキテクチャ、労働力の巻き込み・活用や能力開発などの複数要素をうまく統合・活用しているか |
| テクノロジープラットフォーム | 革新的でスケーラブルなテクノロジープラットフォームであるか                              |

※4IRのテクノロジーは、人間の生活・仕事に根本的な変化をもたらす技術革新を可能とする先端的な技術を差し、例えば、ビッグデータ、IoT、AI、ロボットの活用等である。（4IR＝第四次産業革命）  
※Sustainability Lighthouseの選出に当たっては、「目的：明確なサステナビリティ目標があるか」、「インパクト：複数の環境カテゴリーで改善ができていないか」、「スケール：複数の4IRのテクノロジーを活用し、サステナビリティ面での効果・インパクトを残しているか」の3つの審査ポイントが追加される。

選出工場の取組と効果

|                         |                                                                                                                                                                 |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ハイアール<br>【中国・家電メーカー】    | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 冷蔵庫の生産工場において、注文内容をリアルタイムで製造工程に反映させる高度なデジタルプラットフォーム「COSMOPlat」を開発。</li><li>・ 柔軟に製造工程を組み換えるマス・カスタマイゼーションを実現した。</li></ul>  |
|                         | <ul style="list-style-type: none"><li>・ ビッグデータの活用により、市場調査に要する時間を85%削減</li><li>・ AIによる工程最適化により、エネルギー消費量を37%削減</li><li>・ ロボットの連結と自動化により、組立効率を52%向上</li></ul>      |
| ボッシュ<br>【ドイツ・自動車部品メーカー】 | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 全世界に点在する工場の機械やデバイスをネットワークで連結することで、生産や物流計画の管理、機械の状態の把握等を一本化。</li><li>・ 全社的な全体最適化に成功した。</li></ul>                         |
|                         | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 物流システムの統合により、生産リードタイムを36%削減</li><li>・ 設備に生じる異常の事前検知により、メンテナンスコストを25%削減</li><li>・ エネルギーマネジメントの実現により、消費電力を18%削減</li></ul> |

（資料）世界経済フォーラム公表資料より経済産業省作成

# DXに関するドイツの取組状況

- ドイツ政府は、「Industry4.0」の国際展開を進め、ドイツ企業が持つDXやGXによる全体最適化等の、高度な製造技術を活用した市場獲得の支援を行っている。
- 具体的には、自動車業界の国際的なデータ連携基盤構想である「Catena-X」の始動や、フラウンホーファー研究機構等のASEAN地域への展開に取り組んでいる。

図 1 国際的なデータ流通基盤構想の例：Catena-X

|                |                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 目的             | 自動車業界のバリューチェーン全体でのデータ共有に関する、統一された標準規格／インフラを策定                                                                                                                                                                   |
| メンバー企業         | BMW等の完成車メーカー、部品メーカー、製造ソリューション、IT企業等（米国からはフォード、日本からはデンソー・旭化成・NTTコミュニケーションズ等が参画（2023年3月時点）                                                                                                                        |
| 設立時期<br>運用開始時期 | 2021年3月<br>2023年4月                                                                                                                                                                                              |
| 実装予定のアプリケーション  | <ul style="list-style-type: none"><li>・品質管理<br/>リアルタイムでの品質管理</li><li>・生産管理<br/>モジュール生産、デジタルツインによる開発・運用支援、リアルタイム制御</li><li>・サプライチェーンマネジメント<br/>需要と生産能力の管理、トレーサビリティ</li><li>・持続可能性の向上<br/>CO2排出量の可視化・証明</li></ul> |

