

パート 1 : Revit でデータ準備

モデルを Revit 以外で作成した場合は、そのモデルデータ Revit に取り込む必要があります。

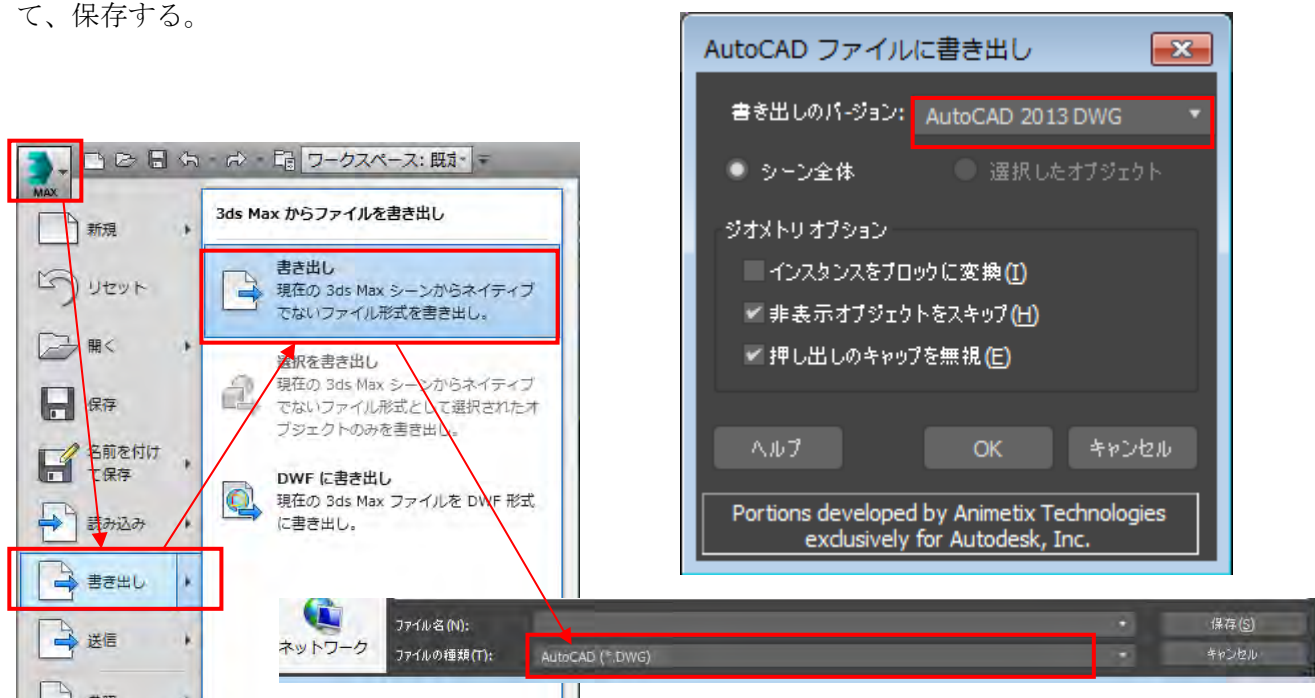
Revit に取り込めるデータのフォーマットは以下の 5 種類です。

DWG ファイル (*.dwg)
 DXF ファイル (*.dxf)
 DGN ファイル (*.dgn)
 ACIS SAT ファイル (*.sat)
 SketchUp ファイル (*.skp)

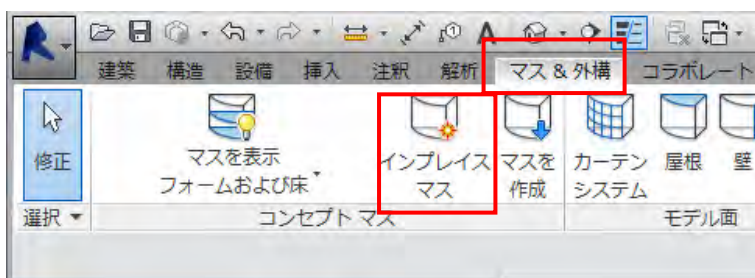
ここでは、例として 3ds Max からデータを取り込む手順を紹介します。解析対象として Revit のデータがすでにある場合は、パート 2 から始めてください。

① 3ds Max のデータを Revit に取り込む

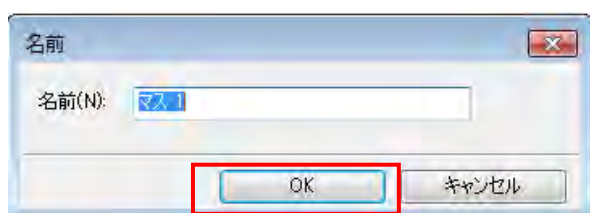
Max で、「書き出し」→「書き出し」で、ファイルの種類を「AutoCAD(*.DWG)」にして、ファイル名を入力して、保存する。



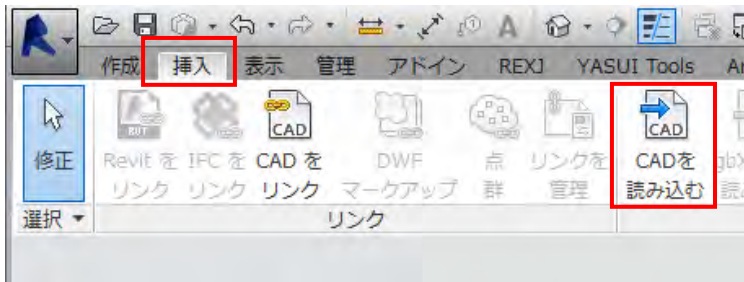
② 「マス&外構」タブ→「インプレイスマス」ツールを実行



そのまま「OK」ボタンを押す



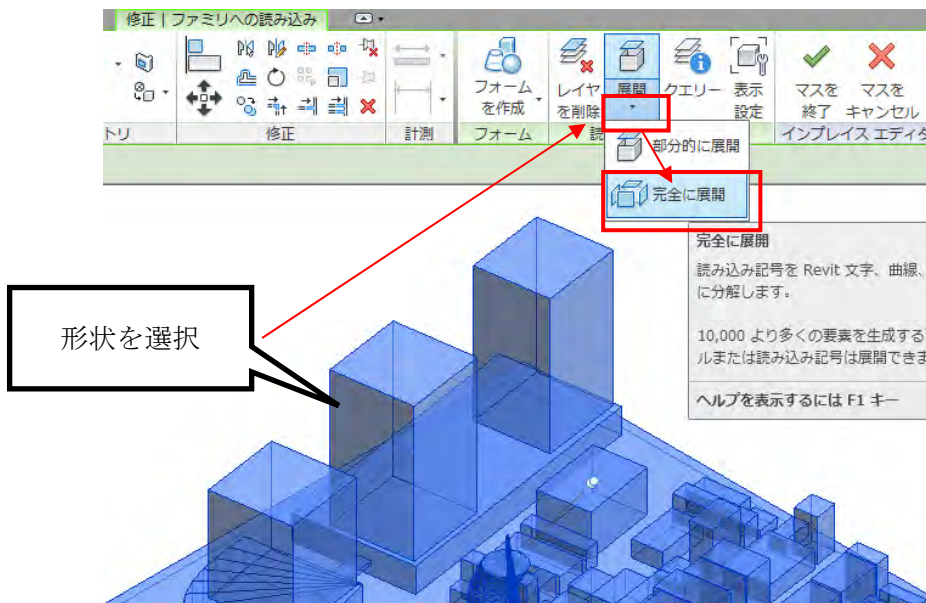
③ 「挿入」タブ→「CADを読み込む」ツールを実行



取り込みたいモデルデータファイルを選択して、「開く」



④ 3D ビューを表示し、取り込んだ形状を選択して、「展開」→「完全に展開」を実行



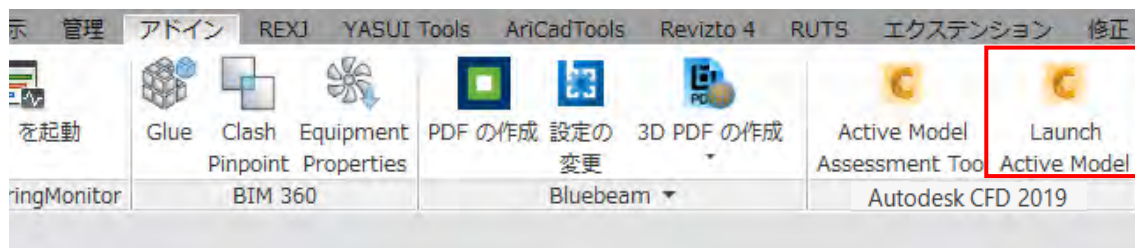
※警告メッセージが表示されるが画面をクリックして無視

⑤ 「修正」タブ→「マスを終了」をクリックし、Revit のプロジェクトファイルを保存しておく。

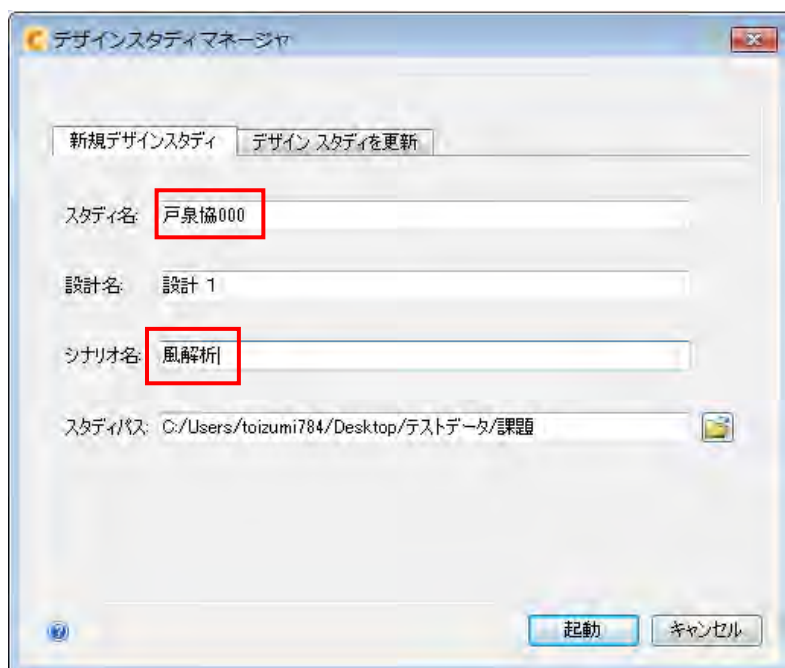


パート 2 : CFD Ultimate (Autodesk CFD) による風解析

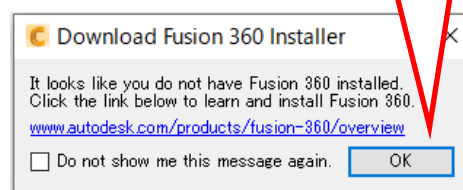
① 「アドイン」 タブ → 「Launch Active Model」 ツール実行



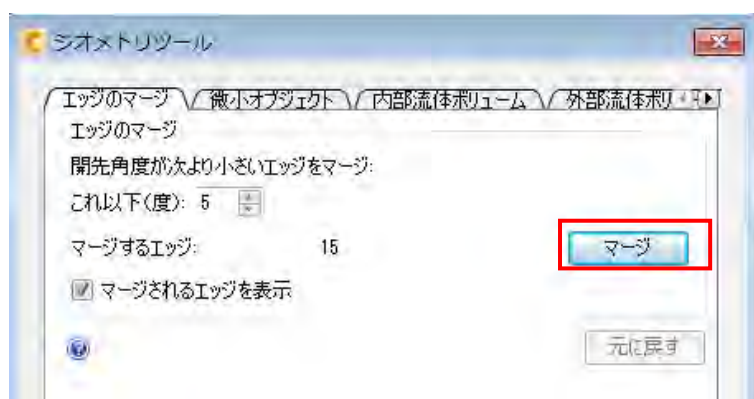
出てくるダイアログで、「スタディ名」の欄に<氏名>課題番号を入力、「シナリオ名」の欄に「風解析」と入力し、「起動」ボタンをクリック



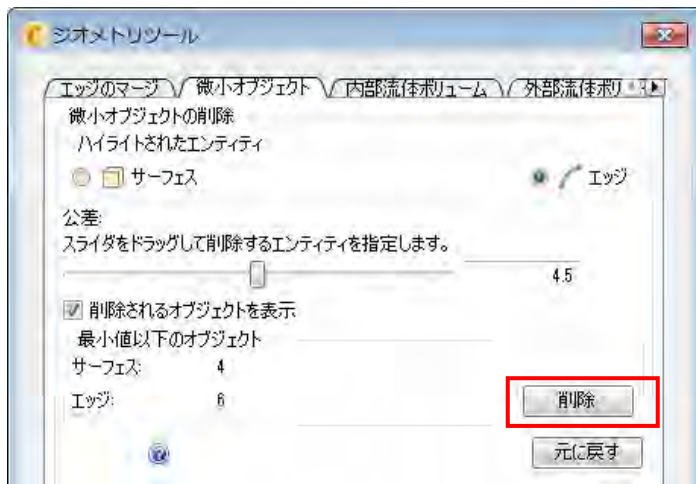
このダイアログが出てきたら「OK」を押す。



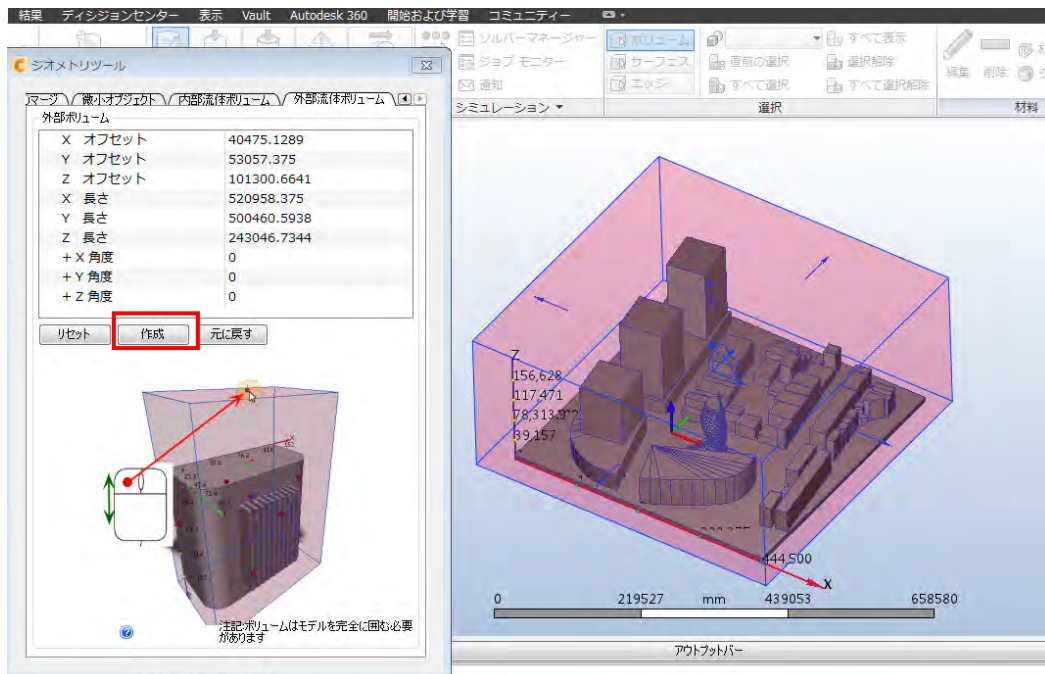
②Autodesk CFD が起動します。「ジオメトリ」ウィンドウの「エッジのマージ」タブで、「マージ」ボタンが押せる状態になっていればクリックしてマージする（押せなければ何もせずに次に進む）。



