令和元年度　理科研究のまとめ

下伊那教育会　理科委員会

Ⅰ　研究テーマ

学び合いによる科学的思考の高まりを実感できる理科学習

信州理研下伊那支部の研究の視点

児童生徒が理科の見方・考え方を働かせ、自然事象を科学的に探究する力を育てるための素材の教材化と学習過程の工夫

Ⅱ　研究テーマの視点

本年度は、信州理科教育研究大会（信州理研）下伊那大会が行われ、その開催に向けて授業研究を進めていった。理科委員会として信州理研下伊那支部と協力し合って行った。

新しい学習指導要領の求める理科における資質・能力や科学的な見方・考え方について分析を行ったり、新学習指導要領で求めている育てるべき３つの資質・能力「①知識・技能」、「②思考力・判断力・表現力等」、「③学びに向かう力・人間性等」に沿って内容を整理したりしながら研究を行った。また、今年度の全郡テーマである「学び続ける個の育成」について次の３点の視点で見ていき、本年度の研究を進めた。

視点①授業づくり

・素材の教材化は長野県の理科教育（信州理研）のよさでもあるので、ねらいを達成するための教材研究、探究の道筋（単元デザイン）の研究を行っていく。

視点②自他との関係

・「主体的・対話的で深い学び」の実現を目指し、学び合いが成立し，子どもたち同士で高め合う授業のあり方について、物理分野の単元で実践研究を重ねていく。その際、「児童生徒が自己の成長を自覚する」という視点を入れて研究を行っていきたい。

視点③評価

・授業の終わりに子どもたちがどのようになればよいかをはっきり持って授業に臨みたい。そして、到達できたかどうかしっかり評価を行いたい。また、「探究する力」の評価も行い、授業分析を行っていく。問題解決の各段階（課題把握、観察・実験、考察）における視点とその具体例が信州理研で示されているので、それに従い具体的に評価していく。

Ⅲ　研究内容

【事例１】１１月８日　信州理研　鼎小学校３年１組　立花　聡学級での授業

１　単元名　「音の博士になっちゃおう」

２　本時の位置（全６時間　第２時）

前時・・・ダブルリードタイプのストロー笛で音を出してみて、ふるえを感じ、口の中がどうなっているか疑問をもつ。

次時・・・他の楽器では、音が出るときにふるえているかどうかを確かめる。

３　主眼

ストロー笛を吹いて唇に震えることを感じ、口の中がどうなっているのか疑問をもった子どもたちが、透明になる風船つきストロー笛を操作し、風船の中の様子を見たり、さわったりしながら、音が出る時と出ない時のちがいを調べ、ホワイトボードを活用して整理することを通して、音が出るときは、ストロー笛の先がふるえていることに気づくことができる。

４　授業の様子と考察

T　みんなに（前回の）予想してもらったこと

・「ストローの先がぶるぶる震えて振動が来る」

・「空気がゆれて振動が来る」

・「息があたたかいから振動が来る」

・「つばがストローの中で暴れて振動がくる」

今日の授業は（笛を鳴らして「ブー」）がどうなっているか。これを調べます。

学習問題『ストロー笛で音が出ている時に中はどうなっているのだろう』

T　中がどうなっているのかをどうやって調べるかなんだけど,前回の「何で？」と思ったことに、興味深いことを書いてくれた人がいるので紹介したいと思います。

C1　今度やるときは中を調べられれば調べたいし、やるならやるでしっかりがんばる。

T　中を調べれたら調べたいよね。先生たちで考えてみてこんなものをみつけました。（風船をふくらませる）どんな色に見える？

C2　透明

T　透明っぽく見えるよね。これをみんなの口と思って、ここ唇だと思ってください。ここでストローに息を出していく。そして笛はこの前と同じものだと良いんだけど、人間の口じゃないと上手くならなくて、風船でもなる風船笛はないかなって考えました。（説明が続く）

