

金属AMを活用した3次元冷却金型の アルミダイカスト工程への適用

2026/3/6
株式会社 豊田自動織機
佐藤 良輔

1. はじめに

- 1) 会社紹介
- 2) コンプレッサ事業部およびダイカスト部門の紹介

2. 3D冷却金型適用の経緯

- 1) 金型温度の課題と解決策
- 2) 金型起因のダイカスト非稼働

3. 実績

- 1) 適用事例
- 2) AM導入
- 3) AM活用実績

4. さらなる生産性向上

- 1) ダイカストの熱マネジメント
- 2) 離型剤原液少量塗布

5. 課題

- 1) 水路の自動最適化
- 2) 金型クラックによる水漏れ
- 3) DEDの活用



当社HPより (2026/2/12時点)

会社名	株式会社豊田自動織機 (TOYOTA INDUSTRIES CORPORATION)
設立	大正15 (1926) 年11月18日
本社所在地	〒448-8671 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
代表者	取締役社長 伊藤 浩一
事業内容	繊維機械、産業車両、自動車・自動車部品の製造・販売
資本金	804億円 (2025年3月31日現在)
売上高 ^{※1}	40,849億円 (2025年3月期)
営業利益 ^{※1}	2,216億円 (2025年3月期)
税引前利益 ^{※1}	3,514億円 (2025年3月期)
当期利益 ^{※1, ※2}	2,623億円 (2025年3月期)
従業員数	79,454名 (2025年3月31日現在)

※2

※1 国際会計基準 (IFRS) に基づく数値を掲載しています。

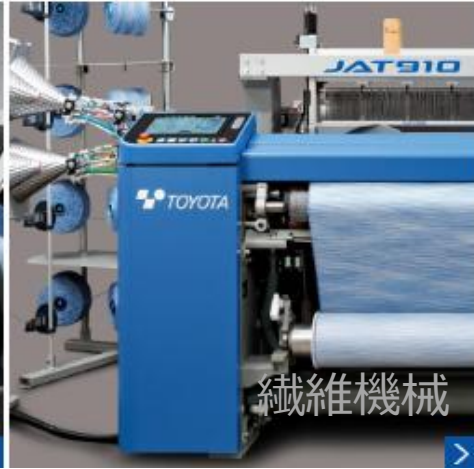
※2 親会社の所有者に帰属

当社HPより (2026/2/12時点)

※1 フォークリフト、カーエアコン用コンプレッサ、エアジェット。自社調べ。

※2 JIS D6202パターンで1,375h/年稼働、グリーン水素使用、ガソリン車と比較

※3 (一社) 日本産業車両協会のデータをもとに自社調べで算出



車両

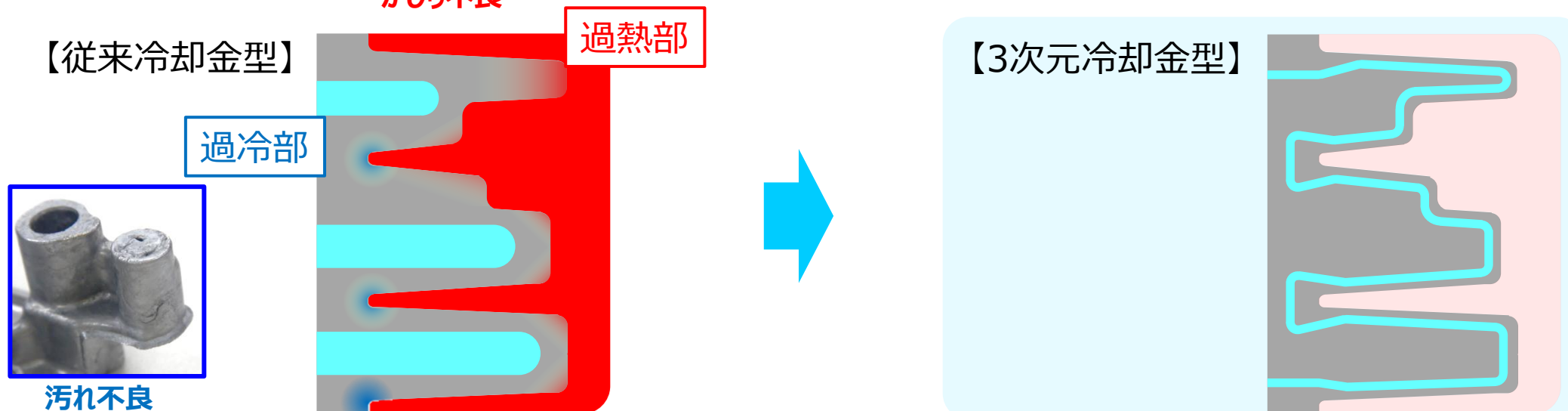
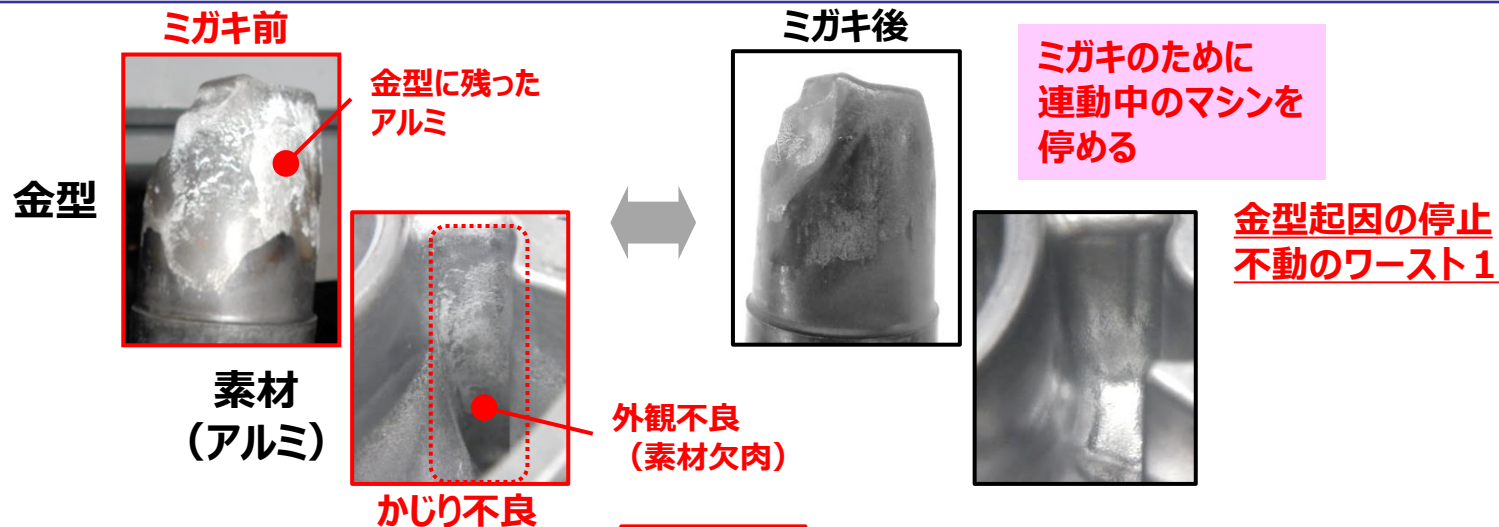
エンジン

