



2022年11月22日（火）

自動化・ロボット化に向けた試験導入の考え方

日本サポートシステム株式会社



<https://jss1.jp/>

講義目的・本日の流れ

一品一様での装置開発が必要になる場合
事前検証により開発時の手戻りを減少させトータルコストの抑制が可能です。

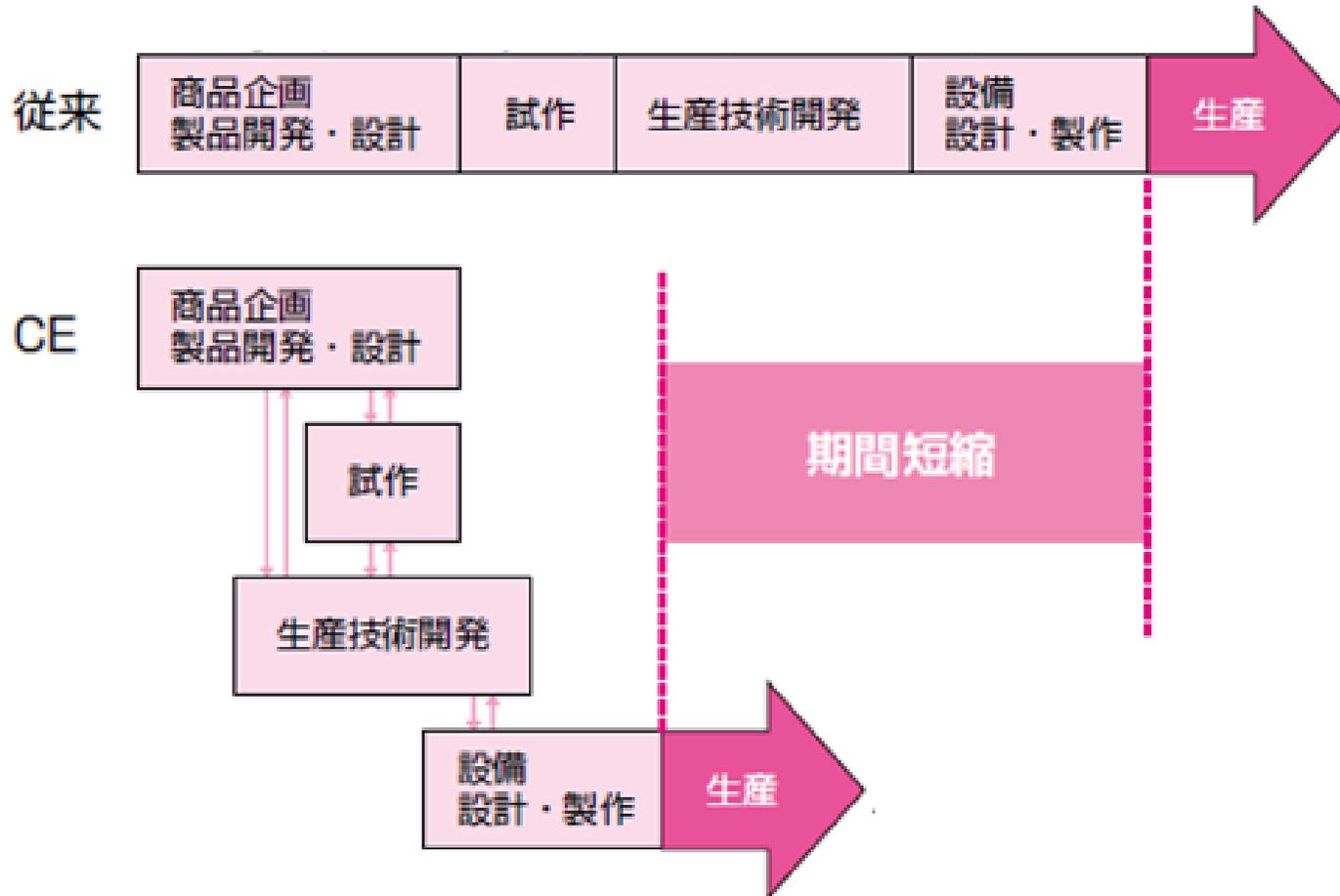
事前検証の必要性について
事例などを用いて、進め方について分かりやすくご説明します。

