

2015/01/10
OpenCAE勉強会@岐阜

Calculixを利用したABAQUS入力 ファイルのCodeAster形式への 変換と熱応力解析について

OpenCAE学会 SH

発表内容

- 背景
- CalculixプリポストによるABAQUS/Calculix入力ファイルの読み込みとCodeAster形式への変換について
- ABAQUSファイル読み込み例
- CodeAster熱応力解析について
- まとめ
- その他
CodeAster関連小ネタ

背景①

- a. 一般的に企業や大学などでは、接触や材料非線形問題などの商用解析ソフトとしてABAQUSを使っていることが多い。
- b. ABAQUS入力ファイルがCodeAsterに変換できるとCodeAster比較検証やABAQUS入力ファイルを利用した類似解析が容易にできるので便利である。
- c. ABAQUS入力ファイルはABAQUSのプリポストツールであるABAQUS/CAEがNastran形式で出力できるのでNastran形式を経由してGmshでSalome形式のMed形式で出力する方法が一般的である。
- d. しかし上記手法では節点や要素以外の情報が欠落してしまうため、要素・面・節点グループなどのグループをSalomeなどで再定義の必要があり、部品数の多いモデルでは多大な修正工数が必要である。

各種ソルバへのデータ変換方法②

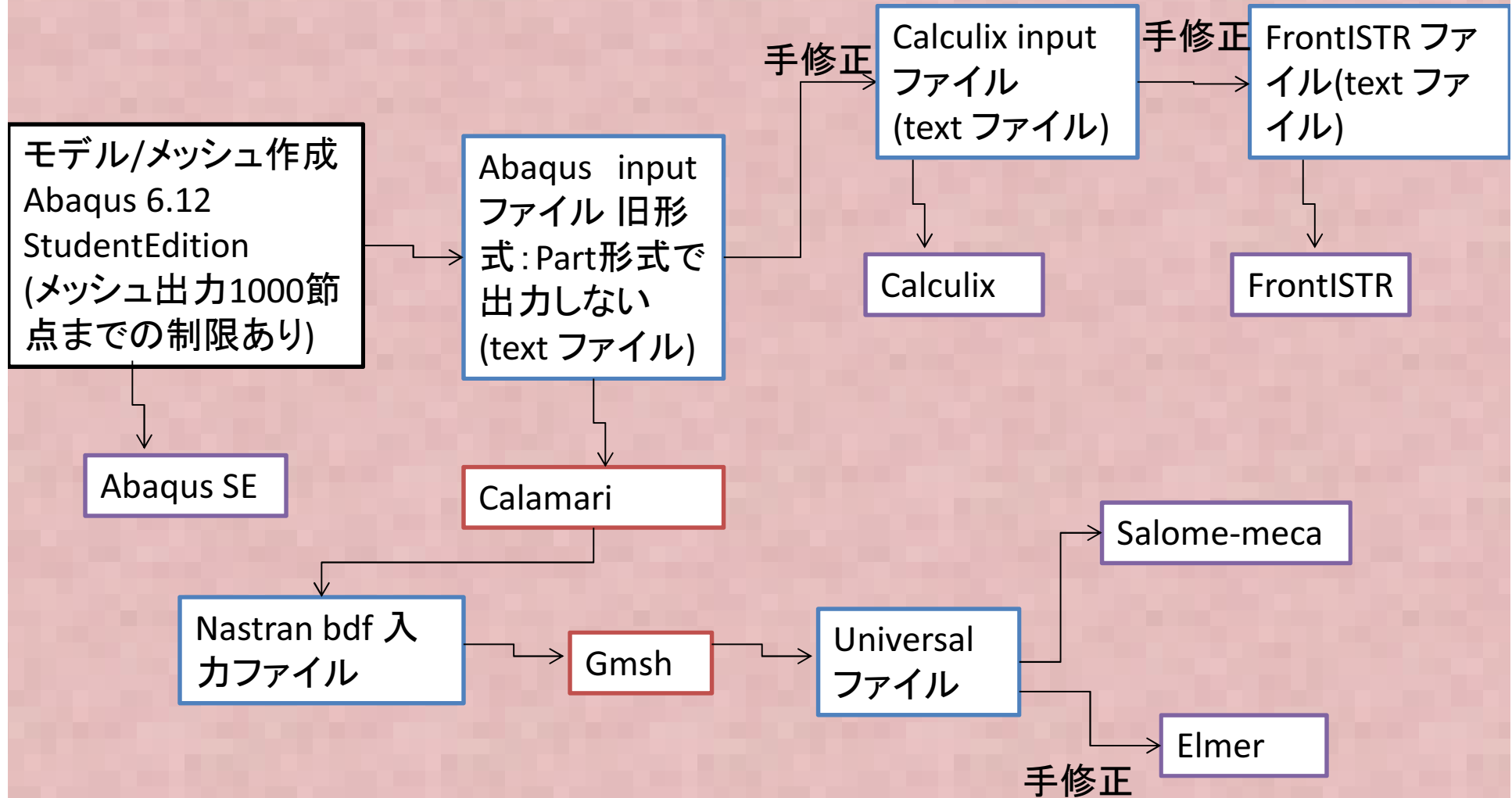
- Calculix/Abaqus → Salome形式ファイルは直接Universalファイルに変換するフリーのツールが無いので、Abaqus形式ファイルをNastran形式に以下のフリーソフトで変換してNastran形式ファイルをGmshに読み込み、GmshからUniversalファイルに出力する。

http://www.geocities.jp/morchin33/fem_prepost2/calamari.html

Calamari: Nastran, Marc, Abaqus, LS-Dyna 形式ファイルの相互変換ができるフリーソフト

・Elmer(Elmer GUI)はGmsh/SalomeのUniversalファイル形式で読み込みエラーをおこした。
→ 浮動小数点の“X.xxxxD+XX”の倍精度形式を“X.xxxxE+XX”に手修正必要

各種ソルバへのデータ変換方法③



2014/05/10

OpenCAE勉強会@岐阜 SH 資料から

各種ソルバへのデータ変換方法 -PUMP CARTERの例-

Universal ファイル
からABAQUS形式へ
変換するオープン
ソース: 通常はこ
れを使う

MedファイルからABAQUS形式
へ変換するオープンソース
(CaelinuxのPJ)

モデル/メッシュ作成
Salome-meca
2014.1

Universalファ
イル

ElmerGUI

Elmer

Calculixファイル
(text ファイル)

Calculix

* unical1

今回は計算エラー(negative Volume)のため使用せず)

CodeAster

Medファイル

Abaqus形式

* medaba

Gmsh

Abaqus
形式

Calculix

手修正

Calculix

手修正

FrontISTR

今回は計算エラー(negative Volume のため使用せず)

