

令和6年度特色入試問題

《総合人間学部》

理系総合問題

100点満点

(注意)

1. 問題冊子および解答冊子は係員の指示があるまで開かないこと。
2. 問題は全部で3題ある(1ページから5ページ)。
3. 解答冊子は全部で2冊ある。それぞれの解答冊子は表紙のほかにも6ページ,8ページある。
4. 試験開始後,それぞれの解答冊子の表紙所定欄に受験番号・氏名をはっきり記入すること。
表紙には,これら以外のことを書いてはならない。
5. 解答は問題ごとに指定された解答冊子の解答用ページに書くこと。ただし,続き方をはっきり示して同じ解答冊子の下書き用ページに解答の続きを書いてもよい。この場合に限って下書き用ページに書かれているものを解答の一部として採点する。それ以外の場合,下書き用ページは採点の対象としない。
6. 解答のための下書き,計算などは,下書き用ページに書くこと。
7. 解答に関係のないことを書いた答案は無効にすることがある。
8. 解答冊子は,どのページも切り離してはならない。
9. 問題冊子は持ち帰ってもよいが,解答冊子は持ち帰ってはならない。

I

(25 点)

図のように格子点 (m, n) (m, n は 0 以上の整数) が

$$(m, n+1) \rightarrow (m, n), \quad (m+1, n) \rightarrow (m, n), \quad (m, n+1) \rightarrow (m+1, n)$$

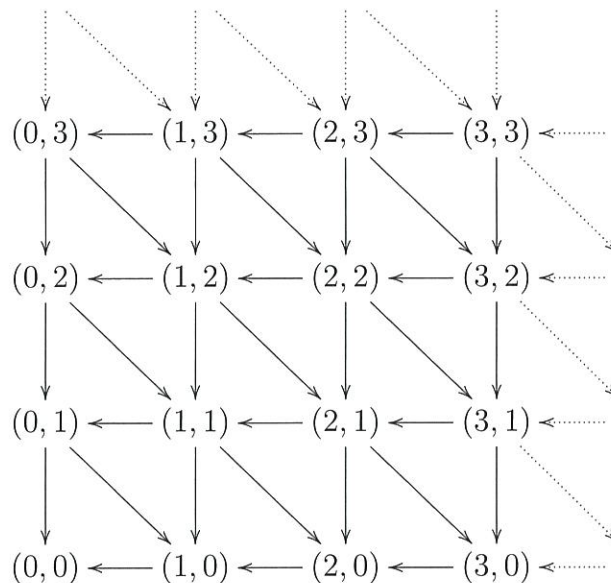
と矢印でつながった盤面を考える。A, B の 2 人のプレイヤーが次のゲームを行う：

- 初期状態として、ある格子点 (m, n) (ただし $(m, n) \neq (0, 0)$) に 1 つの石が置かれている。
- 最初に A, 次に B の順番で交互に、その石を矢印に従って別の格子点に動かす。
例えば $(1, 2)$ に石がある場合は $(0, 2)$, $(1, 1)$, $(2, 1)$ のいずれかへ石を動かす。
また例えば $(0, 2)$ に石がある場合は $(0, 1)$ または $(1, 1)$ のどちらかへ石を動かす。
- 石を $(0, 0)$ に動かしたプレイヤーが勝者となる。

このとき、格子点 (m, n) が先手勝ち位置であるとは、 (m, n) に石が置かれた初期状態から始めて、A が自分の番で適切に石を動かせば、B がどのように動かしても必ず A が勝者となることとする。同様に、格子点 (m, n) が後手勝ち位置であるとは、B が自分の番で適切に石を動かせば、A がどのように動かしても必ず B が勝者となることとする。このとき以下の問に答えよ。

