

オープンCAE

DEXCS-OpenFOAMの紹介

株式会社デンソー 開発部 野村悦治
今川洋造

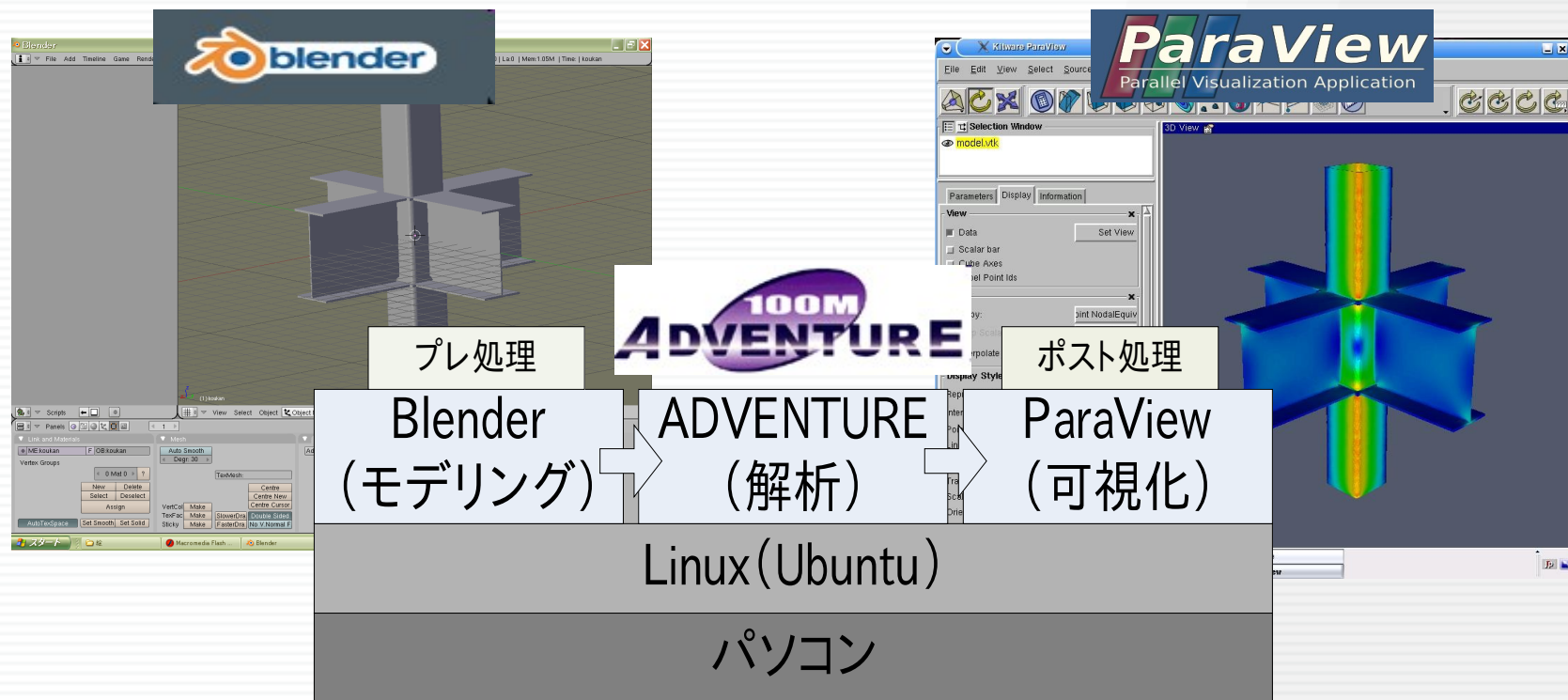
オープンCAE「DEXCS」

⇒2007/10より公開中

ADVENTUREによるお手軽なCAE環境です。



Linux(Ubuntu)上に、構造解析にADVENTUREを活用し
プリポスト機能を統合したCAE環境を構築する。
これを、**CD起動形式**や**仮想PC起動形式**で公開



File モデル作成 メッシュ作成 境界条件 物性値 ソルバー 可視化 ヘルプ

オールインワンのCAEシステムとして構成
以下のワークフローで解析を実行

- 1: File(作業用フォルダの作成)
- 2: モデル作成(Blenderによるモデル作成)
- 3: メッシュ作成(変換ツールの利用)
- 4: 境界条件(bcGUIによる支持と荷重の設定)
- 5: 物性値(弾性係数などの設定)
- 6: ソルバー(ADVENTUREによる弾性解析)
- 7: 可視化(ParaViewによる応力分布図や変形図)

朱書の部分は
ADVENTUREを利用

オープンCAE: DEXCS (デックス)



拡張性を持つ設計支援用解析システム

Digital **E**ngineering on e**X**tensible **C**omputing **S**ystem

- CD起動や仮想PC上に**オールインワンのCAE**を実現
様々な起動方法に対応する
- 数値解析を中心に**高機能のプリポスト**を備える
構造解析や流体解析に対応する
- **教育研修を対象のCAE**として基本機能を実現する
大規模弾性解析の並列処理に対応する
- **企業内実務での適用・拡張**も可能



