

20	蒲郡	蒲郡市立蒲郡東部小学校	はだ あやの 羽田 彩乃
分科会番号	5	分科会名	理科教育（小学校）

研究の主題

「自然の仕組みを感動的にとらえさせる理科学習」

～小5・理科『電磁石をコントロール』～電磁石の性質の実践を通して～

1 蒲郡市理科サークルの研究全体のねらい

蒲郡市理科サークルでは、教材との出会わせ方の工夫や教材・教具の開発を行い、子どもたちが主体的に追究する中で、自然の仕組みを感動的にとらえさせる理科学習の在り方について研究実践に取り組んできた。本年度も、自然事象に積極的ににかかわりたくなる教材・教具の開発をもとに、自然の仕組みを感動的にとらえ、課題を主体的に追究する子を育てたいと考え、実践を行った。

本市理科サークルでは「自然の仕組みを感動的にとらえさせる学習」を以下のように定義している。

- ・自然事象に心揺さぶられ、「あれ？」「おや？」「調べてみたい」といった追究意欲をもつ学習
- ・主体的に追究する中で、自然の仕組みについて、自分なりの発見をする学習
- ・友だちや周りの人と考えをかかわらせながら、科学的な見方・考え方を深めたり、広げたりする学習

2 本年度の実践

（1）単元設定の理由

本学級の児童は、理科の実験や観察に意欲的に取り組む姿が見られる。一方で、与えられた実験には熱心に取り組むものの、予想をもとに実験方法を考え、問題解決しようとする力が弱い。磁力を強くしたり、弱くしたりするために、問題に対して自分なりの考えをもち、追究を進めてほしいと考えた。

単元『電磁石の性質』は、電流を流すと鉄を引きつけること、電流の向きを変えると、電磁石のN極とS極が入れ替わること、コイルの巻く向きを変えると、N極とS極が入れ替わること、コイルの巻き数を増やすと、磁力が強くなること、電流を強くすると、磁力が強くなることを実験を通して学習する。実験結果がすぐに得られることから、子どもたちは自分自身で考えを検討し、「なぜ？」と疑問をもって自分の目で確かめるだろう。また、友だちと結果を共有することで、自分の考えを見直し、科学的な見方や考え方を深めて、新たな課題を見出してほしいと願った。

（2）仮説と手だて

【仮説Ⅰ】追究を支える自作教具を開発し、意欲を持続させる出会わせ方の工夫をすれば、試行錯誤をしながら、問題に対して自分なりの発見や考えをもつことができるだろう。

◆手だてⅠーア 子どもたちが思い思いの追究が自由にできる教具の開発

本単元では、子どもたち自身が自分の電磁石を1人一つ作成する。電磁石はコイルの取り外しをしやすいような構造にする。個々に思い思いの実験を行えるようにすることで自分なりに電磁石の性質や磁力の大きさなどについて考えをもつことができると考える。

◆手だてⅠーイ 追究意欲を持続させるゲーム性のある教材との出会わせ方

玉取りゲームで重さの異なる玉を用意し、なかなか持ち上げられない玉と出合わせ、「重たい玉を持ち上げたい」「どのようにすれば電磁石の磁力が強くなって持ち上げられるだろう」と追究意欲をもたせる。また、単元の途中で玉取りゲームに取ると減点する玉を追加することで「減点する玉をとらないようにするために、磁力を弱くしたいな」「減点する玉を取らずに、他の玉を持ち上げるためにはどれくらいの磁力にすればよいだろう」と学びを生かして磁力を調節する姿を期待する。

【仮説Ⅱ】個の追究を大切にし、そこで得た気づきを全体の話し合いへと広げる場を設定すれば、自分の考えを見直し、科学的な考えを深めることができるだろう。

◆手だてⅡ 個から全体へ広げるかかわり合いの場の設定

新たな視点に気づき、自分の考えを深めていけるように、個の追究をもとにして、友だちと繰り返し話し合う場を設ける。

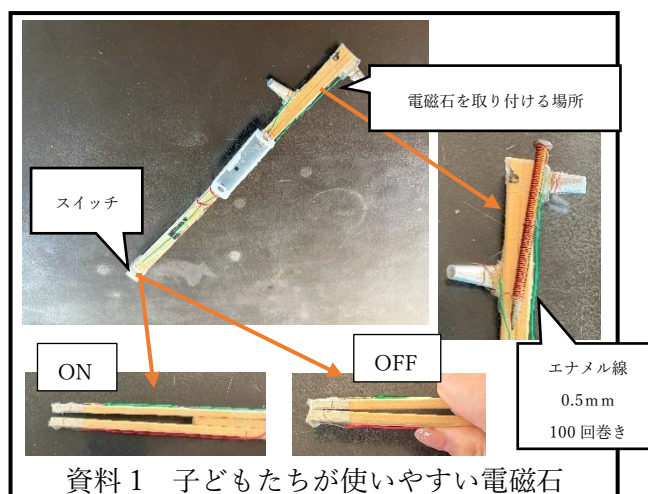
(3) 単元構想について (全 20 時間)

