

ICTを使った理科の授業（その3）

—小学校第5学年「動物の誕生」において—

森戸 幹^{*1}・船木 隆司^{*2}・小松 裕典^{*3}・松田 祥奈^{*3}・佐伯 英人^{*4}

A Science Class Using ICT (Part3):

A Case study of "Birth of animals" in the 5th grade of elementary school

MORITO Miki^{*1}, FUNAKI Takashi^{*2}, KOMATSU Yusuke^{*3}, MATSUDA Sachina^{*3}, SAIKI Hideto^{*4}

(Received August 2, 2018)

キーワード：複式顕微鏡、タブレットPC、メダカの卵

はじめに

茂原（2016）の「生物学教育におけるICTを活用した顕微鏡観察」で、アダプターを使ってスマートフォン、タブレットPCを複式顕微鏡に取り付けて観察させる方法が提案された。本稿では、茂原（2016）が提案した「アダプターを使ってタブレットPCを取り付けた顕微鏡」を以下、タブレット顕微鏡と称する。このタブレット顕微鏡は「肢体不自由のある生徒が容易に顕微鏡観察を行い、その学習効果を高めるための方策」として考案されたものである。茂原（2016）では、特別支援学校中学部の理科「生物の成長と増え方」の授業で、生徒にタブレット顕微鏡を使わせて、ウニの受精卵の体細胞分裂、ツバキの花粉管の伸長のようすなどを観察させている。

森戸・藤井・郡司・佐伯（2017）では、小学校の理科の第5学年「植物の発芽、成長、結実」の花粉の観察の授業において、タブレット顕微鏡を使った観察、また、電子黒板を使った話し合いを導入し、児童の意識をもとに授業の有効性を明らかにした。複式顕微鏡の鏡筒にアダプターを取り付けたようすを図1、アダプター上にタブレットPCを置いたようすを図2に示す（森戸ほか、2017）。

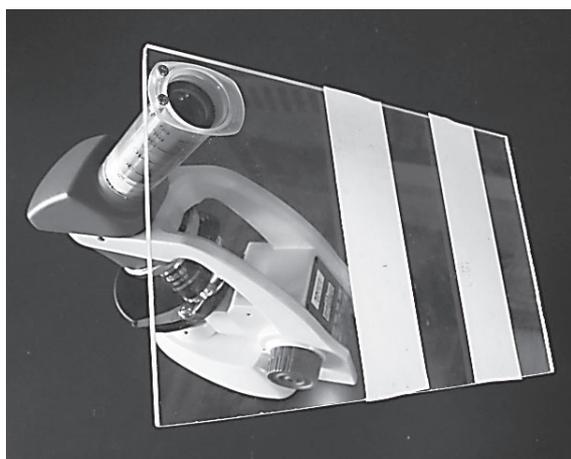


図1 複式顕微鏡の鏡筒にアダプターを取り付けたようす（森戸ほか、2017）

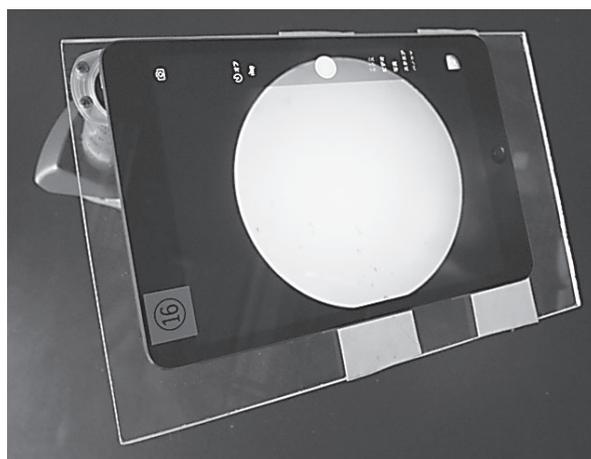


図2 アダプター上にタブレットPCを置いたようす（森戸ほか、2017）

* 1 山口大学教育学部附属山口小学校 * 2 山口県教育庁学校安全・体育課 * 3 山口大学教育学部附属山口中学校

* 4 山口大学教育学部小学校総合

1. 研究の目的

第5学年の「動物の誕生」では「ア 魚には雌雄があり、生まれた卵は日がたつにつれて中の様子に変化してかえること。」を学習する（文部科学省，2008a）。

2015年度版の学校図書の教科書のp. 42～p. 45に「観察」が示されており、「メダカのみが育つ様子を観察する」と記されている（霜田・森本ほか，2018）。教科書に示されている顕微鏡は、解剖顕微鏡と双眼実体顕微鏡である。