コンプレッサー

カーエレクトロニクス

電池

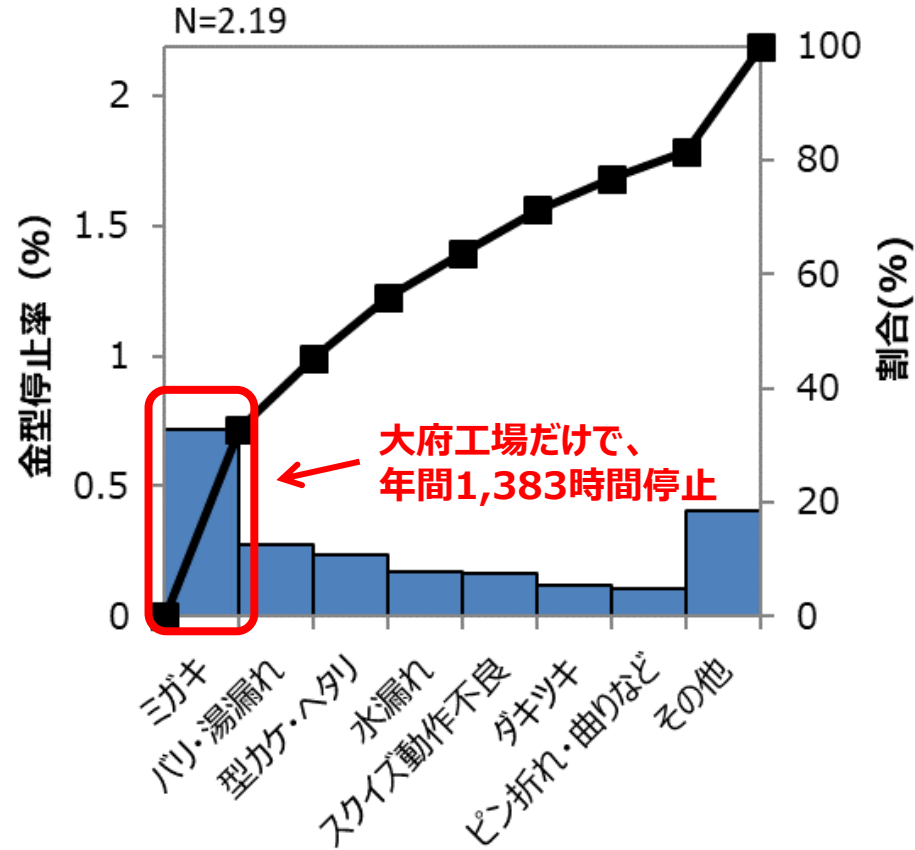
プレス金型



直線的な冷却では、『過熱部の冷却強化』と『過冷部の冷却緩和』を両立できない

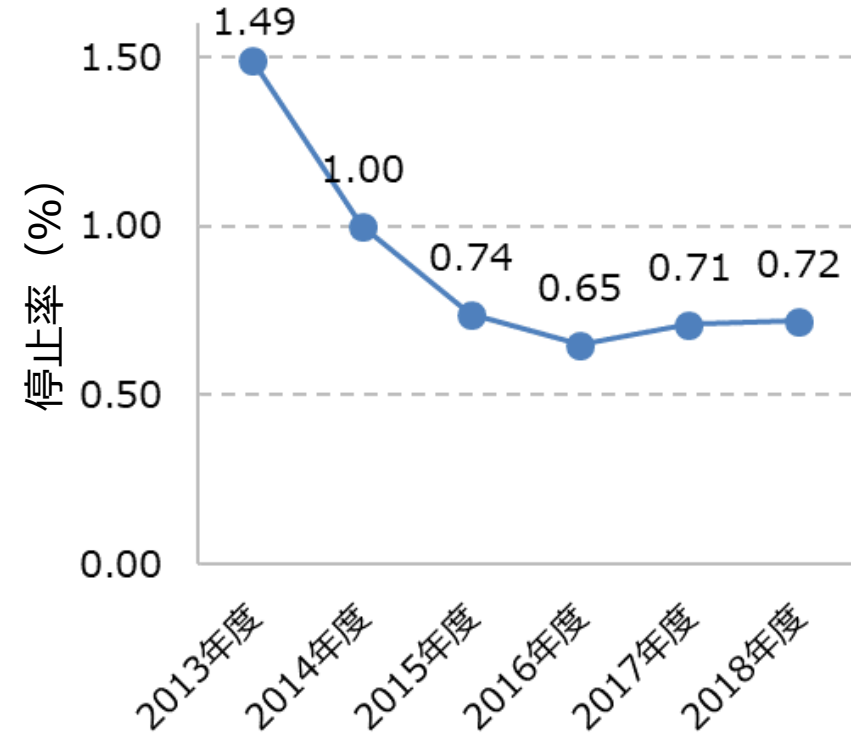
金属粉末積層造形を活用し、3次元冷却金型で両立させる

2018年度 金型停止率パレート図



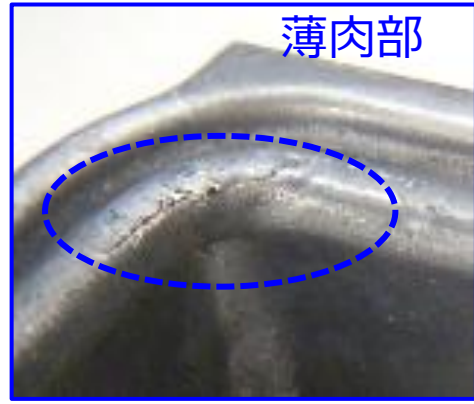
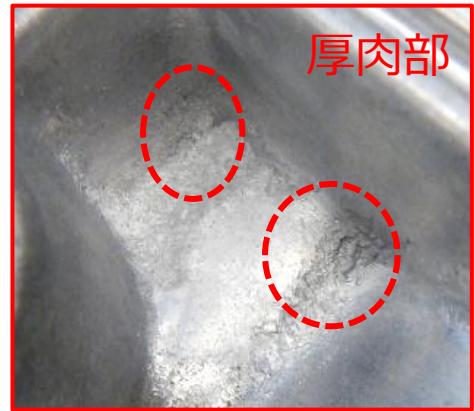
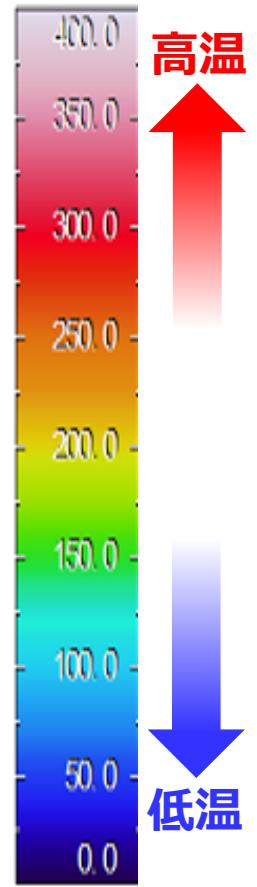
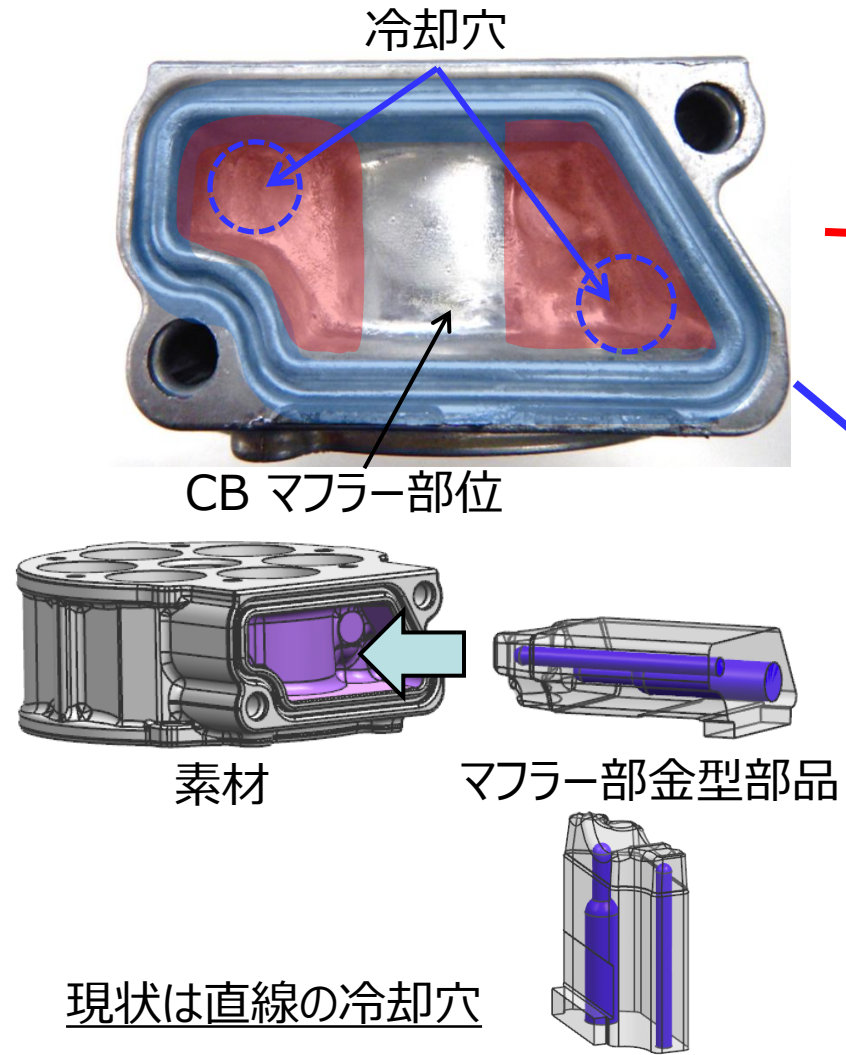
金型による非稼働要因は「ミガキ」のための停止が最も多い（全体の35%）

