



2023/01/17 品川区 DX・デジタル技術活用推進事業 製造現場デジタル化推進人材育成講座

# 最新鋭デジタルファクトリーの理解

**Team Cross FA 高見 守**

株式会社FAプロダクツ Relationship Development部 部長

# 目次

1. 自己紹介とお願い事項
2. 前回のおさらい
3. 製造業でDXが必要な理由と進まない理由
4. DX実現によりもたらされるメリット
5. 事例（南相馬デジタルファクトリー）
6. 事例（電力削減、カーボンニュートラル）
7. 事例（DXモジュール）
8. まとめ

# 目次

1. 自己紹介とお願い事項
2. 前回のおさらい
3. 製造業でDXが必要な理由と進まない理由
4. DX実現によりもたらされるメリット
5. 事例（南相馬デジタルファクトリー）
6. 事例（電力削減、カーボンニュートラル）
7. 事例（DXモジュール）
8. まとめ

# 自己紹介



Team Cross FA  
株式会社FAプロダクツ  
Relationship  
Development部部长



高見 守  
(タカミ マモル)

実は本日、誕生日

## 略歴

- 1976年1月 秋田県仙北郡南外村（現：秋田県大仙市）に生まれる
- 1998年3月 電気通信大学電気通信学部（現：情報理工学域）卒業
- 1998年4月 株式会社キーエンス 入社  
技術営業、大手攻略専任チーム、販促・営業企画などを経験
- 2013年2月 現職の前身となる「株式会社FAナビ」に参画  
FA専門紙「オートメーション新聞」を立ち上げ軌道にのせる
- 2017年3月 株式会社FAプロダクツに移籍、製造業を盛り上げるべく、  
コンソーシアム「Team Cross FA」の活動に尽力、現在に至る



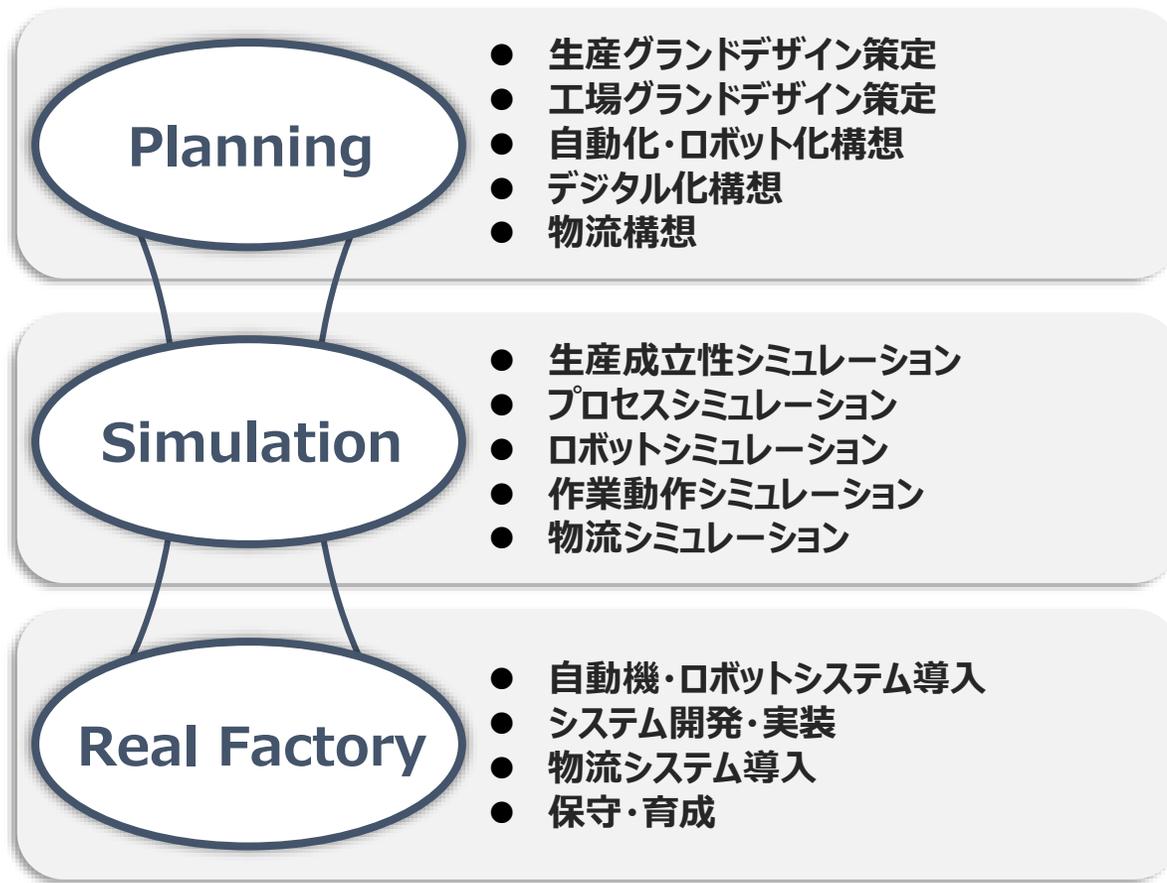
- 時々、指名質問させていただきます
- ざっくばらんに回答ください、正解はありません
- 全てご自身の会社、事業に紐づけてお考えください
- 疑問点があれば、遠慮なく挙手お願いいたします

# 目次

1. 自己紹介とお願い事項
2. 前回のおさらい
3. 製造業でDXが必要な理由と進まない理由
4. DX実現によりもたらされるメリット
5. 事例（南相馬デジタルファクトリー）
6. 事例（電力削減、カーボンニュートラル）
7. 事例（DXモジュール）
8. まとめ

# DXトライアングル

3つのステップを交互に実施して全体最適効果の高いデジタルファクトリーを構築することで、製造企業の本質である、**製造現場に革新をもたらすDX**を推進します。



## DXがなぜ進まないのでしょうか？ -見える化の罠-

---

何のためにどんなデータをどのようにとればいいのかわからない  
投資対効果が分からない

とりあえずBefore→Afterが分かりやすい  
「データを取る」 = 「見える化」が目的になったソリューションを導入

思ったような効果が得られない「なんちゃって」デジタル活用状態に

成し遂げたいことを明確にして、  
その目的を実現するためのデータ取得と活用までがセットになった、  
投資対効果も明らかな「見える化のその先」が必要

# 目次

1. 自己紹介とお願い事項
2. 前回のおさらい
3. **製造業でDXが必要な理由と進まない理由**
4. DX実現によりもたらされるメリット
5. 事例（南相馬デジタルファクトリー）
6. 事例（電力削減、カーボンニュートラル）
7. 事例（DXモジュール）
8. まとめ

# 製造現場の現状

## 製造業各社を取り巻く様々な問題により厳しい状況に

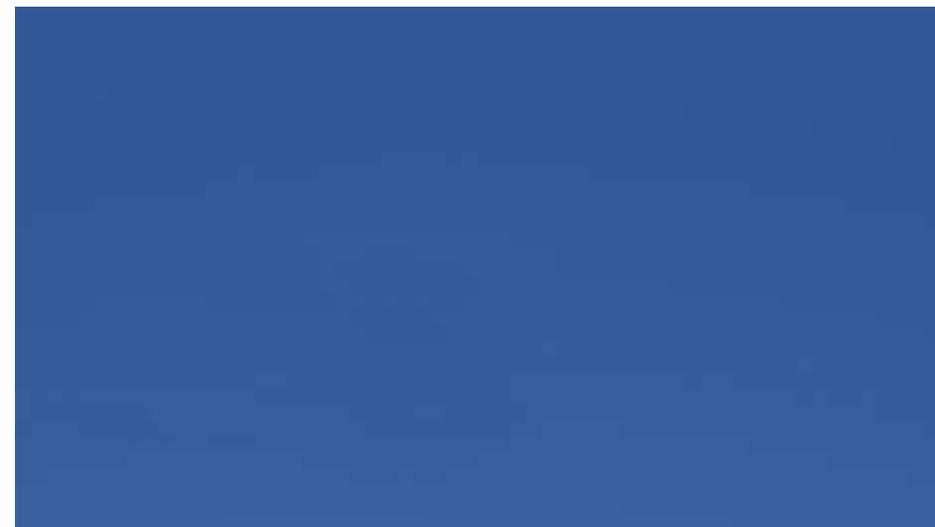
少子高齢化による人手不足や生産性の低い旧型設備の継続利用、多品種少量を好む市場ニーズに対応するための変種変量生産、さらには新型コロナウイルスなどの疫病蔓延やウクライナ問題などの国際情勢によって生じる半導体不足や原価の高騰など様々な問題によって、各社は特に厳しい状況に立たされている



## 製造現場の現状

### 大打撃をもたらす「ノウハウ」の喪失

これまで蓄積されてきた「ノウハウ」は、会社が保有している「ノウハウ」ではなく、熟練した従業員のカン・コツに基づく「ノウハウ」であることが多く、その従業員が退職してしまうと、そもそも生産が成り立たなくなる大きなリスクがある。



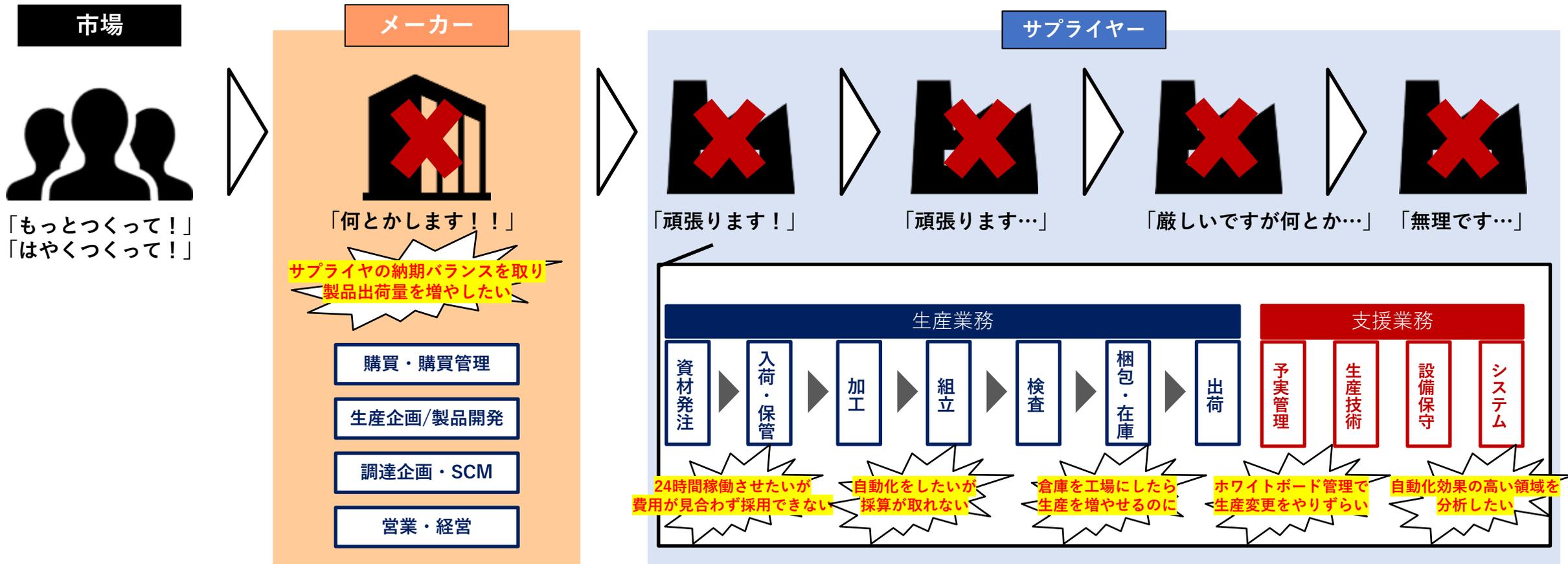
会社が保有していると思われる「ノウハウ」は実は熟練した従業員が個人的に蓄積してきた、属人的なものであることが多い。

ベテランが退職することで、そのノウハウ自体が失われてしまい、以前のような生産ができなくなる。

# 製造現場の現状

## 投資資金がないにも関わらず、生産強化が求められる

市場のニーズに供給が追いついておらず、生産強化が求められる一方で、大手よりも投資資金がない二次・三次のサプライヤーの負担は大きくなっている。よって、1社の崩壊によってサプライチェーン全体が崩壊しかねない、綱渡り状態に。



1社の崩壊が連鎖する、サプライチェーン全体も綱渡りの状況

さらに

市場の急激な縮小が追いついておらず、生産強化が求められる一方で、メーカー、サプライヤーともに課題は山積み。一方でサプライチェーンの末端に行くほど、負担は大きくなっており、1社の崩壊がサプライチェーン全体に連鎖する、綱渡りの状況

