探究的な学習過程を取り入れた理科の指導法に関する研究

―高等学校理科生物基礎の「免疫」を例に―

三次　徳二・上野　真子

Research on Science Teaching Methods that Incorporate
an Exploratory Learning Process：
A Study Using the Unit of "Immunity" of High School Basic Biology

MITSUGI, Tokuji and UENO, Mako

大分大学教育学部研究紀要　第 44 巻第 1 号
2022 年 9 月　別刷
Reprinted From
RESEARCH BULLETIN OF THE
FACULTY OF EDUCATION
OITA UNIVERSITY
Vol. 44, No. 1, September 2022
OITA, JAPAN

探究的な学習過程を取り入れた理科の指導法に関する研究

―高等学校理科生物基礎の「免疫」を例に―

三　次　徳　二*・上　野　真　子**

【要　旨】　本研究では，高等学校理科生物基礎の免疫の内容について，探究的な学習過程を一部取り入れた指導を行い，教師主導で一方的な知識授与を行った指導と比べ，どのような違いが生じたか質問紙やペーパーテストの結果も踏まえ考察を行った。探究的な学習過程を取り入れた指導を受けた生徒の多くは，授業を肯定的にとらえていた。また，ペーパーテストでは，探究的に学習した生徒の方が，問題に対して具体的に解答できていた。よって，一部でも探究的な学習過程を取り入れた指導は，生徒の思考力，判断力，表現力等を育成するために効果的であったと結論付けた。

【キーワード】　探究的な学習過程　高等学校　理科　生物　免疫

Ⅰ　はじめに

平成 30 年告示の高等学校学習指導要領（文部科学省，2018a）が，令和 4 年度の入学生から学年進行で実施されている。理科については，これまでは改訂ごとに科目構成や各科目で扱う内容の大幅な変更があったが，今回の改訂では，科目構成については理科課題研究の廃止以外に大きな変更はなく，各科目で扱う内容についても小幅な変更にとどまっている[1)]。

今回の改訂では，高等学校理科全体を通して探究的な学習を一層充実する方向性が示され[2)]，内容そのものを扱う際に探究的に学習を進めていき，探究の過程を通して知識の習得を図ることが求められている（文部科学省，2018b）。理科の各科目の内容において，各小項目の文末表現の多くは，従来「～を理解すること」であったが，改訂後の文末表現では「～を見いだして理解すること」や，「～と～とを関連付けて理解すること」が多く用いられている。また，その際の具体的な手段として，「～に関する観察，実験などを行い」が明記された。ただし，長時間を要する実験や，大規模な機器が必要な観察など，様々な理由で高等学校理科の授業内で完結できない観察，実験などもある。そのような場合でも，過去に研究者が行った観察，実験の資料を基にして探究的に学習を行っていくことが求められている。特に生物領域の各科目（生物基礎，生物）についてはそのような単元が多く，「～に関する資料に基づいて，～を見いだして理解すること」といった表現が多く用いられている（文部科学省，2018a）。

令和 4 年 5 月 20 日受理
＊みつぎ・とくじ　大分大学教育学部理数教育講座（理科教育）
＊＊うえの・まこ　大分大学大学院教育学研究科修了生（現・大分県立佐伯鶴城高等学校教諭）

このような改訂は，高等学校の教育現場に大きな変化と捉えられる可能性がある。平成 21 年告示高等学校学習指導要領（文部科学省，2009a）までは，理科の探究活動は独立した単元（中項目）として存在していた。そのため，探究的に行っていたのは探究活動に関する単元のみで，それ以外は，従来型の教師主導で内容を説明（伝達）する授業であった可能性が高い。今回，高等学校学習指導要領解説には，基礎を付した科目を例に学習過程例（探究の過程）も示された（文部科学省，2018b）。内容のすべてではないが，探究の過程を通して知識の習得を行う授業形態に切り替えていくことは，教師にとっては大きな変化であると感じられる可能性がある。さらに，生物領域については，探究的に学習する際に，資料に基づいて生物の仕組みなどを見いだしていく学習方法をとることが多くなる。これまで生物の仕組みのみを説明（伝達）する授業を展開していた教員からすれば，授業方法を変更せねばならず，これも大きな変化と感じる可能性がある。大きな変化がもたらされる際には，教員に抵抗感が生じる可能性がある。しかし，生徒にとって効果があるとなれば，生じる抵抗感も和らぐ可能性がある。

本研究では，高等学校理科の生物基礎において，探究的な学習過程を一部取り入れ，資料に基づいて生物の仕組みを見いだしていく指導を行った。探究的な学習過程を一部取り入れた授業を受けた生徒は，従来型の教師主導による知識伝達型の授業を受けた生徒と比べて，知識や思考力，判断力，表現力にはどのような違いがでるだろうか。本論文では，それらの違いについて考察を行い，高等学校理科において探究的な学習過程を取り入れることの効果について論じていく。

Ⅱ　研究方法

１．対象とした単元

本研究では，高等学校理科生物基礎における免疫の内容において，授業実践を行った。生物基礎の免疫の内容については，高等学校学習指導要領の今回の改訂において，扱う内容や程度については大きな変更はないものの，従来の「免疫とそれにかかわる細胞の働きについて理解すること。」（文部科学省，2009a）が，「免疫に関する資料に基づいて，異物を排除する防御機構が備わっていることを見いだして理解すること。」（文部科学省，2018a）と探究的に学習するように示された（**表１**）。高等学校学習指導要領解説には，異物を排除する防御機構が備わっていることを見いださせる方法について，「白血球による食作用についての資料に基づいて，白血球が体内に侵入した異物を細胞内に取り込み，処理する能力をもつことに気付かせること」と具体的に例示されている（文部科学省，2018b）。

