# 平成22年度OpenFOAM®非圧縮性流体解析演習シリーズ

## 第3回
## 非等温流れ場hotRoomのチュートリアルを題材とした離散化スキーム、線型ソルバー、初期値や境界条件の設定の基礎

今野 雅　（オープンCAE学会、東京大学）

OpenCAE

# 自己紹介

- 所属
  - 東京大学 大学院工学系研究科 建築学専攻
- 専門
  - 建築環境工学 (温熱・空気環境、特に数値予測)
- 所属学会
  - 日本建築学会
  - 空気調和・衛生工学会
  - 日本流体力学会
  - 日本風工学会
  - オープンCAE学会(副会長)

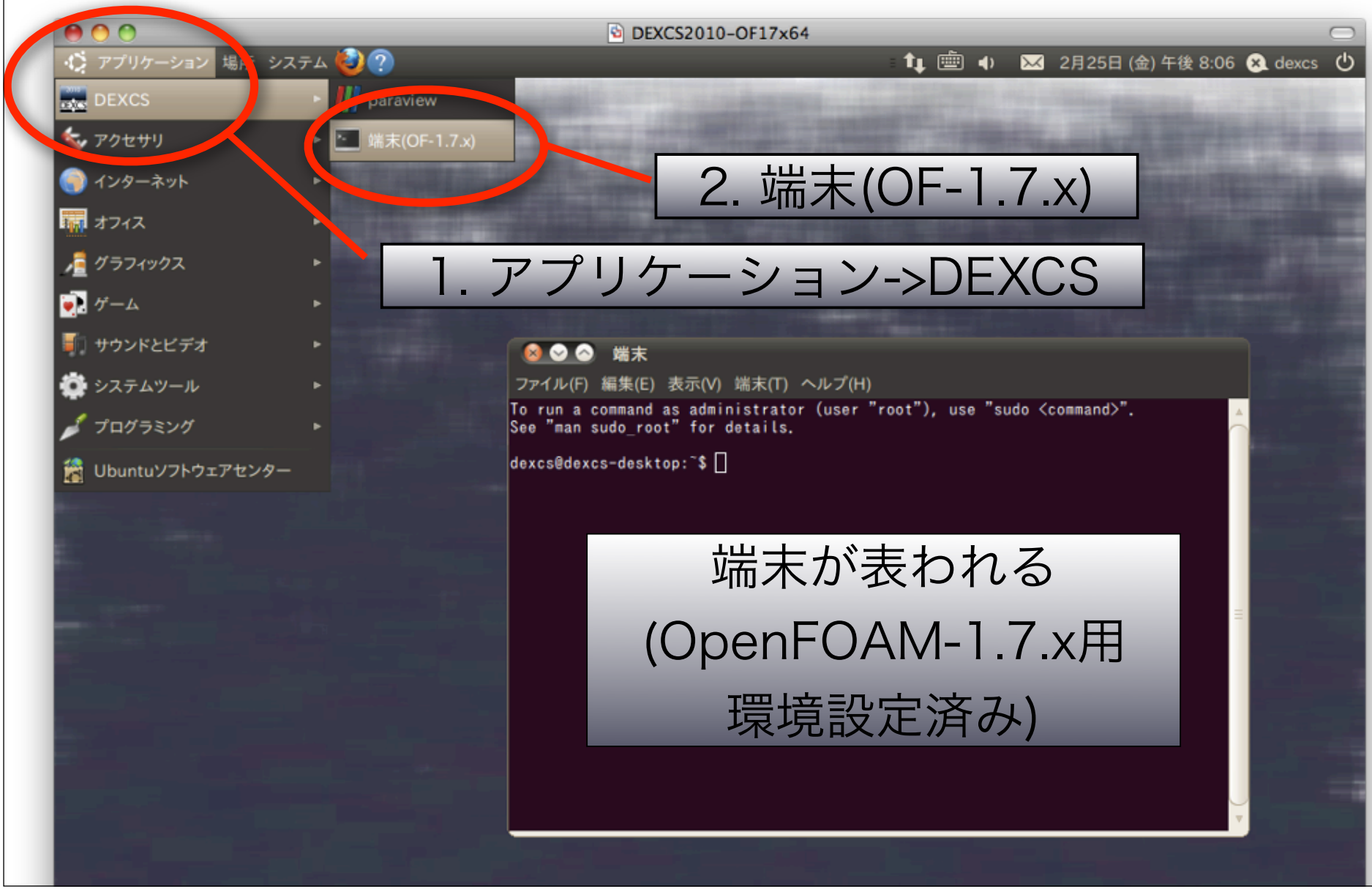
OpenCAE

# 目次

1. pyFoam
2. 離散化スキームの設定変更
3. 線型ソルバーの設定変更
4. 境界条件の設定変更
5. 質疑

OpenCAE

# 端末の起動


DEXCS2010-OF17x64
アプリケーション
場所
システム
2月25日 (金) 午後 8:06
dexcs
DEXCS
アクセサリ
インターネット
オフィス
グラフィックス
ゲーム
サウンドとビデオ
システムツール
プログラミング
Ubuntuソフトウェアセンター
paraview
端末(OF-1.7.x)
2. 端末(OF-1.7.x)
1. アプリケーション->DEXCS
端末
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 端末(T) ヘルプ(H)
To run a command as administrator (user "root"), use "sudo <command>".
See "man sudo_root" for details.
dexcs@dexcs-desktop:~$
端末が表われる
(OpenFOAM-1.7.x用
環境設定済み)

# チュートリアルの場所に行く

赤字を打ってください！青字は補足、黒字は出力です。

```
run ⏎
cd tutorials/⏎
cd heatTransfer/⏎
cd buoyantBoussinesqSimpleFoam/⏎
cd hotRoom/⏎
ls ⏎
```

←ディレクトリ名はTabキーで補完できます

出力

```
0  Allclean  Allrun  constant  system
```

# チュートリアルの実行

事前準備において./Allrunをしてない方は以下を実行

foamRunTutorials⏎　←Tabキーで補完できます

Allrunがあるチュートリアル・ケースにおいては、上記は Allrun を実行するのと同等です。
Allrunが無いケースでは、blockMeshと、そのケースに対応するソルバーが順次実行されます。

# 実行結果の全消去

今回は以下は実行しないでください

foamCleanTutorials⏎　←Tabキーで補完できます

出力

```
0  Allclean  Allrun  constant  system
```

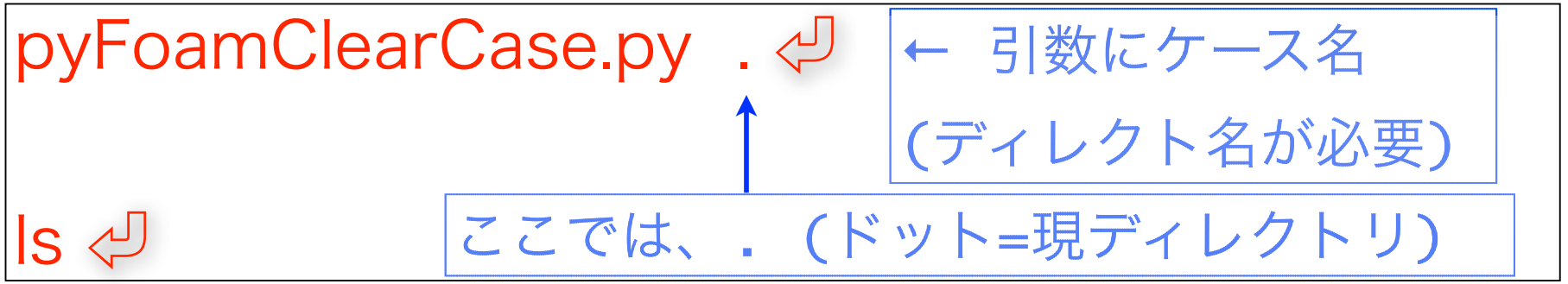
Allcleanがあるチュートリアル・ケースにおいては、
上記は ./Allclean を実行するのと同等です。

# PyFoam

- PyFoamとは?
  - OpenFOAMの動作やデータを操作するPythonライブラリとユーティリティ群(約50個)
  - 非標準だが、DEXCSではインストール済
- 主なユーティリティ
  - pyFoamClearCase.py: 初期値以外の結果の削除
  - pyFoamPlotRunner.py: 方程式の残差や連続の式の誤差をプロットしながら計算実行
  - pyFoamCloneCase.py: 計算結果以外のケースの複製

# チュートリアル解析結果の消去

再計算するので一度解析結果を消します。




出力

```
0  Allclean  Allrun  constant  logs  system
```

- 指定時刻以降の結果を消すことも可能
- 並列計算の計算結果も消去可能

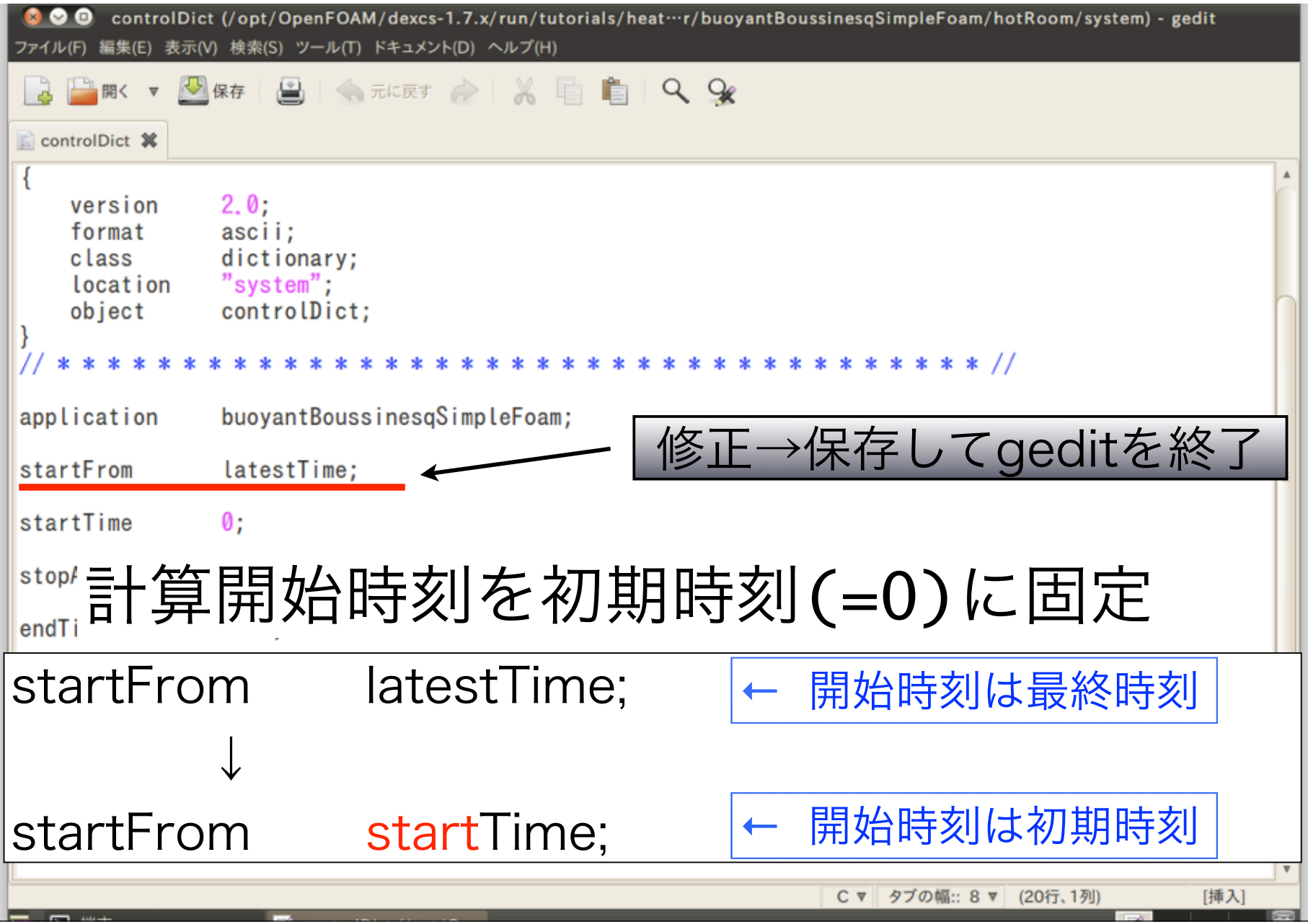
# 計算開始・終了時刻の修正

gedit system/controlDict ⏎

←ファイル名はTabキーで補完できます

- geditで起動して、ファイル名を選んでも良いですが、ファイル名を指定すると早いです。
- emacsやvi等、他の慣れているエディターに慣れている方は、それらを使ってください。

