

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

中島 綾^{a)}・三輪真里絵^{b)}・佐藤節子

岐阜大学教育学部理科教育講座

Elementary School 4th Grade Lesson on “Forms of Water” using Hiramatsu's snow-crystal glowing kit

Nakashima Aya^{a)}, Miwa Marie^{b)} and Sato Setsuko

Faculty of Education, Gifu University

要 旨

理科室で実験観察が困難な水の昇華現象について、平松式ペットボトル人工雪発生装置を活用した実験を取り入れた授業を計画した。小学校の授業の教材とするために、本来の装置の改良を試みた後、45分の授業に向けて、児童が装置を組み立て、実験観察を行い、その結果を交流できるように授業指導案を作成して授業を実践した。授業後、児童にアンケート調査を行い、実感を伴った理解となっているかを評価した。装置の組み立てに対して児童の3人に1人が難しかったと答えたにもかかわらず、97%以上の児童が、水蒸気が氷に変化することを理解したと回答した。課題、予想、実験、考察、まとめという構成によって理科の基本を確立する授業に加えて、授業終末時に問題解決へと結び付けられない現象であっても、その自然の姿に触れることを目的とした実験観察の授業も必要であることを論じている。

キーワード：小学校理科，水の昇華現象，雪(氷)成長実験，水のすがた

1. はじめに

平成23年度から実施されている小学校学習指導要領(2008)¹⁾の理科では、「実感を伴った理解」がさらに重要視されて、授業には様々な実験が導入されている。

小学校3年から始まる理科の中で、4年の単元「物の体積と力」²⁾と「物の体積と温度」³⁾では、より理科実験的な器具を用いて、気体と液体と固体の性質の違いを学ぶ。もちろんここでは、気体と液体と固体という言葉も出てくるが、子どもたちは、身の回りの空気(気体)、水(液体)、金属(固体)の力や温度に対する変化の程

度の違いから、空気のように目に見えず、その中で手を自由に動かすことができ感触のはっきりしないもの、水のように流れて容器に注ぎ入れることができ、手を差し込んで動かすと手指の間を流れる感触の明らかなもの、金属のようがちっとして手でつかむことができるもの、という性質の違いに気付いてその存在の違いを認識する。この後、単元「水のすがたとゆくえ」⁴⁾で、水を熱すると、水が、水という目に見えて流れるものから、空気のような目に見えない姿に変わり、水を冷やすと、がちっとした形状の水に変わることを学んでいく。教科書には身のまわりの自然の中のこれらの変化に気付かせるために、雲、雨、雪等の気象変化を取り上げ、地球大気中での水の循環につなげている。

a) 現在：岐阜市立長良東小学校

b) 現在：美濃加茂市立太田小学校のち羽島市立竹鼻小学校

この中で、児童は実際に水を加熱したり、冷却してその変化を確かめていくが、自然の中で起こる水蒸気から雪結晶への変化は、理科室で確かめることはできない。

私たちはこれまで、児童・生徒が理科室で実際に確かめられない現象を撮影して、ウェブ教材として提供することを試みてきた⁵⁻⁷⁾。しかし実際に子どもたちに実験させたいという思いから、1997年に開発された平松式ペットボトル人工雪発生装置⁸⁾を活用した授業を計画した。

平松式ペットボトル人工雪発生装置は、数々の科学実験イベントで、子どもから大人まで自然の驚異と楽しさを味わわせている優れた発明である。

今回、4年の単元「水のすがたとゆくえ」へこの実験を活用した授業を組み込むために、まず装置の改良を試みた。そして授業を行い、授業後、実験を取り入れたことによる児童の「実感を伴った理解」について、アンケート等で評価する。

2. 装置の改良

小学校では、3から5人の児童が班となって理科実験をする。最も多い40人の学級の場合にはそのため1学級の実験でも、10セット程度の器材が必要である。限られた予算内で装置が準備できるように、装置の製作費を削減する、より結晶が育ちやすい素材を用いる、ドライアイスではなく身近な寒剤を用いるという点について検討した。

2-1. 改良のための実験とその結果

2-1-1 装置のダウンサイジング

平松式ペットボトル人工雪発生装置では、1～1.5kgのドライアイスを入れた発泡スチロール容器に、おもり（消しゴム）を付けた釣り糸を内部に垂らした500mLペットボトルを入れて冷やす。これでは1学級で相当量のドライアイスが必要となる。ペットボトルや発泡スチロール容器の大きさを変え、ドライアイス量を調節して、雪状氷結晶の成長への影響を調べた。

