

「水の中の小さな生き物」観察にスマホ顕微鏡を活用することの可能性 —親子を対象としたサイエンスカフェでの実践からの考察—

The availability of Smartphone Microscope for observing “aquatic microorganisms”

-A discussion through the practice in Science Café for parents and children -

坂倉真衣¹

Mai SAKAKURA

西野秀昭

Hideaki NISHINO

伊藤明夫²

Akio ITO

(九州大学総合研究博物館) (福岡教育大学) (北九州市立自然史・歴史博物館)

(¹ 現所属 宮崎国際大学) (² 前館長)

抄 録

親子向けサイエンスカフェでの実践を基に、小学校5年生理科「水の中の小さな生き物」観察におけるスマホ顕微鏡活用の可能性に関して考察を行った。参加親子の様子から、光学顕微鏡との比較で、1)知識量・経験によらず操作可能、2)観察対象をリアルタイムに共有可能、3)「見たもの」を直ぐ記録可能、等の長所が見出された。このことから、子ども達を主導とした「対話」を中心に「アクティブラーニング」を促進できる観察・実験につながる可能性が考えられた。一方で顕微鏡の「仕組み」は学べない短所もある。理科の授業でスマホ顕微鏡を利用する場合は、このような特性を考慮しながら、授業の目標に照らし活用することが必要と考えられる。

キーワード：サイエンスカフェ，理科教育，ICT，スマートフォン顕微鏡（スマホ顕微鏡）

1. はじめに

近年、生涯学習の拡充によりあらゆる世代の人々の「学び」の機会益々多様化している。それは学齢期の子どもの科学の学びにおいても例外ではなく、彼らが科学に触れる機会は、小学校・中学校・高等学校の理科教育のみならず、博物館、公民館等で行われる体験講座（ワークショップ）、民間団体が企画する科学系のイベントなど極めて多岐に渡る。

このように学校外において科学に触れる機会が充実してきた理由の一つとして、研究者と公衆との双方向性対話の必要性からその重要性が叫ばれるようになった「サイエンスコミュニケーション」という概念が挙げられる。「サイエンスコミュニケーション」とは「科学という文化や知識が、より大きなコミュニティの文化の中に吸収されていく過程」(ストックルマイヤーら2003)である。従来の「人々に科学を教える」という研究者から公衆へ一方的に知識を提供するトップダウンモデル(「欠如モデル」)(渡辺・今井2005)に代わり、急速に発展する科学技術をめぐる話題について「対話」を行い、ともに「学び合う」(杉山2007)という「双方向コミュニケーション」を目指すことを重視する。本稿で取り上げる「サイエンスカフェ」も、サイエンスコミュニケーション活動の一環として注目される実践の一つであり、人々が日常的に利用するカフェのよ

うな場が会場になること、専門家と市民の対面的な対話や双方向的なやりとりを中心とすること、基本的には小規模で行われることなどを特徴とする「新しいスタイルで科学を語ろうとする」取り組みである(中村2008)。学齢期の子どもの対象としたサイエンスカフェも近年増えており(例えば神村・神村(2007)、斉藤・戸田山(2007)、坂倉(2014)など)、彼らが学校外で科学に触れる機会として今後も大きな役割を担っていくものと考えられる。

現在、科学技術教育における国策の一つとして、ICT (Information and Communication Technology: 情報通信技術)の活用によって児童生徒の学習意欲を高め、学力を向上させることが目指されている(清水2004)。ICTを活用した教育によって、児童生徒の学力が向上することも明らかになっており(清水2002)、小学校・中学校などでの理科教育においてもICTの積極的な活用が望まれている。しかし学校でのICT活用の状況は、才木(2013)、吉田・小野(2012)等の報告はあるがまだまだ不十分な状況にある(澤田・川上2010)。

本稿では、筆者らがサイエンスコミュニケーション活動の一環として実施した親子を対象とした体験型サイエンスカフェ「コドモ to サイエンスカフェ第12回」(詳細は後述)内で行った実践から、小学校第5学年理科における「水の中の小さな生き物」の観察におい