２．授業計画

本研究では，大分県内のＡ高等学校（公立）1 年生 4 クラスを対象に授業実践を行った。4 クラスのうち，2 クラス（①組と②組）には従来型の教師主導の授業を行い，別の 2 クラス（③組と④組）には探究的な活動を取り入れた授業を行い，思考力，判断力，表現力の育成と知識の定着度の差を調べた。本論文では，従来型の教師主導の授業を行った 2 クラスをクラスⅠ，探究的な活動を取り入れた授業を行った 2 クラスをクラスⅡとする。なお，免疫以前の授業については，クラスⅠ，クラスⅡともに従来型の教師主導の授業を行っている。

クラスⅡの探究的な活動については，文部科学省（2018b）で示された 8 つの探究の過程をす

表１．高等学校学習指導要領と同解説理科編における免疫の説明（文部科学省，2009a,b；2018a,b）

	学習指導要領の記述	学習指導要領解説理科編理数編における説明
平成21年告示	(2) 生物の体内環境の維持 ア 生物の体内環境 (ｳ) 免疫 免疫とそれにかかわる細胞の働きについて理解すること。 （内容の取扱い） (ｳ)については，身近な疾患の例にも触れること。	(ｳ) 免疫について ここでは，病原菌などの異物を認識，排除して体内環境を保つ仕組みを理解させることがねらいである。 免疫にかかわる細胞については，主にマクロファージとリンパ球を取り上げ，抗原抗体反応などの免疫現象における働きを扱う。その際，例えば，異物の侵入を阻止する皮膚の役割，臓器の移植の際に起こる拒絶反応，また免疫の応用として麻疹やインフルエンザなどの予防接種や血清療法に触れることも考えられる。 また，身近な疾患の例に触れる際には，花粉症やエイズなどを取り上げることが考えられる。
平成30年告示	(2) ヒトの体の調節 ア (ｲ) 免疫 ㋐免疫の働き 免疫に関する資料に基づいて，異物を排除する防御機構が備わっていることを見いだして理解すること。 （内容の取扱い） (ｲ) の㋐については，身近な疾患の例にも触れること。	㋐ 免疫の働きについて ここでは，免疫に関する資料に基づいて，異物を排除する防御機構が備わっていることを見いだして理解させることがねらいである。 異物を排除する防御機構については，免疫応答の概要を扱う。その際，身近な疾患の例として，花粉症やエイズなどに触れることが考えられる。 異物を排除する防御機構が備わっていることを見いださせるには，例えば，白血球による食作用についての資料に基づいて，白血球が体内に侵入した異物を細胞内に取り込み，処理する能力をもつことに気付かせることが考えられる。また，一次応答と二次応答における抗体生産量の変化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に気付かせることも考えられる。その際，免疫応答における記憶細胞の存在や予防接種などを取り上げることも考えられる。

べて取り入れた活動ではなく，「観察・実験の実施」，「結果の処理」，「考察・推論」を取り入れた授業とした。なお，「観察・実験の実施」については観察・実験に代わり，免疫に関する資料に基づいて実施した。本研究の授業実践は，平成30年告示高等学校学習指導要領の実施時期以前の2020年12月に実施したが，2年後の改訂実施を見据えた授業とした。

本研究では，免疫に関する資料として食作用についての動画を用いることとした。授業実践を行った高等学校で用いている教科書（嶋田ほか，2019）では，コオロギにおける血球の食作用が紹介されている。食作用についてはヒトなどの脊椎動物だけでなく，コオロギなど無脊椎動物にも備わっている仕組みである。しかし，コオロギを用いた実験の動画は食細胞と異物を見分けるのが難しく，食作用を行っている様子を確認することが困難なものが多い。そのため，食細胞と異物とをはっきりと区別することができ，食作用の能力に違いがあることを，生徒が見ても判断できる動画をYouTubeの中から見つけ，生徒の観察の題材として用いた[3)]。

クラスによって，動画の用い方が異なっている（**資料１**，**資料２**）。クラスⅠでは学習する内容を教科書やプリントを用いて教師が説明し，その内容を確認する資料として動画を使用する。一方，クラスⅡでは探究活動をする際の資料として動画を使用する。なお，前時までの学習内容はクラスⅠ，クラスⅡとも同じである。前時では，免疫の仕組みやヒトの体に備わっている免疫が3種類あると説明した上で，一つ目の免疫である物理的防御と化学的防御について学習している。前時では食作用については3種類の免疫を確認する際に用語のみ示したが，詳しい内容については学習していない。

資料１．クラスⅠで実施した授業の本時案

（１）題目　第三章「生物の体内環境とその維持」　第４章　免疫　白血球の食作用
（２）目標　①免疫の一種である食作用について，好中球とマクロファージの食作用の動画を用いて，異物が白血球に取り込まれていく仕組みについて理解する。
②同じ食細胞でも，食作用の能力に違いがあることを理解する。
（３）指導過程

