

# IoTによるものづくりの変革

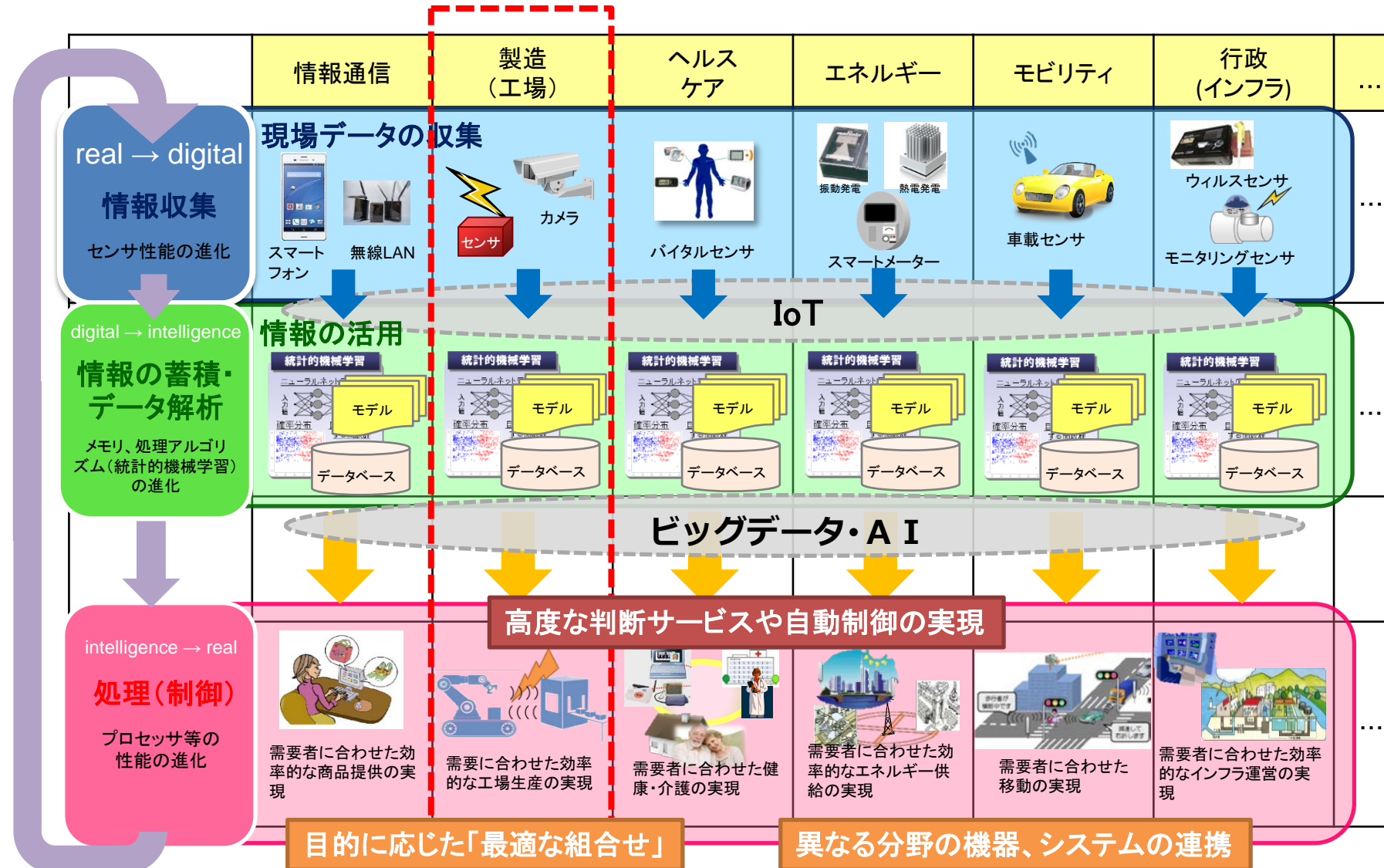
平成27年4月

経済産業省 製造産業局

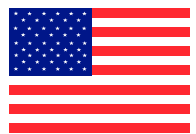
# IT技術による新たなビジネスサイクルの出現

- ◆ データ活用の観点から、あらゆる分野で競争領域が変化。データ収集、解析、処理というサイクルへ。

インダストリー4.0に代表される新たなビジネスサイクル



# 米独製造業はデジタル化に対応した戦略へと転換



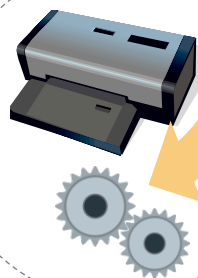
インターネット上のみならず、  
**実空間の情報も含み**、クラウドサー  
ビスの範囲を拡大

(ネットからリアルへ)

②クラウドサーバにデータを  
蓄積し、人工知能で処理

①世界の工場・製品に  
関わるデータを収集

③工場に最適な指示



工場の設備は、クラウドからの指令を受け、それを実行する安価なデバイスに。

VS



得意な**製造業のノウハウ**を堅守し、技  
術を武器に世界へ展開

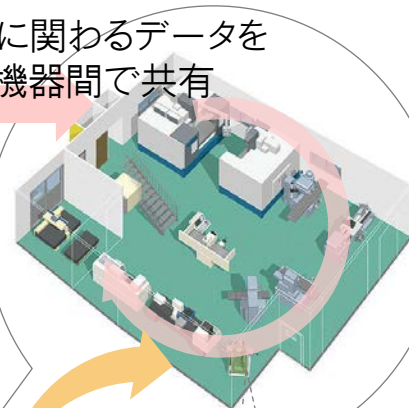
(リアルからネットへ)

ドイツ製の製造システムを標準化し、世界へ輸出

①世界の工場・製品に関わるデータを  