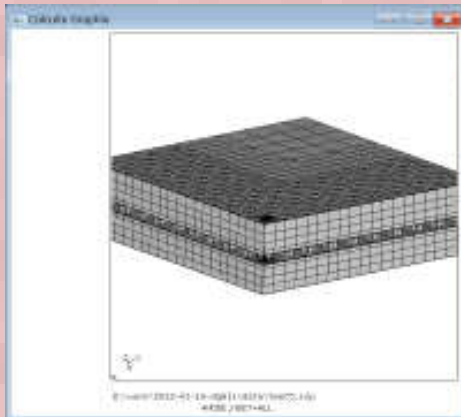
Nastran bdf 入
カファイル

Calamari

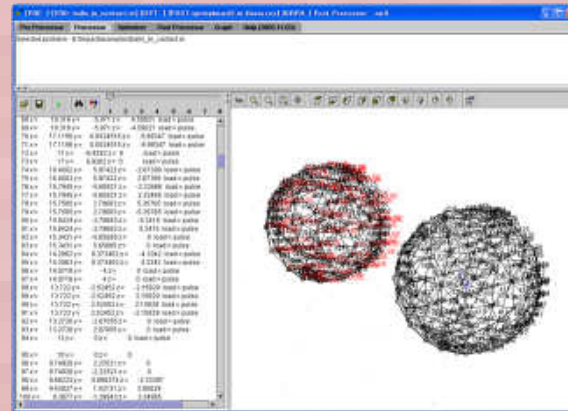
Abaqus入
カファイル

オープンソース構造解析ソルバ

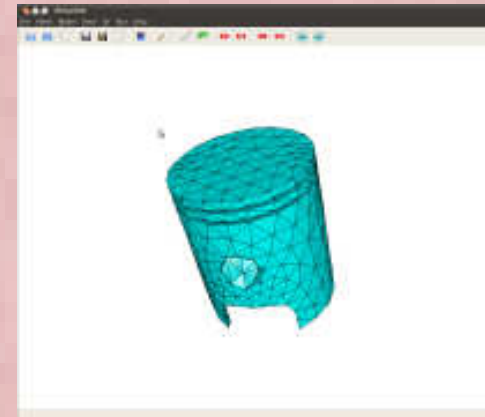
名前	URL	内容	License
Calculix	www.calculix.de	Abaqus的非線形構造解析	GPL
CodeAster	www.code-aster.org	非線形構造解析	GPL
FELyX	felyx.sourceforge.net	構造解析	GPL
Impact	impact.sourceforge.net	陽解法非線形解析ソルバ	GPL
Tahoe	sourceforge.net/projects/tahoe/	構造解析	OSL
WARP3D	cern49.cee.uiuc.edu/cfm/warp3d.html	構造解析(き裂解析)	GPL
Elmer	www.csc.fi/english/pages/elmer	連成解析ソルバ(構造解析)	GPL
Adventure	adventure.sys.t.u-tokyo.ac.jp/jp/	大規模構造解析ソルバ	独自
FrontISTR	www.ciss.iis.u-tokyo.ac.jp/riss/dl/	大規模構造解析ソルバ	独自



Calculix



Impact

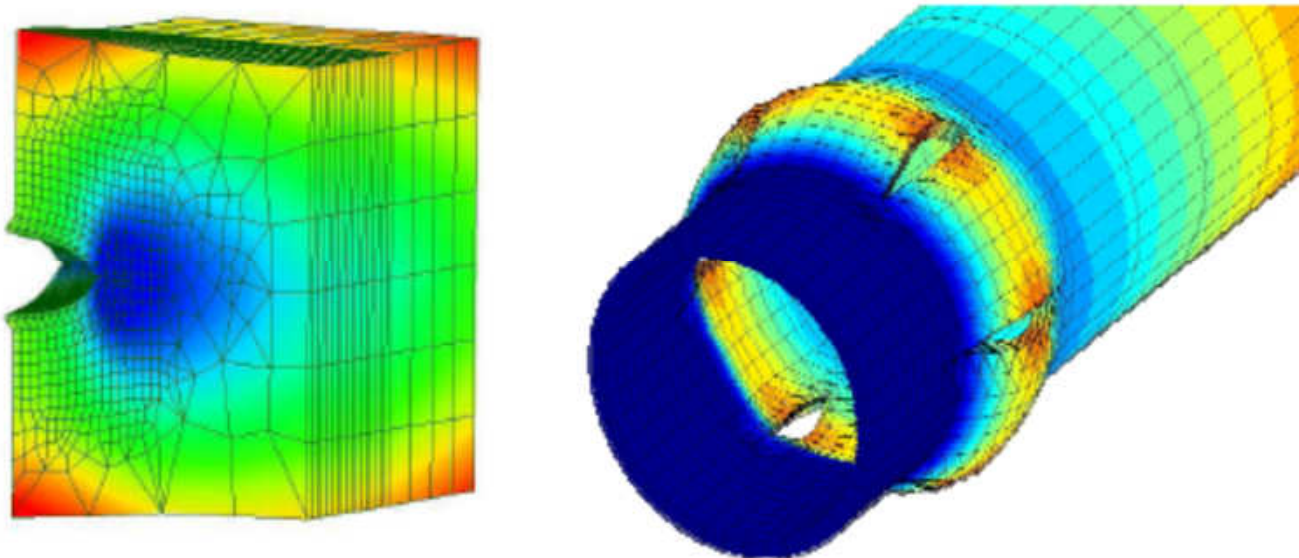


Elmer

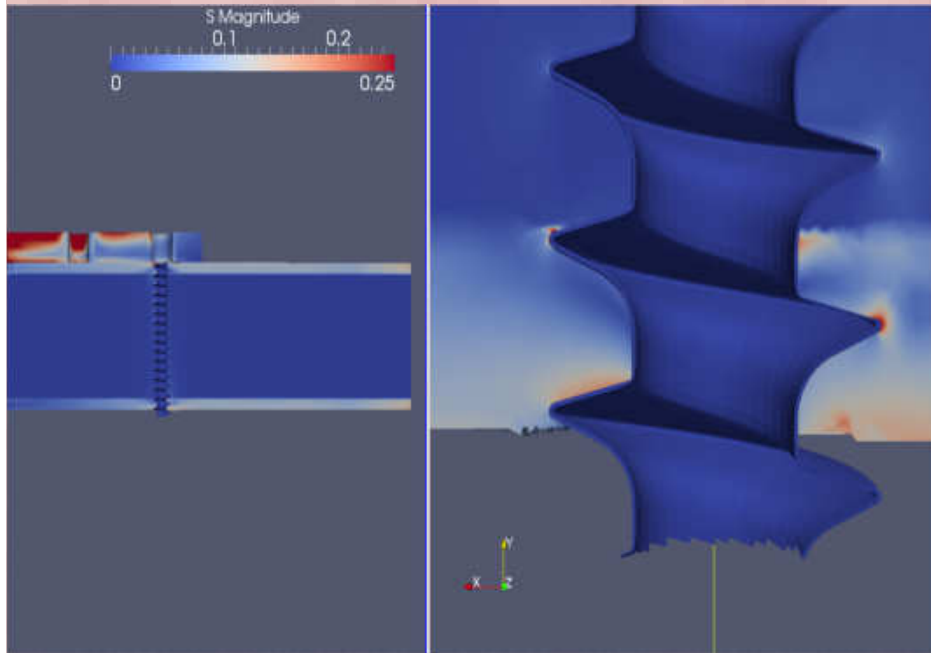
CodeAster

- フランスEDF社(電力公社)が開発し、オープンソースとして公開している。自社の構造解析に利用
- 汎用構造解析ソフトの持つ材料非線形、接触解析、熱応力解析などほとんど機能を網羅する
- GUI(プリ/ポスト/Mesher)として、別オープンソースSalomeを利用する。
- SalomeとCodeAsterを一体化したモジュールがSalomeMECA
- 日本ではOpenCAE勉強会(岐阜/広島), 関西CAE懇話会のコミュニティで応用事例の検討、日本語化対応などが進められている