本研究で使用した顕微鏡は、タブレット顕微鏡である。授業は1時間（45分）で実施し、児童に受精1日後～9日後の卵を観察させた。本研究の目的は、児童にタブレット顕微鏡を使わせてメダカの卵を観察させ、どの程度、観察することができたのか、また、観察を通して児童がどのようなことに気付いたのかを明らかにし、その有効性について議論することである。

2. 教材の準備と授業実践

2-1 教材の準備

飼育したメダカは60個体（雄：30個体，雌：30個体）である。メダカを、2つの水槽（縦300mm×横600mm×高さ400mm）に各30個体（雄：15個体，雌：15個体）を入れて飼育した。水温は、サーモスタットを使って約25℃になるように設定した。7：00頃、目視で卵を抱えている雌のメダカを確認し、網を使ってすくい取り、メダカの体に直接手で触れないように網の上から卵をつまみとり、採卵した。なお、この採卵の方法は学校図書（2015）の教師用指導書（p. 72）に示されている方法である。この方法を用いて1日あたり約30個のメダカの卵を採取した。採取したメダカの卵の上下に再生コピー用紙を置き、卵の上に置いた再生コピー用紙を指で動かし、卵の纏絡糸を取り除いた。

2-2 授業実践

研究対象の授業を以下に示す。授業は山口大学教育学部附属山口小学校の5年A組で実践した。授業に参加したA組の児童は31名（男子：16名，女子：15名）であり、9つの学習班を編成した。観察で使用したタブレットPC（Apple社のiPad mini）は9台である。つまり、学習班ごとに1台のタブレット顕微鏡を使用した。使用した複式顕微鏡の接眼レンズの倍率は10倍、対物レンズの倍率は4倍、10倍の2つである。複式顕微鏡の倍率は、材料の大きさによって児童に選択させた。各学習班（1班～9班）に配付したメダカの卵を表1に示す。配付した卵の数は、各学習班ともに約30個であった。授業では電子黒板（一体型）1台を学級全体の話し合いで使用した。

表1 各学習班（1班～9班）に配付したメダカの卵

班	配付したメダカの卵	班	配付したメダカの卵	班	配付したメダカの卵
1	受精1日後の卵	4	受精4日後の卵	7	受精7日後の卵
2	受精2日後の卵	5	受精5日後の卵	8	受精8日後の卵
3	受精3日後の卵	6	受精6日後の卵	9	受精9日後の卵

授業の内容は、前述した学校図書の「観察」の「メダカのみが育つ様子を観察する」である。各学習班（1班～9班）に配付した観察用セット（約30個の卵を水といっしょに入れたタッパー、ワッシャー（平座金）を接着剤で付けたスライドガラス（5枚）、スポイト（2つ）、ピンセット（2つ））を図3に示す。「ワッシャー（平座金）を接着剤で付けたスライドガラス」を以下、ワッシャー付きスライドガラスと称する。ワッシャー付きスライドガラス（2枚）を図4に示す。なお、ワッシャー付きスライドガラスは、松山市立正岡小学校校長の大高茂範氏によって考案されたものである（ナリカ，2017）。作り方は学校図書（2015）の教師用指導書（p. 75）に示されている。

次に、観察の方法を児童に説明した。卵の観察は各学習班（自分の学習班）で10分間実施し、その後、他の学習班に行って10分間実施することを伝えた。本稿では前者を観察①、後者を観察②と称する。

観察①では、各学習班でタブレット顕微鏡を使って卵を観察させた。このとき、スポイトを使って卵を水といっしょにとらせ、ワッシャー付きスライドガラスのワッシャーの中に卵と水を入れさせ、プレパラート

を作らせた（図5）。プレパラートは何枚作ってもよいことを伝えた。ワッシャー付きスライドガラスを6枚以上使う場合は、教員用の実験台に準備しているので、それを取って使うように指示した。なお、観察①では、観察中、タブレットPCのカメラ機能を使わせ、適時、卵の静止画や動画を撮影させた。観察①で卵の観察をしているようすを図6、図7に示す。

