

日本自動車部品工業会 経営者向けDXセミナー 第2回

自動車産業におけるDX推進の課題と戦略

CASEなどの新時代における事業構造と産業構造の変革

青山 幹雄

南山大学 理工学部 ソフトウェア工学科 教授

経済産業省「デジタルトランスフォーメーションの加速に向けた研究会」座長

mikio.aoyama@nifty.com

<http://www.nise.org/>

DX研究ポータル: <http://www.dxresearch.jp/>

2021年3月4日

お伝えしたいこと Executive Summary

- 👉 DXはCASEを含む, 現在進行中の事業変革, 産業変革
 - ⇒ 競争力強化と新事業創出
 - ⇒ 自動車部品産業/自動車産業全体で今日取り組むべき
 - ⇒ DX推進には経営層のリーダーシップが不可欠
- 👉 自動車部品産業のDX = 製品DX × 業務DX × ビジネスモデルDX
- 👉 DXによる事業創出にはデジタル技術とデータの活用が鍵
 - ⇒ ソフトウェア技術の組織能力が差別化の鍵
 - ⇒ ソフトウェア工学の本格導入と高度ソフトウェア人材育成

シナリオ

DXの進展

DXシナリオ



DX成功事例



DX推進戦略



DXとソフトウェアファーストによる 自動車部品事業の変革



DXの進展: DXの意義

新型コロナ禍で多くの人がデジタルの利便性に気づいた

DXの意義: デジタル技術が企業/社会活動の不可能を可能に

データを活用した
課題発見, 解決技術

D(Digital)

デジタル(技術)

X(Transformation) 変革

Trans⇒Xns

顧客/社会の課題の解決による,
新たな価値や事業の創出

DXの進展

DXに至る3段階とわが国の現状

👉 世界的に概ね共通のDXに至る3段階(ドイツ インダストリー4.0, 米国)

Society 5.0

デジタルトランスフォーメーション
(DX: Digital Transformation)

組織横断/全体の業務・製造プロセスのデジタル化
デジタル技術を活用した顧客起点の価値創出のための
ビジネスモデルや**社会活動の変革**
サービスやビジネスがデジタルで完結



デジタルイゼーション(Digitalization)
個別業務・製造プロセスのデジタル化

コロナの谷

デジタイゼーション(Digitization)
アナログ・物理データのデジタルデータ化

DXの定義

企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用して、顧客や社会のニーズを基に、製品やサービス、ビジネスモデルを**変革**するとともに、業務そのものや、組織、プロセス、企業文化・風土を**変革**し、競争上の優位性を確立すること。

出典: 経済産業省, 「DX推進指標」とそのガイダンス, 2019年7月

参考文献: 経済産業省, DXレポート2 (中間取りまとめ), 2020年12月,
<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201228004/20201228004.html>.

DXの進展

これまでのDXの進展

ビジネスのデジタル化

👉 DX: デジタル技術の中核とする事業革新による価値創出と競争優位の実現

👉 DXは2010頃に萌芽し、実用期へ ⇒ わが国ではDXへ立ち後れ

年	2005-09	2010-14	2015-19	2020
DXの概念と組織的取り組み	Stanford d.school 設立 ('06) デザイン思考の普及	DXの提唱 ('10頃) SoEの提唱 ('11) Industry 4.0 ('11) ビジネスモデルジェネレーション('10) IIC(Industrial Internet Consortium) ('14)	DXの進化 Society 5.0 ('16) DXレポート ('18) 米国政府MGT Act (ITモダナイゼーション法) ('17)	
ビジネス(新事業創出)		Airbnb('08) Uber('09) Lyft('12) メルカリ('13) 滴滴出行('12)	2010年前後に誕生したベンチャー企業は社会問題解決型(仲介: マッチメイキングスタートアップ)	
デジタルプラットフォーム		IoT ('10年前後), oneM2M設立('12) iPhone ('07) AWS(Amazon Web Services) ('06) 4G LINE('11) Slack('13)		5G
	深層学習('04~) IBM WatsonがクイズJeopardy!で勝利('11), TensorFlow('15)			

DXの進展

顧客のデジタル化: 実店舗, 対面からデジタル(ネット, スマートフォン)へ

👉 顧客のデジタル化[デジタル顧客]: 実店舗, 対面からデジタル(ネット, スマートフォン)へ

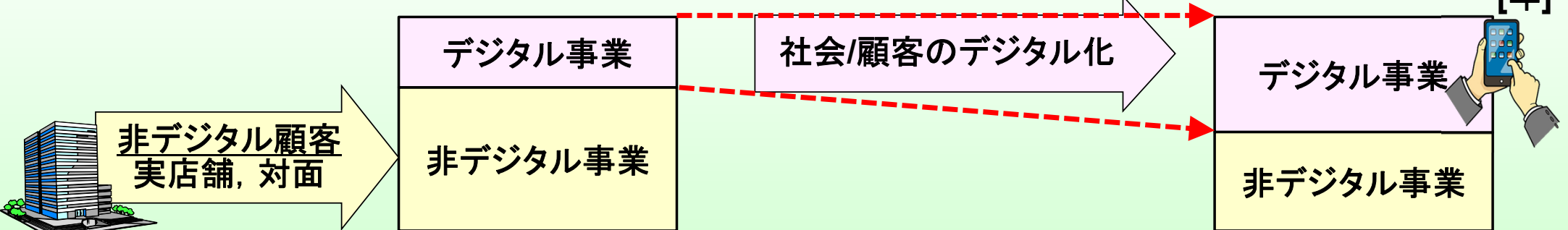
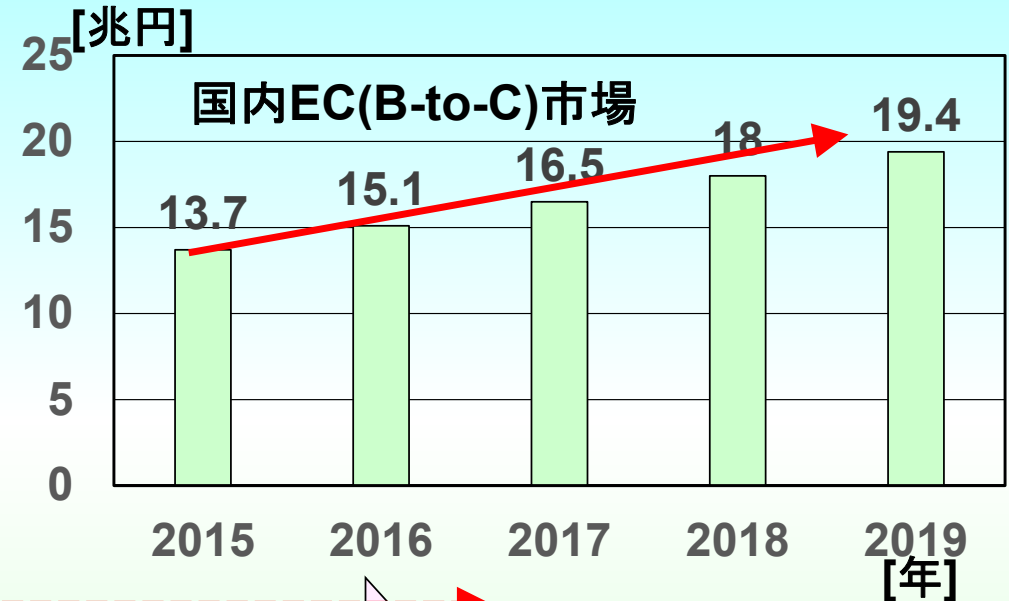
👉 国内EC(電子商取引)市場*

👉 消費者(B-to-C): 19.4兆円, 7.7%増

👉 企業間(B-to-B): 353.0兆円, 2.5%増(EC化率 31.7%, 2.5%増)

👉 コロナ禍による顧客のデジタル化の加速

👉 コンビニから配達サービスへ



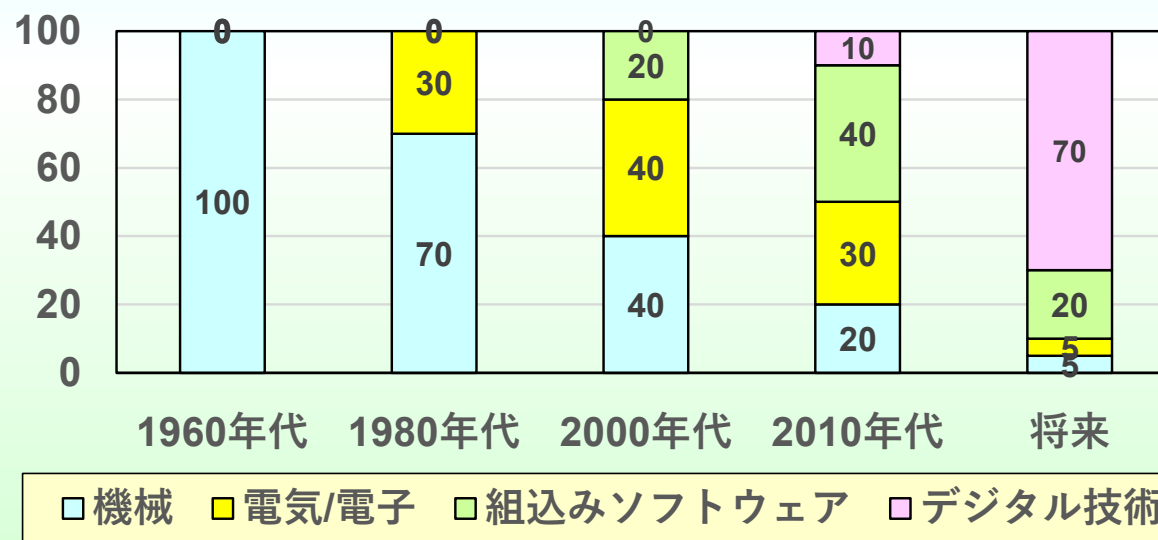
出典: 経済産業省, 令和元年度 内外一体の経済成長戦略構築にかかる国際経済調査事業(電子商取引に関する市場調査), 2020年7月, <https://www.meti.go.jp/press/2020/07/20200722003/20200722003.html>

DXの進展 製品価値のデジタル化

👉 製品価値創出の源泉の変化: ハードウェア ⇒ 組み込みソフトウェア ⇒ デジタル技術

👉 「デジタル技術とは、機械学習, 自然言語処理, 音声アシスタントなどの各種人工知能や, センサーを搭載したインテリジェントなデバイスが取得するデータを処理・分析・活用する先進的な能力」

👉 「いかに作るか」からデジタル技術^[%]を活かして「何を作るか/提供するか」へ



参考文献: E. Schaeffer, et al., Reinventing the Product: How to Transform Your Business and Create Value in the Digital Age, Kogan Page, 2019 [河野 真一郎(監訳), ものづくり「超」革命, 日経BP, 2019].

DXの進展

DXで期待されるビジネス変革の市場価値

👉 DX市場の内訳[2018年]

- 👉 **ビジネスモデルの革新/改善によるビジネスの改善: 73兆円*(6,620億ドル)[50.8%]**
- 👉 **UX(顧客経験)の改善: 36兆円*(3,260億ドル)[24.6%]** *1ドル=110円換算
- 👉 **データ活用: 26兆円*(2,400億ドル)[18.5%]**

👉 DXの適用業界別内訳

- 👉 **組立製造業(Discrete Manufacturing): 24兆円*(2,140億ドル) [16.5%]**
- 👉 **プロフェッショナルサービス業: 15兆円*(1,330億ドル)[10.2%]**
- 👉 **プロセス製造業(化学, 食品など): 15兆円*(1,320億ドル)[10.2%]**
- 👉 **交通運輸業: 14兆円*(1,270億ドル)[9.8%]**

参考文献: IDC, IDC Forecasts Worldwide Spending on Digital Transformation Technologies to Reach \$1.3 Trillion in 2018, 2017年12月, <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS43381817>

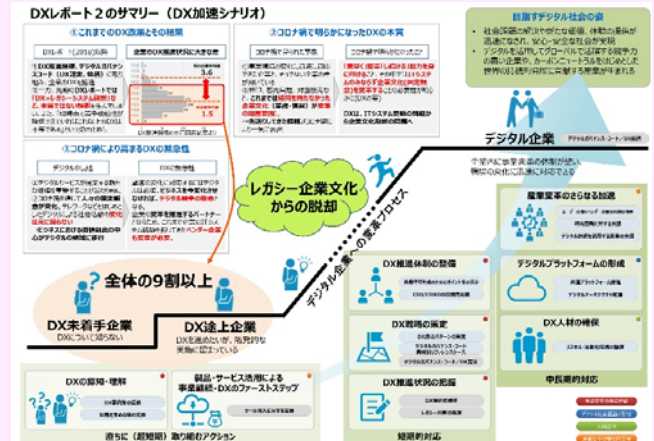
DXの進展 「DXレポート」とそれ以降の施策

経済産業省「デジタル
トランスフォーメーションに向けた
研究会」(2018年度)

DXレポート～ITシステム
『2025年の崖』の克服とDXの
本格的な展開～
DX推進のための5つの施策

経済産業省「デジタル
トランスフォーメーションの加速に
向けた研究会」(2020年度)

「DXレポート2(中間取りまとめ)」
DX推進に向けた論点整理と
推進施策: 超短期(コロナ対策),
短期, 中長期的施策の提案



2018年9月

2018年12月

2019年7月

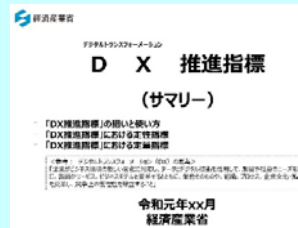
2019年11月

2020年11月

2020年12月

デジタルトランスフォーメーションを推進するためのガイドライン(DX推進ガイドライン)

DX
推進指標



情報処理の促進に関する法律の一部改正:
11月29日成立,
2020年5月15日施行

デジタル
ガバナンス・
コードの制定

参考文献: 経済産業省, DXレポート, 2019年7月, [http:// www.meti.go.jp/press/2018/09/20180907010/20180907010.html](http://www.meti.go.jp/press/2018/09/20180907010/20180907010.html).
経済産業省, DXレポート2(中間取りまとめ), 2020年12月,
<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201228004/20201228004.html>.

