

2008年度

理 科

④④ 物理Ⅰ・Ⅱ(1～5ページ)

④⑤ 化学Ⅰ・Ⅱ(6～11ページ) 問 題 冊 子

④⑥ 生物Ⅰ・Ⅱ(12～23ページ)

注 意 事 項

- (1) 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見ないこと。
- (2) 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。
- (3) 解答は別に配布する解答用紙の該当欄に正しく記入すること。ただし、解答に係のない語句・記号・落書き等は解答用紙に書かないこと。
- (4) 解答用紙上部に印刷してある志望学部・学科コード、受験番号、氏名(カタカナ)を確認し、氏名欄に氏名(漢字)を記入すること。もし、印刷に間違いがあった場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。

〔解答用紙記入例(選択式の場合)〕

例 1. [語群]が二桁で (11) 大阪 (12) 佐賀 (13) 長崎 (14) 東京 とある場合

問 X	A		B		C	
	16	17	18	19	20	21
	/	2	/	4	/	/

Aの解答が佐賀の場合 → (17) に記入
 Bの解答が東京の場合 → (19) に記入
 Cの解答が大阪の場合 → (21) に記入

例 2. [語群]が一桁で (1) 大学 (2) 中学校 (3) 高校 (4) 小学校 とある場合

問 X	a	b	c
	51	52	53
	/	4	2

aの解答が大学の場合 → (51) に記入
 bの解答が小学校の場合 → (52) に記入
 cの解答が中学校の場合 → (53) に記入

④6 生 物 I・II

〔I〕 細胞小器官のはたらきに関する次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

細胞の内部には、いくつかの種類の細胞小器官が含まれている。それらを重さや大きさの違いによって分離し、そのはたらきを調べることができる。

図1は、ラットの肝臓の細胞分画法を模式的に示したものである。肝臓片を等張液中で破碎した後、その液を試験管に移す。破碎液を入れた試験管を遠心分離器にセットし、弱い遠心力($600 \times g$)で遠心し、沈澱1と上清1に分離する。次に、上清1を別の試験管に移した後、強い遠心力($9000 \times g$)で遠心し、沈澱2と上清2に分離する。このようにして得られる沈澱と上清に含まれるものはたらきについて調べると、沈澱1ではDNA合成反応が、沈澱2ではクエン酸回路^(b)にかかわる酵素群の反応が、上清2ではタンパク質の合成反応が見られた。

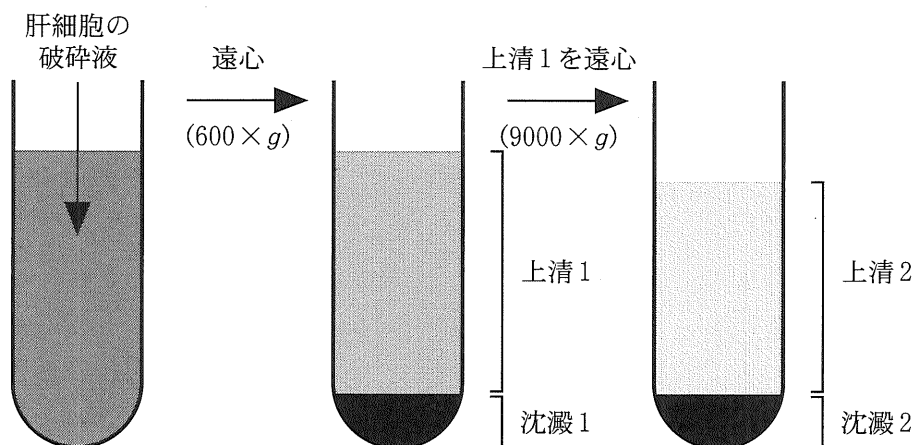


図1

問1 図1の沈澱1、沈澱2および上清2に含まれる主要な細胞小器官の名称を、沈澱1については解答欄(A)に、沈澱2については解答欄(B)に、上清2については解答欄(C)にそれぞれ1つ記せ。

問 2 次の(イ)～(ハ)の文は、図 1 の沈澱 1，沈澱 2，上清 2 のどれを説明したものか。解答欄(イ)～(ハ)のそれぞれに、沈澱 1，沈澱 2 あるいは上清 2 で答えよ。

