

生 物

学 部	学 科	配 点
理工学部	化学・生命理工学科	200 点

注 意 事 項

1. 問題は、**1** と **2** の計 2 問です。
2. **1** と **2** のすべてを解答しなさい。
3. 解答用紙は、(2の1)と(2の2)の計 2 枚です。解答は、すべて解答用紙の指定欄に記入しなさい。
4. 必ず解答用紙のすべてに、本学の受験番号を記入しなさい。
5. 印刷不鮮明およびページの落丁・乱丁等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
6. 問題冊子の余白等は適宜利用してよい。
7. 試験終了後、問題冊子および計算用紙は持ち帰りなさい。

1 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

脳を含む中枢神経系は、脊椎動物の体の中で最も複雑な構造を持ち、① 大脳、間脳、中脳、小脳、延髄、脊髄から構成される。しかし、胚の段階では、神経管と呼ばれる単純な管状の構造に過ぎない。

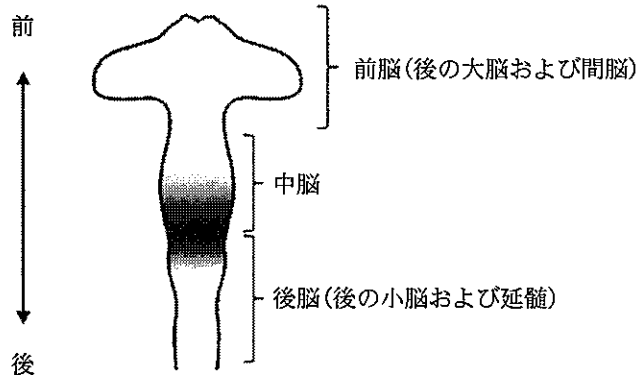


図1. 鳥類胚の脳の模式図

図1は、背側から見た鳥類胚の脳(神経管前部)を模式的に示したものである。図1および図2の脳内の灰色の部分には、En2と呼ばれるタンパク質の分布を示し、濃淡はその存在量の違いを表す(濃い部分では存在量が多く、薄い部分では存在量が少ない)。ニワトリおよびその近縁種であるウズラの胚を用いた組織移植実験は、複雑な脳が形作られるメカニズムを解明する上で、しばしば用いられてきた。ニワトリ細胞とウズラ細胞は、核小体の形態に基づき容易に識別可能である。そのようないくつかの実験の模式図を図2に示す。

<移植実験1>では、ニワトリ胚の中脳を除去し、そこに同じ発生段階のウズラ胚の中脳のみを移植片として、前後を逆にして移植したところ、移植を行わなかった対照実験と比べ、En2タンパク質の分布に差は見られなかった。

<移植実験2>では、ニワトリ胚の中脳を除去し、そこに同じ発生段階のウズラ胚の中脳に加えて後脳前部を含む部分を移植片として、前後を逆にして移植したところ、移植片中の中脳部分は中脳のままであったが、En2タンパク質の分布が変わった。また移植片と隣接するニワトリ胚の前脳後部が中脳に変化した。

<移植実験3>では、ウズラ胚の後脳前部の一部を移植片として、同じ発生段階のニワトリ胚の前脳後部に移植したところ、移植片は後脳前部のままであったが、周囲のニワトリ胚の組織が中脳に変化した。