- ・装置立ち上げの事前検証 (PoC) 基礎知識
- ・事前検証 (PoC) の進め方
- ・全体最適視点での自動化推進の方法

装置立ち上げの事前検証 (PoC) が必要なケース

開発時に技術的なリスクがある場合

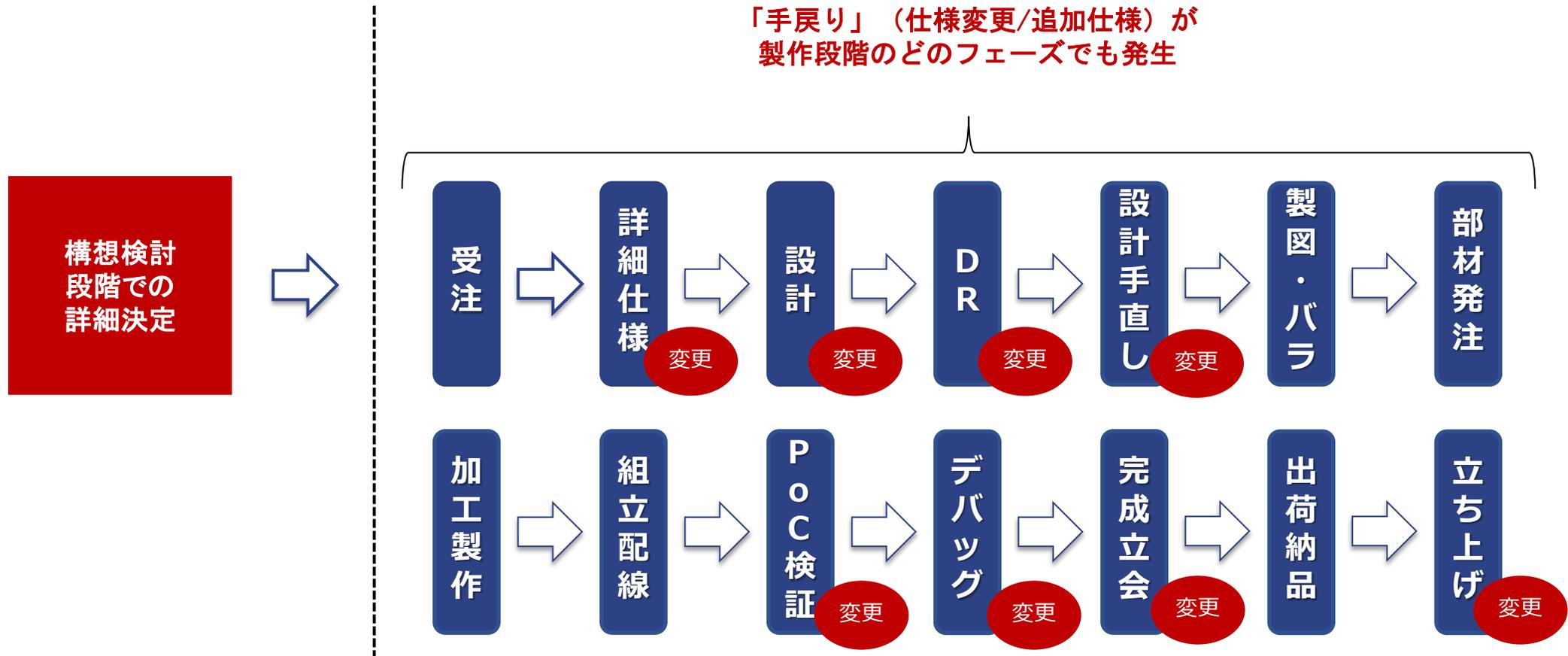
複数の工程を同時並行で進め
各部門間での情報共有や共同作業を行う



装置開発時には、通常
ウォーターフォール型が採用される
近年はアジャイル開発が推進される

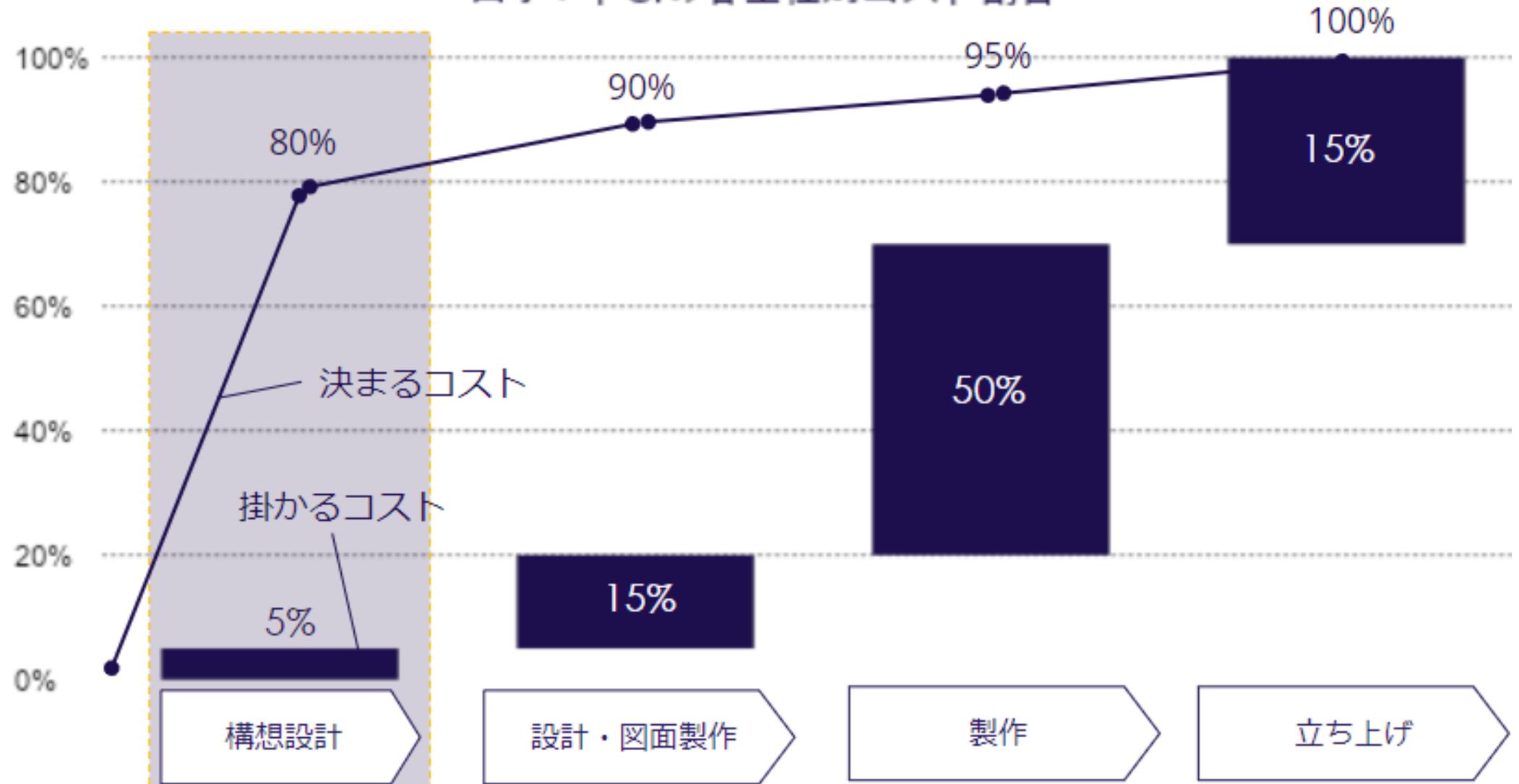
リスク（不安要素）があると
開発時に手戻りが発生するため

【振り返り】装置の立ち上げスケジュールと課題



【振り返り】装置開発時の問題とコストの関係

ロボットSIの各工程別コスト割合



装置立ち上げの事前検証 (PoC) 基礎知識

事前検証・PoCとは

PoC（概念実証、Proof of Concept）

新しいプロジェクトが本当に実現可能かどうか
効果や効用、技術的な観点から検証する行程

PoCを実施する目的

効果・効用

立案した事業やサービスのコンセプトが意図した効果を発揮するか確かめる

技術的実現性

コンセプトを支える技術が本当に実現可能かどうかを確かめる

具体性

コンセプトを支える要素として、仕様や使い勝手といった細かい要素を検証する

事前検証 (PoC) の進め方

PoCを成功させるために必要な前提

ロボット導入において大事ななのは「**コンセプト (Concept) は何か?**」

前回のワークシート内での内容を元にして、

- 自動化を推進したい背景
- ボトルネック工程

前提条件

- どういうタスクをロボット化するのか
- 何をもちて検証できたとするか

利用者と開発者が
合意すること

講義の後半では、PoC実施に向けたワークシートの項目記入方法 / 活用場所などを解説します

第1フェーズ：何に使うかをしっかり考える（企画検証）

対象ワーク As is（例）

【ワーク】			
材質	:	形状	:
製品種類（数）	:	日・月間生産数	:
出荷数量	:	<input type="checkbox"/> 増加傾向	<input type="checkbox"/> 横ばい <input type="checkbox"/> 減少傾向
製品出荷先	:	<input type="checkbox"/> 国内	<input type="checkbox"/> 海外

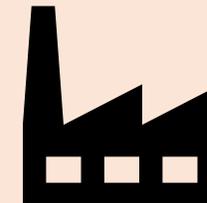
対象作業の現状・周辺情報

【現状】			
作業員	:	名（生産全体に関わる人数	名）
作業時間：1日あたり	:	時間（工場稼働時間：	）
所在地（	:		）

【生産・検査の課題】			
受入時の検査	<input type="checkbox"/> している（機械）	<input type="checkbox"/> している（人手）	<input type="checkbox"/> していない
生産の標準的手順の確立	<input type="checkbox"/> している（機械）	<input type="checkbox"/> している（人手）	<input type="checkbox"/> していない
生産段階での部品等の不具合確認	<input type="checkbox"/> している（機械）	<input type="checkbox"/> している（人手）	<input type="checkbox"/> していない
出荷前チェック	<input type="checkbox"/> している（機械）	<input type="checkbox"/> している（人手）	<input type="checkbox"/> していない
ラインの不具合率、不良率	<input type="checkbox"/> 把握している	<input type="checkbox"/> 把握していない	
ラインの停止頻度	<input type="checkbox"/> 把握している	<input type="checkbox"/> 把握していない	
出荷・納入状況確認のシステム	<input type="checkbox"/> ある（自動）	<input type="checkbox"/> ある（手動）	<input type="checkbox"/> ない
事前のシミュレーション	<input type="checkbox"/> 要	<input type="checkbox"/> 不要	



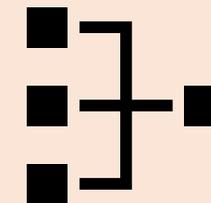
To be（例）



ビジョン



これからの生産計画



統合システム

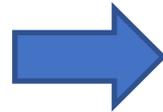
など

第2フェーズ：技術的に対応できるか考える（技術検証・効果検証）

① 装置を要素ごとに分ける

（例）

- ハンド（エンドエフェクタ）
- 撮像ユニット
- 搬送ユニット



② 技術的な不安要素を挙げる

（例）

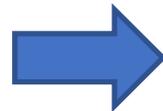
- ハンドの形状が特殊なもの（市販品ではない）
- ワークのNGが過去の自動化検討時に検出できなかった
- 処理数を増やすのにタクトを速くする必要がある

PoCを実施するか否かの判断

③ 検証する内容を固める

（例）

- ハンドがワークを掴めるか
- ワークのNGを撮像できるか
- タクトが想定内に収まるか



④ 試作・検証する

（例）

- ハンド部分のみを製作、把持テスト
- カメラ照明を選定、環境を一部再現して撮像テスト
- コンベアやフィーダー等を借りて搬送テスト

第3フェーズ：PoC死を避ける（導入検証）

PoCを継続するケースの代表例

PoCの結果が思うようになかった
KPI、要件を満たしても導入に至らない
もう少し検討したい



「PoCを続けない」というのも大切な判断

PoCの結果を受けて、仕様を再検討
KPIの設定を見直し
立ち上げ時期から逆算して最小の機能で開発

検証しない場合での装置立ち上げの失敗例

そもそも、装置開発において何が失敗とされるのか？

失敗の種類は大きく分けて4種類

- ① 投資対効果がなく遊休設備になってしまう
- ② 省人化しようとしたが、かえって人手が必要になる
- ③ 大幅な予算オーバー
- ④ 当初想定した能力が出ない

