

令和3年度

新潟大学理学部第3年次編入学試験

生物学プログラム

筆記試験問題（生物学）

注意事項

1. 開始の合図があるまでこの冊子を開いてはいけません。
2. 試験開始後、次のものが配布されているか確認してください。  
問題冊子1部，解答用紙2枚，下書き用紙1枚
3. 問題は全部で2題あります。各解答用紙に受験番号を記入してください。
4. 解答時間は、120分です。途中で退席することはできません。
5. 試験終了後、問題冊子と下書き用紙は各自持ち帰ってください。

I. 下記の文章を読み、問1～問10に答えよ。

*Caenorhabditis elegans* (*C. elegans*)は、体長約1mmで<sup>(ア)</sup>非寄生性の土壌線虫である。シドニー・ブレンナーは、この生物を発生および行動研究のモデル動物にすることを提案し、1965年にプロジェクトを立ち上げた。<sup>(イ)</sup>生活環が約3日と短く、遺伝学的手法を用いるのに有利なことがその理由の一つである。ブレンナーは、形態や行動が異常になる*C. elegans*の突然変異体を300種類以上作出して1974年に報告した。*C. elegans*の成虫の多くは<sup>(ウ)</sup>雌雄同体であり、<sup>(エ)</sup>959個の体細胞核からなる。ブレンナーのグループのサルストンらによって、<sup>(オ)</sup>細胞系譜が微分干涉顕微鏡での観察により調べられ報告された。その研究の過程で彼らは、発生の途中で必ず死ぬ細胞があることに気づき、プログラムされた細胞死と名付けた。これは<sup>(カ)</sup>アポトーシスとも呼ばれる現象で、2002年のノーベル賞受賞につながった。

*C. elegans*の<sup>(キ)</sup>ゲノム解析は1998年に完了し、多細胞生物では最初の解読例となった。1000個足らずの細胞核しか持たない単純な生物にもかかわらず、その遺伝子数は約1万9千であり、後に明らかになるヒトの遺伝子数2万数千に匹敵する数であった。*C. elegans*ゲノムにおける最も大きな遺伝子ファミリーは7回膜貫通型の<sup>(ク)</sup>化学物質受容体(ケモレセプター)であり約650個の遺伝子を含んでいた。

*C. elegans*は<sup>(ケ)</sup>逆遺伝学の研究にも利用されてきた。アンドリュー・ファイアーらは、細胞に導入した<sup>(コ)</sup>二重鎖RNAが、相補的な配列を持つmRNAの分解を引き起こす現象を*C. elegans*で発見し、1998年に報告した。この現象は遺伝子の発現抑制実験に利用され、その簡便性から急速に多くの研究者により用いられるようになった。

問1. 下線部(ア)について、寄生性の線虫の例としてフィラリアがあり、その駆除薬のひとつとして大村智らが開発したイベルメクチンがある。イベルメクチンは、神経細胞や筋細胞の膜の分極状態を異常にすることで線虫を麻痺させる。神経細胞膜の分極と脱分極について、それぞれ説明せよ。

問2. 下線部(イ)について、生活環が短いとなぜ遺伝学のモデル動物として有利なのかを簡潔に答えよ。

問3. 下線部(ウ)について、雌雄同体とは何かを簡潔に説明せよ。また線虫以外の動物で雌雄同体の例を1つ書け。

問4. 下線部(エ)について、線虫の体細胞核の数は体細胞の数よりも多い。その理由を答えよ。またその現象を起こすヒトの細胞種を1つ書け。

問5. 下線部(オ)について、細胞系譜とは何かを簡潔に説明せよ。

問6. 下線部(カ)について、ヒトの発生過程においてこの現象が見られる部位または細胞名について具体例を1つ書け。

問7. 下線部(キ)について、ゲノム解析が始められた頃には、DNA配列の分析にはジデオキシ法(サンガー法)が用いられていた。ジデオキシ法について説明せよ。

問8. 下線部(ク)について、ヒトの感覚のうち、化学物質受容体により形成されているものを2つ書け。

問9. 下線部(ケ)について、逆遺伝学とは何かを簡潔に説明せよ。

問10. 下線部(コ)のような現象を一般的に何というか答えよ。

II. 下記の文章を読み、問1～問5に答えよ。

T細胞は、生体内から異物を攻撃し排除する  免疫系の中心的な存在であり、脊椎動物の生体防御において重要な役割を担っている細胞である。たとえば、T細胞に対して特異的に反応する<sup>(ア)</sup>モノクローナル抗体を生体に注射すると、ウイルス感染に対して<sup>(イ)</sup>細胞性免疫による防御機能が大きく損なわれる。一方、 免疫系では、大型の白血球である  などによる貪食作用によって病原体などの異物を速やかにとりこみ分解する。 免疫系はほぼすべての動物に備わっているが、 免疫系は、有顎類以上の脊椎動物に備わると考えられている。

脊椎動物の免疫システムは、感染症を防ぐだけでなく、自己組織と非自己組織の識別も行う。免疫細胞が作られるとき、非自己抗原にも自己抗原にも応答する細胞が作られるが、発生初期の段階で、自己抗原には応答しない  が確立するようになる。その最初の証拠として知られているのが、1945年のウィスコンシン大学のオーエンによる報告である。通常は、ある個体から別の個体へと皮膚組織の移植を行うと、移植を受けたホスト（宿主）の免疫系が移植片を異物として認識して破壊する。しかし、二卵性双生児のウシは、胎盤がたまたま自然融合しており、母親の子宮内で血液の交換が起こった結果、遺伝的には同一ではないにもかかわらず、成体になってから互いの皮膚移植が可能であることがわかった。このことは、免疫機能が未熟な出生直後の白色系統のマウスに、別系統の茶色マウスの骨髄細胞を移入した実験により再現された。右の写真のように、<sup>(ウ)</sup>成体になった白色マウスに茶色マウスの皮膚片を移植すると、移植片は拒絶されずに生着した（写真の中央部分）。

この部分については、  
著作権の関係により、  
表記できません。

出典) Molecular Biology of the Cell 5th eds, p.1547 (2010)

問1.  ～  に当てはまる最も適切な用語を答えよ。

問2. 下線部（ア）の特性を、ポリクローナル抗体と比較して説明せよ。

問3. 下線部（ア）は、基礎研究から臨床応用まで様々な分野で使われている。どのようなことに使われているか、利用例を1つ挙げ、具体的に説明せよ。

- 問4. 下線部（イ）について、なぜそのようになると考えられるか、その理由を説明せよ。  
また、T細胞に特異的に反応する抗体によって下線部（イ）が起こったことを証明するためには、どのような対照実験をしたらよいか、対照実験の予想される結果を含めて答えよ。
- 問5. 下線部（ウ）について、皮膚移植片の生着が、移入した骨髄細胞のマウス系統に特異的であるということを証明するためには、どのような対照実験をしたらよいか、対照実験の予想される結果を含めて答えよ。