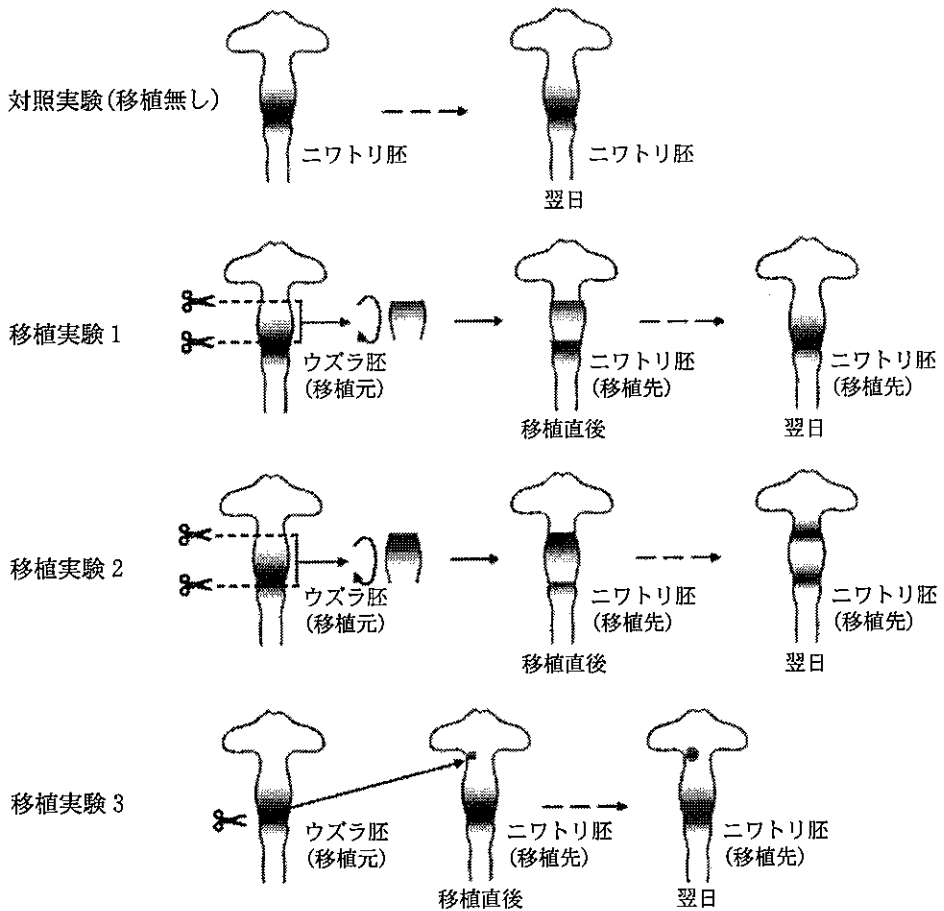


図 2. ニワトリ胚とウズラ胚を用いた脳の移植実験

問 1. 下線部^①大脳, 間脳, 中脳, 小脳, 延髄, 脊髄のそれぞれの働きを, 下記の
(ア)~(ク)から一つずつ選び, 記号で答えよ。

- (ア) 姿勢の維持, 眼球運動, 瞳孔の大きさを調節する中枢である。
- (イ) 身体各部と脳を連結する。
- (ウ) 左右の大脳半球をつなぐ神経繊維の通路である。
- (エ) 情報の処理, 記憶・思考・意志・理解などの高度な精神活動の中枢である。
- (オ) 血糖値の調節, 体温調節, 胆汁の生成などを行う。
- (カ) 呼吸運動, 心臓の拍動を調節する中枢である。
- (キ) 随意運動の調節, 体の平衡を保つ中枢である。
- (ク) 自律神経系, および体温・水分・血糖値・血圧などを調節する中枢である。

問 2. 図 3 は脊索動物の系統樹を示している。図 3 のア~キに, ニワトリが属する鳥類, および他の脊椎動物(硬骨魚類, 軟骨魚類, ハ虫類, 哺乳類, 無顎類, 両生類)を当てはめよ。

< 選択肢 >	鳥類	硬骨魚類	軟骨魚類	ハ虫類	哺乳類
	無顎類	両生類			

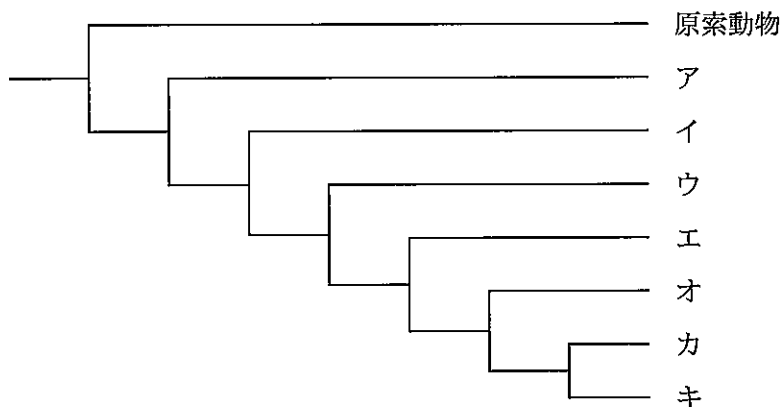


図 3. 脊索動物の系統樹

問 3. ニワトリの En 2 タンパク質は 289 個のアミノ酸から成る。En 2 タンパク質をコードする mRNA 上の開始コドンから終止コドンまでは、何個のヌクレオチドから構成されるか答えよ。

問 4. 下記の文章には、下線部核小体に関する記述が含まれる。下記の文章の② (A) ~ (D) に適切な語句を入れよ。

ヒト細胞の中に存在する (A) は、二重の膜である (B) で囲まれた構造体である。(A) の内部には、23 対の (C) と 1 ~ 数個の核小体が存在している。(A) の内部は (B) 上に存在する (D) を通じて細胞質基質とつながっている。

問 5. 下記の(ア)~(ク)のうち、図 2 の実験の結果から分かるものを 5 つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 移植実験に用いた発生段階の中脳には極性*がある。
- (イ) 移植実験に用いた発生段階の前脳後部には極性がある。
- (ウ) 移植実験に用いた発生段階の前脳後部には極性があるかどうかは、これらの実験からは分からない。
- (エ) 移植実験に用いたニワトリ胚の前脳後部は、移植したウズラ胚の後脳前部からの働きかけに反応する能力を持つ。
- (オ) 移植実験に用いたニワトリ胚の前脳後部は、移植したウズラ胚の中脳前部からの働きかけに反応する能力を持つ。
- (カ) 移植実験に用いたウズラ胚の中脳は、移植先の周囲のニワトリ胚の脳からの働きかけに反応する能力を持つ。
- (キ) 移植実験 2 の移植片中のウズラ胚の中脳では、もとの前部が後部に变化している。
- (ク) 移植実験 2 の移植片中のウズラ胚の中脳では、もとの後部が前部に变化している。

