

児童の学びに向かう力の育成について — 小学校理科「演繹的な問題解決学習プロセス」の活用を通して —

稲留 愛, 江川 克弘

(キーワード：問題解決学習, 理科, 小学校, 学びに向かう力)

I. はじめに

平成20年3月に告示された小学校学習指導要領において、理科の目標は「自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。」とある。

さらに、現段階における新学習指導要領理科の目標は「自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。(1)自然の事物・現象についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。(2)観察、実験などを行い、問題解決の力を養う。(3)自然を愛する心情や主体的に解決しようとする態度を養う。」とされている。

これまで実践してきた授業を振り返ると、身近な自然の事象を教材として活用することや、実物に触れさせる等の導入を工夫することにより、児童は自然の事象への興味・関心を高め、問題を見いだして学習に取り組むことができた。しかし、観察や実験に興味・関心を持って学習に取り組むことができて、問題解決を行う過程で、主体的に取り組めず、学習が深まっていない児童も見られた。

今回の新学習指導要領の改訂で、教科等の目標や内容に大きく反映している、育成を目指す資質能力の三つの柱にも、「どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか」(学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力・人間性等」の涵養)が明記されるように、児童が主体的に学習に取り組むことは、生きる力を育む上で大切な要素であると言える。

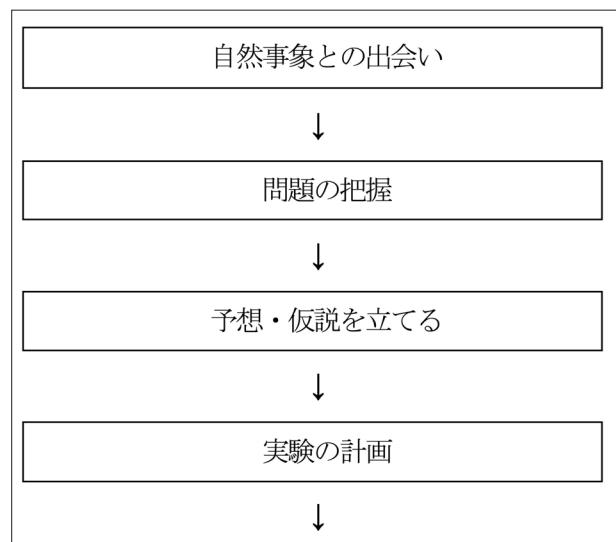
筆者らはこの課題を改善したいと考え、理科における授業改善を図ることで、児童の学びに向かう力を育成することとした。

1. 一般的な授業プロセスについて

小学校学習指導要領解説理科編は、問題解決の能力の育成について次のように述べている。「児童が自然の事物・現象に親しむ中で興味・関心をもち、そこから問題を見だし、予想や仮説の基に観察、実験などを行い、結果を整理し、相互に話し合う中から結論として科学的な見方や考え方をもちようになる過程が問題解決の過程として考えられる。このような過程の中で、問題解決の能力が育成される」と。

また、学年ごとに中心的に育成する問題解決の能力が示され、第3学年では、身近な自然の事物・現象を比較しながら調べること、第4学年では、自然の事物・現象を働きや概要時間など関係付けながら調べること、第5学年では、自然の事物・現象の変化や働きをそれらに関わる条件に目を向けながら調べること、第6学年では、自然の事物・現象についての要因や規則性、関係を推論しながら調べることとされている。

以上のことから、小学校理科の授業では、児童が自然に親しむことによって見いだした問題に対して、予想や仮説をもち、それらを基にして観察、実験などの計画や方法を工夫して考えることが、問題解決の能力を育てることにつながると考えられ、以下のような授業プロセスを一般的に行っている。



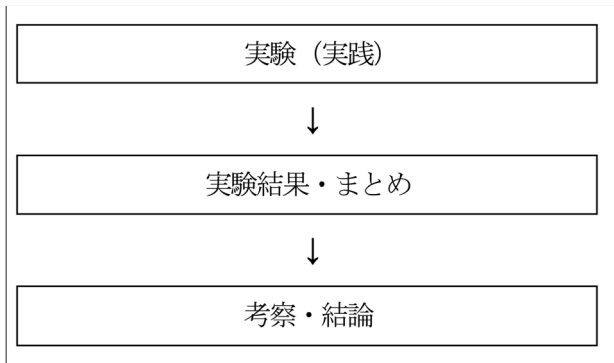


図1 小学校で一般的に行われている理科の授業・実験のプロセス

第1筆者もこれまで図1の授業プロセス（以下、プロセス1）で実践を行ってきた。このプロセスだと、確かに学習指導要領の教育方針に見合う問題解決的な学習過程であり、児童の学習意欲を喚起しやすい。

