

# 指導資料

## 理科 第255号



鹿児島県総合教育センター

—中学校、盲・聾・養護学校対象—

平成18年5月発行

### 基礎・基本の定着を図る中学校理科学習指導の充実

—平成17年度「基礎・基本」定着度調査の結果を踏まえた指導法の工夫—

鹿児島県教育委員会では平成15、16年度に引き続き、平成17年度「基礎・基本」定着度調査（以下「今回」という。）を実施した。この調査は、学習指導要領が示す基礎的・基本的な内容のうち、「読み・書き・算」等の基礎学力について県全体の実態を把握するとともに、各校の課題を明確にし、きめ細かな指導法の改善に資するなど、基礎・基本の定着を目的としたものである。

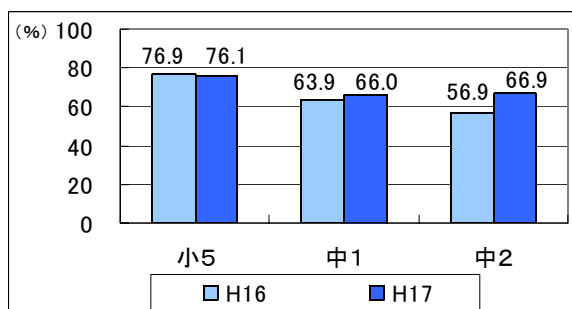
今回も、平成16年度「基礎・基本」定着度調査（以下「前回」という。）と同様に、小学校第5学年で国語、社会、算数、理科、中学校第1学年及び第2学年で国語、社会、数学、理科、英語について、各学年すべての児童生徒を対象に実施した。

そこで本稿では、今回の理科の結果について前回の結果と比較しながら分析するとともに、基礎・基本の定着を目指す理科学習指導法の工夫改善について述べる。

#### 1 定着度調査の結果と考察

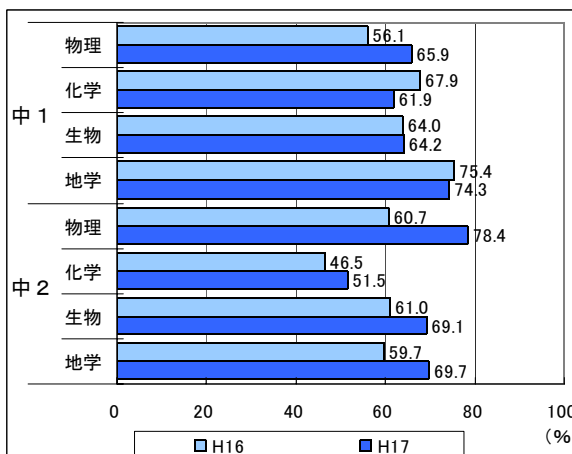
今回の結果について、全県的な傾向を明らかにするため、前回の平均通過率と比較しながら、学年別、領域別、観点別の傾向を述べる。

(1) 学年別の平均通過率



前回と比べ、中学校においては平均通過率が高くなる、学年差がなくなるなど、各学校での取組の成果がうかがわれる。しかし、小学校との間には依然として差があることから、内容の系統性を重視した学習指導を継続することが求められる。

(2) 領域別の平均通過率

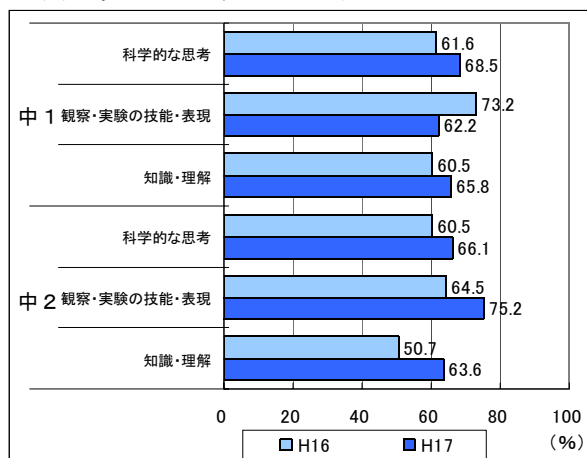


前回と比べ、第2学年の平均通過率が高く、特に、物理領域の伸びが大きい。

前回の出題内容が誘導電流という視覚的にとらえにくい現象であったのに対し、今回は磁界の中で電流が受ける力という視覚的に認識しやすい現象であったことによるものと考えられる。

