

ICT を使った理科の授業 (その5)

— 中学校の第3学年「生物と環境」において —

小松 裕典^{*1}・松田 祥奈^{*1}・高村 大輔^{*1}・森戸 幹^{*2}・佐伯 英人^{*3}

A Science Class Using ICT(Part5):

A Case study of "Living things and the environment" in the 3rd grade of lower secondary school

KOMATSU Yusuke^{*1}, MATSUDA Sachina^{*1}, TAKAMURA Daisuke^{*1}, MORITO Miki^{*2}, SAIKI Hideto^{*3}

(Received August 5, 2019)

キーワード：複式顕微鏡、タブレットPC、煮干し、胃の内容物

はじめに

茂原 (2016a) 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、複式顕微鏡を顕微鏡と称し、また、茂原 (2016a) 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」をタブレット顕微鏡と称する。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 (2016a) 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。

一方、これまで山口大学教育学部附属山口小学校では、タブレット顕微鏡を使った観察を導入し、実践研究を行い、その有効性について議論してきた。これまでに実践研究を行った学年、単元名、観察の対象は、第5学年「植物の発芽、成長、結実」の花粉の観察 (森戸・藤井・郡司・佐伯, 2017)、第5学年「動物の誕生」のメダカの卵の観察 (森戸・船木・小松・松田・佐伯, 2018, 森戸・佐伯, 2019)、第5学年「動物の誕生」の水中の小さな生物の観察 (森戸・山本・佐伯, 2018) である。

1. 研究の目的

茂原 (2016a) では、特別支援学校中学部の理科の授業においてタブレット顕微鏡を使った観察を導入し、授業を実践した。茂原 (2016b) の「肢体不自由のある生徒の『科学する心』の涵養～科学的に探究する『卒業研究』を目指して～」においても、タブレット顕微鏡を使った観察が示されており、「ウニの受精の観察では、顕微鏡にタブレット端末を接続し、見えづらい精子や受精膜を確認しやすくした。」(p.6) と記されている。この他、茂原氏の実践報告として茂原 (2018) 「理科の指導を支え広げる教材・教具の工夫」がある。中学校の理科の授業にタブレット顕微鏡を使った観察を導入した実践事例は、上記に示した茂原氏の実践以外はみあたらなかった。

そこで、本研究では、山口大学教育学部附属山口中学校において、タブレット顕微鏡を使った観察を導入し、実践研究を行った。研究の目的は、中学校の理科の授業に顕微鏡を使った観察 (観察Ⅰ)、また、タブレット顕微鏡を使った観察 (観察Ⅱ) をそれぞれ導入して、生徒に観察を行わせ、授業を受けた生徒の意識をもとに、その有効性について議論することである。

*1 山口大学教育学部附属山口中学校 *2 山口大学教育学部附属山口小学校 *3 山口大学教育学部小学校総合選修

2. 授業実践

2-1 煮干しの胃の中の内容物の観察

中学校の第3学年「生物と環境」では「自然界のつり合い」を学習する（文部科学省，2008a）。文部科学省（2008b）の「中学校学習指導要領解説理科編」では「食物網や自然界の炭素循環などの学習を通して、生物の間につり合いが保たれていることについて理解させるとともに、生物とそれをとりまく環境を一つのまとまりとしてとらえたものが生態系であることを理解させる。」（p. 92）と示されている。2016年度版の大日本図書の教科書では「やってみよう」で「小形の魚が何を食べているのか調べよう」（p. 120）が示されており、「①カタクチイワシなどの煮干しを、数分間湯につけてやわらかくする。②胃をとり出して、胃の中にあるものを顕微鏡で観察する。」と観察の方法が示され、また、胃の中の内容物の写真が2つ掲載され、「ミジンコやケイソウなどを食べていることがわかる。」と記されている（有馬ほか，2018）。大日本図書の教師用指導書では「『やってみよう』の『小形の魚が何を食べているのか調べよう』」（p. 391）が示されており、「ねらい」、「準備」、「方法と順序」、「結果と考察」、「留意点」が記されている（大日本図書，2016）。大日本図書の教科書、また、教師用指導書に示されている観察方法は、顕微鏡による観察（観察Ⅰ）である。