企業間・工場間・機器間で共有

③工場を最適に制御

②手元の高性能な製造装置で  
データを蓄積・処理



ドイツの強みである工場の高性能設  
備の価値を維持。

# ドイツにおける動き：インダストリー4.0とは(1)

## 第1次産業革命

蒸気機関による自動化  
(18世紀後半)

## 第2次産業革命

電力の活用  
(20世紀初頭)

## 第3次産業革命

コンピュータによる自動化  
(1980年代以降)

## 第4次産業革命

IoTによるさらなる効率化

### ➤ 経緯

ー少子高齢化による労働人口減少や、原発の停止等に起因する国内立地環境の悪化  
ードイツ国内でGDPの約25%・輸出額の約60%を占める製造業の存在感が低下  
(EU全域でアジアへの製造業流出の懸念も)

2011年11月、独政府は“High-Tech Strategy 2020 Action Plan” のプロジェクトの1つとして、  
**独製造業の競争力強化のための構想**であるIndustry4.0を提示

連邦教育研究省(BMBF)、連邦経済エネルギー省(BMWi)が所管

### ➤ 実施主体

ドイツ機械工業連盟(VDMA)、ドイツ情報技術・通信・ニューメディア産業連合会(BITKOM)、ドイツ電気電子工業連盟(ZVEI)を事務局とする、産学連携プラットフォーム



