

遊びと学びの融合による、資質・能力の育成を志向した理科の授業実践に関する事例研究

新夕 義典¹・伊勢田 佳英子²・寺井 康之³

Developing student qualities and abilities in science through integration of play and learning : A case study

Yoshinori NITTA¹, Kaeko ISEDA², Yasuyuki TERAJ³

概要

新学習指導要領のキーワードとして、「各教科等の特質に応じた見方・考え方」、「資質・能力（三つの柱）」、「主体的・対話的で深い学び」の三つを挙げることができるが、これらを実現させるには、これまでの学習の概念の枠内にこれら三つを構築しようとする発想ではなく、これら三つを基軸にもつ子供の活動の中に学習をデザインするといった、発想の転換が必要であると考えた。これら三つを基軸にもつ子供の活動としてすぐに思い浮かんだのは、「遊び」であった。そこで、「遊びの様相」を分析してみると、コルトハーゲン (F. Korthagen) の省察の“ALACT モデル”と対応させることができることに気づいた。そこで、“ALACT モデル”も考慮しながら“遊びの様相”をベースとした理科の実験授業をデザインし実践を行うとともに、この授業記録をもとに分析と評価を行った。この研究により、“遊びの様相”を生かした理科の実験授業が上記キーワードの育成に有効であることが示唆された。

キーワード：理科の見方・考え方、資質・能力（三つの柱）、主体的・対話的で深い学び、遊びの様相、ALACT モデル
Keywords : scientific viewpoints and ways of thinking, qualities and abilities (three pillars), active learning, Aspect of playing, ALACT model

I. はじめに

平成 28 年 12 月 21 日の「中央教育審議会答申」では「理科で育成を目指す資質・能力の全体像と、理科の学習を通じて働かせる「理科の見方・考え方」の重要性が示されている。」(小学校学習指導要領解説理科編 p.6)。さらに、「見方・考え方」について、従来、「問題解決の活動によって児童が身につける方法や手続きと、その方法や手続きによって得られた結果および概念を包含する」という表現で示されてきたものを、今回の学習指導要領の改訂では、「見方・考え方」は資質・能力を育成する過程で児童が働かせる「物事を捉える視点や考え方」であること、更には教科等ごとの特徴があり、各教科等を学ぶ本質的な意義や中核をなすものとして全教科を通して

整理された」(同 p.13) としている。このことは、「見方・考え方」について、従来の「身につける方法や手続き、得られた結果および概念を包含するもの」としての成果物的な捉えから、「過程で働かせる視点や考え方、学ぶ本質的な意義や中核」といった過程で働かせる道具的な捉えや学びの本質にシフトを変え、その重要性を強調、学びの中核に据えている。

では、「理科の見方・考え方」を、自在に働かせ、「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（三つの柱）」(同 p.6) を育成するにはどうすればよいかを考えると、従来の教科指導の枠組みに囚われ、料理番組のようにコントロールされた効率優先の授業では、この目的を十分に達成することはできないと考えた。「見方・考え方」を自在に働かせ、将来必要とされる「資質・能力」を真に育成するには、本来、子供の中にある「見方・考え方」の素地を、楽しみや喜びを伴って自由・自在に活用させ、子ども自らが「資質・能力」を育成するダイナミズムを、観察・実験授業の場で実現

¹ 富山大学大学院教職実践開発研究科

² 富山県高岡市立牧野小学校

³ 富山県総合教育センター

することが何よりも大切なのではないか。

翻って、子どもの生活の中で、楽しみや喜びを伴って自由に活動し、やり遂げた充実感やもっとやりたいという意欲、協同による仲間との連帯感、そして、新たな知識や概念が得られる活動の場はどこにあるかと考えたときに、“遊び”が想起された。そこで、“遊び”と“学習”の融合、“遊びの様相”を生かした授業をデザインできないかと考えた。

Ⅱ. 研究の目的

1. 児童が自然の事物・現象に関心を寄せ、自ら見いだした課題を、「理科の見方・考え方」を働かせながら、見通しをもって解決しようとする活動を通して、「資質・能力」の育成を図る観察・実験授業の新たな視点を明らかにする。
2. 実験を中心とする授業において、“遊びの様相”を生かした授業をデザインし、実践、考察を行うことで、この授業の効果を明らかにする。

Ⅲ. 研究の方法

1. 「理科の見方・考え方」と、求められる「資質・能力」を吟味すると共に、従来の観察・実験授業の問題点も明らかにしながら、何が必要かを探り、実験授業モデルを作成する。
2. 第5学年の“電流がつくる磁力”の単元において、“遊びの様相”を生かす実験授業をデザインし実践する。授業記録を基に、この授業の有効性について考察する。

Ⅳ. 研究結果

1. 「理科の見方・考え方」を働かせながら「資質・能力（三つの柱）」を育成するための新たな視点

(1) 「理科の見方・考え方」と「資質・能力」の捉え直しにともなう授業デザインの新たな視点

今回の学習指導要領改訂の基本方針では、①改訂の基本的な考え方として、「子供たちが未来社会を切り拓くための資質・能力を一層確実に育成することを目指す。その際、子供たちに求められる資質・能力とは何かを社会と共有し、連携する「社会に開かれた教育課程」を重視すること。」(同 p.2) と述

べている。さらに、②育成を目指す資質・能力の明確化では、その資質・能力は従来から育成を目指してきた「生きる力」であるとして、“生きて働く「知識・技能」の習得”，“未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力等」の育成”，“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”の三つの柱に整理(同 p.3)している。さらに、③「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善の推進において、「オ 深い学びの鍵として「見方・考え方」を働かせることが重要になること。各教科等の「見方・考え方」は、「どのような視点で物事を捉え、どのような考え方で思考していくのか」というその教科ならではの物事を捉える視点や考え方である。各教科等を学ぶ本質的な意義の中核をなすものであり、教科等の学習と社会をつなぐものであることから、児童生徒が学習や人生において「見方・考え方」を自在に働かせることができるようにすることにこそ、教師の専門性が発揮されることが求められること。」(同 p.4) と述べている。

「未来社会を切り拓く」、「社会に開かれた」、「未知の状況にも対応できる」などの言葉に代表されるように、変動の激しいこれからの社会に対応できる「資質・能力」が強調され、教科等の学習と社会をつなぐものとして「見方・考え方」を重視している。これらの観点は、現在の世界が共有する認識であり、多くの国が目指す方向である。しかし、問題は、そのような“資質・能力”や“見方・考え方”は、どうすれば育成できるかである。

「資質・能力」や「見方・考え方」は以前から取り上げられ、重視されてきた。しかし、「1. はじめに」でも述べたように、「見方・考え方」については、従来の“身につける方法や手続き、得られた結果および概念”としての成果物的な捉えから、今回は、“過程で働かせる視点や考え方、学ぶ本質的な意義や中核”といった過程で働かせる道具的な捉え(方法的機能重視)や学びの本質にシフトを変えてきている。また、「資質・能力(三つの柱)」についてもそれぞれに、“生きて働く”、“未知の状況にも対応できる”、“学びを人生や社会に生かそうとする”といった言葉がつけられ、自在に活用し応用できるものとしてメタ認知的な捉えが強くなっている。このような変化に対応して、授業デザインも変えていかなければならない。

つまり、「見方・考え方」「資質・能力」を成果物的に捉えると、それらは既成概念的な目標となり、既成概念からのトップダウン的な授業展開になりがちとなる。一方、「見方・考え方」「資質・能力」を過程で自在に働かせる道具（方法的機能重視）、メタ認知的なものと捉えると、その実現には、楽しみながら、意欲的・主体的に活用しようとする姿勢と活動が不可欠となり、子供の生活フィールドで、自らの欲求に応じて生き生きと活動しながら体得する、ボトムアップ的授業デザインが必要となってくる。そこで、このような授業を可能にする視点について模索する中で、“遊びと学びの融合”が浮かび上がってきた。

(2) “遊びの様相”の分析

“遊び”は大変広義な概念であるが、ロジェ・カイヨワ (Roger Caillois 1970) は、大人も含めた一般的な遊びの諸特徴として、1. 自由な活動、2. 隔離された活動、3. 未確定の活動、4. 非生産的活動、5. 規則のある活動、6. 虚構の活動、を掲げている。また、「幼稚園教育要領解説」第1章、3、(2)では、「遊びの本質は、人が周囲の事物や他の人たちと思いがままに多様な仕方で応答し合うことに夢中になり、時の経つのも忘れ、その関わり合いそのものを楽しむことにある。」「遊びにおいて・・・意味や関わり方の発見を、幼児は、思考を巡らし、想像力を発揮して行うだけでなく、自分の体を使って、また、友達と共有したり、協力したりすることによって行っていく。」と述べている。本論文の“遊びと学びの融合”で想定した具体的な子供の遊びとしては、遊具や玩具を使った遊び、パズルやトランプゲームなどの知的な遊び、鬼ごっこや草野球や簡易サッカーなどの身体を使ったスポーツ的な遊び、砂場での遊びやお絵かきなどのもの作りの遊びなど、仲間がいて、自由意思ではじめるが、活動中に、よいものに仕上げたい、勝ちたい、上手くなりたい、などの欲求が自然に湧き、没頭していくものを主に想定している。

