

2016 年 5 月 24 日

CGSim Version.15.3.1 新機能のご案内

CGSim は融液、及び溶液からのバルク結晶成長の開発、及び最適化のために開発されたシミュレーションソフトウェアです。CGSim はプリ、ソルバー、ポスト用のソフトウェアが一つにまとめられた基本パッケージ(CGSim 2D Package)とアドオンモジュール(Cz Dynamics Module、3D Flow Module)で構成されており、熱流体解析をベースに 2 次元軸対称モデル、及び 3 次元回転体モデルの定常、及び非定常解析を行うことができます。通常では測定することが難しいリアクター内の結晶成長プロセスをシミュレーションにより再現することでリアクター形状、プロセス条件、結晶品質の最適化に利用することが出来ます。

✓ 主な新機能、及び改善点

◆ **Basic module**

- 境界条件設定における Default ボタンの追加 (図 1)
- Load interface curve 機能の追加
- 異方性材料のハイライト機能の追加 (図 2)
- 非定常計算における計算速度の向上オプションの追加
- 非定常計算における結晶内の熱の移流オプションの改良 (図 3)
- Continue 計算における改良
- 収束判定設定の改良
- Silicon Chemical Model での融液自由表面の化学反応の改良
- 一方向凝固法での HAS モデルの改良 (図 4)
- 歪みテンソルの出力機能の追加 (図 5)

◆ **Flow module**

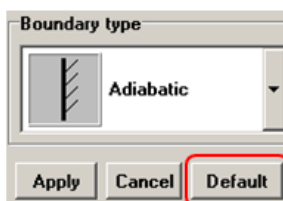
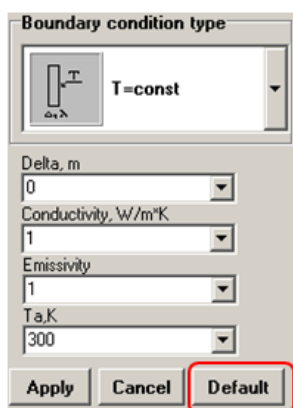
- 境界条件の Expression に使用できる変数の追加
- 乱流エネルギー(k)、電位(ELECTRIC_POTENTIAL)残差出力 (図 6)
- グリッド Refinement 機能の拡張 (図 7)
- 乱流モデルにおけるサブグリッドスケールの調整
- 結晶 /融液界面の回転平均一次元データの抽出機能の追加

◆ **Viewer**

- Linear Probe の改良
- Bounds、Probe 画面の編集機能
- Frames Min, Max 機能の改良 (図 8)

『Radiation タブ/External boundaries』 『solid タブ/External boundaries』

『solid タブ /With gas』



『solid タブ /Internal boundaries』

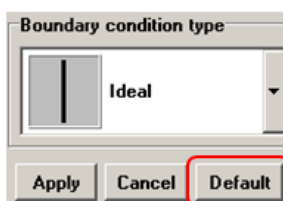
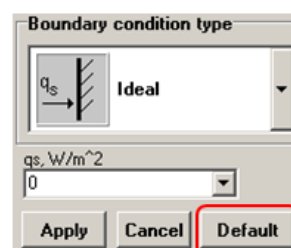
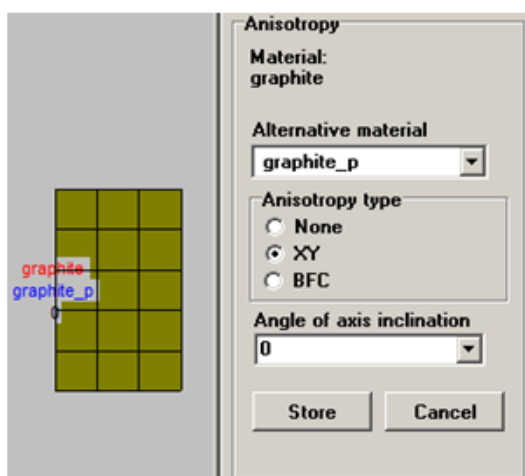


