

平成 21 年度
生命環境科学研究科
生物科学専攻
入学試験問題

専門科目

平成 20 年 10 月 16 日 (木) 10:00 ~ 12:00 実施

[注意]

- ① この問題冊子は表紙を含め 12 ページあります。
- ② **問題 1** から **問題 11** の中から 4 つを選んで解答しなさい (4 つを越えて解答した場合は無効とします)。
- ③ 提出する答案用紙は 4 枚です。全てについて受験番号を記入してください。
- ④ どの問題に解答したか分るように、答案用紙の左上に問題番号を、例えば (問題 1) のように明記しなさい。各問題について答案用紙は 1 枚とします (同一の問題に対して 2 枚以上の答案用紙にわたって解答した場合は無効とします)。
- ⑤ 一つの問題にいくつかの小問がある場合は、問題の指示に従って適切に対処しなさい。
- ⑥ 答案用紙の裏面を使用しても結構です。その場合は、綴じ穴の下部 2 cm 程度より下に記入してください。
- ⑦ 問題冊子は試験後回収します。

問題 1

問1 次の文章を読み以下の問に答えよ。

陸上で生活する植物のうち〔 1 〕植物、〔 2 〕植物、裸子植物は維管束を持つ植物であり維管束植物とよばれる。全ての維管束植物は、葉、〔 3 〕、〔 4 〕という3つの器官を持つが、〔 1 〕植物に所属するイワヒバ属などでは〔 5 〕という植物体を支える第4の器官を持つ。〔 1 〕植物は孢子により繁殖するのに対して〔 2 〕植物と裸子植物は種子により繁殖する。

(1) 上の文章の〔 1 〕～〔 5 〕にあてはまる語を以下の(ア)～(シ)から1つ選択しその記号を記せ。

(ア) シャジクモ、(イ) コケ、(ウ) シダ、(エ) 緑藻、(オ) 被子、(カ) 茎、
(キ) 髓、(ク) 根、(ケ) 幹、(コ) 孢子体、(サ) 配偶体、(シ) 担根体

