

# バーチャル実証試験のための 次世代計算固体力学 シミュレータの開発

九州大学 塩谷隆二

2006.01.07

# プロジェクトの目的.

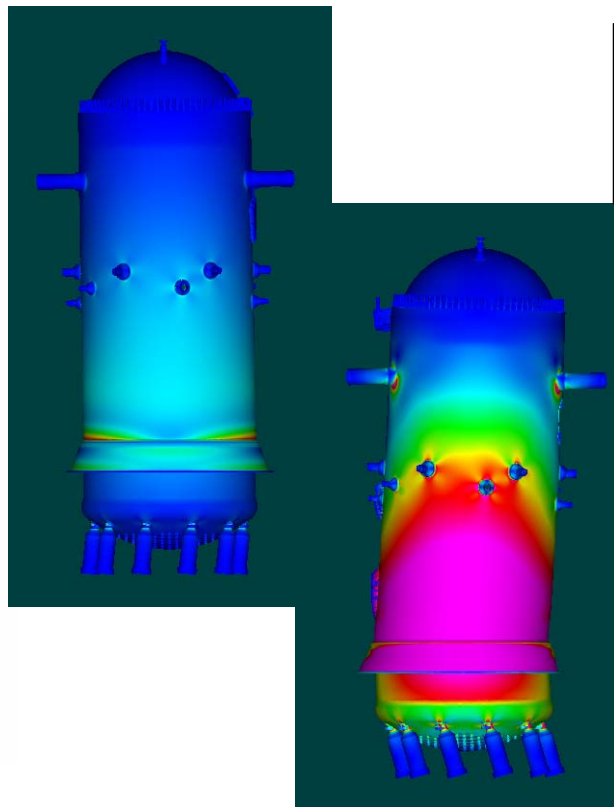
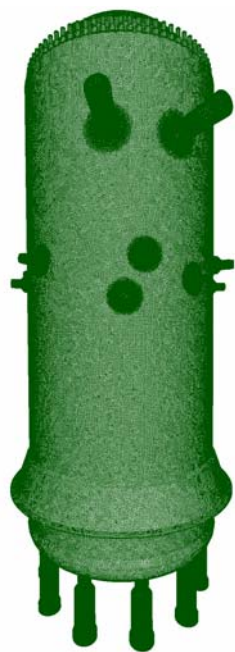
- 汎用並列有限要素法解析システム  
ADVENTUREの地球シミュレータ上への実装
- 数億自由度モデルを用いた大規模非定常非線形解析の実現
- 実験, 解析不可能であった問題規模での現象  
解明, 産業界への貢献

