

昭和 2015 生物 略解

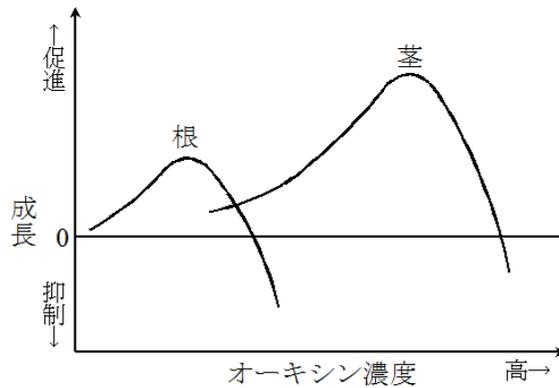
① 問1 ア：屈性 イ：AUX ウ：PIN エ：フォトトロピン オ：極性移動

問2 屈性の原因が茎頂からの物質だと示すため。(20字)

問3 インドール酢酸(または、ナフタレン酢酸、2,4-D、等)

問4 ABC輸送体により細胞内へ取り込む。(18字)

問5 カ：根冠 キ：コルメラ(平衡) ク：アミロプラスト ケ：促進  
コ：上 サ：抑制 シ：下



問6



問7

問8 ジベレリンを分泌する部位：胚

アミラーゼ遺伝子が活性化する部位：糊粉層

問9 アブシシン酸

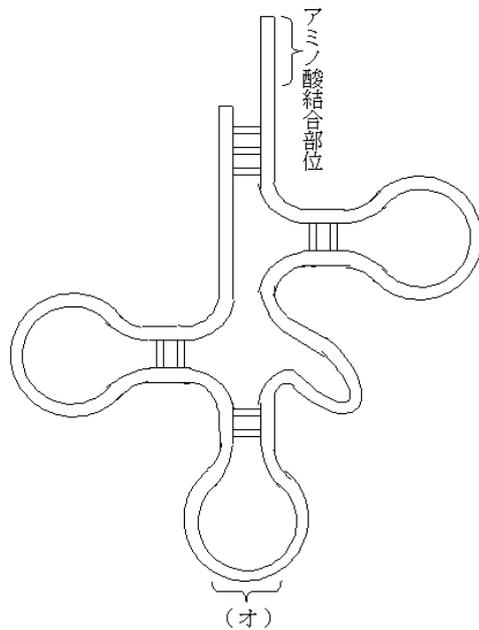
問10 ス：フィトクロム セ：長日 ソ：短日 タ：FT

問11 葉で生成されたタンパク質が維管束を通過して茎頂へ移動して働く。(30字)

問12 茎頂での花芽誘導。(9字)

② 問1 ア：リン酸 イ：ウラシル ウ：コドン(遺伝暗号)

エ：アミノアシル tRNA 合成酵素 オ：アンチコドン



問 2

問 3 A-C-C

問 4 カ：レトロ キ：ヘルパー ク：プロウイルス（または、無症候期（潜伏期）） ケ：AIDS コ：日和見

問 5 リボザイム（リボ酵素） 問 6 単独では増殖できないため。（13 字）

問 7 a 問 8 CD4 の他にも感染に必要な物質がある。（19 字）

問 9 サ：ダイサー シ：RISC 問 10 RNA 干渉（RNAi）

**3** 問 1 ア：体液性免疫 イ：細胞性免疫 ウ：ヘルパーT 細胞 エ：B 細胞

オ：抗体産生細胞（形質細胞） カ：免疫グロブリン キ：L 鎖（軽鎖）

ク：H 鎖（重鎖） ケ：S-S（ジスルフィド） コ：Y

サ：抗原提示細胞 シ：樹状細胞 ス：マクロファージ

セ：キラーT 細胞

問 2 抗原特異的に反応するため、抗原の認識や記憶、抗体の生産が免疫系で必要となるから。（40 字）

問 3 Y 字状の上方の可変部にある抗原結合部位。（20 字）

問 4 主要組織適合抗原分子（10 字） または 主要組織適合抗原クラス II 分子（14 字）

問 5 T 細胞が成熟できないため、免疫系全体が機能せず、免疫不全となり、特に細胞性免疫機能が失われる。さらに副甲状腺も失われるため、血中のカルシウム濃度の調節機能がうまく働かない。（86 字）

4 問1 75.8

問2 (ア): ツンドラ (高山草原) (イ): 砂漠 (ウ): ステップ  
(エ): サバンナ (オ): 常緑針葉樹林 (カ): 夏緑樹林 (キ): 照葉樹林  
(ク): 亜熱帯多雨林 (ケ): 熱帯多雨林 (コ): 雨緑樹林  
(サ): 落葉針葉樹林

問3 (ア)・(オ)・(カ)・(キ)・(ク)・(サ)

問4 ①-(カ) ②-(キ) ③-(オ) ④-(キ) ⑤-(カ) ⑥-(コ)  
⑦-(サ) ⑧-(オ)

