

オープンCAEシンポジウム 2014
汎用ポストプロセッサ—EnSight
の大規模データ対応

CEIソフトウェア株式会社

代表取締役 吉川 慈人

<http://www.ceisoftware.co.jp/>



内容

- 大規模データで時間のかかる処理
- クライアント・サーバー機能
- マルチスレッドによる並列処理
- サーバーの分散処理
- クライアントの分散処理(分散レンダリング)
- EnSightのOpenFOAMインターフェース
- 並列処理の計測結果
- その他の大規模データ用の機能

大規模データで時間のかかる処理

- データファイルの読み込み
- 可視化のための計算
 - 当数値面、流線、流跡線など。
- 3次元グラフィックス表示のための描画処理(レンダリング)
 - 大量の多角形(ポリゴン)やラインを描画する場合、描画処理に時間がかかり、インタラクティブな回転や拡大・縮小、および、スムーズなアニメーション表示ができなくなる。



並列処理で改善

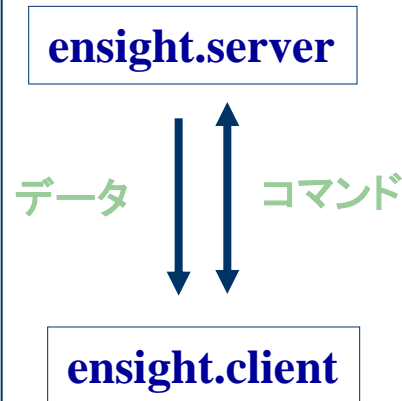
クライアント／サーバー機能

◆ ensight.server

- データの読み込み
- 可視化に必要な計算処理
 - パーティクル・トレース、等値面生成など

◆ ensight.client

- GUIの表示(ユーザインターフェース)
- 描画に関する処理(グラフィックス処理)



- 計算サーバーからのデータファイルの転送が不要
- 処理の負荷分散

負荷の高い計算処理は計算サーバーで



グラフィックス処理はグラフィックスが強化されたPCで

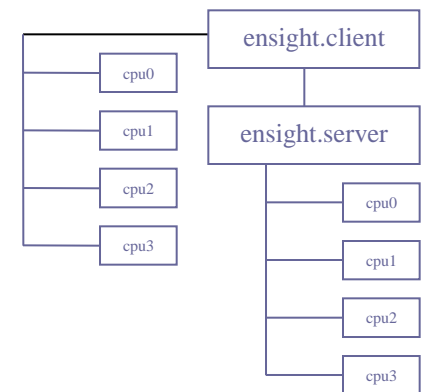


マルチスレッドによる並列処理

- EnSightのサーバー、クライアントともマルチスレッドに対応



- 共有型メモリのマルチCPU／マルチコアのマシンでスレッド並列が可能
 - マシンのリソースを見て自動的に並列化（環境変数でスレッド数を指定することも可能）
 - Standard版でサーバー、クライアント各8並列まで、HPC版で128並列まで、VR版で無制限。
 - 等数値面、流線、流跡線等の計算で並列効果が高い。



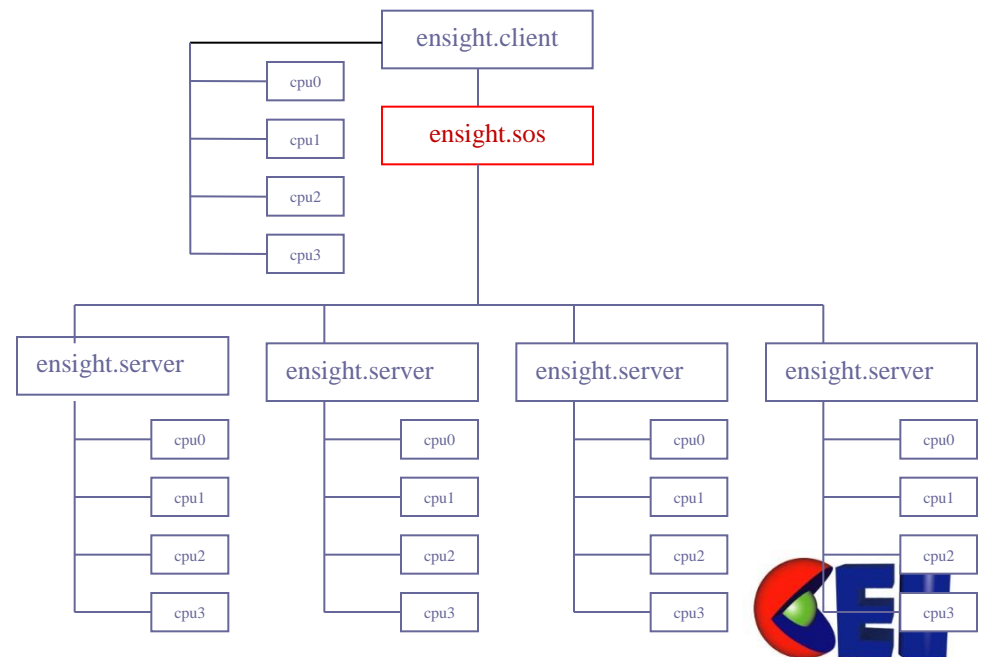
サーバーの分散処理(SOS)

