

探究するコミュニティが問題を科学的に解決する授業

—「メダカの誕生」の授業事例—

前田昌志*・後藤太一郎**

A class in which children solve a problem as a community
-An example of a science class on “Embryonic development of medaka fish”-

Masashi Maeda* and Taichiro Goto**

要 旨

小学5年理科「メダカの誕生」の単元で、「メダカの卵はどのように育っていくのだろうか」という課題について、問題解決型学習を行なった。各児童が端末 (iPad) のインカメラの上にモバイル顕微鏡を設置し、メダカ胚を入れた観察プレパラートを拡大して観察した。カバーガラスに触れることで卵の向きを変えながら、胚の背面、腹面、側面から観察したかを明らかにしながら写真や動画で記録した。撮影した写真や動画を、提出用プラットフォーム (ロイロノート) で共有することで、写真を比べながらメダカの胚発生段階を作成し、発達についてより妥当な考えを導出することができた。各児童の詳細な観察記録とその共有こそ探究的な学習が成立する基本と言える。

キーワード：探究学習、一人一台端末、メダカの誕生、モバイル顕微鏡、ロイロノート、

1. はじめに

平成29年度に改訂された小学校学習指導要領の中で「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善 (アクティブ・ラーニングの視点に立った授業改善) を推進することが求められている¹⁾。理科では、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察・実験を行い、他者との対話を通して問題を科学的に解決しようとする学習活動の充実を図ることが期待されている。

令和3年度からスタートしたGIGAスクール構想による一人一台端末や校内のネットワーク環境の整備は、探究や協働的な学びを進めるための授業デザインを大きく変えることになっている²⁾⁴⁾。理科においても、一人一台端末を効果的に活用することで、授業でも自宅でも児童が探究し続ける授業展開が可能になった。

一人一人が主体的に観察、実験を行ない、問題解決を進めるには、題材はもちろん、観察・実験ツールは極めて重要である。教科書に掲載されている方法ではうまくいかないことも多く、特に「生命」を柱とする領域では、生物の状態や取り扱いにより観察できないばかり

か、生物を無駄に扱うことになりかねない。

また、生物や生命現象を、多様性や共通性に着目してみることによって見いだされる面白さや、見いだされた問題を科学的なアプローチで解決していく楽しさは、「学びに向かう力を育むこと」につながる。

今回、一人一人が観察、発見、疑問、共有を繰り返しながら理解を深め、問題解決を進める授業として、小学5年「メダカの誕生」の単元で授業計画を立てて実践した。小学校における動物の誕生の学習の中で、メダカの胚発生の観察を行っているのは世界的に日本だけである。一人一人が観察し記録するためにiPadとモバイル顕微鏡を用い、結果をロイロノートで共有し、探究を深める授業デザインの事例として報告する。

2. 授業デザイン

児童が主体的に学習に取り組む態度や、未知の事象に対する好奇心などを発揮するために、学びに向かう力を育む授業をめざしている。本単元では、学びに向かう力を発揮する姿として、次のような姿を想定してい

*三重大大学教育学部附属小学校

**三重大大学教育学部

る。「メダカの卵を拡大して観察し、時系列で発生の様子を比較することを通して、子どもが自ら気づきや問いを見いだす姿」「『ヒトの誕生』や『植物の発芽と成長』との共通点と差異点に着目して観察結果を検討することを通して、発生についてより妥当な考えをつくりだす姿」「振り返りを整理・蓄積し、気づきや問いを共有したり分類したりすることを通して、次時への見通しをもつ姿」といった姿である。これらの姿が現れる授業を実現するために、次の三つの視点からの手立てを講じた。

● **本物の事物との出会いを基に問いを見いださせ、解決の見通しをもって問題解決を行わせる**

一人一個のメダカの胚を一人一台端末で拡大して観察を行った。多様性と共通性に着目させるためには、「よく見る」ことと「見る向きを指定する」ことが必要である。そのため、端末に拡大レンズを付け、卵の向きを自由に動かせるプレパラートを使用した。これにより、メダカの前後や背腹の向きをそろえて観察でき、胚の拍動や血流まで詳細に観察することができる。子どもには、胚を背側から見たのか横側から見たのかを明確にさせた。そして、時系列における前後で卵を比較させ、共通点と差異点に着目させた。これらの観察により、子どもが多様な発見を行うとともに、自ら問いを見いだすことができると考えた。

● **問題解決の過程で合意形成をさせ、科学的な検討を通してより妥当な考えをつくりださせる**

結果から分かることについて一人で考察させた後に、より妥当な考えをつくりださせるために全体で対話をさせる。ここでのより妥当な考えとは、「メダカは卵の中でようすがだんだん変化していく」ということを、事実に基づいて詳細に考察をめぐらせることとした。

全体対話では、「観察結果から、本当にそういえるのか」を意識させる。そして、全体での最適解を出させるために、結果に常に立ち返らせながら、合意形成するようにした。そうすることで、「誤概念」につながる考察に対して批判的思考をめぐらせ、その妥当性を検討することができると思った。

