

(公財)ちゅうでん教育振興財団 令和 3 年度助成事業
「小中学校の学びをつなぐ ふくしま理科カリキュラム-2-」

シームレスな小・中学校 理科授業モデルの試み

編著：初等理科研究サークル「理究」

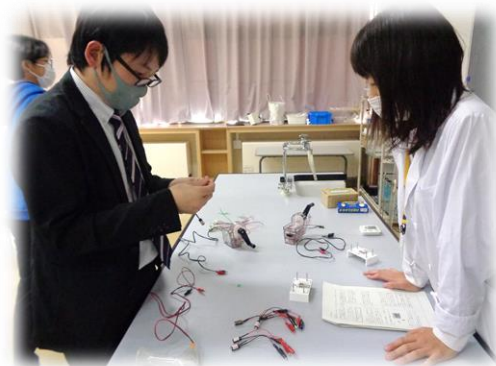
目 次



○ はじめに	1
1 なぜ児童生徒にとってシームレスな理科学習なのか	2
2 シームレスな小・中学校理科授業への課題を探る	
(1) 「児童生徒にとってシームレスな理科学習とは」	3
(2) 「児童生徒にとってシームレスな理科学習を目指す」	9
3 シームレスな小・中学校理科授業実現のポイント	12
ポイント1：既習を生かして考える	
ポイント2：帰納的な思考と演繹的な思考	
ポイント3：小から中へつながる学習内容を意識する	
4 「理究」の考えるシームレスな理科授業モデル	
事例1 夜空の天体の美しさ素晴らしさを実感し、 子どもたちの心情を豊かにする学び	16
小3「太陽と地面の様子」小4「月と星」小6「月と太陽」 中3「天体の動きと地球の自転・公転」	
事例2 「電気」の原理を既習や生活と結び付け、 追究し達成感を味わう	23
小3「明かりをつけよう」小4「電気のはたらき」 小6「電気と私たちの暮らし」中2「電気の世界」	
事例3 「溶ける」ことの「真正の学び」を目指して	30
小5「もののとけ方」中1「水溶液の性質」	
○ あとがき	



理究:第11回研修会ワークショップA



6年「電気と私たちの暮らし」
小中教員のT・T打ち合わせ



○ はじめに

学習指導要領に示されている「問題を見だし・・・解決に導く過程の重視」は、どの教科でも重要です。さらに、社会の様々な課題を解決するため、科学教育の重要性も示されています。しかし小学校では、以前より理科授業を苦手としたり、指導を敬遠したりする教員も多いという状況が懸念されています。

「先生、見て！新種発見した！」と、バッタをうれしそうに見ている3年生。

「てこが釣り合うきまりって、もしかして・・・」と、比例の関係に気づき、休み時間も実験で確かめようとする5年生（右図）。



図 休み時間にも確かめたい！（小）

「電気って、+から-に流れるって小学校で勉強したのになんで？」と問いがふくらむ中学生（下図）。

自然や科学を追究する理科授業は、これからの時代に求められている教科であり、学習指導要領の目指す学びを具現するものと考えます。そのためには、教師が単元を見通して指導することが重要です。

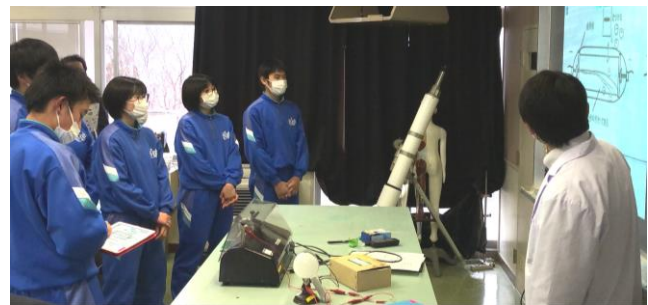


図 なぜ？みんなで確かめてみよう（中）

また、小・中学校の“文化”は異なりますが、子どもたちの学びは連続しています。小・中学校教員が児童生徒の9年間の学びを見通した指導計画・授業づくりを作成、探究することが大切と考えます。

しかし、いわゆる「中1ギャップ」と言われる生徒のつまずきが学力向上の重要課題とされてから何年も経過しています。酒井は、「なめらかな小中接続のために、小中連携、一貫教育をどのように進めればよいのか」について次の4点の課題やポイントを中心に論じています*。

- (1) 学校文化や指導方法の差が大きいことが小中接続の壁になっている。
- (2) 小中連携、一貫教育を進める背景には、いわゆる「中1ギャップ」の解消と9年間を通したカリキュラムづくりの必要性がある。
- (3) カリキュラムづくりのポイントは、接続期のつなぎ方とそれを含めた9年間の編成を行うことである。
- (4) 小中の円滑な接続のためには、家庭学習にも力を入れることが必要である。

※大妻女子大学教授 酒井 朗 氏 2013. 5. 17 ベネッセ教育情報サイト「小中接続を考える」より

昨年度、初等理科研究サークル「理究」は、若手教員や理科指導に苦手意識のある教員が授業構想に役立てることを目的とした理科「1 ペーパー単元構想図集」を作成・編集しました。そこでは、授業実践に生かすことを目的として、次の手順で構想図を作成しました。

- (1) 単元をとおした子どもの思考に沿った学びを予想し、表現する。
 - ① 単元学習後の子どもの変容した姿を具体的にイメージする。
 - ② その姿を具現するために、子どもがもつであろう「素朴な問い」や「めあて」「予想」「活動」「まとめ」などを具体的にイメージする。
 - ③ 子どもが主体的に問題解決する展開を想定して分かりやすく図示する。
- (2) 子どもの学びを具現する「事象提示」「学習環境」「問題提起」などの手立てを端的に表現する。
- (3) 子どもが働かせるであろう「見方・考え方」を表記する。

この成果を踏まえ、会員が話し合った理科教育の課題は次の点でした。

- ① 小学校理科教育を研究する教員が大きく減少している。
- ② 小学校は、理科専科を導入する学校も多く、理科を担う教員の指導力向上が急務である。
- ③ 小学校での実践が、中学校で生かされていないこともある。その逆も考えられる。

県内でも増加している義務教育学校や小中一貫校、連携型小中一貫校等で必要なカリキュラムの作成が求められている中、小学校と中学校とが連携しながら理科の学びがつながる実践を行い、広げていくことが、児童生徒の中1ギャップを解消し、学力向上につながると考えました。さらには、理科が好きな(得意な)児童生徒が増加することにより、地球環境問題を含む持続可能な開発目標 (SDG's) の課題解決など、将来に渡って問題解決に主体的に取り組む社会人に成長してほしいと願っています。



第9回研修会：福島大学生とともに

1 なぜ児童生徒にとってシームレスな理科学習なのか

私たち「理究」では、小学校の単元展開構想の研修を生かし、小・中理科教育が一貫して充実していくように今年度の研修をスタートさせました。

私たちは小学校の教員ですが、中学校1年生の授業を見せていただいた際に、生徒は進級しても課題に対する「問い」や解決の仕方はそう変わらないように思いました。中学生になった子どもたちにとっては、学習内容の増加はありますが、これまでの学習の方法を用いて学習することによって生き生きと学ぶ姿を見てきました。「段差：ギャップ」を埋める授業が大切なのではなく、学びが途切れないように「つなぎ目のない：シームレス」な理科授業を構築することが大切ではないかと考えました。

そこで今年度も公益財団法人ちゅうでん教育振興財団のご支援をいただき、次のように研修を進めました。

- ・ 小・中学校理科教育の実際を互いに理解し合う。
- ・ 小中理科教育の課題を明らかにし、各自の実践及び研究に生かす。
- ・ 小中一貫（シームレスな）理科カリキュラムの方向を探り、具体化する。
- ・ 中学校理科での生徒のつまづきをうめる小学校理科の具体案を探る。

本冊子を御覧になった皆様から、成果と課題等、御意見をいただき、よりよい授業実践を目指していきたいと考えています。

2 シームレスな小・中学校理科授業への課題を探る

今年度当初の第9, 10回の研修においては、「小・中理科授業の課題はどこにあるのか」「シームレスな理科授業とは何か」「その実現には何が必要か」など、日頃の授業の姿、授業づくりの苦労など具体的な点から協議を重ね、第11回研修ではシームレスな理科授業の具体的な姿をイメージするようにグループ研修を中心に行いました。

福島大学 平中宏典先生、文部科学省教科調査官 鳴川哲也先生には、各回の講話だけでなく協議にも参加していただく貴重な機会を得ることができました。また、指導主事の先生方も会員として、ともに研修を重ねました。

(1) 「児童生徒にとってシームレスな理科学習とは」 ～第9回研修会:6月～

- 研修のねらい
 - ・ 小・中学校理科教育の実際を互いに理解し合う。
 - ・ 小中理科授業の課題を明らかにし、各自の実践及び研究に生かす。
 - ・ 小中一貫（シームレスな）理科カリキュラムの方向を探る。
- オブザーバー
 - ・ 福島大学人間発達文化学類 准教授 平中宏典 様
 - ・ 藤井 宏（義務教育課） 浦山裕子（県中教事） 根本賢一（田村市教委）
 - ・ コーディネーター 安瀬一正

講話：福島県の理科教育の現状と課題

◇ 理科教育とICT

平中： 理科教育で ICT 活用をどのようにすすめるかが課題である。

近未来の社会、経済は、CPS（サイバー・フィジカル・システム）と呼ばれるサイバー（デジタル）空間とフィジカル（現実）空間の合わさるところが主となり新しい社会が構築される。そこでは現実空間にある資源に加え、デジタル空間でのサービスを組み合わせる新たな価値を生み出すことが成長の鍵となる。そうすると ICT に関するスキルがたいへん重要となり、どのように学校教育でその力を育成していくかがこれから大事になる。

学校に目を向けると、未来の教室もまた CPS にあるようなものと想定される。板書、ノートとデジタルをどのように融合するか、現実空間にある観察対象とデジタル空間の中で処理する結果をどう繋ぐかを考えたとき、今の教室を CPS としてどう捉えていくかが重要となる。

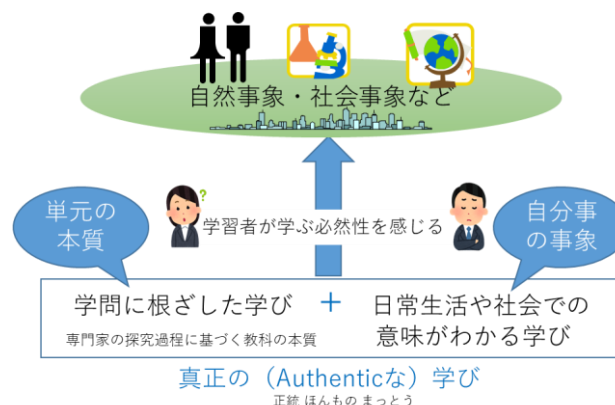
特に理科指導では自然、事物を大事にしながら、デジタル空間にどうデータを引っ張り込んでいくか、これからの子どものために考える必要がある。現状で学びを進めていく必要があるのは、デジタル空間にデータを引き入れるセンサーであろう。これが小6「電気の利用」の単元でセンサーが取り扱われる理由であろう。



◎ 真正の学び

平中： 自然事象や社会事象について、学習者は学ぶ必然性を感じながら学ぶことが大切である。その際重視したい点が2つある。1つは単元の本質と言われる学問に根ざしている部分である。これは、授業者が教えなければならないことと考えていることである。もう1つは、日常生活や社会の中で意味がわかることである。授業者は子どもと向き合いをどうしたら引き出せるかを考えたい。これを足し算したものが「真正の学び（オーセンティック・ラーニング）」であり、ぜひ福島でも取り入れたい。小学校で意識し始め、中学校で出来るようになってよといと考えている（下図）。

例えば福島大学附属中学校の実践では、生徒誰もが知っている福島市名産の桃は、市内のこういったところで栽培されているのかという問いからスタートした。市の北西側に果樹園が集中するという結果を基に地形理解へ進み、シームレス地質図を活用しながら地質理解へと進んだ。その後、過去を知って未来の防災をどうするのかという視点で単元が展開していった。



このように地元にあるようなものを子どもの考えに寄り添いながら、単元の本質に沿ってピックアップして単元を作っていくと、真正の学びの実現につなげやすいと考える。

◇ 理科教員の安定的育成に向けて

平中： 中期的には、18年を見通して福島県ならではの理科教育をどのように作っていったらよいかを現場の先生方と一緒に考える機会が必要で、短期的には小中高大が連携して福島県内の理科のリソースを結集することも課題である。小・中学校理科にかかわる先生の数が増えている状況の中で、理科教員の安定的な育成にも取り組んでいるところである。ICTサービスを活用できる力、プログラミング能力を育て、各種アプリを効果的に活用できる人材を育てることが、現在の大学としての役割の一つと考えている。加えて理科指導でICTを高度に活用できるコア・ティーチャーを輩出していくことも大学の役割であろう。福島大学の人間発達文化学類と共生システム理工学類が連携し進める「地域と学ぶ未来の理科先生特修プログラム」による人材育成も3年目に入っている。

◎ 未来創造教育の観点から見えること

平中： 福島第一原発の処理水放出が問題になっている。大手ニュースサイトのコメント約5000件をテキストマイニングすると、科学的なデータに基づいて判断し問題解決的にコメントできる人が非常に少ないということがわかる。データ元の偏った分析結果ではあるが、世論の形成に影響を与えるようなことがSNSで気軽に発信できるようになっている。そのような中で福島では、データに基づいて判断できる人をどう育てるかを考える必要がある。