## 1

### 原則1. オーキシンの光屈性について → 問1～問7に利用

オーキシンとは、光屈性の研究において発見された成長促進物質の総称である。その化学的な実体は、天然のオーキシンがインドール酢酸で、人工合成のオーキシンはナフタレン酢酸、2,4-ジクロロフェノキシ酢酸(2,4-D)などである。なお、オーキシンなどの様に、植物体内で合成されて、植物体内を移動し植物の成長等を調節する物質のことを植物ホルモンと言う。

つぎに、オーキシンと光屈性のしくみについて説明する。通常、オーキシンは、幼葉鞘(ようようしょう)の先端部で合成された後、真下方向へ移動して茎(幼葉鞘)の成長を促進する。ただし、幼葉鞘の先端部の一方だけに光が当たる場合、オーキシンは光の当たらない側に移動してから真下方向に移動することで、光の当たらない側の茎の成長を促進する。その結果、茎は光のほうへ屈曲しながら成長してゆく。これを茎の光屈性と言う。なお、幼葉鞘の先端部を切り取った場合、オーキシンが合成されないため、茎は伸びない。

植物体内でのオーキシンの輸送には、細胞膜に存在しているAUX(取り込み輸送体)とPIN(排出輸送体)が関与している(※)。光が当たると光受容体のフォトトロピンにより光が感知されて、細胞膜上のPINの分布が変わるため、光の当たらない方向へオーキシンが移動する。オーキシンのこのような方向性をもった移動のことを極性移動と呼ぶ。なお、オーキシンの移動には重力も関わっているが、植物体の重力刺激の感知は、根冠(根の先端に現れる組織)の中のコルメラ細胞(平衡細胞)に存在するアミロプラストと呼ばれる物質が関わっている。

また、植物体の器官によってオーキシンの最適濃度は異なる。植物の種類により差はあるが、根の最適濃度は $10^{-10}$  mol/L前後と低めであるのに対し、茎の最適濃度は $10^{-5}$  mol/L前後と高めである。なお、最適濃度よりも低い濃度の範囲においてはオーキシンの濃度と根や茎の成長速度との間に正の相関関係があるが、最適濃度よりオーキシン濃度が高くなり過ぎた場合には根や茎の成長が抑制される。

ちなみに、茎と根からなる芽生えを水平に置いた場合、茎では地面側(下側)の伸長が促進されて上に屈曲するが、根では地面側(下側)の伸長が抑制されて下に屈曲する。

ところで、オーキシンには、葉のつけ根の離層の形成を抑えて落葉を防ぐ働きや、不定根の形成を促進する働きもある。

(※)近年の研究により、オーキシンの輸送には、ABC輸送体も関与していることが明らかとなった。

### 原則2. アブシジン酸の働き → 問8・問9に利用

植物ホルモンのアブシジン酸には、以下の働きがある。

- ・落葉や落果の促進

- ・種子や芽の休眠維持、発芽抑制
- ・気孔の閉鎖

### 原則3. 長日植物と短日植物 → 問10～問12に利用

一定以上の日長になると花芽を形成する植物が長日植物で、一定以下の日長になると花芽を形成する植物が短日植物である。春に開花をするシロイヌナズナは長日植物であり、夏から秋に開花をするイネは短日植物である。シロイヌナズナの場合は FT 遺伝子、イネの場合は *Hd3a* 遺伝子が生成するタンパク質が、茎頂における花芽形成を促進している。なお、植物が葉で光刺激を感じ取るために用いる色素はフィトクロムである。

### 問1～問4

#### 【方針】

いずれの設問もオーキシンと光屈性についての知識問題である。なお、「屈曲する性質」と言う文言より、(ア)に入る語句は「屈性」とであると気づく。この点を最初の手掛かりとして、「原則1. オーキシンと光屈性について」の知識を利用して順に解いてゆく。

#### 【解説】

(問1)

「原則1. オーキシンと光屈性について」より、解答は、ア：屈性、イ：AUX、ウ：PIN、エ：フォトトロピン、オ：極性移動である。

(問2)

「原則1. オーキシンと光屈性について」より、屈性の原因は、茎（幼葉鞘）の先端部で合成された物質（オーキシン）が真下方向へ移動して茎（幼葉鞘）の成長を促進するためであるから、このことを簡潔に述べればよい。ゆえに、解答（文例）は、「屈性の原因が茎頂からの物質だと示すため。」（20字）である。

(問3)

「原則1. オーキシンと光屈性について」より、解答は、インドール酢酸（または、ナフトアレノ酢酸、2,4-D、等）である。

(問4)

「原則1. オーキシンと光屈性について」より、オーキシンの輸送には、ABC輸送体も関与している。ゆえに、解答（文例）は、「ABC輸送体により細胞内へ取り込む。」（18字）である。