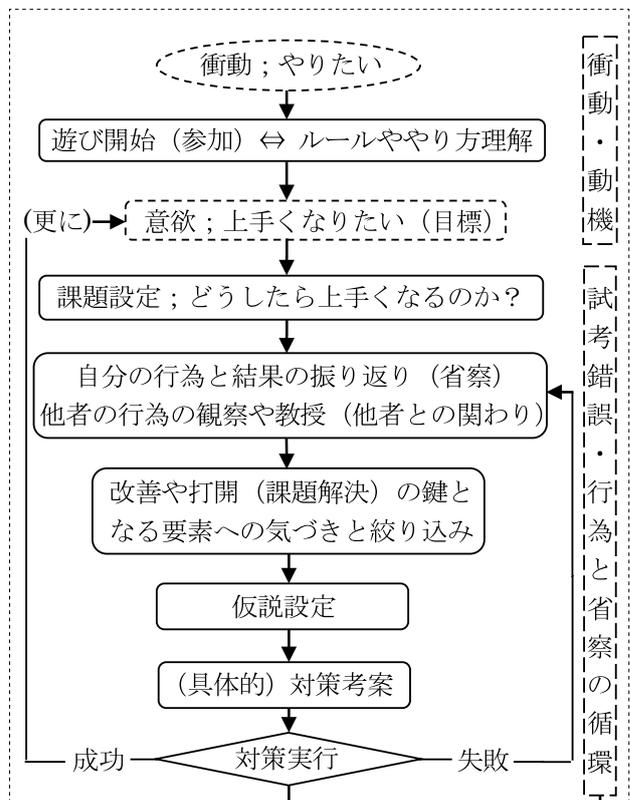
このような“遊び”について、子供たちの遊びを成立させる“遊びの様相”を以下のように分析した。

やりたい、知りたい、作りたいといった衝動に促され、遊び始める（参加する）。始めるにあたり、遊びのルールや大まかな手立てなど必要な基本を理解する。続けるうちに、勝ちたい、上手く

なりたい、良いものに仕上げたいなどの意欲が湧き、目標となる。目標達成に向け、どうしたらよい成果が得られるのか、上手くなるのか（課題設定）について、自分の行為とその結果を振り返ったり（省察）、他者の行為を観察したり教えてもらったり（他者との関わり）しながら、改善や打開（課題解決）の鍵となる要素に気づき、絞り込んでいく。鍵となる要素についての仮説を立て（仮説設定）、具体的な対策をいくつか考え（対策考案）、順に試す（対策実行）ことによって、失敗と成功（結果）を経験する。失敗すれば、省察や他者との関わりを再度行うなどし、成功すれば意欲がさらに増して、上述の過程を循環させていく。この循環において、結果の成否もさることながら、過程そのものを楽しみ、没頭していく。

この過程で、仲間との連帯感、充実感と喜び、時には苦い思いも生まれるが、そこで得られたすべて（思考法や方略、知識・技能、感情、自信、対象や他者との関わり方）を資源として蓄積し、次回にも活用してよりよい成果を得よう（姿勢）とすることで、遊びの質が高度なものへと変容していく。

これを図に示すと以下ようになる。



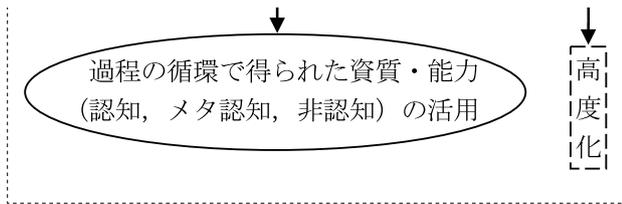


図1 “遊びの様相” のモデル

この“遊びの様相”から、“遊び”はまさに、「見方・考え方」を働かせ「資質・能力（三つの柱）」を育成するものであり、「主体的・対話的で深い学び」（アクティブ・ラーニング）を実現する活動であると言える。ここで確認しておきたいのは、“遊びの様相”にも「知識・技能」の獲得は含まれており不可欠であるが、その「知識・技能」は、衝動からくる目標達成や、スキルアップのための必要感と経験から得られる生きて働く「知識・技能」であって、従来の系統的学習から得られる「知識・技能」とは異なる。

つまり、理科の観察・実験授業において、「見方・考え方」を働かせ「資質・能力（三つの柱）」を育成するには、学習と遊びを区別する学習観ではなく、学習と遊びの融合を図る学習観への転換、授業の中で“遊びの様相”をどうつくり出していくかが重要となる。さらに踏み込んだ言い方をすれば、従来行われてきた、学習活動の中に「主体的・対話的で深い学び」を構築しようとするのではなく、もともと「主体的・対話的で深い学び」で構成されている“遊び”の中に学習を構築しようとする、意識の転換が必要なのではないかと考える。そして、その際のポイントを、①動機づけ、②改善や打開の鍵となる要素への気づきと絞り込み支援、③自由にチャレンジでき他者とも協働できる保障、の3つと捉えた。

また、“遊びの様相”は、“経験による学び”（Jamieson, 1994）のプロセスとも一致する。コルトハーゲン（F.Korthagen,1985）は、“経験による学びの理想的なプロセス”を、行為と省察が代わる代わる行われるものとして、このプロセスを、5つの局面（1. 行為、2. 行為の振り返り、3. 本質的な諸相への気づき、4. 行為の選択肢の拡大、5. 試行）に分けて説明するALACTモデル（図2）を提唱した（F. コルトハーゲン、2010）。

ここで、“ALACTモデル”の5つの局面と、上に掲げた“遊びの様相”モデルを対応させると、次のようになる。

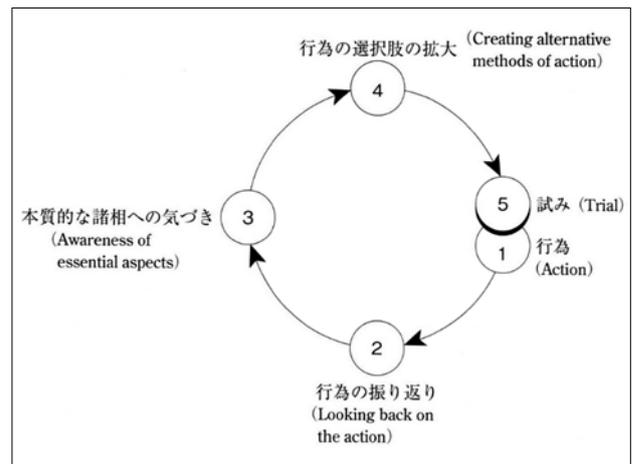


図2 省察の理想的なプロセスを説明するALACTモデル

- 【1. 行為】⇔「やりたい、知りたい、作りたいといった衝動に促され、遊び始める（参加する）。続けるうちに、勝ちたい、上手になりたい、良いものに仕上げたいなどの意欲が湧き、目標となる。」
- 【2. 行為の振り返り】⇔「目標達成に向け、どうしたらよい成果が得られるのか、上手くなるのか（課題設定）について、自分の行為とその結果を振り返ったり（省察）、他者の行為を観察したり教えてもらったり（他者との関わり）しながら、」
- 【3. 本質的な様相への気づき】⇔「改善や打開（課題解決）の鍵となる要素に気づき、絞り込んでいく。」
- 【4. 行為の選択肢の拡大】⇔「鍵となる要素についての仮説を立て（仮説設定）、具体的な対策をいくつか考える（対策考案）。」
- 【5. 試み】⇔「順に試す（対策実行）ことによって、失敗と成功（結果）を経験する。」

さて、遊びは、基本的には子供たちだけで運営され、大人が指導者として介入することはあまり無い。このことは、子供たちの主体性の担保にもなっているが、反面、勝つ、上手くなる、良いものに上げるといった目標達成の効率は良くない。時には、これらの目標が達成されないこともある。しかし、子供たちが遊びに没頭するのは、目標達成の有無以上に、自分たちの判断で運営できる過程（遊びそのものの活動）を楽しむことができるからであり、そこにこそ、学びの推進（生きる力の育成）につながる重要な要素が含まれている。

ただ、だからといって授業において、子供たちだけにまかせ、自由に活動させればよいわけではもち

ろない。目指す資質・能力の育成のためには、指導者（教師）の役割が重要であることは言うまでもない。問題は、教師がどのように関われば、学びに没頭し、生きる力の育成につながる資質・能力（三つの柱）が育成されるのかということである。

鍵は“省察”の支援にある。“ALACTモデル”の【2. 行為の振り返り】、【3. 本質的な様相への気づき】、【4. 行為の選択肢の拡大】の局面について、指導者（教師）の明示的な指導の役割が重要となる。遊びの過程で、子供たちは意欲と目標を持ち、目標を達成（課題解決）するために、省察や他者との関わり、仮説設定を主体的に、しかし無自覚に行うが、不十分であったり、同じことを繰り返し、次のステップへ移行しないことがよく起こる。子供たちの主体的で自立した活動が確立されていることを見極めた上で、“ALACTモデル”の3つの局面に関する明示的な指導を行うことで、活動が推進する。と同時に、明示的な指導の内容は、「見方・考え方」や「資質・能力（三つの柱）」と深く関わっているため、探求活動を通して、これらの能力の育成や獲得を促すと考えられる。

2. “遊びの様相”を生かす理科の実験授業デザイン

第5学年の“電流がつくる磁力”の単元において、“遊びの様相”を生かす理科の実験授業について、

- (1) “遊びの様相”を生かす理科の実験授業モデル
- (2) すべての子供が、意欲的・主体的に取り組むことができる学習の場（動機づけ、課題設定、共通理解、実験計画と実験、交流と対話）の設定
- (3) 省察を中心に、「理科の見方・考え方」を働かせながら本質に迫る学びを実現する手立て（省察、本質的な様相への気づき、仮説→実証→理論構築）の3つの観点から授業をデザインし、実践を行った。

(1) “遊びの様相”を生かす理科の実験授業モデル

「1. (2) “遊びの様相”の分析」で述べたように、“遊びの様相”を生かす実験授業には、①動機づけ、②改善や打開の鍵となる要素への気づきと絞り込み支援、③自由にチャレンジでき他者とも協働できる保障、の3つが欠かせない。そこで、第5学年の“電流がつくる磁力”の単元において、“ALACTモデル”も意識しながら、“遊びの様相”を生かす理科の実験授業モデルを作成した。特に留意したのは、「仮

