広島大学大学院先進理工系科学研究科
博士課程前期入学試験

Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
Entrance Examination

一般選抜（2026 年 8 月実施）

General Selection (August 2026)

解答又は解答例等
及び
出題の意図

Answers or Model Answers / Intent of the Questions

解答の公表に当たって，一義的な解答が示せない記述式の問題等については，「出題の意図又は複数の若しくは標準的な解答例等」を公表することとしています。

また，記述式以外の問題についても，標準的な解答例として正答の一つを示している場合があります。

In publishing answers, "the intent of the questions or multiple or standard examples of answers" are published for essay-type questions for which no univocal answer can be given.

In addition, one of the correct answers may also be given as an example of a standard answer for questions other than the essay-type.

解答用紙（Answer Sheet）

試験科目名 Subject	受験番号 Examinee's number
地域・都市計画 Regional & Urban Planning	M

＜注意事項＞
全てのページに科目名，受験番号を記入すること。

＜Notice＞
Write the subject and examinee's number in each sheet.

※選択問題については，選択した問題番号を記入してください。
In case of elective questions, write the selected question number.

1.1 To assess whether applicants understand the advantages and challenges of renewable energy and can discuss pathways toward carbon neutrality from an urban planning perspective.

1.2 To assess whether applicants understand policies that cities can adopt to promote EVs and can discuss their feasibility, citizens' responses, and changes in policy effectiveness over time.

2.1 To assess whether applicants can discuss how renewable energy shares and electricity prices affect household contract choices and adoption rates.

2.2 To assess whether applicants understand how smart-meter information may influence household energy-use behavior and the factors that cause differences across households.

3.1 To assess whether applicants understand the advantages and disadvantages of citizen participation and can discuss how citizens may contribute to urban planning.

3.2 To assess whether applicants can apply the concept of citizen participation to their own research topic or an urban planning problem, including when and how citizens should be involved and what benefits are expected.

問 1 の解答例　／　Model answer to Question 1

[Notation] u_f: free-flow speed (km/h); k_j: jam density (veh/km); q_c: capacity of the lane (veh/h); s: saturation flow rate at the stop line (= q_c, veh/h); k_c: critical density (veh/km); w: backward wave speed on the congested branch (km/h); C: cycle length (s); g: effective green (s); r: effective red (s); q_1: arrival flow (veh/h); k_1: density of the approaching traffic (veh/km); c: capacity of the approach (veh/h); u_{stop} / u_{start}: speed of the stopping / starting wave (km/h; negative = upstream); L_r: queue length at the end of red (m); t time measured from the onset of green (s); L_{max}: maximum extent of the queue from the stop line (m).

(1)

$k_c = q_c / u_f = 1{,}800 / 60 = 30$ veh/km,　$w = q_c / (k_j - k_c) = 1{,}800 / (150 - 30) = 15$ km/h

自由流側の傾き u_f は、交通状態の小さな変化（擾乱）が下流へ伝わる速度を表す。自由流では、この速度は車両の走行速度 u_f と一致する。一方、渋滞流側の傾き $-w$ は、擾乱が渋滞列の中を上流へ伝わる速度を表す。したがって、渋滞中の車両は下流へ走行していても、渋滞の影響は上流へ伝播する。

The slope of the free-flow branch, u_f, is the speed at which a small change in the traffic state — a disturbance — travels downstream, and in free flow this wave speed coincides with the speed of the vehicles themselves. The slope of the congested branch, $-w$, is the speed at which a disturbance travels upstream through the queue. Vehicles in a queue therefore continue to move downstream while the effect of the congestion propagates upstream.

(2)

$c = s \cdot g / C = 1{,}800 \times 54 / 90 = 1{,}080$ veh/h,　$q_1 / c = 900 / 1{,}080 = 0.833$

需要率が 1 を下回るため、1 サイクル当たりの到着交通量は、そのサイクルの青時間中に処理可能な交通量より小さい。したがって、赤信号中に形成された行列は青時間中にすべて処理され、次のサイクルまで持ち越されない。

Since the degree of saturation is less than 1, the number of vehicles arriving during each signal cycle is smaller than the number of vehicles that can be served during the green phase. Therefore, the queue formed during the red phase is fully discharged during the green phase and does not carry over to the next cycle.

