

環境工学	受験 番号	
------	----------	--

(1) 都市計画に関する以下の問に答えなさい。

- (a) 都市計画における「線引き制度」の目的と内容について、以下のキーワードをすべて使って 200 字程度で説明しなさい。ただし、同じキーワードを何度使ってもよい。

キーワード：市街地の拡大、公共施設、農地、環境、市街化区域、市街化調整区域

- (b) 2000 年の都市計画法改正により、線引きは都道府県の選択制に変更された。この変更を受け、線引き廃止を実施する自治体がある。線引きを廃止する理由として考えられることを 200 字程度で説明しなさい。

- (c) 線引きを廃止する場合に、考えられる悪影響を、都市中心部と郊外部についてそれぞれ 100 字程度で説明しなさい。

- (d) 特定用途制限地域では、自治体が定める特定の用途の施設等の建設を制限することができる。その導入が検討されるのはどのような地域か、100 字程度で説明しなさい。

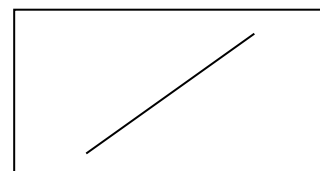
以下に記入すること

(1)

(a)

1										10										20	1
																					10

【裏面につづく】



(b)

---

10

---

20

1

10

都市中心部

20

[illegible]

20

[illegible]

20

[illegible]

環境工学	受験 番号	
------	----------	--

(2) 土木建築情報学に関する以下の問に答えなさい。

- (a) 1 辺の長さが 2 である直交した格子を持つ横が  $2n$ 、縦が  $2m$  ( $n, m$  は自然数) の長方形の地域を考える。図-A に示すように、この地域の左下隅の格子点の座標を  $(x_0, y_0)$ 、右上隅の格子点の座標を  $(x_n, y_m)$  とすると、任意の格子点の座標  $(x_i, y_j)$  における標高は  $z_{i,j}$  と表せる。ここで、 $i$  は 0 から  $n$  まで、 $j$  は 0 から  $m$  までの整数である。この地域に盛土の敷地造成を行い、完成した際の座標  $(x_i, y_j)$  における標高を  $w_{i,j}$  とする。この時、この地域における盛土量  $F$  を求める式を導きなさい。なお、1 つの格子の上部にある柱状の土量体積は 4 隅の標高の平均値に底面積をかけたものとする。

- (b) サポートベクターマシン (SVM) は、デジタル画像の中に人間や自動車といった対象となるものがあるかないかといった 2 クラスに識別する教師ありの機械学習手法の一つである。今、10 枚の画像を用意し、各画像データから 2 つの異なる特徴量を抽出して、それぞれを  $x$  軸、 $y$  軸とする直交座標系のグラフにプロットし、人間が写っているものに○、写っていないものに×をつけたところ、図-B のような結果となったとする。SVM を用いて 2 つのクラスに識別する最適な直線を求める方法を図示しながら説明しなさい。

- (c) 一般にソリッドモデルで扱われる立体は二多様体と呼ばれる。面に穴を含まない二多様体では、面の数を  $f$ 、稜線の数  $e$ 、頂点の数を  $v$  とすると、どのような関係が成り立つかを記しなさい。

