

## 【設計者・開発者が知っておくべき樹脂成形部品のV A・V Eコストダウン技術セミナー vol.1】

### 設計者が知っておくべき、プラスチック製品の作り方

- ・樹脂製品（プラスチック製品）の特性と主な使用用途
- ・射出成形、ブロー成形の基本とその違い
- ・射出成形、ブロー成形の使い分けと選定のポイント 他



## 中村 明博 (なかむら あきひろ)

株式会社関東製作所 射出事業部 副事業部長  
中村精工株式会社 取締役 兼 新規事業推進部部长  
MS-Mold Indonesia Director

- 2000年中村精工に入社。射出金型の設計・生産管理の経験を積む。
- 金型製造一筋だった同社にイノベーションを起こすため、2002年イタリアへ。渡りスクーターの開発プロジェクトに参加。ローマを拠点に、イタリア全土を飛び回る生活を数年送る。
- 日本へ帰国後、取締役として中村精工(株)の新規事業の創出を進め、3Dプリンターを活用した金型の研究開発や部品加工事業の立上げを実施。
- 2022年(株)関東製作所 射出事業部 副事業部長に就任。
- 大阪大学工学部卒業。英国シェフィールド大学DIMコース終了



- 1 プラスチックってなに？
- 2 プラスチックの種類と製造工法
- 3 射出成形の基本
- 4 ブロー成形の基本
- 5 金型から見た射出成形とブロー成形の違い
- 6 射出成形とブロー成形の使い分けとポイント
- 7 最後に(まとめとVA・VEの裏技)

プラスチックってなに？

# プラスチックの歴史

1760年 産業革命

1856年 セルロイド発明

世界初のプラスチックは工法転換

1877年 蓄音機の実用化

トーマス・エジソン

1908年 フォード・モデルTの販売

大量生産時代

1910年 ベークライトの工業化

Point!

- 工法転換
- 大量生産



# プラスチックってなに？

プラスチック = plastic(s)を英和辞書で調べてみよう！

## 【形容詞】

1. プラスチック(製)の、ビニール(製)の
2. **形を造る、形成力のある**
3. **可塑(かそ)(性)の、塑性の**
4. 〈性格など〉柔軟な、感受性の強い。
5. 人工的な、不自然な、不自然な味の
6. 【美術】造形の
7. 【外科】形成の

## 【名詞】

1. 不可算名詞 プラスチック、合成樹脂、ビニール
2. 可算名詞 [通例複数形で]プラスチック、[ビニール]製品

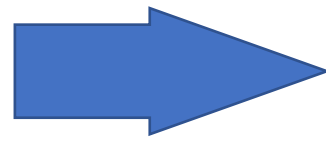
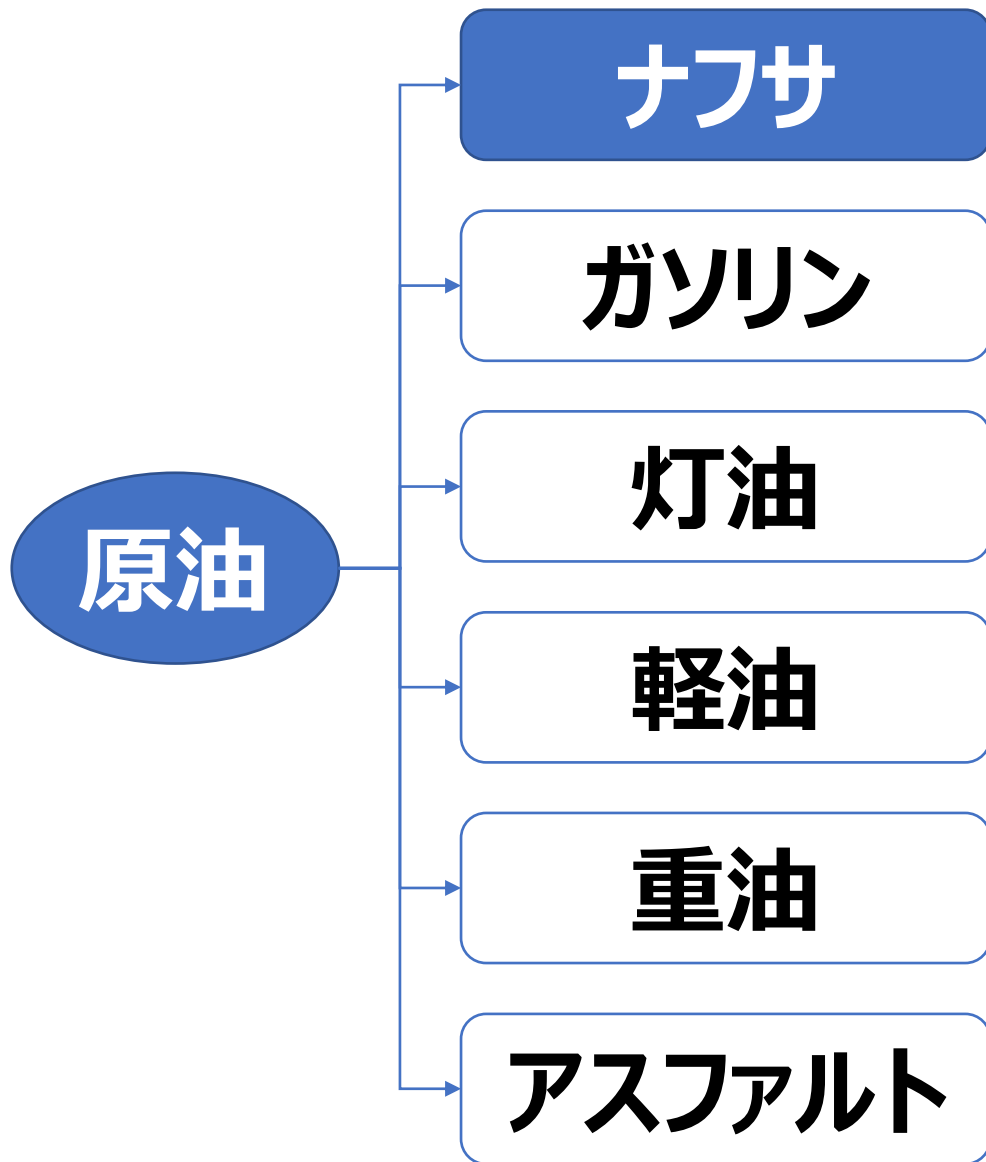
## プラスチックの語源

プラスチックの語源はギリシャ語のプラステイコスで、形づくりという意味があります。

plastikos ⇒ plasso + -ikos  
(成形できる) (成形する) (~している)



# プラスチックって何から作るの？



**プラスチック**

**ナフサ連動、ナフサリンク**

## 石油の消費割合

原料・その他：20%

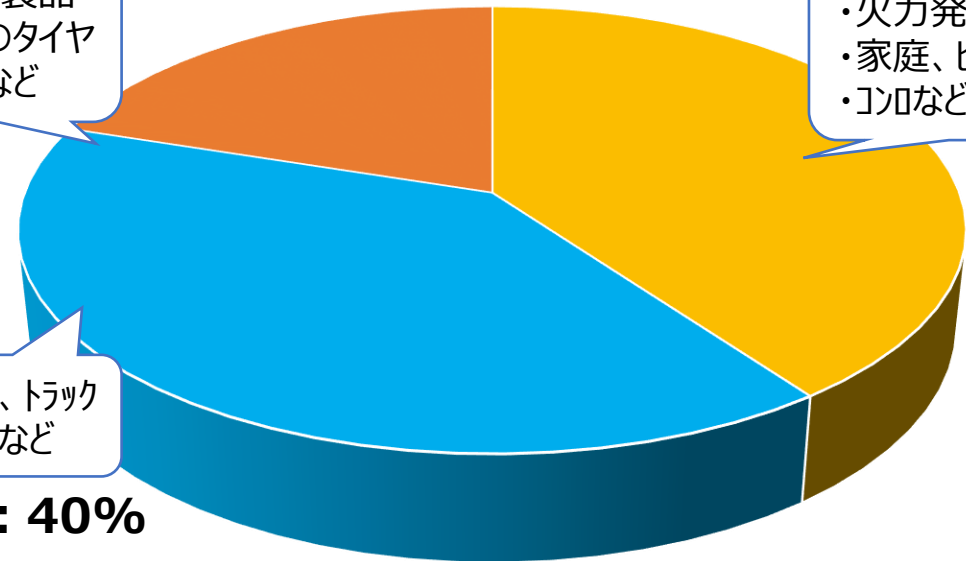
- ・プラスチック製品
- ・自動車のタイヤ
- ・衣料品など

熱源：40%

- ・火力発電
- ・家庭、ビルの暖房
- ・コソなど

自動車、トラック  
飛行機など

動力源：40%



## 似たような言葉① (レジン : resin)

### 樹脂 = resin

樹脂は、元々樹液が固化したもの

ゴムの木の樹液、天然の樹脂からはゴムも作られる

### プラスチック = plastic(s)

化学物質を用いて、樹脂と似たような外観、特性を持ったものを合成したもの

合成樹脂 = synthetic resin = plastic

#### Check

- 機械工学 : plastic = 塑性 ⇔ elastic = 弾性
- 鋳鉄は合金鋼に比べ弾性が低く、plastic
- プラスチック材を英語にするときは、plasticではなく、resinとしておいた方がベター



