

流体解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/red Ver.5.6



～ 大規模・並列計算を低コストで実現する、
カスタマイズ性の高い国産ソフトウェア ～

Advance/FrontFlow/red は、LES による優れた乱流解析機能、計算をロバストに進めるための高度な手法、大規模なモデルを高速に解くための高い並列性能など優れた設計思想をもとに開発された流体解析ソフトウェアです。

2020 年 11 月リリース

Ver.5.6 のバージョンアップポイント

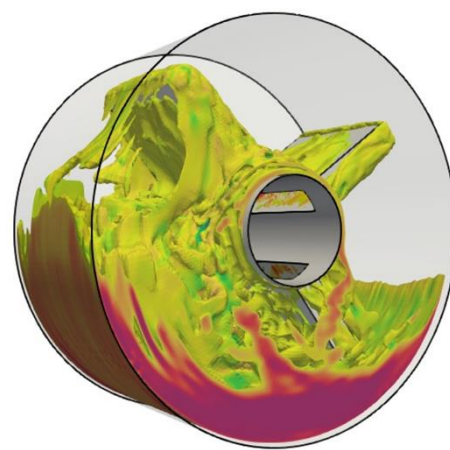
- 線型ソルバーにおける AMG 法の安定化
- LES 乱流モデルに WALE(Wall-Adapting Local Eddy-Viscosity)を追加
- 境界条件設定の入力省力化
- 計算結果出力データ削減機能
- Windows 版 GNU コンパイラ対応

開発の背景とコンセプト

FrontFlow/red が開発された当初は、Large Eddy Simulation (LES) という非定常乱流を精度良く解析する手法をベースとし、乱流場の大規模解析をターゲットに開発が進められてきました。アドバンスソフトは、従来の機能を発展させるとともに、独自に改良してまいりました。これまでの成果を継承しつつ、高速性やロバスト性、使い勝手などを向上させ、解析サービスや技術サポートをご提供しております。

主な特長

LES による高精度乱流解析	非定常な流動現象の高精度予測を追求しました。燃焼、物質拡散、空力などの非定常大規模解析や、構造、電磁場、音響などとの大規模連成解析にも適用可能です。
超並列化・ベクトル化による大規模解析	開発の設計段階から並列計算のパフォーマンスを最大限に引き出すためのアルゴリズムが適用されました。シングル CPU に対応したソフトウェアを並列対応にするのとは違い、高い並列化効率が得られています。
高速性	当社は、お客さまが計算結果を待つ時間もコストと考えます。前処理の高速化、AMG ソルバーの導入に加え、高速化のための細部にわたるチューニングを施しています。その結果、飛躍的な計算スピードの向上が得られました。
高いコストパフォーマンス	当社のソフトウェアの多くが国のプロジェクトで開発されたため、低価格でご提供しております。また、CPU 数に依存しない価格設定であるため、お客さまの計算機資源を有効活用し、定額で大規模な計算を実行することができま
開発者による技術サポート、柔軟なカスタマイズ性	国内で開発をしているため、開発者が直接技術サポートをご提供いたします。また、お客さまの要望に素早く対応できる開発体制とカスタマイズ性があります。世の中のニーズが大きく動く現代のビジネスシーンにおいて、迅速な新技術への対応が可能であると考えています。
使い勝手の向上	当初、計算のパフォーマンスに重点をおいて開発してきましたが、ソフトウェアの使い勝手も、汎用プリポストプロセッサ Advance/REVOCAP により、飛躍的に向上しました。
多様な解析対象	乱流、化学反応、輻射、粒子追跡、騒音、キャビテーション、圧縮性、固体-流体熱連成、多孔質体、自由表面、等 多くの解析対象に対応しております。お客さまの現在の課題に対応し、機能をカスタマイズすることも可能です。

