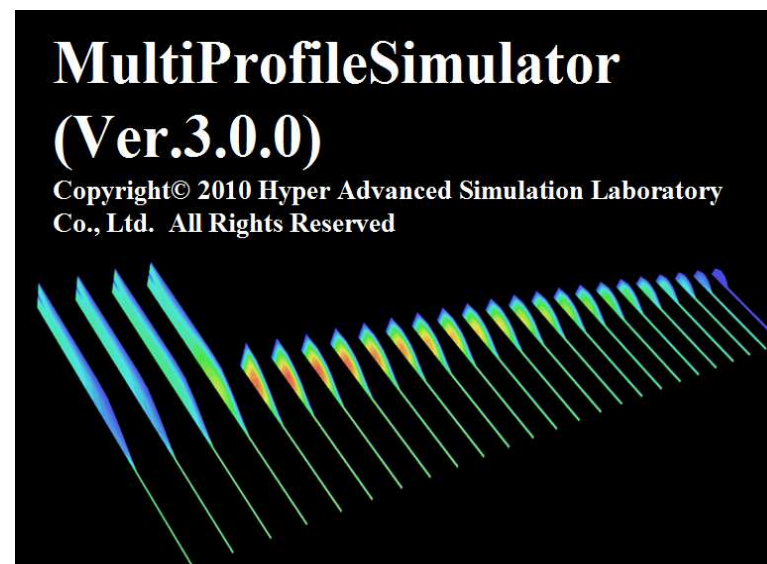
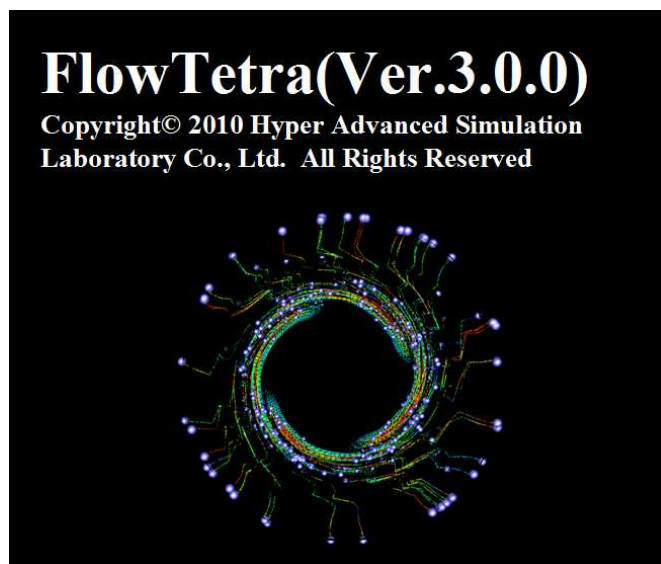


---

# FlowSimulator3D(Ver.3.0.0) 改良成果資料(発表用ダイジェスト版)



2014/11/21

株式会社HASL

---

本資料では、FlowSimualtor3D(Ver.3.0.0)の下記改良成果についてご報告します。

①スーパーマトリクスソルバーSMS\*)の導入

SMS-AMG (Algebraic Multi Grid) →FT

SMS-MF (Multi Frontal) →MPS

②要素再生機能(MPS)

③インターフェイス機能(MPS,FT)

④自動報告書作成機能(MPS,FT) \*\*)

\*)SMSはVINAS社の商標登録製品です。

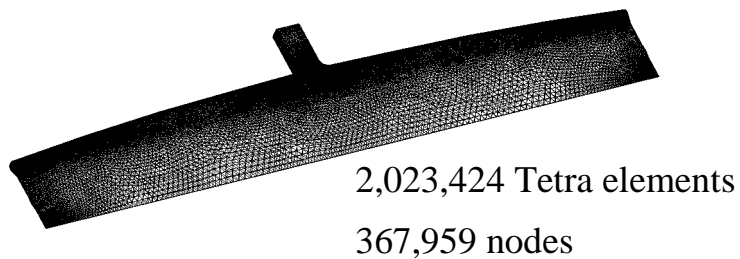
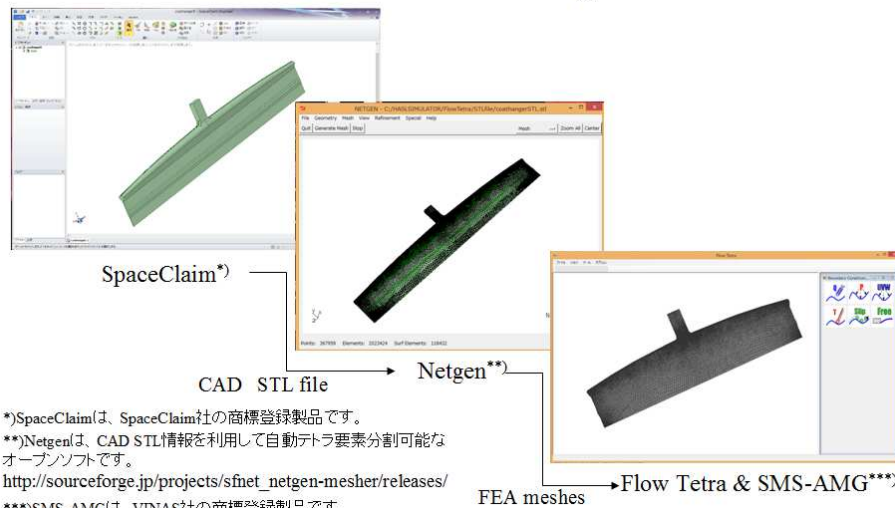
FlowTetra(略称FT)

