

2010  
7/28



構造解析ソフトウェア  
Advance/FrontSTR Ver.3.0  
バージョンアップセミナー

Advance/FrontSTR Ver.3.0 の概要と特長

アドバンスソフト株式会社  
技術第5部 部長  
末光 啓二

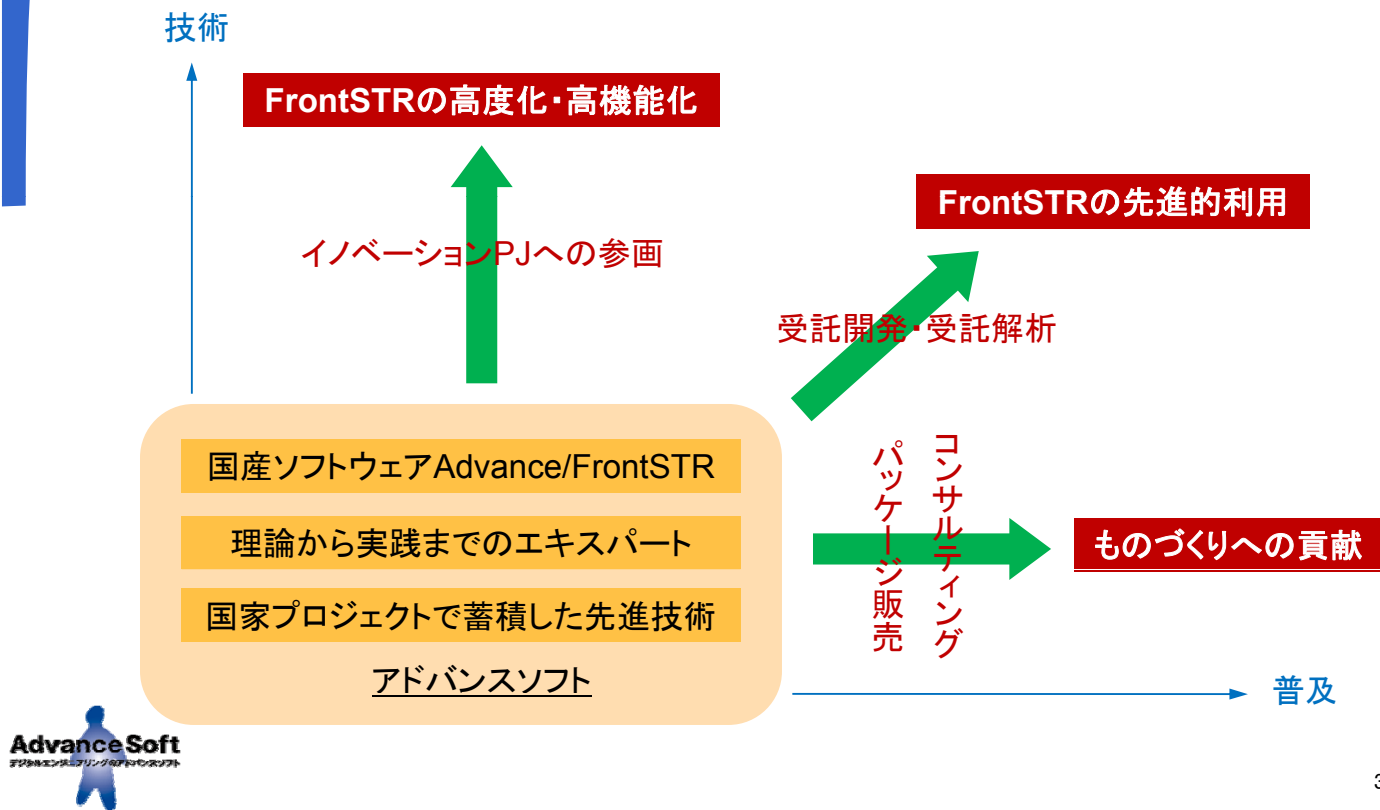
2.