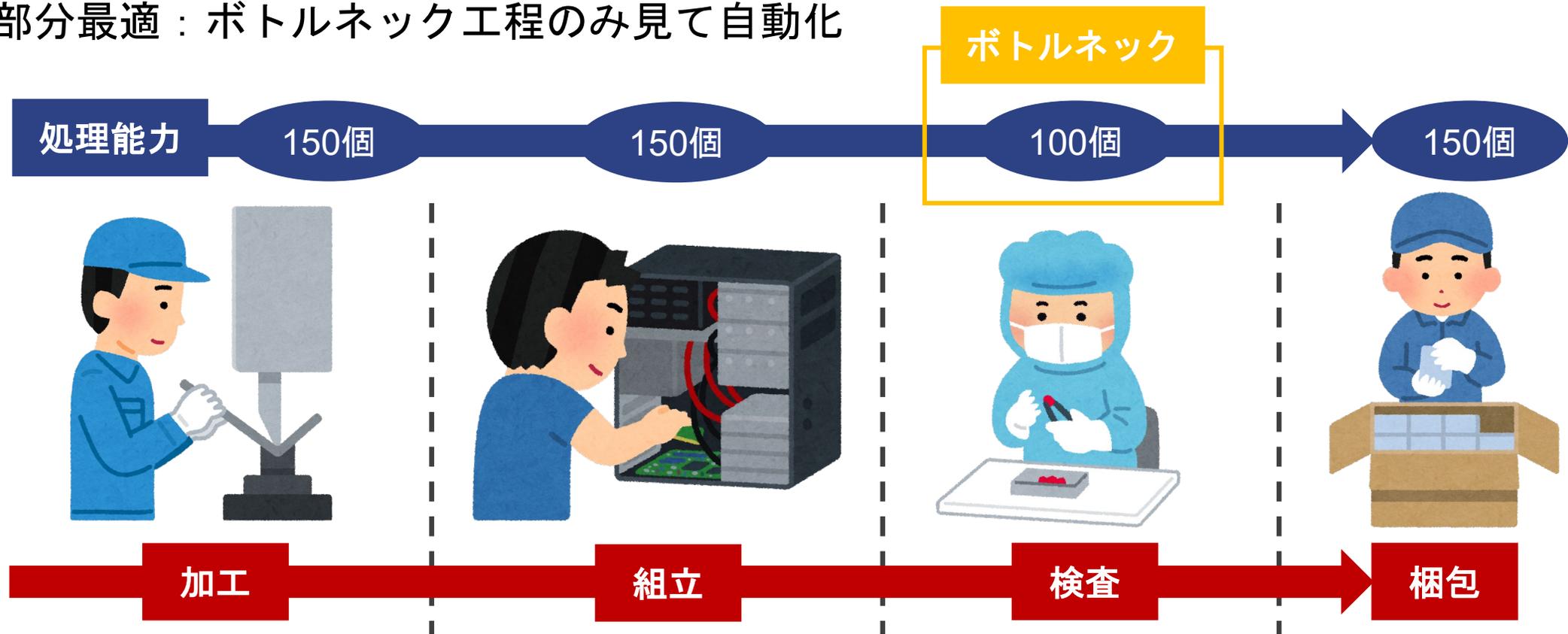
投資の目的

- | | |
|--------------|-----------------------|
| 高度な設備導入 | → 今まで対応できなかった受注が可能になる |
| 生産キャパシティの増大 | → 受注数量増に対応できるようになる |
| 生産性向上 | → コスト低減が見込める |
| 既存設備の修繕費がかさむ | → 新設した方がコスト低減できる |

検証しない場合での装置立ち上げのよくある失敗

部分最適視点(一部自動化)

部分最適：ボトルネック工程のみ見て自動化



検証しない場合での装置立ち上げのよくある失敗



ボトルネックである検査工程を自動化して

- ・生産数を増やしたい
- ・品質の安定化を図りたい
- ・人にかかる負担を減らしたい



検査装置の導入 または 装置スペックの向上

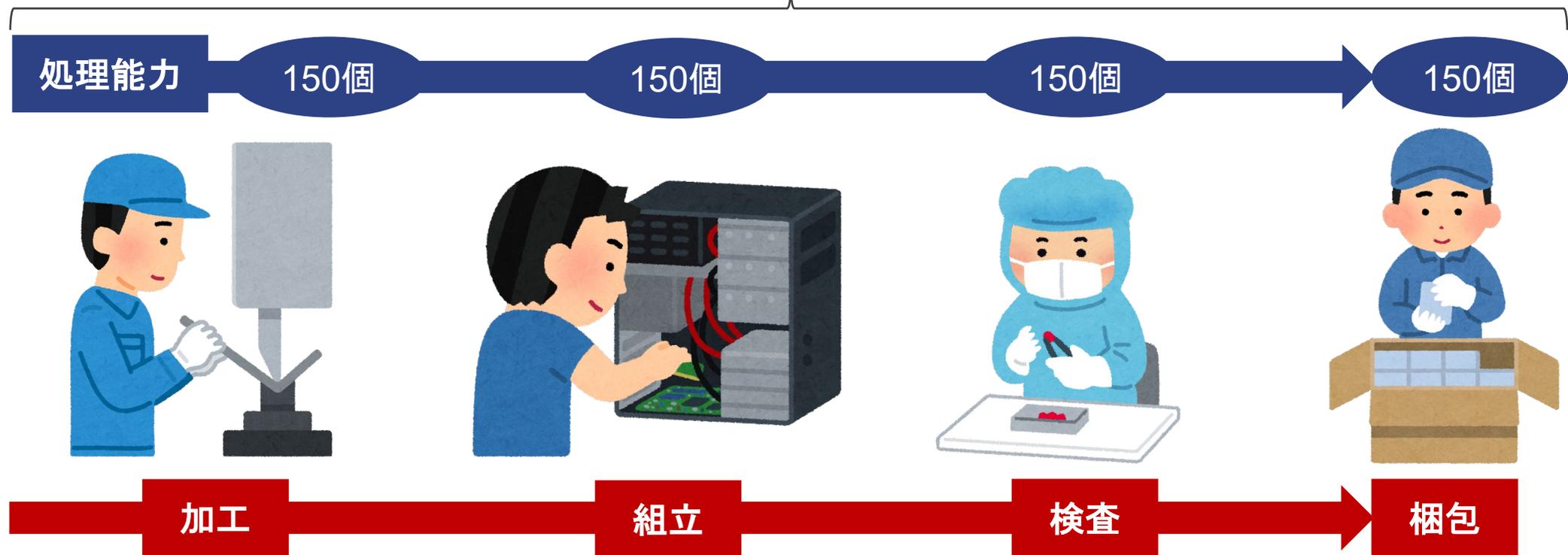
他工程との連携・全体最適視点がないと
検査装置の処理能力を200個に引き上げても
生産数は200個まで向上しない

結果として「ボトルネックが解消された」とは言えない

検証しない場合での装置立ち上げのよくある失敗

全体最適視点(前後工程確認)

全体最適：生産の各工程をチェックし最適化された設備を考案する



失敗例1: 実現できない構想で装置化

お客様

現行装置のアップデート：高速化を検討
机上計算では、実現可能と考えた

Sler

現行入手できる材料・制御・機構部品では、
厳しい感触があった
詳細設計が終わるまでは確認がつかめないため
設計が完了するまで進めてしまった



仕掛品の購入費用/数百万円 および 数百時間のSler工数が発生した

机上計算のみで協議しないコミュニケーション不足



失敗例2: Slerの考える「やってみないと分からない」

お客様

事前検討にて、課題が明確化されていたため
しっかり検討してからの設計をアドバイスした

Sler

経験重視で「やってみないと分からない」と
安易に考え設計した
デバッグ後に改造で対応する事が多いため、
このような考えに違和感を持っていない



3ヶ月の納期遅延 および 納品後も約半年間の調整が続いている

エンドユーザーとSlerのイメージ共有(コミュニケーション)不足



失敗例3: お客様の「動く装置を見ないと、やりたいことが分からない」

お客様

初期仕様にて発注を行なう
装置の立ち会い時に仕様追加、稟議が大変に

Sler

初期仕様で装置開発完了
動作確認の際に機能追加を行う流れとなる
その度に、開発(再設計～装置組立)を繰り返し
装置の納品ができない



初期費用よりも仕様追加対応に時間と費用がかかり、かつ納品が行えていない

プロジェクト発足前の自動化イメージ収集不足



失敗例4: 新技術でとりあえず装置化を行なう

お客様

装置導入のイメージは持ってSlerに相談
新技術を紹介され導入を決定

Sler

装置化したが、予想外の問題が発生
新技術のデバッグに付き合うことになる
デバッグ中に各動作の基礎データ測定を実施
使い方を習得してやっと製品化



3ヶ月の納期遅延 および 数百時間のSler工数が発生した



事前準備（検証・情報収集）の不足

事前検証 (PoC) の事例

自動経路生成を使ったロボットティーチング (シミュレーション)