③ 「微小オブジェクト」タブで、「削除」ボタンが押せる状態になっていればクリックして削除する（押せなければ何もせずに次に進む）。



④ 「外部流体ボリューム」タブで、外部流体ボリュームの範囲を調整し、「作成」ボタンを押す。



外部流体ボリュームが生成されたら×ボタンを押してダイアログを閉じる

⑤これ以降は、Autodesk 社のヘルプにある「チュートリアル」－「スポーツカー周りの外部空気力学」の手順を参考にする。特にビュー操作や、オブジェクトの表示・非表示、材料や境界条件の編集方法などの操作は、本レジュメでは詳しくは解説していませんので、公式チュートリアルや下の枠内を参照してください。

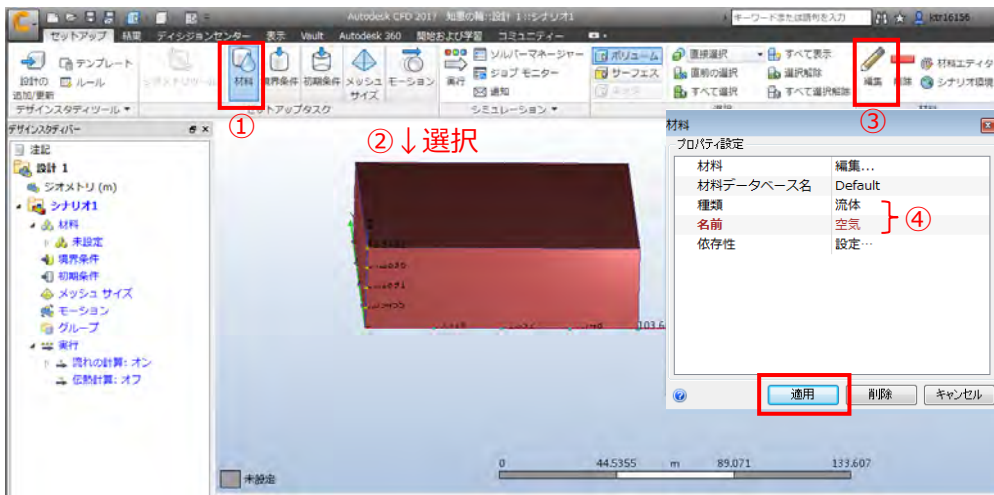
<http://help.autodesk.com/view/SCDSE/2017/JPN/?guid=GUID-13079C5D-8F6F-4601-8DEE-F9AAA6E00BA7>

これに限らず公式ドキュメントを読むのに慣れる。これから必須の学習習慣

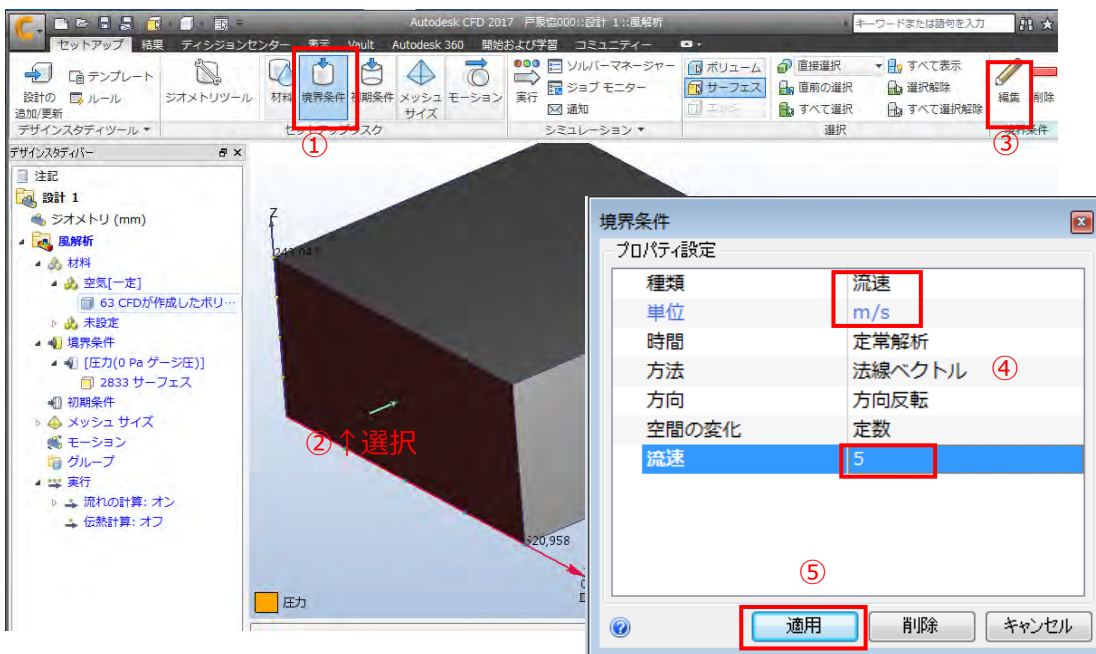
主要操作

- ・ **オブジェクトの選択**：オブジェクト上でクリック あるいは、左のリストからオブジェクト名をクリック
※選択されるとオブジェクトの色が赤くなる
- ・ **オブジェクトの選択解除**：オブジェクト上でクリックして選択した場合は、再度そのオブジェクト上でクリック。リストから選択した場合は、別のオブジェクトをクリックすると前のオブジェクトが選択解除される。
- ・ **全てのオブジェクトの一括選択解除**：画面上右クリック→「すべて選択取り消し」
- ・ **オブジェクトの非表示**：オブジェクト上でCtrl+マウス中ボタンクリック
- ・ **オブジェクトの非表示解除（表示）**：なにもないところでCtrl+マウス中ボタンクリック
- ・ **オブジェクトの材料・境界条件の設定・編集**：オブジェクトを選択して、「編集」ツール実行

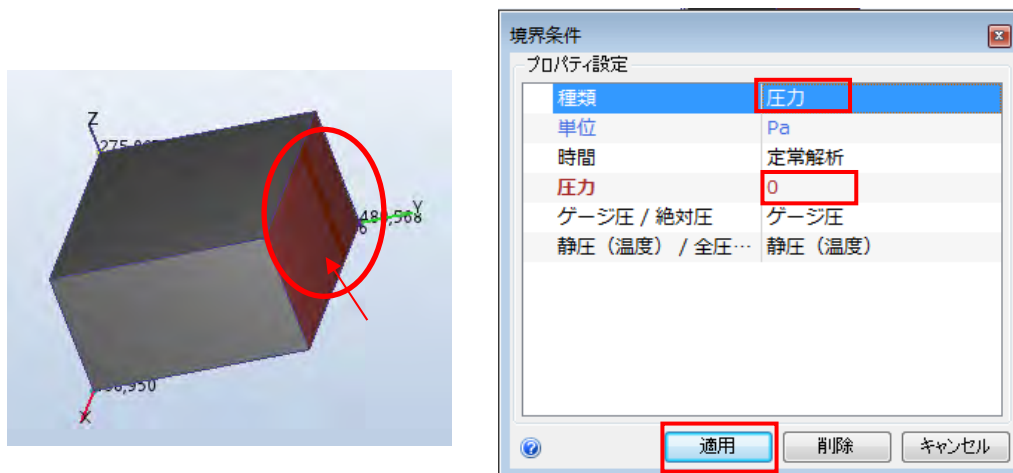
- ・「材料」ツール実行、外部ボリュームをクリックして選択し「編集」で、種類：流体、名前：空気 に設定。



- ・「境界条件」ツールを実行し、手前の面をクリックして選択、「編集」ツールで、種類：流速、単位：m/s、流速：5 に設定する（こちらが風上側の境界となる）。「適用」

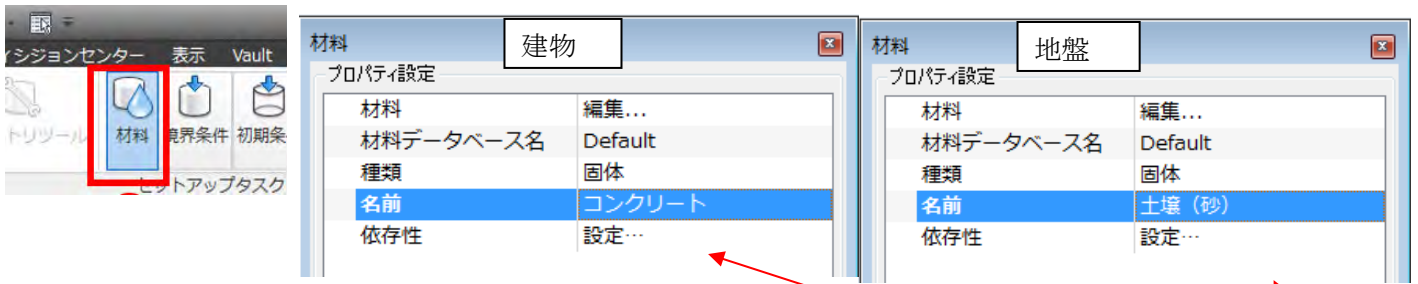


- ・風下側の面を選択して、種類：圧力、圧力：0 に設定。「適用」

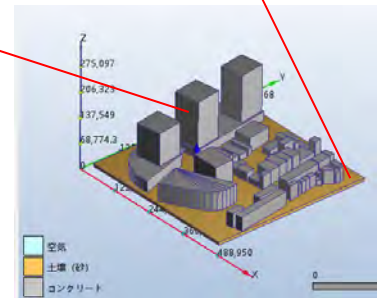
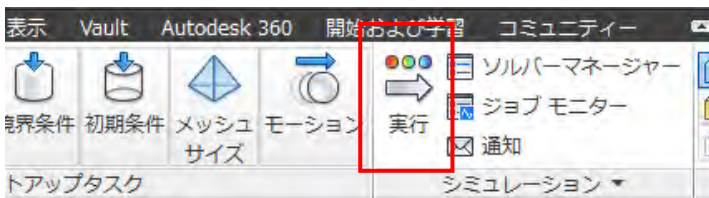