● **振り返りをクラウドに整理・蓄積させ、共有させることで次時の見通しをもたせる**

問題解決の過程では、子どもが結論を導出していくとともに、分からなかったことも明確になる。これらを振り返りで明らかにさせ、全体で共有する。

振り返りの共有は、Google Jamboardで行った。これはオンラインで利用できるデジタルホワイトボードである。データはクラウド上に保存される。今回、端末を持ち帰って家庭学習で振り返りを書き込み、解決の見通しが立つものを分類して視覚化させていく。そうすることで、「新たな問題」の中から「確かめられそう

な疑問」を意識して振り返ることができると思った。

3. 指導案の作成

(1) 全体計画

① 単元 メダカのたんじょう

② 目標

- ・ 雌雄の体の違いや受精卵のようすを観察し、発生の条件や過程をとらえられるようにする。また、時間の経過と関係づけて、発生や成長を調べる活動を通して、それらについての理解をはかり、観察、実験などに関する技能を身に付けることができる。
- ・ 動物の発生や成長について追究する中で、動物の発生や成長の様子と経過についての予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現することができる。
- ・ メダカを育てたり卵の観察をしたりすることを通して、生命を尊重しようとするとともに、主体的に問題解決しようとする。

③ 学習計画（全8時間）

- ・ メダカのたんじょう・・・・・・・・・・2時間
- ・ メダカのたまご・・・・・・・・・・5時間
- ・ メダカの稚魚・・・・・・・・・・1時間

第1・2時では、「メダカの雌雄にはどのような違いがあるのだろうか。」と問題提示した。子どもたちは、専用の薄型水槽にメダカを入れ、カメラで拡大して撮影した後に観察を行った。その後、雌雄以外のからだの特徴を掴ませるため、ロイロノート・スクールで「メダカ図鑑」を作って、全員で共有した（図1）。子どもたちは、心臓やえらの位置や背骨がまっすぐからだの中心を通っていること等に気付くことができた。このことは、卵の観察にもつながる重要な発見である。



図1. ロイロノートで作成したメダカ図鑑.

第3時では、「卵は、どのようにメダカになるのだろうか。」と問題提示した。子どもたちは、「ヒトのたんじょう」「植物の発芽と成長」の学習を根拠に予想を行った。そして、「どの段階で心臓ができるのか」「目はいつできるのか」「卵の中でも血は流れているのか」「背骨はいつできるのか」といった観察の視点をもつことができた。

その後、「予想を確かめるためには、どのような観察記録をとれば良いだろうか。」と問い、観察記録の取り方を考えさせた。写真や動画を活用して拡大することと、大きさを一定にしたりスケールを記録したりしておくということを考えることができた。

第4・5時では、1回目の観察を行った。観察した卵は、受精後0日～3日のものとした。卵を観察する際に、メダカの観察と同様「背側」から見るか「横側」から見るかというポイントを押さえた⁵⁾。卵は、2回目の観察と比較させるために、拡大写真や動画をロイロノートで提出させた。そして、観察を通して気付いたことは、ノートにマインドマップとして書き残すことができた。その後、卵は保温庫に入れて24℃に設定し、3日間保管した。卵が乾かないように、水をこまめに滴下した。

第6時では、2回目の観察を行った。考察での全体共有で使用することを想定し、ロイロノートで「背側」「横側」からの拡大写真を1枚ずつ提出させた。動画はネットワークの過負荷を回避するため、15秒以内のものであれば可能とした。その後、子どもたちは自分の卵や共有された卵をもとに、観察結果をノートに記した。

第7時では、第6時に引き続き観察結果から考察を行い、全体で交流し、メダカの卵の成長についてより妥当な考えを導いた。

第8時では、生まれたばかりの稚魚の観察を行った。お腹の中にある養分の入った袋に気付かせ、「発芽の条件」や「ヒトのたんじょう」の学習と関連付けさせた。

(2) メダカ胚の観察の授業準備

① メダカ胚の準備

教科書では品種改良されたヒメダカを扱っている。本単元では、より透明度の高い「透明鱗メダカ」を用いた。通常、メダカは黒色素胞、黄色素胞、白色素胞、虹色素胞の4種の色素胞をもつが、透明鱗メダカは、黒色素胞や虹色素胞がほとんど欠損しているために鱗が透明である。胚発生過程でメラニン色素が現れないために透明度が高く、体内構造を観察しやすい。

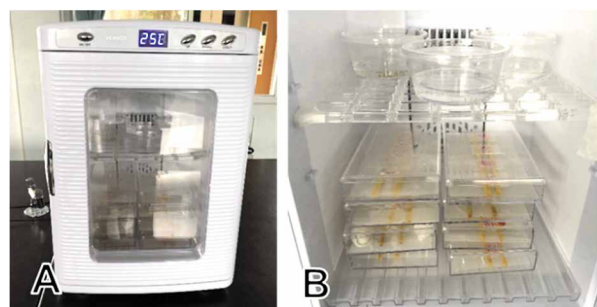


図2. A 簡易恒温器. B 恒温器内に置いたメダカ胚を入れたカップとプレパラート保湿箱.