設立証実験と仮設立証・仮説否定の間に設けた再吟味と再実験」で、仮説と実験の思慮深い省察を目指した。

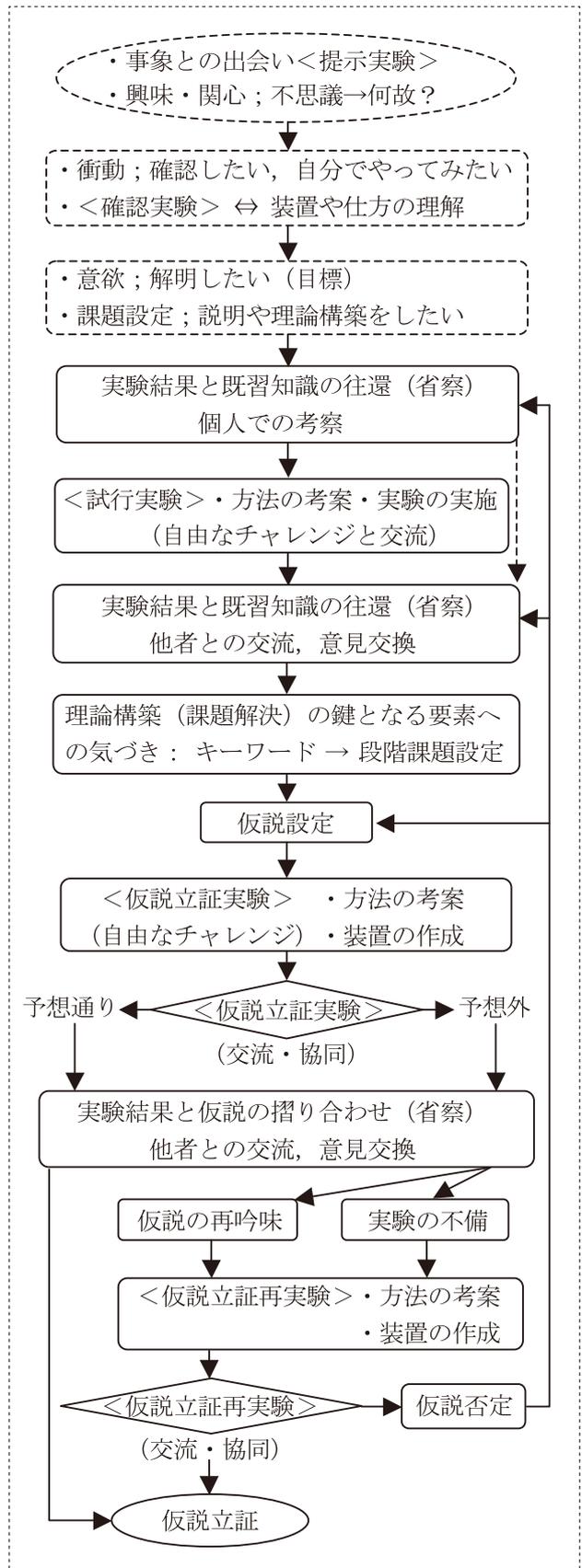


図4 “遊びの様相”を生かす理科の実験授業モデル

(2) すべての子供が、意欲的・主体的に取り組むことができる学習の場の設定

全員が、意欲的・主体的に取り組むことができる学習の場（動機づけ、課題設定、共通理解、実験計画と実験、交流と対話）として、以下を設定した。

- ① 「何故？」と「解明したい」という強い衝動を引き出す事象を提示し、実験結果をもとに段階的に探求課題を設定することで、意欲を継続する。（解明の強い衝動を引き出す事象提示→実験結果をもとに段階的に探求課題を設定⇒意欲継続）
- ② すべての子供が主体的に取り組めるように、全員でめあてと課題を確認・理解（共通理解）する場を設ける。各自で実験課題を作成し、一部机上に掲示。（主体的活動の基盤⇒めあてと課題を全員が理解、各自で実験課題を作成、一部机上掲示）
- ③ 実験計画の立案、装置の作成、実験の実施、考察とまとめ、発表を、すべての子供が主体的に行う学習形態（教室文化）と環境整備。（実験計画→装置作成→実施→考察→まとめを子供主体で）
- ④ 全体で話し合う時間は必要に応じて設けるが、実験中であっても、必要に応じて、他班の様子を自由に見に行き話し合ったり、交流での気づきから思いついた実験を直ちに実施（協同も可）できるようにする。（交流と対話と実験の自由を保障）

(3) 省察を中心に、「理科の見方・考え方」を働かせながら本質に迫る学びを実現する手立て

「理科の見方・考え方」を働かせながら本質に迫る学びを実現していく過程（省察、本質的な様相への気づき、仮説→実証→理論構築）において、「資質・能力（三つの柱）」を育成していくことが、本研究の主題である。主題実現の方法として、“遊びの様相”と“省察のALACTモデル”の視点を導入し、子供全員が意欲を継続させながら、主体的に仮説と実験の往還スパイラル（連鎖循環）を実現し、理論（より妥当性の高い仮説）を作り上げていくことを目指している。その手立てとして、次の5つを設定した。

- ⑤ 理由や根拠を明確にした仮説の立案、仮説を立証するための実験計画の作成など、活動の目的や留意点を意識させて取り組ませる。（根拠に立脚した仮説立案、仮説立証のための実験計画作成）
- ⑥ 調べたいこと、発想と根拠、計画と結果、考察などを逐次記録し、振り返り（省察し）ながら、見通しをもって実験を推進できるよう、実験ノー

トを作成し活用する。（実験ノートの作成と活用）

- ⑦ 省察（実験結果と既習知識の往還）において、理論発見の鍵となる要素への気づきを促したり、理論構築（まとめ）を助けるために、
 - ⑦-1 意見の集約と分類・整理を、適宜全体で行う。（全体での意見集約と分類・整理）
 - ⑦-2 意見の中のキーワードに着目すると、鍵となる要素への気づきや表現の精緻化を図る。（キーワードへの着目により「鍵となる要素への気づき」や「表現の精緻化」を図る）
- ⑧ 立ち止まって、実験結果と仮説立証の関係を吟味させる。（実験結果と仮説立証の関係を吟味）
- ⑨ 交流や協同の活動を保障しつつも、個人の発想・活動（実験）・考察を基軸とし、各自が自立的に考え活動できるよう、必要に応じて支援する。（個人の自立的思考と活動のための支援）

3. “遊びの様相”を生かす理科の実験授業の実際

富山県総合教育センター科学情報部の調査研究「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた学習の在り方に関する調査研究～観察・実験における課題解決型学習を活用した理科指導の充実～の平成30年度協力校、富山県高岡市立牧野小学校第5学年での“電流がつくる磁力”の単元において、伊勢田佳英子教諭が行った授業実践（平成30年10～11月、11時間）記録をもとに、分析と考察を行った。

- (1) 「何故？」と「解明したい」という強い衝動を引き起こさせる事象の提示→実験の報告内容をもとにその都度作り出す探究課題→意欲の継続→考察と仮説と実験の往還スパイラルを構築
導入として以下の実験を行った。 <実験0-1>

<「何故？」と「解明したい」という強い衝動を引き起こさせる事象の提示> 【←①】

- (i) めあて課題「電流の第3の働きは何か」を提示。
- (ii) 鉄線と銅線の2種類のブランコに、円状磁石を近づけ反応の違いを確認する。
- (iii) 2種類のブランコに電流を流し、円状磁石を近づけて反応を観察する。

電流を流すと、磁石には反応しないはずの銅線ブランコ（次頁写真）が、円状磁石に引きつけられたり反発したりする予想外の現象を見て、子供たちは

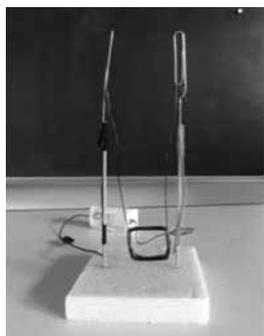
驚いた。これまでの知識では説明がつかない現象だったからである。

ただ、反応がわずかであったため、巻き銅線ブランコ（下写真）で、同じ実験<実験0-2>を行った。初めはブランコの動きに目を奪われていたが、次第に、巻き銅線と磁石との関係に目を向け始めた。



円状磁石

<実験0-2> <全体交流1>



- C1: あ、あ、え、え・・・
なんやらびろんびろんしている。
C2: はじいとる。ほんとのブランコみたいや。
C3: 速い、速い。本物や本物のブランコや。
C4: しりぞいとる。

- C5: 一定の位置にとまっとる。
C6: 先生、反対（の極）でやってみて。
C7: あ、くっついてきた。
C1: SとNがある？
T: 電流を流してない時は何も起こらなかったね。
でも、電流を流すと・・・ 【←⑦-2】
C1: 電流が磁石の・・・
C8: 電流、磁石、関係？

電流を流したときの巻き銅線ブランコの反応の要因として、電流と磁石という2つの要素の関係に意識がしぼられてきたので、 <探究課題1>

- T: 「電流を流したらどうして銅が磁石に反応するのか？ [探究課題1]」を、実験で試しながら理由を考えてみよう。 【←①】
班で相談しても、他の班へ行って（実験の様子を見たり、相談して）もいいよ。 【←④】

として、 <実験1>

- (iv) [探究課題1] 解決のために、各班のテーブルに以下の物を配り、他の班との自由な交流を保障しながら、自由に実験させた。 【←③】

- 銅線ブランコ・鉄線ブランコ・乾電池。
- 電池ボックス・極が分からない円状磁石。
- 30回巻き銅線ブランコ（以下、銅線ブランコ）

初め、子供たちは、教師が提示した実験をなぞる活動をし確認していたが、その後、班ごとに、以下のような実験を始めた。 <実験1>

- 銅線ブランコに磁石を近づける。 (A, C, F, G 班)
- 銅線ブランコどうしを近づける。 (B 班)
- 回路のスイッチを入れたり切ったりして、磁石と銅線ブランコの反応を見る。 (E 班)
- ブランコが引っかけたクリップからブランコを浮かす（接点が切れ電流が流れない）。 (D 班)

巻き銅線の前後で、または、円状磁石の表裏で、ブランコの反応が正反対であることに気づき、3年生で学習した磁石の極を思いだす。電流を流した巻き銅線にはNとSがあるのではないかと考え、このことを確かめたいと思うが、いま使っている円状磁石では極が分からない。そこで、 <個別交流1>

- C5は、「先生、NとSが、はっきり分かる磁石がほしい。」と要求した。



<< C5の実験を見る子供たち >>

- 極が表示されている棒磁石をわたすと、すぐ銅線ブランコに近付けた。それを見た他の班の子供たちも棒磁石を要求し、棒磁石を銅線ブランコに近づけ、ブランコが引きつけられたり反発したりする様子を観察した。 【←④】

