

未来の創り手に求められる資質・能力を育成する授業に関する研究  
 －理科（生物）「体内環境」での実践を通して－

鹿児島県立甲南高等学校  
 教 諭 野間口 元

## 1 単元の概要

### (1) 単元名

- 3 編 生物の体内環境の維持
- 1 章 体内環境
- 2 節 心臓と血液の循環

### (2) 単元について

生物には体内環境を一定に保とうとする仕組みや働き（恒常性）があり，それらを日常生活に関連付けて考察し，事象を発表できるようにする。

本単元では，心臓を中心とした循環系による体液と細胞間での物質のやり取り，赤血球が酸素運搬を行う仕組み，そして体液の塩類や糖の濃度を一定に保つために肝臓や腎臓が重要な役割を果たしていることなどを学習する。

### (3) 生徒の実態

クラス全員が大学進学を希望し，授業に対して意欲的に取り組んでいる。事前アンケートにおいて，中学校までの生命領域の学習内容に対して，「好きだ」，「好きな方だ」と回答した生徒は合わせて91%と高い状況であったが，高校の学習内容に「興味がある」と回答した生徒は57%であった。また，63%の生徒が「授業の進度が速い」とも回答しており，高校のでの学習は，理解や思考が十分できないまま次々と新しい内容に進んでしまい，興味・関心を失うことにつながっているのではないかとと思われる。

そこで，生命現象は「ヒト」につながりが深いものであることを認識でき，関連する知識，技能を基に，多面的な視野と科学的な視点での思考，判断，表現ができる課題を設定するように心掛けている。また，主体的，対話的な学習を取り入れながら，興味・関心，学習の理解が深まるような授業の改善に取り組む。

## 2 単元の目標（※現行学習指導要領下での指導案のため，4観点で記載している。）

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
細胞と体液との間で物質がやり取りされることで恒常性が保たれていることを，循環系の学習を通して意欲的に学習に取り組む。	体内環境の維持を体液生物とその濃度調節から考える。また，酸素解離曲線を用いて，赤血球が酸素を運ぶ仕組みについて考察し，説明することができる。	メダカを用いて赤血球を観察するとき，器具を正しく取り扱い，ヒトの赤血球と比較できるように正しく観察し，記録，スケッチすることができる。	体内環境の維持の仕組みを理解し，体液や血糖濃度が一定の範囲に保たれていることを理解する。

## 3 単元の学習内容のつながり（「生命の構造と機能」に関する内容の系統）

小学校	中学校	高等学校
第3学年 ・ 昆虫と植物 第4学年 ・ <u>人の体のつくりと運動</u> 第6学年 ・ <u>人の体のつくりと働き</u> ・ <u>植物の養分と水の通り道</u>	第1学年 ・ <u>植物の体のつくりと働き</u> ・ <u>動物の体のつくりと働き</u>	生物基礎 ・ <u>生物の体内環境</u> <u>体内環境</u> <u>体内環境の維持の仕組み</u> 免疫

4 単元全体で育成したい資質・能力

学びに向かう力, 人間性等
<ul style="list-style-type: none"> <li>体内環境の維持について, 体液の成分とその濃度調節の仕組みを, 根拠に基づいて理解しようとする態度</li> <li>体液と細胞との間で物質がやり取りされることで恒常性が保たれていることなど循環系の意義についての興味・関心</li> <li>血液凝固の仕組みや腎臓, 肝臓の働きを自分の体内で起こる反応や身近なこととして捉える態度</li> </ul>

知識及び技能
<ul style="list-style-type: none"> <li>生物の体内環境の維持について, 観察, 実験を通して探究し, 生活環境に応じた体内環境を維持する仕組みの理解</li> <li>ヘモグロビンの特徴を理解し, 酸素解離曲線の酸素解離度を求める技能</li> <li>尿生成の仕組みや意義を基に尿の濃縮率や再吸収率を算出できる技能</li> <li>正しい実験器具の扱い方を通して, 魚類を用いて赤血球の観察を行い, 適切に結果を記録する技能</li> </ul>

思考力, 判断力, 表現力等
<ul style="list-style-type: none"> <li>酸素解離曲線を用いて, 赤血球が酸素を運ぶ仕組みについて考察し, 説明できる力</li> <li>肝臓, 腎臓の機能や特徴について理解し, 働きを科学的根拠を基に説明できる力</li> <li>水生生物の塩類濃度調節の仕組みについて理解し, 生活環境の違いによる恒常性維持の仕組みを考察し, 説明できる力</li> <li>魚類とヒトの赤血球を科学的視点を基に比較し, 考察する力</li> </ul>

