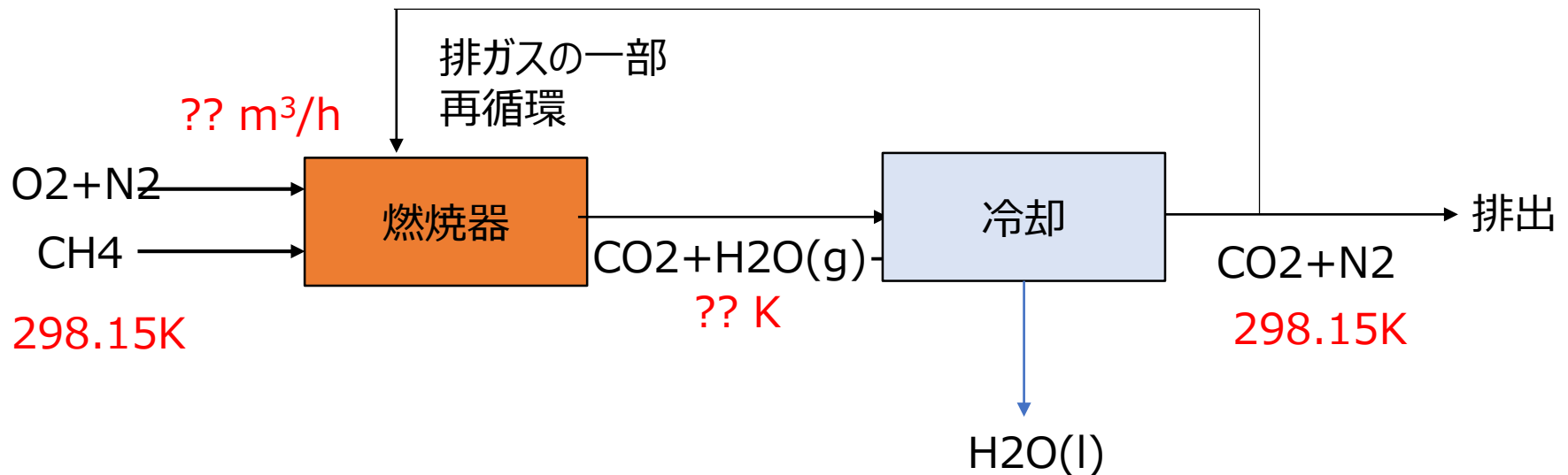


Modelicaライブラリ勉強会

2018/10/27

やりたいこと：熱物質収支計算をOpenModelicaで

目標：打倒As●en！



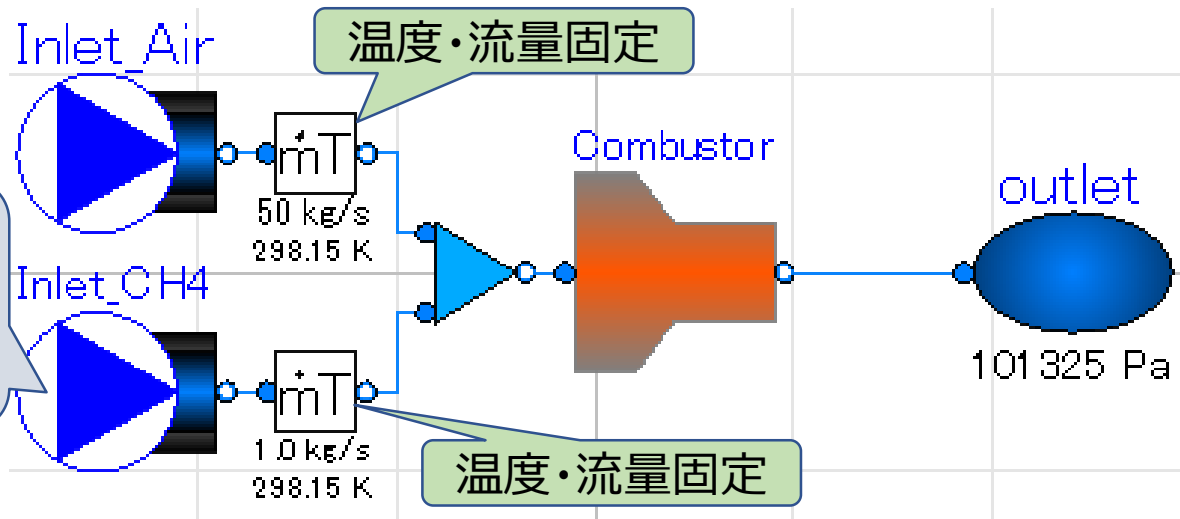
【本日のお題目】

- ① (かなり久しぶりなので) まずはいろいろ思い出す
- ② "Fluid"のコンポーネントを利用して単純燃焼問題を再構築
- ③ 再循環の導入(途中)