## 似たような言葉② (ポリマー : polymer)

ポリマー = polymer = **高分子、重合体**

<例>

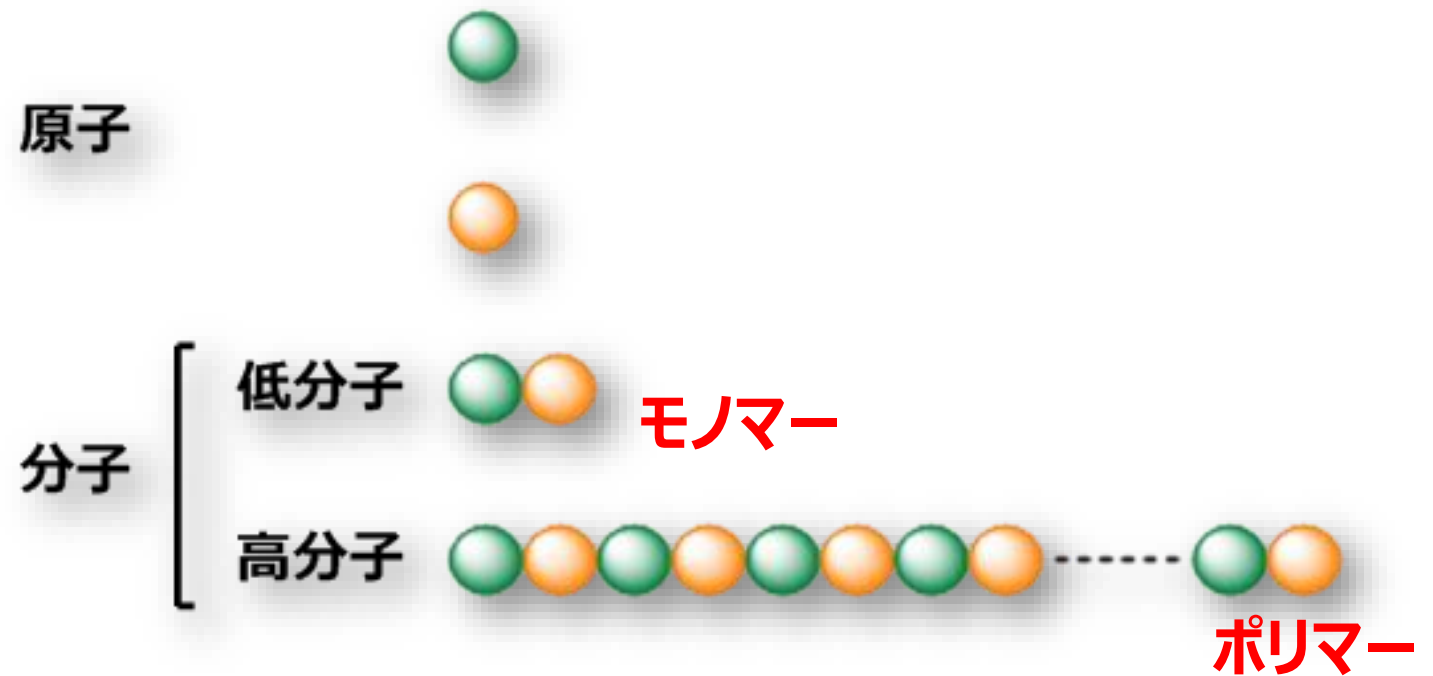
モノマー : エチレン

ポリマー : ポリエチレン

**ポリマー ≠ プラスチック**

Check

- プラスチックは、ポリマーであるものが多い
- しかし合成ゴムやタンパク質、核酸も高分子多重体なのでポリマー



# プラスチックの長所と短所

## 長所

**加工性**

**大量生産**

**軽い**

**衛生的**

**耐腐食**

## 短所

**熱に弱い**

**紫外線に弱い**

**傷がつきやすい**

**自然に還らない**

**Point!**

**長所は工法転換の鍵！**

# プラスチックの種類と工法

# プラスチック製品を作るために必要な物



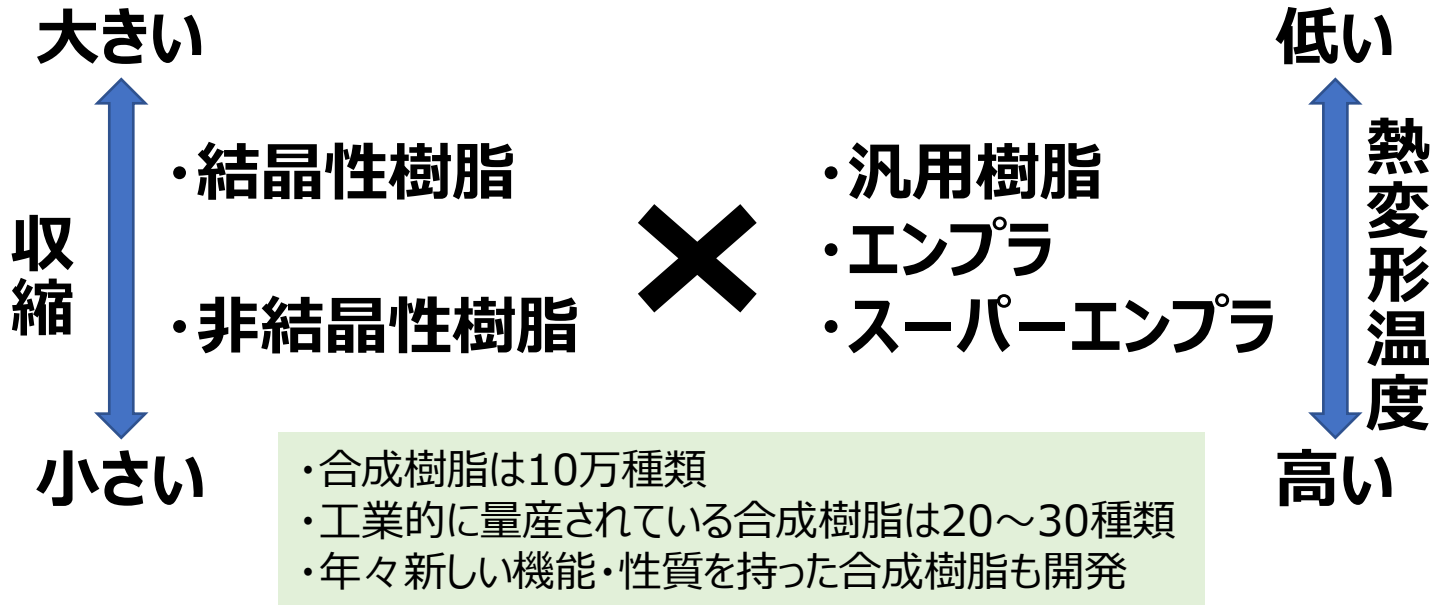
比較

3Dプリンター

# プラスチックの種類・性質

## 熱可塑性樹脂

熱で溶かして冷やして固める



## 熱硬化性樹脂

熱で溶かし、更に加熱することで固まる

Point!

・材料選定は難しい

特殊性よりもコストリットの順で考える

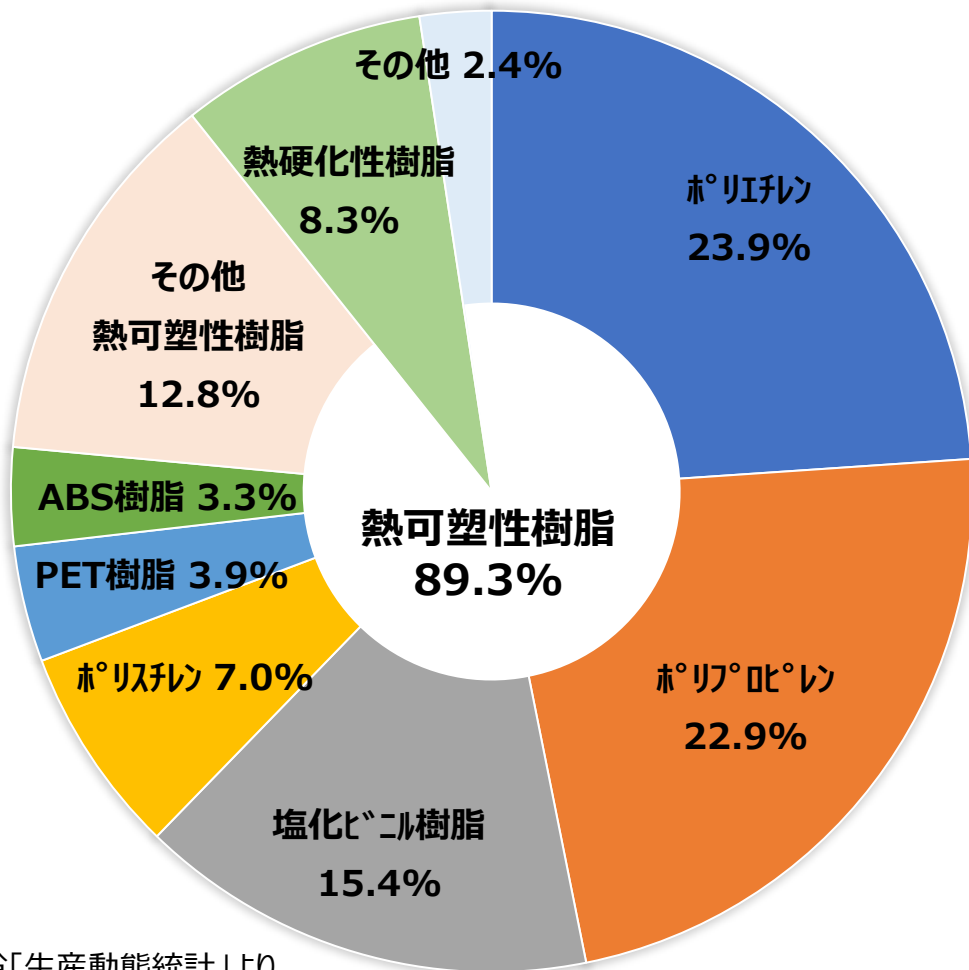
How to choose?

