

高等学校 第2学年 理科（生物基礎） 「免疫」

対象学年	岩手県立久慈高等学校 第2学年 生物基礎選択クラス (40名)
使用ソフト等	Microsoft Teams Microsoft PowerPoint Post-it
端末環境	スマートフォン (BYOD) Windows PC 教師機1台 Chromebook 記録用1台
通信方式	Wi-Fi
概要	<p>本時のねらいは、「異物の侵入に対して働く食作用の仕組みを、観察した結果や白血球の食作用の動画を根拠に考え、表現することができる」である。ねらいの達成のために次のようにICTを活用した。</p> <p>①動画やプレゼンテーションのスライドを用いることで、食作用の仕組みについて視覚的理解を図り、考察の際の根拠資料として活用できるようにする。</p> <p>②顕微鏡で観察した像を撮影、記録し、他の生徒と共有することで、考察の際の根拠資料として活用し、自分の考えをまとめることができるようにする。</p> <p>③生徒が記録した画像をスクリーンに示し、学級全体で共有することで、観察結果を分析し、考察できるようにする。</p>

1 ICTの活用場面

<p>A1 教員による教材の提示</p>  <p>画像の拡大提示や書き込み、音声、動画などの活用</p>	<p>B1 個に応じる学習</p>  <p>一人一人の習熟の程度等に応じた学習</p>	<p>B2 調査活動</p>  <p>インターネットを用いた情報収集、写真や動画等による記録</p>	<p>C1 発表や話し合い</p>  <p>グループや学級全体での発表・話し合い</p>	<p>C2 協働での意見整理</p>  <p>複数の意見・考えを議論して整理</p>
<p>B3 思考を深める学習</p>  <p>シミュレーションなどのデジタル教材を用いた思考を深める学習</p>	<p>B4 表現・制作</p>  <p>マルチメディアを用いた資料、作品の制作</p>	<p>B5 家庭学習</p>  <p>情報端末の持ち帰りによる家庭学習</p>	<p>C3 協働制作</p>  <p>グループでの分担、協働による作品の制作</p>	<p>C4 学校の壁を越えた学習</p>  <p>遠隔地や海外の学校等との交流授業</p>

※「教育の情報化に関する手引き(追補版)」2020年6月 文部科学省

A 1 教員による教材の提示

一斉学習の場面で、次の①～③のICT活用を通して、意見や画像を共有することができるようにする。

①プレゼンテーションのスライドの提示

事前に準備したプレパラートの作成過程をスライドを用いて説明し、観察の準備の過程を理解できるようにする。

②付箋紙をデータ化する付箋アプリを用いた意見の共有

予想の場面で、班で話し合ったことを記入した付箋紙を、付箋アプリを用いて全体に提示し、共有する。生徒が他の班の考えを把握し、自分たちの予想と比較できるようにする。

③動画視聴

実際には観察することが難しい食作用の一連の様子を、教師が動画を用いて説明する。生徒が動画を視聴することで、食作用の仕組みを視覚的に理解できるようにする。

①血液採取 ②プレパラートの作成

・コオロギの足を切り、採取した血液をスライドガラスに塗る。

・血球を観察しやすくするため、ギムザ液で10分ほど染色。



B 2 調査活動

観察の場面で、顕微鏡で観察した像を各自のスマートフォンで撮影し、記録する。

考察の際、自分が記録した画像や他の生徒が記録した画像を根拠資料として活用し、考えをまとめることができるようにする。



C 1 発表や話し合い

結果の処理の場面で、記録した画像をスクリーンに映し出し、観察した像の特徴を全体に発表する。

生徒が記録した画像をMicrosoft Teams上にアップロードしたものをスクリーンに示し、全体で共有する。各班から出された画像を比べて、食作用の特徴を捉えることができるようにする。



