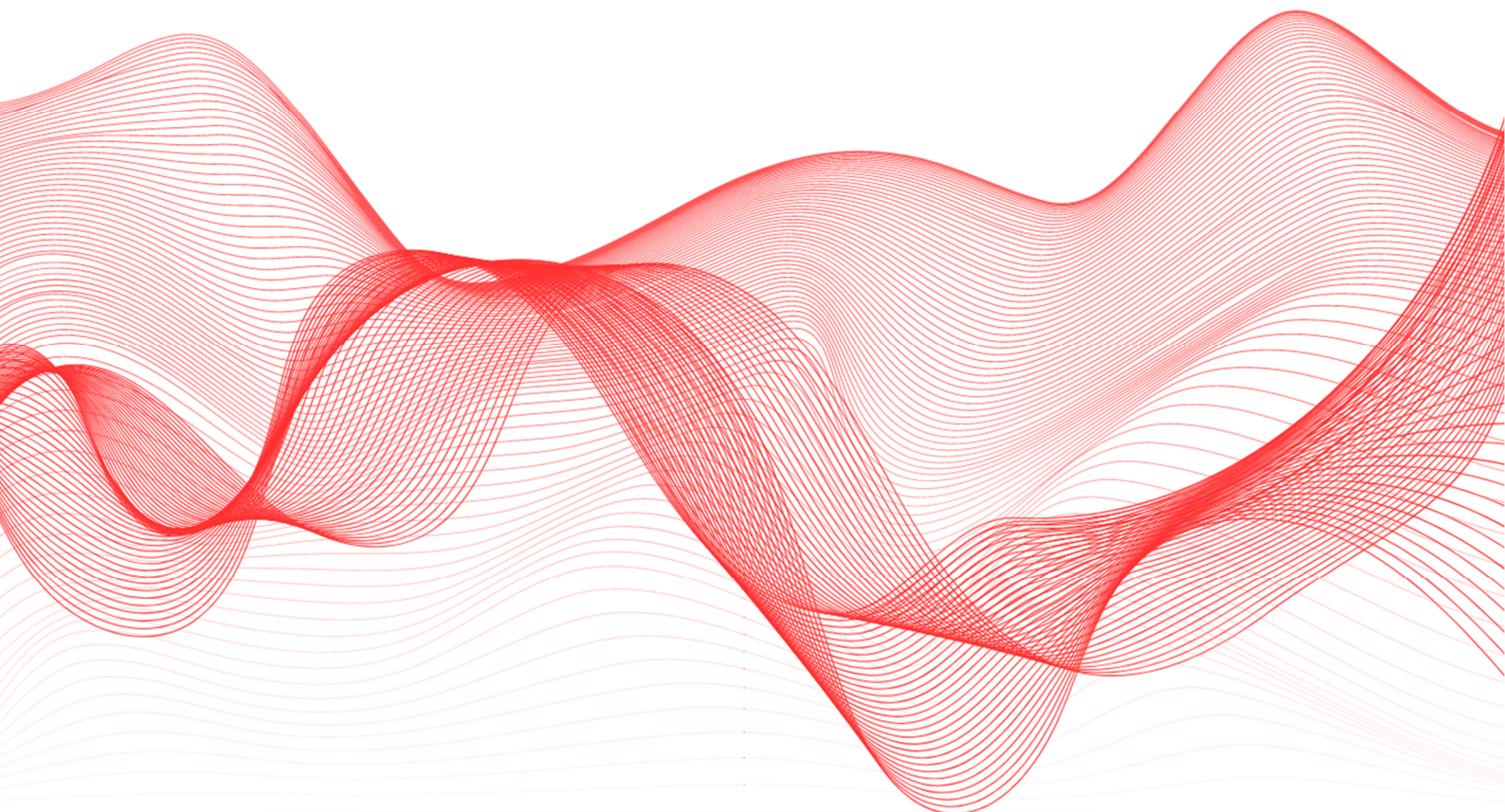


AdvanceSoft Corp.



Advance/ FrontFlow/red

CFD Software



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、多様化・高度化するシミュレーションの要求に応える、高速かつ信頼性の高い国産の高度流体解析ソフトウェアです。

大規模モデルを高速に解析可能な並列性能や、LES などによる高精度な乱流解析、化学反応・燃焼・物質拡散・自由表面など多彩な物理現象への対応、さらに構造解析・電磁場解析・音響解析などの大規模連成機能を備え、幅広い分野の解析ニーズに応えます。

アドバンスソフトは、文部科学省が我が国の計算科学技術の振興を目的として実施した「戦略的基盤ソフトウェア開発」および継続プロジェクト「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発」を推進するために設立されました。これらのプロジェクトは、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を中核拠点として、産学官連携のもとで遂行され、アドバンスソフトはシミュレーションソフトウェアの開発を担当しました。本製品は、プロジェクト終了後もその成果を基盤に、独自の改良と機能拡張を重ね、現在は商用パッケージソフトウェアとして販売および保守を行っています。



これまでの機能拡張や、低コストで信頼性の高い国産ソフトウェアとして、多くのお客様や業界から高く評価され、販売開始以来、**累計数百件の販売実績**を誇ります。自動車・航空宇宙・エネルギー・化学・製造業など、多彩な分野のお客様にご導入いただいております。

Advance/FrontFlow/red 主な5つの特徴

ポイント	概要
1.自社開発の国産ソフトウェア (p.2)	国内で開発をしているため、開発者による直接の技術サポートが可能です。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、迅速に新技術への対応が可能であると考えております。
2.使い勝手を追求したユーザーインターフェース (p.3)	専用のGraphical User Interface (GUI)の整備や前処理の高速化、多様な入出力に対応するなど、解析周りの使い勝手を向上させています。オンラインで参照できるマニュアル類もご用意しています。CFDに不慣れな方や他製品からの乗り換えられた方もスムーズにAdvance/FrontFlow/red による解析をスタートすることができます。
3.大規模計算に特化した計算機への対応 (p.4)	Advance/FrontFlow/red は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検討されました。その結果、シングルCPU用に開発されたソフトウェアを並列対応にするのと違い、高い並列化効率が得られています。現在では富岳や FOCUSスパコン、地球シミュレータなど各研究機関、大学のスーパーコンピュータでも稼働実績があります。また、ベクトル計算機用の最適化も実施し、NEC が販売する最新のベクトルエンジン「SX-Aurora TSUBASA」にも対応しております。※
4.高いコストパフォーマンス (p.5)	Advance/FrontFlow/red は CPU 数に依存しない価格設定であるため、お客様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可能です。
5.多様な解析対象に対応する機能 (p.6-p.14)	乱流、化学反応、輻射、粒子追跡、騒音予測、キャビテーション、圧縮性流れ、固体-流体間の熱連成、多孔質体、自由表面等 多くの解析対象に対応できる機能を整備しております。

※ アドバンスソフト株式会社は「NEC 共創コミュニティ for SX-Aurora TSUBASA」のパートナー企業です。

1. 自社開発の国産ソフトウェア

Advance/FrontFlow/redは国内で開発されているため、ソフトウェアを開発している技術者と直接やり取りすることにより、迅速かつ効果的なサポートを提供することができます。
また、ソフトウェアを隔々まで熟知した開発者によりお客さまの課題に応じたカスタマイズや機能追加が可能です。

追加サポートサービス

基本操作に関するメールサポートは無償でご利用いただけますが、有償にて下記のようなお客様の課題に沿った技術サポートも承ることが可能です。

- ・ 高度な計算設定のサポート
- ・ 計算条件設定ファイルの作成および動作確認
- ・ オンライン講習会の実施 etc.

カスタマイズサービス

お客様の研究課題に沿った機能追加はもちろんのこと、計算の高速化等のカスタマイズも請け負うことができます。また、費用面においても海外製品と比較すると大幅に低価格です。

- ・ キャビテーション予測システムの開発
- ・ スライディング境界を含む解析の高速化
- ・ 論文掲載モデルの実装 etc.

➡ 上記の他にも対応可能なサポートやカスタマイズサービスもございますので、お気軽にご相談ください。

開発ロードマップ

Advance/FrontFlow/red は、ユーザーからの要望や新しいカスタマイズを柔軟に取り入れつつ進化してきました。現在も、精力的に改良や機能追加を行い、性能や使い勝手の向上に努めています。現在までの機能追加の一例と、今後の開発計画を以下に示します。

バージョン	リリース時期	追加機能一覧
Ver.5.4	2018年 2月	・ 複雑な形状を効率よく表現できるポリヘドラルメッシュに対応 ・ 統計的手法を考慮した乱流流入速度場の作成機能による乱流解析の効率化 ・ スライディング境界を含む計算の高速化（回転機の解析時間を短縮） ・ 後処理時に対象とする物理量を抽出する機能（解析データの軽量化） etc.
Ver.5.5	2019年 5月	・ CFD General Notation System（CGNS）形式に対応 ・ 非ニュートン流体の粘性モデルを追加 ・ 熱拡散（Soret 効果）の追加 ・ 速度勾配テンソルの第二不変量の出力機能 ・ Windows 版のリリース ・ Linux 版 GNUコンパイラ対応 etc.
Ver.5.6	2020年11月	・ 線型ソルバーにおけるAMG法の安定化 ・ SGSモデルに Wall-Adapting Local Eddy(WALE) model 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 etc.
Ver.5.7	2022年 6月	・ ベクトル計算機への対応 ・ スライディング面を含む大規模計算の計算速度改善 ・ 予混合、部分予混合 Flameletモデルの追加 ・ 粒子追跡における液滴微粒化モデルの改善 etc.
	2023年10月	専用GUI Ver.1.0のリリース
Ver.5.8	2024年8月	・ Canteraとの連携機能 ・ GUI操作上での補助機能追加 ・ クラウド対応 etc.
Ver.5.9	2026年1月	・ 重合格子機能の強化 ・ 非圧縮性解析のGPU対応
今後の予定	—	・ ISATとの連携により詳細燃焼計算の数十倍の高速化 ・ モデルベースツールとの連成 ・ POD,DMD機能との連成 ・ メッシュ自動作成機能 etc.