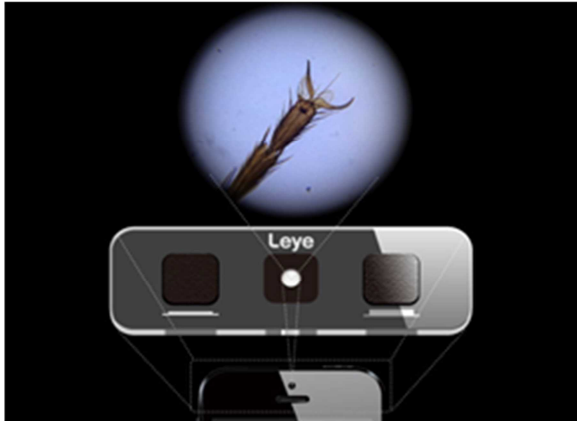


写真 1. スマートフォン顕微鏡とその画像

てスマートフォン顕微鏡（以下、スマホ顕微鏡）⁽¹⁾を活用する可能性について考察する。スマホ顕微鏡とはスマートフォンのフロントカメラに取り付け、そのレンズ上に観察試料を置くことによりスマートフォンの画面上で拡大された観察試料を見ることのできる顕微鏡である（写真 1：画像は Leye スマートフォン顕微鏡 HP より転載）。スマートフォンだけでなく、タブレットにも取り付けが可能である。「コドモ to サイエンスカフェ第 12 回」は、当初理科教育の当該単元を意識して行ったものではなかったが、ICT の積極的な活用が望まれるなどの近年の動向と照らして考えたときに、スマホ顕微鏡を用いた実践は、小学校第 5 学年理科の「水の中の小さな生き物」観察における ICT 導入について考えるにあたって重要な知見となると思われたため、本単元を対象として考察を行うこととした。なおコドモ to サイエンスカフェは学齢期の子どもだけでなく、その保護者と共に親子を主な対象としていること、喫茶室において開催されることなど学校内で行われる理科教育とは学びの形態が異なる部分も多い。そのためそれぞれの差異を考慮しながら考察を行うこととする。サイエンスカフェ、小学校における理科はいずれも子どもたちが科学に触れる重要な機会であることには違いなく、その両者の共通性や差異を考慮しながらそれらを考察することは、場所や機会に限定されない総合的な子どもたちの科学の学びについて考える上でも意義があると思われる。

2. 研究方法

2. 1. コドモ to サイエンスカフェ第 12 回の概要

本稿で取り上げる「コドモ to サイエンスカフェ」について概説する。コドモ to サイエンスカフェは、2011 年度に筆者の坂倉らが立ち上げた学生団体「コネット（子どもと科学を結ぶプロジェクト）」（2010～2011 年度）が「大人も子どもも一緒に楽しめるサイエンスイベントをしたい」という思いから子どもゆめ基金助成事業の助成を得て始めた取組みである。2012 年度以降は主催を CLCworks⁽²⁾に移しながらも年間 2～3 回のペースで開催をし、2015 年 9 月現在第 14 回目を迎える。



写真 2. コドモ to サイエンスカフェ第 12 回のフライヤー

コドモ to サイエンスカフェは学齢期(主に小学校中学年程度)の子どもとその保護者を主対象とし、90 分のプログラムで行う。そのおおまかな流れは①アイスブレイク (10 分)、②おはなし (20 分)、③体験 (30 分)、④質問、おしゃべり (20 分)、⑤メッセージ (10 分) である (坂倉 2014)。

本稿で取り上げるサイエンスカフェは、2014 年 1 月 10 日 (土) に『「細胞！」～博士と旅するカラダをつくる小さな不思議～』というテーマで開催をしたコドモ to サイエンスカフェ第 12 回である (写真 2)。筆者である坂倉がファシリテーターとして企画・当日の運営を行い、演者の「細胞博士」として伊藤が細胞についての説明を行い参加者からの疑問や質問に答えるという役割を取った。また観察に用いたゾウリムシ (*Paramecium caudatum*) の提供と取り扱いは西野が担当した。

90 分のプログラム内の「体験」の時間において、光学顕微鏡を用いたヒト口腔内皮細胞 (以下、頬細胞)、スマホ顕微鏡を用いたゾウリムシの観察をそれぞれ行った (写真 3, 4)。顕微鏡でゾウリムシ、ヒト頬細胞の観察を行うまでには、まず身体にはどのような臓器があるかについて参加者同士で確認をし合い (アイスブレイク)、その後演者である伊藤 (参加者には「細胞博士」と紹介) が“生き物は全て細胞から出来ていること”や、“細胞には様々な種類があること”など「細胞」についての話をし (おはなし)、その後坂倉から顕微鏡の使い方について説明を行った。このように「細胞」をテーマとした本サイエンスカフェでは、ヒト頬細胞は「自分の身体の細胞」、ゾウリムシは「たった一個の細胞からなる生き物」という説明の上で観察を行った。光学顕微鏡、スマホ顕微鏡は主催者である筆者らが準備をし、スマホ顕微鏡に使用するスマートフォン (またはタブレット) は参加者が自宅から持参したものをそれぞれ利用した。なお今回、ゾウリムシの観察に用いたスマホ顕微鏡の倍率は使用末端のフロントカメラの性能および液晶の性能によって異なるが 100 倍程度であった。光学顕微鏡は、Vixen の学習用顕微鏡スタンダードシリーズ SB-500 を使い、頬細胞の観察は 500 倍 (接眼レンズ 20 倍、対物レンズ 25 倍) で行った。



写真 3. 光学顕微鏡を用いた頬細胞観察の様子



写真 4. スマホ顕微鏡を用いたゾウリムシ観察の様子

顕微鏡で観察を行った後は、「質問・おしゃべり」の時間として、参加者から細胞についての質問に「細胞博士」が答える時間とした。参加者からは「さいぼうのかたちは、ほかにも（頬細胞、ゾウリムシ以外にも）あるんですか」（括弧内は筆者が加筆）「体がかたい人は細胞もかたいのですか」「ゾウリムシを見たときにまわりであってつぶ上のはさいぼうですか？」（原文のまま）など多くの質問が寄せられた。

