

Advance/FrontSTRの 例題ご紹介

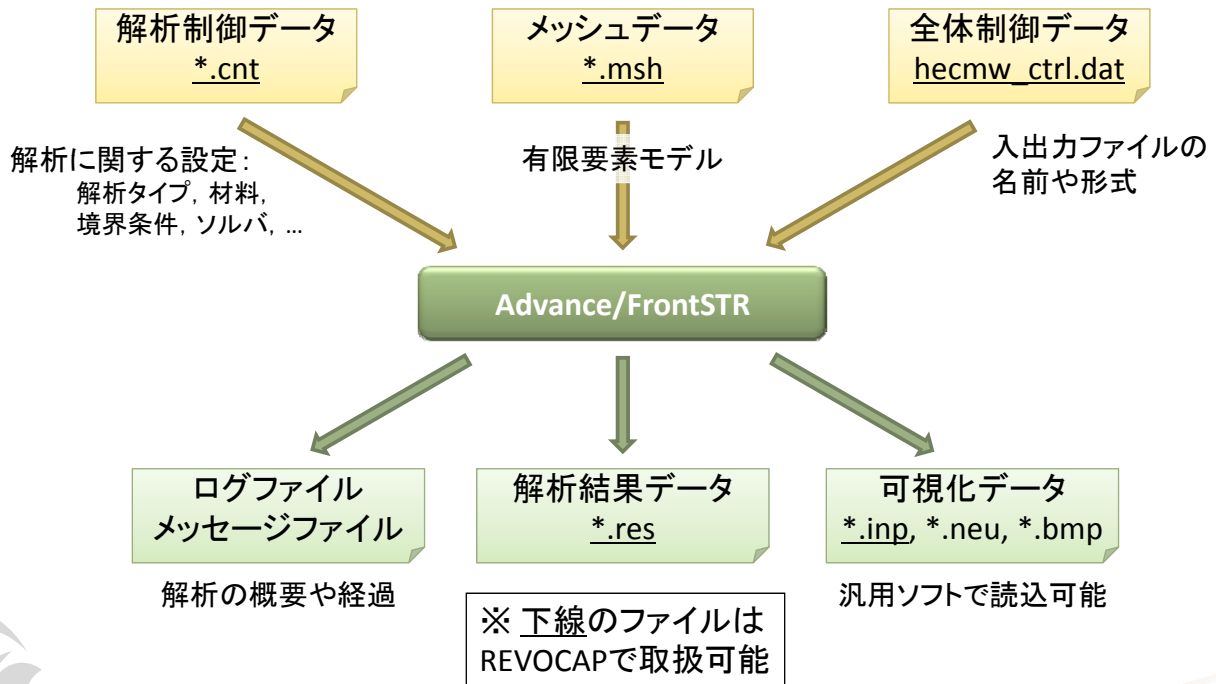
第1事業部 技術第2部 第9課 尾川 慎介

アドバンスソフトの構造解析ソフトウェア
Advance/FrontSTR最新動向セミナー
2013年11月12日(火)
アドバンスソフト株式会社

内容一覧

- 逐次処理による解析
 - 例題1: 連成解析
 - 解析制御データの記述例
 - 熱伝導解析と弾性静解析(熱応力解析)の連成
 - 例題2: アセンブリモデルの解析
 - 局所座標系
 - マージ、多点拘束、接触ペア
- 並列処理による解析
 - 領域分割
 - PCクラスタ上での計算性能
- まとめ

逐次処理による解析



メッシュデータの記述例

```
# A compact di sc
! VERSION, VER=AFSTR40
! NODE
1, 120.00, 0.0, 0.0
2, 119.98, 2.0943, 0.0
3, 119.92, 4.1879, 0.0
...
! ELEMENT, TYPE=CTETR10, EGRP=di sc
1, 1, 2, 92, 10001, ...
...
! NGROUP, NGRP=data_l ayer
1
2
3
...
! END
```

