

気液二相流解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/MP の解析事例

主管研究員 杉中 隆史

アドバンスソフト株式会社の
アドバンス/スーパーコンピューティング・サービス活用セミナー
2015年8月27日（木）開催
アドバンスソフト株式会社

発表内容

- Advance/FrontFlow/MP とは
- 特長
- 機能
- スーパーコンピューターによる性能評価
- 解析実績
- 解析事例
- 今後追加される機能

Advance/FrontFlow/MP とは

- ・アドバンスソフト(株)が開発したソフトウェア
- ・二流体モデル(Euler-Euler法)^(*)を用いて、気液二相流の流動特性や伝熱特性を3次元で解析する非構造格子系のソフトウェア

(*)二流体モデル(Euler-Euler法) :

- ・気相と液相の各相について、質量・運動量・エネルギーの保存方程式を解く
- ・気液界面や壁面での質量・運動量・エネルギー輸送は構成方程式を使用する
- ・気泡や液滴よりも大きなメッシュサイズを使用できる**実用的な気液二相流解析モデル**

Advance/FrontFlow/MP の特長

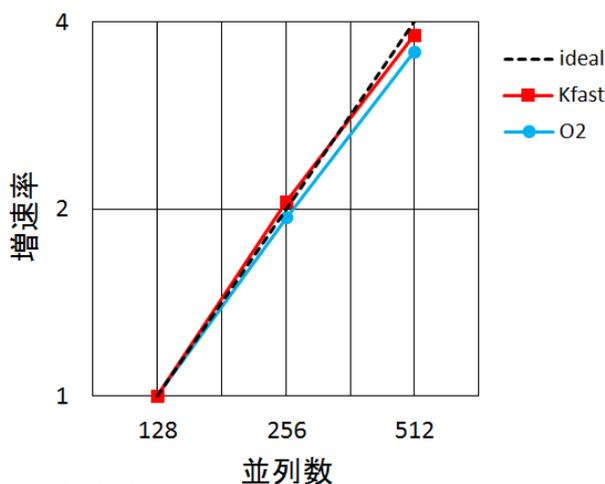
- ①沸騰・凝縮の計算が安定で、質量やエネルギーの保存性が高い
- ②壁面熱伝達モデルなどの構成方程式が組み込まれている
- ③カスタマイズに対応している

Advance/FrontFlow/MP の機能

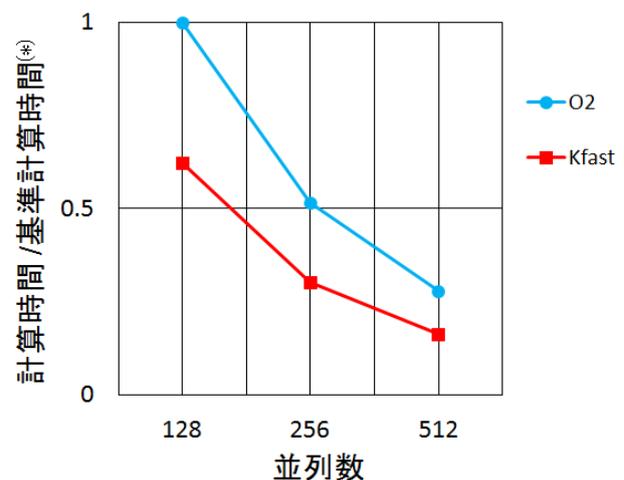
- 沸騰解析
 - 凝縮解析
 - 固体熱伝導解析
 - 自由表面解析
 - 気泡流解析
 - 蒸発解析(液滴、水蒸気、空気を扱う二相流)
- } 同時に扱うことが可能

Advance/FrontFlow/MP の性能評価

一般財団法人 高度情報科学技術研究機構 (RIST) 様
 スーパーコンピュータ FUJITSU PRIMEHPC FX10 上で測定
 5,000万要素の結果(セル中心法を使用したため、要素数とコントロールボリューム数は同じ)



