

2023年度 横浜市立大学 データサイエンス学部

特別選抜入学試験

【海外帰国生／国際バカロレア／科学オリンピック／外国人留学生／社会人】

総合問題

【注意事項】

1. 試験時間は90分である。
2. 試験開始の合図まで、この問題冊子を開いてはいけない。ただし、表紙はあらかじめよく読んでおくこと。
3. 問題の印刷は1ページから8ページまでである。
4. 解答用紙は2枚である。
5. 試験開始後、すべての解答用紙に受験番号と氏名を所定の欄に記入すること。
6. 問題冊子に落丁、乱丁、印刷不鮮明な箇所等があった場合および解答用紙が不足している場合は、手をあげて監督者に申し出ること。
7. 解答は必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。解答用紙の裏面に記入してはいけない。
8. 問題番号に対応した解答用紙に解答していない場合は、採点されない場合もあるので注意すること。
9. 問題冊子の中の白紙部分およびはさみこんである計算用紙は、計算・下書き等に使用してよい。
10. 解答用紙を切り離したり、持ち帰ってはいけない。
11. 試験終了まで退室を認めない。試験中の気分不快やトイレ等、やむを得ない場合には、手をあげて監督者を呼び、指示に従うこと。
12. 試験終了後は問題冊子を持ち帰ること（面接時に使用するため保管しておくこと）。

〔 I 〕 以下の設問に答えなさい。

- (1) 表 1 に、A 国における 2017 年から 2021 年までの人口と GDP（国内総生産：経済指標）の指数を示す。ここでの指数とは、各年の人口と GDP の値を、基準となる 2017 年のそれぞれの値で割ったものに 100 を掛けて得られた値である。2017 年の人口は 1.20 億人であり、2020 年の GDP は 540 兆円であった。

表 1：A 国における 2017 年から 2021 年までの人口と GDP の指数

年	2017	2018	2019	2020	2021
人口の指数	100	100	110	115	(a)
GDP の指数	100	106	112	120	(b)

- (ア) 2020 年の人口は何億人か小数第 2 位まで答えなさい。
- (イ) 2017 年の GDP は何兆円か整数で答えなさい。
- (ウ) 2017 年から 2021 年までの人口の平均は 1.32 億人であった。(a) に当てはまる人口の指数を答えなさい。また、その人口は何億人であったか小数第 2 位まで答えなさい。
- (エ) 2017 年から 2021 年までの GDP の合計は 2,520 兆円であった。(b) に当てはまる GDP の指数を答えなさい。また、その GDP は何兆円であったか整数で答えなさい。
- (オ) 2017 年の一人当たり GDP の金額と比較して、2021 年のそれは何倍になったか、小数第 3 位を四捨五入して小数第 2 位まで答えなさい。
- (2) 表 2 に、A 国におけるエネルギー消費量の指数とその内訳を示す。ここでの指数とは、各年のエネルギー消費量を、基準となる 2017 年のその量で割ったものに 100 を掛けて得られた値である。エネルギー消費量は化石燃料と非化石燃料に分けられる。なお、A 国における 2017 年のエネルギー消費量は 10,000PJ (1PJ=10¹⁵J) であった。

表 2：A 国におけるエネルギー消費量の指数とその内訳

年	2017	2018	2019	2020	2021
エネルギー消費量の指数	100	99	98	95	94
化石燃料の割合	91%	90%	88%	86%	84%
化石燃料の輸入割合	92%	93%	95%	94%	95%
GDP の指数	100	106	112	120	(b)

(ア) A国の非化石燃料のエネルギー消費量(PJ)について、次の記述(a)~(d)のうちから最も適当なものを一つ答えなさい。

- (a) 非化石燃料のエネルギー消費量は増加傾向にある。
- (b) 非化石燃料のエネルギー消費量は減少傾向にある。
- (c) 非化石燃料のエネルギー消費量は全く変化がない。
- (d) 表2に示された情報からだけでは分からない。

