

2023年度 ソニー子ども科学教育プログラム

探究

～自然や日常生活に返る教育を目指して～



Hikata Junior High School

旭市立千潟中学校

校長 柴山 浩恒

PTA会長 大友 諭

目次

I	はじめに	1
---	------	---

II 本校の教育について

1	本校の理科教育の現状	1
2	科学が好きな子どもの具体	2
3	持続的とは何か	3
4	教育研究	3

III 2022年度9月～2023年度8月までの実践および成果と課題

1	実践1 化学変化とイオン	4
2	実践2 自由研究・一人一研究の実践	11

IV 2023年度9月～2024年度8月までの教育計画

1	計画の方向性	17
2	研究構想	18
3	科学が好きな子どもの姿	18
4	具体的な授業構想	18
5	主となる手立て	20

V	終わりに	20
---	------	----

I はじめに



資料1 50周年を迎えた本校の記念式

本校は、2022年度で創立50周年の節目を迎えた。このような節目に、本校の特別研修部会では、子ども科学教育研究全国大会に向けた研鑽が認められ、文部科学大臣表彰を拝受することができた。

本校では、この50年間のうち、5年間をソニー子ども科学教育プログラムを通してつくり上げてきたということになる。5年間の指導経験、掴んだ子どもの実態、何より科学する心をどのように継承・持続させるかということも重要視して教育を推し進めていきたい。



資料2 令和5年1月17日
特別研修部会 文部科学大臣表彰

II 本校の教育について

1 本校の理科教育の現状

本校の子どもの現状より

自由研究のテーマ探しの授業において、1学年の子どもの疑問集（テーマ）を評価していた際、ある子どもが、スマートフォンの充電がワイヤレス充電に移行していることに着目していた。その他の疑問集にも目を通したところ、電磁気や光などに関わる疑問をテーマとしていた子どもは、「電波」「LED」「タッチパネル」「カメラ」の4人だけであった。昨今、子どもを取り巻く社会生活は大きく変動しており、遊びの形態もアナログからデジタルへ移行している。このようにゲームやSNSなどデジタルな遊びをすることが当たり前の日常生活となった訳だが、その事物・現象に矛盾や不思議さを感じなくなっている現状が見られる。スマートフォン、タブレットなどの科学の産物が身近に手に入る現代となったが、本校の子どもたちの科学する心は近づいていないようである。したがって、**a 日常生活の事物・現象を疑問視して探究しようとする子ども（姿）**を育成していきたいと考えている。

昨年度までの実践より

なぜ、本校の理科教育では、探究を重要視したのか。それ以前（2018～2020年度）は、「解剖」「発生の実験」「生態系」といった具合に、それぞれを別の授業として探究していた。そもそも、その授業を探究と考えていたことが短絡的であったと反省している。ゆえに、海、森、川などの自然全体へと視野を広げ、豊かさや威厳さなどを感じ得る子どもが少ない現状が見受けられ、木を見て森を見ずという授業状況があった。これらの反省から、昨年度（2022年度）の海洋学習では、アジやイカの解剖、水族

館の生態系学習、棘皮動物の発生実験、海における生態系のまとめなどの系統的な計画を立て、「海」をテーマとして探究し、「部分」から「全体」に視野を広げられるようにしている。「部分」から「全体」に視野を広げる探究活動は、大地の成り立ちの単元でも実践した。それらの取組は、功を奏し、子どもたちが自分事となった。**「問いを粘り強く解決しようとする姿や、対象である海を多面的・総合的に振り返り視野を広げる姿」**も見受けられた。そして、これらの現状から、本校では、自然や科学の視野を広げるために探究活動が必要であると認識した。

2 科学が好きな子どもの具体

では、自然や科学の視野を広げるための探究を前提条件に、下線部 a～c を鍵として目標となる科学が好きな子どもの姿を考えた。シンプルではあるが、子どもたちの、**「あきらめない姿、持続的に探究する姿が連想できる。」**ここでの「あきらめない」「持続」の主意としては、地道に努力する姿勢や態度をもつことを想定している。したがって、この姿勢や態度は、広義に捉え、探究する子どもに身に付けたい心、身に付けたい力として考えている。

理科部で検討した結果、昨年同様、「身に付けたい心」は、「感受する心」「挑戦心」「協働して学ぶ心」については変えていない。しかし、あきらめない姿を想起するならば、尚のこと「疑問」にフォーカスした授業改善が必要なのではないかと意見が一致した。以前まで感受する心や挑戦心など情意面との関係から問い（疑問）を見いだす姿を想起していたが、それだけでなく、知・未知の関係性からも考える必要があると反省した。つまり、前提となる知識が定着しているからこそ、その前提が崩されたとき矛盾を感じ、問いを見いだす姿ができると考えた。そのような知・未知の関係性から問いを見いだす姿は、前提となる知が育った探究の終末部に頭わになるのではないかと想定した。再考した結果をまとめると、身に付けたい心と力は、資料3のように整理できた。そして、科学が好きな子どもは、「**あきらめずに持続的に探究しようとする子ども**」と定めた。

2 科学が好きな子どもの具体

下線部 a～c の姿と科学が好きな子どもの姿に身に付けたい心と力の関連についてまとめた。

a 事物・現象を疑問視して探究しようとする姿

⇒感受する心や挑戦心など心の部分を生かした疑問視
⇒知・未知など知識・常識を覆され
た際に生まれる疑問視

b 問いを粘り強く解決しようとする姿

⇒挑戦心、協働する心など心の部分を生かした粘り強さ
⇒探究する力や知識を活用して解決しようとする粘り強さ

c 多面的・総合的に振り返り視野を広げる姿

⇒探究する力や知識を活用し、分析・解釈をして、視野を広げる

科学が好きな子どもの姿

あきらめず持続的に探究しようとする子ども

探究する子どもに身に付けたい力

探究する力

観察力

理料的な視点を生かして対象をじっくり観察する力

考察力

問いや予想についてどうなったのか科学的に探究する力

視野を広げる力

見いだす力

感受する心、挑戦心、知・未知の関係から、問いを見いだす力

知識の活用

探究する力で習得された知識を活用し、関連付けたり、分析・解釈したりする力

探究する子どもに身に付けたい心

感受する心

・不思議さを感じる姿
・諸感覚を生かして活動する姿

挑戦心

・自問自答する姿
・探究する力を生かして粘り強く学ぶ姿

協働して学ぶ心

・共助し合う姿
・他者の考えを参考に
にして学ぶ姿

資料3 科学が好きな子どもの姿

3 持続的とは何か

では、「持続的」とは具体的にどのような状態を想定しているのか。「持」は、「もった」「もっている」「もとうとしている」という状態を意味している。すなわち、資料3に示す探究する子どもに身に付けた心と力の「持」という状態を想定した。「続」は、「つづけた」「つづけている」「つづけようとしている」という状態を想定している。どのくらいの学習過程をもって「続」と言えるのかということについては、問いを見だし、自問自答をしながら、単元全体を持続的に学ぶ姿を目標としたい。つまり、資料3に示す身に付けたい心や力を**持ち続**けている子どもを科学が好きな子どもと仮定した。

4 教育研究

(1) 授業計画

計画では、3つの指針を基本として準備と指導・支援に努めることとした。(以下指針ABCと称する)

指針Aでは、「事実は小説より奇なり」というように、実物における事物・現象の不思議さを子どもが表現できるよう授業準備に努める。その際、授業者が、「なぜ、こうなったの？」という発問ことを減らし、子どもたちの疑問の声で授業を持続させられるよう授業計画の練り直しを図る。

指針Bでは、「部分」から「全体」へと視野を広げる授業計画を立案する。今回は、前前項の子どもの現状も鑑み、科学領域の探究に挑み、視野を広げられるよう計画を練り直すことを目標とする。

指針Cでは、探究で身に付けた心や力が、全体の授業以外で持続したり、さらなる成長に繋がったりしているかを見取り、自由研究の実践を検証する。ここ数年で社会を激変させたAI。何をもってAIの論文に勝るのか、理科の価値が問われている。最近の社会動向を注視しながらも、中学校では、なぜ、一人一研究で取り組むことが大切なのか。本論を通して自由研究（一人一研究）の価値に迫りたい。

(2) 手立て

重点1 問題を解決するための検証計画を立案する場の設定

主としては、問いを粘り強く解決するための手立て（手立てb）として講じるが、実験方法を考えることは、多面的に振り返ること（視点c）とも密接に関係している。手立てbや手立てcとの相関性（往還性）からも子どもの変容を捉えたい。

重点2 観察すること、記録することの往還

疑問を一度の観察とその記録をもとに解決できなかった場合、再度、観察・実験をしたり、追記したりできる学習環境をつくれるよう手立てを講じる。その手立てが、多面的・総合的に振り返ることに繋がると考えている。