・モデルの材料：

空気のボリュームを Ctrl+マウス中ボタンクリックで非表示にして、モデルの材料設定を適宜行う。



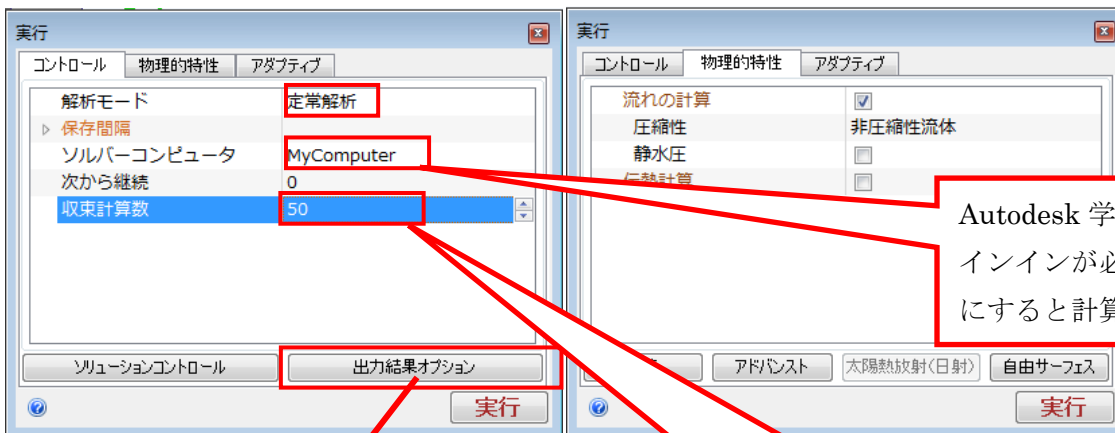
⑥解析の実行



・解析実行設定

収束計算数：50

流れの計算：ON



Autodesk 学生アカウントでのサインインが必要だが、CLOUDにすると計算が早くなる場合がある

・出力結果オプション

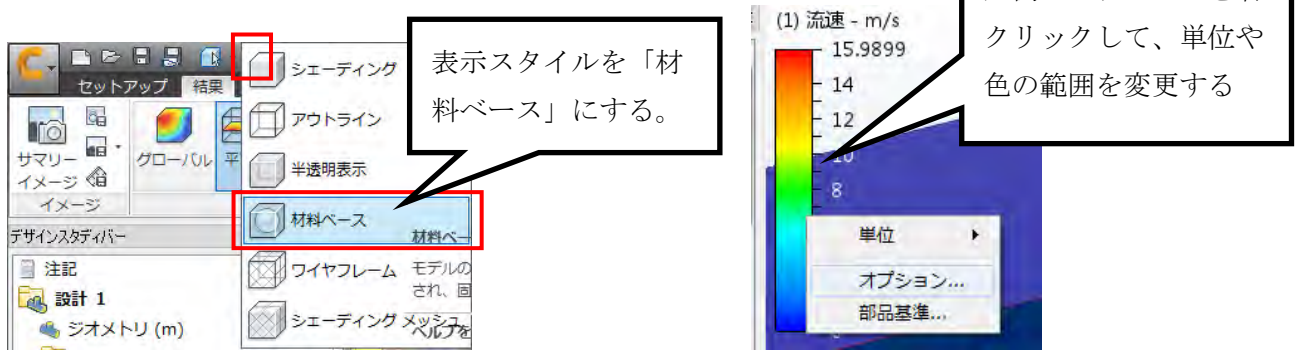


シミュレーションの精度を上げるには、この値を大きくする。ただし計算時間がかかるため、テスト的に実行の場合は5~10程度に設定する

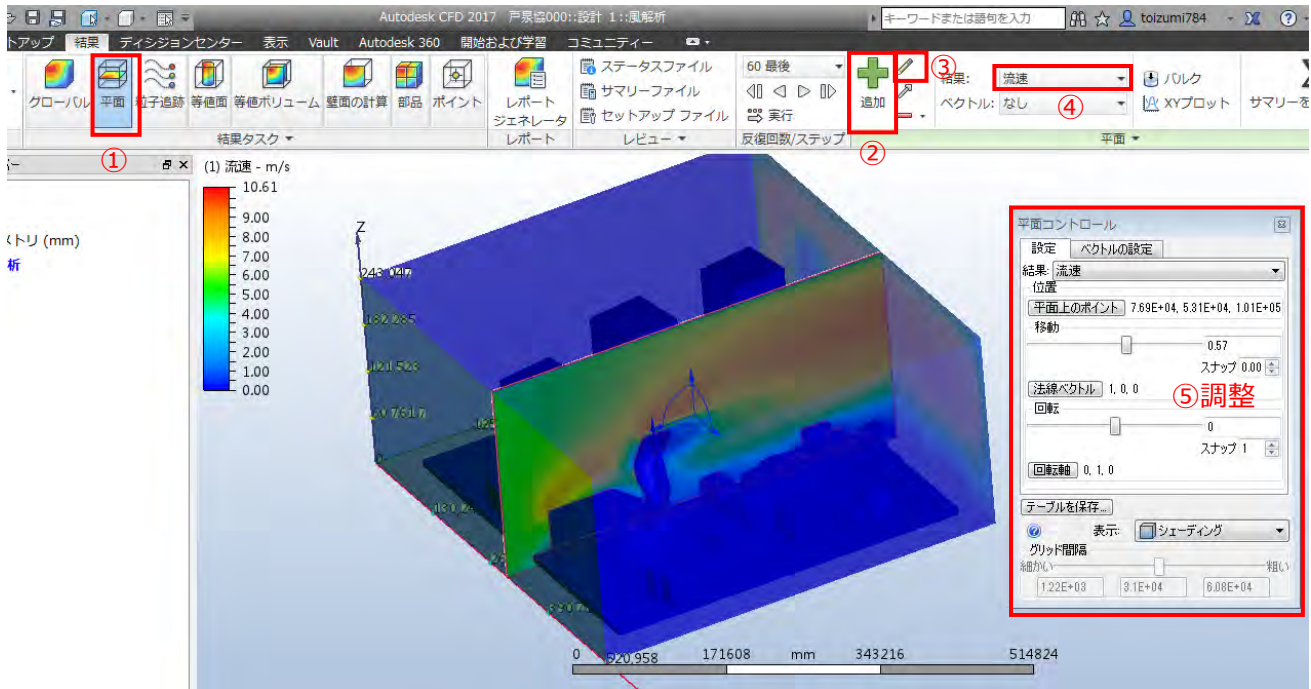
※定常解析、非定常解析の違い
<http://www.cradle.co.jp/tec/column01/007.html>

設定が終わったら、「実行」ボタンを押して、計算開始。計算が終わるまでしばらくかかります。

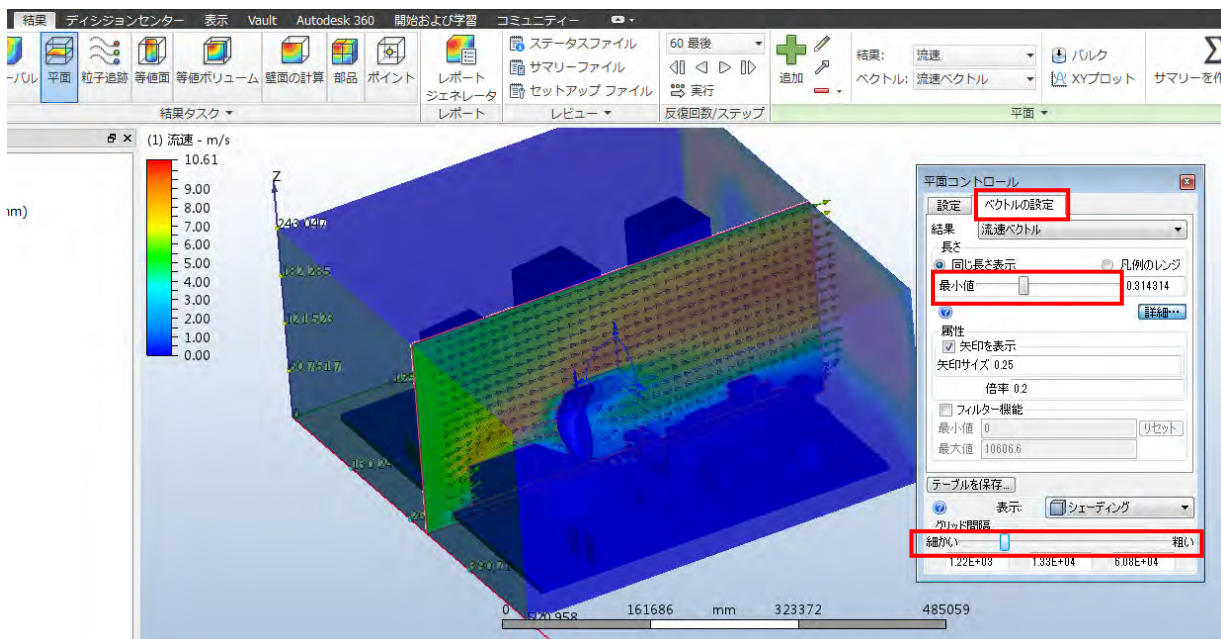
⑦風解析結果（風向、風速）のグラフィカルな表示と出力



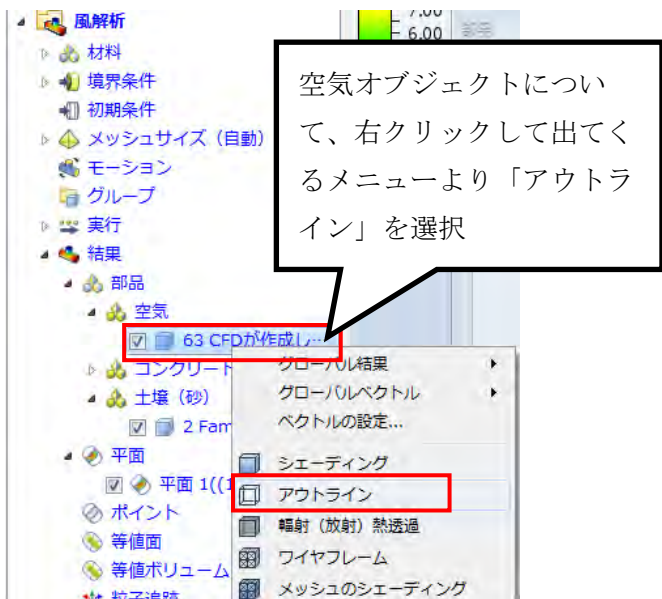
・結果表示の断面の追加



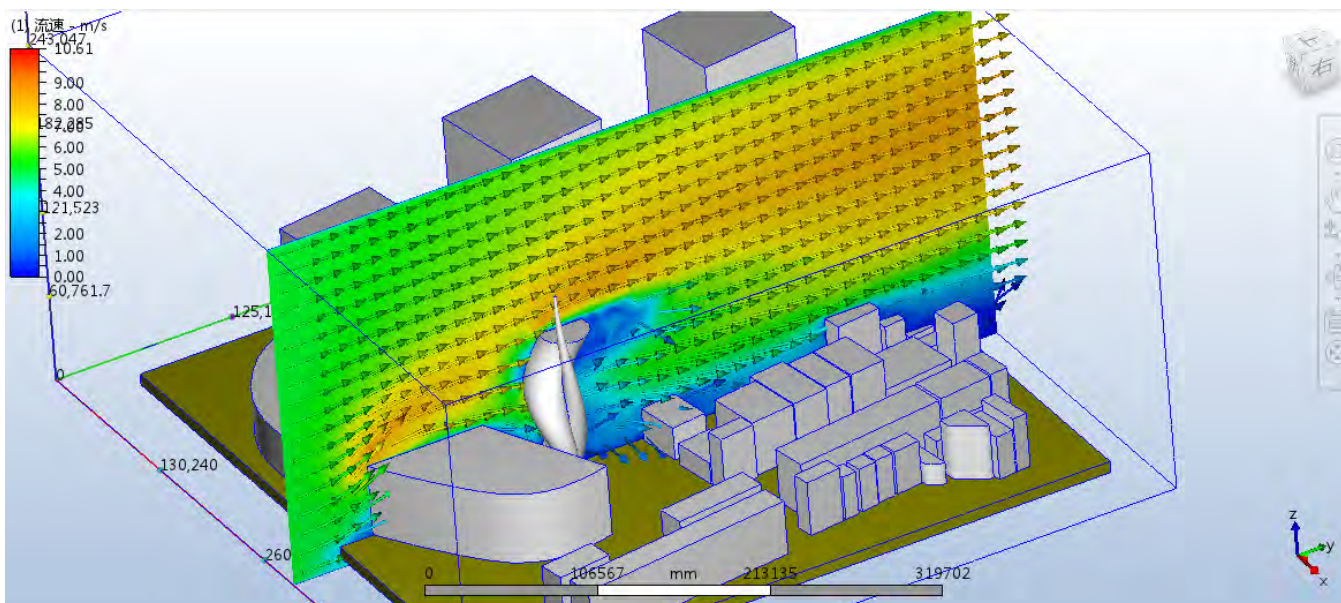
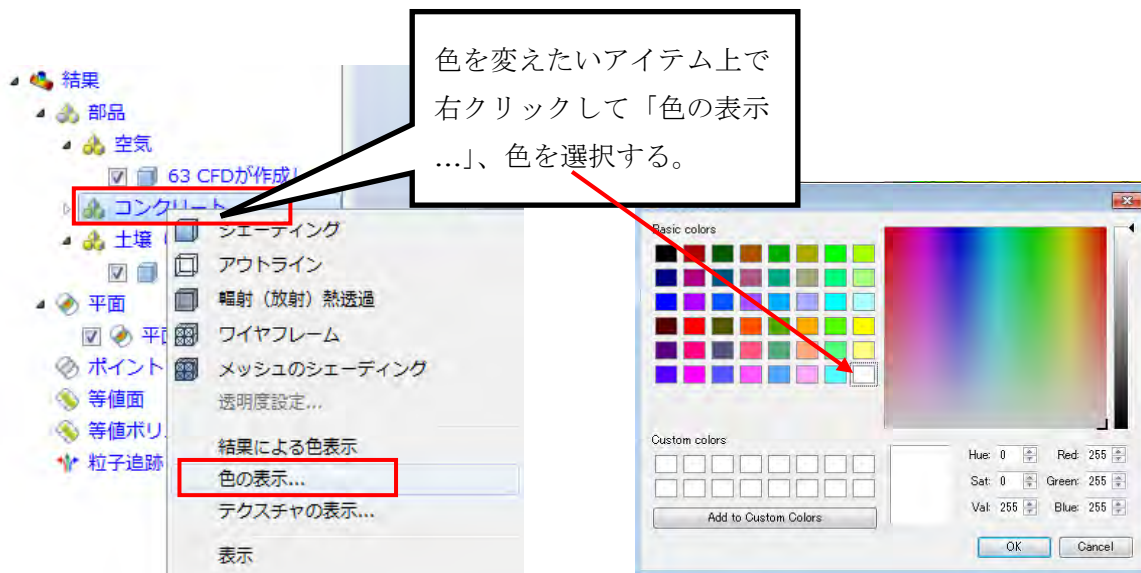
・ベクトルの表示