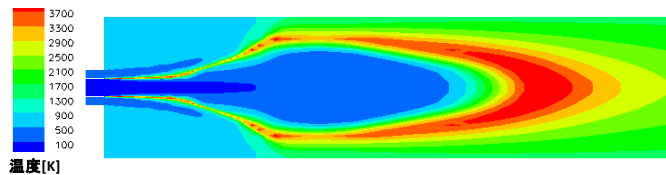


蒸発過程を含む高粘度含水物の攪拌解析：高粘度含水物の等値面
(カラーは含水率)

広範な適用分野と高度なテーマに対応

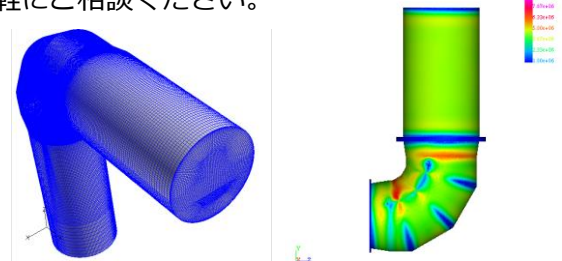
超臨界圧燃焼解析

要求レベルの高い航空宇宙業界でも使用されている Advance/FrontFlow/red ならではの、高度な燃焼解析が可能です。実在ガスモデルの他に、ODE ソルバー、OSM ソルバー、不連続格子など、負荷の高い化学反応計算を軽減させる機能が搭載されております。



流体構造連成解析（案内板溶接部）

多種多様な分野のシミュレーションソフトを自社開発するアドバンスソフトならではの連成解析が可能です。お客さまのご提案する組み合わせで、これまでにない斬新な解析が実現できるかもしれません。お気軽にご相談ください。

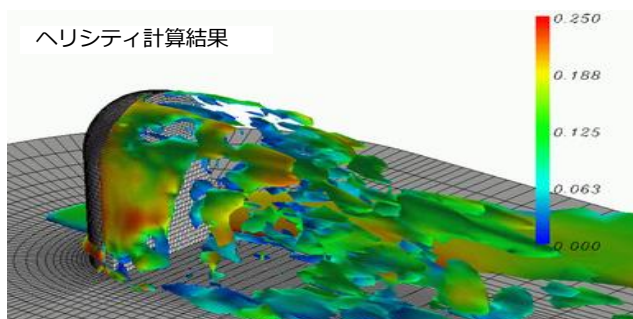


株式会社 電業社機械製作所殿 ご提供

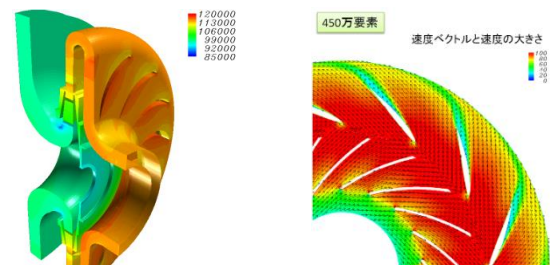
騒音解析

騒音低減のために、ファン周りの流体を解析し、音源の特定や騒音量を算出することがあります。Advance/FrontFlow/red ではスライディング格子を使用し、圧力変動を各時刻で精度よく算出できます。その圧力分布をもとに騒音量を取り出す各種手法（Lighthill-Curle モデル, Ffowcs Williams and Hawkings モデル）を取り入れています。

ドアミラーの空力騒音解析



遠心圧縮機の空力騒音解析

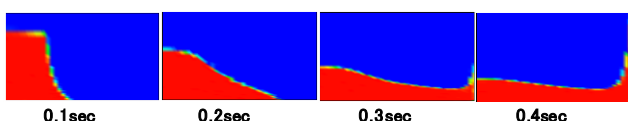


株式会社 日立プラントテクノロジー殿・
独立行政法人 海洋研究開発機構殿との共同研究

自由表面

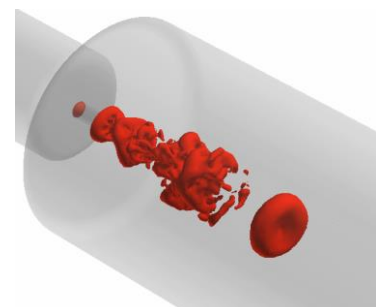
Advance/FrontFlow/red の解析対象は単層だけに留まりません。水と空気、水と油など混ざり合わない2種類の流体が自由表面を有して流れる挙動をVOF機能で解析することができます。

