

中学校理科の学習における
タブレットPCの活用に関する研究

—思考・表現することが苦手な生徒に焦点をあてて—

2016/3

四日市市教育委員会 教育支援課

はじめに

子どもたちが将来生きていく社会は、変化が激しく、一層複雑化し、解決の道筋が明らかでない問題が多く存在することが予想されます。

そのためには、得た知識を活用し、自ら考え、他者と議論し、解決方法を見つけていくような力を養うことが求められています。

そこで、四日市市では、知識・技能を実社会や実生活で応用するとともに、他者と協働しながら問題を解決していく主体的・能動的な能力を、「社会人になっても通用する問題解決能力」と位置付け、問題解決能力を身に付けた子どもたちの育成を目指しています。そして、平成28年1月に策定された第3次四日市市学校教育ビジョンにおいても、重要目標の一つとして掲げられています。

教育支援課としては、子どもたちの問題解決能力の向上を図るために、指針となる「四日市モデル」を構築しました。それを基盤とした学習指導法や実践事例集をまとめた、「問題解決能力向上のための授業づくりガイドブック」を作成し、平成25年に市内全教職員へ配付し、これを活用した授業改善に取り組んできました。

さらに、本年度は、「問題解決能力向上のための授業づくりガイドブック」活用推進協力校を課題研究の協力校としても兼ねていただき、授業づくりの研究を進めてきました。その成果や課題についての報告は、平成28年度の教職員講座を通じて行います。

上記の取り組みに加えて、課題研究として、本年度は前述した「問題解決能力向上のための授業づくり」の他、本市の課題である「ICTを活用した言語活動の充実」や「不登校児童生徒支援の充実」も設定し、授業実践や調査・研究を進めてきました。ここに、その成果を研究調査報告書としてまとめました。

これらの研究成果が、教育課題の解決に向けた学校・園の研修・研究において活用されるとともに、日々の教育実践に役立つことを期待します。

最後に、本課の研究調査を進めるにあたって、御指導・御助言いただいた国立教育政策研究所初等中等教育研究部の松尾知明 総括研究官、並びに研究協力員をはじめとして調査・実践面で御協力いただいた学校等の関係者の皆様に心から感謝の意を表します。

平成28年3月

四日市市教育委員会教育支援課
課長 田中 重行

— 目 次 —

I	研究主題	1
II	主題設定の理由	1
III	研究の目的	2
IV	研究の内容・方法	
1	研究の内容	2
2	研究の方法	5
3	研究計画	6
V	結果と考察	
1	指導の実際	7
2	結果	15
3	考察	17
VI	研究のまとめ	
1	研究の成果	21
2	研究の課題	21
	[引用文献・参考文献]	23
	[資料]	24

I 研究主題

中学校理科の学習におけるタブレットPCの活用に関する研究

－ 思考・表現することが苦手な生徒に焦点をあてて －

II 主題設定の理由

本市では、学校教育ビジョンにおける「生きる力」「共に生きる力」を育むという基本理念のもと、変化の激しいこれからの社会を生きる力として、「問題解決能力の向上」を重点に置いて取り組んでいる。児童生徒の学力の状況については、基礎的・基本的な知識・技能の習得の面では成果が見られるが、それらを活用する力に課題がある。身につけた知識・技能を活用していくために思考力・判断力・表現力等が必要であり、それらの力を育成するためには各教科における言語活動の充実を図ることが重要である。

上記の言語活動については、学習指導要領においても充実すべき重要事項の第1に挙げられている。言語を通じた学習活動を充実することにより、思考力・判断力・表現力等の育成が効果的に図られることから、各教科での授業の構成や指導の在り方自体を工夫・改善していくよう求めている。

中でも中学校理科では、観察・実験の結果を整理し考察したり、科学的な言葉や概念を用いて考えたり説明したりするなどの学習活動を通じて、科学的な思考力・表現力の育成を図ることが求められている。

今後は本市において、思考力・判断力・表現力等を育むための言語活動について、より一層の改善が必要だと考えられる。「平成27年度 全国学力・学習状況調査【中学校】報告書」の理科の調査結果において、記述式（全5問）の平均無解答率は19.5%であった。このことから、多くの生徒が、思考したり表現したりすることを苦手としているのではないかと推測する。

このような思考力・判断力・表現力等を育むために、タブレットPCの活用が考えられる。文部科学省が平成23年度からの2年間実施した「学びのイノベーション事業」¹の報告書によれば、実証校は「平成24年度 全国学力・学習状況調査」において全国に比べて高い得点率となっている。

また、CRT（教研式目標基準準拠標準学力検査）においても、低い評定である1～3の出現率の全国比²が減少している傾向が見られたと報告されている（図1）。

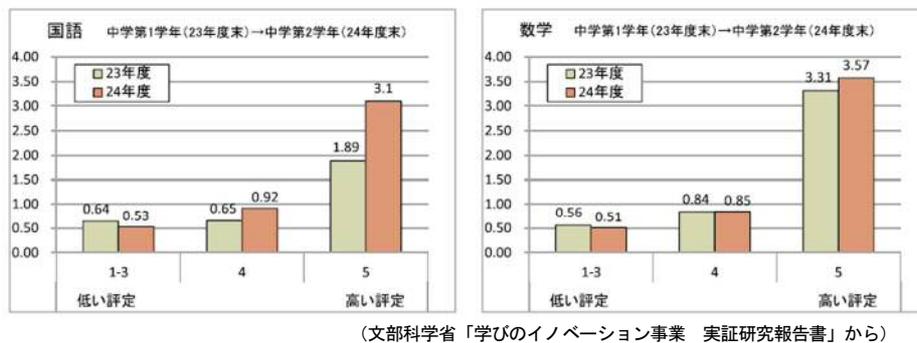


図1 CRTにおける評定出現率の経年変化

¹ 1人1台の情報端末、電子黒板、無線LAN等が整備された環境の下で、ICTを効果的に活用して、子どもたちが主体的に学習する「新たな学び」を創造するための実証研究。実証校は小学校10校、中学校8校、特別支援学校2校。

² 出現率の全国比＝実証校評定出現率／全国評定出現率

このことから、タブレットPCの活用は、学習に対して苦手意識をもった生徒にとっても有効であることが示唆される。管見の限りでは、学習に対して苦手意識をもった生徒に焦点をあてたタブレットPCの研究はなされていない。

そこで、本研究では、中学校理科におけるタブレットPCの効果的な活用が、特に、思考・表現することが苦手な生徒にとって、科学的な思考力・表現力をのばす効果があることを明らかにしたい。

また、政府は2020年（平成32年）度に向けて子どもたち1人1台の情報端末による教育の本格展開を検討している。今後本市中学校へのタブレットPC導入を検討する上でも、本研究は中学校理科の授業づくりにおいて、タブレットPCを活用する具体的な手だてを示すことができる点で意義がある。

Ⅲ 研究の目的

本研究の目的は、中学校理科の言語活動においてタブレットPCを効果的に活用することが、思考・表現することが苦手な生徒にとって、科学的な思考力・表現力をのばす効果があることを明らかにすることである。

Ⅳ 研究の内容・方法

1 研究の内容

(1) ICT³を活用する学習活動について

ICTを活用した授業については、さまざまな先行研究で数多くの実践報告がされている。学びのイノベーション事業の報告では、ICTを活用した学習場면을10種類に類型化している（表1）。

本市中学校におけるICTの活用状況は、電子黒板や実物投影機を使ってデジタル教科書や資料、自作教材を拡大提示する「一斉学習」（A1）がほとんどであるが、さらにタブレットPCを活用することで、「個別学習」や「協働学習」などの学習場面が充実することになる。

特に「発表や話し合い」（C1）と「協働での意見整理」（C2）の場面では、子どもたち同士が教え合い学び合う協働的な学びによって、思考し表現する機会が増え、科学的な思考力・表現力の育成につながると考える。

表1 ICTを活用した学習場面の類型

一斉学習	A1 教師による教材の提示
個別学習	B1 個に応じる学習
	B2 調査活動
	B3 思考を深める学習
	B4 表現・制作
	B5 家庭学習
協働学習	C1 発表や話し合い
	C2 協働での意見整理
	C3 協働制作
	C4 学校の壁を越えた学習

³ Information and Communication Technology の略。情報通信技術のこと。

しかし、ICTを活用する学習活動を検討するにあたって、何を指すためにICTを活用するのかを考えた授業計画が必要であり、学習内容に応じたICT機器の効果的な使い分けを考え、教材研究に生かしていくことが大切となる。上野（2014）は『ICTをどう使うか』を考える前に、『目標達成のためにどのような授業を構築するか』を考えることが大切」とし、中橋（2014）は「ICTの活用自体が目的化してしまい、教科として目指す学力や目標を見失うようなことがあってはならない」と述べている。

(2) 科学的な思考力・表現力の育成について

① 理科の教科目標について

「中学校学習指導要領解説【理科編】」では教科の目標を「自然の事物・現象に進んでかわり、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に探究する能力の基礎と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養う」としている。そして、この目標を達成するために、第3章では「十分な観察や実験の時間、課題解決のために探究する時間などを設けるようにすること」を配慮事項の1つとしている。

科学的な思考力・表現力を育成するためには、観察や実験を行う時間だけでなく、「結果を分析し解釈する」「科学的な概念を使用して考えたり説明したりする」時間を十分に確保することも大切である。限られた短い時間の中ではじっくり思考できず、表現を推敲することもできない。自分の力で課題に対する結論に至れなかったことで、思考したり表現したりすることに苦手意識をもってしまう生徒もいるのではないだろうか。

そこで、時間を確保するという点において、タブレットPCの特長である「作業に必要な時間を節約することができる（即時性）」は有効であると考えられる。この特長を意識しながら授業改善に取り組むことで、思考・表現するための十分な時間を確保し、科学的な思考力・表現力の育成につなげることができるのではないかと考える。

② 言語活動の充実について

中央教育審議会は平成20年「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」（答申）において、思考力・判断力・表現力等を育むためには知識・技能を活用する学習活動を各教科で行い、言語の能力を高める必要があると述べている。

また、「言語活動の充実に関する指導事例集～思考力、判断力、表現力等の育成に向けて～【中学校版】」において、各教科等で論理や思考といった知的活動を行う際、次のような言語活動を充実するとしている。

- 事実等を正確に理解し、他者に的確にわかりやすく伝えること
- 事実等を解釈するとともに、考えを伝え合うことで、自分の考えや集団の考えを発展させること

これらについて理科では、観察や実験の結果を分析し解釈する学習活動や、科学的な概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動の充実を求めている。具体的にはレポートの作成や発表、討論など知識及び技能を活用する学習活動である。

しかし、これらの学習活動では、「書けない」「できない」など、苦手意識をもった生徒が多く見受けられる。そのような生徒にとっても充実した活動となるためには、十分な手だてを検討しなければならない。