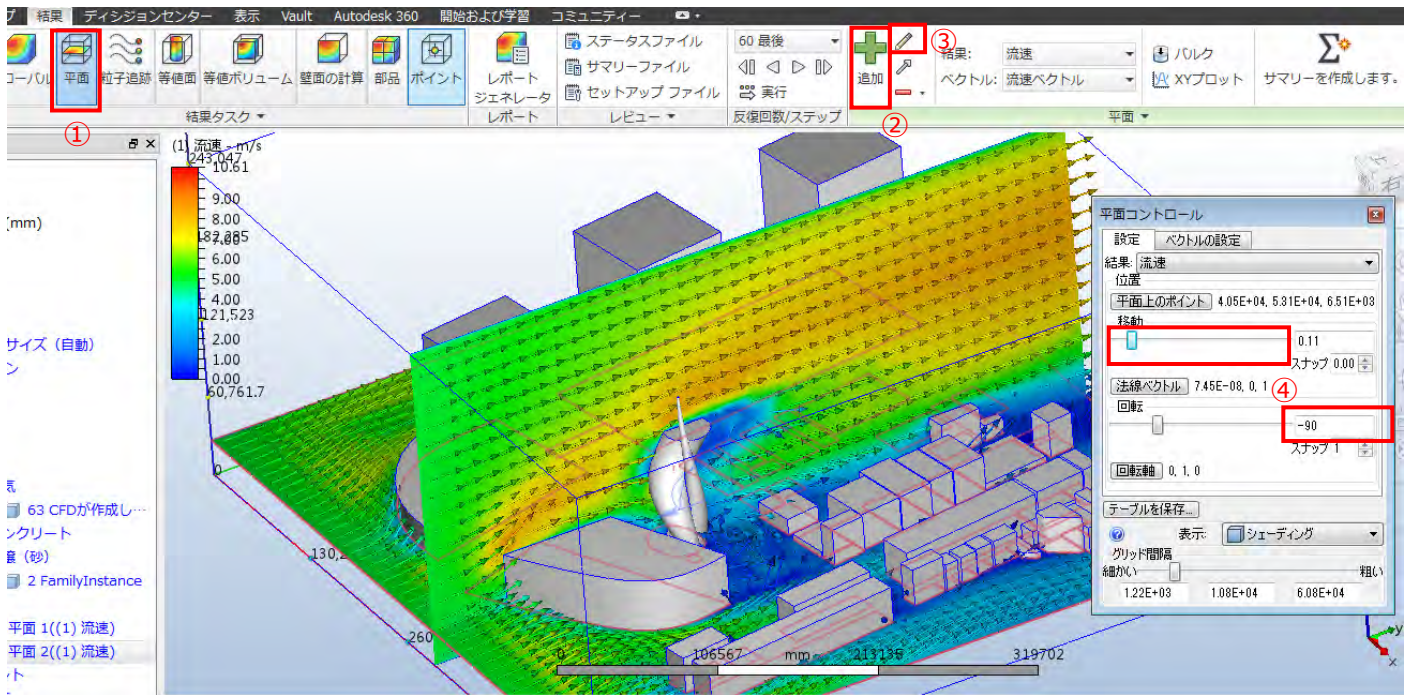
- さらに見やすくする
- ・空気を透明にする。



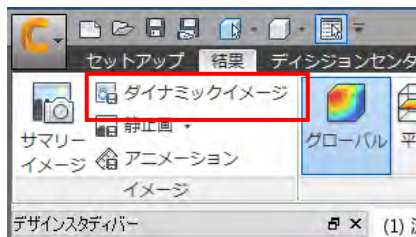
- ・オブジェクトの色を変更する。



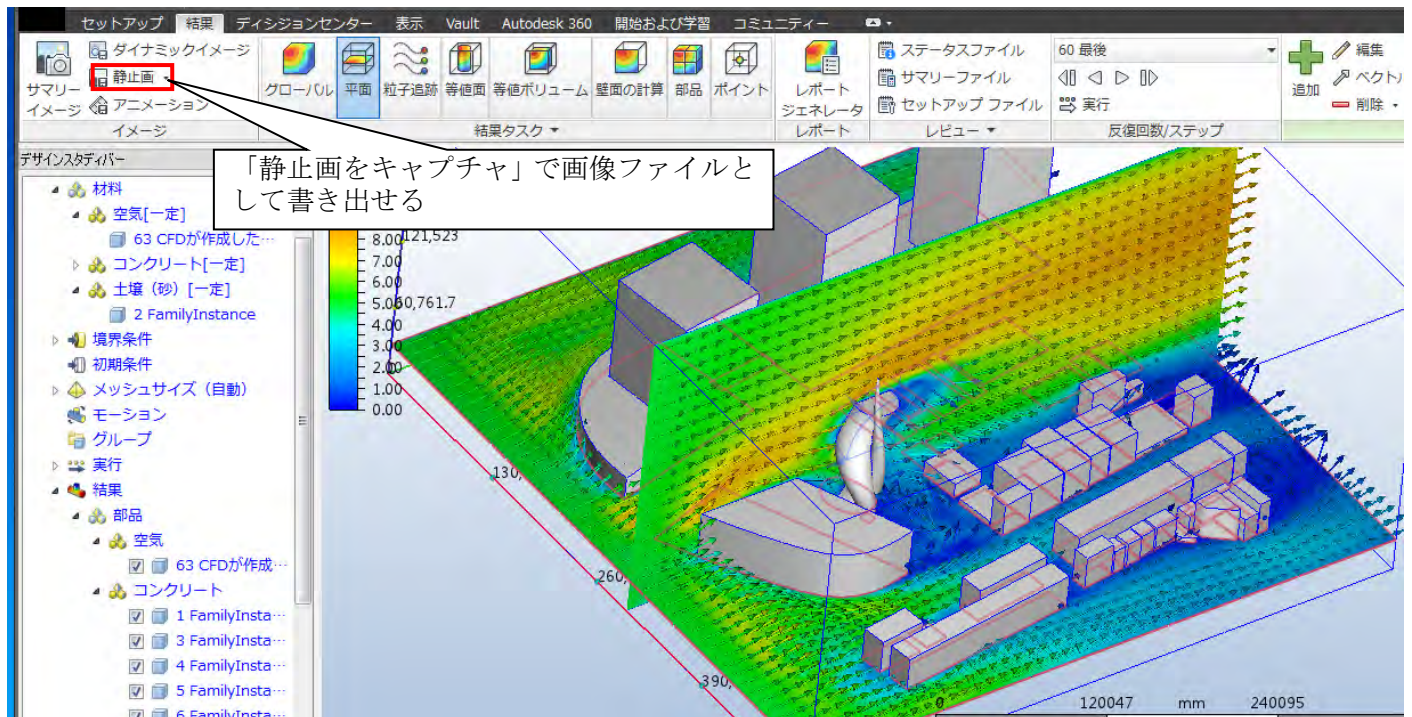
・結果表示平面の追加



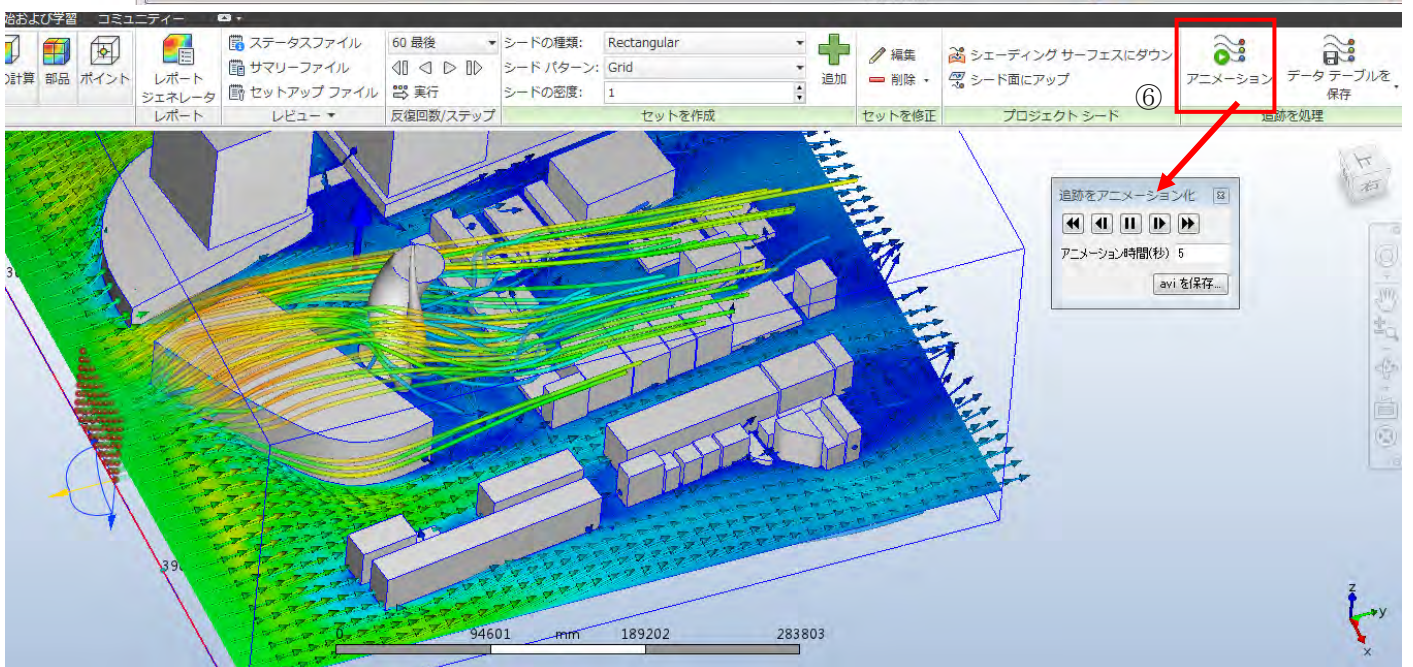
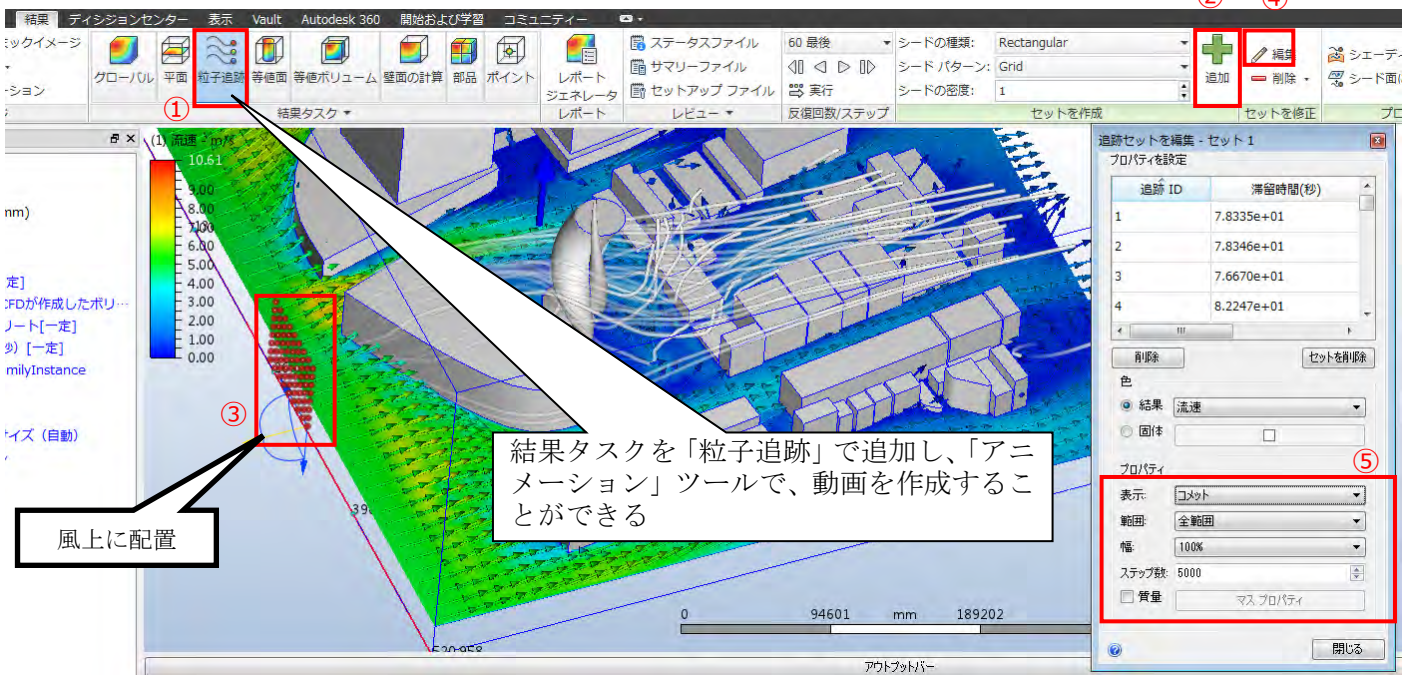
・結果を CFD Viewer 2019 で見ることができる形式「ダイナミックイメージ」で保存