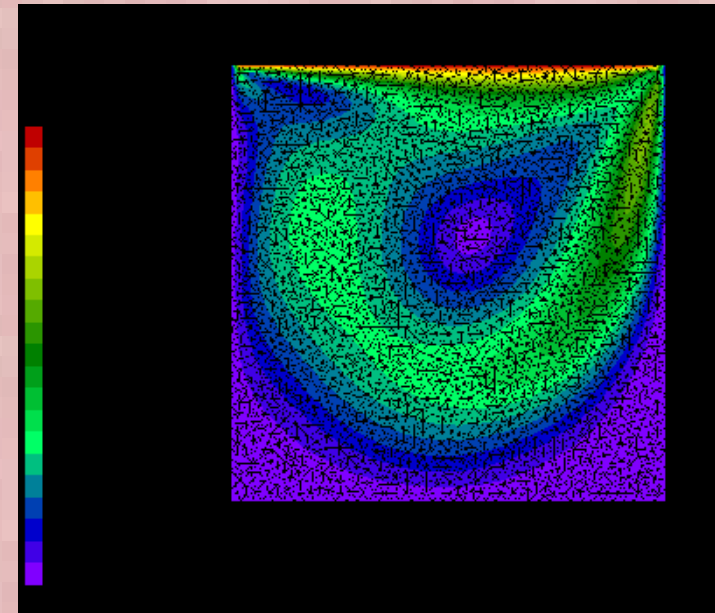
EDF 公開資料より、XFEMによる3次元亀裂進展解析



Calculix



Calculix Extras
project 解析事例



Cavity FLOW in Calculix

- 商用ソフトABAQUSと同様の入力書式をもつオープンソース ABAQUSを仕事で使っている人は文法を勉強しないでそのまま使える。知らない人もABAQUSのマニュアルを見れば大体使い方が分かる。(テキスト入力ベースのモデラー、メッシャー、ソルバ、POSTを包含した非線形構造解析ソフト、一部流体解析も可能)
- <http://www.bconverged.com/calculix/> Windowsの実行バイナリを公開
- 非線形(大変形、接触解析、材料非線形(塑性、クリープ、温度依存etc)が可能
- 課題; 標準設定ではあまり大規模な計算(100万メッシュ以上?)には対応していない。
使用している行列ソルバSPOOLS がシングルコアで実行するように設定されているため

CalculixプリポストによるABAQUS/Calculix入力ファイルの読み込みとCodeAster形式への変換について①

- Calculix には専用のプリポスト(cgx)があるが、これを使うとABAQUS 入力ファイル形式(inputファイル)からCodeAsterのメッシュ形式(mail ファイル)に変換できることがわかったので、報告する。
→ 情報は以下から入手(次ページ参照)
<http://www.code-aster.org/forum2/viewtopic.php?id=14867>
- 変換できるのはABAQUS入力ファイル形式でもアセンブリ形式ではない旧形式ファイル(番号が重複しないもの)のみ
- メッシュ情報とグループ情報は変換できるが、材料物性や解析条件は変換できない。ただし要素、節点グループは変換されるのでGmsh からの変換よりは大分楽である。
- ABAQUS側で長い名前やCodeAsterで許可されていない記号を使ったグループ名を定義しているとCodeAster側でエラーまたは認識されない。例)小文字、ハイフン“-”
- ABAQUS/CAEは接触対などのサーフェス名に非常に長い名前を使っているため、そのままだと変換できないことが多い。

CalculixプリポストによるABAQUS / Calculix入力ファイルの読み込みとCodeAster形式への変換について②

以下HPの内容

<http://www.code-aster.org/forum2/viewtopic.php?id=14867>

<p>manutech Member Registered: 2011-02-11 Posts: 3</p> <p>Offline</p>	<p>Hi!</p> <p>we have been using Abaqus for our simulations quite a long time. Does anybody know how I can import cae or inp files from Abaqus. I haven't found anything how I can avoid building up again all the models in Salome. Does anybody know a converter or anything like that? Does anyone else have any experience with this issue? I can't imagine we are the first ones dealing with that...</p> <p>Thanks a lot! Peter</p>
<p>2011-02-12 04:12:31</p>	<p>#2</p>
<p>tcdonley Member From: Virginia, USA Registered: 2010-11-24 Posts: 94</p>	<p>Hi,</p> <p>If you install Calculix, the CGX preprocessor can convert the .inp geometry and mesh into a Code-Aster .mail mesh file. You may need to make a few manual changes for CGX to read a true Abaqus file. If this works, then you can use Code-Aster to convert the .mail format to .med which you may view and edit in Salome.</p> <p>Keep in mind that Salome is not the only pre-processor for Code-Aster. Jeff Baylor has created a proprietary translator which can translate Abaqus format to GMSH format, available for the Windows platform here: http://www.bconverged.com/calculix/tran...Einput.php. Then you can edit in GMSH or use Code-Aster to convert the GMSH file to MED format.</p>