128並列基準



(*)基準計算時間：
 コンパイラオプションO2 & 128並列の計算時間

Advance/FrontFlow/MP の解析実績

➤ 自動車

- 焼入れ熱処理の解析
- 気泡除去装置の解析
- 熱交換器の沸騰凝縮解析
- 配管内の圧損解析
- 表面張力による液体挙動解析

➤ 原子力

- 燃料集合体の解析
- 気水分離器の解析
- 気流ジェット噴流装置の解析
- 垂直管と水平管の環状流解析
- プール水のスロッシング解析

➤ 化学

- 気泡塔内の解析
- T字合流配管部のサーマルストライピング現象の解析

➤ その他

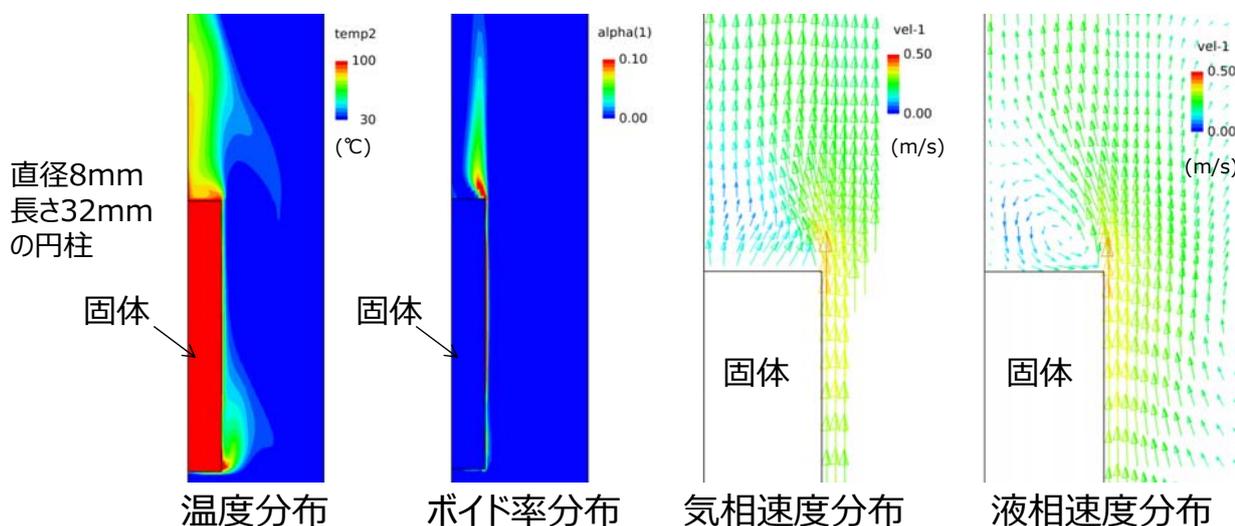
- 製鉄プロセスの解析
- 配管内の液滴の蒸発解析(拡散)
- 配管内の蒸気の凝縮解析
- 海中の気泡流解析
- 独立行政法人 科学技術振興機構 平成25年度採択課題「相変化を伴う3次元気液二相流解析プログラムの研究開発」
- 「京」のトライアル・ユース
- 「京」の個別利用

