

第3問 (選択問題) 次の文章を読み、後の問い合わせ(問1~3)に答えよ。(配点 35)

魔方陣とは、1から順に重複しない自然数を、各列、各行、各対角線の和が等しくなるように正方形状に並べたものである。列数と行数がいずれもNである魔方陣を「N次の魔方陣」と呼ぶ。図1は「3次の魔方陣」の例である。

問1 次の文章を読み、空欄 **ア**・**イ** に当てはまる数字をマークせよ。また、空欄 **ウ**～**オ** に入れると最も適当なものを、後の解答群のうちから一つずつ選べ。

	x	0	1	2
y	0	4	9	2
	1	3	5	7
	2	8	1	6

図1 3次の魔方陣

与えられた数の並びが魔方陣かどうかを検証する準備として、各列や各行、各対角線の和を求め、表示する手続きを作成する。数の並びは、一番左の列を第0列、一番上の行を第0行として、第 x 列第 y 行の値が2次元配列 **Mahou**[x, y] の要素に格納された形で与えられる。N次の魔方陣では、配列の添字の範囲は0から $N - 1$ までとなる。図1の場合、1が記入されているマスは第1列第2行なので、**Mahou**[1, 2]と表せる。

第0行の和を求めるには、**Mahou**[0, 0], **Mahou**[1, 0], **Mahou**[2, 0]を足し合わせる。同様に、第1行の和を求めるには、**Mahou**[**ア**, 1], **Mahou**[1, **イ**], **Mahou**[2, **イ**]を足し合わせる。各行の和を求めて表示する手続きが図2である。変数 **N**には魔方陣の次数を格納する。各行の和は変数 **wa**を使用して計算され、行ごとに表示される。

- ```

(01) N ← 3
(02) gyou を 0 から N - 1 まで 1 ずつ増やしながら,
(03) wa ← 0
(04) retu を 0 から N - 1 まで 1 ずつ増やしながら,
(05) | wa ← wa + ウ
(06) を繰り返す
(07) wa を表示する
(08) を繰り返す

```

図2 配列 **Mahou** の各行の和を求めて表示する手続き

また、各列の和を計算するには、図2の手続きのうち  
 (02)行目と(04)行目の変数 **gyou** と変数 **retu**を入れ替える。

次に、対角方向についての和を考える。対角方向は、図3のように二つある。左上から右下への対角方向  の和を求める手続きは図4になる。

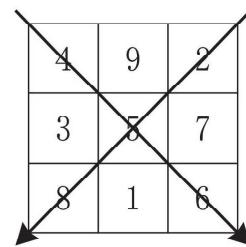


図3 魔方陣の二つの対角方向

- (01) **N**  $\leftarrow$  3
- (02) **wa**  $\leftarrow$  0
- (03) **i** を 0 から **N** - 1 まで 1 ずつ増やしながら、
- (04)      |      **wa**  $\leftarrow$  **wa** + **工**
- (05) を繰り返す
- (06) **wa** を表示する

図4 配列 **Mahou** の対角方向  の和を求める手続き

右上から左下への対角方向  の和を求めるには図4の **工** を **オ** に変更する。以上の手続きによって、各列、各行、二つの対角方向の和が表示され、それらがすべて等しいかどうかを目視で確認できるようになる。

**ウ** の解答群

- |                                                    |                                              |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| ① <b>N</b> - 1                                     | ① <b>Mahou</b> [ <b>retu</b> , <b>gyou</b> ] |
| ② <b>Mahou</b> [ <b>retu</b> - 1, <b>gyou</b> - 1] | ③ <b>Mahou</b> [ <b>N</b> , <b>N</b> ]       |
| ④ <b>Mahou</b> [ <b>N</b> - 1, <b>N</b> - 1]       | ⑤ 1                                          |

**工**・**オ** の解答群

- |                                                       |                                                          |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| ① <b>Mahou</b> [ <b>i</b> , <b>i</b> ]                | ① <b>Mahou</b> [ <b>i</b> + 1, <b>i</b> + 1]             |
| ② <b>Mahou</b> [ <b>N</b> - <b>i</b> , <b>i</b> ]     | ③ <b>Mahou</b> [ <b>N</b> + <b>i</b> , <b>i</b> + 1]     |
| ④ <b>Mahou</b> [ <b>N</b> - 1 - <b>i</b> , <b>i</b> ] | ⑤ <b>Mahou</b> [ <b>N</b> - 1 - <b>i</b> , <b>i</b> + 1] |

