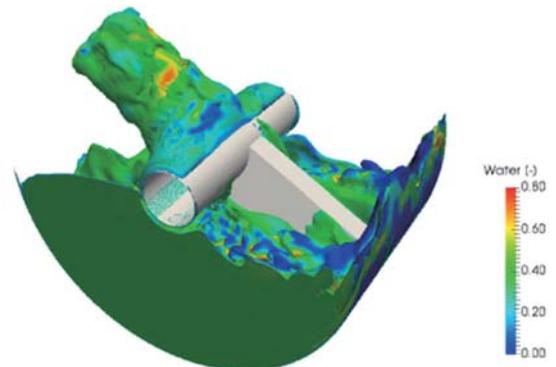


# オンラインセミナー 脱炭素社会の実現に向けて、 CFD 活用事例のご紹介

2021年11月19日(金)開催

## プログラム

- |       |  |   |
|-------|--|---|
| 1.    | アドバンスソフト株式会社のご紹介 主催者あいさつ ..... 1   | 代表取締役社長 松原 聖  |
| <hr/> |  |   |
| 2.    | <b>招待講演①</b><br><b>「化石燃料の大量消費と環境問題を解決するための<br/>エネルギーキャリア戦略 -工業炉でのアンモニア直接燃焼利用-」</b> | ※資料は非公開です。<br>大阪大学 工学研究科 機械工学専攻 燃焼工学研究室<br>教授 赤松 史光 様 |
| <hr/> |  |   |
| 3.    | <b>招待講演②</b><br><b>「CO2 フリー燃焼に向けたアンモニアバーナーの最適化設計」</b>                              | ※資料は非公開です。<br>香川大学 創造工学部 機械システム領域<br>教授 奥村 幸彦 様       |
| <hr/> |  |   |
| 4.    | 流体解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/red のご紹介 ..... 5                                      | 第3事業部 大西 陽一   |
| <hr/> |  |   |
| 5.    | 価格および関連サービスについて ..... 21   | ※資料は一部非公開です。<br>営業部 畑原 亮太                             |

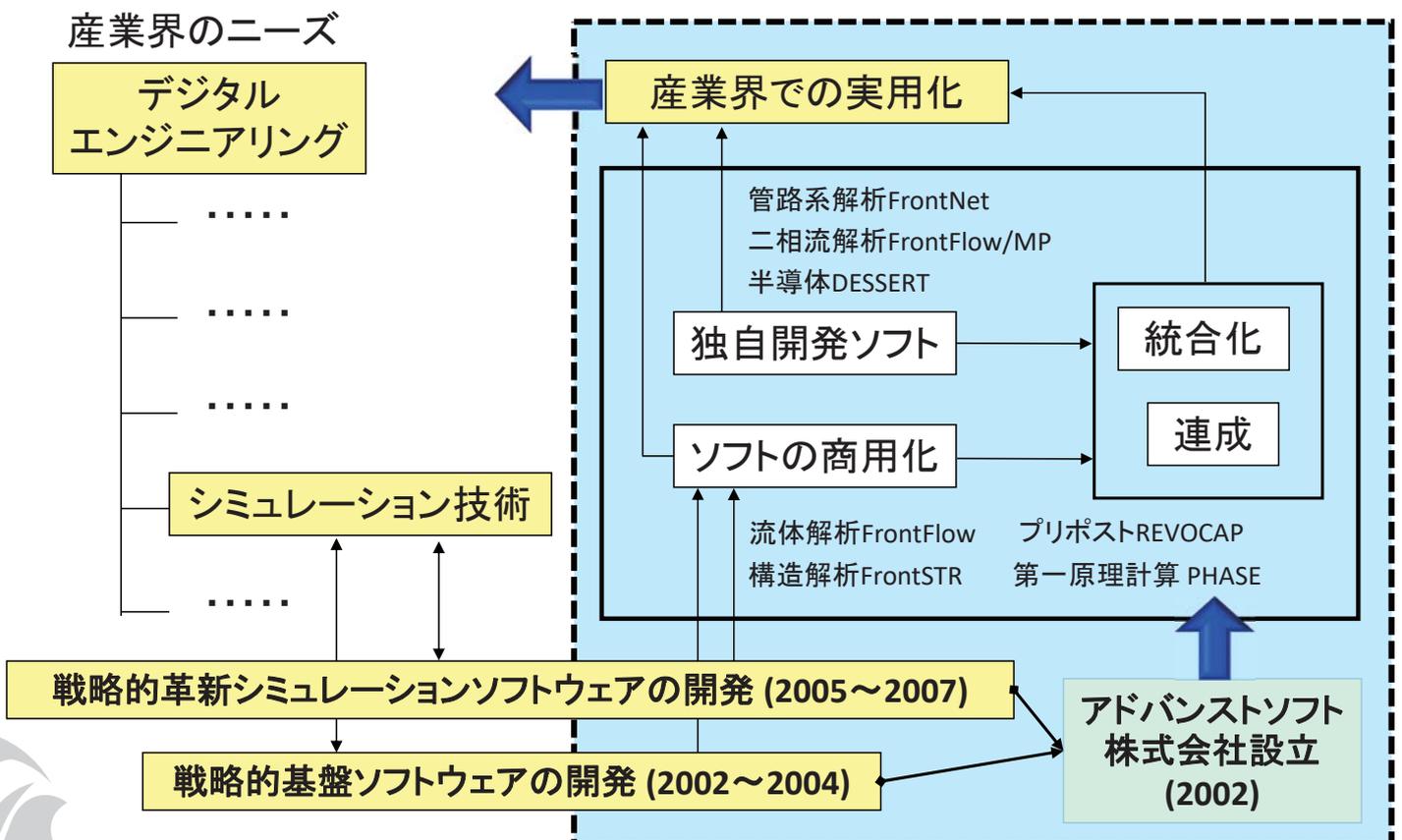




# アドバンスソフト株式会社のご紹介

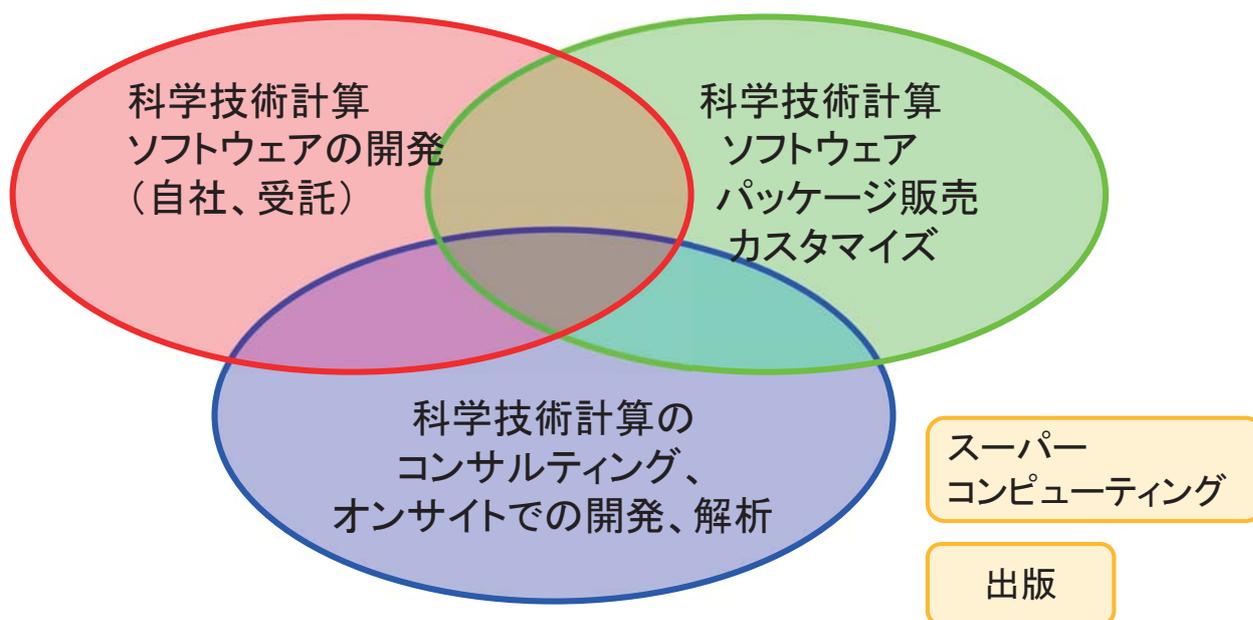
脱炭素社会の実現に向けて、CFD 活用事例のご紹介  
2021年11月19日（金）開催  
アドバンスソフト株式会社

