

冷凍サイクルのコンプレッサ

本ワークシートでの内容

- ThermophysicalData パッケージを利用して、コンプレッサの圧縮損失や機械損失を考慮した場合の、コンプレッサの出口状態（圧力と温度）を計算します。
- ThermophysicalData パッケージの中には、簡単に p-h 線図を作成する PHTChart コマンドが用意されています。

目次

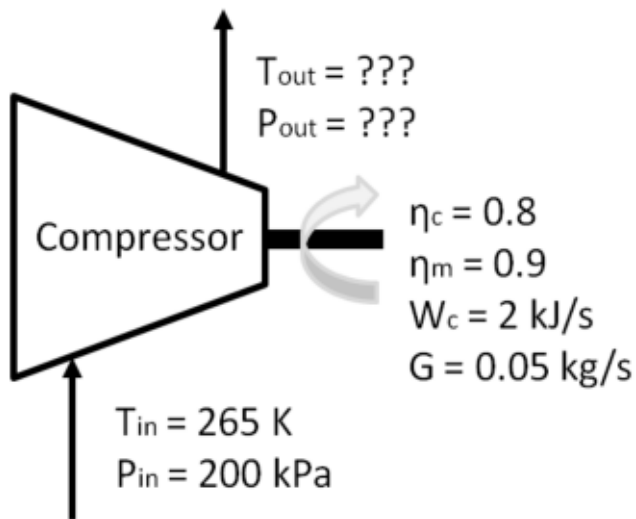
- 冷凍サイクルのコンプレッサ
 - 基礎知識
 - 出口状態の計算
 - p-h 線図

▼ 主な利用コマンド

コマンド名	説明
• ThermophysicalData:-Property	冷媒物性値の計算
• ThermophysicalData:-PHTChart	p-h 線図上に等温線と等乾き度線をプロット
• fsolve	方程式の数値解を計算
• plots:-display	複数のプロットを同時に描画

▼ コンプレッサの出口状態の計算

R134a を冷媒とした下図の様なコンプレッサの出口の状態（圧力と温度）を計算します。コンプレッサの入口の温度は 265 K、圧力は 200 kPa、コンプレッサの軸駆動力は 2kJ/s、冷媒循環量は 0.05 kg/s、圧縮効率は 0.8、機械効率は 0.9 とします。



基礎知識

• コンプレッサの出口の比エンタルピの計算

コンプレッサの出口の比エンタルピ h_{out} は、入口の比エンタルピを h_{in} 、断熱圧縮における出口の比エンタルピを h_{out_s} とした場合、次のように計算できます。

$$h_{out} = \frac{h_{out_s} - h_{in}}{\eta_c \cdot \eta_m} + h_{in} :$$

ここで、 η_c は圧縮効率、 η_m は機械効率を表します。

• エネルギー保存則

コンプレッサの圧縮仕事 W_c と冷媒のエンタルピ変化量にはエネルギー保存則が成立します。

$$W_c = G \cdot (h_{out} - h_{in}) :$$

ここで、 G は冷媒の循環量（質量流量）を表します。

▼ 出口状態の計算

ThermophysicalData パッケージと plots パッケージを読み込みます。

```
[> restart
> with(ThermophysicalData) :
with(plots) :
```

コンプレッサの入口について、圧力と温度から比エンタルピ、比エントロピを計算します。

```
• 圧力 [Pa]
> p_in := 200 · 103
```

$$p_{in} := 200000 \quad (1)$$

• 温度 [K]

$$> T_{in} := 265$$

$$T_{in} := 265 \quad (2)$$

• 比エンタルピー [J/Kg]

$$> h_{in} := \text{Property}(\text{enthalpy}, \text{pressure} = p_{in}, \text{temperature} = T_{in}, \text{R134a})$$

$$h_{in} := 3.94262244900798367 \cdot 10^5 \quad (3)$$

• 比エントロピー [J/Kg/K]

$$> s_{in} := \text{Property}(\text{entropy}, \text{pressure} = p_{in}, \text{enthalpy} = h_{in}, \text{R134a})$$

$$s_{in} := 1739.62855774300124 \quad (4)$$

コンプレッサの出口について、断熱圧縮（等エントロピー変化）を仮定した場合の、比エンタルピーを計算します。

（ここでは、値として計算しないため、入出力変数名と冷媒種類は『""]で括弧しています）

$$> h_{out_s} := \text{Property}(\text{"enthalpy"}, \text{"pressure"} = p_{out}, \text{"entropy"} = s_{in}, \text{"R134a"})$$

$$h_{out_s} := \text{ThermophysicalData:-Property}(\text{"enthalpy"}, \text{"pressure"} = p_{out}, \text{"entropy"} = 1739.62855774300124, \text{"R134a"}) \quad (5)$$

さらに、圧縮効率と機械効率を考慮した場合の、実際の比エンタルピーを計算します。

• 圧縮効率

$$> \eta_c := 0.8$$

$$\eta_c := 0.8 \quad (6)$$

• 機械効率

$$> \eta_m := 0.9$$

$$\eta_m := 0.9 \quad (7)$$

• 比エンタルピー [J/kg]

$$> h_{out} := \frac{h_{out_s} - h_{in}}{\eta_c \cdot \eta_m} + h_{in}$$

$$h_{out} := 1.388888889 \text{ ThermophysicalData:-Property}(\text{"enthalpy"}, \text{"pressure"} = p_{out}, \text{"entropy"} = 1739.62855774300124, \text{"R134a"}) - 1.533242064 \cdot 10^5 \quad (8)$$