①いろいろ思い出す：以前の報告

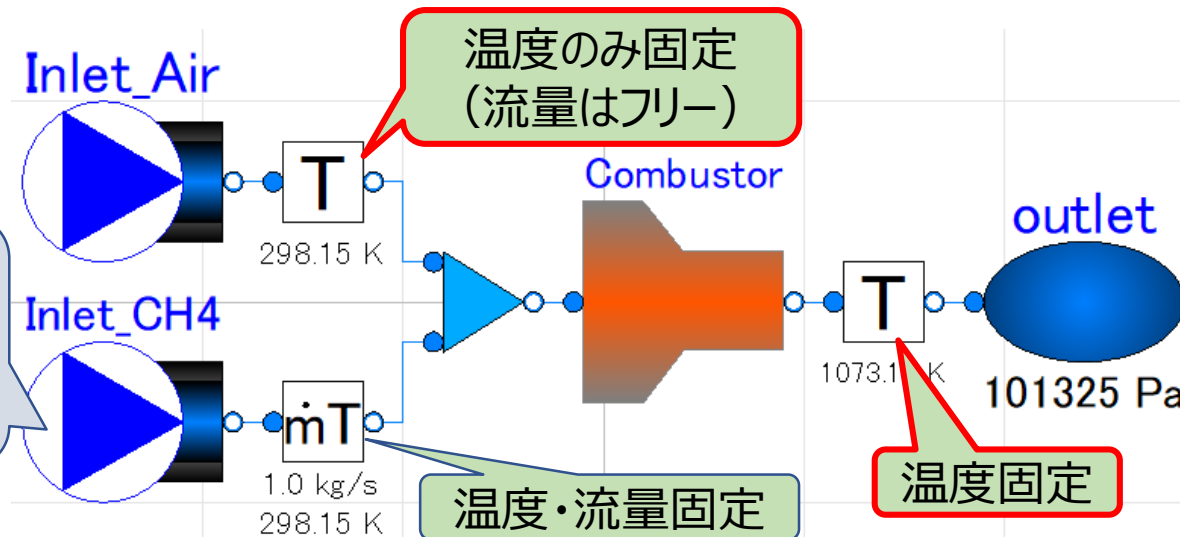
順問題

Inlet
温度、流量は
自由変数
(組成のみ固定)



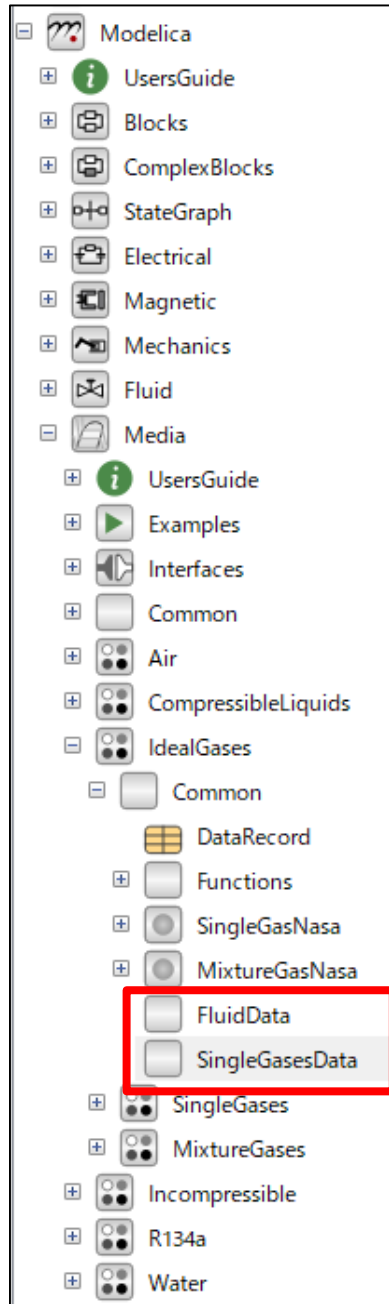
逆問題

Inlet
温度、流量は
自由変数
(組成のみ固定)



- Media内のコンポーネント(Exampleの中にある)を改造して作成
- Stream変数を使っていないため、循環流が入るとうまく解けない(と思われる)

①いろいろ思い出す：“Media”を使うとSaveに時間がかかる問題



```
1 within Modelica.Media.IdealGases.Common;
2 package SingleGasesData "Ideal gas data based on the NASA Glenn coefficients"
3   extends Modelica.Icons.Package;
4
5   constant IdealGases.Common.DataRecord Ag(
6     name="Ag",
7     MM=0.1078682,
8     Hf=2641186.188329832,
9     H0=57453.70739476509,
10    Tlimit=1000,
11    alow={0,0,2.5,0,0,0,0},
12    blow={33520.0237,6.56281935},
13    ahigh={-330992.637,982.0086420000001,1.381179917,0.0006170899989999999,-1.6881146e-007,
14           2.008826848e-011,-5.627285655e-016},
15    bhigh={27267.19171,14.56862733},
16    R=77.07991789980736);
17
18   constant IdealGases.Common.DataRecord Agplus(
19     name="Agplus",
20     MM=0.1078676514,
21     Hf=9475442.514362559,
22     H0=57454.94519963192,
23     Tlimit=1000,
24     alow={3691132.75,-43169.829999999999,202.8445385,-0.465841374,0.000558620051,
25           -3.154880975e-007,6.5787020600000001e-011},
26     blow={337157.447,-1142.924427},
27     ahigh={-53274323.49999999,131071.0631,-109.8820208,0.0482600276,-1.093661557e-005,
28           1.26383591e-009,-5.852542535e-014},
29     bhigh={-743912.2509999999,844.6266189999999},
30     R=77.08030991764042);
31
32   constant IdealGases.Common.DataRecord Agminus(
33     name="Agminus",
34     MM=0.1078687486,
35     Hf=1419120.273357839,
36     H0=57453.41519610434,
37     Tlimit=1000,
```

