

受験番号		氏名	
------	--	----	--

令和8年度弘前大学医学部医学科  
学士編入学(第2年次)試験  
(第1次選抜)

基礎自然科学・数学試験問題

(注意事項)

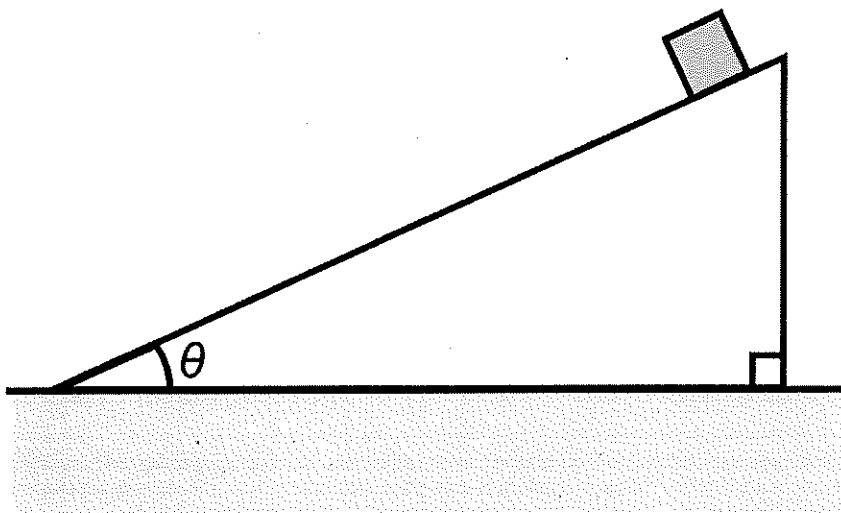
1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. 印刷の不鮮明な箇所などがある場合には申し出ること。
3. 解答用紙(4枚綴り)と計算用紙(2枚綴り)を配付してあるので確認すること。
4. 解答は解答用紙に記入すること。解答用紙以外に記入したものは無効である。
5. 計算は計算用紙を使用すること。
6. 配付された問題冊子及び解答用紙並びに計算用紙は持ち帰らないこと。

問題 I

問 1

滑らかな床の上に、傾斜角が  $\theta$  で滑らかな斜面を持つ、質量  $M$  の三角台が置かれている。斜面上に質量  $m$  の物体を置き、そつと手を離すと、三角台と物体は運動を始めた。重力加速度の大きさを  $g$  として、以下の設問に答えよ。

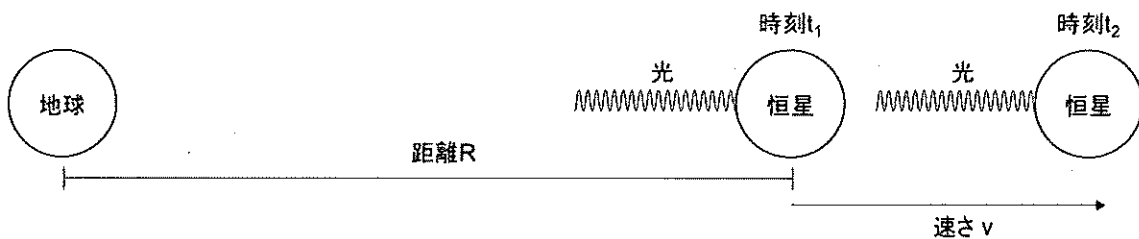
- A) 三角台の加速度を右向きに  $A$ 、物体の加速度の左方向成分を  $a_x$ 、鉛直下向き成分を  $a_y$  とする。 $\tan\theta$  を  $A$ 、 $a_x$ 、 $a_y$  を用いて求めよ。
- B) 物体が斜面から受ける垂直抗力を  $N$  とする。 $N$  を  $M$ 、 $m$ 、 $g$ 、 $\theta$  を用いて求めよ。
- C)  $A$ 、 $a_x$ 、 $a_y$  を  $M$ 、 $m$ 、 $g$ 、 $\theta$  を用いて求めよ。