CalculixプリポストによるABAQUS/Calculix入力ファイルの読み込みとCodeAster形式への変換について③

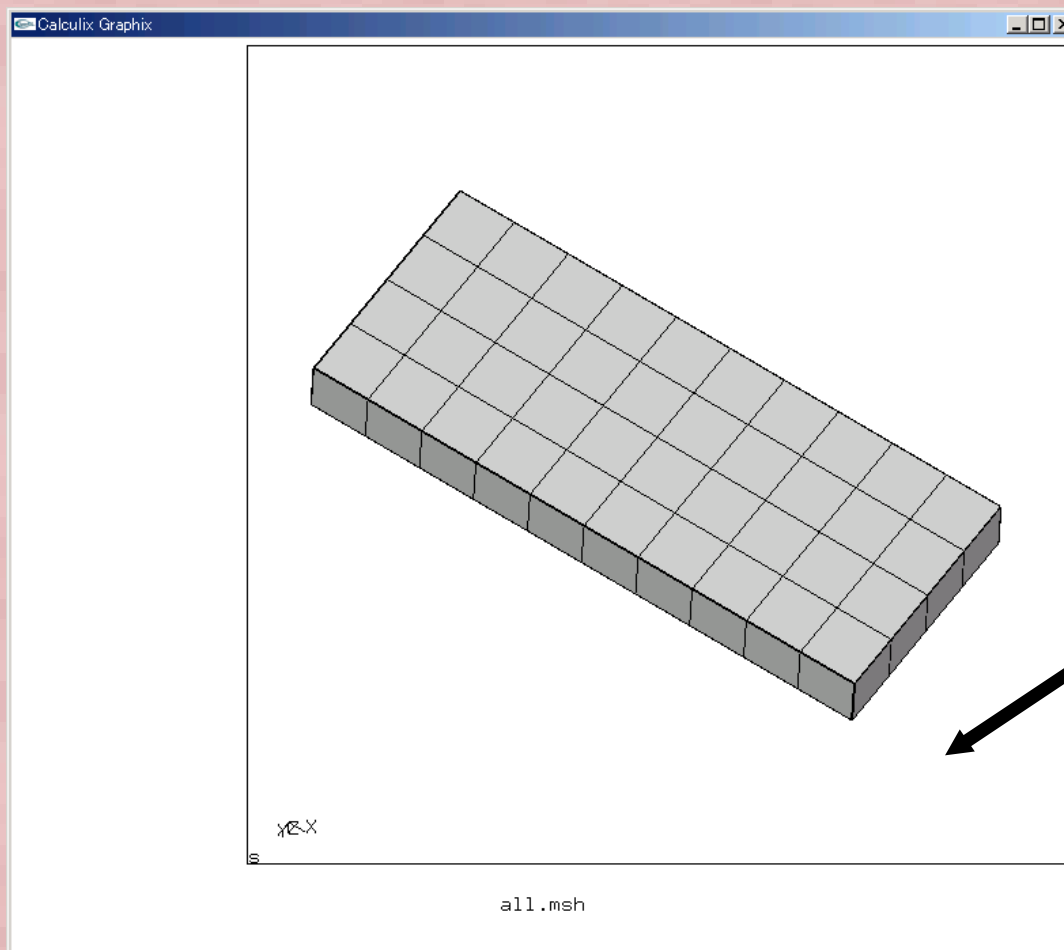
具体的変換手順は以下の通り。

- ① CGX 起動時に “-c” オプションをつけて Calculix/ABAQUSの入力ファイル形式での読み込みを指定してファイルを読み込む
例→ `% cgx -c test1.inp`
- ② グラフィックスGUI画面上で以下のCGXコマンドを入力して、CodeAster のmail 形式で保存を指定する。
例→ `send all ast`
- ③ CGX起動したディレクトリに” all.mail” というファイル名でCodeAsterのmail ファイルが保存されるので、これを適時名前を変更する
- ④ 必要に応じてASTKやCodeAsterを使ってmail 形式をmed 形式に変換する (Salomeで編集したい場合)

CalculixプリポストによるABAQUS/Calculix入力ファイルの読み込みとCodeAster形式への変換について④

-Linux 版は端末画面, Windows版はDOS画面から以下のコマンドでABAQUS/Calculixメッシュモデルを読み込みします。

- ① **cgx -c test1.inp**



③ all.mail が出力されていることを確認したらGUI画面を閉じる

ここにマウスを持って行き
コマンドを入力

- ② **send all ast**

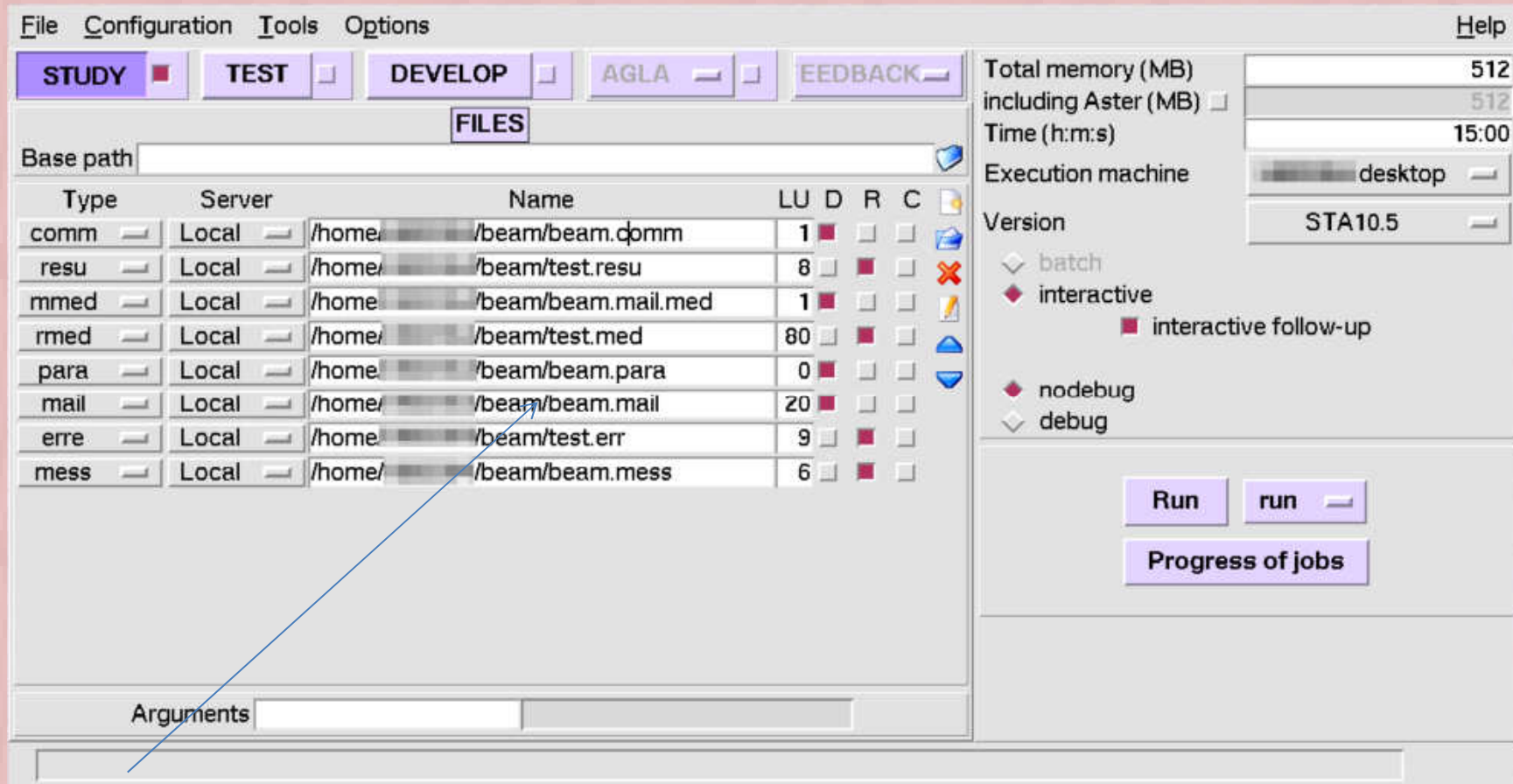
CalculixプリポストによるABAQUS/Calculix入力ファイルの読み込みとCodeAster形式への変換について⑤

Mail 形式の例

```
TITRE
This mesh comes from CGX mesher !see http://www.calculix.de
FINSF
COOR_3D
N1 0.000000 0.000000 0.000000
N2 1.000000 0.000000 0.000000
N3 2.000000 0.000000 0.000000 ~
FINSF
HEXA8
M1 N1 N2 N28 N27 N79 N80 N106 N105~
%
GROUP_MA CU
M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9
M10 M11 M12 M13 M14 M15 M16 ~
```