	学習活動	指導項目	時間
導入	◎前時の復習と本時の学習内容の確認 ・免疫について復習する。 ・本時の学習内容について確認する。	・免疫について，前時の学習内容を復習させる。	5分
展開	◎食作用の仕組みの説明と観察 ・食作用の仕組みについての説明を聞く。 ・動画で，好中球とマクロファージの食作用を観察する。 ・同じ食細胞でも，異物を消化・分解する能力に違いがあることの説明を聞く。	・教科書を用いて説明する。 ・教員が用意した動画を見させて，食作用について解説する。 ・食作用の能力の違いについて説明する。	35分
まとめ	◎本時のまとめ ・本時で学習した食作用についてのまとめを聞く。 ・第二の防御の１つである炎症について，確認する。 ◎次回授業についての予告	・炎症について，食作用と同じ防御の１つであることなどを参考として確認させる。	10分

資料２．クラスⅡで実施した授業の本時案

（１）題目　第三章「生物の体内環境とその維持」　第４章　免疫　白血球の食作用
（２）目標　①免疫の一種である食作用について，好中球とマクロファージの食作用の動画を用いて，異物が白血球に取り込まれていくことに気付き，その仕組みについて理解する。
②同じ食細胞でも，食作用の能力に違いがあることに気付き，理解する。
（３）指導過程

区分	学習活動	指導項目	時間
導入	◎前時の復習と本時の学習内容の確認 ・免疫について復習する。 ・本時の学習する食作用の食細胞について確認する。 ・本時の活動内容を確認する。	・免疫について，前時の学習内容を復習させる。 ・教科書を用いずに，食細胞について確認させる。	8分
展開	◎食作用の観察 ・好中球とマクロファージの食作用を動画で観察する。 ・食作用の仕組みについて，動画を見ながら考え，プリントに記入する。 ・班になって意見を共有し，班で意見をまとめて発表する。	・白血球が異物を取り込む仕組みを，動画から考えさせる ・班で話し合って考えを深め，班の考えをホワイトボードに書かせて発表させる。	20分
	◎食作用の仕組みの説明 ・好中球やマクロファージなど，食細胞それぞれの食作用について理解する。 ・同じ食細胞でも，異物を消化・分解する能力に違いがあることの説明を聞く。	・動画を見た後，食作用はどのような免疫の仕組みか教科書を見ながら理解させる。 ・同じ食細胞でも，食作用の能力の違いがあることを，動画を見ながら考えさせる。	15分
まとめ	◎本時のまとめ ・食作用の仕組みについてまとめる。 ◎次回の授業についての予告		7分

クラスⅠの授業は，**資料１**に示した本時案の通りである。まず，授業の始まり５分で，導入として前時の学習内容の復習と本時の学習内容の確認を行う。次に，食作用の仕組みを教科書やプリントを用いて学習した後，用意した動画を用いて好中球とマクロファージの食作用の観察を行う。その際，同じ食細胞である好中球とマクロファージでも，食作用の能力に違いがあることも理解させるよう指導する。これを授業の展開として 35 分で行う。最後に，授業の終わり 10 分で本時のまとめと次回の授業の確認を行う。本時のまとめを行う際，参考として本時で学習した食作用と同じ第二の防御として炎症について簡単に触れる。

クラスⅡの授業内容は**資料２**に示した本時案の通りである。まず，授業の始まり８分で，導入として前時の学習内容の復習と本時の学習内容と活動内容の確認を行う。本時の学習内容の確認を行う際，食作用を行う食細胞の名前のみ説明し，食作用の仕組みや食細胞それぞれの働きについては触れない。次に，動画を用いた探究的な活動を授業の展開として 35 分で行う。展開の最初の 20 分では，動画を用いて好中球とマクロファージの食作用の観察を行い，食作用の仕組みについて考えグループになって話し合いを行う。グループで話し合った意見はホワイトボードに書いて発表させる。各グループの意見をクラス全体で共有した後，残りの 15 分で食作用の仕組みについて教科書やプリントを用いながら確認する。その際，自分で考えた意見とグループで考えた意見とを比較しながら学習を進めていく。また，同じ食細胞である好中球とマクロファージで食作用の能力に違いがあることも動画を見ながら考えさせ，生徒自身が気づくように指導する。その後，どのような違いがあるのかを確認する。最後に，授業の終わり７分で，本時のまとめと次回の授業についての予告を行う。

３．評価方法

授業の評価は，授業アンケートへの回答の分析と，授業の２週間後に行うペーパーテスト問題への解答の分析の２通りで実施する（**資料３**，**資料４**）。

授業アンケートについては，探究的な学習過程を取り入れた授業を行うクラスⅡの生徒のみを対象に，当該授業の終了後に行う。このアンケートは，安藤（2000）で用いられたアンケートを参考に作成し，本時の授業について５つの質問をする。授業アンケートの内容は**資料３**に示した通りである。Ｑ１とＱ２では，本時で行ったような探究的な活動を取り入れた授業についてどのように感じたかという質問とその理由についての質問である。Ｑ２については複数回答可とした。Ｑ３とＱ４については，本時のような探究的な学習過程を取り入れた授業と，従来行っていたような教師主導の知識伝達型の授業を比較してどのように感じたかという質問とその理由についての質問である。Ｑ４についてもＱ２と同様に複数回答可とした。Ｑ５は，本時の授業について感じたことのうち，Ｑ１からＱ４までに書ききれなかったことを自由に記述する質問とした。なお，授業アンケートの内容が成績には一切影響がないことや，回答したくない場合には無理に回答する必要がないことを，授業アンケートを実施する前にクラスⅡの生徒に伝える。