Multi Profile Simulator(略称MPS)

\*\* )当機能はWord2013利用環境下でサポートしています。

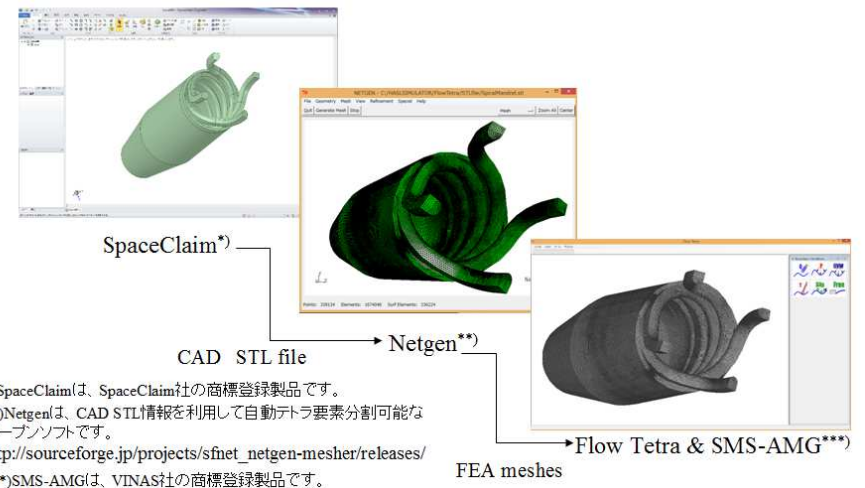
# ①スーパーマトリクスソルバーSMSの導入

## Thermal flow simulator for coat hanger die



Coat hanger die model

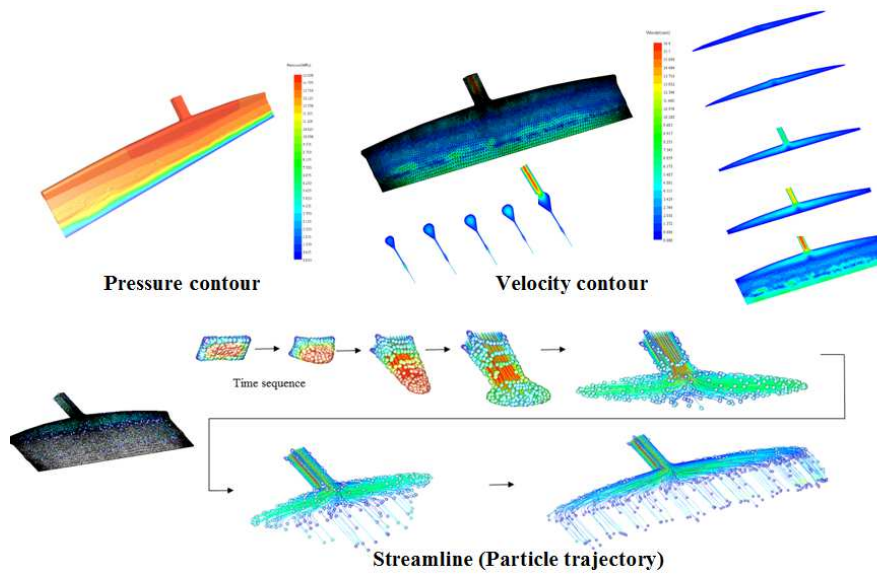
## Thermal flow simulator for spiral mandrel die