構造解析 Adventure
線形弾性

弾塑性、大変形

Ver-1.4.1

流体解析 '09/2

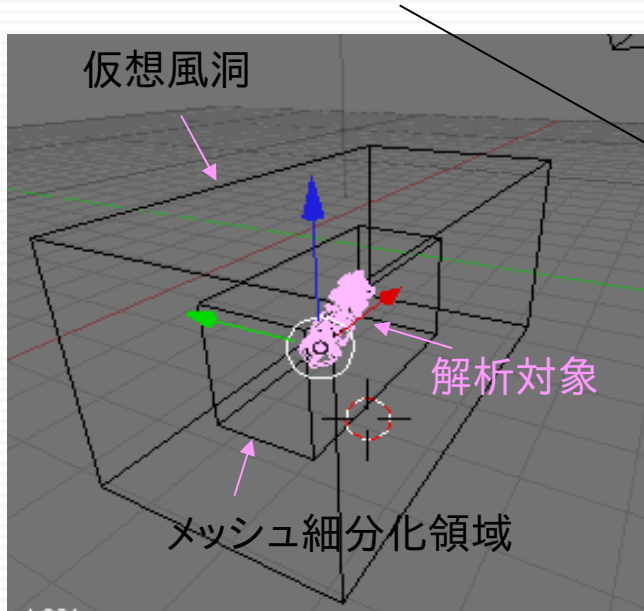
OpenFOAM

Ver-1.5.x
'09/7

本日紹介

仮想風洞試験が、ボタンを順番に押していきだけで実行可能

simpleFoam: 定常非圧縮流れ解析
($k-\epsilon$ 系乱流モデル使用可能)



**コマンドライン入力は一切不要
GUIエディタでパラメタ変更可能**

(パラメタファイルの収納場所・名前を知らなくとも、
解析シーン毎にボタンを順番に押していけばよい)

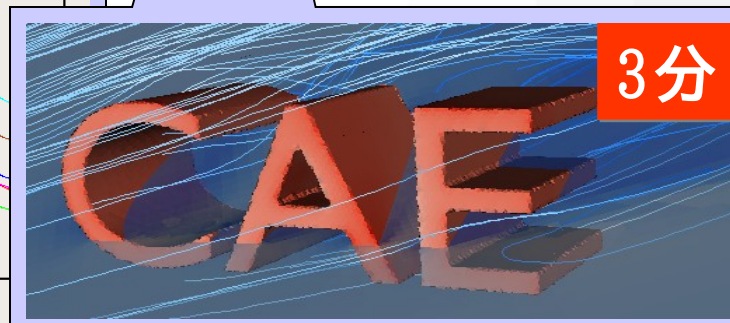
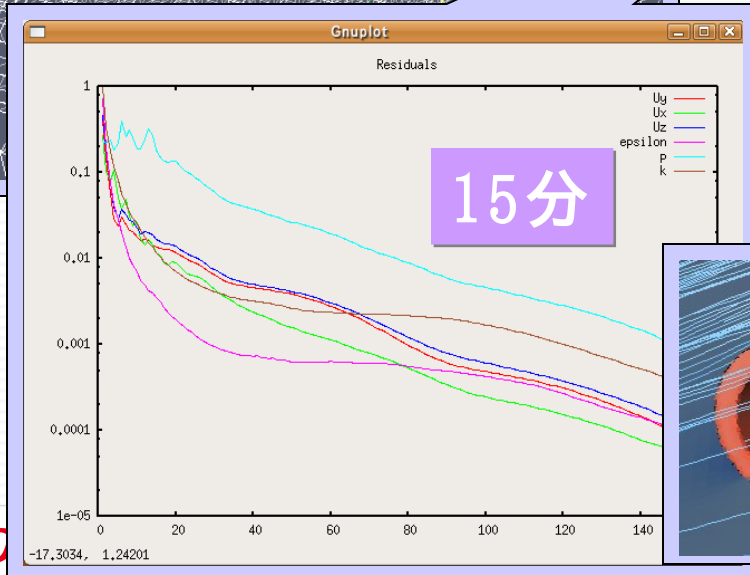
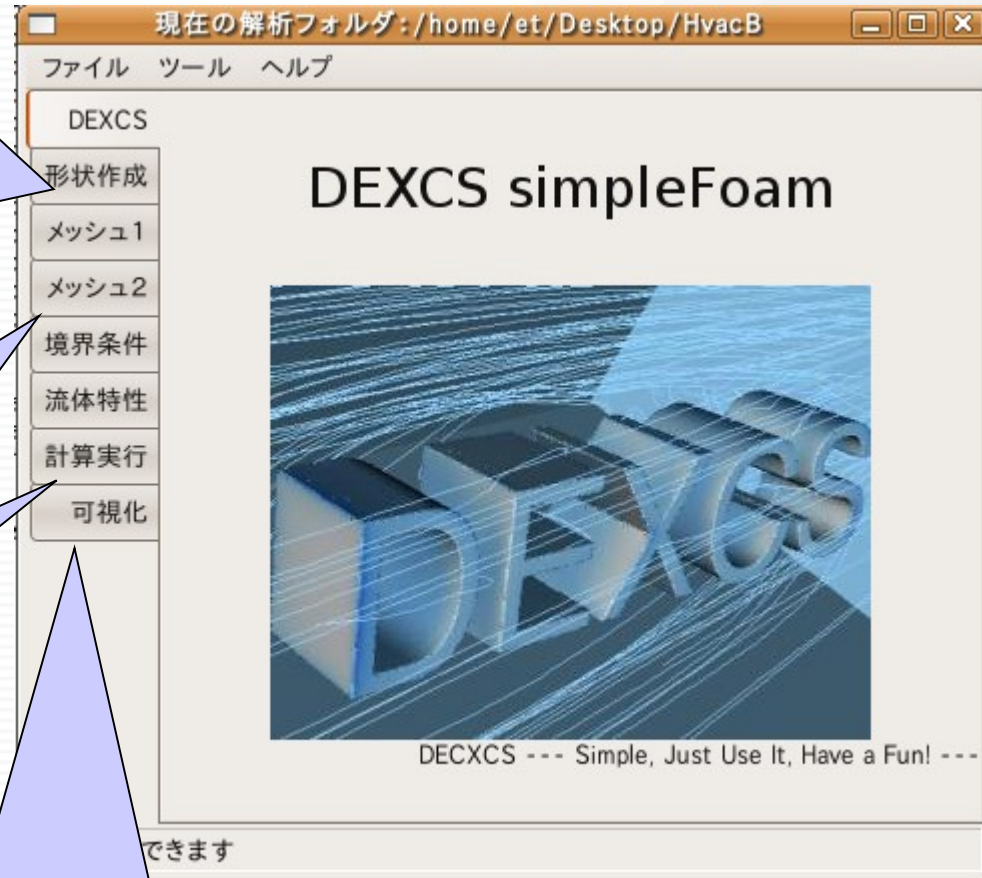
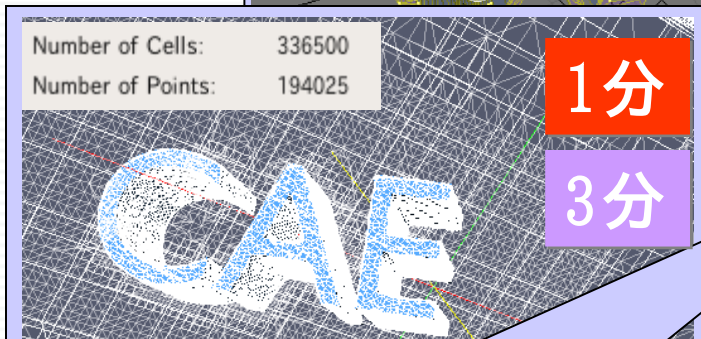
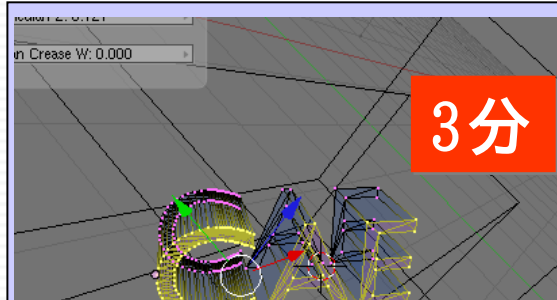
- ・解析対象の3D形状データを、メッシュ細分化領域に収納できるよう、スケール、配置を調整し、所定の場所・名前のSTLファイル(mesh2/constant/triSurfaces/dexcs.stl)で保存
- ・実機のスケール変更に応じて、流入風速、動粘性係数を変更し、レイノルズ数を合致させる
- ・仮想風洞のサイズ・形状変更、境界条件種別の変更も可能。(blockMeshDict, createPatch)
- ・メッシュ細分化領域のサイズ・個数の変更も可能(blockMeshDict ExporterGUI, snappyHexExporter)
- ・メッシュサイズ変更も所定のパラメタファイル(blockMeshDict, snappyHexMeshDict)直接編集で対応可能

