

高等学校理科における観察・実験のデジタル教材を使った 学習指導の事例研究

高知県立高知東工業高等学校 教諭 井上千夏
高知県教育センター 指導主事 北村誠一

平成 24 年度より先行実施される高等学校学習指導要領「化学基礎」では、目的意識をもって観察・実験を行うことが重視されている。一方、平成 21 年度高知県の公立高等学校入学者選抜における学力検査の結果分析では、「目的意識をもって観察・実験などを行い、科学的な見方や考え方を身に付けること」が課題とされている。しかし、高等学校での観察・実験の機会は、高い専門性により準備や実施に労力が必要とされる等の理由により、小・中学校より減少する傾向がある。

そこで、本研究では、生徒と教員双方にとって円滑な観察・実験（効率化、目的の明確化、結果の追認）が実施できるよう、「化学基礎」の代表的な観察・実験のデジタル教材、手順書、ワークシートを作成した。検証授業の事前・事後の生徒アンケート、協力校での教員アンケートを中心に検証した結果、円滑な観察・実験の実施について効果が認められた。

キーワード：円滑な観察・実験、デジタル教材、化学基礎、手順書、ワークシート

1 研究目的

(1) 新学習指導要領における観察・実験の位置付け

高等学校の数学・理科は平成 24 年度より新学習指導要領が先行実施される。新学習指導要領の「化学基礎」の目標には「(前略) 目的意識をもって観察、実験を行い、化学的に探究する能力と態度を育てるとともに、化学の基本的な概念や原理・原則を理解させ、科学的な見方や考え方を養う」とある。このように、目的意識をもって観察・実験を行うことが重視されている。

(2) 高等学校理科における観察・実験の課題

小・中学校の観察・実験と比べると、高等学校理科における観察・実験は、より高い専門性が求められる。例えば、酸・塩基の分野についてみると、小学校では酸性やアルカリ性の溶液に金属片を加えて反応を見るなど、何かを加えたり加熱したりする内容である。一方、中学校では、BTB 溶液などの指示薬を使い、色の変化で酸性・アルカリ性を判断し、加熱にもガスバーナーを使うなど、技術を要するようになる。さらに、高等学校では、ホールピペットやビュレットといった、高い専門性を要する器具を使って中和滴定の実験を行う。そのため、実験の事前指導において言葉だけでは生徒に手順や内容を理解させることが難しい実態がある。実際の授業では、生徒たちは、実験の手順や内容を理解することに気をとられ、実験結果からその原理・法則を考察することが十分にできていない場合がある。

また、平成 21 年度高知県公立高等学校入学者選抜の学力検査結果分析（理科）では、「目的意識をもって観察・実験などを行い、科学的な見方や考え方を身に付けることが十分にできているとは言えない」との指摘がある。こうした生徒たちが高等学校に入学している現状から、小・中学校で身に付けておくべき内容を十分踏まえたうえで、高等学校における観察・実験に取り組む必要がある。しかし、高等学校での観察・実験の機会は、小・中学校より減少する傾向がある。その理由は二つあると考える。一つは、観察・実験の専門性が高くなることや教員の専門領域と観察・実験を行う領域が異なる場合があり、その準備や実施に労力がかかること、もう一つは小・中学校との系統性の理解不足により、復習に時間を取られること、である。そのため、どの高等学校でも観察・

実験を多く取り入れた授業ができる環境づくりが必要である。そこで、本研究では、観察・実験を円滑に行うため、共有化できるデジタル教材の開発を目指した。対象教科は、まだデジタル教材が少ない新学習指導要領「化学基礎」とし、各単元の代表的な観察・実験を取り上げた。

(3) デジタル教材の効果

平成 18 年度には、ICT を活用した授業の効果等を調査した、独立行政法人メディア教育開発センターの文部科学省委託事業「教育の情報化の推進に資する研究」の報告書が発表された。実験群（デジタル教材を使用）と統制群（デジタル教材を使用しない）を比較した結果、デジタル教材を使うことで、興味・関心や知識・理解が高まることが確認されている。

また、独立行政法人科学技術振興機構（JST）が開発した「理科ねっとわーく」のデジタル教材を活用した「実験・観察融合型デジタル教材活用共同研究」が平成 19 年度から 21 年度にかけて実施された。この研究の中で観察・実験で利用されているデジタル教材の内容は、学校では観察・実験できない教材、観察・実験では確認しにくい教材、観察・実験の方法を示す教材、の 3 点である。本研究では、1 の(2)の理由により、観察・実験の方法を示す動画のデジタル教材を作成した。また、既存のデジタル教材には、細かく動画が区切られていて一連の操作の説明には使いづらい、などの問題点があるため、より使いやすいデジタル教材の開発を行った。