装置の組み立て手順は次の通りである。

① 発泡スチロール容器を準備する。

② ペットボトルに水を入れてそれを捨てて中を湿らせた後、消しゴムを重りとした釣り糸を組み込んで息を吹き込み、ゴム栓をする。

③ ②のペットボトルを発泡スチロール容器に入れ、このペットボトルの周りに砕いたドライアイスを入れて発泡スチロールの蓋をする。上の手順に従って組み立てた平松式ペットボトル人工雪発生装置を図1に示す。

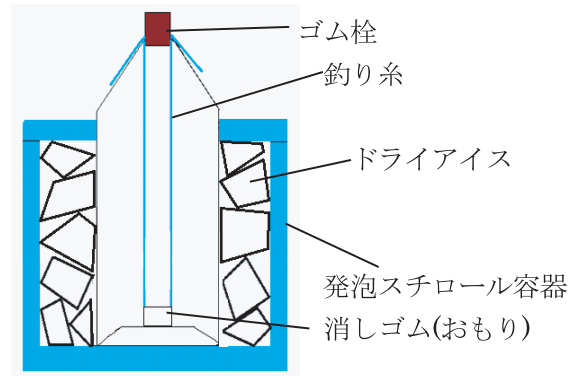


図1. 平松式ペットボトル人工雪発生装置

紹介されている平松式ペットボトル人工雪発生装置では発泡スチロール容器の大きさは示されていなかったため、まず①のために縦14×横21×高さ12 (cm) の内積の発泡スチロール容器と500mLペットボトルを用いた。しかしこれでは1時間以上経過しても雪状の結晶成長は見られなかった。約1 kgのドライアイス量に比べて発泡スチロール容器が大きすぎ、十分冷えなかったためと思われるので、次に縦10.5×横18.5×高さ10.5 (cm) の内積の発泡スチロール容器を用いて同様の実験をした。約30分後に1 cmの大きさの雪状の結晶が見られた。この大きさの発泡スチロール容器を用いて、次に500gのドライアイスで実験をした。約15分後に1 cmの、約30分後には1.5cmの大きさの雪状結晶が成長した。これに続いて、ドライアイスの量、ペットボトルの大きさを変えて実験した。その結果を表1にまとめた。

縦10×横11×高さ6.5 (cm) の内積の発泡スチロール容器に約200gのドライアイスを入れて、500mLと250mLのペットボトルで観察した。250mLのペットボトルのほうが、早めに結晶ができ始めるが、250mLでも500mLのペットボ

ルでも、15分後にはしっかりした結晶が観察できることを確認した。

2-1-2 ペットボトルの大きさと観察のし易さ

2-1-1で示したように、500mL、250mLのいずれのペットボトルでも、結晶は問題なく成長した。そのペットボトルの大きさについて、グループ実験での生徒の観察のし易さの点から検討した。その結果を表2に示す。500mLのペットボトルで発泡スチロール容器の高さが10.5cmの場合や250mLのペットボトルで発泡スチロール容

器の高さが6.5cmの場合には、ボトルの大半の部分が容器に隠れてしまい、のぞき込むようにしないと見えないことがわかった。6.5cmの高さの発泡スチロール容器に500mLのペットボトルを入れた場合に、周りから見やすいことがわかった。また、ペットボトルには、筒の部分がやや四角形あるいは六角形のもの、丸形でも表面に凹凸のあるものがあるが、表面に凹凸のない丸形の筒のペットボトルが観察しやすく、扱い易いことがわかった。

表1. ダウンサイジングでの結晶成長の様子




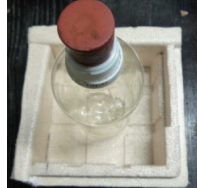
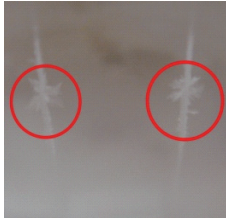
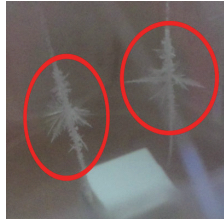




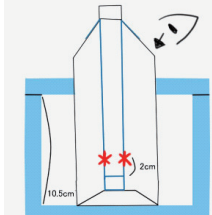
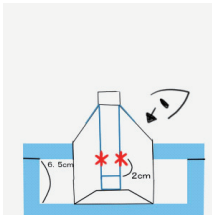
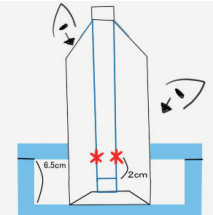
ペットボトル	500ml	500ml	250ml	500ml
ドライアイス	1kg	500g	200g	200g
容器	10.5×18.5×10.5(cm) 	10.5×11×10.5(cm) 	10×11×6.5(cm) 	10×11×6.5(cm) 
15分後				