メッシュデータ(イメージ)

```
# 入力ファイルの基本書式
# コメント
! 命令, 属性=値, 属性=値
設定内容
```

節点や要素、
それらのグループを定義する

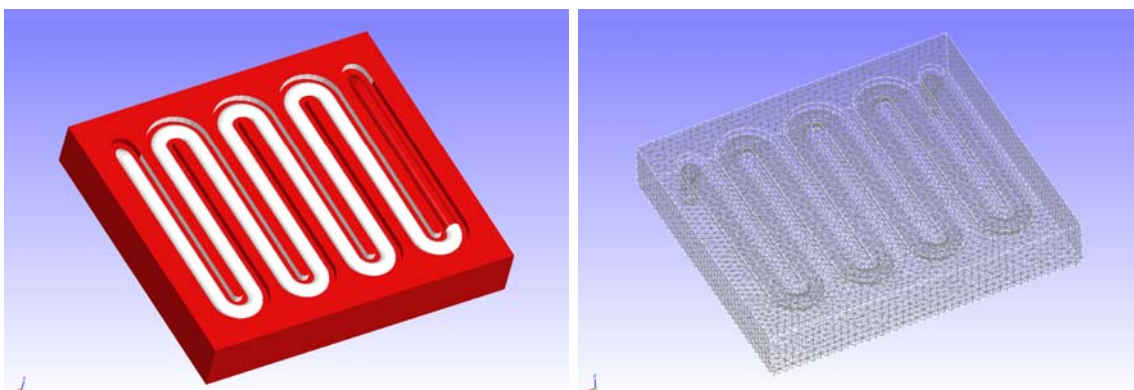
利用可能な要素タイプ

- ソリッド
 - 六面体: CHEXA8, CHEXA20
 - 四面体: CTETR4, CTETR10
 - プリズム: CPRIS6, CPRIS15
 - ピラミッド: CPYRA5, CPYRA13
など
- シェル
 - 三角形: STRIA3, STRIA6
 - 四辺形: SQUAD4, SQUAD8
など
- 梁: B2, B3, B4
- トラス: T2, T3, T4
- 特殊要素
 - 質量: MASS
 - 慣性モーメント: ROTARYI
 - 6節点ギャップ: GPRIS6
 - 8節点ギャップ: GHEXA8

※ 複数あるものは右側がより高次の要素

例題1: 連成解析

- 紹介する内容
 - 解析制御ファイルの記述例
 - 定常熱伝導解析と弾性静解析の連成
- 解析モデル: 金属管が埋め込まれた樹脂



例題1: 熱伝導解析 1

```
# 伝熱解析の解析制御ファイル
! VERSION
4
# 解析タイプの設定                熱伝導解析を指定する
! SOLUTION, TYPE=HEAT
# 解析結果ファイル、可視化ファイルを出力
! WRITE, RESULT
! WRITE, VISUAL
# 境界条件
! FIXTEMP, GRPID=1
cool_surf, 10.0
heater_surf, 100.0
# 計算ステップ
! STEP
BOUNDARY, 1
! HEAT
0.0
# つづく
```

メッシュデータで定義された
節点グループ cool_surf に含まれる
節点の温度を 10, heater_surf の温度を
同様に 100 とする境界条件を作成する

初回の解析ステップに
前述の境界条件を適用する

定常解析であることを指定する

※ 単位系は整合性がとれていれば任意

例題1: 熱伝導解析 2

```
# つづき
# 材料の定義
! MATERIAL, NAME=copper
! ELASTIC
129.8e+3, 0.343
! EXPANSION
1.0e-5
! DENSITY
8.9e-6
! CONDUCTIVITY
0.372
! SPECIFIC_HEAT
419.0
# 要素グループと材料の関連付け
! SOLID_SECTION, EGRP=heater, MATERIAL=copper
! SOLID_SECTION, EGRP=base, MATERIAL=epoxy
# つづく
```

材料 copper の物性値を定義する
・温度依存性も考慮可能
・記述順序が指定されている場合もある

材料 epoxy の物性値を定義する(略)