(イ) 2017年におけるA国の化石燃料の輸入量(PJ)を整数で答えなさい。

(ウ) 2017年から2021年までのA国のGDP当たりのエネルギー消費量(エネルギーの経済効率値:PJ/兆円)について、次の記述(e)~(i)のうちから最も適当なものを一つ答えなさい。A国のGDPの金額(兆円)は、表2のGDPの指数をもとに計算される金額を用いる。なお、2020年のGDPは540兆円であった。

- (e) A国のエネルギーの経済効率値は上昇しており、経済に対するエネルギー消費は効率的になっている。
- (f) A国のエネルギーの経済効率値は低下しており、経済に対するエネルギー消費は効率的になっている。
- (g) A国のエネルギーの経済効率値は全く変化していない。
- (h) A国のエネルギーの経済効率値は上昇しており、経済に対するエネルギー消費は非効率的になっている。
- (i) A国のエネルギーの経済効率値は低下しており、経済に対するエネルギー消費は非効率的になっている。

(エ) エネルギー消費量の増減は、その価格の高低に比例する。2022年から2024年までは前年比5%/年ずつエネルギー価格が上昇するが、2025年は前年比5%/年だけ価格が低下するとみられる。価格が1%上がるとエネルギー消費量は2%減少し、価格が1%下がるとエネルギー消費量は2%増加する。表2のように、2021年のエネルギー消費量の指数が94の場合、2025年の指数を、小数第1位を四捨五入して整数値で答えなさい。

(3) 非化石燃料のエネルギー消費を促進するため、A国では太陽光発電システムの普及を試みている。なお、太陽光発電システムの導入は各家庭1台に限られるものとする。

(ア) A国の2017年における太陽光発電システムの家庭への普及率は5%であった。太陽光発電システム1台当たりの年間発電量 E_p (kWh/年) は式①によって表すこととする。2017年におけるA国の人口は1.2億人であり、1家庭当たりの平均人数は2.5人であった。A国における2017年の太陽光発電システムによる年間発電量 (TWh) の合計を、小数第2位を四捨五入して小数第1位まで答えなさい。

$$E_p = H \times K \times P \times D \div L \quad \text{①}$$

ただし、 K は損失係数であり、式②によって計算される。

$$K = (1 - \alpha) \times (1 - \beta) \times (1 - \gamma) \quad \text{②}$$

H : 設置面の一日あたりの年平均日射量 = $4\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$,

P : システム容量 = 5kW , D : 年間日数 = 365 日, L : 標準状態の日射強度 = $1\text{kW}/\text{m}^2$,

α : 温度上昇による損失率 = 10% , β : パワーコンディショナによる損失率 = 10% ,

γ : 受光面の汚れなどの損失率 = 10% , $\text{TWh} = 10^9\text{kWh}$ である。

(イ) A国の2025年における太陽光発電システムの家庭への普及率は10%である。太陽光発電システム1台当たりの年間発電量 E_p (kWh/年) は式①によって表すこととする。2025年におけるA国の人口は1.62億人であり、1家庭当たりの平均人数は2.5人とする。また、一人当たりの年間電力消費量は $8,000\text{kWh}/(\text{人} \cdot \text{年})$ とする。A国における2025年の太陽光発電システムによる年間発電量の合計は、同国の全人口における年間電力消費量の合計の何%に相当するか、小数第2位を四捨五入して小数第1位まで答えなさい。

(ウ) 太陽光発電システムの普及を進めるため、発電した電力を電力会社に売る(売電する)ことができるようにした。ここでは、すべて太陽光発電システム1台当たりを想定する。1年間の太陽光発電システムによる発電量 E_p を $10,000\text{kWh}$ とし、この全量を売却すると仮定する。最初の年の売電価格が X 円であり、毎年2円ずつ安くなっていく。太陽光発電システムによる1年ごとの利益(円)は、式③によって表される。ただし、太陽光発電システムの最初の年の費用 C_{int} は150万円かかり、このシステムの維持費用 C_{run} として4年ごとに3万円を必要とする。また、太陽光発電システムを導入すると国から補助金 S が最初の年に5万円支給される。ピークカット率 E_{pcr} は5%であり、ピークカット電力価値 E_{pcv} はその年の売電価格に等しいと仮定する。太陽光発電システムを導入して5年後に利益がちょうど23万円となった場合の売電価格 X 円を答えなさい。