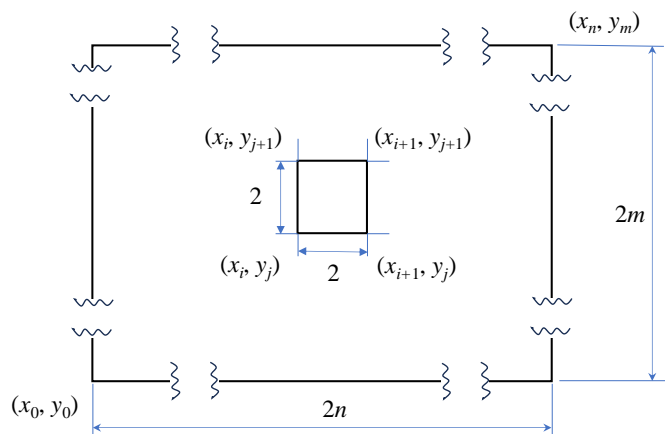


図-A

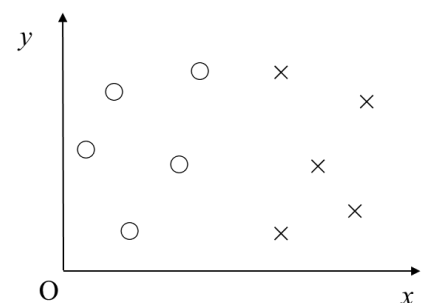


図-B

以下に記入すること

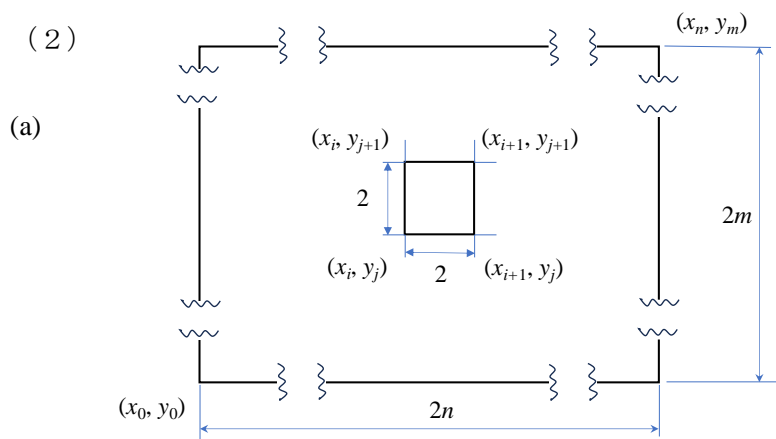
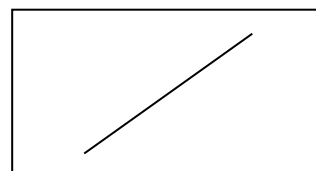


図-A

【裏面につづく】



以下に記入すること

(b)

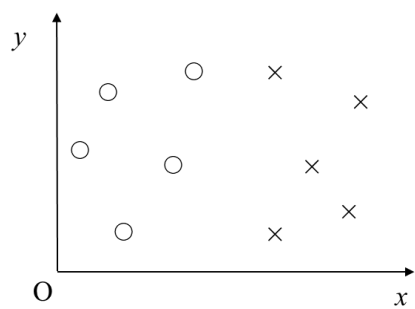


図-B

---

以下に記入すること

---

(c)



環境工学	受験 番号	
------	----------	--

(3) 水環境の科学と水質工学に関連する以下の問に答えなさい。

(a) 水資源に関する以下の文章を読み、各問に答えなさい。

水は生命を育み、私たちの生活や産業に不可欠な基本要素である。地球上には約 13.8 億  $\text{km}^3$  の水が存在するが、そのうち淡水は約 (ア) % であり、さらに、淡水の約 (イ) % は氷や氷河である。人間にとって利用しやすい表層水である河川と湖沼に存在する淡水の量は、地球上のすべての水の (ウ) % 程度に限られる。さらに、人口増加と都市化に伴う水需要の増加や ①気候変動によって、②水資源の不足は年々深刻化している。

他方、私たちが日常生活で使用した水の大部分は下水道に流入し、③下水処理場において処理された後、河川や海洋に放流される。この処理水は修景用水や ④農業用水、事業所の雑用水等として再利用することもできるため、その再利用の促進が世界的に推進されている。

(i) 文章中の (ア) ～ (ウ) に当てはまる最も適当な数値を選択肢から選びなさい。

【選択肢】 0.01、0.1、2.5、7、10、25、70

(ii) 下線①によって生じる可能性のある水質悪化について、そのメカニズムを含めて説明しなさい。

(iii) 下線②の指標の一つである水資源賦存量について、その定義と算出方法を含めて簡潔に説明しなさい。

(iv) 下線③について、二次処理で汎用される活性汚泥法においては、微生物の代謝である異化と同化により溶解性有機物が水中から除去される。異化と同化のそれぞれについて、一般的な定義を示したうえで、それぞれが活性汚泥法における溶解性有機物除去にどのように関与するかを簡潔に説明しなさい。

(v) 下線④に関して、農地においてアンモニウム塩を窒素成分として含む肥料を過剰に施肥した場合に高濃度の硝酸性窒素による地下水汚染が生じるメカニズムについて、化学および生物学の観点から、簡潔に説明しなさい。

(b) 有機汚濁に係る水質指標に関連する各問に答えなさい。

(i) 有機汚濁指標である生物化学的酸素要求量 (BOD)、化学的酸素要求量 (COD)、全有機炭素量 (TOC) について、各々の違いが分かるように簡潔に説明しなさい。

(ii) 水質汚濁に係る環境基準では、河川、湖沼、海域の各々において、BOD と COD のいずれを有機汚濁指標として基準値が定められているか答えなさい。

(iii) グルコース ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) を  $60 \text{ mg/L}$  含む排水の TOC と理論的酸素要求量 (ThOD) をそれぞれ求めなさい。ただし、原子量は、H : 1、C : 12、O : 16 とする。

