生徒が意欲的に取り組む授業づくり
－W型問題解決モデルを利用した理科学習指導の工夫－

有田市立箕島中学校
教諭　喜　多　雅　秀

【要旨】
本研究の目的は，問題解決を重視した授業づくりを行うことによって，自ら考えることの楽しさを感じ，主体的に学習に取り組む生徒を育てることである。授業は，五島・小林（2009）が示した「理科教育用W型問題解決モデル」を参考に，「中学校理科教育用W型問題解決追加モデル」を作成して実施した。この授業モデルは，生徒が自分の力で問題を発見して解決が行えるように，学習の過程を三つの体験場面で構成したものである。学んだ知識や考え方を日常生活に適用させる三つ目の体験場面を設定したことで，生徒は知識が実生活と結び付いていることを実感するとともに，科学的リテラシーが高まった。また，学んだ知識をさらに深めて，新たな発見をさせることで，生徒の理科に対する学習意欲が高まった。

【キーワード】
中学校理科　実体験　授業づくり　理科教育用W型問題解決モデル　科学的リテラシー
全国学力・学習状況調査

1　テーマ設定について

国際調査（PISA調査，TIMSS調査）によると，日本の生徒には，実社会や実生活の場面における問題解決のための科学的能力や，理科を学習することの意義や有用性についての認識等に課題が見られる。さらに，「知識基盤社会」と言われる現代において，生徒の科学的な資質や能力を育成することは，最も重要な課題となっている。そのため，新学習指導要領では，理科教育の一層の充実が求められ改訂が図られた。

このような背景のもと，本年度の「全国学力・学習状況調査」（以下，全国調査と記す）では，新たに「理科」が実施された。この調査では，単に記憶しただけの断片的な知識や技能を問うのではなく，日常生活や学習の中での体験を踏まえた知識・技能を活用する能力や，示された事物・現象を自身の体験と関連付けてとらえた上で思考・表現する能力などが問われた。

これまで筆者は，生徒の興味や関心を高めるために，できるだけ身の回りの自然や実生活に関連した教材を用いて授業を実施してきた。しかし，このような教材も生徒が問題解決のプロセスを経ることなく，興味付けや知識の定着を目的とした提示にとどまることが多かった。そのため，生徒が自主的に知識を深めようとしたり，新たに課題を見出してそれに取り組もうとしたりするような姿はあまり見られなかった。

そこで，本研究では，問題解決のプロセス及び日常生活との関連の二点を重視して授業づくりを行う。一点目については，体験を基に思考を整理し，仮説の検証から結論を導く一連の過程を通して，生徒が主体的に問題解決を行うことができる，五島・小林（2009）が示した理科教育用W型問題解決モデル（以下，五島・小林モデルと記す）を参考にする。二点目については，理科の知識と日常生活との関連を，生徒自らが見出すことのできる学習の過程や教材の工夫を行う。これらにより，生徒の科学的な資質や能力を育成し，理科の学習に対する意欲を高めたいと考える。

2　研究内容

（１）授業づくりの指針としての問題解決モデル

五島・小林モデルは，川喜田二郎氏が著書「発想法」（1967）の中で，W型問題解決モデルとして提示したものを，理科教育に応用したものである。このモデルは，「問題提起→探検→観察→発見→仮説の設定→推論→実験計画→観察・実験→検証→一般化→日常生活への応用」の過程を，科学的リテラシーを育成する観点から科学的探究のプロセスに対応させている。そのため，問題の発見から解決を図るまでには，絶えず思考と経験を行き来することになる。

次に，問題解決の場面において，生徒の学習状況を把握するための具体的な指標として，全国調査で示された，知識の活用に関する４視点「適用」「分析・解釈」「構想」「検討・改善」を五島・小林モデルに位置付けた。実際の学習場面に明確な枠組みを設定したため，生徒の実態を様々な角度から多面的に捉えることができるようになる。さらに，基礎的・基本的な知識獲得に関する「情報蓄積」の視点を加え，学習場面に応じて生徒が身に付けるべき力の想定を容易にした（**図１**）。

（２）授業づくりの基本的な考え方

本研究では，五島・小林モデルの「日常生活への応用」部分に着目した。授業で学んだ知識や考え方を実生活の場面に応用させることで，生徒の学習意欲が喚起され，さらに知識を深めたり，理科の有用性を実感したりすることができると考えたからである。また，本研究では，五島・小林モデルにおける「総合的探究」「演繹的探究」の部分は，問題解決のプロセスにおいて思考と経験を行き来しながら新たな知識を生み出していく「体験」であると捉え，それぞれを「体験Ⅰ」，「体験Ⅱ」と定義する。さらに，五島・小林モデルの「日常生活への応用」部分について，もう一度，思考と経験を行き来する試行錯誤の場面を設けて，これを「体験Ⅲ」と定義する。本研究では，これら連続する３つの知識を生み出す体験を活かした授業を構成し，中学校理科教育用W型問題解決追加モデル（以下，追加モデルと略記）と呼ぶ（**図２**）。

