

高等学校生物 I 学習指導案

日 時：平成22年11月2日（火）

第2校時(9:30~10:20)

場 所：致遠館高等学校 生物実験室

対象生徒：理数科2年 生物選択者

(2年6組 14名男子6名女子8名)

指 導 者：佐賀県教育センター所員 橋本 孝

1 単元名 内部環境の恒常性（探究活動）

2 単元について

(1) 教材観

平成21年3月に公示された高等学校学習指導要領において、高等学校の生物に関する内容は大幅に変更された。現行の「生物I」（3単位）「生物II」（3単位）から「生物基礎」（2単位）「生物」（4単位）となり、総単位数は変わらないものの、その内容は、従来のものとはまったく別物となった。特に、多くの生徒が履修するであろう「生物基礎」については、「生物I」を継承した科目ではなく、まったく新しい科目といっても過言ではない。しかしそれは、学習指導要領が変わったというよりは、現代の生物学自体が大きく変化したためであり、それに合わせて大幅に変わる必然性があったということであり、ようやくその時が来たということであろう。

今回テーマとする「内部環境の恒常性」についても、現行の「生物I」では「内部環境」という用語を使っているが、新しい「生物基礎」では「体内環境」という用語を用いている。「内部環境」というと、単細胞生物を含めた細胞内環境もイメージするため、あえて「体内環境」とし、ヒトへの焦点化を図っていると考えられる。さらに、「体内環境が常に一定に保たれていること」を教えるのに、従来用いていた「恒常性（ホメオスタシス）」という用語を、目標にも、内容の取扱いにも、解説にすら用いていない。その理由は、「生体恒常性（ホメオスタシス）」とは、そもそも、“内部環境と外部環境との間で相互作用を繰り返しながら、内部環境が動的に変化しつつも一定の範囲内に収まっている”という生物の性質であり、それは「しくみ」ではなく、あくまでも状態や性質ととらえさせなければならないというのである。言い換えれば、従来の指導では、それを個々の「しくみ」ととらえ、それぞれを別々の事象として暗記させていたが、それでは本質をとらえる事ができないということである。従来よりも大きな枠で「体内環境が一定に保たれていること」を理解させ、そうすることによって、内部環境が動的に変化しつつも一定の範囲内に収まっており、その範囲を超えてしまった状態が病気であるという学習ストーリーを描かせるよう指導することが求められる。そして、その延長に、糖尿病やエイズ、花粉症など社会が抱える問題を考える起点とすることが大きな目標である。よって、具体的には、いくつかの事例を通して生き物の調節という仕組みについて、驚きや納得の感覚をもって理解させることが求められる。

そういった学習指導要領改訂の意義を踏まえ、現行の生物Iで既に扱った内容を探究活動として別の角度から見つめ直すため、今回は思い切って「生理学の分野」から「ヒト」をモデルにした実験を計画し、そこから自分自身の健康について考えることができるよう、この単元を設定した。

(2) 生徒観

理数科で生物を選択しており、生物に対する興味関心も高く、個々の能力もかなり高い。男子6名、女子8名と少数精鋭のクラスであり、将来は理数系の大学へ進学を希望している生徒がほとんどである。授業進度はとても速く、「生物I」の教科書内容は既に学習している。したがって、本時の内容は一とおり理解している。そこで今回は、新学習指導要領を意識した内容を取り入れ、新たな視点をもたせることをテーマとしているので、それによって生徒たちの探究心をどれくらい喚起させることができるのか、とても楽しみである。

(3) バルサルバ試験について

「いきみ」の動作（バルサルバ動作）により、胸腔の内圧を高め、血圧を低下させた際の、圧受容器の反応、自律神経のはたらきを心拍数及び血圧の記録によって調べる。それにより、血圧の変化を感受する仕組みと、血圧の変化に対する反応を理解することが目的である。

