

---

# HASL社最新製品のご紹介

HASL/Flowsimulator3D

HASL/Hyperblow

HASL/TwinScrewsimulator

2012/10  
(株) HASL



---

# HASL/Flowsimulator3D

## 高粘性流体汎用FEM解析プログラム

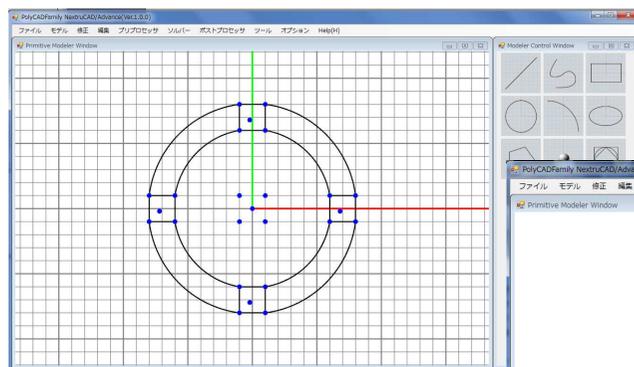
## システム構成要素の用途/機能一覧

構成要素	用途	プリプロセッサ	ソルバー	ポストプロセッサ
Multi-Profile simulator	異型押出ダイ、多層フィードブロックタイプコートハンガーダイ等、自由表面や多層界面を伴う熱流動解析	異型押出、多層押出装置を想定した専用プリプロセッサを装備	Penalty関数法、PSPG法採用のFEM流体解析プログラム	専用可視化ツールを装備 (各種解析結果の表面/スライスコンター図、ストリームライン表示)
FlowTetra	単層流体のダイ内3D熱流動解析(コートハンガー、スパイラル、スパイダーダイ等)	NETGEN(オープンソフト)を利用、HASL/STLViewer for FEM 熱流動境界条件設定メニューを装備		

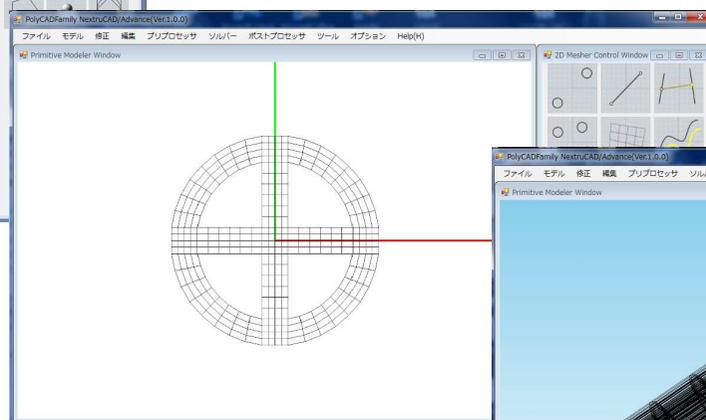
# Multi-Profile simulator

## 適用事例1:異型押出解析

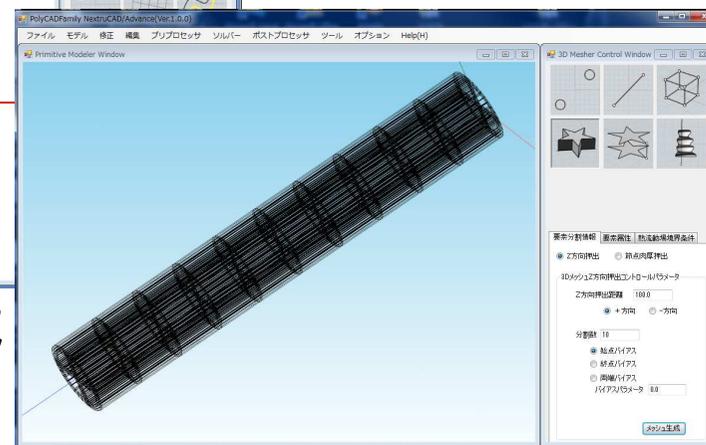
解析モデル作成法:専用モデラーを利用して異型ダイの押出形状を定義しⅠ)、2Dメッシュを作成Ⅱ)。その後、押出方向に2Dメッシュを立ち上げ3D化Ⅲ)。



Ⅰ) 断面形状の定義



Ⅱ) 断面内の2Dメッシュ生成



Ⅲ) 2Dメッシュの3D化

## ソルバーの運用法：

メッシュを自動認識し、自由表面計算アルゴリズムとして流線要素法が採用されます。

反復計算回数の設定

圧力勾配、あるいは流量規定条件の何れかを選択

ダイ壁面層分割数を設定  
前述の異型ダイ解析用モデルには境界条件が自動設定されます。このパラメータを利用して、ダイ内領域とダイ流出後の領域を区分します。

メッシュファイルの設定

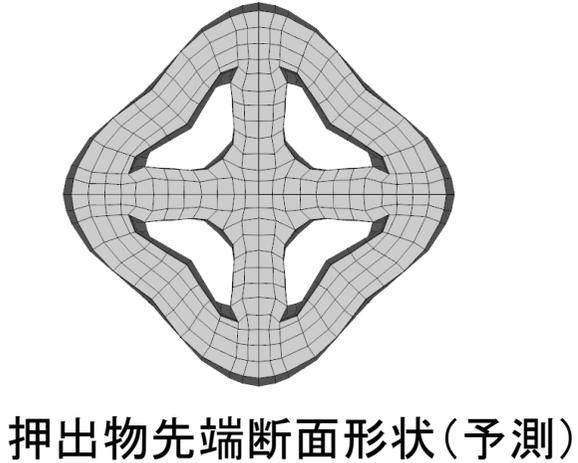
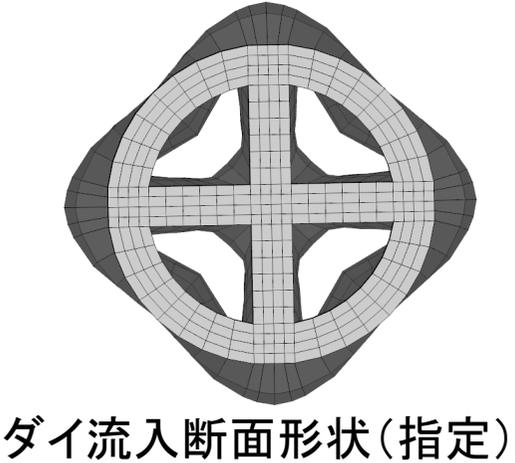
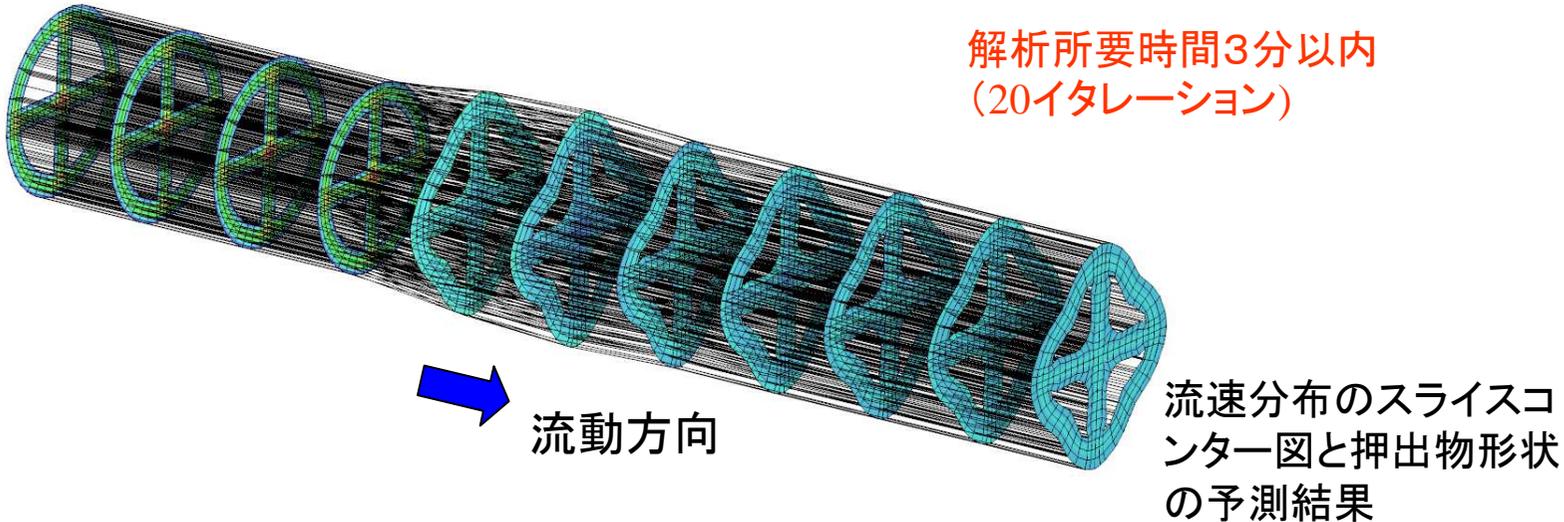
材料物性ファイルの設定

異型押出ダイの解析において、順解析と逆解析をラジオボタンの切り替えによって選択できます。

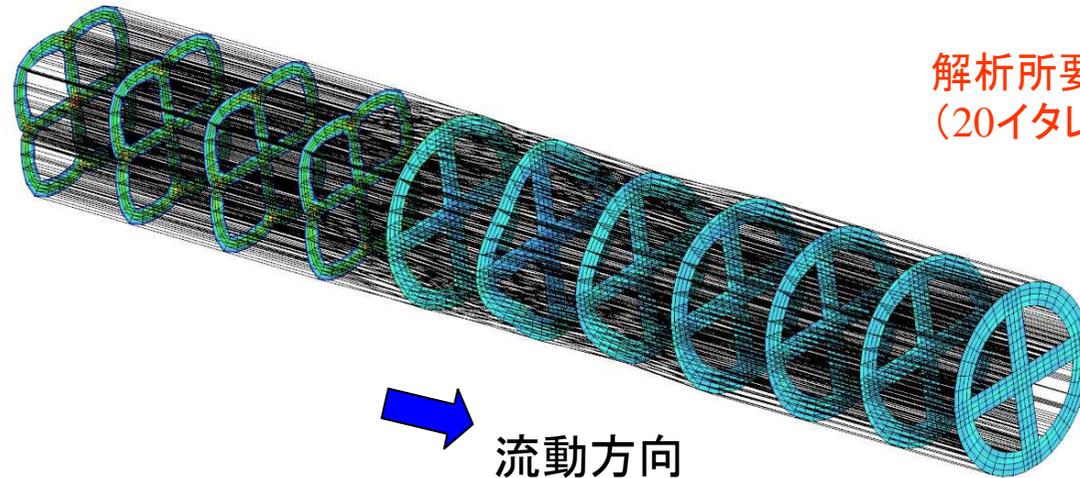
順解析：ダイの断面形状を指定して押出物断面形状を予測

逆解析：押出物断面形状を指定してダイ断面形状を予測

# 異型押出順解析結果 (Profile extrusion forward analysis result)

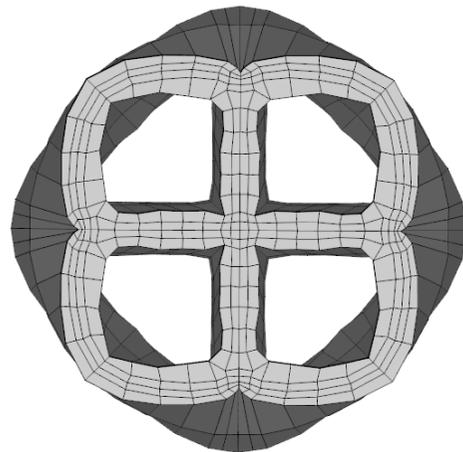


# 異型押出逆解析結果 (Profile extrusion reverse analysis result)

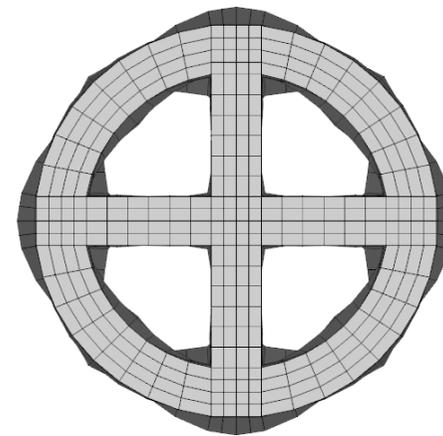


解析所要時間3分以内  
(20イタレーション)

流速分布のスライスコ  
ンター図とダイ断面形  
状の予測結果



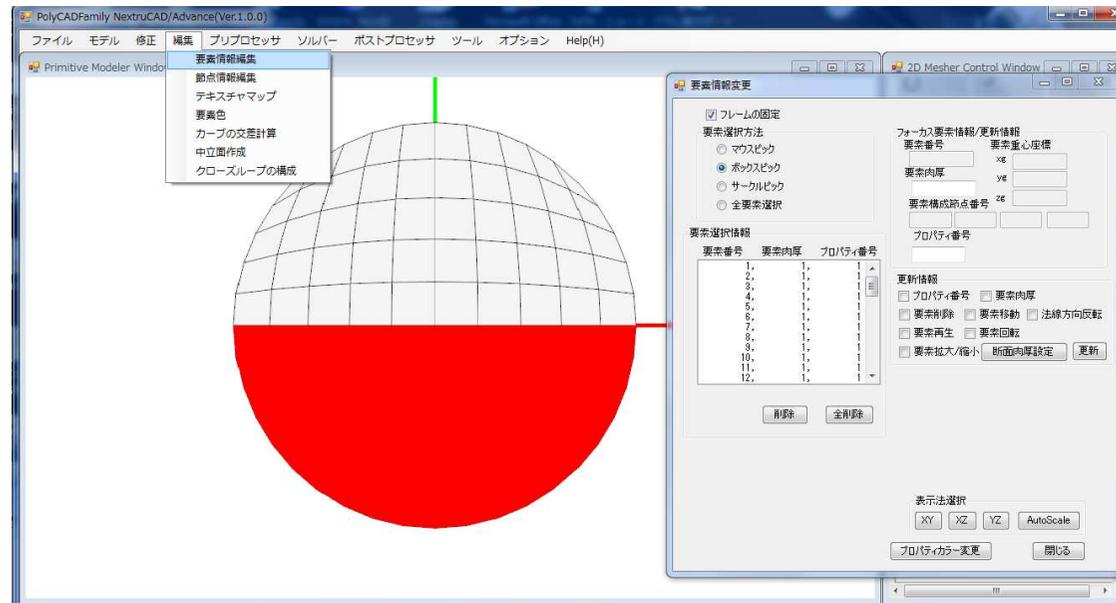
ダイ流入断面形状(予測)



押出物先端断面形状(指定)

## 適用事例2:多層流体共押出解析

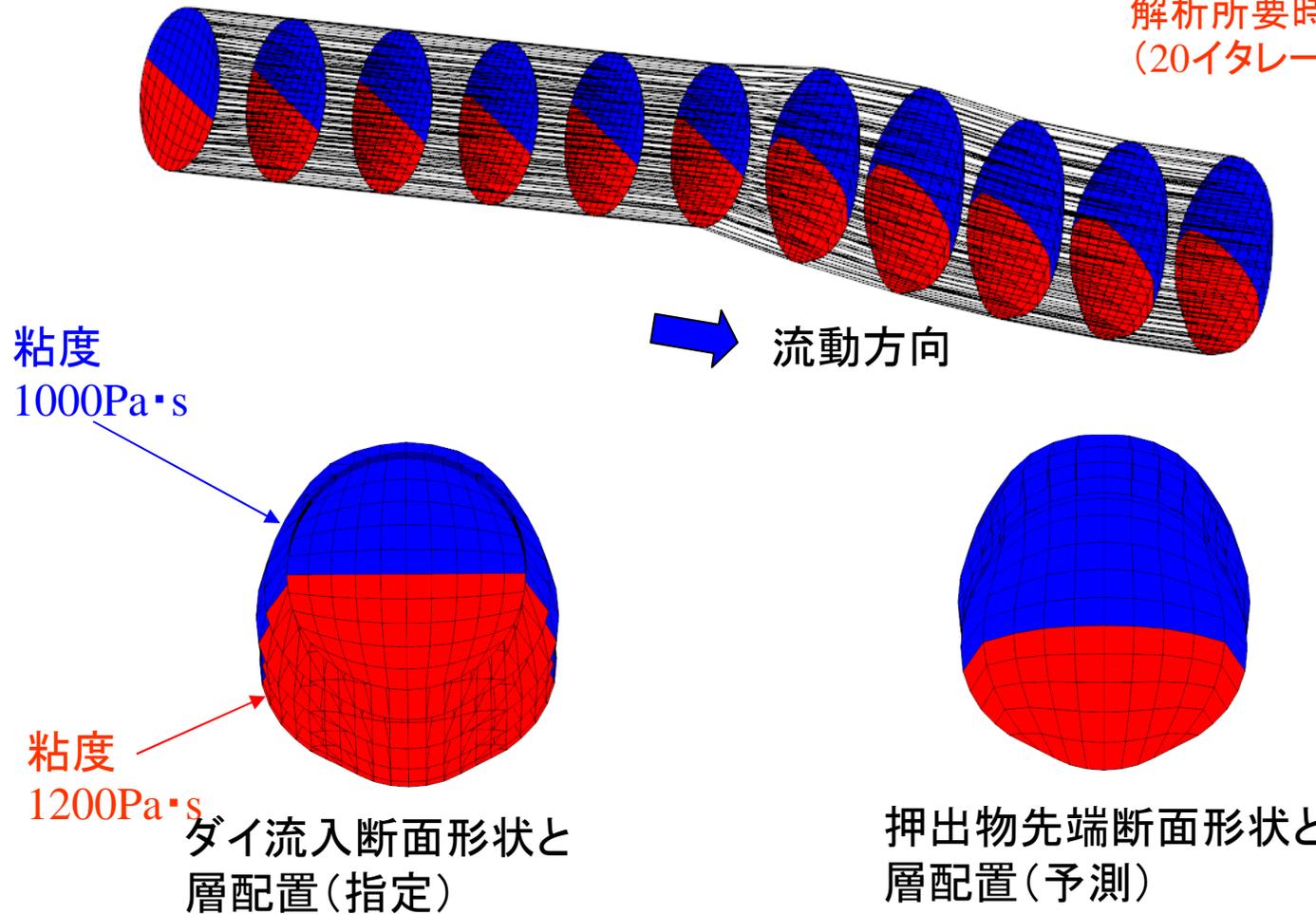
解析モデル作成法:専用モデラーを利用してダイの押出形状を定義しⅠ)、2Dメッシュを作成Ⅱ)。2Dメッシュ領域内に多層流体の初期設定領域を選択Ⅲ)。その後、押出方向に2Dメッシュを立ち上げ3D化Ⅳ)。



