

# EasyISTRとAutodesk Fusion 360による 構造解析比較

## 構造解析を比較した切っ掛け

- (1) Autodesk Fusion 360の書籍を購入し、簡単なモデル作成をしたところ、SalomeやFreeCADと比べてFusion 360の操作性が優れていることが分かった
- (2) Fusion 360は、stepファイルのローカルドライブへのインポートとエクスポートに対応しているため、salomeのCADデータとして利用できる  
なお、DXFファイルのローカルドライブへのインポートとエクスポートに対応しているため、既存の2次元CADデータが活用できる
- (3) EasyISTR (FrontISTR) の解析結果と比較することで、Fusion 360の解析結果が妥当かどうか試した

## 概要

線形弾性静解析、固有値解析、熱伝導性解析はほぼ同じになった。Fusion 360の熱応力解析は、70%の変位になり、小生の現在のスキルでは使えない。

EasyISTRは、MUMPS(直接法)のソルバーは高速であった。また、Fusion 360で未対応な動解析にも対応している。

# EasyISTR (FrontISTR) の環境 / VMware 上の Linux

1. Windowsネイティブをあきらめた理由
  - Anacondaでpython3の環境にしているので、pythonのバージョン管理で苦労しそう
  - Windowsの環境はできるだけシンプルにしたい
2. 仮想マシンの選定
  - ゲストOSのグラフィック性能によりVMware Workstation Playerを選んだ (Virtual Boxと比べて)
3. ゲストOSの変遷
  - Ubuntu 16.04LTS (左上の × ボタンにはなじめなかった)  
↓
  - Linux Mint 18 (アップデートに時間がかかることがあった)  
↓
  - Debian9 (9ではネットワークインストールが短時間で済むようになった)  
仮想マシン上では、標準のGNOMEとSalomeの相性が悪いため、Cinnamonデスクトップ\*を使用している。  
\*他にインストール時にGNOME, XFCE, KDE, MATE, LXDEを選択可能

# ゲストOS (Debian9) の設定 - 1

Debianは、UbuntuやMintと比べ手動での設定が必要

1. マウスの中ボタンを動作させる  
ホストOSから仮想マシンの設定ファイル(.vmx)に2行追加する<sup>[1]</sup>  
`mouse.vusb.enable = "TRUE"`  
`mouse.vusb.useBasicMouse = "FALSE"`
2. ログイン時のユーザー名入力を省略する  
/etc/lightdm/lightdm.confのファイルを編集する (root権限で)  
  
`#greeter-hide-users=false`  
先頭の#を削除して、保存する
3. sudoの設定 次のコマンドを実行する (root権限で)  
`adduser ユーザー名 sudo`  
rootパスワードを空にすると、sudoが自動的に有効との情報あり<sup>[2]</sup>

# ゲストOS (Debian9) の設定 - 2

## 4. /etc/apt/sources.listを編集する (root権限で)

初期設定ではmainのみ。以下のようにcontrib non-freeを追加する (WIFI、NVIDIAのグラフィックドライバーなどがあり、実マシンにインストールするときには必要と思われる)

```
deb http://ftp.jp.debian.org/debian/ stretch main contrib non-free
deb-src http://ftp.jp.debian.org/debian/ stretch main contrib non-free
```

```
deb http://security.debian.org/debian-security/ stretch/updates main contrib non-free
deb-src http://security.debian.org/debian-security/ stretch/updates main contrib non-free
```

```
# stretch-updates, previously known as 'volatile'
deb http://ftp.jp.debian.org/debian/ stretch-updates main contrib non-free
deb-src http://ftp.jp.debian.org/debian/ stretch-updates main contrib non-free
```

なお、インストールに無線LANのnon-freeドライバーをUSBメモリから読み込んだ場合は、自動的にcontrib non-freeが追加された。

# Ubuntu16.04、Debian9上でのFrontISTRのビルト

FrontISTR 4.6をビルドした(フォルダを作った後、そのフォルドに移動した後、ソースファイルを解凍する)

FrontISTR v4.5のインストール虎の巻(Ubuntu 16.04 LTS編)(161129)を参考にした。変更箇所は、Makefile.conf の赤字の2か所。

