

高等学校

平成 16 年 度

# 教育研究員研究報告書

理 科

東京都教職員研修センター

## 高校理科における一斉授業での個に応じた指導方法の研究

主題の設定	2
研究の方針と研究上の留意点	2
研究構想図	3
研究内容	4
1 物理分科会	4
(1) はじめに	4
(2) 研究方法・指導計画	4
(3) 事前授業（1学期）の計画と実施	8
(4) 事前授業（1学期）の結果と課題	8
(5) 改善授業（2学期）へ向けて	8
(6) 改善授業（2学期）計画	9
(7) 改善授業の結果	9
(8) 研究のまとめ	13
(9) 今後の課題	13
2 化学・生物分科会	14
(1) はじめに	14
(2) 仮説	14
(3) 調査対象	14
(4) 事前検証	14
(5) 検証授業	17
(6) 検証授業の評価	20
(7) 発展	22
(8) おわりに	22
研究の成果と今後の課題	23
1 物理分科会における研究の成果	23
2 化学・生物分科会における研究の成果	23
3 まとめ	24

## 研究主題「高校理科における一斉授業での個に応じた指導方法の研究」

### 主題の設定

高等学校では、平成15年度から学年進行で新しい学習指導要領が実施されている。今回の改訂では、自ら考える力などの〔生きる力〕を育成することを基本的なねらいとしている。そして、理科では、探究的な学習をより一層重視し、自然を探究する能力や態度を育成するとともに、生徒一人一人の能力・適性、興味・関心、進路希望等に応じて豊かな科学的素養を養うように改善された。

これを受けて各学校では、学校の状況や生徒の実態に応じた授業計画と評価達成の基準を設定し、創意工夫を凝らした教材や指導方法を行い、授業に取り組んでいる。特に、理科では、「観察」や「実験」から得た結果をもとに授業が進められるので、「観察」や「実験」の目的、方法、結果、考察についての取り組み、理解ができているかどうかを個々の生徒について把握しながら授業を進めることが必要である。

そして、平成15年12月には、学習指導要領の一部改正が行われ、「個に応じた指導の一層の充実」が求められた。教師は、授業の中で生徒一人一人の取り組みや理解度を把握し、個に応じた指導をすることに一層努めている。

そこで、従来行ってきた個に応じた指導方法を、次のように大きく2つにまとめてみた。

一つは、個別指導がある。補習、レポートでの指導、授業準備における個別対応や授業カルテを作成し、個に応じた指導に活用している。

二つには、習熟度別授業やチームティーチング（以下TTと略す）などがある。

これらの指導法は、個に応じた指導の充実に大きな成果をもたらしている。しかし、実施する上で課題もある。

例えば、習熟度別授業では習熟の程度が異なる他の生徒の発言内容から学ぶ機会をなくしている。また、授業カルテを作成するためには、教師の負担が増すことになる。授業カルテを書くことは生徒の様子を授業中に記録することであり、実施する際、生徒への趣旨説明を十分に行うことが大切になってくる。そして、TTは完全な個別にならず、生徒の反応を把握することが難しいなどである。

つまり、前述の2つの方法以外で、個に応じた指導方法を考案する必要があると考える。それは、上記の課題への対策でもあらねばならない。

そこで、私たちは、より身近に取り組み、多くの教師に活用できる指導方法を考え、実際の一斉授業で実践し得るかどうかを検討してみた。このように個に応じた指導方法としての工夫、改善を本研究の主題とした。

### 研究の方針と研究上の留意点

で述べた個別指導や習熟度別指導がもつ課題の解決を一斉授業において、プリントや班編成や机間指導の工夫をしたり、評価を工夫したりすることで、個に応じた授業が実践できると考え、次のような方針を定めた。

(1) 個人評価表の作成

授業カルテのような詳細な情報の記述を簡略化し、教師が生徒の理解の状況を容易に把握できる評価表を作成し、授業に活用する方法を検討する。

(2) プリントの工夫

授業で配布するプリントの各單元ごとに生徒が理解の程度を記入し、その内容を教師が机間指導の際に容易に確認できるようにする。

(3) 班編成に関して

授業の中で、生徒一人一人が主体的に取り組めるとともに、他の生徒の考え、意見、理解、疑問などが反映されるよう、班編成の方法を検討する。

(4) 机間指導に関して

毎回の授業目標（ねらい）を明確に生徒に示し、生徒一人一人の理解が把握できるような机間指導の効果的な回数とその方法を検討する。

(5) 観察や実験を対象にする。

実験目的の理解、作業手順の理解、結果とデータ整理の理解、考察の理解が比較的明確にできる実験や作業を対象にする。

以上のことに留意し、物理分野では、単元のはじめの段階で生徒がつまずきやすく、その後の学習の習熟の違いが大きく出やすい分野である「波動」を、化学分野では、中和反応と双壁をなす酸化還元反応の分野から「イオン化傾向」と「電池」の実験を、生物分野では、生殖の単元から関連するものが広範囲にわたる「減数分裂」を中心にした内容で研究を実践した。

研究構想図（一斉授業での個に応じた指導方法の工夫と改善の流れ）

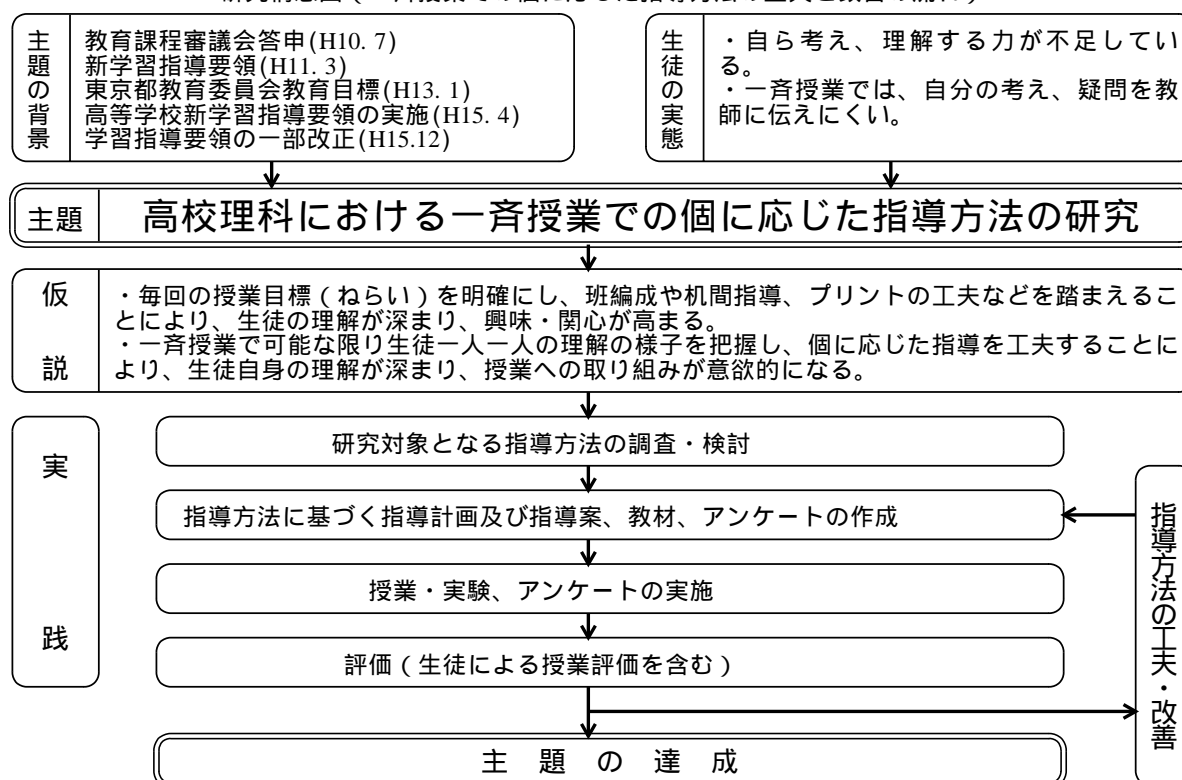


図1 研究構想図

1 物理分科会 副題 「波動」を題材にした一斉授業での個に応じた指導法の研究

(1) はじめに

一斉授業で、生徒一人一人の理解の状況を把握するために、補習授業やレポート指導、TTなどの方法が実践されてきた。しかし、これらの指導法では十分ではなく、実施上の注意点や課題も見いだされた。

また、今までの高等学校物理の授業研究では主に教材開発と活用についての研究報告が多かった。さらに今度は、授業においての効果的な指導方法の研究も求められている。そこで私たちは物理の授業での指導方法を検討した。

(2) 研究方法・指導計画

ア 副題設定の理由

(ア) 「波動」について

波動は、力学とは異なった現象である。波動が生徒にとって理解しにくい分野であり、それだけにこの分野での指導方法について研究が必要であると私たちは考えた。

速さや方向が一定であるためか、媒質の振動が伝わっていく現象が波動であることを生徒に理解させることは容易ではなく、移動する波形の運動と物体の等速直線運動を生徒は混同しがちである。

さらに、連続波の場合、振幅、波長、山、谷の名称が波形のどの部分に相当するかなどの知識が生徒に定着していないと、波動の様々な現象を理解することは困難になり、生徒にとっては理解の程度の差が生じやすい。もちろん、物理においては他の分野でも、系統的、発展的な内容になっているので、同様のことが言える。

