

IAF Forum 2021

モデリングWG

射出成形加工について

日本プラスチック機械工業会

佐藤 敦

目次

- ・ 射出成形加工の仕組み、設備
- ・ 射出成形工場の日
- ・ 成形工場の抱える課題
- ・ プラスチック業界がモデルに期待すること

モデリングWGへの関わり

IAF モデリングWGアドバイザー協力

 住友重機械工業株式会社

住友重機械工業株式会社

羽角 信義 氏

(プラスチック用射出成形機、協働ロボットなど)



株式会社 松井製作所

八木 悠樹 氏

(プラスチック成形用合理化機器・システムなど)

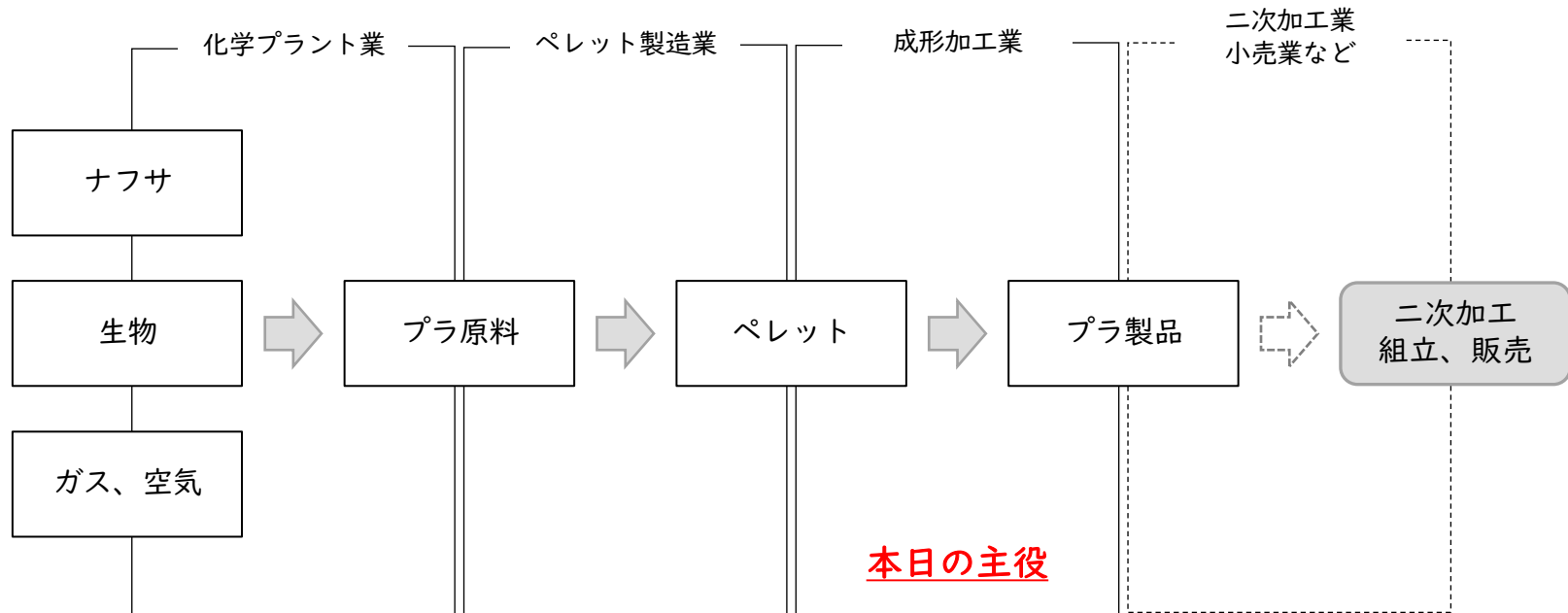


日本プラスチック機械工業会

佐藤 敦

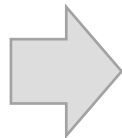
(プラスチック・ゴム加工機械に関する専門団体)