図 2 フラウンホーファー研究機構等のアジア展開

フラウンホーファー研究機構及び独主要大学は、アジア各地に拠点を設け、現地主要大学との技術・研究連携を通じて、インダストリー4.0の浸透を目指す。

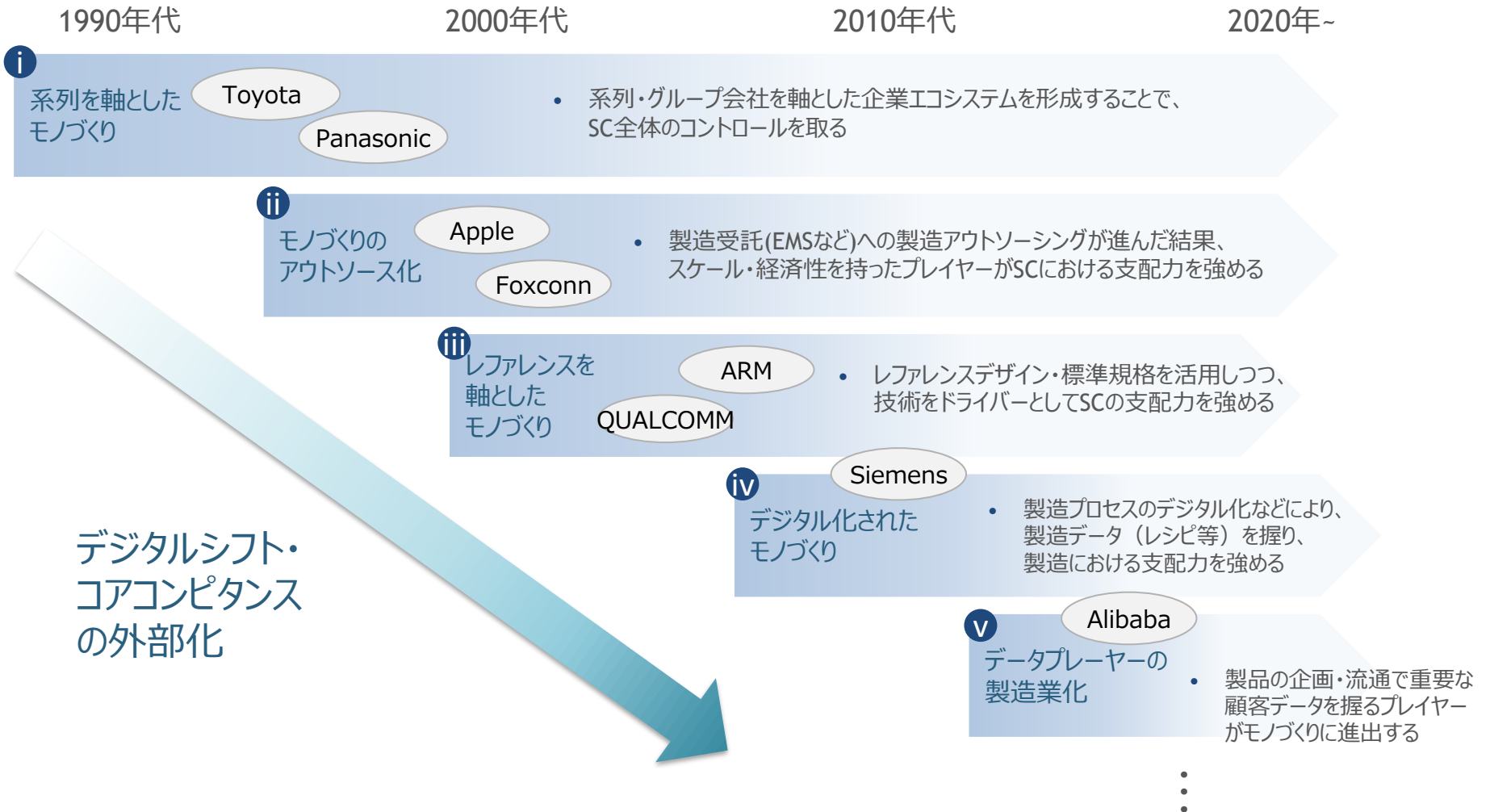


（資料）フラウンホーファー研究機構HPより経済産業省作成

# 製造業におけるDXとビジネスモデルの変化

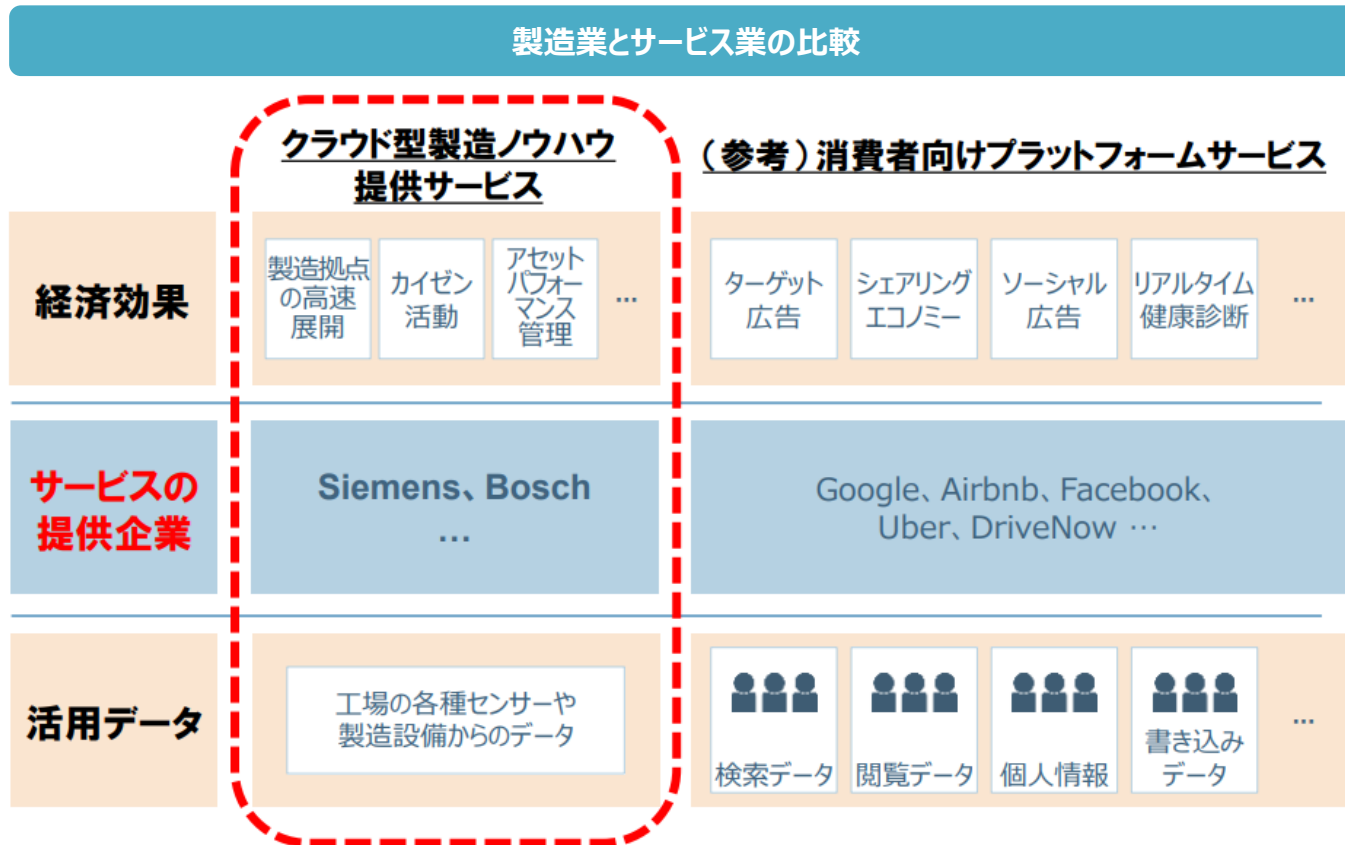
# 製造業におけるDXとビジネスモデルの変化

- 産業のデジタルシフトに伴い、ものづくりにおけるコアコンピタンスの外部化が進む。



# 製造プロセスのサービス産業化

- 近年、製造プロセス※を標準化・デジタル化し、クラウド技術を活用し、ブラックボックス化した上で、サービスとして、他社展開する企業（以下、製造業系サービス事業者）が出現。  
※原材料や部品を加工し、製品を作るための一連の工程や手順のこと。具体的には、製品設計、生産技術設計、製造管理、設備の運用・保守、エネルギー管理など。
- 移転・コピーが容易な標準化・デジタル化した製造プロセスを、成長ポテンシャルが高い新興国に効率よく展開することで、長期安定的な利用料収入の獲得が狙い。