# 昨年度の成果 (1/2).

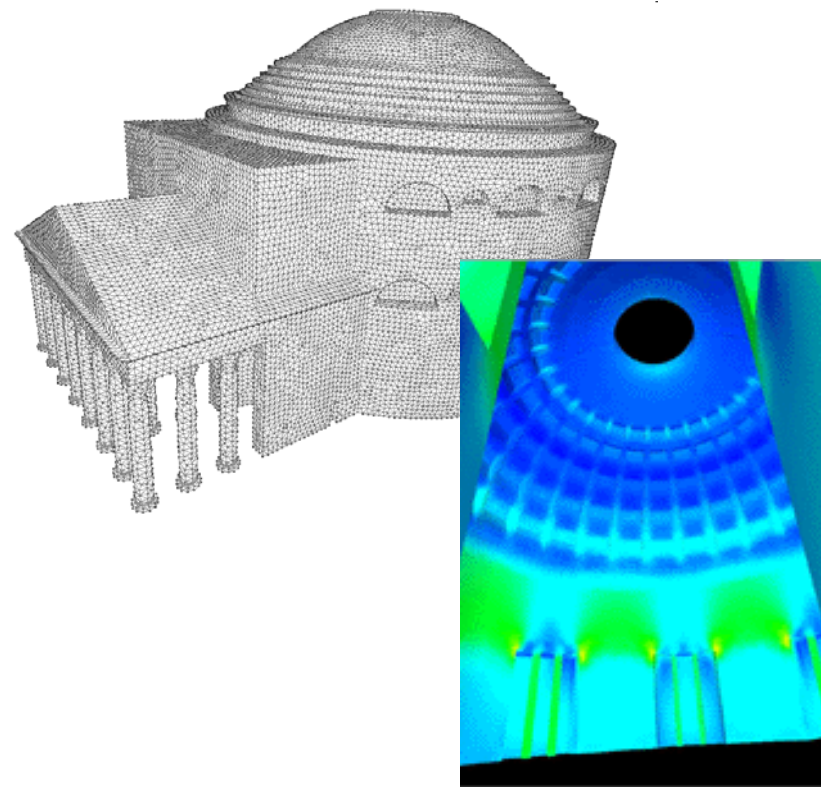
- ソルバープログラムの基礎部分をHybrid型に改良
  - 64ノードまで並列化率99.98% (Flat型と同等)
- 3,500万自由度原子炉圧力容器モデル非定常線形解析
  - 128ノード上で**300ステップを約4.3時間**
- 1億自由度原子炉圧力容器モデル非定常線形解析
  - 256ノード上で**4ステップを約15分**
- 1億4千万自由度パンテオンモデル線形解析
  - 256ノード上で**約10分, 3.88Tflops(約24.3%)**

1億自由度規模モデルを用いた非定常有限要素解析が  
実用可能となった

## 昨年度の成果 (2/2).



古代建築物パンテオン (140Mdof)  
静応力解析.



ABWR原子炉压力容器 (35Mdof)  
地震応答解析.

モデル提供:(株)東京電力

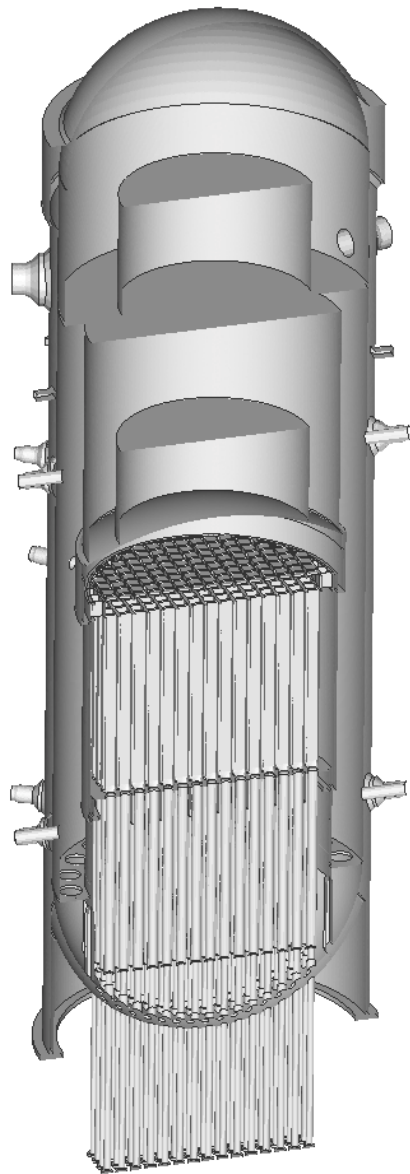
# 今年度当初の計画.