実験後、分かったことを全体で話し合う場を設けた。 <実験1の報告> <全体交流2-1>

- <磁石を近づける実験について> (A, C, F, G 班)
T: はっきり分かったことは？ 【←⑦-1】
C5: 磁石はSとNがあって、電流を流さなかったら、（巻き）銅線はSもNもないけど、電流を流したら、SとNができる。

C8：電流を流すと（巻き）銅線は磁石になる。

C9：新発見！C10さん、どうぞ。

C10：こっちから磁石のNを近づけるとはじくけど、こっち（反対側）からNを近づけると（巻き銅線が）入ってくる。だから、こっちがNでこっちがSだと分かる。【←⑤】

T：もう確定できるんだ！？【←⑧】

C10：ん、できんけ？

C9：できる、できる。

子供たちは、この棒磁石を使った実験で、退け合ったり引き合ったりすることから、電流を流すと巻き銅線にはSとNができることが分かったとして、「極がある＝磁石」との根拠から、「電流を流した（巻き）銅線は磁石になる」と結論づけ、C8が「銅線は磁石になる」と断定的な発言をしても、だれも異議を唱えなかった。さらに、同じF班のC9とC10は、極が確定できる方法を見つけたうれしさを「新発見」と表現し、根拠を示して説明した。「確定できるか？」との教師の問いかけにC10は少し戸惑ったようであったが、C9は自信をもって「（確定）できる」と発言している。

この自信は、自分たちで手立てを考え、実験して確かめ、既習知識と結びつけて新しいことを見つけたとの自負から生まれたものだと考えられる。

その一方で、予想外の反応を示した実験もあった。

＜実験1の報告（想定外）＞ ＜全体交流2-2＞

＜銅線ブランコどうしを近づける実験（B班）＞

C11：電流を流した（巻き）銅線が磁石になるなら、（巻き）銅線どうしはくっつくか、しりぞくかすると思ったけど、反応しなかった。【←⑧】

「電流を流した（巻き）銅線は磁石になる」との結論に対して、B班の実験結果は、その信憑性を疑わせるものであった。「磁石になる」と結論づけるためには、B班の実験結果についても説明できる明確な理由と証拠が必要となり、追実験の必要性が生まれたため、次の探究課題を設定することになった。

＜探究課題2＞

(v) 本当に「電流を流すと（巻き）銅線は磁石になる＜仮説＞のか？」を〔探究課題2〕として設定し、さらに追究する。【←①⑧】

＜考察・評価＞

「何故？」と「解明したい」という強い衝動を引き起こさせるために、まず、(i)(ii)(iii)を設定した。ここで生まれた原因を確かめたいとの探究欲求をもとに、(iv)「電流を流したらどうして銅が磁石に反応するのか？」を〔探究課題1〕として設定し、自由な交流も行いながら、子供たちは自ら考えた実験を行い、「電流を流すと（巻き）銅線は磁石になる。」との結論が得られたように思えた。しかし、B班の「電流を流しても（巻き）銅線どうしは反応しなかった。」という想定外の報告で、結論の信憑性が揺らぐことになり、(v)本当に「電流を流すと（巻き）銅線は磁石になるのか？」を〔探究課題2〕として設定せざるを得なくなり、B班の想定外の実験結果の原因究明も含めて、課題解明に向けた新たな実験を考案し、実行しなければならなくなった。

(i)～(v)の場面において、特に重要であると捉えられるのは、B班の「電流を流しても（巻き）銅線どうしは反応しなかった。」の実験結果を受けて、(v)本当に「電流を流すと（巻き）銅線は磁石になるのか？」を〔探究課題2〕として設定し、さらに追究することにした場面である。〔探究課題1〕の解明に向け、班ごとに創意工夫して、いくつかの実験を行い、ほとんどの班で「電流を流した（巻き）銅線は磁石になる」と結論づけ、納得している。たぶんB班も、他の多くの実験結果からその結論は正しいだろうと考えていたと思う。従来の授業であれば、上述の状況に対して、教師の方から、B班の実験結果の原因やその確認方法について話をしてしまうこともあったと思われる。しかし、理科の本質である「自然科学の探究手法を理解し身につける」ためには、想定外の事象に対しても真摯に向き合い、その原因を探り、追実験を行ったり、仮説の修正を検討したりする子供の主体的な活動は、極めて重要であり、まさに目の前に発生した問題の解決に全力で取り組もうとするオーセンティックな（真正の、本物の）学習へと繋がっていった。

以上、子供の関心と意欲を引き出す事象提示、並びに、実験結果の吟味から生まれた探究課題と解明のために追実験へと向かう一連の活動により、子供たちの意欲を継続させ、主体的に取り組む「考察と仮説と実験の往還スパイラル」の構築がなされていったと考えられる。

(2) 子供たちが一人残らず、実験授業に主体的に参加し、実験計画の立案、装置の作成、実験の実施、考察とまとめといった一連の探究活動を自立的に行うことができるための手立て

「〔探究課題2〕；電流を流すと（巻き）銅線は磁石になる〈仮説〉のか？」を実験で確かめる活動に関して、子供たちは、すぐに3年生の学習を生かして、（巻き）銅線に鉄を付けてみれば確かめられると考えた。比較的簡単に実験方法を思い出すことができ、すぐに取りかかることもできたが、理科が得意でない子供や、グループだと埋没してしまう子供でも、見通しをもって自分の考えで実験を計画し、実験して考察するという一連の探究活動を、自立的に行えるよう、また、理科が得意な子供に対しては、立ち止まって吟味したり、多様な発想を引き出せるよう、過程をいくつかに分けて進めることにした。

まず、⑦子供の発想を具体へとつなげる手立てとして、実験に使えるものを見る時間を取った。理科室には、手の届くところにクリップ、釘、砂鉄、マグチップ、針金等の材料を置いておいた。数も十分にそろえてある。子供たちは、前時の体験も想起しながら、道具の目星を付けていった。【←③】

次に、④全員が課題を理解し見通しがもてるように、以下のような確認と言葉がけを行った。

〈探求課題2の確認と見通し〉 〈全体交流3〉

「すべての子供が理解し、見通しをもって自立的に活動できるための確認と言葉がけ」【←②⑨】

1. 課題を確認する。

「今日は、電流を流すと（巻き）銅線が磁石になること〈仮説〉を証明する実験を考えてやってもらいます。」

2. 具体的な行動を知らせる。

「こんなことをすると、ほら磁石になったよねという証拠を見せるんだよ。」

3. 見通しのもてない子供を把握する。

「頭の中に、こうしたらいいんじゃないのとひらめいた人、立ちましょう。」

4. 友達の考えを聞いて見通しをもたせる。

「ちらっとみんなのためにヒント言ってもらいましょう。」

5. 実験の意味を共有する切り返しをする。

「〇〇さんは、黒板と（巻き）銅線で紙を挟みたいんだって。どうしてだと思う？」

6. 具体物を想起させる。

「〇〇さんは鉄を付けるの？鉄ってどんなもの？鉄の板？」

7. アイディアや活動を認める。

「ほーなるほど、なるほど。」

8. 全体に伝わったか確認する。

「座っている人（見通しのもてなかった子供）どうですか。」

9. 理解の度合いを言葉で表現する。

「うなずいたけど、なあに？」

“うん”で言ったけど、次の言葉は？

“うん、なるほど”，“うん、できそう”，

“うん、わかった”，“うん、心配”のどれかな？」

やや丁寧すぎる感はあるが、理解力や発想力に差のある子供が一人残らず主体的に授業に参加し、自立的に実験を行って行くためには、全員が理解し、考察や活動について見通しがもてるレベルまで引き上げ、スタートラインにつかせる必要がどうしてもある。ただその際には、教師が教えるのではなく、子供どうしの言葉による確認（明確化）や、互いのアイデア紹介により、全員が今後の活動を理解し、見通しをもつことができるよう配慮した。

見通しをもったことが確認できたところで、⑩ノート（実験ノート）を使い実験計画を書かせた。実験ノートは、気づきや発想を書き留め、整理して具体的な形にしたり、仮説と実験結果について振り返る（省察）ために、極めて重要なツールである。

「実験ノート作成と記入の留意点」【←⑥】

1. サイドバーを引き、「学習課題、方法、仮説、結果、考察、感想」の項目をサイドバーの左に書き、探究の過程を分かりやすくする。
2. 考えたことを、自由にできるだけ多く書く。
3. 図や表などは大きく描く。
4. 現象を言語化する力を育てるために、表や図で表現した場合には、必ず言葉の説明を加える。

C11は計画を立てるにあたり、教科書に手がかりを求めた。そこで目にとまった100回巻き銅線（コイル）を要求した。理由を尋ねると、「銅線1本のブランコよりも30回巻きのブランコのほうが反応が分かりやすかったから、教科書のようにたくさん巻いてあるものは反応がもっとよく分かるのではな

いかと思うから。」と答えた。 【←③⑤⑨】

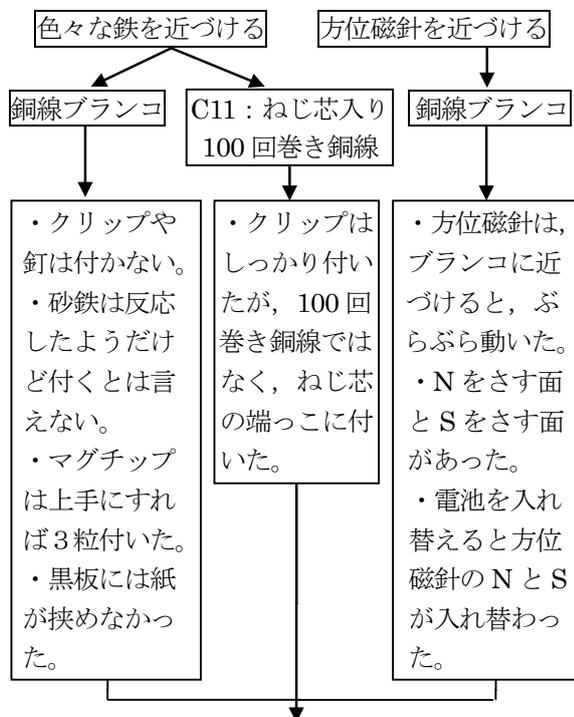
<実験 2-1> <個別交流 2>

④実験計画を書いた子供から、すぐに道具をそろえ、実験するように促した。やりたい実験が見つかった子供に対しては、早くやりたいという気持ちを削がないためであり、やりたい実験がなかなか見つからない子供に対しては、友達の活動がヒントになると考えたからである。