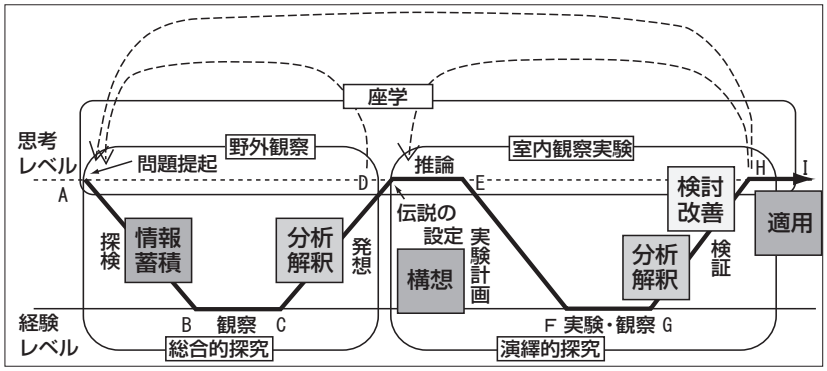


図１　理科教育用W型問題解決モデルと活用の視点

この追加モデルの特徴は，学習の過程に応じて後述する３つの体験場面を組み合わせた授業構成にある。特に３つ目の体験場面を導入して，学習した知識を日常生活の中で適用させることで，科学的な資質や能力が高まるとともに，さらに生徒の探究心が高まるのではないかと考えた。なお，各体験場面では，学習の過程に応じた教材の工夫を行う。具体的な授業計画については，追加モデルによる授業構想図を基に立案した（**図２**）。

体験Ⅰは，具体的なイメージをもつことができるような教材を用いて新しい情報を蓄積し，問題の発見から仮説を構築する場面である。生徒に，興味や関心をもたせたり，課題に対する問題意識をもたせたりすることをねらいとした。

体験Ⅱは，生徒が見通し（構想）をもって観察や実験を行い，その結果から考察して結論を導く場面である。体験や知識（体験Ⅰを含む。）を基に，予想や仮説と関連付けながら結果を分析・解釈し，科学的な見方や考え方を高めることをねらいとした。その際，グループや学級での話合いを活性化させて検討・改善を繰り返すことで理解を深める。

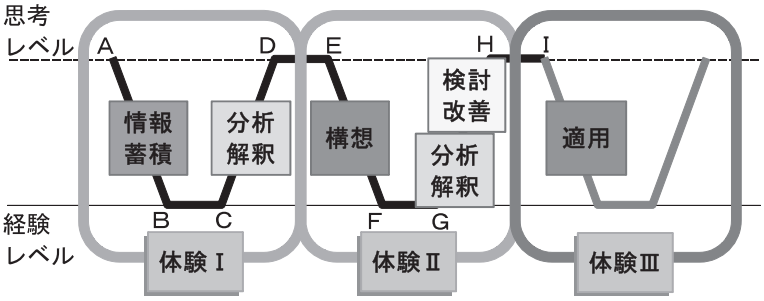
体験Ⅲは，学んだ知識や考え方を日常の生活に適用する場面である。ここでは，身に付けた知識を深く理解させたり，新たな発見から探究心を喚起させたりすることをねらいとしている。

追加モデルでは，これら三つの体験を通して生徒の学習意欲を高め，実感に基づいて知識の理解を図る。また，思考と経験を繰り返しながら学習を進めることで，身の回りの自然現象に気付かせ，それらを科学的に見たり考えたりすることができるようにする。

（３）授業構想

ア　授業計画の作成

追加モデルでは，連続した三つの体験が必要となるため，授業時間を２時間続きで実施することが望ましい。しかし，すべての単元において，このような授業を行うことは現実的ではない。そこで，本研究では，追加モデルを年間指導計画の一部に位置付けることを検討し，身近な科学技術につながる単元として，中学校第３学年の１分野において，２種類の授業を計画した。



学習過程	場面設定	五島・小林モデル	活用の視点
体験Ⅰ 興味・関心の喚起 課題の把握	情報の蓄積	Ａ→Ｂ→Ｃ	情報蓄積
	課題把握 分析・解釈 構想・改善	Ｃ→Ｄ→Ｅ	分析・解釈
			構想
体験Ⅱ	仮説の検証活動	Ｅ→Ｆ→Ｇ	
思考力の育成	結果の整理 まとめ 考察	Ｇ→Ｈ	分析・解釈
			検討・改善
体験Ⅲ 知識の深化・統合	新たな課題把握 仮説設定	Ｈ→Ｉ	適用