授業計画と手立て

(1) 授業計画の指針

指針A 事実は小説より奇なり

～不思議だと感得して探究できる授業づくり～

指針B 「木を見て森を見ず」からの教訓

～部分から全体に視野を広げる授業づくり～

指針C 研究の道をつくる

～身に付けた心と力が持続しているか～

(2) 手立て

視点a 事物・現象を疑問視するための手立て

視点b 問いを粘り強く解決するための手立て

視点c 多面的・総合的に振り返るための手立て

a～cの手立ての具体は、本論にて表記。

《事物・現象を疑問視するための手立て》～事象提示の工夫～というように～〇〇〇〇～の部分が、その手立ての具体を表している。

資料4 授業計画の指針と手立て

Ⅲ 2022年9月～2023年8月までの実践

1 実践1 化学変化とイオン（2022年10月・11月実践）

（1）授業計画の指針

化学変化とイオンを探究する際、本校理科部では、2つの問題点に直面していた。

1つめは、子どもが自らの問いをもち予想をしたのにも関わらず、安全性や結果の明瞭性を重視しすぎ、実験方法を明示し、検証計画を考える機会を妨げてしまっていた。そこで下表の枠中に示すように、ヒントとなる道具や薬品を提示し、検証計画を立案・検討・改善ができるようにした。

2つめに、本単元では、前部において金属イオンへのなりやすさ（イオン化傾向）を学習したにも関わらず、終末の化学電池の事象をイオン化傾向等の既習した知識と体験を生かした深い学びが実現できていない現状があった。ここでは、イオン化傾向・電子の正体（部分）から化学電池（全体）を考えられるよう授業計画を練り直した。最終目標としては、日常生活で使用している電池について疑問視して探究しようとする子どもの姿を育成していきたいという構想である。

実践名（手立ての視点）	授業計画の順序
探究前部	イオンへのなりやすさ（イオン化傾向）
導入 A 塩化銅水溶液にアルミはくを入れる	《塩化銅水溶液にアルミニウムを入れる実験 演示》 視点 a 事物・現象を疑問視するための手立て 塩化銅水溶液にアルミニウムを入れると、アルミニウムが溶けて銅が析出する現象を観察する。
B 硝酸銀水溶液に銅板を入れる	《硝酸銀水溶液に銅板を入れる 班実験》 視点 a 事物・現象を疑問視するための手立て 硝酸銀水溶液に銅線や銅板を入れると、銅が溶け、銀が析出する現象を観察する。
展開 C 他の金属板と水溶液の関係を探るための方法を考える	《検証計画を立案し、班員と検討・改善を図る》 視点 b 問いを粘り強く解決するための手立て 4種類程の金属（銅、鉄、亜鉛、マグネシウム）と硫酸塩水溶液（硫酸銅、硫酸亜鉛、硫酸マグネシウムを滴定瓶に入れたもの）を用意しておき、マイクロープレートを使った検証計画（方法）を考え、検討・改善を図る。
まとめ D 観察・実験および結果分析と考察活動	《結果を分析・解釈し、方法の検討・改善を図る》 視点 c 多面的・総合的に振り返るための手立て 班員と結果を共有し、イオンへのなりやすさについて考察しようとする姿を評価する。結果を分析し、発表する中で、不足している方法に気づかせ、再実験の場を設定する。
探究終末	化学変化と電池
導入・展開 ダニエル電池の観察・実験（観察1日目）	《ボルタ電池とダニエル電池の比較》 視点 c 多面的・総合的に振り返るための手立て ボルタ電池の特徴を振り返る。ダニエル電池を演示で見せ、ボルタ電池との違いについて発表する。各班で、全体で共有した観察する視点を生かしながらダニエル電池を観察する。
まとめ ダニエル電池の観察・実験（観察2日目） 振り返りシートの活用	《ダニエル電池 観察・実験2日目》 視点 b・c 粘り強く、多面的・総合的に振り返り、解決を図る 観察結果を分析するとともに、金属イオンや原子への変化、イオン化傾向などの既習した知識を活用する場（考察）を設定する。 ダニエル電池のしくみについて振り返りシートを活用し、評価する。

(2) 探究する場面

導入 A 塩化銅水溶液にアルミニウムを入れる実験

《事物・現象を疑問視するための手立て》

～興味・関心を高めるための事象提示～

子どもたちは、アルミニウム板が塩化銅水溶液にシュワシュワ～と音を立てながら溶け、アルミニウム板に銅が付着し始める現象を目撃する。「うわぁ～アルミニウムが溶けてるー!」「えっ?何か茶色の物質がついてない?」「銅が付いてきている」などと、気づいたことを呟きながら現象をよく観察していた。

演示実験後、現象がどのように起きたのかを子どもの意見をもとに黒板にまとめた。その上で、教師からは、資料5の図のように「金属の世界には、水溶液の中から威張って出てきた銅(先輩)と物静かに水溶液に溶けていったアルミ(後輩)がいる」というようなアニメーション的な捉え方(考え方)を教えた。子どもたちは、「へえー面白い」

「物質の世界にも先輩・後輩のような関係があるんだ」「その他の物質ではあるんですか」と教師の期待通り、関心を高め、次の実験に移ることができた。一方で、現象に対して「なぜ」と素朴に疑問視しているのかということ、やはり授業者が演示したということもあり、子どもたちから目的・課題を見いだすにはまだ早いという手応えであった。

導入B 硝酸銀水溶液に銅板を入れる - 班実験 -

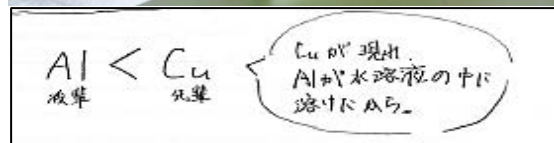
《事物・現象を疑問視するための手立て》～感受性を生かしながら問いを見いだす～

子どもたちの中には、硝酸銀水溶液に銅線を入れて、銅樹ができるだけでなく、だんだんと透明であった硝酸銀水溶液が水色に変化していく様子に気づいていた。

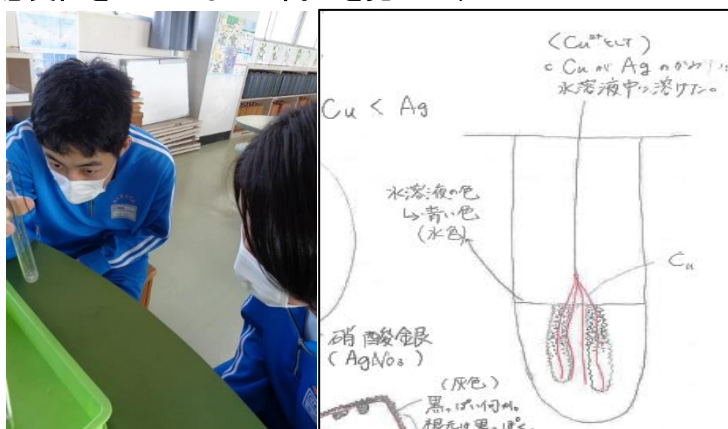
資料6の班実験では、水溶液の色から銅が溶け込むことを察知することが可能だ。

しかし、資料7の班実験では、銅が硝酸銀水溶液の滴下した液に溶け込み色の变化に気づくことができていない班もあった。授業者は、改めて、資料6・7の2通りの方法から観察することの必要性を感じた。

これらの現象を目の当たりにした子どもに授業者が「銅と銀の関係はどうか?」と問うと、子どもから「先ほど威張っていた銅でも銀との関係では、銀が先輩なんですね」と金属にはイオン化傾向があることをつかみ始めている様子が確認できた。それと同



資料5 演示実験から関心を高め、化学変化をアニメーション的な捉え方で紹介する



資料6 水溶液の色の变化に気づく



資料7 銅板の色の变化に気づく

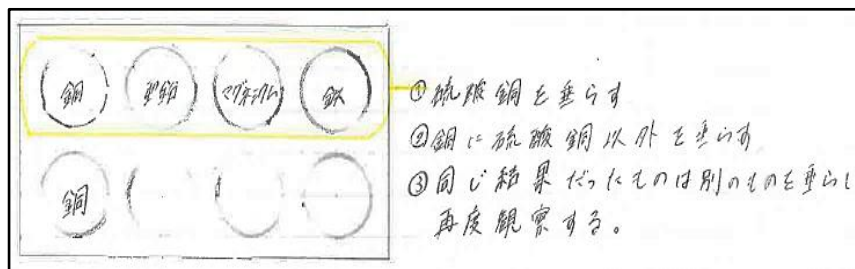
時に、「なぜ、このように溶ける・析出するような序列があるのか?」「銅が溶けて水色になった色が塩化銅水溶液の色と似ていた」「なぜ、銅が銅イオンとして溶けたの?」という疑問視する声が聞こえてきた。このように、イオンへの成りやすさの序列や現象のしくみについて関心が高まってきた。(感受する心)

展開 C 他の金属板と水溶液の関係を探るための方法を考える

《問いを粘り強く解決するための手立て》 ～検証計画を立案し、班員2人で検討・改善を図る～

マイクロプレートを用いることで、少量の薬品で済み、コンパクトなサイズから一人一実験が可能となった。しかし、マイクロプレートでは、穴の列が整っているがゆえに、どこに何を滴下するか教科書通りに実験をしがちである。無作為・当て勘に金属の化学反応を観察するのではなく、どの金属イオンへのなりやすさ(先輩・後輩関係)を明らかにしたいのか実験条件を班員2人で検討するよう指導した。

机間指導をしていると、ある子どもは、資料8のように、銅とその他の金属のイオンへのなりやすさから方法を考え始めていることが確認できた。また、資料8手順③を、なぜ考えたか授業者が問うと重要な考え方が返ってきた。