- バーチャル実証試験の実践
  - 産業界より提供を受けたCADモデルの解析
- 1億自由度規模モデルの非定常非線形解析
- 共有-分散メモリ活用型の並列化を行なう
- 熱流体解析, 及び構造との連成解析の実装

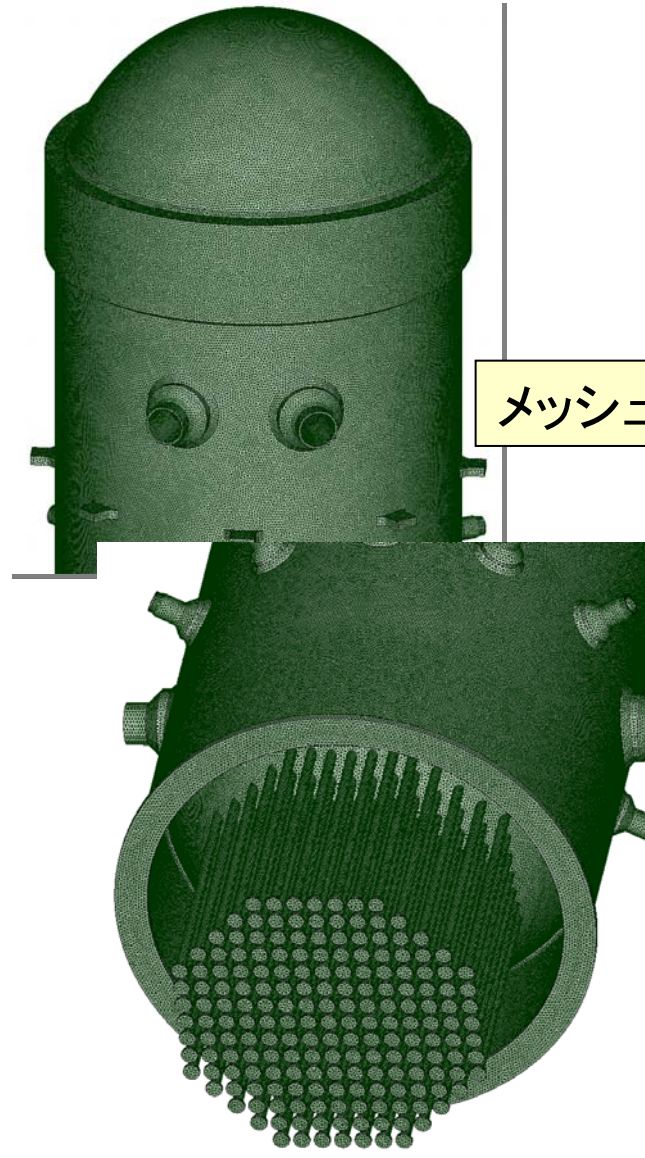
# 今年度の達成度.

- バーチャル実証試験の実践: 達成度90%
  - 産業界よりCADモデルの提供
  - 2,300万自由度モデルによる地震応答解析に成功
  - 1億5,200万自由度モデルを解析中
- 非定常非線形解析: 達成度60%
  - 非線形機能部分はコーディングが80%程度
- 共有-分散メモリ活用型の並列化: 達成度70%
  - 通信・計算が複雑な箇所を再構築中
- 熱流体解析, 構造との連成解析: 達成度40%
  - 流体-構造連成解析システムの構築は70%
  - 地球シミュレータに移植中

