

中 学 校

平成 2 3 年度

教育研究員研究報告書

理 科

東京都教育委員会

目 次

I	研究主題設定の理由	1
II	研究の視点	2
III	研究の仮説	2
IV	研究の方法	4
V	研究の内容	
1	教材開発的研究	4
2	実践的研究	8
3	実践事例	9
4	調査結果・分析	21
VI	成果と課題	
1	研究の成果	22
2	今後の課題	24

研究主題

科学的な思考力、表現力の育成を図る授業の工夫

I 研究主題設定の理由

平成20年1月の中央教育審議会答申（以下「答申」という。）を踏まえ、新学習指導要領は、①教育基本法改正等で明確となった教育理念を踏まえ「生きる力」を育成すること、②知識・技能の習得と思考力・判断力・表現力等の育成のバランスを重視すること、③道徳教育や体育などの充実により、豊かな心と健やかな体を育成することの三つを基本的なねらいとして改訂されている。

答申の内容を踏まえ、中学校学習指導要領理科の改訂の要点として、①科学に関する基本的概念の一層の定着を図り、科学的な見方や考え方、総合的なものの見方を育成すること、②科学的な思考力、表現力の育成を図ること、③科学を学ぶ意義や有用性を実感させ、科学への関心を高めること、④科学的な体験、自然体験の充実を図ることが挙げられている。

この背景として、OECD（経済協力開発機構）のPISA調査などの子供たちの学力に関する各種の調査の結果から明らかになった、知識・技能の活用など思考力・判断力・表現力等の課題がある。答申では、各学校で子供たちの思考力・判断力・表現力等を確実に育むために、まず、各教科の指導の中で、基礎的・基本的な知識・技能の習得とともに、観察・実験やレポートの作成、論述といったそれぞれの教科の知識・技能を活用する学習活動を充実させることを重視する必要があるとの提言がなされた。また、答申の中で、「概念・法則・意図などを解釈し、説明したり活用したりする」、「情報を分析・評価し、論述する」、「互いの考えを伝え合い、自らの考えや集団の考えを発展させる」などの学習活動が重要であり、このような活動を各教科において行うことが、思考力・判断力・表現力等の育成にとって不可欠であると指摘されている。

本研究を進めていくに当たり、研究員の所属する学校での課題をそれぞれ検討したところ、「発言する生徒が限られている」、「ワークシートや実験レポートは丁寧に作成しているにもかかわらず、考察の欄だけ記入していないことがある」、「思考力、表現力に不足が見られるが、授業をしてもあまり向上していかない」などが挙げられた。また、「観察・実験」には興味があるが、「観察・実験の授業によって得た結果をまとめ、分析すること」は不得意と感じている生徒が各学校に見受けられた。このことから、科学的な思考力・表現力等に課題があるとともに、観察・実験を通して、自ら分析し、未知の事象について考察する活動に消極的な実態が明らかになった。答申にもあるように、未知の課題に試行錯誤しながらも対応することが求められる、変化が激しく複雑な時代を担う子供たちにとって、知識・技能を活用して、未知の事象について分析・考察し、表現する能力を育成する学習活動が必要である。

そこで、本研究では、未知の事象について分析・考察し、表現する能力を育成する学習活動を充実させるよう、研究主題を「科学的な思考力、表現力の育成を図る授業の工夫」とした。

II 研究の視点

「科学的な思考力、表現力の育成を図る」ために、分析・解釈したことを、図やグラフ、言語によって表現する活動が必要であると捉えた。そこで、理科における表現活動にはどのような学習活動が考えられるのか、また、理科では「話し合い」以外にどのような言語活動が考えられるか、という視点で検討した。

多くの生徒にとって「目の前で直接観察した現象」を、「微視的な見方や考え方」で捉え直す単元に理解の難しさがあるが、このような単元こそ、思考力、表現力の育成にふさわしいと考えた。このような視点で、次の3項目について検討した。

第1に、未知の事象の概念について、生徒自ら思考し表現するためには、既有的知識、生徒の表現活動、教師の指導をどのように構成して授業を展開していくかについて、検討した。

第2に、生徒自らが思考し表現しやすい教材の開発について、検討した。

第3に、生徒の思考の過程を読み取れるようなワークシートの工夫について、検討した。

III 研究の仮説

未知の事象について、次の3項目を工夫することにより、生徒が自ら主体的に思考し表現できるようになり、科学的な思考力、表現力の育成が図られると考えた。

1 授業展開の工夫

既有的知識を用いた思考と、生徒の表現活動を重視した授業の展開

- (1) 既有的知識や事象の確認
- (2) 観察・実験を通して、既有的知識を生かし、生徒自ら未知の事象について分析、考察
- (3) 生徒自ら考察した内容をまとめ、発表を行い、クラス全体での考え方の探究
- (4) 未知の事象についての正しい知識の構築
- (5) 日常生活や社会に関連付けた新しい知識の活用

2 教材の開発と工夫

思考の経過が分かり、上記1の(2)や(3)の分析、考察、発表が円滑に行える教材の開発と工夫

3 ワークシートの工夫

(1)～(5)の授業を通して使用することができ、思考の深化・進展を捉え、科学的な思考力、表現力を育成できるワークシートの作成

研究主題「科学的な思考力、表現力の育成を図る授業の工夫」

中学校学習指導要領理科改訂の要点

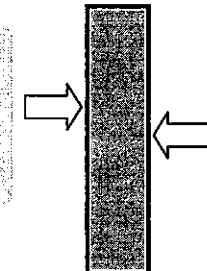
- ① 科学に関する基本的概念の一層の定着を図り、科学的な見方や考え方、総合的なものの見方を育成すること
- ② 科学的な思考力、表現力の育成を図ること
- ③ 科学を学ぶ意義や有用性を実感させ、科学への関心を高めること
- ④ 科学的な体験、自然体験の充実を図ること

新学習指導要領の教科横断的な視点

- ・言語に関する能力の育成
- ・言語活動の充実

実践上の課題

- ・観察・実験には興味があるが、考察は苦手
- ・観察・実験で得た結果をまとめ分析することが不得意
- ・発言する生徒が限られている



研究仮説

未知の事象について、次の3項目を工夫することにより、生徒が自ら主体的に思考し表現できるようになり、科学的な思考力、表現力の育成が図られると考えた。

1 授業展開の工夫

既有的知識を用いた思考と、生徒の表現活動を重視した授業の展開

- (1) 既有的知識や事象の確認
- (2) 観察・実験を通して、既有的知識を生かし、生徒自ら未知の事象について分析、考察
- (3) 生徒自ら考察した内容をまとめ、発表を行い、クラス全体での考え方の探究
- (4) 未知の事象についての正しい知識の構築
- (5) 新しい知識の日常生活や社会に関連付けた活用

2 教材の開発と工夫

思考の経過が分かり、分析、考察、発表が円滑に行える教材



3 ワークシートの工夫

思考の深化・進展を捉え、科学的な思考力、表現力を育成できるワークシート

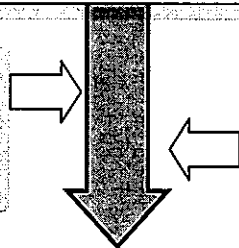


教材開発的研究

「粒子ボード」と「ワークシート」
との相関的な開発

実践的研究

「粒子ボード」と「ワークシート」を
使用した検証授業



科学的な思考力、表現力の育成

IV 研究の方法

次の二つの方法を中心に研究を重ねた。

1 教材開発的研究

生徒の思考の経過が分かり、実験・観察を実施した後の分析、考察、発表が円滑に行える教材として、「粒子ボード」を開発し、使用方法を工夫した。また、一つの小単元の授業を通して使用することができ、思考の深化・進展を捉え、科学的な思考力、表現力を育成できるワークシートを開発した。

2 実践的研究

上記1の「粒子ボード」と「ワークシート」を使用して、分析、考察、発表する授業を通して、生徒の科学的な思考力、表現力の育成が図れることを実証するため、検証授業を行った。また、その授業の前後において生徒にアンケート調査を実施し、生徒の変容についても把握した。

V 研究の内容

「科学的な思考力、表現力の育成を図る」指導方法について研究を進めた。

1 教材開発的研究

(1) 粒子ボードについて

生徒の思考の経過が分かり、実験・観察を実施した後の分析、考察、発表が円滑に行える教材として、「粒子ボード」を開発し、使用方法を工夫した。また、身の回りの物質や化学変化と原子・分子などの単元では粒子モデルと関連付けて考える学習があるが、この粒子ボードはその他の単元の学習時にも使用できるように工夫した。

ア 粒子ボードとは

直接観察できない微小な粒子を、モデルを使って思考や表現ができる、右の図1のような学習教具である。直接観察できない微小な粒子に相当するものとして数種類の色が異なる丸形のマグネットを使用した。また、記入や変更が容易にでき、マグネットが付き、動かしやすく、他の生徒にも説明しやすいホワイトボードを使用した。

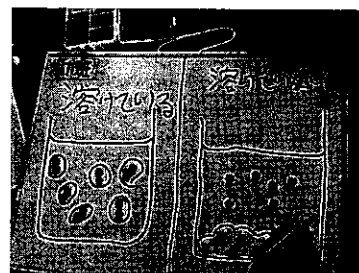


図1

イ マグネットとホワイトボードの工夫

マグネットは3年のイオンの単元を除き、基本的に直径約15mmのものを使用した。粒子の種類を分けるために、色を5～6色用意した。イオンの単元では、原子やイオンに相当する約30mmのマグネットと、電子に相当する約15mmのマグネットの2種類を用意した。数は多めに用意して生徒の自由な発想を引き出せるようにしたが、分野によっては数を絞った方がよい場合もあると考えた。