■脱炭素への対応

■セキュリティ対策 など負担となる要素も

既存のお客様とのお付き合いが成り立たなくなる可能性

・・・と、暗い話をしたいわけではありません。

人手不足、高齢化…  
日本は世界屈指の「課題先進国」

国内での成果のみならず、  
国外においても大きなチャンスになりえる

# 製造業に必要な「DX」とは

日本の製造業の現状を打開するためにはDXが急務



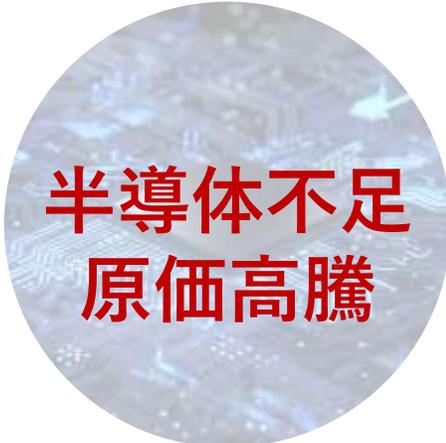
人手不足  
旧型設備

属人的な「ノウハウ」からの脱却



変種変量

ロボットなどを通じた自動化の導入



半導体不足  
原価高騰

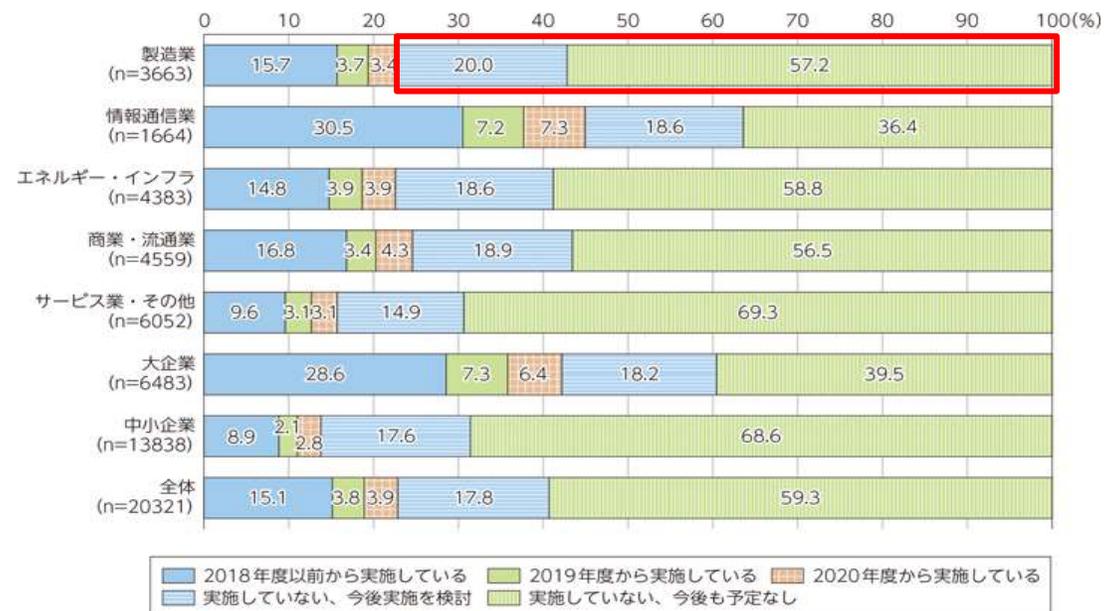
考えうるリスクへの事前予測と対応

**デジタルによる変革 = DX**  
**(デジタルトランスフォーメーション) が製造業にも必要**

# 製造業におけるDXの現状

## 製造業におけるDXは8割が未着手

どの産業においてもビッグトレンドである「DX」(デジタルトランスフォーメーション)。  
日本の屋台骨であり、もっともDXを進めるべき製造業においては、なんと8割が未着手という状況になっている。



※グラフ：デジタル・トランスフォーメーションの取組状況（日本）（2021年）（総務省作成）

**いち早く取り組むことが差別化に直結**

では、なぜ「DX」が進まないのか

## なぜ製造業においてDXは進まないのか



デジタルに精通した人材が社内  
にいない…



効果が分からないからので投資で  
きない…



そもそも何から着手していいか分  
からない…



経営層／現場にデジタルへの抵抗  
感がある…

様々な障壁に  
よってDXは進んでいない

# 製造業のDXを進めるための課題解決の方向性



デジタルに精通した人材が社内  
にいない…

エキスパートと二人三脚で推進



効果が分からないからの投資で  
きない…

投資対効果を事前に明確にする



そもそも何から着手していいか分  
からない…

DXで実現したいビジョンを明確に  
する



経営層／現場にデジタルへの抵抗  
感がある…

DXでもたらされるメリットを明確  
にする

Q.そもそもなぜDXの投資対効果は示しにくいのか？

# なぜDXの投資対効果は示しにくいのか

	データ取得／部分的な自動化	DX
効果の範囲	限定的／短期的	広範囲／長期的
効果をもたらした要素の特定	容易に特定できる	特定するのが難しい
効果の測定	回収期間法、正味現在価値法、投資収益率法、年額原価法、内部収益率法…など 従来の手法で算出可能	従来の手法では算出が難しい&単なる省人化だけにとどまらない、「見えない価値」も考慮に入れる必要がある

# なぜDXに対する抵抗感が生じるのか？

私たちは普段からデジタルツールやデジタルツインを活用しています、が…

## プライベート

もはやデジタルツールなしでは生活できない状況



## ビジネス

変革に対するリスクばかりが先行し、これまでと同じく紙管理や人力での作業、直接対面などが横行



**DXによって享受できるメリットや、DXで成し遂げたい  
未来の姿（ビジョン）が分からないから**

**本日は、「最新鋭デジタルファクトリー」を  
事例を交えてご紹介・議論させていただきます。**

## **本日学べる事**

- **変種変量生産に対応する工場とは**
- **カーボンフットプリントの明確化に向けた取組**
- **自社で着手すべき、実現すべき内容の理解**

**質問：年末年始で気になったニュースを教えてください**

(ほんの小さなことで結構です)

# 目次

1. 自己紹介とお願い事項
2. 前回のおさらい
3. 製造業でDXが必要な理由と進まない理由
4. DX実現によりもたらされるメリット
5. 事例（南相馬デジタルファクトリー）
6. 事例（電力削減、カーボンニュートラル）
7. 事例（DXモジュール）
8. まとめ

# デジタルツインを通じたDXによりもたらされるメリット・ビジョン

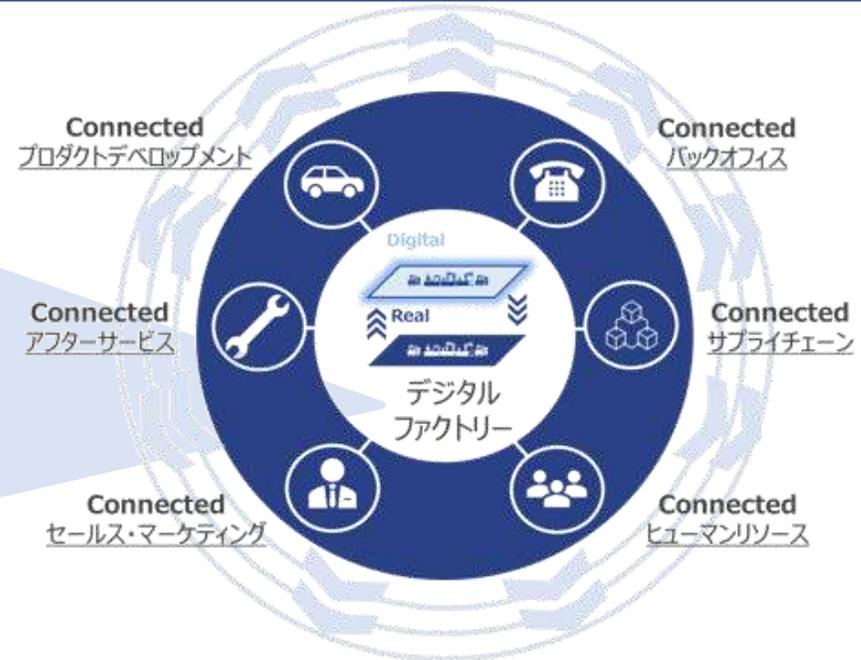
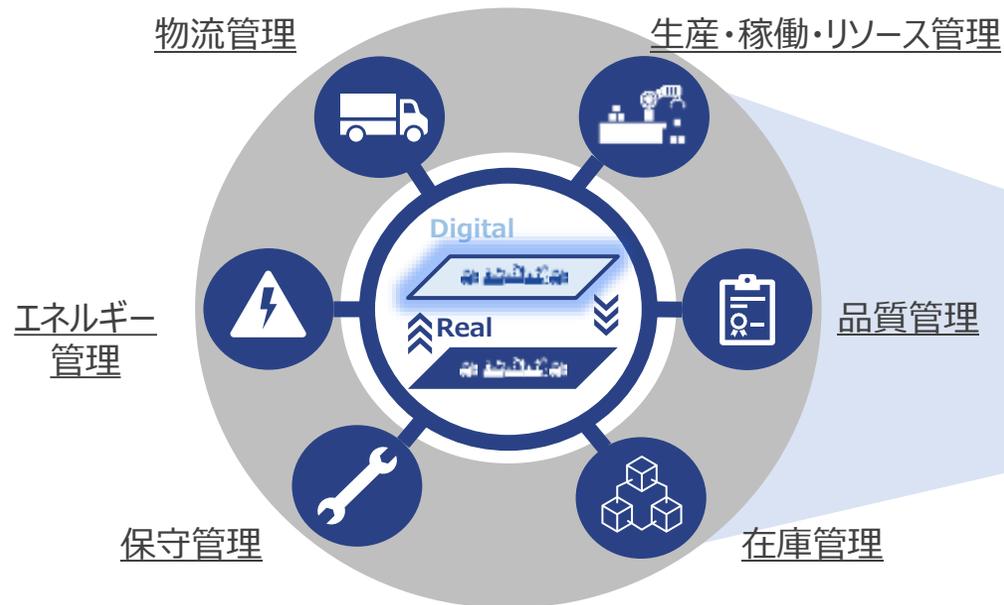
## 工場から始まる企業全体の最適化

デジタルツインを活用した、企業全体の視点での最適な工場づくり。  
単なる効率化・省人化に留まらず、経営全体に利益をもたらす。

### 製造業DXの実現

#### デジタルファクトリーの構築

#### デジタルファクトリーと企業活動業務との連携



# デジタルツインを通じたDXによりもたらされるメリット・ビジョン

## コミュニケーションの創出

デジタル化により、**情報量が圧倒的に増加し、部門を超えて共有**できるように。  
かつてはいがみ合っていた部門間でもコミュニケーションが円滑になり、**ベテランや歴が浅い従業員も含めて、**  
それぞれの知見を合わせることで**さらなる価値創出**につながる。



# デジタルツインを通じたDXによりもたらされるメリット・ビジョン

## ゲーミフィケーションの導入

デジタル化により、**全体に対する貢献度やルールが可視化**。

スポーツ選手のように「成果」と「賞賛・報酬」の関係性を明らかにすることで、**モチベーションが向上、優秀な人材獲得にも寄与**。



# デジタルツインを通じたDXによりもたらされるメリット・ビジョン

## DXを土台としたGX／カーボンニュートラルの実現

カーボンフットプリントの取得のためにはデジタル化が必須。データ取得と同時によりデジタルツインとの連動で、良いアウトプットも可能になることで、グローバル市場の中で「選ばれる」存在に。



# 目次

1. 自己紹介とお願い事項
2. 前回のおさらい
3. 製造業でDXが必要な理由と進まない理由
4. DX実現によりもたらされるメリット
5. 事例（南相馬デジタルファクトリー）
6. 事例（電力削減、カーボンニュートラル）
7. 事例（DXモジュール）
8. まとめ

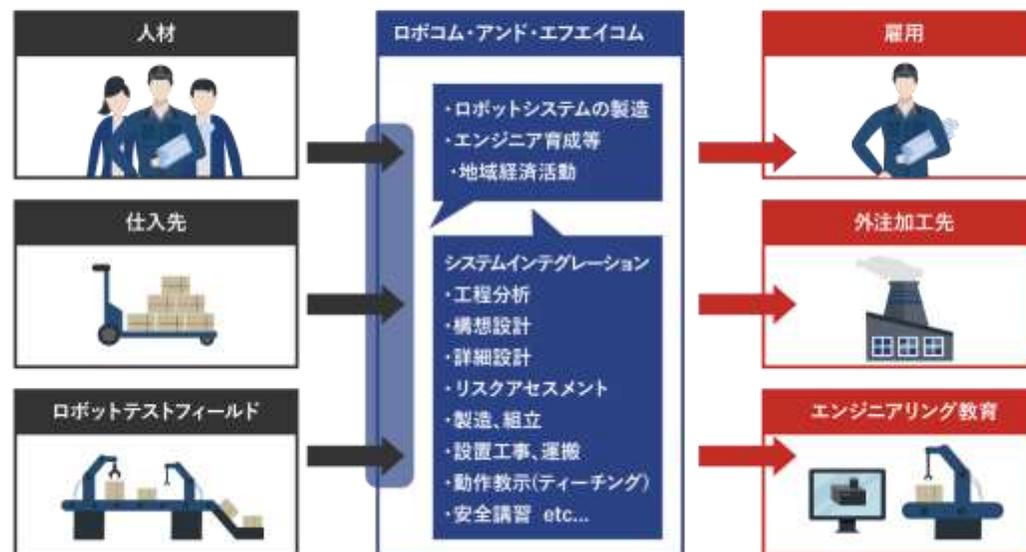
**ROBOT**  
**R & F COM**  
**A.**  
ROBOTCOM & FA.COM

# MINAMISOMA DIGITAL FACTORY

R&F 南相馬デジタルファクトリー

# ご紹介する会社・工場概要

<b>会社名</b>	ロボコム・アンド・エフエイコム株式会社（英文名：ROBOTCOM AND FACOM. Co.,Ltd）		
<b>代表者</b>	代表取締役社長 天野 真也、 代表取締役 飯野 英城	<b>社員数</b>	40名（2021年1月現在）
<b>住所</b>	東京都港区新橋5-35-10 新橋アネックス2階		
<b>住所</b>	南相馬市原町区萱浜字北谷地 南相馬市復興工業団地内		
<b>事業内容</b>	①ロボットパッケージ製造・販売事業 ②大型精密部品加工事業 ③3Dプリンター事業 ④海外エンジニア教育事業		
<b>Mission</b>	南相馬のロボット技術を、全世界へ		



# ロボコム・アンド・エフエicom (R&F) 拠点

営業拠点

新橋事務所



IT開発拠点

ベトナム  
(ハノイ)



開発・生産・  
育成拠点

南相馬工場



エンジニア  
育成拠点

ミャンマー  
(ヤンゴン)