観察・実験の方法を示すデジタル教材の効果として、次の 3 つを想定した。一つ目は、観察・実験の効率化である。観察・実験の手順や内容を、デジタル教材で視覚的に生徒に伝え、言葉だけの説明より分かりやすくなり、効率よく観察・実験が進む。二つ目は、観察・実験の目的の明確化である。デジタル教材が観察・実験の目的、手順、操作の意味を明確に伝える手段となり、見通しをもった観察・実験が実施できる。三つ目は、結果の追認である。デジタル教材をまとめや前時の振り返りとして利用することで、効果的に結果を追認することができる。以上の三つの効果により実施する観察・実験を「円滑な観察・実験」とし、生徒と教員双方について、より詳しく表 1 のとおり定義した。

表 1 円滑な観察・実験

| 生徒にとっての円滑な観察・実験 | | 教員にとっての円滑な観察・実験 |
|------------------------------------|-----|-------------------------------|
| ①観察・実験の手順が正確にわかり、効率よく観察・実験が行える。 | 効率化 | ①観察・実験の準備、手順の説明、後片付けが効率よく行える。 |
| ②目的、手順、操作の意味を理解し、見通しをもって観察・実験を行える。 | 明確化 | ②観察・実験の目的、手順、操作の意味を明確に伝えられる。 |
| ③観察・実験の結果を追認できる。 | 追認 | ③観察・実験の結果を追認させることができる。 |

2 研究仮説

観察・実験の提示用デジタル教材と手順書やワークシートを作成し、共有化することによって、観察・実験の効率化、目的の明確化、結果の追認が効果的に行われ、生徒と教員双方にとって円滑な観察・実験が実施できる。

3 研究内容

(1) 基礎研究

ア 高等学校学習指導要領改訂（理科）の概要

平成 24 年度から実施される高等学校学習指導要領（理科）改訂の要点は、次のとおりである。

「(1)基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図る観点から小・中・高等学校を通じた理科の内容の構造化を図るとともに、科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から探究的な学習活

動をより一層充実する。」「(2)物理、化学、生物、地学のうち3領域以上を学び、基礎的な科学的素養を幅広く養い、科学に対する関心をもち続ける態度を育てる。」「(3)今日の科学や科学技術の(中略)急速な進展に伴って変化した内容については、その変化に対応できるよう学習内容を見直す。」「(高等学校学習指導要領解説(理科編 理数編))より抜粋)。

「知識基盤社会」において理科教育のますますの充実を図るためには、特に(1)の改訂の要点が重要であると考え。課題の設定、仮説、観察・実験、記録、考察という探究活動の一連の流れを体験していくことで、科学的な思考力・表現力が培われていく。しかし、探究活動を行うためには基礎的・基本的な知識や観察・実験の技能の定着が不可欠である。基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着のために、指導する教員は、小・中・高等学校の学習内容の系統性をきちんと理解することが重要である。今学習している内容が過去の学習内容とどう繋がり、今後どう発展していくかを示すことが、今後ますます重要となってくる。特に、「基礎」を付した科目は、中学校と高等学校で学習内容をつなぐ役割を持った科目といえ、本研究で対象としている「化学基礎」のデジタル教材では、観察・実験の学習内容の系統性を重視した。そのため、中学校での学習内容が簡潔に復習できるよう、中学校の観察・実験のデジタル教材も作成した。

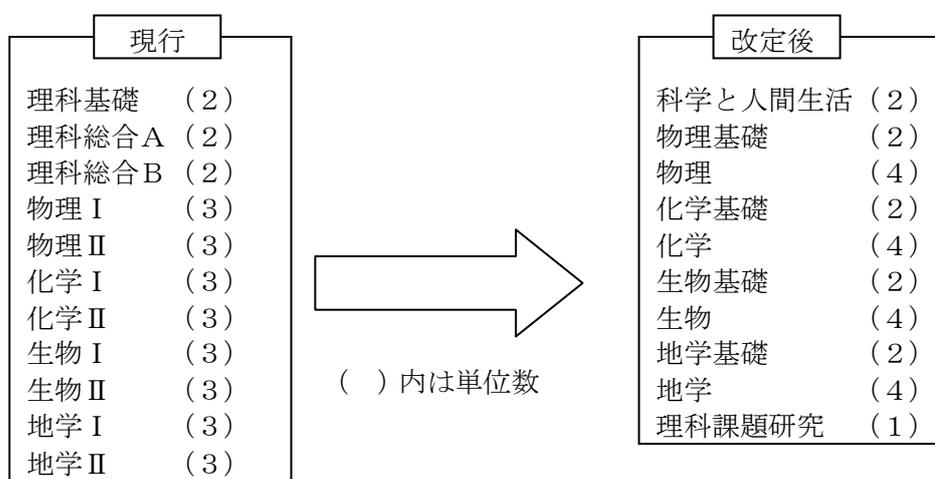


図1 高等学校学習指導要領(理科)の科目構成比較

イ 新学習指導要領の「化学基礎」における代表的な観察・実験の教材研究

現行の「化学Ⅰ」の標準単位数は3単位であるが、「化学基礎」の標準単位は2単位である。そのため、学習内容は大きく削減されており、「酸化と還元」の基礎的・基本的な内容までとなっている。しかし、科学や科学技術の成果、日常生活や社会との関連にも留意されて改訂されているため、「人間生活の中の化学」や「化学とその役割」が新たに追加された。また、「熱運動と物質の三態」も新たに追加され、物質の状態変化を粒子的に捉えることが重視されている。

