

# 突発事象が金型加工工程の 生産性に与える影響

---

神奈川大学 工学部 経営工学科 4年

生産・流通マネジメント研究室

渡井一輝

# 目次

---

1. 研究背景・目的



2. 従来研究



3. 研究方法



4. 研究結果



5. 考察・課題

# 研究背景

---

- 金型産業がこれから国内外で競争力を高めるためには生産システムの合理化が必要[1]
- 金型は個別受注生産のため納期回答が困難  
    ➡ 納期見積の見積過大や見積過小になる[2]

# 従来研究と本研究の目的

---

荒川ら[2]の研究

〈目的・提案〉 見積過小の問題（納期遅れ）に着目



作業員の割付方法を提案

〈問題点〉 割付以外の原因に触れてない

本研究の目的

突発的事象等が工程所要時間への影響を明らかにする

# 研究方法

---

## ① 対象工場の調査

作業時間や突発的事象の事柄・発生確率・ロス時間を分析

## ② シミュレーションモデルの作成・実行

対象工場の調査結果をもとにしてシミュレーションモデルを作成  
様々な条件下のパターンを作成しシミュレーションを実行

※シミュレーションはS-Quattro ver.6.00を使用

## ③ 各種事象が所要時間への影響を明らかにする

# 対象工場の調査について

---

## □ 調査概要

期間：約3か月

調査内容：

1. 段取り（前段取り・後段取り）・加工にかかる時間の調査
2. 突発的事象の内容調査
3. 発生確率・ロス時間の調査

# 対象工場調査結果

---

対象工場を調査した結果、以下の3つの突発的事象が多くみられた  
またMC（マシニング工程）が最も多かった  
以降MC工程を対象とする

## ◆ 機械故障

機械が故障したことにより、加工が一時中断したことによるロス時間  
（業者を呼ぶような長時間の故障は対象外）

## ◆ 加工直し

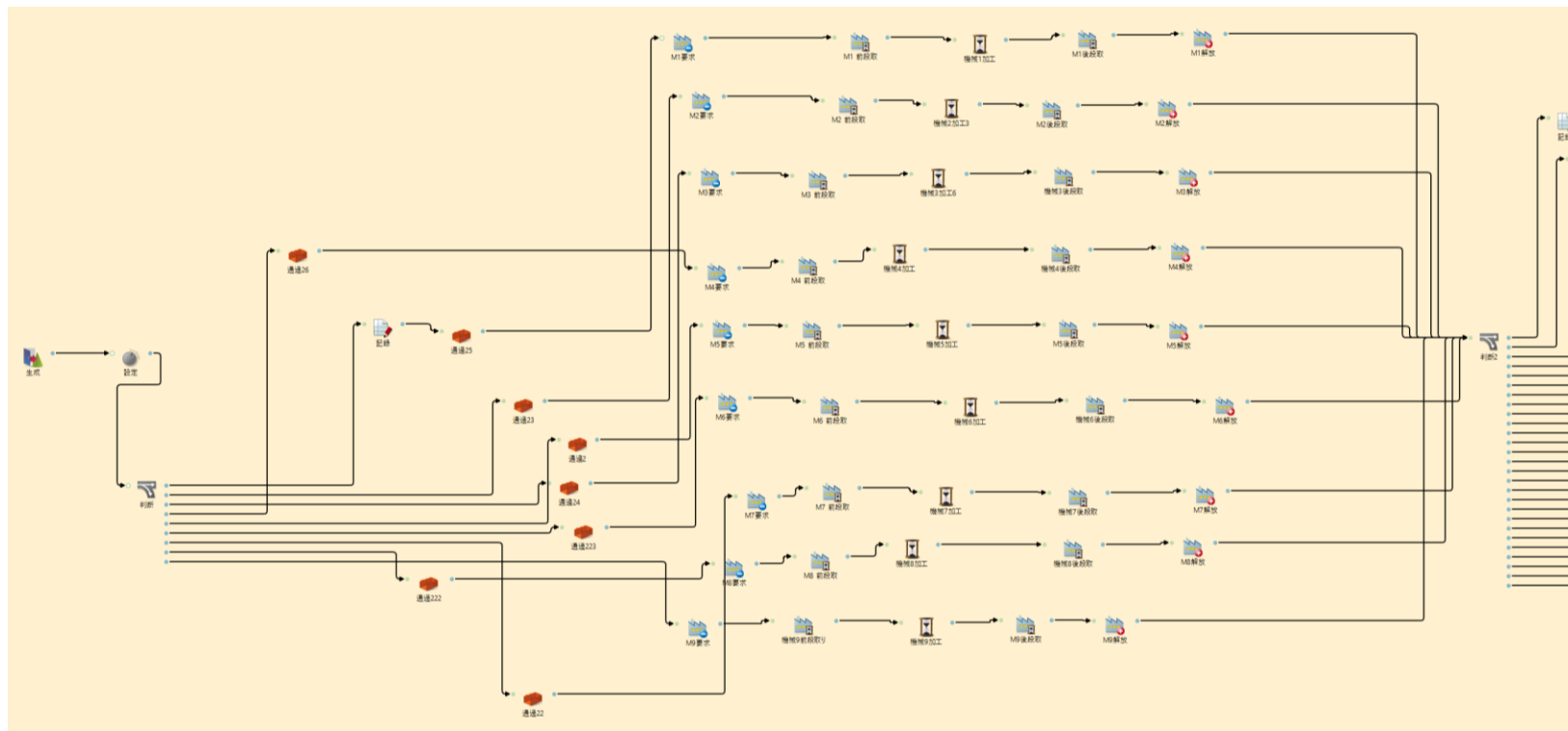
加工終了後に何らかの理由で加工をやり直したことによるロス時間

## ◆ 前段取り遅延

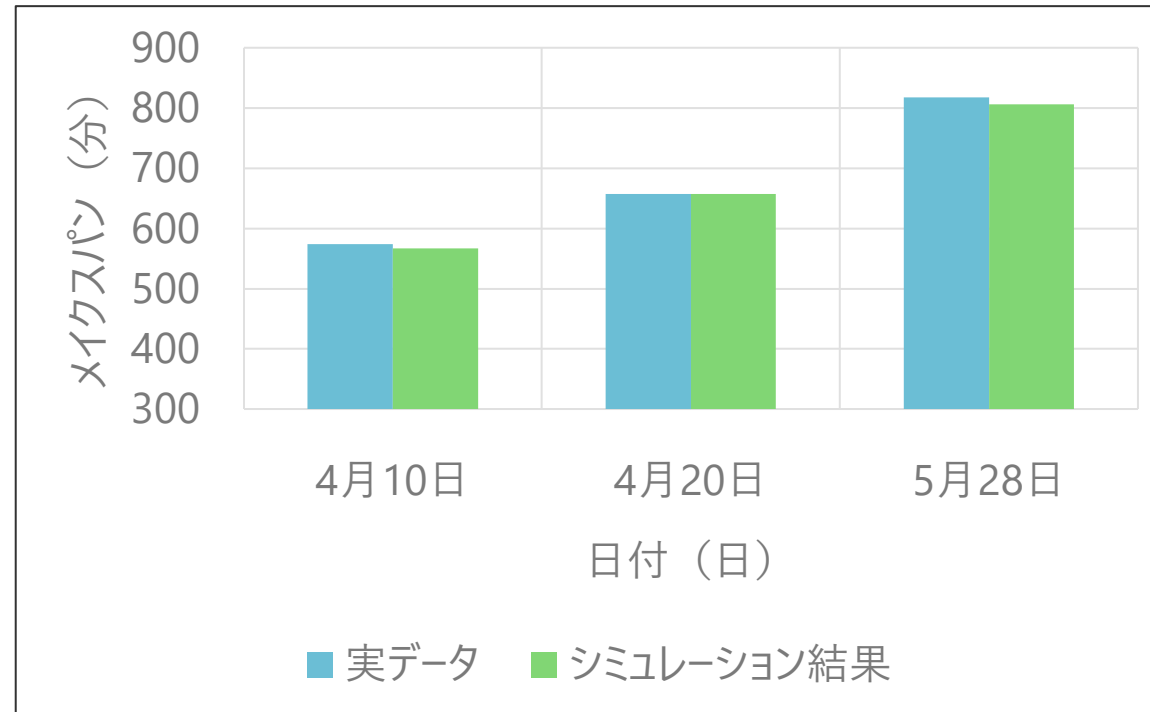
想定していた時間よりも前段取りに費やした時間が長かったことによる  
ロス時間

# MC工程モデルの妥当性確認

## 作成シミュレーションモデル（突発的事象を含めず）



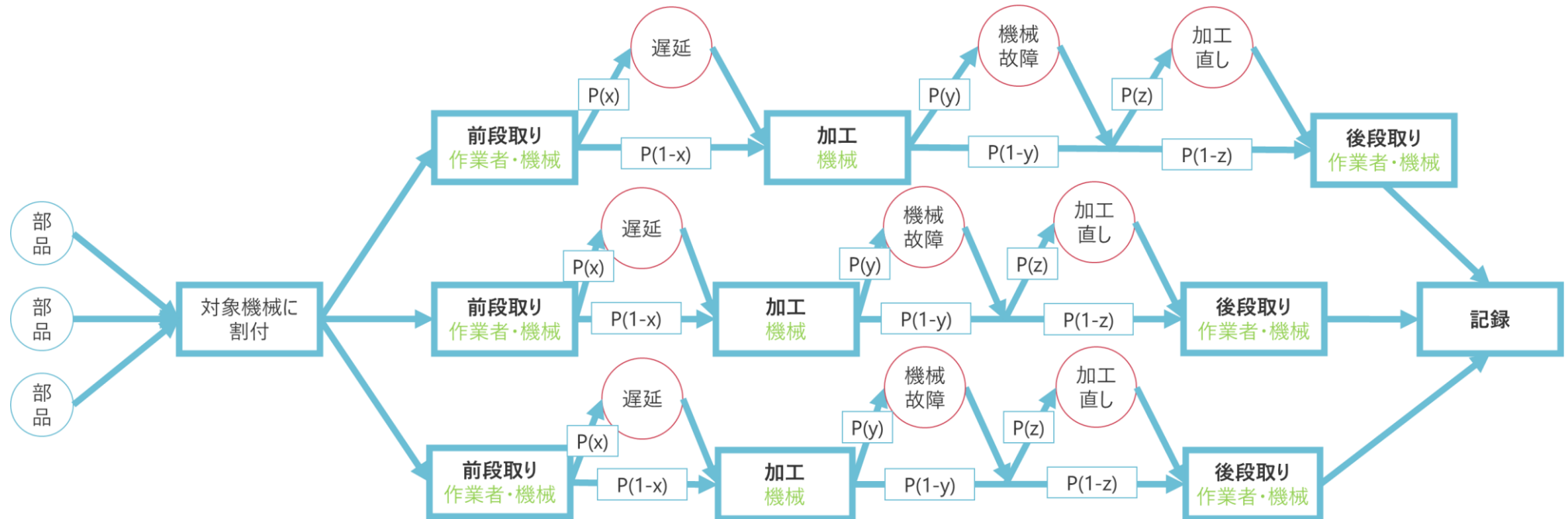