Invented for life

TRUMPF



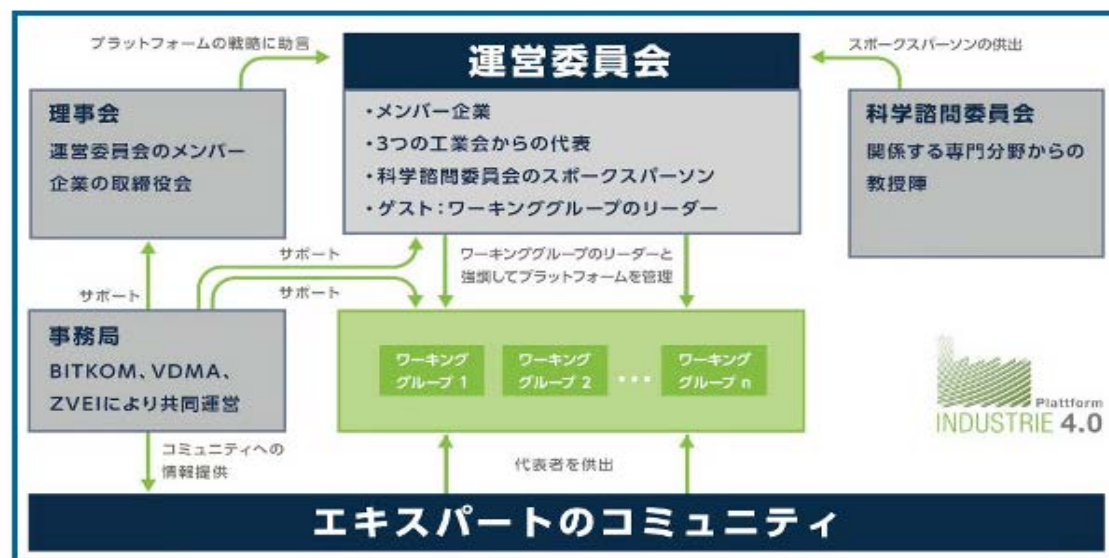
WITTENSTEIN



# インダストリー4.0とは(2)

## ➤ 重点分野

- 標準化
- 複雑なシステムの管理
- 通信インフラの高度化
- 安全と情報セキュリティ
- 労働組織とワークライフバランス
- 人材育成、専門能力の開発
- 規制の枠組
- エネルギー効率



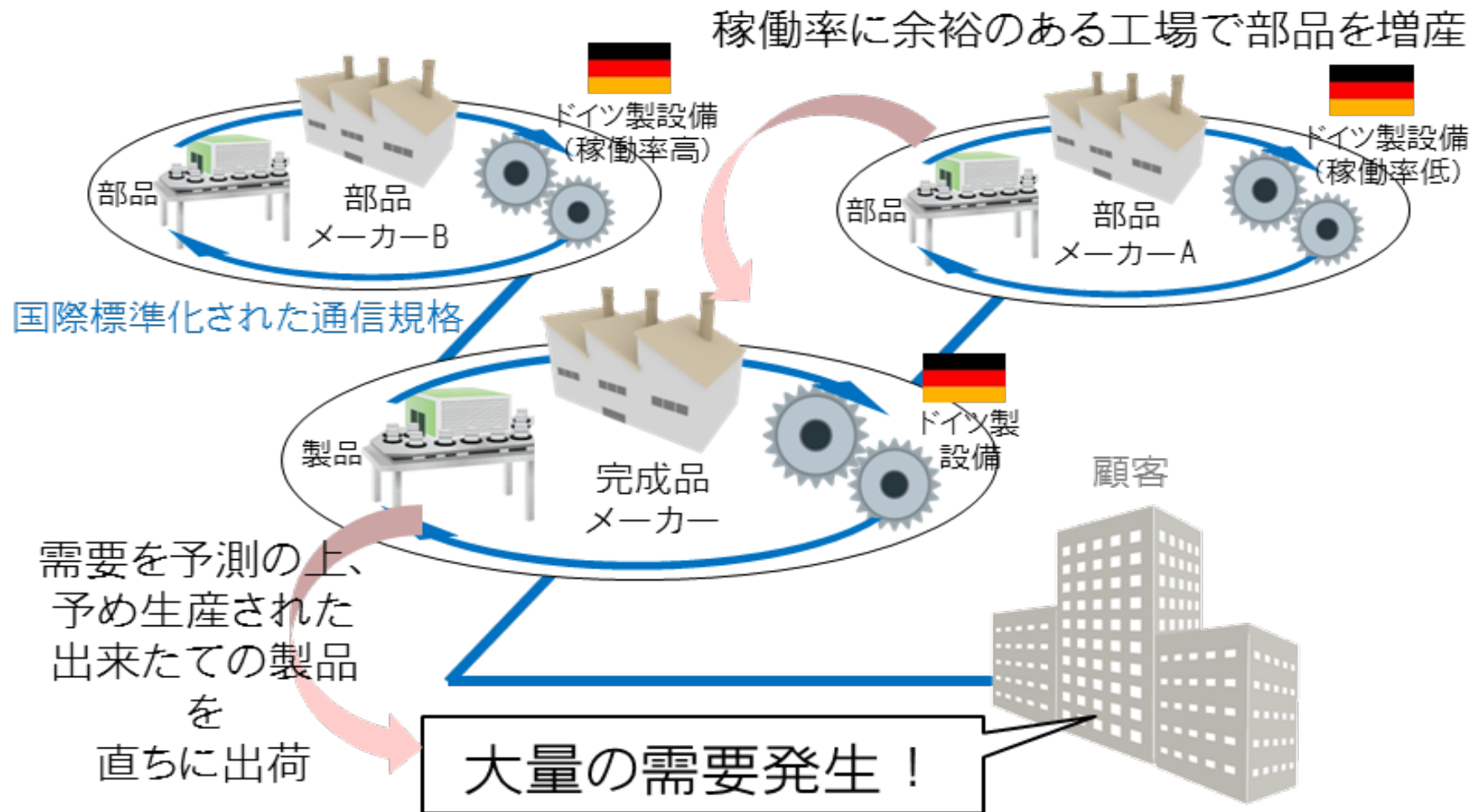
出典: “Final Report of the Industrie 4.0 Working Group”