DXの進展 DX推進指標の活用

IPAのDX推進指標自己診断結果
入力可能[2019年10月公開]
<https://www.ipa.go.jp/ikc/info/dxpi.html>

300社以上が適用

DX推進指標の意義: DX(デジタルジャーニー)のロードマップ

現状を把握し、目標設定の共通言語

DX推進の枠組み(定性評価)と ITシステム構築の枠組み(定性指標) 経営者, 事業部門, IT部門へのトップレベルの9つ のキークエスチョンと26の具体的クエスチョン([]内)		レベル 0 未着手	レベル1 一部での 散発的 実施	レベル2 一部での 戦略的 実施	レベル3 全社戦略に 基づく部門 横断的推進	レベル4 全社戦略に 基づく 持続的実施	レベル5 グローバル 市場における デジタル企業
経営: DX推進のため の経営のあり方	1. ビジョンの提示 2. ビジョンの共有 3. 経営トップのコミットメント	経営者 は無関心か, 関心があつても具 体的な取組に 至っていない	全社戦略 が明確でない中、 部門単位での試 行・実施にとどま っている	全社戦略 に基づく一部の部 門での推進	全社戦略に 基づく部門横断的 推進	定量的な指 標などによる持 続的な実施	デジタル企業 としてグロー バル競争を 勝ち抜くこと のできるレ ベル
事業: DX実現のため の事業への展開	4. 推進・サポート体制[2] 5. 事業への落とし込み[3]						
人材育成と企業文 化	6. マインドセット, 企業文化[4] 7. 人材育成・確保[3]						
IT: DXの実現基盤 となるITシステム 構築	8. ビジョン実現の基盤としての ITシステムの構築[8] 9. ガバナンス・体制[6]						
		DXロードマップ					

DXの進展

DX推進指標から見える現状と方向性

DX推進指標の自己診断分析

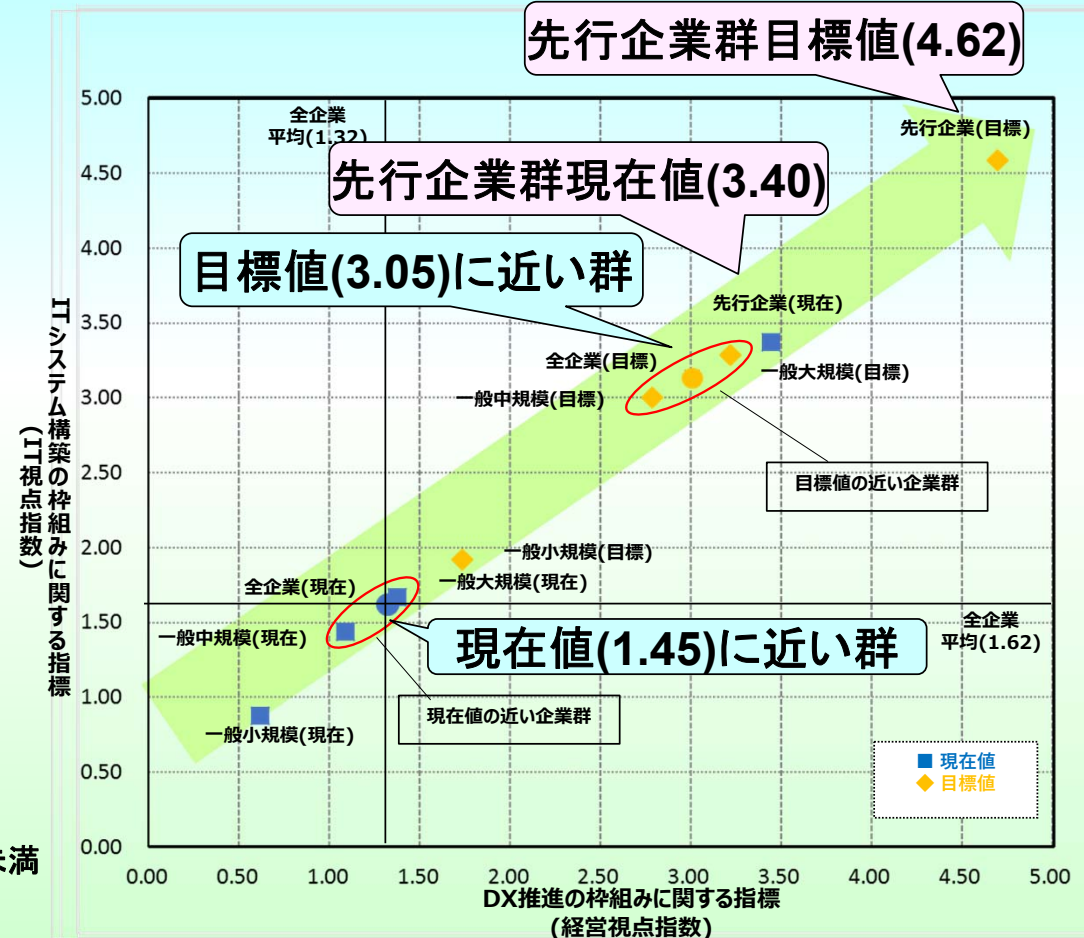
- 分析対象: 272件[‘19年12月末まで]
- 現状の平均値: 1.45, 目標の平均値: 3.05
- 先行企業の現状の平均値: 3.40

規模		数	現在			目標		
			全体	経営	IT	全体	経営	IT
全企業		272	1.45	1.32	1.62	3.05	3.00	3.14
先行企業		13	3.40	3.44	3.37	4.62	4.69	4.58
一般企業	大	124	1.50	1.37	1.67	3.24	3.21	3.28
	中	93	1.24	1.09	1.44	2.87	2.78	3.00
	小	27	0.74	0.61	0.88	1.83	1.73	1.92
	その他	15	1.82	1.74	1.93	3.43	3.36	3.47

規模の分類: 大規模企業:従業員数1,000人以上,
中規模企業:従業員数100人以上1,000人未満, 小規模企業:従業員数100人未満

参考文献: IPA, DX推進指標 自己診断結果分析レポート,
2020年5月, <https://www.ipa.go.jp/ikc/reports/20200528.html>

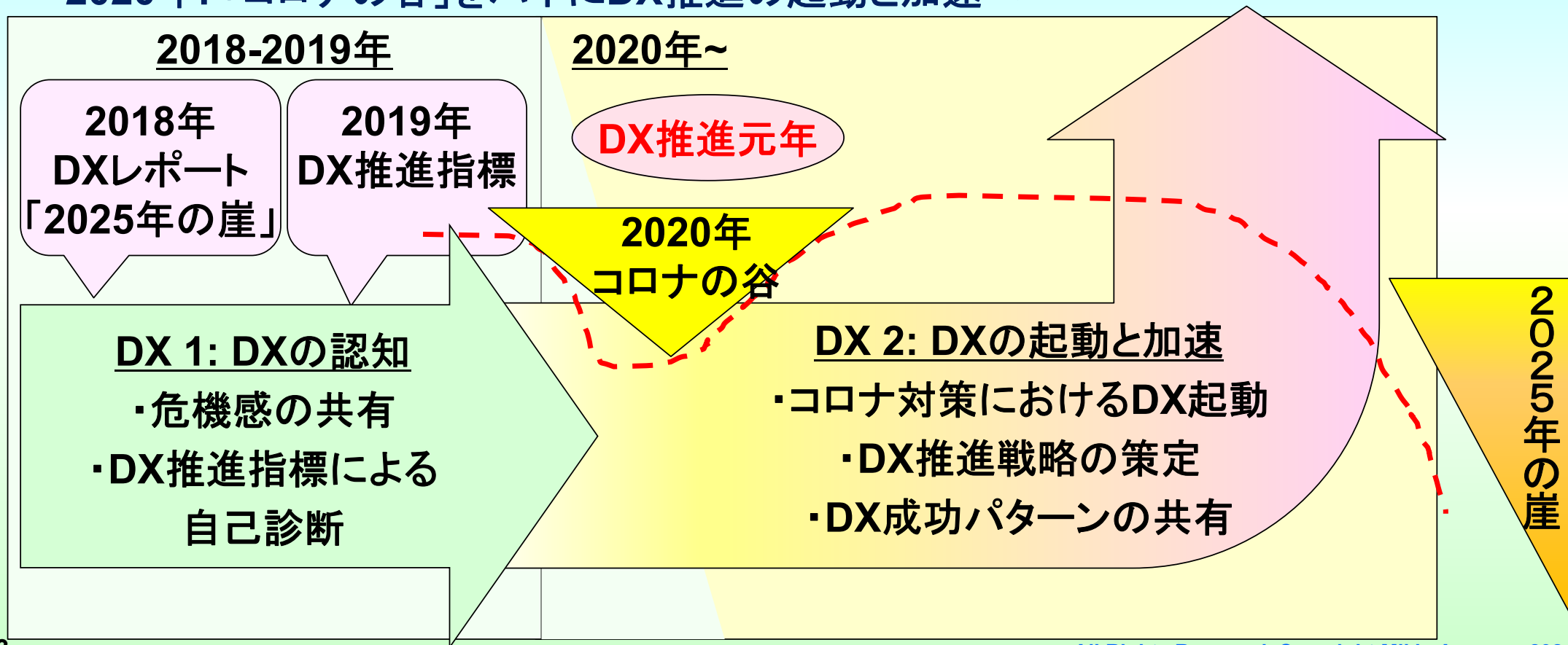
図3-1-1 規模別の経営視点指標×IT視点指標



DXの進展

2020年DX推進元年: DXの認知から起動, 加速へ

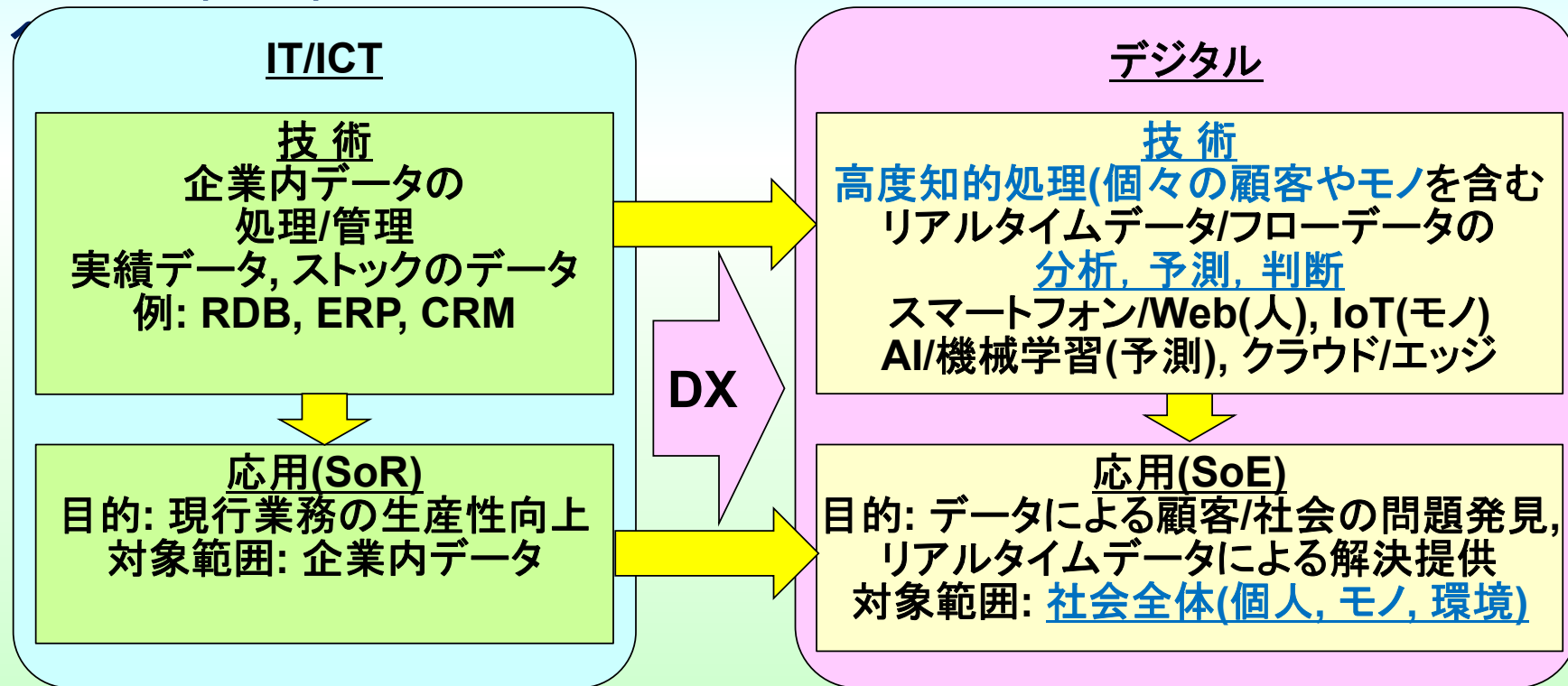
- 👉 2018年~2019年: DXレポート「2025年の崖」による DXの認知
- 👉 2020年: 「コロナの谷」をバネにDX推進の起動と加速へ



