

OpenFOAM勉強会 for beginner [第8回]

**非圧縮系コードでの
Lagrange粒子ライブラリの利用**

2011/02/27

挾間 貴雅

本日の課題

- OpenFOAMの非圧縮系ソルバでLagrange系粒子追跡を使用出来るようにする
 - デフォルトでは非圧縮系のコードおよびチュートリアルが無い
 - pisoFoam系・simpleFoam系で使用方法が異なる
- 既存のライブラリ・ソースコードを少し修正するだけでOK

本日の内容

- 自己紹介
- Lagrange粒子追跡ライブラリの組み込み
 - simpleFoam系での粒子追跡
 - 解析事例1:市街地内の粉塵拡散(風環境ベンチマーク CaseF)
 - pisoFoam系での粒子追跡
 - 解析事例2:室内の咳飛沫拡散

Lagrange粒子追跡ライブラリの組み込み

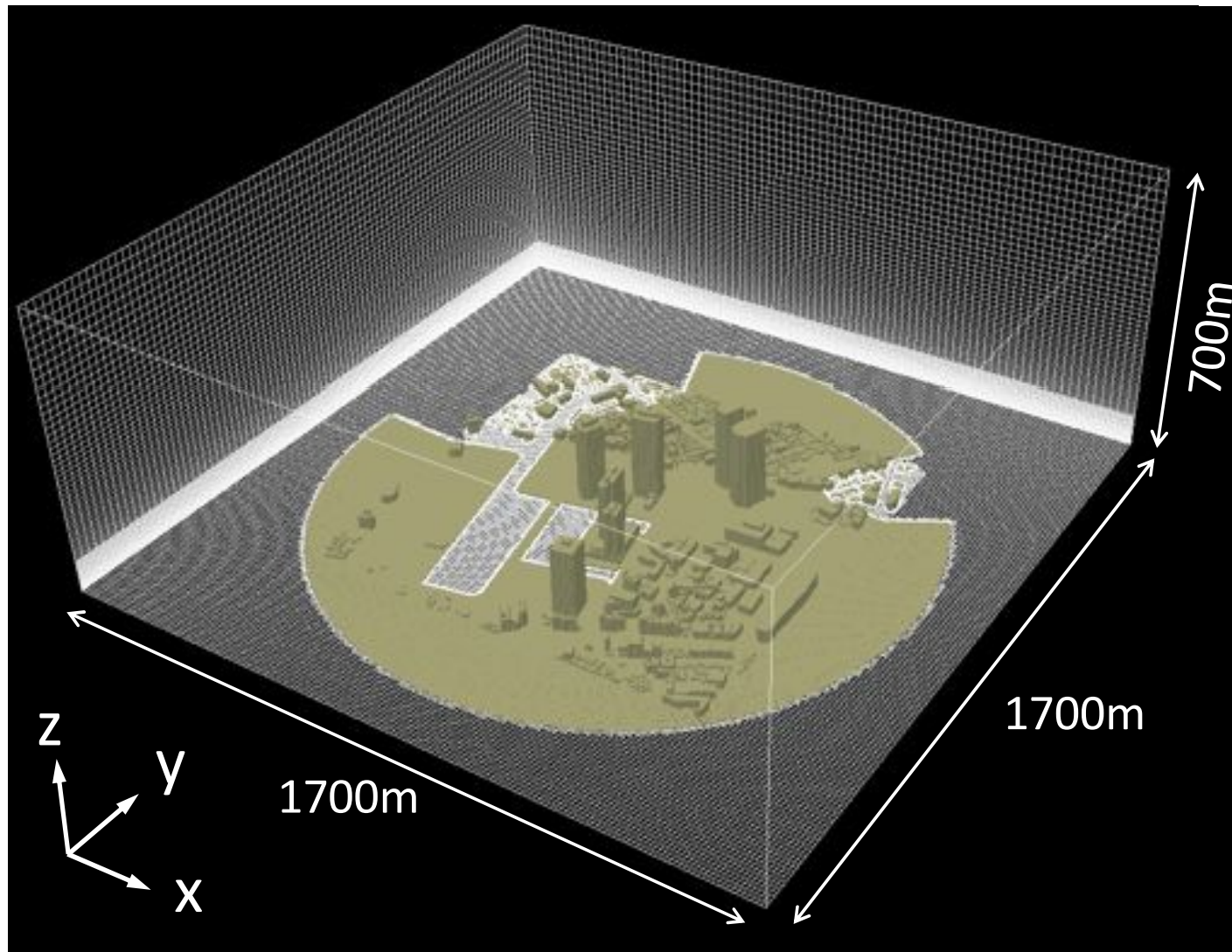