問 2

一定の速さ  $v$  で地球から遠ざかる恒星がある。時刻  $t_1$  での地球と恒星の距離は  $R$  である。時刻  $t_1$  に恒星から放たれた光は時刻  $T_1$  に地球に到達する。その後、時刻  $t_2$  に恒星から放出された光は時刻  $T_2$  に地球に到達する。光速を  $c$ 、恒星から放出される光の振動数を  $f$  として、以下の設問に答えよ。

- A)  $T_1$  および  $T_2$  を  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $v$ 、 $R$ 、 $c$  のうち必要なものを用いて求めよ。
- B) 地球上で観測される光の振動数を  $f'$  とする。 $f'$  を  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $f$  を用いて求めよ。
- C) 上記 A)、B) から、振動数  $f'$  を  $c$ 、 $v$ 、 $f$  を用いて求めよ。
- D) この恒星から放出されて地球上で観測された光の波長  $\lambda'$  と、地球上にある同じ元素から放出される光の波長  $\lambda$  の差  $\Delta\lambda (= \lambda' - \lambda)$  を求めよ。



## 問題Ⅱ

必要であれば、以下の原子量を用いよ。H=1.0, C=12, N=14, O=16, S=32, Ar=40

### 問 1

硫酸バリウム ( $K_{sp} = 1.1 \times 10^{-10}$ ) と硫酸カルシウム ( $K_{sp} = 2.4 \times 10^{-5}$ ) の混合水溶液 ( $[Ba^{2+}] = 0.010$  [mol/L],  $[Ca^{2+}] = 0.010$  [mol/L]) に硫酸イオン ( $SO_4^{2-}$ ) を加えていく。このとき、硫酸バリウム ( $BaSO_4$ ) のみが沈殿する硫酸イオンの濃度 [mol/L] 範囲を不等式で示せ。なお、沈殿開始の判定は初期の  $[Ba^{2+}] = [Ca^{2+}] = 0.010$  mol/L を用い、体積変化量は無視してよい。

### 問 2

体積比で  $N_2:O_2:Ar = 8:2:1$  の混合気体がある。標準状態(STP)における、この混合気体の密度 [g/L] を有効数字 3 桁で求めよ。STP は  $0^\circ C \cdot 1 atm$ 、モル体積  $22.4 L/mol$  とする。

### 問 3

炭素 (黒鉛) の燃焼熱は  $394 kJ/mol$ 、水素の燃焼熱は  $286 kJ/mol$ 、プロパン ( $C_3H_8$ ) の燃焼熱は  $2220 kJ/mol$  である。これらを用いて、プロパンの標準生成熱 [kJ/mol] を求めよ。

### 問 4

アミノ酸の一種であるアラニンの酸解離定数は、それぞれ  $Ka_1 = 2.3 \times 10^{-3}$ ,  $Ka_2 = 6.2 \times 10^{-10}$  である。アラニンの等電点の pH を有効数字 3 桁で求めよ。ただし、 $\log_{10} 2.3 = 0.36$ ,  $\log_{10} 6.2 = 0.79$  とする。

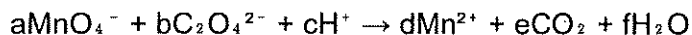
### 問 5

以下の記述のうち、誤っているものを一つ選べ。

- (a) 一酸化炭素は、高温で金属酸化物を還元する性質がある。
- (b) 二酸化窒素は、水に溶けて酸性を示す。
- (c) 二酸化硫黄の漂白作用は、その還元作用に基づくものである。
- (d) アンモニアは、強酸化剤として働くことがある。

### 問 6

過マンガン酸カリウム ( $\text{KMnO}_4$ ) とシュウ酸 ( $(\text{COOH})_2$ ) は、硫酸酸性条件下で以下の酸化還元反応を起こす。



上のイオン反応式の係数  $a \sim f$  を求めよ。また、 $0.0200 \text{ [mol/L]}$  の過マンガン酸カリウム水溶液  $25.0 \text{ mL}$  と過不足なく反応するシュウ酸イオン ( $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ) の物質量  $[\text{mol}]$  を求めよ。