ホワイトボードは、班（少人数グループ）ごとの活動時に全員が手を伸ばせ、同時に実験机でワークシートが記入できるよう、A2の大きさのものを用意した。また、このA2の大きさであれば、教室全体から見やすく、学級での発表時にも十分に使用できる。

ウ 粒子ボードの利用方法

(ア) 生徒一人一人による班内での発表

まず、ワークシート上で、生徒一人一人が粒子モデルを考える。次に、班内で生徒一人一人が、マグネットを動かして自己のモデルを発表する。このとき準備としてマーカーで必要な図などを描いておく。

図2はある生徒が発表する前の、図3は発表した後の粒子ボードの例を表している。

(イ) 班討議

(ア)の発表後、班で話し合い、班の考えをまとめる。

図4は班で考えた粒子ボードの例を表している。

(ロ) 学級での発表

班での考えを学級全体に発表し、話し合いを通して正確なモデルを考える。図3、図4にはモデルに誤りがあるが、学級での話し合いで、より正確な概念の形成に結び付ける。図5は学級全体で考えた粒子ボードの例を表している。

エ 粒子ボードの利点

(ア) 一人一人が参加できる。

粒子ボードには、粒子に相当するマグネットを生徒一人一人が主体的に動かし、具体的な思考、表現ができるという利点がある。授業では、始めに生徒一人一人がワークシート上で、粒子モデルを考える。次に班活動で、それぞれの考えを粒子ボードで他の班員に発表する時間を確保する。この活動で、生徒は実体として認識できるマグネットを使用し、自己の思考した内容を確認し、再構築する機会を得る。また、生徒一人一人が自らの手を使って思考できるので、その後の概念形成が容易になると考えられる。

(イ) 変化を表現できる。

マグネットの組合せの変化や移動を具体的に表現、観察することにより、直接観察できない微小な物質の組合せや構造が変化していく概念が形成しやすいという利点がある。

(ロ) 状態変化を挙げる。

従来は固体、液体、気体の状態のある一瞬の様子を、静止画のように理解させていた。これを粒子ボードでは、図6のように、固体の熱振動が激しくなり、整然とした構造が崩れ液体の状態になり、更に運動が激しくなり、分子間力を振り切って気体の状態になる様子が、動画のように「連続的」に表現できる。

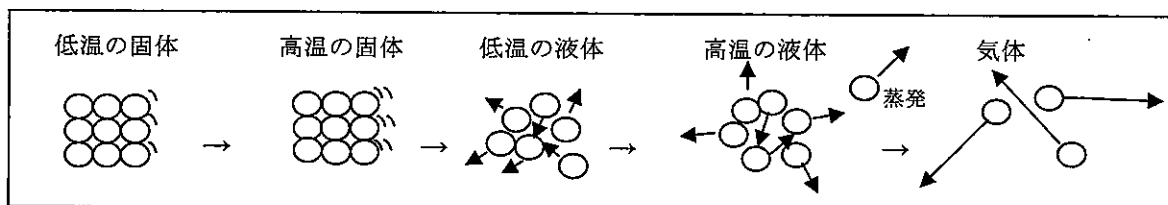


図6

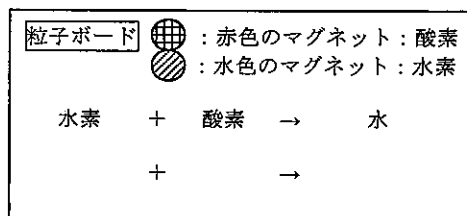


図2

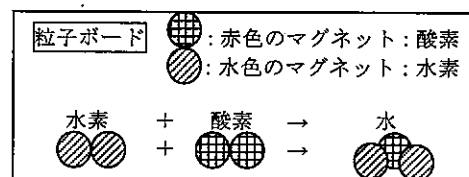


図3

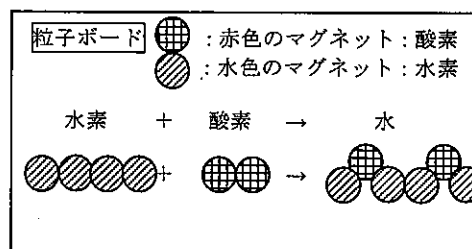


図4

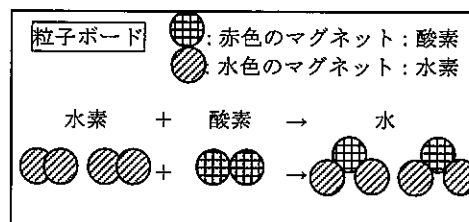


図5

(ウ) 発表時の表現活動が容易になる。

粒子ボードを使うことにより、思考、表現が容易になり、全ての生徒が、積極的に参加できると考えられる。さらに、言葉による表現が難しい場合でも、マグネットを動かすことにより自己の思考した内容を表現しやすくなる利点もある。言葉は少なくともマグネットを動かすことによって他の班員に自己の思考したモデルを表現でき、その上で他の生徒の説明を聞く経験が重なっていけば、言語による表現力も高まっていくことが期待できる。

(エ) 学級での発表に使える。

ホワイトボード上でマグネットを移動させながら発表できるので、学級全体への発表が容易で、学級全体で思考を深めていく話し合い活動をしやすい。図7は学級での発表の様子である。この発表、学級全体での話し合いを通して、学級全員の思考力、表現力を高めることが期待できる。

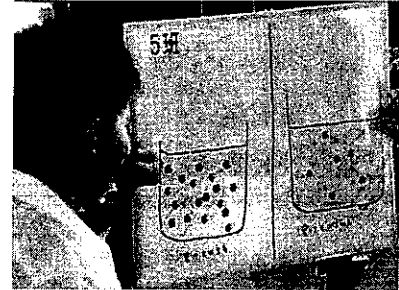


図7

(2) ワークシートについて

ワークシートは、粒子ボードと互いに関連し合い学習効果を高められるように工夫した。また、授業展開に沿って記入できるようにし、さらに、思考の過程が読み取れるように工夫した。図8がワークシートの一例である。太字は予想される生徒の記述である。

理科ワークシート「水素の燃焼」

<p>科学課題 水素の燃焼を粒子モデルで表そう</p>	
<p>1 実験した結果をまとめ、今までの学習を振り返ろう。</p> <p>A</p>	<p>①発生した気体は 水素</p> <p>火のついたマッチ</p> <p>②ボンと音がして燃えた</p> <p>③強化コバルト紙 桃色→水色 ⇒水が発生</p> <p>④化学変化を言葉で表すと 水素 + 酸素 - 水</p> <p>⑤水素分子 (H)(H) ⑥酸素分子 (O)(O) ⑦水分子 (H)(H)(O)</p>
<p>2 「粒子モデル」を使って表そう。</p> <p>B</p>	<p>言葉の式 水素 + 酸素 - 水</p> <p>モデルの式、反応(→)の前で種類や数が変わらないように。</p> <p>(H)(H) + (O)(O) - (H)(H)(O)</p>
<p>3 話し合っただけで気付いたことを書こう。</p> <p>C</p>	<p>・反応後の酸素が一つ足りない →反応後に酸素を足す</p>
<p>4 クラスでまとめた考えを書こう。</p> <p>D</p>	<p>言葉の式 水素 + 酸素 - 水</p> <p>モデルの式、反応(→)の前で種類や数が変わらないように。</p> <p>(H)(H) (H)(H) + (O)(O) - (H)(H)(O) (H)(H)(O)</p>
<p>5 話し合った後で気付いたことを書こう。または、気付いたことを書こう。</p> <p>E</p>	<p>・反応後に酸素を一つ足すだけではダメだった →水分子でなくなるから。 ・反応後には水分子を一つ足し、反応前には水素分子を一つ足す。 ・二つの水素分子の間と、二つの水素分子の間は離して描く。</p>
<p>6 日常生活へ活用しよう。</p> <p>F</p>	<p>○ 水素を燃料とする「水素自動車」というものがあります。これを調べて、今回の学習した内容が活かされている点を見つけてみましょう。</p> <p>・今回学習した、水素の燃焼によって得られるエネルギーを利用している。 ・発生するのは水なので、ガソリンエンジンと違い二酸化炭素や排気ガスが出ない。 ・国内では1970年代から武蔵工業大学(現在の東京都市大学)の古濱庄一教授の下で研究され、成果をあげてきた。</p>

年 組 番 氏 名 _____

図8

ア 既存の知識の記入欄

図8の[A]のように、この授業で必要になる既存の知識を記入し、生徒一人一人が粒子モデルを考える基礎となる知識の確認ができるようにした。

イ 図と、語句や文章を使って思考したことの記入欄

図8の[B]のように、実験によって得られた事実を基に、既存の知識を活用して立てた仮説を、図と言葉で記入する欄を設けた。これにより、科学的な思考の可視化を図り、次の活動である班活動での発表への準備とした。このB欄の図を基に、マーカーで必要となる図などを描き(図9)、生徒一人一人が発表する(図10)。発表は輪番で行い、全員が学習に参加できるように配慮した。次に、班での話し合いで班の考えをまとめていく(図11)。

