２０１７年９月入学・２０１８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　６　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１０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。

２０１７年９月入学・２０１８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）出力 30kW，効率 90％の電動機(electric motor)がある．
(a) 損失として発生する時間当たりの熱量(heat loss)[kJ/h]を求めよ．
(b) 毎分あたりに供給しなければならないエネルギー(energy)[kJ/min]を求めよ．
(c) この電動機を 8 時間運転するときのエネルギー[kWh]を求めよ．

（２）ピストンを有するシリンダの中に 0.2kg の理想気体(ideal gas)が封入されている．これをピストンで圧縮して 15kJ の仕事を消費し，その際に 10kJ の熱を周囲に放出した．エネルギー式(energy equation)より，このときの理想気体 1kg あたりの内部エネルギー(internal energy)の増大量[kJ]を求めよ．

（３）動力 12kW で低温室から 200MJ/h の熱を吸収する冷凍機(refrigerator)が'ある．この冷凍機がカルノーサイクル(Carnot's cycle)を行なうと仮定して，冷凍機の動作係数(coefficient of performance)を求めよ．高温熱源を温度 25℃の大気(air)とするとき，低温室の温度は何[℃]になるか，また，このときに放出される熱量[MJ/h]を求めよ．

（４）圧力 200 kPa, 温度 300K の空気(air)1kg を体積比 1/12 に圧縮するときに必要な仕事量(power)[kJ]，熱量[kJ]，内部エネルギー[kJ]の変化，圧縮後の圧力(pressure)[kPa]，温度(temperature)[K]をつぎの二つの場合について求めよ，ただし，空気はガス定数(gas constant)287.04J/kgK の理想気体とし，比熱比(specific heat ratio)は 1.4 とする．
(a) 等温変化(constant temperature change)
(b) 可逆断熱変化(reversible adiabatic change)

（５）ガソリン機関(gasoline engine)の理論サイクルである定容サイクル(constant volume change)について，以下の問いに答えなさい．
(a) 理論熱効率(theoretical thermal efficiency)η_{th}は，圧縮比(compression ratio)εと作動ガス(working gas)の比熱比κによって表されることを示しなさい．
(b) 圧縮比εが 8 の定容サイクルにおいて，空気を圧力 100kPa, 温度 300K の状態から圧縮を開始し，膨張終わりの圧力は 450kPa であった．このときの理論熱効率[%]と平均有効圧(mean effective pressure)[kPa]を求めよ．ただし，空気の比熱比κは 1.4 とする．

２０１７年９月入学・２０１８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

次の問に答えよ.

（1） 空気（比熱比 specific heat ratio κ =1.4, 気体定数 gas constant R=0.287kJ/kg K 一定の理想気体 ideal gas）を作動流体(working fluid)とするガスタービンサイクル(gas turbine cycle)について考える．圧縮機入口温度, 圧力はそれぞれ, 30℃,100kPa であり,燃焼器において作動流体 1kg 当たり 150kJ の加熱を受ける．最高圧力は 800kPa である.

(a) 理想サイクルにおいて圧縮機出口, タービン入口・出口温度〔K〕, サイクルの正味出力〔kJ/kg〕（net power）を求めよ.
(b) 理想サイクルの熱効率（thermal efficiency）を求めよ.
(c) さて,タービンの膨張過程のみに 0.04kJ/kg K のエントロピ(entropy)増加がある場合, 他の条件は理想サイクルと同じであるとして, このタービンの出力〔kJ/kg〕とタービンの断熱効率(adiabatic efficiency）を求めよ.

（2） 圧力 8MPa の飽和水（飽和温度 295℃）saturated water 1 t/h が水管ボイラ(water tube boiler)の蒸発管で加熱される．蒸発管は,外径 76mm,内径 68mm の炭素鋼であり,ボイラ内燃焼ガスの温度は 1000℃, 燃焼ガスから蒸発管外壁への熱伝達率(heat transfer coefficient)は,放射の効果を含み 200W/m^{2}K,蒸発管内壁から飽和水への熱伝達率は 3000W/m^{2}K, 蒸発管の熱伝導率(heat conductivity)は 40W/m K である．8MPa の飽和水蒸発潜熱（evaporative latent heat）を 1442.8kJ/kg として, 以下の問に答えよ.