(3)

$r = C - g = 36$ s $= 0.01$ h,　$k_1 = q_1 / u_f = 900 / 60 = 15$ veh/km

$u_{stop} = (0 - q_1) / (k_j - k_1) = -900 / 135 = -6.67$ km/h

$L_r = |u_{stop}| \cdot r = 6.67 \times 0.01 = 0.0667$ km $= 66.7$ m,　$k_j L_r = 150 \times 0.0667 = 10.0$ veh

停止波は基本図上で接近状態 (k_1, q_1) と停止状態 (k_j, 0) を結ぶ弦の傾きであり、符号が負なので上流へ伝播する。赤時間中に到着するのは $q_1 r = 9$ 台で、差の 1 台は赤開始時にすでにこの 66.7 m の区間内を走っていた車である。

The stopping wave is the chord joining the approaching state and the jam state; its negative sign means it travels upstream. Only 9 vehicles arrive during the red, and the extra vehicle was already inside the 66.7 m stretch when the red began.

(4)

(i)　$u_{start} = (q_c - 0) / (k_c - k_j) = 1{,}800 / (30 - 150) = -15$ km/h　(= $-w$, 上流向き)

(ii)　$w t = |u_{stop}| (r + t)$　→　$t = |u_{stop}| r / (w - |u_{stop}|) = 0.0667 / 8.33 = 0.008$ h $= 28.8$ s

(iii)　$L_{max} = w t = 15 \times 0.008 = 0.120$ km $= 120$ m

青開始後も行列の末尾は 6.67 km/h で上流へ伸び、発進波は 15 km/h でこれを追う。両者が出会う時刻が (ii)、その位置が (iii) である。28.8 s < g = 54 s なので、最後尾の車は青時間内に動き出す。

After the onset of green the tail of the queue keeps moving upstream at 6.67 km/h while the starting wave catches it at 15 km/h; they meet at 28.8 s, which is within the green (g = 54 s).

(5)

L_{max} = 120 m > 100 m　→　行列は上流交差点に達する／the queue reaches the upstream intersection

行列が上流の停止線を塞ぐため、この流入路とは関係のない交通も自分の青時間に流出できなくなる。上流交差点の青時間が無駄になり、破綻がさらに上流へ伝播する。信号交差点の最小間隔が滞留長で制約されるのはこのためであり、対策としては系統制御（オフセット）の調整、サイクル長の短縮、滞留長の確保などが考えられる。

The queue blocks the upstream stop line, so traffic not destined for this approach cannot discharge during its own green; the upstream green is wasted and the breakdown propagates further upstream. This is why the minimum spacing between signalized intersections is governed by the storage length. Remedies include adjusting the offset, shortening the cycle, and providing more storage.

問 2 の解答例　／　Model answer to Question 2　（単位：億円／unit: 100 million JPY）

[Notation] r: social discount rate; n: number of years; $a(r, n)$: annuity factor $= \Sigma\,(1 + r)^{-t}$ for $t = 1, \ldots, n$; PV(B) : present value of benefits; PV(C) : present value of costs (= 1,000, incurred at $t = 0$); NPV = PV(B) − PV(C) : net present value; BCR = PV(B) / PV(C) : benefit–cost ratio.

(1)　$r = 4\,\%$

事業 X／Project X : $150 \times 17.292 = 2{,}593.8$　→　NPV = 2,593.8 − 1,000 = +1,593.8,　BCR = 2.59

事業 Y／Project Y : $50 \times 8.111 + 220 \times (17.292 - 8.111) = 405.6 + 2{,}019.8 = 2{,}425.4$　→　NPV = +1,425.4,　BCR = 2.43

いずれも NPV > 0、BCR > 1 で実施に値するが、両指標とも高い事業 X を採択する。

Both projects are worthwhile, but Project X is selected, since it has the higher NPV and the higher BCR.