Ⅲ)要素情報の編集機能を利用し、2Dメッシュ領域内に任意に多層流体の配置が可能です。多層流体はプロパティ番号で区分されます。この例では、円形断面の下半分の計算要素を選択し、プロパティ番号をデフォルト値1から、2に変更しています。

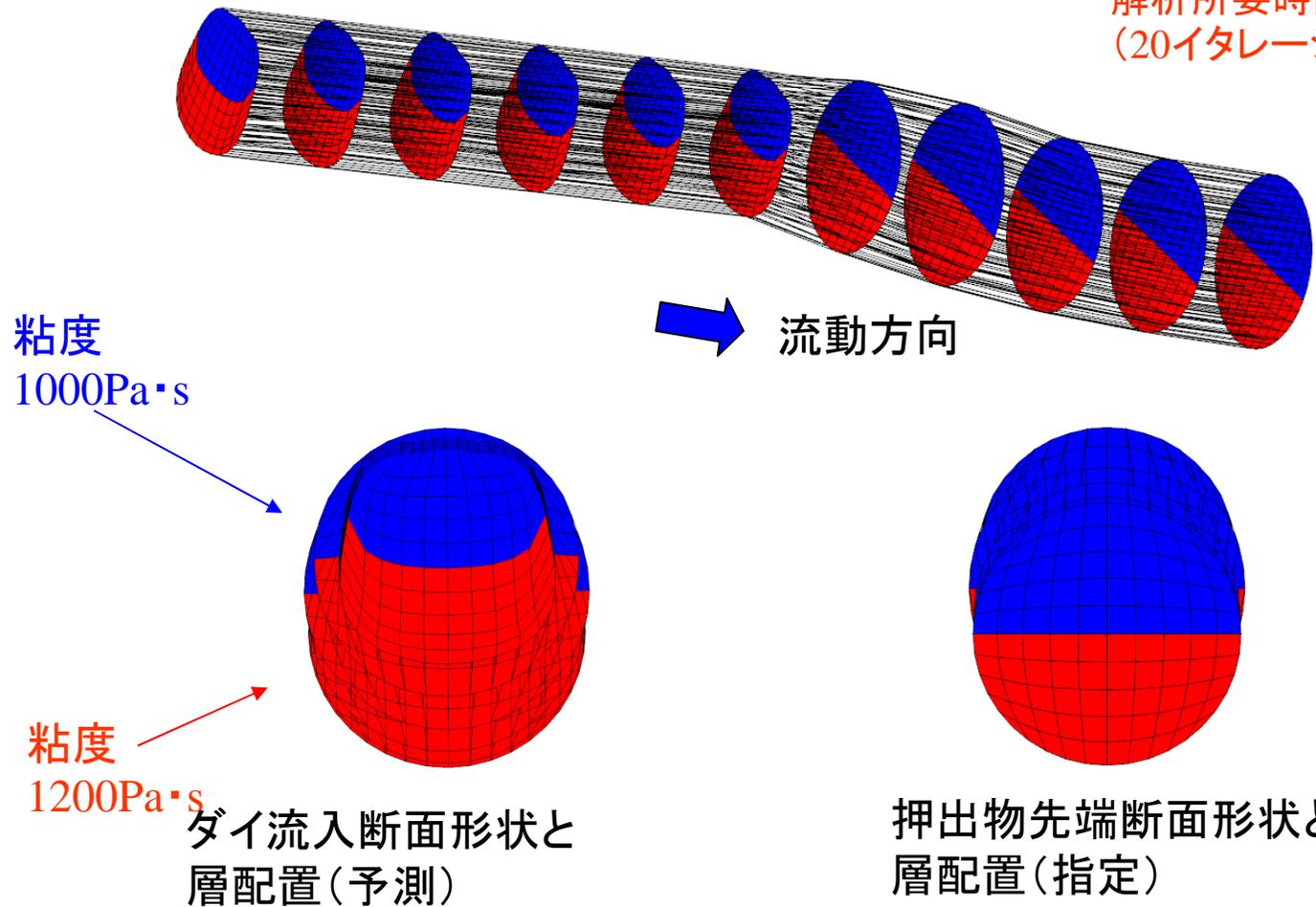
# 多層共押出順解析結果 (Multi-layer co-extrusion forward analysis result)

解析所要時間3分以内  
(20イタレーション)



# 多層共押出順解析結果 (Multi-layer co-extrusion forward analysis result)

解析所要時間3分以内  
(20イタレーション)



---

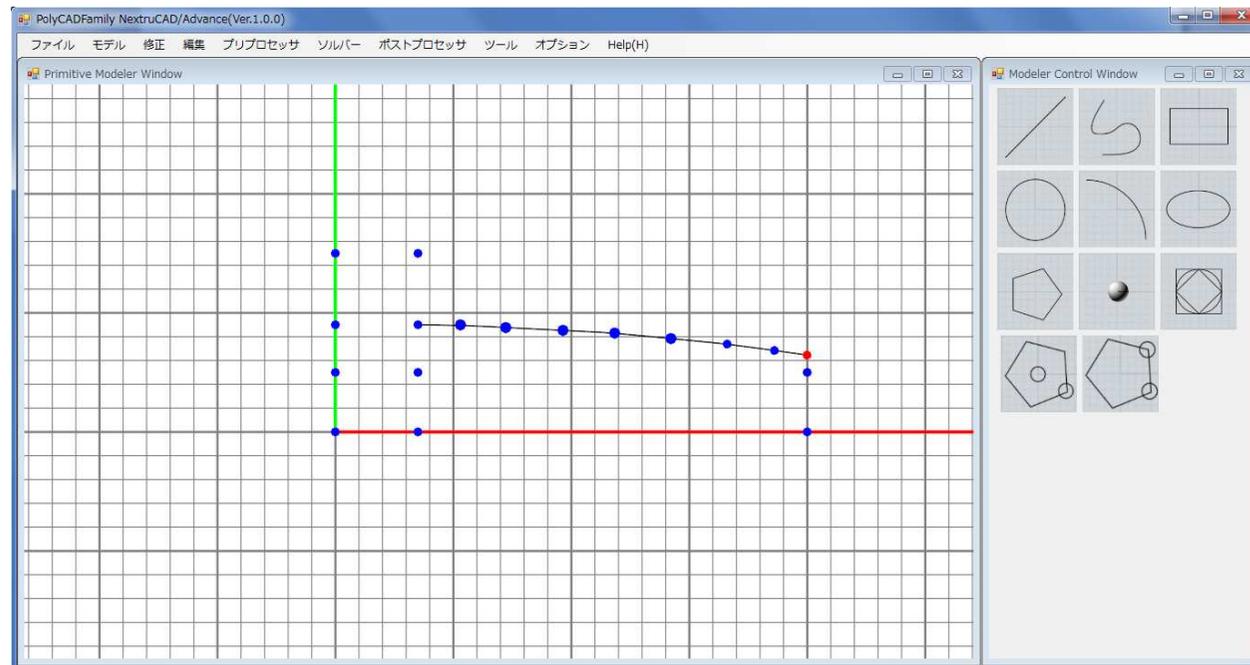
## 適用事例3:

### 多層フィードブロックタイプコートハンガーダイ内流動解析

#### 解析モデル作成法:

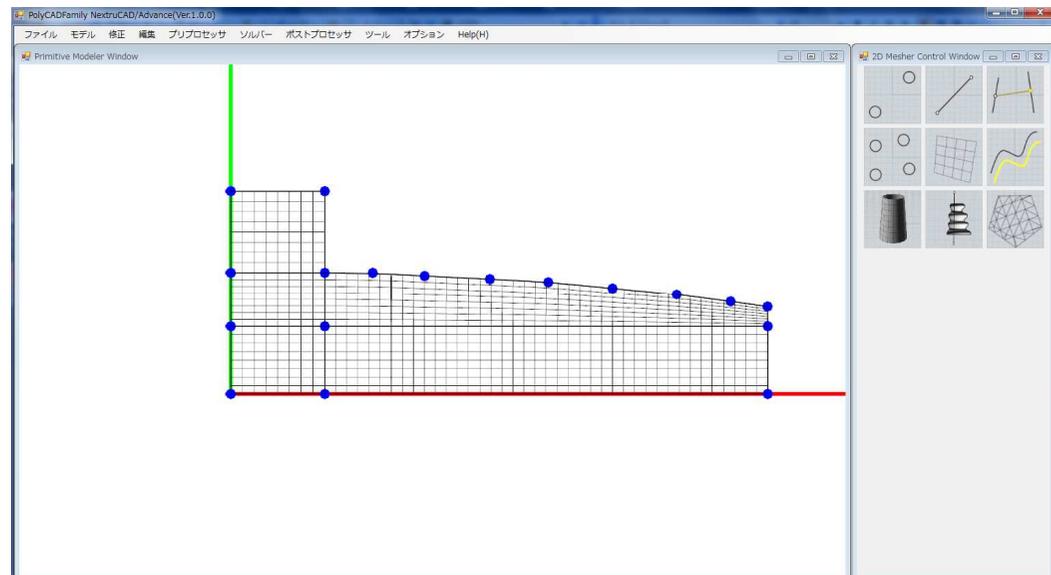
HASL/Profilesimulato3Dには、汎用性は制限されるものの、層配置構造を想定した押出装置のFEAモデル作成に際して、極めて効率的な3Dモデル作成機能が実装されています。以下にその運用法について説明します。

I) フードブロックタイプコートハンガーダイの平面形状の輪郭を表現する代表的なポイントをモデラーに定義します。



(1/4対称のフィードブロックタイプコートハンガーダイの平面形状輪郭を表現するポイントの定義。図に示すように、マニフォールド部肩部の曲線形状は、マウス操作により自由変形可能なNURBS曲線を利用して予め定義します。)

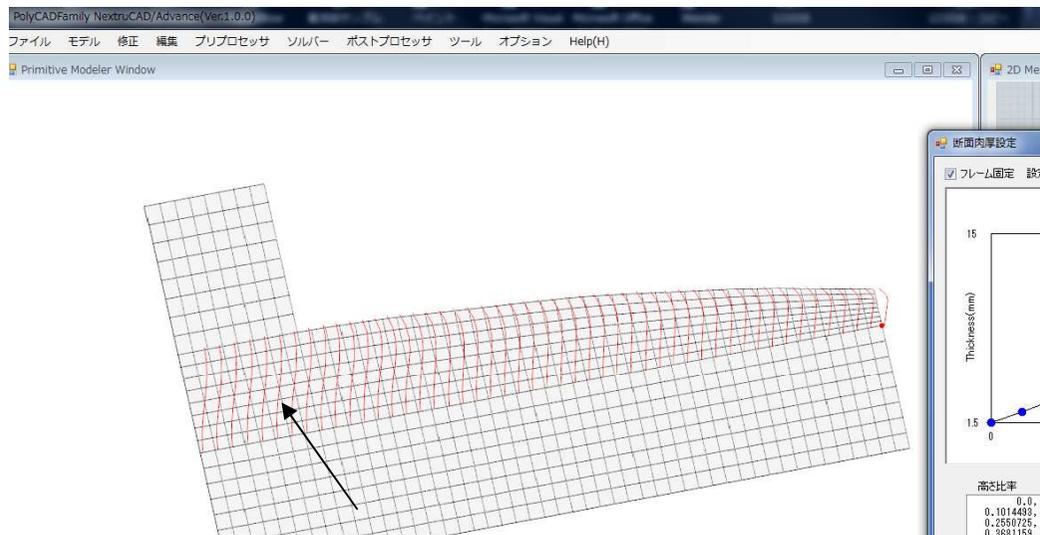
Ⅱ) ポイントをラインやカーブで結線し、領域内に2Dメッシュを作成します。メッシュ作成時に予め要素肉厚を指定します。



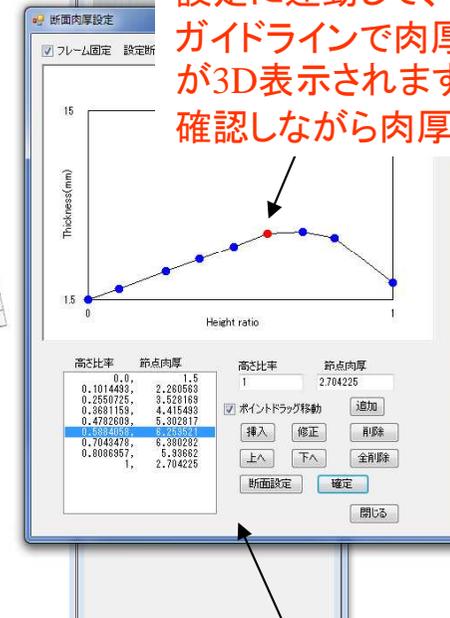
要素肉厚を指定して2Dメッシュを作成します。  
マニフォールド部は均一肉厚ではありません  
が、ここでは仮の肉厚を設定します。

Ⅲ)要素情報編集フォームをポップアップ表示し、一定肉厚で表現できない領域の要素をマウス操作で選択します。選択領域内の各切断断面(MD/肉厚方向断面)内の肉厚分布を、フォーム内で入力するプロファイル(折れ線分布)で任意に定義することが可能です。

選択断面の肉厚分布を折れ線分布で設定(折れ線を構成するポイントは、数値指定あるいはマウスピック操作により自由に変形可能)。この設定に連動して、Viewer内に青色のガイドラインで肉厚分布の設定状態が3D表示されますので、視覚的に確認しながら肉厚を設定できます。



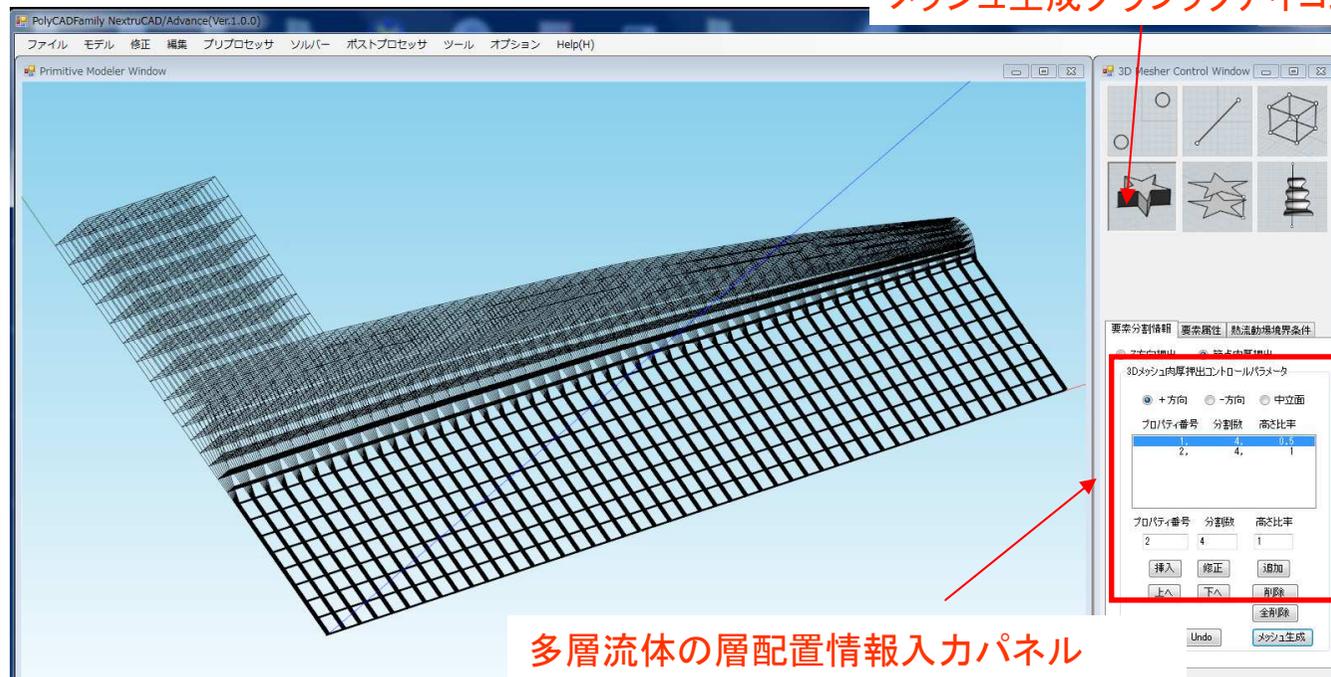
選択された要素領域の代表断面の下端節点がマウスフォーカスによってハイライト表示されます。マウスピックにより、肉厚分布を設定する断面として選択されます。全ての断面に肉厚を設定する必要はありません(左端/右端は必須)。TD方向に対して、肉厚を設定していない断面の情報は、両端の設定情報を線形補間して自動設定されます。