## ➤ メルケル首相の強力なリーダーシップ

- ・ 昨年7月、メルケル首相が訪中。習近平国家主席と、首脳会談を実施し、インダストリー4.0協力文書を締結。
- ・ インダストリー4.0に関する独中の情報交換の場を設けるとともに、関連する国際標準化に関する緊密な連携を実施すること等が謳われている。
- ・ メルケル首相との日独首脳会談(2015年3月9日)において、ロボット革命イニシアティブ協議会をベースに具体的な協力を進めることに合意。



# インダストリー4.0の目指す姿



- 通信規格の国際標準化
- サプライチェーンや顧客との間で、リアルタイムにデータを共有・分析
- 設備稼働率平準化、多品種変量生産、異常の早期発見、需要予測などが可能に

## ドイツの2つの狙い

- ① 国内製造業の輸出競争力強化
- ② ドイツ生産技術で世界の工場を席巻

## 「インダストリー4.0」の生産システム

- ◆ ドイツの「インダストリー4.0」は、下記の「十字架型」で説明できる。  
即ち、デジタル化で設計～生産～販売までのデータ(横の流れ)とマーケットニーズと生産プロセスのデータ(縦の流れ)をつなぎ、多品種少量生産を更に進化させた変種変量生産に対応した柔軟で自立的な生産現場を創出するもの。
- ◆ 下記の一連の流れをデジタル上でやり取りするプラットフォームをシーメンス・SAP等が構築。

### [ 生産システムの概念図 ]

#### ①開発・生産工程管理

製品設計

生産設計

生産

製造実行

機器制御

販売・保守

受発注

生産管理

物流

②サプライチェーン管理

#### ① 開発・生産工程管理

- ・ デジタル上で行った設計・生産シミュレーションを現実の生産ラインに反映し、手戻りをなくし開発を効率化
- ・ 製品とその生産プロセスデータを対応づけて蓄積することで、歩留まり向上やトレーサビリティの確保、保守の高度化を実現

#### ② サプライチェーン管理

- ・ 中小企業にも開かれた柔軟かつオープンな(標準化された)受発注から物流までの一貫したシステムを構築
- ・ マーケットニーズに応じ、柔軟に生産ラインを組み替えることにより変種変量生産を実現