ロボットを複数使用した複数なシステムの課題

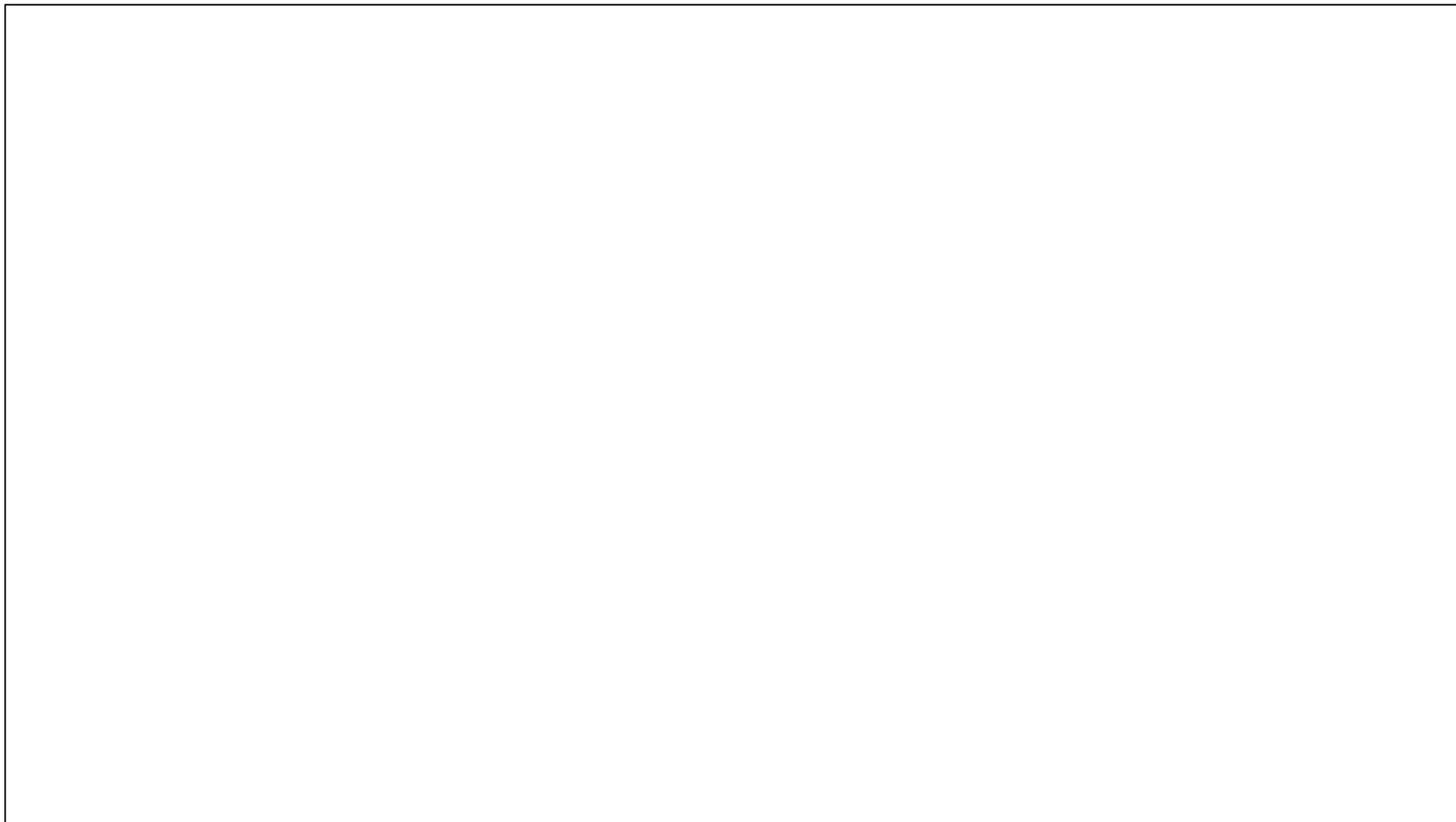
- ロボットのティーチングに工数がかかる
- ロボット同士が干渉しないように設計時に注意点が増える
- 安全配慮のため、柵などの設置場所が広く必要になる
- 他社製のロボット同士では接続が上手くいかない場合がある など



**改善するための新しい技術は日々生まれているが
事例が少ない場合は自分のケースに適切か確かめる必要がある**

経路生成・ティーチング (シミュレーション+実機の動作)

Realtime Roboticsの自動経路生成を使ったシステム検証



どんな場合に適しているか？

対象業務

複数工程を1装置で行う、自動化する
産業用ロボットを複数台使用する

課題

- ・ティーチングに時間がかかる
- ・製品数の追加や変更が容易にできない
- ・設備の大型化、セーフティ対策

効果

- ・ティーチング工数の低減
- ・システム変更が現場で実施できる
- ・安全への配慮、設備停止の防止

事前検証 (PoC) の事例

シミュレーションを使用した装置のチェック

ロボット設備の設計をする際の課題

トライアンドエラー・試作を繰り返す必要があり、コストがかかる
実際の稼働状況を想定した装置製作が難しい
実際に製作を始めてから、想定外の課題が発見される



**シミュレーション上で成立性を確かめる
同様の設備をリアルで製作するデジタルツインを採用**

※ デジタルツインとは

シミュレーションのひとつであり、現実空間での再現と異なる
リアルタイム性が高く、トライアンドエラーが容易

デジタルツイン (シミュレーションソフトウェアとリアル設備)

参考例 (株式会社ゼネテック 2019年国際ロボット展)



どんな場合に適しているか？

対象業務

産業用ロボットを使用する設備
搬送、加工などの工程

課題

- ・試作期間が長い、コストがかかる
- ・製造ラインも含めた検証・予測が必要
- ・装置に使用される部品やユニット単位の情報が必要

効果

- ・試作期間の短縮、コスト削減
- ・品質の向上、リスク低減
- ・予知保全やリスクの把握 (IoT、センサー、モニタリング)

事前検証 (PoC) の事例

3Dプリンターを使ったハンドの製作・把持の検証

ロボットハンドの設計をする際の課題

既存（市販品）ハンドでは、要件を満たせない場合がある
ハンド+ハンドが持つもの（ワーク）の重さによってロボットを選定する
ためにハンドの設計が変わると可搬重量が変わりロボットが使えないことも



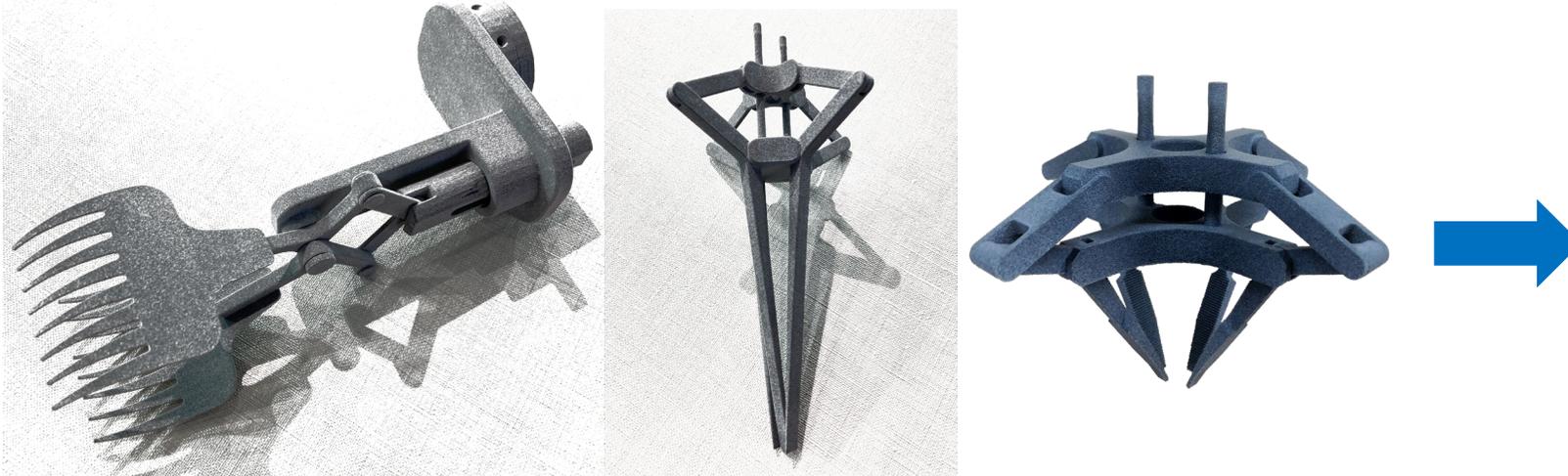
**ハンドのみを設計製作し、検証時に要件を満たした場合に
ロボットを選定し詳細設計に入る**

※ 可搬重量とは

ロボットが持てる物の重さ（ハンドやチャック+把持する物の重さを考慮する）
安全面から、可搬重量は実際の重さの倍程度を想定
可搬重量は大きくなればなるほど、スピードが落ちる可能性