受精卵を選別してプラスチックカップに入れ25℃に設定した簡易恒温器(図2)に保管した。この時、カップ内の水量は深さ2cm程度とした。

② 観察用プレパラートの作成

スライドガラスの上にシール(ワッポン)を半分にカットして貼りつけ、その間にメダカ胚を入れる観察方法が報告されている⁶⁾。本実践では、ワッポンの中央に5mmの穴をポンチであけることで、胚を中央に置きやすくした(図3A)⁷⁾。ここに少量の水とともに胚を入れてカバーグラスをかけた。カバーグラスにはプラスチックシート(PP製、厚さ0.2mm)カットして用いることで児童が安全に扱えるようにした。ワッポンの厚さが約1mmで、メダカ胚も約1mmであることから、メダカ胚はカバーグラスで軽く押さえつけられることになり、カバーグラスをわずかに動かすことで胚が回転して胚の向きを調節できる。

プレパラート内の胚を児童が経時的に観察できるように、プレパラートは保湿箱に入れて恒温器に保管した。保湿箱は、プラスチックケースに湿らせたキッチンペーパーを敷き、割りばしを2本並べて、その上にプレパラートを置いた(図3B)。観察前に保湿箱から取り出した直後はスライドガラスの下面が濡れているため、キッチンペーパーで拭いてから観察するように指導した。



図3. A プレパラートの作り方. B グループごとのプレパラート保湿箱.

③ モバイル顕微鏡の準備

観察には、タブレット端末(iPad)のインカメラに後藤らが開発したモバイル顕微鏡である「ミエル1mm」を用いた⁸⁾。これは光学倍率が約30倍であり、解剖顕微鏡と同レベルである。さらに拡大するにはデジタルズームが必要になるが、iPadにある通常のカメラアプリではインカメラのズームができないため、「シンプルカメラ高画質」という無料アプリをインストールした。これにより、メダカ胚を細部まで観察できた。

また、観察する際には100円ショップで入手したLEDライトスタンドで照明し、胚をきれいに観察できるように工夫するように指導した。

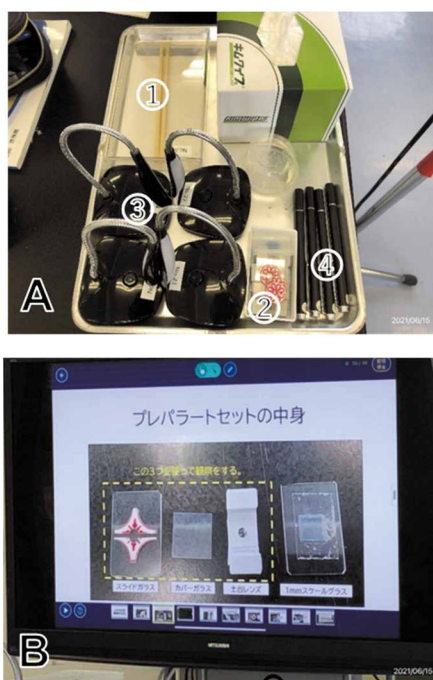


図4. A 各グループで用いる器具のセット。①保湿箱、②観察用プレパレート、③LED ライトスタンド、④タッチペン。B プレパレート作成と観察に必要な器具の説明。

また、動画の「スロー再生」機能を紹介しておくことで、血流の血流の方向や心拍数についても調べられるように指導した。

4. メダカ胚の観察に関する授業実践

メダカ胚の観察は、1回目を令和3年6月15日(火)3・4限、2回目を令和3年6月18日(金)5・6限に行なった。1回目の観察と2回目の観察では、一人一人が同じ胚を観察した。評価基準は表1のように指導要領に準じて作成した。授業実践の概要は以下の通りであり、指導案は表2に示す。

① 目標

メダカの発生とその変化にかかわる時間を関係付け

表1. メダカの誕生の学習における評価の観点。

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
<ul style="list-style-type: none"> タブレット端末を目的に応じて用意し、安全に正しく使って、メダカの受精卵の様子を観察し、結果を適切に記録している。 メダカには雌雄があり、受精卵は日がたつにつれて中の様子に変化して子メダカが誕生することを理解している。 	<ul style="list-style-type: none"> メダカの発生や成長について予想や仮説を發想し、観察を計画し、表現している。 メダカの発生や成長と、その変化にかかわる時間を関係づけて考察し、表現している。 	<ul style="list-style-type: none"> メダカの卵の成長や雌雄の特徴について、進んでかかわり、粘り強く、他者とかかわりながら、自ら調べようとしている。 メダカの誕生について学んだことを学習や生活に生かそうとしている。

て考察し、「ヒトのたんじょう」や「植物の発芽と成長」との共通点と差異点に着目しながら考えを表現することができる。また、受精卵は日が経つにつれて中のようすが変化していくことを理解することができる。

② メダカ胚の観察（1回目）

1回目に観察した胚は、受精後0日～3日のものとし、あえて発生段階をそろえなかった。胚を観察する際に、胚を動かしながら、胚の向きが背面、腹面、側面のいずれである確認するように指導した。2回目の観察と比較させるために、拡大写真や動画を提出箱に提出させた。

③ メダカ胚の観察（2回目）

1回目の観察から3日ほどの間隔を空けて、2回目の観察を行った。考察では全体共有で使用することを想定し、ロイロノートで「背面」「横面」からの拡大写真を1枚ずつ提出させた。動画は15秒以内のものであれば可能とした。その後、児童は各自の観察結果と共有された記録をもとに観察結果をノートに記した。事前に発生過程の写真をプリントしたものを用意し、板書では児童が予想した発生過程を整理できるようにした(図5)。

