

# 気泡流、沸騰流、固気液三相流などの解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/MP Ver.3.3

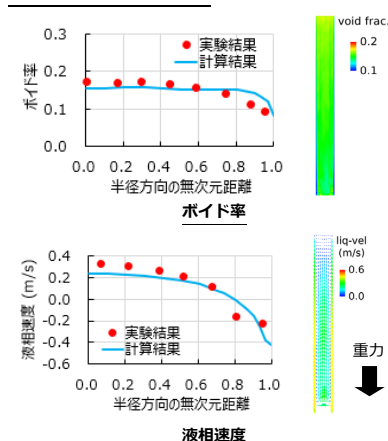
## ～Advance/FrontFlow/MP の概要～

沸騰や固気液三相流の現象は極めて複雑なため、その流動状態や伝熱特性をシミュレーションで予測することがほとんどできないのが現状でした。Advance/FrontFlow/MP は混相流計算の安定性を向上させ、壁面熱伝達や高濃度固体粒子を伴う固気液三相流の解析モデルを開発したことにより、機器の設計や開発に活用できる実用レベルの混相流解析ソフトウェアとしてご提供するものです。

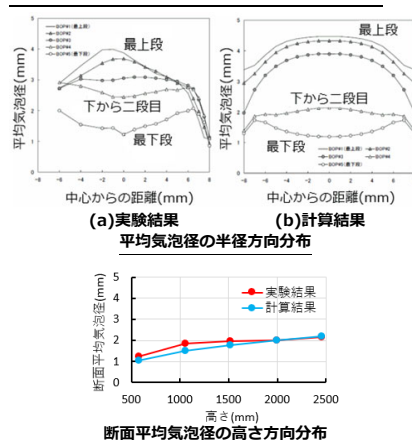
## ～ソフトウェアの特長～

- ①二流体モデルと壁面熱伝達モデルにより**沸騰**を伴った気液二相流を安定に精度良く計算できます。
- ②**高濃度固体粒子**解析機能を追加したことにより**固気液三相流**を安定に精度良く計算できます。
- ③陰解法による二流体モデルにより**界面追跡**解析は時間刻み幅を大きくして VOF 法より精度良く計算できます。
- ④並列化機能により大規模で長時間の解析を高速にできます。
- ⑤物理モデルの選択や解析方法について、本ソフトウェアの開発者がお客様をサポートします。