そこで、タブレットPCの特長である「情報の蓄積・共有（保存性）（双方向性）」に着目し、それを生かした学習活動を行うことで、科学的な思考力・表現力の育成につなげたい。

(3) タブレットPCを活用する学習の場面について

上記(1)、(2)に述べたことから、本研究におけるタブレットPCを活用する場面と目指す子どもの姿を以下のようにまとめる（表2・図2）。

科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、指導計画の中での観察・実験の結果を整理し考察する場面を「観察・実験の場面」、科学的な言葉や概念を用いて考えたり説明したりする場面を「図で表現する場面」とし、レポートの作成や話し合い、発表など言語活動の充実をタブレットPCを活用することで図る。

使用するタブレットPCは本市小学校に導入されている2 in 1型⁴で、1班（3～4名）に1台とする。活用方法については、操作が簡単なものだけとし、タブレットPCを活用することが学習活動の負担とならないようにする。具体的には「撮影する」「（文字や図を）書き込む」「（画面を）送受信する」「（保存された画像や資料を）振り返る」の4つの方法とし、学習内容や活動に応じて使い分けながら授業を構築する。また、これらの方法の操作にかかわる授業を事前に行い、実際の活用場面において活動がスムーズに行えるように指導する。

これらの手だてとともに、思考・表現することが苦手な生徒にとっても充実した活動となるように授業展開を配慮し、目指す子どもの姿に近づける。

表2 科学的な思考力・表現力を育む学習活動と目指す子どもの姿

	「観察・実験の場面」	「図で表現する場面」
学習活動	観察・実験を行い、実験レポートを作成する。	事物・現象を図やモデルを使って表現し、説明する。
目指す子どもの姿	実験結果を整理し、その結果に基づいた根拠のある考察を書くことができる。	科学的な概念を使用して考えたり説明したりすることができる。

⁴ キーボード部分と液晶部分が分離するパソコン。液晶部分をタブレットPCとして使用することができる。

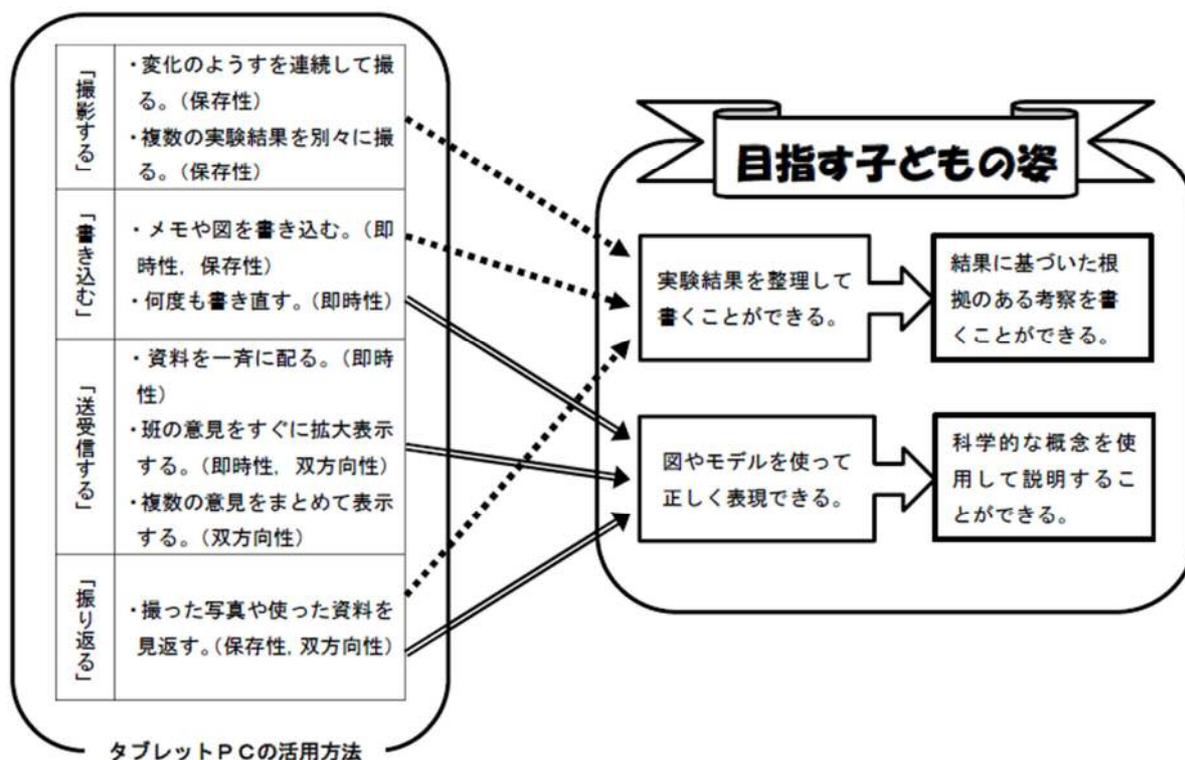


図2 タブレットPCの具体的な活用方法と目指す子どもの姿

2 研究の方法

(1) 調査対象

四日市市内の中学校に研究協力を依頼し、3年生（2クラス）を調査対象として研究を進める。授業は研究協力員が行い、記録・分析は長期研修員が行う。

(2) データの収集と分析

① 事前意識調査【資料1】

事前に調査対象の生徒全員にアンケートを行い、理科に関する関心・意欲や学習活動への意識について調査する。これを集計し、学習活動についての質問で「あまり思わない」「そう思わない」と回答した生徒を「抽出生徒群」とする。

② タブレットPCを活用しない授業（非活用授業）

タブレットPCを活用した検証授業と比較するために、「タブレットPCを活用しない授業（非活用授業）」を行い、授業中の活動や発言、実験レポートやワークシートを分析して生徒の実態を把握する。授業中の活動や発言のようすは観察記録と撮影した映像を分析する。実験レポートやワークシートについては、ルーブリックを作成し評価、分析する。

③ タブレットPC活用指導と振り返りシート【資料2・資料3】

調査対象の生徒全員に対してタブレットPCの活用方法を指導する。指導後に「振り返りシート」を行い、タブレットPCの操作にかかわる実態を把握するとともに、以降のタブレットPCを活用した授業を進めていく上での留意点を検討する。

④ 検証授業

タブレットPCを活用した検証授業を行い、抽出生徒群の生徒の授業中の活動や発言、実験レポートやワークシート、確認テストを分析する。授業中の活動や発言のようすは観察記録と撮影した映像を分析する。実験レポートやワークシート、確認テストについてはルーブリックを作成し評価、分析する。

⑤ 事後意識調査【資料4】

単元終了後に調査対象の生徒全員にアンケートを行い、タブレットPCを活用した授業について自己評価させる。抽出生徒群の生徒については、事前調査と比較し分析する。

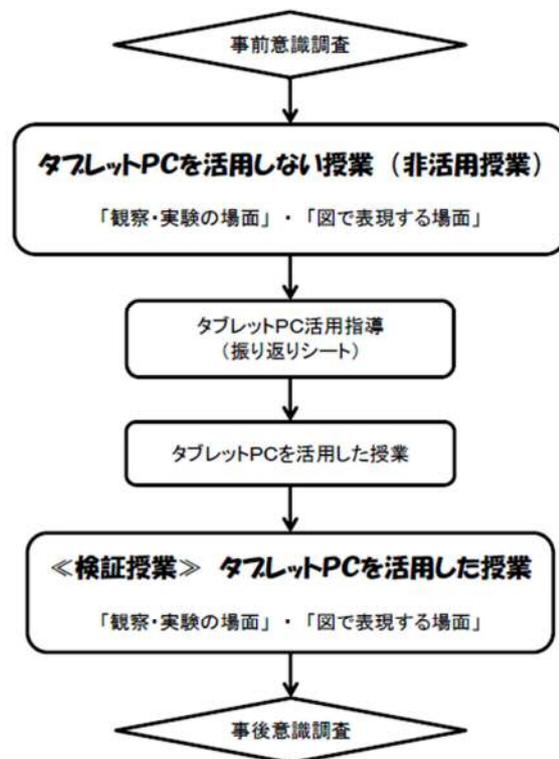


図3 研究の流れ

3 研究計画

研究計画は、以下の通りである。

月	本研究に関する計画	実施する内容・研究協力校との連携
4	・課題研究打合せ会	
5	・第1回課題研究会議 (第1回国研指導)	・研究協力校への依頼
6	・第2回課題研究会議	・調査対象クラスの授業参観
7	・第3回課題研究会議 (第2回国研指導)	
8	・検証授業の準備	・タブレットPC及び周辺機器の搬入・設置
9	・第4回課題研究会議 ・検証授業の準備	・事前意識調査の実施 ・タブレットPCを活用しない授業の実施 ・タブレットPC活用指導と振り返りシートの実施 ・調査対象クラスの授業参観

10	・ 検証授業の準備	・ 調査対象クラスの授業参観
11	・ 検証授業	・ 検証授業の実施
12	・ 第5回課題研究会議（第3回国研指導） ・ 第6回課題研究会議	・ 事後意識調査の実施
1	・ 第7回課題研究会議（第4回国研指導）	
2	・ 第8回課題研究会議	

V 結果と考察

1 指導の実際

(1) 指導計画

検証する単元は「化学変化とイオン」（全24時間）とした。単元目標は「化学変化についての観察，実験を通して，水溶液の電気伝導性や中和反応について理解させるとともに，これらの事物・現象をイオンのモデルと関連付けてみる見方や考え方を養う」である。

単元指導計画の中で，観察，実験を行い，実験レポートを作成する場面を「観察・実験の場面」，イオンのモデルを用いて表現する場面を「図で表現する場面」とした。それぞれの場面においてタブレットPCの活用を検討した上で実践を進め，活用する場面を含む授業の最終時を検証授業とした。

ただし，タブレットPCを活用する前の生徒の実態を把握するために，それぞれの場面でタブレットPCを活用しない授業(非活用授業)を1時間ずつ行った(表3，表4)。

表3 「観察・実験の場面」におけるタブレットPCの活用と観点別達成目標

		タブレットPCの活用	観点別達成目標
非活用授業	【実験1】 「電解質と 非電解質」	※タブレットPCは使用しない。	技能 それぞれの水溶液の結果の違いがわかるように記録できる。
			思考 結果をもとに，水溶液を電流を通すものと通さないものに区別し，通すものの特徴を説明できる。
検証授業	【実験5】 「電気泳動」	<ul style="list-style-type: none"> ・ pH試験紙の変化のようすを撮影する。 ・ 写真に文字や図を書き込む。 ・ 撮影した写真を振り返る。 	技能 pH試験紙が時間とともに変化していくようすを記録できる。
			思考 結果から変化のもとになるものを考察することができる。

