

平成20年度利用報告会 平成20年12月9日(火)～10日(水)

先進・創出分野

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

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

バーチャル実証試験の実施

- 沸騰水型原子炉压力容器(BWR)モデルの耐震解析:
 - 2億自由度モデルを用いて、継続時間10秒の地震動下における地震応答解析に計26時間(ジョブ25回)で成功
- 炭素繊維強化(CFRP)高圧水素タンクモデルの耐圧解析:
 - 等角斜交積層板を含む異方性材料解析システムを開発し、テストモデルの解析に成功

開発システムの普及

- ES上におけるADVENTURE利用補助システムの構築:
 - ES計算ノードを利用した並列ポリゴンレンダリングシステムを開発し、1,500万ポリゴンの画像データ100枚生成に7.5分で成功

今年度当初の計画

バーチャル実証試験の実施

- 2億自由度BWRモデルの耐震解析:
 - 設計パラメータのパラメトリック解析によりBWR設計に貢献
- CFRP高圧水素タンクモデルの耐圧解析:
 - 実機に基づくCFRP高圧水素タンクのモデリングを行い、水素貯蔵タンクの高圧化に向けた最適設計

開発システムの普及

- ES上におけるADVENTURE利用補助システムの構築:
 - 遠隔利用CAEシステムの実装

今年度の達成度

- 2億自由度BWRモデルの耐震解析: 達成度100%
 - 大規模解析向け線形ソルバIBDD-DIAG法を改良し、解析時間を1/2に短縮することに成功、実用性の改善
実際の地震被害状況検証シミュレーション研究を開始
- CFRP高圧水素タンクモデルの耐圧解析: 達成度80%
 - 実機に基づく高圧水素タンクモデルの3次元解析に成功
金属ライナの耐圧性能や自緊処理の影響を調査
- ADVENTURE利用補助システムの構築: 達成度90%
 - 並列計算機上のADVENTURE遠隔利用システムを開発
大学所有システムによる実証試験まで成功

2億自由度BWRモデルの耐震解析

目的: 原子炉压力容器をモデル化して耐震性能を評価し, 保守方針や設計指針の改善を行う

線形ソルバ: IBDD-DIAG法

演算性能の改善: 256 nodes (2,048APs)

67.5 sec. **34.7 sec. / 時間ステップ**

97.9 % Vec.Op.Ratio

3.04 TFLOPS (peak 19%)



継続時間10秒を10時間程度で解析可能
パラメトリック解析への応用性改善

現存する原子炉施設の地震被害状況
解析研究への応用に発展

時間積分: Newmark's beta法

地震継続時間: 10 sec.

時間刻み幅: 0.01 sec.

解析モデル作成協力: 東京大学吉村研究室, (株)アライドエンジニアリング, 伊藤忠テクノソリューションズ(株), (株)東京電力, (株)日立製作所

CFRP高圧水素タンクの耐圧解析

- 目的:

水素利用社会実現に向けて、燃料電池自動車の安全性を高め、燃費を改善するために、車載用高圧水素タンクの耐圧解析を行う。

- モデルの特徴:

金属ライナを幾層(Helical/Hoop巻)ものCFRPで補強

- 構成材料:

- 金属ライナ:

等方性

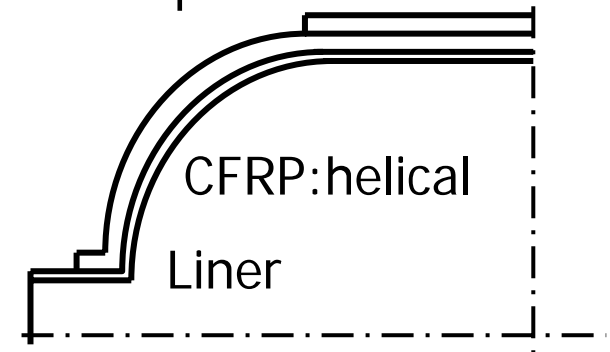
- フープ巻きCFRP:

直交異方性, 一方向強化板

- ヘリカル巻きCFRP:

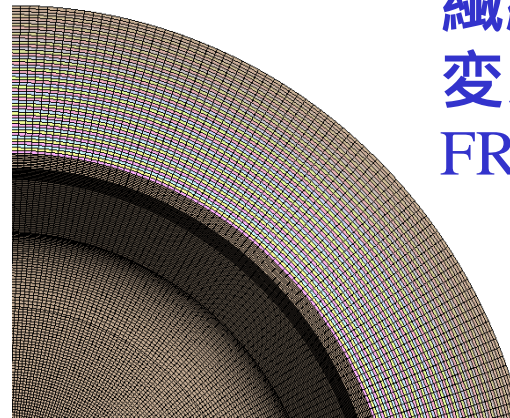
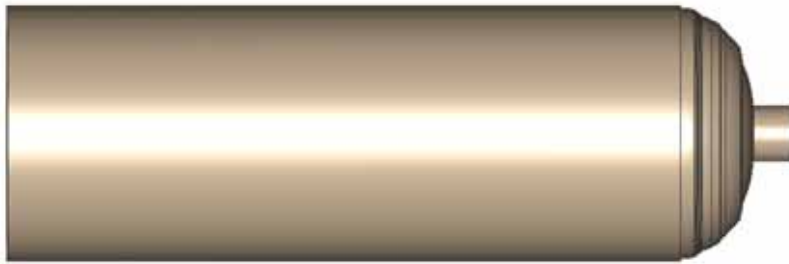
直交異方性, 等角斜交積層板