観察②では、各学習班において、観察①で見た卵の中で、卵の状態が見やすかった卵を選択させ、タブレット顕微鏡でその卵が良好に見える状態に設定させた。つまり、各学習班のタブレット顕微鏡の画面に映し出されている卵（児童が見ている卵）は、静止画や動画ではなく、実際の卵である。その後、他の学習班の卵を観察させた。このとき、まず、初期（受精1日後～3日後）で1日分、中期（受精4日後～6日後）で1日分、後期（受精7日後～9日後）で1日分、観察するようにさせ、その後、自由に観察するようにさせた。観察②で卵の観察をしているようすを図8、図9に示す。

観察②の後、学級全体で話し合う活動を行った。具体的には、各学習班で撮影した静止画や動画を電子黒板を使って学級全体で見させ、卵の中でどのように変化し、育っていくのかを話し合わせた。電子黒板を使って学級全体で話し合っているようすを図10、図11に示す。授業の板書を図12に示す。



図3 配付した観察用セット（8班）

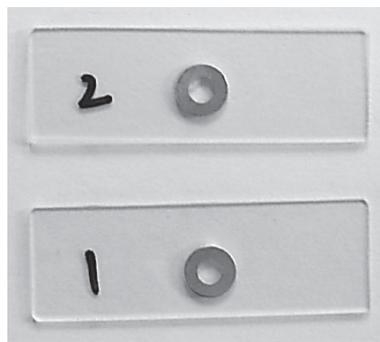


図4 ワッシャー付きスライドガラス

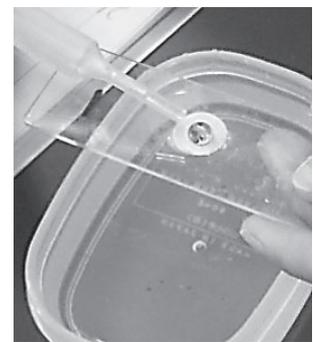


図5 プレパラートを作っているようす



図6 観察①のようす（2班）

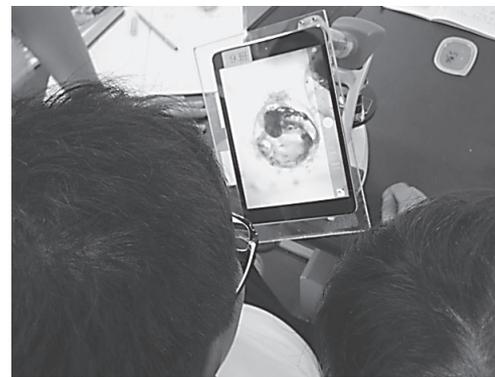


図7 観察①のようす（9班）

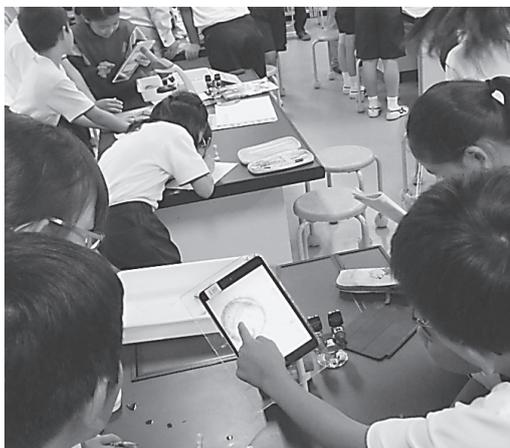


図8 観察②のようす



図9 観察②のようす

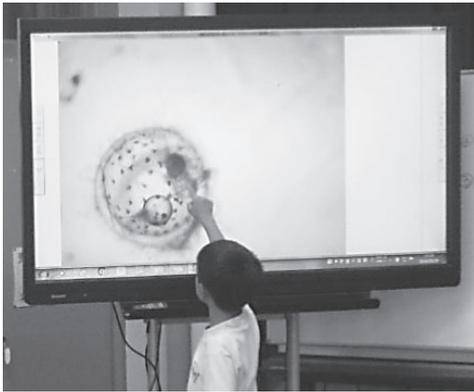


図10 電子黒板を使って学級全体で話し合っているようす



図11 電子黒板を使って学級全体で話し合っているようす

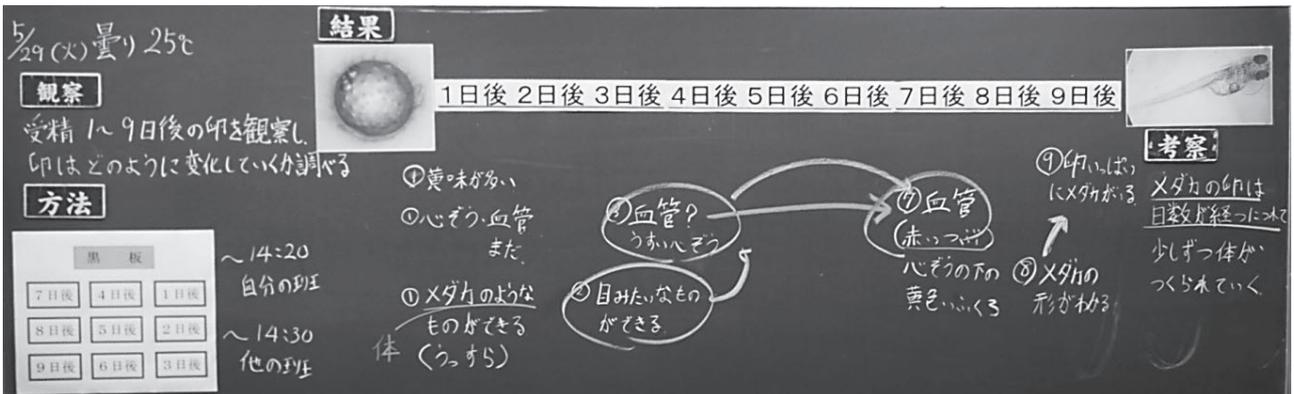


図12 授業の板書

3. 調査方法と分析方法

3-1 調査①

調査①の調査の対象は、観察①である。調査①は、主に観察①の観察中に行われた。記録用紙を図13に示す。各学習班において、作ったプレパラートごとに、観察した卵の個数をかぞえさせ、記録用紙に記録させた。観察①の終了時、学習班ごとに観察したプレパラートの枚数、観察した卵の個数を記録用紙に集計させ、記録させた。

