

# 小学校理科の学習指導要領に対応した 教材開発に関する研究

平成 26 年 3 月  
岩手県立総合教育センター  
長期 研 修 生  
所属校 矢巾町立矢巾東小学校  
竹 内 良 子

理 科 教 育 担 当			
千 葉 弘 一			
榎 内 典 明			
村 上 弘 学			
中 村 学			
鈴 木 勇 二			
藤 枝 昌 利			

## 目次

I	研究目的	1
II	研究の方向性	1
III	研究の内容と方法	1
1	内容と方法	1
2	授業実践の対象	1
IV	研究結果の分析と考察	1
1	学習指導要領に対応した教材開発の基本的な考え方	1
2	研究の基本構想	2
3	指導の実態を把握するための調査	3
(1)	小学校理科指導に関する実態調査	3
(2)	実態を踏まえた教材開発	4
4	活用資料の作成	5
(1)	単元計画段階	5
(2)	活用場面での実験・観察の手順	6
(3)	準備の手順	7
(4)	付録	7
5	開発した教材の効果の確認と授業実践	8
(1)	「地球」領域における授業実践	8
(2)	「粒子」領域における授業実践	14
(3)	「エネルギー」領域における授業実践	21
V	実践のまとめ	25
1	成果	25
2	課題	25
VI	研究のまとめと今後の課題	
1	研究の成果	25
2	今後の課題	25

<おわりに>

【引用文献】

【参考文献】

## I 研究目的

平成20年3月に改訂された学習指導要領は、理科の指導時間が大幅に拡充され、新規内容が多数導入された。この学習指導要領では、「自然に親しみ、見通しをもった観察、実験を行うこと」「実感を伴った理解を図ること」などが目標としてあげられ、観察や実験について一層の充実が求められている。

しかし、小学校教員は、理科の専門知識を有する者が少なく、小学校理科教育実態調査（科学技術振興機構，2011）では、理科に対する苦手意識をもつ者が多いことが報告されている。また、学習指導要領の改訂に伴い、新規内容などについて教材研究の必要性が増し、観察、実験を行うことに苦慮している。

このような状況を改善するために、観察、実験の実施上の問題点は何かを明らかにし、授業で活用するための教材を開発することが必要である。

そこで、本研究は、学習指導要領に対応した教材を開発して、授業での活用を示し、岩手の小学校理科教育の充実を図ろうとするものである。

## II 研究の方向性

小学校理科指導における観察や実験の実施上の問題点を明らかにし、学習指導要領に対応した教材の開発を行い、その活用の仕方をまとめた活用資料を作成し、理科教育の充実を図る。

## III 研究の内容と方法

### 1 内容と方法

- (1) 学習指導要領に対応した教材開発の基本的な考え方（文献法）
- (2) 小学校理科指導に関する実態把握（質問紙法）
- (3) 実態を踏まえた教材開発（教材開発法）
- (4) 授業実践による効果の確認と修正（質問紙法）
- (5) 開発した教材及び活用資料の作成（教材開発法）
- (6) 研究のまとめ

### 2 授業実践の対象

研究協力校（矢巾町立矢巾東小学校、遠野市立青笹小学校、九戸村立長興寺小学校）

## IV 研究結果の分析と考察

### 1 学習指導要領に対応した教材開発の基本的な考え方

学習指導要領における小学校理科の目標は、「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」ことである（文部科学省，2009）。具体的には、児童が身近な自然を対象として、諸感覚を働かせた体験の中で、自然に対する意欲や関心を高め、主体的に問題を見だし（「自然と親しむ」）、予想や仮説をもちながら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（「見通しをもつ」）、自然の存在や変化をとらえ（「観察をする」）、装置を用いるなどして人為的に条件を変化させ、意図的な操作を加えて結果を得る（「実験をする」）ことにより、問題解決能力と自然を愛する心情を育てることである。問題解

決能力については、第3学年では比較すること、第4学年では関係付けながら調べること、第5学年ではかかわる条件に目を向けながら調べること、第6学年では要因や規則性、関係を推論しながら調べる（文部科学省，2009）という段階を歩む。

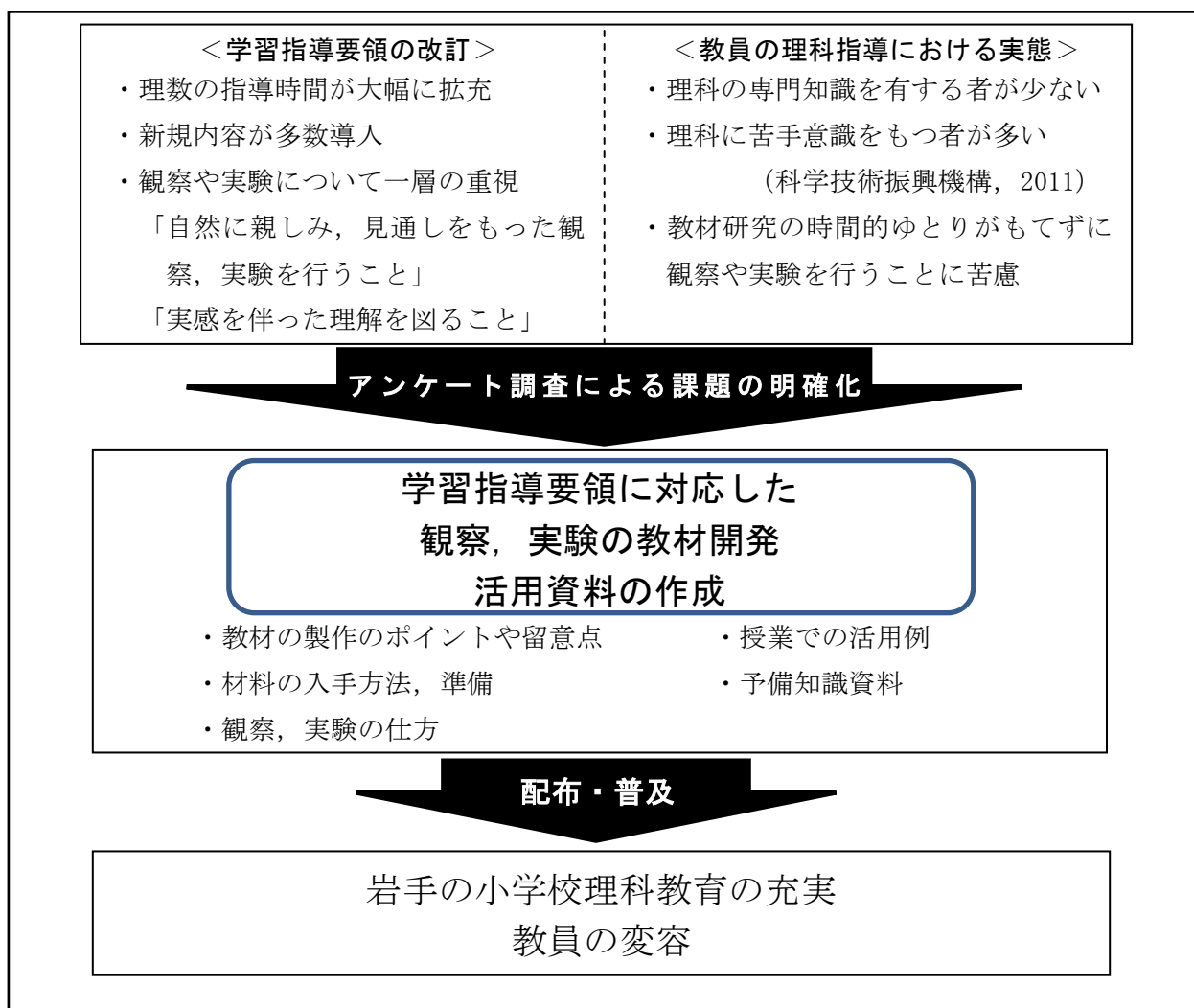
また、「実感を伴った理解」については、①具体的な体験を通して形づくられる理解、②主体的な問題解決を通して得られる理解、③実際の自然や生活との関係への認識を含む理解の三つの側面がある。これらの理解を図ることで、実証性や再現性、客観性などの「科学的な」考え方や、問題解決によって得られた能力や自然の理解、自然を愛する心情など、それらのすべての結果、概念を包含した「見方や考え方」を養うことができるとしている（文部科学省，2009）。

本研究は、これらの学習指導要領のねらいを実現する上で問題となっていることを、学校現場の教員の視点から明らかにし、その問題を解決できる教材の開発を行い、岩手県の教員が、岩手の小学校現場で活用し、岩手の小学校理科教育の向上に役立てることをねらいとする。

そこで、小学校理科指導における観察、実験の実施上の問題点を明らかにし、学習指導要領に対応した教材の開発を行い、その活用の仕方をまとめた活用資料を作成し、理科教育の充実を図る。