表4 「図で表現する場面」におけるタブレットPCの活用と観点別達成目標

		タブレットPCの活用	観点別達成目標
非活用授業	「電離のようす」	※タブレットPCは使用しない。	表現 塩化水素が電離しているようすをイオンのモデルで表すことができる。
			表現 塩化水素が水にとけると電離することが説明できる。
検証授業	「中和のようす」	<ul style="list-style-type: none"> ・教師用PCから送信されたワークシートに、分子とイオンのモデルを書き込んで送信する。 ・保存された資料を振り返る。 	表現 中和のようすを分子とイオンのモデルで表すことができる。
			表現 イオンのモデルから、水溶液の性質を説明することができる。

(2) 抽出生徒群と抽出生徒について

事前意識調査において、「データや変化を記録する」「自分の考えを文章で書く」「絵などを使って自分の考えを説明する」の質問についての集計結果は、図4のようになった。

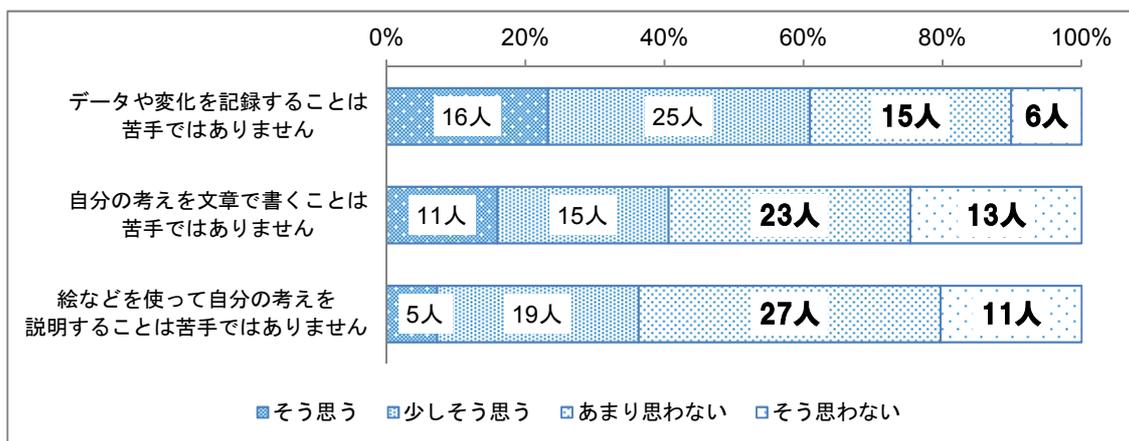


図4 事前意識調査の集計結果

それぞれの質問について、「あまりそう思わない」「そう思わない」と回答した生徒を抽出生徒群とし、以下のように分類した。

- ・「結果の記録が苦手」群…「データや変化を記録すること」における抽出生徒群 (21人)
- ・「文章が苦手」群…「自分の考えを文章で書くこと」における抽出生徒群 (36人)
- ・「図で説明が苦手」群…「絵などを使って自分の考えを説明すること」における抽出生徒群 (38人)

また、タブレットPCを活用しない授業(非活用授業)のようすから、「観察・実験の場面」で結果と考察の書き分けができていなかった生徒A(「結果の記録が苦手」群と「文章が苦手」群に属する)と、「図で表現する場面」で話し合いが滞っていた班の生徒B～E(全員が「図で説明が苦手」群、C～Eについては「文章が苦手」群にも属する)を「抽出生徒」とした。

(3) 実践のようす

① タブレットPC活用指導

タブレットPCを活用するにあたって、事前に活用指導を1時間行った。「電源を入れる」などの基本的な操作から、「書き込む」「画面を送受信する」「撮影する」「保存した画像や資料を振り返る」を練習させた。

生徒は本研究で使用するタブレットPCを初めて手にし、興味津々のようすだった。「書き込む」ときは授業者の指導がなくてもアイコンを操作し、ペンの色や太さを自由に変えていた。また、書き込んだ画面を送信し、前のスクリーンに他の班のものと比較表示されたときは、「黄色は見えにくい」「もっと大きな字で書かないと読めない」など、留意すべき点に気づく生徒もいた。



「撮影する」ときは遊び感覚でお互いを撮影していたが、机上のプリントを撮影するときには、影の映り込みやピント合わせに苦勞する姿が見られた。

指導後の「振り返りシート」では、すべての質問項目において全員が「できた」「だいたいできた」と回答していた。

② 「観察・実験の場面」

ア 【実験1】「電解質と非電解質」(非活用授業)【指導案 資料5】

10種類の水溶液を使って、電流を通す水溶液と通さない水溶液を区別する実験を行った。実験レポートには、実験結果として「LEDは点灯したか、どのように点灯したか」「電極のようすはどうだったか」を記録させ、実験結果からわかることを考察として書かせた。

《クラス全体のようす》

10種類の実験を順に進めていかなければならないため、どの班も協力しながら行っていた。「さっきのより光ってない?」「これは泡は出てないよね?」など、お互いにようすを確認し合うような会話をしながら実験結果を記録していた。

考察を書くときは「何を書くの?」という発言が多く聞かれ、授業者が何度も説明をするなど、ざわついた雰囲気であった。

《抽出生徒Aのようす》

実験中は班員と協力して楽しそうに活動していた。

実験結果を書くときには、となりの席の生徒に内容を確認してから書いていた。

考察を書くときは、しばらくの間何も書けず、授業者の終了の指示があってから書いていた(図5)。

調べた試薬	電気 (○・×)	LEDの光り方	電極の様子
①牛乳	○	少し光った	酸味と甘味があわついている(色)
②塩酸	○	強く光った	片方が白くあわついている(色)
③水酸化ナトリウム水溶液	○	光った	白くあわついている
④砂糖水	×	つかない	白くあわついている
⑤オレンジジュース	○	少し光った	酸味と甘味があわついている(色)
⑥炭酸水	○	少し光った	白くあわついている
⑦エタノールと水の混合物	○	少し光った	白くあわついている
⑧塩化銅水溶液	○	強く光った	ついていない
⑨酢酸	○	少し光った	ついていない
⑩お茶	○	少し光った	白くあわついている

考察 水溶液が電流を通すときと通さないときで、電極付近の様子に違いがあったか

色のついてにらんでいる牛乳とオレンジジュースは
あまりあわはついておらず少しだけ光った。
砂糖水だけは光らなかつた。

図5 抽出生徒Aの実験レポート

イ 検証授業【実験5】「電気泳動」【指導案 資料6】

酸・アルカリの性質を示すものになるものは何かを調べるために、塩酸・水酸化ナトリウム水溶液の電気泳動の実験を行った。実験レポートには、実験結果として「pH試験紙はどのように変化したか」を記録し、「酸・アルカリの性質を示すものはどのような性質を持っているか」「そのことからわかることはどんなことか」を考察として書かせた。

《タブレットPCの活用方法》

「撮影する」: pH試験紙の変化のようすがわかるように撮影する。

「書き込む」: 撮影した写真に、水溶液名や電極を書き込んだ画像を作成する。

「振り返る」: 実験器具をすべて片付けた後で、作成した画像を見ながら実験レポートを作成する。

《クラス全体のようす》

班の中で「実験を進める係」と「タブレットPCを操作する係」に役割を分担して行った。実験中は「どんどん右側だけ変わってきたね」「このへんで1枚撮っておく?」「もうしばらく待ってみよう」など、係同士で話をしながら実物をじっくり観察する姿が見られた。実験の準備をし、実験後に作成した画面を授業者に送信して片付けが終わるまでは15分程度であった。



実験レポートを作成するときは、塩酸・水酸化ナトリウム水溶液それぞれの画像をタブレットPCの画面上で見比べながら、「塩酸は陰極側が変わったけど、水酸化ナトリウム水溶液は陽極側だね」「水酸化ナトリウム水溶液のほうは変化がわかりにくいな」などと会話をしながら実験結果をまとめていた。

また、「陽極側に色が進んでいくってことはマイナスの電気？」「電気を流したってことは電気分解したの？」など、考察を書くためにお互いの考えを交流する姿も見られた。

実験レポート作成のための時間は10分程度あったが、落ち着いた雰囲気で行っていた。実験器具が片付けられ、机上が整理されていたこともあり、集中できていた。



《抽出生徒Aのようす》

抽出生徒Aは「実験を進める係」として実験に参加していたが、変化していくようすをじっくり観察し、「タブレットPCを操作する係」の生徒に、撮影するタイミングを声かけしていた。

実験レポートを作成するときは、「タブレットPCを操作する係」が作成した画像を見ながら取り組んでいた。

考察を書くときには、スクリーンに比較表示された他の班の写真のようすが自分たちのものと違っていただけから、実験がうまくいっていなかったことに気づいたため、表示されている他の班の画像を見ながら考察を書いていた（図6）。

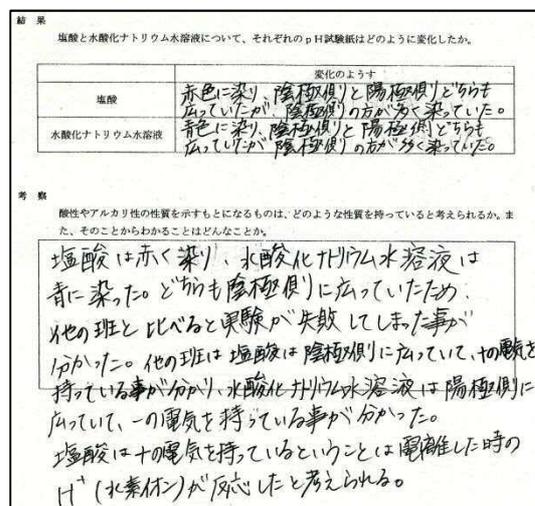


図6 抽出生徒Aの実験レポート

③ 「図で表現する場面」

ア 「電離のようす」(非活用授業)【指導案 資料7】

「電解質が水にとけると陽イオンと陰イオンに分かれることを、イオンのモデルと言葉で説明できる」を目標とした授業を行った。

《クラス全体のようす》

まず、第2学年の復習として「水」と「塩化水素」の分子モデルを個人で表した。「水」の分子モデルについては、数や形まで意識して正しく表すことができた生徒は少なく、「こんな書いた覚えがない」「この形じゃダメなの？」と、戸惑ったようすを見せていた。

そのあとの塩化水素を水にとかしたようすを個人で考えたときも、大半の生徒がイオンのモデルを使って表すことができていなかった。

班で考えをまとめるときは、個人では正しく書けている生徒がいても、話し合いが進まないため、班用のワークシートがいつまでも空欄のままになっていた班もあった。中には話し合いもせずに教科書で答えを探して書こうとする班もあった。