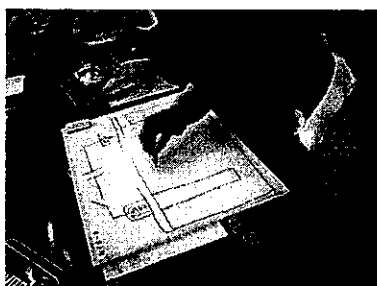


図9

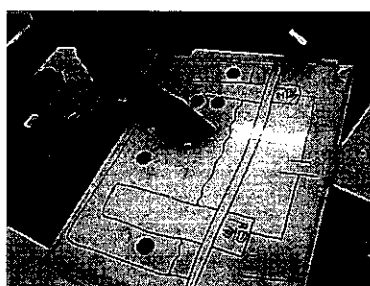


図10



図11

ウ 班で話し合ったことの記入欄

図8の[C]のように、班での話し合いによって変化した仮説や、気付いた要点を記録するための欄を設けた。この欄に記入したことを基に粒子ボードを使って、各班が学級全体に発表を行った(図12)。この時点までの、生徒一人一人から発表された粒子モデルや、各班から発表されたものには間違った部分があってもよい。その間違いに気づき、学級全体での話し合い活動によって正しい概念にたどりつく過程が重要である。このように生徒の活動を通して、科学的な思考力、表現力の育成を図った。



図12

エ 自己の概念の変化を考える欄

学級全体の話合い活動を通して得られた概念をモデルとして記入する欄を[D]、初めに記述した考えと比較し、変化を記入する欄[E]を設けた。概念の変化を見つめることで、自己の考えの誤りに自ら気づき、その上で正しい概念や知識を定着させることで、科学的思考力の育成を図った。

オ 日常生活への活用欄

図8の[F]のように、この学習内容が日常生活へどのように活用されているかを記入する欄を設けた。これは、新指導要領の留意事項「日常生活や社会との関連」を図るためである。この授業を通して得られた知識が、日常生活へ応用され、生活を豊かにしていることを認識させられると考えた。

2 実践的研究

(1) 検証授業

ア 授業展開の工夫

(ア) 既存の知識の活用

既存の知識を活かした授業展開となるよう工夫した。新しく行った観察・実験の結果を説明できるように、話し合い活動を通して仮説を構築していく授業の流れとした。この一連の活動は、科学が体系的な理論を構築していく過程そのものであり、生徒の科学的な思考力、表現力の育成が図れると考えた。そのため、単元の始めに、関連する内容を生徒がワークシートに記入する時間を設け、これまでに学習した内容を振り返り、既存の知識を用いて未知の事象についての概念を、自ら構築できるように工夫した。

(イ) 班における話し合い活動の工夫

班による話し合い活動を設定した。それぞれの生徒の発言の機会を均等にし、積極的に参加できるように、班内での話し合いの司会者や、学級全体への発表者は輪番とし、授業ごとに交代した。

イ 粒子ボードの工夫

生徒の思考の経過が分かり、実験・観察を実施した後の分析、考察、発表が円滑に行える教材として開発した粒子ボードの使用方法を工夫した。従来の粒子モデルに置き換えて指導を行ってきた化学的な単元以外にも、この粒子ボードは幅広く使用できると考え、異なる三つの単元の指導案を作成し、検証を行った。また、それぞれの授業において、粒子ボードの使用により、直接観察できない微小な物質の変化を生徒一人一人が自ら捉えられるように工夫した。

ウ ワークシートの工夫

ワークシートには生徒一人一人が、初めに考えたことを記述する欄と、学級全体の話し合い活動を通して得られた概念とを比較し、考えが変化した内容を記述する欄を設けた。これは、学習中の生徒の科学的な思考の変化の過程を可視化したものである。文部科学省の通知平成22年5月11日付22文科初第1号「小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校等における児童生徒の学習評価及び指導要録の改善等について」において示された、新しい評価の観点「科学的な思考・表現」を見取ることができると考え、検証授業において、「科学的な思考・表現」の評価材料の一つとして取り上げた。

(2) 生徒の実態把握と検証授業後の調査

検証授業による生徒の変容を図るため、事前に、検証授業を受ける生徒を対象に調査を行い実態を把握した。そして、検証授業後に、粒子ボードとワークシートを使った授業が、生徒の思考力、表現力の向上に有効であったかを調べるための調査を行い、結果の分析を行った。

3 実践事例

(1) 第1学年第1分野「身の回りの物質」における事例

ア 検証の視点

(ア) 中学校で初めて学習する粒子概念について、粒子ボードを用いて学習することが、生徒にとって粒子概念を獲得することや、自然事象を説明する上で有効であることを確認する。

(イ) 既存の知識を確認し、実験結果から、新しい概念を獲得する過程について、ワークシートを用いて見取ることができるかどうかを確認する。

イ 単元名「物質の溶解」

ウ 単元の学習指導目標と評価規準

物質が水に溶ける様子の観察、実験を行い、水溶液においては溶質が均一に分散していることを粒子のモデルと関連付けて理解させる。

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
物質が水に溶ける様子の観察など、水溶液について関心を持ち、すすんで観察を行い、それらの事象を粒子の概念を用いて考察しようとする。	物質が水に溶ける様子やろ過の観察・実験結果を分析・解釈し、粒子のモデルで表し、溶質が均一になっている様子を説明できる。	物質が水に溶ける様子の観察やろ過の実験で器具を正確に安全に扱うことができ、結果を記録することができる。	物質が水に溶ける様子を粒子のモデルを用いて理解する。水溶液の濃さの表し方に質量パーセント濃度があることを理解する。

エ 単元計画（全3時間）

時	学 習 項 目	学 習 目 標
1	物質が水に溶ける様子の観察	コーヒーシュガーとデンプンが水に溶ける様子について、観察・実験を行い、結果を記録する。水溶液をそのままにしておくと溶質はどのようなになるか予想する。
2 本 時	物質が水に溶ける様子の粒子のモデルでの表現	物質が水に溶けるとはどのようなことなのか、粒子のモデルを用いて説明できるようにする。
3	日常生活における水溶液 質量パーセント濃度	日常生活において、どのような水溶液があるか、例を挙げながら説明する。水溶液の濃さを表す、質量パーセント濃度を学習する。

オ 本時の評価規準

(ア) すすんで、観察・実験の結果を分析・解釈し、説明しようとしている。

(自然事象への関心・意欲・態度)

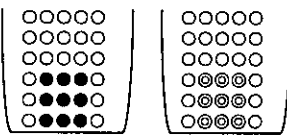
(イ) 観察・実験の結果を分析・解釈し、物質が水に溶ける様子について、粒子のモデルを用いながら、自分の言葉で説明できる。

(科学的な思考・表現)

(ウ) 水溶液中では、溶質が均一になっている様子について粒子のモデルを用いて、正しく理解している。

(自然事象についての知識・理解)

カ 授業展開

		○生徒の主な学習活動	◇教師の指導	□評価項目 (評価の観点) [評価方法] ※指導上の留意点
導入	8分	○課題を確認する。	◇ワークシートを配布し、課題を提示する。	
		課題：物質が水に溶ける様子を粒子モデルで表し、説明できるようになること。		
展開	4分	○物質が水に溶けることについて、既習事項をワークシートに記入する。 ○水に溶質（コーヒーシュガー）を加え、そのままにしておく溶質はどうなるのか、結果を確認する。	◇物質が水に溶けることについて、既習事項を確認する。 ◇水に溶質（コーヒーシュガー）を加え、そのままにしておく溶質はどうなるのか、予想を確認し、結果を見せる。	※前時に行ったろ紙を用いたろ過の実験について、コーヒーシュガーとデンプンの違いについて気付かせる。コーヒーシュガーの色が全体的に広がったことを見せる。
		○物質が水に溶けるとはどのようなことなのか、粒子モデルを用いて個人で考え、ワークシートに記入する。	◇ワークシートに、下図のように図を描かせ、コーヒーシュガーとデンプンを入れた水をかき混ぜた様子を図示させる。 	□実験結果の分析・解釈（関心・意欲・態度）[授業観察] ※ワークシートに粒子を書くときは以下のように記号を指定する。 水：○、糖：●、デンプン：◎ ※ワークシートには粒子の動きを矢印で表させる。
		○班の中で各個人が発表する。班で順番に粒子ボードを使って、粒子を動かしながら説明する（一人1分ずつ）。 ○班内の個人の発表を基に班としての意見をまとめる。	◇粒子ボードを各班に配布する。ビーカーを二つかかせ、水、コーヒーシュガー、デンプンの粒子として考えさせる。粒子を動かしながら説明させる。 ◇班全員の発表が終わったら、班としての意見をまとめさせ、今回の発表者に説明できるように準備させる。	※丸形マグネットを粒子として考えさせる。色を次のように指定する。 水：青、糖：赤、デンプン：黄 ※水に溶ける物質と溶けない物質の違いを考えさせる。
まとめ	10分	○物質が水に溶けるとはどのようなことなのか、粒子モデルを用いてクラス全体の前で説明する。一つの班が発表し終わったときに、他の班の生徒が説明の問題点や質問をする。	◇まず、一つの班に粒子ボードを用いて、クラス全体の前で発表させる。 ◇気付いたことや疑問をワークシートにメモするように指示する。 ◇説明に対して他の班の生徒に質問をさせる。	※説明に対して生徒に質問させ、問題点が指摘されたとき、その点を解決できる説明ができるように、もう一度班で話し合わせる。 ※コーヒーシュガーとデンプンの違いが明確に表現できない場合には、ろ紙の拡大写真を見せ、その穴の大きさと粒子の大きさに着目させる。
		○一つの班の発表に対する問題点が解決できるようにもう一度班で話し合う。 ○他の班が、再び粒子ボードを使ってクラス全体の前で発表をする。	◇問題点が解決できるように、もう一度班で話し合わせる。 ◇別の班に発表させる。問題点が解決できたかどうか確認する。	※別の班がまだ解決できていないようであれば、解決できるまで第3、第4の班と更に発表させる。
まとめ	10分	○物質が水に溶ける様子について粒子モデルと説明をワークシートに書く。	◇今日の課題を意識させながら、分かったことをワークシートにまとめさせる。	□粒子モデルを用いた説明（思考・表現）[ワークシート]
		○物質が水に溶けるとはどのようなことなのか、まとめを書く。	◇本時のまとめを行う。	□物質が水に溶けることへの理解（知識・理解）[ワークシート]