記録用紙に児童が書いた「観察したプレパラートのまい数」と「観察したたまごの個数の合計」をもとに平均値と標準偏差を算出した。

これから、各はんでメダカのたまごを観察します。
観察中、作ったプレパラートごとに、観察したたまごの個数をかぞえましょう。観察したたまごの個数を記録しながら、観察をしてください。
はんの番号：() はん

作ったプレパラート	観察したたまごの個数
1 まいめ	
2 まいめ	
3 まいめ	
4 まいめ	
5 まいめ	
6 まいめ	
7 まいめ	
8 まいめ	
9 まいめ	
10 まいめ	

集計の結果

観察したプレパラートのまい数	観察したたまごの個数の合計
まい	個

図13 記録用紙

3-2 調査②

調査②の調査の対象は、観察（観察①、観察②）である。調査②は、主に観察②の観察中に行われた。記録用紙を図14に示す。観察②を実施する前に（他の学習班に行って観察する前に）、観察①で観察した卵の日数の「見た」の欄に○を記入させ、気付いたことを書かせた。次に、観察②を実施した（児童が他の学習班に行って、メダカの卵を観察した）。観察②の観察中に、観察した卵の日数、気付いたことを記録用紙に記入させた。

記録用紙に児童が書いた「見た」の記録（○）をもとに、卵を観察した人数を集計した。まず、初期（受精1日後～3日後）で1日分、中期（受精4日後～6日後）で1日分、後期（受精7日後～9日後）で1日分、観察することにしていたので、各期（初期、中期、後期）の1日分をそれぞれ観察することができてい

たか否かを確認した。次に、児童が観察した日数の和を算出し、観察した日数ごとに人数を集計した。さらに、それをもとに平均値と標準偏差を算出した。

一方、図14の記録用紙に児童が書いた「気付いたこと」の記述を読み、受精1日後～9日後の卵の特徴が書かれている記述を抽出した。類似の内容が複数抽出された場合には、1つの意見として集約し（一方の意見を省略し）、人数を集計した。また、1人の記述から複数の要因が抽出された場合には、それぞれ個別の意見として集計した。