透明な風船の中にリードが見える

T　吹いたときに先っぽを触ってみたい人いる？

C　はい！（3 人前に出る）

T　何を感じた。

C　ぶるぶる　ふるえた

T　手で触っても　感じたってことね。

T　今日は、音が出る風船つきストロー笛とちょっと音が出ないようになっているこれを二つを比べてもらいたいので確実に音が出やすいようにやり方を説明します。

（説明）①ストローを吹く人と 手で持って協力して風船を持つ人で協力

②カートリッジをストローの先にさす。交代して吹けるようにするため。

③短いストローをさっと外すと音が出やすくなります。

④ストローの口を指で閉じたりはなしたりしながら観察する。音が出る時と止まる時がはっきりする。

①音が出る風船つきストロー笛を追究

C3　受け取って中を見ようとする　「あ！」（中の赤いリードに気づいて手で触っている）

C4（1 回目）なかなかふくらませられない

C2　すっとはなしてね　（音が鳴っている間）大笑い

C2　（音が出るが　誰も中の様子を見ていない）

C5　ふくらましたまま力を抜いてしまい、口をストローに加えている状態で音が鳴り始めてしまう。変わった音にみんなで笑い転げる

C2　ねえねえ見とって

C3　（指で口を押さえることに成功）指を離したり、おさえたりして音が途切れ途切れに出る

C4　ここが動いてる

C4　赤いやつがさ　こうやってパッパッパって（人差し指と親指をっくっつけたりはなしたりするように動きを示す）

T　いったん席に着きましょう。

「ここが動いてる！」

（学習カードに気づいたことを記述する）

C2　口がぶるぶるふるえた

C4　ぶるぶるした。しぼんでいた。

C3　ぶるぶるしてた。

C3　笛をずっと触って中のリードの部分を風船ごしに確かめている。

C4　C3 の持っている風船を触り、「ストローの先の部分がパカパカしてた！」と書き足す。

C3　（ストローから中をのぞいて）おお、中が見える。赤と（ストローの）青のがくっついている感じだ

【考察】このグループに限らず、風船つきストロー笛の音の面白さに子どもたちは大笑いしていた。新しく出会ったものを楽しめる 3 年生の子どもたちの素直な受けとめが素晴らしい。C4 さんは面白い音を生み出している元は風船の中に隠されていたことに気がついた。自分でストロー笛を鳴らしているときよりも友だちが操作しているときに目で見ている。3 年生にとって音を出すことと、仕組みを考えて気づくことを同時に行うのはやはり難しい。一緒に見たから気づけたように思う。

②音が出ない風船つきストロー笛を調べる

T　音が出るときと出ない時を比べたいので、音が出ないと思われるものを使って調べてほしい。音が出ない時はさっき調べたことがどう変わるか。よく比べてほしい。

（C2 が風船ストロー笛を持ってきた）

C5　何が違う？

C2　（こたえない）中を触っている　何かに気づいたように C4 に話している。

C4　見せて（その後音が出るタイプと見比べている）

C5（自分が吹くことに気持ちが向いて、風船笛を取った）しかし、ちっとも風船がふくらまない

C4　少しふくらんで　すぐしぼんでしまう

C3　ふくらませて外すと音が出ない

C4　ほら鳴らんよな

C2　なんか風くる

C4　風船を持って、中を再び見た

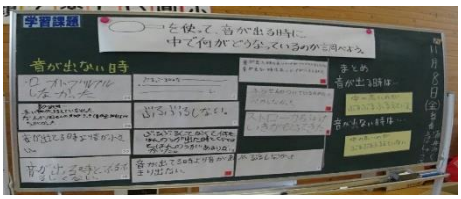
T　鈴を鳴らす「音が出ない方をやってみて、音が出るときとの違いを学習カードに書きましょう。」

（学習カードに書いたこと）
C2　ストローからふいた息がもどってきた
C5　ぶるぶるしなかった。
C4　（「ねえかして」と C2 から風船をあずかり）リードの部分をしきりに見ようとしている。しぼんでた！ストローの先のぶぶんがぱかぱかしなかった！

「ねえ貸して！」中のリードを風船越しに見ようとする C4

【考察】C5 は音が出ないストロー笛を手にしても振動を感じるかどうかという視点だけで追究をしている。しかし C4 は「見せて」「ねえ貸して」としきりに風船の中を見ようとしていた。差異点を目で見てとらえようとしていたことがわかる。

③長いホワイトボード（ナガホワ）に自分が気づいたことを一つだけ選んで書き、全体で共有する。
T　みんな書けたこと気づいたことあるよね。プリントに書いた発見したことどちらでも良いので、見て発見したことをナガホワに書きましょう。
※ナガホワ…B4 の紙を半分に切り、横に長い長方形を作る。そしてラミネートをかけ、裏面にマグネットを貼り付けた。マーカーで書き、メラミンスポンジで消せる。机の引き出しの下にも貼り付けられる。