SingleGasesData

【本質ではないが、かなり重要！と思う】

“FluidData”, “SingleGasData”(巨大ファイル)を引用すると
Saveのたびに整合性チェックを行い膨大な時間がかかる
→必要な物質だけコピーして使うとよい。(次ページ)

①いろいろ思い出す：FluidData, SingleGasesDataの抽出

//物性値データリスト"SingleGasesData"、"FluidData"。Media以下を直接読むと遅くなるので、必要な化学種だけ抜粋してコピー

```
package SingleGasesData "Ideal gas data based on the NASA Glenn coefficients"
```

```
extends Modelica.Icons.Package;
```

```
import Modelica.Media.IdealGases;
```

```
constant IdealGases.Common.DataRecord O2(
```

```
  name="O2",
```

```
  MM=0.0319988,
```

```
  Hf=0,  ....
```

```
constant IdealGases.Common.DataRecord N2(
```

```
  name="N2",
```

```
  MM=0.0280134,
```

```
  Hf=0,
```

```
  ....
```

```
  ....
```

```
end SingleGasesData;
```

```
package FluidData "Critical data, dipole moments and related data"
```

```
extends Modelica.Icons.Package;
```

```
import Modelica.Media.Interfaces.PartialMixtureMedium;
```

```
import SingleGasesData;
```

```
constant Modelica.Media.Interfaces.Types.IdealGas.FluidConstants O2(
```

```
  chemicalFormula = "O2",
```

```
  iupacName = "unknown",
```

```
  ....
```

```
constant Modelica.Media.Interfaces.Types.IdealGas.FluidConstants N2(
```

```
  chemicalFormula = "N2",
```

```
  iupacName = "unknown",
```

```
  ....
```

```
  ....
```

```
end FluidData;
```

O2,N2,CH4の物性値だけ切り出しコピー
Fluidexample1のファイルの最後に追記する

①いろいろ思い出す：FluidData, SingleGasesDataの抽出

```
package MyGas "Methane and Air"
  extends Common.MixtureGasNasa(
    mediumName = "MyGas",
    data = {Common.SingleGasesData.CH4,Common.SingleGasesData.N2,Common.SingleGasesData.O2},
    fluidConstants = {Common.FluidData.CH4,Common.FluidData.N2,Common.FluidData.O2},
    substanceNames = {"Methane", "Nitrogen", "Oxygen"},
    reference_X = {0.5, 0.4, 0.1});
  annotation(Documentation(info = "<html></html>"));
end MyGas;
```

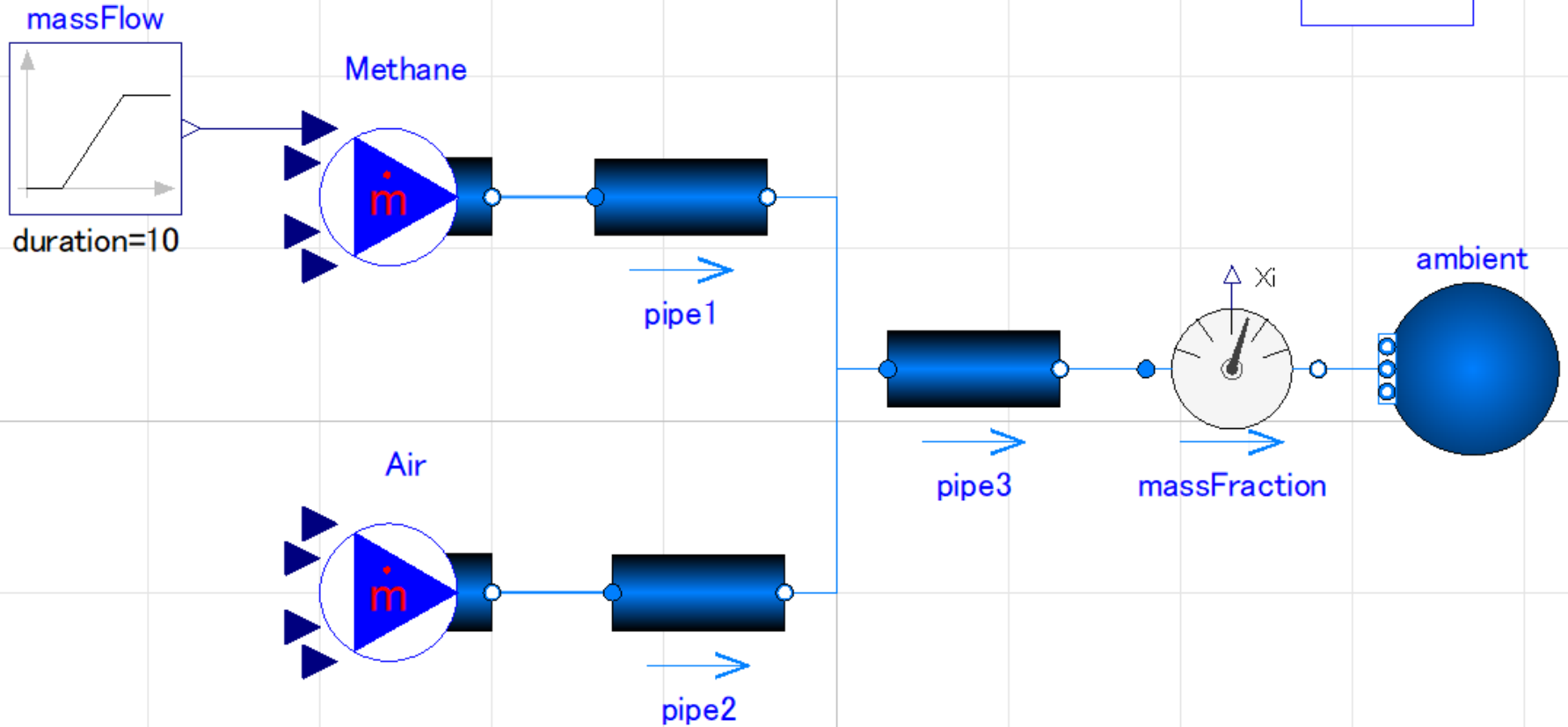


```
package MyGas "Methane and Air"
  extends Common.MixtureGasNasa(
    mediumName = "MyGas",
    data = {SingleGasesData.CH4,SingleGasesData.N2,SingleGasesData.O2},
    fluidConstants = {FluidData.CH4,FluidData.N2,FluidData.O2},
    substanceNames = {"Methane", "Nitrogen", "Oxygen"},
    reference_X = {0.5, 0.4, 0.1});
  annotation(Documentation(info = "<html></html>"));
end MyGas;
```