2. 2. 観察方法

本稿では、2. 1 で概説した「コドモ to サイエンスカフェ第 12 回」のプログラムの中の「体験」（顕微鏡による頬細胞およびゾウリムシの観察）の時間を中心とした観察記録をもとに考察を行う。観察方法としては、まずファシリテーターとして企画・当日の運営を行った坂倉が、本サイエンスカフェ終了後の出来るだけ記憶が新しいうちに印象的な出来事をフィールドノートに記載した。その後、当日録画していたビデオ記録と照らし合わせながらその事実関係について確認をし、エピソード記述という方法論によって「エピソード」を作成した。エピソード記述とはその出来事が起こった背景や状況という客観的な情報に加え、その場所にいたからこそ感受された間主観的な情報も加えて記述をすることで、従来の行動科学の枠組み（客観主義の枠組み）では捉えられなかった場所に深く関わるからこそ得られる事柄についても考察、共有を可能にした

方法である（鯨岡 2005）。

当日の運営を担うファシリテーターとして感受された参加者の様子も含めて出来事を記述した「エピソード」の考察によって、スマホ顕微鏡を用いた観察によってどのようなことが可能になったか（その限界と可能性）について考察を行う。先述のように、当日はスマホ顕微鏡だけでなく光学顕微鏡を用いた頬細胞の観察も行っていたため、それぞれの顕微鏡を使用した際の参加者の様子などを比較しながら考察をした。なお、参加者には研究調査のためビデオによる記録を行うことを事前に伝え、許可を得るなど倫理的配慮を充分に行った上で録画を行った。

3. 結果と考察

「体験」の時間における出来事について描いた 11 エピソードをもとに、スマホ顕微鏡、光学顕微鏡のそれぞれを用いて観察を行うことについての考察を行った。エピソードを考察していく中で、1) ピントを合わせるのは誰か、2) 光学顕微鏡は中々ピントが合わせられない 3) スマホ顕微鏡はピントを合わせる過程や観察しているものがリアルタイムに共有される、4) スマホ顕微鏡で「自分たちが見たもの」をその場で記録する、5) 光学顕微鏡を操作しながらその仕組みについて理解する、という 5 つの観点が見出された。類似するエピソードは省き、これら 5 つの観点ごとに 8 つのエピソードを取り上げ、考察を示していく。エピソードの中には一部方言が見られるが、臨場感を保つためにそのまま記載し括弧内にその意味を補うこととする。なおエピソード内に見られる個人名は全て仮名である。以下、8 つのエピソードは Episode1~8 と示す。

3. 1. ピントを合わせるのは誰か

本サイエンスカフェでは、“子どもたち自身が操作するように”など特に主催者側からの指示はしなかった。そのため光学顕微鏡に関しては Episode1 のように参加者の半数以上の保護者が顕微鏡を操作してピントを合わせていた。そしてピントが合ったところでそれを子どもたちに代わり子どもたちがそれを観察するという様子が見られた。また、最初は子どもたちが操作をしていたが中々ピントが合わない様子に保護者が早くするように声をかけたり（Episode4）、途中で顕微鏡操作に慣れた主催者側の人物に代わるように促したりする様子（Episode6）も見られた。このように、限られた時間の中で子どもたち（幼稚園～小学 5 年生）がピントを合わせることは難しく（または保護者が子どもたちには難しいと先回りをし、大人中心で行ったこともあり）、今回は、保護者（または主催側の大人）がピントを合わせ、それを子どもたちが観察するという構図を作り出した。光学顕微鏡の操作には知識量の差、慣れ不慣れが関係するため、様々な年代が一同に会す本サイエンスカフェではそれが如実に現れたと言える。

また、光学顕微鏡はその特性上ピントを合わせる過程を 1 人しか行うことが出来ないことも、Episode1,2

考察で取り上げた8つのエピソード (Episode1~8)

Episode1: 「体験」の時間が始まり、各参加者のテーブルに光学顕微鏡が配られてすぐにカイト (小学1年生)、ショウヤ (4歳) の母親は頬細胞を見るための操作をはじめた。自分たちで作った頬細胞のプレパラートをカイト、ショウヤの母親はステージの上に置き、レボルバーを回してピントを合わせる。カイト、ショウヤはその様子を興味深そうに両隣から見ていた。「あっ見えた見えた！」とカイト、ショウヤの母親。「見てみてん (見てみてごらん)」とカイト、ショウヤに促し、カイト、ショウヤもそれぞれ顕微鏡を覗き、「すげー！」と嬉しそうに声を挙げた。カイト、ショウヤが代わる代わるに顕微鏡を覗くうちにピントがずれてしまったようである。ショウヤは、「ショウヤ、もう一度見たい！」と母親に促し、再び母親がピントを合わせた。

Episode2: 「体験」の時間が押してきたのもあり、アズサ (小学5年生)、サトル (小学2年生)、その両親の頬細胞の観察はファシリテーターである筆者 (坂倉) が手伝った。アズサ、サトルにやってもらいたいという想いもあったが、他の参加者の様子を見る中でピントを合わせるのは難しそうであったためプレパラートをステージに置いてもらった後は、筆者がレンズを覗きピントを合わせた。筆者を囲むように、アズサ、サトル、その両親は顕微鏡を見ている。することのないサトルは腕を組んであくびをし、少し退屈そうだった。

