

### 問題1

ある種のウイルスや細菌が感染したときに、これら外敵から体を守るための防御反応が起こります。このことを何というのでしょうか？



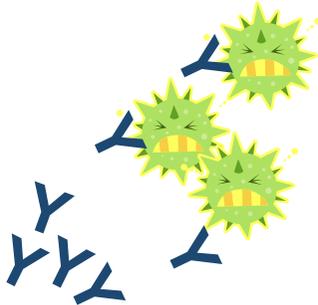
A: 抗原 B: 免疫 C: ワクチン D: ストレス

問題1 答え：B: 免疫

免疫システムは私たちを病原体から守る働きをします。例えば、はしか（麻疹）にかかった人は二度とはしかにかかりません。免疫システムは、一度感染した微生物などを記憶（免疫記憶）し、その微生物などに耐性を持たせる（獲得免疫）ことができます。この免疫に重要な働きをするのが、微生物や毒素に特異的に結合する「抗体」と呼ばれるタンパク質です。

### 問題2

免疫システムでは、細菌や毒素のある部分（抗原）に特異的に結合する武器を作って体を守ることがあります。この武器のことを何というのでしょうか？



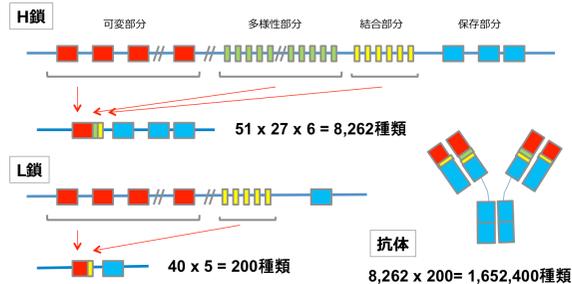
A: ビタミン B: 赤血球 C: ワクチン D: 抗体

問題2 答え：D: 抗体

例えば、破傷風菌やジフテリア菌は、その分泌する毒素によって病気を引き起こします。これらの毒素が体内に入ると、この毒素を中和する抗毒素（抗体）と呼ばれるものが血清中に現れます。「日本の細菌学の父」と呼ばれる北里柴三郎は、1890年に破傷風に対する抗毒素を発見し、後に「血清療法」と呼ばれる方法を開発し、破傷風やジフテリアなどの治療に貢献しました。

問題3

抗体は、免疫グロブリン遺伝子から作られますが、様々な抗原に対する多様な抗体を作るための遺伝子構造を解明してノーベル生理学・医学賞を受賞したのは誰でしょうか？



- A: 利根川進 B: エドワード・ジェンナー  
C: ルイ・パスツール D: 北里柴三郎

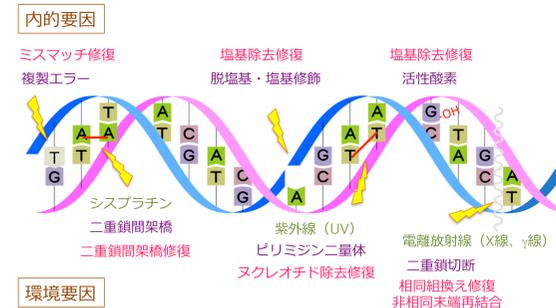
問題3 答え：A: 利根川進

微生物や毒素の特異的な部分を抗原として抗体が作られますが、1種類の抗体は1種類の抗原を認識します。ヒトの体内では、数百万から数億種類の抗体が作られているそうです。このような多様な抗体は、ゲノムDNAの中の免疫グロブリン遺伝子の領域の情報を基に作られますが、この遺伝子領域内にある多様な可変部分や多様性部分を組み合わせることで、抗原を特異的に認識する多様な抗体を作ることができます。

1987年、利根川進は、「多様な抗体を生成する遺伝的原理の解明」に関する研究功績を理由にノーベル生理学・医学賞を受賞しました。

問題4

細胞の中にあるDNAは、1日あたり5万から50万カ所に損傷が起こると言われています。細胞が生きるためにこの損傷を治す必要がありますが、その反応を何というのでしょうか？