DXの進展

IT/ICTとデジタル

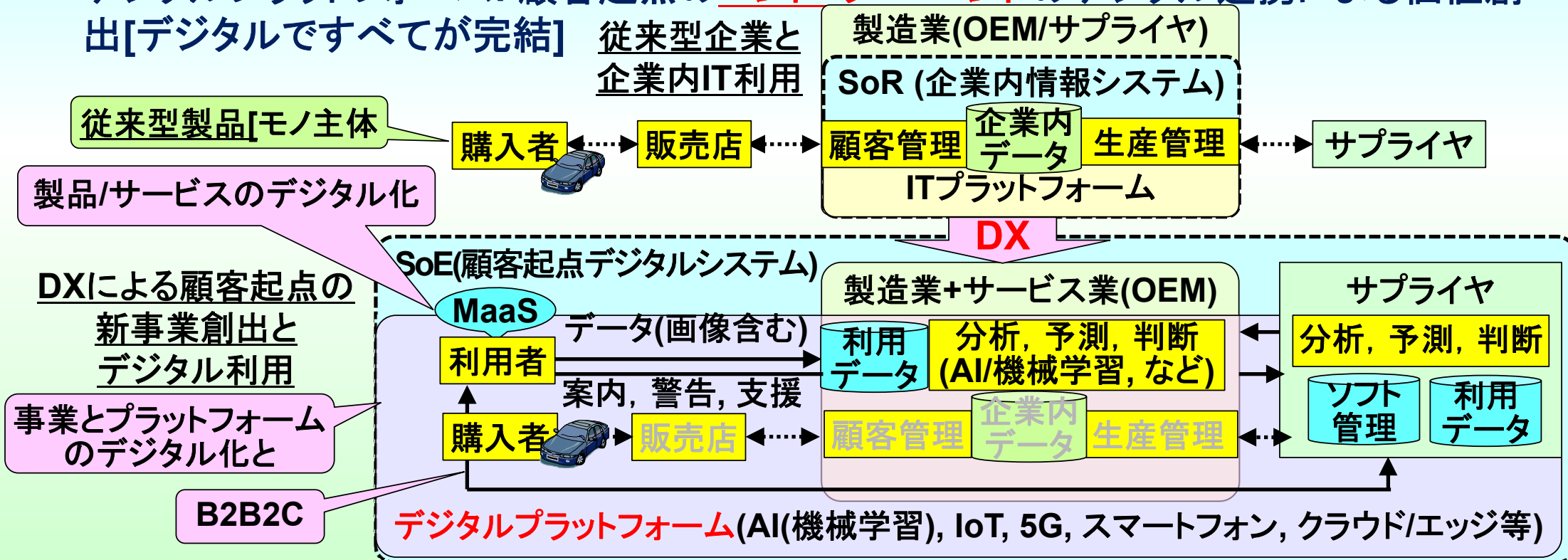
- 👉 IT/ICTとデジタル: 技術と利用方法の両面で違い
- 👉 デジタル(技術): データを活用した分析, 予測技術
- 👉 デジタル(技術)の活用: 顧客/機器のデータ分析, 予測に基づく課題解決と価値創出



DXの進展

デジタルプラットフォーム: 顧客起点の事業変革を支援

- DX(事業変革)=事業構造変革 × ITプラットフォーム変革
- 事業とIT/デジタルプラットフォームは一体
- デジタルプラットフォーム: 顧客起点の**エンド・ツー・エンド**のデジタル連携による価値創出[デジタルですべてが完結]



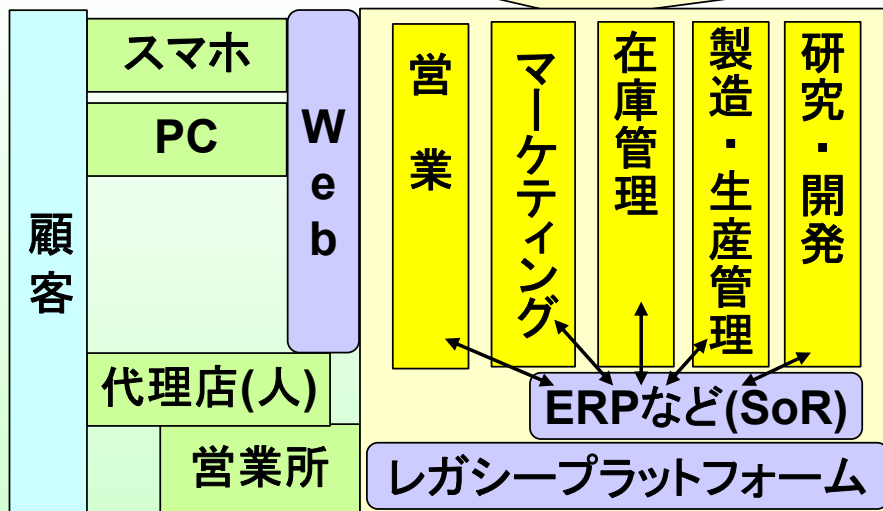
DXの進展 事業構造のDX

顧客起点の事業構造変革: 例: センス&レスポンス

- 顧客や機器などからのデータを組織全体でデジタル技術を活用して価値創出
- 顧客, 市場, 社会の変化へアジャイルに対応できる事業構造

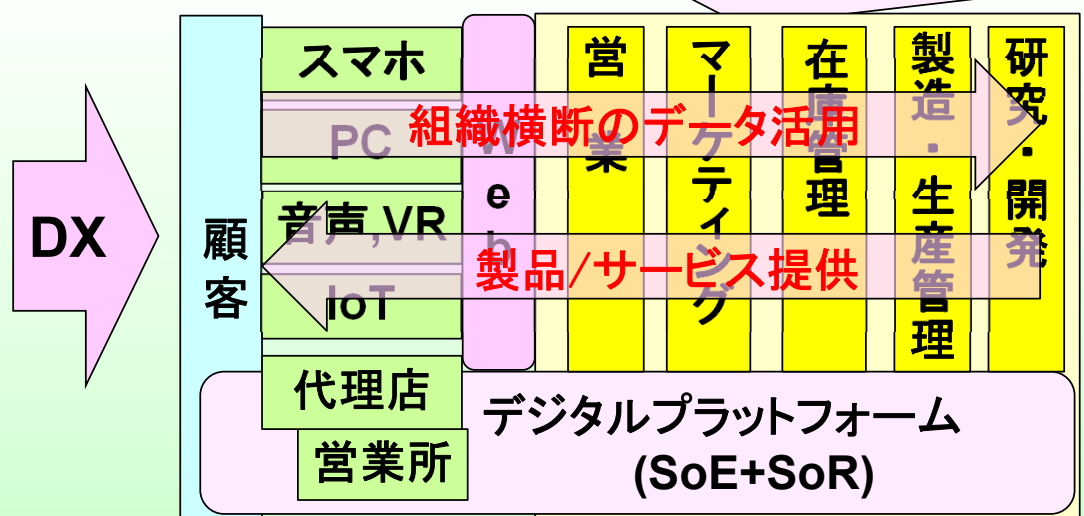
機能階層事業構造

目標: 部門毎のリソース利用の最適化
ITの役割: 企業内の現状把握と業務支援



センス&レスポンス

目標: 顧客価値創出のためにデジタルの活用
デジタルの役割: データの業務横断的活用による顧客, 製品, サービスの効率的な提供, 創出





DX成功事例

成功事例から見えてきた成功パターン

DX成功事例

1. 製造のソフトウェア化と完全自動化: HILLTOP

👉 企業: HILLTOP株式会社: 1980年創業,
京都府宇治市, 従業員約130名

👉 業種: アルミ部品試作メーカー

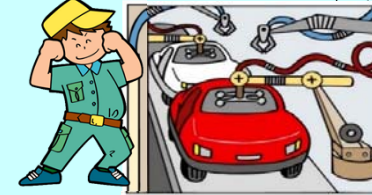
👉 DXのためのイノベーション: 製造のソフトウェア化

- 👉 製造がオフィスのプログラミングに
- 👉 HILLTOP Systemによる製造の完全無人化, 納期3-5日
- 👉 皆プログラマ: 製造はプログラミング
- 👉 加工品数: 3,000-4,000個/年

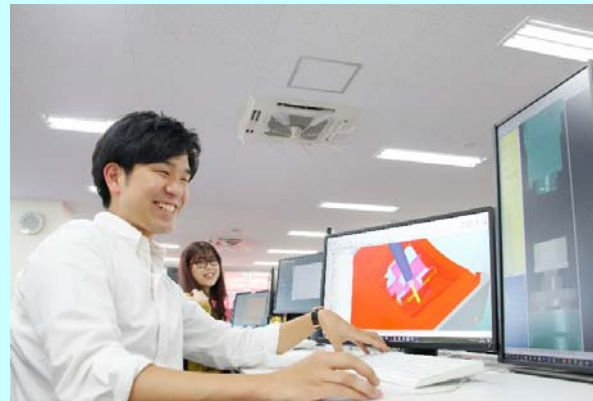
👉 取引先

- 👉 ウォルト・ディズニー,
3,000社

工場内で人手で製造



製造はオフィスでプログラミング



製造指示

工場内完全無人化



写真提供: HILLTOP株式会社

参考文献: HILLTOP株式会社, <https://hilltop21.co.jp/>.

山本 昌作, 遊ぶ鉄工所, ダイヤモンド社, 2018.

山本 勇輝, DXによる部品加工プラットフォーム, 情報処理, Vol. 61, No. 11, Nov. 2020, pp. e1-e7.

All Rights Reserved, Copyright Mikio Aoyama, 2021

DX成功事例

2. 従来製造できなかった部品をソフトウェア制御で製造可能に: AeroEdge

- 👉 企業: AeroEdge株式会社: 2016年創業, 栃木県足利市, 従業員125名
- 👉 業種: 航空機エンジン用タービンブレードの製造, 販売, エンジニアリングサービス
- 👉 DXのためのイノベーション
 - 👉 チタンアルミ部品(難加工品)大量製造を5軸MCなど最新の製造機械をソフトウェア制御で世界で唯一の製品実現
 - 👉 根幹となる工具を内製
 - 👉 付加製造(AM)への挑戦
- 👉 取引先: 新世代航空機エンジンLEAPのチタンアルミ製タービンブレードの世界唯一の10年供給契約

参考文献: AeroEdge株式会社, <https://aeroedge.co.jp/>.

森西 淳, 需要がなければ自ら創ればいい, 日経ものづくり, 写真提供:
2019年2月号, pp. 4-8.

AeroEdge株式会社



All Rights Reserved, Copyright Mikio Aoyama, 2021

DX成功事例

3. 段階的な推進で成功した中部の中堅製造業 (1/2): 旭鉄工

☞ 旭鉄工株式会社(自動車部品製造, 売上150億円, 愛知県碧南市)の事例[参考文献に基づく]

☞ 製造工程のリアルタイムデータ収集による見える化による革新[2014年~]

☞ 達成効果例: エンジンのバルブガイト(月産1,000万個, トヨタ自動車国内需要の90%)

☞ サイクルタイム: 4.2秒⇒3.7秒, 出来高15%増加(2014年3月⇒2015年6月)

☞ 2製造ラインの増設を不要に: 5,400万円の投資を不要に⇒総額3.3億円を不要に

☞ 推進方法

☞ 小コストIoTによるラインのリアルタイムなデータ収集と測定の手間を

2019年9月17日
同社で木村社長と

☞ iスマートあんどん(IoT化): 無線, ラズパイ, クラウド, スマホで自作

☞ 「あんどん」システム=350~500万円, iスマートあんどん=30~50万円

☞ 毎日のラインストップミーティング

☞ 現場で行い, 具体的な解決策を模索, トップも毎日参加

☞ 進め方: 停止時間の短縮は長いものから,

工場1階にモニタを表示, 社長表彰

20 参考文献: 木村 哲也, Smart Factory 4.0: 第四次「町工場」革命を目指せ!, 三恵社, 2018.