(2)　$r = 2\,\%$

事業 X／Project X : $150 \times 22.396 = 3{,}359.4$　→　NPV = +2,359.4,　BCR = 3.36

事業 Y／Project Y : $50 \times 8.983 + 220 \times (22.396 - 8.983) = 449.2 + 2{,}950.9 = 3{,}400.1$　→　NPV = +2,400.1,　BCR = 3.40

今度は事業 Y を採択する。事業 Y の便益は 11〜30 年に集中し、事業 X の便益は 30 年間に均等に分布している。割引は遠い将来の便益ほど強く圧縮する（25 年後の便益は 4 % では額面の 0.375、2 % では 0.610 の価値になる）。したがって割引率を下げると、後ろに寄った事業 Y の便益の現在価値が事業 X よりも大きく上昇し、順位が逆転する。

Project Y is now selected. Y's benefits are concentrated in years 11–30 while X's are spread evenly, and discounting compresses distant benefits far more strongly. Lowering the rate therefore raises the present value of Y's later stream much more than X's, and the ranking reverses.

(3)

逓減割引率は、遠い将来ほど低い割引率を適用することで、長期的な便益・費用の現在価値が過度に小さくなることを避ける考え方である。その主な根拠には、①将来の割引率や経済成長率に持続的な不確実性がある場合、期待割引係数から導かれる確実性等価割引率が時間とともに低下しうるという経済学的根拠と、②遠い将来の世代の厚生に極端に小さなウェイトを与えることを避けるという世代間公平の規範的根拠がある。したがって、一定割引率を用いる場合と比較すると、便益が遠い将来に集中する事業 Y の評価は相対的に高くなる。

A declining discount rate applies lower discount rates to benefits and costs that occur further in the future, so that their present values do not become excessively small. There are two main rationales for this approach. First, when future discount rates or economic growth rates are persistently uncertain, the certainty-equivalent discount rate implied by expected discount factors may decline over time. Second, from the perspective of intergenerational equity, a declining discount rate avoids placing extremely small weights on the welfare of generations in the distant future. Therefore, compared with the use of a constant discount rate, a declining discount rate tends to increase the relative attractiveness of Project Y, whose benefits are concentrated in the later years of the evaluation period.

(4)

十分でない理由：(i) 分配が見えない。補償原理は「利得者が損失者を補償しうる」ことを求めるだけで実際の補償を要求しないため、便益を一つの貨幣指標に合計する過程で、誰が得をし誰が損をするかが消える。(ii) 貨幣換算が困難な影響が落ちる。景観、生態系、地域の分断、文化的価値などは貨幣化しにくく、集計に入らなければ事実上ゼロと評価される。(iii) 前提に敏感である。割引率、需要予測、時間価値がわずかに違うだけで結論が変わりうる。

併せて考慮すべき点：分配効果を集団別・地域別に併記すること、貨幣化できない影響を別の指標で示すこと（多基準評価）、割引率と需要予測の感度分析と前提の明示、住民参加や合意形成の手続き、最低限確保すべきアクセシビリティなどの制約条件。費用便益分析は意思決定を規律づける道具であって、意思決定そのものではない。

Why it is not sufficient: (i) the distribution of gains and losses disappears when benefits are summed; (ii) impacts that are hard to monetize — landscape, ecosystems, community severance, cultural value — are effectively valued at zero if omitted; (iii) the result is sensitive to assumptions such as the discount rate. Alongside it one should report distributional effects by group and area, show non-monetized impacts through separate indicators (multi-criteria assessment), carry out sensitivity analysis with the assumptions stated, and provide for public participation and minimum accessibility standards. Cost–benefit analysis disciplines a decision; it is not the decision itself.

問 3 の解答例　／　Model answer to Question 3

[Notation] x: traffic flow on the road (veh/h); $t(x)$: travel time of a trip at flow x, i.e. the private marginal cost; dt/dx: marginal increase in that travel time; x^*: flow at the social optimum; τ: optimal congestion charge; MC: marginal cost.

(1)

混雑した道路に 1 台加わると、その道路を走る他のすべての車の所要時間がわずかに延びる。この遅れは実在の費用であるが、それを引き起こした運転者は負担せず、その運転者が支払うどの価格にも反映されない。したがってこれは外部費用であり、道路混雑は外部性である。

私的限界費用／private MC $= t(x)$　　社会的限界費用／social MC $= t(x) + x \cdot dt/dx$

私的限界費用は運転者自身が知覚し負担する費用（燃料・車両費・自分の所要時間）である。社会的限界費用はこれに他の利用者へ課す遅れを加えたもので、第 2 項が混雑外部性である。混雑していなければ $dt/dx = 0$ で両者は一致し、混雑すると社会的限界費用が私的費用を上回り、交通量が容量に近づくほど差は急激に広がる。

The private marginal cost is what the driver perceives and bears; the social marginal cost adds the delay imposed on all other users, the second term being the congestion externality. On an uncongested road the two coincide; on a congested road the gap widens sharply as the flow approaches capacity.

