

---

# 5G活用デジタルソリューションを 加速するSmart 5G Edge技術

2020/11/25

株式会社 日立製作所 研究開発グループ  
デジタルテクノロジー イノベーションセンタ  
コネクティビティ研究部

村中 延之

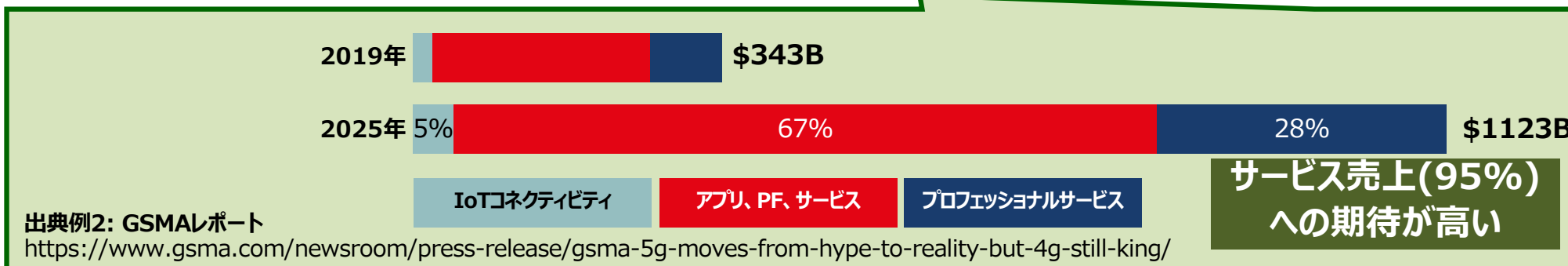
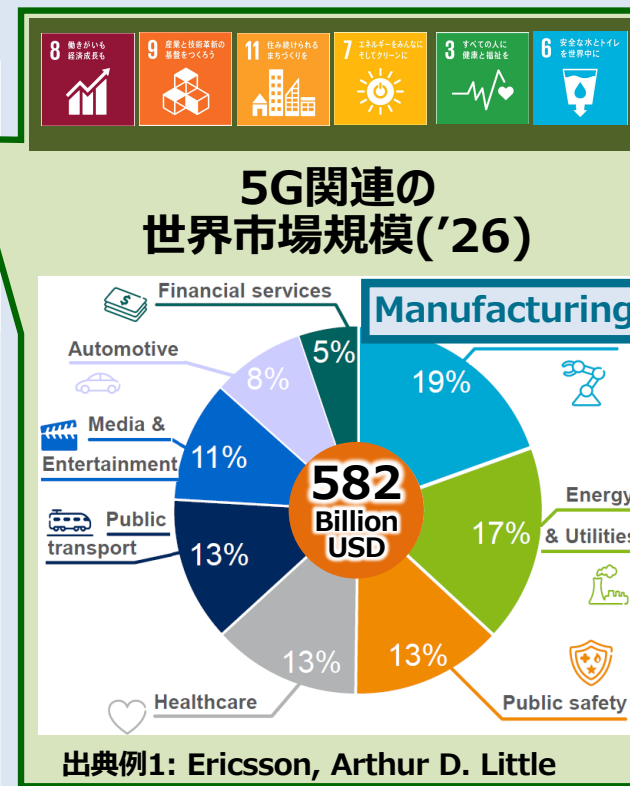
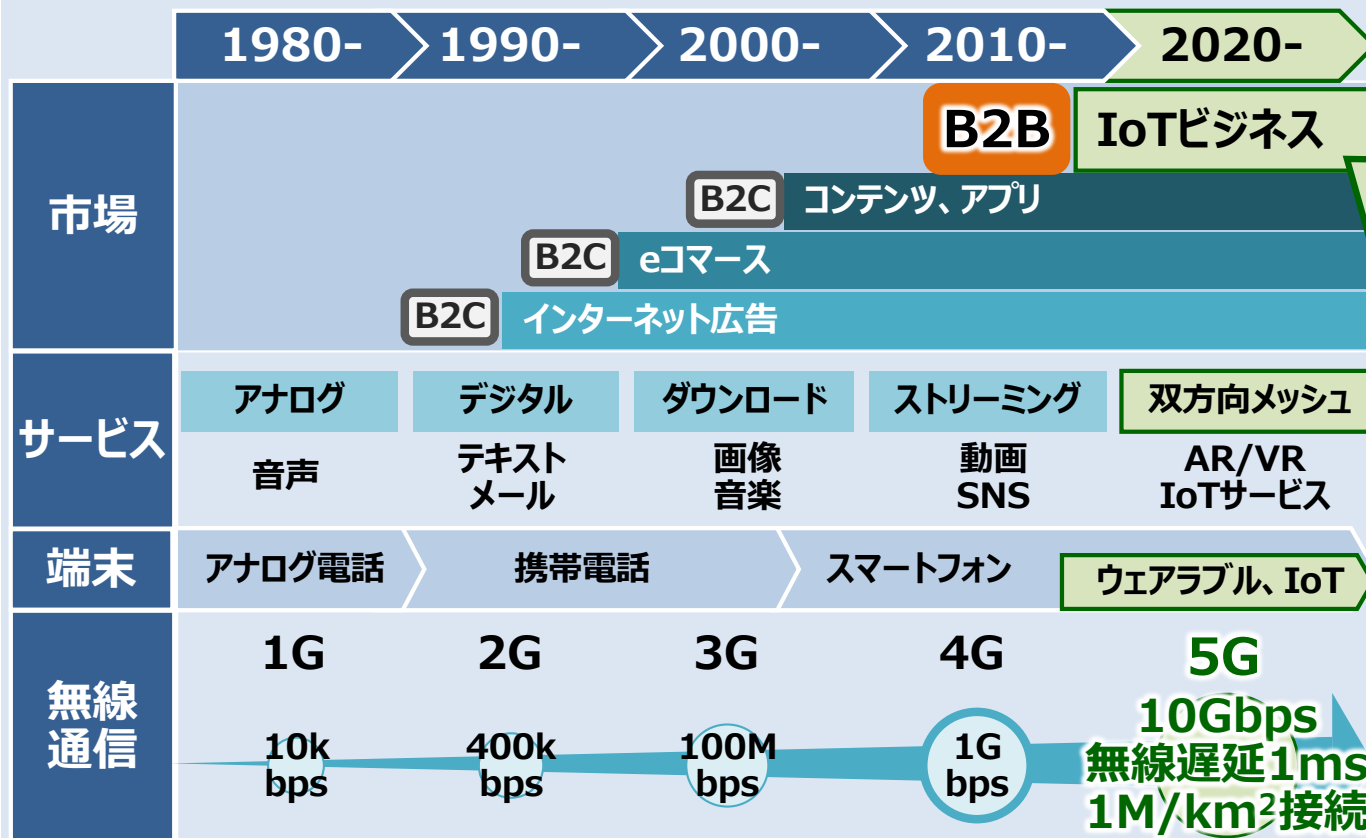
# Contents