ダム崩壊



キャビテーション

Advance/FrontFlow/red では最新のキャビテーション発生モデルを取り入れ、現象を忠実に再現できます。キャビテーションクラウドの生成破断、ならびに消滅という一連の非定常挙動を予測することができます。

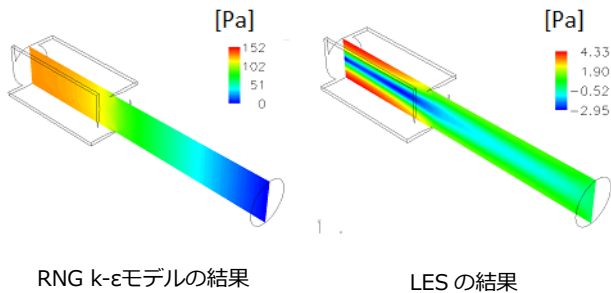


オリフィス出口におけるキャビテーション噴流解析

お客様の課題を解決する高度な解析機能

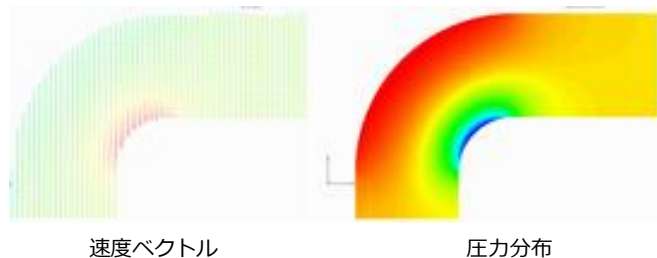
LES (Large Eddy Simulation)

非定常な乱流場、燃焼や化学反応問題を解く際には LES (Large Eddy Simulation) がお勧めです。これまで (k-εモデルのような) RANS では特別な処置が必要であった旋回流や衝突流などの非定常性の強い流れも、オプションなどを選択する必要なく解析することができます。



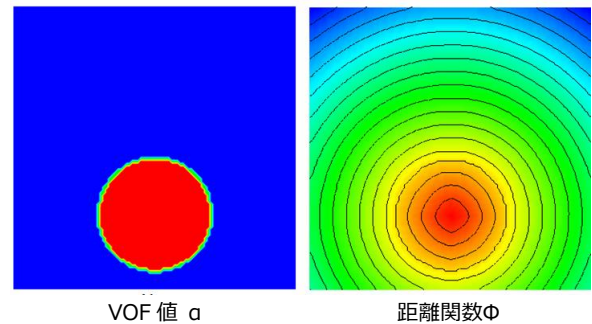
セル中心法

新たな離散化手法としてセル中心法が追加されました。これまで節点中心法で不得意とされてきたアスペクト比が大きく品質の悪い格子にも柔軟に対応できます。例えば曲がり管の壁面境界層内部まで詳細に格子を作成して解像度を上げて、ロバスト性を保ちながら精度のよい解析を実行することができます。



LEVEL SET 法

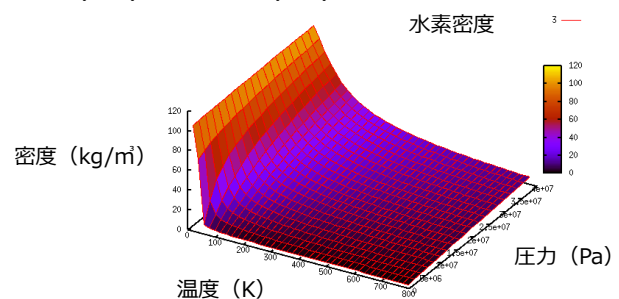
高精度に自由表面を捉えるため、LEVEL SET 法が追加されました。距離関数である LEVEL SET 関数を用い表面張力を精度よく求めることができます。VOF 法と組み合わせることで、さらに高精度な 2 相流解析が可能です。



