

広島市立落合中学校教諭 桂木 浩文

問題の所在

これからの教育においては、今日の社会的背景を踏まえて、子どもたち一人一人の個性を尊重しつつ、自ら学び自ら考える力などの生きる力を育むことを目指す教育へと、その基調を転換させることとなった。

それに伴い理科の授業においても「学び」を重視した授業を展開する中で、生きる力の育成を目指すとともに、その前提となる基礎的・基本的な内容の確実な定着を図る授業の充実に努める必要がある。

基礎的・基本的な内容の確実な定着は、これまでもうたわれてはきたが、これからの理科教育における意味合いは従来の単なる知識の記憶というものではなく、あくまで生きる力の土台となるものとして再認識することが重要であると考えます。

そこで、本研究では基礎的・基本的な内容の確実な定着を図る手だてを、必修理科での「学び」の基盤づくりに視点を当てた授業実践を通して探ることとした。

研究の方法

文献研究を通して基礎的・基本的な内容の確実な定着を図る学習指導法について検討し、指導計画を作成する。そして、授業実践を行い、基礎的・基本的な内容の確実な定着が図られたかどうかを分析・考察する。

研究の内容

1 理科における「学び」の構造と「学び」の基盤づくり

理科における「学び」は、図1に示す六つの段階を経ると考えられる。この段階を経る問題解決的な学習を通して、理科における学力が形成される。本研究では、必修理科において、このような「学び」を成立させるために、生徒が「学び」の基盤となる学力を身に付けている必要があると考える。

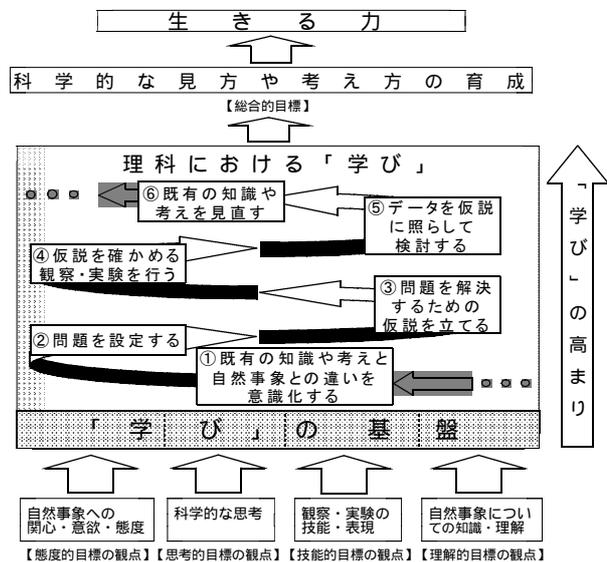


図1 理科における「学び」の構造

必修理科における「学び」の基盤とは、理科における四つの評価の観点に対応させて、具体的には表1の上段に示す四つの学力であると考えます。これら四つの学力は、それぞれ表中の～の各段階（図1の～の各段階に対応）で主として機能すると考える。

表1 必修理科での「学び」の基盤と授業改善の手だて

観点	自然事象への関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の技能・表現	自然事象についての知識・理解
「学び」の基盤	日常生活や身のまわりの自然事象に関心を持ち、自ら学ぶ意欲をもち、自ら学ぶことができる。	自然事象について、自分の考えを文書化することができる。	生徒が実験の目的を明確にし、観察・実験の器具を取り扱えることができる。	既知の自然事象について、自分の見方や考えを説明することができる。
授業改善の手だて	・ 既存の知識や考えの実態把握の実施 ・ 既存の知識や考えでは説明できない事象の導入場面の設定	・ 自分の考えを文書化することの日常化 ・ 自分の考えを文書化するときの仕方のパターンの設定	・ 導入場面での認知的葛藤によって生まれた問題を解決するための観察・実験の実施 ・ 実験器具の取り扱いに不慣れな生徒の意思表示の支援 ・ 観察・実験の役割分担（観察・実験の記録を支援する生徒の支援等）の支援	・ 現時点までに獲得された知識・理解（学習指導要領に対応）の確認テストの実施 ・ 知識・理解の獲得の度合いを考慮した指導過程の設定