キ. ワークシート

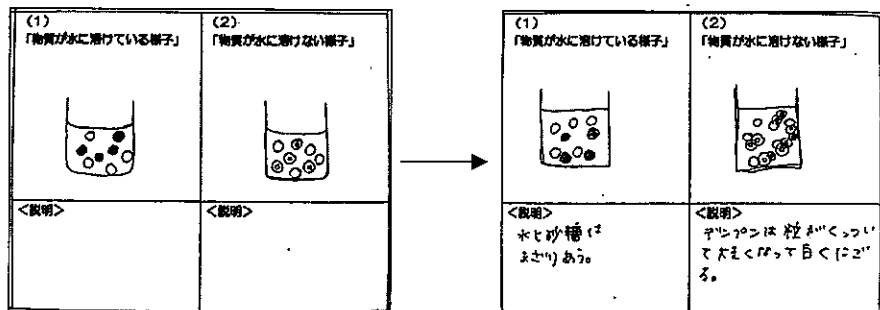
月 日 () 天気 気温 ℃ 1年 組 番 氏名 理科ワークシート「物質が水に溶けるとはどういうことか」	
化学基礎	
1 次の事柄について、今までに習ったことや日常生活で知っていることを書きだしてみよう。	「物質が水に溶けるとは？」
2 「粒子モデル」を使って、図で表してみよう。 ・水……青○ ・砂糖……赤● ・デンプン……黄①	(1) 「物質が水に溶けている様子」 (2) 「物質が水に溶けない様子」
<図で話し合っ、気付いたことなど>	<説明>
3 班で話し合ったり、発表をしたり、聞いたたりしたことをもとにして、「粒子モデル」を使って、図で表してみよう。 ・水……青○ ・砂糖……赤● ・デンプン……黄①	(1) 「物質が水に溶けている様子」 (2) 「物質が水に溶けない様子」
4 次の事柄について、今日学習したことを書きだしてみよう。	「物質が水に溶けるとは？」
<日常生活における例> ・「	<説明>

ク 生徒の変容と評価

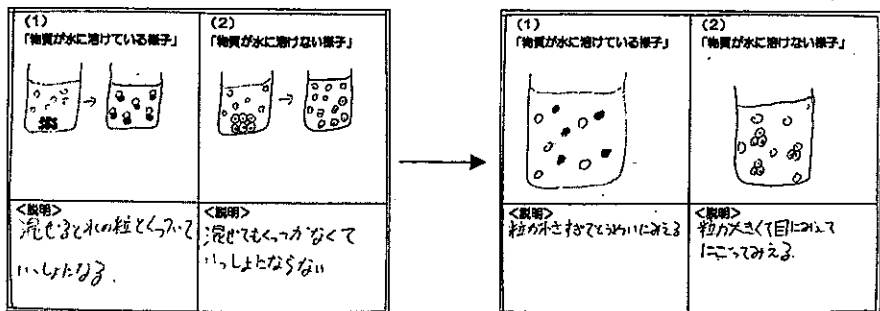
「物質の溶解」は、生徒にとって初めて粒子概念を形成する授業となった。物質が水に溶けている様子と溶けていない様子の違いを表現するために、上記のワークシートの2の場面では個人で粒子モデルを考えさせ、その後、粒子ボードを用いて班、学級発表を行い、ワークシートの3を書かせた。

生徒①は、個人では言葉で説明を書くことができなかつたが、クラス発表の後、砂糖とデンプンの粒子の大きさの違いに着目し、説明を書くことができるようになった。

生徒②は、水の粒子と結合する性質の有無で、溶けるかどうかを説明していたが、粒子の大きさに



生徒① 砂糖とデンプンの粒子の大きさに気が付き、説明を書けるようになった。



生徒② 水の粒子と結合すると考えていたが、粒子の大きさの違いに気付いた。

(2) 第2学年第2分野「動物の体のつくりと働き」における事例

ア 検証の視点

- (ア) 粒子概念を基に展開される学習は、主に化学分野を中心に行われがちだが、他の分野（生物分野）においても、粒子ボードを用いて学習することが、科学的思考力を育む上で有効であることを確認する。
- (イ) 粒子概念が獲得され、科学的思考力が育まれていることが、粒子ボードを用いた話し合い活動及びワークシートから見取ることができるかどうかを確認する。
- (ウ) 粒子ボードを用いる際にマグネットの個数を限定した場合においても、生徒の自由な発想を引き出すことにおいて有効であることを確認する。

イ 単元名「動物の体のつくりと働き」

ウ 単元の学習指導目標と評価規準

消化や吸収、血液循環についての観察・実験を行い、動物の体には、必要な物質を取り入れて運搬し、不要な物質を排出する仕組みがあることを、各器官のつくりと関連付けて捉えることができるようにする。

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
ヒトの体のつくりと消化、吸収、血液循環の働きなどに興味・関心をもち、意欲的にこれらの観察・実験を行って調べるとともに、生命を尊重しようとする。	消化、吸収、血液循環についての観察・実験を行い、必要な物質を取り入れて運搬し不要な物質を排出する仕組みについて、自らの考えをまとめ、表現している。	生命を維持する働き、消化などに関する観察、実験の基本操作を習得するとともに、観察、実験の計画的な実施、結果の記録や整理の仕方を身に付けている。	消化、吸収、血液循環、不要物の排出などの仕組みについて理解し、知識を身に付ける。

エ 単元計画（全11時間）

時	学習項目	学習目標
1～5	消化と吸収	動物の体には必要な物質を取り入れる仕組みがあることを観察、実験の結果と関連付けて捉える。
6～7	血液の循環 ※「細胞の呼吸」「毛細血管と細胞との物質のやりとり」に関しては、第9時で学習する。	動物の体にはいろいろな物質を運搬する仕組みがあることを血液成分と関連付けて捉える。
8～10 (本時：9)	細胞の呼吸	体の各細胞では酸素を使って吸収した養分を分解する際に、生活のためのエネルギーを取り出していることを理解する。
11	不要物の排出	動物の体には不要な物質を排出する仕組みがあることを腎臓や肝臓などはたらきと関連付けて理解する。

オ 本時の評価規準

- (ア) 細胞の呼吸に関心をもち、酸素と二酸化炭素を交換する仕組みや養分の行き先や使われ方を意欲的に探究しようとする。
(自然事象への関心・意欲・態度)
- (イ) 細胞の呼吸（内呼吸）と肺での呼吸（外呼吸）を関連付けて捉えることができる。
(科学的な思考・表現)
- (ウ) 肺や細胞での呼吸のはたらきを理解し、知識を身に付けている。
(自然事象についての知識・理解)

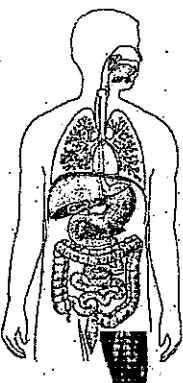
カ 授業展開

	時間	○生徒の主な学習活動	◇教師の指導	□評価項目 (評価の観点) [評価方法] ※指導上の留意点
導入	5分	○本時の活動について説明を聞く。 ○3人の生徒が前に出てくる。 生徒A：踏み台昇降 30秒 生徒B：踏み台昇降 60秒 生徒C：タイマー係 教師：A君とB君とC君とでは何が違うでしょうか。	◇前時までの学習内容を振り返り、本時のねらいを伝える。 ◇生徒を3人指名し、踏み台昇降を行わせる。	※お腹がすくという発言が出ないときには、長時間運動を続けた場合について考えさせる。
展開	5分	○課題について、自分の考えをワークシートへ記入する。 課題：運動すると呼吸が荒くなり、脈が速くなり、お腹がすく理由を粒子モデルで表し説明できるようになること。	◇課題を与え、自分の考えをワークシートへ記入させる。	※前時までのワークシートを参考にしてもよいこととするが、教科書・資料集は使用させない。 ※前時までに化学変化と原子・分子を学習していない場合は、次のように板書しておく。 炭素：C 水素：H 酸素：O 酸素：OO 養分：CHHO □実験結果の分析・解釈 (関心・意欲・態度) [授業観察・ワークシート]
	10分	○班の中で各個人が発表する。 班で順番に粒子ボードを使って、粒子を動かしながら説明する。(一人1分ずつ) ○班内の個人の発表を元に班としての意見をまとめる。	◇「粒子ボード」を配布する。 ◇マグネットの使い方を説明する。 ◇班全員の発表が終わったら、班としての意見をまとめさせ、今回の発表者に説明できるように準備させる。	※ワークシートの人体図をA2サイズに印刷し、粒子ボードに貼り付けておく。 ※丸形マグネットの色を次のように指定する。 O：青 H：黄 C：赤
	15分	○指名された班が粒子モデルを用いてクラス全体の前で説明する。一つの班が発表し終わったときに、他の班の生徒が説明の問題点や質問をする。 ○一つの発表に対する問題点が解決できるようにもう一度班で話し合う。 ○他の班が、再び粒子ボードを使ってクラス全体の前で発表をする。	◇まず、一つの班に粒子ボードを用いて、クラス全体の前で発表させる。 ◇発表は静かに聞き、気付いたことや疑問をワークシートにメモするように指示する。 ◇説明に対して他の班の生徒に質問をさせる。 ◇問題点が解決できるように、もう一度班で話し合わせる。 ◇次の班に発表させる。問題点が解決できたかどうか確認する。	※説明に対して生徒に質問させ、問題点が指摘されたとき、その点を解決できる説明ができるように、もう一度班で話し合わせる。 ※次の班がまだ解決できていないようであれば、解決できるまで第3、第4の班と更に発表させる。
まとめ	15分	○ワークシートに最終的なクラスの考えを記入する。 まとめ(例) ・呼吸数が増加した理由：筋肉で酸素がたくさん必要となったから。 ・脈拍数が増加した理由：酸素や栄養分を筋肉に速くたくさん流す必要があるから。 ・お腹がすいた理由：体の中の栄養分が筋肉で使われ少なくなったから。	◇発表のまとめを助ける。 ◇まとめを板書し、ワークシートへ記入させる。	□粒子モデルを用いた説明(思考・表現) [ワークシート] □細胞の呼吸への理解(知識・理解) [ワークシート]

