

---

# はじめてのOpenFOAM®

## その3

富山県立大学 中川慎二

オープンCAE勉強会@富山

2014年1月25日

Disclaimer: OPENFOAM® is a registered trade mark of OpenCFD Limited, the producer of the OpenFOAM software and owner of the OPENFOAM® and OpenCFD® trade marks. This offering is not approved or endorsed by OpenCFD Limited.

---

この講習会では、ユーザーガイドを参照しながら、作業を進めます。ユーザーガイドは下記サイトで入手可能です。

OpenFOAM® Documentation (オリジナル)

<http://www.openfoam.org/docs/>

<http://foam.sourceforge.net/docs/Guides-a4/UserGuide.pdf>

ソフトウェアマニュアル翻訳 (OpenCAE学会)

<http://www.opencae.jp/wiki/ソフトウェアマニュアル翻訳>

Disclaimer

OPENFOAM® is a registered trade mark of OpenCFD Limited, the producer of the OpenFOAM software and owner of the OPENFOAM® and OpenCFD® trade marks. This offering is not approved or endorsed by OpenCFD Limited.

# コース概要

---

目的: OpenFOAMを利用し, 流動シミュレーションに必要な一連の作業を体験する。  
OpenFOAMの基本的な使い方を学ぶ。

OpenFOAMマニュアル(ユーザーガイド)に掲載されている例題(チュートリアル)に, 実際にコンピュータを使って取り組む。

OpenFOAMでできそうなこと, できないことなど, 講習終了後の活用に向けた話題も取り上げる。

# スケジュール

---

1. 使用システム説明
2. OpenFOAM概要
  - OpenFOAMとは?, 使用例紹介, ディレクトリ構造
3. 例題: キャビティ流れ
  - 概要, 格子生成, 条件設定, 流体解析, 可視化, 格子改造
4. 例題: ダムの崩壊
  - 概要, 格子生成, 条件設定, 流体解析, 可視化
5. さらにOpenFOAMを使うために
  - 情報元, 主なソルバー説明, 質疑応答

---

## 5. OpenFOAM活用に向けて

# OpenFOAMとは

---

- OpenFOAM (**O**pen **F**ield **O**peration and **M**anipulation) CFD Toolbox
- オブジェクト指向プログラミングによるC++モジュール群
- 偏微分方程式を3次元有限体積法で解く
- 最新版 2.2.2 (2013年10月14日リリース)

<http://www.openfoam.com/>

# OpenFOAMとは

---

- OpenCFD Ltd が開発し, OpenFOAM Foundation が公開している, free, open source CFD software package
- ライセンス: GNU General Public Licence (GPL)
- 2012年9月 ESI Group が OpenCFD Ltd を購入

# OpenCFD Ltd. acquired by ESI

---

- ESI社は、商用シミュレーションソフトの開発・販売をしている
- OpenFOAMの利用実績もあり
- ESI Global Forum 2012 (San Diego, US)で、OpenFOAM利用成果も多数発表された

<http://www.esi-group.com/contact/ESIGlobalForum2012/agenda/>



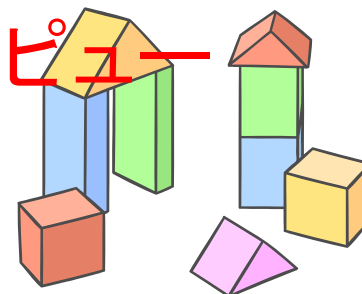
# OpenFOAM関連製品

---

- IDAJ社 (FloTHERMでおなじみ) が、OpenFOAMをベースとした製品の販売をスタートした(2013年3月)
- iconCFDは、IDAJとIcon Technology & Process Consulting Ltd.により開発されている。
  -
- OpenFOAM1.7.xをベースに、独自の改良、GUI開発などが行われている。
- GPLに準じたオープンソースベースの汎用熱流体解析プログラムです。

# OpenFOAMの特徴

- 基本的なソルバーは、すぐに利用できる。
- 様々な流れに対応できる。(UserGuide 3.5参照)
  - 圧縮／非圧縮流, 層流／乱流, 混相流, 熱伝達, ニュートン／非ニュートン流体, 自由表面, 移動境界, 粒子追跡, 分子動力学, 電磁流体 etc.
- 様々なメッシュ要素に対応できる。
  - 構造格子, 非構造格子(ポリヘドラル含む)
- 部品(C++ライブラリ:ソースコード)を組み合わせることで, 必要なソルバーを簡単に作れる。
- 並列計算に対応している。(スーパーコンピュータでも実行できる)



# 基礎式 と ソースコード

---

$$\text{式 } \frac{\partial \rho \mathbf{U}}{\partial t} + \nabla \cdot \phi \mathbf{U} - \nabla \cdot \mu \nabla \mathbf{U} = -\nabla p$$

ソースコード

```
solve
```

```
(
```

```
    fvm::ddt(rho, U)
```

```
+ fvm::div(phi, U)
```

```
- fvm::laplacian(mu, U)
```

```
==
```

```
- fvc::grad(p)
```

```
);
```

# OpenFOAMの利点と欠点

---

- 利点
  - 中身が見られる(ソースコードが公開されている)
  - 簡単に並列計算が実行可(コストはCPU数に依存せず)
  - スケーラビリティ(仮想マシン, PC, WS, クラウド, **スパコン**)
- 欠点
  - 商用ソフトに比較すると, 不便(コマンドベース)
    - 特に, プリ処理が弱い
  - サポートが限定的(コミュニティベース or 有料サービス)
  - ドキュメント類は英語(日本語情報も増えつつある。)
  - Linuxを基本とする。(ただし, Windows上でコンパイル可。Windows版販売業者あり。Microsoft HPCも注力?)