「化学基礎」の教科書12冊から、各単元に記載されている観察・実験を抜き出し集計した。その中から、記載教科書数が多く、1授業時間で行える代表的な観察・実験を選び、提示用デジタル教材と手順書やワークシートを作成した。また、多くの教科書は、発展の内容を含んでおり、「化学」の学習内容との繋がりが重視されている。より多くの学校で利用しやすいよう、発展の内容のデジタル教材も作成した。表2に作成したデジタル教材の内容を示す。

表2 デジタル教材リストとその概要

| | 化学基礎单元名 | ①本編の観察・実験名 | ②復習の観察・実験名 | ③発展の観察・実験名 |
|---|---------|------------------------------------|------------|--------------|
| 1 | 化学とその役割 | 水質の検査 ・水道水などの残留塩素を簡易パックで濃度測定する。 | | 合成洗剤とセッケンの性質 |

| | | | | |
|---|------------|--|--------------------------|-----------------|
| | | ・台所用洗剤の使用量と洗剤溶液の COD を簡易パックで測定する。 | | 使用した蒸留 |
| 2 | 単体・化合物・混合物 | 混合物の分離・確認 ・石英砂、炭酸カルシウム、ミョウバンの混合物を分離し、成分元素を確認する。 | エタノールと水の混合物の蒸留 | リービッヒ冷却器を |
| 3 | 熱運動と物質の三態 | 物質の状態変化 ・2-メチル-2-プロパノールの三態変化を観察する。 ・水の凝縮による逆流を観察する。 ・ペットボトルの小便小僧を作る。 | 液体と固体のろうの体積変化 | 減圧下の沸騰 |
| 4 | 物質と化学結合 | 化学結合と物質の性質 ・ステアリン酸、塩化ナトリウム、スズ、石英砂をそれぞれ、加熱、融解または電気伝導を測定することにより、その化学結合を推測する。 | 白い粉の識別 | ドライアイスの昇華 |
| 5 | 分子と共有結合 | 物質の極性と溶解 ・水とシクロヘキサンにエタノールなどを溶解させる。 ・アンモニアを使った噴水を作る。 | ザラメとデンプンの溶解 | 塩化水素を使った噴水 |
| 6 | 化学反応式 | 化学反応と物質量 ・炭酸カルシウムと塩酸の反応から物質量の比を求める。 | 銅粉と酸素の反応（定比例の法則） | 300mL の水素を発生 |
| 7 | 酸・塩基と中和 | 中和滴定 ・食酢の酢酸濃度を水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定し求める。 | 塩酸と水酸化ナトリウムの中和反応 | pH センサを利用した滴定曲線 |
| 8 | 酸化と還元 | 酸化剤と還元剤 ・酸化剤としての過酸化水素水の反応を観察する。 ・過マンガン酸カリウム水溶液の反応を観察する。 | 酸化銅(II)の炭素粉末による還元 | 電気ペン |
| 9 | 酸化と還元 | 金属のイオン化傾向 ・亜鉛、鉄、銅と酸や金属塩の水溶液との反応を観察する。 ・亜鉛、鉄、銅、アルミニウムの間の電子の移動を調べる。 | 亜鉛板と銅板を電極、希塩酸を電解質溶液とした電池 | ダニエル電池 |

※デジタル教材には、その内容に対応するワークシートと手順書あり。

ウ 既存の観察・実験の提示用デジタル教材についての資料収集、分析

既存のデジタル教材で web 上に公開されているもっとも規模の大きいものは、「理科ねっとわーく」である。その中で化学領域のデジタル教材としては、「化学実験 Web コレクション」がある。「化学実験 Web コレクション」には、化学領域の観察・実験の動画教材やモデル図を使ったシミュレーション教材が豊富に含まれており、本研究でデジタル教材を作成するにあたり、たいへん参考となった。しかし、観察・実験の手順や操作方法を示す、という用途で見ると問題点もあった。細かく動画が区切られていて一連の操作を説明するには使いづらい、結果の映像が中心で装置の組み立て方の映像がない、などが問題点として挙げられる。また、その他のデジタル教材にも、ダウンロードして利用できないためインターネット環境が整っていない化学実験室では利用できない、という問題点があった。