- (イ) RNA 合成酵素の活性が最も高い
- (ロ) グルコースからピルビン酸への分解が起こる
- (ハ) ATP が最も多く産生される

問 3 沈澱 2 に過酸化水素水を加えると気体が発生する。この気体の名称を解答欄(A)に、気体の発生に関係する酵素の名称を解答欄(B)に記入せよ。

問 4 下線部(a)の操作を等張液中で行なうのはなぜか。20 字以内で答えよ。

問 5 下線部(b)のクエン酸回路の酵素群は、二重の膜(外膜と内膜)を持つ細胞小器官に存在する。この酵素群は、その細胞小器官のどの部分に含まれるか。次の(イ)～(二)から適切なものを選び、記号で答えよ。

- | | |
|---------|---------------|
| (イ) 外 膜 | (ロ) 外膜と内膜の間 |
| (ハ) 内 膜 | (二) 内膜で囲まれた部分 |

〔Ⅱ〕 遺伝情報の転写と翻訳に関する次の文章を読み、問 1～問 5 に答えよ。

原核生物では核膜がないため、合成途中の mRNA に(1)が結合して翻訳が始まる。一方、真核生物では、DNA は核内に存在し、1つの遺伝子の塩基配列中に、最終的にタンパク質に翻訳される(2)と翻訳されないイントロンの各領域がある。DNA を鋳型にして、まず前駆体 mRNA が合成される。この前駆体 mRNA から、イントロンが切り取られ、(2)だけがつなぎ合わされた成熟型 mRNA ができる。この過程を(3)という。

大腸菌では、酵素遺伝子の発現は、一般に転写の段階で調節タンパク質によって調節されている。例えば、培地にトリプトファンが含まれない場合、図 1 に示すように、トリプトファン合成酵素遺伝子群の調節タンパク質は、単独ではオペレーターに結合できない。この場合、RNA ポリメラーゼはプロモーターに結合し、トリプトファン合成酵素遺伝子群の転写が起こる。その結果、トリプトファン合成に関係する酵素群の合成が始まる。また、培地にラクトースが含まれず、大腸菌が糖としてグルコースのみを利用している場合には、ラクトース分解酵素遺伝子群の調節タンパク質はオペレーターに結合する。そのため、RNA ポリメラーゼはプロモーターに結合できず、ラクトース分解酵素遺伝子群の転写は起こらない。しかし、大腸菌をグルコースの代わりにラクトースを含む培地に移すと、転写が開始され、ラクトース分解酵素群が合成される。このように、大腸菌では環境変化に応じて酵素遺伝子群の発現が調節されている。

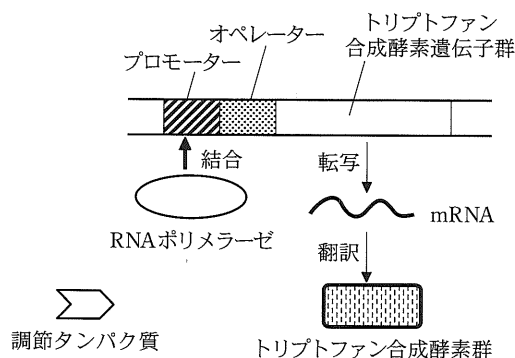


図 1

問 1 文中の(1)～(3)に適切な語句を記入せよ。

問 2 文中の(3)の過程は、細胞のどこで行なわれるか。

問 3 文中の下線部のように、真核生物において1つの遺伝子が複数のイントロンで分断されていることと、mRNAの合成において文中の(3)の過程が起こることから考えて、真核生物における遺伝子の転写において最も可能性の高い事柄はどれか。次の(イ)～(ニ)から選び、記号で答えよ。

- (イ) 1つの遺伝子から複数種の成熟型 mRNA を合成できる
- (ロ) 2つの異なる遺伝子から1種類の成熟型 mRNA を合成できる
- (ハ) 合成される成熟型 mRNA の長さは、遺伝子に含まれるイントロンの数に比例する
- (ニ) 切り取られたイントロンが組み合わされて新たな遺伝子がつくられ、再び転写が起こる