3Dプリンターを活用したハンド製作

検証段階の試作ハンド



- 切削加工では不可能な複雑な形状も造形可能
- ハンド製作にかかるコスト、リードタイムを抑える
- 3Dデータから作成可能

本番環境



どんな場合に適しているか？

対象業務

ハンドを1から設計する場合
条件が特殊であり、過去に類似実績がない作業

課題

- ・ハンドの試作に使用する部品の手配に時間がかかる
- ・過去に設計、使用したハンドでは実現できない
- ・複雑形状の場合、既存部品の組み合わせや切削で対応できない

効果

- ・部品の手配に時間がかからない、試作コストを下げられる
- ・設計図面を3D上で確認して修正ができる
- ・試作ハンドの本番流用でトータルコストの低減ができる

事前検証 (PoC) の事例

ロボットを使った検査の撮像可否・スピード

外観検査をロボットで行う際の課題

過去、外観検査を自動化したが思ったような成果が出なかった経験がある
机上検証のみで装置化した結果、実際の撮像環境では正常に動作しない可能性
ロボットを使用することで人手作業の時よりも処理スピードが落ちる

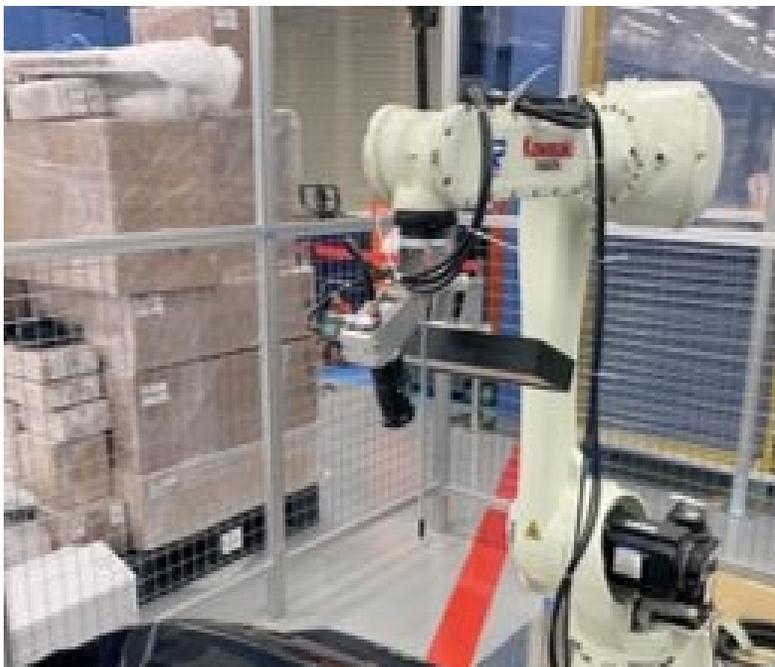


**最新技術を用いて装置化を検討
実機を使ってワークが撮像できるか検証する**

※ 今回紹介する「高速パルス出力機能」とは

川崎重工が開発した、ロボット手先にラインカメラを搭載して
複雑曲面を持つ製品の外観検査を高速で行う最新のロボット技術

検証機の構成



産業用ロボット



ラインスキャンカメラ
照明



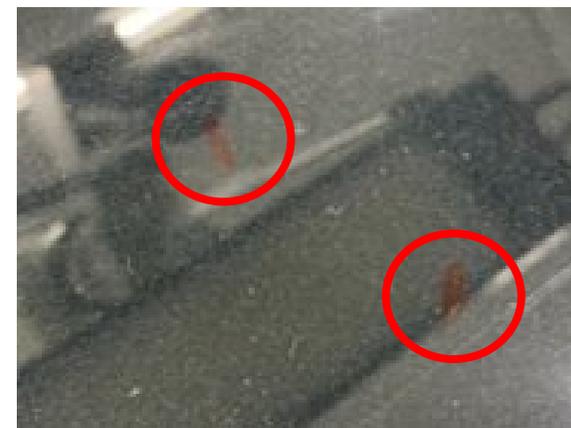
撮像結果確認モニター

ワークと検出したいNG

ワーク



NG例（汚れ・傷）



①従来 ②新技術採用 における撮像スピードの違い

①従来の検査方法



低速での撮影

②今回の検査方法



高低速での撮影

撮像結果 (ゴミ)