授業後の知識や思考力，判断力，表現力等の違いについては，ペーパーテストを用いて調査を行う。授業実践を行うＡ高等学校においては，冬休み明けの１月上旬に冬休み明けのテストを行っている。授業実践から２週間後に冬休み明けのテストが予定されているので，ペーパーテストはこの中に問題を取り入れることで実施することとした。生物基礎の冬休み明けテストにおける大問 6 を免疫についての問題とした。ペーパーテストの内容は**資料４**に示した通りで

資料３．授業アンケート

以下のアンケートは，本日の授業についてのアンケートです。

今回，回答していただいた内容は教員の教育学研究のための資料とさせて頂きます。公表の際は，個人的な情報が読み取れないように配慮し，特定の個人の回答が公表されることはありません。

この調査の全部または一部に回答したくない場合は，無理に回答する必要はありません。この調査に同意していただける場合のみ回答してください。また，アンケートの内容については成績には一切影響しません。自分が思ったままに自由に回答してください。

Ｑ１．動画を見て考えたり，グループで意見を交換したりする授業についてどう思いますか。

1.とても好きだ　2.少し好きだ　3.どちらでもない　4.あまり好きではない　5.全く好きではない

Ｑ２．Ｑ１のように思った理由は何ですか。

1.楽しいから　2.つまらないから　3.学習への意欲が出るから　4.学習への意欲が出ないから

5.よくわかるから　6.よくわからないから　7.その他（　　）

Ｑ３．本日のような授業は，いつものように先生が説明をする授業と比べると，どう思いますか。

1.とても好きだ　2.少し好きだ　3.どちらでもない　4.あまり好きではない　5.全く好きではない

Ｑ４．Ｑ３のように思った理由は何ですか。

1.楽しいから　2.つまらないから　3.学習への意欲が出るから　4.学習への意欲が出ないから

5.よくわかるから　6.よくわからないから　7.その他（　　）

Ｑ５．本日の授業について思ったことがあれば，自由に記入してください。

資料４．実施したテスト問題

6 からだを守るしくみに関する次の各問いに答えよ。

（１）異物の体内への侵入を防いだり，体内に侵入した異物を排除したりするしくみを何というか。

（２）脊椎動物の（１）のはたらきには，大きく分けて次の①～③の３つの段階がある。①～③の文は，それぞれどの段階のしくみについて述べたものか。最も適切なものを次の語群からそれぞれ選べ。

①体表で，異物を体内に侵入させないように防ぐしくみ。

②第二の防御と呼ばれる異物を排除するしくみ。

③②で排除しきれなかった異物を排除する，特異性の高いからだを守るしくみ。

〔語群〕物理的・化学的防御　食作用　適応免疫

（３）（２）の①および②は，③に比べて，体内に侵入した異物を排除する特異性は低い。これら①，②のしくみをまとめて何というか。

（４）（２）の②について次の問いに答えよ。

①（２）の②のしくみはどのようにして異物を排除するか，下の語群の語句をすべて使い簡潔に答えよ。

〔語群〕食細胞　異物　排除

②食細胞とは，（２）の②のはたらきをする細胞である。

（ⅰ）白血球の一種で，血液中に存在する食細胞を何というか。

（ⅱ）組織中に分布しており，血液中では単球として存在している食細胞を何というか。

ある。この大問は，知識を問う問題を中心に構成したが，（４）の①では自然免疫の機構について思考力，判断力，表現力等の状況について調査している。また，（４）の②では自然免疫に働く細胞の名称を正しく理解しているかを調査している。

本研究では，授業と直接関係のある（４）の①と②についての解答を分析対象とした。（４）の①は食作用の仕組みについて指定された単語を用いて具体的に説明できるかを問い，②は食作用を行う食細胞について理解しているかを問うた。なお，①は記述形式の問題（配点２点）であり，完全正答（2 点），部分正答（1 点），誤答（0 点）の基準を事前に定めた。完全正答は「語群の語句をすべて用い，食作用の仕組みについて正確に具体的に説明できている解答」で

あり，語群の語句に加えて，別の語句を用いて説明している解答である。「食細胞が異物を取り込む」，「食細胞が異物をつつみこむ」，「食細胞が異物を食べるように」といった食細胞の仕組みを文章でより具体的に説明できている解答を完全正答とした。一方，部分正答は「語群の語句をすべて用い，食作用の仕組みについて正確に説明できているが，具体的に説明できていない解答」である。語群の語句のみを用い，食作用の特徴である「異物を取り込む」，「異物をつつみこむ」，「異物を食べるように」といった具体的な説明がなかった解答を部分正答とした。誤答は「何も書いていない，もしくは，語群の語句をすべて用い文章を書いているが，食作用のしくみを正確に説明できていない解答」である。解答欄が空欄であるものや，語群の語句を用いて文章を書いているが，食作用のしくみとは異なる説明をしている解答を誤答とした。また，無回答率についても調査を行う。

Ⅲ　研究結果

１．授業アンケートの結果

授業実践は，2020 年 12 月下旬に行った。授業当日の出席者数はクラスⅠが 77 名（①組 38 名，②組 39 名），クラスⅡが 60 名（③組 22 名，④組 38 名）であった[4)]。またクラスⅡに行った授業アンケート（**資料３**）のうち，Ｑ１～Ｑ４の結果は**表２**の通りである。