# MPI

**MPIDIR** = /usr

**MPIBINDIR** = \$(MPIDIR)/bin

MPILIBDIR = \$(MPIDIR)/lib

MPIINCDir = \$(MPIDIR)/include

MPILIBS = -lmpi -lmpi\_mpi fh

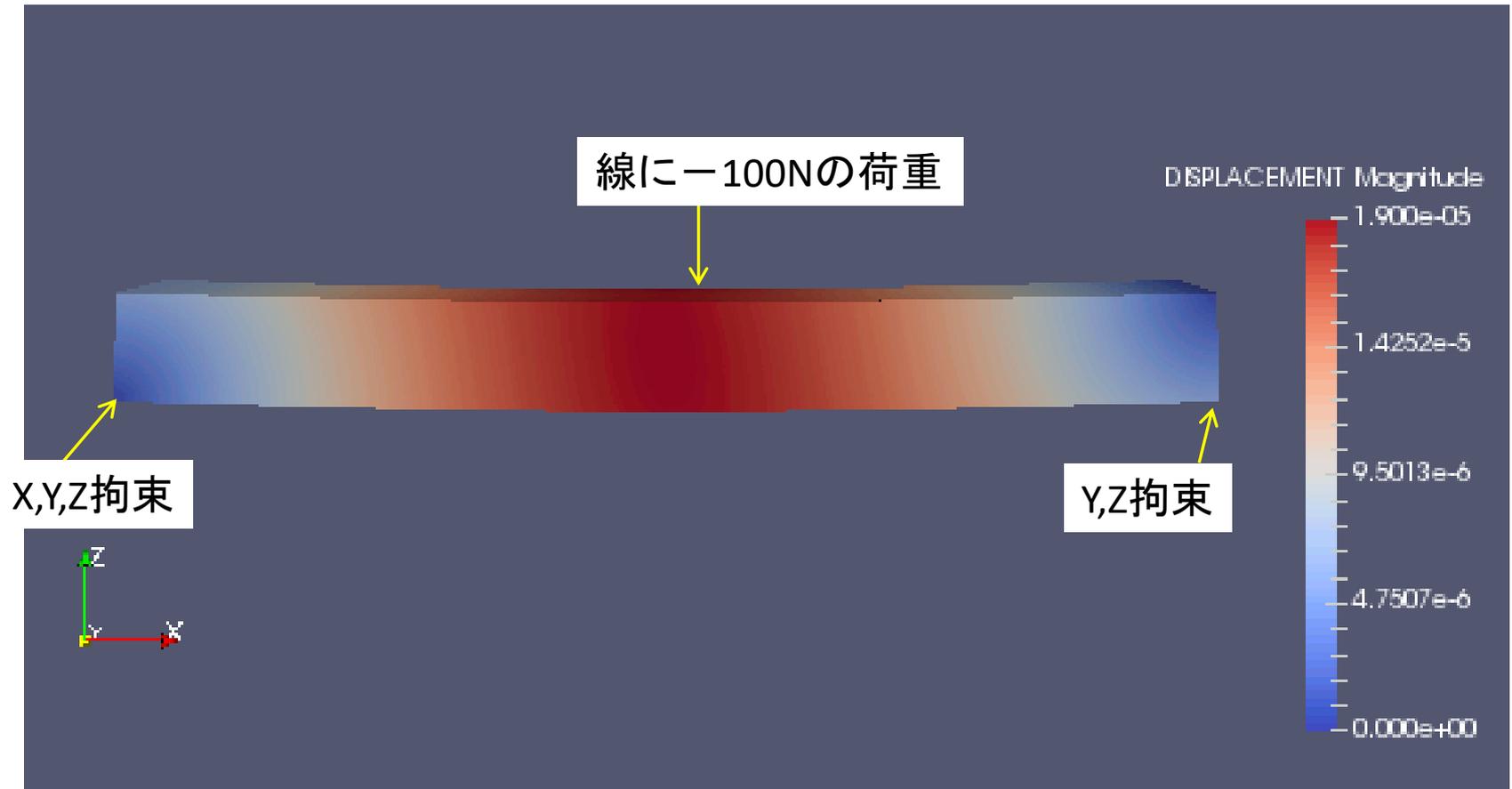