5 単元の指導計画 (7時間配当, 本時第3時)

3編 生物の体内環境の維持 1章 体内環境

- 1 体内環境の特徴
- 2 心臓と血液の循環 (本時)
- 3 体内環境を調節する器官

時	主な学習内容	科学的に探究する生徒の姿	育成したい資質・能力			評価規準
			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	
1	体内環境の特徴	B-①	○			<ul style="list-style-type: none"> <li>体液成分の特徴, 細胞と体液との間で物質のやり取りの仕組みを理解する。</li> <li>体液とはどのようなものか, 特徴を基に理解する。</li> </ul>
		B-②	○			
2	心臓と血液の循環	A-①	○			<ul style="list-style-type: none"> <li>体液は, 心臓を中心に肝臓, 腎臓などを循環することで, 恒常性が維持されていることを理解する。</li> <li>体液の循環経路を理解し, 様々な動物の体液循環の仕組みとの相違点を理解する。</li> </ul>
		G-②	○		○	
3	心臓と血液の循環 (本時)	D-①		○		<ul style="list-style-type: none"> <li>既習事項を基に, 血液循環による酸素運搬や酸素供給の仕組みを理解し, 課題を明確にしてグループでまとめる。</li> <li>酸素解離曲線を理解し, 血液循環の知識と関連させながら読み取り, 内容を説明する。</li> <li>胎児や高地に生息する生物のヘモグロビンの特徴を考察する。</li> </ul>
		F-②		○		
		G-①			○	

4	心臓と血液の循環	G-②	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>血液凝固の仕組みを理解するとともに、血液凝固を防ぐ仕組みを利用した医療等への応用についても理解する。</li> <li>メダカの血液循環の様子や赤血球を光学顕微鏡で観察する。</li> </ul>
		E-①	○		
5	体内環境を調節する器官	B-①	○		<ul style="list-style-type: none"> <li>体液の循環は小腸で吸収した栄養分や各組織で生じた老廃物などを肝臓で処理していることを理解する。</li> <li>肝臓のもつ多くの役割を理解し、肝臓が恒常性維持に大きく関わっていることを理解する。</li> </ul>
		G-②	○	○	
6	体内環境を調節する器官	B-①	○		<ul style="list-style-type: none"> <li>肝臓で処理した老廃物などが腎臓で排出される働きを理解する。</li> <li>尿生産の仕組みについて理解し、腎臓が恒常性維持に大切な働きをしていることを理解する。</li> </ul>
		G-②	○	○	
7	体内環境を調節する器官	D-②	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>尿生産に関して、再吸収されるべき物質、排出されるべき物質がどのように処理されているか理解するとともに、濃縮率や、再吸収量の算出を行う。</li> <li>水生生物の塩類調節の仕組みを理解し、哺乳類との浸透圧調節の仕組みの相違点を理解し、説明する。</li> </ul>
		G-③		○	

6 「判断基準」の設定 (※「判断基準」とは、思考力、判断力、表現力等の育成を意図的に図るために当センターが提唱しているものである。)

評価規準 (思考・判断・表現)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>呼吸に必要とされる酸素の運搬がどのような仕組みで行われているのかを科学的に考え、説明できる。</li> <li>赤血球に含まれるヘモグロビンの特徴を理解し、酸素解離曲線がどのような曲線となるかを考えて描くことができる。</li> <li>酸素解離曲線のグラフを正しく読み取ることができる。</li> <li>体内環境の違いでヘモグロビンと酸素との親和性に変化が生じることを理解できる。</li> </ul>		
評価の場面及び評価の対象 (思考・判断に基づく表現内容)		
記入したワークシートの内容や生徒の発表、説明の様子		
尺度	判断基準	予想される表現例
B	ア 酸素を必要とする組織に酸素が優先的に供給される仕組みについて、理論的にワークシートに記述できている。	<ul style="list-style-type: none"> <li>酸素濃度が低く、二酸化炭素濃度が高いところほど酸素ヘモグロビンは酸素を解離しやすく、酸素を組織に供給する。</li> <li>肺で酸素はヘモグロビンと結合し、酸素を必要とする組織でヘモグロビンから酸素が解離される。</li> </ul>
	イ 酸素濃度が減少すると酸素ヘモグロビンの割合が減少する関係を曲線で記入できている。	<ul style="list-style-type: none"> <li>グラフの縦軸に酸素ヘモグロビンの割合、横軸に酸素濃度の項目を記入し、酸素濃度の減少で酸素ヘモグロビンの割合が減少するグラフを記入している。</li> </ul>
	<p>[判断の要素]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ワークシートに記入された酸素運搬の様子を論理的に説明できるか。また、グループでの話し合いを基に根拠をもって発表できるか。</li> <li>血液中の酸素濃度や二酸化炭素濃度の違いによって、酸素ヘモグロビンの割合の変化をワークシートの記入欄に曲線で表現できるか。</li> <li>酸素飽和度が組織などへの酸素供給に影響していることを理解できているか。</li> </ul>	