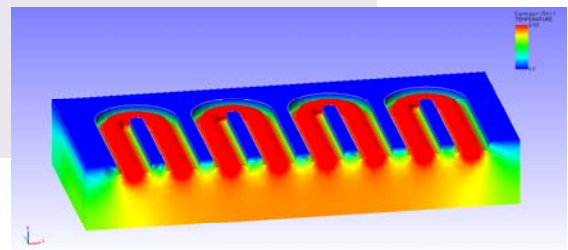
メッシュデータで定義された
要素グループに含まれる要素の材料を指定する

例題1: 熱伝導解析 3

```

# つづき
# ソルバの設定
# 直接法を使用する場合
! SOLVER, METHOD=DI RECT, I TERLOG=YES, TI MELOG=YES
#
# CG法を使用する場合
#! SOLVER, METHOD=CG, PRECOND=1, I TERLOG=YES, TI MELOG=YES
# 10000, 2
# 1. 0e-08
#
# 可視化制御データ
! VI SUAL, method=PSR          UCDファイル (*.inp) の出力方法を指定する
! surface_num = 1
! surface 1
! output_type = COMPLETE_REORDER_AV5
#
! END

```

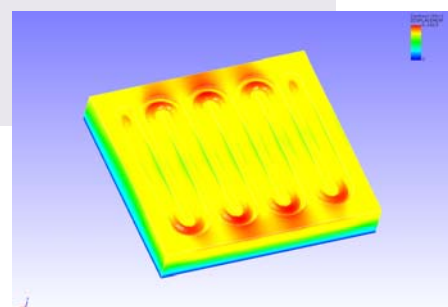


例題1: 弾性静解析

```

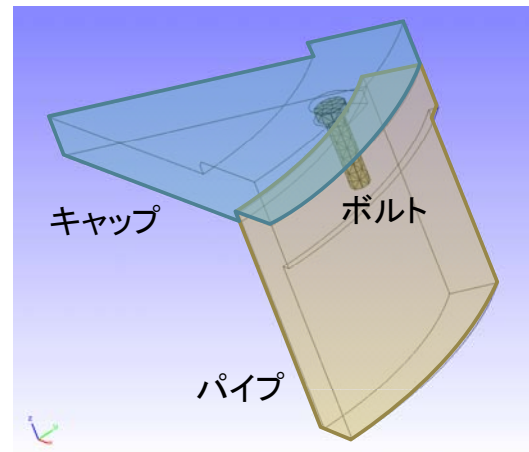
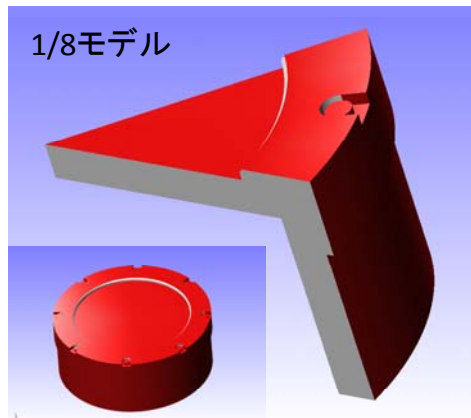
...
# 解析タイプ
! SOLUTION, TYPE=STATIC      静解析を指定する
...
# 初期条件と境界条件
! I N I T I A L  C O N D I T I O N, TYPE=TEMPERATURE
ALL, 20.0                    すべての節点の初期温度を20とする
! B O U N D A R Y, G R P I D=1
fix, 1, 3, 0.0              節点グループ fix の1, 2, 3 (= x, y, z) 方向の
                           変位を拘束する境界条件を作成する
! T E M P E R A T U R E, G R P I D=1, R E A D R E S U L T=heat_analysi s
# 計算ステップ
! STEP
BOUNDARY, 1
LOAD, 1
! S T A T I C
...