---

1. 背景
2. 取り組む社会課題と5Gへの期待
3. デジタルソリューションを加速するSmart 5G Edge技術

# 1-1. 5Gの切り拓く可能性と期待

## 5G普及で社会課題解決に向けたIoTビジネスが登場、60~110兆円市場を創生

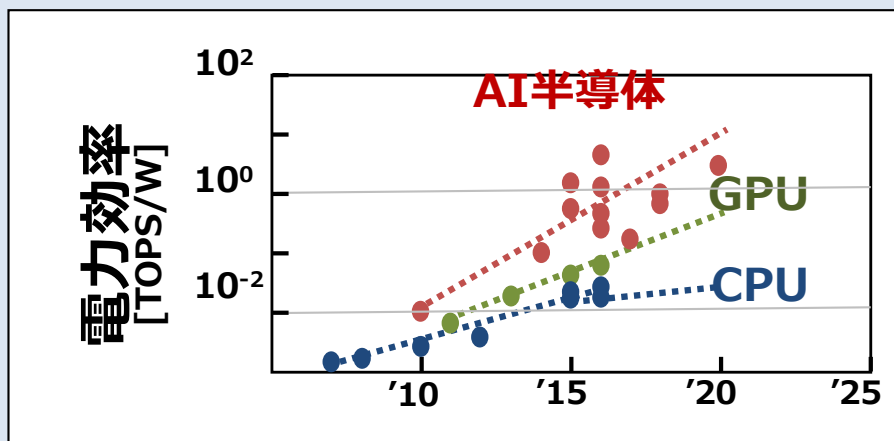


# 1-2. 5Gとエッジデバイス普及によっておこる変化

5G普及による「無線性能一桁強化、品質保証・エッジ処理」、エッジデバイス普及による「低消費電力演算」で、各分野におけるデータの爆発的増加対応への期待が高まる



## エッジデバイス性能：10年で3桁向上



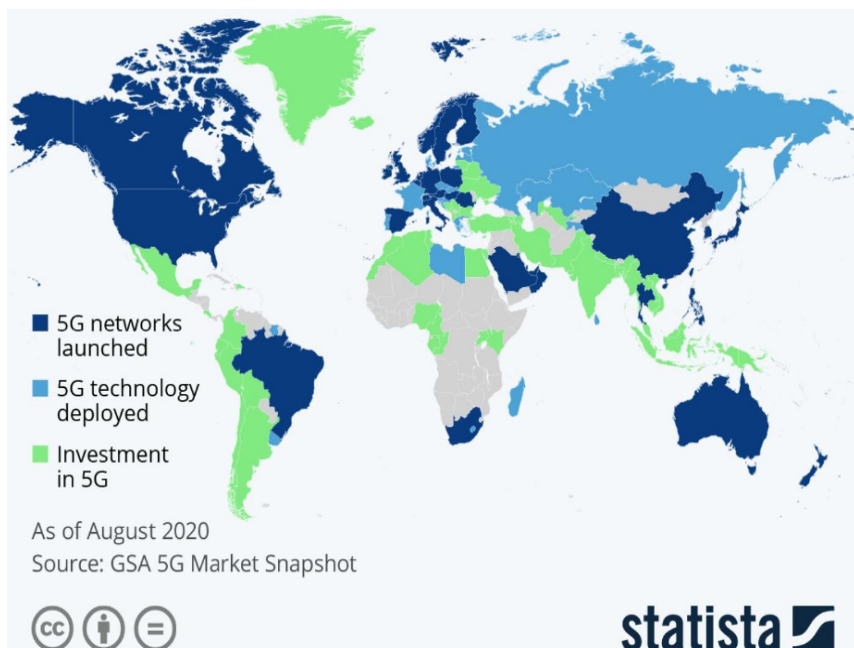
## データの爆発的増加

クラウド	保存データ量(W.W.) 14倍 1.3ZB/年['20]→19ZB/年['30]	遅延 100ms~
ネットワーク	モバイル通信量(W.W.) 81倍 62EB/月['20]→5016EB/月['30]	遅延 10ms ~100ms
現場	生成データ量(W.W.) 245倍 2ZB['21]→489ZB['30]	遅延 ~10ms
	IoTデバイス数(W.W.) 3倍 403億台['21]→1250億台['30]	



# 1-3. 各国の5G導入状況

'19/4 米韓が5G無線+4Gコアで商用開始、中国はStand Alone型5Gも推進、ドイツは製造適用でローカル5G先行



'19/4の「5G Fast Plan」で商用開始。  
**Fixed Wirelessから展開**



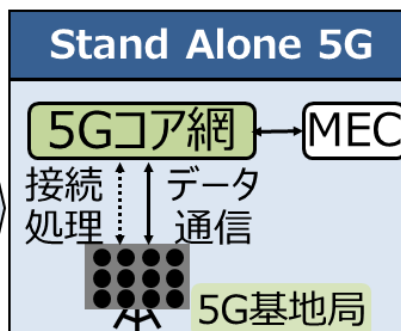
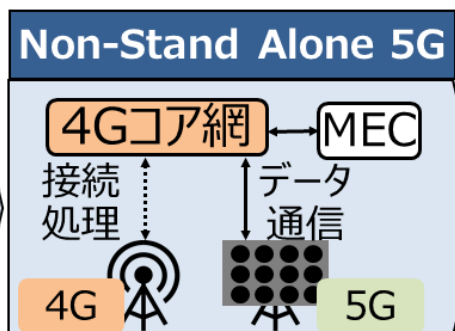
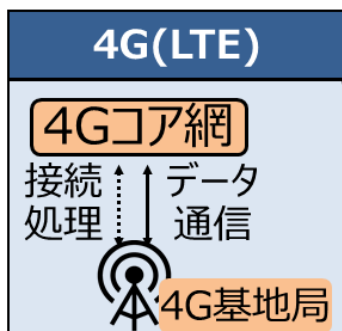
'20/3より4メガキャリアが5G商用サービスを開始。FY24までに全国98%の10km四方エリアカバーを計画、総務省リードによる**ローカル5G**活用も加速。



'19/11に商用5G開始、'20/10に**69万局設置完了**。深圳では**SA方式5万局**。



英国は各産業・ローカル5G実証、  
**ドイツはローカル5Gも活用し産業革新加速**。



## パブリック5G (キャリア5G)

米韓：'19年4月、日：'20年3月～  
(4Gコア共用のため性能が出るのは'22,3頃)

## Local 5G(自営5G)

独、日がリード、'20年初頭～  
(占有できるため性能を出しやすい)



# 1-4. WiFi6, Private LTE, Local 5G簡易比較

Pros/Consがあり、用途に応じて選定が必要  
ローカル5Gは、通信速度、安定性、セキュリティ、移動端末対応が特長

	WiFi6	Private LTE	Local 5G
最大通信速度 (目標値)	下り, 上り : 3.7Gbps (半二重通信)	下り : 100Mbps 上り : 10Mbps	下り : 600Mbps~2.5Gbps 上り : 140~560Mbps
周波数帯	2.4GHz帯, 5GHz帯	2.5GHz帯	28.3GHz帯(直進性高く遮蔽に弱い) (’20/12に4.7GHz帯追加予定)
到達距離(最大値)	10~50m	1~1.5km	100~200m (4.7GHz帯は、~700m)
同時安定接続数	8端末	アンテナ構成に依存するが数十~数百以上	
安定性	端末/アクセスポイント間で 干渉し不安定	独自の無線制御により、安定通信が可能 5GはLTEより無線の遅延、ジッタも抑えられている	
免許	不要	必要	
セキュリティ	△ SSID+パスワード	○ SIM,APN+パスワード	
モビリティ性	× (固定アクセスポイント想定)	○ (移動端末を想定)	
コスト	○ (数十万円)	× (’20現在) (性能・規模依存だが数百万円~数千万円後半)	