2-2 タブレット顕微鏡

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。

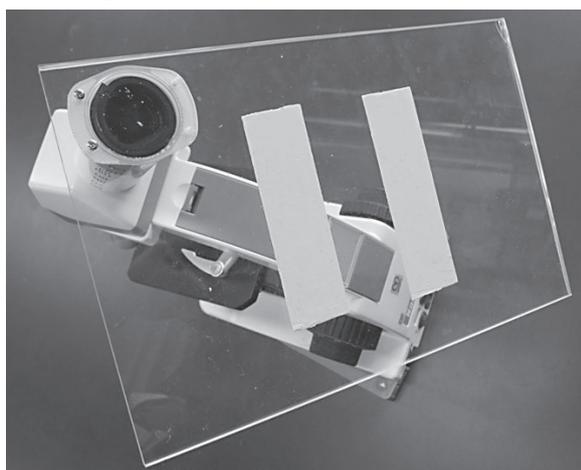


図1 顕微鏡の鏡筒にアダプターを取り付けたようす



図2 アダプター上にタブレットPCを置いたようす

2-3 授業実践

授業は山口大学教育学部附属山口中学校の第3学年D組（生徒数：32名）で実施した。「生物と環境」の「自然界のつり合い」において、顕微鏡を使った観察（観察Ⅰ）、また、タブレット顕微鏡を使った観察（観察Ⅱ）を導入し、前述した煮干しの胃の中の内容物の観察をそれぞれ行った。授業時間の前に教員が煮干しから胃をとり出し、各学習班に胃をペトリ皿に入れて配付した。授業中、煮干しの胃の内容物を、顕微鏡を使って観察させ（観察Ⅰ）、また、タブレット顕微鏡を使って観察させた（観察Ⅱ）。観察時間はそれぞれ20分間とした。顕微鏡を使った観察（観察Ⅰ）では、生徒1名あたり、1台の顕微鏡を使わせた。つまり、授業に参加した生徒が32名であったため、使用した顕微鏡の台数は32台である。一方、タブレット顕微鏡を使った観察（観察Ⅱ）では、1つの学習班あたり、1台のタブレット顕微鏡を使わせた。学習班が9つであったため、使用したタブレット顕微鏡の台数は9台である。

プレパラートをつくっているようすを図3に示す。顕微鏡を使った観察（観察Ⅰ）のようすを図4～図9に示す。顕微鏡を使った観察（観察Ⅰ）では、図5、図6のように顕微鏡の鏡筒の向きをかえるなどして見付けたものを見合うようすがみられた。また、図7、図8のように見付けたものが何であるのかを「小さな生物の写真に掲載したシート」を用いて話し合うようすがみられた。さらに、図9に写っている右の生徒の

ように、見付けたものの形状を手で模して示し、友達に話すようすがみられた。顕微鏡を使った観察（観察Ⅰ）では、上記のような観察の様態がみられた。

タブレット顕微鏡を使った観察（観察Ⅱ）のようすを図10～図17に示す。タブレット顕微鏡を使った観察（観察Ⅱ）では、図10、図11のようにタブレットPCの画面を指で示し、見付けたものが何であるのかを話し合うようすがみられた。また、図12～図14のように、生徒は適宜、タブレットPCの画面をピンチアウトし（2本の指で画面をこすって広げ）、拡大して観察していた。観察中の様態は図15のようであったが、観察後、タブレットPCをアダプターから外し、図16、図17のように机の上にタブレットPCを置き、撮影した静止画を見ながら話し合うようすがみられた。