# 計算開始・終了時刻の修正



# 計算の実行と残差のプロット

## 計算実行

buoyantBoussinesqSimpleFoam ⏎

↑コマンド名もTabキーで補完できます

## 残差をプロットしながら実行

↑ ←カーソル↑(またはCtrl+P)で前のコマンド履歴が出ます

buoyantBoussinesqSimpleFoam Ctrl+A

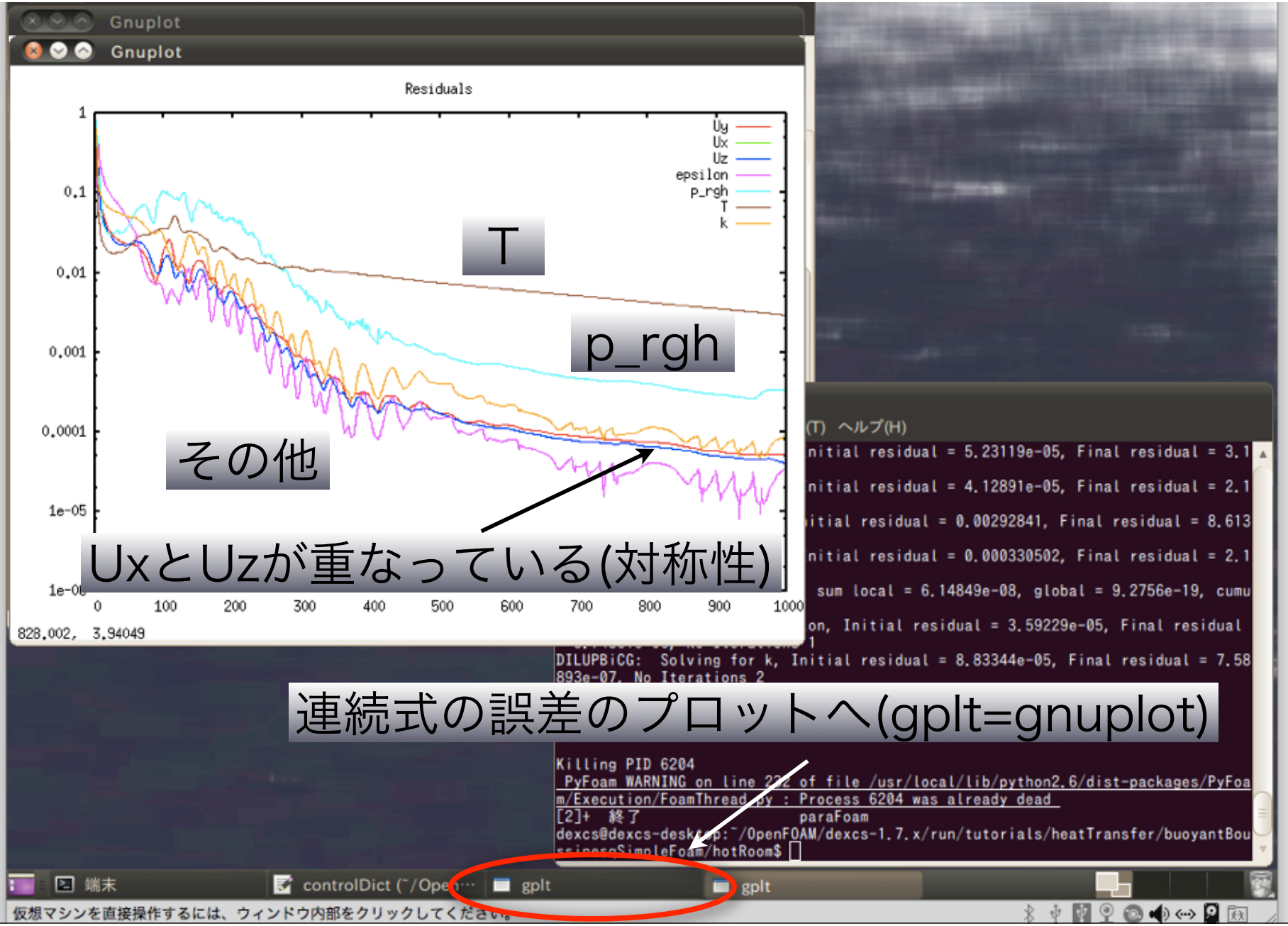
buoyantBoussinesqSimpleFoam

↓行頭からpyFoam…を打ちEnter。Tab補間も可能

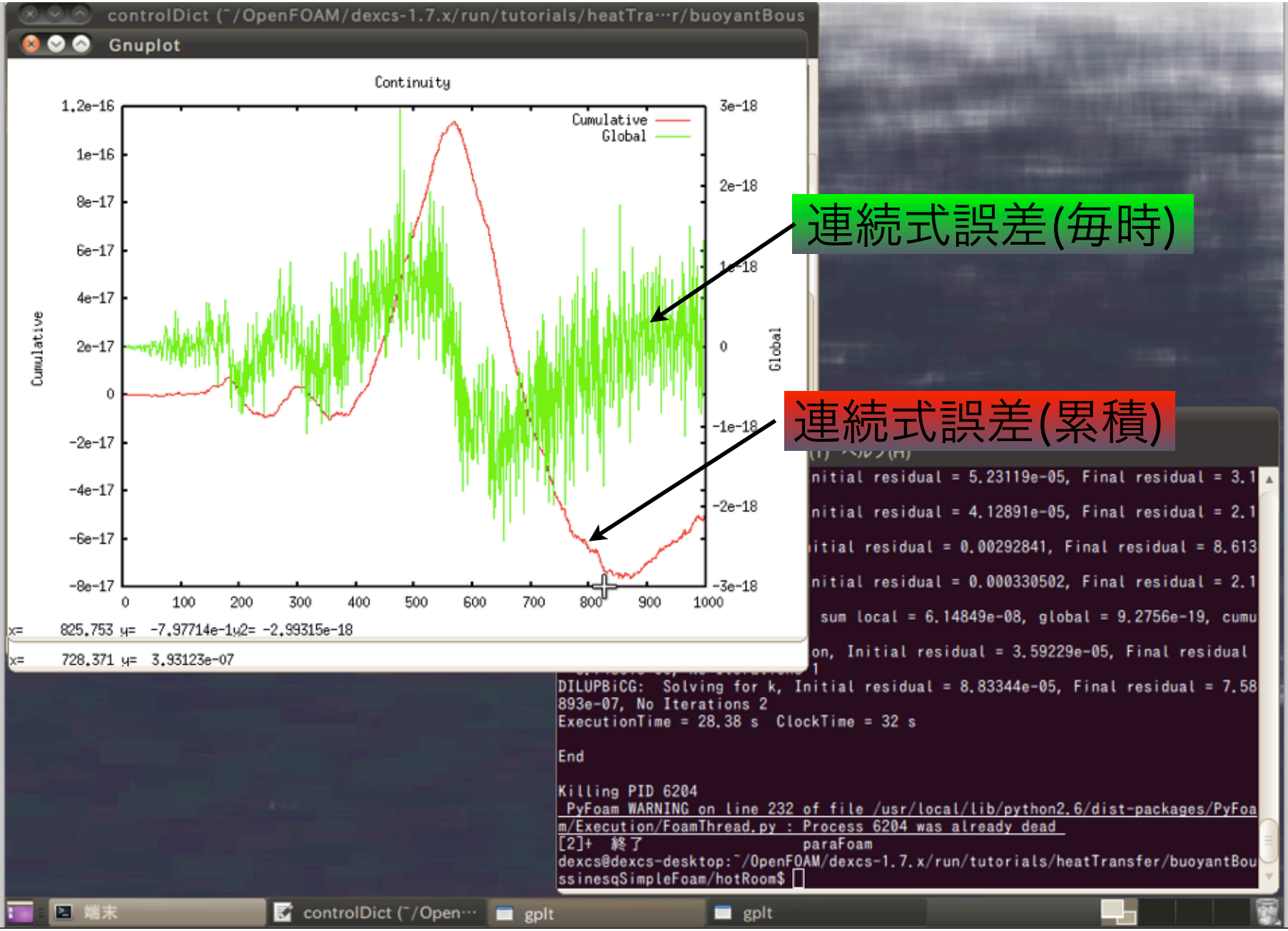
pyFoamPlotRunner.py buoyant... ⏎

←Ctrl+A (または←)で行頭にカーソルが移動

# 計算の実行と残差のプロット



# 計算の実行と残差のプロット



# 結果の可視化

paraFoam & ⏎

← コマンドの後に&を付けると、コマンドがバック・グラウンドで動き、続けて他のコマンドを実行できます。

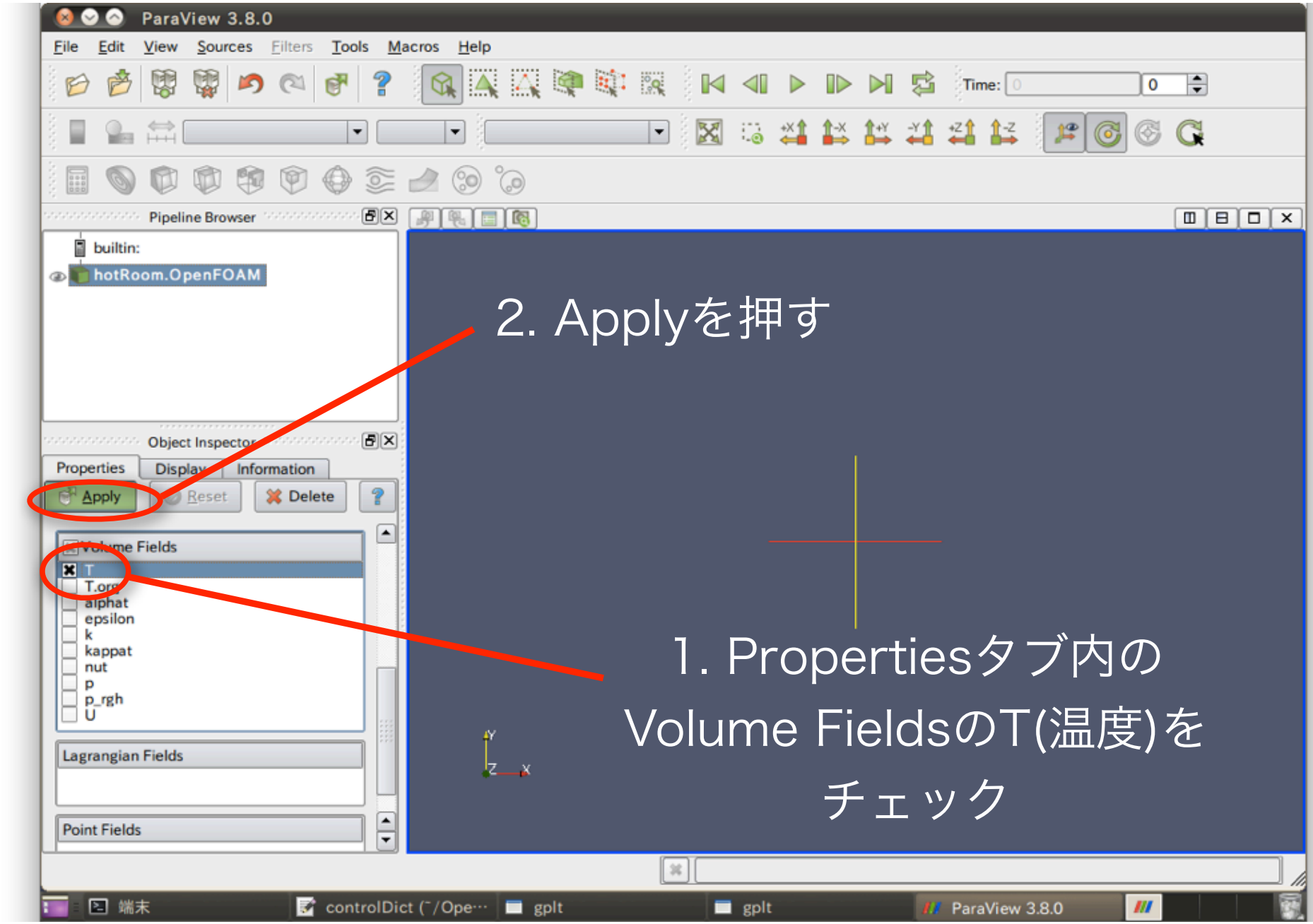
既にフォアグランドで実行していても…

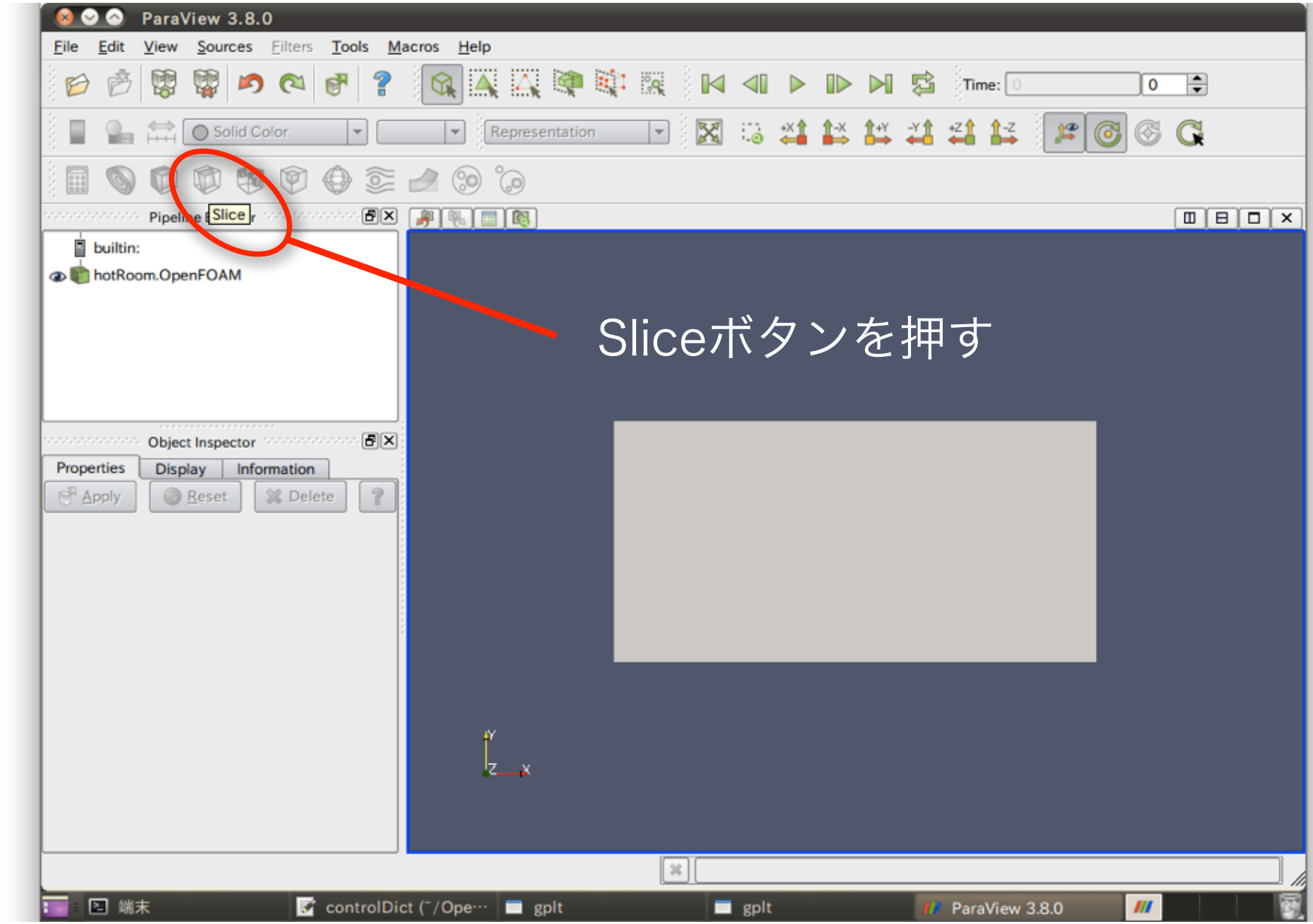
paraFoam ⏎

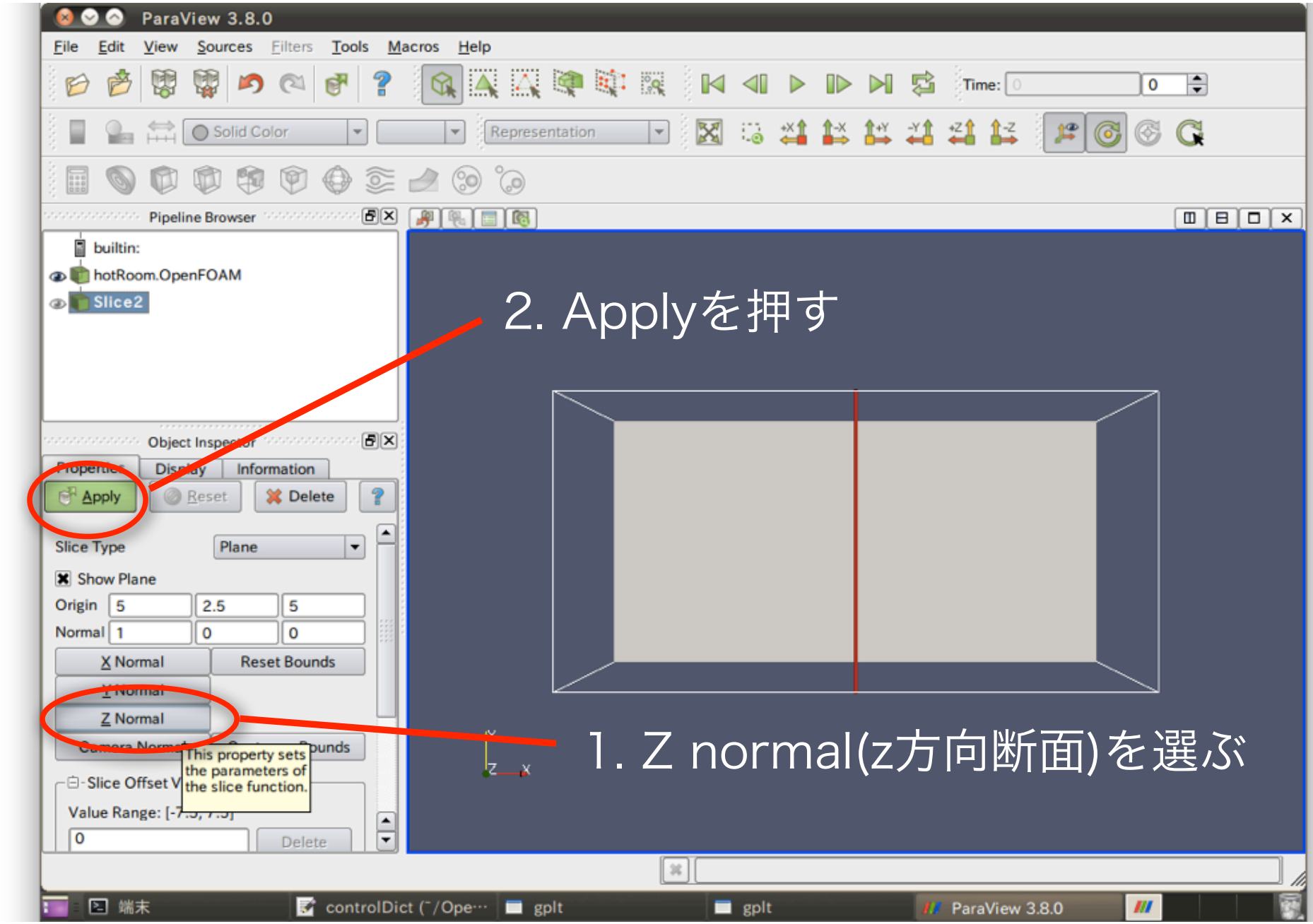
Ctrl+Z

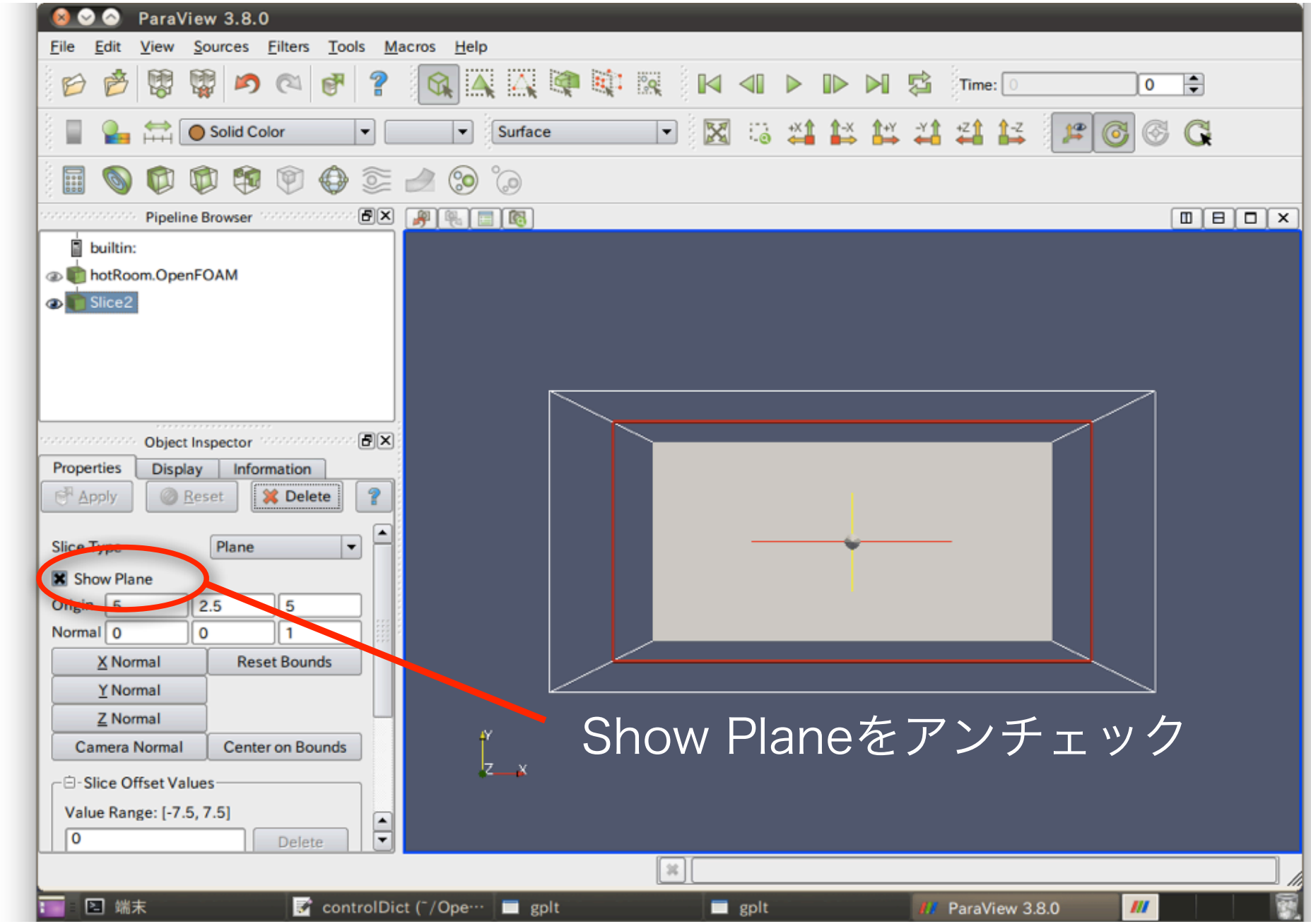
bg ⏎

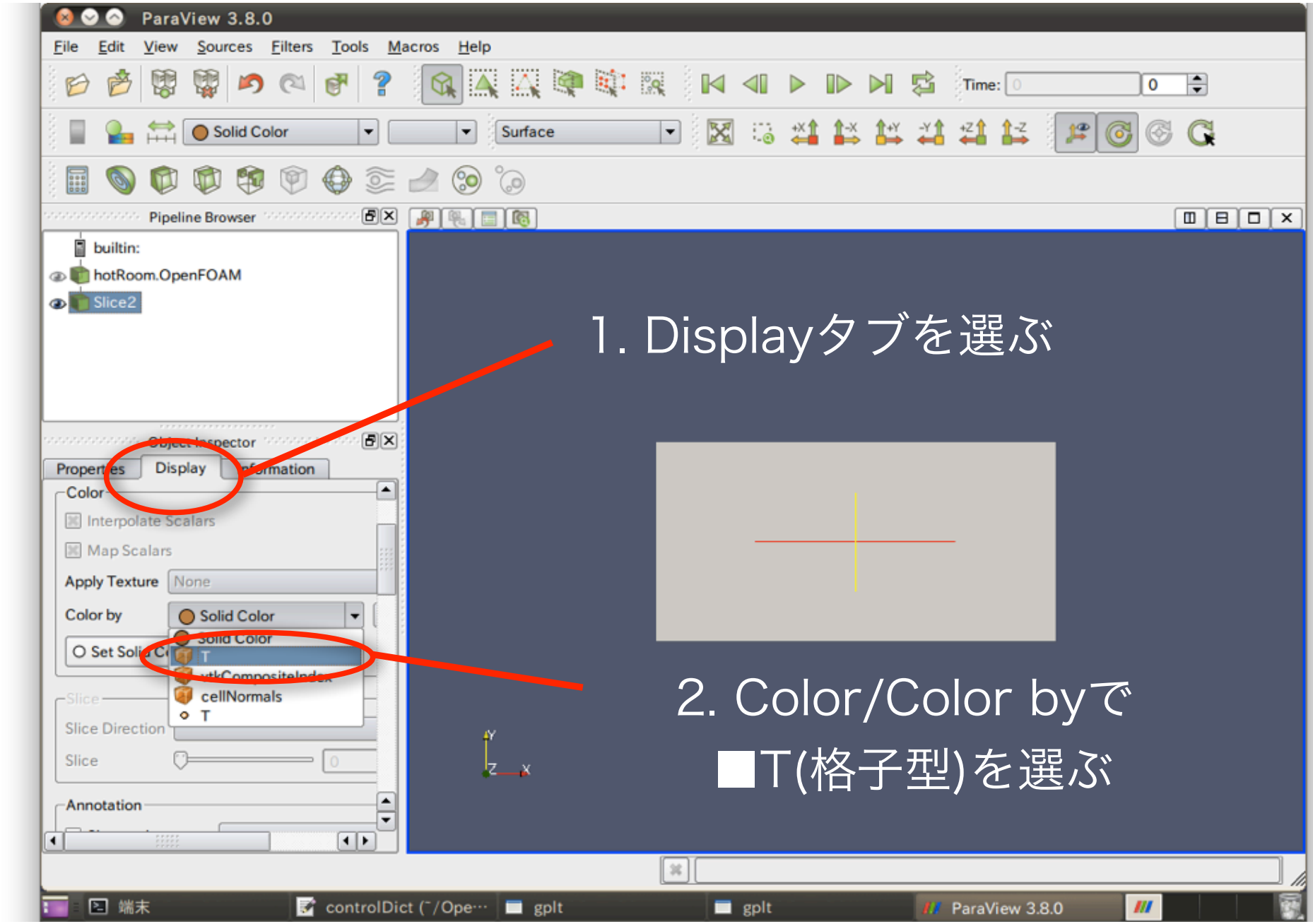
←Ctrl+Zで一度停止させてから、bgコマンドでバックグランド・ジョブにすることも可能です。

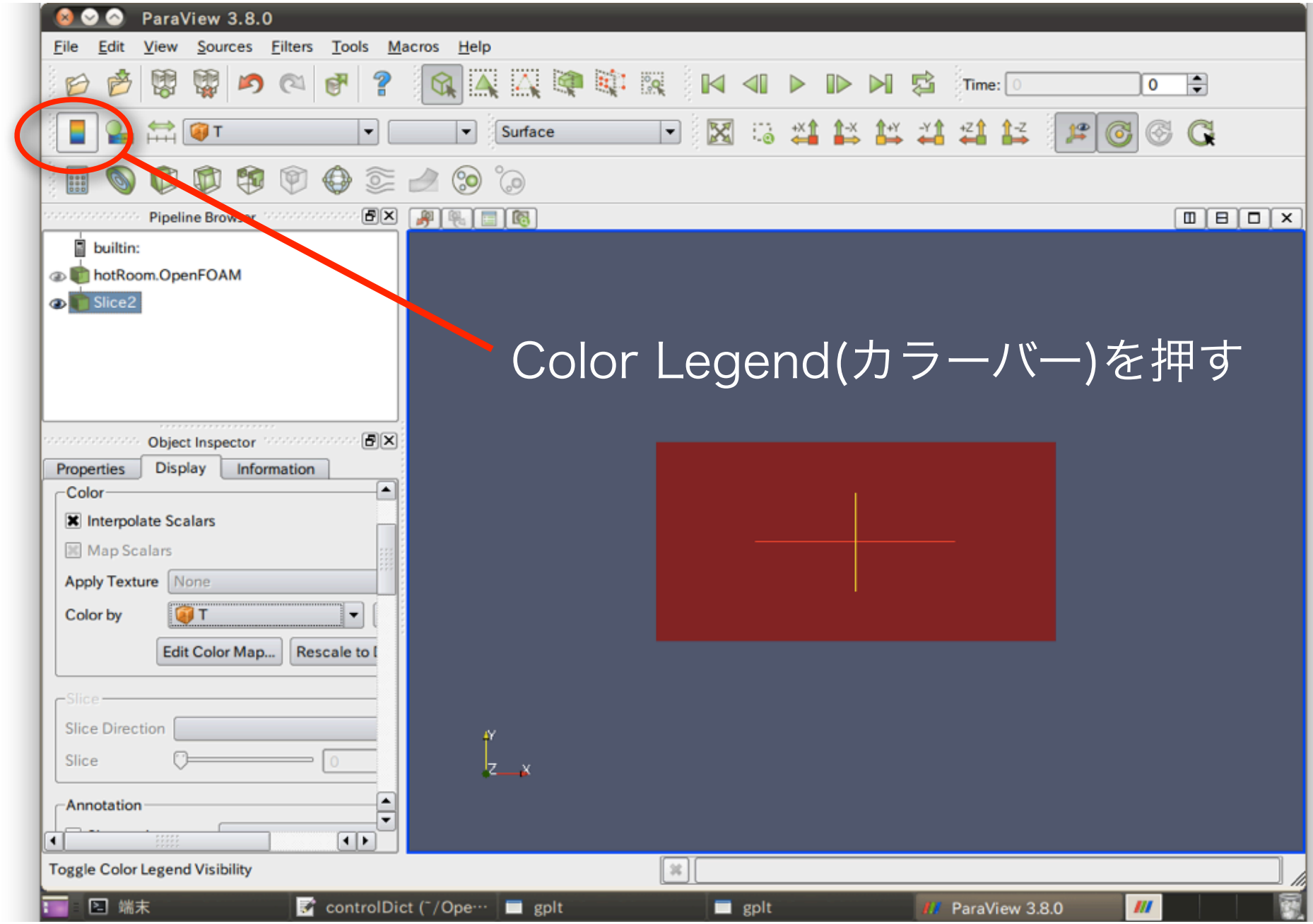

ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Time: 0
Pipeline Browser
builtin:
hotRoom.OpenFOAM
Object Inspector
Properties Display Information
Apply Reset Delete
Volume Fields
T
T.org
alphat
epsilon
k
kappat
nut
p
p_rgh
U
Lagrangian Fields
Point Fields
2. Applyを押す
1. Propertiesタブ内の
Volume FieldsのT(温度)を
チェック
端末 controlDict (~/Ope… gplt gplt ParaView 3.8.0

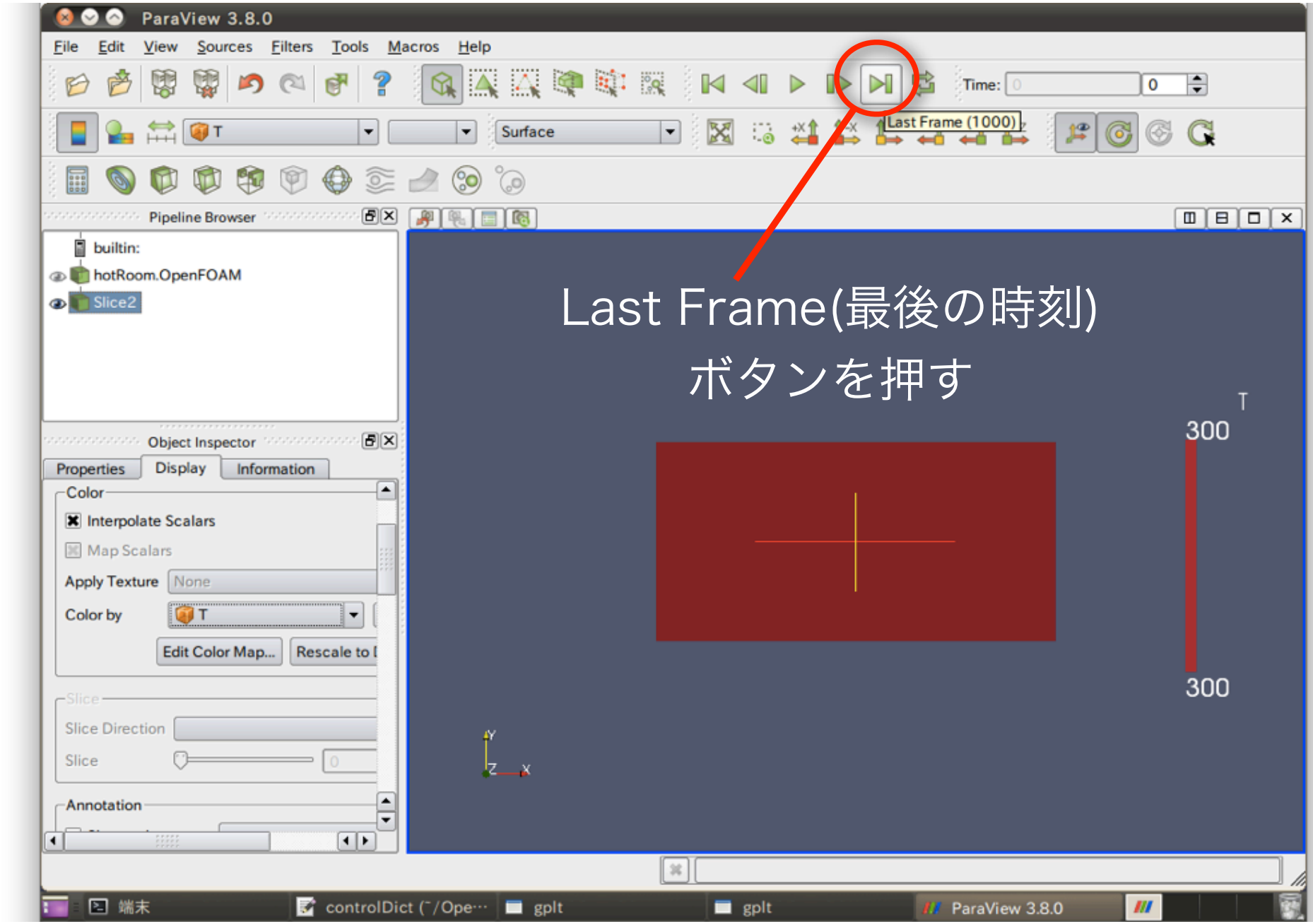

ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Time: 0
Solid Color
Representation
Slice
builtin:
hotRoom.OpenFOAM
Object Inspector
Properties Display Information
Apply Reset Delete
Sliceボタンを押す
端末
controlDict (~/Ope…
gplt
gplt
ParaView 3.8.0

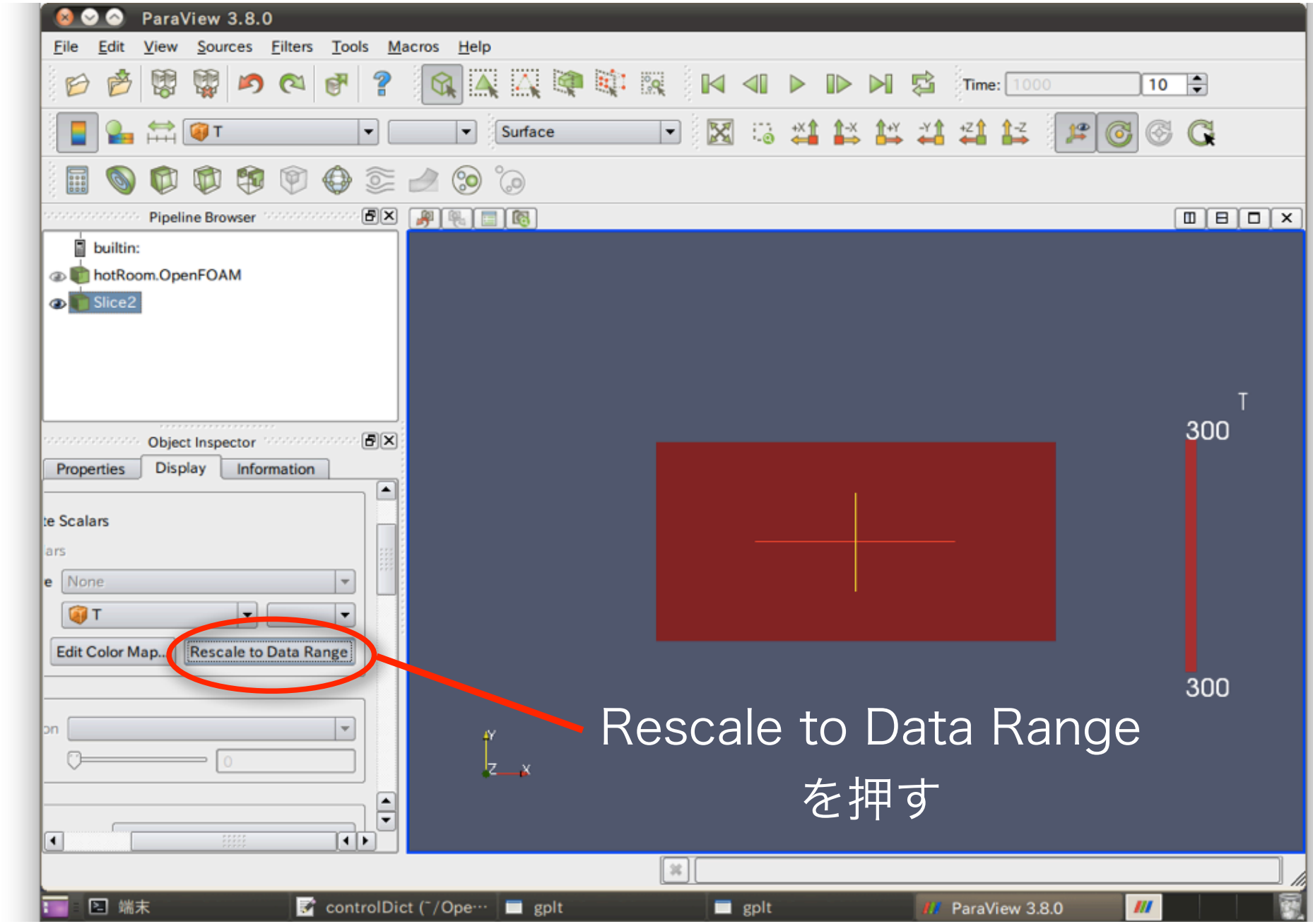

ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Time: 0
Solid Color
Representation
Pipeline Browser
builtin:
hotRoom.OpenFOAM
Slice2
Object Inspector
Properties Display Information
Apply
Reset
Delete
Slice Type
Plane
Show Plane
Origin 5 2.5 5
Normal 1 0 0
X Normal
Reset Bounds
Z Normal
This property sets the parameters of the slice function.
Slice Offset V
Value Range: [-7.5, 7.5]
0
Delete
2. Applyを押す
1. Z normal(z方向断面)を選ぶ
端末
controlDict (~/Ope…
gplt
gplt
ParaView 3.8.0

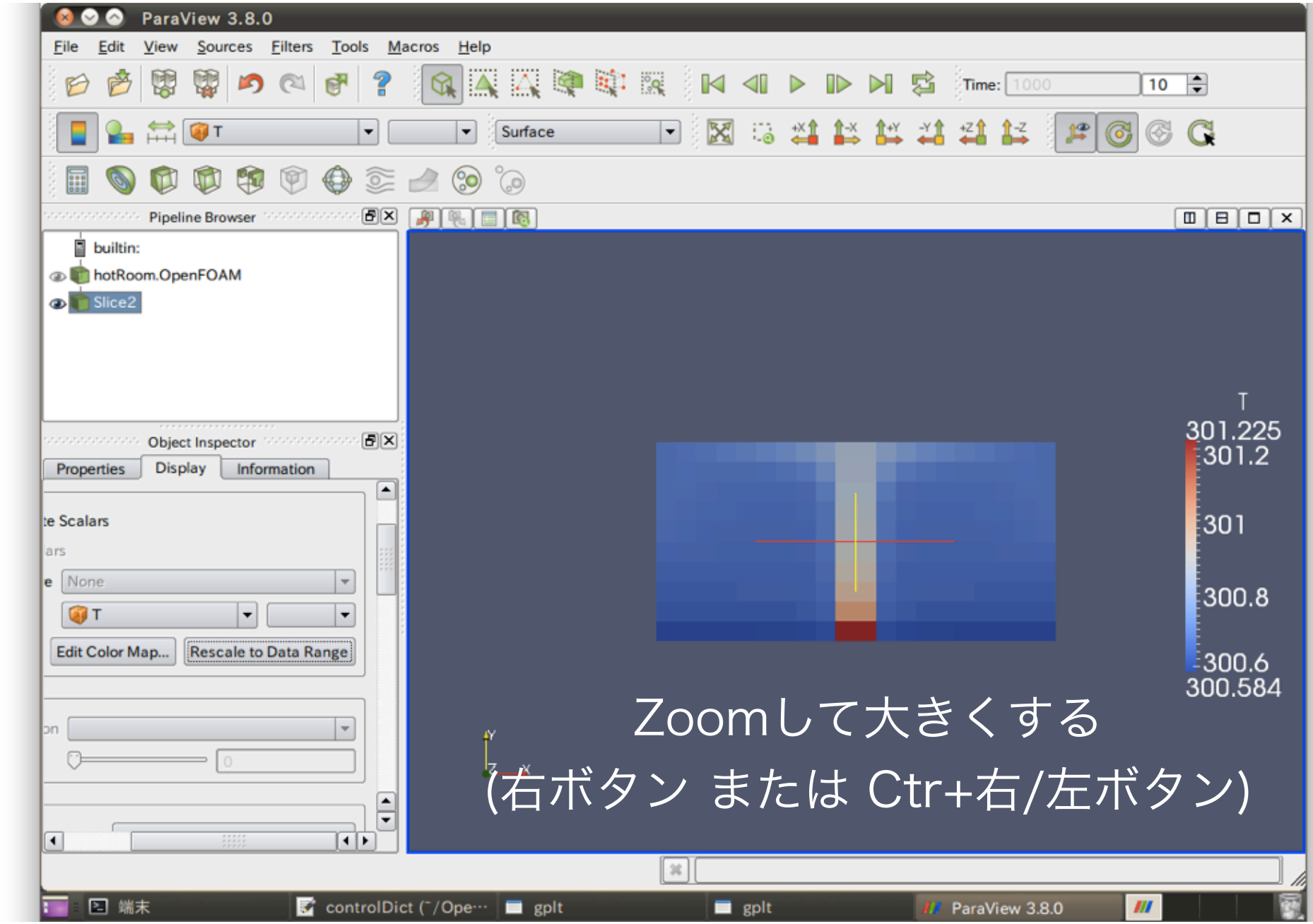

ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Time: 0
Solid Color
Surface
Pipeline Browser
builtin:
hotRoom.OpenFOAM
Slice2
Object Inspector
Properties Display Information
Apply Reset Delete
Plane
Show Plane
Origin 5 2.5 5
Normal 0 0 1
X Normal
Reset Bounds
Y Normal
Z Normal
Camera Normal
Center on Bounds
Slice Offset Values
Value Range: [-7.5, 7.5]
0
Delete
Show Planeをアンチェック
端末
controlDict (~/Ope…
gplt
gplt
ParaView 3.8.0

