

## 学習者の目的に応じた多視点映像教材の開発研究【2】

### — 小学校理科における児童の実験支援方法に関する研究開発 —

The development study of the many viewpoints picture teaching materials  
which accepted the purpose of the learner

久世均<sup>\*1</sup>／東海幸恵<sup>\*2</sup>／宮浦佑美奈<sup>\*3</sup>／齋藤陽子<sup>\*4</sup>／田代学<sup>\*5</sup>／日比野安平<sup>\*6</sup>

最近の情報技術等の進展に伴い、多様な学習者に対応した多方向から撮影した教材化の開発がなされてきた。また、高品位で大容量の記録も安価で可能になり、また大容量記憶装置や高速ネットワークが急速に進み、映像教材も高品位で大容量の配信が可能になった。従来の学習教材の撮影方法や記録方法は、単方向からの撮影・記録が主なものであり、撮影方向には教材作成者の撮影意図が多く反映されていた。今後、多様な学習者に対応した映像の教材化を考えると、これまでの単方向を主として撮影・記録されてきたものから、多様な視点で教材を提示することが必要となる。そこで、本研究は、小学校理科における児童の実験支援方法に関する研究開発として、理科の実験の学習教材を多方向同時撮影することにより多視点映像として教材化したので、その多視点映像教材の教育利用・研究での課題について報告する。

<キーワード> 多視点, 映像教材, 学習者, マルチアングル, 教材化, 理科実験

#### 1. はじめに

本研究開発では、理科実験の学習で、児童が理科の実験方法を身につけるための支援として、児童・教師が簡単に操作でき、必要な部分を繰り返し見ることができる理科実験のデジタルコンテンツを開発した。

新学習指導要領では、小学校理科の目標として、「自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。」となり、見通しをもって観察、実験などを行う学習に重点を置くようになっている。「見通しをもつ」とは、児童が自然に親しむことによって見いだした問題に対して、予想や仮説をもち、それらを基にして観察、実験などの計画や方法を工夫して考えることである。児童が「見通しをもつ」ことには、以下のような意義が考えられると述べている。

児童は、自らの生活経験や学習経験を基にししながら、問題の解決を図るために見通しをもつことになる。ここでの「見通し」は、児童自らが発想したものであるため、観察、実験が意欲

的なものになることが考えられる。このような意欲的な観察、実験の活動を行うことにより、その結果においても自らの活動の結果としての認識をもつことになる。このことにより、観察、実験は児童自らの主体的な問題解決の活動となるのである。また、児童が見通しをもつことにより、予想や仮説と観察、実験の結果の一致、不一致が明確になる。両者が一致した場合には、児童は予想や仮説を確認したことになる。一方、両者が一致しない場合には、児童は予想や仮説を振り返り、それらを見直し、再検討を加えることになる。いずれの場合でも、予想や仮説の妥当性を検討したという意味において意義があり、価値があるものである。このような過程を通して、児童は自らの考えを絶えず見直し、検討する態度を身に付けることになると考えられる。<sup>12)</sup>

この新学習指導要領の意義をふまえた、理科実験の学習では、次のような学習展開が考えられる。

- ① 理科実験の連続写真やDVDなどから予想や仮説を設定する。

論文受理日：平成 21 年 2 月 7 日

\*1 KUZE Hitoshi, \*2 TOKAI Yukie, \*3 MIYURA Yumina : 岐阜女子大学 \*4 SAITO Yoko: 関市旭ヶ丘中学校  
\*5 TASHIRO Manabu, \*6 HIBINO Yasuhira : 岐阜県先端科学技術体験センター (サイエンスワールド)

- ②理科実験を行い、予想や仮説を確認する。
- ③児童は、予想や仮説を振り返り、それらを見直し、再検討を加える。
- ④DVDなどを活用して実験のポイントをつかみ、互いに学びあう。

このような学習展開の中で、「①理科実験の連続写真やDVDなどから予想や仮説を設定する。」ことは、児童が主体的に実験に取り組むための入り口として非常に重要である。従来この段階は、教師自身が実験を行ったり、印刷された連続写真を見て実験内容を確認したりしていたが、教師自身の実験では実験環境の問題で、必ずしも正確な実験の演示が行えていない場合が多く見受けられる。また、印刷物の連続写真を見ても、連続した動きとしての実験をイメージすることがなかなかできない現状がある。また、紙面の大きさの制限で写真が小さくなり、実験の細かいポイントが見つらいといった問題点がある。VTRを利用した場合は、これらの問題点は解決されるが、該当する試技の検索や繰り返しての再生に時間がかかり、授業時間を圧迫していた。