MyGasも若干書き換え。
これでSaveがかなり軽くなります。

② 燃焼問題再構築：“Fluid”ベースで燃焼問題作成で再トライ

GasMix1（オープンCAEシンポジウム講習会より）



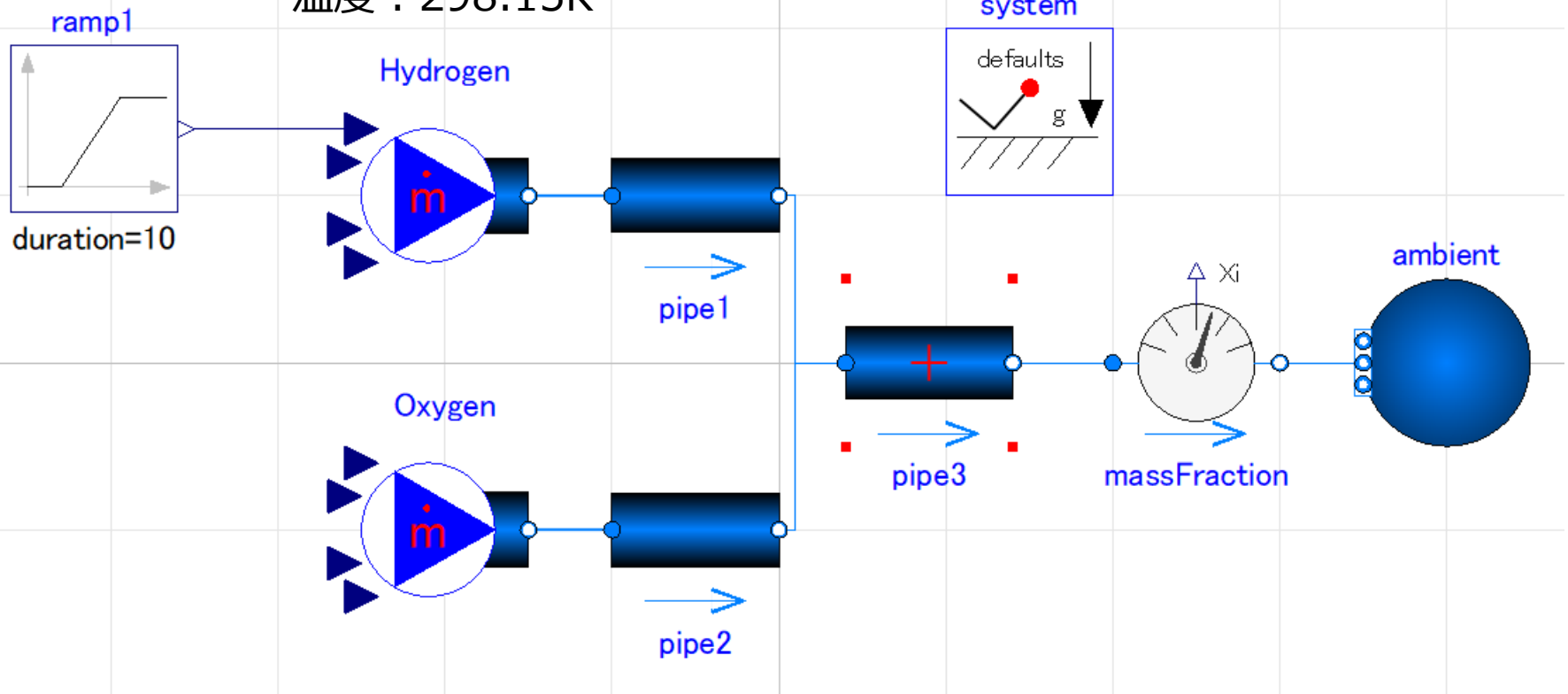
目標：Finbackさんの例題を足掛かりに燃焼問題を計算

② 燃焼問題再構築：STEP1 GasMix1改

水素：0.001kg/s

酸素：0.009kg/s

温度：298.15K



【ここから本題】

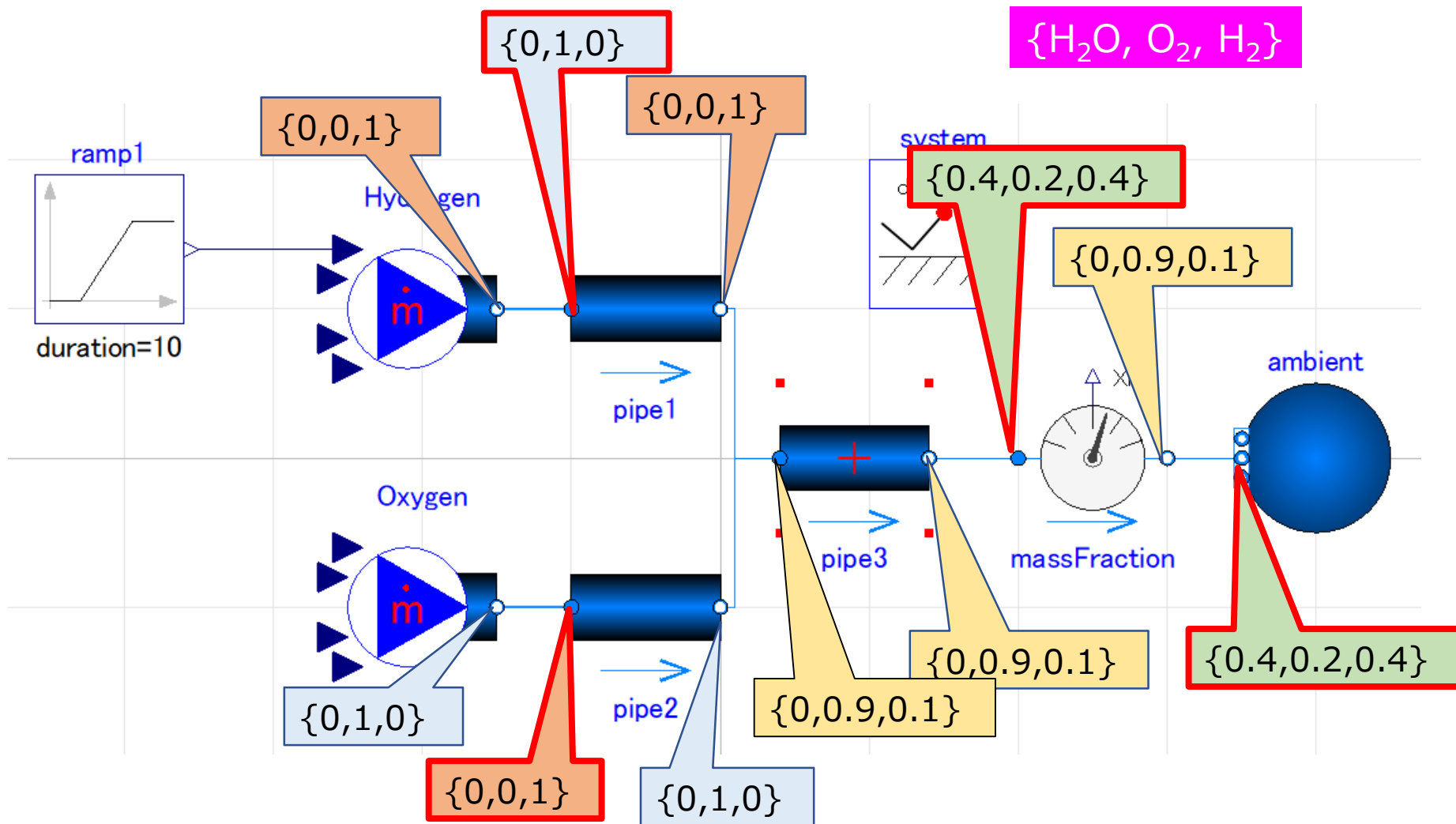
水素+酸素混合の問題（メタン+空気問題を微修正）
これを改良し、燃焼問題にする

② 燃焼問題再構築：MyGas改

```
package MyGas "H2,O2,H2O"  
extends Common.MixtureGasNasa(  
  mediumName = "MyGas",  
  data = {SingleGasesData.H2O, SingleGasesData.O2, SingleGasesData.H2},  
  fluidConstants = {FluidData.H2O, FluidData.O2, FluidData.H2},  
  substanceNames = {"H2O", "O2", "H2"},  
  reference_X = {0.4, 0.2, 0.4},  
  excludeEnthalpyOfFormation = false,  
  referenceChoice = Modelica.Media.Interfaces.Choices.ReferenceEnthalpy.ZeroAt25C);  
annotation( Documentation(info = "<html> </html>"));  
end MyGas;
```