(2)

$\tau = x^* \cdot (dt/dx)$　（最適交通量 x^* で評価した限界外部費用。時間価値で貨幣に換算する）

この料金を課すと、運転者が知覚する費用（自分の所要時間＋料金）がちょうど社会的限界費用に一致する。各運転者は依然として自分の一般化費用だけを見て利己的に選択するが、その選択は他者に与える害を織り込んだものになる。したがって利己的行動から現れる均衡がシステム最適と一致する。

Once this charge is levied, the cost the driver perceives — own travel time plus the charge — is exactly the social marginal cost. Each driver still chooses selfishly, but now accounts for the harm done to others, so the equilibrium coincides with the system optimum.

(3)

例：課金収入の使途をあらかじめ定め、地域の公共交通の増便、自転車インフラの整備、地域住民への還付などに充てる（収入の目的税化と地域への還元）。理由：混雑課金は、利用者にとっては直接的な負担増として認識されやすい一方、課金による便益は必ずしも目に見えやすいとは限らない。とくに、最適な混雑課金を導入しても混雑そのものが完全になくなるわけではないため、利用者が改善効果を実感しにくい可能性がある。そこで、課金収入を公共交通の改善など目に見える形で地域に還元し、負担と便益の対応関係を明確にすることで、課金に対する受容性を高めることができる。（他の解答例：課金導入前に代替となる公共交通を整備する、時間帯別課金とする、試行期間を設けた上で住民投票を行う、影響の大きい層に減免措置を設ける、など。）

Example: Earmark the revenues from congestion pricing and use them for visible local benefits, such as increasing public transport services, improving cycling infrastructure, or providing rebates to local residents. Reason: Congestion pricing is often seen as a direct increase in travel costs, while its benefits are less visible. Even an optimal charge does not eliminate congestion, so the improvement may be difficult to perceive. Returning revenues to the local community through visible benefits, such as better public transport, makes the link between costs and benefits clearer and can increase public acceptance. (Other measures include providing public transport alternatives before charging, time-of-day pricing, trial periods followed by a public vote, and exemptions or discounts for disproportionately affected groups)

(4)

次善（second-best）の混雑料金とは、第一善（first-best）の混雑料金を実現するための条件が満たされない場合に、現実の制約の下で社会厚生を最大化するように設定される料金をいう。例えば、すべての道路に課金できない、利用者の時間価値が異なる、公共交通の容量や料金が最適でない、料金収入を歪みなく還元できない、といった制約がある場合である。このような状況では、最適な料金は必ずしも限界外部費用と一致しない。制度設計では、例えば次の点を考慮する必要がある。(i) 非課金の並行経路への迂回：課金によって他の道路に混雑が移る可能性があるため、ネットワーク全体への影響を考慮して料金を設定する必要がある。(ii) 代替交通手段の容量：公共交通などの代替手段が十分でなければ、課金による行動調整が制約される。(iii) 利用者の異質性と分配：所得や時間価値の違いによって負担や便益が異なる。(iv) 料金収入の使途、(v) 徴収・執行費用、などである。したがって、次善の混雑料金による効率改善は第一善の場合より小さくなる可能性がある。しかし、迂回や徴収費用なども含めた社会的便益が社会的費用を上回るのであれば導入する意義がある。

Second-best congestion pricing refers to the optimal charge under constraints that prevent first-best pricing from being implemented. Such constraints may include the inability to toll all roads, heterogeneous users, limited public transport capacity, or constraints on the use of toll revenues. Under these conditions, the optimal toll need not equal the marginal external cost.

The design should take account of diversion to untolled routes, the capacity of alternative modes, user heterogeneity and distributional effects, the use of toll revenues, and collection and enforcement costs. The resulting efficiency gain may be smaller than under first-best pricing, but the scheme can still be worthwhile if its overall social benefits exceed its social costs.