資料8 銅とその他の金属のイオンへのなりやすさから考える子どもの記述

子どもA「先生、例えば、硫酸銅に亜鉛を入れて、銅が析出するとしますね。けれども、その逆で硫酸亜鉛に銅を入れて亜鉛も析出したら、この2つの物質には序列がないことになりますよね?」、子どもB「自分が、Aさんに同級生の可能性もあるんじゃないかって言ったんですよ。その考えから、手順③を思いつきました。」

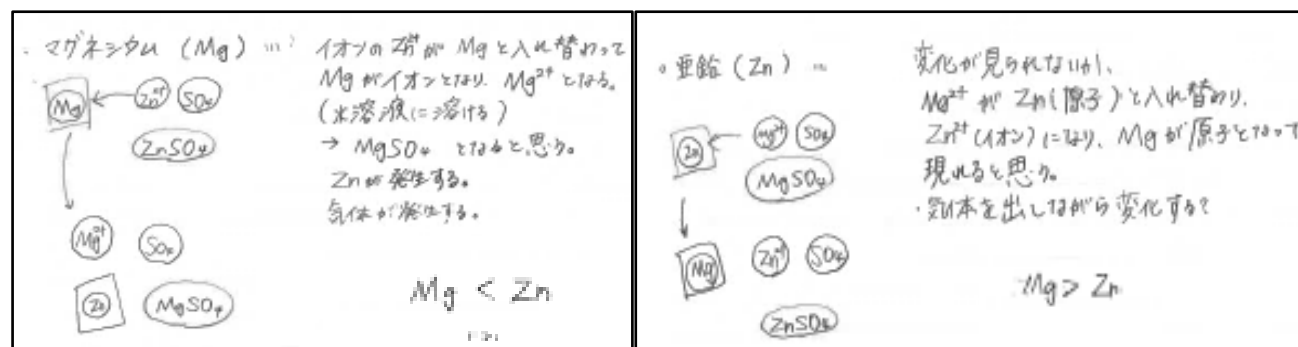
授業者「素晴らしい考え方だね。別の金属だけど、反応に優劣がない場合もあるかもしれないね。」

この班のように、ある可能性を疑ったり、予想を立てながら方法を考える様子が他の班でも見られた。

ある班の子どもは、マグネシウムと亜鉛のイオンへのなりやすさについて、資料9のようにマグネシウムがイオンになりやすい・なりづらい状況の両面を想定し、根拠を化学式で表している。(知識の活用) 子どもC「前の実験でも銅が相手によって先輩、後輩の両方の立場にもなったので、その両面を考えてみました。」

子どもD「自分は、水溶液に溶けていた物質が出てきて、金属板の物質が溶けると思っていたけど、両方の可能性は考えてなかったな」

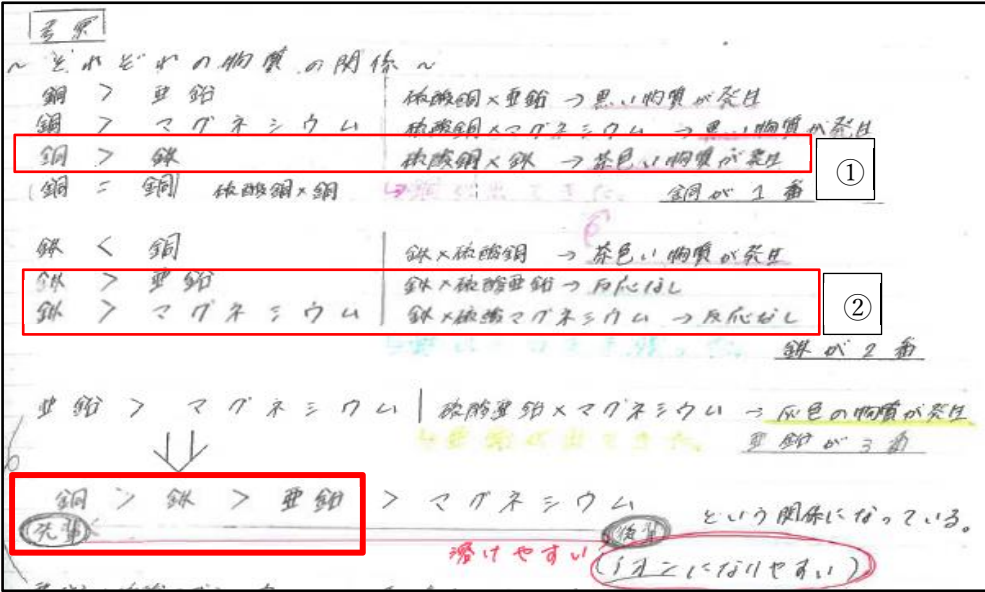
このとき、子どもDは、マグネシウム板に硫酸亜鉛水溶液を滴下する方法のみを考えてきていた。その後、子どもCが、資料9の右図を示しながら、亜鉛板に硫酸マグネシウムを滴下する方法の必要性を伝えた。ゆえに、子どもDが子どもCと結果を見通しながら方法を考えられていた。(協働して学ぶ心)



資料9 イオンのなりやすさについて、両面から考え、方法を立案している子どもの記述

まとめ D 観察・実験および結果分析と考察活動

《多面的・総合的に振り返るための手立て》 ～分析結果から班員と検討・改善を図る～



資料 10 結果を総合的に判断して、イオン化傾向を導き出している子どもの記述

結果の分析の流れ

① 銅と鉄の序列

↓

② 鉄と亜鉛の序列
および鉄とマグネシウムの序列

↓

① と②から
鉄との序列を総合的に判断

本実践では、鉄の序列をどのように決めるか、授業者は意図的な仕掛けを講じた。鉄板を用意しているが硫酸鉄は、予備実験の結果から意図的に用意していない。では、子どもは、どのように鉄の序列を検討したのだろうか。

資料 10 の枠中①の結果から、硫酸銅水溶液と鉄の反応があったことから銅と鉄の序列（銅が先輩、鉄が後輩）が判断できている。また、枠中②の結果から硫酸亜鉛水溶液と鉄の反応がなかったことから亜鉛と鉄の序列（鉄が先輩、亜鉛が後輩）が判断できている。そして、硫酸マグネシウム水溶液と鉄の反応がなかったことからマグネシウムと鉄の序列（鉄が先輩、マグネシウムが後輩）ということがわかった。このように、鉄が亜鉛イオンやマグネシウムイオンを含む水溶液に対して析出していないという結果を総合的に判断して序列を決定づけており、**探究する力**が高まってきていることが窺えた。

また、結果を分析して、再実験を試みる班もあった。資料 11 の枠中のように 1 度目の実験では、銅も鉄も水溶液に対して反応がなかった。この班は、異なる金属では、必ず序列があるはずだということを根拠に条件（方法）は変えずに再実験を試みた。すると、よく観ると鉄が亜鉛やマグネシウムよりもゆっくり反応し、析出することに気づいた。つまり、反応速度の面から、序列を総合的に判断していた。

このように、結果を分析する力や**考察力**を高めていると同時に、再実験で結果を判断するための**観察力**を高めている様子も窺え、問いが解決できるまであきらめずに挑戦しようとする姿勢が見られた。



結果	Cu	Zn	Fe	Mg
	銅	亜鉛	鉄	マグネシウム
Mg ²⁺ 硫酸マグネシウム	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし ×
Zn ²⁺ 硫酸亜鉛	変化なし	変化なし ×	変化なし	水溶液が黒く↓ × → 亜鉛?
Cu ²⁺ 硫酸銅	変化なし ×	水溶液が黒く↓ ×	変化なし × Mg, Zn ほどゆっくり反応した → 銅?	水溶液が黒く↓ ×

資料 11 結果を検討し、再実験を試みて、結果を修正する

探究終末 化学変化と電池

《多面的に振り返るための手立て》

～2つの電池の特性を比較する～

学習指導要領では、ダニエル電池を中心に電池の学習を示している。しかし、本校では、ボルタ電池について演示し、2つの電池を比較し探究する。

子どもたちは、ボルタ電池の観察を通してあらゆることに気づき始めた。電池には異なる2枚の金属が必要であること、亜鉛が溶けていること、銅板には気体が発生していることなど、電池の中身がどうなっているのか興味・関心が高まってきている様子が窺える。(資料12参考)

そして、最大の反応があった場面は、ボルタ電池が数十秒経ち停止したときのことだ。「あれ？電池が止まってる！！」金属板を観察した子どもたちも目をあげると「あれ？止まった・・・」銅板を塩酸から抜き、再度入れると・・・「あれ？またモーターが回った！！」「え～なんでだろう？」

授業者は、この場面をつくりだせたことが非常に意味のあることだと考えている。なぜならば、電気が流れないからこそ、どうすれば長時間電流の流れる電池になるのかという改良の視点が見いだされ、何が原因で電流が止まったのかと実体的に現象を観ようとする姿勢が顕になったからである。