ただ、人は手元にデータがあっても、自分の信条に基づいて集めるべきデータにバイアスをかけてしまう傾向がある。多くのデータがあっても、信条が働いて考えが固まっている人に対しては無力である。

そこで今、福島にとってより良いものを多様な価値観を元につくり出せるよう未来創造教育に取り組んでいる。これを教員養成とつなぐため多くの先生方の経験を生かして、この問題を考えていこうとしている。

近い将来、南海トラフで地震が起こるといわれているが、そういう中で、何ができるのかを発信していけるようにすることも福島の責任と考えている。危機に対して、どうしても自分ゴトにならないという人たちが非常に多いと感じる。いかに自分ゴトにしていくかということ、未来創造教育をやりながら感じる。その中で、理科教育の問題を発見し、その解決能力、総合などと結びつく理科の本質に関わる教育は非常に大事である。理科が得意とする自然事象、それに社会的な問題を加え、さらに「STEAM 教育」の考え方も使って、総合的に考えていくことが、福島では非常に重要であろう。

安瀬： テキストマイニングについて、子どもたちがまとめて書いたことの中から一番重要なところは何かを分析する活用に興味がある。実際に活用する際の時間や手間はどのようなものか。

平中： KH Coder というフリーソフトもある。テキストデータがあって、読み込ませれば効率的。無料で使えるものをアンケートデータ分析に活用できる。

バズセッション：小・中学校理科教育の課題

◇ ICTとのベストミックス

藤井： ICT、プログラミング学習が導入されたが、それが目的になっている点が問題であろう。新田さんの家庭科の実践(MESH を用いた照度計のプログラム)で、照度計が壊れていることへの対処としてプログラミングを利用したことは理にかなっている。教科書でもプログラミングをしようとなっているが、本来の目的ではない。

下郷町では、まず子どもたちが日常的にメッシュを使える環境を整えている。防災教育の中で、児童は土砂災害が来たときにセンサーで壁を作るとか、避難所入り口で避難者をカウントして何人来たかがわかるとか、現実の問題解決のために MESH のプログラミングを使っていた。こうした活用が本来の目的である。

6年間の中のどこかでプログラミングをする。先生方は、教科書にプログラミングが載ってるからやらないといけないというような意識の違いが課題であるかなと思う。

授業の中では、模造紙を使ったほうがいい場合もあるし、タブレットがいい場合もある。タブレットである必要がないところや使った方がいいところだってある。文部科学省では、今までの教育実践のよいところと ICT のベストミックスを提唱している。

◇ 理科教育の専門性

藤井： 理科を得意としない先生は、実験を失敗しないようにとの思いで、教科書に沿って授業を展開しようとする結果、教師主導に陥る悪循環になっている。理科は専門性が関係することから、難しいところであるなど今悩んでいる。理科は、自分で考えたことを自分が思う方法で解決でき、こんな楽しい勉強はないなど、私は思っているが、それは「理科ができる先生だからでしょ」ともよく言われた。そこが難しいところだ。

◇ 小中連携の難しさと重要性

藤井： 私は、現場にいたときは正直、小中連携は絶対無理だと思っていた。それは、小学校は問題解決学習を進めるが、中学校の授業を見ると結構教え込みでやってしまうように見えていた。

しかし教育センターに勤務して、自分の物差しでしか見てなかったと自分の狭さを感じた。

例えば小学校理科は、全部問題解決で子どもたちが自分で問題を見出して、自分で解決していく。中学校学習指導要領では、そればかりでなくて、この知識は、この時間は教える時間となっている。それを知らない私は、たまたま教える時間を見たときに何で教え込んでいるのだと思っていた。

お互いがどんな授業をして、どんなふう指導しているのか、小中高の先生方が歩み寄り、互いをよく知ることが大事である。小学校で解決できないときには、隣の高校の指導主事に聞いたりするとすぐ答えが返ってくる時がある。自分の物差しを一度壊して、歩み寄っていくことが今後は大事だと感じている。

安瀬： 小中の文化、高校の文化の違いなどがあっても、学んでいるのは成長した同じ子どもたちである。わからない子どもたちのために何とかしようと、高校でも具体的な教材を工夫して授業をしている方をたくさん知っている。お互いを知り、良いところをお互いに実践していくということが大事である。

◇ 小・中学校理科授業の実践から

安瀬： 中学校教員の専門職としてのスキルの高さがうかがえる事例として、都路中山本先生は小学校の帰納的な思考を踏まえ、生徒の思いから実験につながるよう帰納的な実験の構成を意識した授業を行った。目の前の事象から、生徒が問いを持って調べていこうという意識で実践されている。授業では、問いを引き出すことはできたが、その後の実験方法を自分で考えるのは中学生には困難であった。実験方法などを提案することは大事だと思う。参観した新田(森)先生から気づいたことは。

新田： 私が卒業させた子どもたちの授業であった。前時の実験の動画や写真を導入で確認して、新たな問い(森) を見つけ出すというところは、子どもたちがよくできていた。

「化学変化による温度変化(アンモニアの発生)」レポートは、括弧に言葉を入れていく。新しい実験内容なので、ここは教師から教える場面である。さらには、ノートに簡単な図と言葉を書き込むことにより、確実な理解にもつながったのではと思う。

考察する場面は、エネルギーの発生を自分のモデル図で表現できていた。さらに、言葉でも説明を書かせるとよかったと感じた。

安瀬： 元担任は、子どもたちはもう少し書けると見たのだと思う。小学校の経験を思い出し、アンモニアはアルカリ性だと話している子どもがいた。繰り返し既習内容を確認してきた指導の成果であり、小学校に寄り添った実践といえる。

◇ 中学校理科教員の視点から

安瀬： 中学校理科担当教員の視点から、課題をお聞きしたい。

浦山： 子どもは、失敗の体験から学ぶということは多いと考えている。小学校高学年理科の授業は分科担任による指導が多く学級担任の指導が少なくなっている。カリキュラムマネジメント、教科横断的な視点で担任との連携が課題であろう。

私の小学校で授業を行って失敗した経験からわかったことがある。児童はつまらない授業の時は体いっぱいそのことを素直に表現する。しかし中学生は、小学生より大人なので座ってはいる。そこで指導者は、目の前に黙って座っている生徒は、どう聞いて、何を考えて、どう理解しようとしているのかを見取ろうという姿勢を持って授業を展開することが重要であろう。

中学校の理科では、生徒自ら問いを見いだせるよう導入を工夫し、意欲的に授業改善を進めようとする理科担当教員の姿が多く見られる。ただ、生徒から引き出した課題設定の後、それを解決する方法を検討する段階は、生徒が苦手とするところである。そのため、学習のまとめも教師が意図した方向に導かざるを得ない展開となる授業も見られた。このことを踏まえた授業改善へのかかわりが必要であると考えている。

根本： ここまでで明確になった小中の先生方の違いから、連携での課題を実感している。この違いは当然であり、だからこそ、それを踏まえた話し合いを進める必要がある。この課題があるから、小中一貫

校や義務教育学校がつくられているのは自然な流れであり、「シームレスになっている」ことは重要な視点である。

安瀬： 具体的にどのような点が違うか。

根本： 小、中学校それぞれに互いの姿が見えていない。育みたい力や本時で身につけさせたい力をきちんと踏まえて指導しているのか、学力のとらえ直し、学習指導要領の改訂の意味、求められている人材などを共有する場、時間が必要と思う。5年後を見据えたとき、理科の力は大事だと思っている。私の授業では、小さな科学者、リトルサイエンティストを毎時間育てることを実践してきた。

浦山： 二酸化炭素の中でマグネシウムは燃焼するのを実験から考察する授業で、化学反応式やモデルをつかって現象を説明しようとするが、文章に表現することが難しい生徒の姿が見られた。同じように、小学校6年生「植物の水の通り道」の学習でも、植物の図の中に水の流れを考えて書き込むことはできたが、考えた仮説を文章には書けない子どもの姿を見た。子どもは、図やモデルにはできるが、そのことを言葉で表現することに課題があることを指導者が意識する必要があるだろう。

根本： 授業を拝見していて、同じことを感じた。評価することを明確にした実験になるよう意識すると、子どもの動きを見通すことができ、指導案にも山場がはっきりする。

藤井： よく授業で使うワークシートは、子どもにやらせようとしていることが決まっていて、流れが毎年パターン化しているのではと感じる。

中学校の指導と評価の一体化については、授業で設定される「問題」が「活動目標」になっていることが多いのではないかと。アンモニアの発生で発熱反応を調べるという目標なら、調べられたらどの子もよいという評価になる。吸熱反応をまとめにしたいのであれば、化学反応には熱を発するものにはどのような反応があるだろうかという問題になるのではないかと。

中学校の指導と評価の資料には、目標の中に考察しようとするなど、十分理解されていないこともある。鳴川調査官と話したときも、小・中学校のとらえ方の差、資料と現場のとらえの差をどう歩み寄っていけばいいのかなという難しさを感じた。

◇ 小学校・中学校をつなぐには

鳴原： 中学校は探究活動で、知識の理解の定着が大切だと思う。小学校は、日常知に近いので、問題解決する中で日常知が上がると学習に取り組みやすい。

小・中でSTEAM教育が実践できたらと思う。小学校高学年の活用段階でも、考えと知識を統合させるもの作りの授業は楽しい。中学校でも、単元最後にももの作りができないか。例えば中学校3年生のイオンの学習で電池を作るなど、子ども自身にアイデアを発想させ、新しい価値を作り出す授業展開、プロジェクト型学習ができるとよいと考える。

安瀬： 中学校のSTEAM教育についてはいかがか。

平中： 大学の模擬授業は多様なコースの学生でチームを構成しプロジェクト型で進め、多様な能力が発揮できるように配慮している。模擬授業には、児童生徒の観察・実験、ノートづくり、ICT活用を三本柱としてとり入れることを条件としている。ノートづくりに関わる場所では、授業の流れが決まるようなワークシートは作るなど指導している（笑）。既製品のノートはスキャナで取り込みにくいので、一枚もののノート用紙を使用している。

授業は、小・中をつなぐ意味合いから共通のカリキュラムで実践し、あえて帰納的な指導もとり入れている。

安瀬： 小中連携では、小学校で子どもが自分の言葉でまとめることができるようにしたい。自分の考えをまとめて文章に書くことや苦勞など、3年生の防災教育の実践を金澤先生にお話したい。

金澤： 私もワークシートは使わず、ノート作りを大事にしている。子どもたちも担任も、図にかけたから考えが表現できたと思ってしまうことがある。文章化することはハードルが高く、理科に限ったことではない。

算数でも、問題場面を図にかいてそこからどう解いたか式の意味や図の意味を文章で書けない子どもが非常に多い。文章で書けるようにするには、考えを図に表すことが第一段階である。その矢印の意味や何の何を表すのか順番を書き足すなどして、徐々に文章化できるように、算数でも理科でも、あらゆる教科で実践できることは、小学校の強みと同時に小学校の指導者の責任も大きいと思う。

土砂災害の多い地区なので、県の危機管理課を講師に3年生の土砂災害、防災教育を予定している。VR体験は、4年「雨水のゆくえ」5年「流れる水の働き」6年「大地のつくり」の素地になればと計画している。幼稚園での体験から小学校1・2年の生活科の学びは、子どもの知などの素地を作るということから生活科との関連を大事にしていきたい。

吉田： 高学年担任からは、理科を担当してほしいと要望される。そこを組織的に解決していくには、校内の中の理科指導力の差の解消が課題である。

ICTの利用は、理科の目的を達成するための一つ的手段と認識し、使うことがねらいにならない教材研究がもとめられる。小中連携は、学力実態調査が始まった頃から、小・中学校にある文化の違い、壁を取り除くための協議をすすめてきた。それを意識して授業研究会を重ねることが大切だ。

理科のSDGsは、学んだことを生かして自分がどういう行動をとっていかを振り返ることがポイントであろう。単元の指導計画には、子どもたちの実態から重みづけが必要で、児童のまとめをみると、感想とまとめ、結果と感想、まとめが混同しており指導の難しさを感じる。

安瀬： 専科の問題は、経営者として一番のポイント。担任が理科指導から離れるという一つの要因に初任者研修があげられる。理科の時間を初任者研修に当てることが多い。また、文系出身の小学校教員が多いことは全国の理科担当指導主事の会議でも話題に上がっていた。専科を担当する教師を含め、子どもの好きな理科を教師も好きになり、指導のスキルアップを図っていかなければならない。

□ 参加学生の感想

- ・小・中学校のときはプログラミング学習やICT機器を使った授業の経験はない。
- ・模擬授業を実際にやってみて、ICT機器を使うことになれる必要がある。これからの授業でMESHなどを使えるようにしたい。
- ・ICT機器を使うと子どもたちの理解に必ずしも繋がらないのではないか。現場から学び、教師を目指したい。
- ・小と中ではワークシートが違い、小学校は記述が多く、中学校は方法とかの流れがきまっていた。そういうところに溝があるのかなと思った。
- ・大学の模擬授業では、ICTを使って子どもの言葉でまとめるところがむずかしく、自分が受けたことないものやろうとすることは難しい。変えなければならぬものを感じた。
- ・センサーなどを授業でどう使うかばかり考えていたが、子どものことを考え、どうしてICTを使うのか、子どもの学びがどう変わるのかをしっかりと考えたい。
- ・目の前のことから考えて分かったという瞬間が好きだったが、中学に入って理科が嫌いになった。小学校と違うなというギャップがあった。今は、改めて理科って本当に楽しい教科と思っている。
- ・理科は、目の前の事象から問いが生まれ、予想し、確かめる方法、計画を立てて実験して考察をして、また新たな問いが出てきて、その繰り返しを子どもたちとやっているのが楽しい。