(2) 維管束を構成する複合組織を2つあげ、それぞれについてその構成要素と陸上で生活するための機能を3行程度で説明せよ。

(3) 〔 2 〕植物に特有の受精様式の名称を記し、その特徴について3行程度で説明せよ。

(4) 裸子植物を1つの分類群としてまとめる特徴について2行程度で説明せよ。

問2 以下の(ア)～(カ)の用語から4つ選び、それぞれ2行程度で説明せよ。

(ア) アルベオラータ
(イ) オピストコント
(ウ) 菌根
(エ) 地衣類
(オ) ヌクレオモルフ
(カ) フィコビリソーム

問題 2

問1 以下の図は、脊索動物の主要なグループから選んだ種の系統樹である。

(1) ア～オに当てはまる分類群名を以下の選択肢より選び一つずつ答えよ。

選択肢：頭索類、ウニ類、哺乳類、無顎類、毛顎類、両生類、鳥類、軟骨魚類

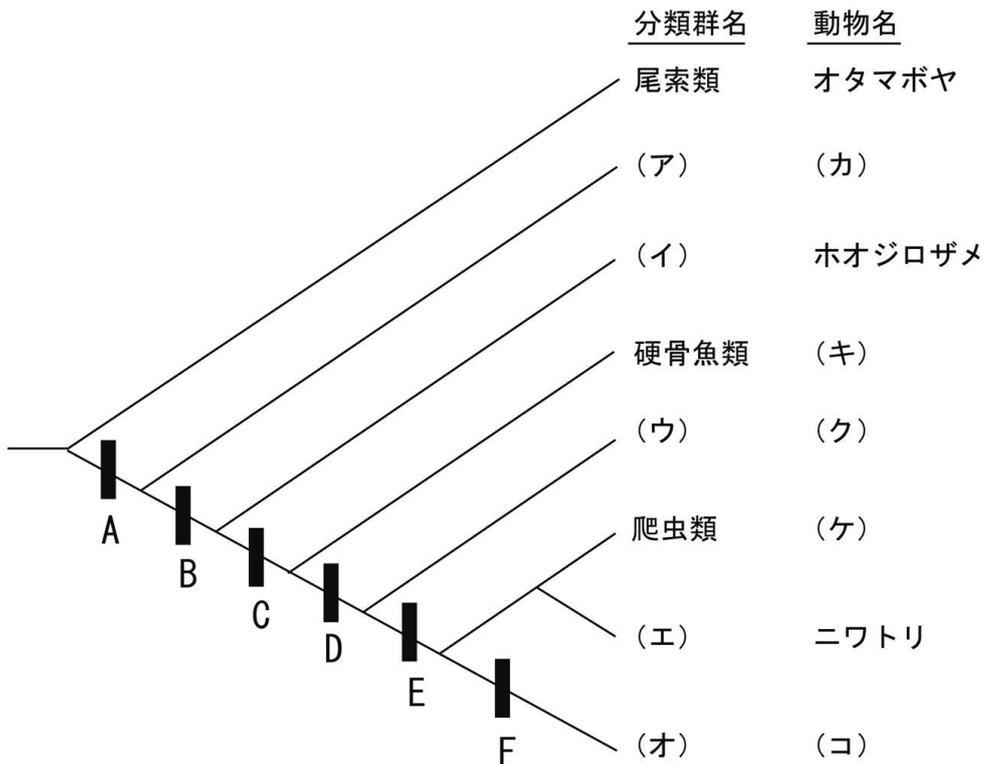
(2) カ～コに当てはまる動物名を以下の選択肢より選び一つずつ答えよ。

選択肢：シリアンハムスター、ウズラ、ナメクジウオ、ヤモリ、マナマコ、

ミナミマグロ、オオサンショウウオ、ヤツメウナギ

(3) A～Fに当てはまる、それぞれの進化の過程で獲得した特徴を以下の選択肢より選び、一つずつ答えよ。

選択肢：脊椎、羽毛、顎、有羊膜卵、硬骨、えら呼吸、肺呼吸、胎生、乳腺、四肢



問2 次の系統分類学に関わる用語を簡潔に説明せよ。図を用いて説明してもよい。

(1) 単系統群 (monophyletic group)

(2) 側系統群 (paraphyletic group)

(3) 多系統群 (polyphyletic group)

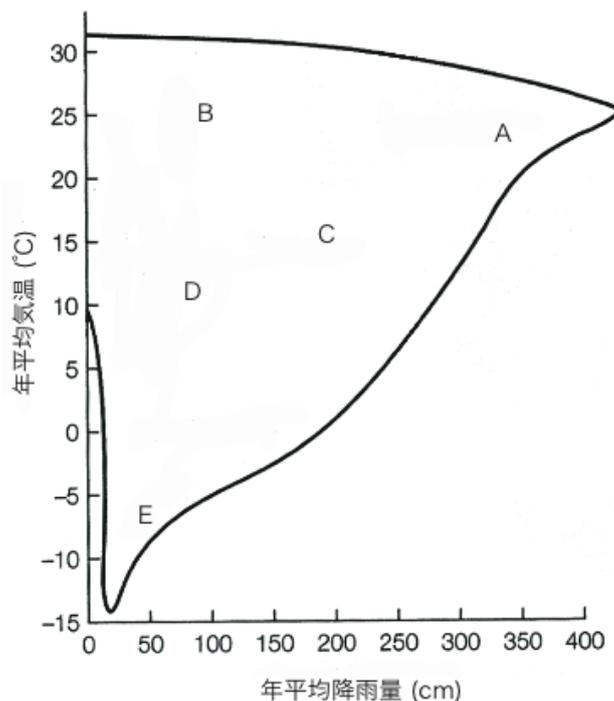
問題 3

問1 以下の図は年平均気温、年平均降雨量とバイオームの関係を示した図である。この図に基づいて以下の問に答えよ。

- (1) バイオームについて2行程度で説明せよ。
- (2) A～Eにあてはまる最も適切なバイオームを以下のアーキから一つ選び記号を記せ。

(ア) 温帯雨林 (イ) サバンナ (ウ) 砂漠 (エ) 草原
(オ) ツンドラ (カ) 熱帯降雨林 (キ) 北方針葉樹林

- (3) Aにあてはまるバイオームの植生と生物相の特徴を4行程度で説明せよ。
- (4) Eにあてはまるバイオームの植生と生物相の特徴を4行程度で説明せよ。



問2 生物の間には食べる・食べられるの関係や共生など様々な相互作用が見られる。このことに関して以下の問に答えよ。

- (1) 相利共生とはどんな現象か2行程度で説明せよ。
- (2) 絶対相利共生と条件的相利共生の違いについて4行程度で説明せよ。
- (3) キーストーン種について4行程度で説明せよ。