テンプレートケースの変更もメニュー選択可能(ただしDEXCS方式ケースファイル名)

- OpenFOAMのインストール不要
 - VMwareプレーヤーは事前に要インストール
- OpenFOAMの全機能利用可能
 - コマンドライン入力
- 形状データさえあればチャチャツと解析可能
 - 自動メッシュ作成⇒定常非圧縮性乱流解析
 - コマンド入力不要(上記機能限定)
 - 設定ファイル探し不要(同上)
 - GUIエディタでパラメタ変更

DEXCS2009-OpenFOAMの作業イメージ

9 / 20



作業時間

計算時間

OpenFOAMをチャチャッと使いこなす為のツール

OpenFOAMの固有ユーティリティ

blockMesh, autoPatch, createPatch, snappyHexMesh

pyFoam (http://openfoamwiki.net/index.php/Contrib_PyFoam)

pyFoamPlotRunner.py, pyFoamClearCase.py

pyFoamPotentialFoam.py, pyFoamCreateBoundaryPatches.py

オール・イン・ワン組み込み
⇒すぐに使える

blender用Script

BlockMeshExporter GUI

(<http://nikwik.webfactional.com/public.html>)

NamedASCII Export STL

煩雑なコマンド & パラメタ入力
⇒ボタン1発起動

DEXCS固有ユーティリティ

snappyDictExporter.py

.....