各班のワークシートを実物投影機でスクリーンに投影しながら考えを発表させたが、発表の内容は曖昧で、どの班も不安なようすだった。

《抽出生徒B～Eの班のようす》

塩化水素を水にとかしたようすを、抽出生徒Bは塩酸の分子モデルで書いていた。抽出生徒C, D, Eは、無記入であった。

班の話し合いでは、抽出生徒Bが意見を言ったあとは沈黙が続いていた。結局、班のワークシートも抽出生徒Bが自分の考えを書いていた(図7)。

そのあとの発表も抽出生徒Bが行い、ワークシートに書かれていないことも補足しながら理由を説明していた。

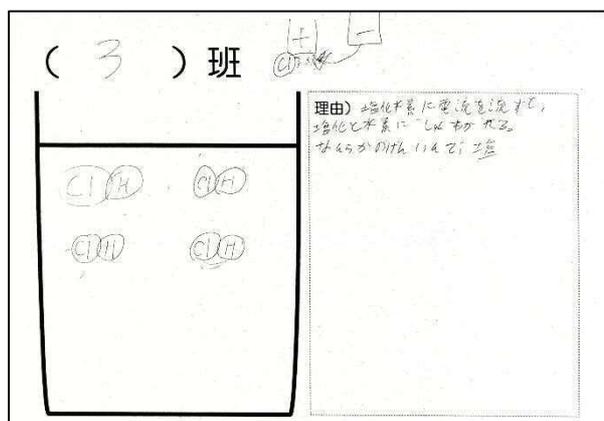


図7 抽出生徒B～Eの班のワークシート

イ 検証授業「中和のようす」【指導案 資料8】

「中和滴定による水溶液の変化をイオンのモデルを使って表し、説明できる」ことを目標とした授業を行った。

《タブレットPCの活用方法》

「書き込む」： 授業者から送信されたワークシートに、班の考えを書き込む。

「送受信する」： ・授業者PCから一斉送信されたワークシートを受け取る。

・書き込みをしたワークシートを、授業者用PCに送る。

・各班のワークシートを比較表示する。

「振り返る」： プレゼンテーション用ソフトを使って作成した資料(以下、「スライド資料」という)を、タブレットPCの画面上で振り返りながら、授業のまとめプリントを書く。

《クラス全体のようす》

中和滴定のようすをアニメーションでイメージ化したスライド資料をスクリーンに提示しながら授業を進めた。

初めに、水酸化ナトリウム水溶液に塩酸を少し入れたときのようすを個人で考え、その後、授業者から送られてきたワークシートに班の考えを書き込んだ。話し合いはどの班も活発に進められていた。しかし、ワークシートに書き込まれたモデルは、水分子の形が正しく表せていなかったり、ナトリウム原子と塩素原子を結合させたモデルを書いてしまったりしていた。



班の考えを書き込んだワークシートを送信し、比較表示された他の班の画面を見ながら各班の考えを聞いたあとには、「私たちの班は水分子の形が変だったね」「塩化ナトリウムは電解質だからイオンで書かないとダメだね」など、自分たちの間違いに気づくことができていた。

その後、さらに塩酸を加えて水溶液が中性になるようすを考える場面では、ほとんどの班がモデルの形や数を正しく表すことができていた。「水素イオンも水酸化物イオンもないから中性である」と、モデルのようすから水溶液の性質も判断できていた。

授業で提示していたスライド資料を、タブレットPCで振り返りながらまとめプリントを書くときは、「見なくても書けそう」「イオンの数をちゃんと数えようね」「水素イオンが増えるってことは酸性が強くなるってことかな」など、声をかけ合いながら取り組んでいた。



また、5日後に行った抜き打ちの確認テストは、落ち着いてじっくり取り組むことができ、モデルの形や数を何度も見直す姿が見られた。

《抽出生徒B～Eの班のようす》

水酸化ナトリウム水溶液に塩酸を少し加えたときのようすを、抽出生徒Bはモデルを使って正しく表していた。抽出生徒Cは水の分子モデルの形を間違えていた。抽出生徒D、Eは無記入であった。

班での話し合いは抽出生徒B、Cを中心に進められ、抽出生徒D、EはタブレットPCの画面を見ながら2人の考えを聞いていた。途中で抽出生徒Cは自分の間違いに気づき、班の考えとして抽出生徒Bの考えを抽出生徒Dがワークシートに書き込んでいた。

そのあとの発表のときには、他のすべての班がナトリウム原子と塩素原子を結合させたモデルを書いているのに対し、自分たちの班は電離した状態で書いたことについて、抽出生徒Cが「まだ水溶液中にあるから、くっつかない」と、イオンの状態で書かなければならないことを説明していた。

スライド資料をタブレットPCで見ながらまとめプリントを書くときは、抽出生徒Eは画面を見ずに書き、書き終わってから画面を見て確認していた。

5日後に行った抜き打ちの確認テストでは、4人全員が戸惑うことなく書くことができていた(図8)。

Figure 8 displays the confirmation tests for four students (B, C, D, E) regarding the dissociation of sodium chloride in water. Each student's work is presented in a separate panel, showing a sequence of five diagrams (1-5) illustrating the process, a handwritten explanation in a dashed box, and a final comment box.

生徒B (Student B): The diagrams show the dissociation of NaCl into Na⁺ and Cl⁻ ions. The handwritten explanation includes: ①-⑤の水溶液の性質について説明しよう (I will explain the properties of the aqueous solution ①-⑤). ①は水素原子が結合してNaClの分子が水溶液中にある (Hydrogen atoms combine to form NaCl molecules in the aqueous solution). ②は水素原子が結合してNaClの分子が水溶液中にある (Hydrogen atoms combine to form NaCl molecules in the aqueous solution). ③は水素原子が結合してNaClの分子が水溶液中にある (Hydrogen atoms combine to form NaCl molecules in the aqueous solution). ④は水素原子が結合してNaClの分子が水溶液中にある (Hydrogen atoms combine to form NaCl molecules in the aqueous solution). ⑤は水素原子が結合してNaClの分子が水溶液中にある (Hydrogen atoms combine to form NaCl molecules in the aqueous solution). The comment box says: あなたの目標は? (A・B・C) : コメント これではまだ118と混じりまじ。

生徒C (Student C): The diagrams show the dissociation of NaCl into Na⁺ and Cl⁻ ions. The handwritten explanation includes: ①-⑤の水溶液の性質について説明しよう (I will explain the properties of the aqueous solution ①-⑤). ①はNaClの分子が水溶液中にある (NaCl molecules are in the aqueous solution). ②はNaClの分子が水溶液中にある (NaCl molecules are in the aqueous solution). ③はNaClの分子が水溶液中にある (NaCl molecules are in the aqueous solution). ④はNaClの分子が水溶液中にある (NaCl molecules are in the aqueous solution). ⑤はNaClの分子が水溶液中にある (NaCl molecules are in the aqueous solution). The comment box says: あなたの目標は? (A・B・C) : コメント この分子と理解ができてきた。

生徒D (Student D): The diagrams show the dissociation of NaCl into Na⁺ and Cl⁻ ions. The handwritten explanation includes: ①-⑤の水溶液の性質について説明しよう (I will explain the properties of the aqueous solution ①-⑤). ①はNaClの分子が水溶液中にある (NaCl molecules are in the aqueous solution). ②はNaClの分子が水溶液中にある (NaCl molecules are in the aqueous solution). ③はNaClの分子が水溶液中にある (NaCl molecules are in the aqueous solution). ④はNaClの分子が水溶液中にある (NaCl molecules are in the aqueous solution). ⑤はNaClの分子が水溶液中にある (NaCl molecules are in the aqueous solution). The comment box says: あなたの目標は? (A・B・C) : コメント 説明は自分でいって、自分で理解する。

生徒E (Student E): The diagrams show the dissociation of NaCl into Na⁺ and Cl⁻ ions. The handwritten explanation includes: ①-⑤の水溶液の性質について説明しよう (I will explain the properties of the aqueous solution ①-⑤). ①はNaClの分子が水溶液中にある (NaCl molecules are in the aqueous solution). ②はNaClの分子が水溶液中にある (NaCl molecules are in the aqueous solution). ③はNaClの分子が水溶液中にある (NaCl molecules are in the aqueous solution). ④はNaClの分子が水溶液中にある (NaCl molecules are in the aqueous solution). ⑤はNaClの分子が水溶液中にある (NaCl molecules are in the aqueous solution). The comment box says: あなたの目標は? (A・B・C) : コメント 説明は自分でいって、自分で理解する。

図8 抽出生徒B, C, D, Eの確認テスト

2 結果

(1) ルーブリックによる評価

① 「観察・実験の場面」【ルーブリック 資料9「実験1」「実験5」】

ア 「実験結果を整理して書く」

「結果の記録が苦手」群（21人）の生徒について、ルーブリックで実験レポートを評価した。

非活用授業では、73.9%の生徒がLEDの光り方の違いを意識して書くことができていた。点灯したかどうかだけを書いていた生徒は17.4%だった。

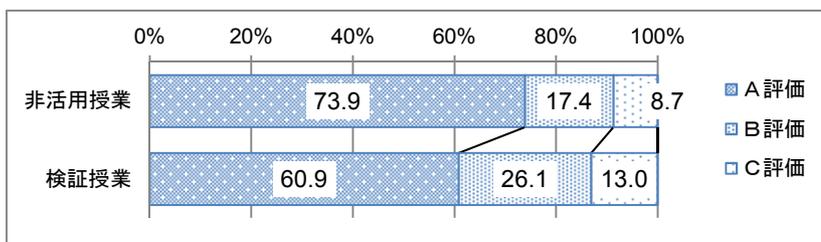


図9 実験結果を整理して書く（「結果の記録が苦手」群）

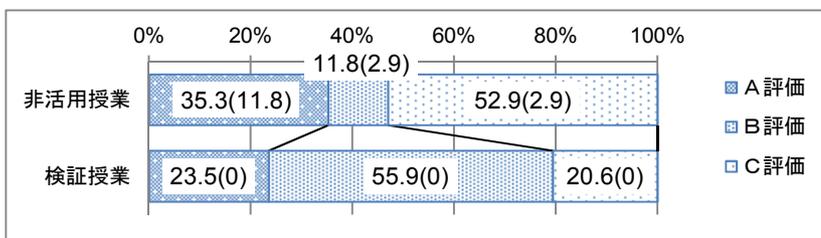
検証授業では、60.9%の生徒が変化していくようすがわかるように書くことができていた。色の変化のみを書いていた生徒は26.1%だった。

抽出生徒Aは、非活用授業、検証授業ともにA評価であった。

イ 「結果に基づいた根拠のある考察を書く」

「文章が苦手」群（36人）の生徒について、ルーブリックで実験レポートを評価した。

非活用授業では、35.3%の生徒が結果に基づいた考察を書くことができていた。しかし、他の生徒と同じ文章を書いていた生徒が17.6%（そのうち、A評価だった生徒は11.8%）いた。



(カッコ内の数字：他の生徒と同じ文章を書いていた生徒の割合)

図10 結果に基づいた根拠のある考察を書く（「文章が苦手」群）

検証授業では、23.5%の生徒が根拠を持って結論づけることができていた。結果から結論を書いていた生徒は55.9%だった。また、他の生徒と同じ文章を書いていた生徒はいなかった。