ミガキ停止率推移

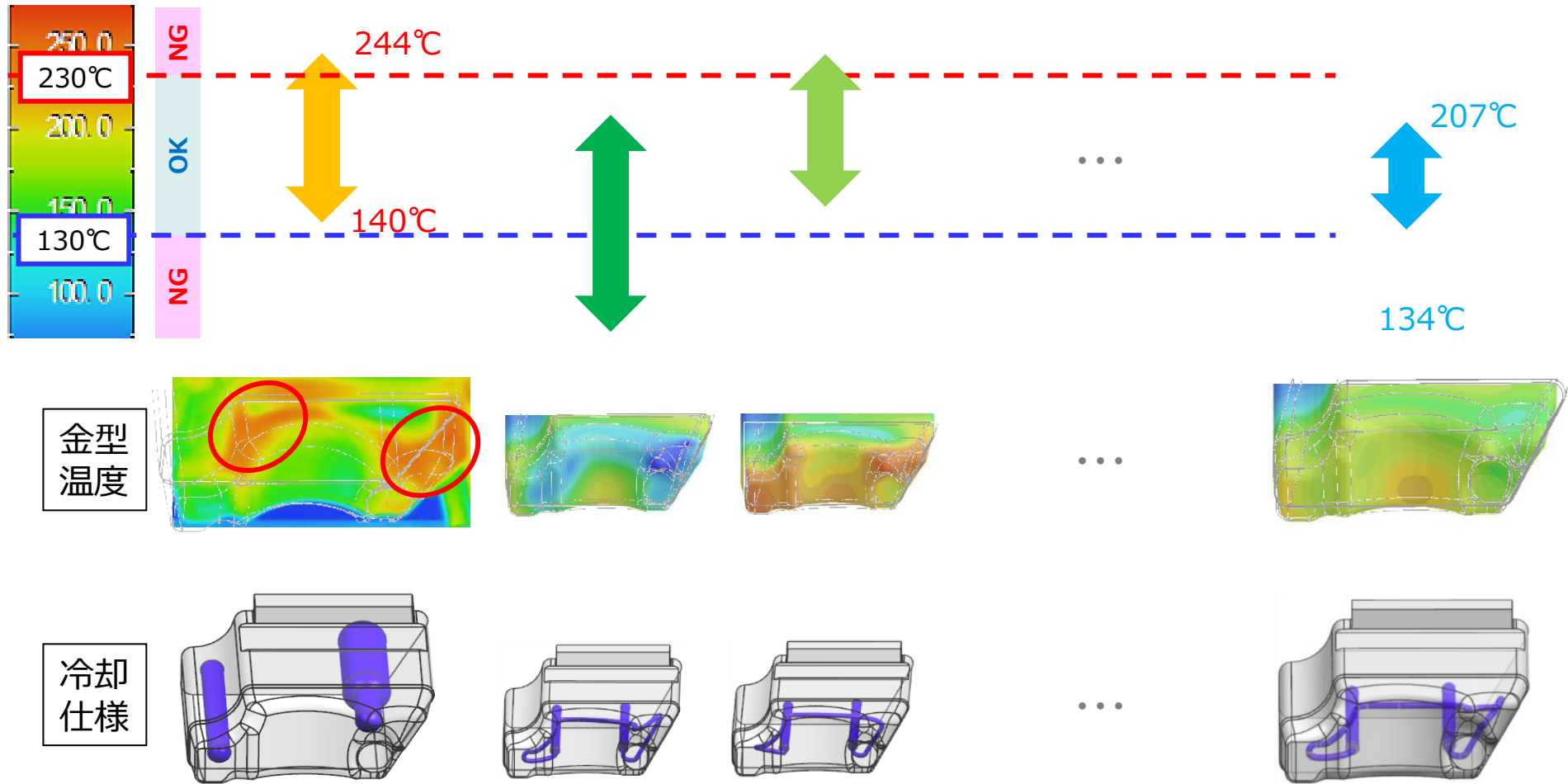


「ミガキ」のための停止は5年前と比較し激減したが、ここ数年は下げ止まり

CB 機種B 困りごと

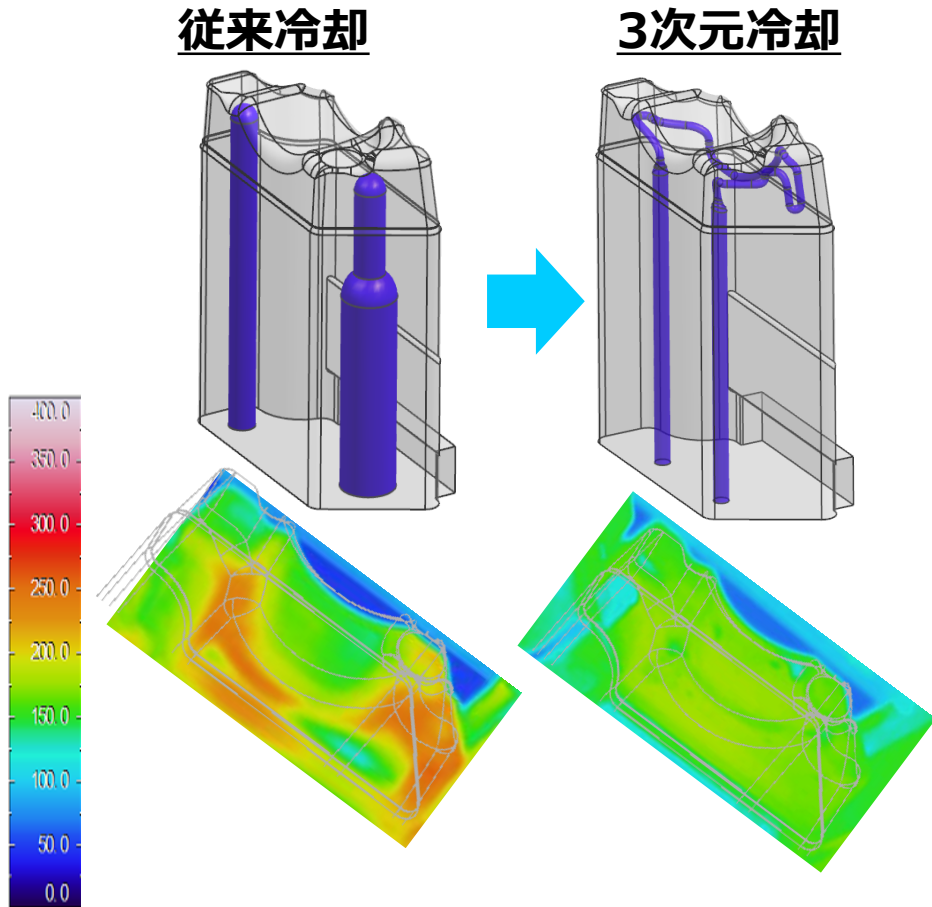


高温側・低温側の不具合が混在する

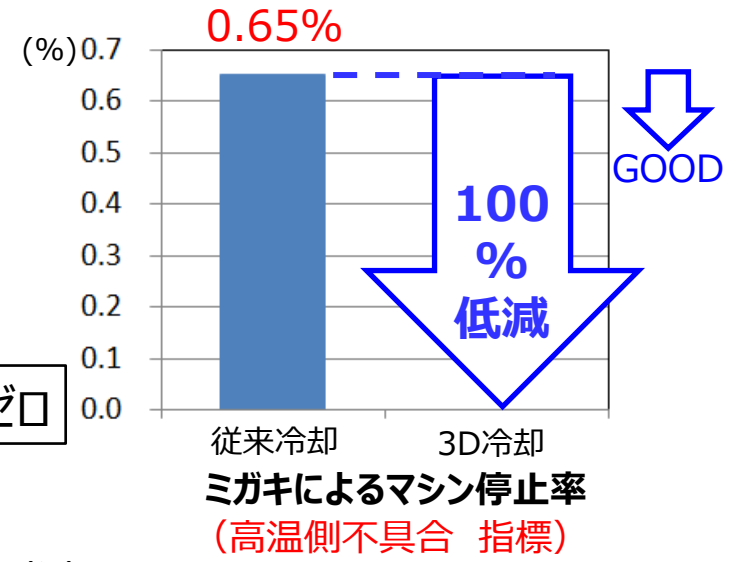


目標温度域に入るまで、冷却回路設計 & CAE解析を実施

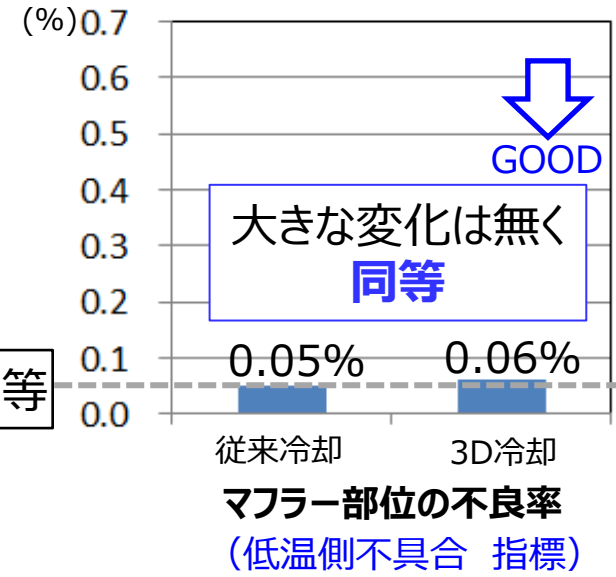
調査期間：それぞれ90,000shot以上



目標：ゼロ

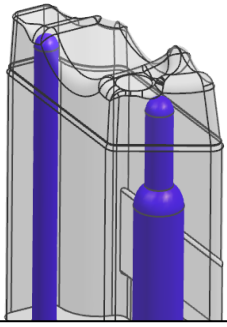


目標：同等



3D冷却回路により、ミガキによるマシン停止率目標達成

従来冷却



ミガキ停止率
0.65%



ヒートクラック

Alミ溶着

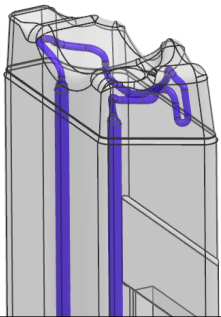


※着色部はペンで塗ったもの

ヒートクラック



3次元冷却

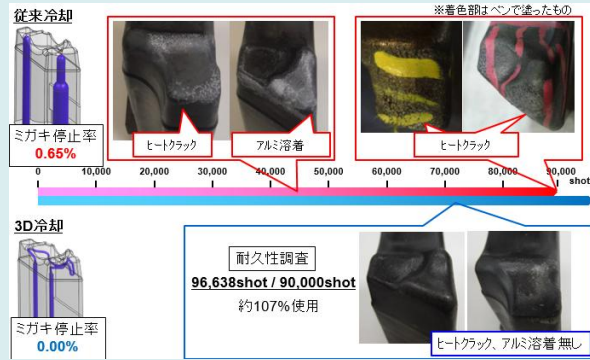


ミガキ停止率
0.00%

耐久性調査
96,638shot / 90,000shot
約107%使用

ヒートクラック、Alミ溶着無し