視覚的にとらえにくい内容の理解、定着が難しいことは、「原子・分子」を扱う化学領域の平均通過率が前回同様50%前後にとどまっていることや、第1学年の凸レンズによる像のでき方に関する問題の通過率が約45%であることなどからも分かる。これらの内容については、具体的なモデルや模式的な図を活用するなどして、生徒の概念形成を支援するための工夫を一層充実していく必要がある。

### (3) 観点別の平均通過率



前回に比べ、多くの観点で通過率が高くなっている。その一方で、第1学年の「観察・実験の技能・表現」では通過率が低くなっている。特に、ガスバーナーに着火する操作順序、観察対象を顕微鏡の視野の中央にとらえる操作方法に関する問題の通過率が低い。一連の操作を生徒一人一人に行わせる等、確実に習得させる工夫が求められる。

また、「知識・理解」の通過率が「科学的な思考」より低い点は前回と同じで、特に、用語を問う問題の無答率が高い。

学年	大問	中間	小問	正答	解答方法	無答率
中1	4		2	中和	用語記述	21.9%
	6	2	1	化石	用語記述	5.7%
	2		2	340m	計算結果	3.9%
中2	6		3	蒸留	用語記述	16.2%
	4	1	2	肺胞	用語記述	6.6%
	7		2	1.5V	数値読取	4.5%

原因としては、繰り返しの指導の不足だけでなく、生徒が学習の内容や過程に自分なりの意義を見出せていないこと等が考えられる。目的意識を明確にして問題解決活動に臨ませる、学習内容を相互に十分関連付けさせるなどして、定着をより確実なものにしていきたい。

### (4) 教育課程実施状況調査との関連

	通過率の平均		全国を下回った問題例	
	全国	本県	内容	全国 本県
中1	53.6%	59.7%	用語記述(中和)	55.2% 51.6%
中2	67.5%	71.2%	電圧計読取(1.5V)	79.7% 73.3%

一部の問題では「平成15年度教育課程実施状況調査」と類似の内容があった。通過率の平均は全国を上回っているが、基本的な用語や技能に関する問題で、全国の通過率を下回っているものがある。

「(3) 観点別の平均通過率」で述べた課題は、この結果からもうかがわれる。

## 2 結果を踏まえた改善策

今回の結果から求められる改善の視点は次の5点である。

- 1 問題解決への明確な目的意識や見通しをもたせる。
- 2 学習内容を相互に十分関連付ける。
- 3 視覚的にとらえにくい内容では、モデ

ルや模式図を用いた考察や検証を工夫する。

4 一連の操作技能を一人一人が確実に習得できる場面を工夫する。

5 事実に基づく考察を徹底する。

これらについて、平均通過率が低かった問題を例に挙げながら述べる。

(1) 問題解決への目的意識や見通し

基本的な用語を問う問題で、平均通過率が低く、無答率が高いという傾向があった。

【第1学年】

4 [第1学年の学習内容から出題]

図のようにBTB溶液を数滴入れたうすい塩酸に、うすい水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加え、かき混ぜながら色の変化を見る実験をしました。



(2) BTB溶液の色の変化

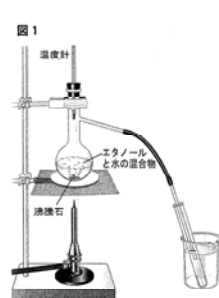
から塩酸の性質が打ち消されていくことが分かる。このように、それぞれの性質をたがいに打ち消し合う反応を何というか。

平均通過率	51.6%
正答	中和
多かった誤答	打ち消しあう反応 (無答率21.9%)

【第2学年】

6 [第1学年の学習内容から出題]

図1のような装置で水とエタノールの混合物を熱して、出てくる物質を調べました。



(3) 図1のようにして、液体の混合物を沸騰させ、出てくる気体を冷やした。再び液体として取り出すことを何というか。

平均通過率	30.7%
正答	蒸留
多かった誤答	再結晶 (無答率16.2%)

この2問では特に無答率が高くなっている。繰り返しの指導や家庭学習の課題などにより定着を図るだけでなく、生徒が学習の意義を実感できるような授業展開をめざしたい。そのためには、まず、明確な目的や見通しをもって問題解決活動に臨めるよう、導入を工夫する必要がある。

この2問を例に、その工夫例を述べる。

【中和】

導入

表に示した事象提示を行ったのち、結果に基づいて次の議論をさせる。

① 水溶液の性質はどう変化したのか。

試験管	A	B	C	D
塩酸	5ml	5ml	5ml	5ml
水酸化ナトリウム水溶液	0ml	2ml	4ml	6ml
マグネシウムリボンとの反応	気体がさかんに発生	気体が発生	気体がわずかに発生	変化なし
液の性質	?	?	?	?

