

東京エレクトロンのデジタル人材育成への取り組みと サステナブル社会への貢献

2024年2月1日

TEL-D2C-23077 東北大学 シンポジウム資料
戸田 哲哉
東京エレクトロン株式会社



Agenda

1. Introduction
2. 半導体業界、東京エレクトロンの置かれている状況
3. 東京エレクトロンのDXの取り組み
 - 概要
 - 開発・生産・フィールド向け
 - 人材育成
4. 課題と対策、まとめ

Introduction

自己紹介

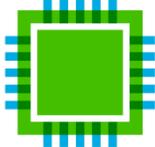
- 戸田 哲哉（とだ てつや）
 - 東京エレクトロン株式会社
Corporate Innovation本部
デジタルデザインセンター 副センター長
システム開発部 部長
 - 1996年入社
 - 国内事業所（神奈川、岩手、東京、熊本、山梨）にて、半導体製造装置向け組み込み制御ソフトウェアを開発
 - 2021年より府中事業所にて、装置向けソフトウェア開発に加えDX開発に従事

所属組織の位置づけ

2023年12月1日時点



まとめ（これから話す内容）



より役に立つ半導体製品



DX = 会社自身の変化、適応

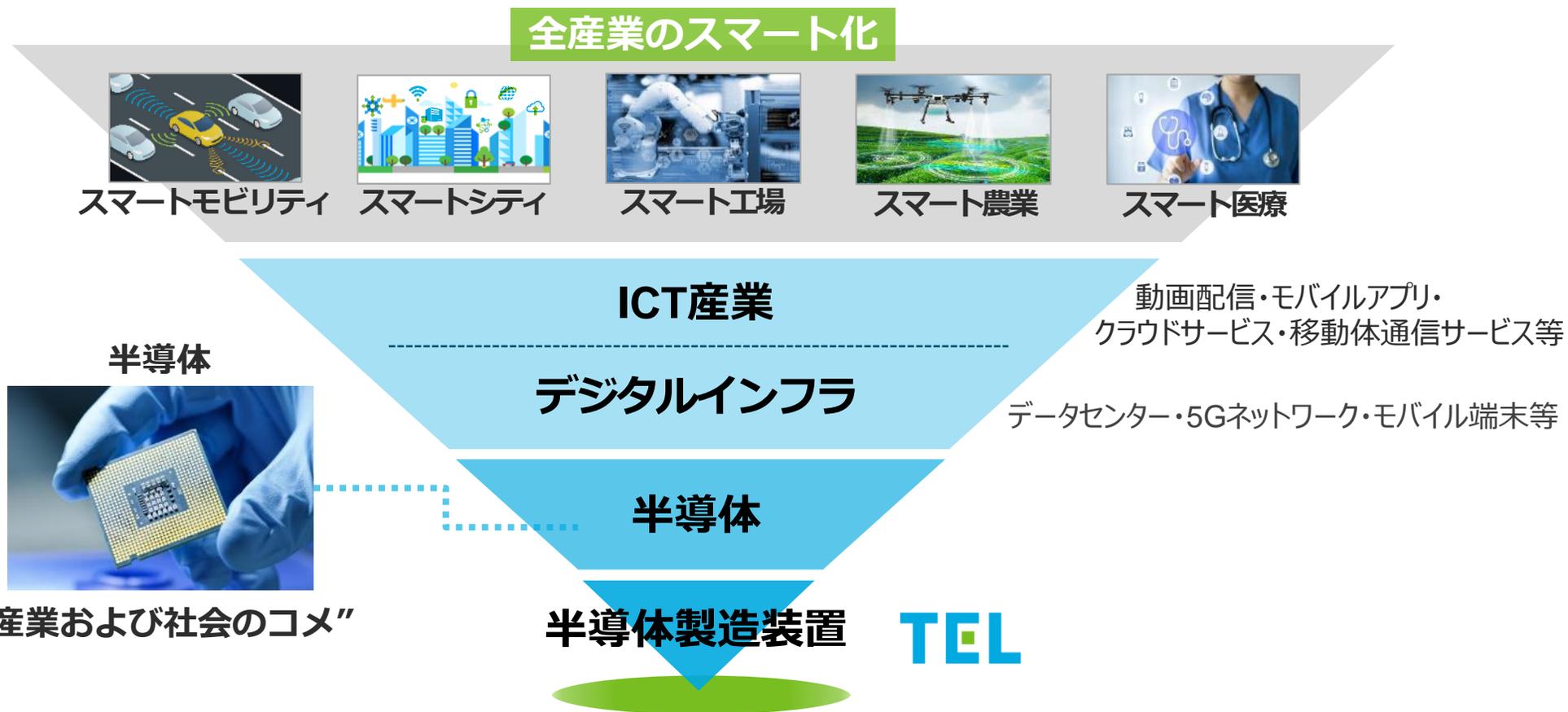


幅広い協力、課題への取り組み



半導体業界、東京エレクトロンの置かれている状況

データ社会の市場構造

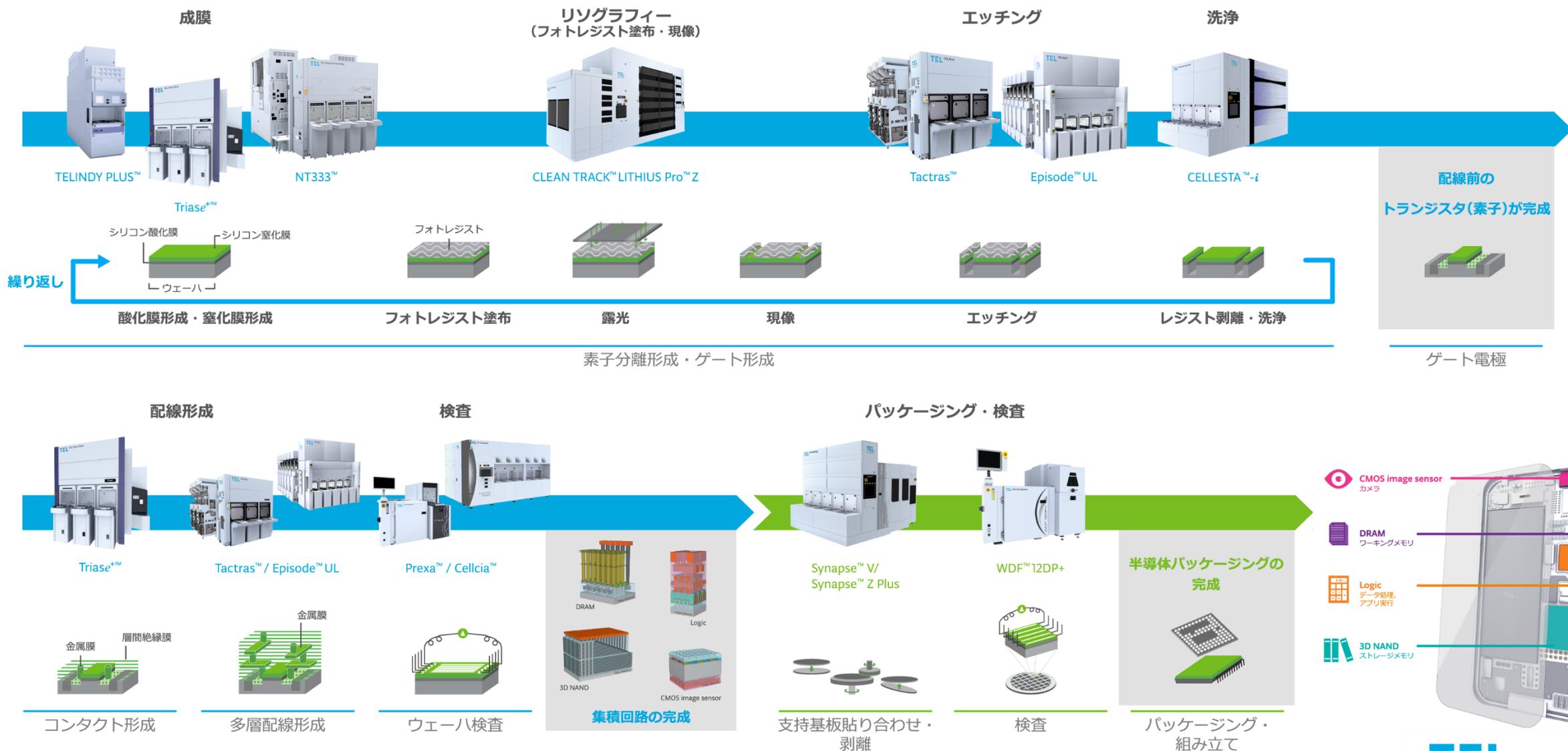


半導体は社会システムの根幹にある重要なインフラ

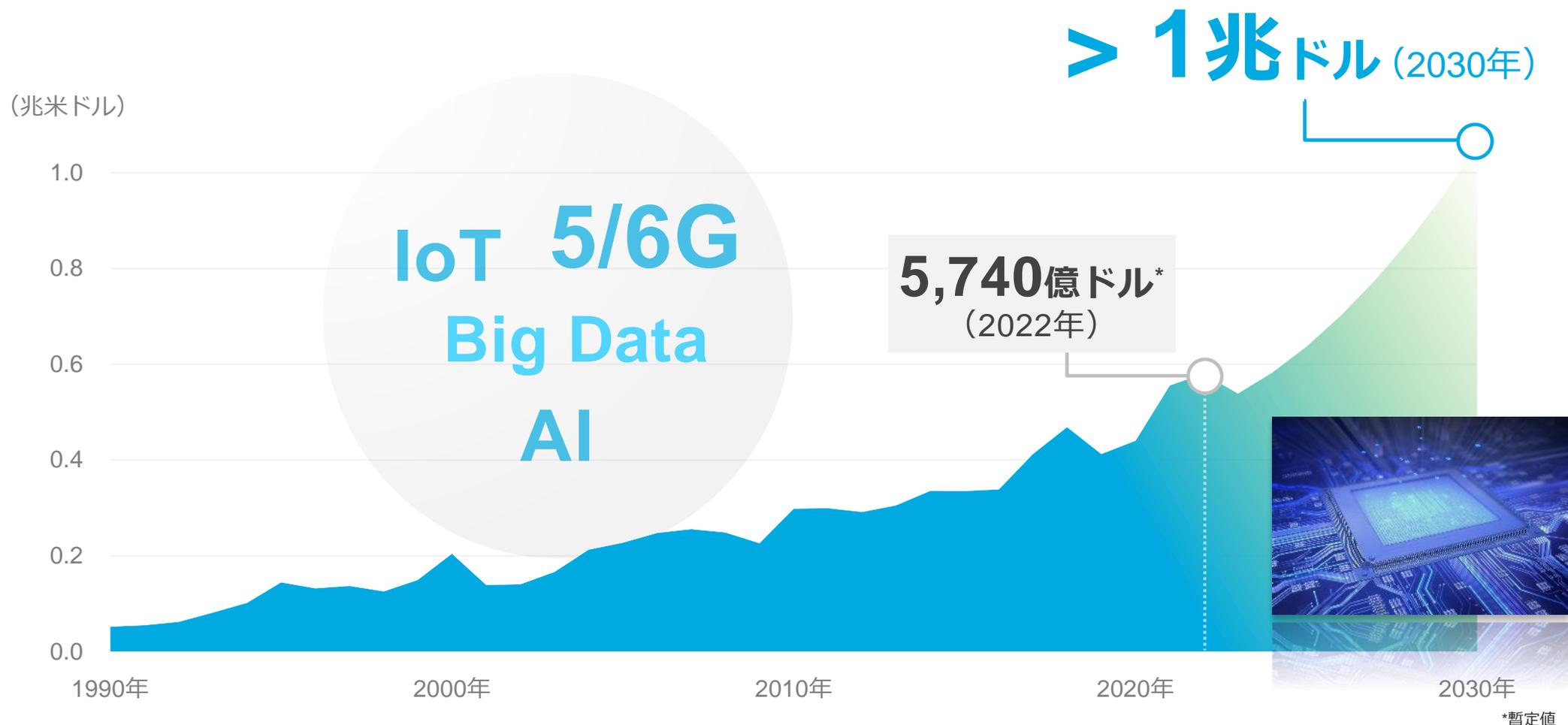
半導体製造プロセス

TELCC-SMP-002

■ ウェーハ処理プロセス(前工程) ■ 検査・組み立てプロセス(後工程)



