

2022年度

慶應義塾大学入学試験問題

環境情報学部

数学または情報

注意事項1

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないでください。
2. 問題冊子は全部で28ページです。
 - ・数学の問題Ⅰ～Ⅵは3ページから11ページです。
 - ・情報の問題Ⅰ～Ⅴは12ページから26ページです。
3. 試験開始の合図とともにすべてのページが揃っているか確認してください。
ページの欠落・重複があった場合には、直ちに監督者に申し出てください。
4. 問題冊子の2ページに「注意事項2」があります。試験開始後必ず読んでください。
5. 数学・情報のいずれか1つを選択し、解答用紙の選択科目名の欄に科目名を記入し、
選択科目マーク欄にマークしてください。
6. 問題冊子は、試験終了後必ず持ち帰ってください。
7. 受験番号と氏名は、解答用紙の所定の欄に必ず記入してください。
8. 解答用紙の「注意事項」を必ず読んでください。

注意事項 2

問題冊子に数字の入った \square があります。それらの数字は解答用紙の解答欄の番号を表しています。対応する番号の解答欄の 0 から 9 までの数字または - (マイナスの符号) をマークしてください。

\square が 2 個以上つながったとき、数は右詰めで入れ、左の余った空欄には 0 を入れてください。負の数の場合には、マイナスの符号を先頭の \square に入れてください。また、小数点以下がある場合には、左詰めで入れ、右の余った空欄には 0 を入れてください。

$$(例) \quad 12 \rightarrow \begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & 1 & 2 \\ \hline \end{array}$$

$$-3 \rightarrow \begin{array}{|c|c|c|} \hline - & 0 & 3 \\ \hline \end{array}$$

$$1.4 \rightarrow \begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & 0 & 1 \\ \hline \end{array} . \begin{array}{|c|c|} \hline 4 & 0 \\ \hline \end{array}$$

$$-5 \rightarrow \begin{array}{|c|c|c|} \hline - & 0 & 5 \\ \hline \end{array} . \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 0 \\ \hline \end{array}$$

分数は約分した形で解答してください。マイナスの符号は分母には使えません。

$$(例) \quad \frac{4}{8} \rightarrow \frac{1}{2} \rightarrow \frac{\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 1 \\ \hline \end{array}}{\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 2 \\ \hline \end{array}}$$

$$-\frac{6}{9} \rightarrow -\frac{2}{3} \rightarrow \frac{\begin{array}{|c|c|} \hline - & 2 \\ \hline \end{array}}{\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 3 \\ \hline \end{array}}$$

ルート記号の中は平方因子を含まない形で解答してください。

$$(例) \quad \sqrt{50} \rightarrow \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 5 \\ \hline \end{array} \sqrt{\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 2 \\ \hline \end{array}}$$

$$-\sqrt{24} \rightarrow \begin{array}{|c|c|} \hline - & 2 \\ \hline \end{array} \sqrt{\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 6 \\ \hline \end{array}}$$

$$\sqrt{13} \rightarrow \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 1 \\ \hline \end{array} \sqrt{\begin{array}{|c|c|} \hline 1 & 3 \\ \hline \end{array}}$$

$$-\frac{\sqrt{18}}{6} \rightarrow \frac{\begin{array}{|c|c|} \hline - & 1 \\ \hline \end{array} \sqrt{\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 2 \\ \hline \end{array}}}{\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 2 \\ \hline \end{array}}$$

数式については、つぎの例のようにしてください。分数式は約分した形で解答してください。

$$(例) \quad \sqrt{12a} \rightarrow \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 2 \\ \hline \end{array} \sqrt{\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 3 \\ \hline \end{array} a}$$

$$-a^2 - 5 \rightarrow \begin{array}{|c|c|} \hline - & 1 \\ \hline \end{array} a^2 + \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 0 \\ \hline \end{array} a + \begin{array}{|c|} \hline - & 5 \\ \hline \end{array}$$

$$\frac{4a}{2a-2} \rightarrow \frac{-2a}{1-a} \rightarrow \frac{\begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 0 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|c|} \hline - & 2 \\ \hline \end{array} a}{1 - \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 1 \\ \hline \end{array} a}$$

また、選択肢の番号を選ぶ問題では、最も適切な選択肢を 1 つだけ選んでください。同じ選択肢を複数回選んでもかまいません。

解答用紙の選択科目名に「数学」と記入し、選択科目マーク欄の数学をマークしてから解答してください。数学の解答は解答用紙の解答欄(1)~(143)にマークしてください。

数学 I

ある学校では、ドミソシの4つの音を4つ組み合わせてチャイムを作り、授業の開始・終了などを知らせるために鳴らしている。チャイムは、図1のように4×4の格子状に並んだ16個のボタンを押すことによって作ることができる。縦方向は音の種類を表し、横方向は時間を表している。例えば、ドミソシという音を1つずつ、順番に鳴らすチャイムを作るには、図2のようにボタンを押せばよい(押したボタンを◎で表している)。

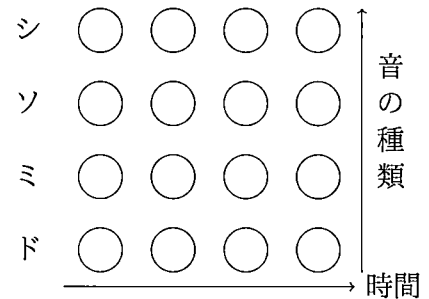


図1

ただし、鳴らすことのできる音の数は縦1列あたり1つだけであり、音を鳴らさない無音は許されず、それぞれの列で必ず1つの音を選ばなければならないとする。

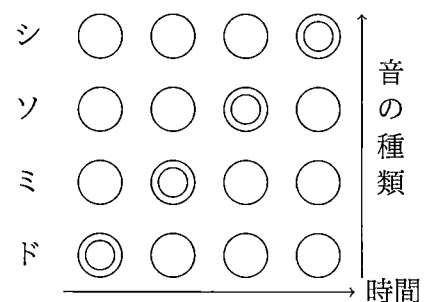


図2

このとき

(1) 4つの音を1回ずつ鳴らすことを考えた場合、チャイムの種類は

類は

(1)	(2)	(3)
-----	-----	-----

 通りになる。

(2) (1)に加えて、同じ音を連続して2回繰り返すことを1度だけしてもかまわない(例:ドミミソ)