# Refiner

**REFINERDIR** = \$(HOME)/REVOCAP\_Refiner-1.1.04

REFINERINCDIR = \$(REFINERDIR)/Refiner

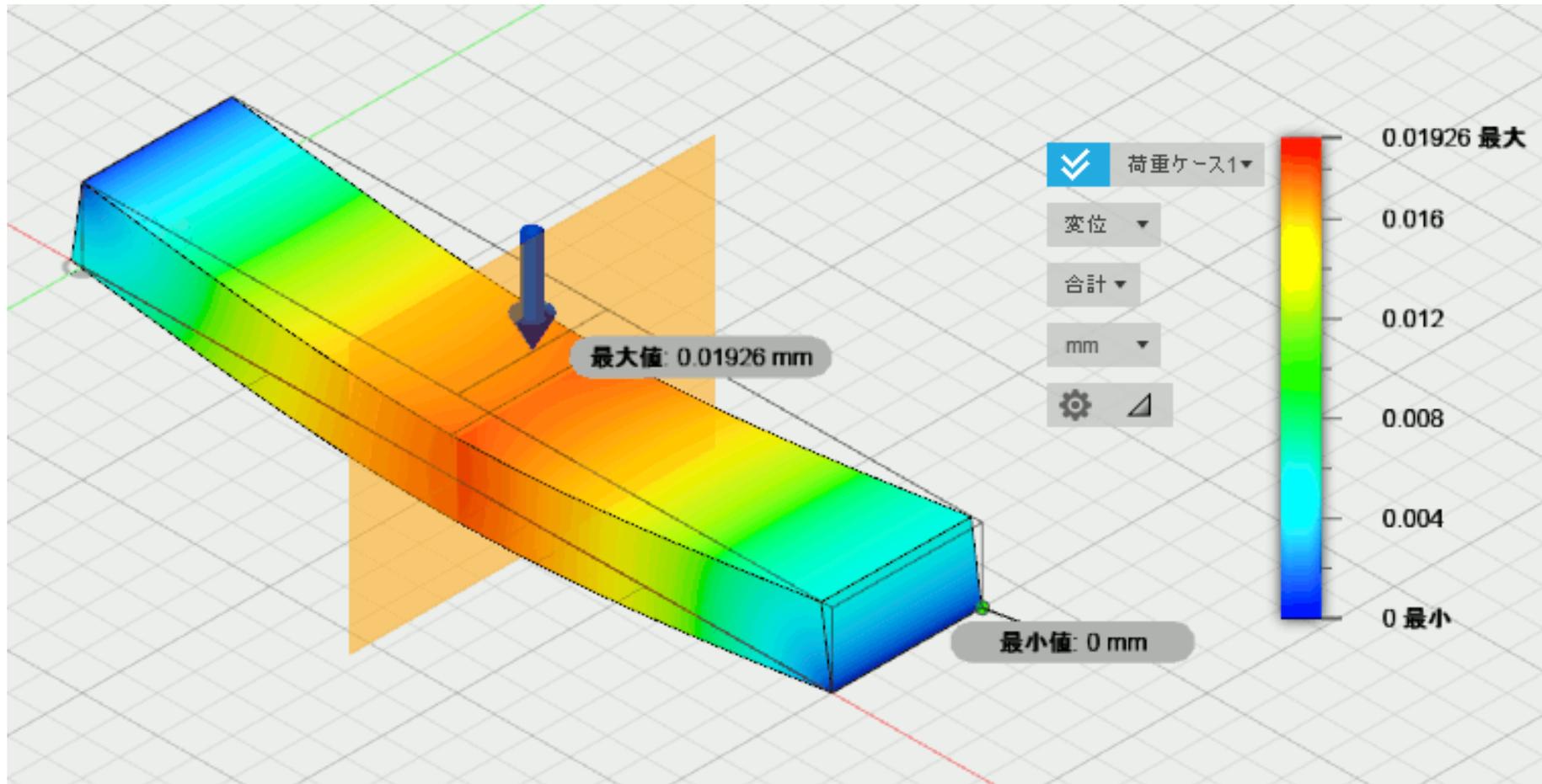
REFINERLIBDIR = \$(REFINERDIR)/lib/x86\_64-linux