## アドバンスソフトとは



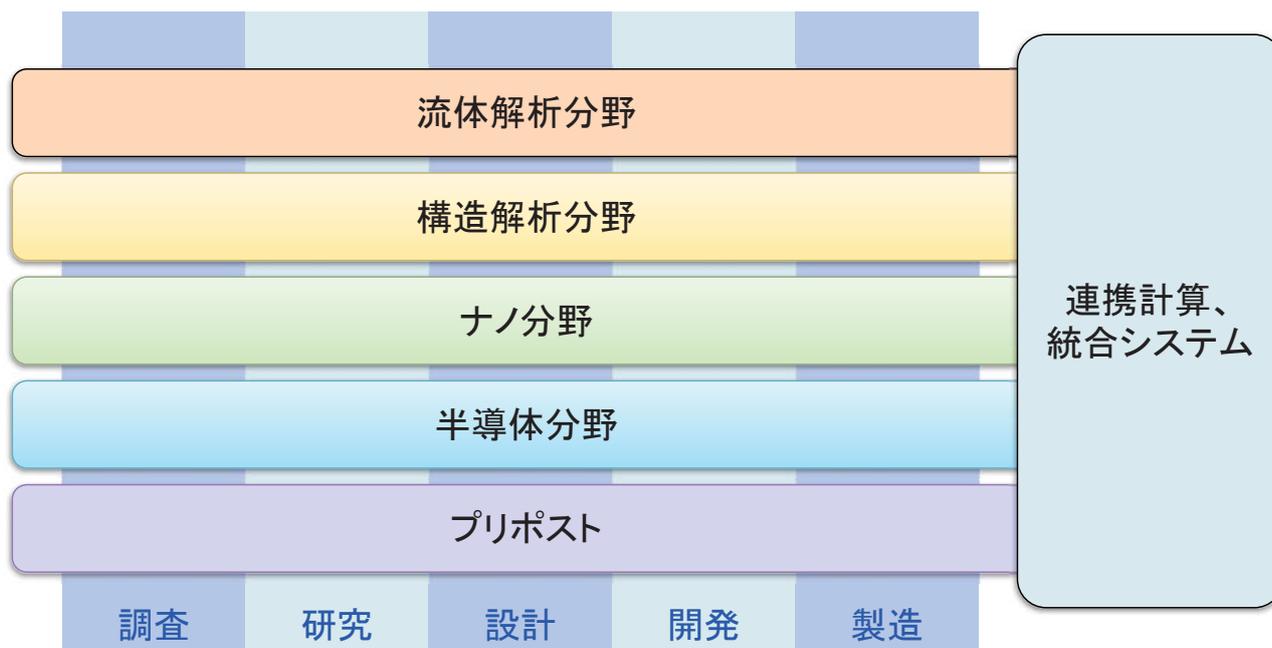
# 事業内容

## アドバンスソフトがご提供するサービス



科学技術計算ソフトウェアの開発を基礎とした、  
科学技術計算に関する様々なソリューションをご提供します。

# 事業分野



産業の主要な分野のあらゆるフェーズで直面する課題に対し、  
科学技術計算によるソリューションをご提供します。

# ソフトウェアご紹介

<p>第一原理計算ソフトウェア <b>Advance/PHASE</b></p> <p>密度汎関数理論に基づき、物質の性質を原子・分子レベルから解析する第一原理計算ソフトウェアです。</p> <p><b>ナノ材料</b> GUI 付属</p>	<p>ナノ材料解析統合 GUI <b>Advance/NanoLabo</b></p> <p>材料解析ソフトウェア QuantumESPRESSO と LAMMPS に対応した統合 GUI です。</p> <p><b>ナノ材料</b> プリポスト</p>	<p>流体解析ソフトウェア <b>Advance/FrontFlow/red</b></p> <p>非圧縮性から圧縮性流れまで、広範囲で複雑な流れに対応した汎用 3 次元流体解析ソフトウェアです。</p> <p><b>流体</b></p>	<p>圧縮性流体解析ソルバー <b>Advance/FOCUS-i</b></p> <p>非構造格子に対応した圧縮性流体解析ソルバーです。特に超音速や超音速の流れに過して、高い並列化効率で計算出来ます。</p> <p><b>流体</b></p>
<p>大規模 3 次元 TCAD システム <b>Advance/TCAD</b></p> <p>超微細半導体デバイスからパワーデバイスまで、高度な機能と使いやすい GUI を備えた 3 次元 TCAD システムです。</p> <p><b>半導体デバイス</b> GUI 付属</p>	<p>ニューラルネットワーク分子動力学システム <b>Advance/NeuralMD</b></p> <p>Neural Network Potential に基づいた分子動力学のソフトウェアです。第一原理計算の結果を教師データとして分子力場を作成します。</p> <p><b>ナノ材料</b> AI・機械学習</p>	<p>気液二相流解析ソフトウェア <b>Advance/FrontFlow/MP</b></p> <p>沸騰と凝縮を伴う気液二相流の流動特性や伝熱特性を 3 次元で解析するソフトウェアです。</p> <p><b>流体</b></p>	<p>管路系流体過渡解析ソフトウェア <b>Advance/FrontNet</b></p> <p>配管や流体機器から成る管路系内流体に対する 1 次元過渡解析の実用的なソフトウェアです。</p> <p><b>流体</b> GUI 付属</p>
<p>大規模電磁波解析ソフトウェア <b>Advance/ParallelWave</b></p> <p>マクスウェル方程式を FDTD 法で 3 次元的に解く電磁波解析ソフトウェアです。アンテナの電波解析から光の干渉や回折を考慮した光波解析まで幅広く適用できます。</p> <p><b>光波・電磁波</b></p>	<p>構造解析ソフトウェア <b>Advance/FrontSTR</b></p> <p>固体の変形や熱伝導を、有限要素法を用いた 3 次元で解析するソフトウェアです。</p> <p><b>構造</b></p>	<p>大気拡散影響予測システム <b>Advance/Emerg</b></p> <p>大気拡散物質の挙動予測と影響評価のためのソフトウェアシステムです。</p> <p><b>流体</b> GUI 付属</p>	<p>深層学習用ツール <b>Advance/iMacle</b></p> <p>機械学習のうち、ニューラルネットワークによる深層学習に特化、最小限の機能に絞込んだ比較的軽いツールです。</p> <p><b>AI・機械学習</b></p>
<p>汎用プリポストプロセッサ <b>Advance/REVOCAP</b></p> <p>解析の一連の流れをスムーズに行う事を実現した汎用プリポストプロセッサです。</p> <p><b>プリポスト</b></p>	<p>音響解析ソフトウェア <b>Advance/FrontNoise</b></p> <p>環境騒音、機器内の共振等における音場を有限要素法を用いた 3 次元で解析するソフトウェアです。</p> <p><b>音響</b></p>	<p>自社による開発 (国プロ含む) 開発チームによる質の高いサポートサービス カスタマイズや機能追加も応相談 並列数無制限 (追加料金なし)</p>	