Spiral mandrel die model

図1 FT(SMS-AMG)テスト解析モデル

### Thermal flow simulator for coat hanger die



### Thermal flow simulator for spiral mandrel die

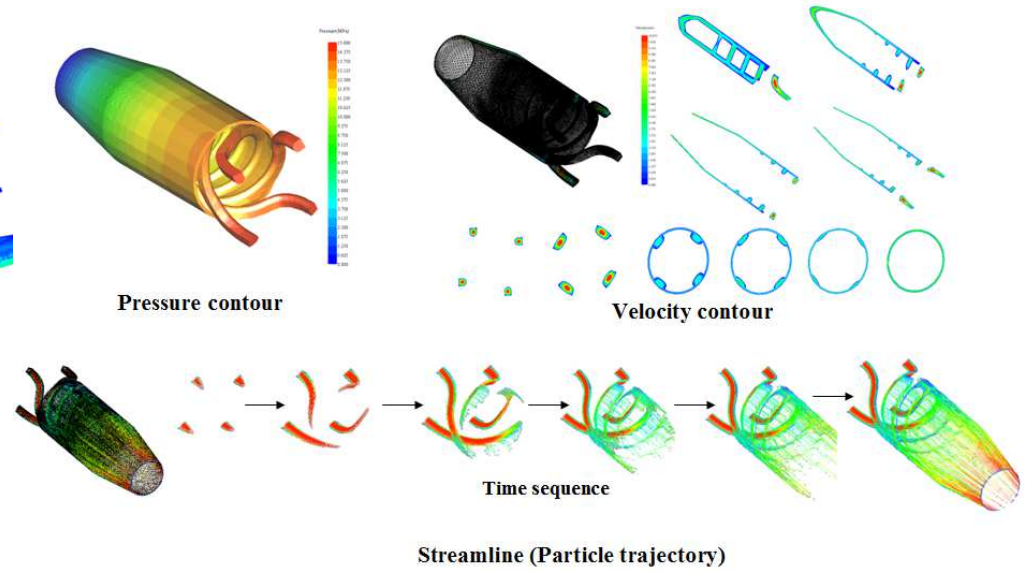


図2 FT(SMS-AMG)テスト解析結果

表1 反復法マトリクスソルバー性能比較

Model	SMS-AMG			MICCG		
Coat hanger die	Iterative number of calculation	Velocity	25	Iterative number of calculation	Velocity	132
		Pressure	19		Pressure	87
		Temperature	32		Temperature	186
	Turn around	195 sec		Turn around	1323 sec	
Spiral mandrel die	Iterative number of calculation	Velocity	39	Iterative number of calculation	Velocity	197
		Pressure	77		Pressure	364
		Temperature	24		Temperature	177
	Turn around	248 sec		Turn around	1932 sec	

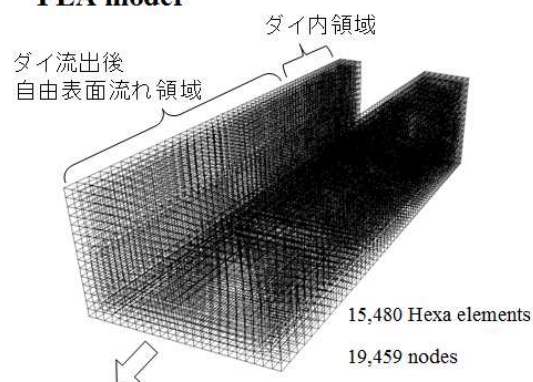
(マトリクスソルバーの相対残差収束判定基準値: 1.0D-06, 非ニュートン粘度処理の反復計算回数を10回に設定)



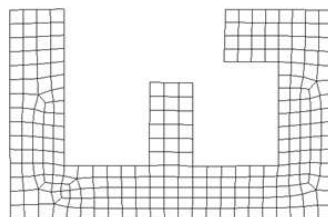
## Forward analysis of profile extrusion process

プロファイルダイより押し出される製品形状を予測

### FEA model



押出物先端牽引条件: Draw ratio(1.5)