表2. 装置の大きさによる観察のし易さの違い

ペットボトル	500 mL	250 mL	500 mL
発泡スチロール容器	10.5×11×10.5(cm) 	10×11×6.5(cm) 	10×11×6.5(cm) 
見え方			

結晶は、おもりとした消しゴムの上面からおおよそ2cmのところに来た。

2-1-3 結晶核となる糸の検討

ビーズ細工に用いられるテグス1号、釣り糸2号、7号、綿糸、裂いた綿糸を用いて、結晶のしやすさを比較した。テグスは釣り糸でもあるが、釣りをしない子どもたちにはビーズ細工の材料としてよなじみがある。

テグス1号と釣り糸2号では大差がなかった。釣り糸7号では結晶成長に余分に時間がかかることがわかった。綿糸と裂いた綿糸では、テグスや釣り糸ほど結晶がきれいに大きく成長しなかった。

2-1-4 寒剤とその他の検討

縦10×横11×高さ6.5(cm)の内積の発泡スチロール容器と250mLペットボトルを用いて、ドライアイスの代わりに削った氷と塩を用いて実験をした。寒剤の付近は -20°C まで下がり、ペットボトルの中のこれまで結晶が観察された付近の温度も20分後に -14°C まで下がって、釣り糸が白くなった。しかしその間に寒剤の水が融けて水がたまり、ペットボトルが浮き上がり、結晶が育つまでには至らなかった。寒剤の温度制御が難しいこととペットボトルの浮き上がりで、実施には向かないことがわかった。

平松式ペットボトル人工雪発生装置では、ペットボトルに息を吹き込んでいる。息を吹き込んだものと息を吹き込まないもので実験を繰り返した結果、ボトル内が濡れていれば、この操作がなくても十分に結晶が成長することがわかった。

3. 小学校授業実践に向けた教材化

授業実践を行う小学校の教員と打ち合わせて、本装置を用いた雪結晶成長実験を組み入れた授業は、4年単元「水のすがたとゆくえ」のまとめと発展として行うこととした。

岐阜県の理科教育では、課題、予想、実験、考察、まとめの構成が明確である。小学校の授業の45分の中で、教員は、児童が主体的に課題を見つけ、児童がそれを明らかにするために自ら見通しをもって実験に取り組むことができるように、そして問題を解決して授業が終えることができるように子どもたちを指導し、授業を

進めている。この形式の確立は、煩雑な手順の実験を行いながら、豊富な理科の基礎的、基本的な内容を児童に学習させる理科授業には、非常に有効である。理科授業の進め方が明瞭であり、理科を専攻しなかった小学校教員にも、どのように理科授業を進めていくか、大きな目途となっている。しかし、次第に内容が高度になるにつれて、45分間で課題からまとめまで進めると、児童が少し消化不良を起こすこともある。また、児童が見通しをもって主体的に課題に取り組む上でこの形式の授業が重要である一方、終末が明らかな課題と理科実験が扱われ、見通しの立てられないことは遠ざけられることにもなってしまう。見通しを立てられない現象でも、その自然の姿を見せると、「えっ。」と驚いて、理科の面白さに気づくことも多い。構成の確立した授業で基礎基本を学習しながら、同時に、その原理は明らかでないことでも、実際の自然の現象に触れて観察することが、子どもたちの科学探究心を育てていくであろう。回数は少なくてもよいが、そのような実験を組み込んだ授業も取り入れることが、必要であると考えられる。

本教材を使った授業は、従って問題を見つけてそれを解決するための課題を設定するという授業形式をとらず、「変わった形の氷を作ろう」という題目(課題)で、実験をして現象に触れるということを目的に構成した。

2-1の実験から、i). 縦10×横11×高さ6.5 (cm)の内積の発泡スチロール容器、ii). 500mL丸形ペットボトル、iii). 糸中央に重り用一辺約1.2cmのサイコロ状の消しゴムをホッチキスで取り付けた長さ50cmの釣り糸(テグス1号TORAY 銀鱗)、iv). ペットボトル蓋用ゴム栓、v). 砕いたドライアイス約200gのセットを複数組準備して、大学生を生徒役にして、大学で模擬授業を行った。

この模擬授業で、ペットボトルの中に取り付けるテグスをまっすぐ張るのが難しいこと、生徒役がペットボトルをセットした後に、教員役がドライアイスを詰める作業を行ったが、この作業に時間がかかりすぎる、ペットボトルの底に余分な水が溜まっていると、その水が凍るた