コンプレッサの軸動力と冷媒のエンタルピー変化量を計算します。

• コンプレッサの軸動力 [J/s]

$$> \text{workCompressor} := 2000$$

$$\text{workCompressor} := 2000 \quad (9)$$

• 冷媒循環量 [kg/s]

$$> m_{dot} := 0.05$$

$$m_{dot} := 0.05 \quad (10)$$

• エンタルピー変化量 [J/s]

$$> dH := m_{dot} \cdot (h_{out} - h_{in})$$

$$dH := 0.06944444445 \text{ ThermophysicalData:-Property}(\text{"enthalpy"}, \text{"pressure"} = p_{out}, \text{"entropy"} = 1739.62855774300124, \text{"R134a"}) - 27379.32256 \quad (11)$$

エネルギー保存の関係式より、コンプレッサ出口の圧力を計算します。

（ここでは、入口圧力を初期値としています）

$$> eq := \text{workCompressor} = dH$$

$$eq := 2000 = 0.06944444445 \text{ ThermophysicalData:-Property}(\text{"enthalpy"}, \text{"pressure"} = p_{out}, \text{"entropy"} = 1739.62855774300124, \text{"R134a"}) - 27379.32256 \quad (12)$$

```
> p_out_kai := fsolve(eq, p_out = p_in)
p_out_kai := 7.895117470 105 (13)
```

コンプレッサ出口の比エントロピと温度を計算します。

```
• 比エントロピ [J/kg]
> h_out_kai := eval(h_out, p_out = p_out_kai)
h_out_kai := 4.342622449 105 (14)
```

```
• 温度 [K]
> T_out_kai := Property(temperature, pressure = p_out_kai, enthalpy = h_out_kai, R134a)
T_out_kai := 322.386505207598020 (15)
```

p-h 線図

冷媒 R134a の p-h 線図を作成します。

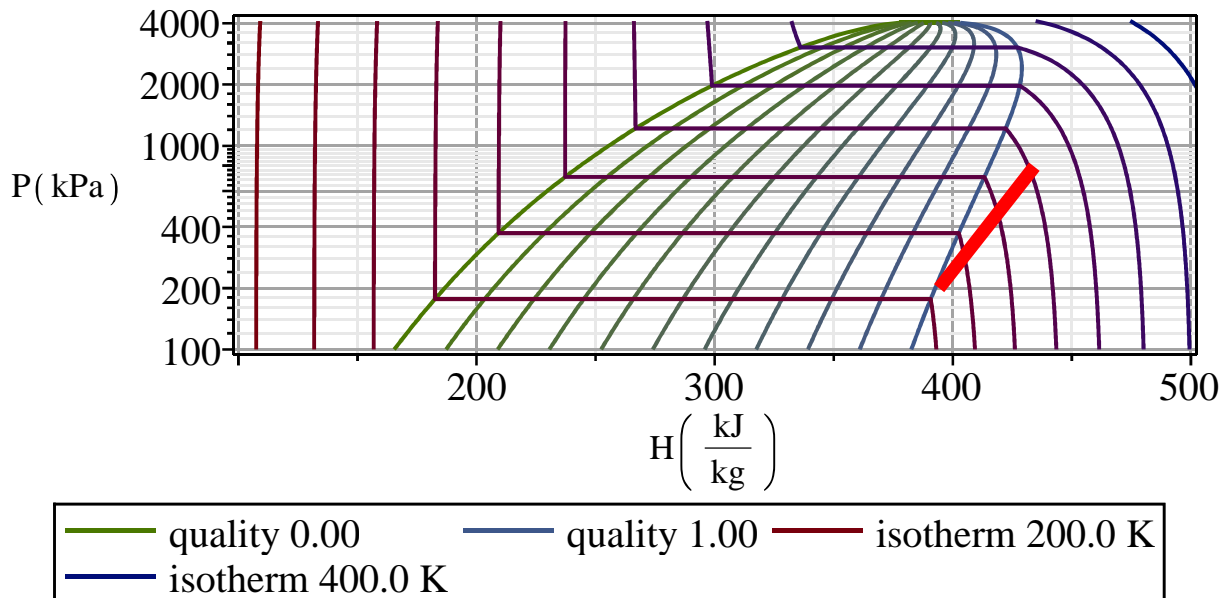
```
> phtChart := PHTChart(R134a, 100kPa ..4100kPa, 100  $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$  ..500  $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ ):
```

コンプレッサの状態変化のプロットを作成します。

```
> pts := [[h_in, p_in], [h_out_kai, p_out_kai]]
pts := [[3.94262244900798367 105, 200000], [4.342622449 105, 7.895117470 105]] (16)
> comp := pointplot(0.001 ..pts, connect = true, color = "Red", thickness = 5):
```

p-h 線図上にコンプレッサの状態変化をプロットします。

```
> display(phtChart, comp)
```



無断転載禁止

Copyright © 2016 CYBERNET SYSTEMS CO., LTD. All rights reserved.