図２　追加モデルによる授業構想図

学習指導案には，追加モデルのプロセスが分かりやすくなるように，「情報蓄積」「分析・解釈」「構想」「検討・改善」「適用」の場面を記載した。また，各体験では，生徒の自然体験や学習の状況を基に教材の精選や工夫を行い，生徒が思考と経験を繰り返すことで，知識を見出すことができるように配慮した。特に体験Ⅲの場面では，体験Ⅰ，体験Ⅱでの学習とのつながりを大切にし，授業後も生徒の関心や探究が継続するような授業展開を考えた。

イ　授業評価の方法

本研究では，追加モデルに基づいた授業の効果を検討するために，アンケートＡ（理科に対する意識）及び，アンケートＢ（学習の過程に関する好意度）を実施した。

アンケートＡは，全国調査における生徒質問紙と同じ項目で実施し，追加モデルによる授業が理科に対する意欲を高めるのかどうか，特に体験Ⅲを通して，理科を学ぶ意義を感じさせることができるのかどうかを調査した。

アンケートＢは，三つの体験場面や視点ごとの好意度について，授業構想図と照らし合わせながら，場面ごとの「生徒が意欲的に取り組む姿」を評価した。

なお，アンケートは，２回実施した各授業の直後に調査し，回答方法は，４件法による選択回答とした。

この他，授業で用いたワークシートの分析，授業参観者との協議も併せて，授業効果の確認と授業改善の指針とした。

3　授業の概要

（1）授業①

第３学年　単元「化学変化とイオン」

１章「水溶液とイオン」　４「電池のしくみはどのようになっているか」

生徒自らが「ものづくり」の体験を通して，「電池」は２種類の金属と電解質水溶液から作成できることを発見し，その仕組みを学んでいく授業展開について，追加モデルとして構成した。

体験Ⅰでは，「10円硬貨」「１円硬貨」を用いて，生徒一人一人に「電池」をつくらせた。電解質水溶液としては「食塩水」を用いた（**図３**）。

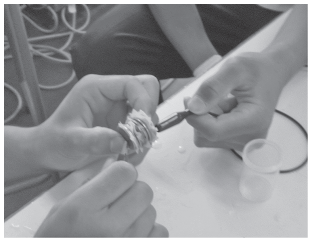


図３　体験Ⅰ
硬貨を使用した電池の実験

体験Ⅱでは，電解質水溶液の種類と発生する電圧の大きさについて仮説を立てさせた。その後，金属（３種類）と身近な水溶液（５種類）を組み合わせて電池を作成し，発生する電圧の大きさを定量的に調べることで，仮説を検証し結論を導き出させた。

体験Ⅲでは，自分たちが作成した電池を日常生活で使った場合に困る点について話し合い，より使いやすい電池とはどのようなものかを考えさせた。その後，「乾電池」の仕組みについて，様々な工夫がなされていることに気付かせ，その有用性を実感させた。

主な発問（○）指示（◇）

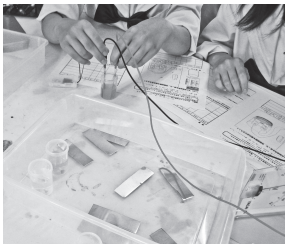
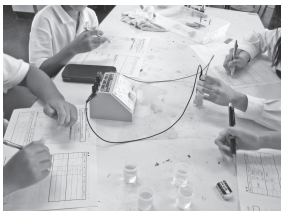
指　導　略　案

ねらい

・身近なものを使って電池づくりをすることで，自ら進んで実験・観察をしようとする。
・電池の作成を通して，電池の仕組みや電流が発生するときの条件について理解を深める。

体　験　Ⅰ

活用の視点	生徒の活動	指導上の留意点	生徒の様子
情報蓄積	**◇「硬貨を用いて，電池を作成しよう。」**		
	・10円硬貨と１円硬貨を用いた電池をつくり電子メロディーを鳴らす。	・時間を十分に与え，生徒自らが仕組みや条件を発見・発想できるように配慮する。	・金属板の素材として硬貨を用いた電池づくりに興味や関心をもち，活動していた。 ・「硬貨以外の身の回りの他の物質でも電気を起こせるのでは…」という意見が出てきた。 ・思い通りに鳴るまで，粘り強く取り組んだ。また，音が鳴ったときは大変喜んでいた。「自分で電気がつくれるなんて感動した。」という感想が出てきた。
分析・解釈	**○「電池をつくるためには，どんな条件が必要ですか。」**		
	・作成した電池の仕組みで気付いたことを記入する。 ・電池ができるときの条件について，考えを整理する。	・電子メロディが鳴ったら，報告させる。また，そのときの様子をワークシートに記入し，黒板にも書かせる。 ・机間指導を通して，生徒の発見に共感し，学習意欲を喚起させる。	・10円硬貨のみ，１円硬貨のみでは，電気が発生しないこと，10円と１円の組合せが大切であることを発見した。 ・実験に戸惑っていた生徒は，黒板に書かれた図や意見，他の班の様子を参考にして，実験を進めていた。 ・11円電池をつなぎ合わせると，音が大きく（電圧が高く）なることを発見した。 ・電池の直列つなぎと同じであることがイメージできた生徒もいた。