### 問5～問7

#### 【方針】

いずれの設問もオーキシンと光屈性についての知識問題と考察問題であると気づく。した

がって、「原則1. オーキシンの光屈性について」の知識を利用して順に解いてゆく。

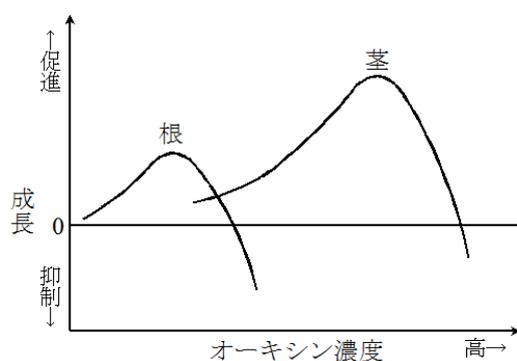
**【解説】**

(問5)

「原則1. オーキシンの光屈性について」より、解答は、カ：根冠、キ：コルメラ（平衡）、ク：アミロプラスト、ケ：促進、コ：上、サ：抑制、シ：下である。

(問6)

「原則1. オーキシンの光屈性について」より、根の最適濃度は  $10^{-10}$  mol/L 前後と低めであるのに対し、茎の最適濃度は  $10^{-5}$  mol/L 前後と高めであり、最適濃度よりも低い濃度の範囲においてはオーキシンの濃度と根や茎の成長速度との間に正の相関関係があるが、最適濃度よりオーキシン濃度が高くなり過ぎた場合には根や茎の成長が抑制される。これらの点を踏まえて、グラフ（解答）を作成すると、下図のようになる。



(図は WEB 上で見つからなかったため自作)

(問7)

オーキシンは茎頂部で生成され、茎や根に輸送される。なお、根に輸送されるオーキシンは、根冠部を経由して根の各部へ輸送される。ゆえに、解答は、下図のようになる。



(図は WEB 上で見つからなかったため自作)

**問8・問9**

**【方針】**

いずれの設定も発芽や植物ホルモンについての考察問題や知識問題である。表中の「ー：ヨード反応なし」と言う箇所は、アミラーゼ合成によりデンプンの分解が起こっていると気づく。この点を踏まえて、発芽やジベレリンに関する知識や「原則2. アブシジン酸の働き」の知識などを利用して順に解いてゆく。

**【解説】**

(問 8)

「ー：ヨード反応なし」の箇所はデンプンの分解が起こっているから、胚付きの半種子の場合はジベレリンがなくてもアミラーゼが合成され、胚が無くてもジベレリンが与えられればアミラーゼ合成が起きることがわかる。この結果から、胚からジベレリンが分泌されているとわかる。糊粉層除去の結果より、糊粉層なしではアミラーゼ合成が起きないから、このことから糊粉層の細胞がアミラーゼ遺伝子が活性化する部位とわかる。一方、植物ホルモン X はジベレリンの分泌を阻害もしくはアミラーゼの合成を阻害することがわかる。ゆえに、解答は、ジベレリンを分泌する部位：胚、アミラーゼ遺伝子が活性化する部位：糊粉層である。

(問 9)

前問の植物ホルモン X に該当するものは、アブシシン酸である。ゆえに、解答は、アブシシン酸である。

## 問 10～問 12

### 【方針】

植物の花芽形成などについての知識問題や考察問題であると気づく。したがって、「原則 3. 長日植物と短日植物」の知識などを利用して順に解いてゆく。

### 【解説】

(問 10)

「原則 3. 長日植物と短日植物」より、解答は、ス：フィトクロム、セ：長日、ソ：短日、タ：FT である。

(問 11・問 12)

下線部 E の「*Hd3a*-mRNA が発現している」という文言は、「Hd3a タンパク質が作られている」ことを意味するとわかる。また、下線部 G より、合成された Hd3a タンパク質は維管束を通過して茎頂部で花芽形成を促進していることがわかる。ゆえに、問 11 の解答(文例)は、「葉で生成されたタンパク質が維管束を通過して茎頂へ移動して働く。」(30 字)であり、問 12 の解答は、「茎頂での花芽誘導。」(9 字)である。

## 2

**原則4. DNA と RNA について** → 問1～問3・問5・問9・問10に利用  
遺伝情報は、DNA から mRNA へ、mRNA から tRNA へと伝達される。この伝達の過程で、mRNA は核から核膜孔を通り細胞質へ移動してリボソームと結合する。また、rRNA は、タンパク質と結合することでリボソームを形成している。これらの DNA や RNA は、いずれも塩基、リン酸、糖の3つからなるヌクレオチド（※ 塩基は糖に結合している）を構成要素とするヌクレオチド鎖（※ リン酸と糖が交互に結合して鎖を形成している）からなるが、DNA が2本のヌクレオチド鎖からなるのに対し、RNA は1本のヌクレオチド鎖からなる。また、DNA の糖がデオキシリボースであるのに対し、RNA の糖はリボースである。なお、RNA の構成要素であるリボースは DNA の構成要素であるデオキシリボースよりも水酸基（OH 基）が1つ多いので、RNA は DNA よりも化学反応性に富んでいるが、その分、RNA は分解されやすく不安定である。ちなみに、触媒（酵素）の機能を有する RNA をリボザイム（リボ酵素）と言う。