しかし、第1筆者が授業者として課題に感じた点は、時間の確保と学習成果にばらつきが出る点である。小学校の1コマの時間は45分間であるが、実験の手立ての相談や準備、実践、そして結果の検証時間を確保すると、1コマで収めるのが厳しいことは明らかである。また、教師は児童の考えた実験方法が妥当であるかを確認したり、そうでない場合は、児童の発想を生かしつつ妥当な実験方法を考えられるように支援・助言したりする必要があり、実験方法が多様であれば、その分指導が困難になる。こういった課題を回避する為に、教師が既習事項や生活経験を限定して考えるよう促し、児童の考えをいくつかに絞ることもある。しかし、そのような状況では、児童は自由に発想して自分なりの考えを持つことができず、自主的・自発的な学びは期待できない。

また、学習者の中には、早く実験を行いたい、見通しを持たせる活動時間が長すぎてしまい、意欲が低下してしまう児童や、発言や提案をしなくとも実験や検証が班活動で進んでいくため、対話が成立せず、学習が深まらないまま学習を終える児童の姿も見られた。

以上のことを踏まえると、図1の授業プロセスでは、児童の自主性・自発性の発現を促すあまり、時間的配慮や個人差から生じる効果のばらつきを統制できず、安定した成果が得られないのではないかと考える。実験とは実証または検証を行うための一つのメソッドで、本来、原理理解、期待される結果の予測、手順の考案、使用する機器の知識理解を要する高度な活動であり、対象とする年齢の児童に一定レベル以上のプロセス考案と成果を求めるには、今一つ踏み込んだ補助が必要ではないかと考える。

2. 演繹的な問題解決学習プロセスについて

そこで第1筆者が注目したのが、江川（第2筆者）の「演繹的に問題を解決して学習する過程を導入した授業

方法（以下、演繹的な問題解決学習）」である。まず、演繹的な問題解決学習のプロセスを図2に示す。

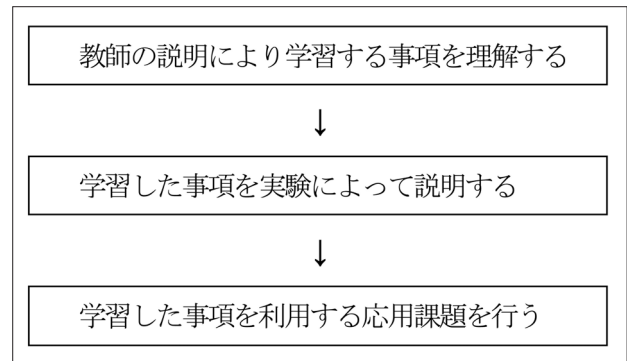


図2 演繹的な問題解決学習のプロセス

このプロセスについて江川（第2筆者）は、以下のよう述べている。

「このプロセスでは、まず、教師が演示実験は行わず、学習する事項を先に説明する。この段階で、ほとんどの児童は教師の説明によって学習する事項は分かるものの、それが本当であるかを確かめていない状態、いわば「半分分かり」の状態になる。

次に、教師の説明によって学習した事項が本当であることを実験によって児童に証明させる。自分の既有知識と結びつけて、実際に確かめてみたいと思ったり、証明を成功させる方法を導きたいと意欲的に取り組んだりできると考える。実験による証明の際には実験方法を特定することなく、児童の自由な発想で実験を行わせる。このような措置をとると、学習事項に反するような実験結果が出るというつまづきをすることが予想されるが、児童は学習事項をあらかじめ知っており実験の結果がどうならなくてはならないか分かっている為、自分でそのつまづきに気付くことができる。そして、つまづきを解消する方法を自分で考え、試行するということが自然に行われていくと推察される。

最後は、学習した事項を利用する応用課題を行い、学習事項の理解を深める。このように、演繹的な問題解決学習プロセスは、普遍的な法則やゴール（学習する事項）から実際の例を引出し、その正しさを証明する学習活動（実験による証明）を行う。そして、最後に学習した事項の理解を深めるために、それを利用する応用課題を行い、問題解決や討論などが行われる。」