<table>
<tr><td>構想</td><td colspan="3">◇「電池ができる条件を予想し，実験の計画を立てよう。」</td></tr>
<tr><td></td><td>・電池ができる条件を予想する。</td><td>・生徒の意見を集約し，仮説を立てさせ，実験装置をワークシートに図でかかせる。</td><td>・体験を通して，生徒全員が11円電池は２種類の金属と電解質水溶液が必要であることを実感した。
・銅，アルミニウム以外の金属や食塩水以外の電解質水溶液でも電池ができるのかという疑問をもった。</td></tr>
<tr><td colspan="4">体　験　Ⅱ</td></tr>
<tr><td>構想</td><td colspan="3">◇「電池は２種類の金属と電解質水溶液でできることを確かめよう。」</td></tr>
<tr><td></td><td>・２種類の金属板と食塩水以外の身近な水溶液を用いて電池ができるかどうかを調べる。</td><td>・水溶液の種類を決めた後，電極を２種類選択して実験し，結果を表にまとめさせる。その後，水溶液の種類を変更して同様に実験を行わせる。
・水溶液には金属が溶けているので，絶対に口にしないように注意する。</td><td>・実験は少人数で実施し，生徒一人一人が役割をもって活動していた。
身近な材料
【金属板】
銅板　アルミニウム板
亜鉛板
【電解質】
レモンジュース
スポーツ飲料　食酢
【非電解質】
砂糖水　エタノール
  </td></tr>
<tr><td>分析・解釈</td><td colspan="3">○「予想と比べて，測定値の結果からどのようなことが分かりますか。」</td></tr>
<tr><td></td><td>・実験結果から気付いた点を記録する。</td><td>・金属板の種類と水溶液の種類に着目し，実験結果を記録用紙に記入させる。</td><td>・自分たちで「実験者」「記録者」の役割分担を行い，お互いに協力しながら実験を行っていた。また，相談しながら気付いた点を記録していた。</td></tr>
<tr><td>検討・改善</td><td colspan="3">◇「考察した結果を見直し，お互いに確かめ合おう。」</td></tr>
<tr><td></td><td>・グループで考察した結果をクラス全体で発表する。
・考察から電池ができるときの条件を確認する。</td><td>・個人の意見をグループ内で交流し，結果を考察させる。クラス全体で，共通点や相違点を見付けさせる。
・実験結果をまとめ，電池ができるときの条件を確認させる。仮説と結果を比較させ，知識の定着を図る。</td><td>・グループ内で意見交流しながら，他の情報を確認し，自分の意見を確かめていた。また，自分の意見に自信をもって発表する場面も見られた。
 
・立てた予想を実験で検証し，仮説が正しいことを実感を伴って理解した。
・電気を発生させるには，２種類の金属と電解質水溶液が必要であることを自分で確かめながら，学習することができた。</td></tr>
<tr><td colspan="4">体　験　Ⅲ</td></tr>
<tr><td>適用</td><td colspan="3">○「この電池を日常生活で使うとしたら，どんなところが困りますか。」</td></tr>
<tr><td></td><td>・日常生活で使いやすいを電池を考える。
・乾電池の仕組み（構造）を学習する。</td><td>・実験で作成した電池を日常生活で使いやすように工夫ができないか，考えさせる。
・乾電池のつくりを学習し，その仕組みについての理解を深めさせる。
・生徒が考えた工夫が，乾電池に活かされていることに気付かせる。</td><td>・電解質水溶液の代わりに，「ゼリー飲料」や「ヨーグルト」など，ゲル状のものに変更すると，安全性が高まることに気付く生徒がいた。
・乾電池では極材や電解質の部分に工夫が凝らされていることを学び，科学技術の進歩を実感した。
・いろんな電池に興味をもち，種類や機能を調べてみようと考える生徒もいた。
 </td></tr>
</table>