図3 プレパラートをつくっているようす



図4 顕微鏡を使った観察のようす



図5 顕微鏡を使った観察のようす



図6 顕微鏡を使った観察のようす



図7 顕微鏡を使った観察のようす



図8 顕微鏡を使った観察のようす



図9 顕微鏡を使った観察のようす



図10 タブレット顕微鏡を使った観察の
ようす



図11 タブレット顕微鏡を使った観察の
ようす



図12 タブレット顕微鏡を
使った観察のようす

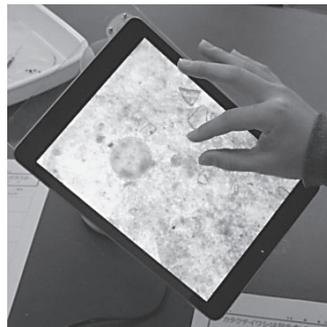


図13 タブレット顕微鏡を
使った観察のようす



図14 タブレット顕微鏡を
使った観察のようす



図15 タブレット顕微鏡を
使った観察のようす

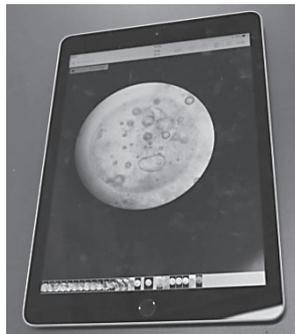


図16 タブレット顕微鏡を
使った観察のようす



図17 タブレット顕微鏡を使った
観察のようす

3. 調査方法と分析方法

顕微鏡を使った観察（観察Ⅰ）、また、タブレット顕微鏡を使った観察（観察Ⅱ）に対する児童の意識を明らかにする目的で質問紙を作成した。質問紙では問1と問2を設定した。質問紙の問1は選択技法による調査、問2は記述法による調査である。問1では「顕微鏡を使った観察、また、タブレット顕微鏡を使った観察（タブレットPCを顕微鏡に取り付けて行った観察）をそれぞれ行いました。2つの方法で観察をして、あなたが感じたことを教えてください。それぞれの質問項目において、あてはまるものに1つつ〇をつけてください。」という教示を行い、表3の質問項目①～質問項目⑤について5件法（とてもあてはまる、だいたいあてはまる、どちらともいえない、あまりあてはまらない、まったくあてはまらない）で回答を求めた。問2では「問1でそのように答えた理由を教えてください。理由が書けるものについて書いてください。」という教示を行い、表3の質問項目ごとに記述欄を設定し、自由記述で回答を求めた。この質問紙法による調査は、授業終了後に実施した。

質問紙の問1（選択技法による調査）については、5件法の「とてもあてはまる」を5点、「だいたいあてはまる」を4点、「どちらともいえない」を3点、「あまりあてはまらない」を2点、「まったくあては

まらない」を1点とした。この得点を用いて平均値と標準偏差を算出し、天井効果の有無と床効果の有無を確認した。さらに、顕微鏡を使った観察（観察Ⅰ）、タブレット顕微鏡を使った観察（観察Ⅱ）について、対応のある t 検定を行った。

質問紙の間2（記述法による調査）については、記述の内容を読み取り、児童がそのように感じた要因（児童の意識の背景）を見取ることができたもの（顕微鏡を使って観察したこと、タブレット顕微鏡を使って観察したことに起因する内容のもの）を、質問紙の間1で回答した5件法の得点をもとに、表1の3つの群（a群、b群、c群）に分け、それぞれで抽出した。このとき、類似の内容が複数抽出された場合には、1つの意見に集約し（一方の意見を省略し）、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扱い、人数を集計した。その後、a群の要因については、森戸・山本・佐伯（2018）で見出された表2の要因と比較し、異同を視点として分類した。分類をa群の要因のみに限定した理由は、森戸・山本・佐伯（2018）で見出された要因が、タブレット顕微鏡を使った観察をして感じたことについて回答を求めたところ、得られた結果が、すべて良好な意識に該当するものであったためである。

