

世界の見方が変わる理科学習の在り方

河野 広和

1. 本実践の主張

理科の授業を通して育てたい力は、科学的な見方・考え方である。科学的な見方・考え方ができるようになるためには、知識・理解と態度の両面が必要である。知識・理解とは、自然の事物・現象について理解した知識のことである。態度とは、「自分は、科学的な知識や技能を、他に活用することができる」という自己効力感であると考えられる。自己効力感とは、心理学の用語で「ある課題を自分の力で効果的に処理できるという信念」のことである。

小学校理科における前述の自己効力感を科学的な態度とするならば、それを育てるための手立てには、理科で学んだ知識を、自分の生活に活用し、説明する活動が不可欠であると考えられる。活用の範囲を「生活に」と限定的なものにしたのは、小学生の発達段階による。学んだ知識を、身近ではない抽象的な想定的事象に適用させて考えさせることは、科学的な見方・考え方をしようとする態度の育成に有効ではないと考える。なぜなら、その抽象的な事象は小学生の生活の中にはなく、与えられた課題でしかないからである。身近な事象に対して、問題解決の知識・技能を活用し、「これは、～だろう。～すればわかるかもしれない」と自ら問題を見だし、解決しようとするのが科学的な態度と言える。

そこで、「生活から学習問題を見出し、生活に還る」という授業づくりの視点を提案する。この価値は、2つある。1つは、その単元の知識・理解を生活に活用できること。もう1つは、「見出した問題は、科学的な手続き（実験）をすれば、解決できる」という単元を超えた高次な科学に対する理解（メタ認知）ができることである。この両方

が自己効力感が高めると考える。

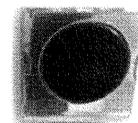
本研究における単元「磁石の性質」では、下のよう単元の価値を捉えた。第2象限は、学習指導要領における内容ア、イを含む顕在的な学習内容である。その内容を、第1象限の学習方法を用いて指導することで、第3・4象限に示している、潜在的な内容に気付いたり、態度を養える。

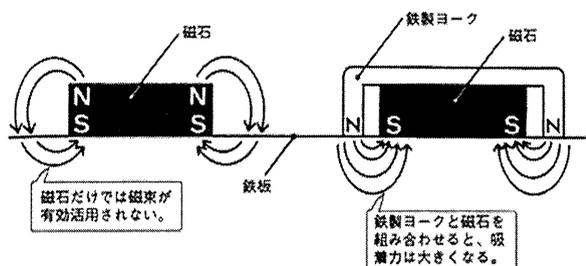
個を育てるためのカリキュラムの4つの視点 3年 理科 「磁石の性質」		
	学習内容	学習方法
顕在化	<small>単元内容・教材・学習対象</small> ・磁石に引き付けられる物、引き付けられない物 ・磁化されるもの ・磁石の異極は引き合い、同極は退け合うこと ・磁極を近づけると磁力は強くなること	<small>調べる・話し合う・一人学習・教え合い…等</small> ・一人一実験 ・問題、予想と実験方法、結果の比較と共有 ・一枚のシート(OPPA)による単元内の自他の変容の理解 ・自学レポートによる単元後の活用の促進
潜在化	<small>教科の背景・人間の文化</small> ・エネルギーの見方が変わる。エネルギーは変換・保存できる ・表などを用いた分類方法 ・身の回りの道具などには、磁石の性質を利用した物が多数ある。また、それらを自分で工夫して作ることができる	<small>意欲・学習観</small> ・当たり前だと思っていたことを不思議に思うことができる ・身の回り疑問は、観察や実験をして、自分で答えを出すことができる ・自分の考えを伝えることや、人の考えを聞くことは、考えを深めるし、面白い

横浜国立大学 三浦修一

2. 単元について

児童の生活の中には、掲示用の磁石、筆箱の磁石などたくさん磁石がある。また、磁石遊びも経験している子が多い。当たり前に使っている。しかし、改めて生活の中の磁石について問うと不思議なことに気付く。これが単元の導入となる。下の写真は、一般的なマグネットクリップであるが、強力な力で黒板に張り付いている。それは、磁石の力をヨーク（継鉄）で強めているからである。次に図を示す（TDK テクマグのサイト：<http://www.tdk.co.jp/techmag/ninja/daa00371.htm>より引用）。子どもはこれを、「片側にクリップなどが付かないからN極かS極しかないのかな」、「なぜか磁力が強い」





と考え始める。当然、「磁石にくっつくものは何か」、「はさみが、磁石になるのか」、「どうして、磁石同士はくっついたり、離れたりするのかな」などの問題も生まれる。これらを問題解決学習で追究することで、単元末に導入で用いたマグネットクリップの問題も解決できる。そして、「生活から見出した問題を自らの力で解決できる」、「理科で学んだことは、使うことができる」という自己効力感を育てることにつながる。教材ではなく、製品化されている磁石は用途に応じて工夫されている(教材によくある長辺方向に磁極のあるフェライト磁石は、製品には、ほぼ使われない)。そのような科学の文化的な価値にも触れることができる。また、子どもが電気回路と磁気回路の共通点などに気付く可能性もある。