問 4 大腸菌の培地中にトリプトファンが存在すると、トリプトファン合成酵素遺伝子群の転写は抑制される。この調節の仕組みとして、最も適切なものはどれか。次の(イ)～(ニ)から選び、記号で答えよ。

- (イ) トリプトファンと結合した調節タンパク質が、RNA ポリメラーゼ活性を直接阻害する
- (ロ) トリプトファンと結合した調節タンパク質が、プロモーターとオペレーターの両方に結合し、RNA ポリメラーゼが DNA に結合することができない
- (ハ) トリプトファンと結合した調節タンパク質が、プロモーターに結合し、RNA ポリメラーゼが結合できない
- (ニ) トリプトファンと結合した調節タンパク質が、オペレーターに結合し、RNA ポリメラーゼがプロモーターに結合できない

問 5 大腸菌の培地にラクトースが含まれると、ラクトースから誘導された物質が、ラクトース分解酵素遺伝子群の転写を開始させる。ラクトースから誘導された物質のはたらきとして最も適切な説明を、次の(イ)～(ニ)から選び、記号で答えよ。

- (イ) RNA ポリメラーゼに結合し、活性を促進する
- (ロ) 調節タンパク質の遺伝子の転写を抑制する
- (ハ) オペレーターに結合している調節タンパク質に結合し、調節タンパク質をオペレーターからはずす
- (ニ) オペレーターに結合している調節タンパク質に結合し、オペレーターの立体構造を変化させ、RNA ポリメラーゼをはたらきやすくする

〔Ⅲ〕 カエルの心臓を用いた実験に関する次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

トノサマガエルから心臓を取り出し、図1に示すように、生理的塩類溶液（リンガー液）を満たした器具を心臓の血管に取り付けた。心室の先端を記録装置につなぎ、心臓の動きを記録した。リンガー液を循環させると、心臓は長時間にわたり拍動を続けた。

心臓の動きに影響を及ぼす要因について調べるために、【実験1】および【実験2】を行なった。実験の結果は、図2と図3に模式的に示した。

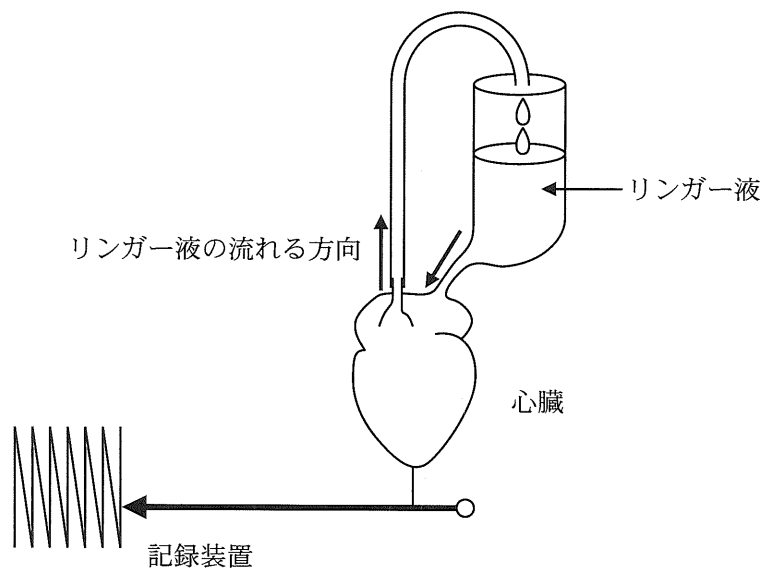


図1

【実験1】 リンガー液を、カエルの血しょうと等張の塩化ナトリウム (NaCl) 溶液にすべて交換すると、拍動はしだいに弱まり、まもなく停止した (図2)。

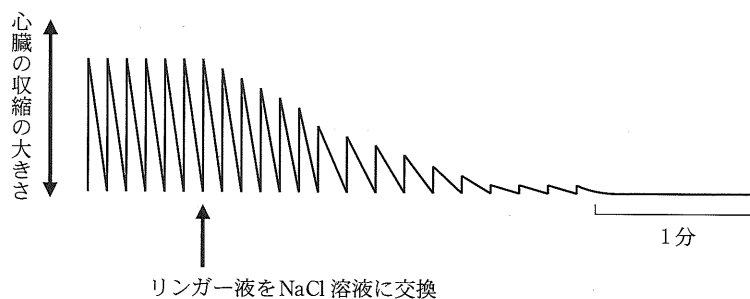


図2

【実験 2】 【実験 1】の後で、等張の NaCl 溶液をリンガー液に戻すと、心臓は再び一定の拍動を示した。次に、リンガー液中に物質 X を加えると、収縮が大きくなり拍動数も増加した。物質 X の代わりに物質 Y を加えると、収縮が小さくなり拍動数は減少した。しかし、時間とともに徐々に収縮の大きさと拍動数は回復した(図 3)。