プラスチック（＝樹脂）業界の主なプレイヤー



成形加工業のお仕事

ペレット（米粒状の樹脂）を仕入れて成形加工し、プラスチック製品を製造する。



プラスチックの加工方法

▼ 代表的な成形方法

射出成形 ★ 溶かした樹脂を射出ユニット（注射器のイメージ）から金型に流し込んで固める。

押出成形 溶かした樹脂をところてんのように連続的に押し出して固める。 【用途：パイプ、ホースなど】

ブロー成形 予め筒状に成形したプラスチックに空気を吹き込んで膨らませる（吹きガラスのイメージ）。

【用途：ペットボトルなど】

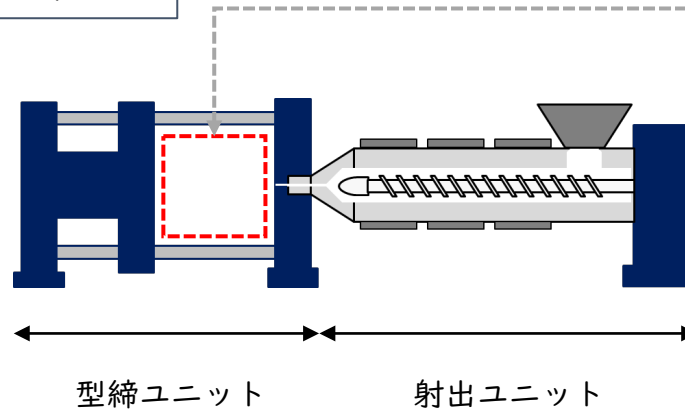
▼ 射出成形機

外観

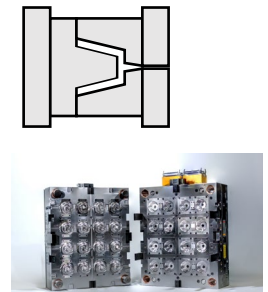


【出典】射出成形機「標準機SEEV-A」
住友重機械工業株式会社 HPより引用
<https://www.shi.co.jp/products/machinery/injection/>

断面図



金型

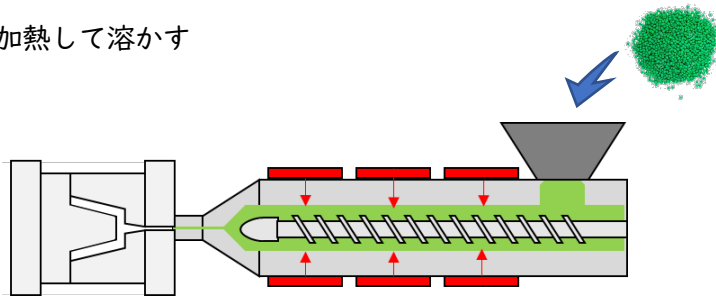


プラスチック射出成形の原理

射出成形とは、樹脂（プラスチック）を「溶かして」「金型などで任意の形にして」「固めて」「取り出す」。

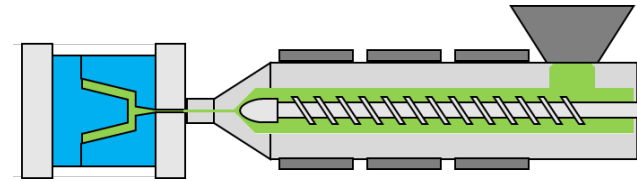
→ 使用する樹脂の特性や製品の形状、用途に合わせて、それぞれに適したカスタマイズを施し成形する。

1. 加熱して溶かす



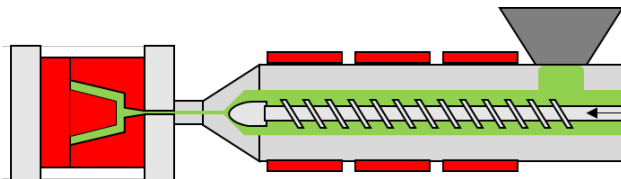
【捕集器（ホッパー）】から樹脂（ペレット）を投入。
【シリンダー】内の【スクリュー】を回転させ樹脂を前方に送る。
【シリンダー】を【ヒーター】で加熱して樹脂を溶かす。