(2) 調査研究

ア アンケートの実施

県内の高等学校 37 校の全日制、多部制、定時制、通信制の各校 1 名、計 52 名の理科教員（主に化学）を対象とし、「高等学校理科(化学)における観察・実験の実施とデジタル教材の活用に関するアンケート」を 9 月 20 日から 9 月 30 日の期間で実施した。「化学 I」について調査したが、「化学 I」の履修がない場合は、「理科総合 A」について回答してもらった。回答者 52 名の内訳は「化学 I」についての回答者が 40 名、「理科総合 A」についての回答者が 12 名であった。また、全日制本校の回答者は 31 名、全日制分校の回答者は 3 名、定時制・通信制の回答者は 18 名であった。アンケート結果の詳細は別添資料 1 に示す。

このアンケートの目的は、県内の高等学校の観察・実験の実施状況やデジタル教材の活用状況を調査し、作成するデジタル教材の教材の選定、効果的な活用方法、適切な共有化の方法に生かしていくことである。

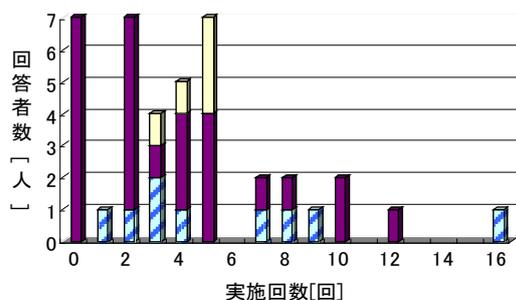
イ アンケート結果と考察

(ア) 「化学 I」観察・実験の状況

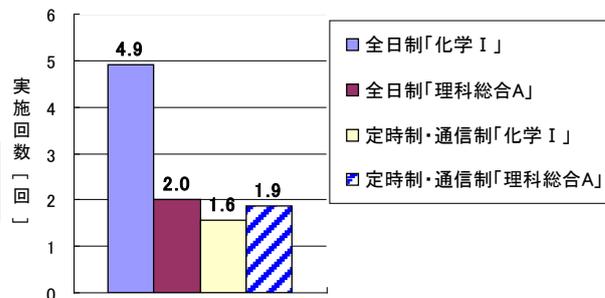
「化学 I」の観察・実験の実施回数は、表 3 のとおりである。5 回以下は 31 名 (77.5%)、5 回以上は 9 名 (22.5%) であった。年間平均は 4.38 回である。その中でも、4 単位で実施している学校の平均は 5.89 回と平均より多い。また、グラフ 1 から分かるように、同じ単位数でも観察・実験の実施数に差がある。さらに、グラフ 2 からは課程によっても実施数に差があることが分かる。その原因としては、実習助手の配置の有無、担当する教員の専門領域との相違、生徒の基礎学力や進路先の違い、など様々な原因が考えられる。

表 3 「化学 I」観察・実験年間実施回数

| | 2 単位 | 3 単位 | 4 単位 | 全体 |
|------|--------|--------|--------|--------|
| 回答者数 | 5 名 | 26 名 | 9 名 | 40 名 |
| 1 学期 | | | | 1.50 回 |
| 2 学期 | | | | 1.88 回 |
| 3 学期 | | | | 1.05 回 |
| 合計 | 4.40 回 | 3.62 回 | 5.89 回 | 4.38 回 |



グラフ 1 観察・実験年間実施回数 (単位数別)



グラフ 2 観察・実験年間実施回数 (課程別)

また、化学実験で困っていることでは、約 5 割の回答者が「準備・片付けの時間がない」、「化

学実験以外の授業に時間がかかり、化学実験にかける授業時間が足りない」と答えており、この2つを解決することが、観察・実験の充実につながるのではないかと。本研究のデジタル教材では、中学校との系統性の理解のため、中学校で行われている観察・実験を復習のデジタル教材として取り入れている。通常の授業の中で、中学校での基本的な概念の復習を簡素化できるところは簡素化し、観察・実験が充実できるよう、その活用を提案したい。また、デジタル教材を利用することで、円滑な観察・実験の実施が行われれば、観察・実験にかける時間の不足の解消に役立てることができる。ただし、3(2)イで明らかになったように、デジタル教材を利用している教員は少ないため、デジタル教材の利用が初めての教員でも、簡単に利用できるデジタル教材であることが大切である。