- 分散メモリ型マシンでノード毎にサーバープログラムを起動して分散処理が可能
 - HPC版およびVR版で対応。
 - 多くのCPU、メモリが利用可能。
- データの分割が必要 **対応フォーマットが限定*
 - 自動分割:各サーバープログラムが必要な部分を読み込む。
 - あらかじめ分割されたファイルを並列読み込み。



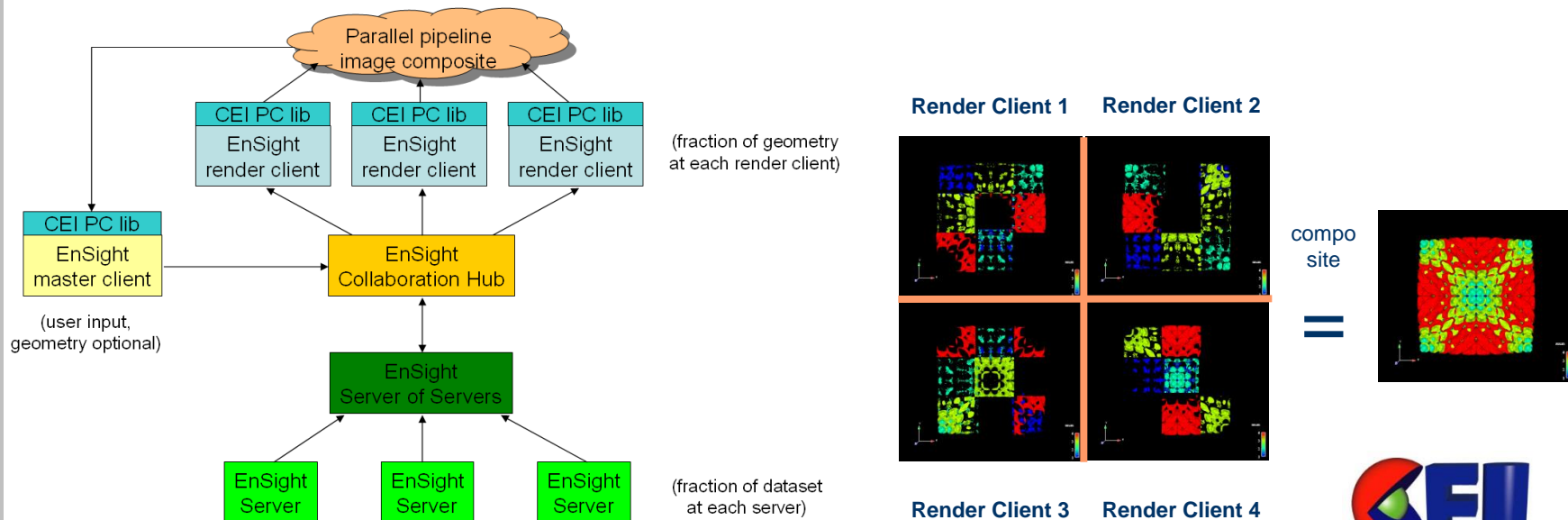
ファイル読み込み
の高速化

- サーバーの結果をSOS(Server of Server)で統合



クライアントの分散処理 (並列レンダリング)

- 複数のグラフィックスボードを使って並列レンダリング
 - 1台のグラフィックスボードでは処理しきれない大量のポリゴンを複数台のグラフィックスボードに分散して描画
 - HPC版のPC(Parallel Composition)オプションで対応
- 画像重畳
 - 各クライアントが奥行き値付画像を出力→重畳



