

2020年度 ソニー子ども科学教育プログラム

科学が好きな子どもを育てる「原点とは何か？」
～本当に理科が好きな子どもを目指して～

原



帰

本当に理科が好き

点

回

千葉県旭市立干潟中学校

校長 齊藤 実

P T A 会長 高木 敬



目次

| | | |
|-----|--------------------------------------|----|
| I | はじめに～「いなほプロジェクト」とは～ | 1 |
| II | 本校が考える教育 | 1 |
| | 1 どのような子どもに育ててほしいか | 1 |
| | 2 科学が好きな子どもを育てるための教育 | 2 |
| | (1) 本校が目指す科学が好きな子どものイメージ図 | 2 |
| | (2) 科学が好きな子どもに迫るための研究計画 | 3 |
| III | 2019年度9月～2020年度8月までの実践 | 4 |
| | 1 チャレンジ探究型授業の実践 | 4 |
| | ー地層の堆積実験における実践ー | 5 |
| | ー大地の変動における実践ー | 9 |
| | 2 自然体験型授業の実践 | 13 |
| | 地域の自然から探究「生物の成長と殖え方」～農業体験を通して～ | 13 |
| | 3 観察・実験探究型授業 | 18 |
| | 地域の気象から探究「干潟中気象プロジェクト」～気象観測を通して～ | 18 |
| IV | 成果と課題 | 20 |
| V | 2020年度9月～2021年度8月までの教育計画 | 21 |
| | 1 これからの科学が好きな子どもの姿～本当に理科が好きな子どもについて～ | 21 |
| | 2 教育計画の構想「原点回帰」 | 21 |
| | 3 具体的な教育計画 | 22 |
| VI | おわりに | 25 |

I はじめに ～「いなほプロジェクト」とは～

本地域には、干潟八万石とも呼ばれている広大な稲田が広がる。秋の訪れとともにぐっと実のつまった稲穂(いなほ)が頭を垂れ、地域の人々はこの恵みに感謝し、四季を感じ、自然と共生しながら豊かな生活を送ってきた。このような生活観が残る本地域において、**本校の理科教育は、地域の自然素材と共に発展させることが、プロジェクトの主眼である。**



資料1 「いなほ」との連想

次に、科学が好きな子どもの姿については、実る稲穂の様子になぞらえて構想を練った。本校の子どもは、素直さや謙虚さがあり、真剣に学習に取り組む姿勢が見られる。一方で、探究的な学習に根気強く取り組み、関連付けて知識を習得することに関して課題が残った。「実るほど頭を垂れる稲穂かな」という銘があるように、本校の子どもたちが、いなほプロジェクトを通して、学習姿勢や資質・能力により一層磨きをかけ、素直で謙虚に夢と目標に向けて成長してほしい。

II 本校の考える教育

1 どのような子どもに育てほしいか ～どのような穂を実らせたいか～

昨年度の台風19号による大規模停電被害や新型コロナウイルスによる休校など、昨年度応募論文から今日に至るまで、子どもの取り巻く学習環境が激変した。改めて、自然の偉大さや脅威などを目の当たりしている。これらの現状を踏まえ、「科学が好きな子どもの姿」については、再考している。一部表現と内容を次項・資料3のように再構成した。本校では、科学が好きな子どもの姿を再考するにあたり、重要視したことが2つある。

1 学習姿勢の涵養 ～感性と挑戦心を養う～

学習姿勢の成長を情意的な面から捉え価値づけることである。本校の科学が好きな子どもの姿は、まず、学習姿勢などに現れる**感性**や**挑戦心**の成長と捉えている。その中で、子どもの感受する心が生かされるよう観察・実験を導入していきたい。次に、学習課題の謎を粘り強く解明しようとする**挑戦心**を養っていきたいと考えている。この学習姿勢を探究的な過程の中で養い、素地とすることを重要視している。また、休校等、困難な状況に直面しても理科の学びにトライすることなど今日的な課題を乗り越える意味でもこの**挑戦心**は大切な気持ちであると考えている。



資料2 理科室では、「探究」と「挑戦」の目標を掲げる

2 学習視野の広がり～探究する力の育成と理科の教養の向上～

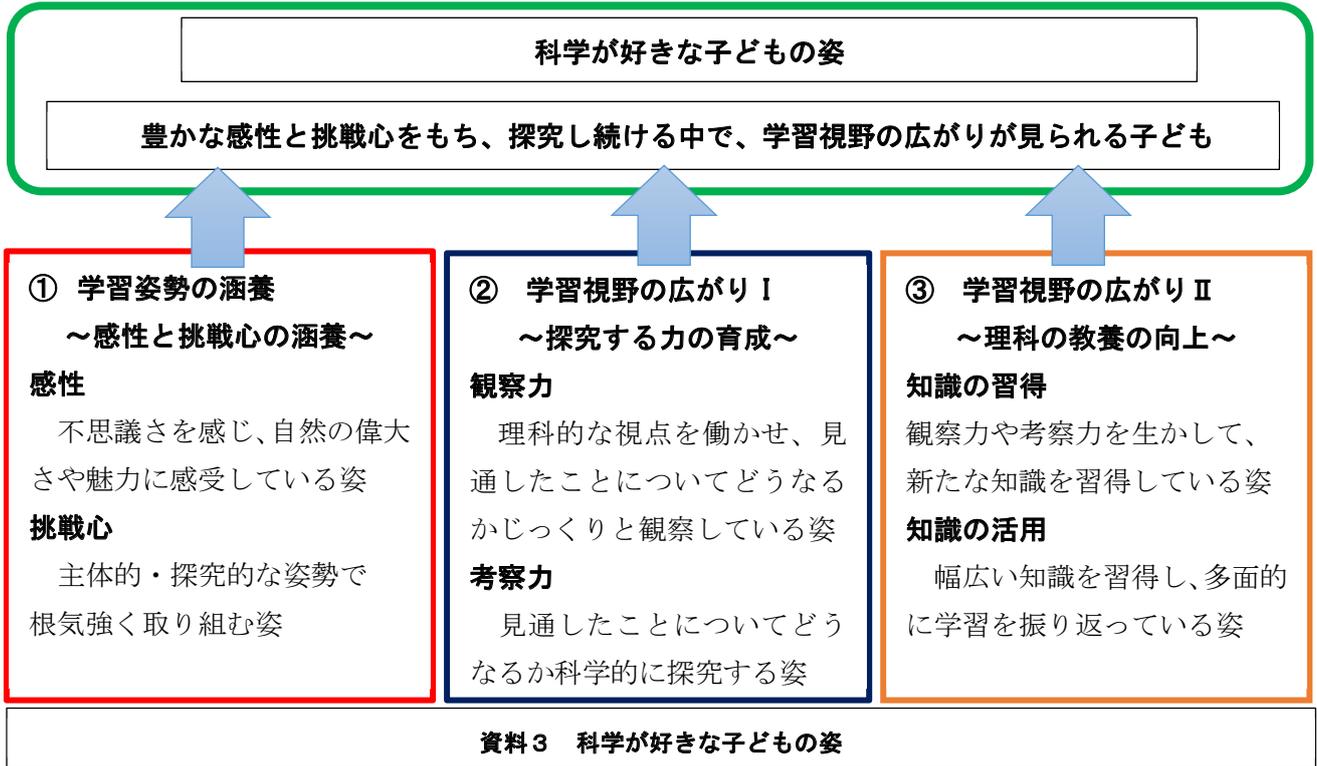
2つめは、学習視野の広がりを大切にしている。昨年度の実践でわかったことは、探究し続ける中で、何か1つを突き止めれば、新たな疑問が見いだされたり、学びにつながりが生まれたりと、知識が結びついて広がりがでてくることが実感できた。

ここで定義した**学習視野の広がり**とは、**探究し続ける中で、探究する力と理科の教養をバランスよく育成し、未知であった事物・現象を体系的に理解できるようにすることである。(資料4参照)**

探究する力とは、主に観察力と考察力と捉えている。「注目して観察したことでこんな意外なことが知れた」「なぜと予想して考えていたことが探究し、考察する中でわかるようになった」など、探究する中で、観察力や考察力を育成することを考えている。さらに、観察力と考察力を生かし、理科の教養を身に

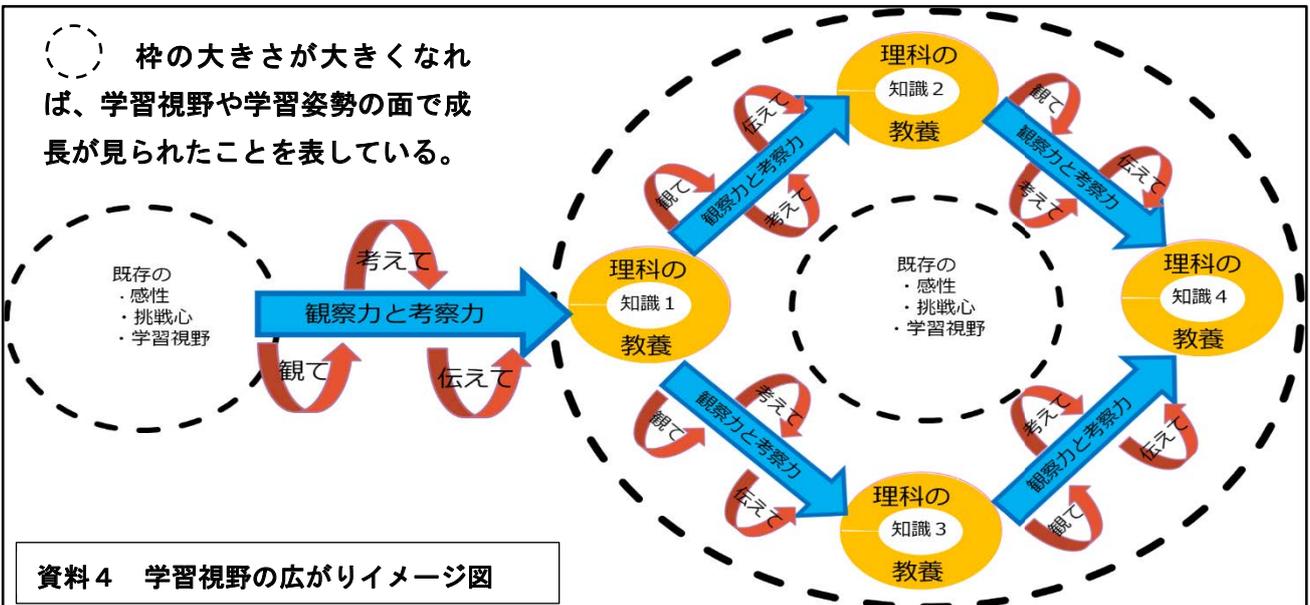
着けた子どもが、本校の最終的に目指す科学が好きな子どもの姿と捉えている。**理科の教養**とは、教え込みによる知識偏重な姿ではなく、探究する力を生かし、獲得した知識を活用したり、関連づけたりしながら、総合的に事物・現象について振り返る姿を考えている。

このように、情意的な面（**感性と挑戦心**）と、学習視野の広がり（**探究する力と理科の教養**）の面から、科学が好きな子どもの姿を捉え、価値づけることで子どもの成長につなげたい。そして、台風19号などの気候変動や新型コロナウイルスなどの教訓を踏まえ、改めて未知なる事物・現象に対して対応できるよう学習視野を広げていくことが、未来を拓いていく子どもたちに必要であると考えている。