問 2 次の文章を読み、空欄 **力**・**キ**・**ケ**～**サ** に入れるのに最も適当なものを、後の解答群のうちから一つずつ選べ。また、空欄 **ク** に当てはまる数字をマークせよ。

N が奇数であれば、次の手順に従うと N 次の魔方陣を作成できることが知られている。

- まず、図 5 (a)に示すように、一番下の行の中央に 1 を記入する。
- 2 以降の数  $z$  については、基本的に、その前に  $z - 1$  を記入したマスの右下のマスに記入する。
  - ただし、右下のマスが表の外側になるとき、下にはみ出る場合は一番上の行に、右にはみ出る場合は一番左の列に回り込む。右にも下にもはみ出る場合は、第 0 列第 0 行に回り込む。
  - 記入しようとするマスにすでに数が記入されていた場合は、 $z - 1$  を記入したマスの一つ上のマスに記入する。

この手順を用いて 3 次の魔方陣を作成する。2 を記入するときに下にはみ出るので、一番上の行に回り込む(図 5 (b))。これは 9 を記入するときも同様である。また、3 を記入するときに右にはみ出るので、一番左の列に回り込む(図 5 (c))。これは 8 を記入するときも同様である。さらに、4 を記入するときに 3 の右下のマスが埋まっているので、3 の上のマスに記入する(図 5 (d))。なお、7 を記入するとき、6 の右下のマスは、右にも下にもはみ出るので、第 0 列第 0 行に回り込むが、すでに 4 が記入されているので、6 がある第 2 列第 2 行の上のマスに記入する。完成形が図 5 (e)である。

| (a) | (b) | (c) | (d) | (e) 完成形 |
|-----|-----|-----|-----|---------|
|     |     |     |     |         |

図 5 3 次の魔方陣の作成手順

この作成方法を手続きとしたものが図 6 である。配列 **Mahou** に、作成する魔方陣のマスの値を格納していく。**Mahou** [**x**, **y**] の値が 0 のときは、そのマスは未記入であることを表している。最初に記入するマスの場所を N を用いて表すと、第 **力** 列、第 **キ** 行となり、(03) 行目で格納している。なお、 $a \% b$  は、 $a$  を  $b$  で割った余りを求める演算である。

この手続きを実行すると、(06) 行目は **ク** 回実行される。

- (01) 配列 **Mahou** のすべての要素に 0 を代入する
- (02) **N**  $\leftarrow$  3
- (03) **x**  $\leftarrow$  力, **y**  $\leftarrow$  キ, **Mahou** [**x**, **y**]  $\leftarrow$  1
- (04) **z** を 2 から **N**  $\times$  **N** まで 1 ずつ増やしながら,
- (05)   もし **Mahou** [(**x** + 1) % **N**, (**y** + 1) % **N**] = 0 ならば
- (06)    **x**  $\leftarrow$  ケ, **y**  $\leftarrow$  コ
- (07)   を実行し, そうでなければ
- (08)    サ
- (09)   を実行する
- (10)   **Mahou** [**x**, **y**]  $\leftarrow$  **z**
- (11) を繰り返す

図 6 3 次の魔方陣を作成する手続き

| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">力</span> ・ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">キ</span> の解答群 |                    |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------|
| ① 0                                                                                                                                | ② <b>N</b>         | ③ <b>N</b> - 1   |
| ④ <b>N</b> + 1                                                                                                                     | ⑤ $(N - 1) \div 2$ | ⑥ $(N - 1) \% 2$ |

| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ケ</span> ・ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">コ</span> の解答群 |                           |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| ① <b>x</b> - <b>N</b>                                                                                                              | ② <b>x</b> + <b>N</b>     | ③ <b>x</b> % <b>N</b> |
| ④ $(x + 1) \% N$                                                                                                                   | ⑤ <b>y</b> - <b>N</b>     | ⑥ <b>y</b> % <b>N</b> |
| ⑦ $(y + 1) \% N$                                                                                                                   | ⑧ <b>x</b> + <b>y</b> - 1 |                       |

| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">サ</span> の解答群       |                                                                          |                                      |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| ① <b>x</b> $\leftarrow$ <b>y</b>                                         | ② <b>y</b> $\leftarrow$ <b>x</b>                                         | ③ <b>x</b> $\leftarrow$ <b>x</b> + 1 |
| ④ <b>x</b> $\leftarrow$ <b>x</b> - 1                                     | ⑤ <b>y</b> $\leftarrow$ <b>y</b> + 1                                     | ⑥ <b>y</b> $\leftarrow$ <b>y</b> - 1 |
| ⑦ <b>x</b> $\leftarrow$ <b>x</b> + 1, <b>y</b> $\leftarrow$ <b>y</b> + 1 | ⑧ <b>x</b> $\leftarrow$ <b>x</b> - 1, <b>y</b> $\leftarrow$ <b>y</b> - 1 |                                      |