# ソフトウェアの解析事例

解析事例Webページをご覧ください。

アドバンスソフト 事例集

検索

<http://case.advancesoft.jp>

- ソフトウェア名からだけでなく、産業分野別、解析分野別の検索が可能となりました。
- 最新の事例を掲載しました。今後も逐次最新事例を紹介します。

産業分野別	解析分野別
自動車・運輸	流体
材料・化学	爆発・燃焼
産業機械	構造
航空宇宙	振動音響
エレクトロニクス	ナノ・バイオ
建設土木	プリポスト
原子力	半導体デバイス
エネルギー	光・電磁波
環境・防災	

# facebook、YouTubeでも関連記事を掲載中

<http://www.facebook.com/advancesoft.jp>

<http://www.youtube.com/user/advancesoft>



# 流体解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/red のご紹介

第3事業部 大西 陽一

脱炭素社会の実現に向けて、CFD 活用事例のご紹介

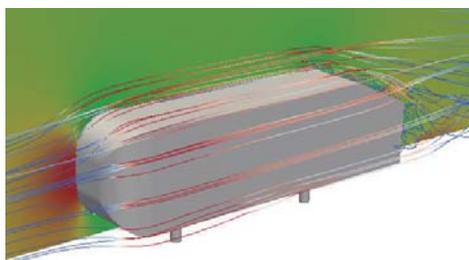
2021年11月19日（金）

アドバンスソフト株式会社

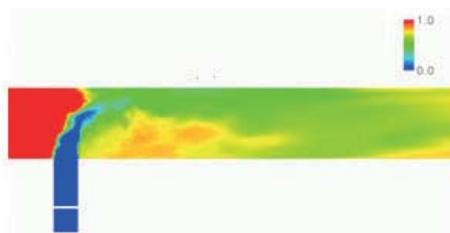
## Advance/FrontFlow/red とは

速度、圧力、温度、燃焼、物質拡散、回転系、騒音、キャビテーション、  
微粒子などの変動や平均分布を予測・解析する汎用熱流体解析ソフトウェア

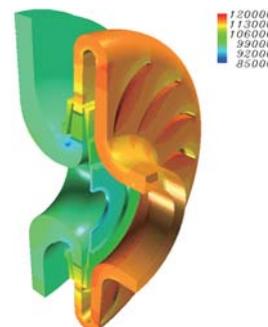
空力



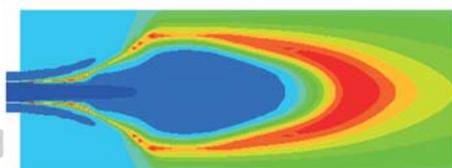
温度



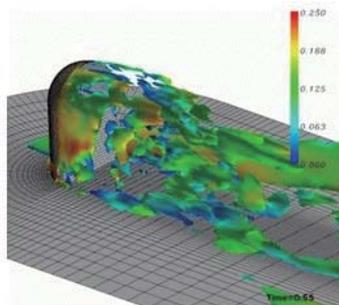
回転系



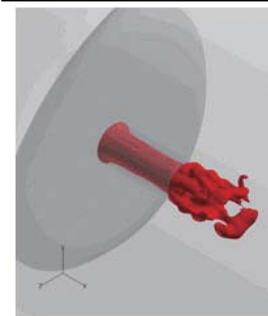
燃焼



騒音



キャビテーション



# ソフトウェアの特徴

- ① 文部科学省のプロジェクトで開発した FrontFlow/red をアドバンスソフトが改良・実用化したソフトウェア → 国産のソフトウェア
- ② ラージ・エディ・シミュレーション (LES) による流体解析
- ③ 並列化による大規模解析 → 並列計算のパフォーマンスを最大限に引き出すアルゴリズムを適用し、高い並列化効率を達成
- ④ 開発技術者によるお客様のサポート
- ⑤ 柔軟なカスタマイズ対応 → お客様が必要とする機能の追加

## Advance/FrontFlow/red Ver5.6の機能①

項目	機能詳細
物理モデル	<b>基本機能</b> : 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)
	<b>乱流モデル</b> : 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
	<b>放射</b> : 有限体積法 (壁面放射の波長依存) / モンテカルロ法 / ゾーン法
	<b>ガス燃焼・化学反応モデル</b> : 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
	<b>表面反応モデル</b> : 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
	<b>物性値</b> : 一定値 / Sutherlandモデル / 簡略化モデル / kinetic theory / 実在ガスモデル / 物性値テーブル参照機能
	<b>粒子追跡機能</b> (Euler-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

## Advance/FrontFlow/red Ver5.6の機能②

項目	機能詳細
物理モデル	騒音(乱流音): Lighthill-Curlモデル / Ffowcs Williams and Hawkingモデル
	キャビテーション: 均質流モデル
	多孔質体モデル: ダルシー則 / べき乗則
	自由表面: VOF法(RANSと併用) / 表面張力 / 壁の濡れ性
対応メッシュ	6面体(ヘキサ) / 4面体(テトラ) / 3角柱(プリズム) / 4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
メッシュ関連	スライディングメッシュ機能(不連続接合格子) / 移動格子 / 重合格子(機能制限あり)
離散化	有限体積法 / 節点中心法 / セル中心法
アルゴリズム	SIMPLEC法 / Rhie-Chow補間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 / 優対角化処理による流体・固体間の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

## Advance/FrontFlow/red Ver5.6の機能③

項目	機能詳細
素反応計算ソルバー	Operator Splitting Method / ODE(常微分方程式)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 / <b>非散逸スキーム</b>
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 / Cube-it / その他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

# Advance/FrontFlow/red Ver5.6の動作環境

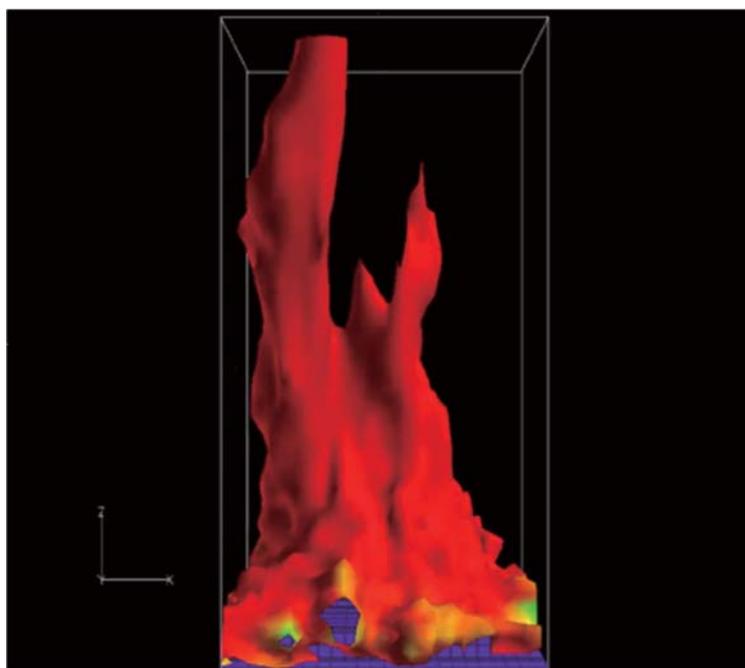
OS	① Linux: Red Hat Enterprise Linux 7.x, 6.x, 5.x ② Linux: CentOS 7.x, 6.x, 5.x ③ Windows 10 ④ Windows 2016 server 他の OS についても対応実績がありますので、ご相談ください
メモリ	100万～400万節点の解析では 16GB のメモリが必要
ハードディスク	計算規模や計算結果の保管の状況によって異なる 250GB 以上を推奨、インストール時には 800MB 程度が必要
MPI ライブラリ	① Intel MPI (Ver. 2.0 以上) ② MPICH1 (Ver. 1.2.7p1) ③ MPICH2 (Ver. 1.0 以上) ※ Windows は Microsoft-MPI (MS-MPI) を利用します ④ OpenMPI (ver 1.4以上) ※ HP-MPI に対応していません
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® Parallel Studio XE [C/C++/Fortran コンパイラ、デバッガ、MKL/DAAL/IPP/IBBライブラリ、 MPIライブラリ、Trace Analyzer & Collector などが付属、Intel プロセッサには最適] <a href="https://www.xlsoft.com/jp/products/intel/studio_xe/index.html">https://www.xlsoft.com/jp/products/intel/studio_xe/index.html</a> ② Window 版インテル Visual Fortran 導入時にお客様の環境にて動作確認させていただきます ③Linux、Windows版gnuコンパイラ ④ 他の Fortran コンパイラ(スーパーコンピュータの利用を含む)についても対応実績が ありますので、ご相談ください