半導体市場の展望

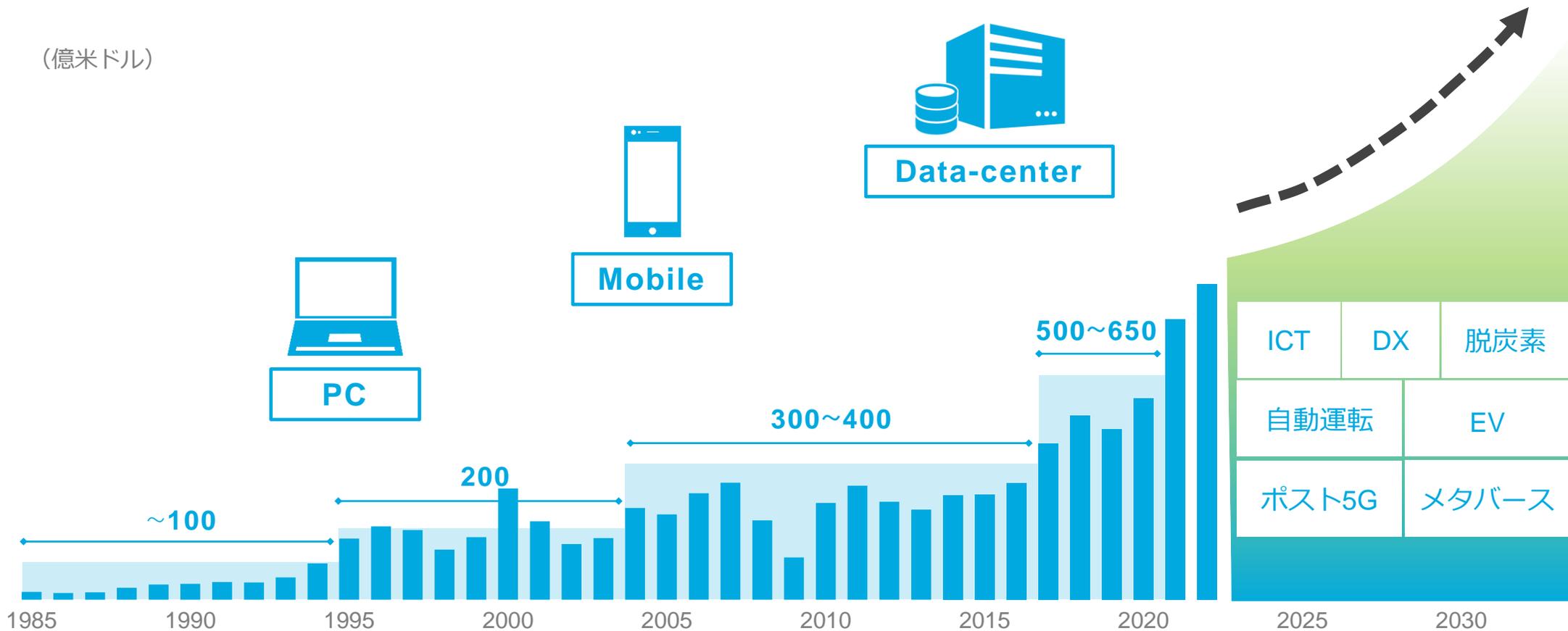


Source:1990-2022 (WSTS)/2023-2030 (IBS, October 2022)

今後10年間で、およそ倍増の市場成長を見込む

半導体前工程製造装置 (WFE)* 市場

(億米ドル)

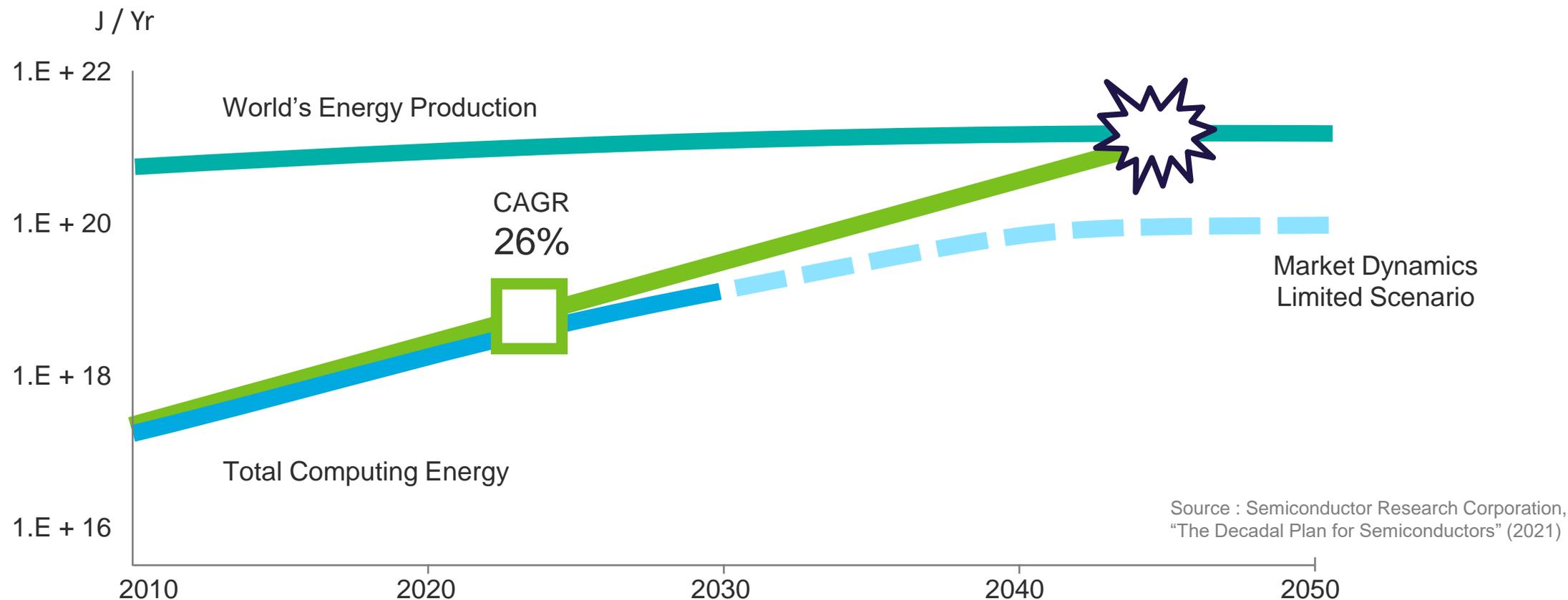


*半導体前工程製造装置 (WFE; Wafer fab equipment) : 半導体製造工程には、ウェーハ状態で回路形成・検査をする前工程と、そのウェーハをチップごととに切断し、組み立て・検査をする後工程があります。半導体前工程製造装置は、この前工程で使用される製造装置です。また半導体前工程製造装置は、ウェーハレベルパッケージング用の装置を含んでいます

Source : TechInsights Manufacturing Analysis Inc. (VLSI) (1985~2021)

デジタル化の一層の進展とさらなる半導体の進化で
製造装置市場は一段と成長

ICT エネルギー消費量の増大 (2030 and Beyond)



デジタル化社会の発展に向けて、ICT産業のエネルギー消費量削減は不可欠

半導体製造、装置メーカーが取り組む課題



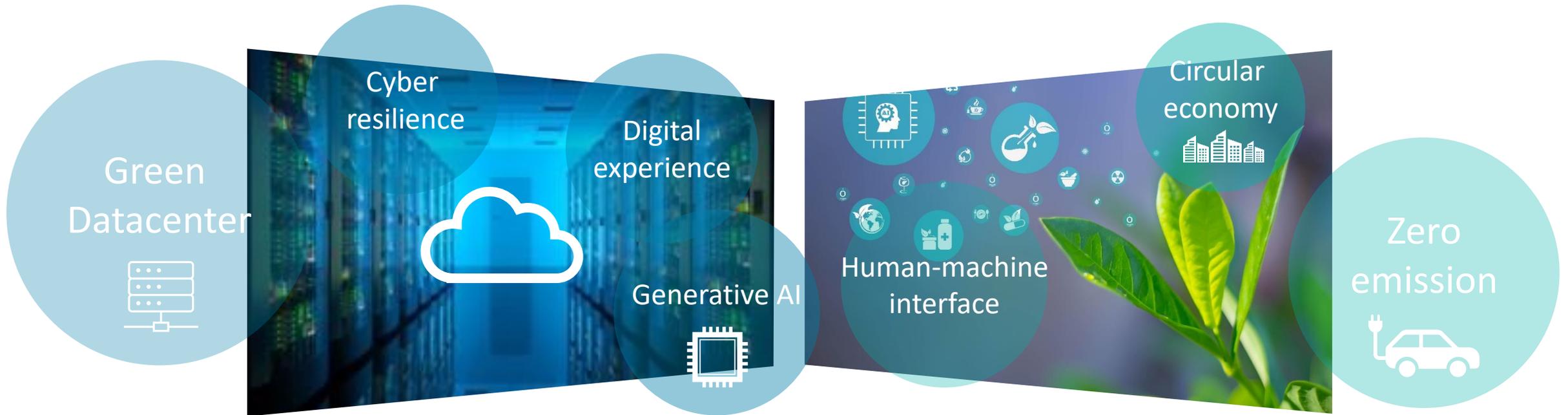
- プロセスパフォーマンスの最大化
- 装置間/チャンバー間のばらつき低減
- 稼働率・スループット・スペース効率の向上
- 開発期間の短縮
- 電気・ガス・薬液・水などの使用量低減
- 人材不足
- Cyber Security、AI倫理、人権・DE&I

従来から

近年から

Digital x Green

(ICT/DX) (Decarbonization)



“Green by Digital” & “Green of Digital”

いずれにも半導体の技術進化が必要

Digital x Green Manufacturingのための持続可能な開発

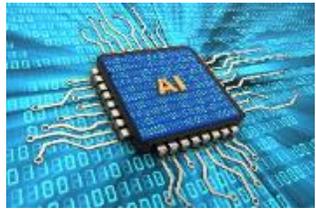
Smart Manufacturing への取り組み、持続可能性の向上



東京エレクトロンのDXの取り組み - 概要

TEL DX ビジョン

- 産業界全体に波及するDXの流れは半導体製造業界においても例外とはならず、さらなる微細化、積層化要求に対する解の1ピースとして重要な位置づけ



AI Chip



Autonomous



Cloud Service



AR/VR

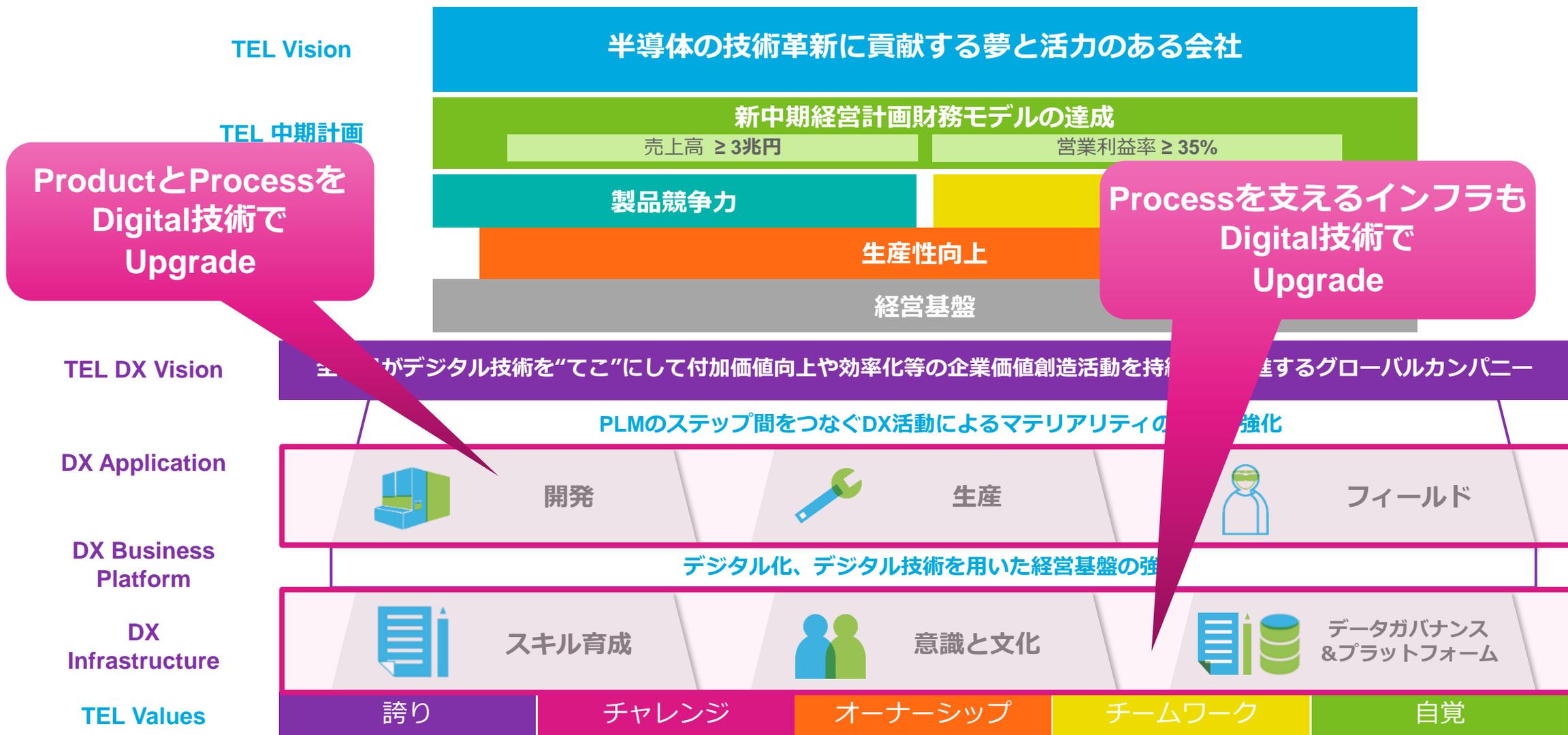
TEL DX Vision

全社員が**デジタル技術**を“てこ”にして付加価値向上や効率化等の**企業価値創造活動**を**持続的に**推進する**グローバルカンパニー**

A **global company** where all employees drive **enterprise value creation sustainably** through activities such as value addition and efficiency improvements by leveraging **digital technology**

