

<中学校理科部会>

研究主題

「個々の生徒の学習意欲を高め、基礎・基本の確実な定着を図る指導方法の開発」

研究の概要

本部会では、平成13年度から平成15年度まで「個に応じた指導を生かす評価」に関する研究を行った。平成15年度の研究では、「努力を要する状況（C）」と判断した生徒や「十分満足できる状況（A）」と判断した生徒に対する適切な支援を行うために、アドバイスカードを作成することが有効であるとの研究開発を行った。

今年度は、平成16年2月に実施された都教育委員会の「児童・生徒の学力向上を図るための調査」を活用し、学習内容の理解や定着が図りにくい単元の指導の在り方について研究開発を行うとともに、「努力を要する状況（C）」と判断する生徒に対して、学習指導要領に示される基礎的・基本的な内容を確実に習得させるために有効な教材開発を行った。

I 研究の目的

理科教育の今日的課題を踏まえて、学習内容の定着が図りにくい要因を把握し、生徒一人一人に、確実に基礎的・基本的な内容の定着が図れるような教材・教具の開発及び指導方法の研究開発を行う。

II 研究の方法

- 1 平成16年2月に行われた「児童・生徒の学力向上を図るための調査」結果から、正答率が低かった第1分野の問題に着目し、誤答要因の分析を行った。
- 2 上記1の分析から、特に、「回路の電流や電圧を測定する実験の基本的な方法を身に付けているか」を問う問題⑥(1)を採り上げて、この実験の基本的な技能を確実に身に付けさせることをねらいとして、導入段階や学習過程における教材・教具の開発及び指導方法の在り方の研究開発を行った。
- 3 研究開発した教材・教具を活用して、授業による検証を行なった。

III 研究の内容

1 研究開発の視点

抽出した中学校2年生と3年生の生徒に対し、同じ調査問題を実施した。その際、学習内容が定着しにくい要因や生徒のつまずきになっている原因を明らかにするために、なぜその答えを選んだか理由を書かせた。その結果、理由を正しく書けた生徒は全体の38%にすぎなかった。また、正答しても理由が誤っていたり、理由が未記入の生徒が25%いることがわかった。そこで本部会では、電流計や電圧計の基礎操作（電流計は回路に直列につなぎ、電圧計ははかるうとする部分に並列につなぎ）はできるが、なぜそのようなつながりのかという点までは理解が十分に図られていない生徒が多いのではないかと考えた。

そこで、「電流・電圧」という抽象的な概念を、モデル等を用いることによって、生徒が

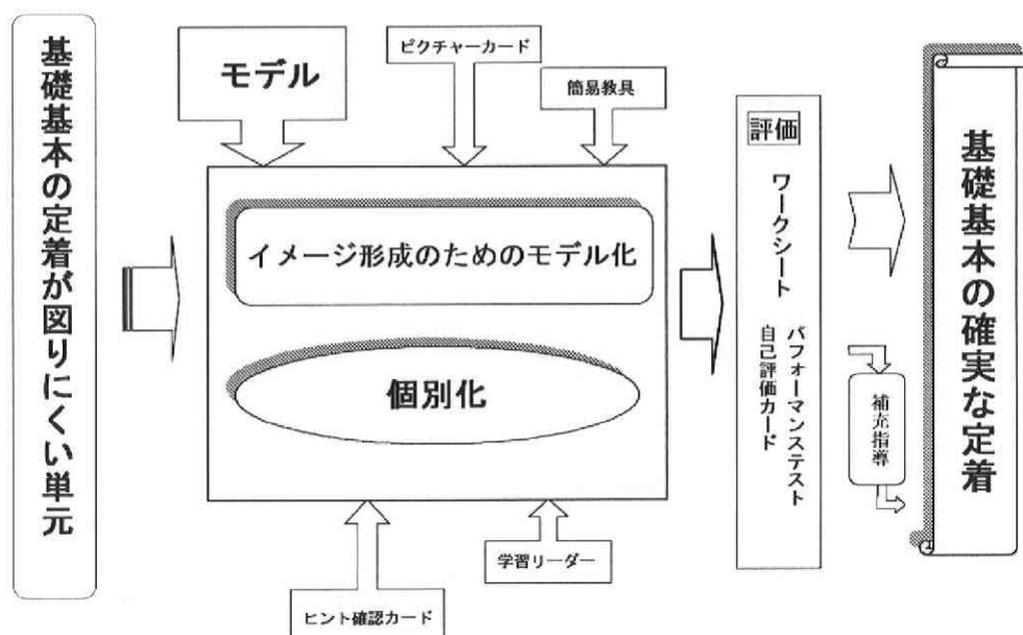
具体的なイメージをもてるようになり、なぜ電流計は回路に直列につなぎ、電圧計は、はかろうとする部分に並列につなぐのかという理由が理解できるようになるのではないかと考えた。また、一人一人が作業できるような環境づくりをすることによって、技能の確実な定着が図れるようになるのではないかと考えた。

