

第14回 日本ダイカストマシン工業会 技術セミナー

ーダイカスト製造と設備に係る最新技術ー

「ダイカスト品質に直結した新管理法の提案」

【10:50～11:30(40分)】

株式会社 ダイレクト21 長澤 理

「ダイカスト品質に直結した新管理法の提案」

本日の内容

- ① 会社紹介
- ② 金型ダイレクトシステム概要
- ③ 充填過程の考え方と解析シミュレーション
- ④ $P-Q^2$ と背圧計算ツール紹介
- ⑤ ダイレクトシステムの応用性

相模大野事務所・トレーニングセンター紹介

地図



事務所



トレーニングセンター



アクセス:小田急線 新宿ー相模大野[急行30分]
 小田原ー相模大野[急行55分]
 相模大野駅より徒歩3分

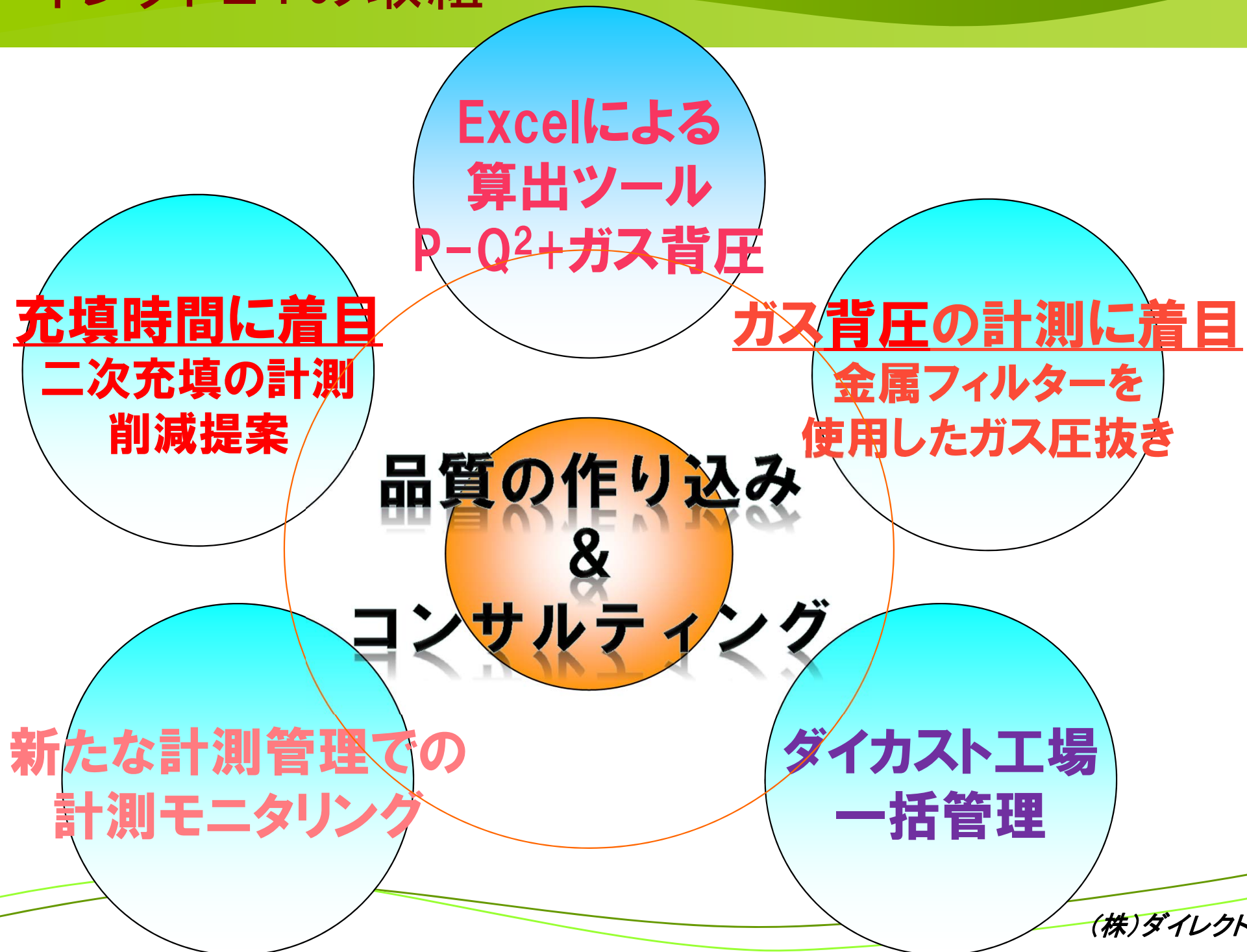
株式会社ダイレクト21

事務所:〒252-0303
 神奈川県相模原市南区相模大野8-8-1
 TEL:042-705-2431
 FAX:042-705-2432(兼)

URL: <http://direct21.co.jp>

(株)ダイレクト21

ダイレクト21の取組

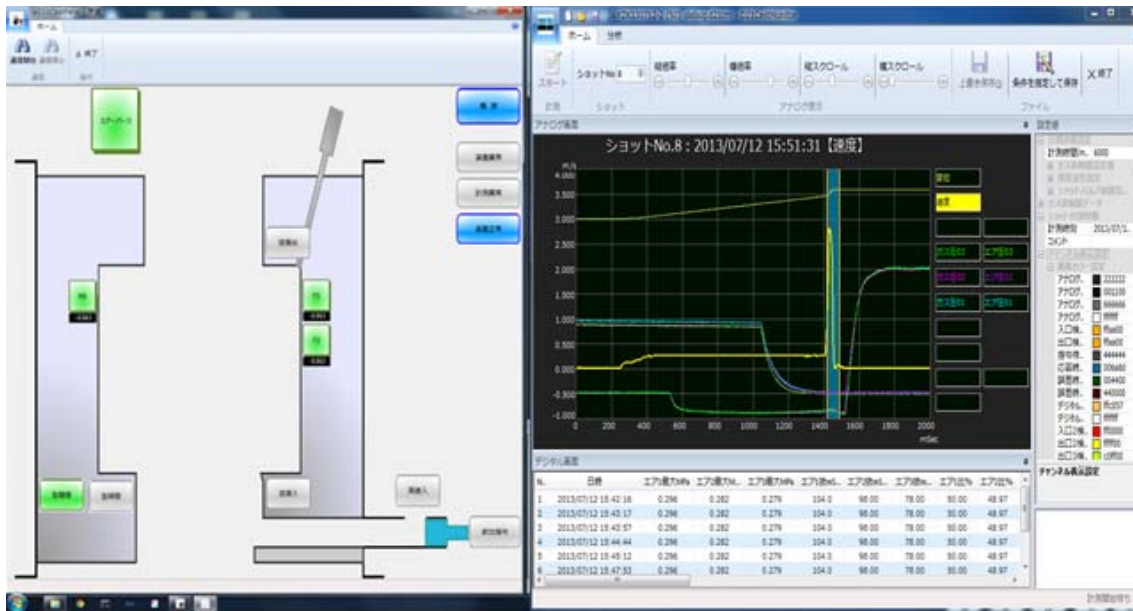


ダイレクト制御装置システム

モニター画面

《生産情報》
Cast Panel

《品質情報》
Cast Monitor



【グラフィック画面】

- 1)リアルタイム動画
- 2)バルブ手動操作
- 3)アラーム表示
(現象とメッセージ)

【計測管理画面】

- 1)充填時間
- 2)金型内ガス圧
- 3)速度波形
(マシン射出関係)

システムユニット

GFM-S

GFM



※両情報を常に管理している

D21CastMonitor

YZK130712-2 - D21CastMonitor
ホーム 分析

スタート
ショットNo 8
縦倍率
横倍率
縦スクロール
横スクロール
上書き保存
条件を指定して保存
終了

アナログ画面
アナログ表示
ファイル

波形データ

ショットNo.8 : 2013/07/12 15:51:31

全ショット波形
データ保存可能

充填時間 (二次充填含む)

速度波形

逆洗エア

変位

圧力降下カーブ

金属フィルターの状態

真空引き

金型キャビティの状態

各個設定値

計測詳細設定

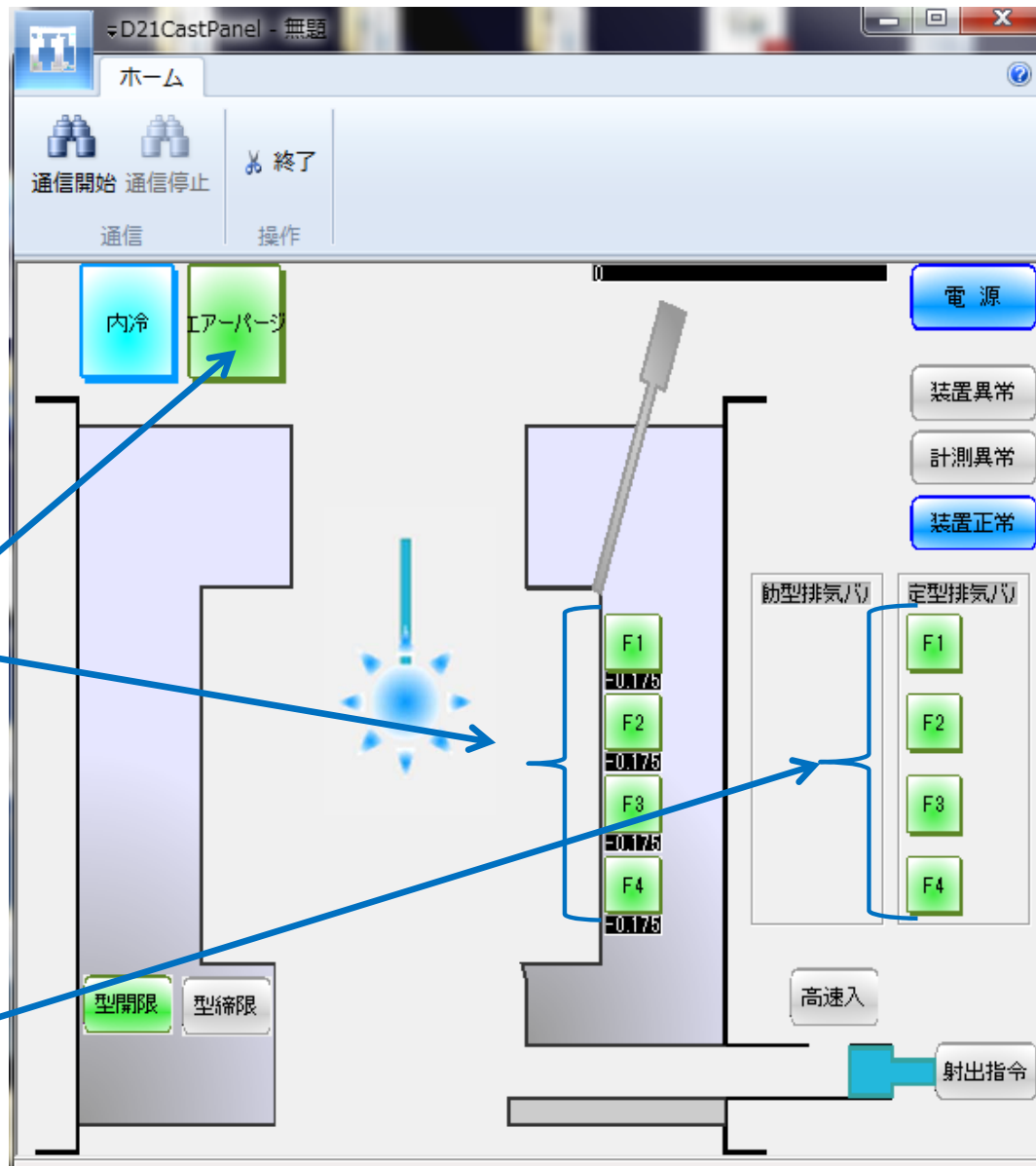
- 計測時間(mSec) 4000
- ガス制御設定値
 - 入口メタル... 0なし
 - 出口メタル... 0なし
 - エアページ... 0
 - 真空開始... 700
 - 逆洗開始... 1700
 - 逆洗開始... 50
 - 逆洗保持... 500
 - PF制御開... 0
 - PF制御保... 0
 - 内冷開始... 0
 - 内冷保持... 0
- ガスフィルター個別設定...
 - ガスフィルター-01
 - 使用... 2真空引き
 - セン... 1真空用
 - 基準... 52
 - エア... 0.200000
 - エア... 0.100000
 - エア... 30
 - ガスフィルター-02
 - 使用... 2真空引き
 - セン... 1真空用
 - 基準... 48
 - エア... 0.200000
 - エア... 0.100000
 - エア... 30
 - ガスフィルター-03
 - 使用... 2真空引き

デジタル画面

N.	日時	エア1最大...	エア2...	エア3最大...	エア1抜...	エア2抜...	エア3抜...	エア1比%	エア2比%	エア3比%	低速速度	高速速度	高速切替位...	充填時間
5	2013/07/12 15:45:12	0.287	0.275	0.272	52.00	48.00	38.00	96.15	104.1	105.2	0.257	2.737	1416.	64.00
6	2013/07/12 15:47:53	0.287	0.275	0.272	52.00	48.00	38.00	96.15	104.1	105.2	0.260	2.713	1415.	73.00
7	2013/07/12 15:51:03	0.287	0.275	0.272	52.00	48.00	38.00	96.15	104.1	105.2	0.260	2.697	1419.	70.00
8	2013/07/12 15:51:31	0.287	0.275	0.272	52.00	48.00	38.00	96.15	104.1	105.2	0.265	2.695	1421.	70.00