## 2 研究の基本構想

学習指導要領に対応した教材開発の基本構想図を【図1】に示す。



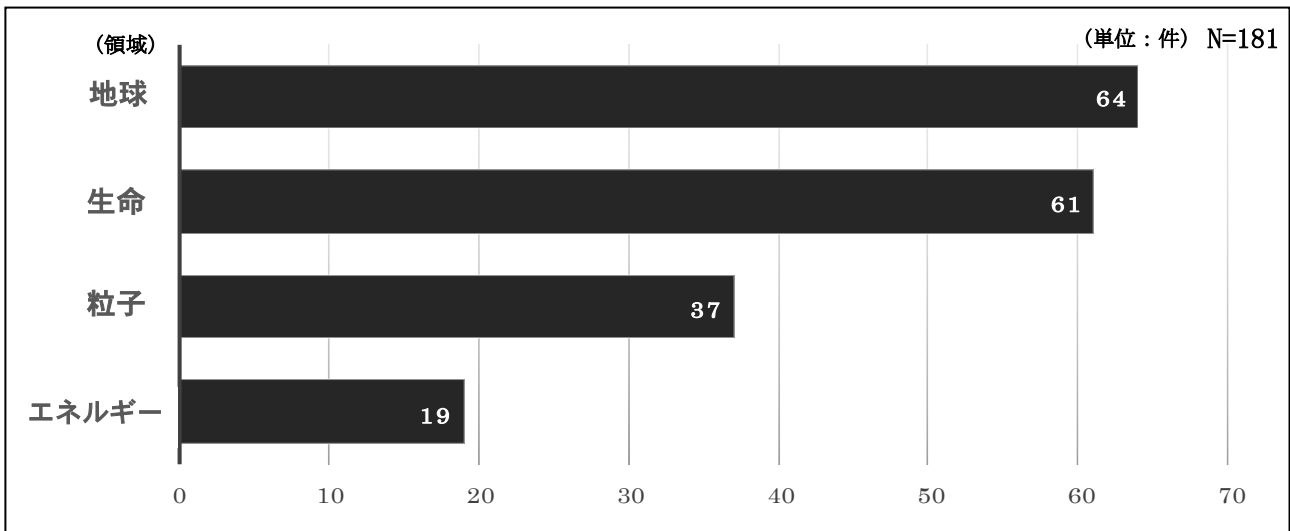
【図1】基本構想図

### 3 指導の実態を把握するための調査

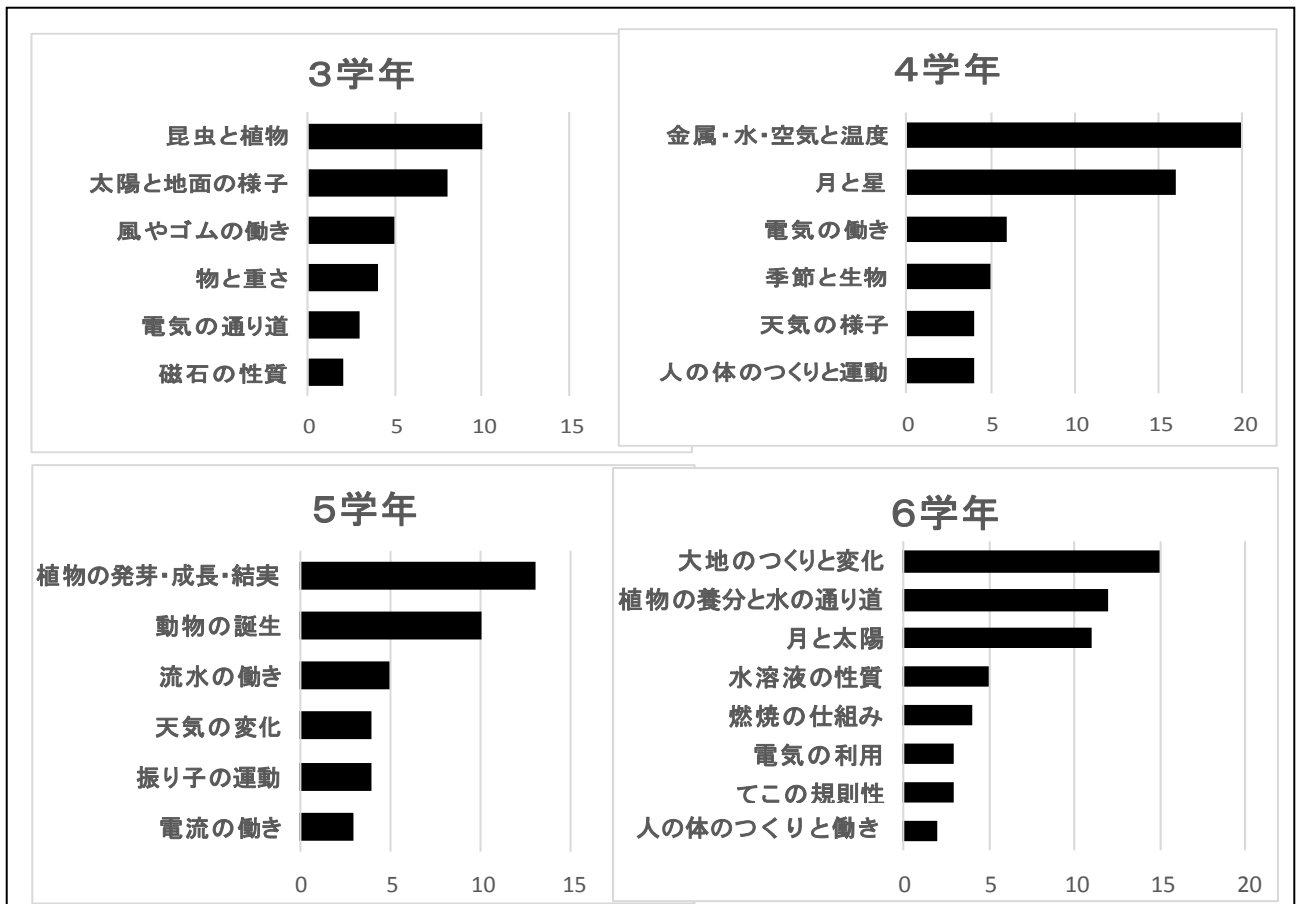
#### (1) 小学校理科指導に関する実態調査

指導の実態を把握する目的で、岩手県内の「小学校理科サポート研修講座」「移動センター小学校理科研修講座」「小学校教職経験者5年研修講座」に参加した教員及び研究協力校の教員を対象に、理科の指導に関するアンケート調査を実施し、223名から回答を得た。

この実態調査の結果から、「理科の授業をするとき、困ったことや観察、実験がうまくいかなかったことは何ですか」という問いに対して、全教員223名中176名から何らかの困ったことがあると回答があった。



【図2】領域別の困ったこと（複数回答）



【図3】学年別の教えにくかった主な内容（複数回答）

【図2】は、困った内容や単元名、具体的な観察、実験等を複数回答可で答えたものを領域で分類した結果である。この結果から、地球領域が一番多く困っていることがいえる。地球領域の問題点は、地域の自然環境に左右され地層を観察できないことや、夜間の星の観察を児童まかせにしてしまいがちで思うように学習が進まず、学習内容も定着できないことが挙げられている。

次に多いのが、生命領域である。観察、実験で使用する動植物を、その観察時期や実験のタイミングに合わせて準備できずに困ってしまうケースがほとんどである。また、季節的な学習内容で教科書の配列順に進められないという悩みも多い。教材準備の悩みの他に、教員の動植物の育て方や病気などへの対処の仕方など、知識面の悩みも多い。

粒子領域やエネルギー領域では、教科書の観察、実験をうまく成功させられなかったり、理論どおりの結果が出せなかったりすることが問題に挙げられる。

どの領域も共通して、観察、実験が正確にできなかったり、実験道具の正しい使い方が理解できていなかったり、十分な準備ができなかったりすることが問題の要因に挙げられる。

【図3】は、学年別の教えにくかった内容に関する回答を分類したものである。回答がなかった単元については省略している。

3年生では、昆虫と植物の内容で困っている教員が多い。理由としては、「教科書で扱う時期に、岩手では昆虫やその卵を見つけることができない。」「春に見られる植物は、1ヶ月近く遅れていることで指導が難しい。」が挙げられる。また、太陽と地面の様子の内容では、記録のさせ方で苦労している。風とゴムの働きの内容では、実験に使用する車作りを悩みとしている教員が多い。

4年生の金属・水・空気と温度の内容では、実験教材の準備の仕方が分からないことや、結果までの実験手順が分からずはっきり結果を出せないことなどの悩みがある。次いで、月と星の内容では、観察が夜間に限られるので教師が直接指導できないことである。電気の働きの内容では、モーターの回転の向きを認識させにくいことや、電池のつなぎ方をはっきりとらえさせられないことが問題に挙げられる。

5年生の植物の発芽・成長・結実の内容では、3年生と同様に天候により発芽の時期が遅いことである。次いで、動物の誕生の内容では、メダカの育て方や上手な産卵のさせ方、更に顕微鏡の正しい使い方が困っていることとして挙げられる。その次に、流水の働きの内容では侵食や堆積の実験装置を準備できないことや、振り子の運動の実験器具を十分な数を揃えられないでいることが問題に挙げられる。

6年生の大地のつくりと変化の内容では、実際に観察できる地層が学校の周辺にないことや、地層の成り立ちの実験では、結果を知るのに数日かかってしまうことが悩みとして多い。植物の養分と水の通り道の内容では、教科書のハウセンカでは十分に観察できないことが指摘された。月と太陽の内容では、4年生と同様に直接指導できない悩みがほとんどである。

したがって、教員の困っているこれらの悩みを中心に教材開発を行い、その教材準備の仕方や授業での活用例を示すことで悩みを解決していきたいと考える。

## (2) 実態を踏まえた教材開発

小学校理科の指導に関する教員への実態調査の結果を受けて、各学年で抱えているこれらの悩みにできるだけ対応し、それぞれの領域での教材開発に取り組んでいくこととした。

### ア 「生命」における観察、実験教材

第3・4学年「昆虫、植物の映像」において、昆虫の羽化の様子を映像化するなどして、動物や植物の観察、実験の時期にタイミングが合わない時に対応できる教材を開発する。

### イ 「粒子」における観察、実験教材

第4学年「物のあたたまり方」において、実験結果を明確にとらえることに対応して、温まり方の観察がはっきりと確認できる教材を開発する。

ウ 「エネルギー」における観察，実験教材

第5学年「振り子の運動」において，実験器具が多数準備できない場合に対応し，一つの実験器具で行う実験の方法を開発する。

エ 「地球」における観察，実験教材

第6学年「大地のつくりと変化」において，地層ができる過程をモデル実験により，単位時間内に地層を観察できるような実験教材を開発する。

4 活用資料の作成

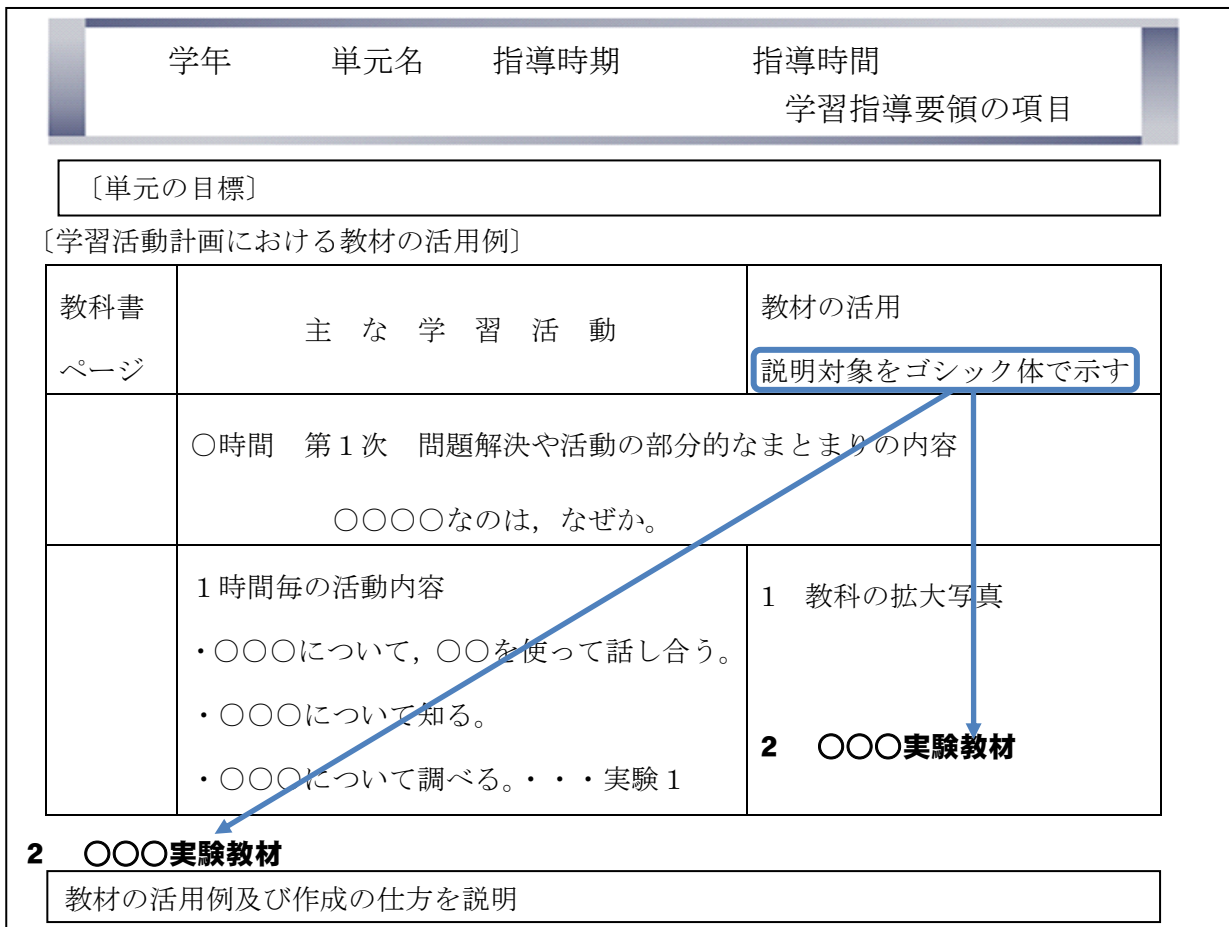
理科指導に対して苦手意識をもっている小学校教員を対象に活用資料を作成した（別紙「活用資料」参照）。活用資料は，開発教材を学習のどの場面で活用するか，どのように活用すればよいかの例を示した。