電子の波動性、物質波、光の波動性というように、波動についての知識・理解が物理では重要である。しかし、波動が現象として私たちに日常的に認識されることは、力学、熱、電気に比べ決して多いとはいえない。わずかに、水面波や地震や楽器が奏でる音が波動であること、特殊な例として生徒の中でも興味をもっているサーフィン等があるが、これらの現象について、振動が伝わっていく現象として波動を理解する機会は決して多いとは言えない。

最近、多くの生徒が利用するようになった「携帯通信機器」は、電磁波を利用していることは知っていても電磁波の波動としての性質をほとんど実感することなく利用できる。このように、物理では重要な分野であっても、生徒にとっては波動を日常的に意識する機会はごくまれで身近なものとはとらえにくい。

以上の点から、本研究では生徒にとって理解しにくいと考えられる波動分野を題材にすることにした。波動の実験授業を行う際、一般に広く実施されている市販のウェーブマシンや水波投影機などの演示実験がある。これらは波動の特徴を観察しやすく、効果的な教材である。しかし、演示実験であるが故に実感を伴った体験がしにくい。そこで、生徒が自ら参加できる生徒実験が良いと考え、より身近な教材と授業プリントの工夫、生徒実験

の開発も併せて研究したいと考えた。

物理分科会のメンバー全員が各校での授業を通じて研究する際、波動の単元が共通して行えることも理由の一つである。本研究を継続して進める上で、1学期に事前授業、夏季休業中に結果と課題の整理、2学期に改善授業を計画した。

#### (イ) 「一斉授業での個に応じた指導」について

学校教育では授業がその中心を担っており、そのほとんどは学級単位の一斉授業である。現在は全日制普通科は40人学級、職業科は35人学級編成となり、以前の45人前後の生徒数に比べれば、教師はより個に応じた指導がしやすくなってきたといえる。ただ、個に応じた指導の充実をはかるために、TTや少人数学級編制などの指導法により、教師一人に対してより個別的な指導がしやすいシステムが効果的なことは自明である。しかし、必ずしも、学校の状況に応じてTTや少人数学級が実施ができるわけではないので、現行の多人数学級における指導方法の工夫について研究する必要がある。そこで、指導方法の一つとして一斉授業での個に応じた指導法を研究することは有用であると考えた。

一斉授業での個に応じた指導法の研究についての先行研究としては、神奈川県横須賀市立池上中学校（1993）、神奈川県横須賀市立大津中学校（1997）の研究実践と報告がある。両校とも、一人一人の生徒の評価として教師による「授業カルテ」の活用が報告されていた。この方法により学級単位でも個に応じた指導を実践していた。

池上中・大津中の両校で実践された「授業カルテ」は、学級の座席表をB4判用紙の大きさにし、授業中の生徒の発言や行動を教師が記録したものである。両校とも全学年・全学級一斉の公開授業を実施し、どの授業でも「授業カルテ」を活用した個に応じた指導がなされていた。学級単位の多人数であっても個に応じた指導ができることが分かった。

「授業カルテ」については、築地（1999）の小学校第4学年での実践報告がある。授業中、生徒にディスカッションさせる機会を設け、その間を利用しながら生徒の様子を授業カルテに記入し、個に応じた指導やグループ、学級の指導にも活用した報告がなされている。

そこで、本研究ではこれら2校の研究実践と築地氏の実践をもとに、より簡潔で発展的な方法を考え、研究員各校での授業実践で試しながら工夫、改善してみることにした。

#### イ 指導方法の作成

波動分野の基礎について、どの学校でも普遍的に活用できる方法や身近な実験教材を開発しながら指導方法を作成した。この指導方法をもとに、1学期に事前授業を実施し、その結果を分析し改善した上で、2学期に改善授業を実施しその成果を確認した。

その際、個に応じた指導ができるよう授業プリントの工夫（生徒自身の理解度を確認する欄、先生よりアドバイス欄の設置）や演示実験、生徒実験の方法の検討を行い改善した。

#### ウ 評価方法の作成

一斉授業での個に応じた学習指導についての先行研究として、先述した池上中・大津中と築地氏が実践した「授業カルテ」の方法を参考に、教師の記録メモと併せて新たに生徒自身の理解度を記号化して記録できるようにした「授業記録表」を作成し、指導に活用することにした。

#### (7) 授業プリントの工夫（「確認欄」の設置）

図2のように、授業プリントの内容ごとに生徒自身の理解度を表せる欄を設置した。この理解度を確認する欄を、以下「確認欄」と表記する。

図2は5つの内容と確認欄を設定した例であるが、生徒の負担を考慮すると内容の数および確認欄の数はあまり多くしない方がよいと考える。

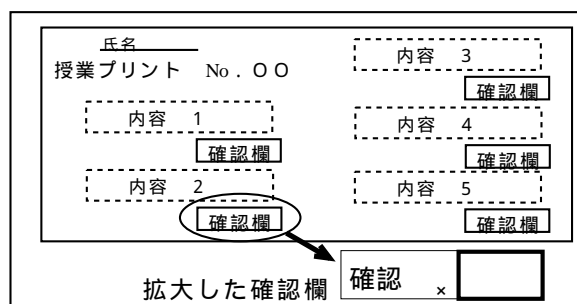


図2 授業プリントと確認欄

確認欄は図2に示したように、「」良く理解できた、「」理解できた、「」あまり理解できなかった、「」理解できなかった、という理解の程度を生徒自身が記入するものである。4段階評価に設定したのは、普通（＝真ん中）を防ぎ、「分かった」、「分からなかった」のどちらの傾向が大きいかを把握するためである。

#### < 確認欄を設置したねらい >

1時間の授業に受け身的に参加するのではなく、生徒自身が授業を理解できたかどうかを内容ごとに段階的にチェックすることができる。

小学校、中学校で普通に行われている挙手による把握が、高校生にとっては難しい傾向があり、確認欄の記入であれば、この抵抗感は少なくなると考えられる。

生徒の理解の差が起きやすい内容のところに設定することで、個に応じた指導の手がかりに活用できる。

確認欄の表記を4段階の識別しやすい記号で示すことにした。授業終了後のプリント提出の際だけでなく、授業時間中でも教師が机間指導をしながら一人一人の生徒の理解度を容易に把握できる手段として有効である。

確認欄の点検により早い段階で一人一人の生徒のつまづきが把握しやすい。教師が授業時間中に再度工夫改善した説明を生徒にすることが可能になる。

授業プリントを点検して生徒に返却した際に、生徒はこの確認欄の記入を振り返ることにより、生徒自身の復習の役に立つ。

生徒自らが確認欄に記入するために、授業内容での疑問をもつ機会が増え教師に質問しやすくなる。

#### (1) 授業記録表の活用

一斉授業においては、一般的に教師からの問いかけに対する生徒の受け答えを見たり、机間指導をしながら、生徒の作業状況や理解の様子を把握している。そこでは教師の経験に基づいて、個に応じた指導が成されてきたように考えられる。

本研究で新たに作成した授業記録表は、先行研究で実践された「授業カルテ」の役割と本研究で開発した授業プリントに配置した確認欄の役割の双方を果たすよう考案したものである。この授業記録表の活用により、従来と比較し一層計画的に、客観的に生徒理解と個に応じた指導が一斉授業の中でできると考えた。

### (ウ) 授業記録表の構成

授業記録表についての書式と記入例を図3に示した。一人一人の生徒について、教師のメモ欄と授業プリント確認欄で構成されている。

書式のねらいは次の通りである。

#### <教師のメモ欄>

従来の「授業カルテ」のメモ欄と同じ役割をもたせた。また、教師から見た生徒の行動記録や発言内容を記入できるようにした。

#### <授業プリント確認欄>

授業プリントを大きく四つ切りに分け、それぞれの場所に配置した確認欄に生徒が記録した記号を転記できるようにした。教師は生徒の理解の程度が授業プリントの場所に対応するので授業プリント点検の際、容易に転記することを可能にした。単純な記号にしたため、縮小して転記しても教師は容易に記録を読み取ることができる。

図3は、授業記録表の記入例である。これは、座席表と同じ配置に個々の生徒の記録を記入できるようにした。ここでは、授業プリントに確認欄を5箇所配置した場合の記入例を示した。確認欄の数と配置した場所に連動して、授業プリントを四つ切りのどの部分の記録かを容易に読み取ることができる。理論上は教師が把握できる限りの数を記入できるが、授業中の生徒の記入の煩わしさを考慮すると適当な数があると考えられる。

### (I) 一斉授業での個に応じた指導について

授業記録表の作成を行えば、生徒一人一人への指導方針を立てやすくなると考えた。机間指導の際、授業プリントについての一人一人の進行状況と併せて生徒の理解の程度に応じて、対象の生徒のみの個別指導か、黒板の前での多人数の生徒への一斉指導かを選択する要因の一つにすることが可能である。

例として、机間指導の際、生徒席の間を片道進んだとき（この間、8名ほどの生徒も確認できる）、「」、「」を記入している生徒が2名以内ならばその場での個別指導を行い、3名以上であれば黒板の前での多人数の生徒への指導を行うことができる。再度の説明で、対象となった生徒が理解できたかを問いかけてみる。授業プリントの確認欄を転記した後、理解が全体的に不十分で再度説明の必要があると教師が考えたなら、次の授業に工夫、改善することが可能である。