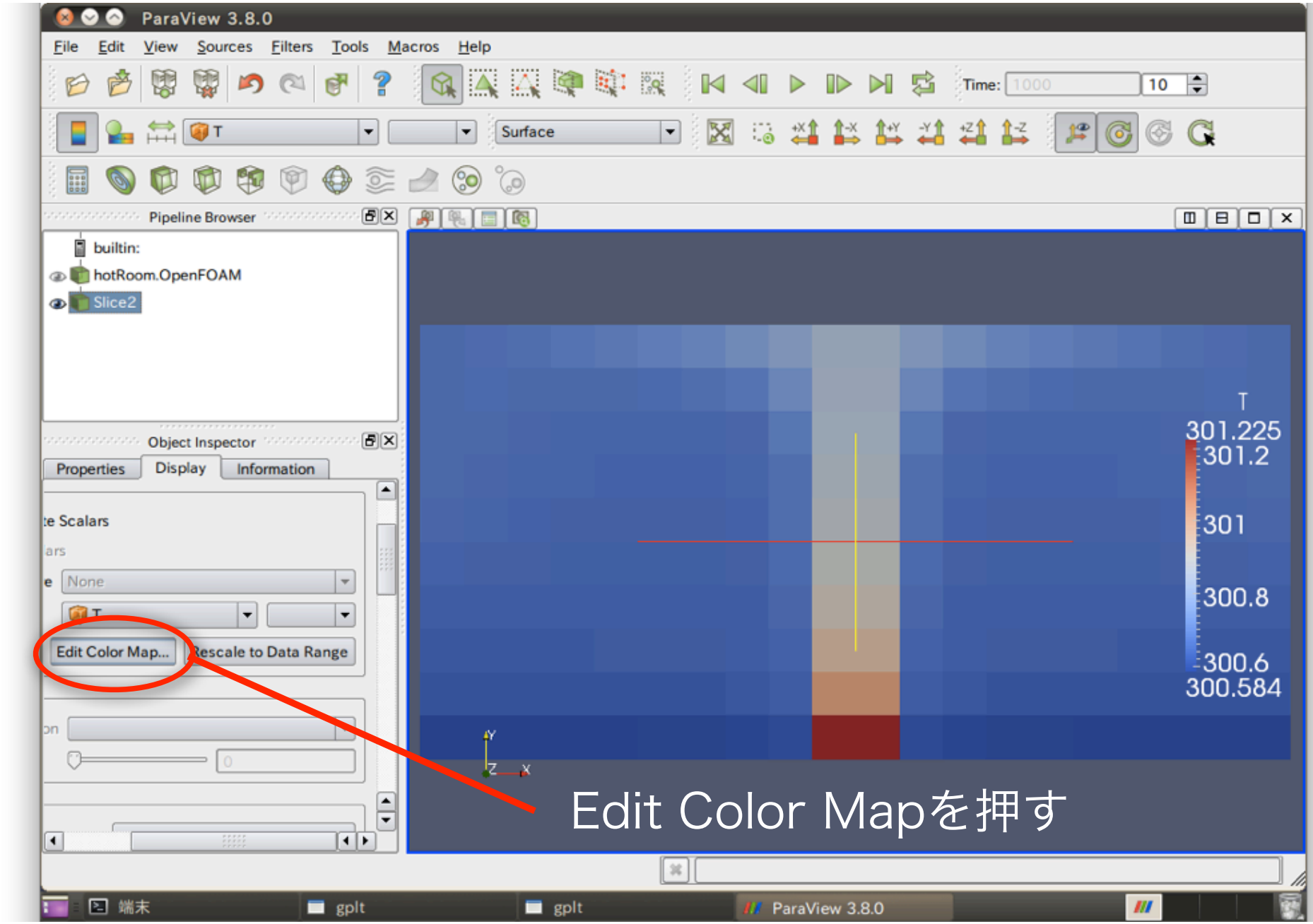

ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Time: 0
Solid Color
Surface
Pipeline Browser
builtin:
hotRoom.OpenFOAM
Slice2
Properties Display Information
Color
Interpolate Scalars
Map Scalars
Apply Texture None
Color by Solid Color
Solid Color
T
cellNormals
T
Slice
Slice Direction
Slice
Annotation
1. Displayタブを選ぶ
2. Color/Color byで
■T(格子型)を選ぶ
端末
controlDict (~/Ope…
gplt
gplt
ParaView 3.8.0

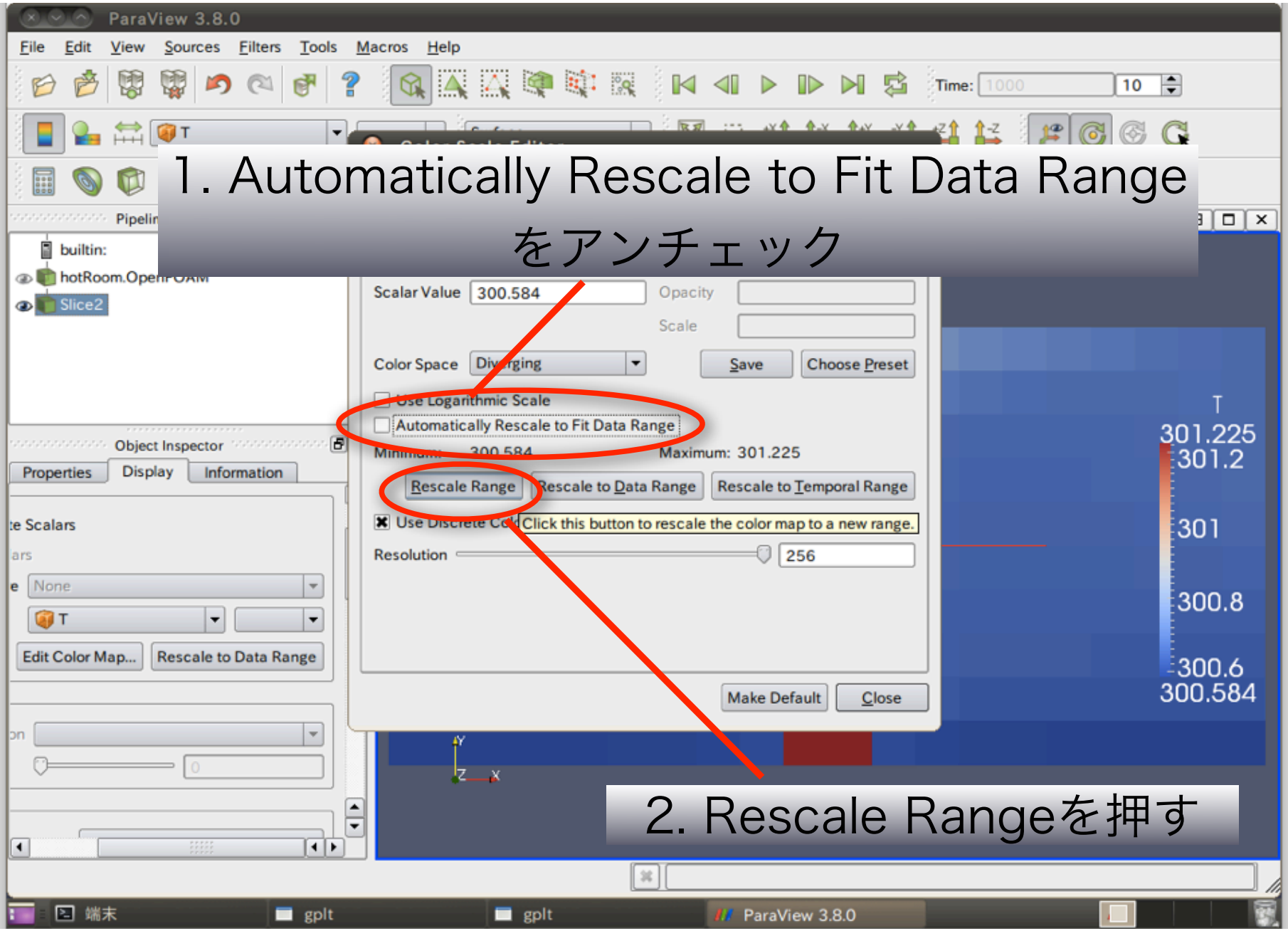

ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Time:
Surface
Pipeline Browser
builtin:
hotRoom.OpenFOAM
Slice2
Color Legend(カラーバー)を押す
Object Inspector
Properties Display Information
Color
Interpolate Scalars
Map Scalars
Apply Texture None
Color by T
Edit Color Map...
Slice
Slice Direction
Slice
Annotation
Toggle Color Legend Visibility
端末
controlDict (~/Ope…
gplt
gplt
ParaView 3.8.0

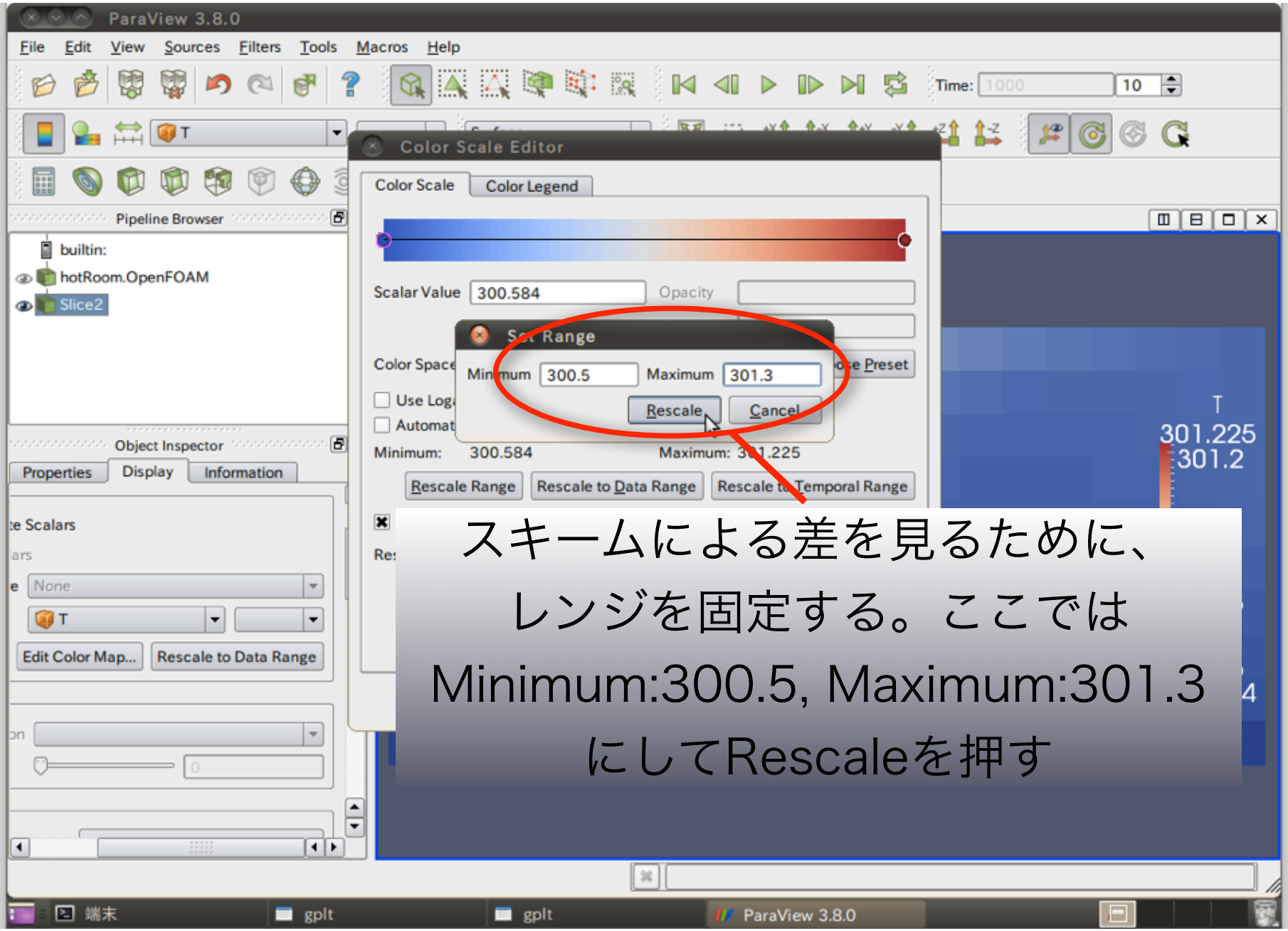

ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Time: 0
Last Frame (1000)
Surface
Pipeline Browser
builtin:
hotRoom.OpenFOAM
Slice2
Object Inspector
Properties Display Information
Color
Interpolate Scalars
Map Scalars
Apply Texture None
Color by T
Edit Color Map...
Slice
Slice Direction
Slice
Annotation
Last Frame(最後の時刻)
ボタンを押す
T
300
300
端末
controlDict (~/Ope…
gplt
gplt
ParaView 3.8.0

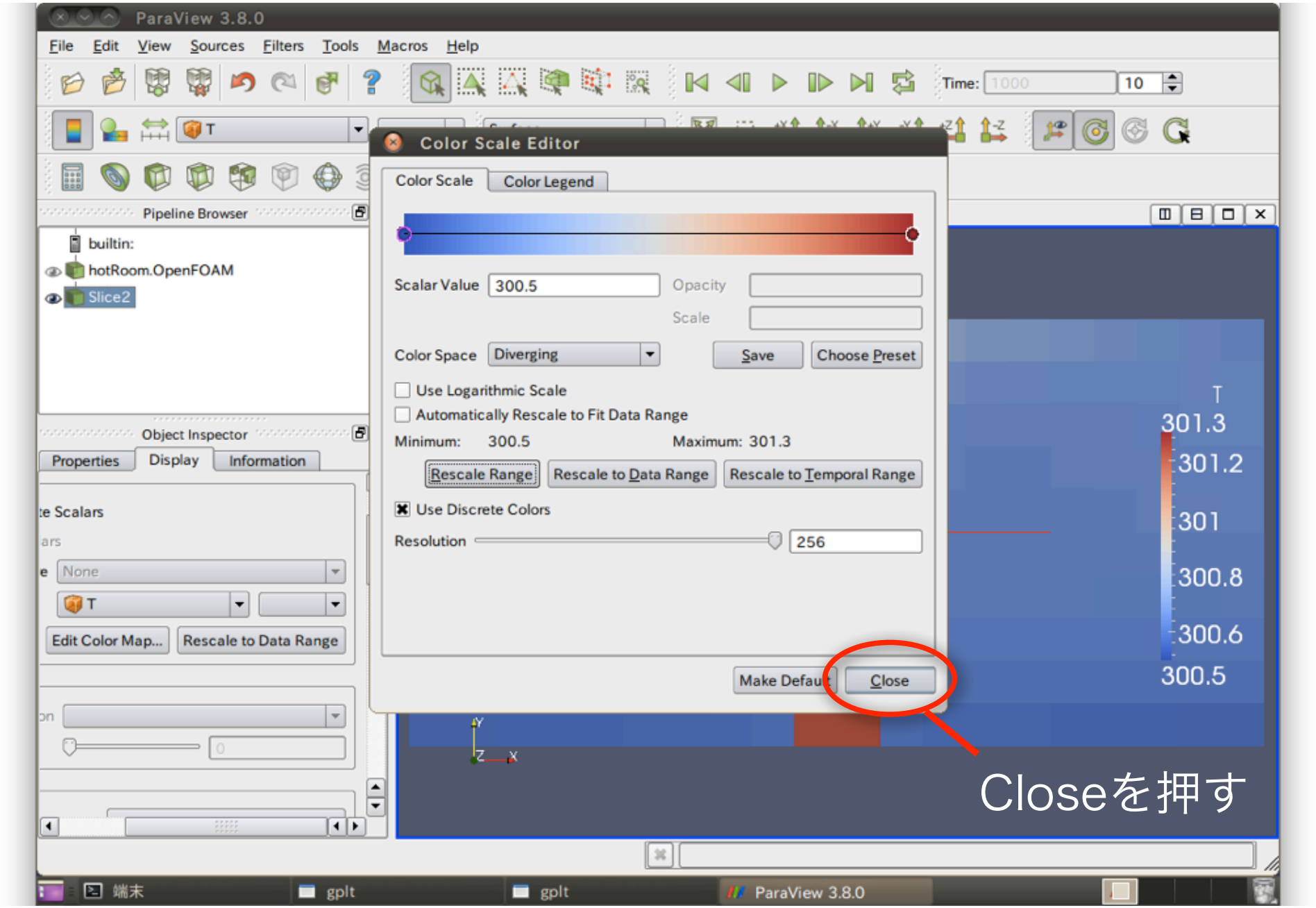

ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Time: 1000 10
T
Surface
Pipeline Browser
builtin:
hotRoom.OpenFOAM
Slice2
Object Inspector
Properties Display Information
te Scalars
ars
e None
T
Edit Color Map...
Rescale to Data Range
on
0
T
300
300
Rescale to Data Range
を押す
端末
controlDict (~/Ope…
gplt
gplt
ParaView 3.8.0

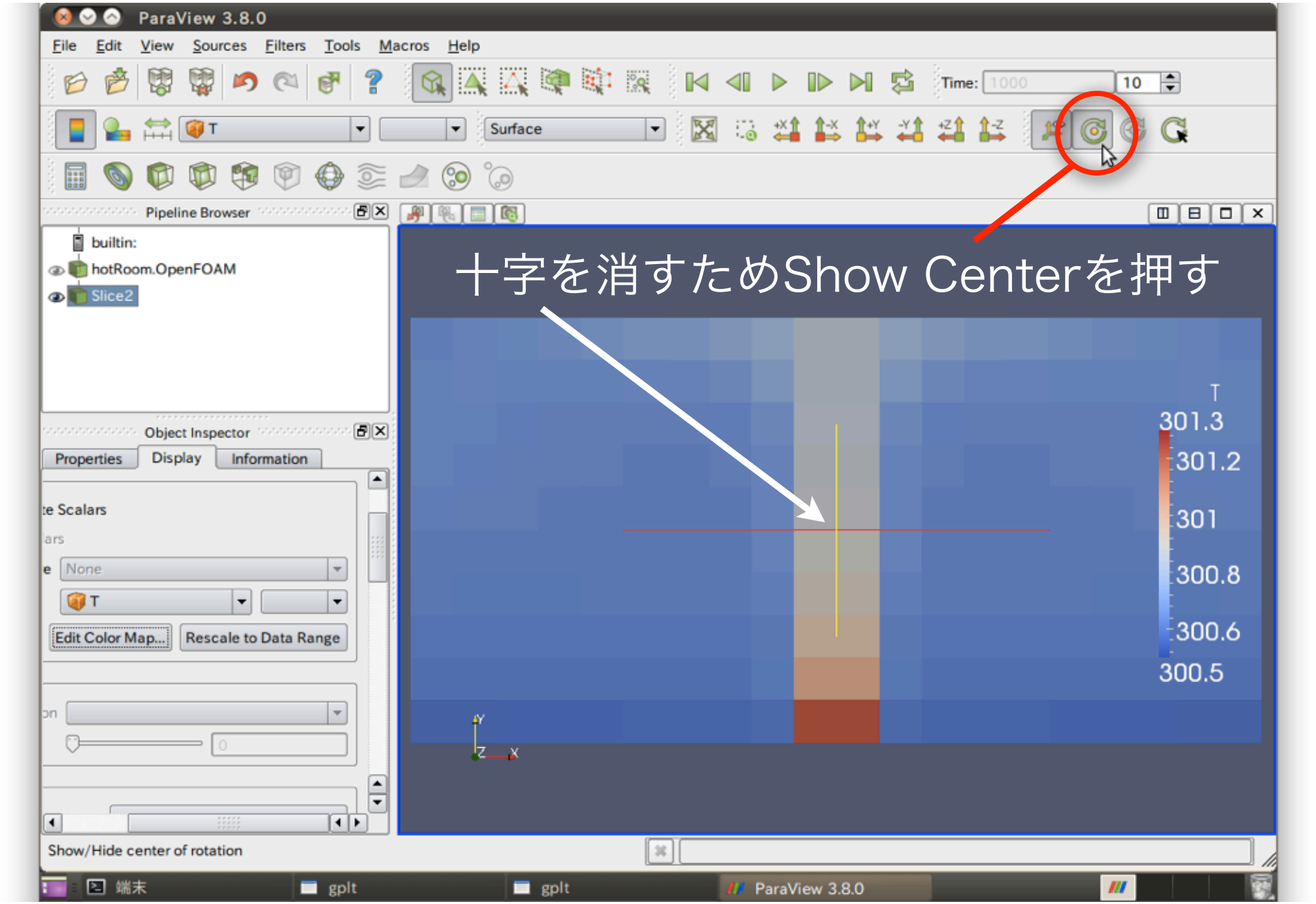

ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Time: 1000 10
T
Surface
Pipeline Browser
builtin:
hotRoom.OpenFOAM
Slice2
Object Inspector
Properties Display Information
te Scalars
ars
e None
T
Edit Color Map...
Rescale to Data Range
on
0
T
301.225
301.2
301
300.8
300.6
300.584
Zoomして大きくする
(右ボタン または Ctr+右/左ボタン)
端末
controlDict (~/Ope…
gplt
gplt
ParaView 3.8.0

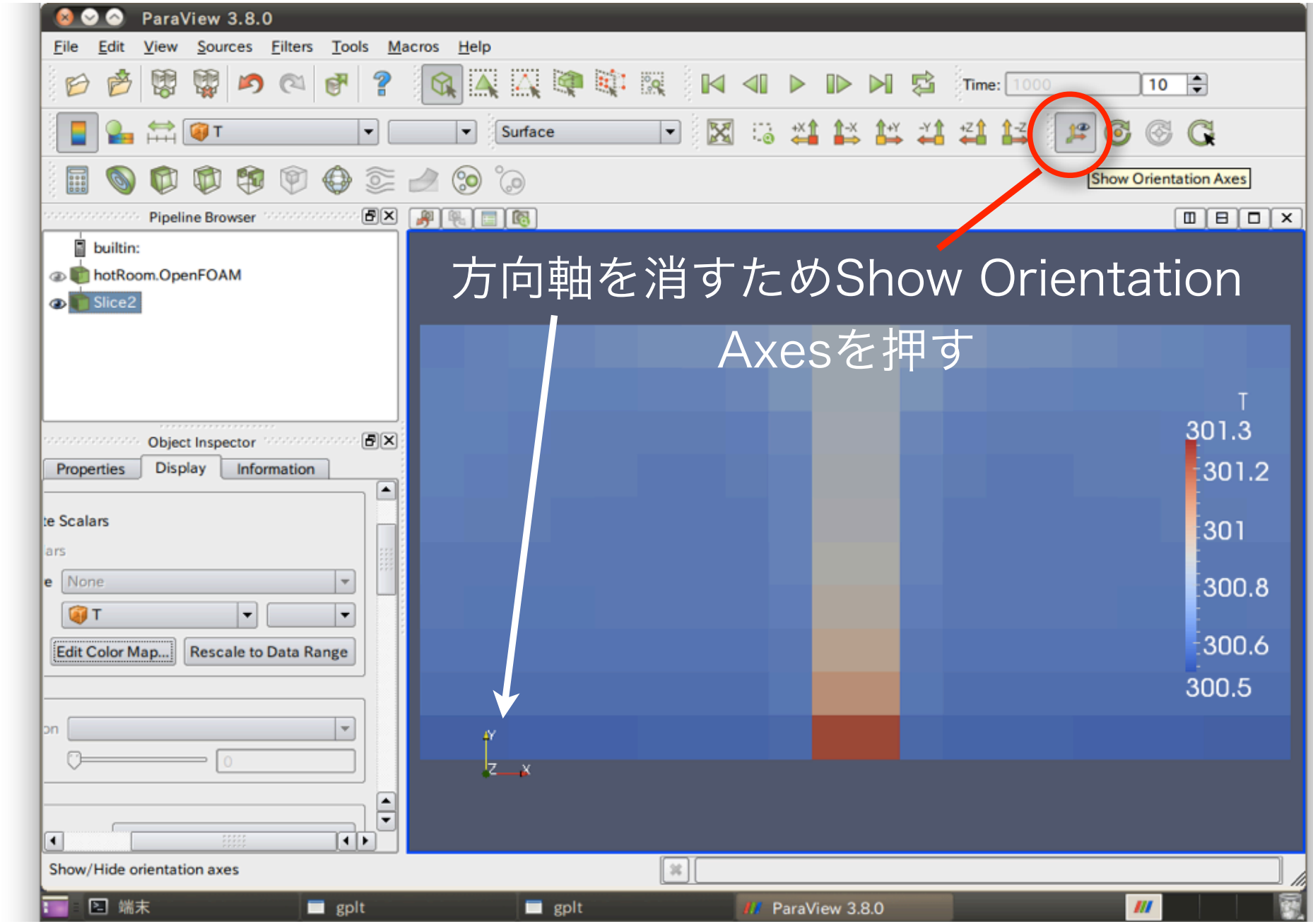

ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Time: 1000 10
T
Surface
Pipeline Browser
builtin:
hotRoom.OpenFOAM
Slice2
Object Inspector
Properties Display Information
te Scalars
ars
e None
T
Edit Color Map...
Rescale to Data Range
on
0
T
301.225
301.2
301
300.8
300.6
300.584
Y
Z X
Edit Color Mapを押す
端末
gplt
gplt
ParaView 3.8.0