表1 質問紙の間1の回答をもとに分けた3群

a群	「顕微鏡を使った観察」の得点<「タブレット顕微鏡を使った観察」の得点
b群	「顕微鏡を使った観察」の得点=「タブレット顕微鏡を使った観察」の得点
c群	「顕微鏡を使った観察」の得点>「タブレット顕微鏡を使った観察」の得点

表2 森戸・山本・佐伯（2018）で見出された要因

A 「タブレットPCのカメラのピントが自動的にあうこと」
B 「画像がきれいだったこと」
C 「タブレットPCの画面で見たこと」
D 「タブレットPCの画面を拡大できること（視野を調整できること）」
E 「タブレットPCで静止画や動画を撮影できること」
F 「他の学習班に行ってタブレット顕微鏡（タブレットPCの画面）で生物を観察したこと」
G 「タブレットPCの画面を複数人で見て話し合ったこと」
H 「教員の指導・支援」
I 「複数の生物を見たこと」

4. 結果と考察

4-1 問1の選択肢法による調査

質問紙の間1（選択肢法による調査）を分析した結果（平均値と標準偏差、天井効果の有無、床効果の有無、 t 検定の結果）を表3に示す。なお、表3の観察Ⅰは顕微鏡を使った観察、観察Ⅱはタブレット顕微鏡を使った観察のことである。

表3 平均値、標準偏差、天井効果と床効果の有無、 t 検定の結果

番号	質問項目	観察方法	平均値 (標準偏差)	天井 効果	床 効果	t 検定の結果		
						自由度	t 値	有意確率
①	観察しやすかった	観察Ⅰ	3.78 (1.10)	-	-	31	4.19	***
		観察Ⅱ	4.84 (0.72)	○	-			
②	よく分かった	観察Ⅰ	4.16 (0.92)	○	-	31	3.39	**
		観察Ⅱ	4.84 (0.57)	○	-			
③	おもしろかった	観察Ⅰ	4.47 (0.72)	○	-	31	2.43	*
		観察Ⅱ	4.88 (0.55)	○	-			
④	よく考えた	観察Ⅰ	4.38 (0.71)	○	-	31	3.71	**
		観察Ⅱ	4.88 (0.34)	○	-			
⑤	勉強になった	観察Ⅰ	4.38 (0.75)	○	-	31	3.71	**
		観察Ⅱ	4.88 (0.34)	○	-			

min = 1, max = 5

○：有り， -：無し

*： $p<0.05$ **： $p<0.01$ ***： $p<0.001$

顕微鏡を使った観察（観察Ⅰ）について、5つの質問項目中、4つの質問項目（質問項目②～質問項目⑤）

で天井効果がみられた。このことから、顕微鏡を使った観察（観察Ⅰ）に対する生徒の意識は、概ね良好であったと見取ることができる。一方、タブレット顕微鏡を使った観察（観察Ⅱ）について、5つの質問項目中、5つの質問項目（質問項目①～質問項目⑤）で天井効果がみられた。このことから、タブレット顕微鏡を使った観察（観察Ⅱ）に対する生徒の意識は、良好であったと見取ることができる。

t検定の結果、5つの質問項目中、5つの質問項目（質問項目①～質問項目⑤）で有意な差がみられ、顕微鏡を使った観察（観察Ⅰ）よりも、タブレット顕微鏡を使った観察（観察Ⅱ）の得点が高かった。両者を比較した場合、その得点の間には明瞭な違いがみられたといえる。つまり、生徒の意識は、顕微鏡を使った観察（観察Ⅰ）よりも、タブレット顕微鏡を使った観察（観察Ⅱ）の方が、より良好であったことを示唆している。

4-2 問2の記述法による調査

質問紙の問2（記述法による調査）を分析した結果を表4～表8に示す。前述したように、表4～表8のa群は『顕微鏡を使った観察』の得点<『タブレット顕微鏡を使った観察』の得点』の群、b群は『顕微鏡を使った観察』の得点=『タブレット顕微鏡を使った観察』の得点』の群、c群は『顕微鏡を使った観察』の得点>『タブレット顕微鏡を使った観察』の得点』の群である。分類は、森戸・山本・佐伯（2018）で見出された表2の要因に従い、a群のみ、実施した。

