

【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 新規事業推進部部長
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



バケツ



タッパー



トロフィー



ガーニッシュ(車の装飾部分)



合皮(PVCLレザー)



木目調のトレイ

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

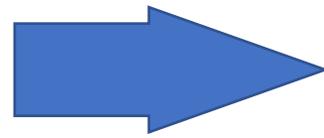
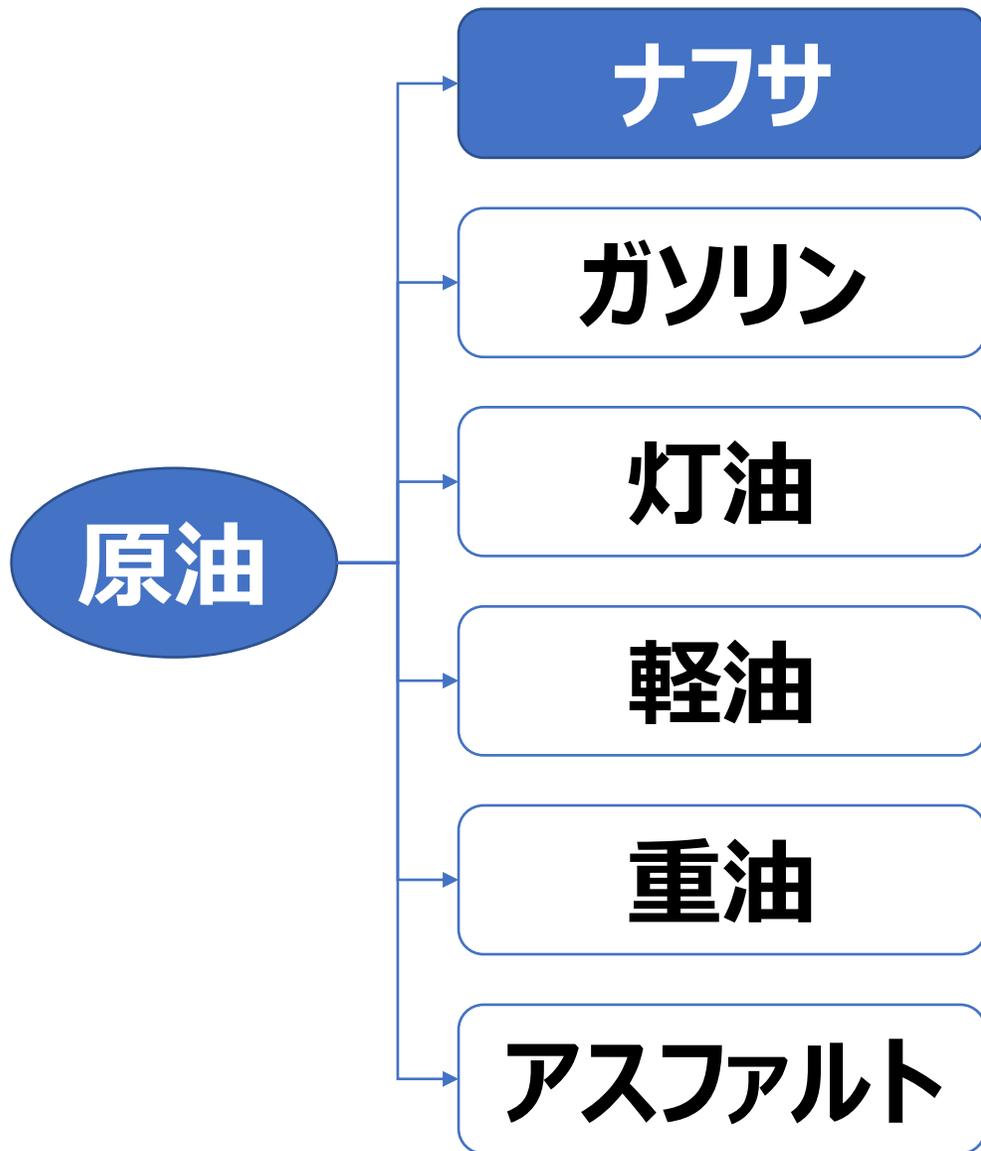
プラスチックの語源

プラスチックの語源はギリシャ語のプラステイコスで、形づくる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%