抽出生徒Aは、非活用授業についてはC評価、検証授業についてはA評価であった。

② 「図で表現する場面」【ルーブリック 資料9「電離」「確認テスト」】

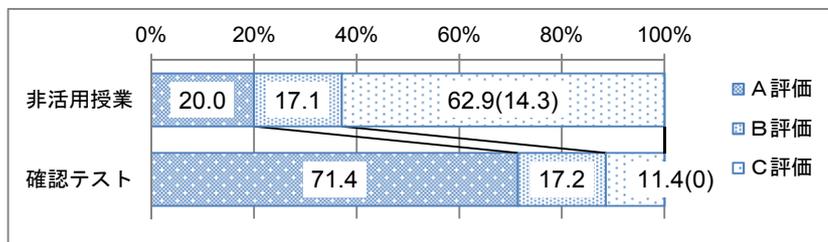
ア 「モデルを使って表現する」

「図で説明が苦手」群 (38人) の生徒について、ルーブリックでワークシートと確認テストを評価した。

非活用授業では、20.0%の生徒がイオンのモデルで正しく表現できていた。C評価は62.9%で、そのうち「無解答」は14.3%だった。

検証授業から5日後に行った確認テストでは、71.4%の生徒が分子とイオンのモデルで正しく表現できていた。C評価は11.4%で、「無解答」はいなかった。

抽出生徒B, C, D, Eは全員、非活用授業についてはC評価、確認テストについてはA評価であった。



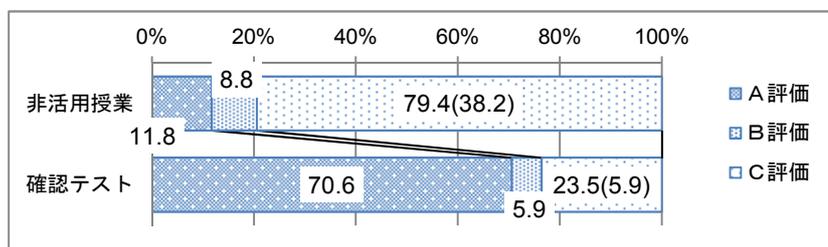
(カッコ内の数字：無解答だった生徒の割合)

図11 モデルを使って表現する（「図で説明が苦手」群）

イ 「図を使って説明する」

「文章が苦手」群 (36人) の生徒について、ルーブリックでワークシートと確認テストを評価した。

非活用授業では、11.8%の生徒が電離のようすを文章で説明できていた。C評価は79.4%で、そのうち「無解答」は38.2%だった。



(カッコ内の数字：無解答だった生徒の割合)

図12 図を使って説明する（「文章が苦手」群）

検証授業から5日後に行った確認テストでは、70.6%の生徒が水溶液の性質を文章で説明できていた。C評価は23.5%で、「無解答」は5.9%だった。

抽出生徒Bは、非活用授業、確認テストともにA評価であった。抽出生徒C, D, Eは、非活用授業についてはC評価、確認テストについてはA評価であった。

(2) 事後意識調査

単元終了後に行った事後意識調査では、「結果を書く」「考察（自分の考え）を書く」「絵などを使って考えを説明する」ことについて、それぞれの質問に対する抽出生徒群の78.3%、88.2%、88.6%が「タブレットPCを使ったほうがやりやすかった」と回答した。

抽出生徒A, C, D, Eの4人はすべての質問に対して「使ったほうがやりやすかった」と回答していた。抽出生徒Bは「絵を使って説明する」について「使ったほうがやりにくかった」と回答し、その理由を「絵や字が下手だから」と答えていた。

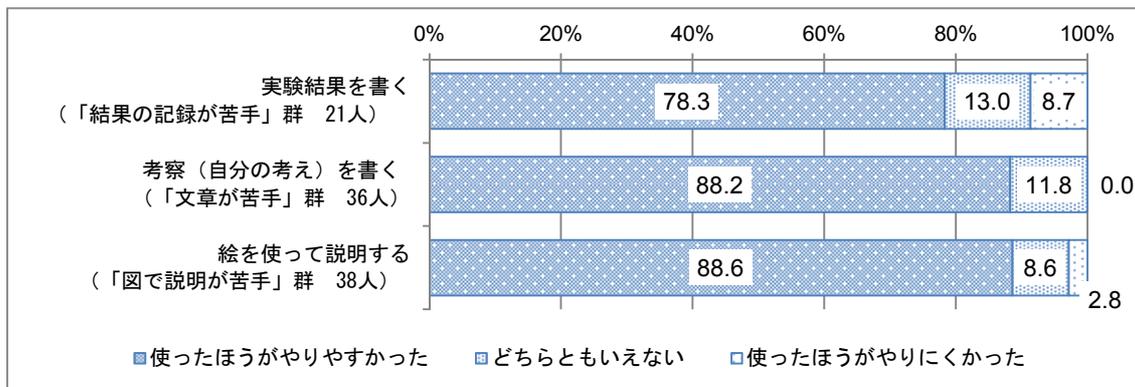


図 13 事後意識調査の集計結果 (抽出生徒群)

3 考察

(1) タブレットPCの活用について

タブレットPCの活用方法として簡単な4つの操作に絞ったことは、今までタブレットPCを活用した授業を行ったことがない生徒を指導していく上で有効な手だてであったと考える。

タブレットPCの活用方法を指導した後で行った「振り返りシート」からは、生徒が抵抗なくタブレットPCを操作できたことが示された。また、全24時間の指導計画の中で、タブレットPCを活用した場面を含む授業は7時間(うち2時間は検証授業)であったが、どの時間も生徒はスムーズに活用することができた。授業者の指示も少なく進めることができたことから、タブレットPCがツールとして無理なく活用されていたと判断できる。

(2) タブレットPCの活用方法について

① 「撮影する」

「観察・実験の場面」において、実験結果を撮影することは、データや変化のようすを記録することを苦手とする生徒が実験レポートを作成していく上で有効であると判断できなかった。

このことは、ルーブリックの評価(図9)において、非活用授業と比べて、検証授業の評価にあまり変化が見られなかったことから判断できる。

今回調査対象としたクラスの生徒は、実験中は前向きに取り組み、班内で積極的に情報を共有することができていた。実験結果についても、活動中の会話の中で共通認識を持つことができていた。

そのため、データや変化のようすを記録することが苦手な生徒も、タブレットPCの活用の有無にかかわらず、結果を整理して書くことができたのではないかと考察する。

しかし、抽出生徒Aの姿から、撮影するという活用方法は、実物をじっくり観察したり、実験を失敗しても他の班の実験結果の画面から思考したりするなど、生徒の主体的な活動を促す効果があると考えられる。実験結果を書くという観点では、有効であると判断できなかったが、「観察・実験の場面」において実験結果を撮影することは、活動の充実につながるものであると推測する。

② 「書き込む」

「観察・実験の場面」において、撮影した実験結果の写真にメモや図を書き込むことは、自分の考えを文章で書くことを苦手とする生徒が実験レポートを作成していく上で有効であったと思われる。

このことは、ルーブリックの評価（図10）において、非活用授業では他の生徒と同じ文章で考察を書いていた生徒が、検証授業では自分の言葉で考察を書いていたことから判断できる。

実験結果の写真にメモや図を書き込むことは、考察するのに必要な情報を可視化して整理することになる。考察を書くことを苦手とする生徒にとっては、情報が整理された画面を見ることで実験を振り返りやすくなり、書き込んだ情報をもとに考察を書くことができたと思われる。

～抽出生徒群の事後意識調査の記述より～ 【資料10】

- ・タブレットに書いたのをさんこうにできたことです。
- ・タブレット見たら結果がのっていて、どんなふうになったか分かりやすい。

また、「図で表現する場面」において、授業者から送られてきたワークシートに書き込むことは、図などを使って自分の考えを説明することを苦手とする生徒がモデルを使って表現していく上で有効であったと推測される。

このことは、ルーブリックの評価（図11）において、非活用授業で「無解答」だった生徒が、検証授業ではモデルを使って表現しようとしていたことから判断できる。

紙やホワイトボードに書き込むことに比べて、タブレットPCは手軽に何度も書き直しができる。そのため、試行錯誤がしやすく、何度も書き直しすることで思考が深まり、自分の表現を見直すことにつながる。

さらに、以下のような抽出生徒群の事後意識調査の記述から、タブレットPCを活用すると手軽に書き込みながら説明できることで話し合いの活性化にもつながると判断できる。

図などを使って自分の考えを説明することを苦手とする生徒にとっては、自分の考えを手軽に消して直すことができ、また、どのように表現すればいいのかを他の班員が書き込むモデルを見ながら学ぶことができるという点で、タブレットPCが有効なツールだったと考える。

～抽出生徒群の事後意識調査の記述より～ 【資料 10】

- ・紙で話し合うよりは、話し合いが盛り上がり、よく分かった。
- ・タブレットに書いていけるので、班員に伝えやすかった。

③ 「送受信する」

「図で表現する場面」において、授業者がワークシートを一斉送信し、各班から送られてきた画面を比較表示することは、図などを使って自分の考えを説明することを苦手とする生徒がモデルを使って表現していく上で有効であったと考える。

このことは、ルーブリックの評価（図 11, 12）において、非活用授業と比べて、確認テストでモデルを正しく表現できる生徒が大幅に増加したことから判断できる。

紙やホワイトボードをツールとして学習活動を行った場合、それらの配付や回収、張り出しなどにわずかながらも時間がかかる。これが1時間内に何度も行われるとなれば、時間の消費のみならず、授業の流れも滞ることになる。

その点、タブレットPCを活用してワークシートを送受信すれば時間が短縮でき、その分思考・表現する場面を増やすことができる。

図などを使って自分の考えを説明することが苦手な生徒には、思考・表現することに「慣れる」ことも必要である。慣れることで苦手意識がなくなり、思考・表現しようとする姿が見られるようになるのではないかと考える。このように、限られた時間内でも思考・表現するための時間を作り出せるという点で、送受信するという活用方法は有効であったと考える。

また、送信された画面を比較表示しクラス全体で共有することは、多くの表現や考えに触れることになる。これによって、思考するためには何がポイントで、表現するためにはどこに気をつけなければならないのかを明確にすることができ、モデルを使って表現することを苦手とする生徒が正しく表現できることにつながったと推測される。

④ 「振り返る」

「観察・実験の場面」において、撮影した実験結果の写真にメモや図を書き込んだ画面を振り返りながら考察を書くことは、自分の考えを文章で書くことを苦手とする生徒が実験レポートを作成していく上で有効であったと思われる。

このことは、ルーブリックの評価（図 10）において、非活用授業と比べて、検証授業では結果と考察を書き分けることができた生徒が増加したことから判断できる。

考察するのに必要な情報が可視化された画面を共有しながら実験を振り返る時間を設けることは、「何を書いたらいいのかわからない」という生徒にとっては効果的である。

「何を書いたらいいのかわからない」のには、大きく2つの理由があると考えられる。1つはイメージすることが苦手なことで実験の過程をうまく振り返ることができない、もう1つは目的意識が明確に持てないまま実験をしてしまうためである。