（ナガホワに書いたこと）
C5　口がぶるぶるしなかった
C4　風船のついているほうがパカパカしなかった。
C2　ストローからふいたいきがもどってきた

「ぱかぱかしない」ホワイトボードに気づいたことを一つだけ書く

（全員黒板の前に集まります）
T　音が出る方の特徴って何だろう？
C6　音が出るときは中のピンクいやつがストローの穴にくっついたり、穴から外れたりしてた。
T　動いてたね。
T　はい続けて
C　ぶるぶるしてた
C　音が出ている時は中の赤い色のテープがぶるぶるふるえている
T　今 3 人の共通していることってなんだかわかる？
C6　中身、中身
T　中身がぶるぶるふるえてたってことだよね。
T　じゃあ音が出ない方はどうだったかって言うのを確かめていきたいと思います。
T　音が出ない方について言ってくれる人
C　ぶるぶるしていなそうだった
C　音が出てるときより音が小さい
C　赤いものがふるえていなかった
T　こっちに共通していることって何？
C　ぶるぶるふるえていなかった
C6　中の赤いのがぶるぶるふるえていなかった

【考察】C6 が「中身、中身」と風船の中に着目していることが全体に広められた。C4 はきっと私と一緒だと自分の見てきたことに自信を持てたことだろう。そして、この全体共有によって、振動を手で感じていた子が目で見る視点を得られると思っていた。しかし実際は最後まで自分が最初にみつけた手で感じることだけに縛られてしまう児童が少なくなかった。

⑤再度グループへ戻り、風船の中のリードの動きを確認する。

T　これさっき音が出る方は中の赤いのがぶるぶるふるえていた。音が出ない方は中の赤いのがぶるぶるふるえていなかった。このことはみんな感じ取れた？

C　（静かにしている）

T　そうだったかな？どうだったかな？っていう人いる？

C2　はっきりしなかったと手をあげる

T　それじゃあ音が出る方と音が出ない方を一回だけふくらましていい 。今確認したことが本当にそうなのか確認してみましょう。

C3　（音が出ない方）風船を準備しはじめた

C4　C2　こっちは先がパカパカしてない

C2　（音が出ない方）ふくらませて外すと

C4　やっぱパカパカしてない

T　まとめ　音が出るときはどうだったか、音が出ない時はどうだったか？

C4　音が出るときは、ストローの先の赤いのがパカパカした！

「やっぱパカパカしていない」再確認

音が出ない時は、ストローの先の赤いのがパカパカしなかった！

C2　音が出るときは中の赤いものが動く。音が出ない時は中の赤いものが動かない。

T　書けたらこっち見てください。S 先生が塩ビパイプを使ってでっかい風船笛を作ってくれました。これが中の赤いのがふるえているかふるえていないか確かめたいと思います。

C　自分の手でリードの動きを再現して動かしていた。

C5　マシンガン

C2　ふるえてた

C　次回は風船笛じゃないやつを調べて音の博士に近づくことにしましょう。最後の感想はあいさつ終わったところで書きましょう。

C2　なんで中のものが動くのか？

C4　なんでストローの先の赤いところがパカパカしてたんだろうと思った。

【考察】C2 は自分が最初に気づいた「口がぶるぶるふるえた」という気づきを深め、C4 の気づきを自分でも受けとめ、曖昧だった考えを確かめようと挙手をし、最後の確認をしている。そして「中のもの」を見て考えることまでたどり着くことができた。C4 の「やっぱ」という言葉には今日の学びが自分の中にしっかり刻まれたことが感じとれた。最後の感想に 2 人が書いたことは私も理由を説明することが難しい。ずっと空気が通っているにもかかわらずリードはカパカパと動くのである。音が出るから動いているという原因はわかるが、仕組みは単純なものではないだろう。なんと不思議な現象であろうか。この 2 人が出会った問いを共に考えてみたいと思った。