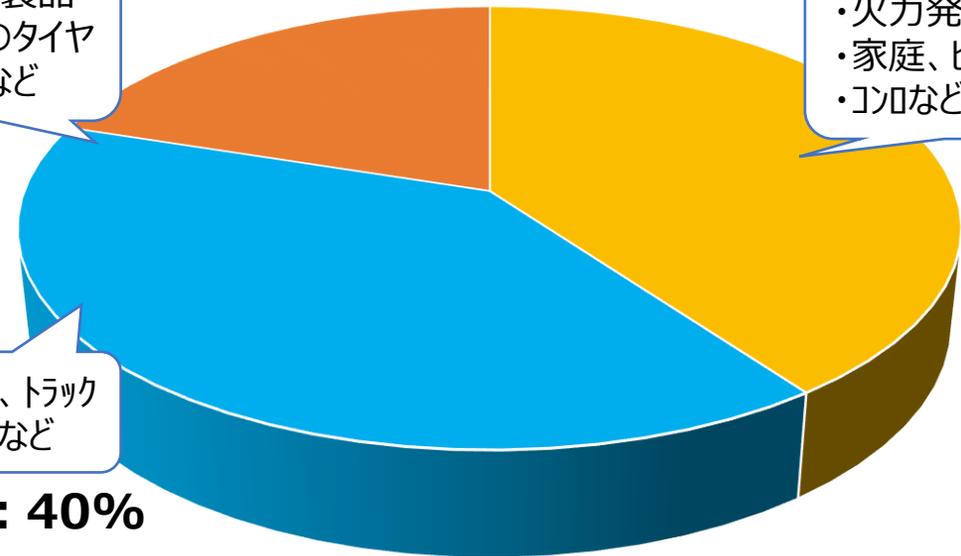
- ・プラスチック製品
- ・自動車のタイヤ
- ・衣料品など

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>

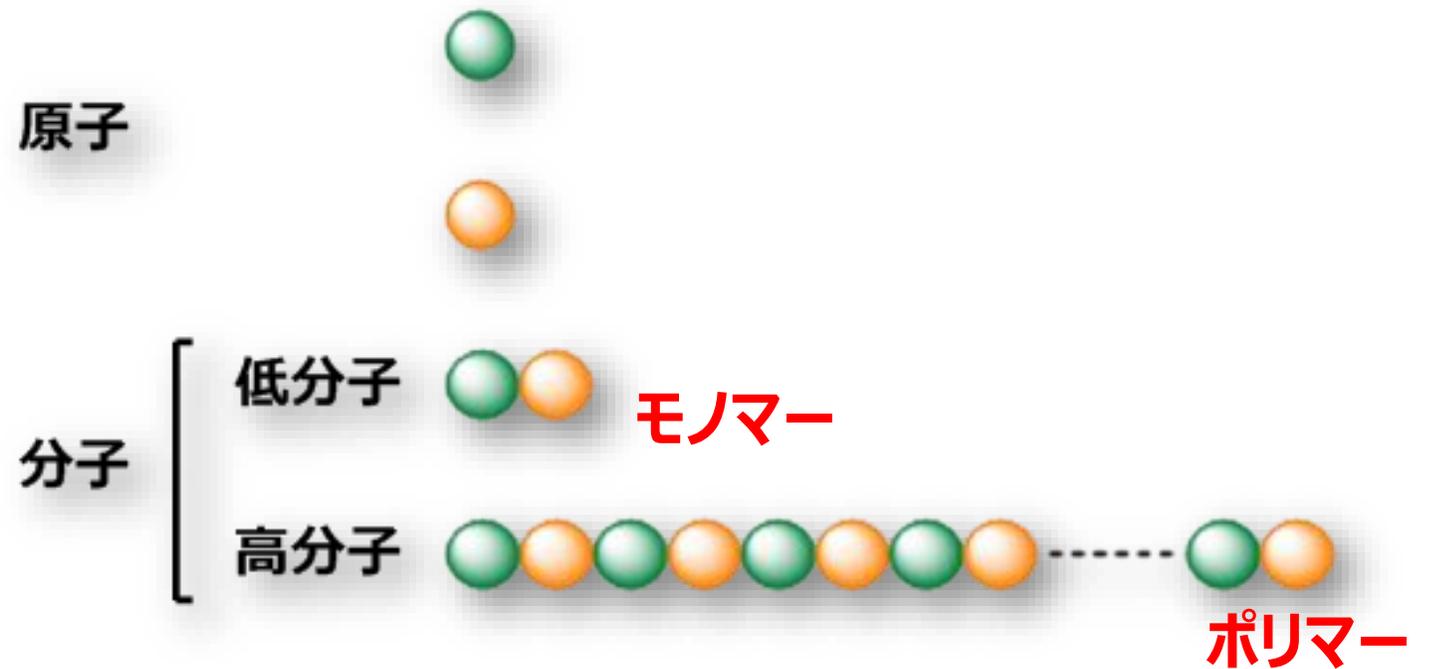
モノマー : エチレン

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



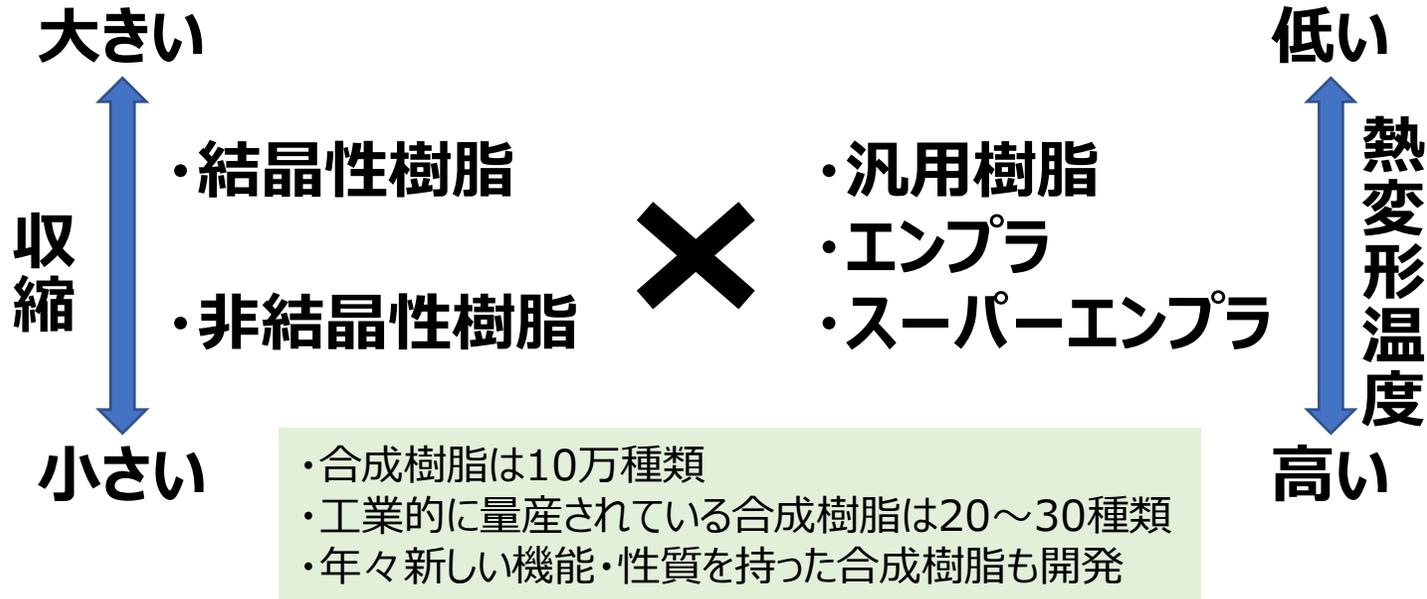
比較

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

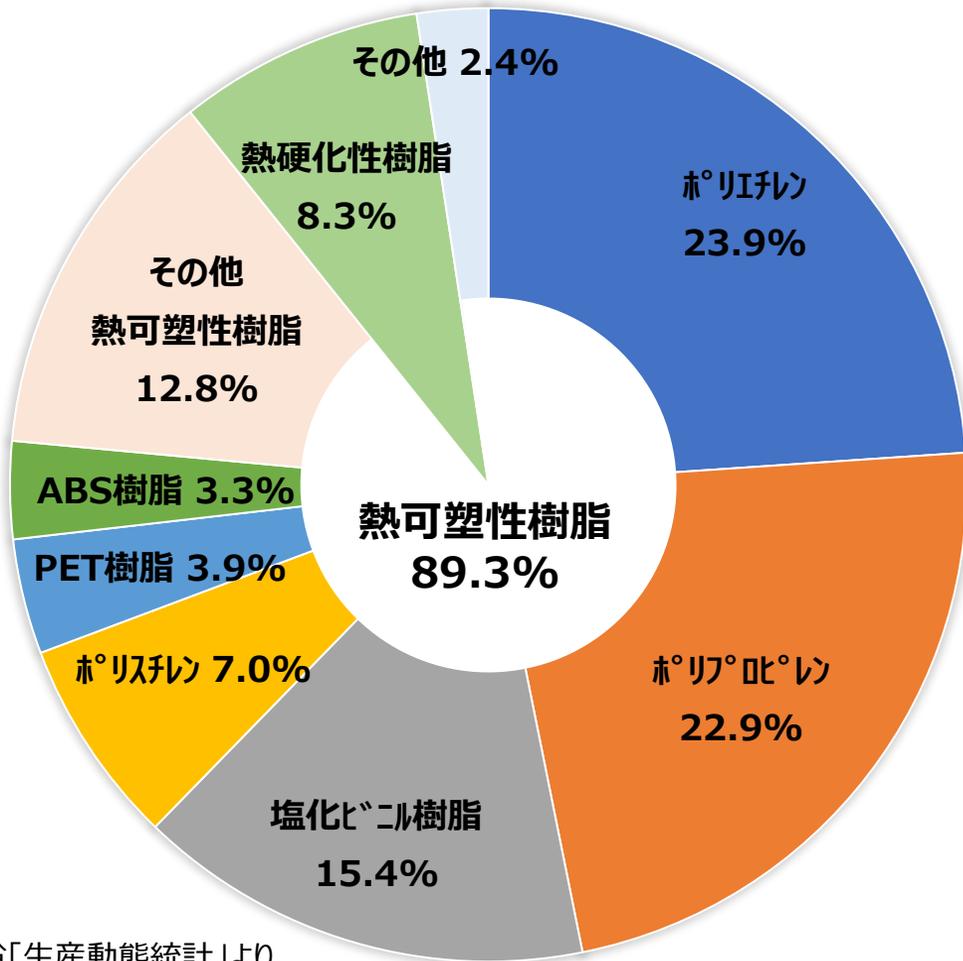
How to choose?