ユーザーの好みに応じて
組み込みや組み換えが可能

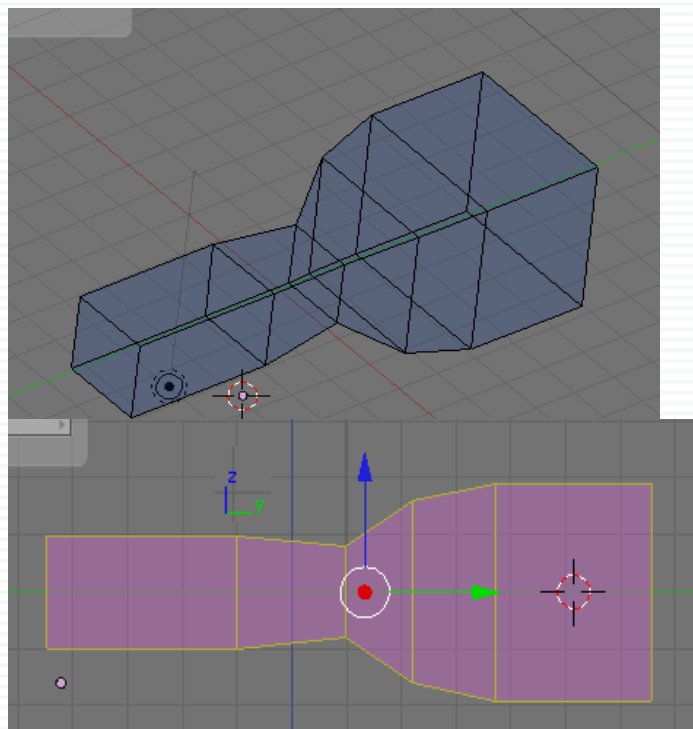
BlockMesh Exporter GUI

11 /20

情報出所 <http://openfoam.cfd-online.com/cgi-bin/forum/show.cgi?1/10398>

Script開発元 <http://nikwik.webfactional.com/public.html>

使用法解説 <http://mogura7.zenno.info/~et/xoops/modules/wordpress/index.php?p=164>

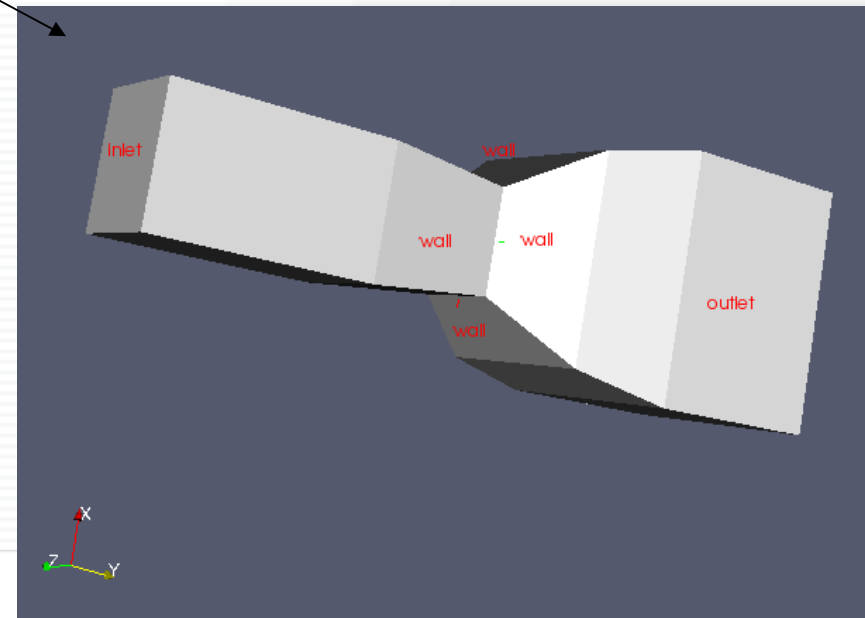
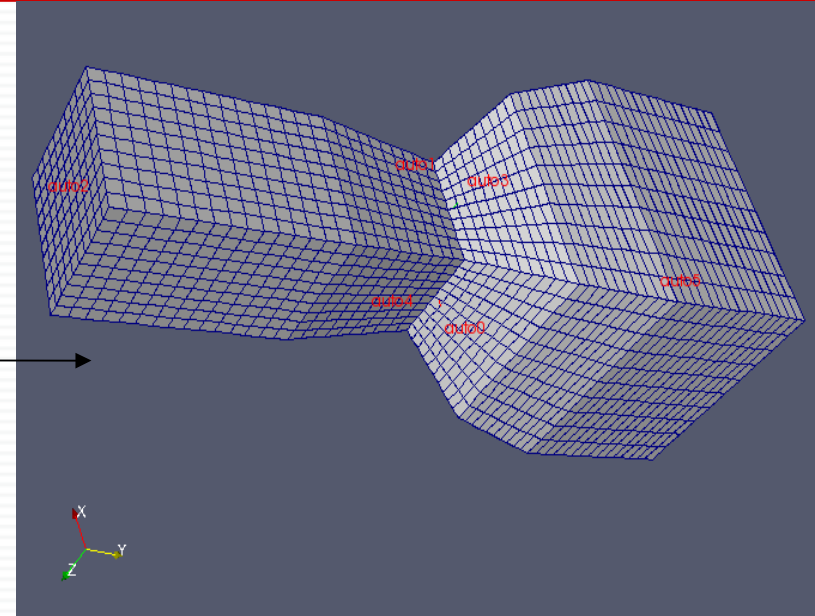
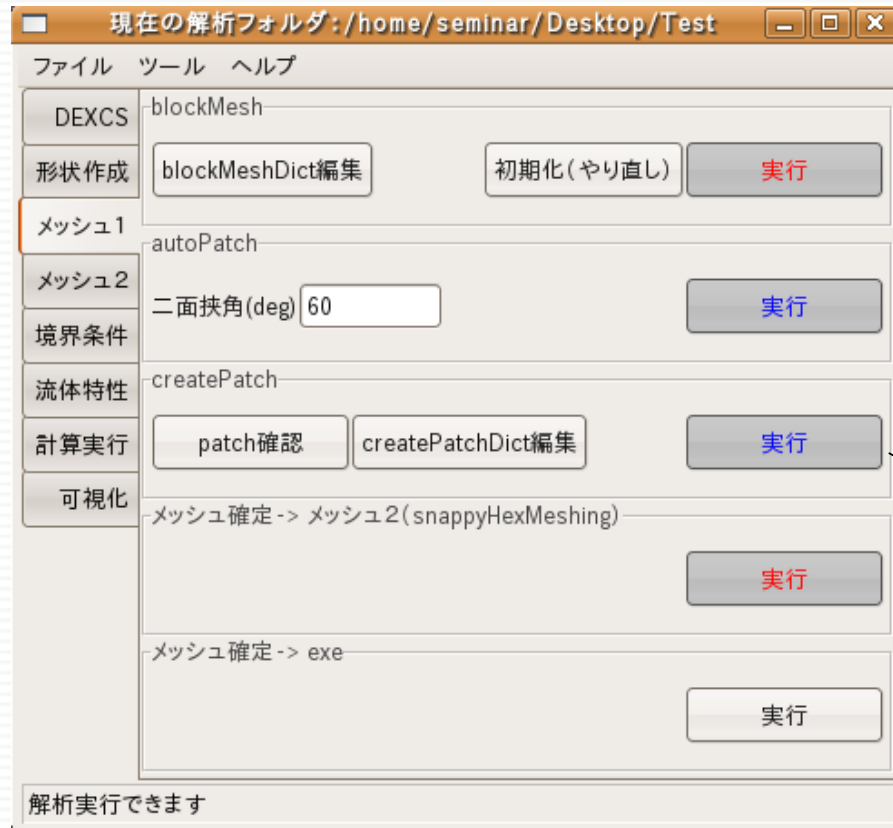