# Contents

---

1. 背景

**2. 取り組む社会課題と5Gへの期待**

3. デジタルソリューションを加速するSmart 5G Edge技術

## 2-1. 取り組む社会課題

# 労働人口減少、技術伝承の損失の解消に向けた現場のデジタル化



**社会価値**

- ・熟練労働者不足解消
- ・作業スキルの早期向上



**経済価値**

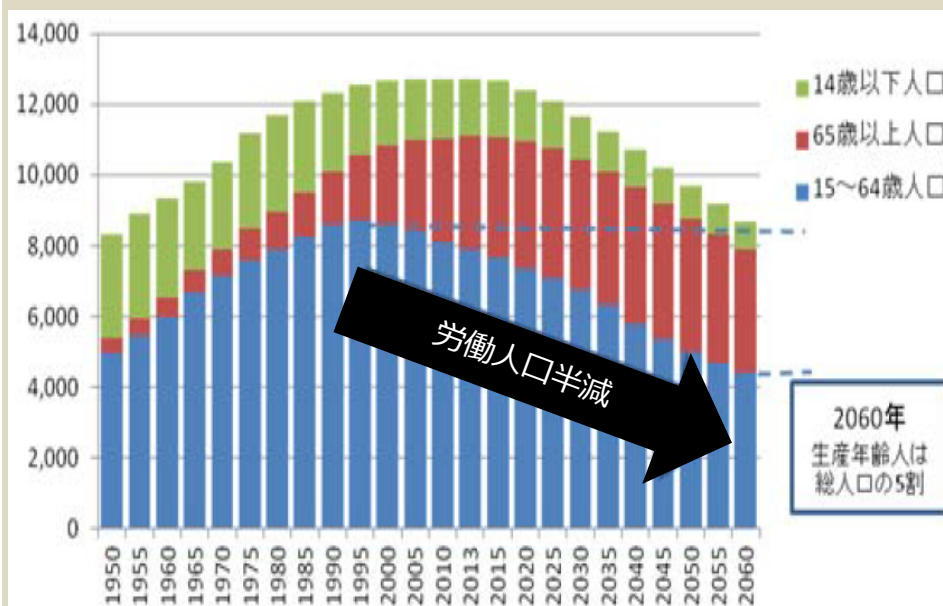
- ・少数人財で生産性向上
- ・移動時間/費用の削減



**環境価値**

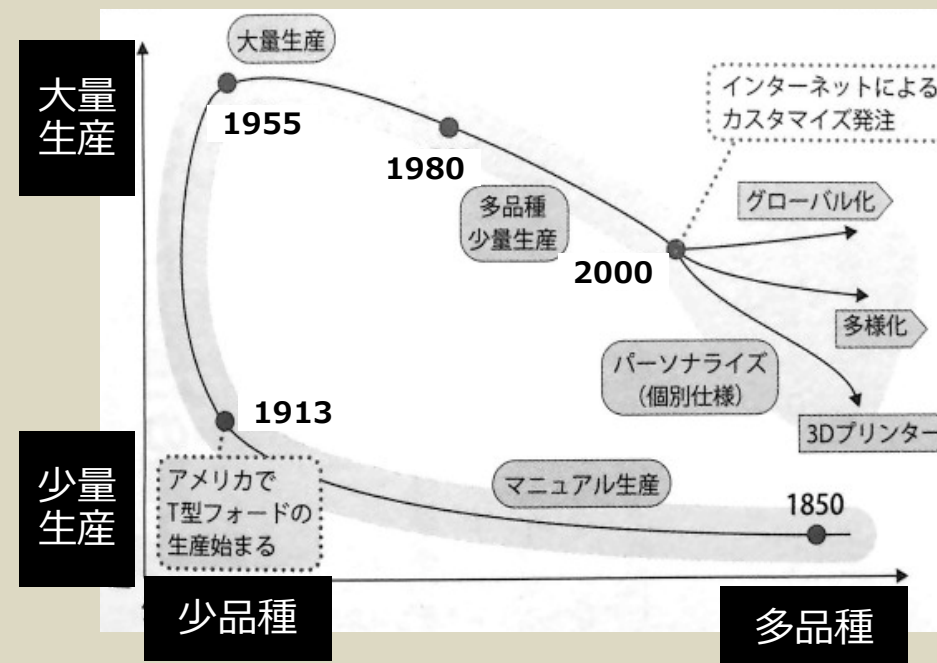
移動由来のCO<sub>2</sub>排出量削減

### 国内労働人口の減少



<http://www.cocn.jp/report/theme97-L.pdf>

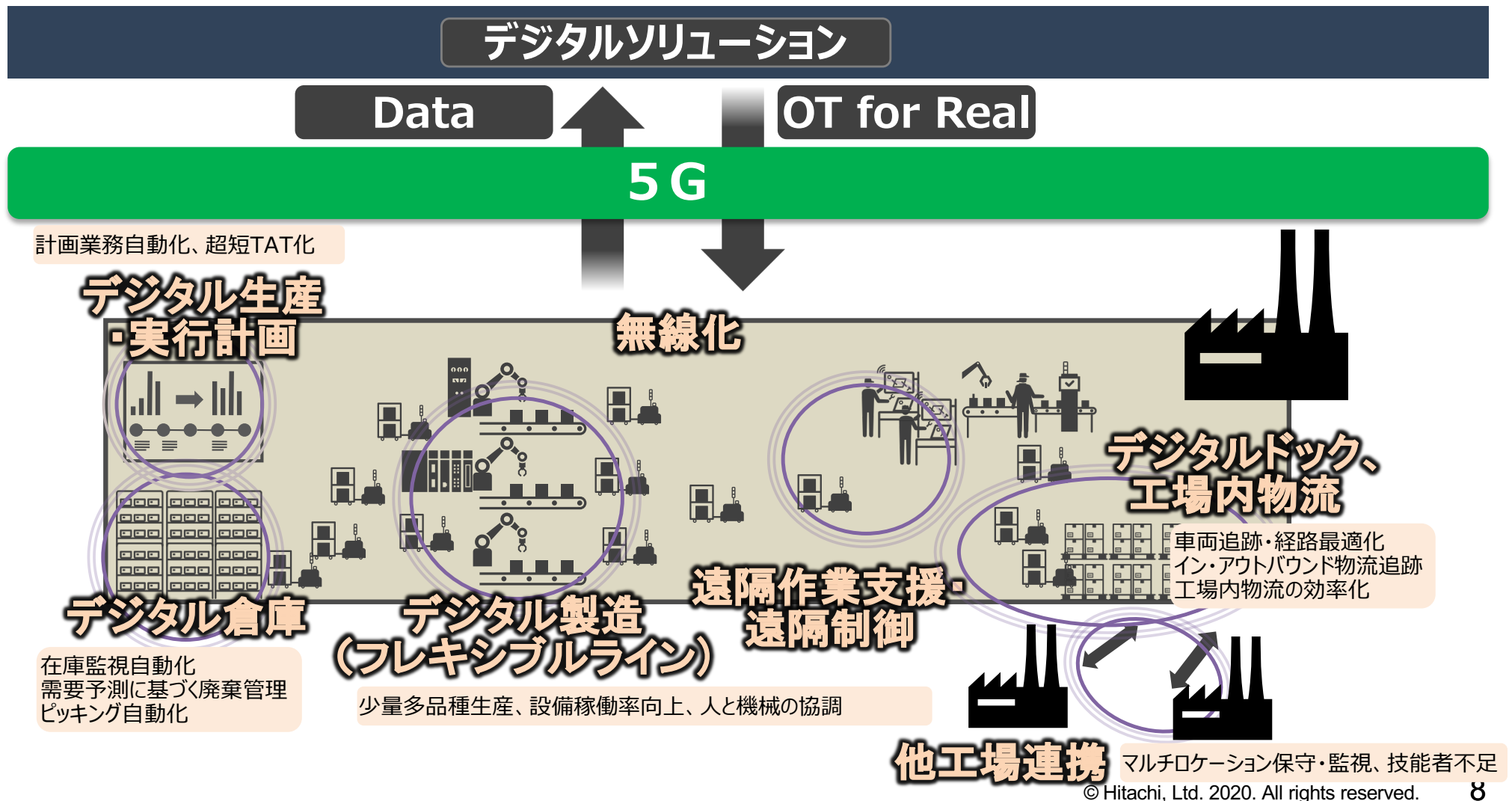
### 多品種少量生産の増加



<http://maemuki-blog.com/?p=7100>

## 2-2. 5G活用でめざす価値提供

5Gとデジタルソリューションを連携した「現場のデジタル化・的確なフィードバック」により、生産性向上と人財の有効活用を実現



# Contents

---

1. 背景
2. 取り組む社会課題と5Gへの期待
- 3. デジタルソリューションを加速するSmart 5G Edge技術**

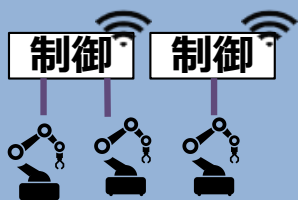
# 3-1. デジタルソリューション提供に向けた課題

現場へのデジタルソリューション構築・運用のためには、様々なアプリケーション要求や現場の制約を考慮した最適なシステム構築と運用が必要

ダイナミックな顧客ニーズに対応し、生産性向上するデジタルソリューション

様々な要求や制約を考慮し、5Gの特性を生かしたシステム構築と運用を可能にする**Smart 5G Edge**技術

## 多種多様なアプリケーション要件



制御通信

周期的  
低遅延通信



遠隔監視

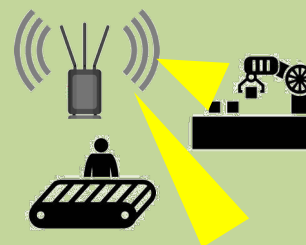
多端末  
大容量伝送



オフィスPC