【「演繹的に問題を解決して学習する過程についての一考察（2015）」より一部抜粋・要約】

プロセス1と大きく異なる点は、問題解決学習を行う中で実験を用いる目的が違う点である。プロセス1では、予想や仮説が正しいかを確認するための実験であるが、演繹的な問題解決学習のプロセスでは、予め学習事項を周知し、それを証明するための立証実験的側面が強い。

つまり、一般的に考えられる問題解決学習過程の、自然事象の中で疑問に感じたことを問題解決することと、自然現象や科学的な事実を認識させ、それを立証するための実演がどうあるべきかを考え問題解決すること、両者の側面を持った新しいプロセスと言える。また、演繹的な問題解決学習のプロセスでは、第1筆者が課題として、いる時間的な短縮を大いに図ることができ、児童に立証実験を行うという目的を持たせることで、相手意識を持ち、分かりやすく説明しようとする力や、実演に当たって妥当な実験方法を考える段階で、科学的な見方や考えを自発的に身につけられるのではないかと期待できる。

このように、演繹的な問題解決学習プロセスは、従前の問題解決学習の過程を工夫した学習プロセスであり、学習における実務と効果と資源（特に時間）のバランスに配慮された新しい形の問題解決学習として、第1筆者は共感し、第2筆者とともにその運用を試みた。

II. 研究方法

1. 研究対象となる児童

本研究では、徳島県の公立小学校5年生(25名)の児童を研究対象とした。小学校5年生理科の教科書(啓林館)に記載されている「電磁石のはたらき」全13コマ(小学校の1コマは45分間である)で、演繹的な問題解決学習を研究目的以外に使用しないことや、研究において個人名が特定されることがないようにするなどプライバシーへの配慮についても学校長に詳細を説明し、調査の許可を得ている。

2. 研究対象となる授業の概要

啓林館出版「電磁石のはたらき」の単元目標と全13コマの指導計画を図3に示す。授業は、学級担任である筆者が行い、1・3・6コマが、演繹的な問題解決学習のプロセスで実践を行った部分である。

III. 研究実践

ここでは、学習プロセスを対比しやすいように、一般的な授業プロセス(プロセス1)と演繹的な問題解決学習プロセス(プロセス2)を対比表で表し、授業の手引きや研究の実際についても表1~3に示す。

次	時間	指導計画	評価
導入 (2)	1	電磁石のはたらき ○ 電磁石をつくり、ゼムクリップを使って、電磁石のはたらきを調べてみよう。	関・意① 電磁石の導線に電流を流したときに起こる現象に興味・関心をもち、自ら電磁石のはたらきを調べようとしている。(行動観察・記録分析)
	2		技能① 電磁石をつくり、電流を流してそのはたらきを調べ、気づきや疑問を記録している。(行動観察・記録分析)
第1次 (3)	3	電磁石の極 (1) 電磁石には、棒磁石のようなN極とS極があるのだろうか。 実験1 電磁石のN極、S極	思・表① 電磁石に電流を流したときの極の変化とその要因について予想や仮説をもち、条件に着目して実験を計画し、表現している。(発言・記録分析)
	4		思・表② 電磁石の極の変化と電流の向きを関係付けて考察し、自分の考えを表現している。(発言・記録分析)
	5		知・理① 電流の流れているコイルは、鉄心を磁化するはたらきがあり、電流の向きが変わると、電磁石の極が変わることを理解している。(記録分析・ペーパーテスト)
第2次 (6)	6	電磁石の強さが変わる条件 (1) 強い電磁石をつくるにはどうすればよいのだろう。 実験2 電磁石の強さ	思・表① 電磁石に電流を流したときの電磁石の強さとその要因について予想や仮説をもち、条件に着目して実験を計画し、表現している。(発言・記録分析)
	7		技能② 電流計などを使って、電磁石の強さの変化を計画的に調べ、その過程や結果を定量的に記録している。(行動観察・記録分析)
	8		思・表② 電磁石の強さと電流の強さやコイルの巻き数を関係付けて考察し、自分の考えを表現している。(発言・記録分析)
			知・理② 電磁石の強さは、電流の強さやコイルの巻数によって変わること理解している。(記録分析・ペーパーテスト)
	9	(2) 電磁石を使って、おもちゃをつくらう。	関・意② 電磁石の性質やはたらきを使って、ものづくりをしようとしている。(行動観察・作品分析)
10	技能① 電磁石の性質やはたらきを利用したおもちゃをつくっている。(行動観察・作品分析)		
11			
まとめ	12	まとめよう/たしかめよう/力だめし	関・意② 電磁石の性質やはたらきを利用したものの工夫を見直そうとしている。(発言・作品分析)
	13		