DNA では、2本のヌクレオチド鎖の塩基どうしが弱く結合することで二重らせん構造を作っている（通常、DNA の二重らせんは右巻きである）。ちなみに、原核生物の DNA は環状の2本鎖 DNA であるが、通常、真核生物の DNA は直鎖状の2本鎖 DNA である。なお、DNA がヒストンに巻き付いた構造はヌクレオソームと呼ばれ、真核生物の染色体の基本構造となっている。

DNA の複製においては、DNA を構成する2本のヌクレオチド鎖のそれぞれが鋳型となって、2つの新しい DNA 分子を複製する（注1）。このとき、新しい DNA ヌクレオチド鎖の形成は DNA ポリメラーゼ（DNA 合成酵素）（注2）等により行われる。なお、DNA のヌクレオチド鎖形成に使われる塩基は、A（アデニン）、T（チミン）、C（シトシン）、G（グアニン）の4種類（注3）であるが、RNA では、T（チミン）の代わりに U（ウラシル）が用いられる。

（注1）これを半保存的複製と言う。

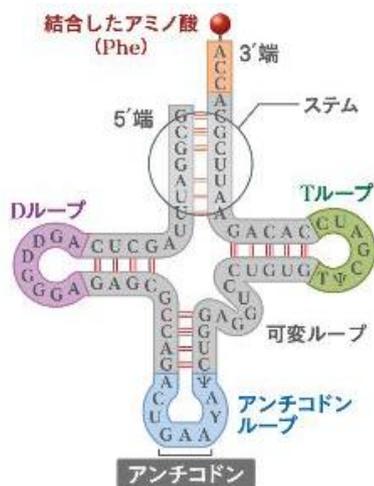
（注2）DNA ポリメラーゼは、真核細胞の場合は核内に存在し、原核細胞の場合は細胞質に存在する。

（注3）塩基のうちで分子量が大きいものは、プリン塩基（アデニン（A）とグアニン（G））である。なお、T（チミン）、C（シトシン）、U（ウラシル）はピリミジン塩基である。

タンパク質形成に関与するアミノ酸は20種類あるが、mRNA における4種類の塩基（A、U、C、G）が3個で1組のトリプレット（コドン）（※  $4^3=64$  種類ある）となり、1つのアミノ酸を指定する（塩基3個ごとに順番に翻訳され、翻訳において重なりや飛びは起こらない）。

ところで、mRNA のコドン（遺伝暗号）に対し相補的な塩基配列を有する部分が tRNA に

は存在し、その部分をアンチコドンと言う。なお、tRNA は、アミノアシル tRNA 合成酵素により特定の amino 酸と結合する。また、tRNA は下図のような特徴的な構造（クローバーリーフとも呼ばれる）をもつ。なお、tRNA の末端の塩基配列は、必ず ACC となる。



© University of Tokyo

(図は <http://csls-db.c.u-tokyo.ac.jp/ird/56.jpg> より引用)

なお、DNA (RNA) においては、A と T (U)、C と G がそれぞれ相補の塩基ペアとなる。また、DNA は相補の塩基ペアで構成されるため、DNA を構成する塩基の量は、A と T、C と G がそれぞれ等しくなる (注 4)。

(注 4) シャルガフの経験則と言う。

また、真核生物の DNA においては、エキソンと呼ばれるタンパク質合成に関わる塩基配列と、イントロン (注 5) と呼ばれるタンパク質合成に関わらない塩基配列の両方が含まれている。そのため、DNA の塩基配列が転写されたヌクレオチド鎖よりイントロンの部分を取り除く過程 (スプライシング) を経て、mRNA はつくられる。なお、遺伝子によっては、遺伝子 1 つから転写される mRNA 前駆体に選択的スプライシングが行われて複数種の mRNA が生成されることがある。ところで、DNA 内の片側の 1 本鎖から RNA への転写 (注 6) は RNA ポリメラーゼにより行われるが、転写を始めるために RNA ポリメラーゼが結合する DNA の領域をプロモーターと呼んでいる (注 7)。

(注 5) イントロンからも多くの RNA が転写されており、その一種が miRNA (マイクロ RNA) である。miRNA 前駆体をダイサーと呼ばれる酵素により 18 ~25 塩基ほどにスプライシングされた後、2 本鎖から 1 本鎖になったものが miRNA である。この miRNA は RISC (RNA 誘導サイレンシング複合体) と言う複合体を形成する。そして、この複合体は、mRNA の翻訳を抑制したり、mRNA の分解をしたりするが、こういった働きを RNA 干渉 (RNAi) と呼んでいる。