ダニエル電池の観察 1 日目 《多面的に振り返るための手立て》

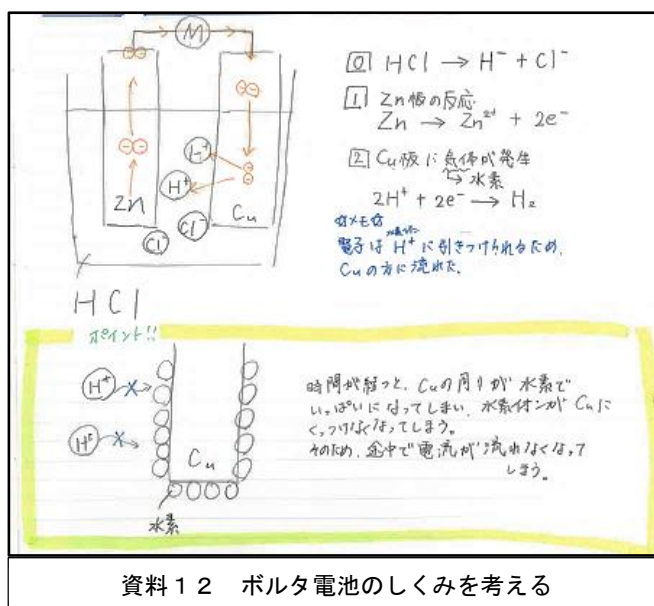
～既習した項のノートを振り返りながら予想を立てる～

ダニエル電池の条件を皆で入念に確認し、授業者が金属板を硫酸亜鉛と硫酸銅の水溶液に入れようとしたときのことであった。数人の子どもが戸惑いながら、「なぜ、先生は、硫酸亜鉛に亜鉛板を入れようとしてるんですか。だって、硫酸亜鉛に亜鉛板を入れても溶けなかったよね？」との疑問視の声があがった。その発言に皆も首を縦に振り、納得の表情であった。

本当に電池になるのか？授業者が、金属板を入れると、モーターが回り続けている。

演示後、どのような反応が起き
てるのか既習したノートの項を
振り返りながら予想をし、その上
で班での観察・実験に移った。

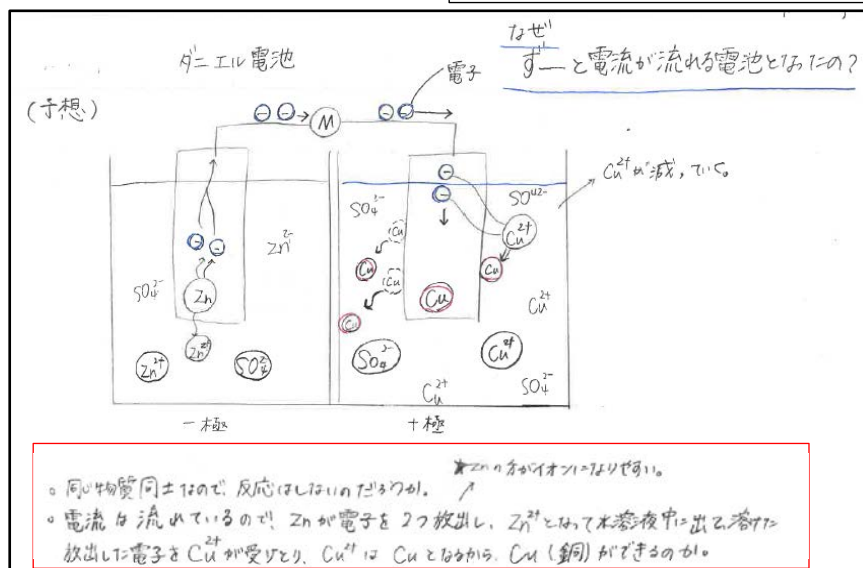
予想の場面で、子どもAは、資料14の枠中のように、「亜鉛板を硫酸亜鉛に入れても溶けない」という考えと「電子が溶けた亜鉛



資料 12 ボルタ電池のしくみを考える

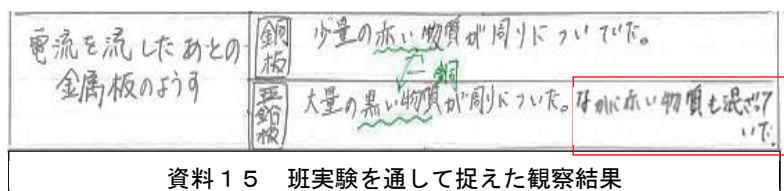


資料 13 ダニエル電池の演示



資料 14 既習した前項を見返しながら立てた予想

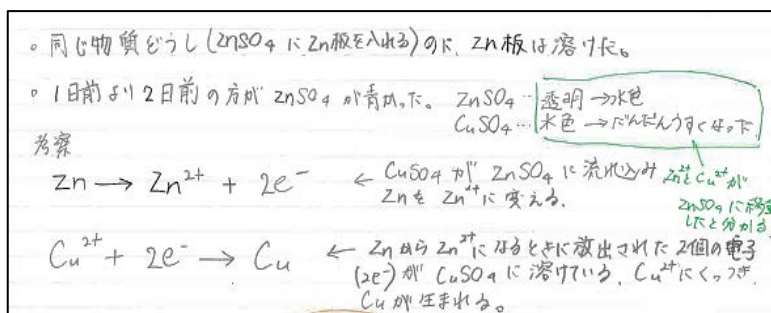
板の方から銅板に流れるからこそ電流が流れているはずだ」という対になる考えの狭間にいた。



資料 1 5 班実験を通して捉えた観察結果

班で観察・実験をさせた場面では、資料 1 5 のように、亜鉛板は、溶けたのではなく、亜鉛板に黒い物質が付着したと捉えている子ども B がいた。子ども B は、資料 1 4 の子ども A と同じように硫酸亜鉛に亜鉛を入れても溶けないという予想が前提にあった。このことから亜鉛板側の観察結果を違う黒い物質が引き付けられたと解釈していた。授業者は、別の視点からも考えるように、資料 1 5 ・枠中の「なにか赤い物質も混ぜていた」という記述を指差し、「これは何の物質だろうね？」と投げかけ、一日目の観察を終えた。(ダニエル電池は、実証の問題として、半透膜を通して徐々に反応が頭わになるので、20 分程度の観察で事実を捉えることが難しい)

子ども B は、2 日目の観察を通して結果の捉え方が資料 1 6 のように変容してきた。特に硫酸銅水溶液と硫酸亜鉛水溶液の色の変化を根拠として、亜鉛板における反応の捉え方を修正しており、**観察力**だけでなく、**既習知識の活用**力の汎用性も高まってきていることが窺える。



資料 1 6 生きて働く知識と観察技能

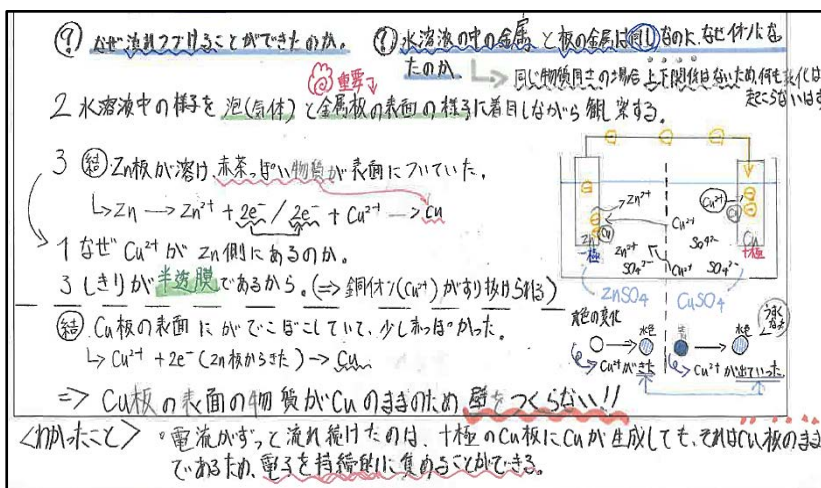
授業者は、子ども A・B の記録から過去の観察・実験によって得られた観察力や知識が生きて働いていたと考えている。水溶液の色の変化を捉えることも、銅イオンを含む水溶液(硫酸銅水溶液や塩化銅水溶液)を実験で使用してきたからこそ、色の変化に気づけたのであろう。また、色の変化から銅イオンが半透膜を通過して亜鉛板が溶けたと判断することができたことも、ボルタ電池の観察を経て、極での化学変化を既習していたからであろう。

探究の最後には、資料 1 7 のように、自分が疑問視したことが解決できたか振り返りシートを活用した。このシートには、「疑問視」「予想」「方法」「重要な結果」「考察」「未解決事項」など自らの探究過程を振り返るよう助言した。この手立てにより、自分が抱いた疑問が解決できたのかに認知すると同時に、資料 1 7 〈わかったこと〉の記述からも、電流が流れ続けた理由(自ら抱いていた疑問)について結論づけることができた。

このように授業者は、終末における振り返りシートから「**あきらめず持続的に探究しようとする子ども**」に育ったかというを確認し、子どもへの評価と今後の授業改善への手立てを再考している。



資料 1 7 自分が疑問視したことが解決できたか振り返りシートを活用し、学びの探究過程を振り返る



《授業計画について》

指針Aに関して

○探究前部のイオン化傾向の学習では、導入において演示実験と班実験を取り入れたことで、子どもたちが自分の目で現象を直視し、「なぜ」と不思議さを感じている様子が確認できた。

○化学変化と電池（終末）では、「なぜ亜鉛板を硫酸亜鉛に入れるのか？」という問いが生まれたように既習した知識が生かされているからこそ、矛盾が生じ、疑問視に繋がったと考えている。また、前項資料17の振り返りシートの記述分析から事象を疑問視して問題を解決することができた子どもが一定数いたことが確認できた。