とした場合、チャイムの種類は合わせて

(4)	(5)	(6)
-----	-----	-----

 通りになる。ただし、連続する音以外は高々1回までしか鳴らすことはできず、それらは連続する音とは異ならなければならないものとする。

(3) (1)と(2)に加えて、同じ音を連続して4回繰り返すチャイムを許すと、可能なチャイムの種類は

合わせて

(7)	(8)	(9)
-----	-----	-----

 通りになる。

数学 II

$0 \leq \theta < \pi$ のとき、関数 $y = \sin 3\theta - 3 \cos \left(\theta - \frac{\pi}{6} \right)$ の最大値と最小値をもとめたい。

(1) $x = \cos \left(\theta - \frac{\pi}{6} \right)$ とおくと、もとの関数は

$$y = \boxed{(10)} \boxed{(11)} x^3 + \boxed{(12)} \boxed{(13)} x^2 + \boxed{(14)} \boxed{(15)} x + \boxed{(16)} \boxed{(17)}$$

と書きなおすことができる。

(2) このことから、もとの関数の最大値は $\theta = \frac{\boxed{(18)} \boxed{(19)}}{\boxed{(20)} \boxed{(21)}} \pi$ のときに $\boxed{(22)} \boxed{(23)} \sqrt{\boxed{(24)} \boxed{(25)}}$ であり、最

小値は $\theta = \frac{\boxed{(26)} \boxed{(27)}}{\boxed{(28)} \boxed{(29)}} \pi$ のときに $\boxed{(30)} \boxed{(31)} \sqrt{\boxed{(32)} \boxed{(33)}}$ であることがわかる。

数学 III

xy 平面上の曲線 C を $y = x^2(x-1)(x+2)$ とする.

(1) C に 2 点で下から接する直線 L の方程式は

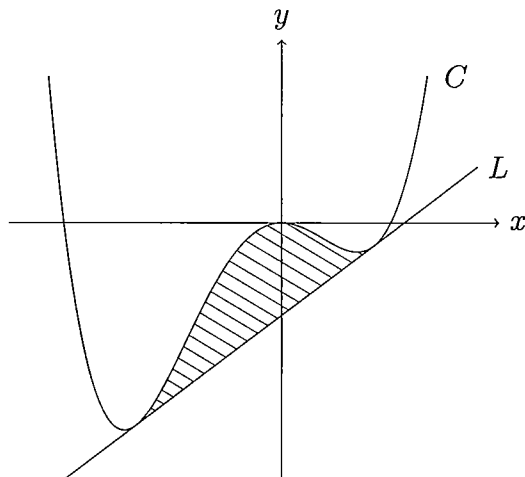
$$y = \frac{\begin{array}{|c|c|c|} \hline (34) & (35) & (36) \\ \hline \end{array}}{\begin{array}{|c|c|c|} \hline (37) & (38) & (39) \\ \hline \end{array}} x + \frac{\begin{array}{|c|c|c|} \hline (40) & (41) & (42) \\ \hline \end{array}}{\begin{array}{|c|c|c|} \hline (43) & (44) & (45) \\ \hline \end{array}}$$

である.

(2) C と L が囲む図の斜線部分の面積は

$$\frac{\begin{array}{|c|c|c|} \hline (46) & (47) & (48) \\ \hline \end{array} \sqrt{\begin{array}{|c|c|c|} \hline (49) & (50) & (51) \\ \hline \end{array}}}{\begin{array}{|c|c|c|} \hline (52) & (53) & (54) \\ \hline \end{array}}$$

となる.



ただし, 次の公式を使ってもかまわない (m, n は正の整数).

$$\int_{\alpha}^{\beta} (x - \alpha)^m (x - \beta)^n dx = \frac{(-1)^n m! n!}{(m + n + 1)!} (\beta - \alpha)^{m+n+1}$$

数学 IV

(1) xyz 空間において

$$|x| + |y| + |z| \leq 1$$

を満たす立体の体積は $\frac{\boxed{(55)} \boxed{(56)}}{\boxed{(57)} \boxed{(58)}}$ である。

(2) a を実数としたとき, xyz 空間において

$$|x - a| + |y - a| + |z| \leq 1, \quad x \geq 0, \quad y \geq 0, \quad z \geq 0$$

を満たす立体の体積 $V(a)$ は

(a) $a < \frac{\boxed{(59)} \boxed{(60)}}{\boxed{(61)} \boxed{(62)}}$ のとき, $V(a) = 0$,

(b) $\frac{\boxed{(59)} \boxed{(60)}}{\boxed{(61)} \boxed{(62)}} \leq a < 0$ のとき, $V(a) = \frac{\boxed{(63)} \boxed{(64)} a^3 + \boxed{(65)} \boxed{(66)} a^2 + \boxed{(67)} \boxed{(68)} a + \boxed{(69)} \boxed{(70)}}{\boxed{(71)} \boxed{(72)}}$,

(c) $0 \leq a < \frac{\boxed{(73)} \boxed{(74)}}{\boxed{(75)} \boxed{(76)}}$ のとき, $V(a) = \frac{\boxed{(77)} \boxed{(78)} a^3 + \boxed{(79)} \boxed{(80)} a + \boxed{(81)} \boxed{(82)}}{\boxed{(83)} \boxed{(84)}}$,

(d) $\frac{\boxed{(73)} \boxed{(74)}}{\boxed{(75)} \boxed{(76)}} \leq a < \boxed{(85)} \boxed{(86)}$ のとき, $V(a) = \frac{\boxed{(87)} \boxed{(88)} a^3 + \boxed{(89)} \boxed{(90)} a^2 + \boxed{(91)} \boxed{(92)} a}{\boxed{(93)} \boxed{(94)}}$,

(e) $\boxed{(85)} \boxed{(86)} \leq a$ のとき, $V(a) = \frac{\boxed{(95)} \boxed{(96)}}{\boxed{(97)} \boxed{(98)}}$

となる。

(計算用紙)