# 製造業のDXを実現したデジタルファクトリー、R&F南相馬工場

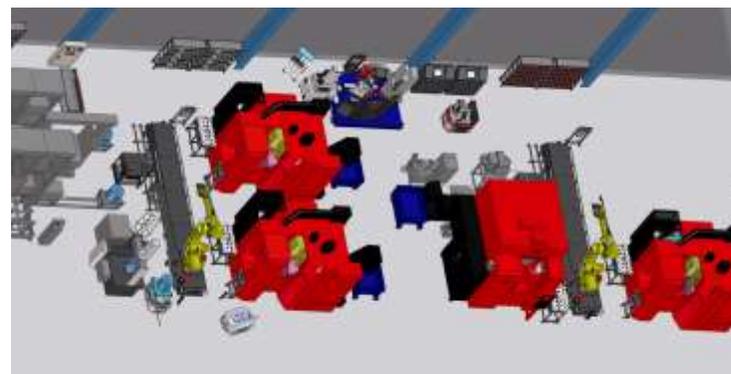


## 工場レイアウト▼

**加工工場** 75x30xH7m

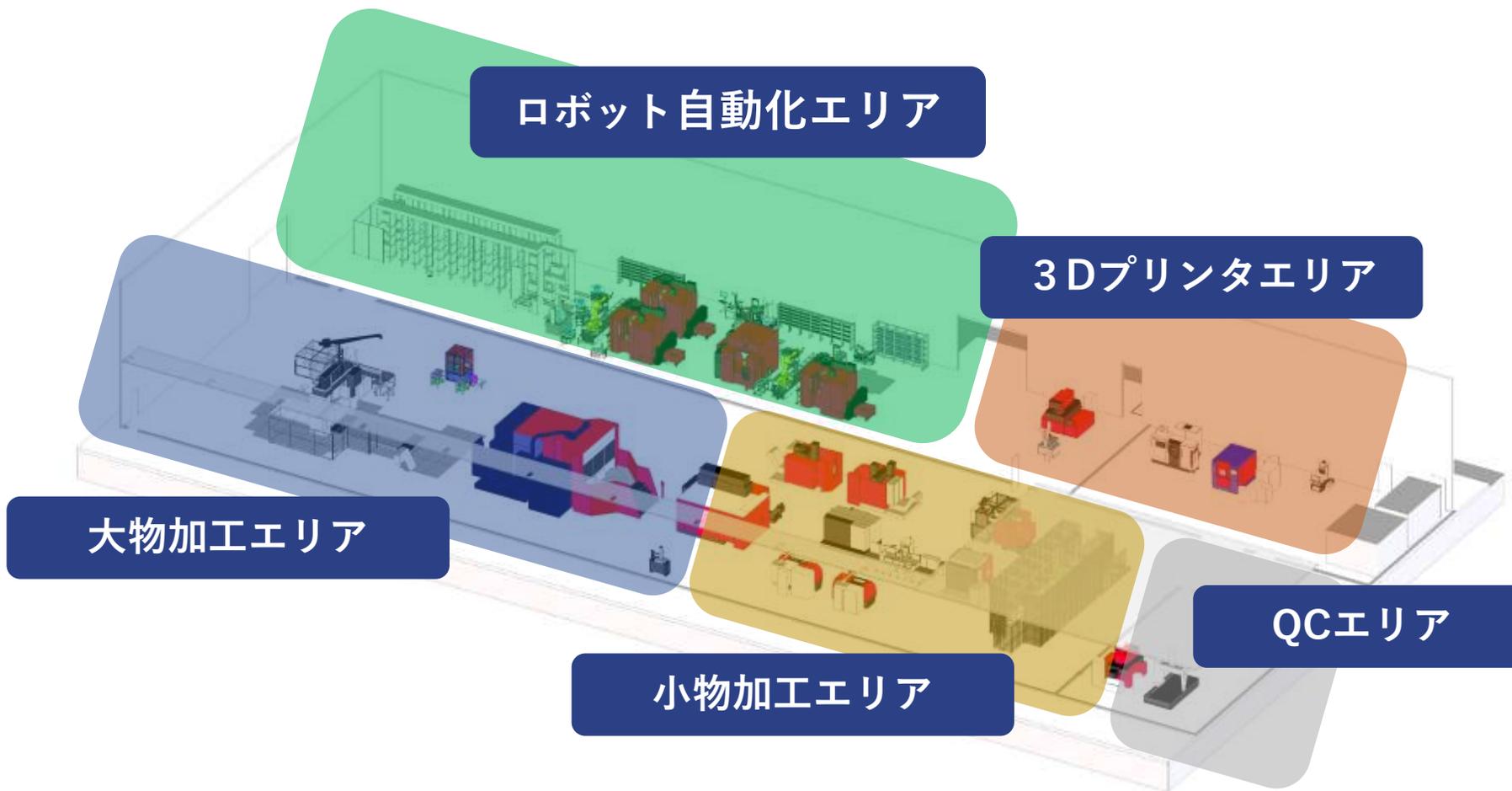
**本館** 37x24xH8m(2F建)  
1F / 展示場、会議室x2、倉庫  
2F / 事務所(50人)、会議室x1、カフェテリア

**研修施設** 35人収容



◀ **ロボット活用  
全自動生産ライン**

# 加工工場レイアウト



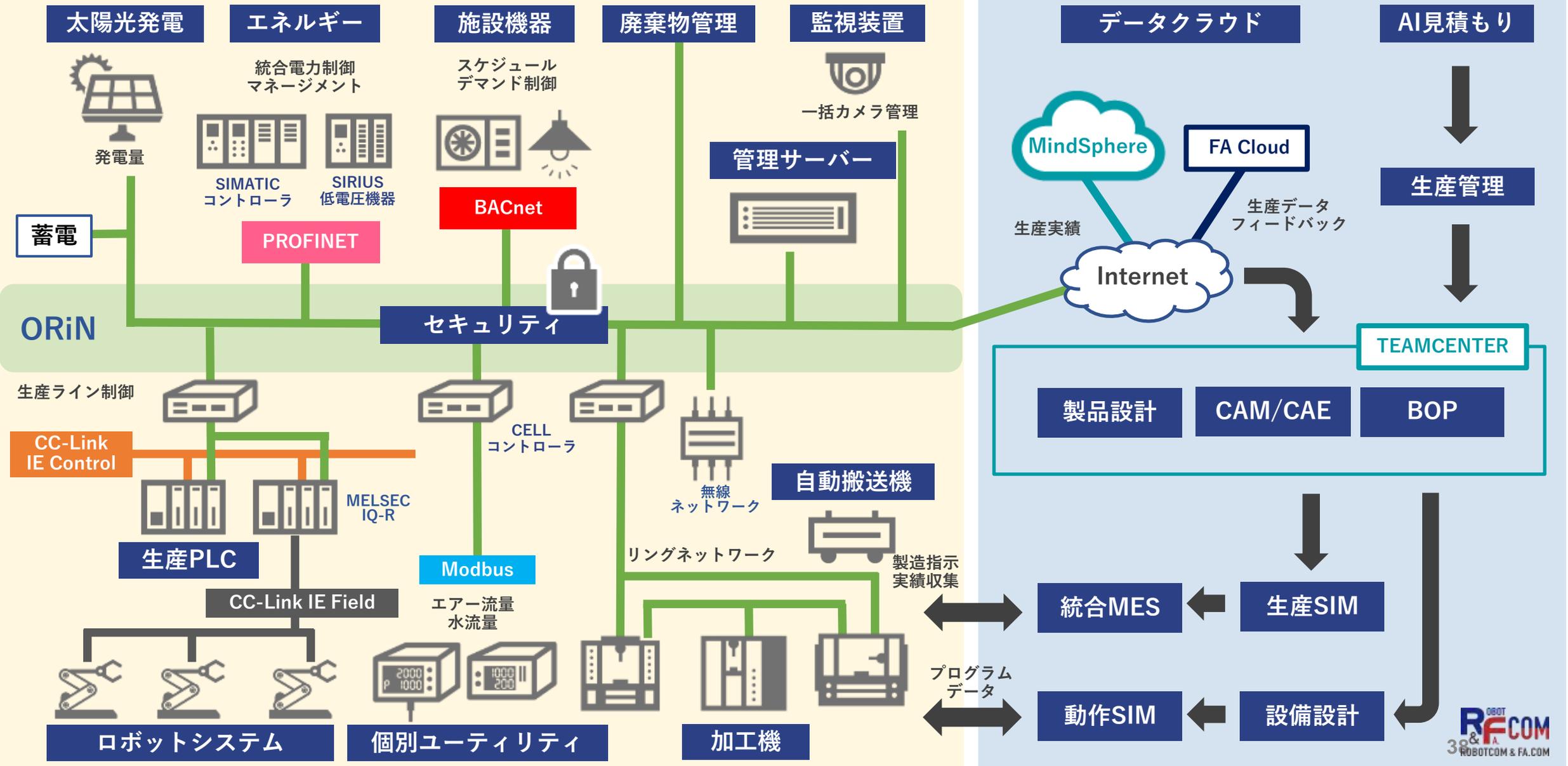
## ロボコム・アンド・エフエイコム 南相馬デジタルファクトリーの特徴



# デジタルファクトリー

## Real

## Virtual



## 工場内で稼働中の設備（大物加工機）



### ■ 立型5軸制御機（YASUDA 製：YBM Vi40）

用途：高硬度高面品位金型の高精度加工が可能。各軸移動体の質量差を極力小さくするとともに、質量の大きな移動体を低重心に設定することで、優れた制御性・減衰性を実現。

最大加工寸法：500 × 500 × 450



### ■ 5軸制御横形マシニングセンタ（MAKINO製：T1）

用途：航空機部品の難削材加工(チタン合金、インコネル、ステンレスなど)に加えて、アルミ合金の能率的な加工が可能。最大傾斜角155度のA軸など、独自の機械構造により、大物ワークに対する接近性も担保されている。

最大加工寸法：Φ1,500 × 1,500



### ■ 大型門形マシニングセンタ（OKUMA製：MCR B-Ⅲ）

用途：最適な冷却で形状精度を維持しながら加工時間短縮を実現。荒加工から仕上げ加工までを1台で完結し、段取り替えの作業時間の大幅短縮により、生産性の向上を導く。

最大加工寸法：1,500 × 2,800～3,000 × 11,800

## 工場内で稼働中の設備（3Dプリンター）



- 金属用3Dプリンタ（DMG MORI製：LASERTEC 30 SLM）  
用途：切削が難しいインペラや歯冠のような小物ワークの精密・高精度な3D部品造形が可能。主に多品種少量部品や複雑形状部品を製造する。  
最大加工寸法：300 × 300 × 300



- 金属用3Dプリンタ（松浦機械製作所製：LUMEX AVANCE-25）  
用途：金属粉末にレーザー照射し溶融・凝固させることで積層造形する粉末床溶融結合法と高速切削加工技術を組み合わせた複合加工を可能とする。  
最大加工寸法：W256 × D256 × H185



- 樹脂用3Dプリンタ（HP製：Jet Fusion 3D 4200）  
用途：ロボットハンド、ドローン治具開発に際し試作プリントに限定して使用。試作プリント対象物が大物のため大型3Dプリンタを選定。  
最大加工寸法：380 × 284 × 380

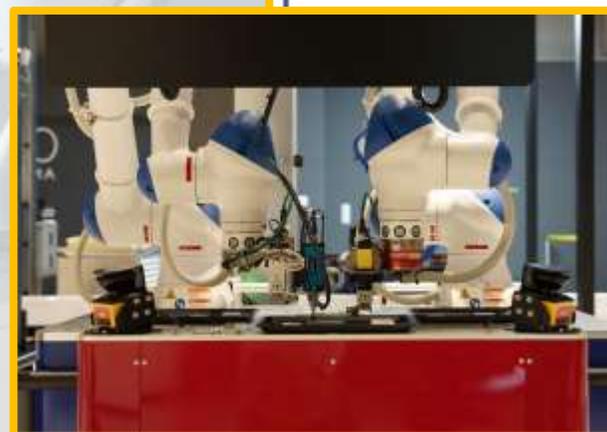
# ロボットシステムパッケージ展示場『スマラボ南相馬』



人協働マルチハンド対応  
マルチ組立ロボットシステム

A photograph of a collaborative robot system consisting of two blue and white robotic arms mounted on a red and blue cart. The system is designed for multi-hand collaborative assembly.

Tシャツ自動ピッキング  
アパレルピッキング  
ロボットシステム

A 3D rendering of a T-shirt picking robot system. It shows a robotic arm reaching into a rack of T-shirts to pick them up. The system is designed for automated apparel picking.

AIピッキング  
(段ボール・ランチパック対応)  
番重仕分けロボットシステム

A 3D rendering of a heavy-duty sorting robot system. It shows a robotic arm reaching into a rack of boxes to pick them up. The system is designed for automated sorting of heavy-duty items like cardboard boxes and lunch packs.

