

次世代人工知能・ロボットの中核となるインテグレート技術開発  
人工知能技術の適用領域を広げる研究開発

# AI技術をプラットフォームとする競争力ある 次世代生産システムの設計・運用基盤の構築

## ～ 金型生産システムのDX化 ～

presenting author.

早稲田大学 谷水義隆

委託先： 東京大学，レクサー・リサーチ，デンソー，岐阜多田精機，  
国立情報学研究所，産業技術総合研究所，早稲田大学  
再委託先：名古屋多田精機，福岡多田精機，田中製作所，加藤製作所



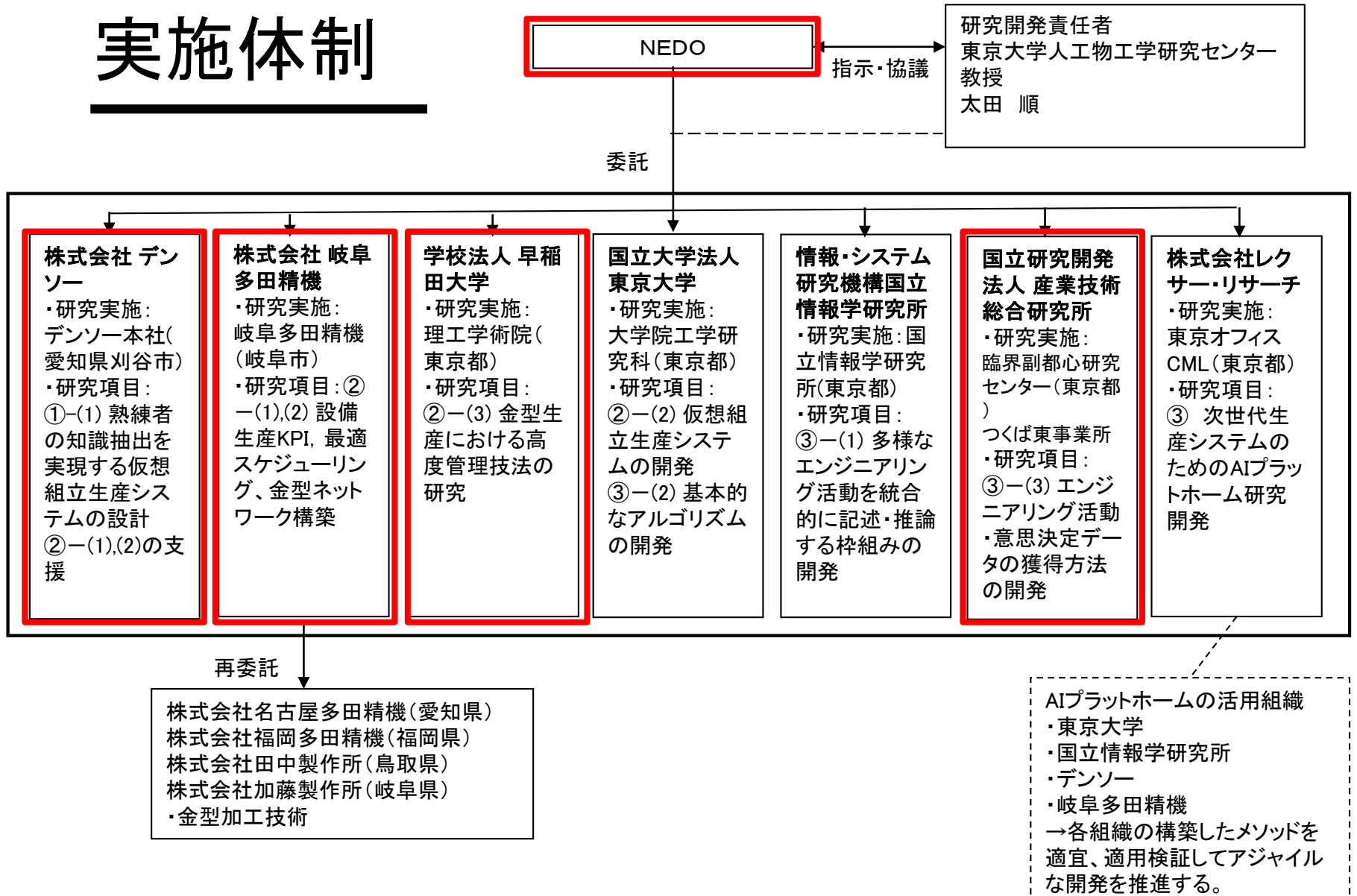
早稲田大学  
WASEDA University

**DENSO**  
Crafting the Core

産総研  
ともに挑む。つぎを創る。

TADASEIKI CO., LTD.

