

試験問題例と実施後の分析

科目名	生物基礎	学年類型	1年	単元名	神経系と内分泌系による調節
単元の観点ごとの目標					
知識及び技能		思考力, 判断力, 表現力等		学びに向かう力, 人間性等	
神経系と内分泌系による調節について、情報の伝達、体内環境の維持の仕組みを理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けること。		神経系と内分泌系による調節について、観察、実験などを通して探究し、神経系と内分泌系による調節の特徴を見いだして表現すること。		神経系と内分泌系による調節に主体的に関わり、科学的に探究しようとする態度と、生命を尊重する態度を養うこと。	
単元の観点ごとの評価規準					
知識・技能		思考・判断・表現		主体的に学習に取り組む態度	
神経系と内分泌系による調節について、情報の伝達の基本的な概念や原理・法則などを理解しているとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。		情報の伝達について、問題を見いだし見通しをもって観察、実験などを行い、科学的に考察し表現しているなど、科学的に探究している。		情報の伝達に関する事物・現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。	
考查名	2学期期末考査			想定解答時間	10分

＜本校生徒の実態＞

本校は、専門学科の高校であり、卒業後に就職する生徒や専門学校に進学する生徒が多く、四年制の大学に進学する生徒は3割から4割である。また、大学に進学する生徒の大部分が学校推薦や総合型選抜で受験するため、大学入試で理科が受験科目となる生徒はほとんどおらず、そのため理科を苦手としている生徒が多い。しかし、就職や指定校での推薦者を内部選考するときに評定が重要な要素となるため、定期試験に対するモチベーションは高い。また、「知識・技能」に関する問題の正答率が高いものの、応用的な力を必要とする「思考・判断・表現」に関する問題に対しては、正答率が下がる傾向にある。

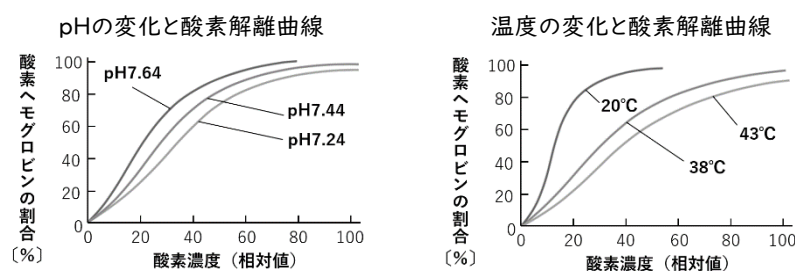
＜出題の意図＞

出題した酸素解離曲線を用いた一般的な計算問題は、授業の中でも取り組み、家庭学習の課題としても取り上げているため、酸素ヘモグロビンの割合を単純に計算する方法については、習熟している生徒が多い。そこで、酸素解離曲線が示していることと生命現象とのつながりを理解し、生物のおかれている状態によってどのようにグラフが変化するかを思考・判断し、表現する問いを出題した。

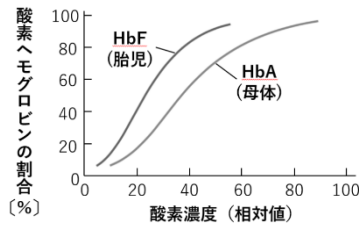
＜作成上の留意点＞

本校が採用している教科書と傍用問題集では、酸素解離曲線をととても詳しく紹介している（資料1）。そのため、これまではあまり取り上げなかった、pHや温度とヒトの酸素解離曲線の相関や、胎児と母体の酸素解離曲線の違いや高地に生息するリヤマと一般的な哺乳類の酸素解離曲線の違いについても、授業の中で解説した。そこで、酸素解離曲線について、酸素ヘモグロビンの割合を計算する一般的な問題に加えて、授業中で解説した内容の理解度をグラフの読み取りで問う問題を作成した。

