

---

# NextruCAD/Advance(Ver2.0.0)

## 改良開発成果報告



2011/10/7

株式会社HASL

## 改良開発・バグフィックスの内容

- ①マルチブロックメッシュ採用時の圧力規定条件への対応(追加機能)
- ②リード無限大(ストレートタイプ)ミキシングエレメントへの対応(追加機能)
- ③代表経路(スクリュ軸方向経路上)圧力、平均温度、平均流速分布の自動グラフ化(追加機能)
- ④グラフィックメモリーオーバーに伴うシステムフリーズの解消、及びウインドウリサイズ時の自動再描画機能追加(バグフィックス、追加機能)
- ⑤スクリュ面側温度境界条件の断熱条件以外への対応(バグフィックス)

# 改良開発成果とその運用方法

## ①マルチブロックメッシュ採用時の圧力規定条件への対応(追加機能)

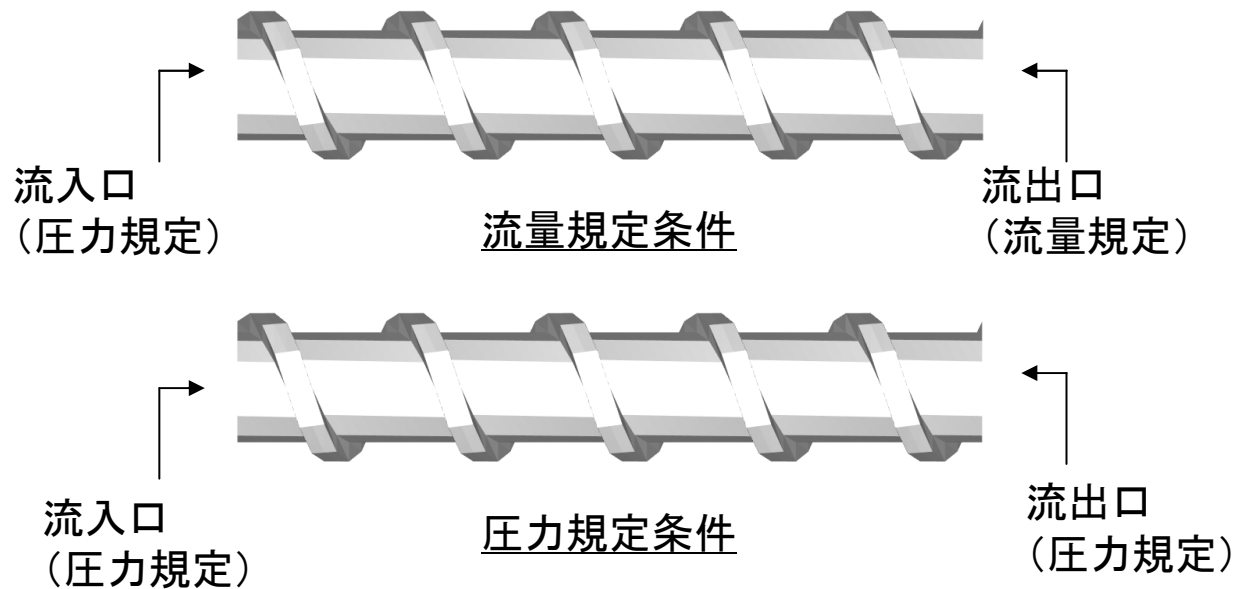


図1 境界条件

## 圧力規定境界は粘性流体解析の際にのみ有効

境界条件の選択  
ラジオボタン

The screenshot displays a software configuration window with various tabs and input fields. A red box highlights the '流出境界条件' (Outlet Boundary Condition) section, which contains two radio buttons: '流量規定' (Flow Rate Specified) and '圧力規定' (Pressure Specified). The '流量規定' option is currently selected. To the right of these radio buttons, a red text label reads '流入口は圧力規定境界に固定' (Inlet is fixed to pressure specification boundary). Below the radio buttons are several input fields for flow rate, inlet/outlet pressure, inlet temperature, and screw rotation speed. The '圧力規定' option would allow for specifying inlet and outlet pressures. Other sections include '熱流動計算コントロールパラメータ' (Thermal flow calculation control parameters) with fields for iteration counts and model selection (2.5D or 3D), and '計算時間パラメータ' (Calculation time parameters) with fields for time step, cycles, and maximum cycles. At the bottom, there are fields for the output file name and interval, along with '保存' (Save) and '実行' (Execute) buttons.

図2 境界条件の選択

## Multi-Blockモデル、溶融可塑化(Tadmor)モデル採用時の圧力規定問題に対応するために新規計算アルゴリズムを導入

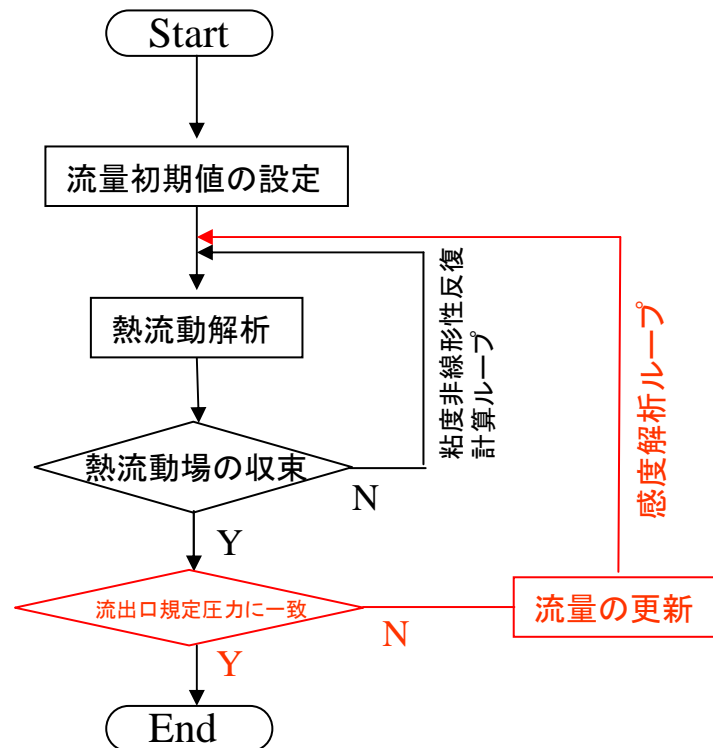


図3 感度解析計算フロー

## 流量更新式

$$q^{new} = q^l + \frac{q^l - q^{l-1}}{p^l - p^{l-1}} (p_{assign} - p^l),$$

$$q^{l+1} = \omega_q q^{new} + (1 - \omega_q) q^l$$

ここで、

$q^l$  : 感度解析/ステップ時に設定される流量

$p^l$  : 感度解析/ステップ時に計算される流出口平均圧力

$p_{assign}$  : 流出口に設定される規定圧力

$\omega_q$  : 流量計算の緩和係数

## 圧力規定条件対応自動感度解析機能の運用方法

① 流量規定を選択

② 初期流量を設定

③ 流入出口の圧力を設定

④ Ver.2.0.0で新たに実装された感度解析用計算パラメータの設定ボタン

図4 Ver2.0.0解析プログラム実行タブメニュー

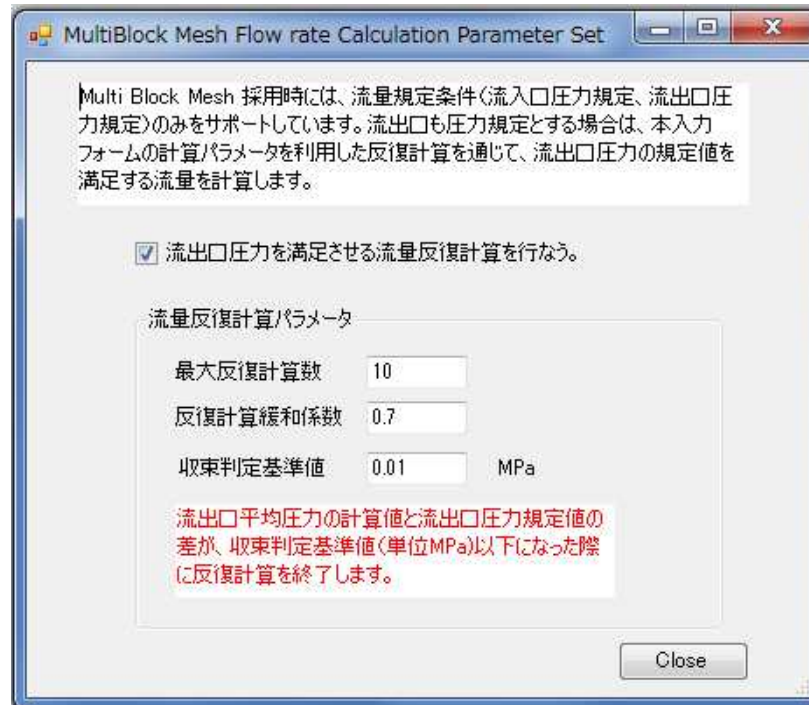


図5 感度解析反復計算用ポップアップ入力フォーム



```
Intel(R) Visual Fortran Compiler 9.1.024 Build Environment for 32-bit applications - nex...
Screw outlet average pressure : 0.3940855   Flowoutlet : 5.000000
averagescrewoutletpress = 0.3940855   pprescribed = 0.5000000
qprescribed = 4.500000

Flowrate calculation iteration level : 2
Non-Newtonian Thermal Flow Calculation iter.= 1
averagetemp = 180.0000
Block ib : 2 Inlet Average Pressure : 0.6922732
Screw outlet average pressure : 1.030483   Flowoutlet : 4.500000

Flowrate calculation iteration level : 2
Non-Newtonian Thermal Flow Calculation iter.= 2
averagetemp = 180.3409
Block ib : 2 Inlet Average Pressure : 0.6923496
Screw outlet average pressure : 1.030565   Flowoutlet : 4.500000

Flowrate calculation iteration level : 2
Non-Newtonian Thermal Flow Calculation iter.= 3
averagetemp = 180.5807
Block ib : 2 Inlet Average Pressure : 0.6923837
Screw outlet average pressure : 1.030598   Flowoutlet : 4.500000

Flowrate calculation iteration level : 2
Non-Newtonian Thermal Flow Calculation iter.= 4
```

感度解析反復計算レベル

スクリュ流出口における平均  
圧力と流量の設定値

図6 感度解析モードの実行ウィンドウ

Iteration	Flow rate(cc/sec)	Cal. Press(MPa)	Assign Press(MPa)
1	5.000000	0.3940855	2.000000
2	4.500000	1.030613	2.000000
3	4.119268	1.515303	2.000000
4	3.928899	1.757651	2.000000
5	3.833714	1.878824	2.000000
6	3.786121	1.939412	2.000000
7	3.762324	1.969706	2.000000
8	3.750426	1.984852	2.000000
9	3.744476	1.992426	2.000000

図7 感度解析結果として算出される流量と流入出口圧力差の関係(qplistの内容)

