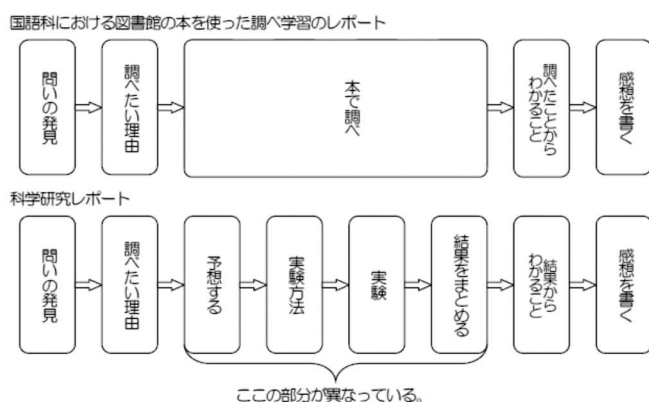


# 越馬徳治科学教育研究奨励概要

## 児童が主体的に自然事象の問題を解決することに関する実証的研究 ～自由研究レポート作成をめざした学習過程～

金沢市立田上小学校 教諭 狩野 祐史

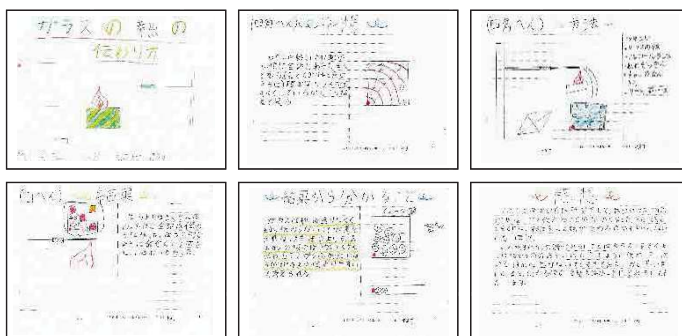
理科の授業を楽しみにしている児童は多いといえる。しかし、自らすすんで課題を発見したり、自分で実験方法を考えたり、結果からわかることを自分なりの考えをもって考察をしたりすることに対しては、「楽しい」、「やりたい」と感じている児童は少ないと思われる。現に、多くの学校で行われている夏休みの課題の1つとなっている科学研究レポートにおいては、積極的に行う児童は少ないと感じる。それは、授業の中で行っている問題解決学習が身につけていないというよりも、どのように問題を発見したらいいか、どのような方法で実験したらいいのかなど、レポートの書き方がわからないのではないかと思われる。そこで、今まで行ってきた問題解決学習を見直し、児童が自ら科学研究レポートを作ることができるようにするために、日々の授業改善を行うことにした。児童が問題を解決できるようにするために、児童自身が考えた実験方法を行い、その実験方法がよかったのか、他の方法がないのかと、実験が終わったあとでふりかえりをして、再実験を行っていくことにした。また、研究の成果を検証するために、年度末に児童一人ひとりが研究レポートを作成した。研究レポートの書き方については、図書館の本を使った調べ学習と科学研究レポートの構成は似ているため、国語科の単元「研究レポートを書こう」の学習と関連づけた。



授業改善の一例として、「水のすがたとゆくえ」の単元では、ゆげの正体を探るとき、児童からティッシュペーパーをゆげにあてて、ぬれたら水、ぬれなかったら空気という発言が出た。実際に実験してみると、紙がしめった班としめらなかつた班とで分かれた。紙ではうまく実験結果が出ないことがわかり、もっとかたい金属のスプーンをゆげにあててみると、数秒でたくさんの水滴がついた。金属と紙のちがいについて、双眼実体顕微鏡で紙のようすを詳しく見ると、紙にはすまががたくさんあり、ゆげが通り抜けることができることに気づくことができた。

また、「物のあたままり方」の単元で、金属の棒で金属があたままる様子を実験するときには、①サーモテープ②ぬれたガーゼ③ろうの実験方法が児童から発言された。ぬれたガーゼの方法は、ぬれたガーゼからゆげが出ることによってあたままり方がわかる。安全には配慮しなければならないが、このように児童が考えた実験方法で、工夫して行うことができるのであれば、今後、自分で実験方法を考える際の大きな経験の一つになると考えられる。児童が考えた実験方法で行うことを大切にすることで、児童は意欲的に取り組んでいる姿が見られる。また、自分で考えた実験方法で実験を行うことで見通しをもつことができ、結果を予想しながら実験を行うことができる。