*「極性がある」とは、細胞や組織において、ある物質が偏って存在することである。

問 6. 図 2 の移植実験の結果から、ウズラ胚の後脳前部は形成体(オーガナイザー)として作用していることがわかる。その根拠となる結果を 60 字以内で説明せよ。

2 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

多細胞動物には、様々な変動を感知してできるだけ体内環境を一定に保とうとする調節の仕組みが備わっている。その性質を [ア] という。体内環境は、細胞や組織を取り巻き、それらを浸す体液が作り出している。脊椎動物の体液には、 [イ] , [ウ] , [エ] の3つがある。細胞が安定した生命活動を営むためには、体液の濃度が一定になるように調節される必要があり、体液の濃度調節にはたらく器官の中でも、腎臓と [オ] が重要な役割を担っている。腎臓では [カ] と [キ] という2つのはたらきによって、水分量やイオン濃度の調整が行われており、過剰なものや老廃物は尿として排出される。バソプレシンと鉱質コルチコイドという2つのホルモンは、腎臓の細胞に働きかけることで、体液濃度の調節に関わっている。

さらに、自律神経系と内分泌系も [ア] に関与し、血糖値の維持、体温調節、体液濃度の調節を行っている。ヒトの血糖値は、正常では空腹時で約100 mg/dLの濃度に維持されており、血糖値の調節には主に4つのホルモンが関わっている。 [ク] は細胞内へのグルコースの取り込みや細胞内でのグルコースの消費を促進するとともに、肝臓でのグルコースからグリコーゲンへの合成を促進する。 [ケ] と [コ] は、肝臓に貯蔵されたグリコーゲンを分解し、 [サ] は、組織中のタンパク質からグルコースの合成を促進する。 [ク] の減少によって、高血糖と尿糖が持続した疾患を [シ] 病とよぶ。

問1. 文中の [ア] ~ [シ] に適切な語句を入れよ。

問 2. ヒトの腎臓に関する正しい記述を次の中から3つ選び、記号で答えよ。

- (a) 腎臓は、中胚葉由来の体節からつくられる。
- (b) 腎臓に入った動脈は、毛細血管となって糸球体をつくり、糸球体はボーマンのうに包まれている。
- (c) ボーマンのうから続く集合管は、細尿管(腎細管)へつながっている。
- (d) 糸球体、細尿管(腎細管)、集合管の3つをあわせて腎小体という。
- (e) 二つの腎臓には約10万個のネフロンと呼ばれる尿を生成する単位構造がある。
- (f) 老廃物は、腎う、輸尿管を経てぼうこうに集まる。
- (g) アンモニアは腎臓で窒素に変換され、体外に排出される。
- (h) 心臓から出た血液の約60%が、腎臓に流れ込んでいる。

問 3. 下線部**①**バソプレシンに関する以下の問いに答えよ。

(1) **①**バソプレシンを分泌する内分泌腺を一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 視床下部 (b) 脳下垂体前葉 (c) 脳下垂体後葉
- (d) 甲状腺 (e) 副腎皮質 (f) 副腎髄質

(2) バソプレシンの生体におけるはたらきとして適切なものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 血圧上昇を促進する。
- (b) 血圧上昇を抑制する。
- (c) 心機能を促進する。
- (d) 心機能を抑制する。
- (e) 血中のカルシウムイオン濃度を上げる。
- (f) 血中のカルシウムイオン濃度を下げる。

問 4. イヌリンは植物由来の物質であり、静脈に注射をするとすべて尿中に排出される。表 1 はイヌリンを静脈内に注射したヒトから採取した血しょう、原尿、尿中の尿素、イヌリンの質量パーセント濃度(%)を示している。なお、尿は 1 分間に 1 mL 生成されるものとし、血しょう、原尿、尿の密度は 1 g/mL とする。1 分間に生成される原尿量(mL)、水の再吸収率(%), 尿素の再吸収率(%)をそれぞれ解答せよ。なお、解答の数値が小数点の場合、小数点第二位を四捨五入せよ。

表 1

成 分	質量パーセント濃度(%)		
	血しょう	原 尿	尿
尿 素	0.03	0.03	2.00
イヌリン	0.01	0.01	1.2

問 5. 表 2 は健康なヒトとある疾患に罹患した患者 A の空腹時における血しょうおよび尿中のグルコース濃度を示している。健康なヒトでは尿中にグルコースが検出されないが、患者 A では尿中にグルコースが検出される理由を下記の〈語句〉をすべて用いて、150 字以内で説明せよ。

〈語句〉 糸球体、ポーマンのう、血しょう、原尿、尿、
細尿管(腎細管)

表 2

	血しょう グルコース濃度(mg/dL)	尿 中 グルコース濃度(mg/dL)
健康なヒト	100	0
患者 A	100	600