## 解析事例(1)

### 火炎の計算

#### 特徴

- ✓ 輻射による燃料PANからの蒸発
- ✓ 総括反応  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

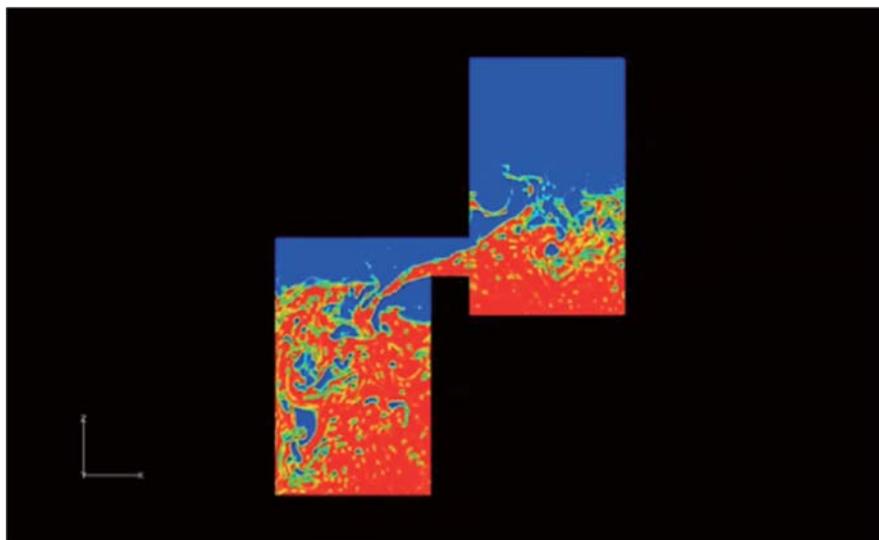


# 解析事例(2)

## 自由表面解析

### 特徴

- ✓ 界面捕獲精度を保つ機能の追加
- ✓ 体積保存性の高度化



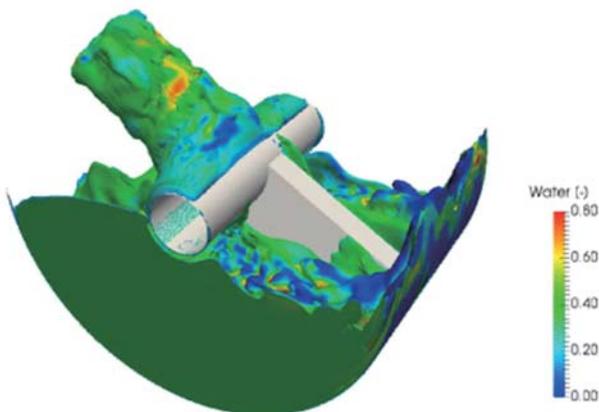
# 解析事例(3)

## 汚泥乾燥 (混相流+相変化)

### 特徴

- ✓ 気相 汚泥 含水 の3流体を考慮可能
- ✓ 相変化を考慮可能
- ✓ 非ニュートン流体モデルなど自由に組み合わせ可能

Time: 10.00 (sec)

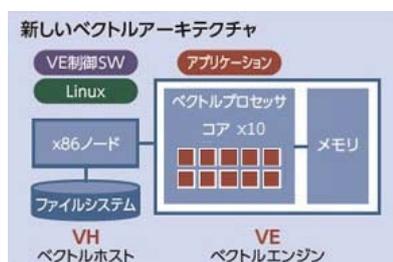


# ベクトル計算機 (NEC SX-Aurora TSUBASA) におけるAFFrの高速化

## NEC SX-Aurora TSUBASAとは

- PCIeカード型ベクトルエンジン

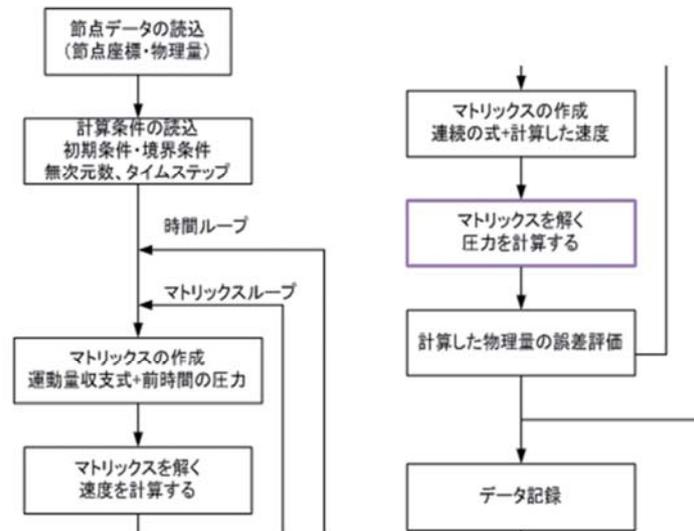
▶ ベクトルプロセッサを活用した高速化 (ベクトル化)



<https://jpn.nec.com/hpc/sxauroratsubasa/>

# AFFrの計算アルゴリズム

- Semi-Implicit Method for Pressure Linked Equations algorithm (SIMPLE法)



➤ 計算時間の大半を占める圧カソルバのベクトル化が必須

## 圧カソルバ前処理法のベクトル化

- Incomplete Cholesky (IC) 分解

$$(UAU^{-1})Ux = Ub$$

- $U := D^{1/2}L^T$ ,  $D^{1/2} := \sqrt{d_{ii}}$ ,  $L$ : 上三角行列
- $L$  に完全Cholesky分解の近似解を採用

- Orthogonal scaling (OS) 法 [1]

$$(D^{-1/2}AD^{1/2})D^{-1/2}x = D^{-1/2}b$$

- IC法において  $L = I$

➤ 前処理にIC分解を用いると、共役勾配法内における  $L^{-1}$  の計算において前進・後退代入が必要となり、ベクトル化が困難

➤ Multi colour (MC) 法によりベクトル演算可能な  $L^{-1}$  を作る

# Benchmark Test

- 単体単純形状建築物モデル
  - 四面体要素
  - 節点数 1,014,773, 要素数 5,278,479
- 1VE (8並列) により実施



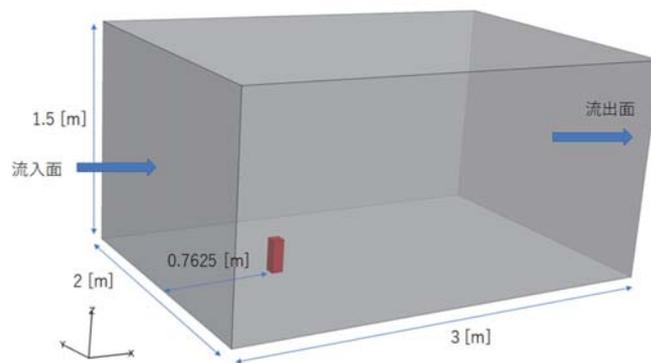
スパン中央断面における流速分布

### 解析手法

項目	設定
支配方程式	非圧縮性 Navier-Stokes 方程式
乱流モデル	Large Eddy Simulation (LES) 標準Smagorinskyモデル
離散化法	セル中心有限体積法
差分スキーム	2次精度中心差分
時間積分法	Crank-Nicolson法