これからのCAE

- 部分解析からまるごと解析へ
- 単一解析から連成解析へ
- 品質の検証から品質のつくりこみへ
- モデルやデータを一元管理

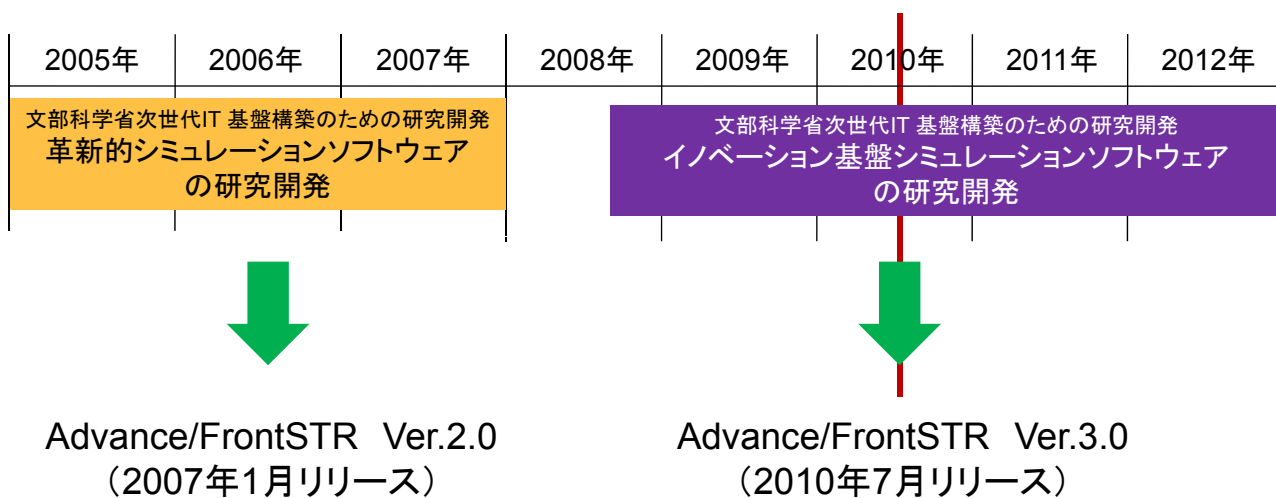


# 構造解析分野に関する当社の取組みの方向性



3

# Advance/FrontSTRの開発経過



4

# Advance/FrontSTR Ver.3.0 の機能一覧

線形静解析	熱応力解析を含む
非線形静解析	材料非線形: 超弾性/弾塑性、等方/移動/複合硬化 幾何学的非線形: Total Lagrange法/Updated Lagrange法 境界非線形(接触): Augmented Lagrange法、有限すべり、摩擦
線形動解析	陽解法/陰解法
固有値解析	ランチョス法
熱伝導解析	定常/非定常(陰解法)
要素タイプ	四面体/六面体/五面体/シェル、1次/2次、非適合モード
解析支援	境界条件ステップ制御、リスタート