バルサルバ動作により胸腔内圧が増大すると、大静脈が圧迫され、静脈系の心臓へ血液の灌流量が減少する。すると、動脈血の拍出量が減少し、血圧が低下する。それを感知した圧受容器と自律神経のはたらきにより、心拍数が増大および末梢血管の緊張が増大する。

その動作が終わると、胸腔内圧が低下し、大静脈の圧迫が解除され、圧受容器・自律神経により血圧及び心拍数は正常値へと回復する。

この一連の動作により、血圧は一定の範囲内に保たれている。ただ、この反応は個人差が大きく、その原因は圧受容器の感受性の違いによるものとされている。

実験結果を考察することにより、発展して高齢者の脳出血の発作がトイレでよく起こることや、長時間立っていると貧血を起こし倒れる「起立性低血圧症」についても考えさせたい。

(4) 指導観

ア 1時目

単元の導入に当たっては、簡易型血圧計や脈拍計の使用方法や測定方法に慣れるため、バルサルバ試験と同様の装着を行い、「息こらえ中の心拍数と血圧」を測定する。それぞれの器具の使用については、おそらく初めて目にするものであろうし、心拍数や血圧も、自分で実際に測定したことは初めての体験であろう。それを体験することで、心拍数や血圧がどれほどの値があるのか、さらに、それらが変化することなどについて実感し、人体の調節機能について興味関心をもってくれることを期待する。

具体的には、4～5人のグループを作り、一人は被検者となり、残りは時間、血圧、脈拍を測定・記録する。被検者は、机の上に仰向けになり、両手に血圧計をつける。さらに、耳たぶに脈拍計をつける。その後、呼吸をできるだけ長い時間（1分間以上）停止する。測定者は、被検者の息こらえ前、息こらえ中、息こらえ後の最大血圧と心拍数を10秒ごとに記録する。測定したデータをグラフ化する。

イ 2時目

1時目と同じ要領で、被検者はまず息を深く吸い込み声門を閉じる。次に、上半身の筋肉に力を入れて強く“いきむ”（バルサルバ動作）。この動作を20秒続ける。測定者はバルサルバ動作前、動作中、及び動作後の被検者の最大血圧と心拍数を10秒ごとに記録する。ただし、血圧の測定については、1回の計測に40から80秒かかるので、できる限り動作中を入れて測定する。

得られたデータを見て、動作中の心拍数や血圧の変化が起こる理由を話し合い、自分の言葉で考察にまとめ、相互に発表する。その後、得られたデータから、「高齢者の脳出血の発作がトイレでよく起こること」や、「起立性低血圧症」について、相互に意見を交換し合う。このとき、できるだけ“答え”を言わず、生徒自身の自由な発想が出るようにしたい。

3 単元目標

内的因子、外的因子いずれの変化にしても生体がそれらを感じずにはセンサーが必要である。それを受容器（レセプター）という。意図して、血液中の酸素量を低下させたり、血圧を低下させたりすることにより、それらの変化を捉える受容器の存在を理解させる。

また、受容器からの神経信号は自律神経系に伝えられ、自覚することなく生体活動を維持する制御が行われる。このような性質を生体恒常性（ホメオスタシス）という。自分の意志を必要とせず、心拍数、血圧が変化することから、自律神経系による仕組みと、生物がもつホメオスタシスについて理解する。

4 単元計画

単元名 内部環境の恒常性	(10 時間)
1. 内部環境としての体液	(2 時間)
2. 体液の恒常性	(2 時間)
3. 自律神経系とホルモン調節	(4 時間)
4. 探究活動	(2 時間)
1 時目 息こらえ中の心拍数と血圧	(1 時間)
2 時目 血圧低下に対する心拍数と血圧の反応 (バルサルバ試験)	(本 時)