- ① 汎用樹脂で考える  
⇒ PP・ABS
- ② 剛性・耐熱性  
⇒ PC・ABS
- ③ 透過度・耐衝撃性  
⇒ PMMA・PC

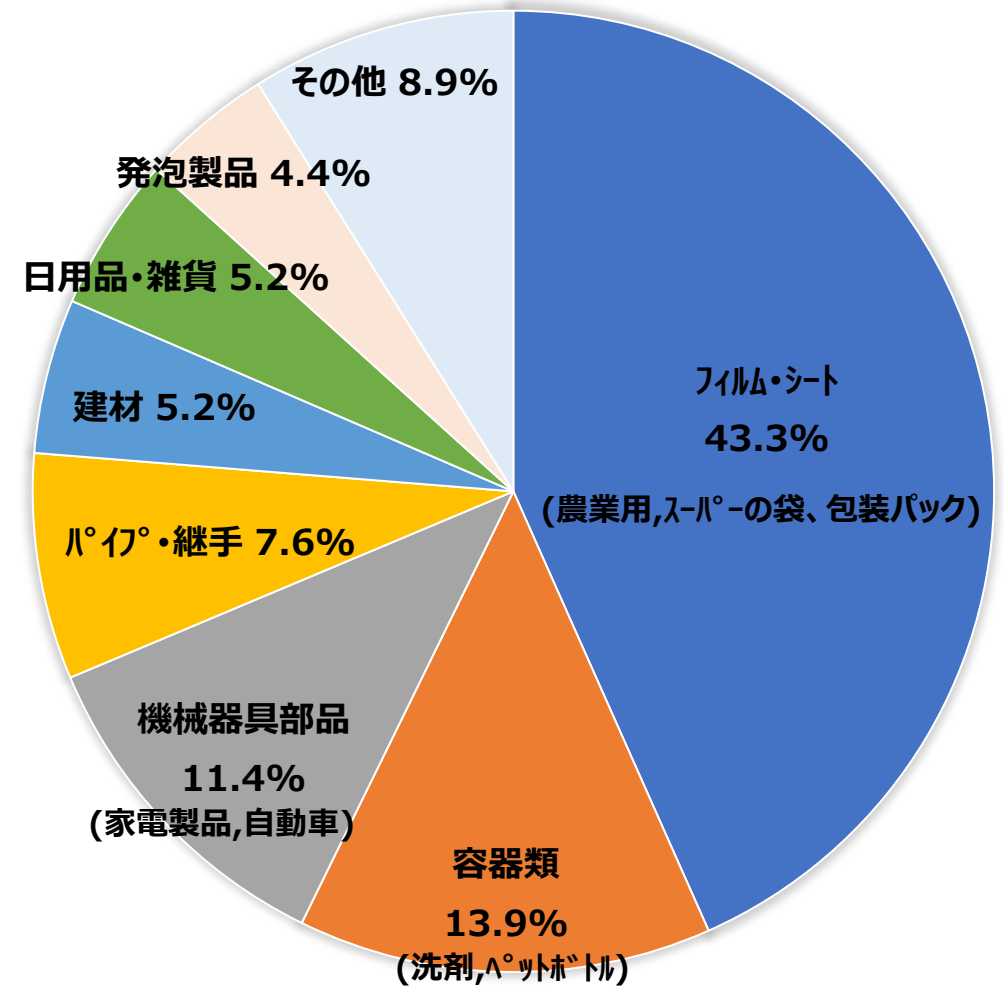
# 樹脂別・用途別の生産比率

## 大量生産の原則

### 樹脂別生産比率(2016年)



### 用途別生産比率(2016年)



# プラスチックの種類を見分ける方法

## 透明度

無色透明	: アクリル、ポリスチレン、PET
半透明で乳白色	: ポリテチレン、ポリプロピレン
不透明なもの	: ABS

## 曲げてみる

われる	: アクリル、ポリスチレン
白っぽくなる	: ABS
柔らかく変色無し	: ポリテチレン、ポリプロピレン

## 水につける

浮く	: ポリエチレン、ポリプロピレン
沈む	: ポリスチレン、PET

### Check

- 樹脂替え
- 試作開発

## 匂いでわかる？

# 成形法の種類と主な製品例

## 熱可塑性樹脂

■ 射出成形

■ ブロー成形

■ 押出し成形

■ 真空成形

■ その他

<工法>

： ペットボトル

： パイプ、シート

： 容器、看板

<製品例>

Point!

- ・成形方法で作れるものが違う
- ・成形方法でコストが違う



**まず主要な工法だけでも  
特徴をつかむことが大事！**

## 熱硬化性樹脂

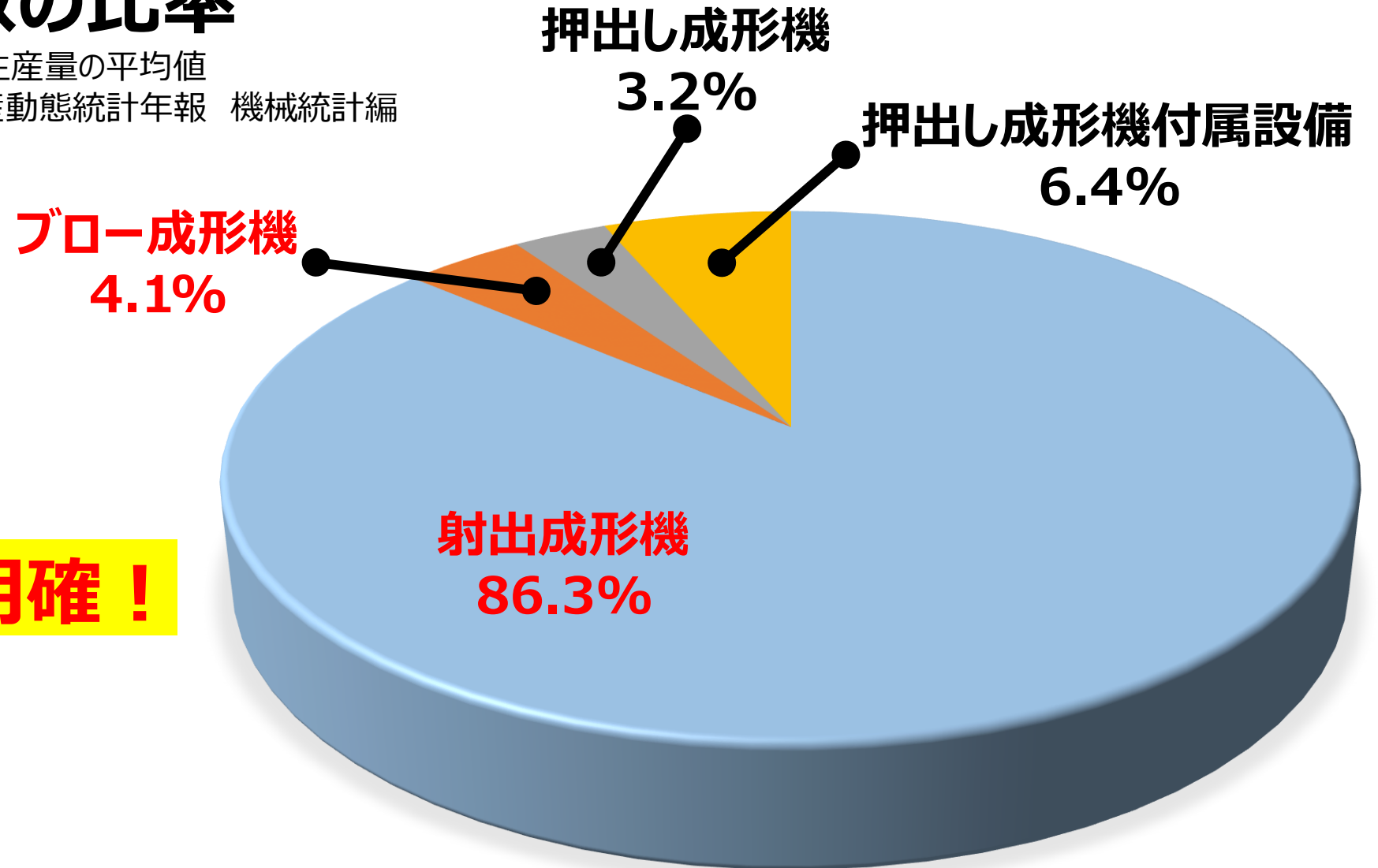
■ 圧縮成形

： 灰皿、茶碗



## 成形機生産台数の比率

2013~20年 成形機械の生産量の平均値  
[参考データ]経済産業省生産動態統計年報 機械統計編



Check

主要な工法は明確！

# 射出成形の基本

# 射出成形とは

## 射出成形 = injection molding

### 注入、注射、噴射

1サイクル

注射器で液体を送り込む工程に類似していることから「射出成形」



プラスチック溶かす

型閉

射出

保圧

冷却

型開

押出

製品取り出す

# プラスチック製品の肉厚

※樹脂の種類によって異なる

一般的なプラスチックの推奨肉厚は、1.0~3.5mm

**= 金型に設けられた隙間の量**

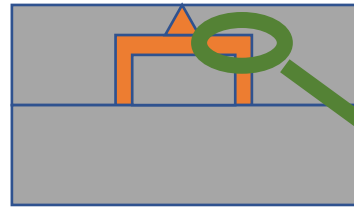
基本的に、**溶融した樹脂を高速・高圧で**  
**“注入する”** 必要がある

**薄すぎると...**

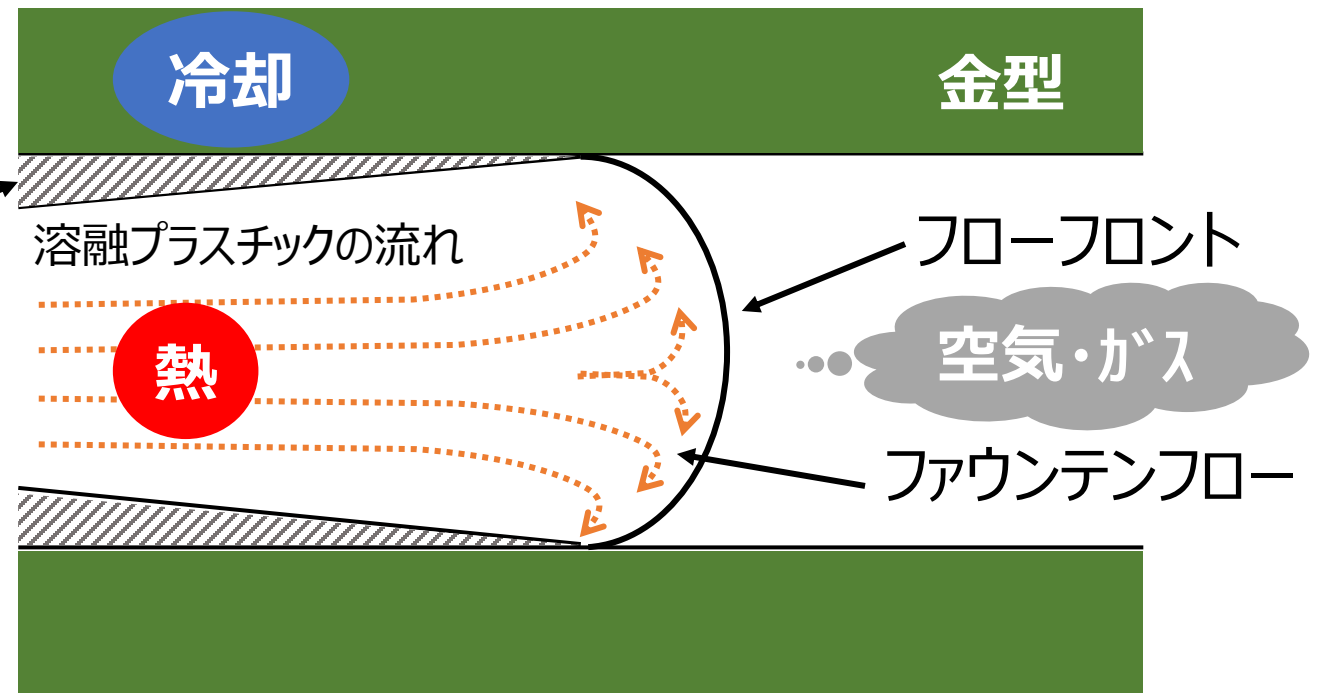
流れない  
ショートショット(SS)