同様に、実際に目で見るのが困難な第2分野の「地球と宇宙」の単元の天体の動きと地球の自転・公転などについても、生徒がイメージをもちやすくなるようなモデル等を用いたり、一人一人が簡単に作成できる教具などを活用することによって、努力を要する状況と判断する生徒にも技能の定着が図れるのではないかと考え、授業による検証を重ねた。

調査問題6(1)の回答の割合と選んだ理由の正誤の割合

(都内公立中学校抽出6校の2年生、3年生計411名)

<p>電圧計</p> <p>電流計</p>	<p>ア（正答）を選択した割合 63%</p> <ul style="list-style-type: none"> 電流計、電圧計ともに理由が正しかった割合 38.0% 電圧計のみ理由が正しかった割合 8.5% 電流計のみ理由が正しかった割合 1.7% どちらも誤った理由を回答した割合 6.8% 理由を説明できなかった割合（無記入） 8.0% 		
<p>電圧計</p> <p>電流計</p>	<p>電圧計</p> <p>電流計</p>	<p>電流計</p> <p>電圧計</p>	<p>イ～エ（誤答）を選択した割合</p> <ul style="list-style-type: none"> イ 18.2% ウ 14.2% エ 4.6%



研究の構造図

2 指導事例Ⅰ（第1分野「電流計と電圧計のつなぎ方」）

「電流とその利用」の単元では、電流回路についての観察・実験を通して、電流と電圧との関係及び電流の働きについて理解させることがねらいである。しかしながら、電流や電圧を実際に目で見たり、具体的に図で示すことは困難である。同じように「地球と宇宙」の単元についても天体の日周運動や四季の星座の移り変わりなどの観察を行い、その観察記録を地球の自転や公転、地軸の傾きと関連付けてとらえることなどがねらいであるが、空間の概念をイメージとしてとらえさせることや平面である黒板に図として示すことが困難であることなどが、生徒に十分な理解が図れない原因の一つと考えた。

また、生徒が調査問題の解答を選んだ理由を分析してみると、電流計は回路に直列に、電圧計ははかりたい部分に並列につなぐということは、おおむね満足できる状況にあるが、実際に、電流や電圧を測定するための回路を作成すると、どうつなぐかということが定着していないことがわかった。

多くの中学校で行われているパフォーマンステストの結果からは、十分満足できる状況もしくはおおむね満足できる状況と評価されていても、時間がたってしまうと達成状況が低くなることから、電流や電圧の概念が本質的には定着していないのではないかと考えた。

そこで、電気の流れ（電流）や電流を流すはたらきの大小（電圧）をモデル化して見せることで、電流や電圧に対するイメージを描かせることができれば、電流や電圧の概念の理解が深まり、電流計や電圧計のつなぎ方の技能の高まりに結びつくと考えた。またこのことは、すでに学習した「直列回路および並列回路における電流・電圧のきまり」や「電流・電圧・抵抗の関係（オームの法則）」の学習内容の確実な理解・定着にも効果があると考えた。

(1) モデルによるイメージ化

生徒用モデルは、扱いやすく安価な、外径 10mm、内径 7.6mm のガラス管を使用した。丸い粒は、大きさがガラス管の内径に合い、粒の大きさが見やすい鉛粒を使用した。

ガラス管の栓は、身近な素材であり、安く購入できる食器洗い用のスポンジを切って利用した。

このモデル教材を利用することで、一人一人の生徒が自分で作成し、楽しみながら自分なりのイメージを創り出すことができた。

また、「粒の流れ」は電流であり、「粒の流れの速さ」はガラス管の一端を机の上に固定し、管の角度を様々に変えることによって早くなったりゆっくりになったりすることから電圧をイメージする上で役立った。



