

学びの時間と空間をデザインできる子供の育成 ～「電磁石の性質」の実践を通して～

工藤 健司

1. 問題の所在

理科は、子供たちの好きな教科の一つにあげられることが多い。平成30年度全国学力学習状況調査の児童用質問紙¹⁾においても、「理科の勉強は好きですか」という質問に対して「当てはまる」「どちらかといえば当てはまる」と回答した児童が83.5%であった。また、「観察や実験を行うことは好きですか」という質問に対して「当てはまる」「どちらかといえば当てはまる」と回答した児童は89.8%であった。以上のことから多くの子供は、理科が好きであり、観察、実験を行うことが好きである児童が多いことが伺える。

一方で、「理科の授業で、自分の考えをまわりの人に説明したり発表したりしていますか」という質問に対して「当てはまる」「どちらかといえば当てはまる」と回答した児童は、54.6%であった。この結果が何を意味しているのかを考えていくことは、理科教育を考えるうえで非常に重要なことである。筆者は、上記のような状況に至った背景には、以下のような要因が存在すると考えた。

①教師主導型の理科授業

②グラウンド・ルール²⁾の共有不足

①に関しては、「主体的・対話的で深い学び」からの授業改善が求められている今日でも、教師側が準備した実験道具を使って、決められた実験を行う理科授業が多いと推察する。実験の準備は、時間がかかり、安全を確保するための専門的知識も必要であるため、子供に実験を考えさせることが困難であると感じる教師も多いと思われる。したがって、子供が「やってみたい」「試してみたい」という思いは

どこかに置いて、教科書等に掲載された実験を教師が提示し、実験を行う授業を続けてしまうのである。また、教科書等に掲載されていない面白い実験を提示したり、実験させたりすることも教師主導型の理科授業と言える。これらの授業には、子供の「不思議だな。どうして、〇〇なのだろう?」「〇〇したら、どうなるのだろう?」という子供の学ぶ側の論理が欠落しているのである。

②のグラウンド・ルールとは、「どの教室でもクラス全体の話し合いにおいて、教師と子供が共有している暗黙的なルール」のことである。黒田ら²⁾は、「子どもの学びや他者とのつながりを促進するような良い影響を及ぼすグラウンド・ルールを共有していかなければならない」と述べている。つまり、子供の学びや他者とのつながりを促進しないグラウンド・ルールは、クラスにとって悪い影響を及ぼしかねないということである。教室における教師と子供との会話でよく見られるものとして、「IRE連鎖」と呼ばれる会話の構造がある。³⁾教師の発問(Initiation)があり、それを受けて子供が反応し(Response)、それに対して教師が評価する(Evaluation)という構造である。この「IRE連鎖」は、知識伝達型の授業において用いられることが多いとされている。一方で、「主体的・対話的で深い学び」からの授業改善が求められている今日、授業における「IRE連鎖」と呼ばれる会話の構造を再考する必要があると考えられる。

以上の問題点を踏まえて、今年度、本校の研究主題である「子供とつくる学び」の実現のために行った授業実践について報告する。

2. 理科における「子供とつくる学び」とは

本学級（5年生）の子供たちは、テキストに掲載されていることが正解であり、知識として習得すべきものであるという考えが強く、友だちの発言に対して批判的な意見や考えを出し合い、「クラスの知」を構築していく姿が少なかった。子供は、理科に関する知識をたくさん持っており、紙面上で習得した知識を再生することにおいては、よくできていた。しかし、子供たちの知識が、いつでも活用できる生きた知識であるのかどうかは、不明であったため、本単元「電磁石の性質」のプレ授業として、ある回路に検流計をつなぐ授業を行った。すると、子供たちの驚くべき姿が見られた。検流計のつなぎ方は理解しており、ノートにも絵や回路図を使って正しいつなぎ方が表現されていた。しかし、実物を使って検流計をつなぐように指示すると、正しくつなぐことができなかつた子供が一定数いたのである。このことから、子供たちが習得したと思われていた知識は、いつでも活用できる生きた知識とはなっていないことが明らかとなった。

理科における「子供とつくる学び」とは、一体どのようなものなのだろうか。前述したとおり、教師主導型の授業では、限界がある。一方で子供に問題を丸投げすることでもない。学ぶ側（子供）の論理を大切しながら、教師はその学びに寄り添っていくことが大切であると考え。また、子供たちがクラス内で、安心して発言できる雰囲気づくりやグラウンド・ルールの共有が大切なのだと考える。しかし、私たち教師は、これまで受けてきた教育の呪縛からはなかなか解放されておらず、つい教師主導型の授業やIRE連鎖の会話構造で授業を展開してしまいがちである。「子供とつくる学び」は、一朝一夕で