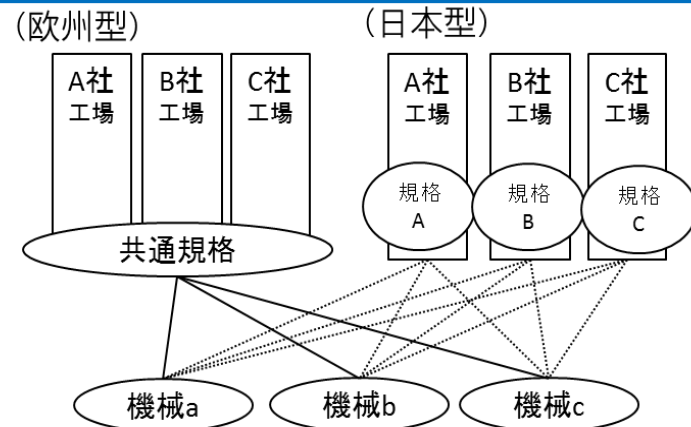
- ◆ インダストリー4.0仕様の生産システムがコスト競争上優位となり、我が国企業の海外生産における競争力劣位が発生するおそれあり。
- ◆ インダストリー4.0仕様の標準化が進むと、我が国のFA関連機器が海外市場において参入できなくなるおそれあり。

※国際標準の場では、既に米独がせめぎ合いをベースにインダストリー4.0関連の規格作りが開始

### インダストリー4.0仕様の工場を新興国へ輸出

- ・BMWの全車種が1本の生産ラインで製造可能な組立工場を中国に納入。
- ・99%以上の高稼働率や高品質の組立が可能だが、ノウハウはブラックボックス化され、現地作業員が制御できるのは各種パラメータのみ。
- ・ドイツは、インダストリー4.0仕様の「生産システム」を新興国に輸出することで、ドイツ企業の海外工場での生産性を効率化。

### 標準化の取組(例:通信規格)



欧州では通信規格がデファクト標準化されており、FA機器がすべての工場において利用可能

日本では通信規格が企業ごとにばらばらで、FA機器が特定の工場においてのみ利用可能

→新市場開拓の際、追加でintegration costが発生

※IECでは、Factory of Futureに関するホワイトペーパーが15年10月、Smart Manufacturingに関する標準化分野の指針策定が16年中に結論を得るスケジュールでキックオフ済み。



## インダストリアル・インターネット(米国:GEの取組)

- ◆ 製造物に取り付けたセンサーを機器制御の効率化や保守の高度化に活用。
- ◆ 当該データ分析システムの外販により、他社製機器のデータも取り込み、プラットフォーム化。

### GEの取組事例



『日経ビジネス』2014年12月22日号  
を基に経済産業省作成。

### (効果)

- ・ アリタリア航空(イタリア)では、年間1,500万ドルの燃料コストを削減。

### (広がり)

- ・ GEなど米企業5社が発起人となり、IoT関連技術の標準化団体「インダストリアル・インターネット・コンソーシアム」を設立。米独日の100を超える企業・団体が参画。