このような「学び」の基盤が事前にしっかりと形成されていれば、「学び」は豊かで主体的なものとなり、基礎的・基本的な内容の確実な定着につながると考える。ただし、現実には授業時数の制約があるため、「学び」の基盤を日々の「学び」と並行して育成し高めていくことが必要である。

この「学び」の基盤を育成するための授業改善の手だてを、表1の下段に示すように設定した。

自然事象への関心・意欲・態度の観点では、既存の知識や考えの実態把握を教師が行い、その実態を踏まえた認知的葛藤を与える事象を導入場面に設定する。

科学的な思考の観点では、科学的な思考の「道具」となる言語の重要性を踏まえて、自分の考えを文章化することを日常化する。その際、文章化のパターンを生徒に示して支援する。

観察・実験の技能・表現の観点では、問題とした事象を確かめる観察・実験を設定して、生徒実験の目的を理解させるとともに、実験器具の取り扱いにつまずいたことの意味表示支援をする。さらに、記録の役と実験器具を操作する役の分担を行い、記録と操作に集中して取り組ませ、実験結果の記録を徹底する。

自然事象についての知識・理解の観点では、既習事項についての確認テストを実施し、自らの知識・理解の獲得の度合いを客観的に確認させる。獲得の度合いの低い知識・理解があれば、指導過程において適宜復習の内容を取り込む。

## 2 実践授業の計画と実施

表1の授業改善の手だてに沿って、単元「電流と磁界」の指導計画を図2のとおり作成した(細案は紙幅の都合により省略)。その際、中学校学習指導要領(平成10年12月告示)を基に本単元にかかわる基礎的・基本的な内容を図3に示すように設定した。

アイ	棒磁石のまわりの磁界があること
ウ	棒磁石のまわりの磁界の向きがあること
エ	電流が流れているコイルのまわりの磁界があること
オ	電流が流れているコイルのまわりの磁界の向きがあること
カ	コイルの中に磁界があること
ク	コイルの中の磁界の向きがあること
ケ	まっすぐな導線を通る電流が磁界をつくること
コ	まっすぐな導線を通る電流が作る磁界の向きがあること
サ	磁界の中を流れる電流が磁界から力を受けること
シ	電流の向きを逆にすると力の向きが逆になること
ス	磁界の向きを逆にすると力の向きが逆になること
セ	電流と磁界の両方を逆にすると力の向きは変わらないこと
ソ	コイルと磁石を用いて、磁石またはコイルを動かすことにより、コイルに誘導電流が流れること
タ	磁石またはコイルを動かす向きが逆になると、電流の向きが逆になること
チ	異なる磁極により電流の向きが逆になること
	異なる磁極を異なる向きに動かすと電流の向きは同じになること
	磁石またはコイルを動かす速さや磁石の強さ、コイルの巻き数の違いにより、誘導電流の大きさが違うこと