DXの活動は、あくまでも**持続的企業価値創造の“手段”**であり、“**きっかけ**”
変革(Transformation)を起こすために、必ずあるべき像(**To-Be像**)を定義

TEL DX グランドデザイン



DX戦略と戦術

全社員がデジタル技術を“てこ”にして付加価値向上や効率化等の
企業価値創造活動を持続的に推進するグローバルカンパニー

2 プロダクトライフサイクル 日常業務のQCT向上

- (e) 開発の圧倒的なQCT
- (f) 強靱なサプライチェーンマネジメント
- (g) 次世代サービス基盤 (FE業務超効率化)

3 デジタルによる革新的な 商品の創出

- (a) OEEを最大化する自律装置
- (b) ダントツ開発(MI・Simulation x AI)
- (c) Advanced Field Solution
- (d) 装置基盤 (開発・収集・分析 x AI)

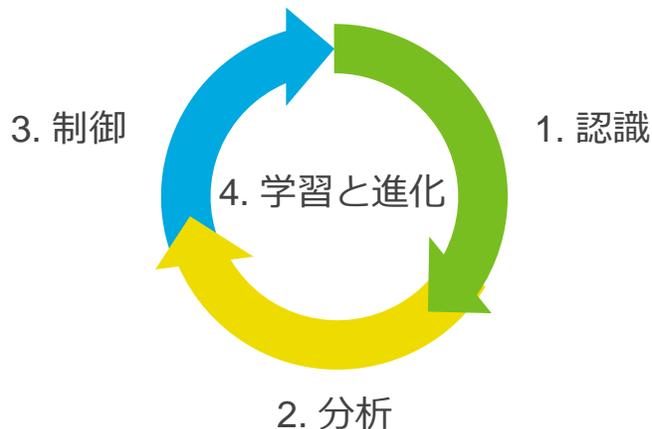
DX
Strategy
& Tactics

1 デジタル基盤の強化

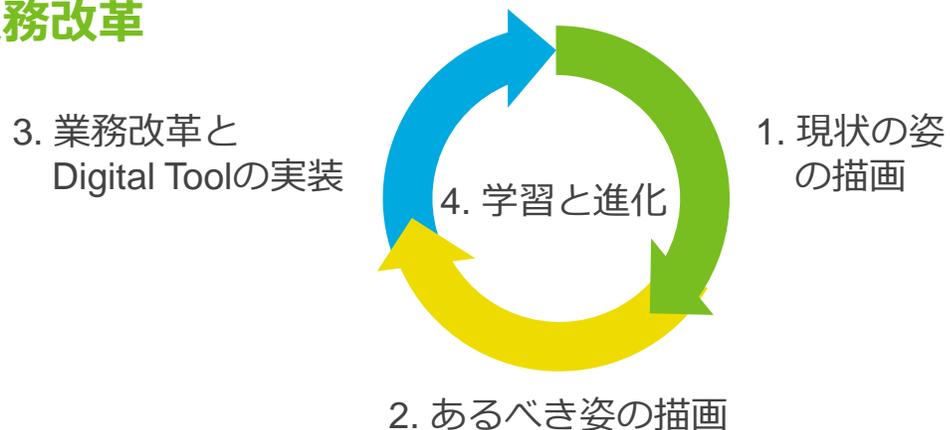
- (h) 全社データ基盤構築
- (i) デジタル人材育成 / ナレッジマネジメント (技術・スキルの共有・伝授)
- (j) 経営基盤の強化 (含リスク管理)

DX活動のステップ

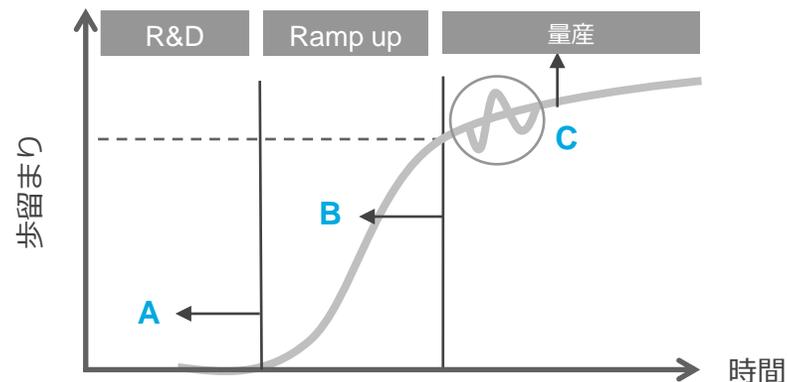
商品改革



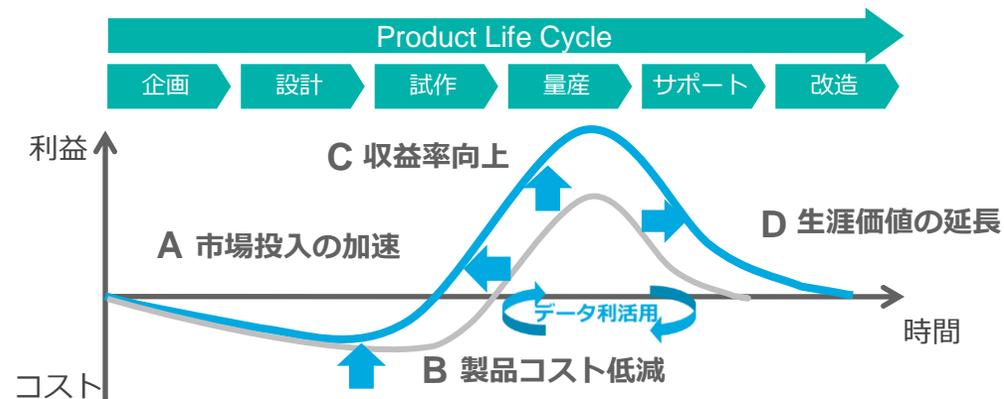
業務改革



DXによる顧客価値創造への貢献



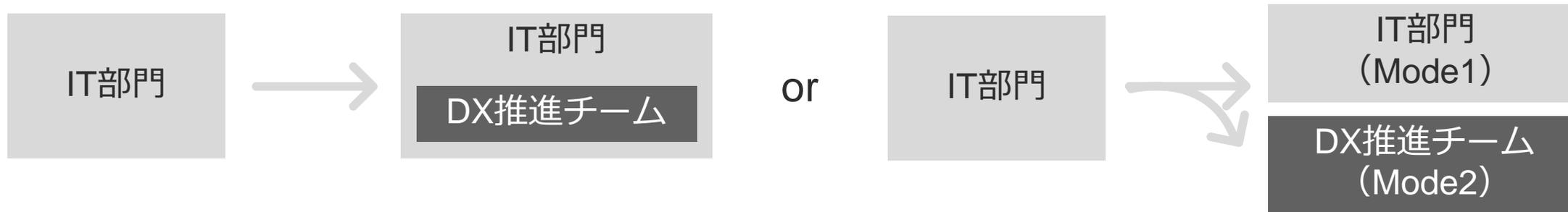
DXによる自社資本効率向上への貢献



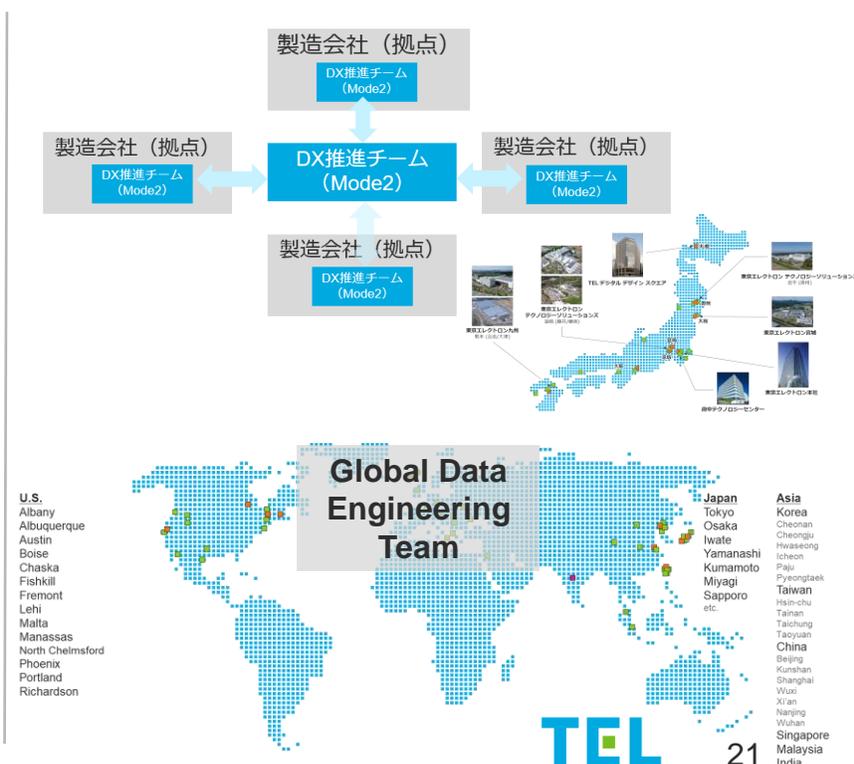
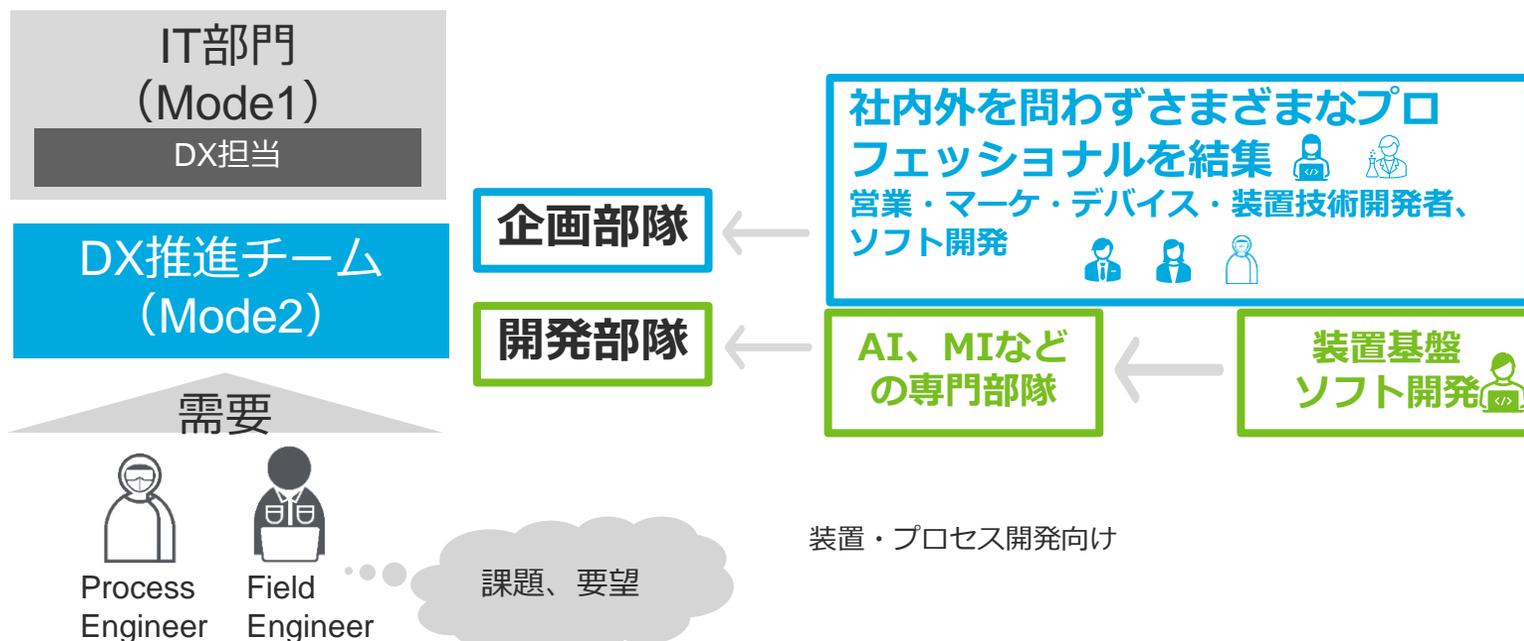
デジタルトランスフォーメーションで高次元の課題を解決