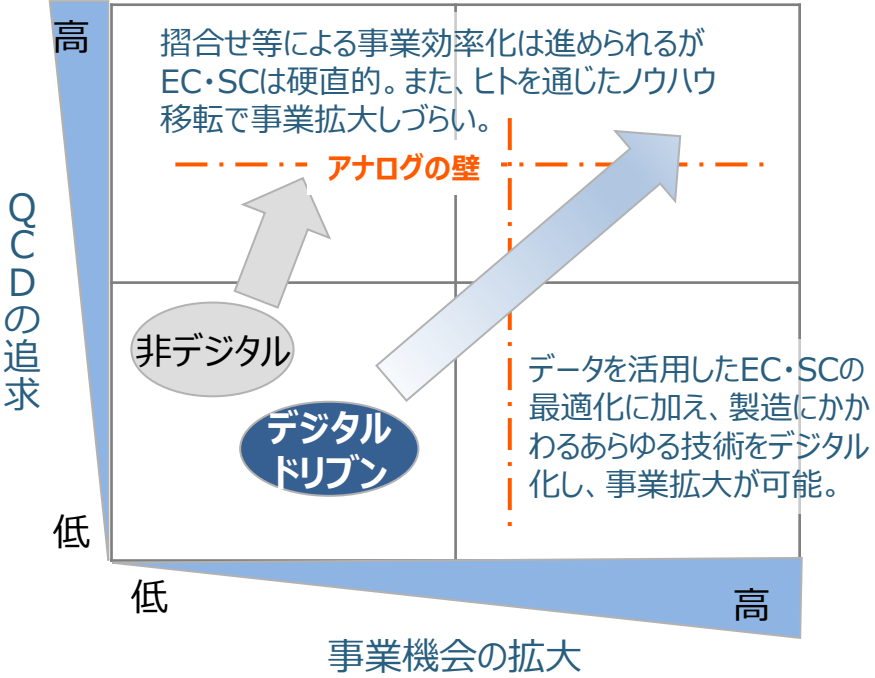
# 製造業DXの必要性

- 製造業におけるDXは、個社が提供する付加価値のQCD向上（①エンジニアリングチェーン/ECの最適化、②サプライチェーン/SCの最適化）と事業機会の拡大（③N倍による規模拡大と④サービス化・プラットフォーム化）を可能にする。

|         | 個社                                                                                                                                                                                      | 産業                                                                                           |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| QCDの追求  | <p><b>EC最適化</b><br/>設計、生産、保守等のECをデジタルで繋ぎ、QCDを向上させる<br/>(例) Siemens×製造事業者</p> <p><b>SC最適化</b><br/>調達、生産、販売等のSCをデジタルで繋ぎ、QCDを向上させる<br/>(例) Li&amp;Fung×小売事業者</p>                           | <p><b>EC最適化</b><br/><b>SC最適化</b><br/>個社の枠を超え、デジタルを産業大で繋ぐことで、QCDを向上させる<br/>(例) カテナX×自動車産業</p> |
| 事業機会の拡大 | <p><b>規模拡大</b><br/>デジタル化された製造に関わる技術を活用することで、事業規模拡大をスピーディに行う<br/>(例) Siemens×Biontech</p> <p><b>サービス化／プラットフォーム化</b><br/>製造にかかわる技術を標準化・デジタル化し、サービス事業として他社展開する<br/>(例) Siemens×Vinfast</p> | —                                                                                            |