**厚すぎると...**

ヒケ  
変形  
1サイクルが長くなる

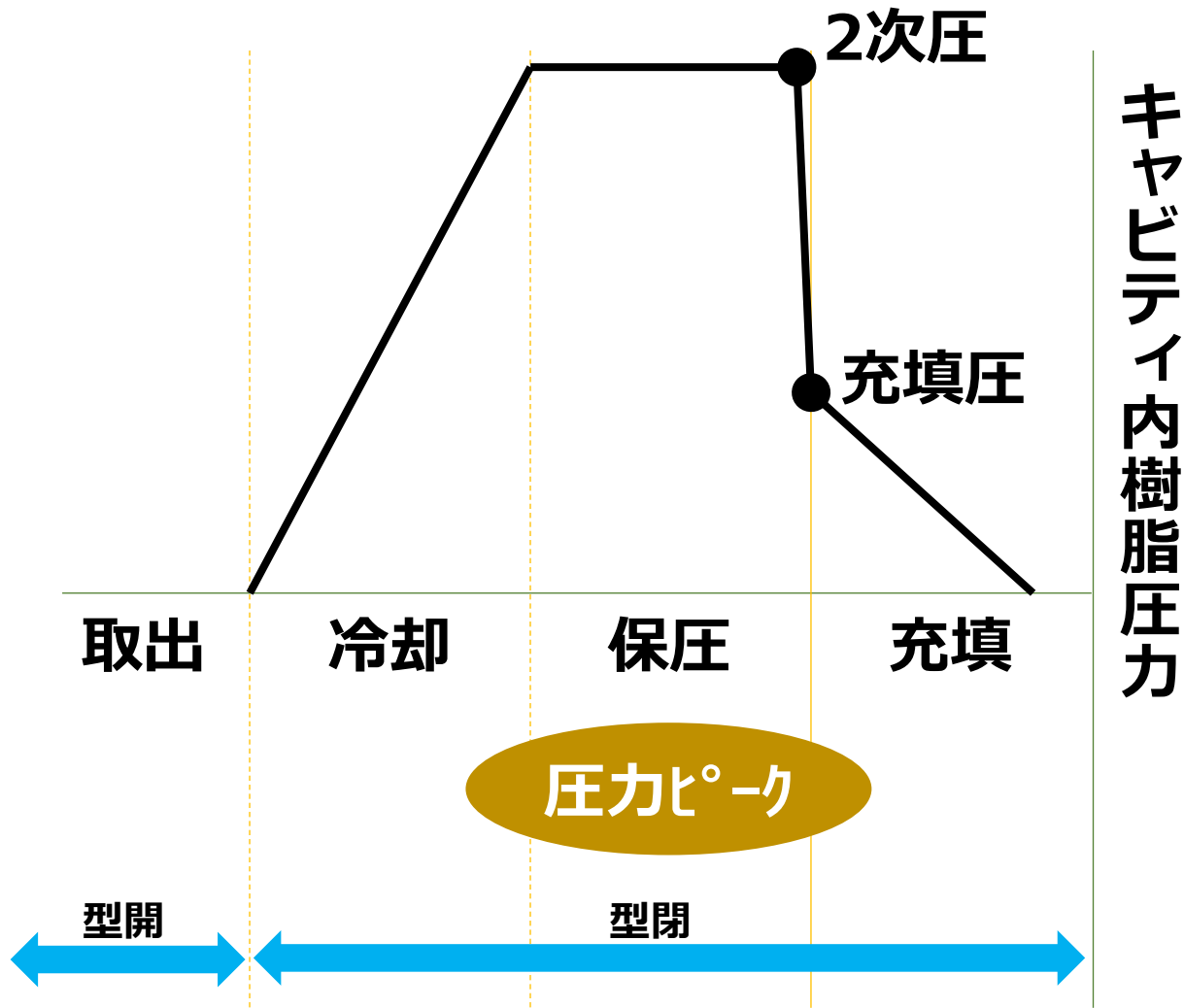


**硬化**  
スキン層



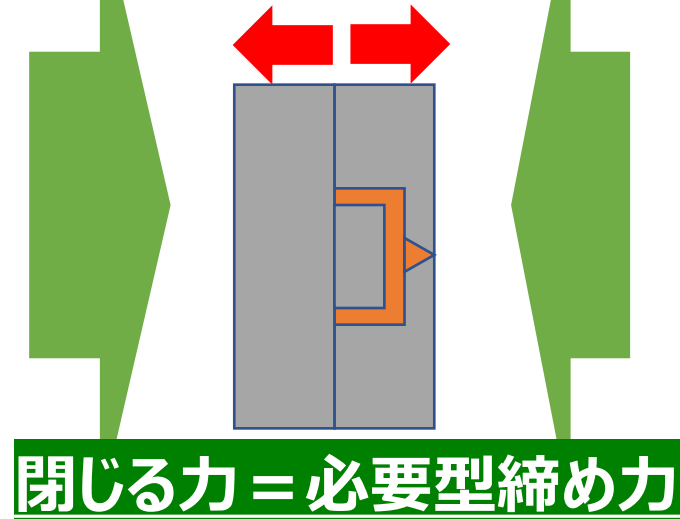
# 充填圧力・内圧・必要型締め力

射出成形の工程とキャビティ内圧



キャビティ内樹脂圧力

## 開こうとする力



### Check

- ・型締め力 → 成形機サイズ
- 例：成形機サイズは850t
- ・簡単に計算できる

# 金型の必要型締め力の計算式

## 金型の必要型締め力の計算式

$$F = \frac{p \cdot A}{1000}$$

p(kgf/cm<sup>2</sup>):キャビティ内圧  
A(cm<sup>2</sup>):投影面積の合計

計算例 : A4 1枚のPP<sup>o</sup>ラシック製品を成形するのに必要な型締め力は?