EnSightのOpenFOAMインタフェース

- OpenFOAMのネイティブデータをダイレクトに読み込む
 - controlDictを指定
 - 現状は分散ファイルはシーケンシャルに読み込む
 - 並列読み込みの対応を計画
- EnSightのCaseフォーマットに変換後、読み込む
 - foamToEnSight を利用して変換
 - 読み込み速度は速い
 - 並列読み込みが可能



サーバーのマルチスレッドによる並列処理の計測

- 解析結果(OpenFOAM) 提供:(株)爆発研究所殿

爆発のシミュレーション結果 (EnSight Caseフォーマット)

	要素タイプ	要素数
27M 要素	quad4要素	548,000
	hexa8要素	26,437,500

- タイムステップ数:51

- ファイルサイズ:

形状ファイル1.37GB

変数(ステップあたり) 圧力106MB、速度319MB

- 使用マシン

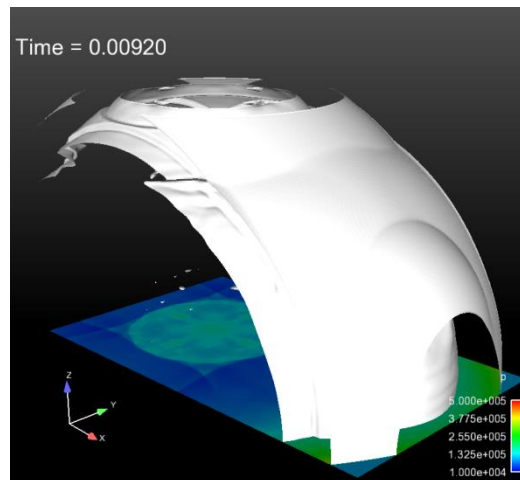
CPU	Intel Core i7 CPU 950 @3.07GHz 4 Core x 2 CPU
メモリ	16GB
グラフィックスカード	nVidia GeForce GTX 460
OS	Windows 7 64-bit



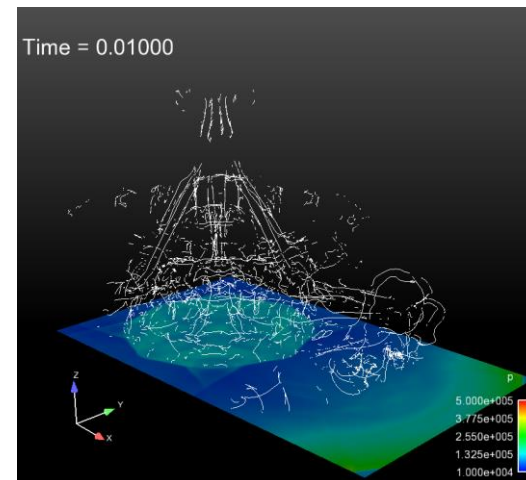
サーバーのマルチスレッドによる並列処理の計測

- 測定項目

- 最初のファイル読み込み(形状データの読み込みが中心)
- 各ステップのファイル読み込み(圧力変数の読み込み)
- 各ステップの等値面(圧力)の作成
- 各ステップの渦中心線の作成



圧力の等値面



渦中心線

サーバーのマルチスレッドによる並列処理の計測

- 測定結果

(単位:秒)

スレッド数	1	2	4	8
最初のファイル読み込み (形状等)	17.96	18.62	19.11	17.91
各ステップのファイル読み込み (圧力)	2.80	2.88	2.74	2.78
等値面の作成 (圧力)	5.01	4.43	4.43	4.21
渦中心線の作成	135.94	105.74	92.80	87.34

- 等値面の作成には圧力変数の読み込み時間、渦中心線の作成には速度変数の読み込み時間を含む。

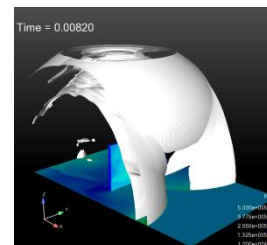
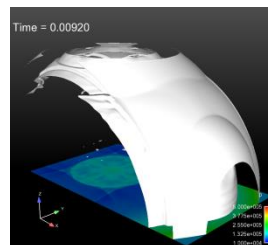


サーバーの分散処理(SOS)の計測

- 解析結果(OpenFOAM) 提供:(株)爆発研究所殿

	要素タイプ	要素数
1.7M	quad4要素	92,064
	hexa8要素	1,685,680
3.5M	quad4要素	146,372
	hexa8要素	3,371,100
6.9M	quad4要素	231,756
	hexa8要素	6,710,424
14M	quad4要素	368,942
	hexa8要素	13,475,470
27M	quad4要素	548,000
	hexa8要素	26,437,500