② そのように考えられるのはなぜか。

③ 中性になることはあるのか。

もたせたい目的意識

塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加え、何とかして中性にする。

もたせたい見通し

○ 塩酸や水酸化ナトリウム水溶液の量をほどよく調整すれば中性にできる。

○ 水溶液の性質の移り変わりをみるためには、色の変化だけで判断できるBTB溶液が便利である。

生徒に実感させたい内容

① 酸性とアルカリ性の水溶液を混ぜ合わせただけで、中性になるのはまれなことである。しかし、たがいの性質を打ち消し合う反応(中和)は常に起きている。

② 水溶液の性質を判断する指示薬は、目

的によって使い分けると便利である。

**【蒸留】**

**導入**

エタノールを取り出す方法について次の視点から議論をさせる。

- ① エタノールと水の性質の中で、エタノールを取り出すという目的に利用できそうな違いは何か。
- ② エタノールの気体が多く出てきそうなのは何℃ぐらいのときか。そのエタノールを集めるにはどうすればよいか。
- ③ 加熱したときの温度変化をグラフにすると、どのような形になりそうか。

**もたせたい目的意識**

エタノールと水の混合物から沸点の違いを利用してエタノールを取り出す。

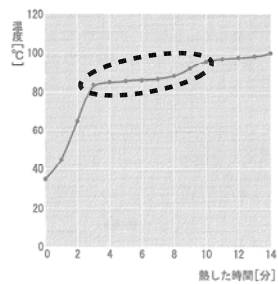
**もたせたい見通し**

- 混合物の温度がエタノールの沸点付近になったときエタノールを多く含む気体が出てくる。
- 温度変化をグラフにすると、エタノールの沸点付近に何らかの特徴が表れる。

**生徒に実感させたい内容**

- ① エタノールと水の混合物を加熱すると、エタノールの沸点付近でエタノールの気体が多く発生し、それを冷やすとエタノールを多く含む液体が取り出せる。これを蒸留という。

- ② 温度変化をグラフにすると、エタノールの沸点付近に特徴が見られる。(部分)



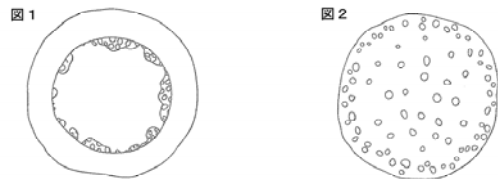
- (2) 学習内容相互の十分な関連け

学習内容が相互に十分関連付けられていないため、定着が思わしくない場合もある。

**【第1学年】**

**72 [第1学年の学習内容から出題]**

数種類の植物の茎をうすく輪切りにして、顕微鏡で横断面を観察した。その結果、維管束の並び方の違いから、次の図1と図2のような2つのグループに分けた。



(1) 維管束の並び方が図1のように観察された植物だけの組み合わせはどれか。

- ア アブラナ， トウモロコシ， ホウセンカ
- イ アブラナ， アサガオ， ホウセンカ
- ウ アサガオ， ホウセンカ， ユリ
- エ アサガオ， トウモロコシ， ユリ

平均通過率	48.4%
正 答	イ
多かった誤答	ウ， ア

(2) 図2のように観察された植物には共通した特徴があった。それは何か。

- ア 葉脈は網目状で、根には主根と側根がある。
- イ 葉脈は網目状で、根はひげ根である。
- ウ 葉脈は平行で、根には主根と側根がある。
- エ 葉脈は平行で、根はひげ根である。

平均通過率	49.9%
正 答	エ
多かった誤答	ア， イ

学習内容を他の事象に適用すると、生徒にその意義をより強く実感させることができる。さらに多くの事象に適用すると学習内容の相互の関連付けや構造化が強化され、定着を確実なものにすることができる。