(株)ダイレクト21

D21Cast Panel



手動
エアージェット
ON

手動
真空
ON



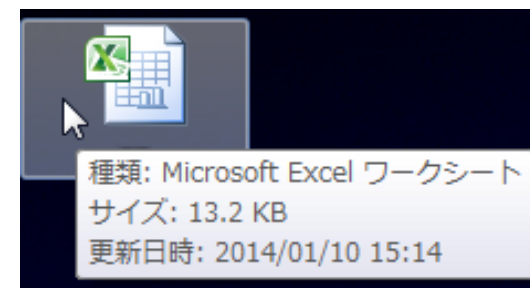
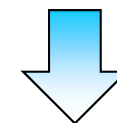
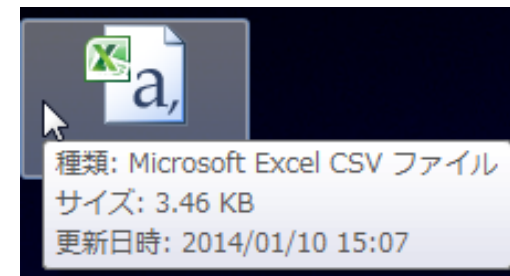
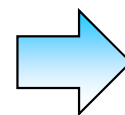
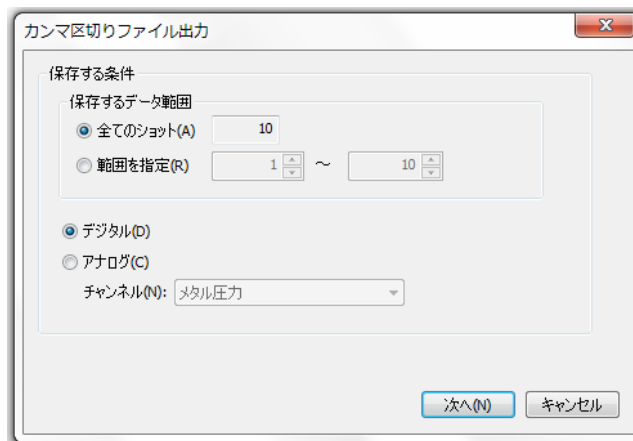
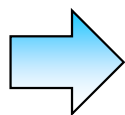
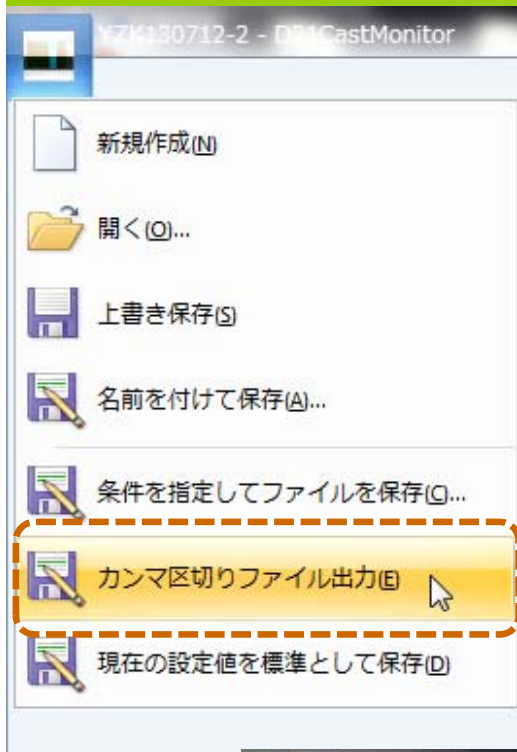
詳細設定

マシン設定	
フィルター-MC5	
取付場所	1固定型
フィルター-1有無	1あり
フィルター-2有無	1あり
フィルター-MC6	
取付場所	1固定型
フィルター-1有無	1あり
フィルター-2有無	1あり
フィルター-MC7	
取付場所	0未使用
フィルター-1有無	0なし
フィルター-2有無	0なし
フィルター-MC8	
取付場所	0未使用
フィルター-1有無	0なし
フィルター-2有無	0なし

金型動作、射出、スプレーをリアルタイムで表示

金属フィルタの個数、配置場所設定が簡素化

D21CastMonitorの汎用性のあるデータの扱い例

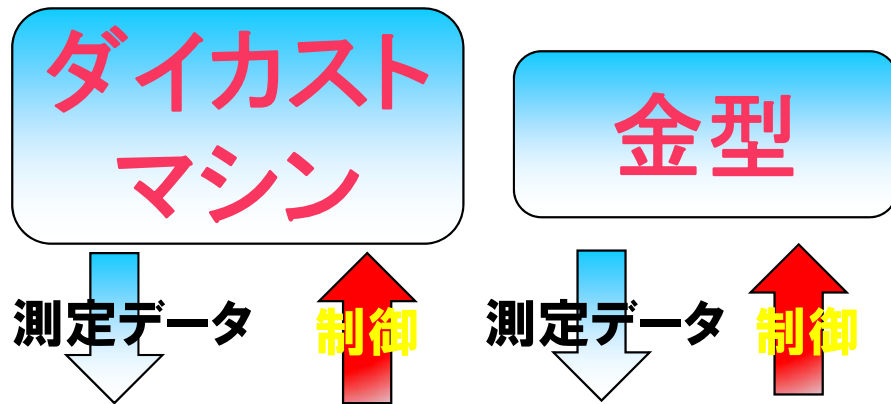


**編集、保存、共有、解析
に便利**

**データはExcel
に変換可能**

	A	B	AT	AU	AV	AW	AX	AY
1	ShotNo	日時	ピーク速度	高速速度	高速切替位置	高速停止位置	充填時間	低速速度
2	1	2013/7/12 15:42	2.94	2.73	1413	1478	65	0.26
3	2	2013/7/12 15:43	2.89	2.72	1417	1461	44	0.26
4	3	2013/7/12 15:43	2.92	2.74	1413	1480	67	0.26
5	4	2013/7/12 15:44	2.77	2.68	1416	1498	82	0.26
6	5	2013/7/12 15:45	2.92	2.74	1416	1480	64	0.26
7	6	2013/7/12 15:47	2.91	2.71	1415	1488	73	0.26
8	7	2013/7/12 15:51	2.85	2.70	1419	1489	70	0.26
9	8	2013/7/12 15:51	2.82	2.70	1421	1491	70	0.27
10	9	2013/7/12 17:13	2.85	2.70	1416	1486	70	0.26
11	10	2013/7/12 17:14	2.81	2.71	1419	1493	74	0.26

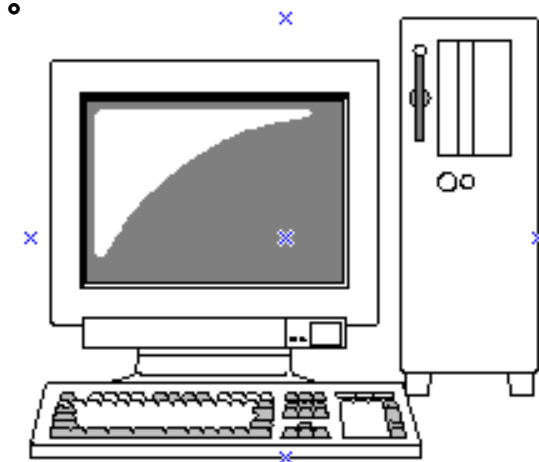
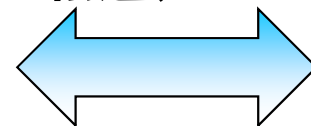
専用マイコン制御装置



安定的な動作の確保

- マイコンコントローラは、ダイカスト機本体とインターフェースを取り安全性を考慮し信頼性を高めております。
- また、射出速度、射出圧力、ダイレクトセンサ、ガスフィルタ用圧力センサなどの信号を取込みます。
- パソコンへデータとコントロール信号をイーサネット形式で出力します。
- ネットワーク通信(オプション)など幅広い拡張性を有しています。

イーサネット形式(高速転送)



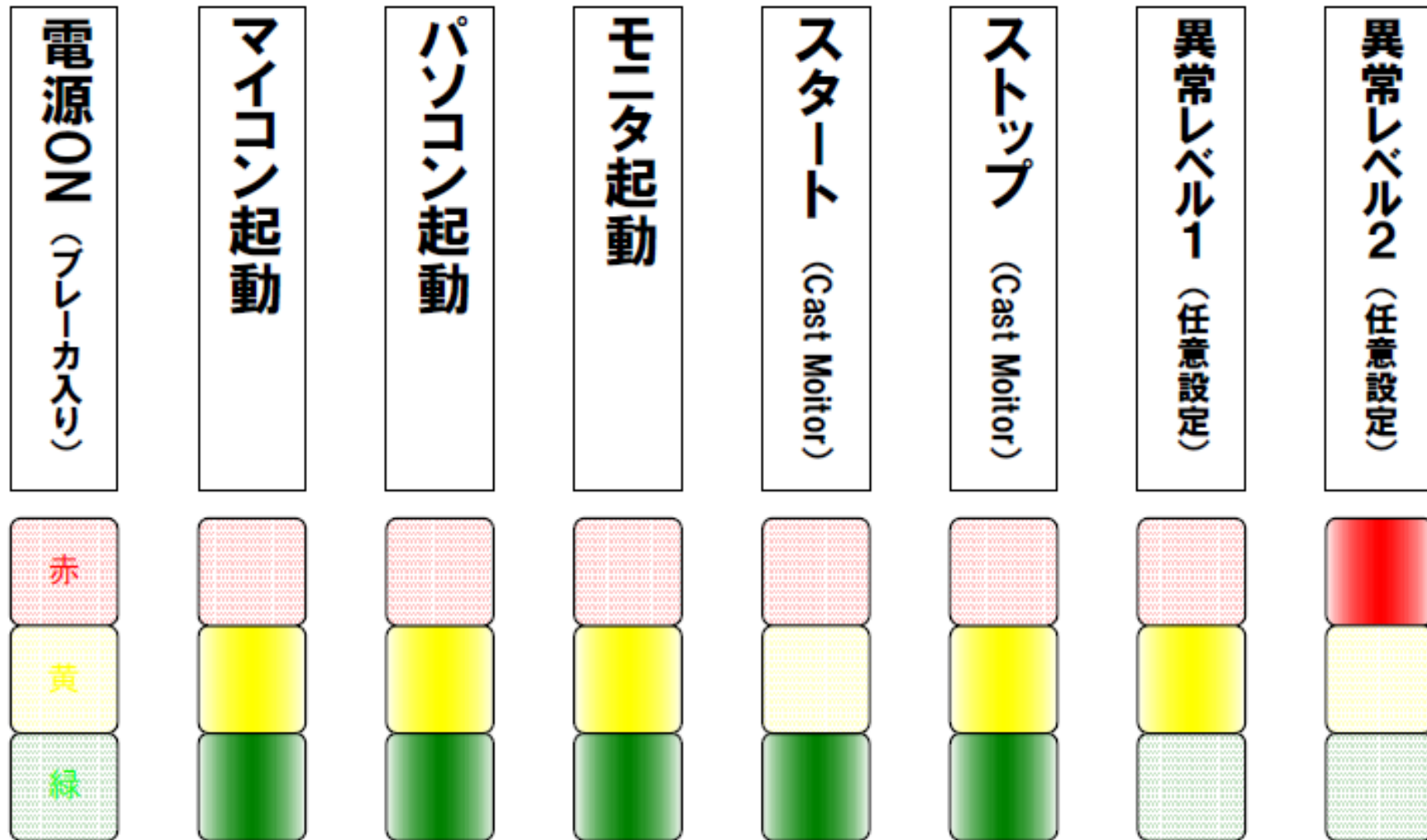
パソコン

	マイコン コントローラ	パソコン モニター	金属ガスフィルタ		スポット冷却 フィルタ個数分ノズル	ダイレクトセンサー 1個L=400(300~700)	溶湯センサー 2個(入口・出口)
			1個(18φ固定)	2個(18, 26φ)			
GFM-S	◎	◎	オプション	オプション	オプション	×	×
GFM	◎	◎	オプション	オプション	オプション	オプション	オプション

注) -Sは据置型ユニット

異常出力回路(任意設定)

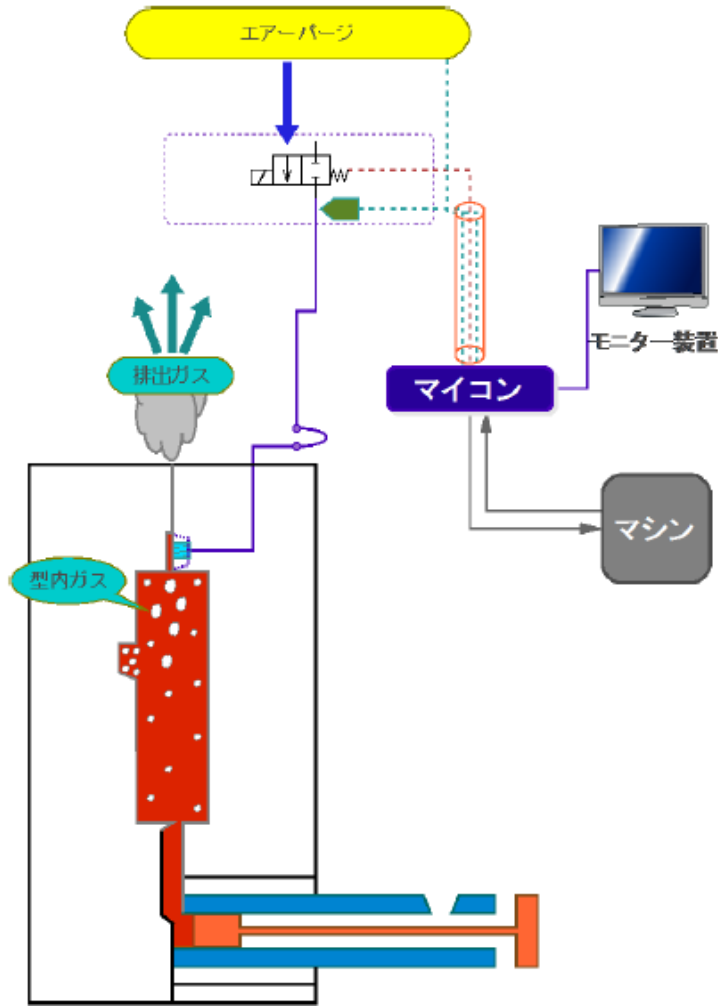
パトライト定義[立ち上げ・異常出力]