## Thermal flow simulation of feed type multi layer coat hanger die

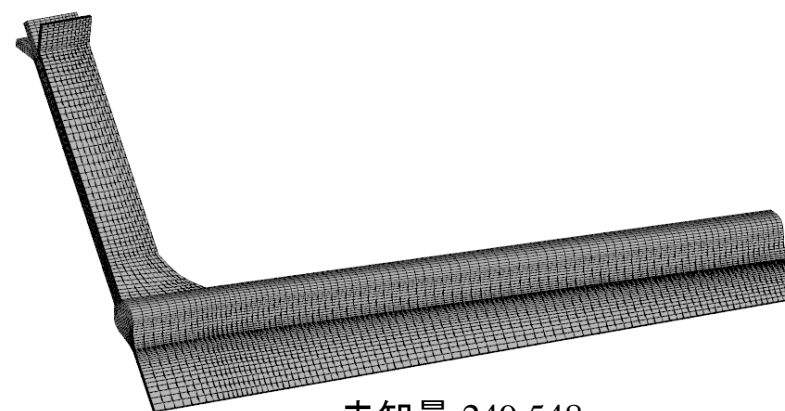
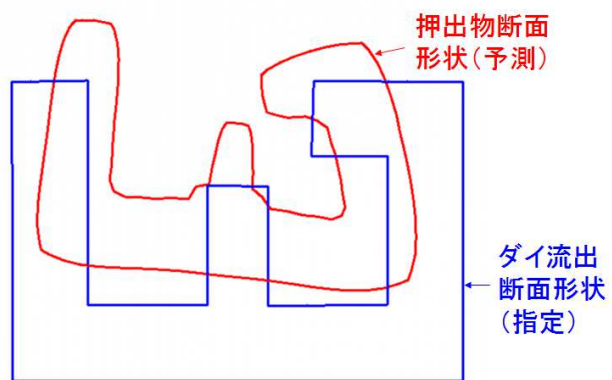
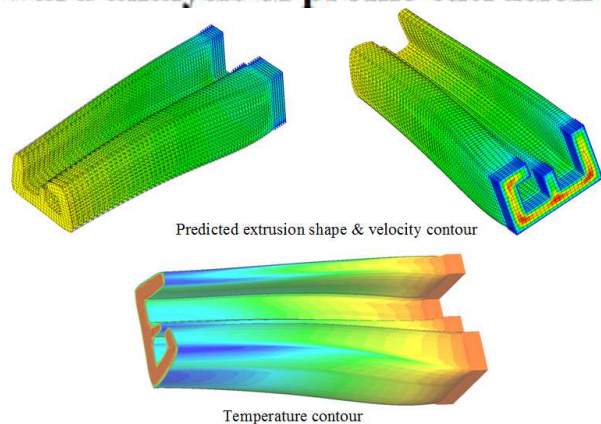


図3 MPS(SMS-MF)テスト解析モデル

## Forward analysis of profile extrusion process



## Thermal flow simulation of feed type multi layer coat hanger die

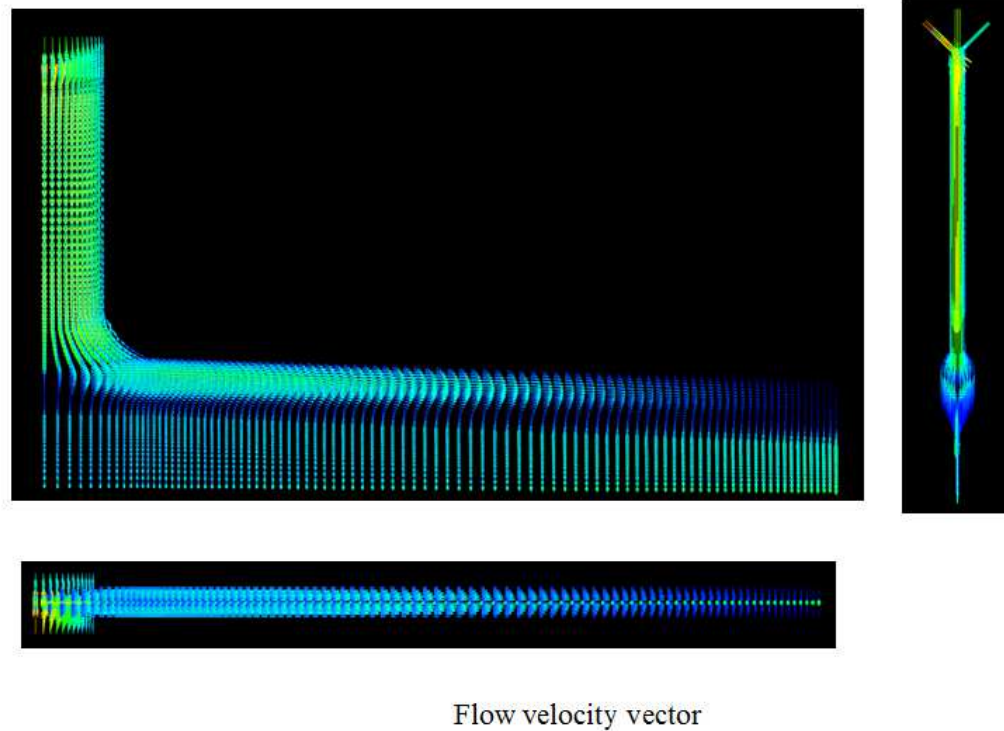


図4 MPS(SMS-MF)テスト解析結果

表2 直接法マトリクスソルバー性能比較

	SMS-MF(64bits版)	既往MF Direct solver(32 bits版)
CPU time for forward/reverse analysis	118 sec	132 sec
CPU time for Multi layer flow analysis	2068 sec	解析不能