(注 6) 転写においては、DNA を構成する 2 つのヌクレオチド鎖の片方だけが使われる。なお、パフでは、DNA の一部において二重らせんがほどけた状態で

転写が行われる。

(注7) 真核生物の遺伝子発現の場合、基本転写因子(調節タンパク質)がプロモーターに結合することにより、RNAポリメラーゼの結合が可能となる。一方、原核生物の遺伝子発現の場合、RNAポリメラーゼはプロモーターに単独で結合できる。

#### 原則5. RNAウイルスとHIVウイルス → 問4・問7・問8に利用

RNAウイルスの場合、逆転写酵素を有しDNAへの逆転写を通じて増殖するグループや、逆転写酵素を持たずRNAを直接合成して増殖するグループ(注1)がある。前者のグループをレトロウイルスと言い、逆転写によって生じたDNAを宿主のDNAに組み込んだ状態をプロウイルスと言う。レトロウイルスの1種のHIVウイルスの場合、CD4タンパク質を利用し、このタンパク質が発現している細胞(ヘルパーT細胞、マクロファージ、単球など)に感染する。HIVウイルスに感染後、最初の1~3ヶ月の間は発熱や筋肉痛などの急性期初期症状が現れるが、その後の数年~10年間ほどは症状が現れず、血中にもほとんどウイルスが現れない無症候期となる。しかし、その後、血中にHIVウイルスが大量に現れ、免疫不全などの症状である後天性免疫不全症候群(AIDS)を発症する。AIDSの発症に伴い、正常な免疫力があれば感染しないカビ・原虫・ウイルス・細菌などによる日和見感染症、悪性腫瘍などの症状が現れる。

ところで、HIVの受容体がCD4分子であることが発見された後、1996年にHIVの補助受容体がCXCR4およびCCR5分子であることが明らかになった。そのため、CCR5分子が欠損したヒトへは、HIVは感染しない。

(注1) このグループのウイルスは、RNAからRNAを合成する酵素をもつ。

#### 問1~問3

##### 【方針】

いずれの設問もRNAについての知識問題であると気づく。したがって、「原則4. DNAとRNAについて」の知識を利用して順に解いてゆく。

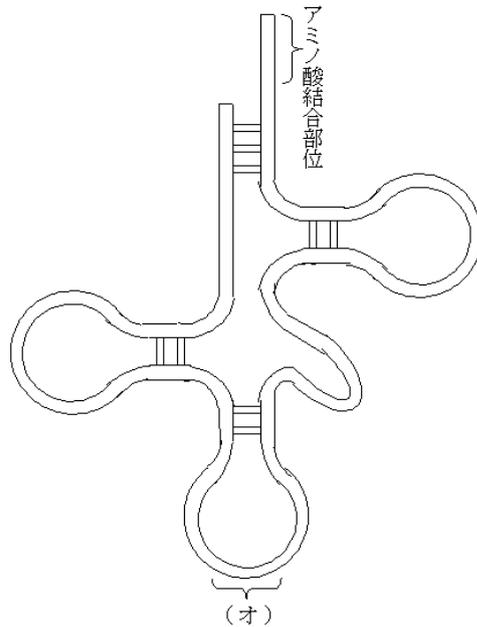
##### 【解説】

(問1)

「原則4. DNAとRNAについて」より、解答は、ア:リン酸、イ:ウラシル、ウ:コドン(遺伝暗号)、エ:アミノアシルtRNA合成酵素、オ:アンチコドンである。

(問2)

「原則4. DNAとRNAについて」より、tRNAの構造(解答)は、下図のようになる。



(図は WEB 上で見つからなかったため自作)

(問 3)

「原則 4. DNA と RNA について」より、解答は、A-C-C である。

#### 問 4～問 8

##### 【方針】

いずれの設問も RNA ウイルスなどについての知識問題や考察問題であると気づく。したがって、「原則 5. RNA ウイルスと HIV ウイルス」や「原則 4. DNA と RNA について」の知識などを利用して順に解いてゆく。

##### 【解説】

(問 4)

「原則 5. RNA ウイルスと HIV ウイルス」より、解答は、カ：レトロ、キ：ヘルパー、ク：プロウイルス (または、無症候期 (潜伏期))、ケ：AIDS、コ：日和見である。

(問 5)

「原則 4. DNA と RNA について」より、解答は、リボザイム (リボ酵素) である。

(問 6)

ウイルスが「生物」に分類されない理由は、他の生物の細胞内のさまざまな機能を利用しない限り増殖できない、すなわち単独で増殖できないからである。よって、解答は、「単独では増殖できないため。」(13 字) である。

(問 7)

「原則 5. RNA ウイルスと HIV ウイルス」より、解答は、a である。

(問 8)

「原則 5. RNA ウイルスと HIV ウイルス」より、解答は、「CD4 の他にも感染に必要な物質がある。」(19 字) である。

#### 問 9 ・ 問 1 0

##### 【方針】

いずれの設問も miRNA (マイクロ RNA) などについての知識問題であると気づく。したがって、「原則 4. DNA と RNA について」の知識を利用して順に解いてゆく。