DX推進体制

- IT部門主導型で進めるDX推進体制



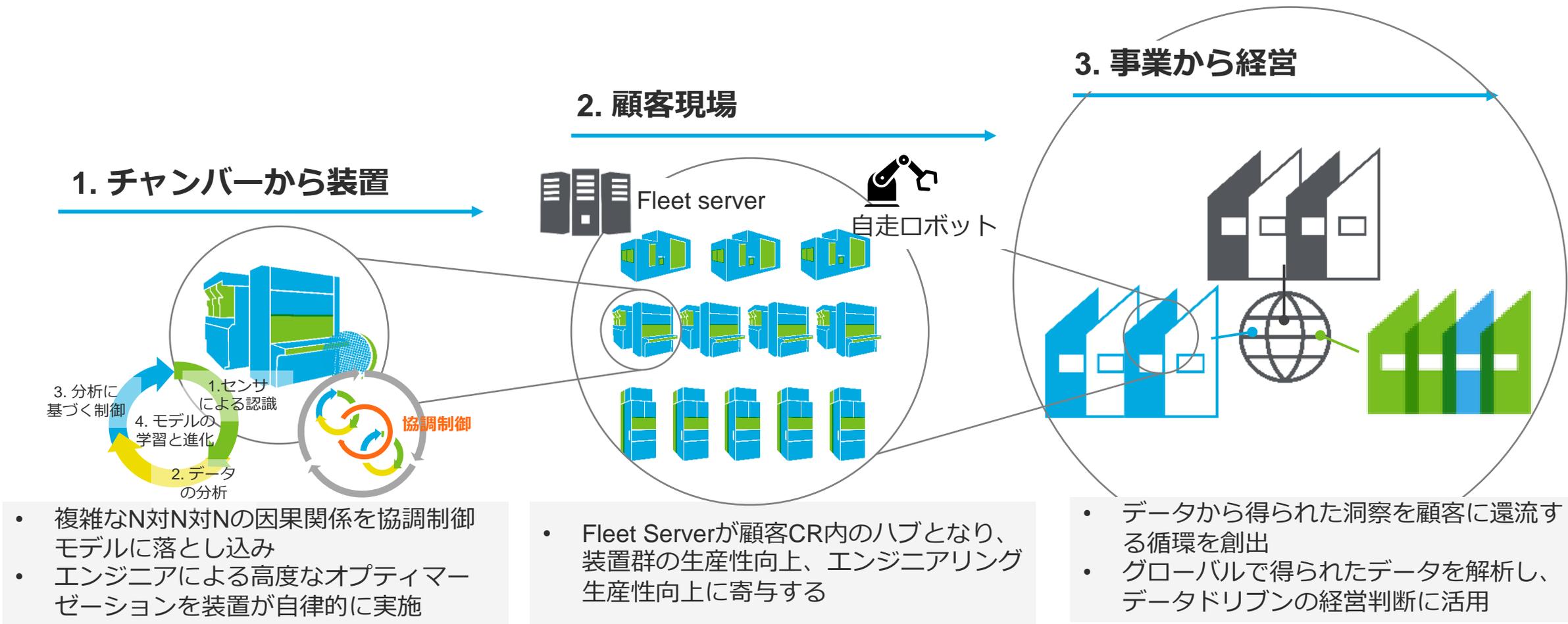
- TELのDX推進体制



東京エレクトロンのDXの取り組み

- 開発、生産、フィールド向け

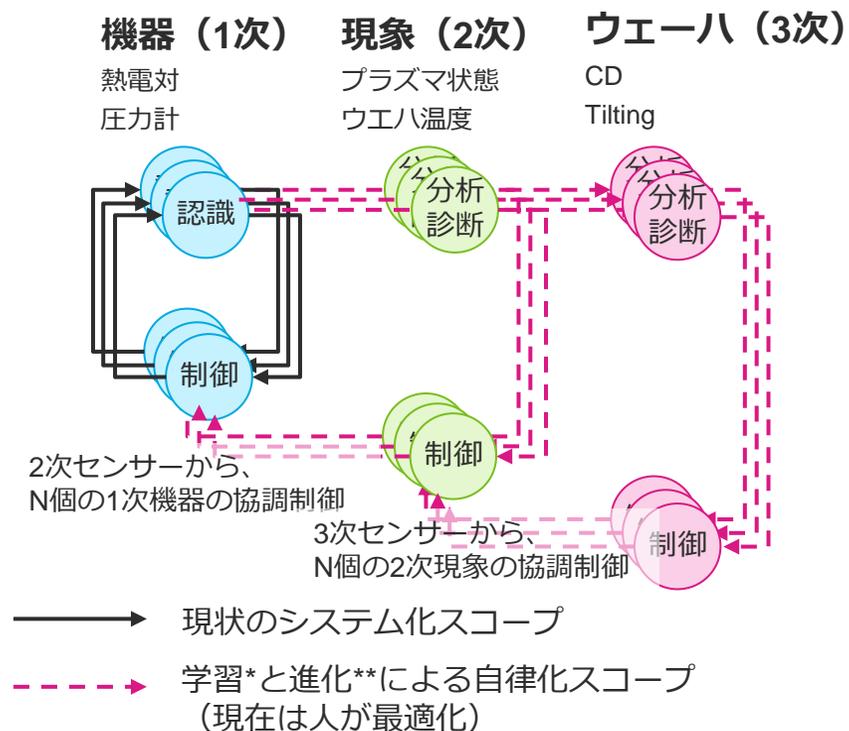
顧客価値向上のためのデジタル技術のフル活用



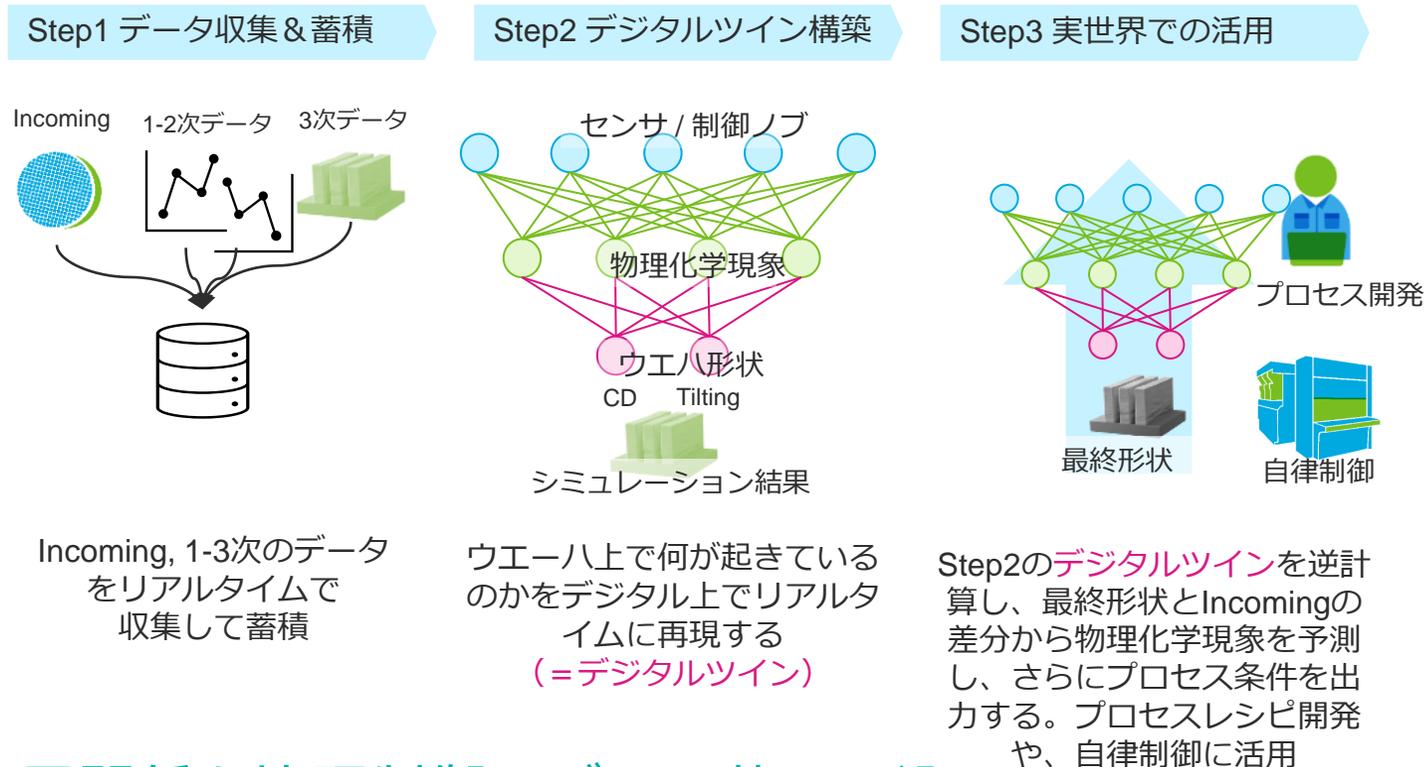
顧客価値向上を目的として、
チャンバー制御から経営企画におよぶあらゆるシーンでデジタル技術をフル活用