単元の流れ	【手だて・教師支援】
電磁石を作りたい ①②③④ ・銅線と電池と割りばしで電磁石が作れるんだ！ ・回路が通っているときだけコイルの部分が磁石と同じ役割をするんだね。 ・電池の向きを反対にしたり、コイルの巻く向きを反対にしたりすると磁石の極の向きが反対になるんだね。 ・自分の電磁石を使って何か遊びたいな。 電磁石玉取りゲームⅠに挑戦 ⑤⑥⑦⑧⑨⑩ ・玉取りゲームはクレーンゲームに似てるね。ポイントの高い重い玉を取れるようになりたいな。 ・自分の電磁石をパワーアップして電磁石玉取りゲームで高得点を狙いたいな。 《予想》 ・電池を増やせば磁力も大きくなるはずだ。 ・コイルの巻き数を増やせば磁力も大きくなるはずだ。 ・銅線の太さを変えれば磁力も大きくなるはずだ。 《個人実験》 ・電池を増やしたら磁力も大きくなったよ。電流の大きさが関係しているんだね。 ・コイルの巻き数を増やしたら磁力が大きくなったと思ったけど、銅線が長くなると磁力が小さくなってしまったよ。 ・銅線の太さを太くしたら磁力が大きくなったよ。電気の通りやすさが関係しているのかな？ 《話し合い》 ・みんなの調べた条件を合わせて最強の電磁石を作ろう。 電磁石玉取りゲームⅡに挑戦 ⑪⑫⑬⑭⑮ ・今度の玉取りゲームはマイナスポイントの玉が出てきたよ。強すぎると、マイナスポイントの玉を取らないように磁力の調節をしないとイケないね。 《予想》 ・磁力を大きくしたときの条件を基にして、磁力を小さくするとよいと思うよ。 《個人実験》 ・電流が○A で導線の長さが○mで巻き数が○回の時に○gのおもりをとることができたよ。 ・○gのマイナスポイントの玉をとらないようにするための条件が分かったよ。 電磁石をコントロールしておもちゃ作り ⑯⑰⑱⑲⑳ ・電磁石の磁力の大きさをコントロールするための条件がわかったよ。これを使って、おもちゃ作りをしたいな。 ・電源装置を使って大きい景品も取れるクレーンゲームを作りたいな。これまでの実験で条件が分かっているから作りやすいね。 ・磁石の強さがコントロールできるってすごいね。	【手だてⅠーア】 ・1 人一つ電磁石を作り、電磁石を自由に使う時間を確保する。 【手だてⅠーイ】 ・磁力を強くしたいという思いを持たせるために玉取りゲームに出合わせる。 【手だてⅠーア】 ・磁力が変わる条件を自分なりに考えるために電磁石のパワーアップに役立ちそうな材料を用意する。 【手だてⅡ】 ・友だちの条件と比較しやすいように、条件の項目ごとに分けて整理する。 【手だてⅠーイ】 ・磁力を大きくした条件を基に、磁力をちょうど良い大きさにコントロールする必要感を生むためにマイナスポイントのルールを追加する。

3 研究の実際

(1) 自分の電磁石を作り、電磁石の特性を知っていく児童A 手だてIーアの検証

単元の導入において、児童Aは電磁石を用いて鍵を取り出す活動を経験した後、「どうして先端の鉄の部分に鍵がくっつくんだろう」「磁石と似ているけど何か違うことはあるのかな」と振り返っていた。個人で追究をおこなっていくために、一人一つ電磁石を作った(資料1)。子どもたちが改良する際のことを考え、コイルと鉄芯の取り外しがしやすいようにした。また、ONとOFFをすぐに切り替えられるように電磁石の端の形をあえて離れる形にした。思い思いに実験ができるようにクリップや重さの違うナット、方位磁針、鉄、アルミを各班に置いておき自由に使えるようにした。子どもたちは、クリップが何個くっつくか数えたり、引きつけられるものと引きつけられないものを調べたりしていた。児童Aは振り返りに「電磁石は電力が弱いと大きいものを持ち上げても取れてしまうと考えた」と書いた(資料2)。磁力の強さと電力との関係について自分の考えをもつことができた。自分の電磁石を作り、思い思いに自由に使える環境を整えたことで、電磁石の性質について自分なりの発見ができたと言える。しかし、磁力を強くしたいなど、問題意識をもつことはできなかった。