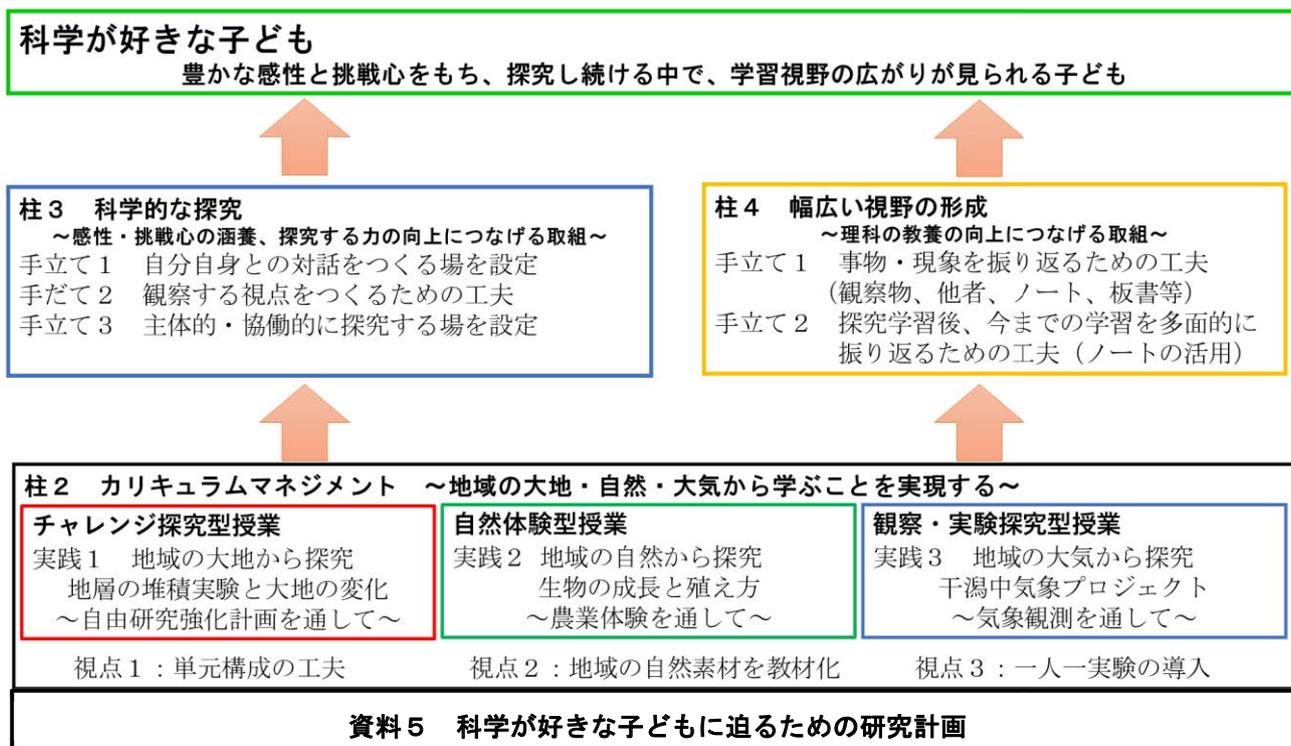
2 科学が好きな子どもを育てるための教育

(1) 本校が目指す科学が好きな子どものイメージ図



本年度から、本校では、研究副題を「～学習視野の広がりを目指して～」と据えている。全教科で学習視野の広がった子ども像について考え、実践に努めているところである。本校では、理科に限らず、多くの教科で、知識を関連づけながら問題解決を図るところに課題がある。探究の過程を工夫した授業実践を通して、知識を体系的に習得し、深い学びにつなげられるようにしたい。(詳しくは、次項を参照)

(2) 科学が好きな子どもに迫るための研究計画



※ 柱1 どのような子どもに育ててほしいかについては1項で記載

《柱2 カリキュラムマネジメントの視点》

昨年度論文19項の構想図をもとに、資料5のように再考した。柱2のカリキュラムマネジメントでは、興味・関心を高め探究できるよう、地域の素材を教材化する。また、子どもの感性や挑戦心、探究する力を育成できるよう、明確で観察しやすい素材などを精選し、教材製作に臨む。「一人一実験」を基本として、自分自身の探究する力を養えるようにしたい。単元構成では、科学的な探究と幅広い視野の形成の両輪における取組を取り入れ、科学が好きな子どもに迫りたい。

《柱3 科学的な探究における指導・支援の視点》

柱3では、「自分自身との対話」を要とする。自分自身で疑問に感じ、考え始めなければ探究は始まらない。自分自身との対話ができるよう、予想の場面において、自分の考えを表現して残しておくことが鍵となる。予想をすることで、観察する視点をつくること、考察をつくることにもつながる。最終的には、他者との対話と自分自身との対話を繰り返し、より妥当な根拠をつくれるような授業づくりに努めたい。

《柱4 幅広い視野の形成における指導・支援の視点》

柱4では、探究で得た知見を関連づけながら、理科の教養が向上するよう指導・支援に努める。具体的には、1つめに、結果などを板書等で残し、理論的に考えられるよう支援することが大切であると考えている。2つめに、多面的に知識を結び付けながら理科的な教養が向上できるように、振り返りの場を設定することも考えている。

Ⅲ 2019年9月から2020年8月までの実践

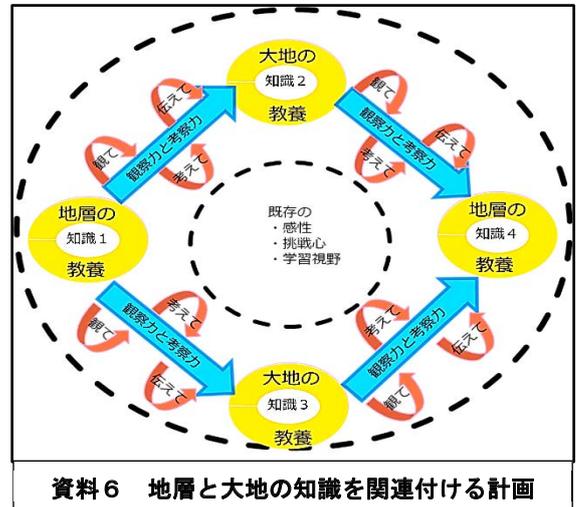
1 チャレンジ探究型授業の実践

1 実践1 地域の大地から探究 地層の堆積実験と大地の変化 ～自由研究強化計画を通して～ (2020年5月、6月実践 2年生)

(1) 柱2 カリキュラムマネジメント

〈視点A 単元全体の構成を工夫〉

本実践では、旭市に見られる地層や大地の諸現象を題材とし、モデル実験を通して現象の謎を解けるよう計画を練った。学習内容は「地層の堆積」と「大地の変動」である。地層と大地は、密接に関係しながら成り立っている。この両者を、資料6のように関連付けながら地域の大地を探究し、学習視野を広げられるように計画した。そのために、日本各地に点在している地層と大地を繋がりなく紹介・教示するのではなく、旭市を中心とした地層と大地の変動を関連付けた単元構成にしたいと考えた。



〈視点B 地域の自然を教材化〉

銚子ジオパークの先生と一緒に、予定されていた地層巡検に向け、屏風ヶ浦の予備調査に出た際、海岸で筆者の目を引く光景があった。資料7・左図のように、重さの違いにより、砂と磁鉄鉱が分かれて海岸に堆積していたのである。堆積した砂を掘ると、資料7・右図のように互層がしっかりと観察できた。新たな素材の発見に、大人の私でも「これはおもしろい」と感じ、堆積モデル実験器の製作、授業構想のきっかけとなった。



資料7 旭市の海岸見られる堆積の様子

〈視点C 一人一実験の導入〉

今回、開発したものが、資料8のように運搬された磁鉄鉱と砂が重さの違いによって堆積する位置に違いができることを再現した堆積実験器ある。

本実践では、資料8の堆積実験器を学級の人数分、授業者が自作した。予備実験では、樋から水(海)までの距離・角度、運搬に使う砂・磁鉄鉱の量など微調整を重ね、資料7の再現性を求めた。予備実験の結果、樋から磁鉄鉱と砂を流せば、沖に砂が確実に堆積するようになった。(資料8) また、複数回の運搬・堆積で、磁鉄鉱が下に砂が上に層を成していることが確認でき、砂浜の地層を再現することができた。この堆積する現象を一人一人が上と横からの視点(観察力)を働かせて捉えることで地層のでき方について探究的に理解できると考えた。



資料8 堆積実験②(一人一実験)
左図: 上からの堆積 右図: 横から堆積を観察



資料9 水の流れがない環境の堆積
堆積実験①(一人一実験)

—地層の堆積実験における実践—

《堆積実験における授業構想》

地層のでき方を理解するためには、「重さ」を根拠に探究する必要がある。授業者は、資料8の水の流れがある環境の堆積について、唐突に重さの違いを根拠に子どもたちが考え始められるか違和感を感じた。イメージ図(資料6)のように、総合的・体系的に現象を捉えてこそ、徐々に考えを変容し、学習視野が広がると仮定しているので、小学校で既習した堆積実験①(資料9)で重さに注視する考え方を引き出した上で、水の流れがある環境の堆積実験②(資料8)につなげるよう計画を練った。

《自由研究強化計画との関連》

実践を始めようとした3月、全国一斉休校という事態となってしまった。このような事態のため、休校中に堆積実験①を「在宅実験」の課題とし、実験材料などの面で支援した。授業者は、この試みが自由研究の際の課題となっている問題解決能力を向上させることにつながると考えた。また、休校明けの6月に堆積実験②を学校で取り組むことにした。この難局を乗り越え、科学の実験を継続することが、「チャレンジ探究型授業」の意義そのものであると考え、子どもたちにもその旨を伝えた。

(2) 柱3 科学的な探究 —地層の堆積実験①—

《手立て1 自分自身との対話 ～挑戦心に火をつける～》

分散登校の際、指導に許された時間は20分間である。この時間は、まさに「自分自身との対話」をする場面だけであり、他者との会話は制限されていた。このような状況であったが、旭市で見られる露頭の資料を用意、気づきを発表しながら、「地層はどのようにつくられるのか」という問いを見いだした。

また、在宅実験のノートのとめ方、砂と泥など実験準備の面で支援をした結果、登校時に硬直していた表情も徐々に和らぎ、子どもから「自分で在宅実験ができる」という眼差しが伝わってきた。在宅実験の新たな試みに対して、子どもたちの**挑戦心**に火がついた瞬間であった。



資料10 在宅実験に向けた事前学習(分散登校時)

《手立て2 観察する視点をつくるための工夫》

在宅実験を終え、分散登校をした際に、授業者は手ごたえを感じた。助言したノートのとめ方を参考にし、資料11のように観察の視点をもって時間ごとの観察結果を写真や図などを用いてまとめている。このことから**観察力**を働かせながら取り組んできたことが伺える。授業者の期待を超え、**挑戦心**に火をつけ、観察結果・考察・結論まで自力でまとめあげることができていた。では、どのポイントで**挑戦心**に火をつけたか振り返ってみると、在



資料11 在宅実験でのノートまとめの成果

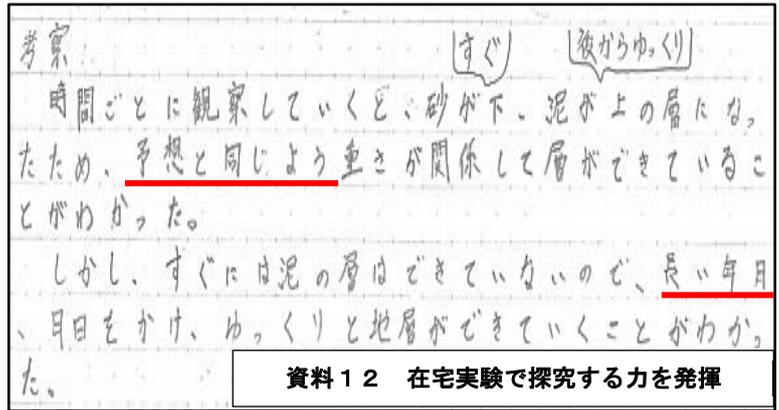
宅実験で「自力で進めなければいけない」という自覚をもたせられたことが大きな成果であると感じた。そして、全てを子どもの力で進めさせるのではなく、実験材料の準備、結果まとめにおける指導を分散登校時に充実させ、自由研究に必要とされるスキルが育成されたのではないかと考えている。

《手立て3 主体的・協働的に探究する場を設定 ～在宅実験を通して高まった探求する力～》

本実践における主体的に探究する場とは、「家庭」であったと考えている。そして、本来であれば、学校で級友と共に協働しながら探究することがベストであったが、その常識を覆すかのように子どもたちは、自分自身の**探究する力**を最大限に発揮し、堆積実験①の在宅実験に取り組むことができた。

～探究する力が発揮できた理由とは～

本校では、「探究し続ける」という学習から、「予想」について重点をおいている。予想をしなければ、その後の観察が受動的に進んでしまうからである。資料12の考察からは、予想における堆積のイメージと対比しながら考察を書いている。砂と泥の順に堆積すること以外にも、この観察で得られる堆積するスピードを感覚で捉え、「長い年月」と実際の時間軸に置き換えて考え直している。