図 1.各タブ内の境界条件設定の画面

XYモデルの場合

- ・ ハイライトカラー: オリーブ色
- ・ 主軸(X軸): 赤色文字
- ・ 副軸(Y軸): 青色文字
- ・ 異方性の回転角: 黒色文字



BFCモデルの場合

- ・ ハイライトカラー: 黄色
- ・ 主軸(X軸): 赤色文字
- ・ 副軸(Y軸): 青色文字

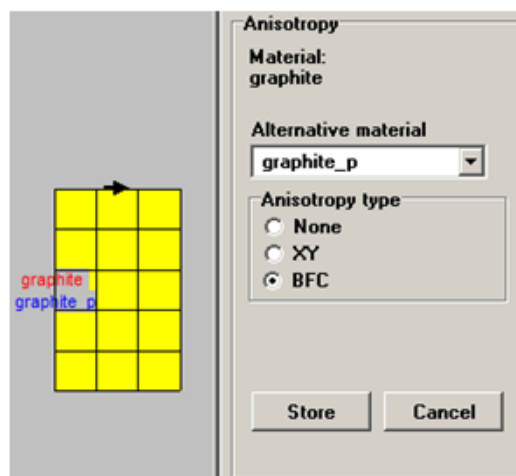


図 2. 異方性材料の設定画面

流速のY成分分布

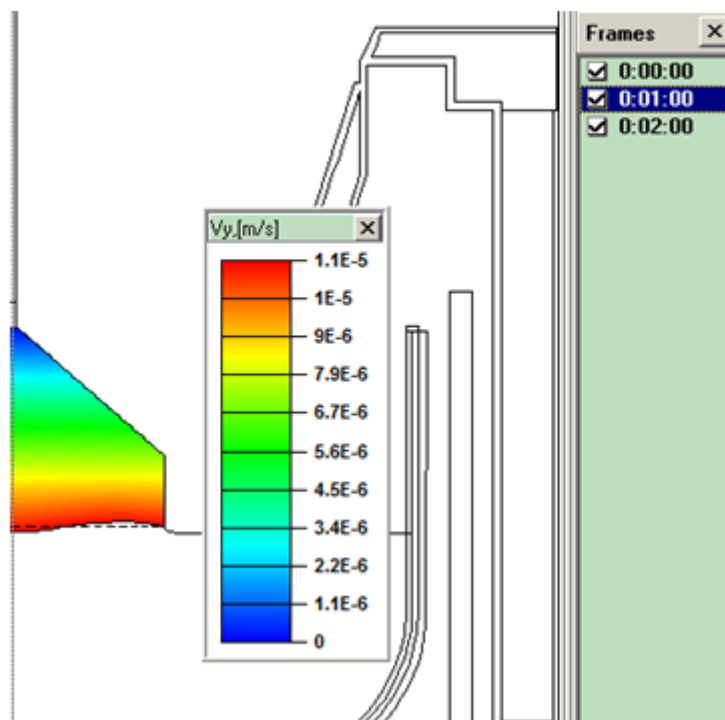


図 3. 非定常計算における結晶内の y 方向流速成分分布

$$\frac{dN_m}{dt} = K(\tau_{eff})^l N_m v_{disl} - \frac{N_m v}{L}$$

- $\frac{dN_m}{dt}$: 転位の増加速度
- N_m : 転位密度
- K, l : 材料定数
- τ_{eff} : 転位同士の相互作用による加工硬化を考慮した有効応力
- v : 転位のすべり速度
- L : 転位の平均自由行程