```



例題2: アセンブリモデルの解析

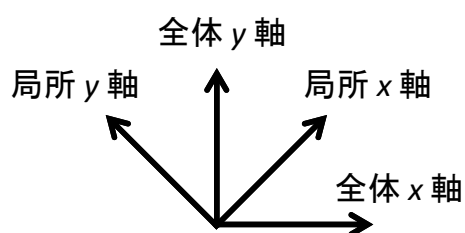
- 紹介する内容
 - 局所座標系: 対称性を利用した境界条件の設定
 - マージ、多点拘束、接触ペア: それぞれの効果
- 解析モデル: パイプ終端部(パイプ・キャップ・ボルト)



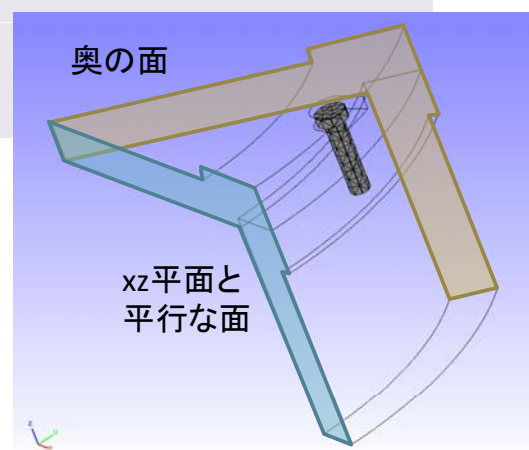
例題2: 局所座標系

- 奥の面は xz 平面を z 軸まわりに45度回転した面
- この面に含まれる節点を、面に垂直な方向に拘束したい

```
# 節点グループに含まれる節점에局所座標系を定義する
! TRANSFORM, NGRP=rad45_plane, TYPE=R
1.0, 1.0, 0.0, -1.0, 1.0, 0.0
# 局所座標系のy軸方向の変位を拘束する
! BOUNDARY, GRPID=1
rad45_plane, 2, 2, 0.0
```