問 4 の解答例　／　Model answer to Question 4

(1)

計画・分析を目的として収集されるデータは、分析者が標本・設問・変数を設計して集めるもので、初めから目的や属性という意味を備えている。例：パーソントリップ調査（1 日の全トリップの起終点・出発到着時刻・目的・交通手段と、世帯および個人の属性が記録される）、SP 調査（分析者が属性と水準を設定した仮想的な選択肢に対する選択が記録される）。

パッシブデータは、サービスの運用や日常の活動の副産物として蓄積されるもので、分析のために集められたのではない。例：交通系 IC カードの利用履歴（カード ID、日時、系統 ID、停留所 ID、乗降フラグ）、携帯電話の位置情報（多数の端末について、時刻を伴う位置または基地局エリアの系列）。

Designed data are collected by the analyst, who chooses the sample, the questions and the variables, so purpose and attributes are present from the outset. Passive data accumulate as a by-product of operating a service, and record only what that service happens to log.

(2)

直接得られるのは「どこで・いつ」、すなわち位置、時刻、経路、速度である。直接は得られないのは「なぜ・どうやって・誰が」、すなわちトリップ目的、交通手段、個人や世帯の属性である。

GPS 軌跡からの推定：トリップ目的は、滞在地点の土地利用や POI、滞在時間、到着時刻と曜日、分かっている個人属性から推定する。交通手段は、軌跡の速度・加速度の波形、移動距離と所要時間、および道路網・鉄道線形・バス路線といった情報との照合から推定する。複数の情報源を組み合わせると精度が上がる。

直接尋ねた情報との違い：推定された属性は観測ではなくモデルの出力であり、標本誤差でも測定誤差でもない推論誤差を伴う。しかも誤りは系統的で集計しても相殺されないため、直接調査した値と同一視してはならない。

Passive data give where and when, but not why, how or who. Purpose is inferred from land use and POIs at the stay location, stay duration and time of day; mode from speed and acceleration profiles and GIS layers. An inferred attribute carries an inference error that is systematic and does not cancel on aggregation, so it must not be treated as if surveyed.

(3)

理由：パッシブデータは特定のサービスや機器の利用者だけを記録するため、母集団の一部が系統的に欠落することがある。例えば、交通系 IC カードデータは現金で支払う乗客や公共交通を利用しない人を、携帯電話の位置情報は他社の契約者やスマートフォンを持たない人を、ETC 2.0 データは対応車載器を搭載していない車両を記録しない。このような欠落は、観測数を増やしても解消されないカバレッジ誤差であり、データに含まれる人々の属性や交通行動が母集団と異なれば、代表性の問題が生じる。

分析結果への影響：欠落している層の交通行動が過小評価されるため、総交通量、OD パターン、交通手段分担率、施策効果などの推計が偏る可能性がある。したがって、拡大係数の設定、既知の人口構成に合わせた重みづけ、断面交通量や他の統計との照合などにより、カバレッジと代表性の偏りを確認・補正することが重要である。

Passive data often cover only users of particular services or devices, so some groups are systematically excluded. For example, smart-card data miss cash users, mobile phone data may miss users of other providers or people without smartphones, and ETC 2.0 data miss vehicles without compatible units. Increasing the sample size does not remove this coverage bias. As a result, travel demand, OD patterns, mode shares, and policy impacts may be biased. These problems should therefore be checked and corrected using weighting, expansion factors, and comparison with independent data such as traffic counts.

(4)

満たすべき条件（一例）：(i) 利用目的を分析の前に公表し、法令または公表された方針で限定する。(ii) 問いに答えられる最も粗い時空間解像度で集計し、報告するセルに最小件数の閾値を課す。個人の軌跡そのものは原則として用いない。(iii) 再識別の禁止を契約と法令で担保し、個人単位のデータを公開しない（軌跡はごく少数の点でも個人を特定しうるため、匿名化だけでは不十分である）。(iv) 保存期限、監査証跡、独立した監督、本人が異議を申し立てる経路を設ける。(v) 分析結果を公表し、データを提供した人々に便益を還元する。

理由：利用規約への同意は、計画研究の対象になることへの同意とは言えない。他方で、データを使わないことも中立ではない。10 年に 1 度の 1 日の標本に頼り続ければ、交通行動が不規則な人ほど計画から見えなくなり、その人々が不利益を負う。二つの害のトレードオフとして扱うべきである。

Conditions: state and legally limit the purpose in advance; minimize and aggregate, with a minimum count per reported cell and no use of individual trajectories; prohibit re-identification, since de-identification alone is not enough; set retention limits, audit trails, independent oversight and a route to object; and publish the results. Consent to a terms-of-service is not consent to being studied — but refusing to use the data is not neutral either, since a one-day sample taken once a decade leaves the most irregular travelers invisible. It is a trade-off between two harms.

