

# 基礎プロジェクトレポート(第1週分)

システム創成学科3年  
西村弘平(160946)

---

## 1.目的

汎用熱流動解析ソフトウェアRFLOWの使い方を学ぶ。  
正方キャビティ流れにおいて複数の環境下における流体の状態をシミュレーションする。  
正方キャビティ流れにおいてメッシュサイズ、レイノルズ数による状態の違いを調べる。

---

## 2.解析条件・体系

x方向1.0、y方向1.0、z方向0.1の立体を作り、 $y=1$ の平面上でxの正方向に速度を与え、7種類の条件(変更する値は密度、粘度、速度、メッシュ数のみ)下でシミュレーションを行った。

### (1)メッシュサイズ依存性

このシミュレーション比較では密度、粘度、速度を一定値としてメッシュ数のみを変化させてシミュレーションを行った。

条件1. 密度 $1.0\text{kg/m}^3$ 、粘度 $0.01\text{Pa/sec}$ 、速度(xの正方向) $1.0\text{m/s}$ 、x方向のメッシュ分割数10、y方向のメッシュ分割数10

条件2 条件1. 密度 $1.0\text{kg/m}^3$ 、粘度 $0.01\text{Pa/sec}$ 、速度(xの正方向) $1.0\text{m/s}$ 、x方向のメッシュ分割数20、y方向のメッシュ分割数10

条件3. 密度 $1.0\text{kg/m}^3$ 、粘度 $0.01\text{Pa/sec}$ 、速度(xの正方向) $1.0\text{m/s}$ 、x方向のメッシュ分割数20、y方向のメッシュ分割数20

### (2)レイノルズ数依存性

このシミュレーション比較ではレイノルズ数を変化させ、流体の挙動の違いを調べた。メッシュ数はx、y方向ともに分割数10で固定して行った。

条件1.(レイノルズ数:100) 密度 $1.0\text{kg/m}^3$ 、粘度 $0.01\text{Pa/sec}$ 、速度(xの正方向) $1.0\text{m/s}$

条件2.(レイノルズ数:10) 密度 $1.0\text{kg/m}^3$ 、粘度 $0.01\text{Pa/sec}$ 、速度(xの正方向)  $0.1\text{m/s}$

条件3.(レイノルズ数:1000) 密度 $1.0\text{kg/m}^3$ 、粘度 $0.01\text{Pa/sec}$ 、速度(xの正方向) $10\text{m/s}$

### (3)物性を変化させてもレイノルズ数が同じであれば流れ特性は同じ

このシミュレーション比較ではレイノルズが変わらないという条件下で物性値を変化させ流体の挙動の違いを調べた。レイノルズ数は100で一定値を取るように密度と速度を変化させて実験を行った。メッシュ数はx、y方向ともに分割数10で固定して行った。

条件1.(レイノルズ数:100) 密度1.0kg/m<sup>3</sup>、粘度0.01Pa/sec、速度(xの正方向)1.0m/s

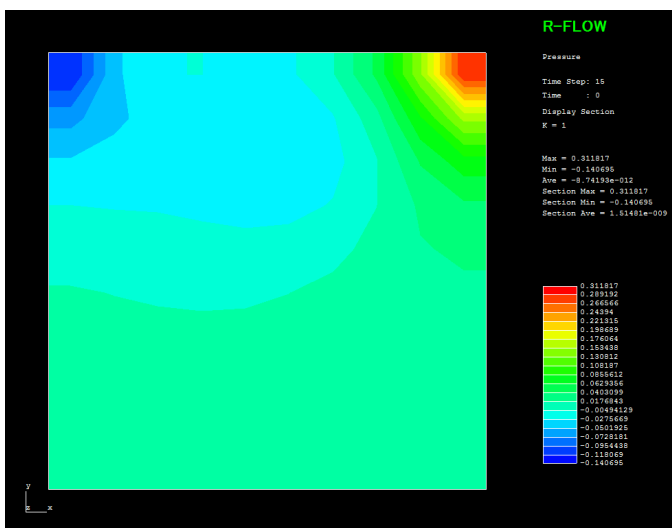
条件2.(レイノルズ数:100) 密度0.1kg/m<sup>3</sup>、粘度0.01Pa/sec、速度(xの正方向)10m/s