①サーモテープ      ②ぬれたガーゼ      ③ろう



年度末に行った研究レポートでは、当該学年で学習したことの中から、もっと調べてみたいことを選んでグループごとに調べていった。どの児童も自分なりの研究レポートを書くことができ、意欲的に学習していく姿が見られた。このようなレポートを年度末に作ることで、これまで行ってきた授業実践を検証することができるため、一人ひとりが研究レポートをつくることは有効な手立てであるといえる。

## 生命の連続性を意識し、深い学びを実現する系統的な単元構成に関する研究

金沢市立十一屋小学校 教諭 小松 武史  
野々市市立館野小学校 教諭 福嶋 康晴

平成29年に告示された小学校学習指導要領解説編（理科）では、「問題解決」に関する事柄について教科の目標の中に大きく位置づけており、特に「生命」を柱とする領域では、主として共通性・多様性の視点でとらえることを言及している。例えば、石川県（金沢市、かほく市、白山市等）で採択されている東京書籍の教科書を調査すると、第5学年の理科の「生命」領域に分類される単元である「植物の発芽と成長」、「魚のたんじょう」、「花から実へ」、「人のたんじょう」には、「生命のつながりを考えよう」という共通したサブタイトルが付せられており、単元間のつながりが強いことは明らかである。単元を超えて深く思考する方法を検討した結果、いずれの単元でも「生命の誕生から新たな生命を生み出すまでが一つのサイクルになっていること」が明白であり、教科書の一部（学びをつなごうのページ）にもサイクルが位置づけられている。共通したサイクルは「生命」領域における共通性を示唆しており、各単元の学習における見通しを持たせ、理解を深める一助になると考えられる。また、共通したサイクルでありながら、人と植物と魚には生命の発生や成長の様子、生命をつなぐ方法には違い（多様性）があることをわかりやすく示すことにもつながると考えられる。考察の段階でも、既習の単元のサイクルと関連させ、「生命の連続性」について深く思考させ、学習の系統性を高めることにつながると考えられる。

そこで本研究では、主として小学校理科の「生命」領域を例とし、共通性・多様性を児童に実感させる学習方法や児童が既習事項を使って深く思考できるような授業展開、単元間の接続を意識した系統的な理科学習について検討し、まとめることを目的とした。また、第5学年と類似した実践を第4学年の「あたたかさ生き物」の5単元や第3学年の「植物を育てよう」及び「こん虫を育てよう」の7単元でも実践し、本研究で用いたツール（サイクル）の他の学年や単元への応用を検討した。

どのように接続するのか考えた結果、生命の連続性もわかりやすく示すことができるサイクルを用いる学習を実践した。単元の導入（図1）では、大体的な内容をサイクルの形式で整理し、単元の見通しを持たせるとともに、授業では常にサイクルを示し、今、サイクルのどこを学んでいるのか、サイクルの矢印において今後どのような変化をするのかを意識しながら授業展開を工夫した。単元の最後には何も書いていなかったサイクルの矢印のところに学習で得られた情報を書き込むことによりカード形式にまとめる活動を実践することができた（図2）。サイクルを用いることで、「生命の誕生から新たな生命を生み出すまでが一つのサイクルになっていること」を児童にわかりやすく示すことができると同時に、魚・人・植物で同じカードを用いて比較することで、「生命」領域における共通性・多様性を児童に実感させることができた。また、矢印の前後を比較することにより、児童が既習事項を使って深く思考できるような授業を展開することができ、単元内と単元間の接続を意識した系統的な理科学習にもつながった。