※ Episode1,2は光学顕微鏡を用いた観察、Episode3はスマホ顕微鏡を用いた観察でのエピソードである。

Episode3: ユウキ (小学5年生) とタクマ (小学5年生) は、ゾウリムシを観察するため、自宅から持参したタブレットを持ち筆者 (坂倉) の側にやってきた。筆者は「まずカメラを内側に向けて、その上にこのレンズを載せて」と説明をする。説明の最中筆者は他の参加者から話しかけられユウキとタクマの元を離れてしまったが、ユウキ、タクマは自分たちでタブレットの画面を指で押さえレンズの位置を調整しながら自分たちでピントを合わせた。「じゃあゾウリムシを置くねー！」と近くで見ていたヨシカワ (主催であるCLCworksのメンバー) がタブレットのカメラの上に置いたスマホ顕微鏡にゾウリムシの入った液体をスポイドで垂らす。「見えるかな？」と心配そうにしていたユウキ、タクマだったが「あっ見えた見えた！」「動いた！」と無事にゾウリムシの観察が出来たようである。いつのまにに来ていたのか、タクマの父親も「あっこにいる！」と後ろから声をかける。

Episode4: ユウキ (小学5年生) は、頬細胞のプレパラートをステージの上に置きピントを合わせることに必死である。その様子を母親、父親が見守る。ユウキはピントを合わせるために少し神経質になっていたようで、母親が手伝おうと顕微鏡を少しでも触ろうとすると「触らんで！ (触らないで!)、(位置が) ずれる！」と怒って声を挙げた。「体験」の時間が始まって15分近くが経っているが中々ピントが合わない様子である。それを見ていたユウキの父親は「日が暮れちゃうよ」とユウキに話しかける。

Episode5: タブレットにスマホ顕微鏡を置いたコウスケ (小学5年生) は「細胞博士」(伊藤) と一緒にピントを合わせている。数匹のゾウリムシは見えないもののあまり積極的な動きが見られない様子に、細胞博士は「もう少したくさんいるんだけどな、もう一回やり直してみようか」と観察試料を取り替えてみるように声をかけた。コウスケはレンズ上に置いた液体をティッシュで拭き取り、ズレてしまったレンズを調整する。「むずかしいねえ」と細胞博士は声をかけながら、スポイドで再びゾウリムシの入った液体を垂らす。しばらく二人は画面を眺めていたが、「おっ！おっ！おっ！いっぱいおっ！」とコウスケは嬉しそうに声を上げた。細胞博士も「いたねえ！いま2匹ね。これが一個の細胞です」とともに画面を見ながら説明を加える。「来た来た来た！」「本当だ！」など他の参加者のテーブルでも賑やかな声が挙がっている。

Episode6: サクラ (小学1年生) とヒロナ (4歳) は、自分でつくったプレパラートの頬細胞を見ようと一生懸命にレンズを覗きピントを合わせようとしていたが苦戦していた。それを後ろで見ていた母親は、「ちよっと (お姉さんに) 席を変わって」と、サイエンスカフェを手伝いに来ていた理学部出身の学生のクロダにやってもらうように声をかけた。代わるとすぐピントを合わせる事が出来たようで、クロダは「ほら、真ん中の方にある、見えるかな？」と言いつつサクラ、ヒロナに顕微鏡を覗くように声をかける。ヒロナは一生懸命に覗くが、「片目でレンズを見る」という動作自体が難しいようである。クロダは、「片方の目をつぶって、もっとお顔を近づけて」と顕微鏡の覗き方を説明する。途中「見えた！」というヒロナに「本当かなあ〜」と母親が笑いながら答える。

Episode7: 「ではそろそろおしまいにしますね、もうゾウリムシ、頬細胞のどちらも見えたよ〜という人は顕微鏡を戻して来て下さい」と筆者 (坂倉) が言う。観察を終えた子どもたちは続々と顕微鏡を戻しに来たが、観察にかかる時間は参加者によって差があったようでまだ観察を続けている参加者もいる。その様子を見た筆者は「もう少し観察をしている人もいますので、後5分くらい時間を取りますね」と声をかける。観察を終え、既に顕微鏡を戻したサトルとその母親はスマートフォンで撮った写真をみながら何やら話している。その隣でアズサ (サトルの姉) は、同じく撮った写真を見ながら「細胞博士」への質問を書いたり持参したノートにメモを取ったりしていた。

Episode8: 各テーブルに配られてすぐに、カイト、ショウヤの母親は顕微鏡の操作を始めた。「まずレンズに近づけて (ステージを) 上げていけばいいんよね」と確認するように声を出す。同じテーブルだったミカ (小学4年生) の母親も顕微鏡の操作をしながらカイト、ショウヤの母親に「(レンズを覗くと) プレパラートを) 動かすのが反対になるから難しいね」と話しかける。話をしながら昔習った顕微鏡操作についての説明を共に思い出しているようであった。