$$A4(21 \times 29.7\text{cm}) = 623\text{cm}^2$$

$$F = \frac{300 \times 623}{1000} = 186.9\text{t}$$

※成形機サイズは200~220tを選択

### Point!

- ・pは樹脂材料によって変化する
- 例 : PP=300kgf/cm<sup>2</sup>  
ABS=400kgf/cm<sup>2</sup>

### Point!

## 成形機サイズを決めるその他のファクター

### ■ 製品サイズ

- ・極端に細長
- ・真ん中に大きな穴

⇒成形機のタイプ-間に入らない

### ■ 射出容量(製品重量)

⇒一度に流せる樹脂量は機械毎に決まっている

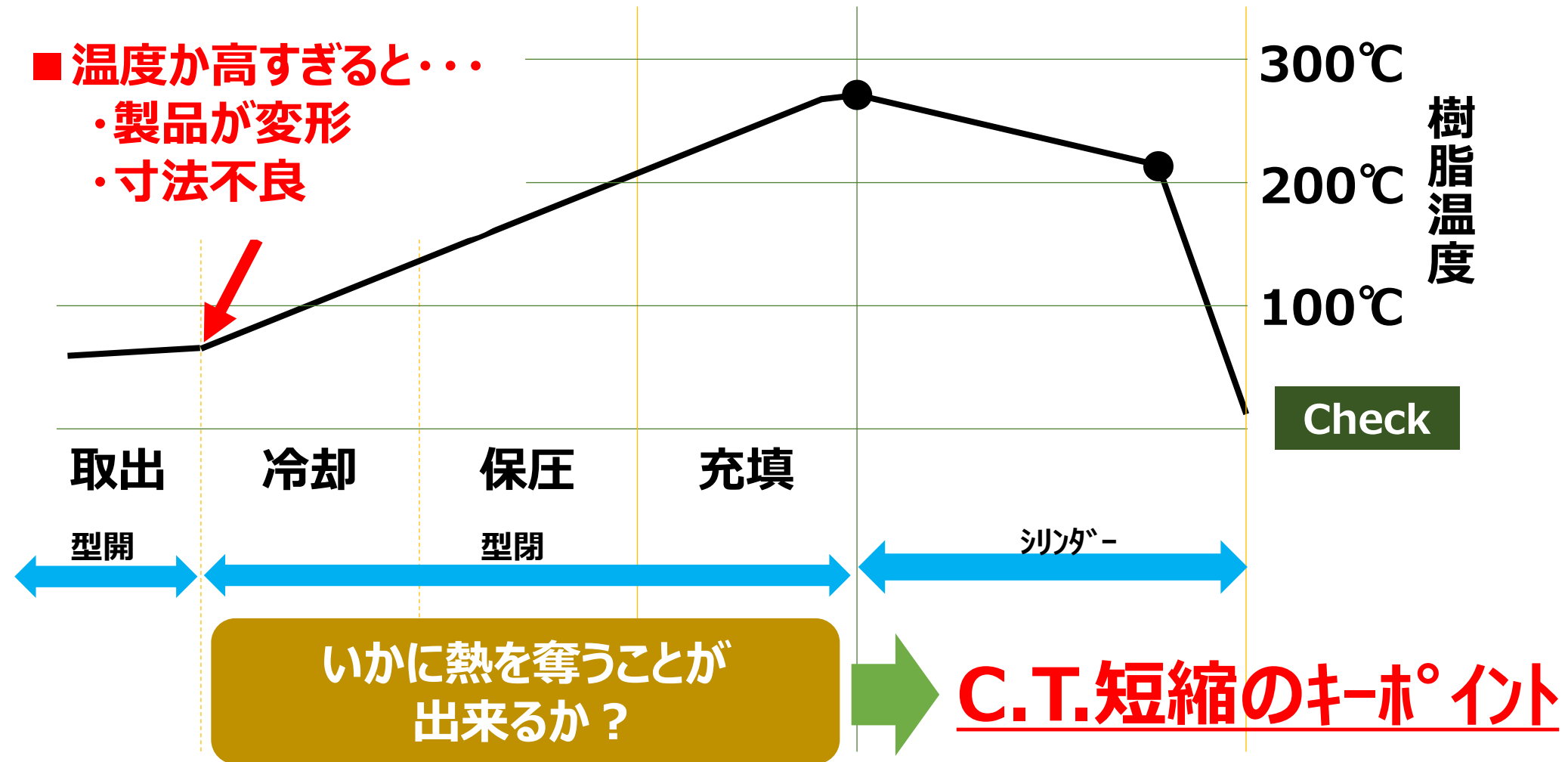
### ■ 製品深さ

- ・極端に深い製品

⇒成形機のデイトに入らない

# 温度管理

射出成形の工程と一般的プラスチック(製品)の温度

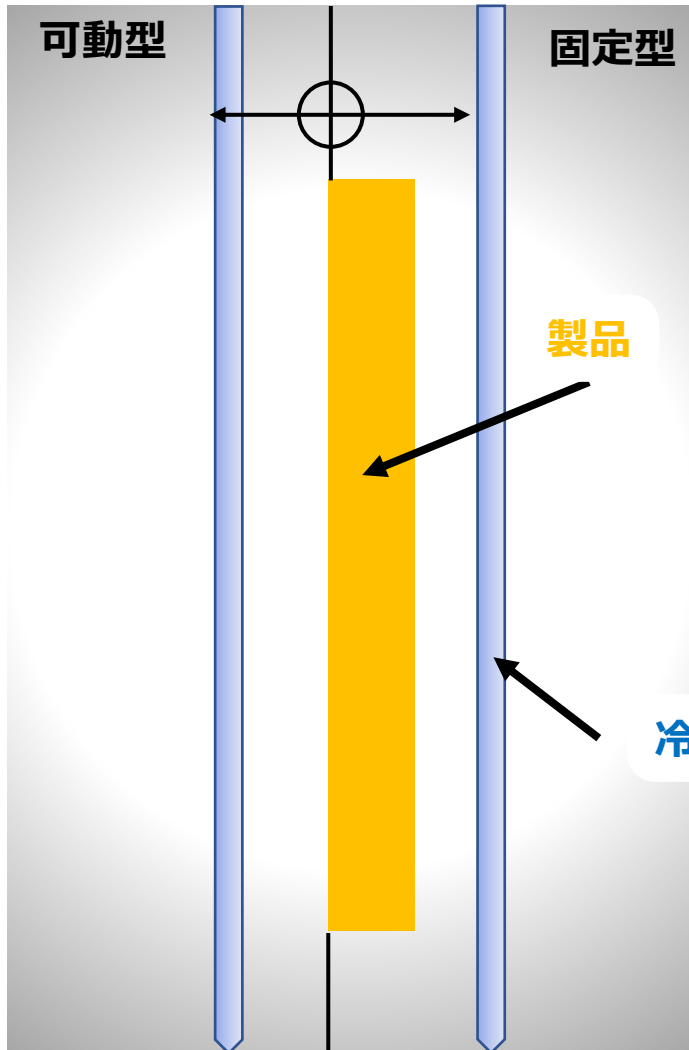


金型は「熱交換器」

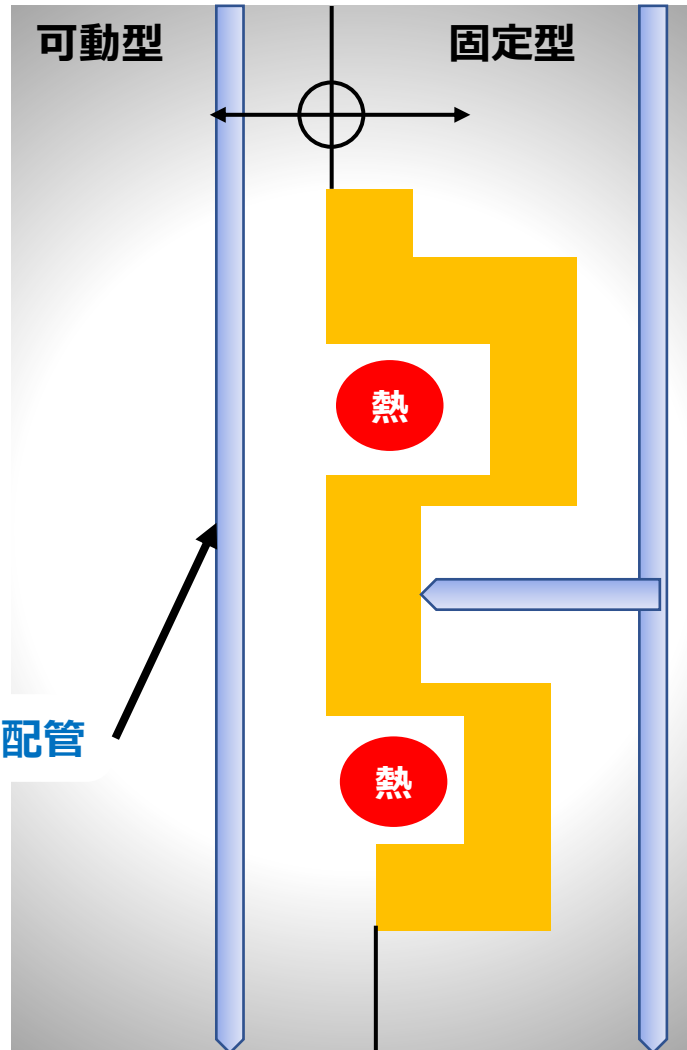
1サイクルを短く=大量生産の象徴である“射出成形”にとって、温度はとても重要

# 製品形状と冷却

## 製品A



## 製品B



**Point!**

製品の形状によっても  
C.T.は左右される

**C.T. = 製品コスト**

- ・冷却均一化が理想だが、型の構造上困難な場合がある
- ・流速・流量
- ・経年劣化

⇒樹脂によって最適温度があり  
なんでもかんでも冷やせばいい  
というわけではない



# ブロー成形の基本

# ブロー成形とは

## ブロー成形 = blow molding

(空気を) 吹く 中空構造の製品を作るために、空気を入れる



1サイクル

プラスチック溶かす

パリソン

型閉

バキューム

吹き込み

冷却

型開

製品取り出す

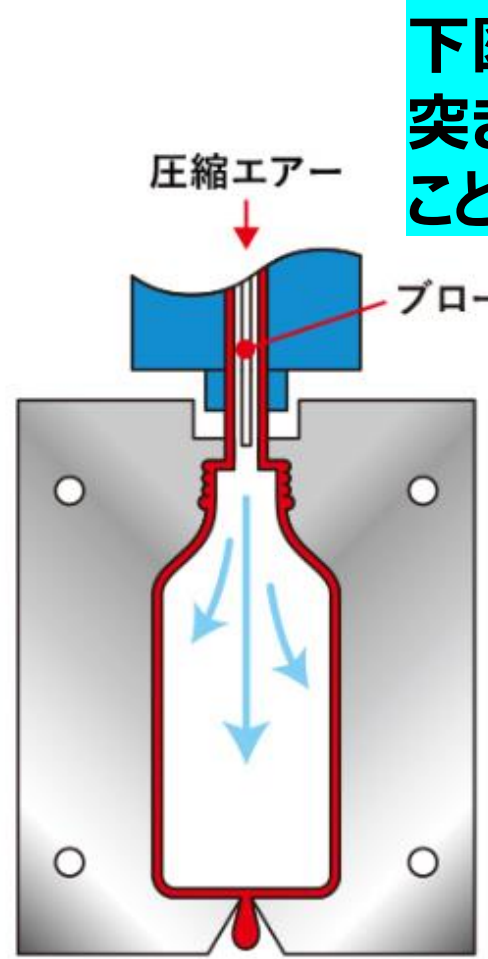
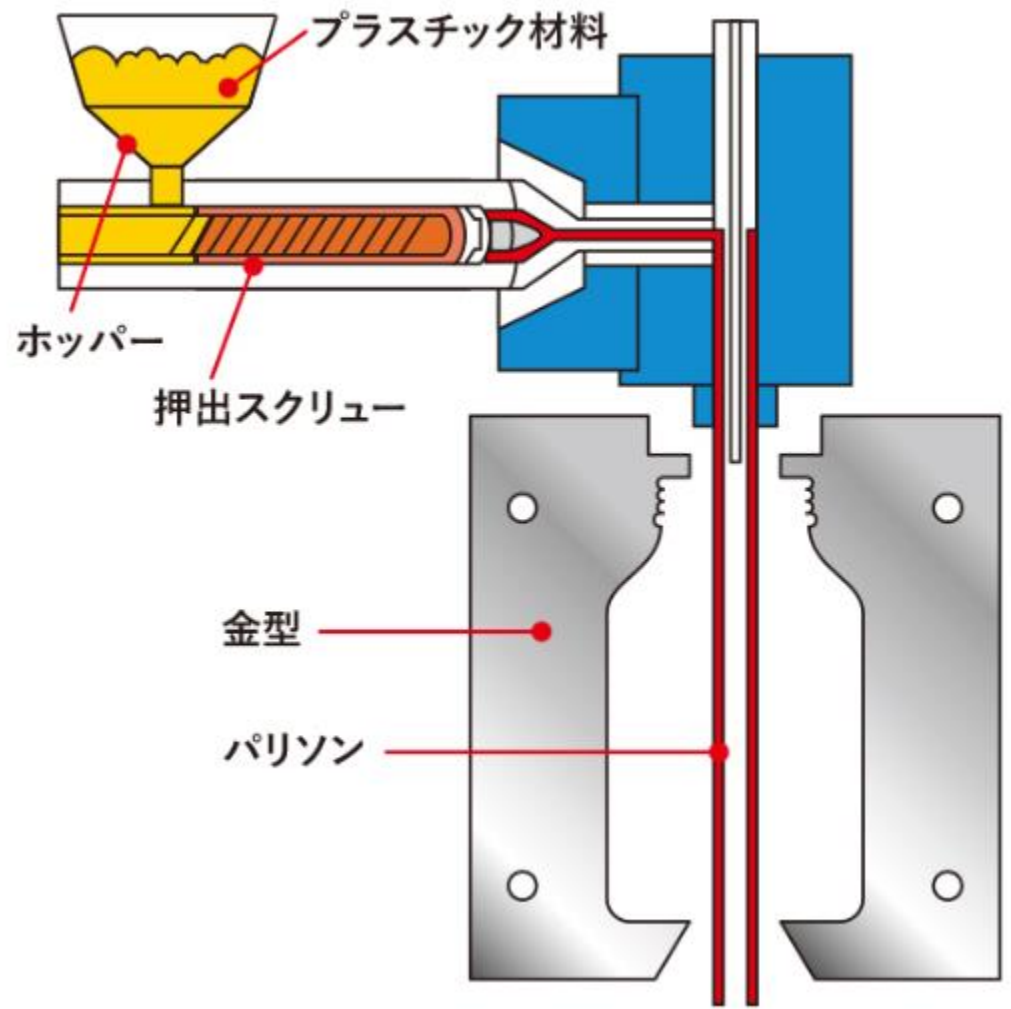
# 吹き込み