問題 4

次の文章を読み、以下の問に答えよ。

(a) カルビン回路の鍵酵素〔 1 〕はリブローズ 1,5-二リン酸と二酸化炭素から 2 分子の 3-ホスホグリセリン酸を合成する。この酵素は二酸化炭素を基質とするが、水溶液中でそれと平衡関係にある〔 2 〕を基質とできない。しかも、カルビン回路の存在するストロマの pH はおよそ 8 であることから、平衡は〔 2 〕の側に傾いている。この問題があるため、光合成生物はさまざまな二酸化炭素濃縮機構を発達させてきた。例えば、シアノバクテリアでは〔 1 〕の集合体である〔 3 〕を形成する、ある種の藻類では〔 4 〕(酵素)により二酸化炭素と〔 2 〕の平衡を促進してすばやく二酸化炭素を供給する、C4 植物や CAM 植物では〔 2 〕をいったん〔 5 〕に取り込んで炭素数 4 の有機酸に変換した後に、脱炭酸反応により放出した二酸化炭素を利用する、等である。(b) C4 植物では〔 2 〕を取り込む場所と二酸化炭素を放出する場所が異なる。(c) CAM 植物では両反応のおこる場所は同じであるが、それぞれ、夜と昼に行われる。一方、〔 6 〕植物は二酸化炭素を濃縮するよりもむしろ二酸化炭素濃度が低いことの弊害を回避する方向に進化した。即ち、(d) 二酸化炭素の代わりに酸素を用いて、(e) 3 種のオルガネラの協力により、炭素同化の効率は悪くとも反応が滞らないようにした。反応の滞りは光照射による〔 7 〕の過剰蓄積をもたらし、それは〔 8 〕の発生をもたらすからである。

問 1 〔 1 〕～〔 8 〕にあてはまる適切な語を記せ。

問 2 下線部(a)の反応は ATP/NADPH を必要とするか、次の選択肢から選び記号で記せ。

- | | |
|----------------|------------------|
| (ア) ATP を必要とする | (イ) NADPH を必要とする |
| (ウ) 両方必要とする | (エ) どちらも必要としない |

問 3 下線部(b)について、二酸化炭素の取り込みと放出が起こるそれぞれの細胞の名称を記せ。

問 4 下線部(c)について、CAM 植物ではなぜこのようなことを行う必要があるのか、2 行以内で記せ。また、夜の間炭素数 4 の有機酸を蓄積しておくオルガネラ名を記せ。

問 5 下線部(d)について、この反応の名称を記せ。また、酸素を取り込む酵素名を記せ。

問 6 下線部(e)について、3 種のオルガネラ名を記せ。

問題 5

問1 次の文章を読み以下の問に答えよ。

化学シナプスでは、(a)シナプス終末部より神経伝達物質が放出され、シナプス後膜の受容体にそれが結合することによって膜電位変化が生じる。(b)興奮性シナプスと抑制性シナプスではシナプス後膜の膜電位変化の極性が異なり、それぞれの電位は〔 1 〕および〔 2 〕とよばれる。上記のような直接的な抑制の他に、中枢神経系でみられる抑制の型として、〔 3 〕抑制が知られている。この抑制は、興奮性終末に軸索—軸索シナプスを作るニューロンによって引き起こされる。神経伝達物質（ニューロトランスミッター）のうち、興奮性アミノ酸には〔 4 〕や〔 5 〕などがあり、抑制性アミノ酸には〔 6 〕や〔 7 〕などがある。

- (1) 〔 1 〕～〔 7 〕にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 下線部(a)において、神経終末部の脱分極から神経伝達物質の放出に至るプロセスを3行程度で説明せよ。
- (3) 下線部(b)において、興奮性シナプスおよび抑制性シナプスで〔 1 〕および〔 2 〕が生ずるメカニズムを、イオンチャネル型受容体を例にそれぞれ3行程度で説明せよ。

問2 次の5つの用語から3つを選び、それぞれ3行程度で説明せよ。

- (1) 平衡電位 (equilibrium potential)
- (2) 交感神経系 (sympathetic nervous system)
- (3) 筋収縮のすべり説 (sliding theory)
- (4) オペラント条件づけ (operant conditioning)
- (5) 側方抑制 (lateral inhibition)