# 変種変量に対応するデジタルファクトリー

カーボンニュートラルを実現するエネルギーマネジメント

販売から生産設備まで連動した生産システム

生産を停止させない工場のネットワークセキュリティ

# ロボコム・アンド・エフエイコム 南相馬工場の環境分野に対する取り組み

## カーボンニュートラル実現に向けた取り組み



将来計画

①

自家消費型太陽光発電システムの導入  
(CO2排出量3,057t削減)

②

電気自動車の導入  
(充電ステーション2基設置)

③

製品単位での原単位管理  
(稼働監視システムによるクラウド管理)

④

産業廃棄物計量システム  
(切粉回収AGVシステム、ecoScale)

⑤

太陽光蓄電池システムの導入

⑥

再エネ電気の調達

# 自家消費型太陽光発電システムの導入



## 製品単位での原価管理

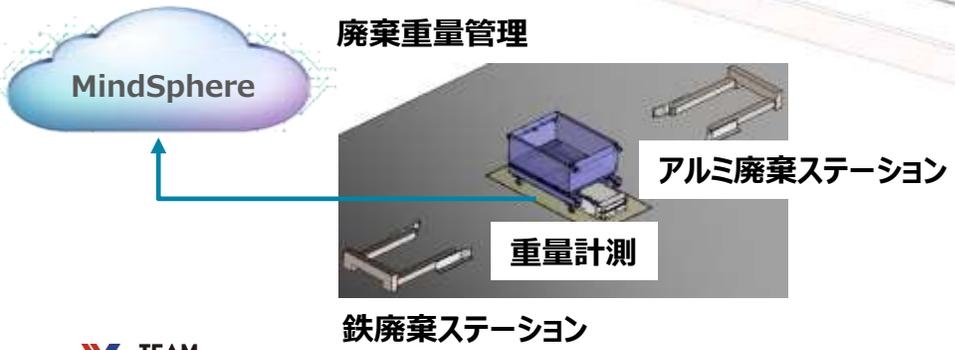
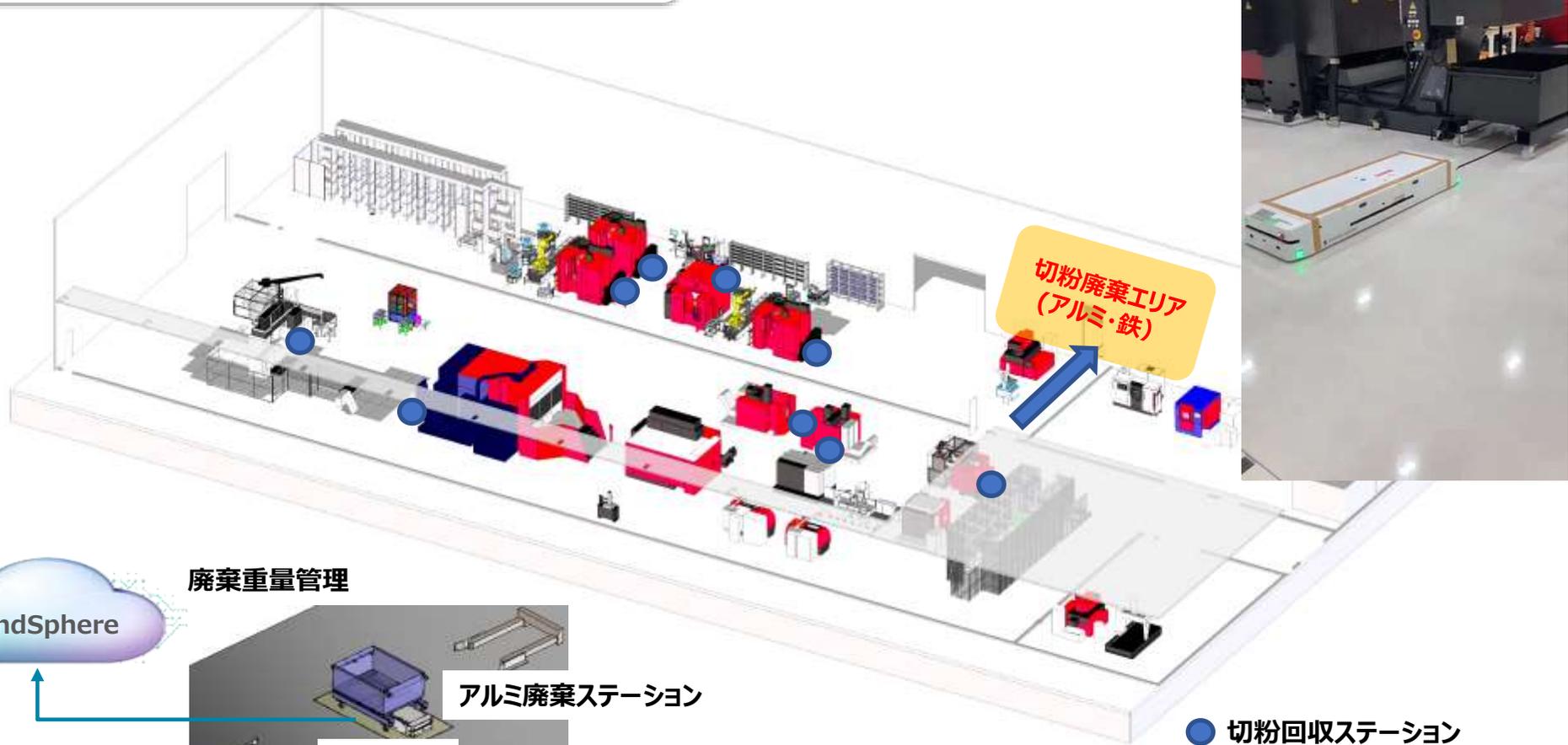
項目	管理方法
材料費	生産管理システムの購買管理
設計費・作業費	生産管理システムで作業時間管理(モバイル端末, QRコード)
減価償却費	チャージ(加工機により固定) x 加工時間(稼働監視システムで算出)
電気使用量	(加工機 + 空調 + LED) x 加工時間(稼働監視システムで算出)
水使用量	流量 x 加工時間(稼働監視システムで算出)
エア使用量	流量 x 加工時間(稼働監視システムで算出)
加工廃棄量	AI見積システムにより算出



**細かな電力量、エア、水使用量管理により製品毎の原単位管理**  
(究極の原単位管理システムを実現できる仕組みを構築中)

# 産業廃棄物自動計量システム

## 切粉自動回収AGVシステム



## 産業廃棄物 自動計量システム ecoScale



最先端のネットワーク・セキュリティ



# R&F南相馬デジタルファクトリーの特徴

## オフィスネットワーク（IT）と生産ネットワーク（OT）

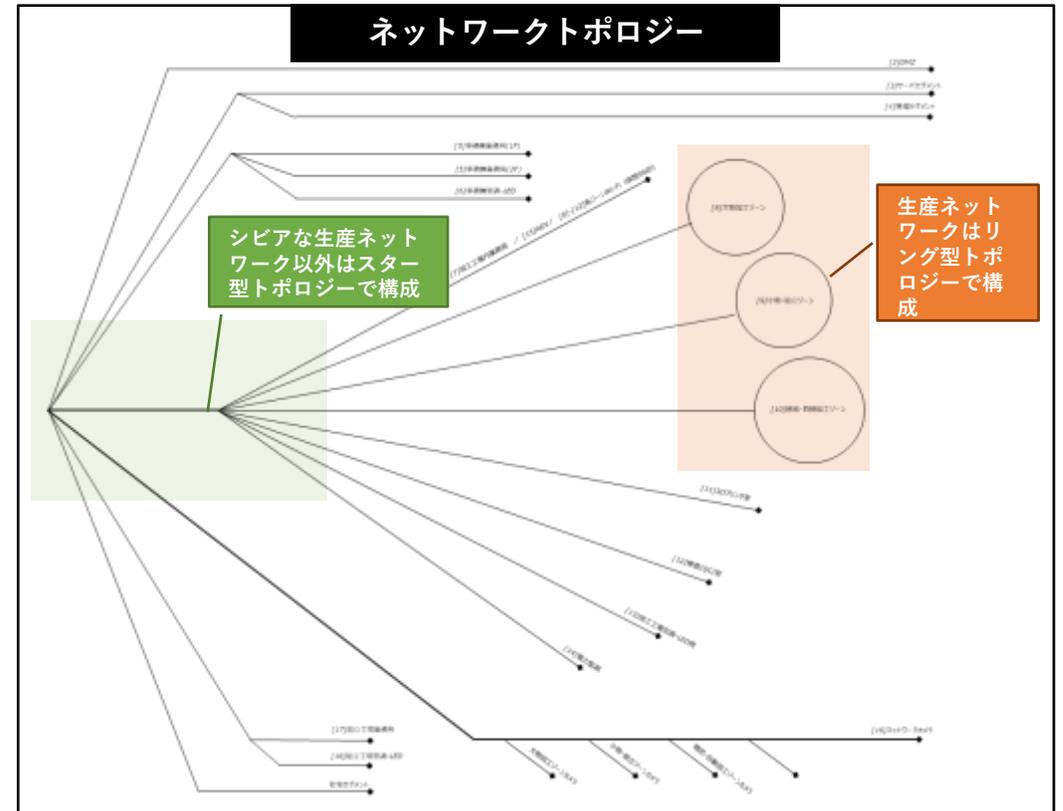
南相馬工場では、オフィスネットワーク（Information Network）及びコアネットワークをスター型トポロジー、生産現場の生産ネットワーク（Operation Network）をリング型トポロジーとして構成し、これらを組み合わせることで、ネットワークの拡張性、利便性を損なうことなく、高度な冗長性を実現している。

### オフィスネットワーク（コアネットワーク）

- 一般的なスター型トポロジーを用いることで、将来的なネットワークの拡張が容易となるように構成。
- ネットワーク機器の仮想化により、1台の機器で複数のルータやファイアウォールを配置したのと同等の機能を実現し、物理的な機器数を削減。
- LAG、VRRP、RSTPといった一般的な冗長化プロトコルを採用することで、将来的な機器の交換や追加の際にも、ネットワーク機器のメーカーを問わず、同等の冗長構成の維持を可能としている。

### 生産ネットワーク

- リング型トポロジーで構成し、MRPプロトコルによる冗長化を行うことで、機器故障時のダウンタイムを極限まで短縮し、生産現場のシビアなネットワーク要件に対応。
- ドイツシーメンス社の生産現場に特化したネットワーク機器を採用することで、優れた耐久性、耐候性を持った堅牢なネットワークシステムを構成。同社の機器の障害復旧支援機構であるキープラグに対応した機器を採用することで、機器故障時にも、単純な機器交換とキープラグの差し替えによる早急な故障復旧を可能としている。



# R&F南相馬デジタルファクトリーの特徴

## コアセキュリティとセルセキュリティ

南相馬工場では、上位のコアネットワークレベルと工場内の生産ネットワークレベルの二段階でネットワークセキュリティを構成しており、一般的なコア側のアクセス制御（ACL）、ファイアウォール、UTM（統合脅威管理）に加え、工場内のネットワークを各加工ゾーンをセルとして分け、それぞれにエッジ側ファイアウォールを設置することで、外部だけではなく、内部からの攻撃に対してもセキュリティを強化している。

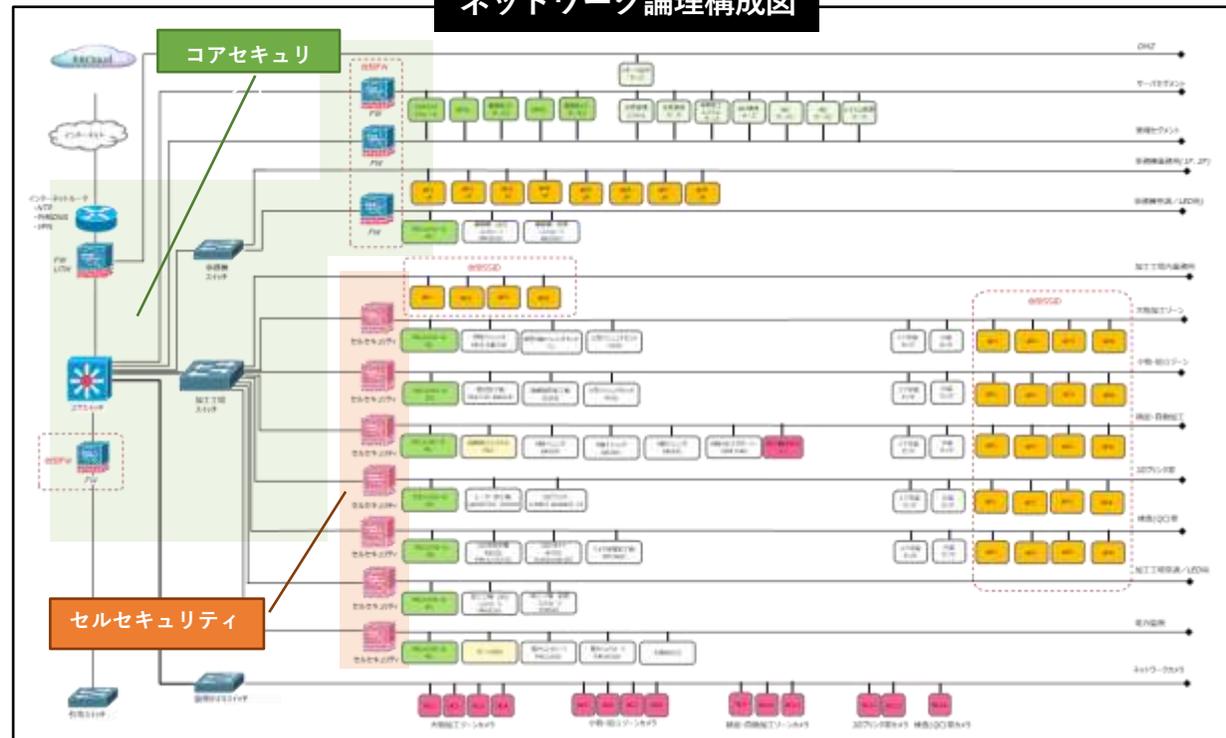
### コアセキュリティ

- 工場全体のネットワークを用途、ゾーン毎にセルとして分離して構成し、コアスイッチによるアクセス制御（ACL）により、必要な通信以外をセル間に通さない構成としている。
- コアネットワークに外部向け、内部向けの仮想ファイアウォールをそれぞれ設置し、インターネットからの防御だけでなく、コアスイッチを通る全ての通信を制御すると同時に、UTM（統合脅威管理）の機能により、不正アクセスの検知、遮断の仕組みを設けている。