CalculixプリポストによるABAQUS/Calculix入力ファイルの読み込みとCodeAster形式への変換について⑥

必要に応じてMail形式をMed形式に変換する。変換はASTKを使う



Mailファイルを選択してToolのMeshコンバータを選択すると変換形式を指定できるのでMed, UnvなどSalomeで読める形式を選択し変換する

CalculixプリポストによるABAQUS/Calculix入力ファイルの読み込みとCodeAster形式への変換について⑦

- Windows版CodeAster(winaster)のようにASTKが使えない環境では以下のcommファイルを作成してCodeAsterを実行してmail形式をmed形式に変換する

```
DEBUT();  
mail=LIRE_MAILLAGE( FORMAT='ASTER',);  
IMPR_RESU(FORMAT='MED', RESU=_F(MAILLAGE=mail,,));  
FIN();
```

```
c:¥aster¥runtime¥waster.bat press1.comm
```

実行フォルダにpress1.mail ファイルをおいて上記コマンド実行にてpress1.medファイルが作成される

ちなみにmail ファイルはバージョンに関係ないが、medはCodeAsterのバージョン2系と3系で下位互換性はないので、注意！

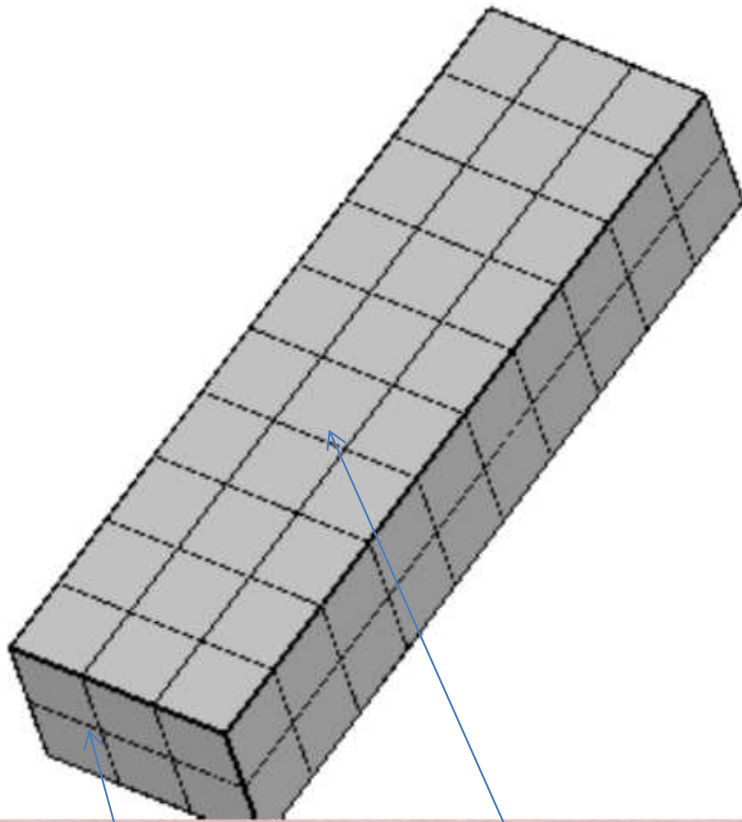
Windows版は10.3ベースなのでmedはV2系しか読み書きできない

→ 詳しくは前田さんのHP 参照:

<https://sites.google.com/site/codeastersalomemeca/home>

ABAQUSファイル読み込み例①

片持ち梁の等分布荷重曲げ解析モデルを変換した例

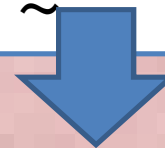


Set-1 端面

Surf-1 上面

```
*Boundary
Set-1, 1,3, 0.0
**
** STEP: Step-1
**
*Step, name=Step-1, nlgeom=NO
*Static
1., 1., 1e-05, 1.
**
*Dload
Surf-1, P, 0.1 ~
```

Abaqus input file

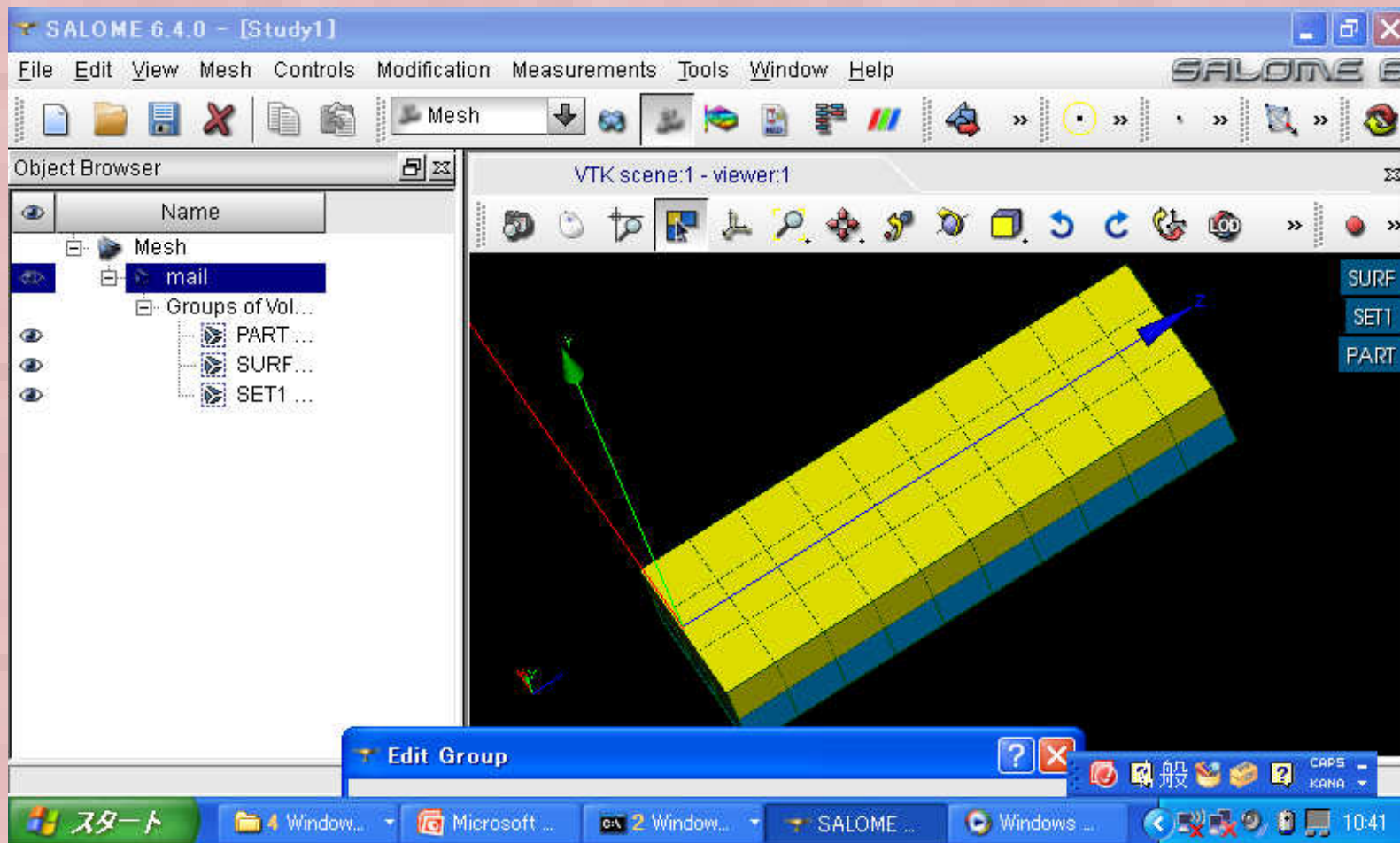


グループ名手修正

```
GROUP_MA SET1      mail file
M1   M2   M21  M22  M41  M42  FINSF
GROUP_MA SURFM2
      M4   M6   M8   M10  M12  M14
M16  M18  M20  M22  M24  M26  M28
M30
```