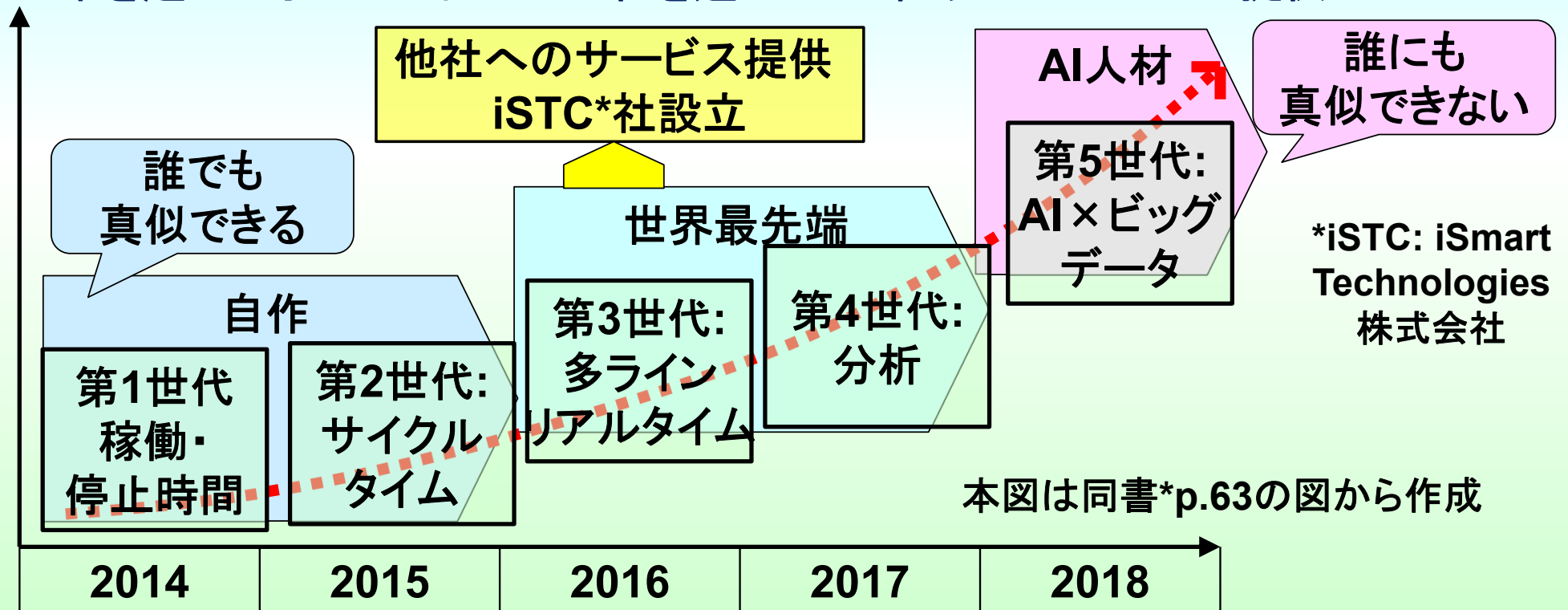
All Ri



DX成功事例

3. 段階的な推進で成功した中部の中堅製造業 (2/2): 旭鉄工

- 👉 製造工程のリアルタイムデータ収集による見える化による革新[2014年～]
- 👉 段階的な推進: 小コストの「誰でも真似できる」から「誰も真似できない」へ
- 👉 企業を越えたオープン化: iSTC社を通して200社以上へサービス提供



DX成功事例

4. 業務分析で納期短縮に成功: ENGEL AUSTRIA

👉 ENGEL AUSTRIA社(射出成形機の世界No. 1メーカー, 売上げ=14億€)の事例

👉 複数の国にまたがる工場間でサプライチェーンを構成

👉 DXによる目標: 納期30%以上短縮を10週間以内に達成(既存のITインフラ利用が前提)

👉 DXプロセス

👉 (1) 主要製品の発注からデリバリに至る全社業務プロセスの定義とVSM(Value Stream Mapping)分析

👉 (2) 管理部門に焦点を当て, BPM(Business Process Management)ツールで業務フローとデータフローの詳細モデル化とデータ測定に基づく分析

👉 (3) オーダー処理プロセスの再構成とERP上での[Digital KANBAN System](#)の実装

👉 効果

👉 [オーダー処理所要日数を45%削減](#), 65K€のコスト削減/年

👉 [納期遵守率向上\(顧客の信頼性\): 89%\(DX適用4週間後\)⇒97%\(DX適用1年後\)](#)

DX成功事例(参考事例)

5. AMが自動車産業のゲームチェンジャー?

Czinger 21C [2020年3月発表, 限定80台]
3Dプリンタで製造された部品で構成される
ハイブリッドスポーツカー(最高速度432Km/h)

- 👉 **Divergent3D: 自動車/航空産業向けのAMソフトウェアプラットフォーム ⇒ 車をまるごと3Dプリンタで製造**
 - 👉 開発から製造まで全てをエンドツーエンドで支援するソフトウェアプラットフォーム
 - 👉 Los Angelesベースのスタートアップ, 従業員約160名
 - 👉 原理: 3Dプリンタのセル(モジュール)生産の組み合わせ
 - 👉 量産: 10個のセルで年産10万台車体製造(約30億円)
 - 👉 比較: GM Flint工場: 18.5万台製造に約900億円投資



参考文献:

A. MacKenzie, Why 3-D Printing Could be a Game Changer for the Auto Industry, Motor Trend, Jun. 2020, p. 90.

Divergent, <http://www.divergent3d.com/blade-supercar/>.

Czinger Vehicle, <https://www.czinger.com/>.

写真提供: Diverget3Dのダウンロードサイト, <http://www.divergent3d.com/blade-supercar/>.

All Rights Reserved, Copyright Mikio Aoyama, 2021

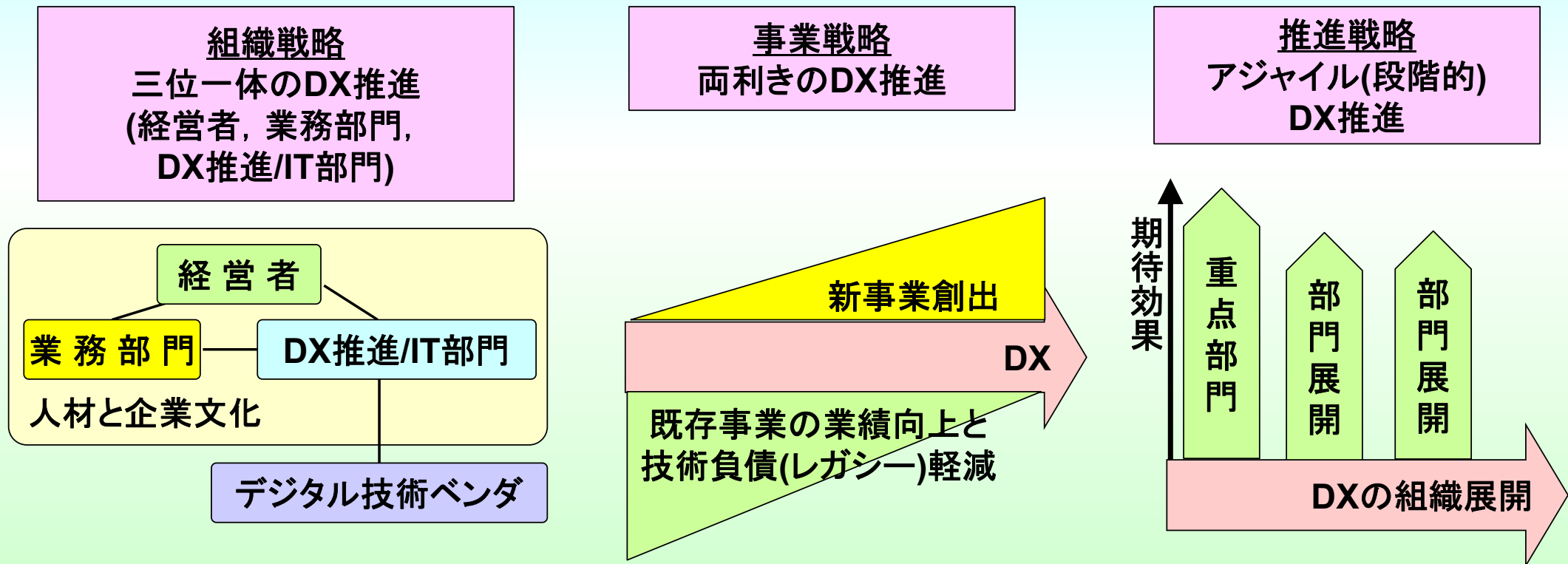


DX推進戦略

DX推進戦略

DX推進の3つの基本戦略

- 👉 DX成功事例から見てきたDX推進の3つの基本戦略
- 👉 リスク低減と事業価値増大のバランス



DX推進戦略: DX推進の組織戦略

経営者, 業務部門, DX/IT部門の3位一体のDX推進



経営者

- ・DXが経営課題である認識とDX推進のリーダーシップ
- ・新たな経営指標: 速度(アジリティ), 変化, 顧客価値

DX推進/IT部門

- ・経営/業務と連携したDX推進支援, コミュニケーション
- ・DXのためのデジタル基盤の企画・構築



三位一体

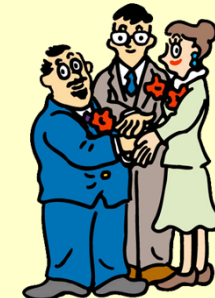
業務部門

- ・デジタルを活用した業務・製品の再設計とそのためのDX推進
- ・顧客の課題解決による新たな価値創出



人材と企業文化

- ・企業全体でのデジタル人材化
- ・DXを主導できる人材育成
- ・変化に前向きに取り組む企業文化



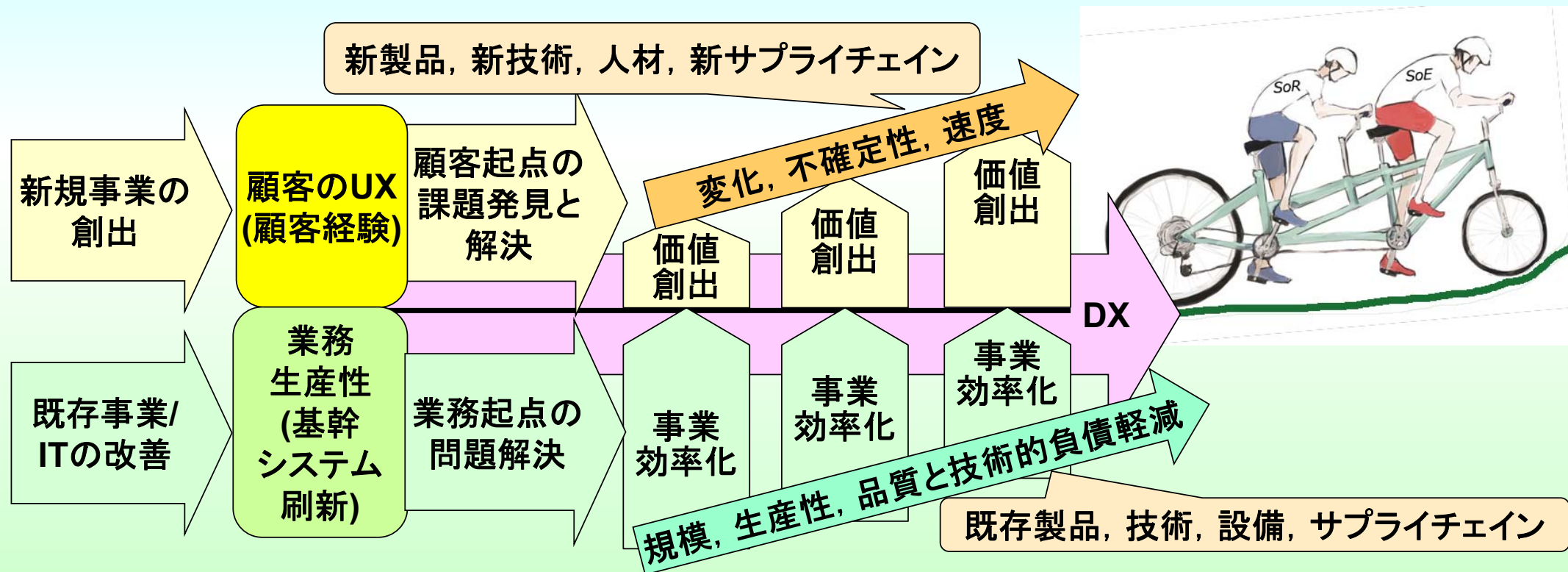
経営者の
リーダーシップが
鍵!