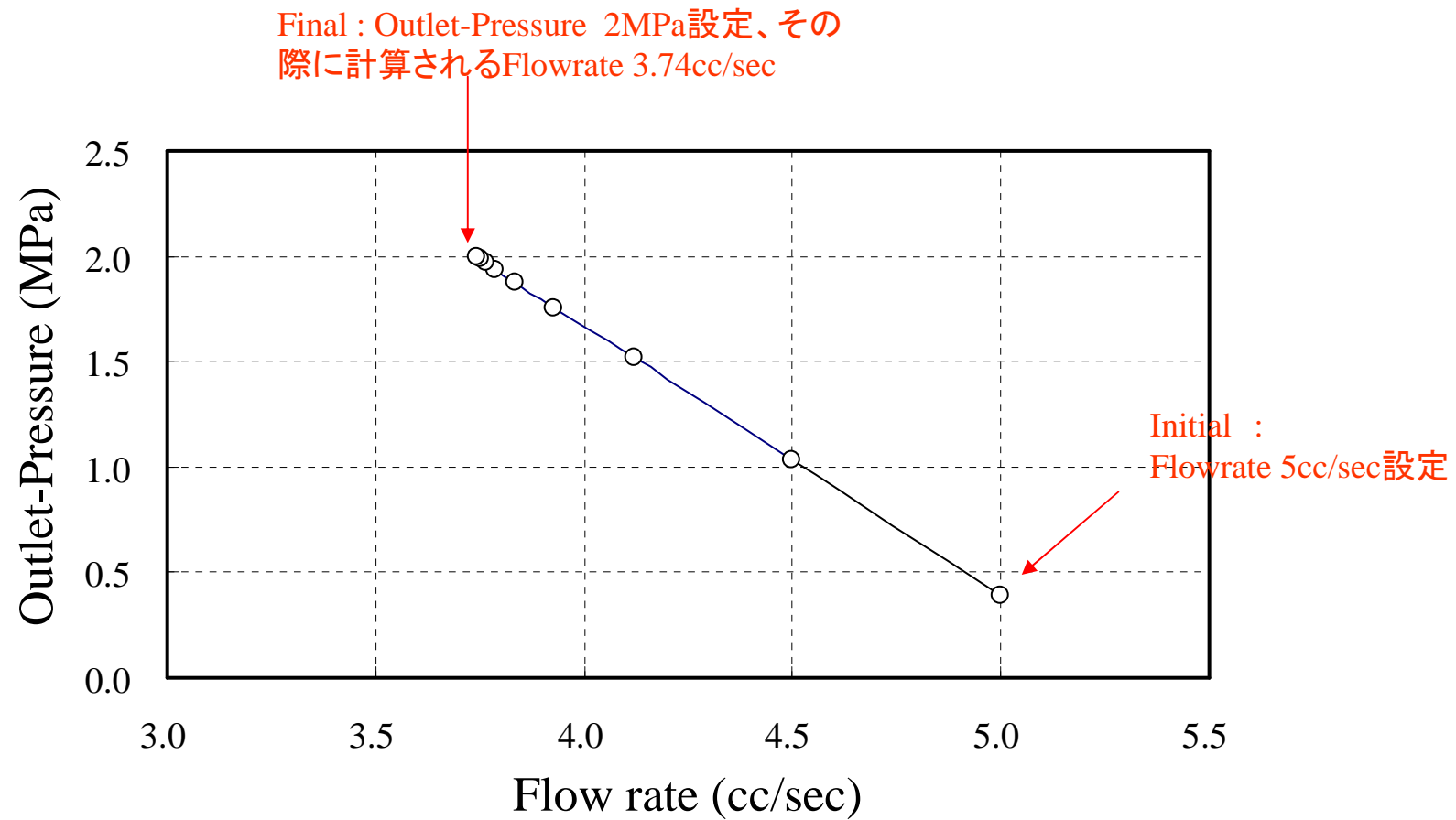


図8 qplistの内容のグラフプロット

---

## テスト解析例

Ver1.0システムでは、対応が難しかった解析ケースの一例として、Tadmor 溶融可塑化モデル及びストレートタイプマドックミキシングエレメントを含む下記解析モデルに対し、スクリュ先端圧力を指定した感度テスト解析結果についてご紹介します。実用問題では、この種の解析ケースに遭遇することが多く、今後、Ver2.0システムの改良成果が効力を発揮すると考えています。

## 解析モデル

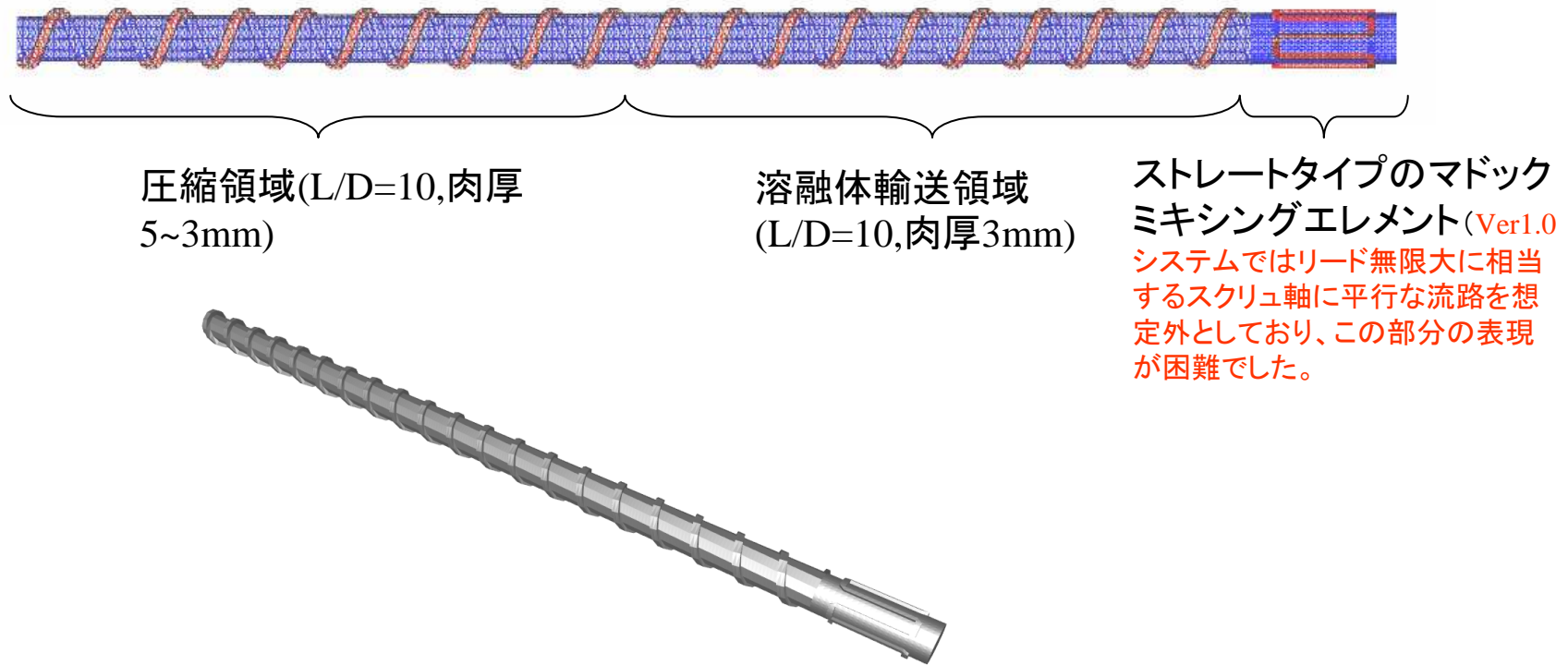


図9 解析用FEAメッシュ

---

## 解析ケース

初期流量を3cc/secとし、以下に示す2圧力条件のケーススタディを実施しました。マルチブロックメッシュとTadmorモデルを考慮した本解析モデルにおいて、スクリュ先端の圧力を規定する問題を解析する場合、Ver.1.0システムでは流量を手動で変化させたケーススタディを複数行う必要がありましたが、Ver2.0システムでは感度解析として自動的に遂行可能になっています。