タブレットPCを活用することで、実験の過程をイメージしにくい生徒は、自分たちが行った実験を画面で振り返ることができる。また、実験の目的意識が明確でない生徒は、画面を共有しながら話し合うことで目的を理解することができる。これらによって、考察を書くための視点が明確になり、結果と考察を書き分けられることにつながったと思われる。「再確認する時間」を生み出すことができる点で、タブレットPCの活用は有効であったと考える。

～抽出生徒群の事後意識調査の記述より～ 【資料 10】

- 絵をみたり、他の班の意見も見れて、実験の理解もできたから書きやすかった。
- (結果を) 思い出しながら書かなくてもよかったので、(いつもに比べて) すごく書きやすかった。すらすらと書けた！

また、「図で表現する場面」において、授業中に使用したスライド資料をタブレットPCの画面上で振り返ることは、絵などを使って自分の考えを説明することを苦手とする生徒がモデルを使って表現し説明する上で有効であったと推測される。

このことは、ルーブリックの評価(図 11, 12)において、非活用授業と比べて、確認テストではモデルで正しく表現するとともに、それをもとに説明しようとする生徒が増えたことから判断できる。

今回、思考・表現することが苦手な生徒が現象を説明できるようになるための1つの手だてとして、アニメーションを使ったスライド資料を活用した。これは、目に見えない変化をイメージ化するという視覚支援によって、現象を説明するために必要な科学的な概念の理解を図るためである。

このスライド資料を授業者の操作によって一斉に見るだけでなく、各班で生徒がタブレットPCを操作し、それぞれのペースで繰り返し見たり、わからないところに戻って見直したりした。これによって科学的な概念の理解が一層定着し、モデルをもとに現象を説明できることにつながったと推測する。

また、タブレットPCを用いて資料を見ることは、一斉学習における拡大表示では見にくかったところを手元で再確認できる点からも、有効であったと考える。

～抽出生徒群の事後意識調査の記述より～ 【資料 10】

- 先生の話も黒板より分かったし、イオンがどうなっていくのかの流れがよくつかめてよかったと思う。
- 班で相談しながら、タブレットを見ながらまとめることができて良かった。

VI 研究のまとめ

本研究では、中学校理科において科学的な思考力・表現力を育むために、言語活動でタブレットPCを効果的に活用することの有効性について、思考・表現することを苦手とする生徒に焦点をあてて検証を進めてきた。研究の成果と課題を以下のようにまとめる。

1 研究の成果

本研究において、中学校理科の言語活動におけるタブレットPCの効果的な活用が、思考・表現することが苦手な生徒にとって、科学的な思考力・表現力をのばす効果があることはおおむね明らかになった。

「観察・実験の場面」において、タブレットPCを使って「撮影する」「書き込む」「振り返る」ことは、思考・表現することが苦手な生徒が実験レポートを作成する上で有効であったと考える。

実験結果を「撮影する」ことは、データや変化のようすを記録することが苦手な生徒が実験結果を書く上で有効であると判断できなかった。しかし、撮影した写真に必要な情報を「書き込む」ことで結果を整理し、その画面を「振り返る」時間を設けることは、目的や視点の明確化につながり、考察を書くことが苦手な生徒が自分の言葉で書いたり、結果と考察を書き分けたりできるようになった。

また、「図で表現する場面」において、タブレットPCを使って「書き込む」「送受信する」「振り返る」ことは、思考・表現することが苦手な生徒がモデルを使って現象を表現し説明する上で有効であったと思われる。

タブレットPCに「書き込む」、画面を「送受信する」ことは、多くの考えや表現に触れる機会となり、他者の考えと自分の表現を比較し見直すことで、図で表現することが苦手な生徒が現象をモデルで正しく表現できた。また、タブレットPCの画面で資料を「振り返る」ことは、科学的な概念の理解の定着につながり、現象を説明することが苦手な生徒がモデルを使って説明する姿に結びついた。

以上より、中学校理科の言語活動においてタブレットPCを効果的に活用することは、思考・表現することを苦手とする生徒の科学的な思考力・表現力を育む上でおおむね有効であると言える。

2 研究の課題

本研究で、中学校理科の言語活動においてタブレットPCを効果的に活用することは、思考・表現することを苦手とする生徒にとって、科学的な思考力・表現力を育む上で有効であることはおおむね明らかにできた。しかし、タブレットPCを活用するだけではこれらの力をより伸ばさせることはできない。さらに目指す子どもの姿に近づけるためには、表現の仕方そのものを指導する必要もあると感じた。

今回の研究で焦点をあてた生徒の多くは、検証前は無記入や無解答など「表現しない・できな

い」生徒であったが、タブレットPCをツールとした言語活動において「表現する・しようとする」変化が見られた。しかし、それらの「表現」が単に図や文字で言語化するだけにとどまっていた生徒に対して、適切な理科用語を使い、科学的な根拠の備わった表現に至るまでの指導は十分であったとは言えない。

思考・表現するために必要な言葉（知識）を身につけさせ、事実を正確に理解した上で他者に的確にわかりやすく伝わるように表現するための指導についても工夫しながら、さまざまな単元でタブレットPCを活用した場面の実証を試み、活用の一般化を図りたい。

[引用文献]

- 上野耕史 (2014) 「ICTを活用した理数科教育の充実I」R i m s e 2014. 5 No.8 財団法人 理数教育研究所 p p . 2-4
- 中橋雄 (2014) 「ICTを活用した思考力・判断力・表現力の育成」R i m s e 2014. 5 No.8 財団法人 理数教育研究所 p p . 5-8
- 文部科学省 (2008) 「中学校学習指導要領解説 理科編」大日本図書株式会社 p p . 1-8, p16, p98, p p . 48-49
- 文部科学省 (2008) 「幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について (答申)」 p24
- 文部科学省 (2011) 「言語活動の充実に関する指導事例集～思考力, 判断力, 表現力等の育成に向けて～【中学校版】」 p p . 7-8
- 文部科学省 (2014) 「学びのイノベーション事業 実証研究報告書」 p3, p101, p222
- 文部科学省・国立教育政策研究所 (2015) 「平成27年度 全国学力・学習状況調査 報告書 中学校理科」 p p . 8-9

[参考文献]

- 猿田祐嗣, 中山迅 編著(2011) 「思考と表現を一体化させる理科授業」 東洋館出版社
- 中川一史, 寺嶋浩介, 佐藤幸江 編著(2014) 「タブレット端末で実現する協働的な学び～xSync シンクロする思考」 フォーラム・A
- 中川一史, 山本朋弘, 佐和伸明, 村井万寿夫 編著 (2015) 「タブレット端末を活用した21世紀型コミュニケーション力の育成」 フォーラム・A
- 西岡加名恵 (2008) 「『逆向き設計』で確かな学力を保障する」 明治図書
- 日本理科教育学会 (2009) 「理科の教育」(2009年8月号) 東洋館出版社
- 日本理科教育学会 (2014) 「理科の教育」(2014年7月号) 東洋館出版社
- 日本理科教育学会 (2014) 「理科の教育」(2014年9月号) 東洋館出版社
- 松下佳代 (2007) 「パフォーマンス評価 一子どもの思考と表現を評価する一」 日本標準
- 文部科学省 (2011) 「教育の情報化ビジョン～21世紀にふさわしい学びと学校の創造を目指して～」
- 文部科学省 (2014) 「学びのイノベーション事業 実証研究報告書 別冊資料編」
- 文部科学省 (2015) 「ICTを活用した教育における効果検証のための手順書」
- 四日市市教育委員会 (2011) 「第2次四日市市学校教育ビジョン」

=「理科」についてのアンケート=

3年 組 席 名前

これは「理科」についてのアンケートです。テストでは
ありませんので、自分の思いに素直に答えてください。

	そう思う	少しそう思う	あまり思わない	そう思わない
1. 「理科」の学習は好きです	4	— 3	— 2	— 1
2. 「理科」の学習内容はよく分かります	4	— 3	— 2	— 1
3. 「理科」の授業では挙手しています	4	— 3	— 2	— 1
4. 「観察する」ことは好きです	4	— 3	— 2	— 1
5. 「実験する」ことは好きです	4	— 3	— 2	— 1
6. 「理科学用語」を覚えることは苦手では ありません	4	— 3	— 2	— 1
7. 「理科」の授業で、班で話し合う活動は 苦手ではありません	4	— 3	— 2	— 1
8. 「理科」の実験で、データや変化のようすを 記録することは苦手ではありません	4	— 3	— 2	— 1
9. 「理科」の授業で、自分の考えを文章で 書くことは苦手ではありません	4	— 3	— 2	— 1
10. 「理科」の授業で、絵などを使って自分の 考えを説明することは苦手ではありません	4	— 3	— 2	— 1

＝ タブレットPC活用指導 指導案 ＝

ねらい：タブレットPCの活用方法を知り，練習する。

	学習内容	指導上の留意点
10分	<p style="text-align: center; border: 1px dashed black; padding: 5px;">先生用PCと接続しよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・タブレットPC本体の説明を聞く。 (液晶画面のはずし方，タッチペンの取り出し方，電源の入れ方) ・「TabletSync」をクリックし，先生用PCに接続する。 (ID・パスワードの入力) 	<ul style="list-style-type: none"> ・液晶画面を外すときは上部を持つように指導する。 ・IDとパスワードは同じものを入力させる。 「s」＋「●●●」 (半角数字3文字。1文字目が「クラス」，2・3文字目で「班の番号」を表す。1組1班なら「s101」) ・「接続」前に<input checked="" type="checkbox"/>を忘れない。
25分	<p style="text-align: center; border: 1px dashed black; padding: 5px;">タブレットPCを使ってみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「ホワイトボード機能」を使って『書く』『消す』『送る』を練習する。 <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>1人ずつ名前を『書く』→『送る』を繰り返しながら，全員の名前を1枚の「ホワイトボード」に書きそろえよう。そのあと1人ずつ名前を『消す』→『送る』を繰り返して，何も書いていない状態に戻そう。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・『連写』をして，使う画面を選択する。 <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>前時の実験レポートの結果の表を，『連写』で全員分撮影し，見やすいものを選択して送ろう。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・先生用PCの『比較ツール』について説明する。 ・5分間タイマーで計り，時間を制限して行わせる。 ・タッチペンで書かせる。 ・アイコンを選択してから起動するまで時間がかかることを知らせる。 ・写真を選択したら，「使用」をタッチすることを忘れないように指示する。