— simpleFoam系での粒子追跡 —

解析事例1：市街地風環境ベンチマーク

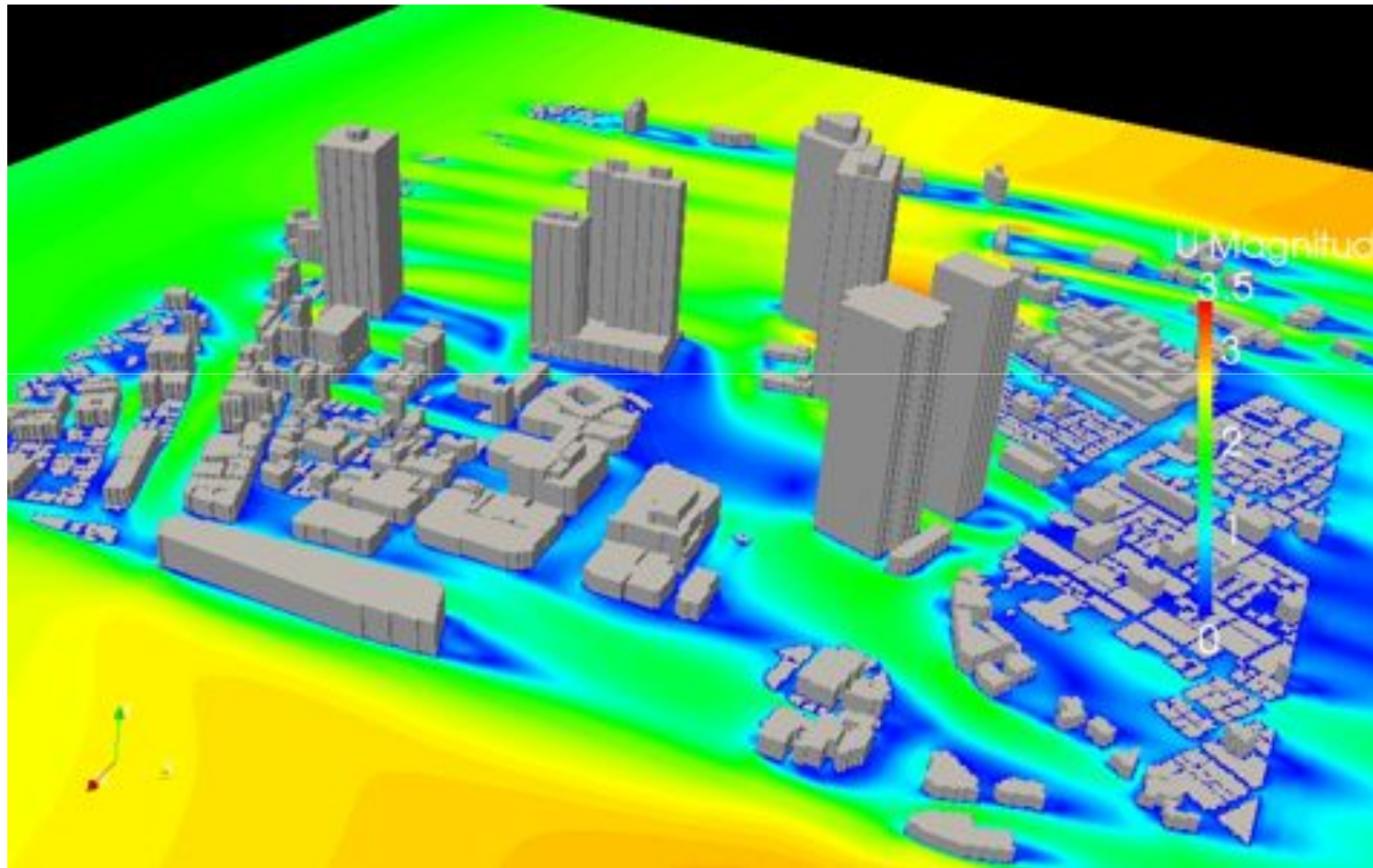
- 新宿副都心高層ビル群を対象としたベンチマーク(Case F)を実施
 - 建築学会編、街地風環境予測のための数値流体解析ガイドブック
- ソルバ: simpleFoam + uncoupledKinematicParcelFoam改
 - OpeFOAM-1.7.1、標準k-eモデル
 - $\phi=10^{-6}\sim 10^{-5}$ [m]のコンクリート粒子をランダム発生
- 格子生成: snappyHexMesh
 - 格子数: 530万要素(境界適合直交格子)
 - 建物形状データは学会HPからダウンロード
- 計算資源: 日立Harmonious Cloud
 - 1node8core使用、計算時間は約6時間/ケース