【事例１】１１／８　信州理研　鼎中学校２年　久高　拓馬学級での授業

１　小単元名「コイルスライダーの謎」（電流と磁界）

２　本時の位置（全７時間　第６時）

前時：コイルには磁界ができること，磁力線が同じ向きで重なるところでは磁界は強め合うことを知り，コイルがどのように動いているか予想を立てる。

次時：本時の学習内容を整理し，その内容を踏まえて，モーターの仕組みを考える。

３　本時の主眼

Ｕ字型磁石がつくる磁界とコイルがつくる磁界をそれぞれ知った生徒が，磁石と電流がつくる磁界とコイルの動く向きの関連性を考える場面で，磁石の磁界と電流がつくる磁界の２つの重なりに着目し，Ｕ字型磁石とコイルがつくる磁界のようすを調べることを通して，磁石と電流の２つの磁界が重なってできる磁界には強め合うところと弱め合うところができ，強め合うところから弱め合うところの向きに力がはたらくことを説明することができる。

４　授業の様子

【導入～予想発表～課題把握の場面】

前時に立てた，コイルスライダーが動く理由の予想を発表し，Ｕ字型磁石とコイルの磁界の重なりに着目することを確認した上で，本時の課題を把握する場面。

電子黒板の図に書き込みながら予想を発表する様子

T:前回，なぜコイルスライダーが動くのか予想を立ててもらいました。誰か，予想を発表してくれる人はいますか？

S1:U字磁石の磁力線は上から下で，コイルの磁力線は左回りだと，左の磁界が強くなって，右が弱くなるので，右に動くと思う。（電子黒板に書き込みながら）

T:他の予想もありますか。

S2:磁力線が同じ向きになると反発して，違う向きになると引き合う。（電子黒板の図に書き込みながら）

T:大きく分けて2つの予想が出てきたんですが，どちらにも共通するのは，コイルとU字型磁石の両方の磁界が関わっていること。前回，このように予想した人が多かったと思います。

T:これまでみなさんは，コイルの磁界とU字型磁石の磁界を別々で調べてきました。2つの磁界が一緒にあると，本当に強い磁界や弱い磁界，引き合うような磁界とか反発するような磁界ができるかを，実験を通して確かめていきたいと思います。

T:強弱とか，反発・引き合うって，どうやったら調べられる？

S3:鉄粉。

T:鉄粉をまけば，強いところってどうなる？

S4:集まる。

T:たくさん集まってくる。磁力線は…？

S5:間隔がせまくなる。

T:見え方は…

S6:濃い。

T:鉄粉の模様の間隔や見え方の濃い薄いなど，そういう磁界が見えたら，強い・弱いを確かめられるね

T:反発するとか引き合うってのは，どういう風に見えるでしょうか。そんな磁界やらなかったっけ？棒磁石で異なる極を近づけたときに引き合う磁界できたでしょ。その時の磁界の様子って，どう表現したらいい？

S7:直線

T:直線的になる。U字型磁石も内側がまっすぐになっていました。引き合っていれば，そういう磁界ができる。避けるような磁界ができていれば，そこで反発が起きているかが確かめられそうですね。

T:実際に鉄粉をまいて，そういう磁界ができるか確かめて，皆さんが立てた予想と動く向きを照らし合わせて説明ができるか，やっていきたいと思います。

生徒の予想をもとに，磁石とコイルの磁界の重なりに着目することを共有したり，強弱と引力斥力のどちらかに整理したりしたことで，見通しをもって学習を進めることができた。

