

## 問題 I

問 1 ア=タンパク質, イ=基質, ウ=生成物, オ=活性部位, カ=酵素-基質複合体, キ=基質特異性

※出題意図：酵素に関する基礎的な知識を評価した。

## 問 2

(1) B：泡は発生しない。十分煮沸すると、タンパク質である酵素は熱により変性・失活するため。

C：泡は発生しない。強い酸性条件下に置かれると、タンパク質である酵素は変性・失活するため。

D：泡は発生しない。強いアルカリ性条件下に置かれると、タンパク質である酵素は変性・失活するため。

※出題意図：酵素がはたらくための条件を調べる基礎的な実験について、酵素に関する基礎的な知識に基づいて実験の結果を正しく予想し、表現できるかを評価した。

(2) カタラーゼの反応速度は 0℃や 70℃よりも 37℃において高い。この結果から想起されるのは、「酵素には一般に反応のための最適温度がある」ということである。

※出題意図：実験結果を適切に読み取り、酵素の一般的な性質について正しく記述できているかを評価した。

(3) 酸化マンガン(IV)は無機触媒なので、最適温度をもつ酵素とは異なり、温度が高くなるほど反応速度が大きくなる。そのため、70℃の条件下で最も勢いよく泡が発生すると予想される。

※出題意図：酵素と無機触媒の性質の違いを正しく理解し、実験結果を予想できるかを評価した。

### 問 3

- (1) ク=ベクター, ケ=制限酵素, コ=DNA リガーゼ, サ=形質転換

※出題意図：遺伝子組換え技術に関する基礎的な知識を評価した。

- (2) 祖先型の酵素に戻すことで 5-HTP 分解活性が大きく低下する領域は、5-HTP を分解するという能力に重要な部分である。酵素 II の全長のおよそ 1/4 ずつを祖先型の配列に置き換えた組換え酵素①～④の結果を見ると、100-200 番目のアミノ酸の領域がそれにあたる。さらに、この領域の内部に注目すると、後ろ 2/3 の領域を祖先型に置き換えた組換え酵素⑥については 5-HTP 分解活性が残っているのに対し、前 1/3 の領域（100-130 番目）を置き換えた組換え酵素⑤については 5-HTP 分解活性が完全に失われていることから、酵素 II の 100-130 番目の領域が特に重要と考えられる。

※出題意図：酵素の基質特異性に関わる部位を絞り込む実験に関して、実験デザインとグラフの結果を正しく読み取り、理解できているかを評価した。また自身の考えを論理的に説明、表現できているかを評価した。

- (3) 酵素 II の 100 番目から 130 番目のアミノ酸領域のうち、祖先型酵素と異なっている 6 カ所のアミノ酸について 1 つずつ、あるいは複数を組み合わせて祖先型に置き換えた組換え酵素を作り、それらの 5-HTP 分解活性を調べる。祖先型に置き換えた場合に 5-HTP 活性が大きく低下するアミノ酸があれば、それが重要なアミノ酸である。

※出題意図：(2)の実験結果と与えられた情報をもとに、酵素の基質特異性に関わる部位をさらに絞り込むための実験計画を考え、説明することができるかを評価した。

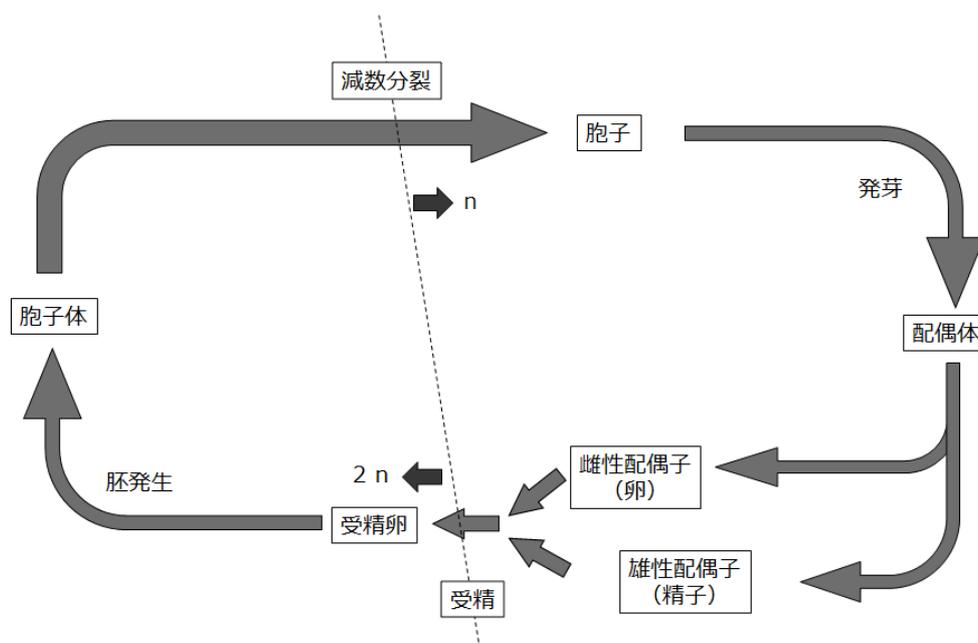
## 問題 II

問 1 コケ植物は維管束をもたず、胞子を散布することで分布を広げる。シダ植物は維管束をもち、胞子を散布することで分布を広げる。裸子植物は維管束をもち、種子を散布することで分布を広げるが、種子の元となる胚珠は裸出している。被子植物も維管束をもち、種子を散布することで分布を広げるが、種子（あるいは胚珠）は果実（あるいは心皮、または子房）に包まれている。