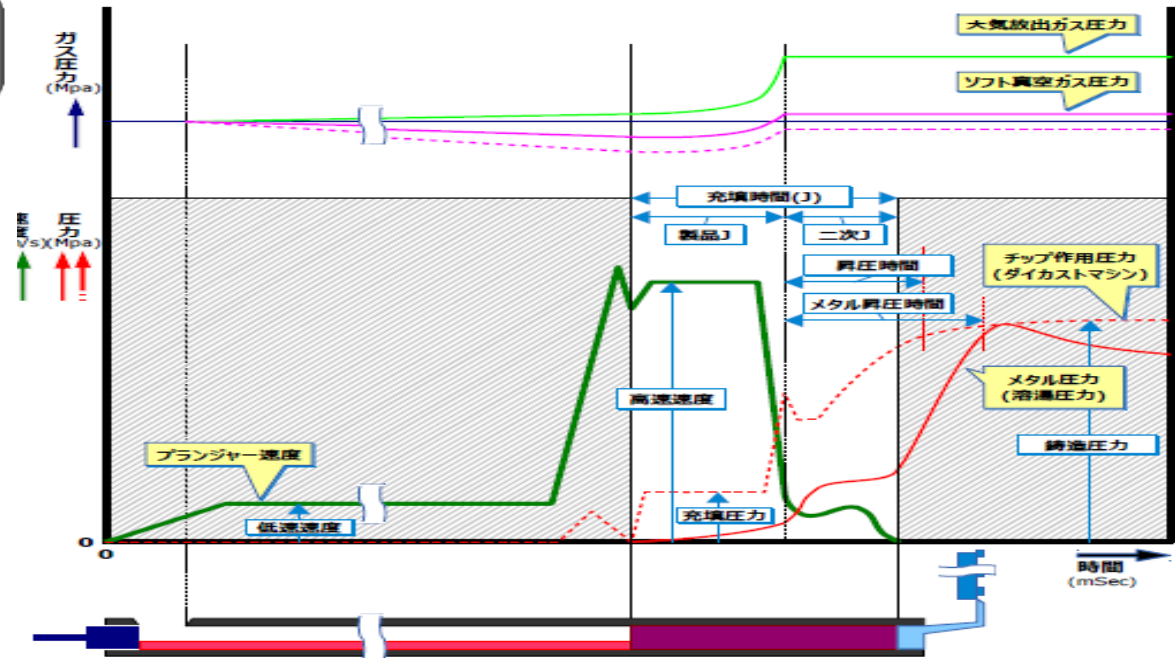
※捨打ち時は正常運転。異常レベルは任意設定にて対応予定。黄色は警告のみで赤はマシン側へ出力(サイクル停止)の予定

金型内ガス背圧計測の方法

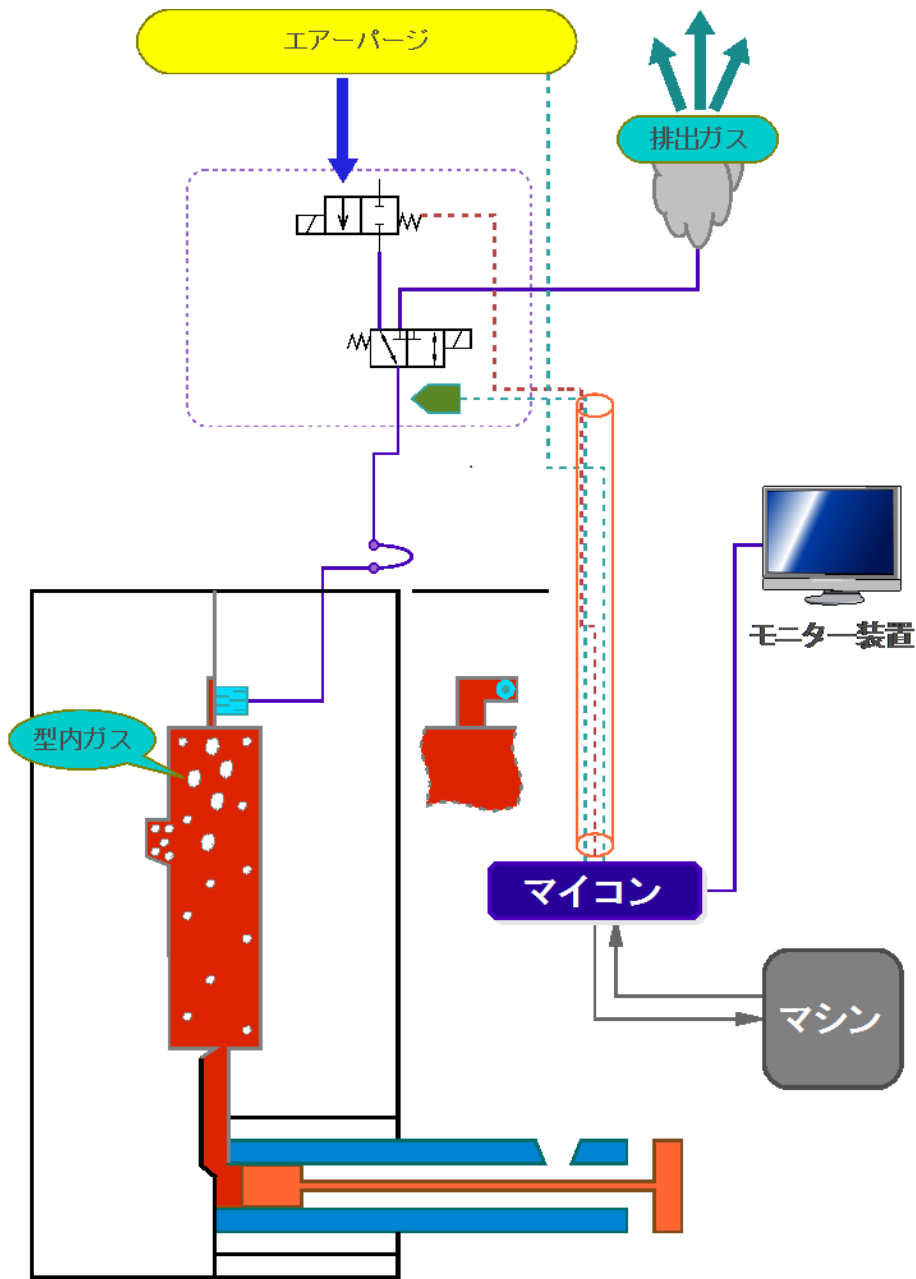
Model 3:GFM
GFM:新ダイカスト計測装置



射出時の金型内圧力(大気開放の場合 = 正圧
真空ダイカスト法の場合 = 負圧)を正確に計測が出来な
かた、そこで、金型内ガスは通すがメタルは通さない
金属ガスフィルターを開発した。
またガス圧は-0.1~+0.5MPa(ゲージ圧)を計測出来る
アンプ付センサーを同時開発した。
最初に現状把握として現有金型に金属ガスフィルターを
取付ガス圧を計測する事をお奨めしている

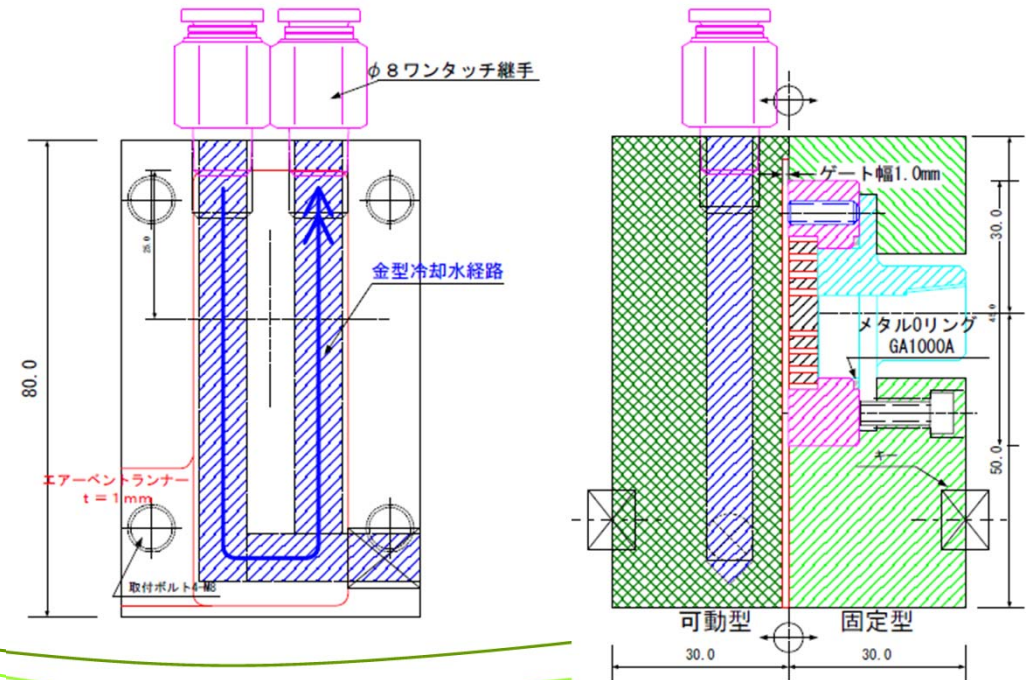


金型内ガス抜き方法(フィルターの専用入子化ブロック化)

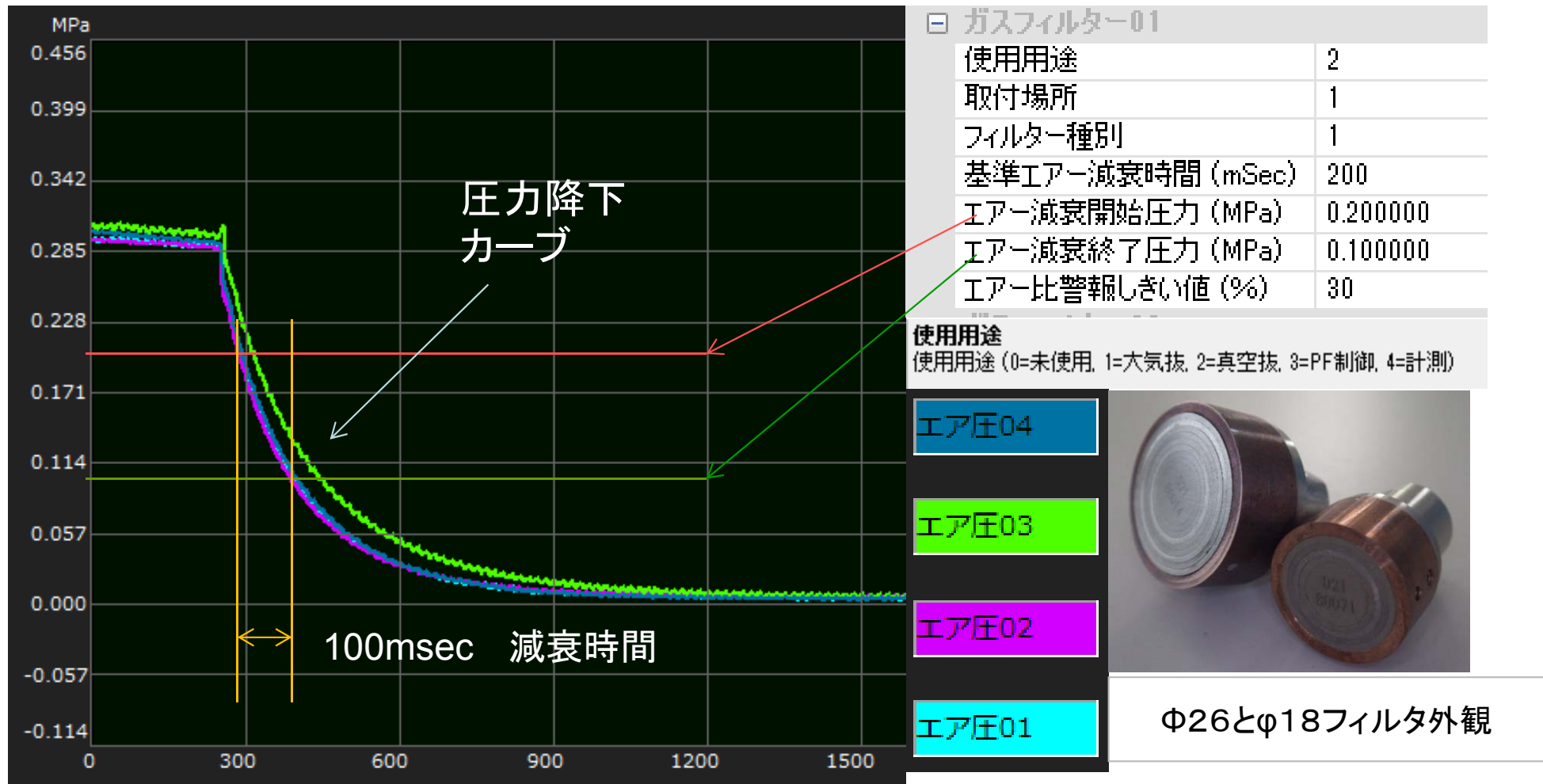


従来のチルベントや真空バルブと同様に入れ子ブロック化して金型への取り付け取り外しを簡易化しトラブル時にも短時間にて対応可能な構造とした。

交換する部分はフィルター部とそのリテーナー部で対応できるため、一式すべてスペア部品を持たなくてもよく維持管理を現場で簡単にできるようにしたさらに、ランナー1mm掘り込み側に金型同様冷却水を通水することによってアルミの湯先凝固を促進して金属フィルターへの入り込みによる詰まりを抑止することができそれによってこれまで困難とされてきた金属フィルターへの直接の冷却も減少させ、より安定したかたちでお使いいただけるようになります。