のように大人が操作をし、それを子どもたちが見るという構図を作り出したと考えられる。Episode1 の場合は母親がピントを合わせようとする過程をカイト、ショウヤは興味深く見守っていたが、Episode2 では何もすることが出来ないワタルは退屈そうであった。

このような光学顕微鏡を用いた観察の際に見られた様子に対し、スマホ顕微鏡では以下の Episode3,5 に見られるような子ども主導または共同でピントを合わせて行く様子が見られた。以下、それらのエピソードを示しながら考察を行っていく。

ユウキとタクマは自らタブレットを持ち筆者の側にやってきた。途中筆者が他の参加者から話しかけられその場を抜けてしまったにも関わらず、ユウキらは自分たちでレンズの位置を調節し、タブレットの画面を押しながらピントの調節を行うことが出来た（スマホ顕微鏡は、スマートフォンで写真を撮るときと同様に画面をタップすることにより自動でピントを合わせることが出来る）。このとき Episode1,2 のような保護者または主催の大人の姿はなく、ピントが合いゾウリムシが見えた所でタクマの父親が声をかけるなど、子どもたちが自ら顕微鏡の操作をしゾウリムシを観察する様子が見られた。

以上、光学顕微鏡を用いた観察（Episode1,2）、スマホ顕微鏡を用いた観察（Episode3）という3つのエピソードの比較からは、スマホ顕微鏡は、光学顕微鏡に比べて操作が簡単であるため、より子ども主導で観察が進んでいく様子が見られたと考えられる。

3. 2. 光学顕微鏡ではピントが中々合わせられない

Episode4 のように、小学5年生のユウキにもピントを合わせるのにはむずかしい様子であった。ピントを合わすことが出来ないため、中々観察を行うことが出来ないことへの苛立ちもあったようである。限られた時間の中で、顕微鏡操作自体に手間取ってしまい、今回のテーマであった「細胞の観察」に移れないという様子はユウキの他にも、保護者が顕微鏡操作を行っていたテーブルでも見られた。

3. 3. スマホ顕微鏡ではピントを合わせる過程や観察しているものがリアルタイムに共有される

Episode5 のように、スマホ顕微鏡は画面でしているものをリアルタイムに共有出来る。よってピントを合わせる過程も1人ではなく共に行うことが出来ていた。コウスケは細胞博士と話をしながら一緒に顕微鏡のピントを合わせ、さらにピントが合った後も画面を共に見ながら博士の説明を聴いていた。

他の参加者からも「来た来た来た!」「本当だ!」などと声が挙がっており、見ているものをリアルタイムに共有出来ることによってその驚きや感動を言葉に合い伝え合っていた。

それに対し、光学顕微鏡はレンズを覗けるのは1人

だけであり見ているものをリアルタイムには共有出来ない。子どもたちが本当に見えているのか、また見ているものが本当に「細胞」であるのか他者は確認することが出来ないため、Episode6 のように保護者が声をかける様子も見られた。

3. 4. スマホ顕微鏡で「自分たちが見たもの」をその場で記録する

観察の最中にスマホ顕微鏡の特性を生かして、観察したゾウリムシの写真や動画を撮った参加者も多く、Episode7 のように観察の後も撮った写真を見ながら話をするという様子が見られた。アズサは写真を改めて見ながら質問や気づきを書き留めていた。

3. 5. 光学顕微鏡を操作しながらその仕組みについて理解する

先述してきたように、本サイエンスカフェでは光学顕微鏡の操作は、多くの場合大人が行った。光学顕微鏡操作を行う保護者たちの中には Episode8 のように過去に習った知識、経験を思い出しながら顕微鏡を操作する様子が見られた。操作を中心で行った保護者にとっては光学顕微鏡の操作方法を改めて確認する機会となっていたと言える。さらに顕微鏡の操作を行う中で、レンズに映った像は上下左右が反対になるなど顕微鏡の仕組みについても気がつく様子が見られた。

一方で子どもたちにはあまり光学顕微鏡を操作することが出来なかったため、操作することによって気づけるような顕微鏡の仕組みについて理解する機会にはならなかったと考えられる。

4. 総合考察-小学校第5学年理科「小さな生き物」観察にスマホ顕微鏡を用いることの可能性

4. 1. スマホ顕微鏡を用いることによって可能になることとそのメリット・デメリット

以上の考察から、スマホ顕微鏡は光学顕微鏡と比較した際に、1) 操作が簡単であり知識量、経験などに関係なく操作が出来る、2) 見ているものをリアルタイムに共有することが出来る、3) 「自分たちが見たもの」をその場で記録することが出来る、という大きく3つのメリットがあることが分かった。

本サイエンスカフェでは、1) 操作が簡単であり知識量、経験などに関係なく操作が出来ることによって、子どもたち自ら中心となって操作をし、観察を行っていくことが可能となった。また操作の簡便性により、光学顕微鏡と比較して観察の時間をより多く確保できたこともスマホ顕微鏡を用いる長所として挙げられる。