### 境界条件

境界	設定
流入境界面	適切な風速の鉛直分布と乱れの強さの流入変動風
流出境界面	自然流出境界
側面・上面	壁境界, 流速 フリースリップ条件
地面	壁境界, 流速 ノースリップ条件
建物	壁境界, 流速 ノースリップ条件



解析領域

# Vectorise Performance

- パフォーマンス測定

### ベクトル化前後の比較

100 steps	MFLOPS per core	ベクトル化率	平均反復回数	計算時間 (秒)
Before (IC法 × 8)	1707	58.97	722	7860
After (MC法 × 8)	3761	98.19	798	<u>808</u>
After (OS法 × 8)	3921	98.67	1,785	858

### スカラー計算機および他の流体ソルバとの比較

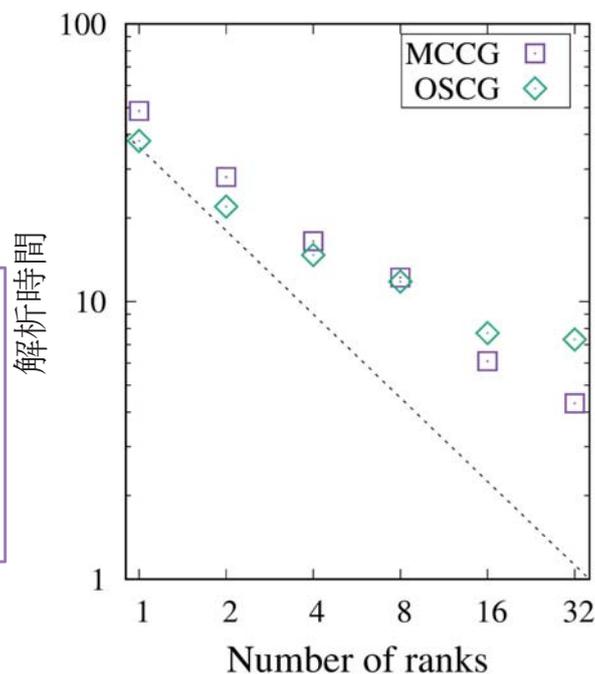
100 steps	計算時間 (Real Time) (秒)
Advance/FrontFlow/red ベクトル計算機 (NEC SX-Aurora TSUBASA 1VE) (8並列)	<u>688</u>
Advance/FrontFlow/red スカラー計算機 (Intel Xeon Gold 5218 CPU × 2) (32並列)	1521
OpenFOAM スカラー計算機 (Intel Xeon Gold 5218 CPU × 2) (32並列)	1241

- MC法およびOS法はベクトル機において高い計算効率を発揮
- スカラー計算機および他の流体ソルバと比較し高速
  - 1VEの計算速度は一般的なXeonの2CPUワークステーションの 2.2 倍

# Parallel Performance

- 並列解析における強スケーリング性
  - 1VE = 8 ranks, 最大4VEを使用
  - flat-MPI

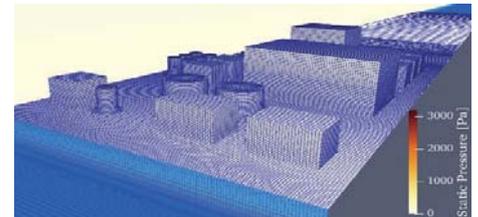
- 32 並列で 10 倍程度の並列化効率
  - 複数VEを用いた並列計算が可能
  - MC法, OS法の使い分けにより, さまざまな条件においてより高い解析性能を発揮



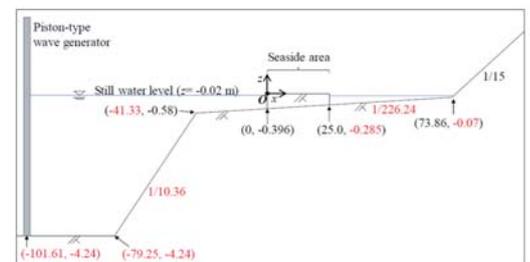
**ベクトル計算機 (NEC SX-Aurora TSUBASA)  
Advance/FrontFlow/red (AFFr) による  
建物解像の高精度津波予測**

# 計算モデル

- 実験モデルと同一縮尺の3次元解析
- 節点数 3,548,951, 要素数 3,421,114
  - 水面近傍の鉛直方向解像度は 1 cm
  - 建物領域は水平方向解像度 2.5 cm の六面体格子
- Case A/B
  - 穏やかな/激しい浸水条件
- 1VE (8並列) により実施



建物近傍および初期水面位置



解析領域

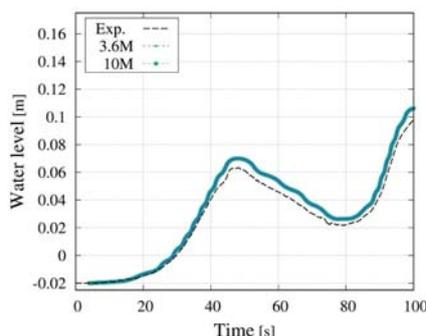
<https://sites.google.com/view/copy-of-wcee>

Copyright ©2021 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

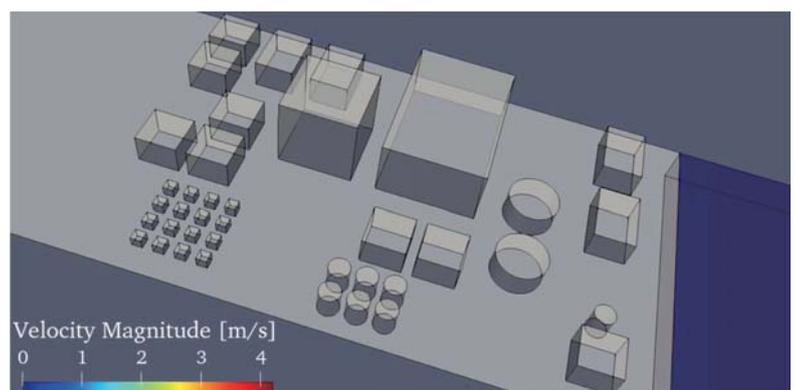
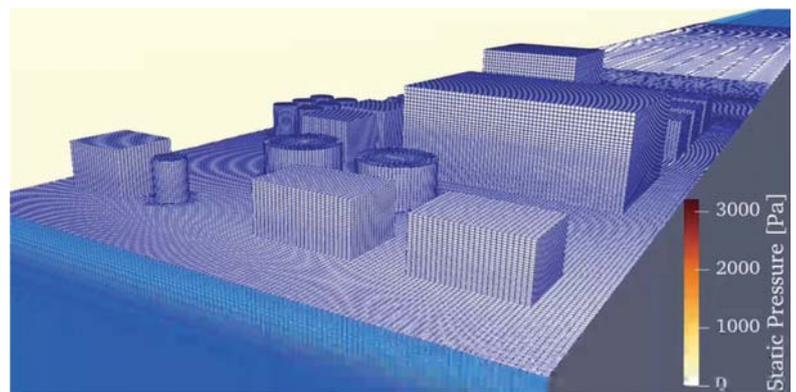
# 解析結果