## デジタルによる事業効率化・事業拡大

- デジタルドリブンでの事業効率化が図られる
- オペレーションのノウハウを標準化・デジタル化することで、移転・コピーが容易、迅速に行うことができる。



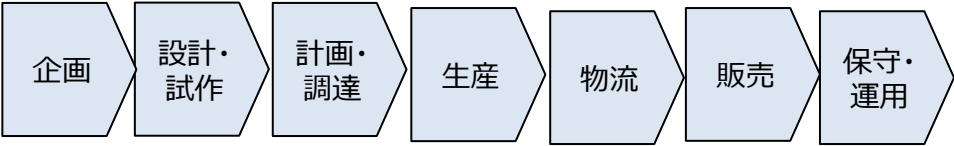


# 日本の製造業DXの目指すべき方向性

# 製造ソリューションとビジネスモデル改革

- 製造業の競争力強化に向けては、標準化・デジタル化され、相互に接続可能な製造プロセスの導入と、それに対応するビジネスモデルの改革が必要。

## 製造ソリューション



|                  |                      |                  |             |  |      |        |            |
|------------------|----------------------|------------------|-------------|--|------|--------|------------|
| 全体戦略             | 全体アーキテクチャー設計／各機能間の連携 |                  |             |  |      |        |            |
|                  | 統合資源管理（ERPなど）        |                  |             |  |      |        |            |
|                  |                      | サプライチェーン統合計画     |             |  |      |        |            |
|                  | MBSE                 |                  |             |  |      |        |            |
| 工場・現場            | QCDのリアルタイムで正確な把握／最適化 |                  |             |  |      |        |            |
|                  | 顧客データの活用             | 設計・製造の形式知化／業務標準化 |             |  | 物流管理 | 新規需要発掘 | メンテナンスシステム |
|                  |                      | 製品・設計（PLMなど）     | フルターンキー     |  |      |        |            |
|                  |                      |                  | 製造管理（MESなど） |  |      |        |            |
|                  |                      | 設計支援（CADなど）      | 機器制御（PLCなど） |  |      |        |            |
| コネクテッドな製造機器・ロボット |                      |                  |             |  |      |        |            |

## ビジネスモデル変革の具体例

| 工程    | 具体例                   | 効果                                       |
|-------|-----------------------|------------------------------------------|
| 企画    | データに基づく意志決定支援         | 顧客データを活用したマスカスタマイゼーションによる売上げ拡大           |
| 設計・試作 | 製品ライフサイクル全体を考慮した設計・試作 | ライフサイクル全体での価値（稼働率向上、環境配慮等）の向上、試作の効率化     |
| 計画・調達 | 生産計画の最適化              | サプライチェーンマネジメント、在庫の適正化によるコスト削減            |
| 生産    | 資源投入の最適化              | 製造ラインの最適化、最小化によるコスト削減                    |
| 物流    | 物流の最適化・把握             | 品質トレーサビリティの確保による品質管理、物流の最適化による納期短縮、コスト削減 |
| 販売    | 顧客接点の構築               | 消費者の購買データの収集・分析・企画への活用                   |
| 保守・運用 | 能動的なメンテナンス            | 予兆保全による稼働時間の向上                           |

# 我が国製造業に共通する課題①：最新工場がない／マザー工場を残せない

- 国内での設備投資が進まず、古い生産設備のまま現場のオペレーションの工夫でやりくりしてきた結果、最新の生産技術が日本にない、という指摘が多い。日本の高い技術力／現場力があることが、新たな設備投資をせずとも設計開発・生産を可能としてきたが、技術が属人化し、最新の設備導入を実施しない背景だと指摘もある。
- 熟練技能者の高齢化や設備の老朽化の中で、持続可能ではないという指摘もある。

## コメント

アカデミア

マザー工場＝開発＋コア部素材＋量産技術。製品開発機能だけでは国内には残らない。マザー工場は国内、量産は海外だと、海外工場におけるコストダウン効果による利益配分が海外に落ちるため、国内還流されない。生産技術を国内に残しておく必要あり。

機械

日本の工場は30年前に作られているので非効率。他国に移植しても生産性が低い。製造自体のアップデートがされないとまずい状況であり、out-of-date。中印が持つフルオートメーションの工場の技術は国内に無い。