※ 円柱座標系、球座標系も利用可能



例題2: 接触ペアの追加

- オーバーラップを防ぐ
- REVOCAPで指定可能

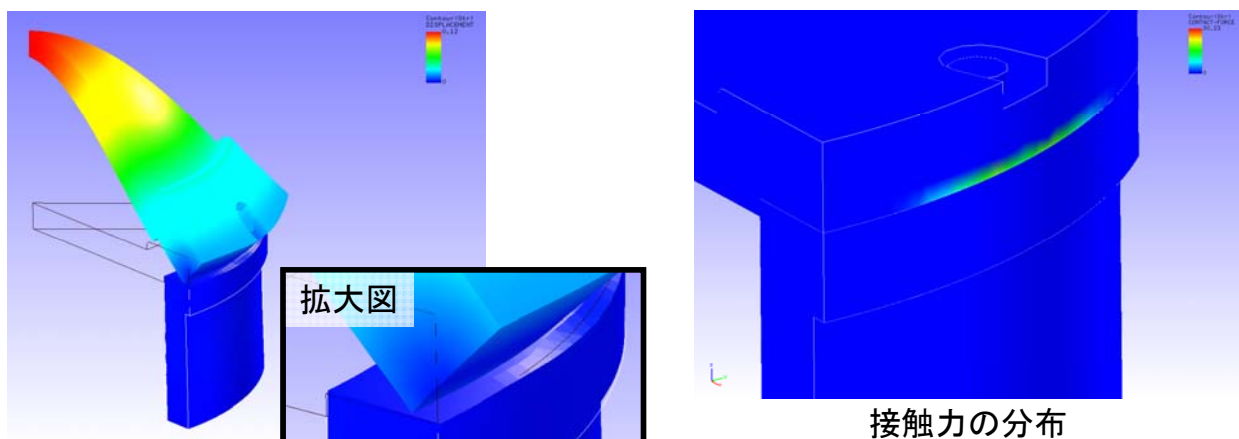
より動きにくい面 →
より動きやすい面 →

Copyright ©2013 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

15

例題2: 接触ペアを追加した解析

- オーバーラップが発生しなくなった
- 締結部に近い一部の領域が接触している



ボルト部を拘束し、接触ペアを追加した場合

16

例題2: 直接指定する場合

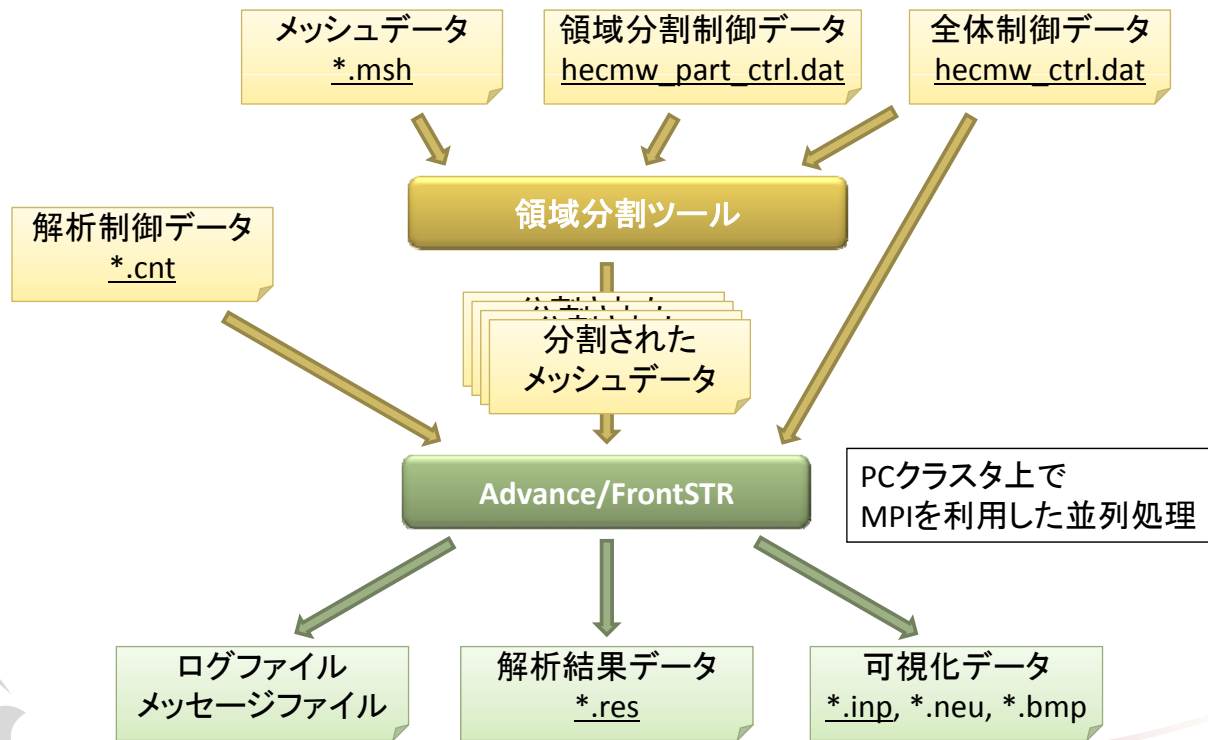
```
# メッシュデータ
# 多点拘束 (節点100, 200のx, y方向をそれぞれ拘束する場合)
! EQUATION
2
100, 1, 1.0, 200, 1, -1.0
2
100, 2, 1.0, 200, 2, -1.0
# 接触ペア (masterは面グループ、slaveは節点グループ)
! CONTACT_PAIR, NAME=CPO, TYPE=NODE-SURF
slave, master
```

```
# 解析制御データ
# 接触ペアの境界条件を定義
! CONTACT, GRPID=1
CPO, 0.0
# 接触ペアの境界条件を解析ステップに追加
! STEP
CONTACT, 1
```

