早稲田大学　環境・エネルギー研究科
修士課程　入試問題の訂正内容

＜2022年度9月入学・2023年度4月入学　一般入試＞

【専門科目】

●問題冊子1ページ　：工業熱学　問題番号1（4）設問文2行目

（誤）

～、冷凍機の動力を求めよ.

（正）

～、冷凍機の動力[kW]を求めよ.

※下線部を追記

以上

２０２２年９月入学・２０２３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 7 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），電磁気学・回路理論（問題３，問題４），環境・エネルギー政策（問題５，問題６）の合計６題あります。この６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」
「電磁気学・回路理論の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。

２０２２年９月入学・２０２３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 1

（１）工業的に重要な理想気体(ideal gas)の可逆変化(reversible change)における諸量を求める以下の４つの式
- エネルギー(energy)の式
- 内部エネルギー(internal energy)の式
- 仕事(work)の式
- 状態式(equation of state)

を一般的な記号を用いて示しなさい．ただし，微分を表す記号は d とする．また，式中に用いた諸記号，名称および単位を記述しなさい．

（２）圧力 1.0MPa，温度 600K の空気(Air) 3.0kg が密封された空間に封入されている．この空気が断熱変化(adiabatic change)して容積が 5 倍になるまで膨張するとき，下記の諸量を求めなさい．ただし，空気は理想気体であり，定圧比熱(specific heat at constant pressure)は 1.014 kJ/(kg・K)で一定とし，比熱比(specific heat ratio)は 1.4 とする．

(a) 膨張後の圧力(pressure)
(b) 内部エネルギーの変化量
(c) エンタルピ(enthalpy)の変化量
(d) 仕事

（３）出力 20kW の電動機(electric motor)がある．運転中の損失(heat loss)が時間当たりに 1.8×10^4kJ であるとき，この電動機の効率(efficiency)を求めよ．また，この電動機を 24 時間運転するときのエネルギー[kWh]を求めよ．

（４）カルノーサイクル(Carnor's cycle)として動作する冷凍機(refrigerator)が低温室から 120 MJ/h の熱を吸収している．動作係数(coefficient of performance)が 4 であるとき，冷凍機の動力を求めよ．また，温度 25℃の大気に放熱する場合，低温室の温度(temperature)[℃]を求めなさい．

（５）スターリングサイクル(Stirling cycle)は高温熱源 T_h と低温熱源 T_c との間で動作する熱サイクル(heat cycle)であり，等温圧縮 1-2(isothermal compression)，等容加熱 2-3(constant volume heating)，等温膨張 3-4(isothermal expansion)，等容冷却 4-1(constant volume cooling)の各行程から構成されている．このサイクルがエンジンとして動作するとき，以下の諸量について，問（１）の諸記号を用いて表しなさい．ただし，圧縮比(compression ratio)，温度比(temperature ratio)および比熱比(specific heat ratio)を ε，τ，κ とすること．

(a) 等温圧縮 1-2 における冷却熱量(Cooling amount)Q_{12} および圧縮仕事 W_{12}
(b) 等容加熱 2-3 における加熱量(Heating amount)Q_{23}
(c) 等温膨張 3-4 における加熱量 Q_{34} および膨張仕事 W_{34}
(d) 等容冷却 4-1 における冷却熱量 Q_{41}
(e) 図示仕事(indicated work)W_{ind}
(f) 理論熱効率(theoretical thermal efficiency)η_{th}

２０２２年９月入学・２０２３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

温度 100℃，圧力 50kPa (gage)の空気(air)をノズル(nozzle)により標準大気圧(101.325kPa)のところへ吹き出す．ノズル全体として可逆断熱変化(reversible adiabatic change)をする．空気を定圧比熱(specific heat at constant pressure)1.004kJ/(kg・K)，ガス定数 (gas constant) 0.287kJ/(kg・K)一定の理想気体(ideal gas)とする．基準状態(reference state)を 20℃，101.325kPa として，以下の問に答えよ．

（1）出口流速(outlet velocity)はいくらか[m/s]．入口流速は，無視してよい．

（2）入口空気の基準状態(20℃，101.325kPa)との比エントロピ差(specific entropy difference)はいくらか[kJ/(kg・K)].

（3）基準状態は上記と同じとして入口空気の比エクセルギ(specific exergy)はいくらか[kJ/kg].