問題 6

次の文章を読み、以下の問1～問3に答えよ。

動物の卵は受精後盛んに細胞分裂し、細胞数を増加させながら発生していく。そして、発生初期の細胞分裂を卵割という。卵割の様式は様々あり、分裂面が卵軸（一般に動物極と植物極を結ぶ軸を指す）を含むか、あるいは卵軸に平行な場合の分裂を〔 1 〕といい、分裂面が卵軸に垂直な場合を〔 2 〕という。また、割球の大きさが等しく分かれる分裂を等割、大きさが異なる割球になるのを〔 3 〕という。そして、卵黄が比較的少ない等黄卵や中黄卵では、卵割面が受精卵の細胞質の全域を通じて形成される〔 4 〕が行われ、卵黄が多い心黄卵や端黄卵では、割球間の境界が不完全な〔 5 〕が示される。

問1

〔 1 〕～〔 5 〕に当てはまる適切な語を記せ。

問2

〔 4 〕をする卵では、割球の配置などにより、いくつかの卵割様式が知られている。それらの卵割様式の内、以下の3つについて簡潔に説明し（図を用いてもよい）、その様式を示す動物すべてを下記のアーコから選び記号で記せ。

- (1) 放射卵割
- (2) らせん卵割
- (3) 左右相称卵割

(ア) クロイツカイメン、(イ) ユムシ、(ウ) イトマキヒトデ、(エ) ヒト、
(オ) アフリカツメガエル、(カ) シロボヤ、(キ) ニワトリ、
(ク) ヤッコカンザシゴカイ、(ケ) ショウジョウバエ、(コ) バカガイ

問3

〔 5 〕をする卵には、昆虫類の卵でみられる〔 A 〕と呼ばれる卵割様式と、鳥類や爬虫類の卵でみられる〔 B 〕と呼ばれる卵割様式が知られている。〔 A 〕、〔 B 〕それぞれの卵割様式名を記し、それらについて簡潔に説明せよ。説明に図を用いてもよい。

問題 7

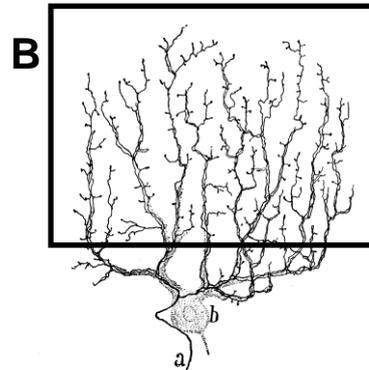
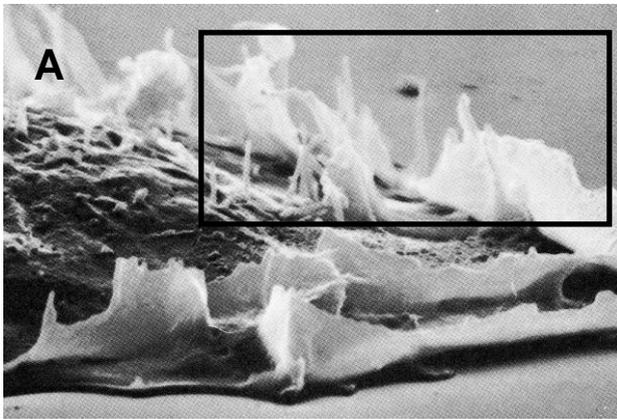


Fig. 22.—Terminal portion of a climbing fiber in the human cerebellum. Golgi method.—a, nerve fiber; b, Purkinje cell, toned

図Aは、ヒトの繊維芽細胞の走査型電子顕微鏡写真である。Aの枠内の領域に仮足構造が見える。図Bは今から100年前に、スペインの解剖学者、カハールが描いた小脳のプルキンエ細胞である。枠内に突起が見える。

問1 図Aについて以下の問に答えよ。

- (1) Aの枠内の領域の仮足の名称を記せ。
- (2) この仮足内部の細胞骨格を構成するタンパクは何か、その名称を記せ。
- (3) (2)の骨格タンパク質が関係する細胞運動の例を2つあげよ。
- (4) 生きた細胞の中で、特定の分子の動態を観察するために、オワンクラゲ由来の蛍光タンパク質による標識が使用される。このタンパク質の名称と、それが発する蛍光の色を記せ。
- (5) 繊維芽細胞は、ほ乳類の細胞周期の研究で広く使われる。下記のタンパク質について2～3行で説明せよ。
a : サイクリン b : サイクリン依存性キナーゼ