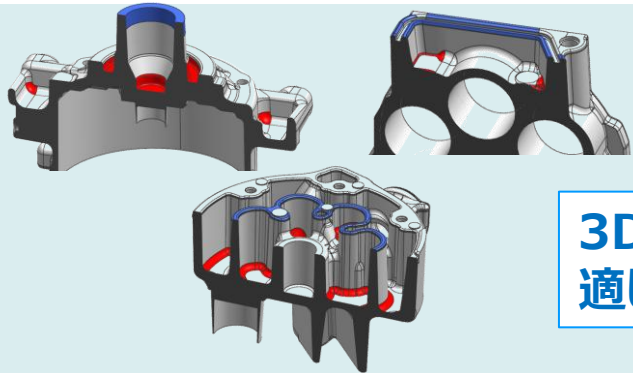
耐久性に問題は無く、従来冷却と比較して寿命も向上



大きな効果が得られた

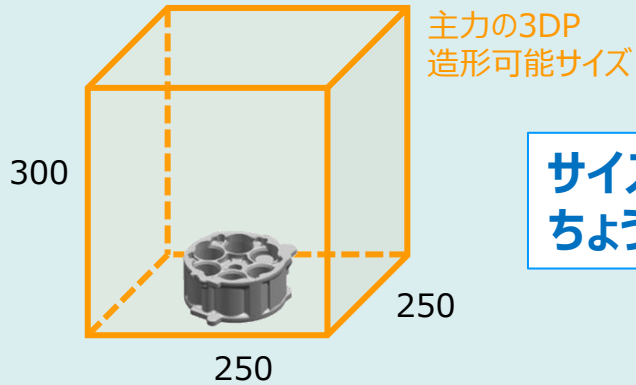


自事業部のため適用しやすい



3D冷却に適した製品群

- ・LT短縮
- ・製作コスト低減



サイズがちょうどいい

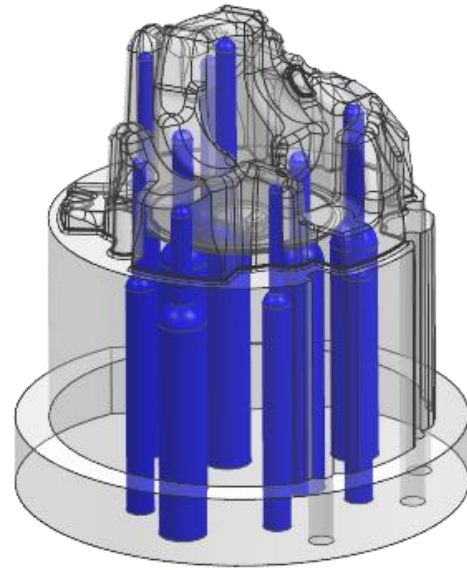
EOS M290



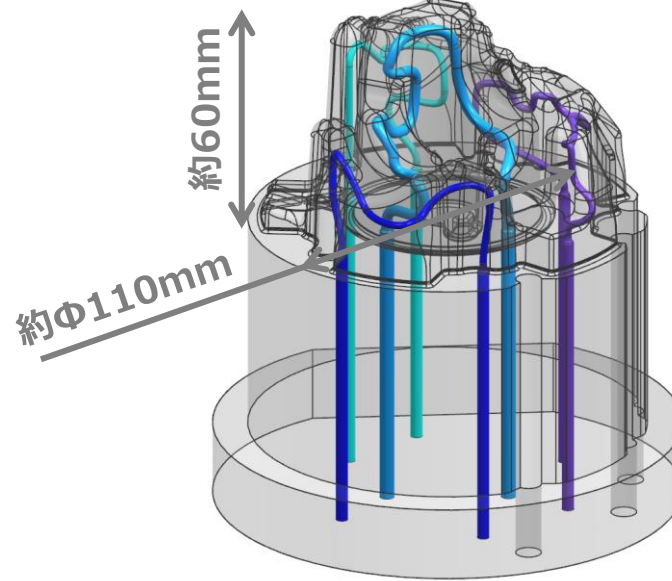
2018年9月に3DPを導入

EOS GmbH
ホームページより

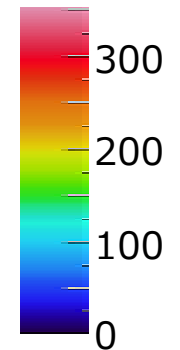
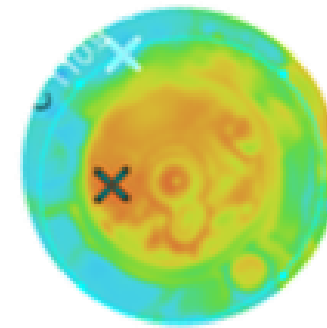
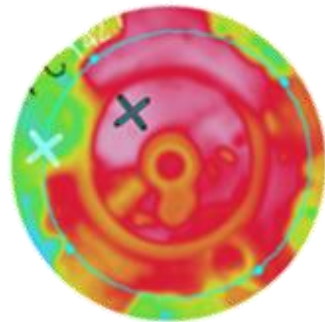
従来冷却



3次元冷却



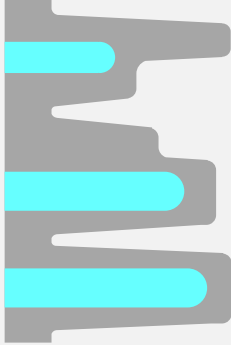
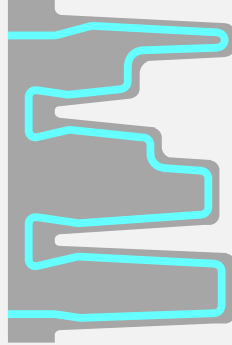
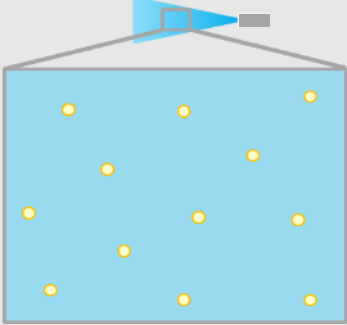
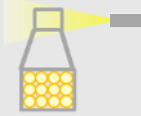
金型温度