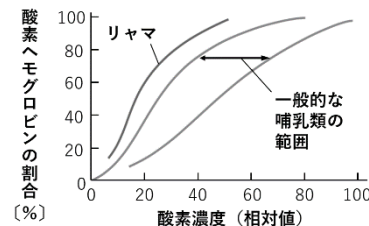
【資料1 授業中に取り扱った酸素解離曲線（4種類）】



胎児と母体の酸素解離曲線



リヤマと一般的な哺乳類の酸素解離曲線



<問題 (その1)> [酸素濃度と酸素ヘモグロビンの割合]

観点別学習状況の評価

思考・判断・表現

1 次の表は、肺と組織におけるO₂濃度とCO₂濃度を、図は酸素解離曲線を示したものである。

(1) 肺及び組織における酸素ヘモグロビンの割合は、それぞれヘモグロビン全体の何%か。適当なものを、次の①～④より選べ。

- ① 20% ② 45% ③ 65% ④ 95%

(2) 肺の酸素ヘモグロビンのうち、何%が解離して組織に酸素を供給するか。ただし、小数第1位を四捨五入して整数で答えよ。

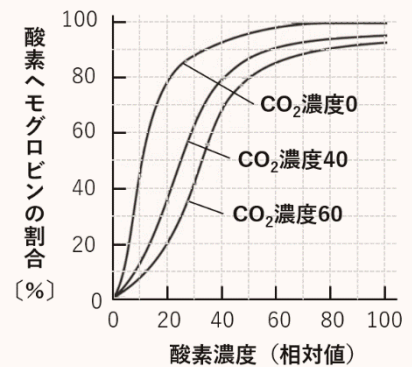
	肺	組織
O ₂ 濃度	100	30
CO ₂ 濃度	40	60

(3) 次の文の空欄ア～ウには「上」か「下」が入る。その組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑧より選べ。

自然事象に対する気付き

考察・推論

胎児は胎盤で母体から酸素の供給を受けている。同じ酸素濃度では胎児のヘモグロビンの方が母体よりも酸素と結び付きやすい性質をもつので、胎盤において母体から胎児へ酸素が移動する。そのため、母体のヘモグロビンの酸素解離曲線に比べ、胎児のヘモグロビンの酸素解離曲線は (ア) 側に寄った形となる。また、運動すると、筋組織では呼吸が活発に行われて放出する二酸化炭素が多くなるので、その二酸化炭素が血しょうに多く溶けることで血しょうのpHが低下する。その結果、運動時、ヘモグロビンは同じ酸素分圧でも酸素親和性が低下し、酸素を離しやすくなるため、酸素解離曲線は (イ) 側に寄った形となる。



スポーツ選手の高地トレーニングの効果の一つに、赤血球内の2,3-ジホスホグリセリン酸が増加し、ヘモグロビンと酸素の結合する力が低下して、組織に供給される酸素が増加することが上げられる。この場合、酸素解離曲線は (ウ) 側に寄った形となる。

- ① ア：下 イ：下 ウ：下 ② ア：下 イ：下 ウ：上 ③ ア：下 イ：上 ウ：下
 ④ ア：上 イ：下 ウ：下 ⑤ ア：下 イ：上 ウ：上 ⑥ ア：上 イ：下 ウ：上
 ⑦ ア：上 イ：上 ウ：下 ⑧ ア：上 イ：上 ウ：上

<1>における生徒の解答状況

【資料1 小問(3)の解答状況】 受査人数39名

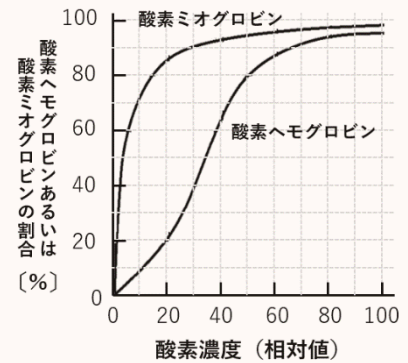
解答	①	②	③	④正答	⑤	⑥	⑦	⑧
人数(名)	2	0	3	14	2	13	3	2
割合(%)	5.1	0.0	7.7	35.9	5.1	33.3	7.7	5.1