時 数	学 習 活 動	評 価 の 観 点
1 時目	<ul style="list-style-type: none"> ○生体には外部環境が変化しても、体内の状態や機能を一定に保とうとするしくみが備わっており、この性質を「恒常性」または「ホメオスタシス」ということを確認する。 ○体内環境を維持するための様々な調節が行われており、自律神経系とホルモンが重要な役目を果たしていることを復習する。 	
	<ul style="list-style-type: none"> ○血圧、心拍数が血液中の酸素量や二酸化炭素量(pH)によって変化することを確認する実験を行う説明を聞く。 ○血液中の酸素量を意図して低下させることにより、血圧、心拍数がどのように変化するのか予想する。 ○なぜそのようなことが起こるのか考える ○血液中の酸素濃度の低下を感知するセンサーの役割である受容体 (レセプター) の存在を理解する。 ○2 班に分かれ、被検者は測定装置を装着し、各々が協力して息こらえ中の血圧、心拍数を測定し、記録する。 ○得られたデータをグラフ化する。 ○各班において、結果についての意見交換を行う。 ○グループ間で、結果の比較を行い、それらについて意見交換を行う。 ○全体を通して、得られたデータを基に、考察を行う。 ○結果の考察により、自分の意志とは無関係に、心拍数や血圧が変化することから、自律神経系による自律制御の仕組みと、生物がもつホメオスタシスについて理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○実習の目標を理解できたか。(関心・意欲・態度)(思考・判断)【生徒観察】 ○自分なりの根拠をもって予想を立てることができたか。(関心・意欲・態度)(思考・判断)【生徒観察】 ○熱心に実習に取り組んだか。(関心・意欲・態度)【生徒観察】 ○正しい方法で、能率よく実習ができたか。(観察・実験の技能・表現)【ワークシート】 ○結果に対する適切な考察ができたか。(思考・判断)【ワークシート】 ○実習を通して、ホメオスタシスを実感できたか。(知識・理解)【ワークシート】
	<ul style="list-style-type: none"> ○次の課題 (バルサルバ動作を行った際の、血圧と心拍数の変化) について、バルサルバ動作を行うと、心臓への大静脈が圧迫され、心臓への血液の灌流量が減少するというヒントを基に予測する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○自分なりの根拠をもって、予想を立てることができたか。(思考・判断)【ワークシート】

時 数	学 習 活 動	評 価 の 観 点
2時目	<p>○前時の学習内容を復習する。</p> <p>○今日の課題（バルサルバ動作を行った際の、血圧と心拍数の変化）を確認する。</p> <p>○前回と同様の方法で、グループごとに分かれ、被検者は測定装置を装着し、各々が協力してバルサルバ動作中の血圧、心拍数を測定し、記録する。</p> <p>○得られたデータをグラフ化する。</p> <p>○各グループにおいて、今回のデータの結果について考察する。</p> <p>○前回のデータと比較し、その違いについて議論する。</p> <p>○グループ間で、結果の比較を行い、それらについて意見交換を行う。</p> <p>○前回と今回を通して、得られたデータを基に、血圧調整のされ方を考察し、血圧調整の負のフィードバック回路を模式的に示し、説明する。それにより、自分の意志とは無関係に、心拍数や血圧が変化することから、自律神経系による自律制御の仕組みと、生物が持つホメオスタシスについて更に理解を深める。また、受容器の存在も意識できるようになる。</p> <p>○今回の実験を通して、次の2点についても類推する。 ①高齢者の脳出血の発作がトイレでよく起こる理由について考察する。 ②起立性低血圧症のヒトにバルサルバ試験を行うとどのような結果が予測されるか。</p>	<p>○実習の目標を理解できたか。（関心・意欲・態度）（思考・判断）【生徒観察】</p> <p>○熱心に実習に取り組んだか。（関心・意欲・態度）【生徒観察】</p> <p>○正しいやり方で、能率よく実習ができたか。それを的確な表現で伝えることができたか（観察・実験の技能・表現）【ワークシート】【生徒観察】</p> <p>○実習を通して、ホメオスタシスを理解できたか。（知識・理解）【ワークシート】</p> <p>○ホメオスタシスについて理解し、それを日常生活と結びつけて考えることができたか。（知識・理解）【ワークシート】</p>
	○単元を学習した感想を書く。	