3. 冷やして固める



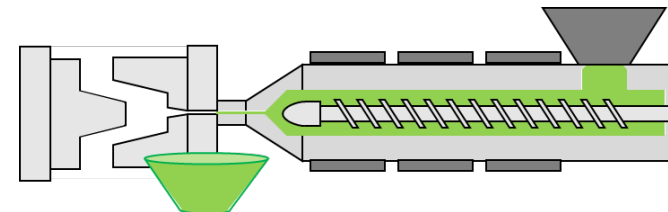
【金型温度調節機】で【金型】の温度を下げ、樹脂を固化させる。

2. 金型に流し込む



【スクリュー】を前方に押し出し、樹脂を【金型】内に充填する。

4. 取り出す。



【金型】を開き成形品を取り出す。

射出成形で使用する主な設備

▼ 材料保管設備

- ・ 材料タンク ペレット（材料）を一時的に貯蔵しておく。

▼ 材料供給設備

- ・ 材料輸送機 成形機までの機器間の材料輸送を行う。
- ・ 材料配合機 ペレットと添加剤やリサイクル材料などを計量混合する。
- ・ 材料乾燥機 ★ ペレットを成形に最適な温度と水分量になるよう乾燥させる。

▼ 樹脂成形設備

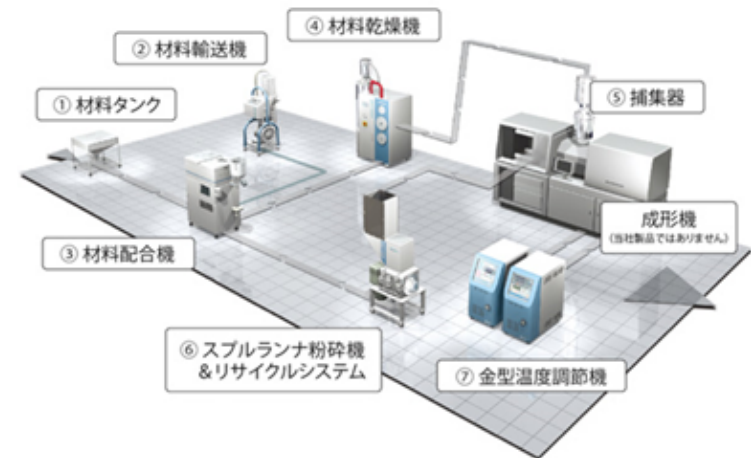
- ・ 捕集器（ホッパー） ペレットを成形機に投入する。
- ・ 射出成形機 ★ プラスチック製品を成形する。
- ・ 金型温度調節機 ★ 金型の温度を成形に最適な状態に調節する。
- ・ 取出し機 成形品を金型から取り出す。