チャンバー制御

自律化のスコープ

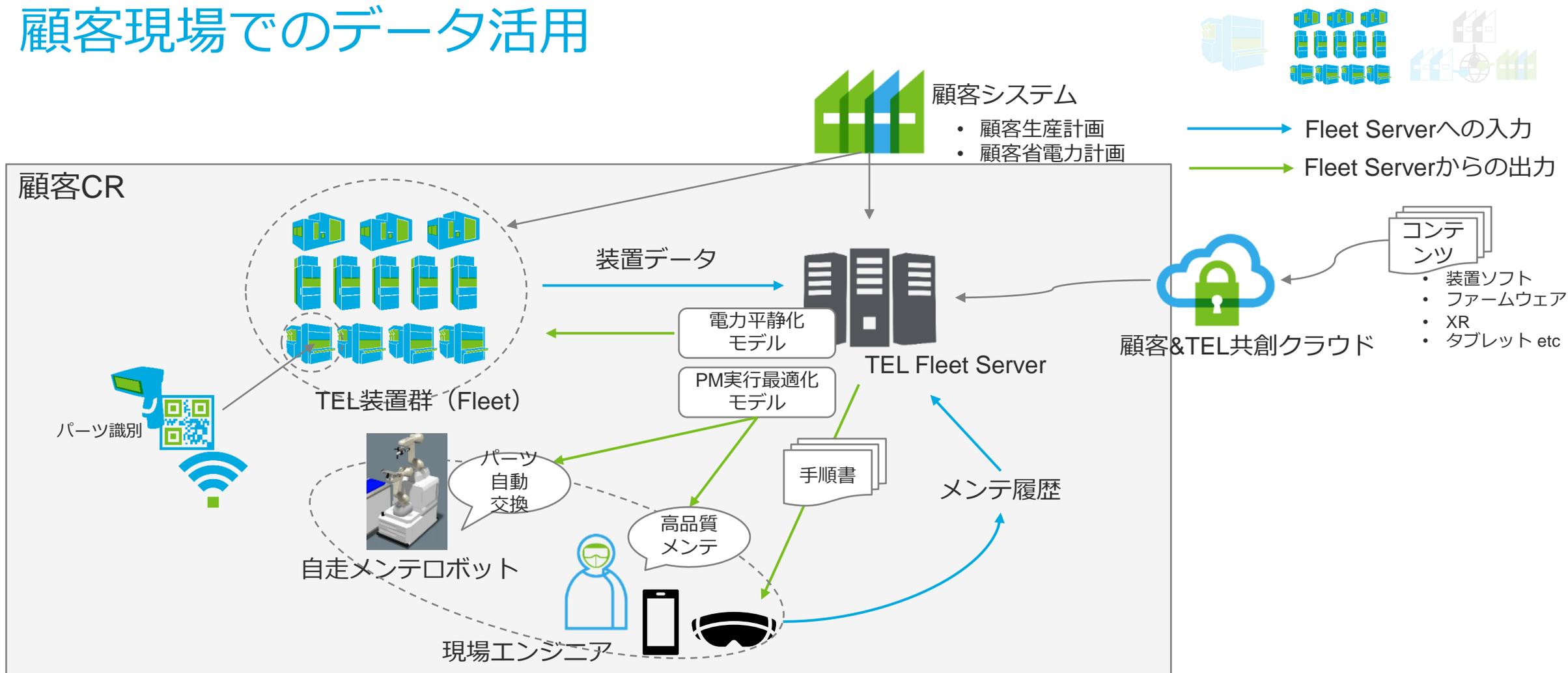


デジタルツイン発展のステップ



複雑なN対N対Nの因果関係を協調制御モデルに落とし込み
エンジニアによる高度なオプティマイゼーションを装置が自律的に実施

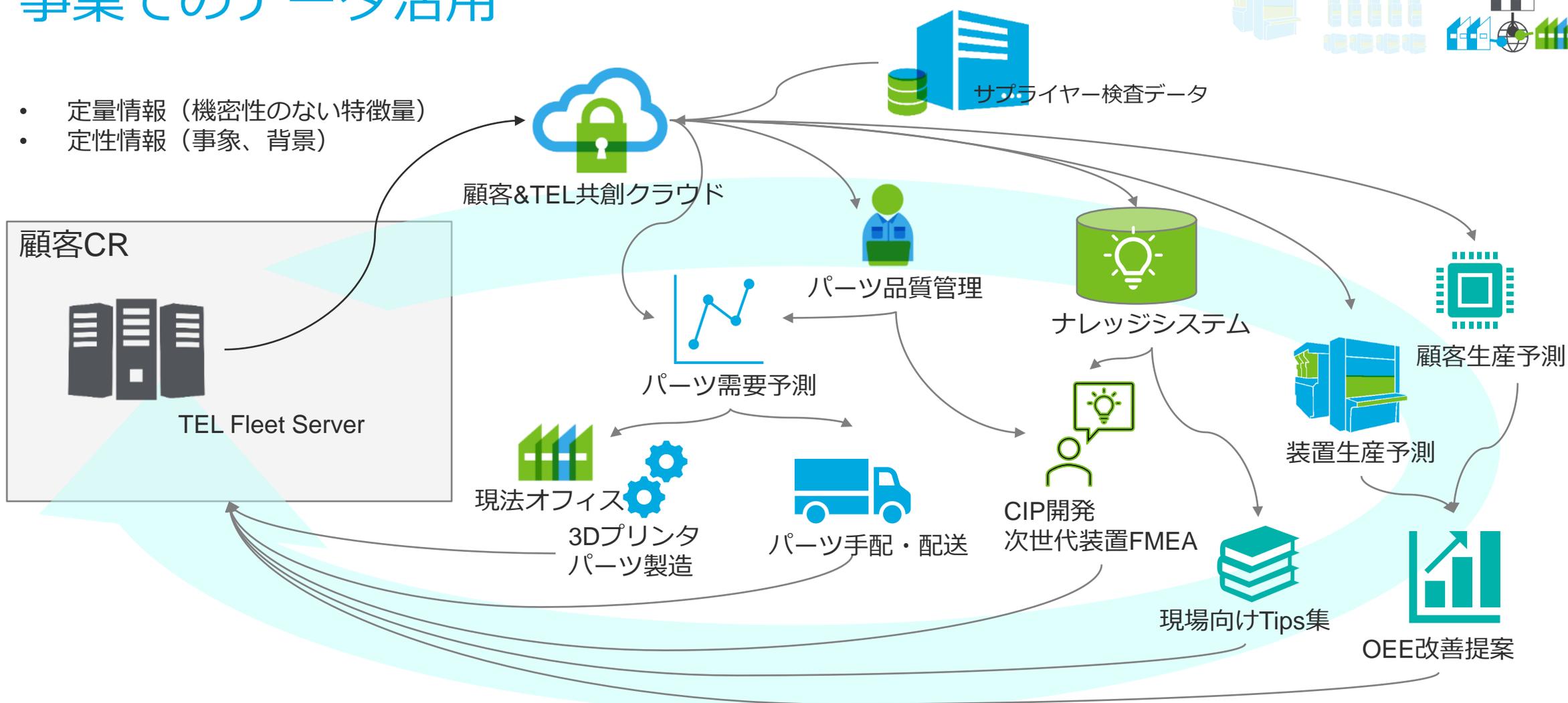
顧客現場でのデータ活用



Fleet Serverが顧客CR内のハブとなり、
装置群の生産性向上、エンジニアリング生産性向上に寄与する

事業でのデータ活用

- 定量情報（機密性のない特徴量）
- 定性情報（事象、背景）



データから得られた洞察を顧客に還流する循環を創出

東京エレクトロンのDXの取り組み

- 人材育成

DX成功のレシピ

DXプロジェクトを成功させるためには、「組織能力」を高めることが重要であり、DX育成はこの組織能力を高めるために実施する

DX成功のための6要素



TEL DX人材育成

DXプロジェクトを成功させるためには、「組織能力」を高めることが重要であり、DX育成はこの組織能力を高めるために実施する

東京エレクトロンの強み
高い専門性

現場担当者
の
専門知識



デジタル
データの
基礎知識

当社の高い専門性に新たな組織能力を掛け合わせ
さらなる付加価値の創出を目指す

TEL DX人材育成

DX基礎教育

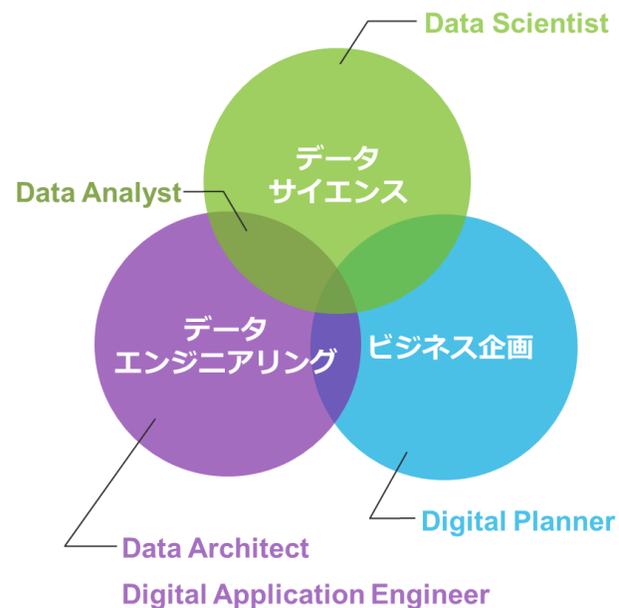
DX レベル

対象

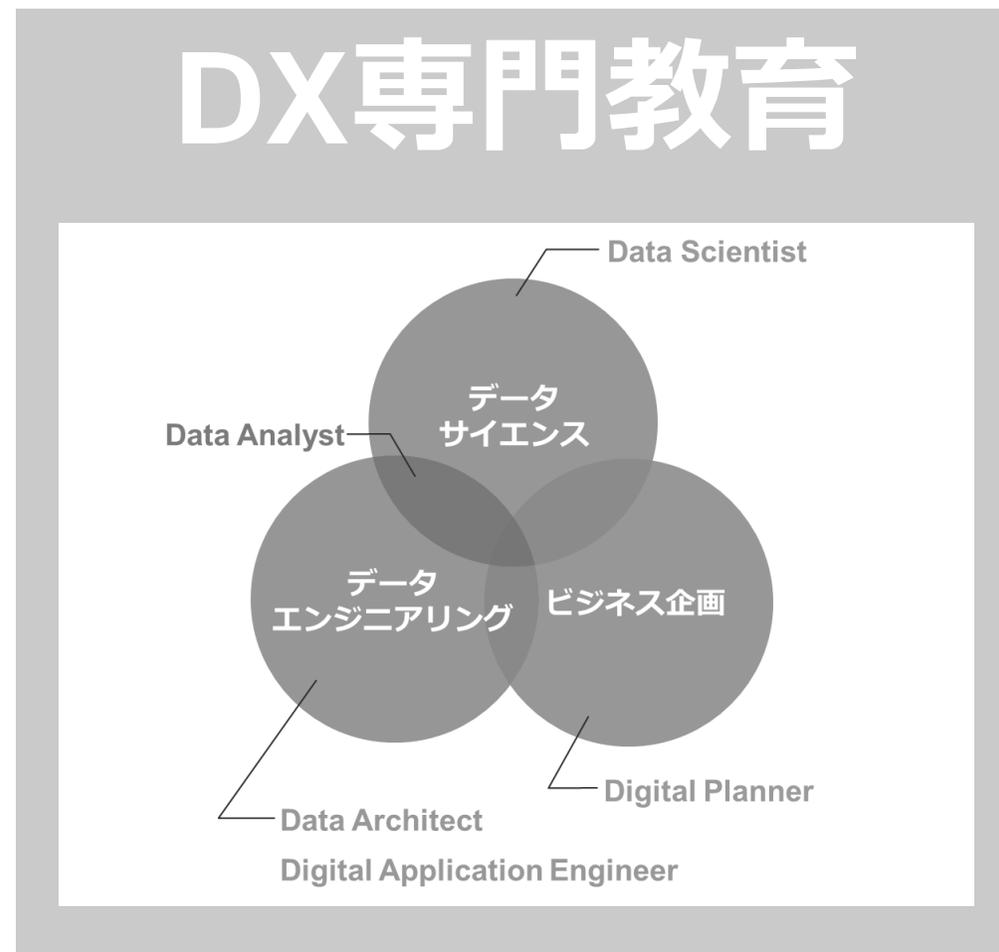
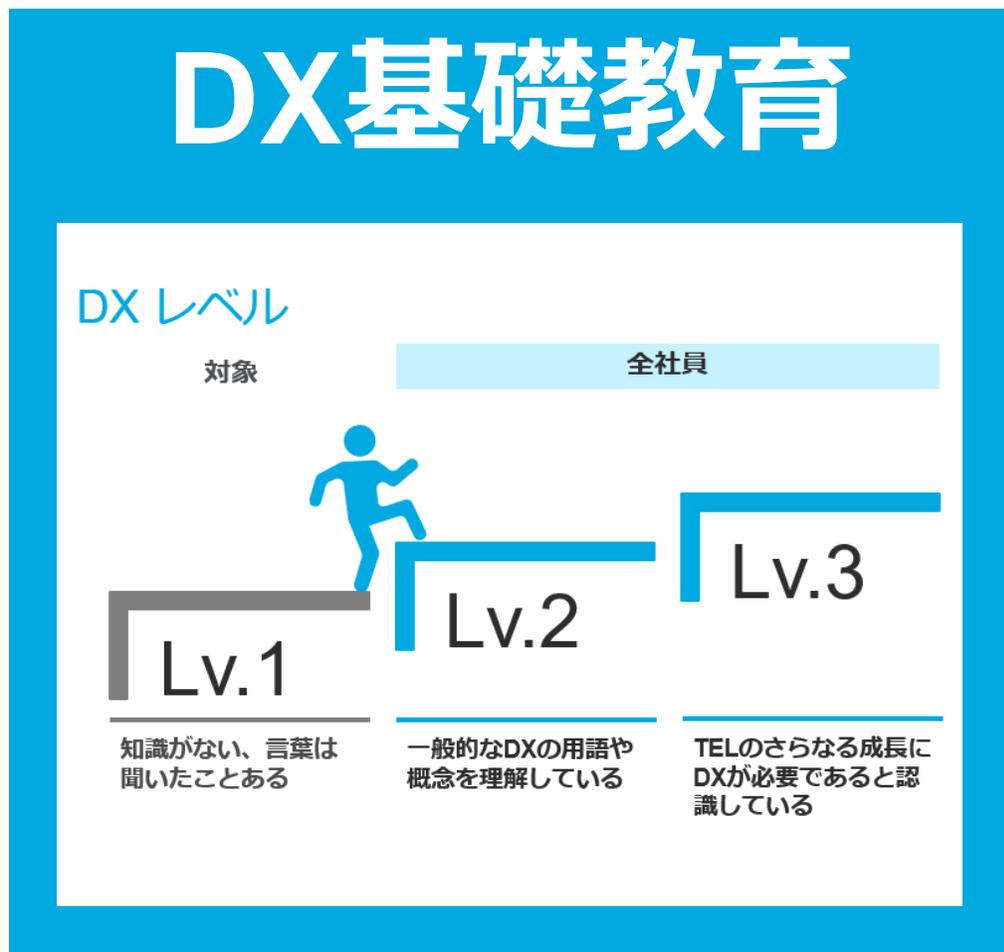
全社員