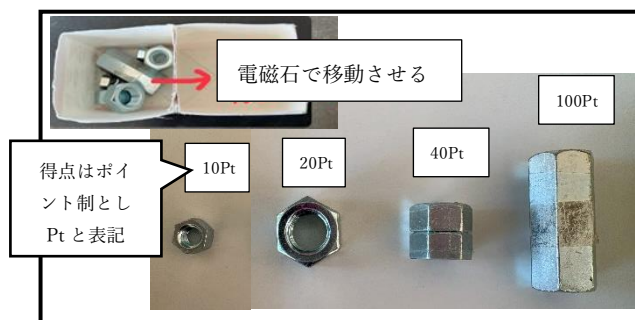
資料1 子どもたちが使いやすい電磁石

わかりました。電磁石も使ったら大きいものはすぐにとれてしまったけど、小さかったものは、ず、とくっついて、たくさんくっきました。なので電磁石は電力が弱いと大きいものを持ち上げてもとれてしまうと考えました。

資料2 児童Aの振り返り

(2) 電磁石の磁力の大きさを強めたいと思う児童A（手だてIーイの検証）

磁力を強める必要感を生み出すために、重さの異なるナットを用いた玉取りゲームを設定した。玉取りゲームでは、ナットの重さに応じて得点を設定し、重いナットほど高得点となるようにした。(以後得点となるナットのことを玉と言う) 玉の重さは、電磁石を改良しなければ持ち上げられないものを作っておき、子どもたちの「重い玉を持ち上げられるようになりたい」と追究意欲をもてるようにした(資料3)。



Pt	10Pt	20Pt	40Pt	100Pt
重さ	10.5 g	30 g	40 g	100 g
持ち上げる条件	資料1の電磁石で持ち上げられる	乾電池を2個直列つなぎにした電磁石で持ち上げられる	電磁石の改良が必要	

資料3 左：玉取りゲームのルールと玉の得点
上：各玉の重さと持ち上げるための条件

子どもたちは、自分の電磁石でより高得点を獲得しようと意欲的に取り組んだが、100 ポイントのナットについては誰も持ち上げることができなかった。この結果から、子どもたちは自分たちの電磁

石には限界があることを実感するとともに、「どうしてももっと強い電磁石にできるのだろう」という思いを抱き始めた。しかし、この段階では、「100 ポイントのナットは持ち上げられないもの」と諦める姿も見られた。そこで、外見からは違いが分からないように工夫したパワーアップ電磁石を提示し、実際に 100 ポイントのナットを持ち上げて見せた（資料 4）。すると、「何で持ち上がるの」「自分たちの電磁石と何が違うのだろう」「中を見てみたい」といった発言が次々と聞かれた。児童 A も振り返りに「先生がま（魔）改造した電磁石はどうなっているのか調べたいです」と記していた（資料 5）。この姿から、玉取りゲームとパワーアップ電磁石の提示によって、単に電磁石の不思議さを感じる段階から、「もっと強い電磁石を作りたい」「強くなる条件を明らかにしたい」という課題意識をもつことができたと考える。

（3）繰り返し実験をする児童 A（手だてⅠーアの検証）

磁力を強めるために、自分の電磁石の条件を確認し、使用する乾電池は単三電池 2 個を直列つなぎとすることに統一した。その後、教師は子どもたちが磁力を強めるために使いたくなるような材料を用意した（資料 6）。子どもたちはその材料を見ながらどうしてもしたら磁力が強くなるのか考えた。児童 A は軸の種類を変えることで、磁力が大きくなるのではないかと予想を立てて実験を始めた。巻き数を 100 回、導線の太さを 0.32mm で揃え、軸の種類だけを変えて、実験を行った（資料 7）。この結果から、児童 A は「ねじはどうして釘よりも（クリップが）つかないのだろう」と疑問をもった。そこで、教師と対話をする場を設け「ねじと釘でクリップが触れる面積は同じかな」とたずねた。すると、「ねじが太くてクリップがくっつく面積が大きいね。もしかしたらたくさんくっつけるだけで、持ち上げられる重さは同じかもしれない」と話した。そこで「クリップの数以外でどうやったら磁力の大きさを比べられると思う」と投げかけると、少し考えた後、「持ち上げられる重さを比べて、釘の方が重いものを持ち上げられたら本当に磁力が大きくなったと思う」と話した。そして、児童 A はおもりの重さを変えて実験を行った。釘の方が重いおもりを持ち上げられることを確かめ、軸が太い方が重いものを持ち上げることができると分かった。ここから、自分の考えを確かめることができる環境を整えたことで、自分なりの考えをもつことができたと考える。