(2)「児童生徒にとってシームレスな理科指導を目指す」 ～第10回研修会:9月～

○ 研修のねらい

- ・ 中学校理科指導での生徒のつまづきをうめる小学校理科の具体案を探る。
- ・ 小中一貫（シームレス）理科カリキュラムの具体化

○ オブザーバー 文科省初等中等教育局 教科調査官 鳴川 哲也 様

- ・ コーディネーター 吉田 勇

吉田： 全ての教科で、授業後のまとめの仕方、まとめに向かう話し合いを子どもたちにさせているかが重要ですね。その段階での教師の関わり方が重要ではないでしょうか。本日は、鳴川先生にお話を伺って、グループごとの研修に入りたいと思います。

◎ 小学校・中学校間のシームレスな学びを進めるにあたって

鳴川： 資質・能力が3つの柱に整理された。学習指導要領の知識の部分について中学校理科担当の調査官は「内容によって文末表現を変えているということ、どのぐらいの人が知っているのか」と話している。例えば「〇〇について見い出して理解すること」という部分は、調査官の見解では、「〇〇について、探究を通して子どもたちが見い出して理解するところまでやってほしい」という意図がある。



一方、見い出してという記述のない「〇〇について理解すること」としか書いていない部分もある。また、「知ること」としか書いていない部分もある。「関連付けて理解している」としている部分もある。このように内容によって文末表現を変えている。どうしてかというと、中学校では、全て「探究を通して」ではなく、内容によっては探究を伴わなくてもよいということである。内容によっては、教師が「これはこうなんだよ」と説明して理解させる部分がある程度あってもよいということである。この書き分けを理解すると、授業の準備がしやすく心が軽くなるのではないかと。

安瀬： そう捉えると（教師側の）負担が軽くなりますね。

鳴川： 理科の授業の在り方に入試が大きく関わっているという話があった。大学入試共通テストも、思考力、判断力、表現力を問う問題は多く出ている。入試問題そのものの質が変わってきている。

では、本県の高等学校の入試問題はどうか。思考力、判断力、表現力を重視すると言っても、知識を問う問題ばかりが出されれば、やはりそれに対応していかなければならなくなってしまふ。だから、高校の入試問題も変わっていかなければならないと思っている。

◎ 小学校から中学校での子どものもつ概念を意識したい。

鳴川： 水溶液の学習は5年生で「水にもものが溶けるってどういうこと？」というところからスタートする。水に食塩を溶かすと、食塩は見えなくなる。「そこに食塩はあるのか？」という問いからの学びである。続いて、他のものではどうかと、食塩の次はミョウバンを溶かしてみて、その溶け方は食塩と違うんだということを基に、ものによって溶け方は違うということをつめるのが5年生の内容である。

5年生では固体しか学ばないが、6年生では気体が溶けるということも学んでいく。そして溶けるものによって水溶液の性質も変わることがあるということも学ぶ。学びが進むほど、「ものが溶ける」ということはどういうことなんだと概念的になっていくのである。6年生の最後には、水溶液には金属を溶かしてしまうものもあることを学び、それが中学校理科の化学式につながっていく。

その小学校の学びを受け、中学校ではものが溶けるという概念がどう変わっていくのか。教師が「小学校とつながっている」という意識をもって授業をすると、教え方が変わってくると思う。

子どもたちが、水溶液というものをどういう過程で理解してきたのか、理解していることとまだ理解していないことを分かった上で授業をすると、こんな事象を提示すればこんな反応が返ってくるはずだという見通しがもてるのではないか。そうなれば、小学校と中学校の理科の学びはシームレスになり、子どもたちの学びはどんどん深まっていくはずである。

単純に何が出来たかではなくて、どんなことが溶けるということなのかを子どもたちが捉えたり、昆虫や生き物についてどんな学習を通してどんな概念を身に付けたりしたのかということを意識して、授業づくりをしていくことが大事である。

吉田： これからシームレスな指導案を作っていくにあたって、〇〇を見出してとか、〇〇と△△を関連付けて理解するといった部分を整理すると、小学校と中学校のつながりでどこが課題となるのかも明らかになると思う。（※ワークショップへ）



◎ 小学校から中学校への概念の拡張 全体指導

鳴川： 小学校と中学校でのシームレスな学びを考える際に重要となるのは「概念の拡張」である。中学校で、小学校で学んだ内容が出てきたときにどんなことが付加され、どんな概念を子どもが獲得するかを意識するべきであり、小学校では問題、中学校では課題となるものである。それが追究の核になる。

例えば水溶液の学習で、小学校でどんな概念を獲得してきていて、それが中学校でどう変わるのかを教えるためには、やはり中学校の先生は小学校の内容を知っておくべきだろう。同様に、小学校の先生も、今教えていること概念が中学校では拡張されて教わるということを知っておくべきである。

水溶液で言うと、小学校5年生でもものが水に溶けても質量は変わらないという質量保存や水に溶ける量には限界があることを知り、また、溶ける量は水の量や温度と関わりがあるといった内容を身に付けていることを知っておく必要があるということである。

それが中学校の水溶液の学習に入ったときにどんな概念が拡張されるのかというと、水溶液に関しては「飽和」という言葉のラベリングが付くことはあるが、実は概念が拡張されず、基本的に小

学校で学んできたことと変わらない。そういうときに学習を充実させるには、今日話題になっていた「味噌汁の塩分濃度」のような新しい教材をもってくるといことも考えられる。

◎ 帰納的な思考と演繹的な思考

鳴川： また、小学校と中学校の問題解決の違いでいうと、小学校は帰納的に考えたり類推的に考えたりすることが多い。例えば食塩の溶け方を学んでいき、他の物質ではどうかという質的な見方をしていって、ミョウバンは食塩と同じ溶け方なのかなと試していく。そうすると食塩とは溶け方が違うことが分かる。ものによって溶け方は違うんだという概念を学習していくのである。

中学校では、再度水溶液の学習に入ったときに、この小学校のものの溶け方の概念を使って「こうなるはずだ」という仮説がつかれると思われる。そうすれば、中学校では概念と仮説に基づいた演繹的な思考ができるようになるのである。子どもの言葉では

「これはこうなるよ、だって小学校のときにやったもん。やってみるよ、やっぱりこうなった。」と、仮説の検証の学び方ができるようになるのではないかと考えれば、小学校の問題解決と中学校の問題解決の仕方は同じように考えなくてもいいと思う。

中学校では原子、分子、イオンなどのように、「見いだして理解する」のではなく「知ること」が多い。このとき、「その知識を使うとこれはどう説明できるの？」と発問して仮説を立てさせ、その検証をしていく学び方もあると思う。教えたことが探究に結び付いていくとよいと考える。

◎ モデル図のよさを知る中学校理科

鳴川： 中学校では「物質が水に溶解するというを粒子のモデルを用いて捉える」ということがねらいとして設定されているが、東京書籍では均一性のところでモデル図が用いられている。しかし、均一性についてはすでに小学校5年生で触れており、中学校で同じようにやっても子どもはわくわくしないだろう。ミョウバンは温度を上げると溶ける量が増えるけれど、食塩は水の温度を上げても溶ける量が変わらないという現実を目の当たりにしたときに、それをモデル図に表すように促せば、子どもたちはもっとモデル図のよさや粒で表すことのよさを実感すると思う。

どこで図を描かせるかということを吟味したり、見えないものを絵や図で表すことが中学校につながるということを知った上でモデル図に表すような活動を小中で重点的に設定したりしていくことが学びのシームレスにつながっていくと思う。

小学校では現象面を見るが、中学校ではそれが説明できる楽しさがあると思う。そのためには、小学校ではしっかりと体験というものを積み重ねておく必要がある。

全国学力・学習状況調査では3年に1回、理科の問題が出される。文部科学省でも、その結果の研究がされており、中学校で「どうして理科の関心が低くなるのか」ということについては、「理科の学習をもっと日常生活に近づけると関心が上がるのでは」という調査結果が出されている。中学校の理科の内容はどうしても高度になるが、そこをもっと日常生活につなげてあげてほしい。また、数学等の他教科との関連もとても大事である。その観点で授業改善が行われるとよい。





3 シームレスな小・中学校理科授業実現のポイント

今年度前半の研修で協議をしたシームレスな理科授業実現の課題や、オブザーバーからいただいたご意見をもとにして、以下に示す3点を授業改善の基本的なポイントと捉えました。それをワークショップによるグループ研修の成果や会員のこれまでの実践をもとに具体的にまとめました。

ポイント1：既習を生かして考える

理科の問題解決的な学習の基本となるのは子どもの「問い」＝「問題」です。

例えば、初めて理科として学習する第3学年学習指導要領には、教科の目標「(2) 観察実験などを行い、問題解決の力を養う」ために、内容②に「～主に差異点や共通点を基に、問題を見出す力を養う」と示されています。子どもたちは、生活科や日常生活の中で気づいてきたことを総動員して比較し「問題」を明らかにします。H30 田村市立滝根小学校の実践第3学年「風とゴムのはたらき」をご紹介します。

○ 単元前の「風とゴムのおもちゃコーナー」で体験を思い出す。

単元学習前に2年生活科での経験を想起できるように、自由に遊べるコーナーを設置した。そこには、自分たちも生活科で作ったゴムや風で動くおもちゃの中から、帆掛け車や風車、パチンコ、トコトコ亀などを用意した。

子どもたちは、休み時間に自由に遊び、「2年生の時に作ったね!」「うちわで仰いで競争しよう!」などと会話をしながら、風とゴムのはたらきにふれる体験をした。

○ 第1時目 ー自由試行で自発的な問いを生み出すー

「風のはたらき」の1時目は、ボールをうちわで仰いで転がしたり、風車を回したり、ティッシュを扇風機で飛ばしたりして、風には物を動かすはたらきがあることを捉えた。扇風機を使っていた子どもは、風の強弱によって、風車から聞こえる音が違うことや、ティッシュの飛距離が変わることに気づいた。



このように子どもたちは既習内容や生活体験が明確になれば、新たな問題を主体的に見いだそうとします。これは上学年や中学生も同様です。同じく第6学年「植物のからだのはたらき」の実践です。

○「人間の血液と同じなの？ちがうの？」 ー自分たちの問いから課題を作り上げるー



植物にも人間や動物の血管のように水の通り道があることを理解した子どもたち。新たな疑問も出てきた。そこで、Aさんの学習日記をもとに話し合った。

T:これ、どうして外に矢印が出ているの？

C1:蒸発すると思ったから。

C2:たしかに水を上げないと植物はしおれてかれちゃうよね。

C3:全部吸収して成長するための栄養にしているのかもしれないよ。

C5:人間の血液みたいに体内をぐるぐるめぐっているんじゃない？

T:もし、蒸発しているとしたら、どこから蒸発しているの？

C1:くきだと思う。 C6:葉だ!

既習事項を基に様々な考えが出てきた。「人の血液は体内をぐるぐる回っていたけれど、植物の場合はどうなのだろう。」という疑問に対して、前単元で、人間は呼吸の時に二酸化炭素とともに水蒸気も吐き出していたことを思い出した。これをもとに、袋をかぶせて袋がくもったら蒸発しているといえるという仮説を立てて実験に移った。



ポイント2：帰納的な思考と演繹的な思考

鳴川調査官の講話にあるように、小学校の理科学習では、観察されるいくつかの事象の共通点や差異点に注目し、仮説をたてて、その理由や関連を結論として導き出す「帰納的な思考」により問題解決をしていくことが、この時期の子どもの発達段階に適していると考えられています。また、中学校になると一般論をもとに事象から仮説をたて、検証していく「演繹的な思考」による問題解決の方法が中心になります。

しかし、小学校3・4学年理科で帰納的な問題解決の手法が十分行われ、「比較」「関係づけ」の考え方が出来ている学級であれば、演繹的な思考による問題解決の方がより主体的な授業となることもあります。

そこで、R2 田村市立都路小学校第5学年「ふりこのきまり」の実践例をご紹介します。

本単元は、ふりこの長さ、重さ、ふれはばなどの条件を制御しながらの実験を通して、ふりこの規則性について様々な見方・考え方を働かせながら解決をしていく単元です。多くの実践の場合、単元の導入は、いくつかの実験から振り子のきまりを帰納的な思考により見つけ出す展開が主です。しかし学級の実態を考慮すると、演繹的な思考に沿った単元展開によって、「自分たちで徹底的に確かめたい！」と、より子どもが主体となって問題解決に取り組めるのではないかと考えました。

① 演繹的な思考による問題解決のための単元導入

単元の導入では、追究すべきものが端的で明らかになるように、教師から「ふりこの1往復する時間にはきまりはある。」という一般論を提示し、「そのきまりには何が関係しているのだろう？」という問いを追究することにした。

まず全員が十分に「ふりこ」を体験する時間を設けた。また、ふりこの規則性をより意識して体験することができるように、音楽を流し、それに合わせてふりこをゆらすゲームを取り入れた。この日はちょうど授業参観だったため、親子でこの実験に取り組んでもらうことにした。

.....