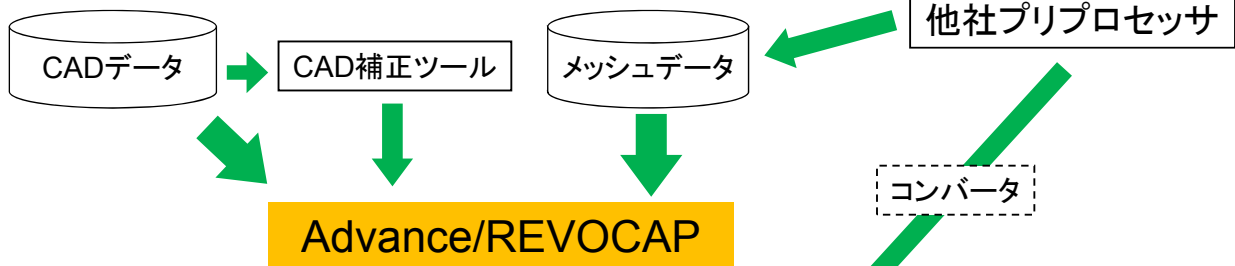


2010/8/3

5

## Advance/FrontSTRによる解析環境

プリ処理



解析実行

Advance/FrontSTR

ポスト処理

Advance/REVOCAP

他社ポストプロセッサ  
FEMAP、AVS



6

## Advance/FrontSTR Ver.3.0 の特長

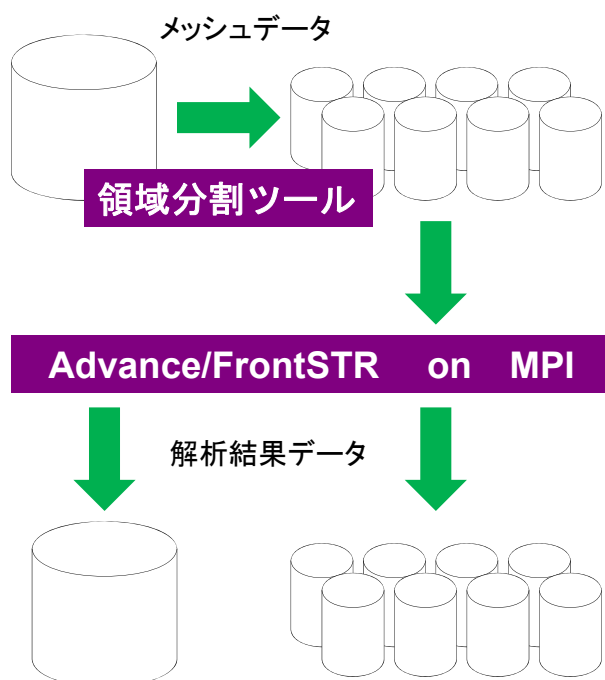
- PC、PCクラスター、スパコンに対応するスケーラビリティ
- 大規模並列計算における優れた並列性能
- 実用的な非線形解析機能
- 連成解析に対応



7

## 各種計算機に対応するスケーラビリティ

### Advance/FrontSTR の並列化方式



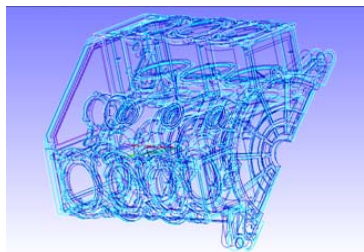
### Advance/FrontSTR の動作環境

- ・Windows XP, Vista, 7  
32ビット/64ビット
- ・Linux 32ビット/64ビット
- ・スパコン  
東京大学さま HA8000  
九州大学さま PRIMERGY