2. 使い勝手を追求した ユーザーインターフェース

GUI機能のご紹介

●一連の解析作業が全て GUI 上で完結

メッシュの読み込みから条件設定、ユーザーサブルーチンの編集・適用、計算実行、結果の可視化まで対応しています。GUI 上での計算設定のみなので、コマンド操作に不慣れな方でも簡単かつ効率的に操作可能です。

●リモートホストでのソルバ実行も可能

スパコンやクラウドなどリモートホストと連携することで、GUI 上から手軽にジョブを投入できます。また、1 ジョブの並列数に制限はないため、お手持ちの様々な環境で大規模解析が可能です。

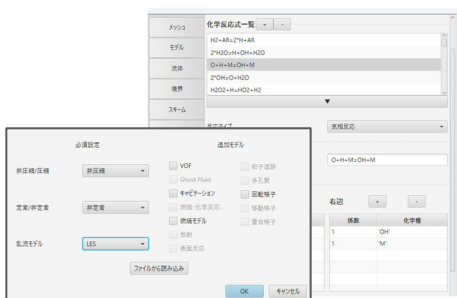
〈操作手順〉



メッシュの読込

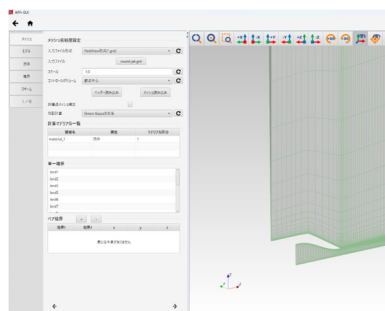
1. 解析メッシュの用意

本ソフトにメッシュ生成機能はありません。ただし、CGNS形式を始め各種メッシュ形式に対応しており、そのまま流体計算に使用可能です。



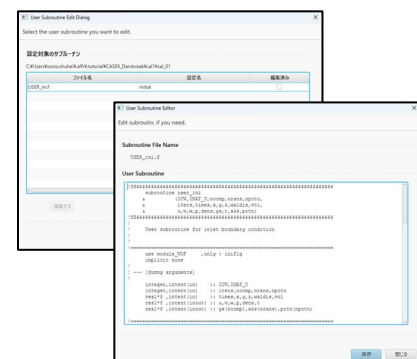
追加物理モデルの設定

燃焼・化学反応、輻射モデル、Lagrange粒子、VOF、キャビテーション、etc.



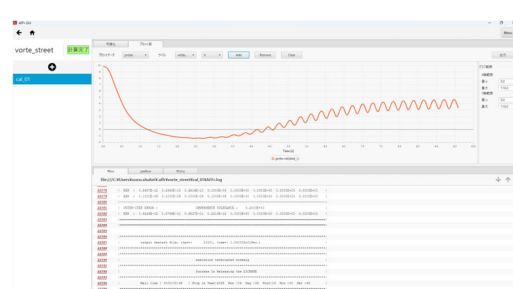
2. 解析条件設定

- ・ 解析モデルの選択
- ・ 境界条件・初期条件
- ・ 物性値の指定
- ・ 計算スキーム・精度、タイムステップ



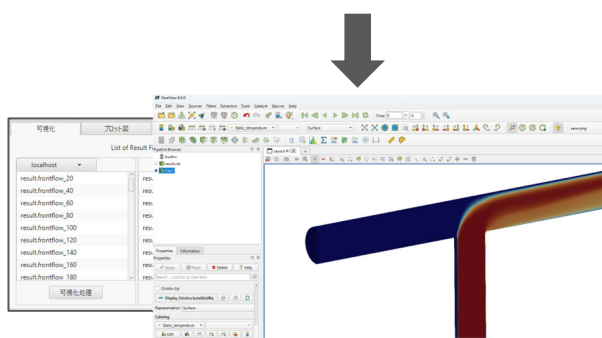
ユーザーサブルーチンの編集

燃焼・化学反応、輻射モデル、Lagrange粒子、VOF、キャビテーション、etc.



3. 計算実行

- ・ GUIからジョブを実行
- ・ ローカル計算・リモート計算の両方に対応
- ・ 計算の進捗・物理量の時間変化をグラフで確認



4. 結果可視化

- ・ 計算結果はGUIからオープンソースの可視化ソフト Paraviewを呼び出して可視化

GUIは自由に利用可能

ライセンス制限はソルバー実行のみで、GUIの利用には制限がありません。ソルバー実行はフローティングライセンスで管理することができ、リモートジョブに対応しているため、共用の計算機を複数ユーザーが同時に利用できます。

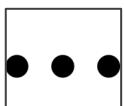
ユーザーA

ユーザーB

ユーザーC

計算機サーバー

ライセンスサーバー



ローカル計算実行

リモート計算実行

リモート計算実行

ライセンス参照

ライセンス認証
ジョブ数カウント

ライセンス参照

3. 大規模計算に特化した計算機への対応 (スーパーコンピュータ・ベクトル計算機・GPU)

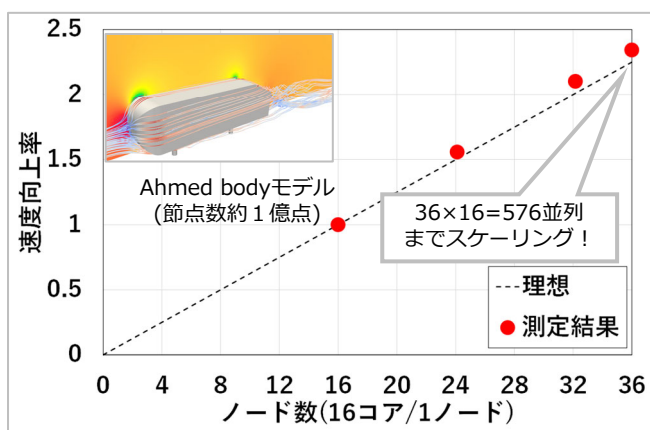
スーパーコンピュータを活用した大規模計算の実施やお客様が社外の計算機環境の利用をできるよう、種々の計算機でチューニングを行っております。

●稼働実績のある国内のスーパーコンピュータ（2025年 現在）

名称	CPU、アーキテクチャ	設置場所
富岳	FUJITSU A64FX	理化学研究所計算科学研究センター (R-CCS)
FOCUSスパコンシステム	Intel Xeon	公益財団法人 計算科学振興財団
地球シミュレータ	NEC SX-ACE	海洋研究開発機構 (JAMSTEC)
スパコンシステム ITO	Intel Xeon	九州大学
学際大規模計算機システム	Intel Xeon	北海道大学
SQUID	Intel Xeon	大阪大学
Wisteria/BDEC-01	FUJITSU A64FX	東京大学
TOKI-SORA (JSS3)	FUJITSU A64FX	宇宙航空研究開発機構 (JAXA)

●スパコンによる並列計算性能

Fujitsu製PRIMEHPC FX10を用いて、大規模格子に対する並列性能のテストを行いました。対象とするのは、車体周り流れ解析の標準モデルであるAhmed bodyモデルです。この解析では、車体周りに2回の格子細分化が行われ、節点数は約1億点となっています。並列数を変えて計算時間を測定した結果、約600並列までほぼ理想的にスケールしました。