2 単元（題材）の指導計画（全体5時間扱い）			
時	学習活動	指導上の留意点	評価規準・評価方法
1	自然免疫と獲得免疫 ・免疫システムの全体像の把握	・自身の経験と関係付けながら免疫システムの全体像を考えることができるようにする。	・自然免疫について関心をもち、免疫システムの全体像について意欲的に探究しようとしている。 【関心・意欲・態度】〔発言〕 ・自然免疫と獲得免疫の違いを抗原特異性の点から理解し、知識を身に付けている。 【知識・理解】〔小テスト〕
2 本時	白血球の食作用 ・白血球の食作用の観察	・白血球の食作用の様子を観察や動画視聴を基に、白血球がもつ異物を処理するはたらきを理解できるようにする。	・顕微鏡下で食作用の様子を観察し、的確に記録、整理している。 【観察・実験の技能】〔行動観察、ワークシート〕 ・白血球の食作用の様子を観察し、観察結果と動画視聴を基に、白血球の食作用について説明することができる。 【思考・判断・表現】〔ワークシート〕
3	獲得免疫 ・体液性免疫と細胞性免疫の比較	・主にマクロファージやリンパ球を取り上げる。 ・体液性免疫と細胞性免疫について、共通点と相違点から比較できるようにする。	・体液性免疫と細胞性免疫におけるマクロファージやリンパ球の働きを理解し、知識を身に付けている。 【知識・理解】〔ワークシート、小テスト〕
4	獲得免疫 ・二次応答について	・一次応答と二次応答における抗体産生量を示した資料に基づいて、同じ疾患に二度かかりにくい理由を考えることができるようにする。	・記憶細胞の存在を基に、一度かかった病気にはかかりにくいことを理解している。 【知識・理解】〔ワークシート、小テスト〕
5	免疫と病気、免疫の医療への応用 ・日常生活と免疫の仕組みとの関連付け	・身近な疾患の例として花粉症やエイズなどに触れる。	・アレルギーは免疫反応が過敏に起こることによって生じていることや、血清療法は、抗原抗体反応による治療方法であることを考えることができる。 【思考・判断・表現】〔ワークシート〕

3 代表的な授業（第2時）	
本時の目標	異物の侵入に対して働く食作用の仕組みを、観察した結果や白血球の食作用の動画を根拠に考え、表現することができる。

○指導過程

	学習活動	指導上の留意点 (◇評価 【 】評価の観点 ■活用するICT機器等)
導入 5分	1 前時の学習を想起する ・免疫の三つの段階を確認する。物理的・化学的防御を超えて異物が侵入した状況の例を聞き、体内でどのようなことが起こっているのかを考える。 2 課題を把握する 体内に異物が侵入したとき、どのようなことが起こっているのだろうか。	■プロジェクター 教員による教材の提示 [A1] ・身の回りの病原体や蚊に刺されたときを例に挙げて、本時の学習課題の把握につなげる。
展開 35分	3 予想する (1) プレパラートの作成過程をスライドで確認する。 (2) 墨汁が注射されていないコオロギの血液の写真を見る。 (3) 付箋に予想を書き、班でまとめる。 (4) 各班の予想を全員で共有する。 4 墨汁が注射されたコオロギの血液を観察する (1) 墨汁が注射されたコオロギの血液を顕微鏡で観察する。 (2) 観察した像を撮影する。 (3) 注射されたコオロギの血液と注射されていないコオロギの血液とを比較し、違いや気付いたことをワークシートに記入する。 (4) 墨汁が注射されたコオロギの血液の特徴について発表する。 5 動画を視聴する (1) ヒトの歯肉周辺の好中球の食作用の動画を視聴する。 (2) ヒトのマクロファージの食作用の動画を視聴する。 6 考察する ・異物の侵入に対して働く食作用の仕組みを、観察した結果や白血球の食作用の動画を根拠に自分の言葉でまとめる。 7 まとめる 体内に異物が侵入すると、白血球が異物を認識して包み込んで排除する。	■プロジェクター、Microsoft PowerPoint [A1-①] ・プレパラートの作成過程をまとめたスライドを提示する。 ・墨汁の注射は、異物が体内に侵入した状態であることを確認する。 ・生命を尊重することにも触れる。 ・コオロギや注射に対して抵抗感がある場合は無理をさせない。 ■付箋アプリ [A1-②] ・生徒が予想を書いた付箋紙を撮影したものを提示し、全員で共有できるようにする。 ■スマートフォン、Microsoft Teams [B2] [C1] ・観察した像を撮影し、記録した画像を Microsoft Teams にアップロードするよう指示し、全体で共有できるようにする。 ・食作用を観察できていない生徒には、再度確認するように促す。 ・どのような像を観察できたか、数人を指名する。 ◇顕微鏡下で食作用の様子を観察し、的確に記録、整理している。【観察・実験の技能】 ■プロジェクター [A1-③] ・ヒトの好中球内で顆粒が動く様子、マクロファージが細菌を取り込む様子の動画を提示する。 ・Microsoft Teams に動画ファイルをアップロードし、生徒が授業後にも確認できるようにする。 ■スマートフォン [B2] ・観察や視聴した動画の内容を根拠に、食作用について自分の言葉でまとめるよう指示する。 ◇白血球の食作用の様子を観察し、観察結果と動画視聴を基に、白血球の食作用について説明することができる。【思考・判断・表現】
終末 5分	8 ワークシートを提出する	・ワークシート提出の指示をする。