作成に当たっては，「単元計画段階」と「実験（体験）の手順」と「準備の手順」の三つと，付録から構成している。それぞれの内容は下記の通りである。

単元計画段階	学習指導要領の項目，単元の目標，学習活動計画に沿った教材の活用場面
実験(体験)の手順	指導時間の目安，教材の特徴，観察・実験での準備物，観察・実験の手順 指導上の留意点，安全上の配慮点
準備の手順	教材の作製に必要な材料や道具，作製の手順，作製上の留意点
付録	動植物の基本的な飼育の仕方，病気の対処の仕方 児童用の観察・実験の手順シート

(1) 単元計画段階

【図4】は，単元指導計画段階の活用例の基本スタイルを示したものである。



【図4】「単元指導計画段階」の活用例の基本スタイル



(2) 活用場面での実験・観察の手順

【図5】は、実際の活用場面での実験・観察の手順を示す基本スタイルである。

単元の指導時間のめやす  
10(11)時間扱いの7時間  
目の学習活動

実験教材名

教材の特徴、内容


**7/10(11)の活動例**

**3. サーマインク実験教材**

水のあたたまり方実験では、教科書にあるような示温テープやおがくず・みそなどの実験教材より、サーモインクを使った実験をお勧めする。サーモインクを使用した実験だと、試験管やビーカーの実験の両方に使用することができ、温度の変化や変化した水の動きがはっきり確認できるため水のあたたまり方を理解するのに便利である。

実験の仕方の全体図を写真に撮ったもの

**実験図**






実験の手順を写真と言葉で説明したもの

実験で用意するもの

- ・試験管 2本  
(各 50ml のサーモインク液)
- ・サーモインク液 100ml  
(原液 4 ml を水で 25 倍)
- ・試験管立て
- ・試験管ばさみ
- ・アルコールランプ
- ・マッチかライター

指導上の留意点や安全上配慮する点

実験の手順 1	留意点等
<div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <input style="width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;" type="checkbox"/> <div style="margin-right: 10px;">①</div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 10px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;"><b>上を持つ</b></p> <p>試験管ばさみで試験管の上部を持つ。</p> </div> </div>	<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">  <p style="color: red; font-weight: bold; margin: 0;">試験管の口は、人のいない方に向けさせる。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>安全上、事故を防止するための配慮点</p> </div>
<div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <input style="width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;" type="checkbox"/> <div style="margin-right: 10px;">②</div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 10px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;"><b>下を熱する</b></p> <p>アルコールランプで下の方を熱する。(1分程度)</p> </div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>ずっと熱し続けるのではなく、時々、アルコールランプの火から試験管を離し、ピンク色に変わった液がどう動いているかに目を向けさせる。</p> </div>
<div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <input style="width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;" type="checkbox"/> <div style="margin-right: 10px;">③</div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 10px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;"><b>火から離す</b></p> <p>次の試験管は下部の方を持つ。</p> </div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>試験管ばさみは、火で燃やさないように気をつけさせ、不安定になるため下部よりやや中心よりを持たせるとよい。</p> </div>
<div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <input style="width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;" type="checkbox"/> <div style="margin-right: 10px;">④</div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 10px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;"><b>上を熱する</b></p> <p>アルコールランプの火で上部を熱する。(1分程度)</p> </div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>①と同様に時々、アルコールランプの火から試験管を離し、色が変わった液が動いているかに目を向けさせる。</p> </div>


準備や取り組みが終わった後のチェック欄

【図5】「活用場面」での実験、観察の手順を示す基本スタイル



(3) 準備の手順

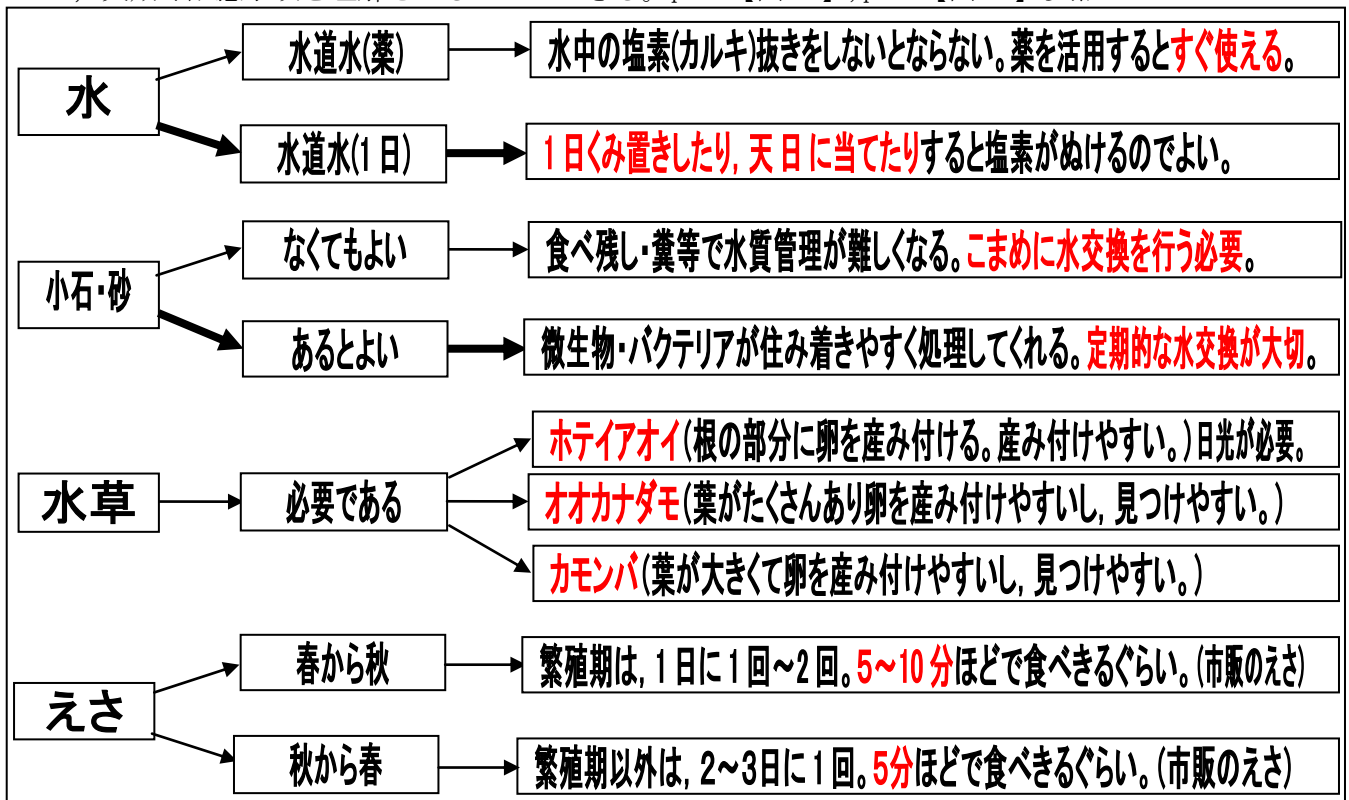
【図6】は、開発教材の作製の仕方を説明した準備の手順である。できるだけ身の回りの材料で安価に、作製できるように示してある。この資料を見ながら誰でも教材を作成することができる。

準備の手順 2	留意点
 <p data-bbox="544 371 901 432"><b>ペットボトル容器の作製</b></p> <p data-bbox="555 450 890 600">2Lのペットボトルの上部を切り離しておく。</p> <p data-bbox="555 629 890 898">下部(約2cmぐらい)を皿状にカットし、筒状にする。上から下に一直線に切り込みを入れる。</p>	<p data-bbox="991 371 1401 432"><b>切るのは簡単・ポイント</b></p> <p data-bbox="954 450 1442 645">カッターナイフで簡単に切れるが、手を切らないように気をつけて切る。上部を4cm×3cmの長方形型に切る。</p> <p data-bbox="954 674 1442 913">切り込みを入れたのは、後から地層を崩さないで簡単に取り出しやすいようにしたからである。実験する時は、セロテープでとめて水が出ないようにして行う。</p>

【図6】 地層実験で使うペットボトル

(4) 付録

付録では、自然条件により観察、実験に使用する動物を上手に育てられなかったり、飼育の仕方や病気の対処の仕方が分からず失敗してしまったりする悩みに応えられるように、基礎知識を示した。【図7】は、メダカに飼育の仕方を示したものである。また、児童用の観察、実験の手順シートを載せた。このシートは、そのまま児童に配布し、実験の際に活動を確認しながら進めることで、失敗や配慮事項を理解させることができる。p.15【図18】、p.16【図19】参照



【図7】 メダカの飼育の仕方 ( → は、勧める方法。)