問2 図Bについて以下の問に答えよ。

- (1) 枠内の突起の名称を記せ。
- (2) 小脳のプルキンエ細胞は、 IP_3 受容体が単離されたことで有名である。 IP_3 受容体を発現する細胞内小器官は何か、その名称を記せ。
- (3) IP_3 の役割について2～3行で説明せよ。
- (4) IP_3 以外の細胞内二次伝達物質の例を2つあげよ。
- (5) 神経軸索では、微小管が主要な細胞骨格である。微小管が関係する細胞運動の例を一つあげよ。
- (6) (5)であげた例での、微小管の役割を、2～3行で説明せよ。

問題 8

次の文章を読み、以下の問に答えよ。

生物は自らを複製する能力を持ち、子は親に似る。このような世代間を通じて形質が伝わる現象を〔 1 〕といい、その本体が〔 2 〕であるということは今日では常識となっている。〔 1 〕物質を突き止める研究は、グリフィスの肺炎双球菌を用いた実験に端を発する。グリフィスは、病原性を持つ丸い S 株と病原性を持たないでこぼこの R 株をマウスに接種して、(a)R 株が S 株の形質を獲得することを示した。グリフィスはこの現象を〔 3 〕と呼び、そしてその後この〔 3 〕物質が〔 2 〕であることがアベリーらによって明らかにされた。またハーシーとチェイスは大腸菌に感染する〔 4 〕を用いて、(b)〔 1 〕物質が〔 2 〕であるのか〔 5 〕であるのかを示した。

〔 4 〕の複製サイクルには2通りある。それは宿主染色体に組み込まれて複製することができるタイプと、宿主染色体に組み込まれずに複製して外に飛び出し感染を繰り返すタイプである。前者を〔 6 〕サイクル、後者を〔 7 〕サイクルという。細菌はこの〔 4 〕からの攻撃を免れるために、外来の〔 2 〕を分解する〔 8 〕を有している。また細菌は〔 8 〕による自己分解を免れるために自己のゲノムを高度に〔 9 〕修飾させている。

問1 〔 1 〕～〔 9 〕に当てはまる適切な語を記せ。

問2 グリフィスは熱処理した S 株と生きている R 株を用いて、下線部 (a) を導き出した。

- (1) グリフィスの実験の概要と結果を5行程度で記せ。
- (2) 次に、丸い S 株を薬剤処理し、病原性のない2種の株、丸い R1 株とでこぼこの R 2 株を得た。この R1 株と R2 株を生きている状態で混合培養したところ、病原性のある株が得られた。病原性の発現に関して考えられることを答えよ。

問3 下線部 (b) について、以下の問に答えよ。

- (1) ハーシーとチェイスは実験に放射性同位元素を用いた。物質〔 2 〕と〔 5 〕を標識するにはそれぞれどのような元素が適切か答えよ。
- (2) (1) で標識した〔 4 〕を大腸菌に感染させ、その後大腸菌を集菌し、上清 (S1) と沈殿 (P1) の放射活性を測定した。この時に感染しなかった〔 4 〕はなかったものとする。次にこの大腸菌を新たな培地に戻して感染を進行させ、同様に上清 (S2) と沈殿 (P2) に分離して放射活性を測定した。〔 7 〕サイクルの〔 4 〕を用いると、物質〔 2 〕と〔 5 〕は S1, S2, P1, P2 のどこに検出されるか全て答えよ。

問4 アデニンはチミンと、シトシンはグアニンと塩基対合する。その理由を以下の語句を用いて5行程度で説明せよ。(プリン塩基、ピリミジン塩基、二重らせん)

問題 9

次の文章を読んで以下の問に答えよ。

真核細胞のタンパク質をコードする核 DNA の塩基配列の情報は〔 1 〕という酵素により RNA に転写される。鋳型の DNA 上での転写開始の位置は〔 2 〕が決めている。〔 2 〕の配列により転写効率が調節されているが、その典型的な配列はそのコンセンサス配列から〔 3 〕とよばれている。〔 2 〕には複数の転写因子が結合し、転写が開始される。〔 1 〕は DNA の 2 重らせんをほどこしながら RNA に転写する。このとき、転写されない DNA 鎖を〔 4 〕という。

転写が終わると、mRNA の 5' リン酸基に GTP が結合し 5' キャップと呼ばれる構造ができ、3' 末端には〔 5 〕が付加される。さらに、スプライセオソームにより (A)。この反応はスプライセオソームの中の〔 6 〕により触媒される。