以下の事例はスーパーコンピューターを使用した大規模解析ではありません。

Advance/FrontFlow/MP の解析事例

・固体熱伝導と沸騰と凝縮を同時に扱った解析

固体の初期温度900℃、液体の初期温度30℃で1秒後の計算結果

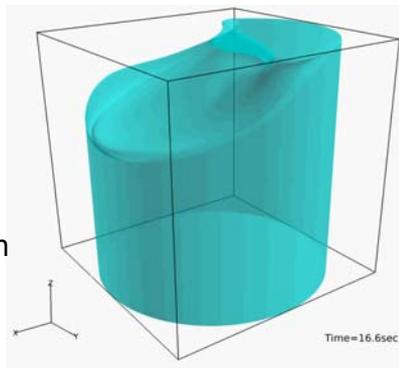


Advance/FrontFlow/MP の解析事例

・自由表面解析

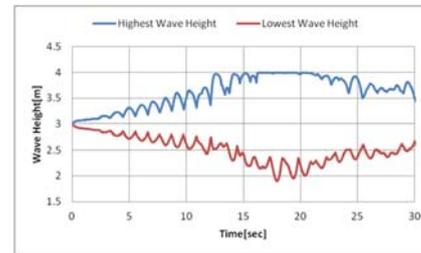
1968年十勝沖地震の強震記録(*)を2倍にした条件での円筒タンクのスロッシング解析

内径4m
高さ4m
初期液面高さ3m

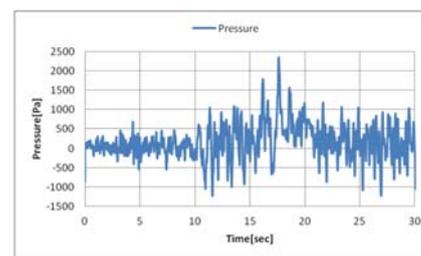


地震発生から16秒後の液体分布

(*)翠川三郎, 三浦弘之: 1968年十勝沖地震の八戸港湾での強震記録の再数値化, 日本地震工学会論文集, 第10巻, 第2号, pp.12-21, 2010.



最大波高と最小波高の時間変化



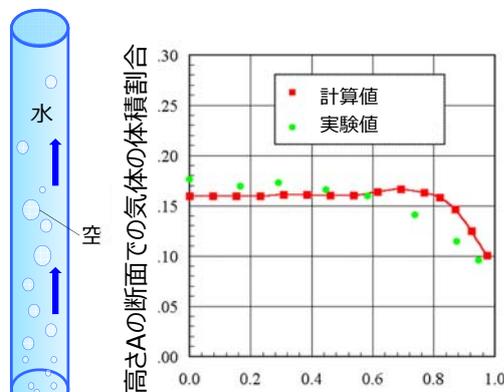
天板における最大圧力の時間変化

Advance/FrontFlow/MP の解析事例

・気泡流解析

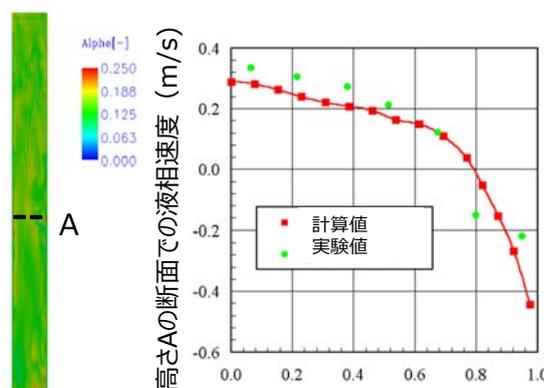
ボイド率：実験値(*)と計算値の比較

液相速度：実験値(*)と計算値の比較



底面から
気泡を注入

内径138mm
高さ1370mm



(*) J.H.Hills, Trans.Instrn.Chem.Engrs, Vol52,1971,pp1-9.

Advance/FrontFlow/MP に 今後追加される機能

- ・AMGソルバー(*)の導入による高速化
- ・壁面までの距離計算の改良による高速化
- ・セル中心法の導入
- ・ラージ・エディ・シミュレーションの導入
- ・前処理の省メモリ化
- ・沸騰時の離脱気泡径と気泡離脱速度の相関式
- ・リスタート計算時の並列数の変更
- ・数値パラメーターの最適化
- ・その他

開発終了

(*) 九州大学情報基盤研究開発センター 西田 晃 先生が開発したAMGの線形ソルバーを利用できます。
利用をご希望の方は、以下のサイトからダウンロードしてください（アドバンスソフトがお手伝いいたします）。
<http://www.ssisc.org/> インターフェイスはAdvance/FrontFlow/MPに入れています。