DX推進戦略: DX推進の事業戦略

新事業創出と既存事業の生産性向上

👉 DXの2面性: 顧客起点の新たな価値創出と既存事業の生産性向上

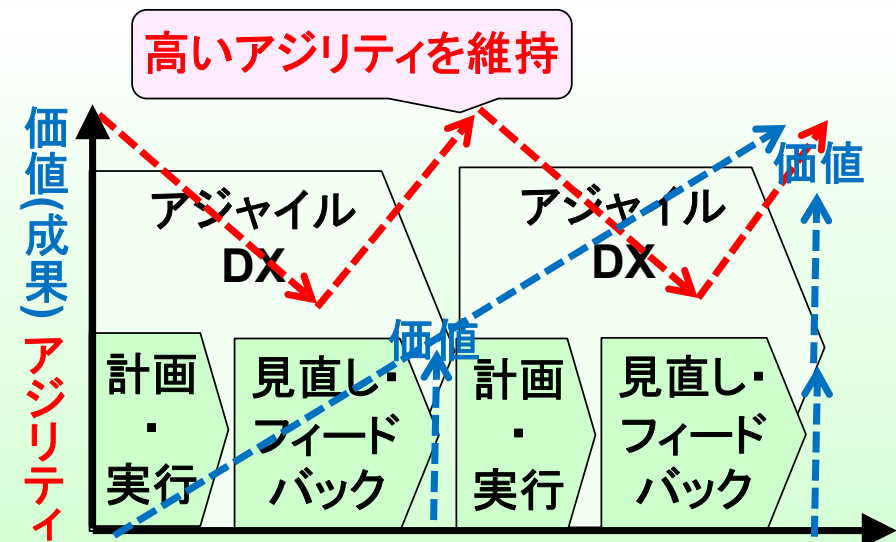
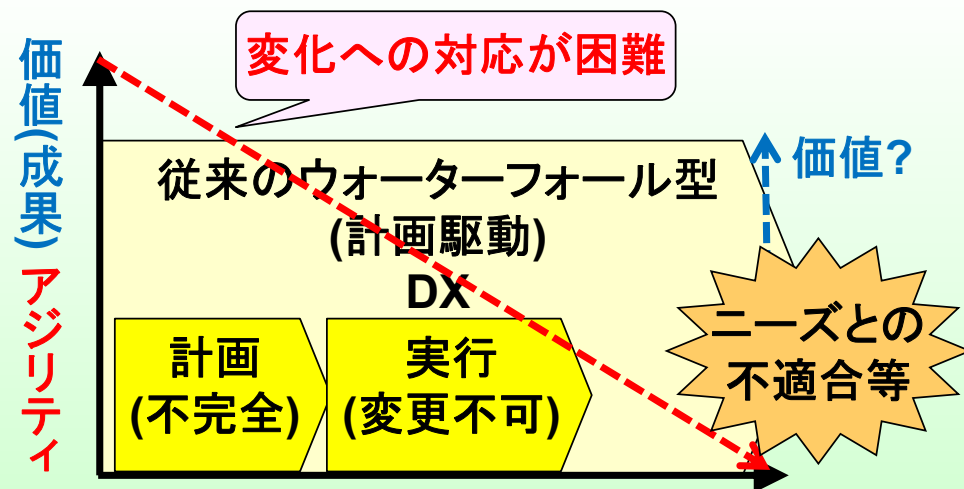
👉 異なる経営軸のバランスを取ったDX推進が必要



DX推進戦略: DX推進の展開戦略

アジャイルDXとアジャイル開発

- 👉 アジャイル(Agile): 俊敏な ⇒ 変化に対応可能, 単に「早く行う」ではない
- 👉 アジャイル開発: 変化/不確実性を前提とし, 価値の高い開発項目から段階的に開発
 - 👉 開発途中での見直し, フィードバックが可能な仕組み
- 👉 アジャイルDX: アジャイルの考えをDXに導入
- 👉 事業とITとは一体であることから, アジャイル開発は事業変革/DXを支援



DX推進戦略: DX推進の展開戦略

企業内推進指標の事例: 日立製作所大みか事業所

- 👉 ハードウェア生産システムの6段階成熟度モデルの定義
- 👉 成熟度モデルを用いた評価, 進化
- 👉 現状: レベル3~5がそれぞれ1/3
- 👉 データ駆動: データの収集, 分析, 問題解決, 現場へのフィードバック
- 👉 効果事例: 代表製品の生産リードタイムを2012年比半減

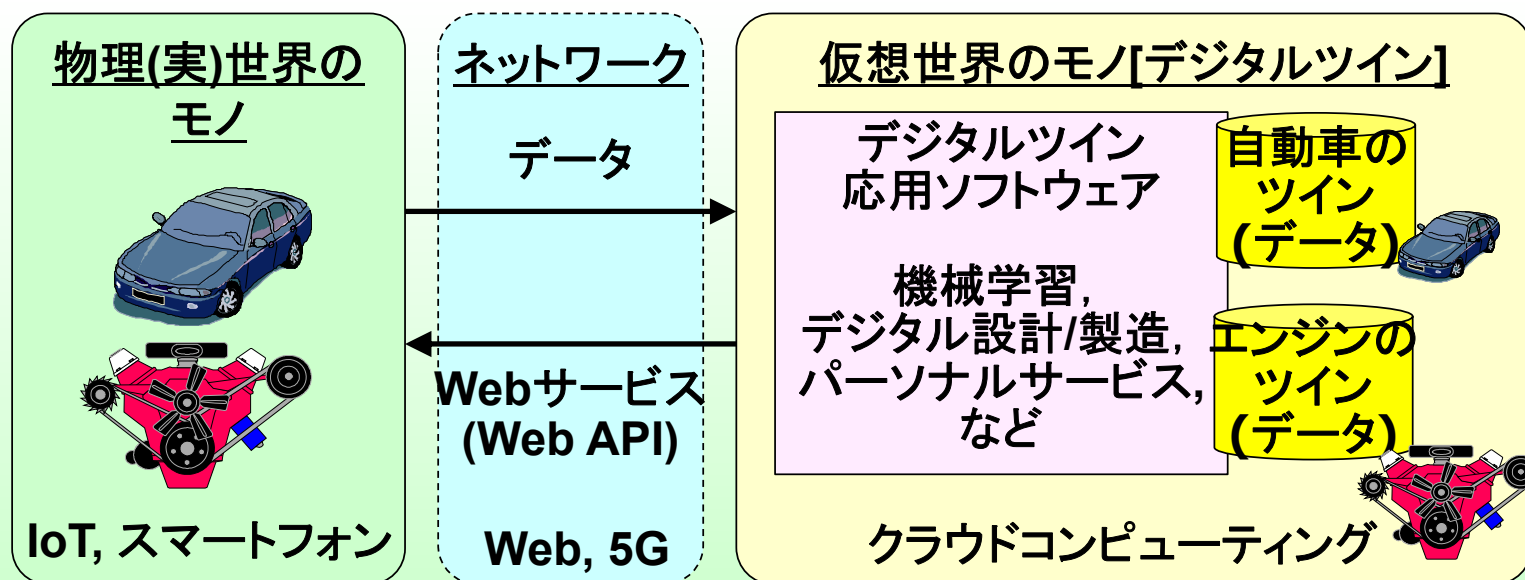
参考文献: 木崎 健太郎, 中山 力, 世界が認めた
日立のIoT工場大みか事業所を徹底解剖,
日経ものづくり, 2020年6月号, pp. 65-70.

レベル		実現する内容
6	連携と協調	・全体生産性の向上 ・低アセット生産 ・ライフサイクル品質管理
5	将来を予見する	・予測シミュレーション ・保全計画の最適化
4	問題を把握・対策する	・ボトルネックの把握と対策 ・歩留まり向上, 装置停止削減 ・現場ノウハウの共通化
3	流れを制御する	・生産指示, 実績管理の自動化 ・収集データの標準化フォーマット化
2	つなげる	・品質影響範囲の特定 ・部材, 装置, 人, 情報のトレーサビリティ
1	見える	・リソース, 生産実績, 品質実績の見える化 ・実績収集の高度化(詳細化, 自動化)

DX推進戦略

データ駆動とデジタルツイン

- 👉 **データ駆動(Data-Driven):** データ駆動とは、データに基づき問題の発見, 分析, 予測, 意思決定などを行う包括的な概念
 - 👉 製造業におけるデータ駆動: データに基づく製品のライフサイクル支援: 企画から設計, 製造, 保守
 - 👉 経験から事実に基づく予測, 意思決定
- 👉 **デジタルツイン(Digital Twin):** データから生成された実世界の個々の製品や機器など(エンティティ)のライフサイクルにわたる仮想表現(Virtual Representation)

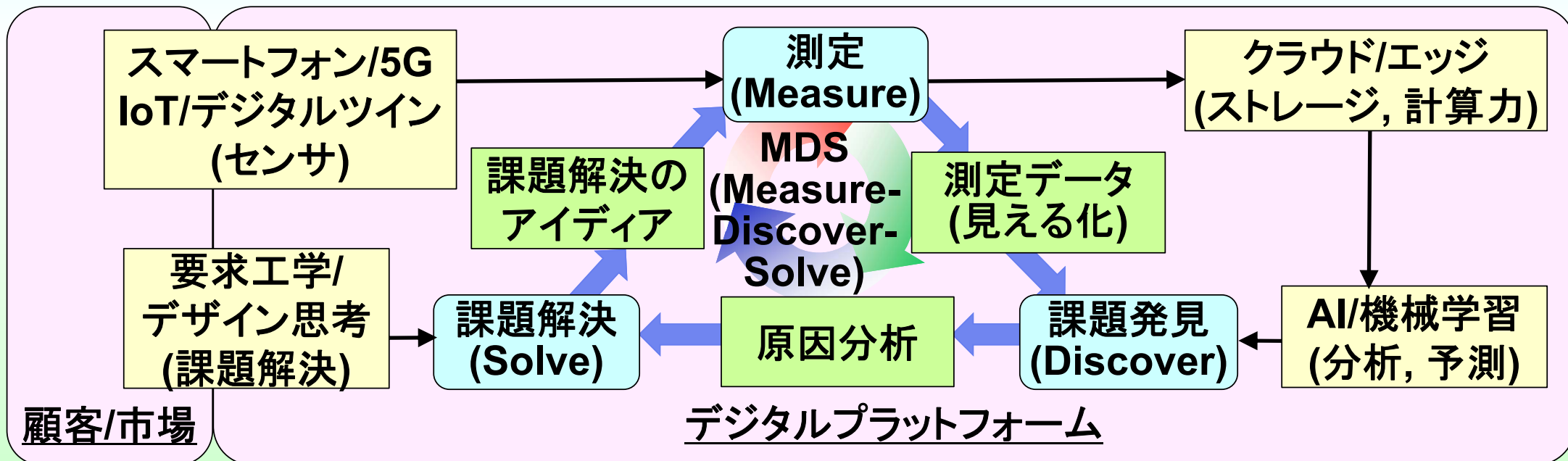


DX推進戦略

データ駆動価値創出: データから課題の発見/解決

👉 データ駆動価値創出: データを活用したDX推進プロセス

- 👉 経験や勘, 個人の主観によらない客観的事実(データ)に基づく課題発見と解決
- 👉 課題の発見/解決サイクルを回す: 測定⇒課題発見⇒課題解決
- 👉 要求工学/デザイン思考: 課題発見と解決による顧客/市場の要求獲得技術