T：棒やひもにおもりをつけて左右にふれるようにしたものを『ふりこ』といいます。

C：鼓笛の練習で使うメトロノームみたいだね！

T：音楽に合わせてふることはできるかな？

C：やってみたい！

C：きっとできるよ！ <実験中：右図>

C：ねんどの大きさも関係するかな？

C：ひもの長さを短くしたら、速くなるような気がするよ！

C：なにかきまりがあるのかな。

T：そう！実はきまりがあってね。ふりこの長さ、ふりこの重さ、ふれはばのどれが関係していると思う？

何度も何度もふりこのひもやねんどの大きさ、手を離す角度を変えながら取り組み、友だちや保護者と対話しながら自分の予想を立てていった。

C：音楽に合わせてふりこを動かそうとしたとき、ひもの長さを変えたら一往復の速さが変わった気がするから、ひもの長さも関係すると思うな。

C：メトロノームもおもりの位置を上にしたり下にしたりとすると速さが変わるでしょ？

子どもたちは、自分の実験や生活経験を根拠に予想を立てている。

T：実験の方法なんだけど、どうすれば追究できるかな？

C：変える条件を1つだけにすればできる！

この予想を確かめる実験方法も今までの学習の経験を生かして、計画することができた。



図：親子で実験に取り組む

② 「休み時間も実験していいですか。」 ～どんなきまりが関係しているだろう～

「ふりこはどのようなきまりがあるか」を調べる実験は「ふりこの長さチーム」「おもりの重さチーム」「ふれ幅チーム」の3つのグループに分かれて行うことにした。

実験の計画・結果は、画用紙に『実験計画書』としてまとめた(右図)。

計画を立てた後は全員でその計画を共有し、その方法で本当に調べることができるかどうかを検討した。

実験の結果も全員で随時共有できるように、黒板にもまとめることにした。

その黒板の表を見つめて話している「ふりこの長さチーム」K班の子どもたちがいた。

K:これって、比例してない?

M:え、どういうこと?

K:ふりこの長さが2倍、3倍になるとふりこが一往復する時間も2倍、3倍になっているよね。

M:・・・あっ! 本当だ!

K:ということは、ふりこの長さを60cmにしたら、ふりこが1往復する時間は・・・!

M:実際に確かめてみたいね!

K:先生! 休み時間も実験していいですか?

T:いいね! どうぞ。やってごらん! (下図)

K班の子どもたちは、算数で学習した「比例」の考え方を理科実験の結果と関係付けて仮説を立て、授業後の休み時間に教室で実験をしていた。教科の枠を越えて、学習したことを互いに生かし、自分の考えにこだわって主体的に学ぶ姿があった。

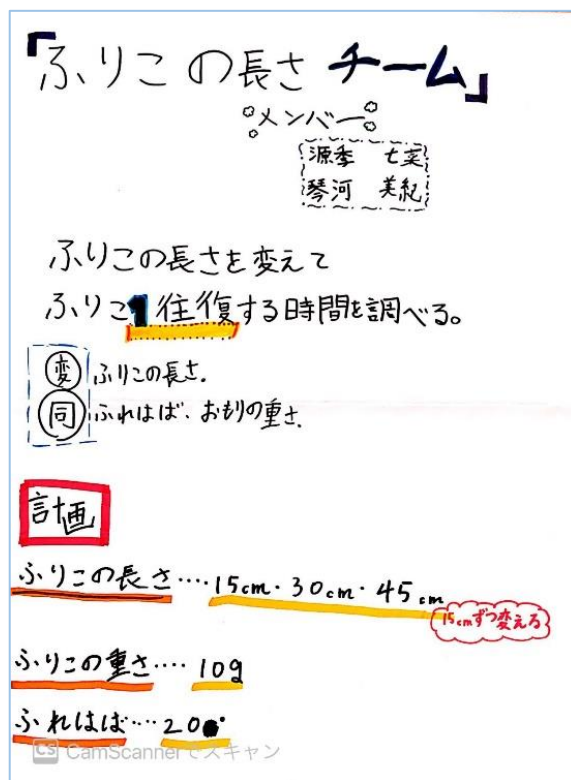


図 ふりこの長さチーム実験計画書



図 黒板の前で話し込むKさんとMさん



図 休み時間にも繰り返しふりこに関わり規則性を見いだす

このことは、多くの事実からてこにはきまりがあるかどうかを検証する帰納的な思考ではなく、「てこにはきまりがある。どのようなきまりなのか」と問いを焦点化し、演繹的に追究していくことにより、他教科とも関連づける考えに広がっていったと考えます。

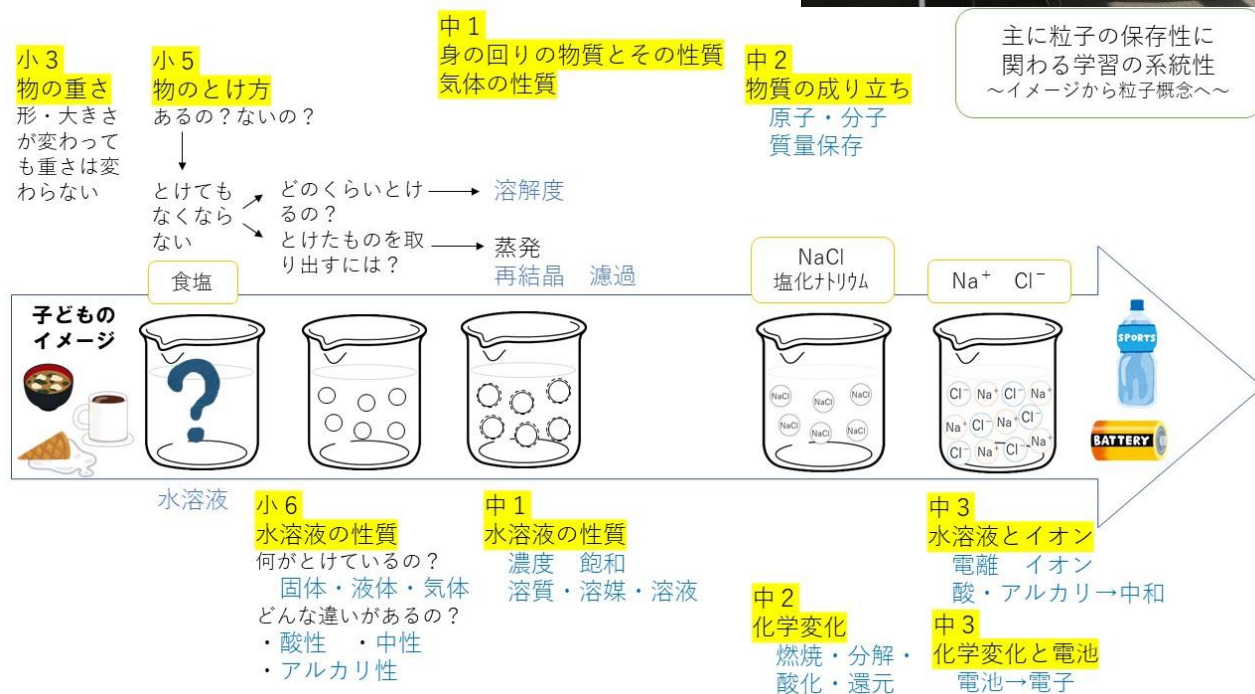
また、他の単元では学習意欲が高まらなかったYさんが、本単元では主体的に意欲的に学習できたということがありました。これは、本実践では追究した結果の情報量が多くなく、ふりこの規則性を見いだすことに集中できる演繹的な思考がYさんに合っていたのではないかと考えます。

このように、帰納的な思考と演繹的な思考は、高学年や中学校理科学習において、児童生徒の実態に応じて使い分けることが重要と考えられます。

ポイント3:小から中へつながる学習内容を意識する

授業者は、子どものもつ概念、経験、既習事項を把握して単元の学習を構成します。しかし、学習内容は1つの単元で完結せず、同一学年、他学年の単元につながり、スパイラルに継続・発展していきます。単元のねらいを達成する上で、小・中の学習内容のつながりを意識しながら単元展開を構想することが必要不可欠です。このためには、小・中学校の学びの系統性を具体的に知ることが第一歩となります。そこで、理究第11回研修会のAグループでは、粒子概念の形成に関わる小中学校の単元について意見を出し合い、「各単元のどの部分に関わり合っているのか」というところまで掘り下げて系統性を具体的に検証しました。

例えば、小学校第3学年「物の重さ」では、「物の形や大きさが変わっても、重さは変わらない」という質量の保存性に関わる内容を学びます。これは、第5学年「物のとけ方」で水に食塩をとかけた際、「見えなくなった食塩は存在するのか」という問いを解決する際の視点になるのです。そして、第6学年、中学校第1学年の「水溶液の性質」へとつながり、第2学年「物質の成り立ち」において原子・分子の存在、質量保存を学ぶに至ります。(下図)



特に、中学校第2学年「物質の成り立ち」での粒子の存在・保存性の概念形成には、粘土やアルミニウム箔の形を変えて重さを量るだけでなく、細かく分けて重さを量っても元の重さと変わらないという小学校第3学年「物の重さ」での学習経験が深く関わってくるが見いだされました。

また、物質はどんなに細かくなっても重さがあるということから、第5学年の「物のとけ方」において、水溶液の中に食塩が小さな粒子として存在するイメージをもつことをきっかけとして、中学校第3学年「水溶液とイオン」で、食塩水の中で食塩がナトリウムイオンと塩化物イオンとして存在するイメージをもつことにもつながっていきます。さらには、「物のとけ方」において「どのくらいとけるのか」という学習は、中学校第1学年「水溶液の性質」における溶解度や水溶液の濃度の学習につながります。

このように、単元につながりだけでなく、その学習内容のつながりを意識して授業を展開していくことが大切であると考えます。



4 「理究」の考えるシームレスな理科授業モデル

理科の面白さには「自然事象に対して疑問や問題を持ち、それが解決すること」や「学んだことと生活場面が結び付いていることに気付くこと」があります。それには、子どもが「あ、理科は楽しいな」という意識をもち、「自然の事物・現象には規則性があるのかもしれない」と、疑問や問題を解決するために科学的な視点を持って、もっと学びたいという想いをもつことが必要です。

シームレスな理科学習実現に向けて、明らかにした課題と改善ポイントを実践や提案を含めながら3つの事例をもとに紹介します。

事例Ⅰ 夜空の天体の美しさ、素晴らしさを実感し、子どもたちの心情を豊かにする学び

最初の事例は、調べ学習や教師主導の授業が中心となりがちな小・中学校の理科「地球領域」の学習において、子どもの関心や意欲を高める実感を伴った理解を促すような理科の授業づくりを目指したものです。発達段階に応じて、子どもたちの興味関心に寄り添った体験的活動を組み合わせた活動やモデル実験、学び方を単元計画の中に位置づけました。基本となる授業づくりからご紹介します。

(1) 学習内容の分析

理科は、4つの概念（エネルギー、粒子、生命、地球）で内容が整理されていて、小学校では「A 物質・エネルギー」、「B 生命・地球」の二つの内容区分に分けられています。教科書もこれによって「単元」に分けられています。授業づくりの第一歩は、小学校学習指導要領解説理科編（以下、解説）から単元の学習内容を読み取っていくことです。第6学年の「月と太陽」を見ていきましょう。

月の形の見え方について、月と太陽の位置に着目して、それらの位置関係を多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

(ア) 月の輝いている側に太陽があること。また、月の形の見え方は、太陽と月との位置関係によって変わること。

イ 月の形の見え方について追究する中で、月の位置や形と太陽の位置との関係について、より妥当な考えをつくりだし、表現すること。

解説では、四角枠で囲まれた目標や内容の取扱いに続いて、内容の解説が示されています。各学年の内容の解説は、原則として次の観点と順序で構成されています。

①本内容は、第4学年「B (5) 月と星」の学習を踏まえて、「地球」についての基本的な概念等を柱とした内容のうちの「地球と天体の運動」に関わるものであり、中学校第2分野「(6) 地球と宇宙」の学習につながるものである。

②ここでは、児童が、月と太陽の位置に着目して、これらの位置関係を多面的に調べる活動を通して、月の形の見え方と月と太陽の位置関係についての理解を図り、観察、実験などに関する技能を身に付けるとともに、主により妥当な考えをつくりだす力や主体的に問題解決しようとする態度を育成することがねらいである。

③(ア)月と太陽の位置に着目して、月の形の見え方と太陽の位置関係を実際に観察したり、モデルや図で表したりして多面的に調べる。これらの活動を通して、月の形の見え方について、より妥当な考えをつくりだすとともに、月は、日によって形が変わって見え、月の輝いている側に太陽があることや、月の形の見え方は太陽と月との位置関係によって変わることを捉えるようにする。ただし、地球から見た太陽と月の位置関係で扱うものとし、地球の外から月や太陽の位置関係を捉えることについては、中学校第2分野「(6) 地球と宇宙」で扱う。

④ここで扱う対象としては、太陽が沈んでから見える月の他に、昼間に観察できる月も考えられる。また、月を観察する際には、クレーターなど、表面の様子に第6学年の目標及び内容も目を向けて、月に対する興味・関心を高めるようにする。

⑤ここでの指導に当たっては、実際に観察した月の形の見え方を、モデルや図によって表現するなど、月の位置や形と太陽の位置との関係について考えたり、説明したりする活動の充実を図るとともに、数日後の月の見え方を予測する活動が考えられる。また、児童の天体に対する興味・関心を高め、理解を深めるために、移動教室や宿泊を伴う学習の機会を生かすとともに、プラネタリウムなどを活用することが考えられる。

