

早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科
修士課程一般入学試験 入試問題の訂正内容

<2026年9月・2027年4月入学>

【専門科目】

●問題冊子1ページ 問題番号1:工業熱学 (3)本文5行目

(誤)

圧縮比を $\gamma = V_2/V_1$

(正)

圧縮比を $\gamma = V_1/V_2$

以 上

2026年9月入学・2027年4月入学
環境・エネルギー研究科 修士課程入学試験

専門科目

- ◎問題用紙は 4 ページです。試験開始直後に確認してください。
◎解答用紙は 8 枚綴りが 1 組あります。試験開始直後に確認してください。

注意事項

1. 問題を2題選択して解答

問題は、工業熱学（問題1，問題2），環境・エネルギー政策（問題3，問題4）の合計4題あります。この4題から2題を選択し、解答してください。

選択する問題の組み合わせは自由です。

例：「工業熱学の2題とも選択」

「工業熱学の1題と環境・エネルギー政策1題を選択」

選択した問題の解答用紙のみ提出してください。

2. 解答方法

解答は別紙解答用紙のおもて面に記入してください。裏面の記入は採点対象としません。

- (1) 熱力学には、第ゼロ法則、第一法則、第二法則、第三法則がある (law of thermodynamics). これらについて、以下の問いに答えなさい。
- (a) 第ゼロ法則、第一法則、第二法則、第三法則が、それぞれ熱力学において何を基礎づける法則であるかを、以下の語句を用いて簡潔に説明せよ。
温度 (temperature), エネルギー保存 (conservation of energy)
不可逆性 (irreversibility), エントロピの基準値 (reference value of entropy)
- (b) 次の主張の正誤を判定し、誤っている場合にはその理由を述べよ。
- ① ある過程で系に加えられた熱量は、初期状態と終状態が同じであれば常に同じ値をとる。
 - ② 熱力学の第一法則を満たす過程であれば、その過程は必ず自然に起こりうる。
 - ③ 孤立系 (isolated system) で不可逆変化が起こると、系のエントロピは増加する。
 - ④ 絶対零度に近づくと、完全結晶 (不純物や原子の配列の乱れ (格子欠陥) が一切なく、原子や分子が完全に規則正しく配列した理想的な結晶構造) のエントロピは一定値に近づく。
- (2) ある量の理想気体 (ideal gas) が、初期状態 p_1, V_1, T_1 から体積 V_2 まで可逆的 (reversible) に膨張 (expansion) する。ただし、 $V_2 > V_1$ とする。理想気体の気体定数 (gas constant) を R , 定容比熱 (isochoric specific heat) を c_v , 比熱比 (specific heat ratio) を κ とし、仕事は系が外部にした仕事を正とする。以下の問いに答えなさい。
- (a) 閉じた系 (closed system) に対する熱力学の第一法則を式で示し、各項の物理的意味を説明せよ。
- (b) この理想気体が可逆等温膨張 (reversible isothermal expansion) により、温度 T_1 一定 (constant) のまま体積 V_1 から V_2 へ変化した。このとき、この過程による仕事 W_{iso} , 内部エネルギー変化 ΔU_{iso} , 熱量 Q_{iso} を求めよ。
- (c) 同じ初期状態から、可逆断熱膨張 (reversible adiabatic expansion) により体積 V_2 まで変化した。このとき、膨張終わりの状態温度 T_2 を T_1, V_1, V_2, κ を用いて表せ。また、この過程による仕事 W_{ad} を c_v, T_1, T_2 を用いて表せ。
- (d) 同じ膨張比 (expansion ratio) V_2/V_1 に対して、可逆等温膨張と可逆断熱膨張では、膨張終わりの状態温度および外部にする仕事にどのような違いがあるか。物理的に説明せよ。
- (3) ある量の理想気体を作動物質とする熱力学的状态が変化する理想サイクル (ideal cycle) を考える。
- 状態1→状態2: 可逆断熱圧縮 (reversible adiabatic compression)
状態2→状態3: 定容加熱 (isochoric heating)
状態3→状態4: 可逆断熱膨張, 状態4→状態1: 定容冷却 (isochoric cooling)
- 状態1の体積を V_1 , 状態2の体積を V_2 , 圧縮比を $r = V_2/V_1$ とし、定容比熱を c_v , 比熱比は κ とする。この理想サイクルについて、以下の問いに答えなさい。
- (a) このサイクルのP-V線図 (P-V diagram)を丁寧に描き、このサイクルの名称を答えなさい。
- (b) 可逆断熱過程の関係式を用いて、 T_2/T_1 および T_3/T_4 それぞれを r と κ を用いて表せ。
- (c) 定容加熱過程 2→3 で受け取る熱量 Q_{in} , 定容冷却過程 4→1 で放出する熱量 Q_{out} を、 c_v と各状態温度を用いて表せ。ただし、 Q_{out} は放出熱量の大きさとする。
- (d) このサイクルの熱効率 (thermal efficiency) η が $\eta = 1 - \frac{1}{r^{\kappa-1}}$ となることを導け。
- (e) 実際の熱機関では、摩擦、有限温度差での熱移動、燃焼の非平衡性、熱損失などにより不可逆性が生じる。このとき、理想サイクルの熱効率と実際の熱効率が一致しない理由を、エントロピ生成およびエクセルギ損失の観点から説明せよ。ただし、周囲温度を T_0 , エントロピ生成を S_{gen} とするとき、不可逆性によるエクセルギ損失 (exergy loss) は $X_{loss} = T_0 \cdot S_{gen}$ で表されるものとする。