条件3.(レイノルズ数:100) 密度10kg/m<sup>3</sup>、粘度0.01Pa/sec、速度(xの正方向) 0.1m/s

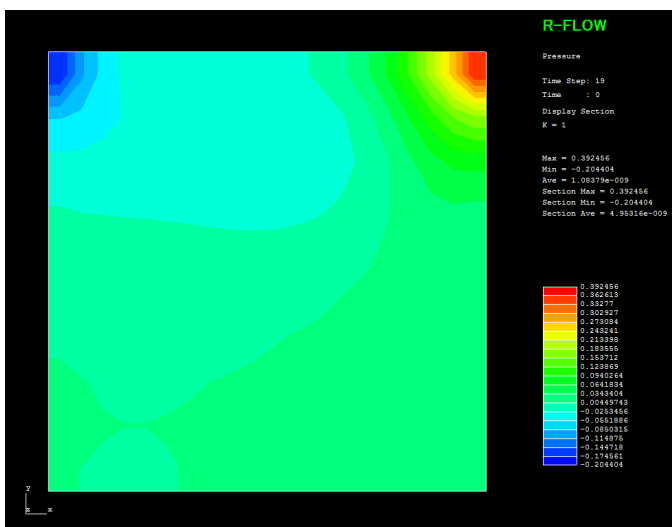
### 3.解析結果

#### (1)メッシュサイズ依存性

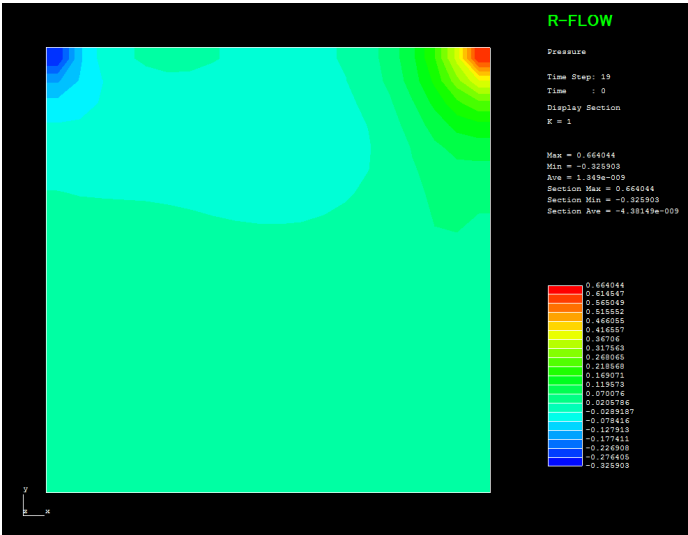