要素情報編集フォーム

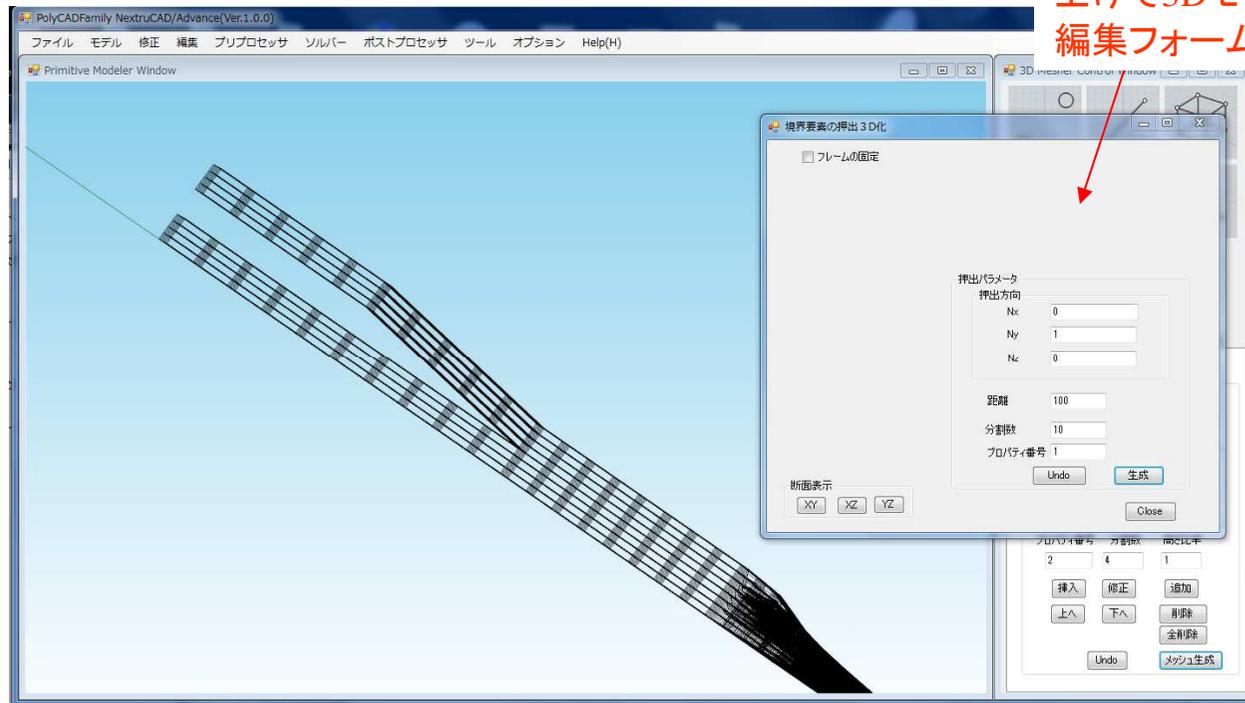
IV)設定肉厚を反映し、2Dメッシュを3D化します。この際、肉厚方向の層配置と層毎の要素分割数、及び初期肉厚比率を数値指定します。

肉厚情報を反映した2Dメッシュの3D化  
メッシュ生成グラフィックアイコン



V)肉厚方向への2Dメッシュの立ち上げでは、表現できない部分は、既存作成要素の表面を選択し、任意方向に押出すことでモデルに追加します。

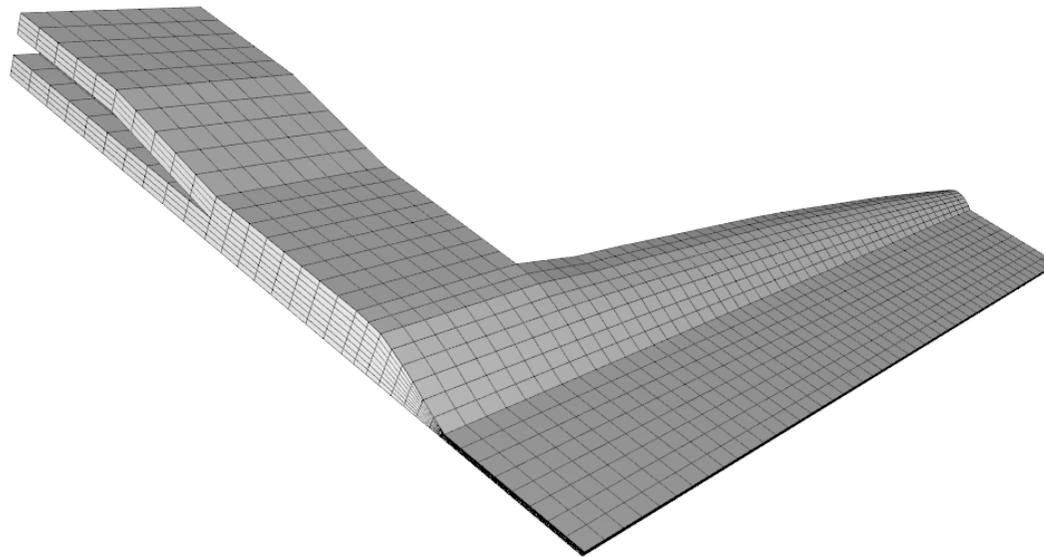
表面要素を任意方向へ立ち上げて3Dモデルを作成する編集フォーム



本機能を利用して、上流側多層流体の分岐流路を表現しています。

---

以上の作成手順で生成された1/4対称多層(2種3層フィードブロックタイプ)コートハンガーダイのFEAモデルを下図に示します。

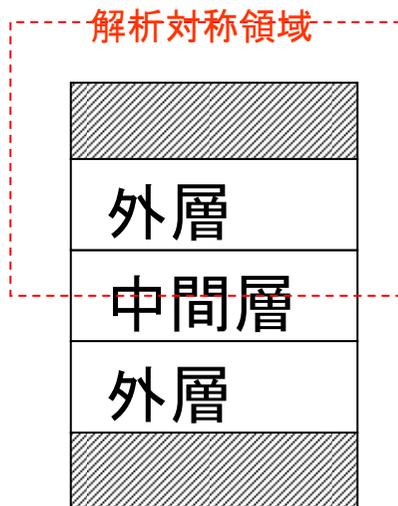


このタイプの解析モデルは、MD方向に対して断面形状が著しく変化するため、異型押出解析で利用する流線要素法が適応できません。ソルバーはメッシュを認識し、自由表面の解析法として高さ関数法とALE (Arbitrary Lagrangian Eulerian法)を併用した解法を自動的に採用します。

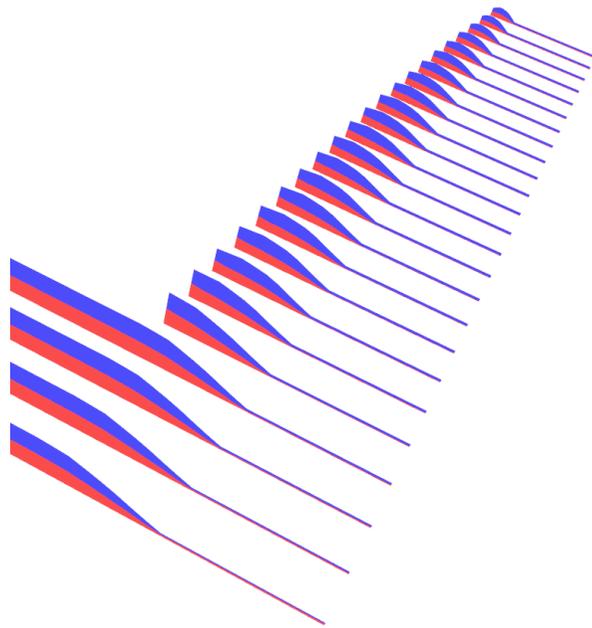
# 多層フィードブロックタイプコートハンガーダイ内流動解析結果 (Flow simulation result of multi-feed block type coat hanger die)

解析所要時間5分以内  
(20イタレーション)

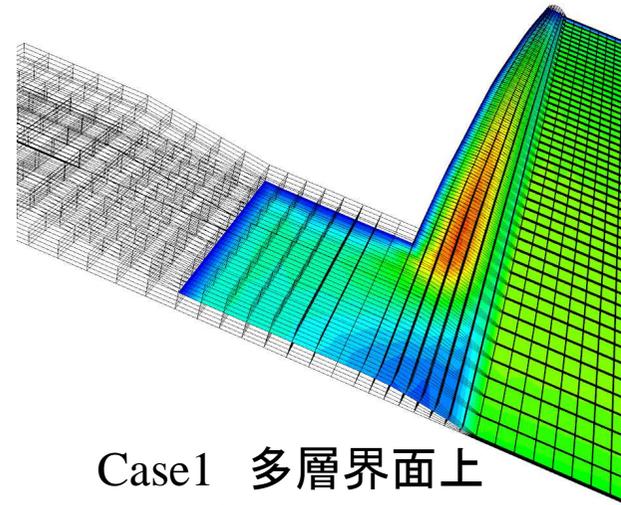
## 解析条件



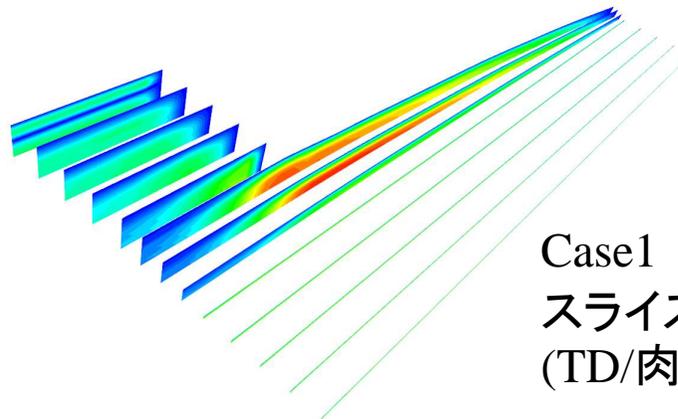
解析ケース	中間層粘度 (Pa·s)	外層粘度 (Pa·s)
Case0	1000	1000
Case1	3000	1000
Case2	1000	3000



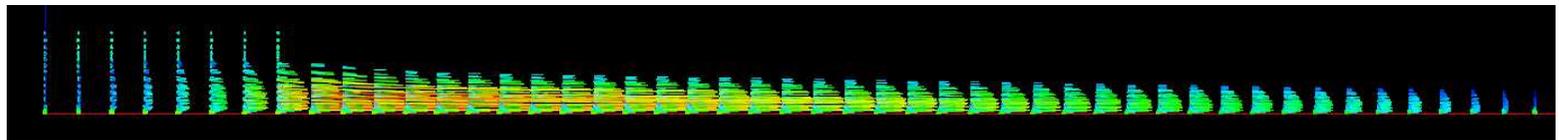
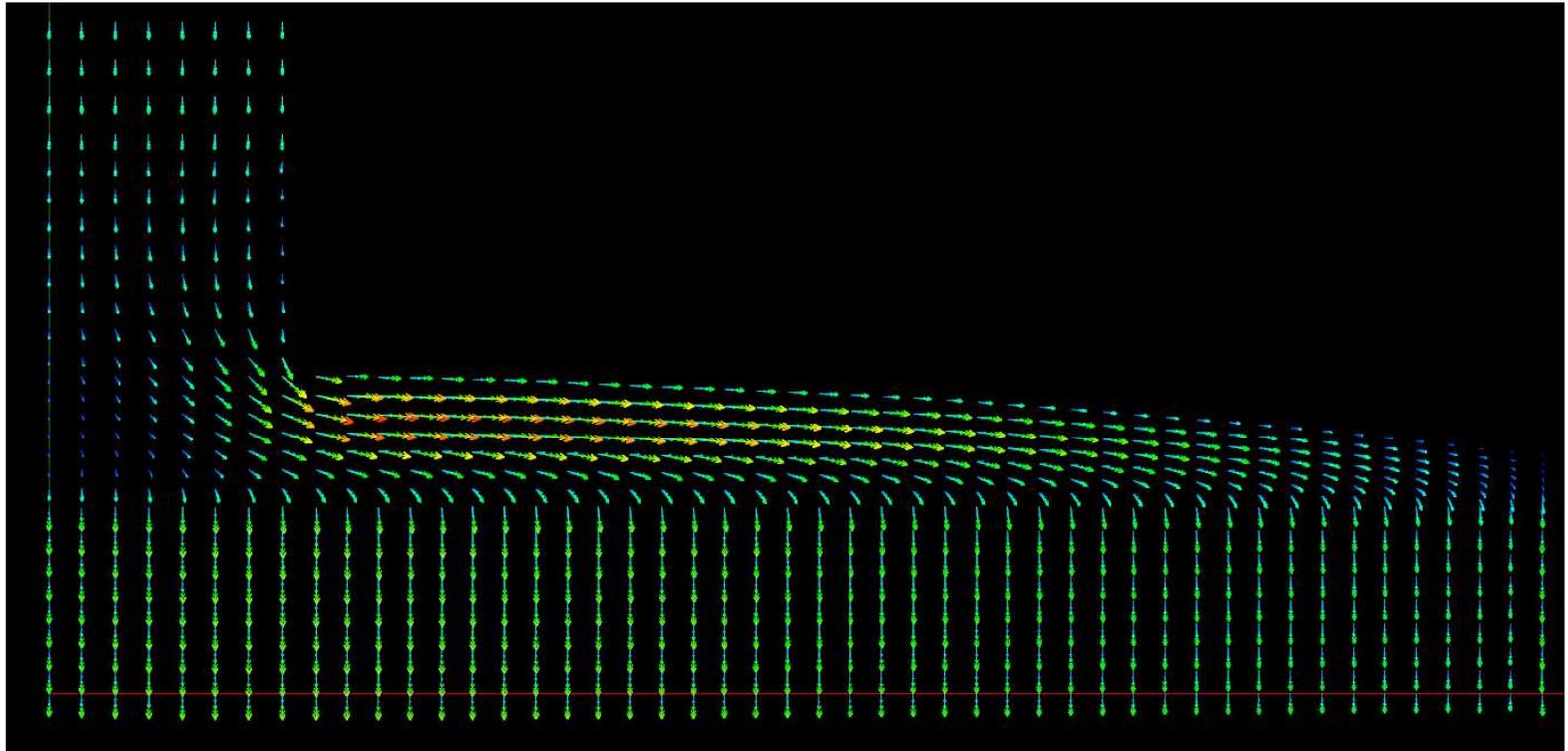
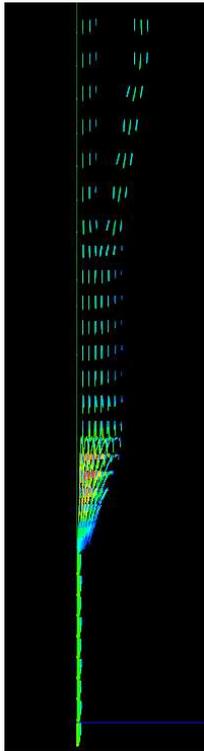
Case1 粘度、層配置  
のスライスコンター図  
(MD/肉厚断面)