④ 考察

「卵はどのように育っていくのだろうか」という課題について、結果から分かることを考察した。ロイロノートの「生徒発表機能」を使いながら、該当箇所をポインタで指しながら議論した。特に、動画を活用して「血液の流れ」「心臓と拍動」に注目させ、心臓の位置や血管の広がりから、養分を取り入れながら成長していることに気づかせようとした。

⑤ 振り返り

端末を自宅に持ち帰り、提出箱で共有された卵を見ながら授業の振り返りを行った。児童はロイロノートに蓄積された結果を基に学びを振り返り(図6)、「分かったこと」「観察で確かめられそうなこと」「疑問」を分類しながら整理させ、次の授業につなげた。

表2. 「メダカの誕生」の単元における授業「メダカの発生」の指導案.

学習活動及び子どもの反応	指導上の留意点
<p>1. 観察結果を整理する</p> <p>◎「メダカの卵は、どのように育っていくのだろうか。」</p> <p>○「結果をロイロノートで整理しましょう。」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「1回目の観察では、透明な卵の内部に、膨らんだ部分が出ていました。」 ・「最初は油のつぶがたくさんありましたが、最終的に1つになりました。」 ・「少しずつ、体の形が分かるようになってきました。」 ・「2回目の観察では、メダカのかげがうっすらできてきました。」 ・「目が黒く目立ってきていました。」 ・「よりメダカらしい体になり、血液が流れているのが見えました。」 ・「血液は、メダカの体以外のところにも流れていました。」 ・「血流の向きが、心臓から、卵全体に流れて、また心臓に戻ってきていました。」 ・「心拍数は、2回目のほうが速かったです。」 ・「2回目は、ほぼメダカの形になっています。」 ・「ときどきメダカの体が動くようになりました。」 <p>2. 観察結果からどのようなことが分かるのか、考察する。</p> <p>○「これまでの結果から、メダカの卵がどのように育っているのかを考察しよう。」</p> <p>3. 考察を全体で共有し、検討を行う。</p> <p>○「どのような考察になりましたか。」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「少しずつ目や血液ができていきました。」 ・「成長につれ、心拍数がだんだん速くなっていきました。」 ・「卵の中のようすがだんだん変化して、メダカの形に近づいていくことが分かりました。」 ・「何もないところから、メダカの形が少しずつできあがってきました。」 ・「油滴からメダカができてくるのだろうか。」 ・「横側から見たときに、油滴と体の位置は関係ないので、それは違うと思います。」 ・「メダカは、3日間で姿が大きく変化しました。ヒトは受精から誕生まで280日かかったので、なぜだろうと思いました。」 ・「ヒトは複雑だからかもしれません。」 ・「私は、ヒトはメダカと違い、ある程度お母さんのお腹の中で大きくなってから生まれるからだと思います。」 ・「血液が体の部分以外にも流れているのはなぜだろうと思いました。」 ・「メダカは何も食べずに育ったから、卵の中に含まれる養分を使って育っていったのかもしれない。」 ・「そういえば、インゲンマメの種子も、もともと種子の中にある養分を使って、最初は成長していたのを思い出しました。」 ・「ヒトの赤ちゃんも、自分では栄養を取ることができないけど、ヘソの緒を通してお母さんから栄養をもらっていました。」 ・「メダカの卵の成長は、ヒトや植物と似ているところと違うところがあります」 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 卵は前時に引き続き、一人一個、自分のタブレット端末で拡大して観察させておく。 ・ 卵はカバーガラスを指で動かして、背側・横側1枚ずつ撮影させておく。 ・ 「背側」からの発生段階が明確に撮影できている結果を5枚ほど子どものロイロノートに送信する。それを子どもたちの画面上でつなげて、時系列に並べさせる。そうすることで、自分の結果だけでなく、複数の観察結果をまとめて整理することができる。 ・ ロイロノートで並び替えて整理した結果は、班で検討させる。 ・ 観察結果はその場で写真を印刷し、黒板に時系列に並べ共有し、発生の段階ごとに視覚化しておく。 ・ 「横側」からの結果は、「背側」からの発生段階をもとに、指導者が時系列に提示する。 ・ 子どもたちの観察結果を共有する際は、写真や時間軸と関連させながら指導者が板書していく。 ・ 結果を共有させるときは、言葉だけでなく、ロイロノートの「画面配信」「生徒発表」「比較」機能を活用し、子どもたちに写真や動画を操作させながら説明させる。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 結果を基に、ノートに考察を書かせる。 ・ 考察は、結果と向き合いじっくり思考する時間なので、十分に時間を確保する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 時間の経過とともにどのように成長していったか、共通点と差異点に着目しながら検討させ、より妥当な考えをつくらせさせる。 ・ 共通点と差異点のポイントとして「前回の卵の観察と比べて」「メダカの成魚と比べて」「ヒトのたんじょうや植物の発芽と比べて」といった視点が考えられる。 ・ ノートに書いた自分の意見だけの発表にならないよう、一人一人の考えに対して自分の考えをもたせる。 ・ 観察・実験結果を根拠に議論をさせる。 ・ 子どもに考察の対話を進めさせ、指導者は子どもの意見を関連づけさせて板書する。 ・ 全体対話では、ロイロノート・スクールの共有機能を活用して、言葉だけのやりとりにならないようにする。 ・ 指導者が、子どもの説明が難解だと判断した場合は、「どういうことですか。」と全体に問い返していく。 ・ 誤概念につながるような考察が見られた場合は、「それは本当に結果からいえることですか」「他の観察結果からも同じことがいえますか」と、事実に戻らせるよう問いかけていく。

