

総 問

総 合 問 題

令 和 6 年 度(前期)

注 意

1. 「解答はじめ」というまで、この問題冊子を開いてはいけない。
2. 問題は1冊（本文7ページ，白紙2枚），解答用紙は3枚である。白紙は問題冊子の中にはさみこんであるので引き抜いて下書用紙として使ってよい。
3. 全部の解答用紙に受験番号を書くこと。受験番号は次の要領で明確に記入する。

(例) 受験番号 80001 番の場合 →

8	0	0	0	1
---	---	---	---	---

4. 解答は解答用紙の所定の位置に書くこと。他の所に書くと無効になることがある。
5. 書き損じても，代わりの用紙は交付しない。
6. 試験終了後，問題冊子と白紙は持ち帰ること。

1 図1—1は、40ヶ国の「1人当たりGDP(米ドル)」を横軸に、「平均寿命」を縦軸にとった散布図である(出典：総務省統計局「世界の統計2019」)。円の大きさは各国の人口を表し、円の中心座標が各国の横軸と縦軸の座標に対応する。以下の間に解答せよ。

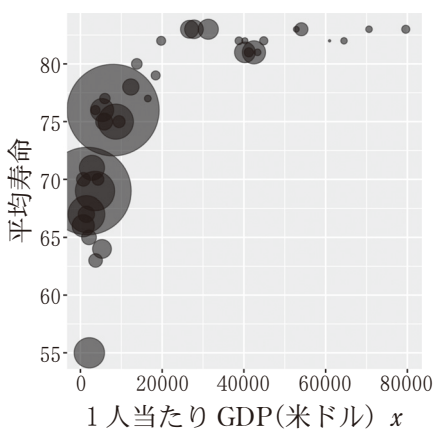


図1—1

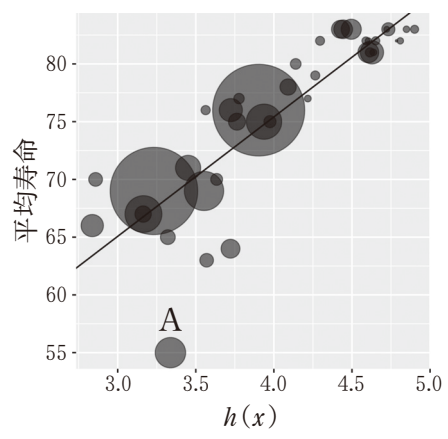


図1—2

問1 図1—2は、図1—1の「1人当たりGDP(米ドル)」にある変換を施したものを横軸にとった散布図である。以下の候補のうち、この変換として妥当と考えられるものを1つ選択せよ。ただし、「1人当たりGDP(米ドル)」を x とし、この変換を関数 $h(x)$ と定義する。各図における目盛は、それぞれの図で等間隔に取られており、図1—2における横軸の原点座標は0とは限らないことに注意すること。また、 x の最小値は687、最大値は79609である。

- a. $h(x) = \log_{10} x$
- b. $h(x) = \frac{1}{x}$
- c. $h(x) = x^2$
- d. $h(x) = \sqrt{x}$

問 2 問 1 で解答した変換を施した場合、「1 人当たり GDP(米ドル)」の変化が、図 1—2 の横軸の値 $h(x)$ の変化に与える影響について説明せよ。また、図 1—2 の直線は $y = 34.3 + 10.7h(x)$ を表している。直線の数値に基づき、「1 人当たり GDP(米ドル)」の変化が「平均寿命」の変化に与える影響について説明せよ。

問 3 図 1—2 の直線は最小二乗法と呼ばれる手法により当てはめたものである。最小二乗法とは、以下の関数を最小にするような a , b を求める手法のことである。

$$f(a, b) = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bh(x_i))^2 \quad (1-1)$$

ただし、 $f(a, b)$ は $x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, y_2, \dots, y_n$ を定数とする、変数 a と b の関数である。ここでは、 $n = 40$, y_i は i 番目の国の「平均寿命」、 $h(x_i)$ は図 1—1 における i 番目の国の「1 人当たり GDP(米ドル)」に問 1 の変換を施したものである。いま、 $f(a, b)$ の代わりに以下のような関数を考え、この関数を最小にするような a, b を求める。

$$g(a, b) = \sum_{i=1}^n |y_i - a - bh(x_i)| \quad (1-2)$$

ただし、 $g(a, b)$ は $f(a, b)$ 同様、 $x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, y_2, \dots, y_n$ を定数とする、変数 a と b の関数である。図 1—2 のデータに対して、式(1—1)で求めた a, b と比較して、式(1—2)で求めた a, b はどのような値を取ると考えられるか。図 1—2 の A 国(座標：(3.34, 55))に着目し、理由も含めて説明せよ。

- 2 A国にはP党、Q党、R党の3つの政党があり、2020年と2024年の2回の国会議員選挙での各党の得票数は以下の通りであった。

表2—1：A国で2020年、2024年に実施された国会議員選挙における各党の得票数(単位：票)

	2020年	2024年
P党	6000	6300
Q党	2000	2200
R党	1000	1500
合計	9000	10000

A国では得票の比率に応じて配分議席を決める。議席の総数に得票率を乗じた値を実数で求めて、その実数の整数部分を議席として各党に割り当てた後、小数部分の大きい順に余った議席を割り当てていく(このような割り当て方を「最大剰余方式」という)。