図3 啓林館出版「電磁石のはたらき」単元目標

表1 授業の実際「電磁石のはたらき」プロセス対比表

展開	プロセス1	期待する効果	プロセス2	期待する効果	
1 13時間目	1	磁石や電流について学習したことや、それらの性質を思い出す。	既習での学習を想起させることで、本単元の学習や生活と結びける。	小形強力電磁石を使って、電流を流すと鉄を引きつける電磁石の力を体感する。	電磁石の導線に電流を流したときの現象や働きに興味・関心をもつ。
	2	小形強力磁石を使って、電流を流すと鉄を引きつける電磁石の力を体感する。	電磁石の導線に電流を流したときの現象や働きに興味・関心をもつ。	コイルに電流を流すと鉄心が磁石（電磁石）になることを知る。	電磁石の性質を理解する。
	3	コイルに電流を流すと鉄心が磁石（電磁石）になることを知る。	電磁石の性質を理解する。	コイルに電流を流すと、鉄心が磁石になるか実験で確かめる。	問題解決学習を行い、科学的な見方・考え方を養う。観察・実験の技術を高める。
	4	次時の活動に見通しをもつ。	次時の活動に関心をもつ。	実験結果を元に全体場で証明し、本時のまとめをする。	科学的な見方・考え方、表現力（実演・説得力）を養う。
2 13時間目	1	実験用の電磁石を作る。	観察・実験の技術を高める。	前時の復習を行う。	電磁石にはどのような働きがあり、どうやって（必要な条件）証明したか確認し、理解を深める。
	2	ゼムグリップを使って、電磁石の働きを調べる。	電磁石に電流を流してその働きを調べて記録する。	ワークを使って問題演習を行う。	応用問題を解き、学習の理解を深める。
	3	気づいたことを教え合う。	電磁石の働きについて疑問や気づきを発表する。	次時の活動に見通しをもつ。	次時の活動に関心をもつ。
	4	これから調べたいことを話し合う。	学習課題を精選し、計画を立てる。		
授業の手引き	<p>プロセス1では、電磁石の働きについて興味・関心を高めるとともに、追究する問題をもつことをねらいとする。そのため、第1時間目の単元導入では、電磁石の付いた竿を使って魚を釣る活動を行ったり、小形強力磁石を使って電磁石の力を体感させたりする等、自然現象を観察したり体験したりする活動を取り入れることが多い。そうすることで、学習事項に対しての課題を自発的にもつことができると考えられる。また、第3学年「電気の通り道」や「磁石の性質」の学習を想起させ、金属は電気を通し、その中でも鉄だけが磁石に引きつけられたことを確認させておく必要がある。</p> <p>プロセス2では、最初に電磁石の力を体感した上で、コイルに電流を流すと鉄心が磁石（電磁石）になることを押さえる。その際、電磁石の中身（コイルや鉄心）を見せ、永久磁石と比較しながら磁力が強力であることを確認する。学習活動2では、自分たちの器具を使って本当に電流を流すと鉄心が磁石になるかどうかを実験し、その後、班や全体場で説明を交えながら実演する。実験は基本的に一人で行うが、隣の人と相談したり、相互に説明をしあったりしても良いことを伝え、全員が実験を行えるようにする。</p>				
授業の実際	<p>児童は初め、プロセス2に慣れていないせいか戸惑う姿も見られた。しかし、ほとんどの児童がおもちゃ作り用のキットに含まれている100回巻きのコイルに鉄心を入れて電流を流し、ゼムグリップや釘が付くか確かめた。「電流を流したコイルをゼムグリップや釘に近づけると付くので、磁石になっていると言える。」といった、コイルの鉄心に物体が付くという現象だけで証明を終える児童が多くいた。第5学年理科において中心的に育成する問題解決の能力は、自然の事物・現象の変化や働きをそれらに関わる条件に目を向けながら調べることである。条件に着目したり比較したりして実験し、現象から何が分かるか等のより具体的な説明を含む実演であれば、学習のねらいを十分に理解している状態であると言えるのではないかと考える。</p> <p>そこで、電流を流していないコイルを釘に近づけても付かないことを証明させた後、電流を流したコイルを釘に近づけると釘が付き、鉄を引きつける磁石の性質も加味した実演ができる児童（児童A）を含んだ全体発表（6班分）を行い、どの班の発表が最も「コイルに電流を流すと鉄心が磁石（電磁石）になる」という事実を立証しているか問うた。児童は、迷わず児童Aの班を指名し、「電流を流していないときと比べると分かりやすい。」「磁石の性質についても触れていて説得力がある。」と答えた。筆者は、証明にあたり比較や条件を付けて実演し、その現象から何が分かりそれをどのように伝えたら分かりやすいかを考えることで、科学的な実演になることを押さえ、次時の活動に活かせるよう援助した。</p>				