<p>〔判断基準Bに加えて〕</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>呼吸が盛んな組織は二酸化炭素濃度が高くなり、体温も高くなるため、二酸化炭素濃度やpH、温度によっても酸素ヘモグロビンの割合に違いができることを表現できる。</li> <li>二酸化炭素濃度や温度の違いによって曲線を複数描くことができる。</li> <li>授業で理解したことを基に演習問題を理論的に解くことができ、説明することができる。</li> <li>母体から胎児へ酸素供給するため、胎児のヘモグロビンは成人と性質が異なり、酸素飽和度が高くなっていることを考えることができる。</li> </ul> <p><b>A 【予想される生徒の表現例】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>温度が高くなると、酸素ヘモグロビンは酸素を解離しやすくなるため、酸素解離曲線は右に移動することを図示できる。</li> <li>二酸化炭素が血液に溶け込むと<math>H^+</math>と<math>HCO_3^-</math>になることでpHが低下するため、酸素解離曲線は右に移動することを図示できる。</li> <li>胎児ヘモグロビンは、酸素分圧の低い胎盤においても母体のヘモグロビンが解離した酸素と結合することで、母体から酸素を受け取っている。そのため、胎児の酸素解離曲線は、酸素分圧が低い環境で、より酸素親和性の高い特徴をもつ。また、これに準じた酸素解離曲線を描くことができる。</li> </ul>	
<b>C 状況の生徒への補充指導</b>	<b>B 状況の生徒への深化指導</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>酸素は赤血球に含まれるヘモグロビンが運搬することを気付かせる。</li> <li>細胞呼吸には酸素が必要であり、血液循環で酸素が運ばれることを気付かせる。</li> <li>呼吸が盛んな組織、そうでない組織をヘモグロビンはどのようにして認識できるのかを酸素濃度、二酸化炭素濃度の視点から考えさせる。</li> <li>ヘモグロビンと結合したままの酸素はそのまま静脈の方へ流れ去ってしまうことに気付かせ、どうしたら酸素を細胞へ届けられるか考えさせる。</li> <li>グラフの縦軸、横軸の項目は記載しないと関係性が示せないことを説明し、酸素濃度の変化によって酸素ヘモグロビンの割合がどのように変化するか考えさせる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>呼気には二酸化炭素が含まれるが、血液循環で二酸化炭素はどのように運ばれるかを考え、その結果、二酸化炭素濃度以外の要因に変化が生じないか考えさせる。</li> <li>胎児と母体は胎盤でそれぞれの毛細血管を介して、酸素や栄養分のやり取りをしていることを説明し、母親のヘモグロビンから胎児のヘモグロビンへ酸素が供給される仕組みを考えさせる。</li> </ul>

## 7 検証授業の実際（1 / 7 時間）

### (1) 目標

赤血球が酸素運搬を行う仕組みの学習では、体内環境に応じてヘモグロビンが行う酸素との可逆反応に関する情報の収集と反応の考え方、酸素解離曲線の読み取り方を共有することで理解の深化を図る。また、血液循環により、酸素が各組織へ送られる仕組みについて、理解し、説明ができるようになる。さらに、ヘモグロビンと酸素との結合が、酸素濃度、二酸化炭素濃度、体温、pHなど体内環境の影響でどのように異なるかを考察し、グラフとして描くことができるようになる。哺乳類の母体と胎児間での酸素のやり取りや低地と高地で生息する生物の酸素運搬の能力の違いについても考察できるようになる。