【追究の場面】

（Ｓ８：実験の準備を行い，鉄粉をまき始める）

Ｓ９：うわーきれい。

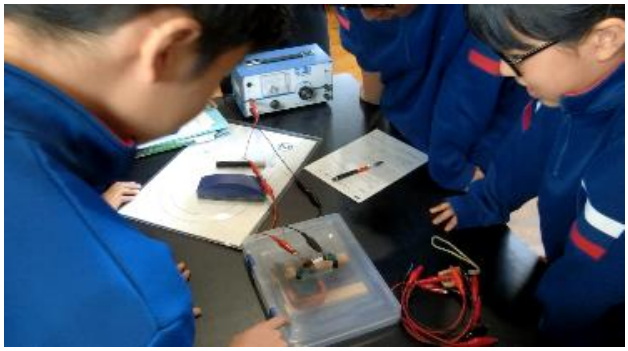
Ｓ10（鉄粉の模様が薄いところを指差しながら）この辺にまいて。

Ｓ10：（U字型磁石のみでの鉄粉の模様をみて）うわーすごい。

Ｓ８：（鉄粉をまき終え）よし，OK。

Ｓ９：（電源装置の電圧を上げ，１Ａに合わせる）

（Ｓ８：板を指でたたきはじめる）



板をたたくＳ８の様子

Ｓ10：（コイルが出てくる穴に）引きずり込まれているね。

Ｓ９：穴の中に引きずり込まれているね。

Ｓ９：どんな感じかよくわからないな。

Ｓ８：もうちょい？（鉄粉を再びまき始める）

Ｓ９：この穴に引きずり込まれている感じがする。

Ｓ９：めっちゃ，引きずり込まれているじゃん。

Ｓ９：じゃあ，（電源装置を）切るよ。

Ｓ10：おー，すごっ。

Ｓ９：どうやってみればいいの？

Ｓ８：むずいよ。

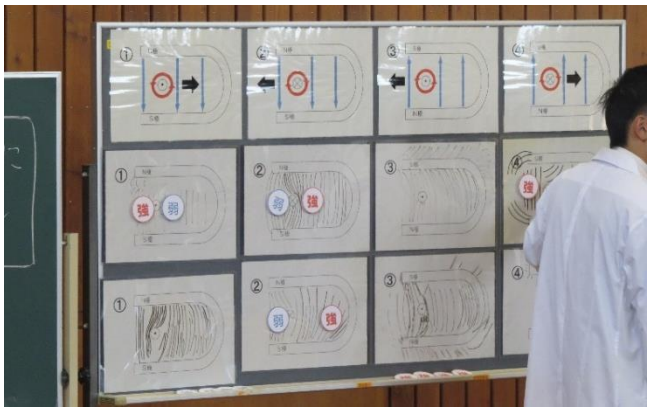
Ｓ９：俺たち②だな。

（Ｓ８：他の子が鉄粉の集まり方について話をしている中鉄粉の模様を何度も確認しながら自分の学習カードへ記入し始める）

このグループでは，本時の導入場面において，授業者が実験を通してどんなことを確認すれば，自分たちの立てた予想を明らかにすることができるのか，見通しをもてる場を設けたため，仲間と協力しながら実験に取り組むことができた。Ｓ８やＳ９は，磁界の強弱ができることでコイルが動くと予想していた。しかし，鉄粉をまいた時，電流を流したことによって変化した鉄粉の模様を見て，「どうやってみればいいの？」，「むずいよ」などのつぶやきがあったことから，磁界の強弱によって鉄粉がどのような模様ができるのか具体的なイメージまで，見通しがもてていなかったと思われる。導入場面において，見通しをもつ場面があったが，磁界の強弱によってどのような鉄粉の模様が見られるかといったことを図に表して予想するなどの場面が必要であったのかもしれない。

【考察の場面】

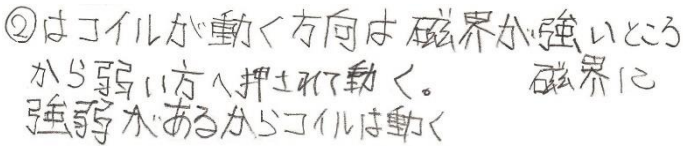
各グループの実験結果のホワイトボード



授業者は，各グループの鉄粉の模様が描かれているホワイトボードが掲示された後，「コイルが動く向きと磁界の様子との関係について書いてください」と全体へ投げかけた。

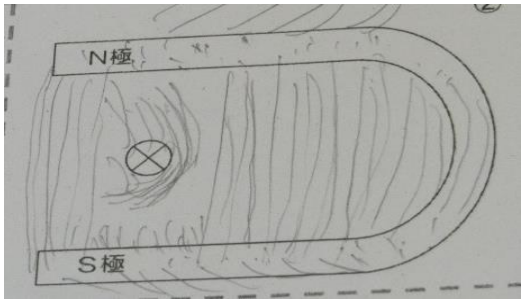
それを聞いたＳ８は，グループの誰とも話さず，自分の記録した学習カードをじっと見つめる姿があった。そして，黒板に掲示されているホワイトボードを見つめた。ホワイトボードには，強・弱の磁石が張り出されており，模様から判断した磁界の強弱と前時までに確認したコイルの動く方向との関係について確認できるようになっていた。その掲示されたホワイトボートをじっくり見つめた後，磁界の強弱とコイルの動く方向には規則性があることに気付き，Ｓ８は学習カードへ次のように記述した。