しかし、導入と単元末に、生活の事象を扱うだけで、児童のもっている概念や態度は変容するものではない。概念や態度を変容させるためには、自己のもっている概念や態度がどのようなものか理解すること(メタ認知)や自己と対比する他者とのコミュニケーションが必要であると考え。それらを促すために、本校の相互啓発的学習観に基づき、以下の3つの手だてを取った。

3つのきく「聞く・聴く・訊く」を大切にする

一人一人が実験を行うことや発展的な内容(今回は継鉄)を扱うことで、仲間の結果、考察が、自分とは異なると考えられるようになり、きく必然性を生む。お互いの結果から帰納的に結論を導出することで、結論の妥当性・信頼性を高める。

自分の語りを大切にする

自分たちで見出した問題について、一人一人が実験方法を考え、結果・結論を出し、考察する。自分で考えることは、見通しをもち、妥当な実験を行うことにつながる。また、互いに結果や解釈が同じではないことが語る必然性を生む。

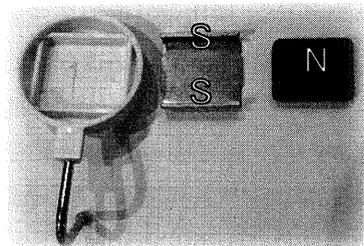
背景を考えながら、仲間と関わろうとする

OPPA (One Page Portfolio Assessment) で自他の学びの履歴をたどる。自分は仲間の発言で学びが深まった、自分の発言が仲間の学びを支えていることの自覚をできるようにする。共に学ぶ価値の気付きにつながる。

誰がどんな学習問題を考えたか一覧できるようにしておく。

3. 実践の概要

100円ショップの耐750gと表記されていたマグネット式のフックである。第1時の導入時から用いた。保護用のテープをはがすと、磁石とヨーク(継鉄)が見える。この磁石は、面積の広い面の上下が、磁極になっている。上下の間隔は3mm程であり、磁極間が短いため、いわゆる実験用磁石に比べると磁力は強い。ヨークを付けると、覆われる側の磁力は、ヨークの両端に集中する。例えばS極を覆えば、写真のように、SNSと磁極が連続しているように見ることができる。反対に付けた場合は、NSNとなる。ヨークを付けると強い力を生むことができるのは、散らばっていた磁束の密度を高めるからである。



この他にも、生活の中にある磁石や、棒磁石やU字磁石などを用いて、磁石遊びをし、学習問題をつくった。「磁石にくっつくものとくっつかないものは何か」、「同じ極同士がくっつかないのはなぜか」、「N極とS極

で力の強さが違うのか], 「方位磁針の針は磁石なのか」, 「マグネットフックのカバー有りとかバーなしでは, どちらが, 力が強いだろうか」(カバーとはヨークのことを指す) などの問いが生成された。

3. 1 公開1日目

本時では, 「マグネットフックのカバー有りとかバーなしでは, どちらが力が強いだろうか」を扱い, それ以外の学習問題は, 事前に解決していた。

想定では, 「カバー有りでは, クリップが○個で, カバーなしでは□個だから, ○個の方が多からカバー有りの方が力が強い」, 「表と裏がN極とS極だったのに, カバーを付けると, 片側がS極N極S極となった。だから, 力が強いんだ」, 「鉄粉で磁石の力の流れを見ると, 力が集中していた。だから, 強いんだ」などのような反応が多数になると思っていた。

しかし, 多くの子が, 「カバーなしの方が, 多くのクリップ(ナット)を引き付けたから, カバーなしの方が強い」という結論を導き出した。その中でも, ITは, 「(磁石とくっつけると, カバー有りの方が) めっちゃくっつく(手ごたえが違う)。だから, カバー有りの方が強い」という結論を導いていた。



協議では, 目標に対する発問内容の妥当性と共通体験に話題が集まった。

ヨークにより, 吸引力は強くなっているが, 磁界は狭い。力=引き付けられたものの個数と考えた場合, ヨーク有りは, 磁気回路が短絡すること, 磁界が狭いことから, ヨークなしより力が「弱く」なる。よって, 児童の多くは, ヨーク有りを, 弱いと考えている。力=面の吸引力=対荷重と考えると, ヨーク有りのほうが, 「強く」なる。これは, 強さの違いでなく, 性質の違いである。問題は「力」を対象としているが, 子どもたちが観察したものは, 「性質」であると, 気付くことができた。

また, 一人一人が違う方法で実験をしていることで, 主体的に実験を行い, 結論を導き出せているが, 全員が納得のできる結論を得にくいことも指摘された。そこで, 共通体験による結果の共有も必要だと考えた。