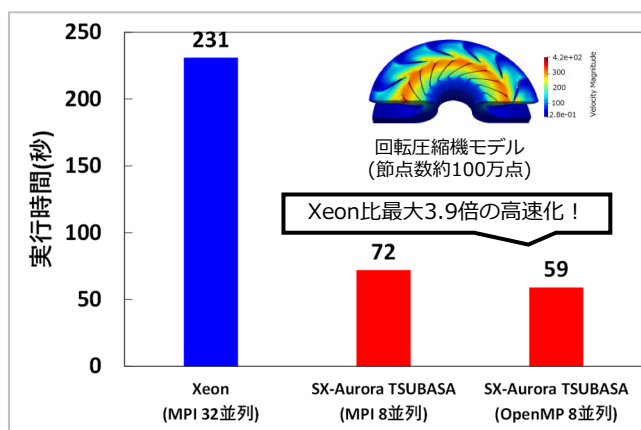


●NVIDIA GPUによる高速化

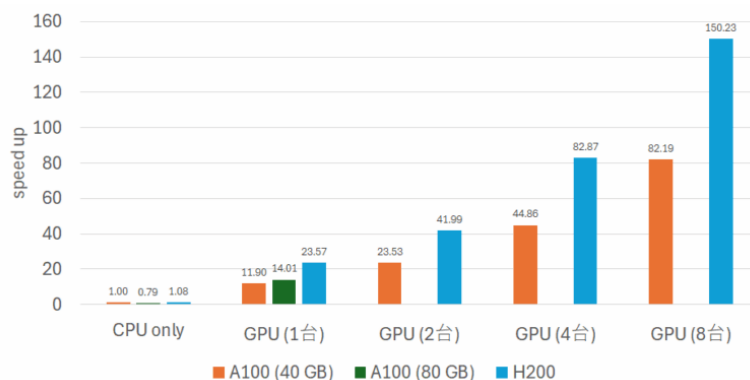
現在では、Graphics Processing Unit(GPU)による解析に取り組んでいます。ICCG法には逐次処理がありますが、マルチカラー法を導入することによってGPUの並列処理を可能にし、非圧縮性流体解析における壁乱流計算を題材とし、GPU計算機能の高速化の効果を調べました。その結果、非構造メッシュ4,665万要素での計算において、単一GPUでCPU 1コアよりも20倍程度のスピードアップ率が得られています。さらに、GPUを複数台利用する計算では、MPIプロセスを各GPUに均等に割り当てることで、GPU台数の増加に伴う計算時間の短縮を達成しました。今後も、化学反応など計算時間を要する部分を中心にGPUによる高速化を進める予定です。

●SX-Aurora TSUBASAによるベクトル計算

圧力計算に現れる連立一次方程式の解法にマルチカラー法を導入するなど、ベクトル機向けのアルゴリズムに変更することで高速化を実現しました。解析対象は、解析ニーズの高い回転圧縮機モデルとし、スライディングメッシュによる解析を行いました。その結果、MPIによる並列でXeonサーバと比較して約3.2倍の高速化、さらにOpenMPによる並列化を行ったところ、約3.9倍の高速化が達成されました。



<https://jpn.nec.com/hpc/sxauroratsubasa/Application/index.html#anc-advffr>



4. 高いコストパフォーマンス

並列数&ジョブ数無制限ライセンス

●追加料金なし！お得なライセンス形態

Advance/FrontFlow/red は、ライセンス価格以外の並列数やジョブ実行数に応じた追加料金は一切発生しません。

●計算時間を大幅削減

並列数・ジョブ数ともに無制限でご利用いただけます。パラメータを振った複数のジョブを同時に実行し、ご利用の計算機資源を最大限活かすことで、計算時間の大幅な削減が見込めます。

また、富岳や FOCUSスパコンのような各機関のスーパーコンピュータでも計算を実行可能です。

？ シミュレーションでこんなお悩みはございませんか？

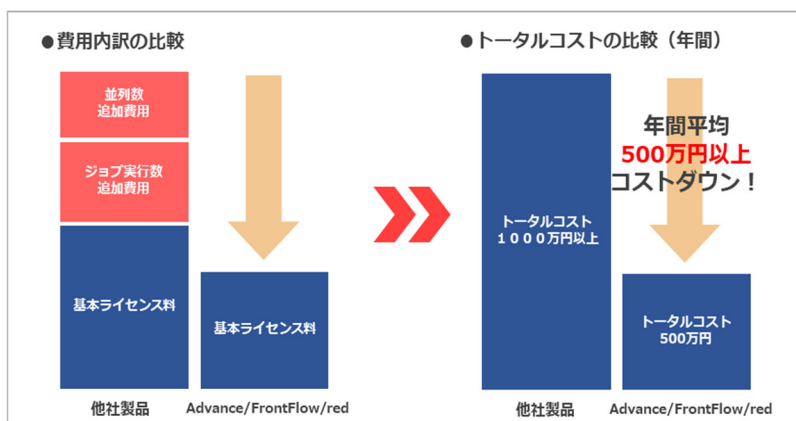
☒ 並列数や実行数を増やしたいが、費用の都合上オプションを追加することができない

☒ 計算に時間が掛かってしまい、効率良く研究・開発を進めることができない

☒ サポートサービスを利用したが課題を解決できなかった

etc.

シミュレーション環境を 一度見直してみませんか？



Advance/FrontFlow/redであれば、ライセンス料金と計算時間のどちらも削減することが可能です。

ライセンス価格

Advance/FrontFlow/red は、「ジョブ数無制限ライセンス」と「1ジョブライセンス」の2種類ございます。なお、並列数につきましてはどちらも追加料金なしで無制限となります。

また、追加料金なしで保守サポートサービス（E-mail での質問と回答、最新バージョンの使用権）もご利用いただけます。※1

〈価格表〉 ※2

製品	企業・国研		大学	
	年間	買取	年間	買取
Advance / FrontFlow / red Unlimited (ジョブ数無制限)	500万円	1500万円	250万円	750万円
Advance / FrontFlow / red (1ジョブ)	100万円	300万円	50万円	150万円

※1 上記価格には消費税は含まれておりません。

※2 買取ライセンスの場合は、次年度以降より保守費用が必要となります。また、アカデミック版はライセンス価格が半額となります。

5. 多様な解析対象に対応する機能

Advance / FrontFlow / redの機能一覧

※詳細についてはお問い合わせください。

物理モデル	基本機能：●定常流れ●非定常流れ●非圧縮性流れ●圧縮性流れ●低Mach数近似流れ●強制対流●自然対流 ●非ニュートン流体●熱拡散（Soret効果） 固体・流体間の熱伝導：●固体の物性値一定●ユーザー定義の物性値（複数材質に対応） 乱流モデリング：●DNS(乱流モデルなし) ●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) ●RANS(低レイノルズ数型 k-εモデル、高レイノルズ数型 k-εモデル、RNG k-εモデル、Chen k-εモデル、SAモデル、SST k-ω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 輻射・放射：●Discrete Ordinates Method (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：●素反応モデル(逆反応、三体反応、圧力依存、ユーザー定義)●渦消散モデル●総括反応モデル(スス生成を含む)●Flameletモデル●Eddy dissipation concept 表面反応モデル：●素反応モデル●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 ガス物性値：●一定値●Sutherlandの式●簡略化モデル●Kinetic theory●実在ガスモデル(Soave-Redlich-Kwong状態方程式)●Chungの密流体モデル●NIST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)予測：●Lighthill-Curleの式●Ffowcs Williams and Hawkings(FW-H)モデル 多孔質体モデル：●ダルシー則●ベキ乗則 自由表面：●Volume of Fluid法(乱流モデルとの併用)●Continuum Surface Force 表面張力モデル●壁の濡れ性(接触角モデル)●Level set法 圧縮性二相流機能：●キャビテーション(圧縮性気液二相局所均質媒体モデル)●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(任意多面体)メッシュ●不連続接合格子●厚みのない壁
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●Muzafferija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(OSM)●ODEソルバー
移流項離散化スキーム	●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に対応
前処理	●マルチレベルグラフ理論に基づく領域分割(METIS)
メッシュファイル形式	●CGNSなど一般的なファイル形式に対応(市販メッシ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	●ParaView(VTK形式)推奨(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

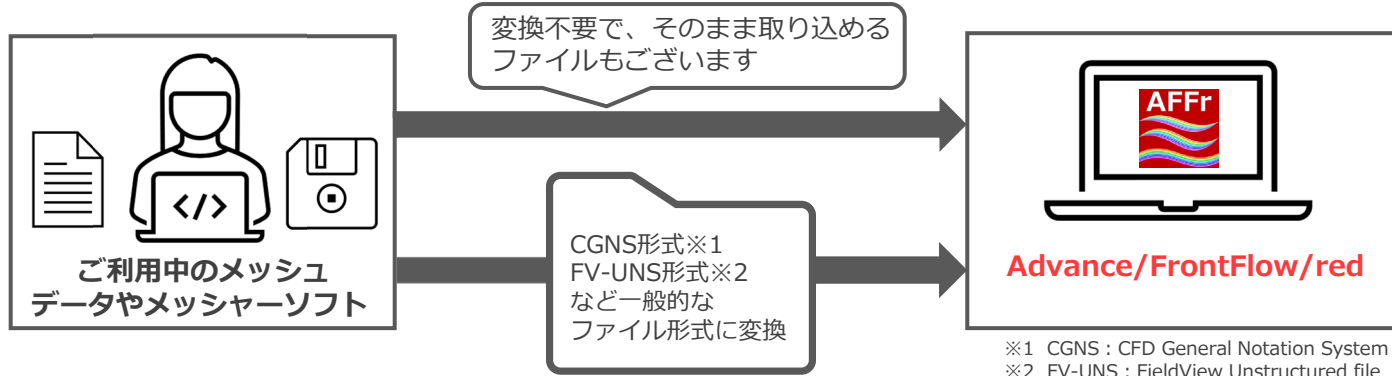
動作環境

動作確認OS※1	●Red Hat Enterprise Linux 8/9 および互換ディストリビューション(例:AlmaLinux、Rocky Linux、CentOS) ●Ubuntu (20.04.LTS、22.04LTS、24.04LTS)	●Windows 11 ●Windows server 2022、2025 その他 OS についてはお問い合わせください。
CPU	●x64●SX-Aurora TSUBASA 各モデル	
必要メモリサイズ	100万~400万節点の解析時には16GB程度のメモリが必要です。	
ハードディスク容量	計算規模や計算結果の保管の状況によって異なりますが、250GB以上を推奨します。	インストール時には800MB程度が必要です。
Fortran90/95コンパイラ	●インテル® oneAPI (推奨) [C/C++/Fortran コンパイラ、デバッグ、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.intel.com/jp/products/intel/oneapi/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。
MPIライブラリ	●Intel MPI (Ver. 2.0以上)、Intel® oneAPI MPIライブラリ ●MPICH1 (Ver. 1.2.7p1以上) ●MPICH2 (Ver. 1.0以上)	●OpenMPI (Ver. 1.4以上) ※Windows版ではIntel® oneAPI MPIライブラリ推奨