（２）授業②

第３学年　単元「運動とエネルギー」

３章「仕事とエネルギー」　２「道具を使うと小さな仕事ですむのか」

生徒自らが実体験を通して，滑車の仕組みと「仕事の原理」を学んでいく授業展開について，追加モデルとして構成した。

体験Ⅰでは，便利な道具に利用されている滑車の存在に気付かせ，その性質を予想し，実験で結果を確かめる学習を通して，「定滑車」と「動滑車」の役割を理解させた。教材の滑車は，模型用プーリーと大型ゼムピンを用いて自作し，二人一組で実施した。

体験Ⅱでは，実験用滑車を組み合せて，重い荷物を楽に持ち上げる方法を考えさせた（**図４**）。その後，実際に水（８kg）の入ったペットボトルを持ち上げて仮説を検証させ，「仕事の原理」の理解につなげた。

体験Ⅲでは，日常生活で「仕事の原理」が適用されている場面や道具について話し合い，その仕組みや工夫を考えさせた。その後，実体験を通して「てこ」「輪軸」「歯車」なども「仕事の原理」を利用した道具であることに気付かせ，科学技術の有用性を実感させた。

図４　体験Ⅱ
模型用プーリーと大型ゼムピンを用いた実験装置

主な発問（○）指示（◇）

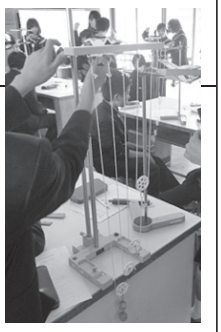
指　導　略　案

ねらい

・滑車を用いた道具を使って体験することで，主体的に実験を行い，その性質を見出す。
・実験から「動滑車」と仕事の量との関係を見出し，仕事の原理を理解する。
・仕事の原理が生活の中で使われていることを知り，その仕組みへの理解を深める。

体　験　Ⅰ

活用の視点	生徒の活動	指導上の留意点	生徒の様子
情報蓄積	**○「ロープには，どんな工夫がされていますか。」**		
	・レスキュー隊の訓練を見て気付いたことを発表する。	・訓練の動画から滑車の存在に気付かせる。 ・滑車の役割は，「楽に持ち上げられること。」「種類によって役割が異なること。」を予想させる。	・訓練の場面から，「滑車」を発見し，興味や関心，疑問をもちながら，その役割を考えていた。 ・２種類の滑車（定滑車，動滑車）を発見し，その役割の違いに気付いた。
分析・解釈	**◇「『定滑車』・『動滑車』の性質を予想し，実験で確認しよう。」**		
	・定滑車の性質と仕組みについて意見交流をし，予想を立てて調べる。		・「定滑車」の役割や引く力の大きさについて，各自が予想を立て，クラスで意見交流を行った後，実験で検証した。結果を楽しみにして活動していた。 ・実験では，互いに協力し学び合う姿が見られた。 ・結果と予想を比較することで，生徒自身で正しい知識を見出し，納得しながら学習していた。
	・動滑車の性質と仕組みについて意見交流をし，予想を立てて調べる。	・予想を立て，実験で確認させることで，実感に基づいた知識を身に付けさせる。	・力の大きさとひもを引く距離との関係について，各自が予想していた。 ・グループ内やクラスで意見交流し，互いに学び合い，「定滑車」との性質の違いを見出した。 ・ひもを引く力の大きさとひもを引く距離を測定し記録することで，仕事の量を求めて検証し，「動滑車」の性質を納得しながら学習していた。