DX専門教育



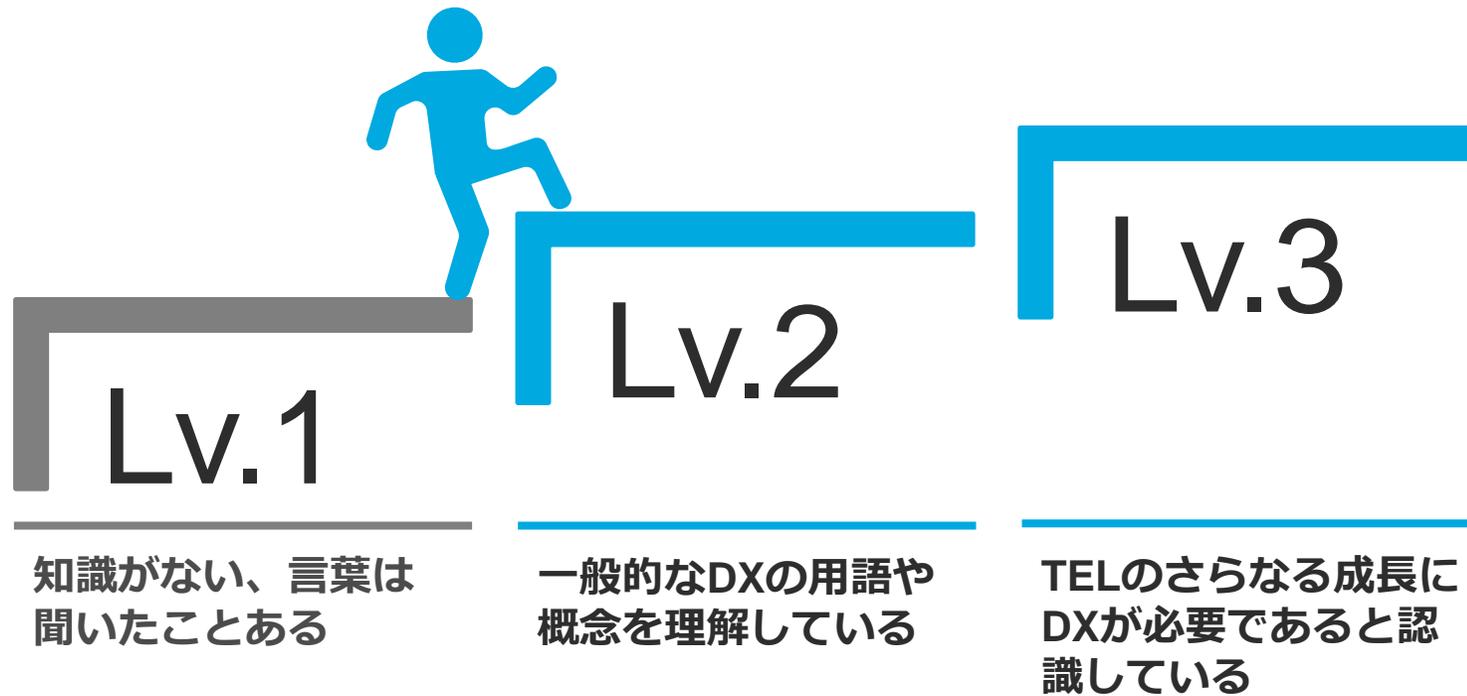
TEL DX人材育成



DX レベル

対象

全社員



DXスキルレベルと必要な知識・スキル

DXレベル定義		必要な知識・スキル				
		Mind 心構え	Business ビジネス	Engineering 技術	Analytical 分析	
促進するための ベース DX 基礎教育	全社員	Lv.3 TELのさらなる成長にDXが必要であると認識している	DXの重要性の理解	DXに必要な戦略・スキル・プロセス	DXを支える技術	データ分析基礎
		Lv.2 一般的なDXの用語や概念を理解している	DXの必要性の理解	市場動向	社内ITを使いこなす	データの取り扱い
	Lv.1 知識がない、言葉は聞いたことがある					

基礎教育

- LV2~3
 - 全社員必須受講
 - 6本のビデオ教材を提供

LV2	Step1	■ DXの用語や概念を理解している ■ TEL DX Vision、DX Grand Design
	Step2	■ 実現に向けて ■ 個人として始められること
LV3	Step1	■ 見方やアプローチ方法を変え、DXへ一歩踏み出す
	Step2	■ DX推進のためのプロセスとポイントを知る
	Step3	■ DXで活用されている技術 ■ DXを支える基盤技術
	Step4	■ データ活用を始める際に必要となるアプローチを知る

全社員が同じ方向を向いてDXの活動に参加できるようになるための土台作り



TEL DX人材育成

DX基礎教育

DX レベル

対象

全社員

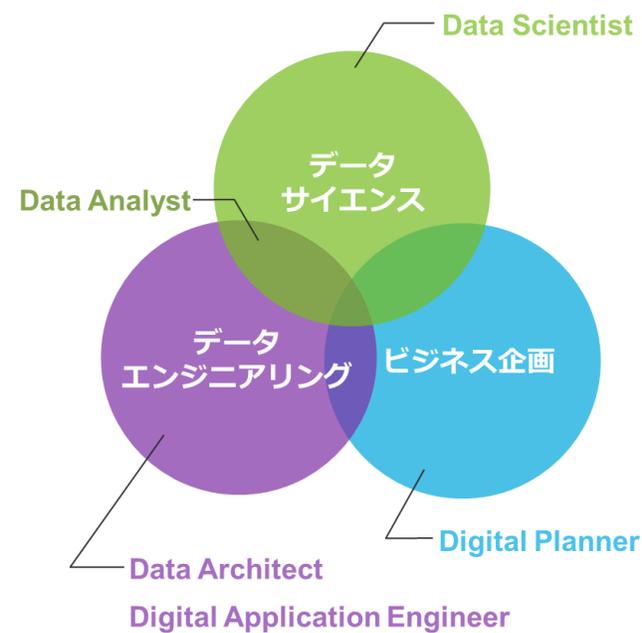


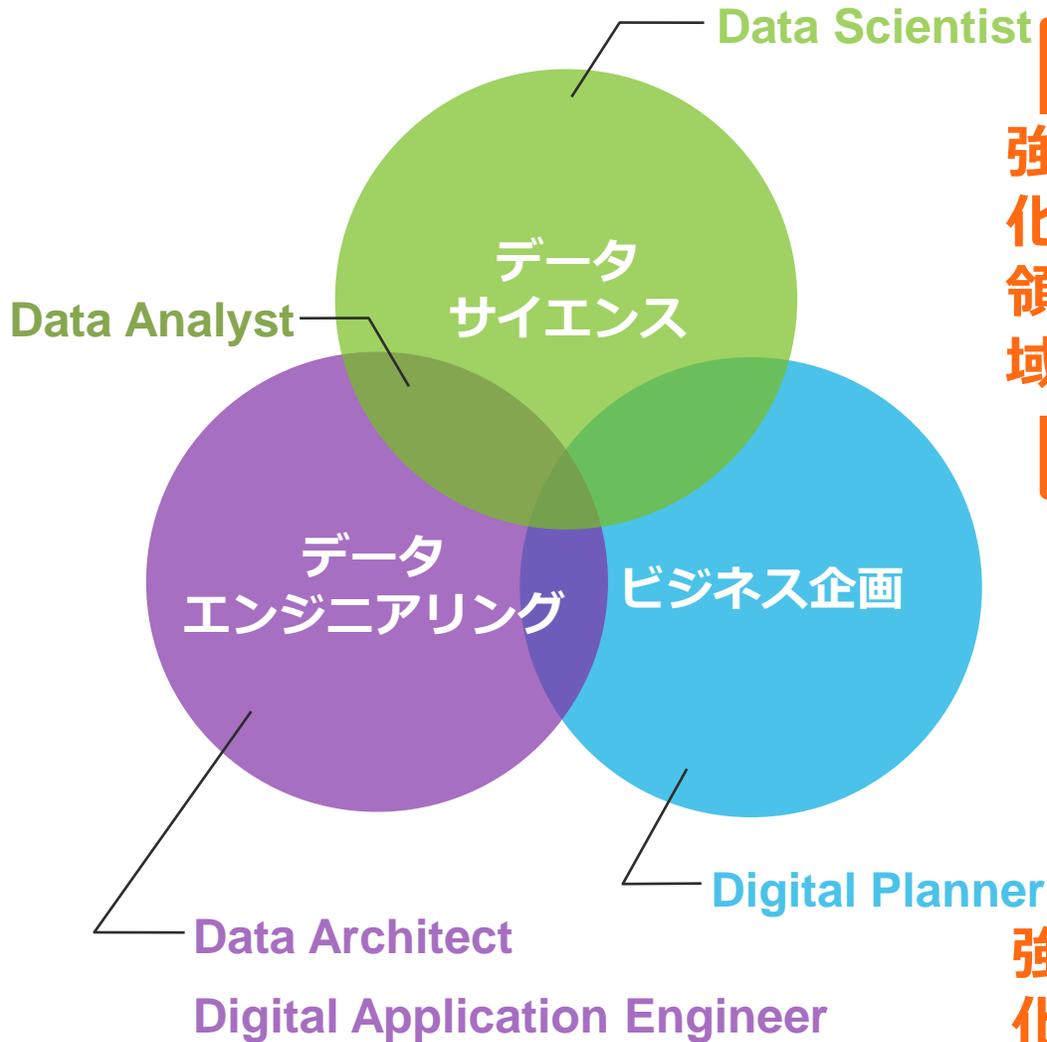
知識がない、言葉は聞いたことがある

一般的なDXの用語や概念を理解している

TELのさらなる成長にDXが必要であると認識している

DX専門教育



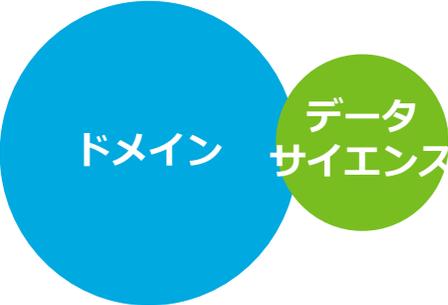


Role	Description
 Data Scientist	自社・自組織のビジネスをデータを活用してどう変えるかをリードする。複雑な課題を解決するために機械学習アルゴリズムを開発したり、高度な分析を駆使しデータの可視化、気付きを得る
 Data Analyst	データを集めて解析し、データの持つパターンを説明する分析モデルを構築し、装置の高度な制御やデータ解析ツールの開発案件に提供する
 Data Architect	機械学習アルゴリズムの実用化、データ分析基盤の構築、蓄積したデータの抽出/照合、データ利用のための機能（API等）を提供する
 Digital Application Engineer	Data Scientist/Analystの構築した機械学習アルゴリズムを用いてアプリケーションの実用化までを担う。装置性能向上や、Digital Plannerが発掘した課題解決のためのアプリケーションを開発する
 Digital Planner	自社・自組織の課題を捉え、データとデジタルの活用によりどのように課題解決するのか企画立案し、プロジェクト全体の推進役を担う

