

とりあえず やってみるか...

# scFLOW(R) 機能例 - 機能29 人体熱モデル 例題29.1

## － スポット空調解析 －

2020年  
富士通株式会社  
コンピューティング事業本部  
計算科学事業部

# - 目次 -

## n 概要

- 例題について / 目的 / マシン環境

## n オペレーション

- - Tips - (随所)

## n まとめ

## n 例題について

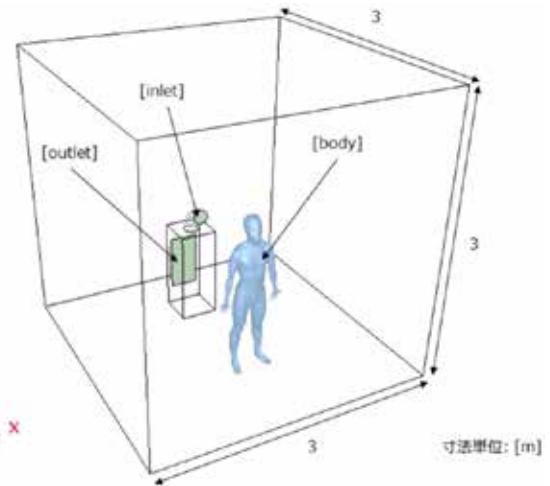
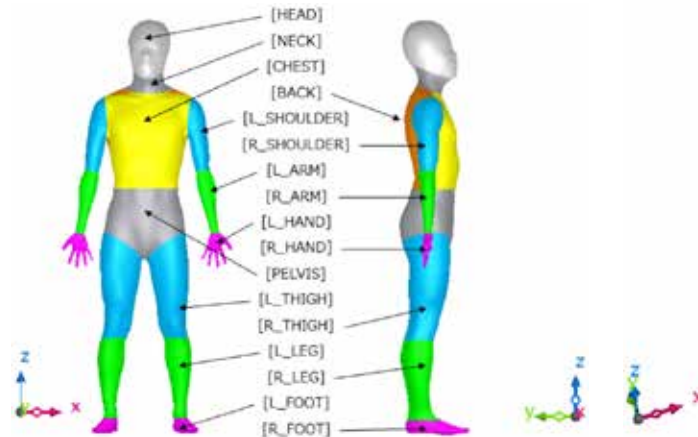
n MSC / ソフトウェアクレイドル社製 熱流体解析ソフトウェア scFLOW(R) の例題の 1 つ

- 参考 -

C:\Program Files\Cradle\scFLOW14\Manuals\HTML\Exercise\_jpn\index.html

機能例－機能29 人体熱モデル

例題 29.1 スポット空調解析



図の出典: 上記マニュアルより

## n 目的

n 流体解析にはある程度通じているが、ソフトウェアクレイドル製品には殆ど触ったことが無い者がマニュアル片手にスムーズに操作出来るのか 或いは、どんな場面つまづのか 等を検証

## n 被験者

- 男性 便利で工夫されGUIを備えたソフトウェアには殆ど触れたことが無い
- 資格 日本機械学会認定計算力学技術者（熱流体力学分野）

n 実施日 6月下旬のとある一日

## n マシン環境

n クライアントPCのスペックは右表

- 社内WANでライセンスサーバに接続

OS	Windows 8.1 Enterprise 64bit
RAM	8.00GB(7.89GB使用可能)
CPU	Intel Core i5-6300U 2.4GHz × 2 , 4コア

## 始める前に

早速 scFLOW を起動しようと思ったが...、はて 人体・スポット空調機・部屋解析領域)の形状データは何処にあるのかな

次の場所に在るのを発見

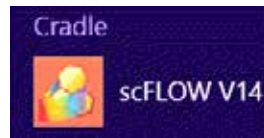
- C:¥Program Files¥Cradle¥scFLOW14¥Samples\_scFLOW¥Exercise\_fix.cab
- 圧縮・解凍ツールで開くと、Exercise¥exA29¥exA29-1 が有ったので、exA29を解凍します

名前	更新日時	種類	サイズ
Exercise.cab	2018/10/26 15:58	CAB ファイル	1,361,486 KB
Exercise_fix.cab	2019/11/11 14:48	CAB ファイル	288,622 KB
Operation.cab	2018/10/26 16:03	CAB ファイル	555,307 KB
Operation_fix.cab	2019/11/11 14:49	CAB ファイル	114,737 KB
Postprocessor.cab	2018/10/26 16:04	CAB ファイル	213,622 KB
Preprocessor.cab	2018/10/26 16:04	CAB ファイル	2,977 KB
Tools.cab	2018/10/26 16:05	CAB ファイル	17,438 KB
VB_Samples.cab	2018/10/26 16:05	CAB ファイル	1,695 KB
VB_Samples_fix.cab	2019/11/11 14:49	CAB ファイル	60 KB

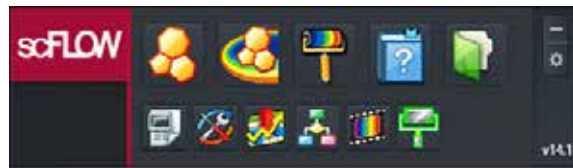
フォルダ	名前	サイズ	更新日時
exA28	Model		
exA29	Org		
exA29-1	exA29-1.mdl	1,841,418	2018/05/11 20:20:36
exA30			


## n 起動


n PCの **スタート / アプリ 名前順** から右のアイコンを探してクリックします。



n すると、**[起動パネル]**がポップアップします。

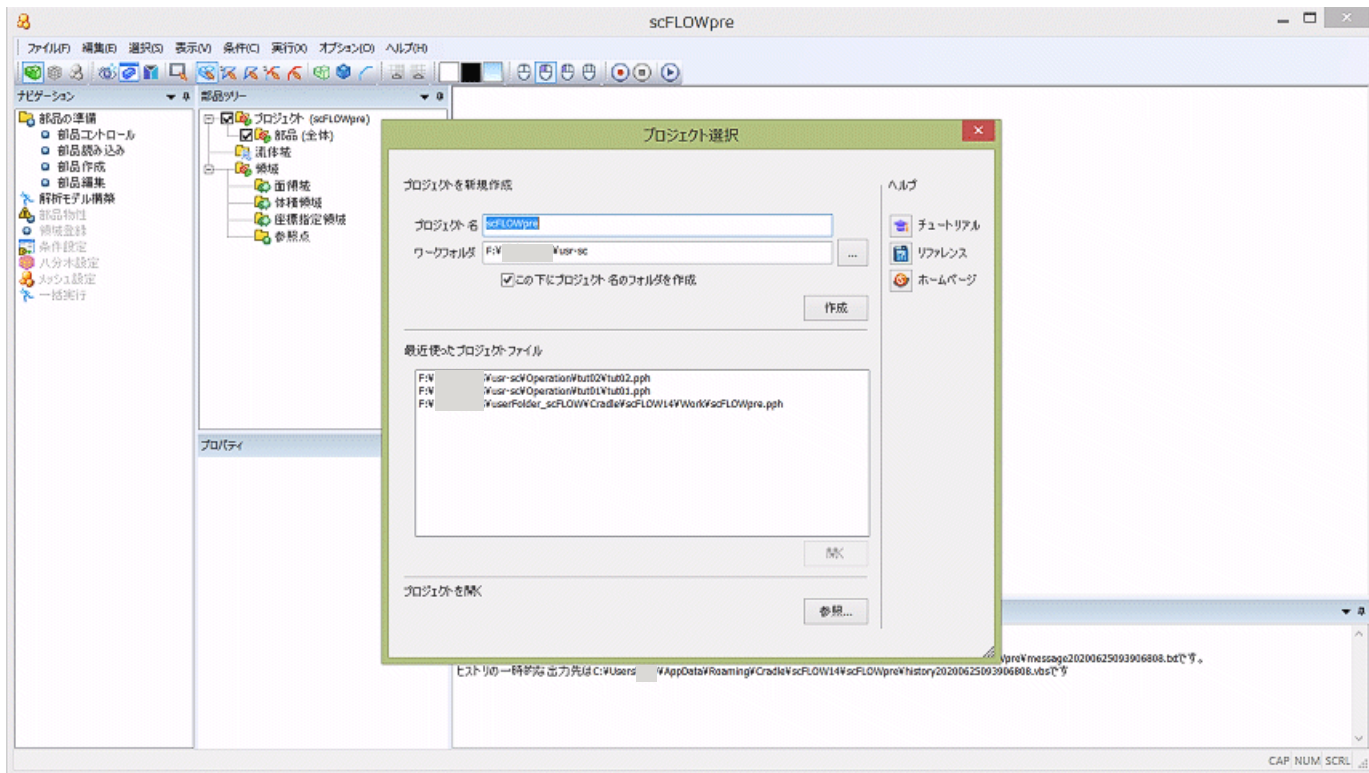


n 予め作業用フォルダ、F:¥...¥usr-sc を登録します。 **[起動パネル]**の上段右端の緑色バイナダ型アイコン  をクリックして、**[設定]**、**[ユーザフォルダの設定]**としました。

n **[起動パネル]**の scFLOWロゴの直ぐ右にあるポリヘドラルメッシュのアイコン  にカーソルを合わせマウスの左ボタンをクリックします。

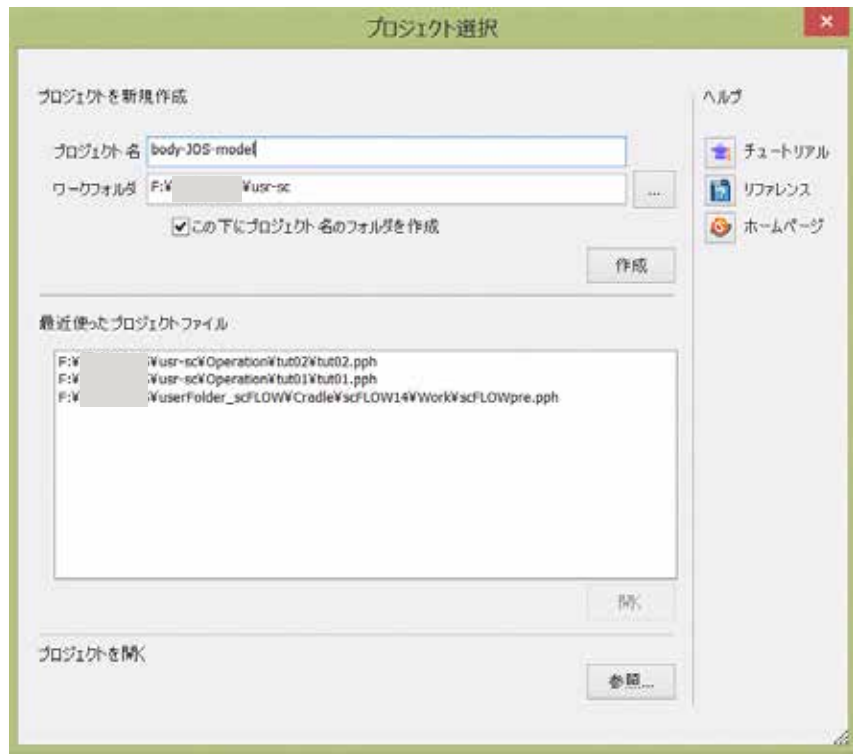
n すると、scFLOWpre が起動します。 preが起動するとともに**[プロジェクト選択]**パネルがポップアップしました。 (次ページ参照)

n pre起動後、[プロジェクト選択]パネルがポップアップした状態



## n [プロジェクト選択]に入力（新規作成）

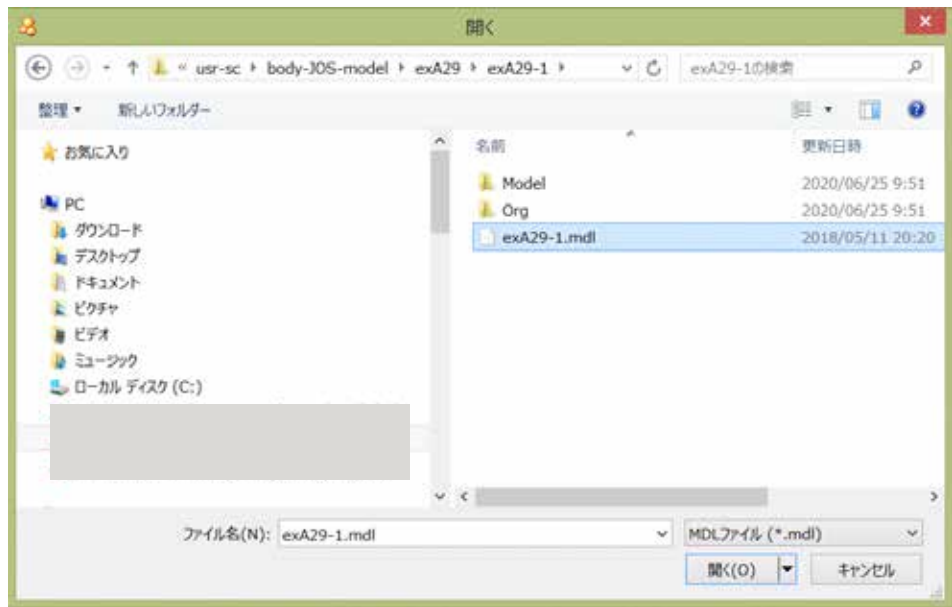
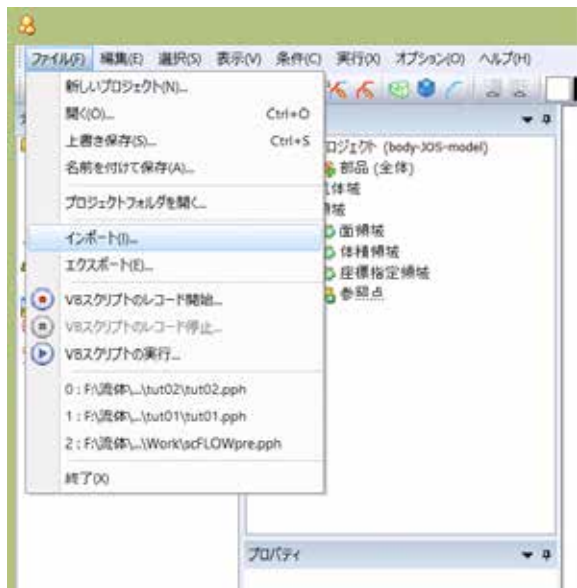
- プロジェクト名 body-JOS-model
- ワークフォルダ F:¥...¥usr-sc
- 「この下にプロジェクト名のフォルダを作成」に  を入れます
- [作成]ボタンを押下します。すると
- F:¥...¥usr-sc¥body-JOS-model が作成されます
- 先に解凍しておいたexA29フォルダをこの下に置きます



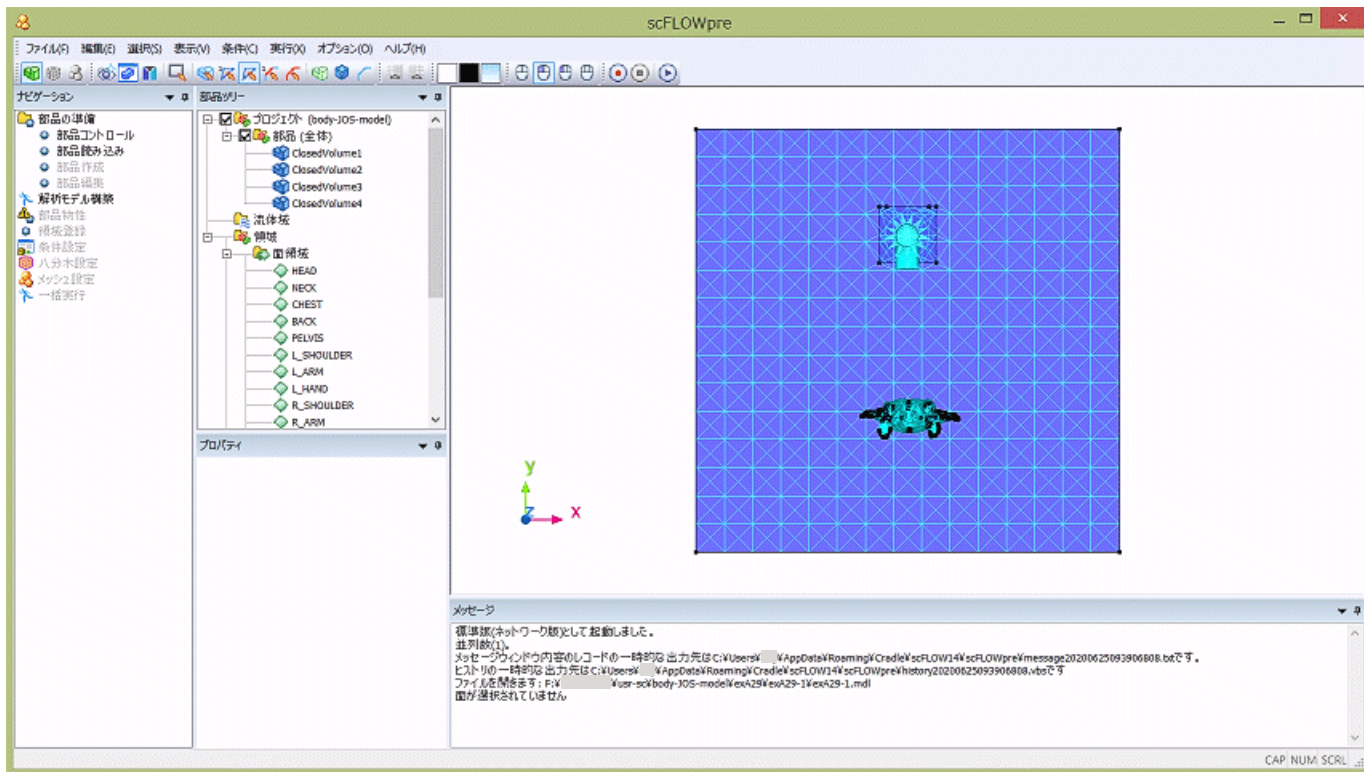


## n 形状データ読み込み

- メインメニューの一番左にある[ファイル]をプルダウンして、[インポート...]
- ...¥usr-sc¥body-JOS-model¥exA29¥exA29-1¥exA29-1.mdl を選んで[開く]をクリック