(2) 授業実践例

- ① 単元名 第1分野 電流とその利用
- ② 小単元名 「電流」
- ③ 教材観・学習観

電流は電子の流れであるが、中学校段階では電子の概念は扱わず、電流は実際に目にするできない教材であるため、概念の定着や学習内容の理解に差が生じることが多い。

ここでは、電流を「粒の流れ」とし、電圧を「粒を流そうとする働き」とイメージさせ、あわせて電圧を「高さ」というイメージに置き換えることによって、生徒の学習理解を図ることをねらいとする。また、生徒一人一人が作業することを通して、技能の習得や知識の確実な定着につながることをねらいとする。

④ 単元の目標

- ア 異なる物質同士をこすり合わせると静電気が起こり、帯電した物体間では空間を隔てて力が働くこと及び静電気と電流は関係があることを見出す。
- イ 回路をつくり、回路の電流や電圧を測定する実験を行い、各点を流れる電流や回路の各部に加わる電圧についての規則性を見いだすこと。
- ウ 金属線に加わる電圧と電流を測定する実験を行い、電圧と電流の関係を見いだすとともに金属線には電気抵抗があることを見いだすこと。

⑤ 本時の目標

- ア 電流と電圧の概念を、モデルを使うことで、イメージとしてとらえることができる。
- イ 電流計は、回路に直列に、電圧計ははかる部分に並列につなぐ理由が理解できる。
- ウ ガラス管モデルを抵抗として、電流計を使って流れる電流の大きさをはかる回路を作成できる。
- エ 模式図や実体配線図を使って、電圧は「高さ」と置き換えられることをイメージし、ガラス管モデルを抵抗として、電圧計を使って両端にかかる電圧の大きさをはかる回路の作成ができる。

⑥ 指導計画及び検証

本時は、全19時間扱いの14時間目として実施する。また、単元の終わりに再度同じ調査問題を行い、すべての生徒が理由を正しく挙げて正答できるかどうかを検証した。



<導入の部分を中心としたモデルを用いてイメージ化を図る授業展開例>

学 習 活 動	教材・教具	教 師 の 指 導 ・ 支 援	評 価
◇本時の学習のねらいを聞く	ピクチャーカード	★本時の学習は、これまで学習した電流計・電圧計を使って、回路を流れる電流と電熱線の両端にかかる電圧を同時にはかる回路を作成できるようになることがねらいであることを伝える。	
◇演示モデルを見て説明を聞く	アクリルパイプ、 鉄球を使った演 示用モデル	★アクリルパイプが回路の抵抗、鉄球がその抵抗に流れる電流をイメージできるようなモデルを見せて、これから学習する内容について生徒の興味・関心を高める。	ねらいが理解でき、これからの学習に興味をもてたか (関心・意欲・態度)
◇透明管と鉛の粒でモデルを作成し、イメージを描きながら自由に動かしてみ	ガラス管、鉛粒を 使った生徒用小型 モデル ワークシート	★イメージを描きながらモデルを扱うように助言する。	意欲をもってモデル作成に 取り組み、電流 電圧のイメージ を描いているか (関心・ 意欲・態度)
	ピクチャーカード <u>粒の流れ</u> <u>流れ方の違い</u>	★モデルを動かしながら気がついたことをワークシートに記入するよう指示する。 ★粒の流れが電流をイメージするものであり、粒の流れの速さが電圧をイメージすることを伝える。	電流と電圧の イメージが粒 の流れと速さ に結びついた か(科学的な 思考)

※演示用モデルはアクリルパイプと鉄球を生徒用のモデルはガラス管と鉛粒を使用した。

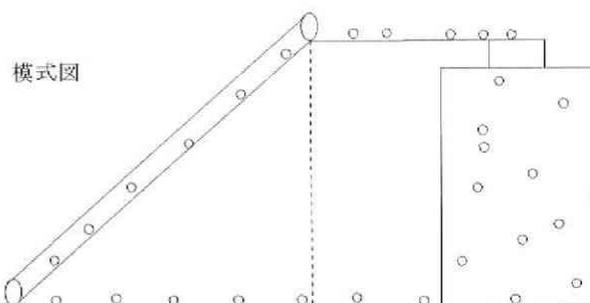
(3) 生徒のイメージをより確かなものにする模式図、実体配線図

モデルによってイメージ化した電流、電圧の概念をより確かなものにするとともに、電流計は回路に直列につなぎ、電圧計ははかりたい部分に並列につなぐ理由の理解につなげるために、模式図や実体配線図を工夫して利用した。