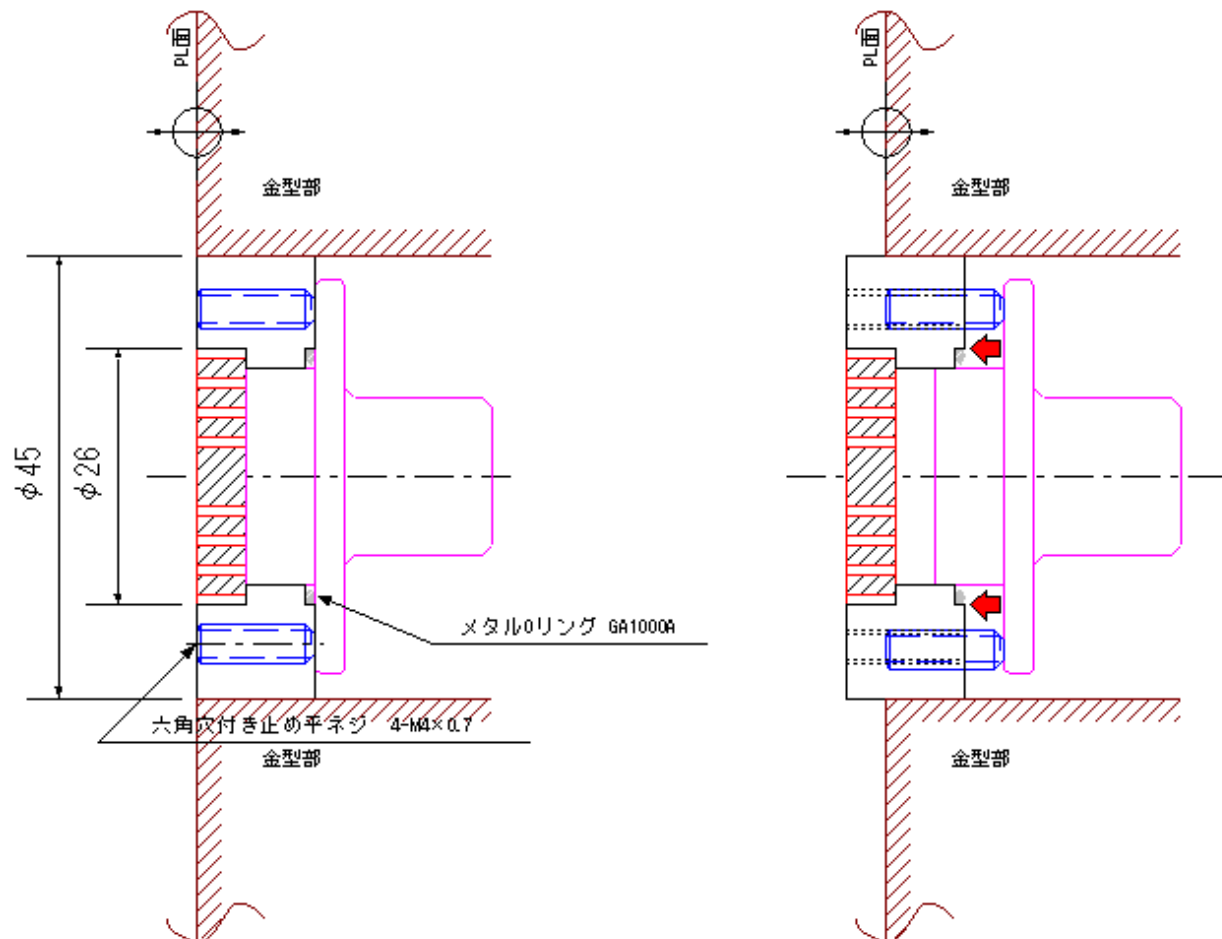
金属フィルターの健全性管理機能



金属フィルターから毎サイクルごとに圧力降下を測定して状態を把握する

金属フィルター簡易交換方法(例)

金型表面より金属フィルターを交換できる様々な提案をしています。



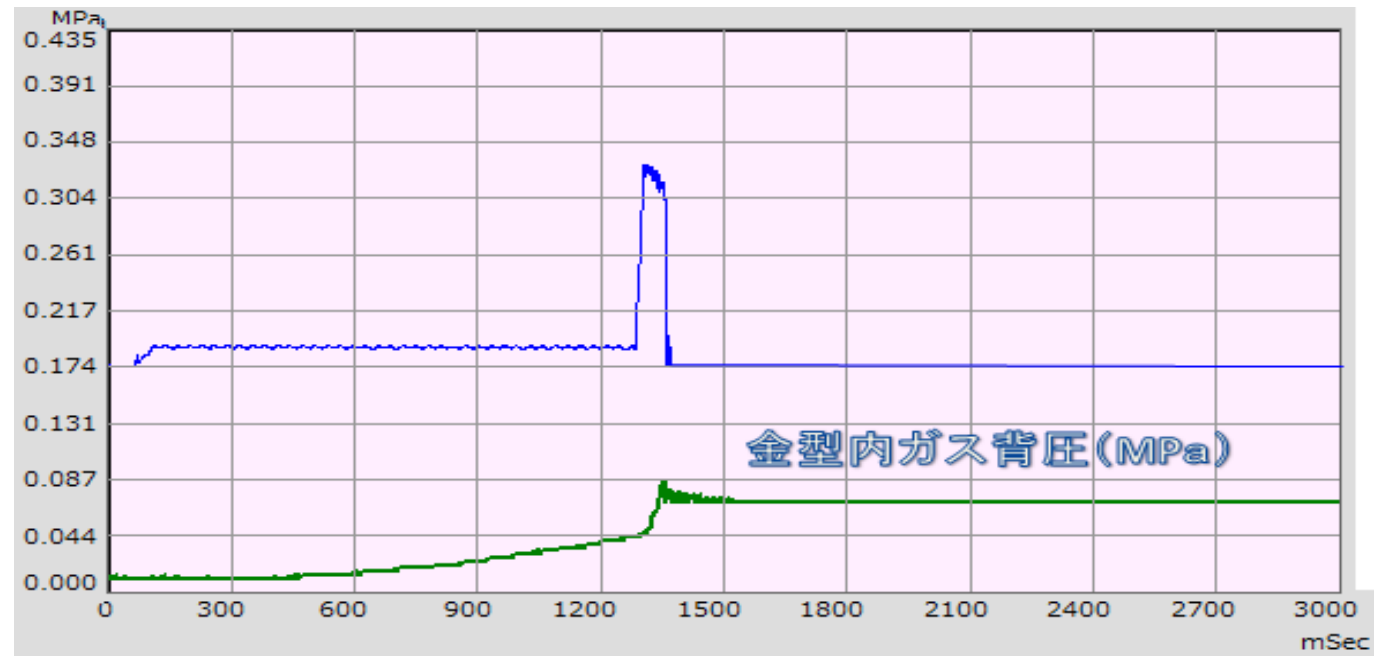
金型PL面より六角穴付き止め平ネジ(M4)を回し込んでいき分割されているリテーナーをはずす。