図 4. 転位密度の時間変化の式

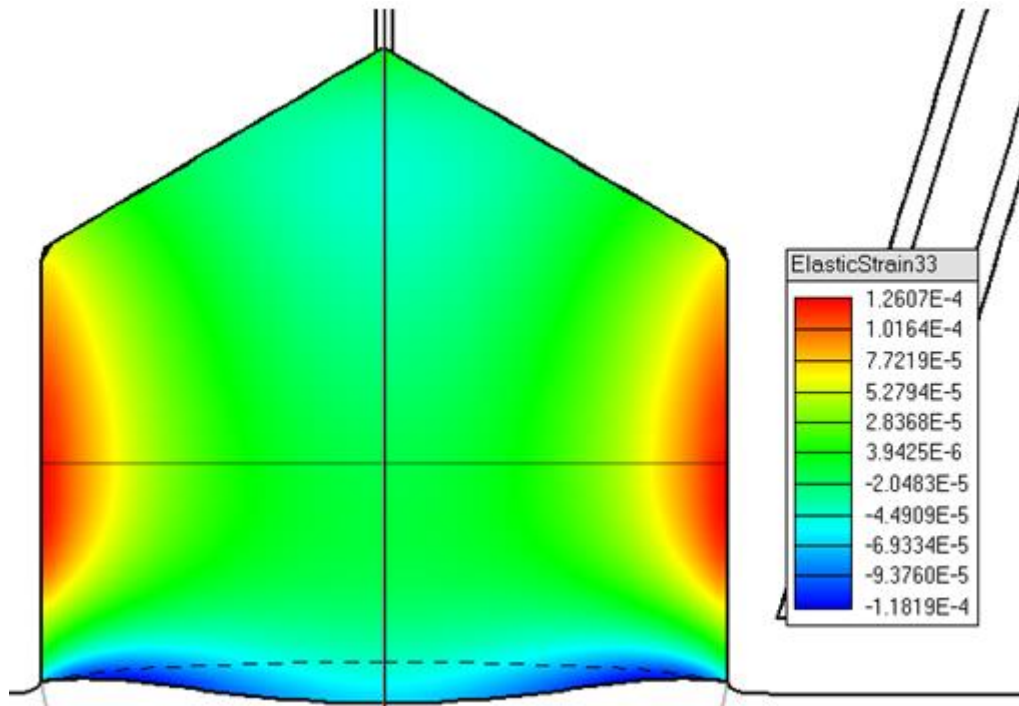
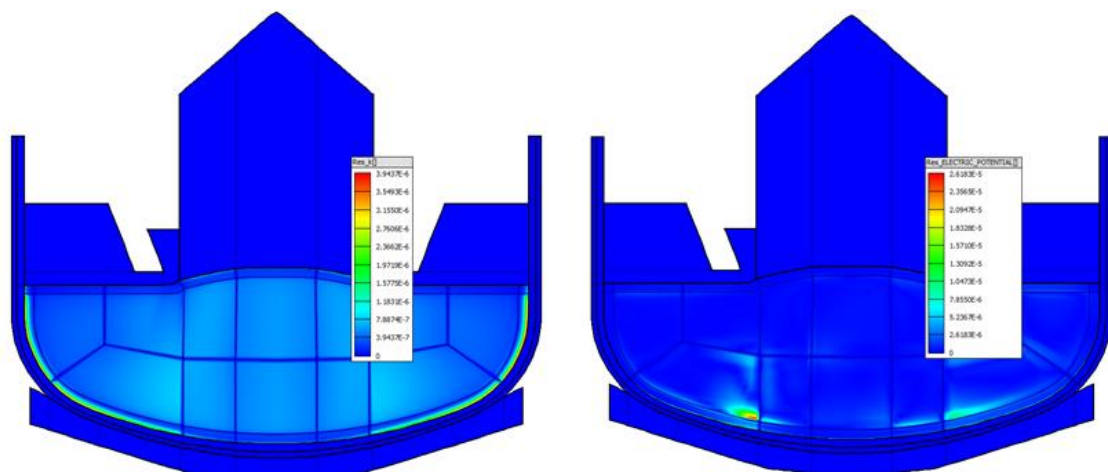


図 5. 結晶内の歪テンソル($\varepsilon_{\theta\theta}$)分布



乱流エネルギー (k) 残差分布

電位 (ELECTRIC_POTENTIAL) 残差分布

図 6. 乱流エネルギー残差分布(左)、電位残差分布(右)