めに、糸の上に雪状結晶ができにくい、寒い日では中の水分が十分蒸発しないために時間がかかる等の問題点があることがわかった。このため、通常の授業時間45分では到底終わることができなかった。

上記の問題を解決するため、消しゴムの底に磁石をつけ、ペットボトルの外側の底にワッシャーをセロテープで張り付け、磁石で消しゴムがペットボトルの底に付着して、糸がしっかり張るように改良を加えた。また図2に示すように、ペッ

トボトルを入れる空間を確保するために発泡スチロール容器の底に爪楊枝とアルミホイルで柵を作り、この外側に、砕いたドライアイスをもって入れておくことにした。また寒い日には、中の水分の蒸発を促すために、ペットボトルの上部をドライヤーで軽く温めるとよいことがわかったので、ドライヤーを用意しておくことにした。また見やすいように発泡スチロール容器に隠れているペットボトルの外側部分を黒く塗っておいた。

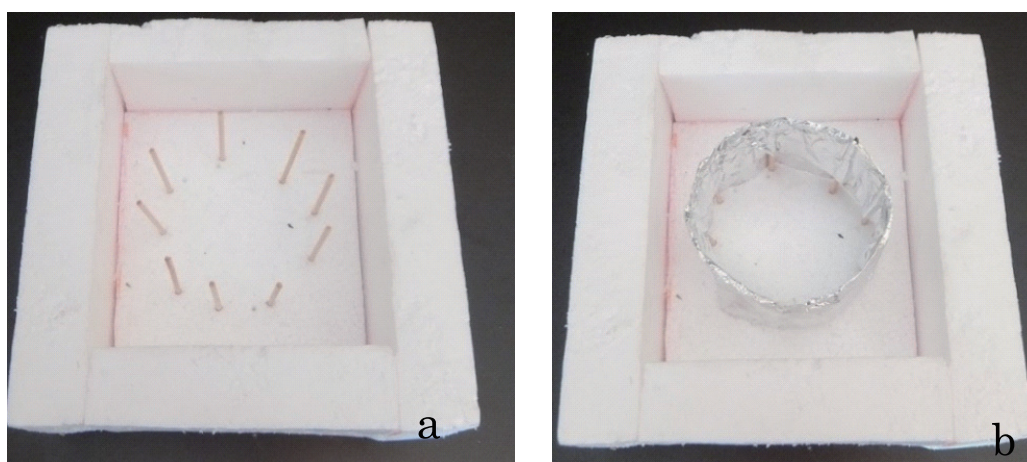


図2. 発泡スチロール容器底の爪楊枝 (a) とアルミホイルによる柵 (b)

4. 授業案の作成

模擬授業を数回繰り返して改良を加え、表3に示すような最終的な授業指導案を作成した。

単元「水のすがたとゆくえ」のまとめと発展にあたる授業であるので、導入部分にそれまでの授業の復習を入れている。しかし、太田小学校4年の教員との研究授業直前の打ちあわせで、授業進度が予定より遅れて単元の終末に至っていないことがわかったので、最小限の予習部分も加えた。また実験のまとめとしてワークシートを使うことを求められたので、図3に示すワークシートを用意して、授業の初めに配布した。

5. 授業実践

5-1. 研究授業

平成26年12月5日に、岐阜県美濃加茂市立太田小学校4年1組(32名, 11班), 2組(31名, 10班), 3組(32名, 11班)において、同じ授業内容で授業を行った。

5-2. 授業の流れ

3学級で行った授業の流れは、学級によりいくらかのずれはあるが、おおよそ以下の通りである。

導入	11分(課題までに3分30秒, 予習3分, 実験説明4分30秒)
実験準備	6分30秒
実験	13分
結果交流	4分30秒
考察	5分30秒
まとめ	3分30秒

授業初めに配布したワークシートは、子どもたちに、雪状氷結晶が観察できたら気づいたことを書き込むように促し、その後の結果交流で、多くの子どもが意見を言えるように計らった。

