

生物の解答例もしくは出題の意図

解答は、論理的に整合性があれば正解とした。

問1

- (1) 葉（細胞）と等張の液でなければ、生体膜でできている細胞小器官の構造が壊れてしまうため。（等張液を使うことで細胞小器官の膜構造を維持するため）。
(2) 葉の破碎中に生じる摩擦熱によって、タンパク質が変性しないようにしたり、細胞内の分解酵素によりタンパク質が分解されたりしないようにするため。
- P1, P2, P3
- 光合成により H_2O が水素と酸素と電子に分解され、シュウ酸鉄（Ⅲ）が電子を受け取ることで酸素を発生できるようになる。
- H_2^{18}O
理由：光合成で発生する酸素は H_2O 由来のため、 H_2^{18}O を加えたとき発生した酸素に同位体が含まれるから。
- ミトコンドリアの（コハク酸）脱水素酵素により、加えたコハク酸の水素（電子）がメチレンブルーに渡されて還元型メチレンブルーになるので、メチレンブルーは無色になる。
- 管内に空気を入れると、メチレンブルーと結合していた水素が酸素と結合し、再びメチレンブルーは酸化されるので青色に戻る。

問2

- ア DNA 合成 (S)、イ 複製フォーク、ウ DNA リガーゼ
- DNA ポリメラーゼは、二本鎖上にある短いヌクレオチド鎖を認識して DNA 鎖の合成を始めるといった性質をもつため。
- (出題の意図)
通常 $5' \rightarrow 3'$ 方向の DNA 合成では付加されるヌクレオチドのリン酸がエネルギーとして使われるのに対して、仮定の逆向きの合成では重合鎖の末端のリン酸がエネルギーとして使われるという視点があればよい。

4. ⑥

理由：新生鎖の5'末端のプライマーRNAは、(その5'側からDNA鎖が伸びてこない)ので外されるだけでDNAに置き換えられないため。また、最後の一本鎖部分が短ければ岡崎フラグメントそのものが作られないため。

5. 原核生物のDNAは環状であり端が無いので、すべてのRNAプライマーは(その5'側からDNA鎖が伸長してくるので)、DNAに置き換えられるから。

問3

1. 実験1、実験2において、野生型マウスの血液成分にはレプチンが含まれるので、野生型マウス由来のレプチンは、共有された循環系を介して変異体Xに作用していると考えられる。逆に、変異体Xの血液成分は野生型マウスの摂食行動に影響しないことから、変異体Xではレプチンの遺伝子に変異があり、そのため機能していないと考えられる。
2. 実験3から、変異体Yは脂肪組織が多く、レプチンを多く分泌すると考えられる。また、実験4からは野生型由来のレプチンを含む血液が共有されても、変異体Yには作用していないことがわかる。このことからレプチン受容体の遺伝子に変異があると考えられる。
3. 変異体Yは野生型と比較して肥満であるので、脂肪組織も多く、レプチンも多く分泌すると考えられる。そのため、野生型マウスと皮膚をつなぎ合わせるにより、野生型マウスの摂食行動を通常より抑制したためと考えられる。
4. 変異体Yは血中に野生型よりも多くのレプチンを含む。また、変異体Xはレプチン受容体を持っている。これらのことから、変異体Xは、野生型と皮膚をつなぎよりも、変異体Yと皮膚をつないだ方が摂食量はより減少し、体重もより減少すると考えられる。

問4

1. 脱核することによって、赤血球内により多くのヘモグロビンを含有することができる。また、核がないことで細胞の形態を変化させやすく、より細かい毛細血管も通過しやすいという利点が考えられる。

2. グラフより、ヘモグロビンは二酸化炭素分圧が高い環境の方がより酸素を解離しやすい。また、酸性環境の方が、アルカリ性よりも酸素を解離しやすい。温度についても低温よりも体温に近い 37°C 付近で効率よく酸素を解離する性質を有している。このようなヘモグロビンの性質は、末梢組織の環境において効率のよいガス交換（酸素の受け渡し）を行うことができるという利点がある。
3. 障害を受けた肺胞ではガス交換ができない。このような肺胞に多くの血液が流れ込むと、（ガス交換を経ないままの）静脈血が動脈血に混入することになり、酸素ヘモグロビンの濃度を相対的に下げることになる。障害を受けた肺胞に流れる血液を少なくすることで、この静脈血混入量を減らすことができる。
4. 胎盤において、母体血と胎児血は混じり合うことなく、絨毛を隔ててガス交換を行う。この際、胎児側のヘモグロビンがより高い酸素親和性を有することで効率よくガス交換（酸素の受け渡し）が可能となる。
5. このような呼吸により二酸化炭素をより多く排出することができる。これにより血しょう中の H^+ の濃度も下がり、この結果、体内 pH が中性側に近づく。