ABAQUSファイル読み込み例②

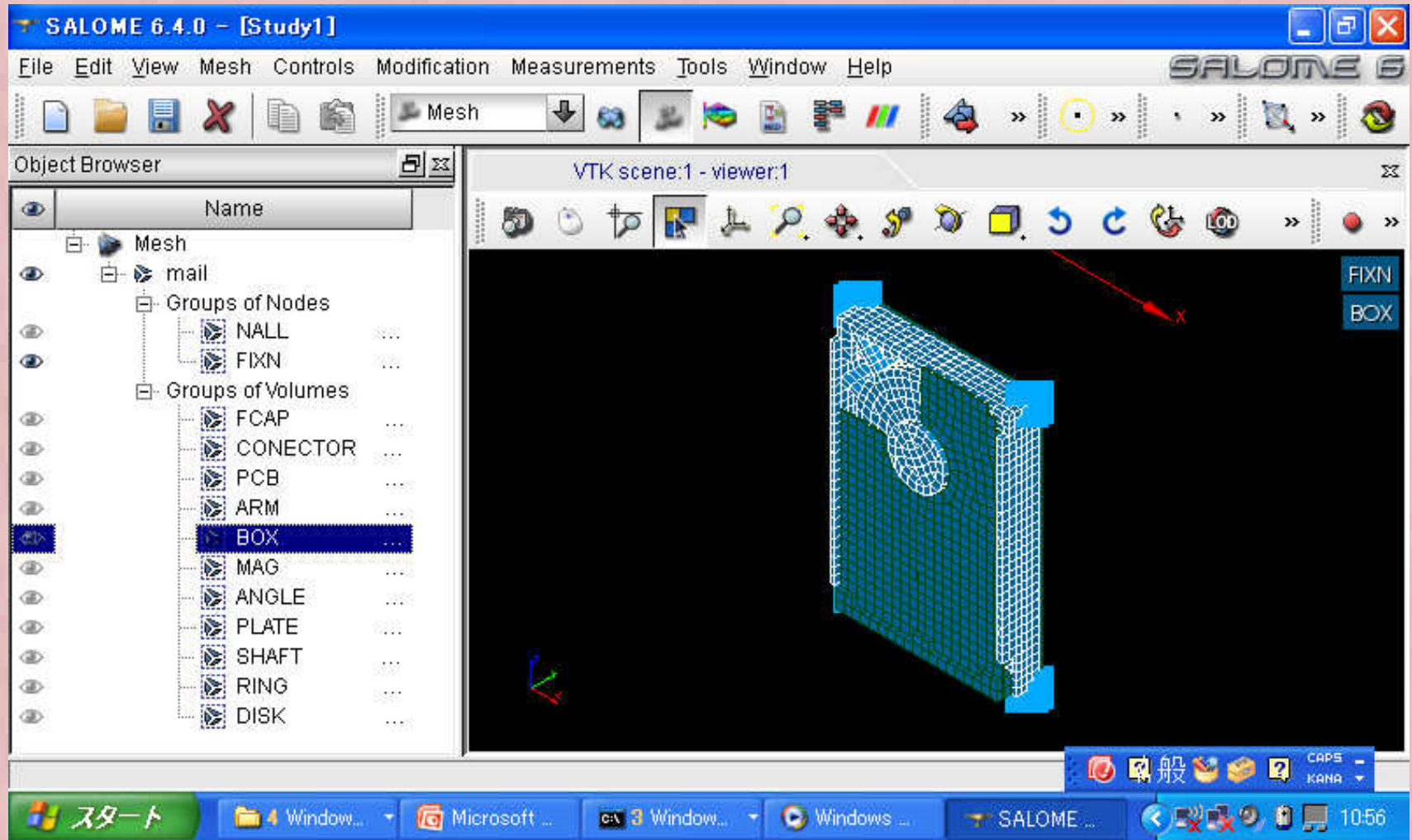
片持ち梁の等分布荷重曲げ解析モデルを変換した例



Salomeでmedファイルを読み込んでみると面グループが要素グループに変換されていることがわかる。面グループはそのままでは使えなさそう。

ABAQUSファイル読み込み例③

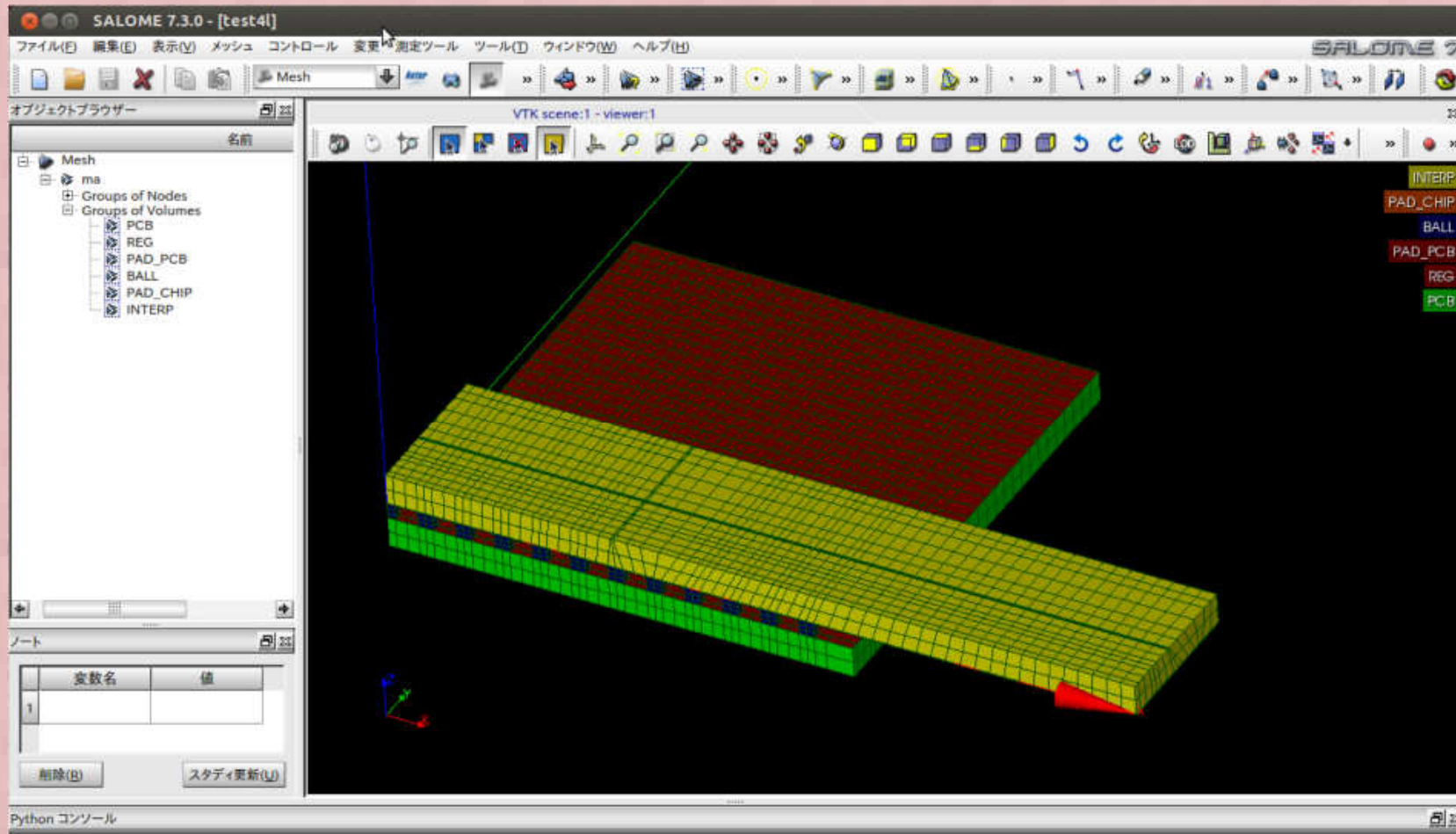
HDD解析モデル



要素グループ・節点グループともに正しく変換されている

ABAQUSファイル読み込み例④

- 複数積層材料 熱応力解析 -



要素グループ・節点グループともに正しく変換されている

バイメタルの梁近似による熱応力曲げ評価式

$$\delta = (\alpha_1 - \alpha_2) \Delta T L^2 / A$$

$$A = t_1 + t_2 + 4Y(t_1 E_1 + t_2 E_2) / (b t_1 E_1 t_2 E_2 (t_1 + t_2))$$

$$Y = E_1 I_1 + E_2 I_2$$

$$\sigma_{x1} = P_1 / (b t_1) + E_1 z / R$$

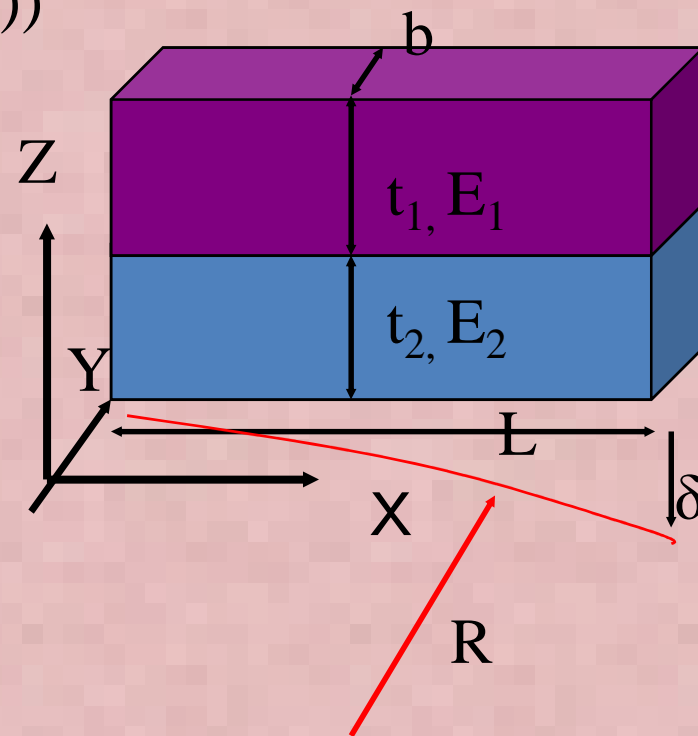
$$\sigma_{x2} = P_2 / (b t_2) + E_2 z / R$$