# 実施体制



# 研究開発の背景・狙い

少品種  
大量生産

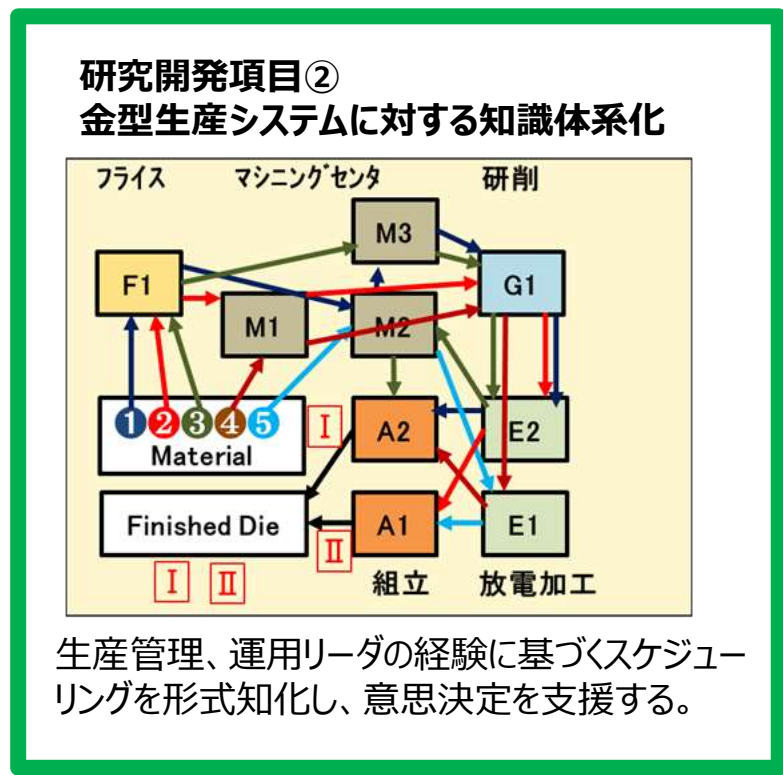
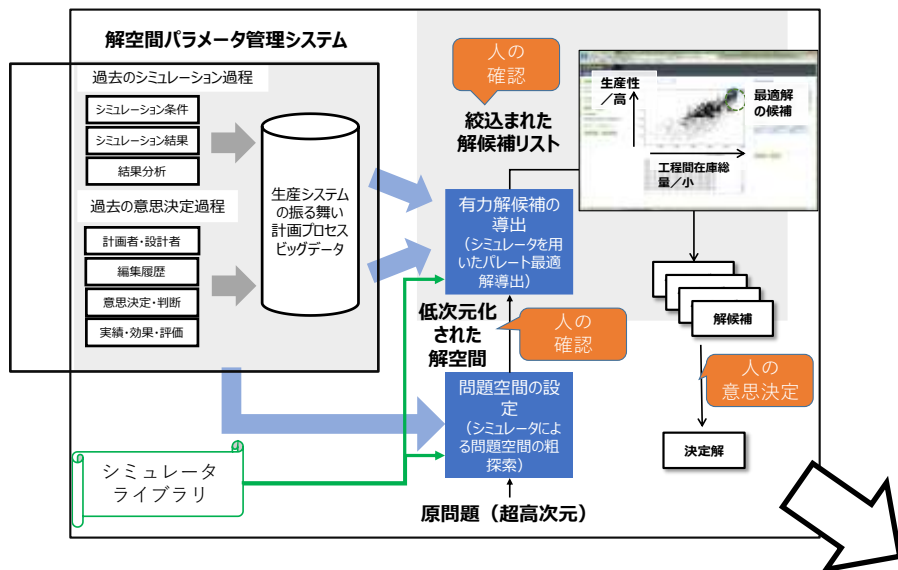


多品種  
少量生産

人の意思決定をより高度化する「良質な仮説導出を支援するAI」 ⇒

「生産システムシミュレーション技術」と「仮説導出推論技術」を組み合わせたAIプラットフォーム構築とその利用

# 研究開発の概要



研究開発の目標:

- ・スケジューリングプロセス運用知識の体系化
- ・金型工場ネットワークの構築

⇒ 正味稼働時間30%向上

② 熟練者の知識を体系化し圧倒的な生産性向上を実現する金型生産システムの開発

# 従来の仕事の仕組みと課題 1/2

## ■スケジュール管理

概略日程を管理するシステムはありますが…



型部品A

型部品A:加工指示書

	素材手配	プログラム	マシニング	…
納期	9月1日	9月3日	9月6日	…
必要時間		60分	100分	…

詳細管理のため各工程で個々見える化システムを構築

マシニング工程



引当設備, 作業者の決定



切れている

放電工程



電極作成状況の管理



切れている

組付工程



部品集結状況の管理



人海戦術で調整

抜け漏れで納期遅れ  
余裕を見た日程になりがち

# 従来の仕事の仕組みと課題 2/2

## ■実績管理

現状は

- ・ 工場で仕掛けている型数
- ・ 進捗管理(型アッセンブリ単位)
- ・ 仕掛けている型部品数 etc.