	<ul style="list-style-type: none"> 先生PCから送られてきた画像に『書き込む』, その画面を『送る』。 <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin: 5px 0;">先生用PCから送られてきたワークシートに実験の考察を『書き込み』しよう。</div> <ul style="list-style-type: none"> 保存された画面を『振り返る』。 <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin: 5px 0;">今日作成した画面を見てみよう。</div>	<ul style="list-style-type: none"> 時間がかかりすぎないように, 簡潔に書くように指示する。 送られた画面を見ながら, ペンの色や文字の大きさなど「見やすさ」を意識することを確認する。 <ul style="list-style-type: none"> 保存先がわかりにくいので, 生徒のようすを見ながらゆっくり指示する。
10分	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 0 auto; width: fit-content;">タブレットPCを終了しよう。</div> <ul style="list-style-type: none"> 「TabletSync」を終了する。 タブレットPCをシャットダウンする。 保管庫に戻す。 	<ul style="list-style-type: none"> 保管庫のアダプターをキーボード部分に接続させる。 決められた場所に戻させる。
5分	<ul style="list-style-type: none"> 「振り返りシート」を書く。 	

※ID・パスワードについては理科室掲示用を作っているでもわかるようにしておく。

※説明しやすいように, 黒板掲示用の「各アイコン拡大カード」を作成する。

= 振り返りシート =

3年 組 席 名前

タブレットPCの使い方について、今日の授業を振り返りましょう。

	できた	だいたいできた	ちよつとできた	できなかった
1. 本体から液晶画面を取りはずすことができた	4	3	2	1
2. タッチペンを取り出すことができた	4	3	2	1
3. 電源を入れたり, 消したりできた	4	3	2	1
4. 先生用PCと接続することができた	4	3	2	1
5. 「ホワイトボード」に文字を書いたり, 消したりすることができた	4	3	2	1
6. 画面を先生用PCに送ることができた	4	3	2	1
7. 先生用PCから送られた画像に書き 込みをして, 送り返すことができた	4	3	2	1
8. 写真を撮ることができた	4	3	2	1
9. 連写して, 使いたい画像を選択する ことができた	4	3	2	1
10. 「ホワイトボード」に写真を貼り付け, サイズや位置を変えることができた	4	3	2	1
11. 「ホワイトボード」に貼りつけた写真 の説明を書き込むことができた	4	3	2	1
12. タブレットPCを再起動させて, フォルダに 保存された画面を開くことができた	4	3	2	1

＝「観察・実験の場面」非活用授業（【実験1】電解質と非電解質）指導案＝

ねらい：電流を通す水溶液と通さない水溶液を区別する。

準備物：LED付きステンレス電極，調べる水溶液（牛乳，塩酸，水酸化ナトリウム水溶液，砂糖水，オレンジジュース，炭酸水，エタノールと水の混合物，塩化銅水溶液，酢酸，お茶）

	学習内容	指導上の留意点
導入 15分	<ul style="list-style-type: none"> ●前時の復習をする。 <ul style="list-style-type: none"> ・前時で確認をした「蒸留水は電気を通しにくい，物質をとかすと電気が通りやすくなる」ことを思い出す。 	
展開 20分	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;">電流を通す水溶液と通さない水溶液を区別しよう。</div> <ul style="list-style-type: none"> ●実験の説明を聞く。 ●実験をする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・使用する水溶液を説明しながら既習事項の復習もする。 <ul style="list-style-type: none"> ※塩酸には「塩化水素」がとけている。 ※エタノールは消毒などに使われている。 ※塩化銅水溶液の青色は金属の「銅」からきている。 ・水溶液が手についた場合は水でしっかり流すように伝える。 ・1分半の合図で実験セットをとりの班に渡すように指示する。 ・「結果」と「考察」で何を書くのかを確認する。 ・タイマーで1分半を計り，結果を記録するように声をかけ，テンポよく実験が進むようにする。
まとめ 10分	<ul style="list-style-type: none"> ●片付ける。 ●実験レポートを完成させる。 <ul style="list-style-type: none"> ・実験結果から考察を書く。 	

評価：(1) 水溶液が電流を通すかどうかに興味を示し，どのような水溶液が電流を通すか進んで調べようとする。【関心・意欲・態度】

(2) 実験を正しく安全に行うことができ，結果を記録している。【技能】

(3) 実験結果から，水溶液には電流を通すものと通さないものがあることを区別し，説明することができる。【思考・表現】

＝「観察・実験の場面」検証授業（【実験5】電気泳動）指導案＝

目標：指示薬の色を変えるものはどのような性質を持っているのかを調べる。

準備物：2.5%塩酸，2.5%水酸化ナトリウム水溶液，2%硝酸カリウム水溶液，pH試験紙，電源装置，イオンの移動実験槽，ピンセット，ろ紙（大2，小2）

結果：「塩酸と水酸化ナトリウム水溶液について，それぞれのpH試験紙はどのように変化したか」

考察：「酸性やアルカリ性の性質を示すものになるものは，どのような性質を持っていると考えられるか。また，そのことからどのようなことがわかるか」

	学習内容	指導上の留意点
導入 10分	<ul style="list-style-type: none"> ●前時までの復習をする。 <ul style="list-style-type: none"> ・酸性やアルカリ性には，それぞれ共通した性質があることを思い出す。 	<ul style="list-style-type: none"> ・酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液にはそれぞれ共通の性質があることを確認する。 …BTB溶液，pH試験紙，フェノールフタレイン溶液の色の変化を挙げる。 ・黒板に板書をする。
展開 20分	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 指示薬の色の変化を変えるものはどのような性質を持っているのかを調べよう。 </div> <ul style="list-style-type: none"> ●実験の説明を聞く。 ●実験をする。 ※撮る <ul style="list-style-type: none"> ・塩酸を調べる。 ・水酸化ナトリウム水溶液を調べる。 ●片付けをする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・「パワーポイント」を使って説明する。 ・タブレットPCの使い方を説明する。 ※液晶部分はキーボード部分から外さない。 ※タブレットPC画面のピントが合ってから電源装置の電源を入れて実験を始める。 ※「連写」で変化のようすを記録する。 ※「連写」した写真は，変化のようすがわかるものだけを選んで，「ホワイトボード」上に貼りつける。電極や順番がわかるようにタッチペンで書き込みをする。 ・「結果」と「考察」で何を書くのかを確認する。 ・実験レポートは，実験中は書かないように指示する。 ・実験の進捗状況やタブレットPCの操作について机間指導をする。

ま と め 15 分	<p>●実験レポートを完成する。</p> <p>※振り返る</p> <ul style="list-style-type: none"> ・タブレットPCの画面を見ながら、結果と考察を書く。 	
------------------------	--	--

- 評価：(1) 酸性やアルカリ性の水溶液に共通の性質があることに興味を示し、その性質を調べようとしている。【関心・意欲・態度】
- (2) 実験結果から、酸性やアルカリ性の性質を示すものになるものはどのような性質を持っているか、また、それは何なのかを考察できる。【思考・表現】
- (3) 実験を正しく安全に行うことができ、結果を記録している。【技能】

《タブレットPCを使うことによって期待できる効果》

◎「撮る」

- ・実験中は筆記用具とレポート用紙が必要ではなくなり、机上が整頓された状態で実験を行うことができる。
- ・「実験する時間」と「記録する時間」を分けることで、実験がスムーズに進み、落ち着いて実験レポート作成に取り組むことができる。
- ・撮影した画像を見ながら記録をするので、班で話し合いながら結果をまとめることができる。
- ・複数枚の画面を見ることができるので、変化の過程を追いながら結果を詳細にまとめることができる。

◎「保存する」「振り返る」

- ・次時のまとめで、結果を画面で振り返ることができる。
- ・他の班の実験結果と比較することができる。
- ・実験がうまくいなくても、他の班の画面をもらって考えることができる。

＝「図で表現する場面」非活用授業（「電離のようす」）指導案＝

ねらい：塩化水素が電離しているようすを，モデルを使って表す。

準備物：ワークシート（個人用，班用）

	学習内容	指導上の留意点
導入 5分	<ul style="list-style-type: none"> ●前時までの復習をする。 ・物質には「電解質」と「非電解質」があることを復習する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・「電解質」「非電解質」の用語を押さえる。
展開 30分	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;">塩酸に電流が通るのはなぜだろうか。</div> <ul style="list-style-type: none"> ●ワークシート（個人用）をする。 ・《Step 1》 「塩化水素」をモデルで書こう。 ・《Step 2》 「水」をモデルで書こう。 ・《Step 3》 「水に塩化水素がとけた」ようすをモデルで書こう。 ●《Step 3》について，班で意見を交流し，ワークシート（班用）に考えをまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・第2学年の復習を交えながら，進めていく。 ・「モデル」というのはどのように書くものなのかを押さえる。 ・分子モデルの形にも気をつけさせる。 ・塩酸の電気分解の実験結果を思い出しながら考えるように声をかける。
まとめ 10分	<ul style="list-style-type: none"> ●班の考えを交流する。 ●電離のようすをモデルで表す方法を知る。 ●電解質の水溶液に電流が通る理由を知る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・回収したワークシート（班用）を，「書画カメラ」を使ってスクリーンに投影する。 ・特徴的な考え方のものを掲示し，補足説明させる。

評価：（1）物質の状態を分子やイオンの粒子モデルで進んで表そうとしている。【関心・意欲・態度】

（2）塩化水素が水にとけた状態を粒子モデルで説明できる。【思考・表現】

＝「図で表現する場面」検証授業（「中和のようす」）指導案＝

目標：中和のようすを，イオンのモデルを使って表現し，説明できるようになる。

準備物：ワークシート個人用（2種類）

	学習内容	指導上の留意点
導入 5分	<ul style="list-style-type: none"> ●前時までの復習をする。 <ul style="list-style-type: none"> ・「中和」について復習する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・黒板にメモ程度の板書をする。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 中和…酸とアルカリがたがいの性質を打ち消し合う反応 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ </div>
展開 35分	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;"> 中和のようすを，イオンのモデルを使って説明しよう。 </div> <ul style="list-style-type: none"> ●水酸化ナトリウム水溶液に塩酸を少し入れた（アルカリ性が弱くなる）ときのようすをイオンのモデルで表す。 <ul style="list-style-type: none"> ・ワークシート①に自分の考えを書き込む。 ●班で考えを交流する。 <ul style="list-style-type: none"> ・各自の考えを班の中で発表し合い，班の考えをまとめる。 ※ワークシートを受信する。 ※書き込む。 ※送信する。 ●全体で考えを交流する。 <ul style="list-style-type: none"> ・他の班の考えを聞き，自分たちの考えをふりかえる。 ●正しい表し方を知る。 ●さらに塩酸を入れていった（中性になる，酸性になる）ときのようすをイオンのモデルで表す。 <ul style="list-style-type: none"> ・班で考えをまとめて全体で共有する。 ※ワークシートを受信する。 ※書き込む。 ※送信する。 	<ul style="list-style-type: none"> ※「パワーポイント」による資料提示 <ul style="list-style-type: none"> ・ひとりで考えるように促す。 ・時間は「2分」とする。 ・班員に言葉で説明できるように考えさせる。 ※ワークシートを送信する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ペンの色は黒だけとする。 ・ワークシート①で書いた自分の考えは書き換ええない。 ※「比較ツール」による提示 <ul style="list-style-type: none"> ・返信されたものを見比べておく。 ・いくつかの班の考えを簡単に発表させる。 ※「パワーポイント」による資料提示 <ul style="list-style-type: none"> ・時間は「2分」とする。 ・同じ人だけが書き込むのではなく，交代で行うように指示する。 ※「比較ツール」による提示 <ul style="list-style-type: none"> ・各班の考えを簡単に提示する。