(a) 蒸発管出口で乾き飽和蒸気（dry saturated vapor/steam）にするために必要な伝熱量〔kJ/s〕.
(b) 出口乾き度（outlet quality）を 0.7 とするために必要な伝熱管長さ〔m〕.

２０１７年９月入学・２０１８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）電気工学分野における以下の用語について，図式等を用いて説明せよ．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) 抵抗率（electrical resistivity）と導電率（electrical conductivity）

(b) 誘電率（permittivity）と透磁率（permeability）

(c) 起電力（electro-motive force）と起磁力（magneto-motive force）

（２）円柱座標系（r, ϕ, z）における $r = a$ [m]，$\phi = 0$ [rad]の位置に，長さ L [m]の直線状導体（conductor）が z 軸と平行に存在する．この導体中の電流（electric current）が $I\,\mathbf{a_z}$ [A]（$I>0$）である時，以下の問いに答えよ．ここで，$\mathbf{a_z}$ は$+z$ 方向の単位ベクトルである．

(a) この場における磁束密度（magnetic flux density）が $B_a\,\mathbf{a_r}$ [T]（$B_a>0$）である時，この導体が z 軸を中心軸として ϕ が正の方向に半径 a [m]の円軌道を描きながら N [rpm]で回転する際の仕事率[W]を求めよ．ここで，$\mathbf{a_r}$ は$+r$ 方向の単位ベクトルである．

(b) この場における磁束密度が $-B_b \sin\phi\ \mathbf{a_r}$ [T]（$B_b>0$）である時，この導体を一定速度で(a)と同様の円軌道上を $\phi=0$ [rad]から $\phi=\pi$ [rad]まで動かす時の仕事[J]を求めよ．また，$\phi=0$ [rad]から $\phi=2\pi$ [rad]まで 1 回転させる時の仕事[J]も求めよ．

（３）静電界（electrostatic field）中における以下の電束（electric flux）[C]を算出せよ．

(a) 直角座標系（x, y, z）の x 軸に沿って無限に，一様な密度で線電荷（line charge）ρ_l [C/m]が分布している．この時，$z=Z$ [m]の位置の $-Y<y<Y$ [m]の範囲に存在する平面を x 方向の単位長あたりに貫通する電束 [C/m]を求めよ．

(b) 球座標系（r, θ, ϕ）の原点に Q [C]の点電荷（charge）が存在している．この時，原点を中心とする半径 R [m]の球の表面を貫通する電束 [C]を求めよ．また，同球の $\alpha<\theta<\beta$ の範囲における球殻部分を貫通する電束 [C]も求めよ．