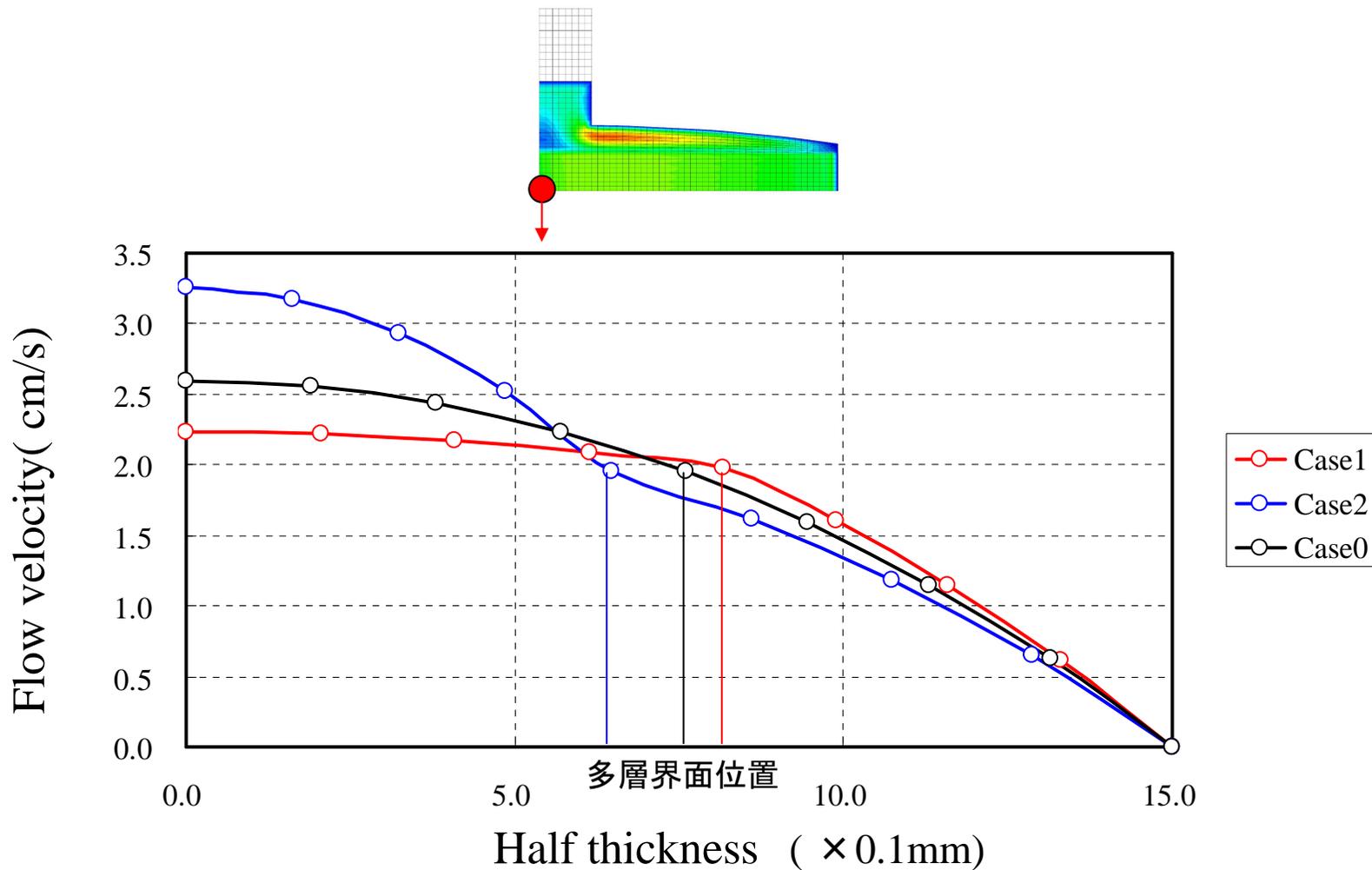
Case1 多層界面上  
の流速分布



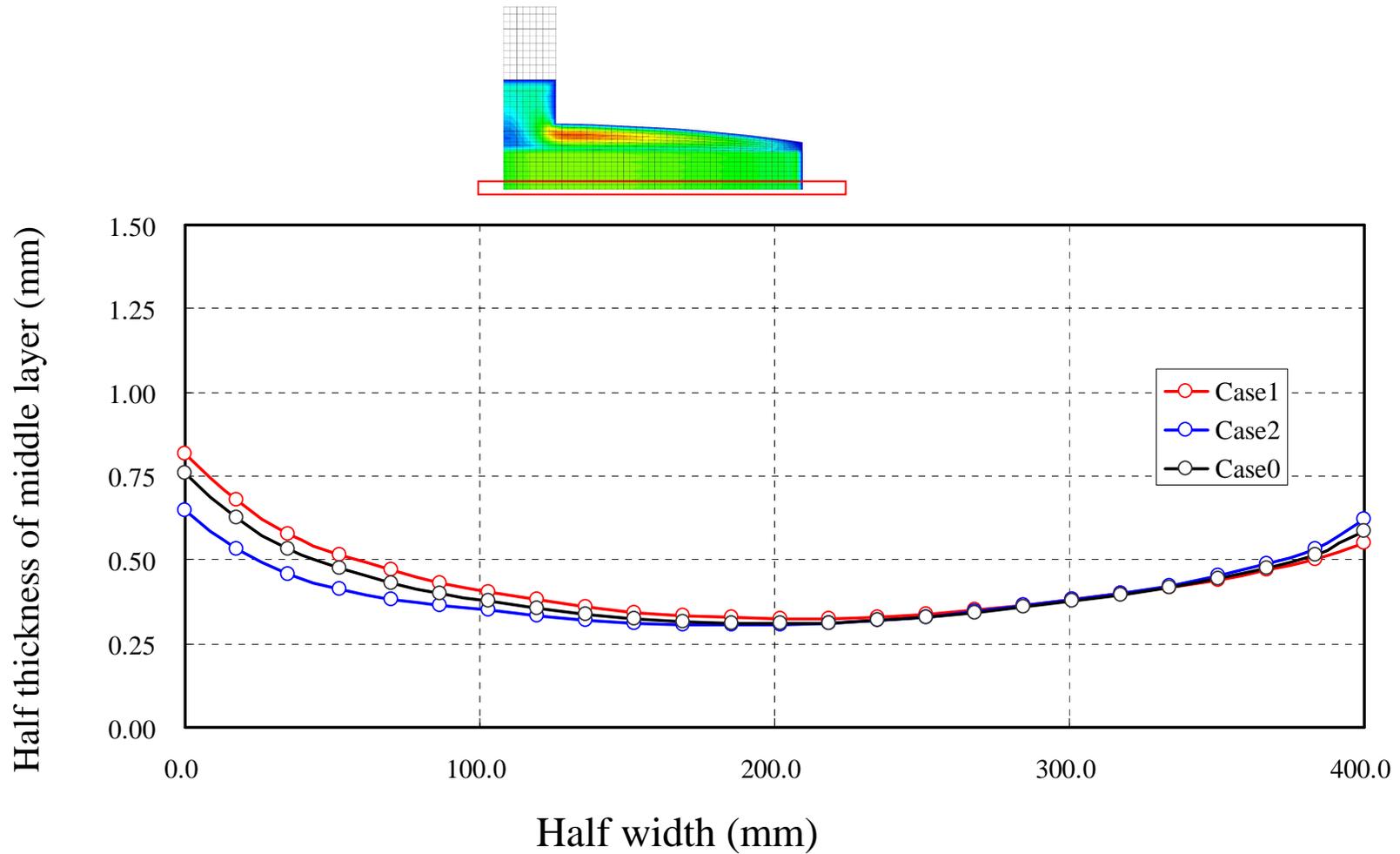
Case1 流速分布の  
スライスコンター図  
(TD/肉厚断面)



Case1 流速ベクトルの三面矢視図



## ダイリップ中央部肉厚方向流速分布解析結果の比較



## ダイリップ位置での中間層肉厚分布解析結果の比較

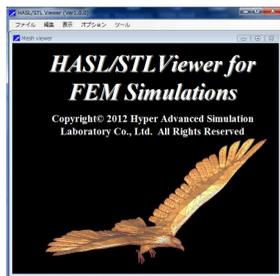
# FlowTetra

FlowTetraは、廉価版3D-CAD MOI、テトラ要素自動生成プログラムNETGEN(オープンソフト)やHASL/STL viewer for FEMと提携することで、低コストで本格的な3D熱流動解析を実現しています。

## 形状モデラー



3D CADデータ  
(STLファイル)の生成



STLファイルの編集/変換

## テトラメッシャー



STLファイルをインポートし、解析用Tetraソリッド要素を自動生成



## 流体解析システム



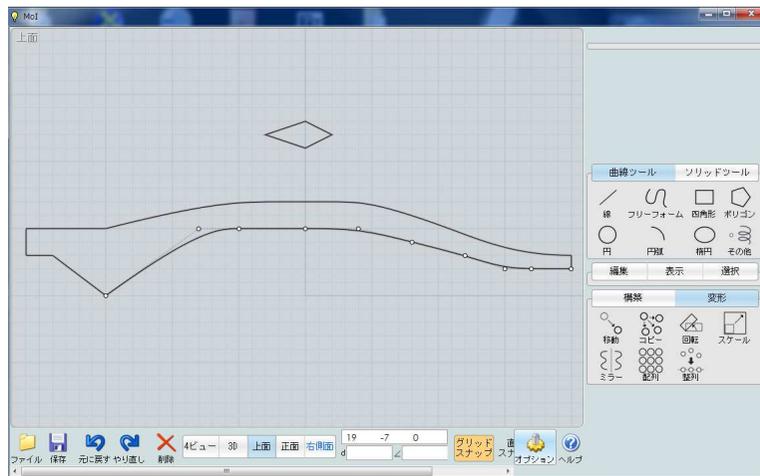
ソリッド要素(Tetra)を利用した3D熱流動解析

## 適用事例4:スパイダーダイ内流動解析

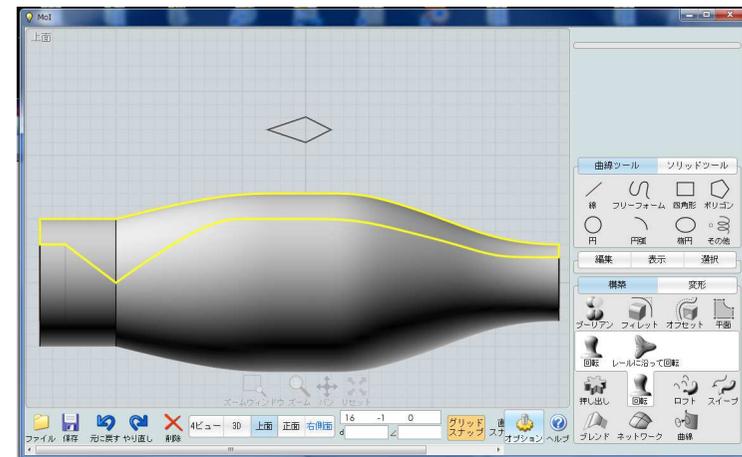
### モデル作成法:

この解析事例で採用したモデルは、MOIを利用して作成しました。MOIに限定されることなく、一般の3D-CADで作成したSTLファイルを利用することが可能です。

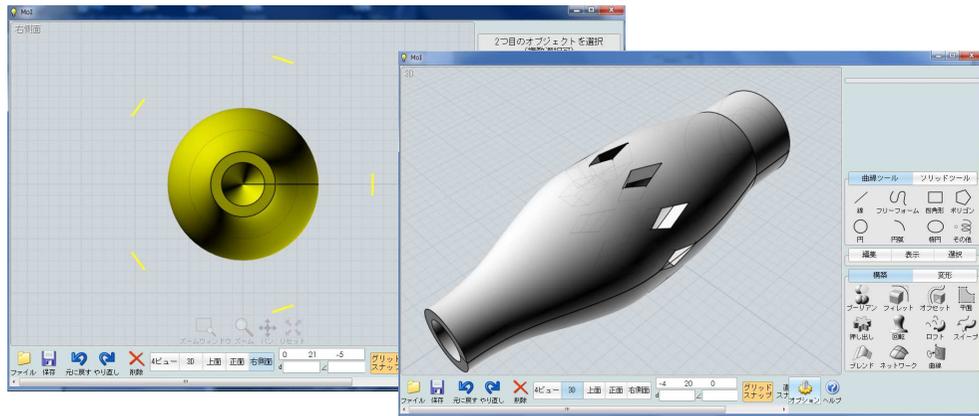
I)スパイダーダイ流路断面形状とブリッジ断面形状を定義



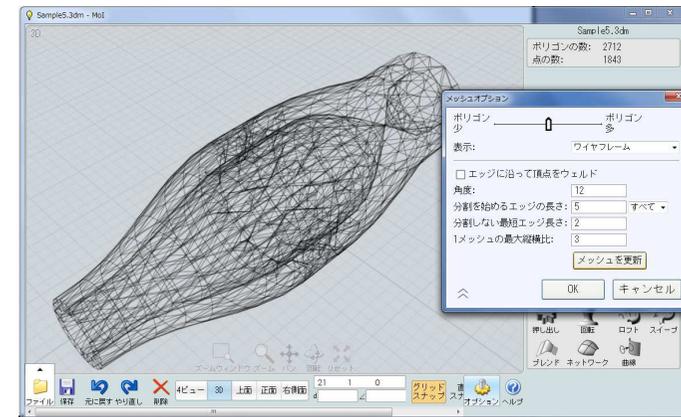
II)スパイダーダイ流路断面形状を軸周りに回転し、3Dソリッドを作成。



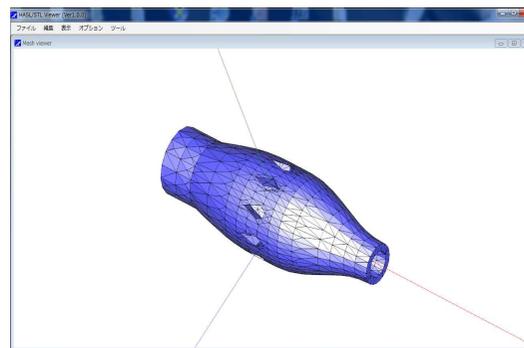
Ⅲ) ブーリアン演算機能を利用し、ブリッジ部を3Dソリッドから削除。



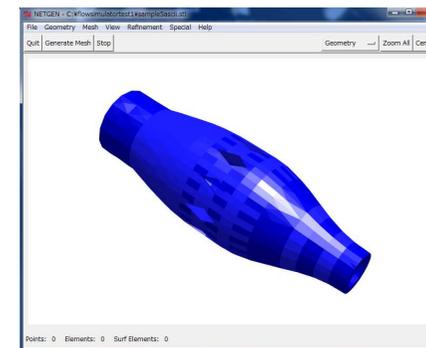
Ⅳ) 3Dソリッド情報をSTLファイル形式でエクスポート(Binaryファイル)。



Ⅴ) STLファイル (Binaryファイル)をHASL/STL viewer for FEMに読み込み、Asciiファイルに変換。変換ファイルを利用してNETGENを起動。

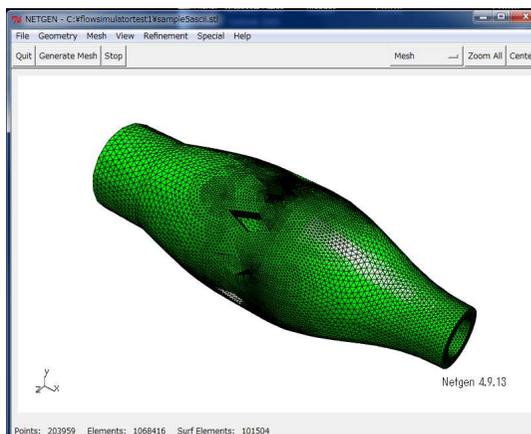


HASL/STL viewer for FEM

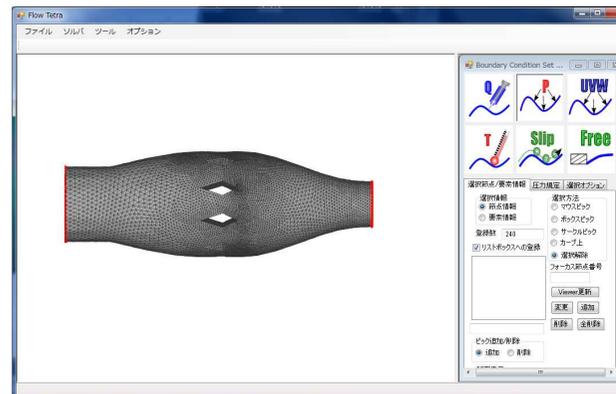


NETGEN

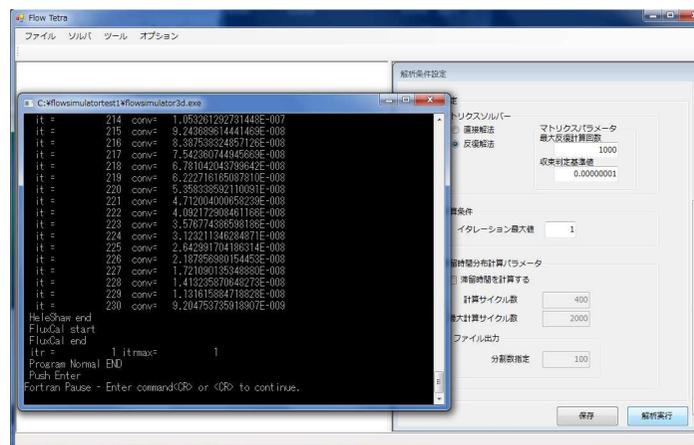
VI) NETGENを利用して自動テトラ分割。  
分割情報をエクスポート。



VII) NETGEN作成メッシュ情報を  
FlowTetra GUIにインポートし、適切な  
熱流動境界条件を設定。

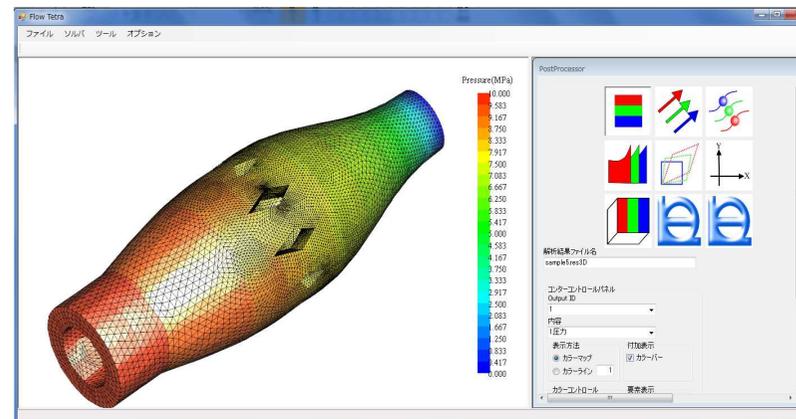


VIII) FlowTetraソルバーを起動し、熱流動解析を実施。

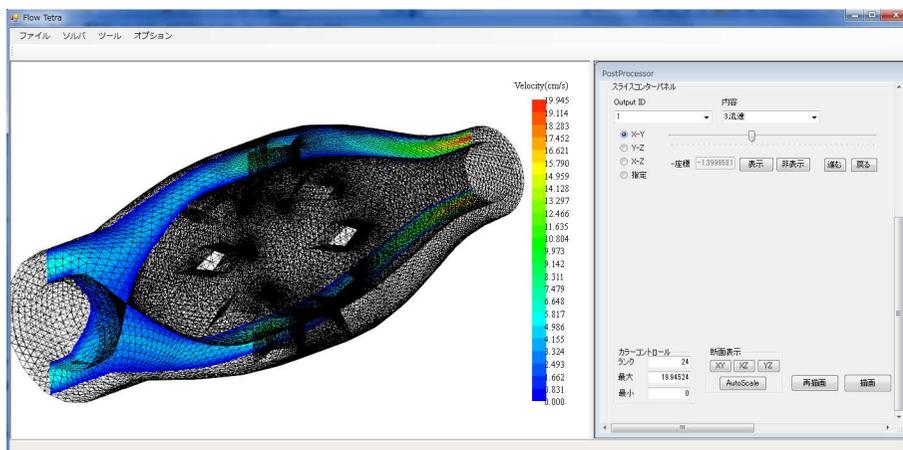


# スパイダーダイ内流動解析結果

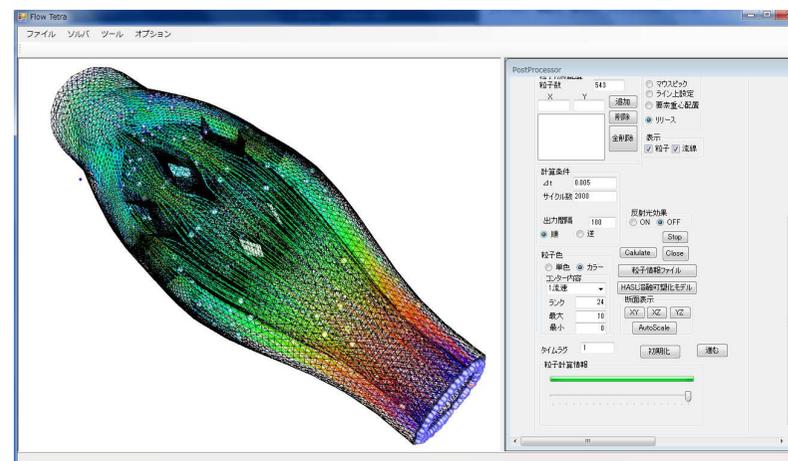
FlowTetraには、HASL社開発の反復法マトリクスソルバーを採用しています。1068416要素、203959節点規模の解析モデルの所要時間は、1イタレーション当たり2分以内です。