多くの解答は④(正答)と⑥に集まった。④と⑥は、アとイの選択が同じで、ウのみが異なる。ウについては、「ヘモグロビンと酸素の結合力が低下して」という言葉から判断し、「下」を選ぶのが正解である。ただ、高地に生息するリヤマのヘモグロビンの酸素解離曲線は、低酸素の状態でも酸素とヘモグロビンが結合できるよう、上側に寄るといった特徴がある。そのため、ウについてはリヤマと「高地トレーニング」が同じと判断して「上」を選んでしまった生徒が多かったのではと考えられる。

<問題(その2)> [ミオグロビンの酸素解離曲線] 観点別学習状況の評価

思考・判断・表現

2 筋肉にはヘモグロビンと構造や機能が類似したミオグロビンというタンパク質が豊富に存在し、酸素結合力の違いから、ヘモグロビンとミオグロビンの間で、酸素の移動が起こる。右図は、ミオグロビンとヘモグロビンの酸素解離曲線を示している。これについて以下の問いに答えよ。



自然事象に対する気付き

結果の処理

(1) 図から読み取れることの記述として最も適切なものを次の①～④から選べ。

- ① 酸素濃度が40から20に減少するとき、酸素ミオグロビンから放出される酸素の割合は、酸素ヘモグロビンから放出される酸素の割合より大きい。
- ② 酸素濃度20における酸素ミオグロビンの割合と酸素ヘモグロビンの割合の差は、酸素濃度40のときより大きい。
- ③ 全体の50%が酸素と結合しているときの酸素濃度は、ヘモグロビンよりもミオグロビンの方が高い。
- ④ 酸素濃度20のとき、酸素ヘモグロビンの割合は酸素ミオグロビンの割合より高い。

(2) 酸素の運搬に関するヘモグロビンとミオグロビンの特徴の説明として、適当でないものを次の①～④から選べ。

- ① 低酸素濃度では、ミオグロビンの方が酸素結合能力が高いため、組織でヘモグロビンから酸素を受け取りやすい。
- ② ミオグロビンは低酸素濃度で酸素を離しにくいので、血中での酸素の運搬には不向きである。
- ③ 酸素ヘモグロビンと酸素ミオグロビンは、酸素濃度が高くなるとより多くの酸素を離すため、酸素が筋肉に供給される。
- ④ 筋肉では、酸素ヘモグロビンが酸素を放出し、ミオグロビンがその酸素と結合することにより、酸素が貯蔵される。

<2における生徒の解答状況>

【資料2 小問(1)の解答状況】 受査人数 39名

解答	①	②(正答)	③	④	未記載
人数(人)	1	33	4	0	1
割合(%)	2.6	84.6	10.2	0.0	2.6

【資料3 小問(2)の解答状況】 受査人数 39名

解答	①	②	③(正答)	④	未記載
人数(人)	5	8	19	6	1
割合(%)	12.8	20.5	48.2	15.4	2.6

大問2については、正答率から難易度としてはそれほど高くない問題と考えられる。特に、小問(1)についてはグラフの読み取りさえできれば答えられる問題であったため、非常に高い正答率となった(資料2)。小問(2)については、グラフから読み取ったことを体内での反応と絡めた問題であったため、(1)と比べて難易度は高くなったが、選択肢の不適切な部分が比較的分かりやすかったためか、約半数の生徒が正解した。

<実施後の教師の指導改善・生徒の学習改善に向けた取組について>

単純なグラフのデータを読み取る力は身に付いている生徒が多かった。今後は、グラフや実験結果が示していることと生命現象とをつなげる力を更に向上させるよう、授業での話し合いや実験での考察の場面で工夫していきたい。

<模範解答例>

- 1 (1) 肺：④，組織：② (2) 53% (3) ④ 2 (1) ② (2) ③