これらの問題点を踏まえた上で、デジタル化された映像と連続写真を適切な検索項目を付けてコンピュータ上に記録し、必要に応じて映像や画像を画面上で確認できるようにすることにより、授業時間を圧迫せずに、児童に実験内容や実験のポイントを理解させることができる。

また、その場で教師が録画した児童の実験とコンピュータ上の映像を対比することにより、児童が自己の実験の問題点を容易に把握することができるようになる。

データは、DVDでの利用を想定しているが、教師がインターネット上から必要なデータをパソコンのハードディスクにダウンロードして利用できるよう配慮する。

## 2. 理科実験映像教材の開発

### (1) 画像データの作成

一つの実験について

- ①10～30秒程度の動画1本をHD形式で作成する。
- ②5～12枚の分解写真をJPEG形式の詳細画像とサムネイルで作成する。  
サムネイルで、技の連続性を1つの画面で

確認できるようにする。

### (2) 画面インターフェースの開発

検索画面には、学年・領域・技別に整理された目次を用意して、教師や児童が見たい実験を画面で選んで見ることができる。また、動画か連続写真のいずれかを選択できるようにする。

動画を選択した場合は、再生・一時停止が任意の場面で行える。また、必要な場合には実験を行っているときの音も同時に再生できる。動画の再生画面から、その実験の連続写真の画面に移動することができ、実験のポイントとなる箇所を静止画で確認することができる。

分解写真を選択した場合には、サムネイルで一連の流れが表示され、全体の流れを掴むことができる。サムネイルをクリックするとその写真が拡大され、より詳細にその場面のポイントを理解できるようにする。場合によっては、その場面の実験のポイントを文字または音声で解説する。

### (3) 授業実践と改善

カリキュラムに従い、授業実践を行い、画面インターフェースの改良、画像の改良を行う。また、改良事項の効果を検討し、必要な場合には改善を加える。

### (4) 多視点教材化技術

教材資料の多視点化を目指した研究として、実験観察する対象の周囲に複数のHDビデオカメラを配置し、それらによって撮影された多視点動画映像と同対象の周囲に多数のデジタル・カメラを配置し、それらによって撮影された多視点静止面映像により、実験観察の特徴を抽出し、総合化を実現することにより、より活用しやすい多視点映像教材化技術の開発することが必要となる。

## 3. 理科・化学実験における多視点映像教材

実験・観察は児童・生徒の理科への興味・関心を深めるために有効な指導方法の一つであり、担当する教員によって工夫された実験・観察が実施されてきている。しかし気体を発生させる実験での爆発事故等、新聞やニュース等で理科の実験での事故が報じられ、児童・生徒が怪我を負って教員の責任が問われる場面も少なくない。そのために、理科実験指導方法に関わる多視点動画教材を作成することが必要となる。

そこで、今回試作した実験の多視点映像教材の開発とその視点について報告する。

### (1)「実験用てこの使い方」映像教材

新学習指導要領の小学校の第6学年の“てこの規則性”には次のように記述されている。<sup>12)</sup>

てこを使い、力の加わる位置や大きさを変えて、てこの仕組みや働きを調べ、てこの規則性についての考えを持つことができるようにする。

ア 水平につり合った棒の視点から等距離に物をつるして棒が水平になったとき、ものの重さは等しいこと。

イ 力を加える位置や力の大きさを変えると、てこを傾ける働きが変わり、てこがつり合うときにはそれらの間に規則性があること。

ウ 身の回りには、てこの規則性を利用した道具があること。<sup>12)</sup>

ここでの指導に当たっては、てこ実験器を使って行った実験の結果について、支点からの距離とおもりの重さの関係を表などに整理することを通して、てこの規則性をとらえるようにする。と述べている。つまり、この実験を通じて、てこの規則性を推察させることが重要となる。

ここで開発した映像は、導入的映像。「てこの原理」の発見に導くための映像。「てこが水平につりあう時は、どんな場合だろうか？」という問いのもとに、いろいろにおもりを下げてる様子を見せる教材である。