（4）ノズル入口の空気の温度はそのままにして，圧力を上昇させていく．可逆断熱膨張を継続させることができるのは，入口圧力が何[kPa (gage)]までか．チョーク(choking)条件より求めなさい．

２０２２年９月入学・２０２３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：電磁気学・回路理論

問題番号 3

（１）電磁気学分野における以下の用語について説明せよ．なお，説明に必要な記号等については，適切に定義した後に使用すること．

(a) 起電力 (electromotive force) と起磁力 (magneto motive force)

(b) ファラデーの電磁誘導の法則 (Faraday's law of electromagnetic induction) とレンツの法則 (Lenz's law)

(c) 内部インダクタンス (internal inductance) と外部インダクタンス (external inductance)

(d) 伝導電流 (conduction current) と変位電流 (displacement current)

（２）電磁気学分野における以下の用語について数式で記述し，その物理的意味を説明せよ．

(a) ビオ-サバールの法則 (Biot-Savart law)

(b) ローレンツ力 (Lorentz's force)

(c) 表皮効果深さ (skin depth)

(d) 電束密度の発散 (divergence)，磁界強度の回転 (rotation)，電位の勾配 (gradient)

(e) ポインティングベクトル (pointing vector)

（３）以下の問いに答えよ．

(a) 一様な密度を持ち無限に広がった面電流 (current sheet) $\boldsymbol{K}$ [A/m] がつくる磁界強度 (magnetic field intensity) を求めよ．ただし，電流が流れる面の単位法線ベクトルを $\mathbf{a}_n$ とする．

(b) モータ内部に存在する空隙 (air gap) の磁気抵抗 (reluctance) を求めよ．ただし，空隙の見かけの面積は S_a [m^2]，長さは l_a [m] であり，場の透磁率 (permeability) は μ [H/m] とする．

(c) 真空中に磁界強度 $\boldsymbol{H}=He^{j(\omega t+\beta z)}\ \mathbf{a}_x$ [A/m] が存在する場合において発生する電束密度 (density of electric flux) を求めよ．ただし，$\mathbf{a}_x$ は直角座標系 (Cartesian coordinate system) における x 軸方向の単位ベクトル (unit vector) である．

２０２２年９月入学・２０２３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：電磁気学・回路理論

問題番号 4

下図のような接地されている電圧源 Va, Vb, Vc および負荷インピーダンス(impedance) Z_{ab}, Z_{bc}, Z_{ca} で構成されている三相回路に対して，下記の問に従って解答しなさい．

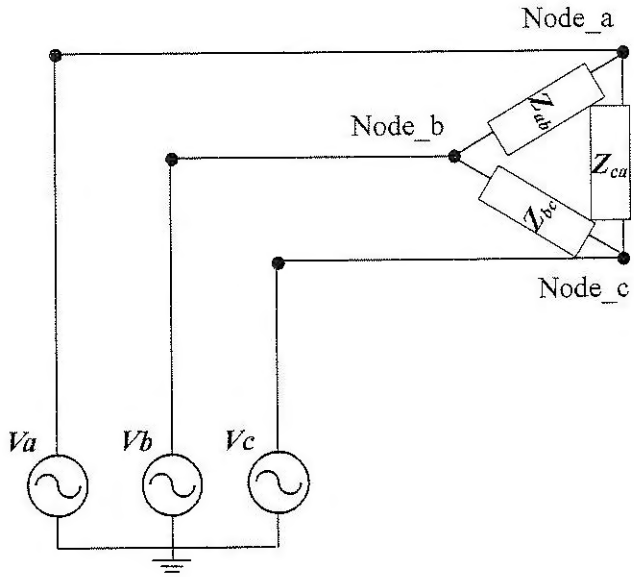
（１） Δ 結線 Z_{ab}, Z_{bc}, Z_{ca} をスター結線 Z_a, Z_b, Z_c に変換し，それぞれ Z_a, Z_b, Z_c について，Z_{ab}, Z_{bc}, Z_{ca} を用いて表しなさい．

（２） スター結線された負荷の中性点を Z_g で接地した場合の中性点電流 I_g について Va, Vb, Vc, Z_a, Z_b, Z_c, Z_g を用いて，下記の２つの方法で表しなさい．導出過程も示すこと．

(a) 閉路電流解析 (loop current analysis)

(b) 帆足－Millman の定理

（３） Z_a=Z_b=Z_c=Z の対称三相回路において，電圧源が Va =V∠0° ，Vb = V∠−120° ，Vc = V∠120° ，Z_g=0，V=6600/√3 V，Z=R+jX，R=40 Ω，X=30 Ω の場合において，負荷力率 (power factor)，線電流 I (line current)[A]および三相有効電力 P (active power)[kW]を求めなさい．