- data,fluidConstants: 化学種を水素燃焼 (H2O,O2,H2) に変更
- “excludeEnthalpyOfFormation = false”を追加
(Trueにすると化学エンタルピーが無視される。これをfalseにしないと化学反応計算できない)
- “referenceChoice = ZeroAt25C”を追加。
(エンタルピーの定義：25℃でエンタルピー=0とする。デフォルトは0Kでエンタルピーゼロ)

② 燃焼問題再構築：まずは燃焼器なしで計算してみた。



Stream変数に関し、下流側(上記例ではport_b)は正しい濃度値。

上流側(Port_a)には正しい値が出ないので注意。

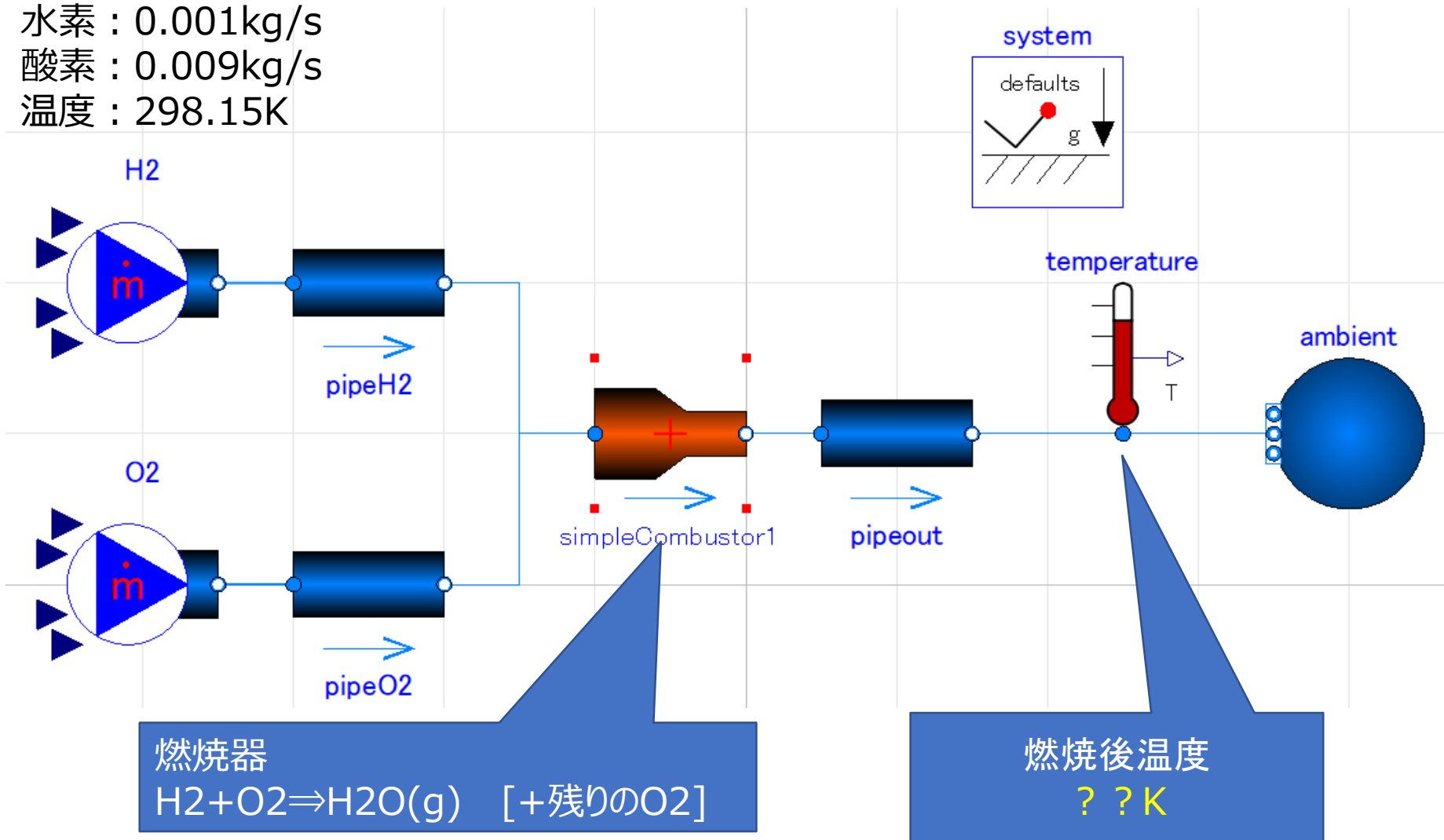
(コネクター間で値が整合していないように見えるので、個人的に嫌な仕様)

② 燃烧問題再構築：STEP2 燃烧器作成

水素：0.001kg/s

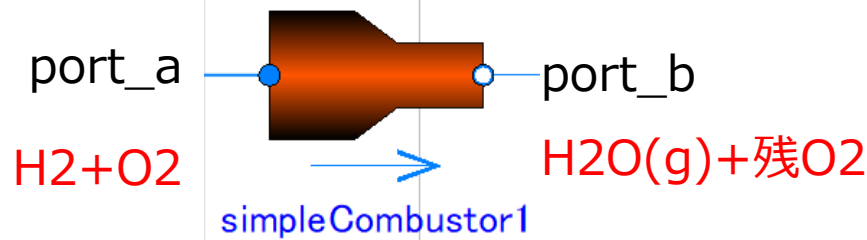
酸素：0.009kg/s

温度：298.15K



(*) 余談：温度計を“TemperatureTwoPort”にするとうまく図れません

②燃焼問題再構築：STEP2 燃焼器の記述



$\text{Xi}[1] = \text{H}_2\text{O}$
 $\text{Xi}[2] = \text{O}_2$
 $\text{Xi}[3] = \text{H}_2$

```

model simpleCombustor "simple combu..."
  extends Modelica.Fluid.Interfaces.PartialTwoPort(allowFlowReversal = false); ←逆流禁止
  Medium.MassFlowRate mXi_a[Medium.nXi]; Medium.MassFlowRate mXi_b[Medium.nXi];