キ ワークシート

2年理科プリント
2年 秋 委員会

課題：運動をすると体の中で何が起こるか説明しよう。

① 次の事例について知っていることを書き出してみよう。	運動をすると、体に何が起こるか
② 「粒子モデル」を使って、図に要し高線で説明を付け加えよう。 酸素：O ₂ 炭分：CH ₂ O	

③ 班で話し合ったり、発表をしたり聞いたりしたことをもとにして、「粒子モデル」を使って、図に表してみよう。
酸素：O₂
炭分：CH₂O

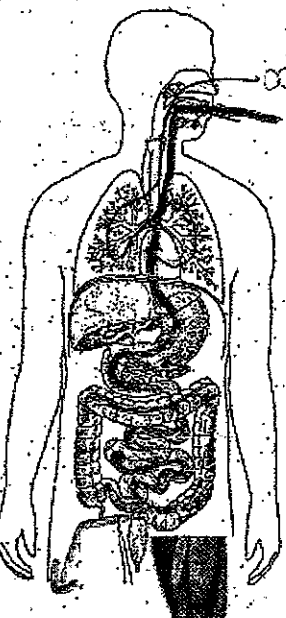
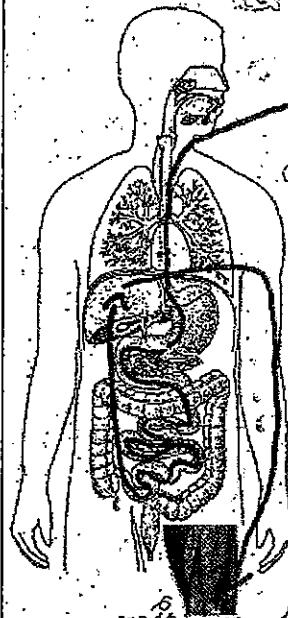
④ 次の事例について、今回学習したことを書き出してみよう。	運動をすると、体に何が起こるか
-------------------------------	-----------------

⑤ 発表を聞いて、気づいたことなど

ク 生徒の変容と評価

班での話し合いや発表・質疑応答による意見の共有を行う前と後とは、生徒の考え方や表現方法にどのような変化が見られたかを確認する。ワークシートの②の人体図に書き込んだ内容と③の人体図に書き込んだ内容を比較し、その変容を評価する。

【生徒①】

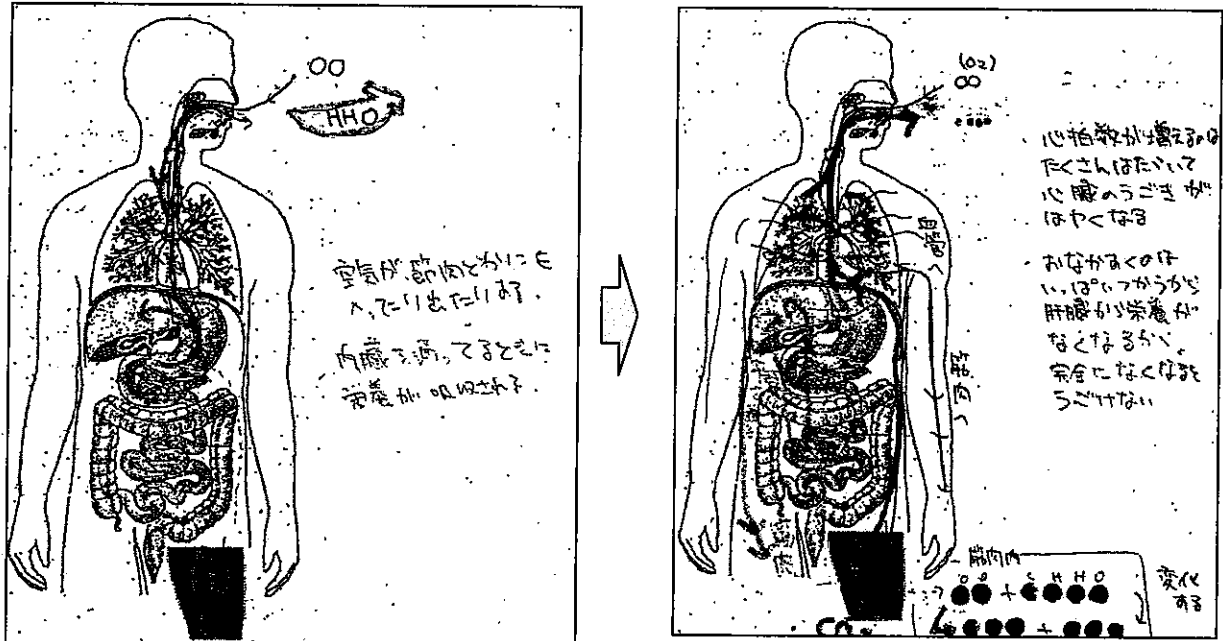
<p>②</p>  <p>O₂は呼吸器に行き、酸素を血液に送り、全身に行く。(血管)にて CH₂Oは胃や腸を回り、吸収・消化された後、(血管)で体に養分を送る</p>		<p>③</p>  <p>O₂ → 口 → 呼吸器 → 肺 → 心臓 → 血管 → 筋肉 CH₂O → 口 → 胃 → 腸 → 肝臓 (血管を通る) → 筋肉 CO₂ → 筋肉 → 血管 → 心臓 → 肺 → 口 → 呼吸器 + H₂O → CO₂ + H₂O 二酸化炭素 + 水</p>
--	--	--

話し合い・発表前

話し合い・発表後

生徒①が記入したワークシートの内容について評価する。発表前は酸素のことにしか触れていないが、発表後は二酸化炭素の移動についても触れ、通過する器官も具体的である。また、発表前は養分が大腸→筋肉となっているなど不正確だが、発表後は肝臓を経由しており、より正確かつ具体的な表記となっている。発表後は筋肉内での「呼吸」について述べ、外呼吸と分けて理解することができているが、課題（呼吸数増加の理由等）についての説明が不足しているため、評価を「B」とする。

【生徒②】



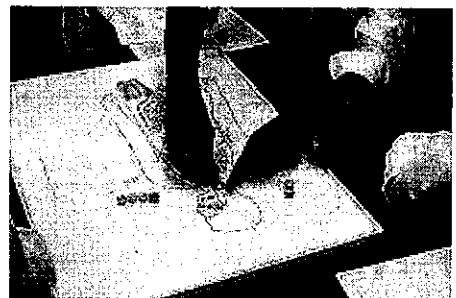
話し合い・発表前

話し合い・発表後

生徒②は、発表前は「空気が入ったり出たりする」「内臓を通過して～」といった曖昧な表現となっているが、発表後は筋肉までの血管が書き込まれるなど、より具体的な表現となっている。また、発表前は栄養分が胃から肝臓へ通っていたり、酸素が肺で折り返していたりするが、発表後は改善されている。これらのことに加え、発表後の説明時には課題である心拍数の増加やお腹がすぐ理由について血液中の物質の流れと関連付けて考察することができているので、評価を「A」とする。

ケ 指導上の工夫と留意点

本時において、粒子ボードを用いる際に工夫した点が2点ある。まず、粒子ボードにワークシートと同じ図を貼り付けた点である。本時のように複雑な図を用いたい場合に効率的なだけでなく、粒子の説明文や話し合いのルールや条件を用紙に記入しておくことで共通事項を徹底することができる。もう一つの工夫点は、用いる粒子（マグネット）の数を限定したことである。このことにより、物質内の粒子の種類と数、粒子の組合せの違い等に注目させることができ、生徒が物質間の粒子の移動に気付きやすくなると考える。



(3) 第3学年第1分野「化学変化とイオン」における事例

ア 検証の視点

- (ア) イオンの学習における粒子概念を、粒子ボードを用いて学習することにより、原子が電気を運び、電解質水溶液中を移動する過程を説明する上で有効であることを確認する。
- (イ) イオンの概念が獲得され、実験結果を説明しようとする過程において科学的思考力、表現力が育まれたか、話し合い活動やワークシートから見取ることができるか確認する。

イ 単元名「水溶液とイオン」

ウ 単元の学習指導目標と評価規準

原子は電子を失ったり、受け取ったりしてイオンになることがあることを理解させる。次にイオンの理解に基づいて、電解質水溶液が電流を流す仕組み及び電池で電気エネルギーが取り出される仕組みを理解させる。

自然現象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
水溶液が電流を通すか否かについてや、電池で電気エネルギーが取り出される仕組みなどについて調べようとする。	電解質水溶液中では、原子が電気を帯びていることを推定し、電池の内部で化学変化が起こっていることを見出し、自らの考えを導いたりまとめたりして、表現している。	いろいろな水溶液に電気を流した時の結果や、化学電池を作り電極の様子を調べ、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。	電解質が水に溶けると陽イオンと陰イオンに分かれることや、塩酸に亜鉛板と銅板を入れた電池の仕組みを電極での変化を中心に理解する。