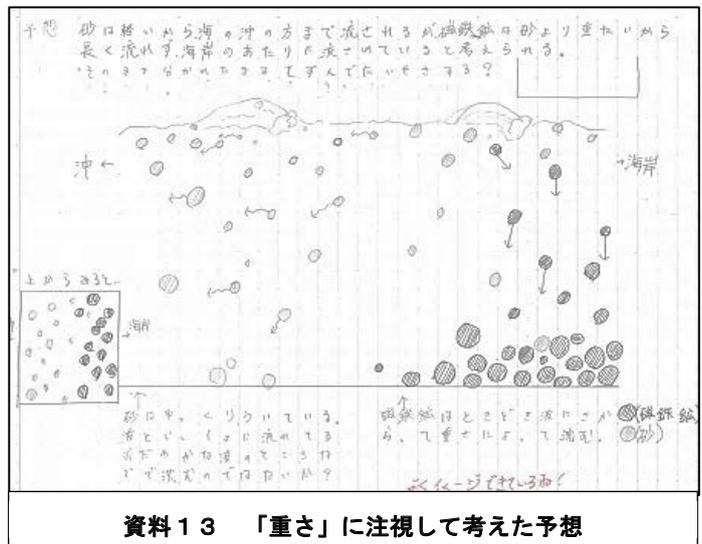
資料12 在宅実験で探究する力を発揮

このように、堆積における時間軸や速さに関して、自分の感覚**(感性)**でしっかりと認識することが、**探究する力(考察力)**を発揮することに大きく関わっている。資料12の結果整理を見ても、同様のところに注目しながら観察しており、**観察力**を高めていることがわかる。このように予想をつくり、その予想の視点で観察したり、考察したりしている姿から**探究する力**が鍛えられてきていることがわかった。

(3) 柱3 科学的な探究—地層の堆積実験②—

《手立て1 図を用いて自分自身との対話をする ～自分の予想を自分で振り返る～》

資料13は、旭市の砂浜に磁鉄鉱と砂が分けられる理由を、運搬、堆積の面から予想している。予想するときは、言葉で運搬・堆積を表現するだけでなく、図で表現することに力を入れて指導した。図で表すことにより、自分自身が注視しているポイントを忘れずに実験後に振り返られるところが利点と言える。この子どもは、水の運搬で磁鉄鉱と砂が分かれて堆積することを横と上から見た場合について予想していることが明確にわかる。このように、自分自身が予想において何を考えているのか明確に表現することも**探究する力**の現れと言える。



資料13 「重さ」に注視して考えた予想

《手立て2 観察する視点をつくるための工夫 ～授業導入部の一工夫で探究を支える～》

資料13のように図で表現できる子どもが増えたことにより、明確に他者(子ども同士・教員)に自分の考えや観察する視点を伝えられるようになった。本実践では、授業者が、予め子どもが書いた図の予想

を大きく4つに分類し、板書した。指名を受けた子どもが、地層のでき方を発表する中で、観察時に注視する「重さ」「横と上からの目線」「引き波による運搬」「堆積する順」などの視点が発表された。このように、図で考えを伝えることができるようになり、**探究する力**がさらに向上したように思えた。また、予想と砂浜の写真を黒板の上部に残すことで、子どもたちが探究する中でも見直せるように工夫した。



資料14 学習課題と予想の板書

《手立て3 主体的・協働的に探究する場 ～一人一実験で、子どもたちの感性を刺激する～》

資料15のように主体的に観察・実験に取り組んでいる姿を見て授業者は、改めて、一人一実験の大切さを感じた。子どもは、複数回、桶から砂・磁鉄鉱を流し、堆積を熱心に観察していた。互層ができる、「おおー本当に層になっている」「予想通りだ」とつぶやく姿、上から見て「ええー本当に分かっている」と驚きを隠せずに観察する姿から子どもの**感性**が刺激できたと考えている。また、この実験では堆積量が少ないので、層理面をはっきり観察するため、ルーペを使用した。結果的にしっかり観察しようとする意識も芽生え、**観察力**の向上に役立ったと考えている。



資料15 堆積を横と上から観察している様子

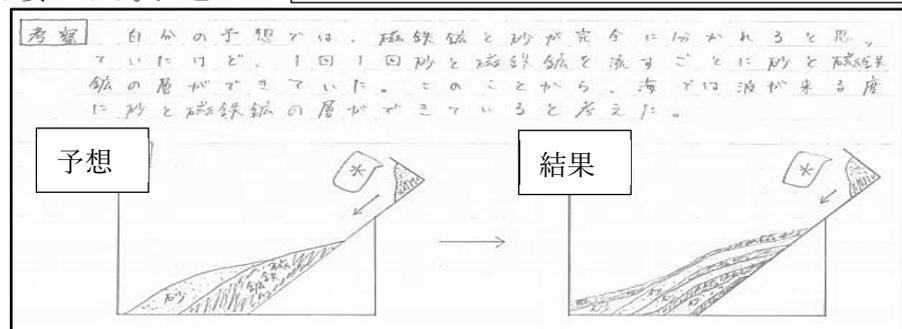
《手立て3 主体的・協働的に探究する場 ～学習姿勢の涵養と学習視野の広がり～》

休校明けの観察・実験であるにも関わらず、子どもたちは、資料16のように、準備から考察するまで、**挑戦心**に火がついた状態で臨むことができた。このモチベーションを引き出した理由として、堆積実験①と②の系統化があげられる。この探究過程で「予想」する場を重視し、常に自分でこの問題を解決したいというモチベーションが生まれたと考えている。



資料16 準備から考察まで挑戦心を持続

その根拠として、資料17のように、子どもの考察には、予想と結果を検証している姿がある。見通したことについてどうなるか科学的に探究する姿があり、探究の過程全体を通して、子どもの**挑戦心**が養われてきている。それと同時に、**学習視野の広がり**も相関して成長していることが伺えた。



資料17 予想と結果を比較し考察している様子

(4) 柱4 幅広い視野の形成 —堆積実験①と堆積実験②を通して—

《手立て1 事物・現象を振り返るための工夫 ～観察物を観ながら対話する姿～》

昨年度、本校の理科部会の授業を通しての課題となったことは、対話的な学習の場面でどのように意見を交わし、新たな知識を習得するかということであった。そして、既習の知識を関連付けながら、資料6のイメージ図のように新たな知識を身につけ、学習視野を広げることを研究目標としている。この課題を克服するため理科部会では、**観察物を観ながら対話する場**を重要視している。その手順は、まず、観察しながら自分自身と対話する(資料18左図)。一人一実験では、観察物が目の前にあるため、資料18左図のように自分自身でじっくりと事実を捉えることができている。次に、観察しながら、班員と対話し合う(資料18右図)。班員との対話は、おおよそ資料19の内容であった。



資料18 少しずつ地層に対する学習視野を容容させる姿



資料19 中図の場面における対話

Kさん：磁鉄鉱と砂の層が確認できたよ。
Iさん：本当だ。自分も観られているけど、磁鉄鉱が下にきてるよね。
Kさん：うん。磁鉄鉱が下だね。
Iさん：磁鉄鉱が重いから手前と予想したけど、やっぱり重さが関係してるよね？
Kさん：軽い砂が沖に流れているから、手前は下から磁鉄鉱、砂の順になると思う。

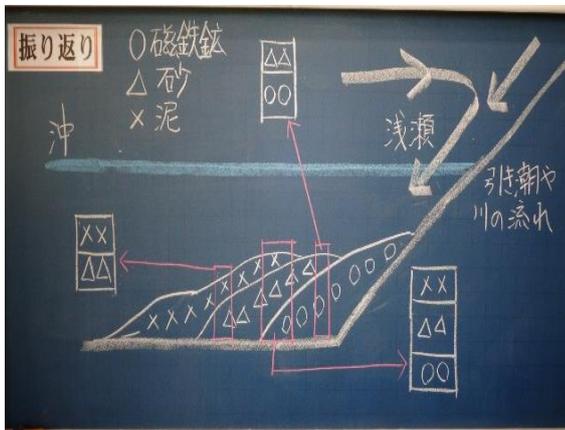
資料19 班での対話の様子

資料19のように、観察物を観ながら、子どもが対話する姿を授業者は、以前から期待していた。今回、一人一実験にしたことが功を奏し、観察物を観ながら自分自身との対話、他者と対話をする姿があった。この実践では、目の前の現象を振り返ることが可能となり、**より精度を上げて子どもたちが新たな知識を習得することができたと考えている。**

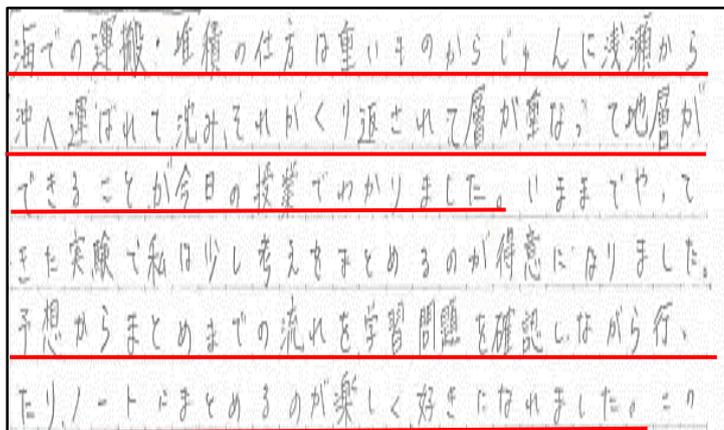
《手立て2 多面的に振り返るための工夫 ～ノートに記述しながら学習視野を広げる～》

資料6における理科の教養を向上させるため、資料20のように、振り返りの場面では、板書を用いて柱状図としてまとめた。柱状図を活用することにより、浅瀬と沖、下層と上層における堆積物の相違点や共通点を比較しやすくなり、知識を整理する上での重要な表現となった。

授業後の振り返りでは、「海の運搬・堆積の仕方は重いものから順に浅瀬から沖へ運ばれ沈み、それが繰り返されて地層ができる」との記述から**知識を習得し、学習視野を広げている**。また、「学習問題を確認しながら行い、まとめるのが楽しい」とあるように、学習姿勢が涵養されていることも伺える。



資料20 柱状図を用いて振り返る



資料21 授業後の振り返りにおけるコメント

(1) 柱2 カリキュラムマネジメント —大地の変動における実践—

《視点A 単元構成の工夫》

前項・資料2 1のように地層の堆積について学習視野に広がりが見られ、理解がはかれてきている。しかし、この地層が大地をつくっていること、地層が動くことで大地が変動することを子どもたちは実感しているだろうか。この点において授業者は課題を感じていた。**そこで、本実践では、地層と大地の変動を関連付けて考察できるようにカリキュラムを構成した。**(下表・資料2 2)

| 実践名と学習内容 | 大地の変動 プレート（地球）の力による大地の変動・地層の隆起について学習する。 |
|---|--|
| 柱2 カリキュラムマネジメント（感性や挑戦心が育めるよう教材・単元構成をつくる） プレートによる力が大地の隆起に関わっていることを学習し、モデル実験に挑戦する中で、地層の変形と隆起の関わりに気づかせる。我々人類は、大地と共に歴史や暮らしを築き上げてきたことを実感させる。 | |
| 柱3 科学的な探究（ねらい：挑戦心と探究する力を育成） | |
| A 1 付加体形成 A 2 干潟の地層の不思議 | ・サンゴなどからできた石灰岩がなぜ千葉県で見られるのか。千葉県鴨川市で見られる歪な地層がなぜ出来たのか。プレート運動による付加と隆起の謎に迫る。 ・干潟の地層は、なぜ数千年前の地層より上に数十万年前の地層が露頭としてあるのか。 |
| B 地層の隆起をモデル実験 | 柔らかい地層を粘土で、固い地層を磁鉄鉱と砂で再現し、砂箱を用いてモデル実験に取り組む。プレートの力を受けた大地（地層）は、どのように隆起するのか謎に迫る。 |
| 柱4 幅広い視野の形成（ねらい：感性和と理科的な教養を育成） | |
| C 大地の隆起 旭市と関東の大地 | 旭市（干潟中学校付近）の地層は、どのようにつながり、形成されているのか、学習視野を広げ、大地の変動についてまとめあげる。 |
| 資料2 2 科学が好きな子どもに迫るチャレンジ探究型授業の計画 | |