### 問 7

$\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  の 4 種類の陽イオンを含む水溶液がある。以下の(1)~(3)の操作を行ったとき、各段階で沈殿する陽イオンの化学式をすべて答えよ。なお、沈殿するイオンが存在しない場合、「なし」と記載せよ。

- (a) 溶液に希塩酸を加える。
- (b) (a)のろ液に、塩酸酸性のまま硫化水素を通じる。
- (c) (b)のろ液を塩基性にした後、硫化水素を通じる。

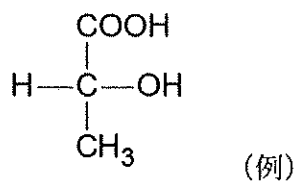
### 問 8

2-メチルプロペンに塩化水素 ( $\text{HCl}$ ) を付加させたときに主として生成する化合物の IUPAC 名を答えよ。

### 問 9

分子式が  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$  で表されるエステル化合物 A がある。A を水酸化ナトリウム水溶液で加水分解したところ、エタノールと化合物 B のナトリウム塩が得られた。また、得られたエタノールはヨードホルム反応を示した。化合物 A の構造式と名称を記せ。

ただし、構造式は例と同様の記載法で回答せよ。



### 問題 III

1

ショウジョウバエの体色に関する遺伝子（正常（灰色）： $B$ 、黒檀色（ebony）： $b$ ）と、翅の形に関する遺伝子（正常： $V$ 、痕跡翅（vestigial）： $v$ ）は、異なる常染色体上に存在する。以下の問いに答えよ。ただし、 $B$ は $b$ に対して、また、 $V$ は $v$ に対して、それぞれ顕性（優性）であり、遺伝子 $B$ と $V$ は独立に遺伝するものとする。

問1 体色が灰色で正常な翅を持つ純系の個体と、黒檀色で痕跡翅を持つ個体を交配してF1（雑種第一代）を得た。このF1の遺伝子型を答えよ。

問2 次に、このF1の個体同士を自由に交配させてF2（雑種第二代）を得た。F2における表現型の分離比（[灰色・正常翅]：[灰色・痕跡翅]：[黒檀色・正常翅]：[黒檀色・痕跡翅]）を、最も簡単な整数比で答えよ。

2

ヒトの血糖濃度調節に関する以下の文章を読み、問いに答えよ。

ヒトの血糖濃度は、食事などにより上昇すると、すい臓の(①)細胞から(②)が分泌される。このホルモンは、肝臓や筋肉細胞に作用して、グルコースから(③)の合成を促進したり、細胞へのグルコースの取り込みを促進したりすることで血糖濃度を低下させる。一方、血糖濃度が低下すると、すい臓の(④)細胞から(⑤)が、また副腎髄質から(⑥)が分泌される。これらのホルモンは、主に肝臓に作用して(③)をグルコースに分解することを促進し、血糖濃度を上昇させる。このように、異なる作用を持つ複数の因子が互いに拮抗することで生体内の状態が一定に保たれる仕組みを(⑦)という。

問1 文章中の(①)～(⑦)に当てはまる最も適切な語句を答えよ。

問2 (②)が分泌されない、あるいはその作用が低下することによって、血糖濃度が慢性的に高くなる疾患を何というか。

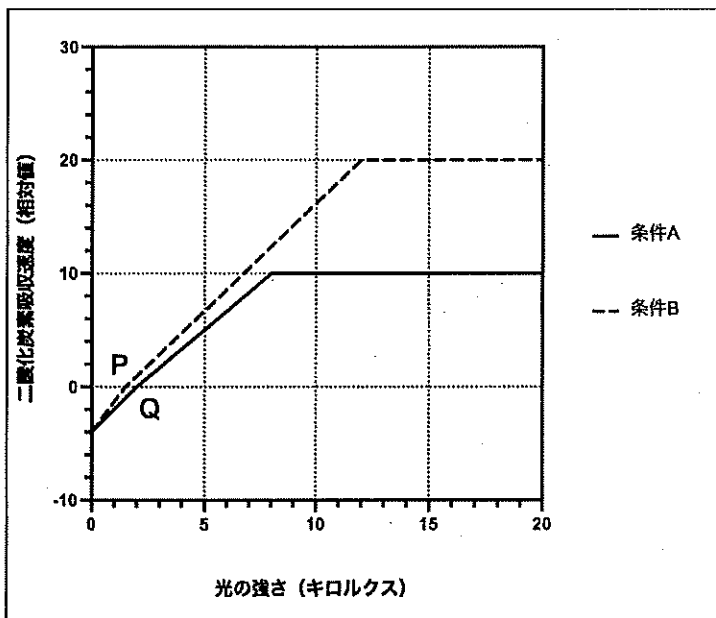
問3 血糖濃度の調節のように、外部環境が変化しても体内環境を一定の範囲に保とうとする性質を何と呼ぶか。