物性値テーブル参照機能

実在流体モデル、データベース参照機能により理想気体状態方程式では不可能な超臨界状態の取り扱いが可能になりました。

- ・実在流体効果が考慮可能(超臨界圧条件)
- ・直接実在流体の方程式(SRK EoS など)を解くよりも実在流体の計算が安定にかつ低コストで実現可能
- ・水(H₂O)や二酸化炭素(CO₂)など 10 種以上の流体を考慮可能



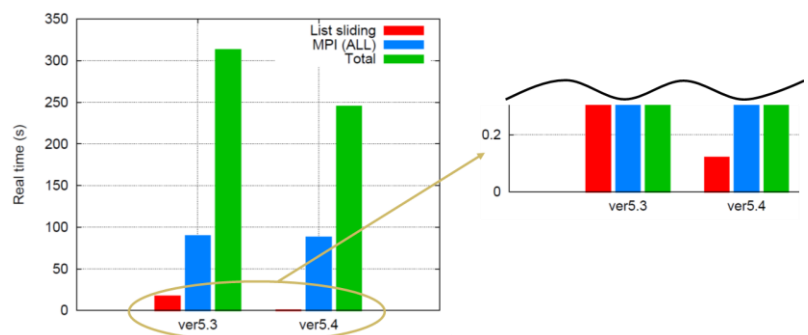
お客様のご要望に応じた柔軟な開発方針の採用

Advance/FrontFlow/red では、柔軟な開発方針を採用しています。ソフトウェアの開発を担当している技術者が、直接、ユーザー様のご要望を丹念にヒアリングすることで、現在の課題を明らかにし、バージョンアップに生かしています。