《視点B 地域の自然素材を教材化》

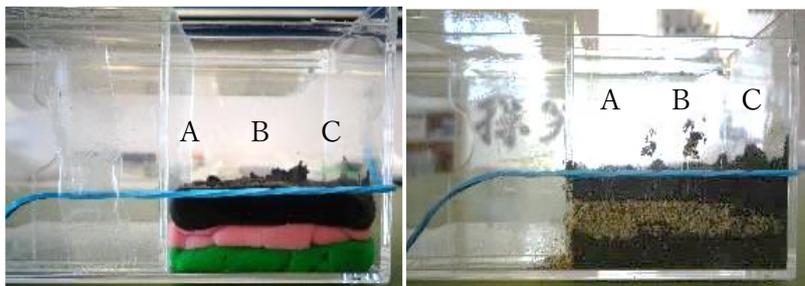
本校の北側には、約30万年前～10万年前の地層をもとにつくられている北総台地が広がる。一方で、南側には、数千年前から沖積層をもとにつくられた平野が広がる。子どもは帰り道の田んぼの畔で貝化石を見つける。子どもに問えば、かつてこの地に「椿の海」という汽水湖が広がっていたことを理由として挙げる。しかし、それより大昔に堆積したはずの地層がなぜ、椿の海で堆積した地層よりも上に露頭として出ているのか、資料2 2の授業構想のきっかけとなった。



資料2 3 学区にある北総台地の露頭

《視点C 一人一実験の導入》 ～地層の断層と隆起をモデル実験で検証～

モデル実験では、砂箱を使い、一人一実験で取り組めるよう、資材を準備した。左からプレートを再現したケースで押し、地層が基準面（地面）からどのように隆起するのか捉えられるよう紐を貼った。また、柔らかい地層を粘土、硬い地層は、砂と磁鉄鉱を水で固めたもので再現した。この地層が



資料2 4 準備した砂箱（左図：粘土で柔らかい地層を再現）
（右図：砂と磁鉄鉱で硬い地層を再現）

実際の大地として子どもたちが連想できるよう、左からA、B、C地点と位置を決め、実験をした。

(2) 柱3 科学的な探究

A1 付加体形成

有名なカルスト台地のほとんどが付加体であるが、千葉県にも鴨川市に石灰岩の付加体が存在している。石灰岩が、長い年月をかけて遠くから運ばれてきて付加し、隆起する様子を再現させ、印象付けたい。そして、隆起するからこそ、古い地層が露頭として地球の歴史を我々に伝えているのである。

《手立て1 自分自身と対話する場 ～付加体の成り立ちを観て、子どもの表情は様々～》

資料25のように歪な形をした地層を見て、子どもは、「上部に付いている灰色の岩が変です」と答えた。「今、付いてると言っただけで、大正解でこの岩は南の海から運ばれ、大陸に付いた堆積岩なのだよ」と教師が明かす。この返答に、周りの子どもは不思議そうな表情を浮かべたので、資料25右図のように採取した岩体の一部を塩酸に入れ、様子を観察させた。気泡の出た様子から何人かの子どもは、「石灰岩だ!」と反応した。貝殻を塩酸に入れても同様に二酸化炭素が発生したことから、石灰岩が海の中から運ばれてきたものだという事に関連付けられたと考えている。

次に、貝殻を石灰岩の代用にしてプレートを模したシートの上に置き、シートを子どもに引かせた。プレート運動により石灰岩が日本列島に付くことを再現した(資料26)。さらにプレートが引いてみると、貝殻が摩擦の音を立てながら盛り上がる。勘が鋭い子は、「隆起した」と気づきを口にするが、他の子どもは、未だ全体像がつかめていない様子でもあった。しかし、この演示によりプレートの力で、堆積物が列島に付加、さらには隆起する様子を印象付け、本実験への布石を打てたという感触であった。



資料25 授業冒頭に見せた石灰岩（付加体）の姿



資料26 付加体形成とプレートの力

A2 干潟の地層の不思議

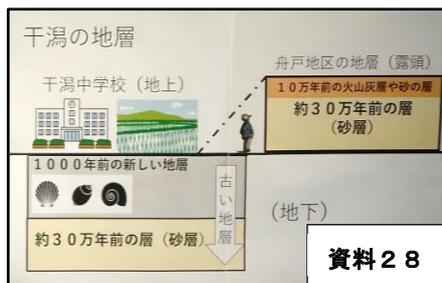
《手立て2 観察する視点をつくる場 ～より身近な干潟の地層で、隆起が関わっている?～》

干潟の地形は、なぜ数千年前の地層(椿の海の地層)より数十万年前に堆積した地層(北総台地の地層)が上に露頭として出ているのか。黒板に掲示した図(次項・資料28)を基にして生徒と以下の会話した。

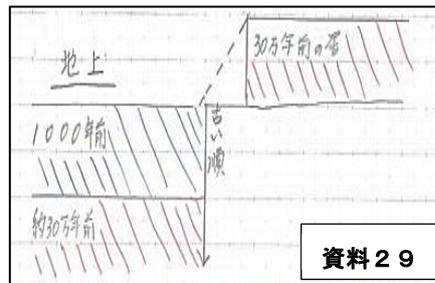
- T 田んぼの畔では、よく貝化石が見つかるけど、これは、なんで?
S1 かつて椿の海がここにあったからです。
T では、椿の海はどのくらい前からあったのかな。
S2 江戸時代!
S3 いや、もっと前からあったよ。縄文時代!
T そうだね。椿の海は、数千年前からあって、その層の化石が見つかっているからだね。
T では、干潟中学校の近くにあるこの露頭はどのくらい前に堆積した地層だったかな。
S4 えーっと。30万年前の地層です。
T その通り!よく覚えていたね。この図を見て、地層の堆積の順番は、どうなっているかな?
(しばらく沈黙が続く。)
S5 30万年前の地層の方が上になっていておかしいことかなと思いました。
T そうだね。地層は下の方が古い地層だったね。
S6 あー確かに。新しい椿の海の地層より、古い地層が高い位置にあっておかしいな。
T この矛盾も、さっき教えた隆起が関わって起きたことが関係している。実験で確かめよう。

資料27 干潟中学校付近の大地の変動について子どもたちと話をする

以上の会話のように、隆起という現象が、干潟中の周りでも見られ、子どもたちが身近な問題として考える動機を与えられたと考えている。子どもたちは、地層がどのように地球から



資料 28



資料 29

力を受けて隆起しているのか、徐々にではあるが、興味や疑問をもつ姿が確認できた。

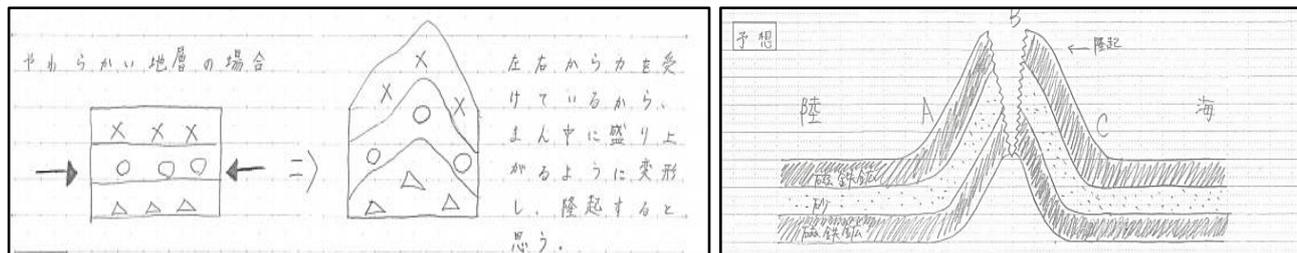
B 地層の隆起をモデル実験

《手立て2 予想で自分自身や他者との対話から観察する視点が充実》

資料30の予想の場面では、子どもたちが、地層の形と隆起の関係を注視し、予想を練り上げた上で、観察に臨めるようになった。自分自身との対話が充実したことが伺える。また、図を用いて表現することで、子どもたちがお互いに自分の考えや視点を発表しやすくなった。特に、資料31右図のように予想外な想像図が登場すると、他の子どもたちからは、「なるほど！」と納得したり、その意見に対抗する考えが発表されたりと、観察する視点を多様にもった上で観察に臨んでいる姿が確認できた。



資料 30 自分自身と他者との対話で考えを豊かにする。



資料 31 隆起する位置や地層の変形を予想する。右図は、資料30右図の子どもが発表した隆起図

《手立て3 主体的・協動的に探究 ～観察力と考察力など探究する力を高めている姿～》

実験を始めて数分後、理科室に「おおー」という声が響く。何とも嬉しそうな表情であり、聞いてみると「断層ができた瞬間、隆起して驚いた」と驚きを伝えてきた（感性の現れ）。この実践においても一人一実験によって自分の目で確かめることで、**観察力**を鍛え、より近くで観察することで、子どもの**感性**に響く実験にすることができた振り返っている。



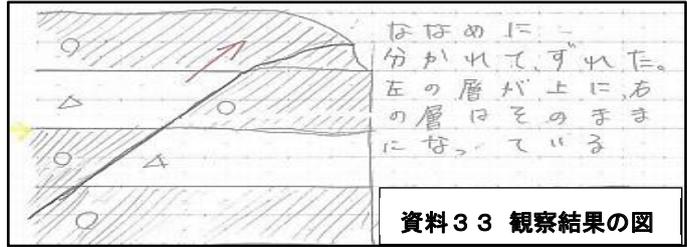
資料 32 「本当に断層になる！！」という驚き

探究する力については、授業者の構想した通り、ノートを記述する場面で**考察力**を発揮する姿が見られた。次項資料33では、モデル実験の結果から断層と隆起を関連付けてノートに記述できている。

20分用意した考察の時間では、子どもたちが黙々とノートに考察する姿が見られ、前実践の堆積実験における対話をしながら考察する姿とは対照的であった。対話が少ない分、深まりがないようにも思え

るが、授業者の評価は逆で、自分自身で探究できるだけの力がついてきていると捉えている。以上の姿から、資料4のイメージ図における「観て・考えて・伝える」の「伝える」という手段は、子どもの探究度によって、どのような形で取り入れるか授業者が見極め、効果的に展開する必要があると考えている。

資料34では、干潟の地形について振り返って考察できており、見通したことについてどうなるか多面的に振り返る姿（理科の教養の向上）が見られたことは、前項資料27における導入部の演示実験の成果の現れであろう。



資料33 観察結果の図

かる。このように、かたい地層では、しゅう曲しなく力をかえた方だけ隆起することがわかった。
このことから、干潟中あたりの層もこの結果によくはいるため、地面の中で力がかったわり隆起したのではないかと考えられる。

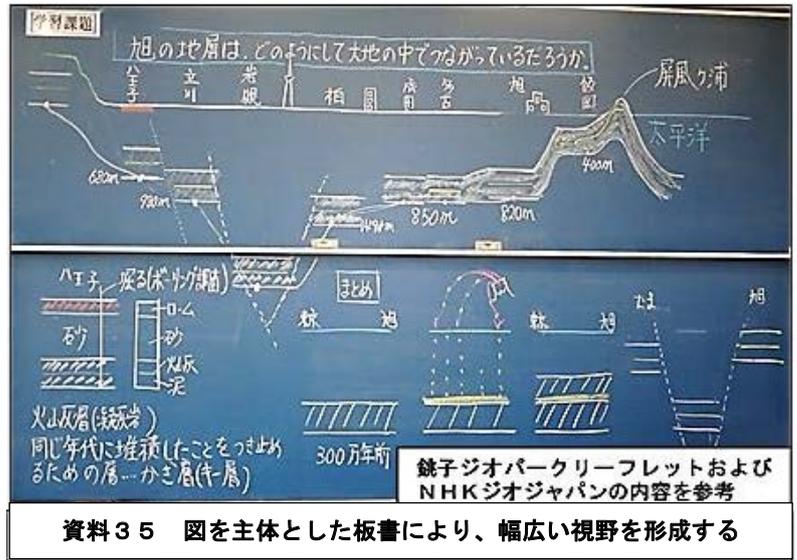
資料34 理科的な教養の向上もみられた考察文

(3) 柱4 幅広い視野の形成 ~多面的に地層と大地の成り立ちを振り返るための工夫~

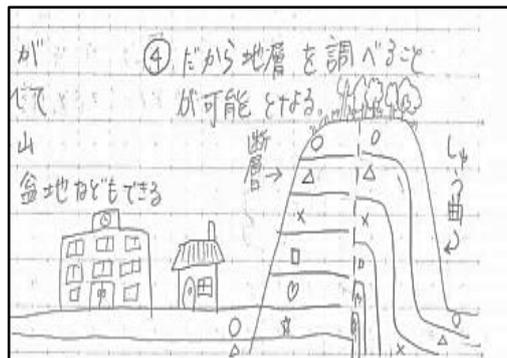
C 大地の隆起—旭市と関東の大地—

探究型授業の終章として、資料35のように、旭市の地層がどのようにつながっているか板書し、「隆起」「断層」「プレートの力」など探究型授業で既習した知識を活用しながら学習を振り返る場を設定した。