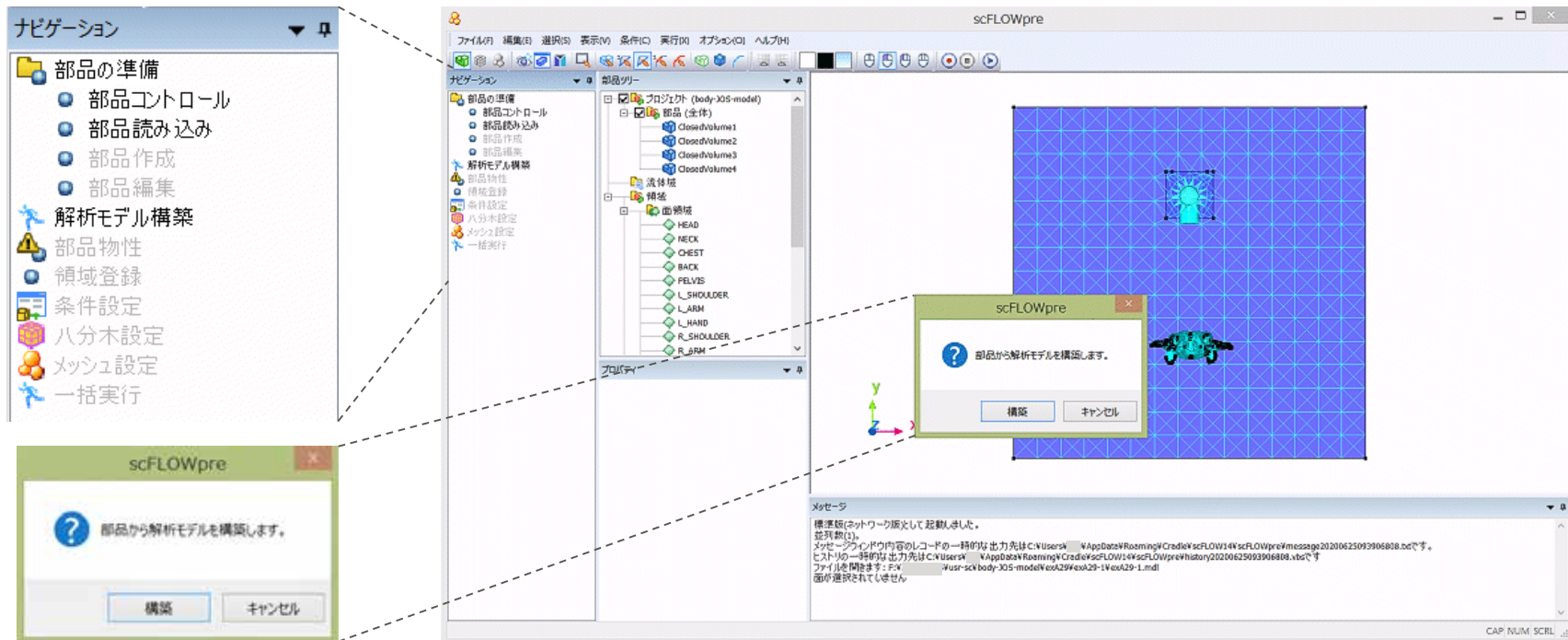


n 形状データ exA29-1.mdl が読み込まれた直後のpre画面になります

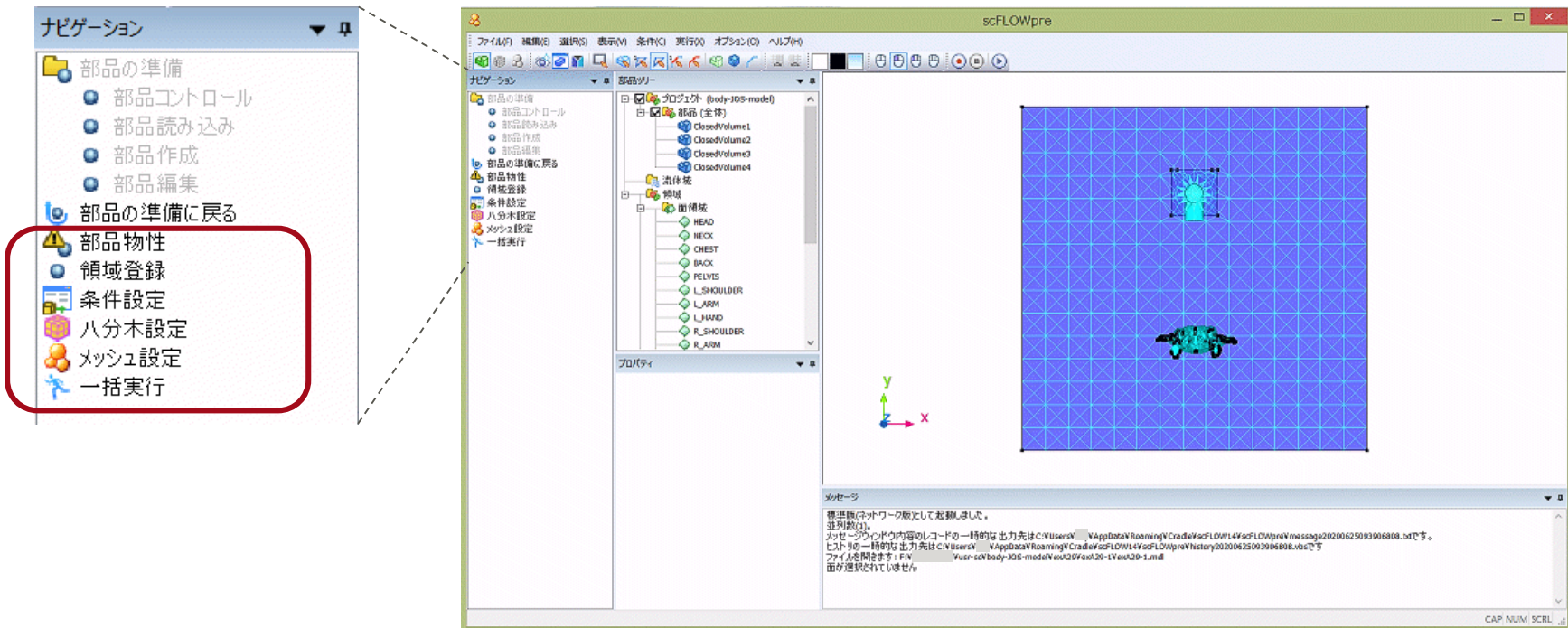


## 解析モデル構築

- 左端の「ナビゲーション」ウィンドウから「**解析モデル構築**」をクリック、ポップアップの[構築]を押下します

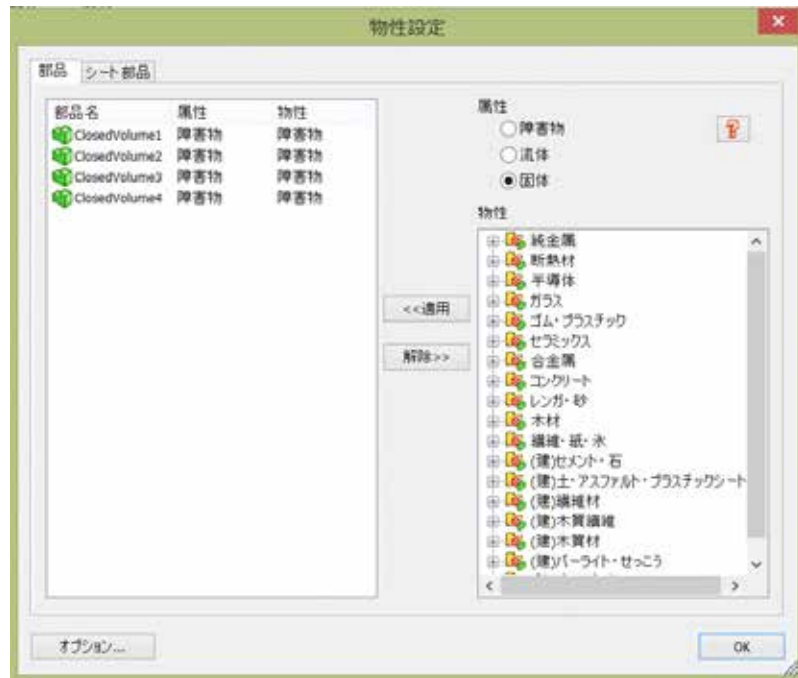


- すると、「ナビゲーション」ウィンドウの内容が変わりました。
- 「部品の準備」以下無効、「解析モデルの構築」 「部品の準備に戻る」、 部分が有効に

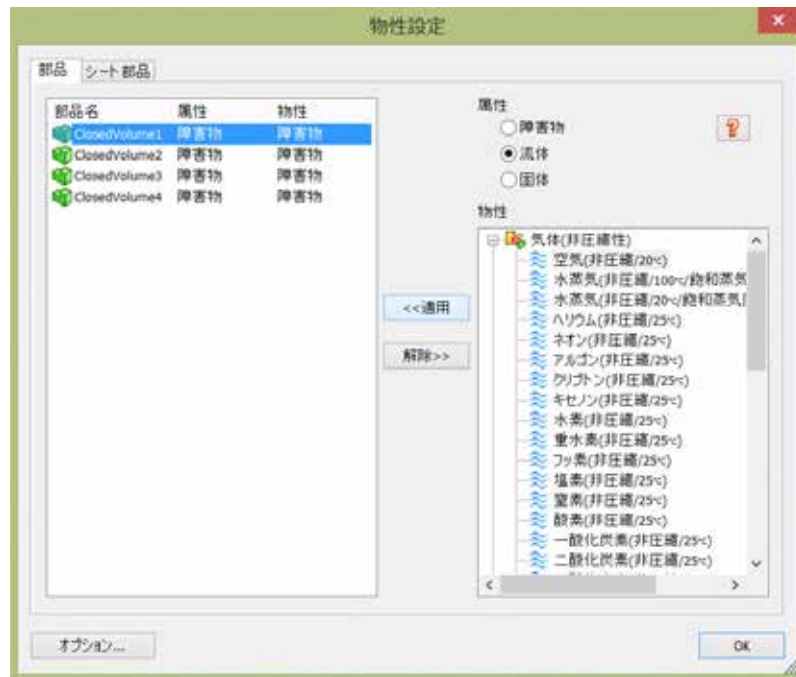


## n 部品物性

- ナビゲーションから「**部品物性**」をクリックすると  
[**物性設定**]パネルがポップアップしました





- 部品名ClosedVolume1を選択し、右上の属性ラジオボタンを**流体**とします
- 次に右下の一覧から**気体(非圧縮性)**、**空気(非圧縮 / 20 )**を選んだ状態で真ん中の [ **適用** ] ボタンをクリックします

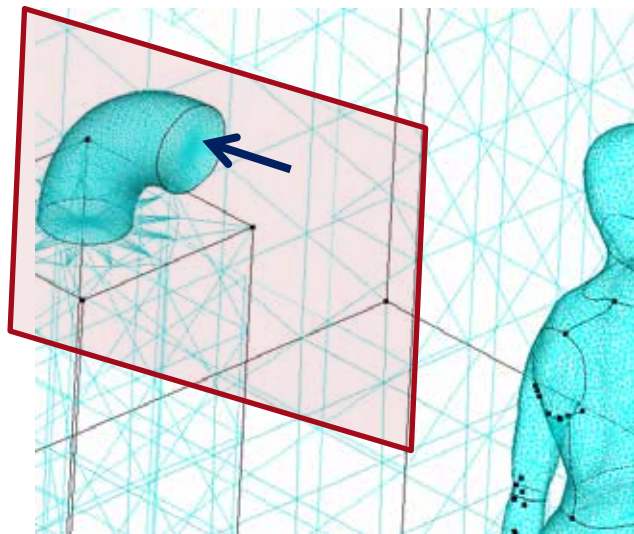


## n 領域登録

- ナビゲーションから「領域登録」をクリックすると [領域登録] パネルがポップアップします。
- **面領域** タグが開いており、形状モデルから既に登録されている人体周り等の面領域が見られます。



- スポット空調機の吹出し口を画面ピックで選びますが、部屋境界の面が手前にあり上手くピック出来ません。そこで、
- 先ず手前にある面を画面ピックで選択し「非表示」とします。（下図  部分）
- 空調機吹出し口は円板状多角形ですが複数(72)枚の楔形面で構成されています。
- このように複数枚の小面で構成された領域を一度の画面ピックで選ぶには、「面&スプレッド」が便利であることが分かりました。  
...数個なら一つ一つ面を選んで良いが、72個はさすがに大変なため、適切な方法を探しました。
- 吹き出し口の円板上領域を左図  のように選択
- 領域登録パネルにて、（次頁へ）





- [領域登録]パネルにて
- 領域名     inlet  
   対象     選択面  
   選択面    表面
- [登録]ボタンを押下します。
- 同様に、スポット空調機の背面矩形領域を、  
領域名     outletとして[登録]します。
- 「対象     選択面の 通り

[登録]するためには、  
予め対象とする面領域が  
画面ピックによって選択済  
であることが必要



## n 条件設定

- ナビゲーションから「条件設定」をクリックすると、[条件ウィザード]パネルがポップアップします。
- **解析条件 / 解析タイプ** にて、同パネル右側 **流れ** に  が入っていることを確認しましょう。



- 解析条件 / 境界条件 / 流れ境界

- 境界面 inlet を選択し、  
**流入流出境界条件**、  
タイプ **質量流量** を選択します。

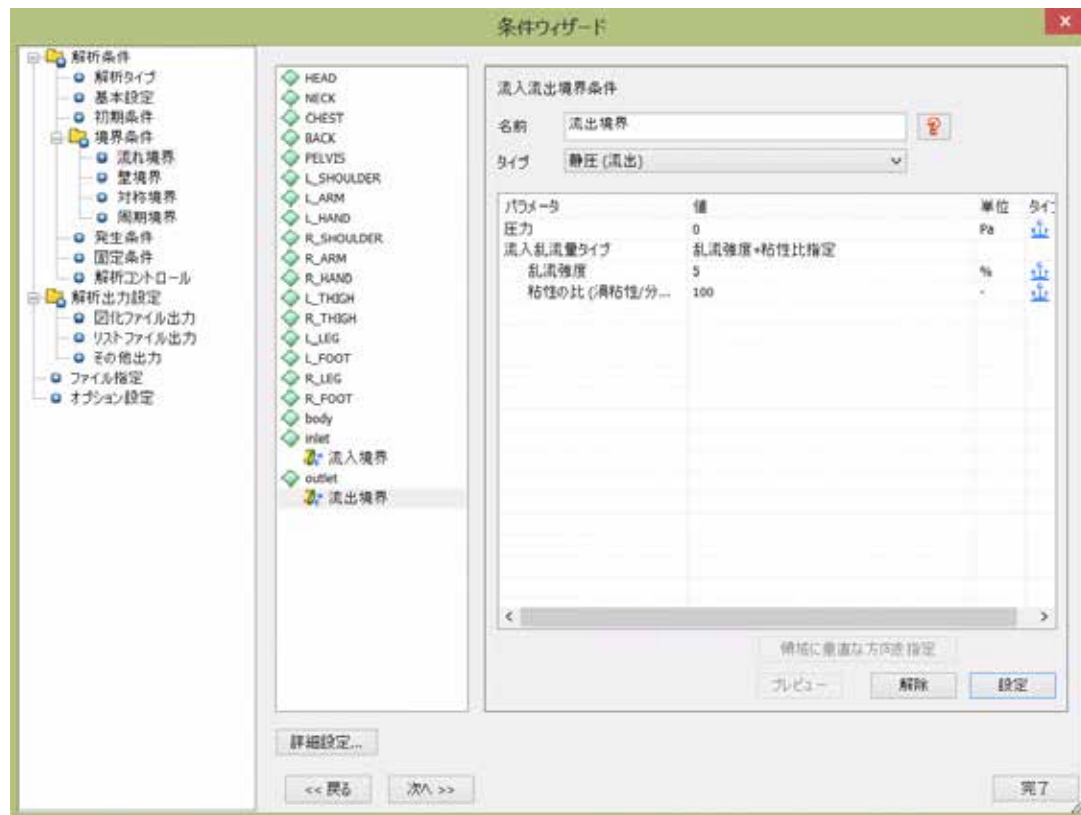
質量流量 0.134 [Kg/s]