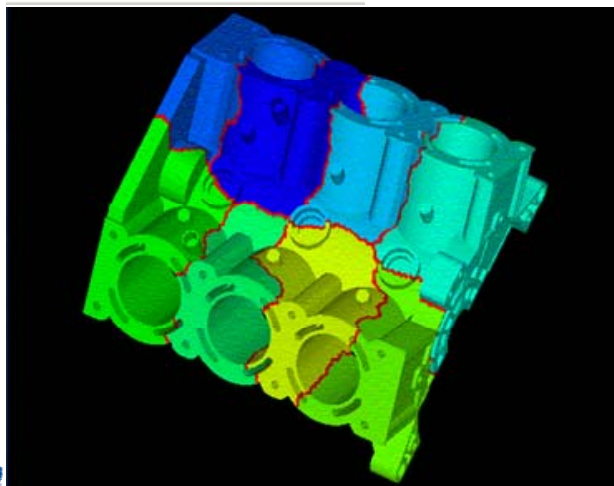
8

# 領域分割の例(熱応力解析)

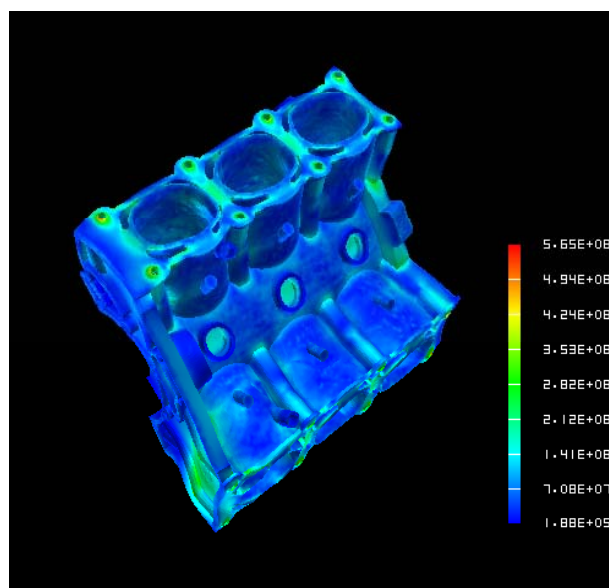


CADモデル

熱伝導解析  $\xrightarrow{\text{温度分布}}$  線形静解析



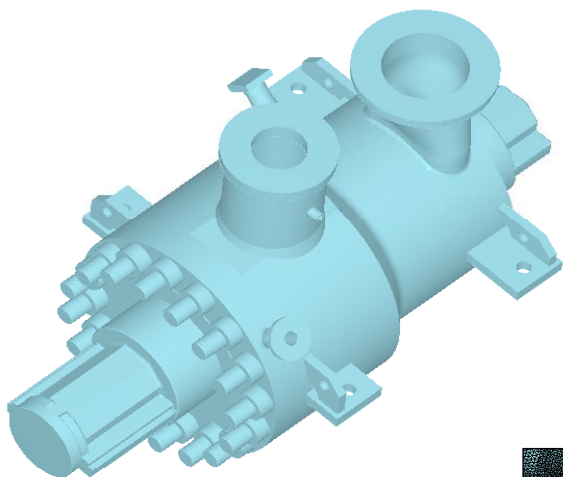
領域分割モデル



ミーゼス応力分布



# 大規模解析(1億自由度)の事例(1)



メッシュライン無し

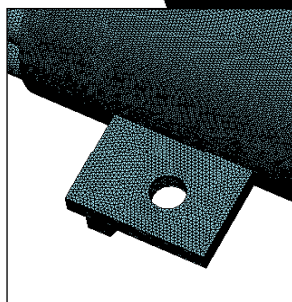


メッシュライン有り

要素最大辺長: 11.6mm  
要素最小辺長: 0.11mm  
最大アスペクト比: 26.1

節点数:	36,728,129
要素数:	26,289,770
自由度数:	110,184,387
使用要素:	四面体2次要素

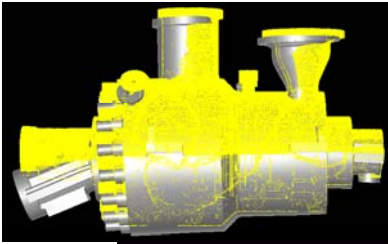
静解析(自重、内圧)および可視化機能について大規模問題への適用性を実証



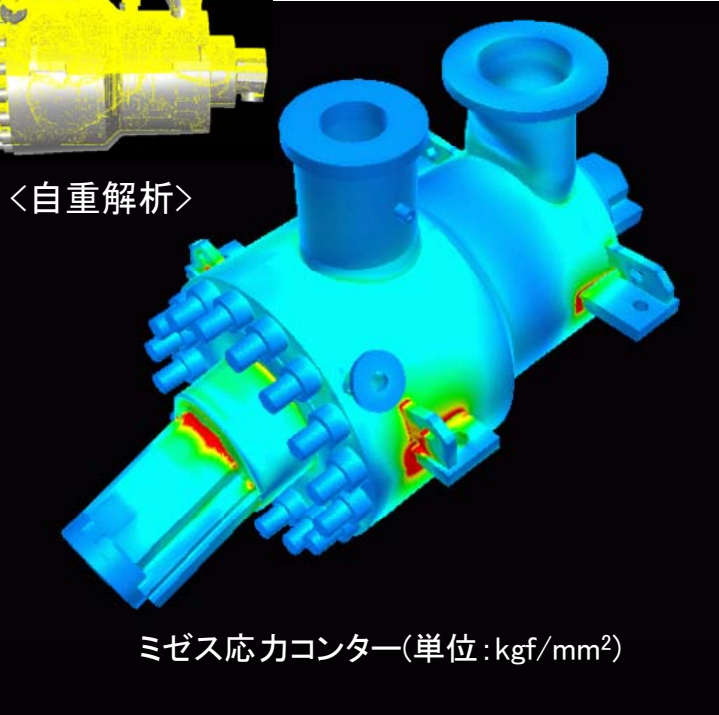
解析事例提供: 東京大学奥田洋司教授

(株)日立プラントテクノロジー

# 大規模解析(1億自由度)の事例(2)



<自重解析>



ミゼス応力コンター(単位:kgf/mm<sup>2</sup>)