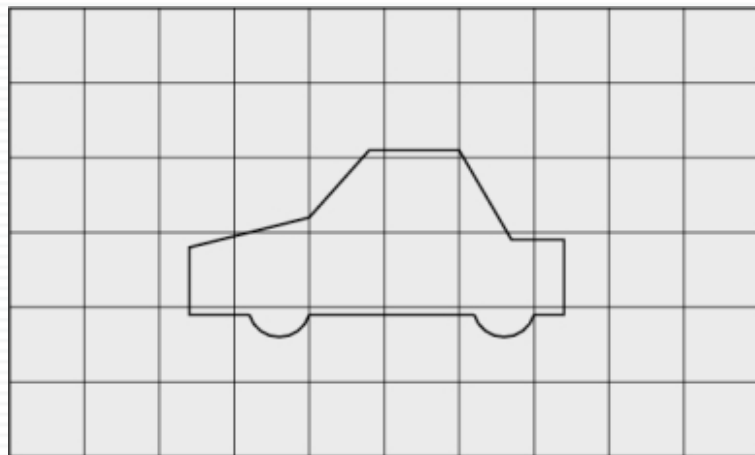
/home/seminar/ããããã/blockTes		Read blocks	Read points
Write points only		Info: 24 points collected	
Remove doubles			
Register block	X Y Z	x-res: 10	y-res: 15 z-res: 10
Write to dict.		Index: 4	
Clear blocks			
Write and quit		Quit, no write	
		Triangle normal	

```
blockMeshDict
(
  (-1.920000 3.726271 -1.920001) // 12
  (-1.920001 3.726271 1.919999) // 13
  (1.920000 3.726272 1.919999) // 14
  (1.920000 3.726270 -1.920002) // 15
  (1.920000 6.579221 1.919998) // 16
  (-1.920001 6.579218 1.919999) // 17
  (1.920000 6.579219 -1.920003) // 18
  (-1.920000 6.579218 -1.920001) // 19
  (-1.000001 -4.460638 1.000001) // 20
  (1.000000 -4.460639 1.000000) // 21
  (-1.000001 -4.460639 -0.999999) // 22
  (1.000000 -4.460639 -0.999999) // 23
);
40 blocks
41 (
42   hex (22 23 6 2 20 21 7 3) (10 15 10) simpleGrading (1 1 1)
43   hex (2 6 5 1 3 7 4 0) (10 10 10) simpleGrading (1 1 1)
44   hex (1 5 11 10 0 4 9 8) (10 10 10) simpleGrading (1 1 1)
45   hex (10 11 15 12 8 9 14 13) (10 10 10) simpleGrading (1 1 1)
46   hex (12 15 18 19 13 14 16 17) (10 15 10) simpleGrading (1 1 1)
47
48 );
49
50 edges ();
51 patches ();
52 mergePatchPairs ();
```

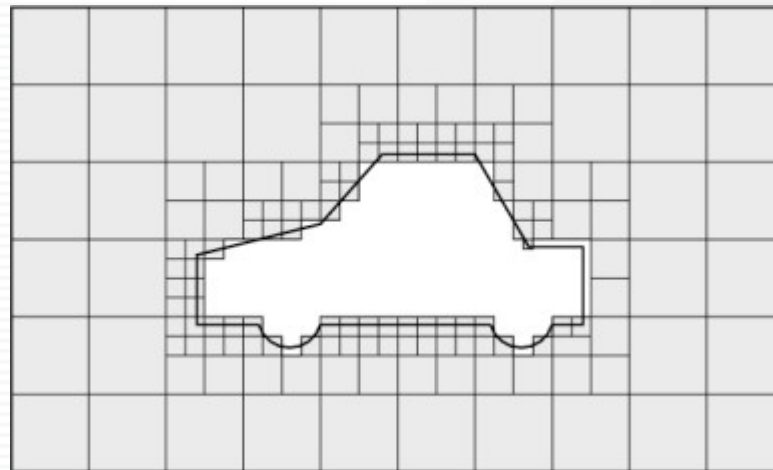
Patch名の変更 (OpenFOAM固有ユーティリティ)