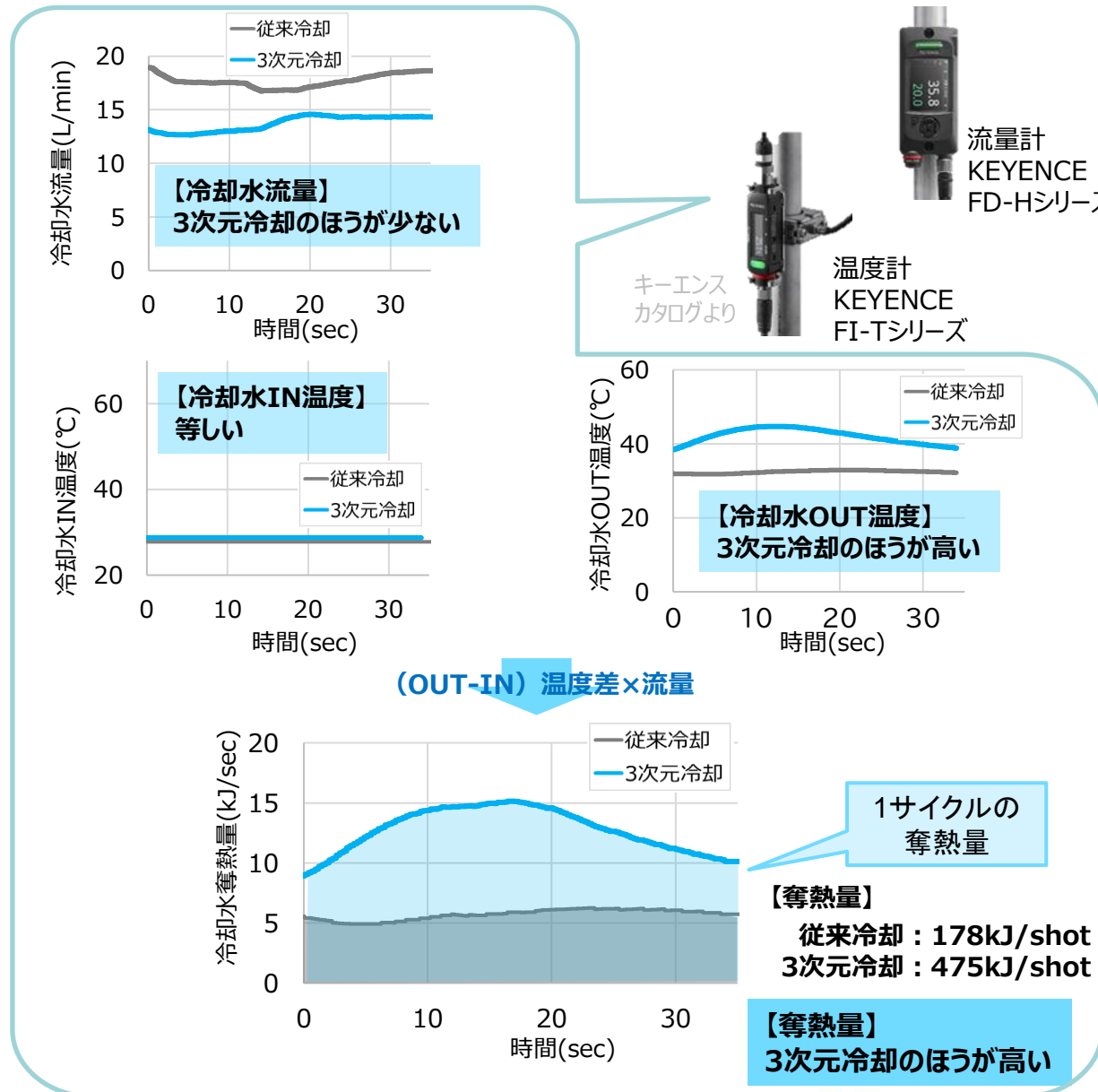
ミガキ停止率

1.7%

0.0%

	従来冷却	3次元冷却
内部冷却	 <p>冷却能力不足・不均一</p>	 <p>冷却能力十分・均一</p>
外部冷却	 <p>離型剤を水で希釈（65倍）し、 大量に吹きかけ冷却補助。 過熱部位はさらに吹きかける。</p>	 <p>離型剤原液のみを均一に塗布</p>
エアブロー	水残り除去のため必要	不要

4.-2) さらなる生産性向上_3DP金型+離型剤原液少量塗布



【冷却水流量】
3次元冷却のほうが少ない

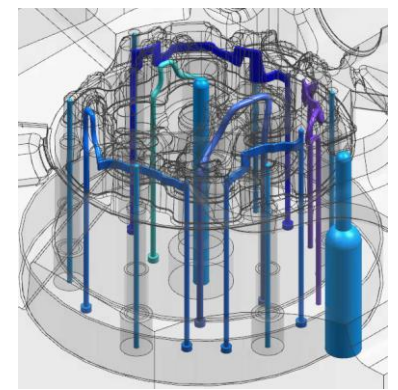
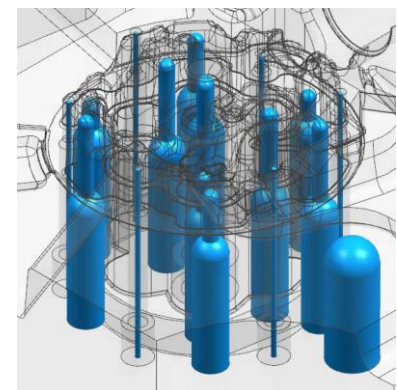
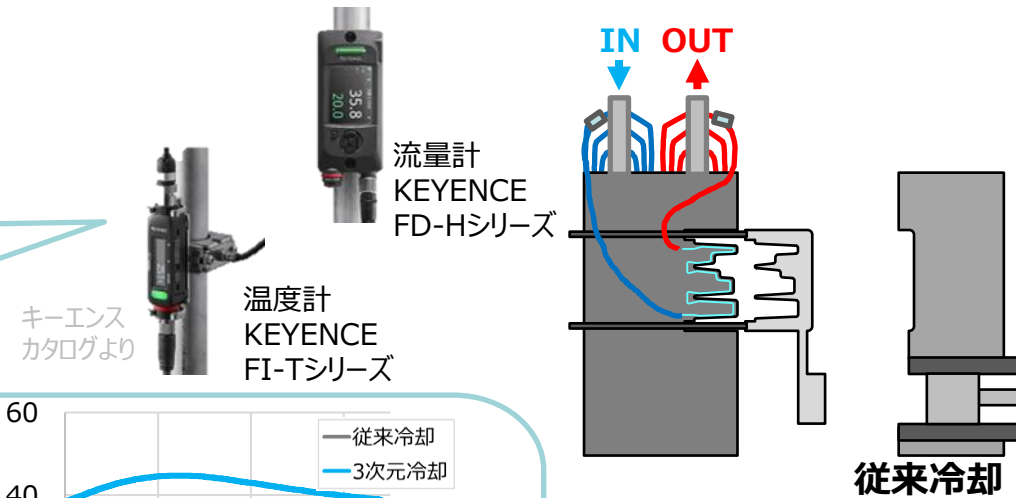
【冷却水IN温度】
等しい

【冷却水OUT温度】
3次元冷却のほうが高い

1サイクルの奪熱量

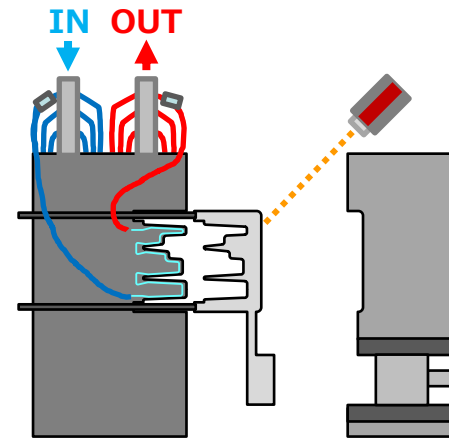
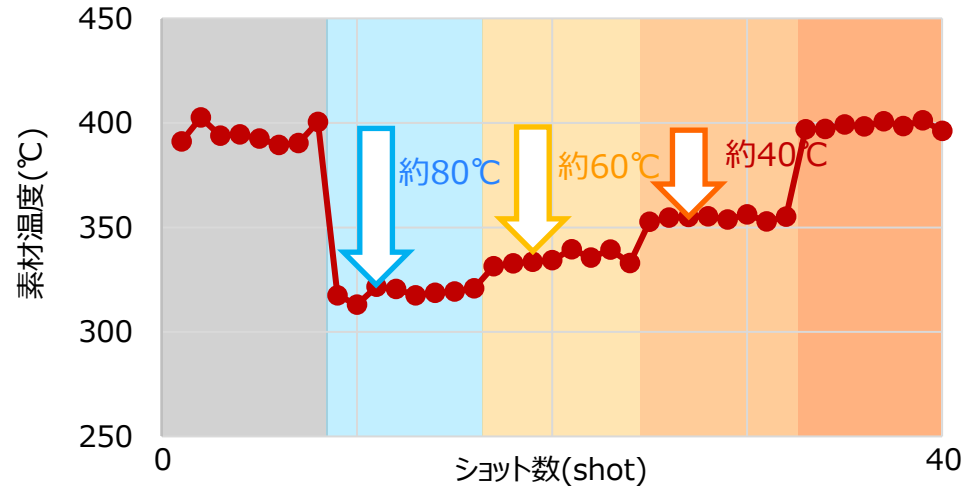
【奪熱量】
従来冷却 : 178kJ/shot
3次元冷却 : 475kJ/shot

【奪熱量】
3次元冷却のほうが高い



※銅ブッシュ&サーマルジョイント使用
【铸造条件】

- 溶湯温度 : 670°C
- 铸込重量 : 2164g (内、製品重量 : 619g × 2cav.)
- サイクルタイム : 36sec
- キュアリング : 8.0sec
- 通水時間 : 常時
- 離型剤塗布量 : 900cc/shot