### セルセキュリティ

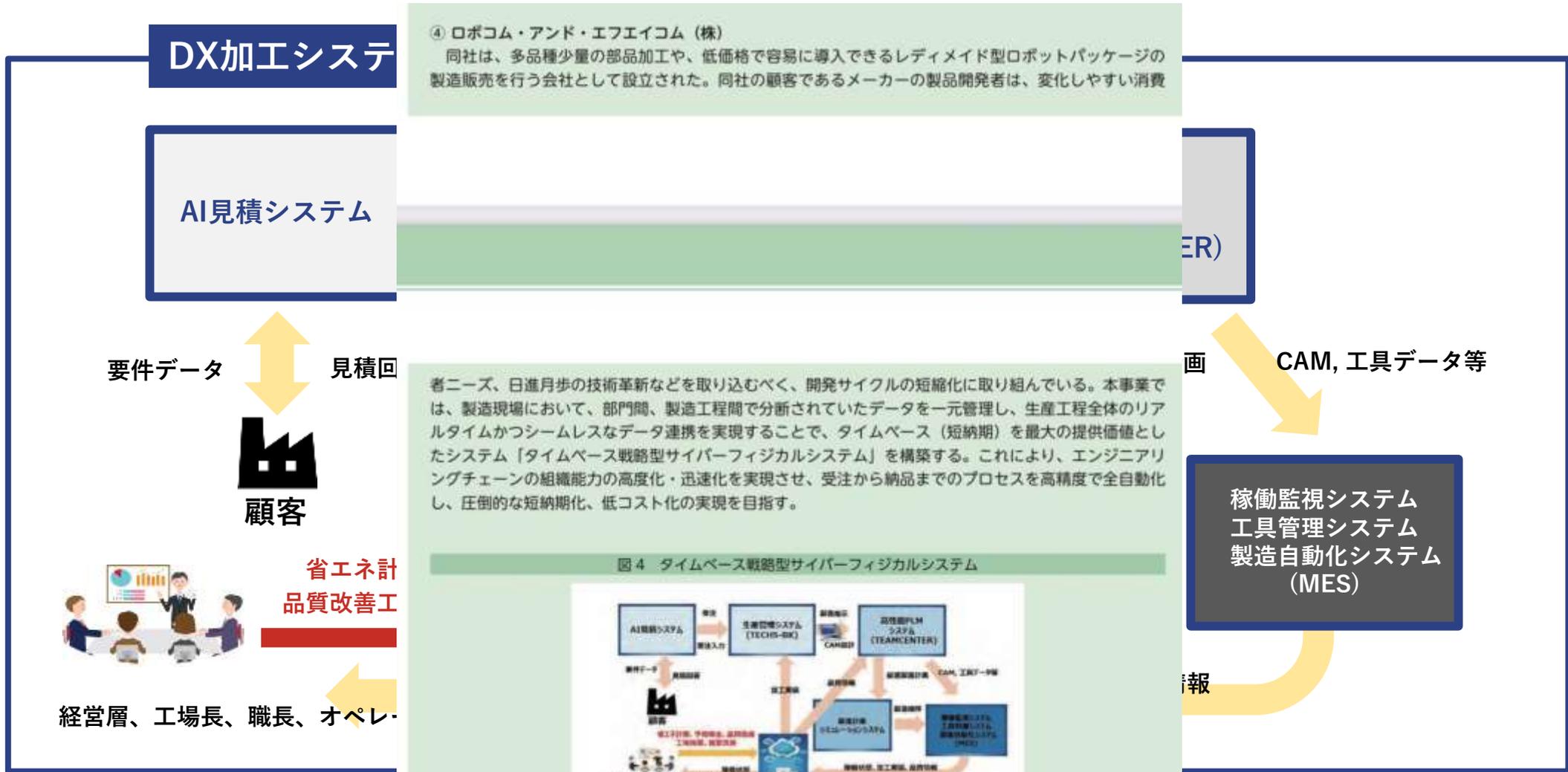
- コアセキュリティに加え、生産現場である工場内においては、各セル毎に**ドイツシーメンス社のセルセキュリティ機器**を配置し、セル側単体での不正アクセス防御機構を設けることにより、仮に悪意のある攻撃者が工場内に侵入し、内部から攻撃を行おうとしても、**生産ネットワークには容易にアクセス出来ない構成**としている。

ネットワーク論理構成図



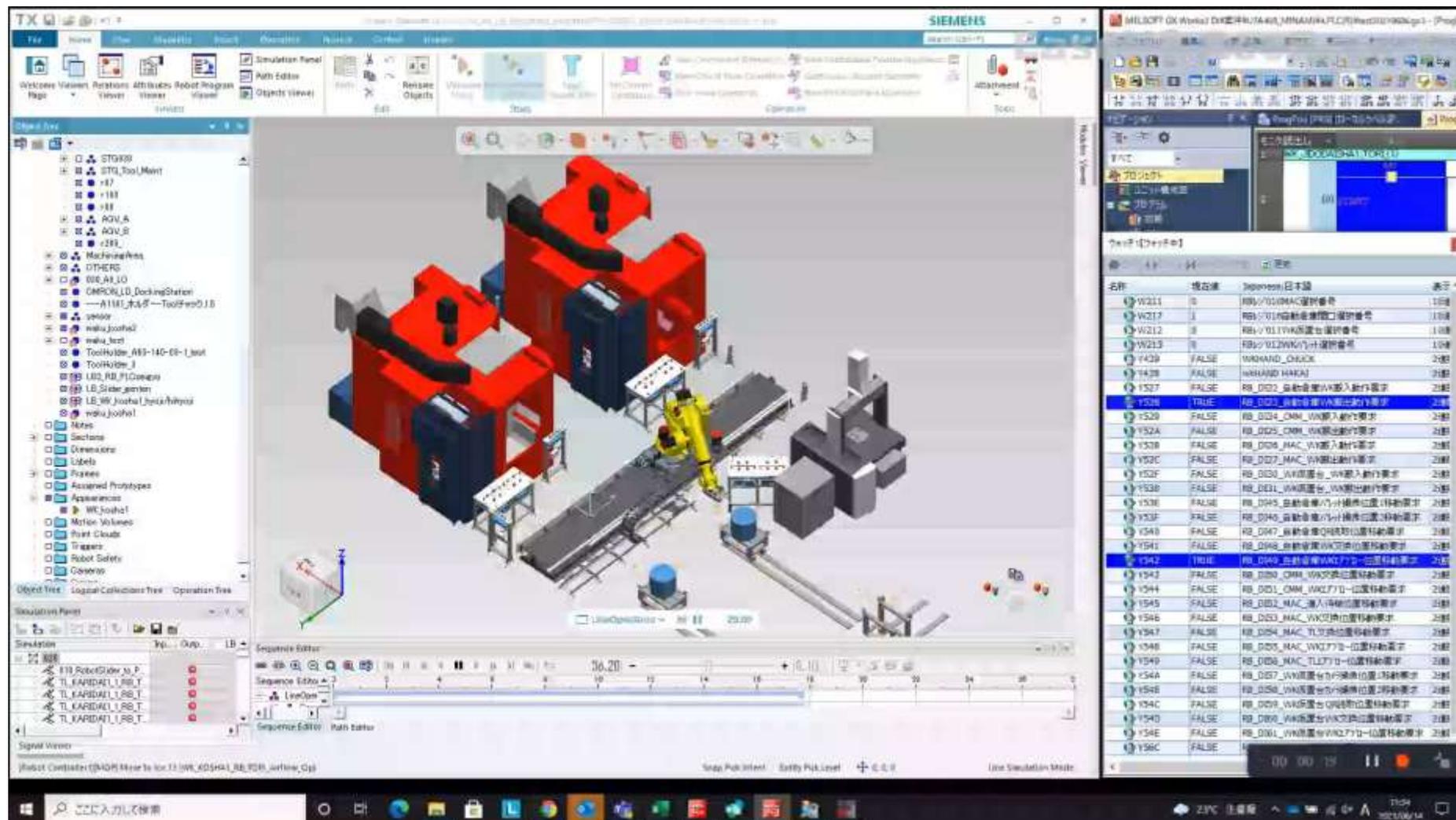
# DX実現による変種変量・短納期生産対応

# R&F南相馬デジタルファクトリーの特徴



# デジタルシミュレーション技術の活用

# R&F南相馬デジタルファクトリーの特徴





## ロボット活用全自動生産ライン



## R&F南相馬デジタルファクトリーの特徴



# 福島発“日本式スマートデジタルものづくり”の背景と取り組み

## 環境の変化

- ✓ **元々福島は製造業が盛んで、震災からの復興が期待されている**  
官主導でロボットテストフィールド・新エネルギー活用の取り組みが進むが、**真の復興には産業界による牽引も必要**
- ✓ **世界的な地球環境への配慮の議論の高まり**  
サプライチェーンに含まれる中小企業も、**再生可能エネルギーへのシフト**や**カーボンニュートラル・カーボンフットプリントへの対応が急務**  
合わせてそれらのデータを扱う生産現場のセキュリティ強化も課題に
- ✓ **大規模な需要・供給変動が突発的に発生**  
(例) 多国間の貿易摩擦、新型コロナ、半導体供給不足など

## 求められる対応

環境リブランディング  
地元産業の創出・活性化

再エネ活用  
電力消費の最適化  
CO2排出量の可視化

変種変量生産  
サプライチェーン強化

環境に配慮した新しいものづくりの重要度が増している

## 環境の変化に対応する取り組み

### ① 次世代製造業のモデルとして、デジタルファクトリーを構築・公開

1. 変種変量生産を計画・指示・監視する全体生産マネジメントと全自動化
2. 再生可能エネルギーの発電状況と工場の電力使用のバランスを最適化するエネルギーマネジメント
3. 工場の内外からの不正アクセスを防御するネットワークセキュリティ

今後製造業が求められる数々の課題に対応、日本のロボットSI技術の集大成として情報をオープンに

### ② 日本の技術力の結晶「安全安心なものづくり」を、福島から発信・産業化

1. 環境に配慮した工場の仕組み自体を国内外に提供、地元企業を含む関係企業と共に産業として育成
2. 多様なメディアへの訴求力を持つ”Team Cross FA”が福島・南相馬から情報発信

「福島発日本式スマートデジタルものづくり」により  
環境対応と経済活性化を両立、福島のリブランディングに貢献

# 目次

1. 自己紹介とお願い事項
2. 前回のおさらい
3. 製造業でDXが必要な理由と進まない理由
4. DX実現によりもたらされるメリット
5. 事例（南相馬デジタルファクトリー）
6. 事例（電力削減、カーボンニュートラル）
7. 事例（DXモジュール）
8. まとめ

# 電力、CO2排出に関して製造業界が抱える課題

「カーボンニュートラル」「脱炭素」といった環境配慮の標語が叫ばれる昨今、各製造業企業には環境負荷の低減やCO2の排出量の可視化が求められるようになってきました。

## 現状の問題点

### 顧客からの要望

納入先の環境意識も高まり製品のCO2排出量を求められることが増えてきているが、自社では特に算出していないため答えられない

### 排出量の算出

工場全体での排出量は算出できるが、製品ごとのCO2の排出量をどうやって算出すればいいのか分からない

### 排出ポイントの可視化

カーボンニュートラルを目指してCO2排出量の削減を行いたい、工場のどこに手を入れればどれくらい削減できるのか分からない



**CO2排出量の詳細なデータが取れない**

# カーボンニュートラルとは

## 意味

CO2排出量 - CO2吸収量 = **0**の状態

地球規模の課題である熱波、低温、海面上昇等自然災害などの気候変動問題の解決に向けた長期目標

## なぜ重視されているのか

① **世界共通**・国家としての重要課題

日本を含め、123か国が2050年までのカーボンニュートラル達成を宣言している

② **取り組みの度合いが企業価値に直結**。国内3兆円規模

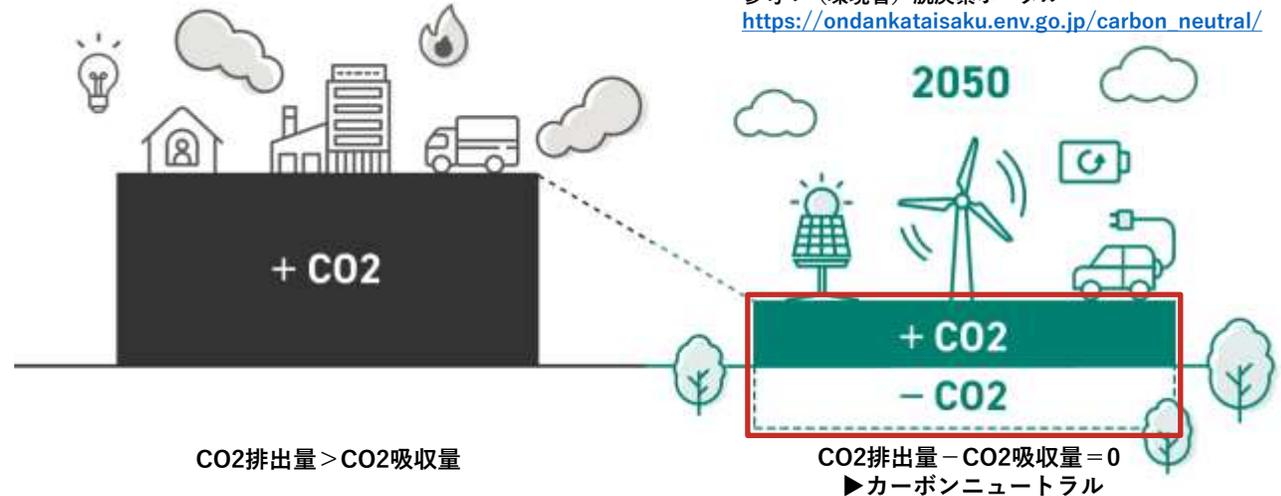
企業や自治体の取り組み内容は、「国際イニシアティブ」によって格付け・情報公開され、市場評価に反映される

## 誰が取り組むべきものなのか

企業は**規模を問わず**取り組む必要がある

サプライチェーン全体でのCO2排出量 (Scope3) まで評価される

参考：(環境省) 脱炭素ポータル  
[https://ondankataisaku.env.go.jp/carbon\\_neutral/](https://ondankataisaku.env.go.jp/carbon_neutral/)