２０１７年９月入学・２０１８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

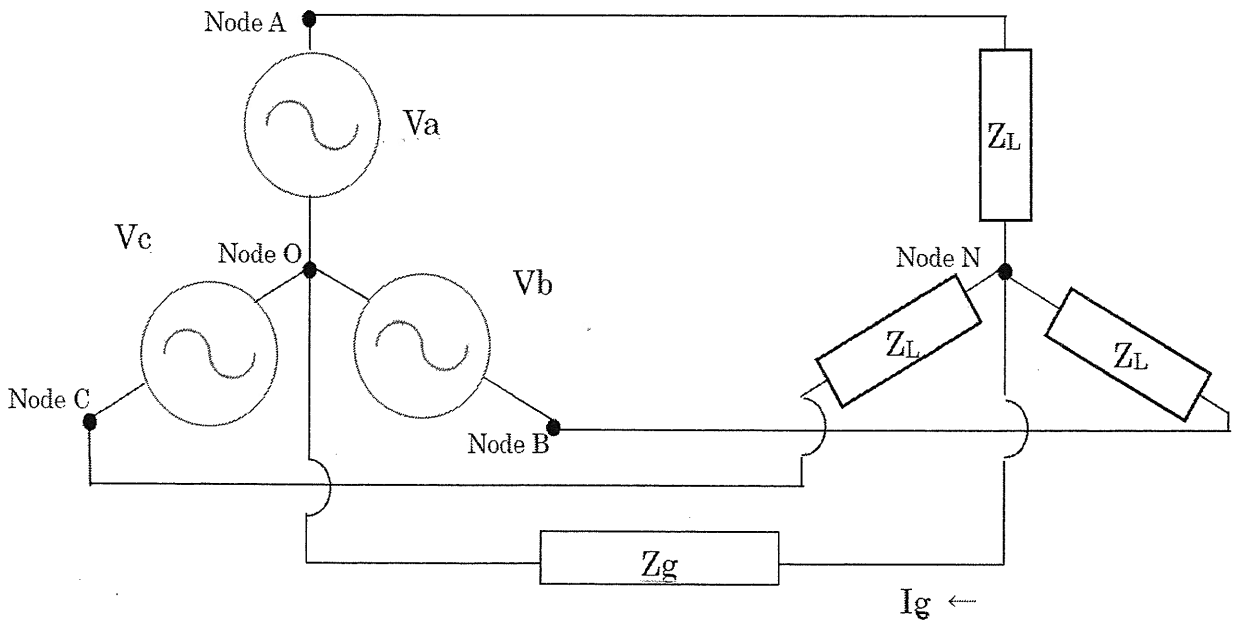
問題番号 4

下図に示すように，電圧源 Va,Vb,Vc 及び,インピーダンス Z_L,Zg で構成されている三相回路がある．下記の小問について解答しなさい．

(1) 図の電流 Ig を下記２つの方法で求めなさい（Node 番号などを用いてその手順も示すこと）．
　(a) 重ね合わせの原理（Principle of Superposition）を用いて求めなさい．
　(b) 閉電流解析(Loop Current Analysis)を用いて求めなさい．

(2) 電圧源が Va＝V∠0°，Vb＝V∠120°，Vc＝V∠-120° の時の Ig を求めなさい．

(3) 電圧源が Va＝V∠0°，Vb＝V∠120°，Vc＝V∠-120°，V=6.6kV の時,Zｇ＝0Ω,負荷インピーダンス Z_L＝R＋ｊX，R＝40kΩ，X＝30kΩの場合について，負荷力率（Power factor），線電流（Line current），三相有効電力（Active Power）を求めなさい．



２０１７年９月入学・２０１８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

気候変動対策の国際的枠組であるパリ協定（Paris Agreement）は，2015 年 12 月に採択され，2016 年 11 月に発効した．パリ協定は，次の点において画期的な意味をもっていると考えられる．

① 環境保全に関する重要な国際原則の一つである「共通だが差異のある責任」に則りながら，すべての国が温室効果ガス（GHG: Green House Gases）の削減に努力することを合意したこと．

② 国連気候変動枠組条約（UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change）に規定された気候安定化のための究極目的(注)の達成が，協定の目的として明示されていること．

(注) 温室効果ガス濃度を，気候システムに対して危険な人為的干渉を及ぼすことならない水準で安定化させること．

③ 気候変動に関する政府間パネル（IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change）の第 5 次評価報告書（Ar5）で得られた気候安定化のための必要条件に関する，最新の科学的知見と整合性をもっており，科学的知見と国際政治の方針との整合性が確保されている．

ついては，パリ協定を中心に進められる今後の気候変動対策に関連して以下の問いに答えよ．

（1） 環境保全の国際原則を崩さずに，開発途上国が自らの数値目標を掲げて GHG の削減に努めることを受け入れたのは，パリ協定の全体の仕組みと，開発途上国の数値目標の設定の方法にどのような工夫が凝らされたためと考えられるか，400 字以内で説明せよ．

（2） 気候変動枠組条約の究極目的を地上気温の上昇幅で表現する方法が国際政治で定着している．
(a) 究極目的に対応する気温変動幅は，一般的にどう表現されてきたか，100 字以内で解答せよ．
(b) パリ協定では a) の表現とは若干異なる表現がとられている．パリ協定上の表現がどのようなものであり，それはどのような国の立場に配慮した結果であるかを 100 字以内で解答せよ．