4. 結果と考察

4-1 調査①

図13の記録用紙に児童が書いた「観察したプレパラートのまい数」と「観察したたまごの個数の合計」を表2に示す。また、それをもとに平均値と標準偏差を算出した結果を表2に示す。児童が観察したプレパラートの枚数は4枚～7枚であり、平均値は5枚であった。児童が観察した卵の個数は、5個～24個であり、平均値は14個であった。この結果から、少なくとも、4枚以上のプレパラートを作って観察し、また、5個以上の卵を観察したことが分かる。このことは、10分間という観察時間で、複数のプレパラートを作り、複数の卵を児童が観察したことを示している。児童が観察したプレパラートの枚数、また、観察した卵の数の多少が、直接、観察の良・不良を示すわけではないが、複数のプレパラートを作り、複数の卵を観察したことに意味がある。顕微鏡で観察したときに、卵を見る方向（見える角度）によっては、卵の特徴をとらえやすい場合とそうでない場合がある。そのため、複数のプレパラートを作り、複数の卵を観察したことに1つの意味があるといえる。

表2 観察①の状況を集計した結果

班	観察したプレパラートの枚数	観察した卵の個数
1	7	7
2	5	18
3	6	24
4	7	20
5	5	5
6	4	18
7	5	14
8	5	9
9	5	11
平均値（標準偏差）	5.44 (1.01)	14.00 (0.64)

4-2 調査②

図14の記録用紙に児童が書いた「見た」の記録（○）をもとに、卵を観察した人数を集計した。その結果を表3に示す。表3をみると、「見た」が24名～31名であり、多くの児童が観察していた。また、初期（受精1日後～3日後）、中期（受精4日後～6日後）、後期（受精7日後～9日後）の中からそれぞれ1日分を観察することについては、すべての児童（31名）ができていた。

次に、児童が観察した日数の和を算出し、人数を集計した。その結果を表4に示す。さらに、それをもとに平均値と標準偏差を算出した結果を表4に示す。なお、この集計結果には、観察①（自分の学習班で行っ

これから、他のはんに行って、メダカたまごを観察します。

○ 観察する順番について

まず、初期の中でいずれか1日、中期の中でいずれか1日、後期の中でいずれか1日を選んで観察しましょう。その後、その他の日のたまごを観察するようにしましょう。

○ 観察の記録の仕方

観察中、見ることができたら「見た」に○を書いてください。また、観察をして気付いたことがあれば書きましょう。

() 組 () 番 氏名 ()

時期	受精後の日数 (はんの番号)	見た	気付いたこと
初期	1日後 (1はん)		
	2日後 (2はん)		
	3日後 (3はん)		
中期	4日後 (4はん)		
	5日後 (5はん)		
	6日後 (6はん)		
後期	7日後 (7はん)		
	8日後 (8はん)		
	9日後 (9はん)		

図14 記録用紙

た観察)が含まれている。児童が観察した日数の和は5日分～9日分であり、平均値は8日分であった。18名の児童が9日分を観察していたことから、半数以上の児童が、すべての日数分(9日分)の観察をしたといえる。観察②の観察時間は10分間であった。このことは、10分間という観察時間で、児童が複数の学習班の卵(4つ～8つの班の卵)を観察したことを示している。

表3 観察(観察①, 観察②)の状況を集計した結果

受精後の日数	見た	受精後の日数	見た	受精後の日数	見た
1日後	31	4日後	26	7日後	28
2日後	27	5日後	29	8日後	24
3日後	29	6日後	24	9日後	29

N=31

表4 観察(観察①, 観察②)の状況を集計した結果

観察した日数の和	5日分	6日分	7日分	8日分	9日分	平均値(標準偏差)
人数	4	2	3	4	18	7.97(1.47)

N=31

図14の記録用紙に児童が書いた「気付いたこと」の記述を読み、前述した方法で卵の特徴が書かれている記述を抽出し、人数を集計した。その結果を表5に示す。この集計結果には、観察①(自分の学習班で行った観察)が含まれている。なお、本研究で撮影した受精1日後～9日後の卵を資料として図15～図23に示す。

学校図書(2015)の教師用指導書には「メダカのたまごの変化-1」がp.78～79、「メダカのたまごの変化-2」がp.80～81に示されている。この教師用指導書の記述の一部と児童の気づきを比較し、以下、考察する。

