

平成 29 年度北海道大学大学院理学院
自然史科学専攻 多様性生物学講座
修士(博士前期)課程 入学者選抜試験問題

-専門科目-

平成 28 年 8 月 18 日(木曜日)実施
13:00～16:00

答案作成上の注意

- 1) 問題 1 から問題 5 のうち, 問題 1 は必須(全員解答)です。残りの 4 つの問題から 3 つの問題を選択して解答してください(計 4 つの問題を解答することになります)。
- 2) 解答は問題ごとに別の解答用紙を用いて作成してください。4 枚の解答用紙のそれぞれに受験番号と氏名を明記し, 選択した問題番号を○で囲んでください。裏面を使用しても構いません。
- 3) 切取線の 1cm ほど下から解答を記入してください。裏面を使用するときには特に注意して下さい。
- 4) 解答用紙計 4 枚を提出して下さい。
- 5) 解答用紙以外に草稿用紙 1 枚がありますので, 利用して下さい。草稿用紙は回収しません。

【必須問題】

問題1 以下の文章を読み、問1～問5全てに答えよ。

生物進化は、個体群における遺伝子頻度の変化ととらえることができる。遺伝子頻度を変化させる要因として、突然変異、遺伝子流動、非任意交配、遺伝的浮動、選択がある。これらの要因のうち、選択は環境と関係して適応的な進化を起こす。

問1 遺伝子流動が遺伝子頻度に与える影響について解説せよ。

問2 遺伝的浮動に関して、創始者効果とは何か説明せよ。

問3 ある形質に選択が働くためには、いくつかの条件が必要である。必要な条件とは何か述べよ。

問4 収束進化（収斂進化）とは何か説明せよ。また、収束進化と考えられている例を挙げよ。

問5 適応放散とは何か説明せよ。また、適応放散の例を挙げよ。

【選択問題】

問題2 以下の問1～問3全てに答えよ。

問1 襟鞭毛虫類、軟体動物、頭索動物、有櫛動物、扁形動物、鰓曳動物、節足動物の7つの分類群の間の系統関係を表す系統樹を描け。

問2 動物のボディープランに関する次の(1)～(2)に答えよ。

(1) 刺胞動物と有櫛動物の体制の類似点と相違点を述べよ。

(2) 環形動物にみられる体腔と類似の構造を持つ動物門を2つ挙げ、その体腔の特徴を述べよ。

問3 例えばギボシムシの仲間（半索動物門・腸鰓類）にはトルナリア幼生と呼ばれる浮遊幼生期間を経る間接発生をするものが知られる。このように、海産無脊椎動物の多くは分類群ごとに特徴的な浮遊幼生をもつことがある。そのような浮遊幼生の名称を4つ、分類群の名称とともに答えよ。

問題3 藻類に関する以下の問1～問2全てに答えよ。

問1 藻類（原核の藻類を含む）と他の生物の間ではしばしば共生関係が見られ、その組合せは多様である。藻類の関係する共生現象について以下の(1)～(4)に答えよ。

- (1) 地衣類とはどのような生物か説明せよ。また、葉状地衣類の体の断面図を模式的に示せ（各部の名称も書き入れよ）。
- (2) 褐虫藻 *zooxanthella* は様々な宿主、すなわち海産無脊椎動物や原生生物との間に共生関係を結ぶ。褐虫藻とはどのような藻類か説明せよ。また、宿主をサンゴ類とした場合、宿主の種と褐虫藻の種の共生関係の種特異性の実体（有無）を明らかにするためにはどのような実験が必要か述べてよ。
- (3) 水生シダ類のアカウキクサでは、ランソウ類（シアノバクテリア）のアナベナ・アゾラ *Anabaena azollae* を植物体内に共生させている。*A. azollae* の特徴のひとつは、ヘテロシスト *heterocyst*（＝異質細胞または異型細胞）をもつことである。ヘテロシストについて説明し、ヘテロシストの機能が共生関係に果たす役割について述べよ。
- (4) 熱帯のホヤに共生する藻類の1種に、原核の藻類であり光合成色素としてクロロフィル a および b をもつものが知られている。この原核の藻類を含むグループ名（植物門名または一般名）を述べよ。また、このグループとランソウ類（藍色植物門）との系統的關係について説明せよ。

問2 藻類は、水圏を主な生活場所とする酸素発生型光合成生物の総称である。藻類は、多様な生物群を含み、多系統群である。多様な藻類群は、鞭毛の形態、葉緑体の形態、クロロフィルの種類などの形質により特徴づけられている。以下の(5)～(6)に答えよ。

- (5) 次の藻類群（a～f）のうち、3群は比較的近縁な関係にある。それら3群はどれか、記号で述べよ。また、それら3群が比較的近縁であるとする根拠を述べよ。
a：緑色植物門、b：ユーグレナ植物門、c：灰色植物門、d：不等毛植物門、
e：紅色植物門、f：渦鞭毛植物門
- (6) (5)の藻類群 a～f から一つを選び、その藻類群の鞭毛の形態、葉緑体の形態、クロロフィルの種類について述べよ。ただし、(5)で比較的近縁として選んだ3群以外から選ぶこと。