▼ リサイクル設備

- ・ 粉砕機／破砕機 ランナ（余分な部分）を粉砕しリサイクル還元する。

▼ 製品保管設備

▼ 検査設備



© 株式会社 松井製作所



【材料乾燥機】



【金型温度調機】



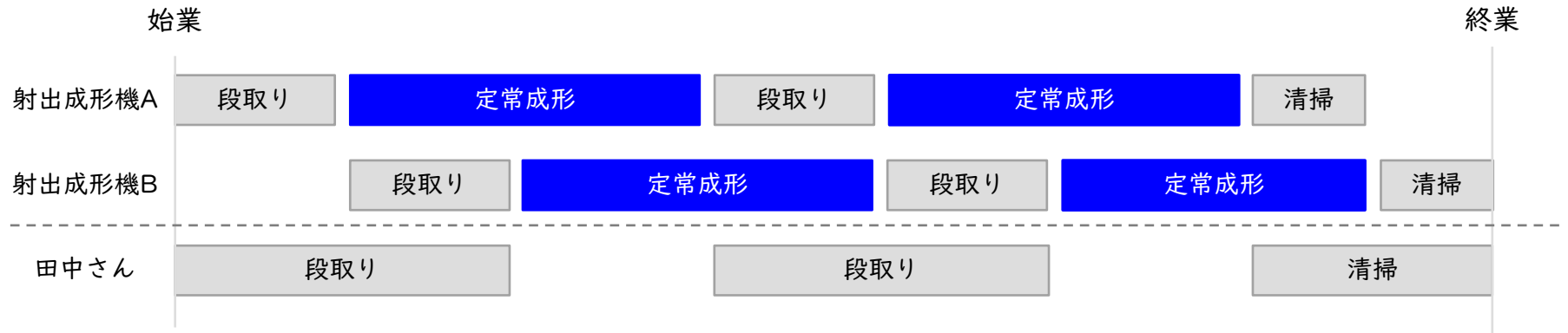
【射出成形機】

【出典】

- ・ 材料乾燥機「MGD」、金型温度調機「MC5-HH」
株式会社 松井製作所 HPより引用
<https://matsui.net/jp/product/>
- ・ 射出成形機「標準機SEEV-A」
住友重機械工業株式会社 HPより引用
<https://www.shi.co.jp/products/machinery/injection/>

ある作業員の日

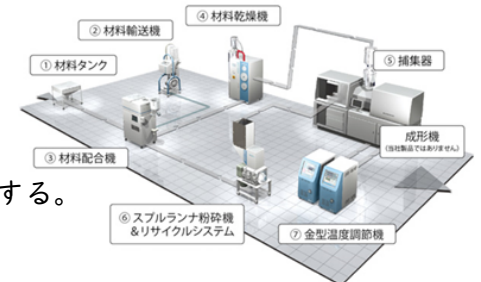
作業員 田中さん：2台の射出成形機を担当



段取り

≡ 定常成形に向けた準備作業

1. 成形材料の乾燥 ★ 成形材料のペレットを乾燥装置に投入して水分を除去する。
 2. 周辺機器の設定 供給機、輸送機、配合機、乾燥機、温調機、粉砕機などの値を設定する。
 3. 金型の取り付けと設定 金型をクレーンで吊り込み、クランプ金具で成形機に固定する。
 4. 成形条件の設定 成形する製品、使用する樹脂によって適正な値を設定する。
 5. 温度調節 ★ 成形機（シリンダー）と金型の温度を上げる。
 6. 取出し機の設定 チャック板（成形品を取り出す機構）を取付け、取り出しタイミングを設定する。
 7. 成形材料の供給 成形用の樹脂や着色剤、添加剤を投入する。
 8. 材料替えページ 後材料で前材料を押し出して排出する。（ページ材や無色のバージン材を用いる場合も）
 9. 試し打ち／品質チェック 試し打ちを行い、品質や連続成形時の安定性をチェックして問題が無いか確認する。
- 定常成形開始



© 株式会社 松井製作所

成形工場の目指すところと抱える課題

消費資源CUT

エネルギーのムダ、樹脂材料のムダを無くしたい。

生産量UP ★

できる限り段取り時間を短くして、利益を生む定常成形時間を長くしたい。

付加価値UP

寸法精度の向上、製品の軽量化、表面品質の向上など、製品の価値を高めたい。

【参考】株式会社 松井製作所「factor 4 solutions」
https://matsui.net/jp/factor4_solutions/

課題① 複合的な要因によって発生する成形不良

- ・観測できない
- ・相互作用が把握できない
- ・適切な設備を使用していない

→ 根本的な原因がわからないまま進めているのが現状

課題② 困難な生産計画策定とスケジューリング

- ・策定を難しくする要素
 - ゆらぎの吸収
 - 日常的に1日の中で同じ機械で複数種類の製品を成形
 - 材料ごとに異なり、多くの時間を要する段取り作業
 - 金型やスクリーンの昇温時間、材料の乾燥／昇温時間
 - 割り込み案件（特急）

共通する課題

生産工程の見える化ができていない。

課題③ 知見の属人化

- ・課題①と②への対応は熟練した技術者の“勘働き”に依存

成形工場の課題解決を阻む要因

- ① 生産工程の見える化ができていない、やろうとしてもなかなか難しい。
 - ② 見える化できたとしても、解決策を導き出すことが難しい。
- 見ても仕方がないと諦めて、原因療法ではなく対症療法で問題の解決にあたることが多い。
- ③ 熟練した技術者の経験や勘によって、問題がある程度解決できてしまっている。