として、[設定]

- 境界面 outlet を選択し、  
**流入流出境界条件**、  
タイプ **静圧(流出)** を選択します。

圧力 0 [Pa]

として、[設定]



- 解析条件 / 解析コントロール
- 定常判定 を選択、

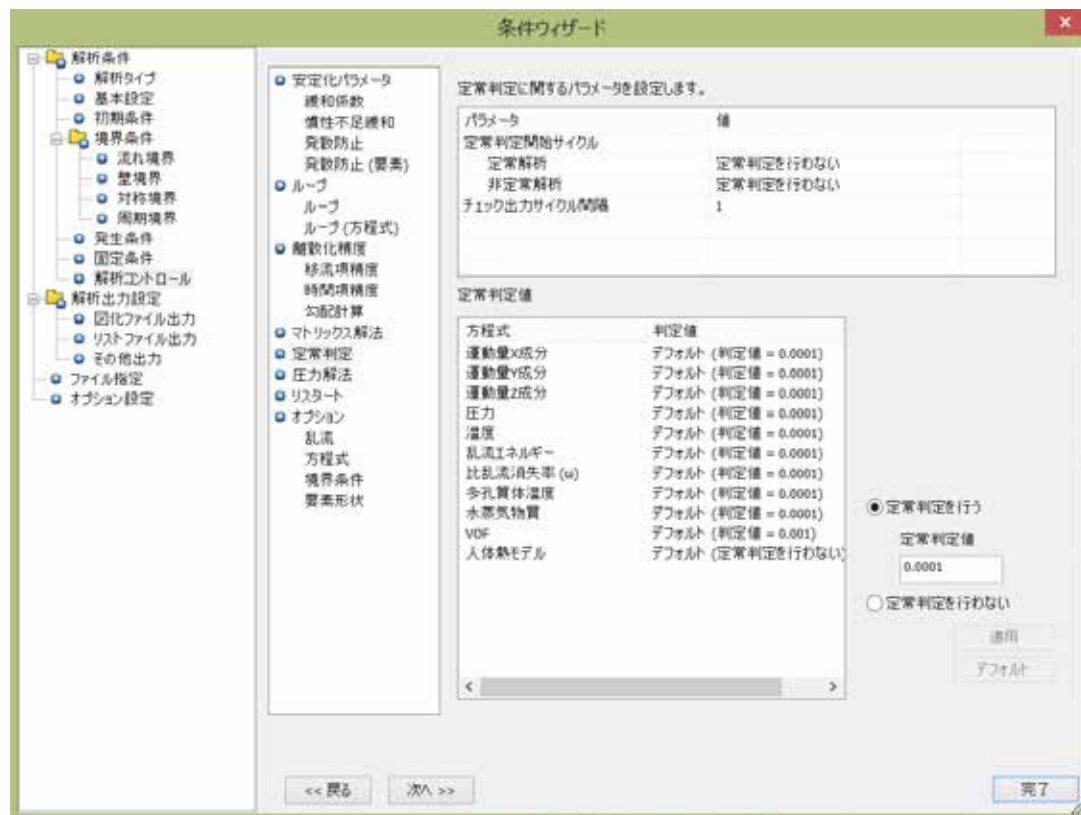
-----

定常判定開始サイクル

定常解析      定常判定を行わない

-----

とします。



- 解析出力設定 / 図化ファイル出力
- 解析出力設定 を選択、

平均化      算術平均  
平均化間隔      サイクル間隔  
サイクル間隔      100

とします。

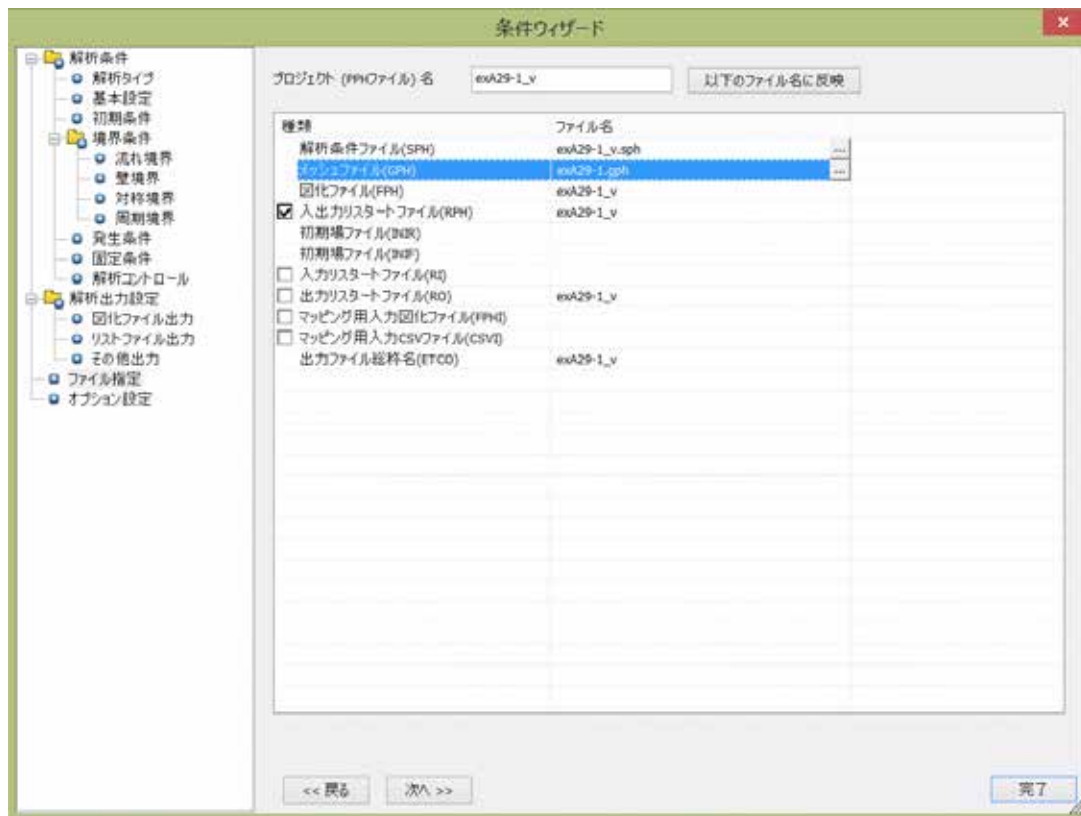


- ファイル指定
- プロジェクト(pph)ファイル名  
exA29-1\_v  
と入力し、  
[以下のファイル名に反映]を押下

メッシュファイル(gph)名  
exA29-1.gph

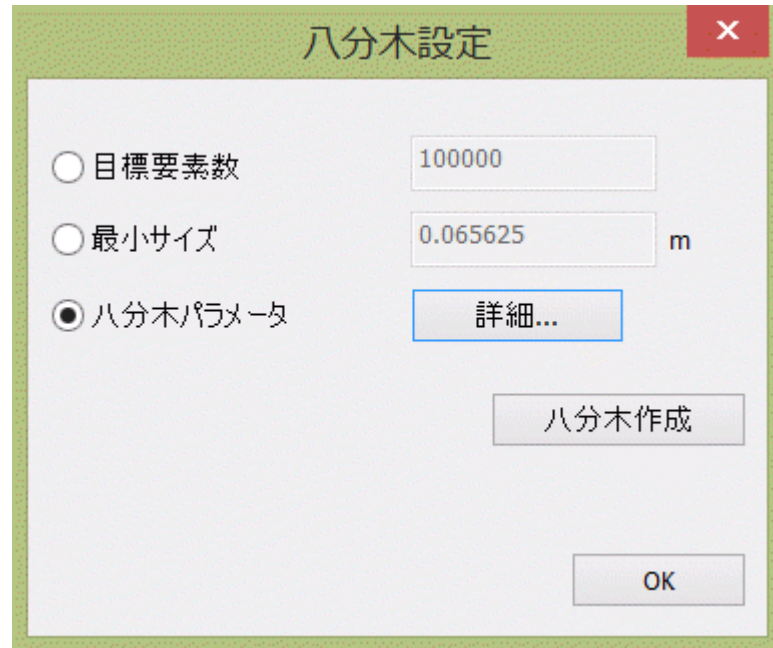
とします。

- パネル右下の  
[完了] を押下します。

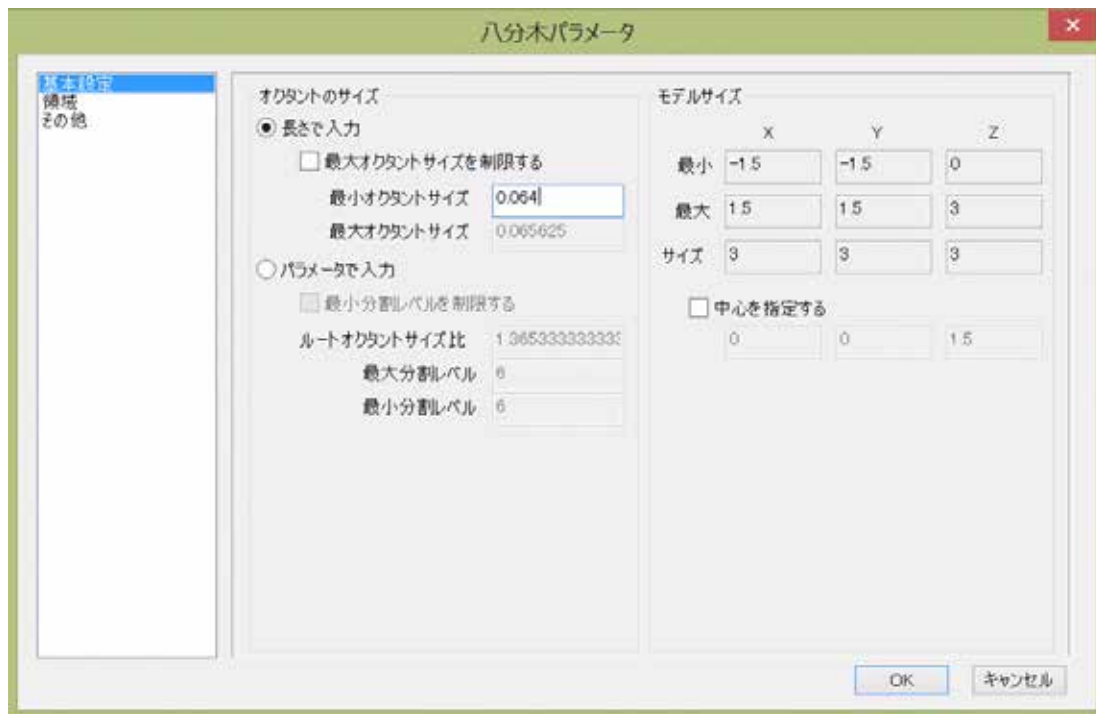


## n 八分木設定

- ナビゲーションから「**八分木設定**」をクリックすると  
[**八分木設定**]パネルがポップアップします。
- 左端のラジオボタンから「**八分木パラメータ**」を  
選んで[ **詳細** ]を押下すると、
- [**八分木パラメータ**]がポップアップします  
... (次頁)



- [八分木パラメータ]がポップアップ
- 「**基本設定**」を選択して、  
**最小オクタントサイズ**     0.064  
を入力します。
- 次に「**領域**」を選択します  
... (次頁)