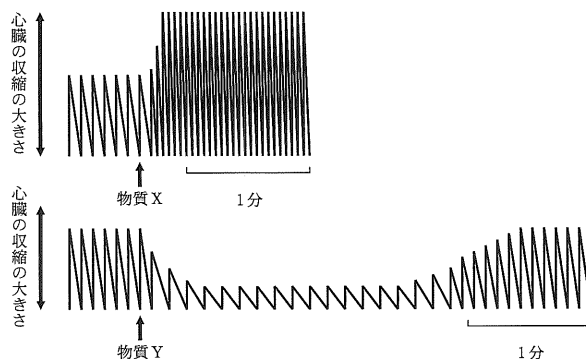


図 3

問 1 【実験 1】で、リンガー液を NaCl 溶液に交換すると心臓が停止したが、その理由として適切なものを、次の(イ)～(ニ)から選び、記号で答えよ。

- (イ) NaCl 溶液とカエルの血しょうの浸透圧が等しいため、濃度勾配が生じず、心臓が拍動できなくなったため
- (ロ) NaCl 溶液中の Na^+ が心臓の収縮を抑制したため
- (ハ) NaCl 溶液中の Cl^- が心臓の収縮を抑制したため
- (ニ) NaCl 溶液にはリンガー液中には含まれていた Ca^{2+} がないので、心臓が収縮できなくなったため

問 2 【実験 2】で、リンガー液に加えた物質 X および物質 Y は何か。次の(イ)～(ヘ)から適切なものを選び、記号で答えよ。ただし、物質 X については解答欄(X)に、物質 Y については解答欄(Y)に記入せよ。

- | | |
|-------------|--------------|
| (イ) インスリン | (ロ) ノルアドレナリン |
| (ハ) アセチルコリン | (ニ) スクロース |
| (ホ) グルカゴン | (ヘ) グルコース |

問 3 【実験 2】の下線部に関して、物質 Y を加えても時間の経過とともに心臓の収縮力が回復したのはなぜか。その理由として正しいものを次の(イ)～(ニ)から選び、記号で答えよ。

- (イ) 心臓が物質 Y の作用に対して拍動を強くする物質を分泌したから
- (ロ) 心臓に存在する酵素によって物質 Y が分解されたから
- (ハ) 心臓が空気に触れているので、空気中の酸素が拍動に影響を与えたから
- (ニ) 心臓の拍動に対して物質 Y は促進と抑制の両方の作用を持っているから

問 4 図 4 は異なる 4 種類の脊椎動物の心臓の模式図である。トノサマガエルの心臓に相当するものを、次の(イ)～(ニ)から選び、記号で答えよ。なお、図中の矢印は血液の流れる方向を示す。

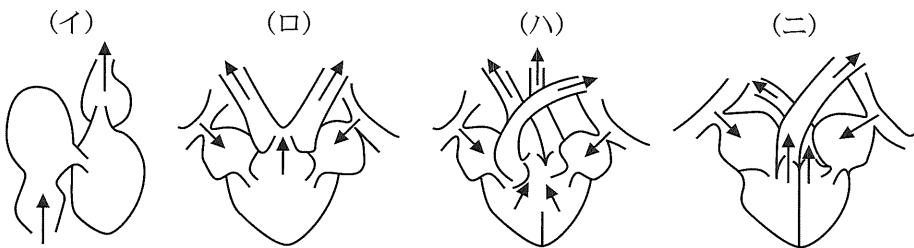


図 4

問 5 トノサマガエルの心臓でも、ヒトの心臓と同様に規則的に拍動を続けるために、ある部位のはたらきが重要な役割を果たしている。この部位を一般に何と呼ぶか。その名称を解答欄(A)に答えよ。また、その部位は、ヒトの心臓では、どこに存在するか。次の(イ)～(ニ)から選び、解答欄(B)に記号で答えよ。