図3 単元「電流と磁界」における基礎的・基本的な内容

第1次 スタートアップ	第1時	本時の指導目標 磁石が空間を隔てて金属を引きつける事象に出会わせる。 現時点までに学校教育で獲得された「電流回路」「磁石」に関する知識・理解の定着の度合いを確認させる。 棒磁石のまわりの空間についての見方や考え方をもちかえらせる。 ・【演示実験1】磁石が空間を隔ててゼムグリップを引きつけるようすを観察する。(関) ・「電流回路」「磁石」に関する知識・理解の理解度をペーパーテストで確認する。学習プリントNo.1(知) ・【演示実験2】棒磁石の回りの空間はどうなっているか考える。学習プリントNo.2(関・思・実)
	第2時	本時の指導目標 棒磁石のまわりの磁界のようすを磁針を使って観察させる。 ・【生徒実験1】棒磁石の回りに磁針を置いて磁界のようすを調べる。学習プリントNo.3(実・知) ・【演示実験3】棒磁石の回りの磁界を立体的に観察する。(関)
第2次 磁石がつくる磁界	第3時	本時の指導目標 電流を流したコイルが棒磁石と同じ磁界をつくる事象に出会わせる。 電流が流れているコイルの内部の磁界を観察させる。 ・【演示実験4】電流を流したコイルが棒磁石と同じ磁界をつくるようすを観察する。学習プリントNo.4(関・思・知) ・【演示実験5】コイルの内部の磁界のようすを観察する。学習プリントNo.5(関・思・知) ・【演示実験6】コイルの回りの磁界を立体的に観察する。(関)
	第4時	本時の指導目標 電流が流れている導線のまわりに磁界が存在していることを見いださせる。 ・【生徒実験2】電流を流した導線のまわりに磁針を置いて磁界のようすを調べる。学習プリントNo.6(実・知) ・【演示実験7】1本の導線の回りの磁界を立体的に観察する。(関・思・知)
第3次 電流がつくる磁界	第5時	本時の指導計画 1本1本の導線の磁界が強め合ってコイルの磁界ができていることを理解させる。 右ねじの法則について理解させる。 電流を流した導線が磁界から力を受ける事象に出会わせる。 ・右ねじの法則を理解する。 ・実験の結果をもとに、コイルの磁界は1本1本の導線の磁界が強め合ってきたものであることを理解する。学習プリントNo.7(思) ・【演示実験8】電流を流した導線に力が働くようすを観察する。(実・知)
	第6時	本時の指導目標 磁界の中に置いた導線に電流を流すと、導線には力が働くことを見いださせる。 磁界の中の導線が受ける力を回転運動に変換するしくみを考えさせる。 ・【生徒実験3】磁界の中に置かれた1本の導線に働く力を調べる。学習プリントNo.8(実・知) ・電流の大きさや向きと、力の大きさや向きとの関係をまとめる。(思) ・磁界の中で導線が受ける力によって回転運動が起こるようになるにはどのようなしくみにしたら良いか話し合う。(思)
第4次 電流と磁界との力	第7時	本時の指導目標 磁界の中で電流が受ける力を回転運動に変換するように工夫した装置がモーターであることを理解させる。 磁界から電流を取り出す方法を考えさせる。 ・【演示実験9】簡易モーターが回転するようすを観察する。(関・知) ・前時の学習を基にモーター内部のしくみを理解する。(思) 学習プリントNo.9 ・整流子とブラシの動きを理解する。(思) ・「電磁誘導の発見」の話を読む。(関) 学習プリントNo.10その1
	第8時	本時の指導目標 磁石とコイルを用いた実験を行い、コイルや磁石を動かすことにより電流が得られることを見いださせる。 誘導環に電流が発生する事象に出会わせる。 ・【生徒実験4】コイルと磁石を使って電流が得られる実験を行う。学習プリントNo.11(実・知) ・棒磁石の磁界の変化とコイルに発生する電流との関係を理解する。 ・【演示実験10】誘導環に電流が発生するようすを観察する。学習プリントNo.10その2(関)
第5次 モーターのしくみ	第9時	本時の指導目標 発電機に電流を流すとモーターとなる事象に出会わせる。 電磁誘導を利用して連続的に電流を取り出すように工夫した装置が発電機であることを理解させる。 本単元の学習のまとめさせる。 ・【演示実験11】自転車のダイナモ(発電機)が電流を連続的に取り出すようすを観察する。(関) ・【演示実験12】ダイナモに電流を流すとモーターになるようすを観察する。(関) ・【観察1】ダイナモの内部構造を調べる。(実) ・本単元のまとめをする。(知)

図2 指導計画の概要(全9時間)

図2の指導計画では、授業改善の手だてを具体的に設定した学習活動について、自然事象への関心・意欲・態度の観点にかかわるものには「(関)」, 科学的な思考の観点にかかわるものには「(思)」, 観察・実験の技能・表現の観点にかかわるものには「(実)」, 自然事象についての知識・理解にかかわるものには「(知)」と付記している。

指導計画の作成と合わせて、「学び」の基盤づくりに対応した三つの実験教材の工夫を行った。一例として、第8時の演示実験10で使用する実験教材「自作誘導環」を図4に示す。



図4 自作誘導環



図5 「お助けポスト」の外観

実験器具の取り扱いにつまづいた時の支援の具体化としては、生徒の実験台ごとに一つずつ「お助けポスト」を用意することとした。これは実験器具の操作に困ったとき、そのことを意思表示するための道具である。その外観を図5に示す。