(非ニュートン粘度,自由表面処理の反復計算回数を10回に設定。SMS-MFでは、大規模モデルのOut of core 計算が可能のため、モデルサイズはPCの外部記憶装置:ハードディスクの容量により制限。)



## SMS-AMGの特長

- ・反復法ソルバーのため、計算負荷が小さい。
- ・Algebraic Multi Grid法採用により、収束性に優れ、演算速度が速い。
- ・計算メッシュの品質にロバスト(メッシュアスペクト比の悪いケースでも速やかな収束性を保障)。

## SMS-MFの特長

- ・直接法ソルバーのため、汎用性と安定性に優れる(Saddle point problemに対応可能)。
- ・Multi Frontal法採用により、演算速度が速い。
- ・大規模問題対応時の並列計算や、外部記憶装置を利用するオプションが整備されている。

## ②要素再生機能(MPS)

当機能は、流路形状の部分的な変更を行う際に有効になるMPS用の要素再生機能です。以下に示すように多層押出ダイの流入口形状を変更することを想定し、当機能について解説します。

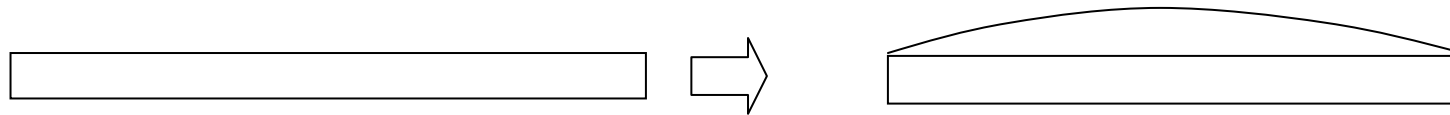
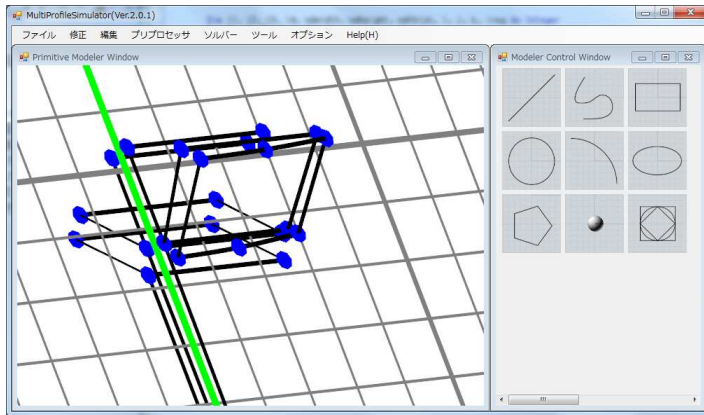


