

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 22 日現在

機関番号：13701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25350196

研究課題名(和文) 児童・生徒を揺さぶり、学びをつなげるための教材開発とモデル授業の構築

研究課題名(英文) Science teaching materials and lessons motivating students and expanding their learning

研究代表者

佐藤 節子 (SATO, SETSUKO)

岐阜大学・教育学部・名誉教授

研究者番号：60196243

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：小学校4年から中学校3年までの理科授業において、児童・生徒が実感をもって自ら自然の規則を学び、自然の姿、人と環境、地球環境へと学びをつなげていくための授業づくりを支援するために、大気浮遊物観測と雪状氷結晶育成実験の成果や物質の三態にかかわる実験を反映させた理科授業のためのウェブ教材を開発し、さらに改良した。この教材を用いたモデル授業や関連した実験を導入したモデル授業を構築して授業実践を行い、その成果を発表した。

研究成果の概要(英文)：The web-based teaching materials were developed and improved with the results of airborne particle observations and dynamic images of snow-like ice crystal growing and phase changes of the materials for science lessons in primary schools and lower secondary schools. The model science lessons constructed using these web-based materials and the related lessons were practiced and evaluated from the students' attitude toward studying, solid understanding, motivation to science, and their voices uttered in wonder. The results were published.

研究分野：理科教育

キーワード：ウェブ教材 大気浮遊物観測 雪状氷結晶の成長過程 中学校理科 小学校理科 大気環境 黄砂 実験を基にした教材

1. 研究開始当初の背景

小中学校の教科書は、児童・生徒が興味を引き起こすように、また生活との関連がわかりやすいように内容が工夫されている。しかし、物も情報もあふれた生活の中で育ち、すでに知っている、当たり前と思いがちな児童・生徒にはその興味深さが伝わりにくい。

私は以前から、電子顕微鏡を用いて、児童・生徒が日常的に接している大気中のミクロな浮遊物の姿を捉えて、これらの画像を理科授業に活用できるように、ウェブ教材を作成してきた。また水蒸気から雪結晶が成長する姿を提供するために、雪状氷結晶実験を続けて、結晶の成長過程の動画もウェブ教材として提供してきた。このウェブ教材をさらに充実させて教員や生徒が授業の中で利用しやすいものとするとともに、これを活用したモデル授業を開発して、わかったつもりになっている児童・生徒を揺さぶり、児童・生徒の身のまわりから人と環境、地球環境へ視点を広げる授業法を構築したいと考えた。

2. 研究の目的

(1) 児童・生徒が、彼らのすぐ周りにある自然現象のミクロな姿を実際に観察できるウェブ教材を充実させるとともに、関連の教材を作成する。

(2) これらの教材を導入して、児童・生徒が自然現象の不思議さを感じて、実感を伴った理解に至るためのモデル授業を構築する。児童・生徒が身のまわりから「自然と人間・人間と環境」にまで視点を広げられるモデル授業を構築する。

3. 研究の方法

(1) より鮮明で魅力的なミクロな雪状氷結晶成長画像を得るために結晶育成実験を続けて録画して、それをウェブ教材に取り込む。

大気浮遊物についての新しい情報を盛り込んだウェブ教材を構築する。このために大気浮遊物観測を続け、そのデータ解析を行う。

(2) 岐阜大学教育学部附属小・中学校教員の協力を得て、ウェブ教材を用いた授業指導案を作成してモデル授業を構築する。授業を実践して評価する。

4. 研究成果

(1) 私は小学校理科「水のすがた」から中学校理科「状態変化」「大気中の水」へつなげる教材を開発するために、雪状氷結晶成長実験を続けて、平成 20 年に、ウェブ教材に雪状氷結晶成長過程の動画を加えた。この教材の再構築と利用について、第 5 回アジア化学教育国際研究会で報告し(学会発表)、論文として発表した(雑誌論文)。また、見えない水蒸気から氷結晶が成長する姿の実画像を活用した授業や児童の自発的な学習、IT 学習の可能性を検討した結果も発表した(学会発表)。さらに物質の状態変化の実験画像を録画して、ウェブ教材に加えて(ホー