表 3. 授業指導

時間	学習活動	○指導・支援 ■留意点
計45分	<p>・アイスブレイク</p> <p>自己紹介</p>	
5分	<p>【導入】</p> <p>これまでの学びの復習</p> <p>水は、どんなときにすがたが変わったのか。</p> <p>・熱せられたとき→水蒸気</p> <p>・冷やされたとき→氷</p> <p>【課題】 変わった形の氷をつくろう。</p>	<p>○気体や固体といった、既習事項の用語を用い児童の思考を導く手助けをする。</p> <p>○「特別な氷を作る実験をします。」というような、児童の興味をかきたてるような言葉を使っていく。</p>
5分	<p>予習事項</p> <p>○水蒸気は、空气中に存在すること。</p> <p>○空気中の水蒸気は、冷やされて水に戻ることを確認する。</p> <p>【実験説明】</p> <p>前に児童を集め、実験準備・実験の演示説明を行う。</p> <p>実験セットを配り、各班で実験準備を開始させる。</p>	<p>■B紙に書き出し、洗濯物など日常の例えを出しながら、簡単に説明しておく。</p> <p>■椅子は必ずしまわせておく。</p> <p>■実験の手順を示した模造紙をはり、説明の手助けとする。</p> <p>注意事項は、模造紙の色を変え目立つようにし必ず説明しておく。</p> <p>■特に怪我につながるドライアイスの扱いについては、強く注意を促しておく。</p>
20分	<p>【実験】</p> <p>○各班に平松式人工雪発生装置を用意し、雪状氷結晶をつくる活動をグループで行う。</p>	<p>■実験道具は、あらかじめセットにして班ごとに準備しておく</p> <p>■初めに自分たちでペットボトルの中にテグスをセットさせ、ドライアイスはその後取りに来るようにする。</p> <p>■テグスがきちんと張れているか、ドライアイスを受け取りに来た際に確認する。</p> <p>○机間指導の際に、児童のプリントを見回り、赤線を入れるなどの価値付けを行っていく。</p> <p>○約10～15分で見え始める予定なので、雪がある程度観察できたらすぐにワークシートの記入に取り組むよう声かけを行う。</p>
10分	<p>【結果】</p> <p>○気づいたことをワークシートに書き出し、全体発表。</p> <p>・テグ스에雪みtainな形ができた。</p> <p>・結晶の形は、トゲトゲしていた。</p> <p>・時間が経つほど大きくなった。</p> <p>・周りから大きくなっていった。</p> <p>○考えたこと</p> <p>水が氷に変化したのではないか。</p> <p>水蒸気から氷に変化した。</p> <p>【児童の思考が止まった場合】 この氷は、何から出来たのかな。</p> <p>・水</p> <p>【問い返し】 氷ができる前。氷の周りに何か見えた？</p> <p>・水蒸気</p>	<p>■形や、できかた等児童の気づきを分類し、黒板にグループを分けて書いていく。</p> <p>○形の気づきについては、教科書 P125. P127 を使いながら、雪や霜など自然界との繋がりに気づかせる。</p> <p>○成長や、できかたに関しての気づきは、水ではなく空気中の水蒸気が氷に変化していることに気づけるようつなげていく。</p>
5分	<p>【まとめ】</p> <p>水蒸気から氷に変化させると、雪やしものようなきそく正しい形になる。</p>	<p>■水蒸気→氷に変化させると、綺麗な氷結晶ができることを押さえ、日常の雪や霜など自然現象との繋がりを意識させる。</p>

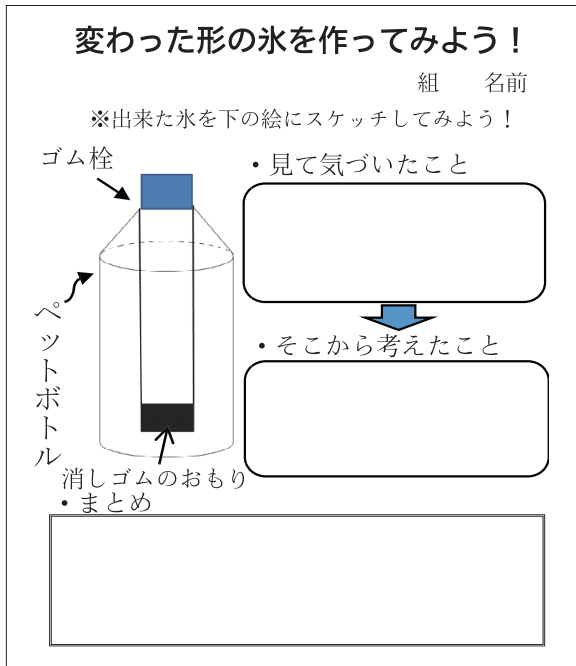


図3. ワークシート

6. 授業の実際と児童の様子

表3の指導案の通り、実践授業担当者は自己紹介をして初めて対面する児童の緊張を和らげたのち、これまでの授業の復習と予習を行い、その授業の課題を示した。その後児童を教卓(実験台)の周りに集めて実験手順の説明を行った。その板書は図4の通りである。一方的にならないように児童に話しかけ、子どもたちの応答を確かめ、手順をもう一度復習した後、実験セットを配った。