- 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

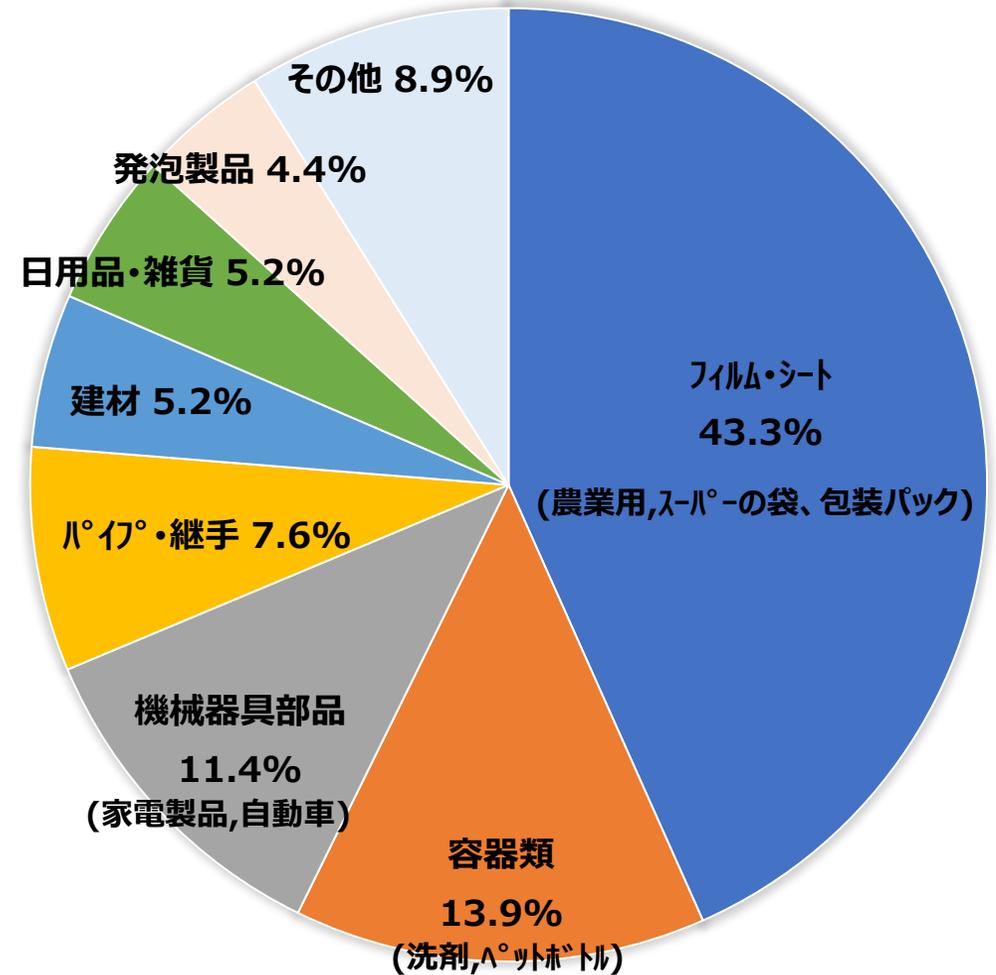
樹脂別・用途別の生産比率

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！**

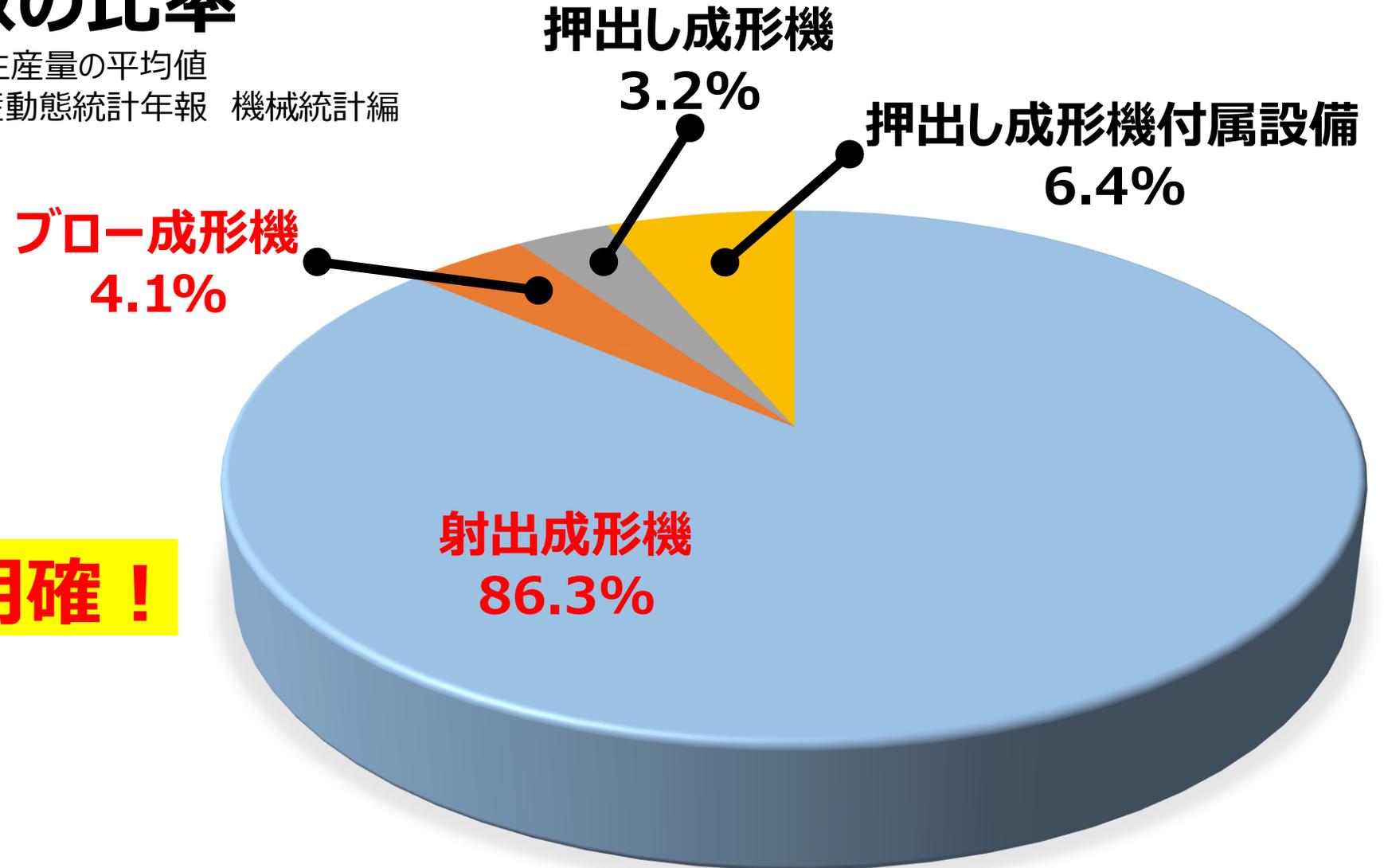
熱硬化性樹脂

■ 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

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」



1サイクル

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



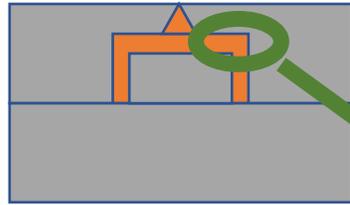
プラスチック製品の肉厚

※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



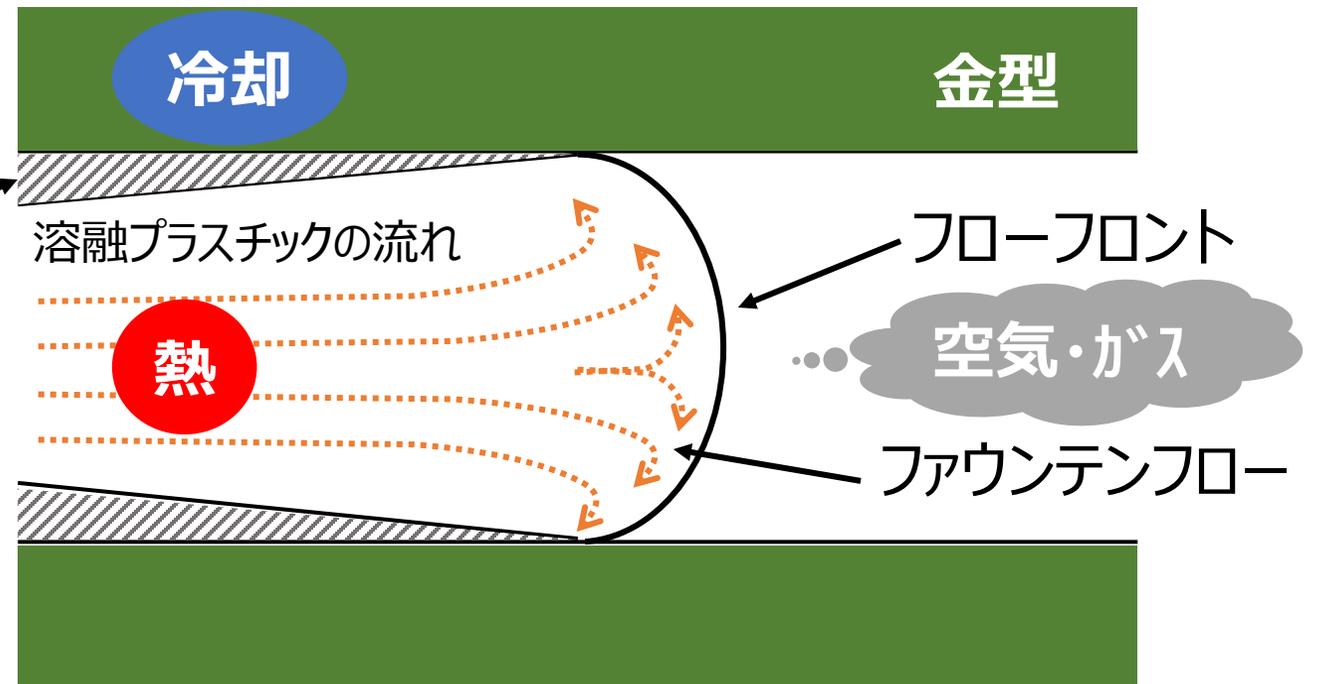
薄すぎると...