２０２２年９月入学・２０２３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 5

（1）　下記は「環境教育等による環境保全の取組の促進に関する法律」に基づいて閣議決定された「環境保全活動、環境保全の意欲の増進及び環境教育並びに協働取組の推進に関する基本的な方針」（環境省，平成 30 年 6 月改正）から一部抜粋および改変したものである．以下の問いに答えよ．

1 環境保全活動、環境保全の意欲の増進及び環境教育並びに協働取組の推進に関する基本的な事項
（3）取組の基本的な方向
② 環境教育の推進方策についての取組の方向
【段落１】環境教育については、1972 年（昭和 47 年）の「ストックホルム人間環境宣言」においてその重要性が指摘され、その後、様々な国際会議での議論において、環境教育の目的は、①環境問題に（ ① ）を持ち、②環境に対する人間の（ ② ）と（ ③ ）を理解し、③環境保全に参加する（ ④ ）と環境問題解決のための（ ⑤ ）を育成することであることが明確に示されました。行動に結びつく人材を育てることが環境教育の重要な目的とされています。環境教育は、このような指摘等から分かるように、あらゆる場において、また、対象となる人の発達段階又は生活の在り方に応じ、生涯にわたって行動に結びつくような人材を育てるという視点で行われることが必要です。また、現在、人々の環境配慮行動や環境教育等実施状況を鑑みると、「持続可能な社会づくりへの主体的な参加」と、循環と共生という観点からの参加の意欲をはぐくむための「体験活動」を促進することが重要です。さらには、第五次環境基本計画に「ＳＤＧｓの考え方も活用し、環境・経済・社会の統合的向上の具体化を進めることが重要である」といった考え方が掲げられました。
【段落２】環境教育の目標、内容、手法とその実現のための施策については、以下のような共通の方向性があり、これを踏まえて推進する必要があります。
ア 環境教育がはぐくむべき能力
「未来を創る力」「環境保全のための力」
イ 環境教育に求められる要素
「人間と環境との関わりに関するものと、環境に関連する人間と人間との関わりに関するもの、その両方を学ぶことが大切であること」「環境に関わる問題を客観的かつ公平な態度でとらえること」「生産・流通・消費・廃棄の社会経済システムにおいて、ライフサイクルの視点で環境負荷をとらえること」「豊かな環境とその恵みを大切に思う心をはぐくむこと」「いのちの大切さを学ぶこと」
ウ 環境教育において特に重視すべき手法
環境教育の実践においては、知識の一方通行に終始させるのではなく、学習に参加する者から気付きを引き出し、協働経験を通じた双方向型のコミュニケーションによって、学びを深めていくことが重要です。特に、その手法としてこれまでも重要とされてきた「体験活動」は、この観点から意義や内容等を捉え直す必要があります。体験の内容は、自然体験に限られるものでなく、持続可能な社会づくりを支える現場に触れる社会体験、日常の生活と異なる文化や慣習などに触れる生活体験、さらには、ロールモデルとなるような人との交流体験も重要となります。
【体験活動を通じた学びの実践に求められる要素】
・「学ぶ側」が主体であることを十分に意識すること。
・感性を働かせて、自ら考えるというプロセスを設けること。
・体験した場で自身の考えや学びの結果を共有し、振り返るプロセスを設けること。等

※ページ下部に出典を追記しております。

(a)【段落１】に記述された文章中のカッコにあてはまる適切な語句を解答せよ．

(b)あなたが環境教育活動を企画・実施する場合，誰に対して（教育対象），何を目的として（教育目的），どのような方法（教育方法）で環境教育活動をおこなうのかについて，【段落２】も参考として 600 字以上 800 字以内で述べよ．なお，あなたが教育対象・教育目的・教育方法を選定/設定した背景や理由についても併せて述べること．

※WEB掲載に際し、以下のとおり出典を追記しております。
出典：「環境保全活動、環境保全の意欲の増進及び環境教育　並びに協働取組の推進に関する基本的な方針」（環境省）（https://www.env.go.jp/press/files/jp/109419.pdf）を加工して作成