作成した指導計画に基づいて広島市立A中学校第2学年B組34名を対象に、平成13年12月中旬～平成14年1月中旬に実践授業を行った。

### 3 実践授業の分析・考察

本実践により「学び」の基盤が育成され、結果として基礎的・基本的な内容が定着したかどうかを分析・考察した。

#### (1) 「学び」の基盤づくりの状況

##### ア 自然事象への関心・意欲・態度の観点

この単元で、生徒が自らのもつ既有的知識や考えでは説明できない実験に出会うことができたかを、自己評価によって調査した。その結果を図6及び図7に示す。

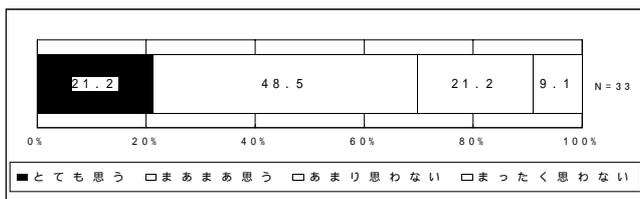


図6 説明できない実験に出会ったか (単元全体)

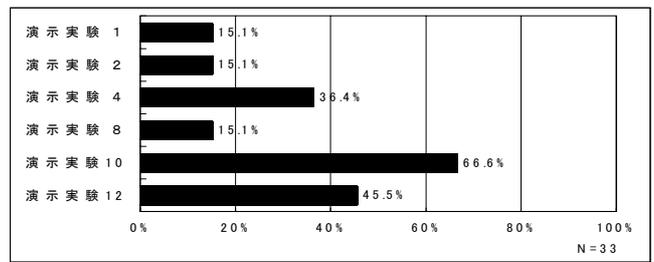


図7 説明できない実験に出会ったか (実験別)

既有的知識や考えでは説明できない事象との出会いは、単元全体としては概ねできたことが分かる。

個々の実験についての認識にはばらつきがあるが、演示実験10は約70%の生徒が既有的知識や考えでは説明できない実験としてとらえている。この実験は、ファラデーが行った誘導環の実験を追体験するものであるが、特に多くの生徒に認知的葛藤を与えることができたと推察する。

##### イ 科学的な思考の観点

実験結果から分かることについて、学習プリントに自分の考えを自由に記述させた際の記述内容を分析した結果を図8に示す。

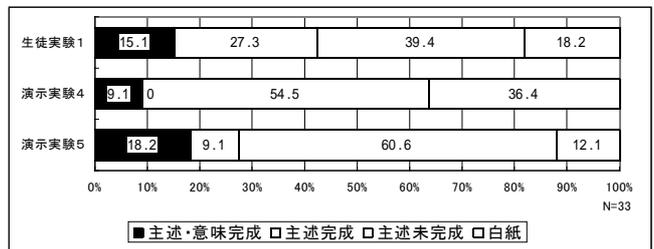


図8 記述内容の分析結果 (自由記述法の場合)

この結果から分かるように、自由記述による文章化は必ずしも十分にはできていない。具体的な生徒の記述例で見ると、図9に示すように主述の関係がなかったり、単語の記述で終わったりしている。

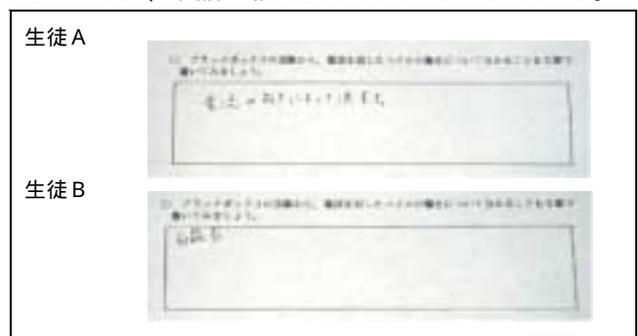


図9 自由記述法による記述例 (演示実験4)