圧力コンター表面図



流速スライスコンター図



ストリームライン図

---

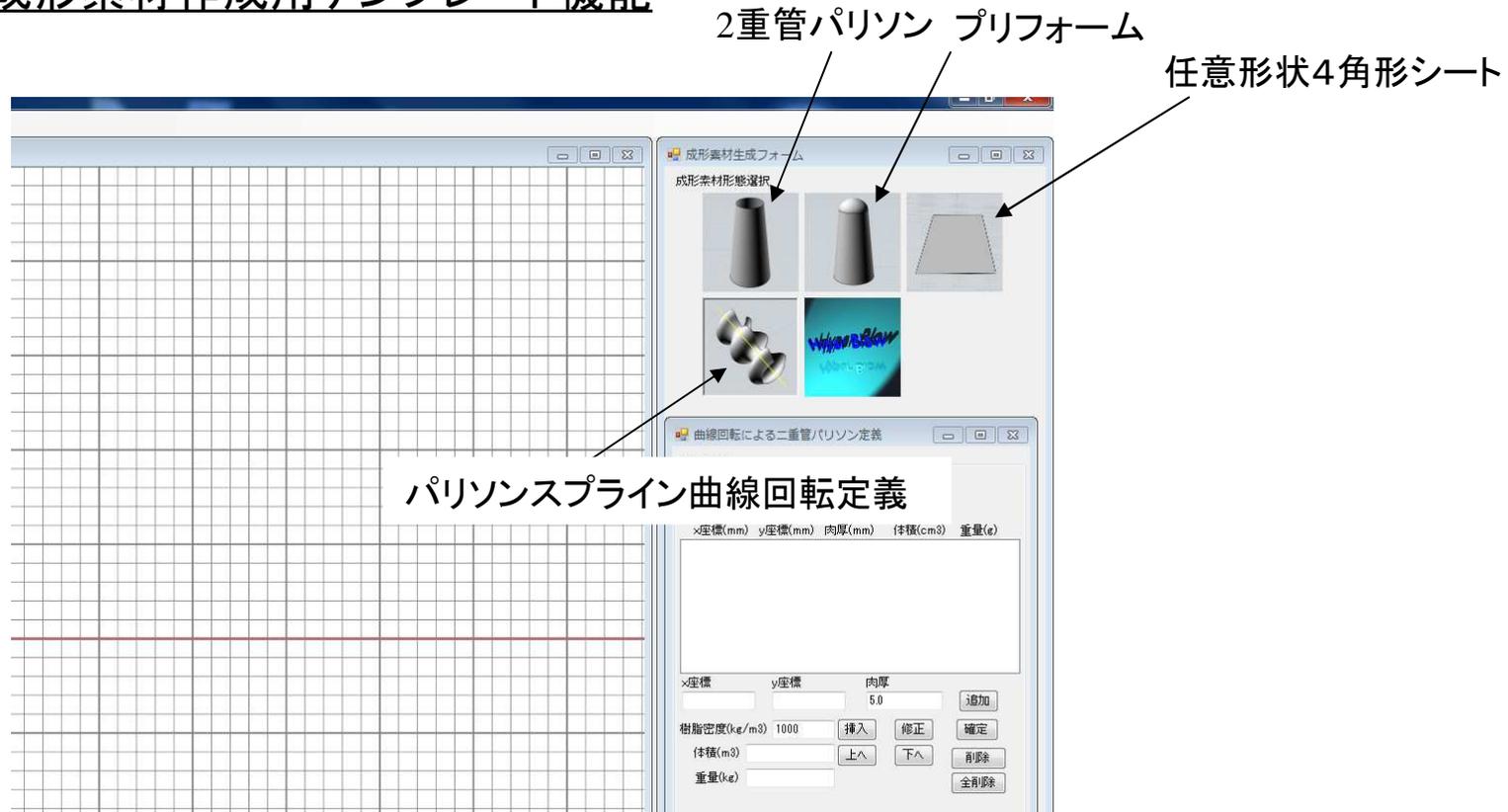
# HASL/Hyperblow

## 先端的ブロー成形解析システム

## 特徴

### ★専用プリポスト一体型ブロー成形シミュレータ

#### 成形素材作成用テンプレート機能



# パリソンスプライン曲線回転定義機能を利用したパリソンメッシュ生成例

スプライン曲線で定義されたパリソン外径形状(コントロールポイントをマウス操作により自由に変形可能)

コントロールポイントの座標

各セグメントの体積

各セグメントの重量

x座標(mm)	y座標(mm)	肉厚(mm)	体積(cm <sup>3</sup> )	重量(g)
10.	25.	2.5	0.	0
52.86684	20.30451	2.5	15.45492	15.45492
94.67587	18.03767	2.5	12.78735	12.78735
149.1809	17.21857	2.5	15.08254	15.08254
187.9528	22.54271	2.5	15.23057	15.23057
260.8181	30.32413	2.5	21.36118	21.36118

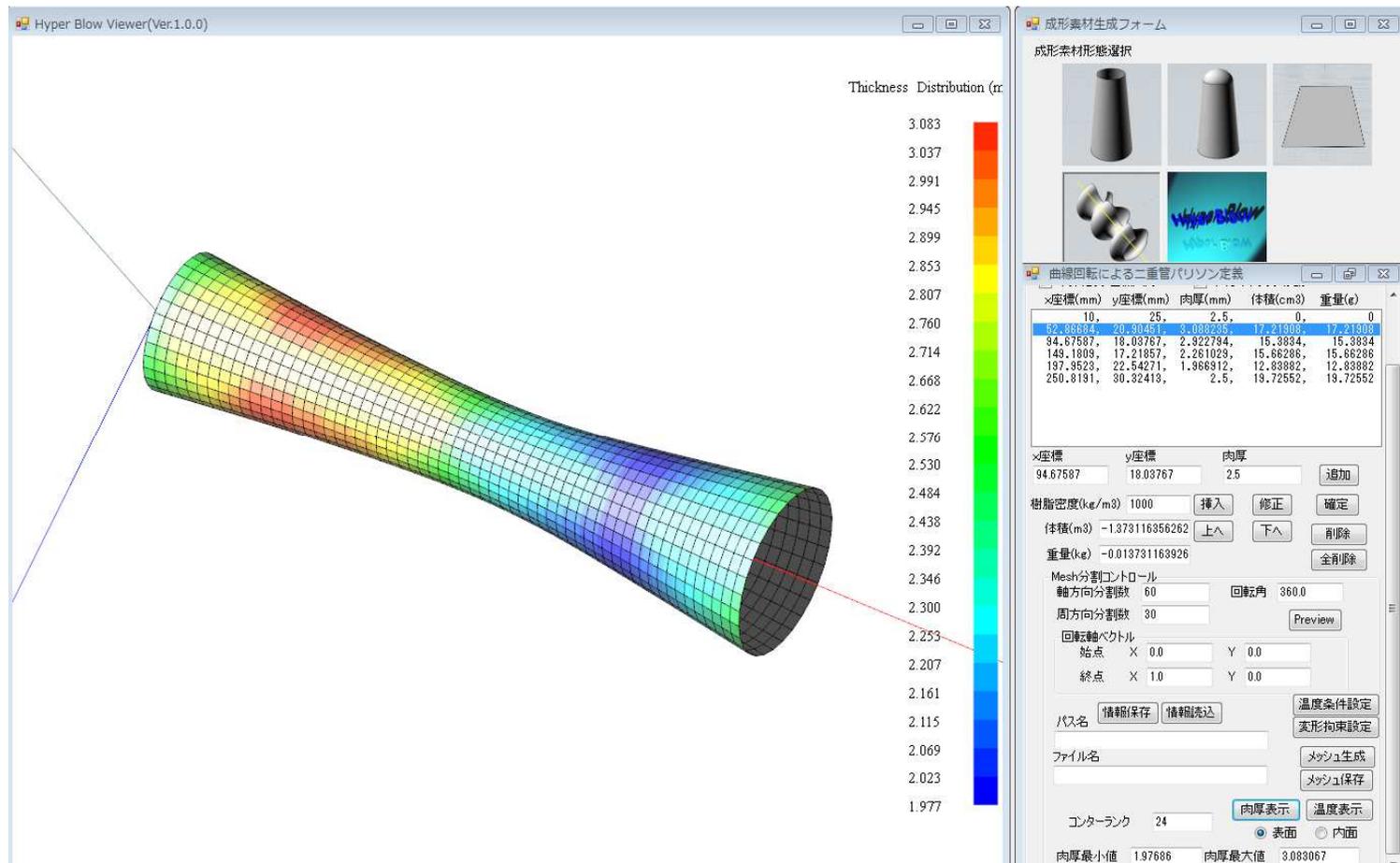
## パリソン肉厚も肉厚変更ポップアップフォームの操作により容易に変更可能

肉厚変更のポップアップメニュー

更新情報を生成用メインフォームの入力情報と連動

x座標(mm)	y座標(mm)	肉厚(mm)	体積(cm <sup>3</sup> )	重量(g)
10	25	2.5	0	0
52.86684	20.30451	3.088235	17.21808	17.21808
94.67587	18.03767	2.822784	15.38834	15.38834
149.1809	17.21857	2.281029	15.86286	15.86286
197.9529	22.54271	1.963912	12.83882	12.83882
250.8191	30.82413	2.5	18.72552	18.72552

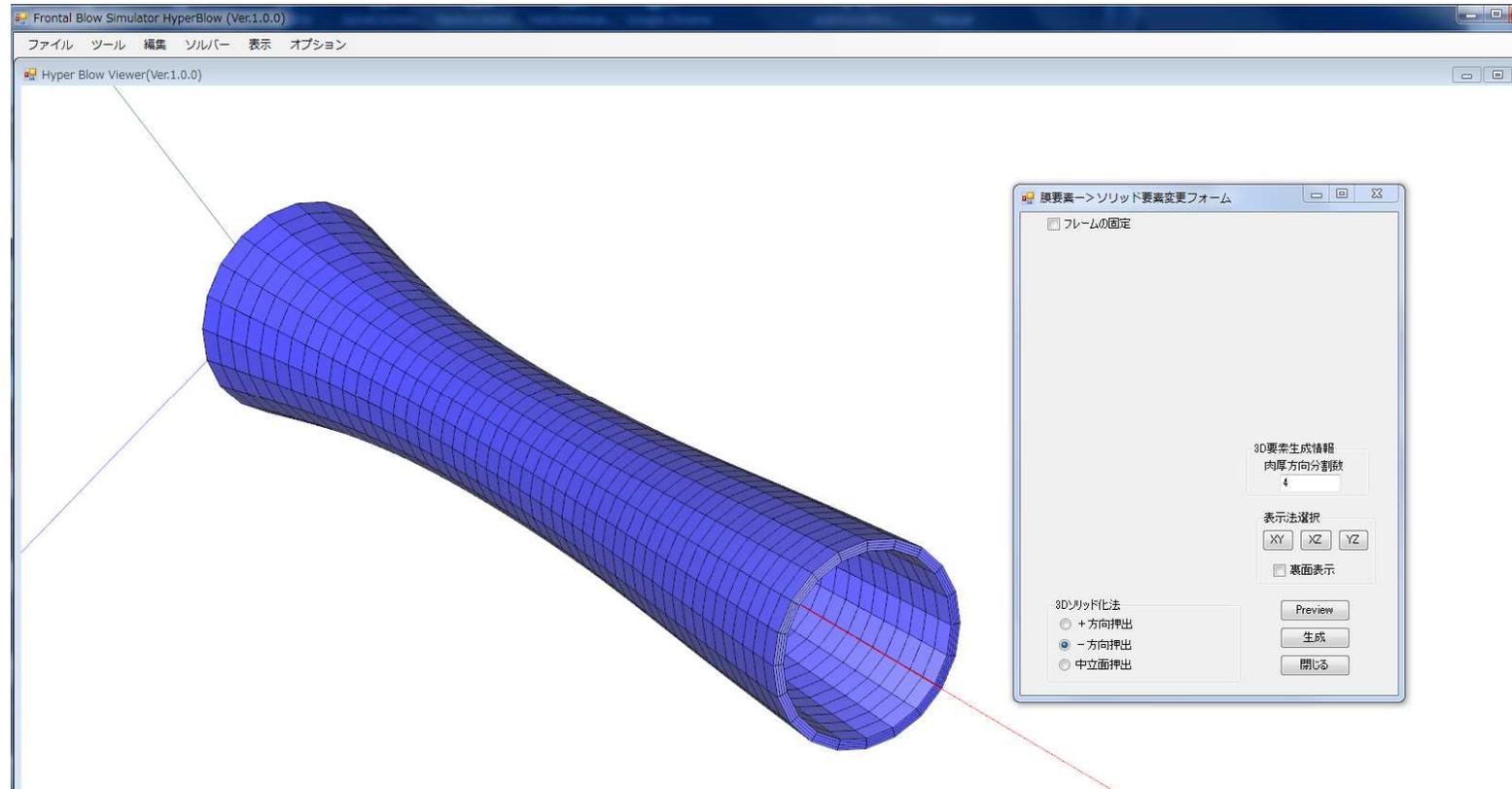
体積初期値(m <sup>3</sup> )	体積更新値(m <sup>3</sup> )	重量更新値(kg)	質量増減(g)
-1.37311685626247E-05	-1.34179863380268E-05	0.0807364524731636	0.313088297849393



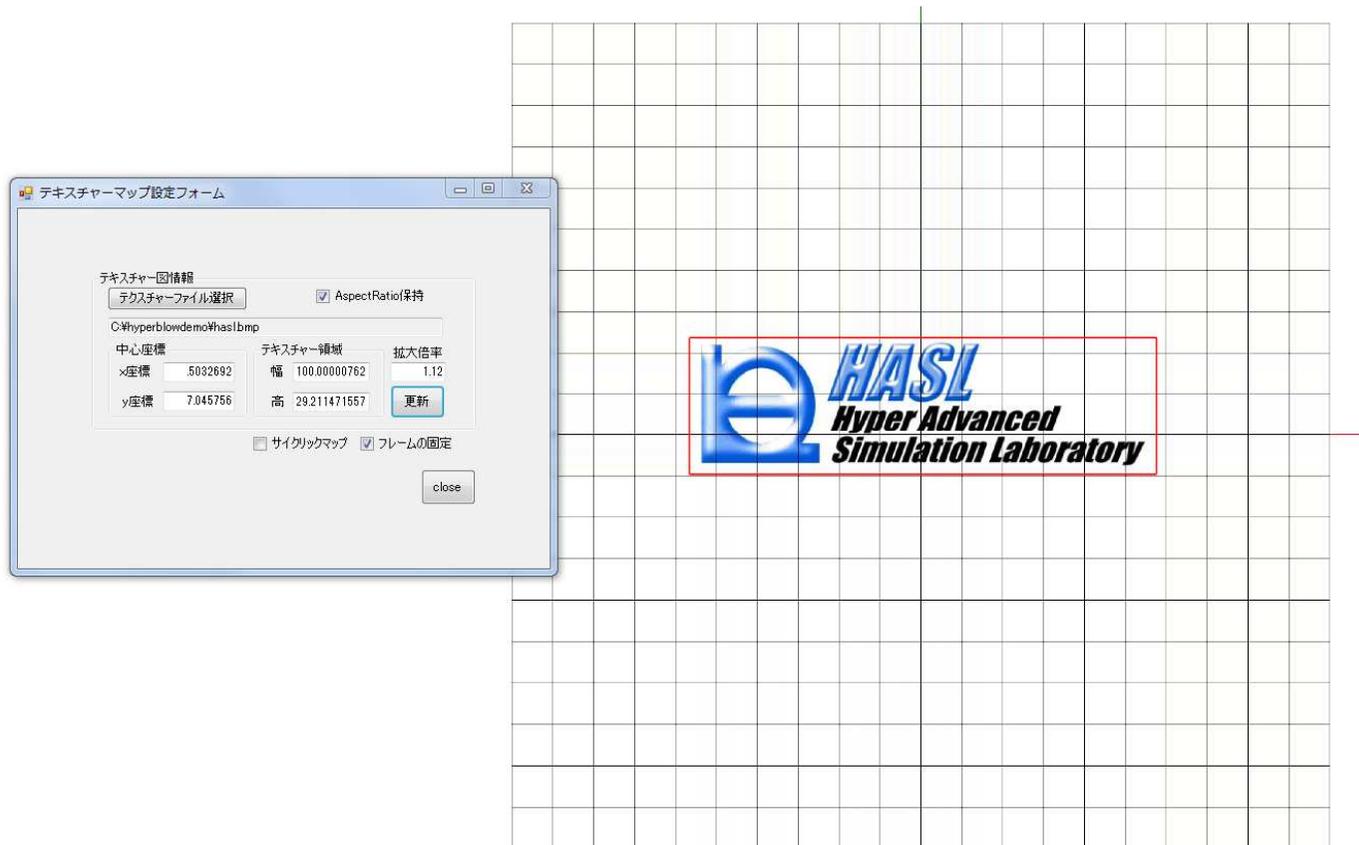
スプライン曲線回転によるバリソン生成例(カラーは設定肉厚を表す)