- Case A
  - 穏やかな浸水条件

➤ 100 s の水槽実験に相当する  
およそ 5 万ステップの解析を  
およそ 1 週間で実施できた



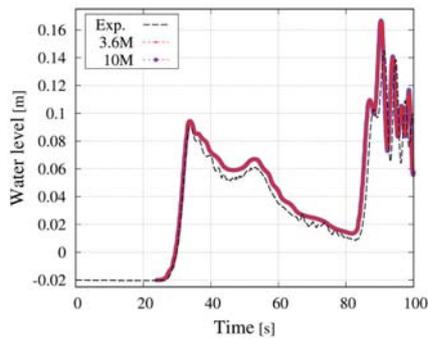
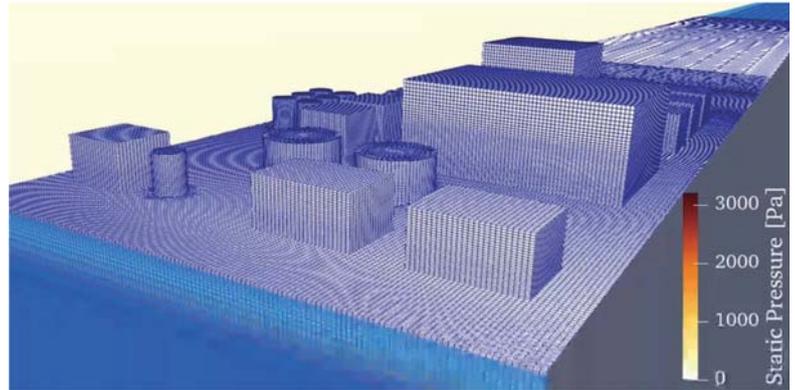
上流水位の時間履歴



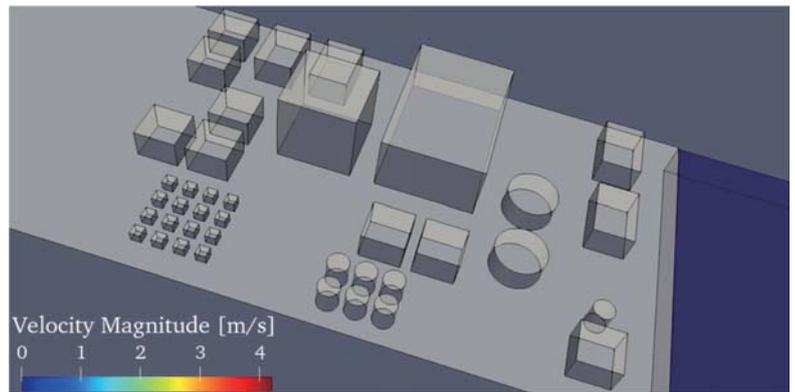
# 解析結果

- Case B
  - 激しい浸水条件

▶ 100 s の水槽実験に相当する  
 およそ 5 万ステップの解析を  
 およそ 1 週間で実施できた



上流水位の時間履歴



# 富岳におけるAFFrの高速化

# 富岳スーパーコンピューターとは

## 総ノード数

項目	説明
総ノード数	158,976ノード

## 総理論性能

項目	説明	
総演算性能	通常モード (CPU動作クロック周波数2 GHz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 倍精度理論最高値(64 bit)488 ペタフロップス</li> <li>• 単精度理論最高値(32 bit)977 ペタフロップス</li> <li>• 半精度(AI学習)理論最高値(16 bit)1.95エクサフロップス</li> <li>• 整数(AI推論)理論最高値(8 bit)3.90エクサオプス</li> </ul>
	ブーストモード (CPU動作クロック周波数2.2 GHz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 倍精度理論最高値(64 bit)537 ペタフロップス</li> <li>• 単精度理論最高値(32 bit)1.07エクサフロップス</li> <li>• 半精度(AI学習)理論最高値(16 bit)2.15エクサフロップス</li> <li>• 整数(AI推論)理論最高値(8 bit)4.30エクサオプス</li> </ul>
総メモリ容量	4.85 PiB	
総メモリバンド幅	163 PB/s	

<https://www.fujitsu.com/jp/about/businesspolicy/tech/fugaku/specifications/>

Copyright ©2021 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

23

# 富岳スーパーコンピューターとは

## ノード仕様

項目	説明	
命令セットアーキテクチャ	Armv8.2-A SVE 512 bit 富士通拡張: ハードウェアバリア,セクタキャッシュ,プリフェッチ	
演算コア数	48 コア	
アシスタントコア数	計算ノード: 2コア IO兼計算ノード: 4 コア	
演算性能	通常モード (CPU動作クロック周波数2 GHz)	倍精度: 3.072 テラフロップス, 単精度: 6.144 テラフロップス, 半精度: 12.288 テラフロップス
	ブーストモード (CPU動作クロック周波数2.2 GHz)	倍精度: 3.3792 テラフロップス, 単精度: 6.7584 テラフロップス, 半精度: 13.5168 テラフロップス
キャッシュ(注1)(注2)	L1D/core: 64 KiB, 4way, 256 GB/s (load), 128 GB/s (store) L2/CMG: 8 MB, 16way L2/node: 4 TB/s (load), 2 TB/s (store) L2/core: 128 GB/s (load), 64 GB/s (store)	
メモリ	HBM2 32 GiB, 1024 GB/s	
インターコネクタ	Tofu Interconnect D (28 Gbps x 2 lane x 10 port)	
I/O	PCIe Gen3 x16	
テクノロジー	7nm FinFET	

<https://www.fujitsu.com/jp/about/businesspolicy/tech/fugaku/specifications/>

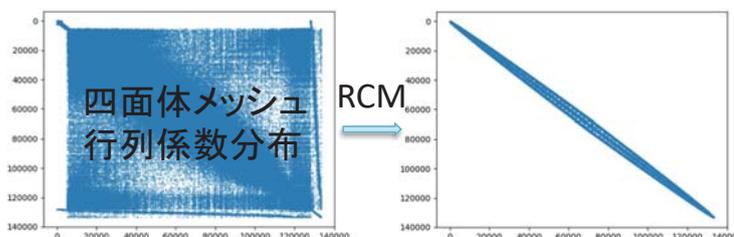
Copyright ©2021 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

- 16 -

24

## Tuning Method

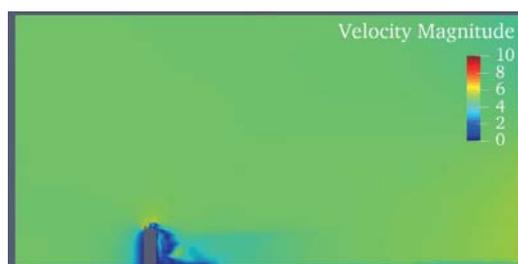
- SIMD化
  - 圧カソルバー前処理法のSIMD化(ベクトル化のようなOrthogonal scaling (OS) 法)
  - 行列ベクトル積のループにif文の削除でSIMD化できた
- メモリアクセスの改善
  - 四面体が存在するメッシュで、行列ベクトル積のループにReverse Cuthill-McKee (RCM)法でメモリアクセスを改善した
- ループブロッキング
  - メモリアクセスを改善した上に、ループブロッキングでキャッシュ利用率を向上させた



Copyright ©2021 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

## Benchmark Test

- 単体単純形状建築物モデル
  - 四面体要素
  - 節点数 1,014,773, 要素数 5,278,479
- 1Node (48並列) により実施



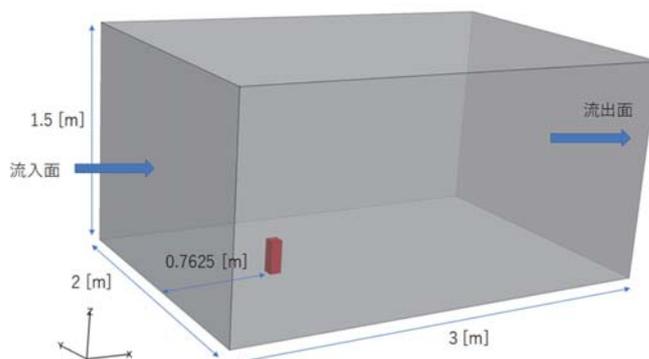
スパン中央断面における流速分布

### 解析手法

項目	設定
支配方程式	非圧縮性 Navier-Stokes 方程式
乱流モデル	Large Eddy Simulation (LES) 標準Smagorinskyモデル
離散化法	セル中心有限体積法
差分スキーム	2次精度中心差分
時間積分法	Crank-Nicolson法