## 5 開発した教材の効果の確認と授業実践

作成した活用資料を基に実践した授業実践を下記に報告する。

### (1) 「地球」領域における授業実践

ア 第6学年「大地のつくりと変化」の開発した教材を活用した授業実践

(ア) これまでの問題点

- ・堆積実験後、水のごりにより観察までの時間がかかる。
- ・水槽では、堆積した地層の上に水があるため、地層に触れ、中まで観察することができない。

(イ) 改善点

- ・水が濁らないので、単位時間内にスピーディに地層が形成される。
- ・全児童が堆積した地層に触れ、観察することができる。

(ウ) 授業実践1

① 本時の目標

水の働きでできる地層のでき方を考え、モデル実験を行って調べることができる。

② 展開【資料1】参照

【資料1】第6学年「大地のつくりと変化」の開発した教材を活用した展開1

過程	児童の学習活動	教師の指導上の留意点
導入 5分	1. 前時の学習や5年生で学習した流れる水の働きを想起し、学習課題をつかむ。	・「流れる水の働き」で学習した浸食、運搬、堆積を想起させ、どのように地層ができたか想像させる。
	れき、砂、どろなどが、どのように積み重なって、地層ができるのだろうか。	
展開 33分	2. 予想する 3. 実験方法を知る。 ・土砂を数回流すようにする。途中に化石のレプリカを入れることを知る。 4. 実験する。堆積実験教材使用 ・結果を書きながら、実験する。 5. 発表する。 ・結果を班の人たちに発表する。 6. 班の代表者が、学級全体に発表する。 7. 考察する。 ・積み重なる土の種類からその理由を考える。	・予想を学習シートに記述させる。 ・流す水が雨、といが川、ペットボトルが堆積する海(湖)などの役目をしていることを確認する。 ・なるべく静かに水を流しこむようにさせる。 ・実験活動と並行して、結果を学習シートに記入するように指示を出す。 ☆評価 水の働きでできる地層のでき方を考え、モデル実験を行って調べることができる。【技能】
終末 7分	8. まとめをする。 下かられき、砂、どろの順に層になって積み重なり、それをくり返して地層ができる。 9. 次時の学習について知る。	・ノートに記述させる。 ・水の働きでできた地層の特徴をまとめることを知らせる。

(エ) 堆積実験教材を使っての実験方法

指導展開案4では、下記のような実験手順に沿って実験を行った。

実験の手順 1		留意点
①	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>準備</b></p> <p>といにスポンジをはめ、ペットボトルに水をためて準備する。</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>海(湖)に大量の水</b></p> <p>海(湖)に見立てたペットボトルには、初めに水をたっぷり溜めておくようにする。</p> </div>
②	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>土砂を流す</b></p> <p>1回目の土砂を多めの水で流す。堆積したら、2回目の土砂を流す。これを数回繰り返す。</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>雨の降らせ方</b></p> <p>注ぐ水の勢いは、強過ぎるとペットボトルから出てしまい、弱すぎると1回で土砂が流れない。教師が一度模範をしてみせると良い。1回目の土砂を流した後に、どのように土砂が堆積していくかを観察させ記録を取らせる。</p> </div>
③	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>化石投入</b></p> <p>②の途中で化石(模型)をペットボトルの中に2, 3個入れる。</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>次時活動のためのしかけ</b></p> <p>化石を入れるのは、次時の授業で化石掘り体験をするためであることを伝え、表面に出ないように必ず上に最後の土砂を堆積させる。</p> </div>
④	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>管で排水準備</b></p> <p>ゴムチューブに水を入れ、空気を入れないように両端を手で押さえる。</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>水抜きの実演</b></p> <p>児童には難しい作業なので、教師が一度演示する。</p> </div>
⑤	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>排水</b></p> <p>堆積した層の上に溜まっている水をゴムチューブで抜いて行く。</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>無理な排水はさせない</b></p> <p>ペットボトルを傾けて水を捨てるとう堆積した層が崩れてしまうので、ゴムチューブで抜くように指示する。</p> </div>
⑥	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>層の完成</b></p> <p>実験終了。ペットボトルを一旦トレイに移し、側面からじっくり観察する。</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;"><b>多少の水が残っても大丈夫</b></p> <p>多少の水が残っていても層を観察できるので、時間がないときは抜かなくても良い。</p> </div>

【図8】 堆積実験の手順と留意点

(オ) 授業実践 2

① 本時の目標

水の働きでできた地層の特徴や堆積岩、化石のでき方について理解することができる。

② 展開 【資料 2】 参照

【資料 2】 第 6 学年「大地のつくりと変化」の開発した教材を活用した展開 2

過程	児 童 の 学 習 活 動	教 師 の 指 導 上 の 留 意 点
導 入 5 分	1. 前時の学習から，学習課題をつかむ。	・前時の実験でできた地層を準備させ，それぞれの層についてくわしく観察することを伝える。
	水のはたらきでできた地層の特ちょうを調べよう。	
展 開 33 分	2. 観察方法を知る。  3. 観察する。 ・れきの形は，どんなか。 ・1つの層の中の粒の違いは，どうなっているか。 ・ビニール管でボーリング。 ・化石を掘り出してみる。 発掘体験（【図 9】参照）  4. 化石試料(市販)を発掘する。 5. 発掘した化石を見せ合う。 6. 考察する。 ・化石とその環境状況について自分の考えを発表し合う。  7. 水の働きでできた地層の岩石を観察する。 ・れき岩，砂岩，でい岩について知る。	・ペットボトルの側面を取り除き，地層をむき出しにして，土の粒を観察することを確認させる。 ・それぞれの特徴を観察しながら，ノートに記述させる。 ・化石のでき方について推論し，教科書を見ながらいろいろなでき方について理解させる。 ・前時の地層にビニール管を差してボーリングして，観察する。 ・グループの中で交代しながら作業させる。  ・どのような化石が出てきたかを発表し，その種類からその化石がどのような環境状況にあったか推論させる。  ☆評価 水のはたらきでできた地層の特徴や堆積岩，化石のでき方について理解することができる。  ・岩石の特徴をノートに記述させる。
終 末 7 分	8. まとめをする。	・ノートに記述させる。
	水のはたらきでできた地層には，3つの特ちょうがある。長い年月をかけて固まると，れき岩，砂岩，でい岩のようなかたい岩石になる。	
	9. 次時の学習について知る。	・火山の働きでできた地層について学習することを知らせる。



(カ) 化石発掘体験

発展学習として、地層づくりの実験で加えておいた化石(模型)を掘り出す体験をさせ、化石のでき方や地層の中から見つかる理由を理解させた。

体験の手順 1	留意点
<p>①</p>  <p><b>側面を外す</b></p> <p>ペットボトルの側面の切り込みに貼っていたセロテープを外す。</p>	<p><b>崩れにくい層</b></p> <p>ペットボトルの側面のセロハンテープを外す時は、地層実験から1日以上おいて地層がしっかり固まってから行うようにするとよい。</p>
<p>②</p>  <p><b>層の観察</b></p> <p>実験で作った地層を崩さないように取り出し、地層を観察する。</p>	<p><b>慎重に外す</b></p> <p>ペットボトルは簡単に外れるが、気をつけて外さないと崩れる可能性がある。下の皿状態になっているペットボトルの底の上に地層が残る。</p>
<p>③</p>  <p><b>スプーンで掘る</b></p> <p>スプーンで地層を削って、化石のレプリカを探す。</p>	<p><b>層の中も層</b></p> <p>グループ内で順番を決めて掘りながら、側面の見た目の地層だけでなく、地層が中まで続いて広がっていることに気付かせたい。</p>
<p>④</p>  <p><b>化石発見</b></p> <p>化石のレプリカが出てくれば、発掘完了。</p>	<p><b>化石の成り立ち</b></p> <p>児童は、興味本位で急いで掘ってしまいがちである。ただ化石のレプリカを掘って探すのではなく、化石ができる過程を説明し、化石の種類で以前の環境がわかることを理解させたい。</p>

【図9】 化石発掘体験の手順



【図 10】 堆積実験の様子



【図 11】 実験直後の層の観察



【図 12】 実験結果の記録



【図 13】 2日後の地層



【図 14】 ビニール管での層



【図 15】 化石発掘の様子

## イ 授業実践1の分析と考察

【図 10】は、1回目に土砂を流した後、どのような粒の順に層ができあがるのかを確認させ、数回土砂を流している様子である。そのため、れき、砂、どろの粒の大きい順に層が繰り返して積み重なっていく様子が確かめられた。しかし、観察の途中でれきと砂のどちらが下になっているのか、なかなかつかめないグループもいた。これは、れきと砂の色がほとんど同じで混ざっているようにみえたことが原因と考えられる。そこで、他のクラスで実験するときには、れきの色を白っぽいものに変えて、実験を行った。すると、はっきり結果を確認することができた。

【図 11】は、堆積実験後のペットボトルの中の層の積み重なり方を観察し、班で話し合っている様子である。従来のペットボトルを使った結果では、水が濁り単位時間内でこのようにすぐ層の積み重なり方を観察することはできなかったが、この教材では、実験後すぐ水を抜くことができるためスピーディに地層が形成され、どの児童も地層に触れながら観察することができた。

【図 12】は、班で確かめた層の重なり方について、図を使って説明できるようにしている場面である。図は、下かられき、砂、どろの層が繰り返されていることを表している。

## ウ 授業実践2の分析と考察

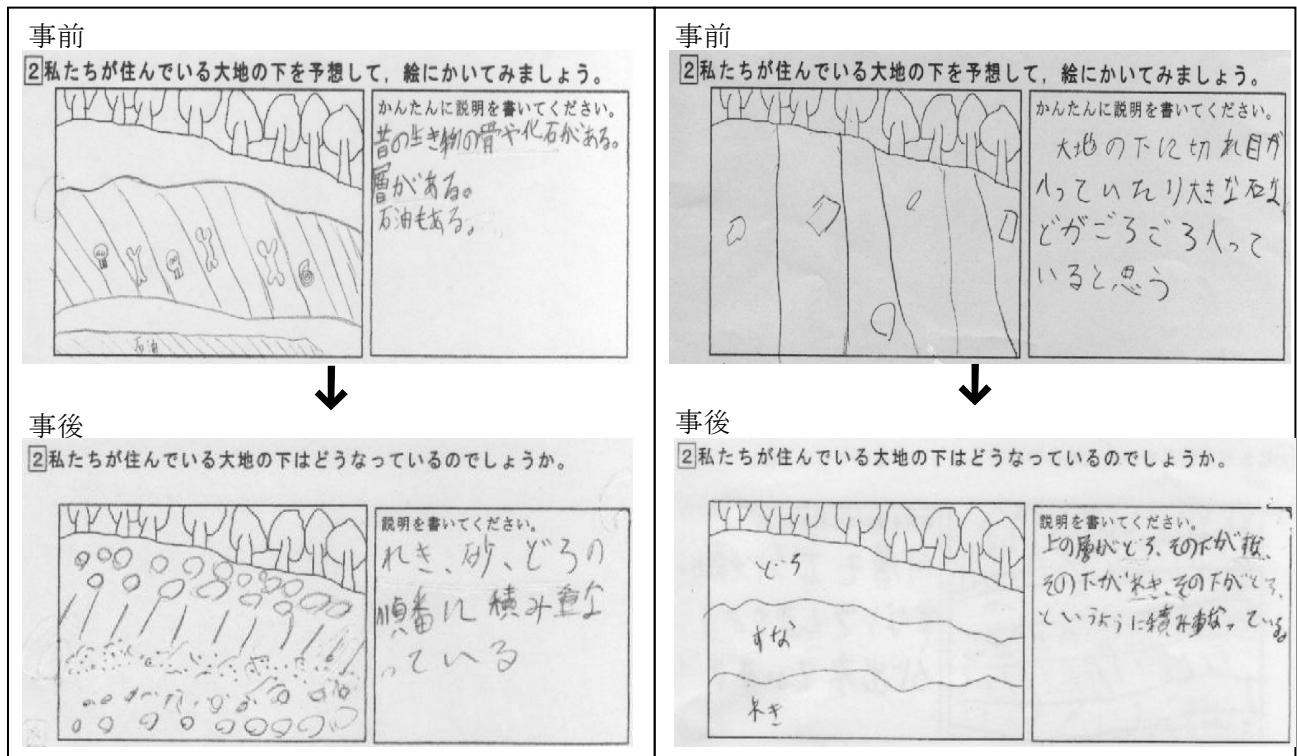
【図 13】は、堆積実験から2日経ったペットボトルの地層である。この学習で、前時で児童が堆積させた地層の中がどのようなになっているのか、水の働きでできた地層の特徴を調べようという課題を設定した。