△化学変化と電池（終末）では、電流が流れたことで、「電池になっている！」と気づいたり、感得している姿が窺えた。一方で、「これが電池になるの？」と日常の電池とのギャップを感じている様子も窺えた。ゆえに後者の子どもは、日常生活の電池を疑問視しているのではなく、実験室の化学電池の現象に「なぜ」の問いをもっているという感触であった。日常生活に還元する工夫が今後の課題となった。

指針Bに関して

○「部分から全体へ視野を広げる」という視点をカリキュラムに反映させたことで、1つ1つの知識を関連付けて考えられるようになってきた。化学変化と電池の学習では、資料18のようにボルタ電池、ダニエル電池の+極の反応を比較し、長く電池が使用できた理由が記述されており、成果があったと判断できる。

資料18 振り返りシートの記述より授業計画の指針を振り返る

《手立てについて》

重点1 問題を解決するための検証計画を立案する場の設定

○検証計画を立案する場面では、水溶液と金属を反応させたときの化学変化を予想しながら計画を立案し、疑いの目を持ち続け、何を確かめたいのか条件を1つ1つ確定することができていた。

○銅、亜鉛、マグネシウム以外に鉄を入れたことで、どの方法を比較すれば鉄の序列が明らかになるか考え、見通しをもった姿が見られた。

○鉄イオンを含む水溶液（硫酸鉄）が無くても、比較対象を工夫すれば、鉄のイオン化傾向を決定することが予備実験の結果より確認でき、実践に繋げることができた。

○結果を分析し、予想と矛盾していることから、再実験（改善）を試みる班が見られた。

△予備実験の段階では、硫酸イオンを含む水溶液とアルミニウムの反応性が悪いため、実験から除外した。また、硫酸鉄が入手しにくく、塩化鉄など塩化物イオンを含むの水溶液が入手しやすい現状もわかった。塩化物イオンを含む水溶液の方が多種あることがわかったので、水溶液の反応性をさらに予備実験を通して検証しておく必要性があった。今後は、塩化物イオンを含む水溶液によって金属のイオン化傾向が決められないか予備実験を進めたい。

重点2 観察すること、記録することの往還

○イオン化傾向に関しては、導入の実験（観察）⇒予想と方法の立案（ノートへの記録）⇒検証実験（観

察)⇒実験処理(ノートへの記録)⇒再実験(観察)⇒考察(ノートへの記録)まで探究過程を通して、観察と記録の往還から、問いを粘り強く解決し、多面的・総合的に振り返る姿が見られた。

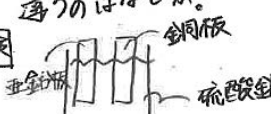
△検証計画を改善しようとする班が見られなかった。観察することや記録することの往還ができてい子どもが多かっただけに、結果を分析した後に、立案した検証計画と結果の因果関係を他班と対話させ、改善ポイントを指摘し合える場面をつくる必要性があった。

○ダニエル電池の実験は、「全体での観察・記録」⇒「班実験での観察・記録」⇒「全体での観察・記録」という手順で往還し、疑問視した部分(金属板や水溶液など)を何回も観察する姿が確認できた。

○観察・記録の往還をする過程を重要視したことで、資料19のように探究の途中で新たな疑問点を見いだすことができた。この疑問視は、既習した知識が定着していないと見いだせない疑問であると振り返っている。

資料19の子どもは、硫酸銅水溶液(青色)が硫酸亜鉛水溶液の方へ流入する様子を見て濃度差があることに気づいた。なぜ、気づいたか問うと、気象における高気圧(空気が濃いところ)から低気圧(空気が薄いところ)へ空気が流れる現象と似ていると述べた。

疑問 ダニエル電池はどのように2種類の水溶液を使ったのか。また水溶液の濃度が違うのはなぜか。

実験 

結果 亜鉛板に銅がすぐ大量に付着し、銅板はあまり銅が付着してなかった。また、すぐにモーターが止まってしまったことから、長時間使えばいいことが分かった。

考察 亜鉛がイオンになるときに放出される電子は、亜鉛板の周りに硫酸銅水溶液だれの水溶液の方に引き寄せられてしまい、導線を通じて銅板に行くことができない。そのため、電流は流れなくなる。亜鉛板の周りに電子が引き寄せられない硫酸亜鉛水溶液に、硫酸銅水溶液の濃度を上げることで電子が銅板に引き寄せやすくなり、電子が銅線を通るようになり、電流が流れるようになる。

資料19 探究しながら疑問視したり、方法を考案したりする力の現れ

また、飽和硫酸銅水溶液と濃度の薄い硫酸亜鉛水溶液の関係についても疑問視している。そして、持続的に電流を流すには、半透膜と濃度差のある水溶液の必要性があると仮定し、半透膜を取った状況で硫酸銅水溶液に亜鉛板と銅板を差し込む実験方法を考案して検証実験を実施することができた。

2 実践2 自由研究・一人一研究の実践(2022年9月・10月、2023年6月、7月実践)

(1) 授業計画の指針 ～指針C 研究の道をつくる～

本校理科部では、一人一研究を実践する際、2つの問題点に直面していた。

1つめは、日常生活や身近な自然の事物・現象から問いを見いだす力の育成に課題がある。1項の「本校の現状」に記述したように、身近な日常生活の事物や現象に興味・関心が薄い現状が見られる。2つめは、数十枚以上もの論文を書くという経験が中学校に入り始めての子どもが約8割であり、観察や実験、もしくは考察を途中であきらめてしまう子どもが多い。これらの現状から、本校理科部では、手立てA・B・Cの方略(仮説)を練った。

・手立てA 最上級生である3年生は、入試の問題演習等で、一人一研究に取り組まない子どもが多い。

しかし、探究する力、視野を広げる力など科学が好きな子どもへと成長してきているのは紛れもなく最上級生である。そこで、自由研究のための理科室解放を3年生にまで拡大し、担当教員と実験の困難点を相談すること、発展実験に繋げられるようになるだろう。

・手立てB 心理学者であるヴィゴツキーは、自力で問題解決できるラインと周囲の手助けがあって問題解決ができるラインの間の領域を発達の最近接であることを提唱した。まさに、自由研究はこの領域で子どもたちは発達(成長)しようとしているのではないかと考えた。一人で研究が

困難な子ども（下級生）に対して、発達段階が差ほど変わらない身近な先輩の論文を読解させたり、特選や特別賞に輝いた子どものプレゼンテーションを聞かせたりする。先輩から後輩へ研究内容を伝授することはもとより研究への姿勢や態度を認知できるようにしたい。

- ・手立てC 日常生活は、自然や科学の研究によって豊かになってきた。どのような視点で研究・開発されたのかソニー株式会社で働くプロの研究者（当日は一般社団法人たよなんとして）から講話して頂くことで、子どもの視野を広げる力が高まるのではないかと考えた。また、プロの方と対話することで、研究への挑戦心が高まるのではないかと考えた。

（２）実践の場面

２０２２年９月、旭市児童生徒科学工夫作品展において、本校は、県展出品も含む特別賞、特選、金賞と３賞を受賞することができた。特に、県展には、コロナウイルス感染による作品展中止以前も含めると、本校は３年連続で県展出展となった。資料２０の写真は受賞した際の写真である。両名共に、５０ページを超える論文を書き上げて受賞しており、まさに「あきらめず持続的に探究する子ども」に成長する姿が見られた。両名の変容を振り返る。



資料２０ 旭市児童・生徒科学工夫作品展において特選、特別賞に輝く（県展・出展）

手立てAについて

特別賞「可能性を秘めた蜘蛛の糸の研究」に対する指導

日頃から多種の蜘蛛を継続観察し、蜘蛛の糸の深遠さを追究することができた。縦糸、横糸、枠糸などの特徴を明らかにするだけでなく、白帯という特殊糸がどのような役割を果たすか結果を分析し解釈する姿が見られた。夏の自由研究相談会では、蜘蛛の糸の耐熱性について次のような相談があった。

子ども「継続観察をしてどの蜘蛛の糸、多様な蜘蛛の糸も、直ぐに切れなかった。毎日炎天下の中、コンクリート上では、５０度を超える温度でも近くに蜘蛛糸が張られているので耐熱性に優れるところがあるのかなと思い、実験方法を改良しています」

教員「昨年度に、横糸と縦糸、枠糸の耐久性を自作器具で実証していたよね？あの装置を改良して、耐熱実験してみたらどうかな？」

子ども「まずは、その装置に糸を吊るして実験してみます」

教員「熱の伝わり方もポイントになるかもね。先月、学校で熱エネルギーを学んだね」

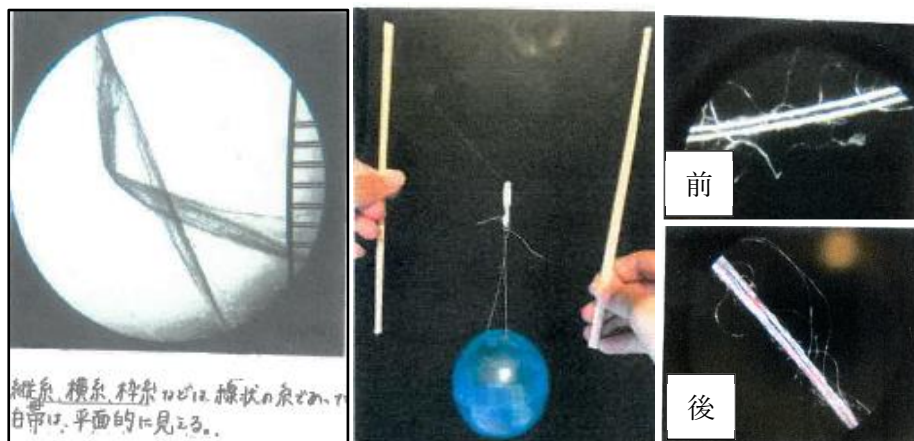
子ども「蜘蛛の糸は太陽やコンクリートから熱放射を受けてます」「あと、伝導、対流などもあった！」