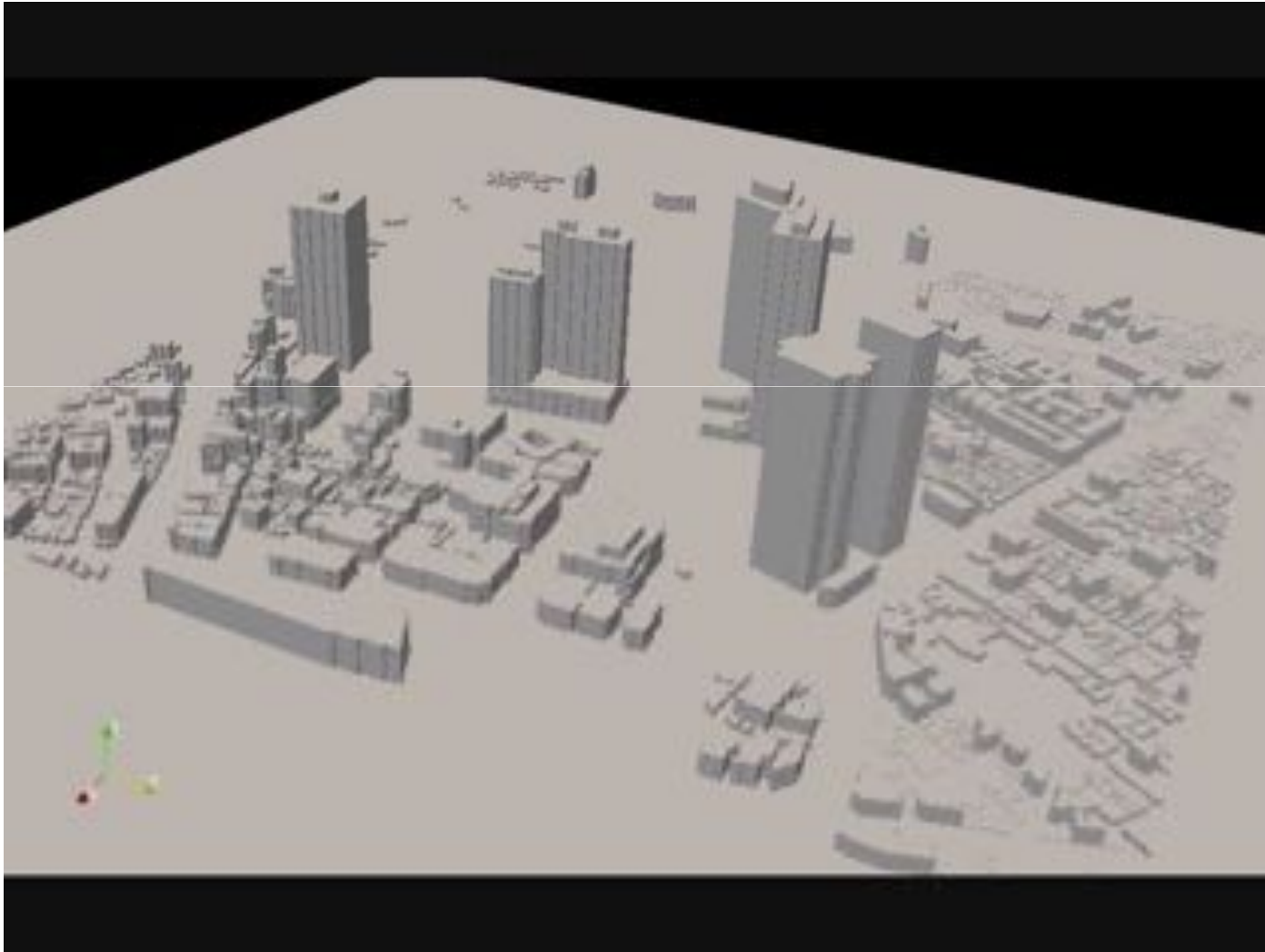
計算領域



計算結果



計算結果



参考にしたソースコード

- OpenFOAM-1.6以降にある以下のソルバを改良して使用

[~applications/solvers/lagrangian/uncoupledKinematicParcelFoam](#)

- 直接対応するチュートリアルケースは無し
- プロパティファイル” kinematicCloud1Properties”は、以下のチュートリアルを参考

[~tutorials/lagrangian/rhoPisoTwinParcelFoam/simplifiedSiwek](#)

粒子追跡計算の手順

1. Lagrangeライブラリの一部を非圧縮系に対応するよう書き換える
2. uncoupledKinematicParcelFoamを非圧縮系に対応するよう書き換える
3. kinematicCloud1Properties”を定常計算ケースのconstantフォルダにコピーし、編集
4. 粒子追跡用に“controlDict”を編集
5. uncoupledKinematicParcelFoam改の実行

Lagrangeライブラリでの書き換え箇所

- 修正するライブラリ: `~src/lagrangian/intermediate`
- `intermediate/Make/options` :
 - 「compressible」を「incompressible」に変更
 - 「-I\$(LIB_SRC)/transportModels」を追加
- `intermediate/submodels/Kinematic/DispersionModel/DispersionRASModel/DispersionRASModel.H` :
 - 「compressible」を「incompressible」に変更
- `intermediate/submodels/Kinematic/DispersionModel/DispersionRASModel/DispersionRASModel.C` :
 - 「compressible」を「incompressible」に変更