【図 14】のようにビニール管を層に刺し、ボーリング作業のように中の層を取り出して観察させた。前時ではペットボトルの外側だけしか観察できなかったが、ボーリング作業を行うことで、層の中も層になっていることが確かめられた。

【図 15】は、側面のペットボトルを外し層をむき出しにして、化石発掘体験を行った場面である。児童は、アンモナイトの化石模型を見つけ出した。その後この層は何の働きでできたのかを推論し合った。

最後に市販の化石試料岩石から本物の化石を見つけ出す発掘体験も取り入れてみた。児童は、真剣に化石を見つけ出そうと意欲的に活動を行った。この発展的活動を取り入れたことで、化石や地層への興味・関心が深まったことが児童の感想から分かる。

エ 事前・事後調査及びアンケート結果からの分析と考察



【図 16】 A児の事前・事後調査紙

【図 17】 B児の事前・事後調査紙

【図 16】，【図 17】は、大地の下の様子について事前・事後に調査したものである。A児やB児のように事前でほとんどの児童が、大地の下の様子をよく理解していなかった。しかし事後には、地層の積み重なり方や層の構成物を十分に理解し表現できていた。アンケートの結果、9割以上の児童が事後には、大地の下の様子を理解できたという回答があった。また、授業後の感想からもこの教材が地層の学習を理解するのに有効だったことが分かる。

教師アンケート結果によると、この教材が学習に役立った（3名）、取り扱いの便利性を感じた（3名）、児童が理解しやすい（1名）、どちらかといえば理解しやすい（2名）、従来の実験方法と比較して今回の方が良い（2名）、どちらかといえば今回の方がよい（1名）と肯定的な回答があった。

このアンケートや感想から、地層堆積実験の教材やその活用の仕方は有効であったと考える。

①児童の感想（38名からの抜粋）

- 地層を作る実験をして、短時間でも地層がうまくできたとし、水の働きでできることが分かった。
- 地層はなぜしまもよくなるのか分かった。
- れき・砂・どろりがどのように積み重なって地層ができるのかよく分かった。
- 大地の下は、水が何回もれき・砂・どろりの順に積み重なってできていることが分かった。
- 実際に大雨の時のように実験したので、地層がどうしてできるかについて知ることができた。
- 地層からレプリカの化石を採ると、岩石から化石を採るのが楽しかった。
- 地層の作りの中で化石ができることが分かって楽しかった。
- 石を割って木の葉の化石が出てきた時は、本当に化石があるんだなと思った。
- 化石のでき方を学ぶことができた。
- 自分で実験したので、よく理解できた。

②実践に係わる協力校の教員（6学年担任3名）の感想

- 短時間で土が堆積する様子と堆積した地層が観察できる。
- 今までペットボトルの中で土と水を入れて振った後の様子を観察するよりも、水を流し土砂を流すことで水の働きによる地層のでき方が実感できる。
- 化石発掘体験で地層の中も観察させることができた。
- ペットボトルから水が抜けて層が観察しやすかった。また、取り外すことが可能なので層に触れることができた。
- 全員が交代で土砂を流す実験ができ、実感が伴った理解が得られた。
- れきと砂の区別が難しい。
- 準備や片付けに時間がかかりそうである。
- 1回に流す土の量が少ないと地層になりにくいので、教師がどのくらい流せばよいか演示した方がよかった。

※○はよかった点、●は改善が必要な点



(2) 「粒子」領域における授業実践

ア 第4学年「物のあたたまり方」の開発した教材を活用した授業実践

(ア) これまでの問題点

- ・示温テープや味噌を使った実験では、動いていることは分かっても、温まった水が動いているという実感をもてない。

(イ) 改善点

- ・示温インク(サーモインク)は、温まると色が変わるため、その色の動き方を観察することで、温まった水が動いていることを理解しやすい。

(ウ) 授業実践

① 本時の目標

水を加熱する実験を行い、水の温まり方の特徴やその過程を記録することができる。

② 展開【資料3】参照

【資料3】第4学年「物の温まり方」の開発教材を活用した展開

過程	児童の学習活動	教師の指導上の留意点
導入 3分	1. 前時の金属の温まり方を想起し、学習課題をつかむ。  水は、どのように、全体があたたまっていくのだろうか。	・金属は、熱せられた部分から順に温まっていったが、水も同じ温まり方なのか、日常生活での経験を振り返らせて話し合わせる。
展開 35分	2. 予想する。 3. 実験方法を知る。 ・サーモインクを使って試験管の水の下と上を熱した時の温まり方をそれぞれ調べる。 4. 実験する。 (1)①試験管の水の下をアルコールランプで熱する。 ②試験管の水の上の部分をアルコールランプで熱する。 ・結果を確認する。 (2)③ビーカーの中の水の一部を熱し全体が温まっていく様子(対流)を観察する。 5. 結果をまとめ、班で発表する。 6. 考察する。 ・上から温まっている理由を考える。 7. 可逆性を確かめる。 ・冷めてきたビーカーの水の色の変化を確認する。	・試験管の水の温まり方やビーカーの中の水の温まり方を予想させる。 ・サーモインクは40℃で色が青からピンクに変わることを知らせる。 ・試験管の口を人の方に向けないことや顔を近づけないで実験・観察をするようにさせる。 ・①の実験後、学習シートに結果を書かせ、②の実験を行うようにさせる。 ・U型ガラス管の演示実験で結果の検証をする。 【図20】参照 ・水の全体がどう温まっていくのか、③の実験で確かめることを知らせる。 ・三角架を使用させる。【図19】、【図21】参照 ☆評価 水を加熱する実験を行い、水の温まり方の特徴やその過程を記録することができる。 ・下を熱したとき、なぜ上が温まっていたのか、水の対流で温まるという考えを自分の言葉で話させる。 ・教師の演示でビーカーに氷水を落とし、冷たい水が下に移動することを確認させる。
終末 7分	8. まとめをする。  水は、熱せられた部分が上に移動して全体があたたまっていく。 9. 次時の学習について知る。	・学習シートに記述させる。 ・空気の温まり方を学習することを知らせる。

(エ) 児童実験

指導案4 (1) と (2) では, 下記のような手順シートを使って児童に実験を行わせた。

## 水のあたたまり方実験手順シート(1)

### 準備する物

チェック



しけんかん

試験管 2本

サーモインク

アルコールランプ

試験管ばさみ

試験管立て

マッチ・缶(ライター)

- ① 試験管ばさみで試験管の上をもつ。

試験管の口は、  
人のいない方に  
向ける。

- ② 試験管の下を熱する。  
(時々、火からはなして観  
さつする。)約1分したら  
火を消す。

- ③ 試験管ばさみで試験管  
のまん中より下の方を  
もつ。

- ④ 試験管の上を熱する。  
(時々、火からはなして観  
さつする。)約1分したら  
火を消す。

試験管立てに立てると  
きは熱くなっているの  
で軍手をして行う。

【図18】試験管における実験手順

## 水のあたたまり方実験手順シート(2)

### 準備する物

チェック



三脚

三角架(三角に曲げたはりがね)

100mL のビーカー

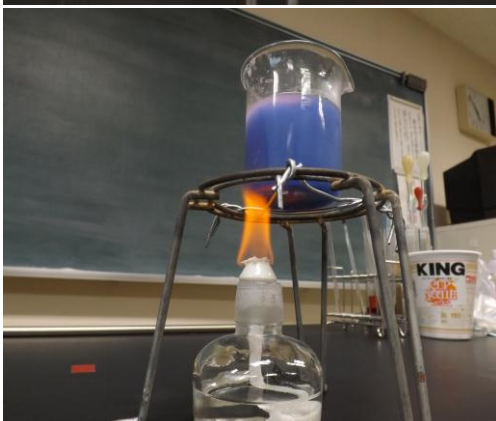
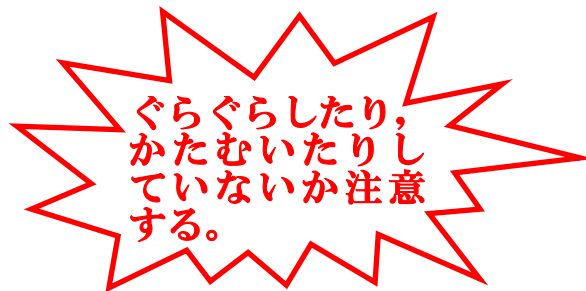
サーモインク 100mL

アルコールランプ

マッチ・缶(ライター)



- ① 三角のはりがねのまん中にビーカーを置く。



- ② ビーカーの一部(はじ)を熱する。全体の色が変わったら火を消す。

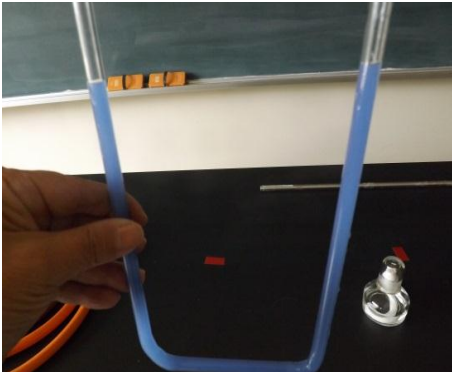
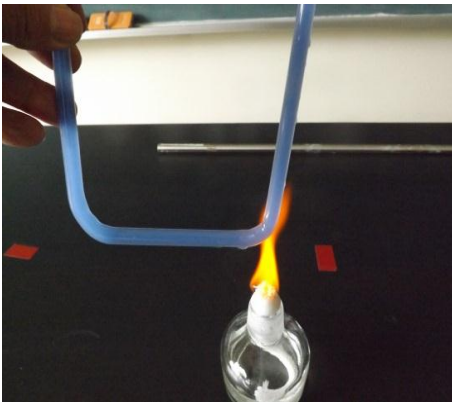
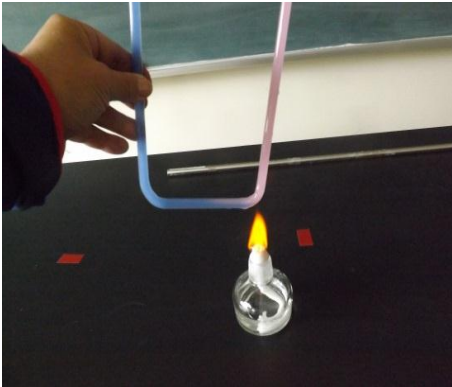
色が変わった水がどう動いていくかをしっかり観さつて記録しよう。