ITの行った, 面に対する吸引力を発揮することこそ, ヨークの性質を活かしたマグネットフックの本来の使い方であり, 共通して体験させたいことである。

次時では, フック本来の用途に還った実験から考える必要感が, 子どもたちの話し合いにより生じることをねらうことにした。用途に還った実験

とは, ヨーク有りのマグネットフックとヨークなしのマグネットフックの比較実験である(写真右)。



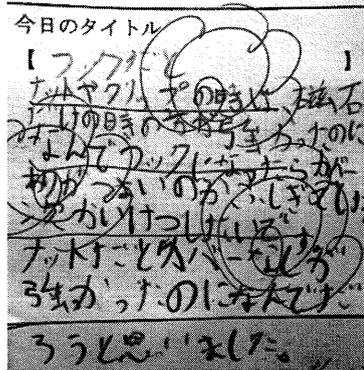
ヨーク有りは「弱い」から, フックとしての役目を果たせない, と考える子が多いと予想できる。しかし, 事象としては, ヨーク有りの方が強い。自分が得た結論では, 説明できない事象となる。そこから, さらに追究していく態度を願った。

3. 2 公開2日目

導入では, 「だれから発表する?」とだけ聞き, 子どもの発言で話をつないでいった。前時の一人一実験の追究から「自分の語りを大切にする姿」, それに対して興味をもち, 「3つのきく姿」が見られた。「カバーなしが強い」という結論が続いたところで, 「じゃあ, カバー付き(ヨーク有)は, 弱いんだね」と問いかけると, ITが「ちがうっ!」と発言した。前時に, iPadで撮ったビデオを流し, 手ごたえが違うと説明する。しかし, NMが, 「反対。力の入れ具合は人それぞれだから。」と意見する。「じゃあ, やってみなよ!」と返すIT。そこで, みんなで, ITの方法で追試をした。

しかし, 各自が試してみても, 前時に自力で導出した結論は簡単には覆らない。「いや? 強くはないような…」。

た。このままでは、議論が堂々巡りになり、学習が停滞する。ここで、共通体験が必要だと判断した。「手ごたえが違う」を「500mlの水が入ったペットボトルを吊るせるかどうか」に置き換えて、条件制御をし、比較させた。誰が見ても、ヨーク付きのマグネットフックの方は500mlペットボトルを支えることができ、ヨークのない方は、重さに耐えきれずに落ちてしまう。「カバー付きが強い」という客観的な事実の前に、驚き、結論を更新し始める。授業はここで終わった。



4. 実践の振り返り

ITの発言から、マグネットフックの用途に還し、各自の結論を更新することが実現できた。協議やアンケートの内容から、2日間参会し、本時のネクストプランを共につくった方たちにも、子どもの学び続ける姿を喜んでいただけたように思う。教材研究不足で、想定外の展開になったが、力の強さを定量化しようと、自力で思考する子どもの姿が、「今まで、このように育ってきているのなら、きっと…となれるだろう」という信頼や期待を生み、生産的な協議を行えたのだと考えている。共につくった、2日目の授業は、私の授業ではなく、選手代表のような気持ちで臨むことができた。教師にも「学び続ける共同体」としての様相が見られたと感じている。

5. その後の子どもたち

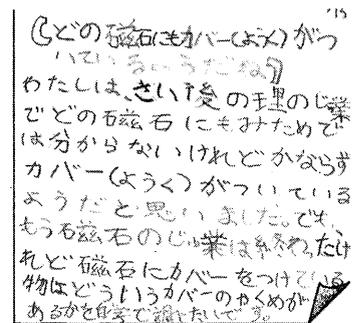
磁石自体は、鉄板に直接触れていないのに、どうして強い力があるのかヨークの淵に力があることに気付き、淵の磁極を確かめた。すると、ROが、「N極になっている！」と発表した。その発表を聞き、「僕はS極になっているけど」、「だったら、裏側の極がここまで伝わってきているんじゃない

の？」とHSが考える。

この学び合いの中で、ヨーク有の力の強さは、ヨークの有無による力の性質の違いということに気付き、「カバー付きが弱い」、「カバー付きが強い」は矛盾する結果ではないことを理解した。このことを、「仕事」や「本来の使い方」という言葉を使って説明している子もいた。

次時では、「他にも、マグネットフックと同じようなものはあるかな」と問いかけた。すると、KYが、「あっ、マグネットクリップも！」と発見した。EAが、「じゃあ、これは？」と尋ねた。単元の学習前から、黒板に張ってあった耐荷重5kgのマグネットフックである。「どのくらいの重さに耐えられるか、試したい」という。SMが「これもカバーがついているのかな」と問い、みんなで予想し、検証した

主張通りに、科学的な知識・理解だけでなく、態度が育ち、「科学的な見方・考え方」をできるようになった様相の一面が現れていると考えている。単元の学習をすることで、「やっぱり」や、「こんなところにも」という言葉で、生活を見ることができることや、製品の工夫や価値がわかることは、少し大げさかもしれないが、「世界の見方が変わる」と考えている。



6. 参考引用文献

- ・平成24年度東京都教育研究員報告書(2012)「身近な事物・現象と学びとのつながりに気付く児童の育成～教材の特性と活用する場面に着目して～」東京都教育委員会
- ・堀哲夫(2013)『教育評価の本質を問う一枚ポートフォリオ評価OPPA一枚の用紙の可能性』東洋館出版
- ・TDK「テクマグ」第45回「スイッチキャッチと磁石」の巻(2) <http://www.tdk.co.jp/techmag/ninja/daa00371.htm> (2014/01/23 確認)