数学 V

複数人でジャンケンは何回か行い勝ち残った 1 人を決めることを考える。

最初は全員がジャンケンに参加して始める。それぞれのジャンケンでは、そのジャンケンの参加者がそれぞれグー、チョキ、パーのどれかを出し、もしだれか 1 人が他の全員に勝った場合にはその 1 人が勝者となりジャンケンはそこで終了する。そうでない場合、全員が同じ手を出したか、グー、チョキ、パーのそれぞれを誰かが出した場合には‘あいこ’となり、そのジャンケンの参加者全員が次のジャンケンに進む。上記以外で、2 つの手に分かれた場合には、負けた手を出した人を除いて勝った手を出した人だけが次のジャンケンに進む。このように、ジャンケンを繰り返し行い、1 人の勝者が決まるまで続けるものとする。

ただし、ジャンケンの参加者全員、グー、チョキ、パーのどれかを等しい確率で毎回ランダムに出すものとする。また、通常のジャンケンのように、グーはチョキに勝ち、チョキはパーに勝ち、パーはグーに勝つものとする。

- (1) 3 人でジャンケンを複数回行い 1 人の勝者を決める場合、1 回目のジャンケンで勝者が決まる確率

は $\frac{\begin{array}{|c|c|} \hline (99) & (100) \\ \hline \end{array}}{\begin{array}{|c|c|} \hline (101) & (102) \\ \hline \end{array}}$ であり、ちょうど 2 回のジャンケンで勝者が決まる確率は $\frac{\begin{array}{|c|c|} \hline (103) & (104) \\ \hline \end{array}}{\begin{array}{|c|c|} \hline (105) & (106) \\ \hline \end{array}}$ であり、ちよ

うど 3 回のジャンケンで勝者が決まる確率は $\frac{\begin{array}{|c|c|} \hline (107) & (108) \\ \hline \end{array}}{\begin{array}{|c|c|} \hline (109) & (110) \\ \hline \end{array}}$ である。

- (2) 4 人でジャンケンを複数回行い 1 人の勝者を決める場合、1 回目のジャンケンで勝者が決まる確

率は $\frac{\begin{array}{|c|c|c|} \hline (111) & (112) & (113) \\ \hline \end{array}}{\begin{array}{|c|c|c|} \hline (114) & (115) & (116) \\ \hline \end{array}}$ であり、ちょうど 2 回のジャンケンで勝者が決まる確率は $\frac{\begin{array}{|c|c|c|} \hline (117) & (118) & (119) \\ \hline \end{array}}{\begin{array}{|c|c|c|} \hline (120) & (121) & (122) \\ \hline \end{array}}$ である。

(計算用紙)

数学 VI

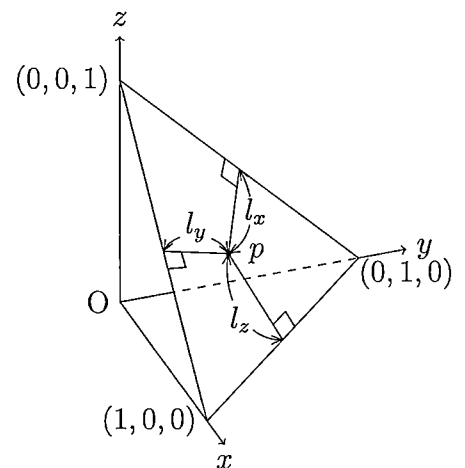
ある大学で来学期の授業の形式をどうするかを検討している。授業形式の選択としては、通常の対面形式 (授業形式 u と呼ぶことにする), Web 上で資料を閲覧できたり課題を行ったりできるオンデマンド形式 (授業形式 v と呼ぶことにする), Web 会議システムを使用するオンライン配信形式 (授業形式 w と呼ぶことにする) の 3 つがあるとする。

また、来学期の新型コロナウイルスの感染状況については、急激に拡大している状況 (感染状況 x と呼ぶことにする), ピークは過ぎたが十分な収束にはいたっていない状況 (感染状況 y と呼ぶことにする), ある程度収束した状況 (感染状況 z と呼ぶことにする) の 3 つが考えられるとする。

いま、この大学は授業形式と新型コロナウイルスの感染状況の組み合わせについて、次の表に示す評価値 (値が高いほど評価も高い) を定めているものとする。

	感染状況 x	感染状況 y	感染状況 z
授業形式 u	0	2	5
授業形式 v	3	0	0
授業形式 w	3	2	2

来学期の感染状況について、感染状況 x である確率を p_x , 感染状況 y である確率を p_y , 感染状況 z である確率を p_z とすると, xyz 空間において点 $p = (p_x, p_y, p_z)$ は $(1, 0, 0)$, $(0, 1, 0)$, $(0, 0, 1)$ を頂点とする正三角形上の点として表すことができる。この正三角形上において、点 p から各辺に垂線を下ろしたとき, $(1, 0, 0)$ と向かいの辺に下ろした垂線の長さを l_x , $(0, 1, 0)$ と向かいの辺に下ろした垂線の長さを l_y , $(0, 0, 1)$ と向かいの辺に下ろした垂線の長さを l_z とする。



(1) このとき

$$p_x = \frac{\sqrt{\frac{(123)(124)}{(125)(126)}}}{\frac{(123)(124)}{(125)(126)}} l_x, \quad p_y = \frac{\sqrt{\frac{(123)(124)}{(125)(126)}}}{\frac{(123)(124)}{(125)(126)}} l_y, \quad p_z = \frac{\sqrt{\frac{(123)(124)}{(125)(126)}}}{\frac{(123)(124)}{(125)(126)}} l_z$$

が成り立つ。

いま、正三角形上の点 $p = (p_x, p_y, p_z)$ に対して、上記の評価の期待値を最大にする授業形式のラベルをつけることにする。ただし、 p によっては評価値を最大にする選択が複数ある場合もあり、その場合には p に複数のラベルをつけることにする。