GE、IBM、インテル、シスコ、AT&T 等



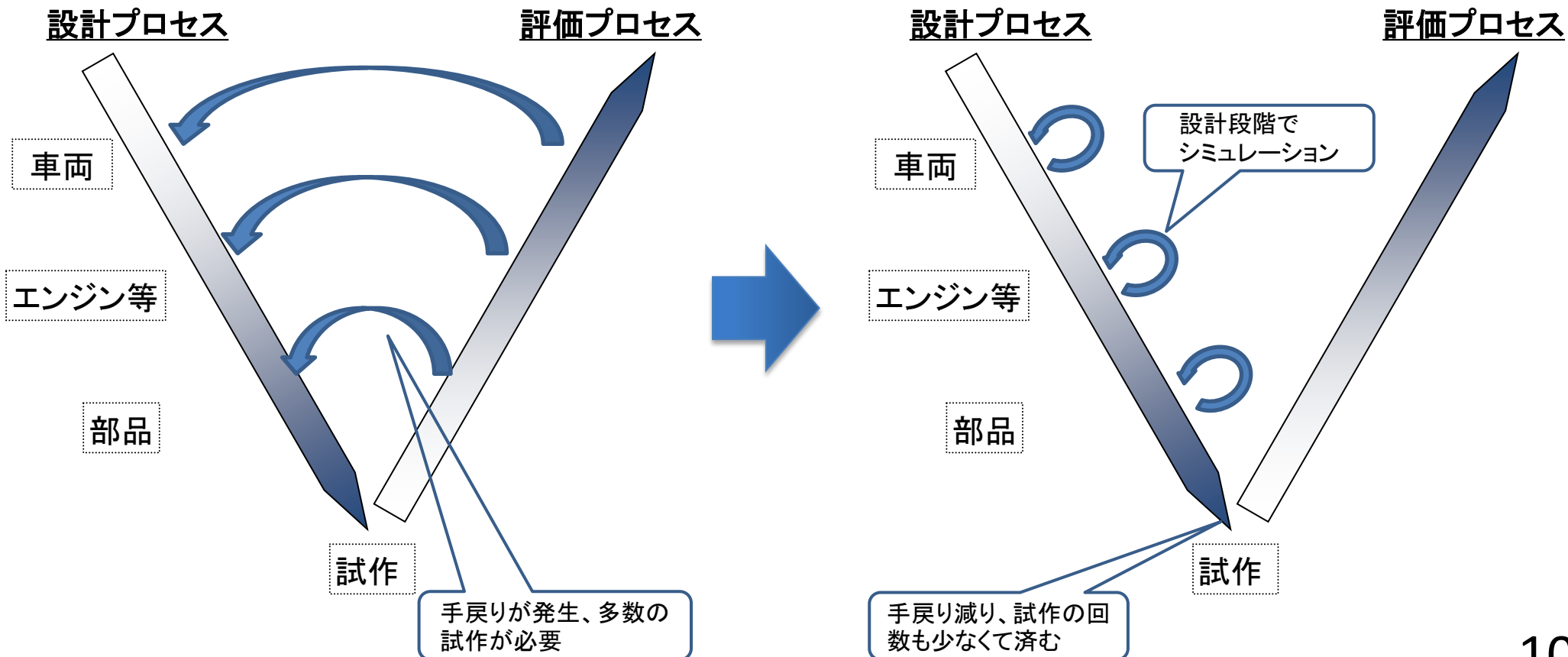
シーメンス 等



三菱電機、東芝 等

## モデルベース開発の進展

- ◆ 自動車の高機能化（電子制御、安全運転支援システム、快適性、ネットワーク化）、パワートレイン方式の多様化等により、設計開発業務は複雑化。一方で、製品の開発サイクルは短縮化。
- ◆ こうした状況に対応するため、モデルベース開発（モデル化、シミュレーションを活用し開発を進める手法）がエンジン開発を中心に進展。
- ◆ 開発環境の変化に対応できない中小サプライヤーが、欧州メガサプライヤー等に淘汰される可能性も存在。
- ◆ 航空機分野は、安全性要求の高さ等から自動車に比べモデルベース開発が先行。重工各社は、モデルベース開発を踏まえたエンジン部品開発を、エンジンメーカー（GE、P&W、R&R）に提案し付加価値を獲得。



## 製造プロセス分野のIoT展開(デジタル化)

- ◆ ドイツのインダストリー4.0は、設計と生産の双方向のデータのやりとりや、市場ニーズを踏まえた受発注データのやりとり等も通じて、変種変量生産のリードタイム削減を目指すもの。  
(但し、シーメンス型プラットフォームは、独国内に抵抗感も存在との指摘あり。特に中小企業向けには、フラウンホーファー研究所がツールを開発中。)
- ◆ 我が国では、ドイツのように設計開発～生産現場までのデータプラットフォームを一括で供給できるプレイヤーが不足。一部の大企業の工場内生産プロセス効率化の事例があるが、業種内展開や中小企業への広がりには課題。