# 内部構造物付きBWRモデル.

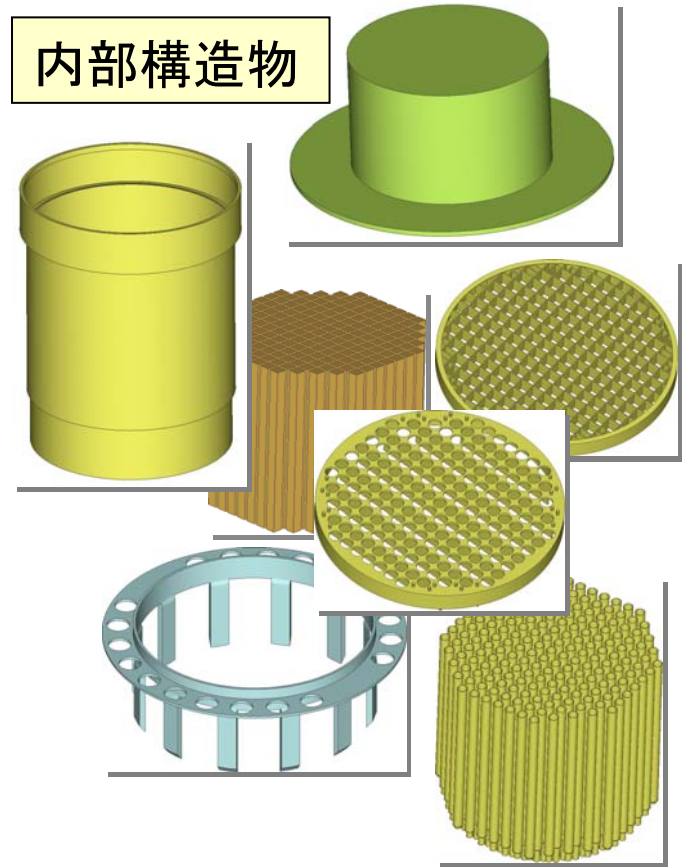


モデル(断面)