表2 授業の実際「電磁石の極」プロセス対比表

展開	プロセス1	期待する効果	プロセス2	期待する効果	
3 13時間目	1	課題1（電磁石には、棒磁石のようなN極とS極があるのだろうか。）を確認する。	学習課題を把握する。	前時の実験でコイルの端の方に釘がたくさん付いたことを振り返り、N・S極の見分け方を確認し、電磁石にもN・S極があり、流れる電流の向きを変えると極が変わることを知る。	電磁石にもN・S極があり、流れる電流の向きを変えると極が変わることを理解する。
	2	予想を立て、条件に気をつけながら、実験の計画を立てる。	電磁石に電流を流したときの極の変化とその要因について予想や仮説をもち、条件に着目して実験の計画を立てる。	棒磁石と比べながら実験を行う。	問題解決学習を行い、科学的な見方・考え方を養う。観察・実験の技術を高める。
	3			実験結果を元に全体場で証明する。	科学的な見方・考え方、表現力（実演・説得力）を養う。
	4			本時のまとめをする。	本時の学習をまとめる。
4 13時間目	1	課題1の実験を行う。	問題解決学習を行い、器具を安全に正しく扱いながら、計画的に実験を進める。	前時の復習を行う。	電磁石にはどのような働きがあり、どうやって（必要な条件）証明したか確認し、理解を深める。
	2	実験結果を整理する。	実験結果を記録し、気づいたことをまとめる。	ワークを使って問題演習を行う。	応用問題を解き、学習の理解を深める。
	3	考察・まとめを行う。	電磁石の極の変化と電流の向きを関係付けて考察し、自分の考えを表現する。	次時の活動に見通しをもつ。	次時の活動に関心をもつ。
	4	次時の活動の確認をする。	次時の活動に関心をもつ。		

授業の手引き	<p>ここでのねらいは、「電磁石に電流を流したときの極の変化とその要因について予想や仮説をもち、条件に着目し計画して表現すること」や「電磁石の極の変化と電流の向きを関係付けて考察し、自分の考えを表現すること」、「電流の流れているコイルは鉄心を磁化する働きがあり、電流の向きが変わると電磁石の極が変わることを理解すること」である。</p> <p>プロセス1では、1・2時間目の単元導入で選出した課題について取り組んでいく。</p> <p>プロセス2では、最初に前時の実験でコイルの端にたくさんのゼムグリップや釘がついたことを振り返り、N・S極の見分け方を確認する。そして、電磁石にもN・S極があり、流れる電流の向きを変えると極が変わることを押さえる。学習活動2では、既習を生かした方法が使えるように、方位磁石や洗面器、カップ等は自由に使えるよう用意をする。それらを活用しながら、電磁石にもN・S極があり、流れる電流の向きを変えると極が変わるかどうかを実験し、その後、班や全体の場で説明を交えながら実演（証明）する。前時と同様に、実験は基本的に一人で行うが、隣の人と相談したり、相互に説明をしあったりしても良いことを伝え、全員が実験を行えるようにする。</p> <p>また、電流の流れているコイルは鉄心を磁化する働きについては、実験や実演を通して触れさせることで押さえ、特に証明実験は行わないものとする。</p>
授業の実際	<p>どの児童もすぐに自分のキットや教室にある道具を使って実験を始めることができた。極を調べるために使う道具（方位磁針）を活用すればいいことや電池を逆向きにすれば電流の向きが変わること等の既習知識がしっかりと備わっており、児童にとってシンプルで分かりやすい実験であったと考える。また、児童がこのプロセスでの学習に前回よりも慣れ、実験への見通しをもって活動することができたのではないかと考える。</p> <p>前時で教師の言葉かけによって説明や実演の仕方考えた児童（児童B、児童C＝理科の学習で主体的な態度が見られない児童）も、今回は教師の補助を求めずに班で発表することができていた。</p> <p>発表は、比較（電流を流して実演し、その後電流の向きを変えたもの）や条件付け（電池の数や道具を変えない）に着目した実演や、実演で起こる現象を丁寧に説明（電池の向きを変えると電流が変わることや方位磁針の先がNを示していると、コイルの鉄心の端はS極である等）し、科学的にどのようになっているのか伝えようとする姿勢が見られた。前時に全体の場で児童Aの発表を中心に、実演の仕方について触れたことにより、児童が意識して実演しようとしたと考えられる。また、嬉しいことに全体発表の場では、児童Bが実演をし、その説明を児童Cが行ってみせた。班内で対話することで、自分の実演をより科学的で立証に相応しいものにでき、発表者として実演してみようという自信に繋がったのではないかと考えられる。</p>

