

平成16年度

大学院博士前期課程(修士)入学試験問題

工業熱力学

* 注意事項：各問題の解答の記載に当たっては、各解答用紙に指示してある問番号に対応した部分に解答や解答の導き方を記載のこと。

岡山大学大学院自然科学研究科(工学系)

機械システム工学専攻(機械系)

工業熱力学

【1】ある理想気体が状態1から状態2まで可逆断熱変化をするとき、以下の問に答えよ。ただし、比熱比 κ は一定とし、状態1における圧力、温度、容積は P_1 , T_1 , V_1 , 状態2における圧力、温度、容積は P_2 , T_2 , V_2 とする。

- (1) 熱力学第一法則より、状態1と2における圧力 P と容積 V , 容積 V と温度 T , 温度 T と圧力 P の関係を導け。
- (2) 絶対仕事 W_{12} と工業仕事 W_t の比を求めよ。

【2】以下のようなサイクルを行う熱機関があるとする。質量 m の作動ガス（理想気体）が、状態1から断熱圧縮されて状態2になり、状態2から定容変化で加熱により圧力が上昇して状態3になる。状態3から加熱により等温変化をして状態4になる。状態4から状態5まで断熱膨張し、その後、熱を放出し定容変化をして状態1まで戻る。ただし、状態 i における圧力、温度、容積、エントロピーはそれぞれ P_i , T_i , V_i , S_i とする。また、ガス定数は R とし、比熱比 κ は一定とする。

- (1) このサイクルの $P-V$ 線図および $T-S$ 線図を描け。
- (2) このサイクルに出入りする熱量はそれぞれいくらか。
- (3) このサイクルの理論熱効率 η_{th} を求めよ。ただし、圧縮比 $\varepsilon = V_1/V_2$, 圧力比 $\xi = P_3/P_2$, 容積比 $\rho = V_4/V_3$ および比熱比 κ を用いて表せ。
- (4) 状態1から5までの、それぞれの状態変化におけるエントロピー変化を求め、 m , R , κ , ξ , ρ を用いて表せ。

【3】 湿り空気についての以下の問に答えよ。

- (1) ある容器内における乾き空気の質量を m_a [kg]，水蒸気の質量を m_w [kg]，乾き空気の分圧を P_a [Pa]，水蒸気分圧を P_w [Pa]，また，その時の温度 t [°C] に相当する水蒸気の飽和圧力を P_s [Pa] とすると，絶対湿度 x ，相対湿度 ϕ を表す式を示せ。
- (2) 絶対湿度 x と相対湿度 ϕ との間には，以下の関係が成り立つことを示せ。

$$x = 0.622 \frac{\phi P_s}{P - \phi P_s}$$

ただし，全体の圧力を P [Pa]，空気のガス定数を R_a [J/kg K]，水蒸気のガス定数を R_w [J/kg K] とし，理想気体を仮定して考えよ． $R_a/R_w=0.622$ である。

- (3) 温度 12 °C，相対湿度 30% の湿り空気を加熱器で 24 °C まで加熱し，さらに加湿器により温度を 26 °C，相対湿度 70% にする．加湿器により湿り空気に供給された水の質量（乾き空気 1 kg 当たり）を図 1 のキャリア線図を用いて算出せよ．なお，全体の圧力は標準気圧 1013 hPa (0.1013 MPa) とする。

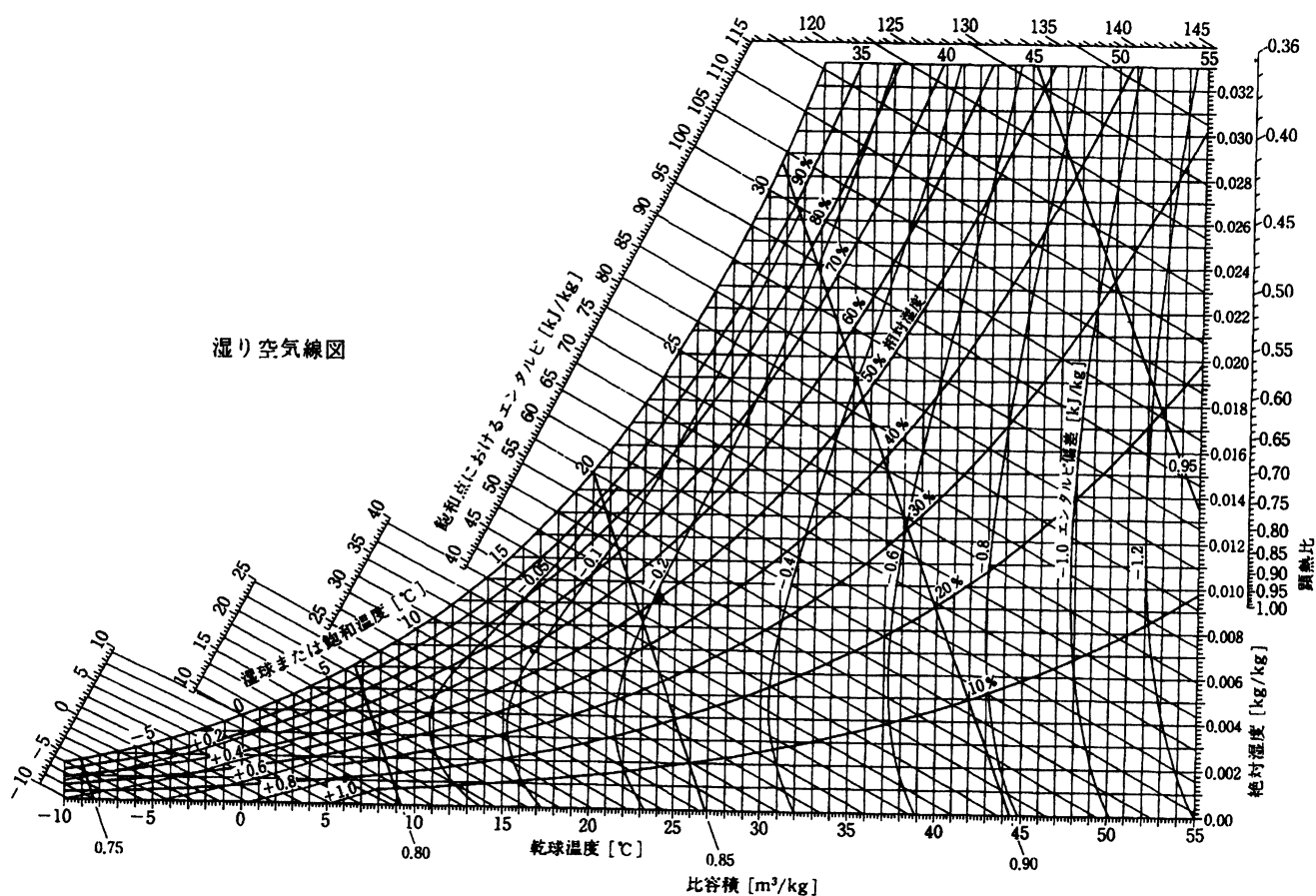


図 1 キャリア線図 (全圧 $P=1013$ hPa)

出典：谷下市松著，工業熱力学 基礎編