さらに 2) 見ているものリアルタイムに共有することが出来ることが、参加者同士または参加者と演者間での対話が起りやすい環境を作り出したと考えられる。「いっしょに物を見る」ことは「共同注視」と呼ばれ（北山 2005）、具体的なものを媒介とした「共同注

視」によって、それらを見ている人たちには各々に様々な想いが引き出されたり思い出されたりする。画面上で同時に物を見ることを可能にするスマホ顕微鏡は、この「共同注視」を引き起こし、その場をともにする人たちが話をしながら、共に観察対象への理解を深めていくことを助けると考えられる。

最後に3)「自分たちが見たもの」をその場で記録することが出来ることは、観察が終わった後の振り返りを行いやすくさせていた。光学顕微鏡のレンズにカメラを取り付け、写真を撮ることも可能ではあるが、やはり機器をわざわざ取り付けなければならないところには煩わしさがある。観察をしながら、その場ですぐに写真記録が撮れることはスマホ顕微鏡の持つ大きなメリットと言ってよいだろう。

一方で、スマホ顕微鏡には、その操作によって顕微鏡そのものの仕組みについて理解をすることが出来ないというデメリットも挙げられる。Episode8の保護者の様子に見られたように、光学顕微鏡では操作をすることによって仕組みを理解することが出来る。“ピントを合わせる”という操作においても、観察試料とレンズの距離を離していくという動作を具体的にすることが出来るが、スマホ顕微鏡は画面を押すだけでよく身体を通してその仕組みを理解することは出来ない。

4. 2. サイエンスカフェと小学校理科における学びの形態の差異、共通性

4. 1で明らかとなったスマホ顕微鏡を用いることのメリット・デメリットを踏まえながら、小学校第5学年理科の「水の中の小さな生き物」観察においてスマホ顕微鏡を活用することについて考察を行う。考察を行うにあたりまずは、本稿で取り上げたサイエンスカフェと小学校理科における学びの形態の差異、共通性を整理したい。

1つ目は、コドモ to サイエンスカフェ、小学校第5年理科での当該単元におけるゾウリムシの取り扱われ方の違いである。コドモ to サイエンスカフェは先述のように「細胞」をテーマとしていたため、ゾウリムシは「たった一個の細胞からなる生き物」という説明の後、観察を行った。それに対して理科では、「メダカのたんじょう」という単元において、「魚が食べるもの」である池や川の中にいる小さな生物としてミジンコ、ミドリムシなどとともに取り上げられる（大隅ほか2012）。理科におけるゾウリムシは、「魚（メダカ）が食べるもの」という他の生物とのつながりの中で扱われていることが大きな特徴である。これは小学校第6学年で習う「食物連鎖」にも関連した知識としての扱いである。

2つ目は、コドモ to サイエンスカフェ、理科それぞれで行われる「学び」に参加する対象とその関係性の違いである。コドモ to サイエンスカフェは小学校中学年程度を主対象とはしているものの、一般に向けた募

集を行うため様々な年齢の子どもたち（幼児～小学6年生）が参加をする。さらにはそこには子どもだけではなく保護者や主催者、演者である「細胞博士」などの多様な大人も参加をする。そしてサイエンスカフェは、参加者らには知識や経験の量にはもちろん差があるものの、参加者同士、参加者と演者との間での「対話」を中心として進んでいくということにも大きな特徴がある。「細胞」という広いテーマは定められているものの何が学ばれるかはそこで参加者から出された質問による部分も大きく、演者とともにダイナミックに作られていく学びにその醍醐味がある。それに対し小学校の理科において、そこに参加するのは同学年（小学5年生）の子ども、参加をする大人は教師のみであり、教師が子どもたちの疑問を取り上げながら子どもたちへと知識を伝達するという形で授業は展開される。理科においては、学習指導要領に記載された定着させるべき知識を確実に子どもに伝達をしていくことが重視される。

その他にも、コドモ to サイエンスカフェは事前申込制であるため元々科学に興味関心を持っている子が来やすいこと、それに対し小学校理科は興味関心の有無に関わらず全ての子どもがそれを学ぶべき対象とされていることも大きな違いとして挙げることが出来るであろう。

このように観察試料の取り扱い方や対象とされる層には違いがあるが、小学校理科第5学年の学習指導要領に記載される「生命を尊重する態度を育てるとともに、生命の連続性（中略）についての見方や考え方を養う」（文部科学省2008）という理科教育の根底にある目標は、サイエンスカフェで筆者らが掲げる想いとも共通する。

4. 3. 小学校第5学年理科「小さな生き物」観察にスマホ顕微鏡を活用する際の配慮点

以上のような差異、共通性を踏まえながら4. 1で明らかとなったスマホ顕微鏡を小学校理科に活用する際の配慮点を述べる。

まず観察試料「ゾウリムシ」の取り扱い方の違いについてである。スマホ顕微鏡では、レンズ上にそのまま観察試料を置くことにより画面で拡大された試料を観察することが出来る。よってスマホ顕微鏡の活用によって池や川の水をスポイドでそのままレンズ上に垂らすことで水の中の生き物を観察が可能である。倍率も30～100倍程度とゾウリムシの他、ミジンコ、ミドリムシなど水の中の生き物を観察するには適した倍率であり、川の水を採取しそれを観察する上でスマホ顕微鏡は適した機器であると言える。さらにこのようなスマホ顕微鏡の特性により、光学顕微鏡を用いる際に池や川の水をスポイドで取りプレパラートを作成するという過程を省くことが出来る。しかしプレパラート作成を行う必要がないということは、「プレパラート