※⑥日常生活との関連はこの単元ではなかった。

⑥なお、夜間の観察の際には、安全を第一に考え、事故防止に配慮するように指導する。また、昼間の月を観察し、太陽の位置を確認する際には、太陽を直接見ないようにするなど、安全に配慮するように指導する。

- ①「本内容は…」内容の系統性
- ②「ここでは、…」学習のねらい
- ③「(ア)、(イ)…」視点と考え方、活動、思考、知識
- ④「ここで扱う対象としては、…」対象や扱い方
- ⑤「ここでの指導に当たっては、…」指導の留意点
- ⑥「日常生活との関連として、…」日常生活との関連
- ⑦「なお、…」事故防止の留意点

学習内容を読み取ることで、授業の構想や学習活動の具体が見えてきます。

例えば、内容の系統性（主に知識・技能等）、各学年で主に重視する科学的に探究するために必要な資質・能力（思考力・判断力・表現力等、学びに向かう力、人間性等）を確認することで目指す児童の姿「何を学ぶか」「何ができるようになるか」がより明確になります。それと同時に、児童の実態把握（これまで何ができるようになっているか）も明確にできます。

(2)内容の系統性を意識した取り組み（小学校学習指導要領解説 P24～P26）

学習指導要領には以下のように記されています。※下線は加筆したものです。

B 地球・生命

自然の事物・現象の中には、生物のように環境との関わりの中で生命現象を維持していたり、地層や天体などのように時間、空間の尺度が大きいという特性をもったりしているものがある。児童は、このような特性をもった対象に主体的、計画的に諸感覚を通して働きかけ、追究することにより、対象の成長や働き、環境との関わりなどについての考えを構築することができる。主にこのような対象の特性や児童の構築する考えなどに対応した学習の内容区分が「B生命・地球」である。

「B生命・地球」の指導に当たっては、自然を愛する心情を養うとともに、「生命」、「地球」といった科学の基本的な概念等を柱として、内容の系統性が図られていることに留意する必要がある。

「生命」といった科学の基本的な概念等は、更に「生物の構造と機能」、「生命の連続性」、「生物と環境の関わり」に分けて考えられる。「地球」といった科学の基本的な概念等は、更に「地球の内部と地表面の変動」、「地球の大気と水の循環」、「地球と天体の運動」に分けて考えられる。

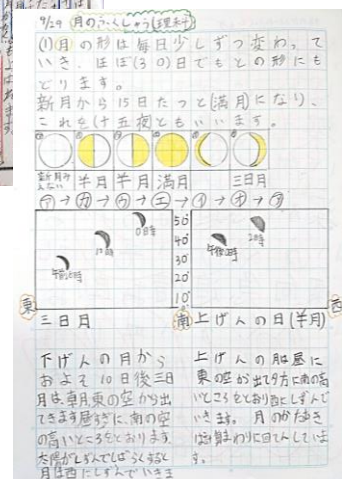
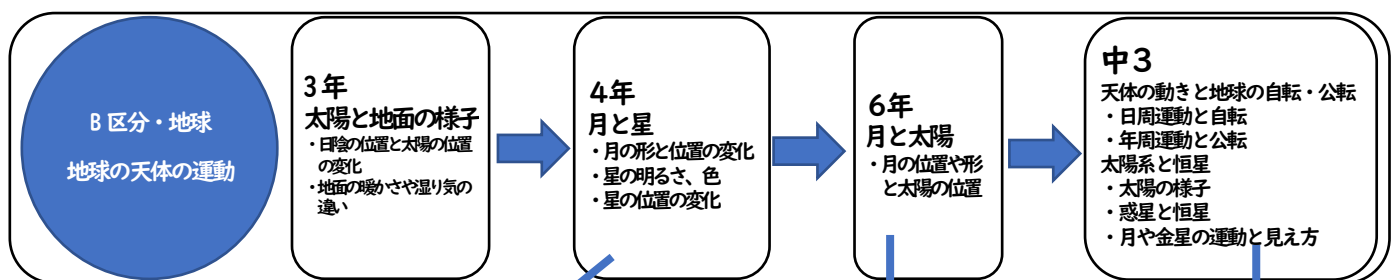
なお、「生命」、「地球」といった科学の基本的な概念等は、知識及び技能の確実な定着を図る観点から、児童の発達の段階を踏まえ、小学校、中学校、高等学校を通じた理科の内容の構造化を図るために設けられた柱である。

この実践における小・中理科のつながりは、子どもたちが働かせるであろう理科の見方・考え方のつながりが大切になると考えます。そこで、各学年で行う学習内容を整理することで明らかになったことを学習内容のつながりとし、これらの系統性を考慮した小・中学校のシームレスな授業づくりを行いました。

小・中学校の校種を越えて「地球」領域における授業実践と、交流・分析をし、各学年で児童・生徒が発達段階に応じて働かせる理科の見方・考え方を意識することによって、シームレスな児童・生徒に寄り添った授業づくりを行うことができると考えます。

(3)「地球」領域における見方・考え方と「地球の天体の運動」

「地球」領域の主な理科の見方は、時間的・空間的な視点と示されています。小学校では地球や宇宙に関する自然の事物・現象を「身のまわり(見える)のレベル」において、主として時間的・空間的な視点でとらえるのですが、中学校3年では、「地球周辺レベル」まで空間を広げてとらえるようになります。



これらをふまえた中島村立滑津小学校と白河市立白河第二中学校での授業実践を紹介します。

小学校第3学年「太陽と地面の様子」「日陰の位置と太陽の位置の変化」「地面のあたたかさや湿り気の違い」

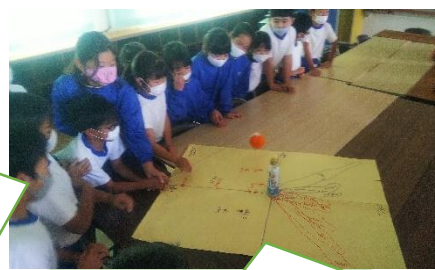
初めて理科を学ぶ3年生は、身近な影の向きや太陽の見える方向を調べ、影は人や物が太陽の光を遮ることによって太陽の反対側にでき、影の向きはどれも同じになることに自ら気付いていました。また、初めて方位磁針を使い、太陽の動きと影の位置の変化を調べて記録します。その結果を比較することにより、影の位置が時間の経過とともに変化するのは、太陽が東から南の空を通過して、西へと動いているためであることを発見できました。

さらに、学んだことを生かしてものづくりをしたり、学んだことと日常生活で見られる事象とを関係付けて考えたりすることができるように展開しました。

ただ遊ぶだけではなく、影を踏まれにくくするにはどうすればよいかを考える時間をとりました。また、影の向き方についての気づきが生まれるよう、活動の時間を十分に確保しました。



影の位置に印をつけることで、影がすべて同じ向きにできることや、時間とともに動くことに観察を通して気付くことができました。



太陽の位置にも着目させるために、気付いたことや思ったことを模造紙に記入しておき、各班の観察したものを比較・検討して学級で共有しました。

方位磁針は繰り返し使用することで、その使い方に慣れさせるとともに、有用性を感じたり、方位についての感覚も養ったりすることができました。



家の玄関の向きや学校のソーラーパネルが屋根のどの位置に設置されているか、またその理由について考えることができました。



ソーラークッカーを使い、太陽のエネルギーの強さを改めて実感しました。

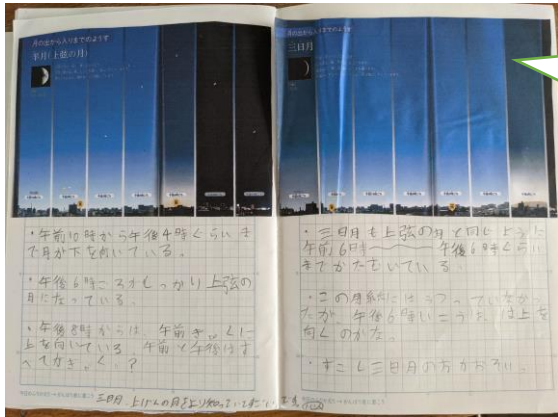


小学校第4学年 月と星 ・月の形と位置の変化 ・星の明るさ、色 ・星の位置の変化

月の位置の変化と時間の変化との関係について問題を見だし、予想や仮説を基に調べる方法を発想することができるようにします。そのために、同じ構図で撮った写真の月の位置の違いから、月が動いていることに気付き、問題を見だします。観察する場所や目印を定めること、方位や時刻を記録することなど、観察方法を児童が発想できるようにすることが大切です。

この学習では、第3学年で学習した太陽の1日の動きの学習内容*を生かして考えました。

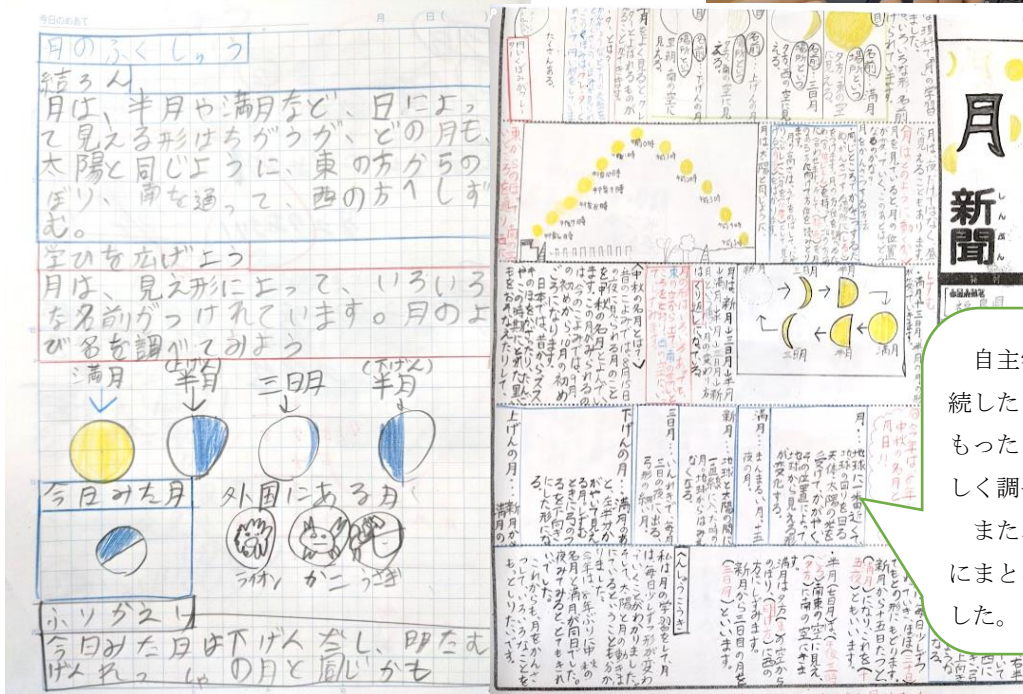
*太陽はいつも少しずつ動いていて、太陽は東から出て、南の高いところを通り、西に沈んだ。



各家庭で家族と一緒に月を観察して、記録カードを持ち寄って見せ合わせました。

また、資料などを参考に、自分が観察したものとの整合性があるかを比較・検討するようにしました。

Googleのジャムボードを使い、自分たちが観察したデータを入力することで、月の動きのデータから共通性を見つけるようにしました。



自主学习として、観察を継続したり、自分が興味関心をもったことについてさらに詳しく調べたりしました。

また、学習したことを新聞にまとめる活動に取り組みました。

小学校第6学年 月と太陽・月の位置や形と太陽の位置

ここでも、第3・4学年でどのような学習をしたかをふりかえる時間をとりましょう。太陽や月の学習を思い出しながら、太陽と月への興味を高め、毎日の月の形、見られる時間、方位、高さの変化に気付くことができるようにしましょう。各学年の内容の関連は次の図のとおりです。

【3年生の学習内容】

- 東西南北の方位
- 太陽が影の反対にあること。

3年：太陽は東から南を通過して西に動くこと。

4年：地球から見た月は東の方から昇り、南の空を通過して西の方に沈むように見えること。
(1日のうちでも時刻によって位置が変わること)

【4年生の学習内容】

- 月は三日月や半月、満月など、日によって形が変わって見えること。

【6年生の学習内容】

- 太陽と月の表面のようすを調べる。
- 月の位置や形を観察して記録する。
- 月と太陽の位置とを関係付けて考え、月の形の見えかたは、太陽と月の位置関係によって変わることを推論することができるようにする。
- ◎太陽や月に対する豊かな心情を育む。