- 「領域」を選択
- 各領域について、右図のようにパラメータ；

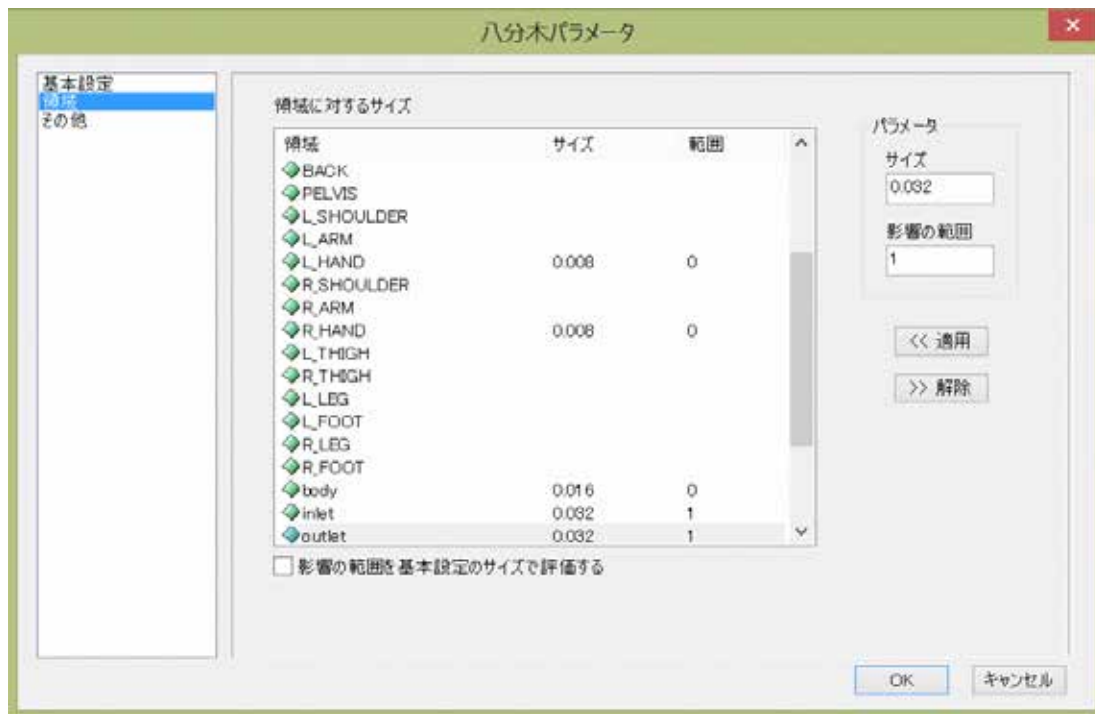
**サイズ**

**影響範囲**

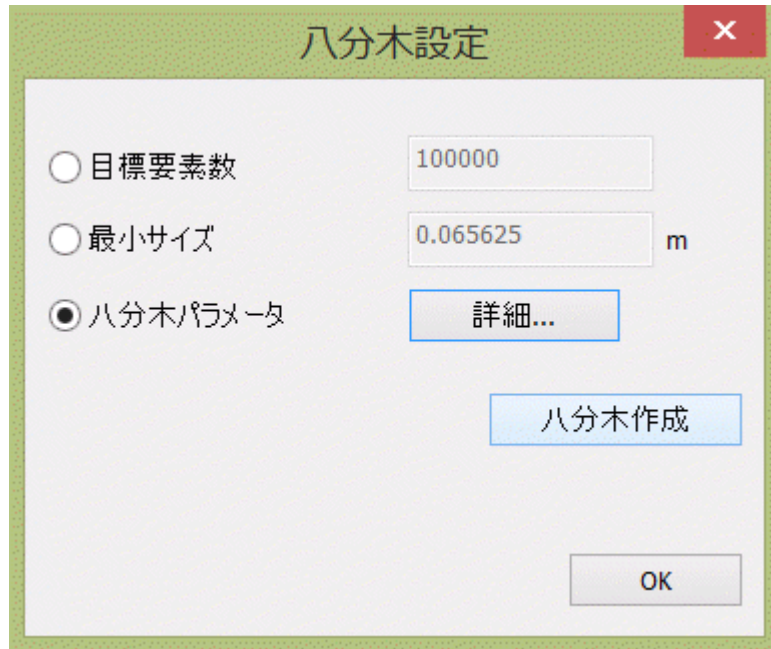
夫々の数値を設定します。

- 各領域を選択、Op.  
サイズ、影響範囲 について  
夫々数値を入力後、  
[ 適用 ] します。 取り消しは  
[ 解除 ] にて行います。

- [OK]ボタンを押下します

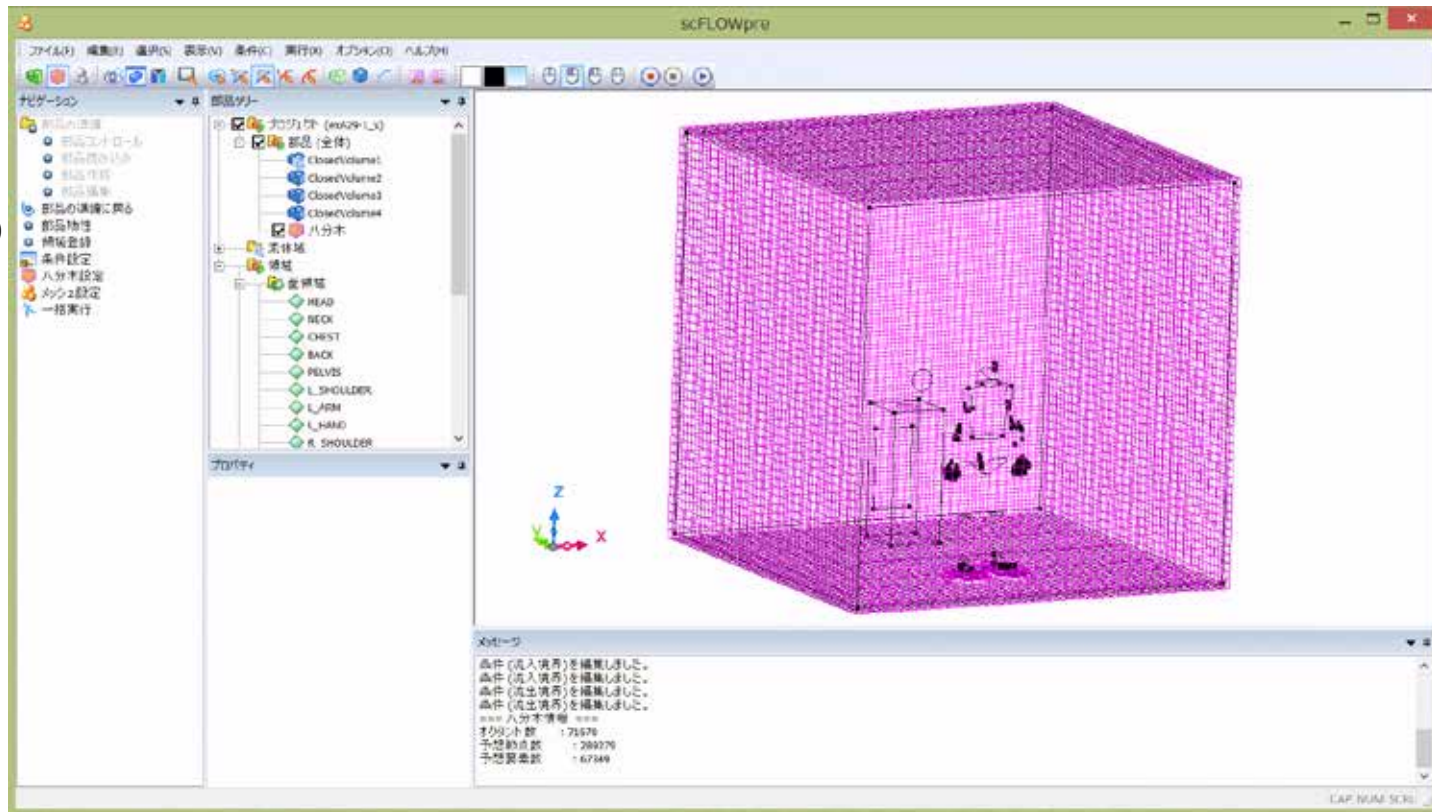


- 「八分木設定」パネルから  
[八分木作成]ボタンを押下します。
- しばらくすると八分木が生成されます。  
... (次頁)



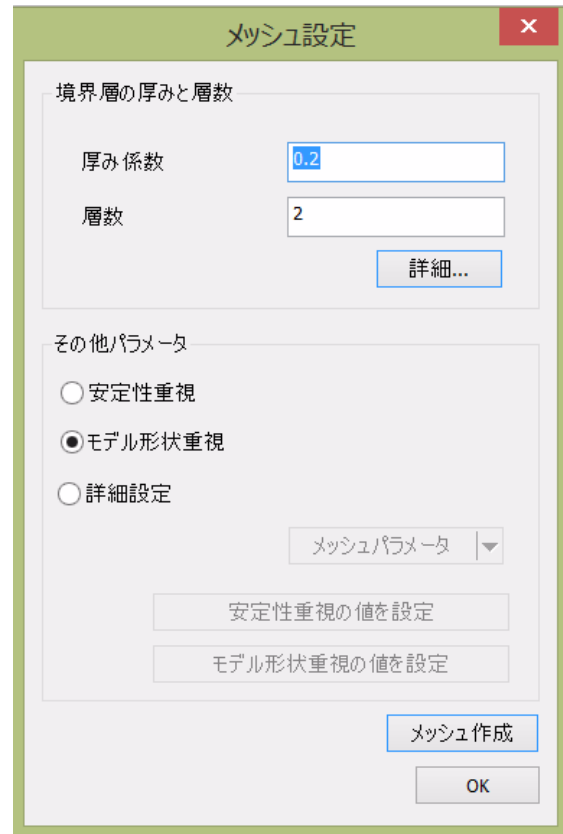
- **メッセージ**  
ウィンドウから

--- 八分木情報 ---  
**オクタント数 71670**



## n メッシュ設定

- ナビゲーションから「**メッシュ設定**」をクリックすると  
[メッシュ設定]パネルがポップアップします。
- その他パラメータ  
    )ソモデル形状重視 が選択されています
- 同パネルの[**詳細**]ボタンを押下すると
- [**境界層要素挿入パラメータ**]パネルがポップアップします。  
... (次頁)



- [境界層要素挿入パラメータ]
- 領域名 outlet 及び ノースリップ壁  
について、

パラメータ

)ソ1層目の厚みを指定する

厚みをオクタントサイズから**自動**で求める

一層目の厚さ            1  
 厚み変化率            1.1  
 層数                      2

として [ **適用** ] します。

- [OK] を押下し [メッシュ設定] に戻ります。

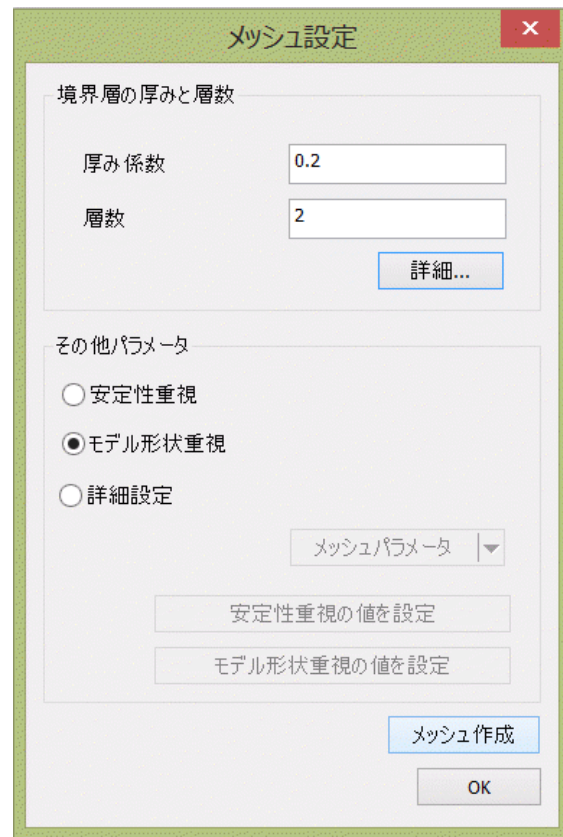


- [メッシュ設定]
- その他パラメータ

**)ソモデル形状重視**

が選択されていることを確認します

- [メッシュ作成]ボタンを押下します。
- しばらくすると次のようにポリヘドラルメッシュが生成されました。  
... (次頁)

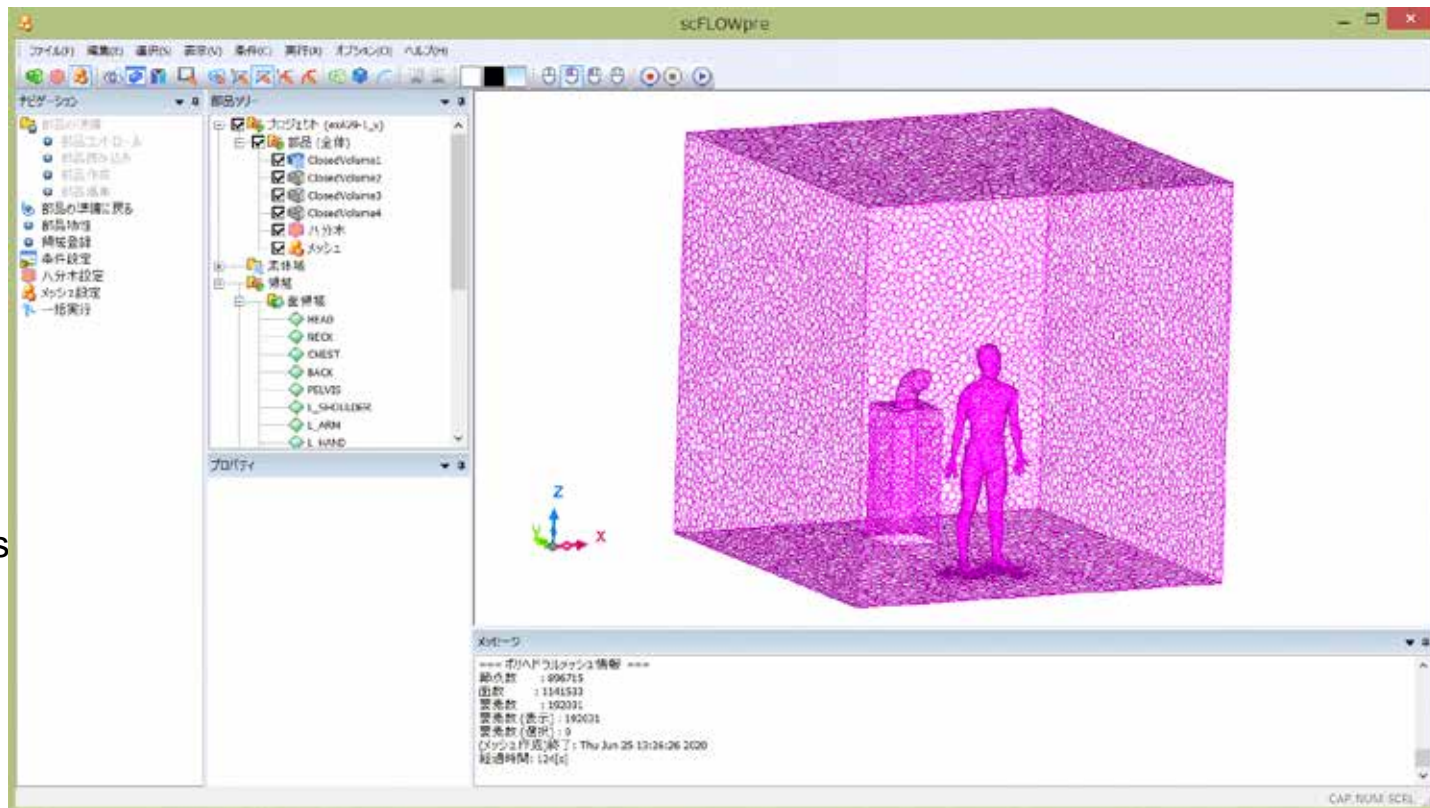


- **メッセージ**

ウィンドウから、  
約19万要素が  
2分程度で作成  
されたことが分か  
ります。

---

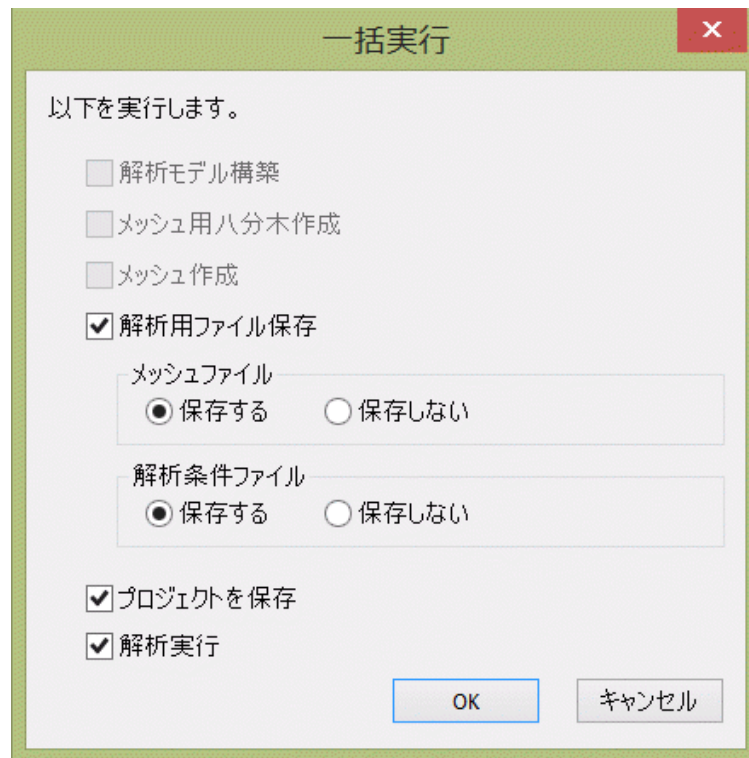
**要素数**      192031  
**経過時間**    124[s]



## n 一括実行

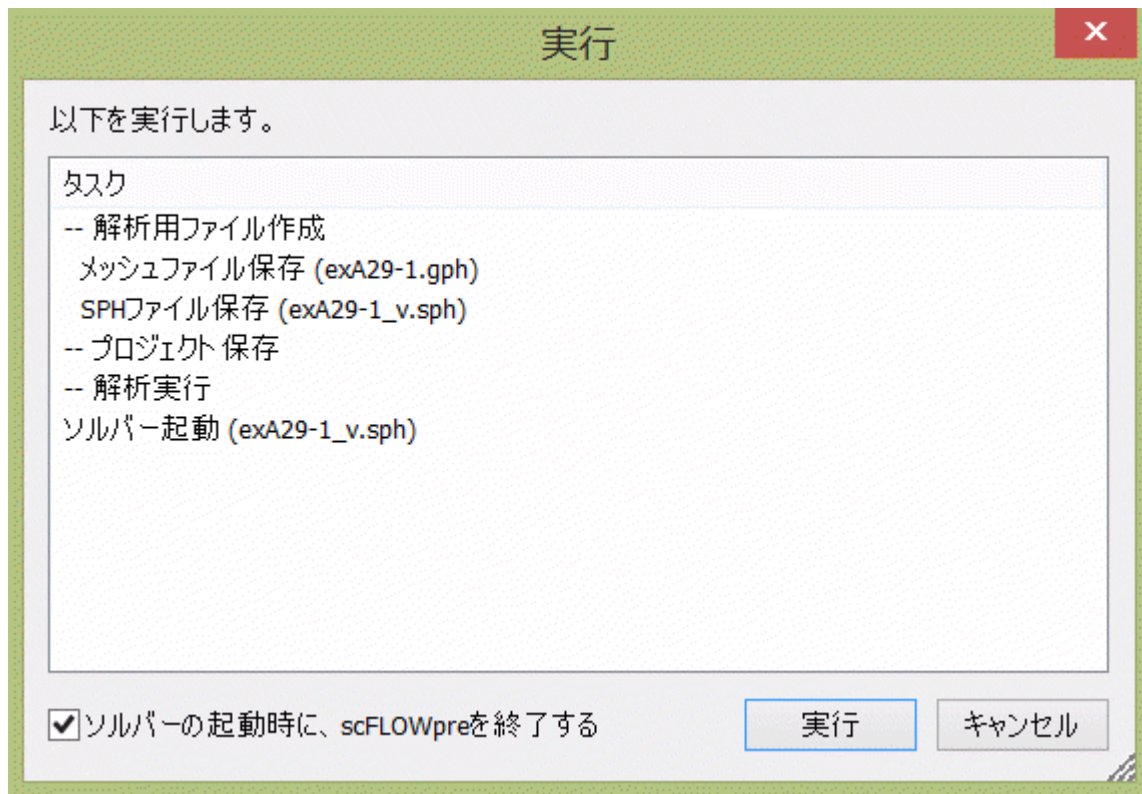
- ナビゲーションから「一括実行」をクリック  
[一括実行]パネルにて以下のように指定