- | | |
|---------|---------|
| (イ) 左心室 | (ロ) 右心室 |
| (ハ) 右心房 | (ニ) 左心房 |

〔Ⅳ〕 ヒトの中枢神経系に関する次の文章を読み、問 1～問 6 に答えよ。

ヒトの中枢神経系は、脳と脊髄からなり、脳は、さらに大脳、間脳、中脳、小脳、延髄の 5 つの部分に分けることができる。大脳は左右の半球に分かれており、各半球は大脳皮質と大脳髄質からなる。大脳皮質は、新皮質と古い皮質とに分けられ、ヒトなどの霊長類では新皮質の発達が著しく、場所によって機能が分化している。間脳は 2 つの部分からなり、そのうち (1) は感覚情報の中継点であり、(2) は 自律神経系 や 内分泌系 などの中枢である。中脳には眼球運動や瞳孔反射などの中枢があり、延髄には生命維持に直接関係する重要な中枢がある。小脳には随意運動を調節する中枢がある。脊髄は脳と末梢とを結ぶ感覚神経や運動神経の経路であるだけでなく、脊髄反射 の中枢としてもはたらく。

問 1 文中の (1) と (2) に適切な語句を記入せよ。

問 2 下線部(a)に関して、運動の中枢と視覚の中枢は、大脳のどの部分にあるか。大脳を側方からみた模式図である図 1 の(イ)～(ヘ)から適切な場所を選び、運動の中枢については解答欄(A)に、視覚の中枢については解答欄(B)に記号で答えよ。

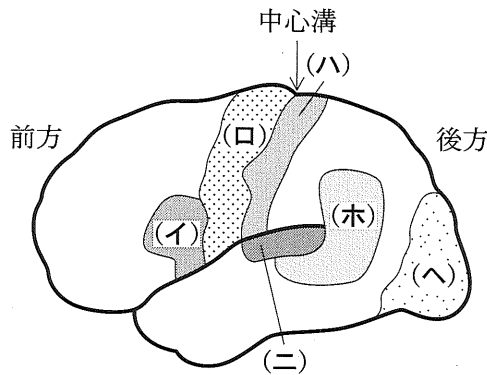


図 1

問 3 下線部(b)には交感神経と副交感神経があるが、器官によっては副交感神経の支配を受けないものもある。次の(イ)～(二)から副交感神経の支配を受けない内臓器官を選び、記号で答えよ。

(イ) 気管支 (ロ) 副腎 (ハ) すい臓 (二) ぼうこう

問 4 下線部(c)の細胞には、電気信号の伝導とホルモンの分泌の2つの機能を同時にもった細胞がある。このような細胞を一般に何と呼ぶか。

問 5 下線部(d)に関して、脊髄反射は次の(イ)～(ニ)のうちどれか。記号で答えよ。

(イ) 瞳孔反射

(ロ) くしゃみ反射

(ハ) 膝蓋腱(しつがいけん)反射

(ニ) まばたき反射

問 6 筋繊維に信号を伝える運動ニューロンの軸索は、筋繊維の近くで細い繊維に枝分かれしている。次の(1)～(6)の文は、軸索の枝分かれ前の太い部分と枝分かれした細い部分について述べている。正しいものの組み合わせはどれか。次の(イ)～(チ)から選び、記号で答えよ。

- (1) 活動電位の振幅はどちらの部分でも同じである
- (2) 活動電位の振幅は太い部分の方が細い部分よりも大きい
- (3) 伝導速度はどちらの部分でも同じである
- (4) 伝導速度は太い部分の方が細い部分よりも速い
- (5) 細い部分で筋原繊維にシナプス連絡をしている
- (6) 細い部分で筋繊維にシナプス連絡をしている

(イ) (1)と(3)と(5)

(ロ) (1)と(3)と(6)

(ハ) (1)と(4)と(5)

(ニ) (1)と(4)と(6)

(ホ) (2)と(3)と(5)

(ヘ) (2)と(3)と(6)

(ト) (2)と(4)と(5)

(チ) (2)と(4)と(6)