流れない
ショートショット(SS)

厚すぎると...

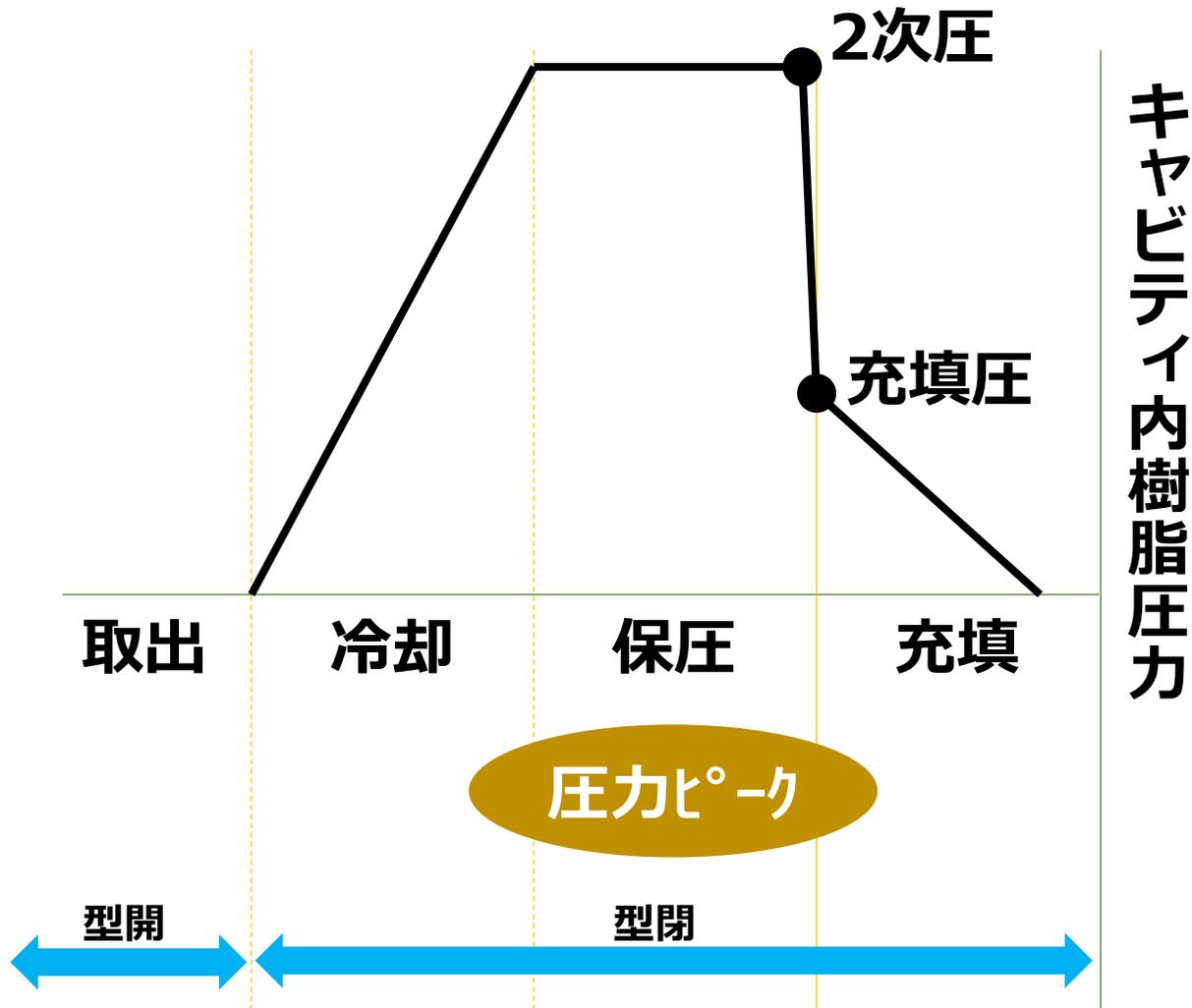
ヒケ
変形
1サイクルが長くなる

硬化
スキン層

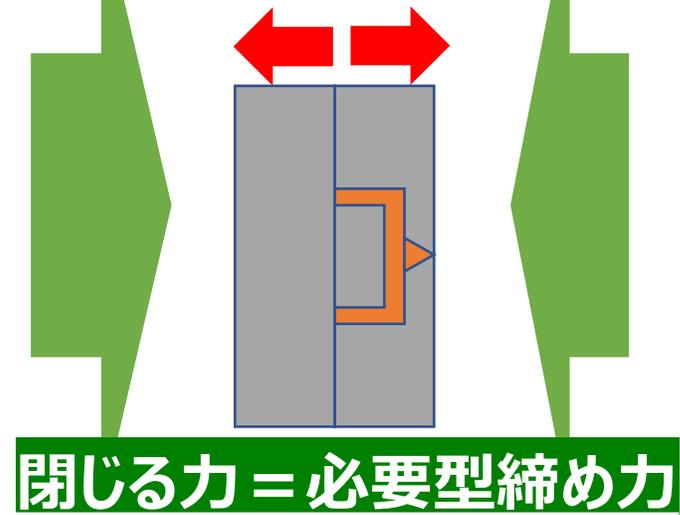


充填圧力・内圧・必要型締め力

射出成形の工程とキャビティ内圧



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/cm²):キャビティ内圧
A(cm²):投影面積の合計

計算例 : A4 1枚のPP7°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/cm²
ABS=400kgf/cm²