# 線形弾性静解析/EasyISTR



メッシュは4面体2次要素とした  
MUMPSソルバーですぐに解析が終了した

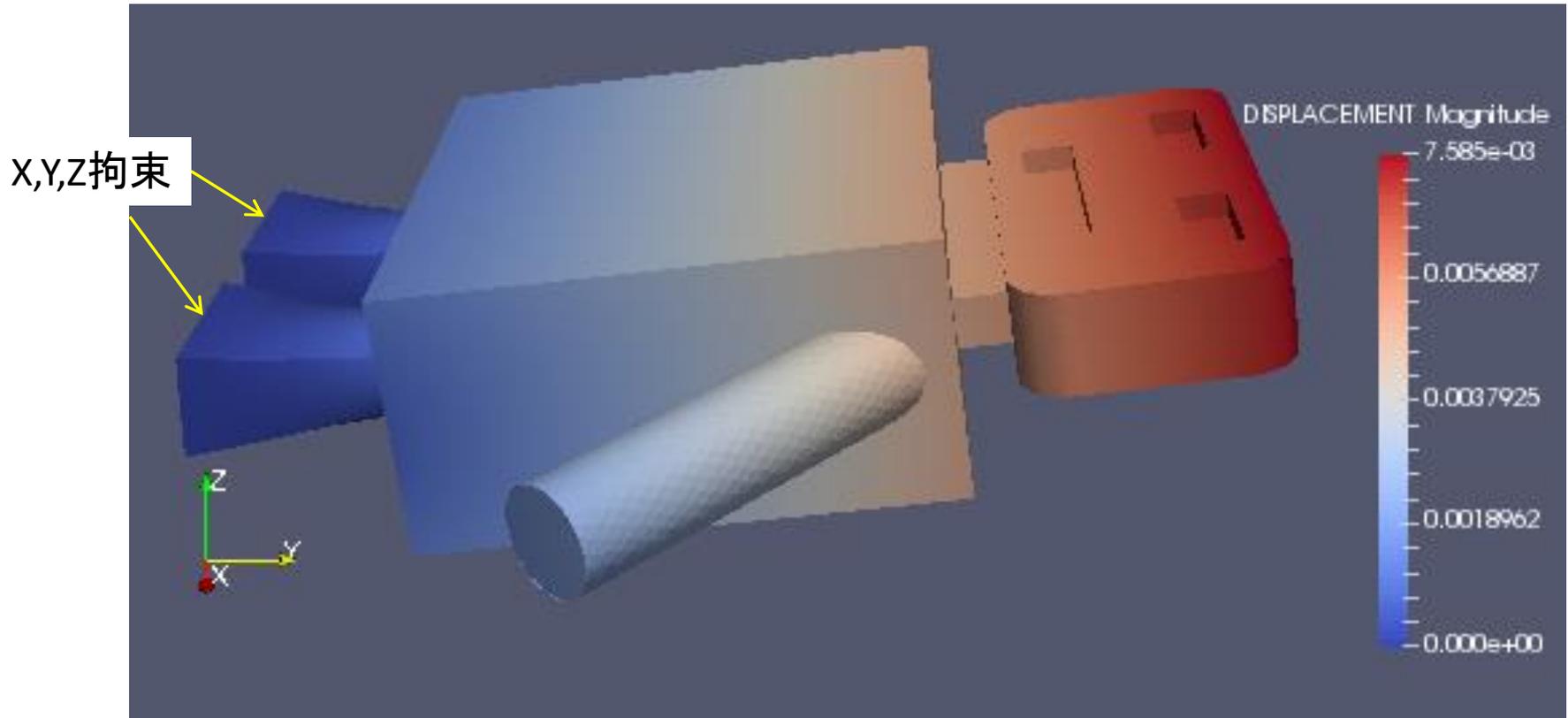
# 線形弾性静解析/Fusion 360



メッシュは放物線状

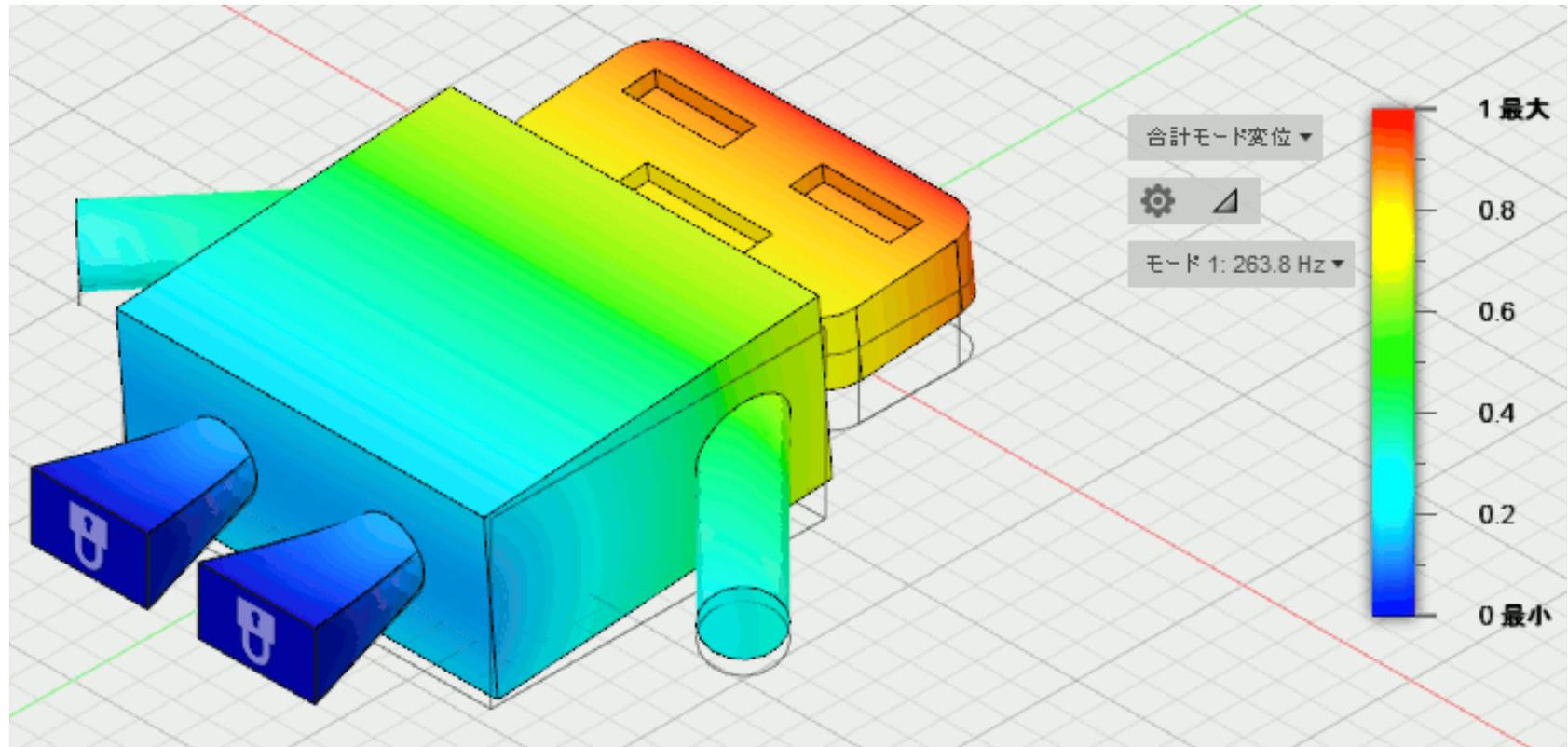
変位量は、EasyISTRとほぼ同じ。Paraviewよりも見やすい表示  
解析にはクラウド上で数分かかる