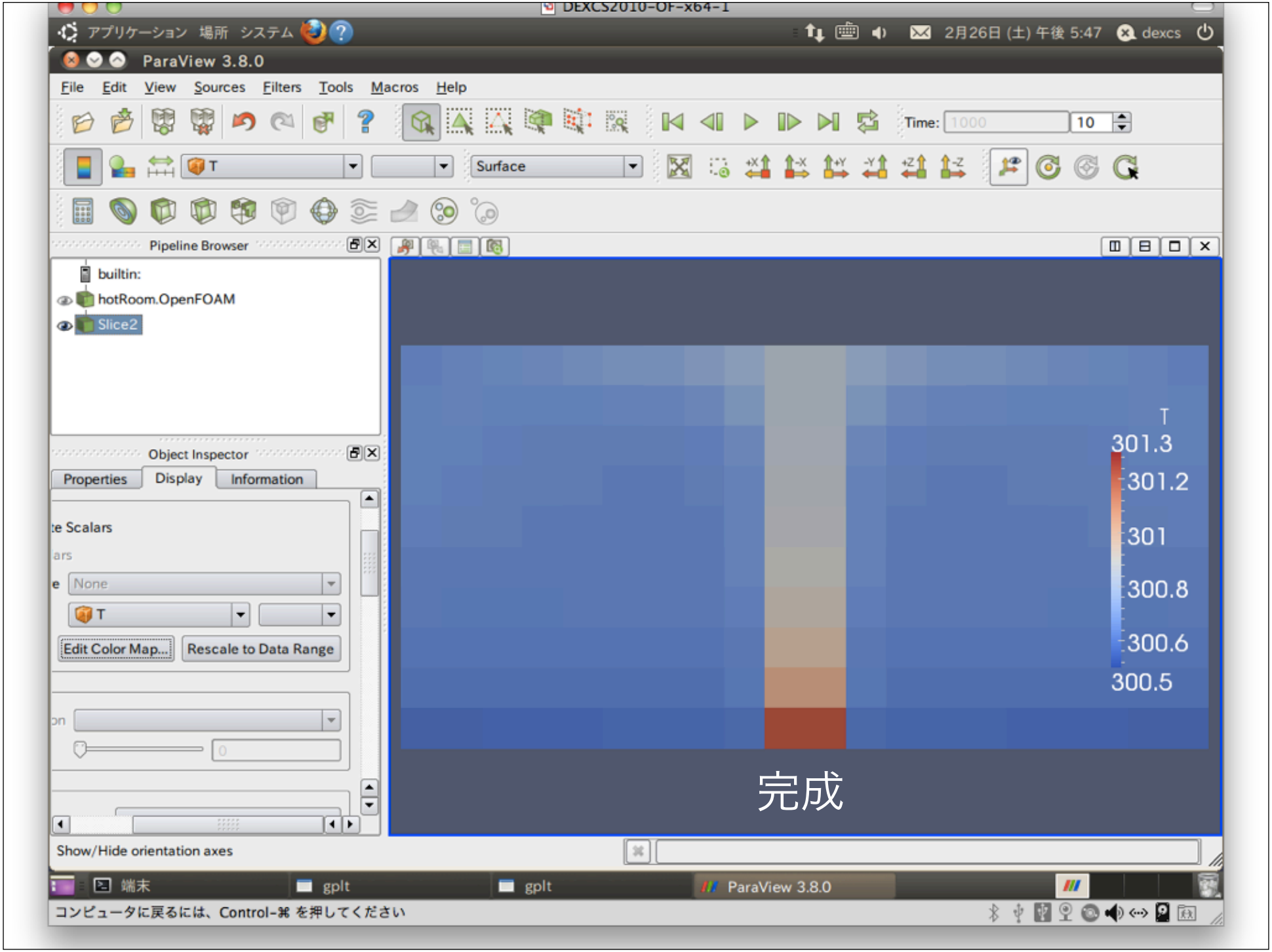

ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Time: 1000 10
1. Automatically Rescale to Fit Data Range
をアンチェック
builtin:
hotRoom.OpenFOAM
Slice2
Object Inspector
Properties Display Information
Scalar Value 300.584
Opacity
Scale
Color Space Diverging
Save
Choose Preset
Use Logarithmic Scale
Automatically Rescale to Fit Data Range
Minimum: 300.584
Maximum: 301.225
Rescale Range
Rescale to Data Range
Rescale to Temporal Range
Use Discrete Co
Click this button to rescale the color map to a new range.
Resolution 256
Make Default
Close
Edit Color Map...
Rescale to Data Range
T
301.225
301.2
301
300.8
300.6
300.584
2. Rescale Rangeを押す
端末
gplt
gplt
ParaView 3.8.0


ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Time: 1000 10
Color Scale Editor
Color Scale Color Legend
Scalar Value 300.584 Opacity
Set Range
Minimum 300.5 Maximum 301.3
Rescale Cancel
Color Space
Use Log
Automat
Minimum: 300.584 Maximum: 301.225
Rescale Range Rescale to Data Range Rescale to Temporal Range
Pipeline Browser
builtin:
hotRoom.OpenFOAM
Slice2
Object Inspector
Properties Display Information
None
T
Edit Color Map... Rescale to Data Range
T
301.225
301.2
スキームによる差を見るために、
レンジを固定する。ここでは
Minimum:300.5, Maximum:301.3
にしてRescaleを押す
端末 gplt gplt ParaView 3.8.0


ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Time: 1000 10
Color Scale Editor
Color Scale
Color Legend
Scalar Value 300.5
Opacity
Scale
Color Space Diverging
Save
Choose Preset
Use Logarithmic Scale
Automatically Rescale to Fit Data Range
Minimum: 300.5
Maximum: 301.3
Rescale Range
Rescale to Data Range
Rescale to Temporal Range
Use Discrete Colors
Resolution 256
Make Default
Close
Pipeline Browser
builtin:
hotRoom.OpenFOAM
Slice2
Object Inspector
Properties
Display
Information
Edit Color Map...
Rescale to Data Range
T
301.3
301.2
301
300.8
300.6
300.5
Closeを押す
端末
gplt
gplt
ParaView 3.8.0


ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Time: 1000 10
T
Surface
Pipeline Browser
builtin:
hotRoom.OpenFOAM
Slice2
十字を消すためShow Centerを押す
Object Inspector
Properties Display Information
te Scalars
None
T
Edit Color Map...
Rescale to Data Range
T
301.3
301.2
301
300.8
300.6
300.5
Show/Hide center of rotation
端末
gplt
gplt
ParaView 3.8.0


ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Time: 1000 10
T
Surface
Show Orientation Axes
Pipeline Browser
builtin:
hotRoom.OpenFOAM
Slice2
方向軸を消すためShow Orientation Axesを押す
Object Inspector
Properties Display Information
te Scalars
None
T
Edit Color Map...
Rescale to Data Range
T
301.3
301.2
301
300.8
300.6
300.5
Y
Z X
Show/Hide orientation axes
端末
gplt
gplt
ParaView 3.8.0


DEXCS2010-OF-x64-1
アプリケーション 場所 システム
2月26日 (土) 午後 5:47 dexcs
ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Time: 1000 10
T
Surface
Pipeline Browser
builtin:
hotRoom.OpenFOAM
Slice2
Object Inspector
Properties Display Information
te Scalars
ars
e None
T
Edit Color Map... Rescale to Data Range
on
0
T
301.3
301.2
301
300.8
300.6
300.5
完成
Show/Hide orientation axes
端末 gplt gplt ParaView 3.8.0
コンピュータに戻るには、Control-⌘ を押してください

# 離散化スキームの設定変更

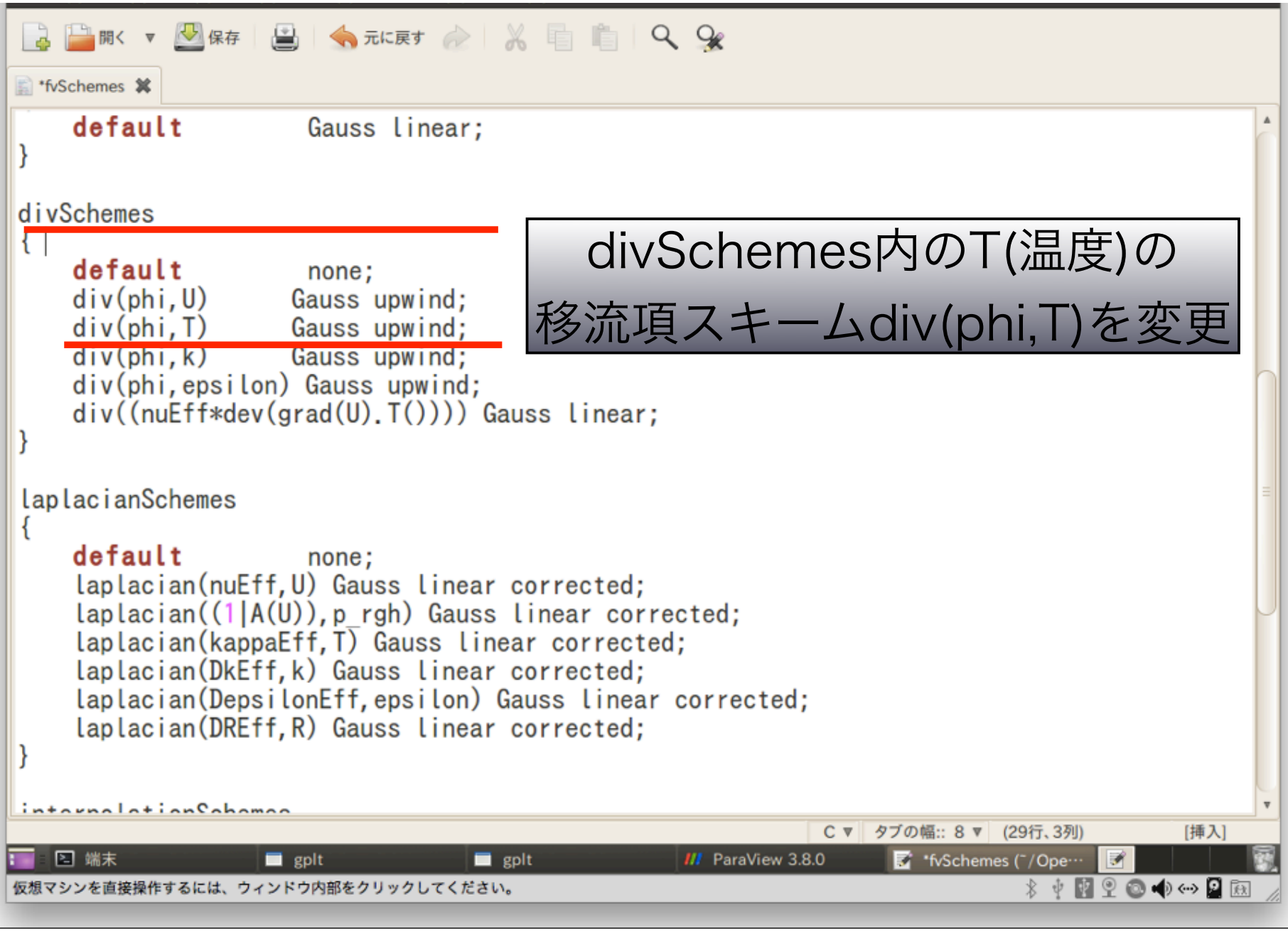
# 離散化スキームの変更

gedit system/fvSchemes &⏎

←ファイル名はTab
キーで補完できます

スキームの変更と計算実行を繰り返し行うため、 エディターを動かしたまま計算を実行できるように、最後に&を付けます。

# 離散化スキームの変更

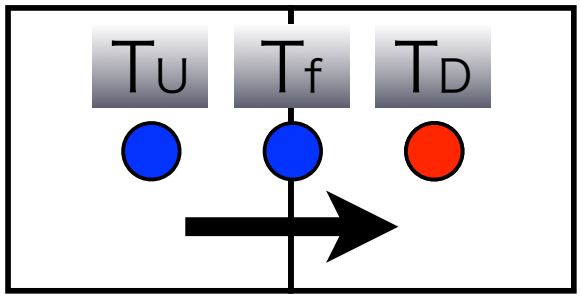



divSchemes内のT(温度)の
移流項スキームdiv(phi,T)を変更

# 離散化スキームの変更

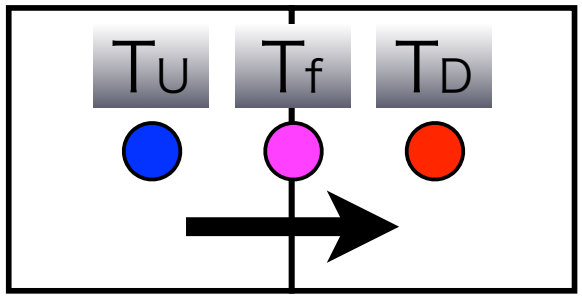
| | | |
|---|---|---|
| div(phi,h) | Gauss upwind; | ← 風上差分 (1次精度) |
| | ↓ | |
| div(phi,h) | Gauss linear; | ← 中心差分 (2次精度) |

upwind(風上差分)



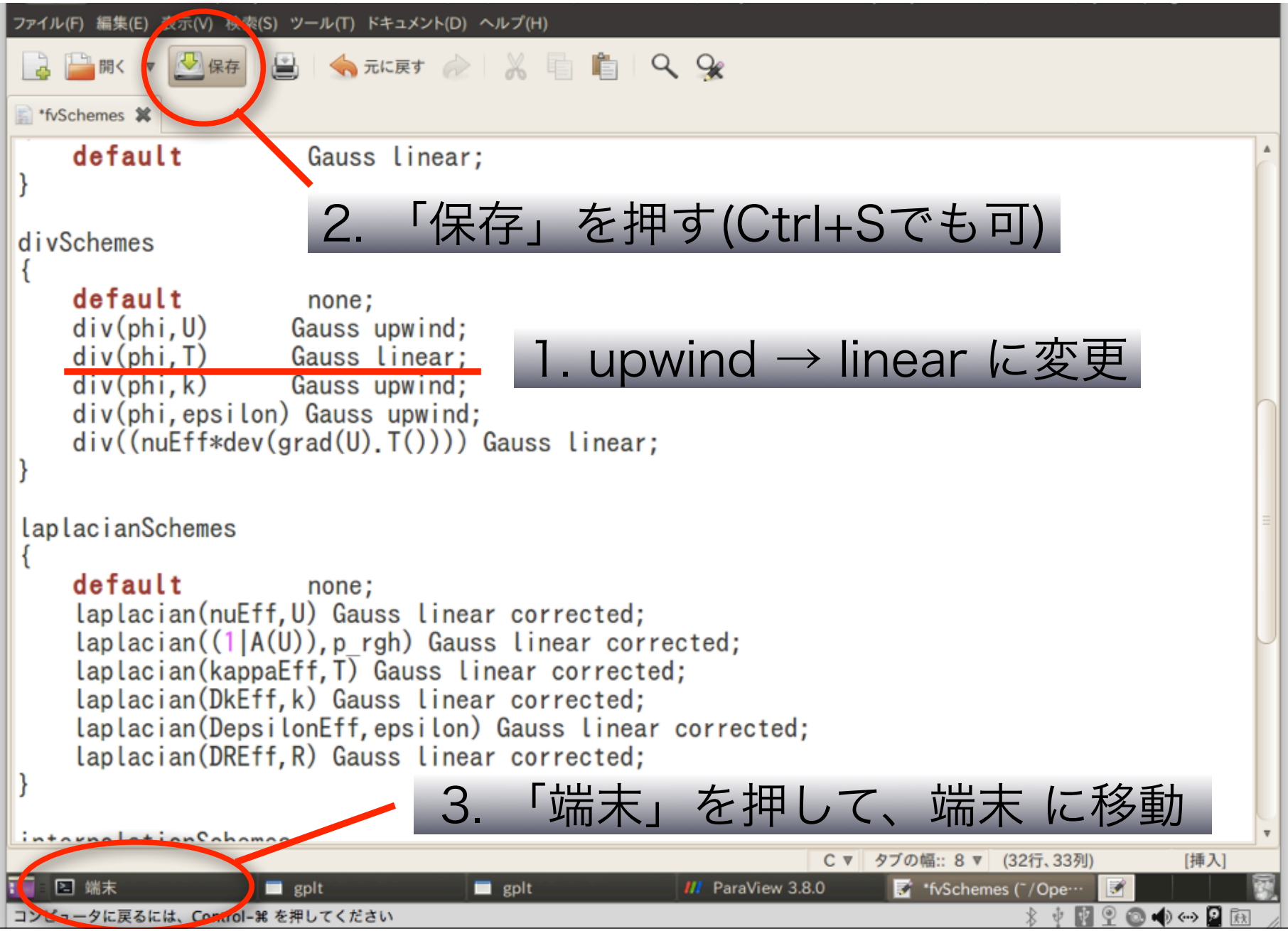

$T_f = T_U$: 風上を用いる

linear(中心差分)




$T_f = (T_U + T_D)/2$
:線型補間した中心の値を用いる

# 離散化スキームの変更


ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 検索(S) ツール(T) ドキュメント(D) ヘルプ(H)
開く
保存
元に戻す
*fvSchemes
default Gauss linear;
}
divSchemes
{
default none;
div(phi,U) Gauss upwind;
div(phi,T) Gauss linear;
div(phi,k) Gauss upwind;
div(phi,epsilon) Gauss upwind;
div((nuEff*dev(grad(U).T()))) Gauss linear;
}
laplacianSchemes
{
default none;
laplacian(nuEff,U) Gauss linear corrected;
laplacian((1|A(U)),p_rgh) Gauss linear corrected;
laplacian(kappaEff,T) Gauss linear corrected;
laplacian(DkEff,k) Gauss linear corrected;
laplacian(DepsilonEff,epsilon) Gauss linear corrected;
laplacian(DREff,R) Gauss linear corrected;
}
2. 「保存」を押す(Ctrl+Sでも可)
1. upwind → linear に変更
3. 「端末」を押して、端末 に移動
C タブの幅: 8 (32行, 33列) [挿入]
端末
gplt
gplt
ParaView 3.8.0
*fvSchemes
コンピュータに戻るには、Control-⌘ を押してください