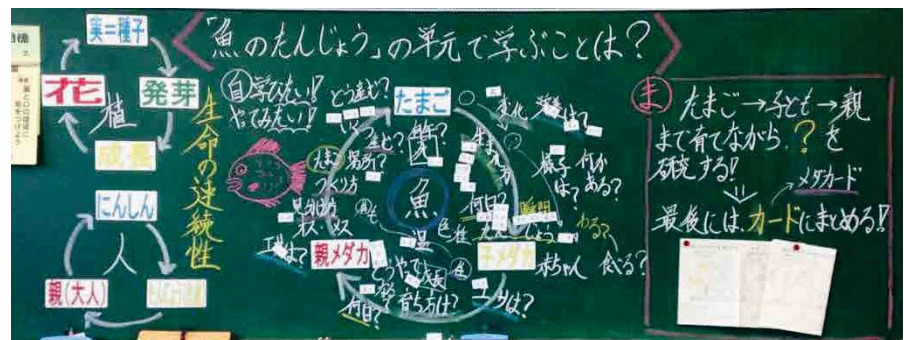


図1 「魚のたんじょう」の単元の導入におけるサイクル



図2 サイクル学習の成果（人のたんじょう）



# 越馬徳治科学教育研究奨励概要

## 子どもが創る理科 ～関わり合い、追究する子を目指して～

金沢市立戸板小学校 教諭 瀧坂 萌 他5名

研究実践は、第3学年「どれくらい育ったかな」という単元で行い、主題・副題にせまるために、研究の視点を次の二つとした。

1つ目は、科学的に解決する力を育てるための工夫である。本単元では、植物の育ち方と植物のからだのつくりを学習する。そのために前単元の「たねをまこう」とのつながりをもたせた。前単元のたねの様子を観察し、その様子から「どのように育っていくのかな」と疑問をもたせた。その育ち方を予想させたことで、予想と比較しながら観察を意欲的に行う姿が見られた。また、「知りたい！」を引き出す手立てとして、昆虫を調べようの単元で昆虫のからだのつくりを学習したことから、「植物も分かっているのかな」と問うことで、植物のからだのつくりに興味をもたせた。児童たちは、植物のからだのつくりを、昆虫のからだのつくりで分けたような部分ごとに分けて予想し、植物のからだのつくりに興味をもっている様子が見られた。その他に、観察時に毎日の様子を付箋に書き留めることで、他の児童の様子と比べることができた。根の観察の際には、1グループ4人で2つのハウセンカを観察した。これらの工夫を行うことで、児童同士で対話しながら新たな発見をし、主体的に観察し、理解につなげることができた。

2つ目は、深い学びにつながる支援のあり方の工夫である。授業の後に、学習指導要領の解説の「理科の目標及び内容」で「思考力、判断力、表現力等及び学びに向かう力、人間性等に関する学習指導要領の主な記載」の内容に合わせて5つのキーワード（もっと、きっと、やっぱり、違うところ、同じところ）をもとにふり返りを書いた。初めは曖昧なふりかえりしか書けなかった児童が、次時に向けての意欲をふり返りに書けるようになった。また、ふり返りを予想と比べながら書くことで新たな疑問をもったり、学んだことをより理解したりすることができるようになった。

追究する子を目指すためには、植物のつくりだけでなく、役割やはたらきを追究することで、より驚きや感動が生まれ、深い学びにつながったと考える。教科書を超えた内容を実態に合わせて取り扱うことで、子ども達が意欲的に課題を解決していく姿が見られるだろう。次年度の研究につなげていきたい。

## わくわくするような理科教室のあり方 ～プレイング掲示物の作成を通して～

かほく市立高松中学校 教諭 中川 絢太

一環境が人を伸ばすー これは、日本の教育学者・齋藤孝の言葉である。この言葉には「良い環境の中に自分を置いたら、その環境に染まって成長していく」という意味が込められている。つまり、生徒にとっての「良い環境」は自然科学を学ぶ上で重要であり、学校側・教師側は良い学習環境を提供する必要があることを示している。理科教室での授業は本来、観察や実験が多く、また、協働的な学習形態が整っているため、生徒が自然とわくわくするようなものになっていることから、自然科学を学ぶ良い環境が整っているとと言える。

生徒の学習環境を整える点では、既習事項をすぐに見て復習できる「掲示物」や（図1）、生徒が制作したポートフォリオの展示は有効である。掲示物に関して言うと、国語科や社会科などの教科や、小・中・高と学校の垣根を超えて、どこにでも存在する。しかし、その場合の多くは、教師側が撮影した写真の添付やイラストなどを用いて作成したものであり、掲示物を「見て学ぶ」形式が多い。従来型の掲示物だと、初めは「見て学ぶ」ことができ、生徒の学習意欲の喚起や復習に適している。しかし、日が続つにつれて見飽きるなどの掲示物の「形骸化」が起こる可能性があり、せっかくの掲示物が台無しである。

そこで今回、掲示物の中にモデルや用語を実際に生徒が動かせる「プレイング（=遊ぶ）掲示物」を作成した（図2）。掲示物の「見て学ぶ」という利点を活かしつつ、モデルを動かして「触れて学ぶ」を取り入れることで、視覚以外の感覚器官を使うことができ、「見る」だけでは得られないものを取り入れることができた。



図1：従来型の掲示物

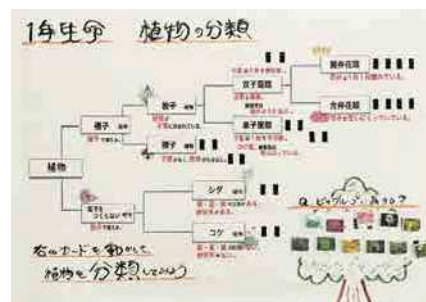


図2：プレイング掲示物 [植物の分類]