次に、実施されている回数の多い10の観察・実験を表4に示す。

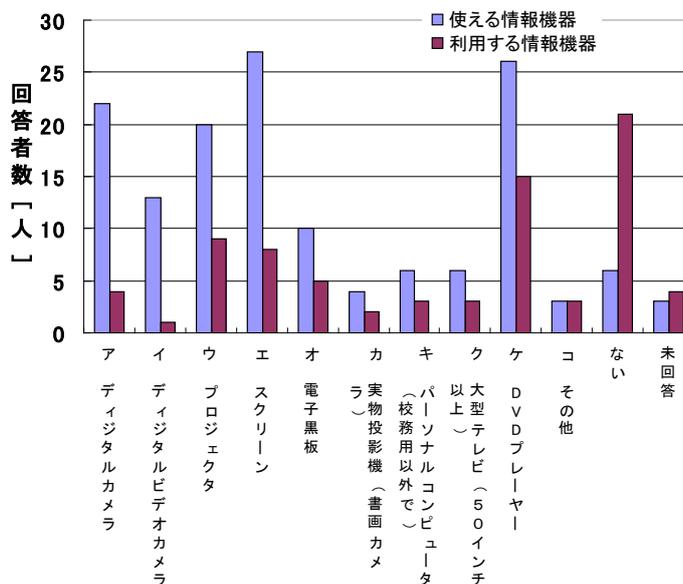
表4 「化学I」の観察・実験名とその実施回数

| 順位 | 観察・実験名 | 1学期 [回] | 2学期 [回] | 3学期 [回] | 合計 [回] |
|----|------------------------|------------|------------|------------|-----------|
| 1 | 中和滴定 | 2 | 20 | 1 | 23 |
| 2 | 炎色反応 | 11 | 3 | 2 | 16 |
| 3 | 電池 (ボルタ、ダニエル、果物、乾電池など) | 1 | 9 | 2 | 12 |
| 4 | 電気分解 | 3 | 7 | 1 | 11 |
| 5 | 同素体(硫黄など) | 7 | 0 | 0 | 7 |
| 5 | pH測定 (指示薬、紫キャベツ、塩など) | 0 | 7 | 0 | 7 |
| 5 | イオン化傾向 | 2 | 4 | 1 | 7 |
| 8 | 蒸留 (ワインなど) | 5 | 0 | 1 | 6 |
| 8 | 酸化還元反応 | 1 | 2 | 3 | 6 |
| 10 | 酸・塩基 | 1 | 3 | 1 | 5 |
| | なし | 10 | 8 | 12 | |

実施回数の多い観察・実験の上位10のうち、「中和滴定」(1位)、「蒸留」(8位)、「酸化還元反応」(8位)については、該当するデジタル教材を作成した。しかし、「化学基礎」の学習内容である「炎色反応」、「同素体」、「pH測定」、「イオン化傾向」の4つの観察・実験については、本アンケートを実施した段階では作成していなかったため、そのうちの「イオン化傾向」について新たにデジタル教材を作成した。

(イ) 情報機器とデジタル教材の利用状況

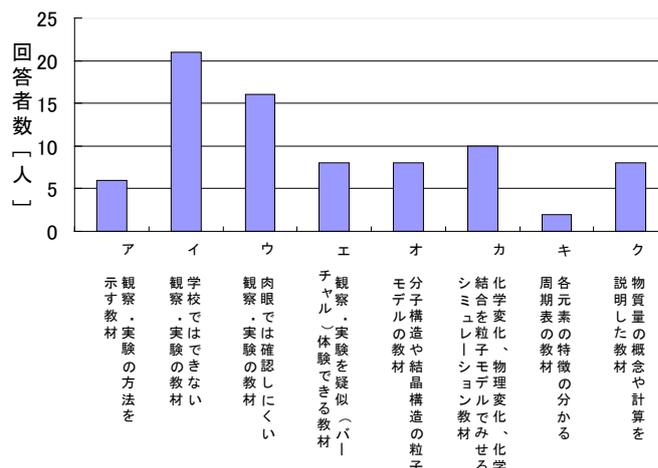
理科室の情報機器の状況をグラフ3に示す。理科室で使える情報機器として、半数近い回答者がデジタルカメラ、プロジェクタ、スクリーン、DVDプレーヤーを挙げている。理科室でよく利用する情報機器は、DVDプレーヤーが最も多く、15名(28.8%)であった。電子黒板、実物投影機(書画カメラ)、パーソナルコンピュータ(校務用以外で)、大型テレビなどの情報機器が理科室で使