計算機:  
Itanium2 Cluster, 1.4GHz,  
32PE 使用  
使用メモリ: 120 GB  
計算時間: 27.3 (h)  
CG反復: 10,249 回

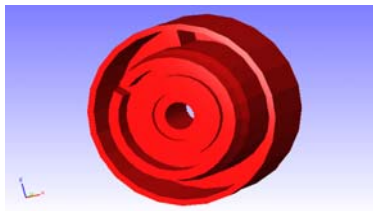
<内圧解析のとき>  
計算時間: 約24 (h)  
CG反復: 8,557 回

<HEC-MW可視化処理>  
計算機:  
Xeon Cluster, 2.8GHz,  
32PE 使用  
Rendering処理枚数: 12枚  
処理時間: 1時間弱  
(ファイル渡しバージョン、うち5~7割がI/O)



# 大規模並列性能 の計測(1)

## 解析モデル



## 使用計算機

HA8000クラスシステム(T2K)  
AMD Opteron 2.3GHz  
4CPU x 4core/ノード  
メモリ: 32GB/ノード

リファイン	要素数	節点数
なし	4,473,212	802,140
1段	35,785,696	6,417,120
2段	286,285,568	51,336,960

## アムダールの法則

$$E_n = \frac{T_1}{T_n} \times \frac{1}{n} = \frac{1}{1 - \alpha + \frac{\alpha}{n}} \times \frac{1}{n}$$