$$V=(E_p \times E_v - E_{pc}) - (C_{int} + C_{run}) + S \quad \text{③}$$

ただし、 E_{pc} はピークカットロスであり、式④によって計算される。

$$E_{pc} = E_p \times E_{pcr} \times E_{pcv} \quad \text{④}$$

V : 利益 (円), E_p : 年間の発電量 (kWh/年), E_v : 売電価格 (円),
 E_{pc} : ピークカットロス (円), C_{int} : システム初期費用 (円),
 C_{run} : システム年間維持費用 (円), S : 年間補助金 (円),
 E_{pcr} : ピークカット率 (%), E_{pcv} : ピークカット電力価値 (円)

- (4) A国における将来のCO₂排出量を考える。CO₂排出量は式⑤のように茅恒等式と呼ばれる人口や一人当たりGDPなどの人間活動に関する要因で表される。

$$CO_2 \text{ 排出量} = \text{人口} \times \frac{GDP}{\text{人口}} \times \frac{\text{エネルギー消費量}}{GDP} \times \frac{CO_2 \text{ 排出量}}{\text{エネルギー消費量}} \quad \text{⑤}$$

- (ア) 人口と一人当たりのGDPを増加させながらCO₂排出量を削減する最も効果的な方法を、式⑤をもとに次の記述(a)~(d)のうちから最も適当なものを一つ答えなさい。

- (a) GDP当たりのエネルギー消費量のみを削減するのが最も効果的である。
- (b) エネルギー消費量当たりのCO₂排出量のみを削減するのが最も効果的である。
- (c) GDP当たりのエネルギー消費量とエネルギー消費量当たりのCO₂排出量を同時に削減するのが最も効果的である。
- (d) CO₂排出量を削減する効果的な方法は、この式からは分からない。

- (イ) 2026年と2022年を比較した場合、GDP当たりエネルギー消費量が15.0%減少となり、エネルギー消費量当たりのCO₂排出量が20.0%減少する。表3に、A国における2022年から2026年までの人口とGDPを示す。式⑤を用いると、2026年のCO₂排出量は2022年のそれと比較して何%の増減になるか、小数第2位を四捨五入して小数第1位まで答えなさい。

表3：A国における2022年から2026年までの人口とGDP

年	2022	2023	2024	2025	2026
人口 (億人)	1.56	1.68	1.68	1.62	1.56
GDP (兆円)	560	567	576	584	588

- (ウ) A国は、2030年までにCO₂排出量50.0%削減(2022年比)を目指している。人口とGDPが2026年から2030年まで変わらず、エネルギー消費量当たりCO₂排出量が同期間で30.0%減少(2022年比)の場合、エネルギー消費量当たりのCO₂排出量は2022年のそれと比較して何%削減する必要があるか、小数第2位を四捨五入して小数第1位まで答えなさい。

〔Ⅱ〕

【A】 図1は、スマートフォンのあるゲームアプリの1日の利用時間と、日々感じる生活のリラックス度（0：全くリラックスしていない←→10：リラックスしている）を調査した結果を散布図にまとめたものである。以下の設問に答えなさい。