※1 AFFr専用GUIはWindowsにて動作します。

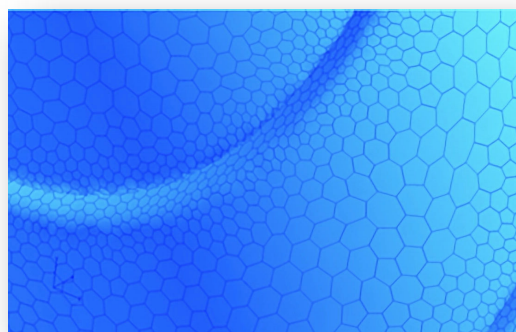
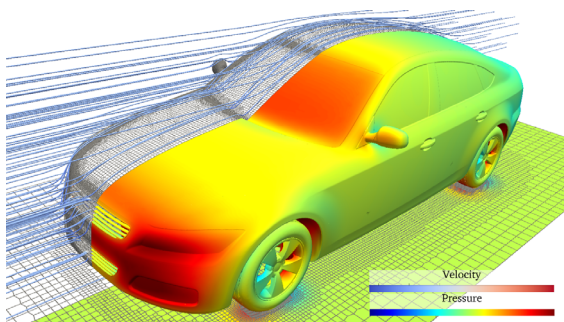
幅広いメッシュ形式に対応

Advance/FrontFlow/red はお使いのメッシュデータを作り直す必要が無く、一般的なファイル形式であればそのまま取り込むことが可能です。

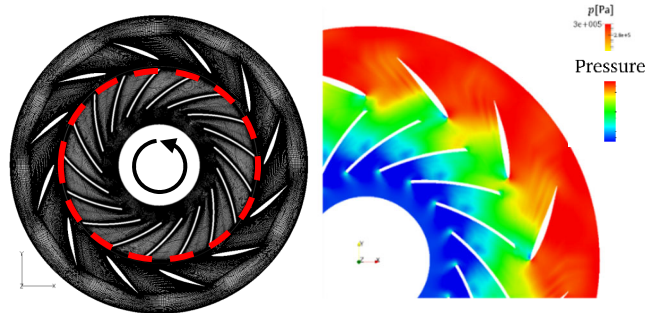


非構造格子をベースとして実用に耐える多様な格子機能を実装！

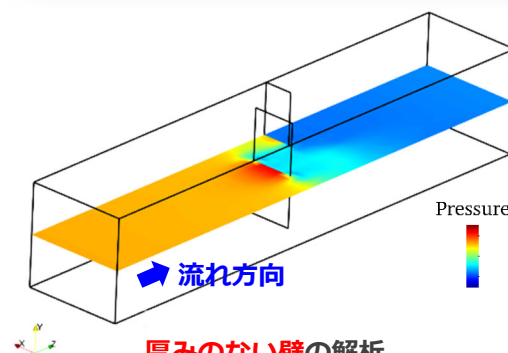
非構造格子は、複雑な形状への適用性が非常に高いという利点があります。AFFrでは様々な種類の格子に対応しているため、格子生成にかかる時間の削減や計算の安定性の向上、解析の精度向上や計算コストの削減を可能とします。



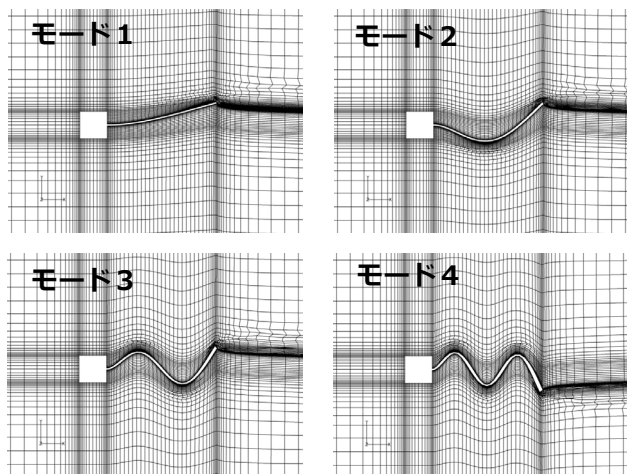
多面体非構造（ポリヘドラル）格子による汎用自動車モデルの解析（複雑形状への適用）



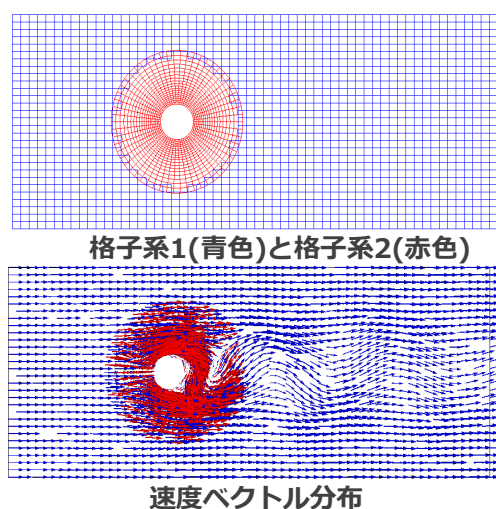
スライディングメッシュによる遠心圧縮機の解析
（時間依存の回転体を忠実に表現）



厚みのない壁の解析
（非常に薄い物体でも安定に解析）



移動格子による流れと構造の双方向連成解析
（変形に伴う現象を高精度に再現）



オーバーセット格子による円柱周りの解析

燃焼解析機能

化学反応解析ツール「Cantera」との連成を実現

●化学種物性設定の自動設定

化学種の物性設定が自動で行われます。手間いらずで、素早い設定が可能です。

●複雑な化学反応の自動設定

複雑な化学反応も自動で設定できます。煩雑な作業から解放され、効率的なシミュレーションが可能です。

●Flameletモデル時の自動データベース作成

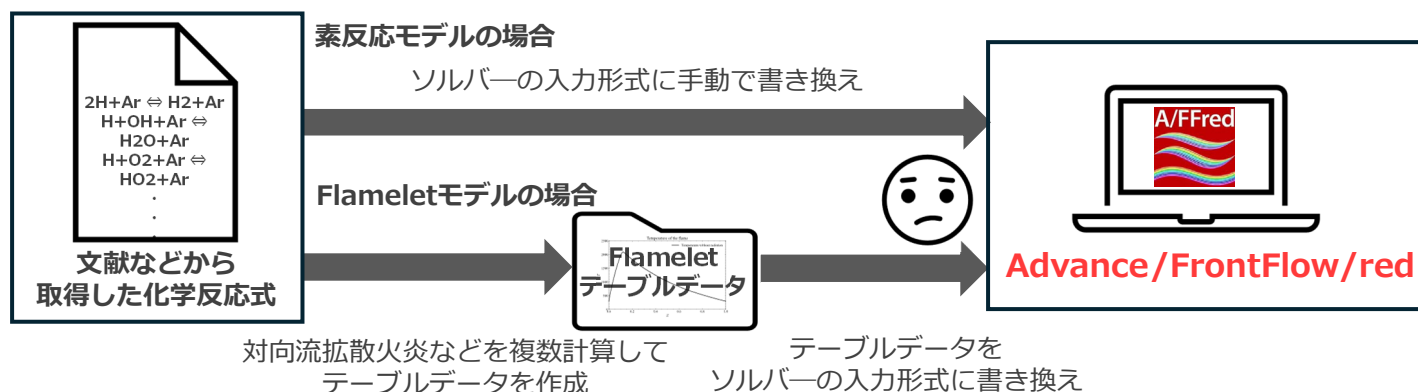
Flameletモデルを使用する際も、Canteraとの連成により自動でデータベースを構築。緻密な情報を手に入れ、モデルの精度を向上させます。