Lagrange粒子追跡ライブラリの組み込み

— pisoFoam系での粒子追跡 —

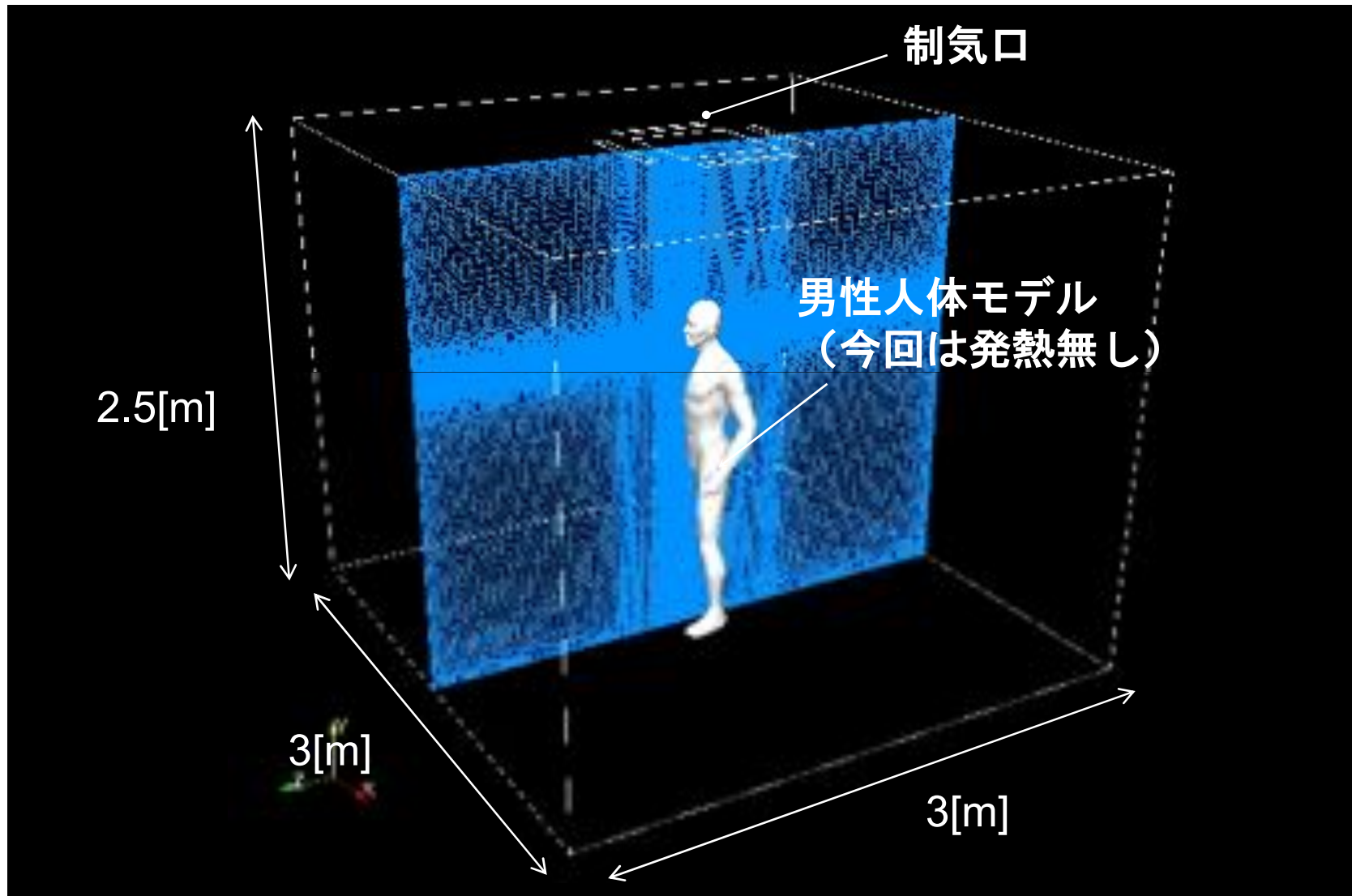
解析事例2:室内の咳飛沫拡散

- 咳に伴う飛沫粒子の拡散挙動を再現
 - LESを用いて咳に伴う呼気の非定常空気流動を再現
 - 呼気速度は最大22m/s、0.2秒で2万個発生
- ソルバ: pisoFoam + Lagrange粒子追跡
 - OpeFOAM-1.6.x
 - LES & 標準Smagorinskyモデル ($C_s=0.12$)
 - 水粒子 $\phi=1\sim 1000\ \mu\text{m}$ (重力沈降有り)
- 格子生成: Pointwise + snappyHexMesh
 - 格子数: 330万要素 (ヘキサメッシュ)
 - 人体形状データに伊藤らの人体モデル
(伊藤ら; 数値解析用Virtual Manikin のグリッドライブラリ作成、空気調和・衛生工学会論文集、2006)
- 計算資源: 日立Harmonious Cloud
 - 1node8core使用、120秒で計算時間は約5日間