Ｑ１の「動画を見て考えたり，グループで意見を交換したりする授業についてどう思いますか。」という質問については，「1. とても好きだ」，「2. 少し好きだ」という肯定的な回答が全体の 95%を占めているが，「3. どちらでもない」と回答している生徒も数名いるものの，否定的な回答をした生徒はいなかった。また，Ｑ２の「Ｑ１のように思った理由は何ですか。」という質問（複数回答可）については，「1. 楽しいから」，「3. 学習への意欲が出るから」，「5. よくわかるから」の順で，肯定的な回答が並んだ。一方，否定的な回答として「4. 学習への意欲が出ないから」，「6. よくわからないから」も見られた。なお，Ｑ１で「3. どちらでもない」と回答している生徒の１名は「6. よくわからないから」と回答しており，他の２名は肯定的な回答をし

表２．授業アンケートＱ１～Ｑ４への回答（単位：名）

質問	内訳	選択肢 1	2	3	4	5	6	7
Q1	③組	18	4	0	0	0		
	④組	25	10	3	0	0		
	全体(割合)	43(71.7%)	14(23.3%)	3(5.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)		
Q2	③組	17	0	3	0	3	0	1
	④組	29	0	20	1	9	1	2
	全体(割合)	46(53.5%)	0(0.0%)	23(26.7%)	1(1.2%)	12(14.0%)	1(1.2%)	3(3.5%)
Q3	③組	11	9	2	0	0		
	④組	11	21	5	1	0		
	全体(割合)	22(36.7%)	30(50.0%)	7(11.7%)	1(1.7%)	0(0.0%)		
Q4	③組	14	0	5	0	2	0	3
	④組	27	0	14	0	12	0	5
	全体(割合)	41(50.0%)	0(0.0%)	19(23.2%)	0(0.0%)	14(17.1%)	0(0.0%)	8(9.8%)

回答者は③組 22 名，④組 38 名で，無回答はなし　Ｑ２とＱ４は複数回答可

表３．授業アンケートＱ５への回答

	回答内容（原文ママ）
肯定的な回答	・動画を見て自分で考えたので理解関心が深まったし，コメントを見ることでもっと知りたい，見てみたいという気持ちが高まった。 ・意見を交換することで，自分で考えるより理解が深まった。 ・班の人と一緒に意見を出しあって協力できた。 ・実際にどのようにして白血球の免疫がはたらいているかが動画で見れたからわかりやすくてよかった。 ・またこういう授業をやりたい。 ・班の中で，1 人ひとりの意見を言って交流することがあまり無いけど，今回共有することができて，自分以外の人がどのような意見をもっているかを知ることができてとてもよかった。 ・言葉で説明されるより，動画を見た方が分かりやすいからよかった。 ・今回みたいな授業があるとさらに生物が好きになる。 ・定期的にこのような授業をするとよいと思った。 ・個人の考えと他の客観的な考えを聞いたりして考えの幅を広げられた。 ・動画を見る機会は普段ないから楽しかった。
否定的な回答	・動画を見た方が分かりやすいと思ったけど，他の動画を見たり，うるさくなる人が多い。 ・生徒がうるさい。

ていた。Ｑ２の「7. その他」には，「動画は分かりやすいから」，「紙をつかったりプリントを使ったりすることでやる気が出る」，「みんなの意見をしれるから」（原文ママ）という肯定的な意見が占めた。

Ｑ３の「本日のような授業は，いつものように先生が説明をする授業と比べると，どう思いますか。」という質問については，「1. とても好きだ」，「2. 少し好きだ」という肯定的な回答が全体の 86%を占めている。「3. どちらでもない」といった中立的な回答はＱ１に比べて多く，「4. あまり好きではない」という否定的な回答をした生徒も１名いる。また，Ｑ４の「Ｑ３のように思った理由は何ですか。」という質問（複数回答可）については，Ｑ２と同様に「1. 楽しいから」，「3. 学習への意欲が出るから」，「5. よくわかるから」の順で，肯定的な回答が並んだ。一方，否定的な選択肢を選んだ生徒はいなかった。「その他」の回答には，「いつもの授業も好きだから」，「ねむくならないから」，「ネットで調べることにより，深く学習することができるから」，「うるさくなるから」，「少しうるさくなってしまうから」，「どちらの授業もメリットとデメリットがあるから」というように，肯定的なものと否定的なものの両方がみられた。

授業アンケートの自由記述であるＱ５「本日の授業について思ったことがあれば，自由に記入してください。」については，全体としては肯定的な回答が多かった（**表３**）。肯定的なものとしては，「理解が深まった」という回答や「他の人の意見も知ることができてよかった」という回答，「動画を見る方が分かりやすい」という回答，「探究的な活動を取り入れた授業をまたやりたい」という回答が多く見られた。否定的な回答としては，「うるさくなる」であった。

２．２週間後のペーパーテストの結果

授業の２週間後の 2021 年１月上旬に，ペーパーテスト（**資料４**）を行った。なお，授業を受けた生徒数は前に示したが，授業を受けたものでテストを受験していない生徒や，テストは受験したものの授業を受けていない生徒がいた。そのため，結果の分析では，授業を受けており，かつテストを受験したクラスⅠの 71 名（①組 37 名，②組 34 名）と，クラスⅡの 57 名（③組

22 名，④組 35 名）を対象者とした。

大問6の（4）の①について，クラスⅠとクラスⅡとの比較を行った（**表４**）。完全正答の割合はクラスⅠの 23.9%と比べ，クラスⅡは 40.4%と大きい。完全正答と部分正答を合わせた正答率もクラスⅠでは 55.9%であるが，クラスⅡでは 66.7%と大きい。一方，クラスⅠについては部分正答の割合が大きい。なお，無回答率についてはクラスⅠ，クラスⅡとも 20%弱となっており，ほぼ同程度となっている。なお，完全正答，部分正答の解答例は**表５**の通りである。

