

## 平成19年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[ 熱力学 ]

1. エントロピーに関する以下の文章の空欄に、適切な語句や式を入れよ。

【20点】

ある系についての(ア)法則は内部エネルギー $U$ 、移動熱量 $Q$ 、圧力 $p$ 、体積 $V$ を用いて $dU = dQ - pdV$ と表現できる。この式はエントロピー $S$ や温度 $T$ をその一部に使って

$$dU = (\text{イ}) \quad (\text{式1})$$

と書き改めることができる。一方、1モルの単原子分子の理想気体について、気体定数を $R$ とすると、その圧力 $p$ は状態方程式より

$$p = (\text{ウ}) \quad (\text{式2})$$

内部エネルギーは温度の関数として

$$U = (\text{エ}) \quad (\text{式3})$$

と表される。これらの関係を(式1)に代入することで

$$dS = (\text{オ}) \quad (\text{式4})$$

の関係式を得る。(式4)の両辺を積分することでこの理想気体のエントロピーは

$$S = (\text{カ}) \quad (\text{式5})$$

と表される。

コックを有する十分に細い管で接続された同じ大きさの二つの断熱容器を考える。一方の内部には理想気体が初期圧力 $p_0$ で詰められており、もう一方の内部は真空である。ある時刻にコックを開き、十分に時間が経った後、容器内の圧力は(キ)となる。また、この時のエントロピー変化は

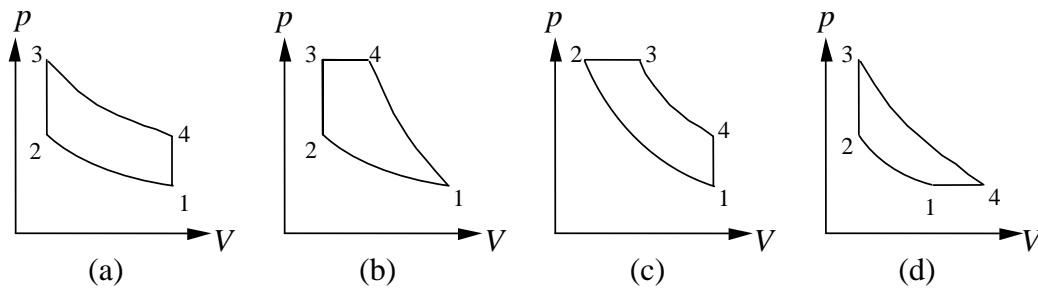
$$\Delta S = (\text{ク}) \quad (\text{式6})$$

となる。これは気体の自由膨張においてエントロピーが(ケ)したことを意味しており、現象が(コ)であることを示している。

2. ディーゼル機関の工程を理想化したと考えられるディーゼルサイクルについて、以下の設問に答えよ。

【30点】

(1) 下図(a)~(d)の中から、このサイクルの  $p$ - $V$  線図としてもっともふさわしいものを選び、また、その工程を図中の数字を使って簡便に述べよ。



- (2) このサイクルに関する  $T$ - $S$  線図の概略を示せ。また、各工程の変化の特徴について、示した線図の中に適宜書き込め。
- (3) このサイクルの理論熱効率  $\eta_D$  を、状態 1~4 の温度  $T_1 \sim T_4$  および比熱比  $\gamma$  を用いて表現せよ。
- (4) ディーゼルエンジンをはじめとして、実際の内燃機関には様々な非可逆過程が含まれるため、その熱効率は理論熱効率よりも低くなる。その原因として考えられる、非可逆現象の具体例を三つあげよ。
- (5) ディーゼルエンジンの排気が有するエンタルピーを回収するために、当該機関の下流にガスタービンを取り付けることを考える。このような複合サイクルについて、 $p$ - $V$  線図の概略を示せ。(1)で選択した  $p$ - $V$  線図との違いが明確に判るように示すこと。