解答用紙（Answer Sheet）

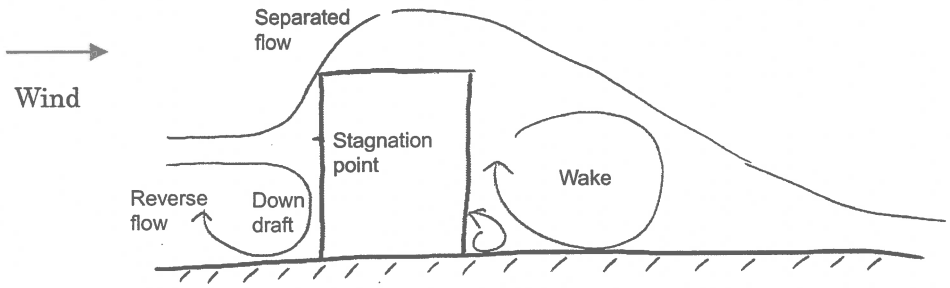
試験科目名 Subject	受験番号 Examinee's number
建築・都市環境学 Building and Urban Environmental Science	M

問題１

（１） 下図のとおり，立面に大きな起伏がなければ，風は，立面に生じるよどみ点を中心に放射線状に流れる。すなわち，断面で見ると，よどみ点上部では風は上端に向けて流れ，下部では下降流となり，地表面付近では小さな逆流が生じる。風下側ではより大きな循環流が生じ，図のような後流 Wake となる。地表面付近では，さらに逆の小さな循環流が生じることもある。

（２） 下図のような平坦な立面であれば，よどみ点は，概ね上端から高さ 1/3 程度の位置にある。よどみ点では，大きな正圧となる一方，風速は風上側立面において最小となる。

（３） 風上側立面は正圧で，上述のとおり，よどみ点で最大となり，建物端部に行くにつれ減少する。建物側面は剥離流の影響によって，平坦であれば負圧となる。建物上部の屋根面の圧力分布は屋根の勾配等の影響を大きく受けるが，図のような平屋根の場合には，比較的大きな負圧となる。風下側の建物立面は Wake によって負圧となる。



問題２

（１） 接触冷却とは，冷源となる物体と人体の皮膚表面を直接接触させることで，熱伝導によって人体を冷却することをいう。

（２） 例えば，近年では，潜熱蓄冷材（PCM）などを用いた襟巻状の冷却装置が市販されているが，これは接触冷却の一例といえる。建築スケールでは，例えば，同じく PCM などを用いて床スラブに蓄冷し足の裏との接触によって人体を冷却するなどの方法が考えられる。

（３） 最適化においては，熱的快適性を満足させる最適温度（表面温度）を求める必要がある。被験者実験や人体熱モデルなどを用いたシミュレーションによって検討することが望ましい。接触の方法にもよるが，部分的な接触によるものであれば，人体の熱的快適性には，室温などの周辺環境による影響が大きい。このため，表面温度の最適温度を求める場合には，異なる周辺環境条件で検討する必要がある。また，接触冷感には個人差が大きいとの報告がある。実際に建築に適用する場合には，十分な留意が必要である。また，表面・内部結露への対策が必要となることが多い。

問題３

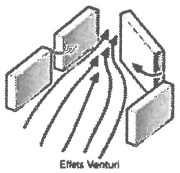
（１） Figure 1 のとおり，温熱適応行動は，大きく，意識的な行動と生理的で無意識な行動とに大きく分類できる。無意識な行動とは，例えば，寒冷時のふるえであったり，血流の調整であったり，あるいは発汗といった生理的反応である。これらは，末梢神経に至ったのち，再び中枢神経系（CNS）に返り意識下におかれる。一方の意識的な行動は，姿勢や着衣や周辺環境のコントロールを行うことで，周辺環境に対し熱的に適応しようとするものである。

（２） 一般に，寒いと感じた時には，人体の末梢部の血流は抑えられ放熱が減少する。逆に，暑いと感じた時には，同部分の血流は促進され，放熱が増大する。これによって，人間の熱的快適性に大きく影響を与える。