- 解析用ファイル保存
- メッシュファイル  
   )ソ保存する
- 解析条件ファイル  
   )ソ保存する
- プロジェクトを保存
- 解析実行
- [OK] を押下





- [実行]パネルがポップアップ
- ソルバー起動時に、  
scFLOWpreを終了する  
を確認してから、
- [ 実行 ] を押下します。
- ソルバーが起動すると  
次のようなモニターが表示され  
ます。 ... (次頁)



- scMonitor

Job Status

ジョブ名	タイプ	状況	ジョブ実行設定
exA29-1_v			
exA29-1_v_scfLOWsolver	実行中	scfLOWsolver(Solver)	

Job Properties

項目	情報
開始サイズ/終了サイズ	7400
現在のサイズ	-
メッセージ	実行中です
リストファイルのパス	F:/ /usr-sc/body-JDS-model/exA29-1_v.l
解所実行ファイルのパス	F:/ /usr-sc/body-JDS-model/exA29-1_v.sph
使用ホスト	SX0000109057-00(分割数:2)
開始時刻	2020年06月25日 13時16分03秒
終了予定時刻	-

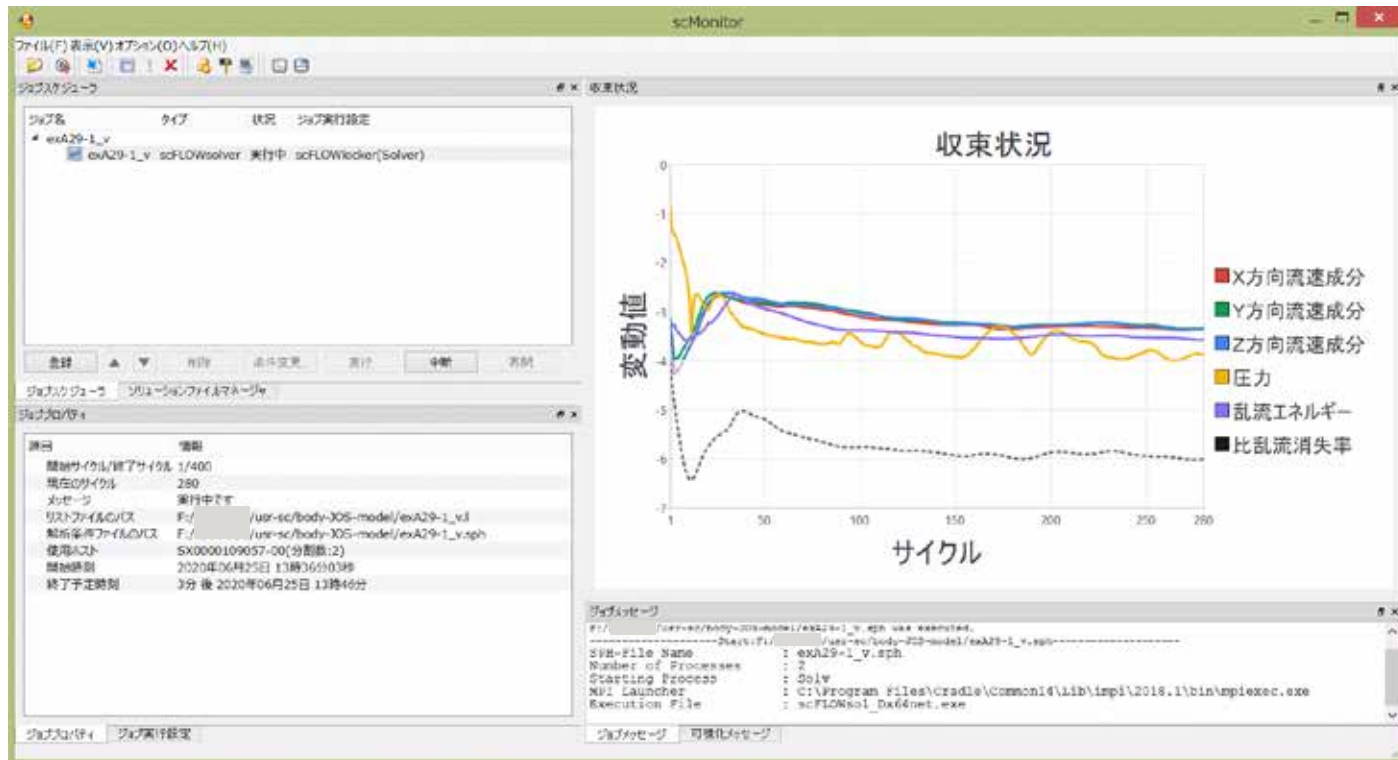
Job Output

```
fr: /usr-sc/body-JDS-model/exA29-1_v.sph was executed.
-----StartFile: /usr-sc/body-JDS-model/exA29-1_v.sph-----
SPH-File Name      : exA29-1_v.sph
Number of Processes : 2
Starting Process   : Soly
MPI Launcher       : C:\Program Files\Cradle\Common14\Lib\impi\2018.1\bin\impiexec.exe
Execution File     : scFLOWsol_dx64net.exe
```

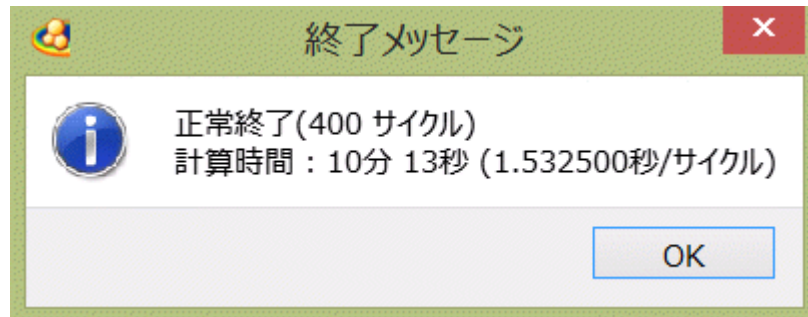
Job Settings

ジョブ名	ジョブ実行設定
ジョブ名	可変化ジョブ

- scMonitor
- 計算の進捗に伴い、各物理量の収束状況が、時々刻々表示されます。
- 計算が終了すると**[終了メッセージ]**がポップアップ。  
... (次頁)




- [終了メッセージ]パネル
- 計算時間 10分13秒
- [ OK ] を押下し終了します。



- これで流れ場の定常計算が終了しました。
- 続いて温度場の解析を行います...

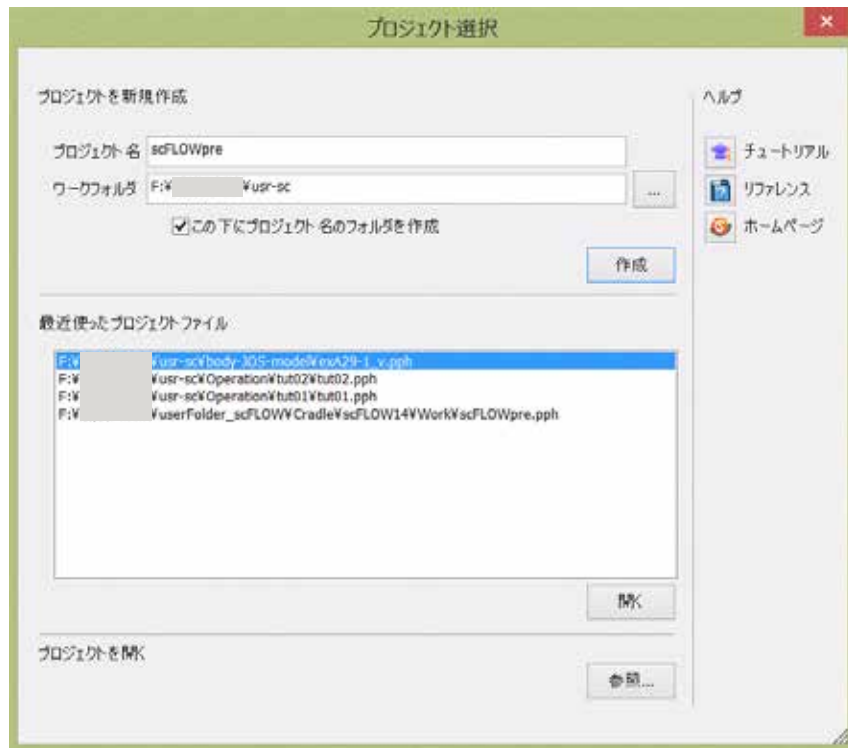
## n 起動

n 先ず、再度scFLOWpreを起動します。

-  をクリック。pre起動とともに
- [プロジェクト選択] パネルがポップアップします。

## n [プロジェクト選択]

- 最近使ったプロジェクトファイル 一覧から exA29-1\_v.pph を選択します。
- [開く] を押下します。



## n 条件設定

- ナビゲーションから「条件設定」を選択  
[条件ウィザード] (右図参照) にて
- 解析条件 / 解析タイプ

流れ

流れ ( ' 外します )

熱

熱

拡散

湿度

その他の物理モデル

人体熱モデル



- **解析条件 / 基本設定**にて
- 定常 / 非定常  
    ) **非定常**
- サイクル  
    時間・サイクルパラメータ  
    **終了サイクル**      1000  
    **時間間隔**        0.3[s]

を設定します。

- 次に人体熱モデルの設定を  
    を行います。人体を覆う面領域に  
    人体熱モデル条件を設定します。  
    ... (次頁)



- **解析条件 / 人体熱モデル** にて
- 領域 **body** を選択し [**新規作成...**]
- [**人体熱モデル**] がポップアップ
- **名前** JOSとします
- **体型** [...] をクリックし体型条件を定義
- [**新規作成**] をクリックし体型条件を次のように入力します。

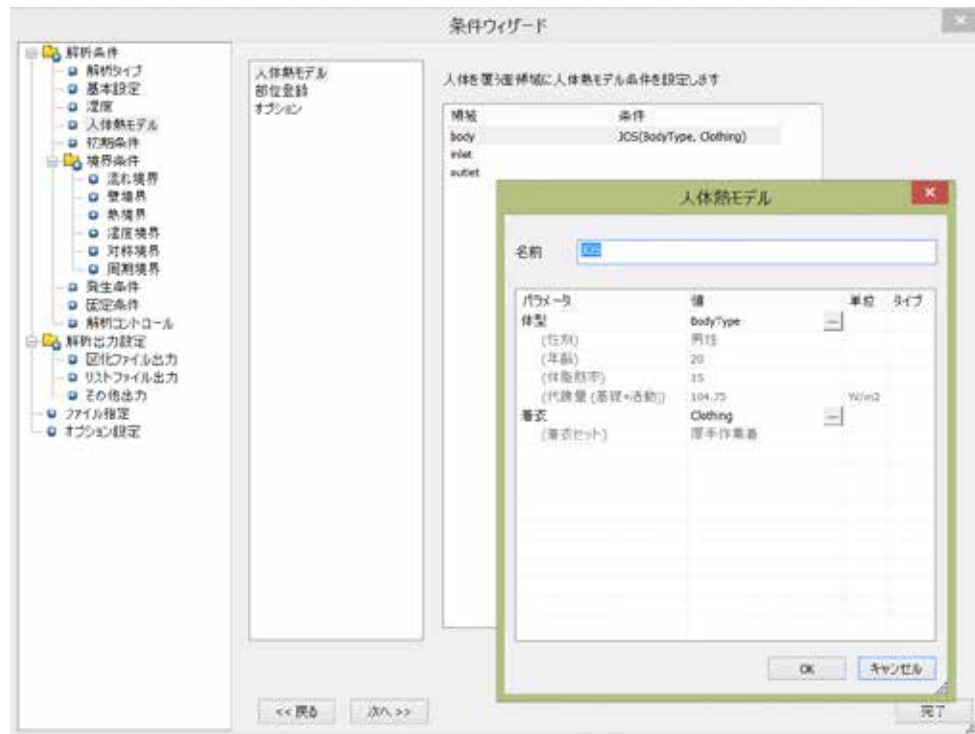
性別 男性

年齢 20

体脂肪率 15[%]

代謝量(基礎 + 活動) 104.76[W/m<sup>2</sup>]

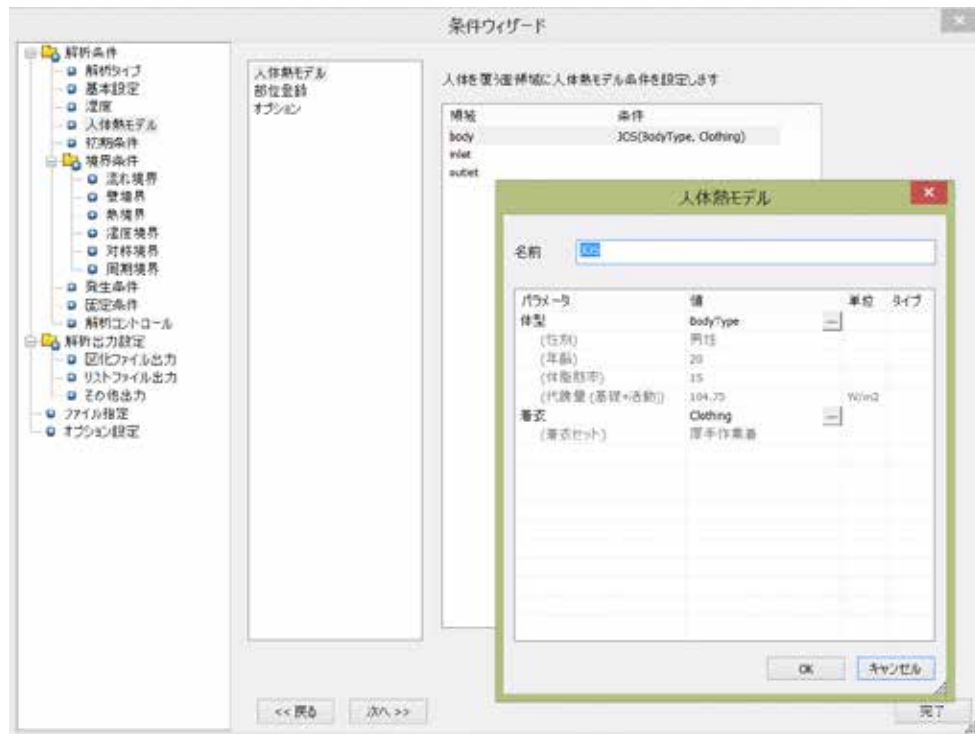
[OK]後、作成し体型条件を選び [**選択**]



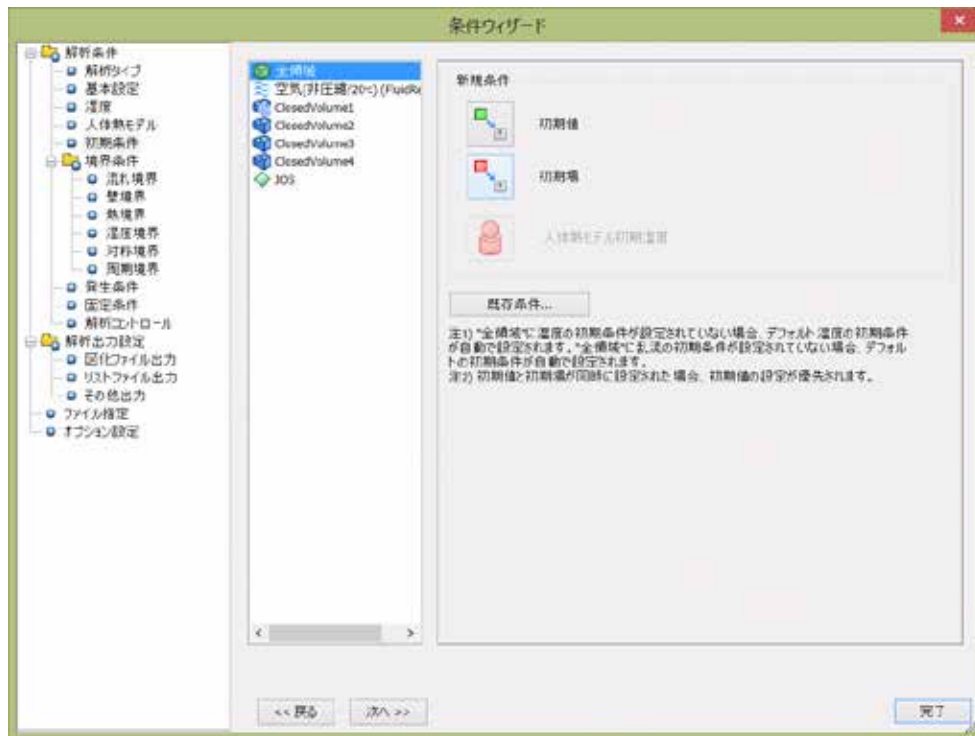


- 解析条件 / 人体熱モデルにて
- **着衣 [...]** をクリックし着衣条件を定義します。
- **[新規作成]** をクリックし、
- **着衣セット** から **厚着作業着** を選びます。