このように相談では、答えではなく、実験方法を見いだせるような対話、既習の知識や技能、本人の過去の経験が生かせるような振り返りの支援を心掛けている。また、教員自身も子どもから学ぶフラットな姿勢で向き合っている。約１週間後、子どもは耐熱実験を、次項資料２１中図のように取り組んだ。

実際に、この子どもは、耐熱実験を、線香の火で局所的に熱を加えたり、ヘアアイロンで２２０度まで２０度ごとに段階的に実験したりと、実験方法を改良しながら耐熱性について検証している。

また、次項資料２１右図のように、枠糸に変化がないことから熱伝導での耐久性が認められる。では、なぜ、自然条件の太陽放射ではなく、熱伝導の実験を重ねたか聞くと、「放射に強いことは、自然観察でわかったの、自分は、蜘蛛の糸の可能性を追究したかった。蜘蛛糸を日常生活に活用・応用できないかと考え、耐熱実験をしていた」と語った。この子どもは、ヘアアイロンでの耐熱性を実証した上で蜘蛛の

糸をウィッグなどに活用し、今ある資源（蜘蛛の糸）を有効活用したいという思いが書かれていた。まさに、生物模倣技術の視点が活かされていた。その後も、蜘蛛の糸でパーマをかけることは、可能なのか追実験もしており、あきらめず挑戦しようとする姿勢、探究を楽しんだ姿が論文に凝縮していた。



資料 2 1 左図 発見した白帯 中図 耐熱実験の様子 右図 耐熱前後の蜘蛛糸

特選 「クーラーがなくても大丈夫！？ 自作エアコンの研究」に対する指導

自由研究の困難点として、テーマが決まっても、課題を解決するためのモデル実験が思い浮かばないという現状もある。今回の手立てAを講じる中で、実験方法を立案する支援のヒントがあったように思える。資料 2 2 は、子どもが自作した簡易エアコンの箱である。左図の赤枠の部分が送風の吹き出し口となっているが、この吹き出し口の直径を 0.5 cm ごとに変えおり、吹き出し口が大きいものより小さいものの方が、気温が下がるということを突き止めている。

理科室解放日の相談会において、この子どもは、級友と霧吹きを肌に掛け合いながら遊んでいた。ドリームボックスと称し、昔遊びの道具や身近なお菓子などを用意している。その中に忍ばせていた霧吹き。子どもは、「何か冷たく感じる」と答えた。シャワーヘッドの穴の径が小さいほど冷感となる体験談なども聞かれた。このような体験や対話を重ね、実験装置の径を変えるというアイディアが生まれた。その他にも、2 年次に気象の学習で作った吹き流しを本研究でも使用しながら風量を測定するなど、生きて働く知識と技能が身に付いていることが確認できた。（資料 2 3 参照）



資料 2 2 左図 吹き出し口 中図 送風機能 右図 保冷剤の取り付け



資料 2 3 吹き流しの活用

手立てBについて

《問いを粘り強く解決するための手立て》～先輩の論文を熟読～

1 年生は、研究とは何か？論文とは何か？という段階から事前指導が始まる。テーマ探しに 3 時間、先輩の研究論文から学ぶ時間を 2 時間ほど設定している。先輩の研究論文は、一人一人に渡すよう事前に複製をしておき、熟読することから始まる。熟読することで後輩は、先輩方の理科的な見方・考え方が論文に集約されていることに気づき始める。改めて、論文と対話する場をつくる重要性を見取れたと振り返っている。この場を割いてしまうと、教師が「論文はこのように書きなさい」「このように書きましょう」などと、自由研究と言いながらも型にはめる指導に繋がってしまうと考えているからだ。ヴィゴツキーの

提唱する発達の最近接領域の「手助け」の相手が、先生という大人ではなく、先輩の論文という身近さであることが重要であると考えている。先輩方の論文は、「凄い！」と感じさせるだけでなく、この方法であれば自分も自作できるのではないかという気持ちも芽生えさせてくれた。また、先輩の論文における表現方法について気づいた点を班員と対話すること（資料24中図）やタブレットに記録しておくこと（資料24右図）も重要視している。タブレットに記録することに関しては、今年度からの取組でどのくらい活用度があるか検証していないが、私たち大人でも論文を最初から最後まで2度3度と読み返すことは大変な労力である。ゆえに、写真を撮るということは、子どもがその表現に必用性を感じているからこそ撮るということに繋がり、タブレットを脇にして家で見返しながら論文を書く姿に期待したい。



資料24 左図 先輩の論文を熟読 中図 先輩の研究の工夫点を対話 右図 先輩論文の重要表現を記録する

先輩が研究をプレゼンテーション

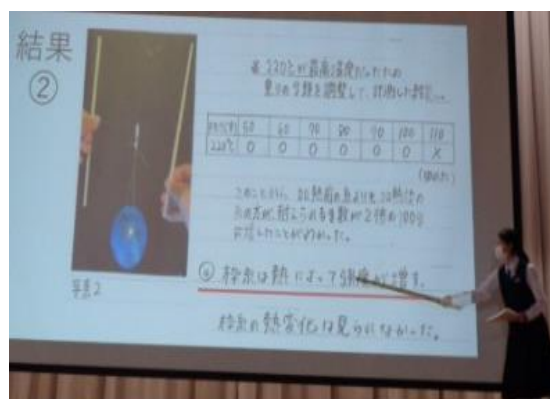
《多面的・総合的に振り返る》～プレゼンテーションの事前準備を通して自己認知を図る～

校内審査の結果発表を受けて、上位賞の子どもが論文のプレゼンテーションを実践した。また、発表者は、9月下旬から3週程かけて資料の準備と発表練習に移る。この準備過程で教師は、子どもとの対話をしながら、実験の失敗や成功の秘話なども聞き、パワーポイントの資料作成をアシストする。

事前準備の過程では、一人一研究を振り返ることができる。夏休みに研究したことを振り返ること、他の発表者と理科的な見方・考え方を交流することがこの時間にできる。子どもは、どのように伝えようか構想を話始めたり、発表ノートを新たにつくったりするなど新たに**挑戦心**を剥き出しにして準備を進めていた。

この対話の際に、こだわった指導がある。研究の結論を全校生徒にわかりやすく説明するためには、どの資料を用いて説明すれば良いかということについて助言した。資料25では、発表内容が「結果の図・方法」「結果の表」「ポイントの考察」右下に「結論」というように整理した。

この結論を伝えるためには、「このような画面の内容で伝わるかな？」と何度も子どもと対話を重ね、資料をつくったことは、子どもと教師の両方が苦労した部分である。しかし、この苦労があったからこそ、自分自身の研究内容を見返し、自己認知を高めている様子が確認できた。



資料25 研究の発表資料

《問いを粘り強く解決するための手立て》～先輩の研究姿勢・態度から学ぶ～

そして発表当日、上位3賞に輝いた子どもが登壇し、全校生徒から栄誉を称えられ、惜しみない拍手が送られた。当日の発表が始まった。「可能性を秘めた蜘蛛の糸」「ポテトチップのうねりの研究」など、後輩たちは、先輩の研究を一目見て、「凄い！蜘蛛ってこんなに糸の種類があるんだ」「そもそもポテトチ

ップは食べるだけだったけど研究の素材になるなんて・・・」などと呟きながら興味・関心を寄せていた。

また、後輩をさらに引き付けたのが先輩方の自作のクイズである。用意したことで研究の世界に子どもたちをどんどん引き付けてゆく。「どのような方法で解明したのでしょうか？この3つの選択肢のうちどれか選んでみて。」・・・「この結果から分かったことは何でしょうか？シンキングタイムスタート！」などと工夫を凝らした伝え方で聞いている側も意欲的に考えられる雰囲気をつくった。この取組により、「方法の改良」「結果の分析」などがヒントとなってを学べたのではないかと考えている。

このように先輩の研究発表を中心に、1つの雰囲気をつくりあげた。当日の発表を見た他校の先生からは、「皆が優しさに包まれた環境だからこそ、生徒と生徒が安心して理科を伝えられる環境がありますね」と重要な評価を述べてくださった。



資料26 左図 受賞紹介 中図 自分達で主体的な発表 右図 後輩の学ぶ姿勢

手立てCについて

問いを粘り強く解決するための手立て ～プロの研究内容、研究姿勢からヒントを得る～

理科室解放日1日目の7月21日、一般社団法人たよなんの平井講師、梅木講師に来校して頂き、研究の多様性や楽しさを子どもたちと共に考える場を設定した。

梅木講師からは、製品開発から販売までの物の流れと開発・設計の魅力についてお話頂いた。パソコンに使うマウスを例に、メカ設計や電気回路設計など色々な技術が集約されていることなど自身の経験談をもとにお話頂いた。研究が煮詰まったときの対処法の話は、子どもたちが大変参考にしていた。