成し遂げられるものではなく、日々の授業の積み重ねが大切なのだと感じる。そのことも踏まえたうえで、今年度、理科における「子供とつくる学び」を

『学ぶ側の論理に寄り添いながら、他者とともに問題を解決して活動をとおして、子供が生きた知識を習得していくこと』

として、授業をデザインしていく。

今年度、本学級の実態から「子供とつくる学び」を実現するための手立てを以下の2点とした。

1つ目は、「知識が物語になる」ことである。前述したとおり、知識を機械的に記憶するだけでは、今後の生活に活用できる生きた知識にはなり得ない。単元のはじめに「電磁石の仕組み」を追究することで、「電磁石を強くするためには…」という問題に対して、様々な道具を媒介とした学びが展開されると考えられる。このような学びは、テキストの知識を丸暗記したものではなく、子供が対象と対話する中で得られたものであり、生きた知識となると考えられる。

2つ目は、「子供自身が学びの時間と空間をデザインする」ことである。指導者が指示するがままに、子供が動くことは、子供の学びに対する主体性を奪うことである。子供のアイデンティティを保障するためにも、子供が既習内容や生活経験から自分の予想を立て、その予想を確かめる実験を子供自身が選択できる状況をつくり出していく必要がある。

3. 単元を計画するにあたって

本単元の指導にあたって、教科書では電磁石をつくり、試行錯誤しながら問題を発見し、解決していく流れになっている。しかし、この流れでは「コイ

ルに電流を流すと強い磁場ができ、この中に鉄心を入れると磁化されて鉄心が磁石になること」を子供が理解することができない。以前、赴任していた学校において、「電磁石の性質」の単元が終了し、簡単な小テストを実施した時に、「鉄心にも電流が流れている」と答えた子供が多かったことがある。これは、電磁石の仕組みを理解していないことから生じていると考えられる。そこで、今回は単元のはじめに「電磁石の仕組み」について追究する時間を設定した。この時間を設定することで、単元後半の電流の大きさや向き、コイルの巻き数などに着目して、電流がつくる磁力を調べる活動を子供自身でデザインすることができると考えた。

以上のことを踏まえた上で、本単元を以下のよう計画した。

単元計画（全15時間）

第1次 電磁石の性質（5時間）

- ①電磁石をつくってみよう……………2時間
- ②電磁石と永久磁石を比較してみると……………1時間
- ③電磁石の鉄を引き付ける力はどこからやってくる？……………2時間

第2次 電流の向きと電磁石の極のでき方の関係（2時間）

- ①電流の向きを変えると電磁石の極はどうなる？……………2時間

第3次 電磁石の強さを考えるには（6時間）

- ①電流の大きさと電磁石の強さの関係は？……………2時間
- ②コイルの巻き数と電磁石の強さの関係は？……………2時間
- ③電流とコイルの巻き数以外の条件を変えてみると…。…2時間（★本時2/2）

第4次 電磁石を利用したおもちゃづくり（2時間）

4. 実践報告「電磁石の性質」

①電磁石の仕組みを追究する（第4時・第5時）

単元導入において自作した電磁石で自由試行を行った。すると、子供から「導線に電流を流した時だけ、鉄心が磁石になる。」という声があがった。このことは、クラスのほとんどの子供が、すでに知識として持っている物であった。そこで、教師から「もともと、この鉄心は磁石ではないよね。では、この磁石の力はどこからきているの？」と問いかけた。すると、一瞬、教室が静まった。この瞬間、子供たちは自分自身と対話していたと考えられる。その沈黙を一人の子供が破った。以下、子供と教師の談話を示す。

C1:「電流を流した時だけ、磁石の力が生まれたのだから、電流と磁石の力は関係あると思う。」

T:「その磁石の力は、どこから出ているの？」

C2:「…鉄心？」

T:「鉄心には電流が流れているの？」

C3:「…いや。流れてない…。」

C4:「うん。流れてない。」

T:「では、磁石の力はどこから出ているの？」

C5:「…ということは、導線？」

C6:「うん。導線だと思う。」

T:「では、導線から磁石の力が出ていることを確かめるにはどうしますか？」

この後、子供たちは、砂鉄や方位磁針を使って、導線から出る磁石の力について追究していった。そして、教師から「電流を通す素材なら、どんなものでも磁石の力は生まれるの？」と問い、金属製のスプーンをみせた。すると子供たちは、すぐに実験をはじめ、方位磁針の針が触れることを確認した。子供たちは、これらの実験を通して、「電流を流すと導線からわずかではあるが磁石の力が生じる」とい