※出題意図：陸上植物の大分類に関する基礎的な知識と、問われている内容を的確に読み取り、情報を整理して記述する能力を評価した。

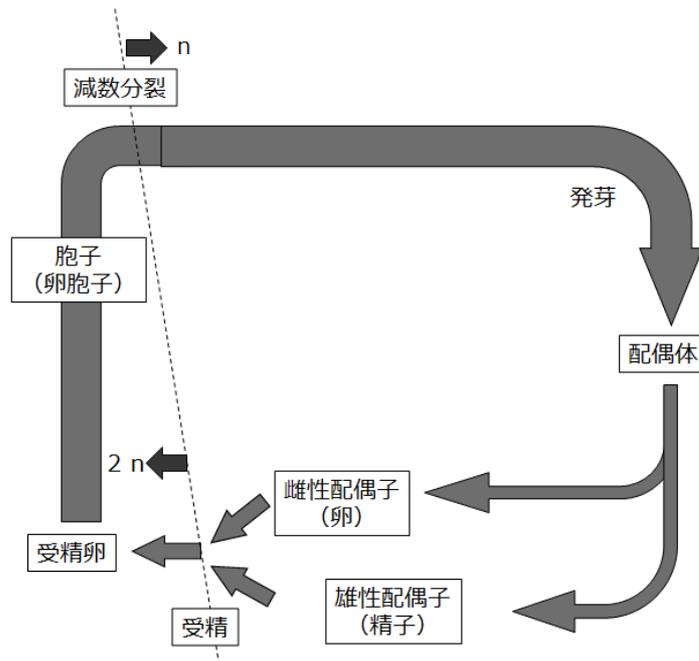
問 2

(1)



※出題意図：陸上植物の生活環に関する基礎的な知識および／あるいは問題文に書かれている内容を正確に読み取り、図式化して表現する能力を評価した。

(2)



※出題意図：陸上植物の生活環に関する基礎的な知識および／あるいは問題文に書かれている内容を正確に取り組み、図式化して表現する能力を評価した。

(3) 受精卵が親からの栄養供給を受けつつ多細胞化する胚発生を行い、胞子体を形成するようになった。

※出題意図：図式化された情報を読み取り、比較して、その結果を的確に表現する能力を評価した。

(4) 胞子は他の細胞との融合を経ずに単独で次世代の生物体を形成するのに対し、配偶子はほかの配偶子との融合を経てから次世代の生物体を形成する。

※出題意図：二種類の生殖細胞に関する基礎的な知識、および／あるいは図式化された情報を正確に取り組み、比較して本質的な違いを抽出し、的確に表現する能力を評価した。

問3 ア=a, イ=c, ウ=e, エ=g, オ=h, カ=b

※出題意図：減数分裂の特徴に関する基礎的な知識を評価した。

問 4

- (1) シダ植物の配偶体 = 前葉体  
種子植物の雄性配偶体 = 花粉  
種子植物の雌性配偶体 = 胚のう

※出題意図：陸上植物の生活環、およびその進化に関する基礎的な知識を評価した。

- (2) 精子が体外の水中を泳いで卵に到達するのではなく、雄性配偶体自体を卵の近くまで移動させ精子（あるいは精細胞）を放出する形にしたことで、受精の際に体外の水を必要とすることがなくなり、乾燥した陸上環境下での受精・繁殖が容易になった。

※出題意図：陸上植物の生活環の進化を、その背景となる陸上環境の特徴と結び付けて理解し、的確に表現する能力を評価した。

### 問題 III

#### 問 1

(1) 頭花における種子食害の割合も頭花あたりの種子食害者数も、アリがいた個体に比べて、アリがいなかった個体で大きかった。

※出題意図：表の読み取り能力とその表現力を評価した。

(2) 調査 1 ではアスペンサンフラワー相互の位置関係や調査地内での分布状況には特に注意していない。そのため、（アリが原因で種子食者の分布が影響を受けているのではなく）調査地内の微小環境の違いが原因でアリの分布と種子食者の分布が異なっている、という可能性を否定できない。

※出題意図：実験デザインを正確に理解できているか、また、異なる方法による検証が必要となる理由を的確に説明できるかを評価した。

(3) 観察よりアリは植物から分泌される花外蜜を利用していることが知られている。また、アリの存在がハエなどによる散布前の種子食害を減らすことに役立つならば、アリの居ない個体やアリを排除した個体では種子食害の程度が高まることが予測される。調査 1 および 2 の結果はそうした予測のとおりであり、仮説は正しいと判断できる。

※出題意図：調査の目的と結果を理解して、結論を導き出せるかを評価した。

## 問 2

(1) 種子食害の割合や種子食者数の値は、調査 2 に比べ調査 3 の方が大きかった。

また、それらの数値はいずれの調査においても処理個体の方が対象個体よりも大きかったが、調査 2 に比べ調査 3 の方が処理による違いは小さかった。

※出題意図：表に示された結果を読み取り，その違いを理解し的確に表現できるかどうかを評価した。

(2) より標高の低い調査地では種子食者の活性が高く，その結果、植物は（アリの存在下であっても）より食害を受けやすい状態になっているのではないかと考えられる。

※出題意図：結果を読み取り，生態学的な知識に基づき論理的に説明できるかどうかを評価した。

(3) 標高の低い調査地の植物個体群では種子食者による食害の影響が強く，種子食者に対してより強い防御をする個体が有利となる。そのため，進化の過程で、より多くのア리를ひきつけることができる，より多くの花外蜜を提供する個体が選択されたのではないかと考えられる。

※出題意図：進化生態学に関する総合的な知識とそれに基づく論理的な思考能力を評価した。