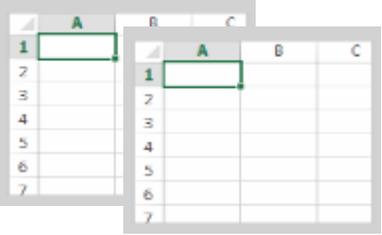
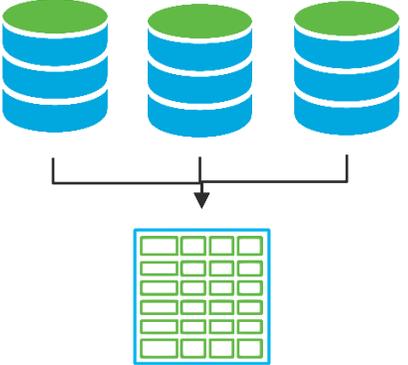
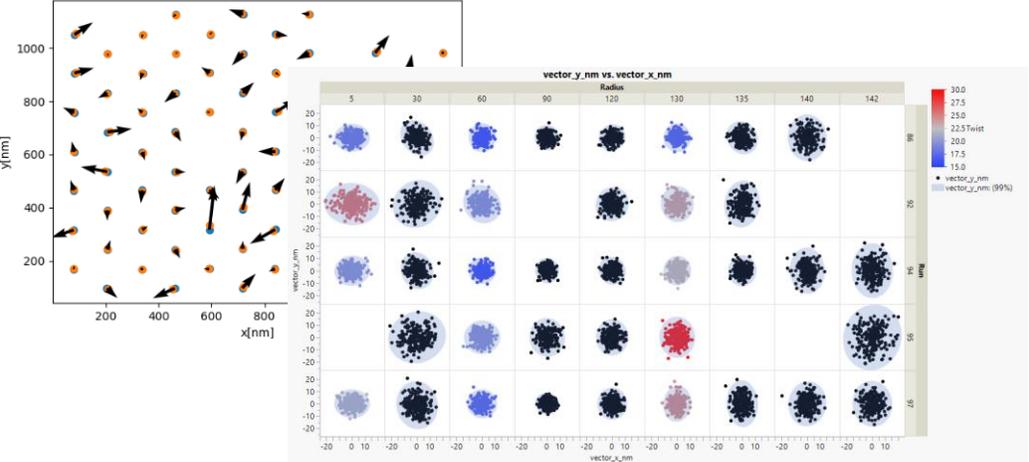
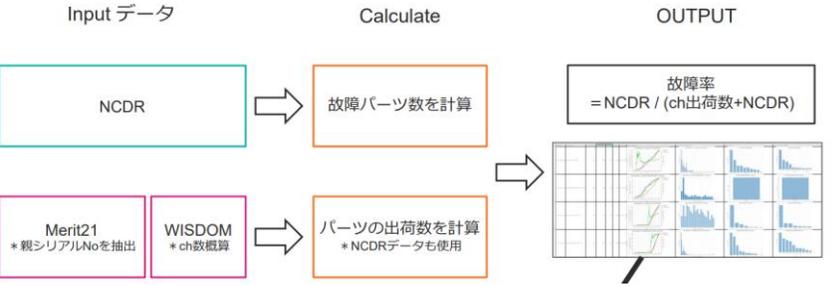
強化領域

強化領域

データアナリスト、データサイエンティスト

Role	Description
 Data Scientist	<p>自社・自組織のビジネスをデータを活用してどう変えるかをリードする。複雑な課題を解決するために機械学習アルゴリズムを開発したり、高度な分析を駆使しデータの可視化、気付きを得る</p> <p>高度なAIモデルを構築するエンジニア</p>  <p>札幌を中心とした最先端AIエンジニア</p>
 Data Analyst	<p>データを集めて解析し、データの持つパターンを説明する分析モデルを構築し、装置の高度な制御やデータ解析ツールの開発案件に提供する</p> <p>モデルを使いデータを解析するエンジニア</p>  <p>現場エンジニアにデータサイエンスの基礎知識を付けてもらう</p> <p>基礎知識：統計、機械学習、Python、データリテラシー</p>

データアナリスト 教育受講後の実例

	プロセス開発の加速	FEの対応加速によるCS向上
Before	<p>ウェーハ処理プロセスデータ解析</p>  <p>Excelで大量のグラフ作成</p>	<p>装置の故障率算出</p>  <p>3つのデータソースのデータをExcelで集計、難易度が高く実現が手間</p>
After	<p>Pythonを使い複数のグラフを自動生成 分析の高度化、時間削減、将来的なPOR獲得に寄与</p> 	<p>故障率の定期的な自動計算を実現 月800時間の削減 誰でも実行できるようになり、新規価値創出へ</p> <p>データの集計、成型、グラフ化まですべてを自動化</p>  <pre> graph LR subgraph Input A[Input データ] --> B[NCDR] C[Merit21 * 親シリアルNoを抽出] --> D[WISDOM * ch数概算] end B --> E[故障パーツ数を計算] D --> E E --> F[OUTPUT = NCDR / (ch出荷数+NCDR)] F --> G[Graphs] </pre>

デジタルプランナー

- 各部、主要プロジェクトからの選抜
- 新しいアイデアを創出し、実現できる能力を習得することを目指す

e-Learning

ソフトウェアエンジニアリング、UX
プロダクトマネジメント、イノベーション
AI、データサイエンス、ロジカルシンキング
質問力、信頼関係構築、問題解決力、目標達成力、



集合研修

データ活用
新規プロジェクト創出
プロジェクトマネジメント



アセスメント

アセスメントツールにて合格すること

直近40名が受講
8つの新規プロジェクト提案を実施



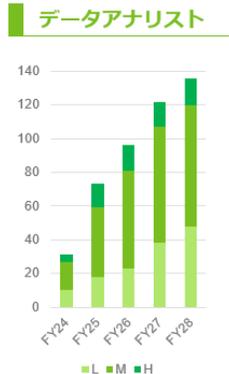
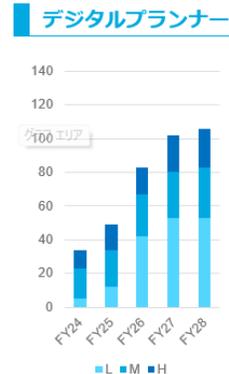
DX人財育成のサイクル

データ活用のニーズ
リテラシー向上

DX人財育成をサイクルで回して
いくための環境整備を実施

目標設定

各部署、プロジェクトに必要なDX人材数の把握と目標設定
全社でのDX人材数の目標設定



業務で活用

モニタリング

現状 把握

個人のアセスメントと
組織能力の見える化

項目	内容	評価	点數
データサイエンス	データサイエンス	★★★★★	100
データサイエンス	データサイエンス	★★★★★	100
データサイエンス	データサイエンス	★★★★★	100

認定

認定証と
バッチの授与

育成計画

カリキュラムの作成
対象者の選出

Module	Duration	Notes
SMART EIch training	1 day	Analyze practice Type
SMART EIch training	1 day	Analyze practice Type
SE training	1 day	CBK training
SE training	1 day	Analyze practice Type
SE training	1 day	SE training



受講・テスト

教材 準備

教育コンテンツの整備

DX推進 社内データ活用 ~データ利用の効率性と安全性の向上~

従来

- ✓ データがサイロ化、散在している
- ✓ IT部門への都度依頼、他部門への依頼によって人を介してデータがやりとりされている
- ✓ 効率が低く、データセキュリティも高リスクである



誰かに依頼しないとデータが手に入らない・・・
やっとデータが提供されたが、思ったものと違う・・・

めざす姿

- ✓ データを使う人が、自らの手でデータを準備
- ✓ IT/DX技術者の負荷が軽減
- ✓ データセキュリティ（完全性、可用性、機密性）を全般的に向上



自分自身で試行錯誤しながらデータを用意できる。
自動化（アプリ、BI等）にもつながる。

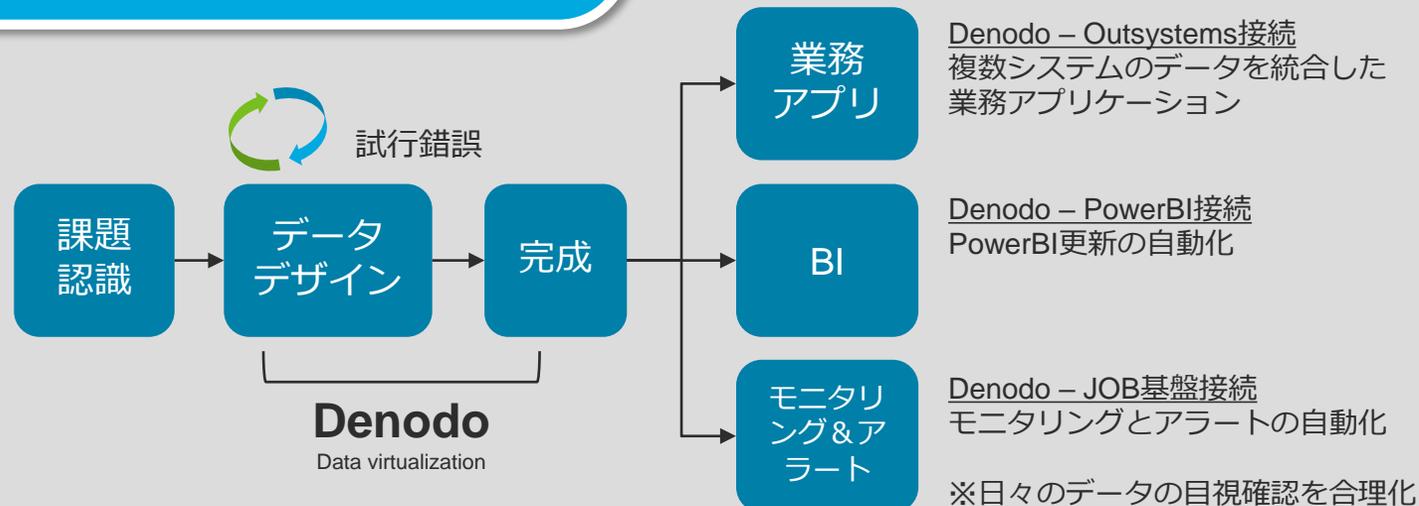


利用部門 ・ ユースケース

利用部門

- ✓ 生産戦略企画 (DX-CoE)
- ✓ 生産管理
- ✓ 製造技術
- ✓ 製造
- ✓ プロセス技術
- ✓ カスタマーエンジニアリング
- ✓ 品質保証
- ✓ 製品開発企画
- ✓ 原価企画
- ✓ 量産設計

典型的な流れ



- **ユースケース① 品証 仕損発生予測**
装置のトラブル報告を元に関連情報を集めて仕損費の発生を予測、対策計画を立案する業務
- **ユースケース② カスタマーエンジニアリング PowerBI**
フィールドエンジニアリングに関するデータを収集し、PowerBIで可視化
- **ユースケース③ DX-CoE データ利用状況モニタリング**
Denodoのログを利用し、セキュリティインシデントにつながる恐れのある利用を自動で検知