構想	○「水８kgを楽に持ち上げるには，どうすればよいでしょうか。」		
	・滑車を用いて，水８kgを小さな力で持ち上げる方法を考える。	・水８kg(２Ｌのペットボトル４本分）を持ち上げ重さを実感させる。 ・２種類の滑車の性質を確認し，課題を解決する手立てにつなげさせる。	・水８kgを持ち上げ，その重さを実感した。 ・滑車の性質を考え，組み合わせればよいのではないかと予想していた。
	体　験　Ⅱ		
構想	◇「滑車を組み合わせ，できるだけ小さな力で持ち上げる方法を考えよう。」		
	・滑車を組み合わせて小さな力で荷物を持ち上げる方法を実験を通して考える。	・グループ内で構想を立て，実験器具を用いて試しながら，考えを修正させる。 ・グループ内やクラスで考えの共有を通して検証を進め，解決策を共に考えさせる。	・滑車は，模型用プーリーと大型ゼムピンで自作したものを用いて二人一組で実験した。 ・滑車を組み合わせ，じっくりと考えながら存分に検証していた。 ・自分たちのグループや他のグループと意見を交流し，相談しながら滑車を組み合わせた生徒もいた。実験することの達成感と同時に，学び合うことの大切さを感じていた。 
分析・解釈	○「引く『力』と『距離』の関係は，どうなっていますか。」		
	・実験から滑車を引く力の大きさと引く距離との関係に気付く。	・「動滑車」の数が増えるごとに，引く力が1/2，1/4，…となり，それに伴って引くひもの長さが２倍，４倍，…になることに気付かせる。	・自分たちの考えを実験で確かめていた。 ・リアルタイムにイメージを修正しながら，多様な組合せや発想が生み出された。
検討・改善	◇「滑車を組み合わせ，実際に水８kgを持ち上げよう。」		
	・生徒全員が組み合せた滑車を用いて，水８kgを持ち上げる体験をする。	・「定滑車」のみを用いた装置で持ち上げた後，「動滑車」４個と「定滑車」を組み合わせた装置で体験し，ひもを引く力の大きさの違いを体感させる。 ・「距離（引くひもの長さ)」に注目させ，動滑車の性質と組み合せた滑車の効果を確認させる。	・模型実験で学んだ滑車の組合せを使って，実際に水８kgを持ち上げる実験を行った。非常に軽くなることを実感していた。 ・実体験では，「定滑車」のみの場合と「動滑車」「定滑車」を組み合せた場合とを比較することで，引く力の違いを確かめた。「動滑車」の性質に驚いていた。 ・理科の実験で習ったことが現実の場面で役立つことに感心していた。
	体　験　Ⅲ		
適用	○「『仕事の原理』は，身の回りのどんなところで使われてますか。」		
	・「仕事の原理」が用いられている事例を学習する。 ・他に「仕事の原理」が用いられ工夫されている場面を考える。	・日常生活における「仕事の原理」に興味をもたせる。 ・「仕事の原理」が日常生活の様々な技術として利用されていることに気付かせ，探究心を喚起する。	・「仕事の原理」が人命救助の道具など自分たちの生活に活かされていることに関心をもっていた。 ・「仕事の原理」が日常生活のどんな所で使われているか，興味や関心をもち，自分で調べてみたいと考えていた。 ・バットを使ったゲームの実体験を通して,「てこ」「輪軸」「歯車」などは，「仕事の原理」を利用した道具であることに気付き，科学技術の有用性を実感した。

4　アンケート調査の結果及び考察

（１）アンケートＡ（理科に対する意識）

アンケートでは12項目の質問を行い，授業前に比べ授業後のすべての項目において肯定的な回答の割合が高くなった。特に「全国調査の結果について（概要）」において課題とされた３項目を比較した結果，「理科の勉強は大切だ。」，「理科の授業で学習したことは，将来，社会に出たときに役に立つ。」の項目において生徒の積極的な回答の割合は，授業実践とともに伸びた（**表１**）。

表１　アンケートＡの結果（一部抜粋）

理科に対する意識	県（公立）	授業①	授業②
理科の勉強は好きだ。	56%	65%	65%
理科の勉強は大切だ。	65%	78%	81%
理科の授業で学習したことは，将来，社会に出たときに役立つ。	47%	66%	69%

※「当てはまる」，「どちらかといえば，当てはまる」と回答した生徒の割合
全国調査和歌山県（公立）　授業①　n =116　授業②　n=111

これは，体験Ⅲの場面で，生徒自ら考え見出した知識と実生活とのつながりに着目させた授業の効果ではないかと考えられる。例えば，授業①では，実験で作成した電池をより便利に使う方法について検討させたため，「電解質水溶液をゲル状に変更すれば，安全性が高くなる。」など，生徒は自分の力で新しいアイデアを生み出すことができた（**図５**）。その後，乾電池の仕組みについての学習を組み入れたことにより，自分たちのアイデアが乾電池の技術としても活かされていることに気付き，考え工夫することの価値を見出すことができた。授業後の感想には，「色々なおもしろい電池がつくれることが分かった。日常生活で使えば，電池の減るのが早いと思った。これからも，もっと色々なものを見付けていけたらいいなと思った。」と書かれていた。生徒は，これらの学習から学んで得た知識が日常生活に深く関係していることを実感することができた。

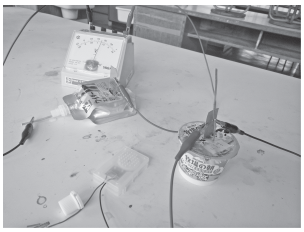


図５　ゲル状に変更した電解質水溶液

（２）アンケートＢ（学習の過程に関する好意度）

アンケートでは９項目の質問を行い，授業①後に比べ授業②後のすべての項目において肯定的な回答の割合が高くなった。**表２**は，追加モデルにおける三つの体験場面ごとに，授業づくりの５視点に関連する６項目を示したものである。