学校図書(2015)では、受精1日1時間後には「神経や目のもとになるものができてくる。」(p.79)と示されている。表5でいうと受精1日後の「うっすら形が見える」といった記述がこれに該当する。

学校図書(2015)では、受精1日15時間後には「目にもレンズができる。」(p.80)と示されている。表5でいうと受精2日後の「透明な目のようなものがついていた」といった記述がこれに該当する。

学校図書(2015)では、受精2日後には「心臓がゆっくりと動きだし、1対の血管ができる。」(p.80)と示されている。表5でいうと受精2日後の「心ぞうが動いている」といった記述がこれに該当する。ただし、表5の受精2日後には、血管に関する記述はみられず、「血管はまだ見えない」といった記述がある。このことは、学校図書(2015)の「1対の血管」を、この時点で児童が血管としては認識していないことを示唆している。児童の気づきに血管に関する記述がみられるようになるのは受精3日後である。受精3日後になると「血管があった」といった記述がみられるようになる。

学校図書(2015)では、受精2日4時間後には「血液循環が始まり、(略)。」(p.80)と示されている。表5でいうと受精3日後の「血液が流れているが、まだ赤くない」といった記述がこれに該当する。

学校図書(2015)では、受精2日4時間後には「(略)、目には色素ができ、黒くなり始める。」(p.80)と示され、受精3日後には「目に色素が増え、黒くなる。」(p.80)と示されている。表5でいうと受精3日後の「目がすこし黒っぽい」、受精4日後の「目が黒くなった」といった記述がこれに該当する。

上記のことは、学校図書(2015)の教師用指導書の記述と児童の気づきが多くの場合、一致しており、適切な観察ができたことを示唆している。

その他、表5をみると、受精3日後には「メダカが動いている」、受精4日後には「メダカじたいが動いている」といった記述がみられ、メダカの動きに関する気づきがみられるようになる。

なお、受精5日後～9日後で、気づきの多い記述として、受精5日後では「はっきり血管が見えてきた」、受精6日後では「心ぞうがしっかりと見えた」、受精7日後では「心ぞうの動きが活発になった」、受精8日後では「心ぞうがドクドクしている」、受精9日後では「卵の中いっぱい大きなメダカがいた」があげられる。

上記のことから、児童が観察を通して「日が経つにつれて卵の中が変化する様子」を見取ることができたことを伺い知ることができる。

表5 観察（観察①，観察②）をした児童の気付き

受精後の日数	児童の気付き	人数
1日後	うっすら形が見える	29
	心ぞうはなかった	9
	血管が見えない	6
	動いていない	6
	黄色の所がほぼ全部	4
	毛がたくさん生えている	3
	卵の中にあわが2つ～3つある	2
2日後	とうめいな魚がいる	10
	透明な目のようなものがついていた	5
	心ぞうが動いている	5
	黄色の所が地味に動いている	4
	卵の色が黄色い	2
	心ぞうの赤色は見えない	2
	血管はまだ見えない	1
	目の黒色は見えない	1
3日後	血管があった。	15
	心ぞうが動いているのが見える	13
	メダカに黒いつぶつぶのもようがある	6
	血液が流れているが、まだ赤くない	4
	目がすこし黒っぽい	4
	メダカの体がもう作られている	3
	メダカが動いている	3
4日後	血液が流れている	8
	目が黒くなった	7
	メダカじたいが動いている	6
	3日後の卵よりはっきり血管が見えてきた	5
	心ぞうが赤っぽくなりつつある	4
	心ぞうがばくばく動いている	4
	メダカが大きくなっている	3
	血管は心ぞうにつながっていた	1
	形がはっきりしてくる	1
	メダカのもようがはっきりしている	1
	骨の区切りが分かってくる	1
5日後	はっきり血管が見えてきた	15
	目玉のようなものが2つある	13
	心ぞうが動いている	11
	まだ、毛が生えている	3
	血液が流れている	2
	玉みたいなものがある	2
	メダカが丸まっている	1
6日後	心ぞうがしっかりと見えた	9
	血管がはっきりと見える	8
	しっかり血液が流れている	7
	目がはっきり見えてきた	3
	メダカの形がはっきりしている	3
	しっぽが細くなりつつある	1
7日後	心ぞうの動きが活発になった	8
	血管がよく見える	7
	体の形がはっきり見える	5
	もぞもぞ動き回っていた	5
	メダカが大きくなっている	2
	心ぞうが赤かった	1