Case1: スクリュ先端を開放(大気圧0)に設定

Case2: スクリュ先端に背圧(10MPa)を設定

## 解析結果

10回の反復感度解析に要する時間は  
僅か3分程度

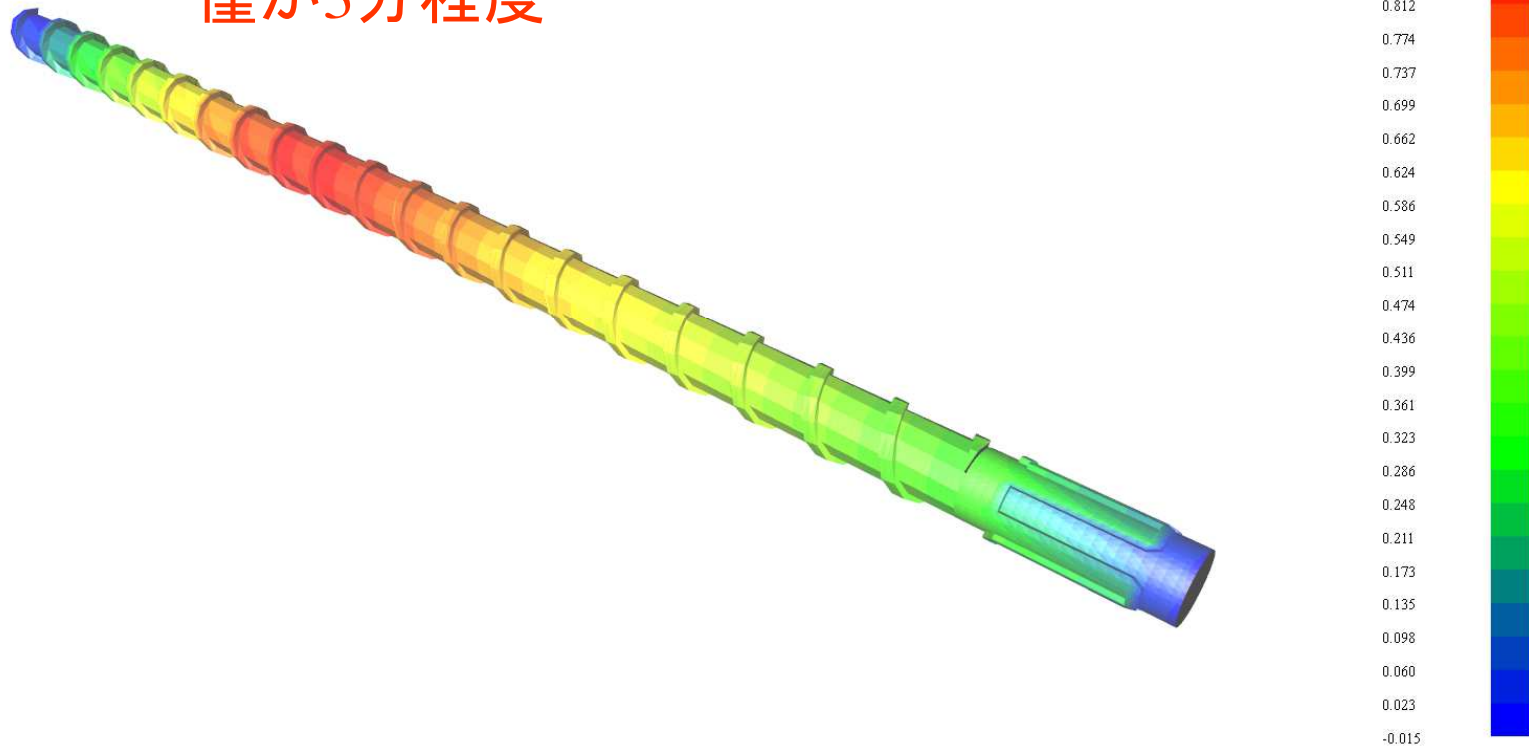


図10 Case1圧力分布コンター図

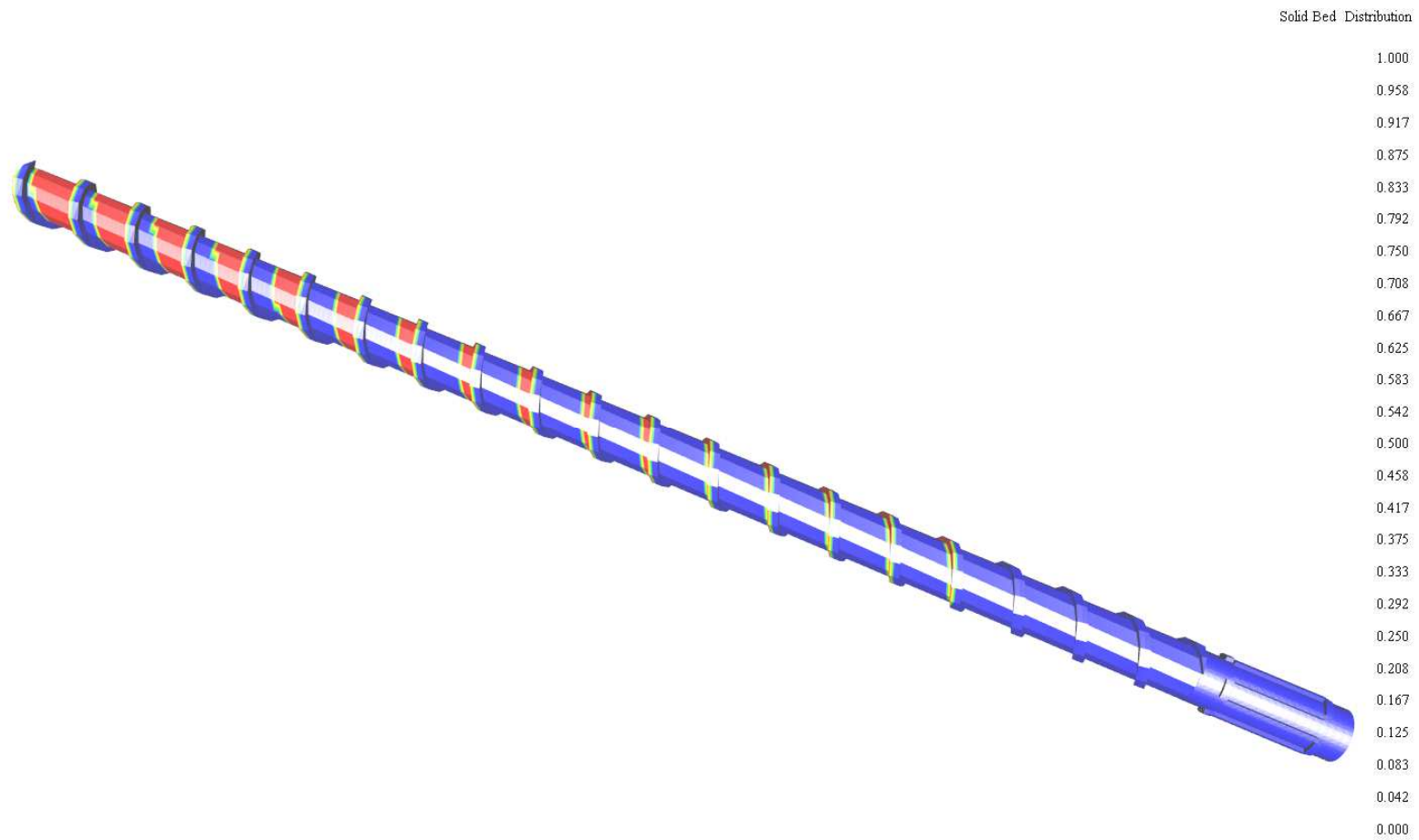


図11 Case1ソリッドベッド分布コンター図



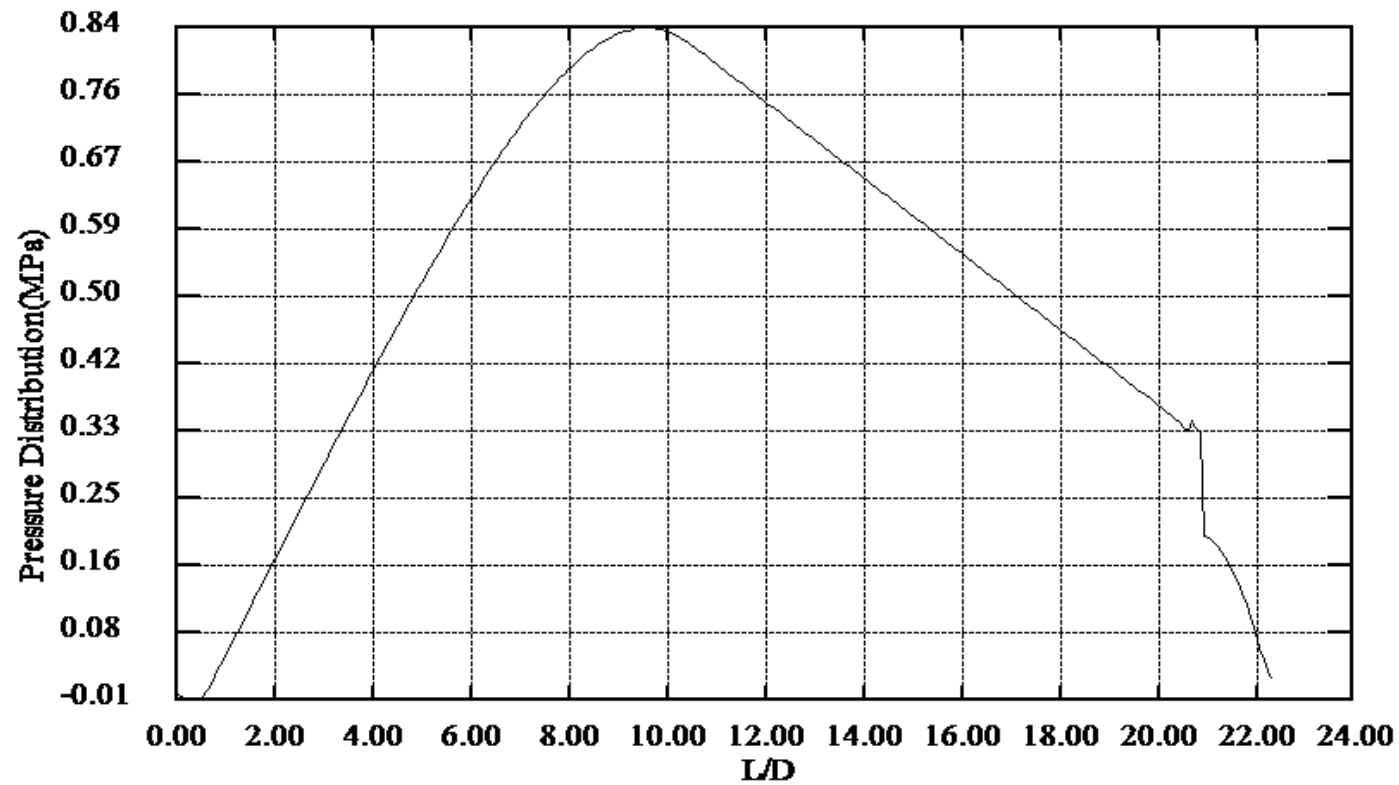


図12 Case1軸方向圧力分布グラフ図

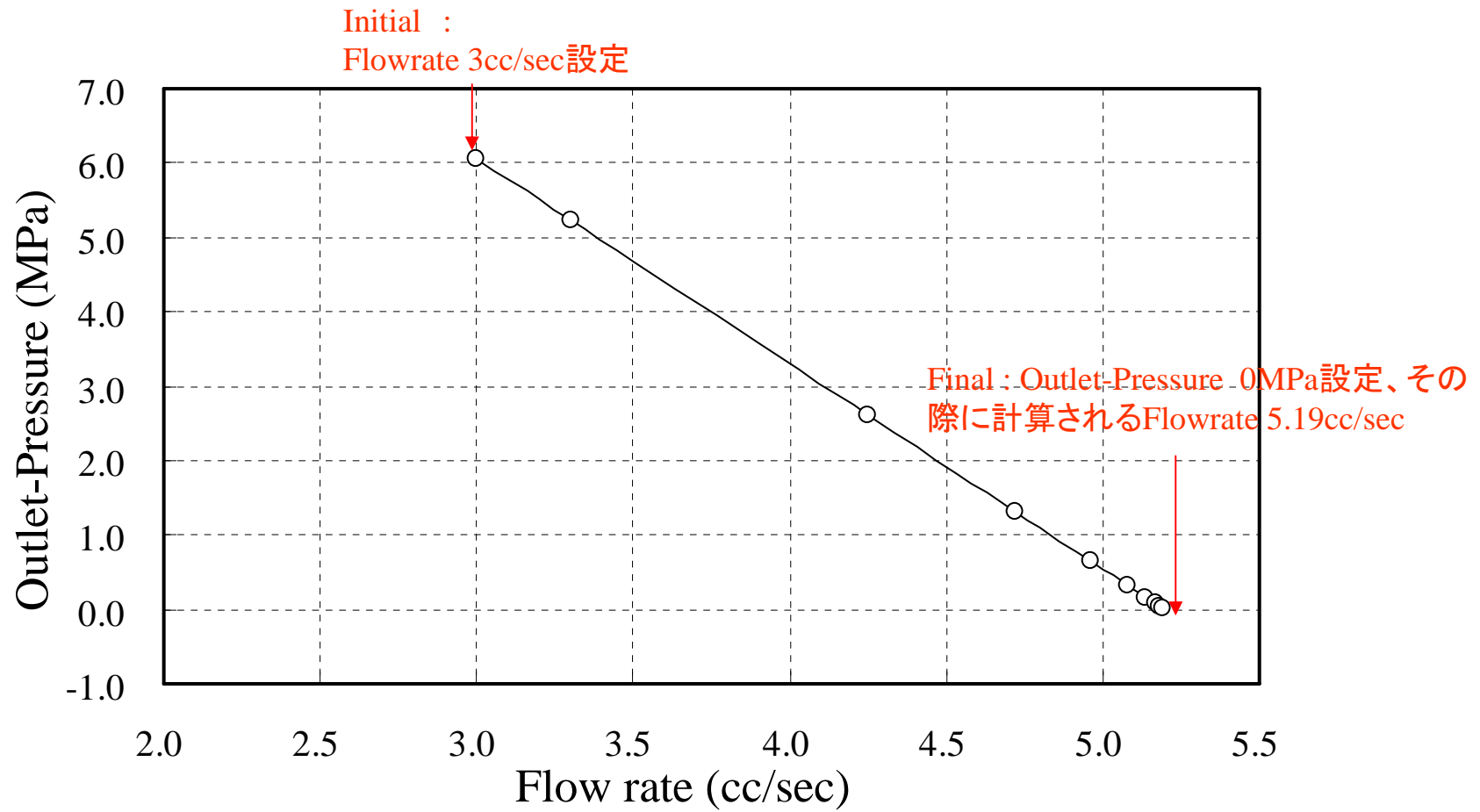


図13 Case1感度解析結果グラフ図



図14 Case2圧力分布コンター図

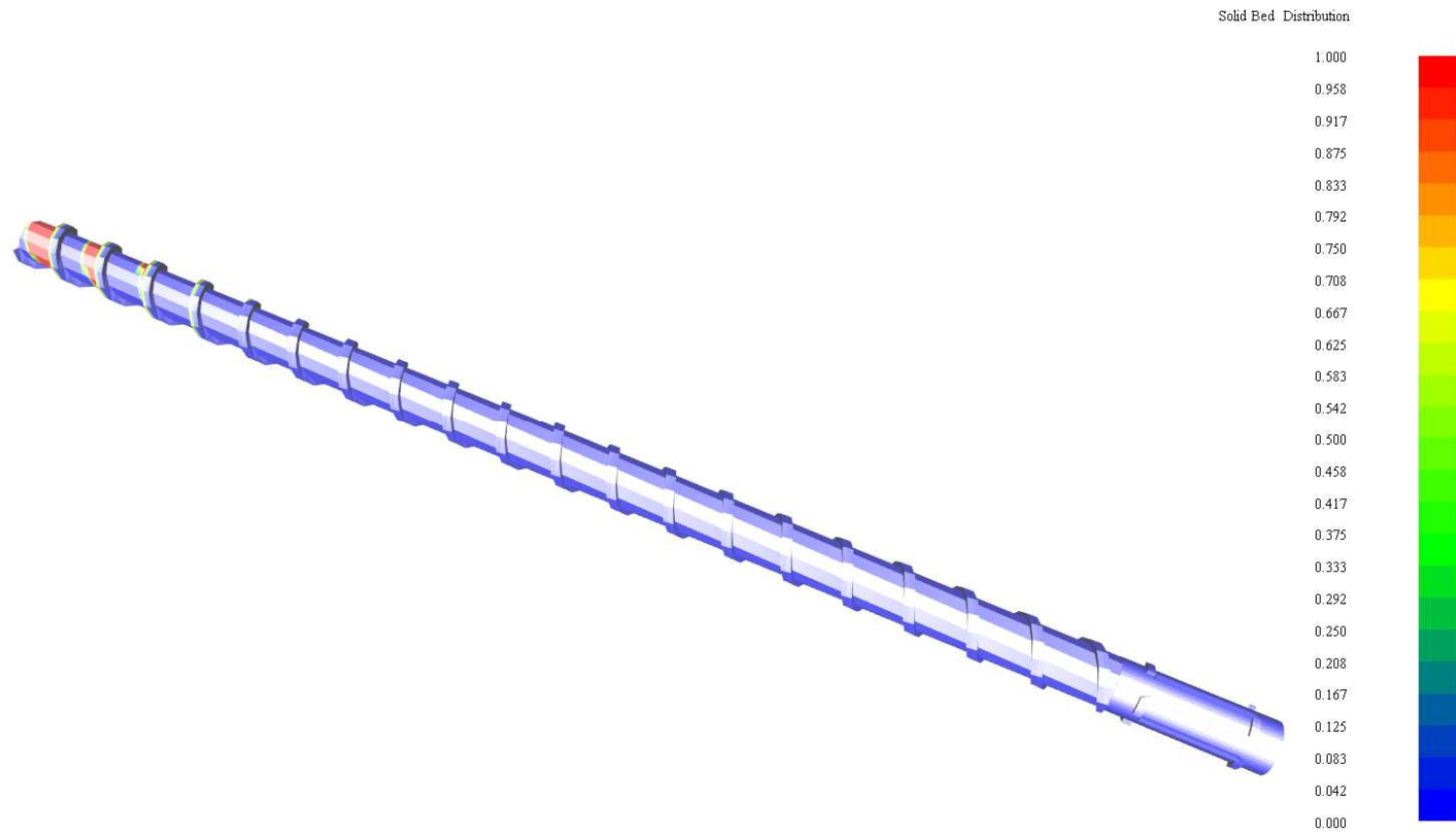


図15 Case2ソリッドベッド分布コンター図