ムページ)ウェブ教材を更新した。この成果を報告した(学会発表)。



図 1. 雪状氷結晶ページ[1]

雪状氷結晶育成実験を続けて、より自然の雪の形状に近い樹枝状に成長する実験条件の一つを明らかにした。この実験条件での氷結晶成長過程の動画を録画して、ウェブ教材に加えた(ホームページ)。

(2) 平成 25 年度に、小学校理科 4 年「水のすがたとゆくえ」のために、児童が教室で実験することができる教材として、平松式ペットボトル人工雪発生装置[3]の利用を検討した。小学校の 45 分授業内で、導入、予想、実験、考察、まとめの構成をすべて行うには、実験時間は準備も含めて 20 分程度が限度である。その時間内に実験を済ませられるような実験方法と器具を工夫して、教育実習を終えている学部 4 年生が、実際に小学校 3 クラスで、研究授業を行った。授業後に児童にアンケート調査を行い、その授業実践を評価した。すでに知っているという様子を示した児童も実験を始めた後、自分の予想した通りにはすぐに結晶が成長しないと、自分の実験準備がどうであったかを振り返っていた。しばし待って、ひとたび氷結晶が成長し始めると、その様に驚きの声を上げ、自主的にさらに実験に取り組み、何が起きているかを自ら考えて発表する姿が見られた。この教材を導入した授業が、明らかに児童を揺さぶり、児童の自主的学習を促し、実感を伴った理解をもたらしていた。この授業実践のための教材化に至る実験器具の工夫と授業指導案、研究授業の実際とその成果を、論文として発表した(雑誌論文)。

(3) 中学校 2 年「気象とその変化」の授業のために、附属中学校教員と、すでにウェブ教材化していた大気浮遊物と雪結晶教材を導入した単元指導計画を立て、モデル授業を構築した。

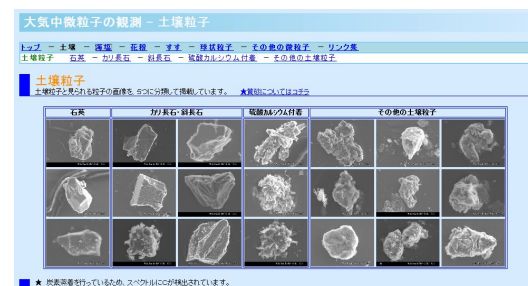


図 2. 大気浮遊物土壌粒子ページ[2]

この授業を附属中学校教員が平成 25 年 4 月から 6 月にかけて実際に実践した。その後、アンケート調査を行ってモデル授業を評価した。この結果を日本理科教育学会第 63 回全国大会で発表した(学会発表)。評価をもとにモデル授業の指導計画を再検討して、附属中学校教員が再度平成 26 年 9 月から 11 月にかけて授業を行った。この成果を日本理科教育学会第 60 回東海支部大会で発表した(学会発表)。教材内容が自分の居住地域にかかわっていることにより生徒は主体的に取り組み、考えていく姿を示した。またウェブ教材なので、生徒が個々の iPad を用いて自由に画像を観察するとともに、その iPad を用いて画像をみんなで確認しながら、討論をすることが可能となった。生徒が自然の実像に驚き、興味をそそられる姿が明らかであった。また大気浮遊物を通して地球上の物質の循環に至る捉え方に発展している姿が見られた。これらの成果をまとめて第 24 回化学教育に関する国際会議(IUPAC)で発表し(学会発表)、論文(雑誌論文)としてまとめた。

中学校 3 年生「地球と宇宙」に向けたウェブ教材の中の宇宙塵[4]を活用したモデル授業を構築して、授業を実践した。この成果を日本理科教育学会第 66 回全国大会で発表した(学会発表)。

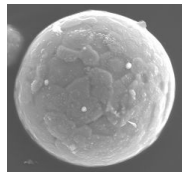


図 3. 宇宙塵[4]