CFRP:hoop

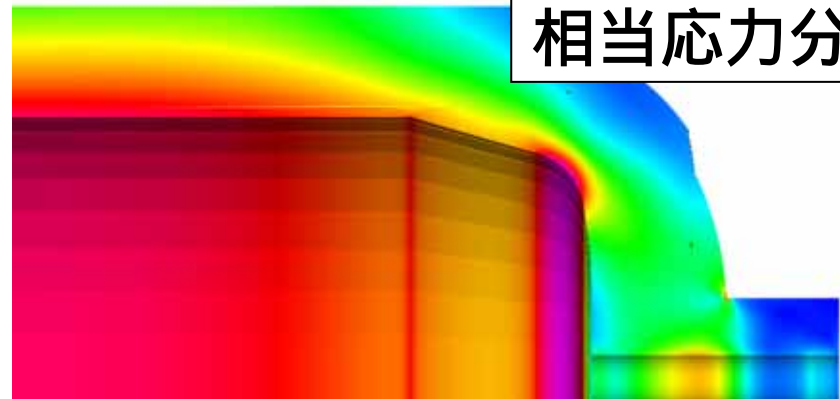


CFRP高圧水素タンク

CFRP高压水素タンクの耐圧解析



繊維交差角度を
変えながらの
FRP補強に対応



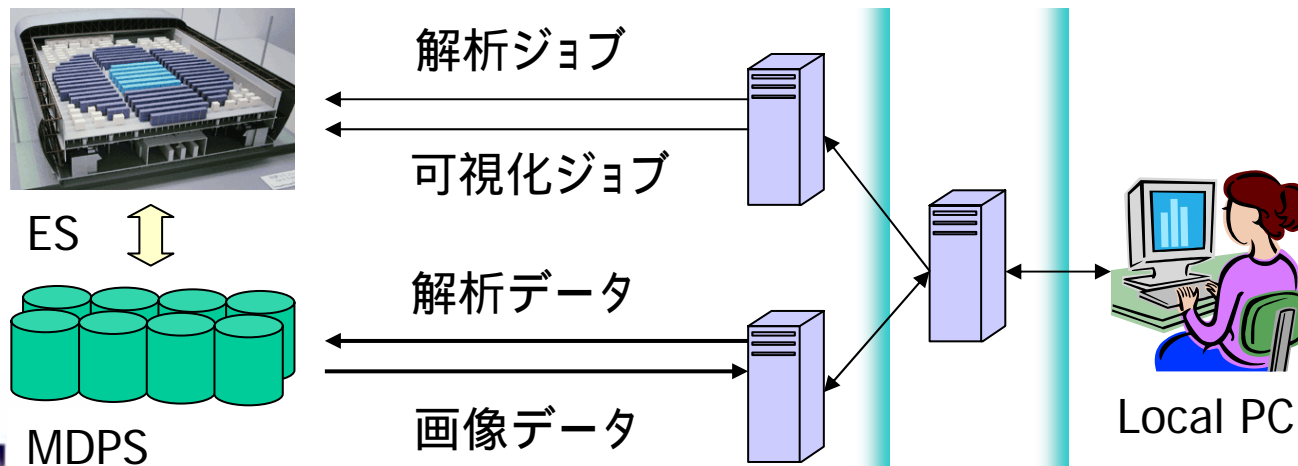
相当応力分布

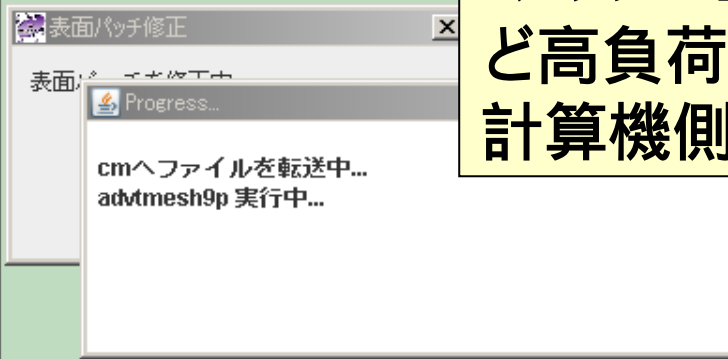
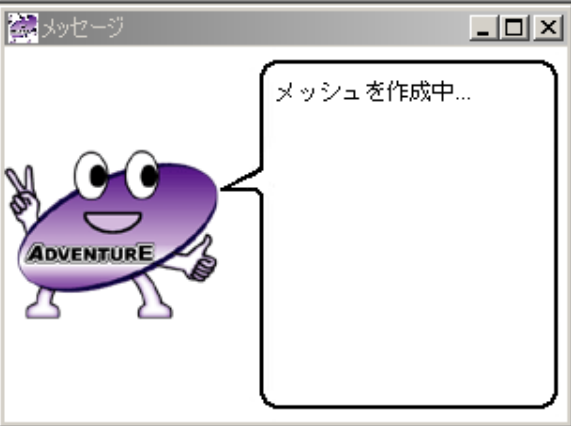
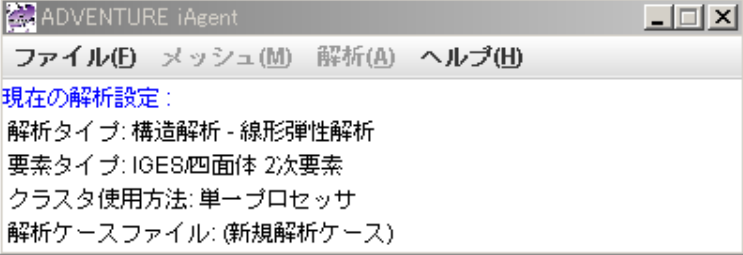
Elements(hex8): 2,333,880
Nodes: 2,912,040
Materials: 51 (1 Metal + 50 FRP)
DOFs: 8,736,120