- 2並列の場合は、事前にEnSight付属の分割ツールを使ってY方向に2分割。
- E 27MBのデータは中央に壁無し。他は壁あり。



サーバーの分散処理(SOS)の計測

- 使用マシン

- サーバー用:マシンA (マルチスレッドの計測でも使用)

CPU	Intel Core i7 CPU 950 @3.07GHz 4 Core x 2 CPU
メモリ	16GB
グラフィックスカード	nVidia GeForce GTX 460
OS	Windows 7 64-bit

- サーバー用:マシンB

CPU	Intel Core i5 CPU M5204 @2.4GHz 2 Core x 2 CPU
メモリ	4GB
グラフィックスカード	nVidia GeForce GT 330M
OS	Windows 7 64-bit

- クライアントおよびSOSサーバー用:マシンC

CPU	Intel Xeon CPU E5-2650 v2 @2.60GHz 8 Core x 2 CPU
メモリ	32GB
グラフィックカード	AMD FirePro W9100
OS	Windows 7 64-bit

- ネットワーク:1000BASE-T



サーバーの分散処理(SOS)の計測

- 測定項目
 - 最初のファイル読み込み(形状データの読み込みが中心)
 - 各ステップのファイル読み込み(圧力変数の読み込み)
 - 各ステップの等値面(圧力)の作成
- マシン構成での比較
 - 2並列(マシンA:8スレッド、マシンB:4スレッド)
 - A単体(8スレッド)／B単体(4スレッド)

サーバーの分散処理(SOS)の計測

- 測定結果

- 最初のファイル読み込み(形状等)

データ	マシンA単体	マシンB単体	単体ABの平均	2並列
1.7M	3.12	3.10	3.11	4.89
3.5M	4.34	2.79	3.57	4.83
6.9M	7.83	3.40	5.61	6.34
14M	10.72	4.70	7.71	7.00
27M	17.76	8.27	13.02	15.61

- 各ステップのファイル読み込み(圧力)

データ	マシンA単体	マシンB単体	単体ABの平均	2並列
1.7M	1.49	2.07	1.78	1.71
3.5M	1.55	2.00	1.78	1.75
6.9M	1.71	1.84	1.78	1.89
14M	2.14	2.22	2.18	2.12
27M	2.78	2.65	2.72	2.28

サーバーの分散処理(SOS)の計測

- 等値面の作成(圧力)

データ	マシンA単体	マシンB単体	単体ABの平均	2並列
1.7M	2.11	2.77	2.44	1.73
3.5M	2.28	2.96	2.62	2.03
6.9M	2.86	2.87	2.87	2.36
14M	3.33	3.79	3.56	2.77
27M	4.21	4.82	4.52	3.27