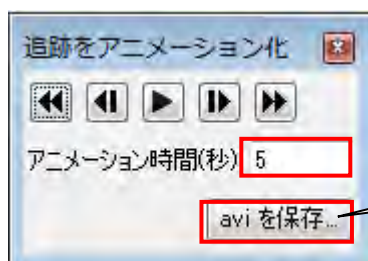
・静止画を書き出す



・粒子追跡アニメーションの作成



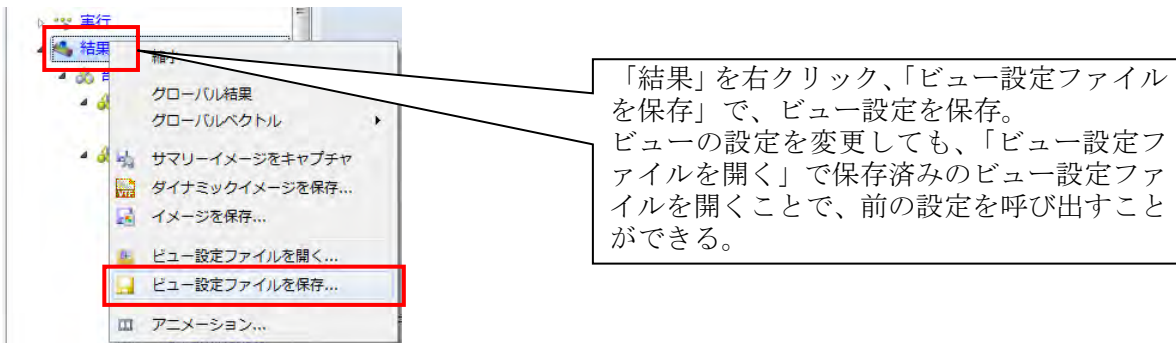
・動画ファイルの書き出し



アニメーション時間で設定した秒数の動画ファイルを書き出す。

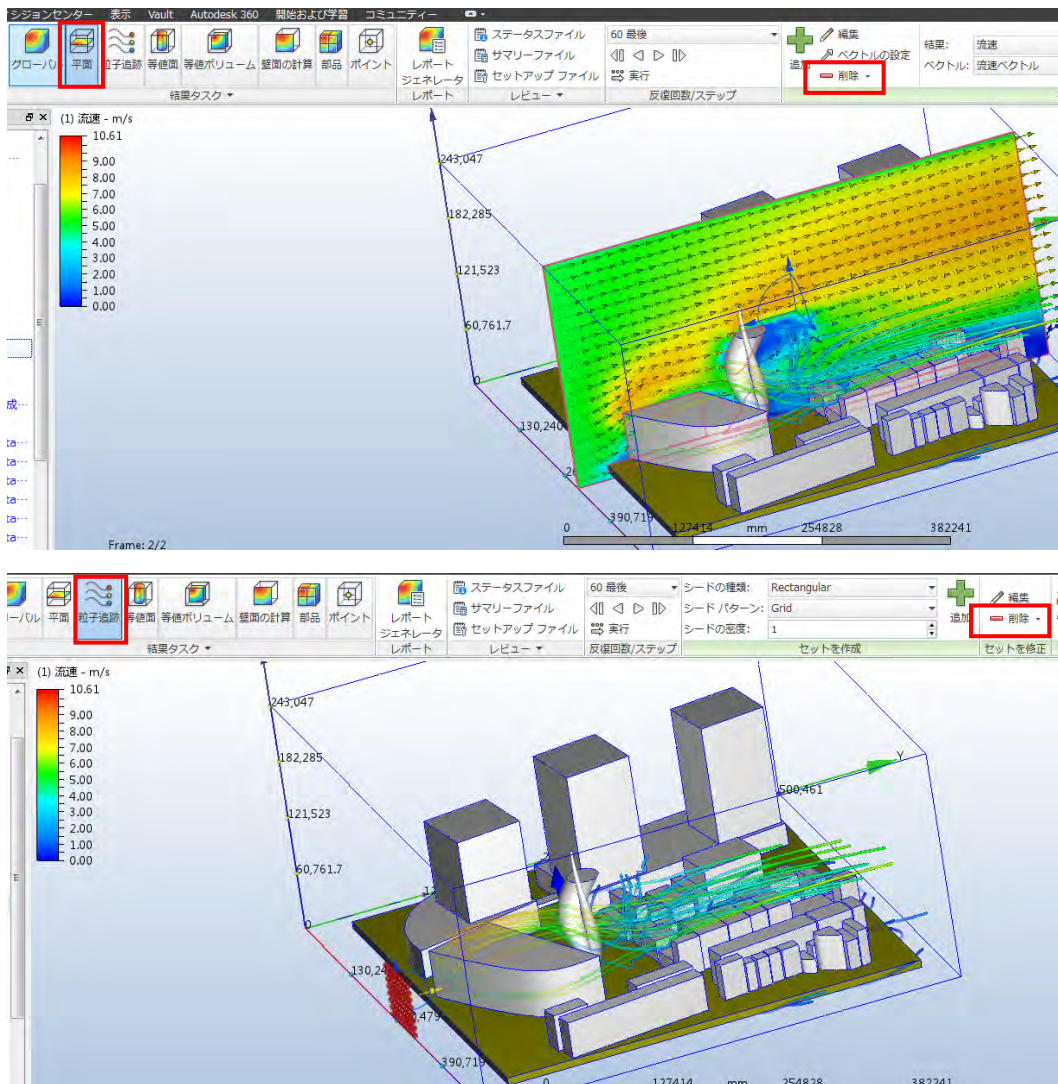
・ビュー設定ファイルの保存

解析表示面や粒子追跡の設定を保存し後で結果表示を呼び出せるようにします。

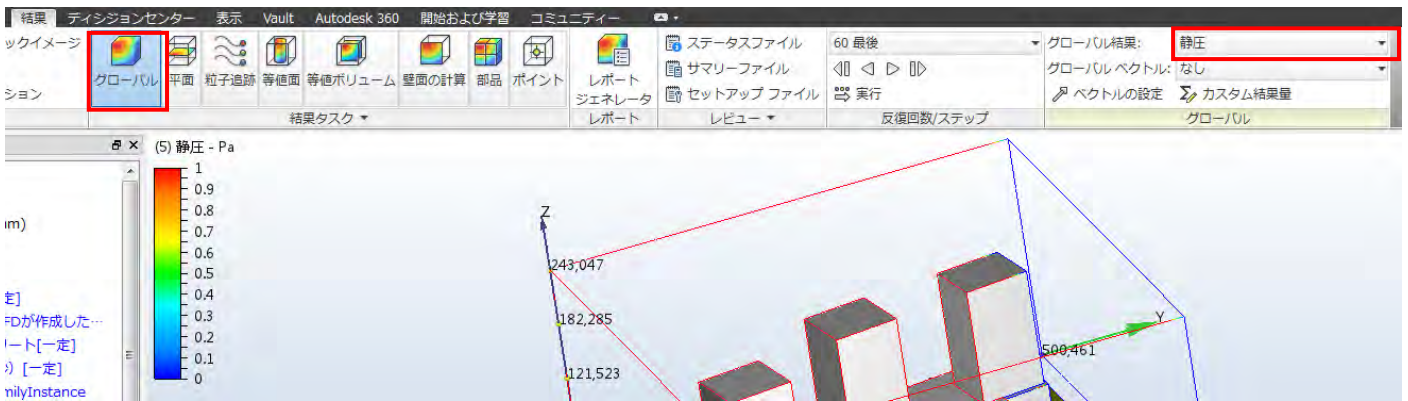


⑧風解析結果（風圧）のグラフィカルな表示と出力

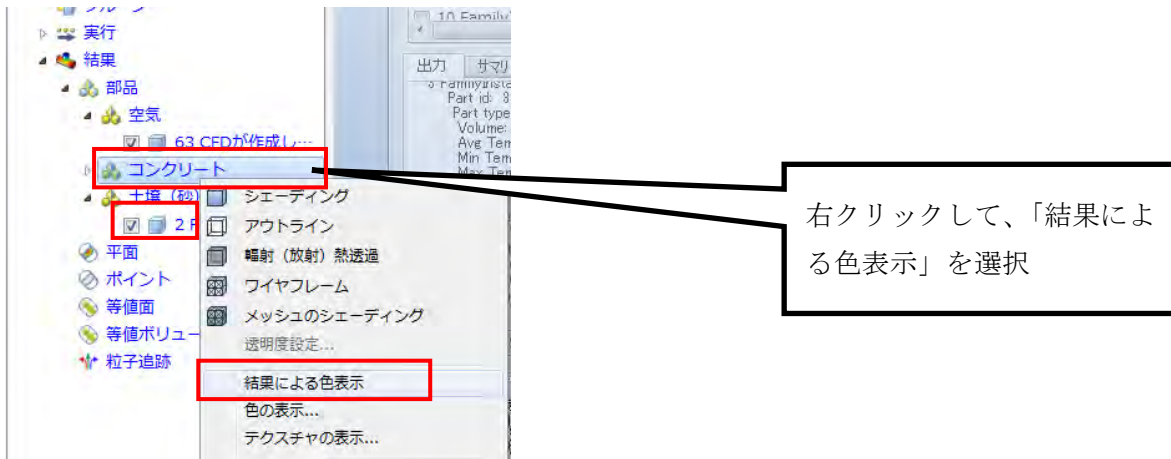
・風速の表現に使用した「平面」や「粒子追跡」を削除



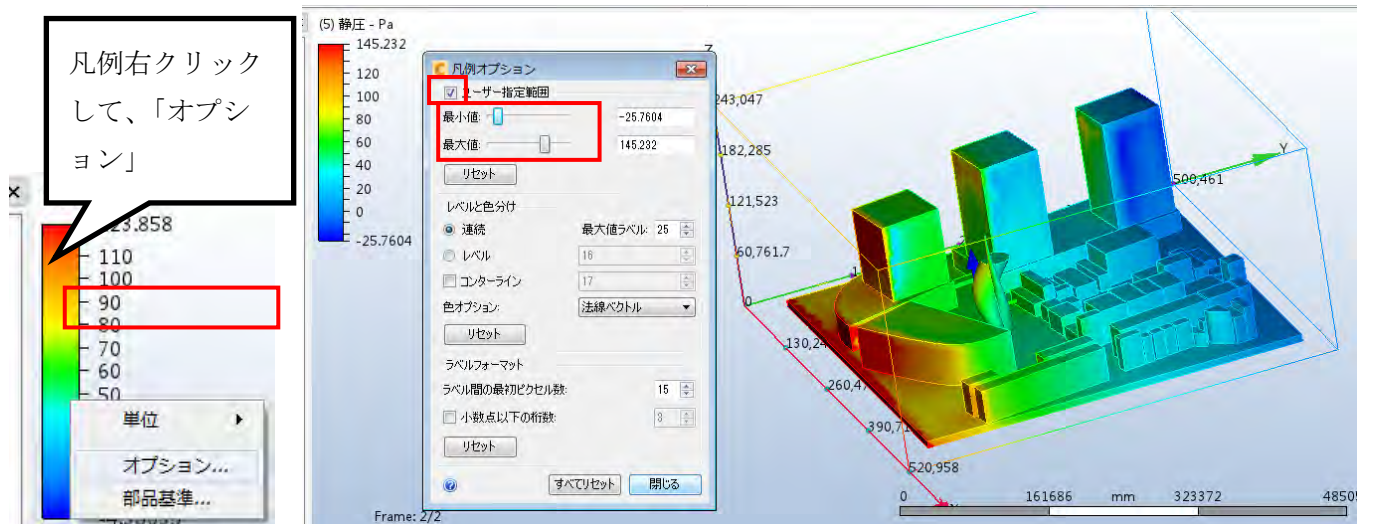
- ・グローバル結果を「静圧」に変更



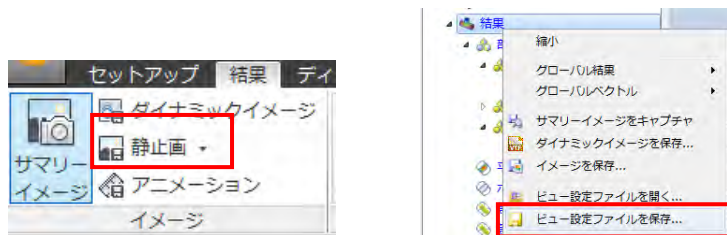
- ・オブジェクトの表現を「結果による色表示」に変更



- ・圧力の大小が見分けられるように凡例を調整



- ・適宜静止画を書き出し、ビュー設定ファイルを保存



⑨計算結果の数値出力

- ・全節点の解析計算結果の数値を CSV で書き出す。



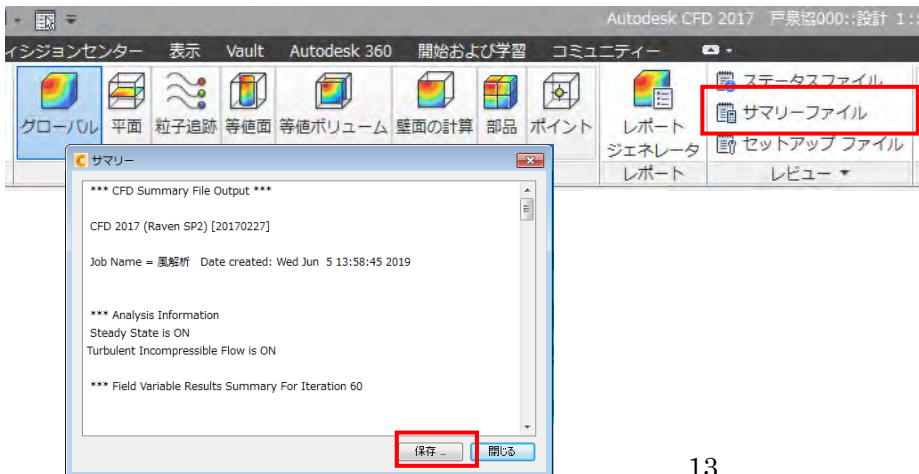
CSV ファイルは、作業フォルダのシナリオフォルダの「solver」フォルダの中に保存される。

ある地点での風速の X,Y,Z 方向の成分

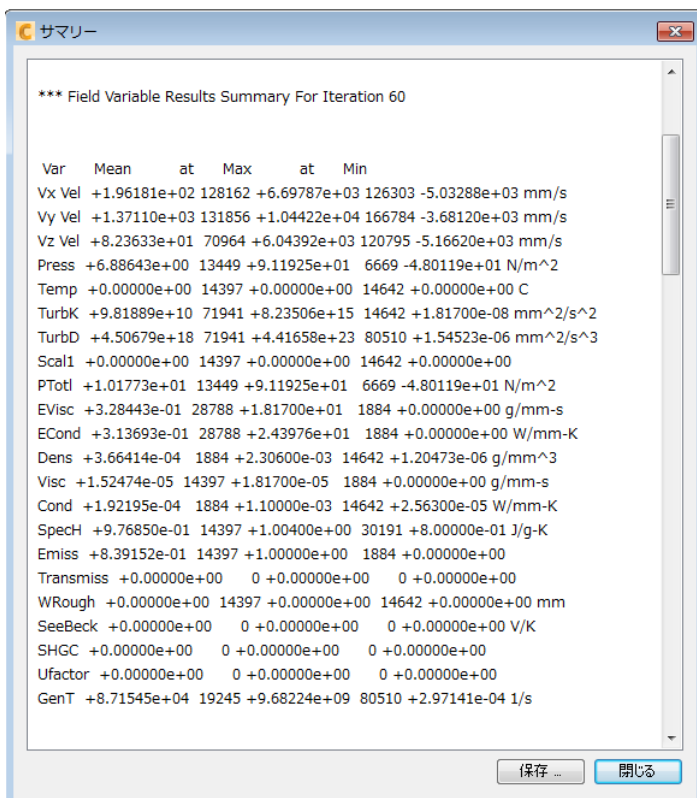
解析空間をメッシュで区切ったそのメッシュごとの解析結果値

Node	Global Id	X	Y	Z	Vx Vel	Vy Vel	Vz Vel	Press	Temp	Scal1	TurbK	TurbD	HeatFlux	Shear Mag	NVol	Density	Mach	
1	0	1	95930.6	-6940.87	92843.9	0	0	0	-1.26681	273.15	0	1.82E-08	0.192881	0	2.84E-07	0	1.20E-06	0
2	1	2	95850.4	-7154.31	92884.1	0	0	0	1.87659	273.15	0	1.82E-08	0.087584	0	3.08E-06	0	1.20E-06	0
3	2	3	96012.5	-7010.65	93798.5	0	0	0	0	273.15	0	0.0001	1	0	0	0.002306	0	0
4	3	4	95428.9	-7824.05	92380.6	0	0	0	30.5803	273.15	0	1.82E-08	5.87218	0	1.27E-05	0	1.20E-06	0
5	4	5	95523.2	-7880.76	93799.3	0	0	0	0	273.15	0	0.0001	1	0	0	0.002306	0	0
6	5	6	95531.8	-7875.09	93847.8	0	0	0	26.257	273.15	0	1.82E-08	0.012605	0	5.28E-06	0	1.20E-06	0
7	6	7	96041	-7044.38	94227.2	0	0	0	-3.34716	273.15	0	1.82E-08	0.015524	0	9.73E-06	0	1.20E-06	0
8	7	8	96055.2	-7004.81	93978.1	0	0	0	-3.01187	273.15	0	1.82E-08	47.2535	0	1.40E-06	0	1.20E-06	0
9	8	9	96078.9	-6953.57	93798.4	0	0	0	-2.76717	273.15	0	1.82E-08	4.80713	0	7.39E-06	0	1.20E-06	0
10	0	10	96117.8	-6863.08	93416.1	0	0	0	-1.16295	273.15	0	1.82E-08	13.6076	0	1.12E-05	0	1.20E-06	0