5 本時の目標

- (1) 「いきみ」の動作（バルサルバ動作）により、胸腔の内圧を高め、血圧を低下させた際の、圧受容器の反応、自律神経のはたらきと心拍数及び血圧の記録により調べ、血圧の変化を感受する仕組みと、血圧変化に対する反応の仕方を理解する。
- (2) 血圧を意識的に低下させることにより、それらの変化をとらえる受容器の存在を理解する。
- (3) 自分の意志とは無関係に、心拍数や血圧が変化することから、自律神経系による自律制御の仕組みと、生物が持つホメオスタシスについて理解する。

6 本時の展開

- ・準備するもの
簡易型血圧計（1班に2台）、脈拍計（1班に1台）、ストップウォッチ（1班に1台）、グラフ用紙
- ・班構成
全体を2班に分ける（事前に指定）

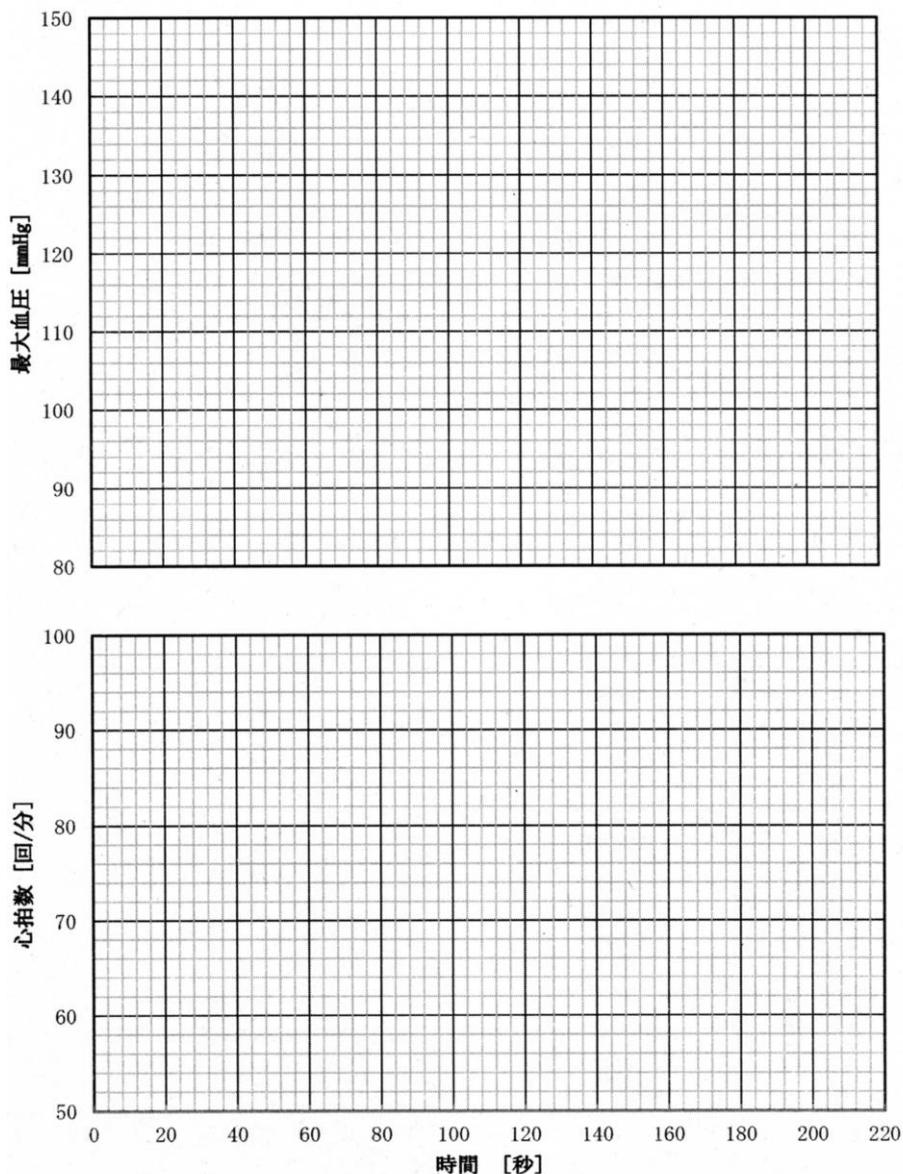
過 程	学 習 活 動	指 導 上 の 留 意 点
導 入 (5分)	<p>○前時の学習内容を復習する。</p> <p>○本日の課題（血圧低下に対する心拍数と血圧の反応（バルサルバ試験））を確認する</p>	<p>○電子黒板により、前時の内容を確認させる。</p> <p>○前回のデータを基に考えさせるため、あくまでも自分たちのデータで考えるよう指導する。</p> <p>○目標を確実に理解させたうえで実習に入る。</p>
展 開 (40分)	<p>○本時の実習の方法についての説明を聞く。</p> <p>○2班に分かれ、被検者は測定装置を装着し、各々が協力して息こらえ中の血圧、心拍数を測定し、記録する。</p> <p>○得られたデータをグラフ化する。</p> <p>○各グループにおいて、結果について考察を行う。</p> <p>○グループ内での意見交換を行う。</p> <p>○グループ間で、結果の比較を行い、それらについて意見交換を行う。