- ・ Excelを駆使して手動収集。  
⇒工数大
- ・ 詳細データがない  
⇒原因分析できない

定着しない



## ■自動スケジューラ構築の取り組み

### <活動の目的>

現場管理者(班長)の能力の限界を越えた効率の良い仕事の並びを自動計算させ、設備稼働率向上およびリードタイム短縮を目指す。  
計画は工場全体で共有し、問題点に気づきやすくする。

〔班長の限界:2日分 40型部品のスケジューリングが限界〕

**一貫かつ自動スケジュールでムダのない生産計画と実績管理定着で競争力向上を！**

# [1]自動スケジューラ構築

## ■ 活動の進め方

### ①学術メンバーによるヒアリング ←

マシニング工程をターゲットとして、班長が日頃どのように判断してスケジューリングを行っているかのヒアリングを行う

⇒ルールの明示化

### ②スケジューラの製作と試行

ルールに基づいてスケジューラ(生産計画シミュレータ)を製作し、机上検討を実施する

### ③スケジューラによる実務運用の試行

スケジューラによる結果を実務で運用してみる

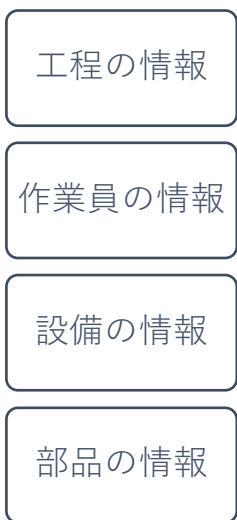
### ④課題の整理



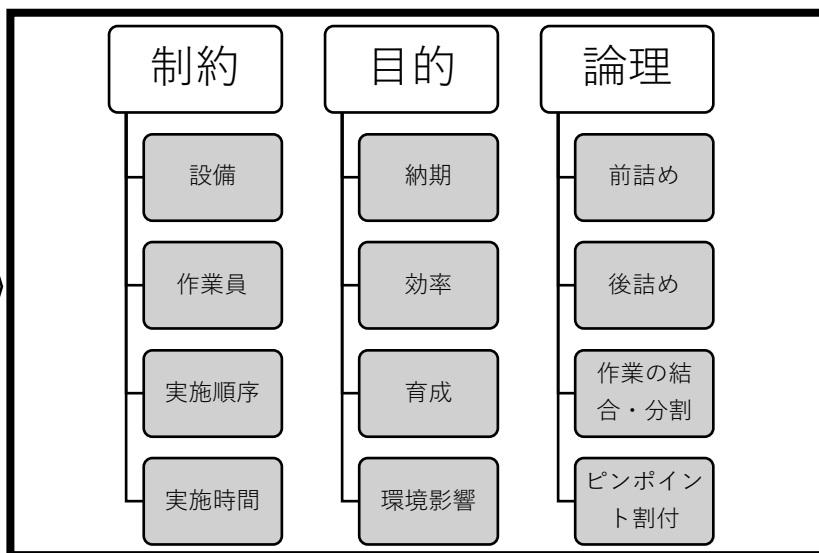
# 生産計画を立てる熟練技術者の思考プロセス

- 生産計画技術者は「制約の抽出」「目的の順序付け」「論理の適用」「探索方法の選択」に熟練し、優れた生産計画を立てることができる
- しかし、大規模・長期の生産計画や、短期であっても精度が高い生産計画を立てるのは熟練技術者にとっても難しい