- 等値面の作成には圧力変数の読み込み時間を含む。

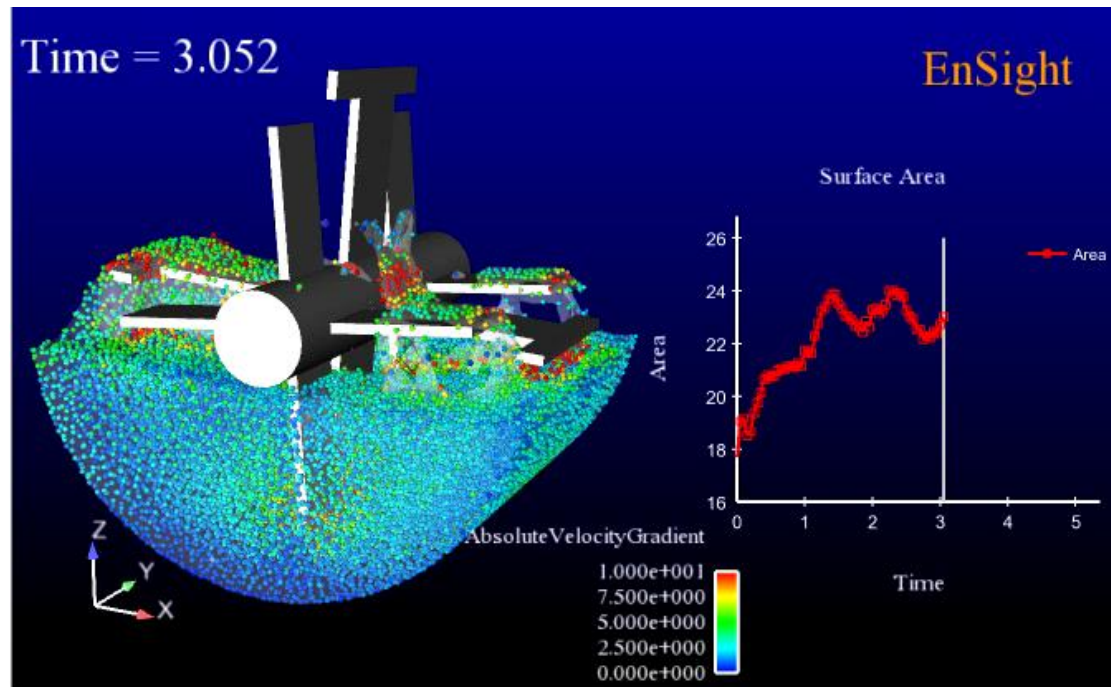
その他の大規模データ用の機能

- 使用メモリを最小限にする
 - 選択されたパーツのみを読み込む
 - 可視化の手法を選択したときにはじめて、その可視化に必要なデータ成分を読み込む
 - 不要になったデータ成分はいつでもメモリから開放可能
- バッチ処理
 - 複数の大規模データを可視化する際は、バッチ処理が効果的。
 - EnSightではバッチ処理が容易
操作内容をコマンドで自動保存 → 編集 → バッチ処理
 - Python Scriptにも対応