※詳細は別途図面

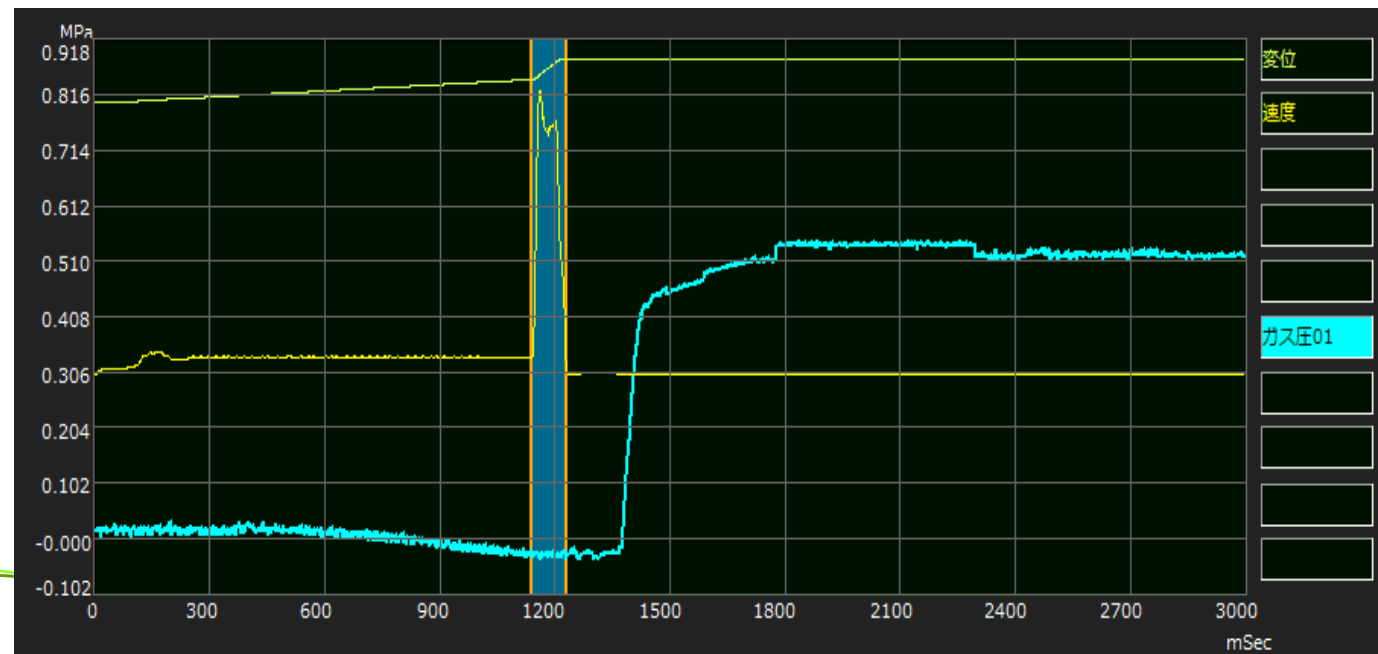


波形[大気放出・真空]例

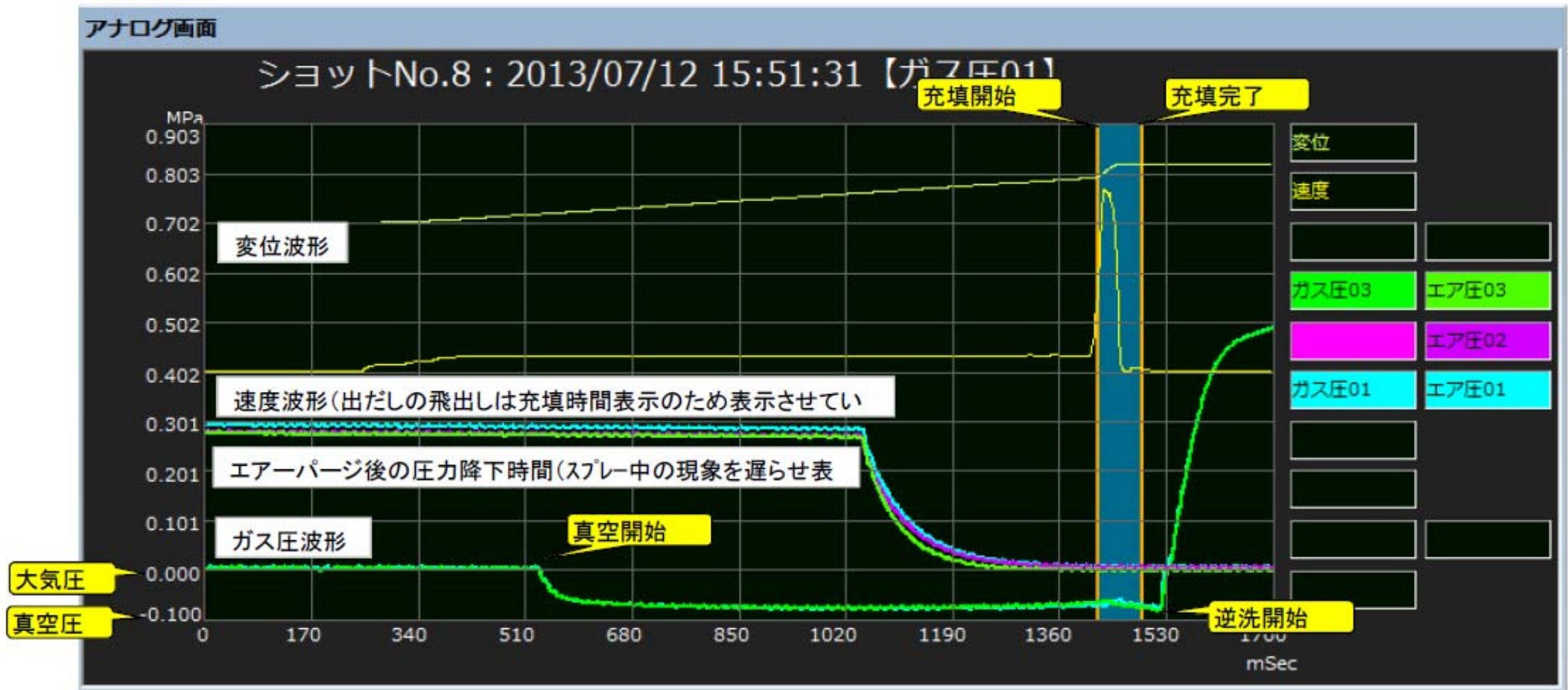
大気放出時の 金型内圧力例



真空DC法時の 金型内圧力



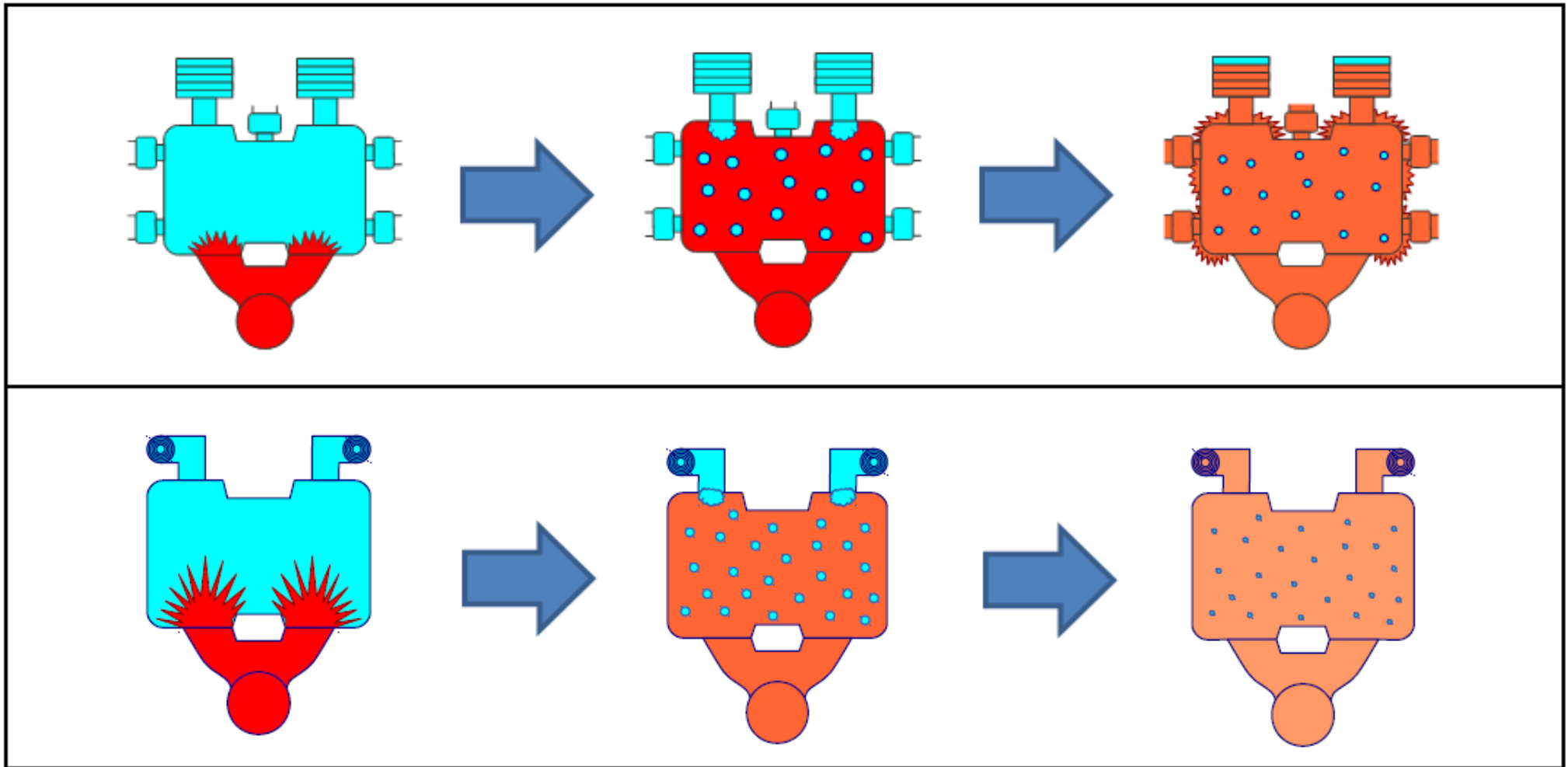
波形(ソフト真空使用)例



350t:製品1ヶ取り
真空モード

湯流れのイメージモード

ゲートから先は製品以外の重量を抑えることが品質向上につながる。



OFやチルベントなどの二次充填重量をいかに減らすか？

解析条件(物性値－計算条件)

ダイカスト: ADC12

初期温度	: 680.0 [°C]
固相線温度	: 520.0 [°C]
液相線温度	: 580.0 [°C]
密度	: 2.70 [g/cm ³]
比熱	: 0.24 [cal/g °C]
熱伝導率	: 0.23 [cal/cm s °C]
潜熱	: 94.0 [cal/g]

金型: SKD61

初期温度	: 200.0 [°C]
密度	: 7.80 [g/cm ³]
比熱	: 0.13 [cal/g °C]
熱伝導率	: 0.065 [cal/cm s °C]

ダイカスト品－金型間

熱伝達係数	: 0.20 [cal/cm ² .s.°C]
-------	------------------------------------

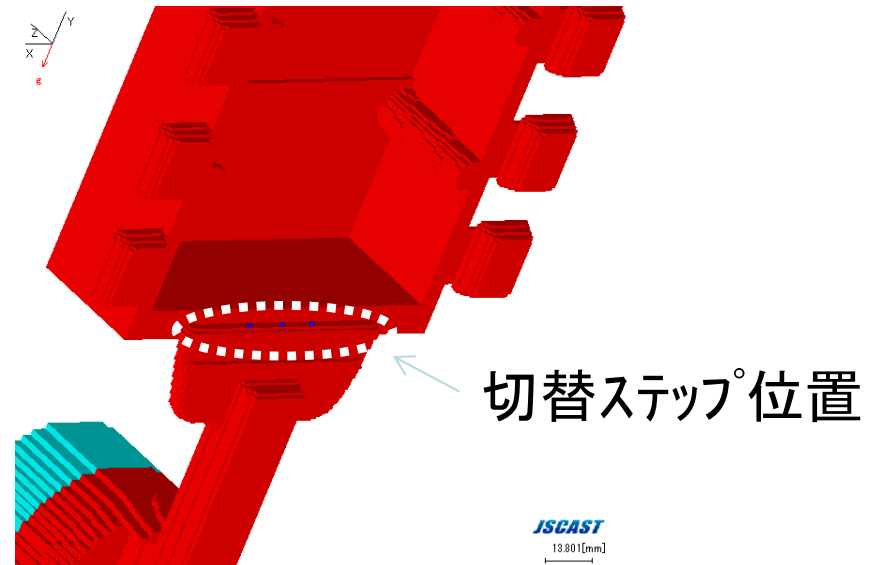
速度:

低速 0.20 m/s (ゲート部まで一定)

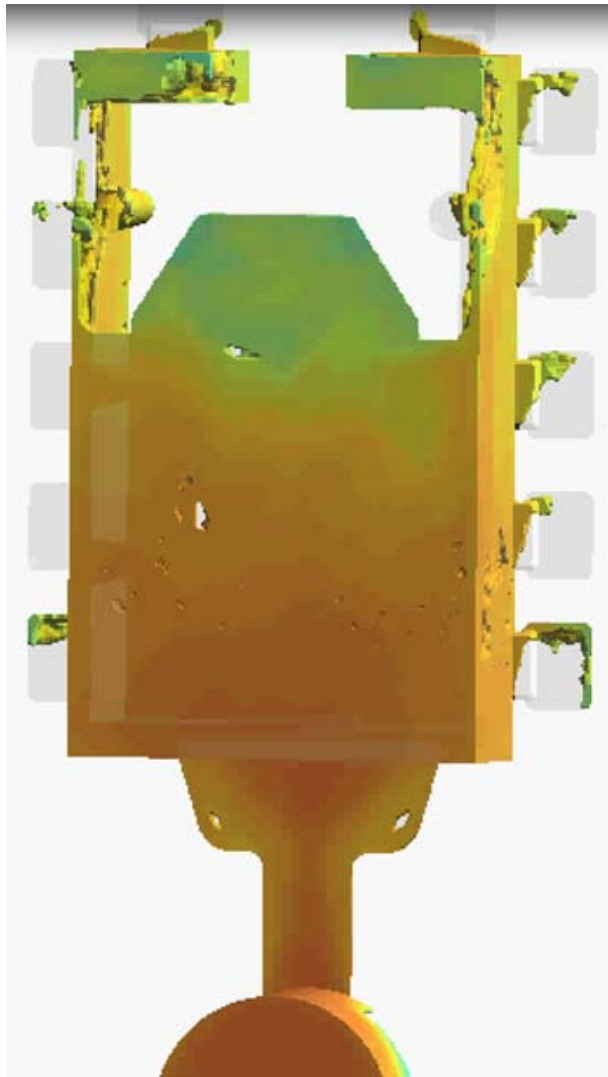
高速 4.00 m/s (ゲート部以降)
(切替ステップ条件を使用)

注湯温度:

680 °C (一定)