グラフ3 理科室の情報機器

用できる、と回答した人数は1～2割しかない。また、インターネットが理科室で利用できる、と回答した人数も12名(23.1%)と少なく、条件整備が求められる。

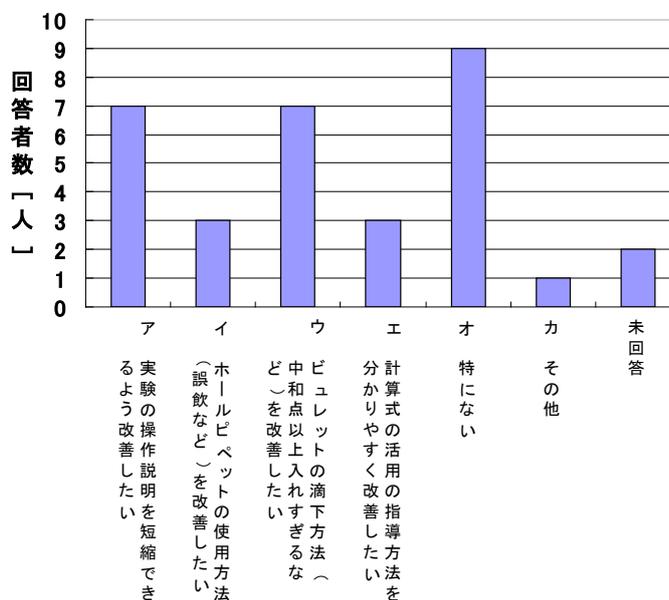
「化学I」でデジタル教材を使用している、と回答した人数は8名(15.4%)と少なく、情報機器の整備の遅れも原因の一つではないか。そのような条件でのデジタル教材の活用には、web上の教材をそのままオンラインで使用するのではなく、ダウンロードして使用できる教材であることが大切である。また、DVDプレーヤーを理科室で利用できる、と回答した人数が26名(50.0%)と比較的多い。DVDディスクでの教材の配付も有効ではないか。また、まだデジタル教材を利用していない人も含めて、どのようなデジタル教材なら利用したいか、という問いの結果を**グラフ4**に示す。その結果、観察・実験に関する教材が回答数の64.6%を占めた。今回作成した観察・実験の手順を示す教材は、そのうちの8%しか回答数はなかった。しかし、(ウ)「中和滴定」の観察・実験において、実験の操作説明を短縮できるよう改善したい、という意見もあることから、その意見に答えた教材となっている。また、回答数の多かった、学校ではできない観察・実験の教材や肉眼では確認しにくい観察・実験の教材については、作成したデジタル教材の発展の動画に幾つか含まれている。さらに、web上の代表的な教材を紹介し、情報を提供したい。



グラフ4 どのような内容のデジタル教材なら利用したいか

(ウ) 「中和滴定」の観察・実験

中和滴定は高等学校でもっとも多く行われている実験である。安全ピペッターの使用についてのアンケート結果では、いつも使用していると回答した人数は4名と少ないため、安全ピペッターを使わない動画を編集し作成した。また、考察や発展学習として、酸・塩基の量的関係を使った濃度の計算、そのためのデータを測定する実験操作の意味を考察する内容が5～7割程度であった。濃度を求めるための実験であること、濃度を変えてしまうような操作をしてはいけないことへの理解が大切である。**グラフ5**に示した改善したい内容を参考に、作成したデジタル教材には、注意すべき事項を赤字のコメントとして書き込んだ。



グラフ5 「中和滴定」の実験で改善したいこと

(3) 実践研究

ア 教材の作成方針の決定

観察・実験のデジタル教材、手順書、ワークシートの作成方針を以下の6つに決定した。①

「化学基礎」の各単元における、1授業時間で行う代表的な観察・実験について、その一連の方法・手順を示す教材を作成する、②提示用デジタル教材、手順書、ワークシートの内容が統一された一つの教材群となるよう作成する、③小・中学校との学習内容の系統性が分かるような教材を作成する、④化学が専門ではない教員でも指導できるよう、配慮した教材を作成する、⑤観察・実験の結果から、さらに発展させ考察できる内容を紹介する、⑥自由にダウンロードや編集ができるファイル形式とし、高知県教育センターのホームページ上で公開する、の6つである。①とした理由は、新学習指導要領の「化学基礎」のデジタル教材はまだ数が少ないこと、アンケート調査の結果、「化学I」で多く実施されている観察・実験は教科書の後半部分が多かったため、前半部分の各単元における代表的な観察・実験を紹介すること、などである。②、③、④、⑥とした理由は、円滑な観察・実験（主に効率化）の実施のためである。⑤とした理由は、「化学基礎」の多くの教科書には、「化学」につながる発展の内容が含まれおりその内容に対応するためである。

イ デジタル教材の作成

アの教材の作成方針をもとに、デジタル教材は、次の5つに注意し作成した。①操作・手順の一連の流れが分かる動画とし細かく区切らないこと、②1つのデジタル教材を復習、本編、発展の動画で構成する、③動画上に注意事項のコメントを赤字で書き込む、④操作・手順に注目できるように、動画の背景は黒を基本とする、⑤よく起こる失敗の事例の動画を加える、の5つである。既存のデジタル教材は、細かく動画が区切られていて一連の操作を説明するには使いづらい、結果の映像が中心で、装置の組み立て方の映像がない、などの問題点があるため、①については、特に注意して作成した。

ウ 手順書・ワークシートの作成

アの教材の作成方針をもとに、手順書、ワークシートを次の様式で作成した。

・手順書（教師用）

| | |
|-------------|--------------|
| ・タイトル | ・理論的背景 |
| ・所要時間 | |
| ・小中学校での既習事項 | |
| ・目的 | |
| ・使用薬品 | 調合方法、取り扱いの注意 |
| ・使用器具 | 取り扱いの注意 |
| ・方法 | よく起こる失敗例 |
| ・結果 | |
| ・考察 | |
| ・後片付け | 薬品の廃棄方法など |
| | ・発展 |