# ブロー成形シミュレーション向き要素編集機能

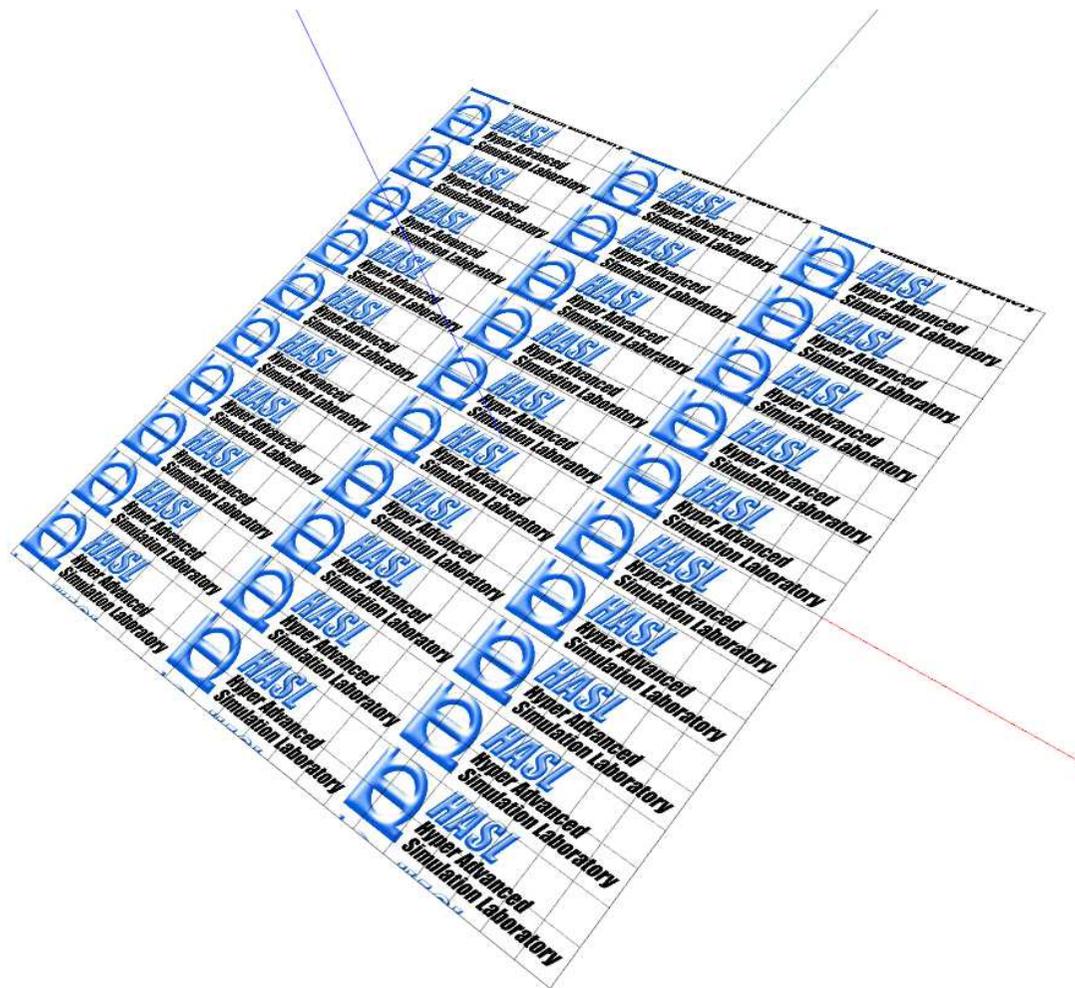
## Membrane⇒Solid要素の自動変換機能



## Texture Map (BMPファイルの成形素材への貼り付け)機能



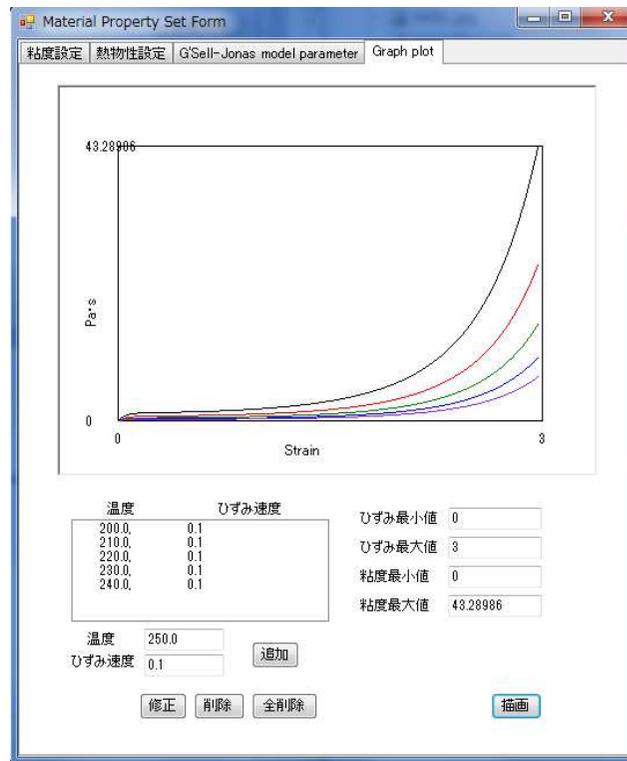
BMPファイル画像をマウス操作により自由に拡大/縮小/移動可能



Cyclic texture mapを施したシート状成形素材の生成例

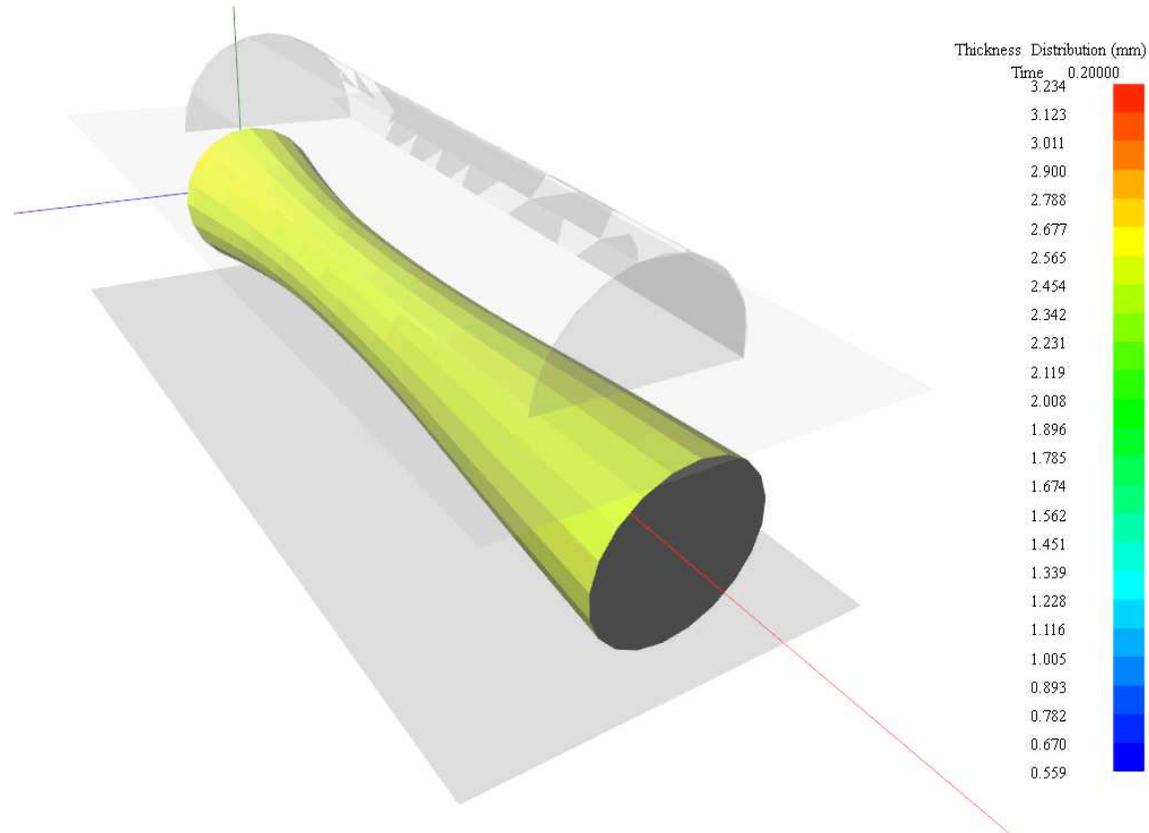
## 材料モデル

ひずみ及びひずみ速度依存性を考慮可能な  
G'sell Jonas visco-plastic モデルをサポート

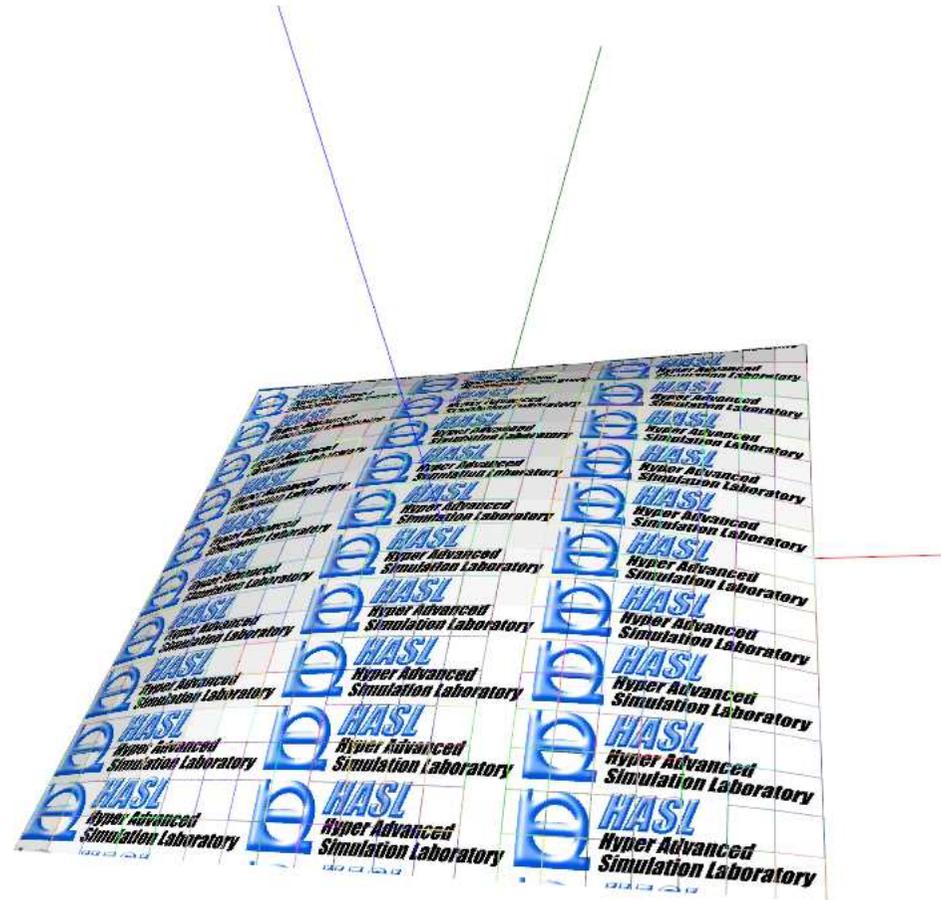


# ブロー成形シミュレーション用ポスト機能

## 各種非定常結果のアニメーション機能

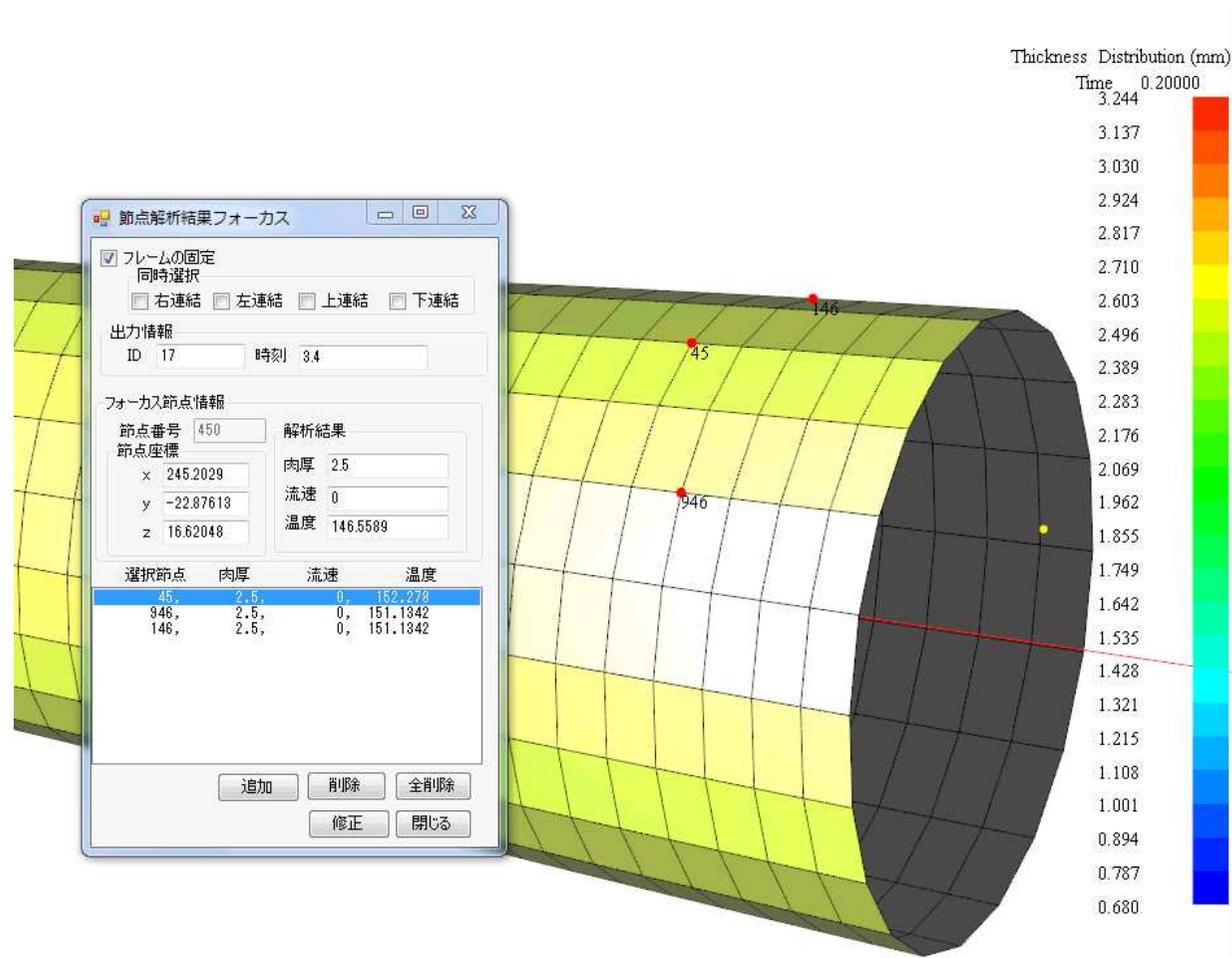


肉厚/変形速度/温度分布のアニメーション



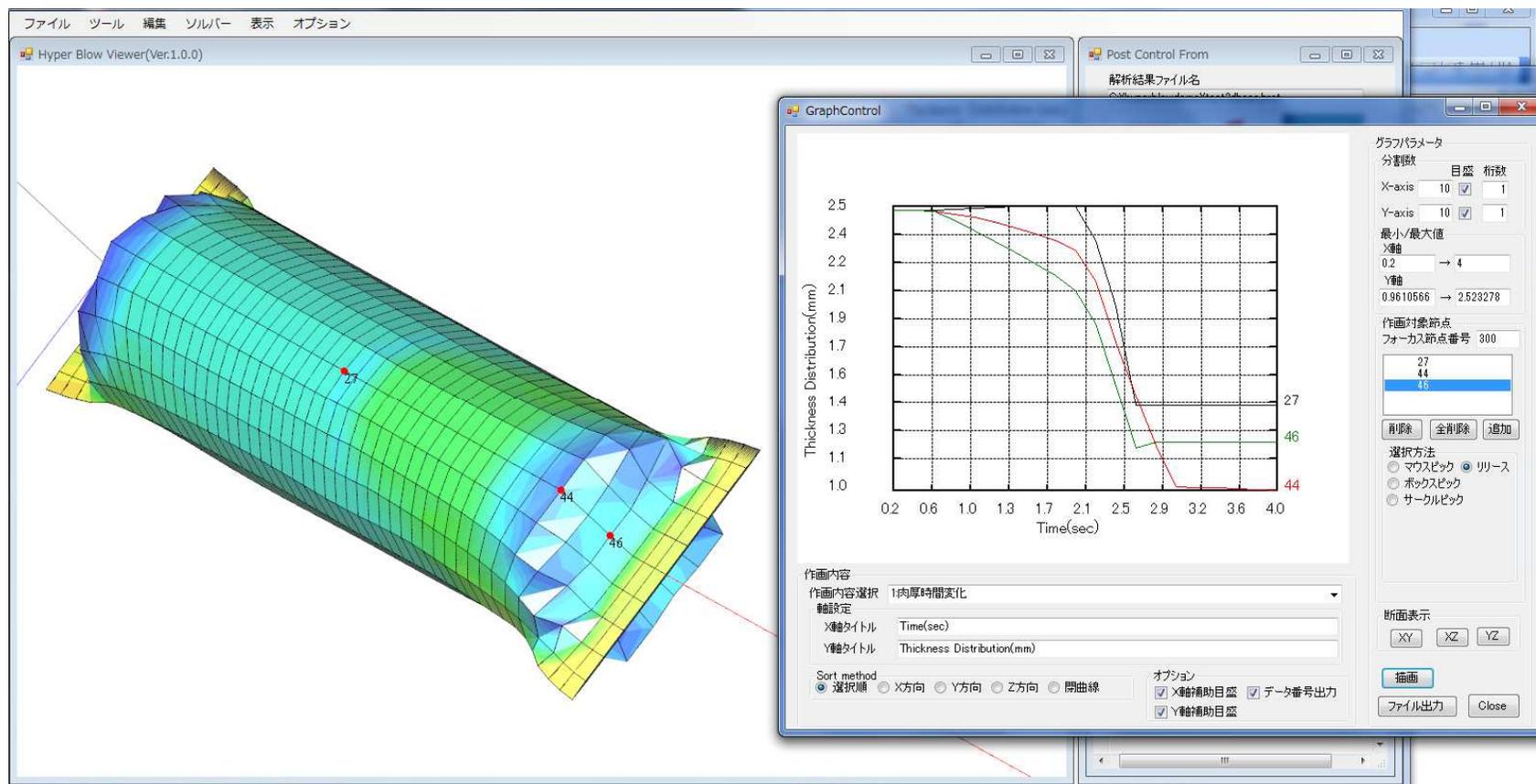
## Texture変形のアニメーション

# ノードトレーサ機能

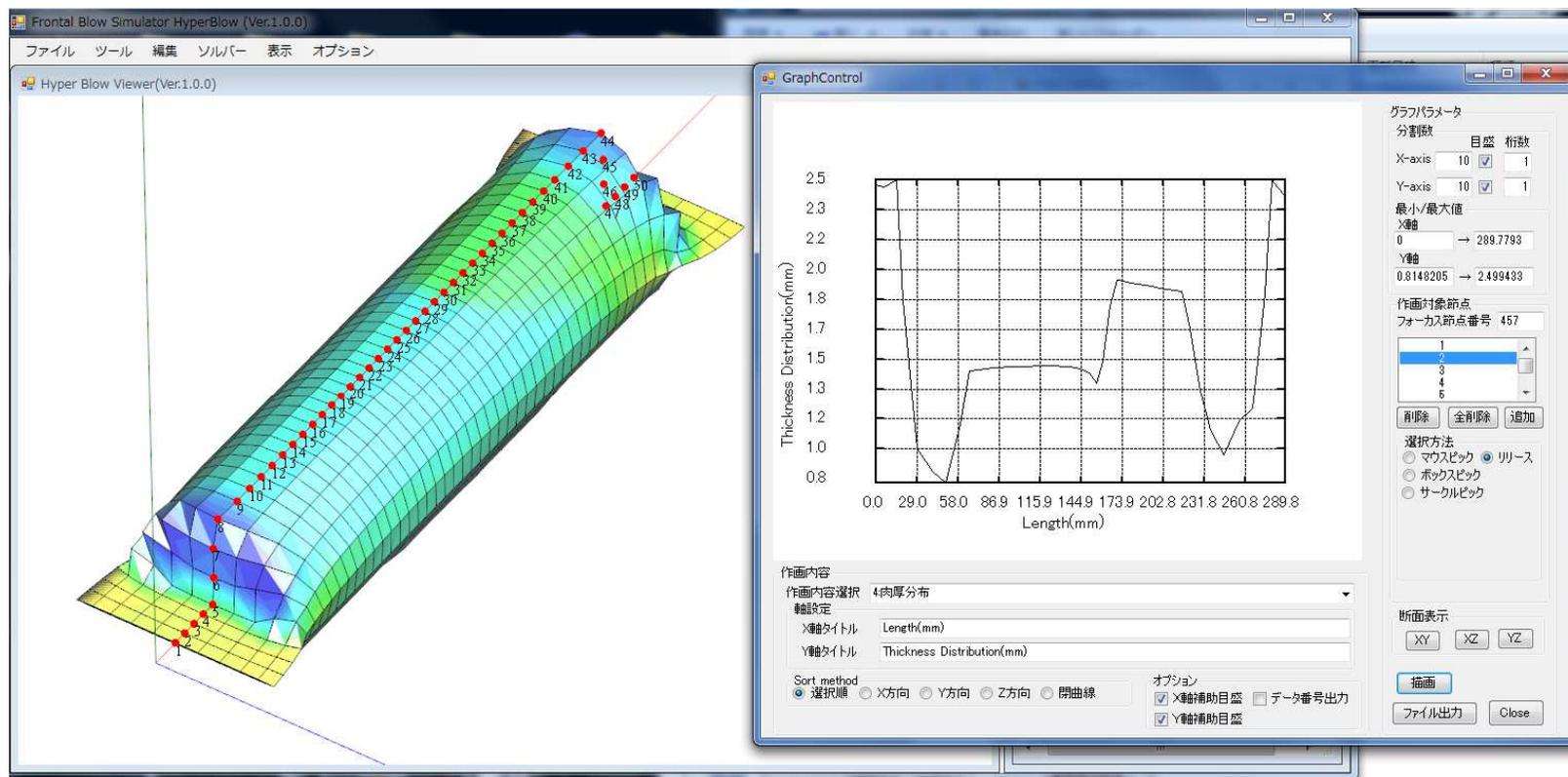


選択ノードの位置を表示しながらその計算量をリスト出力

## 各種グラフ出力機能



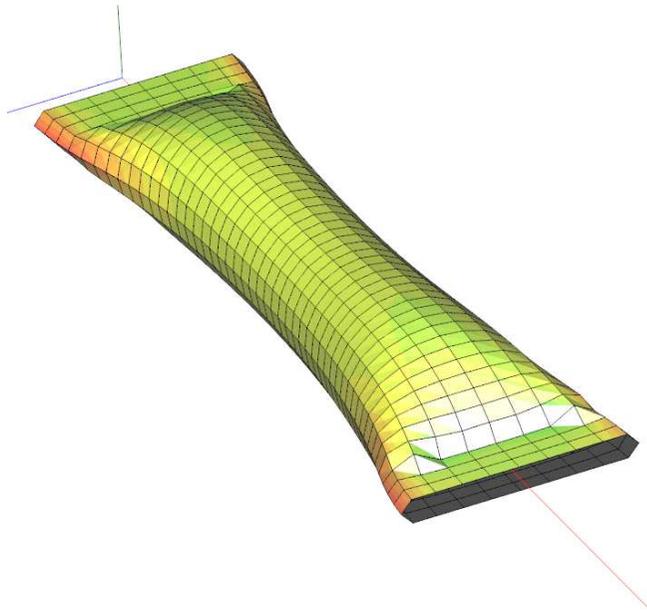
計算量の時間変化



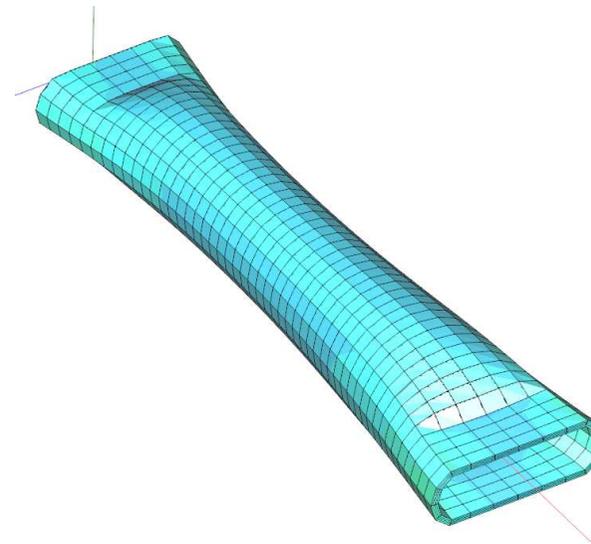
計算量の空間分布図(経路をマウス操作により容易に選択可能)

---

## ブロー成形シミュレーション用粘塑性体大変形解析プログラム

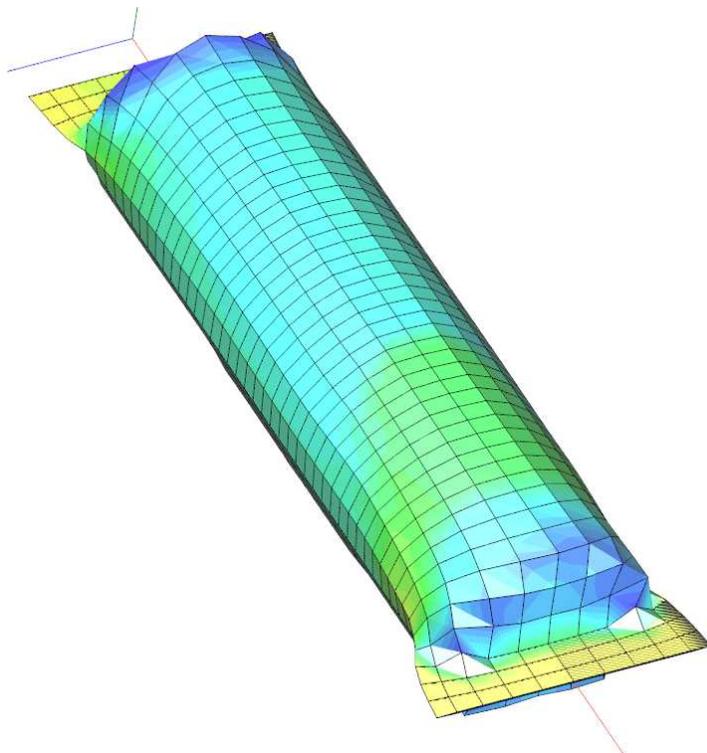