12 / 20

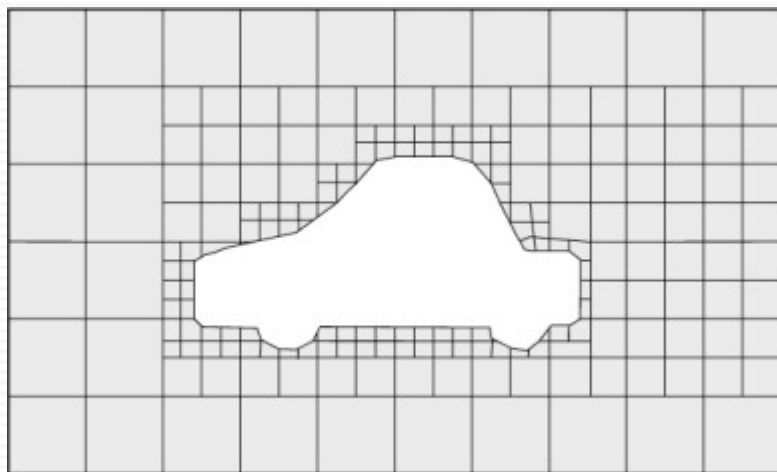




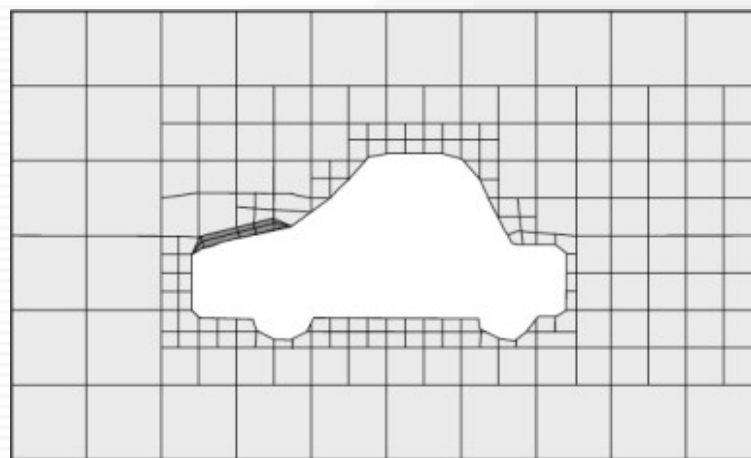
1.基礎メッシュ (blockMesh)



2.外形のトレース (castellatedMesh)



3.外形に合わせてセル変形 (snappedMesh)



4.レイヤーの挿入 (addLayers)

SnappyHexMeshDict Exporter GUI

14 / 20

The image illustrates the workflow of the SnappyHexMeshDict Exporter GUI through five numbered steps:

- 形状選択 (Shape Selection):** The user selects a shape from the '形状作成' (Shape Creation) menu. The '形状選択' (Shape Selection) button is highlighted.
- 形状選択 細分化パラメタ指定 (Shape Selection Refinement Parameter Specification):** The user specifies refinement parameters for the selected shape. The 'dexcs.stl' row in the table is highlighted, and the 'Smin' and 'Smax' values (3 and 4) are specified.
- Export...:** The user clicks the 'Export...' button to generate the SnappyHexMeshDict file.
- Question:** A dialog box asks 'snappyHexMeshDictを書き換えますか' (Do you want to overwrite snappyHexMeshDict?). The user selects 'はい(Y)' (Yes).
- Final SnappyHexMeshDict:** The final generated file is shown, containing the refinement surfaces and regions.

The final SnappyHexMeshDict file content is as follows:

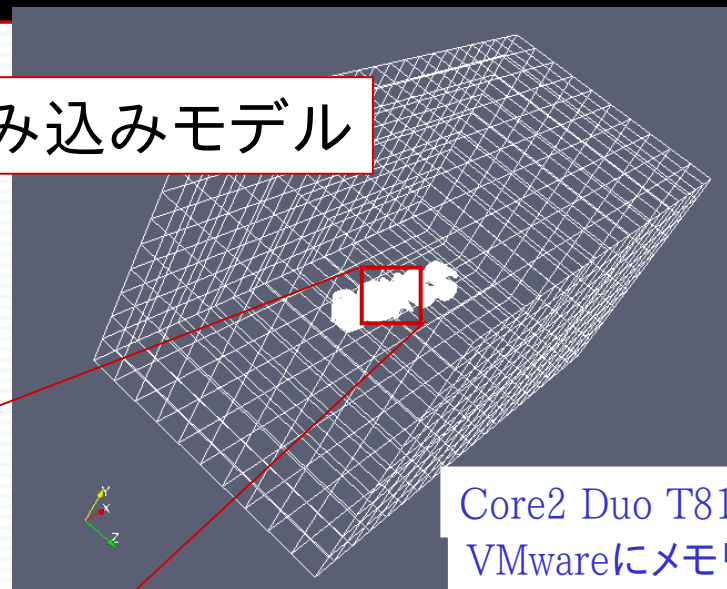
```
104
105 refinementSurfaces
106 {
107     dexcs
108     {
109         // Surface-wise
110         level (3 4);
111     }
112 }
113
114 refinementRegions
115 {
116     box1
117     {
118         mode inside;
119         levels ((1E15 3));
120     }
121 }
```


DEXCS性能の一例

15 / 20

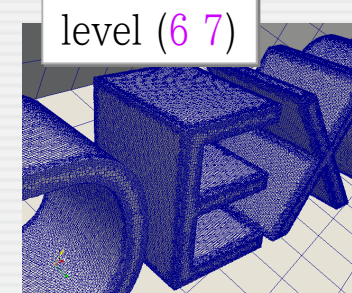
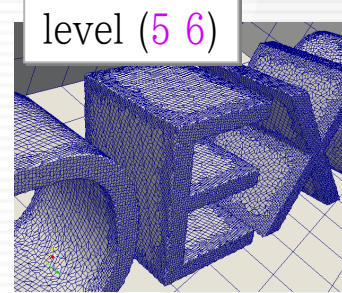
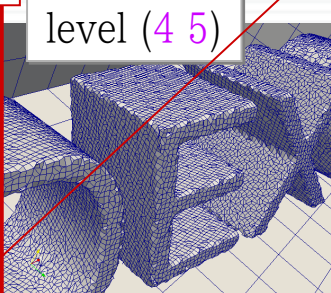
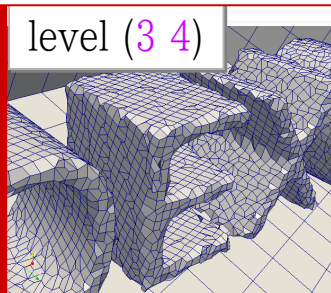