２０２２年９月入学・２０２３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 5

（2）世界的に様々な環境問題が深刻化する中，アパレル産業（ファッション産業）は，製造にかかるエネルギー使用量の多さやライフサイクルの短さなどから環境負荷が大きい産業として国際的に対応が求められている．そのような背景の中，衣服を中心としたファッション製品の素材生産から使用，廃棄に至るまでのエネルギーや資源の使用ならびに発生する環境負荷などを考慮したサステナブルファッション※への取り組みが拡がり始めている．しかし，日本においては，それら取り組みは限定的であると言われている．以下の環境省による調査事実（2021 年 3 月報告，一部追記あり）も参考にして，それぞれの問いに答えよ．
なお，記載の調査事実は 2019 年近辺のものであり，全てが同一時点では無いことを付記する．

※サステナブルファッション：衣服の生産から着用，廃棄に至るプロセスにおいて将来にわたり持続可能であることを目指し，生態系を含む地球環境や関わる人・社会に配慮した取り組みのことを言う．

・調査事実 1：平均すると 1 日あたり大型トラック約 130 台分の服が焼却・埋立処分されている．
・調査事実 2：1 年間 1 回も着られない服が一人当たり 25 枚ある．
・調査事実 3：1990 年と比較して 2019 年では，衣服の購入量は横ばいだけれども，衣服の供給量は 1.7 倍に増えている．
・調査事実 4：日本で売られている衣服の約 98%が海外からの輸入である．
・調査事実 5：家庭から手放される衣服の量は年間約 75 万トン，うち約 50 万トンがごみとして出されている．（リユース・リサイクルされる割合が約 34%である．）
・調査事実 6：国内に供給される衣服の製造で必要な水の量は約 83 億立方メートル，うち約 9 割は綿の栽培によるものである．（栽培の多くが灌漑水を利用している．）
・調査事実 7：サステナブルファッションに関心がある人は約 59%であるが，具体的な取り組みをおこなっている人は約 4%である．

（出典：環境省　サステナブルファッション　https://www.env.go.jp/policy/sustainable_fashion/index.html）

※ページ下部に出典を追記しております。

(a) 以下に示すそれぞれの立場で，①サステナブルファッションを実現するために取り組むべき課題，②その取り組みによって解決に向かうことが期待される環境問題，そして，③その取り組みを促進するにあたってあなたならどのような工夫をするか，について述べよ．（指定された欄に解答せよ．字数制限は無い．）
(ア) 消費者
(イ) アパレル企業（ファッション企業）
(ウ) 政策立案者・政策決定者

(b) 上記の調査事実は，主に生態系を含む地球環境への配慮が中心として述べられているが，サステナブルファッションの実現には「関わる人・社会に配慮した取り組み」も求められている．ここで言う「関わる人・社会に配慮した取り組み」とは，①どのような人や社会に対してどのような配慮が必要であるのか，②何故その配慮が必要であるのか，そして，③その配慮した取り組みとは具体的にどのようなものであるのか，についてあなたの考えを述べよ．（指定された欄に解答せよ．字数制限は無い．）

※WEB掲載に際し、以下のとおり出典を追記しております。
出典：SUSTAINABLE FASHION（環境省）（https://www.env.go.jp/policy/sustainable_fashion/index.html/）を加工して作成

２０２２年９月入学・２０２３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 6

（1）下の表は，日本の発電電力量(kWh)に占める各再生可能エネルギー比率の推移と 2030 年の導入目標を示したものである．5 種類の再生可能エネルギーの中から 1 つを選び，選択した以外の再生可能エネルギーと対比させつつ，この表から読み取れることと，その背景として考えられることを 300 字以上 400 字以内で書きなさい．

	2011 年度	2020 年度	2030 年導入目標
太陽光	0.4%	7.9%	14～16%程度
風力	0.4%	0.9%	5%程度
水力	7.8%	7.8%	11%程度
地熱	0.2%	0.3%	1%程度
バイオマス	1.5%	2.9%	5%程度

（出典）「再生可能エネルギー発電設備の適正な導入及び管理の在り方に関する検討会（第 1 回）説明資料」（経済産業省，2022）を一部改変
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/saisei_kano_energy/pdf/001_03_00.pdf

※WEB掲載に際し、以下のとおり出典を追記しております。
出典：「再生可能エネルギー発電設備の適正な導入及び管理の在り方に関する検討会（第1回）説明資料」（経済産業省）
（https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/saisei_kano_energy/pdf/001_03_00.pdf）を加工して作成

（2）下記は，2021 年 10 月に閣議決定された第 6 次エネルギー基本計画における，日本の再生可能エネルギーの位置づけに関する記述である．ここに記されている再生可能エネルギーの導入を促すための方策（地域と共生する形での適地確保，コスト低減，系統制約の克服，規制の合理化，研究開発）について，具体的にどのような取り組みが必要と考えるか，400 字以上 600 字以内で書きなさい．論じる方策は 1 つのみを選択しても良いし，複数選択しても良い．