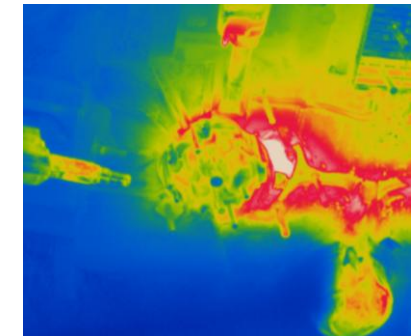
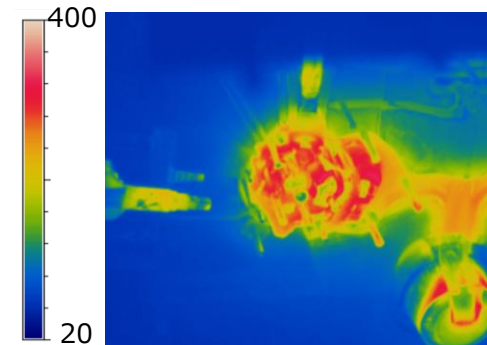


ジャパンマシナリ
ホームページより

2色式放射温度計
Williamson
測定温度範囲:150℃~475℃
※放射率設定不要でアルミ等の
低放射率材を計測可能

従来金型 C/T40s
希釈離型剤大量

3次元金型 C/T27.7s
原液離型剤少量



【鑄造条件】

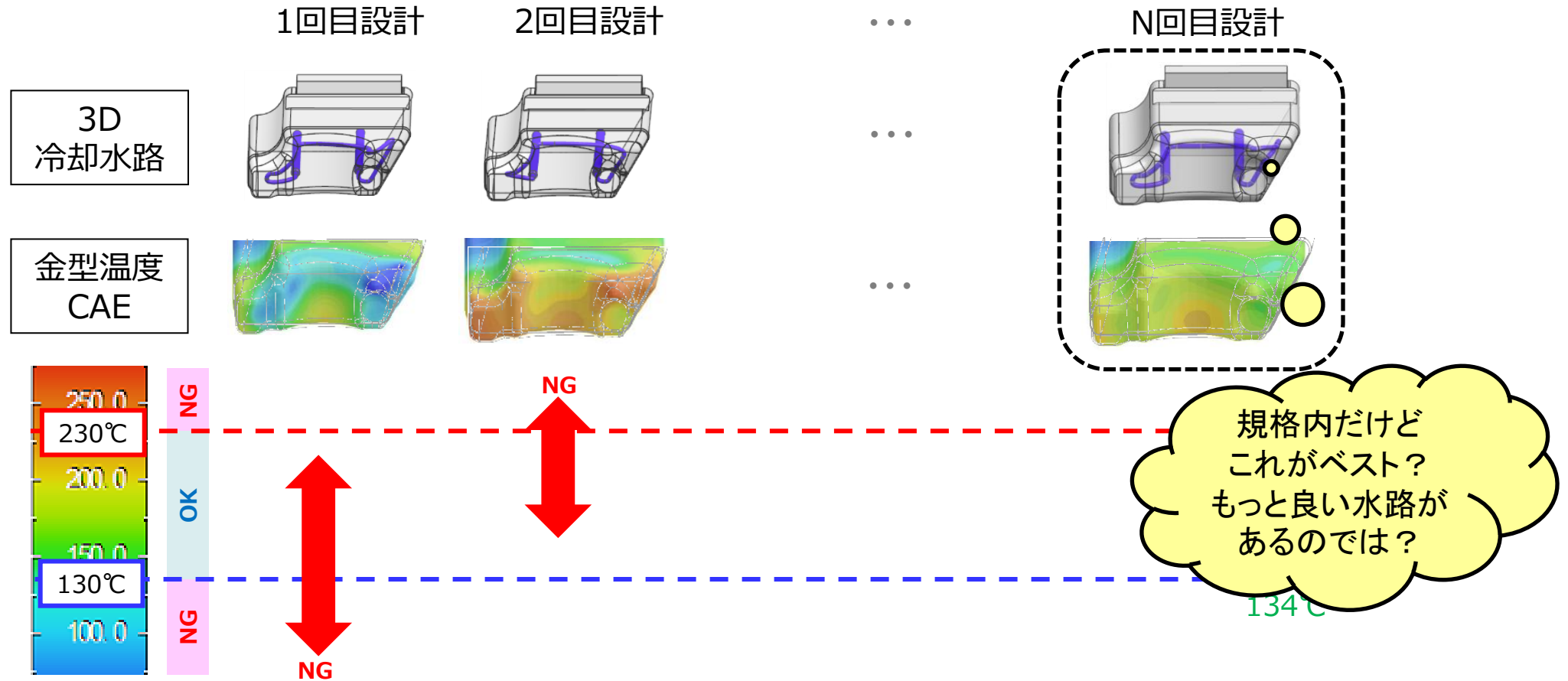
溶湯温度：670℃

鑄込重量：2164g (内、製品重量：619g × 2cav.)

冷却方式	従来	3次元	3次元	3次元	3次元
通水時間	20s	15s	15s	15s	15s
外冷 塗布量	希釈大量	希釈大量	原液少量	原液少量	原液少量
	900cc	900cc	5.7cc	5.7cc	5.7cc
C/T	40.0s	40.0s	40.0s	31.5s	27.7s
キュアリング	8.0s	8.0s	8.0s	8.0s	6.5s

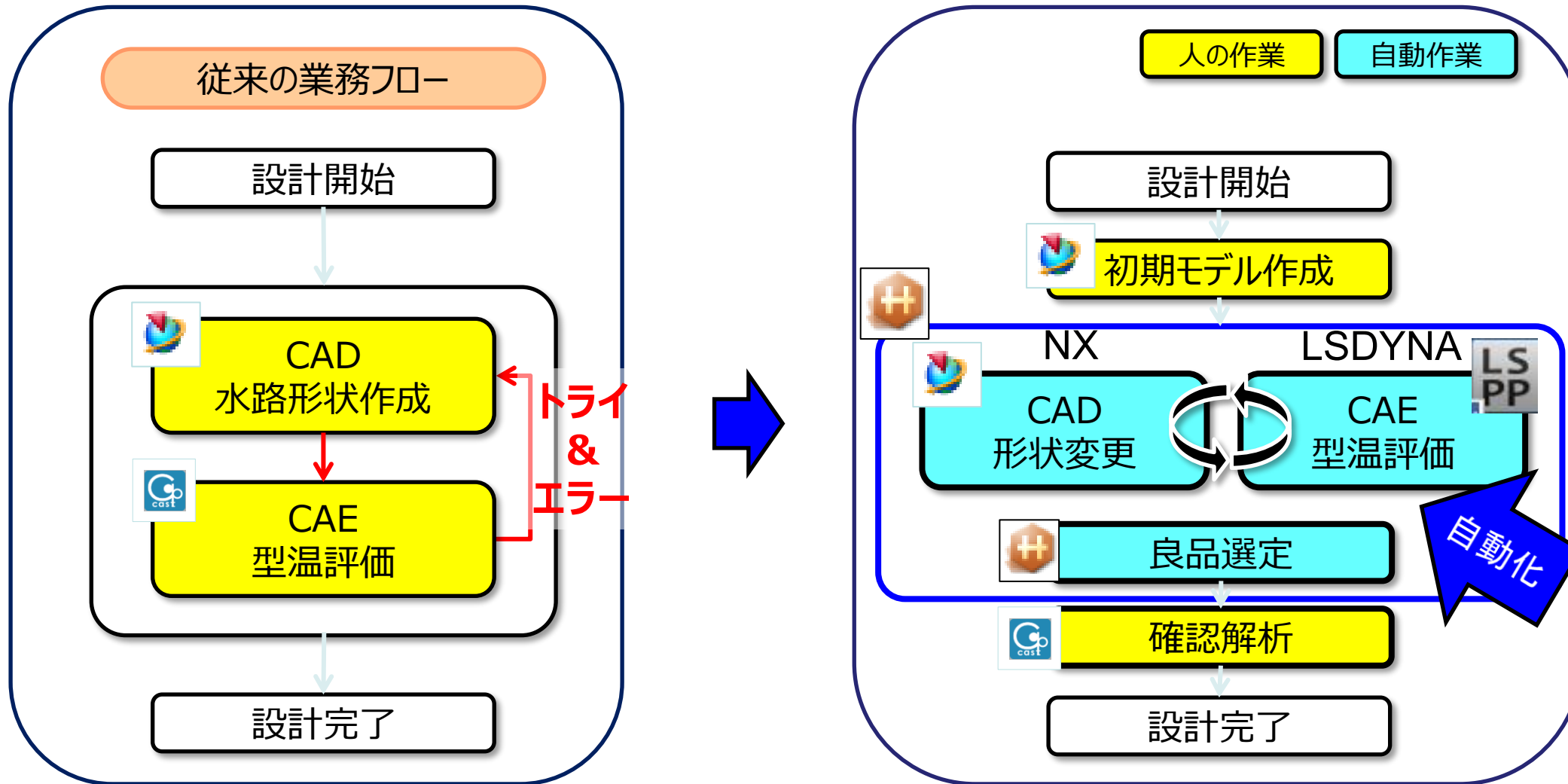
**3次元冷却を活用することで、離型剤原液塗布 (外冷レス)
さらには、大幅なサイクルタイム短縮も実現可能**