大学での模擬授業で予想したように、ペットボトルへのテグス糸の取り付けにやや時間を要した班もあったが、すべての班が自分たちでペットボトルへの糸の取り付けを完成させた。取り付けが完了した班から前の教卓(実験台)でチェックを受けて、ドライアイスが入った発泡スチロール容器にペットボトルを差し込み、それを自分たちの実験台へもっていき、観察を始めた。

実践授業担当者は、机間指導の間、各班の水の成長の様子を確かめた。授業を実践した日はとても肌寒く、南側の窓から遠い日の当たらない北側の実験台の班の水の成長が遅かったので、遅れている班のペットボトルの周辺をドライヤーで軽く温めてやった。これにより3学級のすべての班の児童が、予定時間内に雪状氷結晶を成長させることができた。いずれの学級でも子どもたちは、目を輝かせながら実験を進め、氷が見え始めると歓声を上げ、ワークシートへ積極的にスケッチをしていった。授業開始から約30分(観察開始から約15分)で、すべての班の水結晶がかなりの成長を示した。この段階で、実験結果についてまたそれから考えたことについて学級全体で意見交流をした。最後にまとめとして水蒸気から氷に変化させると、雪や霜のような規則的な形の結晶ができることを押さえて授業を終えた。

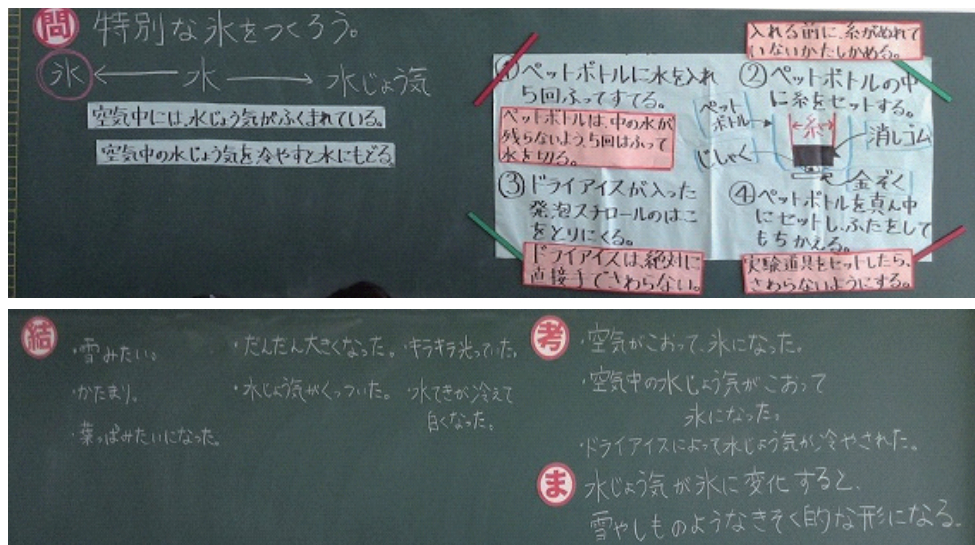


図4. 実践授業時の板書

7. 児童の反応

実験後の結果交流で述べられた児童の意見は、次のようなものであった。

結晶の姿について

- ・雪みたい。
- ・毛みたい。
- ・ギザギザの形になった。
- ・氷結晶は葉っぱ（葉脈）みたいになった。
- ・結晶がきらきら光っていた。

結晶の成長の仕方について

- ・糸が白くなった後に固まりができた。
- ・だんだん結晶（の枝）が伸びてきた。
- ・だんだん枝（の本数）が増えてきた。
- ・氷結晶は一か所に固まってできた。
- ・ペットボトルの黒く塗ってあるところの高さに氷結晶ができた。

表4, 5は、授業後に回収したワークシートに記載された内容をまとめたものである。

表4. ワークシートの「気づいたこと」に記載された内容

	1組(人)	2組(人)	3組(人)	合計(人)
テグスが白くなった。	27	24	22	73
雪または霜のような結晶ができた。	12	10	14	36
結晶ができた（雪や霜には言及していない）。	18	19	18	55
テグスに水がついた。	12	3	1	16
ペットボトルがくもった。	8	3	0	11
だんだんと結晶が育ってきた。	7	2	7	16
結晶ができた場所について着目。	5	0	0	5