クラスⅠとクラスⅡのそれぞれの生徒の獲得した点数を従属変数,授業方法(2)を独立変数とした一要因参加者間分散分析を行った（**表６**）。その結果，授業方法による有意傾向が見られた($F(1.128)=3.60, p<.10$)。よって，（4）の①の問題については，授業方法の違いによりペーパ

表４．ペーパーテスト問題（４）の①の解答状況

クラス		対象者	完全正答(2 点)	部分正答(1 点)	誤答(0 点)	うち無回答
クラスⅠ	①組	37	11	8	18	6
	②組	34	6	14	14	7
	全体(割合)	71	17(23.9%)	22(31.0%)	32(45.1%)	13(18.3%)
クラスⅡ	③組	22	8	7	7	4
	④組	35	15	8	12	7
	全体(割合)	57	23(40.4%)	15(26.3%)	19(33.3%)	11(19.3%)

表５．テスト問題（４）の①の解答例

	解答例（原文ママ）
完全正答	・体に入ってきた異物を食細胞が食べて排除するしくみ ・食細胞が異物を見つけてその見つけた異物を食べて排除する ・食細胞が異物を食べるようにして排除する ・食細胞が異物を飲み込むようにして排除する ・体内に異物が侵入した時，食細胞が吸収し，分解して排除する ・食細胞が異物を取り込み排除する ・食細胞が異物を取り込んで排除する ・異物を食細胞がつつみこむようにして排除する ・食細胞が異物を吸収し排除する ・食細胞が異物を食べることによって排除する ・食作用の中にある食細胞が異物を食べて排除する ・食作用は，食細胞が異物を捕食することで排除されること ・食細胞が異物をとりこんで分解し，排除する ・食細胞が異物を捕食して排除する ・体内に侵入してきた異物を食細胞が取り込み排除する
部分正答	・食作用では，食細胞で異物を排除，消化するしくみ ・食細胞に侵入した異物を排除する ・食細胞で体内に侵入した異物を排除する ・食細胞が異物を見つけて排除する ・食細胞が体内に入ってきた異物を排除する方法 ・異物が入ってきたら食細胞が食作用で排除する ・食細胞が異物を分解して排除する ・食細胞がはたらき，異物を排除してくれる ・食細胞が異物を体内で排除する

表６．獲得した点数と授業方法の一要因参加者間分散分析の結果

クラス	対象者	平均点	S.D.	主効果
クラスⅠ	71	0.7887	0.8034	F(1.128)=3.60, p<.10
クラスⅡ	57	1.0702	0.8555	

表７．テスト問題（４）の②の解答状況

クラス		対象者	両方正答	片方正答	誤答
クラスⅠ	①組	37	0	2	35
	②組	34	2	0	32
	全体(割合)	71	2(2.8%)	2(2.8%)	67(94.4%)
クラスⅡ	③組	22	4	1	17
	④組	35	1	5	29
	全体(割合)	57	5(8.8%)	6(10.5%)	46(80.7%)

ーテストの結果に差が出ている。すなわち，探究的な学習過程を一部取り入れたクラスⅡの方が良い結果を得られた。

また，大問6の（４）の②の解答を採点した結果を**表７**に示した。クラスⅡのほうがクラスⅠに比べて多少正答率は良いものの，全体的に正答率は低い。両クラスとも知識については定着しておらず,こちらの問題については,ペーパーテストにおいて差が出ているとはいえない。

Ⅳ　考察

１．授業アンケートからの考察

授業アンケートの集計結果から，動画を見ながら考えたり，班で意見をまとめたりする探究的な学習過程を取り入れた授業については，教師主導の知識伝達型の授業よりも好きだという肯定的な回答が多く見られた。Ｑ１とＱ２の結果を照らし合わせると，探究的な活動を取り入れた授業は「楽しくて好きだ」という回答が最も多くなる。また，このような授業が好きな理由として,「学習への意欲が出る」という授業への取り組みに対しての肯定的な回答や,「よくわかる」といった内容理解に対する肯定的な回答も多く見られた。これらのことから，探究的な学習過程を取り入れた授業を行うことで，楽しいという気持ちをもったり，意欲的に学習に取り組んだり，学習内容が分かりやすいと思ったりしていることが分かった。

しかしながら「学習への意欲が出ない」,「よくわからない」という否定的な回答もわずかながらあった。Ｑ２で「学習への意欲が出ない」と回答している生徒はＱ１では肯定的な回答をしており，探究的な授業に対して否定的ではないため，なぜ学習への意欲が出ないと回答したのかは分からなかった。また，Ｑ２で「よくわからない」という回答をしている生徒はＱ１では「どちらでもない」と回答している。よくわからないと回答した理由を推測してみると，今回の授業では食作用のしくみについての動画を見て自ら気付くことをねらいとしていたため，食作用について詳しい説明をしなかった。また，動画についてもどれが異物でどれが食細胞かという簡単な説明を行い，生徒に動画を見せた。その際,「何について書けばいいのかわからない」という意見や,「動画の意味が分からない」という意見が授業の中で挙げられていた。このことから,「何をしていいのか分からない」,「何を学習しているのか分からない」という生徒が