# モデルの妥当性の検証



シミュレーションの結果、各日で実データとほぼ同じメイクスパンとなった

※メイクスパン：全ての作業が終了するのにかかる所要時間

# 突発事象を取り入れた拡張モデルの流れ

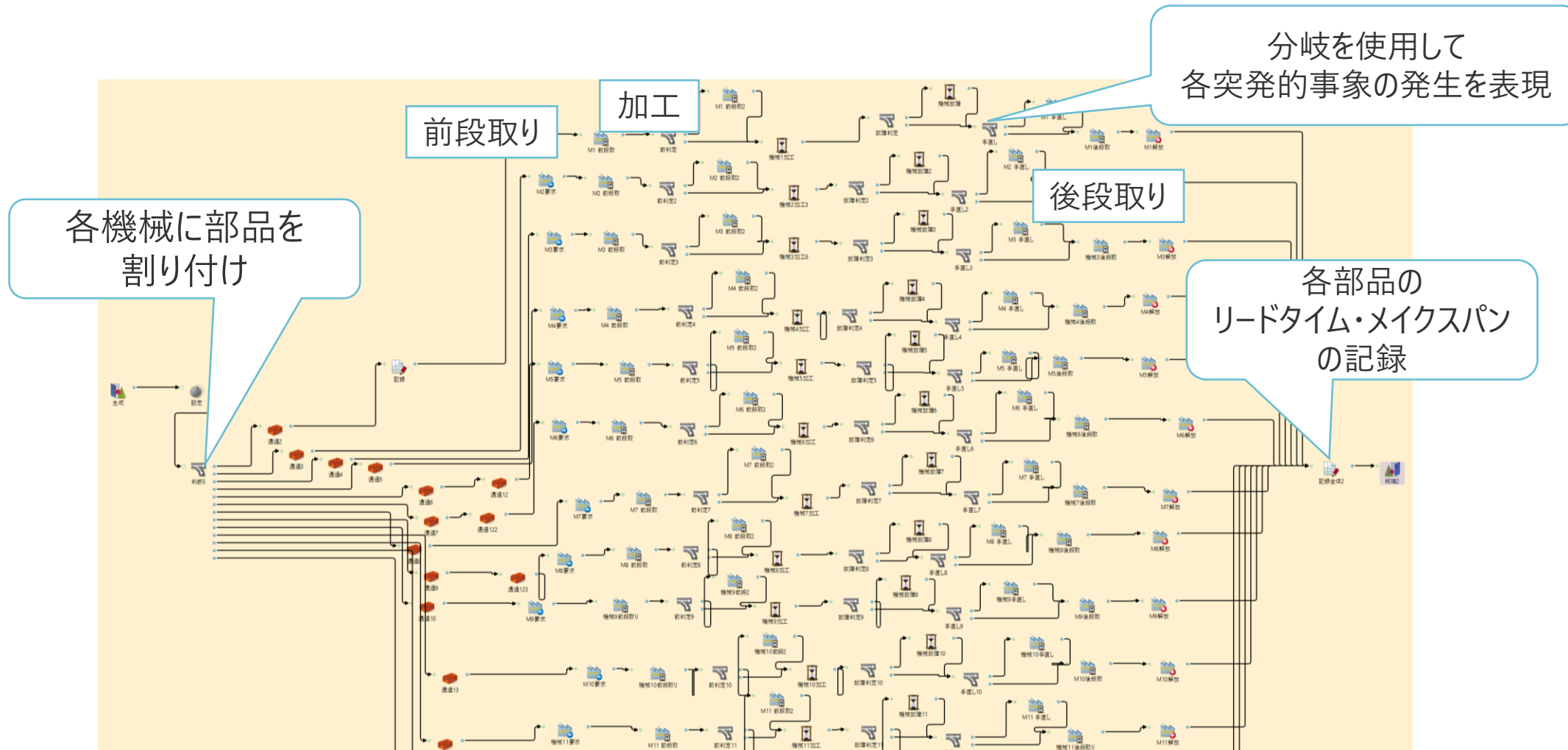


$P(x)$  = 前段取りの遅延発生確率

$P(y)$  = 機械故障発生確率

$P(z)$  = 手直し発生確率

# 拡張モデル（一部）



# 実験の前提条件

---

## ◆ 作業者

作業者：9人（前段取り・後段取りで担当）

初心者：中級者：上級者＝3人：3人：3人 手直し確率＝7％：3％：0.5％

## ◆ 機械

稼働可能な機械数：13台（加工担当）

## ◆ 負荷率

機械は24時間稼働・作業者は1日8時間のため作業者がボトルネックとなる

→負荷率は作業者の稼働可能時間より算出する

## ◆ シミュレーション期間：1週間

投入部品数：負荷率70％＝約200部品

# 負荷率の算出方法

---

$$\begin{aligned}\text{負荷率} &= \frac{\text{前段取りと後段取りの合計時間}}{\text{作業者の人数} \times \text{作業者の稼働時間}} \\ &= \frac{\text{前段取りと後段取りの合計時間}}{9\text{人} \times 8\text{時間/日} \times 5\text{日間} \times 60\text{分/時間}} \\ &= \frac{\text{前段取りと後段取りの合計時間}}{21600\text{分}}\end{aligned}$$

# 機械と作業者の関係

| 機械      | 作業者   | 区分  |
|---------|-------|-----|
| 機械①     | 作業者 1 | 上級者 |
| 機械②     | 作業者 2 | 上級者 |
| 機械③・機械④ | 作業者 3 | 初心者 |
| 機械⑤・機械⑥ | 作業者 4 | 上級者 |
| 機械⑦・機械⑧ | 作業者 5 | 中級者 |
| 機械⑨     | 作業者 6 | 中級者 |
| 機械⑩     | 作業者 7 | 初心者 |
| 機械⑪・機械⑫ | 作業者 8 | 中級者 |
| 機械⑬     | 作業者 9 | 初心者 |