※ Canteraのインストールおよび環境構築は、ユーザーに実施いただく必要がございます。

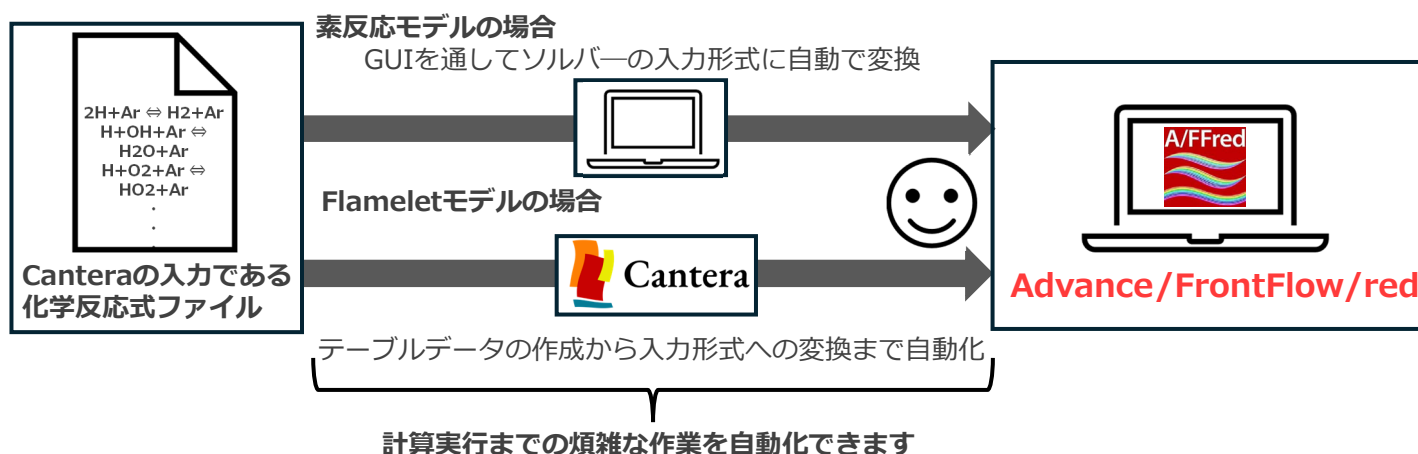
Canteraとの連携による化学反応解析

Advance/FrontFlow/red では素反応モデルによる詳細な化学反応の計算や、Flameletモデルによるデータベースを用いた燃焼計算を行うことが可能です。オープンソースの化学反応計算プログラムCanteraと連携することにより、数百ある化学反応の設定やテーブルデータの作成などを手軽に行うことができ、煩雑な作業を省略することにより、本来の計算、結果の解釈に集中できます。また、すでにCanteraをお使いであれば、お使いの化学反応メカニズムによるCFDとの連携解析をすぐにスタートすることができます。

●従来の化学反応計算設定



●CANTERAとの連携による化学反応計算設定



最新バージョン（Ver.5.9）の新機能紹介

- 重合格子の対応
- 素反応ソルバーの拡張:p-log依存性への対応
- GPGPU対応:圧力Poissonソルバー(非圧縮流) → p.4 参照
- 開放境界条件設定方法の見直し
- その他、軽微なバグ修正

●重合格子柄のへの対応

重合格子（Overset Mesh）とは、複数の格子（メッシュ）を重ね合わせて流体解析を行う手法です。物体ごとに独立した格子を準備し、それらを重ね合わせて全体の解析領域を構成します。これにより、複雑な形状や局所的に詳細な解像度が必要な領域に対して、適切なグリッドを柔軟に配置することができます。従来の単一格子では困難だった形状や組み合わせにも対応し、効率的かつ高精度なモデル構築を可能にします。

使いやすさ

- ・ 背景格子と物体格子を独立作成
- ・ パラメータスタディが効率化

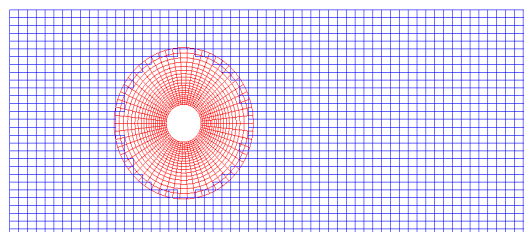
メリット

- ・ 複雑形状への柔軟な対応
- ・ 必要領域のみ高解像度化
- ・ 格子生成工数を削減

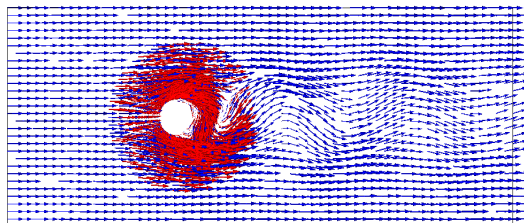
適用例

- ・ 製造装置の内部流れ
- ・ 配管・装置の局所解析
バルブ、ノズル周辺、絞り部など
- ・ 設備内部の詳細解析
装置局所部の現象把握、最適化検討

重合格子



計算結果



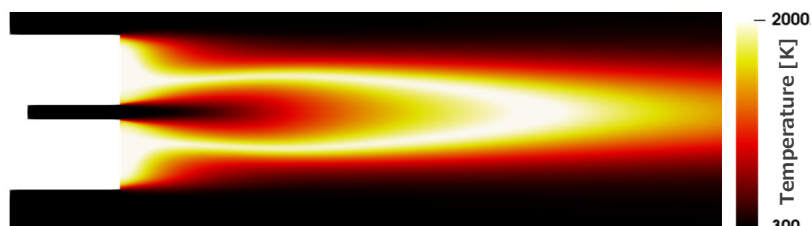
●素反応ソルバーの拡張:p-log(圧力対数依存)素反応モデルへの対応

燃焼反応の中には、温度だけでなく圧力変化によって反応速度が大きく変化するものがあり、特に複雑なラジカル反応では、低圧・中圧・高圧で支配的な反応経路が異なる場合があります（CRECK-mech スキームなど）。また、脱炭素燃料として注目されるアンモニア燃焼では、圧力依存性が強い窒素化学反応や NOx 生成機構を適切に扱うことが重要です。p-log（圧力対数依存）モデルは、圧力に対する反応速度の変化を対数的に補間することで、広い圧力範囲における反応挙動を滑らかに、かつ高い再現性で表現できます。

適用例

高圧条件での着火/燃焼挙動の解析に有効です。

- ・ 着火挙動や燃焼速度の
圧力依存性評価
- ・ 高圧条件での火炎安定性の検討
- ・ 高圧燃焼条件での反応特性評価

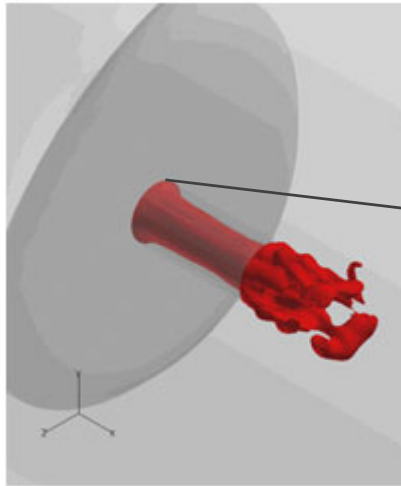


アンモニアバーナー燃焼解析

流体音解析機能

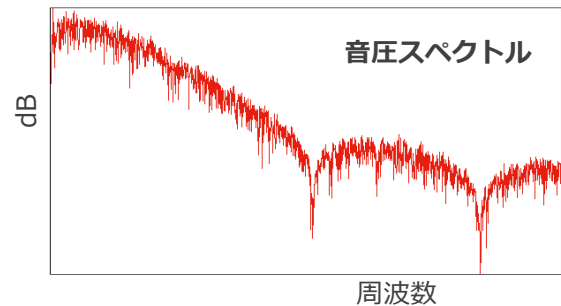
- 騒音解析手法として、Lighthill 方程式の解である Ffowcs Williams and Hawkins (FW-H) の式を利用可能です。FW-Hの式を用いると、流れに伴う音源発生現象と、その音波が伝播していく過程を分離して解くことができます。
- 流体解析領域を渦の発生等による非定常性が大きな領域に限定することで計算負荷を削減し、騒音対策のための数値計算コストを大幅に削減できます。

1. 通常の流体解析と同様に形状モデル・メッシュを作成し、非定常解析を実施します。



2. FWH の式を使って観測点までの音の伝播を計算

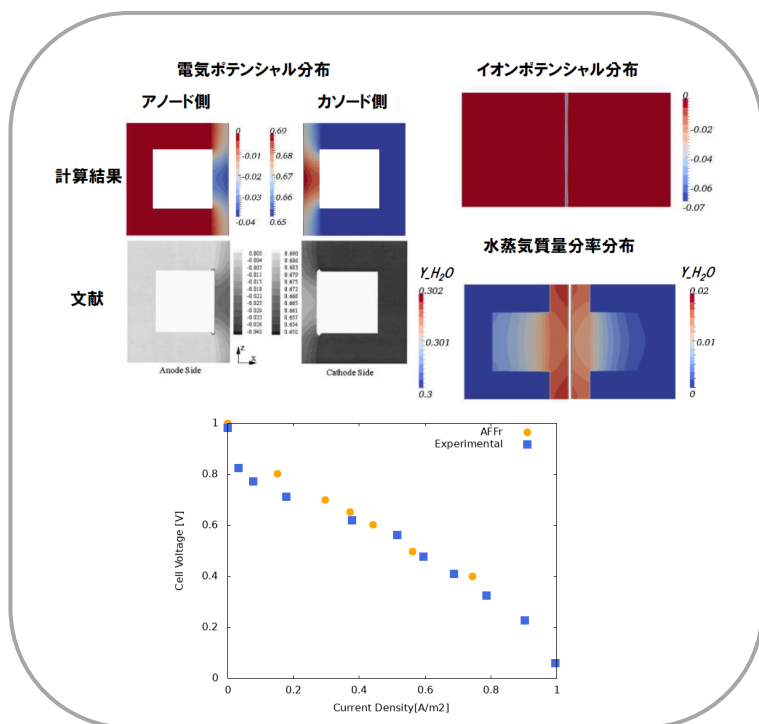
3. 観測点における周波数解析
(1.の解析モデルの領域外でも任意に設定できます。)