Scope1：事業者自らによる温室効果ガスの直接排出（燃料の燃焼、工業プロセス）

Scope2：他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出

Scope3：Scope1/Scope2以外の間接排出（事業者の活動に関連する他社の排出）

# カーボンフットプリント データ収集の定義・条件

## 1次データ

製造段階において、

- ・ 自社工程での資材・部品などの消費量
- ・ 電力、重油、上水などのユーティリティの消費量
- ・ 工場の空調・照明などで使われる電気の消費量
- ・ 自家発電設備がある場合は、そこで使用される重油など燃料の消費量

### < 1次データで得た電力量のCO2換算方法 >

各電力事業者より公表されるCO2排出計数で換算する。  
2020年度東京電力のCO2排出計数 = 0.441kg-CO2/kWh

## 2次データ

可能な限り、1次データによる収集を推奨しているが、購入されている部材や素材など、その製造に関するデータを直接収集することが困難な場合、また本来は1次データとしての収集すべきデータでも、その収集が困難な場合は、文献統計を用いて算出されるデータ(2次データ)を用いることが許されている。

例1) 鉄鋼のCHG排出量2次データ

公開用整理番号	名称	単位	GHG排出量 [kg-CO <sub>2</sub> e/単位]
JP316001	铸造用銑鉄(銑鉄)	kg	1.18E+00
JP316002	熱延鋼板	kg	1.59E+00
JP316003	冷延鋼板	kg	1.71E+00
JP316004	ティンフリー鋼板	kg	1.89E+00

例2) プレス加工のCHG排出量2次データ

## 資本財の除外原則について

製造設備の製造にかかわるCO2排出量はそれらを運転する時に必要となる電気や重油の仕様によるCO2排出量よりも小さいことが通常なので、除外することが原則となっている。  
また、商品の生産にかかわるCO2排出量を表示するという観点から、営業や研究などの間接部門のCO2排出量も含まない原則になっている。

## 配分について

工場の照明や空調など、原単位に分配することが困難な場合、生産重量や販売価格により配分する

# 事例紹介

## インプットデータ

### ・電力量 電力量センサ

※標準仕様は設備単位ごとに電力を測定。  
下記必要に応じてセンサを追加

### ・水 流量センサ

### ・ガス 流量センサ

### ・エアー 流量センサ

### ・照明・電灯、エアコンはエリア単位

### ・コンプレッサー、自動倉庫など共有設備としてカウント

#### コンプレッサー

製品ごと、設備単位でのエアー使用量を取得することで  
より正確な排出量を算出することができます。

#### 自動倉庫

製造製品に対して、原料・組付け部材などデータを紐付けすることで  
モノが移動した際の電力量も算出することが可能です。

※入出庫在庫データ連携が必要

### ・EXCELファイルは指定のフォーマットでインプット可能

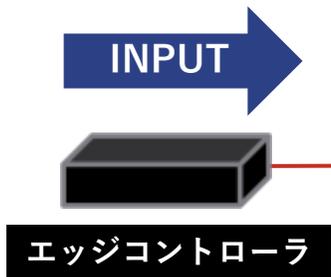
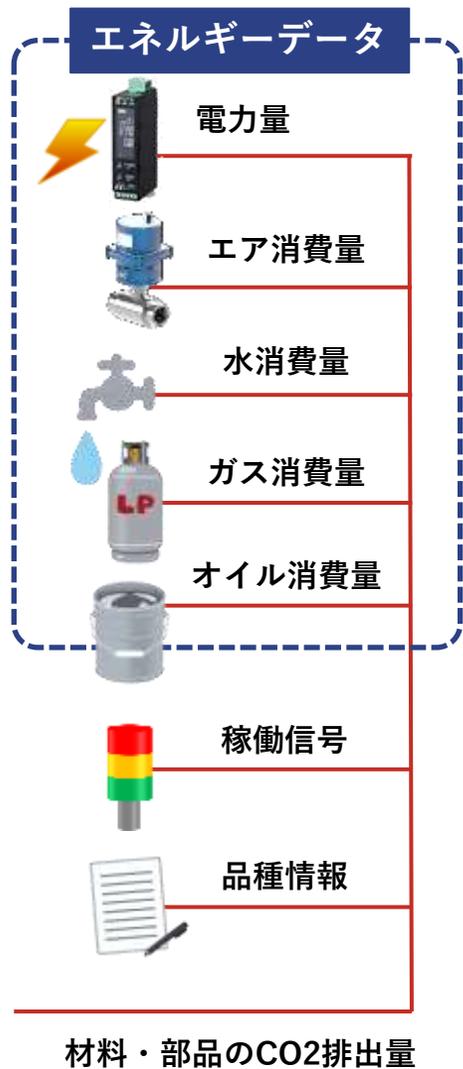
## 使用ツールソフト

- ・データベース：Dr.SUM
- ・ダッシュボード：MotionBoard

## 使用ハード

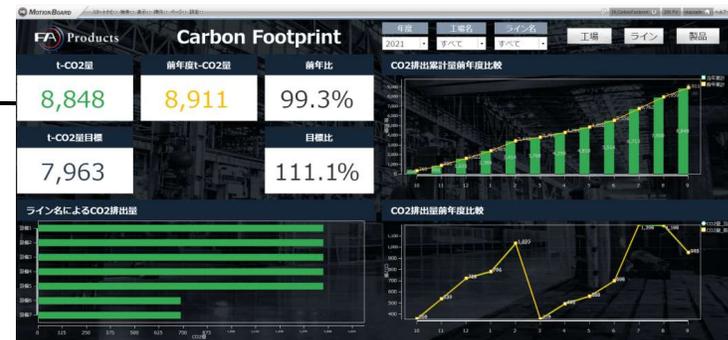
- ・電力量センサ ※メーカーは納期により変更  
推奨：オムロン、三菱、シーメンス
- ・エッジコントローラ

# 工場カーボンフットプリントに必要なデータ



INPUT方法は  
・MQTT  
・OPC-UA  
などの通信を  
前提としています。

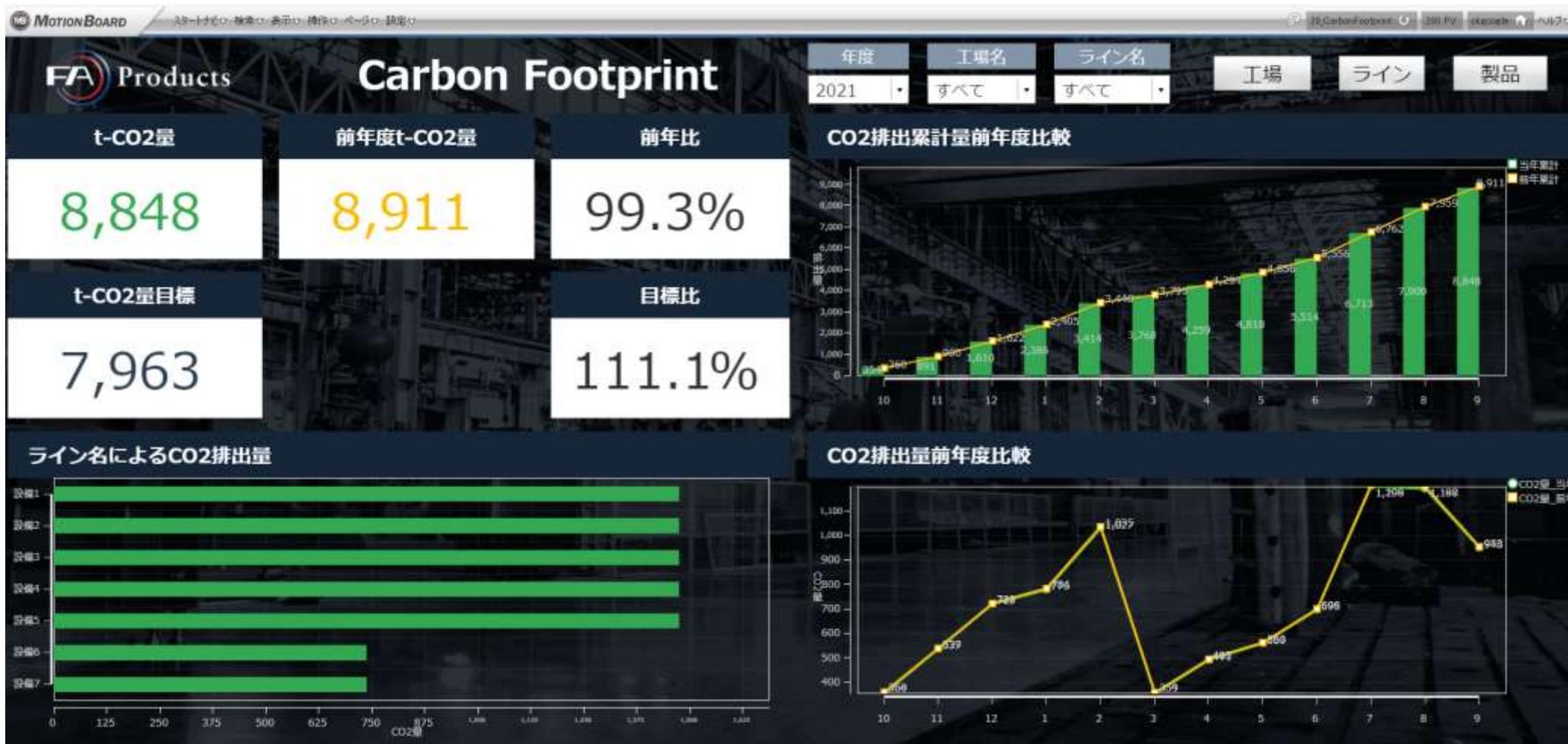
各ユーティリティ  
ごとのCO2換算式



工場全体のCO2排出量（本日分、累積分）  
ライン毎のCO2排出量（本日分、累積分）  
品種ごと、製品1個あたりのCO2排出量  
削減率の前年度比較

# 解決策 ▶ カーボンフットプリントシステムの導入

工場全体ではなく工程・設備・作業ごとにCO2排出量の詳細な取得が可能であり、企業価値の向上に寄与します。



# 画面イメージ



# 本事例の特徴

## 1製品ごとのCO2排出量 算出が可能

製品ごとに品番と使用電力量  
を取得可能

➡製品の製造された  
工程・ラインを追跡

生産実績も取得

➡CO2排出量を算出。  
水・ガスのデータも  
取得可能

※電灯やエアコンなどは  
生産された総数で計算します。

## ダッシュボード化で レポート出力可能なBI画面

工程, 設備, 作業ごとのCO2排  
出量をグラフ付きでダッシュ  
ボード化

➡レポート出力も可能で  
月, 年単位の比較が容易

電力, ガス等既存の取得済み  
データとも連携可能

➡お客さまごとに最適化

## CO2の削減目標が明確化

CO2排出量の工場全体における  
見える化

➡CO2削減目標のKPI設定  
が容易になり、省エネに  
具体的に取り組める

工場全体の電力使用状況も把  
握可能

➡省エネ活動による  
電気料金削減

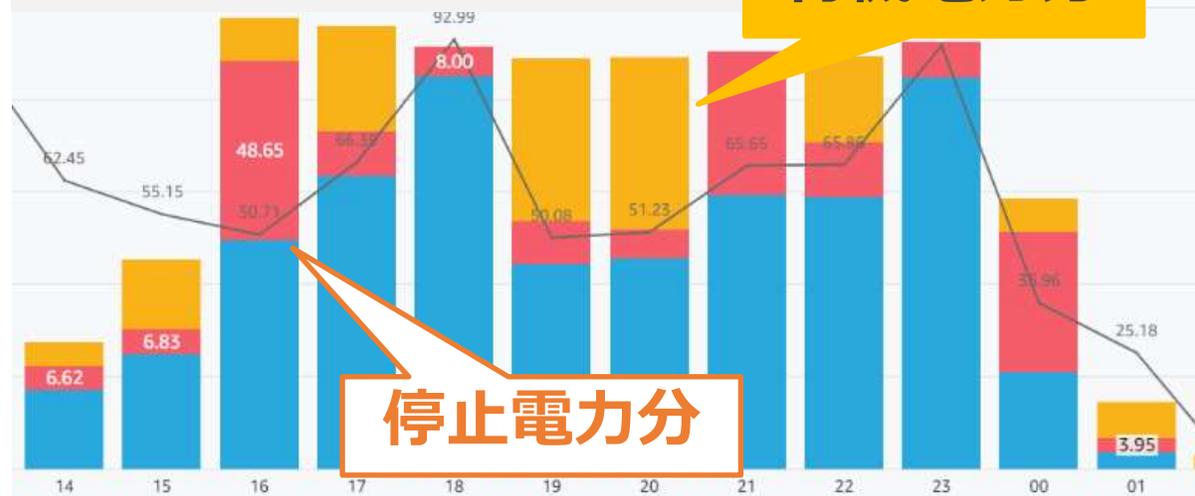
見える化から電力削減は始まります

## 製造ライン別CO2排出量/月



優先的に  
カイゼン

## 1時間毎の電力消費量



① 待機電力

② 停止電力

③ 正味電力



電源オフ

停止撲滅

CT短縮

効率的にカイゼンできる



# シミュレーションを活用した電力削減ソリューション事例

# 生産シミュレーションを活用した工場における省エネ活動

## 省エネ活動のフロー例

### ■ デマンド監視

工場全体の電力使用量を把握・監視・予測

#### 【課題】

- ・デマンド監視
- ・デマンドコントロール
- ・遠隔監視
- ・生産シミュレーションによる電力ピーク使用量を予測
- ・生産量を維持した状態で、ピークを抑えたい
- ・過去の実績値を用いた予測

### ■ 節電運用改善

設備単位での【見える化】を行い生産量に合わせた、設備構成・節電対策を検証

#### 【課題】

- ・個別電力量モニタシステム
- ・台数制御
- ・照明などユーティリティ周りの監視
- ・設備ごとの電力使用量予測
- ・生産コントロールを実施（省エネ対策）

生産シミュレーション予測

# デマンド監視

工場全体の電力使用量を把握・監視・予測

- 【課題】
- ・デマンド監視
  - ・デマンドコントロール
  - ・遠隔監視
  - ・生産シミュレーションによる電力ピーク使用量を予測
  - ・生産量を維持した状態で、ピークを抑えたい
  - ・過去の実績値を用いた比較と予測