【図 19】 ビーカーにおける実験手順

(オ) 教師による演示実験

指導案 4 (1) では、児童の実験結果を受け、下記の手順に沿って教師による演示実験を行った。



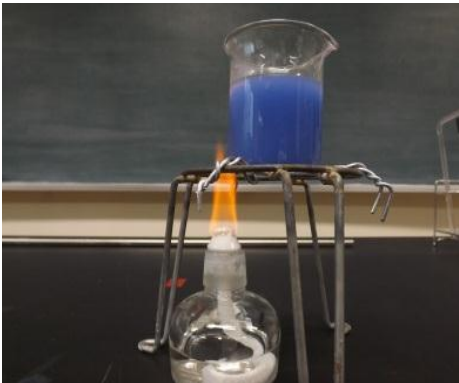
演 示 実 験 の 手 順		留 意 点
<input type="checkbox"/> ①	 <p><b>温まった水が上へ移動することを確かめる</b></p> <p>U型ガラス管にサーモインク液を入れる。</p>	<p><b>演示するとはっきり分かる</b></p> <p>温度が 40℃ 以上になったら、サーモインク液がピンク色に変わることを確認する。一方の曲がった所を熱すると上と横のどちらに動くか予想させる。</p>
<input type="checkbox"/> ②	 <p><b>曲がり角を熱する</b></p> <p>一方の曲がり角をアルコールランプで熱する。</p>	<p><b>色が変わった液の動きに注目</b></p> <p>その後、少し熱したら、アルコールランプの火から離し、ピンク色に変わった液の動きに注目させる。長く熱しすぎるとあっという間に反対側も色が変わってしまう。横のピンク液がもう片方の管の上へ上がっていく様子を確認できるくらいのところで、熱するのを止める。</p>
<input type="checkbox"/> ③	 <p><b>上に色が変化してきたら火から離す</b></p> <p>ピンク色が上に移動していることを観察できたら、熱するのを止める。</p>	<p><b>反対側が熱くない理由</b></p> <p>U型ガラス管の熱していない方を手に持っても平気な理由を児童に考えさせてみる。</p>

【図 20】 U型ガラス管の使い方の手順

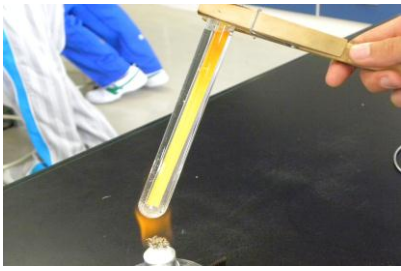


○ 三角架を使った実験方法

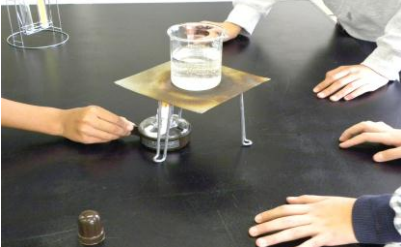
指導展開4の(2)では、下記のような教具を与え、ビーカーの一部だけが熱せられ、温まった水の動きを観察しやすくした。

実験の手順 2	留意点
<p>①</p>  <p><b>三角架の固定</b></p> <p>三角に三角架を固定する。</p>	<p><b>はりがね三角架</b></p> <p>金網(全体が金属製のもの)を使用すると、ビーカーの一部分だけを熱することができないものがあり、違った結果になる。そこで三角架を使用することを勧める。(手作りの三角架でもよい。)</p>
<p>②</p>  <p><b>ビーカーを置く</b></p> <p>三角架の上に、ビーカーをのせる。</p>	<p><b>ビーカーが動かないように</b></p> <p>ビーカーがぐらぐらしたり、傾いたりしていないか、確かめさせる。</p>
<p>③</p>  <p><b>熱する</b></p> <p>ビーカーの一部を熱する。</p>	<p><b>ビーカーの端だけに火を当てる</b></p> <p>できるだけビーカーの端にアルコールランプの火を当てるように指示する。ビーカーの文字や目盛りがない方で観察させるとよい。色が変わった水がどう動くかに注目させる。</p>

【図21】水の温まり方実験の手順



【図 22】 試験管の下部を熱する実験



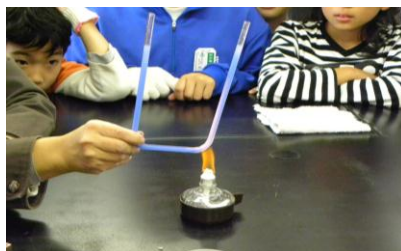
【図 23】 ビーカーでの水の対流実験



【図 24】 味噌を沈めて熱する対流実験



【図 25】 水を入れた試験管を熱する実験



【図 26】 U型ガラス管での演示実験



【図 27】 ビーカーでの対流実験

## イ 従来の示温テープと味噌を使用した授業の分析と考察

【図 22】と【図 23】は、別の学級が教科書通りの方法で実験を行った時の様子である。この実験では、示温テープを試験管の水に入れて、上部と下部を熱してみた。下部を熱するとすぐ上部のテープの色が変化し温まったことが見てとれた。また、上部を熱するとテープの色は上の方だけが変化し、テープの下は変化しなかった。しかし、なぜ下部を熱すると上のテープの色が変化するのかがはっきりと確認できなかった。つまり、この実験方法では、熱せられて温まった水が上に移動する様子までは観察できない。

【図 24】は、味噌を沈めて水の対流を確かめる実験である。この実験では、温められて水の動きとともに味噌が溶けていく様子から水の対流の様子を観察させるものである。しかし金網を使用しているため、ビーカーの一部を熱しているつもりでも金網全体に熱が伝わり、金網からビーカーの底全体が温められ、味噌が下から上へと溶けていき、水は下から上へ温まっていくのではという誤解が生じてしまった。

また、準備段階において味噌がすぐ水に溶け出してしまうなどの困難な点がある。

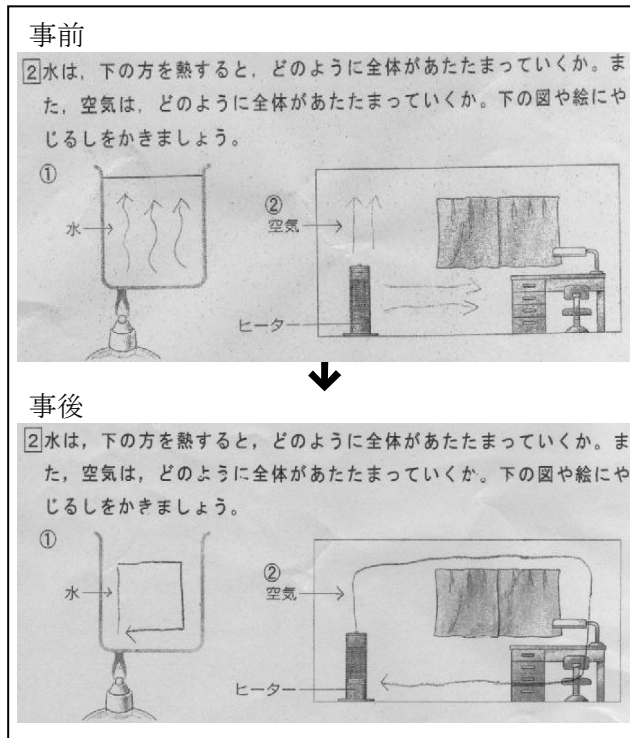
## ウ サーモインクを使用した授業の分析と考察

【資料 3】の指導展開に沿って行った授業では、【図 25】がサーモインクを使用した試験管の実験の様子である。示温テープでの実験とは違って、児童は、温まった水がピンク色に変化し試験管の端にそって徐々に上部へ移動する様子を確認することができた。特に試験管を数秒熱した後、火から離して観察させたことは、水の移動をしっかりと認識させることに効果的であった。また、上部を熱したときも、ピンク色の水が上から動かないことが分かった。

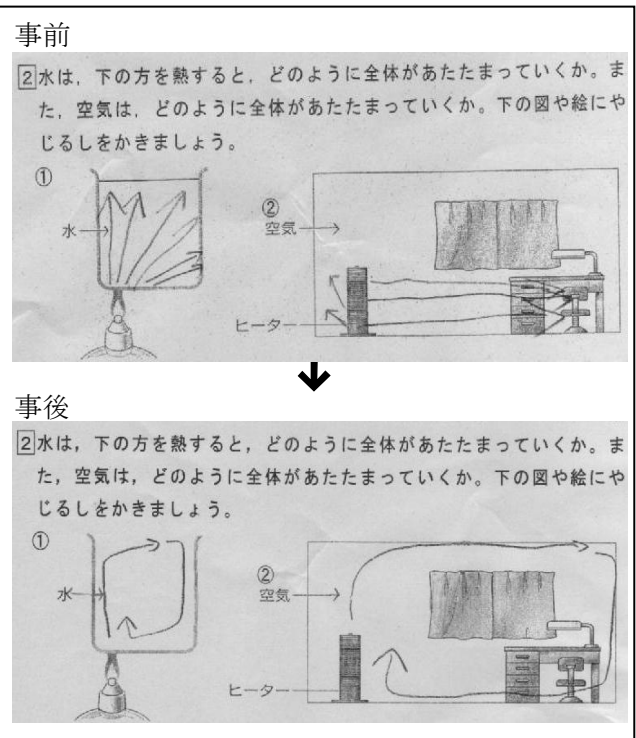
【図 26】では、児童の実験結果を確かめるためにU型ガラス管で演示実験を行った。この実験で温まった水は上に移動することを検証することができた。

【図 27】は、ビーカーで水の対流の仕方を観察している実験である。金網の代わりに針金の三角架を使用することでビーカーの一部分にのみ火を当てることができ、そこからどのようにサーモインクの色が変化し、動いていくのかをはっきりと観察することができた。