エ 単元計画 (全 12 時間)

時	学 習 項 目	学 習 目 標
1	水溶液は電流を流すか 電解質と非電解質	どのような水溶液が電流を流すか調べ、水溶液が電流を通す物質を電解質といい、通さない物質を非電解質ということを知る。
2	塩酸の電気分解	塩酸に電流を流したとき、電極付近で何が起るのかを観察する。
3	塩化銅水溶液の電気分解	塩化銅水溶液に電流を流したとき、電極付近で何が起るのかを観察する。
4	塩化銅水溶液の電気分解の考察 [粒子ボード1]	塩化銅水溶液に電流を流したときに起る反応を、粒子ボードで考える。
5	イオンのでき方	イオンは電気を帯びた原子であることを知る。
6	イオン式の書き方	イオンをイオン式で表す。
7	塩化銅電気分解のまとめ1 [粒子ボード2]	塩化銅の電気分解の進む過程を、粒子ボードを用いて、イオンや電子の動きを含めて説明することができる。
8	塩化銅電気分解のまとめ2	塩化銅の電気分解の進む過程を確認する。
9	化学電池の仕組み	塩酸に銅板と亜鉛板を入れ、化学エネルギーが電気エネルギーに変化することを確認する。
10	化学電池の考察 [粒子ボード3]	塩酸に銅板と亜鉛板を入れると、どうして電圧を得られるか、粒子ボードを用いて説明する。
11	いろいろな電池の作成	いろいろな水溶液や果物、野菜に数種類の金属板を入れ、電圧が得られる条件を探る。
12	電池のまとめ	化学電池の仕組みを確認し、乾電池や燃料電池の仕組みを知る。

オ 本時の評価規準

- (ア) すすんで、イオンや電子の動きを自分の言葉で説明しようとしている。
(自然事象への関心・意欲・態度)
- (イ) 反応の進む過程を粒子モデルを用いて、自分の言葉で周囲に説明することができる。
(科学的な思考・表現)
- (ウ) 電気分解について正しい理解を身に付けている。
(自然事象についての知識・理解)

カ 授業展開

	時間	○生徒の学習活動	◇教師の指導	□評価項目 (評価の観点) [評価方法] ※指導上の留意点
導入	5分	○ワークシートを受け取り、前回の粒子ボードを用いた授業で分かったこと、疑問に残ったことを記入する。	◇塩化銅水溶液の電気分解の実験結果を確認する。 ◇前回粒子ボードを用いて分かったこと。疑問に残ったことを思い出させる。 ◇ワークシートを配布し記入させる。	※陽極に塩素、陰極に銅が発生すること及び塩素は陰イオン、銅が陽イオンになることを確認する。
		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 課題：塩化銅水溶液電気を流したときに起こる反応を粒子のモデルで表し、<u>イオンと電子の動き</u>を含めて説明できるようになること。 </div>		
		○課題を確認する。	◇課題を提示する。	※課題はテレビ又は黒板に1時間を通して表示する。
展開	5分	○ワークシートを受け取り、課題について自分の考えを記入する。	◇ワークシートを配布し、個人で考えさせる。	※ノート、プリントは参考にしてもよいが、教科書、資料集は開かせない。 □実験結果の分析 (科学的な思考)[ワークシート]
	10分	○粒子ボードとマグネットを受け取る。 ○ビーカーと電極の絵を描く。 ○一人1分で班の中で自分の考えを粒子ボードを使って説明する。 ○ワークシート4の「班の発表を終えて」の欄に記入する。 ○班で話し合い、考えをまとめる。	◇粒子ボードとマグネットを渡し、使い方を説明する。 ◇ビーカーと電極の絵を描くよう指示を出す。 ◇タイマーを使い、1分ごとに説明する生徒を交代させる。 ◇ワークシートに班の発表を終えて考えたことを記入させる。 ◇班としての考えをまとめ、発表者が説明できるように指示を出す。	※丸型のマグネットを粒子として考えさせる。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">塩素・黄銅・赤 電子・緑</div> 陽イオンはマグネットにシールを貼って表現する。陰イオンはマグネットの上に緑のマグネットを重ねて表現する。 □班での話し合い (関心・意欲・態度) [授業観察] ※班内の発表者の番号をあらかじめ伝えておく。
	20分	○指名された班が粒子のモデルを用いてクラス全体の前で説明する。 ○一つの班が発表が終わったときに、他の班の生徒が説明の問題点や質問をする。 ○発表に対する問題点や教師から与えられた課題が解決できるようにもう一度班で話し合う。	◇まず一つの班に粒子ボードを用いて、クラス全体の前で発表させる。 ◇発表は静かに聞かせる。 ◇説明に対して他の班の生徒に質問をさせる。 ◇他の班を指名し発表させる。その際、異なる考えをもつ班に発表させる。 ◇必要に応じて問題が解決できるように、もう一度班で話し合わせる。	※班ごとに前で説明させる。教師は基本的には説明しない。生徒同士が意見交換できる場をつくる。 ※発表の前後には拍手をさせる。 ※質問のさせ方「この発表で皆さんの疑問や課題は解決されましたか」 ※次の班の発表で、まだ課題が解決できないようであれば、解決できるまで第3、第4の班に発表させる。
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 発表に対して、適切な質問が生徒から出ない場合、教師から学級全体に質問を投げ掛ける。 例 <ul style="list-style-type: none"> ・ 導線の中の電子が表現されていませんが、導線の中では電子は動いていないのですか。 ・ 陰極に集まった電子は最終的に、どのようなのですか。 ・ 実験のときに臭いのある気体が発生しましたが、その様子も粒子ボードで表現してください。 </div>				
まとめ	10分	○電気分解の進む様子について、ワークシートに最終的な自分の考えを書く。	◇今日の課題を意識させながら、分かったことをワークシートにまとめさせる。	□粒子モデルを用いた説明 (思考・表現) [ワークシート] □電気分解についての理解 (知識・理解) [ワークシート]

キ ワークシート

月 日 () 天気 3年 組 番 氏名

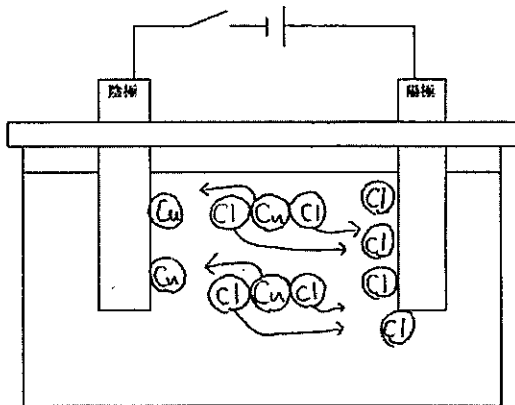
理科 ワークシート 塩化銅水溶液に電気を流した時の反応を粒子のモデルで説明する。

1 質問 前回粒子ボードで塩化銅水溶液の電気分解を表して、わかったこと。	
2 前回粒子ボードを用いて考えても、疑問に持ったこと。	
3 本日の課題 塩化銅水溶液に電気を流した時に起こる反応を、粒子のモデルで表し、 [] と [] の働きを含めて説明できるようにすること。	
4 イオンや電子について学んだので、新しい知識を生かして、改めて粒子モデルを使って、図で表してみましょう	<p>スイッチを入れたらどうなるか。(説明は余白に書くこと)</p> <p>銅原子 (●) (赤) 銅原子 (○) (黄) 銅イオン (⊙) (赤) 塩化物イオン (⊖) (黄) 電子 (⋯○) (黒)</p>
5 班内の発表を終えて	<p>班員の考えと一致していたこと。</p> <p>自分の考えと違っていたこと。</p> <p>まだ解決できていないこと。</p>
6 家で話し合ったり、発表をしたり聞いたりしたことをもとにして、もう一度考えてみましょう。 銅原子 (●) (赤) 銅原子 (○) (黄) 銅イオン (⊙) (赤) 塩化物イオン (⊖) (黄) 電子 (⋯○) (黒)	<p>スイッチを入れたらどうなるか。(説明は余白に書くこと)</p>
7. 今日、家で話し合ったり、他の班の発表を聞いて考えたこと。	
8. 本日の課題は解決できましたか	はい / いいえ
9. ・8ではいに○をつけた人→彼のどんな意見が参考になりましたか。 ・8でいいえに○をつけた人→どんな点が疑問として残っていますか。	
	評価

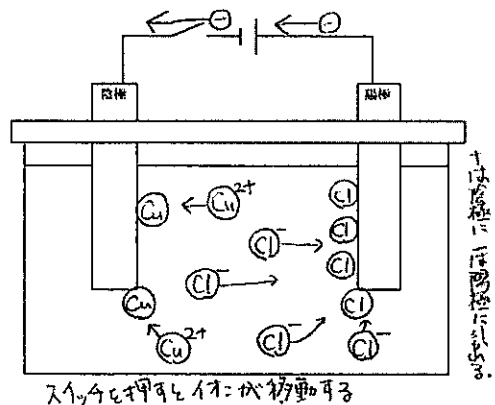
ク 生徒の変容と評価

生徒①

記入欄 4



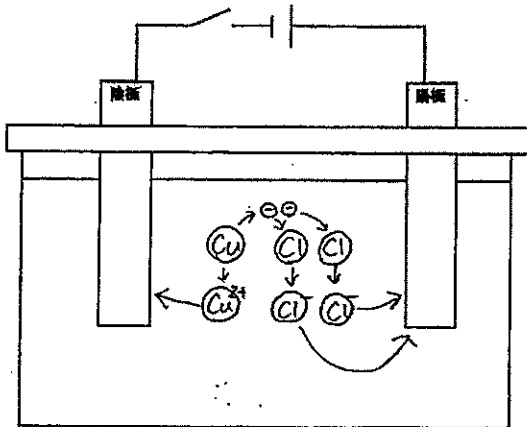
記入欄 6



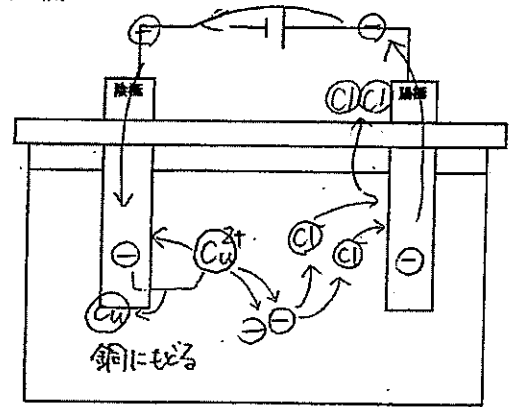
生徒①は個人で考える時間では塩素が陽極へ、銅が陰極へ移動することしか表現できていなかったが、班での話し合いやクラス発表の後では、塩化銅が電離して塩化物イオンと銅イオンに分かれている様子を正しく表現している。また陽イオンが陰極に、陰イオンが陽極に移動することも指摘できているので、評価を「B」とする。