大単元「植物の世界」について、指導のポイントを述べる。

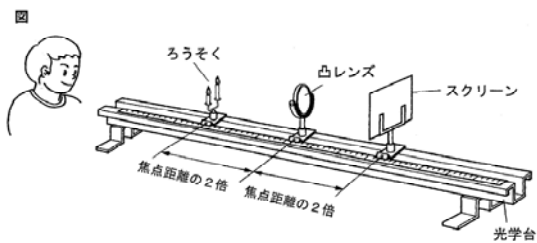
- ① 単元の導入では、花をつける植物をできるだけ多く観察させ、花、葉、根や茎などの特徴を把握させておく。
- ② 単元の展開では、①の特徴の共通点と差異点とに着目して、植物をなかま分けしていくという視点で進める。
- ③ 単元の終末では、同定にはこだわらず、被子植物の葉脈、根のつくり、維管束のならば方と単子葉類・双子葉類の区別とを関連付ける活動を行わせる。

(3) モデルや模式図を用いた考察の工夫  
 視覚的にとらえにくい内容の学習ではモデルや模式図を用いるだけでなく、より確かな理解を図る工夫が必要である。

【第1学年】

12 [第1学年の学習内容から出題]

うす暗い部屋で、ろうそく、凸レンズ、スクリーンを図のように一直線上に並べ、スクリーンにろうそくの全体像をはっきりとうつるようにした。



- (1) このとき、スクリーンにうつっている像について、正しく述べているものはどれか。
- ア 上下左右が逆さまにうつっている実像
  - イ 上下だけが逆さまにうつっている実像
  - ウ 上下左右の向きが変わらない虚像
  - エ 上下左右が逆さまにうつっている虚像

平均通過率	45.5%
正答	ア
多かった誤答	イ

(2) 図の凸レンズの位置は固定したままで、スクリーンに今より大きな像をはっきり映すにはどうしたらよいか。

- ア ろうそくを凸レンズに近づけ、スクリーンも凸レンズに近づける。
- イ ろうそくを凸レンズに近づけ、スクリーンを凸レンズから遠ざける。
- ウ ろうそくを凸レンズから遠ざけ、スクリーンも凸レンズから遠ざける。
- エ ろうそくを凸レンズから遠ざけ、スクリーンを凸レンズに近づける。

平均通過率	45.6%
正答	イ
多かった誤答	ア, エ

【第2学年】

52 [第2学年の学習内容から出題]

図のようなガラス製容器で水を沸騰させたところ、容器の注ぎ口付近では、(A) 何も見えないのに、注ぎ口から少し離れたところでは、(B) さかんに湯気が発生しているのが観察された。



(1) 水が、下線部(A)の状態から(B)の状態になるときの状態変化について、原子・分子のモデルで正しく表しているのはどれか。

- ア 水の分子どうしの間隔が広がり、体積が大きくなる。
  - イ 水の分子どうしが集まり、体積が小さくなる。
  - ウ 何もなかったところに、水の分子ができる。
  - エ 原子どうしの結びつき方が変わり、体積が小さくなる。
- 何も無い →

平均通過率	29.9% (前回37.5%)
正答	イ
多かった誤答	ア, エ

(2) 次のア～オの化学式で示された物質のうち、分子として存在するものをすべて選べ。

- ア MgO    イ CO<sub>2</sub>    ウ N<sub>2</sub>
- エ Fe    オ S

平均通過率	17.6% (前回15.0%)
正答	イウ
多かった誤答	アイウ, イエオ

これらのうち、第2学年の原子・分子については、前回とおおむね同じ内容で出題されたにもかかわらず、定着に改善が見られていない。事実をモデルや模式図と関連付けて考察する学習が形式的なものになっていることが懸念される。

モデルや模式図を用いる際は、生徒の認識傾向やつまずきの状況を適切に把握しながら、細かな指導段階を設定する、異なる視点からも考察させるなどの工夫が必要である。

「凸レンズでできる実像」についての理解を深めるには、次のような工夫が考えられる。

○ 実像が上下だけでなく左右も逆に映っていることを強く認識させるため、次のような手だてを組み合わせる。

- ① 像を観察する生徒の視点を定める。
- ② 左右の違いをとらえやすくするため、ろうそくの炎のゆらぎに着目させたり、高さの異なる2本のろうそくや色の異なる2個の電球を光源に用いたりする。
- ③ 生徒が像のでき方に納得できるまで実験をやり直せるような、時間的なゆとりのある授業展開にする。