エ 事前・事後調査及びアンケート結果からの分析と考察



【図 28】 C児の事前・事後調査紙



【図 29】 D児の事前・事後調査紙

【図 28】，【図 29】は，水と空気の温まり方について事前・事後に調査したものである。C児やD児のように事前では，空気や水の温まり方を金属の温まり方と同じように温めたところから順に温まると考えている児童がほとんどであった。しかし，事後には，水も空気も温まると上部に移動しながら，全体が温まっていくことをとらえることができた。また，アンケートの結果，9割以上の児童が事後には，水と空気の温まり方を理解できたという回答があった。また，授業後の感想からもこの教材が水の温まり方の学習を理解するのに有効だったことが分かる。

教師アンケート結果によると，この教材が学習に役立った(3名)，取り扱いの便利さを感じた(3名)，児童が理解しやすい(2名)，どちらかといえば理解しやすい(1名)，教科書の実験方法と比較して今回の方が良い(3名)，この教材を使って授業をしてみたい(1名)と肯定的な回答があった。

このアンケートや感想から，サーモインクを使った開発教材やその活用の仕方は有効であったと考える。

①児童の感想 (34名からの抜粋)

- サーモインクというべりりな道具があったとは知らなかった。ピンクになったサーモインクがけむりのように上に上がっていくのがすごく興味深かった。
  - 実験で下をあたためれば上に行き、今度は上を温めれば上があたたまると、下はあたたまらないのが不思議でした。
  - サーモインクは、あたたまると何色になるのと思ったけどピンクでした。ビーカーのあたたまり方が予想と違って意外でした。
  - 今日の学習でわかったことは、ビーカーのはじっこをあたためたのに、最後は全体があたたまっていたことです。
  - 水のあたたまり方が不思議だった。とくに最後のビーカーの実験が一番すごかった。熱したところから上にいって、そこからあたたまっていたのがすごかった。
  - 下をあたためて、下からどんどん上に上がって行ってすごかった。氷を入れ青色がどんどん下に下がって行ってびっくりした。
  - あたためた試験管をさわったら、ピンクのところがあたたかかった。
  - 鉄をあたためたときとちがっていた。一番驚いたのは、あたたかいのは上に、つめたいのは下にいくこと。お風呂でお湯をかきまぜるのも全体にあたためさせるためだと思った。
  - 熱せられたところは下なのに上からピンク色になっていくのがびっくりした。
- ②実践に係わる協力校の教員(4学年担任3名)の感想
- おがくずではなかなかうまく沈まず、味噌では水に入れるタイミングが悪いのに比べてサーモインクだと実験の準備が簡単にできる。保存できるのも便利である。
  - あたたまった水が徐々に移動して上に行く様子をはっきり観察できた。氷を入れることで冷たい水は下に移動することを実際に確かめられた。
  - 金網では実験を失敗することがあることが分かった。



### (3) 「エネルギー」領域における授業実践

#### ア 第5学年「振り子の運動」の教材を活用した授業実践

##### (ア) 問題点

- ・児童数が多い学校では、振り子の実験器がグループの分だけ準備できない。
- ・実験の役割分担に追われ、振り子の運動に集中して観察できない。

##### (イ) 改善点

- ・実験器1台で正確に結果を出すことができる。
- ・全児童が振り子の運動に注目しながら観察することができる。

##### (ウ) 授業実践

###### ① 本時の目標

振り子の長さを変えながら1往復する時間を調べ、結果を定量的に記録することができる。

###### ② 展開【資料4】参照

#### 【資料4】第5学年「振り子の運動」の教材を活用した展開

過程	学 習 活 動	指 導 上 の 留 意 点
導 入 3 分	1. 前時の仮説を想起し、学習課題をつかむ。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">ふりこの長さを変えると1往復の時間は変わるだろうか。</div>	・3つの仮説を確かめ、本時の課題がどの仮説の実験かを知らせる。
展 開 40 分	2. 予想する ・発表する。 3. 実験方法を知る。 ・一人1個のストップウォッチをもって、測定する。その後1往復の時間を計算し、表とグラフに記録する。 4. 実験する。 ・振り子の長さを変えて実験し、結果を記入する。 ・①20cm ・②40cm ・③60cm 5. 結果をまとめる。 ・①～③の1往復の時間を計算しグラフにまとめる。 6. 考察する ・自分の考えを発表する。	・前時の実験の結果の確認をし、改めて本時の予想をさせる。 ・大きなズレが出ないように練習させる。 ・1往復のはかり方、スタート、ストップのタイミングなどを毎回同じにできるようにさせる。 ・記録の仕方を確認させる。 ・振り子の長さ以外の条件がしっかりそろっているか確認させる。 ・測定し、それぞれの表に結果を記録させる。 ☆評価 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">振り子の長さを変えて、1往復する時間を調べ、結果を定量的に記録している。【技能】</div> ・計算機を使っても良いことにする。 ・小数第2位を四捨五入させる。
終 末 2 分	7. まとめをする。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">ふりこの長さを変えると、1往復の時間は変わる。</div> 8. 次時の学習について知る。	・本時の課題に対するまとめをさせる。 ・振り子の振れ幅を変える学習をすることを知らせる。



【図 30】 練習結果をグラフに表す場面



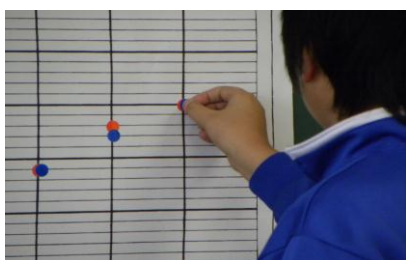
【図 31】 教師の操作



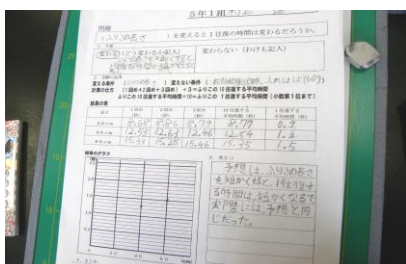
【図 32】 1つの実験器に集中し計測する



【図 33】 振り子の長さを変えて計測



【図 34】 結果をグラフに表す



【図 35】 児童の学習シート

イ ストップウォッチを全員が持って測定する実験の分析と考察

【図 30】は、ストップウォッチの押すタイミングを数回練習し、全員の結果を聞きながら、グラフに表した。初めは、結果のばらつきが大きかったが、何回か練習することで自分のストップウォッチの押すタイミングが速すぎるのか遅すぎるのかに気づき修正することができるようになった。

練習後、児童は位置を決め、【図 31】のように教師が操作する振り子の実験器を見ながら 10 往復の時間を測定した。

【図 32】は、一つの実験器に集中している児童の姿である。前時では重りの重さを変えて同じ方法で学習している。40cm の振り子の長さの 1 往復の時間について前時で調べているため、その時間を基本に振り子の長さを長くしたら時間はどうなるか、短くしたらどうなるかに焦点を絞って実験に取り組ませた。

【図 33】は、振り子の長さを短くした時の実験の様子である。児童は、1 往復の時間が短くなることに気づきながら測定していた。

三つの振り子の長さの 1 往復を測定・計算し、グラフに表すとグラフは【図 34】のように右斜め上がりのグラフになった。このグラフから、振り子の長さを変えると振り子の 1 往復する時間は変わるということをまとめることができた。

児童は、自分が測定したデータを基に【図 35】のような学習シートに結果やグラフ、考察を書くことが時間内であった。

ウ 事前・事後調査及びアンケート結果からの分析と考察

<p><b>事前</b></p> <p>①ふりこのふれ方について、答えなさい。          ①ふりこの1往復する時間を調べたときに、ふりこの1往復する時間が長くなるのは、ア～エのどのときですか。          ②ふりこのふれ方について、次の文の、( )に当てはまることばを、下の□から選んで、イおもりをかき入れなさい。</p> <p>ふりこの1往復する時間は、(オおもりの重さ)によって変わり、オが(カ重い)ほど、1往復する時間は長くなる。          オが同じであれば、(キふりこの長さ)や(クふれはば)がちがっても、1往復する時間は変わらない。</p> <table border="1"> <tr> <td>ふりこの長さ</td> <td>おもりの重さ</td> <td>ふれはば</td> </tr> <tr> <td>長い</td> <td>短い</td> <td>重い</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>軽い</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>支点</td> </tr> </table> <p>②ふりこが1往復する時間を調べます。おもりが10往復する時間を3回ずつはかります。10往復する平均時間と1往復する平均時間を求めます。なぜ、そんなことをするのでしょうか。</p> <p>1回目だけで計った時間がまちがっているためだから</p>	ふりこの長さ	おもりの重さ	ふれはば	長い	短い	重い			軽い			支点	<p><b>事前</b></p> <p>①ふりこのふれ方について、答えなさい。          ①ふりこの1往復する時間を調べたときに、ふりこの1往復する時間が長くなるのは、ア～エのどのときですか。          ②ふりこのふれ方について、次の文の、( )に当てはまることばを、下の□から選んで、イおもりをかき入れなさい。</p> <p>ふりこの1往復する時間は、(オふりこの長さ)によって変わり、オが(カ長い)ほど、1往復する時間は長くなる。          オが同じであれば、(キおもりの重さ)や(クふれはば)がちがっても、1往復する時間は変わらない。</p> <table border="1"> <tr> <td>ふりこの長さ</td> <td>おもりの重さ</td> <td>ふれはば</td> </tr> <tr> <td>長い</td> <td>短い</td> <td>重い</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>軽い</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>支点</td> </tr> </table> <p>②ふりこが1往復する時間を調べます。おもりが10往復する時間を3回ずつはかります。10往復する平均時間と1往復する平均時間を求めます。なぜ、そんなことをするのでしょうか。</p> <p>1往復の平均時間をはかるため 時間</p>	ふりこの長さ	おもりの重さ	ふれはば	長い	短い	重い			軽い			支点
ふりこの長さ	おもりの重さ	ふれはば																							
長い	短い	重い																							
		軽い																							
		支点																							
ふりこの長さ	おもりの重さ	ふれはば																							
長い	短い	重い																							
		軽い																							
		支点																							
<p><b>事後</b></p> <p>①ふりこのふれ方について、答えなさい。          ①ふりこの1往復する時間を調べたときに、ふりこの1往復する時間が長くなるのは、ア～エのどのときですか。          ②ふりこのふれ方について、次の文の、( )に当てはまることばを、下の□から選んで、イおもりをかき入れなさい。</p> <p>ふりこの1往復する時間は、(オふりこの長さ)によって変わり、オが(カ長い)ほど、1往復する時間は長くなる。          オが同じであれば、(キおもりの重さ)や(クふれはば)がちがっても、1往復する時間は変わらない。</p> <table border="1"> <tr> <td>ふりこの長さ</td> <td>おもりの重さ</td> <td>ふれはば</td> </tr> <tr> <td>長い</td> <td>短い</td> <td>重い</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>軽い</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>支点</td> </tr> </table> <p>②ふりこが1往復する時間を調べます。おもりが10往復する時間を3回ずつはかります。10往復する平均時間と1往復する平均時間を求めます。なぜ、そんなことをするのでしょうか。</p> <p>1往復したときの時間が短すぎて、しっかりと時間を計れないから。</p>	ふりこの長さ	おもりの重さ	ふれはば	長い	短い	重い			軽い			支点	<p><b>事後</b></p> <p>①ふりこのふれ方について、答えなさい。          ①ふりこの1往復する時間を調べたときに、ふりこの1往復する時間が長くなるのは、ア～エのどのときですか。          ②ふりこのふれ方について、次の文の、( )に当てはまることばを、下の□から選んで、イおもりをかき入れなさい。</p> <p>ふりこの1往復する時間は、(オふりこの長さ)によって変わり、オが(カ長い)ほど、1往復する時間は長くなる。          オが同じであれば、(キおもりの重さ)や(クふれはば)がちがっても、1往復する時間は変わらない。</p> <table border="1"> <tr> <td>ふりこの長さ</td> <td>おもりの重さ</td> <td>ふれはば</td> </tr> <tr> <td>長い</td> <td>短い</td> <td>重い</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>軽い</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>支点</td> </tr> </table> <p>②ふりこが1往復する時間を調べます。おもりが10往復する時間を3回ずつはかります。10往復する平均時間と1往復する平均時間を求めます。なぜ、そんなことをするのでしょうか。</p> <p>人によってちがった長さがあるの平均をもとめることにより10往復と1往復する時間をもとめることかできる。</p>	ふりこの長さ	おもりの重さ	ふれはば	長い	短い	重い			軽い			支点
ふりこの長さ	おもりの重さ	ふれはば																							
長い	短い	重い																							
		軽い																							
		支点																							
ふりこの長さ	おもりの重さ	ふれはば																							
長い	短い	重い																							
		軽い																							
		支点																							