### (3) 事前授業（1学期）の計画と実施

個に応じた指導を行うため、授業プリントの確認欄と授業記録表の活用を確かめることを目的に事前授業を計画した。さらに工夫改善し、改善授業（2学期）で検証することにした。

事前授業（A高校3年で1学期に計画）は、次の単元で計画した。

授業記録表（書式）

生徒氏名	
授業プリント 確認欄のメモ	教師のメモ欄 (授業カルテの メモと同じ役割)

授業記録表の記入例

生徒6 内容5の途中計算を省略している。	生徒3 内容4の図についての質問をした。
生徒5 内容5まで記入していた。	生徒2 内容5の途中計算を省略している。
生徒4 内容3の図が書けていない。	生徒1 丁寧に書けているが、理解していないようだ。
教卓	

図3 授業記録表



- ・波の公式 (  $v = f \lambda$  他 ) ( 1 時間 ) ..... 確認欄 6 個
- ・生徒実験：水面波 ( 振動数と波長、速さの測定、干渉、回折、他 ) ( 1 時間 ) .. 確認欄 7 個
- ・波の公式を用いた計算問題 ( 1 時間 ) ..... 確認欄 2 個

#### (4) 事前授業 ( 1 学期 ) の結果と課題

##### ア 結果

(ア) 従来は、教師の説明や板書事項などを授業プリントに記入することが生徒にとっては受け身になりがちであった。しかし、確認欄に記入するために生徒自らが理解度を考え判断する作業がなされ、さらに生徒は理解できない箇所への質問をする機会が増えた。

(イ) 授業記録表には、生徒による理解の程度、教師による生徒の取り組みの両方の記録が記号および教師のメモにより記録できた。このため、生徒の授業内容への理解の程度の把握と個に応じた指導をより適切に行うことを可能にした。

##### イ 課題

(ア) 授業記録表は「授業カルテ」と生徒の確認欄を併記するため、教師の作業が繁雑になる。

(イ) 授業記録表は授業プリントと連動するので、授業プリントの枚数だけ作成することになる。授業プリントの枚数分の詳細な記録は残せるが、2週間～1ヶ月分というような中・長期的な時間的変化についての記入には、新たな書式の記録表を作成しなくてはならない。この点においては、「授業カルテ」の方が活用しやすい。

(ウ) 池上中・大津中の先行研究においては1時間の授業ですべての生徒について「授業カルテ」に記録することは難しく、何回かの授業により重点的に観察する生徒を変えながら記録するとの報告があった。本研究での教師のメモ欄の記入も同様の苦勞が伴うだけでなく、確認欄への記入内容をも教師は把握することを心がけなくてはならなかった。

(エ) 授業プリントには生徒が記入する箇所はあるが、教師が記入する欄がなかった。個に応じた指導をするために、授業プリントに教師が記入できる欄を設けることも検討した方がよい。

(オ) 生徒へは確認欄の記入を強制せずに実施した。このため、確認欄への未記入のあった生徒が若干いた。その理由として、生徒にとっては記入時間が十分確保されなかったことや記入が大変である、記入を忘れてしまったというものであった。

(カ) 確認欄に「」を記入した生徒の中に、誤認 ( 早合点 ) した者がいた。確認欄に「」や「」が記入されていても、あくまでも生徒の主観的判断であることを認識した。

(キ) 確認欄に「」をつけたいと思っても、教師の指導を避けるために「」にしておこうと考える生徒の存在の可能性もある。その場合、確認欄が逆効果になってしまう。

#### (5) 改善授業 ( 2 学期 ) へ向けて

1 学期の事前授業で活用した授業プリントと授業記録表を改善しながら活用するとともに、一斉授業での個に応じた指導方法の工夫を試み、改善授業 ( 2 学期 ) への準備をした。

(6) 改善授業（2学期）計画

表1 改善授業計画

表1のとおり改善授業を計画した。その際、授業プリント（図5）には「先生よりアドバイス」欄を設置し、授業記録表（図3）とともに用いることとした（は検証授業）。

1時間目	生徒実験 波の立体モデルの作成
2時間目	生徒実験 波の伝わる速さの測定、波長、振幅
3時間目	等速円運動、単振動、サインウェーブ
4時間目	波の公式 ( $v = f \cdot \lambda$ 、 $T = 1/f$ 、 $v = \lambda/T$ )
5時間目	生徒実験 波動観察模型による波の観察、 $y$ -グラフ、 $y$ - $x$ グラフ
6時間目	$y$ -グラフ、 $y$ - $x$ グラフ
7時間目	生徒実験 ストローウェーブマシンの観察
8時間目	生徒実験 ストローウェーブマシンの観察
9時間目	波の重ね合わせの原理、波の独立性、波の干渉
10時間目	波の反射
11時間目	定常波

(7) 改善授業の結果

ア 確認欄の個数

授業プリントでは確認欄を4つ（図5中の ）に設定した（表3 物理 学習指導計画表参照）。確認欄（実験、課題1）は授業中の机間指導で学級全員（28人）のものを点検し、確認欄（課題2）は生徒の進度に応じて点検、確認欄（まとめ）はプリント回収後に点検し授業記録表に記入した。

1時間の授業内に教師が生徒全員の欄を点検し授業記録表に記入できるのは、2箇所が限度である。

イ 確認欄と授業記録表を用いた指導方法

（課題2）は波を初めて学ぶ生徒にとっては難しい課題である。ここでの生徒のつまずきは2つに大別できる。1つは（課題1）の内容（波長と振幅）の理解が不十分な生徒、もう1つは（課題1）を理解できているが波形が描けない生徒である。前者は確認欄で「/」や「 」をつけた生徒で、波長や振幅の説明を再度行う必要がある。後者は確認欄で「 」や「 」をつけた生徒で目盛り座標の取り方を説明すれば描くことができる。

確認欄を振り返ることにより、（課題2）で一人一人の生徒のつまずいた理由を教師は容易に把握することができ、机間指導中に各生徒に対して適切な指導を短時間に行うことができる。

一斉授業においても、上記のようにどの箇所でも何人位の生徒がつまずいたかが分かるため、以降の授業展開における指導をより個に応じものとするのが可能である。

プリント回収後にプリントの記入状況と確認欄の点検をすることにより、生徒の理解度を把握でき、より生徒の実態に応じた授業計画を立てることができる。

ウ 確認欄についての生徒のアンケート結果と考察

アンケートの結果は表2のとおりである。質問 では「 / をつけることには抵抗がある」生徒は44.2%いるが、質問の「 / をつけることに抵抗がある」生徒は21.2%と予想に反して少なかった。

表2 生徒への確認欄のアンケート結果

質問事項	A組	B組	合計
記号を書くのが面倒である	44.4	52.0	48.1
をつけるのに抵抗がある	40.7	48.0	44.2
/ をつけるのに抵抗がある	25.9	16.0	21.2
自分の理解度の確認に役に立たない	29.6	44.0	36.5
学習の過程に把握に役に立たない	29.6	60.0	44.2

質問 と質問 では学級間で大きな差が生じた。

エ 確認欄の記号と基礎的な知識の定着との関係

(ア) A組とB組の平均点の得点差は7点で、A組の方が高かった。これは確認欄への質問、 で確認欄の必要が高かったことと関係していると考えられる。

- (イ) 確認欄の記号と基礎的な知識の定着の関係（図4）より、確認欄では「 」、「 」をつけたにもかかわらず、基礎的な知識の定着での当該箇所が「まったくできていない」、「ほとんどできていない」生徒が11人（19.0%）いた。この結果について、授業で教師の話聞いて理解することと基礎的な知識の定着では、自分で考え出すことに大きなギャップがある。または、生徒が確認欄を安易に記入している。そのために、生徒の日ごろの学習状況から教師が判断し、その生徒に合った指導を行う必要がある。
- (ウ) 確認欄では「 」をつけたにもかかわらず、基礎的な知識の定着での当該箇所満点を取っている生徒は2人（3.4%）いた。
- (エ) 上記(イ)(ウ)より22.4%の生徒は授業プリントの確認欄の記号と基礎的な知識の定着は関係がみられないものの、77.6%の生徒が確認欄の理解度と基礎的な知識の定着に関係があることがわかった。この確認欄を教師も生徒も活用していくことが、生徒の理解度を高めることに有効である。

回数	1回目				2回目				3回目				4回目				5回目				6回目							
	1回目	2回目	3回目	人数	1回目	2回目	3回目	人数	1回目	2回目	3回目	人数	1回目	2回目	3回目	人数	1回目	2回目	3回目	人数	1回目	2回目	3回目	人数				
確認欄の記号の変化				2				3				1				1				1				1				
				1				2				1	欠	欠	欠	1	-	-	-	1		/		1				
				1				1				1					-	-	/	1				1				
				5				1				-	1											5				
	-			1				1			/	-	1									/			1			
				2		/		1			-	-	-	1								/	/		1			
				1				1			未	未	未	1											1			
				1							欠	欠	欠	1												1		
				2																		/				1		
				3																		欠	欠	欠		1		
得点	12点				10点				8点				6点				4点				2点				0点			
	19				10				0				8				2				3				16			