8日後	心ぞうがドクドクしている	12
	もうほぼメダカの形になっていた	8
	心ぞうがとてもはっきり見える	6
	血液が流れている	6
	目が大きくなっている	3
	血管がはっきり見える	2
	メダカが大きくなっている	2
	メダカが卵の中で回っていた	2
	骨が見えた	1
	中の玉が大きくなっている	1
	9日後	卵の中いっぱい大きなメダカがいた
心ぞうの動きが速い		11
血液の流れが速い		4
メダカの形になっている		4
目が大きく真っ黒だった		3
卵の毛が少なくなった		2
卵の中を回転しながら動いていた		1



図15 受精1日後の卵

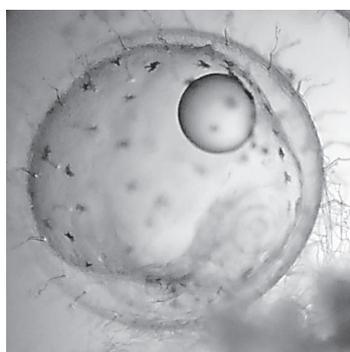


図16 受精2日後の卵

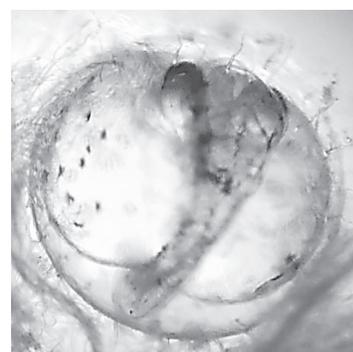


図17 受精3日後の卵

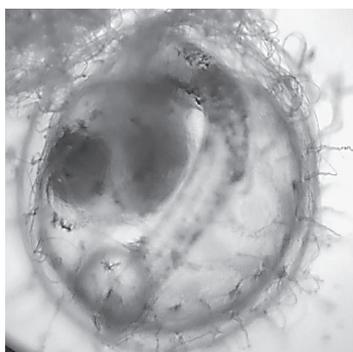


図18 受精4日後の卵

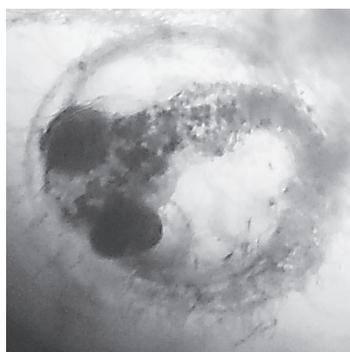


図19 受精5日後の卵

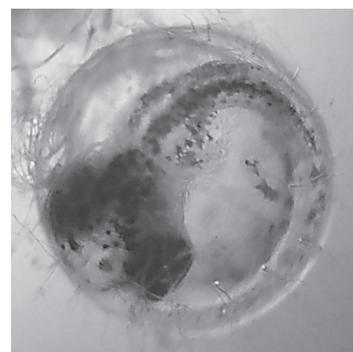


図20 受精6日後の卵

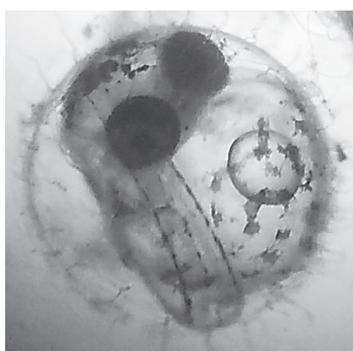


図21 受精7日後の卵

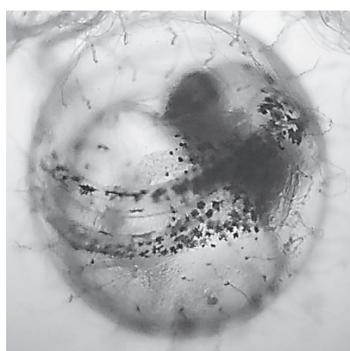


図22 受精8日後の卵

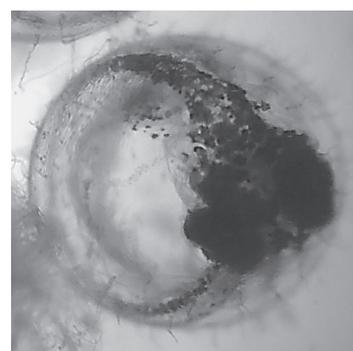


図23 受精9日後の卵

5. まとめ

本研究で明らかになったことは、次の3つ(①～③)である。

- ① 観察①(各学習班(自分の学習班)で行った観察)の観察時間は10分間であった。この10分間に児童が複数のプレパラートを作り、複数の卵を観察したことが分かった。
- ② 観察②(他の学習班に行って実施した観察)の観察時間は10分間であった。この10分間に児童が複数の学習班の卵(4つ～8つの班の卵)を観察したことが分かった。観察(観察①, 観察②)を通して、半数以上の児童が、すべての日数分(9日分)の観察をしたことも明らかになった。
- ③ 学校図書(2015)の教師用指導書の記述と児童の気付きが多くの場合、一致しており、適切な観察ができたことが示唆された。児童が観察(観察①, 観察②)を通して「日が経つにつれて卵の中が変化する様子」を見取ることができたことも示唆された。

上記の①～③は、児童にタブレット顕微鏡を使わせ、受精1日後～9日後のメダカの卵を観察させたことが有効であったことを示唆している。

おわりに