ラインスキャン画像



前処理画像

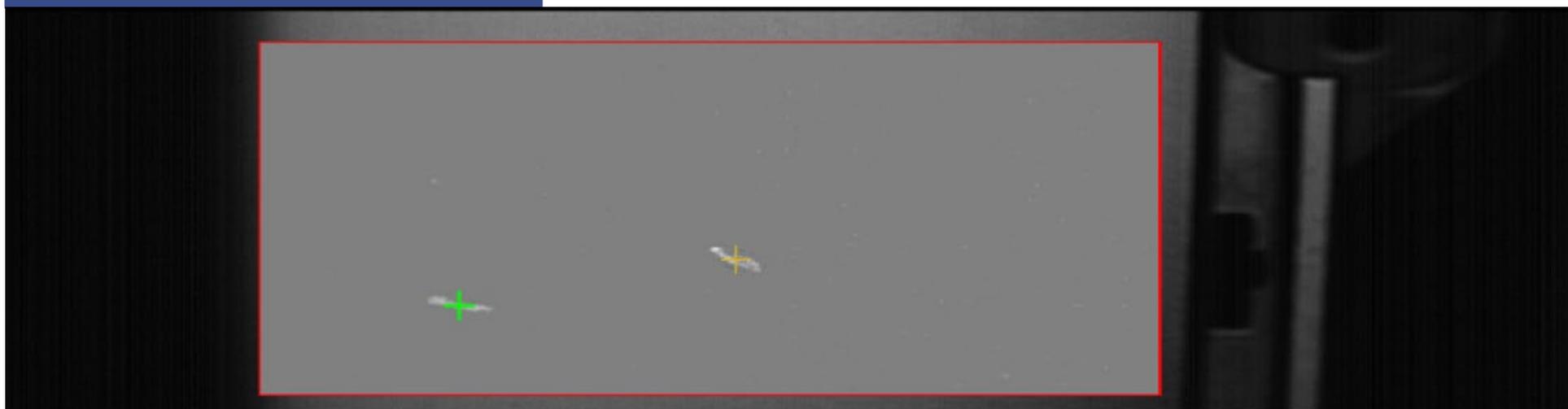


撮像結果（汚れ）

ラインスキャン画像

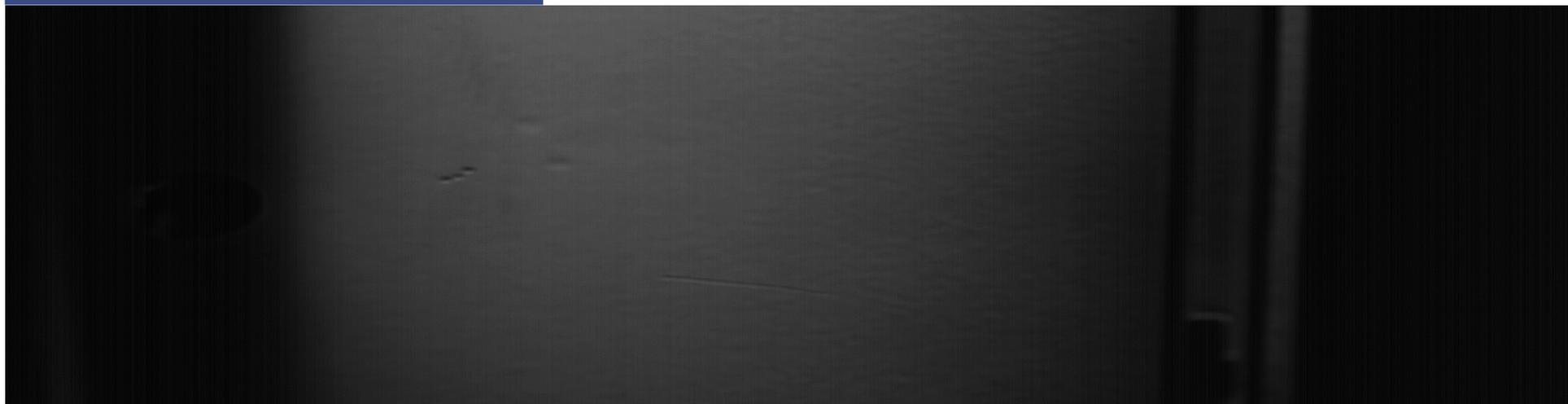


前処理画像

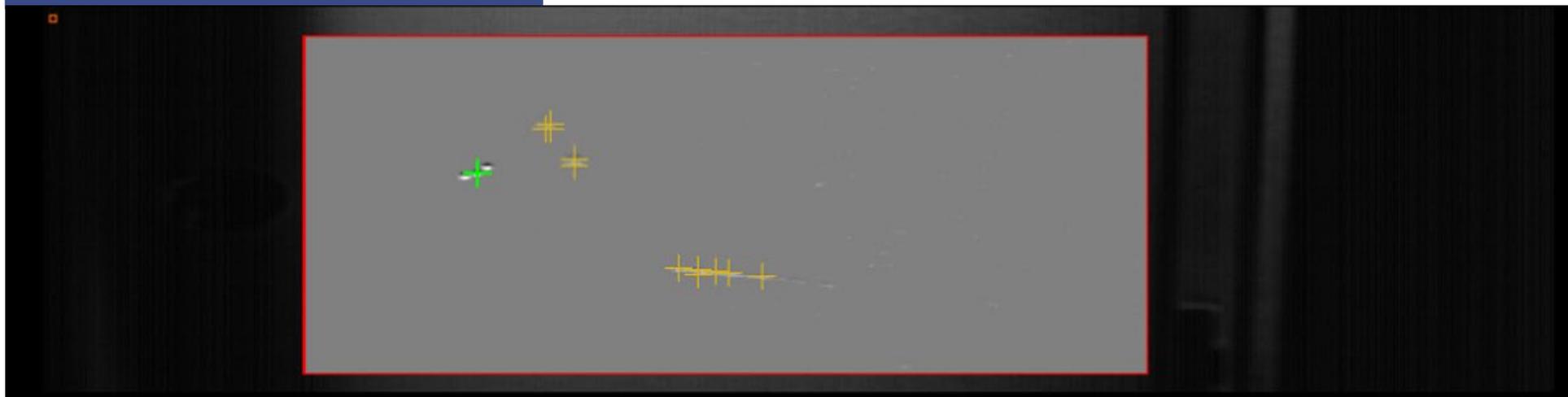


撮像結果（打痕、傷）

ラインスキャン画像



前処理画像

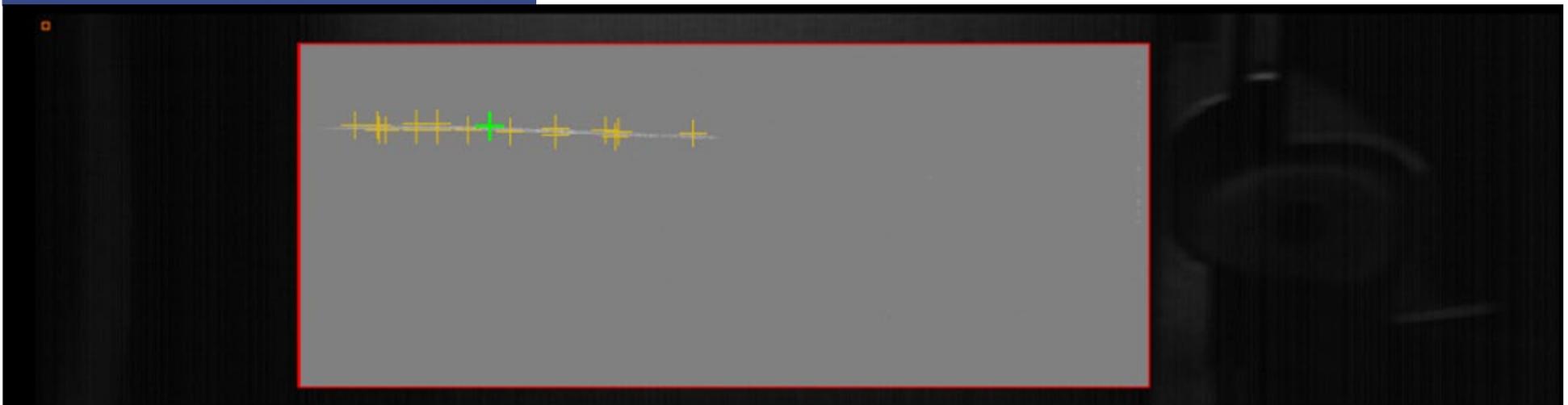


撮像結果（傷）

ラインスキャン画像



前処理画像



ティーチング（教示）の様子

目安：今回の場合、簡易的な教示30分＋調整含めて2～3営業日

検査対象：湾曲のあるワーク（大物可）



※ ワークの大きさや種類によって日数は異なります

どんな場合に適しているか？

対象業務

曲面等がある複雑形状(比較的大きめ)のワークをロボットで高速検査
従来の手法では実現できなかったケース

課題

- ・通常のロボットを用いた検査では、要求タクトを満たせない
- ・製品検査は目視、人手による内容にせざるを得ず、労働者確保が難しい
- ・作業者の熟練度によりばらつきが出て、製品品質の一定化ができない

効果

- ・高速でのロボットを用いた外観検査ができる
- ・検査人員の削減
- ・品質の一定化、トレーサビリティの確保

事前検証 (PoC) の事例

機器を使った検査の撮像可否・画像処理

AIを使用して外観検査を行う際の課題

AI処理ソフトウェアは各社により得意分野・金額等が大きく異なる

例：画処ラボで取り扱うAI処理ソフトウェア

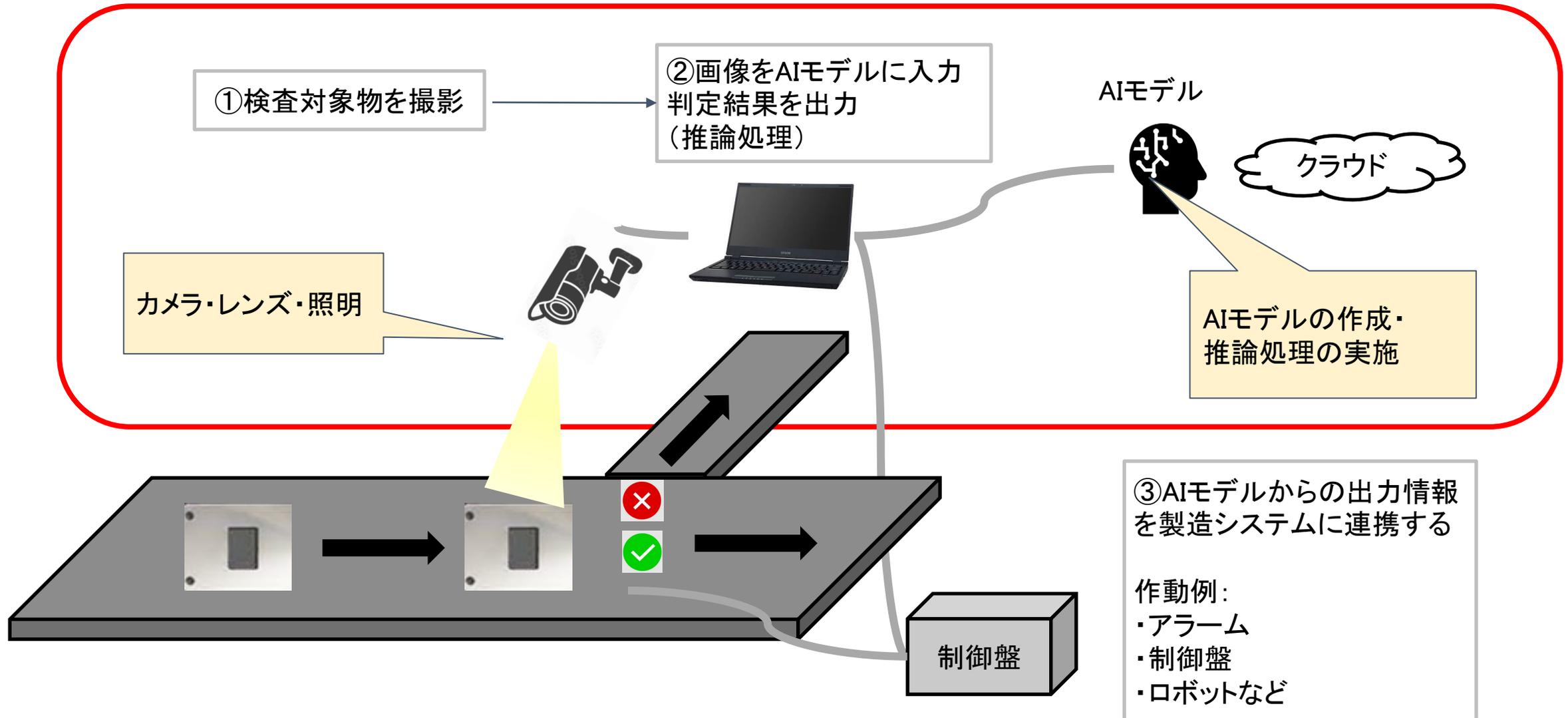
メーカー	価格	学習枚数	教師機能	汎用性
A社	350万～	1000枚～	有	○
B社	300万～	300枚～	無	◎
C社	200万～	200枚～	有	◎
D社	15万円/月	50枚～	有	○