問 3 次の文章を読み、空欄 **シ** ~ **ソ** に入れるのに最も適当なものを、後の解答群のうちから一つずつ選べ。また、空欄 **タ** に当てはまる数字をマークせよ。

問 2 の手順に従って、N の値が 3 より大きい魔方陣を作成した。これが正しい魔方陣になっていることを検証したい。そのために作成した手続きの一部が、図 7・図 8 である。問 1 では各列や各行、各対角方向の和を表示するのみであったが、ここではそれらが同一であることを手続き内で検証する。図 7 では、変数 **hantei\_wa** と変数 **batu** を用いて配列 **Mahou** の各行の和が一致することを検証する。**hantei\_wa** には最初の行の和を格納し、以降の行の和がこれと一致しない場合は **batu** の値を 1 とする。最終的に **batu** の値に応じてメッセージを表示する。なお、各列の和や対角方向の和についても同様に検証できる。

図 8 は、配列 **Mahou** に 1 から  $N \times N$  までのすべての数が重複なく入っていることを検証する手続きである。ここでは、1 次元配列 **Kakunin** を用いている。また、図 7 と同じ用途で変数 **batu** を用いている。

- ```

(01) hantei_wa ← 0, batu ← 0
(02) gyou を 0 から N - 1 まで 1 ずつ増やしながら,
(03)   wa ← 0
(04)   retu を 0 から N - 1 まで 1 ずつ増やしながら,
(05)     |   wa ← wa + ウ
(06)   を繰り返す
(07)  もし シ ならば hantei_wa ← wa を実行する
(08)   ス
(09)   を繰り返す
(10) もし batu = 1 ならば「魔方陣ではありません！」を表示し,
      そうでなければ「各行の和は一致しました」を表示する

```

図 7 各行の和が一致することの検証

シ

の解答群

- | | |
|-------------------|------------------------|
| ① retu = 0 | ② hantei_wa = 0 |
|-------------------|------------------------|

- | | |
|-----------------|--------------------------------|
| ① wa = 0 | ③ wa = hantei_wa |
|-----------------|--------------------------------|

- (01) 配列 **Kakunin** のすべての要素に 0 を代入する
- (02) **batu** \leftarrow 0
- (03) **gyou** を 0 から **N** - 1 まで 1 ずつ増やしながら,
- (04) **retu** を 0 から **N** - 1 まで 1 ずつ増やしながら,
- (05) | **Kakunin** [**セ**] を 1 増やす
- (06) | を繰り返す
- (07) | を繰り返す
- (08) | *i* を 1 から **N** × **N** まで 1 ずつ増やしながら,
- (09) | もし **ソ** ならば **batu** \leftarrow **タ** を実行する
- (10) | を繰り返す
- (11) もし **batu** = 1 ならば「魔方陣ではありません！」を表示し,
そうでなければ「数の重複はありませんでした」を表示する

図 8 すべての数が重複なく入っていることの検証

ス の解答群

- ① もし **wa** \neq **hantei_wa** ならば **batu** \leftarrow 1 を実行する
- ① もし **wa** \neq **hantei_wa** ならば **batu** \leftarrow 1 を実行し,
そうでなければ **batu** \leftarrow 0 を実行する
- ② もし **wa** = **hantei_wa** ならば **batu** \leftarrow 0 を実行する
- ③ もし **wa** = **hantei_wa** ならば **batu** \leftarrow 0 を実行し,
そうでなければ **batu** \leftarrow 1 を実行する

セ の解答群

- | | | | | | |
|---|--|---|--|---|---------------------------|
| ① | N | ① | N - 1 | ② | retu + gyou |
| ③ | Mahou [retu , retu] | ④ | Mahou [retu , gyou] | | |
| ⑤ | Mahou [gyou , gyou] | ⑥ | gyou × N + retu | | |

ソ の解答群

- | | | | | | |
|---|--------------------------------------|---|--|---|---------------------------------|
| ① | Kakunin [<i>i</i>] > 0 | ① | Kakunin [<i>i</i>] = 1 | ② | Kakunin [<i>i</i>] = 2 |
| ③ | Kakunin [<i>i</i>] \neq 1 | ④ | Kakunin [<i>i</i>] = N | | |