3

ある植物を用いて、光の強さと二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 濃度が光合成速度に与える影響を調べるため、以下の実験を行った。

【実験】

植物を入れた密閉容器を、温度を 25°C に保ち、CO<sub>2</sub> 濃度を 0.04% (条件 A) または 0.1% (条件 B) に設定した。様々な光の強さを照射し、単位時間あたりの CO<sub>2</sub> 吸収量を測定した。結果は下図のようになった。なお、CO<sub>2</sub> 吸収量がマイナスの値を示す場合は、CO<sub>2</sub> が放出されていることを意味する。



問1 図中の CO<sub>2</sub> 吸収速度は「見かけの光合成速度」を表している。この植物の「呼吸速度」を、グラフから読み取れる値で答えよ。

問2 グラフ中の点 P や点 Q のように、見かけの光合成速度が 0 になる光の強さを何と呼ぶか。

問3 条件 A において、光の強さが 10 のとき、この植物の「真の光合成速度」はいくらか。計算して答えよ。

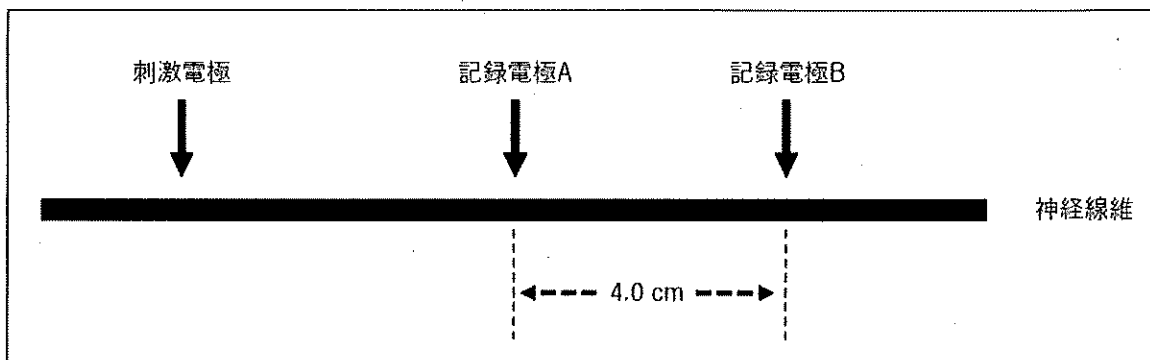
問4 光の強さが 10 のとき、光合成速度は条件 A と条件 B で大きく異なる。このときの光合成の限定要因 (律速段階) となっているものは何か、答えよ。

4

一本の長い無髄神経線維を、生体内に近い組成の溶液に浸し、その働きを調べる以下の実験を行った。この神経線維の細胞内は細胞外に比べてカリウムイオン ( $K^+$ ) 濃度が高く、ナトリウムイオン ( $Na^+$ ) 濃度が低い状態に保たれている。

**実験:**

図のように、神経線維上に刺激電極と、2つの記録電極 A、B を設置した。記録電極 A と B の間の距離は 4.0cm である。刺激電極から、活動電位を発生させるのに十分な強さの電気刺激を 1 回与えたところ、記録電極 A で活動電位が観測されてから 2.0 ミリ秒後に、記録電極 B で活動電位が観測された。