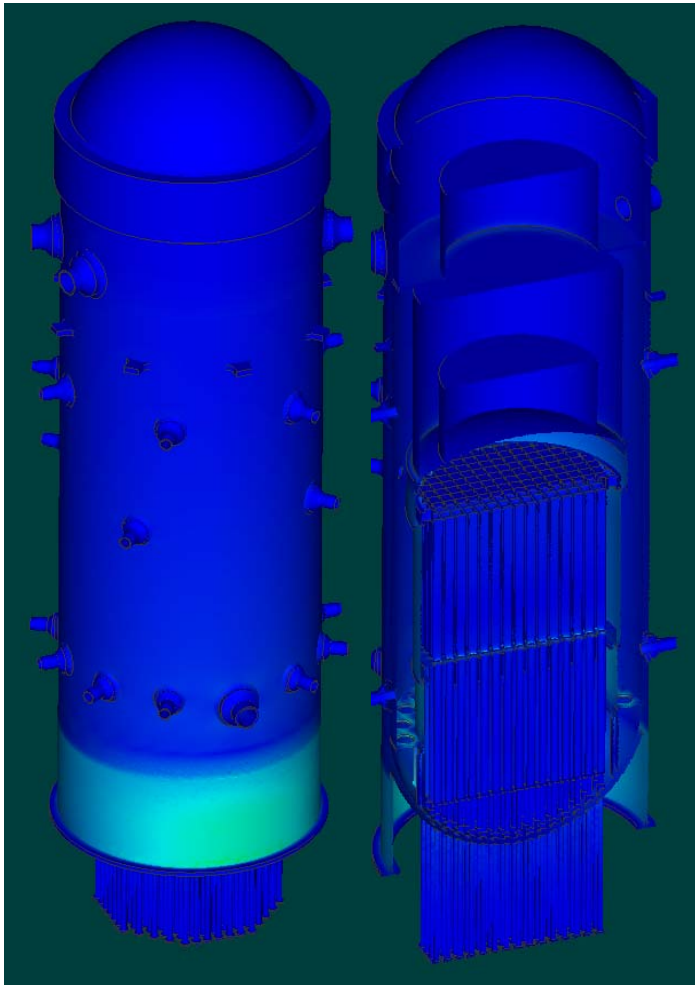
メッシュ

内部構造物



モデル作成協力:  
東京大学吉村研究室  
(株)アライドエンジニアリング  
(株)東京電力  
(株)日立製作所

# 2,300万自由度モデルによる 地震応答解析.



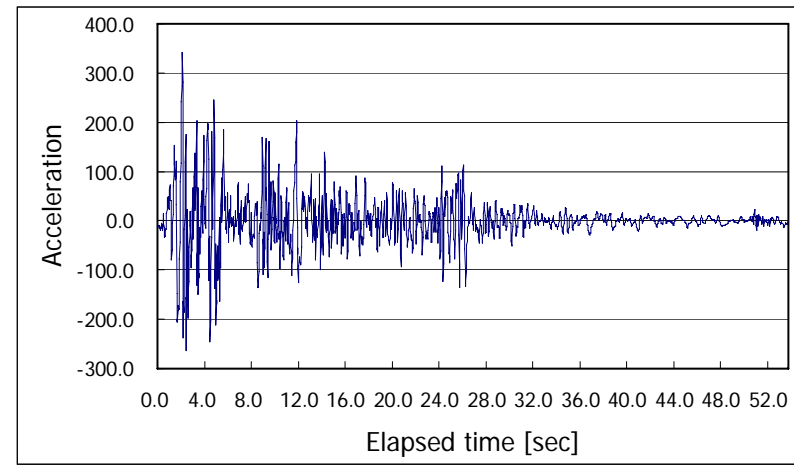
## [Mesh]

Elements: 29,800,348 (tetra-linear)

Nodes: 7,592,003

[Solve] 128 nodes (1,024 APs)

**100step: 2.68 hrs**

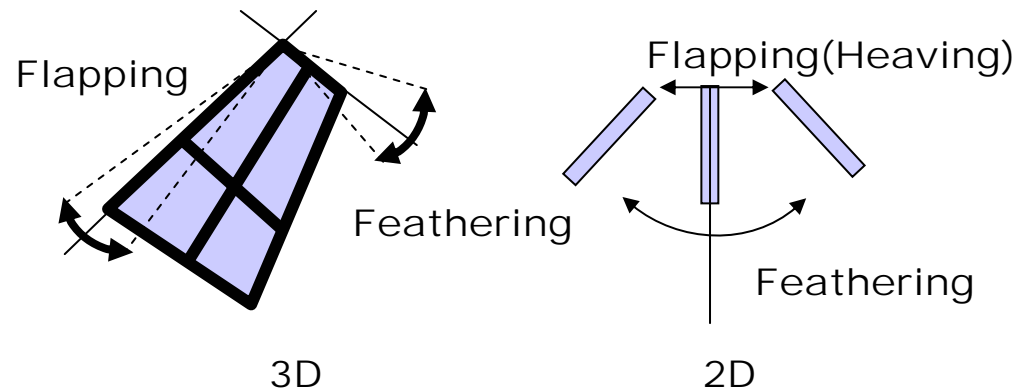


1940年Elcentro地震 NS方向 時間刻0.02sec  
データ提供: 日本建築センター, 86年ビレルタ版

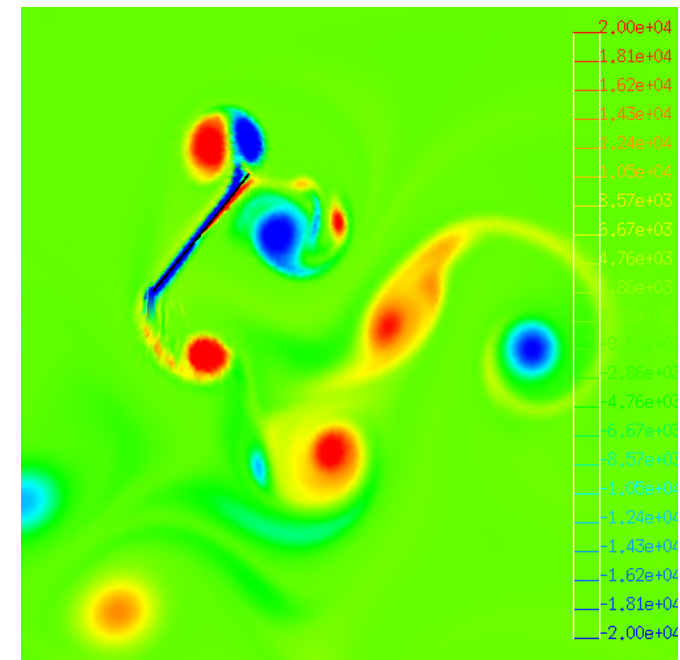
# 流体-構造連成解析.