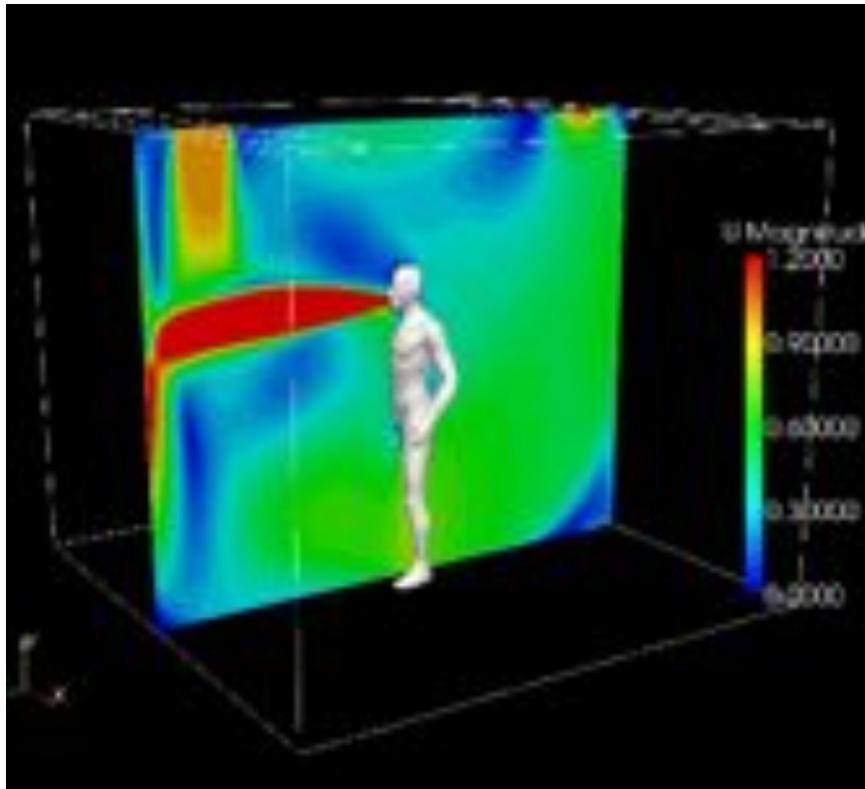


人体モデル
(伊藤ら、2006)