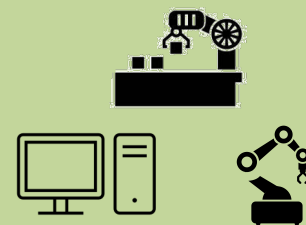
ベストエフォート

## 様々な現場環境・制約



電波環境

障害物や干渉  
などで常に変動



現場機器

限られた計算  
処理能力



デジタルソリューションの導入から運用までを容易化する  
**Smart 5G Edge 技術**として3つの技術を開発

### Smart 5G Edge 技術

1 5G通信環境  
迅速提供技術

5G環境導入・運用の容易化

3 リアルタイム  
エッジAI技術

2 最適機能  
配備技術

#### 1 5G通信環境迅速提供技術

アプリケーションから要求される通信要件に応じ、NWスライス及びコアNW等を含めたE2Eでの通信路を一元的に管理

#### 2 最適機能配備技術

現場の要求に追従しつつ、システム環境の制約に応じた最適な機能の配備を実施

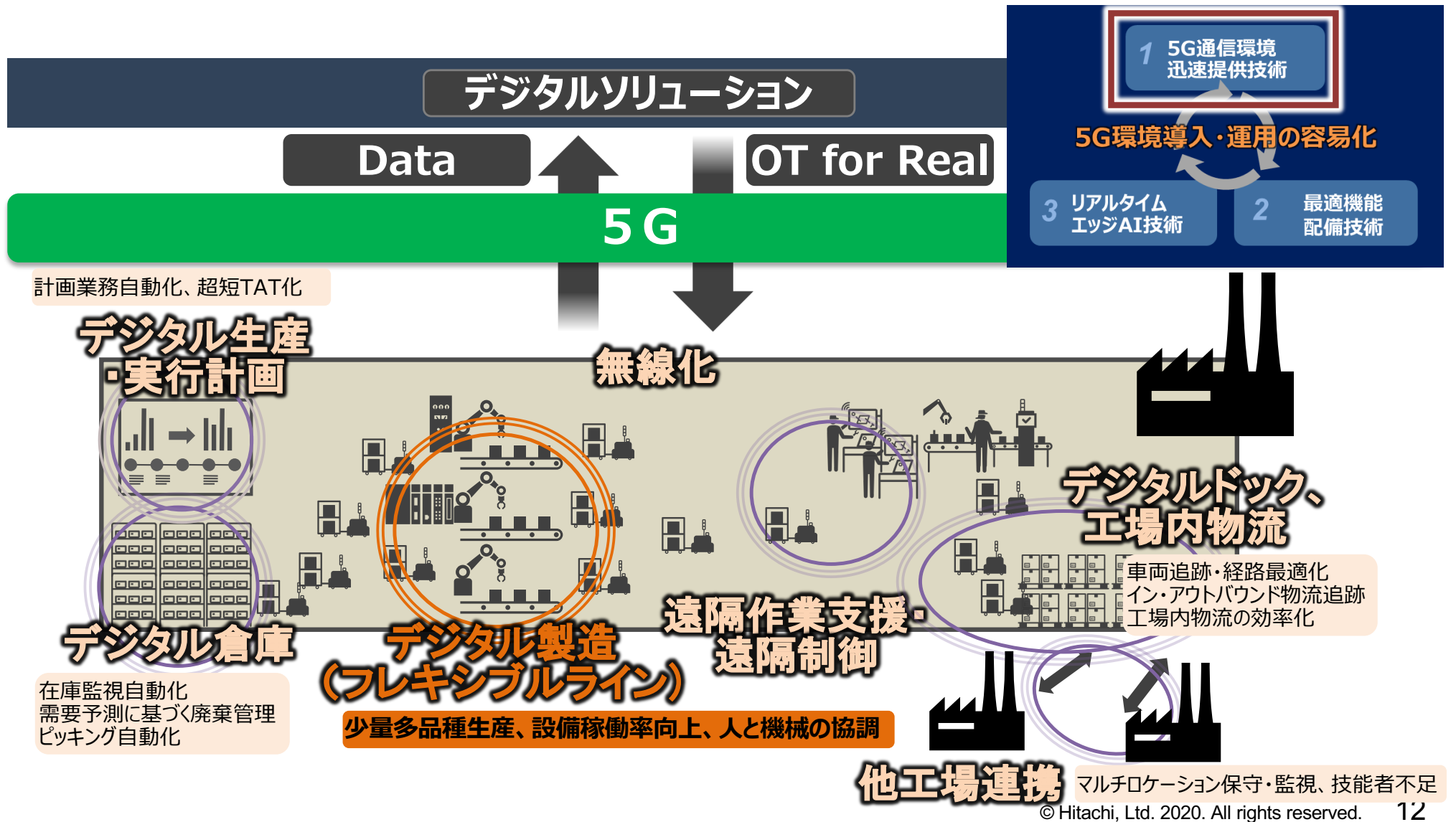
#### 3 リアルタイムエッジAI技術

計算リソースの少ないエッジデバイスにおいても高速なAI処理を実行するための推論モデル自動縮約\*1



# 3-3. デジタル製造に向けた、5G通信環境迅速提供技術

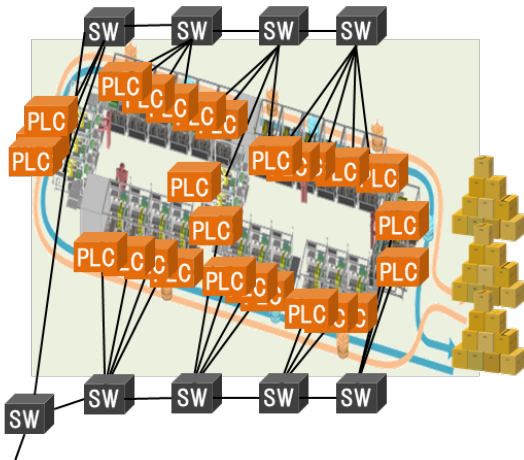
## 製造工場における需要変動生産へ追従するフレキシブル製造ラインに向けた 5G通信環境迅速提供技術



## 3-4. フレキシブル製造ライン

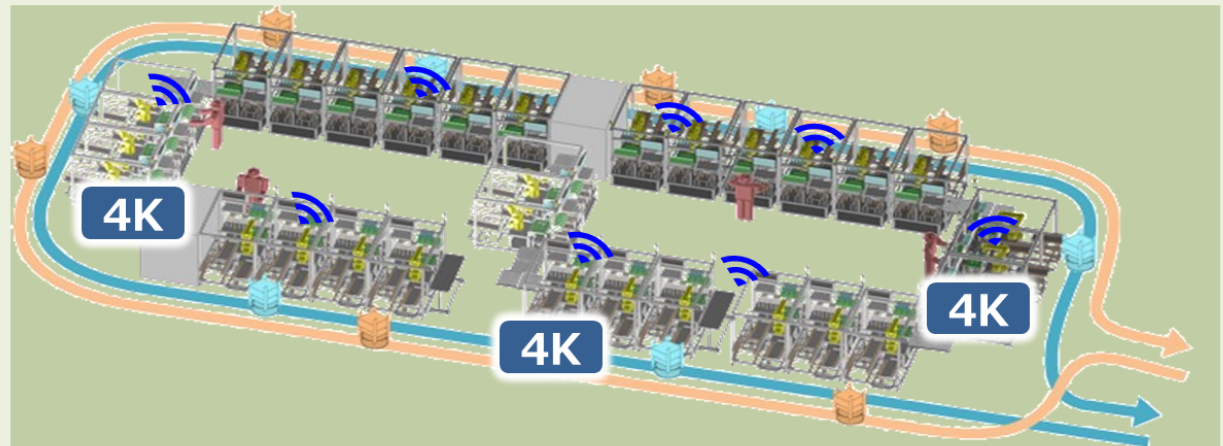
需要変動生産への即時対応、作業者スキルに応じた柔軟なデジタル支援を実現する、**フレキシブル製造ライン**を提案

### 既存の製造ライン



・膨大な有線の装置

### フレキシブル製造ライン



- ・無線接続による柔軟なライン構成
- ・高精細画像によるきめ細かな作業支援

製造ラインにおける制御通信の安定性、作業支援向けの高精細画像通信の要求に追従した通信環境を、迅速に提供する技術が必須

ネットワークスライスを活用しE2Eの通信路を一元的に管理し、  
要求される通信要件に応じて割当

ネットワークスライス無

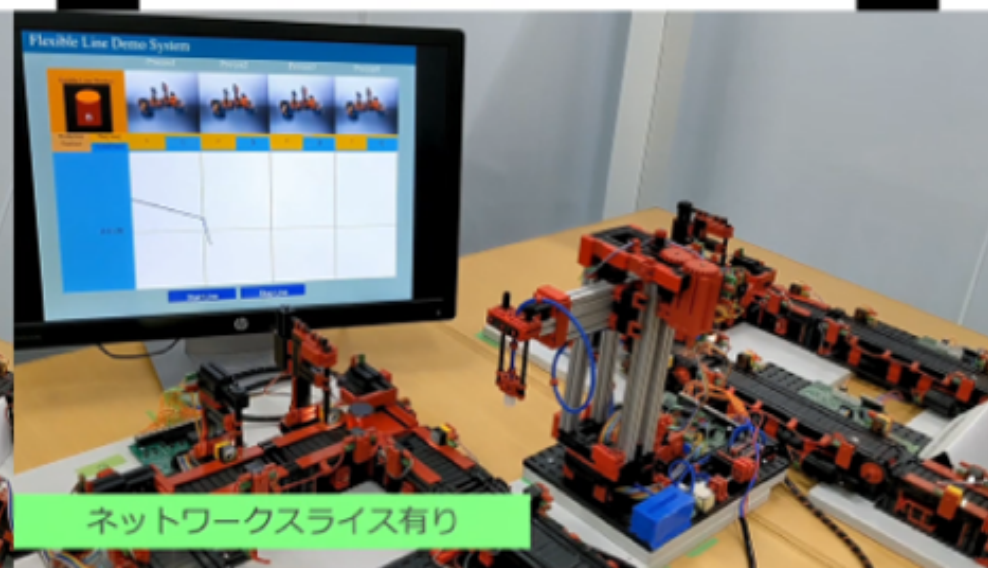
(制御信号が守られず  
ラインが止まる)