(4) 中学校において理科好きの生徒が激減するという報告[5,6]の実情を知るために、平成 25 年から平成 26 年にかけて、岐阜大学教育学部附属中学校の理科授業の観察と生徒のアンケート調査を行った。附属中学校では抽選で生徒が選ばれていて、特に優秀な生徒のみを集めているわけではないにもかかわらず、理科好きの生徒の割合の減少は、報告[5,6]に比べて格段に小さかった。このことを踏まえて、附属中学校において長期にわたる理科授業参観と生徒の意識調査を行い、活気ある理科授業であるための要素を探った。

生徒に疑問や興味を抱かせる授業の導入部分の工夫、活動や体験的学習を好む生徒に多くの実験や観察を通して身をもって学ばせる工夫、生活と関連付け、生きた学びとなるための工夫、生徒の五感に訴える工夫を施し、生徒が自由に発言できる環境を作り上げていることが、学年が上がって内容が難しくなっても、生徒を意欲的に理科授業に取り組みさせている重要な要因となっていることを明らかにした。またこのような工夫した授業を行うためには、深い知識、経験、熱意、人間性、使命感をもった優れた教員の存在が必須であることがわかった。

意識調査における男女間の違いからは、学年が上がるにつれて理科好きが減少していく傾向へは、女子生徒の寄与がより大きいこ

とが明らかになった。女子生徒の場合、理科の内容への興味以上に、いっしょに取り組む仲間や友達の好き嫌いが影響する傾向があることがわかった。この成果を日本理科教育学会第 64 回全国大会で発表(学会発表)し、論文(雑誌論文)としてまとめた。

(5) 大気浮遊物の教材内容を更新するために、大気浮遊物観測を続けてきたその成果を、大気化学討論会で報告し(学会発表)、論文として発表した(雑誌論文)。カルシウムを含む土壌粒子数の割合の年間を通じた動向が、中国の黄砂活動を強く反映していることを明らかにした。またアメリカ海洋大気庁が提供している気流の流跡線解析[7]を用いた分析から、秋から冬にかけては気象庁が開示している黄砂観測地域より西側の砂漠域からの黄砂が日本に飛来している可能性が高いこと、夏期に東シナ海や太平洋から流入する空気塊が、東シナ海近辺に漂っていた黄砂粒子や激しい黄砂活動の後太平洋まで達していた黄砂粒子を日本へ運んでいる可能性のあることを示した。この成果を加えて、大気浮遊物のウェブ教材を更新した(ホームページ)。

<引用文献>

- [1] <http://www1.gifu-u.ac.jp/~kasa220/dekirukana.html>
- [2] <http://www1.gifu-u.ac.jp/~edkagaku/sato/particle/dojou.html>
- [3] <http://www1.ocn.ne.jp/~kojihk/kazupage/pet.htm>
- [4] <http://www1.gifu-u.ac.jp/~edkagaku/sato/particle/kyuujou.html>
- [5] 国際教育到達速度評価学会 国際数学・理科教育動向調査(TIMSS 調査), 国立教育政策研究所, www.nier.go.jp/timss/
- [6] 井上恵美, 池田幸夫, 山口大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, 第 25 号(2008) 155-163.
- [7] Rolph, G. D., 2016. NOAA Air Resources Laboratory, Silver Spring, MD. (<http://ready.arl.noaa.gov>)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 5 件)

田中愛由菜, 佐藤節子, 生徒を揺さぶり、意欲的に向かわせる中学校理科授業の要素, 岐阜大学教育学部研究報告 自然科学, 査読無, 41 巻, 2017, 57 - 70.

香川雅子, 横山貴普, 澤龍, 陶山俊輔, 松井一樹, 長谷川博一, 中村周平, 市川陽介, 荒井綾香, 堀井真奈, 上原純, 榎瀬敏哉, 石垣智, 永田晃大, 小野木航, 今井茜, 水野貴仁, 篠田佳奈子, 壁谷春奈, 辻一海, 中西亮太, 佐藤節子, 大気浮遊土壌粒子の観測と中国の黄砂発生状況, 岐阜大学教育学部研究報告 自然科学

学, 査読無, 41 巻, 2017, 45 - 55.

吉田泰久, 佐藤節子, 大気微粒子教材を活用した中学校理科のモデル授業 中学校 2 年生「気象とその変化」を事例として, 岐阜大学教育学部研究報告 自然科学, 査読無, 40 巻, 2016, 37 - 50.