この授業では、鍵層やボーリング調査などのポイントを押さえ、地層のつながりを明らかにした。資料36の総合考察の記述では、「○」「△」の地層が断層の影響で隆起した図がまとめられている。ノートを活用することで、今まで学習した理科の教養を関連付けながら自由に表現し、多面的に振り返ることができている。また、資料37のように子どもの感想には、「ありがたみを持つ」との言葉がある。このような感想は、感受する心（感性）が養われてきたからこそ主張できることである。チャレンジ探究型授業では、休校明けのピンチをチャンスに変え、挑戦心に火をつけ根気強く取り組む姿があった。



資料35 図を主体とした板書により、幅広い視野を形成する



資料36 総合考察で見られた記述

地層の学習をしてみて自然の力はすごいなと感じました。
 一番おどろいたのは、プレートが45度カッパンとなったことでした。そんな事が偶ぜんにあることなのかと、ふりかえりました。自分達は普段何げなく生活しているが、良く考えると自然の力などで生かされていることが多いんじゃないかと感じました。なのでありがたみを持つと思います。

資料37 チャレンジ探究型授業を終えての感想

2 自然体験型授業の実践

実践2 地域の自然から探究 「生物の成長と殖え方」～農業体験を通して～

(2019年9月、10月実践 3年生)

(1) カリキュラムマネジメント

《視点A 単元構成の工夫》

本実践では、地域の農業体験を通して、生物の成長と殖え方について学べるよう探究的な授業を計画した。2019年8月までの実践では、レンコンがどのように成長するのかを探究してきた。ここからは、レンコンがどのように成長して殖えるのか、幅広い視点で「生物」について学べるよう計画を練った。また、探究的な学習が一方的に流れるのではなく、「科学的な探究」「幅広い視野の形成」における授業内容が連動するような計画とした。

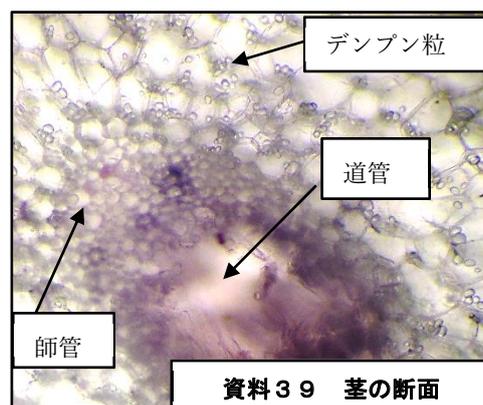
| 実践名と 学習内容 | 生物の成長と殖え方～農業体験を通して～ 探究的にレンコンの成長と殖え方について学習する。 |
|---|--|
| 柱2 カリキュラムマネジメント（感性や挑戦心が養えるよう教材・単元構成をつくる） レンコンの収穫体験を通して見いだした考察や疑問点をもとに、レンコンの殖え方や成長の秘密について探究し、植物の共通性や多様性について考えることができるようにする。 | |
| 柱3 科学的な探究（ねらい：挑戦心と探究する力を育成） | |
| A レンコンの収穫体験 | レンコン（地下茎）の収穫と観察 ポンプを使い、掘り起こして収穫し、技能を身に付けるとともに、観察によって気づいたこと、体感的に捉えたことについてまとめる。レンコンがどのように成長してきたのか振り返る。 |
| B レンコンの茎の観察 | 観察1 他の植物の茎のつくりと比較しながら、維管束や通気孔などの組織を観察する。様々な茎のつくりについてまとめる。 観察2 レンコンはなぜ太く肥大するのか。観察や事前の学習などをもとに謎に迫る。 |
| 柱4 幅広い視野の形成（ねらい：理科的な教養を育成） | |
| C レンコンの殖え方 | 農業で用いられる栄養生殖（クローン）と種子による生殖（有性生殖）の利点と欠点について考える。その際、無性生殖と有性生殖について染色体の伝わり方を図示し、遺伝的に考えて理解する。 |
| D 自然体験型授業のまとめ | レンコンの成長と殖え方について総合的・多面的に振り返る。 |
| 資料38 科学が好きな子どもに迫る自然体験型授業の計画 | |

《視点B 地域の自然の教材化》

昨年度から始まった地域の素材を教材化する取組は、自然との触れ合いが少なくなってきた子どもたちに大きな体験と素朴な疑問を生み出している。今回の収穫体験では、レンコンの大きさや重さを手の感覚（感性）で確かめながら収穫したり、クラス一丸となって**挑戦心**を発揮したりすることが可能な教材ではないかと考えた。農家さんとレンコンの獲り方や位置、泥の深さなどを確認し、当日を迎えた。

《視点C 一人一実験の導入》

レンコンがなぜ肥大するのか、その詳細は、授業者もわからなければ、農家さんもわからなかった。そこで、顕微鏡観察を進めると養分を運ぶための細いレンコンの切片から、デンプンの粒と思われるものが発見された。すぐにヨウ素液を一滴垂らすと、粒の部分が青紫色に変わった。また、肥大したレンコンは非常に硬かったが、薄い切片をつくり観察するとデンプン粒は大きくなっていった。つまり、栄養生殖をして肥大するレンコンは、



デンプン粒を貯めて、茎を肥大していることがわかった。予備観察を通し、授業者は、次の①～③について子どもが探究できると考えた。

- ① 茎がなぜ肥大するのかということ
 - ② 光合成でつくったデンプンが茎の方へ供給されていること
 - ③ 栄養生殖の意味をデンプンの貯蔵の面から捉えられること
- 生物の成長と殖え方に関連したことが3つもわかったことから、「レンコンの茎の観察」を一人一観察で取り組むことを決めた。



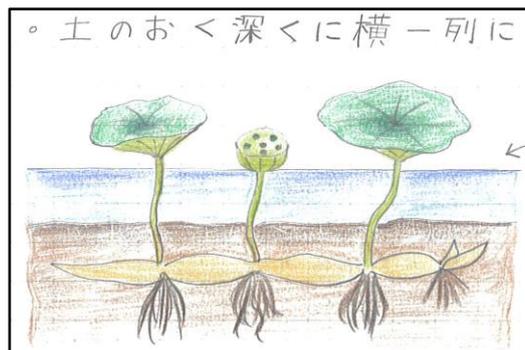
資料40 デンプン粒の増大

(2) 科学的な探究

A レンコンの収穫体験

《手立て2 体験を通して観察する視点が養われる》

資料41の子どもは、体験で収穫したレンコンが根や茎とどのようにつながっているのかという視点で体験に臨んでいることがわかる。また、「親レンコンから土の中で横に向かって成長した」という結果の記述からも、「成長」「殖え方」という視点を持ち観察していることがわかる。このように、定期的に観察してきたことが実を結び、収穫体験においても生物を多面的に観察する力が養われていることがわかる。



資料41 農業体験で分かったレンコンの姿

・始めに植えた親れんこんから、土の中で横にむかって成長した。
 ・れんこんの節の間から、根や茎、そして葉がはえてくることかわかった。

資料42 自分の観察する視点をもった取組

《手立て3 農業体験を通して主体的・協働的に学び、挑戦心に火をつける》

探究的な学習では、子どもたちが「なぜ」という素朴な疑問を強く持ち続けることが大切であると考えている。この農業体験は、子どもたちに、そんな「なぜ」という思いを根強く残してくれていた。資料43のように、1mに迫るレンコンを数人の力で引きながら収穫する際には、「重い」「大きい」「すごい長い」と声をあげ必死に収穫する。収穫を体感し、感性で捉えている子どもには、「なぜこれほどまで大きく成長したか」という疑問を同時に与えていたと考えられる。

さらに協働して収穫する際には、レンコンについての対話が生まれる。「大きいの獲れたね」「よーし、もう一本採るぞ!」「まだ、横に続いて伸びているね」これらの協働作業が探究への挑戦心に火をつける取組となっているであろう。



4月10日植えたレンコンがこれだけ増えて大きくなった。7日とは思わずびっくりした。レンコンをとるの1日と7日も大変で、3、4人で1本ずつ採った。1人で採るとかたてた。

資料44 レンコンの殖え方、収穫の大変さについて語る

資料43 主体的・協働的に学ぶ姿

B レンコンの茎の観察 - 観察1 -

《手立て1・2 レンコンの成長について対話を通して観察する視点をつくる》

学校へ帰り、子どもたちは、レンコンが肥大する謎を迫るための追究モードに入った。子どもたちは、観察から得られたレンコンの形態、自分たちの予想などを話し、謎に迫った。発表では、「通気孔が発達しているから酸素が共有されやすい」「太い茎と細い茎があるが関係している」「養分を運ぶ師管があるからじゃないか」「維管束は絶対あると思う」などの意見が発表された。これらの意見は想定内であったが、以下の会話から想定外な展開が起こる。

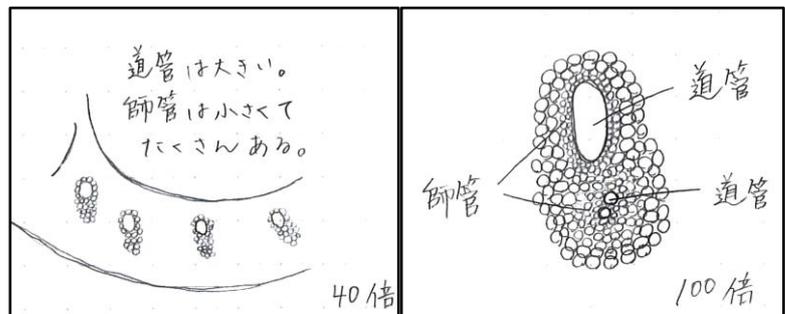
| | |
|---|---|
| <p>子ども主体の会話 Mさん 予想ですが、レンコンについていた根がひげ根だったので、維管束がバラバラにレンコンの中にあると思います。 T なるほどね。レンコンの維管束のつくりまでイメージして凄いね。 M君 自分もMさんと同じで維管束はあると思うのですが、葉が網状脈なので、輪状にあると思うのですが。～隣の子がうなずいている。～ K君 確かに！どっちのつくりだろう？</p> | <p>ハスの茎（レンコン）の特徴</p> <p>維管束 { 師管（デンプンも運ぶ管） [輪状 道管（水を運ぶ管）] ぼらぼら</p> <ul style="list-style-type: none"> ・通気孔が外側と内側にある。（外の方が⊕） ・細い茎と太い茎（レンコン）がある。 → 通気孔の数が違う。 → 通気孔⊕ |
| <p>資料45 子どもたちの発表から観察したい気持ち生まれる</p> | |

この鋭い意見に、授業者の脳裏にも疑問符が残った。「予備実験では、輪状になって存在していたように思えたが…」というように、正直もう一度確認する必要がある。結果的に、子どもたちで意見をぶつけ合ったことで、茎の特徴について早く確かめたいという意欲を高めることにつながられた。

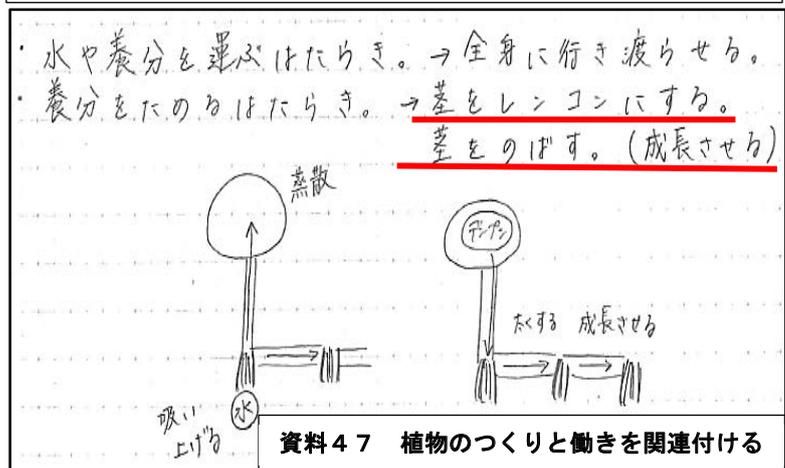
《手立て3 主体的・協働的に観察する ～観察意欲が増し、主体的に観察する～》

維管束を見つけるため資料集を用いて、事前に他の代表的な植物（ホウセンカとトウモロコシ）の維管束を調べさせた。どの部分をどのくらいの倍率で観察すればよいのかということを見通した上で観察させた。観察では、「道管が大きく、周りに師管が集まっていた」とつくりに着目し、維管束の存在を自分の目で確認していた。（資料46）