# シミュレーション実験①

---

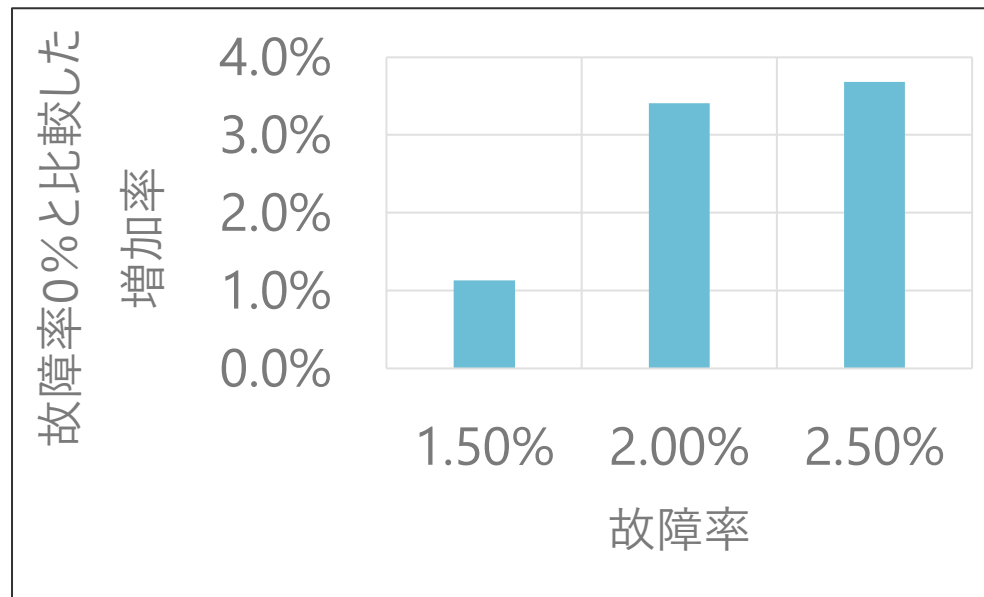
## □ 目的

故障率の大きさがメイクスパンに与える影響を調査

## □ 方法（頁11の前提条件を基に行う）

- ① 作業者の負荷率を60％に設定する
- ② 故障率1.5％・2.0％・2.5％の3ケースを設定する
- ③ それぞれ10回分の結果（平均値）を比較検討に用いる
- ④ 故障率0％の時からどの程度メイクスパンが増加するかを調査する

# 実験①の結果



実験①の条件

負荷率：60%

期間：1週間×10回（平均値を算出）

加工直し発生確率：

初心者：中級者：上級者  
= 7%：3%：0.5%

加工直し時間：作業時間の6割

前段取りロス発生確率：0.15%

前段取りロス時間：60分

## 結果・考察

- ・ 故障率が上がるにつれてメイクスパンが長くなる
- ・ ロスをさらに減らすためには短期的なメンテナンスを行うことで故障を減らす必要がある

# シミュレーション実験②

---

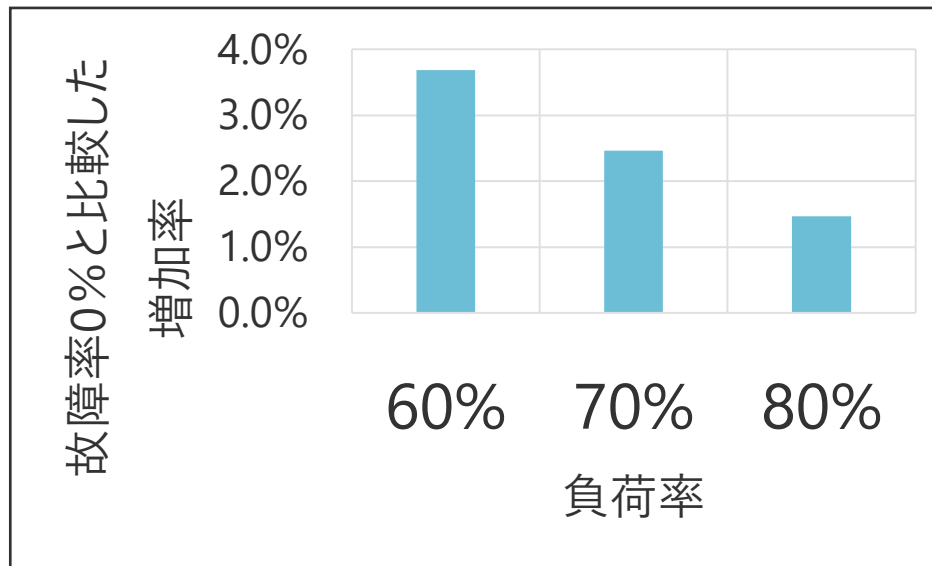
## □ 目的

負荷率が異なるときに故障率がメイクスパンに与える影響を調査

## □ 方法（頁11の前提条件を基に行う）

- ①作業者の負荷率を60%・70%・80%に設定する
- ②各負荷で故障率0%と2.5%の場合のシミュレーションを行う
- ③それぞれ10回分の結果（平均値）を比較検討に用いる
- ④故障率0%に対して2.5%時の増加率を算出する