## 計算ケース

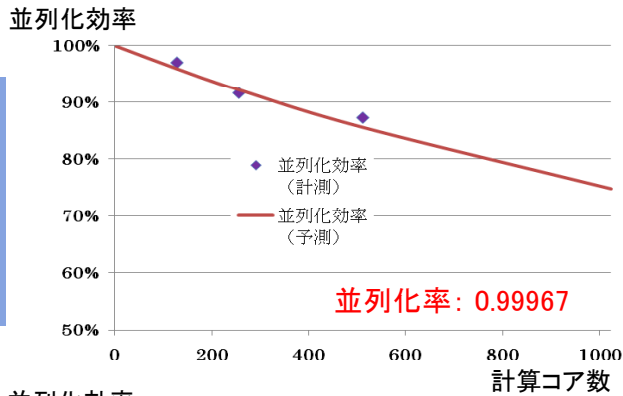
静応力解析  
コア数: 128、256、512

E<sub>n</sub>: 並列化効率  
n: PE数  
α: 並列化率

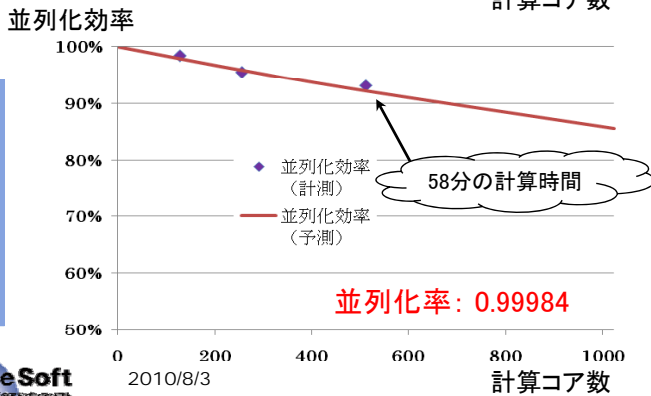


# 大規模並列性能 の計測(2)

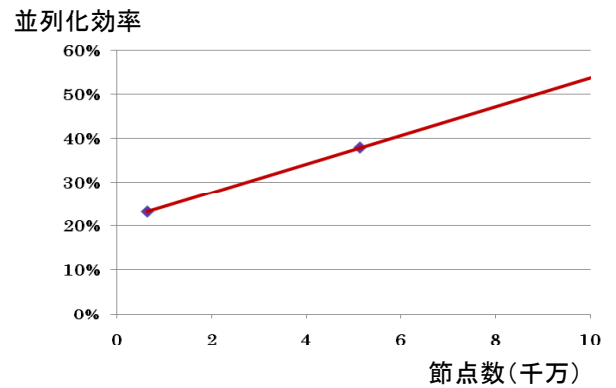
一段リファイン



二段リファイン



コア数1万の予測結果

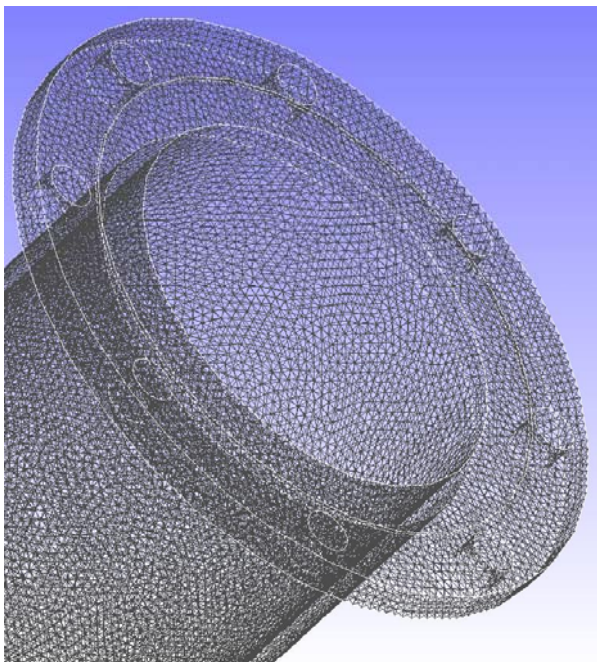


節点数9千万以上で  
並列化効率が50%以上

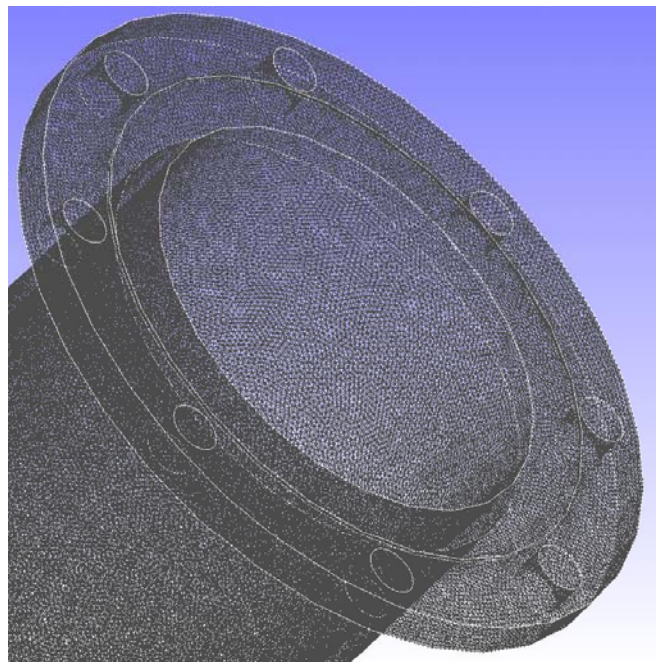


# REVOCAP\_Refinerによるメッシュ細分化

オリジナル

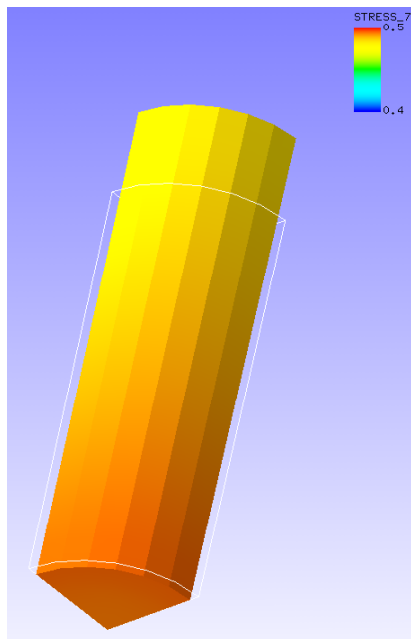


リファイン



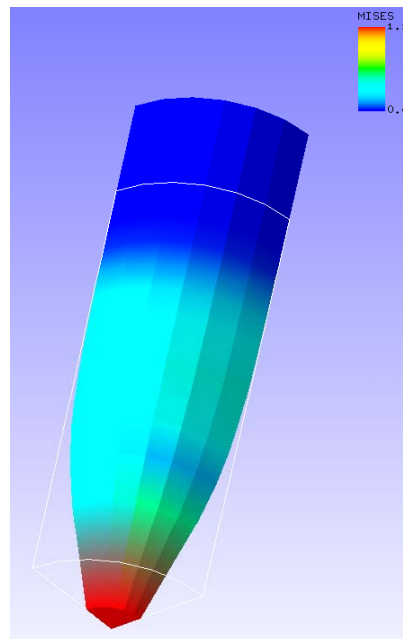
# 非線形解析の事例(材料・幾何学的非線形)