表4 問2の質問項目①「観察しやすかった」の分析結果

群	記述内容	人数	分類
a	ピントが自動的にあうから	3	A
	タブレットの画質がよかったから	5	B
	大きい画面で見えたから	7	C
	タブレットを使うと両目で見るから	4	C
	まつ毛がじゃまにならないから	3	C
	画面で見た方が見やすかったから	2	C
	のぞかなくても見えるから	1	C
	タブレットでアップできたから	10	D
	写真をとって後から観察することができたから	6	E
	みんなで話し合っ見て見ることができたから	5	G
	みんなと確認できたから	1	G
	光を調整することができたから	1	-
	タブレットが使いやすかったから	1	-
	観察したいものがよく見えたから	5	
b	顕微鏡は1人で見たいものを見ることが出来る。タブレットは写真に残せて見ることが出来る。	1	
c	タブレットが観察中にずれることがあったから	1	
	タブレットがピントをあわせようとするから	1	

- : 該当なし, 空欄 : 未分類

表5 問2の質問項目②「よく分かった」の分析結果

群	記述内容	人数	分類
a	画質がよかったから	1	B
	より見やすかったから	3	C
	大きい画面で見ることができたから	2	C
	画面で拡大して見ることができたから	3	D
	写真を撮って後から見返せるから	3	E
	班の人と同じ画面を見て話し合えたから	7	G
	友達と意見を交換しやすかったから	1	G
	1人で見るより発見があったから	1	G
	何の生物かを考える時間が増えたから	1	-
	大きく見えるので分かりやすい	2	
b	よく見えたから	1	

	話し合いながら観察できたから	1	
	いろいろな生物がいることに気づけたから	1	
	顕微鏡の場合は、自分のペースで観察できて分かりやすかった。タブレット顕微鏡の場合は、班でいっしょに観察できて分かりやすかった。	1	
c	-	0	

- : 該当なし, 空欄 : 未分類

表6 問2の質問項目③「おもしろかった」の分析結果

群	記述内容	人数	分類
a	顕微鏡よりも見やすかったから	3	C
	動画で撮影して見ることができたから	2	E
	写真でもう一度、見直すことができたから	1	E
	みんなで意見を言い合いながら観察できたから	1	G
	班の人に自分が見ているものを「これ」と言って説明しやすかったから	1	G
	タブレットで観察する方が、1人で観察するよりも発見が多かったから	1	G
	タブレット顕微鏡で観察した方が、より多く見つけることができたから	2	-
b	いろいろな種類の生物を見つけられたから	3	
	イワシが何を食べているのかを知ることができたから	3	
	よく見えたから	2	
	友達と発見したことを共有できたから	2	
	簡単に見ることができたから	1	
	自分たちで見つけることができたから	1	
c	消化されかかっている生物を見ることができたから	1	
	自分のやりたいことが、複数人で観察するのでできなかったから	1	

- : 該当なし, 空欄 : 未分類

表7 問2の質問項目④「よく考えた」の分析結果

群	記述内容	人数	分類
a	見やすかったから	2	C
	細かい所まで見えたから	1	C
	写真でもう一度、見直すことができたから	2	E
	みんなで写真を見て考えられたから	1	E
	みんなで一つのものを見ながら話せたから	4	G
	みんなで話し合いながら観察できるから	3	G
	見つけたものの正体は何かについて話し合えたから	2	G
	みんなで見ることで1人では見つけられなかったことも見つけられたから	1	G
b	どの生物なのかを考えたから	3	
	みんなでいろいろ言いながら観察したから。	2	
	自分が気付かなかったことに、班の人が気付いていたから。	1	
	いろいろな生物を見つけたから	1	
c	顕微鏡の方が「これは何なのか」をじっくり考えられたから	1	