### 解析事例 1 気泡塔

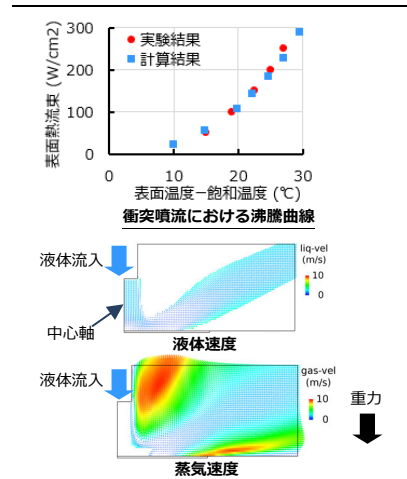


### 解析事例 2 サブチャンネル内の気泡合体

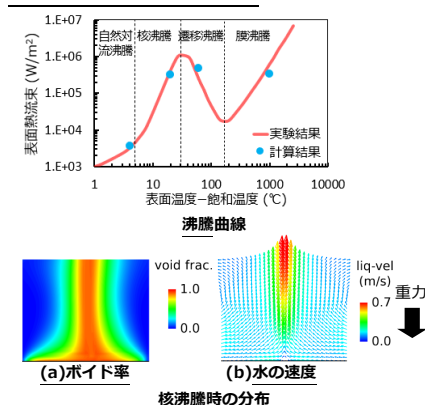


出典: 革新的実用原子力技術開発費補助事業 平成 18 年度成果報告書 概要版「高温高圧二相自然循環炉の熱流動シミュレーション評価手法の開発」

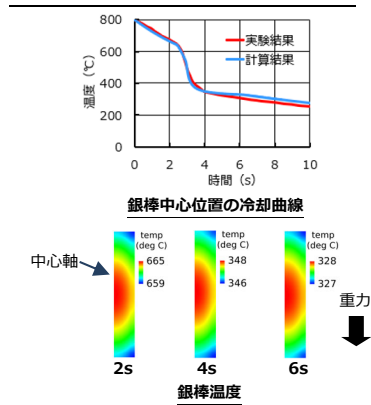
### 解析事例 3 衝突噴流による沸騰冷却



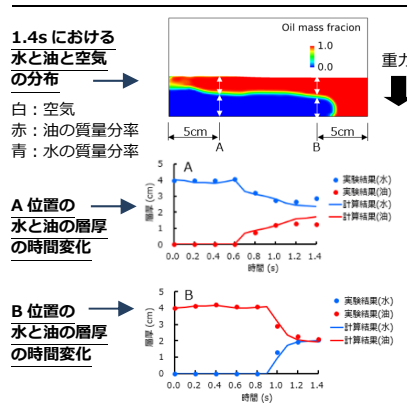
### 解析事例 4 プール沸騰



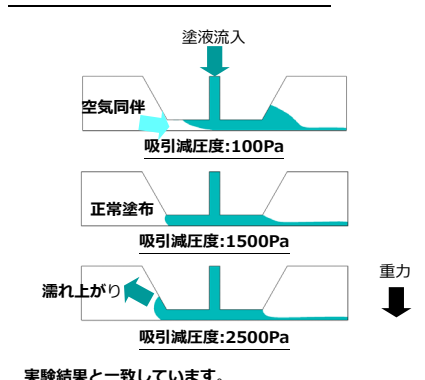
### 解析事例 5 油焼入れの沸騰冷却



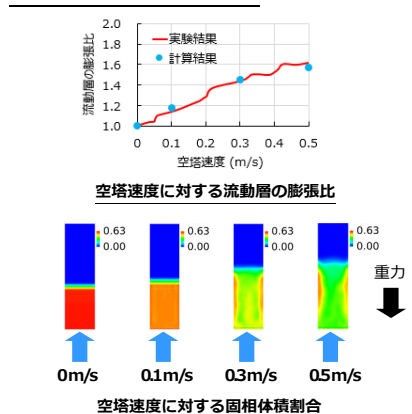
### 解析事例 6 水と油と空気界面追跡



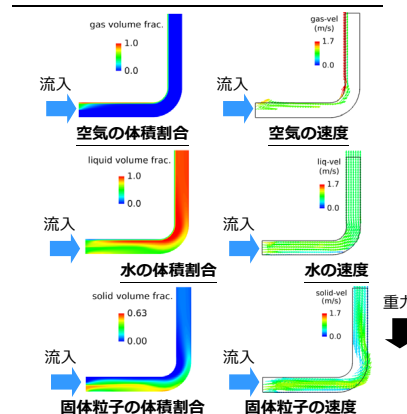
### 解析事例 7 スロットダイ塗布



### 解析事例 8 固気流動層



### 解析事例 9 配管内の固気液三相流



## ～ Advance/FrontFlow/MP Ver.3.3 の機能一覧 ～

項目		機能
基本機能		定常／非定常／非圧縮性／強制対流／自然対流／固体の熱伝導(複数の材質を考慮可能)／自由表面
座標系		3次元直交座標系
気液二相流の扱い		二流体モデル／二流体モデルとレベルセット法のハイブリッド法
液体		相変化を考慮しない場合には2種類に対応
蒸発		物質伝達モデル／気相は凝縮性気体と非凝縮性気体の2種類
表面張力		CSFモデル(Continuum Surface Force Model)／静的接触角
乱流		なし／混合型 k-εモデル／分散型 k-εモデル(気泡流用)／渦粘性一定
多孔質		速度の1次式による抵抗係数／速度の2次式による抵抗係数／体積力(重力、毛細管力)
気泡合体を考慮した気泡分布径変化		気泡群個別運動と相互作用(気泡合体)モデル(高精度詳細気泡流解析モデル)
固体粒子の凝集		粒径グループ毎の質量保存式、粒径グループ毎の運動量保存式(one-way)
高濃度二相流		グラニューエーエネルギー保存方程式により、粉体同士および粉体と壁面の衝突を考慮
固気液三相流		固気速度差と固液速度差は二流体モデルで考慮、気液速度差はドリフトフラックスモデルで考慮
流動様式線図		ボイド率により液体単相・気泡流・中間領域・噴霧流・気体単相に分類する方法／ ボイド率により液体単相・気泡流・気体単相に分類する方法／ ボイド率により液体単相・噴霧流・気体単相に分類する方法／ ボイド率と質量速度により液体単相・気泡流・スラグ流・中間領域・噴霧流・気体単相に分類する方法
構成方程式	気泡径	一定値／臨界 Weber 数を使用した式／ 気泡群個別運動と相互作用(気泡合体)モデル(高精度詳細気泡流解析モデル)
	液滴径	一定値／臨界 Weber 数を使用した式／一定値
	抗力係数	神戸大・富山らの式／剛体球の式／一定値
	揚力係数	神戸大・富山らの式／一定値／使用しない
	壁面潤滑力	Antal らのモデル／使用しない
	乱流拡散力	Lopez らのモデル／使用しない
	仮想質量力	仮想質量係数一定値／使用しない
	最小安全膜沸騰温度	ハレク(境界層外)の液温と壁温と圧力による相関式／一定値
	限界熱流束温度	Chen の核沸騰相関式と Zuber の限界熱流束相関式から求める方法／一定値
	界面熱伝達	気泡流／噴霧流／中間領域
境界条件	壁面熱伝達係数	液単相(強制対流と自然対流)／サブクール核沸騰／飽和核沸騰／遷移沸騰／膜沸騰／ 蒸気単相(強制対流と自然対流)／標準モデルの修正／一定値
	沸騰曲線	沸騰曲線を構造物面単位で変更可能