チュートリアルガイドの例題

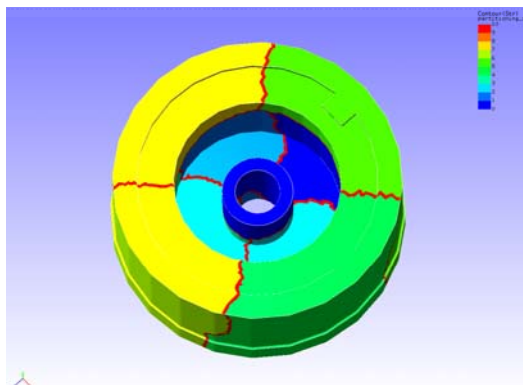
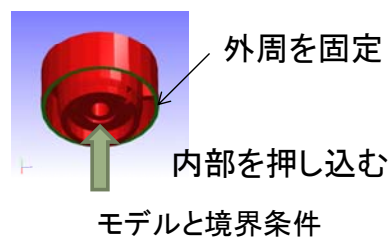
解析種別	モデル名	要素タイプ	要素数	節点数
弾性静解析	ヒンジ	四面体一次	579,772	121,850
超弾性解析 弾塑性解析 粘弾性解析 クリープ解析	シリンダー	六面体一次	432	629
超弾性解析 固有値解析	スプリング	四面体二次	46,454	78,771
弾塑性解析	カン	四面体二次	7,236	14,119
接触解析	Hertz	六面体一次	168	408
接触解析	押し込み	六面体一次	2,888	4,000
弾性動解析 非線形動解析	片持ち梁	四面体二次	240	525
熱伝導解析	ブロック	六面体一次	32,160	37,386

並列処理による解析

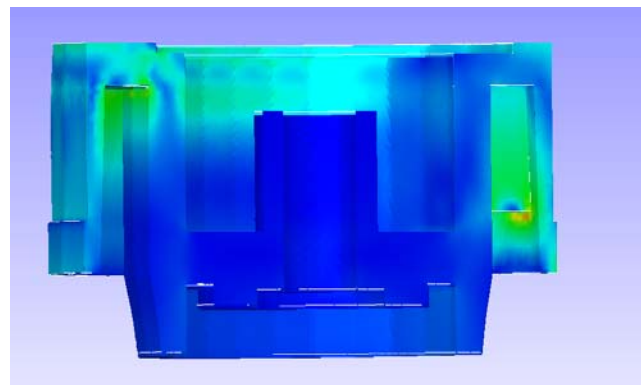


並列処理：領域分割

- 弾性静解析
 - 節点数: 1,008,911
 - 要素数: 684,807
- 領域分割と解析結果



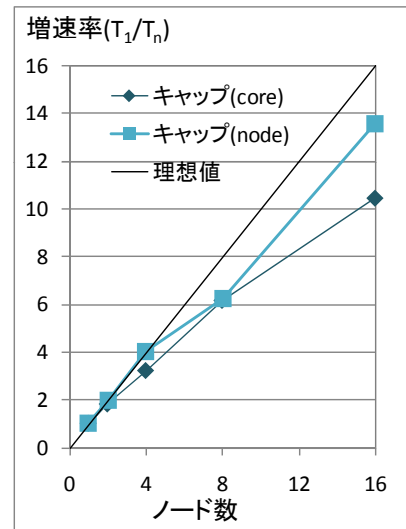
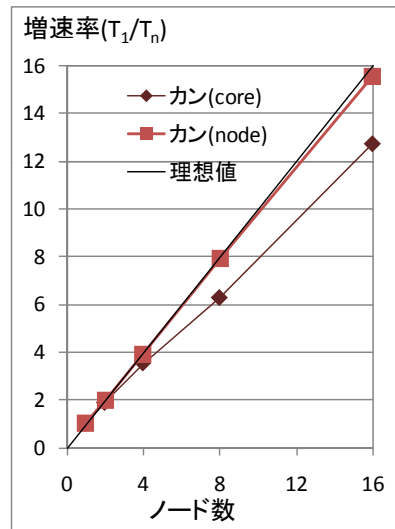
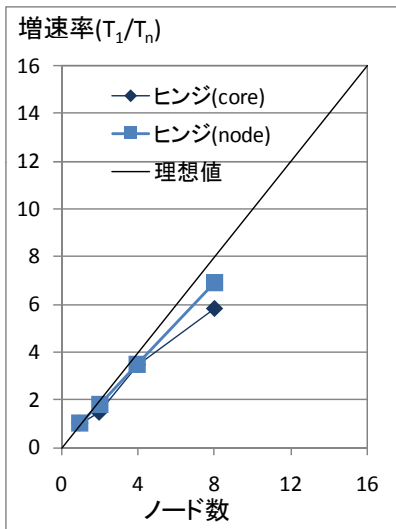
領域分割の結果(8分割)