星空を観察する単元は、観察する際、家庭に依頼することになり、時間によって観察できなかったり、家が観察しにくい場所にあたりなど条件が整わないことが多いです。

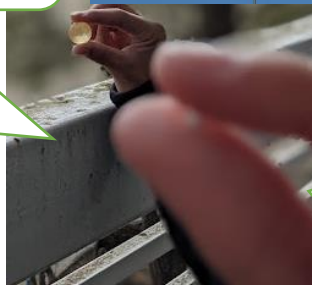
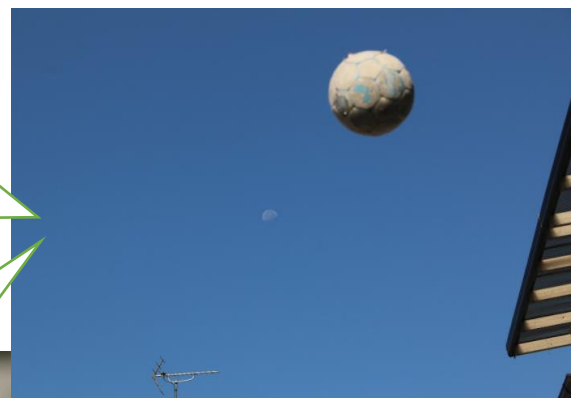
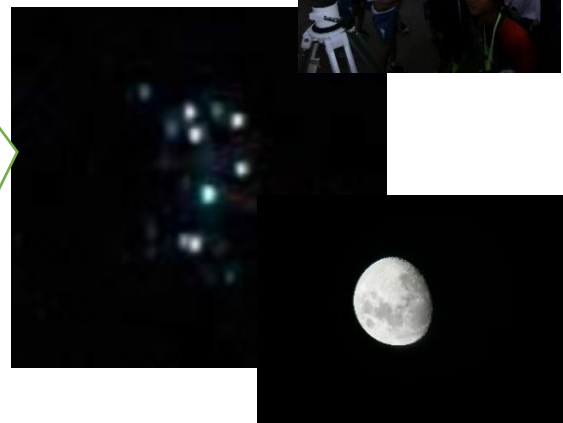
そこで、宿泊体験学習などの時間を利用し、星座早見盤を活用して具体的に星の動きや、惑星や夏の大三角などについても学ぶことを通して、子どもたちに本物の星空に触れる機会を作ってみてはどうでしょう。

初めて望遠鏡を使って星空を観察した子どもたちも多く、美しい星空に大きな歓声を上げるのではないのでしょうか。

観察記録をもとに月の形が変わって見えるのは太陽の光のあたり方と関係あるのではないかという予想をもち、懐中電灯やボールをつかって考えるようにしました。

月が輝いている方に太陽があったことをもとに、ボールにライトをいろいろな場所から当てたら、月の形が変わって見えるのではないかと予想しました。

地球から見て、月は太陽に近い時には細く見えて、太陽から離れると太く見えることに気付く。地球から見て月と太陽があると半月に見える。太陽と月が同じ方向にあるときは新月になることをモデル実験と結び付けて確認しました。



月と太陽と地球の大きさを縮尺したモデルを作成することで、太陽や地球、月の大きさと距離を体感するようになりました。

中学校3年 天体の動きと地球の自転・公転

この単元では、天体の日周運動が地球の自転による相対運動であることや1年を通じての星座の位置の変化や昼夜の長さの変化、太陽の南中高度の変化が地球の公転や地軸の傾きと関連していることを学習します。その後、太陽や惑星、恒星の特徴を理解させるとともに、惑星の公転との関連から太陽系の構造を扱います。

これらの学習では、小学校での学習を活かし、身近な天体の観察や資料の活用を通して地球や天体の運動について考察させていくことが大切です。そして、天体についての理解を深めさせるとともに、天体の学習における基本的な考え方の一つである「視点の置き換えにともなう空間認識能力」を培う場として位置付けることができる単元だといえます。

小学校第4学年で「星や月」について学習し、「月は絶えず動いていること」や「星の集まりは、1日のうちでも時刻によって、並び方は変わらないが、位置が変わること」を学んでいます。

しかし、その原因を科学的に調べる学習や、太陽系や宇宙の広がりへと学習を展開させる活動は行っていません。

日常の現象と宇宙の姿とを結び付けていくことにより、相互の認識を深めるとともに身近な天体の現象に興味・関心をもたせることができる単元です。

太陽の日周運動や星座の見かけの動き、季節による星座の位置の移り変わりなどを観察し、透明半球を用いて観察結果をまとめたり、モデル実験を通して考えたことを発表したりする時間をとりました。調べた内容はタブレット端末を使い、画面共有し比較検討できるようにしました。



生徒にとって、1日や1年を単位として変化する太陽や星座の見え方は時間的にとらえにくく、極めて遠距離にある恒星や宇宙の広がりといった空間概念もつかみにくいです。

そこで、太陽や星座の見かけの動きを理解するために、モデル実験を繰り返し取り組むようにしました。

その際、小学校6年生での体験と結び付けながら、自分の視点を地球の外に置き換えた見え方と、動く地球からの見え方とを対比させながら考えることができましたようにしました。

4 「理究」の考えるシームレスな理科授業モデル

事例2 「電気」の原理を既習や生活と結びつけ、追究し達成感を味わう

小学校理科では、「電気」について「磁石」と関連づけながら、次のように学習していきます。

[第3学年]単元「明かりをつけよう」…電気の通り道について追究する活動を通して「回路」について

[第4学年]単元「電気のはたらき」…乾電池の数やつなぎ方、光電池について

[第5学年]単元「電流が生み出す力」…電磁石について

[第6学年]単元「電気と私たちの暮らし」…エネルギーの変換と保存に関わる内容について

この学びの経験を持って、子どもたちの学びは中学校での電気の学習へつながっていきます。

この小学校の学習では、「電気」の性質を実験結果から帰納的に追究します。しかし、小学生には、目に見えない事象や抽象的な概念を捉えることが難しいという発達段階にあります。そこで小学校理科では、事象を体験することを何度も繰り返して概念として獲得したり、体験している学習内容と新たな問題から見いだされた実験結果を関係づけて考えたりするなど、調べたいという意欲を高めながら学習していきます。

小学校の学習内容では、「電流の流れる向き」や「並列つなぎと直列つなぎの電流の大きさのちがい」の理由は学習しません。「どうしてかな？」と問題を持った生徒は中学校の理科学習で小学校の学習を生かしながら、予想し、追究することにより、それらの問いを解決出来る喜びを持つことができます。

小学校理科での子どもたちのつまずきに、3年「回路」の理解と4年「電流の流れ」の可視化があります。H29、H30の田村市立滝根小学校の実践をご紹介します。

○ 単元を通して何度も出てくるキーワード「一つの輪」 ～第3学年「明かりをつけよう」～

導入では、どのようにしたら明かりがつくのかという問いを持てるように、豆電球に明かりがつく簡単なおもちゃを提示した。

C: うわあ！光った！ぼくも作ってみたい！ C: どうやったら明かりがつくのかな？

T: この線はどうなっているんだろうね。

C: 電池につながっている！

各自自由に豆電球と乾電池のつなぎ方を考える活動に入り、明かりがつくときとつかないときを比較しながら、明かりがつくときは電気の通り道が「一つの輪」のようにになっていることに気付くことができた。

その後も、「一つの輪」という概念をさらに深めるために、「ソケットなしでも明かりがつくのか」「導線の中ではどんなことが起きているのか」「電気を通す物と通さない物」など焦点化された問いから、実験・観察を繰り返す。児童は、実感を伴いながら「一つの輪」になっていることを確認し、電気が通るイメージ概念や金属を回路に使うと明かりがつくという概念を獲得することができた。

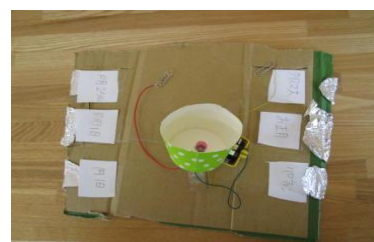
○ おもちゃ作りにも「回路」「一つの輪」だね！ —一つの輪になった回路のさらなる意味づけ—

今までに学んだ知識を活用して仕組みを説明する場を設けるために、単元の終末に明かりがつくおもちゃ作りを行った。

「どうやって遊ぶの？」

「クイズに正解すると回路がつながって明かりがつくよ！」

おもちゃ作りを通して、導線の長さや回路の関係や明かりがつかない理由などが明らかになり、「一つの輪になった回路」についての理解がより深まった。



一つの輪の仕組みを使ったおもちゃ

子どもたちは単元学習での様々な問いを「回路は一つの輪」という概念を繰り返し検証することにより、確実な理解につなげています。

次は、第4学年「電気のはたらき」で見えないものを可視化することで理解につなげた実践です。

○ 電気はどのように流れているのだろう ―検流計を使った電流の視覚的な確かめ―

「3年生でこんな実験をやったよね。」「回路や一つの輪になっていることを学習した！」など復習と同時に、残っていた子どもたちの疑問「電流はどう流れる？」を提示した。

C：＋極と－極からそれぞれ出て、豆電球のところでぶつかって明かりがつくと思う。(右図：左)

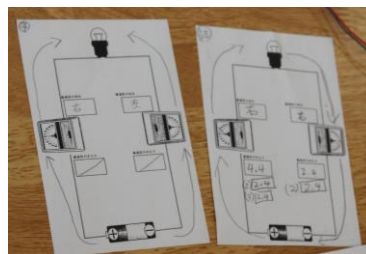
乾電池に赤い線と緑の線をそれぞれつないだときについたから！

C：ぼくは＋極から－極に向かって流れていると思うよ。豆電球に明かりをつけて、－極に帰ってくると思う。(右図：右)

C：ぼくもそう思う！電気が「マラソン」みたいになってる。

電気の流れを調べる実験道具として、検流計があることを指導した。

＋極から豆電球までの検流計の針については全員が「右」と納得したが、豆電球から－極に向かう電気の流れについては、あちこちで疑問の声が挙がり、何回もつなぎ直して検流計の針を凝視している。他のペアに結果を聞きに行き、話し合いながら学ぶ姿(右図)が見られた。



電流の向きを予想したシート



予想を確かめる子どもたち

○ ミニ扇風機を作ってみたよ！でも、風がこない、、、一乾電池の向きが変わると何が変わる？―

ミニ扇風機を作ることにした回路図を書く際には、しつこいようだが(3年生からのつながりで)ここでも「一つの輪」を確認した。ミニ扇風機が完成したが、ここである問題が起きた。

C：風が来ない・・・。

C：何かまちがっているのかな。

C：あ、乾電池の向きがちがう！

「乾電池の向きを変えるとモーターの回る向きが変わるのか」という問いができた。

再び検流計を用いて調べることになった。検流計を用いて調べた結果、乾電池の向きを変えると検流計の針の向きが変わったこと、乾電池の向きを変えるとモーターが回る向きが変わることが分かった。

○ プロペラをもっと速く回したい！一乾電池が2つになると速く回る？―

教師は乾電池を2つにしたことを児童には秘密にして、とても速く回るミニ扇風機を提示した。児童は乾電池が2つになったからだ予想した。

乾電池が2つの場合の回路図をかいてみることにした。すると、直列つなぎの回路図をかく児童がほとんどだったが、並列つなぎの回路をかいた児童もいた。そこで、直列つなぎと並列つなぎ、どちらも実際にプロペラを回してみる。

C：やっぱり2つにすると速く回るよ！

C：あれ？でも、つなぎ方がちがうと速くならないよ？

検流計をつかって直列つなぎと並列つなぎの電流の大きさを調べてみることにした。

C：並列つなぎは乾電池1つのときと同じ数値だ！

C：だから、並列つなぎの時はあまり速く回らなかったんだね。

児童は直列つなぎと並列つなぎを比較しながら、違いを理解することができた。

検流計を使うことで、目に見えない電流を回路図にモデル化し、電流の存在を確かに意識することができました。

次に、R3 都路小第6学年「電気と私たちの暮らし」と都路中第2学年「電気の世界」の実践をご紹介します。

◎ 小学校と中学校をシームレスにつなぐ「問い」

小学校6年「電気と私たちの暮らし」では、身の回りに電気を使う製品があふれていることを改めて意識し、手回し発電機での「発電」を体験します。4年時には乾電池でモーターを回すことを学んでいますが、ここではモーターを回すと発電もできることを経験します。

Iさんは発電を学んだ後、右図のように「電気は、どうやって作っているのか？」と新たな問いが生まれました。しかし本単元では、その原理は追究しません。そこで担任は、学級全員でこの問いを共有し、「この問いは中学校で学ぶことができるよ。」と期待を持って進学できるようにしました。

このように、小学校での「問い」は、中学校理科学習でその原理を学ぶことが出来ます。

P8に掲載した理科が好きだという福島大学の学生の言葉に「目の前のことから分かった瞬間がすごく好きだった」とあります。理科によって、自分の問いの原理を解明できたとき、既習と結びついて新たな概念を構築できたときなどの喜びは、児童生徒の理科学習がシームレスにつながる大切な要素だと考えます。

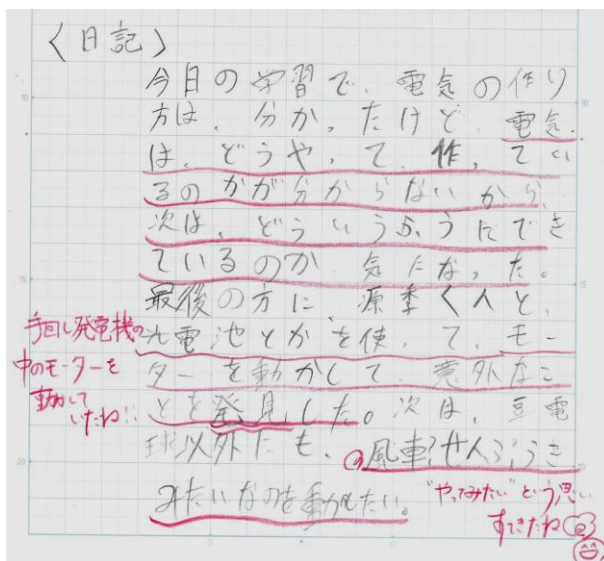



図 発電に対する新たな「問い」

◎ 「小中共通の柱」とシームレスな問題解決

6年「電気と私たちの暮らし」では、5年生までに学習した「電気」に関する内容を踏まえ、量的・関係的な見方を働かせながら、発電や蓄電、電気の変換について問題解決を展開していきます。一貫校の都路中学校理科担当とTTなどで協力しながらの実践は、児童生徒の問いが繋がる「単元構想図」にまとめました。また、小・中の理科担当が互いの学習内容を照らし合わせ、小学校の学習内容から『小中共通の柱』を協働で設定しました（P27左）。P27右は、小学校の学習を基にした中学校との主な関連事項をまとめました。