さらに、原点と $(0, 1, 0)$, $(0, 0, 1)$ を頂点とする yz 平面上の直角二等辺三角形の頂点、辺、内部からなるすべての点に x という感染状況のラベルをつけ、原点と $(1, 0, 0)$, $(0, 0, 1)$ を頂点とする xz 平面上の直角二等辺三角形の頂点、辺、内部からなるすべての点に y という感染状況のラベルをつけ、原点と $(1, 0, 0)$, $(0, 1, 0)$ を頂点とする xy 平面上の直角二等辺三角形の頂点、辺、内部からなるすべての点に z という感染状況のラベルをつけることにする。

すると、正三角形と3つの直角二等辺三角形からなる四面体の面上(頂点、辺も含む)のそれぞれの点には、1つもしくは複数のラベルがつくことになる。例えば、原点には $\{x, y, z\}$ の3つのラベルがつく。

(2) このとき、正三角形の面上(頂点、辺も含む)の各点 p につけられるラベルの可能性を列挙すると、以下の通りとなる。ただし、複数のラベルがつけられる場合には、それぞれの中括弧内では、アルファベット順に書くものとする。 $\boxed{(127)}$ ~ $\boxed{(143)}$ に入るラベルについて下記の選択肢から選びなさい。

単一のラベルがつく場合: $\{ \boxed{(127)} \}, \{ w \}$

2つのラベルがつく場合: $\{ \boxed{(128)}, w \}, \{ u, \boxed{(129)} \}, \{ \boxed{(130)}, y \}, \{ w, y \}, \{ \boxed{(131)}, z \}$

3つのラベルがつく場合: $\{ \boxed{(132)}, w, \boxed{(133)} \}, \{ \boxed{(134)}, \boxed{(135)}, \boxed{(136)} \}$

4つのラベルがつく場合: $\{ u, \boxed{(137)}, \boxed{(138)}, \boxed{(139)} \}, \{ \boxed{(140)}, \boxed{(141)}, \boxed{(142)}, \boxed{(143)} \}$

選択肢: (1) u (2) v (3) w (4) x (5) y (6) z

情報 I

以下、法制度に関しては、日本のものについて考えるものとする。

(ア) 次の文章を読み、空欄〔1〕～〔5〕にあてはまるものを選択肢から選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

音楽教室での〔1〕の際、〔2〕や〔3〕の楽曲演奏で〔4〕に著作権料を支払う必要があるかが争われた訴訟の控訴審判決が18日、知財高裁（菅野雅之裁判長）であった。判決は、〔4〕側の主張を認めて〔2〕や〔3〕の演奏に著作権が及ぶとした一審判決を一部変更。〔3〕の演奏には著作権が及ばず、〔4〕に著作権料の請求権はないと判断した。

音楽教室を運営する約240の事業者・個人が〔4〕を相手取り、著作権料を徴収する権利がないことを確認するよう求めていた。音楽教室での演奏が著作権法が規定する「〔5〕に直接聞かせることを目的とする演奏」にあたるかが争点だった。

判決は、〔3〕の演奏について「自らの技術の向上が目的」とし、本質は「〔2〕に演奏を聞かせ、指導を受けることにある」と指摘。〔5〕に聞かせる目的とはいえないと結論づけた。一方、〔2〕の演奏については、教室を運営する事業者の管理下にあり、事業者が演奏しているとみなせると判断。事業者から見れば、〔3〕は不特定の「〔5〕」にあたり、〔2〕の演奏は〔5〕に聞かせるのが目的だと認めた。

（出典：朝日新聞 2021年3月19日朝刊記事を一部改変）

【〔1〕～〔5〕の選択肢】

- (1) 文化庁 (2) 公衆 (3) 講師 (4) 発表会 (5) 生徒
 (6) ストリーミング (7) 人工知能 (8) 保護者 (9) レッスン (0) 日本音楽著作権協会

(イ) 産業財産権に関する説明として、正しいものを次の選択肢から1つ選び、その番号を解答欄〔6〕にマークしなさい。

- (1) 意匠とは、物品の形状であって、触覚を通じて快感を起こさせるものをいう。
 (2) 意匠を創作した者は、登録を受けていなくても意匠権を行使することができる。
 (3) 特許法の定める「物」の発明には、プログラム等の発明も含まれる。
 (4) 発明者は、特許権を他人に譲渡することができない。
 (5) 商標は、人の視覚によって認識することができるものでなければならないから、聴覚によって認識される音は含まれない。

(ウ) 著作権法に関する説明として、正しいものを次の選択肢から1つ選び、その番号を解答欄 にマークしなさい。

- (1) バレエの振り付けは、「文芸、学術、美術又は音楽の範囲に属するもの」にあたらなから、著作権法による保護の対象ではない。
- (2) プログラム言語は、プログラムを表現する手段であるから、著作権による保護の対象ではない。
- (3) 美術工芸品は、鑑賞だけでなく実用にも供する物品であるから、著作権による保護の対象ではない。
- (4) 株式会社は、「思想又は感情」を持つことができないから、著作者になることはできない。
- (5) データベースは、その情報の選択又は体系的な構成によって創作性を有する場合でも、著作権による保護の対象ではない。

(エ) 個人情報の保護に関する法律（個人情報保護法）に関する説明として、誤っているものを次の選択肢から1つ選び、その番号を にマークしなさい。

- (1) 個人情報取扱事業者は、利用目的の達成に必要な範囲内において、個人データを正確かつ最新の内容に保つとともに、利用する必要がなくなったときは、当該個人データを遅滞なく消去するよう努めなければならない。
- (2) 個人情報取扱事業者は、その取り扱う個人データの漏えい、滅失又はき損の防止その他の個人情報の安全管理のために必要かつ適切な措置を講じなければならない。
- (3) 個人情報取扱事業者は、合併その他の事由により他の個人情報取扱事業者から事業を承継することに伴って個人情報を取得した場合は、承継前における当該個人情報の利用目的の達成に必要な範囲を超えて、当該個人情報を取り扱うことができる。
- (4) 個人情報取扱事業者は、偽りその他不正の手段により個人情報を取得してはならない。
- (5) 個人情報取扱事業者は、利用目的を変更する場合には、変更前の利用目的と関連性を有すると合理的に認められる範囲を超えて行ってはならない。

情報 II

プログラム言語における剰余演算について記述した次の文章の空欄 (9) (10) ～ (15) (16) に入るもっとも適切な数字を解答欄にマークし、空欄 (17) ～ (19) にはもっとも適切な選択肢を選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