図1 てこ実験器の使い方

### (2)「顕微鏡の基本操作」映像教材

顕微鏡の操作については、第3学年の「身近な自然の観察」において、「身の回りの生物の様子を調べ、生物とその周辺の環境との関係についての考えを持つことができるようにする。」<sup>12)</sup>という記述がされている。このように、理科全

般で利用される顕微鏡の基本操作は、小学校の理科の授業では重要である。この顕微鏡の操作の映像の場合には、顕微鏡の操作全体の映像の他に、顕微鏡の操作のポイントを拡大して提示する必要がある。そこで、正面と左右の側面からの撮影のほかに、顕微鏡の中心部を拡大して撮影した。

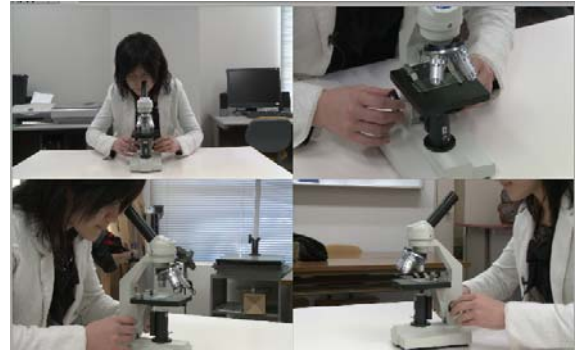


図2 顕微鏡の操作

そのことにより、より詳しく映像で見ることができ、基本的な捜査を覚えたり、観察の前に復習するための教材として作成した。



図3 顕微鏡の操作の撮影状況

つまり、実験などの場合には、学習者の目的に応じた視点・視座で撮影することが必要となる。そのために、今回の理科の実験には、サイエンスワールドの専門職と連携し、協議を繰り返して撮影している。

### (3)今後の撮影実験計画

#### ア 物と重さ

##### ① 学習指導要領<sup>12)</sup>

粘土などを使い、物の重さや体積を調べ、物の性質についての考えをもつことができるようにする。

ア 物は、形が変わっても重さは変わらないこと。

##### ②実験目的

「ものと重さ」の単元は21年度から実施する内容である。ここでは、物は形を変えても重

さは変わらないことや、物には同じ体積でも重さの違うものがあることなどを学習する。質量保存の概念が確立していない児童にとっては、物の状態が変化したことによって、質量も変化するのではないかと考えてしまう傾向がある。そのため、見た目によって物の重さが増えるか減るかと考える児童が意外に多く、面白い実験である。ここでは、状態が変化しても重さは変わらないということを、すぐに提示できるような教材としたい。

### ③実験内容

#### ● 物の重さは変化するだろうか。

- ・大きさの同じアルミホイルを3枚用意する。
- ・アルミホイルを、「そのまま」「ぎゅっと固める」「細かくちぎる」の3つの状態での重さを調べる。

## イ 金属、水、空気と温度

### ①学習指導要領<sup>12)</sup>

金属、水及び空気を温めたり冷やしたりして、それらの変化の様子を調べ、金属、水及び空気の性質についての考えをもつことができるようにする。

- ア 金属、水及び空気は、温めたり冷やしたりすると、その体積が変わること。

### ②実験目的

温度の変化によってかさかわることは、日常の様々な場面において感じ取ることができる。しかし、空気のかさの変化には気づいても金属のかさの変化には気づいていないことも多い。さらに、この実験では、「もっと熱くしたら?」「逆に冷たくしたら?」という考えを容易に導くことができる。実験結果を比較できるようになれば、利用度の高い便利な教材となる。

### ③実験内容

- 空気は温度が変わると、かさかわるだろうか。試験管の口に石鹼水の膜をつけて、温めたり冷やしたりする。
- 水も温度が変わると、かさかわるだろうか。
  - ・試験管に水をいっぱい入れる。
  - ・試験管を湯の中に立てて温める。水のかさがどうなるか調べる。
  - ・試験管を冷たい水の中に立てて冷やす。水のかさがどうなるか調べる。
- 金属も温度が変わると、かさかわるだろうか。

- ・金属の玉が輪を通りぬけることを確かめる。
- ・金属の玉を熱する。その後、輪を通りぬけるかどうか調べる。
- ・金属の玉を水に入れて冷やした後、輪を通りぬけるかどうか調べる