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

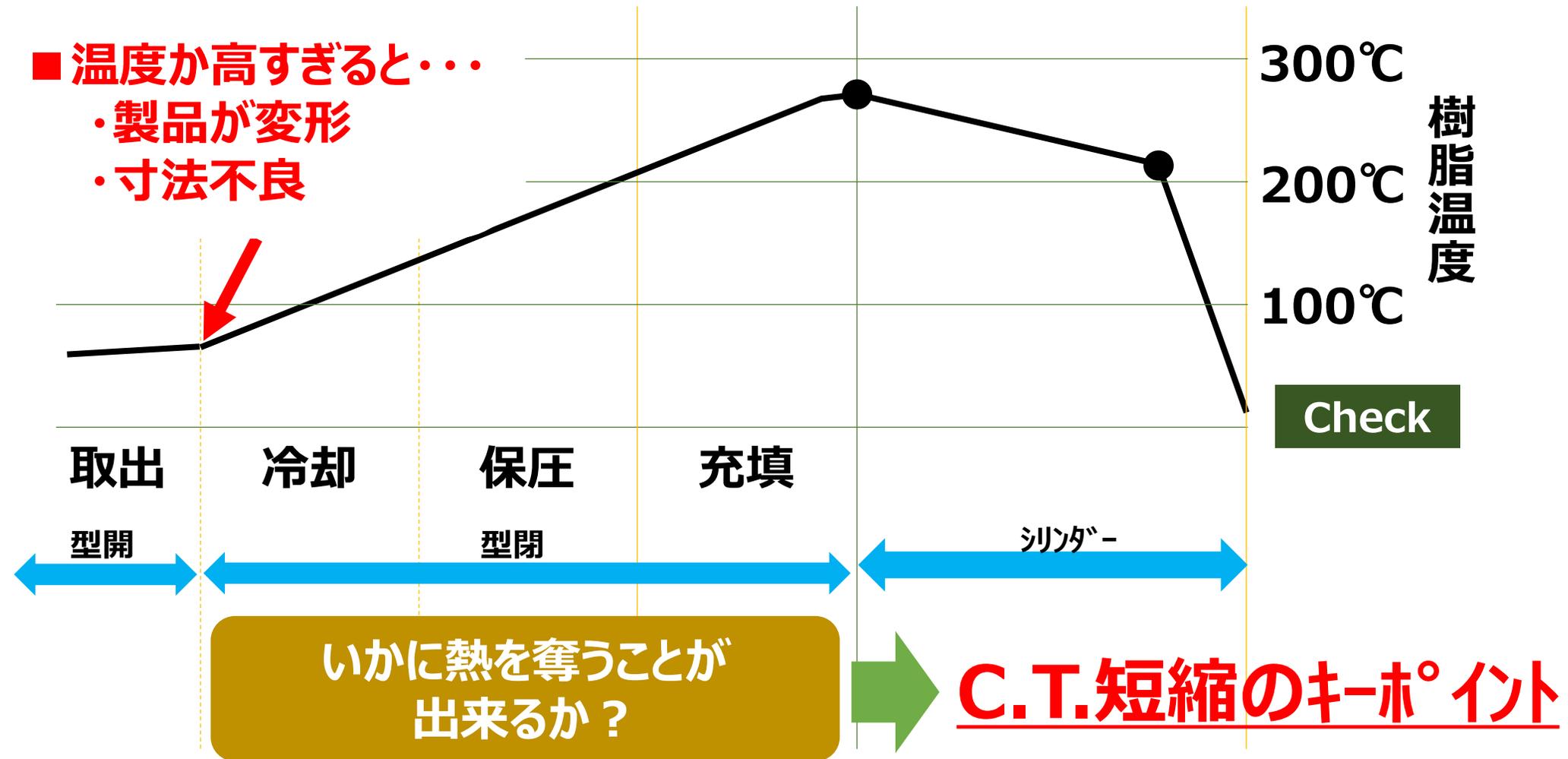
■ 製品深さ

- ・極端に深い製品

⇒成形機のデイトに入らない

温度管理

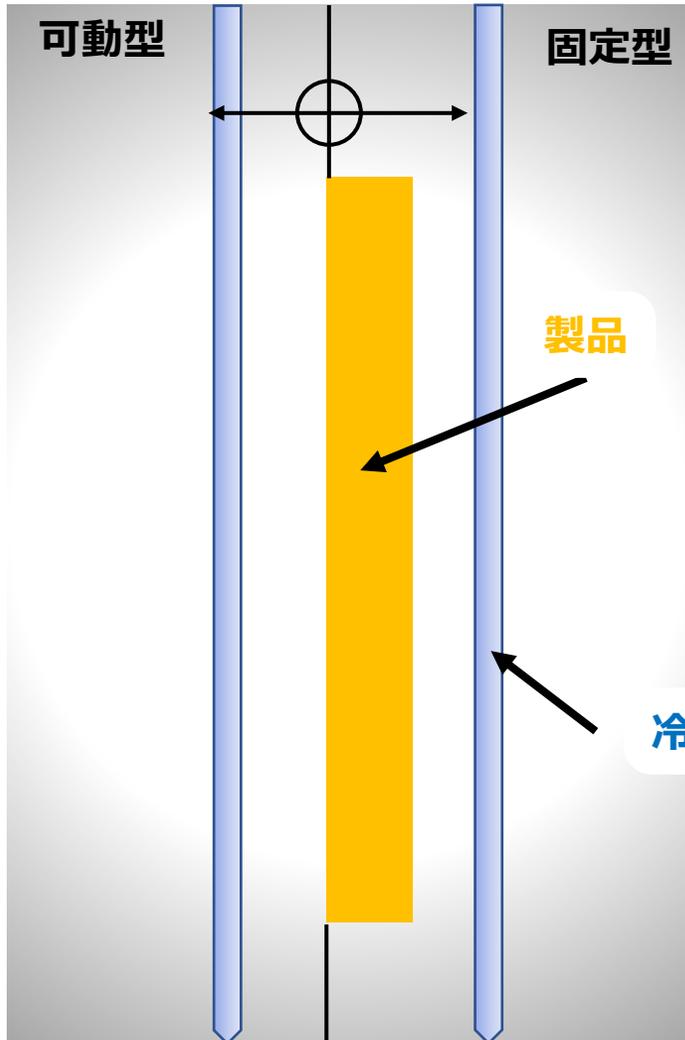
射出成形の工程と一般的プラスチック(製品)の温度



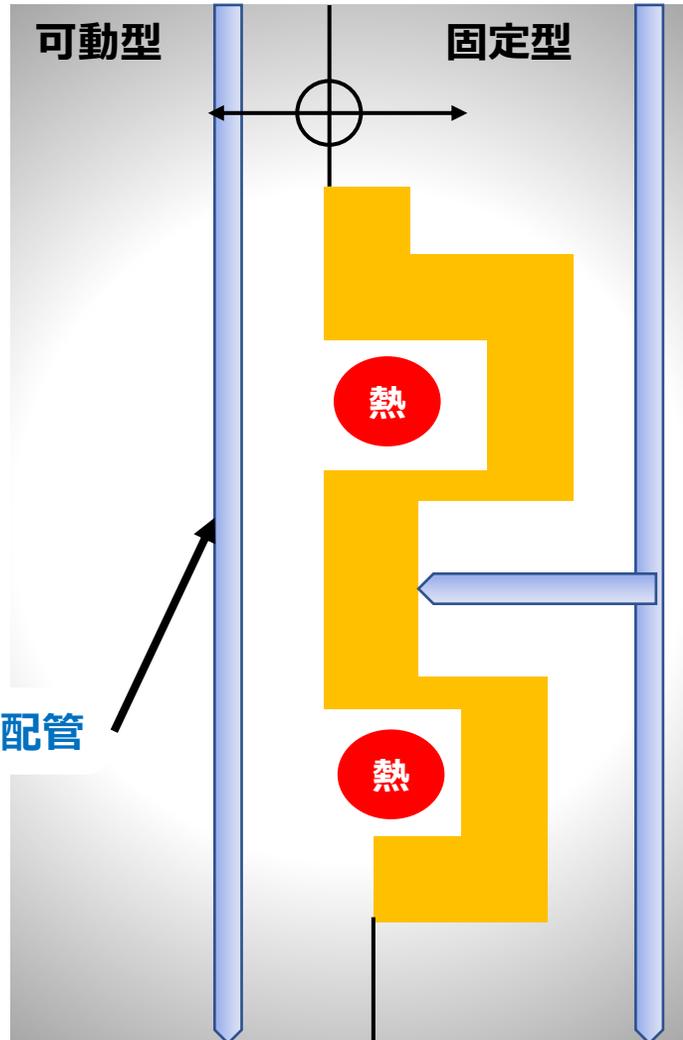
1サイクルを短く=大量生産の象徴である“射出成形”にとって、温度はとても重要

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

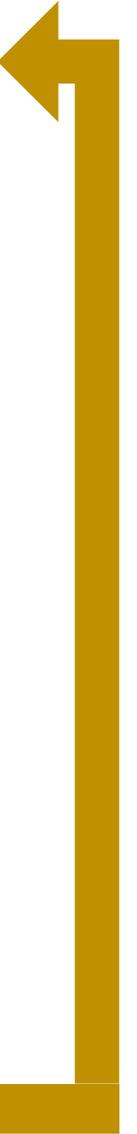
バキューム

吹き込み

冷却