一部おり，その生徒が「よくわからないから」という回答を選択したと推測した。

普段の教師主導の知識伝達型の授業と探究的な学習過程を取り入れた授業を比較したＱ３では，探究的な授業に対して肯定的な回答がほとんどであるが，「どちらでもない」や「あまり好きではない」という回答がＱ１よりも増えている。Ｑ４を詳しく見ると，今回のような探究的な授業については楽しいと思っている生徒が多く，いつもの授業よりも学習に対する意欲が出て，学習内容が理解できると思っていることが分かる。Ｑ３で「どちらでもない」と回答している生徒は「その他」を選択しており，自由記述の内容を見ると，「いつもの授業も好きだから」や「ネットで調べることにより，深く学習することができるから。」という肯定的な回答もあったが，「うるさくなる」という否定的な回答が目立った。実際に授業をしている際も，生徒が自由に話すことでうるさくなり，指示が通りにくかったり，何度も説明したりした。そのため，探究的な活動は好きだけど，教室がうるさくなるならいつもの授業と比較してもどちらがいいとは言えないという回答が多くなったと考える。③組と④組で探究的な授業を行ったが，「うるさい」という回答は④組のみで見られた。いつもの授業を行っている際もそうであるが，クラスの特徴として③組は静かに授業を受けているのに対し，④組は授業内容に関係している，していないにかかわらず，常に話し声が聞こえている状態である。いつもの授業でも生徒同士の関わりが多いため，生徒主体の探究的な授業ではさらにうるさくなったと考えられる。探究的な授業を行う際は，クラスの特徴を踏まえた上でクラスごとに指導案を作成する必要があると考える。

Ｑ１～Ｑ４の質問以外で今回の授業について思ったところを，Ｑ５で自由に記述させているが，記述している回答を比較すると，「他の人の考えを知ることができ，より理解が深まった」や「動画で見た方が言葉で説明されるよりも分かりやすい」，「またこういう授業をやりたい」といった回答のように，肯定的な回答が多かった。このことから，探究的な授業の中に「調べる」時間や「自分で考える」時間と一緒に，「周りの人と考えや意見を共有する」時間も設定する必要があると考える。「動画を見た方が分かりやすい」という回答も多いことから，探究的な授業だけでなく日頃の授業の中でも，教科書の文章や図を使った説明だけでなく，観察，実験の動画や生物の仕組みを具体的に見ることができる動画などを取り入れることで，学習内容への理解を深めることができると考える。

２．ペーパーテスト結果からの考察

授業方法は異なるものの，クラスⅠ，クラスⅡはともに食作用の動画を見ており，教材としては両クラスとも同じものを用いている。ペーパーテストの（４）の①の結果を見ると，具体的に解答できているのはクラスⅡである（**表５**）。また，各クラスの生徒が獲得した点数と授業方法の違いにおいて一要因分散分析の結果からも，クラスⅡの生徒の方が良い結果であった。探究的な活動の中で，自分で考えたり他の人と考えを共有したりすることで，思考する時間を多くとることができた。これにより，食作用のしくみをより正確に具体的に表現する力を身につけることができたと考える。今回の（４）の①の問題は，語群に「食細胞」，「異物」，「排除」という三つの語句を示し，これらの単語すべてを使って文章で解答する問題であった。完全正答の解答については語群に示した単語以外の単語も用いて解答し，食作用の特徴である「取り込む」，「吸収する」，「食べるように」といった単語が使えているかが評価の規準となっている。部分正答の解答については語群に示した単語のみを使った解答が多かった。クラスⅠでは，板

書事項をノートに簡潔にまとめたものを基に生徒が理解しているため，このように語群に示した単語を使って簡潔に解答したものと推測する。一方，クラスⅡでは，班になって考えを共有したり，意見をまとめたりする過程において，活発に話し合ったことにより，適切な語を補って表現できたものと推測した。

食細胞の名称を答える（４）の②の問題の正答率はクラスⅠ，クラスⅡともにあまり高くなかった。今回の授業で見た動画が好中球とマクロファージであり，問題の解答も好中球とマクロファージであることから，動画を見たことによって多少は頭に残っていたはずである。しかし，どちらのクラスもあまり正答率が高くない。テストを行ったのは授業実践から２週間後であるため，生物用語の知識が薄れていた可能性があるが理由としてははっきりしない。

類似の先行研究として，例えば安藤（2000）は，実験前の知識面での理解の定着度をプレテストで調査し，一連の実験が終了した後，プレテストと同一問題のポストテストを実施し，実験群と統制群において実験による知識面の影響を調査した。その結果，生徒の主体的な観察，実験による探究活動によっても十分に知識面での定着が認められることを示している。また，臼井・人見（2007）では，探究活動の効果を探るために，知識・理解テストと科学的探究の理解度を問うテストを，探究活動の前後と１か月後に実施した。生徒主導型の授業を受講した生徒においては，自分自身で探究の過程を踏む体験をしたことによって，考えを深める方法をつかんだことが，授業後も科学的探究の能力を高める結果につながったと考察している。生徒主導型の授業を行ったクラスⅡにおいて，（４）の①で具体的な解答ができている点は，上記の先行研究と類似の結果が得られていると考えられるものの，探究的な学習過程を取り入れた授業における知識の定着については整合的ではなかった。今後の課題としたい。