表5. ワークシートの「考えたこと」に記載された内容

	1組(人)	2組(人)	3組(人)	合計(人)
氷結晶は、水蒸気が凍ってできた。	19	15	8	42
氷結晶は、水蒸気が一度水になってから氷になってできた。	5	3	0	8
氷結晶がだんだんと育っていた。	3	0	3	6
その他	6	13	16	35

結果交流においても、ワークシートへの記入においても、多くの児童は、氷が成長する前にその部分のテグス糸が白くなっていることを挙げていた。きちんと目を凝らして観察していたことの表れである。結晶の成長過程の形状についても、ギザギザである、毛や葉や葉脈のようであると特徴をよく捉えていた。またその結晶が次第に伸びて大きく育っていくことも捉えていた。

これらの観察から、空気中の水蒸気が凍って氷結晶になった、ドライアイスによって水蒸気が冷やされたという考えに結び付いた半面、テ

グス糸の上部が濡れていたことにも気づいて、テグス糸で水蒸気が冷やされて水になり、その水が凍ったという考えを発言した児童もいた。しかし、「後に氷が成長した白くなった部分には初めに水滴がついていなかったから、水蒸気から氷へ変化した。」という児童の発言で、学級全体が、水蒸気から氷への変化を納得することができた。

水蒸気から氷へと変化していくことを納得した後で、この氷結晶が次第に成長していく姿から、目には見えないが空気中に存在する水蒸気粒子が結晶に付着して、結晶を成長させている

という理解にまで進めることができるようになったが、そこまではいかなかった。

今回は、授業のまとめと復習を兼ねた単元の終末の授業ということで行った。しかし、表6に示す単元構成⁹⁾の第2次の終わりか第3次にこの実験を加えたほうがよいであろう。それにより目には見えなくても空気中に存在する水蒸気粒子が付着して結晶を成長させることから、水たまりの水のゆくえと関連付けて考えさせることができそうである。

表6. 「水のすがたとゆくえ」の単元構成⁹⁾
(全体12(14)時間)

	実践課題	時数
第1次	水を熱するとどうなるか	6
第2次	水は冷やされるとどうなるか	2(2)
第3次	水たまりの水はどこへ行ったか	2(3)
第4次	水じょう気は水にもどせるのか	2(3)

8. アンケートの実施と結果、分析

授業を終了後、4年生のそれぞれの学級の担任の先生の都合のよい時に、児童へ表7の内容のアンケートを実施してもらった。

表7. 児童に配付したアンケート内容（各質問に対して下部の四つから選んで回答）。

ペットボトルの中で氷をつくる授業のアンケート

()組 性別 (男 ・ 女)

1. ペットボトルの中で氷を作る実験はおもしろかったですか。
2. その実験のやり方はむずかしかったですか。
3. 水じょう気は氷にも変化するということが分かりましたか。

・ はい ・ どちらかといえばはい
 ・ どちらかといえばいいえ ・ いいえ

自由記述

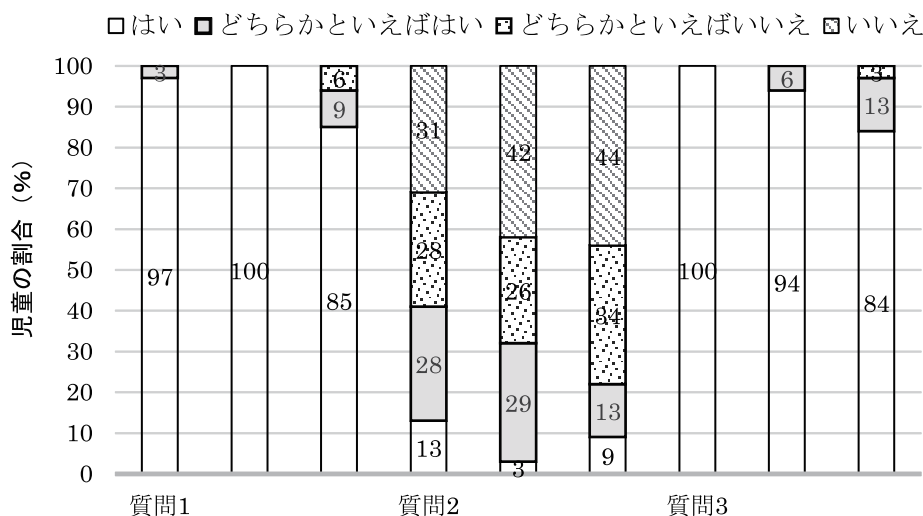


図5. 3学級のアンケート結果. 質問1, 2, 3に対してそれぞれ左側から順に1組, 2組, 3組の回答結果である。

質問1に対して、三つの組でそれぞれ97%, 100%, 85%の児童が「はい」という答えだった。これに「どちらかというとはい」の答えを加えると100%, 100%, 94%となる。質問2に対しては、「はい」が13, 3, 9%であり、「どちらかといえばはい」を加えると41, 32, 22%になる。この全体平均は32%であるので、3人に1人の