超弾性解析



ミーゼス応力

弾塑性解析



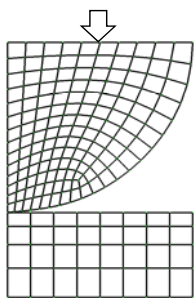
ミーゼス応力



2010/8/3

15

# 非線形解析の事例(接触)



**接触領域の幅**

円柱半径8mmに対して

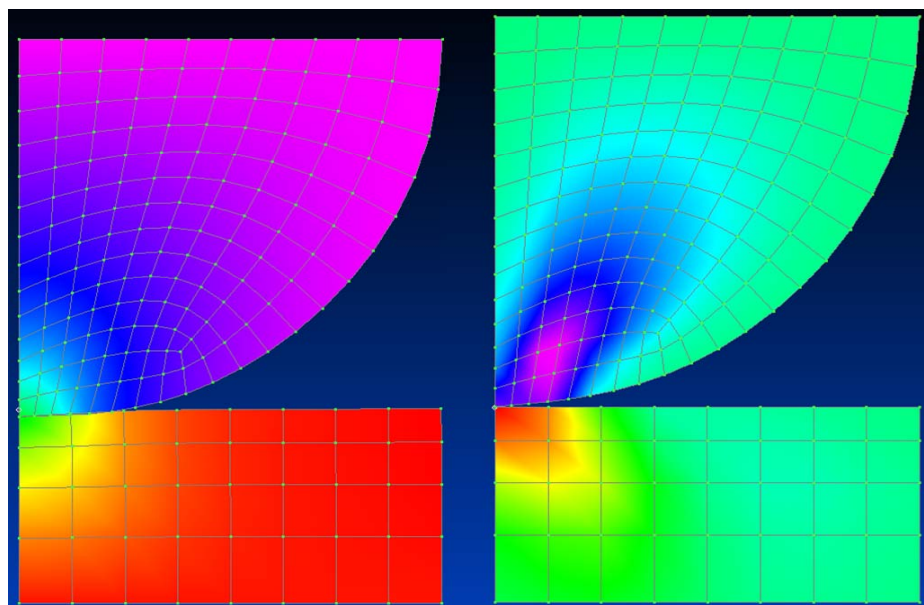
理論解: 1.36mm

FrontISTR: 1.36±0.2mm

**最大せん断応力**

理論解: 14.2MPa

FrontISTR: 15.6MPa



Y方向変位

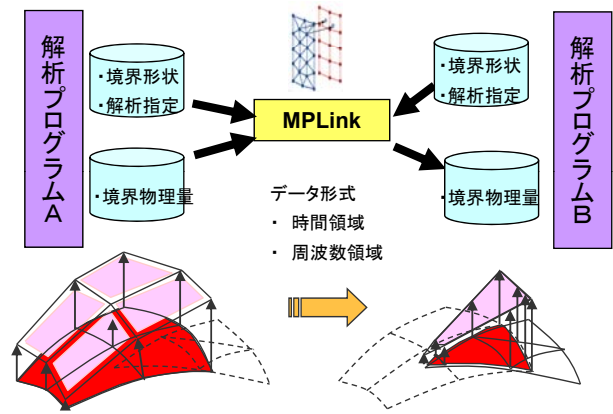
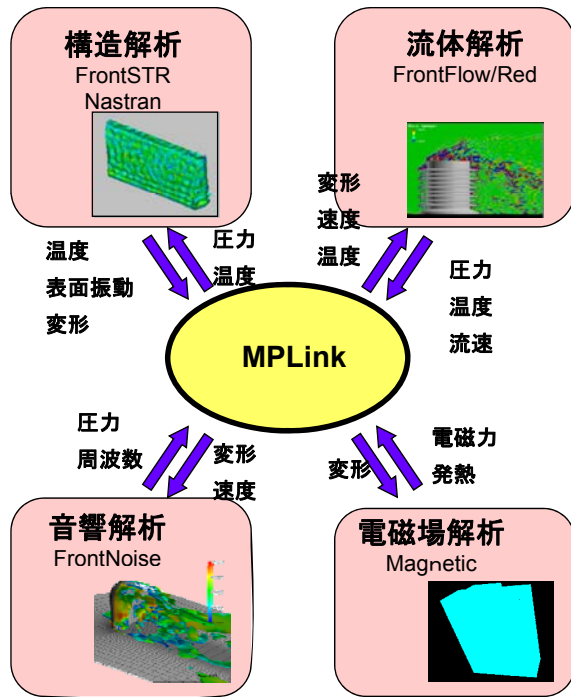
せん断応力