授業①後の結果では，体験Ⅰ「問題の答えや実験の結果を，予想するときが好きだ。」の項目で肯定的な回答が他の項目より低かった。これは授業①では，実験前に十分に予想を立てることができていなかったことに原因があると思われる。そのため授業②では，体験Ⅰで，課題を解決させる基礎となる「滑車」の定義（情報）を，生徒自身に予想（構想）・分析・検証の手順を踏んで確認させ，納得させた。このことにより，授業②では，その割合は大きく増加した。

表２　アンケートＢの結果（一部抜粋）

	学習の過程に関する好意度	授業①	授業②
体験Ⅰ	どんなことを調べるか，みんなで問題を考えているときが好きだ。【情報蓄積】	53%	65%
	問題の答えや実験の結果を，予想するときが好きだ。【分析・解釈】	31%	70%
体験Ⅱ	「こうしたらわかる」と，調べる方法を考えているときが好きだ。【構想】	48%	57%
	結果を見て，結論を出すときが好きだ。【検討・改善】	46%	56%
体験Ⅲ	理科で学んだことを，日常生活に当てはめていくときが好きだ。【適用】	43%	52%
	理科で学んだことで，疑問に思ったことは調べたい。［意欲］	56%	63%

※「当てはまる」，「どちらかといえば，当てはまる」と回答した生徒の割合
授業①　n =116　授業②　n=111

また，授業②では**表２**に示した通り，すべての項目で肯定的に回答した生徒が半数を越えた。これは，授業者が生徒の思考に寄り添い，授業の構成を柔軟に変更しながら進め，目標に迫れるように導いたことの効果であると考えられる。

授業②の体験Ⅱでは，二人一組の少人数で実験したため，生徒は自分自身の課題と

して取り組むことができた。この際，生徒の気付きや発見を見逃さずとらえ，個々の生徒の考えがクラス全体へ伝わるように心掛けた。また，生徒が互いに相談しながら解決方法を見出せるような環境を整えた。その結果，自分たちで考え進めていく場面に対する好意度が高まった（**表２**）。

授業①，授業②の実践を通して，体験Ⅲで日常生活に関連した教材を積極的に取り入れたこと，場面設定に応じた教材の精選と工夫を行ったこと，学んだ知識を日常生活に当てはめて深めさせたことなどから，さらに学ぼうとする意欲が高まったことがうかがえる。

特に，授業②の体験Ⅲでは，「仕事の原理」が身近に適用されている例に気付かせたことが効果的であった。例えば，野球のバットを使った簡単なゲーム（バットのヘッド側とグリップ側での回し合い）（**図６**）の体験から，「仕事の原理」が「輪軸」にも適用できることにつなげた。さらに，「輪軸」モデル（**図７**）を用いてその原理を理解させることで，自転車の「変速機」や「歯車」の仕組みへと発想をつなげた。このように，生徒は新たな発見をしながら，探究することの面白さと大切さを実感することができた。

図６ バットを使ったゲームの体験

さらに，研究テーマにある生徒の「意欲」に係る項目，「理科で学んだことで，疑問に思ったことは調べたい。」では，肯定的に答えた生徒の割合は，授業①後から高く，さらに授業②後も伸びた。生徒の感想を見ると，授業①では「初めはこんなもので電気が発生するか疑問に思ったけれど，電流が流れたのでびっくりした。もっと色々なもので試してみたい。」「この実験でつくった電池は，使ってもなくならないのか疑問ができた。」，授業②では「少し工夫するだけで生活が便利になってすごいと思った。色々と考えることは，大切だと思った。」「動滑車を増やせば，限りなく軽く持ち上げることができるのだろうか。」などが記述されていた。これは，生徒の理科や科学への興味や関心が高まっただけでなく，自分たちが生きていく上での理科の必要性や身近な問題を科学的に解決しようとする意欲につながっていくのではないかと考えられる。

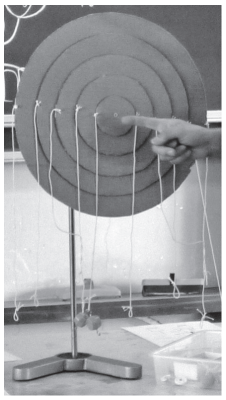


図７　輪軸モデル

５　研究のまとめ

本研究では，中学校第３学年を対象として，追加モデルに基づいて授業を構成し，授業①，授業②と実践を行った結果，生徒の理科に対する意識が向上し，問題解決の様々な活動場面で，より意欲的に学習に取り組むことができるようになった。

特に，三つの体験を組み合わせた授業構成の効果を確認することができた。中でも，体験Ⅲの学習は，生徒自らが科学的な知識や概念と実生活との関連について認識を深めていく手立てとして有効であることが分かった。

授業づくりにおいては，活用の視点を追加モデルに位置付けたことにより，学習場面ごとに生徒に身に付けさせたい力を想定することが容易になった。「情報蓄積」から，「適用」「分析・解釈」「構想」「検討・改善」の５視点を効果的に組み込んだ授業を展開することにより，学んだ知識が実感を伴ったものとして理解された。