のつくり方」を小学5年生で体得することが出来ないということでもあり、これは4. 1で述べたスマホ顕微鏡活用によって、顕微鏡の仕組みを理解することが難しくなってしまうということとも共通する問題である。その単元において、何を重視するのか(プレパラートの作り方・顕微鏡の仕組みを理解させるのが目標なのか、あくまでもそれは方法であり観察を行うことによって「生命の神秘」に気がつくことを重視するのかなど)を十分に考慮した上で活用することが必要である。「観察」を重視するのであれば、スマホ顕微鏡の活用によって、プレパラート作成の過程を省くことが出来、操作も簡単であるため、観察そのものに十分に時間を割くことが出来る。

学びに参加する対象の違いであるが、これについてはサイエンスカフェの多様な参加者間で見られた「対話」を中心とした学習を、小学校理科における「アクティブラーニング」として積極的に取り入れるための視点として重要となると考える。近年グローバル化の進展や著しい科学技術革新によって生涯学習の場のみならず学校教育においても、子どもが課題に対して主体的に学修する「アクティブラーニング」⁽³⁾(能動的な学修)の充実が提案されている(中央教育審議会2014)。理科教育においても例外ではなく、小学校教員養成課程においても既に平山(2014)などによってその方法が模索されている。「教員による一方的な講義形式の教育」ではなく、「能動的な学修への参加を取り入れた」学習法である「アクティブラーニング」は、まさにサイエンスカフェをはじめとするサイエンスコミュニケーション活動において「欠如モデル」に代わり目指される「双方向コミュニケーション」、すなわち互い積極的な「対話」を重視した活動とも一致する。スマホ顕微鏡の活用によって見ているものリアルタイムに共有が出来ることが、参加者同士または参加者と演者間での対話が起りやすい環境を作り出すことから、理科教育においても講義形式ではない子どもたちの積極的な参加を伴う能動的な学修を期待出来る。そこに参加する対象は同学年であるとは言え、近年の学校外での学習機会の多様性という状況を鑑みると、「水の中の小さな生き物」を学ぶにあたっての彼らの事前知識や経験も様々であると考えられる。「多様な学び手」がその操作に困難を覚えることなくともに観察を楽しむことが出来るスマホ顕微鏡の活用によって、小学校の理科教育においても子どもたちを主導とした能動的な学習機会を作り出すことが期待されると言ってもよいだろう。さらに、「自分たちが見たもの」をその場で記録することが出来観察が終わった後の振り返りが行いやすいことも、子ども自ら学修を行っていくという「アクティブラーニング」を促進すると考えられる。本サイエンスカフェでは、細胞の専門家である演者「細胞博士」が同席をしていたため、積極的な対話の中で出された参加者からの質問・疑問に対してもその場で答

えることが出来た。しかし、小学校理科における学びを支える教員は必ずしもその分野の専門家ではない。よって積極的な対話の中で出される子どもたちからの疑問に答えることは難しいかもしれない。まずは子どもたちが能動的な学修を行う中で積極的な質問が出されることが重要であり、これらの質問への対応は近年同じくその重要性が叫ばれるようになった「博学連携」(小川2011など)の取組み等によって解決されていくと考える。

一方で、小学校の理科教育においてスマホ顕微鏡を活用するためには、使用するスマートフォンもしくはタブレットをどのように整備するかという課題もある。本サイエンスカフェでは、各家庭から持参してもらいそれを活用するという方法を取ったが、個人情報保護の観点から考えると、個人のスマートフォンもしくはタブレットを共有で使うことはそのままでは難しいと考えられる。この場合は情報教育なども合わせて行われることが重要である。またスマートフォン顕微鏡自体も4,000円前後であるため、5人で1つの活用を考えると40名を想定した1クラスの授業ではその準備に約30,000円がかかることとなる。ICT導入は近年積極的に進んでいるが、他のICT機器導入のための予算との兼ね合いも考えながらそれは検討されることが必要である。

5. 本研究の成果と今後の課題

本研究では「コドモ to サイエンスカフェ第12回」内で行ったスマホ顕微鏡を用いたゾウリムシの観察から、小学校第5学年理科における「水の中の小さな生き物」の観察においてスマホ顕微鏡を活用する可能性について、サイエンスカフェ、学校における理科の学びの形態の差異を考慮しながら考察を行った。その結果、スマホ顕微鏡によって可能になる大きく3つの事柄(4. 1. 参照)は、小学校における理科教育においても子どもを主導にし「対話」を中心とした「アクティブラーニング」を促進する可能性があること等が明らかになった。本研究はサイエンスカフェでの実践を基に考察を行ったものであるため、小学校での理科教育への導入にあたっては今回示した配慮点、課題等も含めて検討される必要がある。実際の小学校での理科教育において活用し、そこでの配慮点なども含めて再検討することは今後の課題である。