4 ICTを活用した学習活動の様子 ※前ページの「指導過程」に沿って記した。

【A 一斉指導】 A1 教員による教材の提示 《予想》

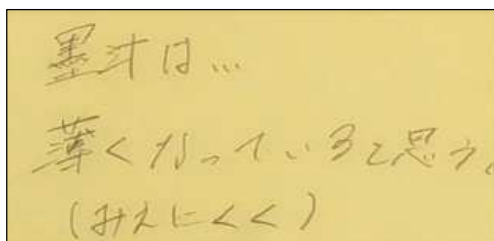
予想の場面で、事前に用意したコオロギの血液のプレパラートの作成過程をスライドで示した。その後、墨汁が注射されたコオロギの体内でどのようなことが起こっているか、生徒一人一人が予想した【図1】。次に、生徒が班で話し合ったことを記入した付箋紙【図2】【図3】を、付箋アプリを用いて全体で共有した【図4】。生徒は、自分の考えと比較し、自分たちの班では思い付かなかった考えを共有していた。



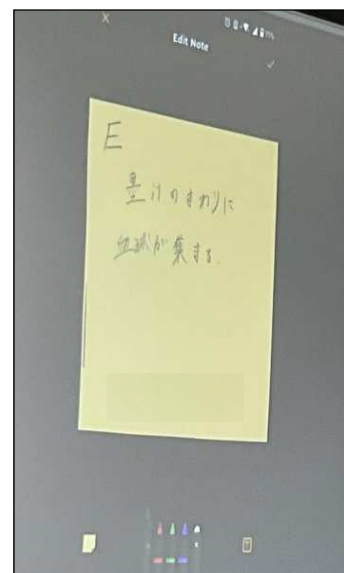
【図1】付箋紙に予想を書く生徒



【図2】予想を班で話し合う生徒



【図3】付箋紙に記述された班の考え

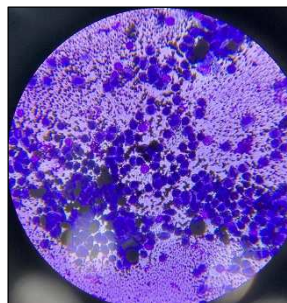


【図4】付箋アプリを用いて全体に提示した予想

【B 個別学習】 B2 調査活動 《観察の実施》

生徒はコオロギの血液のプレパラートを顕微鏡で観察し、各自のスマートフォンで撮影し記録した【図5】。

【図6】は、ある生徒が観察した像を他の生徒も観察している様子である。【図7】は、ある生徒がスマートフォンで記録した画像を他の生徒に見せている様子である。どちらも観察した像を確認しているが、一方は顕微鏡を、もう一方はスマートフォンを用いている。



【図5】生徒が撮影した画像



【図6】観察した像を確認し合う様子



【図7】記録した画像を確認し合う様子

【C 協働学習】 C1 発表や話し合い 《結果の処理》

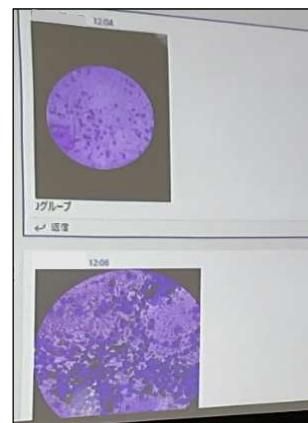
結果の処理の場面で、記録した画像を班ごとに Microsoft Teams にアップロードした。それらの画像をスクリーンに映し、全体で共有した【図8】。その際、生徒はスクリーンに映された画像の特徴について説明した。