多くのプログラム言語には、加減乗除の四則演算を記述するための 2 項演算子がある。また、これらの他に、整数演算における剰余の計算を記述するための剰余演算子がある。ここで剰余演算子について着目すると、その計算の仕方や結果はプログラム言語によって異なるので、あるプログラム言語で書かれた剰余演算子を含んだ式や手順を、別のプログラム言語で使うには注意が必要である。

多くのプログラム言語では、剰余を求める式を、剰余演算子として % 記号を用いて次のように表現する。

$$7 \% 3$$

この式の値は、多くのプログラム言語で同じであり、7 を 3 で除したときの商が 2 で、剰余が 1 であることから、1 となる。

以下の説明では、 a, b, r, q はすべて整数を表すものとする。

$a > 0$ かつ $b > 0$ の場合を考えると、

$$a = bq + r$$

$$0 \leq r < b$$

を満たす r が剰余として、 $a \% b$ の式の値になる。

これ以外の場合は、プログラム言語によって扱いが異なる。

Python(v3.9.7) の剰余演算子 % では、 $b < 0$ の場合、

$$a = bq + r$$

$$b < r \leq 0$$

を満たす r が剰余として、 $a \% b$ の式の値になるので、 a が 7、 b が -3 のとき、 $a \% b$ の式の値は (9) (10) になり、 a が -7 、 b が -3 のときの $a \% b$ の式の値は (11) (12) になる。

また、 $b > 0$ の場合は、

$$a = bq + r$$

$$0 \leq r < b$$

を満たすように式の値が計算される。

C 言語では、古くは実装依存であったが、標準で動作が規定されるように変わり、標準 (ISO/IEC 9899:2011) では、 $a > 0$ の場合、

$$a = bq + r$$

$$0 \leq r < |b|$$

を満たす r が剰余として、 $a \% b$ の式の値になるので、 a が 7、 b が -3 のとき、 $a \% b$ の式の値は (13) (14) になる。

また、 $a < 0$ の場合には、

$$a = bq + r$$

$$-|b| < r \leq 0$$

を満たす r が剰余として、 $a \% b$ の式の値になるので、 a が -7 、 b が -3 のときの $a \% b$ の式の値は (15) (16) になる。

まとめると、ここで説明した Python の剰余演算子 `%` では、剰余の符号は、(17) となり、C 言語では、(18) となる。ただし、剰余が 0 になる場合は除いて考えるものとする。

したがって、整数 n が与えられたときに、それが奇数であるかどうかを調べる方法として、 n を 2 で割ったときの剰余、 $n \% 2$ を計算し、それが 1 と等しいかどうかを調べるようなプログラムを記述した場合、(19) では、うまく処理が行われない可能性がある。

【(17) ~ (19) の選択肢】

- (1) 常に正 (2) 除数と同一 (3) 被除数と同一 (4) C 言語 (5) Python

情報 III

次の文章の空欄 (20) ～ (54) には、選択肢からもっとも適切なものを選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

加算を +、減算を -、乗算を *、除算を / という演算子で表し、 a, b, c を数値とすると、

$$a + b * c \quad (1)$$

という計算式の計算をコンピュータで行う場合には $b * c$ の乗算を先に計算して、その結果を a と加算して、計算結果を得る。この計算式表記法を自然記法と呼ぶ。計算式全体をまず調査して、計算の実行順を決めることで、自然記法のままでも計算できるが処理アルゴリズムは複雑となる。

そこで、自然記法の計算式を中間的記法に書き換え、書き換えた計算式に、スタックと呼ぶ一時的記憶領域を用いた単純な手順を繰り返し当てはめることで、計算結果を得ることを考える。スタックは書き込み (push) と取り出し (pop) を用いた記憶方式である。pop すると、最後に push した要素が取り出される。中間的記法における要素は演算子あるいは数値である。スタックの記憶領域は必要なだけ得られるものとする。

コンピュータは中間的記法で記述された計算式に対して、その先頭から要素を一つずつ取り出し、以下の手順を繰り返すことで計算を行う。

1. 取り出した要素が数値の場合には、その数値をスタックに push する。
2. 取り出した要素が演算子の場合には、スタックから 2 つ数値を pop して、その演算子をあてはめた計算結果を push する。計算時には先に pop した数値が演算子の後に配置されたとする。
3. これを計算式の最後まで繰り返し、最後にスタックに残った値が計算式の計算結果となる。

自然記法計算式 $a + b * c$ は

$$abc * +$$

と中間的記法に変換したのち、この手順を適用することで計算が可能となる。この記法変換を \Rightarrow を用いて以下のように表す。

$$a + b * c \Rightarrow abc * +$$

この中間的記法は逆ポーランド記法と呼ばれており、コンピュータ内部での中間的記法として使われる。図 1 に処理中の逆ポーランド記法計算式とスタックの状態例を示す。図中「計算」と書いてある部分は pop した 2 つの数値を所定の演算子を用いて計算することを意味している。push(a) は a をスタックに push すること、push($b * c$) は $b * c$ の計算結果をスタックに push することである。

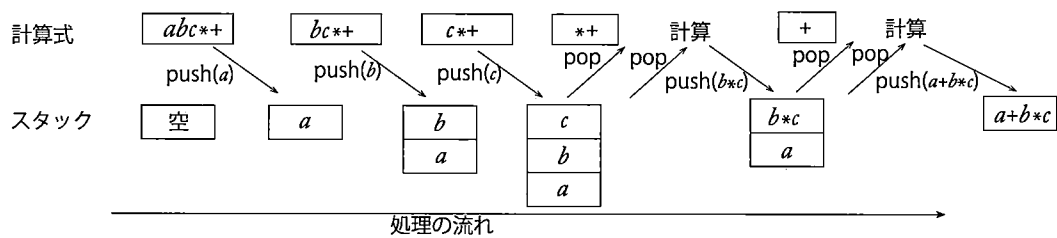


図1 逆ポーランド記法を用いた計算例

式(1)は

$$a + b * c \Rightarrow bc * a +$$

などに変換しても同じ計算結果が得られるが、以下の(ア)、(イ)とも、数値の出現順は自然記法と逆ポーランド記法で変えないことにする。

自然記法における要素は、演算子、数値、括弧のいずれかとなる。自然記法で括弧がある計算式は、逆ポーランド記法を用いると括弧なしで表記できる。例えば以下のようなものである。

$$(a + b) * c \Rightarrow ab + c *$$

(ア) 以下の自然記法の計算式を4つの数値と3つの演算子から成る逆ポーランド記法に書換えなさい。

- $a + b * c + d \Rightarrow$ (20) (21) (22) (23) (24) d (25)
- $a + b * (c + d) \Rightarrow$ (26) (27) (28) (29) (30) (31) (32)
- $(a + b) * (c + d) \Rightarrow$ (33) (34) (35) (36) (37) (38) (39)
- $a * b / c + d \Rightarrow$ (40) (41) (42) c (43) (44) (45)