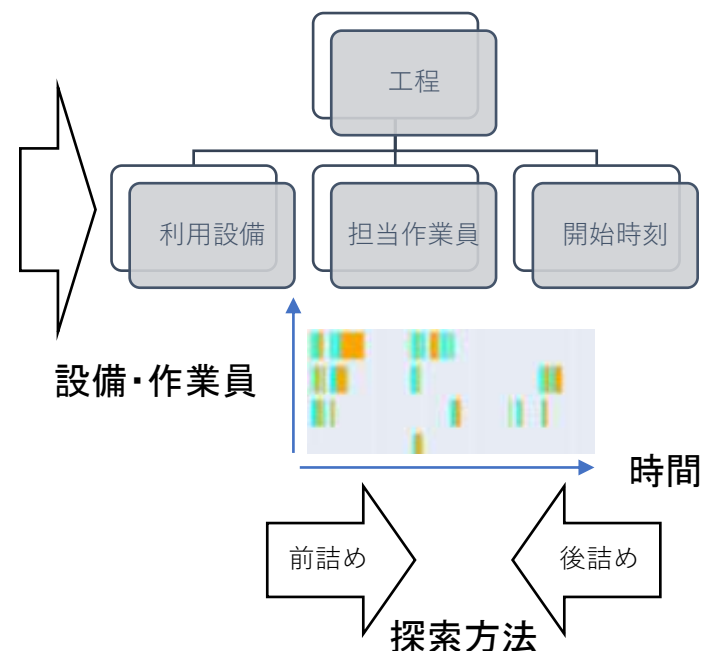
## 生産計画の入力



## 熟練者の頭の中



## 生産計画の結果

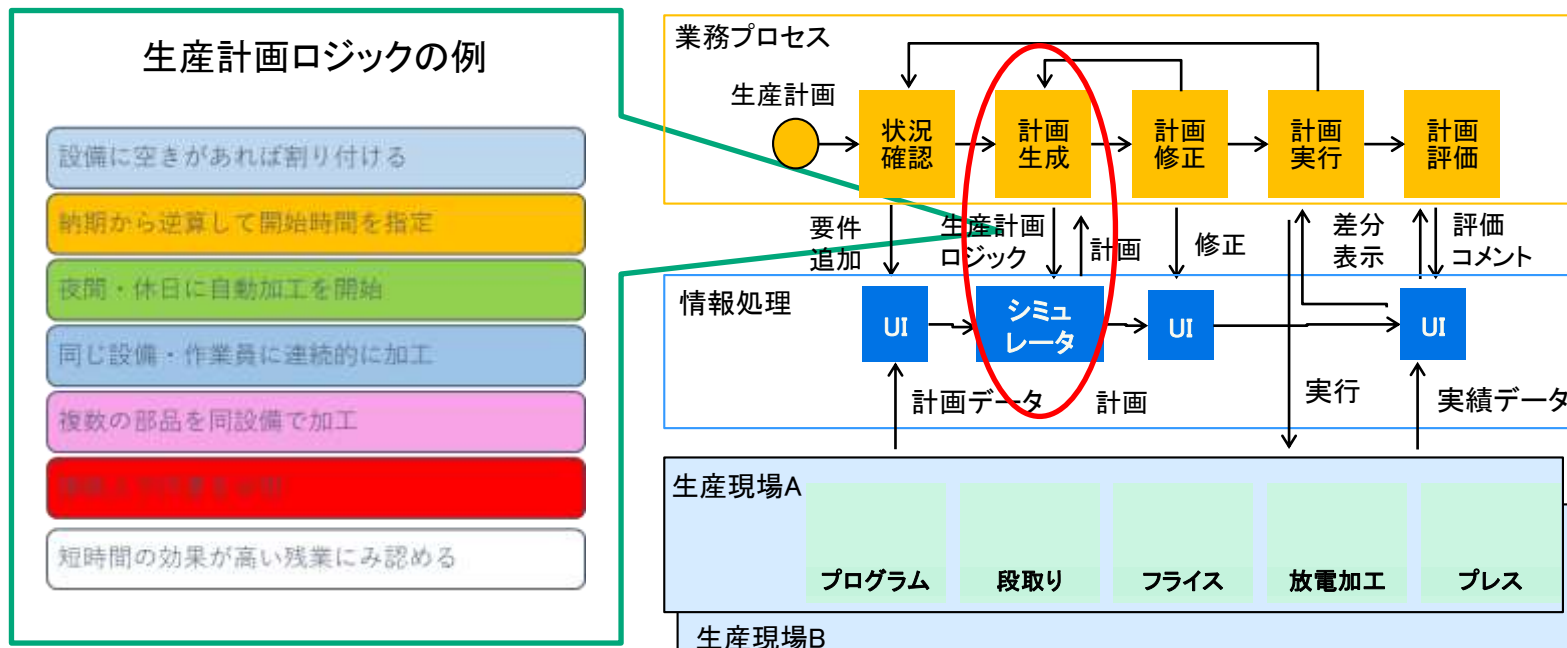


生産計画を立てる  
熟練技術者



# 解生成器：熟練計画技術者の 生産計画知識を組み込んだシミュレータの開発

- 生産計画に関する熟練技術者の思考プロセスを組み込んだシミュレータ
- 生産現場の実績データ収集システムなどと統合し、工場の日々の生産計画業務にて有効性を検証中。金型工場の生産性向上に貢献している。