型開

製品取り出す



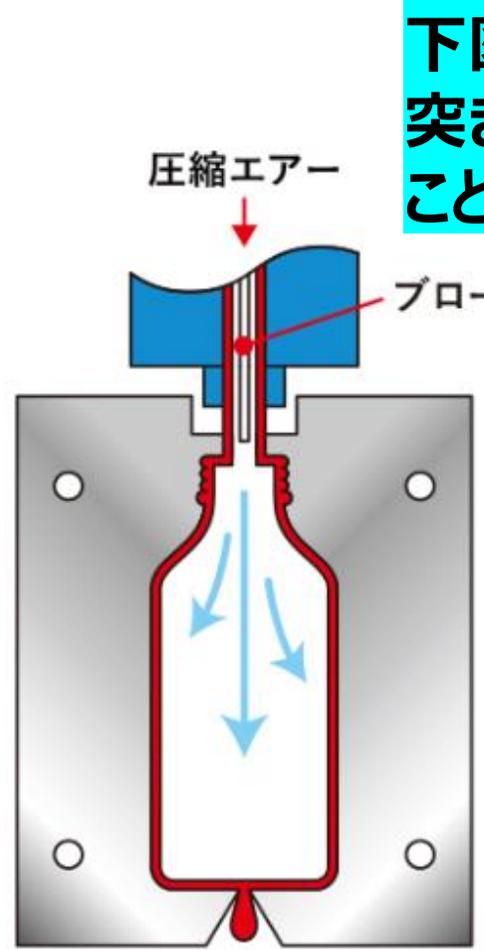
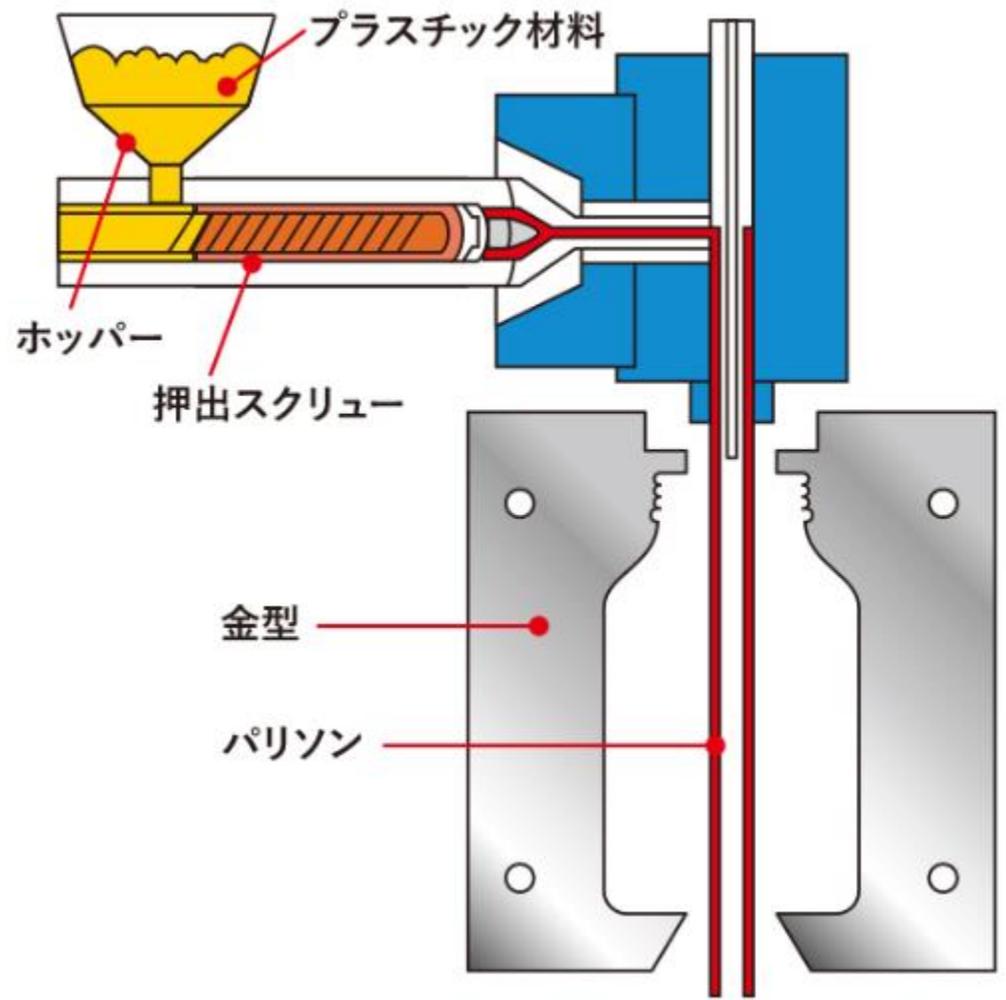
吹き込み

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

p(kgf/cm²):キャビティ内圧
A(cm²):投影面積の合計

【ブロー成形】
p=5kgf/cm²

【射出成形】
PP=300kgf/cm²
ABS=400kgf/cm²



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

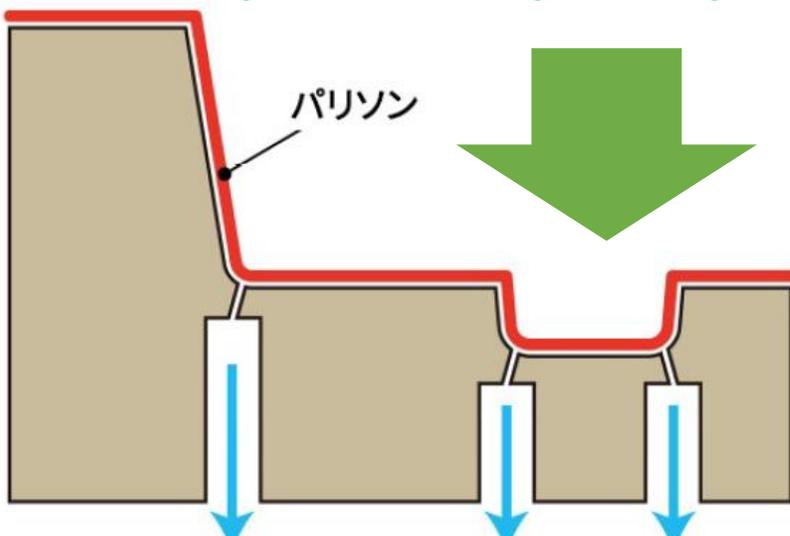
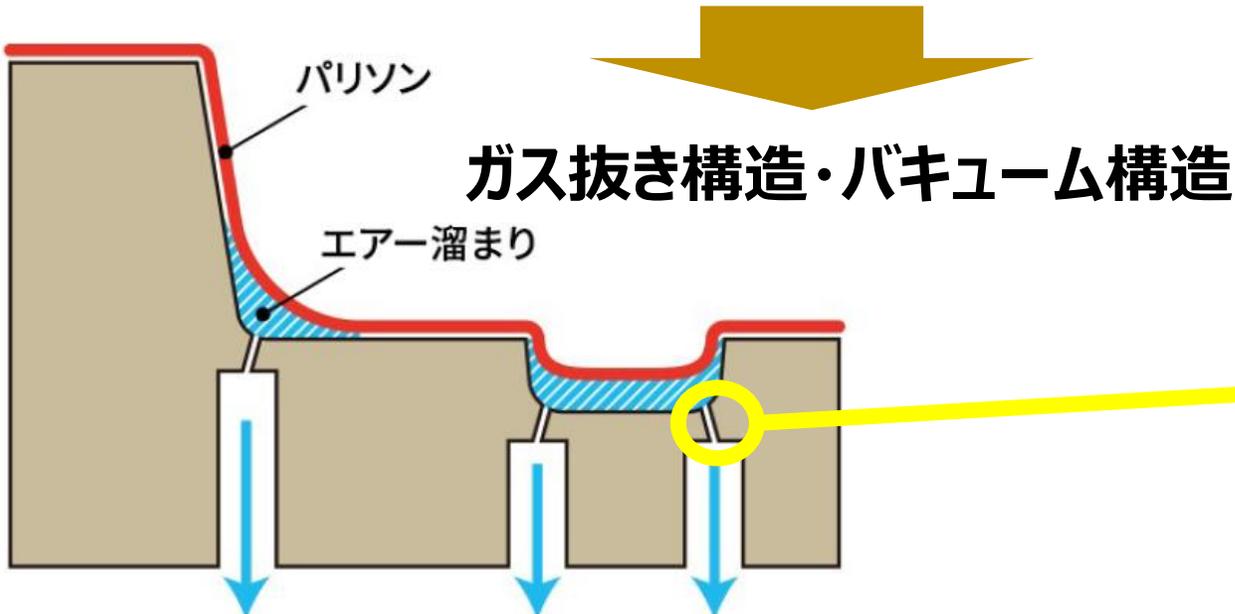
■ 製品サイズ