</p> <p>○顕著なグループの結果を電子黒板に投影し、それぞれの結果について、その原理について理解する。</p> <p>○さらに、発展して今回の実験を通して、次の2点についても類推する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高齢者の脳出血の発作がトイレでよく起こる理由について考察する。 ・起立性低血圧症のヒトにバルサルバ試験を行うとどのような結果が予測されるか。 	<p>○前時の要領と同じであるが、動作が異なるため、確認をさせる。</p> <p>○後半の考察の時間を確保するため、実習自体は20分程度で終わらせるようにする。そのため、迅速に、かつ、やり直すことがないよう丁寧に行わせる。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>【評価】 熱心に実習に取り組んだか。 (関心・意欲・態度)【生徒観察】</p> <p>正しい方法で、能率よく実習ができたか。 (観察・実験の技能・表現)【生徒観察】</p> </div> <p>○測定結果によっては、個人差もあり、こちらが意図する結果が出ない場合もあるが、それはそれとして、きちんと記録させ、なぜそうなったのかを説明することが大事であることを指導する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>【評価】 バルサルバ動作を行うと、心拍数は上がり、血圧は下がる原理を理解することができたか。 (思考・判断・表現)【ワークシート】</p> <p>バルサルバ動作は、日常生活において身近によく見られ、それが健康と深くかかわっていることに気づけるか。 (思考・判断・表現)【ワークシート】</p> </div>