2026年9月入学・2027年4月入学 環境・エネルギー研究科修士課程入学試験問題

科目名：工業熱学

問題番号

2

以下の問いに答えなさい。なお、空気 (air) はガス定数 (gas constant) $0.2870 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 定圧比熱 (specific heat) $1.005 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 一定の理想気体 (ideal gas), 基準状態 (reference state) は, 標準大気圧(100.0 kPa), 300.0 K とする。圧力は, 指定がなければ絶対圧とする。

(1) 圧力 100.0 kPa , 温度 300.0 K , 流量 5.000 kg/s の空気を圧縮機 (compressor) に通して 1000 kPa ま
で断熱圧縮 (adiabatic compression) したところ, 出口温度は 600.0 K となった。以下の値を求めよ。
出入口の流速 (velocity) は無視してよい。

- (a) 圧縮機の所要動力 (compressor power) $[\text{kW}]$
- (b) 圧縮機の断熱効率 (adiabatic efficiency) $[\%]$
- (c) 圧縮後の空気の持っているエクセルギ (exergy) $[\text{kW}]$
- (d) この過程でのエクセルギ損失 (exergy loss) $[\text{kW}]$

(2) 圧力 500.0 kPa 300.0 K 一定で保たれている大型のタンクに出口面積 10.00 cm^2 の先細ノズル
(convergent nozzle) が接続されている。タンク内の空気は, ノズルを通して外部 (背圧 P_b の空間)
に可逆断熱膨張 (reversible adiabatic expansion) で噴出させる。以下の値を求めよ。入口流速 (inlet
velocity) は無視してよい。

- (a) 背圧が $P_b=400.0 \text{ kPa}$ のときの出口流速 (outlet velocity) $[\text{m/s}]$
- (b) 背圧が $P_b=100.0 \text{ kPa}$ のとき空気流量 (flow rate) $[\text{kg/s}]$