現状の3D冷却水路の設計手順

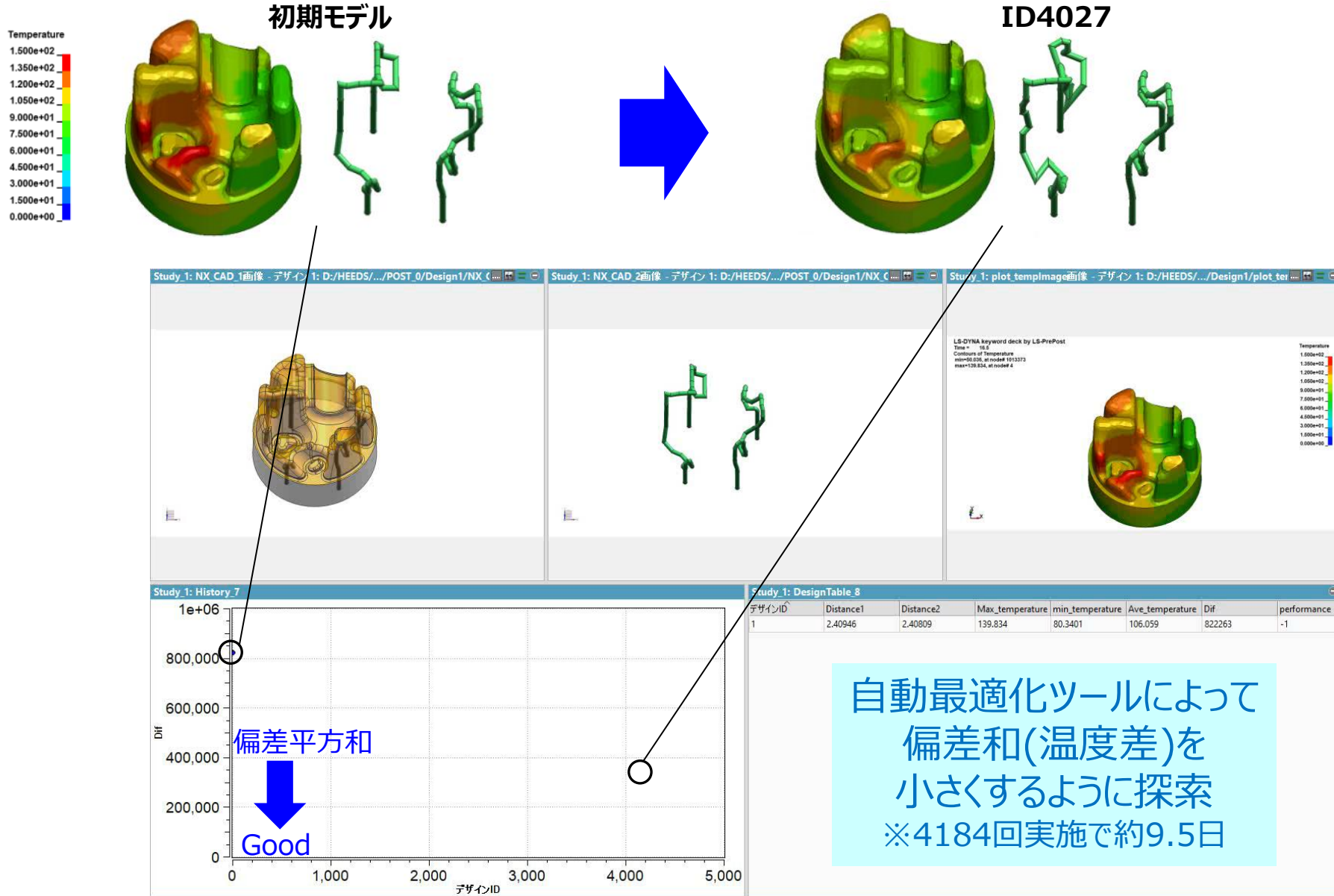


目標温度域に入るまで、人がトライ&エラーで冷却水路設計とCAEを実施(平均2.8回/部品)
→設計工数大 (16.2H/部品)

開発 - 最適化ツール活用時の業務フロー



人によるトライ&エラーを、最適化ツールによって自動化



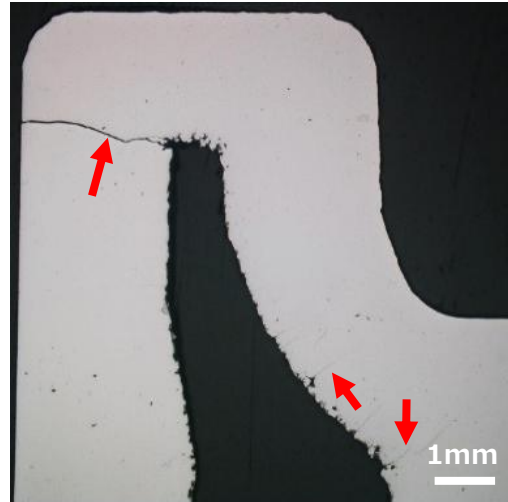
自動最適化ツールによって
偏差和(温度差)を
小さくするように探索
※4184回実施で約9.5日