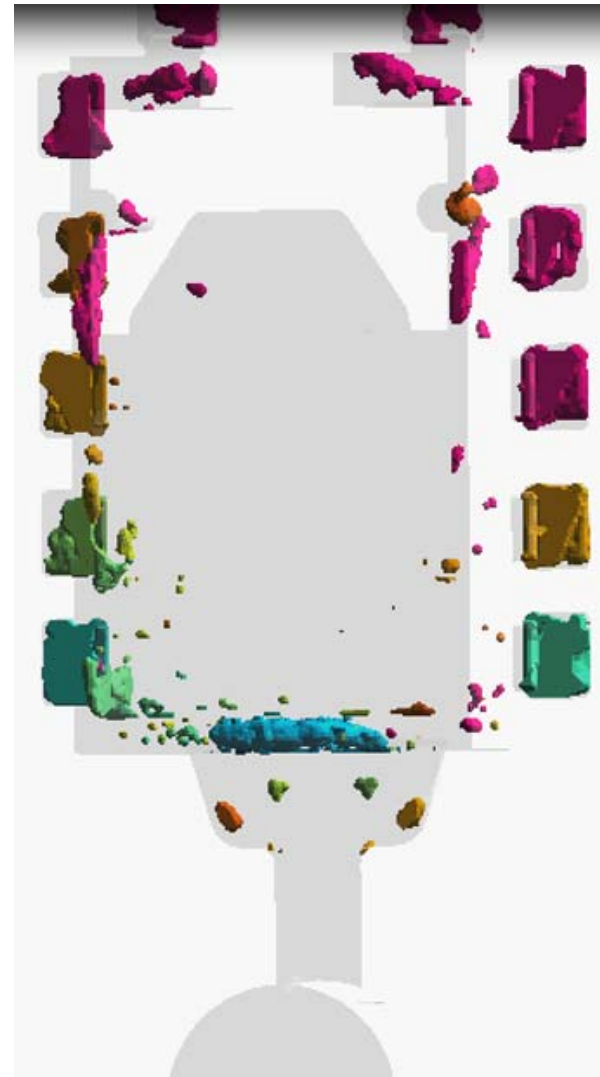


背圧を考慮した湯流れシミュレーション



JSCAST

湯流れ解析

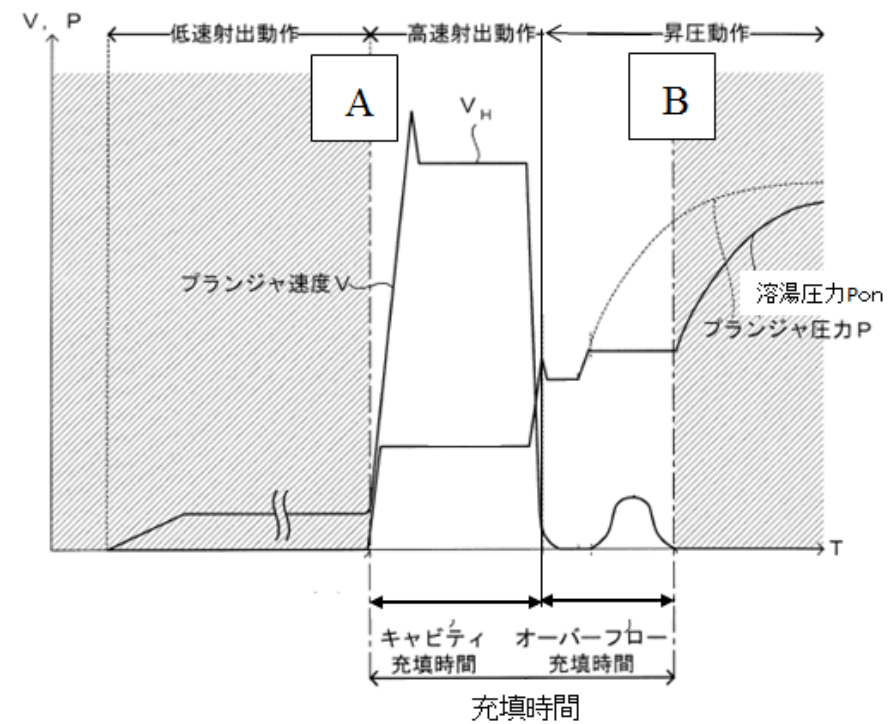


JSCAST

キャビティ背圧

(株)ダイレクト21

二次充填の波形パターンの実例



充填時間と製品重量構成



湯口部
260g



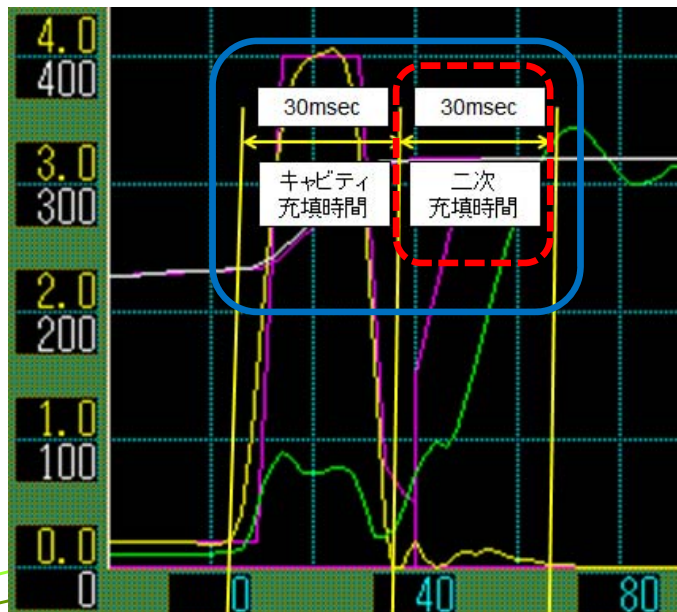
製品部
560g



OF部
160g
二次充填時間
=160g

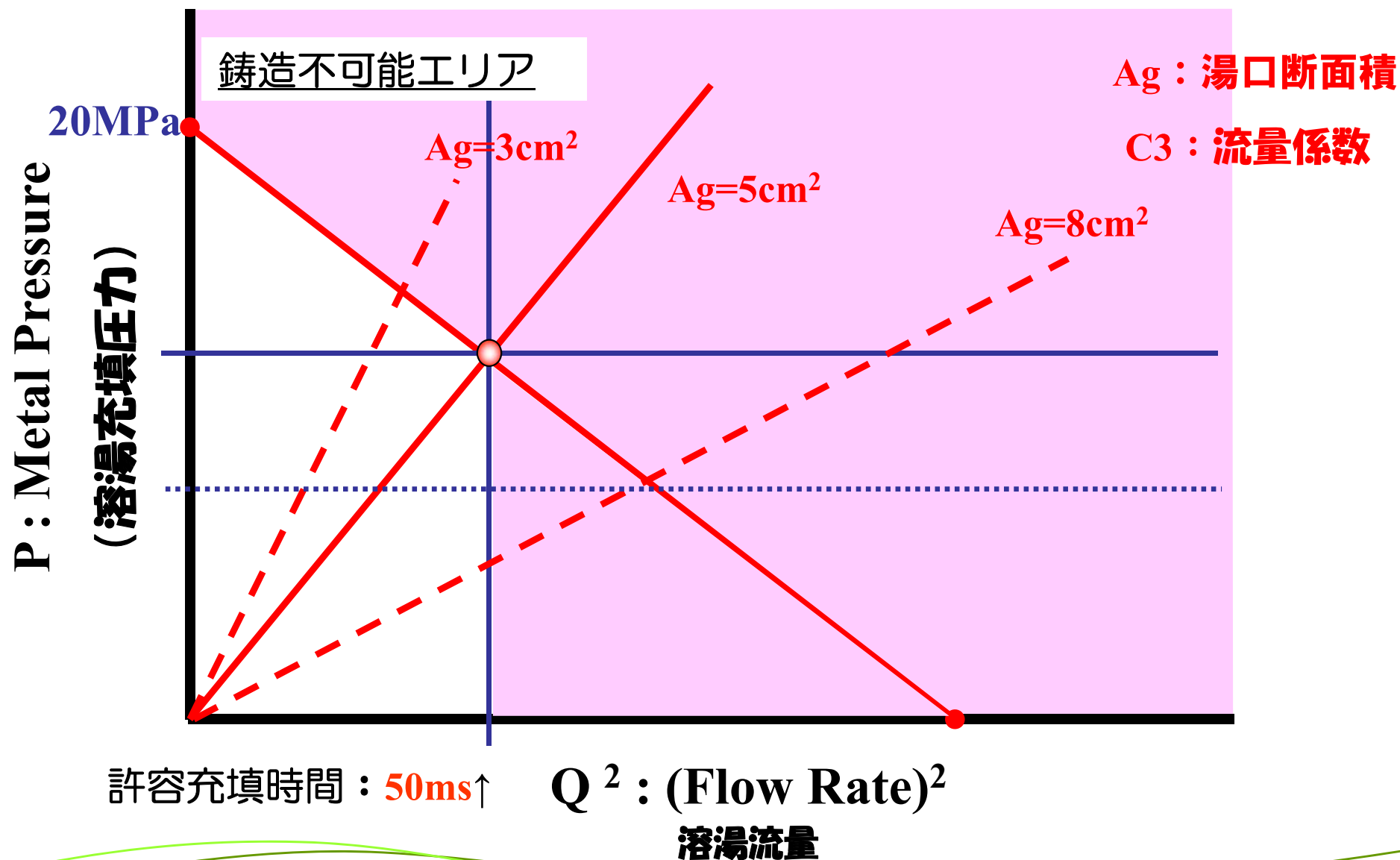
全充填時間=720g

鑄込み重量=980g



充填時間算出 $P-Q^2$ とは

→ゲート断面積・充填時間・マシンパワー・流出状態を総合評価



充填時間算出ツール(P-Q²作成)ver6.2

<データ入力>

...手入力
 ...修正可能入力
 ダイカストマシンの射出仕様より
 部に入力

機械の仕様

現状Acc圧力 (ノットアウト)	MPa	13.5
射出シリンダ径	mm	120.0
射出 (最大空打) 速度	m/s	10.0
加速時間 (0→最大空打)	mSec	10.0
減速時間 (最大空打→0)	mSec	10.0

溶湯 (充湯) 圧力P	MPa	39.7	54.0
射出率Q ²	(l/sec) ²	1,481.1	799.4

<製品・溶湯のデータ>

Pスリーブ内径	mm	70.0	60.0
ゲート断面積	mm ²	280	(ご参考Me)
溶湯比重		2.60	1.70
ゲート流出係数		0.63	0.50
空打ストローク	mm	337	
製品重量	g	560	
OP・真空ランナー重量	g	160	
鋳込重量	g	980	

チップ径 (上記より)	mm	70.0	60.0
スリーブ充填率		29.1%	39.6%

<計算結果>

Pスリーブ内径(mm)	70.0	60.0
射出率Q ² (l/sec) ²	578.62	493.77
充填圧力(MPa)	24.17	20.63
限界射出速度(m/s)	6.25	7.86
最適Pスリーブ内径(mm)	70	

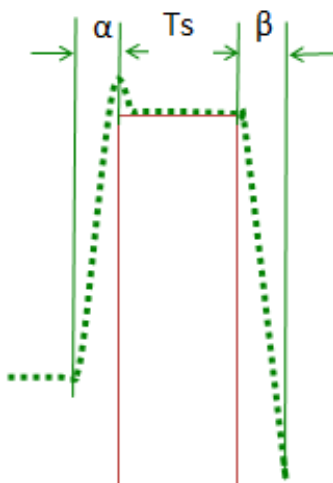
最短時間(限界射出速度での充填時間)

チップ径 φ(mm)	70.0	60.0	70.0	60.0
加速時間 α	6.25	7.86	17.8	20.3
高速時間 Ts	5.27	4.61		
減速時間 β	6.25	7.86		

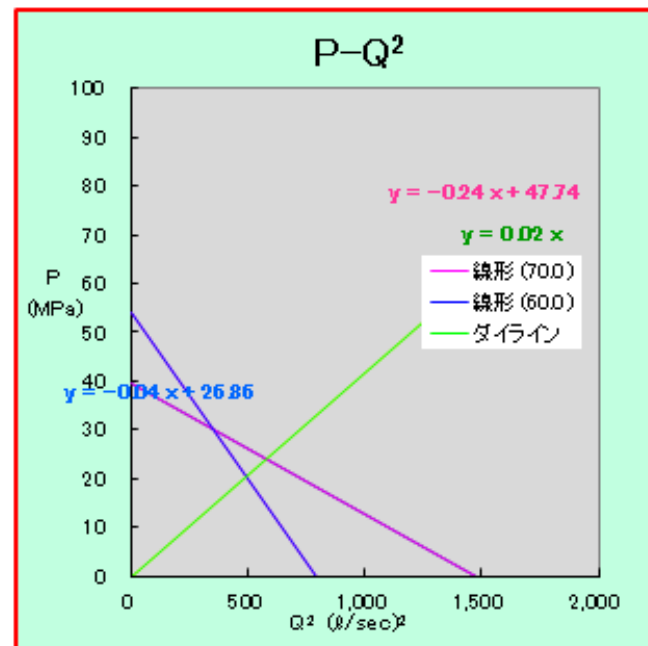
高速制限速度

m/s

	70.0	60.0
	4.00	4.00
	14.00	20.50
	4.00	4.00



Pスリーブ内径 (チップ径)	マンネキイン 溶湯圧力P	射出率Q ²	<参考値> ゲート比
70.0	0	1,481	0.14
	39.7	0	
60.0	0	799	0.10
	54.0	0	



背圧算出ツール(ショットエンドでの背圧計算)ver2.0

背圧算出ツール(ショットエンドでの背圧計算) ver. 2.0

様ダイヤケ21

入力値が黄色
計算値が橙色

共通パラメータ	(製品+OF)重量(g)	560
	キャビティ容積[cm ³]	224
	充填時間[msec]	30

大気放出法	サンプル名	a	b	c	d
	ガス排気面積[mm ²]	7.2	10.5	16.4	26.1
	到達圧力[MPa]	0.060	0.041	0.026	0.017

真空減圧法	真空圧力[-MPa]	-0.05			
	サンプル名	e	f	g	h
	ガス排気面積[mm ²]	7.2	10.5	16.4	26.1
	到達圧力[MPa]	0.010	-0.009	-0.024	-0.033

(参考)

【前提条件】

⇒キャビティ容積(製品+OF)のガスは全て、ガス排気面積より充填時間内に排出するものとする

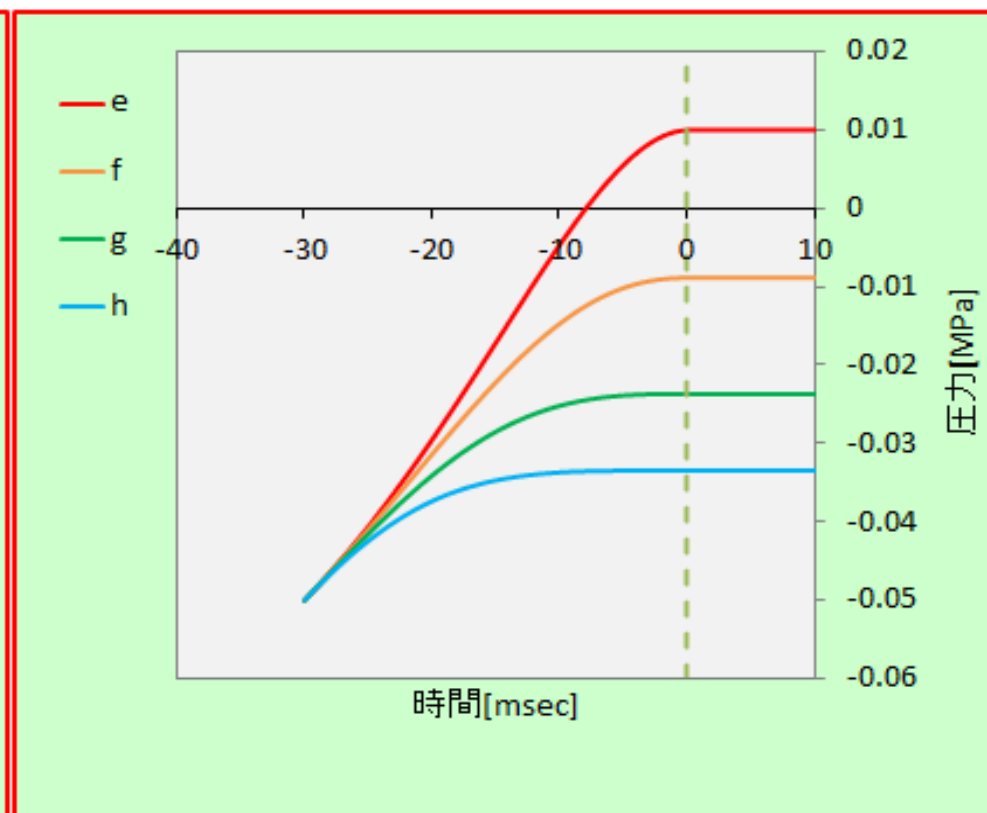
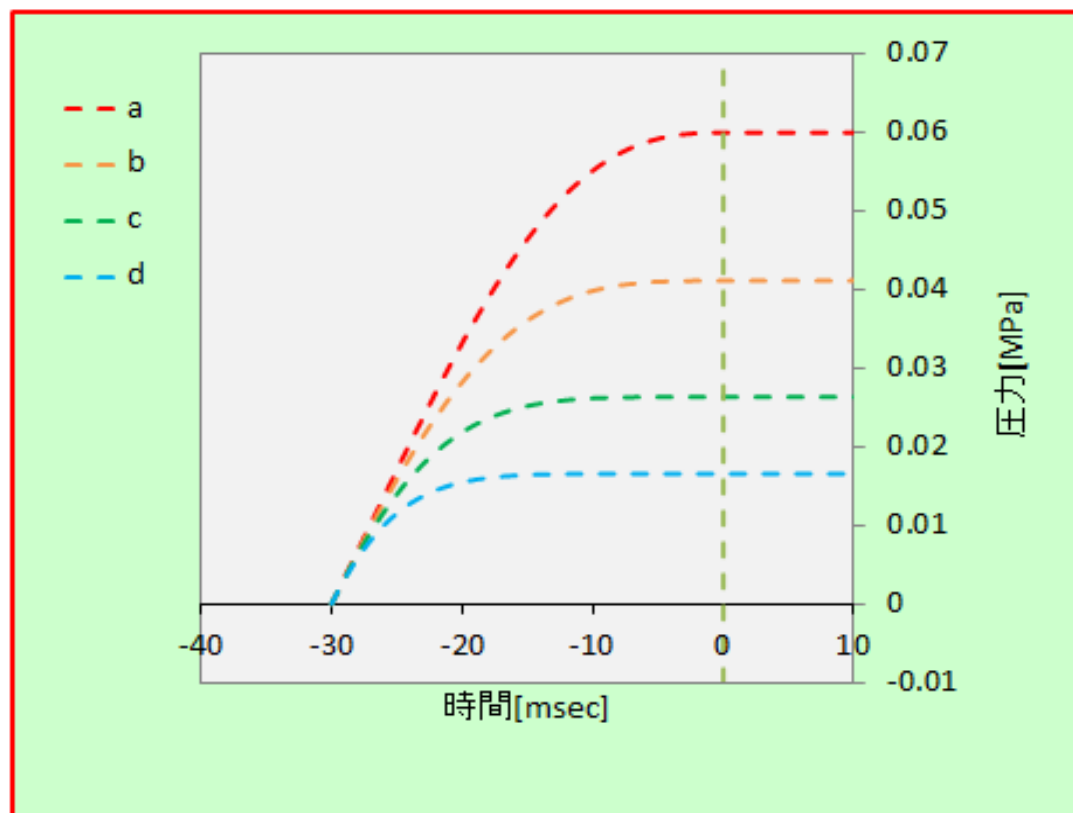
【計算の基礎式】