電機

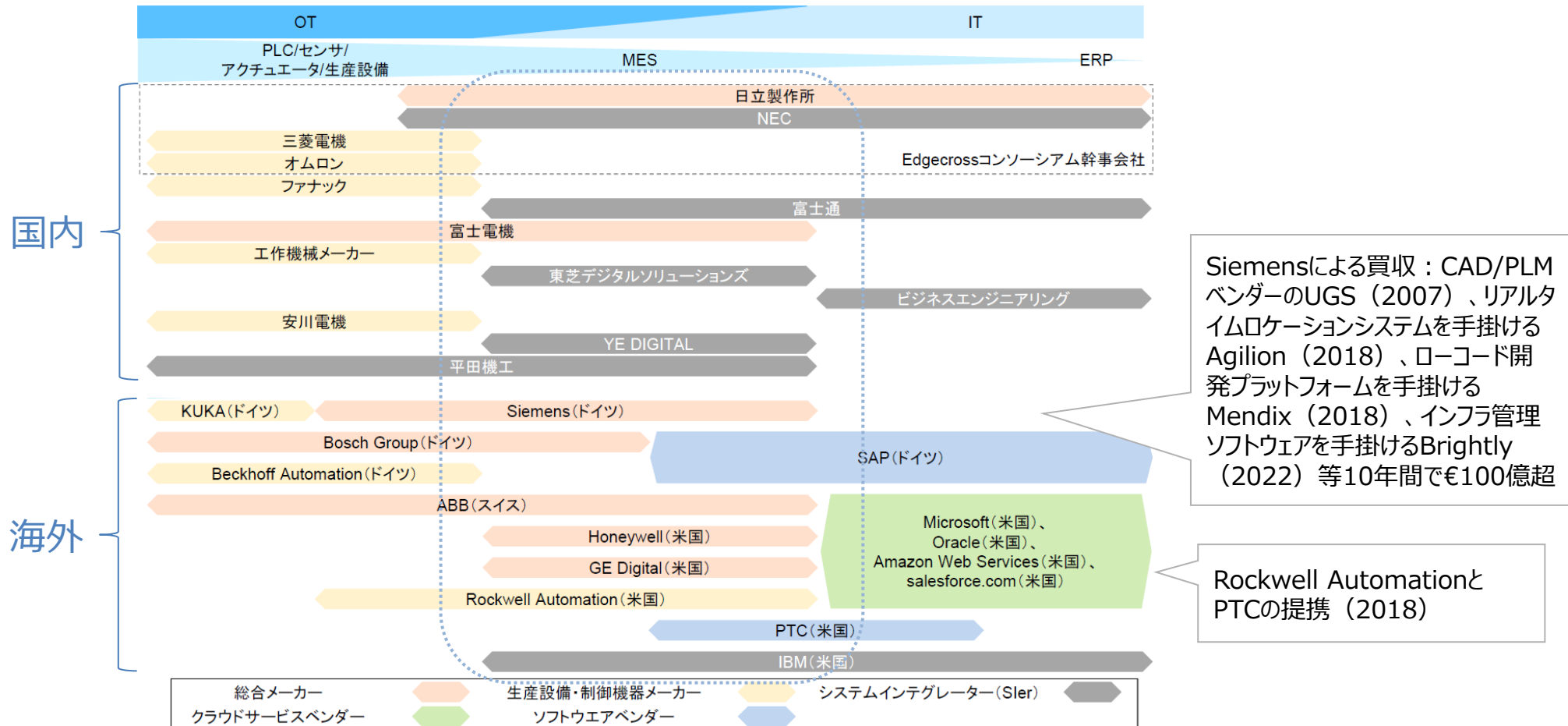
日本に最先端の工場を作ろうとしているが、今となっては 人材は中国が一番優秀であり、自動化という意味ではマレーシアが習熟していることから、それらの良いところを逆輸入しながら日本の東海地域の最先端工場に反映する、という形になっている。

Sier

一般的に考えて、日本に工場を作るメリットがない。昔は日本のメーカーはノウハウがあったが、日本に生産技術は無くなってしまった。海外シフトした結果、ものづくりの強みが劣化した企業もある。一方で工場生産が肝であることを欧米メーカーは承知をした上で、長年生産技術の投資・買収をしてきた。

## 我が国製造業に共通する課題②：OT/IT連携の不足

- 経営層と現場がつながり、需要変動への迅速な対応と品質監理を実現するとともに、経営戦略に即したリアルタイム性の高い生産管理を実施するためには、ITとOTの連携が不可欠。
- 日系企業がOTまたはITのどちらかを得意とする一方、欧米企業はOT・ITの連携を進めている。