# 豆電球を含む回路の探究的な演示実験手法の開発

金沢大学人間社会学域学校教育学類附属高等学校 教諭 渡會 兼也  
共同研究者 京都教育大学 名誉教授 沖花 彰

電気回路の学習は小学校から始まり、中学校、高等学校まで継続的に行われているが、電流・電圧・抵抗などの基本的な概念の獲得が難しいことが知られている。筆者らは2015年から勤務校の生徒に対し、規格の異なる豆電球の回路に対する理解度を調査しているが、大きく2つの課題が明らかになっている。1つ目は、豆電球のソケットが緩んでいて、または、フィラメントが切れていても回路は成立していると考えている生徒が多いこと。2つ目は、多くの生徒が豆電球の明るさと電流、電圧、抵抗との関係性に整合性がなく、断片的な知識で回路を解釈していることである。

本研究は、豆電球を含む回路の調査結果に基づいて、上記の2つの課題を生徒が自ら修正できるような授業手法の開発を目指した。その際に、高等学校における物理教育の現状を踏まえ、多くの学校で利用可能な相互作用型演示実験講義 (ILDs) の手法を導入し、50分の授業時間で収まるように設計した。授業実践の結果、①ソケットやフィラメントの間違ひはほぼ克服できた、②抵抗と電圧の理解については、直列回路の後に並列回路を考えさせることで、生徒の中に矛盾や葛藤を生じさせ、自ら整合性のある理解へと導くことができた (ただし、素朴概念が解消されない生徒もいた)。授業全体を俯瞰すると、ILDs化したことで生徒同士の話し合いによる理解の確認や、意見を交わす活動は活発に行われ、ILDsが生徒の能動的・探究的な活動を促すことを確認できた。今後は今回開発した教材の公開や異なる単元でのILDs形式の授業課題の開発を継続したいと考えている。


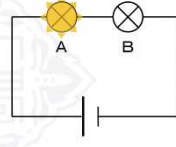
課題	Step1	Step2
<p>図のように、規格(種類)の異なる2つの豆電球A、Bと乾電池(内部抵抗は無視できる)を直列に接続したところ、Aは点灯し、Bは点灯しなかった。</p>  <p>この現象が起こる理由を考えよう。</p>	<p>Q1 豆電球Bがつかない理由として、以下の2つは理由になるか。</p> <p>① ソケットがゆるんでいた ② フィラメントが切れていた</p> <p>問 ①、②を検証するにはどうすればよいか?</p> <p>① _____ ② _____</p> <p>結論: ① _____ ② _____</p>	<p>※以下の間では、ソケットも緩んでおらず、フィラメントも切れていないものとする。</p> <p>Q2 豆電球A、Bを流れる電流<math>I_A</math>、<math>I_B</math>の大きさは?</p> <p>① <math>I_A &lt; I_B</math> ② <math>I_A &gt; I_B</math> ③ <math>I_A = I_B</math></p> <p>予想: [ ] その理由: [ ]</p>
<p>Q3 豆電球A、Bの抵抗<math>R_A</math>、<math>R_B</math>はどんな関係か?</p> <p>① <math>R_A &lt; R_B</math> ② <math>R_A &gt; R_B</math> ③ <math>R_A = R_B</math></p> <p>予想: [ ] その理由: [ ]</p>	<p>Q4 豆電球A、Bにかかる電圧<math>V_A</math>、<math>V_B</math>はどんな関係か?</p> <p>① <math>V_A &lt; V_B</math> ② <math>V_A &gt; V_B</math> ③ <math>V_A = V_B</math></p> <p>予想: [ ] その理由: [ ]</p>	<p>Q5 豆電球A、Bを並列につないだらどちらが明るい?</p> <p>① Aが(Bより)明るい ② Bが(Aより)明るい ③ AとBは同じ明るさ ④ Bが点灯しない</p> <p>予想: [ ] その理由: [ ] AとBの電圧は同じ 結果 ② その理由 [ ]</p>
<p>豆電球A、Bに何が起こっていたか?</p> <p>★豆電球の【消費電力】を考える。</p> <p>・直列の場合: 電流を<i>I</i>とすると...</p> <p><math>P_A = V_A I = [R_A I^2]</math>、<math>P_B = V_B I = [R_B I^2]</math></p> <p>・並列の場合: 電圧を<i>V</i>とすると...</p> <p><math>P_A = I_A V = [V^2 / R_A]</math>、<math>P_B = I_B V = [V^2 / R_B]</math></p> <p>Q3 <math>R_A &gt; R_B</math> Q4 <math>V_A &gt; V_B</math></p>	<p>生徒のまとめ</p> <p>豆電球A、Bに何が起こっていたか?</p>  <p>結論: [ ]</p>	