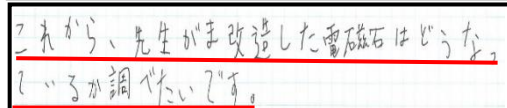
（4）電磁石を強くするための条件を考える児童 A（手だてⅡの検証）

子どもによって磁力を強くするための方法が異なるため、自分の追究結果を友だちに伝えようと活

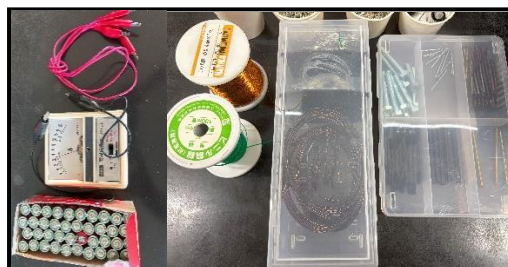


資料 4 パワーアップ電磁石

乾電池 2 個を直列つなぎにし、
軸をボルトにし、エナメル線を
0.7 mm で 500 回巻きに変更



資料 5 児童 A の振り返り



資料 6 パワーアップに役立ちそうなもの

単三電池、簡易検流計、ワニ口クリップ、
エナメル線（0.7mm、0.5mm、0.3mm）釣り糸、
針金、銅線、釘、綿棒、ストロー、ボルト

クリップの数			
鉄	15個	16個	7個
綿	0個	0個	0個
銅	0個	0個	0個
合金	0個	0個	0個
木	5個	7個	6個

資料 7 児童 A の実験結果

発な話し合いが行われた。まずは、「軸は鉄じゃないとつかない」という考えが出た。軸の種類を変えて実験した子の結果を見比べて、どれも鉄でなければ磁力をもたないことを理解した。そして児童Aが意見を付け加える形で、「軸の太さを変えると持ち上げられるものの重さも重くなった」と演示実験をした。そして、「軸は鉄でないといけませんが、100Ptを持ち上げるために軸を太くすることが大切」と子どもたちの中でまとまった。次に、「巻き数を多くすると、磁力が大きくなる」という意見が出た。子どもたちは友だちの実験結果を見比べた。そして、クラスで一番多くコイルを巻いた児童B（700 回巻）の磁力が児童C（500 回巻）よりも小さいことに気づいた。そして、子どもたちはなぜ磁力が小さくなってしまったのか考え、「コイルの巻き数を増やすと、銅線の長さも長くなってしまっているから、磁力が小さくなっている」と予想した。「長さを同じにしたコイルで巻き数を変えないといけない」と実験を考える児童が現れた。そこで、その場で長さを同じにして、演示実験をすると、巻き数の多いコイルの方の磁力が大きくなり、「長さをそろえれば、巻き数を多くすると磁力も大きくなる」と確認できた。そこで「なぜ、700 回巻は磁力が小さくなってしまったのか」と問い直すと、「700 回と 500 回の電流の大きさを比べると、700 回の方が小さいから」と電流の大きさに注目し「導線が長いと、電流も小さくなってしまふのかな」と電気抵抗の考え方に近づく児童もいた。個人実験の結果と考察を交流させることによって、「磁力を大きくするためには、軸を太くして、巻き数を多くすることが大切」と実感し、巻き数を増やすためには導線の長さが伸びてしまい、電流の大きさが小さくなってしまふ事実気づく場となった。