以下に記入すること

(3)

(a)

(i)

ア :

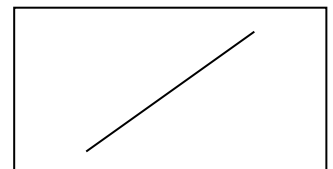
イ :

ウ :

(ii)

(iii)

【裏面につづく】



---

以下に記入すること

---

(iv)

異化：

定義

溶解性有機物除去への関与

同化：

定義

溶解性有機物除去への関与

(v)

---

以下に記入すること

---

(b)

(i)

BOD :

COD :

TOC :

(ii)

河川 :

湖沼 :

海洋 :

(iii)

TOC :

ThOD :

環境工学	受験 番号	
------	----------	--

(4) 大気科学に関する以下の文章を読んで問に答えなさい。

地球大気下層の対流圏では、大気の下上運動（対流）が活発である。この対流に伴って雲の発生や降水などの気象現象が起こる。対流圏とその上層の成層圏の境界（対流圏界面）の高度は、平均約 11 km であるが、①緯度によって異なる。これは、②緯度による地表面熱収支の違いと関係する。また、対流圏界面の気圧は約 200 hPa である。したがって、対流圏には地球大気の空気分子の約〔ア〕割が存在する。

対流圏では、気圧が低い上空ほど気温が低下する。この気温減率は、平均約 6.5 K/km であるが、③水蒸気量によって異なる。④空気塊が上昇して気温が〔イ〕を下回ると、⑤エアロゾル粒子を核として雲粒が生成する。雲粒が成長すると、雨や雪として地表面に落下する。これらの降水現象に伴う大気中の物質の地表への沈着を、⑥湿性沈着と呼ぶ。

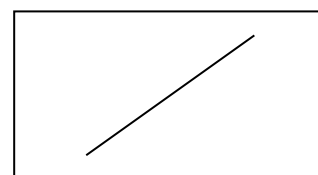
対流圏は、地表面の影響を直接的に受ける大気境界層と、それより上層の〔ウ〕に区分できる。大気境界層の状態は、⑦地域的な大気汚染状況に強く影響する。大気境界層内では、地表面〔エ〕の影響で、⑧風は地表面に近づくほど弱くなる。〔ウ〕では、地表面〔エ〕の影響が無視できるため、等圧線の曲率半径が大きい場では、気圧傾度力と〔オ〕が釣り合って、⑨地衡風近似が成立する。

- (a) (ア) に入る整数を答えなさい。また、(イ) ～ (オ) に入る語句を答えなさい。
- (b) 下線部①に関して、赤道付近と極付近でどちらの対流圏界面が高いかを答えなさい。
- (c) 下線部②に関して、赤道付近と極付近のそれぞれにおいて、太陽放射量と地球放射量のどちらが大きいかを答えなさい。
- (d) 下線部③に関して、水蒸気が飽和している場合は不飽和の場合に比べて気温減率が小さくなる。その理由を簡潔に説明しなさい。
- (e) 下線部④に関して、地表付近で空気塊が上昇する要因を 1 つ挙げなさい。
- (f) 下線部⑤に関して、大気中に存在するエアロゾル粒子のうち、人為起源および自然起源のものを 1 つずつ挙げなさい。ただし、それぞれ異なるものを挙げることを。
- (g) 下線部⑥に関して、湿性沈着は、雲内洗浄過程と雲底下洗浄過程に大別できる。それぞれどのような過程か簡潔に説明しなさい。
- (h) 下線部⑦に関して、ある大気汚染物質が地表付近で定常的に排出される場合を考える。晴天日における大気境界層の日内変化に伴って、その物質の地表付近での大気中濃度がどのように日内変化するか、メカニズムを含めて簡潔に説明しなさい。
- (i) 下線部⑧に関して、風が地表面に近づくほど弱くなる状況で、ある煙突から大気汚染物質を含む煙が排出される場合を考える。排煙の温度が高くなると、排煙中の大気汚染物質の最大着地濃度がどのように変化するか、メカニズムを含めて簡潔に説明しなさい。
- (j) 下線部⑨に関して、地衡風の向きを、次の【】内の語をすべて用いて表しなさい。  
【北半球、等圧線、高圧側】

以下に記入すること

(4)

(a)
(ア) (イ)
(ウ) (エ)
(オ)
(b)
(c)
赤道付近： 極付近：
(d)
(e)
(f)
人為起源： 自然起源：



【裏面につづく】

以下に記入すること

(g)

雲内洗浄：

雲底下洗浄：

(h)

(i)

(j)