この「小中共通の柱」を小学校、中学校理科担当がともに意識することで、子どもたちの「問い」が繋がりが、シームレスで主体的な問題解決が出来ると考えます。また中学校では、常に小学校での学習内容をふり返り、確認することで小学校での学びが中学校につながります。（P27 )

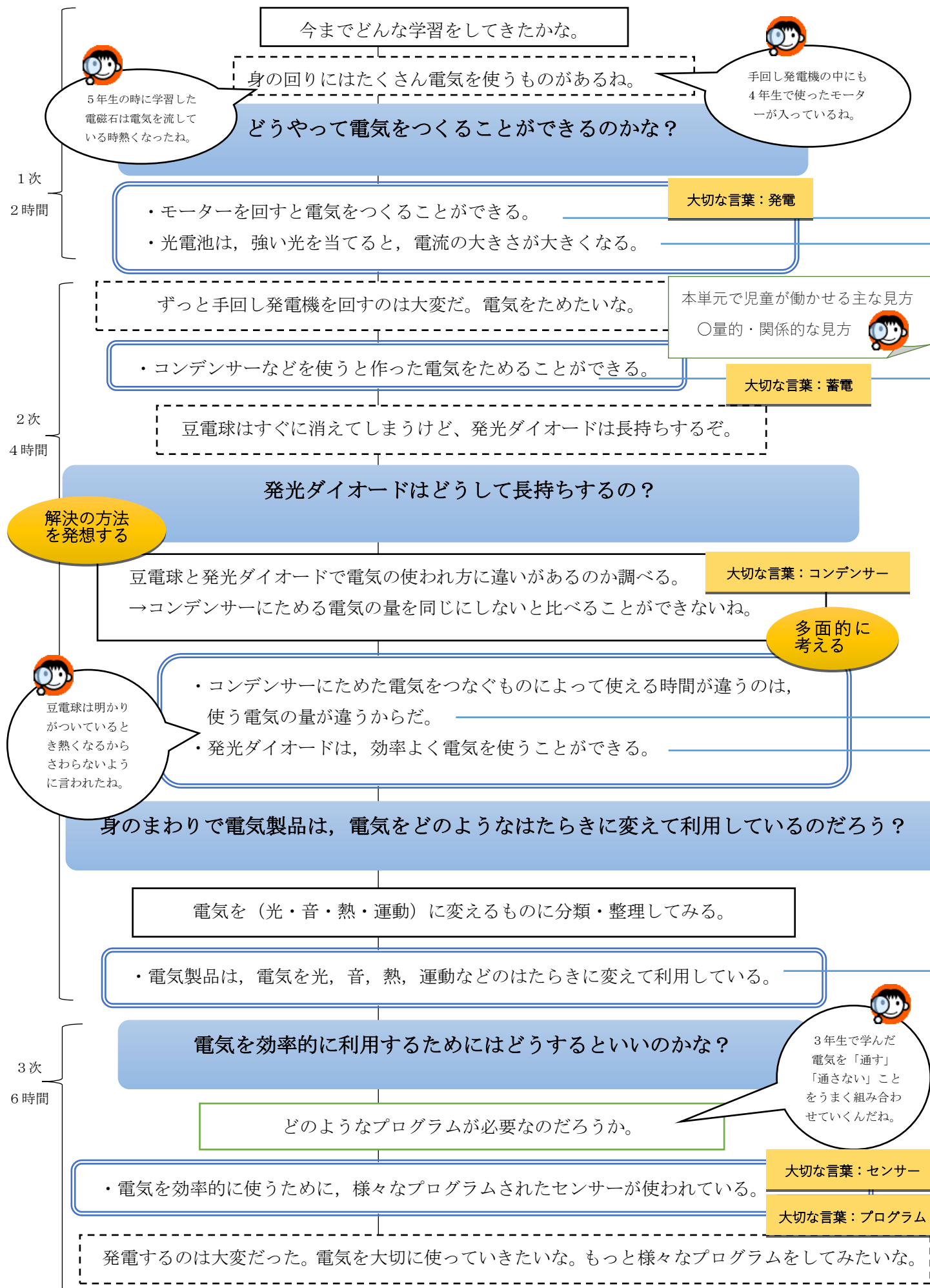
「小学生の時に学習した〇〇って、こういうことだったんだね！」

「だからあの時、こうだったのか！」

と、生徒が小学校で学習した事象の原理を説明できるようになる姿を期待しています。

このように、児童生徒が学びのつながりを実感することが、自らの既習事項や生活経験など、自身を取り巻く環境とのつながりを意識して主体的に学ぶ「深い学び」につながるのではないのでしょうか。

P28、P29は、小学校の単元構想と同様の考えで構想した都路中学校の実践です。生徒の問いと言葉が明確になっていることで授業者の評価と授業改善に生かすことができました。さらに、小学校でも働かせてきた「定量的な見方」をもとに実験を進めていきます。



小中共通の柱

モーターと力を使って電流を得ることが出来る。

光電池は光を当てただけで、電流を得ることができる。

電池のように、蓄電(充電)することができる。

電気を使用するものによって、消費する電気の量は異なる。

豆電球よりも発光ダイオードの方が、電気を光に効率よく変換できる。

電気は、光、音、熱、運動などに変換することができる。

電気を上手に利用していくことが、自分たちの生活を便利に、豊かにすることにつながる。

電気の性質や働きを利用した道具があり、プログラムをすることで幅広く活用することができる。

中学校の学び

原理の追求

コイル内部の磁界を変化させることで、電流(誘導電流)を得ることができる。

持続可能な社会を実現するため、太陽光発電や風力発電など、自然を利用して得られる「再生可能エネルギー」が注目されている。

異なる金属と電解質の水溶液を使って、電池を作ることができる。

消費電力と使用する時間によって電力量(電気エネルギー)が決まり、この電力量によって電気料金が求められる。

目的とするエネルギーにどの程度変換されるかをエネルギーの変換効率という。

変換されるエネルギーの総量は変わらない。しかし、熱や音エネルギーなどの使わないエネルギーにも変換されてしまう。

家庭用コンセントは100Vの電圧がかかっており、発電所から電圧が変換され、送電線を伝って交流電源(東日本は50Hz)が届いている。

回路の電圧、抵抗の値を考えたり、つなぎ方を変えたりすることで、流れる電流がどのくらいかを求めることができる。

定量的な解釈

電磁誘導

太陽光発電

電池

燃料電池

LED

豆電球

電気料金計算

エネルギー保存の法則

回路図

基本的には発電はタービン(モーター)を回すが、太陽光発電は「光電効果」という光が当たると電子が飛び出す現象を利用している。(高校)

一度使うと使えなくなる一次電池、充電して使える二次電池、環境に悪影響が少ない燃料電池などがある。

消費電力と使用する時間によって電力量(電気エネルギー)が決まり、この電力量によって電気料金が求められる。

目的とするエネルギーにどの程度変換されるかをエネルギーの変換効率という。

変換されるエネルギーの総量は変わらない。しかし、熱や音エネルギーなどの使わないエネルギーにも変換されてしまう。

家庭用コンセントは100Vの電圧がかかっており、発電所から電圧が変換され、送電線を伝って交流電源(東日本は50Hz)が届いている。

回路の電圧、抵抗の値を考えたり、つなぎ方を変えたりすることで、流れる電流がどのくらいかを求めることができる。

LEDは、1.4~3.0V程度の電圧が必要である。コンデンサー等に充電する場合、手回し発電機を回すのを速めて、充電後に素早くリード線を外すなどの配慮が必要である。

1200Wのドライヤーを毎日1時間使用すると
 $1200\text{W} \times 1\text{時間} = 1.2\text{kWh}$
 $1.2\text{kWh} \times 30\text{日} = 36\text{kWh}$
 電気料金の平均
 $1\text{kWhあたり} 2.1\text{円}$ とすると
 $36\text{kWh} \times 2.1\text{円} = 756\text{円}$

エネルギー変換効率

LED: 約50%
 豆電球: 約10%

光に変換されなかったエネルギーのほとんどは熱に変換される。豆電球の方が発生する熱の量が多い。

電気エネルギー(100) → 運動エネルギー(風) 15, 熱エネルギー 60, 音エネルギー 20, 光エネルギー 5

変換されたエネルギーの総量 100

中学校では技術科でも回路図を学習する。「センサー」等を使ったプログラミングを行ったり、電子回路にはんだづけをしてラジオを作成したりする。身の回りにあるものから、教科横断的にプログラミングについて学習していきたい。

実際には、エネルギー変換効率が100%のものはないとされている。そのため、できるだけ効率よく、無駄にしないでエネルギーを使っていくことが大切だといえる。

静電気って知ってる？ → **静かな電気？**

よく冬にバチバチっとなるやつ → **電気？**

下敷きで髪が立ち上がる → **静電気を感覚的にとらえていることを把握**

この二つって、同じ「静電気」なの？

静電気がたまっているか、静電気が(電気のように)流れていくかの違い？

どちらもこすると起こるから同じものかな？

実験方法は提示し、目的意識を持たせることを重視した




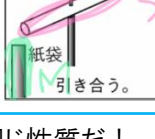
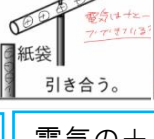

情報提示

ストローと紙袋を使って、髪が立ち上がる現象と同じような実験をすることができます。

静電気の性質について確かめていきたい！

静電気の性質について知る 1時目

実験 こすり合わせたストローや紙袋を近づける

して 考察			
	ストロー しりぞけ合う。	ストロー 同じしりぞけ合う。	ストロー しりぞけ合う。
紙袋 引き合う。			
	紙袋 引き合う。	紙袋 同じ引き合う。	紙袋 引き合う。

磁石と同じ性質だ！

電気の+と-が磁石のSとNの関係になる！

紙袋とストローをこすることで、二つの極に分かれた！
(期待する気づき)

同じ極どうしは引き合い、異なる極どうしはしりぞけあう。(小3)

静電気は、+や-に**帯電**している電気のことである。磁石のように**反発したり引き合ったり**する。

バチバチっとなる方の静電気はどうなっているのかな

わざと間違った言葉の使い方で問いかけ

帯電した電気が飛び出す？ → **既習事項からの考察**

情報提示

前時にまとめたモデルを使って原理の解説をした

実はその通りです。帯電した電気が、元に戻る時に、こすった時とは逆の電気の移動が起こりますね。このバチバチっと言うのは、正しくは静電気が「**放電**」すると言います。

マイナスの電気が移動することは濁しておいた **誤認の訂正**

演示 塩ビ管を使って放電を観察(理論の確認)

帯電した静電気が、±0の状態に戻ろうと移動することで、**放電**が発生する。

放電って、ヒトのからだは大丈夫なのかな？

静電気は弱そうだから大丈夫なはず！ → **雷とかは危ないけど、静電気の放電は大丈夫。**

情報提示

教科書で雷について確認した”電圧”についてはまだ詳しく扱っていないため、電気を流そうとする力とらえさせた

雷も静電気の仲間ですよ！


え、じゃあ危ない！ → **帯電しすぎると危ないのかな**

放電についても詳しく知りたい

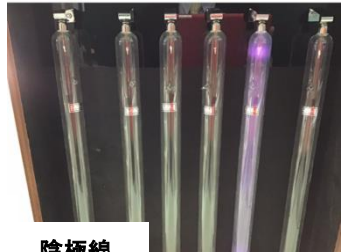
放電について詳しく知る 2時目

演示 誘導コイルを使って、真空放電管に放電する様子を観察する

誘導コイル



真空放電管



放電

陰極線

情報提示

日常生活で帯電した電気は、**誘導コイル**の放電ほど電気を流そうとする力が強くないから、そこまで危険ではありません。

コンセントで感電するってテレビでやった！ → **疑問をつなげる**

お、じゃあそれは単元の後半に詳しく調べていこうね！さて、蛍光板にスリットがある**真空放電**から、放電した電気の特徴を考えよう。

ノートに図で表し考察した

光みたいになすすぐに進んでいく (期待する気づき)

電気は黄色い？ → **それは蛍光塗料の色だよ！**

電気を流そうとする力が大きい**放電**は危険。放電した**電気**は、光のように**まっすぐ直進**する。

電気が流れるって言葉使ってきたけど、電気の流れることを何ていうんだっけ。

電流! → 電流の向きってどうなるんだっけ

電流は+から-に向かって流れる (小3) ← **復習!** → …どうだっけ。

針が動いている方に流れていた!

「電流」って何がどう流れているのかな。電気の種類は+とか-とか出てきたけどさ・・・

十の電気が、一極の方に流れるから、+から-に電流が流れる? → 十の電気は一極に移動して、-の電気は+に移動する?

十の電気が流れているのを見て確認したことある? → じゃあなぜ電流の向きは+から-なんだろうね。

ないです。 → じゃあ調べよう! につながる「困り感」を引き出す発問 → …。

電流とは、何がどのように流れているのかを確かめたい

電流の正体 (何がどのように流れているか) を調べる **3時目**

演示 クルックス管の放電を観察する

予想

根拠の少ない「想像」で予想を立てる生徒が多かったため、結果を示し、近い予想の生徒をピックアップ

向きにポイント絞るための演技

+極から光を当てたようになる!