生産シミュレーション予測

電力使用量実績値



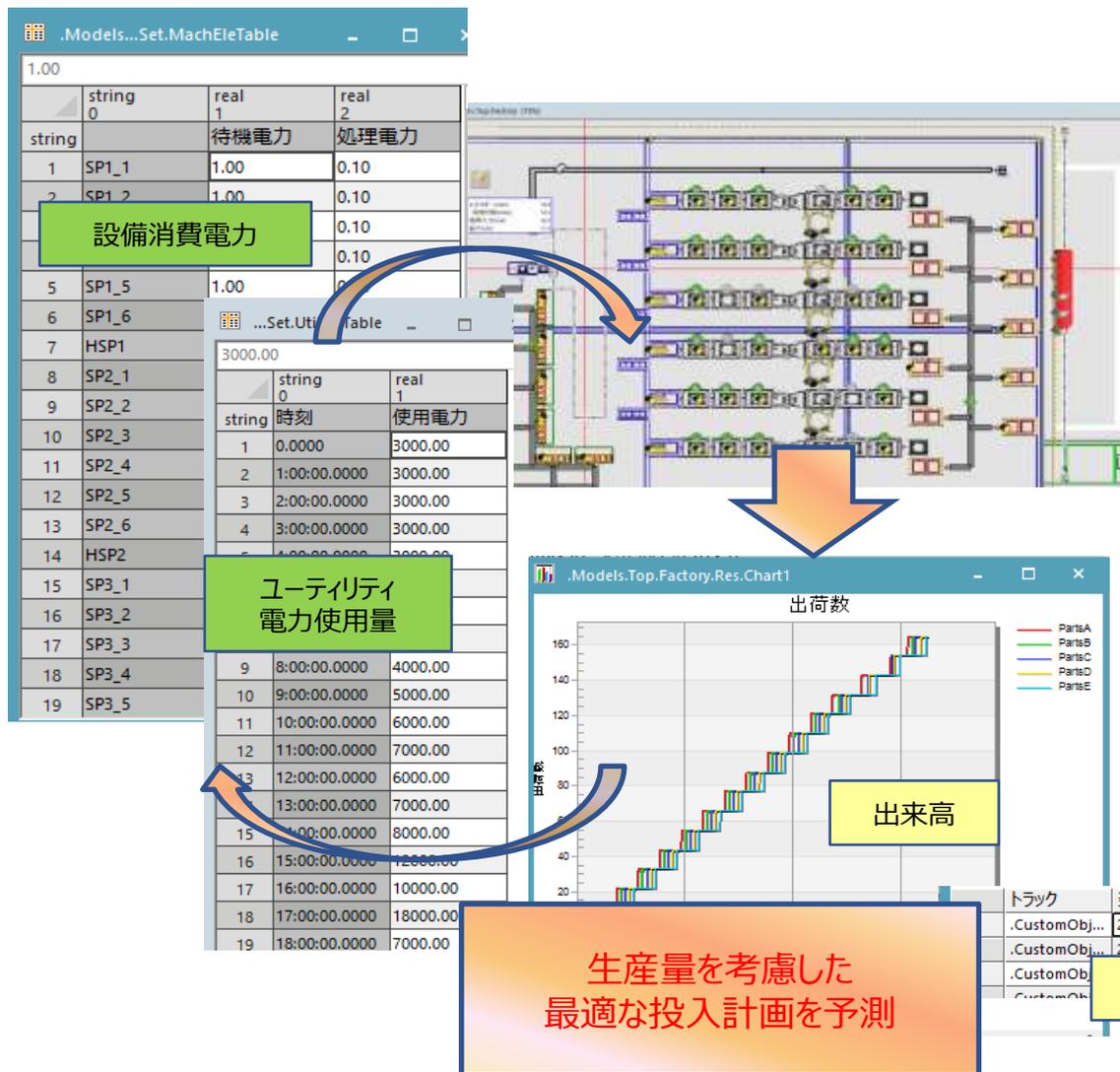
年月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2017	28	17	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
2018	28	17	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
2019	28	17	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
2020	28	17	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
2021	28	17	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
2022	28	17	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11



ピークを抑えた、かつ遅れが発生しない最適な投入計画を予測



# 節電運用改善



設備単位での【見える化】を行い生産量に合わせた、  
設備構成・節電対策を検証

- 【課題】
- ・個別電力量モニタシステム
  - ・台数制御
  - ・照明などユーティリティ周りの監視・予測
  - ・設備ごとの電力使用量予測
  - ・生産コントロールを実施（省エネ対策）

生産シミュレーション予測

# 生産シミュレーションを活用した工場における省エネ活動

## ■ デマンド監視

工場全体の電力使用量を把握・監視・予測

### 【課題】

- ・デマンド監視
- ・デマンドコントロール
- ・遠隔監視
- ・生産シミュレーションによる電力ピーク使用量を予測
- ・生産量を維持した状態で、ピークを抑えたい
- ・過去の実績値を用いた予測

## ■ 節電運用改善

設備単位での【見える化】を行い生産量に合わせた、設備構成・節電対策を検証

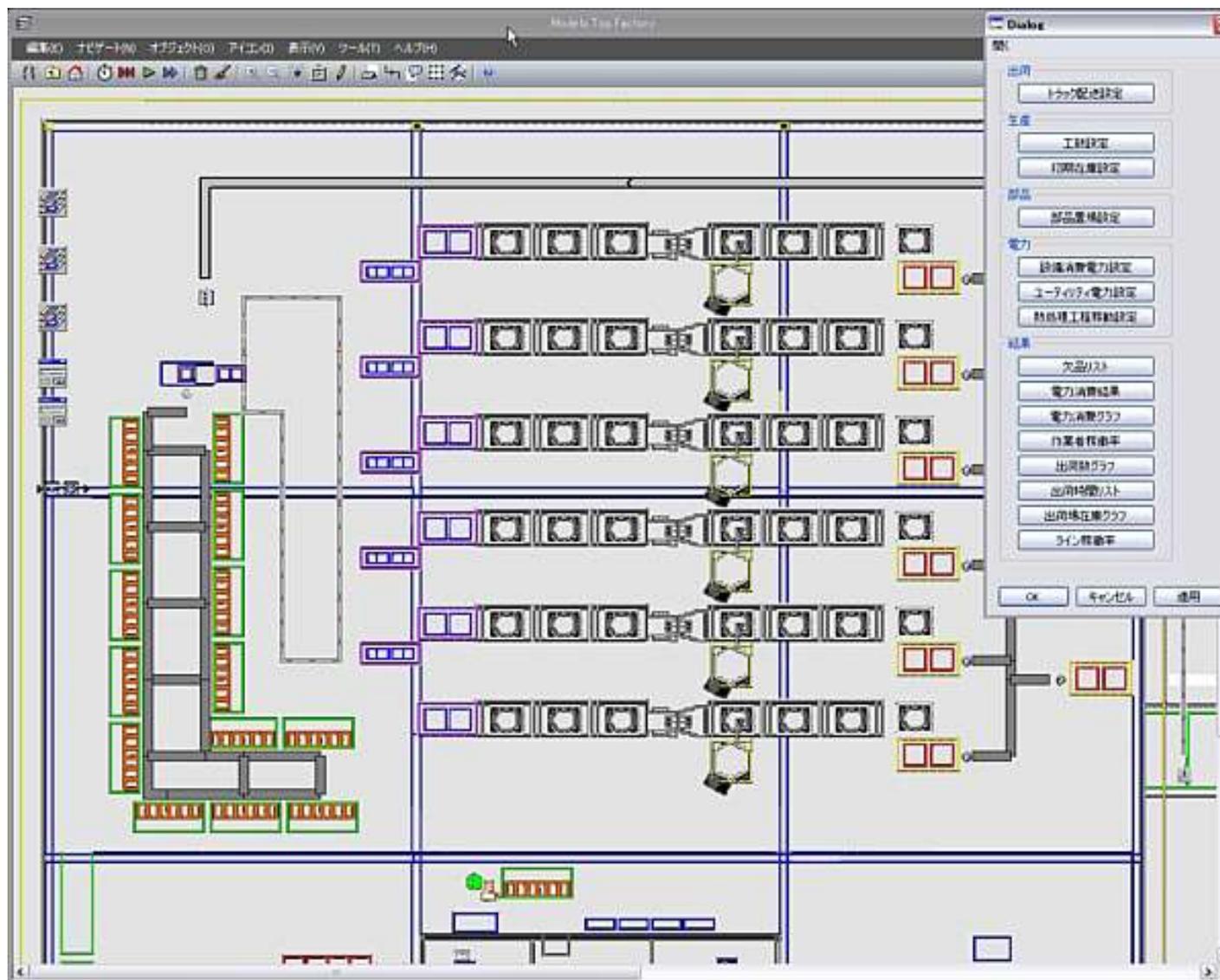
### 【課題】

- ・個別電力量モニタシステム
- ・台数制御
- ・照明などユーティリティ周りの監視
- ・設備ごとの電力使用量予測
- ・生産コントロール

## 生産シミュレーション予測

- ピークを予測し抑えるための施策をシミュレーションで検証
- ピークを抑えた中で、生産量を最大（納期遅れなし）にする計画を作成
- 生産量に合わせた最小の設備構成算出
- 実績とシミュレーション結果を比較・分析・マスタ更新を行い予測精度の向上

# シミュレーションを活用した電力削減事例



# 目次

1. 自己紹介とお願い事項
2. 前回のおさらい
3. 製造業でDXが必要な理由と進まない理由
4. DX実現によりもたらされるメリット
5. 事例（南相馬デジタルファクトリー）
6. 事例（電力削減、カーボンニュートラル）
7. 事例（DXモジュール）
8. まとめ

とはいえ、目の前の生産性向上からスモールスタートしたいというニーズが多い

---

- ・ ロボットは大量生産には向いているが、少量多品種生産には向いていない
  - ・ お客さんに応じた一品一様形式でロボットSIerは対応  
⇒最大公約数的なサービスが開発できないため、どうしても高額になってしまう



変種変量生産におけるロボット活用が進まない



**少量多品種に自動追従するような  
ロボットシステムのパッケージが安価に導入できれば自動化に取り組める**

スモールスタートするためにも、課題は多い

### デジタルの課題

成し遂げたいことを明確にして、  
その目的を実現するためのデータ取得と  
活用までがセットになった、  
投資対効果も明らかな  
「見える化の向こう側」が必要

### ロボットの課題

少量多品種に自動追従するような  
安価かつ多くの製品に対応できる  
ロボットシステムが必要

様々なお客様のDX・自動化を手掛けたことでノウハウが蓄積。  
お客様に伴走できる、最大公約数的なDXサービスを実例として紹介します

# 実例をベースにした「DXモジュールシリーズ」

ロボットSIer主導のファクトリビルダーとしてのTeam Cross FA各社の総合力と、  
 数々の業界・お客様の自動化やDXを推進してきたノウハウから生み出された、  
 「製造業におけるDX」を実現する「DXモジュールシリーズ」

## 目的・要望

- 生産投入計画を改善したい
- カーボンニュートラルを実現したい
- 稼働状況を把握・分析したい

## システム×機器の最適解



## 目的・要望を実現するパッケージサービス

システムモジュールパッケージ		
稼働分析システムモジュール	人員配置最適化システムモジュール	投入計画最適化システムモジュール
生産管理システムモジュール	振動予知保全システムモジュール	カーボンフットプリントシステムモジュール
Coming soon		

ロボットモジュールパッケージ		
自動棚搬送ピッキングロボットモジュール	高速外観検査ロボットモジュール	店舗別番重仕分けロボットモジュール
ツール自動交換ロボットモジュール	マルチ機能検査ロボットモジュール	工具洗浄・焼入れ・プリセッタシステムロボットモジュール
マルチ組立ロボットモジュール	インライン溶接ビード検査ロボットモジュール	デバニング・ロボットモジュール

① 変種変量に対応できる

② 費用対効果が明確

③ スピーディかつ安価に導入可能

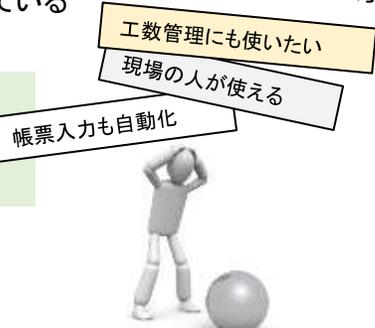
# 稼働監視の事例

## 稼働状態、作業日報を自動集計し すぐに使える帳票をダッシュボード化!!

### 従来の課題

- ・設備状態だけに見える化したが、止まっている理由がわからず、日々の作業日報を集計している
- ・とりあえずIoT化しろと言われて、安いもので居れたが効果がよくわからない
- ・作業の手書き日報の入力や集計に時間が掛かり、ご記入や誤字があるたびに作業者にヒアリングしないといけない
- ・品種ごとの稼働率を見たいのだが、設備データとの連携が出来ず困っている

さまざまな設備や作業がある中、どうやってデータを取ればよいのか？  
何のデータを取ればよいのか？  
見える化されたデータをどう活用すればよいのか？



### 実現できる理由

- ・新旧さまざまな生産設備や、作業者のデータも同じ仕組みでデータ収集が可能
- ・取得したデータを現場側が必要な画面「現場TPM」で表示し、管理者側に必要な分析データを「マネジメント画面」で表示することができます。
- ・状況に合わせて画面をカスタマイズが出来、品質データの可視化や人の動きの可視化なども可能。
- ・データ演算も実現できるため、コスト換算表示が実現でき、エネルギーコストやCo2排出量なども表示することができます。

### 期待される効果

#### ■ 生産効率の向上（カイゼンポイント可視化）

作業者の稼働率／生産性の向上  
ムリ・ムダ・ムラの分析/カイゼンポイントの策定による稼働率の改善  
生産進捗遅れやトラブル時に、対処判断、決定の迅速化によりダウンタイム・スピードの向上