データの衝突が発生し生産ラインが停止

ネットワークスライス有

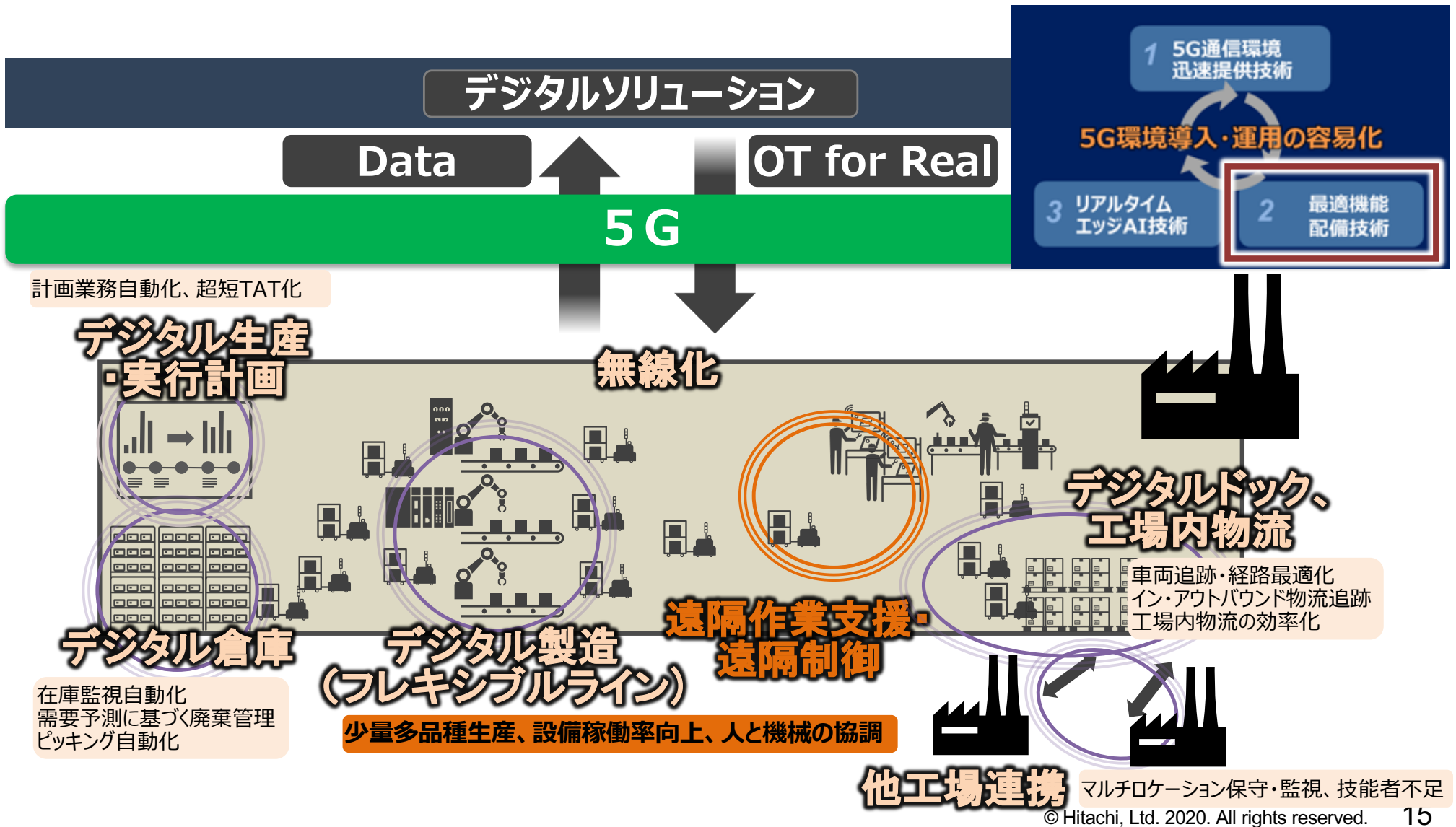
(制御信号が守られ、  
ラインが止まらない)

ネットワークスライスによりデータ衝突回避



# 3-6. 遠隔作業支援・遠隔制御への機能配備

## 作業者スキルに応じた柔軟な作業支援の実現に向けた 最適機能配備技術







### 3-7. 想定ユースケースにおける現場環境の特徴

- ・検査対象やフィードバック内容が工程ごとに変わると仮説
- ・加工工程間や組立段取り変更の現場要件に追従した支援機能を配備

#### ◇機械加工の現場

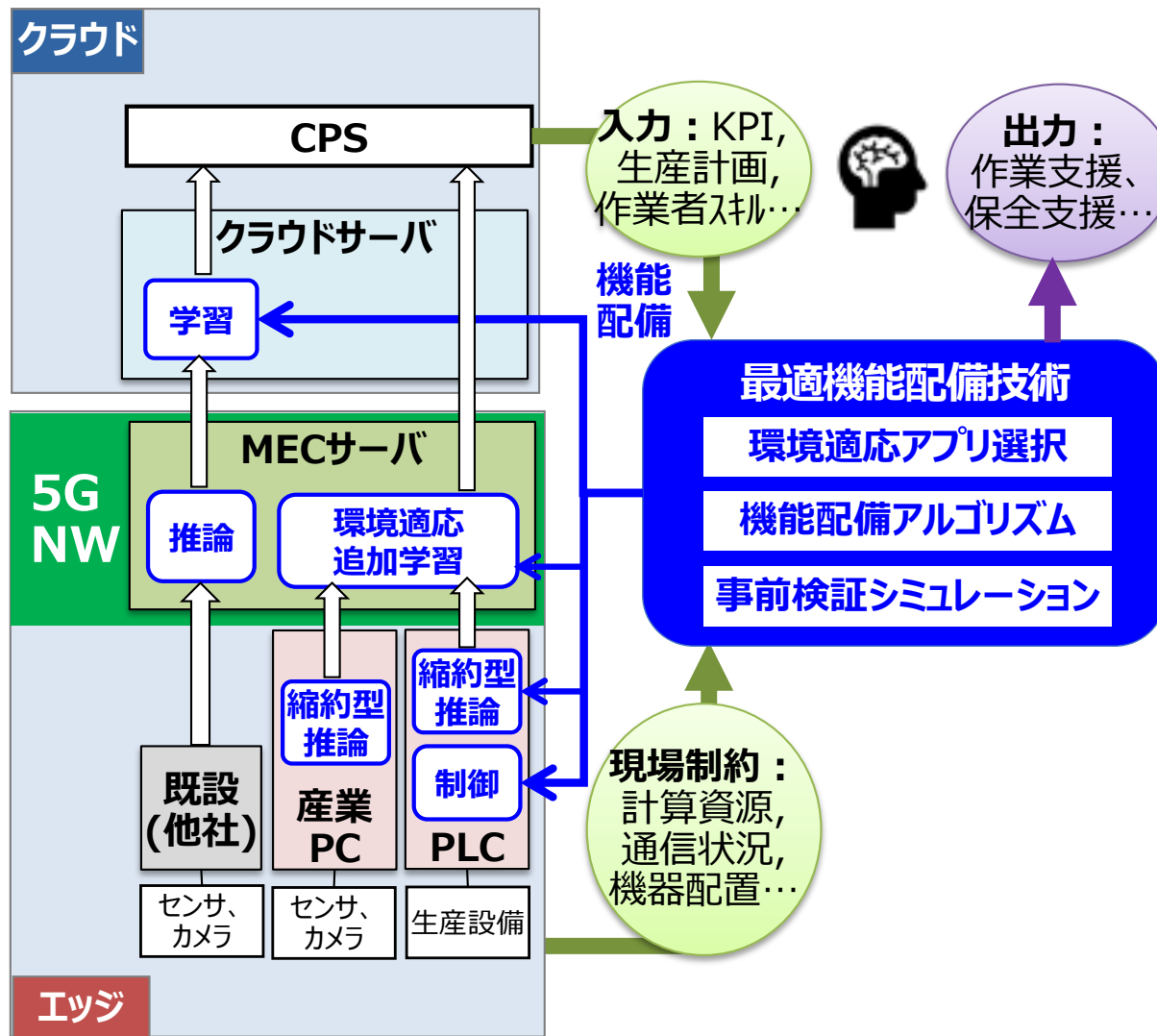
<b>加工工程</b> 	ワーク準備 プログラム補正	工程間	本加工	工程間	ワーク入替え	工程...
<b>監視対象</b>	加工機内部	➡	切削時間	➡	作業推定	➡
<b>フィードバック</b>	清掃指示	➡	工程設計	➡	刃具交換	➡

#### ◇組立工程の作業

<b>組立工程</b> 	ワーク#A, 作業者#A 組立機械動作	段取り変更	ワーク#B, 作業者#B 組立機械動作	段取り変更...
<b>監視対象</b>	ハンドトラッキング	➡	視線トラッキング	➡
<b>フィードバック</b>	組立手順	➡	作業指示	➡