4. 振り返りをする。
- 「振り返りを書きましょう。」
 - ・「子メダカはどのように生まれるのだろう。」
 - ・「ほかの魚も同じような発生の仕方をするのだろうか。」
 - ・「ヒトの赤ちゃんの心拍数は、メダカと同じでだんだん速くなっていくのだろうか。」
- ・ 分かったこと、疑問、調べてみたいことを家庭学習で Google Jamboard に書かせる。
 - ・ 表出した振り返りの中から、子どもが「確かめられそうな疑問」と捉えるものは、大きな付箋にさせ、次時につなげる。

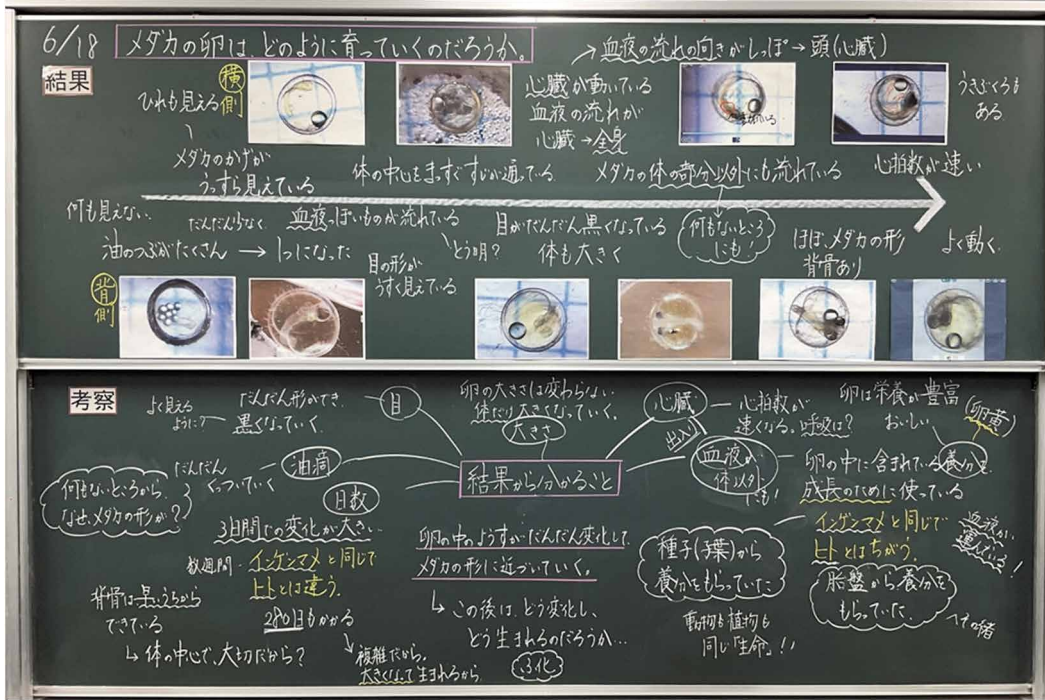


図 5. 板書計画.

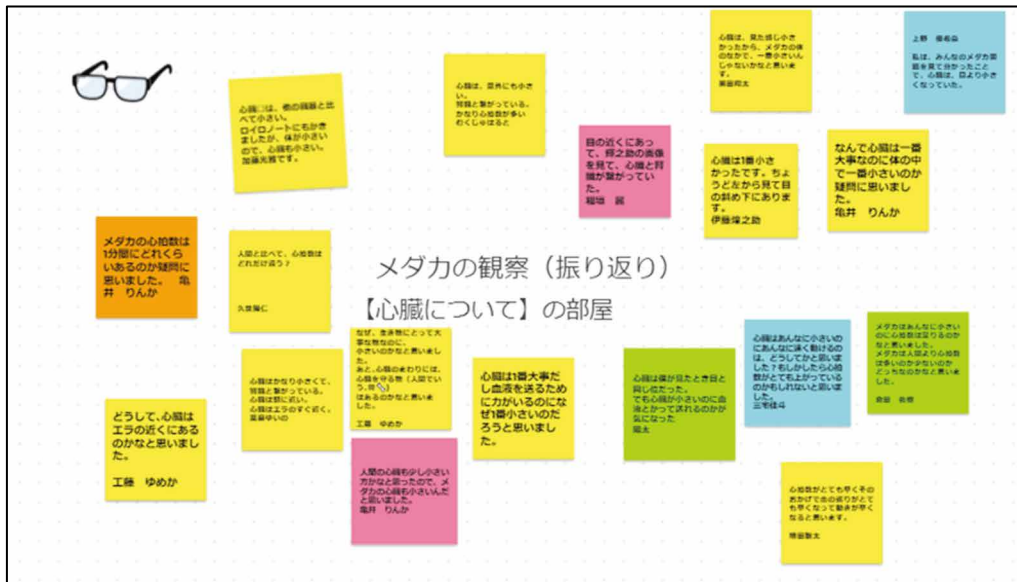


図 6. 児童の振り返り. Google Jamboard の提出箱の提出物.