# 成功する使い方

---

- これまで内製プログラムを作ってきた人が使う。
  - 自分 or グループでコードを開発・維持することになると、楽ができる。
  - 高度な作業が、比較的簡単なコード修正で済む。
  - C++言語に慣れる必要あり。
- プリ処理には、他のソフトウェアを利用する。
- 商用・汎用CFDをすぐに置換できると期待しない。(併用できると良い。)
- 教育用途

# 企業での活用

---

- 大企業での利用
  - 自動車メーカー, 航空機メーカー, 電機メーカー  
etc.
    - 自前のスパコンを有効活用
    - 三菱自動車(自動車技術会2012秋季大会報告あり)
- 企業での利用
  - 国内設計(建築)企業
    - 自社開発の空調シミュレータとOpenFOAMの融合
  - 国内電源メーカー
    - 商用ソフトでモデル作成 → OpenFOAMで計算
  - 多くの企業で利用が利用・検討が始まっている
    - 詳細検討している企業も多いが, 情報は非公開・・・

# OpenFOAMのサポート(一例)

---

- CAE Solutions
  - FOCUSスパコンでのOpenFOAM運用支援 など

<http://www.cae-sc.com/products/openfoam.html>
- OCSE(コンサルタント)
  - <http://mogura7.zenno.info/~et/wordpress/ocse/>

# 商用ソフトとの比較

---

- 精度
  - 同程度
- 安定性(発散のしにくさ)
  - OpenFOAMは 発散しやすい
    - 商用ソフトでは, 明示されていない安定化が行われている?
    - 同様のモデルでも, 慎重なパラメータ設定が必要な場合がある。



# OpenFOAM関連の情報元 1/2

---

- OpenCAE学会

セミナー・勉強会等開催，掲示板，ウェブに資料あり

<http://www.opencaejp/>

- OpenFOAMディスカッションボード(OpenFOAMユーザー会) 掲示板にて，質問が可能。(日本語)

<http://groups.google.com/group/openfoam?hl=ja>

- DEXCS

<http://dexcs.gifu-nct.ac.jp/pukiwiki/index.php?DEXCS-DOC>

- ウェブ検索

# OpenFOAM関連の情報元 2/2

---

- OpenCFD (開発元)

<http://www.openfoam.com/>

- CFD online (掲示板)

<http://www.cfd-online.com/Forums/openfoam/>

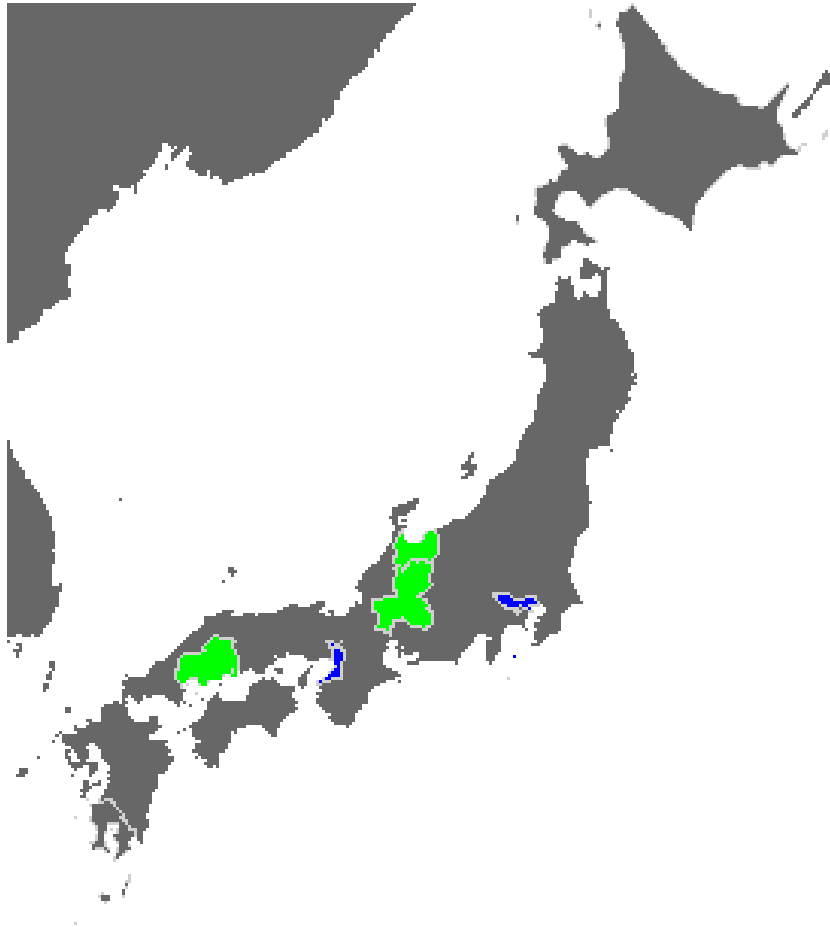
- Extend Project - Community-driven Releases of OpenFOAM®

<http://extend-project.de/>

- ソースコード

# オープンCAE勉強会

---



<http://www.opencae.jp/wiki/OpenFOAM-study-group-for-beginner%28ja%29>

# オープンCAE勉強会@富山

---

- 月に1度程度の頻度で開催中
- 会場は、主に富山県立大学
- 参加者は、学生、技術者など10数名
- 富山県、石川県、その他から参加有り
- 参加者からの取組み報告・相談
- 講習会の開催

富山県立大 オープンCAE関連ウェブサイト

<http://eddy.pu-toyama.ac.jp/>

Facebook オープンcae勉強会@富山

<https://www.facebook.com/OpenCAEstudyGroupAtToyama>