Full membrane

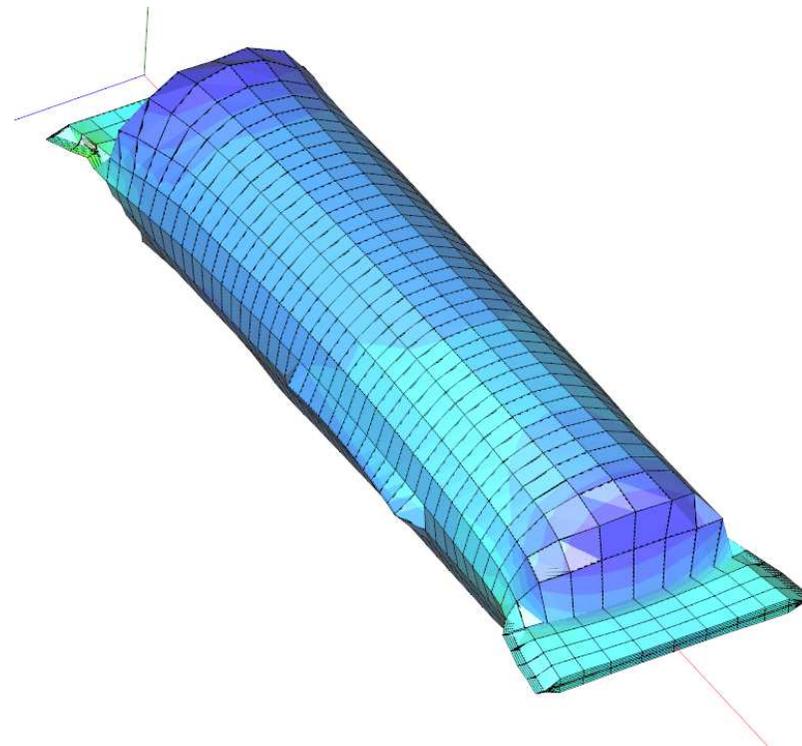


Full solid

型締終了直前



Full membrane



Full solid

ブローアップ終了時

---

Extrusion Blow  
Molding Simulation  
by HyperBlow

Pattern Deformation  
Simulation by HyperBlow

Thermoforming Simulation  
by HyperBlow

解析結果のアニメーション図

---

# HASL/TwinScrewsimulator

## 二軸スクリュ押出機専用FEM/FAN 解析プログラム

財団法人 東京都中小企業振興公社 殿

**平成23年度 新製品・新技術開発助成事業申請  
採択プロジェクト開発成果**

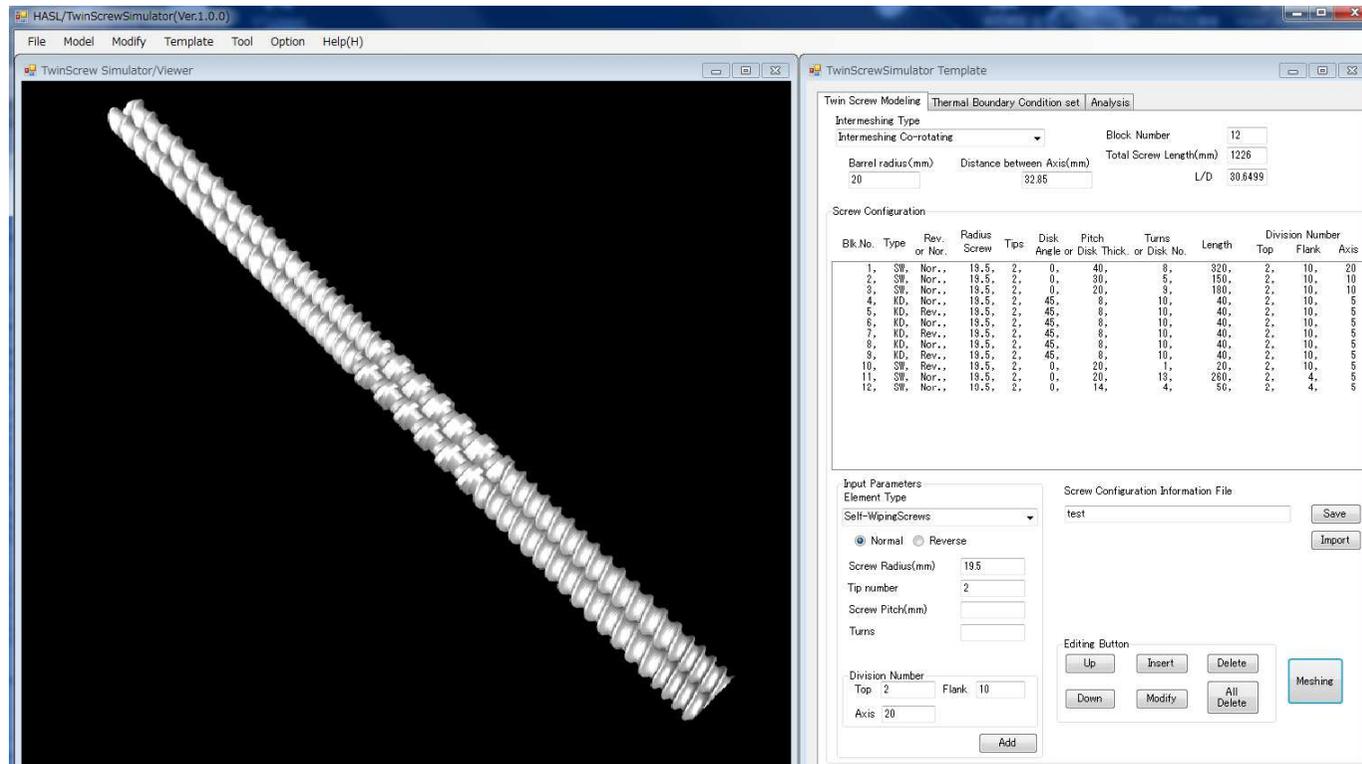
当解析システムはβ版のプレリリース  
が可能な状況です。正規版は2013/4～  
にリリース開始予定。

HASL/TwinScrewSimulatorには下表に示す解析機能を実装しました。用途と計算コストに応じて、各機能を使い分けることが可能です。

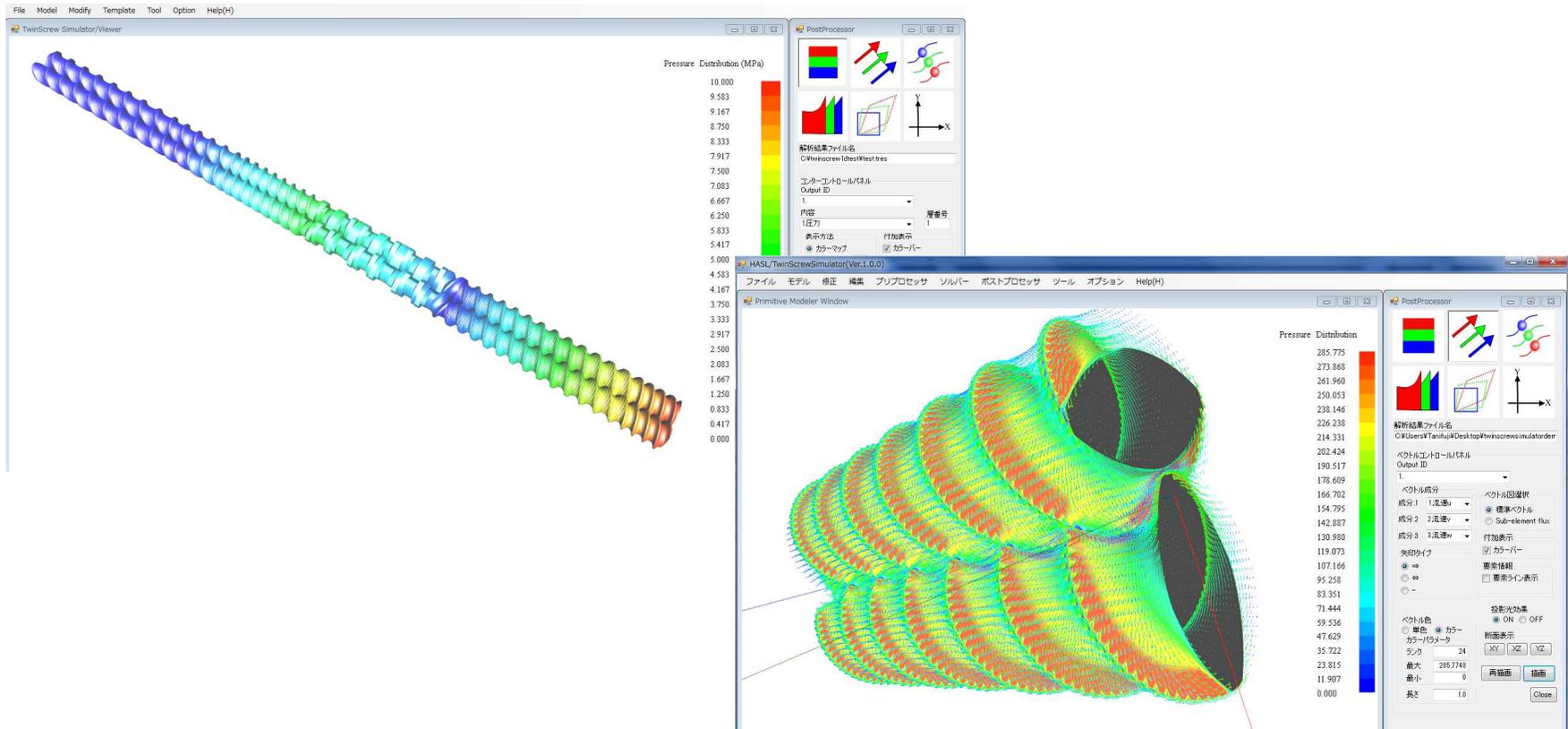
### 二軸押出機解析システム解析機能一覧

構成要素	モデル次元	解析法	用途	計算負荷	計算時間	精度	運用性
熱流動解析プログラム	1D	FAN	全域解析に対応(但し熔融可塑化状態は解析対象外)。スクリュ軸方向に対する圧力/流速/温度/充填率分布の定量化。	小	数分以内	低	易
	2.5D	FEM	全域解析に対応(但し熔融可塑化状態は解析対象外)。スクリュ展開モデルに対する圧力/流速/温度/充填率分布の定量化。	中	数十分以内	中	中
	3D	FEM	熔融体輸送領域に対応。当該領域内3次元熱流動場/混合効率の定量化。	大	数時間以内	高	難