**問 1**

神経細胞が刺激を受けていない静止状態では、細胞膜を隔てて内外に電位差（静止電位）が生じている。この静止電位が生じる主な要因について、最も適切な記載を以下の選択肢から一つ選び、記号で答えよ。

- (ア) ナトリウムポンプが能動輸送で  $K^+$  を細胞内に取り込む。細胞膜にはカリウムイオンチャンネルが多く、 $K^+$  が濃度勾配に従い細胞外へ拡散するため、細胞内が負に帯電する。
- (イ) ナトリウムポンプが能動輸送で  $K^+$  を細胞内に取り込む。細胞膜にはカリウムイオンチャンネルが多く、 $K^+$  が濃度勾配に従い細胞外へ拡散するため、細胞内が正に帯電する。
- (ウ) カリウムポンプが能動輸送で  $K^+$  を細胞内に取り込む。細胞膜にはナトリウムイオンチャンネルが多く、 $Na^+$  が濃度勾配に従い細胞外へ拡散するため、細胞内が負に帯電する。

(エ) カリウムポンプが能動輸送で  $K^+$  を細胞内に取り込む。細胞膜にはナトリウムイオンチャンネルが多く、 $Na^+$  が濃度勾配に従い細胞外へ拡散するため、細胞内が正に帯電する。

## 問 2

刺激電極から与える刺激の強さを、閾値（いきち）未満から閾値以上にまで徐々に大きくしていくと、記録電極 A で観測される活動電位の大きさはどのように変化するか。最も適切なものを、以下の選択肢から一つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 刺激の強さに比例して、活動電位の大きさも連続的に大きくなる。
- (イ) 刺激が閾値に達するまでは活動電位は発生せず、閾値を超えると刺激の強さに関わらず常に一定の大きさの活動電位が発生する。
- (ウ) 刺激が閾値に達するまでは活動電位は発生せず、閾値を超えると刺激が強いほど活動電位の大きさは小さくなる。
- (エ) 刺激の強さに関わらず、常に一定の大きさの活動電位が発生する。

## 問 3

実験結果に基づき、この神経線維における興奮の伝導速度（m/秒）を計算せよ。

## 問 4

この神経線維を、有髄神経線維に変えて同様の実験を行った場合、興奮の伝導速度はどのようになると考えられるか。最も適切なものを、以下の選択肢から一つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 髄鞘が絶縁体として働き、髄鞘のない部分（ランビエ絞輪）でのみ興奮が起こる跳躍伝導が生じるため伝導速度は速くなる。
- (イ) 興奮の伝導速度は有髄神経線維でも無髄神経線維変わらない。
- (ウ) 髄鞘が絶縁体として働き、その部分での伝導ができなくなるため伝導速度は遅くなる。

## 問 5

フグ毒として知られるテトロドトキシンは、神経細胞の細胞膜に存在するある構造に特異的に結合し、その働きを阻害することで毒性を発揮する。これにより、神経の興奮伝導が起こらなくなる。テトロドトキシンが作用する構造は何か。最も適切なものを以下の選択肢から一つ選び、記号で答えよ。

- (ア) ナトリウムポンプ
- (イ) ナトリウムイオンチャンネル
- (ウ) カリウムイオンチャンネル
- (エ) シナプス小胞

問題 IV

問1 以下のア～コに適切な値を入れよ。ただし1文字にはそれぞれ1桁の整数(0～9), - (マイナス記号)が入る。ただし複数桁の解答欄は1つにまとめてある。またAとBには <, ≤, >, ≥, ≠ のうちのいずれか1つ, 適切な記号を選べ。