実体配線図は、生徒が手元の器具を見なくても前(黒板)を見ながら教師の発問について考えることができるという点で有効であった。

また、個別の作業に入ったとき、生徒が確認しながら学習を進める際にも、効果的であった。

模式図は、演示用のモデルを重ね合わせながら説明することにより、粒の流れが電流の流れを、粒の流れの速さが電圧の大きさをあらわすというイメージの確認にも役立った。



< 模式図、実体配線図を活用した授業展開例 >

学 習 活 動	教材・教具等	教 師 の 指 導・支 援	評 価
<p>◇始めに行ったモデルを使った体験から、傾きが大きくなると粒の流れが速くなることを思い出す。</p> <p>◇（三角形の）高さが高くなるほど、粒の流れが速くなることに気付く。</p> <p>◇模式図を見ながら、高さを測ることが電圧の大きさを測ることになるというイメージを描く。</p> <p>◇電圧の大きさは、測りたいものの2点間を測ることでわかるというイメージができる。</p>	<p>アクリルパイプ、鉄球を使った演示用モデル</p> <p>模式図</p>	<p>★モデルを使って電圧計のつなぎ方を復習してみることを伝える。</p> <p>★管を水平にした状態から、少しずつ傾きを大きくしていき、粒の流れがどのように変化するかを考えさせる。（図に描かれた三角形の高さに着目させる）</p> <p>★高さが高くなるほど、粒の流れが速くなることを確認する。</p> <p>★高さを測るためには、図の2点間をはかればよいこと、しかも、どの2点間をはかってもよいことに気付かせる。</p> <p>★電圧は測りたいものの2点間（両端をはかればよいということに気付かせる）。</p> <p>★電圧の大きさは、はかりたい2点間（両端）をはかることでわかることを確認する。</p>	<p>傾きが大きくなると粒の流れが速くなることに気付いたか。</p> <p>（科学的な思考）</p> <p>電圧計のつなぎ方がわかるか（知識・理解）</p>

学習活動	教材・教具等	教師の指導・支援	評価
◇実際にどのようにして電圧計を回路につなぐのか考え、自分のモデルを使って作業してみる。	生徒用及び黒板用の厚紙電流計・電圧計、リード線 実体配線図	★厚紙で作成したリード線・電池などを模式図の上に置き、電圧計をどのようにつないだらよいか考えさせ、自分のモデルで作業させる。	自ら主体的に作業をし、わからない時は、ヒントカードなどを活用し、自分の力で解決しようとしているか。 (関心・意欲・態度)
◇ヒントカードを使って自分の力でやってみる。	ヒントカード	★どうしても分からない生徒にはヒントカードを利用するよう伝える。	
◇学習リーダーは班員にわかりやすく説明する。		★学習リーダーを指名し、班の人が正しくつなげているか確認したり、アドバイスしたりするよう伝える。	
◇確認カードで確かめる。	確認カード	★確認カードを使って自分であるか確認するよう伝える。	
◇教師の説明で再確認し、自己評価をワークシートに記入する。	ピクチャーカード ワークシート	★黒板の実体配線図で確認し、確認した内容をピクチャーカードで提示する。 ★ワークシート（自己評価）に記入するよう伝える。	

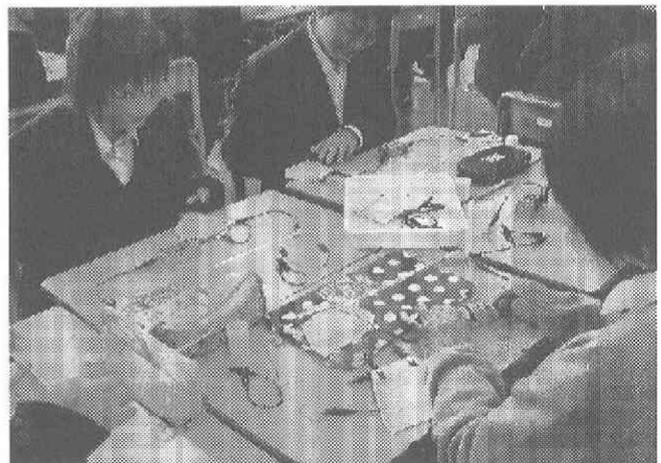
(4) 簡易教具による実験の個別化

生徒のイメージを確実にするためには、モデルの活用のほか、一人一人が実際に器具などを手にして、作業を行うことが有効である。観察や実験の個別化によって、生徒一人一人が、課題に正対して取り組むことができ、直接体験によって理解がより深まり、技能が定着すると考える。同時に、科学的な思考力を培う基礎づくりもできる。

しかしながら、費用や施設・設備の面で個別化が容易にできないこともある。そこで、一人一人の生徒が回路作成の作業ができるような工夫を行った。その一つは、安価で手軽に作れる厚紙製の電流計や電圧計を作成