- 未記入 未 未提出 欠 欠席

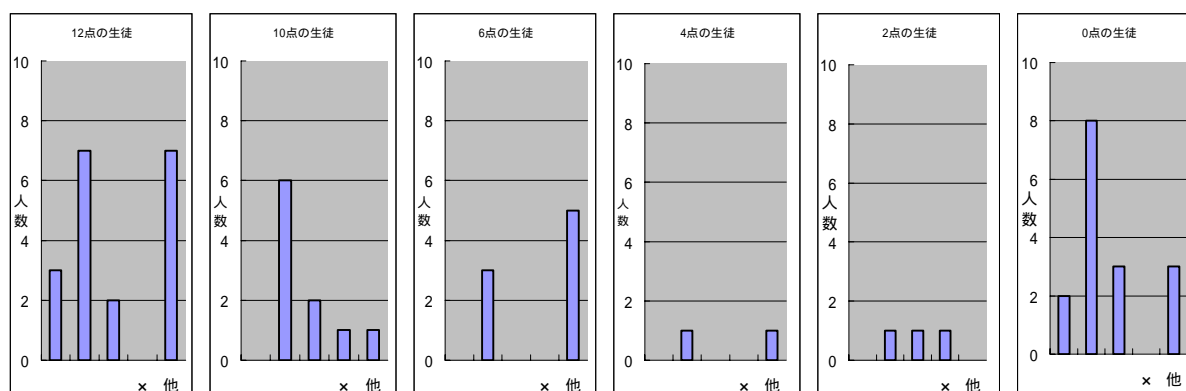


図4 確認欄の記号と基礎的な知識の定着の関係（上）

3回目の記号の人数（下）

「他」は、-；未記入、未；未提出、欠；欠席の合計である。

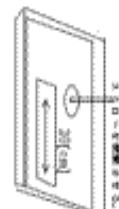
表3 物理I 検証授業の学習指導計画

科目名：物理I 単元名：波動 題材名：波の表し方 本時の目的：①波は媒質の一点で起こった振動が次々と伝わる現象であることを理解する ②波についての基本的な用語を理解する 本時の指導計画：50分					
	指導内容	生徒の学習活動	指導上の留意点	教師の評価	生徒の評価
導入15分	・学習内容と目標の説明 ・様々な波	・本時の目標を理解する。 ・様々な波を見る。	・本時の目標を理解しているか確認する。 ・身のまわりにはどのような波があるか具体物を示す。	・本時の目標を理解させ波に興味・関心をもたせることができたか。	・本時の目標を理解し波に興味・関心をもったか。
展開30分	・媒質の説明 ・水面波の実験 (水面波の観察) (紙片の振動の観察) (波の速さの測定)	・波を伝える物質が媒質であることを理解する。 ・実験では媒質が水であることを理解させ、実験方法を確認する。 ・水面波を発生させ波が円形に伝わることを観察する。 ・水面上の紙片は上下に振動するが、波とともに進まないことを観察する。 ・水面波の伝わる時間を複数回測定し、速さを求める。 ・確認欄①を記入する。	・ケ-プマシンで波を発生させ、媒質について理解させる。 ・教材提示装置を活用しながら実験方法を説明する。 ・机間指導 ・紙片は横方向に多少振動しても、波の速さよりも極めて遅いことに留意する。 ・必ず練習してから測定させる。 ・実験結果を板書させ、他の班と比較させる。 ・確認欄①を点検する。 ・△×をつけた生徒が極少数なら、個別に説明し理解させる。多ければ全体に説明する。	・媒質と実験方法を理解させ、実験を適切に行わせることができたか。 ・他の班と比較させることができたか。 確認欄① ・説明により理解させることができたか。 ・正しく理解されることができたか。	・媒質と実験方法を理解し、実験を適切に行うことができたか。 ・他の班と比較できたか。 確認欄① ・説明により理解したか。 ・正しく理解したか。
	・波の性質の理解 ・波の各部の名称の理解	・波は媒質の一点に生じた振動が次々と伝わる現象であることを理解する。 ・(課題1(1))波形、山、谷、波長、振幅を理解する。 ・(課題1(2))図中に各部の名称を記入し、図から波長・振幅を読み取る。 ・確認欄②を記入する。	・水面上の紙片の振動の様子をケ-プマシン上で再現する。 ・1回の振動で1波長の波ができることを演示し理解させる。 ・波の各部の名称を理解し、正しく読みとらせることができたか。 ・机間指導 確認欄②を点検する。 ・△/をつけた生徒が極少数なら、個別に説明し理解させる。多ければ全体に説明する。 ・○◎をつけた生徒が間違っ理解していないか確認し再度説明する。	・媒質の性質を理解させることができたか。 ・波の各部の名称を理解させることができたか。 確認欄② ・説明により理解させられたか。	・媒質の性質を理解できたか。 ・波の各部の名称を理解させることができたか。 確認欄② ・説明により理解させられたか。
	・波形の作図(波形の解答例の提示)	・(課題2)プリントに指定された波を書く。 ・確認欄③を記入する。	・「フ-ハンド」で滑らかな曲線を書かせる。 ・どの位相から波を書き始めてもよい。 ・机間指導 ・(課題2)の作図ができていない生徒のうち、確認欄②の記入結果により個別指導をする。 ・△/をつけた生徒には、波の用語を再度確認させる。 ・○◎をつけた生徒にはがう中に目盛りを記入させる。 ・解答例を黒板上に掲示する。 ・確認欄③を点検する。 ・△/をつけた生徒が極少数なら、個別に説明し理解させる。多ければ全体に説明する。	・波の用語を確認させることで、正しい波形を書かせることができたか。 確認欄③ ・課題2を確認させ、理解させることができたか。 ・まとめて示した波の用語を確認されることができたか。	・波の用語を確認し、正しい波形を書けたか。 確認欄③ ・課題2を確認し、理解したか。 ・まとめて示した波の用語を確認したか。
まとめ5分	・授業のまとめ	・まとめを記入しながらを理解する。 ・本時の目標を確認する。 ・確認欄④を記入する。 ・プリントを提出する。	・プリントを用いて用語、記号、定義を中心にまとめる。 ・授業を振り返って記入するように指示する。 ・確認欄④を記入する。 ・プリントを提出させる。	確認欄④ ・目標を達成させることができたか。	確認欄④ ・目標を達成したか。

## 波の表し方

【問】 あなたの身近には、どんな波がありますか？

【実験】 波の速さを求めてみよう  
 右図のように、ストローを用いて水面波を発生させ、20[cm]の距離を波の進むのに要した時間を測定し、波の速さを求める。



距離  $x$  ( ) [cm] = ( ) [cm]

・結果 (小数第2位まで求める)

時間 $t$ [s]	1 度	2 度	3 度	平均

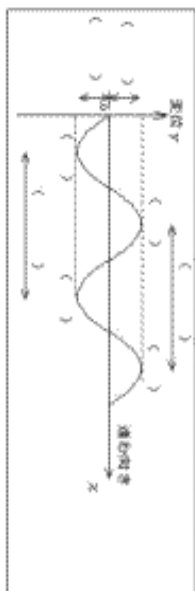
・計算 (小数第2位まで求める)

$$v =$$

答 [ ]

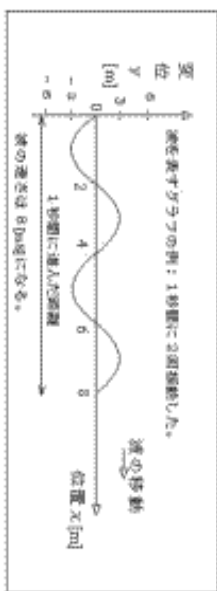
① 確認点 [ ]

【課題1】 (1) 波の各部分の名称を書きなさい。



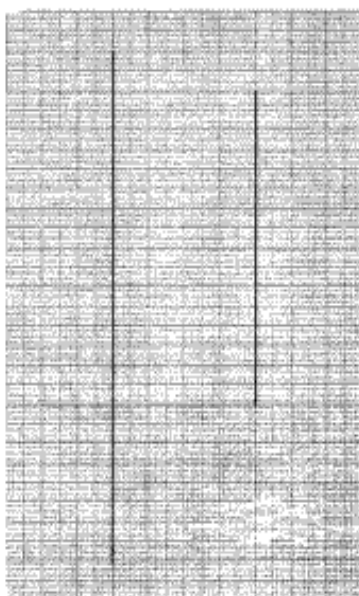
(2) 右図から、波の振幅、波長を書きなさい。

振幅 ( )  
 波長 ( )



② 確認点 [ ]

【課題2】 (1) 波長 4 cm、振幅 2 cm の波を 1 波長分振らなさい。  
 (2) 波長 2 cm、振幅 1 cm の波を 3 波長分振らなさい。



③ 確認点 [ ]

【まとめ】

物理量	記号[単位]	定 義
① 振幅		波の変位の最大値を ( ) という。
② 波長		山から山 (または谷から谷) までの長さ ( ) という。
③ 波の速さ		山や谷が移動する速さを ( ) という。

◎ある場所では起こった振動が、とよりからとよりへ、ある速さで伝わっていく現象を ( )  
 または ( ) を物質を ( ) という。媒質は波とともに移動するのではなく、その位置で ( ) するだけである。

④ 確認点 [ ]

先生よりアドバイス

.....

.....