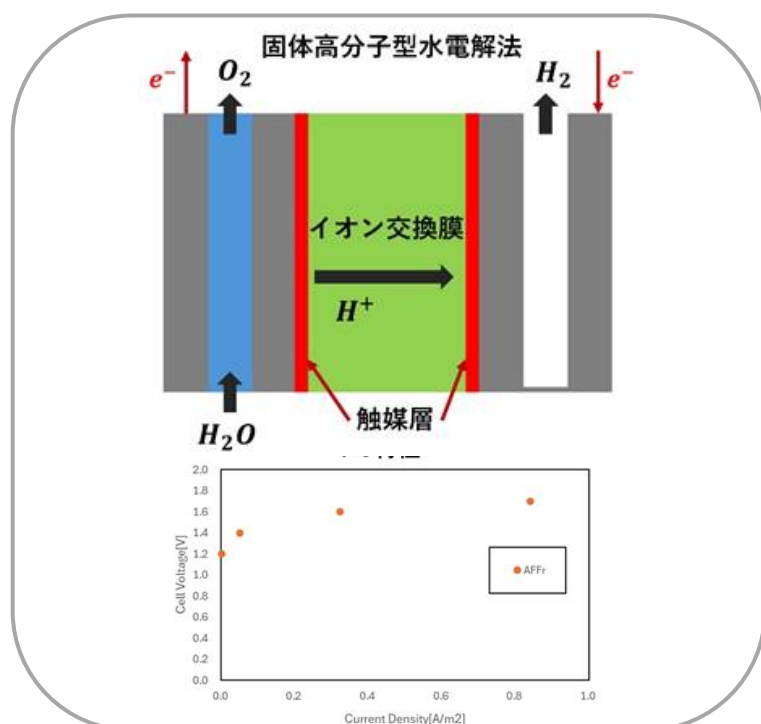
CFD計算
(オリフィスにおけるキャビテーション発生事例)

燃料電池・水電解のCFD解析

Advance/FrontFlow/redでは、燃料電池および水電解の共通物理現象である、電気化学反応と物質輸送という複雑な現象を高精度に再現し、統合的な解析が可能です。基本機能に燃料電池開発機能を追加し、プログラム開発しているため、電気化学反応・混相流・ガス拡散・多孔質流れなどの複雑な物理現象を再現できます。



燃料電池の検証



水電解の検証

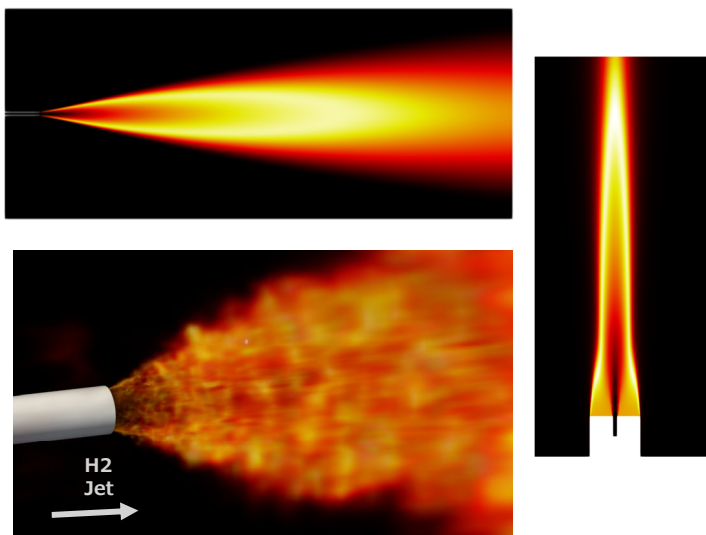
解析事例紹介：燃焼解析

※掲載可能なものを一部載せています。

●噴流拡散火炎

様々な物性を扱い噴流拡散火炎の詳細な解析が可能です。温度分布だけでなく、それぞれの化学種質量分布も実験値や先行研究の結果と比較的よく一致している様子が確認できました。

高度な乱流燃焼解析機能を活用することで、詳細な燃焼挙動の予測や設計への応用が可能です。

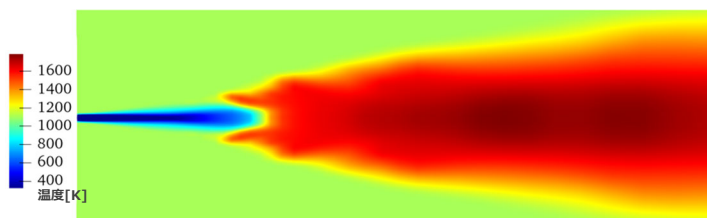


●超臨界圧燃焼解析

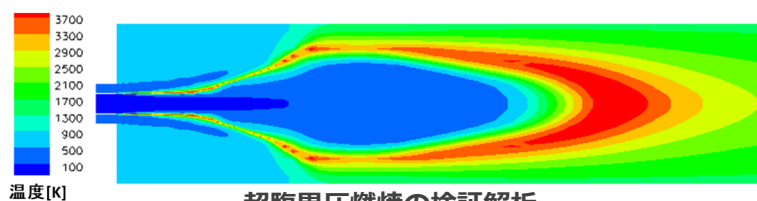
Advance/FrontFlow/redの高度な化学反応・燃焼解析技術は、流れ場の予測精度に対して要求レベルの高い航空宇宙業界でも使用されています。

計算負荷の高い詳細反応モデルに対しては、ODEソルバー、OSMソルバーなど負荷を低減させる機能が搭載されています。また、詳細反応モデルだけでなく、総括反応モデル、渦消散モデル、Flameletモデルなど解析対象に合わせたモデルが実装されています。

さらには、実在気体効果を考慮したモデルを用いて、超臨界圧燃焼など予測の難しい燃焼場の解析が行えます。



素反応モデルによる浮き上がり火炎の検証解析

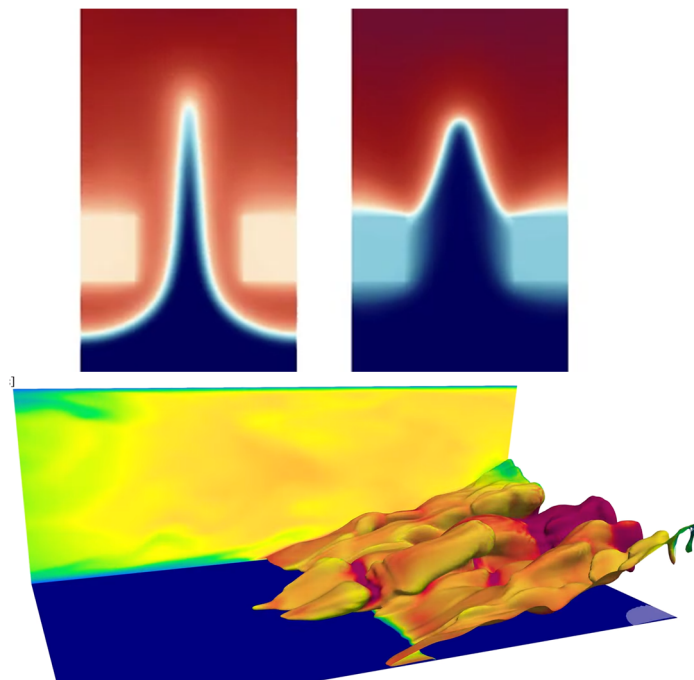


超臨界圧燃焼の検証解析

宇宙航空研究開発機構(JAXA)様ご提供

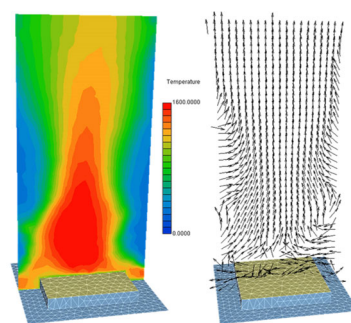
●逆火解析

逆火現象に至るかどうかは、火炎の燃焼速度と流体の流速の差によって決まりますが、乱流場と火炎の複雑な干渉の影響、更には、スワールバーナーなどおける逆火などの安全性に関わる現象を事前に予測することが可能です。

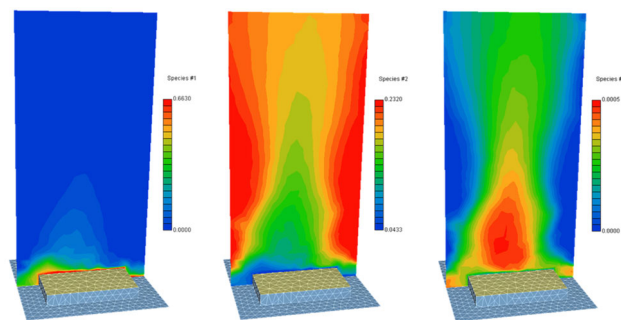


●プール火災解析

石油タンク火災や流出した可燃性液体の火災に見られる液面燃焼は、プール火災と呼ばれます。ここでは、総括反応モデルを用いてプール火災の解析を行いました。プール面から蒸発したプロパンが酸素と化学反応を起こし、その際に環境汚染物質(一酸化炭素とすす)が発生する様子が確認できます。