図5 流入口形状の変更

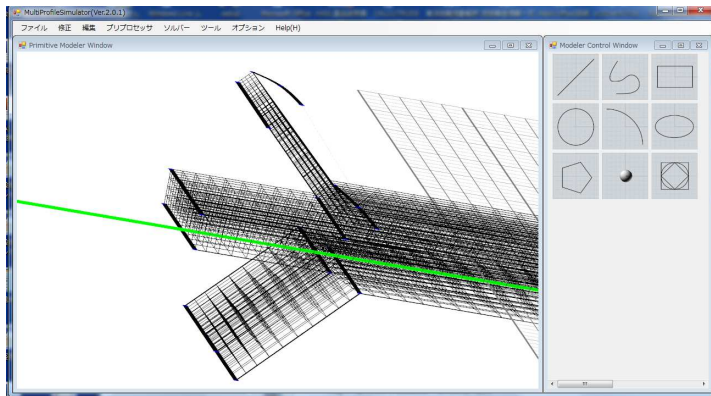
## 1) ジオメトリ情報の変更

ジオメトリ情報を部分的に変更します。



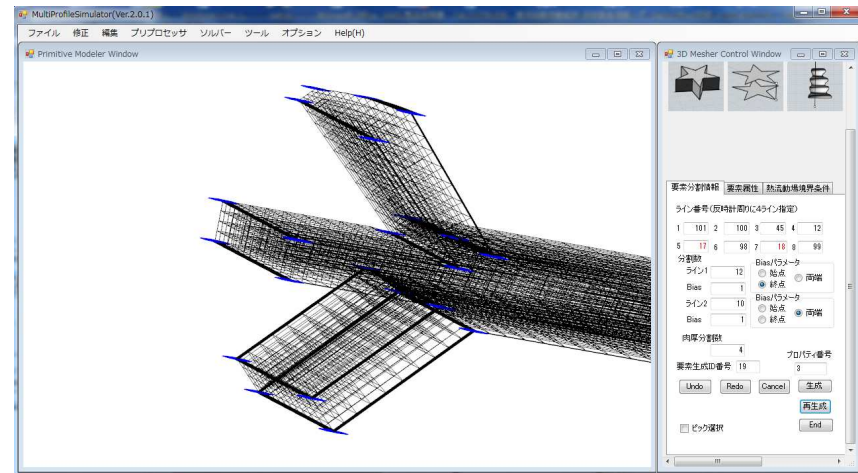
## 2) 元メッシュ情報のインポート

変更後のジオメトリ情報上に形状変更前のメッシュ情報をインポートします。



## 3) 形状変更領域のメッシュ再生成

形状を変更する領域の生成ID番号を指定し、従来と同様の方法に従って、領域を構成する8本の稜線をマウス選択します。再生成ボタンを押すことで形状変更領域のメッシュが再生成されます。



この機能を利用すると境界条件の再設定や節点のマージ/リナンバー等の作業も不要となり、従来、全領域を再生成していた状況と比較して大幅に作業が軽減されます。

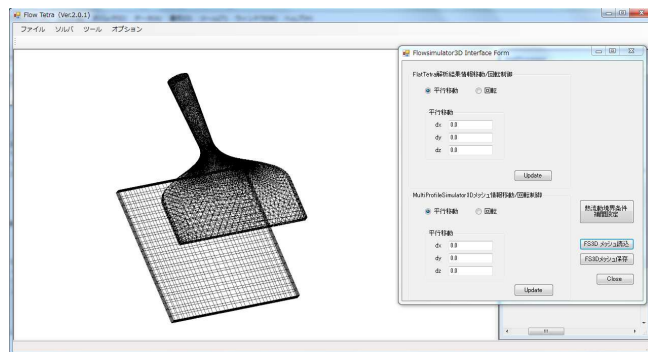
---

### ③インターフェイス機能(MPS,FT)

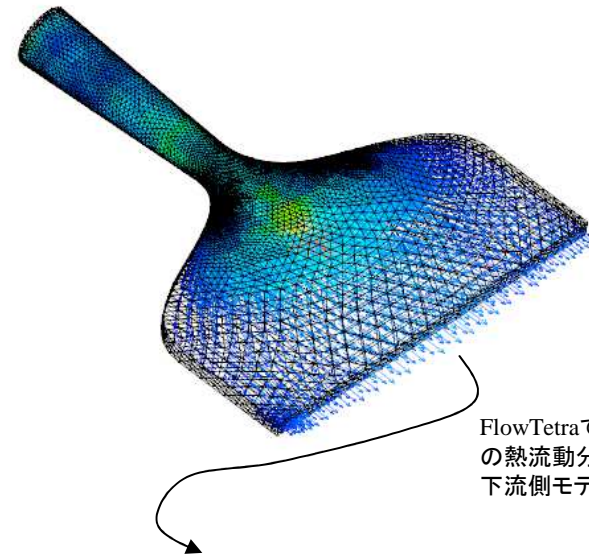
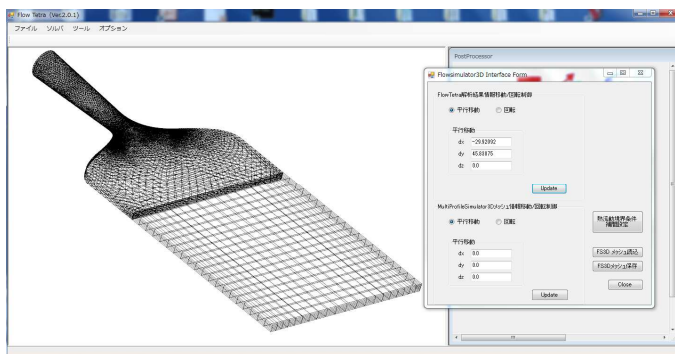
Flat Simulator (FS)の解析結果とMPS解析モデルのインターフェイス機能が多層押出ダイの解析で効力を発揮することはFSの改良成果で解説した通りです (FS改良成果資料参照)。その他、FT→MPS及びMPS→MPS間のインターフェイス機能を整備しました。以下に、その運用方法について解説します。