## ウ 物の溶け方

### ① 学習指導要領<sup>12)</sup>

物を水に溶かし、水の温度や量による溶け方の違いを調べ、物の溶け方の規則性についての考えをもつことができるようにする。

- ウ 物が水に溶けても、水と物とを合わせた量は変わらないこと。

### ②実験目的

物が水に溶けてしまうと、物の見た目による変化から、「水+物」の重さが増えるか減るかと考える児童が意外に多くいる。ここでは、水・容器・物のそれぞれの重さを量り、物を水に溶かしても全体の重さは変化しないということを明確にしたい。それぞれの重さに意識が集中し、変化しないことが分かりやすく提示できる教材としたい。

### ③実験内容

#### ● 水に溶けた食塩の重さはどうなるのだろうか。

- ・50mlの水と5gの食塩を用意する。
- ・それぞれの重さ(水+容器+食塩)を量る。
- ・食塩を溶かした上で、再び重さを量る。
- ・食塩を5g足して、重さを量る。

## エ 燃焼の仕組み

### ①学習指導要領<sup>12)</sup>

物を燃やし、物や空気の変化を調べ、燃焼の仕組みについての考えをもつことができるようにする。

- ア 植物体が燃えるときには、空気中の酸素が使われて二酸化炭素ができること。

### ②実験目的

実験前から「物は酸素によって燃える」と考えている児童が多くいる。しかし、日常生活においては酸素の割合を調節できないため、その割合による変化までをつかんでいる児童は少ない。ここでは、酸素の割合によって燃え方(明るさ、炎の大きさなど)が異なってくるということを提示できる教材としたい。

### ③実験内容

- 物の燃え方は酸素の量によって変化するだ

ろうか。

- ・通常の空気で物を燃やす。
- ・酸素で物を燃やす。
- ・酸素の割合を増やして、物を燃やす。

## オ 水溶液の性質

### ①学習指導要領<sup>12)</sup>

いろいろな水溶液を使い、その性質や金属を変化させる様子を調べ、水溶液の性質や働きについての考えをもつことができるようにする。  
ウ 水溶液には、金属を変化させるものがあること。

### ②実験目的

近年環境問題のひとつとして酸性雨が取り上げられている。酸性雨の原因は、化石燃料の燃焼や火山活動などにより発生する硫黄酸化物(SO<sub>x</sub>)や窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)、塩化水素(HCl)などである。これらが大気中の水や酸素と反応することによって硫酸や硝酸、塩酸などの強酸が生じ、雨を通常よりも強い酸性にする。この酸性雨が、銅像などの建築物などを溶かしてしまう。

それに関連して、この単元では、金属を溶かす水溶液の働きについて学習する。危険な水溶液に注意しながら、金属が溶けていく様子をよく観察できる教材としたい。

### ③実験内容

- 金属を水溶液に入れるとどうなるか  
スチールウール(鉄)やアルミニウムはくに、うすめた塩酸を注いで、どうなるかを調べる。

## 4. 「教えて考えさせる授業」への展開

中教審答申に「・・・教えて考えさせる指導を徹底し、基礎的・基本的な知識・技能の習得を図ることが重要なことは言うまでもない。」

(教材・教具の工夫、理解度の把握)(2008年1月17日P18)と述べ、東京大学の市川伸一氏は、「教えて考えさせる授業」を創るの中で「教え込み」への反動から「教えずに考えさせる授業」がよいとする考え方が出てきたことに警鐘を鳴らし、「教えて考えさせる授業」を推奨している。

<sup>13)</sup>また、埼玉県の小中学校長の錦木氏は、「教えて考えさせる先行学習で理科を大好きにする」の中で、先行学習の重要性を説いている。<sup>14)</sup>ここで、理科の実験教材を開発することは、この先行学習の場面で利用できると考えている。一般には、「びっくりするような実験を見せて、興味

を引きつけてから授業に入る」というような伝統的な授業ではなく、先行学習では、まず「教科書を読んで、簡単にまとめを作らせること」から始めている。つまり、予備知識の教授により、理解・問題解決を促すということである。この予備知識(先行学習)において多視点映像教材が活用できると考えている。