初期モデルを
自動作成できる
手法を探しています

金型クラックによる水漏れでの短寿命例

事例 1

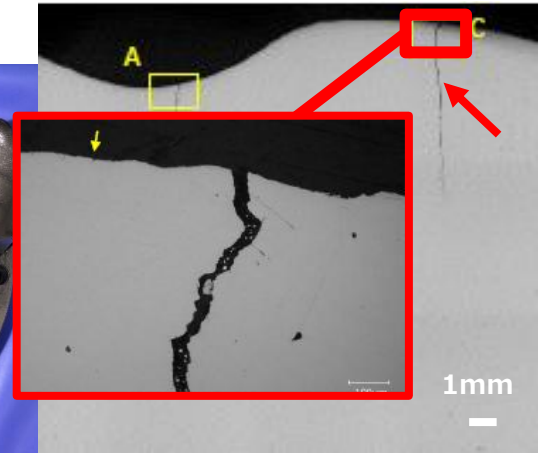
約21,000shot



水路内壁でクラックが発生し、
金型表面まで進展し、水漏れが発生

事例 2

約17,000shot



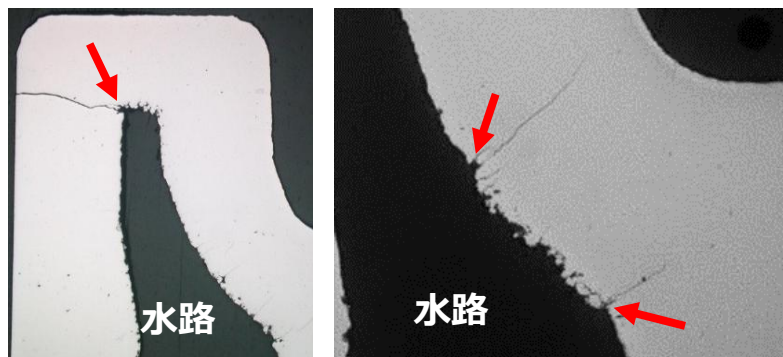
金型表面でクラックが発生し、
水路まで進展し、水漏れが発生

低ショット数でのクラックによる水漏れが頻発

⇒クラックの「発生抑制」と「進展抑制」が必要

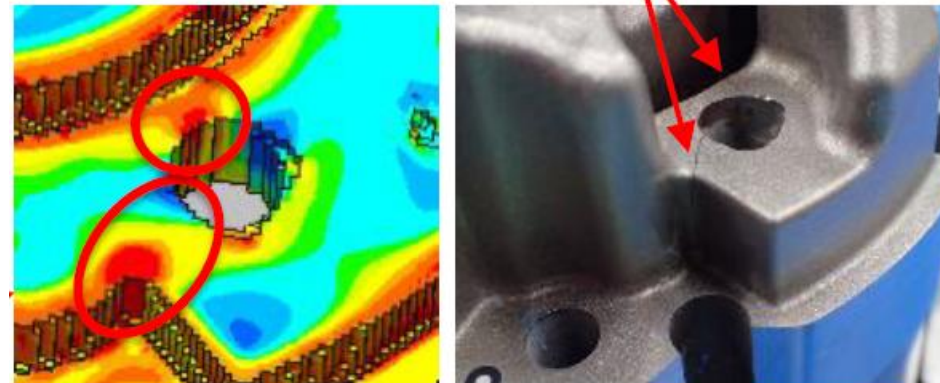
クラック発生要因と対策例

(1) 水路内壁の凹凸による応力集中



水路凹部にてクラックが発生し、進展している

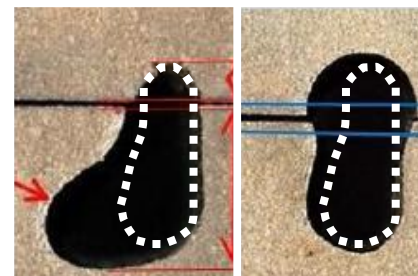
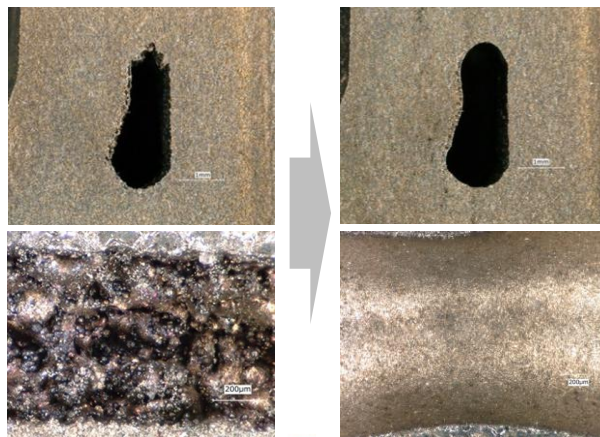
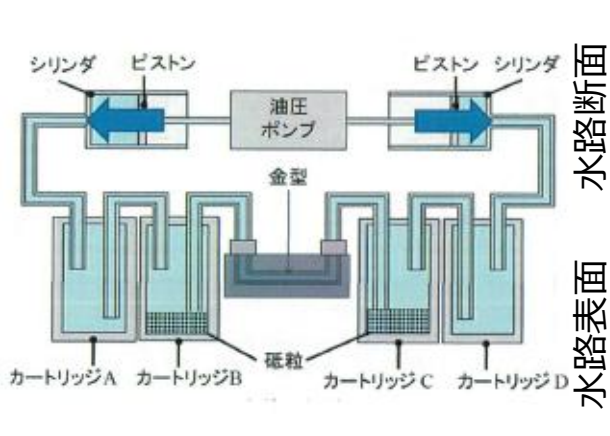
(2) 造形時の残留応力



残留応力が高い部分でクラックが発生している

最適な造形条件を模索中

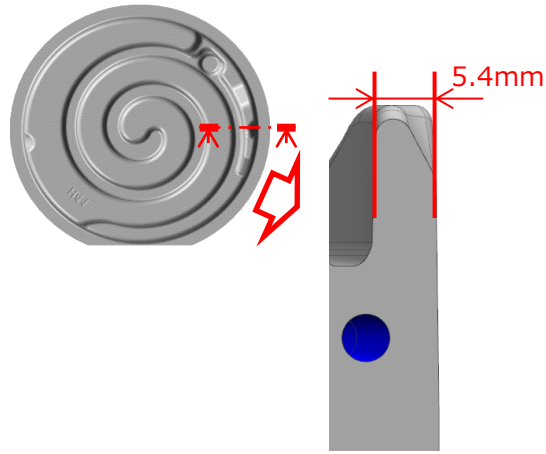
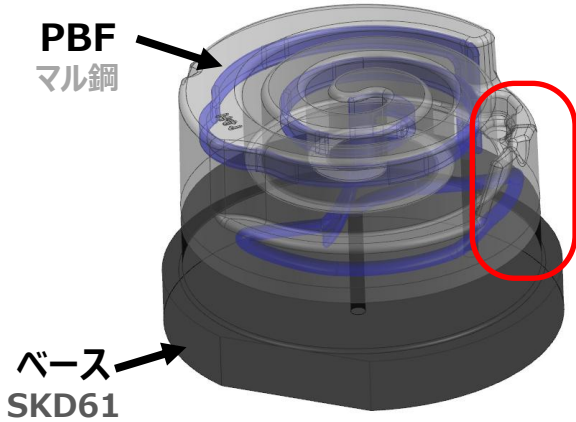
流体研磨による水路内壁平滑化



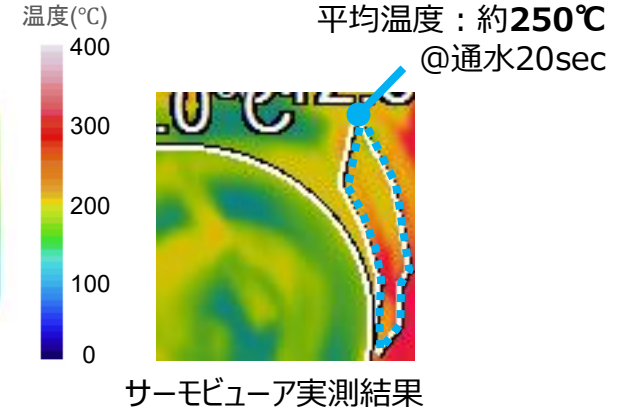
部位によっては
過剰に研磨されてしまう
⇒研磨方法検討中

水路の面粗度向上、
圧縮応力付与、
腐食対策等の
技術を探しています

【従来】PBF金型の課題

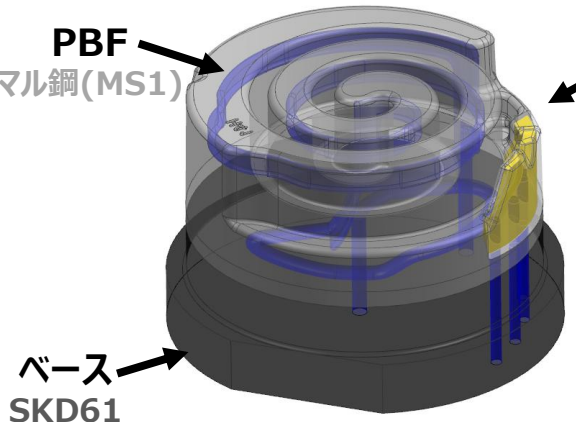


薄い形状部では肉厚を確保できず
冷却回路設置不可



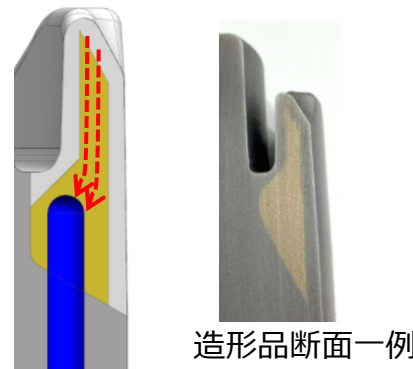
冷却回路を設置できず過熱部が発生

【開発】PBF・DED複合金型

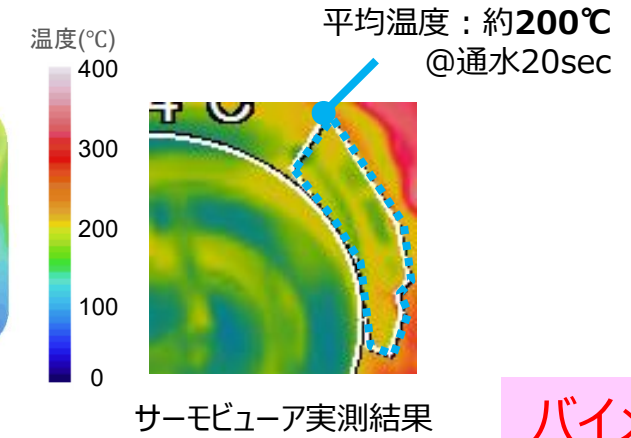
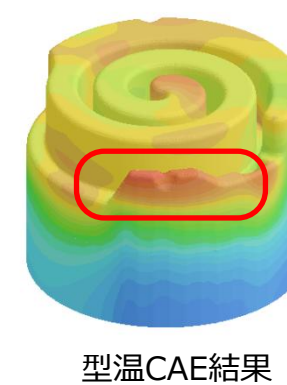


造形協力)
DMG MORI様
フジ様

DED
FERRO
+
CuAl10
<熱伝導率>
MS1 : 20 W・m/K
青銅 : 65 W・m/K



異材を造形できるDEDを活用し、
薄肉部に銅合金を内蔵することで奪熱



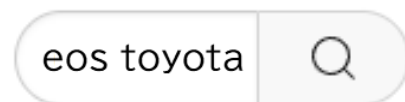
金型温度の低下を確認

2種の造形法の組み合わせることで課題を解決できる可能性有

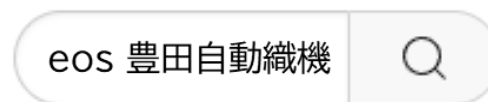
バイメタルの
造形技術を
探しています

以上

(ご参考)



EOS × NTTデータザムテクノロジーズ × 豊田自動織機
3社合同製作動画



NTTデータザムテクノロジーズ × 豊田自動織機
合同製作動画