5. 児童の取り組み

児童全員がメダカ胚の観察をすぐにでき、メダカ胚の特徴や、発生段階を考えながら観察していた。常に胚

の向きを変えながら観察することで、特徴がわかりやすい写真や動画を撮影していた (図 7A)。そして、写真記録を見返しながらノートに記録をし (図 7B)、再度、観察を続けるという作業を繰り返していた。

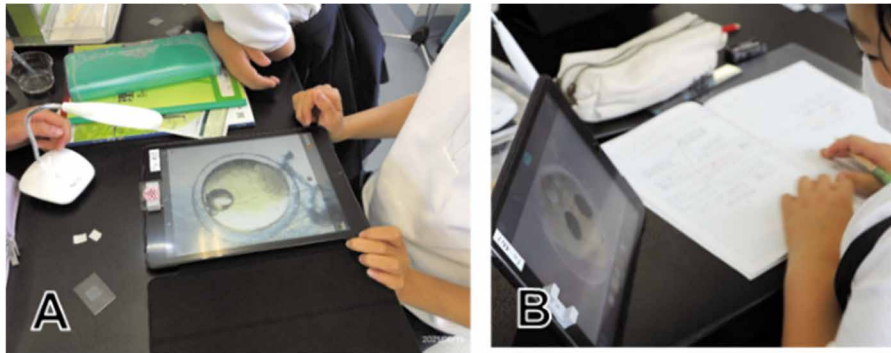


図 7. 児童の観察 (A) と写真や動画を見返しながら記録している様子 (B) .

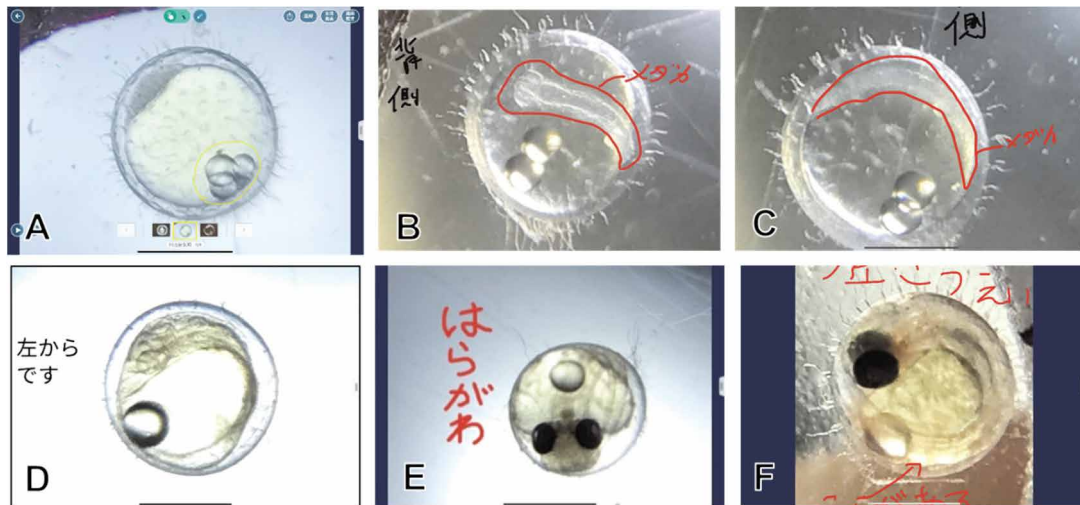


図 8. 児童が提出した写真の中からいくつかを発生段階順に並べた写真.

図 8 は児童がロイノートに提出した写真の一部を発生段階順に並べたものであるが、胚の特徴がわかるように記録しており、胚の向きを書き入れたり (図 8B, D, E, F)、胚体をペンで囲んだりするなど (図 8B, C)、写真記録に情報が書き加えられていた。

また、授業の中では、考察を議論する際に以下のようなやりとりが行われた (表 3)。

表 3. 本時の授業記録.

発言者	発言内容
C1	養分がみたいなのを吸収したりするって言っていたと思うんですけど、養分が通っているあの管は、人間でいうへその緒みたいな役割をしていると思いました。
T1	養分が通っているあの管ってどれかな。それが分かる映像ってある？
C2	なんか私のやつで、動画で。
C3	レイさんの綺麗に見えていたよね。
C4	これで、管みたいなのがあって、へその緒みたいなのがあって、なんか流れていて、なんか管みたいな役割をしているんじゃないかなって。

T2	管みたいなのを通っている場所。ここに注目したかどうか。
C5	背中の方を通っている。
C6	えっと、僕は体しっぽらへんで別れているような気がしたんですけど、それで喉の方に流れている。
C7	これって、食べているの？

C1 が血流についてヒトと関連づけて考察を進めようとしていた。C6 は喉の方に流れていることに着目し、周りに疑問を投げかけていた。この 45 分間では結論は導出されなかったが、子ども一人一人が事実を何度も確認し、納得のいかない意見に対しては子どもどうしで話し合い、解決策を出し合って意思決定をしていた。また、C2 や C4 のように常に観察結果を示しながら、事実を確かめる姿があった。