- ④ 必要に応じて、空箱とルーペを組み合わせ



空箱カメラで見える像

たカメラを用い、実物と実像の見え方の違いを確認させる。

- ⑤ 像のでき方を作図で考察する場合は、鉛直方向だけでなく、水平方向を加えるようにする。

○ 「できるだけ大きな実像をつくるには物体やスクリーンの位置をどう工夫すればよいか」など、下線を付した部分から物体、スクリーン、凸レンズ、焦点の位置関係を生徒が必然的に意識できるような学習課題を工夫する。

状態変化や化学変化などを原子・分子のモデルで考察する際は、抽象の度合いが急に上がらないよう、次のように段階的な学習を進める工夫が求められる。

- ① 状態変化や化学変化の前後で物質の種類やその状態、体積、質量がどう異なるのか、あるいは、同じなのかを確認する。
- ② それぞれの状態や物質を原子・分子のモデルでどう表せばよいかを考えさせる。
- ③ 変化全体を②のモデルを用いて考察させる。このとき、モデルを数多く用意し、できるだけ事実に近いイメージをもたせる。
- ④ ③のモデルの煩雑さに気付かせた上で、できるだけ簡潔に表すための必要最小限の組み合わせを考えさせる。

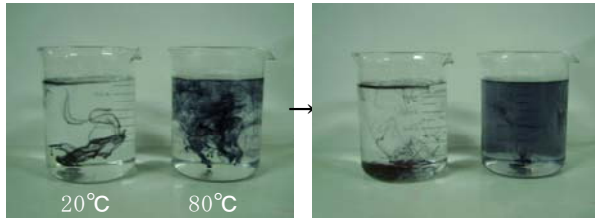
#### 【液体⇄気体の状態変化】

液体の水が気体へ状態変化する様子を考察する際は、右のような実験を行わせると、「液体の水が気体に変化すると体積が大きくなる」、「その変化は温度変化に伴って可逆的に起きる」などの見方や考え方を育てることができる。



水が沸騰してから風船付きゴム栓をする動画(MPEG形式, 1.4MB)

併せて、温度の異なる水に落としたインクの拡散状況を観察させると、温度上昇で分子の運動が激しくなるという見方や考え方を検証することができる。



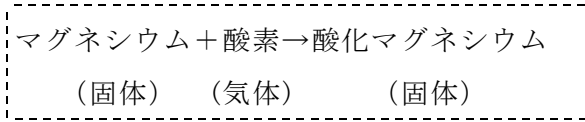
インクを落とした直後 5分後

【分子を表す化学式とそうでない化学式】

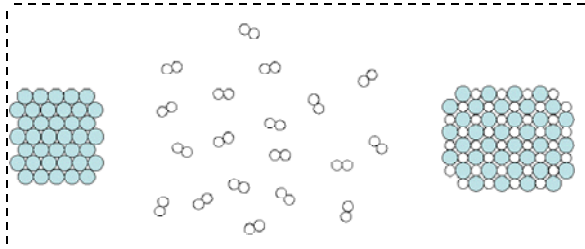
化学式には、物質を構成する原子の種類やその割合を表したものと、分子を構成する原子の種類と個数を表したものの2種類がある。しかし、生徒にはその違いを理解することは難しい。

そこで、マグネシウムの燃焼を考察する場合等に、次のような流れで学習を進める工夫をする。

- ① 物質の種類や状態を確認する。



- ② それぞれの物質や状態をモデルで表す。



- ③ 燃焼の過程をできるだけ簡潔に表す。



この過程を経ると、 $\text{O}_2$ が表しているのは分子ではないことが理解しやすくなる。

- (4) 一連の操作技能の確実な習得

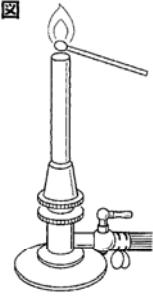
第1学年では「観察・実験の技能・表現」の通過率が低かった。

【第1学年】

5(3) [第1学年の学習内容から出題]