##### 条件1-コンター図



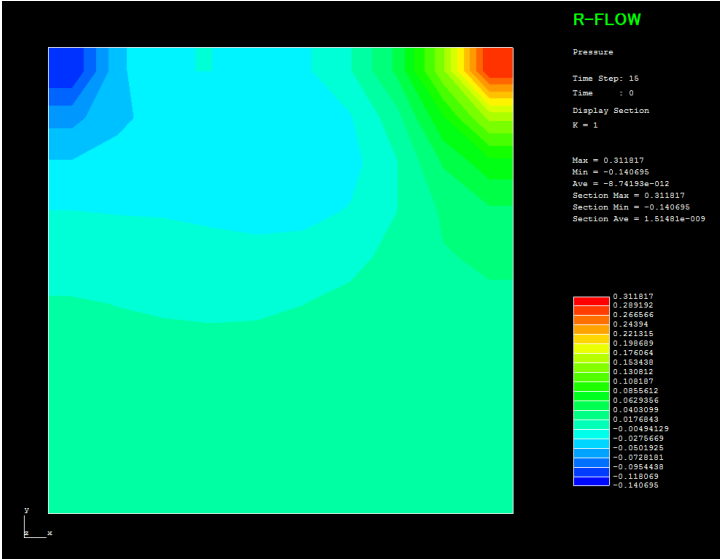
##### 条件2-コンター図



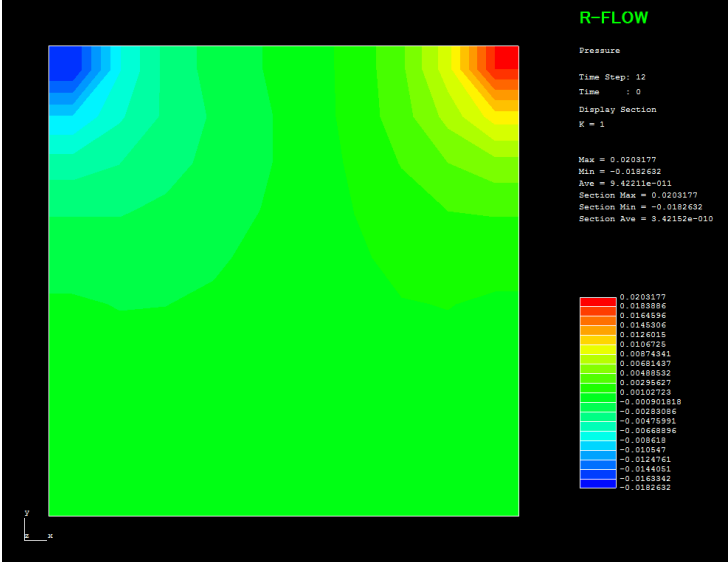
条件3-コンター図



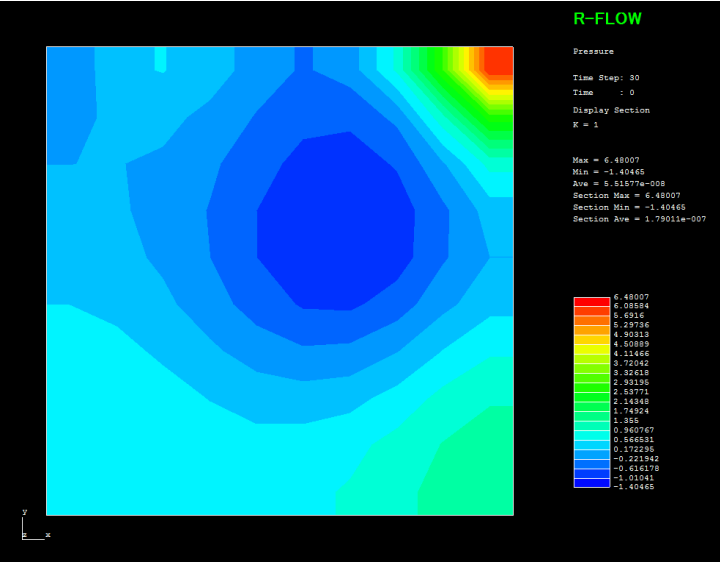
(2)レイノルズ数依存性  
条件1-コンター図