観察記録からは、以下のような本質的な気づきがあった。「メダカにとって 3 日間は長いのかな」という気づきからは、生物における成長速度と寿命を「ヒトの成長」と比較して捉えようとしていることが分かる。「体に何かが流れていて、それがのど的な部分につな

がっている」という気づきからは、心臓が頭部の腹側にあり、血液が胚全体を巡っていることを捉えている。「どくどくしているが、それは何だろう。心臓かな」という気づきからは、心臓の拍動の意味について捉えている。iPadで動画を提示しながら「孵化前なのに、ひれの動きに気づいた」という児童の姿からは、ロイロノートで蓄積してあった観察記録を見返して、新たな発見をしている様子が見てとれた。

本時が終わった後、児童は端末を自宅に持ち帰り、早速 Google Jamboard に振り返りを書き込む姿が見られた(図6)。端末には、ロイロノートに保存されているこれまでの観察記録もあり、全員の観察結果も共有されている。ここでは、疑問点を「観察で確かめられそうなこと」「観察では確かめられそうにないこと」で分類した。観察で確かめられそうなことは、次時の学びにつなげ、確かめられそうにないことは家庭学習で調べてきた。家庭学習として振り返りをするることによって、学校での学びと家庭での学びのシームレス化を図ることができた。クラウドに保存された記録をもとに、それぞれが自分のペースで振り返ることができ、個別最適な学びが展開されていた。

これまで、児童が十分に時間を観察することができなかったメダカの胚の発生について、一人一台端末を活用することで、より明瞭に詳細まで観察することができた。メダカの胚の拍動や血流を見ることができたことによって、「ヒトのたんじょう」「植物の発芽」と関連づけて、共通点と差異点に着目しながら思考する姿が見られた。また、授業時間だけでなく、単元が終わった後も継続して観察する姿が見られた。児童は Google Classroom でその都度メダカの卵の様子を共有し、疑問があったら自分たちで探究する姿が見られるようになった。

6. 考察

探究的な学習を進めることが課題となっているが、理科では観察・実験を通じた探究的な活動は必須である。教科横断的な総合学習としての探究活動とは別に、理科の学習単元に基づいて、学習者が主体的に取り組み、気づいたことを共有し、理解を深めるための授業デザインの蓄積は必要である。

村上(2010)は、探究プロセスが、授業として成立し、教育実践として受け入れられる要素として、①自然科学の専門的探究、②環境(人間とつながる身近な自然・生活にある現象やもの)を対象とした探究、③自由研究的探究、④単元に基づく探究をあげている⁹⁾。

大前(2013)は、探究学習モデルが少なく、どのように授業を工夫すればよいのか、適した教材はどんな

ものなのかの解明が不十分であるため、教師は探究学習をどの単元でどのように取り入れればよいのか分からないと述べている¹⁰⁾。そして、理科における探究学習を小学校段階で取り入れるために、何が困難になっており、どういった条件を満たすことが必要なのかを検討し、①探究しやすい単元とそうでない単元があること、②子どもが自分から探究したいと思えるように、授業を工夫する必要があることを指摘している。このような、単元に基づく探究学習の事例の蓄積が、探究学習の実施を根端に感じる教師にとって有用となる。

探究学習を基本とした国際バカロレア(IB)教育の初等教育プログラム(PYP)では¹¹⁾、理科の探究を計画する正しい方法は1つだけではなく、教師は、児童が探究するためのさまざまな機会や場面を児童に提供し、効果的な探究ができるように児童を導くことが重要であると書かれている。そして、そのためには、さまざまな外部リソースや環境が含まれていることが必要であり、教師のもつ個人的な理科の知識がリソースの選択、学習体験の設計、および効果的な指導の方法に影響する。

探究的な学習の取り組みとして、本研究では「メダカの誕生」を取り上げた。この単元は、学級で継続してメダカを育てる中で、卵の様子に着目して、時間の経過と関係付けて、メダカの発生や成長を調べる活動を通して、それらについての理解を図り、観察、実験などに関する技能を身に付けるとともに、主に予想や仮説を基に、解決の方法を発想する力や生命を尊重する態度、主体的に問題解決しようとする態度を育成することがねらいである。

しかし、「メダカの誕生」の授業の多くにおいて、卵の中でからだができる様子を十分に観察させることができていないのが現状である。従来は解剖顕微鏡を4人一組で交代しながら卵を観察し、発生段階ごとにスケッチし、それを実物投影機で拡大して共有していた。これまでに行ってきたこの単元の授業では、「よく見えません」という声もよく聞いた。

原因としては、観察に用いる卵を準備する技術と時間的余裕がないこともあるが、そもそも教科書に記載されている観察方法ではメダカの卵の中で体ができる様子を十分に観察させることができない。シャーレに入れた卵を20倍程度の解剖顕微鏡で観察した場合、メダカの卵の中でからだができる様子を十分に観察させることができない。これでは、子どもたちにいかに能力があってもメダカのからだのでき方を観察体験できず、生き物に対する興味や意欲も沸かない。それ以上に、「探究学習」には程遠い観察内容となる。効果的、かつ感動的な授業を展開するには、メダカ卵観察方法