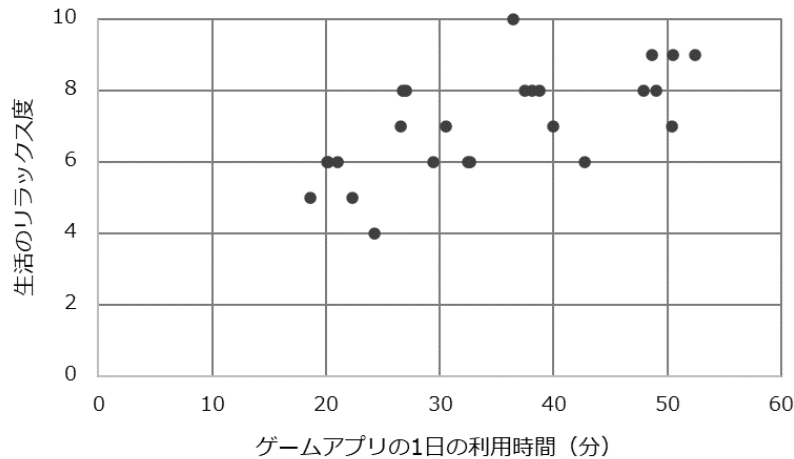


図1：ゲームアプリの利用時間と生活のリラックス度との関係

(1) (a) (b) にあてはまる言葉を答えなさい。

図1からゲームアプリの利用時間と生活のリラックス度との関係は、ゲームの利用時間が長いと生活におけるリラックス感が (a) するという (b) の相関が見られる。

(2) 図1の散布図は、表1のデータから作成されたものである。表1のデータには、「ゲームアプリの利用時間」、「生活のリラックス度」の他に、回答者の年代（10代刻み）も記録されている。図2は図1の散布図を年代の情報を入れて描き直したものである。図2を見ると、ゲームの利用時間が多いと、20代を除く全ての年代において、生活におけるリラックス感が する関係が見られる。実際、それぞれの年代における相関係数を計算すると、50代が-0.63、40代が 、30代が-0.93、20代が0.23となり、年代を加味しない結果と内容が大きく異なる。また、40代の相関係数の値について考えると、(c) の相関は (d) と考えられる。

(ア) に適する言葉を答えなさい。

(イ) に入る数値を小数第二位まで求めなさい。40代のアプリの利用時間の標準偏差は2.64、リラックス度の標準偏差は0.90、アプリの利用時間とリラックス度の共分散は-1.90である。

(ウ) (c) (d) にあてはまる言葉を答えなさい。

(3) 相関係数を求めるには、標準化したデータの共分散を取っても求められる。なぜ求めることができるのか、式を用いてその理由を説明しなさい。なお、データを x , y , それぞれのデータの標準偏差を s_x , s_y , さらに、 x 及び y の標準化したデータを x_z , y_z として説明しなさい。なお、標準化したデータとは、データの偏差をそのデータの標準偏差で割ったものである。また標準化したデータでは、平均値が0で、分散（標準偏差）が1になる。