平井講師からは、まず、LEDディスプレイが光を反射しないしくみが蛾の目を参考につくられていることなど自身の研究分野の一例をお話頂いた。この話を皮切りに、子どもたちは、案外、身近な生き物や日常に研究の不思議が隠れていることに気づくことができた。

また、「ニーズとシーズ」というマーケティングの考え方が、一人一研究のテーマを決める上で大変参考になったと述べている。職業人と自由研究に取り組む子どもは、シーズとニーズという同じ考え方でテーマや方向性を決めていることに気づくことができた。



資料27 ディスプレイのつくりを伝える平井講師

マーケティングの視点

「ニーズ」

お客様や世の中が必要としていること

「シーズ」

企業がもつ素材、技術力、企画力

一人一研究テーマ決めの視点

「ニーズ」

身の周りの流行、地域性、自然現象など

「シーズ」

自分の長所、興味・関心、経験・体験など

その後、自由研究のテーマを班ごとに話し合う。すると、ある班では、川の水質をテーマに話し合っていた。その子どもは、地域に流れる川の水質、修学旅行先の湖沼の水質の違いなど自分自身の体験（シーズ）をテーマに話していた。その後も、この班での対話を聞いていると、ゲリラ豪雨の後の水質調査、地域の農業用水を流す流路などニーズの視点でも話し合う姿が見られた。この班では、ニーズ・シーズという言葉を出しながら意識して話し合っていた訳ではない。しかし、子どもがテーマ決めで困っている時は、このような考え方から助言したり話し合ったりすることが可能だ。子どものみならず、私たち授業者としても、どのような視点でテーマを考えているのか判断するひとつの見方を学べた。

ある班では、植物の成長と光の関係を柱として話題を膨らましていた。（3年生の子どもが抱いた疑問を中心に話題が決定した。）

この班では、3年生が光には波長の違う色があるので、色を変えて植物がどのように成長するか話し合っていた。しかし、1年生、2年生共に意見を発表するものの具体的な方法が思い浮かばない様子であった。平井講師が、ディスプレイの話も交えながら、光の色は白以外にもつくれていることを子どもたちに伝える。「青や緑などのLEDを片手にして、このLEDを買わなくても、自作できるから考えてごらん」「この白の光をどうすれば赤の光に変えられるかな」とさらに付け加えた。数分後、有色のスズランテープやフィルムシートに白色光を通せば、意図した色の光源装置が自作できることに子どもたちは気づいた。作られた物を買うのではなく、どうすればモデル実験装置を自作できるのかを思考することができた。



資料28 光屈性に興味をもち、どのような方法で調べるか検討した班

（3） 成果と課題

《授業計画の指針について》

○子どもの一人一研究の困難点を把握し、指導計画を再構成することができた。指導計画を立てる際には、「あきらめず持続的に探究する子ども像」を念頭に再考できた。最上級生の自由研究を発展させることを出発点として、上級生と下級生の間で理科の見方・考え方を広げることができた。見方・考え方を広げ、興味・関心を研究内容に向けることで、少しずつではあるが研究への重しが外れてきている傾向にある。

《手立てについて》

- 科学工夫作品展入賞後も、文化祭における自由研究発表を設けたことで、子どもが、自分自身の研究を振り返る機会をつくれた。このことで、修正しながら科学を表現したり、自身の研究を自己調整（認知）することに繋がった。
- プロの方の見方・考え方を直接聞いたことは、子どもの視野を広げるだけでなく、挑戦心などモチベーションに繋がっている。また、資料29の子どものように一生懸命、研究に取り組み始めた子ども程、新たな問題に直面することもある。そのような子どもの質問にプロの方が答えてくれることは、大変感謝すべきことであり、子どものさらなる研究の励みとなった。

・研究テーマが難しめ、たとき、テーマを変えるべきですか
 ・研究開発をするときに、ニーズとシーズ以外に大切にしている考え方はありますか。
 【平井からの回答】
 ・場面にもよりますが、普段仕事しているときに難しいから変えることはしないです。みなさんもコロナ変えるよりは少し粘って見た方がいいのではないですか。当日話しましたが難しいということが分かったというだけで立派な成果です。
 ・結果を記録しておくということでしょうか。繰り返しますが、できなかったという結果も次につながる大切な結果です。

資料29 質問に回答して頂き、今後の自由研究に繋げる

△理科室解放日を利用し、蜘蛛の糸の耐熱性実験、自作エアコンのモデル実験など方法を検討・改善するための指導に努めた。子どもの既習の知識や技能をうまく引き出しながら、新たな方法や実験条件を見いだすことに繋げられた。そのような子どもは、まさに知を生かし未知の状況に対応する方法を見いだしている姿と言えよう。しかし、知識や技能が定着しておらず、実験方法を改善できない現状も見受けられる。そのような子どもには、まず、参考書等の方法を引用しての実験を促している。しかし、実験結果を見ると、うまくいったことが主として記述され、改善点や疑問点、その後の追究意欲がないことが読み取れる。したがって、実験方法が見いだせないことに困り感をもっている子どもにとって実験方法を直に教えることは得策ではなく、良いことではない。実践1（6項）のように予想に対する検証計画を立て、結果を分析する一連の探究過程を経験させることを今後も続けていきたい。

IV 2023年9月～2024年8月までの教育研究計画

1 計画の方向性

- 探究する力の育成 -

成果と課題を探究過程全体の面から振り返ると、概ね、「疑問視して探究する姿」「問いを粘り強く解決しようとする姿」「多面的に・総合的に振り返り視野を広げる姿」に成長することができていた。

ゆえに、あきらめず持続して探究しようとする子どもの育成に繋がれていると言えよう。

しかし、探究過程を部分的にピンポイントで振り返ると、「検証計画の立案」の過程には大きな課題が見受けられた。さらに実践1と実践2の細部を振り返れば「実験条件の検討」「検証計画の改善」「モデル実験の検討・製作」が課題としてあげられる。この点を踏まえれば、持続して探究することに困難さを抱えながら日頃の授業の探究や一人一研究に取り組んでいる現状が把握できた。したがって、**a 検証計画の立案を包括した探究する力の育成**に研究のベクトルを向けるべきであろう。

- 地域の自然や日常生活に返る力の育成 -

引き続き、探究過程全体の面から振り返りを続けたところ、別の問題点が浮上する。何を目的に実物による観察・実験にこだわった教育をしていたのか。それは、実物による教育を通して実感を伴った理解を図ることを目標としていたと反省する。実感を伴った理解の側面は、「体験を通して形作られる理解」「主体的な問題解決を通して得られる理解」「実際の自然や生活との関係への認識を含む理解」の3つと把握していた。しかし、実践1の化学変化と電池の単元では、「実際の自然や生活との関係への認識を含む理解」に関する指導・支援が講じられなかったことが心残りである。電池でも自分が自作した電池や生活で使用している電池に問いを返す必要性を痛感している。

一方で、「蜘蛛の糸」「自作エアコン」など一人一研究の活動を通して日常にテーマが返ったときには、自然や科学に親しみながら、実際の自然や日常の中での成り立ちや役立ちを再現できており、このような姿を目標としたい。授業では、探究過程を重視しながらも、日常の理科に根を下ろせるようマルチに視野を広げ、**b 地域や日常に返る力の育成**に向けた授業実践が必要であろう。

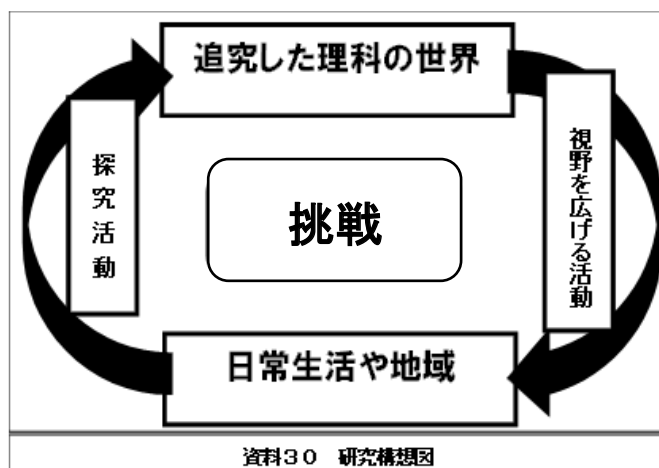
- あきらめず挑戦し続ける心 -

子どもたちが、本研究の実践を通して成長した姿は、探究過程に生じた問題をあきらめず挑戦的に解決できたことである。これは、先ほどの実感を伴った理解における「主体的な問題解決を通して得られる理解」に通ずると考察している。あきらめない心が育めたのは、教材の面から振り返れば、子どもたちの心に響く事物・現象があったことだ。つまり、実感を伴った理解のうち、「体験を通して形作られる理解」が適所で図られていたということになる。また、探究する力や視野を広げる力などの身に付けたい力が相応して高まってきていることも見取ることができた。**あきらめず挑戦し続ける心**の育成を引き続き実現