1/25 問題 電磁石の「磁石の力」はどこから？

ものに電流が流れると、磁石の力が生じる。(とても小さい)

電磁石の強さが強いののは、導線がたくさん集まっているから

導線をたくさん集める
→ 電流の大きさを変える

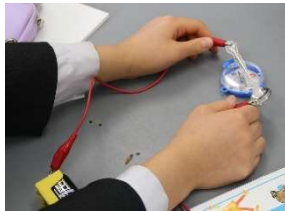
電流と関係？

針が動いた！

金属のスクリュー

【第5時の板書】

うことを自分たちで結論づけた。また、子供たちは、これらの結果から、導線をたくさん巻いたコイルならば、磁石の力が集まって、強い電磁石になるのではないかと考えていた。



このように、子供たちの「わかったつもり」を顕在化させることで、学びのストーリーを子供自身がつくりあげていった。そして、この第4・第5時における学びが、本時の学びへとつながっていた。

①

A B

キュッとした方がよさそう。Aは磁力が分散する？

100回巻

good!

電磁石の強さは、導線の巻き方に関係すると予想
この子供は、この時点では、まだ明確な予想はできていないが、導線を密に巻いた方が電磁石力の力は強いと予想している。

②電磁石の強さを変える条件は？（電流の強さと巻き数以外の条件に関して 第12時・第13時）

第3次では、電磁石の強さに関わることについて追究する活動を行った。本時まで、電流の強さとコイルの巻き数を変えた時の電磁石の強さの違いについては、実験し、考察した上で、それ以外の条件で電磁石を強くすることができるのかどうかについて考えた。子供からは、以下の6つの条件が出された。

- ・ 導線の巻き方
- ・ 導線の太さ
- ・ 導線の素材
- ・ 芯の素材
- ・ 導線の長さ
- ・ 鉄心の太さ

それぞれの条件に対して予想させたところ、以下のような予想が見られた。

②

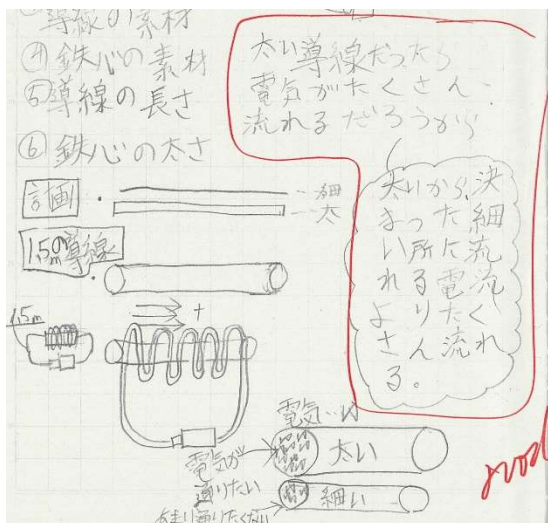
長<短

導線の長さが短ければ長いほど電磁石の力は弱くなると思ふ
なせなら長いほうはエニル線が長いから、その分そこに電流を流さないといけなくて電磁石の強さが弱くなるから

電磁石の強さは、導線の長さに関係すると予想
導線の長さが短い方が、電磁石力は強いと予想している。導線が長いと電流が分散されるイメージでかかっている。

小さい方が、一か所にたくさんの電気が流れる→強いと思う

電磁石の強さは、鉄心の太さに関係すると予想
この子供は、鉄心の径が小さい方が、一か所に電流が流れるため、電磁石は強くなると予想している。



電磁石の強さは、導線の太さに関係すると予想
 この子供は、導線の断面積の違いから、導線の径の大きい方が電流がたくさん流れると予想している。

各自で予想した後に、それぞれの予想を友だちに説明する時間をとった。その中で、子供たちは、自分のイメージを絵と言葉で表現していた。この活動は、自分のイメージを電流、導線、芯になったつもりで、物語っているものであった。改めて自分の考えをイメージ図で表現し、説明することの大切さを実感した。そして、これらの条件から調べてみたいものを1つ選び、同じ実験をするメンバーで班を再構成した。