・ワークシート（生徒用）

| | |
|-------|--|
| ・タイトル | |
| ・目的 | |
| ・使用薬品 | <ul style="list-style-type: none"> 一般的な器具を使い、できるだけ簡単な方法や手順を用いる。 手順ごとに簡単な見出しをつけ、デジタル教材のチャプター（区切り）と統一する。 |
| ・使用器具 | |
| ・方法 | |
| ・結果 | |
| ・考察 | |

エ 作成した教材の特徴

上記のア～ウの内容を踏まえ、本研究で作成した教材の特徴を次の①～⑤にまとめた。

- ①「化学基礎」の各単元の代表的な観察・実験について、その一連の方法・手順を示す教材
- ②動画のデジタル教材、手順書、ワークシートの内容が統一された一つの教材
- ③復習、発展の内容が学習できる系統性のある教材
- ④化学が専門ではない教員でも指導できるよう、配慮した教材

⑤高知県教育センターのホームページ上で公開し、自由にダウンロードや編集ができる教材

(4) 検証方法

ア 生徒にとっての円滑な観察・実験の検証方法

生徒に、デジタル教材を使用しない観察・実験と使用した観察・実験について、それぞれ授業アンケートを行い、円滑な観察・実験が実施できたかどうか、比較検証した。この事前・事後アンケートはD高等学校で行った。事前アンケートは、デジタル教材を使わずに「pH測定」の観察・実験を実施した後行った。事後アンケートは、デジタル教材を使った「中和滴定」の観察・実験を実施した後行った。さらに、観察・実験の目的、手順、操作の意味の定着を確認するため、単元テストを行った。検証授業の「中和滴定」実験終了約1週間後と実験終了約1ヶ月後の2学期末考査時に実施した。D高等学校で行った検証授業の内容は表5のとおりである。

表5 D高等学校の検証授業

| | D高等学校2組 | D高等学校3組 |
|-----------|---|--------------|
| 利用情報機器 | スクリーン、プロジェクタ、ノートパソコン | |
| 生徒数 | 26名(4名の7班) | 23名(3、4名の6班) |
| 前時の観察・実験 | 「pHの測定」の観察・実験を行った。デジタル教材は使用せず、生徒自身がワークシートに書かれた手順を読みながら観察・実験を行った。 | |
| 前時の学習内容 | 「中和滴定」の目的、使用する器具の名称と使用方法、滴定曲線と指示薬について学習した。さらに、中和の量的関係を使った練習問題を解いた。 | |
| 検証授業の学習内容 | 中和滴定の実験を行った。3回に分けデジタル教材(本編)を使い目的や手順の意味を説明し、操作も3回に分け実施した。導入で中学校の観察・実験のデジタル教材(復習)を見せ復習をした。【デジタル教材(復習、本編)】 | |
| 次時の学習内容 | 「中和滴定」の結果から食酢の濃度を計算した。 | |

イ 教員にとっての円滑な観察・実験の検証方法

デジタル教材を利用してもらったA高等学校、B高等学校の教員に、授業アンケートと聞き取り調査を行い、円滑な観察・実験が実施できたかどうかを検証した。また、デジタル教材、手順書、ワークシートが利用しやすいかどうか、聞き取り調査を行い、教材の改善を行った。A高等学校、B高等学校で行った検証授業は表6のとおりである。

表6 A高等学校・B高等学校の検証授業

| | A高等学校 | B高等学校 |
|---------|--|---|
| 教員の専門領域 | 生物 | 化学 |
| 利用情報機器 | テレビ、DVDプレーヤー | テレビ、ノートパソコン |
| ワークシート | 教科書の探究活動のページを印刷したプリント | 自作のプリント |
| 生徒数 | 4名(2名の2班) | 34名(3、4名の10班) |
| 実験準備 | 薬品の調合、器具の準備、操作の確認等を手順書やデジタル教材(本編、発展)を利用して行った。 【手順書、デジタル教材(本編、発展)】 | 準備には作成した教材群は利用していない。 |
| 前時の学習内容 | 「中和滴定」の目的の学習をした後、食酢を10倍に薄める操作を実施した。 【デジタル教材(本編)】 | 中和の量的関係を使った計算、「中和滴定」の目的、器具の名称や使い方、ビュレットの目盛りの読み方等の学習をした。【デジタル教材(本編)】 |

| | | |
|------------|--|---|
| 検証授業①の学習内容 | 中和滴定（計3回実施） 【デジタル教材（本編）】 | 中和滴定（食酢の10倍希釈を含む） 【デジタル教材（本編）】 |
| 検証授業②の学習内容 | | 中和滴定の続き（検証授業①と合わせて計6回実施）を行い、早く終了した班は実験結果を考察した。考察の内容は、実験結果のデータを使い食酢の濃度を計算、理論値との誤差率、反応式、フェノールフタレインが真っ赤になってはいけない理由、濡れてよい器具といけない器具の違いなどである。 |
| 次時の学習内容 | 「中和滴定」の結果から食酢の濃度を計算した。 【デジタル教材（発展）】 | |