各製品の特長を理解して、実機検証することで「検出できない」を防ぐ

自社でPoCができるようなソリューションの紹介 (AI inside株式会社)



自社でPoCができるようなソリューションの構成例



実機検証の様子



どんな場合に適しているか？

対象業務

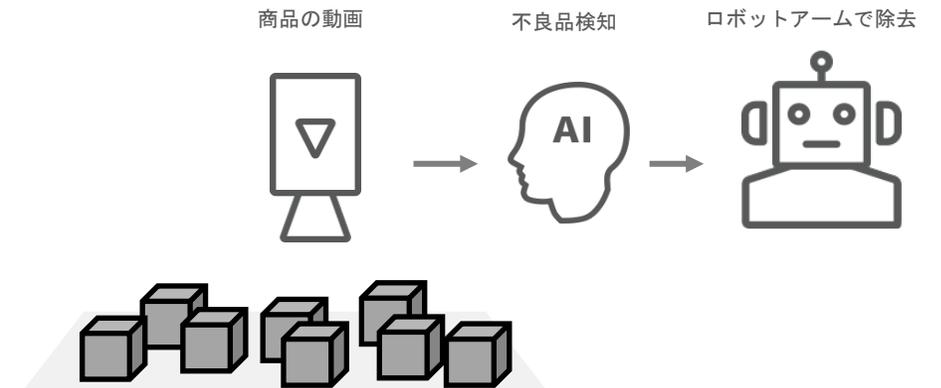
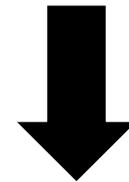
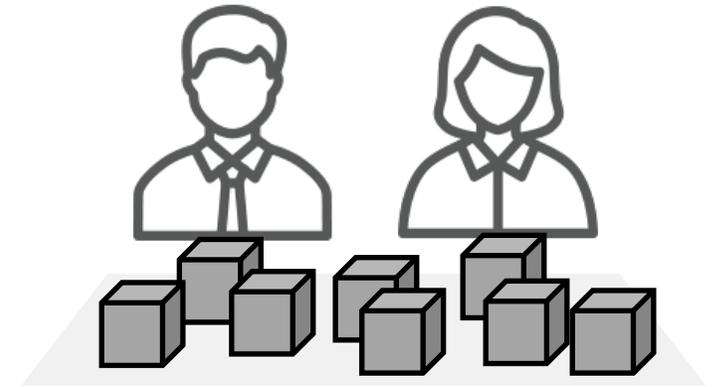
製品の目視検品、不良品排除

課題

- ・不良品判断の基準が定量的、定性的でないため、作業者のスキルによって**判定のばらつき**が生じる
- ・目視のため**見落とし**が起こりやすい
- ・手作業のため検品作業に多くの**工数がかかる**

効果

- ・**定性的**な不良品検知を**高精度**で実現
- ・検品作業**スピードの向上**
- ・作業者**人件費の削減**



全体最適視点での自動化推進の方法

今後は「企業全体として最適かつ効果の大きな装置化」が必要

部分最適視点



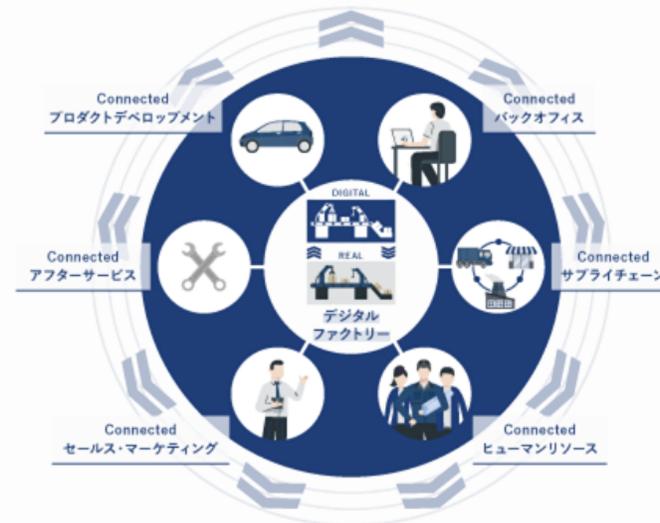
個別工程の
自動化・ロボット化



個別工程の
データ収集・IoT化

効果が小さく、個々の工程や部署にとってはメリットがあったとしても、
企業全体として本当に最適かは疑問・・・

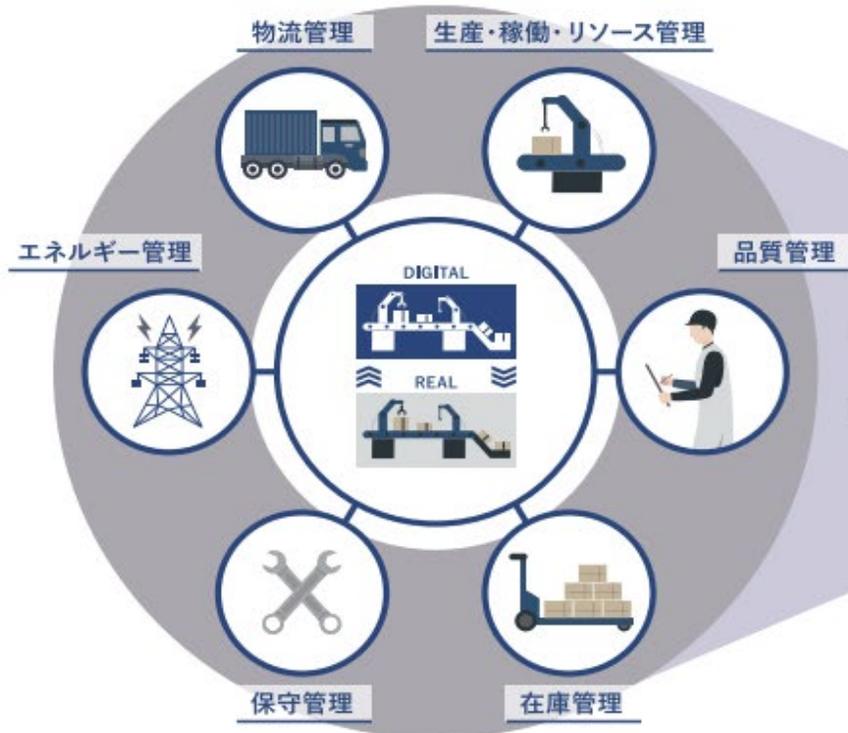
全体最適視点



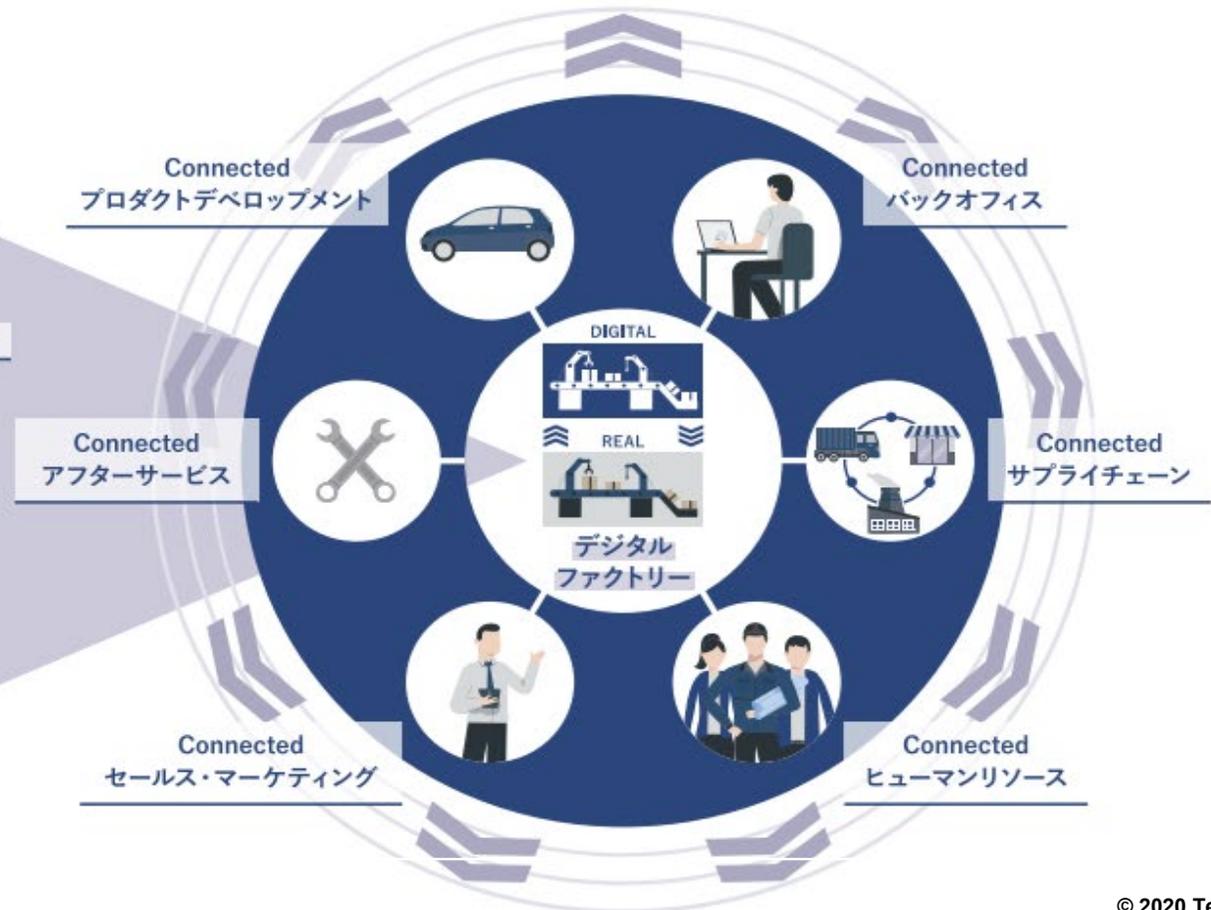
企業全体の視点で最適な工場づくりを行い、
企業全体にその価値を波及させていくことで、効果を最大化する