表3 授業の実際「電磁石の極」プロセス対比表

	展開	プロセス1	期待する効果	プロセス2	期待する効果
5 / 13 時間目	1	課題2（電磁石を強くするにはどうすれば良いか考えよう。）を確認する。	学習課題を把握する。	電流計の使い方を知る。	器具の安全で正しい取り扱い方を知る。
	2	予想を立て、条件に気をつけながら、実験の計画を立てる。	電磁石に電流を流したときの電磁石の強さとその要因について予想や仮説をもち、条件に着目して実験の計画を立てる。	指定された実験道具で実験を行う。	問題解決学習を行い、科学的な見方・考え方を養う。観察・実験の技術を高める。
	3			電磁石を強くするには、電流の強さやコイルの巻き数に関係していることを電流計を使って証明する。	科学的な見方・考え方、表現力（実演・説明力）を養う。
	4			本時のまとめをする。	本時の学習をまとめる。
6 / 13 時間目	1	電流計の使い方を確認する。	器具の安全で正しい取り扱い方を知る。	前時の復習を行う。	電磁石にはどのような働きがあり、どうやって（必要な条件）証明したか確認し、理解を深める。
	2	課題2の実験を行う。	問題解決学習を行い、器具を安全に正しく扱いながら、計画的に実験を進める。	ワークを使って問題演習を行う。	応用問題を解き、学習の理解を深める。
	3	実験結果を整理する。	実験結果を記録し、気づいたことをまとめる。	次時の活動に見通しをもつ。	次時の活動に関心をもつ。
	4	考察・まとめを行う。	電磁石の極の変化と電流の向きを関係付けて考察し、自分の考えを表現する。		
授業の手引き	<p>ここでのねらいは、「電磁石に電流を流したときの電磁石の強さとその要因について、予想や仮説をもち、条件に着目し計画して表現すること」や「電流計などを使って、電磁石の強さの変化を計画的に調べ、その過程や結果を定量的に記録すること」、「電磁石の強さは、電流の強さやコイルの巻き数によって変わることを理解すること」である。</p> <p>プロセス1では前時と同様に、1・2時間目の単元導入で選出した課題について取り組んでいく。</p> <p>プロセス2では、最初に、電流計の使い方を確認する。今回は、学習活動2で使用する道具（乾電池2つ（教師が用意した物）とコイル100回巻きと200回巻き（児童のキットに入っている物）、釘、電流計）を指定した。班ごとに実演する結果が比較できるようにする為である。これまででは、基本的に一人で実験した後に班活動を行っていたが、今回は電流計の台数の関係上、班活動で実験（電磁石を強くするには、電流の強さやコイルの巻き数に関係しているかどうか）を始める。その後、全体で説明を交えながら実演（証明）する。</p>				
授業の実際	<p>どの班もすぐに、電磁石の性質を指定された道具でどのように実証するか試行し始めた。そして実験が終わると各班で役割分担を始め、自発的な実演の練習を始めた。説明を順序立てて伝えられているか、条件に目を向けて（電流の強さを変えるときは乾電池の数を変えるだけで、他の道具は変えない。コイルの巻き数を変えるときは、100回巻きと200回巻きに変えるだけで、他の道具は変えない）実演しているか等を確認する姿が見られ、班内での活発な対話が実現していた。</p> <p>発表は、どの班も「電磁石を強くするには、電流の強さやコイルの巻き数に関係している」ことを実演によって科学的に証明できた。コイル100回巻きと200回巻きのときに付く釘の量を比較する際、「100回巻きはあまり付きません」「200回巻きは少し付きます」と説明した発表者がいたが、「100回巻きは全然付きません」「200回巻きは4本付きました」と発表者の説明を聞いて言い換える姿も見られ、他の班の発表を聞くときも、一つ一つの表現の仕方に忠実にそして定量的に見ていることに感銘を受けた。</p>				