	ユーザー	設計開発	製造実行	通信規格	FA機器	SI
ドイツ	一部の大企業	SIEMENS			各メーカー	SIEMENS等
	中小ユーザー	フラウンホーファー研究所が開発中			各メーカー	?
日本	大企業	それぞれが内製して接続			各メーカー	ユーザー企業
	中小ユーザー	一括供給できるプレイヤーが不足			各メーカー	不足

シーメンス型プラットフォームに加え、フラウンホーファー研究所が中小向けツールを開発中

我が国では、一部の大企業で工場内の生産プロセスを繋げて効率化を図る事例は存在するが、独のような外販はしない。また、SIer不足のため、中小企業への広がりには課題。(有能なSIerは自動車OEM等の大企業工場の生産管理部門に集中する傾向あり。)

一部民間企業の連携により、ソリューションの一括提供の動きも。

# 製造プロセス分野のIoT展開(データ収集・解析と予知保全等)

- ◆ 製造プロセスのデータ収集・活用によるカイゼン活動(暗黙知の形式知化、不可視知の可視知化)には多くの日本企業が取り組んでいるが、カイゼン以上の付加価値提供にまでは至っていない事例が多い。また、一部で海外ベンダーにノウハウ移転が起きる事例も。
- ◆ 一部には、予知保全に代表される新たな付加価値提供モデルも出現。
- ◆ 他方GEは、データ解析ツールの外販により、様々な分野で他社製の機器も含めたデータプラットフォームとなる動き。今後、付加価値獲得競争が激化する中でビジネスモデルの構築が課題。

	メーカー	解析ツール	予知保全モデル等の付加価値提供
日本	(製造プロセスデータ)		
	鉄鋼・非鉄・化学メーカー	主に自社関連エンジニア部門	プロセスデータの解析による生産効率化にあたって、情報流出防止のため自前で開発する動きもあるが、内製できない場合にはITベンダーを活用する動きも存在。
	電機電子メーカー	主に自社関連エンジニア部門	
	その他	IT、ソフトウェアベンダー	
	(製造物データ)		メーカーは製造物から得るデータをもとにユーザーにスマートな保守・保全モデルを提供する他、一部で新たな付加価値サービスを打ち出す事例も。
	工作機械・建設機械・医療機械等メーカー	主に自社関連エンジニア部門	機器の運用支援等へ
	(※プラントの保守管理)		AIを活用した予知保全モデルの構築
	プラントメーカー	電力事業者(データ提供)	ITベンダー(ツール提供)
アメリカ	GE(航空機エンジン等)	GE (predix)	
	その他重工業メーカー等		

GEは、製造物から得るデータをもとに保守・保全を行うことに加え、オペレーション支援も提供。さらに、解析ツールを他社にも外販。

- ◆ ITを活用した生産自動化により、工場内の生産性向上の分野では世界をリード。必要に応じて、混流生産(一つのラインで複数の製品を生産)も実施。
  - 大量生産を念頭に置いたものであり、機械どうしを繋ぎ、自律的に生産ラインを変えて変種変量生産を実現する動きには至っていない。
- ◆ 我が国にも、製造物や生産ラインに取り付けたセンサーからデータを取得し、製品の保守や生産ライン効率化に活用する先進的な動きがある。
  - 自社で閉じたシステムであり、GEのように競合他社へのシステム提供を通じ、付加価値を獲得しようとする動きにまで至っていない。

### 課題の整理

- ① 製造業のデジタル化による「つながり(Connectivity)」(工場内の機械や製品などのモノのデジタルなつながり)が、消費者の多様な需要に対応した変種変量生産ラインの構築に不可欠。
  - デジタルものづくりのプラットフォームとなるツールやそれを工場内に導入するSIer不足
- ② データの蓄積・解析による付加価値づけが、競争力の源泉へ。
  - データ蓄積のためのプラットフォーム作りを率先して行うことが必要。
  - データの解析を通じた予測モデル等の付加価値づけにむけた人材が不足。
- ③ 国際標準化、サイバーセキュリティへの対応。
  - IEC(国際電気標準会議)で始まっている国際標準化活動に積極的に参画することが必要。