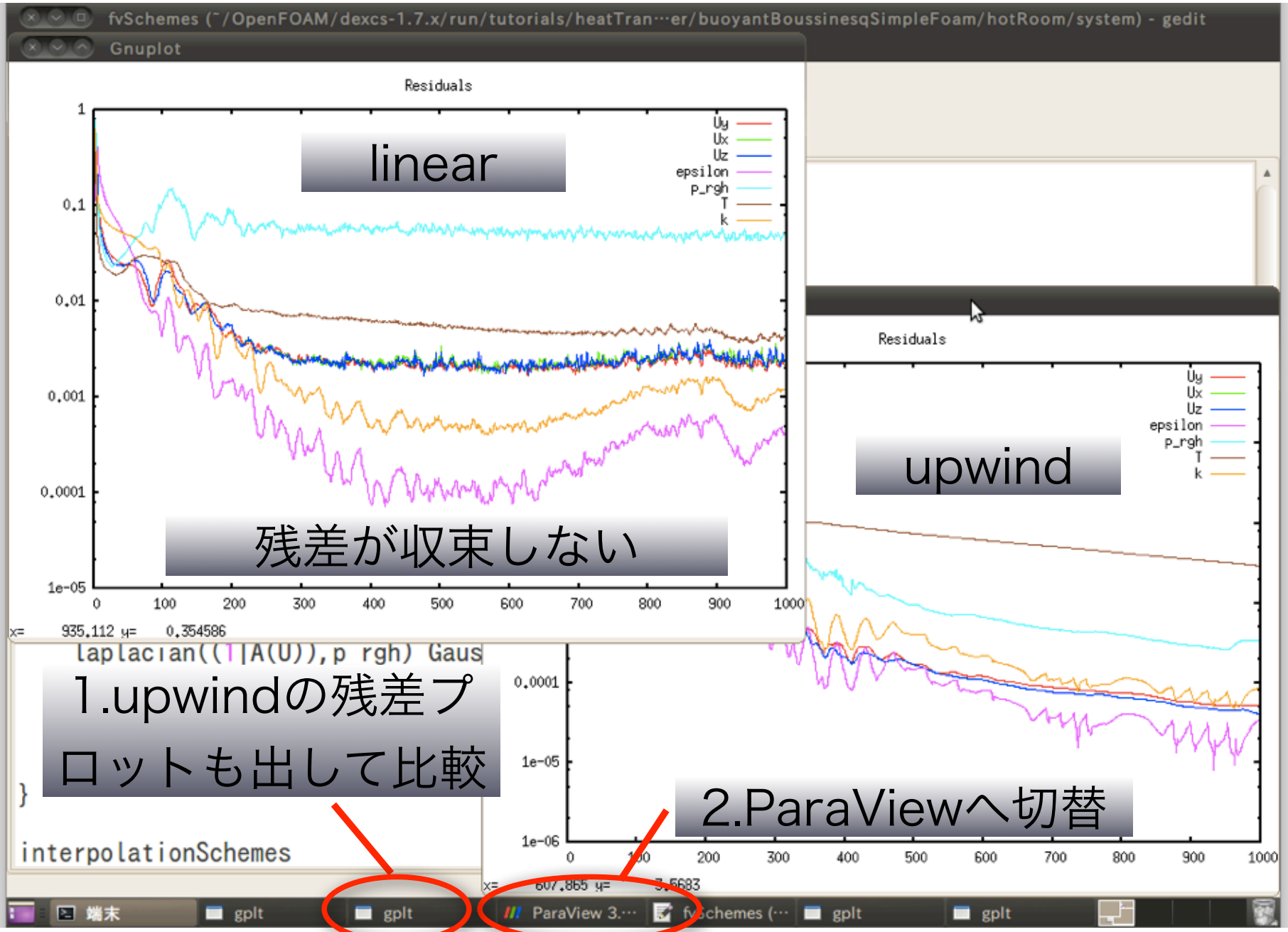
# 離散化スキームの変更

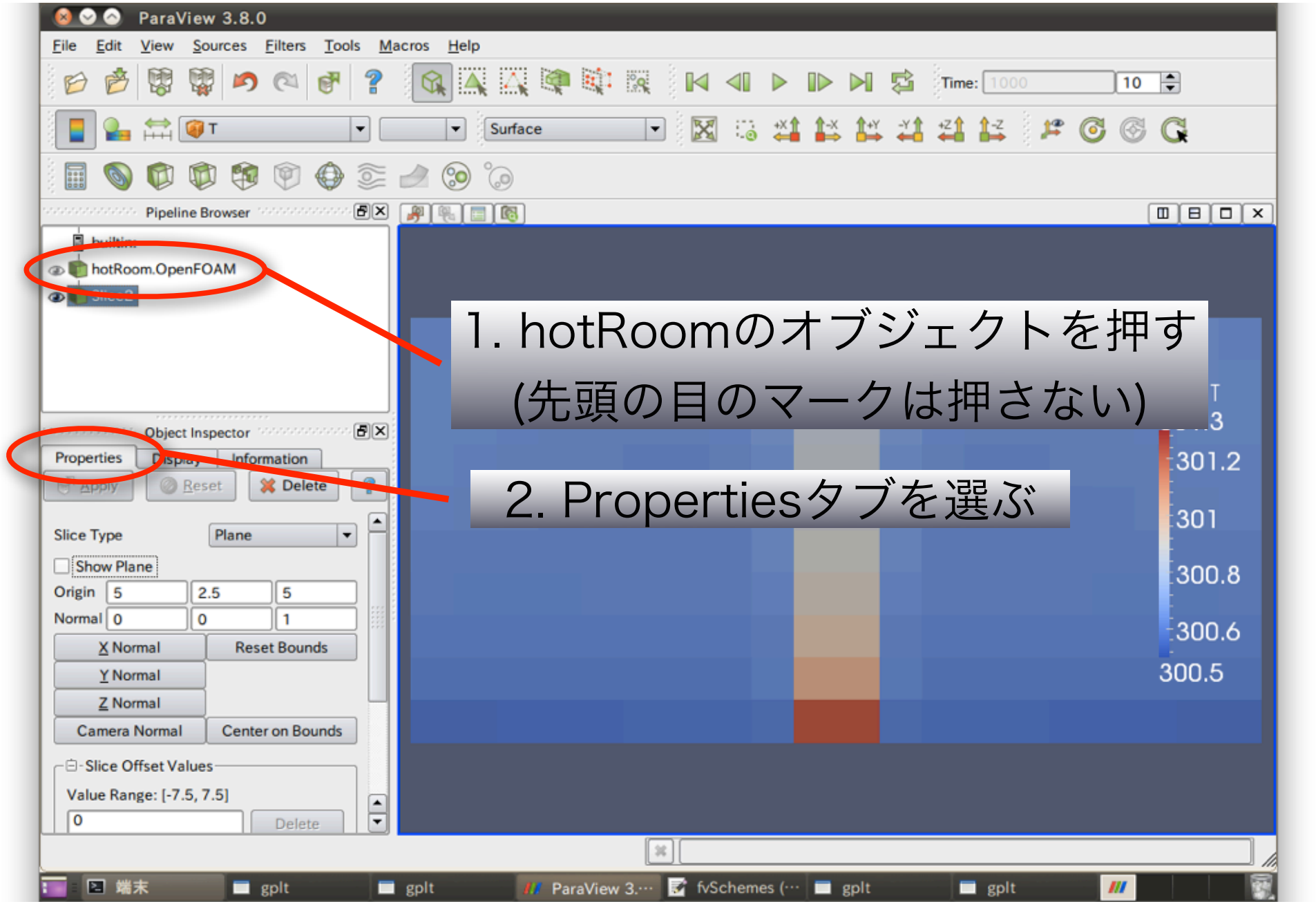
Ctrl+P ←Ctrl+P(または↑)で直前のコマンド履歴が出ます

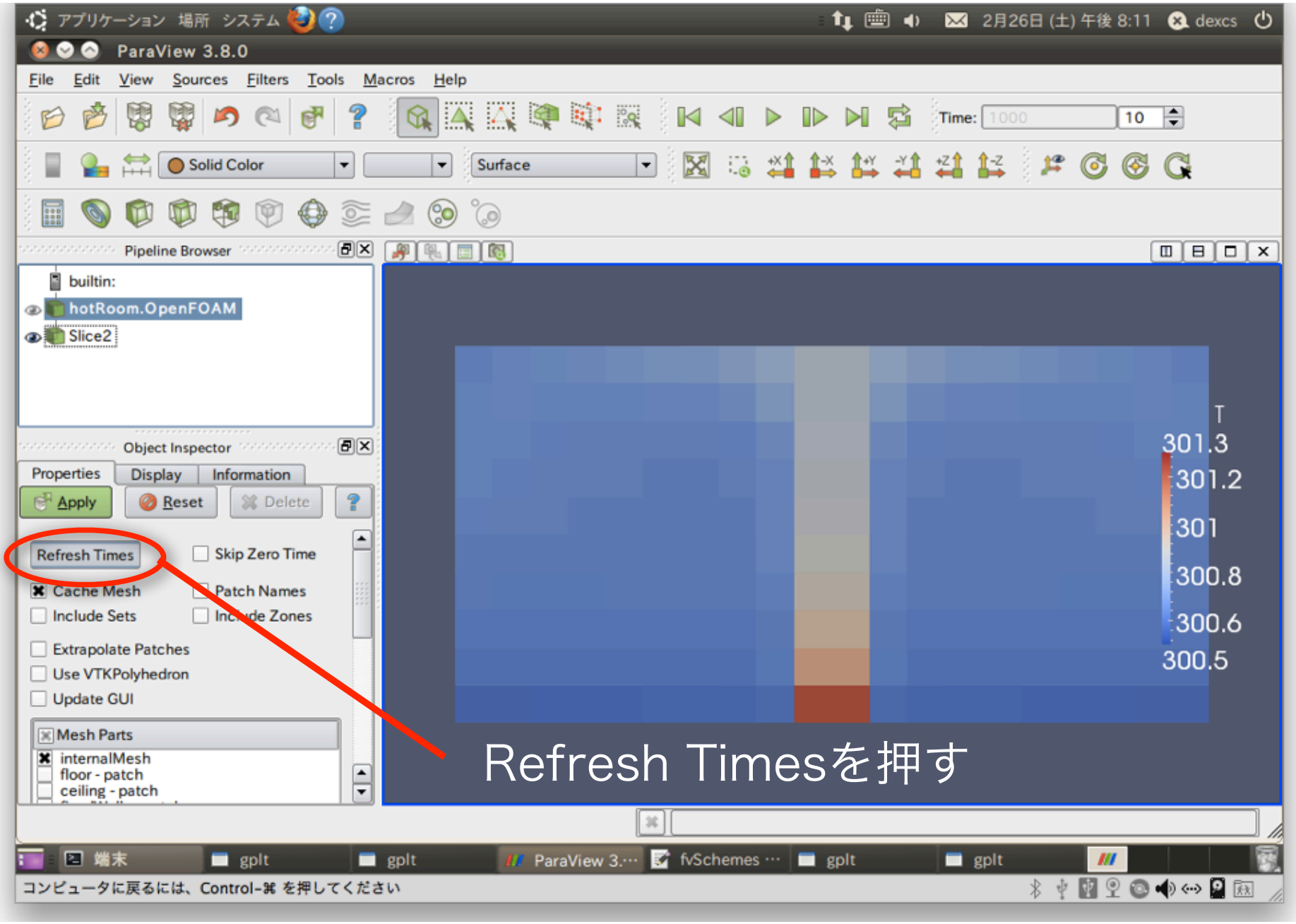
Ctrl+P ←何回かpyFoamPlot...の行が出るまで続けます

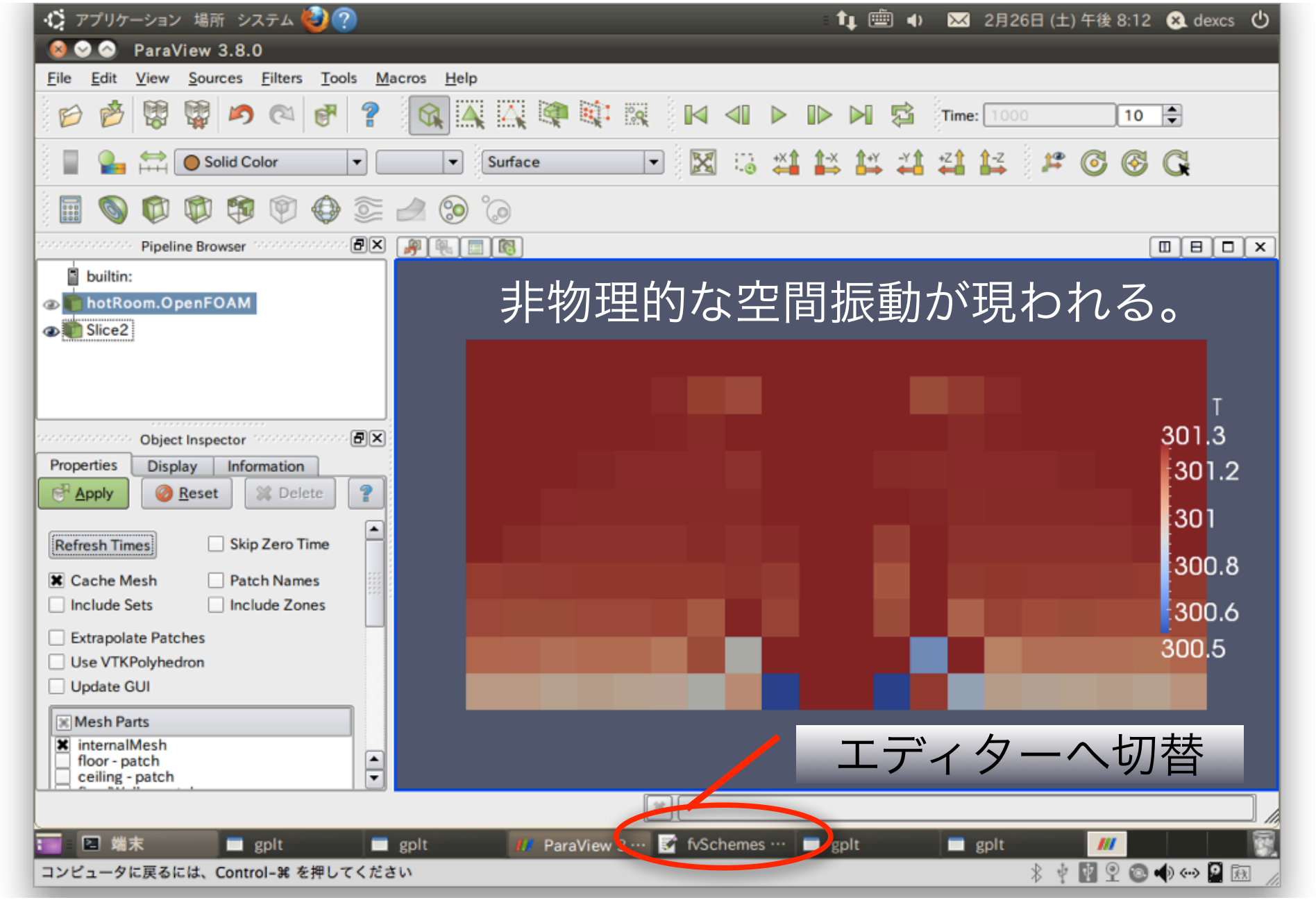
…

pyFoamPlotRunner.py buoyant...  ←出たらEnter


fvSchemes (~/OpenFOAM/dexcs-1.7.x/run/tutorials/heatTran…er/buoyantBoussinesqSimpleFoam/hotRoom/system) - gedit
Gnuplot
Residuals
linear
残差が収束しない
Uy
Ux
Uz
epsilon
p_rgh
T
k
upwind
1.upwindの残差プロットも出して比較
2.ParaViewへ切替
laplacian((T|A(U)),p_rgh) Gaus
}
interpolationSchemes
端末
gplt
ParaView 3.…


ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Time: 1000 10
Surface
Pipeline Browser
hotRoom.OpenFOAM
Object Inspector
Properties Information
Apply Reset Delete
Slice Type Plane
Show Plane
Origin 5 2.5 5
Normal 0 0 1
X Normal Reset Bounds
Y Normal
Z Normal
Camera Normal Center on Bounds
Slice Offset Values
Value Range: [-7.5, 7.5]
0 Delete
1. hotRoomのオブジェクトを押す
(先頭の目のマークは押さない)
2. Propertiesタブを選ぶ
301.2
301
300.8
300.6
300.5
端末 gplt gplt ParaView 3.… fvSchemes (… gplt gplt


ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Solid Color
Surface
Pipeline Browser
builtin:
hotRoom.OpenFOAM
Slice2
Object Inspector
Properties Display Information
Apply Reset Delete
Refresh Times
Skip Zero Time
Cache Mesh
Patch Names
Include Sets
Extrapolate Patches
Use VTKPolyhedron
Update GUI
Mesh Parts
internalMesh
floor - patch
ceiling - patch
T
301.3
301.2
301
300.8
300.6
300.5
Refresh Timesを押す


ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Pipeline Browser
builtin:
hotRoom.OpenFOAM
Slice2
Object Inspector
Properties Display Information
Apply Reset Delete
Refresh Times
Skip Zero Time
Cache Mesh
Patch Names
Include Sets
Include Zones
Extrapolate Patches
Use VTKPolyhedron
Update GUI
Mesh Parts
internalMesh
floor - patch
ceiling - patch
非物理的な空間振動が現われる。
T
301.3
301.2
301
300.8
300.6
300.5
エディターへ切替
コンピュータに戻るには、Control-⌘ を押してください

# 離散化スキームの修正

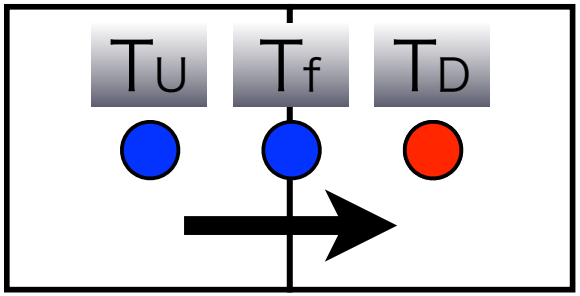
div(phi,h) Gauss linear;　← 中心差分 (2次精度)

↓

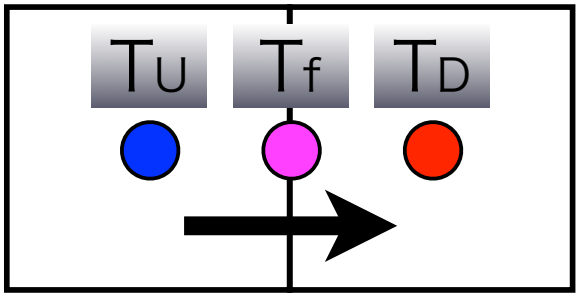
div(phi,h) Gaussauss limitedLinear 1;　←TVD法 (1～2次)

引数: 0(精度重視)～1(安定重視)

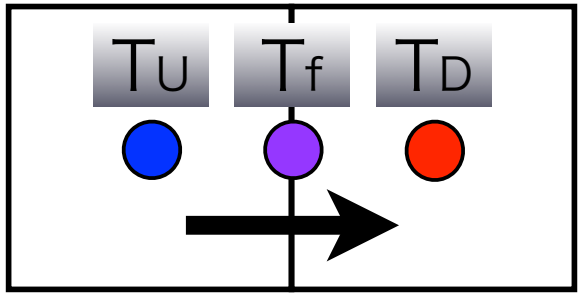
upwind(風上差分)




linear(中心差分)



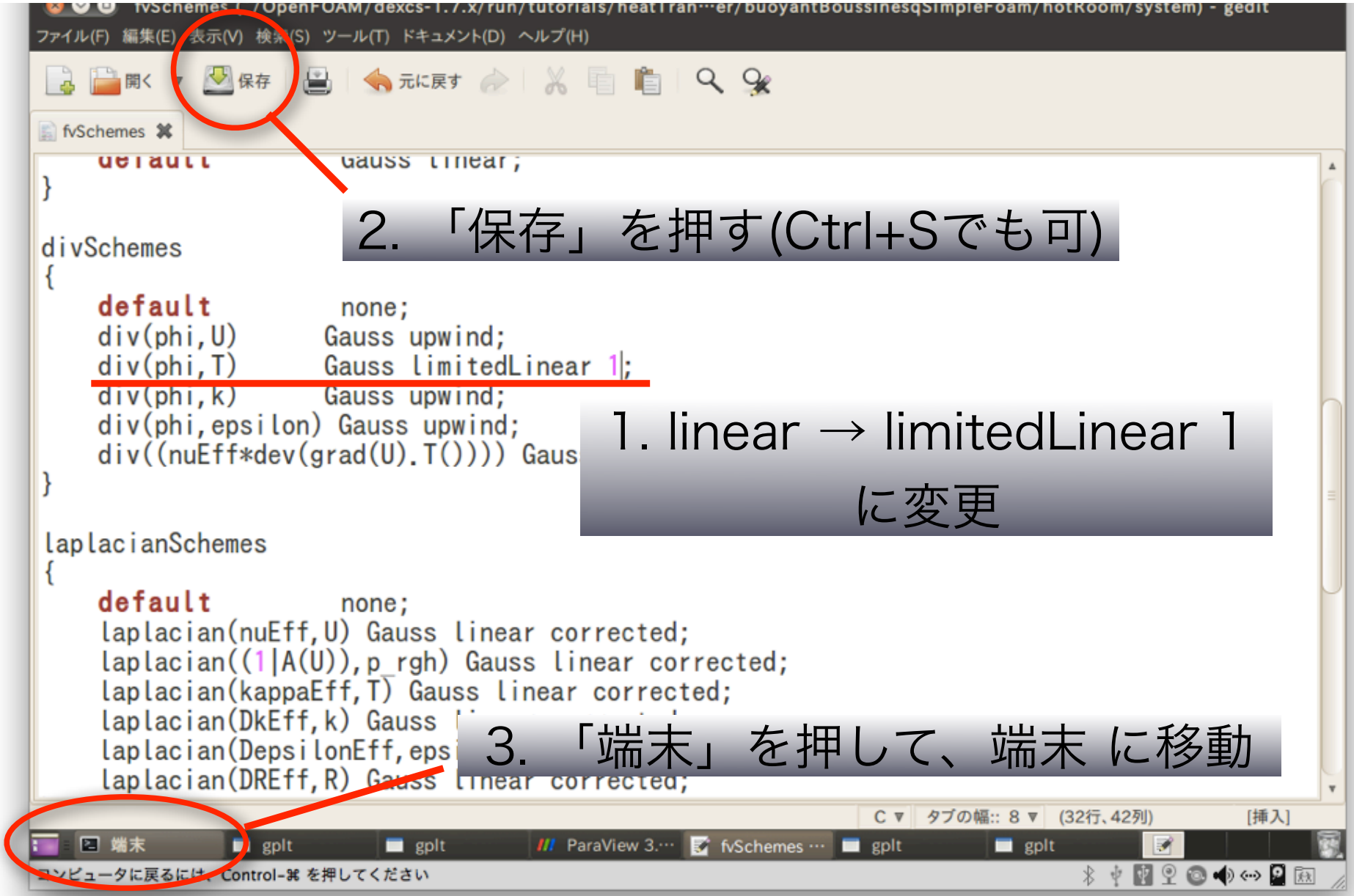

limitedLinear(TVD法)

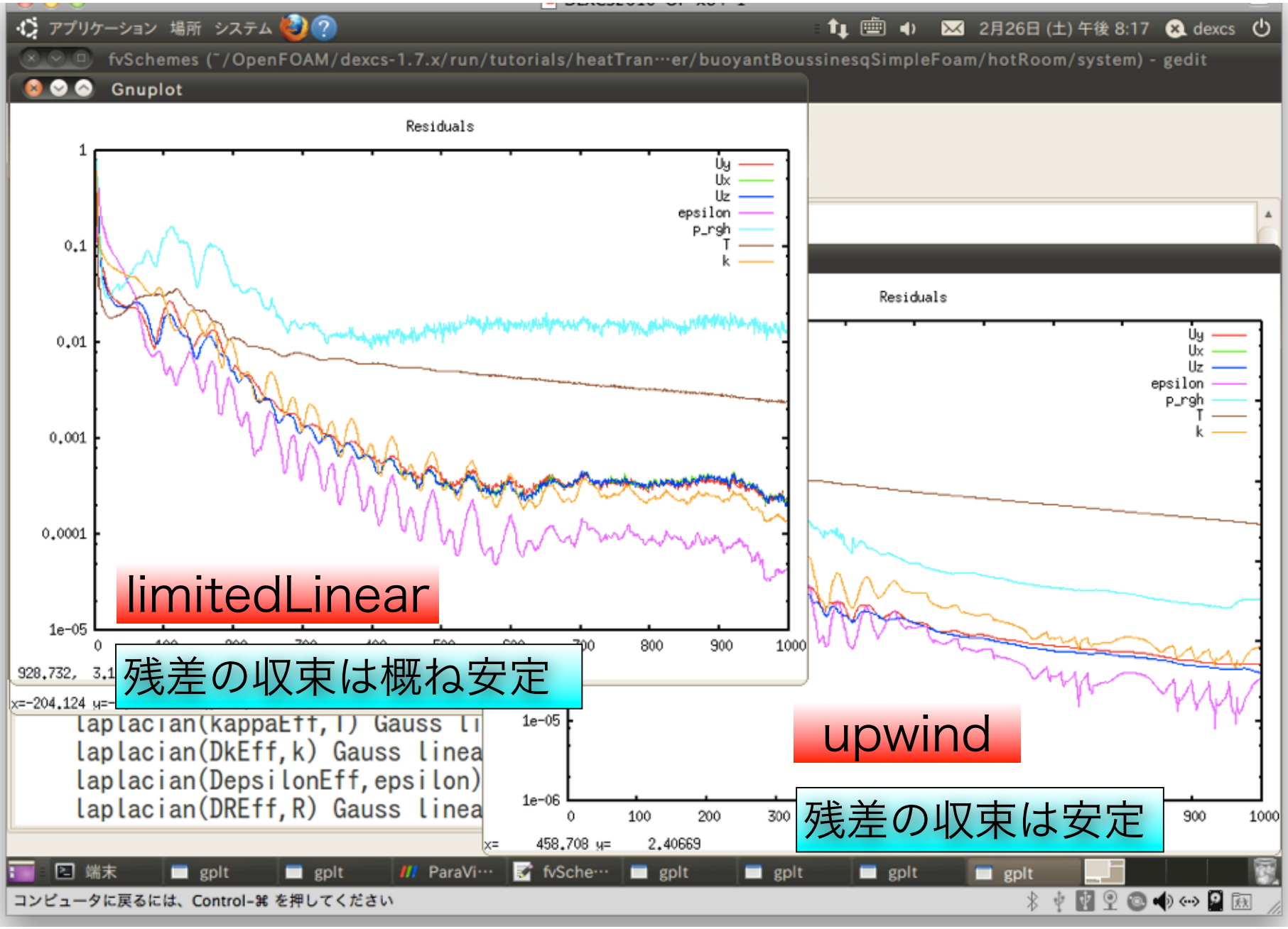


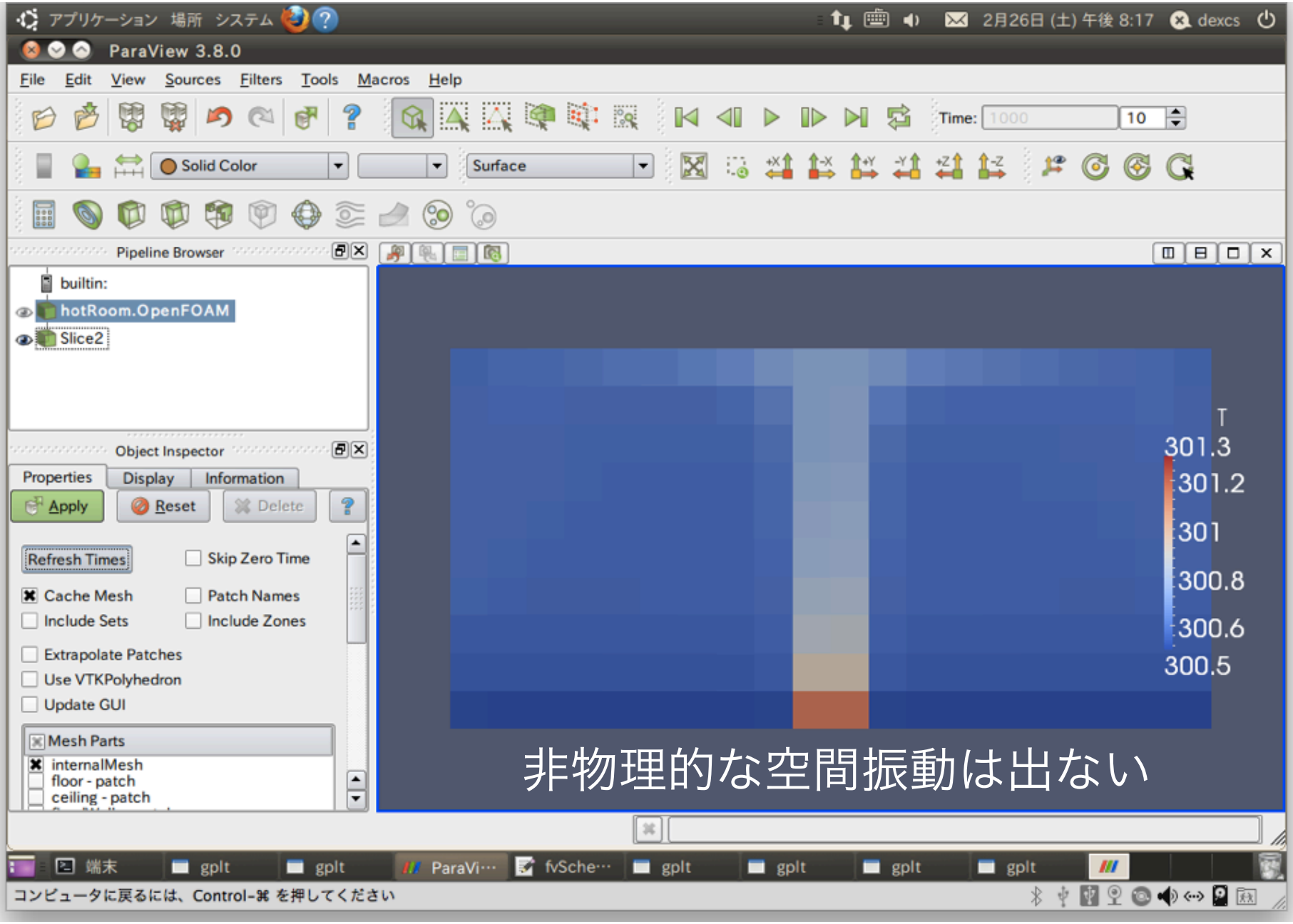

$T_f = \alpha T_U + (1-\alpha) T_D$

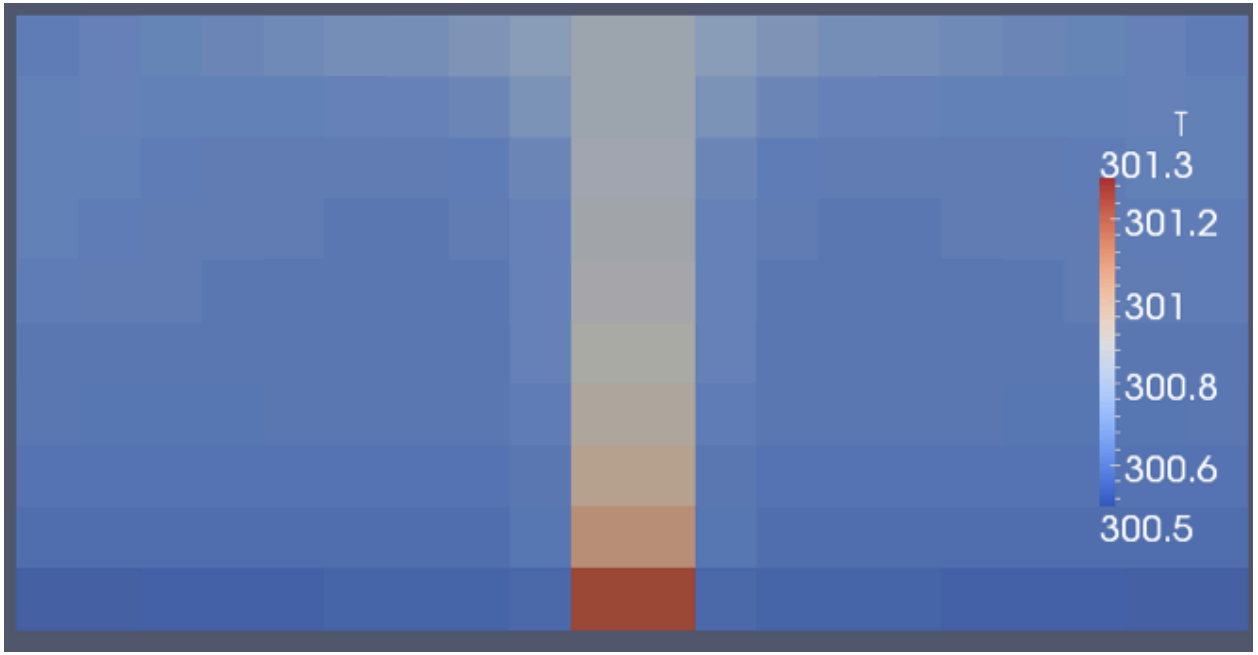
安定性と精度を保つよう風上の値をブレンド

# 離散化スキームの変更


ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 検索(S) ツール(T) ドキュメント(D) ヘルプ(H)
開く
保存
元に戻す
fvSchemes
}
divSchemes
{
default none;
div(phi,U) Gauss upwind;
div(phi,T) Gauss limitedLinear 1;
div(phi,k) Gauss upwind;
div(phi,epsilon) Gauss upwind;
div((nuEff*dev(grad(U).T()))) Gaus
}
laplacianSchemes
{
default none;
laplacian(nuEff,U) Gauss linear corrected;
laplacian((1|A(U)),p_rgh) Gauss linear corrected;
laplacian(kappaEff,T) Gauss linear corrected;
laplacian(DkEff,k) Gauss
laplacian(DepsilonEff,eps
laplacian(DREff,R) Gauss linear corrected;
2. 「保存」を押す(Ctrl+Sでも可)
1. linear → limitedLinear 1 に変更
3. 「端末」を押して、端末 に移動
C ▼ タブの幅: 8 ▼ (32行、42列) [挿入]
端末
gplt
gplt
ParaView 3.…
fvSchemes …
gplt
gplt
コンピュータに戻るには、Control-⌘ を押してください

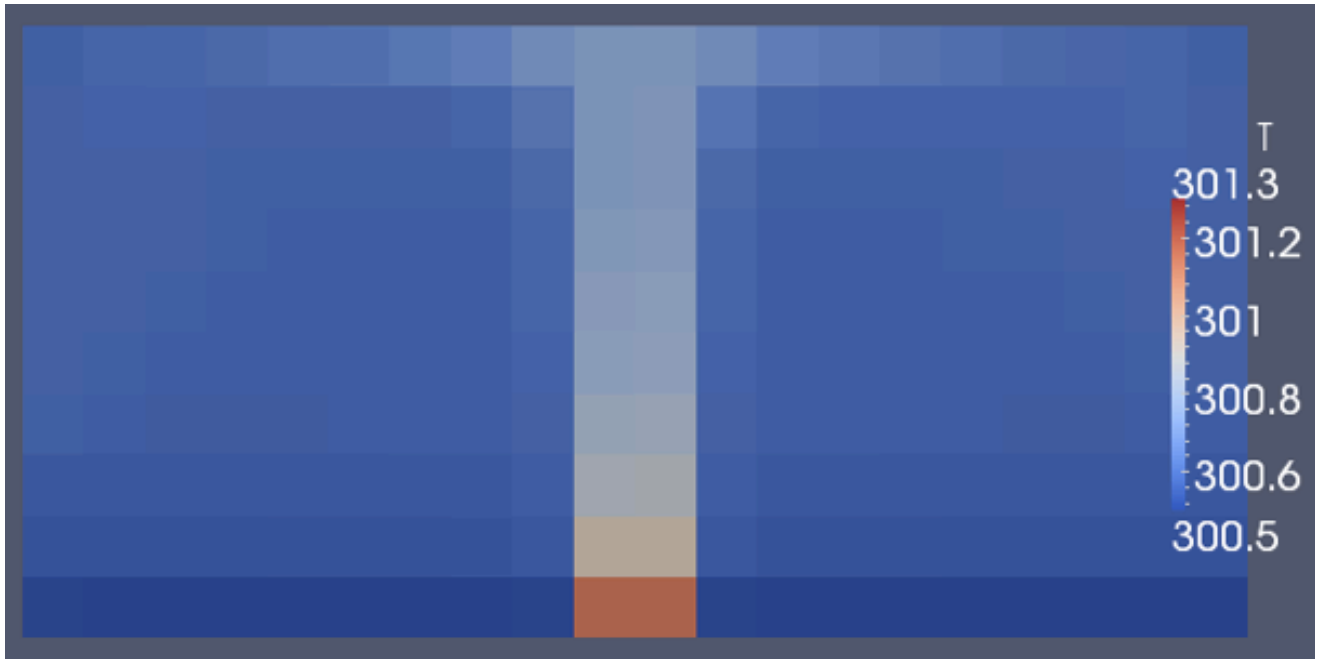

Residuals
Uy
Ux
Uz
epsilon
p_rgh
T
k
limitedLinear
残差の収束は概ね安定
Residuals
upwind
残差の収束は安定
laplacian(kappaEff,T) Gauss li
laplacian(DkEff,k) Gauss linea
laplacian(DepsilonEff,epsilon)
laplacian(DREff,R) Gauss linea
コンピュータに戻るには、Control-⌘ を押してください