した。また生徒が円滑に作業ができるように、短いリード線を使用するなどの工夫を行った。

この厚紙製の電流計や電圧計を使用して、抵抗と見立てたガラス管モデルを流れる電流の大きさやその両端にかかる電圧の大きさを測定するための回路を、生徒一人一人が短時間のうちに作成する学習が可能となる。



また、この単元の指導は生徒の視覚に訴えることで、理解が容易になることから、生徒

が机上で使用するものよりやや大きい電流計、電圧計モデルやリード線なども厚紙で作成し、黒板を使用して説明する時に活用した。

(5) ヒントカードや確認カードの活用

個別に実験や作業を行う際には、一人の教師が机間指導によってすべての生徒の達成状況を確認したり、助言したりすることは困難である。そこで、「ヒントカード」を用意しておき、生徒が学習につまずいたり、自らの考えに自信がもてない時などに活用できるようにした。「ヒントカード」は、つまずき易いと考えら



れる場面を想定して、スモールステップの課題解決の方法をカードに記入したものである。

「確認カード」は、ここでは、生徒が作成した回路が、正しいものかどうかを自らが判断できるように作成した。教師が素早く確認して評価できることが望ましいが、カードを使用することにより、自らの考えを修正しながら、学習を進めることが可能となる。

(6) 学習リーダーの活用

学習を進めていく過程で、理解や習熟の程度に差が生じることが予想される。そこで、班の生徒に正解を示したり、つまずいている生徒にアドバイスをするなどの役割をもたせた「学習リーダー」を設けた。

この単元は、実験を簡易教具を使って個別化したことにより、授業の中で複数回の作業が可能となった。同時に、生徒の理解の程度や習熟の程度に差が生じやすいという課題もある。素早く回路作成ができた生徒に学習リーダーとしての役割を与えた結果、始めのうちは、つまずいている生徒の回路を完成してしまい、アドバイスにならなかったが、回を重ねるごとに、どうすればわかりやすく説明できるか工夫するようになり、学習リーダー自身の理解も深まった。一方、つまずいている生徒は、教師の助言を待たずとも、気軽にアドバイスがもらえるため、学級の生徒全員が短時間で課題を達成することができた。

このような学習リーダーの活用は、生徒同士が学びあう風土を培う点でも有効であることがわかった。

(7) ワークシートの簡素化と自己評価の導入

生徒が実験や観察に携わる時間をなるべく多く確保するためには、できるだけ「書く」作業時間を短くする必要がある。そこで、この単元ではワークシートをなるべく簡素化して、本時の学習内容やねらいに対する個々の生徒の達成状況を確認し、次時の指導に生かすことができる機能のみをもたせようと考えた。

その結果、確認した学習内容は、ピクチャーカードでの提示に留めて、生徒の自己評価

を中心としたワークシートとした。自己評価は、楽しかったかどうかというような情意面は、最後の自由記述欄（感想）に記入させることとし、すべての生徒が回路を完成するという目標を達成するためにどのような過程をたどったかを簡単に評価させるものとした。

「①自分の力のみで達成できた。②ヒントカードを使って達成できた。③学習リーダーにアドバイスを受けて完成できた。」のように段階的な表現を用い、該当する項目に○印をつけさせた。

このワークシートにより、生徒がどのようにして目標を達成できたが明確になり、事後の指導や教師の机間指導の際に生かすことができた。また、このようなワークシートを繰り返し活用することで、生徒の自己評価能力を高めていくことができる。

(8) ピクチャーカードの利用

ピクチャーカードは、本時の授業の課題（ねらい）を生徒に明らかにし、学習の途中でいつでも確認できるものとした。また分かったこと（学んだこと）を明らかにし、学級全体で共有化するためにも有効であった。

ピクチャーカードの使用は、教師の板書時間を短くするばかりではなく、常に、教師が生徒の様子を観察しながら、説明や確認、質問ができるなどの利点があった。

3 指導事例Ⅱ（第2分野「地球と宇宙」）

太陽や月、オリオン座などの四季の星座などは身近な天体ではあるが、実際には全体像を見ることはかなわない。また、天体の観察を通して、地球の運動について考えることとなつてはいるが、生徒自身が「太陽や星座が動いているのではなく、自分自身が動いている（地球とともに）」ことを実感することは非常に困難である。