温度分布と速度ベクトル



C₃H₈の質量分率

O₂の質量分率

Sootの質量分率

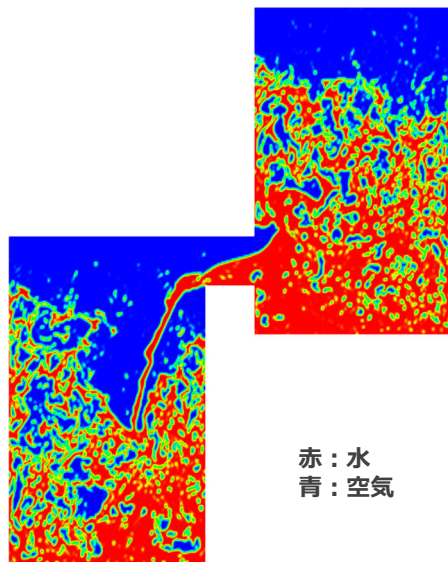
解析事例紹介：混相流解析

●自由表面

Advance/FrontFlow/redの解析対象は単相流だけではありません。

水と空気、水とオイルなど混ざり合わない二種類の流体が自由表面を有して流れる挙動をVolume of Fluid(VOF)法で解析することができます。

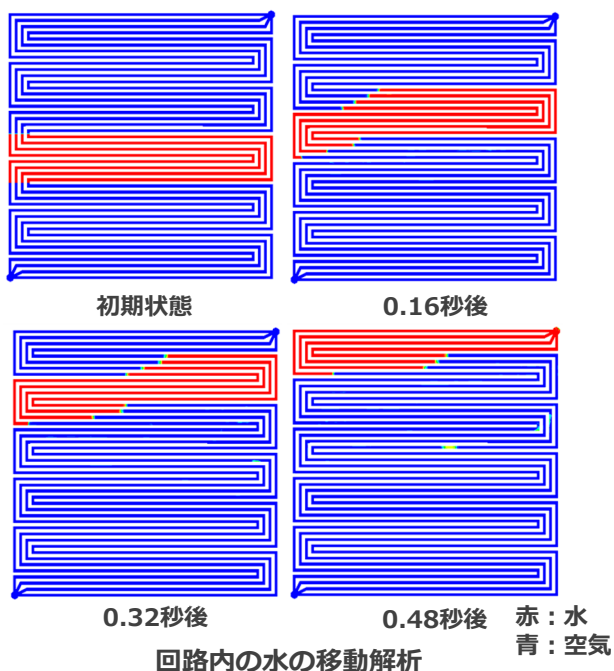
パイプ中の水の流れやオイルのかきあげ、スロッシングなど、製品設計で重要となる気液二相流の解析が行えます。



VOF法による放水解析の瞬時場

●複雑回路内の流れ

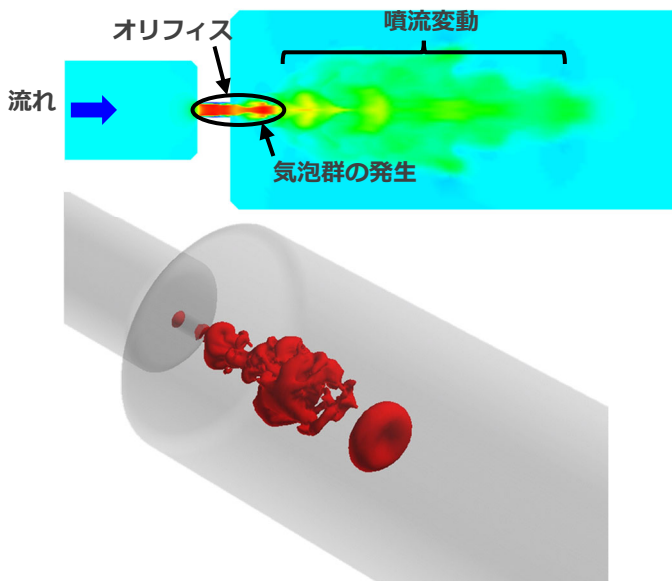
VOF法を用いて、熱交換器に見られるような細い回路内の水の移動を解析しました。以下では、4本の回路が幾重にも折り重なっており、複雑な回路となっています。その中を水が移動し、最終的に出口に到達している様子が確認できます。



●キャビテーション

最新のキャビテーション発生モデルを取り入れ、現象を忠実に再現することが可能です。キャビテーションクラウドの生成、破断、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。

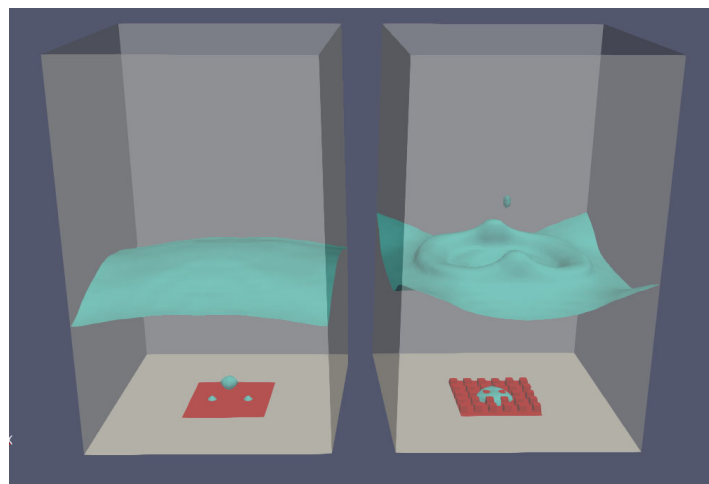
Advance/FrontFlow/redの汎用性の高さと合わせて、エロージョンの予測などにご活用いただいております。以下の解析では、オリフィス部における噴流変動と気泡群発生再現を行いました。



オリフィス出口におけるキャビテーション噴流解析

●VOF 法による沸騰解析

加熱面上では「温度回復法」、加熱面以外では「気液界面での熱流束差による相変化モデル」を併用。この手法により、小さなキャビティ内の気泡核を明示的にモデル化する必要がありません。詳細な沸騰現象を効率的に解析可能で、特に相変化に関する高度な物理モデルの活用が特徴です。熱設計や熱流体現象の理解を深めるのに最適なソリューションをご提供します。

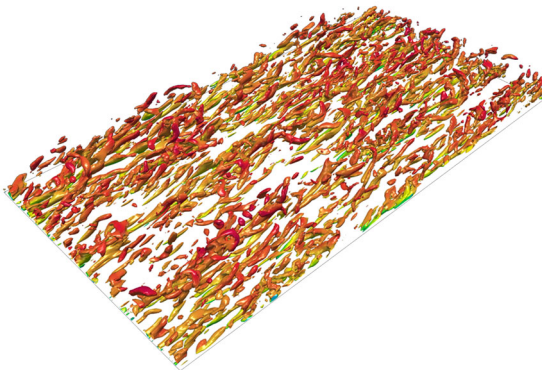


沸騰解析シミュレーション

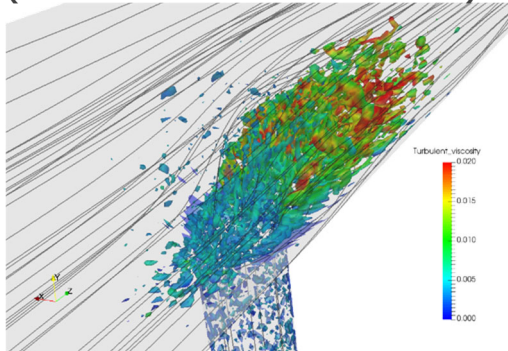
その他広範な適用分野と高度なテーマに対応

●乱流モデリング

Advance/FrontFlow/redでは乱流モデル、SGSモデルを始めとして、種々の乱流モデリング手法に対応しています。大規模LESによる学術的な解析から、RANSによる実用的な複雑形状の解析が行えます。LESによる非定常解析の際には、詳細な統計量の出力を行うことができ、さらにPOD-DMD分解などのモード解析もサポート可能です。



壁乱流のWall-resolved LES
(速度勾配テンソル第2不変量の等値面)

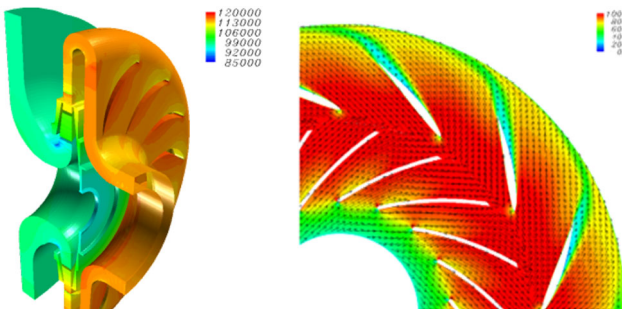


合流配管のLES解析
(速度勾配テンソル第2不変量の等値面と流線)