- ・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

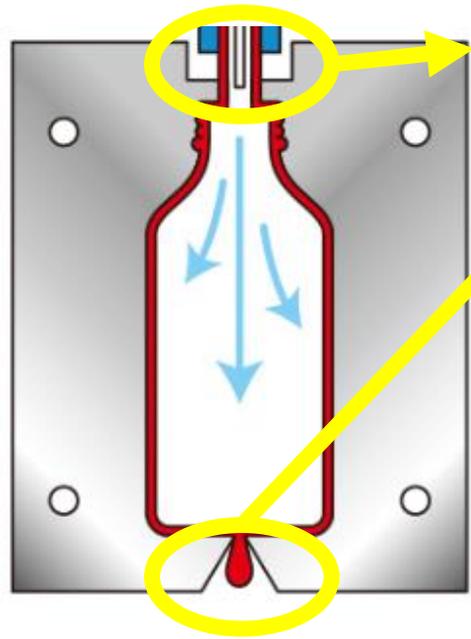


■イメージは真空引き

⇒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

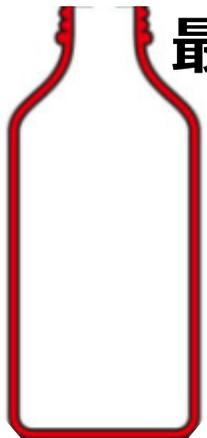


余分な箇所



KANTO MFG channel

【省人化装置】切断加工機



最終製品



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

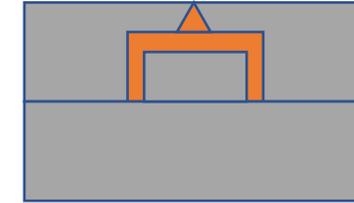
対応可能な製品形状が違う

アンダーカット

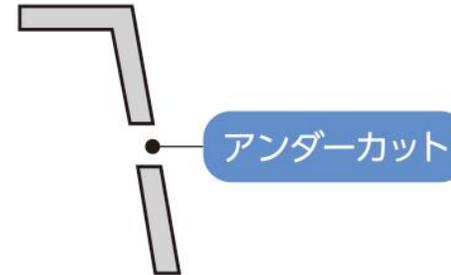
■ アンダーカットって何？

- ・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

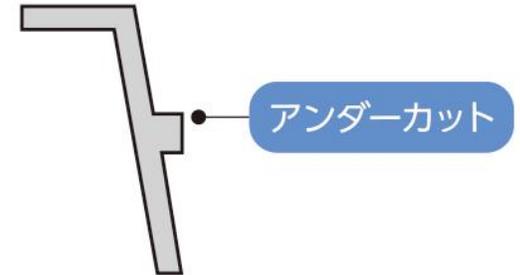
抜き方向



① 製品の横に穴が空いている。



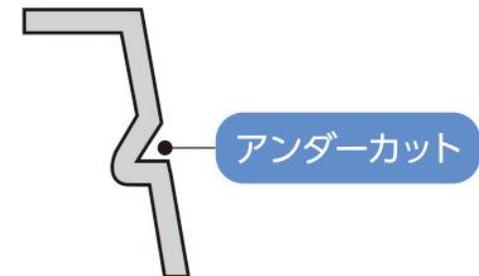
② 製品に突起がある。



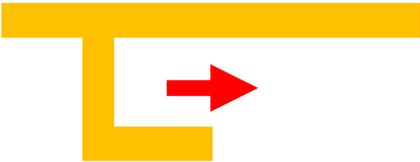
③ 製品の裏側にフランジ
(棚の様な形状)がある。



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

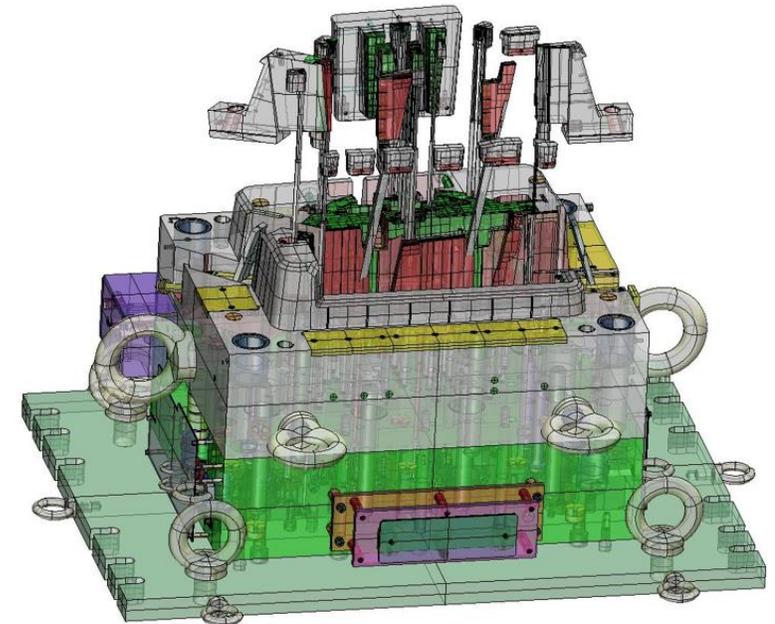
内部圧力は、
射出は型に厳しい
ブローは型に優しい

【射出成形】

PP=300kgf/cm²
ABS=400kgf/cm²

【ブロー成形】

p(AIR)=5kgf/cm²



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 crane

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

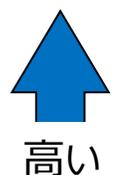
時代が多品種少量生産を求める中、
それに最適な成形方法・型が未だ確立されていない。

Check

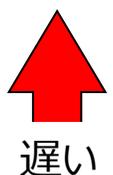
型耐久性

型製作期間

型製作費

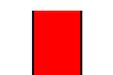


高い



遅い

高い



高い

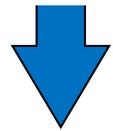


ネジレ

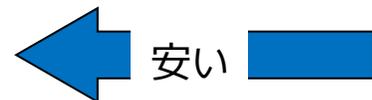
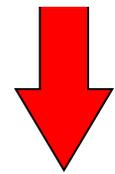


速い

安い



低い



安い



高い

製品単価

一般射出成形

一般ブロー

時代が求める
ポリマーゾーン

簡易試作

真空注形

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">・合成樹脂の性能・形成可能な形
コスト	原価、投資 販売価格	<ul style="list-style-type: none">・製品原価・金型投資とリスク・販売予定数
納期	納期、ロット 設計期間	<ul style="list-style-type: none">・発売日・発注ロット・生産拠点

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

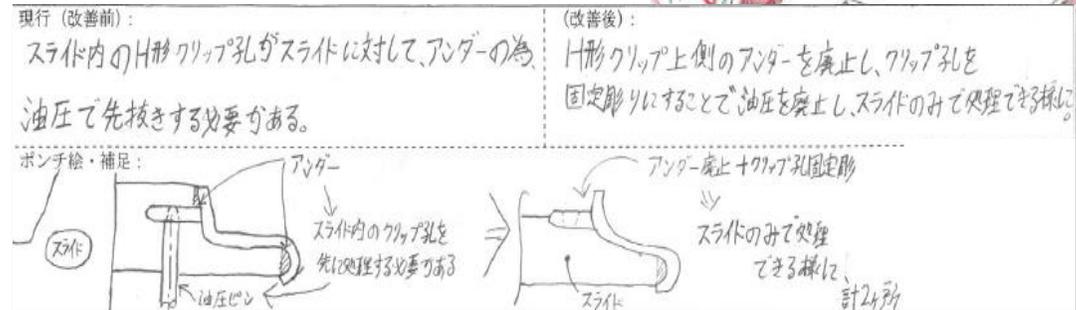
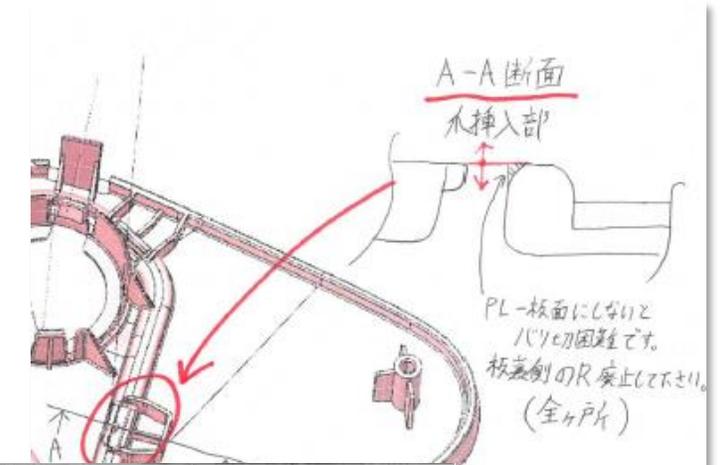
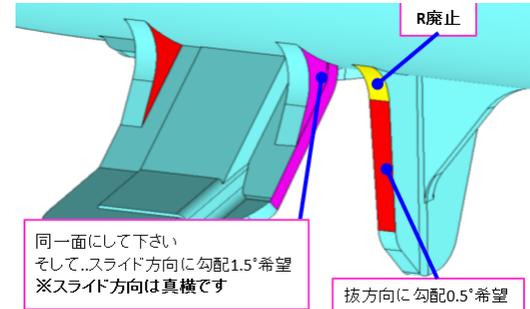


VA・VEの鍵は サプライヤー選択！

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 $30\text{kg}/\text{個} \times 8\text{個} = 240\text{kg}$