2020年は、この方式に従い、定数の20議席が以下の表2—2のように配分された。

表2—2：2020年の各党の配分議席数

	得票数(票)	議席総数 × 得票率	配分議席数
P党	6000	13.33	13
Q党	2000	4.44	5
R党	1000	2.22	2
合計	9000	20.00	20

問1 上記の方式に基づき、2024年の各党の配分議席数を求めよ。

問2 2020年と2024年の得票数を比較したときに、各党の得票数の増加率が何パーセントになるかを小数第二位で四捨五入して求めよ。

最大剰余方式を用いる場合、得票数の変化率と配分議席数の増減とは、必ずしも対応しないことがあり、それを補うために、いくつもの配分議席数計算法が存在する。日本においては「ドント方式」という方法が用いられている。ドント方式は、得票数を1, 2, 3, …と順に整数で割っていき、その値が大きい順に一議席ずつ議席を割り当てていく。2020年の選挙を例にとると、各党の得票数と、それを1, 2, 3, …で割った値は、以下の表2—3のようになる。なお、この表では、簡便のために小数点以下を省略して値を記載している。この表を例にとると、P党(÷1) : 6000, P党(÷2) : 3000, P党(÷3) : 2000, Q党(÷1) : 2000, …という順で議席が割り当てられる。

表2—3 : ドント方式による議席配分の例

	得票数(票)	÷ 1	÷ 2	÷ 3	÷ 4	…
P 党	6000	6000	3000	2000	1500	…
Q 党	2000	2000	1000	666	500	…
R 党	1000	1000	500	333	250	…
合計	9000					

問 3 ドント方式を用いた場合に P, Q, R の各党に割り当てられる議席数を 2020 年, 2024 年の両方で求めよ。なお、除算により得られた値が同じであるときには、総得票数の多い政党から順に議席を割り当てることとする。

問 4 これまでの問により得られた結果から、最大剰余方式とドント方式を比較して、各党の得票数やその変化率、一票の価値などの観点から、それぞれの方式の特徴をそれぞれ各 100 字以内で簡潔に述べよ(解答用紙に記載のマス目に記入すること)。

- 3 ロボットがスタート地点からゴール地点までの最短経路を求めるために、マス目状に分割した地図を用いて考える。図3—1に示すように、ロボットは1回に縦横斜めの8方向に1マスだけ移動できるものとする。

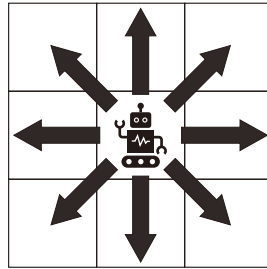


図3—1：ロボットが1回に移動できる方向

ここで、図3—2左の地図においてスタート地点Sからゴール地点Gまでの最短経路を考える。黒いマス目は障害物でありロボットが移動できない。ロボットは、まず1回目の試行でスタート地点に隣接する8方向のマスについて、そのマスに移動することを評価する。2回目以降は前回の試行で評価した移動先の候補となる全てのマスについてそれぞれ隣接する8方向のマスへと1回の試行において評価する範囲を拡大していく。なお、障害物、地図の外、評価済みのマス目に対しては評価を行わない。図3—2右はマス目を何回目の試行で評価したかを評価値として、ゴール地点に到着するまで試行を繰り返した結果と最短経路の1つを矢印で示したものである。

問1 図3—2の地図を考える際に、新たなマス目の評価値 E として、 $E = a + b$ を用いる。ここで、 a ：スタート地点からそのマスに至る最小移動回数、 b ：評価先のマス目からゴール地点までの障害物上を移動できるものとした場合の最小移動回数とする。地図上で1回目の試行の結果を図3—3に示す。2回目以降の試行は、まだ評価値をつけていないマスに隣接するマスのうち、それまでの試行において最小の評価値 E を持つマスに対して実施するものとする。つまり、図3—3において2回目の試行はSの左上の $E = 6$ のマスのみにおいて行うことになる。2回目の試行以降から最短経路を得るまでに試行したマス目に a 、 b 、 E の値を記入し、最短経路の1つを矢印で示しなさい。

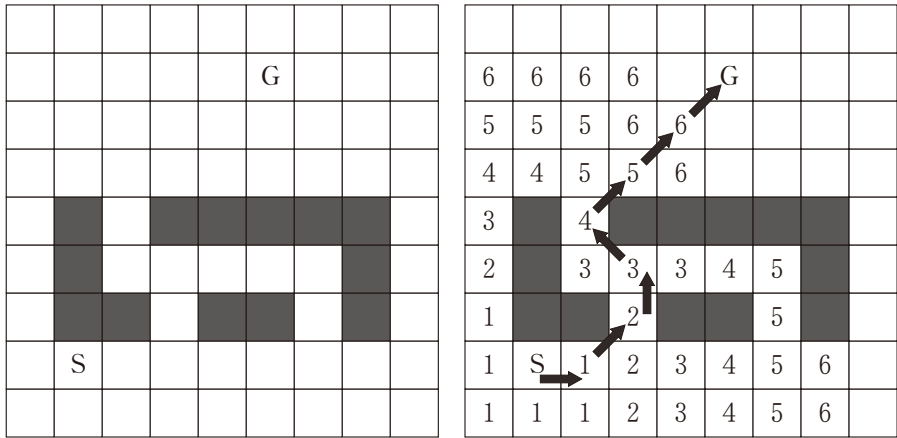


図3—2：経路を考える地図

問2 問1の結果と，図3—2右の結果とを比較したときに， b を評価に加えたことの，最短経路を求める上でのメリットを述べよ。