# 固有値解析 / EasyISTR (書籍の練習課題<sup>[3]</sup>)



メッシュは4面体2次要素とした  
1次モード: 259.4Hz、Z方向に動くモード  
MUMPSソルバーの解析時間は、10秒程度

# 固有値解析 / Fusion 360 (書籍の練習課題)



メッシュは放物線状

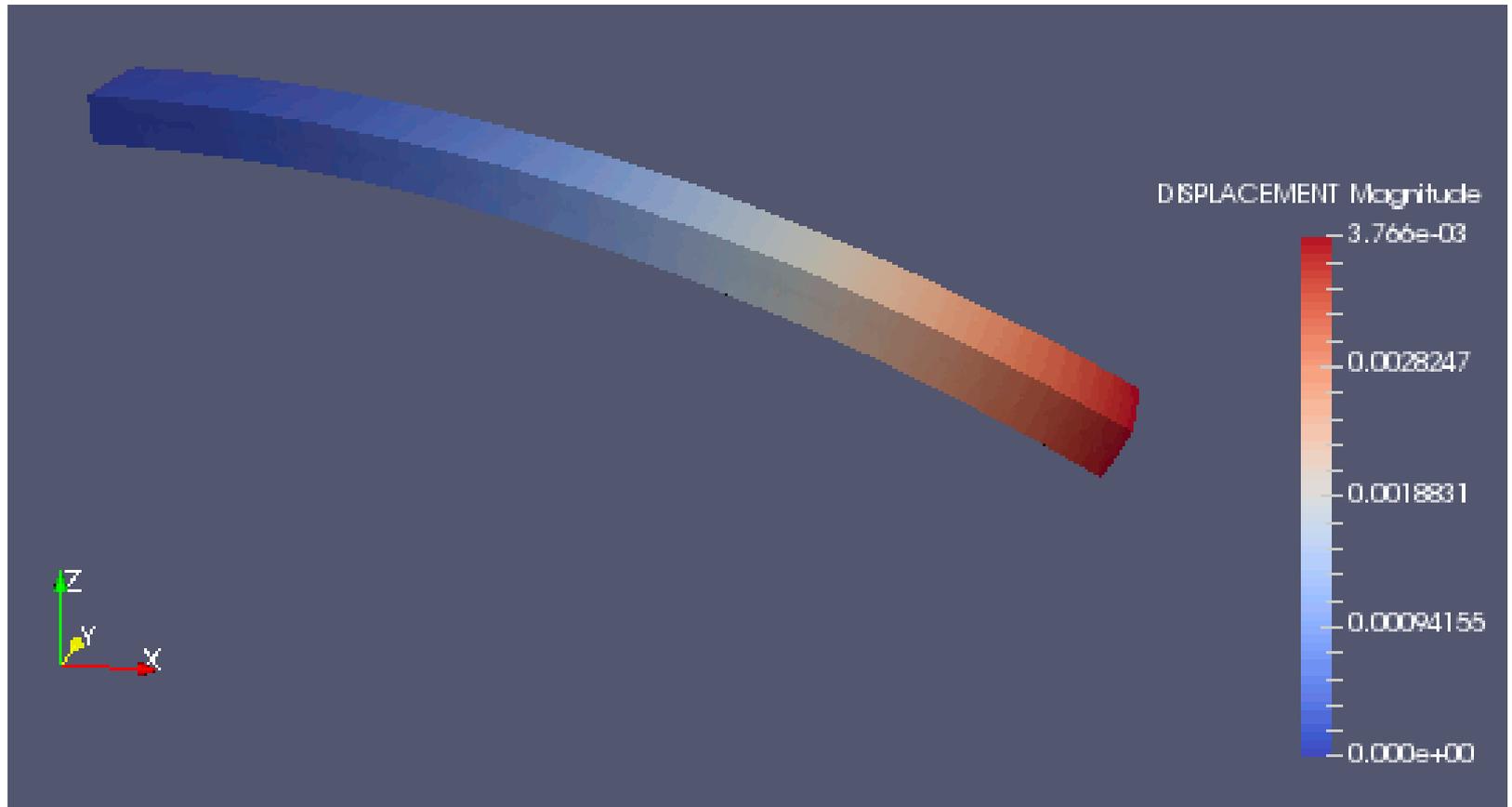
元の位置がワイヤフレームで描かれており、変位が見やすい  
解析時にはクラウド上で10分程度

# 固有値の比較

モード	固有値 (Hz)	
	EasyISTR	Fusion 360
1次	259.4	263.8
2次	1004	1015
3次	1067	1083
4次	1709	2055
5次	2841	2992