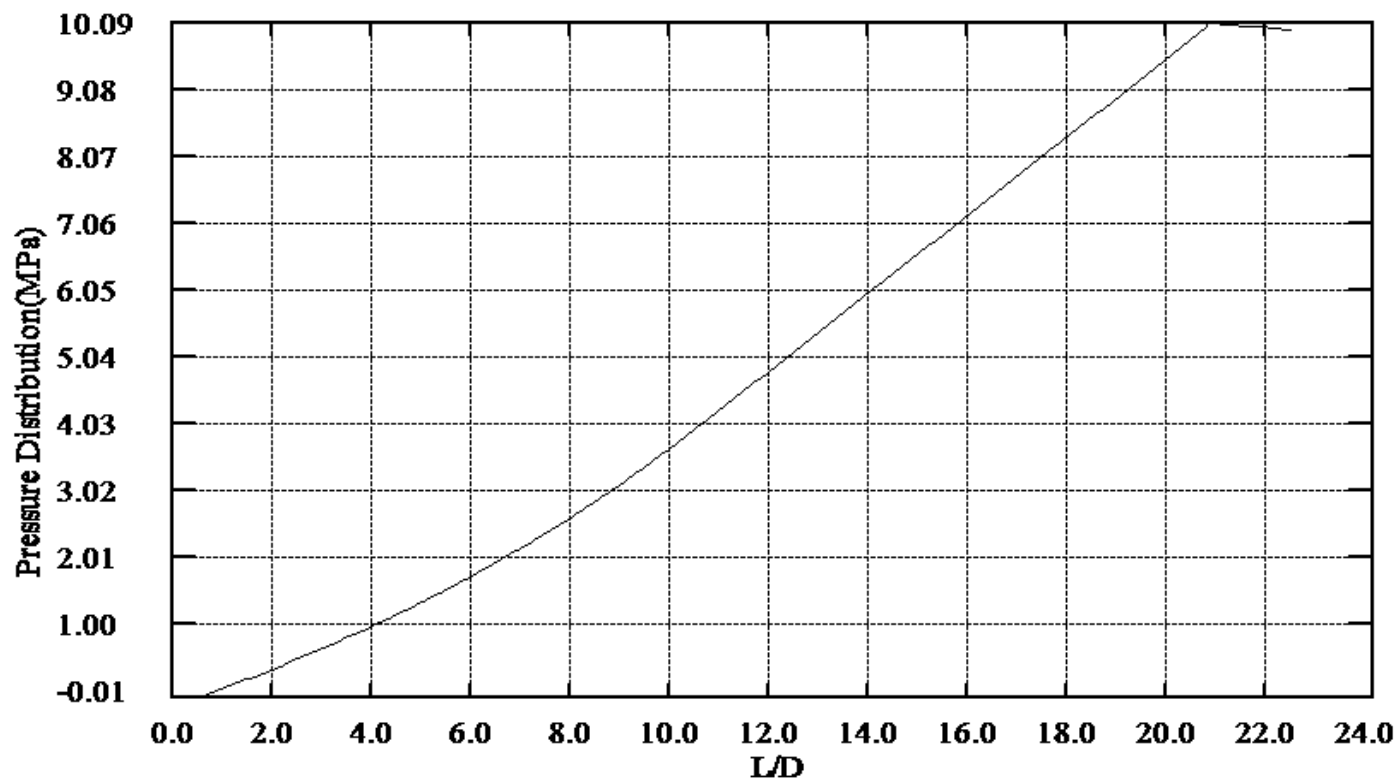


図16 Case2軸方向圧力分布グラフ図

Final : Outlet-Pressure 10MPa設定、その  
際に計算されるFlowrate 1.45cc/sec

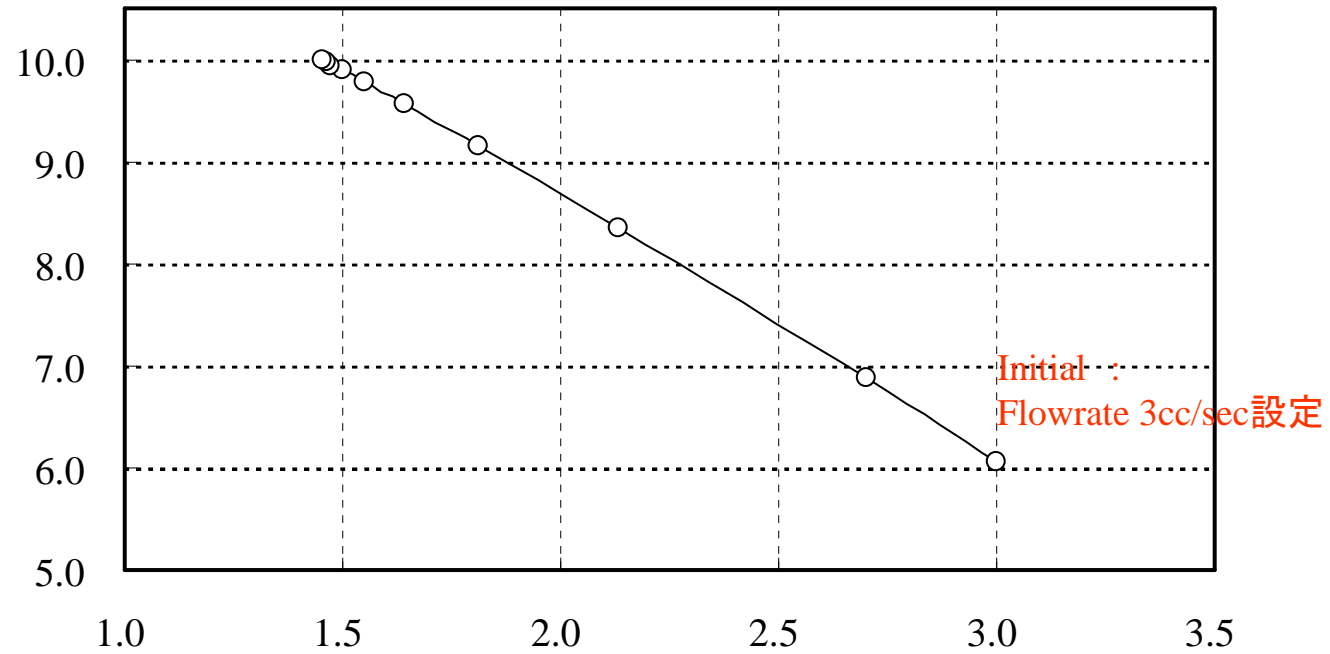
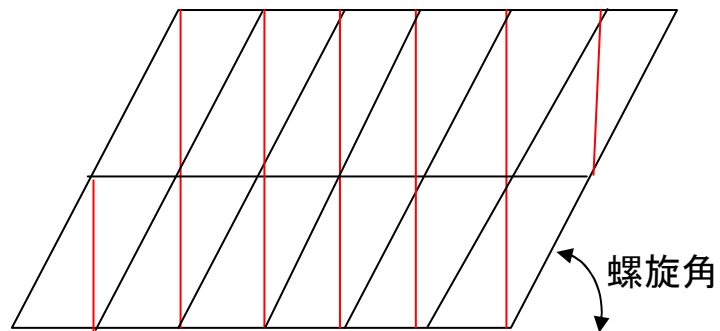
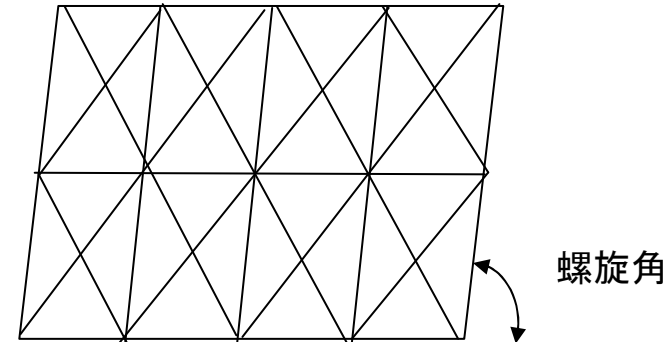


図17 Case2感度解析結果グラフ図

## ②リード無限大(ストレートタイプ)ミキシングエレメントへの対応(追加機能)



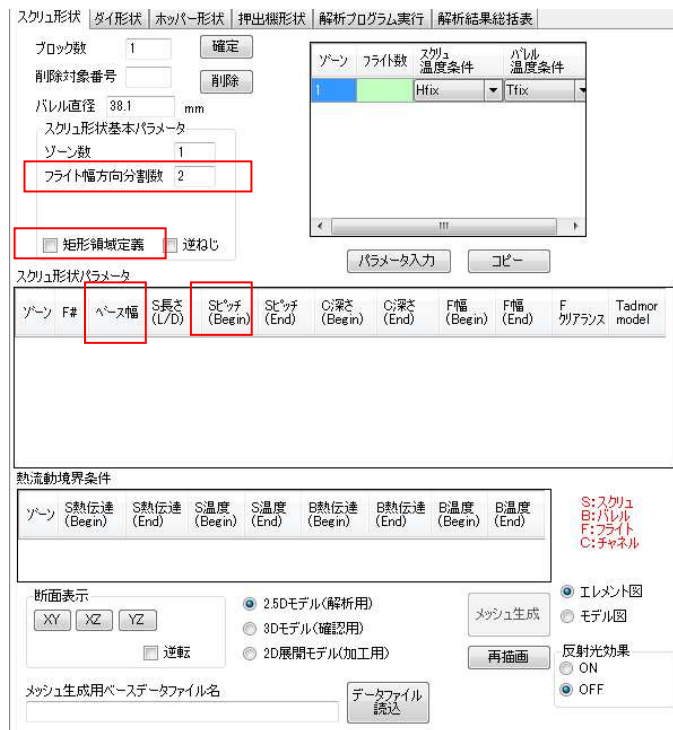
Ver1.0システムで採用されたスクリュ  
展開図のメッシュ分割形式(縦線:赤色  
で示すラインが出来るだけスクリュ軸  
に平行になるよう生成)