問1 〔 1 〕から〔 6 〕に入る語句を答えよ。

問2 転写をする〔 1 〕の酵素はヌクレアーゼ活性がない。これにより転写される RNA はどのような特徴を持つか。

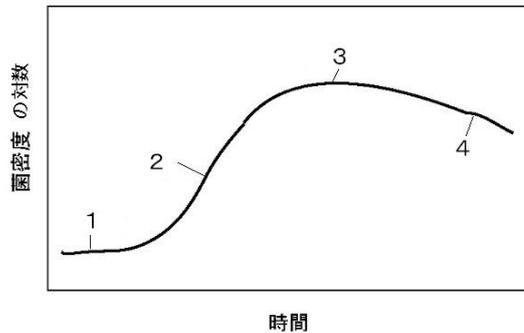
問3 (A) の文を完成させよ。ただし、「切り出す」、「つなぎ合わせる」という語をもちいること。

問4 転写の調節にかかわるタンパク質の DNA 結合モチーフを 4 つあげよ。

問5 選択的スプライシングはどのような現象を表すか 3 行以内で解説せよ。図を用いてもよい。

問題 10

問 1 (1) 下図は二分裂で増殖する細菌の増殖曲線である。1～4の各相の名称を記し、それぞれの相における細菌の様相を1行で記せ。



(2) この細菌の doubling time は2 時間で、2の相にあつて菌密度が 5×10^6 cells/ml であるとき、有効数字を2桁として、7 時間後の菌密度を求める計算式を書け。また、その答えを求めよ。ただし、7 時間後も2の相にあるとする。

問 2 学名に次の語尾（あるいは語）をもつ細菌の形状を図に描け。

1. -bacillus
2. -coccus
3. -thrix
4. -vibrio

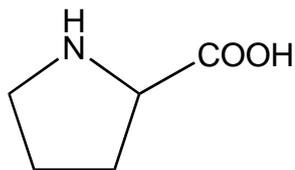
問 3 生物の利用する炭素源に関する次の文章の〔 〕に適切な語をいれよ。

一酸化炭素や〔 1 〕のような無機炭素を炭素源として生きることのできる生物を〔 2 〕生物という。〔 3 〕、タンパク質、〔 4 〕などの有機炭素を炭素源として生きることのできる生物を〔 5 〕生物という。無機炭素と有機炭素のどちらも炭素源として利用できる生物を〔 6 〕生物という。一方、エネルギー源による分類では、光のエネルギーを利用して生きる生物を〔 7 〕生物といい、物質を酸化して得られるエネルギーを利用して生きる生物を〔 8 〕生物という。

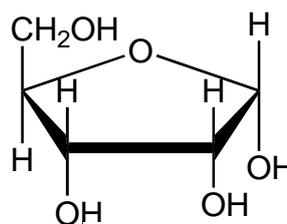
問題 11

問1 構造式 (ア) ~ (ウ) で示す化合物について以下の設問に答えよ。

- (1) 分子量を計算せよ。
- (2) それぞれの名称を [] の中から選び記せ。



(ア)



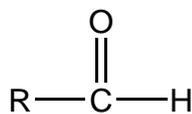
(イ)



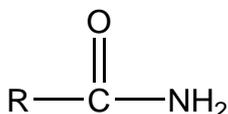
(ウ)

グルコース	フルクトース	リボース	プロリン	バリン
チロシン	ステアリン酸	エイコサペンタエン酸	オレイン酸	

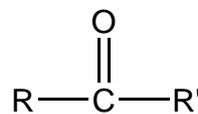
問2 (ア) ~ (ウ) の構造を持つ官能基の名称を記せ。



(ア)



(イ)

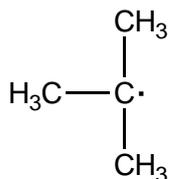


(ウ)

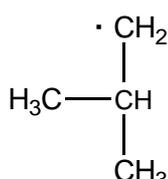
問3 以下の文章を読み設問(1)~(2)に答えよ。

[1] や [2] により有機化合物はラジカルを発生することがある。通常ラジカルは不安定だが、炭素ラジカルの場合には置換基が安定性に影響することが知られている。

- (1) [1] ~ [2] にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 構造 (ア)、(イ) で示すラジカルのうちどちらがより安定になるか答えよ。



(ア)



(イ)

- (3) ラジカル反応は工業的に極めて重要である。ラジカル反応の特徴を2行程度で説明せよ。