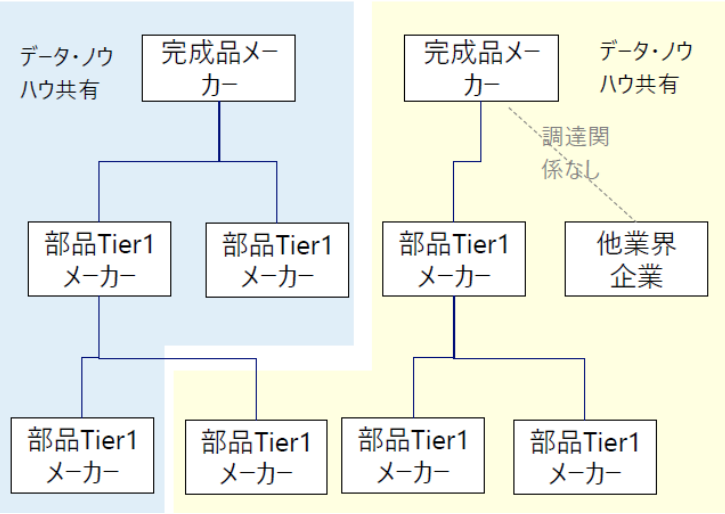


# 我が国製造業に共通する課題③：サプライチェーンの見える化・ダイナミック化

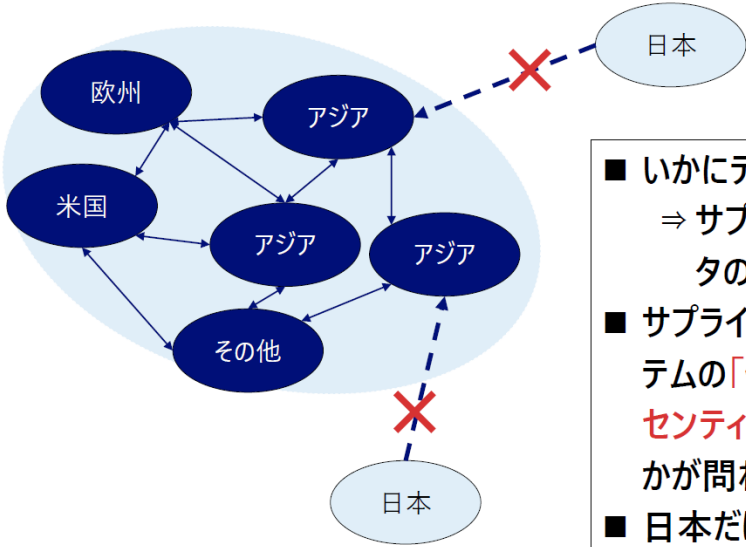
- 日本の製造業の取引関係はケイレッツやグループ会社間で固定的（※平時においては高い生産性を発揮）。
  - マス・カスタマイゼーションや製造のサービス化が進展する中で、顧客のニーズにスピーディに応えていく、あるいは災害等の有事において調達先を動的に変えていくためには、個社やグループを超えたデータ共有を通じた最適化を図っていくことが必要。
  - SDGsの観点から、チェーン全体でCO2排出量や人権保護等の情報を把握していくことも必要。
  - 将来的には、データ連携の仕組みが整っていないと、サプライチェーンから断絶されるおそれあり。

## デジタルケイレッツの世界

本業でのビジネスでの関係性に関わらず、データを接続し、それぞれの強み（ノウハウ・アプリ）を持ち寄り、競争力強化を図る緩やかなデジタルケイレッツ型連携に変わってきている



## サプライチェーンから断絶されるリスク



- いかにデータを繋いだかが価値  
⇒ サプライチェーン企業やデータの取り合い
- サプライチェーンやデータエコシステムの「仲間」になってもらいインセンティブ・メリットを提示できるかが問われる
- 日本だけデータ共有の仕組みが整っていないと・・・？

# 日本の製造業の強みと目指すべき方向性

- 現場力、すなわち高度かつ複雑なものづくり技術や熟練技能者、それにより生産される競争力が高い製品が日本の製造業を支えている。
- 大半のものづくり技術が外部から調達できるようになる中、非コア領域は外部調達を必要に応じて活用しつつ、コア領域に経営リソースを割き、ものづくり技術の継続発展を行い、その中で切り出すことができるものは他社展開する事業も求められるのではないか。
- 競争力が高い製品と、高い現場力を標準化・デジタル化した日本式ものづくりプロセスの両輪で、製造業の競争力向上を目指す。