[OK]クリック後、作成した着衣条件を選び  
[選択]をクリックします。



- 解析条件 / 初期条件
- リストから **全領域** を選び、
- 新規条件 **初期値** を選択します。



- 解析条件 / 初期条件
- 初期場条件

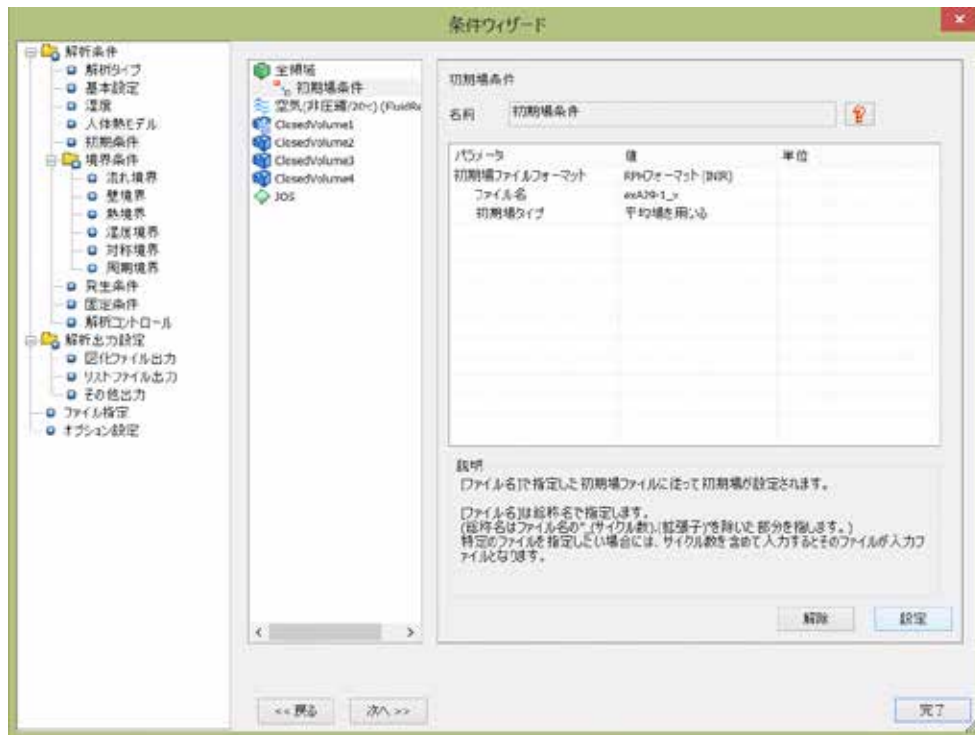
名前: 初期場条件


初期場ファイルフォーマット: RPHフォーマット(INIR)

ファイル名: exA29-1\_v

初期場タイプ: 平均場を用いる

- [設定] をクリック。



- 解析条件 / 初期条件
- リストから ClosedVolume1 を選び  
初期値  をクリックします。

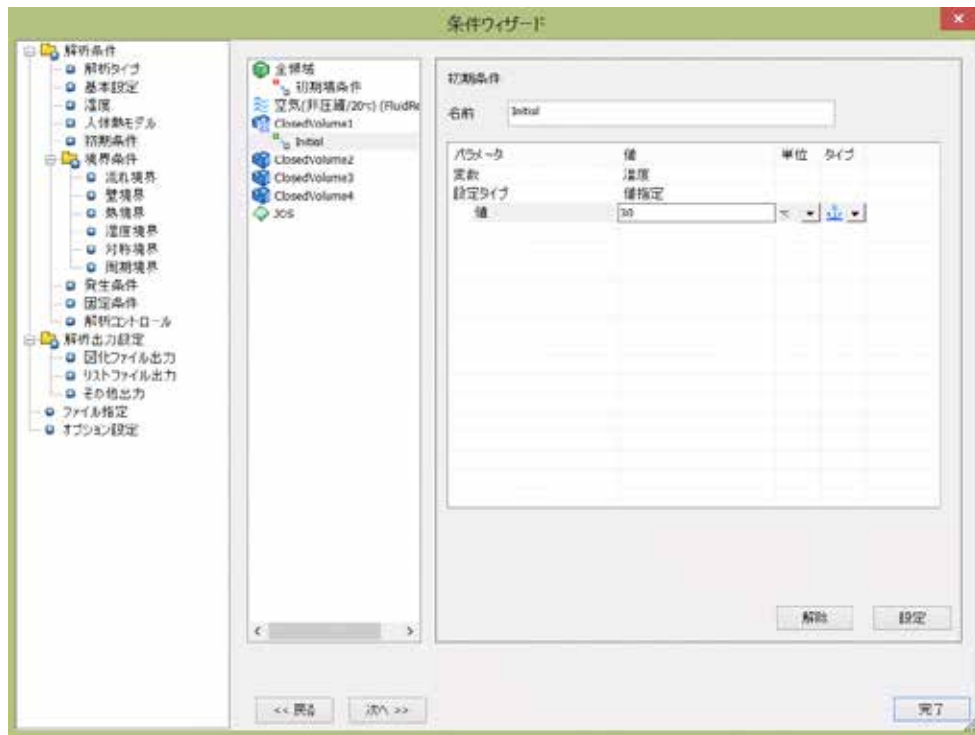
名前: initial

変数: 温度


値: 30 [ ]

のように入力します。

- [設定] をクリック。



- 解析条件 / 初期条件
- リストから ClosedVolume1 を選び

**初期値**  をクリックします。

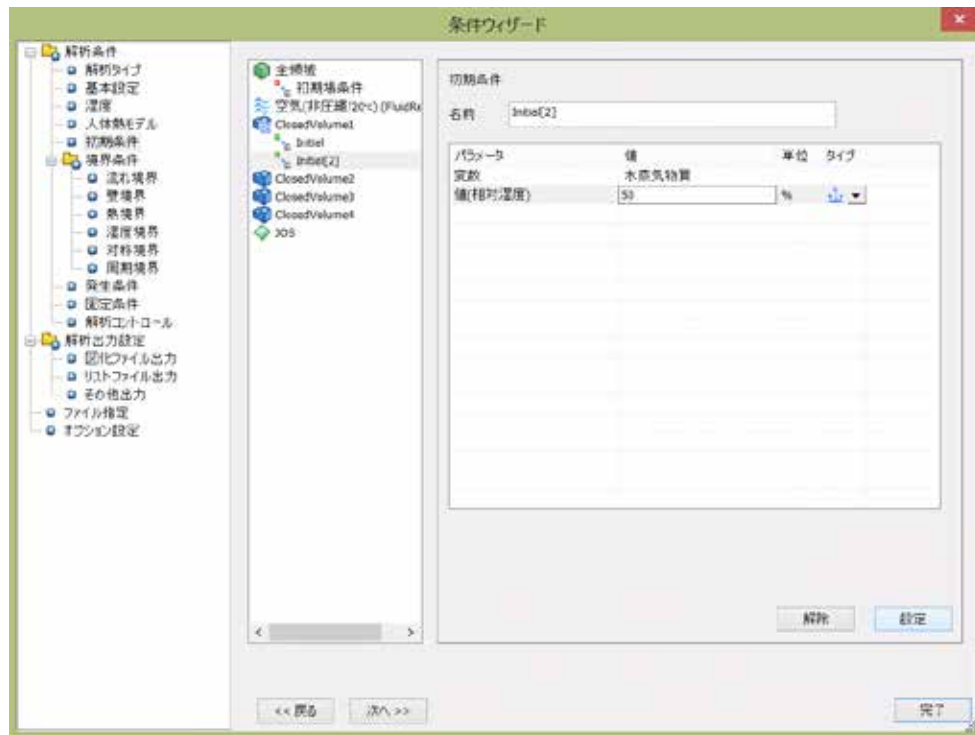
**名前:** initial[2]

**変数:** 水蒸気

**値(相対湿度):** 50 [%]

のように入力します。

- **[設定]** をクリック。



- **解析条件 / 境界条件 / 流れ境界**
- リストから inlet に設定した流れ境界をクリックし、以下を**追**入力します。

流入温度タイプ: デフォルト温度(20 )

水蒸気物質

流入湿度(相対湿度): 85 [%]