【表1】は、生徒が画像の特徴について述べた内容である。

生徒は、スクリーンに映された他の班の様々な画像と、自分が記録した画像とを比べ、コオロギの血球の食作用の特徴を捉えていた。

【表1】 生徒が画像の特徴について述べた内容

- ・丸くて粒状の血球が染色されているものと、黒くなったものがある。
- ・黒っぽい丸い形の血球がたくさんあり、集まっている。



【図8】全体で共有した画像の一部

【A 一斉指導】 A1 教員による教材の提示 《動画を使った調査》

本実践では、感染症予防と実際に観察することが難しいという理由から、ヒトの口腔の好中球とマクロファージの食作用の様子を動画で視聴した【図9】。生徒は、口の中でも好中球による食作用が行われていることやマクロファージが異物を取り込む瞬間の映像に驚いたり、これらの食作用が自分の体の中でも起こっている現象として捉えたりした。



【図9】動画視聴の様子

【B 個別学習】 B2 調査活動 《考察》

生徒は個々のスマートフォンを用いて、自分が記録した画像や、自分たちの班では捉えられなかった他の画像を基に調べた【図10】。画像を基に、個人で考察したり、気付いたことを班内で話し合ったりした。中には、再び検鏡し、観察した像と Microsoft Teams 上の画像と行き来しながら、記録した画像を分析していた生徒もいた。

【表2】は、生徒が食作用の仕組みについてワークシートにまとめた内容の一例である。

【表2】ワークシートの記述

- ・異物が侵入したとき、体内では異物に素早く反応して異物に近づき、食作用で自身の細胞に取り込むように食べて異物を排除する仕組みがはたらいっている。
- ・実験で血球が墨汁を取り入れて分解したように、マクロファージ、樹状細胞、好中球などといった食細胞によって、病原体などを包み込んで異物を食べて、消化、分解をして排除する（食作用）というはたらきが起こる。



【図10】スマートフォンで他の生徒が記録した画像と比べる生徒

5 ICTを活用したことによる学習の成果と指導上の留意点

【ICTを活用したことによる学習の成果】

1 一斉学習の場面について

動画やプレゼンテーションのスライドを確認することで、食作用の過程やプレパラートの作成過程について視覚的に理解することができたこと

【表3】は、事後アンケートの生徒の自由記述である。【表3】の下線部から、動画を視聴したことで、マクロファージや好中球の実際の働きのイメージをもつことができたことが分かる。

【表3】アンケートの内容と回答 ※下線は筆者

マクロファージが病原体を取り込む動画を見ました。このことはマクロファージが体内に入ってきた病原体を見つけて分解するまでの過程について調べることに役立ちましたか。(N=40)
役に立った 35人(87.5%) どちらかと言えば役に立った 5人(12.5%)
どちらかと言えば役に立たなかった 0人(0%) 役に立たなかった 0人(0%)
<ul style="list-style-type: none">・入ってきた病原体の<u>その後</u>がわかってよかったから。・実験では分からなかった<u>分解するまでの過程</u>を動画を通して詳しく知ることができたから。・言葉で聞くだけでなく、実際に映像で見ることで、<u>過程の様子を想像しやすくなった</u>からです。・アニメで見たことはあっても<u>実際どうやっているのか</u>知らなかったからです。

また、授業後に生徒が記述したワークシートには、血球の動く様子についての記述だけでなく、「マクロファージはどれくらい大きい異物まで食作用することができるのか」「異物か異物ではないのかの判断はどうしているのか」などの疑問や、「ヒトの口の中は、細菌の侵入の危険性が非常に高い場所なので、そのために、好中球をはじめとする白血球が盛んに働いている」のように学んだことと生活経験とを関連付けた考えがあった。