〔V〕 ウニの発生に関する次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

図1のように、海水を満たしたビーカーの上に、繁殖期のバフンウニを生殖孔を下に向けてのせた。口器を切りとり、(1)の水溶液を注入すると、雌は黄色の卵を、雄は白色の精子を、生殖孔から放出した。雌はそのままビーカー内の海水に放卵させた。雄は生殖孔を下向きにしたまま、何も入れていない時計皿に移し、精子を集めた。採取した卵は、少量の海水とともに別の時計皿に移し、そこに海水で薄めた精子を加え、受精させた。受精後すぐに卵割が始まり、16細胞期には大きさが大、中、小の3種類の割球ができた。受精卵から8細胞期までの期間で、胚全体とすべての割球の半径を測定し、体積を算出した。体積の変化を、図2のグラフで示した。

16細胞期からさらに発生が進行すると、胚は中央に大きな胞胚腔をもつ胞胚となった。胞胚は運動性の(2)をもち、海水中を泳ぎ回った。胞胚期を過ぎると、胚の植物極側で一部の細胞が胚の内部に向かって陥入し、将来の消化管となる(3)が形成された。胚には3つの胚葉が形成され、後にこれらの胚葉からさまざまな組織や器官が分化した。胚は、プリズム幼生を経て、腕のような突起をもつプルテウス幼生となった。

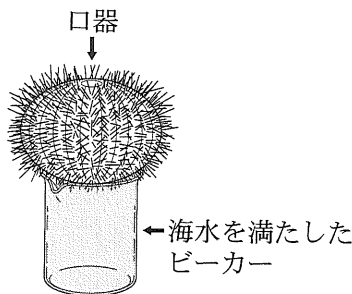


図1 ウニの採卵法

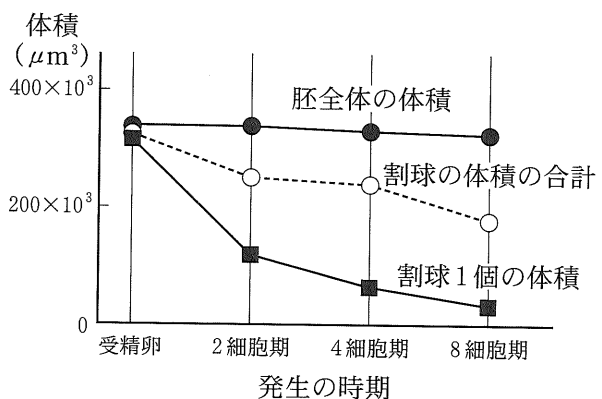


図2 胚全体の体積と割球の大きさの変化

問1 文中の(1)～(3)に適切な語句を記入せよ。

問 2 下線部(a)において精子を海水で薄めたのはなぜか。最も適切な理由を次の(イ)～(ニ)から選び、記号で答えよ。

- (イ) 精子の運動性が低下するのを防ぐため
- (ロ) 多精受精がおこり、正常に発生しなくなるのを防ぐため
- (ハ) 精子に栄養を補充するため
- (ニ) 精子同士がぶつかり合って凝集するのを防ぐため

問 3 下線部(b)に関連して、ウニの第1卵割から第4卵割の様式として正しいものを次の(イ)～(ニ)から選び、記号で答えよ。

- (イ) 経割→経割→緯割→動物極側では経割で植物極側では緯割
- (ロ) 経割→緯割→緯割→動物極側では緯割で植物極側では経割
- (ハ) 経割→経割→緯割→動物極側では緯割で植物極側では経割
- (ニ) 経割→緯割→緯割→動物極側では経割で植物極側では緯割

問 4 図2のグラフから、卵割にともない割球と割球の間に隙間ができたことがわかる。この隙間の説明として正しいものを次の(イ)～(ニ)から選び、記号で答えよ。

- (イ) 卵割ごとに体積が小さくなる
- (ロ) 第1卵割後から存在する
- (ハ) 8細胞期まででは、4細胞期が最も体積が大きい
- (ニ) 割球1個の体積と隙間の体積は正比例している

問 5 下線部(c)に関連して、神経と生殖巣はどの胚葉に由来するか。神経については解答欄(A)に、生殖巣については解答欄(B)にそれぞれ答えよ。