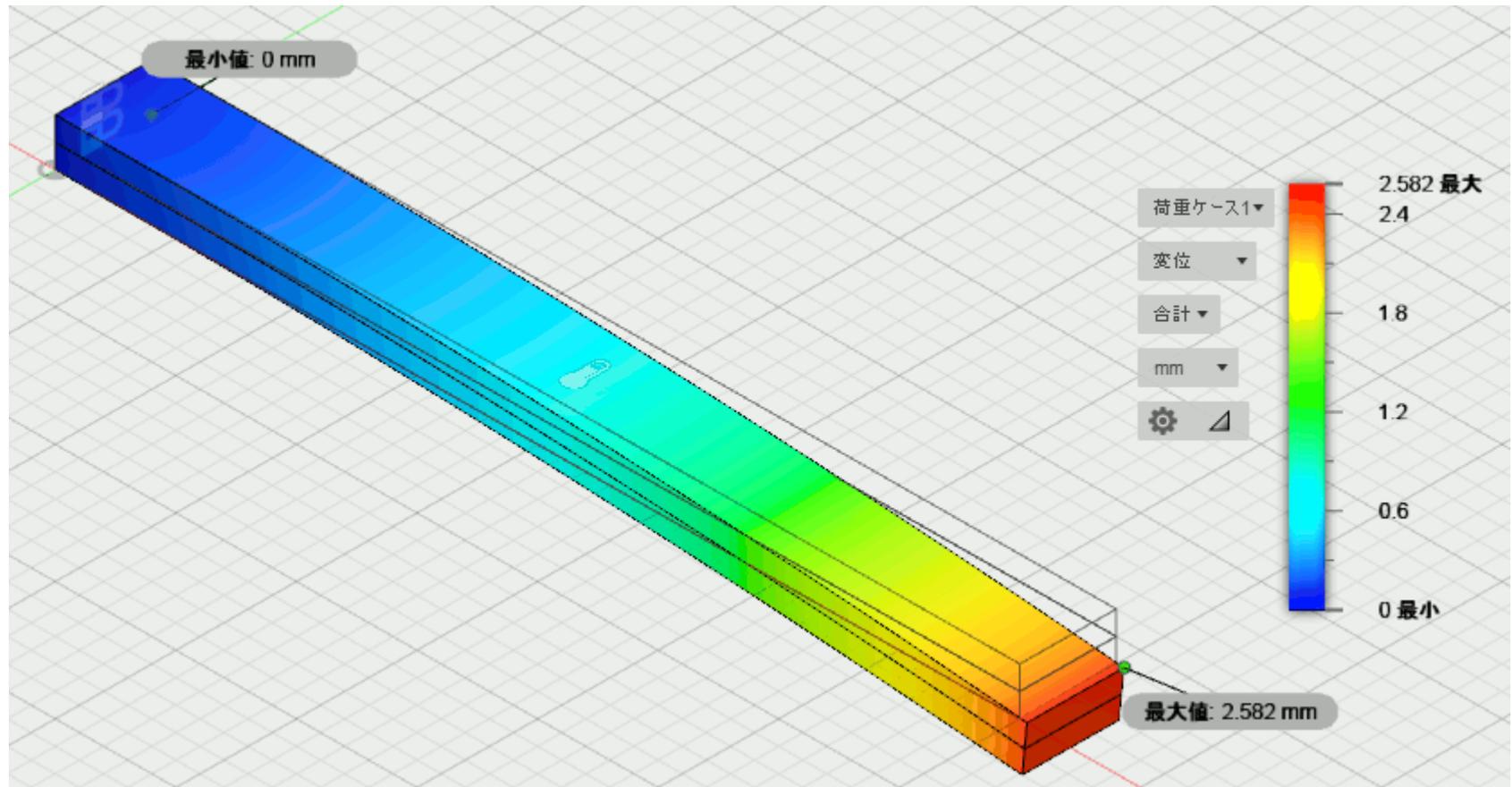
1次～3次までは、ほぼ同じ値になった

# 熱応力解析 (EasyISTRのマニュアルのもの)



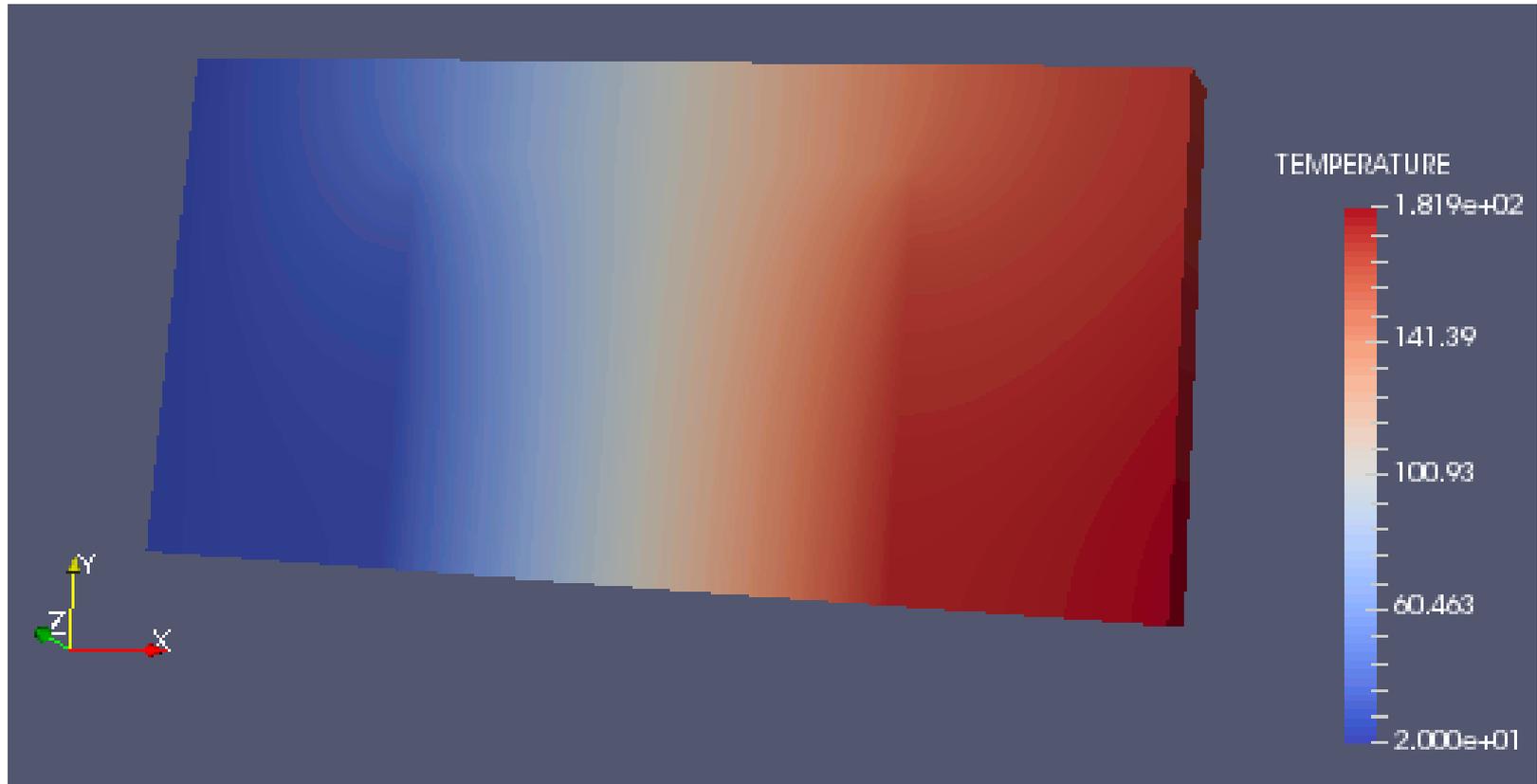
メッシュは、4面体2次要素  