年 組 番 氏名

## (8) 研究のまとめ

個に応じた指導を行うためには、まず個の状況を把握することが第一と考え、その方法として「授業記録表」及び授業プリントの「確認欄」を考案し、それらの効果的な活用方法を研究した。「授業記録表」は教師が生徒の活動状況、理解状況を記録するものであり、授業プリントの「確認欄」は生徒が自分自身の理解度を自分で判断し記入するものである。教師と生徒の双方が生徒の理解度の把握にかかわるため、より正確に生徒の情報が得られると考えた。これらの情報を効果的に活用し、生徒の理解状況に応じた授業展開、個に応じた指導方法を開発するための授業研究に取り組んだ。

題材は波動の単元を用い、1学期に事前授業を実施したのち、この結果を分析・改善し2学期に改善授業を行った。主に次のような点について改善を行った。

ア 確認欄の記入の仕方や意味を生徒によく説明すること。例えば、「確認欄は生徒を評価するために設置されているのではなく、自分の理解度を把握するためのものであり、正しく記入する」などと説明する。また、授業記録表についても評価とは関係ないことを事前によく説明しておく。

イ 1枚の授業プリントに設定する確認欄の数は4箇所(前後)にする。また授業時に机間指導を適切に行い、授業記録表への記入を効率的に行う。

ウ 授業プリントに先生からのアドバイス欄を設置する。

エ 生徒の興味・関心を高めることができるような演示実験、生徒実験の工夫をする。

改善授業で使用した授業プリントには確認欄を4箇所設定し、授業時に机間指導を行いながら2箇所をチェックして授業記録表に記入、残り2箇所は授業後にプリントを回収し記録表に記入した。授業で使用したプリントには、波長と振幅を指定して波形を描かせる課題があり、この課題が正しくできていなかった生徒に対し、教師がその場で確認欄の記入結果を点検し、理解状況に応じたアドバイスをした。確認欄を併用することで、生徒のつまづきをより効率的に見だし、個別指導に役立てることができた。授業後はプリントを回収し他の確認欄を点検、授業記録表を完成させ、以降の授業でも理解度に応じた指導ができるよう授業研究を続けた。

## (9) 今後の課題

ア 生徒が自分では理解したと思い を記入したが、実は間違っ理解していたという場合が考えられる。また、確認欄への記入が機械的に行われ、正しく記入されない場合も考えられる。生徒が授業プリントに記入した答えなど、「確認欄」以外の記述部分を教師が点検し、それらと確認欄の記入結果との双方から理解度の把握を行うなど、授業プリント全体からより信頼性の高いデータを得るための方法についてさらに検討が必要である。

イ 授業記録表および授業プリントの確認欄は個の状況を把握するためのものであり、これを個に応じた指導へと生かしていく。本研究においては、机間指導を行いながら授業プリントの確認および授業記録表への記入を行い、主にその授業の中で結果を指導に役立てられるよう取り組んだ。その他の活用方法として、授業後に授業記録表や授業プリントを点検し生徒の状況を把握したうえで、以降の授業の学習指導に役立てることもできる。授業記録や授業プリントを使った効果的な指導方法を開発したい。

## 2 化学・生物分科会

副題 「一斉授業での個に応じた指導」を目的とした最適な班編成や机間指導の研究

## (1) はじめに

学習指導要領では、すべての児童生徒に指導する内容等を確実に指導した上で、児童生徒の実態を踏まえ、学習指導要領に示していない内容を加えて指導することができることを明確化している。その結果、個々の生徒の学習状況の把握が求められ、高校の理科教育における個に応じた指導の重要性は増している。

実際には、習熟度別指導やTTなどが実践されているが、ほとんどは一斉授業である。その一斉授業の中で、班編成や机間指導の回数を工夫することで、効果的な個に応じた指導が可能ではないかと考えた。

特に、実験・観察の授業での、「実感や感動といった思いを経て、興味・関心を引き出し、科学的な自然観をはぐくむ指導」において、個に応じた指導が重要と考えた。

そこで、個に応じた指導における班編成や机間指導の回数や方法の工夫の有効性について研究した。その際、つまずきや興味・関心の内容は生徒個々によって異なるので、授業の目標を達成した生徒や関心をもった生徒が増えることが、一斉授業でありながら生徒個々に対応していることになると考えた。そこで、次に掲げる項目を達成している場合に個に応じた指導が行われたと見なすことにした。

到達目標について到達者の割合が増える。

到達者が更に考察を深める。

## (2) 仮説

次の仮説を立てた。

ア 班編成においては、実験器具等のセット1個あたりの人数が少なく、相談し合える環境をつくりだすことで、個に応じた指導がより効果的に行える。

イ 机間指導においては、単純に回数が多いだけでなく、生徒の理解度の差が生じやすい過程を踏まえることで、個に応じた指導がより効果的に行える。

## (3) 調査対象

A 高校：化学（必修）1年生4クラス、

化学（物理・化学で教科内必修選択）2年生1クラス

B 高校：生物（物理・生物で教科内必修選択）2年生4クラス

C 高校：生物（必修）1年生5クラス

D 高校：生物（物理・化学・生物・地学で教科内必修選択）2年生3クラス

## (4) 事前検証

(2)の仮説のアについて、事前検証を次のように行った。A高校の化学の実験とC高校の生物の作業を行う授業で、 演示実験のみ、 4人1班で1セット、 2人1班で1セット、 1人で1セット（～は、他の生徒と相談ができる環境：実験室）、 1人で1セット（他の生徒と相談しにくい環境：普通教室）というように条件を変えて学習への効果を検証した。

化学において、酸化還元反応は中和反応とならび重要な概念であり、イオン化傾向は活用頻度が高く、金属樹の実験は定番とあってよいものであるから、授業内容を、硝酸銀水溶液に銅板を入れて金属樹を観察する作業と、硝酸鉄( )水溶液に銅板を入れて変化を観察する作業から構成した。そして、それぞれの変化について電子を含む化学反応式で表すように指示した。

上記の ~ のように実験器具を割り当て、班編成における学習効果を比較したところ、「実際に試験管をさわるなど作業を行ったか」という質問に対して、1人1セットの場合は当然としても2人で1セットでも「実際にさわった」と回答した生徒が100%だった。それだけでなく、他の人が書いた結果などを写すのではなく「自分で考えて結果などを書いたか」という質問にも「自分で考えた」と回答した生徒が4人班で1セットのクラスで80%台だったのに対して2人1セットや1人1セットのクラスでは100%であった。このことから、授業に積極的に参加するという雰囲気は、実験室で器具を個別に用意した方が強いことが確認できた。

また、1人で1セットとして実験室で行った実験の方が、4人で1セットのときよりも班内でお互いに教え合う場面が生じ、教える立場になった生徒は、理解が深まり、本質的な質問をしてくるようになった。その結果、授業の内容について「教師の説明が理解できたか」という質問に対しても、「理解できた」と回答した生徒の数が、演習実験のクラスで20%だったのが、2人で1セットでは60%で、1人で1セットでは77%になった。

さらに、自分の操作に間違いがないか「自信があるか」と質問したところ、1人1セットでも相談できる環境とそうでない環境とでは、「自信がある」と回答した生徒の割合に大きな差がでた(相談できる環境では60%だったが、相談しにくい環境では30%だった)。つまり、4人1セットの方が相談する頻度が低いという結果を得たのである。

そして、実験が楽しかったという質問にも、1人1セットでは80%ほどの生徒が楽しいと答えたが、4人1セットではそれが50%にとどまった。

以上を踏まえると、個に応じた指導が最も効果的に行われたのは1人に1セットで相談できる班編成であったと判断できた。

同様な結果がC高校での生物の授業でも確認できた。ここでは、減数分裂モデルの作成を行った。減数分裂での染色体の動きや過程は生殖の単元のみならず、メンデルの法則、遺伝子の組み換え、生物の多様性、種とは何か、といった広範囲の領域と深くかかわり、深く理解させたい分野である。かといって、実物では判別が難しく、難解な印象を与えてしまいがちなので、モデル作成を行った。

50分で事前検証を行った結果、「自分でモデルをつくったか」とか「他の人のを写さずに直接スケッチをしたか」という質問に対して、「はい」と回答した生徒の数が相談できる環境の2人1セットと1人1セットのときの方が、4人1セットよりも20ポイントほど高く、90%を超えていた。

また、班内で「相談したか」という質問に対しても、2人1セットや1人1セットのクラスでは、90%の生徒が「相談した」と回答している。

以上のことを踏まえると、先述のとおり、生物においても1人1セットにおいて生徒が最も試行錯誤し、満足度も高いことが検証された。しかし、生物の作業では、2人1セットでも、相談やスケッチに時間をかけている様子が見え、1人1セットと同様な結果が得られて



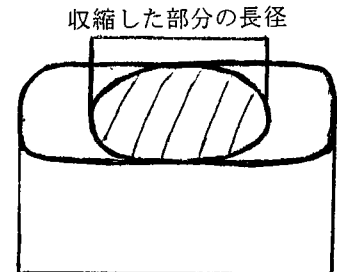
いることも今までの述べた結果から分かる。

つまり、作業内容などによっては、2人1セットでも十分に個に応じた指導における有効な手段になり得るということである。

次に(2)の仮説のイについて、C高校にて、マイクロメーターを用いて、次のように事前検証した。

オオカナダモを使った原形質分離の度合いを計測する実験を行う際に、いつ、どのようにしてポイントを押さえるか、どのような点で生徒の理解の差が生じるのか、ということについて調べた。