# 自動スケジューラ構築活動①②

## ヒアリングとシミュレータの試行

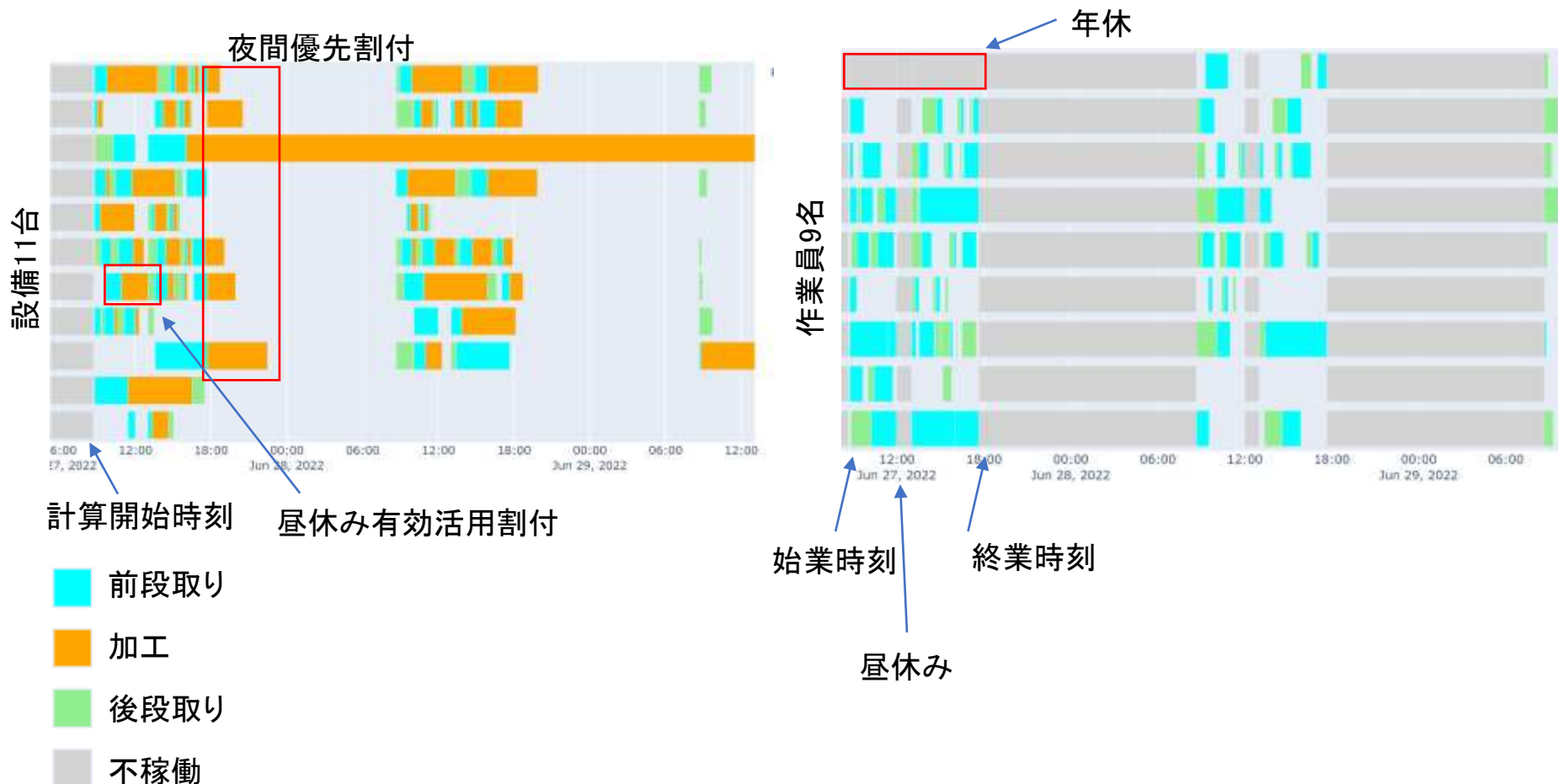
### ■ ヒアリング



- 抽出されたルール ⇒ 生産計画ロジック
  - 加工時間の長いものは夜間に加工したい (夜間無人)
  - 作業者の残業は分散したい
  - 段取り治具(バイスなど)は, 付け替えることなく連続で使用したい.
  - 刃具も連続で使用したい
  - 要求精度を基に引当設備や作業者を決めたい Etc.
- 生産計画シミュレータ構築(産総研製)および机上検討
  - ⇒夜間の設備稼働が増え, リードタイム短縮効果を確認できた