（３） 例えば，職場で制服が指定されている場合には，社会的要因によって温熱適応行動が制御される。個人的な好みに拘わらず，職場の空調の設定温度が定まっている場合も同様である。一方，アジアの多くの地域では，伝統的に床座を好む文化がある。直接的な床との接触によって人体を温めたり，あるいは冷却したりすることが文化として根付いているが，これも文化的背景として，個人の温熱適応行動に影響を及ぼす。

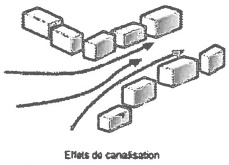
問題４

（１） 上図のとおり，風が通る流路の断面面積が急に小さくなると風速は増加する。これを縮流と呼ぶ。下図のように，流路の断面が長く一定の場合に，風は強く流れる，これをチャンネル効果と呼ぶ。



（２） グロス建蔽率が一定の場合，一般に，歩行者レベルの平均風速は，戸建て住宅地よりも中高層集住宅地の方が高い。これは，建物がまとまった集合住宅地の方が，オープンスペースがまとまり，連続するため，地表面粗度が減じ，上述のようなチャンネル効果も起こりやすく，地区全体の風通しが向上するためと考えられる。

（３） 一般に，地区内の建物高さのばらつきが大きくなると，歩行者レベルの平均風速は増加する。これは，上述のとおり，集合化によって，地表面付近の風通しが良くなることも要因となり得るが，さらに重要な要因は，低層建物の中に中高層建物が混在することによって，よどみ点以下の下降流（より風速の高い上空風）がより多く地表面に到達することになり，風速増加をもたらすという点である。



問題５

（１） 対象都市や国の経済状況や開発レベルにもよるが，一般には，世帯収入や世帯数などの社会経済要因や住宅の大きさや形式などの物理要因，家電の所有台数などが主要な影響要因となる。

（２） インドネシアの公共集合住宅は，一般に低コストで主に低所得者層が居住する。一方の民間集合住宅は，中所得者層から高所得者層までが幅広く分布する。Figure 2 に示されるとおり，両グループ間の違いは下記の通りである。

a. 公共集合住宅の場合には，社会的属性が行動を介して世帯エネルギー消費量に影響を与えているのに対して，民間集合住宅の場合には，社会的属性が行動を介して影響するだけでなく，直接的に世帯エネルギー消費量に影響を与えている。
b. 民間集合住宅の場合には，居住者の嗜好が世帯エネルギー消費量に直接影響を与えているが，公共集合住宅の場合には，その影響が小さい。

上記の違いが生じた背景に世帯収入の差が挙げられる。この世帯収入の差によって，両グループでは，エアコンを始めとした家電の保有率が大きく異なる。この結果，特に世帯収入の増加に伴い家電の種類や台数が増え，その結果として，民間集合住宅の場合には，社会的属性が世帯エネルギー消費量に直接的に影響を与えたものと推察される。また，収入増加に伴い家電を始めとした物品購入の選択肢が増大した結果，快適性を求めた嗜好品が多くなり，結果として，直接的に世帯エネルギー消費量に影響したものと推察される。

【出題の意図】

問題１
- 建物周辺の気流に関する基礎が理解されているかどうかを評価する。

問題２
- 人体の熱平衡とさらに熱伝導を応用する思考力を持っているかを評価する。

問題３
- 温熱適応行動の基礎的メカニズムが理解されているかを評価する。

問題４
- 建物群となった場合の気流性状，すなわち，市街地の風通しに関する基礎が理解されているかを評価する。

問題５
- 世帯エネルギー消費構造の基本が理解されているかどうかを評価する。

解答用紙（Answer Sheet）

試験科目名 Subject	受験番号 Examinee's number
エネルギー技術論 Energy Science and Technology	M

＜注意事項＞
全てのページに科目名，受験番号を記入すること。

＜Notice＞
Write the subject and examinee's number in each sheet.

※選択問題については，選択した問題番号を記入してください。
In case of elective questions, write the selected question number.