再生可能エネルギーは，温室効果ガスを排出しない脱炭素エネルギー源であるとともに，国内で生産可能なことからエネルギー安全保障にも寄与できる有望かつ多様で，重要な国産エネルギー源である．Ｓ＋３Ｅを大前提に，再生可能エネルギーの主力電源化を徹底し，再生可能エネルギーに最優先の原則で取り組み，国民負担の抑制と地域との共生を図りながら最大限の導入を促す．具体的には，地域と共生する形での適地確保，コスト低減，系統制約の克服，規制の合理化，研究開発などを着実に進めていく。こうした取組を通じて，国民負担の抑制や，電力システム全体での安定供給の確保，地域と共生する形での事業実施を確保しつつ，導入拡大を図っていく．

受験番号					
氏　名					

※受験生記入欄

２０２２年９月入学・２０２３年４月入学　環境・エネルギー研究科

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

（1）

エネルギー(energy)の式 ＿＿＿＿＿＿＿＿

内部エネルギー(internal energy)の式 ＿＿＿＿＿＿＿＿

仕事(work)の式 ＿＿＿＿＿＿＿＿

状態式(equation of state) ＿＿＿＿＿＿＿＿

記号	名　称	単　位

記号	名　称	単　位

（2）

（3）

（4）

（5）

受験番号					
氏　　名					

※受験生記入欄

２０２２年９月入学・２０２３年４月入学　環境・エネルギー研究科
修士課程入学試験解答用紙

問題番号	2	科目名	工業熱学

採点欄

(1)

(2)

(3)

(4)

受験番号					
氏　名					

※受験生記入欄

２０２２年９月入学・２０２３年４月入学　環境・エネルギー研究科

修士課程入学試験解答用紙

問題番号	3	科目名	電磁気学・回路理論

採点欄

（1）

(a)

(b)

(c)

(d)

（2）

(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

（3）

(a)

(b)

(c)

受験番号					
氏　　名					

２０２２年９月入学・２０２３年４月入学　環境・エネルギー研究科

修士課程入学試験解答用紙

問題番号	4	科目名	電磁気学・回路理論

採点欄

※受験生記入欄

（1）

（2）(a)

（2）(b)

（3）

受験番号					
氏　　名					

※受験生記入欄

２０２２年９月入学・２０２３年４月入学　環境・エネルギー研究科

修士課程入学試験解答用紙

問題番号	5	科目名	環境・エネルギー政策

No. 5 ／ 8

採点欄

（1）

(a)

① _____

② _____

③ _____

④ _____

⑤ _____

(b)

（注意；上記マス目は全部で 800 字．太線部までで 600 字）

受験番号					
氏　名					

※受験生記入欄

２０２２年９月入学・２０２３年４月入学　環境・エネルギー研究科

修士課程入学試験解答用紙

問題番号	5	科目名	環境・エネルギー政策

採点欄

（2）

(a)

（ア）消費者

①　取り組むべき課題（取り組みの内容）
②　解決に向かうと考える（期待される）環境問題
③　取り組みを促進するための工夫

（イ）アパレル企業（ファッション企業）

①　取り組むべき課題（取り組みの内容）
②　解決に向かうと考える（期待される）環境問題
③　取り組みを促進するための工夫

（ウ）政策立案者・政策決定者

①　取り組むべき課題（取り組みの内容）
②　解決に向かうと考える（期待される）環境問題
③　取り組みを促進するための工夫

(b)

①　どのような人や社会に対してどのような配慮が必要であるのか？
②　何故その配慮が必要であるのか？
③　その配慮した取り組みとは具体的にどのようなものであるのか？

受験番号					
氏　名					

※受験生記入欄

２０２２年９月入学・２０２３年４月入学　環境・エネルギー研究科

修士課程入学試験解答用紙

問題番号	6	科目名	環境・エネルギー政策

採点欄

（1）

（注意；上記マス目は全部で 400 字．左ページ太線部までで 300 字）

受験番号					
氏　名					

※受験生記入欄

２０２２年９月入学・２０２３年４月入学　環境・エネルギー研究科

修士課程入学試験解答用紙

問題番号	6	科目名	環境・エネルギー政策

採点欄

（2）

（注意；上記マス目は全部で 600 字．太線部までで 400 字）