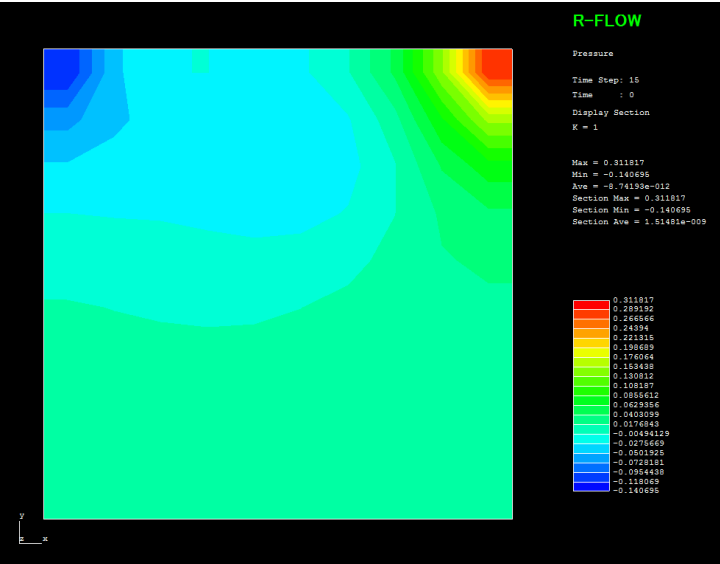
条件2-コンター図



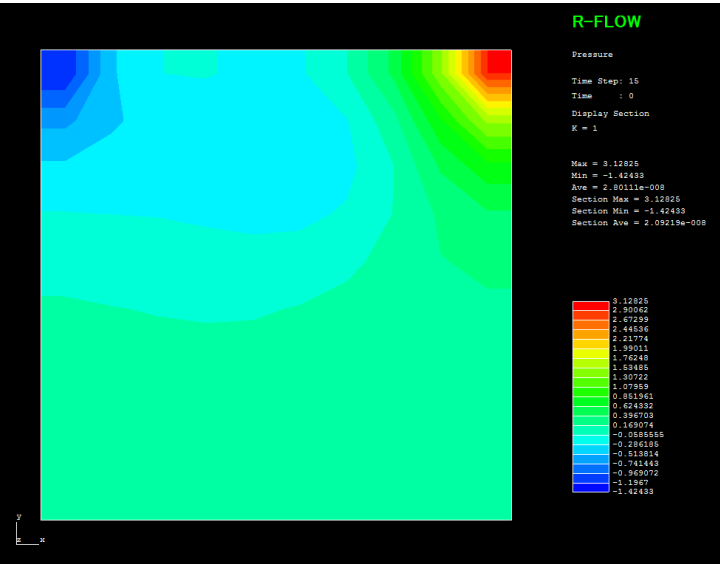
条件3-コンター図



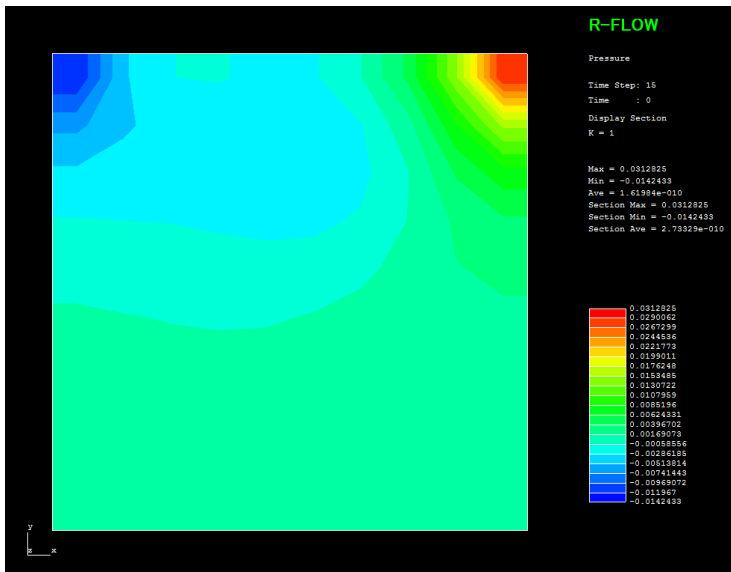
(3)物性を変化させてもレイノルズ数が同じであれば流れ特性は同じ  
条件1-コンター図