オオカナダモの計測する2箇所を生徒に示す方法として、図6に示したような板書を示した。その上で、①板書に加えて教科書のページを指示して各自がそのページを見るようにする、②板書に加えてプレゼンテーションソフトで全体に示すという2通りを行った。また、説明をするタイミングについて、i) 授業の最初に強調する、ii) 生徒の様子を見計らい(準備ができたところで) 強調する場合とで比較した。



オオカナダモの細胞の長さ

図6 板書例

①も②も、今までよく行われてきた方法であるが、①は全体への指導ではあるものの、より個への指導に近いものであり、②はまさに集団全体への一斉指導であるといえる。

アンケートの結果、15個以上読みとる生徒が予想以上に多く、最初に教科書・スライドを見るように指示されたクラスでは、友達や先生に聞く割合が少なくなっていた(表4)。このことから、最初に見せながら説明する方が、実験の方法をより徹底するのに効果的だと判断できた。

また、スライドで説明を受けたクラスでは、教科書を見るように指示しなかったためか、プリントにページが記載されているにもかかわらず、教科書を見ない生徒の割合が多かった。このことは、スライドによる説明が効果的なことを示していると思われる(表4)。

表4 「原形質分離の実験についての結果(C高校)」

1) オオカナダモのどこを測ればよいか、いつわかったか?				
	最初教科書	途中教科書	最初スライド	途中スライド
ア 初めに説明された時	50.0%	24.2%	47.5%	50.0%
イ プリントを自分で読んで	16.7%	15.2%	17.5%	13.2%
ウ 教科書を見た時	11.5%	24.2%	0%	5.3%
エ 映像(スライドか検鏡像)を見た時	1.3%	12.1%	23.8%	5.3%
オ 友達に聞いた時	11.5%	15.2%	3.8%	26.3%
カ その他(先生に聞いて、など)	9.0%	9.1%	7.5%	0%
2) ミクロメーターの目盛りを読みとる時、どんな点が難しいか?(複数回答)				
	最初教科書	途中教科書	最初スライド	途中スライド
ア 目分量	18.4%	22.2%	5.4%	15.2%
イ どこからどこまでか	28.7%	27.8%	39.8%	26.1%
ウ 細胞を目盛りにあわせる	34.5%	41.7%	43.0%	50.0%
エ 何も難しくなかった	8.0%	8.3%	8.6%	4.3%
オ その他	10.3%	0%	3.2%	4.3%
3) 20個の細胞についてマイクロメーターの目盛りを読み取れたか?				
	最初教科書	途中教科書	最初スライド	途中スライド
15個以上読み取れた	81.6%	78.8%	72.2%	55.6%

実験には生徒が理解しにくく差が生じやすい点はあるが、マイクロメーターでの細胞の観察のときは、計るように指示された部分を理解できれば、細胞にマイクロメーターをぴったりと合わせることが生徒の理解の差が生じやすいポイントとなることが分かった。この理解しにくい点を前提にして、点検をするポイントを設定すれば、より生徒の個に応じた指導に近づくのではないかと判断した。

#### (5) 検証授業

事前検証の結果を受けて、1人に1セット、班内で相談できる環境にして、化学・生物それぞれの分野で検証授業を行った。化学では電池について、生物では減数分裂のモデル作成、もしくはウニの発生段階の観察を行った。

この検証授業では、生徒によって理解度の差が生じやすいところで教師が行う机間指導の回数を変えることも併せて実施した。机間指導方法は、班ごとに班員全員ができたなら教師にきたもらい、点検を受けるというものである。

机間指導の回数は1時間では2回、もしくは3回が妥当であると考え、仮説のAの検証結果で最も個に応じる指導ができると判断できた「1人1セットで相談できる環境」において点検回数を1～4回とした。

##### ア 化学について

A高校で数種類の電池の原理などを理解させる授業を展開した(表5)。点検したポイントは、金属の単体と他の金属のイオンでの電子のやり取りに関するところ、電流が流れることにおけるイオン化傾向に関するところ、電池を完成させて化学反応式を書くところである。そして、のみの1回と、との2回と、～の3回の点検とした。

なお、今回の項目を点検することにした理由は、観察した現象を考察する際に次の3つの点が、重要であり、生徒のつまずきも多いからである。

(ア) 観察した現象を化学反応式で表す。

(イ) 観察した現象に法則を用いて説明する。

(ウ) いくつかの現象を組み合わせて目的の現象を再現する。

まず、金属板から気体が発生する現象に関する点検であるが、上記の(ア)に関連して困難な課題であることは明らかだが、教科書に載っているものを探し出せばよいので、困難さのレベルは中程度である。次の電流の流れをイオン化傾向から推測する点検は、上記の(イ)に関連していて、生徒は自力で文章を作成しなくてはいけいけないので、最も困難な課題であると思われる。そして、電池を完成させて、その電池式を書く課題は、前半の電池を完成させる際には考える必要があるが、後半は教科書から探し出すだけである。このように、課題の難易度にはかなりの差がある。

表5 化学I 学習指導計画

科目名： 化学 I 単元名： イオン化傾向 単元の目的： 金属の単体とイオンの反応からイオン化傾向への理解を深める。 本時の目的： ボルタ電池では気体が発生するという問題があり電池として実用的でないことから気体の発生しない電池の仕組みについて理解させて、電池の活物質についての理解を促すことを目的とした。具体的には、以下のような規準が見られるかを検証した。 ① 全員が実験を相談して行う。・・・【技能・表現、思考・判断】 ② 活物質について理解が進む。・・・【知識・理解】 ③ ダニエル電池を長もちさせる方法などに興味をもつ。・・・【興味・関心】				
	指導内容	生徒の学習活動	指導上の留意点	生徒の行動目標
導入5分	・ 前時の復習、本時の目標の説明	・ イオン化傾向の確認 ・ ボルタ電池の欠点の確認 ・ 本時の目標を理解する。	・ 電子のやり取りに注目させる。 ・ 気体の発生に注目させる。	
作業35分	・ 銅を銅イオンを含む水溶液に入れる。 亜鉛を亜鉛イオンを含む水溶液に入れる。 ・ 銅を亜鉛イオンを含む水溶液に入れる。 亜鉛を銅イオンを含む水溶液に入れる。 ・ ダニエル電池のビーカー内の溶液として、水と硫酸亜鉛水溶液とどちらが適しているか考える ・ 正解のダニエル電池を組み立てて、プロペラが回ることを確認する。 そして、電極間の水溶液中を何がどの方向に移動しているから、電池になるか考える。	・ 変化を観察する。 ・ ここで、変化が起きるのはどちらなのか確認して、その変化の化学反応式を、班員全員が書けたら教師にきてもらう。(点検1) ・ ダニエル電池のビーカー内の溶液として、水と硫酸亜鉛水溶液を試し、どちらがいいのか判断できたら教師にきてもらう。(点検2) ・ プロペラが回ったら両極での反応を考えて教師にきてもらう。(点検3)	・ このとき、変化が起きないことを確認する。 ・ 両極での反応を式で示す。	・ 化学反応式を書く。 ・ 両極での反応を式で示す。
まとめ10分	・ ダニエル電池の特徴と活物質についての質問に答える。そのうち、CGを使った画像での説明を聞く。	・ 活物質への理解を深める。	・ 両極で質量の変化している物質に注目させる。	

イ 生物について

B高校で減数分裂のモデル作成、D高校でウニの発生段階プレパラートを用いた顕微鏡観察をそれぞれ行った。表6には減数分裂のモデルの学習計画を示す。点検するポイントをモデル作成では、①第1分裂前期、②第1分裂中期～後期、③第2分裂中期～後期で、①のみ1回、①と②の2回、①～③の3回の点検とした。ウニの発生段階では、①顕微鏡の調整や材料の確認、②1つめのプレパラートを作成して検鏡、③2つめのプレパラートを作成して検鏡、④3つめのプレパラートを作成して検鏡で、①と②の2回、①～③の3回、①～④の4回の点検とした。