- **[設定]** をクリック。



- 解析条件 / 境界条件 / 熱境界

- リストから

**未定義(熱:解析領域外との境界)**

**デフォルト条件(熱:解析領域外との境界)**

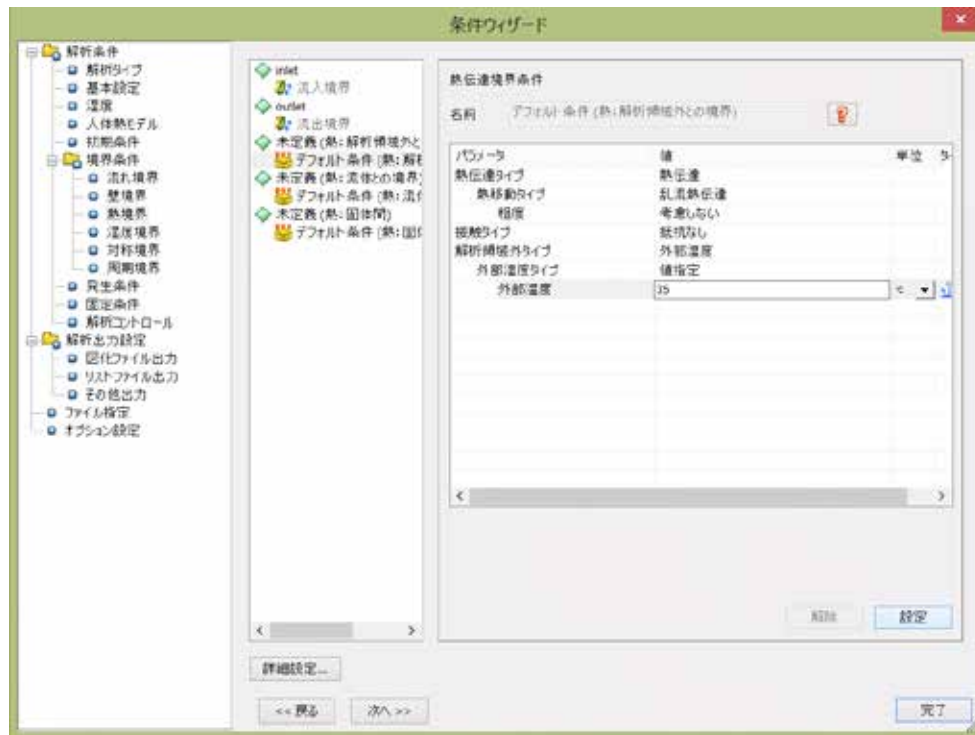
を選択し、以下を入力します。

**熱伝達タイプ:** 熱伝達

**外部温度タイプ:** 値指定

**外部温度:** 35 [ ]

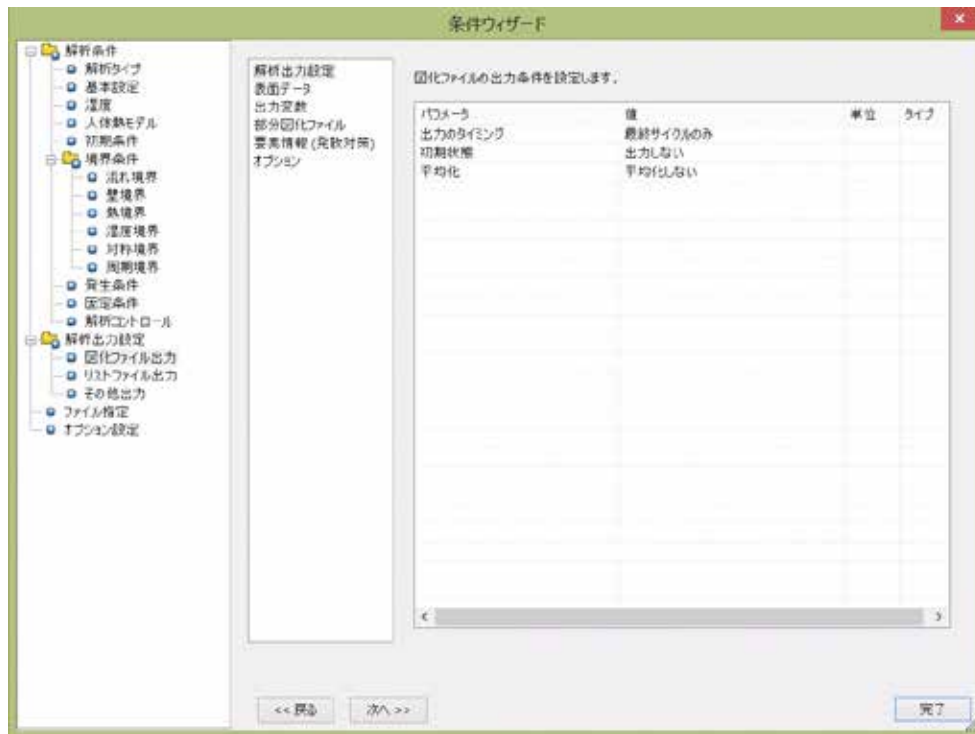
- [設定] をクリック。



- 解析出力設定 / 図化ファイル出力
- リストから **解析出力設定** を選び、

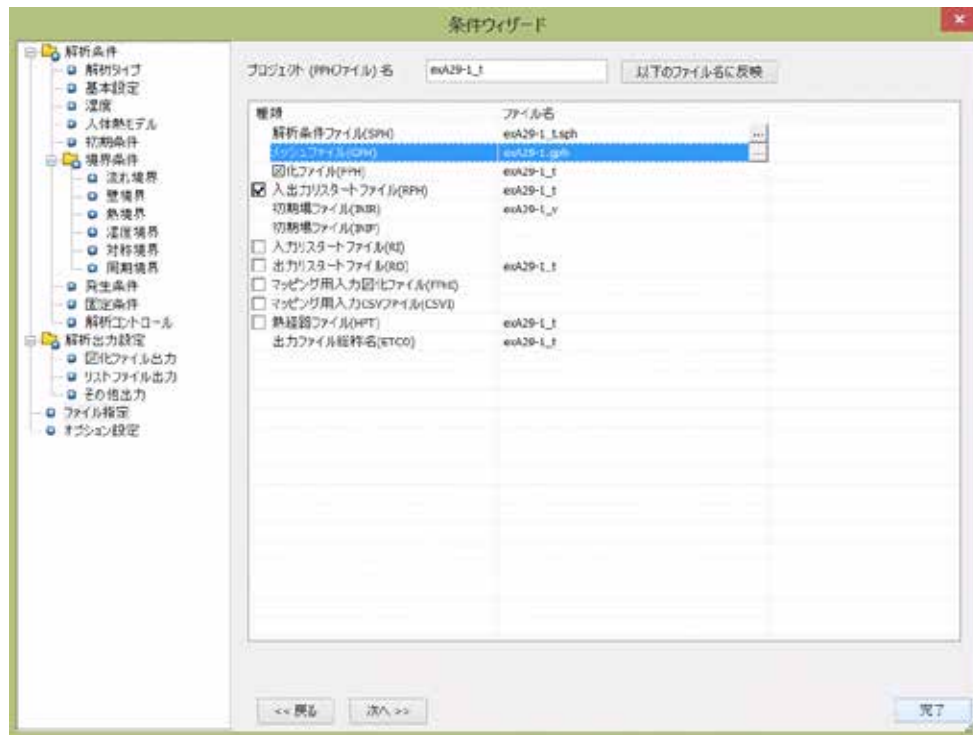
平均化: 平均化しない

とします。



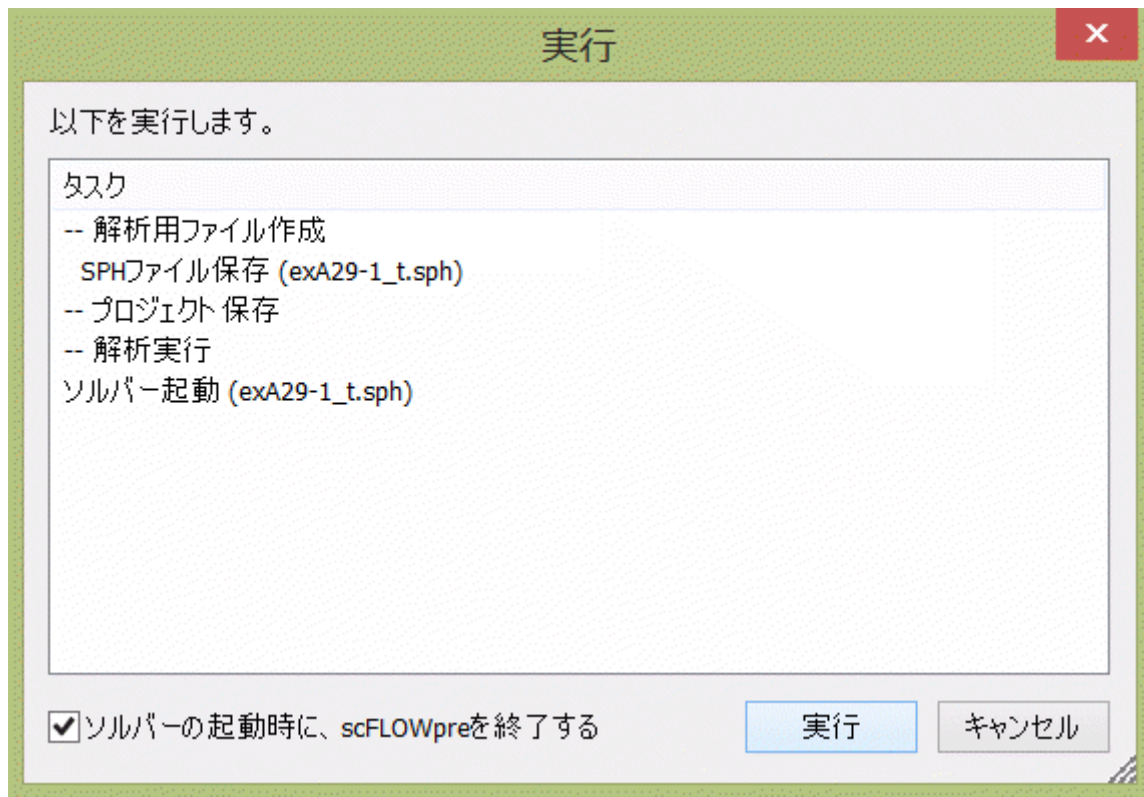


- ファイル指定
- プロジェクト(pph)ファイル名  
exA29-1\_t  
と入力し、  
[以下のファイル名に反映]を押下  
  
メッシュファイル(gph)名  
exA29-1.gph  
と変更します。
- 条件ウィザードの[完了]を押下します。

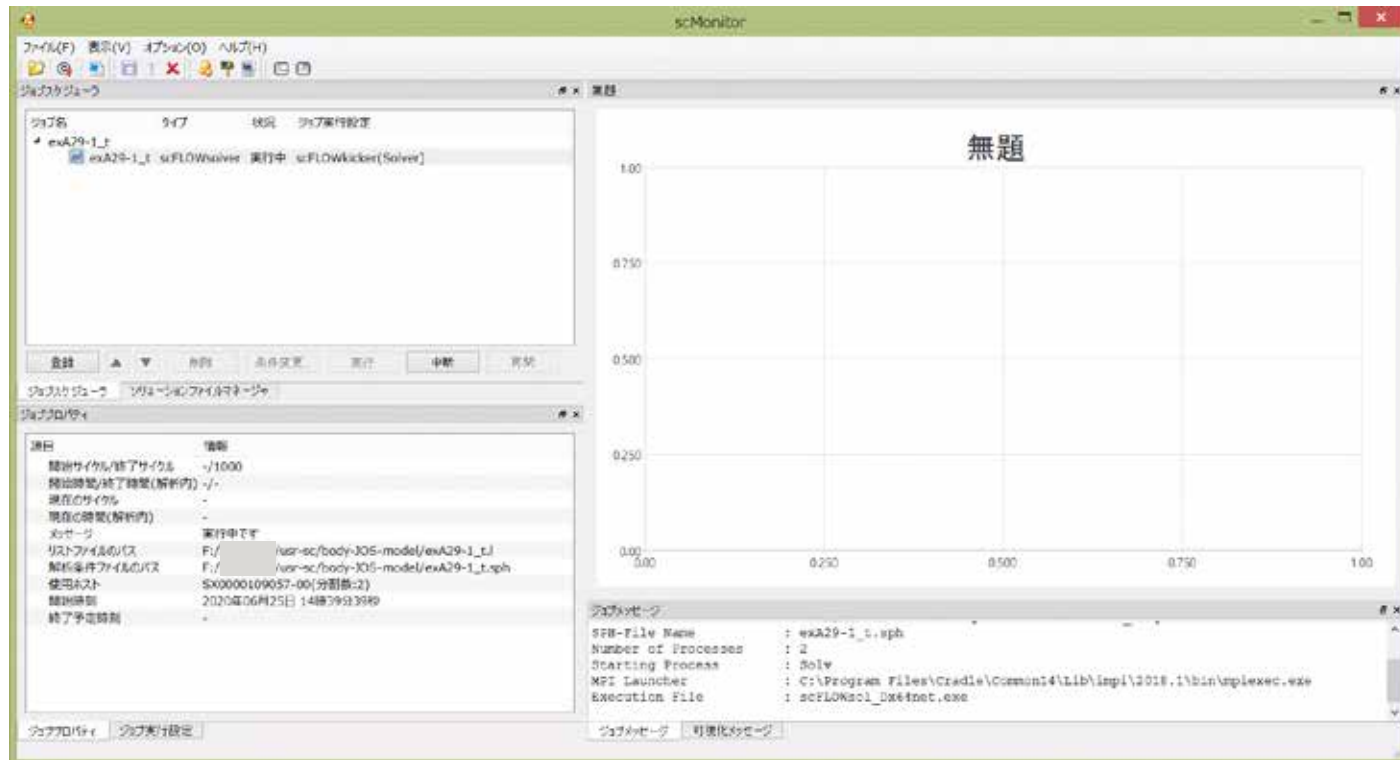




- [実行]パネルがポップアップ
- ソルバー起動時に、  
scFLOWpreを終了する  
を確認してから、
- [ 実行 ] を押下します。
- ソルバーが起動すると  
次のようなモニターが表示されます  
... (次頁)



- scMonitor



- scMonitor
- 計算進行に伴い  
温度方程式、  
拡散物質方程式  
夫々の行列収束  
誤差が時々刻々  
表示されます。
- 計算が終了すると  
[終了メッセージ]  
がポップアップ。  
... (次頁)




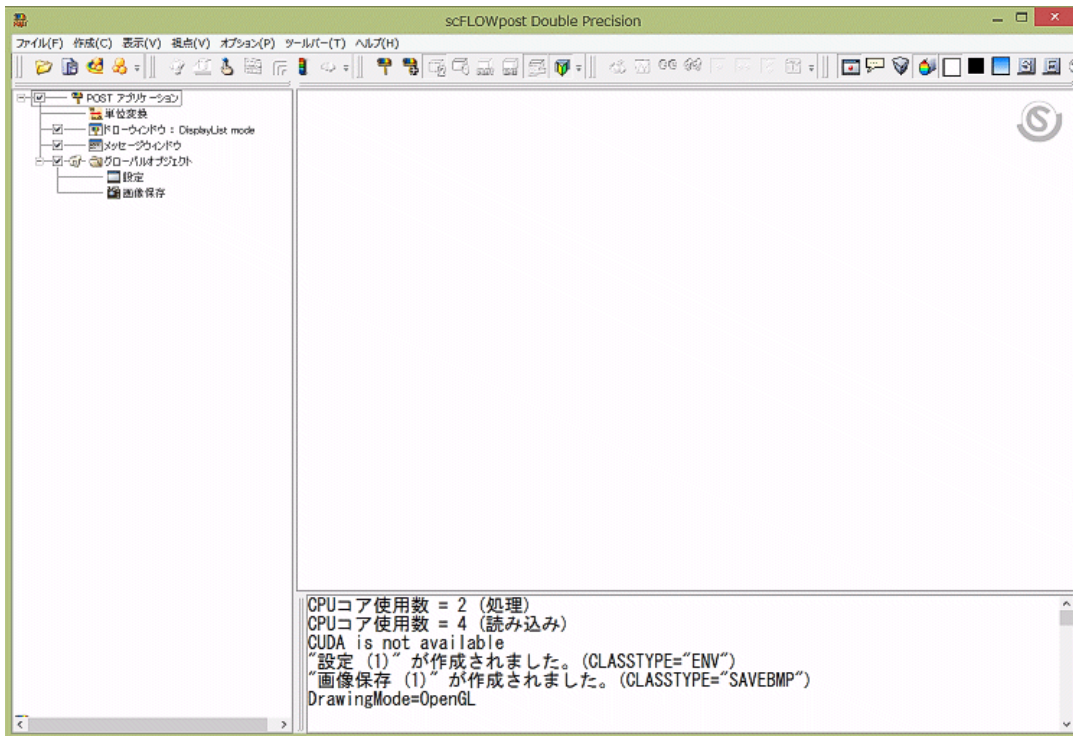
- [終了メッセージ]パネル
- 計算時間 18分48秒
- [ OK ] を押下し終了します。



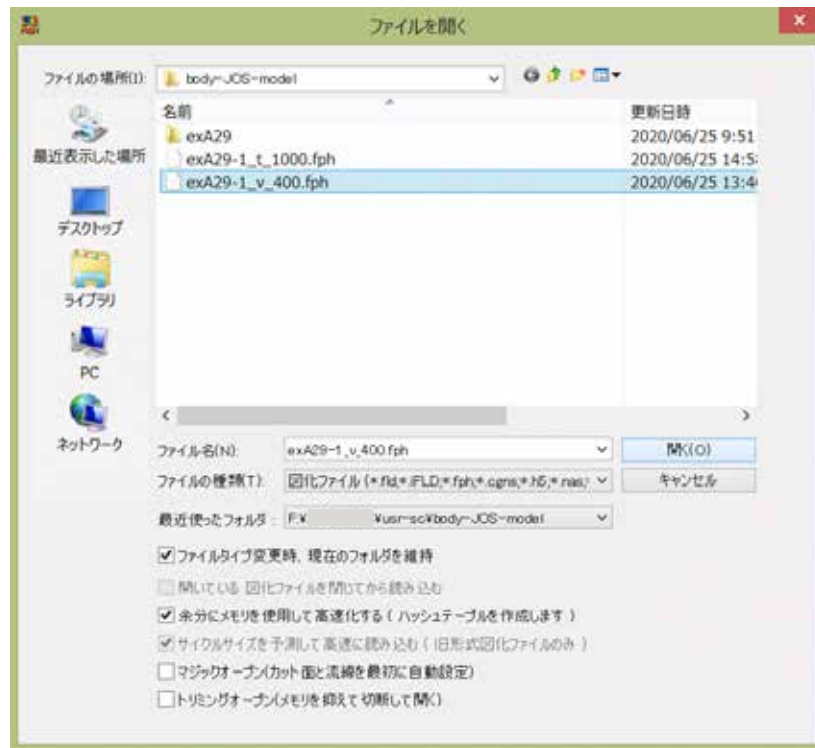
- これで温度場の計算（及び湿度の拡散計算）が終了しました。
- 続いて、速度場、温度場、夫々の計算結果を可視化します。  
...（次頁）

## n post 起動

- 起動パネルの左から3番目のアイコン  をクリックし scFLOWpost を起動します。
- 右図が起動直後になります。
- それでは、先ず速度場を可視化して見ましょう。  
... (次頁)

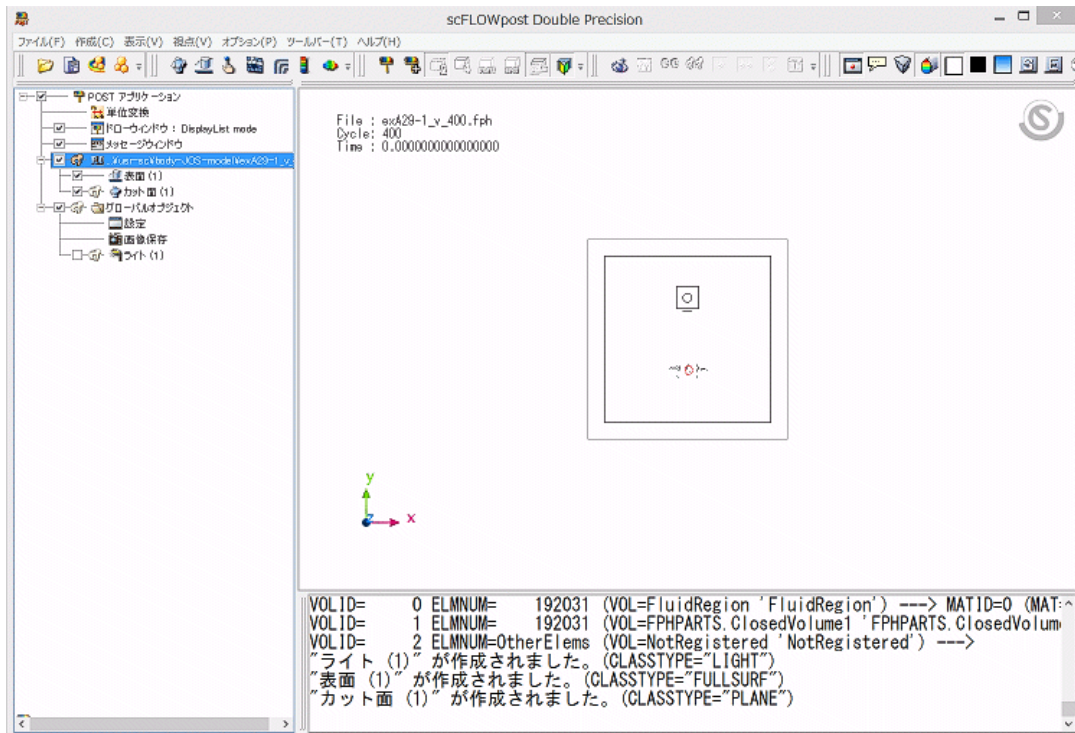


- メニューバーから、  
ファイル / **開く** を実行します。
- exA29-1\_v\_400.fph  
ファイルを選択し **[開く]** をクリック。
- exA29-1\_v\_400.fph を読み込み  
直後の景色は次のようになります。  
... (次頁)