# FT→MPSインターフェイス機能

1) FT解析結果にMPS解析モデルをインポート



2) 両メッシュ情報が重畳するようにモデルを移動 & 熱流動境界条件補間設定ボタンを押すことで、自動的に境界条件を補間設定



FlowTetraで評価される流出口の熱流動分布を補間設定して下流側モデルに反映

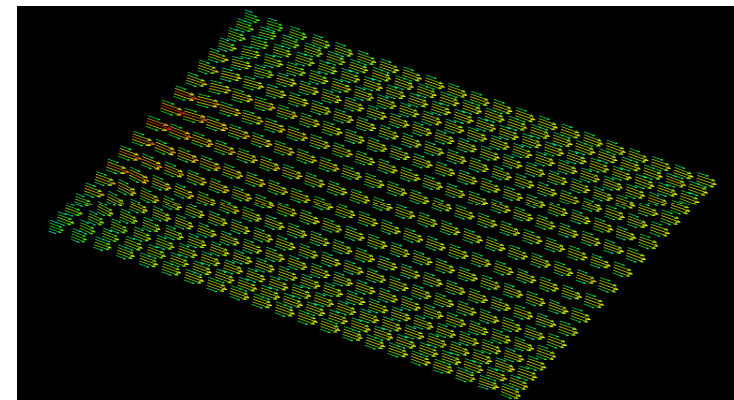
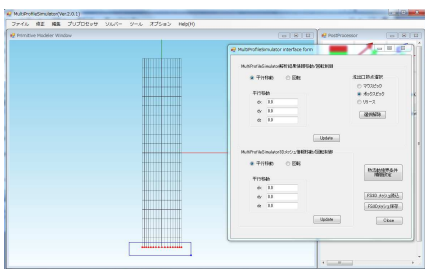


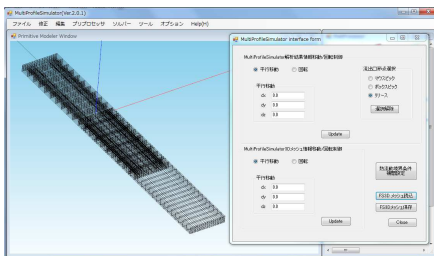
図6 FlowTetra to Multiprofilesimulator interface機能テスト解析結果

# MPS→MPSインターフェイス機能

1) MPS解析結果をインポートし、流出口を特定



2) MPS解析結果にMPS解析モデルをインポート



3) 両メッシュ情報が重畳するようにモデルを移動&熱流動境界条件補間設定ボタンを押すことで、自動的に境界条件を補間設定

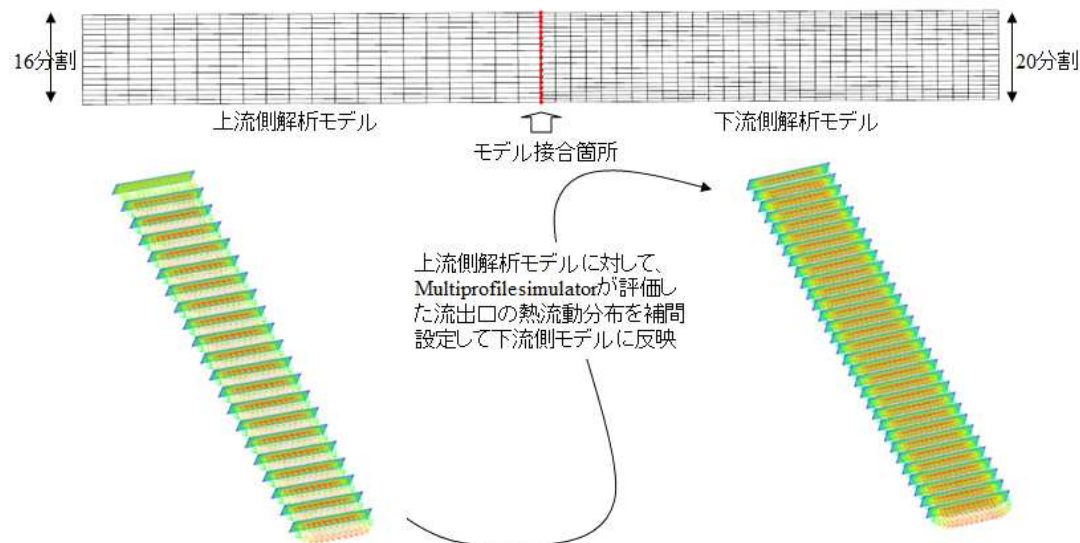
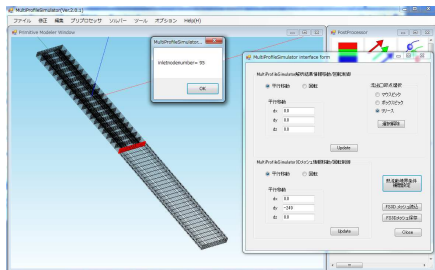