##### 【解説】

(問 9)

「原則 4. DNA と RNA について」より、解答は、サ : ダイサー、シ : RISC である。

(問 1 0)

「原則 4. DNA と RNA について」より、解答は、RNA 干渉 (RNAi) である。

### 3

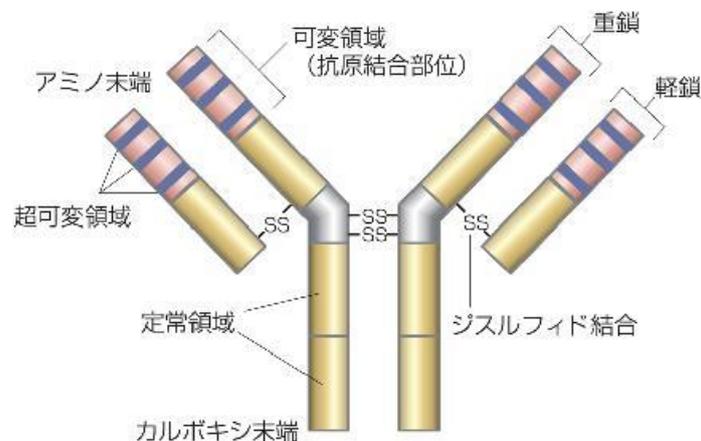
#### 原則 6. 白血球と免疫について → 問 1～問 3・問 5 に利用

血液は有形成分と液体成分からなり、有形成分には赤血球、白血球、血小板があり、液体成分は血しょう（血漿）と呼ばれる。なお、白血球とは、生体防御に関与する免疫担当細胞のことで、好中球、好酸球、好塩基球、単球（マクロファージ）、リンパ球（B 細胞・T 細胞など）の総称である。体内に異物が侵入した場合、マクロファージ、樹状細胞、好中球等が食作用により異物を排除する。

なお、未成熟の B 細胞においては抗体を作るための多数の遺伝子断片があつて、これらの遺伝子断片は DNA 上でいくつかの集団を形成して並んでいる。B 細胞が成熟する過程で、それぞれの集団のうちから遺伝子断片が 1 つずつ選ばれて再構成されることで、可変部を作る遺伝子となる。その結果として、それぞれが異なる可変部をもつ抗体を生成する多様な B 細胞（抗体産生細胞）ができる。

また、1 つの抗体産生細胞が産生する抗体（注 1）は 1 種類だけであり、抗体は自身の可変部と合致する抗原とのみ結合する。よつて、抗原の種類と同数の抗体が存在し、抗体を作り出す抗体産生細胞も全て異なる。

（注 1）すべての抗体は、免疫グロブリンと言う物質でできている。この免疫グロブリンは、下図に示すように、4 つのポリペプチド鎖（2 つの重鎖（H 鎖）と 2 つの軽鎖（L 鎖））がジスルフィド結合（S-S 結合）によつて Y 字型に結合した構造を持っている。下図に示した可変領域（可変部）は抗原と結合する箇所で、抗原に対して特異的な構造を有する。また、B 細胞には抗体の可変部の構造を決める 5 つの遺伝子群（L 鎖：2 群、H 鎖：3 群）があつて、それぞれ多数の遺伝子を含む。未熟な B 細胞から成熟した B 細胞に分化する際は、各群から遺伝子が 1 つずつ選択されて遺伝子が再構成される。よつて、さまざまな抗体の産生が可能となる。



(図は <http://csls-db.c.u-tokyo.ac.jp/ird/1138.jpg> より引用)

ところで、自然免疫とは、通常の「免疫」ではなく、生物体が先天的にもっている外界からの異物侵入を阻止する仕組みを指す。だ液等に含まれる酵素、体表から分泌される汗等に含まれる有機酸等には一定の抗菌作用があって、病原体の侵入を阻止している。一方、上述のリンパ球による抗体の産生等によって異物侵入を阻止する免疫を獲得免疫と言う。なお、獲得免疫には体液性免疫と細胞性免疫がある。まず、体液性免疫は、B細胞により作られた抗体による免疫のことで、以下にその反応プロセスを示す。

- ① マクロファージや樹状細胞は、抗原を捕食して、細胞表面に抗原提示を行う。  
↓
- ② 提示された抗原の情報を受け取ったヘルパーT細胞は、活性化する。  
↓
- ③ ヘルパーT細胞から分泌されたインターロイキンにより、B細胞が活性化され増殖する。  
↓
- ④ B細胞が分化した抗体産生細胞より、抗体(免疫グロブリン)が体液中に分泌される。  
↓
- ⑤ 体液中の抗体により、抗原抗体反応が起こる。

また、細胞性免疫は、抗原提示細胞(樹状細胞やマクロファージ)からの抗原情報にもとづいてキラーT細胞などの白血球が異物(病原体、感染細胞など)を攻撃する免疫のことで、がん細胞への攻撃、臓器移植の際の拒絶反応などは細胞性免疫の働きによるものである。なお、キラーT細胞などのT細胞は、胸腺で成熟する(注2)。