2010/8/3

16

# 連成解析機能 (Multi Physics Linkage)



相互のメッシュ形状と分布を考慮した高精度高速補間

## MPLinkの機能

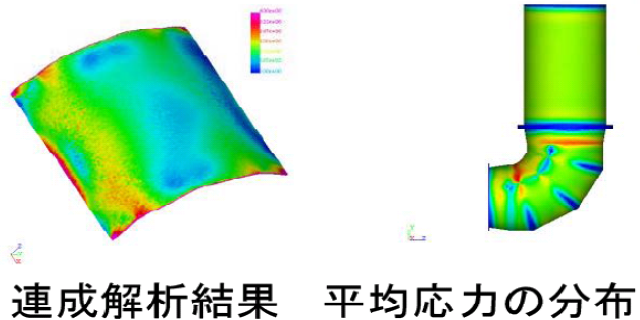
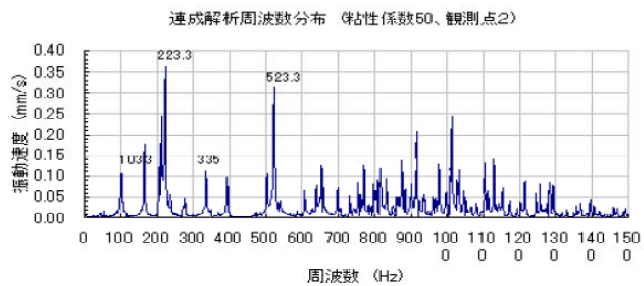
- 物理量の補間 (要素; 大→小, 小→大)
- フィルタリング (ローパス)
- 可視化



# 流体・構造連成解析の事例 (案内翼付き曲り配管)

変位アニメ

解析時間設定:  
流体解析側で圧力の出力  
時間刻みは  $5.0 \times 10^{-7}$  [s]。  
1.0秒間の時系列を出力。  
構造解析ステップ数:  
200万ステップ  
統計量: 100万ステップが対象。  
計算時間: 約11時間  
(SR11000・32CPU)



# Advance/FrontSTRの開発予定機能

		Ver.2.0	Ver.3.0	次期バージョン(来夏予定)
共通		領域自動分割並列計算 直接法 反復法	メッシュ細分化	アセンブリ構造 マルチコア対応
	線形	荷重応力/熱応力解析	←	←
静解析	非線形	幾何学的非線形 (Total Lagrange法)	材料非線形 (超弾性、弾塑性) 幾何学的非線形 (Updated Lagrange法) 境界非線形(接触) (固着、有限すべり、まさつ)	材料非線形 (粘弾性、熱弾塑性、 クリープ) 接触解析並列化
	線形	時刻歴応答解析 (陰解法・陽解法)	←	←
動解析	非線形			時刻歴応答解析 (陰解法・陽解法)
		ランチョス法	←	←
固有振動解析		ランチョス法	←	←
熱伝導解析		定常/非定常	←	←



2010/8/3

19

## おわりに

- Advance/FrontSTR Ver.3.0 では、優れた大規模並列性能に加えて、実用的な非線形解析機能を整備しました。お客様の解析現場で是非お役立てください。
- 弊社は特定のベンダーに依存することなく、お客様の業務課題・技術課題の解決に向けて、お客様の視点で貢献して参ります。アドバンスソフトの人材と技術力を是非ご活用ください。



20