【(20)～(45)の選択肢】

- (1) a (2) b (3) c (4) d
- (5) $+$ (6) $-$ (7) $*$ (8) $/$

(イ) 次に自然記法で書かれた計算式を入力とし、その先頭から要素(演算子、数値、括弧のいずれか)を順次取り出してスタックを用いて処理し、逆ポーランド記法計算式を出力するアルゴリズムを作成する。アルゴリズムを以下の処理Aと処理Bで構成する。自然記法で書かれた計算式から順次取り出す要素を x 、popするとスタックから取り出せる要素を p とする。

[処理 A] : 数値を自然記法計算式に現われる順で出力し、括弧や演算の優先順を考慮して、演算子の出力順をスタックで調整する。括弧は逆ポーランド記法出力に含まれないので適切なタイミングで破棄する。

[処理 B] : 処理 A を行った後にスタックに要素が残る場合は、順に pop して出力する。

処理 A において、次の条件の場合に最も適した操作を下の選択肢から選び、その番号を解答欄にマークしなさい。ただし、 p が何であるかは pop せずに分かるものとする。また、処理が p に対してのみ行われる場合には x は保持し、新たに自然記法計算式から要素を取り出さないとする。さらに、与えられた自然記法計算式に誤り（式として成り立たないような演算子、数値、括弧の並び）はないものとする。

条件	処理
x が数値の場合	(46)
x が (の場合	(47)
x が)、かつ p が (の場合	(48)
x が)、かつ p が (でない場合	(49)
x が演算子、かつ スタックが空の場合	(50)
x が * あるいは /、かつ p が * あるいは / の場合	(51)
x が * あるいは /、かつ p が * や / でない場合	(52)
x が + あるいは -、かつ p が演算子の場合	(53)
x が + あるいは -、かつ p が演算子でない場合	(54)

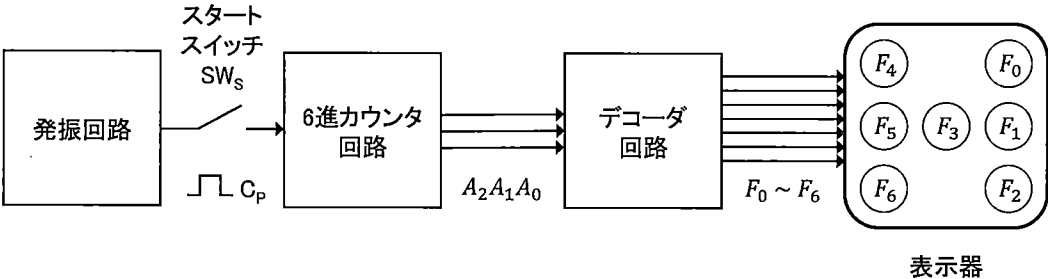
【(46) ~ (54) の選択肢】

- (1) x を push する
- (2) x を出力する
- (3) p を pop して廃棄し、 x を廃棄する
- (4) x を廃棄する
- (5) p を pop して出力する
- (6) p を pop して出力し、 x を出力する
- (7) x を出力し、 p を pop して出力する

情報 IV

7 個の LED をサイコロの目に見立てた表示器を用いて、1 から 6 のどれかの目を表示する回路を設計する。次の文章の空欄 (57) ~ (80) には適切な数字を、空欄 (55) (56) および (81) (82) ~ (93) (94) にはもっとも適したものを選択肢から選び、解答欄にその番号をマークしなさい。ただし、 $A + B$ は A と B の論理和 (OR) を表し、 $A \cdot B$ は A と B の論理積 (AND) を表す。また、 \bar{A} は A の否定 (NOT) を表す。論理式における優先順位は、否定、論理積、論理和の順となる。

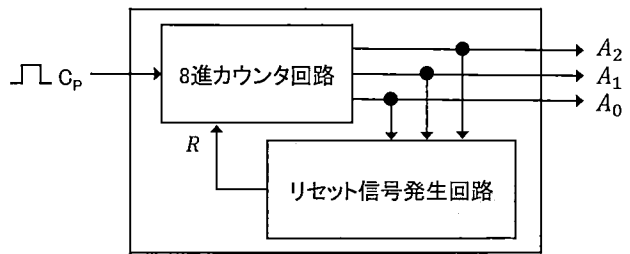
回路全体のブロック図は次図のようになる。スタートスイッチを押している間、発振回路で発生した矩形波 (C_P) を入力として 6 進カウンタ回路を動作させる。6 進カウンタ回路の 2 進法出力 $A_2A_1A_0$ ($000_2 \sim 101_2$) は、デコーダ回路によって表示器への入力信号 $F_0 \sim F_6$ へ変換され、対応する LED を点灯させる。点灯するサイコロの目は 1 から 6 を順に繰り返すことになるが、発振周波数が十分に高ければ肉眼では確認できないため、スタートスイッチをオフにしたとき、結果として予想できないサイコロの目が表示されることになる。