生徒②

記入欄 4



記入欄 6



また、生徒②は塩化物イオンから電子が奪われて塩素原子に戻り、さらに分子となって空气中に放出される様子や、回路を電子が移動していく様子、陰極で銅イオンが電子を受け取って銅原子に戻り炭素棒に付着する様子が正しく説明できているので、評価を「A」とする。

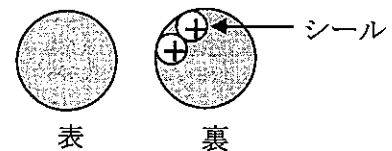
ケ 指導上の留意点

(ア) マグネットの工夫

マグネットで粒子を表す際、最も難しいのはイオンの表現である。本授業に当たり以下のような準備を行った。

- 銅原子と塩素原子として、直径 30mm の表面がフラットタイプの両面貼り付け可能な強力マグネットを用意した。
- 電子を直径 15mm の小さいマグネットで表すと、a のマグネットの上に張り付けることができ、発表の際に粒子ボードを垂直に立てても落ちることがない。また、陰イオンには原子に比べて電子が多くあり、- の電気を帯びていることが一目瞭然で強調できる。
- 銅が電子を失って陽イオンになることを、直径 10mm の円形シールに「+」と記入し、銅を表す赤いマグネットの片面に 2 個貼り付けた。

こうするとマグネットを裏返すことで、簡単に原子が陽イオンになることを表現できる。



(イ) 前時までの指導

塩化銅水溶液の実験を行った直後に粒子ボードを操作させ、イオンの振る舞いや電子の動きを生徒に気付かせ、説明させるのは難しい。本授業を実施するためには、先に原子の構造やイオンのでき方、電離について指導しておいた方が展開しやすい。また、電流の向きと電子の移動する方向の関係及び電源の役割についても復習を行い、確認しておいた方がよい。

(ウ) 当日の授業における指導

自分の考えを発表させたところ、最初から導線内の電子の移動を表現できる生徒は少ない。そこで教師から「導線内の電子の動きも考え、緑色の粒子も動かして各班もう 1 度話し合ってみてください」と投げ掛けたところ、多くの班が、陰極から陽極に向けて電子を動かした。また、陰極での電子の供給源として塩化物イオンの存在に気付いた。このように、適切な投げ掛けにより、本時の課題であるイオンや電子の移動に気付きやすくなると考える。

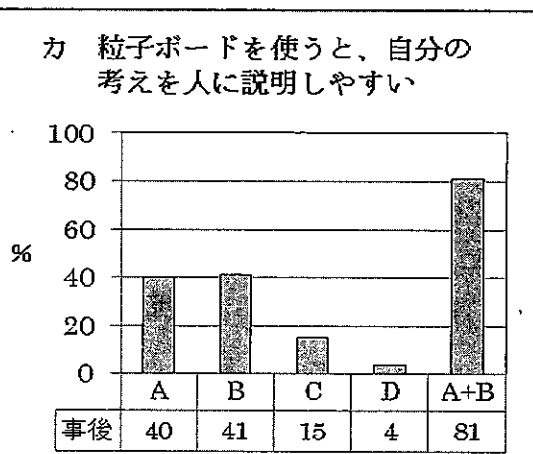
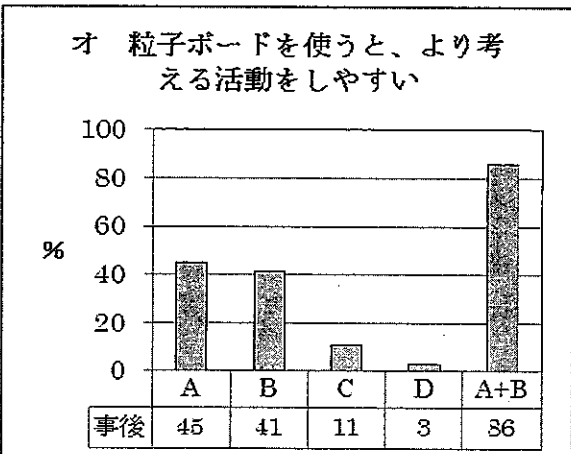
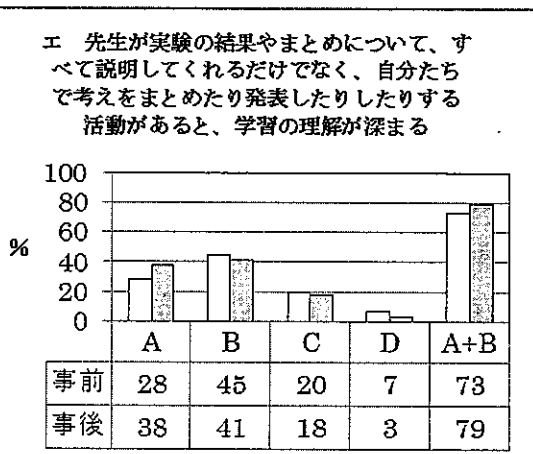
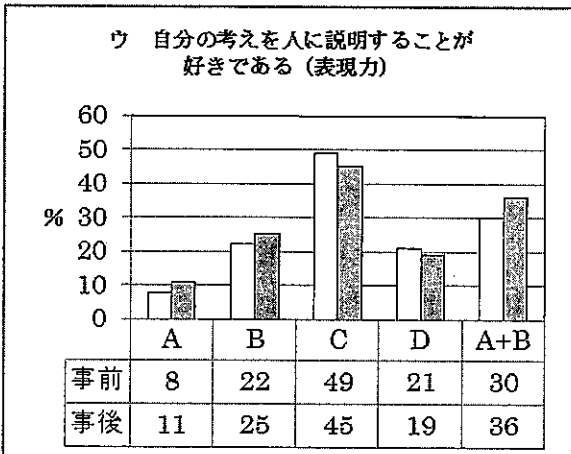
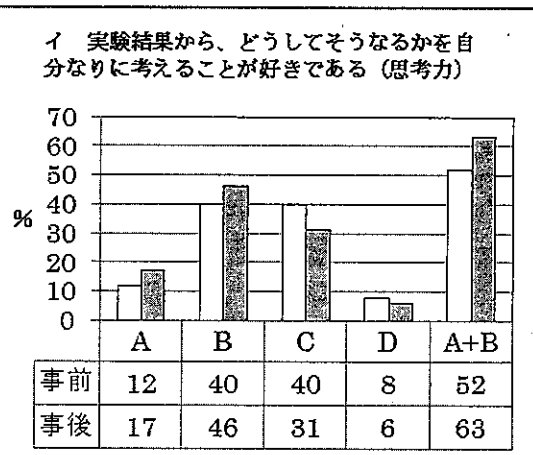
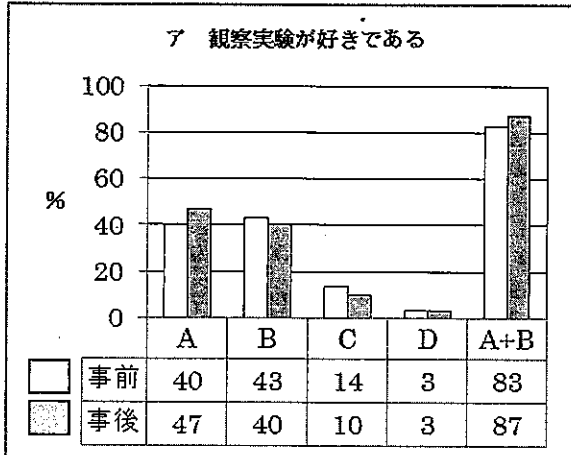
4 調査結果・分析

(1) 事後アンケート結果

質問ア～エについては事前と事後に同じ内容でアンケートを実施し、生徒の課題や変容を把握した。質問オ、カについては粒子ボードの有用性について把握した（対象生徒：中学校8校、1年生378名、2年生493名、3年生266名、計1137名）。