$$F = \frac{p \cdot A}{1000}$$

p(kgf/cm<sup>2</sup>):キャビティ内圧  
A(cm<sup>2</sup>):投影面積の合計

**【ブロー成形】**  
**p=5kgf/cm<sup>2</sup>**

【射出成形】  
PP=300kgf/cm<sup>2</sup>  
ABS=400kgf/cm<sup>2</sup>



下図とは別に、別途型かたピンを突き刺し、圧縮エアを送り込むこともある。

**Point!**

成形機サイズを決めるファクター

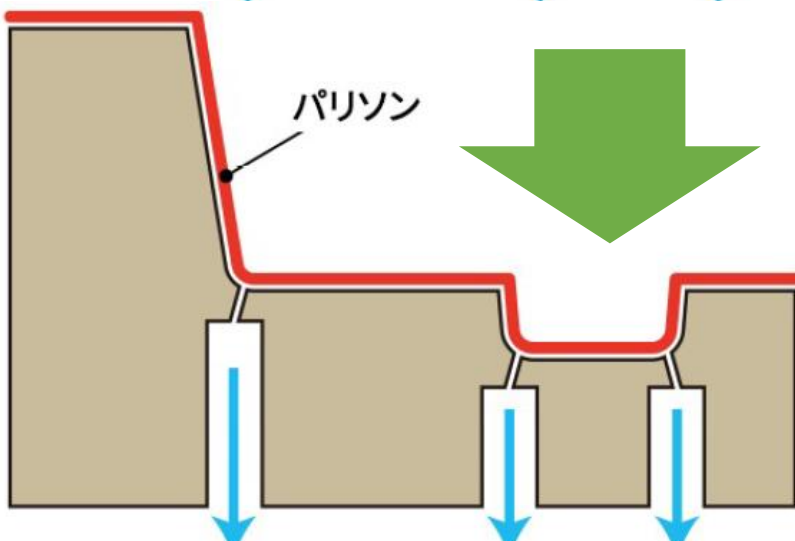
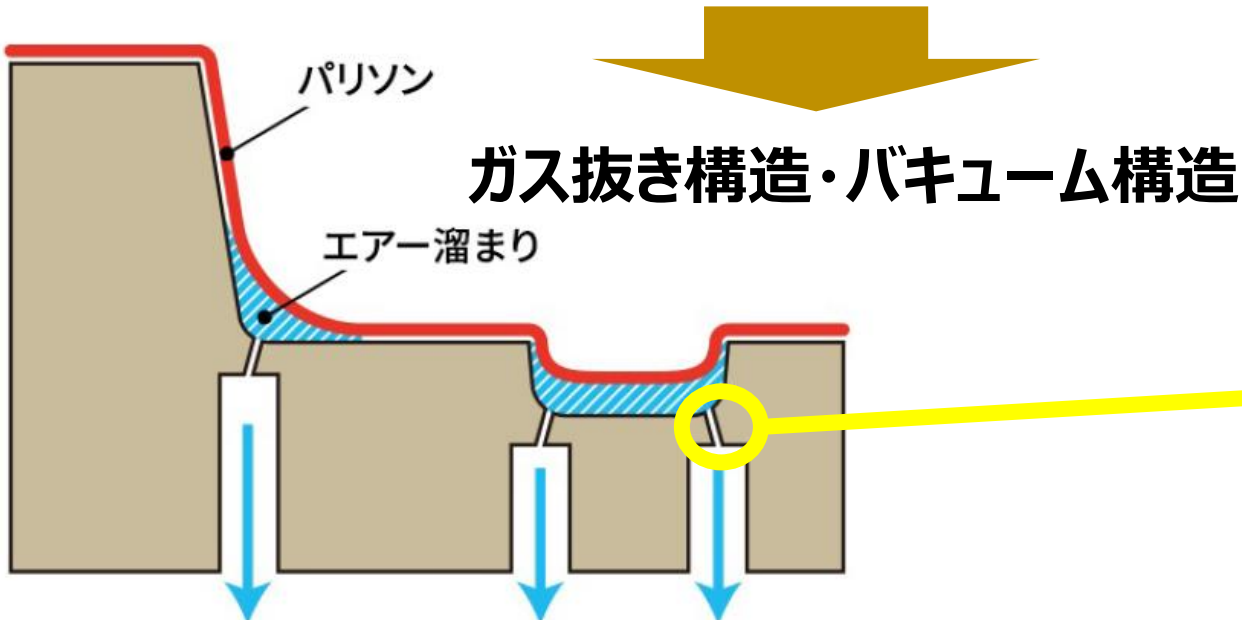
■ 製品サイズ

- ・極端に細長
- ・真ん中に大きな穴

⇒成形機のタイバー間に入らない

# バキューム

垂らした樹脂を挿むだけのブローでは、複雑な形状になるとエア溜まりが発生する

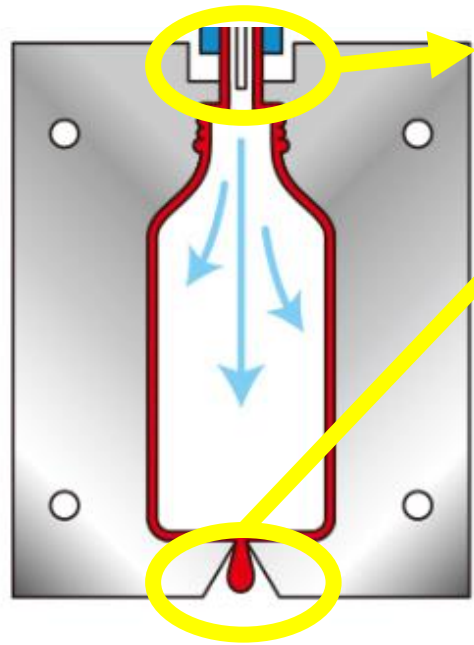


■イメージは真空引き

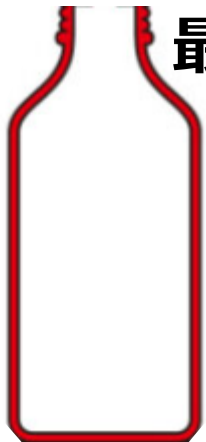
⇒穴に樹脂ははいらないの？

- ・Φ0.5程度の大きさの穴
- ・パリソンは半固体
- ・ガスは経年で溜まる

# バリ取り仕上げ



余分な箇所



最終製品



KANTO MFG channel

【省人化装置】切断加工機



# ブロー成形の種類

## 工法

押出ブロー

射出ブロー

肉厚のコントロール

延伸ブロー

耐圧性の向上

多層ブロー

機能性の追加

3次元ブロー

## 製品

一般工業製品

ヤクルトの容器

ペットボトル

食品・ガソリタンク

自動車の排気パイプ

# 「金型」からみた射出成形とブロー成形の違い

# 対応可能な製品形状

射出

ブロー

VS

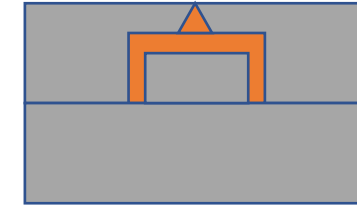
対応可能な製品形状が違う

アンダーカット

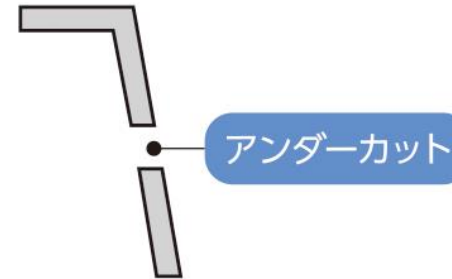
## ■ アンダーカットって何？

- ・アンダーカットとは、成形品を金型から取出すとき、そのままの状態では離型できない凸形状や凹形状のこと
- ・例：側面方向のくぼみ、穴、溝など

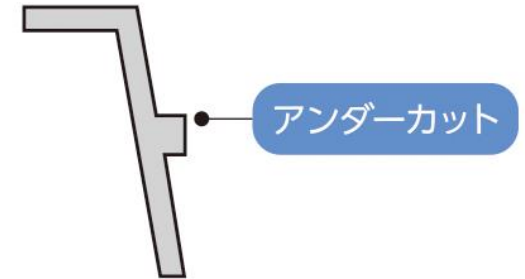
抜き方向



① 製品の横に穴が空いている。



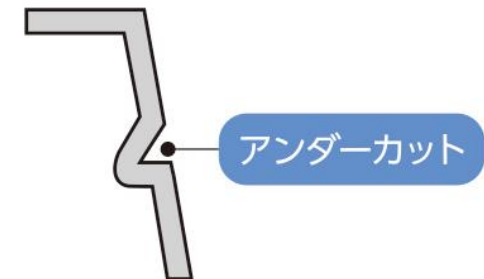
② 製品に突起がある。



③ 製品の裏側にフランジ (棚の様な形状) がある。


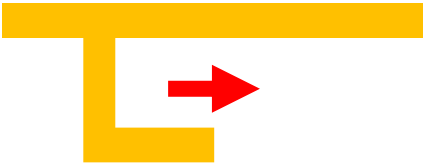



④ 製品のタテカベが変化している。





# 型構造によるアンダーカットの種類と対応可能な工法

箇所	形	射出	ブロー
表面		◎	○
裏面		◎	×
中空		×	◎

**製品の形状によって、工法が決定してしまう場合がある**

# 型材質

射出

ブロー

鉄系

アルミニウム

重い

軽い

硬い

柔らかい

汎用

特殊

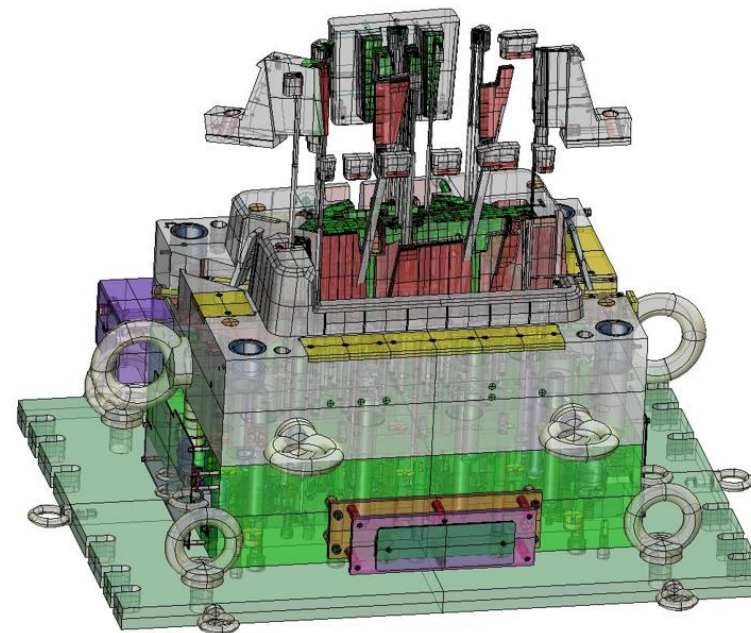
内部圧力は、  
射出は型に厳しい  
ブローは型に優しい

【射出成形】

PP=300kgf/cm<sup>2</sup>  
ABS=400kgf/cm<sup>2</sup>

【ブロー成形】

p(AIR)=5kgf/cm<sup>2</sup>



# 材質違いがコストなどに与える影響

項目

影響

比重

重い・軽い

トラック

ホイスクレーン

建屋

硬度

硬い・柔らかい

切削性

耐久性

鏡面性

熱伝導率

C.T.

変形

汎用性

溶接

調達価格

# 射出成形とブロー成形の使い分けとポイント

# 射出・ブローの得意なこと

射出

汎用性

製品コスト

意匠

2色成形

ブロー

中空構造

型コスト

発砲

多層ブロー

Point!