---

以下に記入すること

---



環境工学	受験 番号	
------	----------	--

(5) 野生生物の絶滅に関する以下の問に答えなさい。

- (a) 次の文章の空欄 (ア) ～ (オ) に入る言葉を答えなさい。ただし (イ) と (ウ) は、順不同である。

レッドリストは絶滅のおそれがある野生生物種のリストで、(ア) が制定した判定基準によってそれぞれの国や地域が選定する。(ア) の判定基準では、(イ)、(ウ) などの客観的指標に基づいて生物種をレッドリストカテゴリーに分類する。レッドリストカテゴリーのうち、最も深刻なカテゴリーは「絶滅」、次に深刻なカテゴリーは「(エ)」である。序数化したレッドリストカテゴリーを加重平均して生物群ごとの絶滅危惧深刻度を要約した指標を、(オ) という。

- (b) 生息域を共有する異種の生物個体群は、①捕食、②競争、③片害（一方的な加害のこと）などの種間関係を通じて相互に影響を与えている。外来生物種は在来生物種絶滅の一因であり、その絶滅可能性は外来生物種と在来生物種の種間関係に左右される。両者の関係がどのような場合に、在来生物種の絶滅可能性が高くなるか。上記の種間関係ごとの機構または事例を、それぞれ 100 字以内で説明しなさい。
- (c) 同種の野生生物の個体群では、小集団ほど絶滅しやすい。その原因には、①アリー効果、②遺伝的浮動、③人口学的ゆらぎなどがある。これら 3 つの原因から 2 つを選択し、その原因によって小集団ほど絶滅しやすい理由を、それぞれ 200 字以内で説明しなさい。

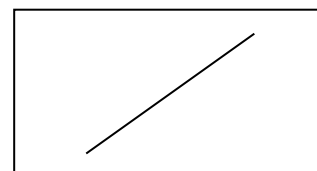
以下に記入すること

(5)

(a)

(ア)	(イ)	(ウ)
(エ)	(オ)	

【裏面につづく】



(b)

### ①捕食

[illegible]

## ②競争

[illegible]

### ③片害

[illegible]

以下に記入する。

(c)

①アリー効果、②遺伝的浮動、③人口学的ゆらぎ（解答する選択肢に○を付ける）

[illegible]

① アリー効果、②遺伝的浮動、③人口学的ゆらぎ（解答する選択肢に○を付ける）

[illegible]

環境工学	受験 番号	
------	----------	--

(6) 都市エネルギーシステムに関する以下の問に答えなさい。

(a) 次の文章を読んで問に答えなさい。

一般的な都市エネルギーシステムでは、さまざまなエネルギーサービスが提供される。エネルギーサービスの提供にはサービスに対応するエンドユース機器が用いられ、その稼働にはシステム内外で製造される二次エネルギーが用いられる。都市エネルギーシステムにおけるエネルギーサービスの提供に起因する運用時の二酸化炭素は、主に、システム外で行われる〔ア〕、システム内で行われる〔イ〕において排出される。

- (i) 文章中の (ア)、(イ) に入る二酸化炭素が排出される主なエネルギー転換の過程を答えなさい。
- (ii) 建物の熱効率を向上することは冷暖房サービスに起因する二酸化炭素排出量の削減に貢献する。熱効率の向上がどのように二酸化炭素排出量を削減するか、その因果関係を説明しなさい。
- (iii) システム運用時の二酸化炭素排出量を削減する対策には、エネルギー消費量および二酸化炭素排出量の削減以外のベネフィットが得られるものがある。このような追加的なベネフィットを持つ具体的な対策や取り組みを 2 つ挙げ、どのようなベネフィットが得られるか、因果関係を含めて簡潔に説明しなさい。
- (iv) 都市エネルギーシステムにおいて電力需要を平準化することは、電力供給側の発電コストを削減し、その結果として電力需要家の電力料金を低減することに貢献する。電力需要の平準化が発電コスト削減に寄与する因果関係を簡潔に説明しなさい。なお、電力需要の平準化が発電設備の容量、稼動状況に及ぼす影響を解答に含めること。
- (v) デマンドレスポンスとはどのようなしくみか簡潔に説明しなさい。

(b) 次の問に答えなさい。

- (i) 温度  $36^{\circ}\text{C}$  の外気、 $26^{\circ}\text{C}$  の室内空気を熱源として逆カルノーサイクルを動作させ、室内を冷房するものとする。サイクルの成績係数 (COP) を求めなさい。
- (ii) 市販されているエアコンの COP は同じ熱源を用いた逆カルノーサイクルの 5 分の 1 程度となる。この理由を簡潔に説明しなさい。