考察では、維管束（師管）が確認されたことを理由に、養分の移動について考えている姿があった。この子どもの記述にもあるように、「茎をレンコンにする」「茎をのぼす」という表現は、収穫体験をしたからこそ表現できることで、栄養によって成長が促されていることに考えが変容してきている。



資料46 レンコン（地下茎）における維管束の存在を確認



資料47 植物のつくりと働きを関連付ける

このように子どもたちは、レンコンが肥大することが光合成でつくられたデンプンが師管を通り、レンコンへ供給されている考えを強くもち始めた。また、この観察を通してデンプン粒を数人の子どもが発見していた。しかし、その正体については何なのか、わからない様子があった。

一 観察2 レンコンはなぜ太く肥大するのか

《手立て1・2・3 自分自身の目で確認し、なぜレンコンが肥大したか考える。》

資料48から、光合成によりレンコンにデンプンが供給されていること、次の世代のために養分を蓄えていることなど理論的に予想を立てることができている。しかし、これでは実証性がない。**「本物のデンプンがレンコンにある」**いうことを自分の目で確かめることが大切であろう。そこで、前時の時点で粒の正体が何か気づいていない様子であったことも踏まえ、授業者は、子どもたちに「デンプンではないかと思われる物質が顕微鏡で見つかったら、このヨウ素液を垂らしてみよう」とだけ伝えた。観察が始まり数分後、机間指導をしている最中に、班で以下のような会話が聞かれた。

習課題 レンコン(ハスの茎)は、なぜ太く肥大するのだろうか。
—レンコン(茎)には、どのような特徴があるかまとめよう—

- 養分が師管を使ってどんどん運ばれるから
- レンコンは、茎の中にデンプンをたくさん貯めているから。
- 次の世代のために養分をたくわえているため(栄養貯蔵)

葉の光合成でできたデンプンが師管を通じて供給され、太くなるのではないか。(他の植物は葉④)

資料48 理論的に予想を立てている

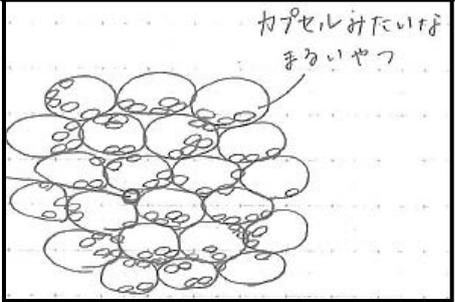
K君 先生この粒がデンプンじゃないですか。
 Yさん どれ？私にも見せて。
 しばらくYさんと先生で接眼レンズをのぞく……
 先生 う～ん。どうでしょう。
 Yさん K君！私もこの粒発見したよ。この前の観察でもあった気がする。
 K君 この粒、明らかに怪しいよな！この粒にヨウ素液垂らして観察してみようか。しかもYさんの方が粒が多いから、デンプン量が違う気がする
 Yさん よし。ここにヨウ素液を垂らして、観察しよう！

資料49 細胞中に見られた粒をデンプン粒と疑って対話する

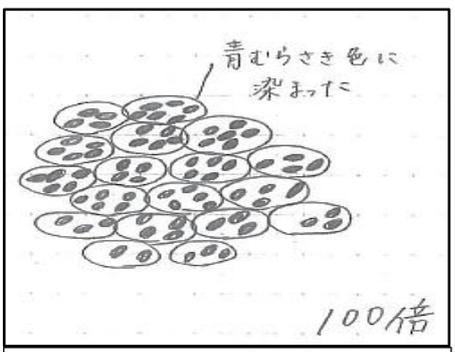
以上のような会話が合ったとき、授業者は、**「この2人が探究できると確信した。」**「疑問」は、疑って自分自身に問いかけることが大切であると考えている。この会話でも「先生これですか」と信頼して声をかけてくれることは嬉しいが、ここで先生が「そうじゃないかな」と適当な返答をするようでは、子どもの問いは成長しないと考えている。この班のように観察を通して対話的に解決する姿が見られてこそ、**探究する力**の育成につながっている。

～ 幅広い視点で現象を振り返る姿 ～

考察では、ヨウ素液により青紫色になった粒（資料51）を観察したことからレンコンの細胞にデンプンがあるということが発表された。その意見に加え、大きい細胞を観察した子どもから、デンプンの量が増大していることも発表された。子どもたちは、デンプンが供給され、貯蔵されているという考えと、デンプンで細胞を大きく成長させていることに言及した（資料52板書）。このように、レンコンの肥大について微視的に捉えて考察してい



資料50 班で捉えた細胞中に見られる怪しい粒（デンプン粒）



資料51 結果のスケッチ

ることから**探究する力**の向上につながったと考えている。また、「成長」について体細胞分裂の視点から捉えることが多かったが、今回の発表のように、デンブンという物質的な視点からも述べられるようになっていく。「成長」について**理科的な教養**を関連付けながら、多面的に理解していることがわかった。

資料52 肥大・成長する理由について振り返る

柱4 幅広い視野の形成

C レンコンの殖え方 《手立て1 事物・現象を振り返るための工夫》

資料53 生殖について染色体をもとに遺伝的に教え、レンコンにとって何が利点か欠点かを考える授業

資料53の左図のように染色体のモデルを使い、遺伝的に無性生殖や有性生殖について教えた。それぞれの生殖の特徴から、親レンコンから育てる無性生殖と種から育てる有性生殖の利点と欠点を子どもたちは話し合った。「有性生殖では、いろいろな品種のレンコンをつくるのが可能」と既習したモデル図を使い、根拠のある発表があった。それに対し、「有性生殖の場合、種子からレンコンになるまで3年を経るが、栄養生殖では、半年で数も量産できる」といった経験から述べることもできていた。

授業の振り返りでは、資料54のように、染色体モデルを用いて、「親レンコンから子レンコンに全く同じ細胞を受け継いでいる」といった遺伝的な視点で分裂を理解することができていた。また、この他にもジャガイモやサツマイモなどの栄養生殖についても幅広く学んでいる姿が確認できた。

資料54

D 自然体験型授業のまとめ

《手立て2 今までの学習を多面的に振り返る ～ノートによる振り返り～》

本実践では、収穫体験などの経験や科学的な探究を連動させた結果、子どもたちが、あらゆる視点を働かせ、探究することができた。資料55では、「新しい発見がたくさんあった」「新たな視点をもつことができた」と実感している様子が伺え、**地域の自然に隠れている疑問について探究できる子どもを育むことができた**と考えている。

資料55 自然体験型授業を終えての子ども振り返り

3 観察・実験探究型授業

実践3 地域の大気から探究「干潟中気象プロジェクト」～気象観測を通して～

(2020年、7月実践 2年生)

(1) カリキュラムマネジメント

観察・実験探究型授業では、子どもたちが観察するときに、理科的な視点を働かせて現象を捉え、**観察力**を向上できるような取組を目指している。昨年度の実践3「気象のしくみと天気の変化」では、前線モデル教材の見方を工夫した結果、**観察力の向上が見られた**。同時に、モデルではなく本当の気象を捉える観察力は鍛えられているのかという課題があがった。このような課題から本実践では、「海陸風のモデル実験」「夏の季節風の気象観測」の両面から**観察力**の向上が図れるようにしたい。

(2) 科学的な探究

《手立て1・2 自分自身の目で、煙の動きに注目し、なぜ風が吹いたのか考える》

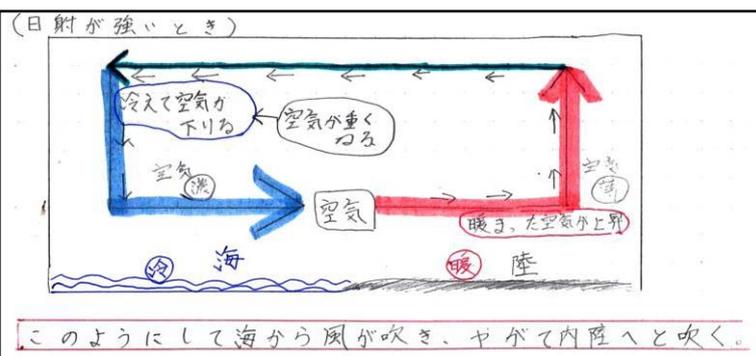
資料56の実験では、陸と海との温度差から季節風を起こした。実験の準備では、海の方に保冷剤を入れて冷やし、砂鉄(陸)は、ドライヤーで温めた。夏の季節風が起きる条件を整えた。子どもたちには、なぜこのような条件にしたか、海に入るときの経験を話題に以下の二つの質問をして理解させた。

① 海に入るとき、海の中と砂浜どちらが冷たいか? 答え 海の中のほうが冷たい

② 海に入るとき、風は、海側と背中側(陸側)どちらから吹いている? 答え 海側

「海に遊びに行って、海の中が熱かったら台無しだね」と冗談も交えると、一層この条件の必然性がわかる。夏の季節風が吹く条件については理解している様子であった。そして、線香で煙を炊きケースの中に入れ、海から陸の方へ煙が流れると、「あっ本当だ!陸の方に流れている」「陸の方で煙が上がっているよ」「海の方で煙が下がっている」と**観察力**を発揮している様子が伺えた。

風がなぜ吹いたのか考察する場面では、子どもたちに、「なぜ、煙が上がったり、下がったりしたのか」問う。すると、「上昇気流」「下降気流」という言葉を知っている子どもが理由にしてあげるが、なぜ上昇したか、下降したかとさらに問う。少しするとある子どもが、「煙が水槽の脇に集まって重くなったので下降気流になったと思います」と答えた。この意見を皮切りに、高圧部や低圧部について空気の重さ(濃さ)が違うことに気づき、高圧部から低圧部の方に風が吹くことを理解することができた。



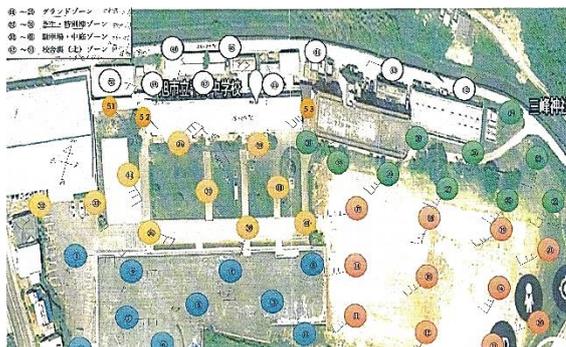
資料56 モデル実験により、「風」がどのような仕組みで起こるのか観察

《手立て3 主体的・協動的に探究する場 ～干潟中気象プロジェクトの実践～》

干潟中気象プロジェクトとは、リーダーを中心に干潟の気象の謎を解く活動である。リーダーを立候補で募り、リーダーを中心に班を編成する。班員が気象データを集計し、気象データから疑問点を抽出し、疑問を自分たちで解明する。教師は支援する側に入り、解決の主体は、子どもたちに任せている。

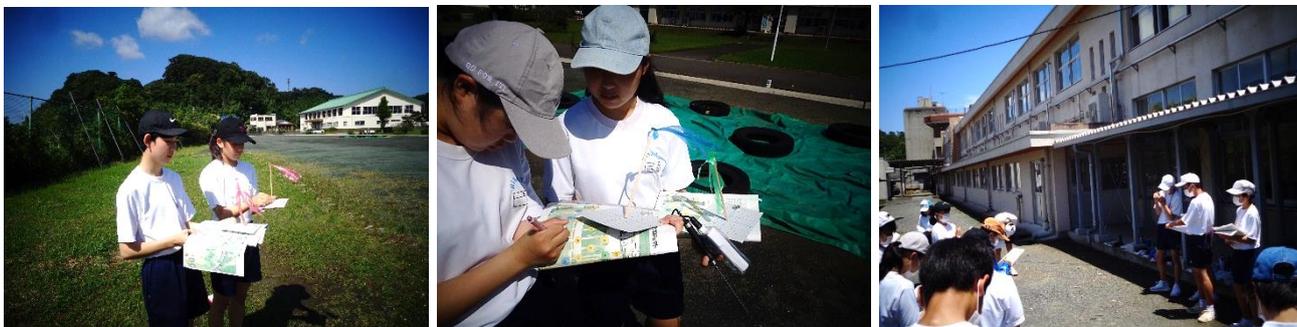
《授業の様子 ～ミッション：干潟中ではどのような風が吹いているだろう～》

干潟中の観測地点53カ所を5つの区分で役割分担し、気象観測を行った。子どもたちは、**挑戦心**を頭にし、自分たちの力で、風を突き止めるという意志が伝わってきた。また、班員を二人一組で役割分担させることで、吹き流しの風向と風力、データの記入を双方の目で確認しながら進めなど**観察力**を発揮している姿があった。(資料58左図・中図) さらに、班ごとに責任を果たすことで、全体のデータが整理されることやリーダーを筆頭に疑問を見いだせたことも大きな成果と言える。