問 1 $(0, 2)$ は先手勝ち位置か。また後手勝ち位置か。それぞれ理由を付けて答えよ。

問 2 (m, n) が後手勝ち位置となるのは m と n がどのような値のときか。理由を付けて答えよ。



II

(25 点)

a を正の数とし, C を曲線 $y = x^2$ ($0 \leq x \leq a$), L を線分 $y = ax$ ($0 \leq x \leq a$) とする。このとき, 次の条件 (*) が満たされるような a の範囲を求めよ。

(*) C 上のどの点 P に対しても, L 上の適当な点 Q をとると $PQ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ となる。

III

(50 点)

地球と生命の歴史に関する次の文章を読み、問 1～問 4 に答えよ。必要であれば式や図を用いてもよい。解答用の欄に書き切れない場合は、下書き用の欄に記入してもよい。ただしその場合は、解答のつながりが分かるように明示すること。

地球は今から約 46 億年前に、微惑星の集積によって形成された。形成中の地球は、分厚いマグマの海（マグマオーシャン）と高温の大気に覆われていた。マグマオーシャンの中では、金属成分が沈降して、地球中心に金属の核が形成された。微惑星の集積が終息すると、地球は表面からの冷却が進み、①マグマオーシャンは固結してその大部分は岩石のマントルとなり、大気中では水蒸気が凝結して液体となり海洋が形成された。海洋の中では②様々な有機物を材料として生命が誕生した。生命は海洋中で進化を続け、やがて酸素発生の光合成を行う生物が出現し、海洋および大気中の酸素濃度が上昇していった。大気中の酸素濃度が十分に高くなると、大気上層にオゾン層が形成された。それにより、太陽からの有害な紫外線が吸収されて陸上が安全な環境となったため、植物や③動物が陸上へと進出した。生物は、海洋と陸上の④多様な環境に適応して進化していき、現在の地球にみられるような豊かな生物多様性が形づくられた。

問 1 下線部①について、地球誕生直後のマントルは現在より高温で、その後、マントルの温度は現在まで下がり続けたと考えられている。マントルは固体だがゆっくと流動できるため、浅部で大気・海洋に熱が伝わることで冷却されて密度が大きくなった部分が深部へ下降し、底部で核から熱せられて密度が小さくなった部分が上昇することで対流が起こる。つまり、核の熱がマントル対流を通して大気・海洋へと運ばれている。一方、マントルの内部では、微量に含まれているカリウムやウランなどの元素の放射性同位体の壊変（放射壊変）による発熱が起こる。核の内部では、放射性同位体が含まれていないため発熱は起こらない。

以上のことに基づいて、マグマオーシャンの固結直後から現在に至るまでマントルの温度が下がり続けるには、どのような条件が揃う必要があるのか、マントル対流の速度の変化に言及しつつ説明せよ。ただし、マントルは温度が下がるほど対流しにくくなる性質を持つこと、および、放射壊変による発熱量は放射性同位体の量に比例することに留意せよ。

問 2 下線部②について、地球以外の天体で生成された有機物が、地球上での生命の誕生に関与したという説が提唱されており、広く関心を集めている。ごく最近、小惑星探査機「はやぶさ 2」が小惑星リュウグウから持ち帰ったサンプル（リターンサンプル）に含まれる有機物の分析結果が報告され、タンパク質の構成要素

であるアミノ酸のうち、いくつかの存在が明らかとなった。これに関する以下の(1)、(2)に答えよ。

- (1) 小惑星に存在する有機物の分析は、これまで地球上に落下した隕石について行われてきた。それに対し、今回、リターンサンプルに含まれる有機物の分析結果が初めて報告された。その意義はどのような点にあるか、考えられる事柄を2つ挙げよ。
- (2) 多くのアミノ酸の分子構造には、鏡に映したように対称的な構造をもつ「左手型(L体)」と「右手型(D体)」が存在する。リターンサンプルに含まれる多くのアミノ酸では、L体とD体がほぼ同じ量含まれることが確認された。一方、現代の地球上の生命に含まれるタンパク質を構成するアミノ酸は、ほぼL体のみである。下線部アが正しいとした場合、これらアミノ酸のL体とD体の存在比の違いは、どのように説明できるか、自分の考えを述べよ。また、その考えが正しいかどうかを知るための実験を提案せよ。