# 実験②の結果



実験②の条件

期間：1週間×10回（平均値を算出）

加工直し発生確率：

初心者：中級者：上級者  
= 7%：3%：0.5%・

加工直し時間：作業時間の6割

前段取りロス発生確率：0.15%

前段取りロス時間：60分

## 結果・考察

負荷率が小さいほど故障率の影響が大きい

→負荷率が大きいほど部品の投入量が多く待ち時間等のロス時間が増え、  
その間に機械故障の修繕が完了したと考えられる

# シミュレーション実験③

---

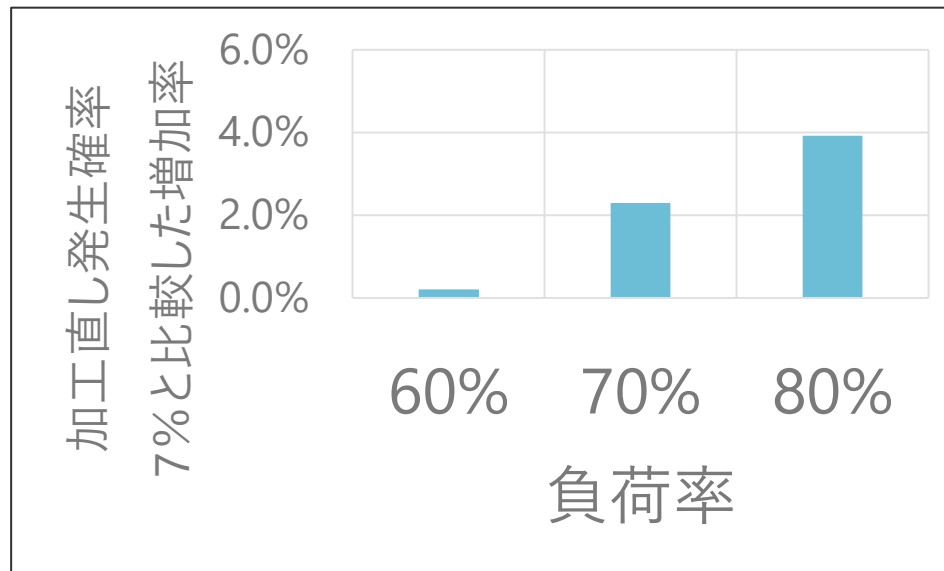
## □ 目的

初心者の加工直し発生確率がメイクスパンに与える影響を調査

## □ 方法（頁11の前提条件を基に行う）

- ① 初心者の加工直し発生確率を7%から30%へ変更する
- ② それぞれ10回分の結果（平均値）を比較検討に用いる
- ③ 各負荷において7%に対して30%時の増加率を算出する

# 実験③の結果



## 実験③の条件

期間：1週間×10回（平均値を算出）

加工直し発生確率：

初心者：中級者：上級者

= 30% : 3% : 0.5%

加工直し時間：作業時間の6割

前段取りロス発生確率：0.15%

前段取りロス時間：60分

## 結果・考察

- ・ 負荷率が大きいほど初心者の加工直しの発生確率がメイクスパンに与える影響が大きい
- ・ 負荷率が大きいほどボトルネックとなる初心者へのサポートが必要

# 結論と今後の課題

---

## □ 結論

負荷が低いときに故障の影響を受けやすく、負荷が高いときには初心者の加工直しの発生確率に影響を受けやすいことが分かった

## □ 今後の課題

- ・ シミュレーションの回数を増やすことでより正確な値を算出
- ・ MC（マシニング工程）だけではなく多工程のモデルに拡張

# 参考文献

---

- [1] 森重功一，よくわかる最新金型の基本と仕組み，秀和システム，pp.31-181 (2018)
- [2] 荒川雅裕，冬木正彦，中西弘樹，井上一郎，ジョブショップ生産スケジューリングにおけるシミュレーション法利用の能力調整法，日本経営工学会論文誌，第51巻，第6号， pp.603-612 (2001)