その他の大規模データ用の機能

- 球の高速表示
 - 新バージョン10.1からサポート
 - OpenGLのfragment shader を使って高速化

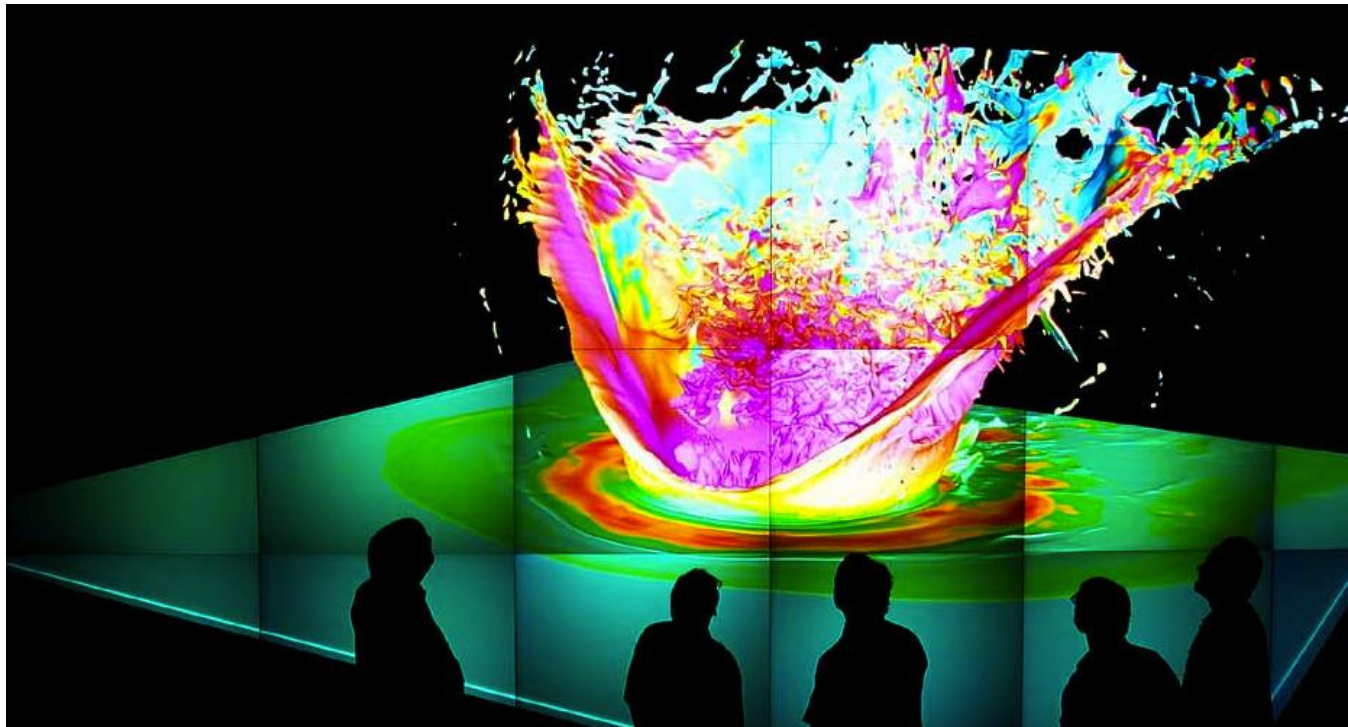


Paricleworksによる解析結果

その他の大規模データ用の機能

- 高解像度の大画面表示

- 複数台のPCとディスプレイ/プロジェクターを使って高解像度に表示
- VR版で対応

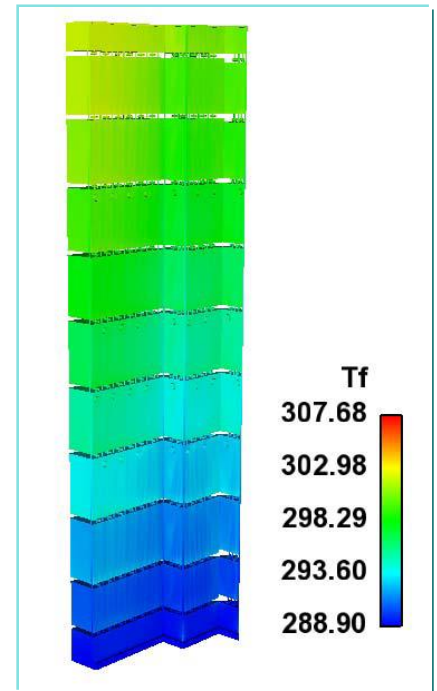


PowerWallシステムでの表示 (Los Alamos National Lab)

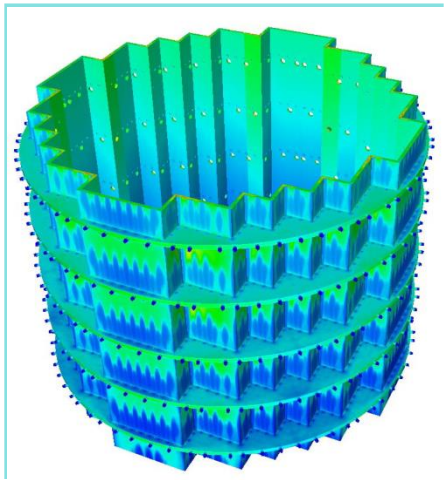


大規模データの事例: フランス EDF R&D

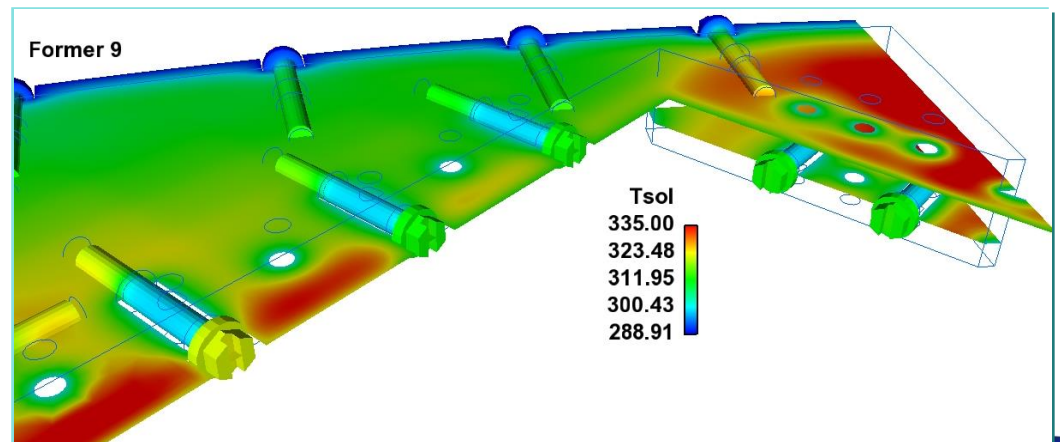
- 原子炉内の熱解析
- 11憶要素
 - 1500個のボルト
 - 流体・構造連成解析
 - ファイルサイズ: 形状データ 72Gb
変数 3Gb
(EnSight Caseフォーマット)
- マルチスレッドによる並列可視化処理



流体(冷却水)の温度分布



構造物全体の温度分布



ボルトの温度分布

おわりに

- 大規模データの取扱いは以下によって異なる
 - データのサイズや特徴
 - コンピュータ環境
 - 求められる可視化手法
 - インタラクティブな表示が必要か
- EnSightは様々なアプローチで大規模データのポスト処理をサポート