学習カードへ記入するＳ８の様子


②はコイルが動く方向は磁界が強いところから弱い方へ押されて動く。磁界に強弱があるからコイルは動く

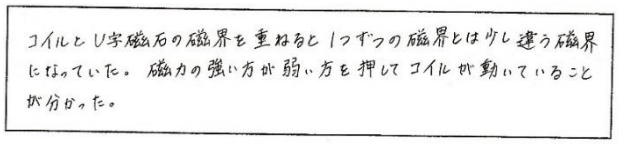
Ｓ８の記述から，黒板に掲示された各班の結果をもとに，それぞれの磁界の強弱とコイルの動く方向を関連付けながら，その関係性について気付くことができ，「コイルが動く方向は磁界が強いところから弱い方へ押されて動く」と記述することができたと思われる。また，「強いところ

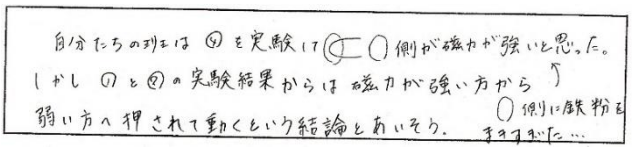
から弱い方へ押されて動く」と記述している。「押されて」という言葉を記述した背景を考えてみると，自分で記録した磁力線の様子から，磁界が強くなっている部分の磁力線がゆがんでいることに気付き，それが真っ直ぐに戻ろうとする力がはたらくといったイメージを自分の中でもつことができ，「押されて動く」といった表現をしたのではないかと思われる。Ｓ８の事象を観察し，記録する中で生まれてきた表現力の豊かさを感じることができた。

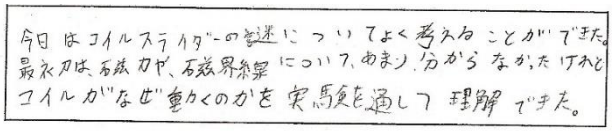


Ｓ８グループの実験結果

５　追究の振り返り（解決シートより）


コイルとU字磁石の磁界を重ねると1つずつの磁界とは少し違う磁界になっていた。磁力の強い方が弱い方を押してコイルが動いていることが分かった。


自分たちの理由は ④ を実験して ◯ 側が磁力が強いと思った。しかし ① と ② の実験結果からは磁力が強い方から弱い方へ押されて動くという結論とあいそう。 ◯ 側に鉄粉をまきすぎた…


今日はコイルスライダーの謎についてよく考えることができた。最初は、磁力や、磁界線について、あまり分からなかったけれどコイルがなぜ動くのかを実験を通して理解できた。

６　まとめ

これまで電流と磁界の単元では，生徒に十分に見通しや目的意識をもたせられないまま，磁石の磁界やコイルの磁界について実験に取り組ませたり，電流が磁界の中で受ける力について教科書の図をもとに説明するだけだったりすることが多かった。

今回扱った内容は，発展的な内容に踏み込んだものであったが，生徒たちが“コイルスライダー”と出会い，「単元を通した問題」を設定したことで，目的意識を継続しながら小単元の学習を進めることができた。また「解決シート」を使用することで，見通しをもって，既習内容を活用しながら問題を解決していく授業展開ができた。合成磁界を観察する教材については，観察する視点の与え方には課題が残ったが、見えない磁界を可視化できるという点で，一つの提案ができたのではないかと考えている。

本時の授業では，動く向きの理由は説明できないため，本時の学習課題を「…，磁界の強弱とコイルが動く向きの関係を説明しよう」に修正した。生徒たちは事実から説明しようとすることができていた。ただ，「単元を通した問題」の解にはならず，発展的な内容を扱う難しさを知った部分であった。

本小単元を通じて，子ども達が興味・関心や驚きをもつ事象と出会い，既習内容を活用するなど解決の見通しがたったとき，主体的な学びが成立することが示唆された。他の単元でもこのような単元展開を研究していきたい。

Ⅵ　研究から明らかになったこと

【視点１】授業づくり

『理科の見方・考え方を働かせ、目的意識をもって追究できる素材の教材化』

小学校では音が出る時は物が震えていることを実感させるためにストロー笛を教材化した。また、ストロー笛にゴム風船をつけて口の中を再現した。児童は、ストローが「ぶるぶる震えるときに音が出る」