アプリケーション 場所 システム
2月26日 (土) 午後 8:17
dexcs
ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Time: 1000 10
Solid Color
Surface
Pipeline Browser
builtin:
hotRoom.OpenFOAM
Slice2
Object Inspector
Properties Display Information
Apply Reset Delete
Refresh Times
Skip Zero Time
Cache Mesh
Patch Names
Include Sets
Include Zones
Extrapolate Patches
Use VTKPolyhedron
Update GUI
Mesh Parts
internalMesh
floor - patch
ceiling - patch
T
301.3
301.2
301
300.8
300.6
300.5
非物理的な空間振動は出ない
端末
gplt
gplt
ParaVi…
fvSche…
gplt
gplt
gplt
gplt
コンピュータに戻るには、Control-⌘ を押してください




upwind

解の分布が拡散的

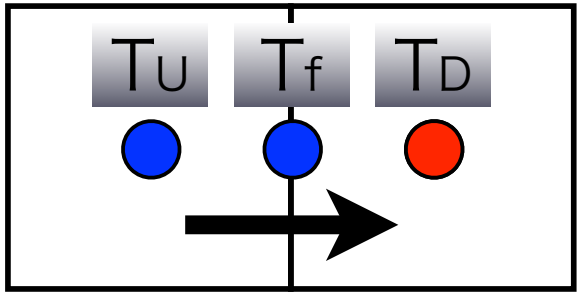



limitedLinear

分布が多少
シャープ

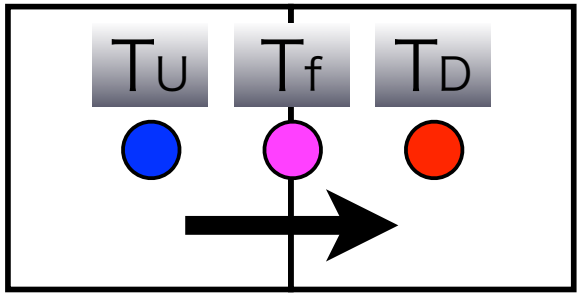
# 離散化スキームの比較

upwind(風上差分)



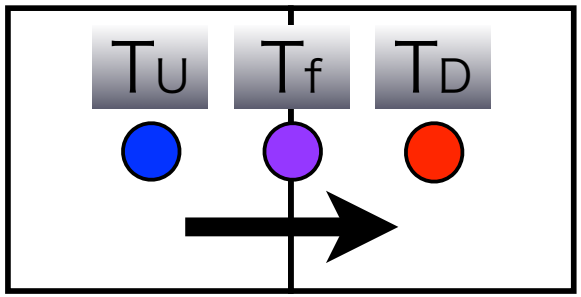

- 計算は非常に安定
- 粗い格子では精度は悪い
- 解が拡散的になる

linear(中心差分)




- 計算は不安定
- 細かい格子では精度良い
- 粗い格子では空間振動

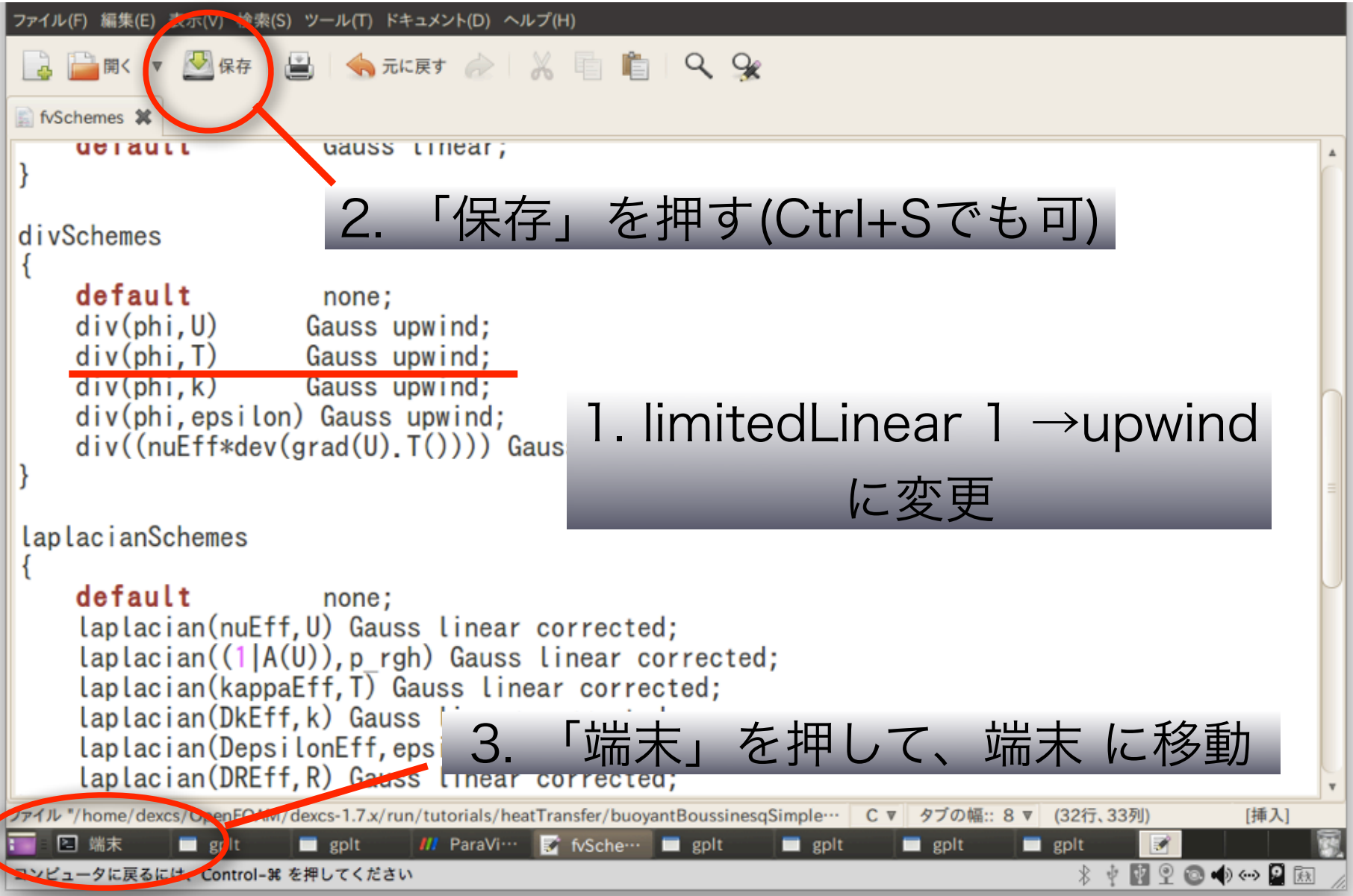
limitedLinear(TVD法)



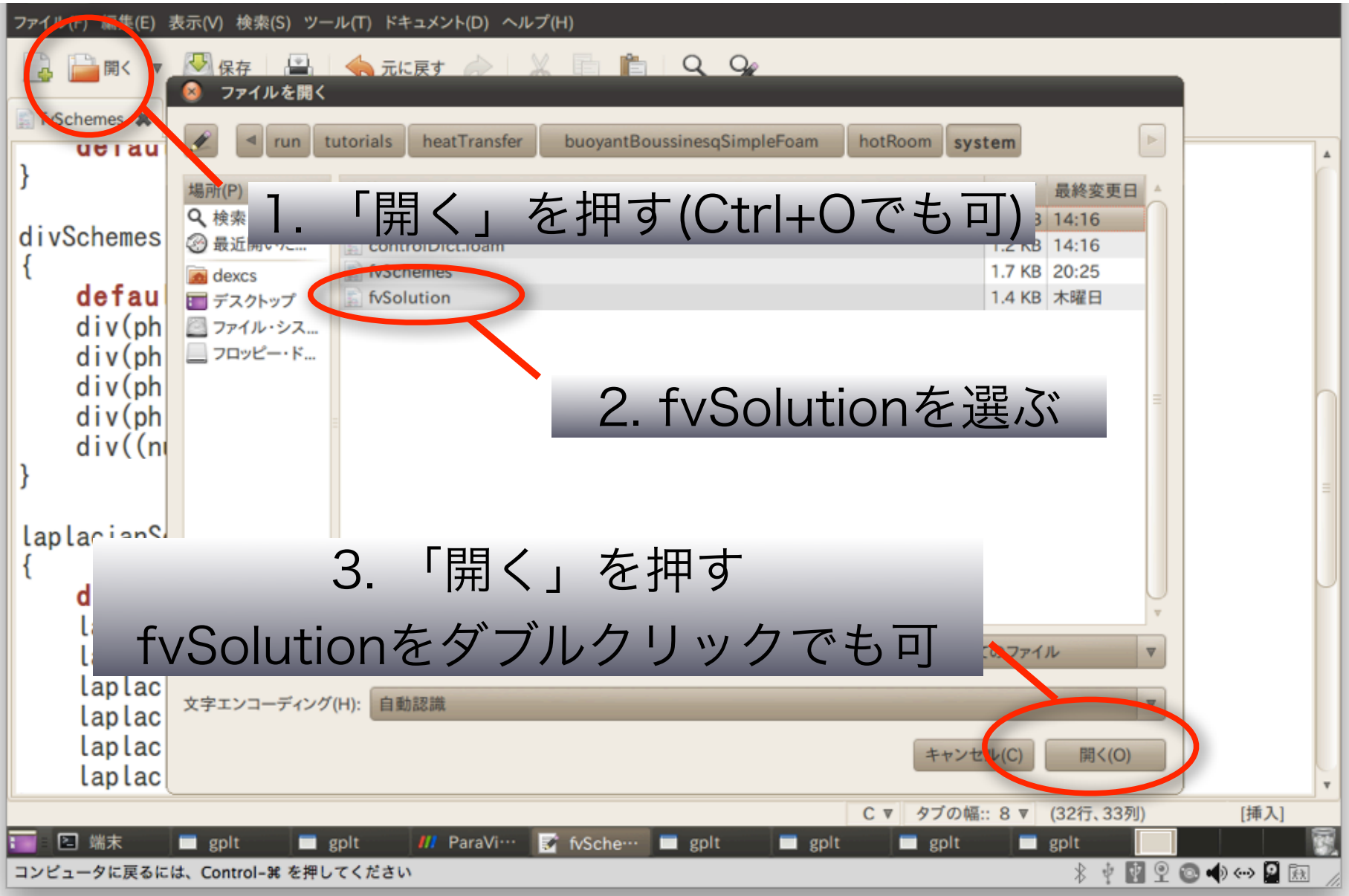

- 計算は安定
- 精度は程々良い
- 引数を取る(パラメータ依存)

# 線型ソルバーの設定変更

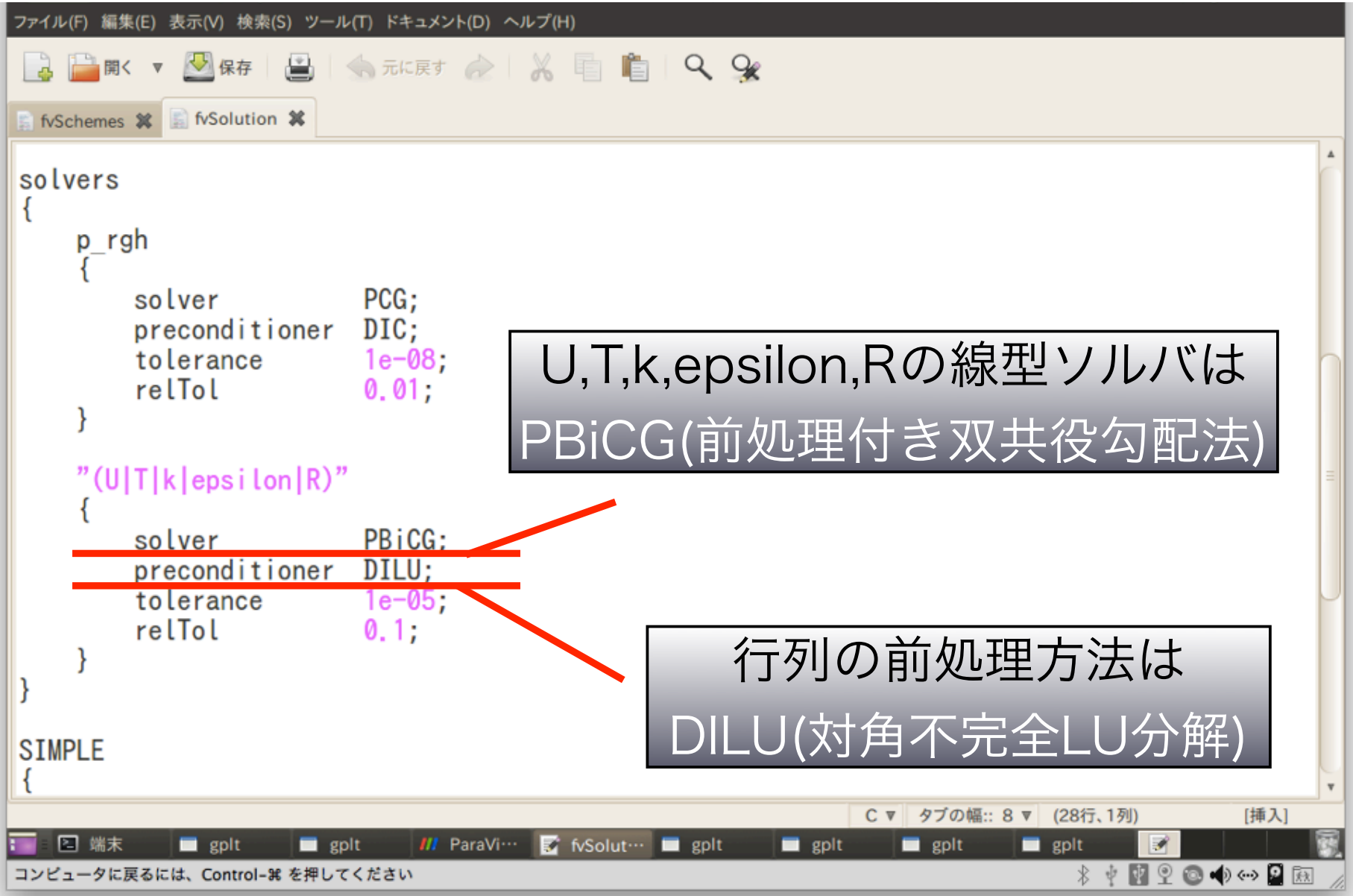
# 離散化スキームを戻す


ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 検索(S) ツール(T) ドキュメント(D) ヘルプ(H)
開く
保存
元に戻す
fvSchemes
default Gauss linear;
}
divSchemes
{
default none;
div(phi,U) Gauss upwind;
div(phi,T) Gauss upwind;
div(phi,k) Gauss upwind;
div(phi,epsilon) Gauss upwind;
div((nuEff*dev(grad(U).T()))) Gaus
}
laplacianSchemes
{
default none;
laplacian(nuEff,U) Gauss linear corrected;
laplacian((1|A(U)),p_rgh) Gauss linear corrected;
laplacian(kappaEff,T) Gauss linear corrected;
laplacian(DkEff,k) Gauss
laplacian(DepsilonEff,eps
laplacian(DREff,R) Gauss linear corrected;
2. 「保存」を押す(Ctrl+Sでも可)
1. limitedLinear 1 →upwind に変更
3. 「端末」を押して、端末 に移動
ファイル "/home/dexcs/OpenFOAM/dexcs-1.7.x/run/tutorials/heatTransfer/buoyantBoussinesqSimple…
C
タブの幅: 8
(32行、33列)
[挿入]
端末
gplt
gplt
ParaVi…
fvSche…
gplt
gplt
gplt
gplt
コンピュータに戻るには、Control-⌘ を押してください

# 線型ソルバーの設定


1. 「開く」を押す(Ctrl+Oでも可)
2. fvSolutionを選ぶ
3. 「開く」を押す
fvSolutionをダブルクリックでも可
ファイルを開く
run
tutorials
heatTransfer
buoyantBoussinesqSimpleFoam
hotRoom
system
fvSolution
1.4 KB
木曜日
文字エンコーディング(H):
自動認識
キャンセル(C)
開く(O)

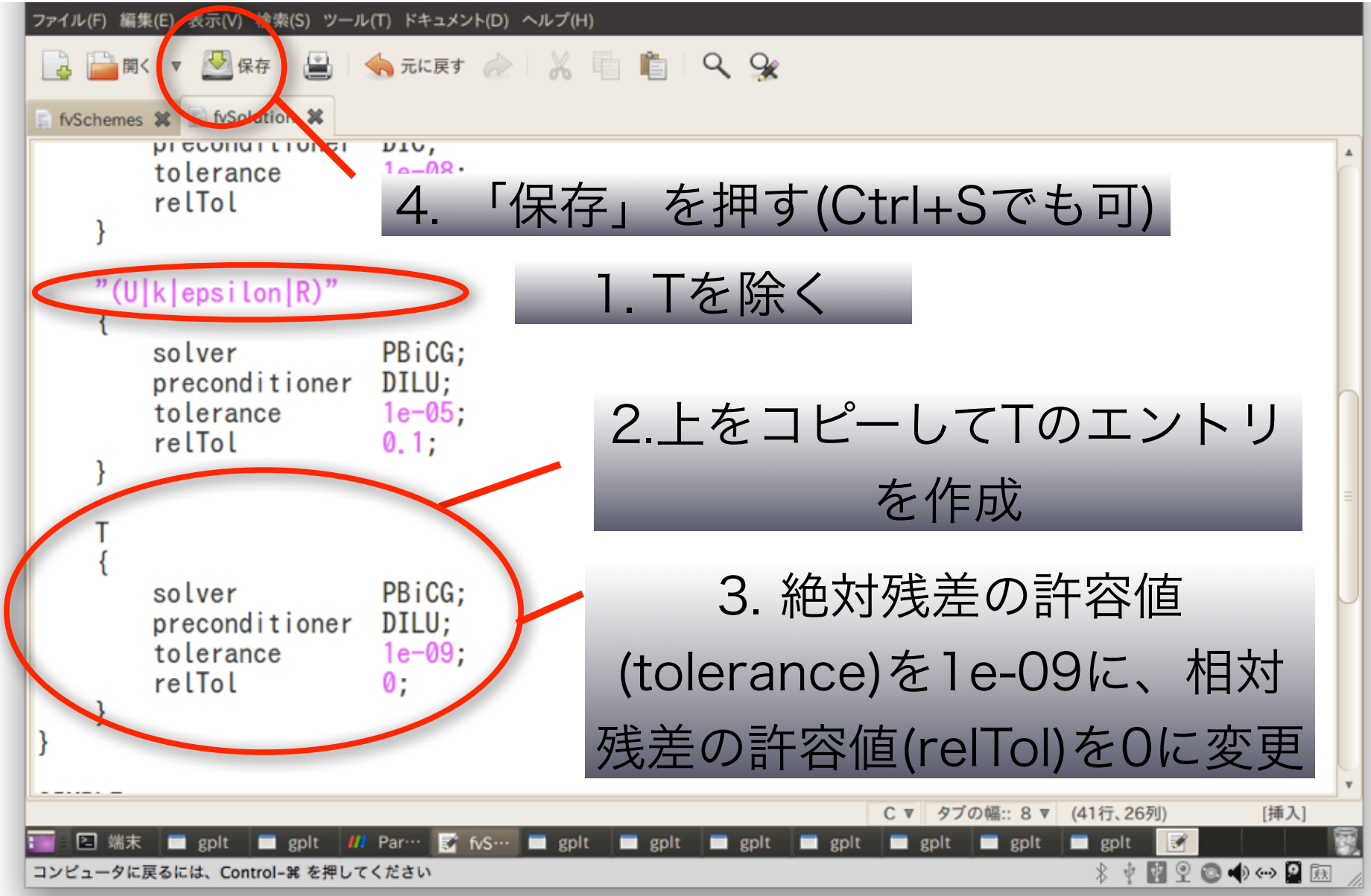
# 線型ソルバーの設定

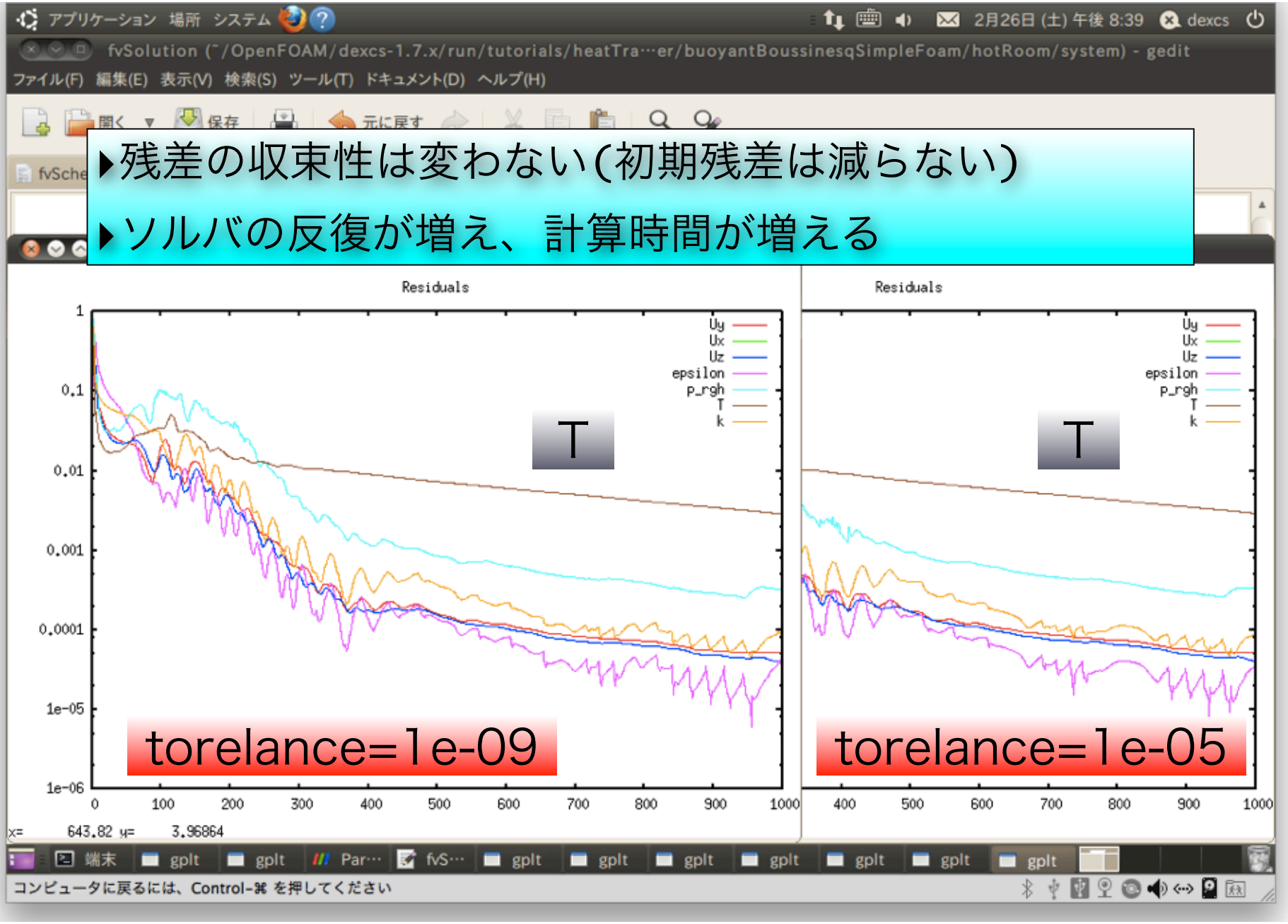



U,T,k,epsilon,Rの線型ソルバは
PBiCG(前処理付き双共役勾配法)

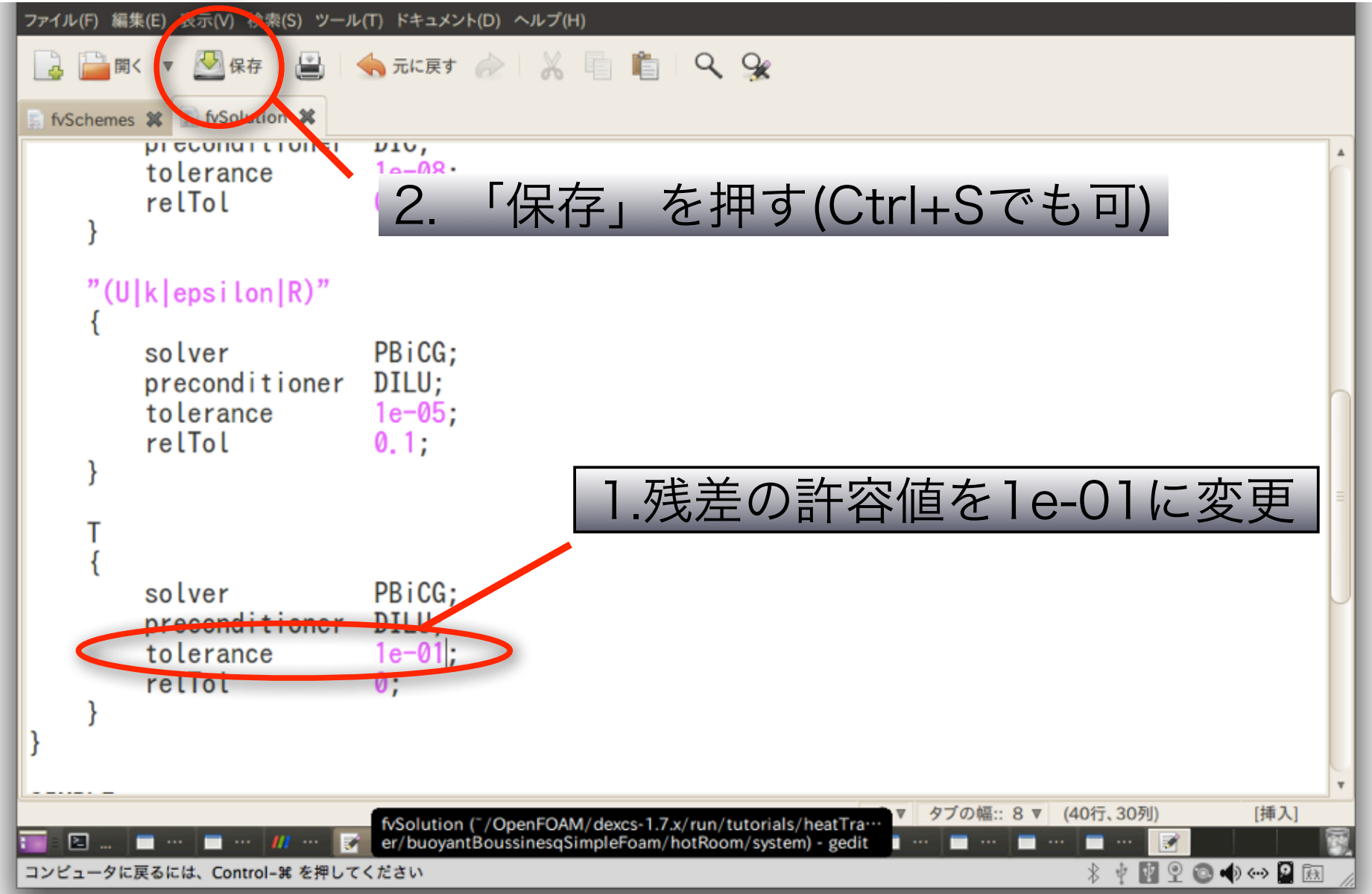
行列の前処理方法は
DILU(対角不完全LU分解)