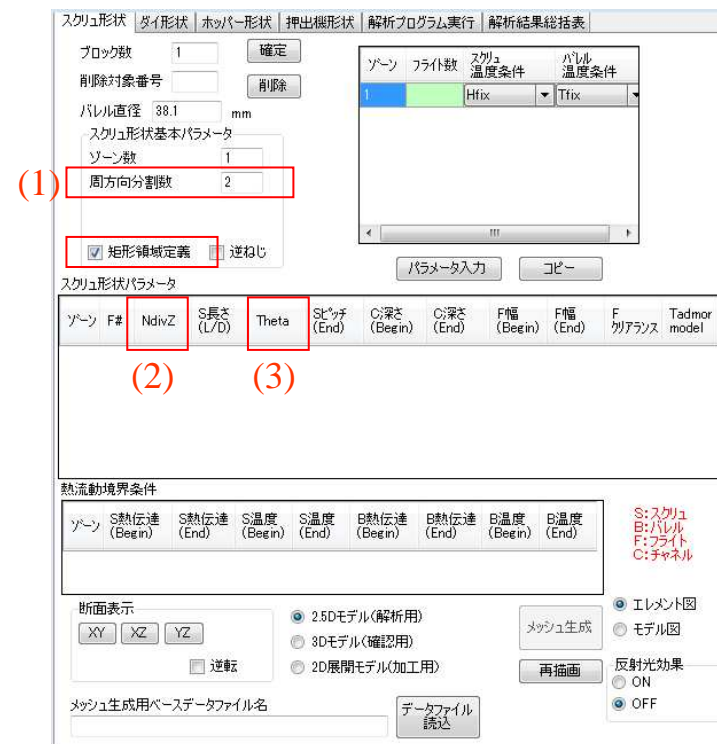
Ver2.0システムで新規採用されたスク  
リュ展開図のメッシュ分割形式

図18 スクリュ展開図のメッシュ分割形式

## ストレートタイプ流路形状生成テンプレート機能の運用方法



矩形領域定義機能を非チェック状態



矩形領域定義機能をチェック状態

図19 スクリュ形状タブメニュー



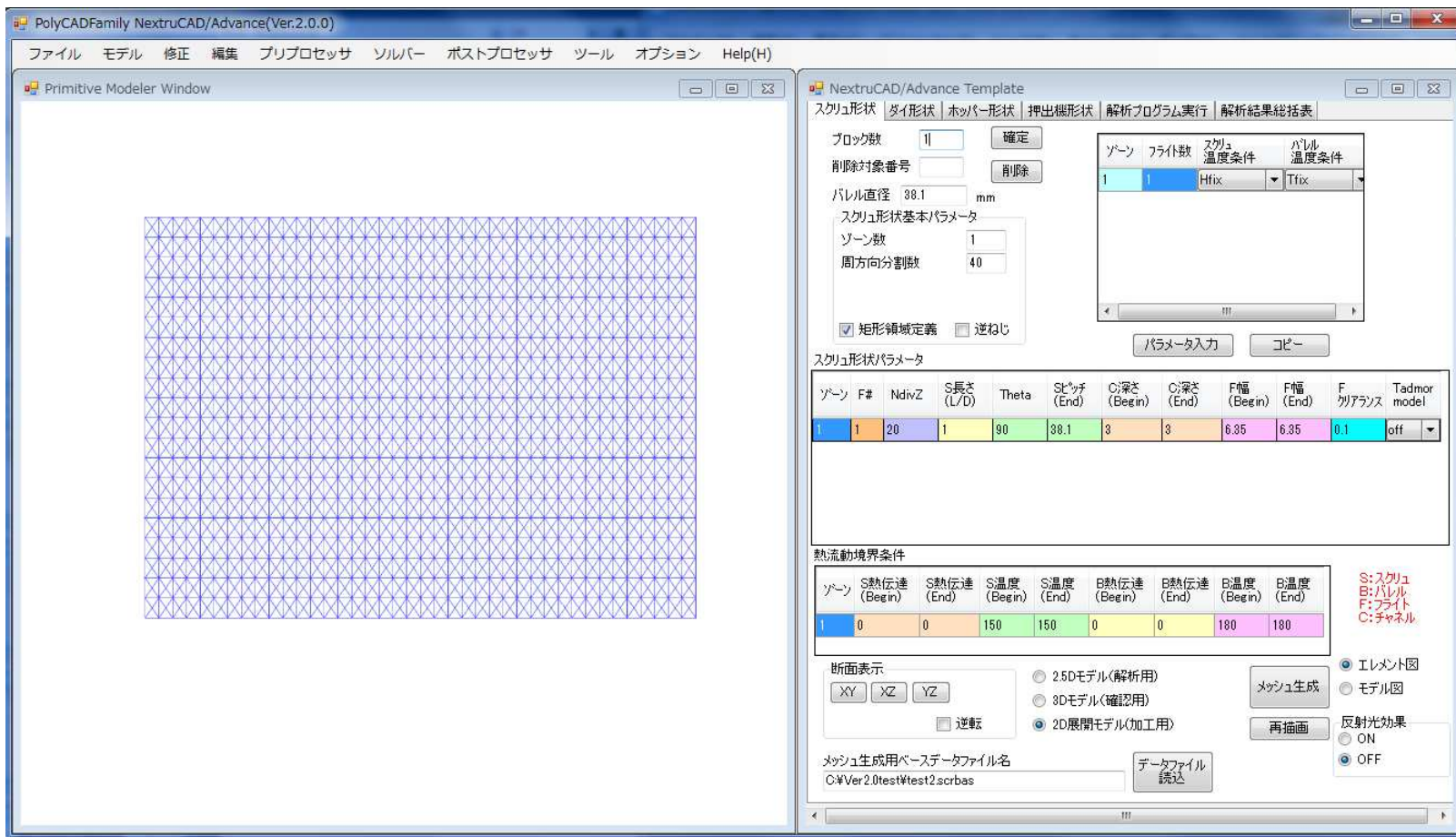


図20 矩形領域定義機能を利用した2D展開情報の生成例

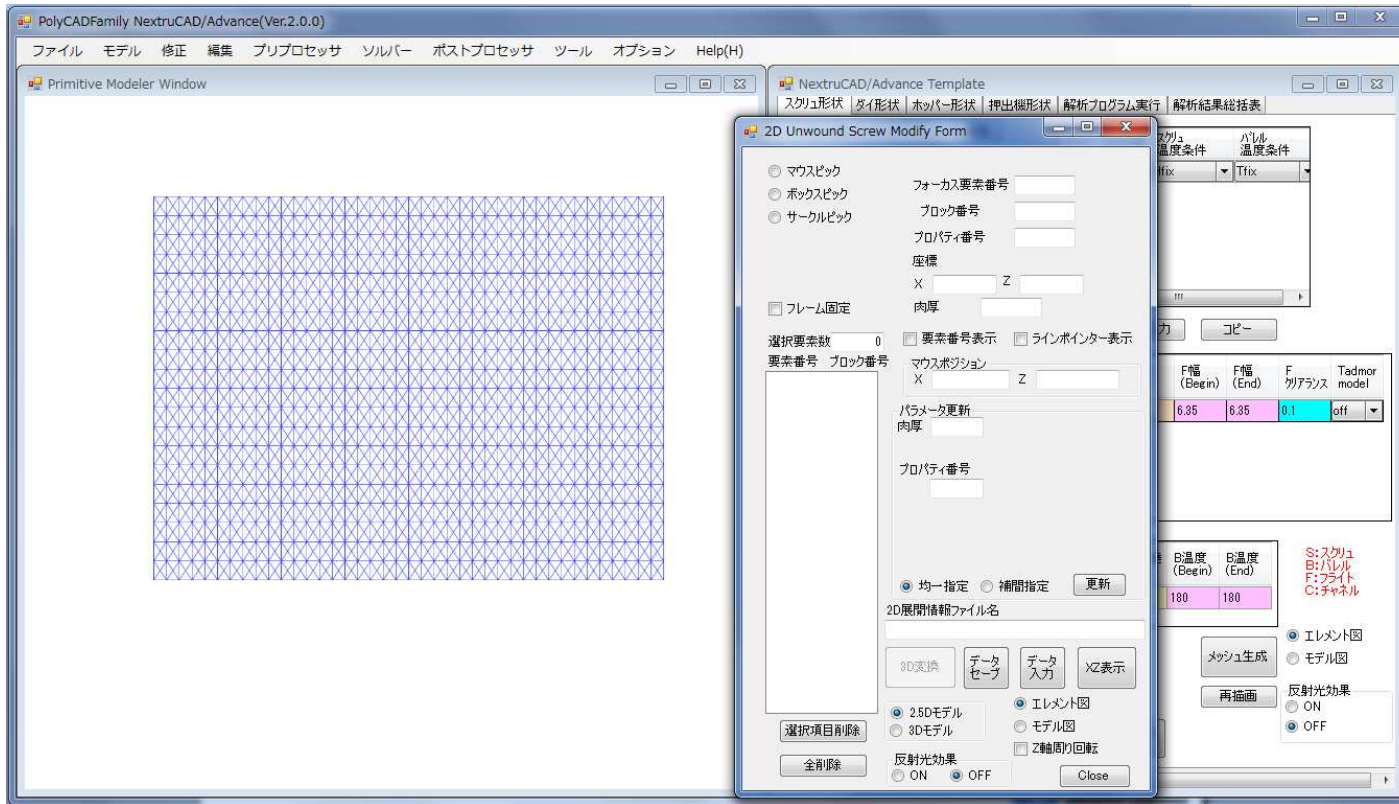


図21 展開情報加工用ポップアップメニュー

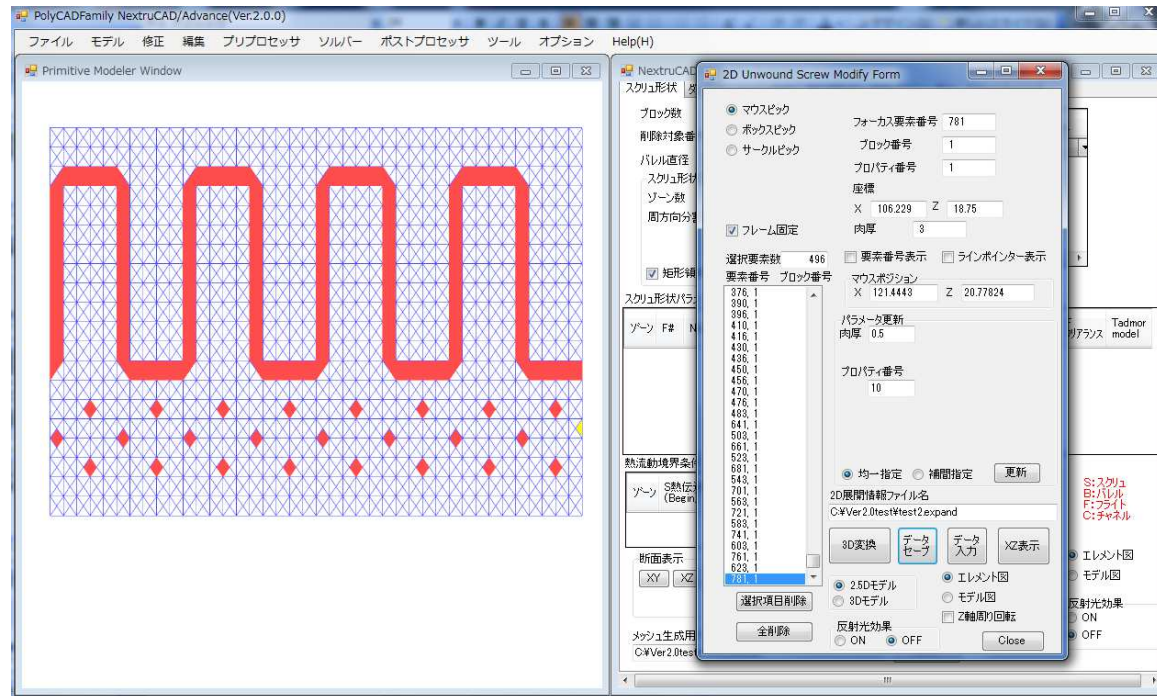


図22 展開情報加工例

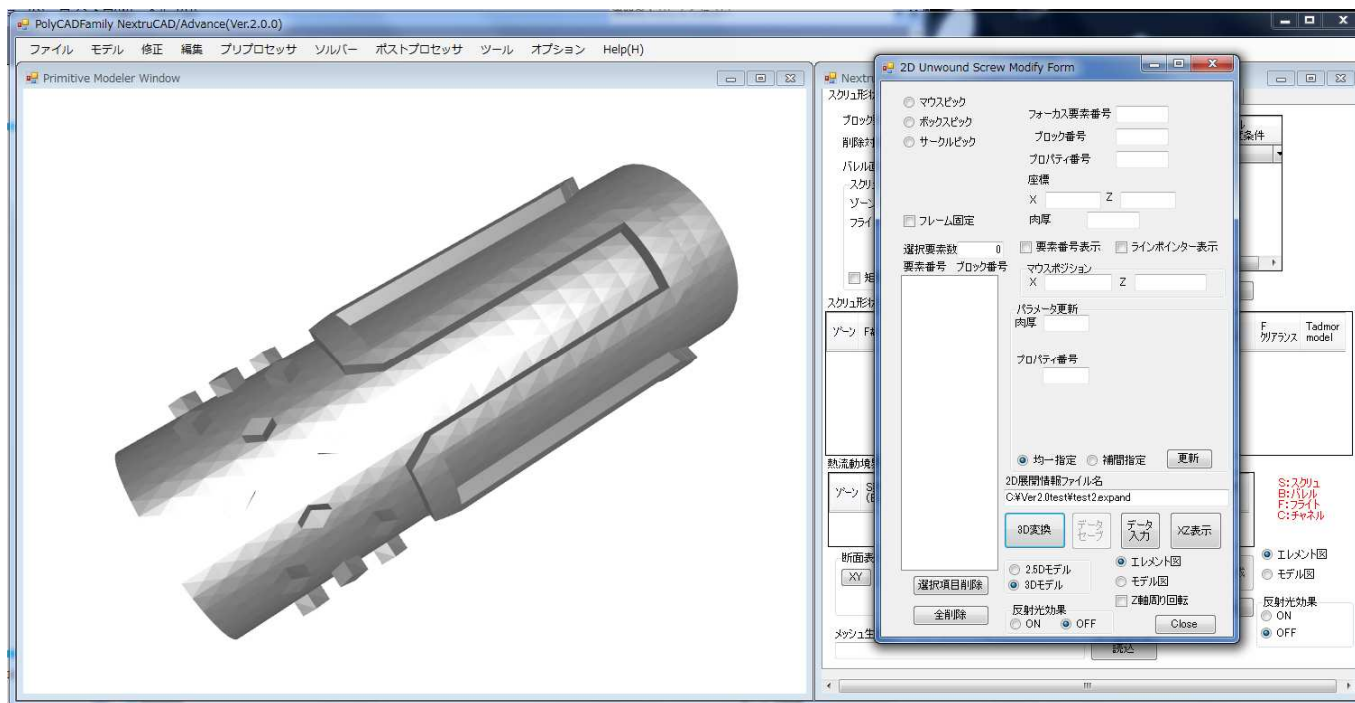


図23 Ver1.0システムでは表現が困難であったストレートタイプマドックミキシングエレメントとピンミキシングエレメントのモデリング例



③代表経路(スクリュ軸方向経路上)圧力、平均温度、平均流速分布の自動グラフ化(追加機能)