資料57 気象観測53カ所を5班で役割分担

この気象観測から見いだした疑問は、「**グラウンド側では、なぜ南西、南東から強い風が吹くのか**」ということであり、各班からの結果を分析し、課題を見いだすことができた。(資料58右図)



資料58 挑戦心を発揮し、主体的・協動的に学んでいる姿

柱4 幅広い視点の形成

《手立て1 事物・現象を振り返るための工夫 リーダーが中心となって課題を解決する》

リーダー中心に、見出した課題について議論を進めた。

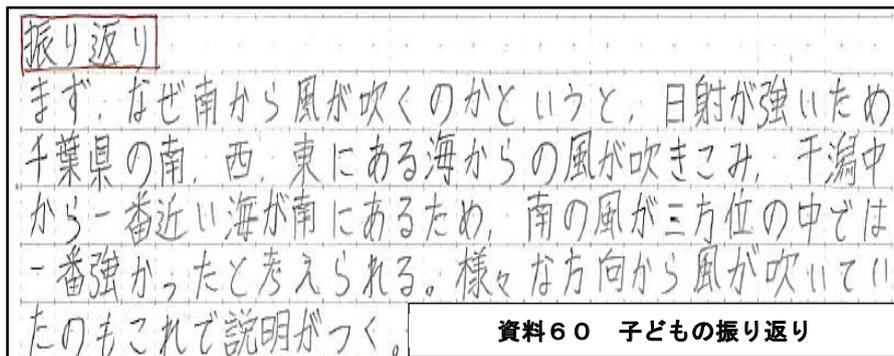
この議論では、意見が3つに分かれた。

- ① 干潟中の南側には田んぼしかなく遮るものがない。
- ② 干潟中の南から海風が入ってきている。
- ③ 南西、南東と風が混在したのは、半島になっているため、南東、南、南西から風が吹き込む。



資料59 リーダー中心とした議論

どの意見も根拠があるが、①を発表した子どもが②、③の意見を理解するために、資料61のように地図を書くよう、その時だけは教師が指示を与えた。その後、子どもたちは、海風が吹いた理由について、地図やモデル実験の事象をノートに書きながら説明し合い、粘り強く探究する姿が見られた。(資料60)



資料60 子どもの振り返り



資料61

IV 実践の成果と課題

いなほプロジェクトの主眼「地域の自然素材と共に理科教育を発展」を実現するため、地域の大地、農業、大気を題材（素材）にして教材化することができた。

1 チャレンジ探究型授業の評価 ～地域の大地～

| | | |
|----------|----|---|
| チャレンジ探究型 | 成果 | 海岸にできる地層を題材としてモデル実験を系統化した授業づくりに努めた結果、根気強く探究し、 挑戦心 を高める姿があった。断層、隆起など再現された現象を観て驚く姿（ 感性 ）も見られ、学習姿勢が涵養されてきた。また、 探究する力 に関して、図を用いて立てた予想を共有することで、多面的な見方を予めつくり、観察に臨むこともできた。探究の終盤では、知識を関連付け、断層や褶曲により大地が隆起することを理解していた。（ 理科的な教養の向上 ） |
| | 課題 | 付加体形成の演示では、強引さが出てしまった。現地の本物の地層を観ていない子どもに、どのような過程を経て付加体がつくられたのか理論も含め、丁寧に示すことができれば、学習の動機付けがされていたであろう。また、コロナ禍により、地層の観察・巡検が延期となった。モデルや板書だけでなく、本物を観る中で体系的な理解を図ることができるだろう。 |

2 自然体験型授業の評価 ～地域の農業～

| | | |
|-------|----|--|
| 自然体験型 | 成果 | 観察する視点をもって収穫体験に臨むことができた。レンコンが、なぜ大きく肥大したのか疑問に感じる姿（ 感性 ）があり、協働的に体験する喜びから探究への 挑戦心 に火をつけることができた。また、デンプン粒を探す場面でも、「これではないか」と疑問をもち、対話・観察する姿が確認できた。そして、探究的なカリキュラムに構成した結果、体細胞分裂の他に、物質的、遺伝的と複数の知識を関連付け、レンコンの成長について考えられていたことから、 探究する力 や 理科的な教養 が育成できたとと言える。 |
| | 課題 | レンコンの肥大した理由について対話的に議論が発展したが、体系的に「成長」をイメージしているか課題が残った。言葉による表現だけで、対話を成立させるのではなく、議論した内容をもう一度、図で思い起こすなど伝え方・振り返り方を改善したい。 |

3 観察・実験型授業の評価 ～地域の気象～

| | | |
|---------|----|---|
| 観察実験探究型 | 成果 | リーダーや班での役割を与え、 挑戦心 を高め、各々の観測データを集計するなど協働的に取り組むことができた。その結果、自分たちで次時の課題を見いだすこともできた。 |
| | 課題 | 次のプロジェクトに向けたリーダー育成において、コミュニケーション力や探究する力を基盤とした意欲的に取り組める子どもを増やす必要がある。風力の観察では、ある班で観察する視点を意識していないところも見受けられるなど、リーダーに頼りすぎる場面もあった。協働的に解決するためには、個人の自覚化が必要不可欠である。自覚化させるために、もう一度、気象に関する「不思議さ」「疑問」を感じさせながら探究させる必要があるだろう。 |

4 総合考察

チャレンジ探究型、自然体験型におけるカリキュラムマネジメントを施した授業では、探究する力の育成、新たな知識を習得する姿が確認できた。また、探究する力と複数の知識を関連付けながら体系的に現象について解明する姿も確認できた。したがって、2項・資料4のイメージ通り、既存の学習視野（円）が広がりを見せるように、探究する力と理科的な教養など学習視野の広がりが見られた。**感性**や**挑戦心**は、予想や観察する視点をつくり、観察・実験等に臨んだ際に成長が見られた。学習姿勢は、単発的に成長しているのではなく、探究過程全体培われた**探究する力**と相応して成長していると考えられる。

V 2020年度9月～2021年度8月までの教育計画

1 これからの科学が好きな子どもの姿 ～本当に理科が好きな子どもについて～

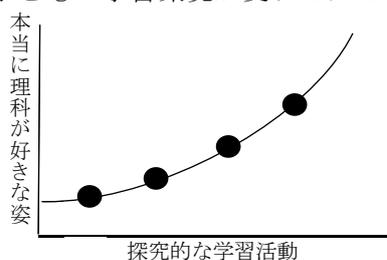
感染症対策や新規感染者の増減など不安なことが先行したり、学校行事が中止となったり、子どもの我慢する姿を目の当たりにしてきた。このような姿は、理科の授業でも同様に見られ、「本当に理科が好きなのか」と心配するほど表情は強張っていた。**しかし、「本当に理科が好き」と思わせてくれたのも子どもたちである。**在宅実験の成果物、休校明けの実験では、教師の期待を上回る努力があり、どんな状況でも理科が好きというメッセージがその時に込められているような気がした。このような姿から9月からの実践では、いなほプロジェクトの「地域の自然素材と共に理科教育を発展」を反映させつつ、「**本当に理科が好き**」な子どもを育てるための教育に力を注ぎたいと考えている。そして、科学が好きな子どもの姿として、新たに「**③科学や自然の世界観に魅了されている子ども**」を加えることとした。

この世界観に魅了される姿は、前項までの考察をもとに次の2つの姿をイメージで評価したい。

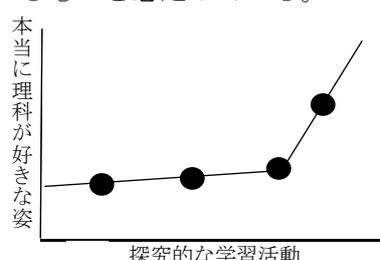
(1) 学習視野と相応して感性、挑戦心が成長し、徐々に理科の世界に溶け込んできた姿（涵養型）

(2) 何らかの活動を分岐点に、理科の世界に飛び込んでいく姿（突発型）

理科の世界に魅了されている姿は、(1)のように感性、挑戦心、学習視野などと深く関わりをもって現れると想定している。(2)の姿に関しては、「在宅実験」「自然体験学習」など時期や学習分野、手立てなど子どもの学習環境が変わったことを分岐点に現れるものを想定している。



資料62(1)の涵養型のイメージ図



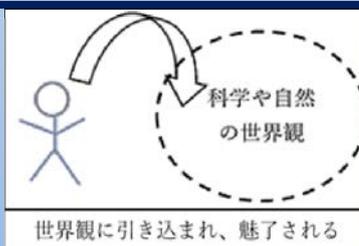
資料63(2)の突発型のイメージ図

●は、指導と評価をした場面での子どもの姿

科学が好きな子どもの姿 ～本当に理科が好きな子どもを目指して～

- 1 感性や挑戦心など学習姿勢を涵養している子ども
- 2 学習視野を広げている子ども
- 3 **科学や自然の世界観に魅了されている子ども**

⇨ **理科の世界に引き込まれている姿**



資料64 科学が好きな子どもの姿 ～本当に理科が好きな子どもの姿～

2 教育計画の構想 「原点回帰」～本当に理科が好きな子どもを目指して～

子どもたちが、「本当に理科が好き」という思いを強くするための実践計画を成果と課題から考えてみた。計画の要として、「旭市の自然」「不思議を感じる」「観察する視点」「挑戦する姿勢」「探究過程を通しての振り返り」の5つの要素が重要であろうと判断した。そして、これらの要素は、すべて理科の教育を深化させるために必要不可欠な「**原点**」であることに気づいた。この原点となる要素を忘れず、構想を実現するため、「**原点回帰**」というスローガンを打ち立てた。原点回帰の字を4つに分けると、次のような意味が生まれる。原点の「**原**」は、はじめ、おこりという意味がある。「旭市の自然」の「自然」は自ずから然るものという意味、そして「不思議さを感じる」子どもの姿は、理科の学びの始まりという意味から、本当に理科が好きな子どものはじめ・おこりであると考えた。次に、原点の「**点**」は、観察する見

方となる観察する視点をもって取り組む姿であり、まさに、これが本校の理科教育の「原点」であると確信した。次に、「回帰」というフレーズのうち、「回」は、**何回も**粘り強く考え挑戦し、探究している姿をイメージしている。そして、「帰」は、事物・現象について考察して振り返り、「原」のはじめとおこりについて見つめ直す姿であると考えた。これらの「原」「点」「回」「帰」の探究過程を経て、子どもは、**本当に理科が好き**な姿へと成長すると考えている。以上を踏まえ、本校では、科学が好きな子どもを育てる「原点とは何か」という命題に挑戦していきたいと考えている。(資料6 5参照)



資料6 5 教育計画構想「原点回帰」

3 具体的な教育計画

「原点回帰」の計画を実現し、**科学や自然の世界観に魅了されている子ども**の姿に迫るため、観察・実験3つのプロジェクトを立ち上げた。観察・実験型授業は、不思議さを感じ、「疑問」をつくることで子どもたちの観察が始まってきたことから、「不思議発見型授業」と改名した。また、不思議を発見することから理科の学習が始まるという意味を込め、「不思議発見型授業」を(1)の提案とし、「自然体験型授業」「チャレンジ体験型授業」に関しては、その後の発展的な授業として進めていきたい。

| | チャレンジ探究型授業 ～「回」挑戦を軸として考案～ | 自然体験型授業 ～「原」自然を中心として考案～ | 観察・実験探究型授業 ～「原」不思議さを中心に考案～ |
|----------------------------------|--|---|--|
| 9月 か ら の 方 向 性 | 今後も身近な題材をスタートに探究できるようにする。また、本実践の原点である苦手意識のある分野に挑戦できるような実践計画を立案したい。自分自身で「挑戦」という気持ちを高めるためには、一人一実験など主体的に取り組める手立てを講じる必要があるだろう。 | 今後も自然体験活動を中心に探究できるようにする。地元旭市の自然を題材にした実践計画を立案したい。子どもは、自然が豊かな地域に暮らしながらも自然との距離が離れている現状に変わりはない。複数の実践を計画し、自然観を変えることを念頭に手立てを講じたい。 | 《改名：不思議発見型授業》 本実践では、今日まで観察する視点をつくることに重点を置いてきた。その中で、子どもたちは、素朴な不思議さを感じ、観察力を高めていた。不思議な空間や世界観から始まる自然と科学を子どもたちに与えられるよう計画を立案したい。 |
| 資料6 6 成果と課題から見えてきた実践の方向性 | | | |