回答項目は以下の通りである。

A：とても当てはまる。 B：少し当てはまる。 C：あまり当てはまらない。 D：全然当てはまらない。



自由記述から

- 粒子ボードは、言葉で説明するのが難しいとき頭の中で構造を絵みたいにして伝えやすくなったので、すごい授業が楽しくなった。
- 自分で粒子ボードを使って考えることによって、考えが間違っている、先生の答えを聞いた時に、より納得できる。
- 頭の中で想像しているものを実体化できるからすごく便利だった。
- 大きく書いて見やすいし、実験の内容が分かりやすくなるのでとてもいい。
- 粒子ボードの活用により分かりやすくなり、もっと使って他のことについても考えたい。
- 班の人と意見を交わしやすかった。粒子ボードがあることで、言葉では足りないことを補えた。他の班の発表を聞いてよかった。
- 説明するのは少し難しかったけれど、自分で考える力や説明する力が少しでも付いたと思う。
- 間違えても消すことができるので、安心して使える。すぐ消して書き換えられるのが良い。
- マグネットで図も表せるし、ペンで書き足せるのでよい。
- 粒子ボードを使ったことにより、自分の考えがより分かりやすくなった。これからも使いたい！！
- 粒子ボードを使うことで、何が何に分解されたか分かりやすかったし見やすかった。
- いつも言いにくい意見を、一人一人機会をくれて話せるのでよかった。
- 粒子ボードは、班の人みんな協力して考えを出し合っている、質問もでき、理解しやすい。

(2) アンケートの分析

事前のアンケートからは、「観察・実験が好きである」と答えた生徒が約 80%に対して、「実験結果から、考察することが好きである」と答えた生徒が約 50%、「自分の考えを人に説明することが好きである」と答えた生徒は約 30%にとどまっている。研究員が、それぞれの所属校で、観察・実験の授業によって得た結果をまとめ、分析することを不得意と感じている生徒の指導に課題を抱えていることを裏付ける結果となった。

ア 思考力の育成について

思考力の変化を図るために設定した質問イの「実験結果から考察することが好き」の割合を見ると、52%から 63%に上昇している。また、質問オの回答より粒子ボードを使用することによって、「考える活動をしやすい」と答えた生徒の割合が 86%となった。このアンケート結果から粒子ボードを用いることにより、直接観察できない微小な粒子を、マグネットに置き換えて具体的に操作することにより、自分の考えを整理し考察する力の育成につながることを実証できたと考える。自由記述には「粒子ボードを使ったことにより、自分の考えがより分かりやすくなった。」という回答が複数見られた。

イ 表現力の育成について

表現力の変化を図るために設定した質問ウの「自分の考えを人に説明することが好き」の割合を見ると、30%から 36%に上昇している。また、質問エの回答より、「自分たちで考えをまとめたり発表したりする活動があると学習の意欲が高まる」と答えた生徒の割合が 73%から 79%に増加した。質問カの回答より粒子ボードを使用することによって、「自分の考えを人に説明しやすい」と答えた生徒の割合が 81%となった。アンケートの自由記述では、「説明するのは少し難しかったけれど、自分で考える力や説明する力が少しでも付いたと思う。」という回答もあり、粒子ボードが、自分の考えを表現し、他人に説明するための有効な教材として、表現力の育成につながることを実証できたと考えられる。

VI 成果と課題

1 研究の成果

本研究では、粒子ボードとワークシートを連携させ、一人一人の思考の過程を可視化させ、科学的な思考力、表現力を育成することを目的とし検証授業を行った。その成果を述べる。

(1) 思考力、表現力の向上

ア 多くの生徒が、自らの考えを表現することができるようになった。

言語を使用しての発表が苦手な生徒でも、粒子モデルを自由に動かし、生徒自らの考えを容易に表現することができた。また、班活動では、生徒間の教え合いの場ともなり、表現力の向上に役立った。発表が苦手な生徒も、班内では粒子モデルを動かす操作により自分の考えを発表することができた。さらに、他の生徒の説明を聞く経験を重ね、言語による表現力が身に付いていった。事後アンケートの中で生徒が、「頭の中で想像しているものを実体化できるからすごく便利だった」と記述しているように、生徒一人一人が試行錯誤し粒子モデルを動かすことで、時間経過に伴い粒子がどのように変化するのか理解し、具体的な動きを表現できるようになった。

班や学級での発表では、ワークシートを見ないで粒子ボードを使用しながら自らの考えを発表していた。このとき、発表する生徒は、粒子モデルを動かしながら頭の中で考えをまとめ、説明していることになる。この方法を継続することにより、記述させたものを発表するよりも思考力の向上につながると感じた。

イ 表現方法の工夫が見られるようになった。

目の前で直接観察した現象を分析するために必要な既存の知識を共有化し、その後各自の思考過程を可視化させることにより、自らの考えをまとめやすくなった。そして、変化の様子をどう表現するとよいのか考えられるようになった生徒も多い。また、矛盾点を指摘するなど、適切な手だてを講じることで、生徒が現象に対する思考の観点を理解し、授業のねらいに沿った具体的な表現方法へと変化した。さらに、回数を重ねるごとに、自分の考えを他の人により伝わりやすいように表現を工夫する生徒も現れた。

ウ 日常生活と関連付けて考えられるようになった。

ワークシートに、「バスケットボールの試合で息が苦しくなってしまう原因が分かった」や、「筋肉でも呼吸していることが分かった」という記述があるように、文字を通じた理解にとどまらず、日常生活における事象として考えを深められるようになった。

(2) その他の成果

ア 理解力の向上

ワークシートで自らの考えを構築し、その後班内で互いの考えを発表し合うことにより、自らの考えを再構築できるようになった。この過程を通して、なぜだろうと考える機会が多くなり、より理解を深めることができた。物質の変化について、既に知識として理解していた生徒も、粒子モデルを動かし考えることで、動的な変化として理解することができた。そしてこの後、教師からの説明により、正確な理解の定着につながっていった。

授業の中で、生徒は、粒子ボードを使用しながら班や学級内で複数の人の説明を聞くことになり、多様な考え方を得る。複数の説明を聞く中で自己の考えが整理でき、理解が深まったことがワークシートから読み取れた。言葉だけではなく、粒子の動きや形を視覚的にも表せるので、粒子ボードは思考力だけでなく理解力の向上にも効果があると考えられる。

イ 意欲・関心の向上

班での活動の様子から、粒子ボードを使うことによって授業に全く参加できない生徒が減少した。また、事後アンケートでも、「粒子ボードの活用により分かりやすくなり、もっと使って他のことについても考えたい」や、「間違えても消すことができるので、安心して使える」という記述もあった。繰り返し使用するほど、更なる興味も湧いてくるなど生徒の意欲的な姿が見られた。

ウ 評価活動及び個に応じた指導の充実

生徒が粒子ボードを使用して発表した後、気付いたことをワークシートに記入するため、思考の過程を読み取ることができた。また、「目の前で直接観察した現象」を「微視的な見方や考え方」で捉え直すとき、生徒が何につまずいているかが明確になり、その後の個に応じた指導に役立った。

2 今後の課題

本研究の今後の課題として、以下のことが挙げられる。

(1) 3年間を見通した指導計画

本研究では、年間指導計画に沿って、粒子ボードを使用できる単元を検討し、検証授業を行った。その結果、少しでも早い時期から授業に粒子ボードを導入し、何度も班や学級での発表を重ねることで、更に科学的な思考力、表現力が向上するであろうと考えた。したがって、3年間を見通した指導計画の中に粒子ボードを使用した授業を計画的に組み入れて、思考力、表現力の育成を図ることができるよう授業実践を進めたい。

(2) 生徒の実態と工夫

複数の考えを聞くため、多様な考え方の中で何が正しいのか分かりにくくなる生徒もいた。話合いの場で、思考の観点を適切に示さないと、ねらいから外れてしまう可能性がある。また、自らの考えを表現するのが苦手とする生徒は、思考を構築し表現できるようになるまでに時間がかかる。教師の机間指導において適切な手だてをあらかじめ講じておく必要がある。

(3) 評価計画

検証授業では、「科学的な思考・表現」の観点については、班や学級での発表は直接評価せず、活動の様子の観察やワークシートへの記述の変化を評価材料とした。これは、班や学級の発表の際、全員を一人の授業者で見取ることは難しかったことが理由である。しかし、思考力、表現力の変容を把握するためにも、一人一人の発表について評価できるほうが望ましいと考える。授業の中でどのようにして全員の発表を評価するか、今後の課題である。

本研究では、研究員所属校における課題も鑑み、未知の事象について分析、考察し、表現する能力を育成する学習活動を充実させることに絞り研究を進めてきた。仮説に沿って授業展開を工夫し、粒子ボードとワークシートを連携させ、より効果的な学習活動を目指し、授業実践及び検証を行った。その結果、研究主題である「科学的な思考力、表現力の育成を図る授業の工夫」は達成できたと考える。しかし、本研究は中学校学習指導要領理科の改訂の要点を全て網羅したわけではない。今後、継続して思考力、表現力の育成を図るとともに、科学を学ぶ意義や有用性を実感させ、自然体験の充実を図ることができるよう授業実践を重ねていきたい。

平成23年度 教育研究員名簿

中学校・理科

地区	学校名	職名	氏名
江東区	亀戸中学校	主任教諭	遠藤 博則
中野区	南中野中学校	主任教諭	高田 太樹
練馬区	石神井西中学校	主幹教諭	○中村 哲也
江戸川区	瑞江中学校	主幹教諭	丸谷 大輔
立川市	立川第五中学校	主幹教諭	若尾 美暢
調布市	第五中学校	主任教諭	吉田 る実
日野市	日野第一中学校	教諭	永島 友和
日の出町	平井中学校	教諭	山松 勇太

○世話人

〔担当〕 東京都教育庁指導部指導企画課
指導主事 岡田 俊樹

平成 23 年度
教育研究員研究報告書
中学校 理科

東京都教育委員会印刷物登録

平成 23 年度第 181 号

平成 24 年 3 月

編集・発行 東京都教育庁指導部指導企画課
所在地 東京都新宿区西新宿二丁目 8 番 1 号
電話番号 (03) 5320-6836
印刷会社 有限会社 シーダー企画