### 境界条件

境界	設定
流入境界面	適切な風速の鉛直分布と乱れの強さの流入変動風
流出境界面	自然流出境界
側面・上面	壁境界, 流速 フリースリップ条件
地面	壁境界, 流速 ノースリップ条件
建物	壁境界, 流速 ノースリップ条件



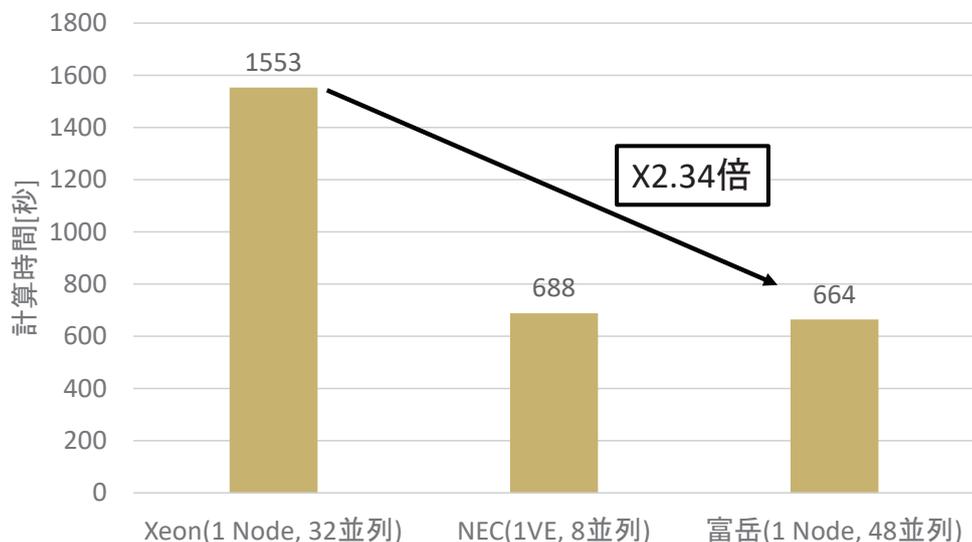
解析領域

Copyright ©2021 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

# Advance/FrontFlow/redの富岳計算機における高速化

## Performance

- スカラー計算機およびベクトル計算機と比較し高速
  - 1Nodeの計算速度は一般的なXeonの2CPUワークステーションの 2.34 倍



スカラー計算機 (Intel Xeon Gold 5218 CPUx2) (32並列)  
 ベクトル計算機 (NEC SX-Aurora TSUBASA 1VE) (8並列)  
 富岳計算機(A64FX) (48並列)

## Advance/FrontFlow/red専用GUIの紹介

### メッシュ読み込み、前処理設定



- メッシュファイル(AFFr対応形式)を読み込み前処理(prefflow)実行
- 読み込まれたメッシュを画面に表示



# Advance/FrotFlow/red 解析実績(一部抜粋)

分野	解析事例の概要	顧客
エネルギー・原子力	加圧熱衝撃時荷重条件評価のための熱流動解析	国研・財団等
エネルギー・原子力	フィルターバンド解析	国研・財団等
エネルギー・原子力	原子炉容器上部プレナム過渡熱流動解析	民間企業
エネルギー・原子力	都市ガス拡散解析	民間企業
エネルギー・原子力	液体リチウムターゲットの流体解析	独法・財団等
機械・電機	ボイラー蒸発管二相流解析	民間企業
機械・電機	スピコーター上薄膜解析	民間企業
機械・電機	ヒーター熱解析	民間企業
機械・電機	冷却装置の気流解析	民間企業
機械・電機	流体構造連成による試験体振動シミュレーション	民間企業
機械・電機	蒸気タービンの流れ解析	民間企業
機械・電機	粉体溶解流れ解析	民間企業
環境・防災	コンテナホールド内の熱気流解析	民間企業
自動車	燃料噴射ノズル孔内キャビテーション解析	民間企業

# 価格および関連サービスのご紹介

営業部 畑原 亮太

## 脱炭素社会の実現に向けて、CFD 活用事例のご紹介

2021年11月19日（木）

アドバンスソフト株式会社

# 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 ～

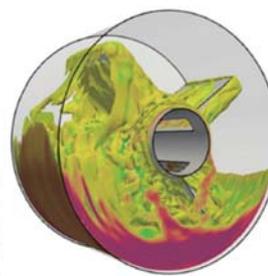
Advance/FrontFlow/red は、LES による優れた乱流解析機能、計算をロバストに進めるための高度な手法、大規模なモデルを高速に解くための高い並列性能など優れた設計思想をもとに開発された流体解析ソフトウェアです。

### 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。



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

並列数無制限（追加料金無し）

# ◇各種パンフレットございます

## 流体解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/red の自動車分野への適用

お書きの事業に即して、最新鋭の各種カスタマイズを実施します。最新鋭のスペシャリストが、さまざまな「できない」を「できる」に変えています。

**成功事例**

現象	これまでの課題	Advance/FrontFlow/redで解決したこと	適用分野
トランスミッションの構造設計	流体の自由表面を解析する際に発生する計算エラーが頻発し、かつ、定常化による計算時間が増加しました。	VOF法では再現できない微小気泡の発生を考慮し、かつ、定常化による計算時間を削減しました。	自動車用エンジン部品
燃料噴射	燃料噴射装置において、バルブが完全に閉じた状態から開いた状態への過渡現象を解析する際に、数値的不安定性を生じることが多く発生して、解析の継続が困難になりました。	高精度な表面幾何学モデルをソリッドに組み込み、現象の解析を可能にしました。	高圧/高流を扱う流体の噴射
高圧流体の気泡/液体の気泡化	高圧流体の気泡/液体の気泡化を解析する際に、数値的不安定性を生じることが多く発生して、解析の継続が困難になりました。	高精度な表面幾何学モデルをソリッドに組み込み、現象の解析を可能にしました。	高圧/高流を扱う流体の噴射
潤滑油の潤滑を解析する流体	メッシュが大きく変化する領域での解析が困難であり、メッシュの自動生成による計算エラーが多発していました。	メッシュ機能を用いて、メッシュの自動生成による計算エラーを抑制し、解析の継続を可能にしました。	潤滑油のメッシュが変化する領域
電子デバイス/電子回路の冷却	電子デバイス/電子回路の冷却を解析する際に、数値的不安定性を生じることが多く発生して、解析の継続が困難になりました。	高精度な表面幾何学モデルをソリッドに組み込み、現象の解析を可能にしました。	電子デバイス/電子回路の冷却
航空機/宇宙機の冷却	航空機/宇宙機の冷却を解析する際に、数値的不安定性を生じることが多く発生して、解析の継続が困難になりました。	高精度な表面幾何学モデルをソリッドに組み込み、現象の解析を可能にしました。	航空機/宇宙機の冷却

**特徴**

- 高精度な表面幾何学モデルをソリッドに組み込み、現象の解析を可能にします。
- 高精度な表面幾何学モデルをソリッドに組み込み、現象の解析を可能にします。
- 高精度な表面幾何学モデルをソリッドに組み込み、現象の解析を可能にします。

Copyright ©2016 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

## 流体解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/red トレーニングサービス

アドバンスソフトは自動車用ソフトウェアを開発し、より多くの分野に適用していただくことで、産業別の発展に貢献しています。それを実現するため、最新鋭の技術に精通した技術者/エンジニアを育成すると共に、顧客に還元、即座よく即座に提供するためのサポートを強化してまいります。この際、Advance/FrontFlow/redを通じて提供される方と、貴社で活用いただける方を対象に、より簡単に使いこなすために特化したトレーニングサービスを開発いたします。

**導入前トレーニング**

対象 貴社/Advance/FrontFlow/red 新規導入を検討中の企業さま

内容 1) Advance/FrontFlow/red の基礎知識  
2) Advance/FrontFlow/red の操作性

参加費 無料

日程 毎月 第2,4,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24,26,28,30,31日(祝日を除く)