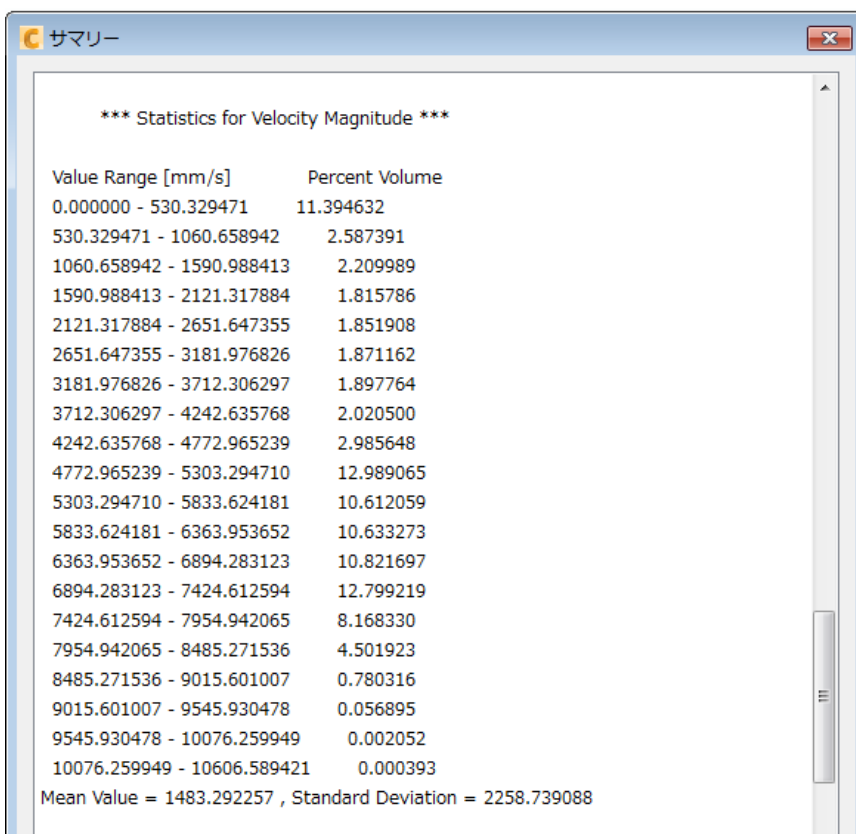
- ・解析結果サマリーの表示と書き出し



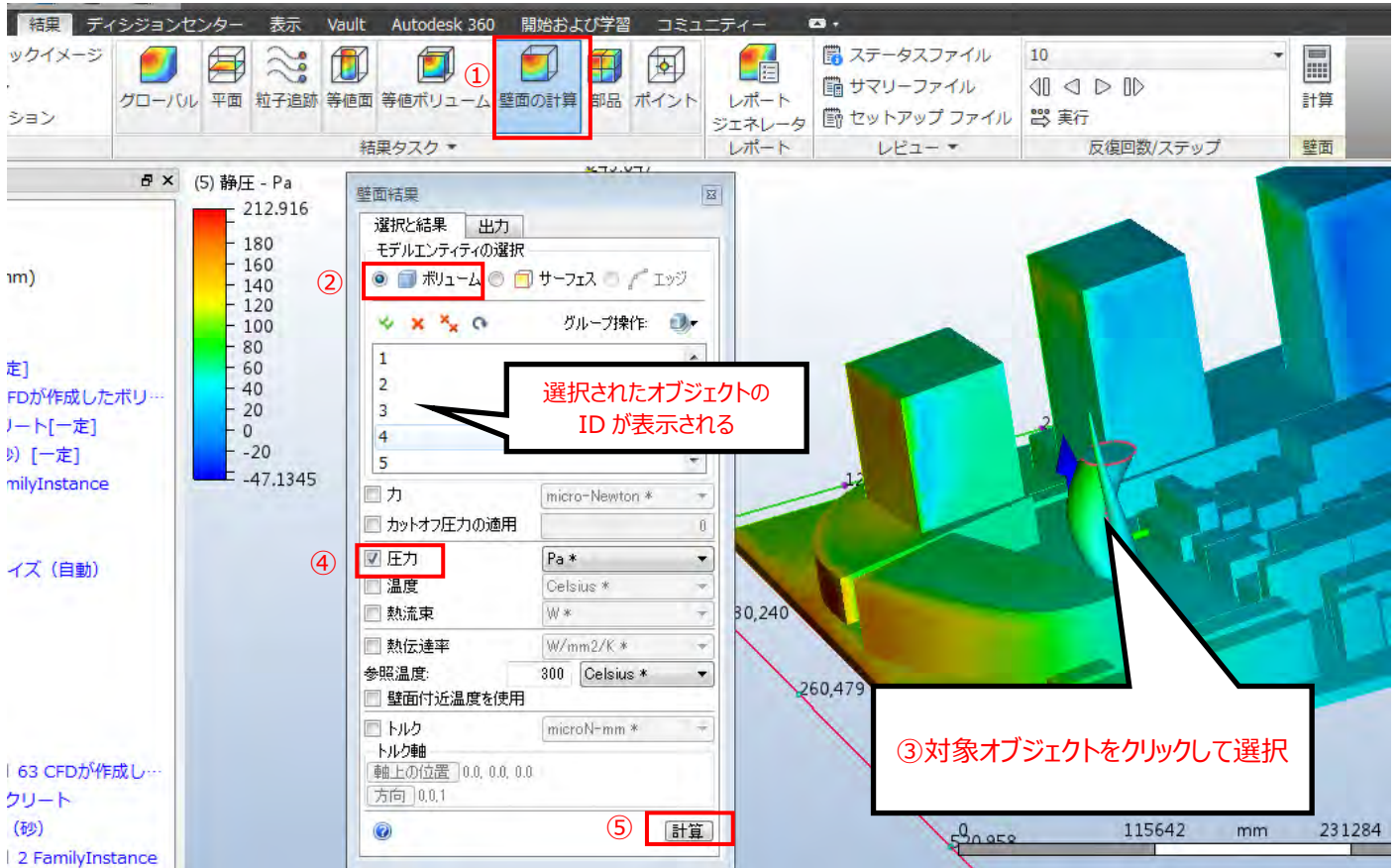
解析空間における解析結果の最大値、最小値



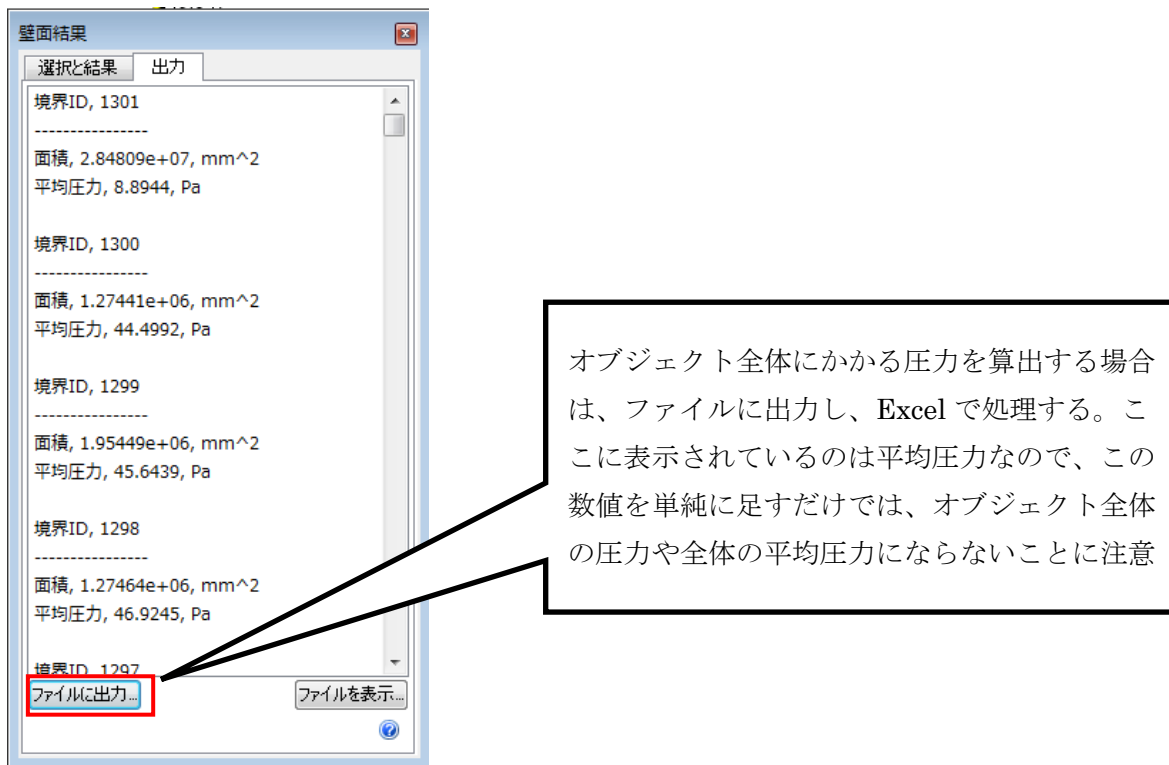
解析空間における風速のばらつき（あるレンジの風速が空間全体の体積の何パーセント占めているか）



- ・あるオブジェクトにかかる風圧を見る
- ※空気のオブジェクトは非表示にしておく



選択したオブジェクトを構成している面毎にかかる平均圧力が表示される。



※ 1Pa=1N/m²

オブジェクト全体の圧力を見る場合

この行にフィルタをかけ

項目ごとにコピーで、新しいシートにこのような表を作成

面積 (mm ²)	平均 (Pa)	全圧 (N)
2.85E+07	8.8944	2.53E+02
1.27E+06	44.4992	5.67E+01
1.95E+06	45.6439	8.92E+01
1.27E+06	46.9245	5.98E+01
1.95E+06	48.9643	9.57E+01
1.27E+06	50.308	6.41E+01
1.95E+06	51.6542	1.01E+02
1.27E+06	52.0668	6.63E+01
1.27E+06	52.3849	6.67E+01
1.95E+06	52.4329	1.02E+02
1.28E+06	52.2934	6.69E+01
1.97E+06	52.2065	1.03E+02
1.29E+06	51.6751	6.66E+01
1.98E+06	51.4297	1.02E+02
1.30E+06	50.5989	6.58E+01
2.01E+06	50.2806	1.01E+02
2.01E+06	49.2278	9.91E+01

最終行に SUM 関数で合計を表示させる

オブジェクト全体にかかる風圧力 (N)

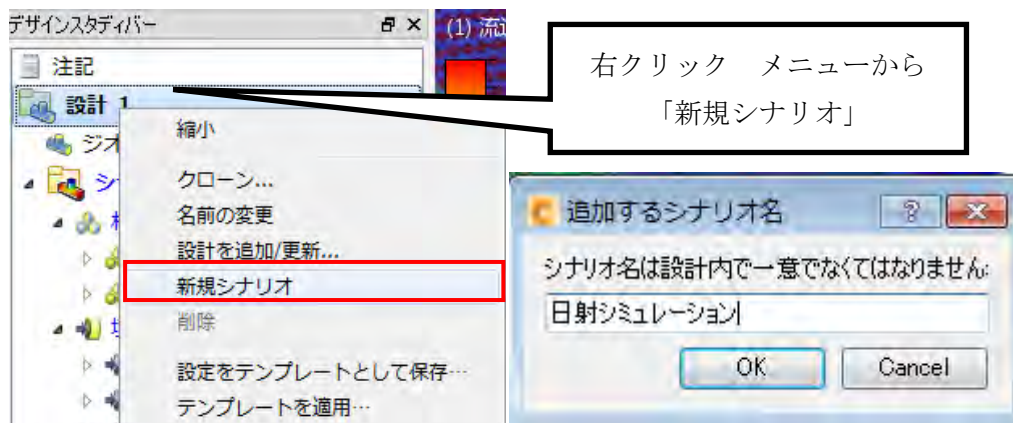
オブジェクト全体の平均圧力を Pa で算出

A	B	C	D	E	F
1202	7929.82	25.9161	2.06E-01		
1203	7893.3	19.6312	1.55E-01		
1204	236986	20.7926	4.93E+00		
1205	1.02E+06	4.25958	4.35E+00		
1206	108732	8.31435	9.04E-01		
1207					
1208 計	8.08E+09		4.00E+05	4.94E+01	
1209					

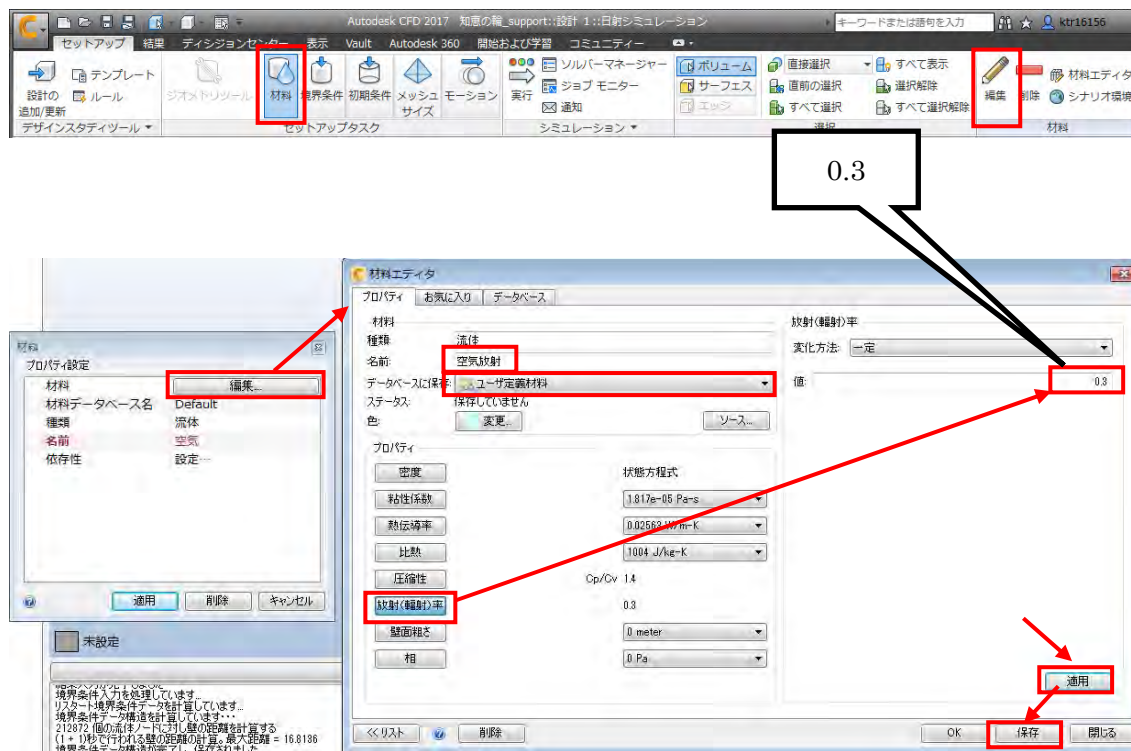
※面積の単位が mm² であるので、上記では、1000×1000 で割ったり掛けたりしているが、単位が m² であればこの計算はいらない。