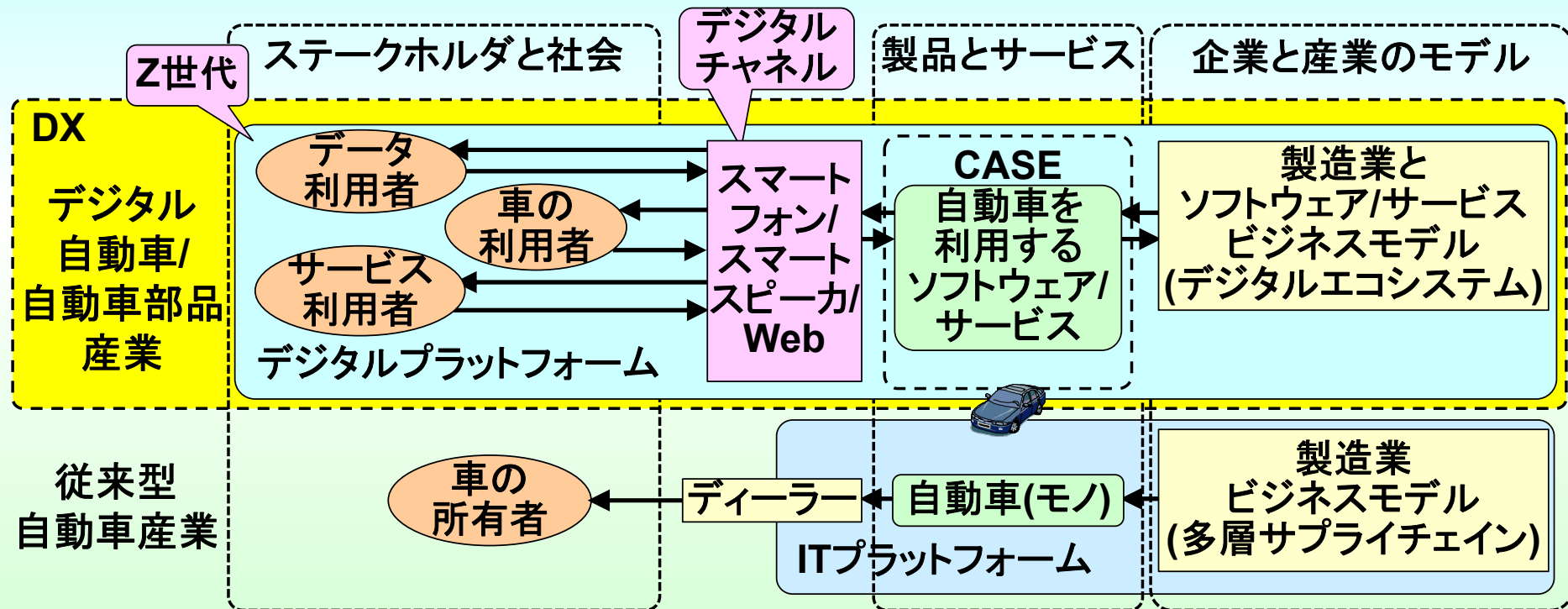
DXとソフトウェアファーストによる 自動車部品事業の変革



DXとソフトウェアファーストによる自動車部品事業の変革

自動車部品産業におけるCASEからDXへ

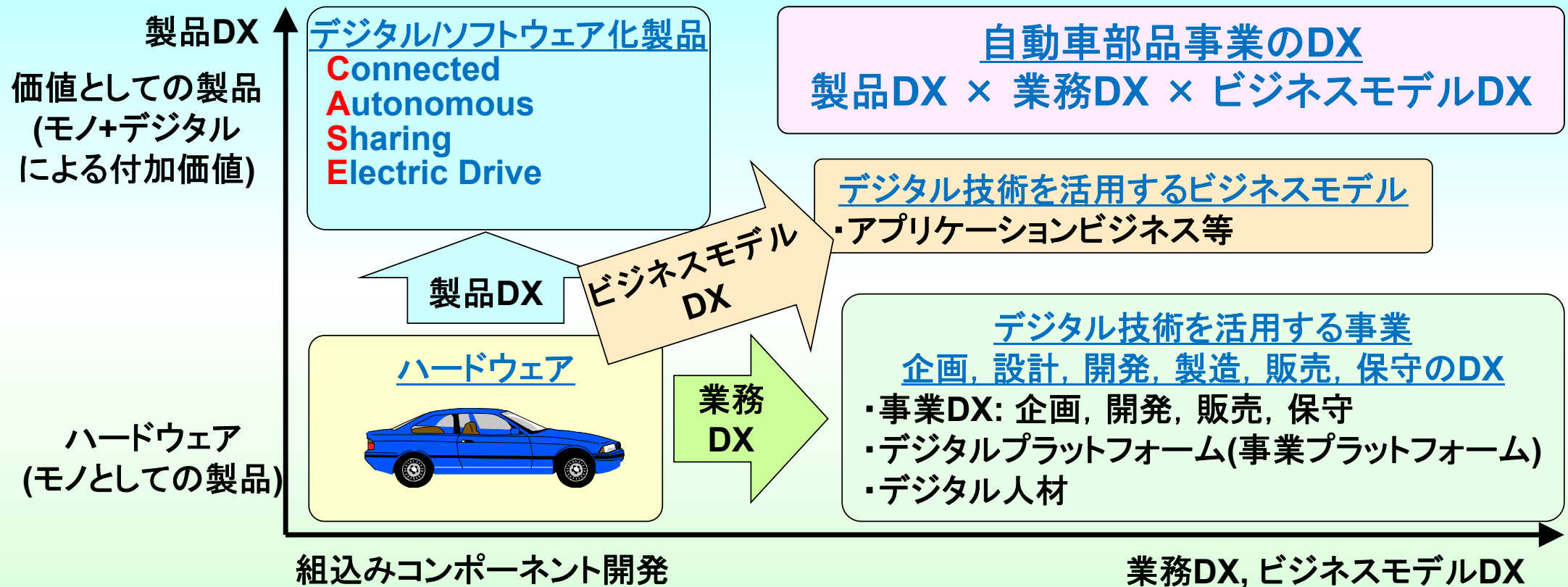
- 👉 CASE: クルマのデジタル化 ⇒ DX: クルマを含む自動車部品事業のデジタル化
- 👉 DXの3層モデル: ステークホルダ/社会, 製品/サービス, 企業と産業のモデル



参考文献: 青山 幹雄, わが国自動車産業のDX(デジタルトランスフォーメーション)に関する考察: CASEを超えて自動車産業のアーキテクチャ変革へ, 2020年春季大会学術講演会予稿集, No. 238, 自動車技術会, 2020年5月, pp. 1-6.
 33 All Rights Reserved, Copyright Mikio Aoyama, 2021

DXとソフトウェアファーストによる自動車部品事業の変革

自動車部品事業のDX = 製品DX × 業務DX × ビジネスモデルDX



参考文献: 青山 幹雄, わが国自動車産業のDX(デジタルトランスフォーメーション)に関する考察: CASEを超えて
自動車産業のアーキテクチャ変革へ, 2020年春季大会学術講演会予稿集, No. 238, 自動車技術会, 2020年5月, pp. 1-6.

All Rights Reserved, Copyright Mikio Aoyama, 2021

DXとソフトウェアファーストによる自動車部品事業の変革

ビジネスモデルDX: Teslaと従来型自動車事業のビジネスモデル

👉 Tesla: 顧客起点, ソフトウェアファーストのクルマとビジネスモデル

👉 ソフトウェアによる継続的機能向上

‘12年6月~’16年2月に平均11.5日に1回の更新(5回のメジャーリリースを含む117回のリリース)[Lyyrら調査]

比較要因		Teslaのビジネスモデル	従来型自動車ビジネスモデル
エンゲージ	新たなUX	UX集中: デジタル運転経験(コックピット), EV運転性(ワンペダル, 加速性)	ハードウェアの高度な製造品質
	顧客中心	・直販, Web直販とOTAによるリアルタイムソフトウェア更新 ・デジタルマーケティング, 購入プロセス簡略化, 顧客経験コントロール	ディーラーを介した販売と保守
エンジニアリング	製品位置	ハードウェアはプラットフォーム, 購入後ソフトウェアで継続的機能向上	ハードウェア完成品(長期モデル)
	ソフトウェア中心の技術	ソフトウェア中心: ハードと独立に付加価値を提供(アンバンドリング) ・ソフトウェア技術が競争力の源泉: 既存カーメーカーと比較し多くのソフトウェア技術者を擁してソフトウェアを内製 ・先進機能の早期提供とアジャイルな更新: Autopilot (ADAS) ・統合アーキテクチャとキーコンポーネント内製: HW3.0(2019年)で数個のECUに統合, ECUコンピュータの内部設計 ・OTAソフトウェア更新による問題へのリアルタイムな対応と機能追加(2015年からのAutopilotなど)	ハードウェア中心: ソフトウェアは機能別ハードウェア(ECU)に組込まれる(バンドリング) ・ECU単位でのソフトウェア開発のアウトソース ・レガシーソフトウェアの利用と保守
	キーコンポーネント	・リチウムイオン電池と電池モジュール, 電池制御ソフトウェア ・ECUコンピュータ(機械学習用を含む)の設計	サプライヤから調達: サプライヤとの共同開発など

DXとソフトウェアファーストによる自動車部品事業の変革

製品DXとソフトウェアファースト: 自動車の価値モデルの変化と事業変革

👉 ソフトウェアファースト: ソフトウェアが価値の主体, 継続的に提供[スマホの価値モデル]

👉 ビジネスモデルの変革: アプリケーションソフトウェアの利用で継続的収益

👉 カーメーカのソフトウェアファーストへの事業変革

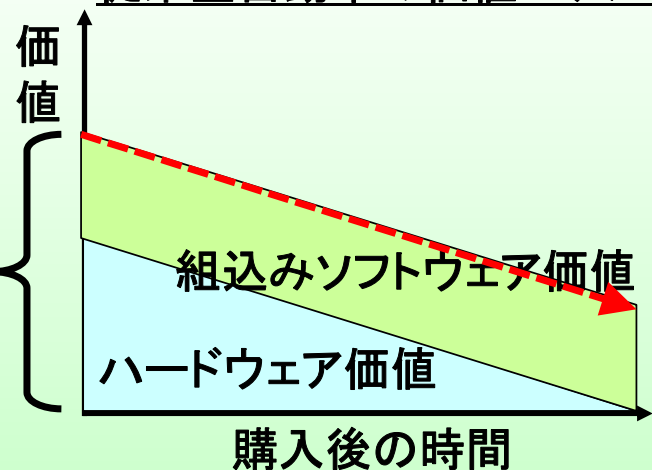
👉 VW: VW.OS開発 [Car.Software, 2025年までにソフトウェア技術者を1万人に]

👉 トヨタ(Woven): Arene OS(ソフトウェアプラットフォーム)開発

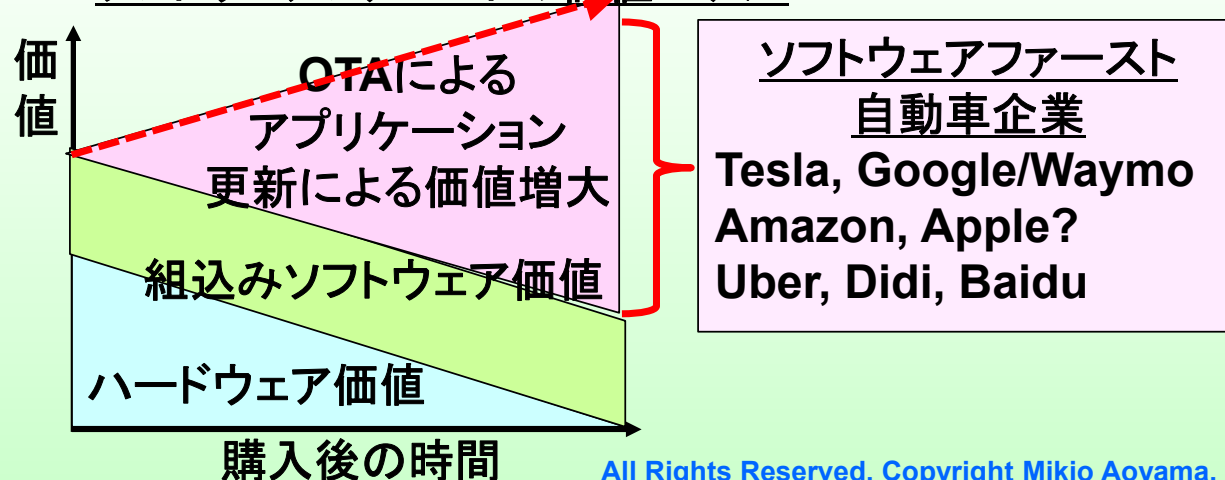
👉 サプライヤもソフトウェアファーストへの対応が必要

👉 Bosch: Cross-Domain Computing Solutions [E/E, ソフトウェア開発独立組織, 1.7万人]

従来型自動車の価値モデル



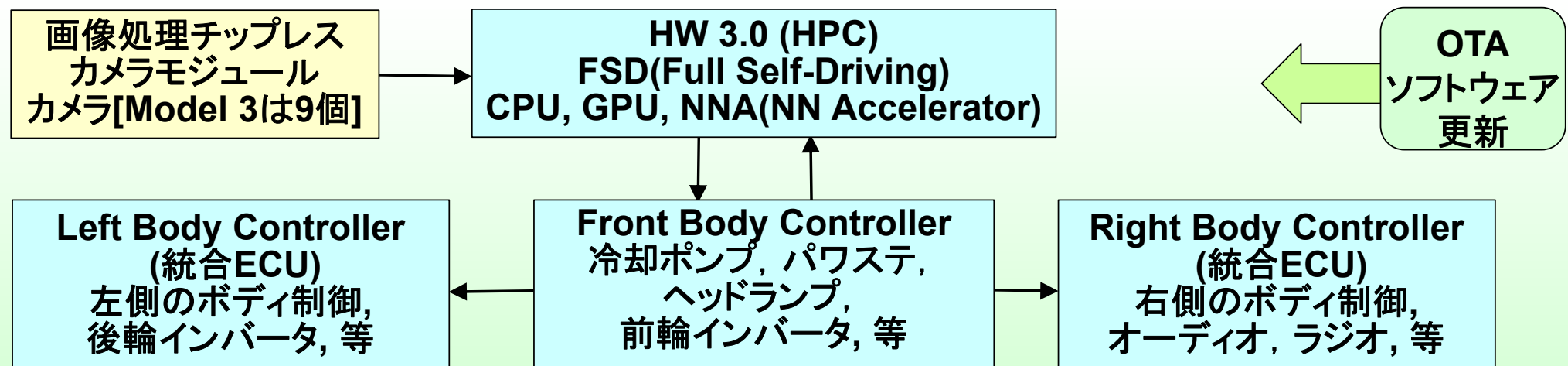
ソフトウェアファーストの価値モデル



DXとソフトウェアファーストによる自動車部品事業の変革

製品DX: EE/ソフトウェアアーキテクチャ変革: Teslaの統合アーキテクチャ

- 👉 Teslaの統合アーキテクチャ: 全体最適化
- 👉 内製化とOTAによるアジャイルな更新: 年1回のメジャー更新[改版], 頻繁な更新
 - 👉 ‘12年6月~’16年2月に平均11.5日に1回の更新(5回のメジャーリリースを含む117回のリリース)
[Lyyrらの調査から]
- 👉 カーメーカとサプライヤの関係の変化, サプライヤの対応?