▼ 見える化実現への問題点

データの収集と分析が困難

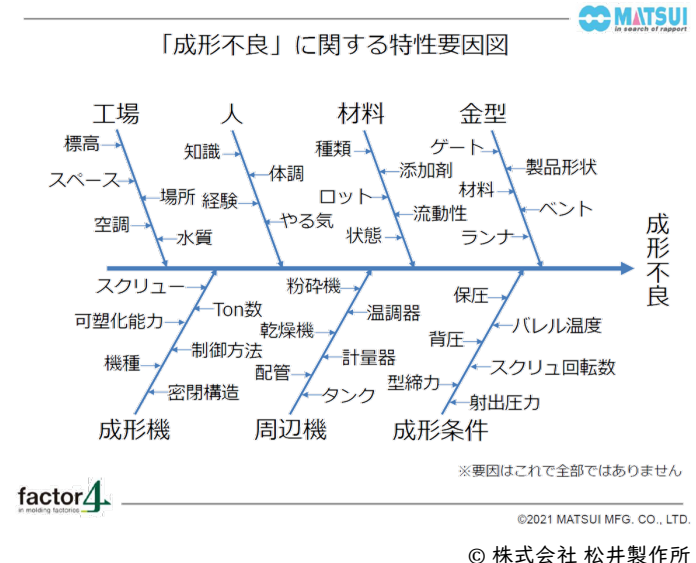
- ・ 機器の多くは専用マイコンによる制御やリレーシーケンス
- ・ メーカーごとに異なるデータの内容と並び順
- ・ 小規模事業者が多く、ITの専門家がない

▼ 解決策策定への問題点

複合的な要因によるため原因特定が困難（右図参照）

- ・ 樹脂成形は不確かな要素が極めて多い
- ・ センシングしていない

⇒ 現状、それでも成形工場は“それなりに”うまく回っている。
しかし、知見の形式知化はできていない場合が多い。



問題の解決に向けて

見える化を進めて、根本原因を突き止めて解決し、生産性向上や消費資源節約につなげよう！

→ 見える化が得意な人と成形加工屋では“**共通言語**”がないから意思疎通ができない。

- ・ MES屋 と 成形加工屋
- ・ 経営陣や本社システム部門 と 工場の現場オペレーター
- ・ 機械メーカー と ユーザー
- ・ 熟練技術者 と 若手技術者

プラスチック業界がモデルに期待すること

「成形工場のモデル」が、立場の異なる複数の人が議論するための“**共通言語**”となり、
見える化や形式知化の促進に限らず、プラスチック業界に変革をもたらす基盤となってほしい。

まとめ

成形加工は、

- ・ 不確かな要素が極めて多く、加工が繊細で調整に熟練を要する。

成形工場は、

- ・ 「消費資源CUT」、「生産量UP」、「付加価値UP」を目指しているが、様々な「ムダ」ばかり。
- ・ 複合的な要因によって発生する成形不良の解決策を導き出すことが難しい。
- ・ 多発する設備の組み換えや割り込み、段取り時間の長さ故、スケジューリングが難しい。
- ・ 生産工程の見える化ができていない、やろうとしてもなかなか難しい。
- ・ 熟練した技術者の経験や勘によって、原因療法ではなく対症療法で問題を解決している。

課題を解決したいが、

- ・ “**共通言語**”がないから意思疎通ができない。

「**成形工場のモデル**」が、異なる立場の複数の人が議論するための“**共通言語**”となり、
プラスチック業界に変革をもたらす基盤となってほしい。

おわりに

JPM会員（プラスチック関連機械メーカー）から要望のあった「知りたいハナシ」のご紹介

- ・ OPC UA（EUROMAP）の最新動向、実務ベースでのシステムの構築方法
- ・ 産業機械とAIの取り組み
- ・ 成形機とロボティクスの連携に必要な技術
- ・ MES側、ユーザー側の機能トレンド
- ・ TSNなどネットワーク技術