- : 該当なし, 空欄 : 未分類

表8 問2の質問項目⑤「勉強になった」の分析結果

群	記述内容	人数	分類
a	図（「小さな生物の写真を掲載したシート」）との比較がしやすかったから	1	C
	写真を撮って見直すことができたから	1	E
	みんなで意見を言い合えたから	4	G
	話し合いやすかったから	1	G
	タブレットを使った方が、効率良く、生物を見つけられたから	3	-
	分かりやすかったから	2	-
b	何を食べているのかが分かったから	5	
	知らなかった生物を見ることができたから	3	

	いろいろな生物がいることが分かったから	3	
	よく見えたから	1	
	数多く見つけられたから	1	
	友達と話し合っ、考えを共有することができたから	1	
	知らなかったことを知れたから	1	
c	-	0	

- : 該当なし, 空欄 : 未分類

おわりに

本研究では「小形の魚が何を食べているのか調べよう」で実践研究を行った。その結果、顕微鏡を使った観察（観察Ⅰ）に対する生徒の意識は概ね良好であり、タブレット顕微鏡を使った観察（観察Ⅱ）に対する生徒の意識は良好であった。両者を比較したところ、顕微鏡を使った観察（観察Ⅰ）よりも、タブレット顕微鏡を使った観察（観察Ⅱ）の方が、生徒の意識は、より良好であった。このことを平易な言葉で言うと「顕微鏡を使った観察（観察Ⅰ）は有効な観察方法といえるが、タブレット顕微鏡を使った観察（観察Ⅱ）は、より有効な観察方法といえる」となる。

この他、「顕微鏡を使った観察」よりも「タブレット顕微鏡を使った観察」の方が良かった要因には、森戸・山本・佐伯（2018）で見出された要因と一致する要因が、いくつか見出された（A, B, C, D, E, G）。さらに、本研究において、「顕微鏡を使った観察」と「タブレット顕微鏡を使った観察」に対する意識が同程度の要因、「タブレット顕微鏡を使った観察」よりも「顕微鏡を使った観察」の方が良かった要因などについても、そのいくつかが明らかになった。

今後、他の単元の授業においても、顕微鏡を使った観察（観察Ⅰ）、タブレット顕微鏡を使った観察（観察Ⅱ）を導入し、授業実践を通して、それらの有効性について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

有馬朗人ほか（2018）：『新版理科の世界3』, 大日本図書。

大日本図書（2016）：『新版理科の世界3 教師用指導書 上』, 大日本図書。

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（2016a）：「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.

茂原伸也（2016b）：「肢体不自由のある生徒の『科学する心』の涵養～科学的に探究する『卒業研究』を目指して～」, <http://www.chuden-edu.or.jp/oubo/oubo2/kekka2016/pdf/main2016-01.pdf>

茂原伸也（2018）：「理科の指導を支え広げる教材・教具の工夫」, 『肢体不自由教育』, 第236号, pp. 24-29.

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 -」, 『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.

森戸幹・船木隆司・小松裕典・松田祥奈・佐伯英人（2018）：「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 -」, 『山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要』, 第46号, pp. 59-68.

森戸幹・山本琴美・佐伯英人（2018）：「ICTを使った理科の授業（その4） - 小学校第5学年『動物の誕生』

- において - 』、『山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要』, 第 46 号, pp. 189-198.
- 森戸幹・佐伯英人 (2019) : 「タブレット顕微鏡と電子黒板を使った理科の授業 - 小学校第 5 学年「動物の誕生」において - 』、『日本科学教育学会研究会研究報告』, 第 33 巻第 6 号, pp. 17-22.
- 文部科学省 (2008a) : 『中学校学習指導要領』, 文部科学省.
- 文部科学省 (2008b) : 『中学校学習指導要領解説理科編』, 大日本図書.