DXとソフトウェアファーストによる自動車部品事業の変革

ビジネスモデル/業務DX: ハードウェア事業とソフトウェア事業の差異

👉 ソフトウェアは指数関数的に発展

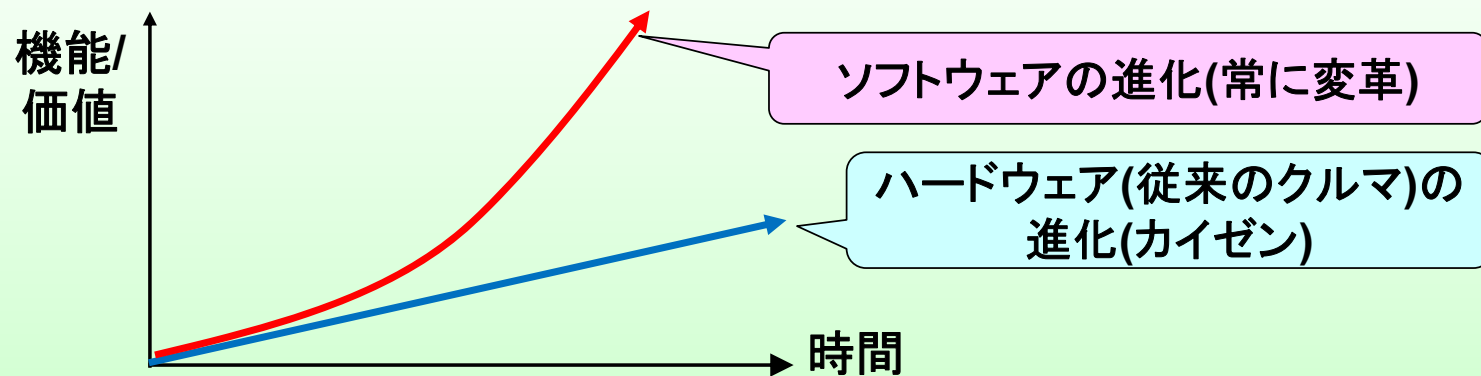
👉 製造不要(コピー), Webで流通

👉 ハードウェア事業とソフトウェア事業の差異

👉 ビジネスモデルの差異: モノ(所有)からサービス(利用)[電気, 水道]

👉 競争原理の差異: 資金力(設備投資)より技術力(高度ソフトウェア人材)

👉 速度/アジリティの差異: 高速進化, 先駆者総取り



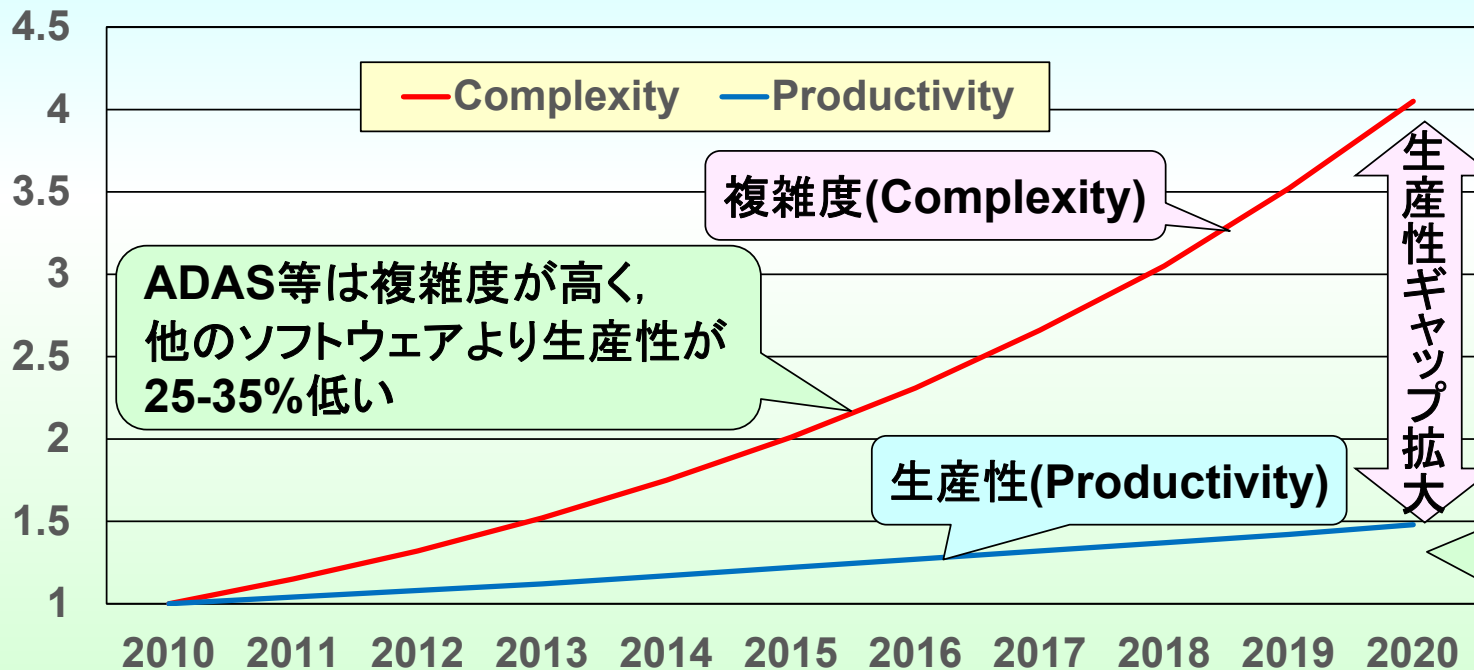
DXとソフトウェアファーストによる自動車部品事業の変革

業務DX: 車載ソフトウェアの複雑度増大と生産性のギャップ

ソフトウェアの複雑度増大と生産性のギャップ拡大

👉 複雑度増大の原因: 個別ECU開発とそのシステムインテグレーション(組み合わせ)問題

ソフトウェアの複雑度: 要求機能の増大[AD/ADAS等]



R&Dリーダの40%しかこの問題を認識し, 対応していない

Only 40 percent of the R&D leaders who view software as a major disruptor feel prepared to make the necessary operational shifts.

ソフトウェア技術負債

既存[旧式アーキテクチャ]
ソフトウェアの保守コスト増大により新規開発への投資制約

グラフ: 参考文献に基づき著者作成

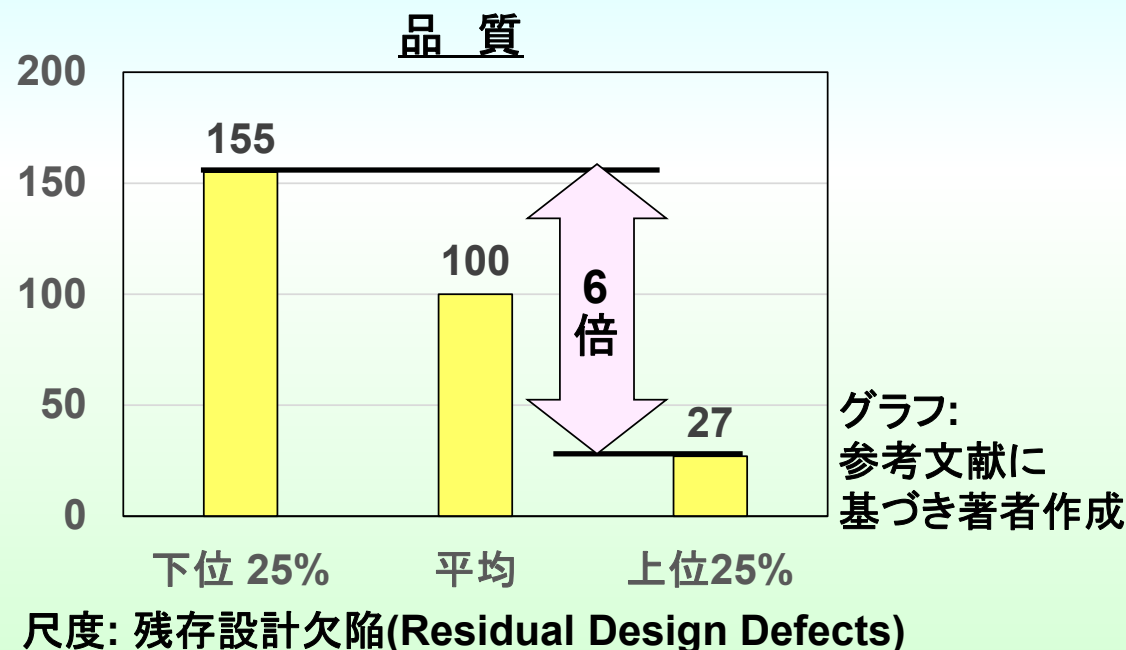
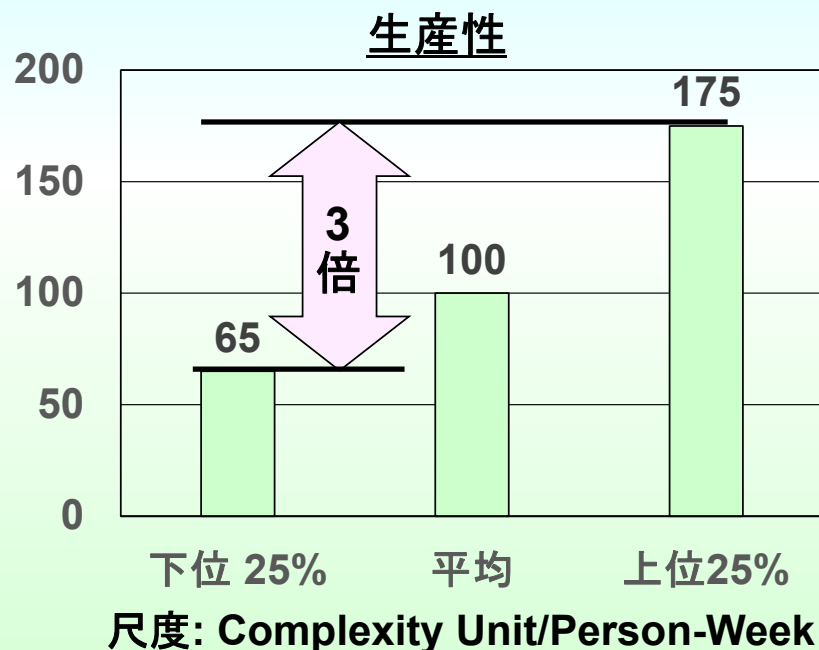
参考文献: O. Burkacky, et al., When Code isKking: Mastering Automotive Software Excellence, Feb. 17, 2021

<https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/when-code-is-king-mastering-automotive-software-excellence>

DXとソフトウェアファーストによる自動車部品事業の変革

業務DX: 車載ソフトウェア開発の生産性/品質の企業間格差拡大

- 👉 車載ソフトウェア開発能力(生産性/品質)の企業間格差: 生産性=3倍, 品質=6倍
- 👉 ソフトウェア開発能力が競争力の源泉に ⇒ ソフトウェア工学の本格導入の必要性
- 👉 ソフトウェアの品質はアーキテクチャ設計で決まる: ソフトウェアアーキテクトが鍵



参考文献: O. Burkacky, et al., When Code is King: Mastering Automotive Software Excellence, Feb. 17, 2021