```

```

Equation
  0 = port_a.m_flow + port_b.m_flow; ←質量保存
  port_b.p = port_a.p; ←圧力損失ゼロ
  -mXi_b[1]/Medium.data[1].MM = mXi_a[1]/Medium.data[1].MM + mXi_a[3]/Medium.data[3].MM; //H2O
  -mXi_b[2]/Medium.data[2].MM = mXi_a[2]/Medium.data[2].MM - 0.5*mXi_a[3]/Medium.data[3].MM; //O2
  -mXi_b[3]/Medium.data[3].MM = 0.0; //H2
  port_b.Xi_outflow[:] = mXi_b[:] / port_b.m_flow;
  port_b.h_outflow = inStream(port_a.h_outflow); ←エンタルピー保存
  port_b.C_outflow = inStream(port_a.C_outflow);

```

↑ 反応前後物質バランス

```

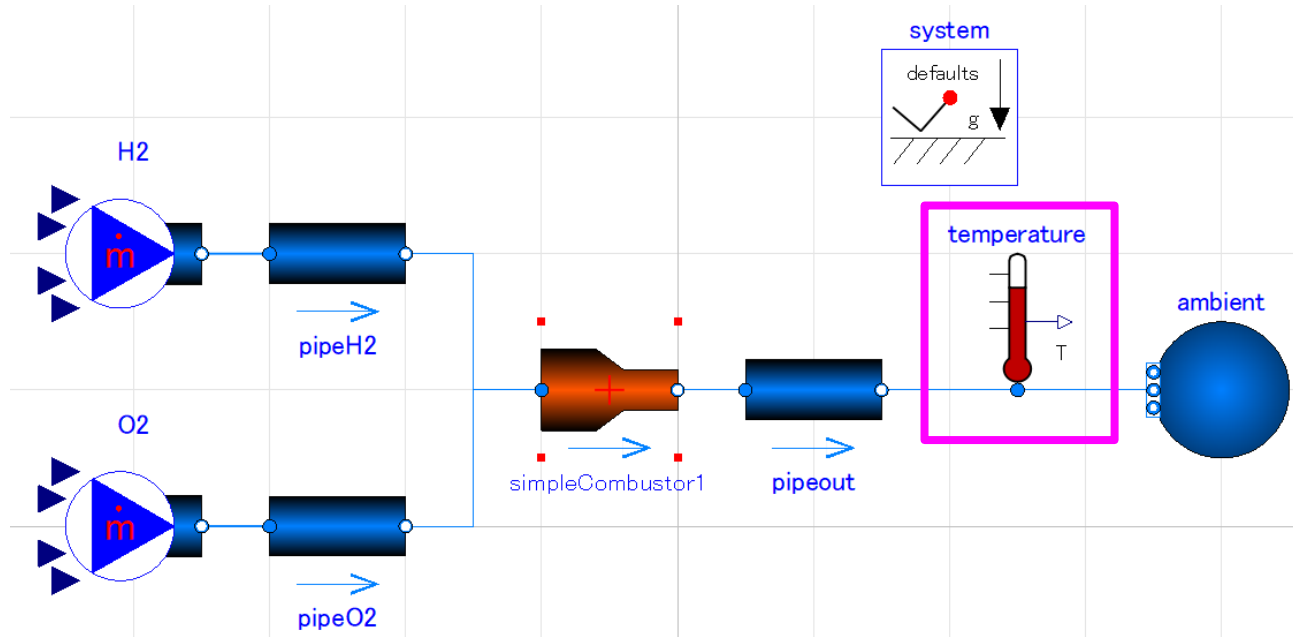
port_a.Xi_outflow[:] = inStream(port_b.Xi_outflow[:]);
mXi_a[:] = port_a.m_flow*inStream(port_a.Xi_outflow[:]);
port_a.h_outflow = inStream(port_b.h_outflow);
port_a.C_outflow = inStream(port_b.C_outflow);
annotation(...);
end simpleCombustor;

```

本質的には意味がない式
 (でも書かないと計算できない)

Instreamを使っているためか、ポート間の関係式がぐちゃぐちゃになる
 美しく記述したいが、どのように記述したらよいか？

② 燃烧問題再構築：STEP2 燃烧問題の計算



simpleCombustor1

system

temperature

☐ T 4742.68 K Temperature in port medium

port

☐ Xi_outflow

☐ [1] 0.4 kg/kg Independent mixture mass fractions m_i/m close to the connection point if $m_{flow} < 0$

☐ [2] 0.2 kg/kg Independent mixture mass fractions m_i/m close to the connection point if $m_{flow} < 0$