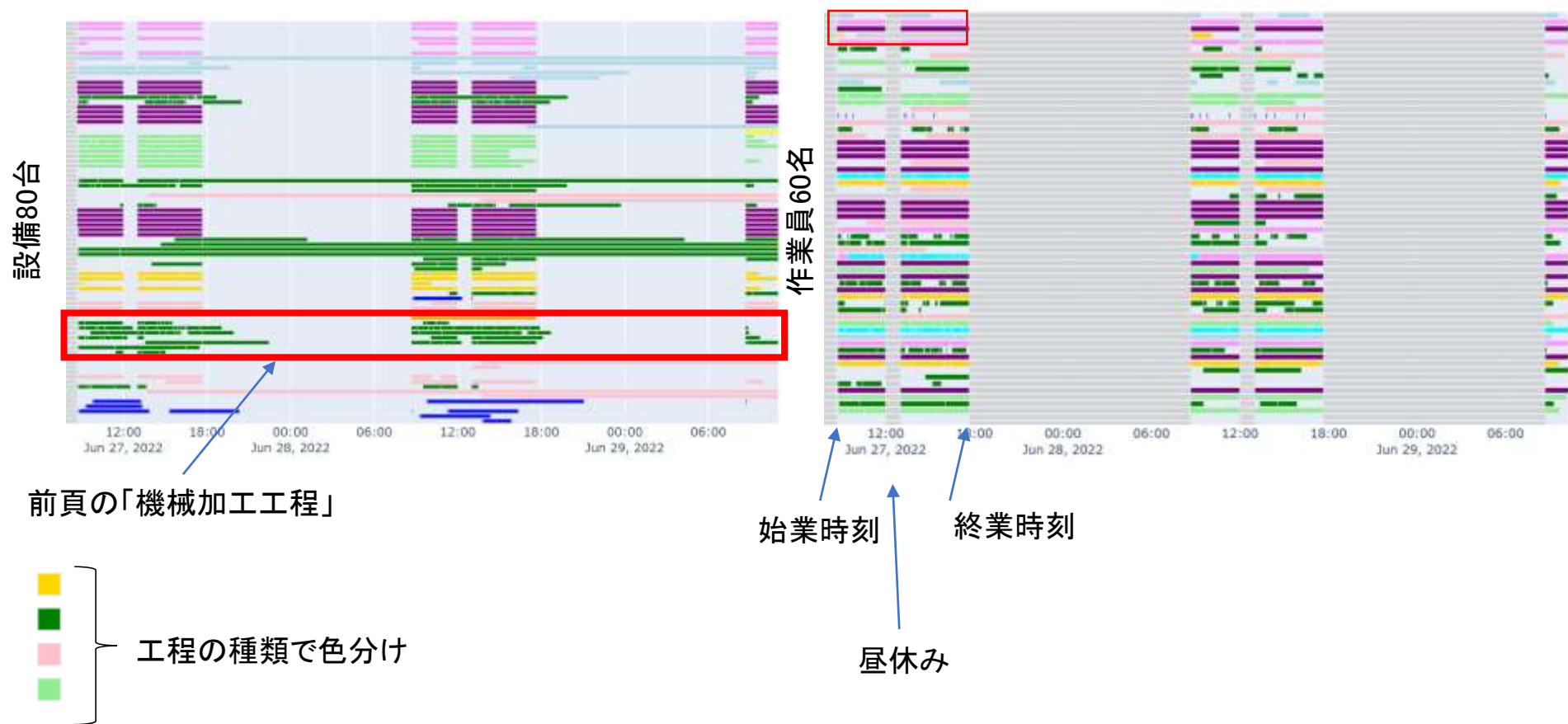
# 生産計画シミュレータの出力例1

## ■ 機械加工工程の生産計画（6月27日朝～29日朝）



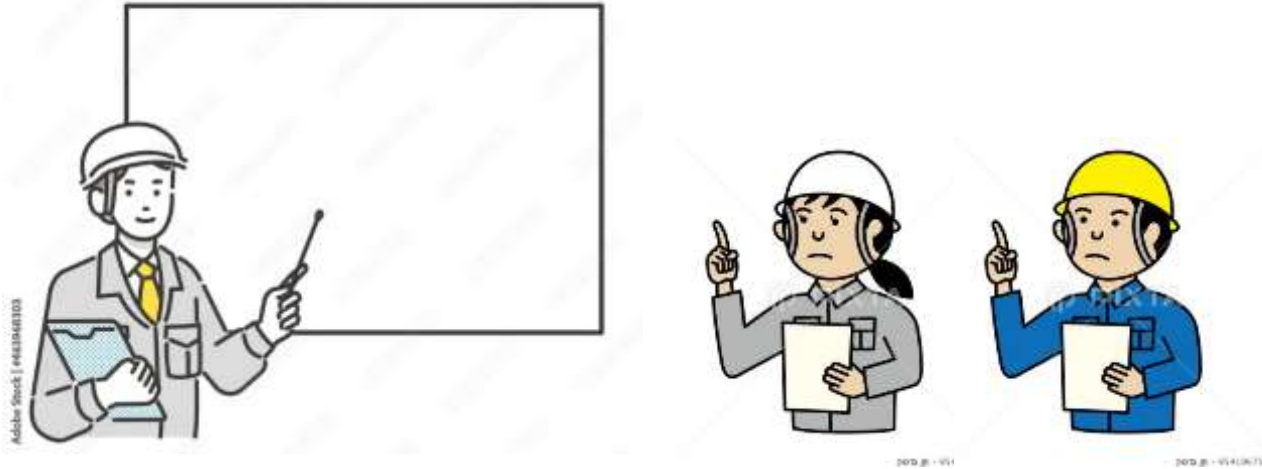
# 生産計画シミュレータの出力例2

- 全工程の生産計画(6月27日朝~29日朝) ← 全工程への拡張



# 自動スケジューラ構築活動③ 実務適用状況(2021)

## ■ 実務適用



- ヒアリング項目が反映された生産計画シミュレータ(産総研製)の実務での運用を試行(2021年7月～)

# 自動スケジューラ構築活動④

## まとめ(2021)

- 班長立案の計画と計算結果の一致度は徐々に向上してきており、班長の思考がルールとして明確化されてきている。
  - 3日単位で見ると、班長のスケジューリング結果と約50%が一致(2021)
- スケジューリング結果どおりに業務推進はできないが、提案としては受け入れられるレベルになっている
  - 班長へスケジュール提案できるレベルに近づきつつある
- 他工程へも拡張し、工場全体で効率化の技術課題を抽出していくとともに、型の製作リードタイムを短縮していく
- スケジューリング結果を採用していない理由を分析し、理由を解明することで、計算結果通りに業務推進していく姿を目指している