の改善と、拡大観察法の改善は必須である。

メダカの誕生は初等理科における生命教育の中で特色ある優れたものであり、それは日本のメダカ研究者によるものである⁵⁾。メダカの発生段階の観察では胚の向きが重要で、体軸（前後、背腹、左右）を理解しながら観察することは基本である⁶⁾。メダカ胚をカバーグラスで軽く抑えるようにする観察方法はメダカ研究者により報告されている⁵⁾、小学校教科書にはそれが反映されていない。

拡大観察については、実体顕微鏡が望ましいが、安価な解剖顕微鏡程度しか小学校には整備されていない。この状況を変えるのが、令和3年度から一人一台整備されたタブレット端末に取り付けるモバイル顕微鏡の活用である。すでにいくつかメダカ胚の観察でも実践報告があり、成果をあげている。本研究でも後藤ら（2021）が開発したモバイル顕微鏡「ミエル1mm」を用いることで、実体顕微鏡に近い観察が可能となった^{7), 8)}。一人一台整備されたタブレット端末で活用できることから、児童一人一人が観察できる。これまで4人1組で使用していた顕微鏡観察の交替がないことから、観察の時間は単純計算でもこれまでの4倍となる。しかも、端末で写真撮影や動画記録ができ、胚の向きを変えながら観察記録が容易であるために多くの情報を収集することができる。

もうひとつ重要なICTツールとして、画像データの共有がある。本研究ではロイロノートの提出箱を利用したが、様々な発生段階の卵を即時に共有できるため、継続観察する必要がなく、数回の観察で発生過程を理解することができた。動画でメダカの血流や拍動の様子まで共有することができ、リアルタイムで写真や動画を指しながら、児童が他者を意識して説明を行うことができる。

端末の画面にメダカの胚が大きく写し出され、生き生きとした心臓の拍動と全身をめぐる血管を見ることで、そこから伝わる生命力の力強さと美しさを感じることができる。児童は写真や動画で記録し、そこに気づきを書き込み、メダカの胚を自在に観察できる。この単元の授業の中で児童に体験させたいことが可能となった。生命誕生の神秘は、まさに生命領域の面白さである。子どもがそれに迫るには、本物に触れ「よく見る」ことが不可欠である。この面白さこそ探究学習に必要な要素である。本物の、オープンエンド型の問いを組み立てて探究しながら、児童は正確な情報の収集と提供ができ、他者への根拠のある説明が可能となる。

この過程で児童に期待するポイントは、観察で確かめられそうなことと観察で確かめられそうなことを児童自身が分類することで、前者はそのまま次時に繋がり、後者は自分で調べて解決することである。学習の

成果は、児童の行動を起こす意欲と能力となって現れる。こうしたプロセスを経て、児童は生涯学び続ける優れた学習者としての習慣と姿勢を身につける。本研究で行った実践は、そのような授業デザインの一つとなるだろう。

付記

本論文における実践については、「ロイロノート・スクール」における実践報告「小5 理科 メダカのたんじょう 密接を避けて My 卵を観察 ～動画で拍動と血流を共有～ 【実践事例】三重大学教育学部附属小学校 前田昌志」、および「ロイロノート・スクールサポートページ」における「小5 理科 メダカの卵を観察しよう メダカのたんじょう【授業案】三重大学教育学部附属小学校 前田昌志」で紹介している。

参考文献

- 1) 文部科学省 (2017) 小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説理科編
- 2) GIGA スクール構想の実現 (https://www.mext.go.jp/a_menu/other/index_00001.htm) (参照 2021-10-1)
- 3) 北澤武, 鈴木庸佑, 福本徹 (2019) 一人一台タブレット端末による対話を重視した授業デザインの効果 ―アクティブ・ラーニングと小中学生の公的自己意識に着目して―. AI 時代の教育論文誌, 1, pp. 13-18.
- 4) GIGA スクール構想のもとでの理科の指導について https://www.mext.go.jp/content/20210607-mxt_kyoiku01-000015482_r.pdf (参照 2021-10-1)
- 5) 岩松鷹司 (2014) 理科の教材としてのメダカの適切な活用 : 五年生の理科「メダカのたんじょう」. 愛知教育大学教育創造開発機構紀要, 4, pp. 37-46.
- 6) 古屋康則, 加藤理恵 (2012) 掲示物接着用シールを用いたメダカ卵の観察法 理科教育学研究, 53 pp. 163-168.
- 7) 後藤太郎 (2021) 一人一台時代のタブレット顕微鏡. 大日本図書 8pp.
- 8) 後藤太郎, 式井俊, 前田昌志 (2022) 実体顕微鏡レベルの観察に適したモバイル顕微鏡の開発とその有用性. 三重大学教育学部研究紀要, 73, pp. 9-14.
- 9) 村上忠幸 (2010) 理科の探究学習の新展開 ―messing about とコミュニケーション. 教育実践研究紀要, 10, pp. 91-100
- 10) 大前暁政 (2013) 小学校理科における探究学習の成立に必要な諸条件の検討. 心理社会的支援研究, 4, pp. 67-80.
- 11) 国際バカロレア教育機構 (2018) PYP のつくり方: 初等教育のための国際教育カリキュラムの枠組み <https://www.ibo.org/contentassets/93f68f8b322141c9b113fb3e3fe11659/pyp-making-the-pyp-happen-jp.pdf> (参照 2021-10-1)