(1) 不思議発見型授業の計画

本実践では、子どもが不思議さから疑問をもち、観察する視点を働かせ、観察・実験に取り組めるにしたい。不思議を発見するための手立ては以下の2つを考案している。

- 1 演示実験、班実験などにより今までの概念が覆され、不思議さをもち始めるのではないか。
- 2 実験方法を考え、試行する中で問い(疑問)をもったり、強めたりするのではないか。

① 一具体的な授業展開— 浮力 3年生

今までの授業では、鉄球とボーリング球が水に浮くかどうかを演示で見せ、重いボーリング球がなぜ浮いたのか、浮力のはたらき方について調べてきた。しかし、課題点としてボーリング球を示したのにも関わらず、その後の検証実験では、長方形型の容体を使うなど不思議に思った実物について調べること

ができていなかった。そこで、今回は、浮力の不思議さについて、自分で容体の形、体積などの方法を考え、検証できるよう工夫した。3年生に移行したこともあり、より主体的・探究的に学ぶ姿を期待したい。

第一次： テーマ 船が浮かぶ秘密～アルキメデスの原理を体感する～

| 学習内容と学習活動 | 指導・評価（・）と予想される子どもの姿（○） | 資料（試料） |
|---|---|---|
| <p>【不思議さをつくる】</p> <p>1 同じくらいの質量である鉄球と鉄船を水に入れる。</p> <p>原</p> | <p>・水槽に、ピンポン玉、鉄球、鉄船の順で、水に入れてみる。子どもに沈むか、浮くか問いながら進める。</p> <p>○ 鉄船がなぜ浮かぶのか不思議さをもつ。</p> <p>⇒ この時は、ただ単に大きいものが重いから沈むのではないかと考えるのではないか。</p> | <p>・鉄球</p> <p>・鉄船</p> <p>・鉄板</p> <p>・船の資料</p> |
| <p>問い なぜ、船は、水に浮くことができるのだろう？</p> | | |
| <p>2 鉄球と鉄船の質量を測る。</p> <p>点</p> | <p>・重さが数値的に、ほぼ同じことを示し、何が変わると浮力が大きくなるのか想像させる。</p> <p>○ 面積が大きいと関係している。</p> <p>○ 容積（体積）が関係している。</p> <p>○ 平たい形が関係しているのではないか。</p> | <p>不思議さをもち、浮力の世界に入り込もうとしている姿</p> |
| <p>3 ゴム粘土で質量をできるだけ同じにし、好きな体積、形で水に入れてみる。</p> <p>回</p> | <p>・水の中に入れるのではなく、水上から入れる。</p> <p>・不思議さをもった姿を引く続き観察し、評価する。</p> <p>・ノートに体積や形とその結果を記入する。</p> <p>○ 丸型と船型を作って調べる姿</p> <p>○ 平型と船型を作って調べる姿</p> | <p>粘土の形状などで、子どもたちの視点が明確にわかる</p> |
| <p>4 手作り天秤の作製</p> <p>回・帰</p> | <p>・手作り天秤で、同じ質量で体積が違うものをつるして、浮力の違いを確かめられるよう、原理や確かめ方を子どもたちが考え、実行できるようにする。</p> <p>○ 同じ質量のもので、体積が大きい方が沈んだので、体積が大きい船は、浮かぶと考えられる。</p> | |

第二次： 沈むものに浮力は働くのか～第1次と関連して進める～

ここで、見だしたい観察の視点は2つある。1つめが、沈むものに浮力があるのか。2つめに水深の違いで浮力は違うのかという視点である。この点について子どもが疑問を抱いた上で観察に臨ませたい。

| |
|---|
| <p>その他の不思議発見型授業の案</p> <p>・ 気象プロジェクト（冬） ・ 最新家電の節電術 ・ 登校に使う自転車の謎</p> |
|---|

(2) 自然体験型授業の計画 ～地元旭市の自然を見つめ直す～

地層の地学巡検と生き物調査を計画している。子どもが、地元の自然をより身近に感じられるようにしたい。自然と向き合うための手立ては以下の2つを考案している。

- 1 本物を観て、触れる活動を取り入れることで、自然をより身近に感じることができるのではないか。
- 2 学習姿勢と学習視野を生かした探究的な計画にすることで、より深い自然観を養えるのではないか。

① 地層の地学巡検 ～現地の予備調査を終えて～

「旭市の地層は、どのようにつながっているのか」という学習課題のもと、旭市の大地について学習する。資料67のように3地点を巡検し、全体の様子（下層と上層、境目やスケール）、地層の質感、化石や火山灰層などの痕跡などを調べる。また、各地点の堆積した年代や化石の名前については、子どもたちに教示する。これらの調査結果を考察することで、以下のことを解き明かせると期待している。

- ・ 上層は、赤っぽい関東ローム層で共通しているが、下層は、各地点で違う地層であった。

- ・地点BとCの下層は、泥層であるが、火山灰の本数や化石の種類から違う年代に堆積した地層である。
- ・地点B、地点Cの南東方向に行くに従い、堆積年代が古い地層が下層に見られるので、隆起している。



地点A：干潟中学校付近の露頭

地点B：旭市出清水地区の露頭

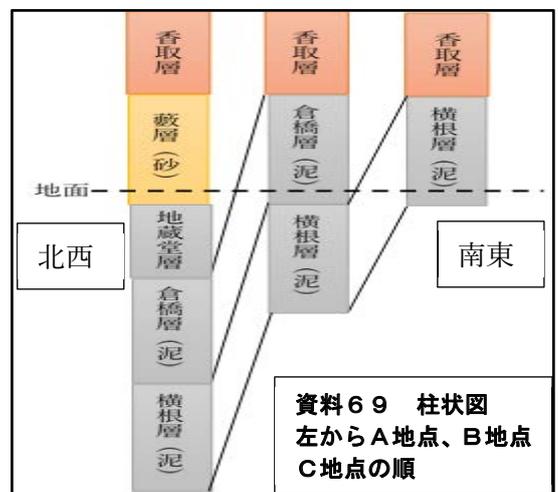
地点C：旭市屏風ヶ浦の露頭

資料67 旭市地層巡検プログラムに向けた予備調査 ～より深い自然観を養うために～

本当の地層を観たからこそ、体感できることがある。地点Aには、生痕化石が、地点Bや地点Cには、火山灰層や示相化石が観られる。**感性**や**観察力**を生かし、新生代の旭市の風景を思い起こしてほしいと考えている。



資料68 生痕化石や火山灰層など当時の痕跡を探る



資料69 柱状図
左からA地点、B地点、C地点の順

このように、新生代につくられた北総大地の姿を観察することで、自分自身の「原」「点」をつくり、「回」「帰」の過程では、地層はつながりついての問いに挑戦し、粘り強く振り返る姿を想起している。

② 生き物調査 ～多種の昆虫と触れること～

本当に理科が好きな子どもの育成には、生き物と触れ合う体験は必用不可欠であると考えている。本校は、自然が豊かで夏から秋かけては、カブトムシ、セミ、バッタ、チョウ、トンボなどを捕まえることができる。自分で捕まえて、自分の眼で確かめることで実感を伴った理解につなげたり、仲間と協働して昆虫採取をしたりと、机上だけでなく自然の世界観に少しでも浸れる時間をつくりたい。

また、本校には「観察池」があり、池の中の生態を環境委員中心に守っている。最近では、「金魚の数が増加し、メダカが減っているのではないか」「池の泥が溜まってきている」と池の生態系に注目する声があがっている。子どもの気持ちに応えるためにも、環境委員の取組の一環として、池の清掃を計画し、個体数の調査を慎重に進めていきたい。

(3) チャレンジ探究型授業の計画

本実践では、引く続き、**挑戦心**に火をつけて課題を探究することを念頭に授業を計画している。ここでは、一人一実験を基本とする。また、**挑戦心**をもって取り組むための手立てを2つ考えている。

- 1 授業の導入において、「試す」場面をつくり、子どもが「物」を観たり、「物」を使ったりすることで、問題を解き明かそうとする**挑戦心**が掻き立てられるのではないかと。

2 授業の終盤の「振り返る」場面において、挑戦してきたことが報われたと充足感が味わたり、納得したりすることで、さらに理科の学習へ挑戦したいという気持ちが生まれるのではないかと。

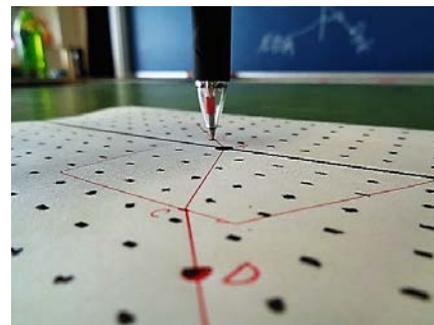
—具体的な授業展開1— 光の屈折 1年生

厚いガラスを通して、鉛筆をみると、折れ曲がって見えることから、子どもたちは、光の屈折について「おおーなぜだ？」と不思議さを感じ、どのような原理でこの現象は起きたのか解明したいと挑戦心を高める姿を想起する。

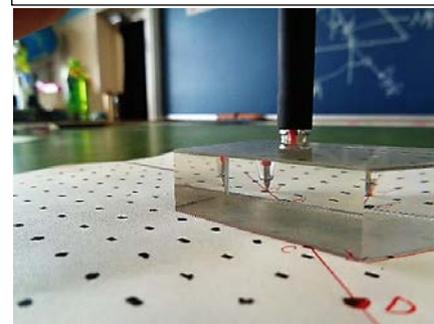
しかし、授業の終盤では、光が折れ曲がることがわかっていても、なぜ、ペンが折れて見えたのか検証実験の作図結果を関連付けて考えられていない現状があった。そのため、終盤で挑戦心を失い、物理現象に関して興味を失うという苦い思いがあった。そこで、この失敗経験をもとに、「原」「点」「回」「帰」を次のように計画した。

「原」 直方体ガラスを一人ずつに配付し、自分自身の目でペンが折れ曲がる現象を捉えさせる。**「点」** いくつかの事象から、ガラスだけでなく、水との境目でも折れ曲がって見えることを観る中で、観察する視点をつくる。**「回」** LEDの光源を一人ずつに配付し、自分自身で検証実験を行う。資料70のように、自分自身で、光の道筋に点を打ち、光の屈折について理解する。また、様々な角度で入射させるなど、様々なパターンで試し、挑戦する時間を設ける。**「帰」**

では、作図で打ったA点の部分にペン先を置いてみる。そこへ、直方体ガラスを検証実験と同じ位置に置くと、資料71のようにペン先がずれて見えることがわかる。振り返り方を工夫することで、子どもたちが、授業の終盤においても挑戦する気持ちを持続させ探究する姿を期待している。



資料70 「回」挑戦する過程



資料71 「帰」振り返り方

その他のチャレンジ探究型授業の案

手立て1に関する実践案 ・果物電池（身近なものから試して電池をつくってみる）

手立て2に関する実践案 ・光反射ゲーム（ゲーム感覚で光の反射の原理を振り返る）

⇨これらの過程を経て身に付いた問題解決能力を基に、自由研究に取り組める資質を養う。

VI おわりに

本年度は、コロナ禍により、多くの教員が研修の機会を奪われてしまっているのが現状である。その中でも、本校では、資料72のように相互授業参観を年間3回設けるとともに、新たに、参観結果を振り返るディベート活動を新設した。どんな状況にあっても目の前の子どもたちに対して最善の準備をして授業をすることが本校の目指す「原点」なのである。「本当に理科が好き」と子どもたちが思えるよう、この自然の脅威と向き合い、新たな干潟中学校の教育をスタートさせていきたい。

研究同人 榎 宏海 研究代表・執筆者 神原 真人



資料72 校内研修会の様子