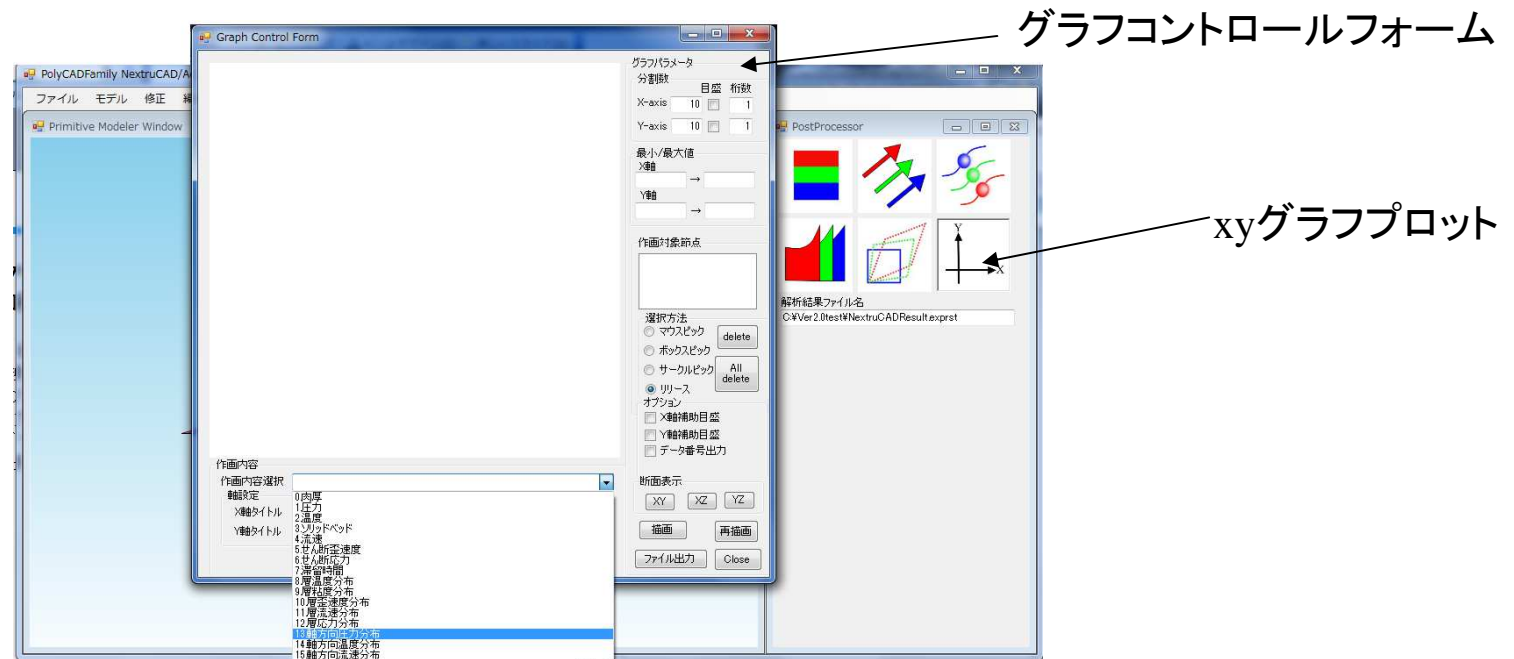


図24 解析モデルインポート時に表示されるグラフィックアイコン

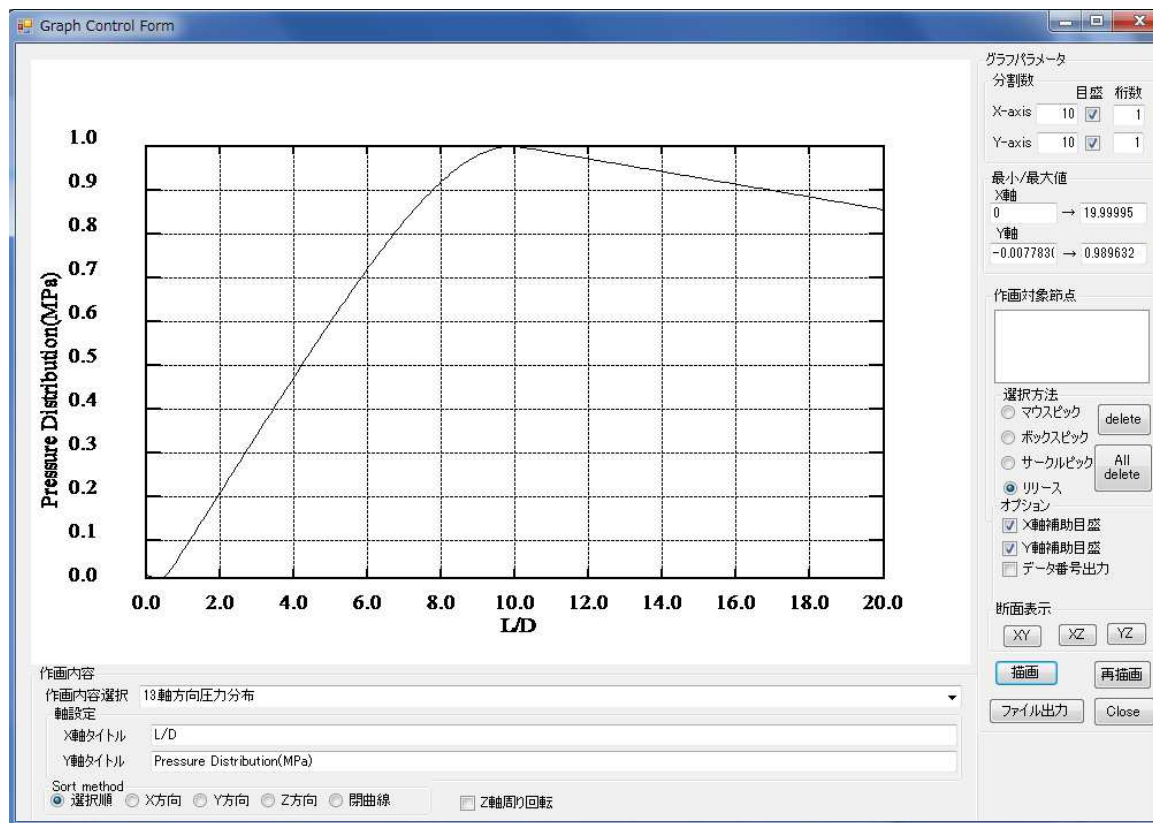


図25 スクリュー軸方向圧力分布

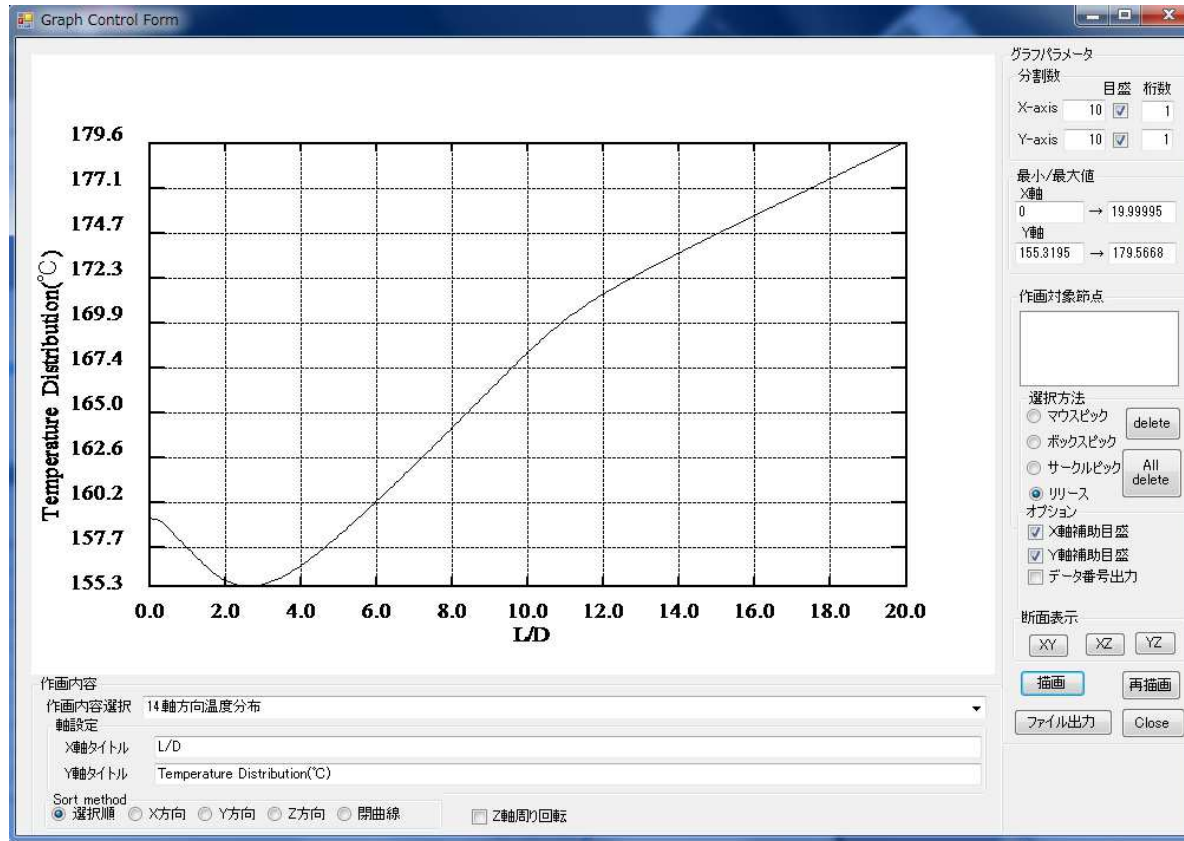


図26 スクリュ軸方向温度分布

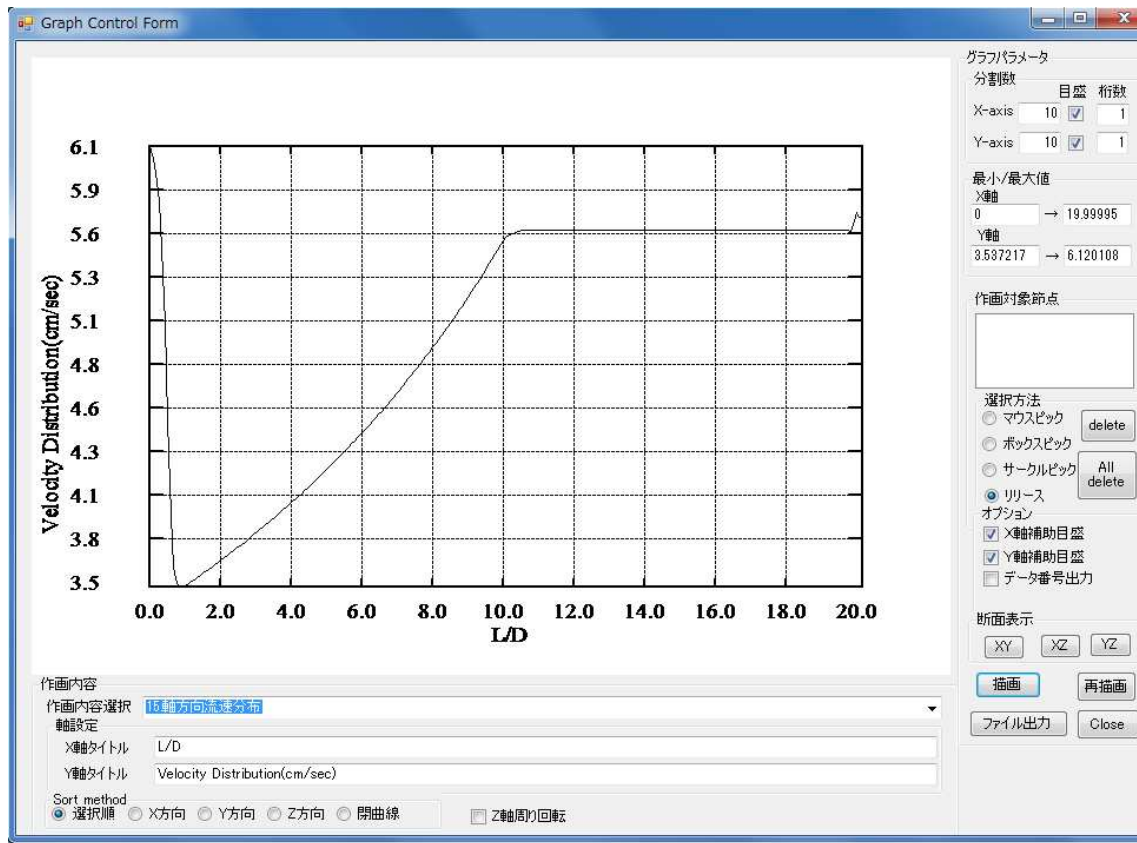


図27 スクリュー軸方向温度分布

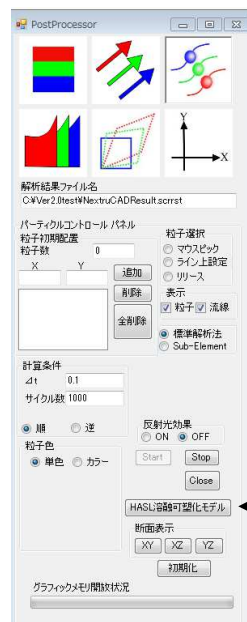


④グラフィックメモリーオーバーに伴うシステムフリーズの解消、及びウインドウリサイズ時の自動再描画機能追加(バグフィックス、追加機能)