標準組み込みモデル

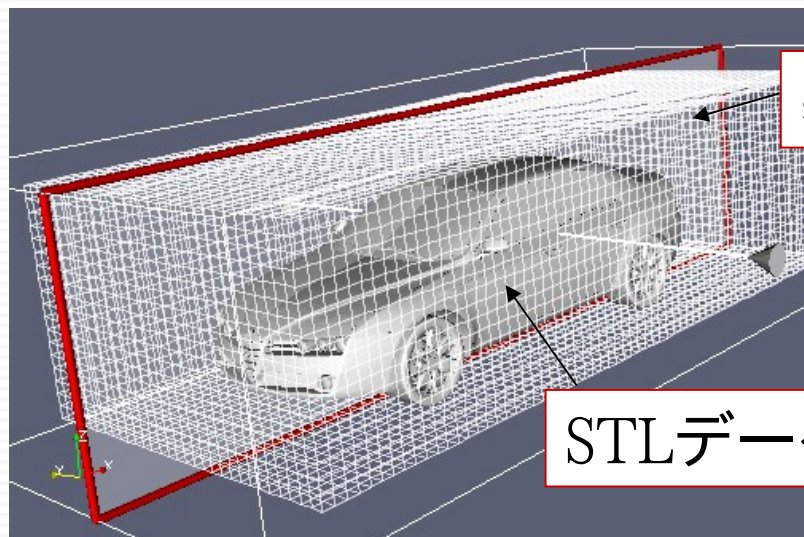


Core2 Duo T8100(2.1GHz)
VMwareにメモリ2.6G占有

標準組み込みの細分化パラメタ



メッシュ	要素数	137,456	229,815	426,552	1,085,734
	節点数	153,783	278,594	545,530	1,442,646
	作成時間 (sec)	77	152	332	1,064
simple Foam	収束回数	100	145	200	800
	計算時間 (sec)	457	796	2,626	32,167



基礎メッシュ

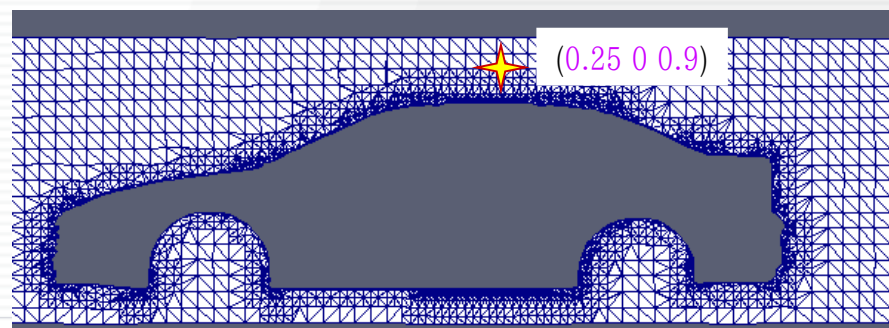
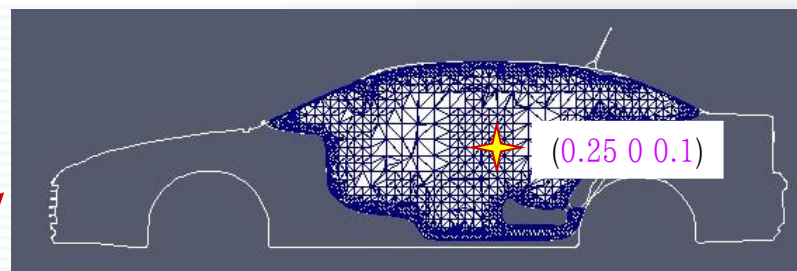
STLデータ

デフォルト設定値 (0.1 0.1 3.5)・・・領域外部点

⇒snappyHexMesh実行時エラー

```
snappyHexMeshDict
129
130
131 // Mesh selection
132 //
133
134 // After refinement patches get
135 // all cells intersecting the su
136 // section reachable from the lo
137 // NOTE: This point should never
138 // after refinement.
139 // locationInMesh (0.1 0.1 3.5)
140 locationInMesh (0.25 0 0.1);
141 // locationInMesh (0.25 0 0.9);
142 }
```