主に、教育を通して利用が拡大
“口コミ”で相談を受け、
そこからスタートするケースも増加

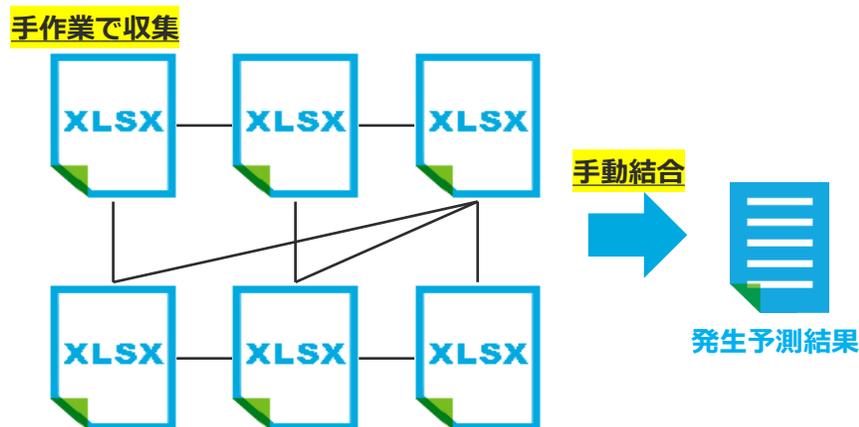
事例（ユースケース）

◎ 仕損発生予測業務の効率化（工場 品証）

300件/週以上の品質関連案件が発生。各案件の対応コストを予測し、優先度を設定。予測には多数のデータ分析が必要だが、時間がかかる上、属人化している。

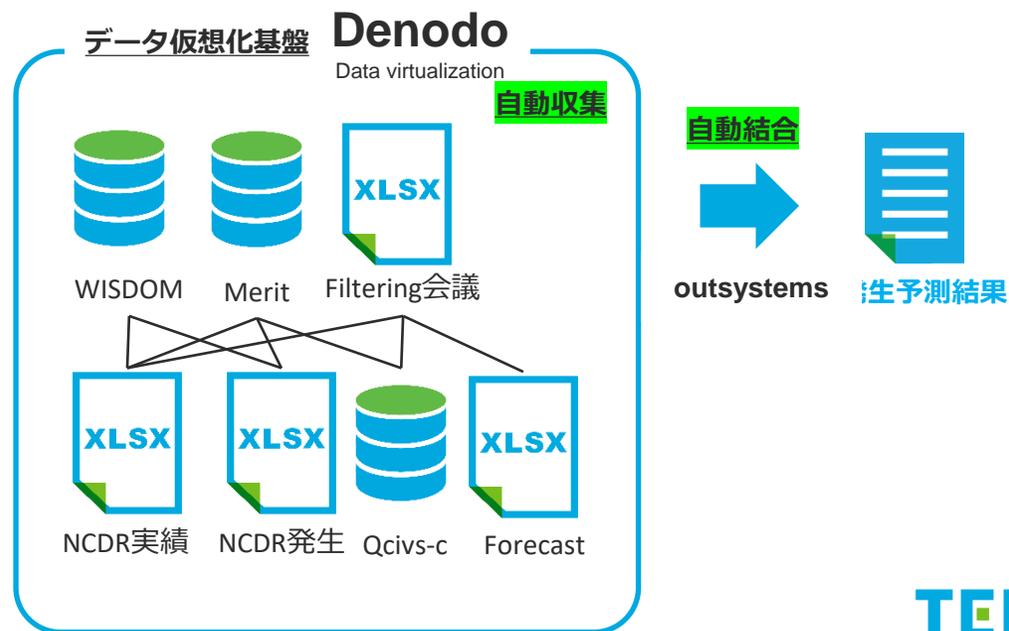
As Is : 社内情報を手動で収集&結合

- ✓ 点在するデータを定期的に人力で収集する必要がある
- ✓ 収集した情報を手作業で組み合わせる必要がある



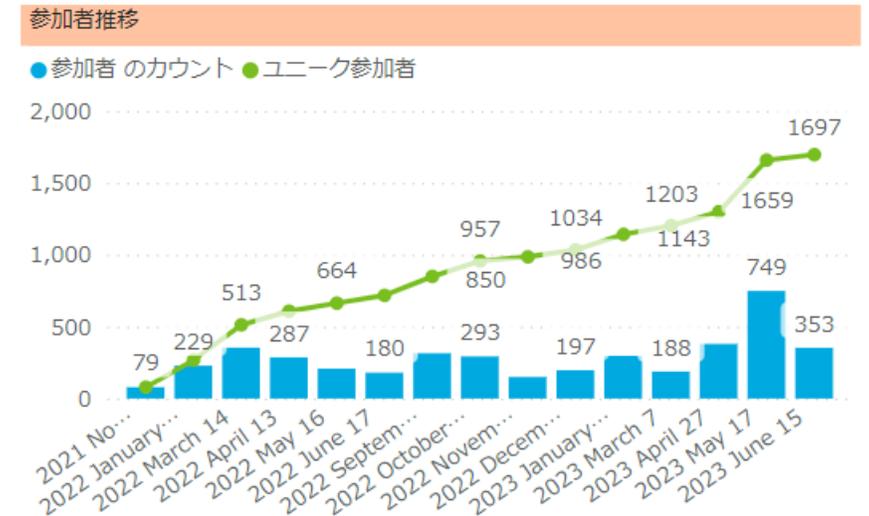
To Be : データ収集&結合を自動化

- ✓ 点在するデータを自動的に収集する仕組みの構築
- ✓ 収集した情報を自動的に結合する仕組みの構築



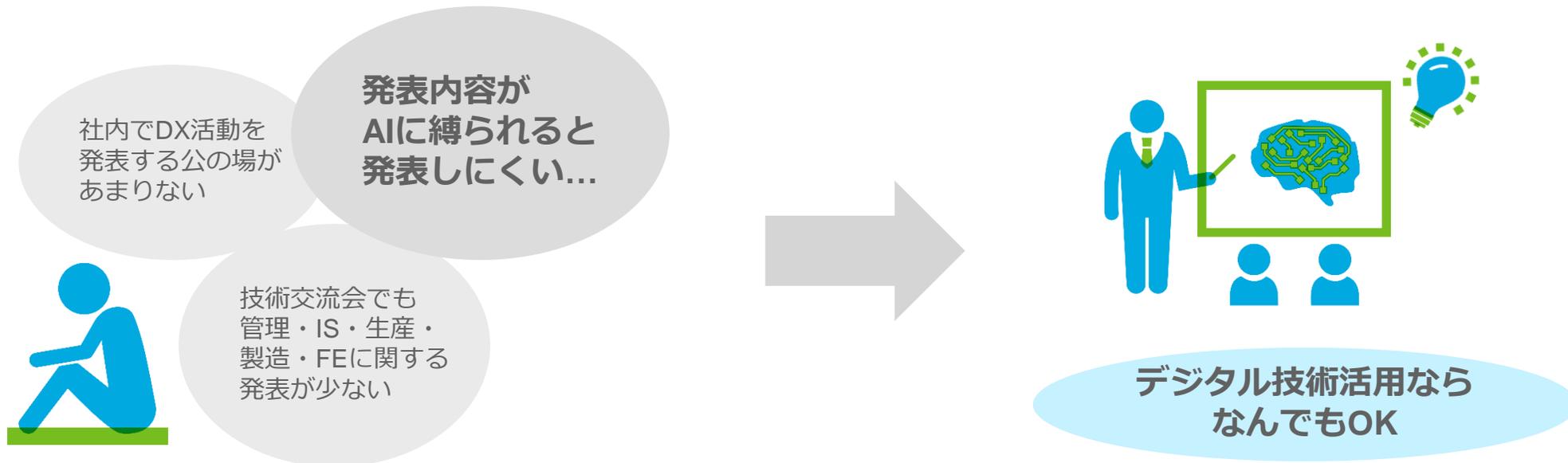
DXセミナー／DX技術セッション（識者による講演）

- 社内外のDXの取り組み内容の紹介、意見・情報を交換する場として開催
- DXセミナー
 - DXの一般知識から、各社・業界の取り組みなど
 - 業界の著名人、社外でDX活動をしている方が登壇
 - 過去8回開催、各回200～300名が参加（オンライン）
- 技術セッション
 - より技術寄りの情報共有
 - DXを実現する様々な技術に知見をおもちの方が登壇
 - 過去10回開催、各回200名弱が参加（オンライン）
 - 最近では生成系AIの回が人気



AI Workshop

- 社内のAI技術適用事例、現状を共有するイベント
- ネットワーク構築による個人や組織のAI関連技術力向上を目指す
- 過去13回開催（2017年から年2回ペース、各回1日）、200名前後が参加
- 今年から、AI技術中心 → デジタル技術活用全般を対象に（間口を拡大）



人材育成の課題



■ 基礎 ⇒ 実用へのハードル

- 座学で基礎知識習得後、実務応用段階で課題を感じる
- すぐ出来る人もいれば、なかなか出来ない人も
- 伴走や個別対応で教育側のリソースが不足しがち

■ 実用 ⇒ さらなる高みへのハードル

- データエンジニアは新分野で、よい見本・教育が少ない

■ World wideの教育機会提供

- 国内同等教材の用意（見つけるのが大変）
- 翻訳コスト（4か国語）

課題と対策

主な課題

世の中

環境、Sustainability
AI（技術、倫理）
Cyber Security
人権・DE&I
紛争
災害

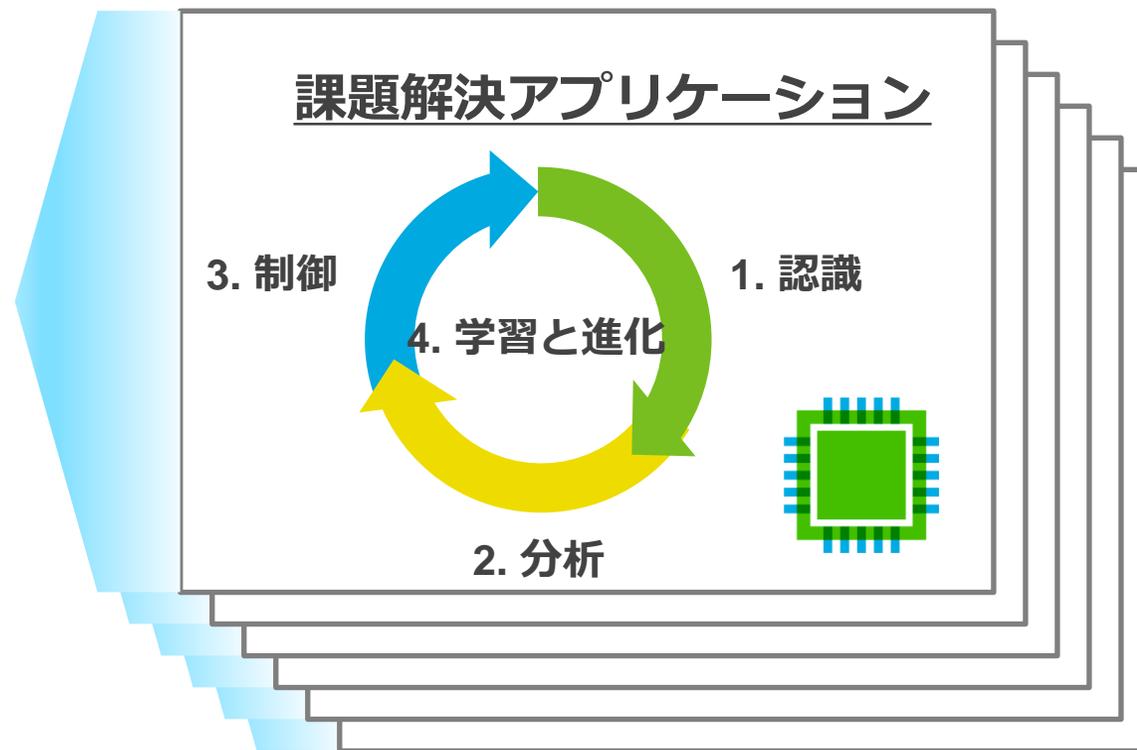
半導体業界、TEL

環境、Sustainability
AI（技術、倫理）
Cyber Security
人権・DE&I
生産性・装置性能向上
開発スピードアップ
人材不足・人材育成

製品と幅広い協力で解決したい

課題解決の基本

さまざまな課題



(認識 → 分析 → 予測 & 制御) x ループの進化

半導体を通じた解決

課題



環境、Sustainability、AI（技術、倫理）、Cyber Security、人権・DE&I、紛争、災害
生産性・装置性能向上、開発スピードアップ、人材不足・人材育成

アプリ



政治、経済



企業、ツール、インフラ



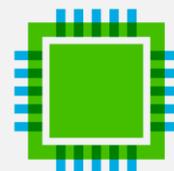
コミュニティ

技術

TEL



SPE, FPD



半導体、ディスプレイ



コンピュータ技術



幅広い協力・連携を通じた解決



産学官

共同研究・開発
オープンイノベーション

業界、サプライチェーン

コンソーシアム、海外現法
海外オフショア

連携の取り組み

顧客

N世代先の半導体
製造技術の共同開発

SEMI

半導体製造装置の
標準化活動など

半導体業界 コンソーシアム

半導体製造の課題解決

サプライチェーン

環境 E-COMPASS
Cyber Security対策

国内外大学

共同研究・学術交流

知のフォーラムにも
2013年設立以来参加

国（産総研）

先端半導体製造
共同研究・開発

ベンチャー企業

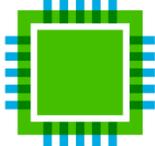
共同開発・開発委託

海外オフショア

共同開発、開発委託

先端開発には、幅広い組織とのオープンイノベーションによる取り組みが必須

まとめ



より役に立つ半導体製品



DX = 会社自身の変化、適応



幅広い協力、課題への取り組み

人の活動がベース
そのための人材増、育成に取り組み中



Notice

You may not copy or disclose to any third party without prior written consent with TEL.

Tokyo Electron

TEL and “TEL” are trademarks of Tokyo Electron Limited.

TEL

TOKYO ELECTRON