$$P_1 = - (\alpha_1 - \alpha_2) \Delta T / B$$

$$P_2 = -P_1$$

$$B = (t_1 E_1 + t_2 E_2) / (b t_1 E_1 t_2 E_2) + (t_1 + t_2)^2 / (4Y)$$

$$R = L^2 / (2 \delta)$$



- 2層積層はり理論による反り・応力評価

バイメタルの梁近似による熱応力曲げ評価 寸法と物性値

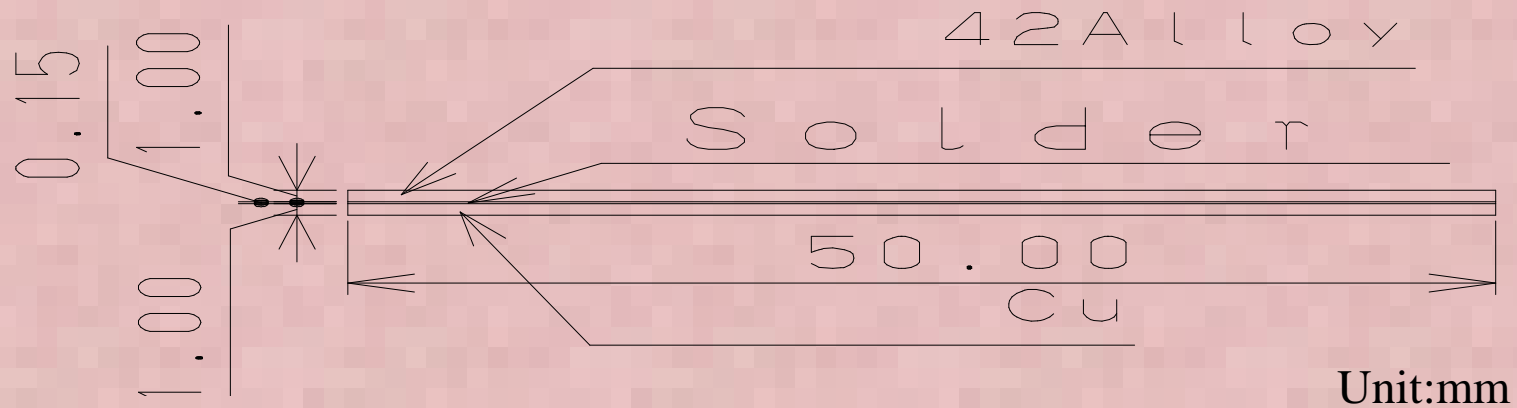


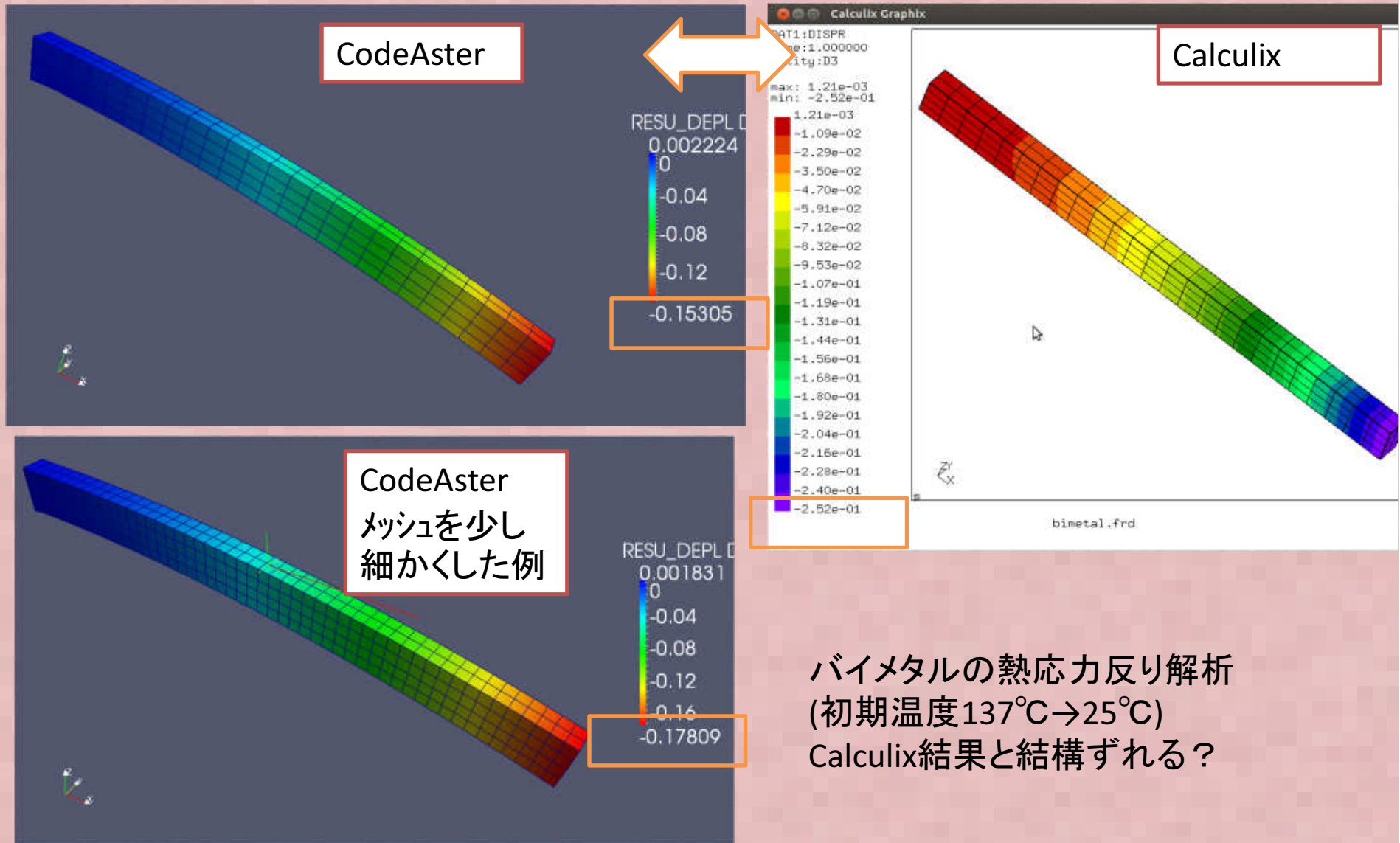
Table 1. Material Properties

No	Name	Melting Temp. (°C)	TCE (ppm)	Elastic Modulus (MPa)	Poisson Ratio
1	42Sn58Bi	137	13.8	34300	0.43

- 材料物性値：融点が137°Cなので137°Cでバイメタルを作成して室温まで冷やすとして 137°C→25°Cの解析を実施