以上のように、自然免疫とは異なり、体液性免疫や細胞性免疫と言った獲得免疫は、抗原特異的に複数のステップを経て行われる免疫反応であるため、反応が現れるまで、通常、2～3週間ほどの時間がかかる。

(注2) 仮に胸腺がないとしたら、次のような不具合がおきる。まず、T細胞が成熟できないため、免疫系全体が機能せず、免疫不全となり、特に細胞性免疫機能が失われる。また、副甲状腺も失われるため、血中のカルシウム濃度の調節機能がうまく働かない。

#### 原則7. MHCとHLAについて → 問4に利用

細胞膜の表面には、自己と非自己の識別に関与する糖タンパク質が存在する。個体ごとにこの糖タンパク質は異なり、この差異が自己・非自己の識別に関係する。この様な糖タンパク質のことを、MHC抗原(主要組織適合抗原)(注1)と言う。そして、ヒトのMHC抗原(主要組織適合抗原)は、HLA(ヒト白血球型抗原)と呼ばれており、このHLAは第6染色体上の6対のHLA遺伝子により決定される。なお、6対のHLA遺伝子は、A、C、B、DR、DQ、DPと言う名称が付いており、それぞれ26種類、10種類、55種類、24種

類、9種類、6種類の対立遺伝子が存在している。よって、ヒトの HLA 遺伝子の組合せは無数に多いことがわかる。なお、HLA の 6 対の遺伝子の間の距離は近いため、ほとんど組換えは起こらない。

(注 1) 主要組織適合抗原分子、MHC 分子とも言う。なお、主要組織適合抗原分子には、主要組織適合抗原クラス I 分子と、主要組織適合抗原クラス II 分子があり、前者は内因性抗原についての抗原提示を行う働きがあり、後者は外来抗原に対する働きがあり T 細胞やマクロファージなどの抗原提示細胞で発現する。

### 問 1～問 3

#### 【方針】

いずれの設問も白血球や免疫についての知識問題であると気づく。したがって、「原則 6. 白血球と免疫について」の知識を利用して順に解いてゆく。

#### 【解説】

(問 1)

「原則 6. 白血球と免疫について」より、解答は、ア：体液性免疫、イ：細胞性免疫、ウ：ヘルパー T 細胞、エ：B 細胞、オ：抗体産生細胞（形質細胞）、カ：免疫グロブリン、キ：L 鎖（軽鎖）、ク：H 鎖（重鎖）、ケ：S-S（ジスルフィド）、コ：Y、サ：抗原提示細胞、シ：樹状細胞、ス：マクロファージ、セ：キラー T 細胞である。

(問 2)

「原則 6. 白血球と免疫について」より、解答（文例）は、「抗原特異的に反応するため、抗原の認識や記憶、抗体の生産が免疫系で必要となるから。」（40 字）である。

(問 3)

「原則 6. 白血球と免疫について」より、解答は、「Y 字状の上方の可変部にある抗原結合部位。」（20 字）である。

### 問 4・問 5

#### 【方針】

「抗原認識に重要な」という文言より、この分子は MHC 抗原（主要組織適合抗原）分子であると気づく。この点を踏まえて、「原則 7. MHC と HLA について」や「原則 6. 白血球と免疫について」の知識を利用して順に解いてゆく。

#### 【解説】

(問 4)

「原則 7. MHC と HLA について」より、解答は、「主要組織適合抗原分子」（10 字）または「主要組織適合抗原クラス II 分子」（14 字）である。

(問5)

「原則6. 白血球と免疫について」より、解答(文例)は、「T細胞が成熟できないため、免疫系全体が機能せず、免疫不全となり、特に細胞性免疫機能が失われる。さらに副甲状腺も失われるため、血中のカルシウム濃度の調節機能がうまく働かない。」(86字)である。