	<ul style="list-style-type: none"> ●中和が進んでいくようすを確認する。 ●中和のようすをまとめる。 ※保存された資料を開く。 ・ワークシート②を書く。 ●図①～⑤のそれぞれの水溶液の性質について考える。 ●発表する。 	<p>※「パワーポイント」による資料提示</p> <ul style="list-style-type: none"> ・説明を加えながら、中和の様子を流れとして押さえる。 ・液晶部分をキーボード部分にはめ込ませる。 ・同時に操作させながら、スライド資料を開かせる。(「コンピューター」→「ReadOnly」内) ・アニメーションが止まったところをワークシートに写すように指示する。 ・時間を「5分」とする。 ・モデルのようすから考えさせる。 ・なぜそう考えたのか、根拠も書かせる。 ・ヒントが板書にあることを伝える。 ・数名に発表させる。
まとめ 5分	<ul style="list-style-type: none"> ●まとめを聞く。 ・使用済み水溶液の安全な廃棄の仕方を 知る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実際、どのように実験の廃液を処理しているのかを説明する。

評価：(1) 酸とアルカリの反応をイオンのモデルで表すことができることに興味を示し、進んで説明しようとする。【関心・意欲・態度】
(2) 中和のようすを、イオンのモデルを使って正しく表現し、説明している。【思考・表現】

《タブレットPCを活用することによって期待できる効果》

◎「受信する」「書き込む」「送信する」

- ・書き直しが簡単にできるため、積極的に考えを交流することができる。
- ・即時性により、ワークシートの配付や回収などの時間が省略でき、活動時間をより多く設けることができる。
- ・意見の比較表示により、全体で考えを共有しやすくなる。

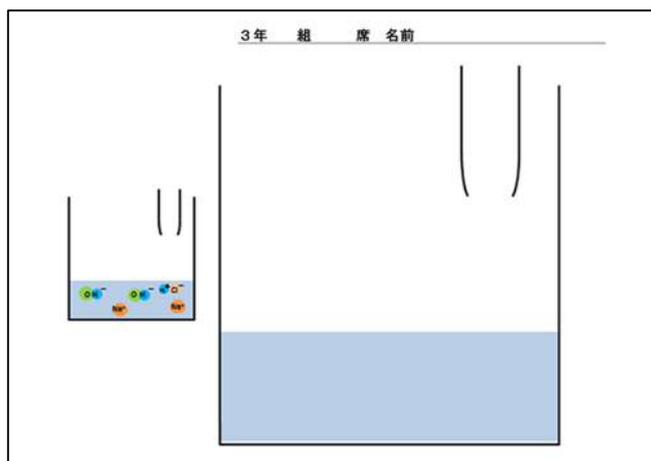
◎「保存された資料を開く」

- ・タブレットPC上でスライド資料を見ることで、前でスクリーンに掲示されたときよりも見やすくなる。
- ・各班でスライド資料を見ることで、それぞれのペースに合わせて活用することができる。
- ・授業者が机間指導する時間を設けることができ、班の状態に合わせた指導ができる。

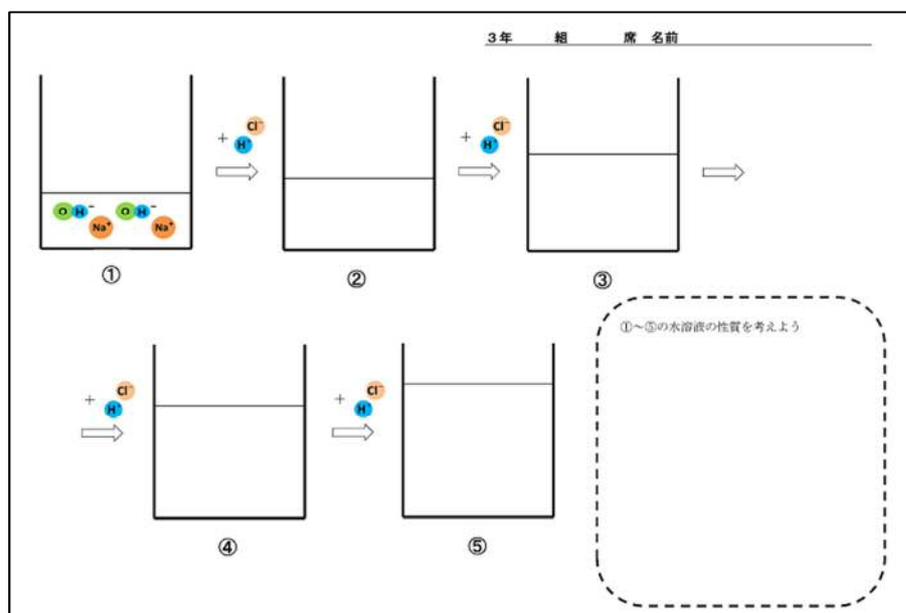
《使用するスライド資料》

- ・「酸とアルカリを混ぜると（ロング・イオン Ver.）」
…教師操作。プロジェクターで投影する。各班に送信するワークシートがスライドの中に含まれている。
- ・「酸とアルカリを混ぜると（ショート・イオン Ver.）」
…生徒操作。個人用ワークシート②に合わせたスライドだけで構成されている。
「コンピューター」→「ReadOnly」内に拡張子「Microsoft PowerPoint スライドショー」で保存しておく。

《使用するワークシート（個人）》



ワークシート①



ワークシート②

《評価に向けて》

- ・次時の初めに「確認テスト」(抜き打ち)を行うことで達成度をはかる。本時で使ったワークシート②をそのまま使用し、「自信度」の欄を使って自己評価させる。

＝ ルーブリック 「観察・実験の場面」 ＝

	観点	観点の内容	A(3点)	B(2点)	C(1点)
実験1	技能	LEDの光り方について記録することができる。	LEDの光り方のようすを4種類以上に書き分けて記録している。	LEDの光り方のようすを2または3種類に書き分けて記録している。	無記入の水溶液がある。
	思考	実験結果から、水溶液には電流を通すものと通さないものがあることを区別し、通すものの特徴を説明することができる。	水溶液を区別し、電流を通す水溶液では電極付近に変化があることを見いだしている。	水溶液には電気を通すものと通さないものがあることを見いだしている。	結果を文章で書き直している(「考察」の書き方になっていない)。または無記入である。

	観点	観点の内容	A(3点)	B(2点)	C(1点)
実験5	技能	pH試験紙が時間とともに変化していくようすを記録することができる。	変化のようすについて、「徐々に」「少しずつ」「広がっていった」「移動した」など詳細に記録している。	「～極側が～色になった」と記録している。	色のみが記録されている。または無記入である。
	思考	実験結果から、変化のもとになるものを考察することができる。	変化させたものの性質を判断し、それが何なのか結論づけている。	変化させたものの性質のみ、または結論のみが記されている。	変化させたものの性質も結論も記されていない。または無記入である。

＝ ルーブリック 「図で表現する場面」 ＝

	観点	観点の内容	A(3点)	B(2点)	C(1点)
電離	表現	塩化水素が電離しているようすをイオンのモデルで表すことができる。	塩化水素が電離しているようすをイオンのモデルで正しく表している。	イオンのモデルで表すことはできないが、「粒子」がバラバラになっているようすを表している。	分子のモデルで表している。または無記入である。
	表現	塩化水素が水にとけると電離することを説明できる。	塩酸の電気分解の結果をふまえて、電離のようすを説明している。	「イオン」という言葉を使って電離のようすを説明している。	「電離」について理解できていない。または無記入である。

	観点	観点の内容	A(3点)	B(2点)	C(1点)
確認テスト	表現	中和されたようすを分子とイオンのモデルで表すことができる。	中和のようすを理解し、分子とイオンのモデルを使って正しく表している。	中和のようすを理解し、分子とイオンのモデルを使って表そうとしているが、モデルの数や形が正しくないところがある。	中和のようすが理解されていない。分子とイオンのモデルを使って表そうとしていない。または無解答である。
	表現	イオンのモデルから、水溶液の性質を説明することができる。	①～⑤の性質をイオンのモデルから正しく特定し、説明できている。	①～⑤の性質が正しく特定できている。	①～⑤の性質が正しく特定できていない。または無解答である。

～ 抽出生徒の事後意識調査の記述より ～

3. レポートやワークシートに考察（自分の考え）を
書くことについて 3 - 2 - 1

〔理由は... タブレットに書いてみるをさしこらにアきたことです。〕

3. レポートやワークシートに考察（自分の考え）を
書くことについて ③ - 2 - 1

〔理由は... タブレット見たら結果がのってどうも面白い。たかぶりかえりやすい。〕

1. 班で話し合う活動について ③ - 2 - 1

〔理由は... 紙で話し合うよりは、話し合いが盛り上がり、よくわかった。〕

1. 班で話し合う活動について ③ - 2 - 1

〔理由は... タブレットに書いておけるので、班全員
に伝えやすかつたから。〕

3. レポートやワークシートに考察（自分の考え）を
書くことについて ③ - 2 - 1

〔理由は... 紙をみたつ、他の班の意見も見れて、
疑問の理解もどまたから、書きやすかつた。〕

3. レポートやワークシートに考察（自分の考え）を
書くことについて ③ - 2 - 1

〔理由は... 思い出しやすかつた書くことがよいくで、
すばく書きやすかつた。(すらすらと書ける)〕

4. 絵などを使って考えを説明することについて ③ - 2 - 1

〔理由は... 先生の話しも黒板にわかつたし、休むとどうなっていくのかの
流れがよくわかつた。〕

3. レポートやワークシートに考察（自分の考え）を
書くことについて ③ - 2 - 1

〔理由は... 班で相談しながら、タブレットを見たからまとめることができた。〕

中学校理科の学習におけるタブレットPCの活用に関する研究
—思考・表現することが苦手な生徒に焦点をあてて—

〔研究協力員〕	四日市市立常磐中学校	教 諭	大橋 雅司
〔執 筆 者〕	四日市市教育委員会	長期研修員	吉田 景子
〔指導・助言〕	国立教育政策研究所	総括研究官	松尾 知明

研究調査報告 第399集

中学校理科の学習におけるタブレットPCの活用に関する研究
—思考・表現することが苦手な生徒に焦点をあてて—

発 行 平成28年3月22日
発行所 四日市市教育委員会教育支援課
四日市市諏訪町2番2号
電話 (059) 354-8149
FAX (059) 359-0280