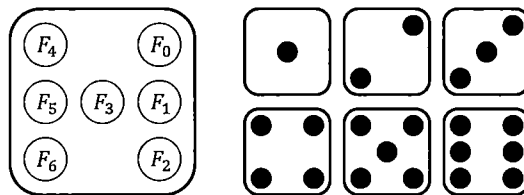
(ア) 発振回路からの信号 C_P の個数を数え、3 ビットの情報 $A_2A_1A_0$ を出力する 8 進カウンタをベースとし、6 進カウンタ回路を設計する。ただし、カウンタ回路は信号 C_P の立ち上がり (0 から 1 への遷移) をカウントするものとする。8 進カウンタ回路の動作表は次図 (左) のようになる。この 8 進カウンタ回路を 6 進カウンタ回路として動作させるには、次図 (右) のように、6 個目の信号 C_P が入力されたことを検出し、強制的に全ての出力ビットを 0 にリセットする信号 R を生成する回路を作ればよい。信号 R が 1 のとき、直ちに $A_2A_1A_0 = 000_2$ にリセットされるとすると、リセット信号を出力する論理式は次式のようなになる。ただし、配線上での信号伝達の遅延はないものとする。

$$R = \text{(55) (56)}$$

C_P	A_2	A_1	A_0
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1
8	0	0	0



(イ) 次に、6進カウンタ回路からの2進法出力 $A_2A_1A_0$ ($000_2 \sim 101_2$) を入力とし、サイコロ型の表示器の1から6の点灯パターンに対応させるデコーダ回路を設計しよう。LEDの配置と表示パターンは次図のようにし、各LED ($F_0 \sim F_6$) は入力値0で消灯、入力値1で点灯とする。



このとき、デコーダ回路の真理値表は次のようになる。

目	A_2	A_1	A_0	F_6	F_5	F_4	F_3	F_2	F_1	F_0
1	0	0	0	(57)	(58)	(59)	(60)	0	0	0
2	0	0	1	(61)	(62)	(63)	(64)	0	0	1
3	0	1	0	(65)	(66)	(67)	(68)	0	0	1
4	0	1	1	(69)	(70)	(71)	(72)	1	0	1
5	1	0	0	(73)	(74)	(75)	(76)	1	0	1
6	1	0	1	(77)	(78)	(79)	(80)	1	1	1
未使用	1	1	0	ϕ (don't care)						
	1	1	1							

真理値表から論理式を導出し、論理演算における分配の法則や吸収の法則を用いて変形することで得られる $F_0 \sim F_6$ に関する論理式は次のようになる。ここで、真理値表中の ϕ (don't care) は、デコーダ回路の動作に無関係なことを意味し、論理式を変形する際に 0、1 のどちらとして扱ってもよい。論理式の変形には、以下に示す論理演算の諸定理を用いることができる。

$$F_0 = \begin{array}{|c|c|} \hline (81) & (82) \\ \hline \end{array}$$

$$F_1 = \begin{array}{|c|c|} \hline (83) & (84) \\ \hline \end{array}$$

$$F_2 = \begin{array}{|c|c|} \hline (85) & (86) \\ \hline \end{array}$$

$$F_3 = \begin{array}{|c|c|} \hline (87) & (88) \\ \hline \end{array}$$

$$F_4 = \begin{array}{|c|c|} \hline (89) & (90) \\ \hline \end{array}$$

$$F_5 = \begin{array}{|c|c|} \hline (91) & (92) \\ \hline \end{array}$$

$$F_6 = \begin{array}{|c|c|} \hline (93) & (94) \\ \hline \end{array}$$

公理	恒等の法則
$1 + A = 1$ $0 \cdot A = 0$	$0 + A = A$ $1 \cdot A = A$
同一の法則	補元の法則
$A + A = A$ $A \cdot A = A$	$A + \bar{A} = 1$ $A \cdot \bar{A} = 0$
交換の法則	結合の法則
$A + B = B + A$ $A \cdot B = B \cdot A$	$A + (B + C) = (A + B) + C$ $A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C$
分配の法則	吸収の法則
$A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$ $(A + B) \cdot (A + C) = A + B \cdot C$	$A \cdot (A + B) = A$ $A + A \cdot B = A$ $A + \bar{A} \cdot B = A + B$ $\bar{A} + A \cdot B = \bar{A} + B$
復元の法則	ド・モルガンの定理
$\overline{\bar{A}} = A$	$\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$ $\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$

【(55) (56) (81) (82) (93) (94) の選択肢】

- | | | | |
|--|--|---------------------------------|---------------------------------|
| (11) A_0 | (12) $\overline{A_0}$ | (13) A_1 | (14) $\overline{A_1}$ |
| (15) A_2 | (16) $\overline{A_2}$ | (17) $A_0 \cdot A_1$ | (18) $A_0 \cdot A_2$ |
| (19) $A_0 \cdot \overline{A_1}$ | (20) $A_0 \cdot \overline{A_2}$ | (21) $\overline{A_0} \cdot A_1$ | (22) $\overline{A_0} \cdot A_2$ |
| (23) $\overline{A_0} \cdot \overline{A_1}$ | (24) $\overline{A_0} \cdot \overline{A_2}$ | (25) $A_1 \cdot A_2$ | (26) $A_1 \cdot \overline{A_2}$ |
| (27) $\overline{A_1} \cdot A_2$ | (28) $\overline{A_1} \cdot \overline{A_2}$ | (29) $A_0 + A_1$ | (30) $A_0 + A_1 + A_2$ |
| (31) $A_0 \cdot A_1 \cdot A_2$ | (32) $A_1 + A_0 \cdot A_2$ | (33) $A_2 + A_0 \cdot A_1$ | |

情報 V

いくつかのグループの人々があるパーティーに参加している。パーティーの参加者は全員どれかのグループに属していて、2つ以上のグループに属している人はいない。誰がどのグループに属しているかは判らないが、同じグループに属する人が出会った時は握手をし、違うグループに属する人は出会っても握手しないということが判っている。このパーティーを観察し、誰と誰が握手をしたかを記録することによって、任意に指定した2人が同じグループに属するかどうかを判定するアルゴリズムを考える。

実は同じグループに属していても、たまたまパーティーで出会わなかったために握手の記録が無いということもあり得るので、握手の記録が無いから同じグループでないと言うことはできない。したがって、アルゴリズムの出力は「同じグループに属している」か「同じグループに属するか不明」のどちらかとなる。

パーティーの参加者は n 人 (ただし $n \geq 2$) とし、各参加者には1から n までの番号が付けられているものとする。握手記録は握手した2人の番号の組であり、握手記録列は握手記録を並べた列である。