一方、文章完成法（文章の一部を空欄にして示し、語句を補充して文章を完成させるもの）で実験結果から分かることを記述させた場合の分析結果を図10に示す。

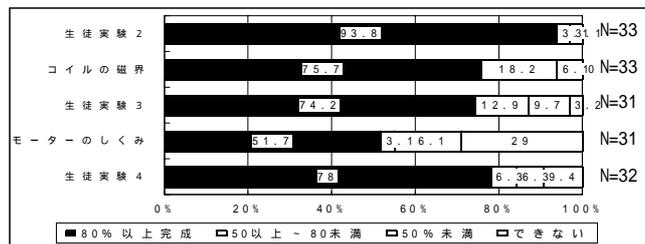


図10 記述内容の分析結果  
(文章完成法の場合)

これを見ると、実験のテーマは異なるが、自由記述法に比較して高い割合で自分の考えを文章化できていることが分かる。具体的な記述例を図11に示す。

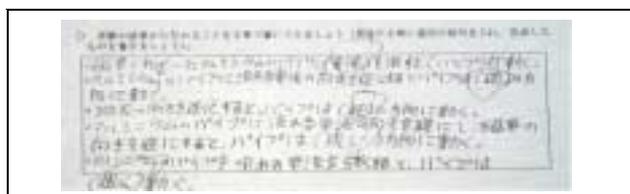


図11 文章完成法による記述例  
(生徒実験3)

「学び」の基盤としてねらっている自分の考えの文章化の学力は自由記述法によるものであり、文章完成法に頼ることなく自由記述法によって自分の考えを記述できるようにする指導法を、今後工夫する必要があると考える。その際、つたない文章でもその中にある科学的な見方や考え方を教師が価値付けてやりながら、文章化の支援をすることが大切であると考えます。

## ウ 観察・実験の技能・表現の観点

### (ア) 生徒実験の目的

実験の目的を意識したかを自己評価によって調査した結果を図12に示す。

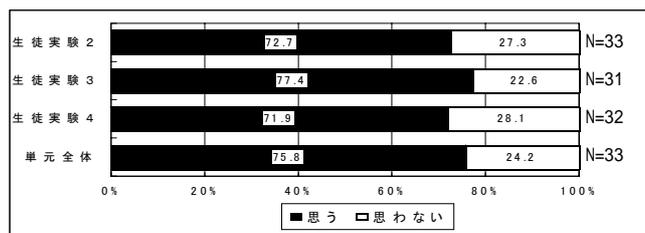


図12 実験の目的を意識したか

単元全体を通して目的意識がほぼ安定した状態で持続している。これは導入場面での認知的葛藤による問題を解決する実験を実施したこと、実験前に一人一人の生徒が自らの予想をもって実験を実施したこと、操作手順についての十分な支援を行ったこと、「学び」がとぎれることのないように指導過程を組み立てたことなどが要因と推察する。

### (イ) 実験器具の取り扱い

先に示したお助けポストが役に立ったかを自己評価によって調査した結果を図13に示す。

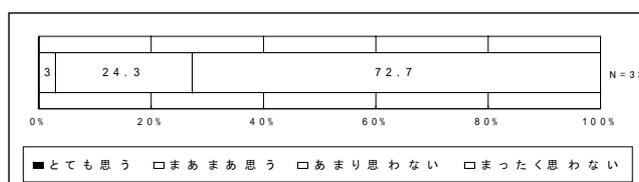


図13 お助けポストが役に立ったか

このように、お助けポストの生徒に対する有効性は低いものとなった。

実験中は生徒同士で操作の支援をしている様子が観察されており、実験器具の取り扱いについて自分たちの力で解決していくことができたことが、この結果に影響しているのではないかと推察する。

なお、実験器具の取り扱いについて支援を必要とする生徒も一部であるが存在しており、お助けポストの活用法については今後も検討したいと考える。

### (ウ) 実験結果の記録

実験の記録者はきちんと記録できたかを自己評価によって調査した結果を図14に示す。

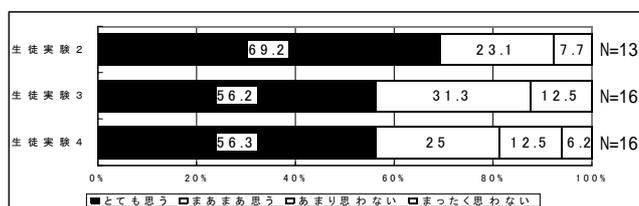


図14 実験結果を記録できたか  
(記録者)