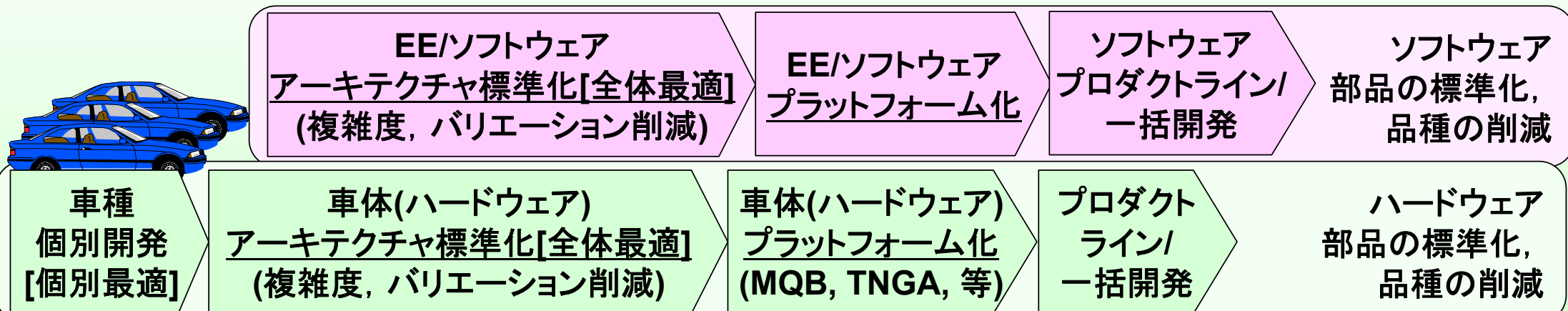
<https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/when-code-is-king-mastering-automotive-software-excellence>

All Rights Reserved, Copyright Mikio Aoyama, 2021

DXとソフトウェアファーストによる自動車部品事業の変革

業務DX: EE/ソフトウェアアーキテクチャの標準化とプラットフォーム化

- 👉 複雑度増大への対策: モジュール化されたアーキテクチャの標準化とプラットフォーム化
 - 👆 摺り合わせ[機械/アナログ, 個別最適]からアーキテクチャへ[デジタル, 全体最適]へ
 - 👆 アーキテクチャ標準化: 車種毎の個別最適からプロダクトライン/全車種の全体最適へ
- 👉 車体アーキテクチャ標準化からEE/ソフトウェアアーキテクチャ標準化へ
 - 👆 複雑度, バリエーション削減: 生産性と品質の向上
 - 👆 プロダクトライン開発: 複数市場/異なる顧客セグメントの要求へ対応
- 👉 部品産業へのインパクト: コンポーネントの品種の削減, システム化(複数部品の統合化)



DXとソフトウェアファーストによる自動車部品事業の変革

業務DX: 車載ソフトウェアのアジャイルプロダクトライン開発

👉 プロダクトラインのアジャイル開発[車載ソフトウェアでは世界初]

👉 複数の車載ソフトウェア部品の一括開発

👉 アジリティとQCD(品質, 生産性, 納期)の両立

👉 要求の多様性, 納期の変更へ対応可能

👉 2階層の反復プロセス

👉 メジャー/マイナー反復プロセス

👉 学習効果とフィードバック

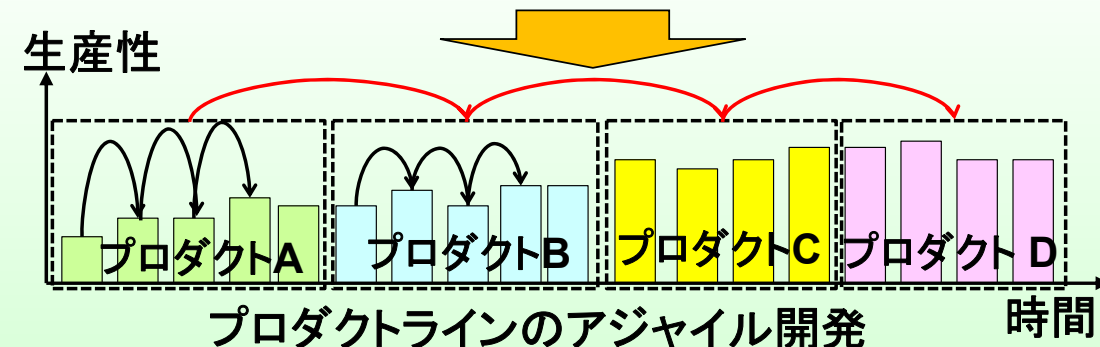
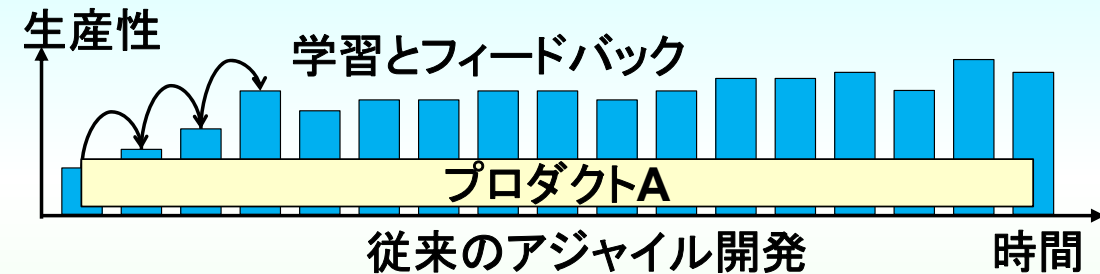
👉 適用

👉 100以上のプロダクトを出荷

👉 開発の速度と管理性の向上



2018年プロダクトライン殿堂表彰



参考文献: K. Hayashi, M. Aoyama, and K. Kobata, Agile Tames Product Line Variability: An Agile Development Method for Multiple Product Lines of Automotive Software Systems, Proc. of SPLC 2017, ACM, Sep. 2017, pp. 180-189.
K. Hayashi, and M. Aoyama, A Multiple Product Line Development Method Based on Variability Structure Analysis, Proc. of SPLC 2018, ACM, Sep. 2018, pp. 160-169.

All Rights Reserved, Copyright Mikio Aoyama, 2021

DXとソフトウェアファーストによる自動車部品事業の変革

業務DX: 車載アジャイル開発への高い関心[Agile Automotive Conference 2017]

- 👉 Agile in Automotive: 2015年からStuttgartで開催, 2020年が6回目
- 👉 ヨーロッパ自動車業界のアジャイル開発に関する会議: 主要カーメーカー, サプライヤが参加
- 👉 現場の課題討議



DXとソフトウェアファーストによる自動車部品事業の変革

業務DX: アジャイル開発は日本発, その源はトヨタ生産方式



ウォーターフォール

アジャイル

エンジニアリングベース

生産
と
製品
開発

TPS (トヨタ生産システム) (大野, '78)

スクラムの概念 (竹内&野中, '86)

リーンの概念 (Womack, et al. '91)

アジャイルソフトウェアプロセス (青山, '98)

多
く
の
研
究

ビジネスモデルのリーン開発
(井出&青山, '13-)

車載ソフトウェアアジャイルプロダクト
ライン開発(林&青山, '15-)

複数プロダクトエンタープライズ
アジャイル開発(田中&青山, '19-)

トヨタ生産方式
大野 耐一 ('78)

アジャイル開発は日本発(青山, '98)

アジャイル開発の原理はトヨタ生産方式から

プラクティスベース

アジャイルマニフェスト (Agile Alliance, '01)

リーンソフトウェア開発 (Poppendieck, '03)

スクラム(Schwaber, et al., '04)

The name "agile software process", **first originated in Japan** [Aoyama 1998]*.

Source: R. Miller, The Dynamics of Agile Software Processes, <http://bdn.borland.com/article/0,1410,29726,00.html>

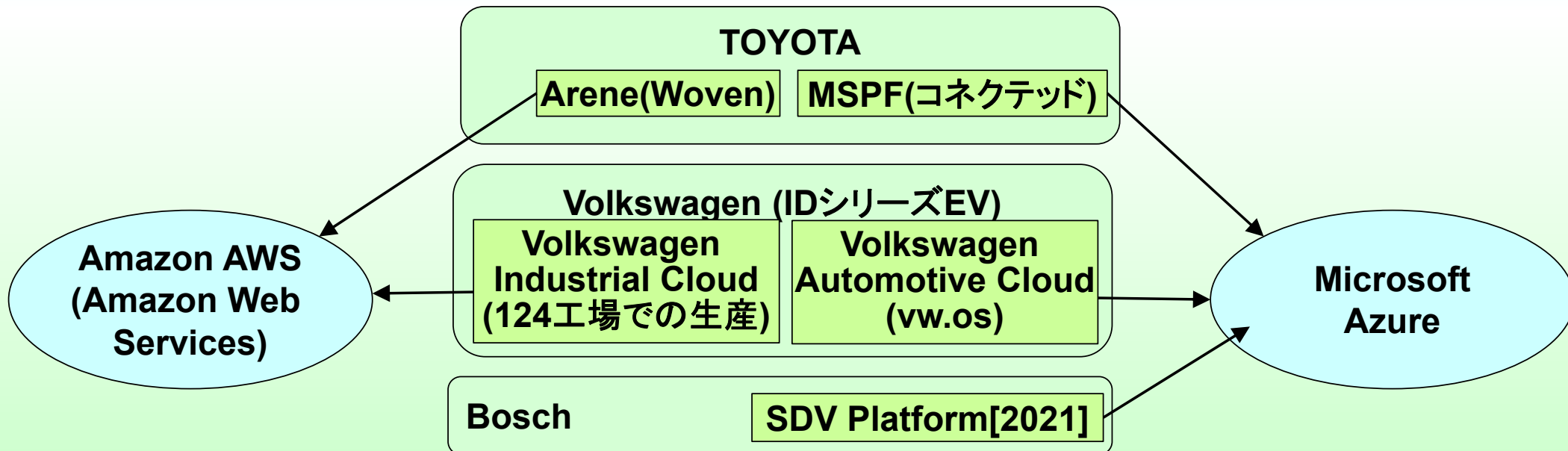
参考文献: M. Aoyama, Agile Software Process and Its Experience, Proc. 20th ICSE, Apr. 1998, pp. 3-12.
R. Hoda, et al., The Rise and Evolution of Agile Software Development, IEEE Software, Sep./Oct. 2018, pp. 58-63.
M. Aoyama, Agile Methodology - Looking Back and Looking Forward -, Presentation at IEEE COMPSAC 2019 Plenary Panel: Agile Methodologies, Jul. 2019.

All Rights Reserved, Copyright Mikio Aoyama, 2021

DXとソフトウェアファーストによる自動車部品事業の変革

事業プラットフォームDX: デジタルプラットフォーム

- 👉 デジタルプラットフォーム: デジタル技術とデータをアジャイルに活用するプラットフォーム
- 👉 データプラットフォーム: デジタルプラットフォーム中のデータ活用プラットフォーム
- 👉 デジタル技術とデータのアジャイルな利用を可能とするクラウド活用
 - 👆 車/顧客のデータ, 事業データの両面
- 👉 サプライヤのデータ収集/活用: 車/顧客のコンポーネント利用データから課題発見



DXとソフトウェアファーストによる自動車部品事業の変革

人材DX: 高度ソフトウェア人材の育成

👉 高度ソフトウェア人材(デジタル人材)

- 👉 アーキテクト, 要求アナリスト: ソフトウェア開発の高度化
- 👉 データサイエンティスト/機械学習エンジニア: データ活用の高度化

能力・競争力(Capability)



DXとソフトウェアファーストによる自動車部品事業の変革

人材DX: サプライヤ企業におけるソフトウェアアーキテクト育成プログラムの事例

- 👉 高度ソフトウェア技術者(アーキテクト)育成プログラム[2004年開始: 1回/年]
 - 👉 目標: 世界トップクラスのソフトウェア技術者育成
 - 👉 アプローチ: GE Work-Outの考え方を参考に, 現場の課題解決を実践
- 👉 内容: ソフトウェア工学技術, 実践(現場の課題解決), 哲学(リーダーシップ等)
 - 👉 開始から3回大幅改編
- 👉 期間: 9ヶ月
- 👉 教育形態: 反転授業(講義なし)

参考文献:

古畑 慶次, 上杉 卓司, 足立 久美, 青山 幹雄, 高度ソフトウェア専門技術者育成のためのゴール指向に基づく教授法設計方法の提案, コンピュータソフトウェア, 日本ソフトウェア科学会, Vol. 32, No. 3, Aug. 2015, pp. 77-83

山崎 良兵, ほか, 技術者5.0: Part 2, デジタル人材, 現場の問題解決策を集中的に学習 技術者育成を抜本的に見直し, 日経ものづくり, 2016年4月号, pp. 50-51 [日経クロステック, <https://tech.nikkeibp.co.jp/dm/atcl/mag/15/032400039/00002/>].





まとめ

**DXで自動車部品産業の事業成長を！
今日から始めるDX！！**

ご清聴ありがとうございます

DX研究ポータル: <http://www.dxresearch.jp/>