させていきたい。これらの成果と課題に基づき計画の方向性を集約して検討した結果、2023年・9月から研究テーマを「探究～自然や日常生活に返る教育を目指して～」と決定した。

2 研究構想

本校が目指す教育で、子どもに身に付けたい力と身に付けたい心として、「探究する力」「地域の自然や日常に返る力」「挑戦心」に集約される。この3点をもとに実践を構想すると、探究する力は、主として今日までの実践に準じて探究過程全体から身に付けさせたい。一方で、地域や日常に返る力は、探究過程の一部として、あるいは、他教科、地域学習、一人一研究との連携から身に付けさせることを想定している。したがって、資料



30の構想図のように、追究した理科の世界（事象）から日常生活や地域の自然の事象に返ることを念頭に計画を立案していきたい。

また、挑戦心は、両活動から養えると考えている。その3点を念頭に探究活動と視野を広げる活動をサイクル化し、科学が好きな子どもに迫れるようにしたい。

3 科学が好きな子ども姿

研究構想のキーワード「探究する力」「視野を広げる力」「挑戦心」がどのような姿から見取ることができるか、科学が好きな子ども姿を再考した。すると、既習で得た知識や技能を生かしながら分析・解釈する姿と多面的・総合的に振り返る姿が重複する。整理すると、探究する力の面では、子どもが見いだした問いを解決するために、分析・解釈したり、多面的・総合的に振り返ったりする必要があると考えている。一方で、視野を広げる力の面では、実際の生活や自然における成り立ちや役立ちについて視野を広げるために分析・解釈したり、多面的・総合的に振り返る必要性があると考えている。

探究する力

- ・問題を見だし、予想して検証計画を立案する姿（重点課題）
- ・観察する視点を働かせたり、観察力を生かす姿
- ・既習で得た知識や技能を生かしながら、分析・解釈する姿
- ・多面的・総合的に振り返る姿

視野を広げる力

- ・既習で得た知識や技能を生かしながら、分析・解釈する姿（重点課題）
- ・多面的・総合的に振り返る姿（重点課題）

挑戦心

- ・自身の感受性を生かしながら、新たな疑問を発見しようとする姿
- ・興味や関心を抱き、主体的・対話的に解決しようとする姿

4 具体的な授業構想

	自然や日常生活に返る教育	
	探究活動	視野を広げる活動
実践	実践1 総の台地について～自地域を知る活動を通して～	
予定	探究活動1 総の台地の露頭観察を行い、台地の上と台地 の中の調査をする。	視野を広げる活動1 音楽科の授業を通して、校歌の歌唱活動を行 う。歌詞の中に含まれている「総の台地の極ま りて」を歌いながら、自地域の地形に着目させ、
1	台地の地質と樺の海の痕跡となった地質を比	

	べ、総の台地について分析・解釈する。 探究活動 2 校外学習の時間を通して、近隣の地層観察を行い、他地域の地層について調査する。その際、露頭をどのような視点で観察すれば良いのか、観察方法や記録の仕方を考え、身に付ける。 また、自分の露頭スケッチの結果を分析・解釈し、近隣の地層と比較したりしながら総の台地の特徴を多面的・総合的に振り返る。 探究活動 3 砂箱実験等で隆起や大地の成り立ちを実感に伴いながら理解する。また、自地域だけでなく他地域の地層の資料を参考にして地層の性質・共通性・相違性について分析・解釈する。	多面的に自地域を感じられるようにする。 視野を広げる活動 2 総合的な学習の時間を通して、総の台地に集中する鐫木古墳群を散策する。円墳や前方後円墳など複数の古墳を比較しながら自地域の歴史や土地に気づけるようにする。 視野を広げる活動 3 社会科の授業を通して、鐫木古墳の石室から産出した埴輪や土器などの実物に触れる。実物を観察したり、手に取りながら、何のために古墳がつくられたのか関連付け考察する。また、なぜ、干潟地区に古墳がたくさんあるのか、地図を広げ、大和朝廷の勢力の拡大を関連付けるなど多面的・総合的に振り返る。
実践 予定 2	実践 2 日常生活に根ざした理科授業 ～加熱方法の昔と今～	
	身近な素材である木片、日常の加熱という視点から問う意識をつくれるようにする。 探究活動 1 ～炭づくりに挑戦しよう 1～ 木片を蒸し焼きにして炭をつくる過程を通して、有機物の燃焼について、化学式、原子・分子モデル等を用いながら分析・解釈する。 探究活動 2 ～炭づくりに挑戦しよう 2～ 燃焼後にできた「炭」は燃えるのか？なぜ燃えるのだろうか。薪の燃焼と炭の燃焼の違いを調べる。	視野を広げる活動 現在の生活の加熱方法として、薪や炭を熱源にしている家庭は少ないであろう。しかし、生活に欠かせない食事について、明治から令和までの場面での加熱方法を振り返る。次に、現代使用されている電磁調理器の誘導電流による加熱方法について、電球のワット数やコイルの巻き数などを変えて実験する。実験結果を分析解釈するとともに、加熱方法の昔と今について多面的・総合的に振り返る。
実践 予定 3	実践 3 音の伝わり方、音の大きさや高さ	
	探究活動 音源の振動を音さ、糸電話、太鼓やピアノ等の観察・実験から考察する。特に、糸電話では、糸の長さ、種類、コップの大きさなど実験条件を変えて検証計画を立案する。また、オシロスコープにより波形から、音の性質について分析・解釈する。	視野を広げる活動 空き缶笛、ストロー笛、自作ギターをつくったり、水を入れたビーカーや試験管などを使って楽器をつくる。身近な素材をつくり、音の科学を表現する。また、自前のリコーダーを拭き実感を伴った理解を促しながら、音の高低を分析・解釈し、日常生活の音に認識を戻す。
実践 予定 4	実践 4 地の果物や野菜の花はどのような花か	
	探究活動 校庭生えている花を中心に観察したり、比較し合いながら、花の基本構造を知った上で分類するための方法を立案する。タンポポなどのキク科の植物が集合花であることに気づく。	視野を広げる活動 旭市地産のイチゴやブドウ、ハスなどを使用し、地域の産物を知るとともに、どこが花なのか考えながら、多様な花のつくりを学習する。ブドウであれば秋に、イチゴは冬に実施したい。

実践 予定 5	実践5 自然界の生態を知ろう	
	探究活動	視野を広げる活動
	ウニの受精・発生を継続観察を通して、疑問に感じたことを書き留めておく。精緻にスケッチして気づいたこと等を記録する。記録したこと、資料集をもとに分析・解釈する。	チリメンモンスターを活用し、多種多様な海の生き物から生態を考える。ウニの幼生の生態系での位置等を考えながら、つながりやつりあいについて分析・解釈する。

5 主となる手立て

自然や日常生活に返る教育で重要視したい手立て（視点）をまとめた。

探究するための手立て ～ノート指導 方法の立案～

探究活動では、ノート指導に力を入れたい。ノートの記録は、板書を視写することではなく、観察・実験の事実を視写させたい。また、分析・解釈する過程、対話で深める過程、多面的・総合的に振り返る過程などをノートに記録されていることが視野を広げる活動の素地となることは間違いない。従って、引く続き、観察すること、記録することの往還をスタートにノート指導を継続させたい。

また、方法の立案では、「実験条件の検討」「検証計画の改善」「モデル実験の検討・製作」などから、この実験をすれば、このような結果になるはずであるという結果の見通しがもてるという経験に結び付けたい。一人一研究においても、子どもとの対話にヒントを織り交ぜながら、子ども自らが方法の立案ができるようにしたい。

視野を広げるための手立て ～他教科との連携、地域との連携、日常生活の素材の導入～

視野を広げるためには、シンプルに「身近さ」が大切であることを忘れてはいけない。本校のある地域の素材を見直し、その素材が各教科とどのように学習することで視野が広がるのか手立てを講じたい。

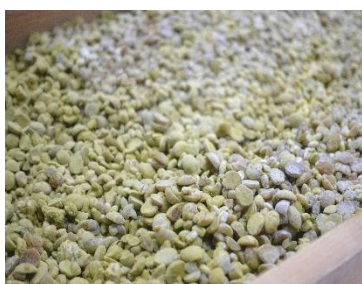
また、「シーズ」というヒントをもらうことができた。地域企業を支えるシーズ（科学の技術力）に焦点化し、プロの技を身近に感じられるよう地域人材（企業）との連携も視野に入れていきたい。

探究と視野を広げるための手立て ～一人一研究の実践～

問題解決の力を生かすため、そして、子どもが自力で研究するために、「最上級生の研究力向上」「最上級生と後輩との関係」「優秀論文発表」「プロによる講話や対話」などの視点を念頭に手立てを講じたい。

V 終わりに

本校は、これでソニー論文6年目の執筆を終えた。改めて、論文を執筆する中で、実践が成功した部分と失敗した部分が現れる。しかし、成功か失敗かと実感したり検証できたりしているのもソニー論文のお陰である。成功や失敗の経験が理科を愛する気持ちの原点となり、新たな教材研究と子ども研究に努めることができた振り返る。本校の理科教育は、子どもとの勝負であり、敗者復活戦である。この悔しい気持ちを原点にして、今後も精進していきたい。



資料3 1 新たな教材研究

左図 醤油づくりの現場

右図 伊豆大島地層大切断面

研究同人 栗芝 光海

執筆代表 神原 真人