表6 生物I 学習指導計画

科目名 : 生物I 単元名 : 生殖 単元の目的 : 種の維持のために子孫を作っていく生殖のしくみについて理解する。 本時の目的 : 減数分裂での染色体の動きや過程は生殖の単元のみならず、メンデルの法則、遺伝子の組み換え、生物の多様性、種とは何か、といった広範囲の領域と深く関わり、深く理解させるには、板書を写すだけでは難しい。かといって、実物の実験ではなかなかどの過程のものか判別が難しく、難解な印象を与えてしまいがちである。 そこで、モデルで単純化した作業を、実験室で4人班で個々に割り箸セットを使える環境で、教師の点検を50分授業の中で2回行うことにした。この作業により減数分裂が分かったという感覚がもてるようにすることを目的とした。具体的には、以下のような到達が見られるかを検証した。 ① 全員がモデルを相談しながら自分で組み立てる。      ・ ・ 【技能・表現、思考・判断】 ② 減数分裂の過程について理解度が上がる。            ・ ・ 【知識・理解】 ③ モデルを自分で動かして興味、関心を示している。      ・ ・ 【興味・関心】				
	指導内容	生徒の学習活動	指導上の留意点	生徒の行動目標
導入 5分	・ 前時の復習と本時の目標の説明	・ 前時の復習 ・ 本時の目標を理解する。	・ $2n = 4$ とする。	
作業 35分	・ 減数分裂における染色体の動きのモデル化  ・ 第1分裂前期のモデル化  ・ 第1分裂中期から後期・第2分裂中期から後期のモデル化	・ 机上においてある、赤大、赤小、無色大、無色小の割り箸の中から必要だと判断した数をとる。  ・ 第1分裂前期についてプリントの上に割り箸でモデルをつくり、個々の考えをワークシートへ記録する。  ・ 第1分裂中期から後期・第2分裂中期から後期をプリントの上に割り箸を置いてモデルをつくり、同様にワークシートに記録する。	・ 割り箸の特性（割って使うという用途）を意識させる。 ・ 1人に1セットの割り箸モデルを作り4人の班で検討する。  ・ 正解（赤大1、赤小1、無色大1、無色小1）を言う。  ・ 個人で正解と考えられるモデルを、班員全員が考えたら、教師に連絡し点検を受けさせる。  ・ 個人で正解と考えられるモデルを、班員全員が考えたら、教師に連絡し2つまとめて点検を受けさせる。	・ 分裂前に複製されていることをわかりやすくモデルで示すためには、染色体の縦裂と割り箸の縦の線が一致すると考えて、割り箸1膳を1本の染色体とみなすことがよいことに気付く。  ・ 相同染色体は卵由来と精子由来とで色分けをした方がわかりやすいことに気付く。  ・ 正解のモデルを理解する。  ・ 正解のモデルを理解する。
まとめ 10分	・ 減数分裂に特有の染色体の動きの確認	・ モデル化の結果と気がついたことをワークシートに記入し、まとめの問題やアンケートを記入する。	減数分裂に特有の染色体の動きについて説明を聞く。	・ 時間的余裕があれば、生徒に減数分裂の過程を、紙コップに割り箸を入れて発表させる。 ・ ワークシートの正解を言う。

(6) 検証授業の評価

ア 実験への参加の度合い、集中度、内容の理解度について

今回は化学の内容は難しかったようで、理解に努力を要する結果のため、教師が聞きに行く回数については2回程度でほぼ満足する結果となった(表7)。

表7 化学I検証授業におけるアンケート結果(A高校)

		点検1回	点検2回	点検3回
自分で実験したか	はい	100%	100%	100%
化学反応式は正解か	はい	69%	80%	76%
わからない部分はあったか	はい	90%	85%	92%
グループ内で話し合ったか	はい	98%	100%	100%
もっと先生に点検してもらいたかったか	はい	95%	34%	13%
活物を挙げる事ができたか	はい	79%	89%	82%

生物でもB高校の減数分裂作業では2回と3回、D高校のウニの発生段階プレパラートの観察では3回と

4回で差はほとんどみられなかった。作業や実験の内容や量にもよるが50分では2~3回が妥当であることが確認できた。

イ 教え合いの有無、質問の相手、満足度について

机間指導の回数が多い方が、グループ内で急いでやらなくてはいけないことが増えるので、話し合いが増えることが予想され、モデルを書くなど、課題に時間がかかる場合は、ゆとりが減っていたようだ。困ったときどうしたか、という問いに対して、机間指導1回

表8 生物I検証授業におけるアンケート結果(B高校)

		点検1回	点検2回	点検3回
自分でモデルをつくったか?	はい	97.4%	87.2%	87.2%
実験への参加の度合い				
モデルを直接見てスケッチしたか?	はい	83.8%	81.4%	61.5%
実験への参加の集中度				
説明を理解したか?	はい	83.4%	74.3%	75.3%
実験内容への理解度				
グループで話し合ったか?	はい	65.8%	84.3%	61.6%
互いに教え合う場面				
困ったときどうしたか。	友達	60.5%	38.1%	46.2%
	先生	0.5%	36.8%	30.8%
	自分で	3.2%	5.1%	19.2%
	放置	7.9%	7.6%	3.8%
	その他	7.9%	0.0%	0%
楽しかったか?	はい	60.5%	75.7%	48.7%
生徒の満足度				
減数分裂での染色体の動きは今までよりわかったか?	はい	59.4%	68.3%	69.3%
作業による理解度の向上				
生殖細胞の染色体の組み合わせが今までよりわかったか?	はい	63.2%	65.0%	66.6%
作業による理解度の向上				

では、教師より友達に聞いており、机間指導の回数が増えると、教師に聞く回数が増えている(表8)。全体への説明を中心に行うか、自分たちで考える時間を充分とるか、机間指導を細めにとった方が効果があがるのかを見極める必要があるものと考えます。

ウ 作業や実験による理解度の向上について

机間指導の回数を増やした方がこちらの到達目標に近づき今までより分かったという感覚をもつ生徒の割合が増えた(表8、表9)。今回、

表9 生物I検証授業におけるアンケート結果(D高校)

		点検2回	点検3回	点検4回	
自分で顕微鏡を操作しましたか?	実験への参加の度合い	はい	100%	94.6%	100%
直接見てスケッチしたか?	実験への参加の集中度	はい	88.5%	83.8%	94.6%
時期を判断できたか?	実験内容への理解度	はい	26.9%	54.1%	29.7%
グループで話し合ったか?	互いに教え合う場面	はい	69.2%	59.5%	67.6%
困ったときどうしたか?	友達	26.9%	54.1%	32.4%	
	先生	30.8%	10.8%	27.0%	
	自分で	3.9%	5.4%	0%	
	放置	3.9%	5.4%	8.1%	
	その他	3.9%	0%	0%	
楽しかったか?	生徒の満足度		61.5%	51.4%	70.3%
ウニの発生について今までよりわかったか?	はい	34.6%	56.8%	48.7%	
実験による理解度の向上					
ウニの発生段階について今までよりわかったか?	はい	42.3%	56.8%	54.1%	
実験による理解度の向上					

減数分裂の作業を実施した高校では、机間指導の回数は2回が妥当で、3回は時間を増やさない限り、かえって満足度を減らすことにつながったと思われる。生徒の様子や課題に合わせて、生徒の理解度の差が生じやすい過程を踏まえて、机間指導の回数を決める必要があることが分かった。反対に、机間指導の回数を減らしてもいいから、全体への説明の時間を取ってほしいという意見もA高校で聞かれた。このような結果は、生物の結果と比較すると実験や授業の内容に応じて机間指導の回数を設定する必要があることを示している。

#### エ 考察を深めることについて

化学での「この授業に関連してさらに知りたいと思うようになったことがあるか」という質問への答えには予想以上に本質的な理解をしようとする態度が見られた。例を挙げると、以下のようなものがあった。

- ・銅イオンと亜鉛が接触していないのにどうして亜鉛が溶け出すのか。
- ・半透膜をイオンが通過することについてもっと知りたい。
- ・亜鉛イオンは電子をもらって亜鉛に戻ることはないのか。
- ・半透膜の中と外の溶液を反対にしてもいいのか。
- ・銅イオンが半透膜を通過していないのは溶液の色で判断できるが、亜鉛が移動していないのはどうやって知ることができるか。

生物でも、以下のようなものがあった。

- ・いろんな細胞が生まれることに関係があるのか。
- ・どうして対合できるのか。

実験時の細かい点検により、正解だと言うたびにその班で教える立場になった生徒が自信をつけていった様子が見受けられた。また、本質的な質問をした生徒は、理解している生徒に限らなかった。理解している生徒をよりできるようにという設定だったが、習熟の程度にかかわらず、興味、関心を刺激したものと考ええる。

#### オ 机間指導にかかる時間について

班ごとに点検をしたので、点検を受ける際に生徒に挙手させて、その時点から教師がその班の点検を行うまでにかかった時間を計測した。その結果、化学では個々の班の解答へ到達時間に差がでる内容だったため、教師も時間的な余裕をもって確認することができた。

生物の減数分裂モデル作成時は教師が確認するために、少し時間がかかった。生物の今回の作業では、ほぼ同時に完成するので、点検が集中したときには、確認に時間を要することもあった。生徒ごとあるいは班ごとに解答にたどり着く時間に差がでる問題を設定すれば、生徒の話し合いの雰囲気を生み出すことができ、教師による点検に時間的な余裕を生むことが分かった。

以上の通り、仮説では教師による机間指導の回数はその回数が多いほど、個に応じていると考えていたが、アンケート結果からは机間指導の回数と内容の理解（正解率）、興味・関心については、あまりはっきりとした相関や傾向を得ることはできなかった。しかし、作業（実験）内容については、机間指導の回数が1回より2～3回の方が、理解できたと思う生徒の割合が上昇し、4回ではあまり差がみられなかった。

すなわち、今回、減数分裂の作業を実施した高校では、点検は2回が妥当で3回は時間を

増やさない限りかえって満足度を減らすことにつながったと思われる。

(7) 発展

実験をTTで行った場合と、教師一人で生徒が間違いやすい過程を意識して点検をする場合とで、どのくらい差が生じるか比較してみた。

表10 体細胞分裂像を識別し観察できた割合 (B高校)

説明後	A) TTの場合		B) 2回点検		C) 1回点検 全体に解説		C') 1回点検 自分で確認	
	30分	60分	30分	60分	30分	60分	30分	60分
前期	96.4%	100%	91.2%	100%	84.8%	100%	86.2%	89.7%
中期	71.4%	92.9%	76.5%	91.2%	51.5%	81.8%	55.1%	69.0%
後期	64.2%	75.0%	82.4%	94.1%	51.5%	72.7%	58.6%	75.9%
終期	71.4%	84.4%	73.5%	67.6%	66.7%	75.8%	55.2%	58.6%
平均	75.9%	88.4%	80.9%	88.2%	63.6%	82.6%	63.8%	73.3%