(4) 図1と図2を比較して2つの変数の関係を考察する上で、どのような注意点が必要かを述べなさい。

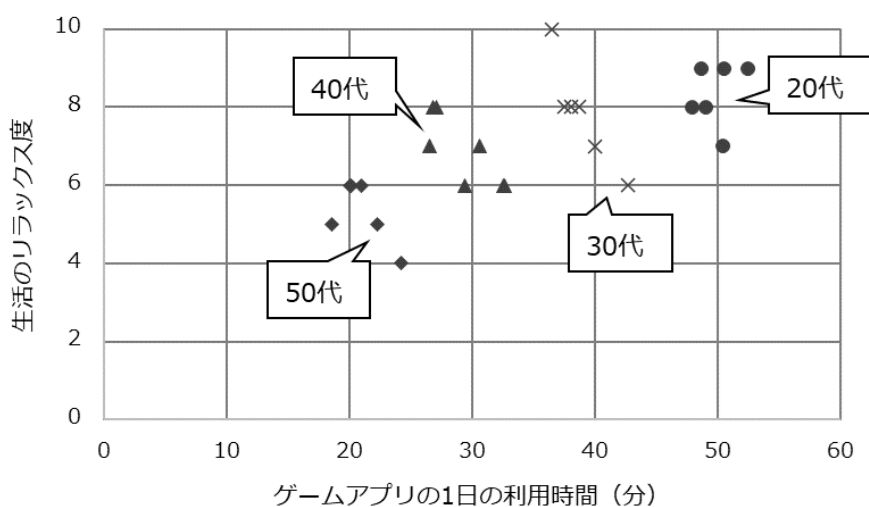


図2：年代別のゲームアプリの利用時間と生活のリラックス度との関係

表1：アプリの利用時間と生活のリラックス度の調査データ

回答者番号	アプリの利用時間(分)	生活のリラックス度	年代
1	20.1	6	50代
2	21.0	6	50代
3	24.2	4	50代
4	22.3	5	50代
7	20.2	6	50代
9	18.6	5	50代
13	32.5	6	40代
14	30.6	7	40代
15	29.4	6	40代
17	26.6	7	40代
18	26.8	8	40代
19	27.1	8	40代
20	32.7	6	40代
22	40.0	7	30代
23	38.7	8	30代
24	37.5	8	30代
26	38.1	8	30代
27	42.7	6	30代
29	36.5	10	30代
31	50.4	7	20代
32	50.5	9	20代
33	48.7	9	20代
34	52.4	9	20代
37	49.0	8	20代
38	47.9	8	20代

【B】 次の会話をもとに，以下の設問に答えなさい。

生徒：「先生，昨日，話してくれた真の値と誤差の話をもう一度していただけますか？」

先生：「観測されたデータは，真の値と誤差の足し算という話かね。」

生徒：「はい。そうです。僕らが目にするデータは、『データ＝真の値＋誤差』になるという話がちょっとびっくりでした。」

先生：「しかし，身長でも，体重でも，魚の体長も，個体によって差があるよね？その差を生む原因が誤差と考えるんだよ。」

生徒：「なるほど。ということは，誤差＝（ a ）－（ b ）で求めることができますね。でも，真の値とはどんな値でどのように求めればいいのでしょうか？」

先生：「確かに，真の値と言われても分かりにくいね。ここでは，誤差を最も小さくするような値を真の値としよう。」

生徒：「なるほど。ここに，家で飼っている魚の体長を測定したデータがあるので（表2のデータ），このデータから真の値を計算してみます。」

先生：「ちなみに，魚の体長の平均値はどうだった？」

生徒：「3cmでした。」

先生：「そうなんだ。では，真の値 x として計算してみよう。」

生徒：「はい。最初に誤差を求める必要があるので，誤差を出してみます。それぞれの体長に対する誤差は表2の3番目の列のようになります。誤差を最小にすると，全てのデータの誤差の和が最小になれば良いので・・・」

先生：「ちょっと待った。」

生徒：「何ですか？先生。」

先生：「先程，言っていたが，誤差＝（ a ）－（ b ）という式になり，誤差は正の値も負の値も取ることができるので，単純に（ c ）を取ると0になる可能性があり，適切ではない。」

生徒：「確かに。では，全てのデータの（ d ）を二乗した値の（ c ）を取るというのはどうでしょうか。その場合は， \boxed{A} のようになり，さらに，これを真の値の2次式として整理すると，式 \boxed{B} となり，この式から求めることができます。」

先生：「誤差は観測されるデータの全てにあるから，そのように計算して正解じゃよ。ただ，その方法以外にも \boxed{B} の式を微分し，微分した式＝0 において，その式を解いても求めることができるんだよ。」

生徒：「へー，そうなんです。微分の使い方を一つ勉強になりました。」

先生：「では，計算した結果は？」

生徒：「 \boxed{C} です。この数値，この金魚のデータの（ e ）ですね。」

先生：「そうじゃよ。だから，（ e ）はデータを代表する値に使われるんだよ。」

生徒：「なるほど。本日は勉強になりました。」

- (1) (a) ~ (e) にあてはまる言葉を答えなさい。なお、同じ記号には同じ言葉が入ります。
- (2) 以下の表は魚の体長とその体長の魚の数を確認したものです。誤差 f ~ j を埋めなさい。

表 2 : 魚の体長のデータ

体長(cm)	匹数	誤差
1	1	f
2	2	g
3	4	h
4	2	i
5	1	j

- (3) にあてはまる式を答えなさい。
- (4) にあてはまる式を答えなさい。
- (5) 下線部「微分した式=0」を x を用いた式で表しなさい。
- (6) にあてはまる値を答えなさい。