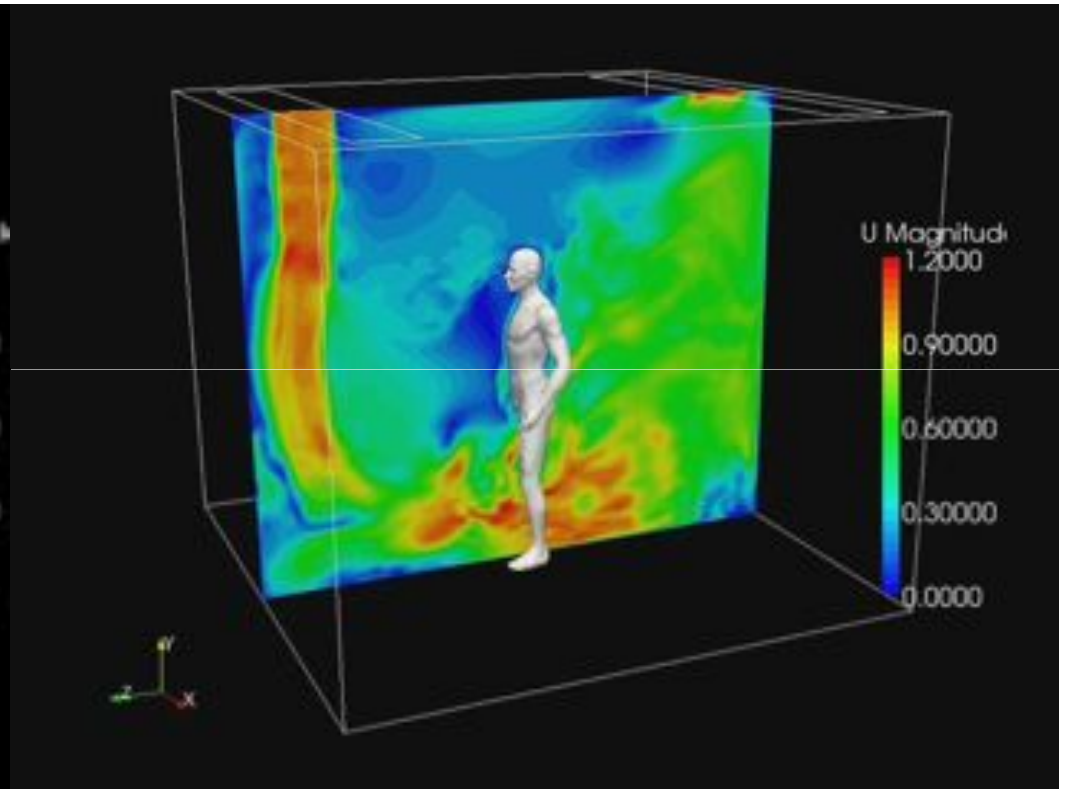
計算領域



計算結果：RANSとLESの比較