IV. 結果と考察

1. 学習成果について

(1) 児童の学習態度（学びに向かう力）の変容

児童の学習態度について、学級全体での変容と、これまで理科の学習で主体的な態度が見られなかった児童 B、児童 C の変容を表（表 4）にして以下に示す。

表 4 児童の学習態度の変容について

	実演 1	実演 2	実演 3
学級全体	「コイルの鉄心に物体が付く」という現象だけで証明を終える児童が多く見られた。	電流を流して実演し、その後電流の向きを変えたものや電池の数や道具を変えない等の条件に着目した実演が増えた。電池の向きを変えると電流が変わることや方位磁針の先が N を示している、コイルの鉄心の端は S 極である等の実演で起こる現象を丁寧に説明し、科学的にどのようなになっているか伝える発表が増えた。	自発的な実演の練習を始めた。説明を順序立てて伝えられているか、条件に目を向けて実演しているか等を確認する姿が見られ、班内での活発な対話が見られた。 どの班も「電磁石を強くするには、電流の強さやコイルの巻き数が関係している」ことを実演によって科学的に証明できた。発表者の説明を聞いて言い換え、他の班の発表を聞くときも、一つ一つの表現の仕方に忠実にそして定量的に見る児童が増えた。
児童 B	実験にすぐに着手できず、教師の声かけによって実験を進めた。班活動では、実験を見せ、釘が付くということを説明した。班の発表は発表者の側で実演を見守った。	教師の支援を求めずにすぐに実験を始めた。班活動では、「やろう」と友達に声をかけ、すぐに発表を始めた。全体発表で実演した。	班で協力して実験を始めた。役割分担では、実演を担当した。全体発表で実演する。説明する児童に合わせ、手際よく実演を行った。
児童 C	実験にすぐに着手できず、教師の声かけによって実験を進めた。班活動では、実験を見せたが、説明はなかった。班の発表は発表者の側で実演を見守った。	教師の支援を求めずに実験を行った。実験が終わると、実演の練習を始めた。班活動では、友達の発表も進んで声を出し、一緒に説明した。全体発表で説明をした。	班で協力して実験を始めた。実験が終わると、班で実演の練習を始めた。友達の実演に合わせ、進んで声を出し、一緒に説明した。説明を言い換え、順序立てて説明した。

実演 1 の実態を基準にすると、学級全体を通して、個人での実験もすぐに着手するようになり、その後実演の練習を行ったり、比較や条件付け、説明の内容が科学的であるかという観点をもって取り組んだりすることができた。また、全体の発表を行う前に班活動を取り入れることで、より分かりやすく説得力のある説明や実演の仕方等、表現の仕方にも工夫を凝らしたり、自信を付けて全体で発表したりする姿も見られた。

児童 B・C については、これまで班活動を行うと、学習理解が進んでいる児童に実験方法の相談の段階から任せっきりになっている姿も見られていたが、今回の実践

により、班活動での対話を充実させ、自身の実演方法を改善し、全体場で自主的に発表する姿から、理科の学習において大切な、身の回りのあらゆる自然事象を科学的に見たり考えたりする姿勢が身についてきたと考えられる。

(2) 単元末テスト

学級全体とこれまで理科の学習で主体的な態度が見られなかった児童 B、児童 C の成績の変容が分かるよう表にして以下に示す。尚、前単元「もののとけ方」では、従前の学習プロセス（プロセス 1）で、物が溶けることについて追求し、実験を重ねていく活動を行った。