(2) 本時の実際

過程	時間	主な学習活動	主体的・対話的で深い学びにつながる学習の工夫
課題の設定	5分	<b>1 【前時の復習】</b> ・ 血液循環の経路をワークシート①で確認する。	<b>1</b> 血液循環の経路を確認するため、動脈血と静脈血を色分けすることで理解を確認し、既習内容の定着を図った上で、本時への関心を高めた。
	5分	 <ul style="list-style-type: none"> <li>ワークシート②, リフレクションカードを受け取り, 授業の流れを確認する。</li> <li>六～七人の班 (ホームグループ) に分かれる。</li> </ul> <b>2 【課題設定】</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">           酸素運搬・供給の仕組みを考えよう。            酸素解離曲線を考えよう。         </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>血液の酸素運搬の仕組みと酸素解離曲線の特徴と読み取り方を理解すること, 授業の終わりに演習問題をグループで解答することを確認する。</li> </ul>	<b>【重点化：D-①】</b> <b>2</b> 既習の血液循環がどのような役割を果たしているのか関心を高め, 課題の明確化により, 追究活動への意欲を促した。 ジグソー学習について説明し, グループごとに発表を行うこと意識付けをすることで, 本時の学習への見通しを立てさせた。
課題の追究	10分	<b>3 【エキスパート学習】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>各班(6班)六～七人が二人又は三人ずつA, B, Cのテーマに分かれ, 各テーマごとにそれぞれ集まる。(エキスパートグループ)</li> <li>指示されたテーマの内容の専門的な知識を深める。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">           エキスパートグループ (内容)            A: ヘモグロビンの性質について            B: 細胞呼吸について            C: 酸素解離曲線について            A, B, Cのエキスパートグループに分かれ, 教科書などを基に学習する。         </div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;">           CO<sub>2</sub>濃度の違いでグラフが別々にかかれてあるのはなぜかな?         </div>	<b>3</b> 各自のテーマを確認させ, 自由な意見交換を行いながら課題に取り組むよう促した。 エキスパート学習終了後は, 同じテーマを学習した二, 三人がホームグループのメンバーへ, エキスパートグループで学習した内容を説明しなければならないことを自覚させ, 動機付けを行った。 最初は一人で考えて学習し, 5分ほどしたらエキスパートグループ内でお互い積極的な話し合いをするよう促した。 <ul style="list-style-type: none"> <li>声掛けを繰り返しながら, 各エキスパートグループの様子を確認し, 行き詰まっているグループには, 思考する手立てとなる助言を行った。</li> </ul>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;">           エキスパート学習の様子         </div>

10分

4 【ホームグループ学習】

ホームグループに戻り、エキスパートグループで得た知識をそれぞれ発表し合い、自由に発言しながら課題（酸素運搬・供給の仕組み）についてまとめる。



ミトコンドリアでO<sub>2</sub>を用いてエネルギーを発生させているから、呼吸が盛んなところだとO<sub>2</sub>は少なくなるよね。

10分

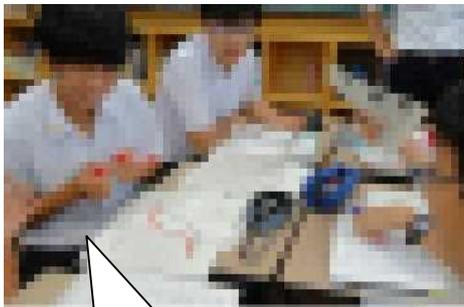
5 【発表①】

「酸素運搬・供給の仕組みを考えよう。」

- まとまった酸素運搬・供給の仕組みを二つの班が発表する。

【発表②】

「酸素解離曲線を考えよう。」



体温が上がるときは運動したときだからO<sub>2</sub>の消費は増えるよね。

- グループごとに作成したグラフを黒板に掲示し、3班ほど発表、説明する。



呼吸で出てくるCO<sub>2</sub>は水に溶けると炭酸になるので...

- 発表する班は、あらかじめ決めず発表直前に抽選で決めることで、どの班も発表する意識をもって取り組ませるようにした。



O<sub>2</sub>濃度が高く、CO<sub>2</sub>濃度が高い肺ではヘモグロビンが酸素と結合しやすいので...

- 発表を聞く際は、自分たちの考えとの共通点、相違点に注意するよう促した。

発表後、教師が班の発表内容を簡潔に板書し、復唱することで、確実な発表内容の理解を図った。



グラフの黒板掲示

全ての班のグラフを黒板に掲示した。グラフの特徴が異なる班にグラフがそのようになった理由を説明し、考えを聞いた上で自分たちの班の考えと比較させた。



補足説明の様子

【重点化：F-②】

酸素解離曲線の特徴について、各班の発表内容を基に、補足説明を行うことで各班の考えの妥当性を考えさせた。

課題の解決	10分	<p>6 【まとめ】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>確認問題を解き、答えを発表する。(問1, 問2)</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>次の時間の指示を受ける。</li> </ul>	<p>【重点化：G-①】</p> <p>6 学習内容を振り返り、理解確認の基本的な問題と理解内容から考える難易度が少し高めの問題を準備した。</p>
-------	-----	--	--