## [2]実績管理(作業実態把握)の取り組み

### ■ 活動の目的

- 常時作業実態を取得することで、恒常的な工場管理に役立てる
- 部品単位，作業者単位，設備単位で細かい粒度でデータを取得し，原因分析に役立てる

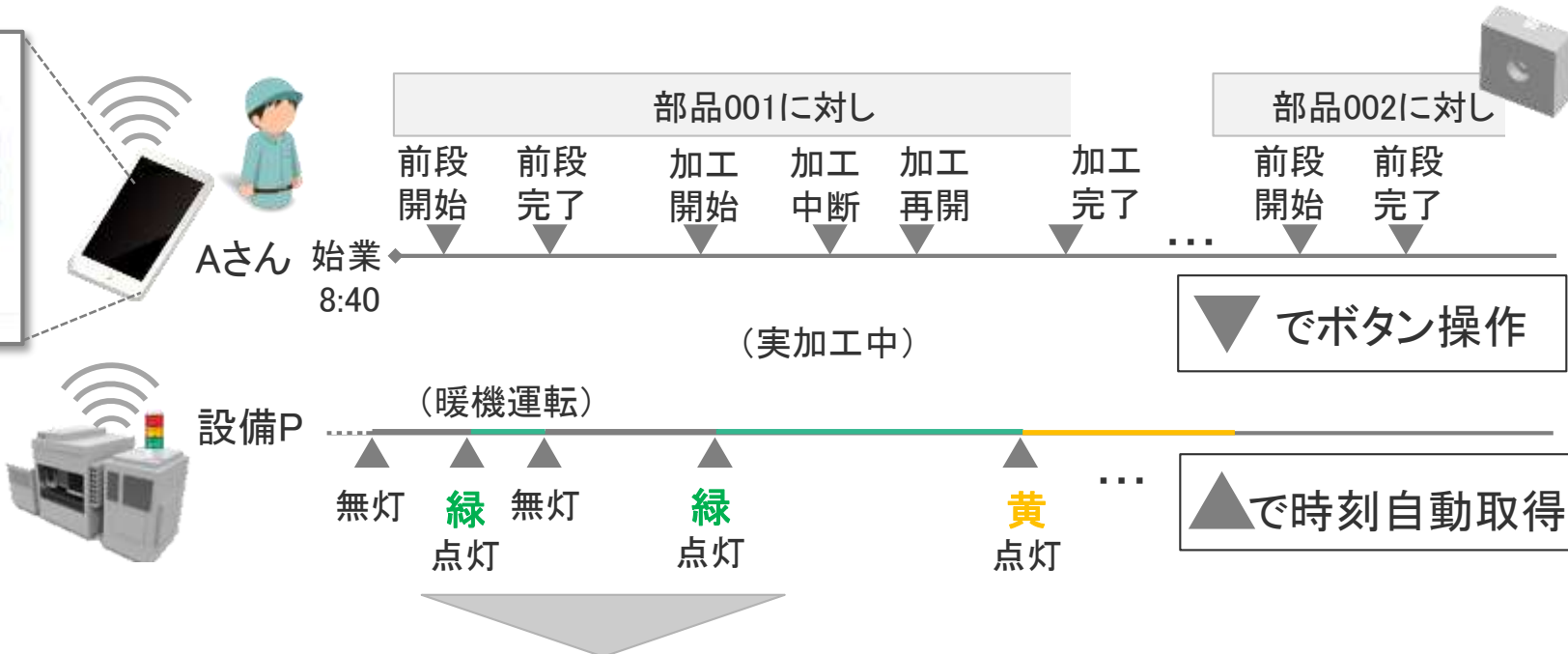
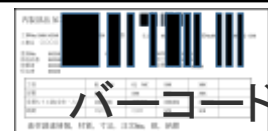
### ■ 活動の進め方

- ① ハードウェアの準備，収集ソフトウェアの導入
- ② 日常のデータ取得
- ③ データの整理．データを用いた問題点の共有と分析，改善．（2週間に1度に工場内定例会開催）



# 実績管理(作業実態把握)の概要

- ・スマートフォン : 作業者と部品の動きを取得
- ・シグナルタワー : 設備の動きを取得



- ・作業者Aが ○時○○分～○時○○分 前段取/加工/後段取/…
- ・部品001は ○時○○分～○時○○分 前段/加工/後段/棚/…されていた
- ・設備Pは ○時○○分～○時○○分 加工/不稼働/していた

の取得が可能

2020年10月から取得スタート ⇒ 2021年4月から全工程で取得中

# 実績管理の取り組みの効果

現場の所感(2021)

- スケジュールの“実績”と“計算結果”を比較した際の、班長の感想は「自分では計算結果に近い状態で職場運営していると思っていた」
- マシニング工程から取組み開始しているが、組付けや検査にも少しずつだが数字を意識し効率化を図ろうとする意識が芽生えつつある。