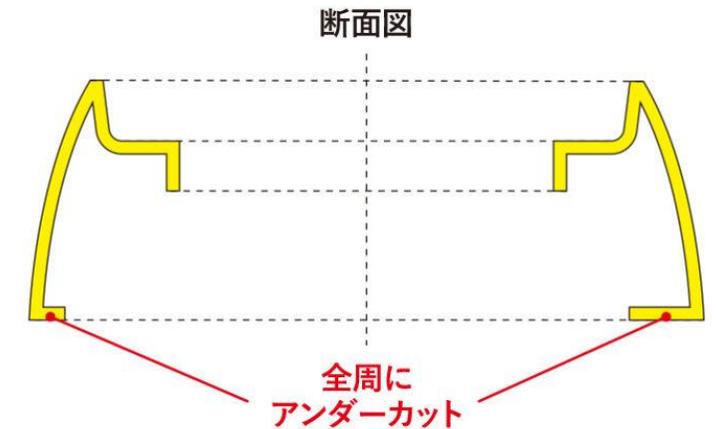
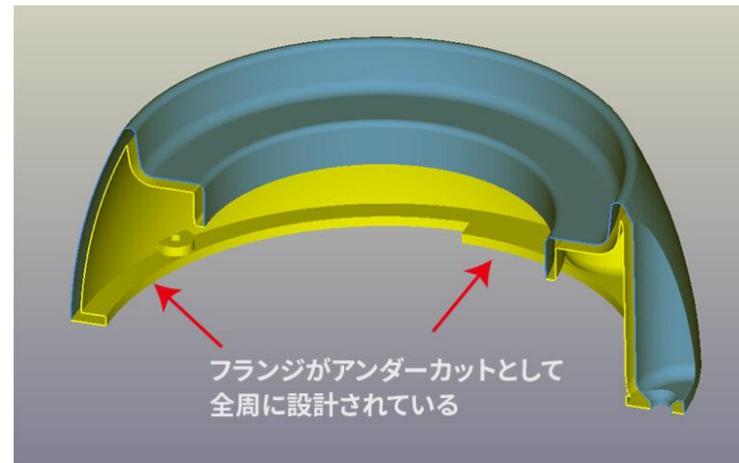
■ E6系こまち

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

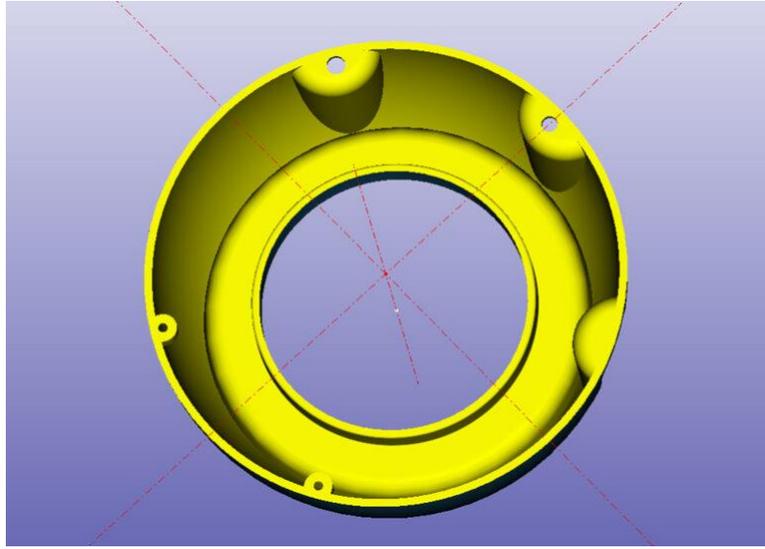
■ 企画台数が500個打ち切りと**少量生産品**



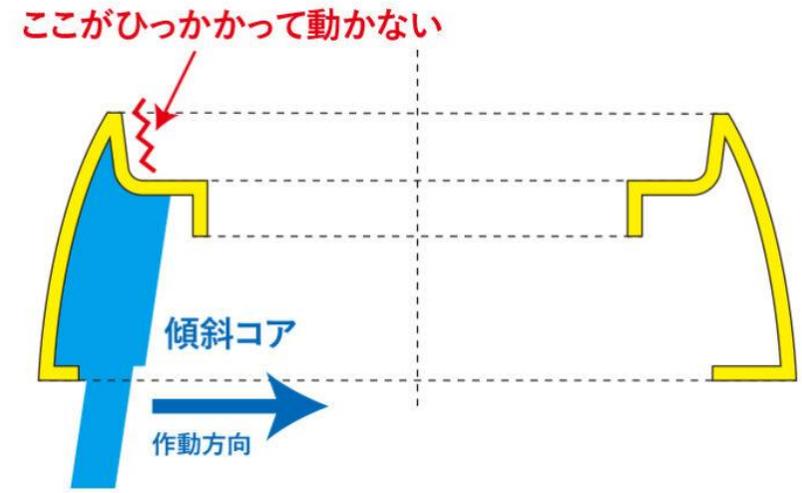
E5系を基礎に単純に薄肉化した状態



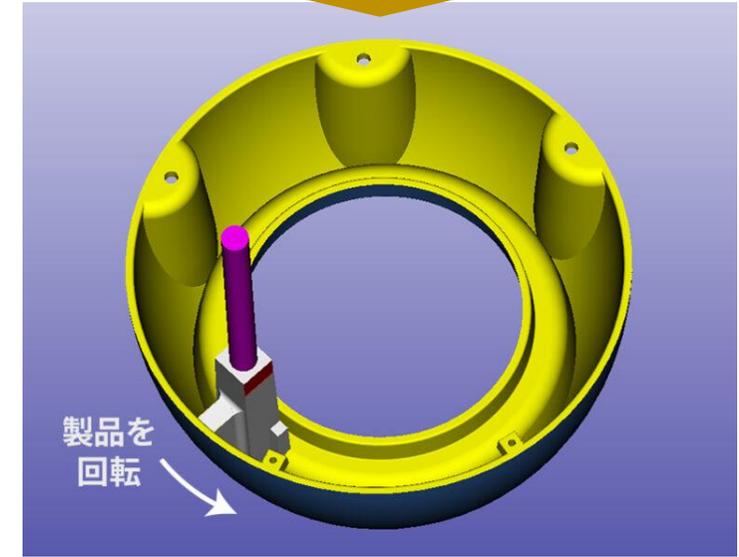
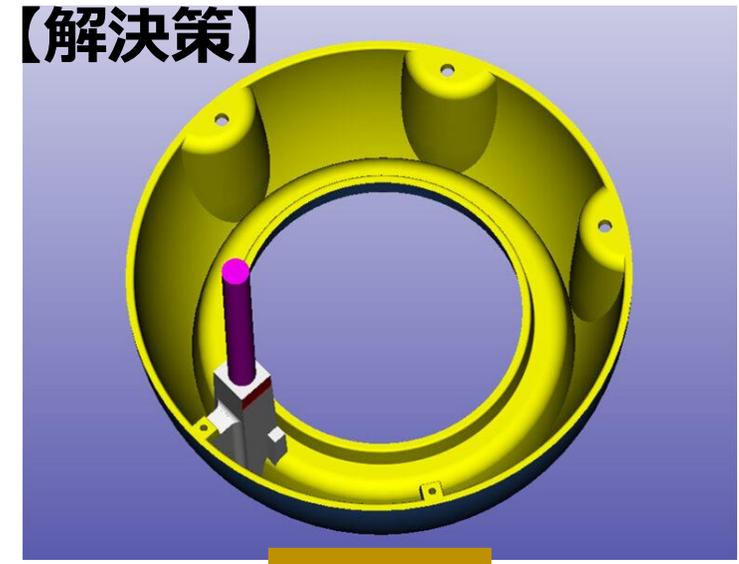
当社が提示した形状変更案



【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

■ ご質問がございました方は、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-seisakusho.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>この資料をダウンロード</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すめ</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すめ」 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、承認書を参考に、製品の相談をして頂けると幸いです。</p> <p>この資料をダウンロード</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>この資料をダウンロード</p>
--	--	---

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.

- シルバーストロー
- 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

【検証ポイント① PLの「あたり」】

【検証ポイント② ゲートランナーの寸法】

射出成型ラボが教える ヒケの対策・改善策

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度や強度を向上させるための補強

射出成形ラボが教える
ヒケの

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

03 図面・サイズ

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

プラスチック製品の依頼のすゝめ

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

射出成形の基礎から応用まで、一冊で学べる。初心者から上級者まで、幅広いレベルのエンジニアに役立つ。図解と写真でわかりやすく解説されている。

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 die fundamentals

プラスチック材料

射出スクリュー

金型

パワソール

INDEX

01. ブロー成形金型の基礎
02. ブロー成形金型の設計
03. ブロー成形金型の製作
04. 関東製作所について