Ⅴ　まとめ

本研究では，高等学校理科生物基礎の免疫の単元において，探究的な学習過程を授業の中に取り入れるクラスと，従来の教師主導の知識伝達型の授業を行ったクラスについて，授業後のアンケート調査やペーパーテストの結果を比較検討した。その結果，教師主導の知識伝達型の授業を行ったクラスの生徒よりも，探究的な学習過程を取り入れた授業を行ったクラスの生徒の方が，学習に対して意欲的に取り組むことができ，学習内容をより理解することができることを示した。本研究における探究的な学習過程としては，観察，実験などのように生徒が実際に体験する活動ではなく資料の活用であったが,効果的なものとなった。探究的な活動を観察，実験などに限定せず，資料の活用など１時間の授業の中でできる探究的な活動を生物の授業に積極的に取り入れていくことが必要であると考える。ただし，生物用語の生徒への定着など，知識の面ではクラス間に大きな差が出なかったので，この点については課題が残った[5)]。

附記：本研究は著者の１人の三次が企画し，著者の１人の上野がＡ高等学校において授業実践を行ったものである。なお，本論文Ⅱ章からⅣ章については，著者の１人の上野の大分大学大学院教育学研究科の修士論文をもとに，著者の１人の三次が再構成したものである。

謝辞：本研究を行うにあたり，Ａ高等学校１年生の生物基礎を履修した生徒のみなさん，および同高等学校の先生方には多くのご協力を頂いた。大分大学大学院教育学研究科修士課程学校教育専攻学校教育コース担当の先生方や大学院生の皆さんには，研究遂行にあたり多くのご示唆やご援助を頂いた。記して謝意を表する。

注

１）今回の改訂においては理科課題研究が廃止され，新設された共通教科の理数科に理数探究基礎と理数探究の２科目が設けられた。
２）平成 21 年告示高等学校学習指導要領でも，理科においては探究的な学習の充実が求められていた。
３）教員用や教員現場用の動画は学校教員しか見られないものが多く，生徒が家庭学習の際に復習として活用できない。授業実践の時点で，高校生にとって検索しやすく，好きなときに動画を見返すことができる YouTube 上に掲載されているタイムラプスビジョン(2013)と e-ミクロ(2019)の２つの動画を用いた。
４）人数は授業当日の出席者数である。欠席者がいたため，クラスの在籍者数とは異なる。
５）平成 30 年度告示高等学校学習指導要領の理科「生物基礎」の内容の取扱いにおいて，「この科目で扱う用語については，用語の意味を単純に数多く理解させることに指導の重点を置くのではなく，主要な概念を理解させるための指導において重要となる 200 語程度から 250 語程度までの重要用語を中心に，その用語に関わる概念を，思考力を発揮しながら理解させるよう指導すること。」と記されている（文部科学省，2018a)。また，同解説理科編では，「この規定については，平成 29 年に日本学術会議から出された報告「高等学校の生物教育における重要用語の選定」も参考にした。」と記されている（文部科学省，2018b)。日本学術会議基礎生物学委員会・統合生物学委員会合同生物科学分科会（2017）によると，マクロファージは最重要語リストに掲載されている。一方，白血球も最重要語リストに掲載されているものの，その一種である好中球については，最重要語リスト，重要語リストの両方とも掲載されていない。改訂版である日本学術会議基礎生物学委員会・統合生物学委員会合同生物科学分科会（2019）では，マクロファージは重要語に位置付けられており，好中球は掲載されていない。ただし，同分科会は，重要語リストに掲載されていないからといって，高等学校における生物教育で教えないことを求めているものではないことを明記している。

参考文献

安藤秀俊（2000）：理科教育における課題解決学習の有効性．科学教育研究，24(1)，49-57.
e-ミクロ（2019）：「好中球の貪食」https://www.youtube.com/watch?v=BD2b8nix5IA（令和４年 5 月 30 日アクセス）
文部科学省（2009a）：高等学校学習指導要領（平成 21 年告示）．東山書房，296p.
文部科学省（2009b）高等学校学習指導要領解説理科編理数編．実教出版，232p.
文部科学省（2018a）高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）．東山書房，602p.
文部科学省（2018b）高等学校学習指導要領解説理科編理数編．実教出版，368p.
日本学術会議基礎生物学委員会・統合生物学委員会合同生物科学分科会（2017）：「報告　高等学校の生物教育における重要用語の選定について」https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-h170928-1.pdf（令和４年 5 月 30 日アクセス）
日本学術会議基礎生物学委員会・統合生物学委員会合同生物科学分科会（2019）：「報告　高等学校の生物教育における重要用語の選定について（改訂)」https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-h190708.pdf（令和４年 5 月 30 日アクセス）
嶋田正和ほか 13 名（2019）：改訂版新編生物基礎．数研出版，184p.
タイムラプスビジョン（2013）：「Bacterial phagocytosis by macrophage -マクロファージによる細菌の貪食-」https://www.youtube.com/watch?v=BDr44vLNnPY（令和４年 5 月 30 日アクセス）
臼井紀子・人見久城（2007）：高等学校理科における探究活動の実践に関する研究．宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要，30，519-528.

Research on Science Teaching Methods that Incorporate an Exploratory Learning Process :

A Study Using the Unit of "Immunity" of High School Basic Biology

MITSUGI, Tokuji and UENO, Mako

Abstract

In this study, we provided guidance that incorporated a part of the exploratory learning process, and considered the kinds of differences that occurred compared to the teacher-led guidance based on the results of questionnaires and paper tests. Many students who received teaching that incorporated an exploratory learning process took the lesson positively. In addition, for the paper test, students who learned through the exploratory method were able to answer the questions concretely. Therefore, it was concluded that teaching that incorporated even a part of the exploratory learning process was effective for developing students' abilities such as thinking, judgment, and expression.

【Key words】 Exploratory learning process, High School, Science, Biology, Immunity