実験するにあたり、指導者からは準備物は提示しなかった。どのような素材のものを、どれだけいるのか伝えるように指示しただけである。子供たちは、様々な注文をしてきた。教師は、それに答えて準備物を用意した。これは、子供が実験するにあたり、自己決定しながら自分たちの学びの時間と空間を調整していった姿であると考えられる。同じ実験をするメンバー間で話し合い、実験へ取り組む真剣さが見られた。また、夢中で取り組み、自分たちの実験結果に責任をもつ様子が見られた。このことから、子供は「何も知らない存在」「知識を授かる存在」

ではなく、一人の学び手として他者と協働しながら学ぶ存在であることがわかる。



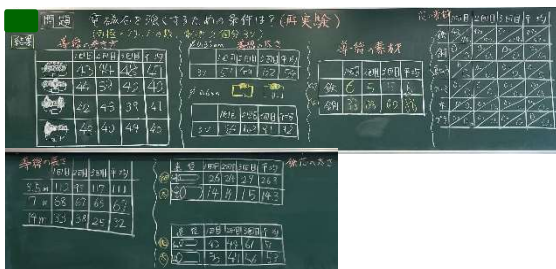
各班の実験結果は以下のとおりであった。

- ・導線の太さを変えると、導線が太い方が電磁石は強くなった。
- ・導線の長さを変えると、導線の長さが短い方が電磁石は強くなった。
- ・芯の素材は、鉄を入れた時だけ、磁石の力が生じる。

芯の素材を変えて実験した班からは、「鉄心だけが磁石の働きをしたことが意外だった」という声が聞こえてきた。「どうして？」と問い返すと、「鉄もアルミも銅も電流は流れるのに、どうして鉄だけが磁石の働きをしたのかが不思議です。」という返答があった。この子供は、この実験後にも芯の部分に電流が流れていると考えている。その場で、電磁石の仕組みを振り返らせ、芯の部分には電流は流れていないことを確認した。子供の誤概念を取り除くことの大変さを感じた瞬間であった。

一方で、導線の巻き方、導線の素材、鉄心の太さの3条件については、自分たちの予想していた結果とは異なるデータが得られ、困惑していた。この場面では、あえて指導者側から問いかけることをせずに、子供たちがどのような考察をするのか様子を見た。一部の子供たちからは、「このデータは、信頼できるのかな？3回の実験のばらつきが大きいよ

うに思う。「このデータからは、よくわからない。」といった発言があった。そこで、指導者から「この後どうする？」とだけ聞くと、「再実験をしてみたい。」という反応が多かった。後日、再実験を行い、導線の巻き方と導線の素材に関しては、子供たちの納得解を得ることができた。しかし、鉄心の太さについては、班によって得られたデータに違いがあり、指導者から説明をすることで、その時間を終えた。



再実験時の板書

おわりに

宮下は、理科という教科を**ホットな理科**と**クールな理科**という言葉を使って、説明している。

ホットな理科とは、「誰のために、何のためにその理科の知識を使うのかを明確にした理科学習。」

クールな理科とは、「理科の知識を習得することに主眼を置いた理科学習。」

本学級の子供は、普段、**クールな理科**を求めているのだと感じる。一方で、筆者は普通の授業では、**ホットな理科**を子供たちに求めている。おそらく、どちらが良いという問題ではなく、どちらも必要なものなのだと思う。私たち教師は、目の前の子供に対して、一人の学び手として認め、寄り添いながら授業を展開していくことが大切なのだろう。

本実践においては、「子供とつくる学び」を『**学ぶ側の論理に寄り添いながら、他者とともに問題を解決して活動をと**おして、子供が生きた知識を習

得していくこと』として授業をデザインしてきた。

子供たちのわかったつもりを顕在化させることで、子供たちは自分自身で学びをデザインし、生きた知識を習得することができたと思う。一方で、子供に任せすぎて、予想以上に時間がかかってしまったことは次への課題である。また、予想を立てたり、実験結果から考察したりする場面では、子供の発言が少なかった。これは、クラスにおいて安心して発言できる環境が整っていなかったことが考えられる。黒田らが提唱する「子どもの学びや他者とのつながりを促進するような良い影響を及ぼすグラウンド・ルールを共有していく」ことは、今後の課題である。

【参考文献】

- 1) 平成 30 年度 全国学力・学習状況調査 調査結果資料 全国版 小学校：国立教育政策研究所 National Institute for Educational Policy Research(nier.go.jp)
<https://www.nier.go.jp/18chousakekkahoukoku/factsheet/18primary/>
- 2) 深い理解を生み出す理科授業とその評価 黒田篤志、森本信也 学校図書 2018 p51
- 3) 前掲深い理解を生み出す理科授業とその評価 p52