システムフリーズの大きな要因:グラフィック情報の多用に伴うメモリーオーバー



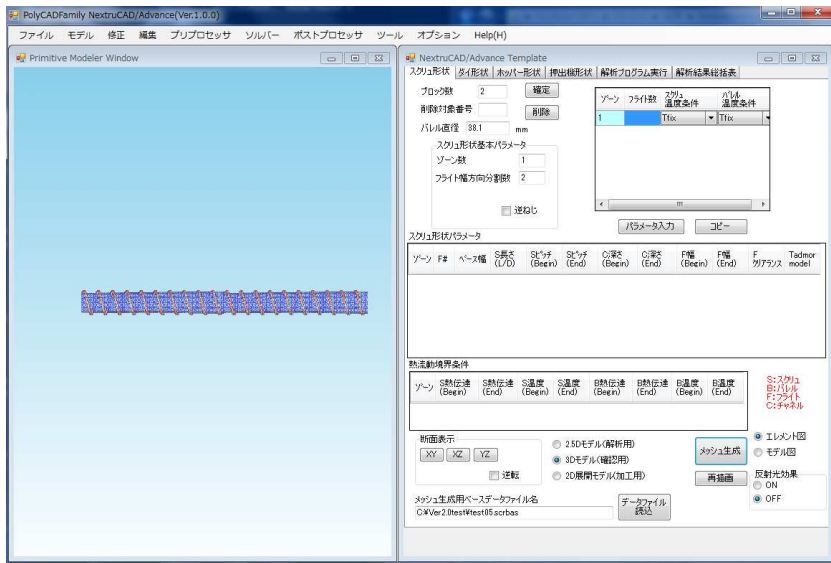
操作切り替えのタイミングに合わせて非表示状態にあるグラフィック情報を自動的にディスポーズ(グラフィックメモリーを開放)



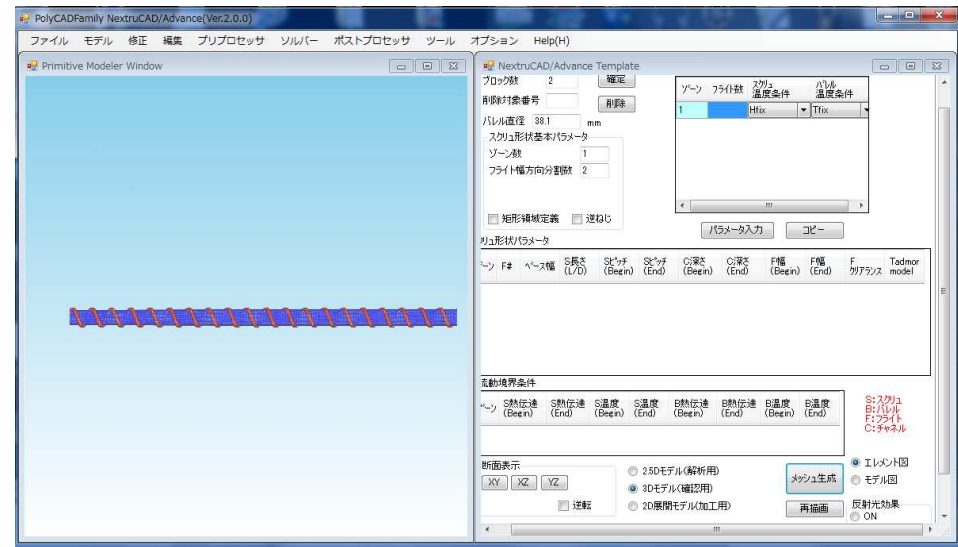
ディスポーズに時間を要する作業については一部手動で開放

グラフィックメモリーの初期化ボタン

図28 パーティクルトレースコントロールパネルに新たに実装したグラフィックメモリーの開放(初期化)ボタン



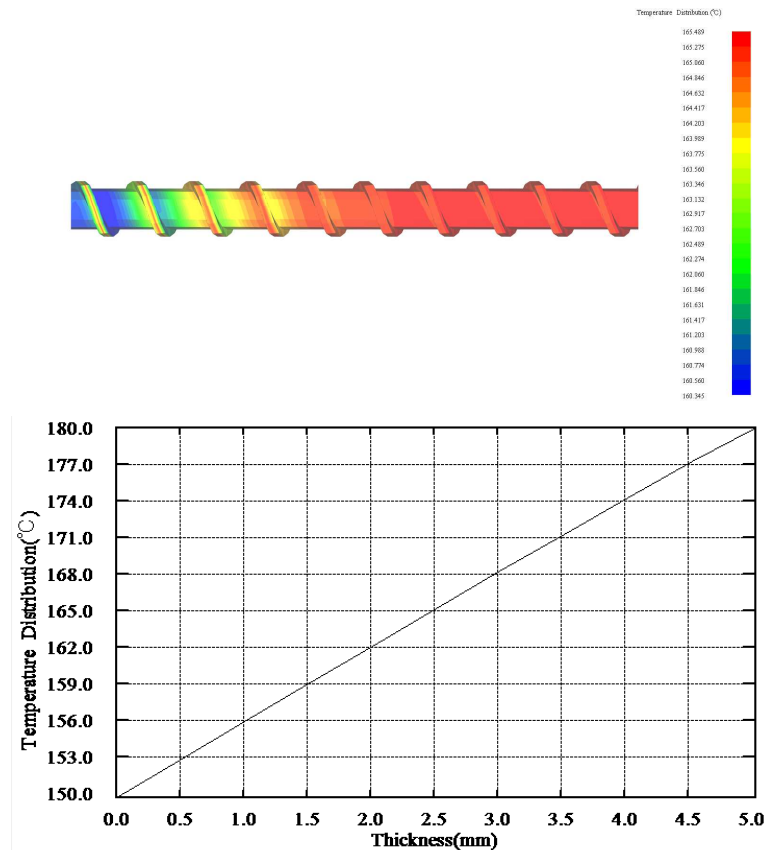
ウンドウリサイズ時のモデル表示のぼやけと縦横表示スケールの変更 (Ver1.0システムの問題点)



問題解消後のモデル表示 (Ver2.0システム)

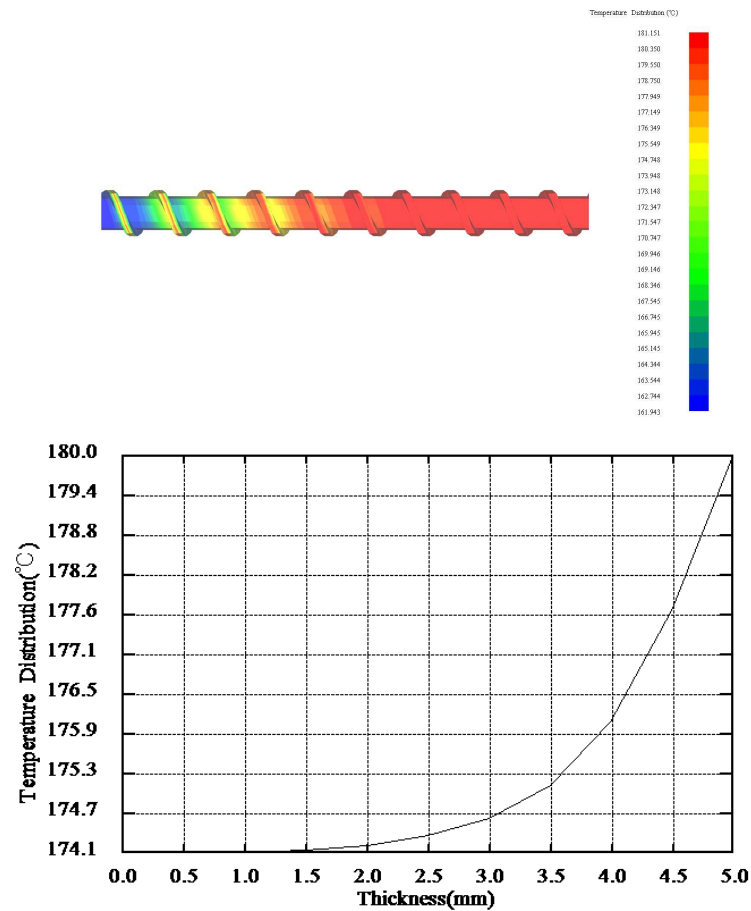
図29 ウンドウリサイズ時の自動再描画機能

## ⑤ スクリュ面側温度境界条件の断熱条件以外への対応 (バグフィックス)



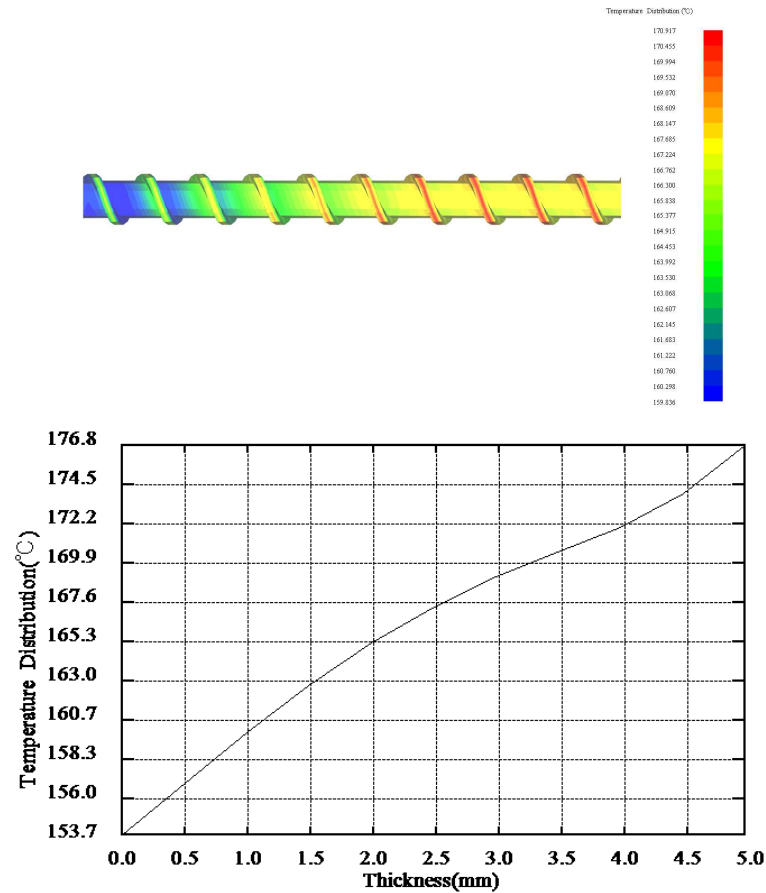
モデル中央での肉厚方向温度分布(肉厚0:スクリュ表面、肉厚5:バレル表面)

図30 テスト解析例(スクリュ側150°C温度規定、バレル側180°C温度規定、スクリュ肉厚5mm, 樹脂流入温度160°C)



モデル中央での肉厚方向温度分布(肉厚0:スクリュ表面、肉厚5:バレル表面)

図31 テスト解析例(スクリュ側断熱(従来の設定)、バレル側180°C温度規定、スクリュ肉厚5mm, 樹脂流入温度160°C)



モデル中央での肉厚方向温度分布(肉厚0:スクリュ表面、肉厚5:バレル表面)

図32 テスト解析例(スクリュ側熱伝達境界環境温度150°C、バレル側熱伝達境界環境温度180°C、熱伝達係数0.03W/K/m<sup>2</sup>スクリュ肉厚5mm,樹脂流入温度160°C)

---

# NextruCAD/Advance今後の開発計画



2011/10/7

株式会社HASL

# NextruCAD/Advance(Ver3.0.0) 2012/10リリース予定

## 改良開発テーマ

① Full 3D化: 現状Generalized Hele-Shaw Formulationに加えて、当社考案の計算アルゴリズムに基づく、完全三次元解析機能の実装

HASL/TwinScrewSimulatorの開発成果の一部をフィードバック

### 当社考案スクリュ押出機用解析モデル

#### 流速評価式

(圧力勾配流れ+牽引流れ)

$$u = -S \frac{\partial p}{\partial x} + \psi_x,$$

$$v = -S \frac{\partial p}{\partial y} + \psi_y,$$

$$w = -S \frac{\partial p}{\partial z}$$

#### 流動コンダクタンス評価式

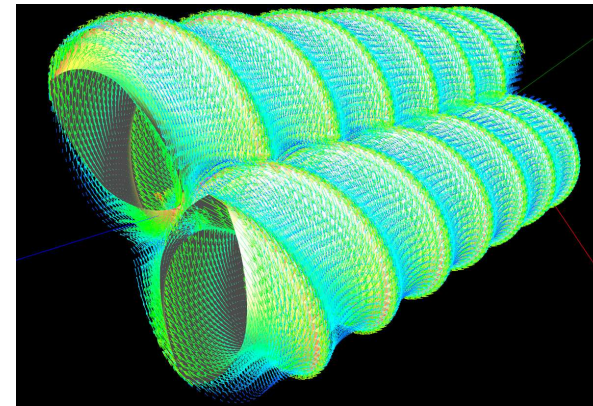
$$\left( \frac{\partial}{\partial x} \eta \frac{\partial S}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \eta \frac{\partial S}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} \eta \frac{\partial S}{\partial z} \right) = -1$$

#### 牽引流れと圧力分布評価式

$$\frac{\partial^2 \psi_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi_x}{\partial z^2} = 0$$

$$\frac{\partial^2 \psi_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi_y}{\partial z^2} = 0$$