問3 下線部③について、脊椎動物が水中から陸上へと進出し重力負荷の中で活動する際、二関節筋が重要な役割を果たしたと考えられている。二関節筋は、隣接する2つの関節に同時に作用する筋である。この二関節筋の役割を調べるために、図に示すような、割り箸や6本または4本の輪ゴムなどを用いて、筋の弾性特性と四肢の構造を再現した2種類の模型を作成した。各関節には筋を模した輪ゴムが張られており、割り箸は関節を中心として回転させることができる。模型1では、輪ゴムiとjが点BとCを中心とする2つの関節に作用する二関節筋に対応している。一方で、模型2には輪ゴムiとjがない。図のように、各模型は鉛直下向きに垂れ下がった状態で静止している。また、すべての輪ゴムは自然の長さから少し伸ばされた状態にある。

脊椎動物が陸上に進出し、重力負荷の中で活動する際に二関節筋が果たした役割について、図の模型1と2を使って説明せよ。

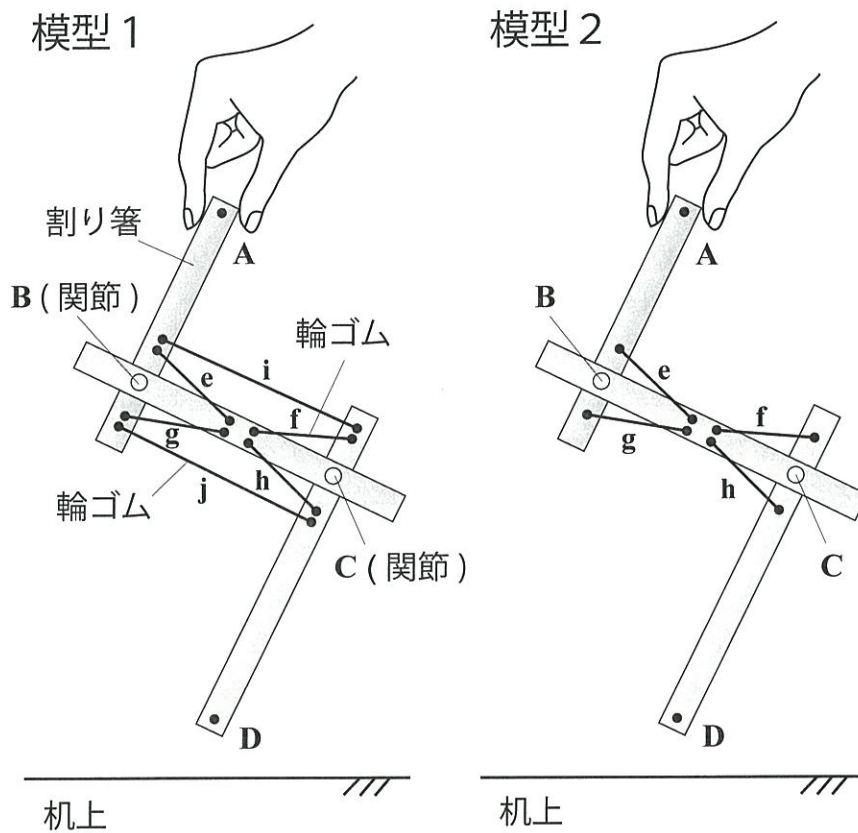


図 割り箸と輪ゴムを用いた模型

問4 下線部④について、中生代に入ると種子植物が増えてきて、特に後期には、被子植物が大規模な進化を起こし花形態や種子散布様式などが多様化した。中生代後期に被子植物が大規模な進化を起こした理由を述べよ。