2次関数

$$y = -x^2 + 4x + 1 \quad \dots \textcircled{1}$$

を考える。この2次関数を①とする。この関数のグラフの頂点の座標は (  ,  ) である。また、それとは別の2次関数

$$y = f(x)$$

を考える。そのグラフは、①のグラフを  $x$  軸方向に  $p$ ,  $y$  軸方向に  $q$  だけ並行移動したものであるとする。以下の問に答えよ。

(1)  $3 \leq x \leq 7$  における  $f(x)$  の最大値が  $f(3)$  となるような  $p$  の値の範囲は

$$p \quad \boxed{\text{ア}} \quad \boxed{\text{ウ}}$$

であり、最小値が  $f(3)$  となるような  $p$  の値の範囲は

$$p \quad \boxed{\text{B}} \quad \boxed{\text{エ}}$$

である。

(2) 2次不等式  $f(x) > 0$  の解が  $-2 < x < 5$  となるのは

$$p = \frac{\boxed{\text{オ}} \quad \boxed{\text{カ}}}{\boxed{\text{キ}}}, \quad q = \frac{\boxed{\text{ク}} \quad \boxed{\text{ケ}}}{\boxed{\text{コ}}}$$

のときである。

問2 以下のア～ハに適切な値を入れよ。ただし1文字にはそれぞれ1桁の整数(0～9), - (マイナス記号)が入る。ただし複数桁の解答欄は1つにまとめてある。また、分数は既約分数で解答せよ。

一般に、事象  $A$  の確率を  $\Pr(A)$  で表す。また事象  $A$  の余事象を  $\bar{A}$  と表し、二つの事象  $A, B$  の積事象を  $A \cap B$  と表す。

大小2個の正6面体のサイコロを同時に投げる試行において

$A$  を「大きいサイコロについて、4の目が出る」という事象

$B$  を「2個のサイコロの出た目の和が8である」という事象

$C$  を「2個のサイコロの出た目の和が10である」という事象

とする。

(1) 事象  $A, B, C$  の確率はそれぞれ

$$\Pr(A) = \frac{\boxed{\text{ア}}}{\boxed{\text{イ}}}, \Pr(B) = \frac{\boxed{\text{ウ}}}{\boxed{\text{エ}} \boxed{\text{オ}}}, \Pr(C) = \frac{\boxed{\text{カ}}}{\boxed{\text{キ}} \boxed{\text{ク}}}$$

である。

(2) 以下の確率はそれぞれ

$$\Pr(A \cap B) = \frac{\boxed{\text{ケ}}}{\boxed{\text{コ}} \boxed{\text{サ}}},$$

$$\Pr(A \cap C) = \frac{\boxed{\text{シ}}}{\boxed{\text{ス}} \boxed{\text{セ}}}$$

である。

(3) 事象  $C$  が起こったときの事象  $A$  が起こる確率、すなわち条件付き確率は

$$\Pr(A|C) = \frac{\boxed{\text{ソ}}}{\boxed{\text{タ}}}$$

であり、事象  $A$  が起こった時の事象  $C$  が起こる条件付き確

率は  $\Pr(C|A) = \frac{\boxed{\text{チ}}}{\boxed{\text{ツ}}}$  である。

(4) 大小2個の正6面体のサイコロを同時に投げる試行を2回繰り返す。1回目に事象

$A \cap B$  が起こり、2回目に事象  $\bar{A} \cap C$  が起こる確率は 

テ		
ト	ナ	ニ

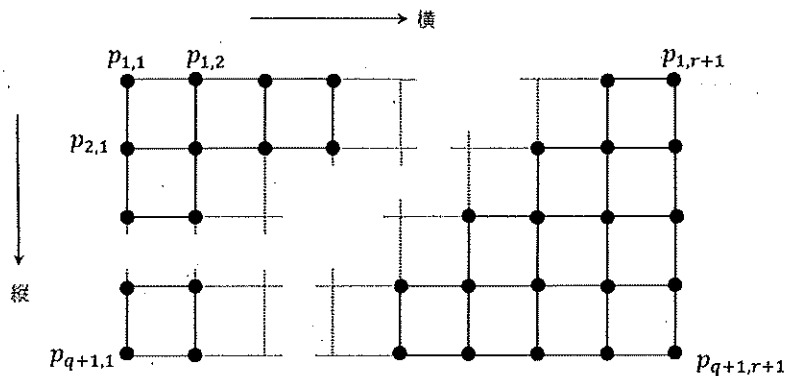
であり、三つの事象  $A, B, C$  がいずれもちょうど1回ずつ起きる確率は、

ヌ		
ネ	ノ	ハ

 である。

(以下余白。次の間は次ページ。)