有識者A

- 例えば、日本企業が得意としてきたマイクロ秒単位の生産性向上や、バラツキのほとんどない高精度など、限界までモノづくりの品質や効率にこだわってきた領域などが挙げられる。
- 現場や熟練技能者の動きはデジタル化が「しづらい」領域こそ、デジタル化をしたときの競争力は高い。
- ものづくり技術を調達する企業は、組み合わせだけで作れない領域を、発展させる能力が劣る。

有識者B

- 「徹底的な改善、自動化技術を突き詰めていく」というのはありだろう。日本の強みを突き詰めたときに、生産技術が浮かび上がるのは分かる。他国は、改善の意識は薄い。

有識者C

- 生産モデルを自前で作り出すことは非常に上手い。ただ、それをクローズドにしたので、グローバルにスケールアウトすることができなかった。反対にそのモデルを言語化し、他産業に敷衍することができたのが、ドイツである。

自前主義で  
全製造技術  
を設計・開発

全ての製造  
技術が競争  
力の源泉で  
あったので、  
秘匿化

コア技術の継続発展  
& 秘匿化

切り出し

他社展開

大半のものづくり  
技術は外部から  
調達可能に

# 政策の方向性（案）

- これまで、DX投資喚起策（DX税制、ものづくり補助金等）を中心に、製造業DXを進める。
- これに加え、イネーブラーの育成と、目的意識を揃えた共通基盤の整備が必要。

|           |                    | これまで                                                                     | 政策の方向性（案）                                                                                                  |
|-----------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DX投資の促進   | 製造事業者のDX投資の喚起      | 製造事業者のDX投資が進まないという課題に対して、税制や補助金等により、需要を喚起                                | 引き続き、DX税制やものづくり補助金等を通して、需要サイドを喚起（※DX税制は下記イネーブラーの育成にも寄与）                                                    |
|           | 製造業DXの指針・評価指標の作成   | 製造業DXの指針や評価指標がなく、投資意欲を十分に喚起できない、または投資分散が起きていることが課題                       | ・産学官で連携し、戦略的なDX投資のユースケース等を含む製造業DXの指針・評価指標を作成                                                               |
| イネーブラーの育成 | 製造業系サービス事業者の育成     | 設計・製造技術、ノウハウ等の外販・コンサルを検討する製造事業者も存在するが、資金やデジタル技術等のリソース不足やコア技術との切り分けが課題    | ・製造技術とIT技術のマッチング支援やリソースプール整備<br>・知財や意匠等のコア技術の秘匿化に関する知見の蓄積等、サービス事業に展開する上での手引き書の作成<br>・サービス系事業者プラットフォームの立ち上げ |
|           | 製造業DX技術インテグレーターの育成 | 欧米では、規模が大きい生産技術の一括請負事業者（ラインビルダー）の存在により、生産技術の底上げがあるが、日本では成長産業になっていないことが課題 | ・製造業DX技術を持つ業種への支援<br>・非コア技術の標準化の支援<br>・海外への販路拡大を支援                                                         |
| 共通基盤の整備   | 企業間のデータ連携の進展       | 欧州は、自動車を中心に、産業大でのSC最適化の構想が進んでいる。一方で、企業を超えたデータ連携が進展しないことが課題。              | ・データ連携の意義・メリットの再定義<br>・アーリーアダプター間でのユースケース作り<br>・ASEAN等海外とのユースケース作り                                         |
|           | 標準化の進展             | 欧州は、戦略的なデジュール戦略を展開し、域内企業の事業発展に繋げる。更に、製造ソリューションやデータ連携の手法等についても、標準化を進展。    | ・製造ソリューションに関する標準化戦略の策定<br>・RRI等の民間組織の標準化活動の支援<br>・東アジア・アセアン経済研究センター（ERIA）等との連携                             |
|           | 人材育成               | 製造業現場を熟知するIT人材が不足。企業価値向上を念頭に置いた上で、全体最適を図ることが必要。                          | ・リスキリング<br>・製造業の魅力の向上による、テック系人材の呼び込み                                                                       |