## 8 研究の成果と課題

### (1) 成果

- 既習領域の知識を基に説明し合い、教え合う姿が見られるとともに、会話の内容からも知識が定着しているかどうかを知ることができるようになった。

- エキスパート学習は、計三つのテーマを設定した。担当を決めることにより、ホームグループへ戻り説明しなければならないという責任感を与え、学習する意欲を高めることができた。最初一人でテーマに取り組むが、同テーマを同じホームグループ内の二～三人で行うことにより、ホームグループでの説明の不安を軽減することができた。このことからエキスパートグループで意欲的に意見交換ができるなど安心して課題に取り組むことができた。

- 生徒が考えを説明し合う過程で、相手に理解してもらうためにはどのような説明をすればよいか、考えながら説明を行ったことで聞く態度とともに表現力も向上した。

- 「いくつかのテーマをグループでつなげていくことでより詳しく理解することができた。」「誤解して理解していることを話し合いで修正できてよかった。」などの感想から、知識の再確認、関連付けという学習過程を通して深い学びへ向かうことができた。

- グループ活動により、演習問題においても、既習の内容と本時の学習内容を基に自分の考えを自由に出し合い、より妥当な解答作成にまでたどり着くことができ、思考力の向上にもつなげることができた。

### 【生徒の感想】

複数人で活動することによって、話し合いがわり調べるのができ、より良い内容を理解することができた。

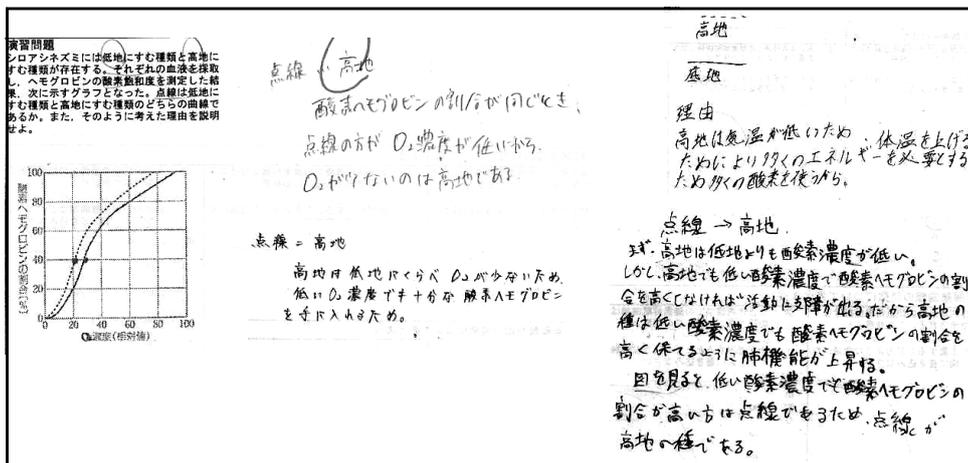
自分が気が付かぬことを他の人が気が付いて、教えてくれるので、知識の幅が広がる。

みんなきちんと調べてきていたため、話し合いが活発に進み、良いグループ活動ができたと思った。同じ内容を調べている人がグループに2,3人いたのはとても良かった。

自分と異なる考えの人がいるときにその人の考えがどういう根拠に基づいているのか知ることができると良い。

それぞれ違うことを調べて、それを組み合わせると自分の意見が出すのがおもしろい。違う意見が出たとき、話し合いで訂正していくのがよかった。

お互いに分担して調べたり、調べたことをシェアすることでより詳しく、より詳しい部分まで調べられたと思う。1人でやるよりも効率がよくて効果的だなと感じた。



(2) 課題

- 個人で調べる活動のみになり、意見交換等しないまま活動時間が終了してしまうと感じる生徒や複数で同じテーマを調べる必要性を感じない生徒もおり、授業の進め方を十分に周知しておく必要があると感じた。また、エキスパート学習やホームグループ学習の時間設定に関しても余裕をもった計画が必要である。

自分が調べたことを説明するのが  
難しかった。エキスパート活動の時間がもう少し  
ほしかった。

- 六人の班では人数が多すぎるため、全員で意見交換をしていない班もあった。テーマの数、エキスパート学習の内容精選など、授業の進行にあたってはまだまだ工夫が必要である。
- グループ活動が苦手な生徒でも参加しやすいよう、安心して失敗できる雰囲気づくりや配慮も必要である。
- このような授業を多く取り入れ、グループ活動に慣れさせる必要もあると感じた。

自分で調べただけであつたため、ふいふ名で村意味があまり  
なかった