問題4 以下の文章を読み、問1～問6全てに答えよ。

カッコウ科の鳥は、巣作りやその後の繁殖行動を一切行わず、①他種の鳥（仮親）の巣に卵を産み込み、子育てをさせる。カッコウ科の鳥の卵は仮親の卵よりも短期間に孵化し、先に孵化した雛は仮親の卵を背中に載せ、巢外に放り出す。その結果、雛は仮親による保護を独占することができる。一方、卵を産み込まれる側の鳥は、繁殖行動のすべてを搾取されることに對抗するための手段を進化させた。②最も効果的な対抗手段は卵の認識排除である。仮親はカッコウの卵を認識して巢外へ放り出すなどの卵排除を行う。これに対して、卵を産み込む側の鳥は仮親の卵と同じ模様の卵を産むなど擬態によってさらに対抗する。

一般に鳥類の巣内雛は、大きな口を開けながら声を出し、親に餌をねだる（餌乞い信号）。親はその信号の強さや量（雛数）に応じて餌を運ぶ回数を調節する。大きな口をあける雛数が多いほど運び込まれる餌量が多くなる。

カッコウ科のジュウイチはルリビタキやコルリの巣に卵を産み込む。他のカッコウ科の鳥の場合と同様に、仮親の巣内にはジュウイチの雛一頭だけが残る。一般則から、一羽の雛が親から引き出すことのできる給餌努力には限界があると予想される。そのような状況のもとで、ジュウイチの雛は仮親の餌運びを操作する信号を獲得した。

写真1には、左側にルリビタキと右側にジュウイチの雛が写っている。雛が翼を上を持ち上げると口の中と同様に鮮やかな黄色い部分が現れる（白丸枠内が黄色）。両翼を広げた場合には、本物の口に加え、翼下の黄色い模様が2つ加わり、あたかも3個体の雛が餌を乞うている様に見える。写真2aは、仮親のルリビタキが本当の口ではなく、翼の黄色い部分に餌をくわえた嘴を押し付けている。写真右側の線画は鳥の輪郭が示されている。写真2bは、仮親のルリビタキが、ジュウイチの雛の口の中に嘴を入れ、餌を与えている。



写真1

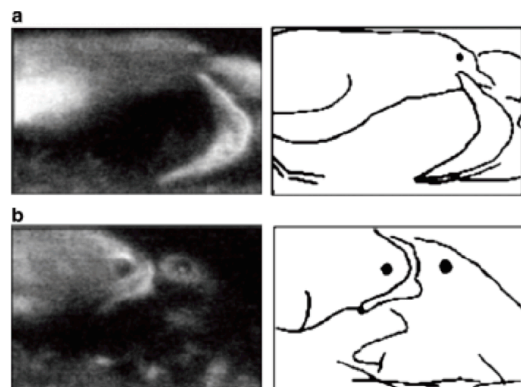


写真2

図 A は、親による雛への給餌間隔（秒）と誇示行動の有無の関係を示したものである。6本の点線は6個体のそれぞれ、実線は6個体をまとめた場合の確率を表わしている。

図 B は、ジュウイチが進化させたこのような信号の機能を確認するために行われた実験の結果である。縦軸は、仮親による雛への1時間あたりの給餌頻度（回数）で、箱の中にある横線は中央値、箱の上下は第1、第3四分位数（注1）、誤差線は第1、第9十分位数（注2）を示す。1時間あたりの給餌頻度は、bの操作によって統計的に有意に減少したが、aの操作での減少は認められなかった。

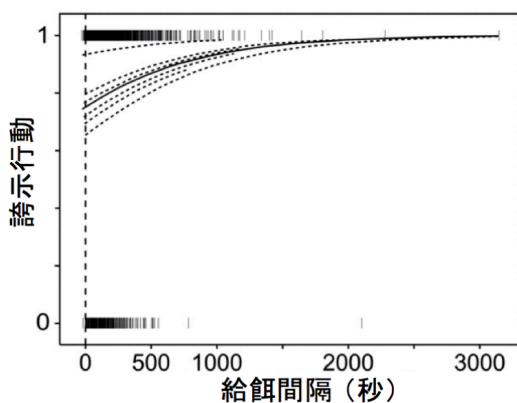


図 A

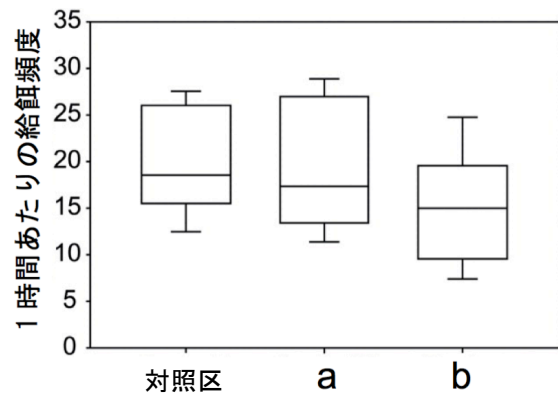


図 B

注1、注2：ともに数値のばらつき度合いを示す数値

出典 Keita D. Tanaka & Keisuke Ueda 2005. Horsfield's Hawk-Cuckoo Nestlings Simulate Multiple Gapes for Begging. *Science* 308: 653.