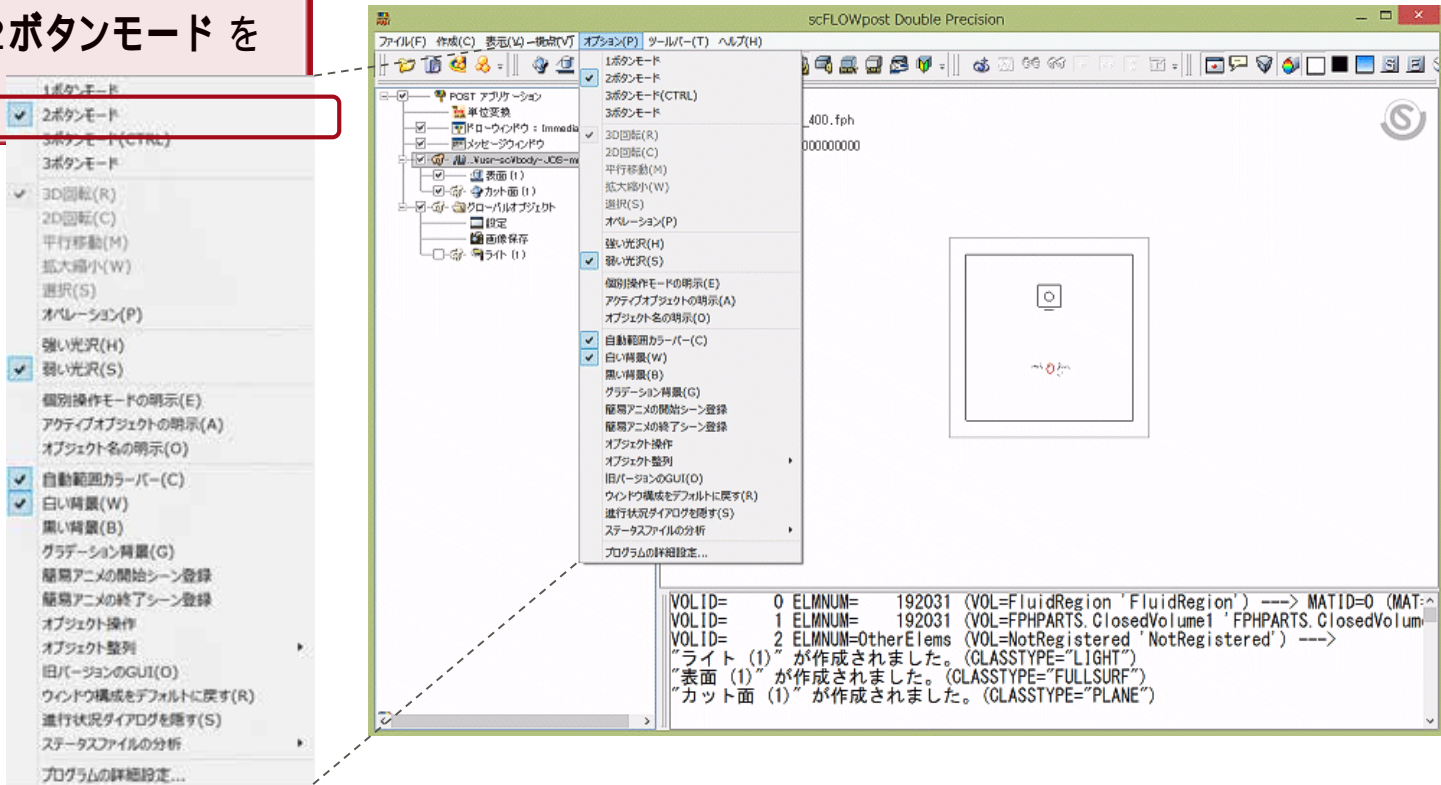




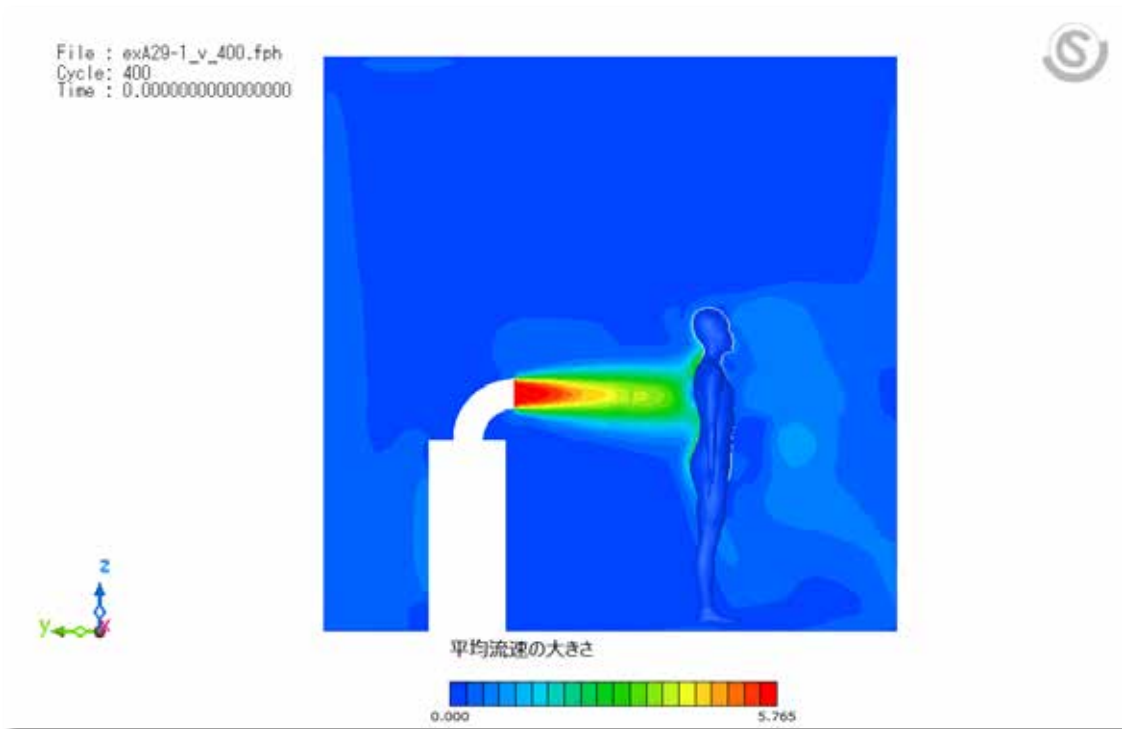
- exA29-1\_v\_400.fph  
読み込み直後



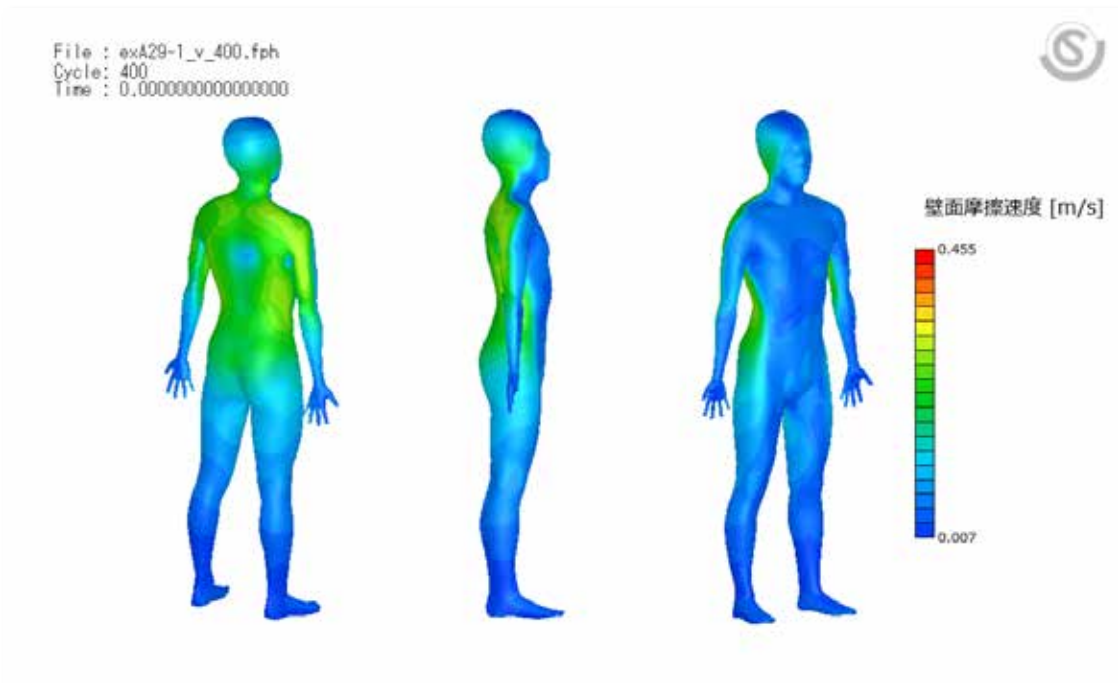
- マウスのタイプを明に指定するためオプションから**2ボタンモード**を選択します。



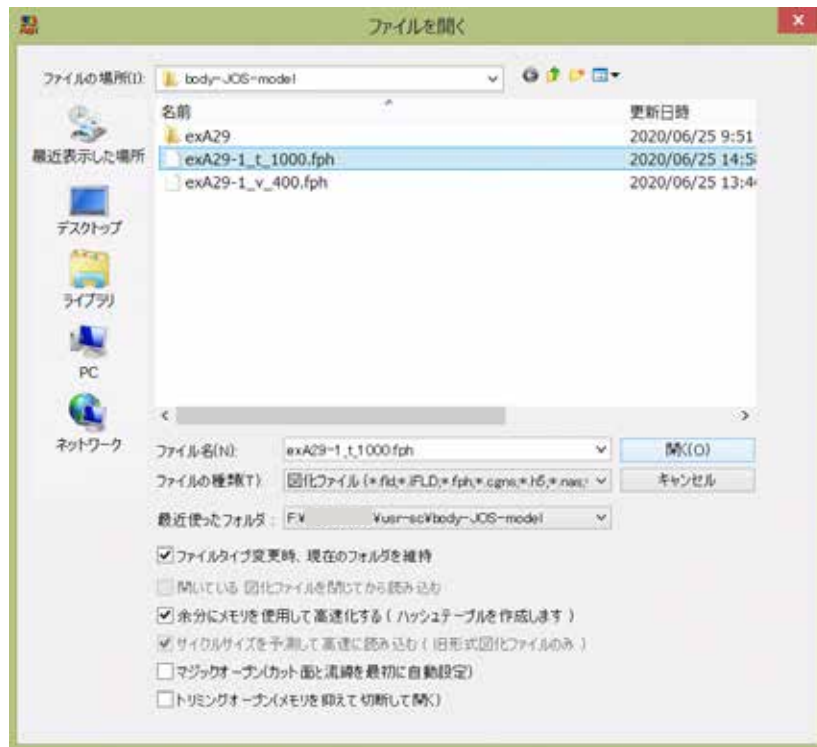
- カット面を人体を左右に分ける鉛直面として設定し、**平均速度場**を表示します。
- 人体は障害物なので人体表面上の速度は0です。  
(ノースリップ条件)



- SST k- 乱流モデルを使用して乱流計算を行っています。
- 右図は **壁面摩擦速度** を可視化しました。
- 壁面摩擦速度は壁面の存在を直接的に表す代表速度スケールです。
- 今度は、温度場の計算結果を可視化してみましょう ...(次頁)

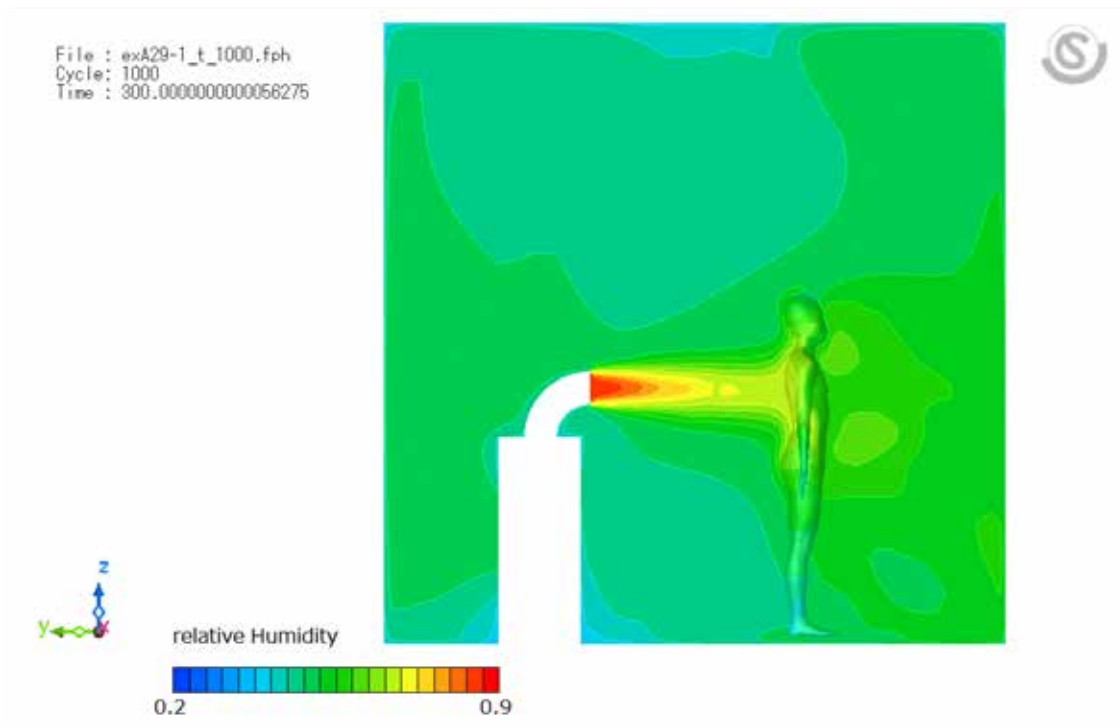


- メニューバーから、  
ファイル / **開く** を実行します。
- exA29-1\_t\_1000.fph  
ファイルを選択し **[開く]** をクリックします。

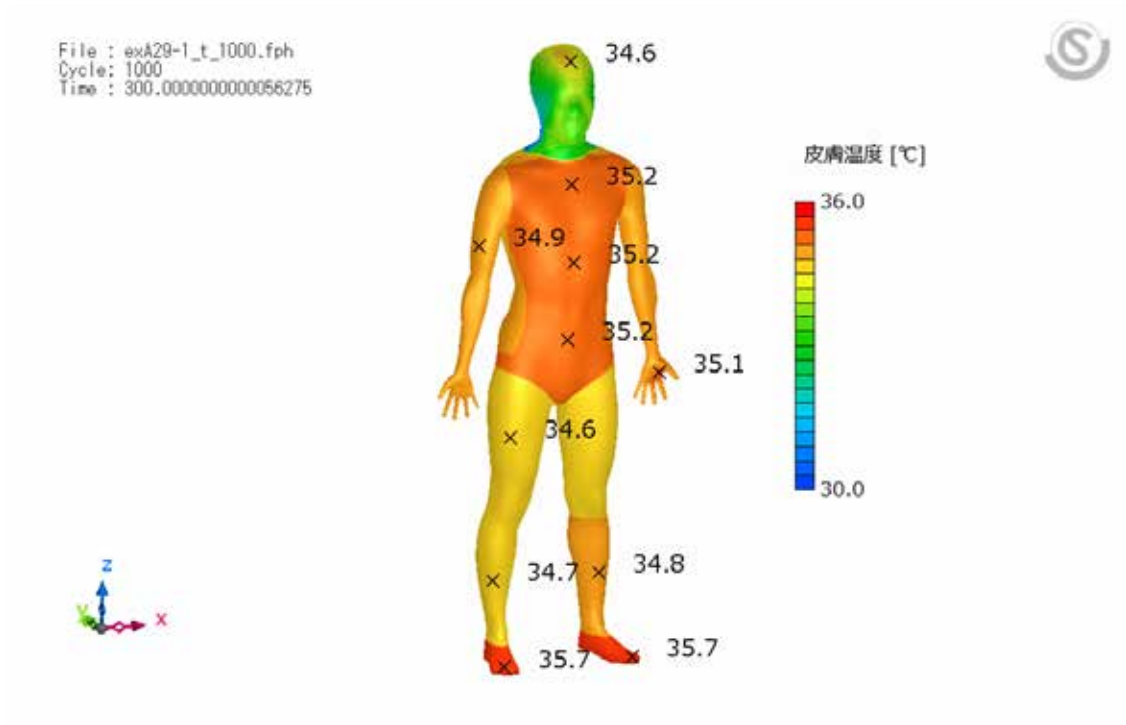


- カット面を人体を左右に分ける鉛直面として設定し、**相対湿度場**を表示します。

- 次に人体の各部位について表面温度を可視化します。  
... (次頁)



- 人体各部位の  
**皮膚温度**（表面温度）  
を表示します。
- ×印は人体表面を画面ピック  
した箇所で、数値はその点に  
おける皮膚温度（表面温度）  
になります。



## n pre

n 対応するマニュアルを見ながらオペレーションを行ったが殆ど迷うことなく計算モデル作成が実行出来た。その理由として以下が挙げられる。

- ナビゲーションが優れている
- デフォルト設定が優れている
- ポリヘドラルメッシュ生成が容易

## n マイナス(?)ポイント

- デフォルト設定が優れているため最小限の手数で計算モデル作成が可能だが、解析条件が意図した通りに設定されているのかにやや不安を抱いた (... 保存された解析モデルファイルを開けば納得するが)
- Tipsの一つに挙げた画面ピックによる**領域**指定では小一時間程**つまづいた**。P15-16  
ただし、分かって見れば大変勉強になった。



## n solver


- オンプレWindowsPCにて実行のため計算途中状況がモニタリングできた
- バッチシステムにジョブ投入する場合は、L-ファイル出力を利用しモニタリングツールを自作する

## n Post

- postProcessingソフトウェア一般に言えることだが、機能の豊富さに比例して操作が煩雑になる傾向がある。しかし当postは比較的分かり易く殆ど迷わなかった
- 日本語メニューが分かり易かった
- メニュー配置がよく考えられている

## n 全体的に

- 使いやすい熱流体解析ソフトウェアであると感じた



FUJITSU

shaping tomorrow with you