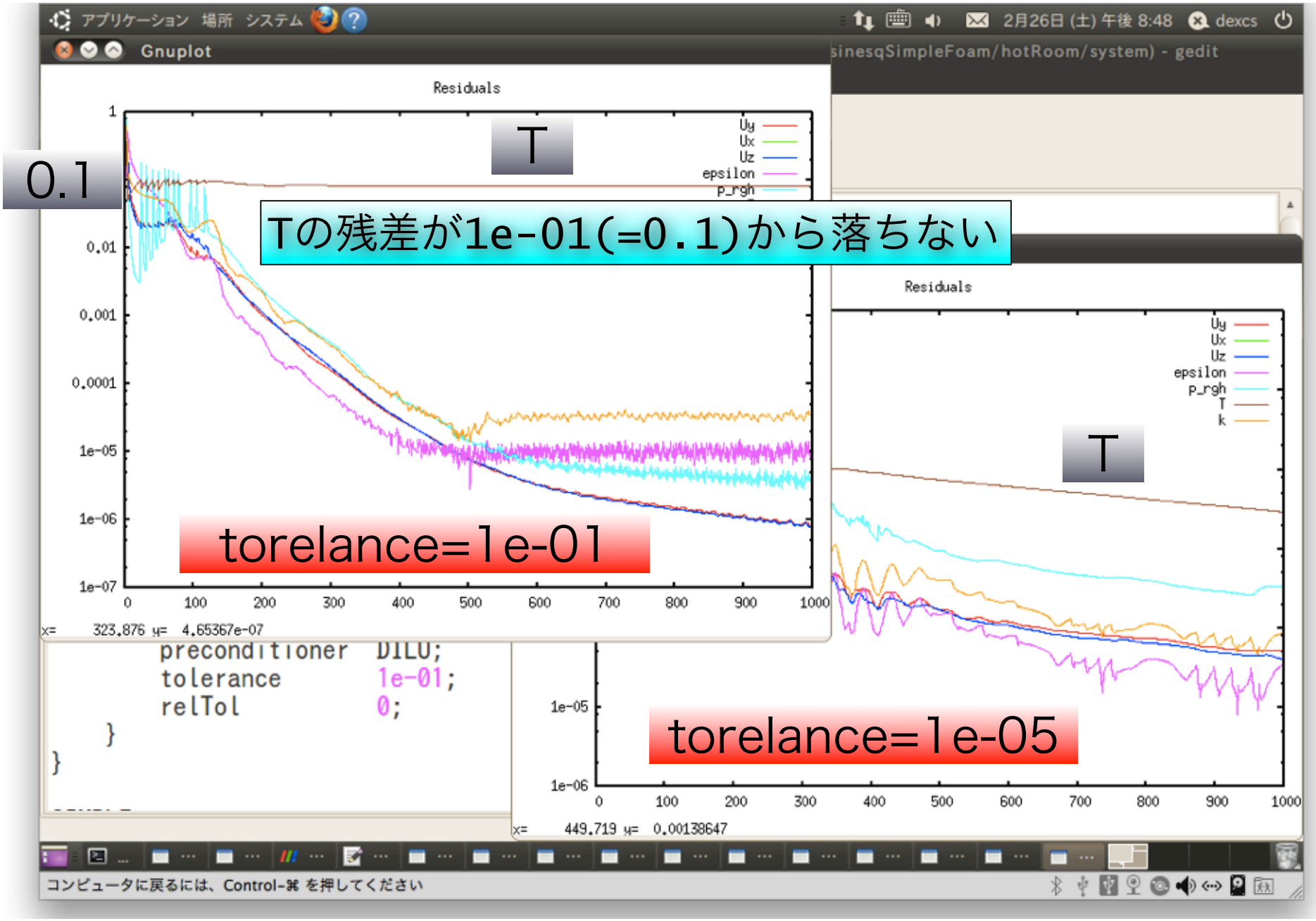
# 線型ソルバーの設定

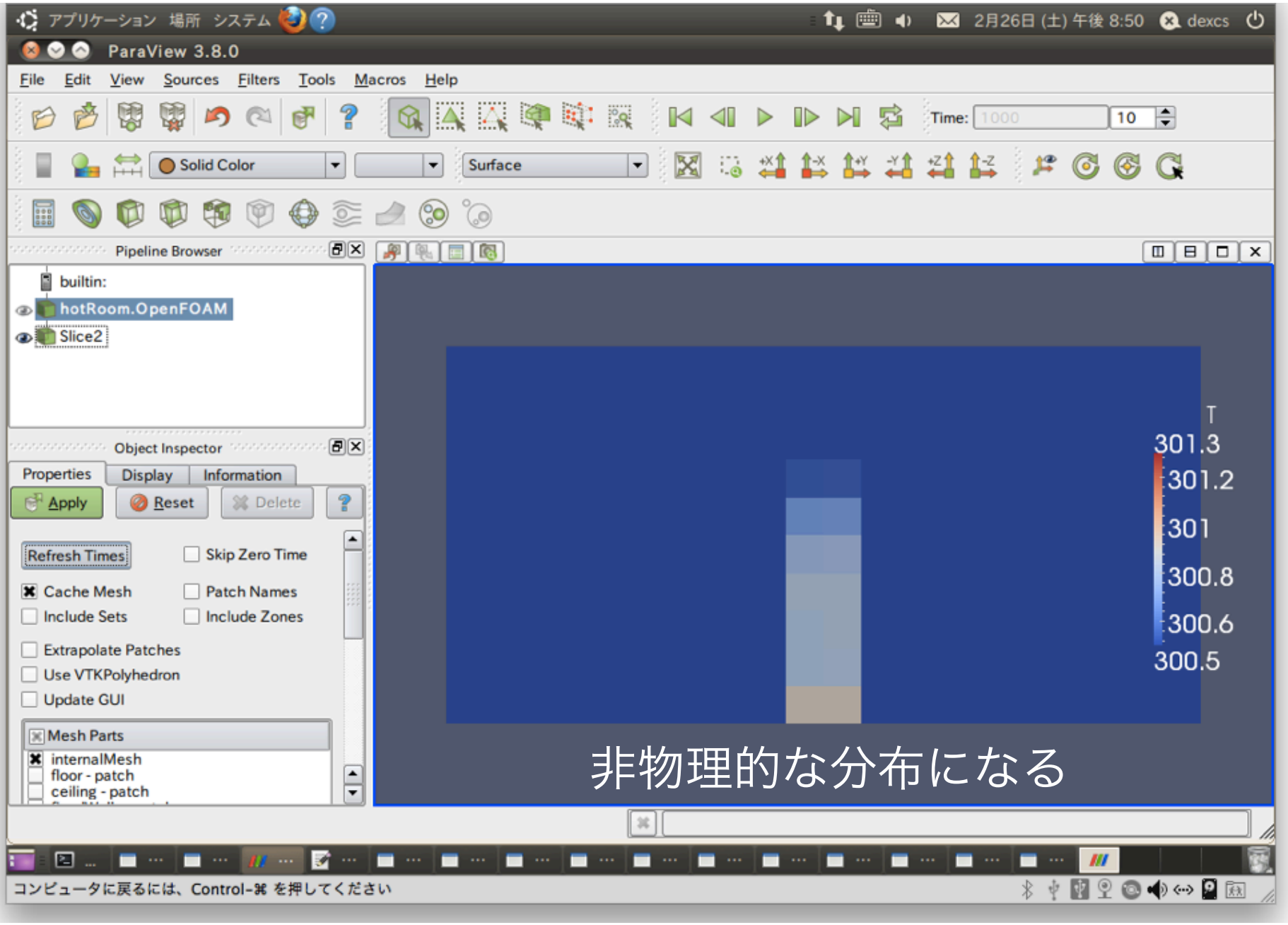

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 検索(S) ツール(T) ドキュメント(D) ヘルプ(H)
開く
保存
元に戻す
fvSchemes
fvSolution
tolerance
relTol
}
"(U|k|epsilon|R)"
{
solver PBiCG;
preconditioner DILU;
tolerance 1e-05;
relTol 0.1;
}
T
{
solver PBiCG;
preconditioner DILU;
tolerance 1e-09;
relTol 0;
}
}
4. 「保存」を押す(Ctrl+Sでも可)
1. Tを除く
2.上をコピーしてTのエントリを作成
3. 絶対残差の許容値(tolerance)を1e-09に、相対残差の許容値(relTol)を0に変更
C タブの幅: 8 (41行, 26列) [挿入]
端末 gplt gplt Par… fvS… gplt gplt gplt gplt gplt gplt gplt
コンピュータに戻るには、Control-⌘ を押してください


▸残差の収束性は変わない(初期残差は減らない)
▸ソルバの反復が増え、計算時間が増える
Residuals
Uy
Ux
Uz
epsilon
p_rgh
T
k
T
torelance=1e-09
torelance=1e-05

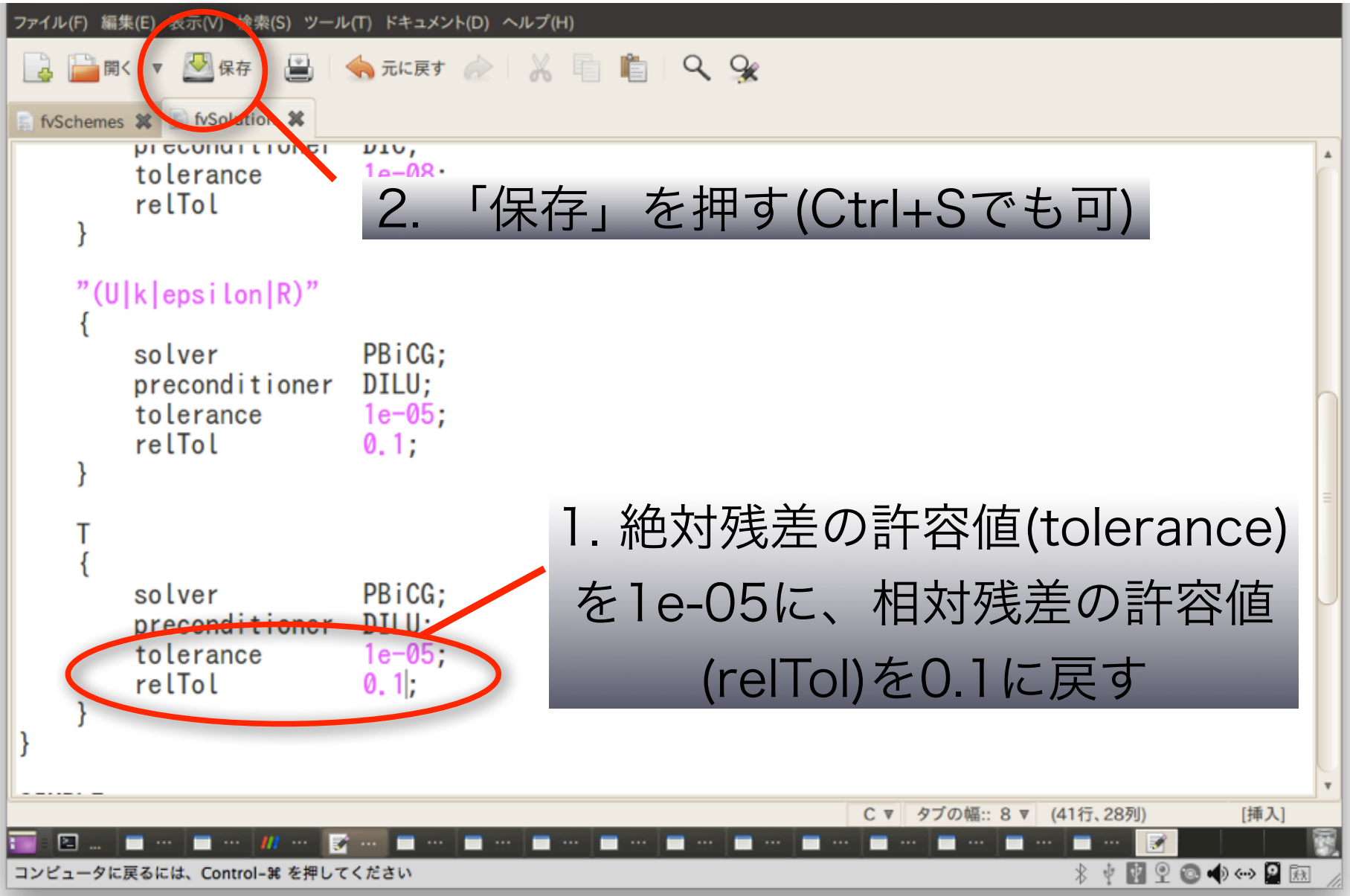
# 線型ソルバーの設定


ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 検索(S) ツール(T) ドキュメント(D) ヘルプ(H)
開く
保存
元に戻す
fvSchemes
fvSolution
tolerance 1e-08;
relTol 0;
}
"(U|k|epsilon|R)"
{
solver PBiCG;
preconditioner DILU;
tolerance 1e-05;
relTol 0.1;
}
T
{
solver PBiCG;
preconditioner DILU;
tolerance 1e-01;
relTol 0;
}
}
2. 「保存」を押す(Ctrl+Sでも可)
1.残差の許容値を1e-01に変更
タブの幅: 8
(40行、30列)
[挿入]
fvSolution (~/OpenFOAM/dexcs-1.7.x/run/tutorials/heatTra···er/buoyantBoussinesqSimpleFoam/hotRoom/system) - gedit
コンピュータに戻るには、Control-⌘ を押してください


アプリケーション 場所 システム
2月26日 (土) 午後 8:48
dexcs
Gnuplot
sinesqSimpleFoam/hotRoom/system) - gedit
Residuals
T
0.1
Uy
Ux
Uz
epsilon
p_rgh
Tの残差が1e-01(=0.1)から落ちない
torelance=1e-01
x= 323.876 y= 4.65367e-07
preconditioner DILU;
tolerance 1e-01;
relTol 0;
}
}
Residuals
T
Uy
Ux
Uz
epsilon
p_rgh
T
k
torelance=1e-05
x= 449.719 y= 0.00138647
コンピュータに戻るには、Control-⌘ を押してください


アプリケーション 場所 システム
2月26日 (土) 午後 8:50
dexcs
ParaView 3.8.0
File Edit View Sources Filters Tools Macros Help
Time: 1000 10
Solid Color
Surface
Pipeline Browser
builtin:
hotRoom.OpenFOAM
Slice2
Object Inspector
Properties Display Information
Apply Reset Delete
Refresh Times
Skip Zero Time
Cache Mesh
Patch Names
Include Sets
Include Zones
Extrapolate Patches
Use VTKPolyhedron
Update GUI
Mesh Parts
internalMesh
floor - patch
ceiling - patch
T
301.3
301.2
301
300.8
300.6
300.5
非物理的な分布になる
コンピュータに戻るには、Control-⌘ を押してください

# 線型ソルバーの設定

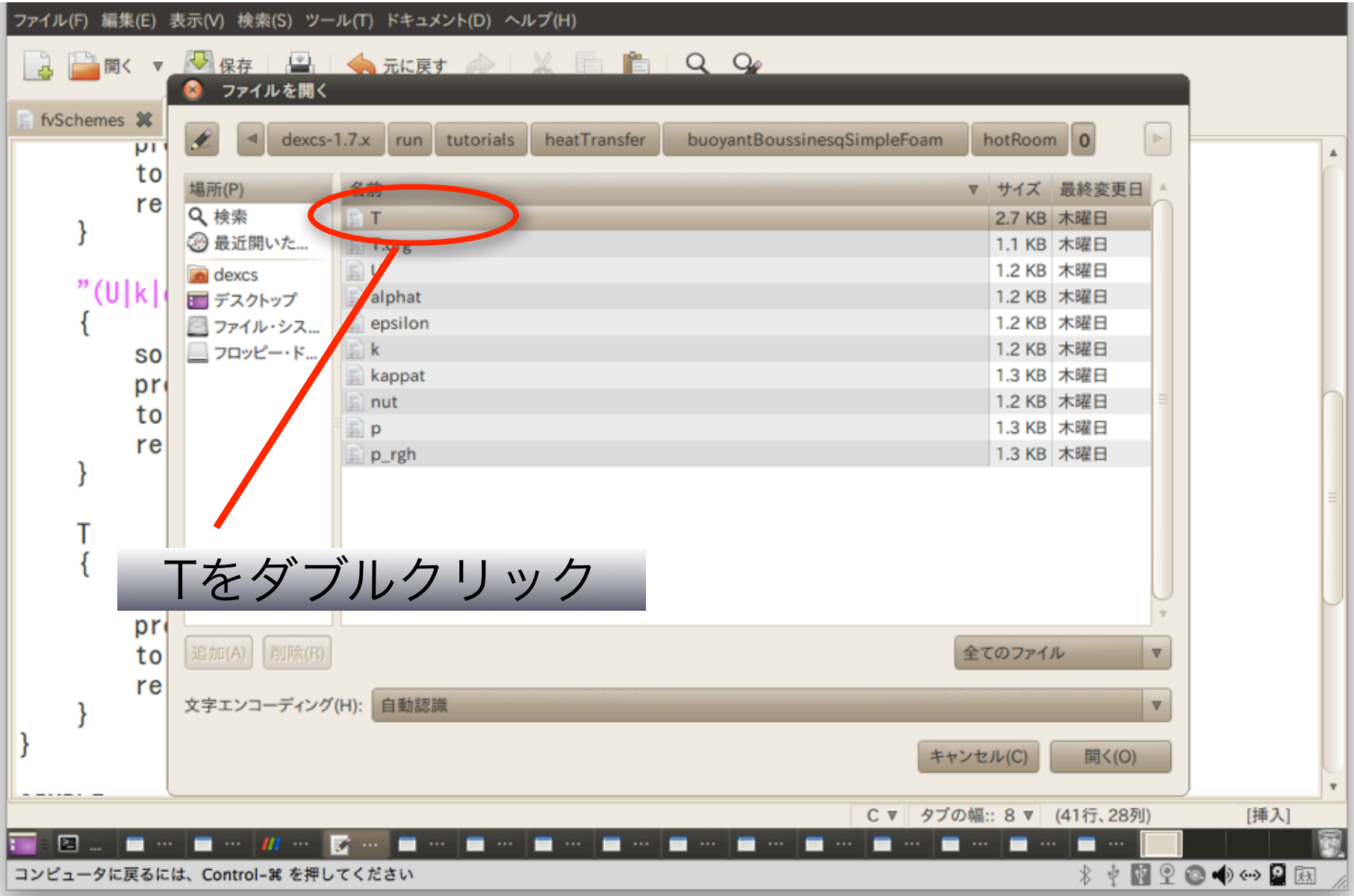

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 検索(S) ツール(T) ドキュメント(D) ヘルプ(H)
開く
保存
元に戻す
fvSchemes
fvSolution
tolerance 1e-08;
relTol
}
"(U|k|epsilon|R)"
{
solver PBiCG;
preconditioner DILU;
tolerance 1e-05;
relTol 0.1;
}
T
{
solver PBiCG;
preconditioner DILU;
tolerance 1e-05;
relTol 0.1;
}
}
2. 「保存」を押す(Ctrl+Sでも可)
1. 絶対残差の許容値(tolerance)を1e-05に、相対残差の許容値(relTol)を0.1に戻す
C タブの幅: 8 (41行, 28列) [挿入]
コンピュータに戻るには、Control-⌘ を押してください

# 境界条件の設定変更

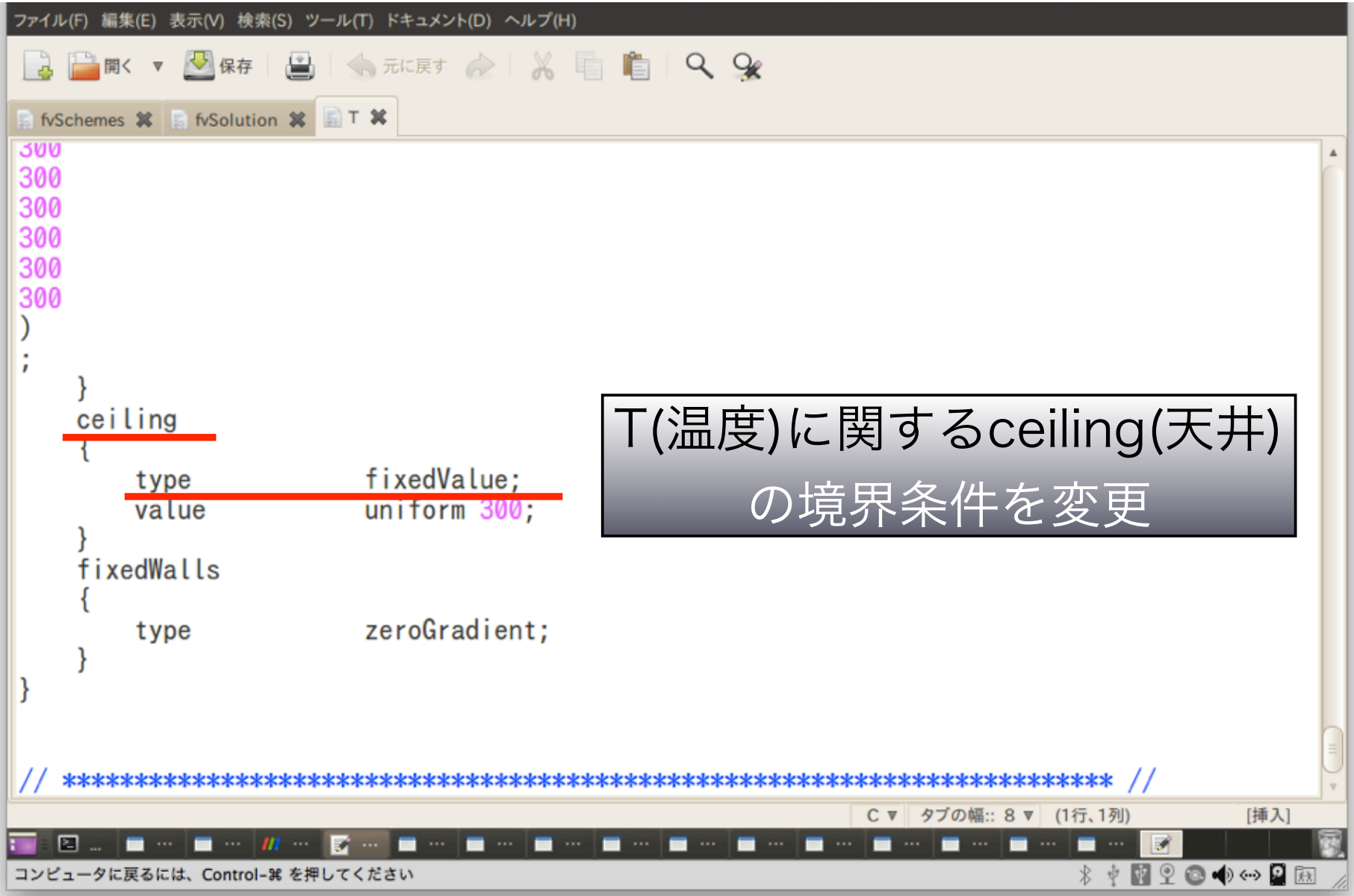
# 境界条件の設定


1. 「開く」を押す(Ctrl+Oでも可)
2. hotRoomを選ぶ
3. 「0」をダブルクリック
開く
保存
ファイルを開く
run
tutorials
heatTransfer
buoyantBoussinesqSimpleFoam
hotRoom
system
場所(P)
検索
最近開いた...
dexcs
デスクトップ
ファイル・シス...
フロッピー・ド...
名前
サイズ
最終変更日
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Gnuplotting.analyzed
constant
木曜日
10:12
20:47
20:51
245 バイト
387 バイト
追加(A)
削除(R)
全てのファイル
文字エンコーディング(H):
自動認識
キャンセル(C)
開く(O)
C
タブの幅:: 8
(41行、28列)
[挿入]
コンピュータに戻るには、Control-⌘ を押してください

# 境界条件の設定

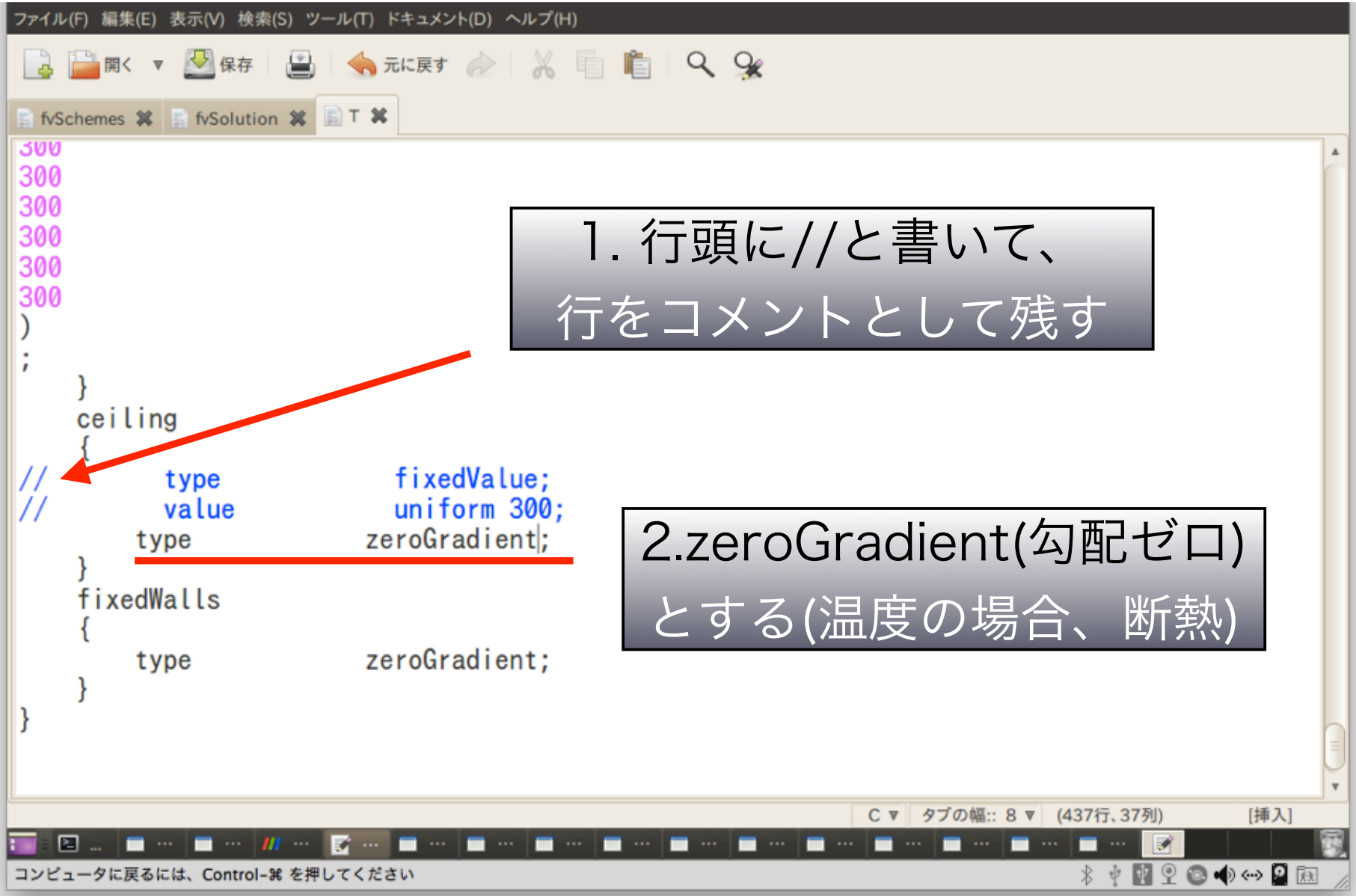

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 検索(S) ツール(T) ドキュメント(D) ヘルプ(H)
開く
保存
元に戻す
fvSchemes
ファイルを開く
dexcs-1.7.x
run
tutorials
heatTransfer
buoyantBoussinesqSimpleFoam
hotRoom
0
場所(P)
検索
最近開いた...
dexcs
デスクトップ
ファイル・シス...
フロッピー・ド...
名前
サイズ
最終変更日
T 2.7 KB 木曜日
1.1 KB 木曜日
1.2 KB 木曜日
alphat 1.2 KB 木曜日
epsilon 1.2 KB 木曜日
k 1.2 KB 木曜日
kappat 1.3 KB 木曜日
nut 1.2 KB 木曜日
p 1.3 KB 木曜日
p_rgh 1.3 KB 木曜日
追加(A)
削除(R)
全てのファイル
文字エンコーディング(H):
自動認識
キャンセル(C)
開く(O)
Tをダブルクリック
C
タブの幅:: 8
(41行、28列)
[挿入]
コンピュータに戻るには、Control-⌘ を押してください