条件2-コンター図



## 条件3-コンター図



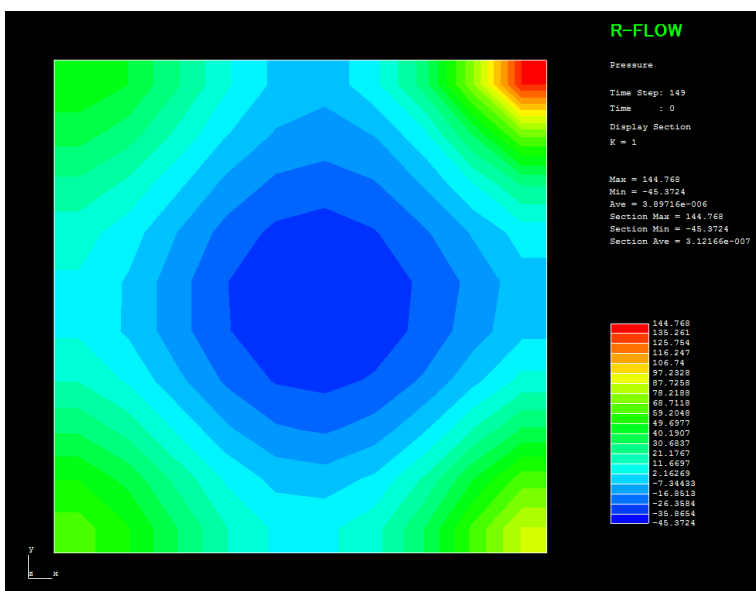
## 4.考察

### (1)メッシュサイズ依存性

解析条件に書いた通り3つの場合においてシミュレーションを行った。コンター図においては一見分布が異なるようにも見える。しかし、メッシュ数が変化したために各色が表す数値が変化したことによって色が変わっている。メッシュ数が大きくなるにつれて各色が表す数値の幅が小さくなっていったことがわかった。従って、よりメッシュ数を大きくすることで小さな変化も表示することがわかった。

### (2)レイノルズ数依存性

解析条件に書いた通り3つの場合においてシミュレーションを行った。レイノルズ数が一番小さい条件2においては圧力は流入口と流出口のところのみ圧力に変化が見られるが、条件1、条件3とレイノルズ数が大きくなるにつれて渦がキャビティの中心で生成されていく様子を見ることができた。さらに条件3よりもレイノルズ数が大きくなった場合にどうなるかをシミュレーションしてみた。(レイノルズ数:100000000000) 密度1000kg/m<sup>3</sup>、粘度0.0001Pa/sec、速度(xの正方向)10000m/sの条件下でシミュレーションしたときのコンター図が以下の図。



条件3の場合と比較しても渦が中心に来ている。また、図の右下( $x=1, y=0$ )の端のあたりも圧力が高くなっており、さらなる渦が生成されると考えられる。

(3)物性を変化させてもレイノルズ数が同じであれば、流れ特性は同じ。

解析条件に記した通り3つの場合にてシミュレーションを行ったが、コンター図を見ると圧力分布や流れ特性は同じであった。レイノルズ数が同じであれば流れ特性は同じだということを図で示すことができた。

---

## 5.まとめ

RFLOWを用いて以下の2つの事項を学習することができた。

- ・メッシュ数が大きくなることによってより細かい分布を見ることができるようになる。
- ・レイノルズ数が同じであれば流れ特性は変化せず、大きくなるにつれて今回の条件下では中心に渦ができるようになる。

メッシュ数が大きくなればより細かい違いを見ることができるが、細かい分布でなく全体をみて流れ特性を見たいときにはメッシュ数はそれほど大きくしなくてよいと思う。従って自分がシミュレーションによって何を見たいのかに注意してメッシュ数を決める必要があると感じた。

レイノルズ数が大きいときのコンター図まで見ることによってレイノルズ数の変化と渦の位置、渦のまわりの圧力分布の変化を見ることができた。