【←④】

実験後、④全員を教卓の前に集め、子供たちが実験を再現しながら報告した。それを聴きながら、多くのつぶやきが生まれた。

<実験 2-1 の報告> <全体交流 4>



○方位磁針の結果から、銅線ブランコにはNとSがある。電流の向きを逆にすると、極も逆になる。
△釘やクリップは付かなかったけど、SとNはあった。

▲ブランコでは、砂鉄は反応したけど、付かなかったので、磁石かどうかはよく分からなかった。

△今日ではよくできなかった。マグチップの班を見ると磁石になりそうなので、(自分たちは)電流が弱かったのかもしれない。今度は、パリッとした(未使用の)電池2個でやりたい。

△C11: (自分の)実験は失敗だったけど、銅線を何度も巻いたもの(コイル)の中にねじの芯を入れると、銅線ではなく、芯のねじにクリップがたくさんつくことが分かった。

△次の時間はC11さんみたいなもので、試したい。くつつく反応がはっきり分かるようにしたい。

○; はっきり分かったこと。

△; やや曖昧。再実験が必要なこと。

▲; よく分からないこと。

<上記の報告について>

• 方位磁針を使った子供は、仮説通り、電流を流した銅線には極があることを突き止め、実験を提示しながら説明し、全員が納得した。

• 一方で、鉄を引き付ける実験は、クリップや釘がまったく付かず、仮説「電流を流した(巻き)銅線は磁石になる」の確証は得られなかったことに戸惑っていた。そこで、(巻き)銅線は磁石にならないのではないかと考えたが、マグチップは数粒付き、砂鉄も微妙な反応をしている。子供たちは判断に迷い、仮説に疑いをもつ子供と、実験は不十分だったと捉えて電池を強くして再度試してみたいと語る子供に分かれ、結論の糸口が見出せない状況となった。

• これを聴いたC11は、「みんなのとはちょっと違うけど」と前置きして、ねじ芯入り100回巻き銅線がクリップをたくさん引き付ける実験を提示した。巻き銅線がたやすくクリップを引きつける様子を見た子供たちは、驚きの声を上げた。しかし、C11の装置をよく見ると、クリップがたくさん付いているのは銅線ではなく、巻き銅線の穴に通したねじであることに気づき、やはり、今回行った実験では仮説の立証は不十分であり、強力な電池や100回巻き銅線を使って再度実験してみたいと多くの子供が希望するようになった。

上述のように、<実験 2-1>の結果報告後に、⑦はっきり分かったことと、分からない(曖昧な)ことをみんなで分類してみようとして投げかけ、分類した。分類してみると、実験結果について曖昧だったことの方が多く、ほとんどの子供は課題を残した結果となり、方法を見直してもう一度実験をしたいと考えた。 【←⑦-1】

ここで教師は、以下のような助言を行い、実験結果について2通りの捉え方ができることを伝えた。

「仮説通りにいなくても、実験を失敗と捉えるのではなく、仮説が違っていただけと捉えるか、または、この実験では分からない（曖昧な）ことが分かったと捉え、実験を改善することもできる。」 【←⑧】

これを受けて、C11の結果が気になった子供は、＜仮説＞「電流を流すと（巻き）導線は磁石になる」が違うのではないかと考え、次回はC11と同じ100回巻き銅線の電磁石を使って確かめたいと考えた。一方、電池1個と銅線ブランコでは、銅線は磁石になることを確かめることはできない（分からないことが何か分かった）と考えた子供たちは、未使用の電池を2個使って再実験したいと考えた。④再実験のねらいと方法が確認できたところで、次時に再実験（実験2-2）を行うことにした。 【←②③⑨】

再実験の初めに、銅線を同じ方向に巻いたものをコイルと呼ぶことを教え、再実験を開始させた。

[再実験]；＜実験2-2＞

銅線ブランコの電池を未使用2個にする。

▲クリップは付かない。
▲釘も付かない。
○砂鉄はけっこう付いた。
○マグチップは付いた。
○電池1個では反応が分りにくかったけれど、電池2個は分かりやすい。

鉄芯入り100回巻きコイルを鉄に付ける。

○黒板にくっつく手応えがある。
○鉄の芯にクリップがたくさん付いた。
○鉄の芯にたくさん釘が付いた。
○鉄の芯のあるところに砂鉄がたくさん付いた。
▲鉄の芯を抜いてみたら、何も付かない。

⑦再実験後に結果と考察の報告、意見交換を行った。 <実験2-2の報告> <全体交流5>

C12：コイル+鉄の芯では砂鉄やクリップが付いたけれど、コイルだけでは何も付きませんでした。私は、「コイル+磁石につくもの（芯）」でないと、磁石にならないと思いました。

C9：コイルだけでもマグチップが少し付いたから、銅線も磁石になると思う。でも鉄の芯を入れるより力は弱い。

C8：釘が付いたところは鉄の芯だったから、銅線は磁石にならないと思った。でも、コイルに直接マグチップを付けると付いたから、銅線も磁石になるのかもしれない・・・。

C13：鉄の芯がないと釘は付かないから、本当に銅線が磁石になったかははっきりしない。

C11：コイルが磁石になったかは、はっきりしないが、コイルは鉄の芯が物を付ける力を出すために必要なのではないか。

—＜2つの実験を提示し観察後、C10を指名＞—

C10：パリッとした（新しい）電池2個を使って銅線のコイルに砂鉄を付けると付きました。

それで、電池1個の時のコイルは、めっちゃ弱い磁石的存在であると考えられます。

T：これまでの報告で、「銅線」「磁石」「鉄」「強い」「めっちゃ弱い」って言葉が出てきたけど、[探究課題2]の答えはどうなるの？ 【←⑦-2, ⑧】

C5：銅線のコイルは磁石になるけど、めっちゃ弱くて、でも、鉄（芯）は強い磁石になる！

C11の発言までは、鉄の芯が磁石の働きをもつことは納得できたが、コイルが磁石の働きをもつかは分からない（曖昧）と考えていた。そこで、④報告された実験のうち、「銅線ブランコ+電池2個」と「鉄芯入り100回巻きコイル+電池1個」を選び、マグチップが引きつけられる様子を、提示実験で再度観察・比較させた。「鉄芯入り100回巻きコイル+電池1個」はびっしりとマグチップを引き付けた。また、「銅線ブランコ+電池2個」にも数粒であるが、マグチップがしがみつくと付いた。銅線は磁石にならないと考えた子供と、マグチップが数粒付いた事実から弱い磁石になると考えた子供は、それぞれ決め手がなく、議論は進まなくなった。

そこで、前時から銅線ブランコと砂鉄にこだわっていて、コイルを「めっちゃ弱い磁石的存在」と実験ノートに書いていたC10を指名し、発言を促した。C10は、コイルは磁石とは言い切れないが、磁石でないとも言い切れないと考え、「磁石的存在」という言葉で表現した。この言葉に子供たちは納得した。C10の発言を受けて「では今日の課題の答えはどうなる？」と問いかけたところ、C5の「銅線のコイルは磁石になるけどめっちゃ弱くて、でも、鉄（芯）は強い磁石になる！」の発言となったため、電気を通したコイルを電磁石と呼ぶことにした。【←⑧⑨】

まとめを行うために [探究課題 3] を提示。【←①】

(vi) [探究課題 3] 「電磁石ってどんなもの？」

この [探究課題 3] に対して調べてみたいことを聞くと、子供たちは口々に発言したので、⑨調べたいことをいくつかでもよいから、実験ノートに書き出すよう指示した。 <調べたいこと>

「子供たちが実験ノートに書いた、電磁石で調べたいと思ったこと」 【←⑥】

- 200 回巻きの磁力の強さを調べたい (2 名)
これを釘で調べたい (1 名)
- 100 回巻きと 200 回巻きの違いや似ているところを調べたい (4 名)
- 100 回巻きと 200 回巻きで電池 1 個をつなげてマグチップをどれだけ付けられるか (2 名)
- コイルにアルミを入れたらどうなるか (6 名)
- 太い銅線と細い銅線の違いはどうか
- 200 回巻きに乾電池 1 個と、2 個をつなげたらどうなるか
- 100 回巻きで電池 1 個と、電池 2 個で付いたクリップの数を調べたい

⑩各自書き出した調べたいことの中から一つ選び、実験課題を作るよう指示した。

その際、「何を変えて、何の変化を調べるのか、具体的に書く」ことを実験課題作成のポイントとして確認した。子供たちは、実験の具体的な方法や条件、使いたい物の名称を入れ、各自で以下のような実験課題を作成した。 <実験課題>

「子供たちが作った [実験課題]」 【←②】

1. 電磁石の巻き数を変えると、釘の付く数はどう変わるか？
2. 電磁石の巻き数を変えると、マグチップの付く量はどうか？ (C8)
3. 電磁石の巻き数を変えると、マグチップの反応はどうか？ (C12)
4. 電磁石の巻き数を変えると、砂鉄の付き方はどうか？
5. 電磁石の芯を変えたら、どのような変化があるか？
6. コイルの銅線の太さを変えると、磁力の強さはどうか？ (C1, C13)

7. 電流の強さを変えると、クリップの付く数は何個変わるか？

<考察・評価>

「子供たちが一人残らず、実験授業に主体的に参加し、実験計画の立案、装置の作成、実験の実施、考察とまとめといった一連の探究活動を自立的に行うことができるための手立て」として、過程をいくつか区切り、以下のような支援を行った。