- ・得意の反対は苦手・・・
- ・VA・VEへのキーポイント

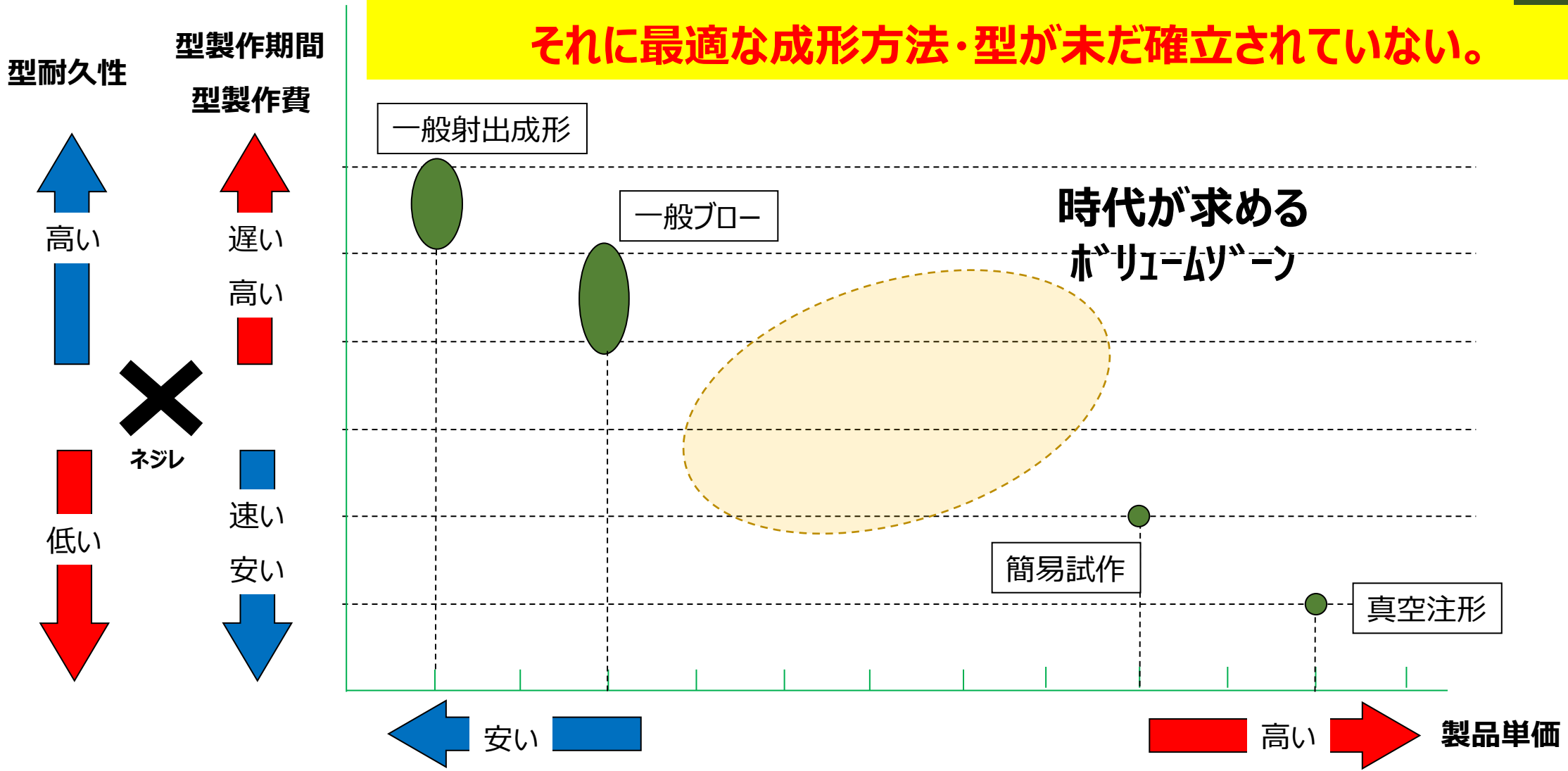


**Bestな答えは  
製品形状などによって  
常に変化する**

# 必要個数と金型・製品単価

時代が多品種少量生産を求める中、  
それに最適な成形方法・型が未だ確立されていない。

Check



# 多品種少量生産を狙った過去の研究例

ZAS、AL

⇒ピンホール、耐久性

樹脂、コンクリート、カーボン

⇒耐久性なし・シボ不可

光造形、3Dプリンター

⇒耐久性、材料価格

Check

・過去チャレンジしてきたが最適解は得られず



**ある1社が新工法を開発しても  
数型/数製品では  
“販売製品”は  
成立しない**

# まとめるポイント

アイテム	説明	要求事項の例
品質	品質、機能 性能、仕様	<ul style="list-style-type: none"><li>・合成樹脂の性能</li><li>・形成可能な形</li></ul>
コスト	原価、投資 販売価格	<ul style="list-style-type: none"><li>・製品原価</li><li>・金型投資とリスク</li><li>・販売予定数</li></ul>
納期	納期、ロット 設計期間	<ul style="list-style-type: none"><li>・発売日</li><li>・発注ロット</li><li>・生産拠点</li></ul>

Check

左表のポイントを  
しっかりとまとめること



時には思い切って  
工法転換も！



最後に

- 1 プラスチックは工法転換・大量生産の象徴
- 2 樹脂、機械、金型の3種の神器
- 3 成形機サイズ計算 製品形状によるコスト変化
- 4 吹く、引く、後加工、特殊成形
- 5 アンダーカットから考える
- 6 Bestな答えは一つではない
- 7 最後に(まとめとVA・VEの裏技)

## ものづくりは3者の共同作業

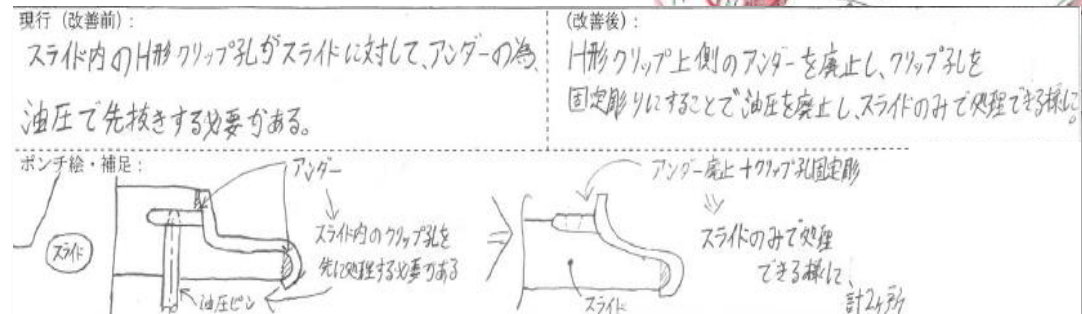
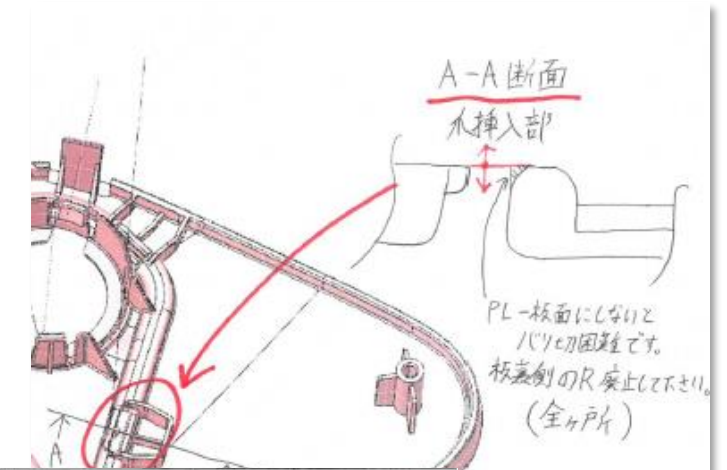
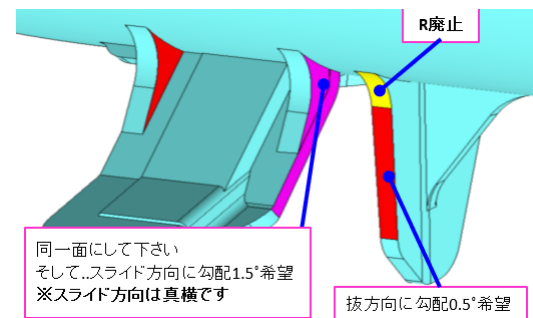


# VA・VEの鍵は サプライヤー選択！

### Point!

- 早めのサプ°ライヤー決定
- 幅広い知識と対応力を持ったサプ°ライヤー

#### メーカーからの提案事例



## ■ E5系はやぶさ

→アルミの削り出し  $30\text{kg}/\text{個} \times 8\text{個} = 240\text{kg}$

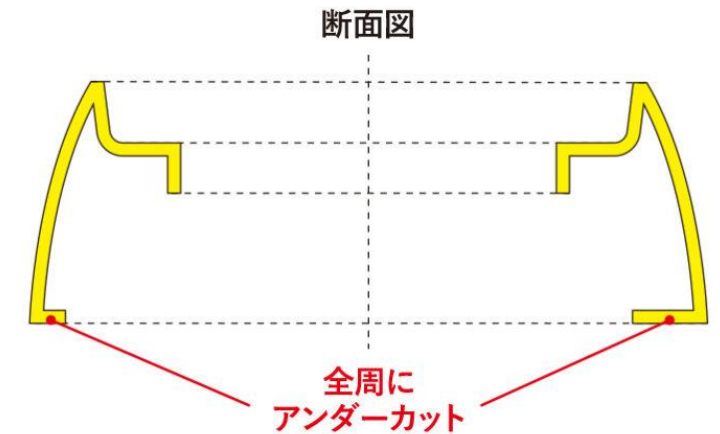
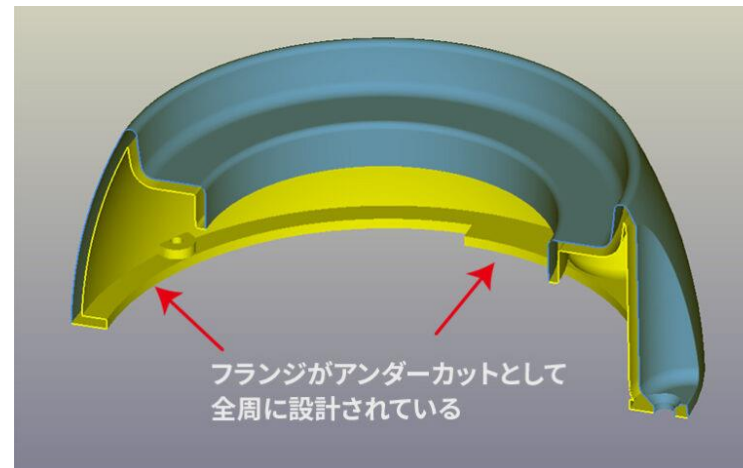
## ■ E6系こまち