- A: DNA修復 B: DNA回復  
C: DNA修理 D: DNA治療

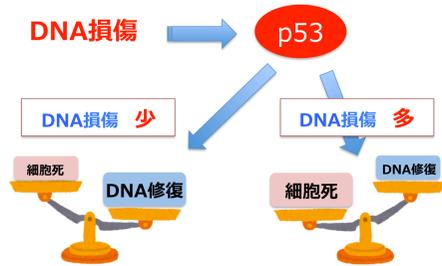
問題4 答え：A: DNA修復

細胞の中のDNAは、複製のエラーや活性酸素などによる損傷、環境由来の紫外線、電磁波や変異原性をもつ化合物などによる損傷など、多くの場所でDNA損傷が起こっていると考えられます。生物には、これらの変異を修復するメカニズムがあり、「DNA修復」と呼ばれます。損傷には、DNAを構成する塩基に変化が生じたり、DNAの鎖が切れたり、DNA断片が部分的に挿入・欠失する場合があります。

2015年には、DNA修復機構の解明（ヌクレオチド除去修復、塩基除去修復、ミスマッチ修復）に貢献したとして、トーマス・リンダール、ポール・モドリッチ、アジズ・サンジャルの3氏がノーベル化学賞を受賞しました。

問題5

DNA損傷の原因には、DNAを複製するときのエラーや紫外線などの環境要因があります。DNAの修復が間に合わないほど多くのDNA損傷が起きた場合には、その細胞を自滅させることもあります。その反応を何というのでしょうか？



A: 老化 B: 壊死 C: プログラム細胞死 D: 癌化

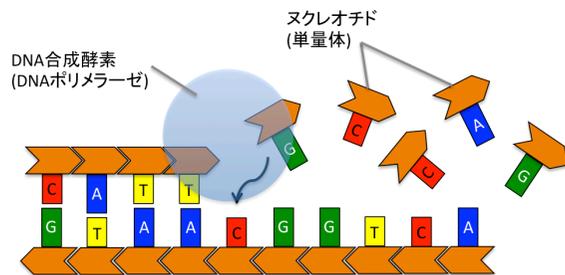
問題5 答え：C: プログラム細胞死

プログラム細胞死（アポトーシス）は、多細胞生物のある細胞を積極的に自滅させるもので、DNA損傷の修復が間に合わずに異常を起こした細胞などの多くは、このメカニズムにより取り除かれます。この他、生物の発生における形態変化にもプログラム細胞死が利用される場合があります。

2002年には、「器官発生と、プログラムされた細胞死の遺伝制御に関する発見」を受賞理由に、シドニー・ブレナー、ロバート・ホロビッツ、ジョン・サルストンの3氏がノーベル生理学・医学賞を受賞しました。

問題6

DNAを複製する酵素としてDNAポリメラーゼがありますが、大腸菌のDNAポリメラーゼは1秒間に何塩基くらいのDNAを複製するのでしょうか？



A: 約2.5塩基 B: 約25塩基  
C: 約250塩基 D: 約2500塩基

問題6 答え：D: 約2500塩基

二重らせん構造のDNAは、アデニン（A）がチミン（T）と、グアニン（G）がシトシン（C）と水素結合で結ばれるので、向かい合うそれぞれの一本鎖のDNAの塩基配列の並び方は、このルールに従い相補的な関係になります。この「相補性」があるので、DNAが損傷したときのDNA修復や子孫にゲノムを分配するためのDNA複製において、DNAポリメラーゼ（DNA複製酵素、DNA合成酵素）は、片方のDNA鎖を鋳型として新しいDNA鎖を複製していくことができます。

大腸菌は、栄養状態が良い環境では30分程度で分裂し増殖しますが、ゲノムの長さが約460万塩基対なので、大腸菌のDNAポリメラーゼは1秒間に約2500塩基のDNA鎖を合成していることとなります。

$$4600000 \text{ (塩基)} / 30 \text{ (分)} / 60 \text{ (秒)} = 2555.5 \dots \text{ (塩基/秒)}$$