過 程	学 習 活 動	指 導 上 の 留 意 点
まとめ (5分)	<p>○自分の意志とは無関係に、心拍数や血圧が変化することから、自律神経系による自律制御の仕組みと、生物がもつホメオスタシスについて理解する。</p> <p>○体内環境が保たれていることを理解した上で、それが一定の範囲を超えてしまった状態が「病気」であるという視点をもつ。</p> <p>○単元を学習した感想を書く</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p>【評価】 ホメオスタシスについて理解し、それを日常生活と結びつけて考えることができたか。 (知識・理解) 【ワークシート】</p> </div>

《参考文献》

- ・ 文部科学省 『高等学校学習指導要領解説理科編理数編』 平成 21 年 12 月
- ・ 日本生物教育学会 『生物教育 Vol.51 Special Issue 2010』 平成 22 年 7 月

○結果をグラフに記入してみよう。



5 考察

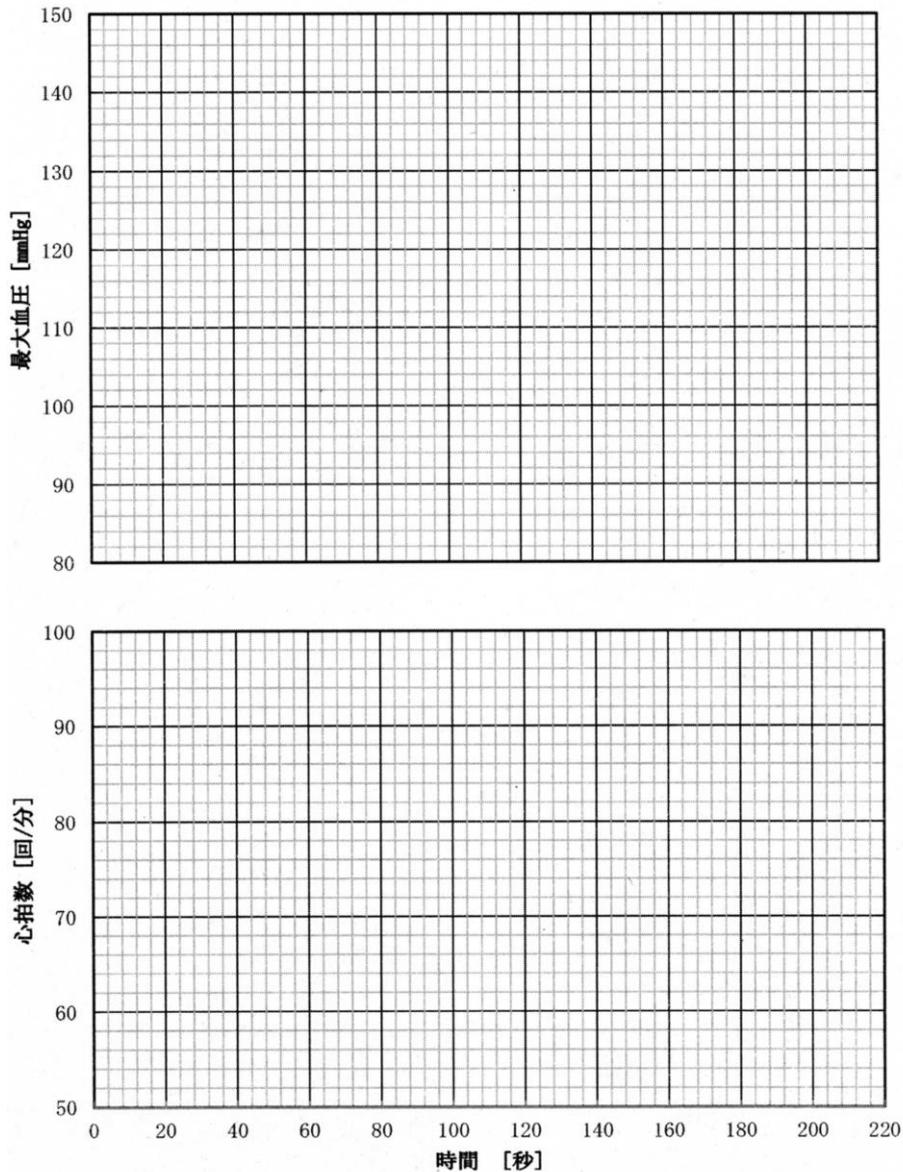
① 血液の酸素量を検知する化学受容器はどの部分に存在するか、その名称と合わせて調べてみよう。

② 実験結果から、血液中の酸素量の変化が血圧、心拍数に及ぼす影響を次の(ア)(イ)について説明してみよう。

(ア) 酸素濃度が低いとき

(イ) 酸素濃度が高いとき

○結果をグラフに記入してみよう。



5 考察

①実験結果から、血圧調整のされかたを次の（ア）（イ）について説明してみよう。

（ア）血圧が上昇したとき（塩分摂取など）

（イ）血圧が下降したとき（出血など）

②発展

○高齢者の脳出血の発作がトイレでよく起こる理由を考えてみよう。

○起立性低血圧症（長時間立っていると貧血を起こして倒れるなど）の人にバルサルバ試験を行うとどのような結果が予測されるか、考えてみよう。