【図 36】 E児の事前・事後調査紙

【図 37】 F児の事前・事後調査紙

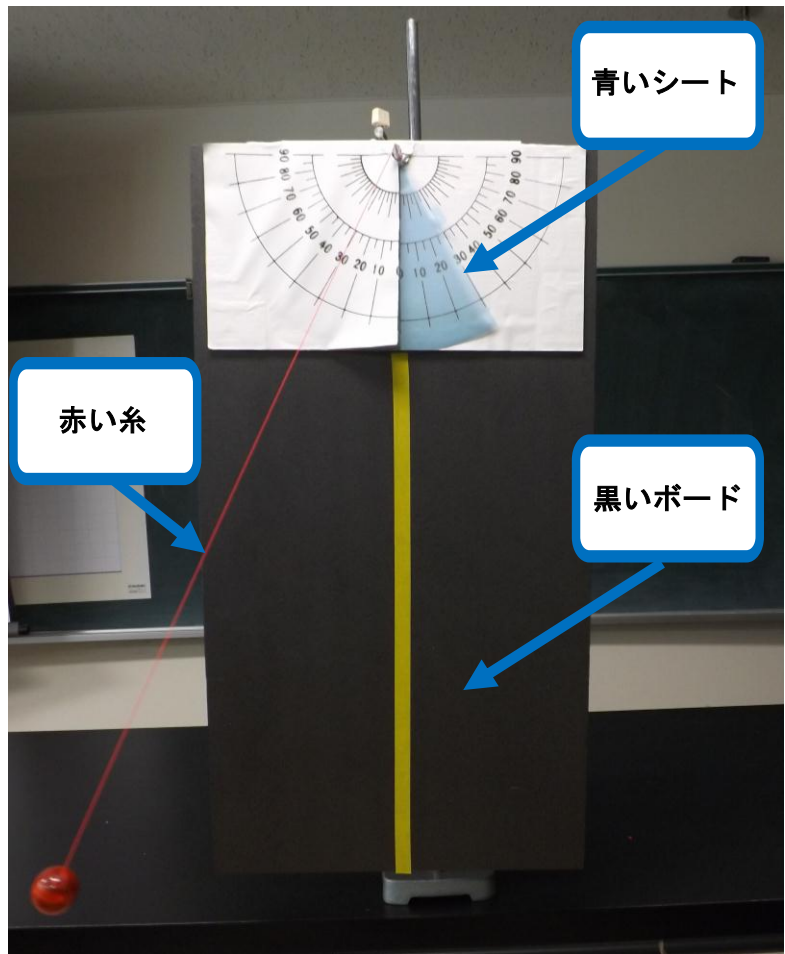
【図 36】、【図 37】は、振り子の運動について 事前・事後に調査したものである。E児やF児のように事前では、振り子の何を変えれば1往復する時間を変えられるのか、10往復する平均時間を出す理由が分かっていなかった。授業後は、振り子の1往復する時間と振り子の長さが関係あることや10往復する平均時間から1往復する平均時間を求める理由をしっかりと答えることができた。

アンケートの結果から、9割以上の児童が事後には、振り子の運動についてのきまりが理解できたという回答があった。また、授業後の感想からもこの実験の取り組み方が、学習を理解するのに有効だったことが分かる。

教師アンケート結果によると、この教材が学習に役立った(1名)、どちらかといえば役に立った(2名)、どちらかといえば役に立たなかった(1名)、取り扱いの便利を感じた(3名)、児童が理解しやすい(2名)、どちらかといえば理解しやすい(1名)、この方法で授業をしてみたい(3名)、授業をしてみたいともして見たくないともいえない(1名)、とばらつきのある回答であった。

このアンケートや感想から、振り子の運動の実験方法は概ね有効である一方、改善すべき問題点があることが明らかになった。問題点の一つは、教師が操作する振り子の実験器具が小さく、見えにくい位置にいた児童がいたことである。そこで、実験器具を大きく、どこからでも見やすいように改善することとした。【図 38】は、その改善を図った実験器である。実践で使用した実験器のおよそ2倍の大きさになった。大きくなっただけでなく、振り幅が一目で理解しやすく、変更も容易にできる。長さの調節や重さを変化させることも難しくない。

もう一つの問題点は、児童自身が実験器具を扱わないということである。しかし、児童が実験器具に触って取り組むことは大切であるが、この方法は、時間内に正確なデータを得ることを重点とした実験である。そのため、必ずしも児童による実験操作でなくてもよいと考える。学級全員で取り組むという実験でもあり、ストップウォッチを一人1個準備することができる場合は、どの児童も振り子の動きに注目することができるこの方法が有効である。また、自分で測定し、計算したことで、10往復に要する時間と平均を出す理由を、どの児童も理解することができるという利点も大きい。



【図 38】 大型に改善した実験器

①児童の感想 (29名から抜粋)

- 今回の勉強をするまで、ふりこについて何も思わなかったけど、興味を持つようになった。
- おもりの重さの結果とふりこの長さの結果がよく分かった。
- 勉強をして、ふりこの長さで1往復する時間がちがうことが分かってよかった。
- ふりこの長さを変えると1往復する時間が変わるということが分かった。
- ふりこの長さを変えると往復する時間が長くなったり短くなったりしておもしろかった。
- ふりこの動きがよく分かってよかった。
- ふりこのおもりを軽くしたり重くしたりしても、1往復する時間が変わらないのに、ふりこの長さを変えると時間が変わることが不思議だった。
- 計算がかなり難しかった。
- 20cmの長さにした時、ストップウォッチの押すタイミングが難しかった。

②実践に係わる協力校の教員 (5学年担任3名, 担任外1名) の感想

- 自分で計算したり、グラフ化したりしたことにより、自分の実験という意識ができた。
- 一人一人が自分の実験、結果ととらえ、1往復の時間が変わる、変わらないが理解できていた。どうしても同じ実験方法しか思いつかないので、いい方法だと感じた。
- 計算方法が、どの子にも浸透した。全員がグラフに表す良さがある。
- 準備が少なくて良い。手順がシンプルで分かりやすい。
- 実験器具を児童に扱わせたい。
- 実験器具が小さく、見る角度による1往復する時間のずれが生じていたのではないかと感じた。

## V 実践のまとめ

本研究では、「研究内容と方法」でも示したとおり、小学校理科の学習指導要領に対応した教材開発を行い、「地球」「粒子」「エネルギー」の3領域において、授業実践を行った。本研究の成果として、次の3点が挙げられる。

- ・「地球」領域では、地層を短時間で形成する成功率の高い教材及び地層の観察が確認可能な教材を開発することができた。
- ・「粒子」領域では、温まった水が上昇していくことを実感でき、結果を検証できる実験器具の教材を開発することができた。
- ・「エネルギー」領域では、1台の実験器で児童が振り子の運動に注目して観察を行い、1往復する時間を調べる効果的な学習の進め方を提案することができた。さらに、どこからでも全児童が振り子の動きを観察しやすい実験器を開発することができた。

## VI 研究のまとめと今後の課題

### 1 研究の成果

本研究は、学習指導要領に対応した教材の開発を行い、その活用の仕方をまとめた活用資料を作成し、理科教育の充実を図るものである。

本研究の成果として得られたことは、次のことである。

- (1) 学習指導要領に対応した教材開発の基本構想を立案し、小学校理科指導に関する実態を把握することでその実態を踏まえた教材を開発することができた。
- (2) 授業実践を通すことで、その教材効果の確認と更なる修正加えた教材を開発することができた。
- (3) 開発した教材について授業で活用できる資料を作成することができた。

### 2 今後の課題

本研究で取り上げることでできた観察、実験教材は、理科学習全体の中でほんの一部にしかすぎない。今後さらに開発教材の有効性を継続して検証し、改善を図る必要がある。

<おわりに>

長期研修の機会を与えてくださいました関係諸機関の各位並びに研究協力校の先生方と児童のみなさんに心から感謝申し上げます、結びのことばといたします。

## 【引用文献】

- 相場博明, 柘原礼士 (2009), 「小学4年「水のあたたまり方」における誤概念と「サーモインク」教材の有効性」, 『理科教育学研究 49』, 日本理科教育学会, pp. 1-11
- 科学技術振興機構理科教育支援センター (2011), 「平成 22 年度小学校理科教育実態調査集計結果」, pp. 212-237
- 文部科学省 (2009), 『小学校学習指導要領解説 理科編』, 大日本図書, pp. 7-11

## 【参考文献】

- 新しい理科編集委員会・東京書籍株式会社編集部 (2011), 『新しい理科 教師用指導書 (朱書)』 3年-6年, 東京書籍
- 新しい理科編集委員会・東京書籍株式会社編集部 (2011), 『新しい理科 教師用指導書 資料編』 3年-6年, 東京書籍
- 洋館出版社 (1988), 『理科教材・教具理論と実際』
- 文溪堂 (2012), 『指導のこっしシリーズ②「小学校理科 これですべてバッチリ, 観察, 実験の指導」』
- 宮城県教育研究センター初等理科研究グループ (2007), 「新・理科指導ポイント集」
- 毛利衛・黒田玲子ほか 20 名 (2010), 『新しい理科』 3年-6年, 東京書籍