Keita D. Tanaka, Gen Morimoto & Keisuke Ueda 2005. Yellow wing-patch of a nestling Horsfield's hawk cuckoo *Cuculus fugax* induces miscognition by hosts: mimicking a gape? *Journal of Avian Biology* 36: 461-464.

問1 下線①のような繁殖習性を何と呼ぶか、記せ。

問2 下線②のように、互いに相反する利害関係にある両者が自らの適応度を最大化するように行動や形質を共進化させる過程を何と呼ぶか、記せ。

問3 生物の生活史（生活環）における相互作用の観点から、卵を産み込む側と産み込まれる側をそれぞれ何と呼ぶか、記せ。

問4 図Aにおいて、給餌間隔が長いほど雛はどのような状態に近づくと考えられるか。

問5 問題文に与えられた情報を参考にして、図Bの実験がどのように行われたか、説明せよ。解答にあたっては、横軸のaとbが何を示しているのかを示すこと。

問6 卵を産み込まれる側に最も効果的な対抗手段は卵の認識排除であるが、考えうる他の対抗手段を1つ考え、記せ。

問題5 以下の問1～問3全てに答えよ。

問1 以下の小問(1)～(3)に答えよ。

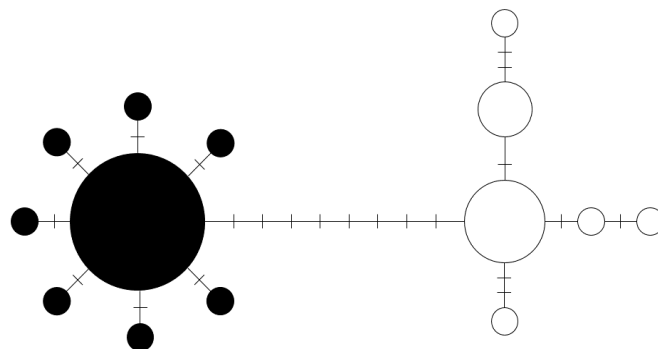
(1) 以下の文中の括弧内に入る適切な語句を番号とともに記せ。

塩基配列中の4種類の塩基はその構造によりプリンとピリミジンに分けられるが、「プリンどうし」もしくは「ピリミジンどうし」の変異を(1)とよび、「プリンとピリミジン間」の変異を(2)とよぶ。これらの変異のうち、より高頻度に見られるのは(3)である。

(2) タンパク質をコードする遺伝子において、塩基置換が起こった場合に必ずアミノ酸置換が起こるのはコドン内の何番目の座位か答えよ。また、このようにアミノ酸置換をもたらす塩基置換を何とよぶか、答えよ。

(3) 突然変異の要因の一つにDNAの複製エラーがある。これが分子進化の最も基本的な要因であると考え、複製エラーが生殖細胞形成過程で起こる必要がある。哺乳類の常染色体、X染色体、Y染色体について、親世代に比べて子世代の方が変異をもつ可能性が高くなる順に並べ、その理由を簡単に記せ。ただし、染色体の交叉(乗換え)による影響は無視できる程度とする。

問2 2つの地点(AとB)に分布する同一種の動物について、ミトコンドリアDNA中の制御領域の塩基配列を決定し解析した。得られた塩基配列から下図のハプロタイプネットワークが構築された。枝上を直交する短い線1本が1つの塩基の突然変異を示す。また、円の相対的な大きさの違いはそのハプロタイプの頻度を示し、黒と白はそれぞれAとBで得られた個体のハプロタイプとする。以下の小問(1)および(2)に答えよ。



(1) A と B の間で遺伝子流動はどの程度生じていると考えられるか、答えよ。また、その理由を述べよ。

(2) 近年の個体数の急増が推定されるのは「A に分布する集団」または「B に分布する集団」のどちらか、答えよ。また、その理由を述べよ。

問3 図(I)~(III)は、種 A (個体 A1~A4)、種 B (個体 B1~B4)、および外群 C を対象とした同一の系統樹を示す。また、白丸(○)は大陸、黒丸(●)は離島に生息する個体をそれぞれ示す。外群の分布から、種 A と種 B の共通祖先は大陸起源であると仮定すると、図(I)においては「種 A と種 B は大陸で分化し、その後、種 A では A1 と A2 の祖先が離島に移住した」という最節約的シナリオが考えられる。では、同じ仮定のもとで、図(II)と図(III)ではそれぞれどのような最節約的シナリオが考えられるか、説明せよ。