図7 Multiprofilesimulator to Multiprofilesimulator interface機能テスト解析結果



#### ④自動報告書作成機能

解析者がポスト処理を行った際に作画した各種情報を利用し、解析報告書を自動的に作成する機能を実装しました。

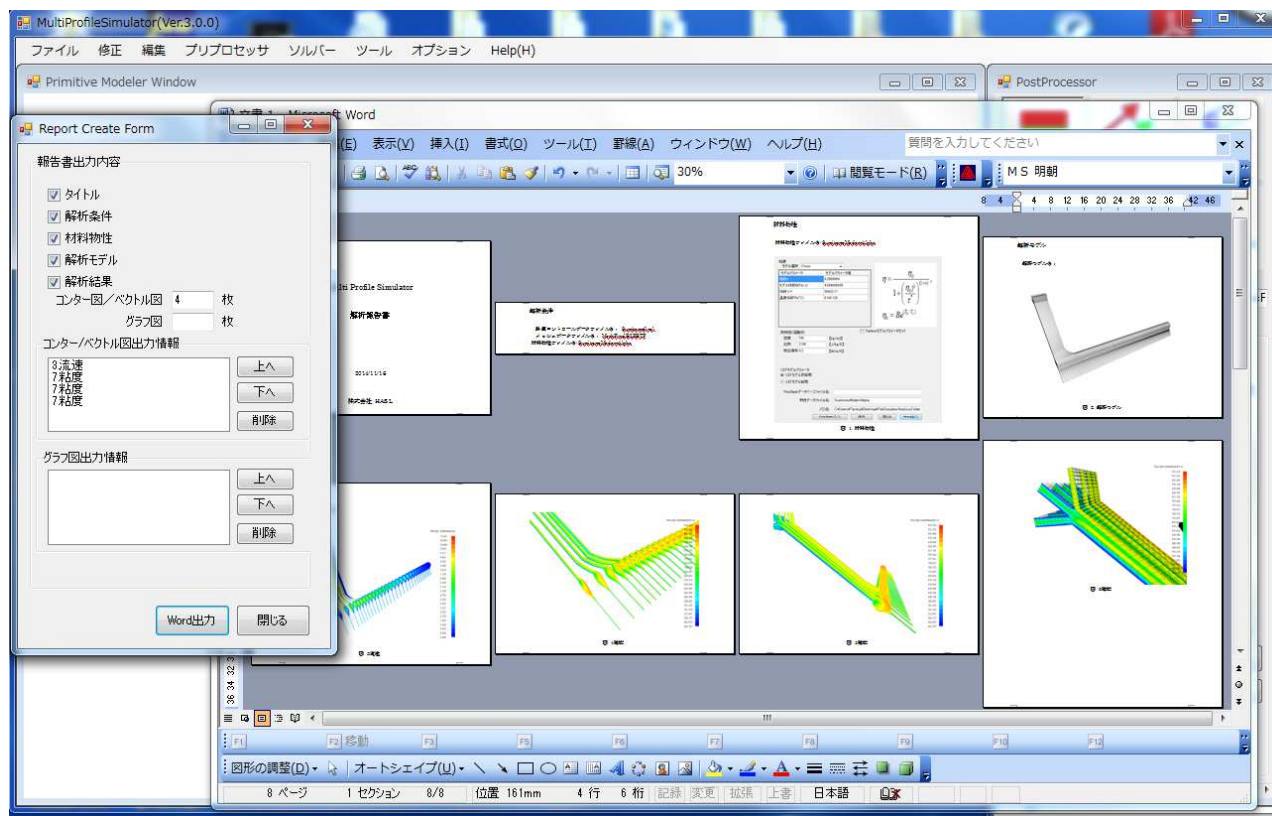


図8 解析結果の自動報告書作成機能

## 改良成果：

- ・Flowsimulator3DにVINAS社製品Super Matrix Solverを導入することにより、廉価版PC環境下において、押出成形に関わる実用問題の多くが、数分～数十分程度で分析可能になりました。
- ・MPSに要素再生機能を実装し、解析モデルの部分的な形状変更に対応できるようになりました。
- ・FS→MPS,FT→MPS,及びMPS→MPSのインターフェイス機能を整備しました。当機能を利用することで大規模モデルのメッシュ生成作業と計算時間を大幅に短縮できます。
- ・報告書を効率的に作成可能な自動報告書作成機能を実装しました。

## 今後の課題：

今後は、異型押出及び多層押出解析への適用性を向上させるために、

- ・自由表面、多層界面捕捉計算アルゴリズムの改良
- ・メッシュ生成作業の更なる軽減化

等のテーマを追求します。また、解析結果の3Dポスト機能の改良にも併せて取り組みます。