B高校にてタマネギの根端細胞の体細胞分裂の顕微鏡実験を行った。この実験では、顕微鏡にある程度習

熟している生徒でも、重要な過程(根端をほぐす、押しつぶす)をしっかりと行わなければ、目標(分裂像を識別して観察する)に到達しにくいものである。そこで、次のように条件を変えて実験を行った。A) TTで、各テーブルを順にまわって指導。B) 根端をほぐして粥状になったら、各自、教卓に来て点検を受け、班で染色後押しつぶしの状態を教卓で2回目の点検を受ける。(検鏡時には、質問があればその場で指導) C) 根端をほぐして粥状になったら、各自、教卓に来て点検を受け、班で染色後押しつぶしをする(ただし、C:教科書の顕微鏡写真で各時期を一斉に解説、C':自分で教科書の模式図などを確認するよう指示)。

表10からは、TT形式でずっと実験室の机を回りながら指導したAの指導方法と、間違いやすい過程を踏まえて、教卓に来て2回チェックを受けて検鏡時に質問に答えたBの指導方法とで、ほとんど差がなかった。つまり、上記のBの指導方法のように、プレパラートの途中段階で教卓に来させて点検をすると、待ち時間が少なく、かつ個別に指示が出せる利点がある。また、CとC'の比較で分かるように、どの分裂期のどの時期のものなのかというポイントを早い段階で示して理解を深めておくことが重要で、そうすることで、実験操作等の理解という側面においては、一人の教師による一斉授業でTTによる授業と同等の効果を期待することができることが分かった。

(8) おわりに

今回の化学・生物分科会での研究では、実験授業における条件や方法についての授業方法の研究が中心になった。個性や意欲、関心、理解、受け取り方をもった一個人に応じた授業をするには、個々の教師の個性や力量とりわけ観察力が重要になってくる。しかし、今回の研究の結果、一定の条件や方法で行えば、生徒が自分自身で取り組み、教え合う環境が生まれ、教師の指導が行われやすくなり、自然に効果が上がり、到達目標に到達する生徒が増え、考察を深める生徒も増えることが確認できた。結果に示したとおり、班編成と机間指導の回数について効果的な条件としては、相談しやすい環境で1人ないし2人に実験器具1セットある状況で、観察・実験で生徒のつまずきやすい箇所をふまえた提示方法を実施し、さらに机間指導を2~3回行えば、少なくともTTと同等の効果が生じることが確認できた。

本研究において、結果から仮説の検証は十分行えたが、同じ観察・実験環境で、同じ机間指導の回数でありながら B 高校と C 高校で同じ実験に対する満足度に差が出た。このことは、クラスの状況や教師の対応の仕方が影響する側面があることを示している。そこで、クラスの影響をなくした調査方法が、今後の研究に望ましい。

また、A 高校で、机間指導の回数を増やすよりも全体に説明をしてほしいと希望する生徒がいた事実は、一人の生徒の発言内容に応える形で一斉授業の中でフィードバックすることも個に応じた指導になっていることを示していると思われる。

### 研究の成果と今後の課題

「一斉授業での個に応じた指導」という研究主題を掲げ、その開発・活用について研究を行うため、理科部会では2つの方法で研究を行った。物理分科会では授業評価表・授業プリントを用いる視点、化学・生物分科会では一斉授業の実験における班編成と机間指導の回数とその方法の影響を考慮して授業を行う視点である。それぞれ以下のように研究の成果を得た。

#### 1 物理分科会における研究の成果

- (1) 教師の授業記録表と、生徒記入の授業プリント確認欄を組み合わせることでその活用方法を研究したが、確認欄の記入を記号化することにより授業記録表への記録が容易になり、これを基に生徒の理解状況を把握し、個に応じた指導を行えることが確認できた。
- (2) プリントの課題に生徒が正しく答えていると、教師は生徒が理解できたものと判断しがちであるが、生徒によってはまだ不安に感じていたり、理解できていないと思っている場合がある。確認欄を点検することにより、生徒が自分自身の理解状況をどう判断しているのか、教師は把握することができる。
- (3) 授業実践を行って生徒の活動を観察した際、同じ箇所の確認欄の記入を何度か書き直している生徒が見られた。このことは生徒が自分の理解状況を探っていることの証である。今学んだ内容のどこが理解できたのか、また、どこが理解できなかったのかを知ることに役立つ学習に有意に働くと考える。
- (4) 授業記録表および授業プリント確認欄を用いた学習指導は、今回研究した波の単元以外でも活用でき、さらには物理に限らず他教科でも同様に利用可能である。

#### 2 化学・生物分科会における研究の成果

- (1) 班編成は実験器具等のセット1個あたりの人数が少なく、相談しあえる環境をつくりだすことで個に応じた指導がより効果的に行えるという仮説をたてて、その検証に取り組んだ。その結果、班編成は、4人1組で実験器具は1人で1セットが、一番効果的であること、内容、作業量によっては、2人1組も効果的であることが示された。
- (2) 机間指導の回数はその回数が多ければ多いほど、個に応じていると考え仮説を立てたが、到達目標について到達生徒の割合が増えることについては、はっきりとした差はみられなかった。しかし、到達目標の内容について以前より分かったと思う生徒の割合と満足度は、1回と2回の比較において特に増加がみられた。すなわち、今までより分かったという感覚をもつ生徒の割合が増え、満足度が上がるのは、50分間では2～3回で妥当といえる。



(3) アンケートでは、机間指導の回数と内容の理解（正解率）、興味、関心については、あまりはっきりとした相関や傾向を得ることはできず、クラスや生徒の差などの他の要因の方が影響が大きいことが示唆された。

(4) 机間指導の回数においては、単純に多だけでなく、その方法として、生徒の理解度の差が生じやすい過程（キープロセス）をふまえることで個に応じた指導がより効果的に行えると仮説をたてた。このことについては、実験におけるキープロセスの提示方法と点検、指導方法について検討を行った。実験のキープロセスの説明は、最初に教科書やスライドを見せながら説明するほうが、より徹底することが示唆された。その後、教師一人の場合は、自分で回りすぎず、プレパレートやプリントなど、持ち運びできるものは、教卓にもって来させて、個に応じて声をかけることを心がけると、個に応じて効率よく対話ができ、成果が上がるということが示唆された。また、これは、教室での授業にも有意に働くと考える。

### 3 まとめ

以上のとおり、2つの分科会に分かれ、異なる視点から、一斉授業における個に応じた指導について研究した。実際には、片方の分科会の研究成果だけでなく、両方の分科会の研究成果をふまえて授業に生かすことが、個に応じた指導の一層の充実につながる。

個に応じた指導はこれまでもさまざまな研究や実践報告がされているが、ハード面だけが重視され、習熟度別、TTや実験器具の開発などに重点がおかれていた。しかし、少人数であっても、個に応じた授業になっているとは限らない。教師と生徒との信頼関係のもとに、今回の研究で示した視点を少人数でも考慮する必要があるといえよう。

今回の学級を単位とした研究は、個々の教師と生徒との人間関係に影響を受けるものであるので、本報告書の各分科会で記述されているように、なおいくつかの課題がある。

しかし、可能な限り個を生かした一斉指導がありうるという視点が、少しでも実証できたことに大きな意義があると考えられる。さらに、教師の観察力などの力量も大事であるが、個々の教師が、授業の方法についても、個を生かす自分なりの方法を改革していくことの重要性が示されたといえる。他の研究結果も検討し、研究をさらに発展させていきたい。

### 【文献】

1. 神奈川県横須賀市立池上中学校(1993)；一斉授業における個にせまる学習指導，平成4年度・5年度文部省・横須賀市教育委員会指定 生徒指導総合推進校研究紀要，pp1～76.
2. 神奈川県横須賀市立大津中学校(1996)；生徒一人ひとりが生きる魅力ある学校をめざして -やる気を起こさせる指導の工夫-，平成7年度・8年度文部省・横須賀市教育委員会指定 <研究領域>教育課程一般・特別活動 研究紀要，pp 1～91.
3. 築地久子(1999)；生きる力をつける授業 -カルテは教師の授業を変える-，黎明書房，pp1～234.

平成16年度 教育研究員名簿(理科)

分野	地区	学 校 名	氏 名
物理	3	東京都立 練馬工業 高等学校	小 澤 直 彦
	5	東京都立 荒川工業 高等学校	村 田 律 子
	8	東京都立 小 平 西 高等学校	小 坂 英 之
化学	2	東京都立 駒 場 高等学校	田 中 義 靖
生物	4	東京都立 北 園 高等学校	南 智 子
	10	東京都立 狛 江 高等学校	坂 庭 愛 子
	10	東京都立 永 山 高等学校	神 正 史

世話人 副世話人

担当 東京都教職員研修センター 統括指導主事 宮 下 治  
指導主事 福 嶋 一 佳

平成16年度教育研究員研究報告書

東京都教育委員会印刷物登録  
平成16年度 第21号  
(東京都教育委員会主要刊行物)

平成17年1月24日

編集・発行 東京都教職員研修センター  
所在地 東京都目黒区目黒1-1-14  
電話番号 03-5434-1974

印刷会社名 鮮明堂印刷株式会社