中島綾, 三輪真里絵, 佐藤節子, 小学校理科 4 年「水のすがたとゆくえ」のための平松式ペットボトル人工雪発生装置の教材化とこの教材を用いた授業実践, 岐阜大学教育学部研究報告 自然科学, 査読無, 40 巻, 2016, 27 - 36.

Setsuko Sato, Kotaro Asano, Web-based teaching material connecting science and environmental education in primary school and junior high school, Part II. Microscopic demonstration of snow-like ice-crystal growing and reconstruction of website, Chemical Education Journal, 査読有, 15(2), 2014, 電子ジャーナル <http://chem.sci.utsunomiya-u.ac.jp/chem/v15n2/108Sato/Sato.html>

〔学会発表〕(計 9 件)

香川雅子, 松井一樹, 長谷川博一, 中村周平, 市川陽介, 荒井綾香, 堀井真奈, 上原純, 棚瀬敏哉, 石垣智, 永田晃大, 小野木航, 今井茜, 水野貴仁, 篠田佳奈子, 壁谷春奈, 辻一海, 中西亮太, 佐藤節子, 大気浮遊土壌粒子の観測と中国の黄沙発生状況, 第 22 回大気化学討論会, 2016 年 10 月 12 日 - 14 日, 北海道大学工学部フロンティア応用科学研究棟
吉田泰久, 佐藤節子, 大気中微粒子教材を活用した中学理科のモデル授業 中学校 3 年生「地球と宇宙」を事例として, 日本理科教育学会第 66 回全国大会, 2016 年 8 月 6 日 - 7 日, 信州大学長野キャンパス

Sato Setsuko, Yoshida Yasuhisa, Web-based teaching materials for science and environmental education in lower secondary school, 24th IUPAC International Conference on Chemistry Education (ICCE2016), Aug. 15-20, 2016, Borneo Convention Center, Kuching, Sarawak, Malaysia

荒木雅, 佐藤節子, 見えない物質の存在を理解するための教材, 日本理科教育学会第 60 回東海支部大会, 2014 年 11 月 29 日, 静岡大学教育学部

吉田泰久, 松浦亮太, 山村雄太, 佐藤節子, 中学校理科授業における大気中微粒子の教材化, 日本理科教育学会第 60 回東海支部大会, 2014 年 11 月 29 日, 静岡大学教育学部
田中愛由菜, 吉田泰久, 松浦亮太, 山村

雄太, 横井大輔, 佐藤節子, 活気ある理科授業の要素に関する研究, 日本理科教育学会第 64 回全国大会, 2014 年 8 月 23 日 - 24 日, 愛媛大学

吉田泰久, 横井大輔, 松浦亮太, 佐藤節子, 大気浮遊物の理科授業への活用, 日本理科教育学会第 63 回全国大会, 2013 年 8 月 10 日 - 11 日, 北海道大学

Miyabi Araki and Setsuko Sato, Web-based material for pupils to understand the existence of invisible matters, The 5th International Conference on Network for Inter-Asian Chemistry Educators, July 25th-27th, 2013, National Pingtung University, Pingtung, Taiwan

Setsuko Sato and Kotaro Asano, Web-based teaching material connecting science and environmental education in primary school and junior high school, The 5th International Conference on Network for Inter-Asian Chemistry Educators, July 25th-27th, 2013, National Pingtung University, Pingtung, Taiwan

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

<http://www1.gifu-u.ac.jp/~edkagaku/sato/index2.html>
<http://www1.gifu-u.ac.jp/~edkagaku/sato/particle/top.html>
<http://www1.gifu-u.ac.jp/~kasa220/crystyle/repair>
<http://www1.gifu-u.ac.jp/~kasa220/yuki/yukinokesshou-movie.html>

<http://www1.gifu-u.ac.jp/~edkagaku/sato/particle/kosa4.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤節子 (SATO, Setsuko)

岐阜大学・教育学部・教授

研究者番号：60196243

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

吉田泰久 (YOSHIDA, Yasuhisa)

横井大輔 (YOKOI, Daisuke)

松浦亮太 (MATSUURA, Ryota)

山村雄太 (YAMAMURA, Yuta)