## 5. おわりに

本学では文部科学省の現代G Pの選定を受け、平成16年度から3年計画で、デジタル・アーキビストの養成のためのカリキュラムの開発、及びそれを元にした教育実践を行った。ここでは、今後多くの分野で必要となる文化資料の情報化とその流通のデジタル化技術と併せ、文化活動の基礎としての著作権・プライバシー、文化芸術等の文化情報の内容に関する基礎を理解し、デジタル・アーカイブ化ができる人材の養成を展開している。このデジタル・アーキビストの養成には、実践力が重視される。特に、資料の収集・記録・管理・活用には各メディアの収集・記録の方法として、著作権処理、文化財・文化活動が正しく後世に撮影・デジタル記録として残す技術、情報管理の方法として何をどのように記録するのか、情報カテゴリー、センサー等々のメタデータなどの計画ができる実践能力が要求される。

本研究は、デジタル・アーキビスト養成における多視点映像撮影技術等の実践的な研究の基礎資料となるとともに、現職教員における教材開発を通じたデジタル・アーキビスト能力の育成についてのカリキュラムを開発することが可能となる。さらに、教材資料の多視点化を目指した研究として、対象の周囲に多数のHDビデオカメラを配置し、それらによって撮影された多視点映像によって撮影された多視点映像により、多視点映像の教材化の特徴を抽出し、総合化を実現することにより、より活用しやすい多視点教材化技術の開発を目指したいと考えている。

本研究にあたって、多視点映像による実演指導、全体については、岐阜女子大学の後藤忠彦教授に指導していただいた。また、サイエンスワールドの職員の方々の大変なご協力に対し、厚く感謝の意を表します。

最後に、本研究は文部科学省の科学研究費補助金基礎研究(B) (課題研究番号 20300278) を受けて進めていることを、感謝をもってここに付記する。

## 参考文献

- 1) 久田・林・松野・久世：文化情報のデジタル・アーカイブの実証的研究【I】 日本教育情報学会  
教情研究 E07-1 (2007-02) P1-P6
- 2) 久世・久田・林・松野：文化情報のデジタル・アーカイブの実証的研究【II】 日本教育情報学会  
教情研究 E07-1 (2007-02) P7-P12
- 3) 後藤・久田・久世：教材作成のための8方向静止画と4方向動画映像のデジタル・アーカイブズの開発  
日本教育情報学会  
教情研究 E07-2 (2007-04) P33-P40
- 4) 久田・久世・林：文化活動におけるオーラル・ヒストリーの実践的研究 日本教育情報学会  
教情研究 E07-2 (2007-04) P55-P60
- 5) 久世：生涯学習における遠隔学習システムの活用  
日本教育情報学会 「教育情報研究」第16巻第2号
- 6) 久世・久田・後藤・三宅・林・田口・岩田・谷口・橋詰・松野：デジタル・アーカイブ化のための16方向同時撮影法に関する基礎研究【I】 日本教育情報学会  
教情研究 EI07-3 (2007-06) P1-P6
- 7) 久世他：教員養成における遠隔教育システム 日本教育情報学会 教情研究 EI07-2 (2007-04) P7-P12
- 8) 久世他：オンデマンドと双方向遠隔授業を融合した授業設計 ～親子教室における遠隔教育システムの実践について～ 日本教育情報学会 教情研究 EI07-5 (2008-05) P1-P7
- 9) 久世他：オンデマンドと双方向遠隔授業を融合した授業設計 ～学生チュータ授業における実践的授業力の養成～ 日本教育情報学会 教情研究 EI07-5 (2008-05) P8-P13
- 10) 瀬ノ上・久世：世界文化遺産「白川郷と五箇山」のデジタル・アーカイブ 日本教育情報学会 教情研究 EI07-5 (2008-05) P22-P28
- 11) 久世他：学習者の目的に応じた多視点映像教材の開発研究【I】～多視点映像の教育利用・研究での課題～ 日本教育情報学会 教情研究 EI08-1(2008-06) P15-P21
- 12) 文部科学省：小学校学習指導要領解説 理科編 平成20年8月
- 13) 市川伸一：「教えて考えさせる授業」を創る 図書文

化 2008.7.30

- 14) 鎌木良夫：教えて考えさせる先行学習で理科を大好きにさせる 学事出版 2007.3.1
- 15) 東京大学：見て体験して物理がわかる実験ガイド 学術図書出版社 2007.10.10
- 16) 久世：学校教育でのデジタル・アーカイブ表現技術と権利処理 (財)学習ソフトウェア情報研究センター 学習情報研究 2008.11 P2-9