変位はマニュアルの結果とほぼ同じになった

# 熱応力解析 / Fusion 360



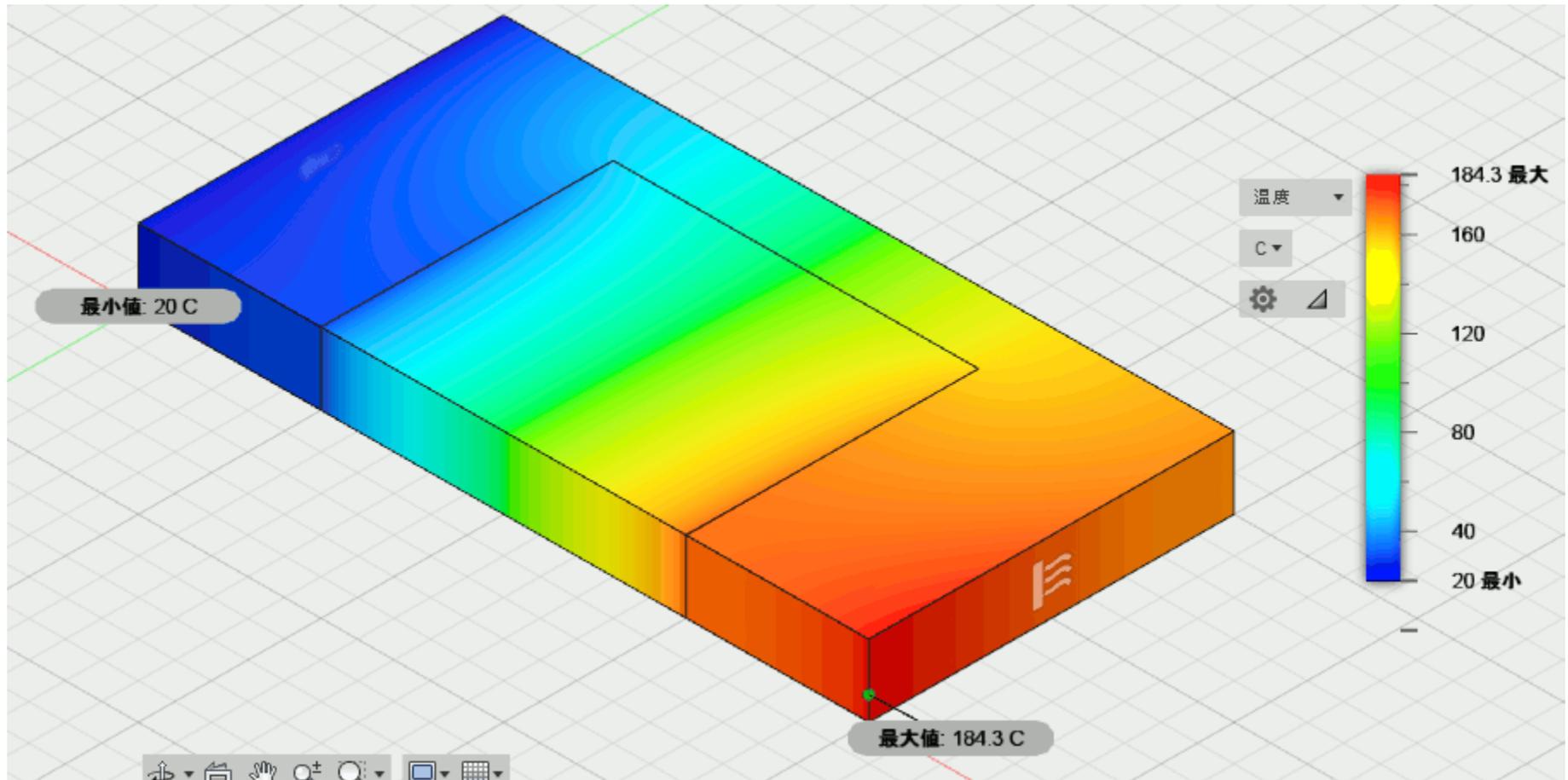
メッシュは放物線状。境界は接着とした。参照温度の設定が分からなかった。変位は、EasyISTRの約70%になった。