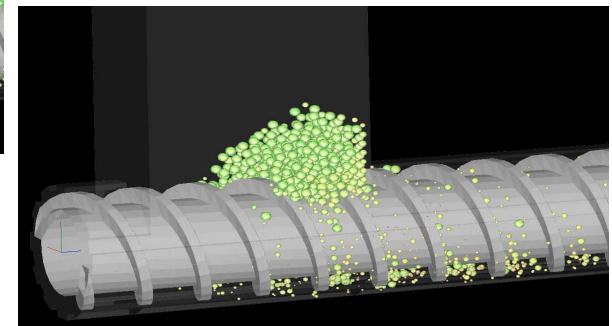
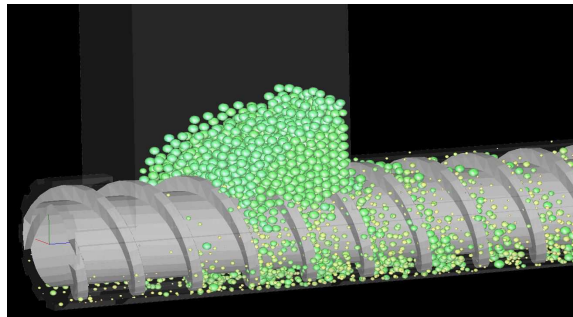
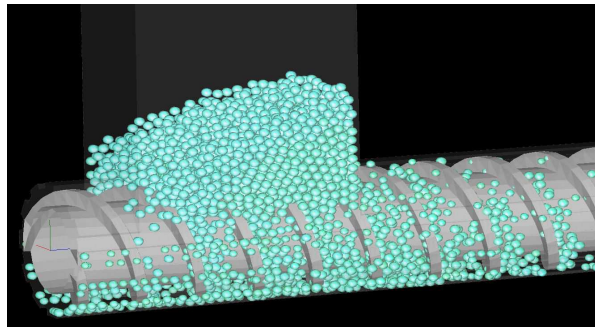
$$\left( \frac{\partial}{\partial x} S \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} S \frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} S \frac{\partial p}{\partial z} \right) = \left( \frac{\partial \psi_x}{\partial x} + \frac{\partial \psi_y}{\partial y} \right)$$



当解析モデルによる試解析結果

## ② 熔融可塑化モデルの改良:

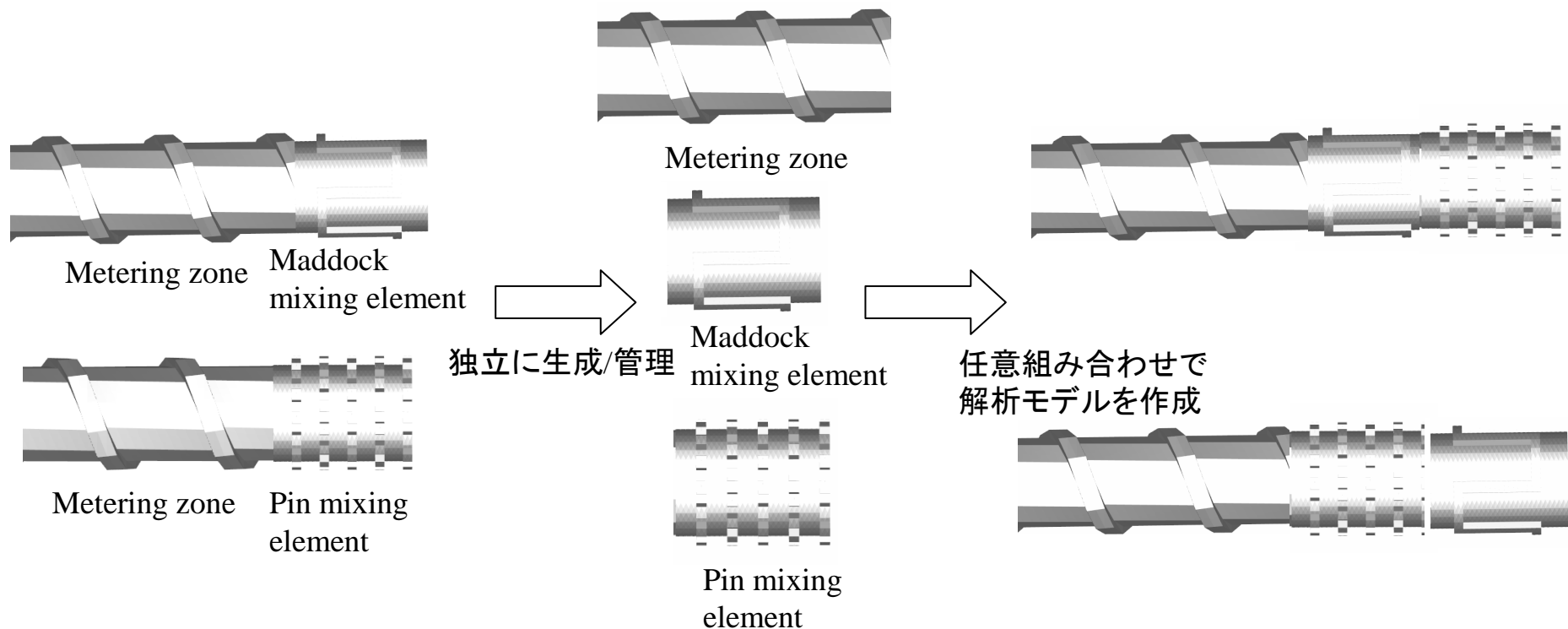
- ・Tadmor派生モデル(Chungモデル)の組み込み
- ・HASL/Particle Simulatorの改良と連携強化





### ③ システム操作性の向上:

- ・ブロック情報の任意組み合わせ(現状、一体情報として管理されているスクリュ解析用マルチブロックモデルをブロック毎への管理に切り替え、自由に組み合わせ可能な機能を実装する)



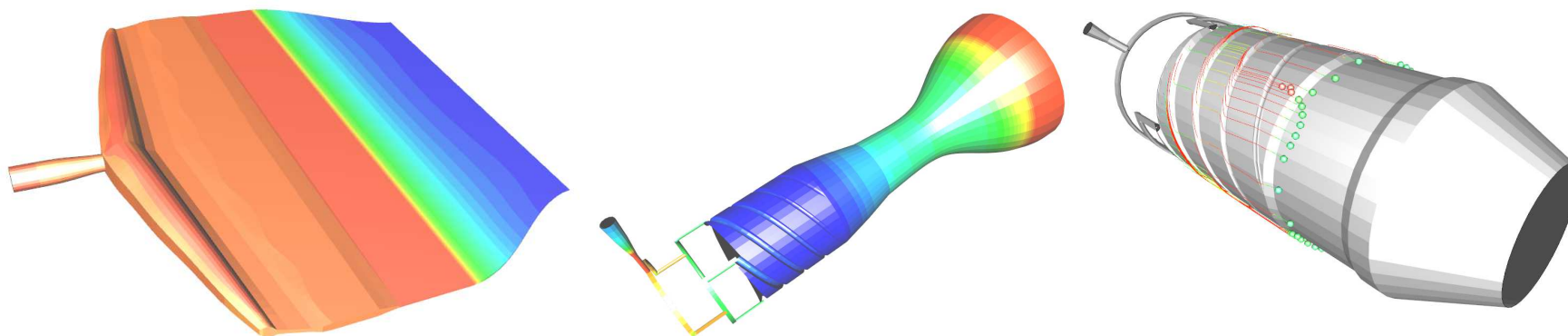
---

#### ④ ユーザ様ご要望のシステム開発への反映

NextruCAD/Advanceに対するご意見・ご要望がございましたら当社宛ご連絡下さい。ご意見・ご要望は、極力、当ソフトウェアのシステム開発に反映させていただきます。

---

# FlatCAD/Advance & SpiralCAD/Advance 今後の開発計画



2011/10/7

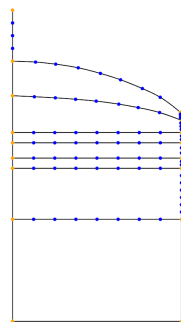
株式会社HASL

# FlatCAD/Advance(Ver2.0.0) 2012/5 リリース予定

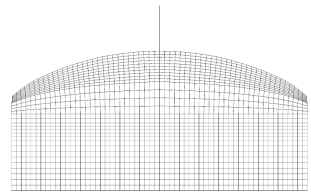
## 改良開発テーマ

- ① 解析モデル作成用テンプレート機能の拡張:
  - ・Delaunay 分割を利用した任意形状への対応機能

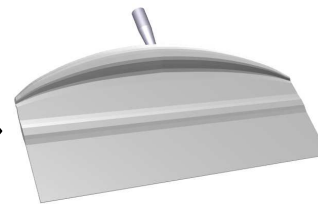
### Ver.1.0.0の解析モデル作成手順



Nurbs曲線で定義される  
定型領域を変形させて  
モデル輪郭を作成

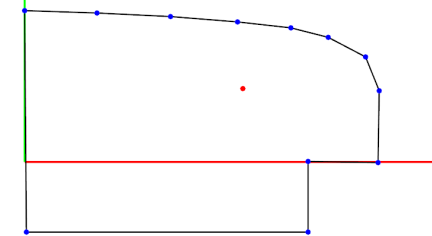


Hele-Shaw流れ解析用  
メッシュ作成

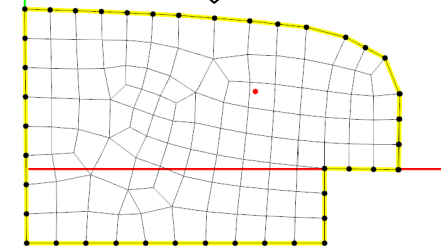


3D化

### Ver.2.0.0に追加される 解析モデル作成手順



定型より外れた形状の自由なモデリング。



Hele-Shaw流れ解析用  
メッシュ作成(Delaunay  
分割、3/4角形混在)



3D化

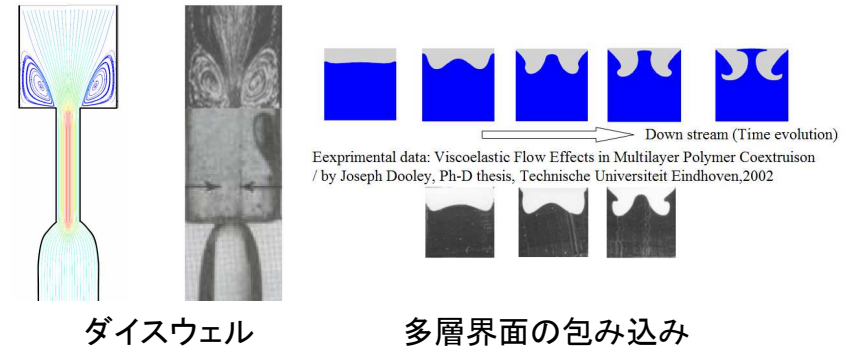
- 
- ・サーキュラーダイへの対応
  - ・上流側ランナー形状の任意指定、分岐の考慮、下流側流路との結合位置の任意指定(クロスヘッドダイへの用途展開)
  - ・多層フィルム解析用マルチマニフォールドへの対応
  - ・ユーザー様ご要望への対応

## ② CEFモデルを利用した法線応力差(粘弾性効果)の評価

現状、純粘性解析として無視されている法線応力差を考慮することで、スウェルや多層流体の包み込みの予測が可能になります。

Criminale-Ericksen-Filbey model

$$\tau = 2\eta(\dot{\gamma})\dot{D} - \psi_1(\dot{\gamma})\overset{\nabla}{D} + 4\psi_2(\dot{\gamma})\dot{D} \bullet \dot{D},$$
$$\overset{\nabla}{D} = \frac{\partial D}{\partial t} + u \bullet \nabla D - LD - DL^T$$



ダイスウェル

多層界面の包み込み

## ③ ソルバーのマルチマニフォールドダイとフィードブロックへの対応

多くのお客様のニーズにお応えし、現在、多層フィルム/シート用の3次元解析機能を開発しています  
(フィードブロックへの対応には3D解析機能を要するため、本体とは別のオプション機能となります)。

# SpiralCAD/Advance(Ver2.0.0) 2012/5 リリース予定

## 改良開発テーマ

### ① 解析モデル作成用テンプレート機能の拡張:

- ・上流側ランナー形状の任意指定、分岐の考慮、下流側流路との結合位置の任意指定(クロスヘッドダイへの用途展開)
- ・ランナー部、マンドレル部、ダイ部の単独解析への対応(現状1体モデルを想定)
- ・多層スパイラルマンドレル対応
- ・任意形状対応( Delaunay分割2D展開領域の3Dモデルへの変換)



---

② CEFモデルを利用した法線応力差(粘弾性効果)の評価

FlatCAD/Advance(Ver2.0.0)と同様の改良項目

③ ソルバーの多層スパイラルマンドレルへの対応

Hele-Shaw formulationの多層化への対応(FlatCAD/Advance  
(Ver2.0.0)のマルチマニフォールドダイ対応機能と同様の改良項目)

④ ユーザ様ご要望のシステム開発への反映

FlatCAD, SpiralCAD/Advanceに対するご意見・ご要望がございましたら当社宛ご連絡下さい。ご意見・ご要望は、極力、当ソフトウェアのシステム開発に反映させていただきます。