ア～エの操作を、ガスバーナーを点火する順に並べ替えると、どのようになるか。

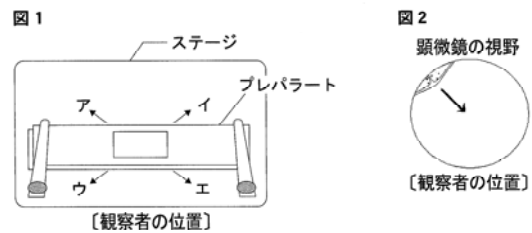
- ア マッチの火を近づける
- イ 空気調節ねじを開ける
- ウ ガス調節ねじを開ける
- エ 空気調節ねじ、ガス調節ねじがしまっていることを確認する



平均通過率	35.1%
正答	エ→ア→ウ→イ
多かった誤答	エ→ウ→ア→イ エ→ウ→イ→ア

8(3) [第1学年の学習内容から出題]

水中の小さな生物を顕微鏡で観察したとき、**図2**のように見えていた。この生物を視野の中央に見えるようにするには、プレパラートを**図1**の**ア～エ**のどちらに動かせばよいか。



平均通過率	54.7%
正答	ア
多かった誤答	エ, イ

誤答例からは、操作技能に曖昧さが残っていることがうかがわれる。背景として、これらの観察、実験がグループで行われ、特に、ガスバーナーの操作や顕微鏡観察は役割を分担していることなどが考えられる。

操作方法の確実な定着のためには、次のような手だてが必要である。

- 初出の操作については、個別に練習する時間を設けるとともに、必要に応じてパフォーマンステストを行う。
- 日頃の観察、実験においても、一連の操作のすべてを、生徒一人一人が経験できる場面を工夫する。

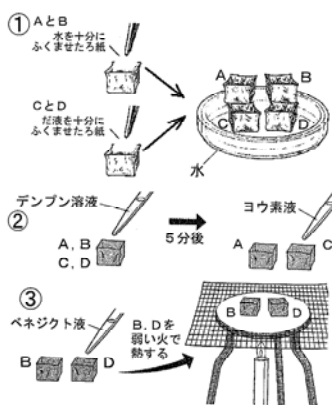
(5) 事実を大切にされた考察の充実

実験結果からどのような結論が導き出せるかを問う問題で通過率が低かった。

【第2学年】

42 [第2学年の学習内容から出題]

ヒトのだ液のはたらきを調べるため右のような実験を行った。



(3) AとCについての実験結果から分かることを説明した文として最も適当なものを選び。

- ア だ液には、デンプンを分解して他の物質に変えるはたらきがある。
- イ だ液にも水にも、デンプンを分解して他の物質に変えるはたらきがある。
- ウ だ液には、デンプンを分解して糖に変えるはたらきがある。
- エ だ液にも水にも、デンプンを分解して糖に変えるはたらきがある。

平均通過率	34.2%
正答	ア
多かった誤答	ウ、イ

誤答として最も多かったウは、だ液のはたらきを正しく説明した文である。しかし、

問題で取り上げているAとCの実験結果からは糖の生成については判断できない。多くの生徒は、だ液のはたらきに関する知識のみに基づいて答えていることが考えられる。このような傾向は、平成17年度公立高等学校入学者選抜学力検査（理科）において、「晴れた日の午後に気温が下がる理由」として「寒冷前線の通過」を答えた生徒が多かったことから分かる。

問題解決を見通す場面では、特に次の2点について議論させることが大切である。

- 予想の妥当性を立証するにはどのような結果が必要か。
  - そのような結果を得るにはどのような条件をどう制御して対象実験を行えばよいか。
- また、結論を導き出す場面では、次の2点に留意して考察させることが求められる。
- 実験結果の違いと制御した条件の違いとを結び付けて考えさせる。
  - 事実と考えたことを明確に区別する。

今回の結果からは、平均通過率が前回は上回り、各学校での取組が一定の成果を上げていることがうかがわれる。その一方、経年比較や通過率の低い問題の分析などからは、問題解決への明確な見通し、学習内容の意義の実感、視覚的にとらえにくい事象の概念形成などの面から学習指導の工夫、改善を一層進める必要が改めて明らかになっている。

各学校が、各種テストの結果等も交えて学校独自の課題を明らかにするとともに、生徒の状況に応じて、学習指導法の具体的な工夫改善を図っていくことを期待したい。

(教科教育研修課)