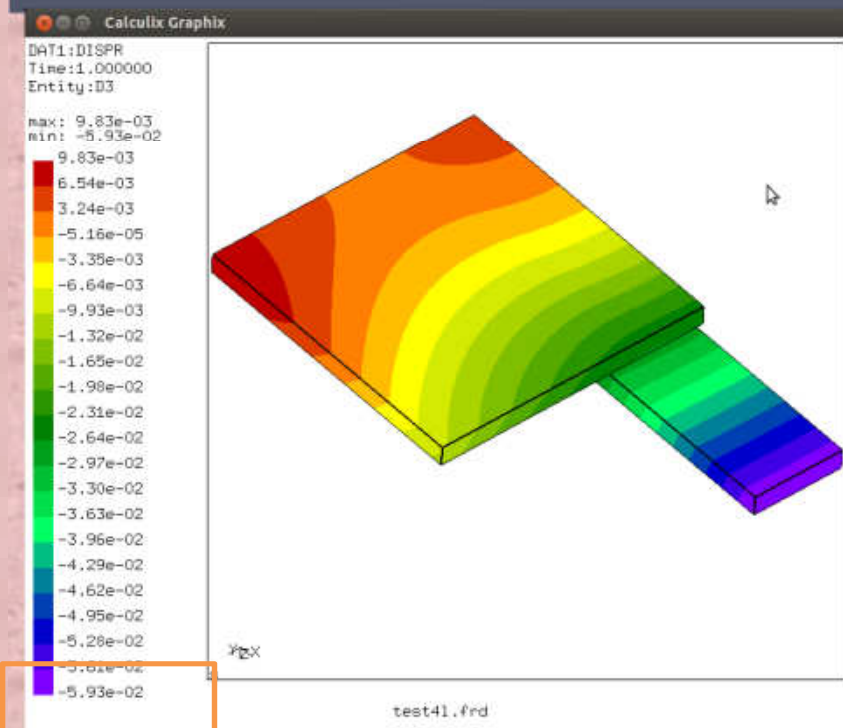
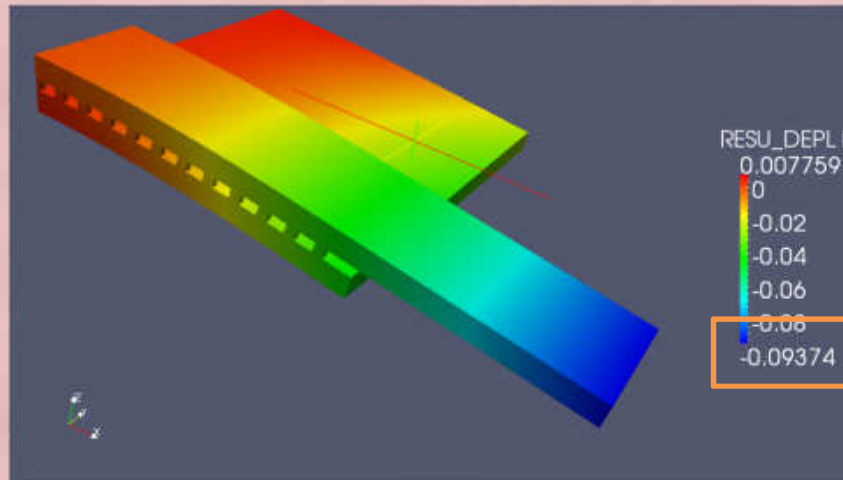
CodeAster熱応力解析について①

- 変換機能を使って同じメッシュ分割(上段)で熱応力解析を実施した



バイメタルの熱応力反り解析
(初期温度137°C→25°C)
Calculix結果と結構ずれる？

CodeAster熱応力解析について②



複合材の反り解析
初期183°C→25°C

CodeAster = 0.094mm
Calculix = 0.059mm

またしてもCalculixと結構ずれる？

報告まとめ

- **Calculixを用いてABAQUSの入力ファイルをCodeAster形式に変換する方法を調査した。**
- **要素グループと節点グループはおおよそ変換可能となる結果になった。面グループは再定義が必要**
- **変換機能を使って熱応力解析を行ったがCalculix（ABAQUSも含む）と完全に一致しない結果となった？**