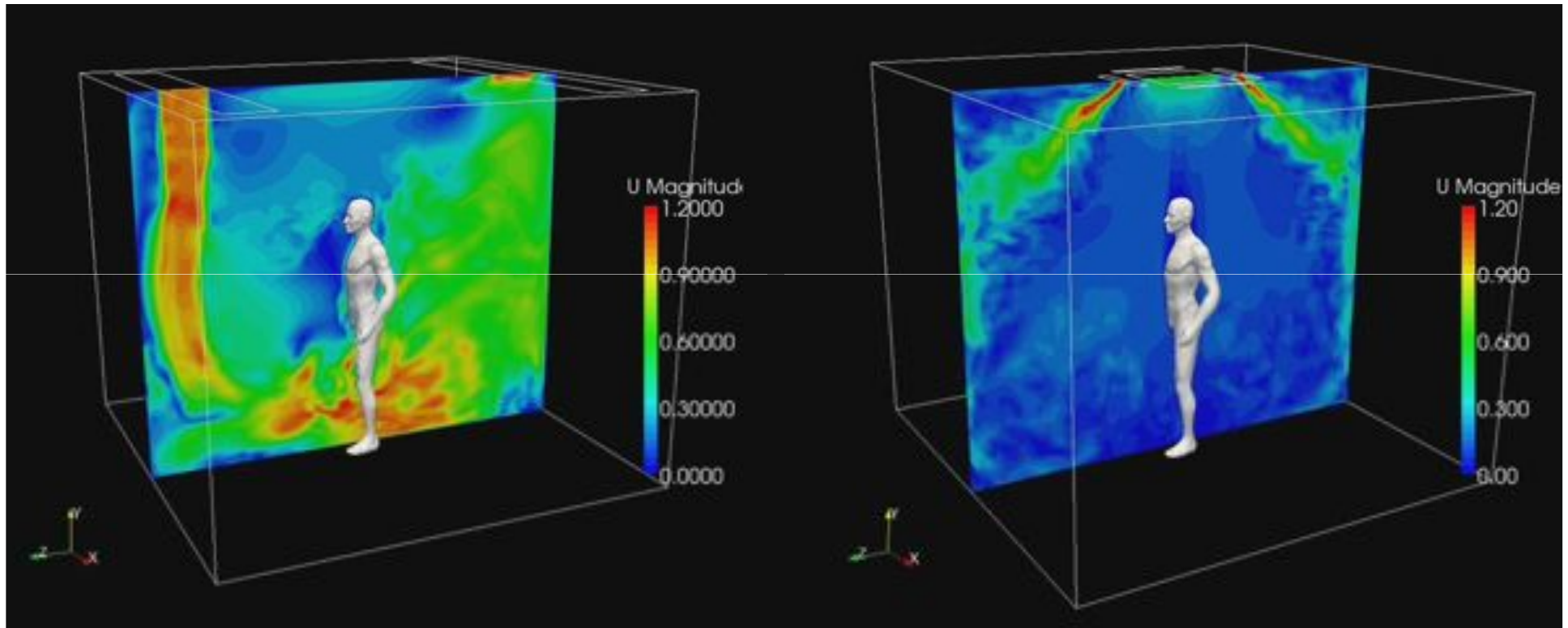


RANS (定常計算)