会場 アドバンスソフト株式会社 社内にて開催 (各社/各業種/各部門)

参加人数 定員 5名 (10名を超えれば別途お見積り)

**ユーザートレーニング**

対象 貴社/Advance/FrontFlow/red 導入後、使い方が分からない企業さま

内容 1) Advance/FrontFlow/red 最新機能/最新機能の活用

参加費 25,000円

日程 毎月 第2,4,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24,26,28,30,31日(祝日を除く)

会場 アドバンスソフト株式会社 社内にて開催 (各社/各業種/各部門)

参加人数 定員 1社5名 (10名を超えれば別途お見積り)

**コンサルティング**

対象 Advance/FrontFlow/red 導入後、より深く使いこなしたい企業さま

内容 1) 貴社の課題/課題の解決

費用 (事前打ち合わせの範囲によって変動いたします。)

参加費 100,000円(税別) (別途お見積り/お問い合わせ)

日程/日時、または、アドバンスソフト株式会社 社内

参加人数、参加人数、お問い合わせください。

4名様以上のお申し込みを承っております。

**AdvanceSoft**

Copyright ©2016 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

# ◇ソフトウェアの解析事例

解析事例Webページをご覧ください。

アドバンスソフト 事例集

検索

http://case.advancesoft.jp

- ソフトウェア名からだけでなく、産業分野別、解析分野別の検索が可能となりました。
- 最新の事例を掲載しました。今後も逐次最新事例を紹介いたします。

産業分野別	解析分野別
自動車・運輸	流体
材料・化学	爆発・燃焼
産業機械	構造
航空宇宙	振動音響
エレクトロニクス	ナノ・バイオ
建設土木	ブリポスト
原子力	半導体デバイス
エネルギー	光・電磁波
環境・防災	

# 関連サービスのご紹介

## ◇各サービスのご紹介

### 1. パッケージソフトウェアの販売・サポート

アドバンスソフトが取り扱っているパッケージソフトウェアは、国家プロジェクトまたは自社により開発した日本の国産製品です。

ソースコードを熟知した開発者が直接お客様のご質問にお答えするため、迅速で的確なサポートサービスをご提供することが出来ます。また、お客様のご要望に沿ったカスタマイズを行うことも可能です。

### 2. ソフトウェアの受託開発サービス

お客様の解決すべき課題に則した、計算科学技術用のソフトウェアを新規に開発いたします。また、お客様が現在ご利用になっているソフトウェアへの機能追加および改良にも対応いたします。

### 3. 解析サービス

計算科学用ソフトウェアを用いた解析計算を行います。さらに、その結果をシミュレーションの専門家ならではの見識をもって評価しご報告いたします。各種分野の専門技術者が、「お客様の課題解決にはどのような手法が有効であるか。」といったご相談にも対応させていただきます。

### 4. コンサルティング

CAEに関わる様々な課題をお客様と一緒に解決すべく、専門研究者がコンサルティングサポートをさせていただきます。また、「フリーソフトを使ってみたがサポート体制が無いので不安がある。」といった声にお応えして、ParaView、LAMMPSといったフリーソフトのコンサルティングもいたします。

# ◇アドバンスソフトのパッケージソフト

<p>第一原理計算ソフトウェア <b>Advance/PHASE</b></p> <p>ナノ材料 GUI付属</p> <p>密度汎関数理論に基づき、物質の性質を原子・分子レベルから解析する第一原理計算ソフトウェアです。</p>	<p>ナノ材料解析統合 GUI <b>Advance/NanoLabo</b></p> <p>ナノ材料 アプリボスト</p> <p>材料解析ソフトウェア QuantumESPRESSO と LAMMPS に対応した統合 GUI です。</p>	<p>流体解析ソフトウェア <b>Advance/FrontFlow/red</b></p> <p>流体</p> <p>非圧縮性から圧縮性流れまで、広範囲で複雑な流れに対応した汎用 3 次元流体解析ソフトウェアです。</p>	<p>圧縮性流体解析ソルバー <b>Advance/FOCUS-i</b></p> <p>流体</p> <p>非構造格子に対応した圧縮性流体解析ソルバーです。特に超音速や超音速の流れに適しており、高い並列化効率で計算出来ます。</p>
<p>大規模 3 次元 TCAD システム <b>Advance/TCAD</b></p> <p>半導体デバイス GUI付属</p> <p>超微細半導体デバイスからパワーデバイスまで、高度な機能と使いやすい GUI を備えた 3 次元 TCAD システムです。</p>	<p>ニューラルネットワーク分子動力学システム <b>Advance/NeuralMD</b></p> <p>ナノ材料 AI-機械学習</p> <p>Neural Network Potential に基づいた分子動力学のソフトウェアです。第一原理計算の結果を教師データとして分子力場を作成します。</p>	<p>気液二相流解析ソフトウェア <b>Advance/FrontFlow/MP</b></p> <p>流体</p> <p>沸騰と凝縮を伴う気液二相流の流動特性や伝熱特性を 3 次元で解析するソフトウェアです。</p>	<p>管路系流体過渡解析ソフトウェア <b>Advance/FrontNet</b></p> <p>流体 GUI付属</p> <p>配管や流体機器から成る管路系内流体に対する 1 次元過渡解析の実用的なソフトウェアです。</p>
<p>大規模電磁波解析ソフトウェア <b>Advance/ParallelWave</b></p> <p>光波・電磁波</p> <p>マクスウェル方程式を FDTD 法で 3 次元的に解く電磁波解析ソフトウェアです。アンテナの電波解析から光の干渉や回折を考慮した光波解析まで幅広く適用できます。</p>	<p>構造解析ソフトウェア <b>Advance/FrontSTR</b></p> <p>構造</p> <p>固体の変形や熱伝導を、有限要素法を用いた 3 次元で解析するソフトウェアです。</p>	<p>大気拡散影響予測システム <b>Advance/Emerg</b></p> <p>流体 GUI付属</p> <p>大気拡散物質の挙動予測と影響評価のためのソフトウェアシステムです。</p>	<p>深層学習ツール <b>Advance/iMacle</b></p> <p>AI-機械学習</p> <p>機械学習のうち、ニューラルネットワークによる深層学習に特化、最小限度の機能に絞った比較的軽いツールです。</p>
<p>汎用アプリボストプロセッサ <b>Advance/REVOCAP</b></p> <p>アプリボスト</p> <p>解析の一連の流れをスムーズに行う事を実現した汎用アプリボストプロセッサです。</p>	<p>音響解析ソフトウェア <b>Advance/FrontNoise</b></p> <p>音響</p> <p>環境騒音、機器内の共鳴等における音場を有限要素法を用いた 3 次元で解析するソフトウェアです。</p>	<p>自社による開発（国プロ含む） 開発チームによる質の高いサポートサービス カスタマイズや機能追加も応相談 並列数無制限（追加料金なし）</p>	

# ◇終わりに

アドバンスソフトは  
シミュレーションの専門家集団です

## アドバンスソフトの強み

- ・ソースコードから保有しているシミュレーションソフト
- ・各分野に精通したスペシャリスト達
- ・豊富な大規模計算の実績

産業のあらゆるフェーズで直面する課題に対して、科学技術計算によるソリューションをご提供いたします。

お問合せ先：畑原 又は ご担当営業まで  
TEL:03-6826-3971 MAIL:office@advancesoft.jp





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。

#### 警告

このレポートに収録されている文章および内容については、ご自身のために役立つ用途に限定して無料配布しています。このレポートを、販売、オークション、その他の目的で利用するには、著作権者の許諾が必要になります。このレポートに含まれている内容を、その一部でも著作権者の許諾なしに、複製、改変、配布を行うことおよびインターネット上で提供する等により、一般へ送ることは法律によって固く禁止されています。