と、音が出ない時と比較して考える姿があった。

中学校では、U 字型磁石とコイルを組み合わせた状態で磁界が観察できる教材を開発した。生徒は観察結果を基に考察し、「磁界の向きが重なるところは強め合い、逆向きになるところは弱め合うから、弱め合う方にコイルは動く」と説明することができた。

【視点２】自他との関係

『学びを互いに深め合う授業形態について』

小学校では、グループ実験やホワイトボードを使った情報交換など、ストロー笛の様子を観察した結果を、児童が関わり合って考えることができるように工夫した。また、音が出る時の様子を友と伝えあい、互いに追究のよさを認め合って学ぶ姿が見られた。

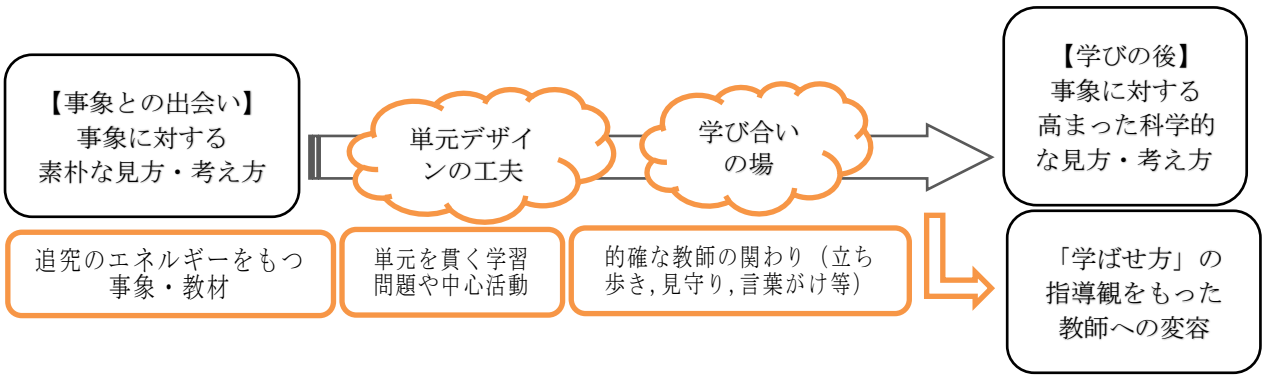
中学校では、「解決シート」を使って磁界の様子を予想し、グループで協働して追究する学習形態をとった。予想と実際の磁界の様子を照らし合わせて考察することで、磁界の強弱やコイルの動く方向について友と自分の考えを説明しあう姿が見られた。

【視点３】評価

小学校も中学校も指導案の中に、評価が焦点化されて書かれてあり、授業の終わりに子どもたちがどのようになればよいかをはっきり持って授業に臨むことができた。達成できたかどうかは、授業中の発言やホワイトボード（小学校）や振り返りの時間の学習カード（小学校）、や解決シートに記述されたことで判断した。

Ⅴ　本年度の研究の結果から次年度に研究すべき課題

来年度から新学習指導要領が全面実施となる。プログラミング教育等も導入されるので、実践を積み重ねていく必要がある。その際に新しい学習指導要領の求める理科における資質・能力や理科の見方・考え方を働かせることに沿って内容を整理して研究していくことが求められる。下の図は数年間の理科委員会の研究で示された図である。この図の場面場面を更に具体的に実践していきたい。



以上のことをふまえて次の３点について、本年度の研究を更に深めていきたい。

視点①授業づくり

・素材の教材化を更に進めていく。教材ありきではなく、ねらいを達成するための教材研究、探究の道筋（単元デザイン）の研究を更に行っていく。

視点②自他との関係

・「主体的・対話的で深い学び」の実現を目指し、子どもたち同士で高め合う授業のあり方について、実践研究を重ねていく。その際、「児童生徒が自己の成長を自覚する」ような場面や振り返りの研究を行っていく。

視点③評価

・授業の終わりに子どもたちがどのようになればよいかをはっきり持って授業に臨みたい。そして、到達できたかどうかしっかり評価を行いたい。その際、理科の見方・考え方をどう働かせたかの評価も行い、授業分析を行っていく。