児童 D: コイルの巻き数を増やすと、銅線の長さも長くなってしまっているから、磁力が小さくなっているんじゃないかな。

児童 E: 長さを同じにしたコイルで巻き数を変えないといけないよ。

～演示実験～

児童 F: 長さをそろえれば、巻き数を多くすると磁力も大きくなるね。

資料 8: 授業記録

(6) 電磁石の磁力をコントロールしていく児童 A（手だてⅡの検証）

磁力を大きくすることができた子どもたちに、学習したことを活用する新たな課題として、玉取りゲームのルールを変更した。取ってしまうと減点してしまう玉（以降減点玉と言う）を配置し、高得点を得るためには必要な玉だけを取らなければならない状況を設定した。ただし、重さの重い玉を取るときと、重さの軽い玉を取るときとで、電磁石を変えてよいものとした（資料 9）。すると、児童 A は、「強いだけではだめだ」ということに気が付き始め「減点玉は取らずに得点玉だけを取れる電磁石を

Pt	20Pt	30Pt	-50Pt	40Pt	100Pt
重さ	1 g	2 g	4.5 g	30 g	100 g
持ち上げる条件	-50 を取らないようにするためには電磁石を改良する必要がある。			パワーアップした電磁石で個別に狙えば取れる。	

資料 9 左：玉取りゲームのルール変更 右：玉の重さと持ち上げるための条件

つくりたい」と考えた。-50Pt は重さ 4.5 g、30Pt は重さ 2 g のため、4.5 g は持ち上げられず、2 g

は持ち上げられる磁力を見つける作業を行っていった。子どもたちは、磁力を弱くするためには、磁力を強くしたときのことをもとに反対のことをするとよいだろうと考えた。軸は細いものに変更し、巻き数を少しずつ減少させていった。この結果を基に、児童Aは4.5gを取らないようにするためには、巻き数は70回よりも少ないものが良いと考えた。また、2gを取るためには、巻き数は40回以上が必要だと考えた。そして、70回と40回の間である60回が一番よいと考え電磁石を改良していった（資料10）。改良後のゲームでは、児童Aは減点玉を取ることなく得点玉だけを獲得することができた。

また、おもちゃ作りでは、電磁石のON・OFF機能や磁力を調整できる特徴を生かしながらクレーンゲームを作成し友達と遊び合った（資料11）。ルールの変更やおもちゃ作りをすることで「電磁石を強くする学習」から、「目的に応じて磁力をコントロールする学習」へと児童の学びが発展したと言える。

4 成果と課題

（1）仮説Ⅰについて

子どもでも簡単に使える一人1つ電磁石を作り、電磁石を使う体験を十分に行うことができ、「どうしてだろう」「なぜだろう」とふしぎをもつことができた。そして、なかなか玉を持ち上げられない問題に直面した子どもたちは、なんとかして持ち上げたいという追究意欲をもった。簡単に使える電磁石を開発し、玉取りゲームと出会わせたことで、思い思いの実験をすることができ、自分なりの考えをもつことができた。

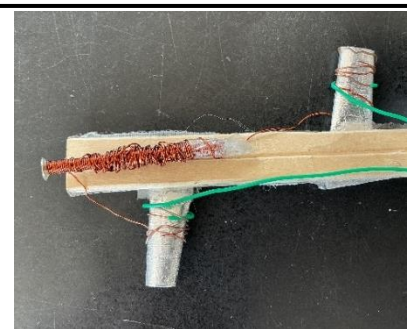
また、玉取りゲームのルールを変更し、減点玉を加えたことで、児童Aは「磁力は強ければよい」という考えを見直し、課題解決のためには目的に応じて磁力を調整する必要があることに気づくことができた。その結果、軸の種類や導線の太さ、巻き数など、これまでの追究活動で明らかにしてきた条件を基に、自ら電磁石を改良しようとする姿が見られた。コントロールする必要性を感じさせることは、意欲的な追究に有効であった。

（2）仮説Ⅱについて

自分の考えや発見を話し合いで伝えていくことで、電流と巻数の関係や実験が条件制御できているかなどについて、学級で考え、深めていくことができた。一人一人の実験結果を見比べることで電磁石の磁力を変化させる条件を見つけ出す子どもたちの姿が見られた。個々がかかわる場が有効に働いたと言える。

（3）課題について

本実践では電磁石の磁力を目的に応じてコントロールする姿は見られたものの、その必要感や玉取りゲームやおもちゃ作りといった教材場面に留まっていた。今後は、電磁石が社会や生活の中でどのように活用されているのかを考える場を設定し、学習した内容をより広い場面で活用できるようにしていく必要がある。また、活用を通して新たな疑問や課題を見だし、自ら追究を発展させていく学習の在り方についても検討していきたい。



資料10 児童Aが改良した電磁石



資料11 電磁石の性質を生かしたおもちゃで遊ぶ子どもたち