授業の実施に当たっては，生徒の気付きを大切にし，見たもの，触れたものからその手掛かりを見付ける活動を積み重ねたため，はじめは興味を示さなかった生徒も，課題を追究する過程を通して次第に興味を深め，変容を見せた。今回の研究では，授業②での「滑車」の性質を検証する場面で，実験用のおもりだけでなく，実物体験（水８kgの持ち上げ体験）で確認させたことは効果的であった（**図８**）。また，日常生活への応用

部分（体験Ⅲ）において，「学ぶこと」「知ること」の必要性を感じさせる授業展開を組み込むことで，生徒の知的好奇心が高まり，「見付ける楽しさ」「分かる喜び」を味わわせることにつながった。

本研究を通して，追加モデルに基づいた授業づくりをする上で，その効果を最大限に発揮するためには，授業者は生徒から出てくる疑問や考えを予想し，問題解決の流れに沿って体験場面を構成していくことの必要性を実感した。常に生徒の気付きや発見を見逃さず，生徒相互の意見交流から解決方法を見出せるように環境を整え，その上で生徒が自然の原理や仕組みに気付くことができるように授業を進めることが大切である。

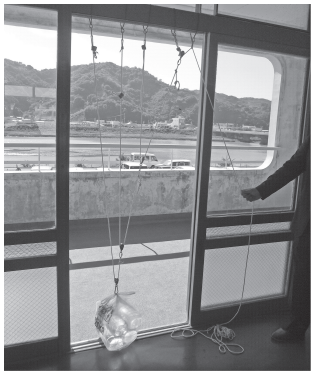


図８　滑車を組み合わせた体験装置

＜参考文献＞

・川喜田二郎『発想法－創造性開発のために』中央公論新社（1967）
・理科研究会議「子どもが自ら考えを構築する理科学習－ふりかえりの場をつなげてー」川崎市総合教育センター『研究紀要　第16号』(2002)
・文部科学省　中央教育審議会　初等中等教育分科会　教育課程部会『審議経過報告』(2006)
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/06021401/all.pdf
・理科研究室「主体的に科学知を構築する児童生徒を育てる学習の展開」福岡市教育センター（2006）
http://www.fuku-c.ed.jp/center/houkokusyo/h18/h18rika.pdf
・理科研究室「科学の有用性を実感できる児童生徒を育てる理科学習指導の在り方」福岡市教育センター（2007）http://www.fuku-c.ed.jp/center/houkokusyo/h19/h19rika.pdf
・文部科学省『OECD生徒の学習到達度調査　Programme for International Student Asessment(PISA)～2006年調査国際結果の要約～』http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku-chousa/sonota/071205/001.pdf
・文部科学省『国際数学・理科教育動向調査の2007年調査（TIMSS2007）国際調査結果報告（概要)』
http://www.nier.go.jp/timss/2011/gaiyou2007.pdf
・文部科学省『中学校学習指導要領解説　理科編』(2008)
・大野高範「学ぶ意欲を高める理科学習指導～身近な『モノ』を使った生徒のかかわりあいのある授業づくり～」高知県教育センター『平成20年度　高知県教育公務員長期研修生（教育センター及び心の教育センター）　研究報告書』(2008)
・五島政一・小林辰至「W型問題解決モデルに基づいた科学的リテラシー育成のための理科教育に関する一考察－問題の把握から考察・活用までの過程に着目してー」日本理科教育学会『理科教育学研究　Vol.50, No.2 別刷』(2009)
・国立教育政策研究所教育課程研究センター「平成24年度　全国学力・学習状況調査　解説資料　中学校理科」(2012) http://www.nier.go.jp/12chousa/12kaisetsu_chuu_rika.pdf
・国立教育政策研究所教育課程研究センター「平成24年度　全国学力・学習状況調査　報告書・集計結果」について（2012）http://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/index.htm
・『教科書を活用した指導のポイント集～平成24年度全国学力・学習状況調査　小学校算数・理科編』啓林館（2012）http://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/tea/sho/pdf/shidou_point.pdf
・『教科書を活用した指導のポイント集～平成24年度全国学力・学習状況調査　中学校理科編』啓林館（2012）
http://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/tea/chu/pdf/shidou_point_rika.pdf
・成田寛実「意欲的に表現する児童を育てるための小学校理科における体験を重視した授業づくりー理科教育用W型問題解決モデルを活用してー」和歌山県教育センター学びの丘『平成23年度研修員研究集録(第37集)』(2012)
・『理科の教育10月号』東洋館出版社（2012）
・『理科の教育１月号』東洋館出版社（2013）