パート 3 : CFD Ultimate (Autodesk CFD) による日射量解析

①新規シナリオの作成

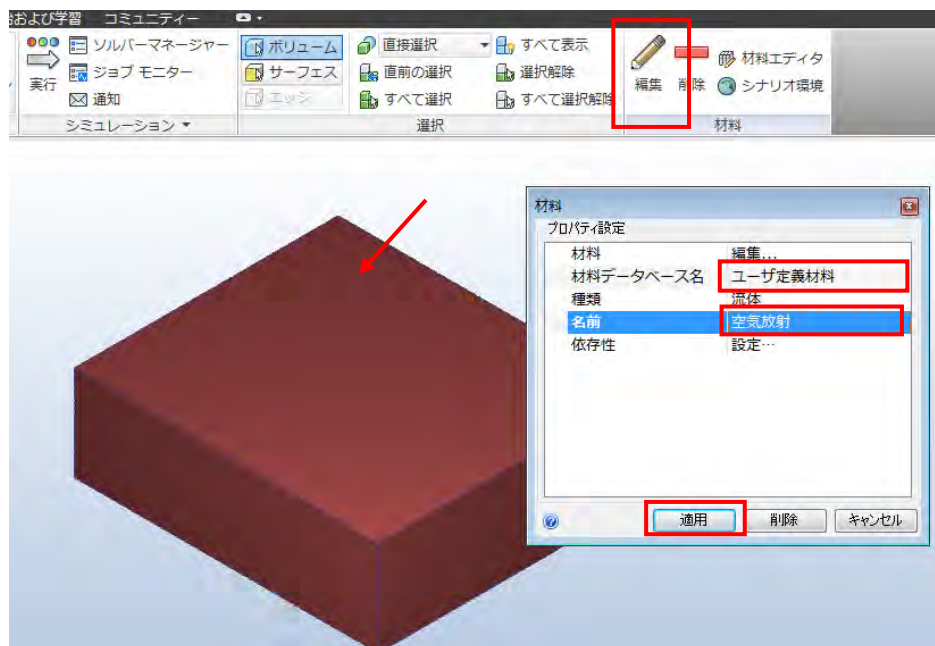


②放射(輻射)率を変更した空気材料の作成



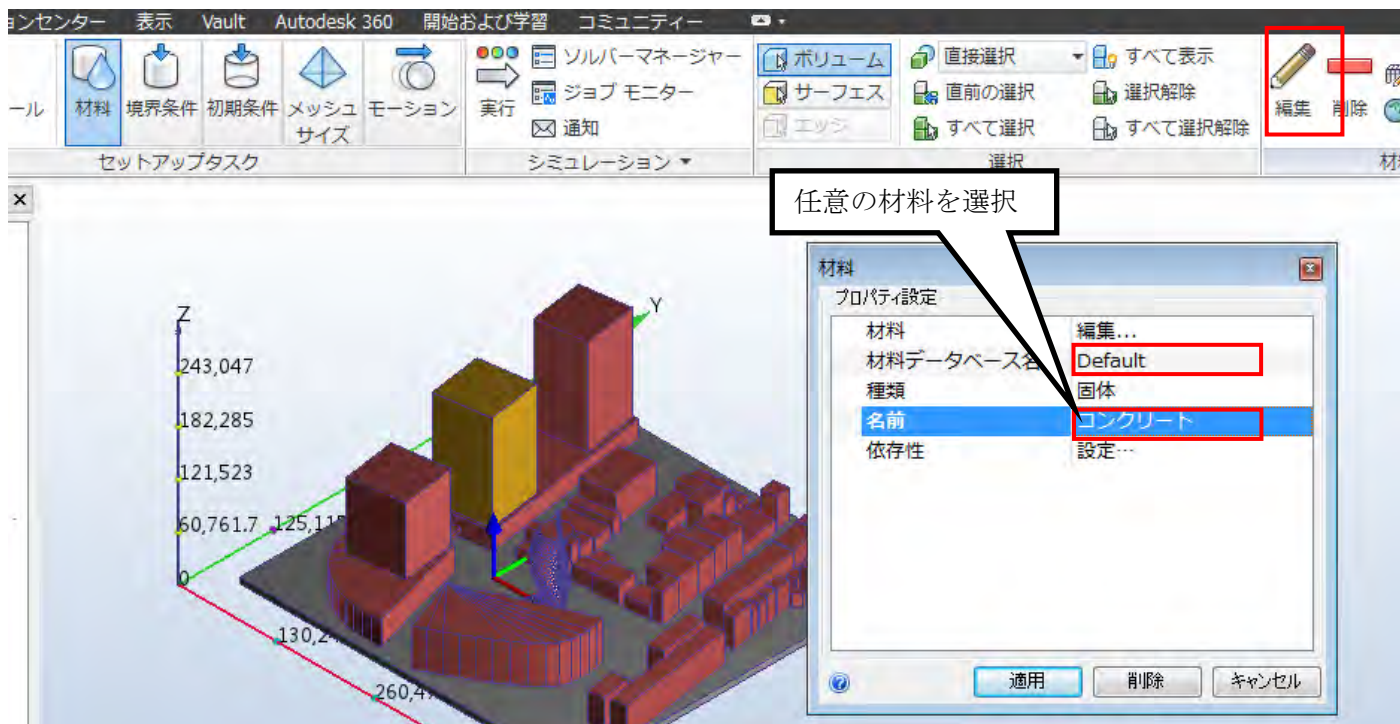
③空気材料の割り当て

空気オブジェクトを選択して、編集で以下のように設定



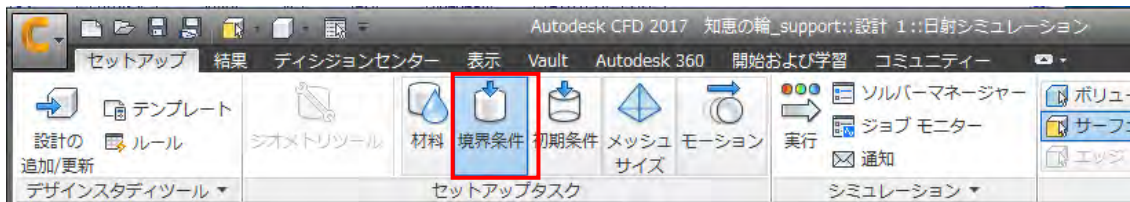
④オブジェクトの材料の設定

空気オブジェクトを **Ctrl+マウス中ボタン**クリックで非表示にして、周辺建物モデルと計画建物モデルを左クリックで選択して、編集で以下のように設定します。



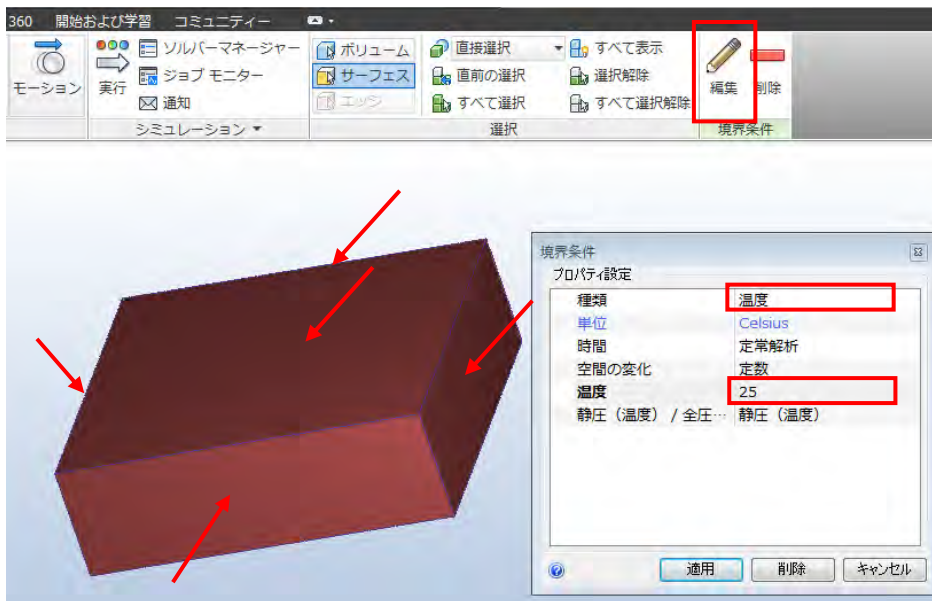
地盤の材料も同様に設定します。

⑤環境に対する温度境界条件の割り当て

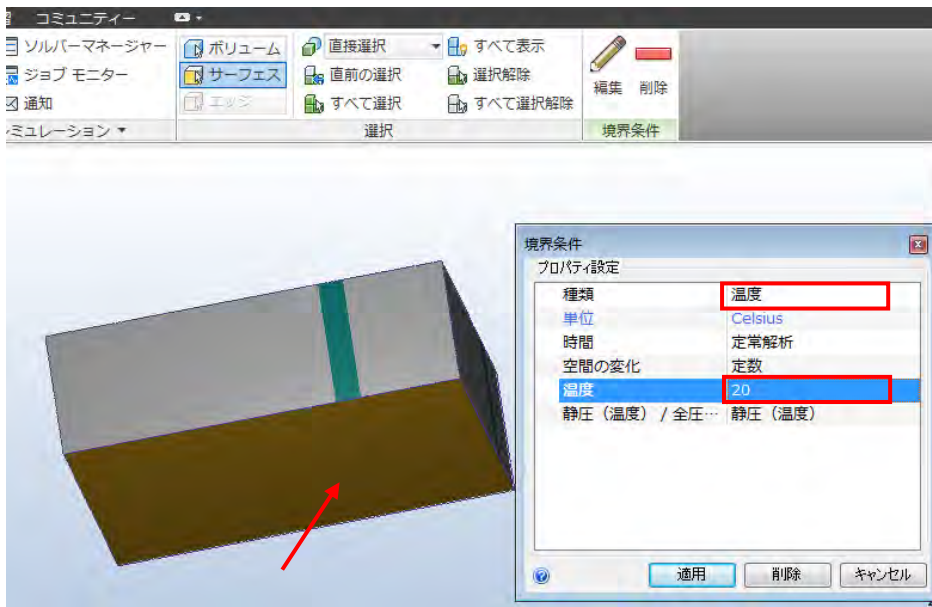


「境界条件」ツールを実行

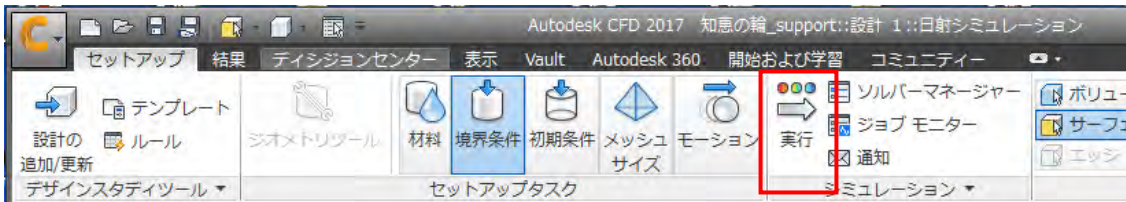
Ctrl+マウス中ボタンクリックで空気オブジェクトを表示し、
空気オブジェクトの5面を選択して「編集」ツールを実行し、以下のように設定します。