約80%以上の生徒が概ね記録できたとしている。実験の役割分担の支援を行うことが、このことに寄与しているのではないかと推察する。

この調査とは別に、実験結果がきちんと記録できているかを全生徒について学習プリントで教師が評

価した。記録が不完全な生徒に対しては、課外に記録を完成させる指導を行った。

### エ 自然事象についての知識・理解の観点

単元の導入場面でペーパーテストを実施した。設問に設定する内容は、小・中学校の本単元に関連する学習指導要領の既習の内容とした。このペーパーテストについての意識を調査した結果を図15に示す。

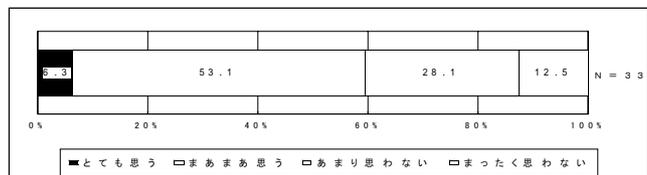


図15 自己の認知度を確かめるテストだったか

約60%の生徒がこのテストを、自己の認知度を確かめるテストとして肯定的にとらえていることが分かり、自然事象についての知識・理解の観点での「学び」の基盤づくりに資するものであったと考える。

テスト後に正誤を一斉指導で確認したが、自然事象に直接かかわる内容については演示実験を行って、事象を確かめさせた。さらに、認知度の低い内容については、復習を授業の中に設定し、認知度を高めるよう指導した。

### (2) 基礎的・基本的な内容の定着の状況

本単元にかかわる基礎的・基本的な内容を問うペーパーテストを、実践授業終了後に実施した。このテストの正答率を図16に示す。図中のア～チの記号は、図3に示した基礎的・基本的な内容を示す記号に対応している。

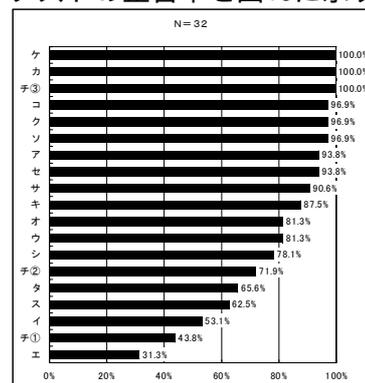


図16 基礎的・基本的な内容の正答率

は、図3に示した基礎的・基本的な内容を示す記号に対応している。

基礎的・基本的な内容のうちア・ウ・オ・カ・キ・ク・ケ・コ・サ・セ・ソ・チ

については、80%以上の生徒が設問に正

しく答えており、確実な定着につながっていると考える。その他の内容については必ずしも正答率は高

くはないが、中でもエとチについては正答率が50%未満であり、改善すべき課題がある。

テスト後の生徒の感想には次のようなものがあった。

・磁針の向きが円になっているという事を私は初めて知りました。  
 ・コイルと棒磁石だけで電流が作れると知り、びっくりしました。

基礎的・基本的な内容の定着は、単にテストの正答率として数字に現れるだけではなく、情意面にも影響を与え、生徒に新しい発見をさせ、驚きや感動を抱かせることができたのではないと思われる。

なお、解説を付した模範解答とともにペーパーテストを生徒に返却し、正答率が50%未満の内容については補説を行い、基礎的・基本的な内容の確実な定着につながるよう支援した。

### 研究のまとめ

本研究では、次のような成果を得た。

必修理科における「学び」の基盤を育成するための授業改善の手だてを明らかにし、それを基に指導計画を作成することができた。

作成した指導計画に基づいた授業実践が、基礎的・基本的な内容の定着につながることが確認できた。

今後の課題は次のとおりである。

基礎的・基本的な内容の定着を測る方法として、ペーパーテスト以外の方法を加味してよりの確実な見取りをする必要がある。

他の単元について本研究の指導法を適用する。

### 参考文献

橋本裕治「中学校理科における目的意識をもたせる観察・実験の指導法に関する研究」『研究集録』第20号 広島市教育センター 2001

平田幹夫「簡易アナライザーを用いて自由に意思表示ができる理科授業」『教科研究 理科』No.167 学校図書 2001