- ⑦材料や道具を見直しながら実験の発想を具体化させ、実験に使いそうなものを選ぶ時間をとる。
- ⑧全員が課題を理解し見通しがもてているか、要所（特に初期段階）で教師が確認し、子供どうして支援する。
- ⑨ノート（実験ノート）を使い実験計画を書く。
- ⑩実験計画を書いた子供からすぐに実験にかかる。
- ⑪教卓の前に集め、子供たちが実験を再現しながら報告し、意見交換（含むつぶやき）を行う。
- ⑫はっきり分かったことと、分からない（曖昧な）ことをみんなで分類する。
- ⑬再実験のねらいと方法を確認し、再実験を行う。
- ⑭再実験の結果と考察の報告、意見交換を行う。
- ⑮探究課題解明の鍵となる 2 つの実験を比較する。
- ⑯調べたいことを実験ノートにいくつも書き出す。
- ⑰調べたいことから一つ選び、実験課題を作る。

これにより、見通しがなかなかもてない子供も、課題の意味を理解し見通しをもって活動することができ、級友との関わりを通じて実験方法や装置をイメージすることができた。また、見通しをすぐにもつことができた子供も、立ち止まって吟味したり、より良い方法を構想することができた。この結果、どの子供も主体的・自立的に探究活動を進めることができるようになり、活動に没頭していった。

(3) 級友との交流（個別、全体）

交流の形態としては、

- (a) 自由に行う個別交流（視察、対話、協同）
- (b) 全員が集まって行う全体交流（確認、報告・発表、つぶやき・意見交換）

の 2 つの形態を、ほぼ交互に設定した。

また、交流を行うタイミングとしては実験を軸に、(a) 仮説や課題を設定し、実験の構想や計画を練る実験前及び、他の実験も視察し交流する実験途中の段階（実験前及び実験途中）

(い) 実験結果の報告と考察・まとめを行う実験終了後の段階（実験終了後）の2つの段階で行った。

事象提示(実験0-1, 0-2)	↓<結果解釈の助言>
全体交流1	実験2-2(再実験)
探究課題1→実験1	報告・協議
個別交流1	全体交流5
報告・協議	探究課題3→実験課題
全体交流2	<実験課題別グループ>
探究課題2→実験計画	実験3
全体交流3	個別交流3
実験2-1	掲示用レポートの作成
個別交流2	個別交流4
報告・協議	報告・まとめ
全体交流4	全体交流6
理解と参加, リラックス, 発想の広がりど没頭	実験の振り返り・修正, 考察の広がり・深まり

(a) 自由に行う個別交流（視察、対話、協同）

個人どうしの自由な交流は、全体指導→受動→理解→意欲→構想→主体的自立→能動→個人活動→責任と不安→個別交流→省察→全体交流→考察→醍醐味・没頭といった経過の中で行われる活動である。さらに、自由な個別交流は、緊張感の解消や新たな意欲の喚起、協同の楽しさの享受といった効果も期待でき、“遊びの様相”を実現する上で、重要な役割を果たすと考えられる。

<個別交流1> (p.49), <個別交流2> (p.52), <個別交流3> (pp.55-56) は、(あ)実験前及び実験途中の段階で行った。「他の班がどんな実験をしているのか気になる。」「何か気づいたようだけど、どんな実験をするのかな?」「思いつかないからヒントが欲しい。」などの欲求が生じるタイミングで自由な交流の場を設定することで、他の実験を見に行き、質問したり、やらせてもらったりして意見交換する交流が生まれた。そして、級友の実験を見て自分たちの方法を見直し、実験をやり直したり、自分たちの実験や結果と比べて共通点があることを確認し自信を深めるなど、積極的に級友と関わり、探究活動を推進する姿が見られた。

<全体交流5> (p.53) 後の[探究課題3]を受けて子供たちは実験課題(p.54)を作成し、<実験3>に入るが、実験に入る前に、これまでの(座席)班を解体し、個人で活動を行ったり、実験課題別の

グループ(人数は多くても4人まで)をつくり実験することも可能とした。 <実験3>

新グループでは、まず、お互いの方法を確認し、細かいところを調整するとともに、他班との自由な交流を促すために、グループごとにマジックで実験課題をB4用紙に書き、テーブルの上に置いて、どんな実験を行っているのか他のグループにも分かるよう(個人活動の場合も同様)にした。 【←②】

加えて、発表のための掲示用レポート(ポスター)を作成することも課した。準備のできたグループ(又は個人)から実験を開始していった。

<実験3>での自由な個別交流3の様子は、以下のようであった。 <個別交流3-0>

≪自由に行う個別交流の様子≫

- 面白い実験をしているな、やらせて。
- やっぱり私たちの結果と同じだ。
- クリップでも釘でもよく似た結果だな。
- 磁力を強くする方法はいくつもあるのだな。
- やっぱり電流を強くしたら磁力は強くなるのだな。
- 私たちの実験ではだめかもしれない。実験を見直そう。

<個別交流3-1>

C12の考えた課題は、「電磁石の巻き数を変えると、マグチップの反応はどうなるか?」(≪子供たちが作った実験課題≫p.54)で、マグチップが引き付けられる速さと量で電磁石の強さを比較しようと考えた。反応の速さについては、マグチップの真上から電磁石を近づけていき、マグチップが引きつけられた間隔が大きいほど速いと判断することにし、量は見た目で判断ことにした。一方、C8の課題は、「電磁石の巻き数を変えると、マグチップの付く量はどうか?」で、電磁石に引き付けられるマグチップの量を見目で判断しようと考えた。



≪C8とC12が協力して実験≫

C8は実験が早く終

わり、級友の実験の様子を見て回っていたが、C12の実験に目を留めた。C12の実験は、片手で物差しを支えながら片手で電磁石を真上から下ろし、視線は物差しの目盛りと2mmのマグチップの動きの両方を見つめるといった複数の作業を同時に行う実験であったため、思い通りに実験ができず時間がかかっていた。様子を見ていたC8は、C12に協力を呼びかけ、二人で何度も実験し、データを取り、実験ノートに記録していった。

C12とC8の実験記録は以下である。

	100回巻き電磁石	200回巻き電磁石
1回目	マグチップに電磁石を(直接)付けないと反応は遅い。	1cmくらい空いていても反応し、付いた。電磁石を回してみると、全部付いた。
2回目	間を定規で測って見たら、5mmでほんの少し付いた。	1cmくらい空いていても反応し、付いた。電磁石を横にして回してみると、全部付いた。
3回目	(図で表示)	(図で表示)
感想	200回巻き電磁石の3回目、(鉄の芯の両端をつなぐ)マグチップが2列になっていた。 <u>マグチップどうしが磁石となつてそれぞれくっついたのかな</u> と思った。	

発表の後で、C8に、どうしてC12の実験を手伝ったのか尋ねると、「私の考えた実験だったら、見た目では分からんから、それではだめだと思った。この方法なら、はっきり言えるから。」と答えた。C8は、結果が数値で表現できる間隔の長さの観点を加えたほうが、科学的で説得力があると判断し、協力を申し出たものと考えられる。

<個別交流3-2>

C1とC13は二人とも、太さの違う銅線を巻いた電磁石の強さを、引き付けられたマグチップの量で判断しようと考え、はじめは別々に実験を行っていた。C13は、「マグチップは粒が小さく数を数えられない。見た目では分かるが、どのように表せばよいか分からない。」と、教師に相談に来た。教師が、「重さで判断するのはどうか。」と提案すると、C13は納得し、引き付けたマグチップの重さを電子天秤で量ることにした。C1も同

様の悩みをもっていただようで、電子天秤を使って実験をしているC13の様子を見て声をかけ、一緒に実験することになった。

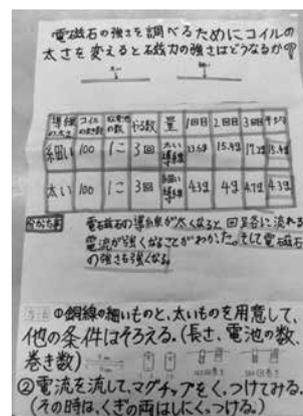
<個別交流3>は、自分の実験結果に見通しがつき、考察に移る前の段階で行っている。このタイミングでの交流は、上記のC8やC1のように、自分の活動を修正し、より説得力のある科学的な方法で結果を得ようとする姿勢と協力を生み出している。

子供たちは、自分の実験を遂行し完成する活動と、他の班の実験の様子を見て回る活動の両方を行いながら、電磁石の様々な事象とふれ合った。そして、自分たちの実験結果に確信をもったり、より説得力があると思われる実験に進んで参加するなど、科学的探究の醍醐味や臨場感を十分に味わっている様子であった。

<実験3>の活動の後半部分で、実験グループごとに発表のための掲示用レポート(ポスター)を作成していくことになるが、その過程で各自の実験ノートをつき合わせながら実験結果を振り返り、必要に応じて再度実験を行ったり、視察に来た級友が加わって協同で複雑な実験に取り組むなど、<個別交流4>においても、主体的・発展的な探究活動や自然発生的な協同の姿が見られた。【←③⑥】

<個別交流4>

C1とC13は、同じ実験を3回繰り返して平均値を求めて考察するなど、より説得力のある客観的なデータを得ようと工夫を行っていた。さらに、掲示用レポート(ポスター)の作成において、重要部分に下線を引いたり、図を添えたりたり、表を使ってデータをまとめたりするなど、見て分かりやすいものになるよう工夫していった。



《C1とC13のポスター》

(b) 全員が集まって行う全体交流(確認、報告・発表、つぶやき・意見交換)

全員が集まって行う全体交流については、理解の確認を行ったり、実験報告や考察の紹介を通してつ

ぶやきや意見交換を促して本質に迫ったり、分類したり、分かりやすい説明や的確な表現になるよう吟味して整理するなど、考察の広がりや深まり、次の活動への方向づけや発想を促す効果が期待できた。そこで、全体交流は主に、(イ)実験終了後の結果の報告と考察・まとめを行う実験終了後の段階で設定した。