ガスの質量保存式

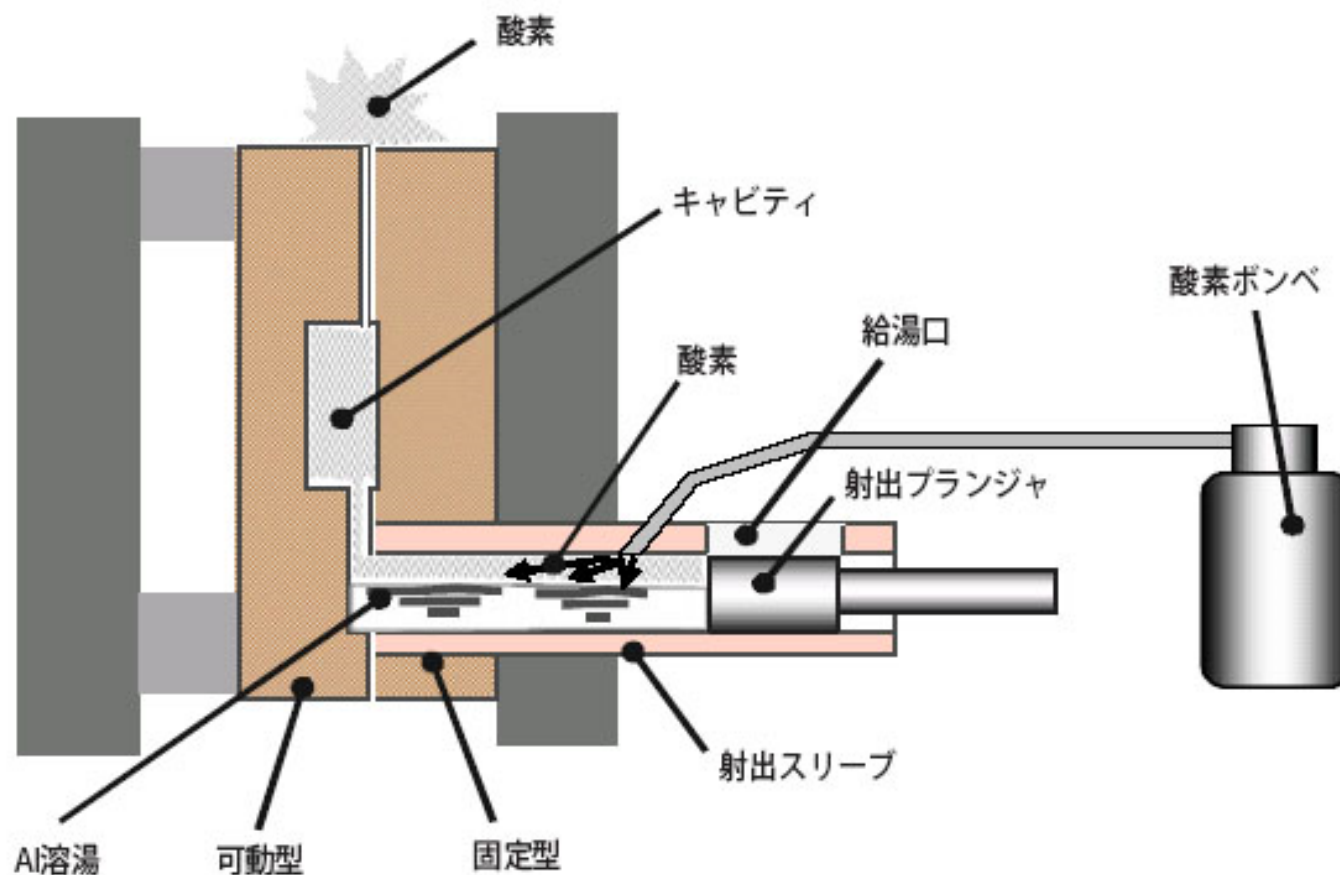
$$\frac{\partial(\rho_{in}V_{in})}{\partial t} = -\sum_{k=1}^n \rho_{in}(P_{in} - P_a)(S_k K_v)_k$$

ガスの状態方程式

$$P_{ig} = \rho_{ig} RT$$



既存PFの概要



装置例

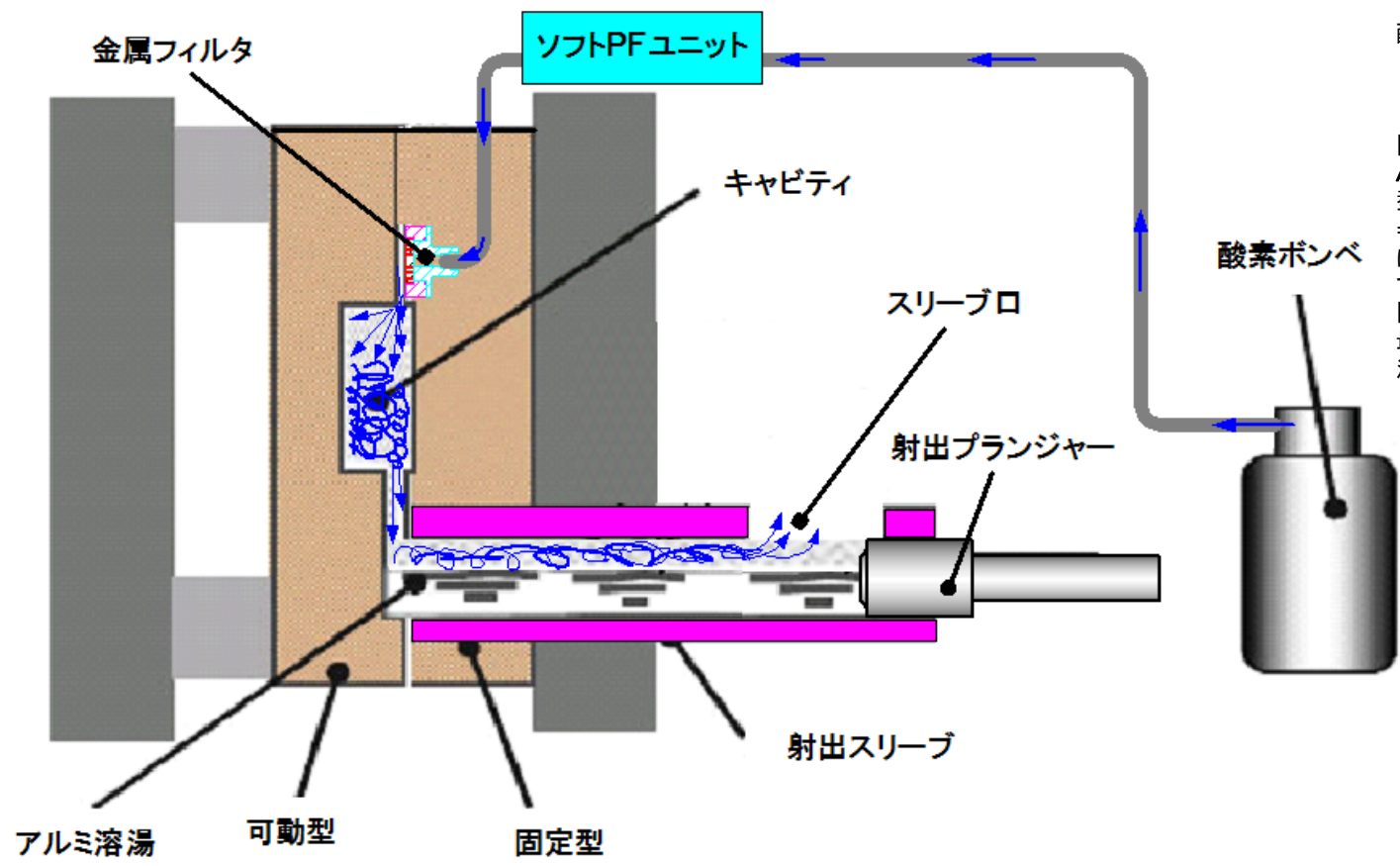


製品例

・溶けたアルミニウムを成形する際にキャビティ内空気を活性ガス(主に酸素)で置換する方法です。酸素は溶湯金属と酸化反応により、キャビティ内を減圧状態にし気孔の少ないダイカスト製品が得られます。

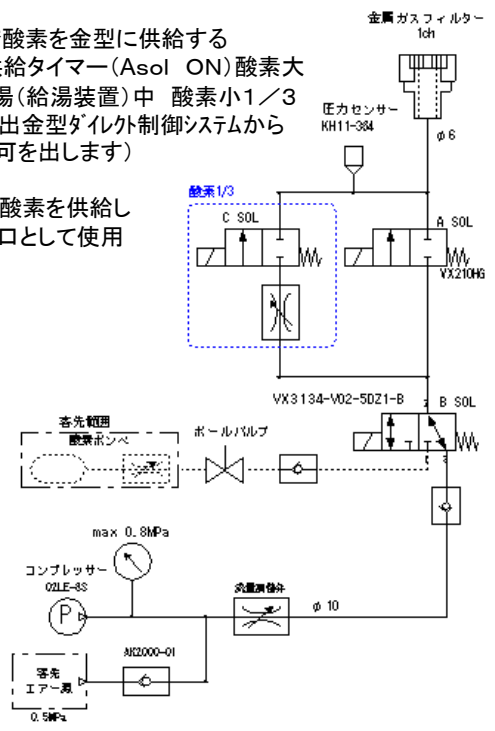


[ソフトPF]金属ガスフィルターの応用性

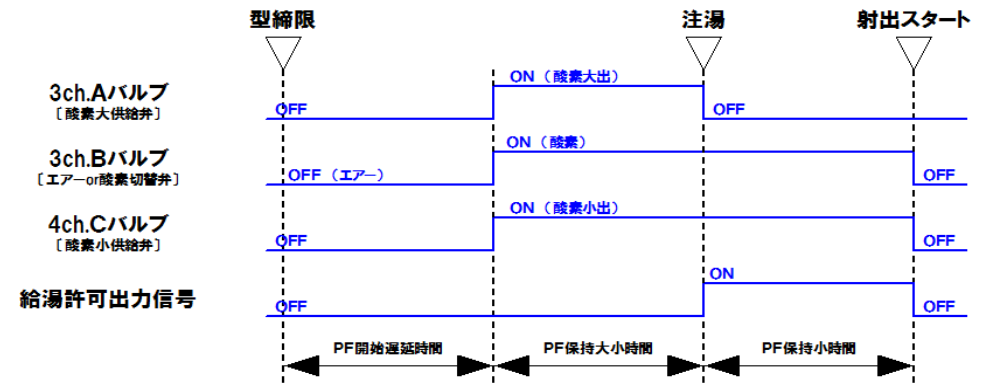
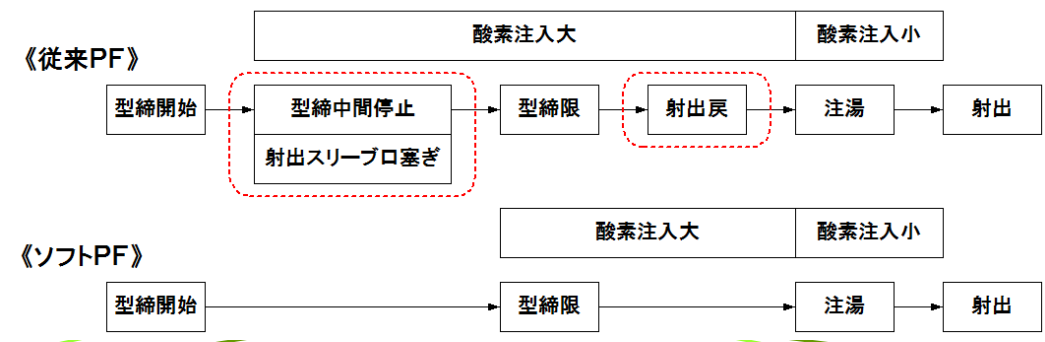


酸素供給用はPF専用化する
理由: ①安定した隙間の確保
②射出時の背圧の確認

【動作】
AとC sol励磁で酸素を金型に供給する
型締限⇒酸素供給タイマー(Asol ON)酸素大
⇒タイムアウト後注湯(給湯装置)中 酸素小1/3
に切り替え(射出金型ダイレク制御システムから
マシンに注湯許可を出します)
【特徴】
最終充填部から酸素を供給し
注湯口をガス出口として使用