2026年9月入学・2027年4月入学 環境・エネルギー研究科修士課程入学試験問題

科目名：環境・エネルギー政策

問題番号

3

- (1) 2025年2月に閣議決定された地球温暖化対策計画では、「世界全体での1.5℃目標と整合的で、2050年ネット・ゼロの実現に向けた直線的な経路にある野心的な目標として、我が国は、2035年度、2040年度において、温室効果ガスを2013年度からそれぞれ60%、73%削減することを目指す」としている。地球温暖化対策の国際枠組み（パリ協定）において、各国は自主的な削減目標である「国が決定する貢献（NDC: Nationally Determined Contribution）」を提出することが義務付けられており、日本政府は上記の目標を新たなNDCとして国連へ提出している。
- 日本のNDCが「野心的であると言えるか否か」について、「基準年」、「1.5℃目標との整合性」、パリ協定の原則である「最高度の野心の反映（Highest possible ambition）」や各国の「共通だが差異のある責任（CBDR）」の観点を踏まえ、あなたの考えを400字以上600字以内で書きなさい。
- (2) 地球温暖化の解決（脱炭素社会の実現）には、政府や企業の取り組みだけでなく、市民一人ひとりの消費行動やライフスタイルの変革（環境配慮行動）が不可欠である。しかし、多くの世論調査において「地球温暖化対策は重要である」と回答する人が非常に多い一方で、環境配慮行動を自発的に実践する人の割合は依然として低い。
- このような意識と行動の乖離が発生する要因について、行動経済学や社会心理学の概念を1つ挙げ、その意味を簡潔に説明した上で、これを解消するために、どのような政策的アプローチが有効か、以下の例を参考にしつつ、具体的な生活シーン（買物やエネルギー利用など）を想定して、あなたの提案を400字以上600字以内で書きなさい。
- ④ ナッジ：規制や経済的インセンティブ（罰金・補助金）に頼らず、人間の心理特性を利用して、自然と望ましい選択を選びたいようになるように選択肢の提示方法を工夫する手法。
 - ⑤ 経済的手法などの制度：炭素税やデポジット制度、補助金などを通じて、環境に悪い行動のコストを上げ、良い行動のコストを下げる手法。

2026年9月入学・2027年4月入学 環境・エネルギー研究科修士課程入学試験問題

科目名：環境・エネルギー政策

問題番号

4

- (1) 以下は、2023年に閣議決定された第六次戦略「生物多様性国家戦略 2023-2030」における、野生鳥獣による被害に関する文章からの抜粋である。

「・・・農林水産業や生活環境への被害といった、生態系への深刻な影響が続いている。近年野生鳥獣による農作物被害額は減少傾向にあるが、2021年度の農作物被害額は155億円となっており、依然として高い水準にある。また、クマ類等の大型獣類の市街地等への出没も地域社会の喫緊の問題となりつつある。・・・」

野生鳥獣による被害が深刻となっている理由として考えられることを、400字以上600字以内で書きなさい。理由については複数、挙げても良い。

- (2) 第六次戦略「生物多様性国家戦略 2023-2030」においては、行動目標の一つとして、「野生鳥獣との^{あつれき}軋轢緩和に向けた取組を強化する」という目標が掲げられている。

問(1)に対する自身の回答を踏まえつつ、「野生鳥獣との^{あつれき}軋轢緩和」のためにどのような対策が必要か、あなたの考えを400字以上600字以内で書きなさい。

受験番号					
氏 名					

2026年9月入学・2027年4月入学 環境・エネルギー研究科

No.

1	／	8
---	---	---

採点欄

修士課程入学試験解答用紙

問題番号	1	科目名	工業熱学
------	---	-----	------

※受験生記入欄

- (1)
- (a)
- ・第ゼロ法則

・第一法則

・第二法則

・第三法則

(b)

番号	正誤	誤の理由
①		
②		
③		
④		

受験番号					
氏 名					

2026年9月入学・2027年4月入学 環境・エネルギー研究科

No.

2	/	8
---	---	---

修士課程入学試験解答用紙

問題番号	1	科目名	工業熱学
------	---	-----	------

採点欄

※受験生記入欄

(2)
(a)

(b)

(c)

(d)

受験番号					
氏 名					

2026年9月入学・2027年4月入学 環境・エネルギー研究科

No.

3	/	8
---	---	---

採点欄

修士課程入学試験解答用紙

問題番号	1	科目名	工業熱学
------	---	-----	------

※受験生記入欄

(3)
(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

受験番号					
氏 名					

2026年9月入学・2027年4月入学 環境・エネルギー研究科

No.

4	/	8
---	---	---

採点欄

修士課程入学試験解答用紙

問題番号	2	科目名	工業熱学
------	---	-----	------

※受験生記入欄

(1)

(a)

(b)

(c)

(d)

(2)

(a)

(b)