表 5 単元末テスト結果の変容について

	前単元	研究実践
学級全体（平均点）	72.9	79.7
児童 B（得点）	52	83
児童 C（得点）	44	75

今回の研究実践は、前単元を基準にすると、学級全体の平均点も上がり、児童 B・C 共に学級全体との差が小さい結果になった。

これは、プロセス 1 の学習内容に比べると、演繹的な問題解決学習（プロセス 2）の方が、振り返りの時間や応用問題を解く復習時間が増え、学習の理解を深められたのではないかと考えられる。

また、単元テストには何の実験を行っているか図を見て判断したり、「電流の強さを強くすると電磁石の力が強くなる」実験に必要な条件を記述したりする問題があった。ほとんどの児童が正しく選択し、記述することができていた。これは、実演によって比較や条件付けに着目し、説明の仕方を工夫して行ってきたことが成果に結びついたと考えられる。

V. まとめ

取り上げた単元では、「どうして鉄心に巻きつけたコイルに電流が流れると電磁石になるのか」といった原理解を学習するものではない。勿論そういった興味を促すことやそれについて疑問を持つことは問題提起として重要ではあるが、ここでは現象そのものに興味を持つことがより重要であり（鉄心に巻きつけたコイルに電流が流れると電磁石になる）、現象を理解し、その現象について応用できることに本質があると筆者らは考えている。

演繹的な問題解決学習プロセス（プロセス 2）では、一般的なプロセス（プロセス 1）で踏むべき導入部で、早々に「鉄心に巻きつけたコイルに電流が流れると電磁石になる」という現象を理解させる。一見、一つ飛びの過程ではあるが、児童はその説明に疑念と興味を強く持ち、それ以降の学習の主体性と理解がスムーズであった

ように感じられた。重要なのはその現象をどう説明し、実験によって電磁石の性質をどう結論づけるかに問題解決学習の比重の重きを置き、あくまで児童が問題に対して主体的な考えを持ち、且つ対話を伴う学びが得られるよう工夫することにある。前述した通りのプロセスを踏むことで導入部の時間短縮が図られ、それら重要部を学ぶ時間を十分に取ることで深い学びが実現可能と考える。事実、演繹的な問題解決学習の方法で本単元の学習を行った児童の様子は、学びに向かう姿勢が嬉しいほどに変容を遂げ、成績伸長に結び付いた。

また、単元の目標である「電流がつくる磁力について、電流の大きさや向き、コイルの巻き数などに着目して、それらの条件を制御しながら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)電流の流れているコイルは、鉄心を磁化するはたらきがあり、電流の向きが変わると、電磁石の極も変わること。(イ)電磁石の強さは、電流の大きさや導線の巻き数によって変わること。イ. 電流がつくる磁石について追求する中で、電流がつくる磁力の強さに関係する条件についての予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現すること。」や内容の取り扱いにおいて配慮すべき事項「問題を見だし、予想や仮説、観察、実験などの方法について考えたり説明したりする学習活動、観察、実験の結果を整理し考察する学習活動、科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりする学習活動などを重視することによって、言語活動が充実するようにすること」を十分に達成でき、理科の学習においてこのプロセスが有効に活用できることが分かった。

新学習指導要領の改定においても、中央教育審議会答申（平成28年12月）は、学習者にとって「主体的・対話的で深い学び」が実現できるよう、三つの視点に立った授業改善を図る必要があると述べている。

- ① 学ぶことに興味関心を持ち、自己のキャリア形成の方向性と関連付けながら、見通しを持って粘り強く取り組み、自己の学習活動を振り返って次につなげる「主体的な学び」が実現できているか。
- ② 子供同士の共同、教職員や地域の人との対話、先哲の考え方を手掛かりに考えること等を通じ、自己の考えを広げ深める「対話的な学び」が実現できているか。
- ③ 習得・活用・探究という学びの過程の中で、各教科知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かう「深い学び」が実現できているか。

この視点においても、演繹的な問題解決学習プロセスが活用できるのではないかと筆者らは考えている。今後も、理科に限らずあらゆる授業で有効的に活用し、児童

が学習を楽しみ、深められるような授業実践を行っていきけるよう努めていきたい。

参考文献

- ・「演繹的に問題を解決して学習する過程についての一考察」（2015）江川克弘
- ・「小学校新学習指導要領ポイント総整理」（2017）東洋館出版社
- ・「小学校学習指導要領解説総則編」（2008）