ソフトPF制御バルブ駆動タイムチャート

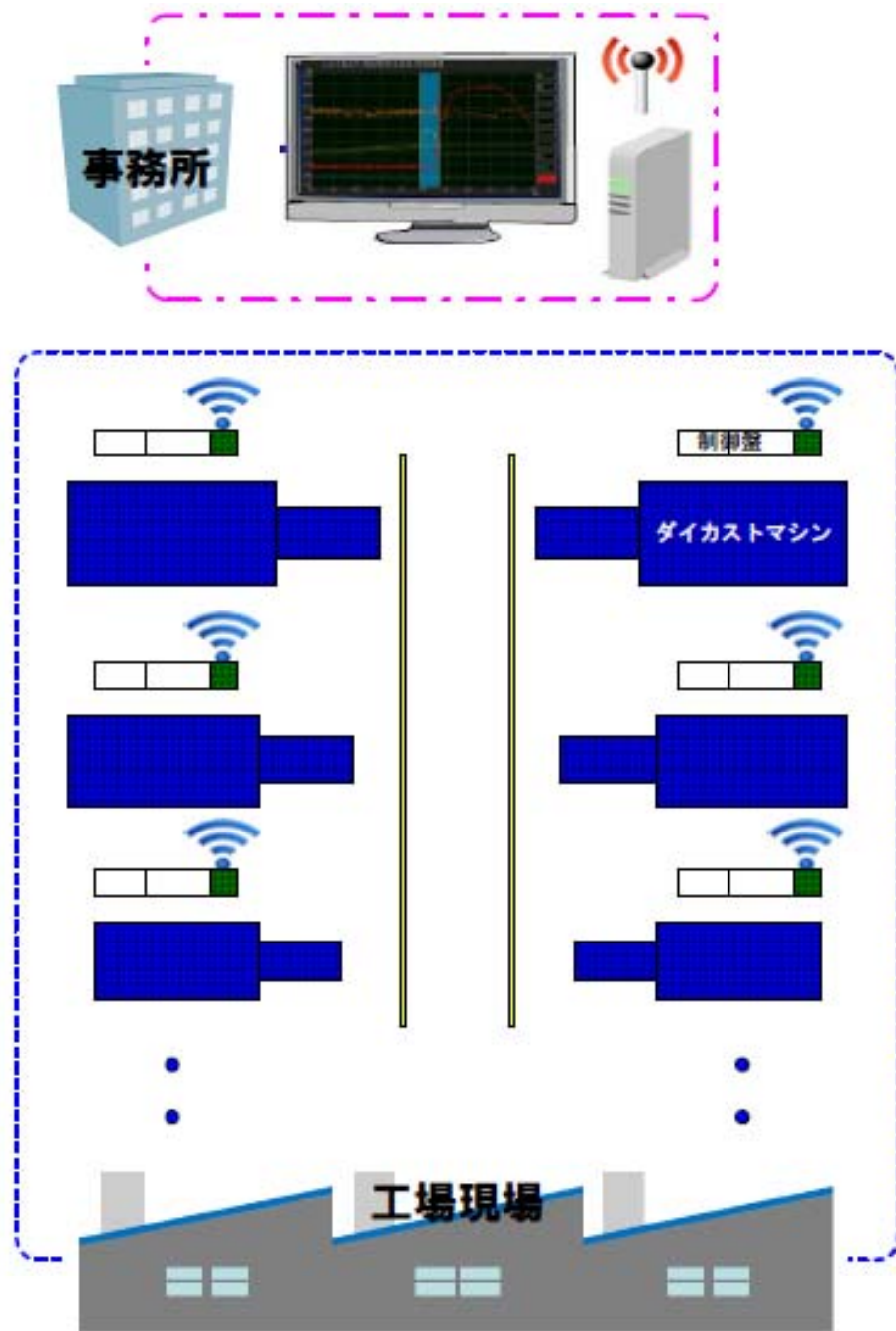


金属ガスフィルターPFの効果

- 1) **酸素消費量の削減**
製品近傍より酸素を供給するので酸素を最小限に抑えられる
- 2) **サイクル短縮**
型接触から酸素供給開始(特殊動作は不要)
- 3) **型内酸素濃度の向上とバラツキ低減**
酸素の漏れが抑えられる
- 4) **機械的トラブルがない**
金属ガスフィルターはノンメカ(圧力降下時間を毎ショットチェック)
- 5) **従来製法からの脱却**

その他) PFのスペシャリストが技術サポートします
金型から製品に至るまで様々な問題や危険性の可能性があり、経験豊富な方がアドバイスをを行います

ダイカスト工場(品質・生産)管理システム



生産管理

- ① 生産計画
- ② 横並び管理と展開
- ③ 生産情報の共有化

品質管理

- ① 良品正常波形からの製品の作り込み。
- ② 異常の即時管理。
- ③ 金型内のオンライン管理

- ダイレクト装置単独では計測システムがメインとなるが、複数台設置して無線LANを使い管理することにより、品質・生産ともオンラインにて管理することが可能となる。装置自体は個別なので、後からの増設管理項目の変更が容易となる。
- ダイカストマシンのメーカー、年代を関係なく対応が可能。

ダイカスト工場(品質・生産)管理システム

「ダイカストの計測管理による品質管理」



計測管理による
不良流失の未然防止



<p>ブローホール blow hole</p> <p>•スリーブ、ランナー、キャビティで巻き込まれた空気やダイカスト内部に残留してできた空洞をいう。</p>	<p>鑄ばり flash ; burr</p>
<p>湯回り不良 misrun</p> <p>•溶湯がキャビティの一部を未充填のまま凝固してできる欠をいう。(かど、すみ部に溶湯が完全に充填されず、丸みをひて欠肉している)</p>	<p>ひけ巣 shrinkage porosity</p>
	<p>湯境 cold shut</p> <p>•キャビティでの溶湯の熱量不足又は湯流れの合流により、相互に融合しない時に発生するその境界部をいう。</p>

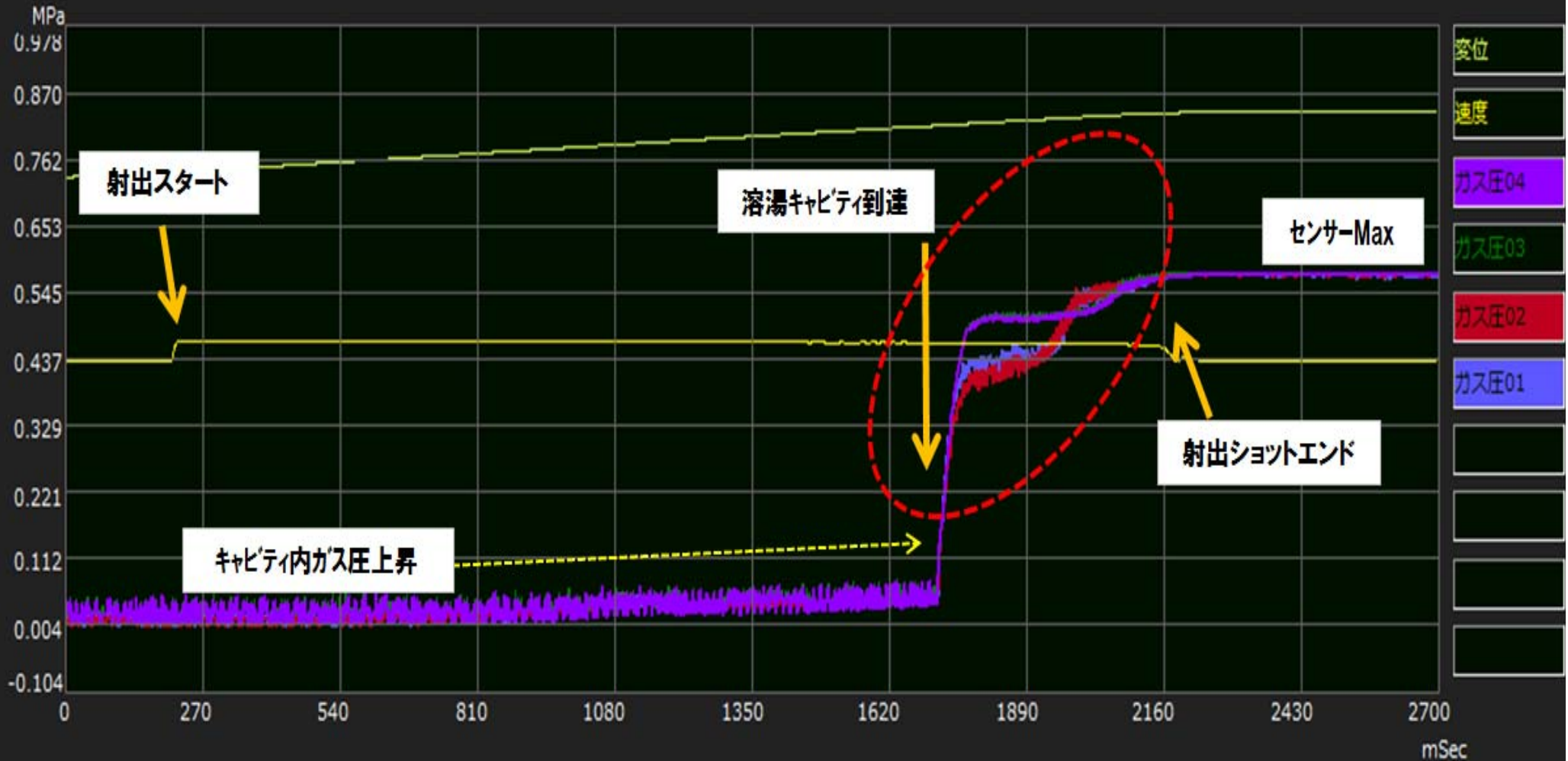
ダイカストの不良群

- 自社独自の計測定義の取り入れ
- 各マシン1セットの取り付けによる標準化管理⇒Sタイプを格安にて販売中
- 各マシンごとのデータの無線LANネットワーク接続による集中一元化管理

異常波形検出例①

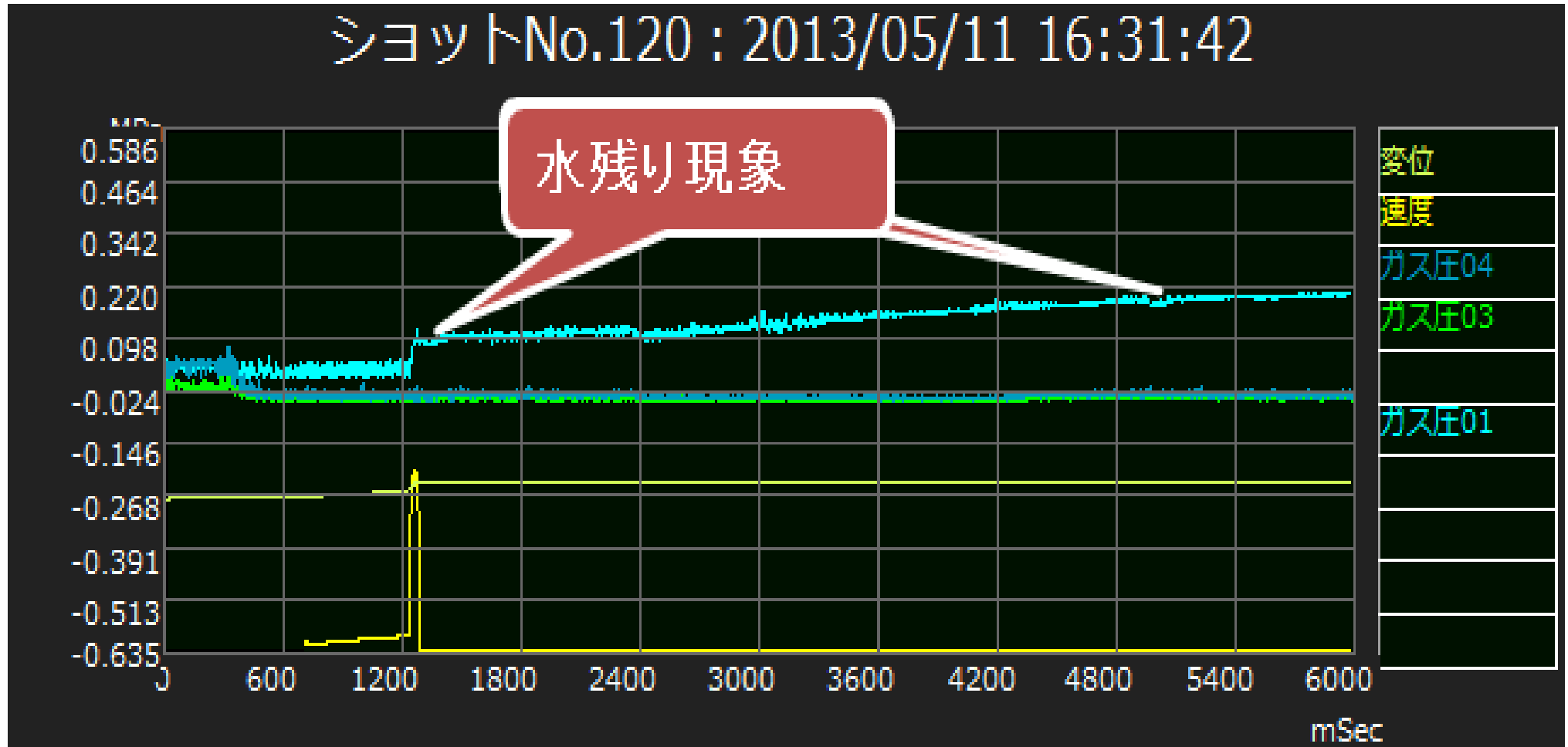
アナログ画面

ショットNo.5 : 2013/12/20 14:42:00 【ガス圧01】



- 1) 金型交換して溶湯を最初に注湯した時（低速射出）
 金型に残っていた水分やスプレー液が溶湯に接触した瞬間に金型内は大きな
 ガス圧が発生している事が分かる

異常波形検出例②



- 金型水残り、金型クラックによる水のニジミ、水溶性離型剤の残りも計測が出来る
- 金属ガスフィルターによる常時金型内ガス圧検知の必要性が高い事が分かった

まとめ

- ① 金属ガスフィルターとその制御により、鑄造中の金型内ガス圧(真空度も含む)が計測出来るようになった。
- ② 製品充填時間はゲートから先の全ての充填時間が含まれる:OFやチルベント・真空ランナーは二次充填となるのでこれらの容積を極力減らす必要がある。
⇒P-Q²線図にて最適溶湯流量を確保する
- ③ 今後、金型内ガス圧=背圧の論議が定量的にできれば、鑄造品質管理のレベルが向上し、不良率が削減できると考えられる。
- ④ 各マシン毎の製品品質管理の強化と無線LANを使ったダイカスト工場の集中管理が日本独自のものづくりとして展開したい。