(c) 温度  $T_0$  [K] の環境に温度  $T_H$  [K] の熱源があるものとする (ただし、 $T_H > T_0$ )。次の問に答えなさい。

- (i) 熱源から  $Q$  [J] の熱を取り出したとき、熱源のエクセルギー  $E$  [J] を求めなさい。
- (ii) 熱量  $Q$  [J] を使用して仕事  $L$  [J] を発生させた。この時のエクセルギー効率を答えなさい。

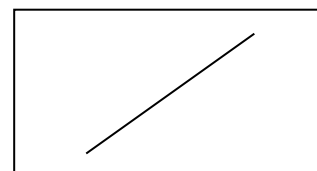
以下に記入すること

(6)

(a) 解答欄

(i) (ア)		(イ)	
(ii)			
(iii)			
具体的な対策・取り組み		追加的ベネフィット	

【裏面につづく】



---

以下に記入すること

---

(a) 解答欄 続き

(iv)

(v)

---

以下に記入すること

---

(b) 解答欄

(i)

(ii)

(c) 解答欄

(i)

(ii)



環境工学	受験 番号	
------	----------	--

(7) 環境システムに関する以下の問に答えなさい。

障害調整生存年数 (DALY) を評価指標とした、温室効果ガスの排出量に対するヒト健康被害係数  $\text{Damage factor}_{i,j}$  (year-DALY/kg-CO<sub>2</sub> equivalent) は、以下に示す式で定式化される。

$$\text{Damage factor}_{i,j} = \frac{\Delta \text{Temperature}}{\Delta \text{Emission}_i \times \text{GWP}_i} \times \frac{\Delta \text{Relative risk}_j}{\Delta \text{Temperature}} \times \text{Incident}_j \times \text{Population} \times \text{DALY}_j$$

ここで、

$\Delta \text{Emission}_i$ : 温室効果ガス  $i$  の排出量の変化量 (kg) 、

$\text{GWP}_i$ : 温室効果ガス  $i$  の地球温暖化係数 (kg-CO<sub>2</sub> equivalent/kg) 、

$\Delta \text{Temperature}$ : CO<sub>2</sub> 1 kg の追加的排出量あたりの世界平均気温上昇量 (°C/kg-CO<sub>2</sub> equivalent) 、

$\Delta \text{Relative risk}_j$ : 世界平均気温 1 °C 上昇量あたりの健康被害  $j$  に対する相対リスクの増加率 (1/°C) 、

$\text{Incident}_j$ : 健康被害  $j$  のベースでの発生率 (incident/person) 、

$\text{Population}$ : 人口 (person) 、

$\text{DALY}_j$ : 健康被害  $j$  に対する 1 件あたりの健康被害量 (year-DALY/incident) 、

$i$ : 温室効果ガス (CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 等) 、

$j$ : 健康被害 (栄養失調、下痢症、熱中症による心血管疾患、津波・洪水に伴う水死、マラリア) 。

(a) 温室効果ガスの特性化 (地球温暖化への相対的な寄与度の重み付け) には地球温暖化係数が用いられる。地球温暖化係数の作成方法を説明しなさい。

(b) 健康被害として栄養失調を取り上げ、疫学における指標の 1 つである相対リスクの求め方を以下に示す因果関係のクロス表を用いて説明しなさい。

表：ある集団に対する因果関係のクロス表

—	栄養失調が 発生する人数	栄養失調が 発生しない人数	合計
リスク因子による生活環境の変化：あり	$a$	$b$	$a + b$
リスク因子による生活環境の変化：なし	$c$	$d$	$c + d$
合計	$a + c$	$b + d$	—

- (c) 健康被害量を指す DALY (year-DALY/incident) の求め方を、以下の『 』内に記載した用語をすべて用いて説明しなさい。

『損失生存年数 (YLL)、障害共存年数 (YLD)、障害の重篤度』

- (d) 項  $\frac{\Delta \text{Relative risk}_j}{\Delta \text{Temperature}}$  の値を低下させる対策は気候変動への適応策と呼ばれる。地球温暖化が原因となって増大する健康被害を、健康被害  $j$  より 1 つ取り上げ、その低減に有効と考えられる適応策を説明しなさい。

---

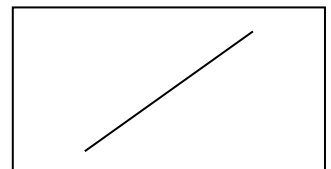
以下に記入すること

---

(7)

(a)

【裏面につづく】



---

以下に記入すること

(b)

--

(c)

--

---

以下に記入すること

(d)

取り上げる健康被害  $j$  :

有効と考えられる適応策 :