LES

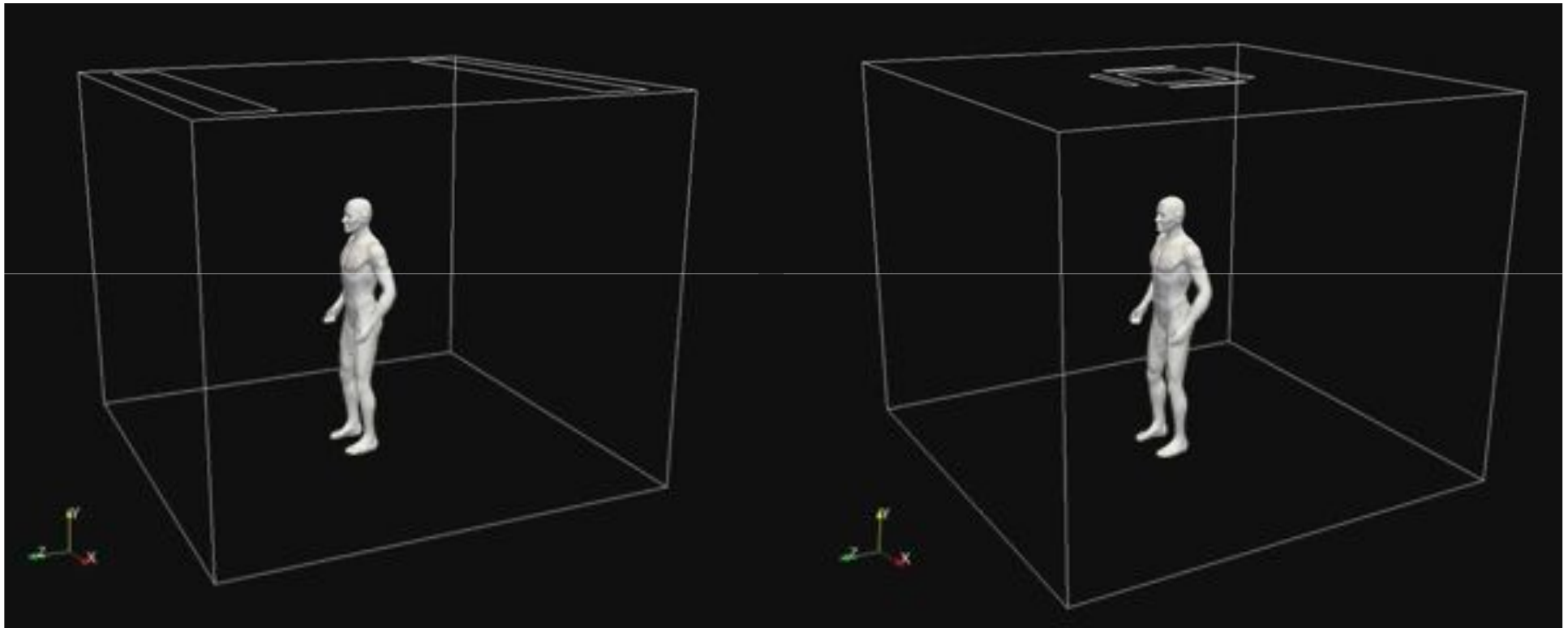
計算結果：風速の非定常変化



LES (ブリーズライン)

LES (天井カセット)

計算結果：咳飛沫の挙動



LES (ブリーズライン)

LES (天井カセット)

粒子追跡計算の手順

- 参考ソルバ(何故かチュートリアルにある)
[~tutorials/lagrangian/rhoPisoTwinParcelFoam/rhoPisoTwinParcelFoam](#)
- 1. pisoFoamにlagrange粒子追跡関連の記述を加えてコンパイル
- 2. kinematicCloud1Properties”を計算ケースのconstantフォルダにコピーし、編集
- 3. pisoFoam改の実行

今後の展開

- Lagrangian random puff modelによる濃度計算
ソルバの組み込み
 - 任意の地点での発生を指定でき、Dispersion error
を回避出来る
- 湿度に対応した粒子消滅現象の組み込み
 - 咳・くしゃみによる飛沫核の存在寿命の再現
- 静電気による壁面付着効果の組み込み