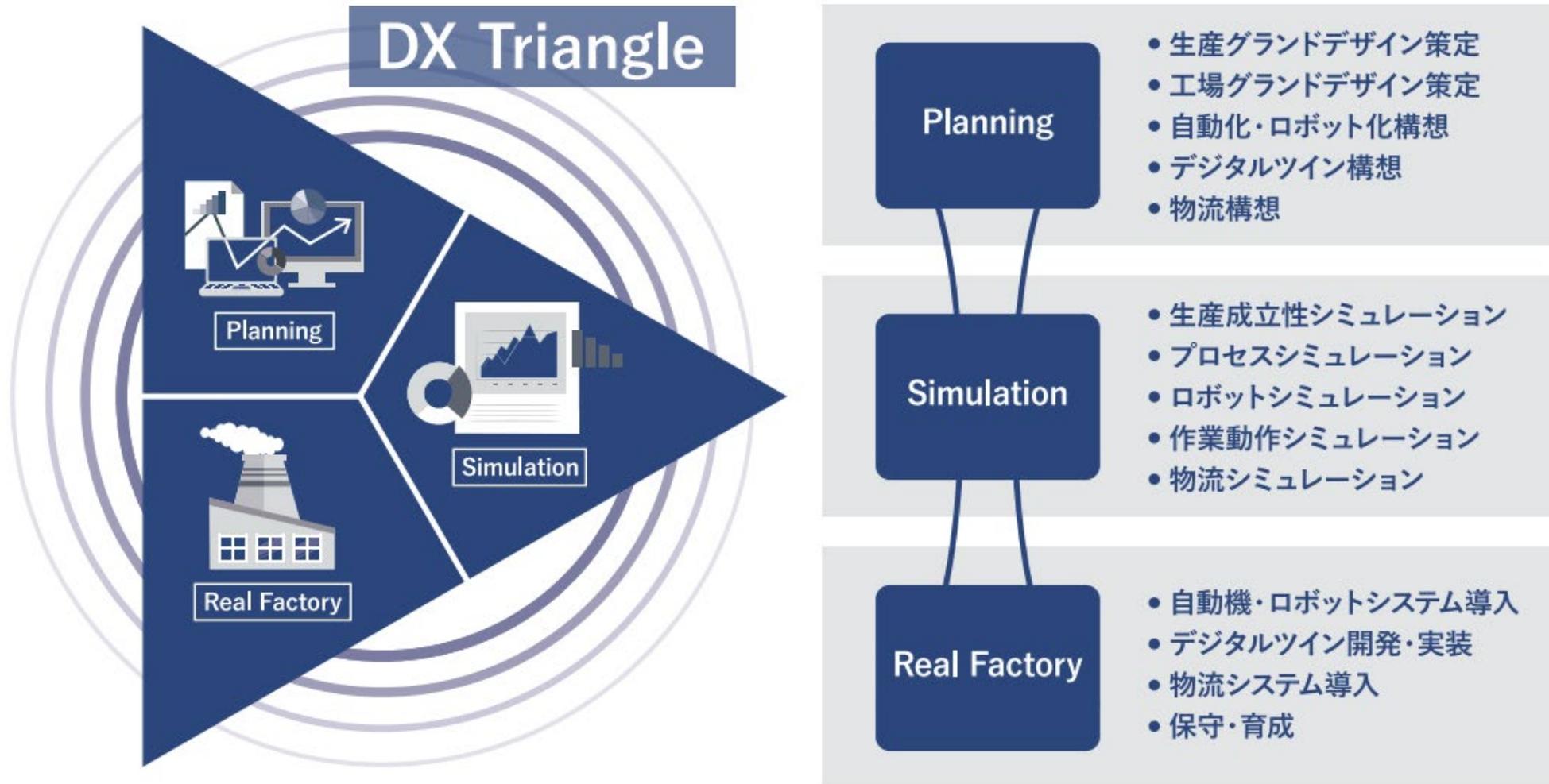
単に工場を作るだけではなく、デジタルファクトリーと各種企業業務のデジタル連携による、企業全体の価値を高められる全体最適のDX工場づくりをコンセプトに

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の連携





製造業DXの実現ステップ

DXにより生み出される企業価値（Goal）を明確にし（投資対効果）
そこまでのロードマップや各システムの構想を作り上げる作業が必要です。



休憩 (10分)

シートの記入内容

【ワーク】

材質	:		形状	:	
製品種類 (数)	:		日・月間生産数	:	
出荷数量	:	<input type="checkbox"/> 増加傾向	<input type="checkbox"/> 横ばい		<input type="checkbox"/> 減少傾向
製品出荷先	:	<input type="checkbox"/> 国内	<input type="checkbox"/> 海外		

材質や形状によりハンドが
種類(数)によりタクトが
需要予測で装置化の方針が決まる

【現状】

作業員	:		名 (生産全体に関わる人数		名)
作業時間 : 1日あたり		時間 (工場稼働時間 :)
所在地 ()

投資対効果の算出ができる
所在地により保守や緊急対応の
しやすさが分かる

シートの記入内容

【設置場所の条件】

一般 防滴 防塵 クリーン（レベル： ）
その他の条件

構成部品の選定基準が分かる
例：HACCP対応、カバー有無

【自動化時のロボット使用】

ロボット導入経験あり 導入工程（ ）
ロボット導入経験なし

ロボット作業者の義務である
安全教育の必要性が分かる

【設備投資の割合】

設備投資計画： 今期（ ）件 傾向：増加 横ばい 減少
性質 ：新規設備導入 割 / 設備改造 割 / 保全・修繕 割

提案の方針が決められる
例：保守多め→
リプレースや改造で寿命を延ばす

シートの記入内容

【生産・検査の課題】

受入時の検査	<input type="checkbox"/> している（機械）	<input type="checkbox"/> している（人手）	<input type="checkbox"/> していない
生産の標準的手順の確立	<input type="checkbox"/> している（機械）	<input type="checkbox"/> している（人手）	<input type="checkbox"/> していない
生産段階での部品等の不具合確認	<input type="checkbox"/> している（機械）	<input type="checkbox"/> している（人手）	<input type="checkbox"/> していない
出荷前チェック	<input type="checkbox"/> している（機械）	<input type="checkbox"/> している（人手）	<input type="checkbox"/> していない
ラインの不具合率、不良率	<input type="checkbox"/> 把握している	<input type="checkbox"/> 把握していない	
ラインの停止頻度	<input type="checkbox"/> 把握している	<input type="checkbox"/> 把握していない	
出荷・納入状況確認のシステム	<input type="checkbox"/> ある（自動）	<input type="checkbox"/> ある（手動）	<input type="checkbox"/> ない
事前のシミュレーション	<input type="checkbox"/> 要	<input type="checkbox"/> 不要	

導入予定の企業・工場では
どこまで自動化が進んでいる / どの内容まで把握できているかを理解でき
個別工程の最適化にとどまらない全体最適でのスケジュールを提案できる

質疑応答

参考サイト・資料のURL



メールアドレス

jss_sales@jss1.jp



電話番号

050-1743-0310（代表）



日本サポートシステムWebサイト

<https://jss1.jp/>



画処ラボWebサイト

<https://gasho-labo.jp/>



YouTube

<https://www.youtube.com/c/AMANOSCOPE>



自動化お役立ち資料集

<https://www.aperza.com/catalog/company/347/>