☐ [3] 0.4 kg/kg Independent mixture mass fractions m_i/m close to the connection point if $m_{flow} < 0$

☐ h_outflow -5.4...e+06 J/kg Specific thermodynamic enthalpy close to the connection point if $m_{flow} < 0$

☐ m_flow 0 kg/s Mass flow rate from the connection point into the component

☐ p 1.01325 bar Thermodynamic pressure in the connection point

②燃焼問題再構築：STEP3 エクセルで検算

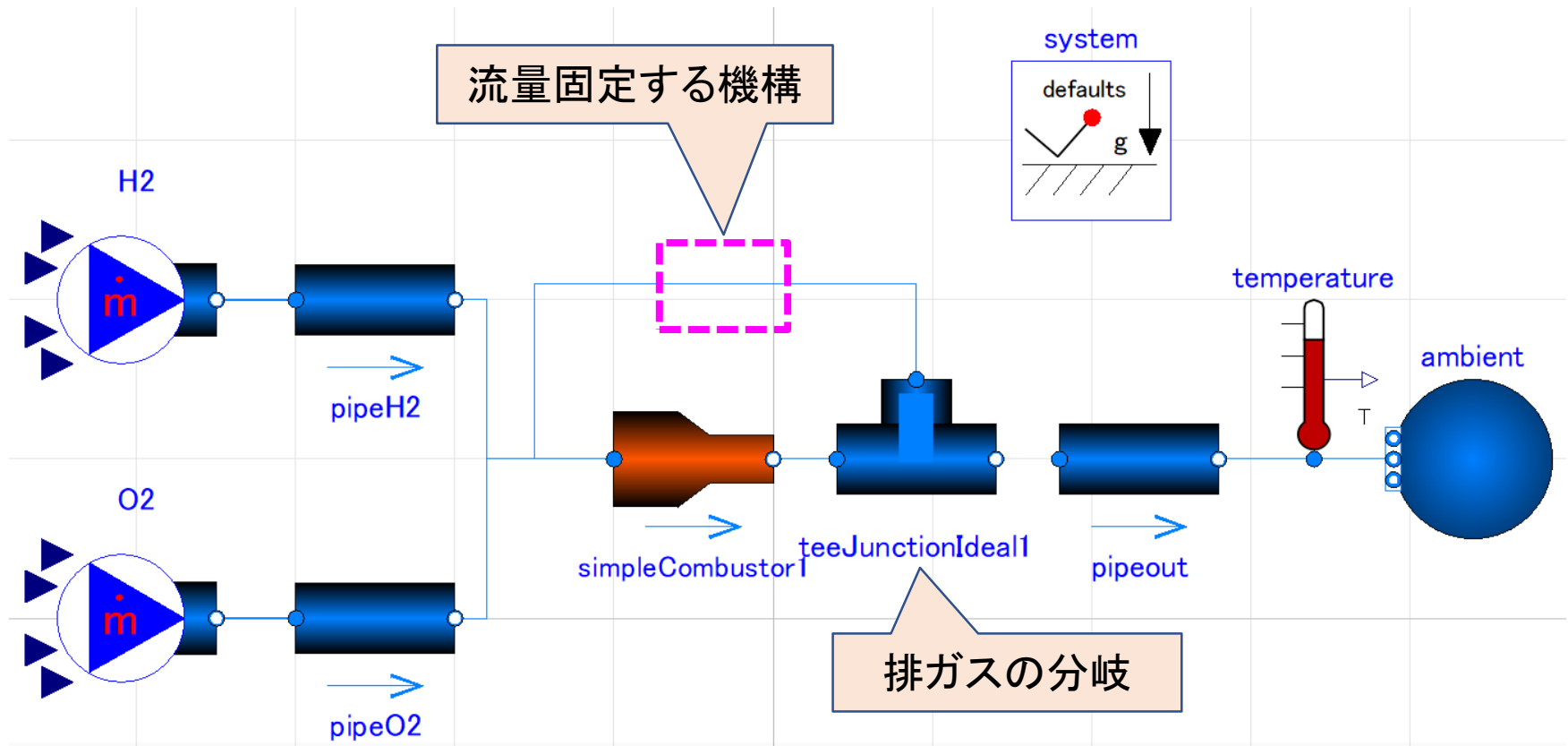
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		kg	mol			mol	molefrac	kg						
2	H2	0.001	0.5		H2O	0.5	0.941176	0.009						
3	O2	0.009	0.28125		O2	0.03125	0.058824	0.001						
4														
5	Hin	0 kJ		298.15 K										
6														
7									hlow	hhigh	H(J/kg)	H(kJ/mol)	H-H0(kJ/mol)	
8	Hout	1.09E-11 kJ		4754.877 K		4754.877	H2O	-1.02E+08	-5.93E+05	-592827	-10.6799	231.145		
9						4754.877	O2	7.19E+07	5.34E+06	5340169	170.879	170.879		

燃焼前後で
エンタルピーが同じ

↑
ゴールシーク
温度決定
4754.877K

計算結果はあっているようだ。

③排ガス再循環の導入：再循環流路の設定(途中)



排ガス再循環の流量を固定する機構（実装置でいうとマスフローコントローラー）が必要
このようなコンポーネントをご存じないですか？