# 熱伝導静解析 (EasyISTRのマニュアルのもの)



メッシュは、4面体2次要素  
温度はマニュアルの結果とほぼ同じになった

# 熱伝導静解析 / Fusion 360



メッシュは放物線状  
温度は、EasyISTRとほぼ同じになった。

# 熱伝導解析(動解析) / EasyISTR

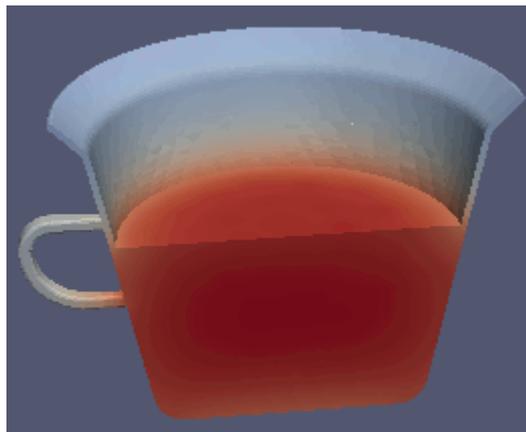
初期80°C、周囲が20°C。表面から熱伝達により冷却する状態を模擬。



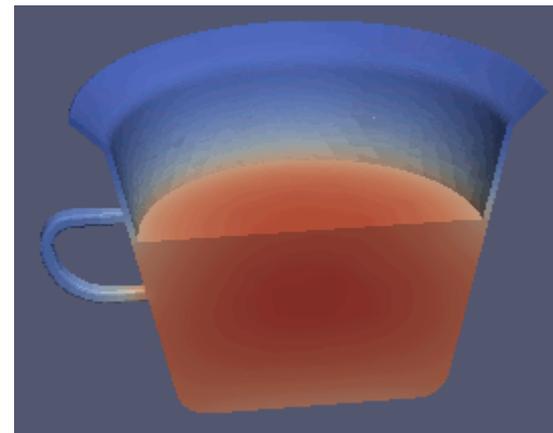
10s後



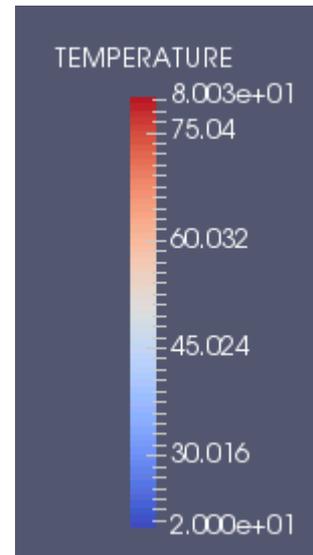
100s後



200s後



600s後



# まとめ

## 1. 構造解析結果の比較

線形弾性静解析、固有値解析、熱伝導性解析はほぼ同じになった。熱応力解析は、Fusion 360が小さな変位になった(現状の小生のスキルでは使えない)。

## 2. EasyISTRとFusion360の解析機能の比較(個人的な見解)

	EasyISTR	Fusion 360
導入の容易さ	○ LinuxではFrontISTRのビルドが必要 Windows用も手間がかかる	◎ ダウンロード・ユーザー登録してインストールする
解析のしやすさ	◎~△(メッシュでトラブル時) Netgen1-2-3で作成したメッシュ(2次要素)がFrontISTRでエラーになることがある	◎ 必要条件が入力されていれば、解析が確実に実行される。過拘束も自動的に修正される。
解析時間	◎ 簡単な解析では10秒以内で終了する(MUMPSソルバー)	△ 簡単な解析でも数分~10分かかる
解析範囲	◎ 動解析にも対応	△ 動解析には未対応

# 参考資料

1. DebianゲストOS時のマウス中ボタンを動作させる設定  
[https://wiki.archlinux.org/index.php/VMware/Installing\\_Arch\\_as\\_a\\_guest#Mouse\\_problems](https://wiki.archlinux.org/index.php/VMware/Installing_Arch_as_a_guest#Mouse_problems)
2. Debianのインストール  
<http://gihyo.jp/admin/serial/01/ubuntu-recipe/0477?page=3>
3. 書籍「Fusion 360操作ガイド アドバンス編 第2版」  
<http://www.cutt.co.jp/book/978-4-87783-431-9.html>