ミーゼス応力コンター図(断面)

並列処理: 計算性能 (CG法)

計算環境: Linux(CentOS), AMD Opteron 2.4GBx4コア 16GB 16ノード



節点数
121,850



節点数
14,119

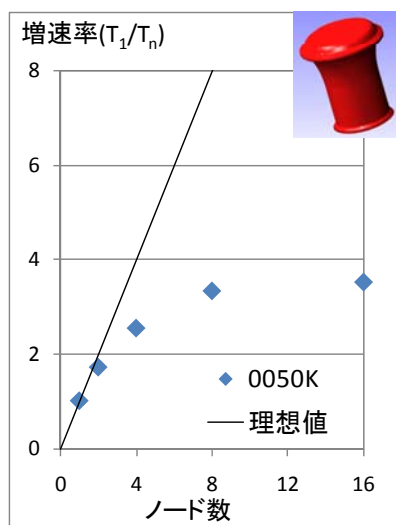


節点数
1,008,911

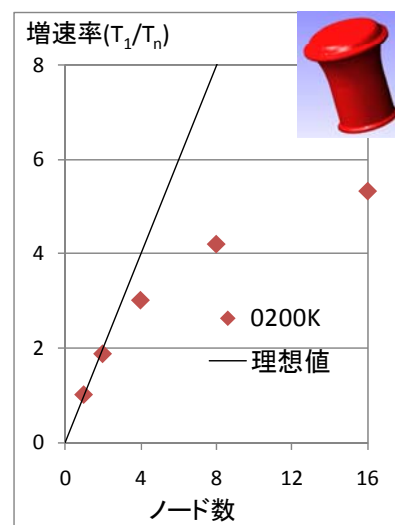
ノード分散した方(node)が、マルチコア(core)で並列化するより高速

並列処理: 計算性能 (直接法)

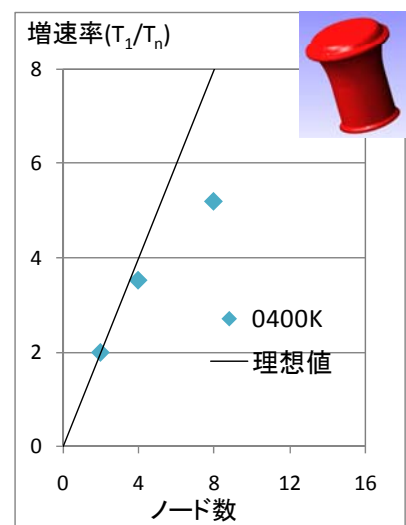
計算環境: Linux(CentOS), AMD Opteron 2.4GBx4コア 16GB 16ノード



節点数 54,558



節点数 214,436



節点数 386,074

同形状で節点数が異なるモデルの解析

上記PCクラスタで795,552節点(約240万自由度)の解析が可能であることを確認

まとめ

- 例題による紹介
 - 入力ファイルの記述方法
 - 連成解析、局所座標系、マージ、多点拘束、接触ペアの利用方法
 - 製品付属のチュートリアルには他の例題を掲載している
- PCクラスタでの並列処理時の実行性能
 - ノードを分散した方がパフォーマンスがよい
 - 240万自由度を直接法で解析可能
- 最後に
 - REVOCAPとセットで使うと設定作業の手間が大幅に削減される