図: 授業で用いたスライド。スライドに沿って演示しながら、予想・議論・検証・整理を行う。



# 越馬徳治科学教育研究奨励概要

## 地域水質の調査と授業展開

石川県立翠星高等学校 教諭 井上 裕紀  
石川県立翠星高等学校 教諭 鈴坂 和己

農業科目「農業と環境」では、「環境の調査・保全・創造」という単元があり、その中の項目である「環境の調査」では、水質調査など地域環境の調査について学習させ、水の外観や臭気、水素イオン濃度、硝酸態窒素濃度、CODなどの調査方法に関する知識と技術を習得させ、河川等の水質やその汚染の原因が、家庭排水や工業及び農業によるものであることを理解させる必要がある。

本校では40人で調査を行おうとした時、数班に分けて行うことになるが、その班の中で積極的な生徒、消極的な生徒に二分することが多い。そのため、班員全員が活動をしなければならない状況を作る必要がある。そこで、本調査ではpH試験紙、簡易水質調査キットを用い、生徒一人一人が確実に調査を担当することができるようにした。

調査の操作自体は比較的簡単だった。個々の生徒が調査を必ず担当したので、真剣に取り組む様子が見られた。簡易水質調査キットの色の変化に興味を持つ生徒が多く、比色により数値を読み取ることが若干難しかったようであるが、得られた結果の大小を比較しようとする姿が多く見られた。地域環境への関心が高まったとの感想があった。

これらのことから、地域環境への意識付けの導入として有効であることが分かった。教材としてはまだまだ未熟なので、さらに検討を重ねていく必要がある。



▲pH 試験紙をサンプルにつけている

## 農業高校としての理科教育の在り方

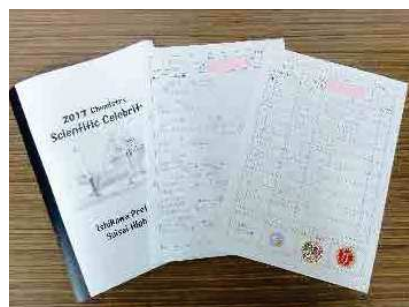
石川県立翠星高等学校 教諭 北出 裕賀里

翠星高校らしい理科教育の在り方について模索したいと考え、農業科の専門科目である「総合実習」や「課題研究」、農業クラブ活動等との関連、社会人基礎力を磨くことを意識した課題を考案し、その活動を通して科学への興味関心を高め、さらに「聞く・読む・書く・話す」を活用する能力を伸ばしたいと考えた。そこで、食品の製造や加工について学ぶ食品科学コースに属する生徒が選択する「化学」の授業展開を検討した。

一つ目は、ノーベル賞受賞者を中心に、生徒自身が興味を持った偉人について調べ、レポートにまとめることを冬季休業中の課題とし、3学期に、レポート集の制作およびインタビュー形式で情報共有する授業を展開した。また、本校図書室内の一角に「ノーベル賞の世界」と題して、作成したレポート集やそれに関連する書籍を閲覧できるコーナーを設営し、学校全体に案内した。調べ学習から自分自身が獲得した情報とマスメディアや教科書から得られる情報がリンクさせることができ、科学を学ぶ意欲を引き出す効果があった。

二つ目は、「無機物質と人間生活」の学習のまとめとして食品の包装容器材質の適性について考える授業を設計した。ジャムの包装容器として「プラスチック、缶、ビンのどれが推奨できる材質だと考えるか」を課題とし、ジグソー法を用いて問題の解決を図らせた。「総合実習」や「食品製造」で学んだジャムの製造工程と「化学」で学習した材料の性質とを結びつける授業となり、教科等横断的な学習のモデルとすることができた。このことで、「食品製造」で学ぶ食品包装の目的と技術にも連結させることができ、生徒は「化学」で学んだことが専門の学習と強く結びついたようだった。

農業科との関連を図った課題は、農業科と理科の授業を接続し、双方の興味関心が高まり、理解を深めることができ、本校における探究型授業として有効であると考えられる。



▲ワークシートとレポート集



▲翠星高校イチゴジャム