問題「1」

1）海洋温度差発電：海洋において温かい表層水と海洋を循環する深層海水との温度差（約 20 度以上）をタービン発電機により電力に変換する、海洋再生可能エネルギーによる発電のひとつ。低い温度域を利用するため、タービンを回す作動流体として、沸点の低い媒体（アンモニアや代替フロン）を用いる。

2）潮流発電：潮の満ち引きによって起こる海水の水平方向の流れ（潮流）の運動エネルギーを利用して水中タービンを回し、電気を作る発電方式。天候に左右されず発電量を正確に予測できる海洋再生可能エネルギーの一つであり、離島などの電源としても期待できる。一方、設置できる場所（潮流の速い海域）が限られる、海洋生態系への影響が懸念される、海水によるサビや汚れで維持費が高くなるなどの、短所もある。

3）洋上風力発電：海の上に巨大な風車を建てて風の運動エネルギーを利用して電気を作る発電方式。陸上に比べて強く安定した風が得られるメリットがある。

4）塩分濃度差発電：海水と淡水（真水）の塩分濃度の違いから生まれるエネルギーを利用して発電する方式。海水と淡水を特殊な半透膜で仕切ると、浸透現象から海水側へ流れ込んで膨れ上がった強い水圧（浸透圧）を利用してタービンを回し電力を生産する方法。

問題「2」

1） 振動水柱型波力発電：波の上下運動によって発生する空気の流れでタービンを回して電気を作る発電方式。一般に、空気の吸い込み・吹き出しのどちらの向きでも同じ方向に回り続ける特殊なウェルズ・タービンを利用することが多い。

2） 可動型波力発電：波によって装置そのものが上下・左右に揺れる動きを直接利用して電気を作る発電方式。振動水柱型大きく 2 つに分類される。①ポイントアブソーバー式：海面に浮かぶブイ（ピストン式、内部の重り式など）が波で上下に揺れる動きを利用するタイプ。②アッテネーター式：細長い複数の浮体を関節でつなぎ、波に合わせて関節部分がクネクネと曲がる運動で油圧ポンプを動かし発電する方式。③振動フラップ式：波の進行方向に対して垂直に装置を設置し、押し寄せる波の力で大きなフラップ（板）を団扇（うちわ）のように前後に揺らして、その根元の油圧システムで発電す

解答用紙（Answer Sheet）

試験科目名 Subject	受験番号 Examinee's number
エネルギー技術論 Energy Science and Technology	M

る方式。

3） 越流型波力発電： 押し寄せる波が傾斜面（ランプレベル）を駆け上がって越流する現象を利用し、構造物内の貯留槽（遊水池）に海水を溜めて低落差水車タービンを回す波力発電手法。原理としては「波の運動エネルギー・位置エネルギーを一端貯留槽の水位差（位置エネルギー）に変換して落差発電を行う」という面では小水力発電に近いメカニズムである。

問題「3」

西太平洋のサンゴ礁島における持続可能な電力供給戦略として、以下の海洋再生可能エネルギー発電技術を組み合わせ、単一の発電方式に依存しない持続可能な電力供給システムを構築する。

① 海面表層と深層における海水の温度差が常に 20 度以上であることから、海洋温度差発電を応用して発電できれば、天候や昼夜に左右されず 24 時間 365 日いつでも安定して発電できる究極のクリーンな「ベースロード電源」として利用可能と考える。

② 貿易風による海洋の表層に形成される強い流れを利用した、潮流（海流・流れ）発電も可能である。

③ 波浪条件を考えると強い風による波浪を利用した波力発電で電力生産が可能である。さらに、常に強い貿易風が吹く状況なので、洋上風力発電が可能である。

④ サンゴ礁で代表される沿岸生態系への影響を考えた場合は、設置水深が限られる固定式洋上風力発電（水深約 50m 以下）より、サンゴ礁群から離れた比較的深い水深（約 100-200m）で設置・発電できる浮体式洋上風力発電、比較的水深が深い沖合でも適用可能なポイントアブソーバー式が適している。

[出題の意図]

エネルギー技術論では、エネルギーの転換課程、様々な再生可能エネルギーに関する物理的概念とメカニズムを学ぶ。その中で海洋再生可能エネルギーに関する内容は日本を含む世界的に注目が高まっていることから、多様な海洋再生可能エネルギー原および関連発電技術のメカニズムを理解することはエネルギー技術論受講するうえで必須であり、かつエネルギー生産過程における CO2 削減への対応策として必要な背景知識であるため。