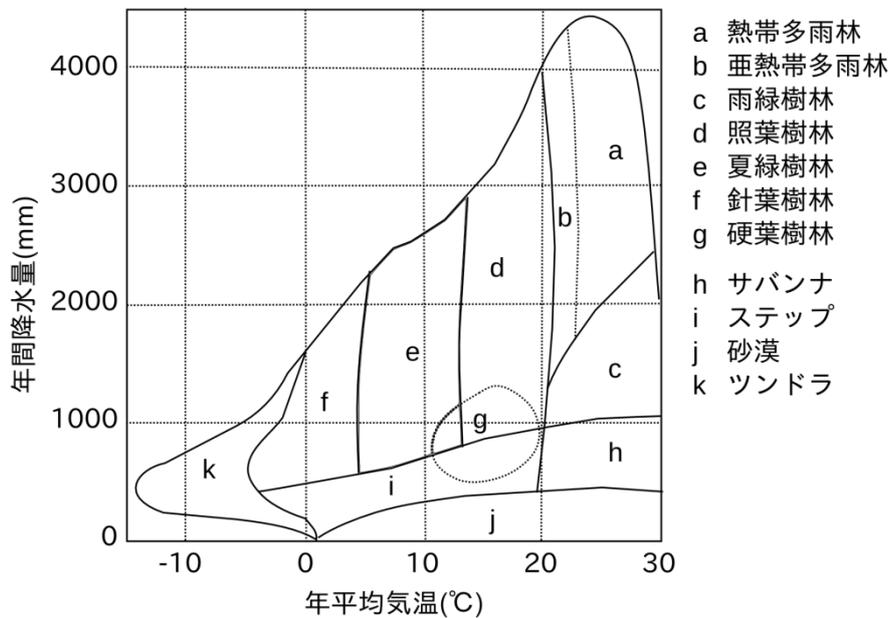
**4**

**原則 8. 暖かさの指数と植物群系 (バイオーム)** → 問 1 ~ 問 4 に利用

まず、暖かさの指数は、以下のようにして求めることができる。この暖かさの指数は、植物群系 (バイオーム) の変化と気温の相関関係を調べる際に利用される。

- ・その月の気温が 5°C より低い場合、指数を 0 とする。
- ・その月の気温が 5°C より高い場合、その月の気温から 5 を引いた値を指数とする。
- ・1 月から 12 月までの指数の合計を、暖かさの指数とする。

つぎに、植物群系 (バイオーム) と気温・降水量の関係を下図に示す (補足：下図の f 針葉樹林は、年間降水量が約 1000mm 以上では常緑針葉樹林、約 1000mm 以下では落葉針葉樹林となる)。



(図は <http://www.neg-threequarters.jp/namazu/ecology/biome01.png> より引用)

なお、降水量が十分であるとき、各植物群系と暖かさの指数の関係は、以下のようなになる。

- ・ツンドラ (高山草原) : 15 以下
- ・常緑針葉樹林 : 45 ~ 15
- ・夏緑樹林 : 85 ~ 45
- ・照葉樹林 : 180 ~ 85
- ・亜熱帯多雨林 : 240 ~ 180
- ・熱帯多雨林 : 240 以上

また、上図からわかるように、(亜) 熱帯で降水量が少なくなると、(亜) 熱帯多雨林 → 雨緑樹林 → サバンナと変化し、温帯で降水量が少なくなると、照葉樹林・夏緑樹林 → ステップと変化し、亜寒帯で降水量が少なくなると、常緑針葉樹林 → 落葉針葉樹林 → ステップと

変化する。

なお、日本では、沖縄において亜熱帯多雨林が分布し、九州から四国、中国、近畿、東海、関東までは照葉樹林が分布し、東北と北海道の札幌以南において夏緑樹林が分布し、札幌以北の北海道においては常緑針葉樹林が分布する。また、富士山などの高山においては、高山草原（ツンドラ）や落葉針葉樹林も分布している。

参考までに、各植物群系における代表的な植物種を、下表に示す。

植物群系	代表的な植物種
熱帯多雨林	フタバガキ
亜熱帯多雨林	ソテツ、ガジュマル
雨緑樹林	チーク
照葉樹林	シイ、カシ、クスノキ
夏緑樹林	ケヤキ、ブナ、ミズナラ
常緑針葉樹林	エゾマツ、トウヒ、シラビソ
落葉針葉樹林	カラマツ

#### 問1～問4

##### 【方針】

問1は暖かさの指数の計算問題で、問2～問4は植物群系（バイオーム）についての知識問題であると感じる。したがって、「原則8．暖かさの指数と植物群系（バイオーム）」の知識を利用して順に解いてゆく。

##### 【解説】

（問1）

「原則8．暖かさの指数と植物群系（バイオーム）」より、A県B市の暖かさの指数は、下表のようになる。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
気温	-3.0	-2.0	1.4	6.3	10.9	16.5	20.6	23.1	18.9	13.8	5.7	1.8	
指数	0	0	0	1.3	5.9	11.5	15.6	18.1	13.9	8.8	0.7	0	75.8

よって、解答は、75.8である。

（問2）

「原則8．暖かさの指数と植物群系（バイオーム）」より、解答は、(ア)：ツンドラ（高山草原）、(イ)：砂漠、(ウ)：ステップ、(エ)：サバンナ、(オ)：常緑針葉樹林、(カ)：夏緑樹林、(キ)：照葉樹林、(ク)：亜熱帯多雨林、(ケ)：熱帯多雨林、(コ)：雨緑樹林、(サ)：落葉針葉樹林である。

（問3）

「原則8．暖かさの指数と植物群系（バイオーム）」より、解答は、(ア)・(オ)・(カ)・(キ)・

(ク)・(サ) である。

(問4)

「原則8. 暖かさの指数と植物群系 (バイオーム)」より、解答は、①-(カ)、②-(キ)、③-(オ)、④-(キ)、⑤-(カ)、⑥-(コ)、⑦-(サ)、⑧-(オ) である。