解析に際して障害になる複雑形状の二軸スクリーュー押出機を効率的に処理する専用プリプロセッサや解析結果を図化処理するための専用ポストプロセッサが実装されています。

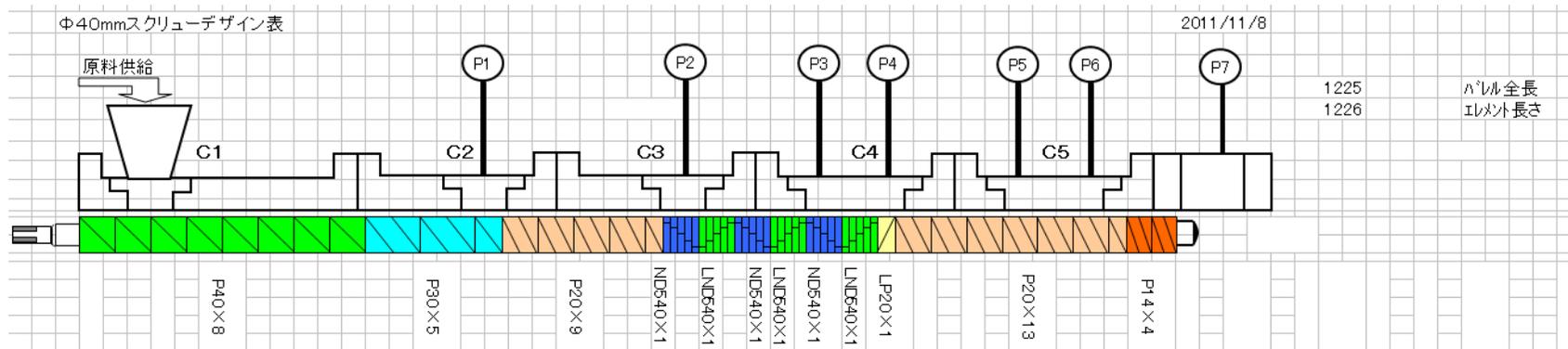


専用プリプロセッサを利用した二軸スクリーュー押出機解析モデル作成例

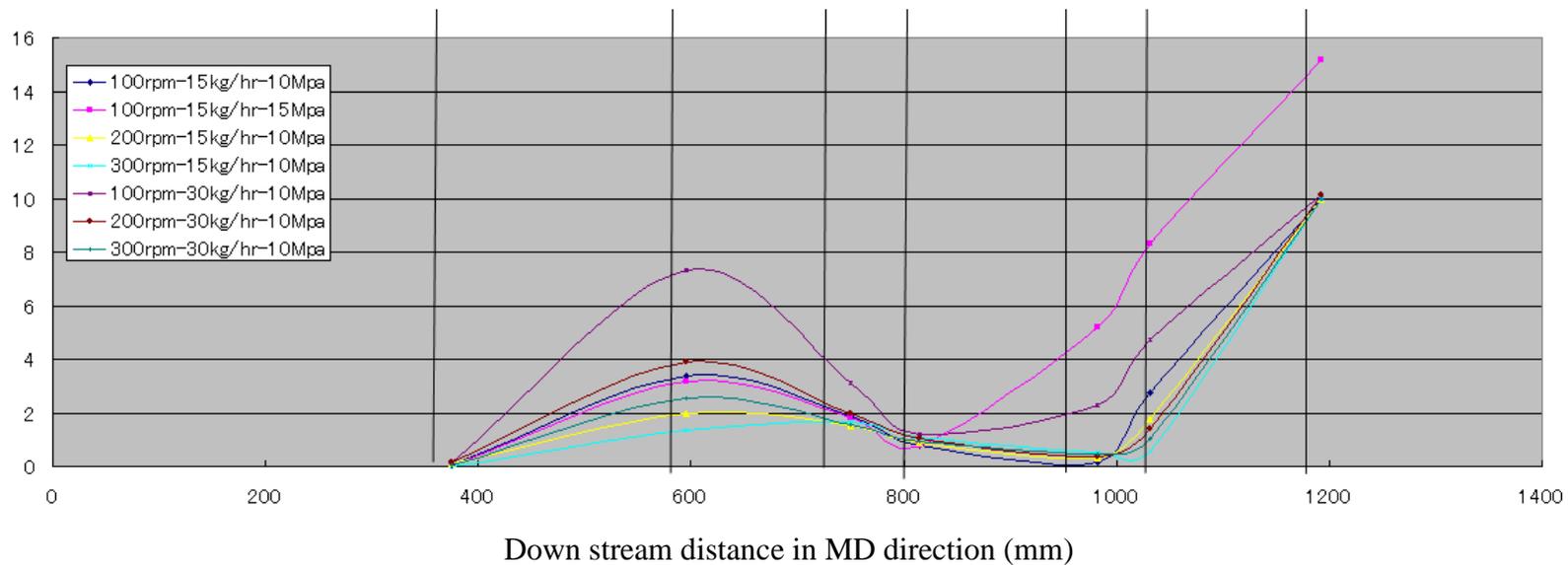


専用ポストプロセッサを利用した二軸スクリュ押出機解析結果表示例  
(圧力分布とセルフワイピング部3D流速ベクトルの拡大図)

## 適用事例：実測データを利用した検証解析



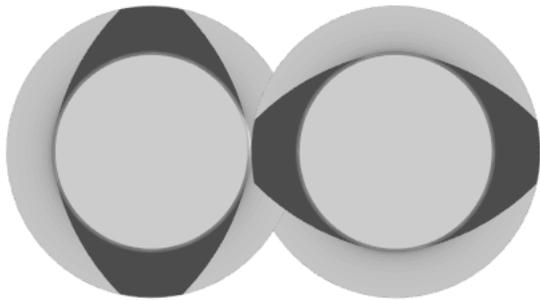
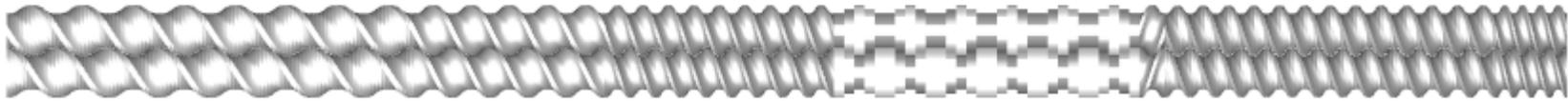
実測データの収集で利用した二軸スクリュエメント構成  
(実測データの収集は、プラスチック工学研究所殿に依頼)



## 二軸スクリュ内圧力分布(MD方向、バレル設定温度180°C条件)

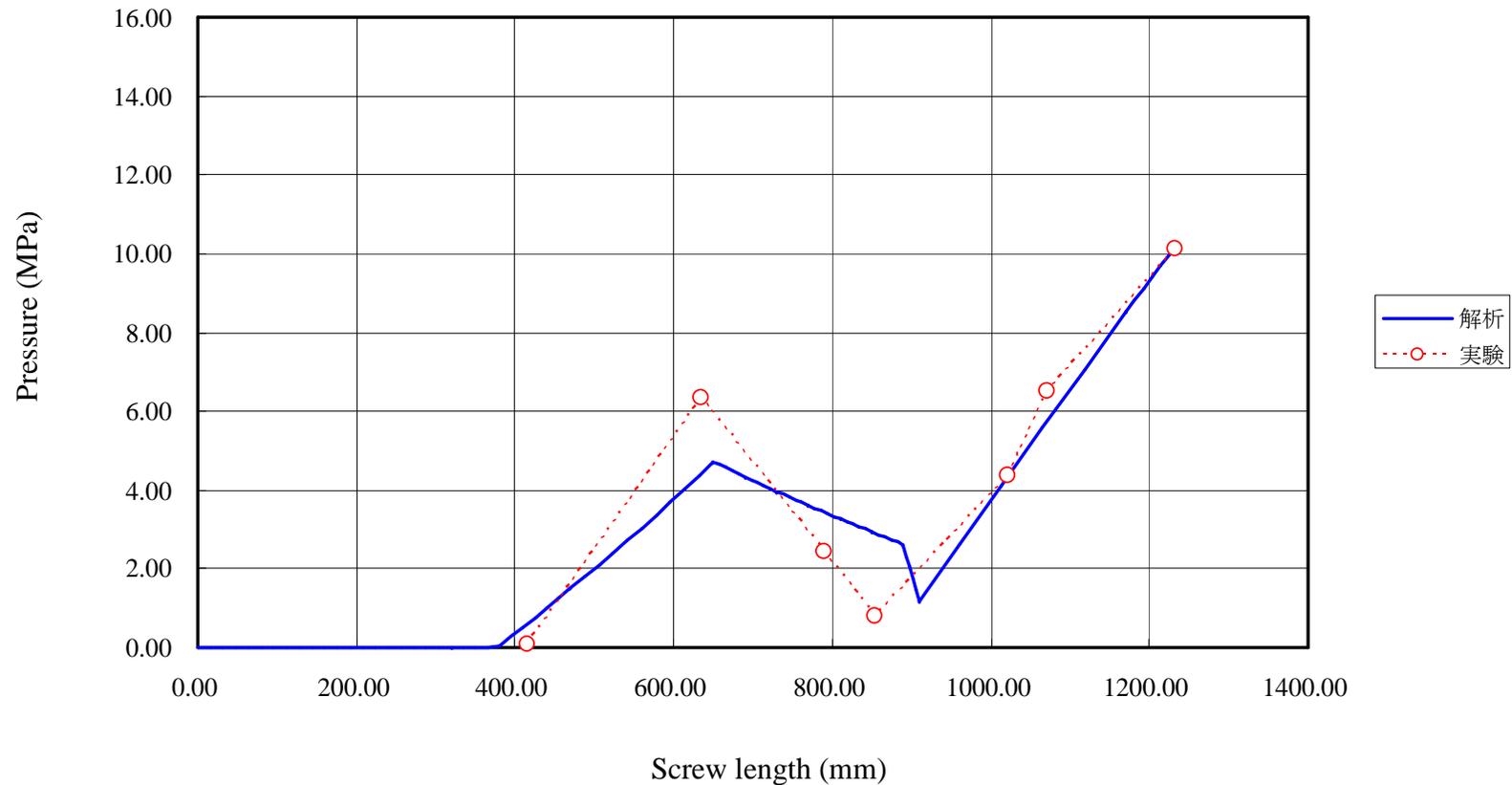
実測データ収集用二軸スクリュ押出機を表現  
 するための専用プリプロセッサへの入力情報(12  
 ブロックエレメントより構成)

Blk.No.	Type	Rev. or Nor.	Radius Screw	Tips	Disk Angle or	Pitch Disk Thick.	Turns or Disk No.	Length	Division Number		
									Top	Flank	Axis
1,	SW,	Nor.,	19.5,	2,	0,	40,	8,	320,	2,	10,	20
2,	SW,	Nor.,	19.5,	2,	0,	30,	5,	150,	2,	10,	10
3,	SW,	Nor.,	19.5,	2,	0,	20,	9,	180,	2,	10,	10
4,	KD,	Nor.,	19.5,	2,	45,	8,	10,	40,	2,	10,	5
5,	KD,	Rev.,	19.5,	2,	45,	8,	10,	40,	2,	10,	5
6,	KD,	Nor.,	19.5,	2,	45,	8,	10,	40,	2,	10,	5
7,	KD,	Rev.,	19.5,	2,	45,	8,	10,	40,	2,	10,	5
8,	KD,	Nor.,	19.5,	2,	45,	8,	10,	40,	2,	10,	5
9,	KD,	Rev.,	19.5,	2,	45,	8,	10,	40,	2,	10,	5
10,	SW,	Rev.,	19.5,	2,	0,	20,	1,	20,	2,	10,	5
11,	SW,	Nor.,	19.5,	2,	0,	20,	13,	260,	2,	4,	5
12,	SW,	Nor.,	19.5,	2,	0,	14,	4,	56,	2,	4,	5

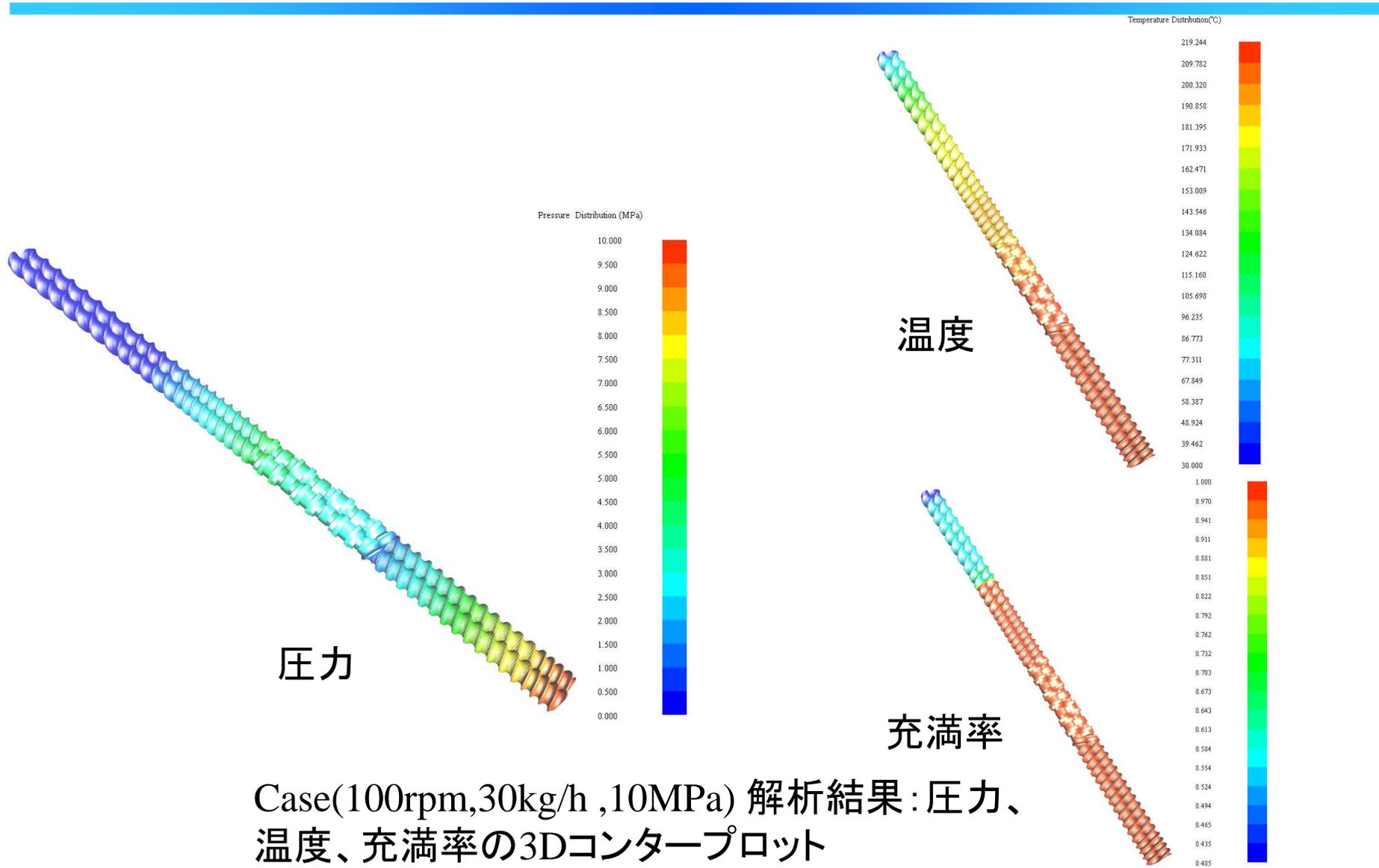


## 検証解析用モデル

## 検証解析結果の一例



Case(100rpm,30kg/h ,10MPa)軸方向圧力分布解析結果(青色実線)と実験値(赤色○シンボル)の定量比較グラフプロット



---

## まとめ

1) HASL/TwinScrewsimulatorに実装されている解析機能は高速且つロバストであり、数多くのケーススタディを効率的に処理します。

2) 二軸スクリュウ押出機の基本性能の検討の際に有効になる押出機内の圧力分布、温度分布、充満率分布の予測が可能です。

3) 検証解析結果では、定性的に予測される通り、スクリュウ回転数の増加に伴って押出機内の温度が上昇する傾向が示されます。また、背圧や押出量を一定にした条件下では、スクリュウ回転数の上昇に伴って、未充満領域が拡大します。逆に回転数を一定とした条件下において、背圧の上昇あるいは押出量の増加は未充満領域を縮小させる向きに作用します。当然のことながら、低回転数条件下で高押出量を達成できるスクリュウデザインが未充填領域の縮小や温度上昇を抑制する上で好ましいことを解析結果は示唆しています。