# 3-8. 最適機能配備技術

現場の要求に追従しつつ、システム環境の制約を考慮し、  
エッジデバイス、MECサーバ、クラウドサーバ間に動的機能配備



## Benefit(提供価値)

- 顧客ニーズの変遷にもタイムリーに追従して満足させるサービスの提供
- 多様な制約・環境条件を満足するシステムの即時デプロイ

## Feature(機能と目標値)

- オーダや環境変動に追従した機能配備【追従周期1分】
- 現場の物理構成の迅速変更対応【日オーダー → 時間オーダー】

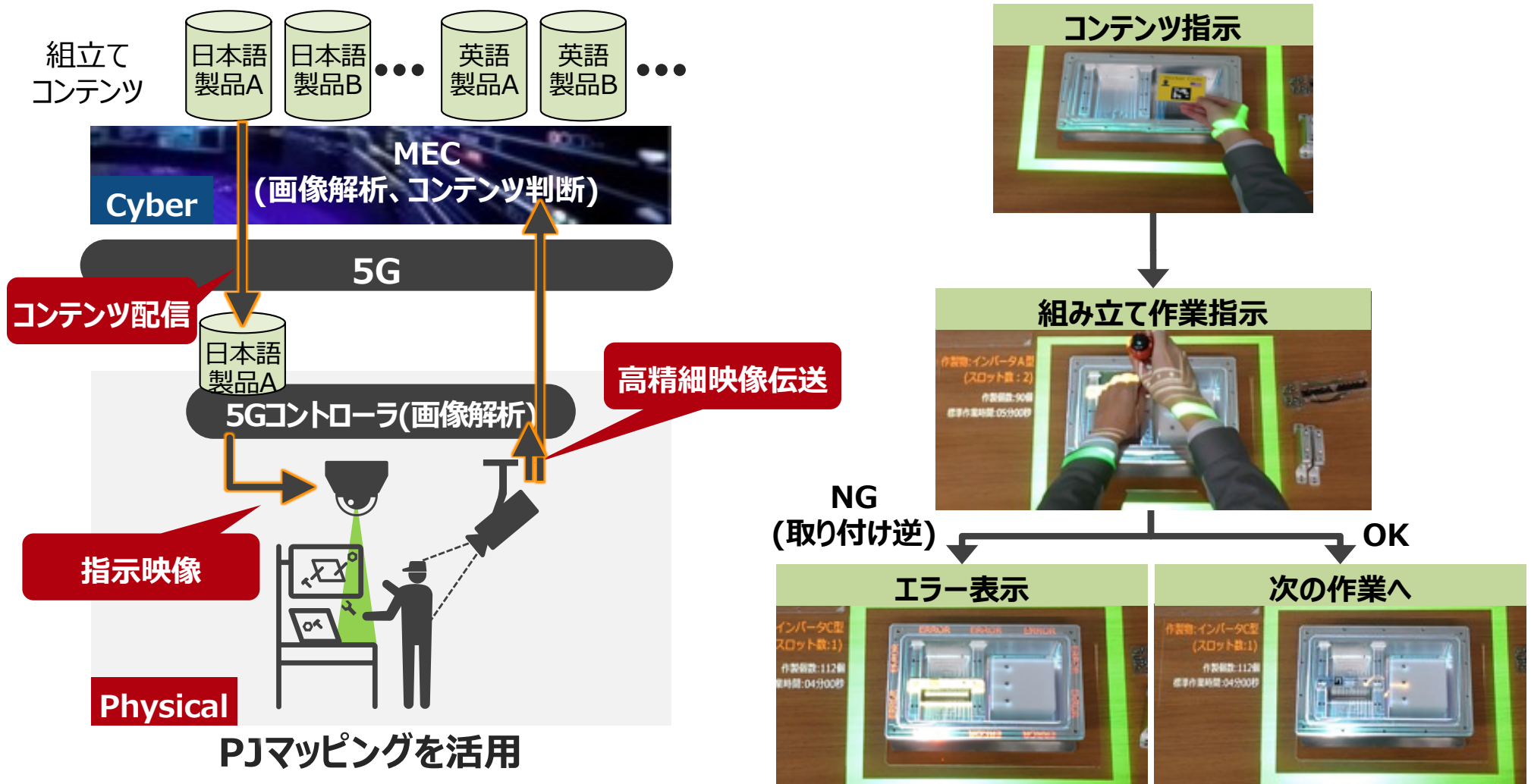
# 3-9. 最適機能配備技術のインターフェース

サービス拡張性や展開容易性を考慮し、  
管理画面による状態監視や**様々なアプリの変更・追加を一括管理**



# 3-10. 最適機能配備を用いた作業支援の例

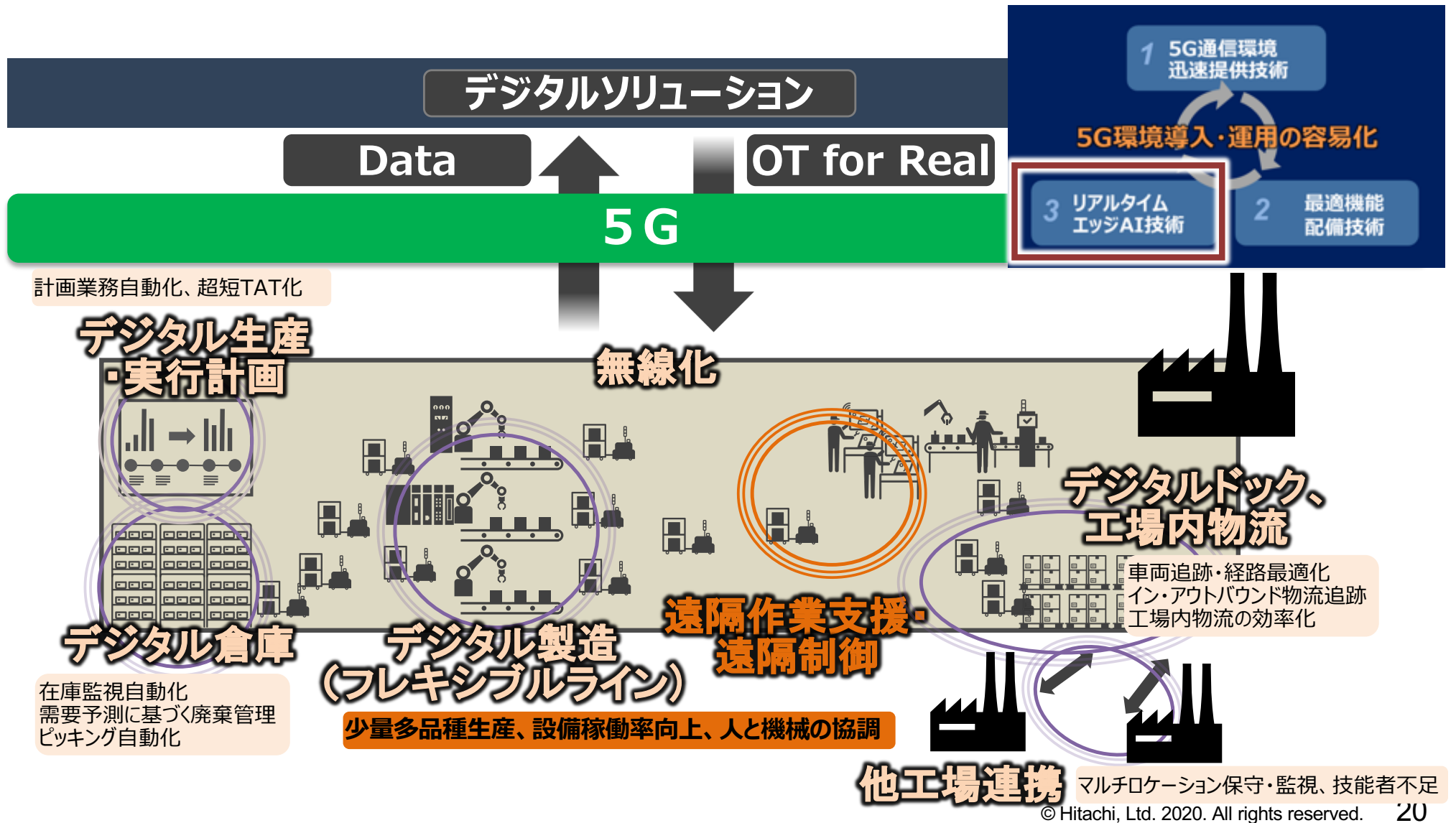
5Gによる映像伝送、MECでの画像解析・作業コンテンツ判断・配信、5Gコントローラでの画像解析と作業指示プロジェクションマッピングにより  
**経験が浅い作業者でも組み立てが可能**