さらに、予想の場面で提示した、プレパラートの作成過程をまとめたスライドについてのアンケートでも、40人中39人が過程を理解するのに役に立った、又は、どちらかと言えば役に立ったと回答した。理由として、実験や考察を進めやすくなった、言葉だけでなく写真があることで理解しやすくなったなどの記述があった。

以上より、動画やスライドを用いての確認は、体内での食作用の過程や、プレパラートの作成過程を具体的にイメージして視覚的に理解することに役立ったと考えられる。

2 個別学習の場面について

カメラ機能を使って観察した像を撮影し、考察の際の根拠資料とすることができたこと

生徒は、自分が記録した画像と他の生徒が記録した画像を基に調べ、食作用の仕組みをワークシートにまとめることができた。

【表4】は、事後アンケートの生徒の自由記述である。【表4】の下線部から、他の生徒が記録した画像と比較したり、考察の際の根拠としたりしたことが分かる。

【表4】アンケートの内容と回答 ※下線は筆者

顕微鏡で観察した像をスマートフォンで撮影し、写真をグループで共有して見ました。このことは墨汁を取り込んだ細胞の様子を調べることに役立ちましたか。(N=40)
役に立った 32人(80.0%) どちらかと言えば役に立った 8人(20.0%)
どちらかと言えば役に立たなかった 0人(0%) 役に立たなかった 0人(0%)
<ul style="list-style-type: none">・自分のプレパラートと、グループの人のプレパラートで、<u>違った見え方</u>をしているものがあったから。・自分の結果だけでなく、<u>他の人の結果も照らし合わせる</u>ことで様子がしっかりと分かったから。

- ・自分の写真だけでは、見えなかったところや分からなかったところがよく分かった。
- ・いろいろな実験結果を見て比べることで成功できたのかも知ることができたし、考察をしやすかったと思ったから。

以上より、考察の際、自分や他の生徒が記録した画像を根拠資料とすることができたと考えられる。

3 協働学習の場面について

他者と考えを共有し比較することで、自分の考えを捉え直すことができたこと

【表5】は、事後アンケートの自由記述である。

【表5】アンケートの内容と回答 ※下線は筆者

他の人の考えを聞いたことは、自分の考えを振り返ることに役立ちましたか。 (N=40)	
役に立った 31人 (77.5%)	どちらかと言えば役に立った 9人 (22.5%)
どちらかと言えば役に立たなかった 0人 (0%)	役に立たなかった 0人 (0%)
<ul style="list-style-type: none"> ・人と比べることで色々な角度から考えられて、<u>比べてより深く知るきっかけになった</u>と思うから。 ・他の人の意見も知ること、<u>より問題に対して深く考える</u>ことができたからです。 ・他の人の意見を踏まえた上で自分の意見について考えることができたから。 	

自由記述の内容から、記録した画像を全体で共有したことで、生徒は自分たちのグループでは見つけられなかったことや自分が思いつかなかった考えを知ることができたことが分かる。また、自分が記録した画像を見直したり、他の生徒の様々な意見も踏まえて自分の考えを捉え直したりすることに役立てることができたことも分かる。

【指導上の留意点】

1 Microsoft Teams の活用について

事前に Windows PC とスマートフォンの両方からアップロード可能かなどの動作確認が必要である。

2 カメラ機能を用いた顕微鏡像の撮影について

- ・顕微鏡で観察した像の撮影が難しい端末もある。本実践では、生徒が使い慣れているスマートフォンを用いた。
- ・観察の際の注意事項を伝えるなどの事前の説明が必要である。その際、的確に観察することが難しい生徒には、他の生徒が記録した画像や、教師が事前に準備した画像を示すなどの支援を行い、再度観察するように促す。

3 ICTを活用する場面と活用しない場面の組合せの検討

予想の場面で、生徒個々の考えの表出には付箋紙に書き込み、班で話し合った予想の共有には授業者がアプリを用いて行った。付箋紙を用いたのは、あらかじめ個人で考えた後に班で話し合う場を設定することで、自分の考えをより妥当なものにするためである。

学習の目標を達成するために、ICTの活用状況を把握し、ICTを活用する場面と活用しない場面の組合せを検討することが必要である。