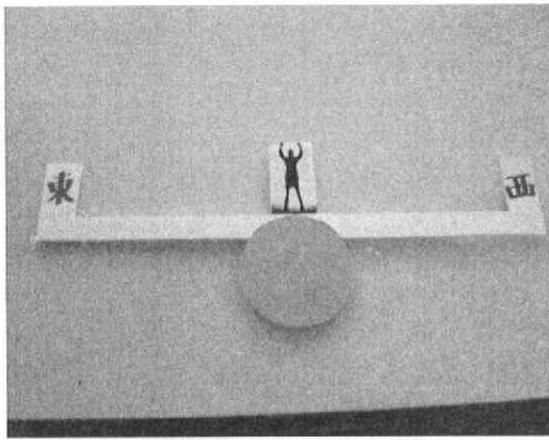
したがって、地球の自転や公転に起因する「日の出」「日の入り」の方角や四季の星座の位置関係、季節による昼夜の長さなどを実感として理解しにくいところがある。コンピュータによるシュミレーションやビデオなどの視聴覚教材の活用も行われているが、ここでは指導事例Ⅰと共通して、実際に目にすることができない事象・事物をモデルを活用することによって、イメージ化を図り、理解を深めることができるのではないかと考えた。また、一人一人の生徒が自作した教具を使用することによって、イメージ化が容易に図れるのではないかと考えた。

モデルの開発

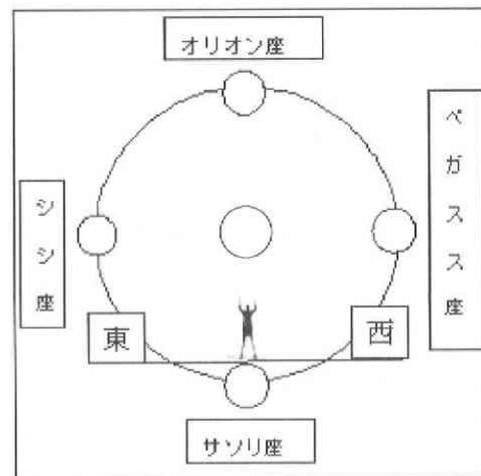
観察者が地表に立って南の空（天体）を見ているとイメージできるモデルと、太陽のまわりを地球が公転している様子を模式的に表したシートを使って、日本の四季に見られる代表的な星座の位置や見える方位、時刻などを簡単に知ることができる指導方法、教材・教具について研究開発した。生徒一人一人に厚紙で同じようなモデルを作成させ、作業させることによって、イメージ化を図った。

ただし、この教具を使用した方法は、生徒自身で既習事項の確認をする時に有効ではあるが、自ら考えさせるような学習の指導には適切ではない。

<モデル>



<シート>



IV 研究の成果と課題

- 1 モデルを使ってイメージ化を図る指導方法によって、電流計は回路に直列に、電圧計ははかりたい部分に並列につなぐ理由の理解が容易になった。
- 2 安価で、簡単にできるモデルを使うと、一人一人の生徒による作業が可能となる。このことは、技能の向上に効果があることがわかった。
- 3 モデルを使用してイメージ化を図る指導方法や作業の個別化を図る教材・教具を活用した授業の後で、同様の評価問題を実施した結果、中学校2年生では92%の生徒が、3年生では90%の生徒が、理由を含めて正答しており、おおむね満足できる状況（B）及び努力を要する状況（C）に相当する学習状況の改善に有効であった。
- 4 ヒントカードや確認カードは、生徒が主体的に実験や観察に取組み、つまづいたときの一つの適切な支援としてまた、自分の考えや方法が適切であったかどうかを確認するのに有効である。教師による助言に比べ、生徒の達成感が大きいという利点もある。
- 5 習熟度別授業を実施している学校の実践では、基礎コース（努力を要する状況（C）に相当する）の生徒の正答は、45%であったが、今年度は前述した指導方法や教材・教具を活用して授業を行った結果、80%の正答に改善した。
- 6 モデルを有効に活用するためには、あくまで理解をしやすくするための補助的なものであることを踏まえた指導を行なう必要がある。モデルはあくまでモデルであり、実物とは異なることはきちんと指導しておくことも大切である。
- 7 生徒の主体的な学びを支援するヒントカードについては「何をどこまで提示するか」ということも含めて、今後さらに研究が必要となる。
- 8 学習リーダーの活用は、生徒同士が学びあう授業づくりに一定の効果があつたが、リーダーとして指名する生徒が固定化しないように、単元や授業のねらいを考慮しながら工夫していく必要がある。