実際、級友の報告や感想・考察を聴くことで、自分の考察を見直すきっかけになったり、新しい実験の着想を得たりと、科学的な活動の広がりと思いの深まりや意欲喚起がみられた。さらに、級友がどんな実験をし、何を考えているかの全体像が分かり、自分の実験に対する安心感や自信、連帯感も生まれたようであった。

[探究課題2]「電流を流すと(巻き)銅線は磁石になるのか?」を解明するための<実験2-1>後に行った<全体交流4>(p.52)では、子供たち全員を教卓の周りに



《実物投影機を使った発表の様子》

集め、子供自身が実験を再現しながら報告し、考察を述べるようにしたが、その際、実物投影機を使って手元を大型テレビに映し出し、全員が確認できるようにした。それを見ながら子供たちは、気付いたことを自由につぶやいたり質問する。一人がつぶやけば、それを受けて次々とつぶやきが出て深まっていった。報告が一通り終わったところで、報告や意見を整理するために、教師が、「㊦今日の実験で、はっきり分かったことと、分からない(曖昧な)ことをみんなで分類してみよう。」と投げかけ、実験結果の整理の視点を提示した。この作業により、曖昧なことの方が多いたことがあらためて認識され、ほとんどの子供が実験方法を見直してもう一度実験をしたいと考えた。ここでさらに、実験結果について、「仮説通りにいかななくても、実験を失敗と捉えるのではなく、仮説が違っていたと捉えるか、または、この実験では分からない(曖昧な)ことが分かったと捉え、実験を改善することもできる。」(p.53)と2通りの捉え方ができることを教えることで再実験の方向性が明確になり、子供たちは2通りの捉え方それぞれに対して<実験2-2>

を計画し、再実験に取り組んだ。

<実験2-2>後の<全体交流5>(p.53)では、子供たちの報告や発言の中に出てくる言葉「銅線」「磁石」「鉄」「強い」「めっちゃ弱い」をキーワードとして取り上げ、[探究課題2]の答えを的確に表現するよう促した。キーワードに着目しながら全員が答えを考えたが、最終的にC5の「銅線(コイル)は磁石になるけどめっちゃ弱くて、でも、鉄(芯)は強い磁石になる!」の発言を引き出した。

《<全体交流5>後の感想(実験ノートから)》

C17: 銅線(コイル)に電流を流すと、鉄みたいに強力な磁石にならなかったけど、かすかに磁石になり、鉄(芯)は電池1個だけで、銅線(コイル)の何十倍にもなっていることが分かりました。

C11: 銅線(コイル)に電流を流すと、銅線(コイル)は磁石みたいになる。鉄心の部分に鉄がたくさんついたから、鉄心のほうが磁石の力は強いことが分かった。

C13: コイルは、中のもの(鉄の芯)をサポートする役割だと思う。

まとめの発表にあたる<全体交流6>では、<個別交流4>で作成した掲示用レポート(ポスター)を内容で分類して黒板に貼り、<全体交流4>のときと同じように、再現実験を実物投影機を使って大型テレビへ映し出しながら、分類したグループごとに子供たちが確認とまとめを行った。【←③】

<実験3の報告とまとめ> <全体交流6>

C14: 100回巻きと200回巻きでは、釘の付く数は100個くらい違っていました。だから、200回巻きの方の力が強いことが分かりました。

C16: 100回巻き+鉄+電池1個⇒砂鉄はけっこう付いた(図で説明)。200回巻き+鉄+電池1個⇒100回巻きよりいっぱい付いた(図で説明)。

C8: 200回巻きコイルでは、マグチップはほとんど全部付いた。100回巻きコイルでは、半分以下しか付かなかった。

C12: 100回巻きはマグチップの反応が遅い。200回巻きは1cm間を空けても反応する。電磁石を横にして回すと全部付いた。

C10：電池 2 個にすると、1 個のときよりクリップが約 4 倍多くとれた。

C13：太い銅線で取れたマグチップの重さの平均は 15.4 g, 細い銅線でのマグチップの平均は 4.3 g であった。銅線が太くなると回路の電流が強くなり、電磁石も強くなる。

C15：電池 2 個と 100 回巻きコイルで芯を変えて何個クリップがとれるか試しました。

(芯を) 鉄でやったら平均 11.6 個、ガラスでは全く取れませんでした。アルミでも全く取れませんでした。銅は、少しは取れると思っていたけど反応もしませんでした。このことから、鉄でしかつかないことが分かりました。

《《全体交流 6》後の感想(実験ノートから)》》

C9：たくさんの「？」があったけど、それを「強くなる!」「ある!」「する!」「ならない!」と「!」にかえていけたのが、とても気持ちよかったです。

コイルの芯が鉄じゃなくても電磁石になるのかという実験では、電気を通すアルミや銅の芯が電磁石にならなくてびっくりしました。アルミや銅は、コイルの仕事をするものなのか、コイルの芯がつとめられるのは、鉄だけなんだと思いました。

C1：? がとれてすっきりしました。分かったら、頭から電球が生えてきそうでした。他のみんなが私じゃ思いつかない発想をしたり、分かりやすい実験をしてくれたりして、ピカピカとひらめきました。そのことで、とても楽しかったです。

C19：前の(巻き)銅線が磁石かどうかの時、確信できていなかったけど、いろんな疑問が実験をして分かったことになっていくとうれしく感じるの、理科の授業が楽しみです。

<考察・評価>

「(a) 自由に行う個別交流(視察, 対話, 協同)」では、緊張感の解消や新たな意欲の喚起、協同の楽しさの享受といった効果を引き出し、「遊びの様相」を実現する重要な役割を果たしていた。具体的には、やらせてもらったり、質問を含めての意見交換が自然に起こり、個別交流を通して、自分たちの方法を見

直して実験をやり直したり、結論が同じであることに喜びと自信、仲間意識を感じたりするなどして、課題追究のために積極的に級友と関わる行動を自ら起こしながら、成果を得ていく探究活動に、手応えと充実感を感じていた。

「(b) 全員が集まって行う全体交流(確認, 報告・発表, つぶやき・意見交換)」は、理解の確認を行ったり、実験報告や考察の紹介に対するつぶやきや意見交換によって本質に迫ったり、全員で分かりやすい説明的確な表現を吟味してまとめを行うことで、考察の広がりや深まり、次の活動への方向づけや発想を、クラス全体に促す効果があった。

個別交流は、子供どうしの自主的な関わりであり、個々の興味や意欲に沿って推進されるため、個別交流だけでは、探究の方向やレベル、進捗状況に偏りができ、方針がずれたり行き詰まったりする子供も出てくる。個々の取り組みを認めながらも、方向のずれや行き詰まりを子供たちが自ら解消し、探究のレベルを上げて本質に迫っていくためには、全体交流の役割が欠かせない。この役割を果たすために、全体交流では、子供同士の報告・意見交換と、教師からの問いかけ・応答の 2 種類の関わりが、横糸・縦糸となって、子供たちの主体性を保持しながら探究活動を推進していくことができたと考えられる。

自由な個別交流と全体交流の 2 つの交流によって、クラス全体が高揚感に包まれ、どの子も、自分の意志で授業に主体的、積極的に参加しているという自覚と、自分たちの実験と考察で授業が創り上げられていくという自負と自信、そして、探究の醍醐味と喜びを味わっていたことが、実験や発表での様子、実験ノートの記録から確認することができた。特に、疑問から課題を設定し、課題解決のための実験を考案・実施し、対話と協同で結論を導き出す一連の探究過程を自分たちでつくり出したことに、大きな充実感を感じていることが、読み取れた。

(4) アンケート(自己評価)結果から

6 月「種子の発芽と成長」と 11 月(今回)、単元終了後に各自の取り組みを振り返る(自己評価)アンケート(1. あまりできなかった. 2. 少しできた. 3. だいたいできた. 4. できた. の 4 択とし、番号を点数化。対象児童 26 人。満点 4 点 \times 26 = 104 点)を実施した。(質問内容は、富山県総合教育センター科学情報部調査研究で作成(2018)したものを使用。)

質問内容	6月	11月
1. これまでの学習や話し合いを通して、 <u>問題を見つけることができた</u> 。そして、その中から課題をつくることができた。	84.6%	89.4%
2. 今回の学習では、 <u>課題が何であるかを意識して取り組み</u> つづけることができた。	87.5%	90.4%
3. これまで学習したことや生活で知っていたこと、友だちや先生の意見などを生かして、 <u>根拠（正しいと思う理由）のある予想を立てる</u> ことができた。	99.0%	89.4%
4. 調べたいことがわかるように、 <u>実験の条件を合わせたり、くらべやすくしたりするなど実験方法を考える</u> ことができた。	92.3%	98.1%
5. 実験の役割分担を理解して、グループで声をかけ合いながら、 <u>協力して実験を進める</u> ことができた。	89.4%	97.1%
6. <u>実験結果をワークシートやノートにまとめ、実験前に考えた予想と合っていたかどうかをくらべる</u> などして、考えることができた。	89.4%	95.2%
7. 実験後の話し合いでは、 <u>自分でまとめた考えをすすんで話す</u> ことができた。	68.3%	83.7%
8. それぞれの実験結果や話し合いで出た意見などを聞いて、 <u>根拠をもって考える（考察する）</u> ことができた。	88.5%	89.4%

6月と11月では、「種子の発芽と成長」(観察)と「電流がつくる磁力」(実験)で単元が異なり、対象に対する子供の対応や教師の手立ても、観察と実験で必然的に異なってくるため、単純には比較できない。しかし、「遊びの様相」を生かした対応や手立てが、アンケート結果の差を生んでいることも否定できず、「遊びの様相」を生かした対応や手立てとアンケート結果の関連を分析・考察することは、本研究の目的である「遊びの様相」を生かした授業デザイン」と「資質・能力(三つの柱)」の育成との関連を明らかにすることにおいて、一定の示唆を与え

てくれるものとする。

まず、6月と11月、すべての質問内容で共に高い数値を示していることは、授業者の理科授業に対する普段からの姿勢と力量によるものが大きいと考えられる。このことを念頭におきながら、これまで述べてきた対応や手立て(授業デザイン)とアンケート結果との関連について、分析と考察を行う。