問3 下の図のような等間隔の格子状の道路からなる街を考える。それぞれの交差点は  $p_{x,y}$  で表す。ただし  $x,y$  はそれぞれ左上を起点、すなわち  $x=1,y=1$  とした縦位置、横位置を表す。街の縦の長さを  $q$ 、横の長さを  $r$  とする。各交差点を結ぶ格子状の道路の距離はそれぞれ1とする。今、左上  $p_{1,1}$  からスタートし、右下  $p_{q+1,r+1}$  に辿り着きたい、と仮定する。以下の空欄ア〜ケを埋めよ。各欄の解答には数式、問中の記号などを用いること。(これまでとは異なり、1文字に1つの数字・記号ではないことに注意。)



(1)  $p_{1,1}$  から  $p_{q+1,r+1}$  への最短経路の距離は ア である。

(2) 最短経路での行き方が全部で何通りあるかを考える。各交差点では下に移動するか、右に移動するか、の2つの選択肢がある。また、その選択が必要な交差点はスタート地点を含め全部で イ 回通過する。従って、どこで下に移動するか、あるいは右に移動するか、の組み合わせの数を考えれば良い。従って、最短経路での行き方は全部で ウ 通り存在する。

(3)  $q=4, r=6$  のとき、最短経路での行き方は全部で エ 通りである。

(4) 交差点を結ぶ各道路辺に得点が設定されていると仮定する。 $p_{x,y}$  から  $p_{x+1,y}$  または  $p_{x,y+1}$  の道路辺への得点をそれぞれ  $s(x,y,\downarrow)$  または  $s(x,y,\rightarrow)$  で表すとする。経路の得点の合計が最大となる最短経路を探すことを考える。単純には(2)で求めた

すべての経路のそれぞれの合計得点を計算し、その最大のものを見つけなければならない。

しかしこれは大変なので、以下のように工夫することを考える。

交差点  $p_{1,1}$  からスタートし、交差点  $p_{x,y}$  まで移動した際の最大合計得点  $T(x,y)$  を考える。この時、 $T(x,y)$  が最大になるのは、 $p_{x,y}$  に移動してくる直前までの最大合計得点と  $p_{x,y}$  への道路辺の得点を合計した値、すなわち以下の2通り

$$\begin{cases} T(x-1,y) + s(x-1,y,\downarrow) \\ T(x,y-1) + s(x,y-1,\rightarrow) \end{cases}$$

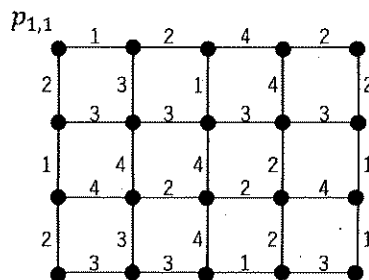
のいずれか大きい方である。従って、 $T(x,y)$  は以下の漸化式により求めることができる。ただし、範囲外の道路辺の得点は0とする。

$$T(1,1) = 0,$$

$$T(x,y) = \max \begin{cases} T(x-1,y) + s(x-1,y,\rightarrow) \\ T(x,y-1) + s(x,y-1,\downarrow) \end{cases}$$

この計算方法を用いると  $T(1,1)$  を含め **オ** 回、 $T(x,y)$  を計算するのみで  $T(q+1,r+1)$  を求めることができる。この計算方法を動的計画法という。

(5)  $q=3, r=4$  の格子状道路の道路辺得点が以下の図のように与えられているとする。例えば  $s(2,1,\rightarrow) = 3, s(2,3,\downarrow) = 4$  である。



また  $s(3,3,\rightarrow) =$  **カ** である。ゴール途中の地点  $p_{2,2}$  での最大合計得点

$T(2,2) = 5$  であり、また地点  $p_{2,5}$  での最大得点は  $T(2,5) =$  **キ** である。

ゴール地点  $p_{4,5}$  での最大得点は  $T(4,5) =$  **ク** で、その時の経路は

**ケ** である。(ケは  $p_{1,1}$  から  $p_{4,5}$  までの経路の交差点の列で答えよ)