自緊処理による金属ライナの残留
応力解析, 高压化に向けた設計パ
ラメータ解析への応用研究に発展

ADVENTURE利用補助システムの開発

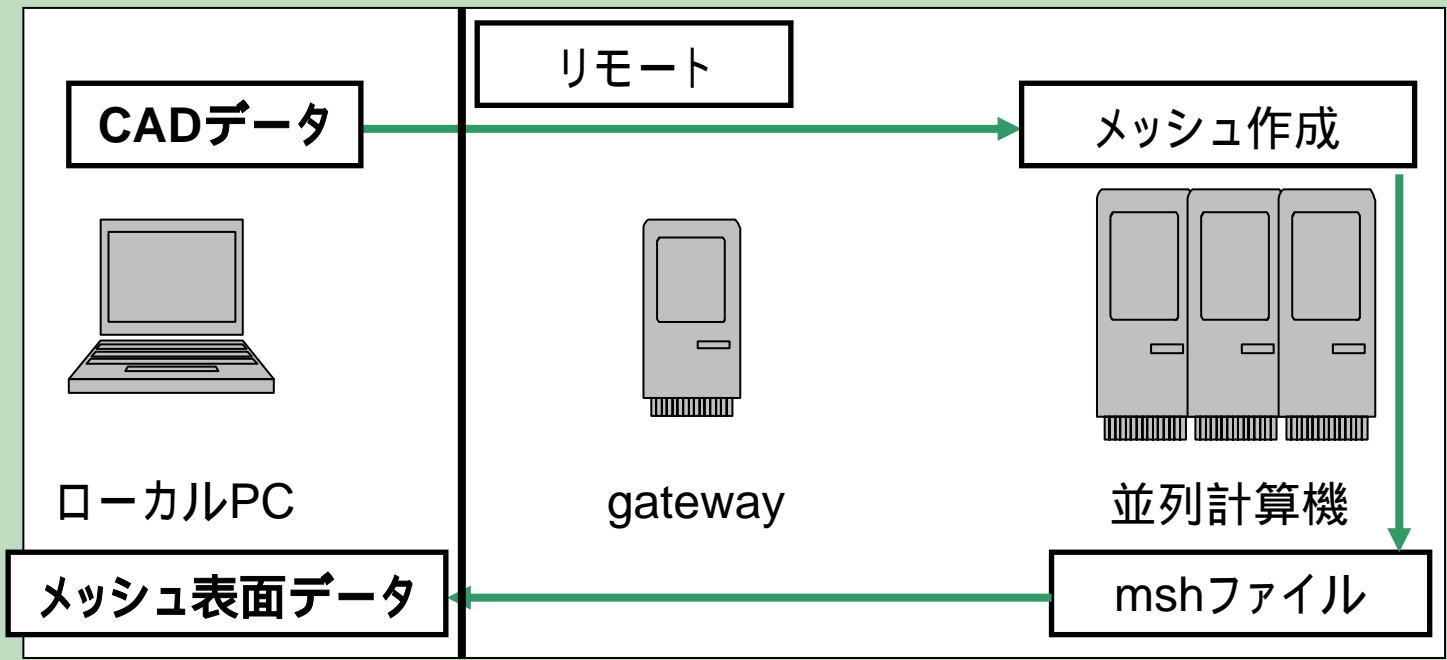
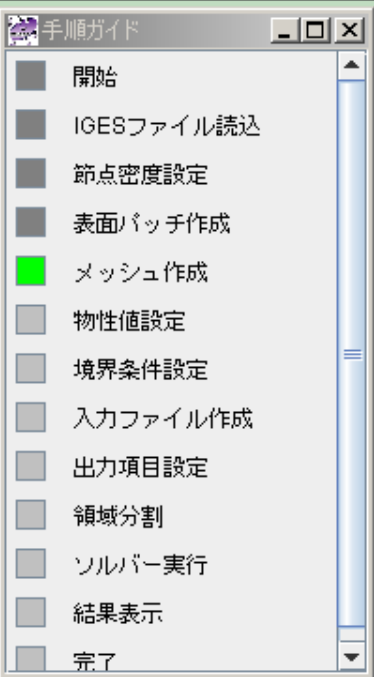
- 次世代固体力学シミュレータADVENTURE
 - コマンドライン操作, ファイルサイズの大規模化
- ESなどの大型並列計算機
 - CUI, バッチ処理によるジョブ管理システム
- **サーバサイド可視化システム**
 - ベクトル化, 並列化された計算ノードによる可視化システム
- **CAE操作の統合補助システム**
 - ローカルPCで動作し, CAE一連の工程をGUIにより補助





実際の画面

・メッシュ生成やFEM解析など高負荷な演算のみを並列計算機側で実施



5年間の成果

バーチャル実証試験システムの開発

- 汎用CAEシステムADVENTUREをES移植し、ピーク性能比30%以上、2億自由度規模解析を30秒程度で実現
- 並列計算機を用いたサーバサイド可視化システムを開発し、大規模解析による結果検証工程の高速化を実現
- 並列計算機を遠隔利用する統合CAEシステムを開発

バーチャル実証試験の実施

- 2億自由度BWR圧力容器モデルの地震応答解析を実施し、現存設備の耐震性能評価として数値解析シミュレーションが応用可能であることを示す
- 1千万自由度CFRP圧力容器モデルの応力解析を実施し、水素社会実現に向けた水素タンクのさらなる高压化に必要な耐圧性能を評価