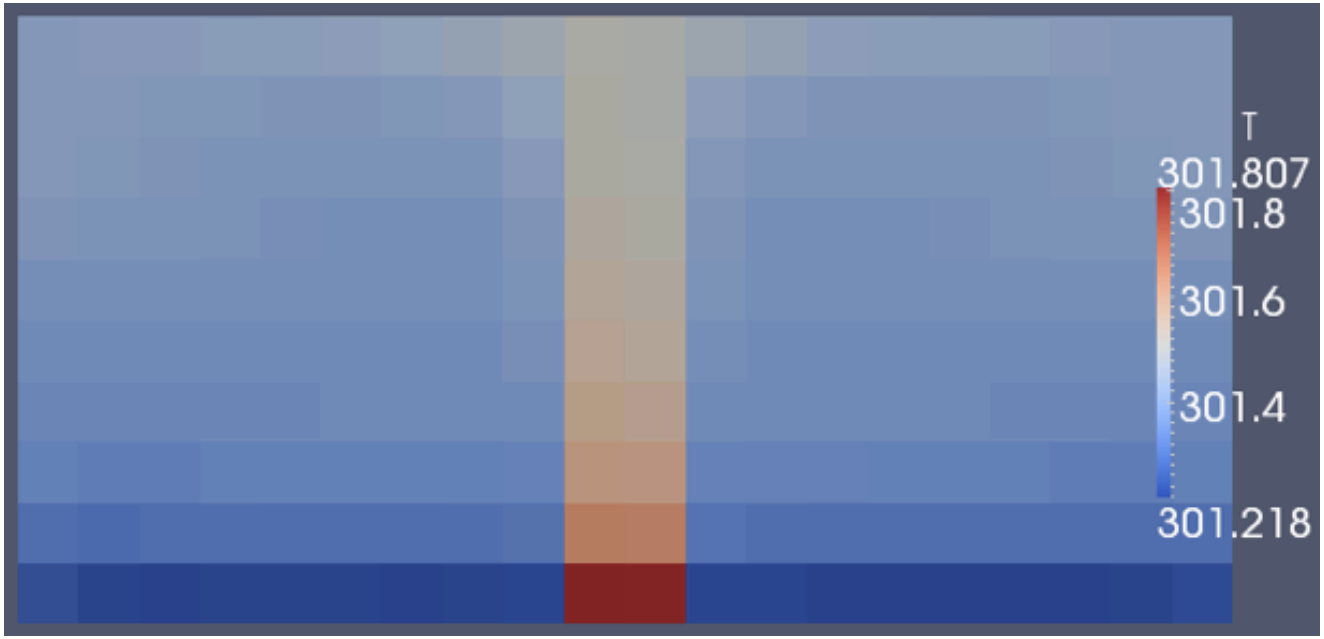
# 境界条件の設定




T(温度)に関するceiling(天井)の境界条件を変更

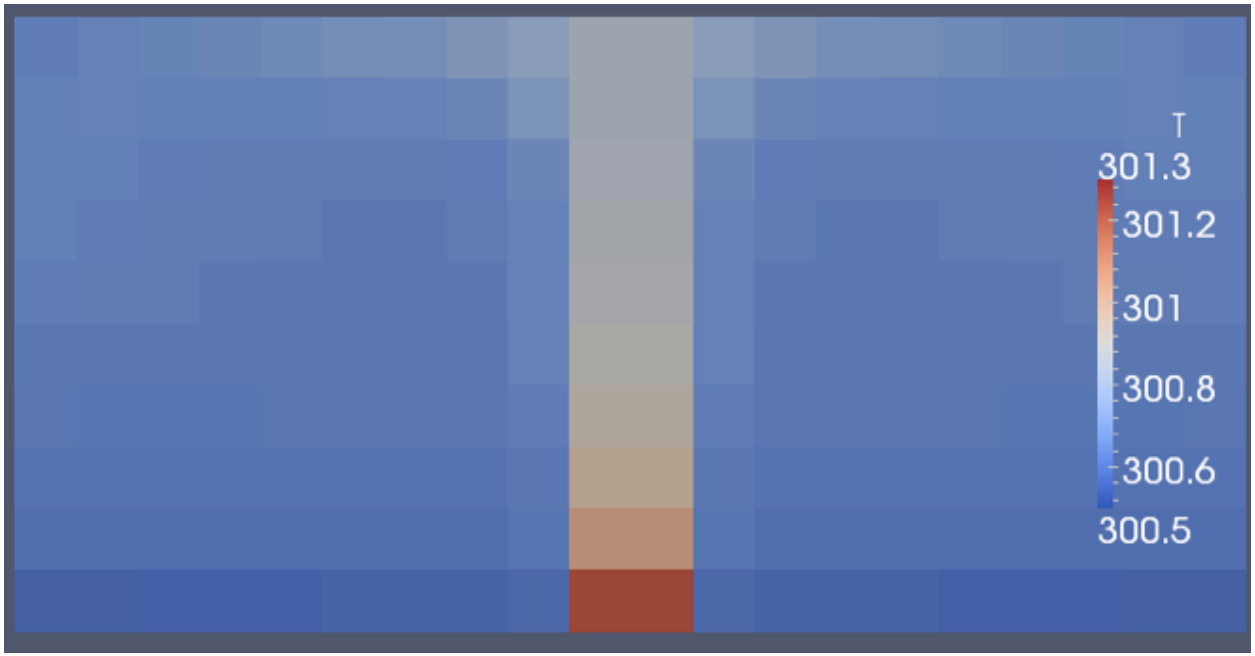
# 境界条件の設定


ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 検索(S) ツール(T) ドキュメント(D) ヘルプ(H)
開く
保存
元に戻す
fvSchemes
fvSolution
T
300
300
300
300
300
300
)
;
}
ceiling
{
// type fixedValue;
// value uniform 300;
type zeroGradient;
}
fixedWalls
{
type zeroGradient;
}
}
1. 行頭に//と書いて、
行をコメントとして残す
2.zeroGradient(勾配ゼロ)
とする(温度の場合、断熱)
C
タブの幅:: 8
(437行、37列)
[挿入]
コンピュータに戻るには、Control-⌘ を押してください



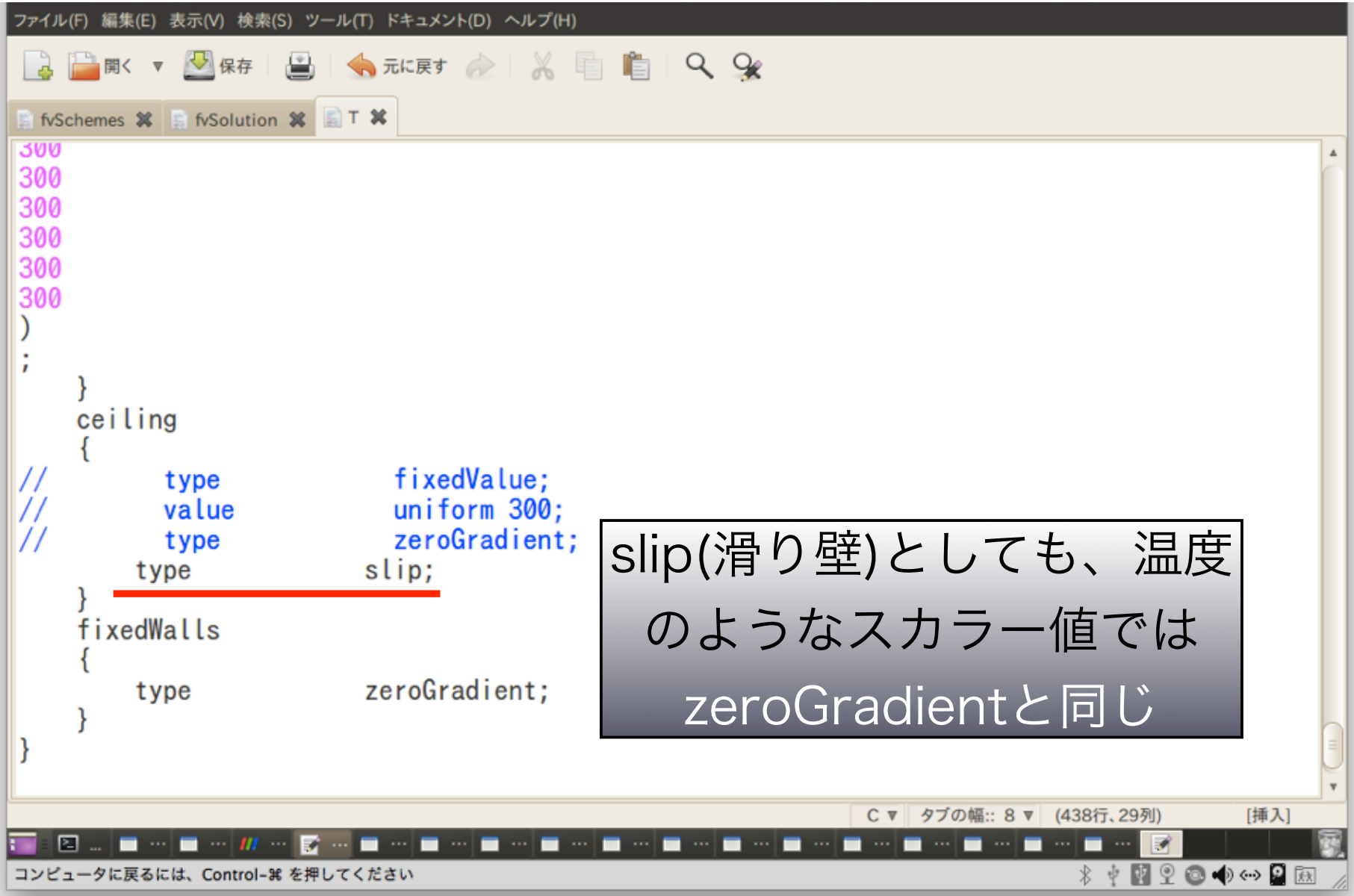

zeroGradient

天井が断熱されて
全体的に温度が上昇
(下とレンジが異なることに注意)



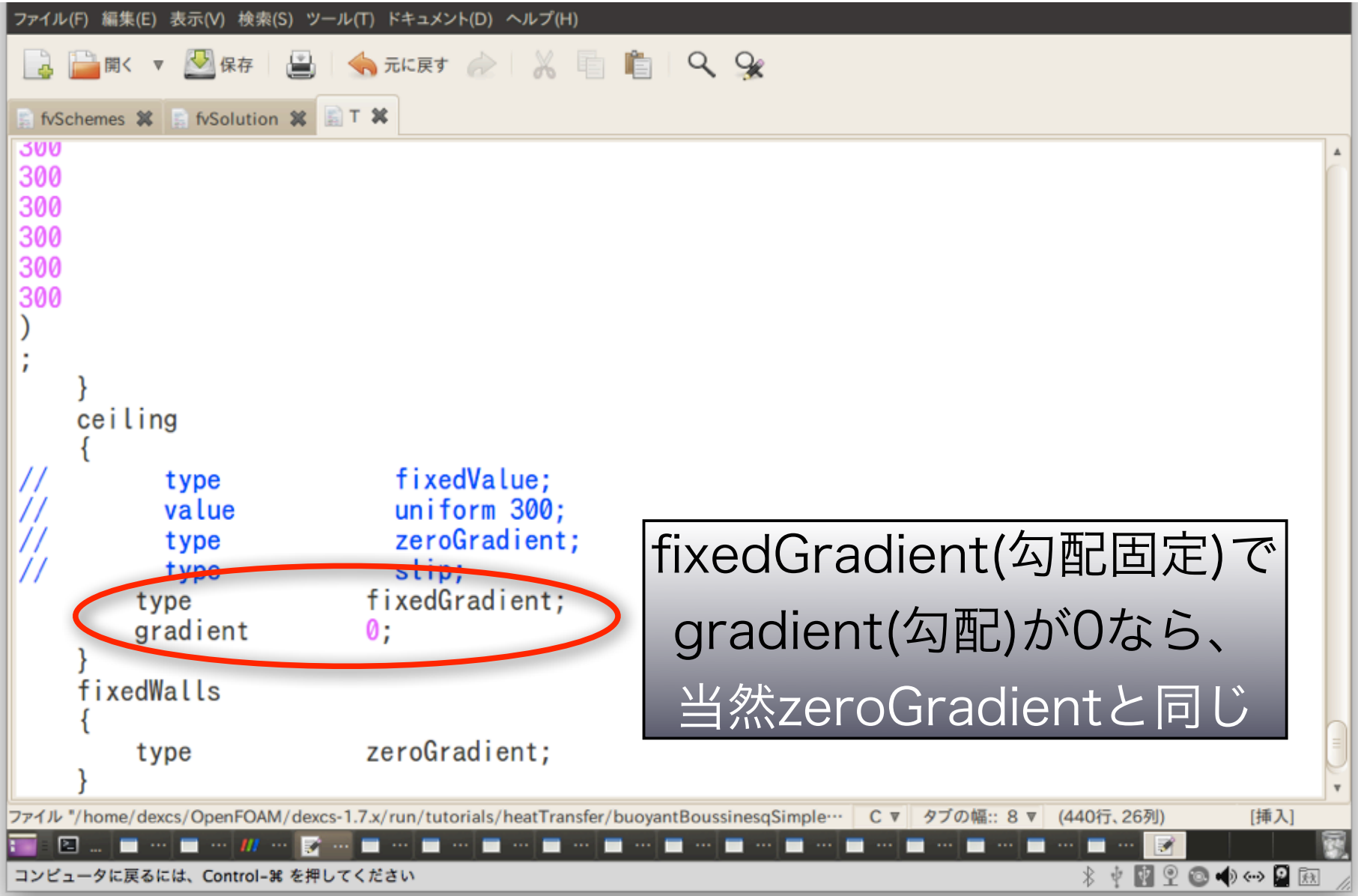

type fixedValue;
value uniform 300;

# 境界条件の設定



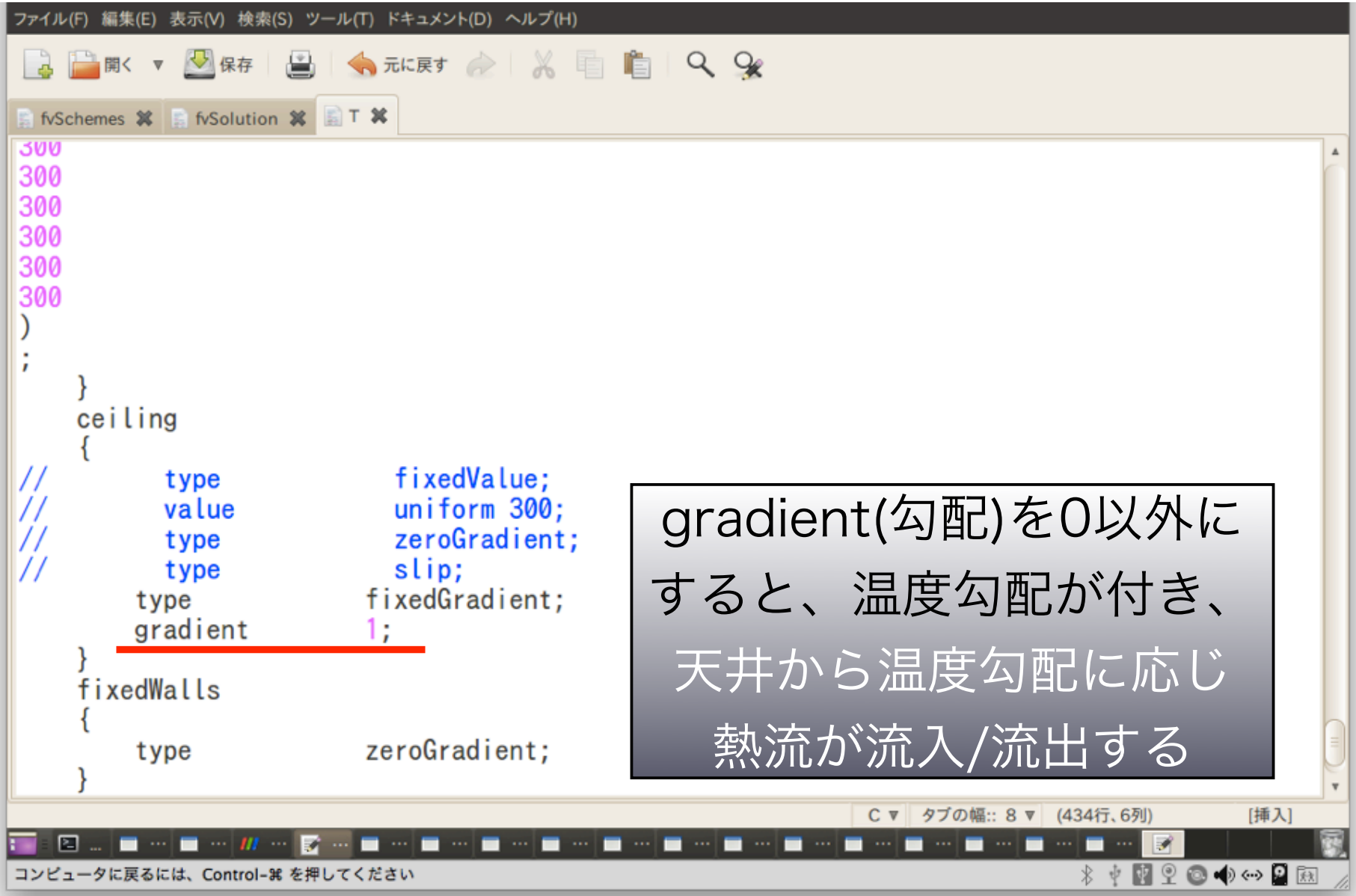

slip(滑り壁)としても、温度のようなスカラー値ではzeroGradientと同じ

# 境界条件の設定

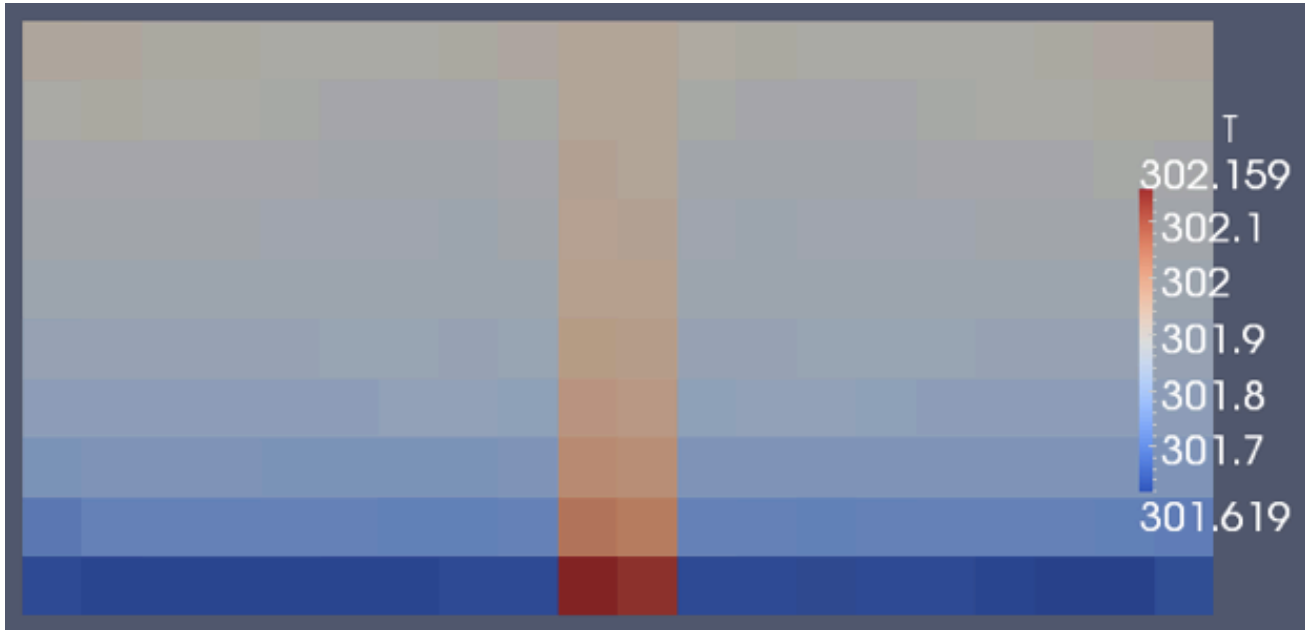



fixedGradient(勾配固定)で
gradient(勾配)が0なら、
当然zeroGradientと同じ

# 境界条件の設定

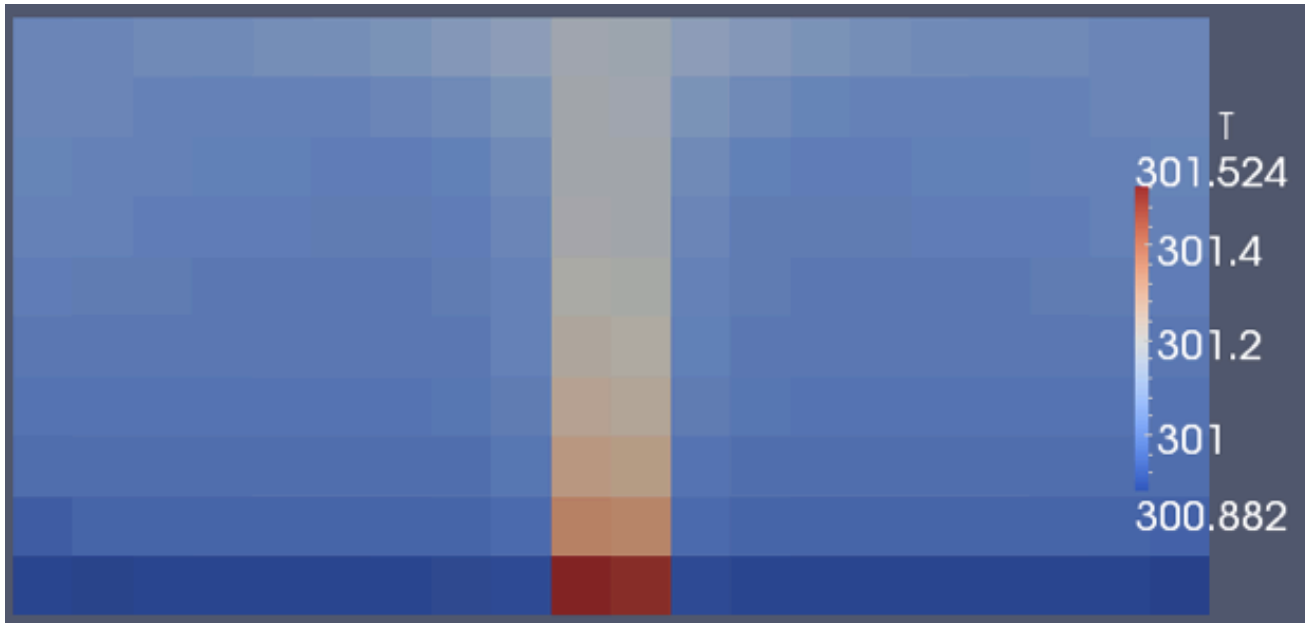



gradient(勾配)を0以外にすると、温度勾配が付き、天井から温度勾配に応じ熱流が流入/流出する




type fixedGradient;
gradient 1;

天井から熱が流入し
全体的に温度が上昇




レンジが違うのに注意

type fixedGradient;
gradient -1;

天井から熱が流出し
全体的に温度が下降

# 目次

1. pyFoamとは
2. 離散化スキームの設定変更
3. 線型ソルバーの設定変更
4. 境界条件の設定変更
5. 質疑

OpenCAE

# Tips その1

- system/fvSchemesで、わざとスキーム名を間違えて書いてソルバーを実行すると、エラーに有効なスキーム一覧が出力される。
- srcコマンドでソースの場所に行く
- さらに、find . -name upwind でupwindスキームのあるディレクトリの場所がわかる。
- ディレクトリ内の*.Cや*.Hがソース。マニュアルに詳細が書いていない場合にはソースを見てみよう。

# Tips その2

- psコマンドでプロセス一覧が出る。
- kill PID(番号) でプロセスが殺せる。
- killall プロセス名で、そのプロセスが全て殺せる。
- 例えば、killall gnuplot_x11とすると、pyFoamPlotRunner.py の実行で残ったgnuplotのグラフが全て消える。
- 複数のソルバーの実行を全て止めたい時等にも killall が使える。

# Tips その3

- src してから、find . -name fixedValue で、fixedValueの境界条件のソースがあるディレクトリ ./finiteVolume/fields/fvPatchFields/basic/fixedValue が出る。
- cd ./finiteVolume/fields/fvPatchFields/basic/ でbasicな境界条件のディレクトリに行く。ls で境界条件一覧が見れる。
- cd ../derived で複雑な境界条件のディレクトリに行く。ls で境界条件一覧が見れる。

# Tips その4

- tut でチュートリアルの場所に行く。
- find . -name fvSolution | xargs grep GAMG で、線型ソルバー GAMG の設定をしている fvSolution の場所がわかる。
- find . -name U | xargs grep timeVarying 等とすれば、時刻ステップと共に変化する境界条件を設定しているUの場所がわかる。