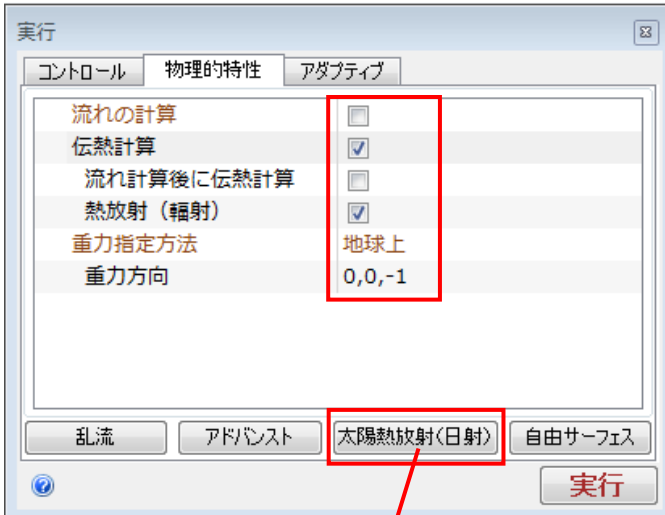
地面の設定を以下のように行います。



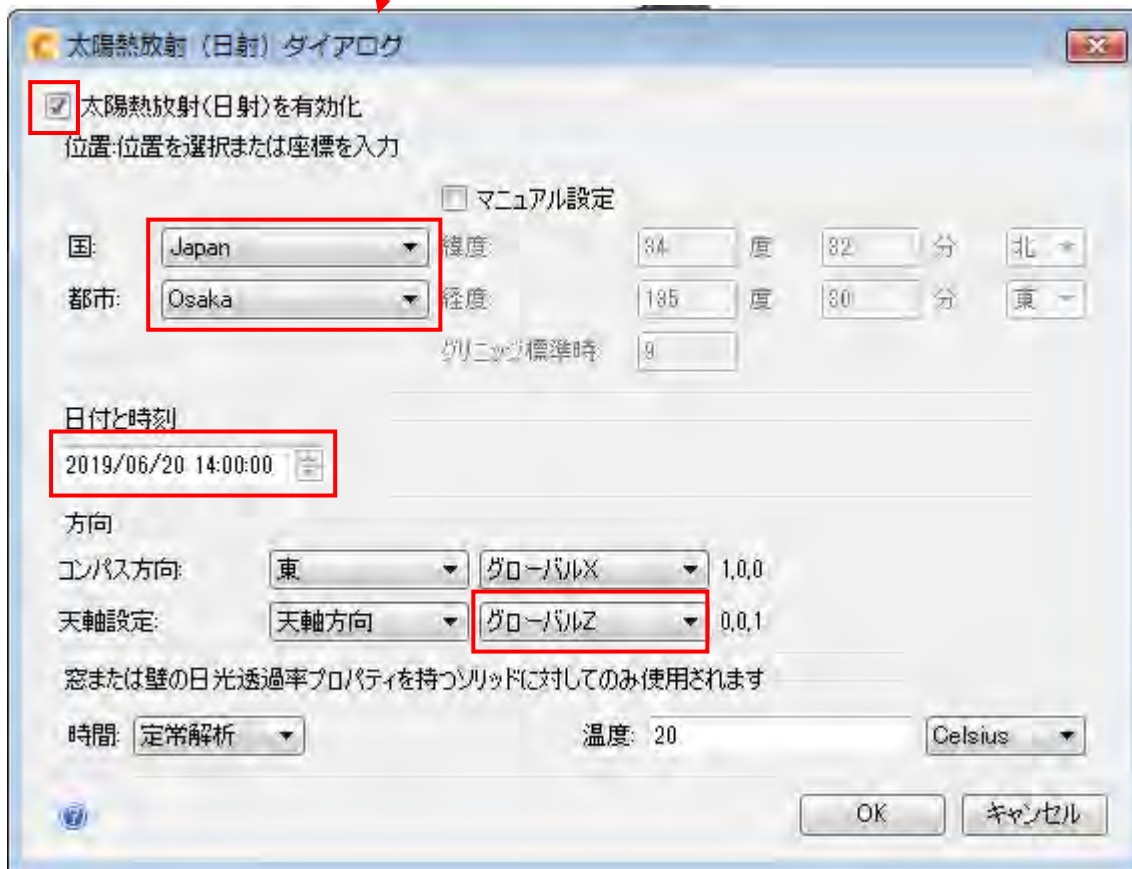
⑥解析実行

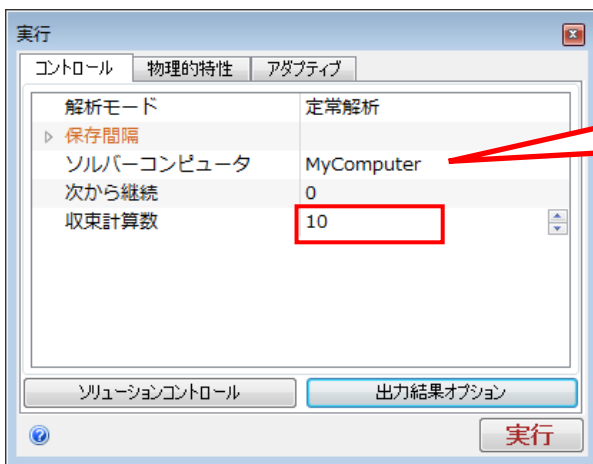


物理特性タブを以下のように設定する



太陽放射 (日射) を以下のように設定する





Autodesk 学生アカウントでのサインインが必要だが、CLOUD にすると計算が早くなる場合がある。

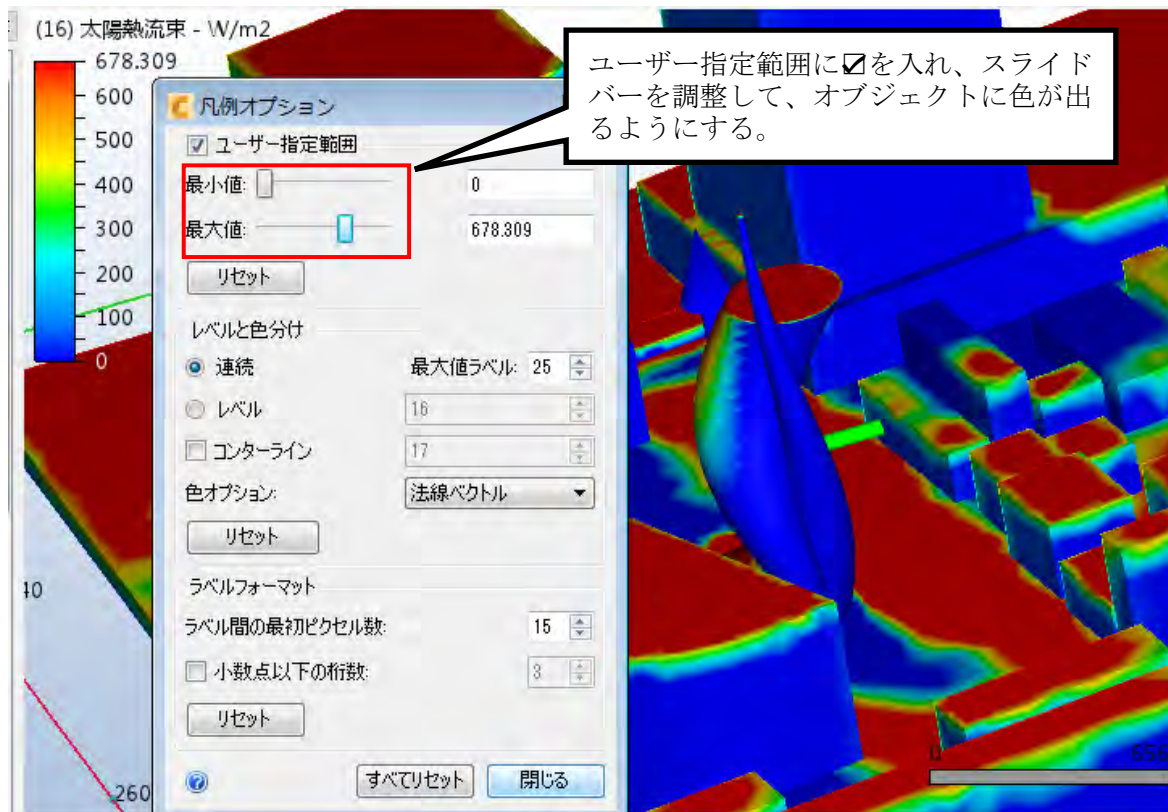
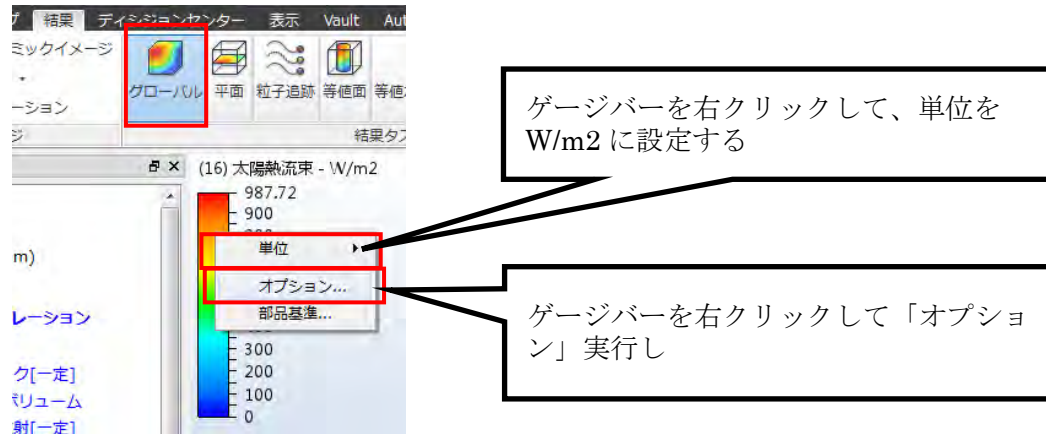


「実行」ボタンを押して解析開始します。

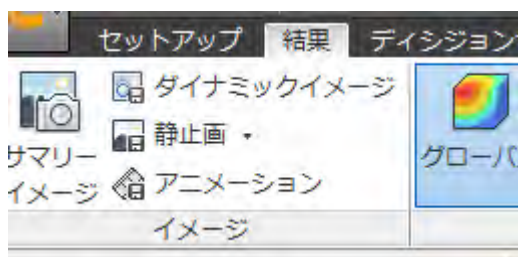
⑦結果表示



空気オブジェクトを非表示にして「グローバル」ツールクリック

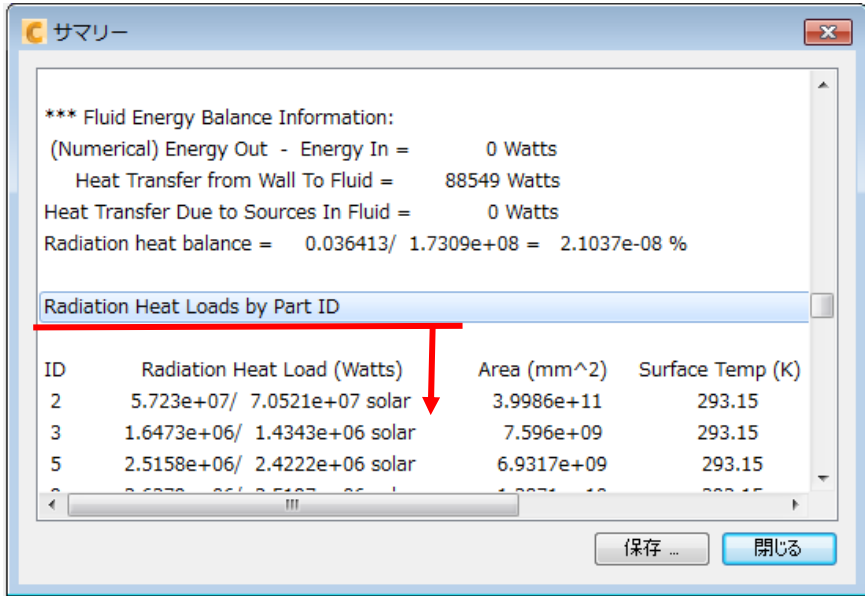
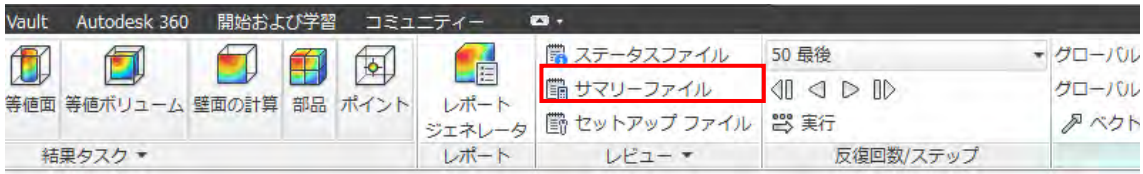


適宜静止画を出力

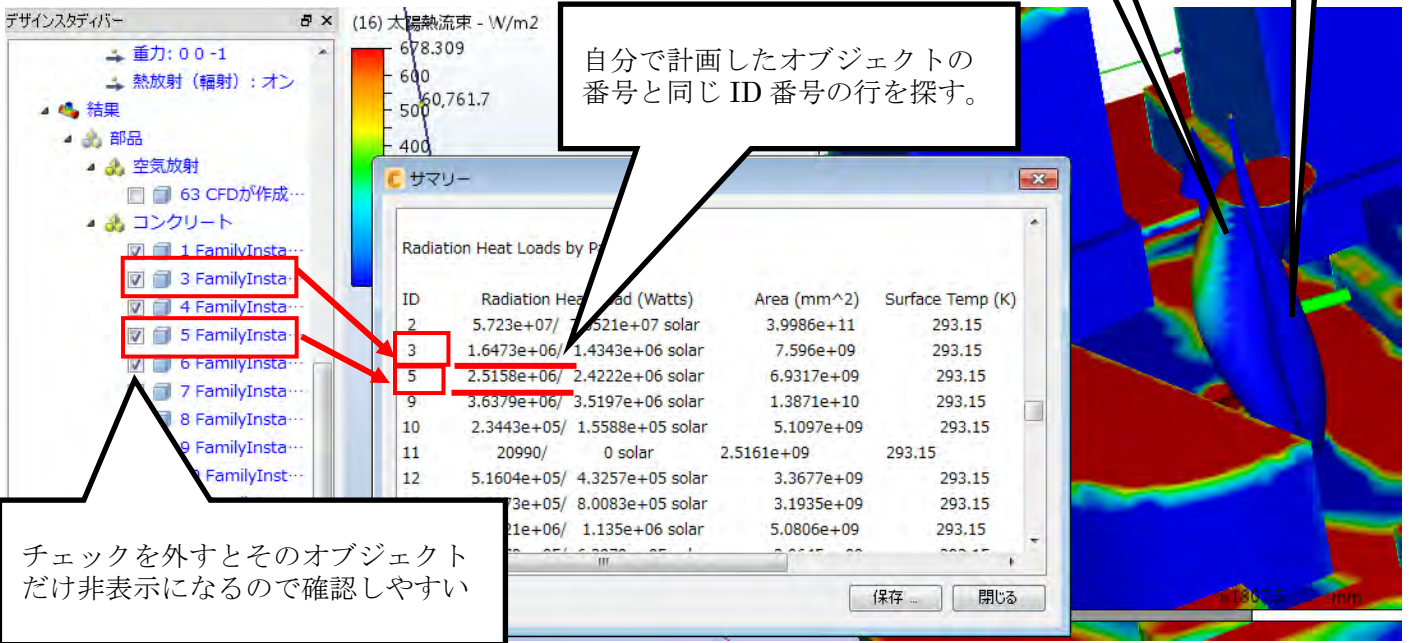


⑧結果を数値で確認

「サマリーファイル」 ツール実行



サマリーファイルの Radiation Heat Loads by Part ID 以下のリストを参照し、



自分で計画したオブジェクトの番号と同じ ID 番号の行の数値が、そのオブジェクトが受ける日射量となります (単位は W (ワット))。

上記の例では、 $1.6473e+06 + 2.5158 e+06 = 4.1631 e+06$ (W) ということが読み取れるので、日射量は、 $4.1631 e+06 = 4163100 = \underline{4163kW}$ となります。