（3） パリ協定では，「今世紀の後半に GHG の人為的な発生量と吸収源による除去をバランスさせることを目指す」旨が盛り込まれている．これは IPCC の第 5 次報告で示された新たな科学的な知見を踏まえた気候安定化の条件を表現したものである．パリ協定にこのように記述される背景となっている，IPCC が示した科学的な知見の概要と，その知見がなぜ今世紀後半に GHG の排出を実質的にゼロにすべき論拠になったのかを，400 字以内で説明せよ．

（4） 2016 年 5 月に日本政府はパリ協定を踏まえて「地球温暖化対策計画」を閣議決定した．計画では，「長期的目標として 2050 年までに 80%の温室効果ガスの排出削減を目指す」とされている．
(a) 長期的目標は世界全体の GHG 排出量をどの程度削減することを前提にしたものか答えよ．
(b) 長期的目標でわが国が 80%もの大幅な削減を目指す理由を 100 字以内で説明せよ．

（5） 2017 年 6 月 1 日，米国のトランプ大統領は，米国がいったんは批准したパリ協定から離脱することを表明した．米国は，過去にも気候変動対策の国際枠組に対して，類似の行動をとったことがある．その行動がとられた西暦年と，当時の大統領の名前をキーワードとして含め，それがどのような行動であったかを 100 字以内で説明せよ．

２０１７年９月入学・２０１８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

以下は，群馬県との県境に近い，埼玉県のとある市の公立小学校５年生から寄せられた地球温暖化に関する質問である．

生徒達が目の前にいるつもりで，それぞれの問いに対するあなたの答えを，200 字以上，300 字以内で記述しなさい．

なお，生徒達の質問には，事実認識と異なる認識がありうる．

答えに際し，以下の３つに配慮するように．

イ　小学校５年生が理解できるように，使う言葉や論理に注意すること．

ロ　生徒達がなぜそのような質問を出してきたのか，その背景に配慮すること．

ハ　生徒達の興味を今以上高めるような答えに努力すること．

以下が質問である．

（１）地球温暖化によって，わたしたちが住んでいる地域に，どんな影響があるのでしょうか．

（２）地球温暖化によって，わたしたちが生きている間に，どんな大変なことが地球に起こるのでしょうか．

（３）地球温暖化によって，皮膚ガンが増えますか．

（４）地球温暖化を防止するために，わたしたちは具体的に何ができますか．それをやれば，どんな効果がありますか．

（５）アメリカがパリ協定から脱退したそうですが，わたしたちの暮らしにどんな影響があるのでしょうか．

受験番号					
氏　　名					

※受験生記入欄

２０１７年９月入学・２０１８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）

(a)

(b)

(c)

（2）

（3）

（4）

(a)

(b)

受験番号					
氏　名					

※受験生記入欄

２０１７年９月入学・２０１８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

（5）

(a)

(b)

受験番号					
氏　　名					

※受験生記入欄

２０１７年９月入学・２０１８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）

(a)

(b)

(c)

（2）

(a)

(b)

受験番号					
氏　　名					

※受験生記入欄

２０１７年９月入学・２０１８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)

（2）

(a)

(b)

（3）

(a)

(b)

受験番号					
氏　　名					

２０１７年９月入学・２０１８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)

(a)

(b)

(2)

(3)

受験番号					
氏　　名					

※受験生記入欄

２０１７年９月入学・２０１８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

（1）

（2）

(a)

(b)

受験番号					
氏　　名					

※受験生記入欄

２０１７年９月入学・２０１８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

（3）

（4）

(a)

(b)

（5）

受験番号					
氏　　名					

※受験生記入欄

２０１７年９月入学・２０１８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３００字。太線部までで２００字）

（2）

（注意；上記マス目は全部で３００字。太線部までで２００字）

受験番号					
氏　　名					

※受験生記入欄

２０１７年９月入学・２０１８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

（3）

（注意；上記マス目は全部で３００字。太線部までで２００字）

（4）

（注意；上記マス目は全部で３００字。太線部までで２００字）

受験番号					
氏　　名					

※受験生記入欄

２０１７年９月入学・２０１８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

（5）

（注意；上記マス目は全部で３００字。太線部までで２００字）