	流速	流入境界／流出境界／no-slip 境界／free-slip 境界／滑面の壁関数／ 表面粗さを考慮した壁関数
	温度	Dirichlet 境界(温度固定)／Neumann 境界(熱流束固定)／熱伝達係数と外部温度
	k, ε	Dirichlet 境界／Neumann 境界(勾配ゼロ)／滑面の壁関数／表面粗さを考慮した壁関数
体積割合		free-slip 境界
離散化		有限体積法
セル形状		6面体／3角柱／4角錐／4面体／6面体・3角柱・4角錐・4面体の併用
コントロールボリューム		節点中心法／セル中心法
アルゴリズム		SIMPLE 法／SIMPLEC 法／Rhie-Chow 法による圧力振動の抑制／Muzaferija の手法による拡散項の精度向上
時間積分		Euler 陰解法／Crank-Nicolson 法による時間2次精度陰解法
移流項の離散化スキーム		1次精度風上差分／2次精度風上差分／2次精度風上差分＋リミタ(TVD 法)／ 2次精度中心差分／1次精度風上差分と2次精度中心差分のブレンド
行列解法		ICCG 法(圧力ボアソン方程式)／Bi-CGSTAB 法(圧力ボアソン方程式以外)／ AMG 法(代数的マルチグリッド法)／LIS ライブラリ(ver. 2.0.34)
格子ファイル		FIELDVIEW-Unstructured- Ascii V2.4／FFR-GF 形式／その他(弊社にお問い合わせください。)
可視化用出力ファイル		FIELDVIEW UNFORMATTED 形式(可視化ソフトは FIELDVIEW <sup>(*)</sup> を使用)／ VTK UNFORMATTED 形式(可視化ソフトは Paraview を使用)／その他(弊社にお問い合わせください。)
並列計算		自動領域分割法による並列計算
容量制限		ソフト側に制限なし
ユーザーサブルーチン		初期値／流入境界条件／出力／質量のソース項／運動量のソース項／熱量のソース項／界面摩擦力／ 壁面熱伝達係数／気泡合体モデル

(\*)1 FIELDVIEW は、米国 Intelligent Light 社の商標または登録商標です。

## ～ Advance/FrontFlow/MP Ver.3.3 の動作環境 ～

OS	[1] Red Hat Enterprise Linux 7.x [2] Red Hat Enterprise Linux 6.x [3] CentOS 7.x (フリー) [4] CentOS 6.x (フリー)
メモリ	16GB 以上を推奨します。
ハードディスク	計算規模や計算結果の保管の状況によって異なります。 1TB 以上を推奨します。
MPI ライブラリ	Intel MPI (ランタイム使用時はフリー)
Fortran90/95 コンパイラ (ユーザーサブルーチン使用時に必要)	[1]インテル oneAPI ツールキット (ベース & HPC ツールキット) [2]インテル Parallel Studio XE (Fortran コンパイラ、MPI ライブラリ付属)

記載のない環境等につきましては、弊社までお問い合わせください。



アドバンスソフト株式会社

詳しい情報をご希望の方は、まずはお問い合わせください。デモンストレーションも可能です。

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台四丁目3番地 新お茶の水ビルディング 17 階西  
TEL: 03-6826-3971 FAX: 03-5283-6580 URL: <http://www.advancesoft.jp/>  
E-mail: [office@advancesoft.jp](mailto:office@advancesoft.jp)

Frontflow\_mp\_20240115

Copyright ©2024 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.