→プラスチック+メッキに**工法転換**  $0.25\text{kg}/\text{個} \times 8\text{個} = 1\text{kg}$

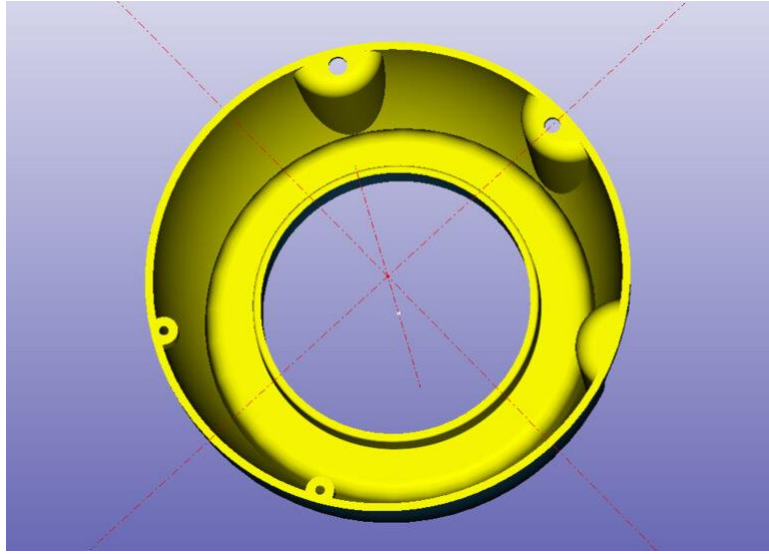
## ■ 企画台数が500個打ち切りと**少量生産品**



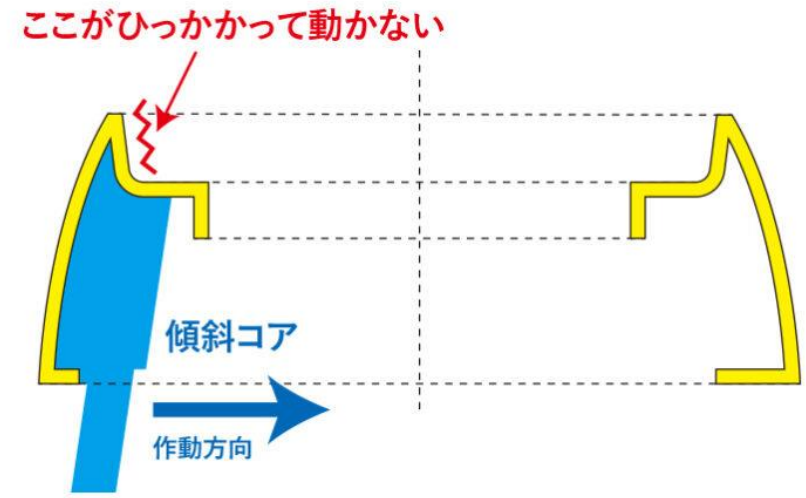
E5系を基礎に単純に薄肉化した状態



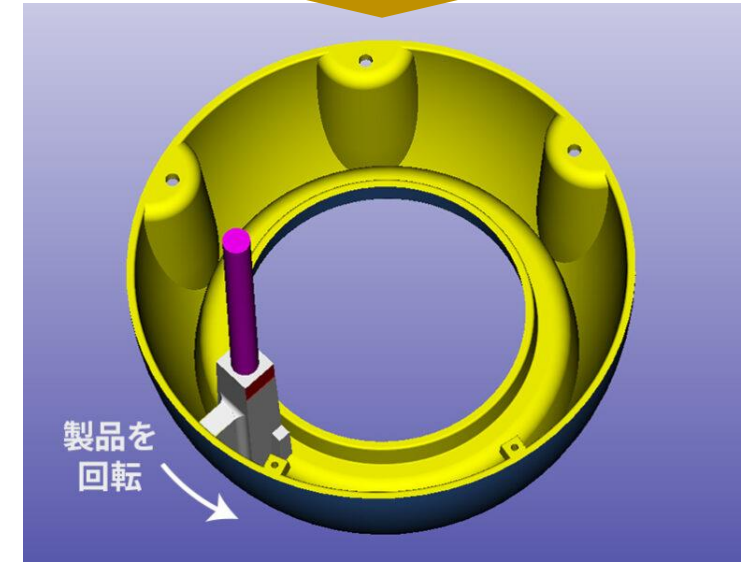
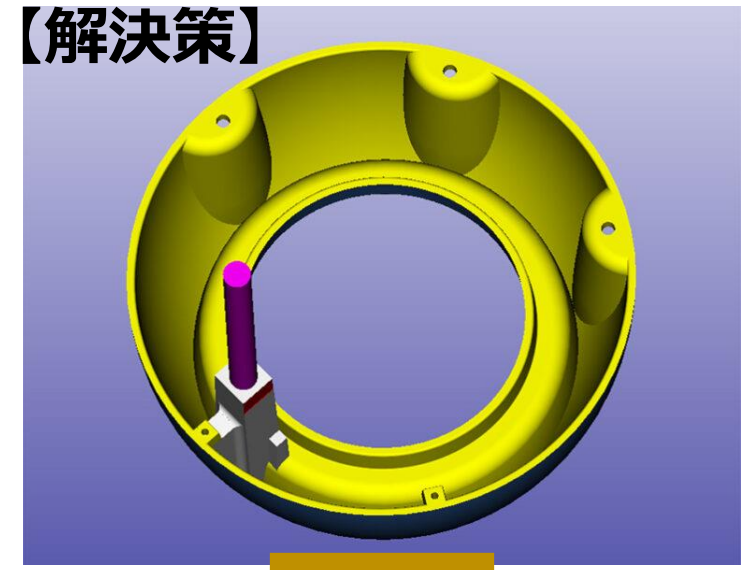
## 当社が提示した形状変更案



## 【問題点】



## 【解決策】



## CF: 他社が提示した形状変更案



■ 開発の早い段階からの打合せ

■ 斬新な型アイデア

→ 工法転換の成功

## 展示会出展

日本 ものづくりワールド 2022 **6月** 内

第  
27  
回

# 機械要素技術展

エムテック  
**M-Tech**

- 会期：'22年6月22日[水]  
~24日[金]
- 会場：東京ビックサイト

## アンケート

■ 本セミナー終了後にアンケート用紙を配布させていただきます。何卒ご協力のほど、よろしくお願い申し上げます。

## ご質問について

■ ご質問がございます方は、アンケート用紙に質問の記入をお願いいたします。後ほど弊社よりご返信させていただきます。

# 参考サイトのご紹介



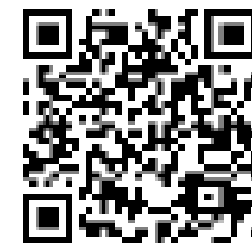
株式会社 関東製作所  
<https://kanto-seisakusyo.jp/>



部品加工 関東Navi by 株式会社 関東製作所  
<https://kanto-machining.com/>



射出成形ラボ by 株式会社 関東製作所  
<https://injection-lab.com/>

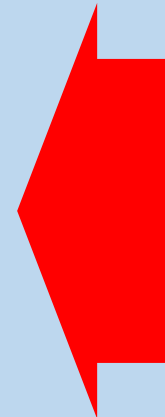
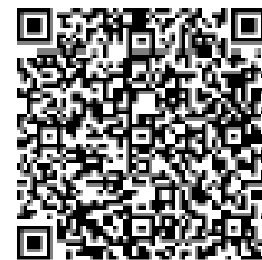


部品加工 東海Navi by 中村精工株式会社  
<https://tokai-machining.com/>

**参考資料もDL可能！**



KANTO MFG channel  
youtubeチャンネル



<p>射出成形ラボが教える 「成形不良の発生原因と対策」</p> <p>射出成形ラボが教える「成形不良の発生原因と対策」 本書では、射出成形事業に長年従事してきた株式会社関東製作所が、自社の事例をもとに「成形不良の発生原因と対策」を一通りまとめた。「バリ」や「反り」など、避けて通れない射出成形の不良に関し、具体的な対策方法などを紹介しています。</p> <p><a href="#">この資料をダウンロード</a></p>	<p>株式会社 関東製作所が教える プラスチック製品の依頼のすゝめ</p> <p>株式会社 関東製作所が教える「プラスチック製品の依頼のすゝめ」 プラスチック製品開発のベストパートナーとして、お客様の製品・ご依頼を正確に、また円滑に開発・生産が進められるようにこの冊子を作成致しました。選定、手荷手を参考に、製品の相談をして頂けると幸いです。</p> <p><a href="#">この資料をダウンロード</a></p>	<p>株式会社 関東製作所が教える ブロー成形金型の基礎</p> <p>株式会社 関東製作所が教える「ブロー成形金型の基礎」 ブロー成形金型で作られる製品には、PETボトルや洗剤の容器、車関係ではカブリンタンク、などその他にも様々な製品が挙げられます。しかし、このブロー成形金型とは、世に出ている金型金作の割合としては、10%程度です。そんな、なじみの少ない「ブロー成形金型」の基礎的な情報を1冊にまとめました。</p> <p><a href="#">この資料をダウンロード</a></p>
--	--	---

# DLできる参考資料

## 射出成形ラボが教える 「成形不良の発生原因と対策」

成形不良『バリ』の発生原因と対策を学ぶ

射出成形ラボが教える  
「成形不良の発生原因と対策」  
Learn the causes & countermeasures for molding defects.

- シムバー
- ストロー
- バリ
- ウェルド
- ライン
- ボイド
- 戻り
- キャビトラシ

#01 金型合わせ面(PL)の「あたり」の調整  
ゲートランナーの寸法変更

バリが発生した事例製品とバリが出ている様子

【確認ポイント①】PLの「あたり」

【確認ポイント②】ゲートランナーの寸法

株式会社 関東製作所

## 射出成型ラボが教える ヒケの対策・改善策

射出成形ラボが教える  
ヒケの

設計の際の対策ポイント  
～ヒケが発生する事例～

リブの付け根の厚みが1/2より厚い為、「ヒケ」が発生する

(天井面) T

>1/2

※リブとは樹脂製品の硬さや強度を向上させるための補強

株式会社 関東製作所

## 株式会社 関東製作所が教える プラスチック製品の依頼のすゝめ

プラスチック製品の依頼のすゝめ

03

図面・サイズ

プラスチック製品の依頼のすゝめ

株式会社 関東製作所

## 射出成型ラボが教える 一から学ぶ射出成形

エンジニアの方へ  
必読の一冊

4

射出成形ラボが教える  
一から学ぶ射出成形  
Injection molding to learn from scratch

株式会社 関東製作所

## 株式会社 関東製作所が教える ブロー成形金型の基礎

01 ブロー成形金型の基礎

株式会社 関東製作所が教える  
ブロー成形金型の基礎  
Blow Molding Machine Design for Injection Molding Lab

プラスチック材料

射出スクリュー

金型

パワソール

株式会社 関東製作所