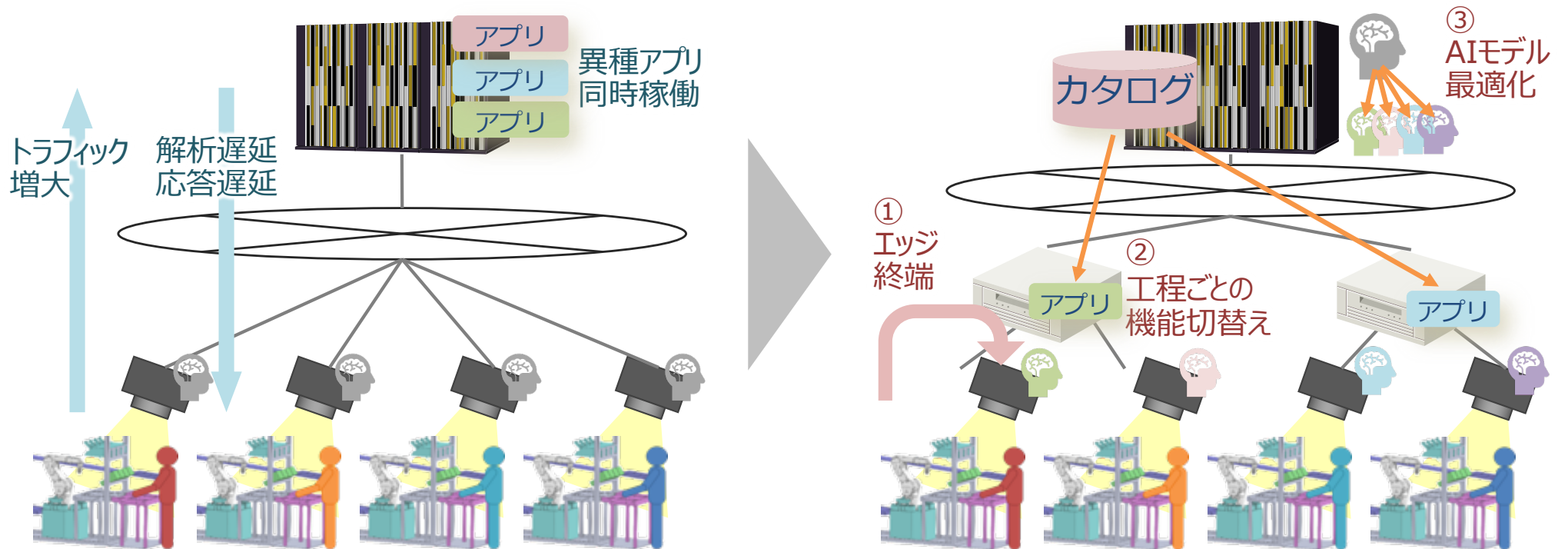
# 3-11. 遠隔作業支援・遠隔制御のためのエッジAI技術

## リソースの限られるエッジデバイスでのAIによる遠隔作業支援・制御に向けたリアルタイムエッジAI技術

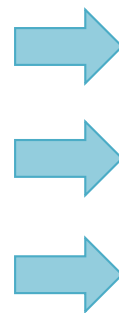


# 3-12. デジタルソリューションにおけるエッジ処理

- ・トラフィック増大・応答遅延等の解消のため、**サーバ集中型からエッジ分散型**に
- ・エッジリソース制約に対する**AIモデルの最適化**



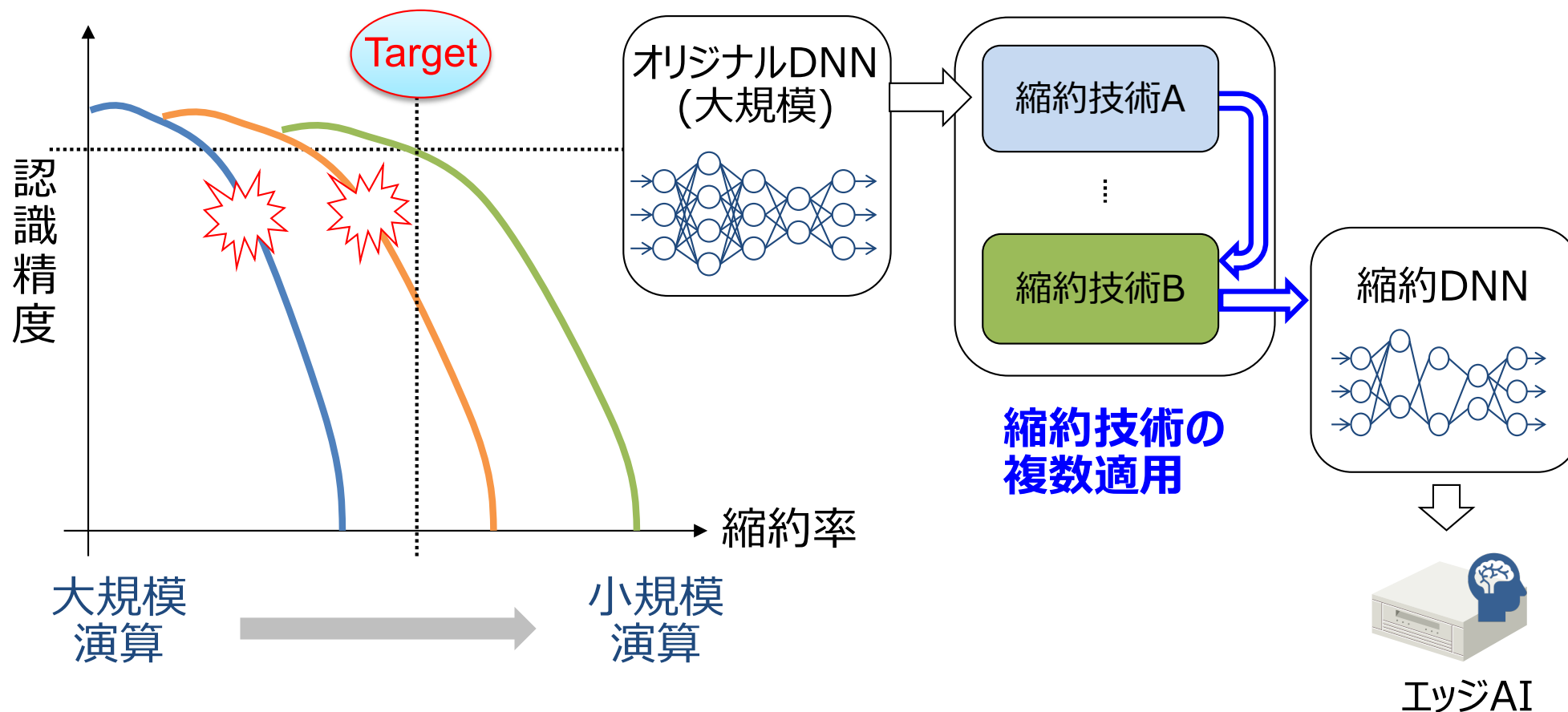
課題 1	サーバ集中型 トラフィック増大、応答遅延
課題 2	エッジ機器のリソース制約
課題 3	環境依存するAI精度のばらつき 例. 設備配置、人員数、輝度



エッジ分散型 トラフィックのエッジ終端、短TAT応答
現場工程の変化に応じた 機能切替え
エッジでのAIモデルの最適化

## ■ 規模削減のアプローチ

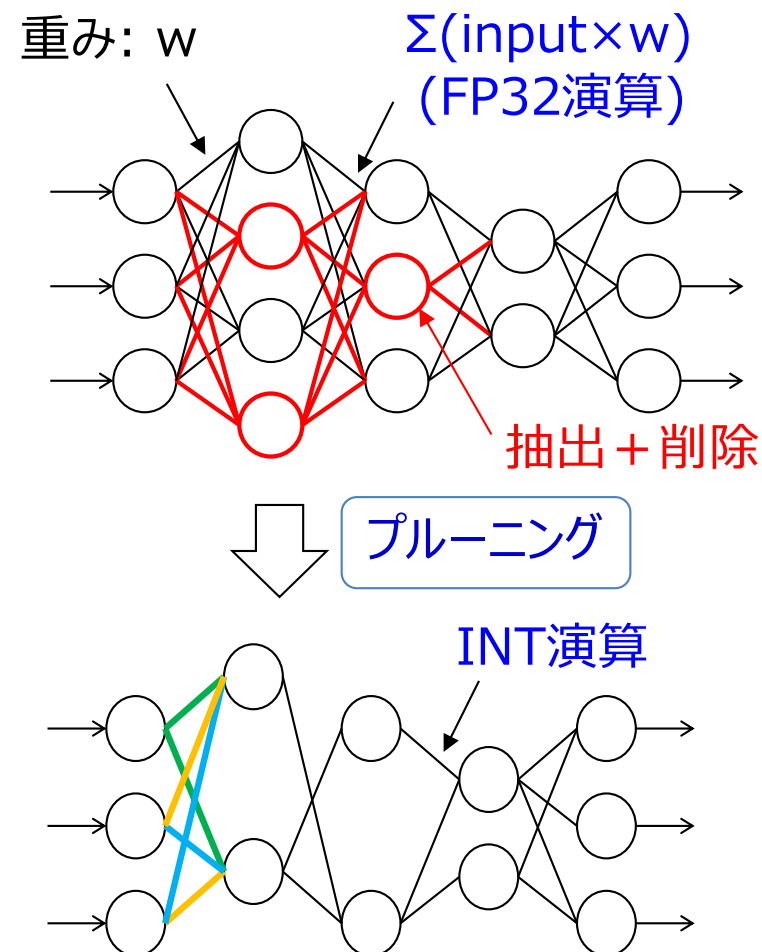
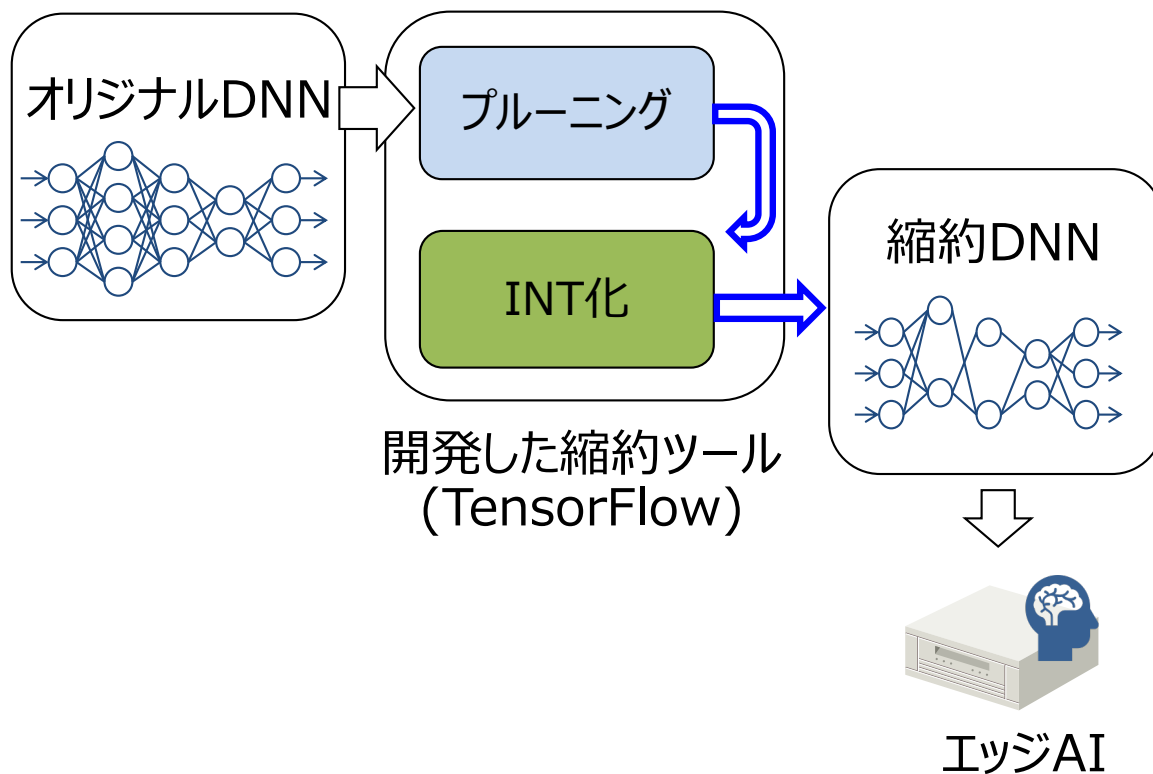
- ・エッジデバイスでのAI処理実現のため、**演算量とデータ量の圧縮が必要**
- ・認識精度を保ちつつ、両者に効果のある縮約技術を複数適用する