ごめん! 先生間違っって電極をみんなで確認した方と逆にしてた! みんなが言っていた方に繋ぎ変えるね! → 金属板のシルエットが見えなくなる

一極の方から電気が出ている? → +極からは電気が出ないから反応しない!

電流の向きと逆向きってこと?(期待する気づき) → 後ほど振り返るため、簡単に気づきを共有した

クルックス管からは、放射線がでて危ないね。近寄らないようにしましょう。

後半に学習する放射線について危険性のみ簡単に触れた。

情報提示

電気が流れる向きはわかってきましたね。どんなものが流れているかも考えていきましょう。ちょっと危ない実験なので、動画を見せます。

演示 陰極線に帯電したものを近づける

電極板に高電圧をかける実験器具がないため、磁石を使った疑似的な実験を行った。磁石ではなく「帯電したもの」と捉えさせることで、静電気の特徴から現象を説明する思考にさせた。

静電気と同じ! → 一の電気の性質だ!

「-」極だから、そっちから-の電気が出ている!

電気は、-の電気が一極から+極に向かって流れている。

なんで電流の向きは+から-って習ったんだろう・・・。(期待する気づき) → 電流についての歴史や、電流の向きの決まりについて目を向けさせた。

自分たちで意見交換をし、考えを共有した。

考察

情報提示 陰極線、トムソンについてもまとめる

-の電気の正体は電子で、これは電流の向きを決めた後に発見されたんです。

小学校で嘘を教わったわけじゃなかったんだ!

さて、実験で危険だと言っていた放射線は、どんな種類があるのでしょうか。

α線、β線、宇宙線などコンピュータで学んだ! → 今回の実験で見た放射線はどれだろう。 → 放射線についてはある程度知識があることを把握

前回は発生した放射線の種類を知りたい

放射線の種類について知る。 **4時目**

クルックス管からは X線が出ていたんだ!

レントゲンは聞いたことある!

放射線の透過性を知ろう!

放射線は、α線、β線、γ線やX線などがあり、種類によって放射線を遮る(弱める)方法が異なる。

4 「理究」の考えるシームレスな理科授業モデル

事例3 「溶ける」ことの「真正の学び」を目指して

本冊子P15「シームレスな理科授業のポイント(3)」に示したように、水溶液の性質に関わる学習は、粒子概念の形成に関わる重要な学習です。また、次に示すように、小学校と中学校の学習内容が密接に関係し合うとともに、指導者は児童生徒の概念の拡張を理解した単元展開と問題解決を心掛けることが重要です。

- 粒子概念の形成に関わる小中学校の単元について小・中学校は、互いに「各単元のどの部分に関わり合っているのか」というところまで掘り下げて系統性を把握する。
- 学習内容の密接なつながりをとらえる。
 - ・ 第5学年の「もののとけ方」で水溶液中に食塩が小さな粒子として存在するイメージをもつこと
→ 中学校第3学年「水溶液とイオン」での食塩水の中で食塩がナトリウムイオンと塩化物イオンとして存在するイメージをもつこと
 - ・ 第5学年「物のとけ方」で、「どのくらいとけるのか」を追究すること
→ 中学校第1学年「水溶液の性質」での溶解度や水溶液の濃度

そこで、小学校5年「もののとけ方」での食塩とミョウバンのとけ方を比較しながら追究する実践と中学校1年「水溶液の性質」での小学校の学びをふまえた単元展開構想を提案します。

(1)小学校第5学年「もののとけ方」～対話をとおして理解を深める～

既習内容や生活経験から児童の問いをつなげて、友達同士で対話を深めながら一人一人が主体的に問題解決できるように、

- 一人一人が予想を表現する場の設定
- 対話を促す友達との「ずれ」
- 「食塩」での学びを根拠として関係付けて「ミョウバン」を追究する

を構造化する展開案を作成しました。食塩で得た「とける」ことについての知識を関係付けて、ミョウバンと比較しながら追究していくことで、一人一人が根拠の明確な考えをもち、自信をもって表現することで主体的に問題解決していく児童の姿を目指しました。

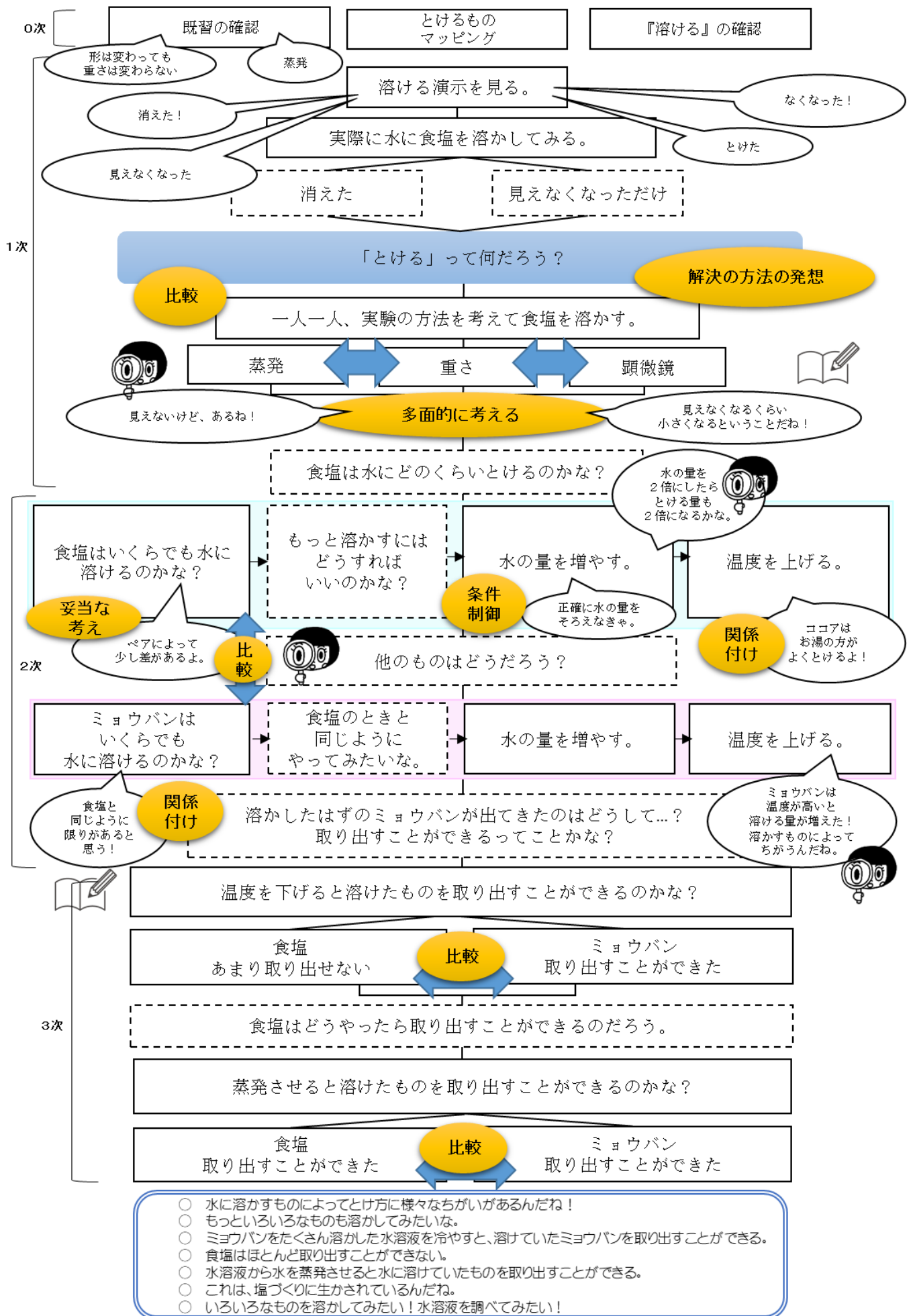
(2)中学校1年「水溶液の性質」～日常生活から問いを設定し、その学びから日常生活を省察する～

中学校理科になると、学習内容が生活と乖離しているように感じてしまうことが一つの課題です。第9回研修会での平中先生の講話にある「真正の学び(学問に根ざした学び+日常生活や社会での意味が分かる学び)」から生まれる「学習者が学ぶ必然性」を感じる理科授業としたいと考えました。

そこで小学校理科で「食塩とミョウバンのとけ方は違う」ことを実感していることを前提にして、日常生活から生まれる実感を伴った「真正な問い」の設定と、小5「もののとけ方」の学習をもとにした「概念の拡張」を意識した単元展開を構想しました。

- 保健体育で学ぶ福島県の健康課題をもとに、家族や自分の健康のために「みそ汁の理想の塩分濃度をつくる」という学ぶ必然性のある「真正な問い」の設定
- 小学校でも経験しているモデル図をもとに、実体的な見方を働かせる粒子モデルでの表現
- 理想の塩分濃度と「旨みの大切さ」を学び、生活を見直す(調整する)ことによる学ぶ意欲の涵養
- 小学校の学びとつなぎ、拡張することによる溶解度曲線への深い理解

(1) 小学校5年「もののとけ方」 単元構想図（総時数16時間）



(2) 中学校1年「水溶液の性質」 単元構想図 (総時数6時間)

1 時間目

教科横断的な視点による問題の見出し
保健体育の学習より、福島県民は塩分を摂り過ぎであること、
理想の味噌汁のは塩分濃度 0.8%であることを知る。

真正な問いの設定

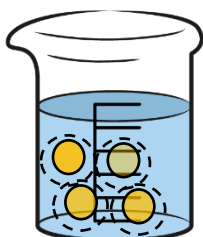
家族の健康のために、どうしたら塩分濃度 0.8%の味噌汁はつくれるかな。

2 時間目

溶質・溶媒・水溶液・濃度等の科学で使用される語句を理解する。

3 時間目

食塩の飽和水溶液を作成し、粒子モデルで表す。(実体的な見方)



水の空いている隙間に、粒子が全て埋まってしまうことが飽和だね。



概念のズレを生む
(対話のポイント)



4 時間目

3 時目の食塩の飽和水溶液にミョウバンを加え、さらに溶ける様子を粒子モデルで考える。(比較の考え方・質的な見方)



溶ける量には限界があり、溶かすものによって溶ける量は違う (小学校の学びをつなげた、溶解度曲線への深い理解)

5 時間目

実際に溶解度の学習を基に、0.8%の塩分濃度の計算を行い、味噌汁 (塩水) をつくってみる。(パフォーマンス評価)

塩だけでは物足りないことから、出汁や野菜から出てくる旨味の大切さを理解し、日々の生活を調整しようとする。



6 時間目

4 時間目に作成した塩とミョウバンの混合水溶液から析出した物質について、溶解度曲線を基に考える。
(質的・実体的な見方)



水温との関係からミョウバンが多く再結晶していることを理解する。



○ あとがき

本県はこれまで、全国小学校理科教育研究会、日本初等理科教育研究会、ソニー子ども科学教育研究会などの全国大会を数多く開催し、高いレベルの科学教育実践を誇っています。

理究の研修の中で「福島県の理科教育の課題は何だろう」と話し合うと、一番の課題は小学校で理科教育研究を志す教員の大幅な減少でした。子どもたちは理科学習が大好きであり、全国学力調査においても福島県の小学生は高いレベルにありました。この理科が好きな子どもたちが成長し、科学の力でなければ解決できない地球的環境問題などの未来社会の課題解決に取り組めるようになってほしいというのが私たちの願いです。

昨年度作成、配付した小学校理科カリキュラム「1ペーパー単元構想図集」に次いで、本冊子にも小・中学校をとおして理科が好きな、帰納的・演繹的思考を駆使して問題解決のできる児童生徒に育てたいという会員の思いにあふれています。本県の理科を担当する多くの先生方が本冊子を参考に、児童生徒の思考力、表現力を育む理科授業のために議論を重ねられ、たくさんの素晴らしい実践が生まれてくることを期待しています。

本年度の研究協議にあたり、文部科学省初等中等教育局 教科調査官 鳴川 哲也様、並びに福島大学人間発達文化学類 准教授 平中 宏典様より講話、指導助言をいただきましたことに深く感謝を申し上げます。また、協議に参加いただいた会員の皆様、福島大学の皆様にも改めて感謝を申し上げます。

(発起人代表)

○執筆・授業実践者 (※作成時在籍校)

◇初等理科研究サークル「理究」

藤井千絵 (田村市立常葉小) 大室 聡 (田村市立美山小) 鳴原 卓 (郡山市立明健小)
金澤重之 (中島村立滑津小) 森 幸奈 (田村市立都路小) 山本恒河沙 (田村市立都路中)
吉田 勇 (コミュタン福島) 安瀬一正 (田村市立都路小)

◇作成協力

岡田幸子 (田村市立滝根小) 佐藤友行 (白河市立白河第二中)

発行 令和4年3月 非売品

発行者 初等理科研究サークル「理究」

事務局 田村市立都路小学校内 〒963-4701 田村市都路町古道字北町 24 TEL0247-75-2004

※掲載データは [1ペーパー単元構想図](#) [検索](#) (公開中)

[シームレスな 理科](#) [検索](#) (R4.4 公開予定) をご覧ください。

○本冊子は、 公益財団法人ちゅうてん教育振興財団 令和3年度教育振興助成により作成しました。





6年「電気と私たちの暮らし」:手回し発電機