(ア) 6月と比較して、唯一数値が下がったのが、「3. これまで学習したことや生活で知っていたこと、友だちや先生の意見などを生かして、根拠(正しいと思う理由)のある予想を立てることができた。」(99.0%→89.4%)であった。これは、事象に意外性があり、既習知識では十分に説明できず予想と結果が一致しなかったと解釈することができる。その一方で、「1. これまでの学習や話し合いを通して、問題を見つけることができた。そして、その中から課題をつくることができた。」「8. それぞれの実験結果や話し合いで出た意見などを聞いて、根拠をもって考える(考察する)ことができた。」の数値がほぼ90%に上昇していることから、「根拠(正しいと思う理由)のある予想の立てにくさ」が逆に、生徒の興味や解明に向けての意欲を喚起し、「(1)「何故?」と「解明したい」という強い衝動を引き起こさせる事象の提示→実験の報告内容をもとにその都度作り出す探究課題→意欲の継続→考察と仮説と実験の往還スパイラルを構築」(p.48)の実現を促し、オーセンティックな学習の扉を開いたことを示唆している。

(イ) 数値の上がり方が最も大きかったのが、「7. 実験後の話し合いでは、自分でまとめた考えをすすんで話すことができた。」(68.3%→83.7%)であるが、これは、「(2)子供たちが一人残らず、実験授業に主体的に参加し、実験計画の立案、装置の作成、実験の実施、考察とまとめといった一連の探究活動を自立的に行うことができるための手立て」(p.51)による成果と捉えることができる。

さらに、最も高い数値を示した「4. 調べたいことがわかるように、実験の条件を合わせたり、くらべやすくしたりするなど実験方法を考えることができた」(98.1%)や、「6. 実験結果をワークシートやノートにまとめ、実験前に考えた予想と合っていたかどうかをくらべるなどして、考えることができた。」(95.2%)、「2. 今回の学習では、課題が何であるかを意識して取り組みつづけるこ

とができた。」(90.4%)などに見られる高い数値も、「(2)」の成果を表しているものと考えられる。

(ウ) 2番目に高い数値を示した「5. 実験の役割分担を理解して、グループで声をかけ合いながら、協力して実験を進めることができた。」(97.1%)は、まさに「(3) 級友との交流」(p.54)の効果によるもので、前出の「4.」も、〈個別交流3〉や〈個別交流4〉が影響していると考えられる。また、「2.」(前出)についても、実験3の前に実験課題を書いてテーブル上に置いたB4用紙の効果(p.55)もあると考えられる。「7.」(前出)についても、〈全体交流〉の取り組みの成果であると考えられる。

V. まとめ

本研究では、「理科の見方・考え方」を働かせながら「資質・能力(三つの柱)」の育成を図る理科の観察・実験授業の新たな視点として“遊び”を提案し、“遊びの様相”とそれを生かした授業モデルを、“ALACTモデル”とも対応させながら提示し、小学校5年生の“電流がつくる磁力”の単元における、授業デザインと授業記録を基に、この授業モデルの有効性を明らかにしようとする取り組みを行った。

前述したように、“遊びの様相”を生かす実験授業で重視したのは、①動機づけ、②改善や打開の鍵となる要素への気づきと絞り込み支援、③自由にチャレンジでき他者とも協働できる保障、の3つであったが、その具体として、「(1)「何故?」と「解明したい」という強い衝動を引き起こさせる事象の提示→実験の報告内容をもとにその都度作り出す探究課題→意欲の継続→考察と仮説と実験の往還スパイラルを構築」、「(2)子供たちが一人残らず、実験授業に主体的に参加し、実験計画の立案、装置の作成、実験の実施、考察とまとめといった一連の探究活動を自立的に行うことができるための手立て」、「(3)級友との交流(個別、全体)」の三つの柱を立てて取り組み、授業記録をもとに、分析・評価・考察を行った結果、「IV. 研究結果」で示したように、“遊びの様相”を生かした授業モデルが「見方・考え方」を働かせた「資質・能力」の育成に関して有効であるとの示唆を得ることができた。

有効性についてはさらに、〈全体交流〉での子供たちの発言や考察の変化からも読み取ることができ

る。単元初期の〈全体交流2-1〉(pp.49-50)では、棒磁石との反応だけから、「電流を流すと(巻き)銅線は磁石になると確定できる!」と直ちに断言していたが、単元終盤の〈全体交流5〉(p.53)では、「～(条件)では、～(結果の事実)となりました。」「～(結果の事実)から、～と思いました。～と考えられます。〈考察〉」「～(結果の事実)から、～かもしれない。〈仮説〉」といった表現に変わり、条件や根拠を示しながら、「事実(条件と結果)」と「考察」と「仮説」をきちんと区別して捉え、発言できるようになっていた。また、C13が「鉄の芯がないと釘は付かないから、本当に銅線が磁石になったかはっきりしない。」と事実をあげて断言できないことを示すと、C11は、それを認めながらも、「はっきりしないが、コイルは鉄の芯が物を付ける力を出すために必要なのではないか。」とコイルが磁石に関わっている可能性は残されていると論点を的確に整理するなど、自然科学的な見方・考え方が育成され、高度に活用されていることが確認できる。さらに、〈個別交流3-1〉でのC12とC8との実験記録(p.56)では、「・・・マグチップが2列になっていた。マグチップどうしが磁石となってそれぞれくっついたのかなと思った。」と、現象をもとに発展した仮説を作り出していたり、まとめにあたる〈全体交流6〉(pp.57-58)においても、「銅線が太くなると回路の電流が強くなり、電磁石も強くなる。」(C13)のように、条件と結果を結びつける要素を導入して現象を説明しようとする発言も生まれるなど、「見方・考え方」と「資質・能力」に関しての成長が、子供たちの発言や考察からも見て取ることができた。

また、「オーセンティックな学習」の観点から授業をふり返ると、「(4)アンケート(自己評価)結果から」で触れたように、①「意外性があり、既習知識では十分に説明できず、根拠のある予想が立てにくい事象」(p.59)を教材としたことと、②〈実験1の報告〉で、C11の想定外の報告「電流を流した(巻き)銅線が磁石になるなら、(巻き)銅線どうしはくっつくか、しりぞくかと思ったけど、反応しなかった。」(p.50)の報告に対して子供たちは、仮説の修正と実験の改善の2つをその対応としてあげ、自分の問題として問題解決に取り組み、追実験や自由な交流と協議を繰り返すことができたこと、の2つが「オーセンティックな学習」実現の大きな要因とな

り、電磁石とその性質についての学びに広がりや深まりを得ることができたと考えられる。

さらに、「明示的な指導」の観点からは、①「実験ノート」の作成の仕方 (p.51) と、その活用における「発表のための掲示用レポート」作成の工夫 (色分け、下線、表・グラフの活用) (p.56)、② 実験結果の処理として、「㊦ はっきり分かったことと、分からない (曖昧な) ことをみんなで分類する。」という手法 (p.52)、③「仮説通りにいかなくても、実験を失敗と捉えるのではなく、仮説が違っていたと捉えるか、または、この実験では分からない (曖昧な) ことが分かったと捉え、実験を改善することもできる。」とする2種類の捉え方 (p.53)、④ 報告・協議の場において、キーワードに着目して、まとめたり結論を見出そうとする方略 (p.53)、⑤ 実験課題作成の留意点として、「何を変えて、何の変化を調べるのか、具体的に書く」こと (p.54)、⑥ 級友との交流 (個別、全体) の仕方と、その大きな効果の実感 (p.58)、⑦ 各単元修了後に定型の「自己評価アンケート」を書かせることで、学びのポイントや授業の取り組み方を常に意識するようになる、などがあげられる。ただ、これらは、この単元だけで終わらせるのではなく、他の単元においても子供たちが、活用を意識してくり返し試み自在に使えるようにすることが重要であるのは、もちろんのことである。

VI. おわりに

幼稚園教育要領解説では、「3 幼稚園の役割」において、「幼稚園では、幼児の自発的な活動としての遊びを十分に確保することが何よりも必要である。それは、遊びにおいて幼児の主体的な力が発揮され、生きる力の基礎ともいべき生きる喜びを味わうことが大切だからである。幼児は遊びの中で能動的に対象に関わり、自己を表出する。そこから、外の世界に対する好奇心が生まれ、探索し、物事について思考し、知識を蓄えるための基礎が形成される。また、ものや人との関わりにおける自己表出を通して自我を形成するとともに、自分を取り巻く社会への感覚を養う、このようなことが幼稚園教育の広い意味での役割ということができる。」と述べ、遊びの重要性を説いている。このように、“遊び”には多くの学びが含まれており、様々な資質・能力

を育成してきた。発達段階の考慮は必要であるが、幼小連携の重要性が叫ばれるようになった今日、義務教育においても、遊びの重要性を再度認識し、“遊びの様相”をチャートとして、遊びと学びの融合という新しい枠組みから授業をデザインし、実践研究を進める必要があると考えている。

引用文献・参考文献

- 文部科学省 (2018)：小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説 理科編。
- F. コルトハーヘン編著、武田信子監訳 (2010)：教師教育学：理論と実践をつなぐリアリスティック・アプローチ、pp.52-54, pp.145-146, 学文社。
- ロジェ・カイヨワ、多田道太郎・塚崎幹夫訳 (1990)：遊びと人間 (講談社学術文庫)、p.40, 講談社。
- 文部科学省 (2018)：幼稚園教育要領解説 (平成 30 年 3 月)、pp.34-35, p.20
- 富山県総合教育センター (2019)、研究紀要第 37 号、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた学習の在り方に関する調査研究 - 観察・実験における課題解決型学習を活用した理科指導の充実 -、pp.2-29
- 奈須正裕 (2017)：「資質・能力」と学びのメカニズム、東洋館出版社。
- 奈須正裕 (2017)：教科の本質を見据えたコンピテンシー・ベースの授業づくりガイドブック - 資質・能力を育成する 15 の実践プランナー、明治図書出版株式会社。

(2019 年 5 月 20 日受付)

(2019 年 7 月 17 日受理)