# 3-14. リアルタイムエッジAI技術

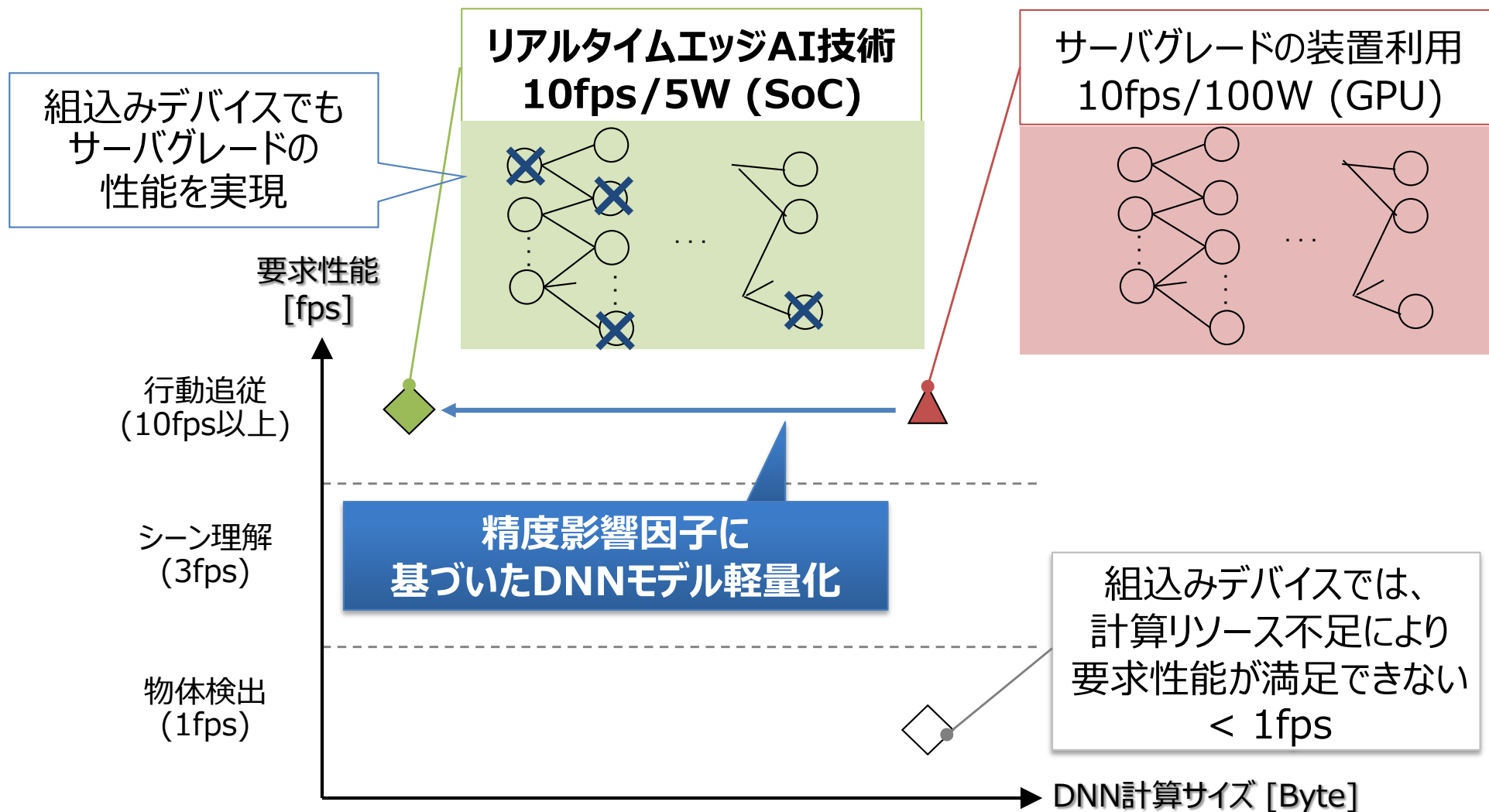
## 下記縮約技術をDNNに適用

- ① プルーニング：不要ニューロンを自動抽出して削減
- ② 低ビット整数演算(INT)化：FP→INTによる積和演算で対応



# 3-15. リアルタイムエッジAI技術

縮約技術を適用したDNNにより、組み込みデバイスでもサーバグレードの作業支援を行うための人の行動を追従出来るfps性能を実現



## 3-16. 協創の森ローカル5G実証環境

東京都国分寺市の中央研究所にあるオープン協創拠点「協創の森」に  
商用局免許でのローカル5G環境を整備、5G Edge技術の実証を推進

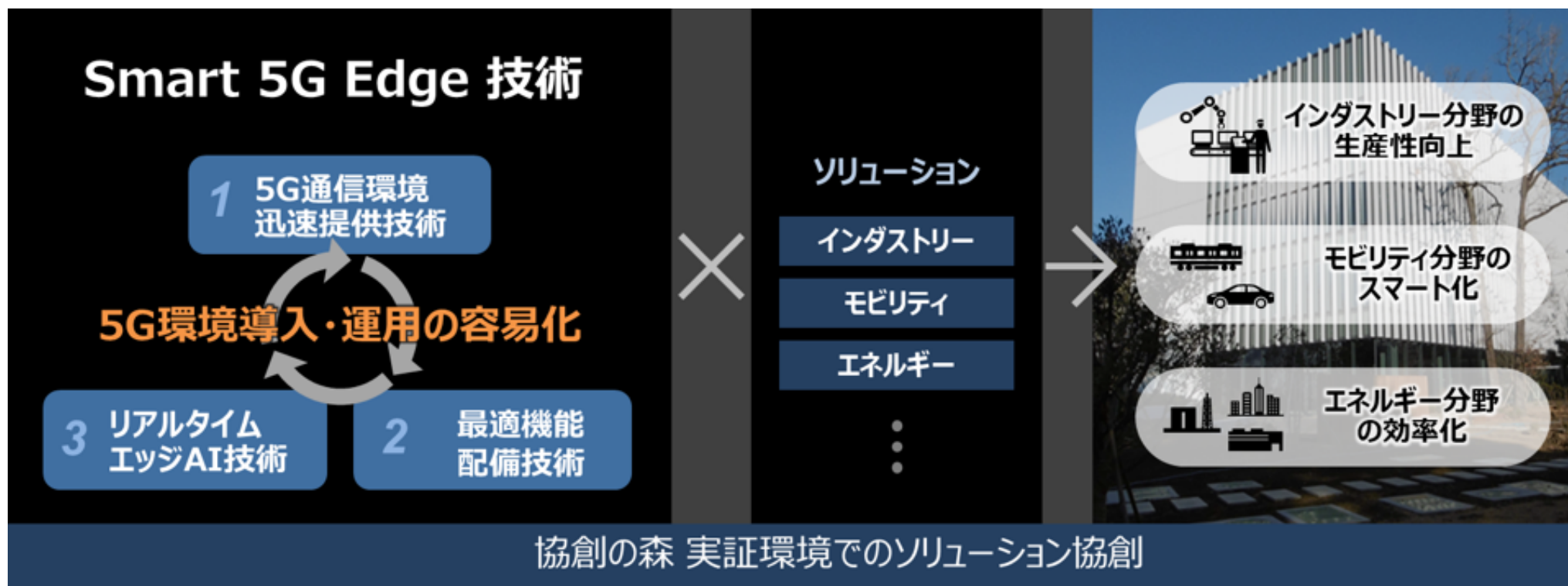


- ・ローカル5G NSA(Non stand-alone)環境
- ・構内2カ所の実証実験エリアをローカル5G エリア化
- ・アプリケーションを模擬した実証環境を順次整備



# 3-17. Smart 5G Edge 技術の活用

本技術をインダストリー、モビリティ、エネルギーなどの社会インフラへの適用を進め、ニューノーマルにおける社会全体の生産性向上に貢献



**HITACHI**  
Inspire the Next