児童が実験の操作が難しかったと回答していることになる。質問3へ「はい」と答えた児童は100, 94, 84%で、「どちらかといえばはい」を加えると、100, 100, 97%に達している。質問1や質問3に対して100%近い児童が肯定的に答えているということから、少しくらい操作が難しくても、現象のおもしろさは、確実に児童の

興味を引き起こし、理解を助けているということがわかる。

自由記述欄には、次のような記述があった。

- ・水蒸気が雪になるとは思ってもいなかった。
- ・びっくりした。仕組みがわかってうれしかった。
- ・雪のでき方がわかってうれしかった。
- ・水蒸気は水にも変化し、雪も同じ仕組みということがわかった。
- ・空気中には水蒸気が含まれている。
- ・新しいことが見つけられてうれしかった。
- ・少し難しかったけど楽しかった。
- ・家でできたらやりたい。

実際に自分たちの手で雪結晶を育て、その現象に驚き、楽しみながら、多くの生徒が実感をもって水蒸気から氷への変化を理解したことが、明らかである。しかし、質問3に対して94%の児童が「はい」と答え、6%（2人）が「どちらかといえばはい」と答えた学級で、「水蒸気を冷やすと水に戻ってさらに冷やすと雪のようなものになる。」と記述した児童がいた。この学級では交流の時に、テグス糸上部が濡れていることを見つけた児童が「テグス糸に水がついてそれが氷になった。」と述べ、水から氷という意見と水蒸気から氷という意見に分かれた。最終的には、「水がついていないテグス糸部分が次第に白くなり、そこから雪結晶が成長していた。だから水蒸気から氷結晶に変化した。」という児童の意見で、学級全体の児童がこの考えに納得したように見えていた。しかし、まだ一部の児童は、納得できていなかったようである。

また、「なぜいつも見る雪は結晶ではないのか。」と疑問を投げかける生徒もいた。今後、雪が降った時に、よく観察するのではないだろうか。

9. まとめ

平松式ペットボトル人工雪発生装置を教材用に改良し、これを用いた授業実践を行った。

従来の課題、予想、実験、考察、まとめという明確な構成ではなく、「変わった形の氷を作ろう」という課題で、実際に現象に触れるということを目的として授業を行った。1/3の児童が、

実験操作が難しかったと答えたにもかかわらず、多くの児童が、雪のような結晶の成長にわくわくして、実感をもって水蒸気から氷への変化を理解していた。課題、予想、実験、考察、まとめという構成の確立した授業で基礎基本を学習しながら、原理は明らかでなくても、本研究での試みのような自然の現象に触れて観察するという授業は、明らかに必要である。また内容や実験によっては45分で課題からまとめまで進めるのではなく、疑問や問題を次の授業まで持続させる授業構成が必要であろう¹⁰⁾。

付記

本研究は、JSPS科研費25350196の助成を受けたものである。

謝辞

この研究を進めるにあたり、美濃加茂市立太田小学校の皆様多大な協力を頂きました。渡辺育也校長先生を始め、特に竹腰千博先生、山添亮先生、米田有佳里先生にお世話になりました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 小学校学習指導要領, 文部科学省 (2008) 49-59.
- 2) 毛利衛・黒田玲子他19名, 「新しい理科4」, 東京書籍 (2011) 86-95.
- 3) 毛利衛・黒田玲子他19名, 「新しい理科4」, 東京書籍 (2011) 95-107.
- 4) 毛利衛・黒田玲子他19名, 「新しい理科4」, 東京書籍 (2011) 108-127.
- 5) <http://www1.gifuu.ac.jp/~edkagaku/sato/index2.html>
- 6) 佐藤節子・谷口佳代・中塚恵介, 化学教育ジャーナル (CEJ), 14 (2013) 電子ジャーナル
- 7) Sato S. and Asano K., Chem. Edu. J., 15 (2014) 電子ジャーナル
- 8) <http://www1.ocn.ne.jp/~kojihk/kazupage/pet.htm>
- 9) 新しい理科編集委員会・東京書籍編集部, 「新しい理科4 教師用指導書 資料編」, 東京書籍 (2011) 152-161.
- 10) 加納一輝・田中愛由菜・荒木雅・池田久士・佐藤節子, 岐阜大学教育学部研究報告 自然科学, 39 (2015) 19-25.