●遠心圧縮機

羽根付ディフューザを備えた遠心圧縮機の共鳴現象の解明と予測を行いました。

Advance/FrontFlow/redには回転機器に対応するために、スライディングメッシュ機能が実装されており、これにより回転する羽根の動きを考慮した解析が行えます。本解析は約450万要素と比較的大規模の解析ですが、アルゴリズムの継続的な改良により実用的な計算時間で解析を行うことができます。

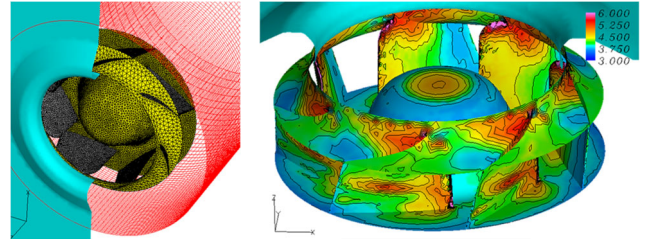


圧力分布 速度ベクトルと速度の大きさ

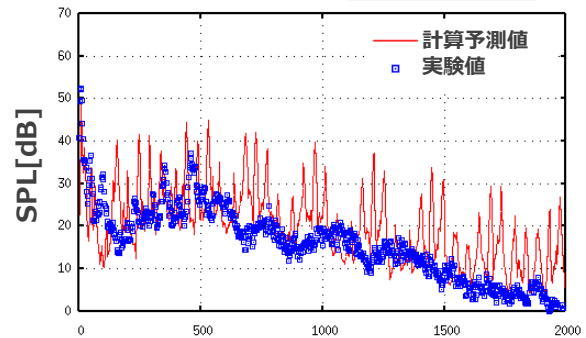
株式会社 日立プラントテクノロジー様・
独立行政法人 海洋研究開発機構様との共同研究

●流体音・騒音解析

LESによる非定常解析により、流れから発生する流体音・騒音の解析を行うことができます。Advance/FrontFlow/red付属の機能として得られた測定値の時間平均やDFT解析も簡単に処理可能です。加えて、Lighthill-Curleの式、FW-Hの式を用いることにより、遠方における騒音予測にも対応しています。ソルバーとして圧縮性流れや複雑形状が解析可能なため、高速車両の空力騒音やPCファンなどの電子部品の騒音解析にも適用可能です。



変動圧力分布



ターボファンの騒音解析

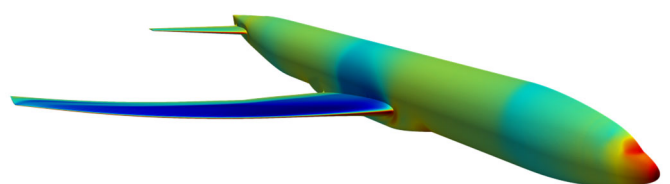
東プレ株式会社様との共同研究

●航空宇宙分野

非圧縮領域だけでなく、航空機やロケットなど高速な流れ場の見られる航空宇宙機分野の解析にも対応可能です。非構造格子により、曲率の高い複雑な形状にも対応可能であるため下記のような航空機形状などの設計にご活用いただけます。

スティングなしのNASA Common Research Model に対して、巡行状態における様々な迎角での揚力・抗力係数、翼表面における圧力分布を実験値と比較したところ、全体的に良好に一致することが確認できました。

詳しい計算結果はThird Aerodynamics Prediction Challenge (APC-III)ワークショップのHPにて公開されています。

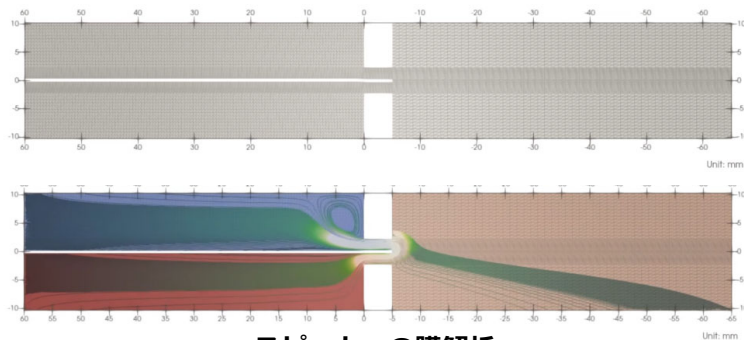


NASA CRM機体表面の圧力分布

その他広範な適用分野と高度なテーマに対応

●移動格子を用いた解析

二次元モデルとして、モデル左半分に、細かく振動する膜（振幅1mm/振動数40Hz）を中央に配した閉空間、モデル右半分に、大気開放の境界条件で囲まれた開空間が配置されており、それらがモデル中央のオリフィス（絞り部）で繋がれています。狭い空間内で膜が高速振動することで、その上下の空気が膨張/圧縮を繰り返す結果、中央絞り部での急速な吹出し/吸込みへと繋がります。この解析を応用することで、例えば「風切り音の周波数特性分析」や「スピーカーの指向性予測」といった、実用的な解析が可能となります。



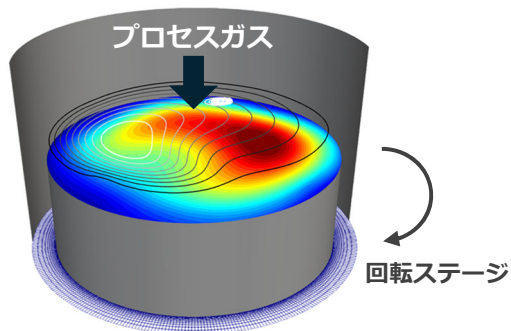
スピーカーの膜解析

●表面反応・CVD

高品質に大量のウエハ製造が必要な半導体成膜プロセスでは成膜装置内はますます複雑化し、かつ装置内温度・時間・濃度を高度にコントロールする必要があります。

Advance/FrontFlow/redには表面反応モジュール「SurfChem」が搭載されており、半導体製造、金属膜形成およびそれらの装置開発で必要となるChemical Vapor Deposition(CVD)やAtomic Layer Deposition(ALD)といった成膜プロセスを流体の中の表面反応として扱うことが可能です。

解析対象の複雑な3次元熱流動や固体輻射による伝熱などを考慮できるため、より現象の再現性が高く詳細な結果が得られます。

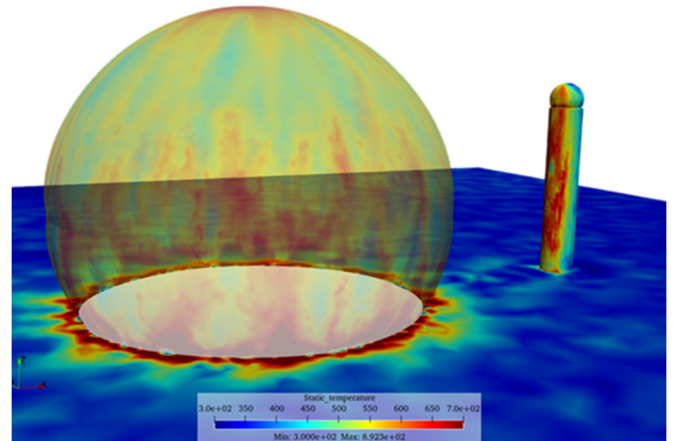


スピナーにおけるシリコン蒸着

●輻射解析

人体を模した円柱形状に対して、火炎を模した同心円状の熱源を近づけ、火炎によって人体の温度がどのように上昇するか解析しました。

輻射の考慮にはFVMモデル、またはモンテカルロモデルを用いました。その結果、解析結果は実験値と良好に一致しました。さらに、総熱流束の約50%以上が輻射による熱流束であり、輻射を考慮する重要性が確認できました。

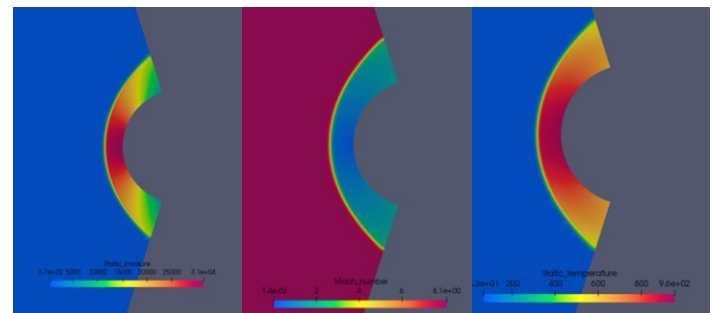


表面における温度分布

●極超音速流体解析 ※Ver5.9以降に搭載予定

2次元円柱を用いた超音速解析の検証をいたしました。移流項はAUSMスキームを、時間積分はSIMPLE法を適用しています。

本件検証では、気流マッハ数を2～8まで対象に実施いたしました。計算結果は、マッハ数8.1の結果を示しています。



2次元円柱を用いた超音速解析



Advance/FrontFlow/redの
解析事例は[こちら](#)から！



Advance/FrontFlow/redの
製品HPは[こちら](#)から！



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。

製品導入に向けたベンチマークや製品のデモンストレーションにも対応いたします。

〒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

☎ 03-6826-3971 🖨 03-5283-6580 ✉ office@advancesoft.jp

🌐 <http://www.advancesoft.jp/>

red_20251111