また本稿ではサイエンスカフェでの考察を基に、小学校の理科授業に活用するにあたっての配慮点などを示唆した。両者の学びの形態には違いがあるもののサイエンスコミュニケーションの理念である「双方向コミュニケーション」、理科教育が目指す「アクティブラーニング」などその大きな方向性は共通するものである。今後も具体的な実践を通してその共通性や差異の整理など両者の「橋渡し」を行うことで、場所や機会に限定されない総括的な子どもたちの科学の学びについ

での考察を進めたい。

注

- (1) 永山昭生理学研究所名誉教授, テラベース株式会社, クローバーフレーバー合同会社, 3 者によって共同企画・開発された製品である。正式名称は, 「スマートフォン顕微鏡Leye」, 拡大倍率は30倍から100倍であり, 焦点距離は約2.2mmである。
Leye 製品 HP: <http://leye.jp/product.php> (2015年9月20日参照)。
- (2) 九州大学大学院統合新領域学府ユーザー感性学専攻におけるチャイルドライフコミュニケータープログラムの修了生有志たちで作る任意団体。「子ども」を活動の真ん中に据え, 科学, アート, 絵本など様々な活動を行っている。
- (3) 「アクティブラーニング」とは中央教育審議会(2012)によれば, 「教員による一方的な講義形式の教育とは異なり学修者の能動的な学修への参加を取り入れた教授・学習法の総称」である。

引用文献

- ・中央教育審議会, 新たな未来を築くための 大学教育の質的転換に向けて, 2012
http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afeldfile/2012/10/04/1325048_1.pdf (2015年9月20日参照)
- ・中央教育審議会, 初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について, 2014
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1353440.htm (2015年9月7日参照)。
- ・平山静男, 小学校教員養成課程におけるアクティブ・ラーニングの試み: 理科教育及び生活科教育におけるプロジェクト・ベースド・ラーニング, 日本理科教育学会全国大会要項, 64, 2014, 273.
- ・神村章子・神村理芽, 中学生が広げるサイエンスコミュニケーション: 札幌でのジュニア・サイエンスカフェの報告, 科学技術コミュニケーション, 2, 2007, 119-126.
- ・北山修, 共視論—母子像の心理学, 2005, 講談社
- ・鯨岡峻, エピソード記述入門—実践と質的研究のために, 2005, 東京大学出版会
- ・文部科学省, 小学校学習指導要領解説理科編, 2008
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/syo/ri.htm (2015年9月20日参照)。
- ・中村証樹, サイエンスカフェ—現状と課題, サイエンス・コミュニケーション 科学技術社会論研究, 5, 2008, 10-20.
- ・小川義和, 博学連携の構築: 「教員のための博物館の日」の広がり (博学連携の構築—「教育のための博物館の日」の広がり—, 課題研究, 次世代の科学力を育てる: 社会とのグラウンディングを実現するために), 日本科学教育学会年会論文集, 35, 2011, 181-182
- ・大隅良典・石浦章一・鎌田正裕ほか 43 名, 中央教育審

- 議会 5, 2012, 新興出版社啓林館。
- ・才木崇史, 活用による小学校理科授業の改善, 日本理科教育学会九州支部大会発表論文集, 40, 2013, 48-51
- ・坂倉真衣, 親子で楽しむ体験型サイエンスカフェ—コードモト サイエンスカフェの紹介, 日本サイエンスコミュニケーション協会誌, 3(1), 2014, 42-43
- ・齋藤芳子・戸田山和久, Kinder-Uni (子どもの大学) にみる科学コミュニケーションの要諦, 科学コミュニケーション, 一般講演, 第22回年次学術大会, 2007
- ・澤田佳宏・川上紳一, 児童の学習意欲を高める小学校理科授業での ICT 活用研究: デジタルコンテンツの活用と児童とともに製作するコンテンツ, 岐阜大学教育学部研究報告. 自然科学, 34, 2010, 81-86.
- ・清水康敬, 科学技術教育に関する国の政策と ICT の活用, 日本教育工学会論文誌, 28(3), 2004, 163-169.
- ・清水康敬, 教育の情報化による児童生徒の学力向上, 学校経営, 47(14), 2002, 19-27
- ・杉山滋郎, なぜ今, 科学技術コミュニケーションか はじめよう! 科学技術コミュニケーション, 2007, ナカニシヤ出版, 1-13.
- ・S. ストックルマイヤー他編著, 佐々木勝浩他訳, サイエンス・コミュニケーション—科学を伝える人の理論と実践, 2003, 丸善プラネット
- ・渡辺政隆・今井寛, 科学技術コミュニケーション拡大への取り組みについて, Discussion Paper, 39. 2005
- ・吉田崇・小野瀬倫也, 理科における ICT 活用の視点と実践, 日本理科教育学会全国大会発表論文集第10号, 2012, 282

補記

本論文は, 福岡教育大学紀要 第65号 第6分冊, 1-8 (2016) として掲載された論文を基本として再構成し, 本投稿論文としての査読を経て修正したものである。