要手修正



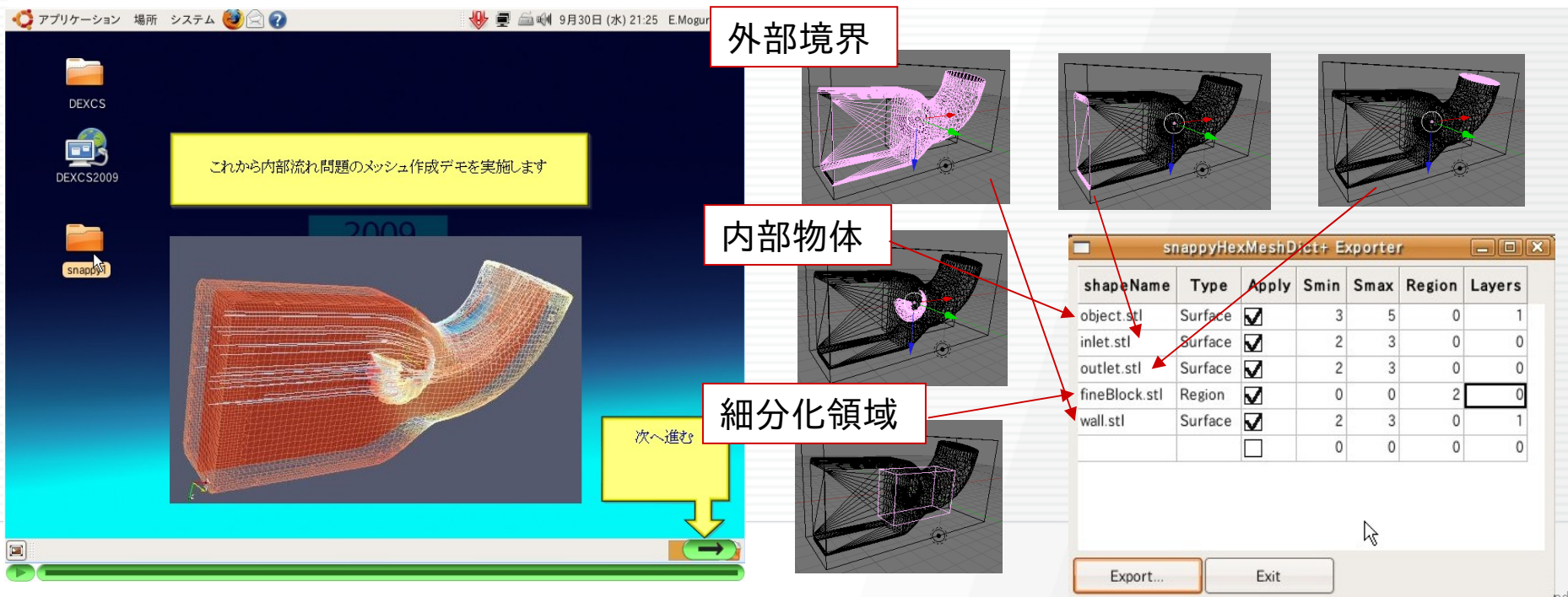
<http://dexcs.gifu-nct.ac.jp/pukiwiki/index.php?DEXCS2009-OpenFOAM%A4%C7%A4%CE%C6%E2%C9%F4%CE%AE%A4%EC%B2%F2%C0%CF>

内部流れ問題でのsnappyhexmeshの作成方法(DEXCS2009-OpenFOAM) ↑

DEXCS2009-OpenFOAMに付属の標準チュートリアル問題では、流体領域の外部境界はblockMesh⇒aitoPatch⇒createPatchという手順で作成してありましたが、本例では、外部境界も自由曲面のSTLファイルから作成し、いわゆる自由曲面の内部流れの問題を解く例題となっています。

- モデルは  model1.zip
- WinkチュートリアルはDEXCS2009-OpenFOAMでの内部流れ解析

流体領域の外部境界を、境界条件の種別に応じて、それぞれ別のSTLファイルとしてエクスポートしておきます ↑



外部境界

内部物体

細分化領域

snappyHexMeshDict+ Exporter

shapeName	Type	Apply	Smin	Smax	Region	Layers
object.stl	Surface	<input checked="" type="checkbox"/>	3	5	0	1
inlet.stl	Surface	<input checked="" type="checkbox"/>	2	3	0	0
outlet.stl	Surface	<input checked="" type="checkbox"/>	2	3	0	0
fineBlock.stl	Region	<input checked="" type="checkbox"/>	0	0	2	0
wall.stl	Surface	<input checked="" type="checkbox"/>	2	3	0	1
		<input type="checkbox"/>	0	0	0	0

Export... Exit

■使える(使っています)

生で使える人間はほんの少数

1つのアプリ(OpenFOAMなど)だけでは効果小
(安くても手間がかかりすぎて仕事に出来ない)
オープン分野の様々なテクニックを併せて活用

■カスタマイズが必要

用途、ユーザーを特化し、カスタマイズ費用をいかに抑えるかが普及の鍵
オープンコミュニティに期待

DEXCSメニュー作成ツール

19 / 20

1 アプリケーション メニュー

2 wxGlade

3 wxGlade: Tree (/home/et/Desktop)

4 <Design> - DEXCS2009 OpenFOAM

ファイル ツール ヘルプ

DEXCS

- 形状作成
- メッシュ1
- メッシュ2
- 境界条件
- 流体特性
- 計算実行
- 結果処理

DEXCS simpleFoam

Open file

場所(P)	名前	最終変更日
検索	launcherOpen	2009年09月29日
最近開いたファイル	template	2009年09月29日
et	SimpleFoam.wxg	2009年09月29日

Desktop/DEXCS/SimpleFoam.wxg

GUIメニュー作成も、オープンソース(wxGlade)
ソースコード、作成方法も公開⇒カスタマイズ自由

DEXCS --- Simple, Just Use It, Have

© DENSO CORPORATION All rights reserved.

オープンCAEは仕事に使えるか？

20 / 20

■使える(使っています)

生で使える人間はほんの少数

1つのアプリ(OpenFOAMなど)だけでは効果小
(安くても手間がかかりすぎて仕事に出来ない)
オープン分野の様々なテクニックを併せて活用

■カスタマイズが必要

用途、ユーザーを特化し、カスタマイズ費用をいかに抑えるかが普及の鍵

オープンコミュニティに期待