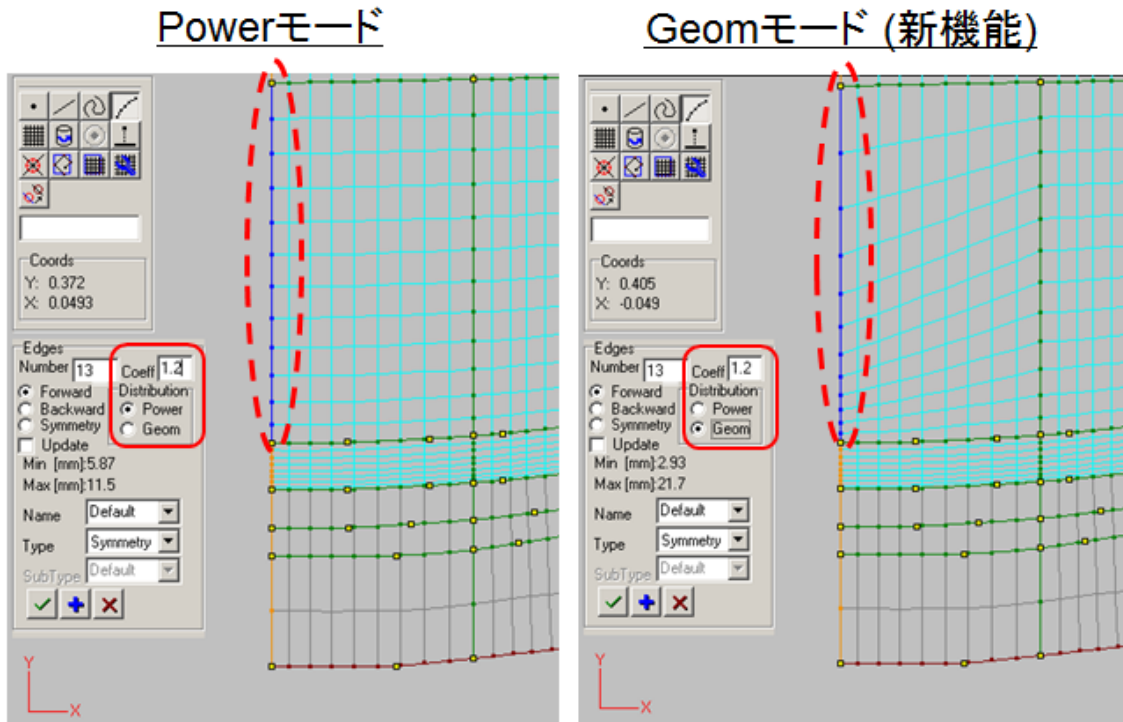


図 7. メッシュの寄せ具合編集画面

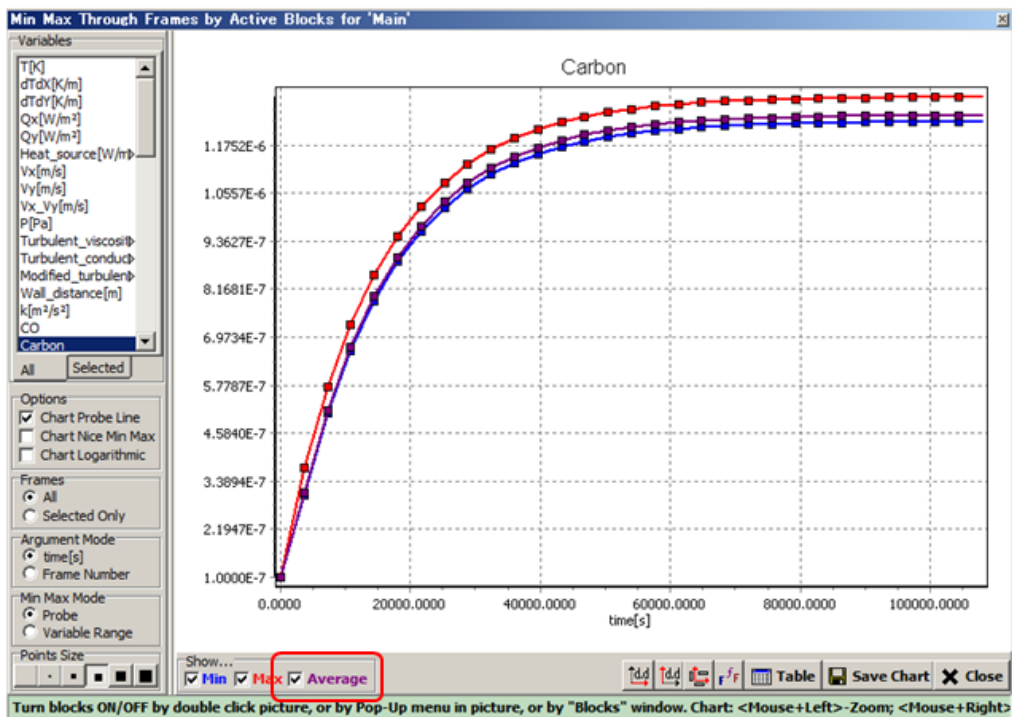


図 8. Frames Min Max Average の画面