ユーザー様のご要望例

回転機の解析時間を短縮したい！

スライディング境界を含む計算の高速化、バージョンアップ前と比べて計算時間を 2 割削減！



大規模・並列計算を低コストで実現するカスタマイズ性の高い国産ソフト

機能一覧

物理モデル	基本機能 : 定常/非定常/非圧縮性/圧縮性/低 Mach 数近似/強制対流/自然対流/固体-流体間の熱伝導 (固体内部の複数材質を含む) / 非ニュートン流体/熱拡散 (Soret 効果) 乱流モデル : LES (標準 Smagorinsky モデル、Dynamic Smagorinsky モデル、WALE モデル) / DES (RANS は SST モデルあるいは Spalart-Allmaras モデル) / DNS/低レイノルズ数型 $k-\epsilon$ モデル/高レイノルズ数型 $k-\epsilon$ モデル/RNG $k-\epsilon$ モデル/Chen $k-\epsilon$ モデル/SST モデル/渦粘性一定/低レイノルズ数効果を考慮した 2 層ゾーンモデル(Enhanced Wall Treatment)/標準壁関数 放射 : 有限体積法/モンテカルロ法/ゾーン法 ガス燃焼・化学反応モデル : 素反応 (逆反応、三体反応、圧力依存、ユーザー定義) / 渦消散/総括反応 (スス生成含む) / Flamelet モデル 表面反応モデル : 素反応/Sticking 吸着モデル/LHER 表面総括反応モデル/Bohm プラズマモデル/マルチサイト (保存・非保存則アルゴリズム) / マルチ反応メカニズム / マルチバルク成長 物性値 : 一定値/Sutherland モデル/簡略化モデル/Kinetic theory/実在ガスモデル/物性値テーブルの参照 粒子追跡機能 (Eulerian-Lagrangian 2way) : 固体粒子と流体 (気体でも液体でも可) の二相流/液滴と気体の二相流/液滴蒸発モデル 騒音 (乱流音) : Lighthill-Curle モデル/Ffowcs Williams and Hawkings モデル 多孔質体モデル : ダルシー則/ベキ乗則 自由表面 : VOF 法 (乱流モデルとの併用) / 表面張力/壁の濡れ性/LEVEL SET 法 圧縮性二相流機能 : キャビテーション (均質流モデル) / 圧縮性自由表面(Ghost Fluid 法)
メッシュ	六面体 (ヘキサ) / 四面体 (テトラ) / 三角柱 (プリズム) / 四角錐 (ピラミッド) / これらメッシュの混合 / ポリヘドラルメッシュ / 不連続接合格子 / 厚みのない壁 (メッシュジェネレーター限定)
メッシュ移動	スライディングメッシュ機能 (不連続接合格子) / 移動格子 / メッシュ追加・削除
離散化	有限体積法/節点中心法/セル中心法
行列ソルバー	ICCG 法 / BICGSTAB 法 / 複数マテリアル AMG 法 (前処理)
アルゴリズム	SIMPLEC 法/Rhie-Chow 補間法による圧力振動の抑制 / Muzafarjia の手法による拡散項の精度向上 / 優対角化処理による流体・固体熱連成計算の安定性向上
時間積分法	Euler 陽解法/Euler 陰解法/2 次精度 Crank-Nicolson 法/2 次精度 Adams-Bashforth 法/3 次精度 Adams-Moulton 法/4 次精度 Runge-Kutta 陽解法
素反応計算ソルバー	Operator Splitting Method/ODE ソルバー
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/3 次精度風上差分+リミタ (TVD 法) / 2 次精度中心差分および 3 次精度風上と 1 次精度風上のブレンド/非散逸スキーム
並列計算	領域分割法による並列計算/並列数を変えたリスタート
前処理	マルチレベルグラフ理論に基づく領域分割
メッシュ生成	Advance/REVOCAP/市販メッシュャーとの連携についてはお気軽にご相談ください。
可視化ツール	Advance/REVOCAP/ParaView/市販可視化ソフトとの連携についてはお気軽にご相談ください。
ユーザーサブルーチン	初期値(流体と粒子) / 境界条件/質量のソース項/運動量のソース項/エネルギーのソース項/熱伝達係数/蒸発速度/気相反応/表面反応/移動格子/輸送係数/実在ガスモデルのパラメータ設定/輻射特性/ポスト処理
OS	Linux/Windows/等 (Windows 版の並列計算はノード内並列となります)

動作環境

OS	- Red Hat Enterprise Linux5.x (CentOS 5.x) - Red Hat Enterprise Linux6.x (CentOS 6.x) - Red Hat Enterprise Linux7.x (CentOS 7.x)	- Windows 7, 8, 10 - Windows server 2016
メモリ	100 万~400 万節点の解析では 16GB のメモリが必要	その他 OS についてはお問い合わせください。
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。250GB 以上を推奨します。	インストール時には 800MB 程度が必要
MPI ライブラリ	- Intel MPI (Ver. 2.0 以上) - MPICH1 (Ver. 1.2.7p1 以上) - MPICH2 (Ver. 1.0 以上)	- OpenMPI (Ver. 1.4 以上) - Microsoft MPI (MS-MPI v10.0)
Fortran90/95 コンパイラ	インテル Parallel Studio XE (推奨) [C/C++/Fortran コンパイラ、デバッガ、Math Kernel Library、MPI ライブラリ、パフォーマンス分析ツール等付属] https://www.xlsoft.com/jp/products/intel/compilers/index.html	- Windows 版 インテル Visual Fortran - Linux、Windows 版 GNU コンパイラ スーパーコンピュータ利用時のコンパイラ環境についてはお問い合わせください。

Advance/FrontFlow/red は、東京大学生産技術研究所計算科学技術連携研究センターが実施した文部科学省 IT プログラム「戦略的基盤ソフトウェアの開発」プロジェクト、および、文部科学省次世代 IT 基盤構築のための研究開発「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発」プロジェクトの成果 (ソフトウェア) をアドバンスソフト株式会社が商品化したものです。アドバンスソフトはこれらのプロジェクトに参加し、ソフトウェアの開発を担当しましたが、その成果を独自に改良して商用パッケージソフトウェアとし、販売保守を行っております。

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