⇒ 「データの取り方の議論」から「目標設定の議論」へ



**思い込みや経験に基づく議論からデータを意識した議論へ移行しつつある**

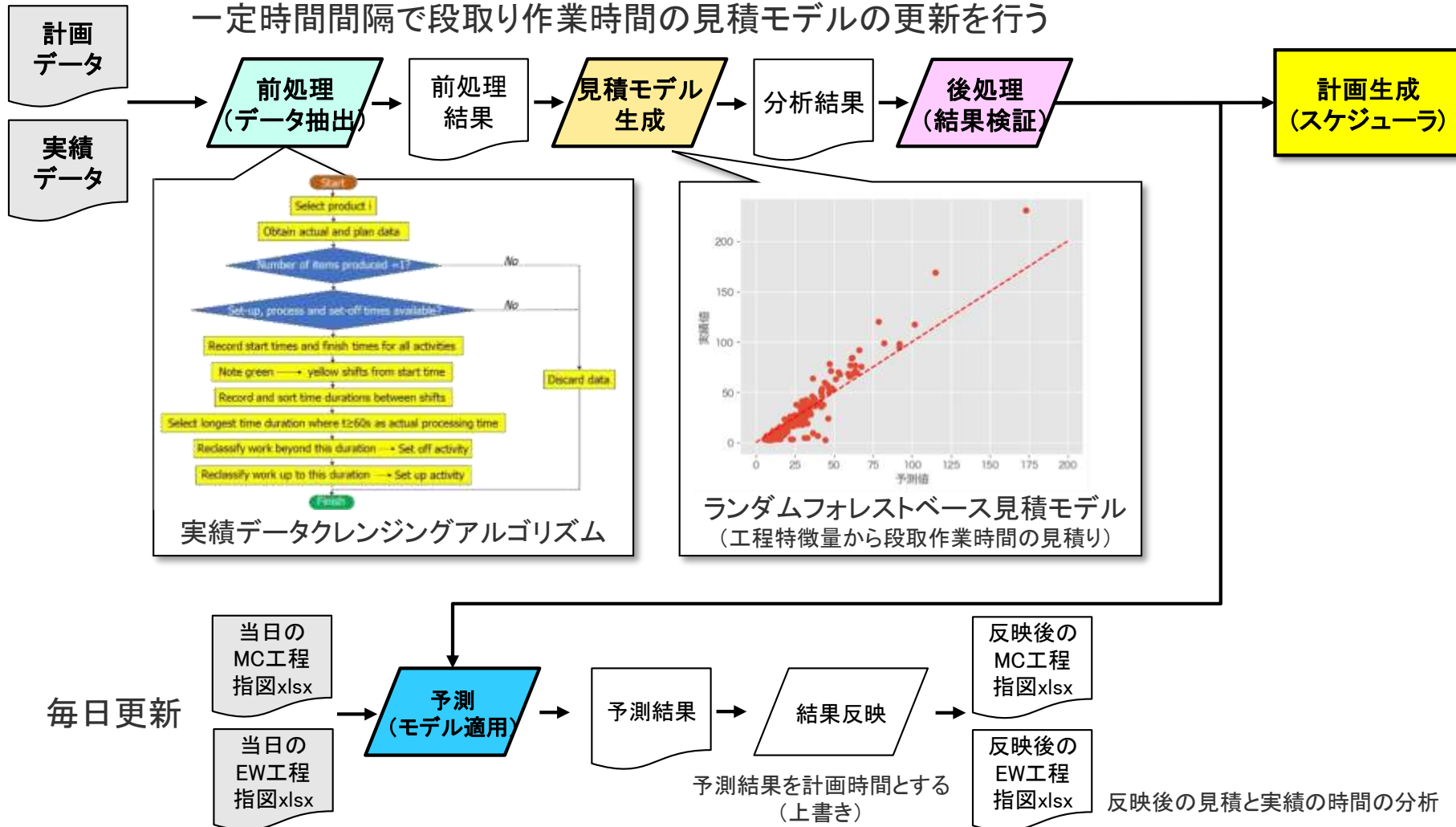
# 実績に基づく計画の高度化

---

- 実績管理における誤った入力情報の補正
  - 誤った状態が認識される場合がある（作業者の入力ミス, シグナルタワーからの情報の欠落, など）  
⇒ データクレンジングによる前処理
- 実績に基づく作業時間の見積精度向上
  - 実績管理で得られた作業時間の実測値を活用する  
⇒ 作業時間の高精度な見積システムの構築

# 作業時間の補正・見積システム構築

一定時間間隔で段取り作業時間の見積モデルの更新を行う



# 今後の活動

---

- 再計画による計画(スケジュール)の高度化
    - 計画評価に基づく再計画のロジックを組み込む
      - ⇒ 質の良い計画を効率よく作るワークフローの開発
  
  - 金型工場スケジュールラ汎用化のための技術開発
    - 金型工場の特徴を考慮した解生成器の高度化
      - 特徴の一例:勤務形態の違い, 残業の実施方針など
- ⇒ 金型工場ネットワークの構築

# ご清聴ありがとうございました

本研究活動の報告は  
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の  
委託業務(P18002)の結果により得られたものです



早稲田大学  
WASEDA University

**DENSO**  
Crafting the Core

産総研  
ともに挑む。つぎを創る。

TADASEIKI CO., LTD.