本研究では、授業を1時間(45分)で実施し、児童にタブレット顕微鏡を使わせ、受精1日後～9日後の卵を観察させ、その有効性について議論した。文部科学省(2008b)の『小学校学習指導要領解説理科編』では「産んだ卵中の変化を継続して観察し、日が経つにつれて卵の中が変化する様子やふ化する様子をとらえるようにする。」と示されている。学校図書の教科書の「観察」では、p.44の結果において卵の中を観察した児童の記録が例示されている。例示されている児童の観察記録は9回分であり、観察の期間は6月5日～6月13日と示されている(霜田・森本ほか, 2018)。今後、タブレット顕微鏡を使って、卵中の変化を継続して観察する授業を実践し、その有効性について議論する必要がある。

この授業では、観察①で、タブレットPCのカメラ機能を使わせ、適時、卵の静止画や動画を撮影させた。観察(観察①, 観察②)の後、撮影した卵の静止画や動画を電子黒板を使って見させ、卵の中でどのように変化し、育っていくのかについて学級全体で話し合わせた。本稿では、観察(観察①, 観察②)を研究の対象としたため、電子黒板を使った学級全体の話し合いについては、授業実践を示したのみであり、議論していない。今後、この点において議論する必要がある。

また、他の単元の授業においても、タブレット顕微鏡を使った観察を導入し、授業実践を通して、その有効性を明らかにしていきたい。

付記

本研究にご協力いただきました千葉県立桜が丘特別支援学校教諭の茂原伸也氏、松山市立正岡小学校校長の大高茂範氏に感謝の意を表します。なお、「ICTを使った理科の授業 - 小学校第4学年『金属, 水, 空気と温度』において -」は『山口大学教育学部 学部・附属教育実践研究紀要』の第15号で報告している(藤井・森戸・郡司・佐伯, 2016)。

文献

- 学校図書(2015):『みんなと学ぶ小学校理科5年 教師用指導書 詳説編』, 学校図書.
- 霜田光一・森本信也ほか(2018):『みんなと学ぶ小学校理科5年』, 学校図書.
- ナリカ(2017):「メダカの卵観察用スライドグラス」, 『平成29・30年度 総合カタログ』, 第55巻, p.492.
- 藤井大介・森戸幹・郡司浩史・佐伯英人(2016):「ICTを使った理科の授業 - 小学校第4学年『金属, 水, 空気と温度』において -」, 『山口大学教育学部 学部・附属教育実践研究紀要』, 第15号, pp.19 - 28.
- 茂原伸也(2016):「生物学教育におけるICTを活用した顕微鏡観察」, 『平成27年度東レ理科教育賞受賞作品集第47回』, pp.1-5.
- 森戸幹・藤井大介・郡司浩史・佐伯英人(2017):「ICTを使った理科の授業(その2) - 小学校第5学年

『植物の発芽，成長，結実』において一」，『山口大学教育学部 学部・附属教育実践研究紀要』，第16号，pp. 143-152.

文部科学省（2008a）：『小学校学習指導要領』，文部科学省.

文部科学省（2008b）：『小学校学習指導要領解説理科編』，大日本図書.