#### ■ 管理・作業工数削減

日報などの入力工数の削減、転記ミスなどのヒューマンエラーの防止  
異常時のダウンタイム時間の削減  
報告書作業などのデータ集計・グラフ化の作成工数削減

### ご参考費用

設備1台のデータ収集 30万～ 複数台のデータ集約など 100万～  
データベースの構築、ダッシュボードライセンス含む 1000万～  
例：設備10台の稼働監視システム構築費用 1400万～

納期：ご注文後 約3ヵ月 ※ハード機器納期により変動

## 現場のTPM, マネージメント画面もダッシュボード化を実現!!



現場TPM画面



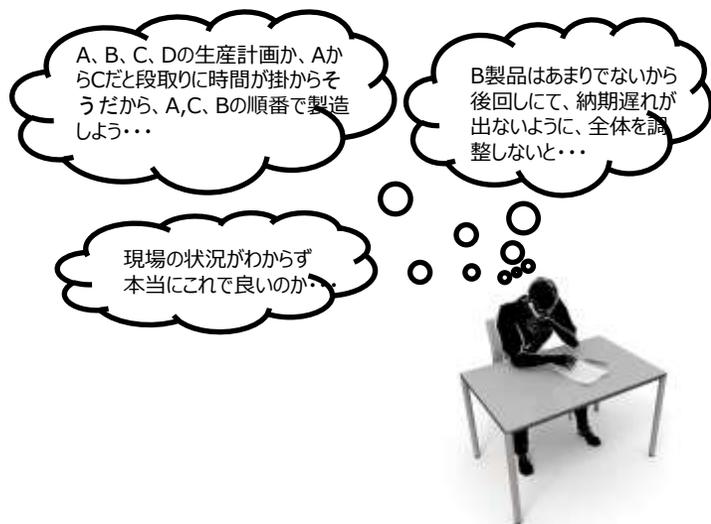
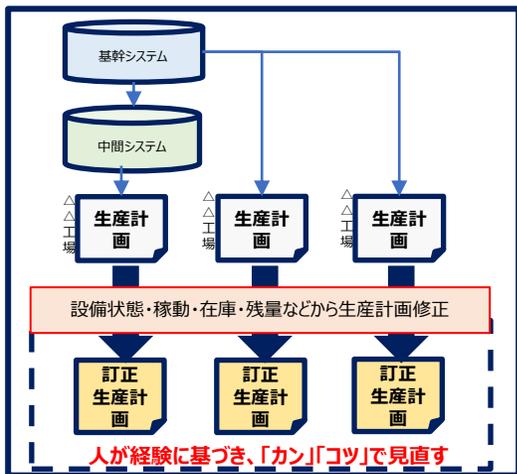
マネジメント画面

# 投入計画最適化の事例

## ラインごとの投入順序をシミュレーションで最適化!!

### 従来の課題

イメージ図



### 実現できる理由

- ・生産シミュレータを活用して、実際の工場ラインのモデルを構築するため、実態に合ったシミュレーションが可能
- ・人の判断基準など様々な条件をデジタル化し、複雑な生産計画パターンを遺伝的アルゴリズムで最適化するため、人が処理できないパターン数も実現可能!!
- ・複雑な作業工程や、ディスクリート工程やプロセス工程のハイブリットな生産ラインでもシミュレーション構築が可能のため、投入順序の最適化を実現

### 期待される効果

- 生産効率の向上
  - ・既存設備の稼働率/段取り替えのタイミングを最適化
  - ・前日までの出来高実績や在庫/仕掛品の状況などを反映し、適時計画の立案が可能
  - ・特急対応の生産に対して、全体で納期遅れが発生しない投入順序の立案が可能
- 属人化の解消
  - ・誰でも簡単に計画の立案が可能
  - ・時間をかけずに計画の立案が可能



### 熟練者のノウハウをシミュレーションで実現!!



### ご参考費用

1400万～

納期：ご注文後 約3ヵ月

※モデル作成範囲により変動

# 人員配置の最適化事例

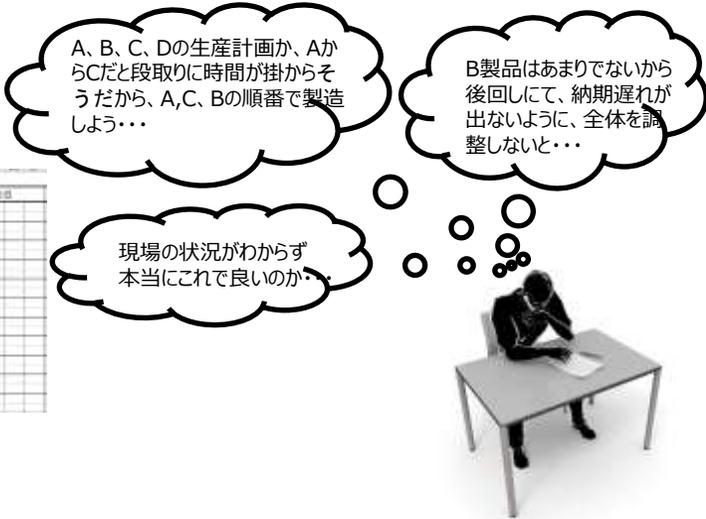
## 生産計画に合わせた作業配置を自動化を実現!!

### 従来の課題

イメージ図

スケジュール例（日付と担当者のみが確認可能）

日付	担当者	作業内容	完了	1日	2日	3日	4日	5日
1	A	製品A 加工	4.21					
2	A	製品A 完成	4.21					
3	A	製品A 搬入	4.21					
4	B	製品B 加工	4.22					
5	C	製品C 加工	4.22					
6	C	製品C 完成	4.22					
7	D	製品D 加工	4.22					
8	B	製品B 搬出	4.22					
9	A	製品A シーテイング	4.22					
10	A	製品A 搬入	4.22					
11	B	製品B 搬出	4.22					



## シミュレーション技術を活用して、最適な人員配置を実現!!



### 実現できる理由

- ・生産シミュレータを活用して、実際の工場ラインのモデルを構築するため、実態に合ったシミュレーションが可能
- ・人の判断基準など様々な条件をデジタル化し、複雑な生産計画パターンを遺伝的アルゴリズムで最適化するため、人が処理できないパターン数も実現可能!!
- ・複雑な作業工程や、ディスクリート工程やプロセス工程のハイブリッドな生産ラインでもシミュレーション構築が可能のため、投入順序の最適化を実現

### 期待される効果

- 生産効率の向上
  - ・作業者の稼働率/生産性の向上
  - ・段取り替えのタイミングを最適化
  - ・前日までの出来高実績や在庫/仕掛品の状況などを反映し、適時計画の立案が可能
  - ・特急対応の生産に対して、全体で納期遅れが発生しないリソース配置・計画立案が可能
- 属人化の解消
  - ・誰でも簡単に計画の立案が可能
  - ・時間をかけずに計画の立案が可能



### ご参考費用

1400万～  
 納期：ご注文後 約3ヵ月 ※モデル作成範囲により変動

# デバンニング事例

## 自走式でボール箱積み下ろしの自動化を実現!!

### 従来の課題

- ・作業者の負担を改善したいが、自動化にならず投資効果算出が出来ない
- ・作業員の定着率は低く、人材の確保もまた難しく、更に作業員の高年齢化している
- ・作業者のケガや、商品の破損が起きている



## コストを抑えたデバンニングロボットパッケージ

### 実現イメージ



AGV+ロボット+カメラが一体化

### 実現できる理由

#### その1. コンパクトなのに圧倒的パワー

最大30kgの搬送が可能で、人による重量物搬送が不要です。また、LRF搭載で安全対策も万全です。

#### その2. 自走するので、設置工事不要

必要なときに、必要な場所で、必要なだけ活用できます。

#### その3. 3次元AIビジョン・ハンド技術を搭載

川崎重工の独自技術により、単載・混載や寸法違い、直置きケースなどあらゆる条件下で活躍します。

### 期待される効果

- ・省人化の実現
- ・設置工事費用の削減（自走式のため）
- ・労働力不足の解消
- ・パッケージによる導入コストの削減

### ご参考費用

詳細要件定義費用	
実装開発費用	6000万～
テスト費用	
現地立上費用	

納期  
ご注文後 約9ヵ月  
※部材供給納期により変動



年間保守に関しては、別途費用が発生致します。

# 高速外観検査ロボット事例

## ロボット+ラインカメラで曲面外観検査を実現!!

### 従来の課題

目視検査を自動化したいが、複雑曲面を持つ製品のため、複数台のカメラやロボットを入れないと自動化できない。

熟練者じゃないと検査できないものがあり、属人化を解消したい。



### 検査時間も短縮できる外観検査パッケージのご提案



従来の外観検査  
エリアカメラでの  
断続撮像イメージ

これからの外観検査  
ラインカメラと組み合わせた  
連続撮像イメージ



### 実現できる理由

「高速パルス出力機能」が搭載された、川崎重工製のロボットと走査型撮像ができるラインカメラを組み合わせることにより、曲面に沿った高速連続撮像が可能。0.1mm間隔（一定距離間隔）でトリガ出力を実現できるため、従来の方法と比べると検査時間を短縮できます。

カメラデータをシステム上で組み合わせて検査を行うことで曲面製品や光沢がある製品でも外観検査の自動化が実現できます。

### 期待される効果

- ・製品の信頼性向上
- ・省人化の実現
- ・検査基準の安定化
- ・労働力不足の解消
- ・トレーサビリティを実現
- ・属人化の解消
- ・不良品流出防止
- ・教育コストの削減

### ご参考費用

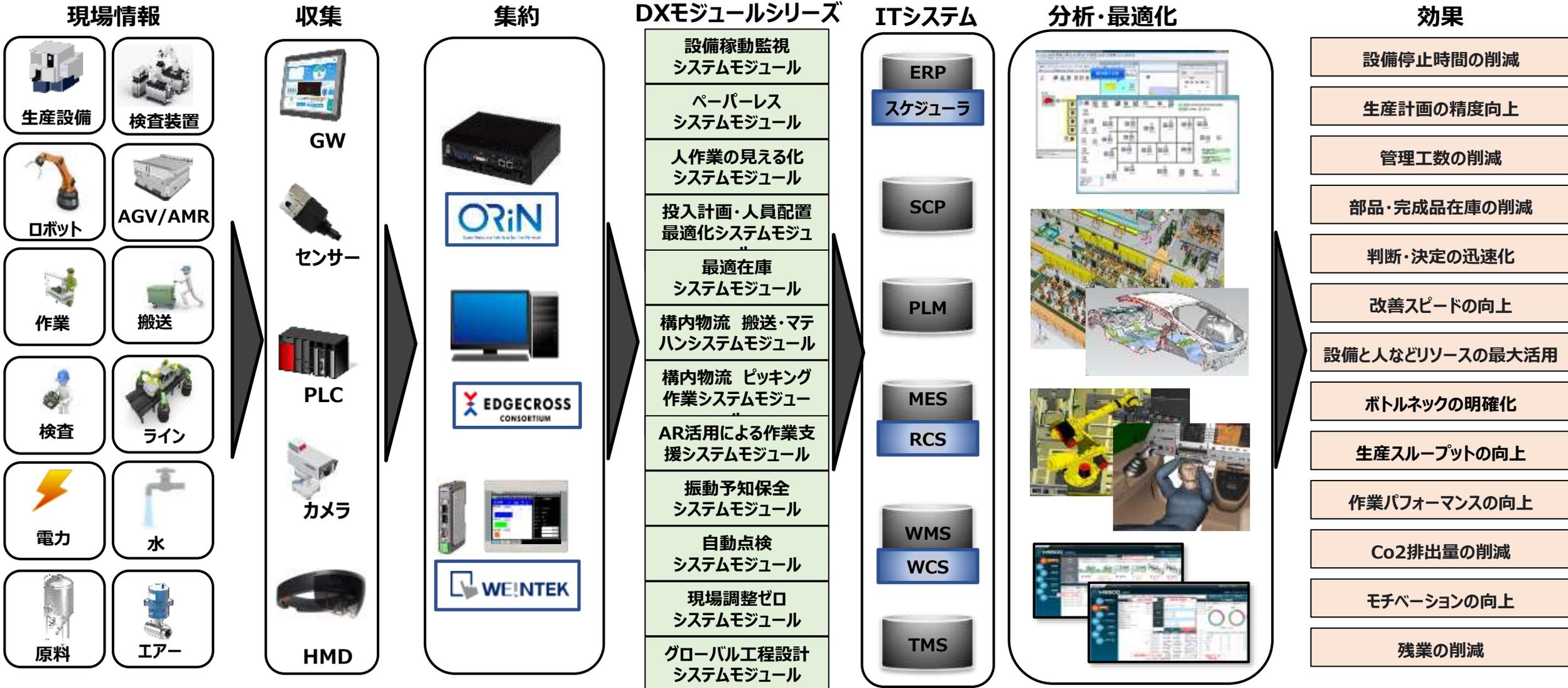
ロボット本体  
ラインカメラ  
画像処理ソフト  
Si作業費

1500万～

納期  
ご注文後 約6か月  
※部材供給納期により変動

検査ワークのサイズによって、ロボットのサイズなどが変更になるため金額が異なります。前後工程との繋ぎ込みなど作業範囲によって金額が異なります。

# 全体まとめ



# 目次

1. 自己紹介とお願い事項
2. 前回のおさらい
3. 製造業でDXが必要な理由と進まない理由
4. DX実現によりもたらされるメリット
5. 事例（南相馬デジタルファクトリー）
6. 事例（電力削減、カーボンニュートラル）
7. 事例（DXモジュール）
8. まとめ

**「最新鋭デジタルファクトリー」について参考になりましたでしょうか？**

**自社に置き換えて考えてみてください**

- **変種変量生産に対応する工場とは**
- **カーボンフットプリントの明確化に向けた取組**
- **自社で着手すべき、実現すべき内容の理解**



製造業のDXを一貫支援するコンソーシアム