(ア) 次の文章の空欄 (95) ~ (97) に入るもっとも適切なものを下の選択肢から選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

単純に考えると次のようになる。

- 各参加者に対してグループ番号を割り当てる。最初は全員異なるグループ番号にしておく。
- アルゴリズムは、握手の記録を読み込む部分と、指定された2人が同じグループか判定する部分に分かれる。前者を 1a、後者を 1b と呼ぶことにする。
- アルゴリズム 1a では、握手をした人が同じグループ番号になるように、グループ番号を書き換える。
- アルゴリズム 1b では、指定された2人のグループ番号が同じかどうか比較する。

これをアルゴリズムの形で書くと次のようになる。

アルゴリズム 1a:

変数 n の値を参加者の数、変数 g_1, \dots, g_n の値をそれぞれ $1, \dots, n$ とする。
握手記録列を先頭から順に読み込み、各握手記録に対して処理 A を実行する。

処理 A の始め

変数 a, b の値を、握手した 2 人の番号とする。

変数 c の値を $\square^{(95)}$ とする。

変数 i の値を最初 1 とし、1 ずつ増やしながら n まで処理 B を繰り返す。

処理 B の始め

もし $g_i = \square^{(96)}$ なら処理 C を実行する。

処理 C の始め

$\square^{(97)}$ の値を g_a とする。

処理 C の終わり

処理 B の終わり

処理 A の終わり

アルゴリズム 1b:

変数 g_1, \dots, g_n は、アルゴリズム 1a と共有している。

変数 d, e の値を、指定された 2 人の番号とする。

もし $g_d = g_e$ なら「同じグループに属している」と出力し、
そうでなければ「同じグループに属するか不明」と出力する。

【 $\square^{(95)}$ ～ $\square^{(97)}$ の選択肢】

- (1) a (2) b (3) c (4) i
(5) g_a (6) g_b (7) g_c (8) g_i

(イ) 次の文章の空欄 $\square^{(98)}$ ～ $\square^{(100)}$ に入るもっとも適切なものを下の選択肢から選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

アルゴリズム 1a は、握手記録 1 個ごとに処理 B を n 回繰り返すので、 n が大きくなると効率が悪い。そこで、次のような別の考え方を考える。

- 各参加者が、別の参加者の番号をデータとして持つ。例えば 1 番の参加者が 2 番というデータを持つ時、「1 番が 2 番を指す」と呼ぶ。「誰も指していない」ことも可能で、その場合は 0 番をデータとして持つことにする。
- A が B を指し、B が C を指し、…と指している参加者を順番にたどっていき、誰も指していない参加者 X にたどり着いた場合、X を A の代理人と呼ぶことにする。A が誰も指していない場合

は、A が自分自身の代理人となる。

- アルゴリズムは、握手の記録を読み込む部分、指定された 2 人が同じグループか判定する部分、任意の参加者に対してその代理人を求める部分に分かれる。それぞれ 2a, 2b, 2c と呼ぶことにする。
- アルゴリズム 2a では、同じグループに属す参加者は代理人が同じになるようにする。それは、A と B が握手した時、(A と B が既に同じグループになっていなければ)A の代理人が B の代理人を指すようにすることで実現される。
- アルゴリズム 2b では、指定された 2 人の代理人が同じかどうか比較する。

これをアルゴリズムの形で書くと次のようになる。

アルゴリズム 2a:

変数 n の値を参加者の数、変数 p_1, \dots, p_n の値をすべて 0 とする。

握手記録列を先頭から順に読み込み、各握手記録に対して処理 A を実行する。

処理 A の始め

変数 a, b の値を、握手した 2 人の番号とする。

変数 c, d の値を、 a, b をそれぞれ入力としてアルゴリズム 2c を実行した結果とする。

もし $c = d$ でなければ処理 B を実行する。

処理 B の始め

p_c の値を d とする。

処理 B の終わり

処理 A の終わり

アルゴリズム 2b:

変数 e, f の値を、指定された 2 人の番号とする。

変数 g, h の値を、 e, f をそれぞれ入力としてアルゴリズム 2c を実行した結果とする。

もし $g = h$ なら「同じグループに属している」と出力し、

そうでなければ「同じグループに属するか不明」と出力する。

アルゴリズム 2c:

変数 p_1, \dots, p_n は、アルゴリズム 2a と共有している。

変数 i の値を、入力された番号とする。

$p_i \neq \boxed{(98)}$ が成り立つ間、処理 C を繰り返す。

処理 C の始め

i の値を $\boxed{(99)}$ とする。

処理 C の終わり

$\boxed{(100)}$ の値を出力する。

【(98)～(100)の選択肢】

- (1) $i - 1$ (2) i (3) $i + 1$ (4) 0
- (5) p_{i-1} (6) p_i (7) p_{i+1}

(ウ) 次の文章の空欄 (101)(102)～(105)(106) に入るもっとも適切な数字を解答欄にマークしなさい。

あるパーティーでは、 $n = 32$ で、32 人全員が同じ 1 つのグループに属している。これ以降は、このパーティーに対して、誰がどのグループかわからない状態からアルゴリズム 2a, 2b, 2c を適用し、全員が同じグループであると判定できるようにすることを考える。

握手記録列 H が「十分大きい」とは、アルゴリズム 2a が H を読み取って処理した状態で、アルゴリズム 2b がどの 2 人に対しても「同じグループに属している」という出力を出すことと定義する。十分大きい握手記録列は、最低でも (101)(102) 個の握手記録を含んでいる。

十分大きい握手記録列は複数存在するが、その効率には違いがある。十分大きい握手記録列 H をアルゴリズム 2a が読み取って処理した状態で、 x を入力としてアルゴリズム 2c を実行した時の、処理 C の実行回数を $s(H, x)$ で表す。さらに、ある H を固定して $1 \leq x \leq 32$ の範囲での $s(H, x)$ の最大値を $t(H)$ で表す。すると、 H の範囲をすべての十分大きい握手記録列とした時の $t(H)$ の最大値は (103)(104) であり、最小値は (105)(106) となる。

(計算用紙)

環

(計算用紙)