- 分離型解法に基づく連成解析
  - 構造解析ADVENTURE\_Solid(移植済)
  - 流体解析ADVENTURE\_Fluid(移植中)

## 構築システムの適用例



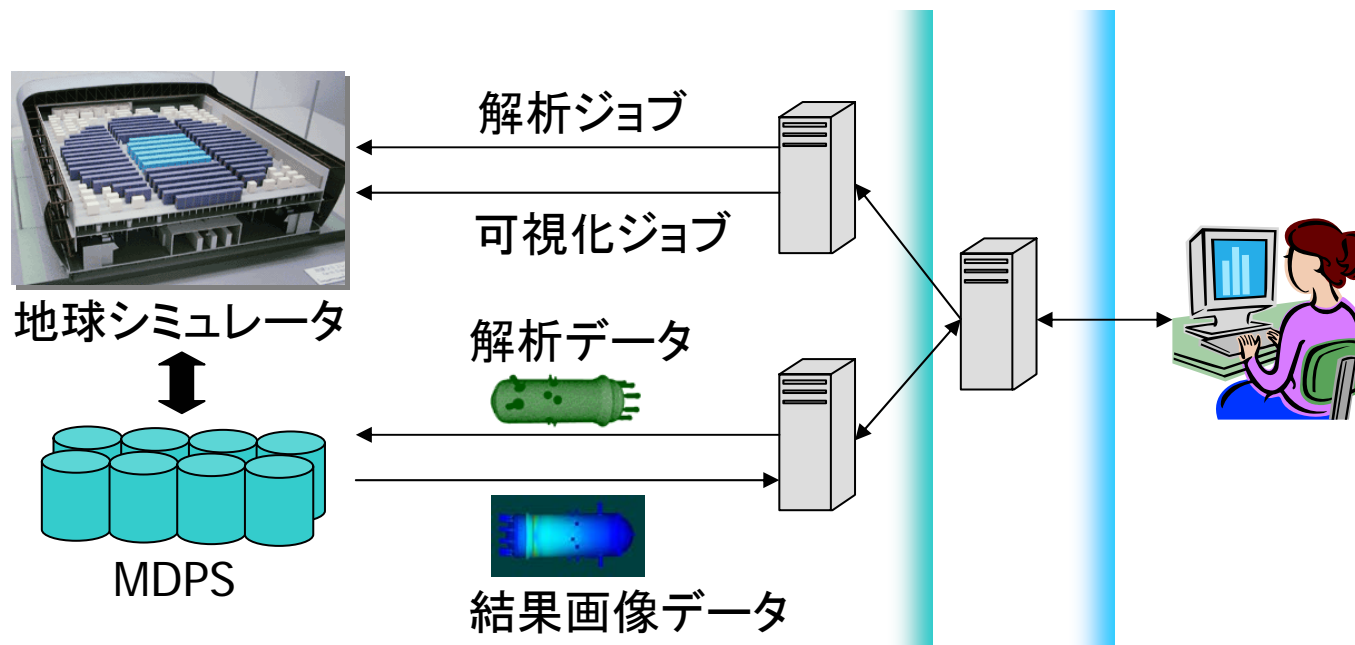
翅の弾性変形を考慮した  
羽ばたき運動の連成解析



渦度コンター

# 遠隔利用について.

- 今年度より開始されたリモートによるジョブ投入
  - 福岡県在住の2名が利用中
- オフライン可視化システムにより完全リモート処理を実現
  - 並列化は開発済み, ベクトル性能は調査中



画像ファイルのみを取得することで結果検証作業の効率化を実現

# 来年度の計画.

- バーチャル実証試験の実践を継続
  - 実験環境に近い詳細な解析条件
- 並列オフライン可視化の移植
- 熱流体解析及び連成解析機能の移植
- 完全ハイブリッド並列化の高効率化
- 非定常非線形機能の実装