4 研究の成果と今後の課題

(1) 生徒にとっての円滑な観察・実験の成果と課題

生徒にとっての円滑な観察・実験を次の表7のとおりに定義している。D高等学校での検証授業、生徒アンケート及び単元テストの結果より、表7中の下線部分については、観察・実験の提示用デジタル教材の効果が認められた。

表7 生徒にとっての円滑な観察・実験

| | |
|-----|------------------------------------|
| 効率化 | ①観察・実験の手順が正確にわかり、効率よく観察・実験が行える。 |
| 明確化 | ②目的、手順、操作の意味を理解し、見通しをもって観察・実験を行える。 |
| 追認 | ③観察・実験の結果を追認できる。 |

効果が認められたと判断した理由の第一は、検証授業中の生徒たちの様子である。検証授業で行った「中和滴定」の実験では、生徒たちが操作をほぼ間違えることなく行えた。また、複数回の中和滴定を行うことができた班は、2組では7班中3班、3組では6班すべてであった。デジタル教材を使わずに行う場合、2時間の授業をかけて操作を行うが、今回の検証授業では1時間の授業で多くの班が複数回の中和滴定を実施することができ、効率的に実験が実施できたと考えられる。また、表8に示すように、参観者からは、デジタル教材により、説明や実験の実施が効率よく行われていたこと、3回に分けてデジタル教材を見ることで、手順やその意味を確認しながら行えたこと、デジタル教材には、生徒を注目させる効果があることなどの意見が出された。これらの検証授業中の生徒たちの様子から、観察・実験の効率化、目的の明確化について効果があったと考える。

表8 参観者の意見

| | 参観者の意見 |
|---------|---|
| 効率化について | <ul style="list-style-type: none"> ホールピペットのホールの部分を先に暖めて最後の1滴が落ちない生徒がいた。それ以外はほとんど失敗せずできていた。 通常はこの実験は、操作をはじめると様々な班から教員への質問が出て、一人で指導するのはたいへんだが、今回は自分たちで操作を進めていた。 動画を3段階に分けて見せるほうがよい。効率がよいし時間のロスがなく、失敗が少ない。それでも目盛りを逆から読むのが難しく、間違っていた生徒もいた。 |

| | |
|---------|--|
| 明確化について | <ul style="list-style-type: none"> ・ 操作の意味も分かってやっていたように思う。普段から動画が身近にあって、日常生活に浸透している。そのため、動画をみて読み取る力がついていないのではないか。最近では、音楽もCDではなく動画で聴いている。 ・ 前回の実験では、使っていない実験器具で遊んでいた生徒が心配だったが、今回は一生懸命作業していた。動画を見ることで見通しができ、何をやればよいか分かったので遊ばなかったのではないかな。 ・ コニカルビーカーの濡れを気にしている生徒がいた。濃度の誤差に影響するのではないかと考えていたようだ。 |
| 追認について | <ul style="list-style-type: none"> ・ 色の違いが見られるのが良い。静止画で提示している画像を見ながらやっていた。 |
| その他 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 作業を班員で分担していた。水を入れる生徒、混ぜる生徒など。通常はやり始めるのにためらいがあって時間がかかるが、すぐに作業に取り組みしていた。専門高校のため実習等で作業に慣れているせいかもしれない。 ・ ビュレットで滴定をはじめると、コニカルビーカーの色の変化に班員全員が集中していた。「入れすぎられんぞ」、「もっと入れろ」など、意見を出し合いながら作業をしていた。 ・ 分けて説明しても次の説明の時には動画に集中してきちんと話や作業を止めて聞けていた。口頭で説明しているときは、作業をやめて説明に集中するのに時間がかかるが、動画だと簡単な指示ですぐに集中できる。 ・ 興味を持ってやっていた。 ・ 私語がほとんどなかった。 ・ 今後は、実験室でデジタル教材を手軽に使える環境づくりが必要だ。 ・ 最終的な濃度を求めるまでつながらどうかを見る必要がある。 |

第二は、表9に示す生徒アンケートの結果である。生徒アンケートでは、「1(1)正確な方法で行えた。」、「1(2)効率よく行えた。」、「1(3)目的を理解して行えた。」、「1(5)手順・操作の意味を理解して行えた。」について、デジタル教材を使った授業に有意差が見られた。また、表10とグラフ6に示すA高等学校・B高等学校とD高等学校の2組・3組を集計したアンケート結果では、観察・実験の手順の説明を動画を使って行うことで、良かった点として、すべての項目についてほぼ9割以上の生徒が「4 たいへん」、「3 少し」と回答している。これらの生徒アンケート結果から、観察・実験の効率化、「見通しをもつ」を除く目的の明確化について、提示用デジタル教材の効果があつたと考える。

表9 生徒用事前・事後アンケート結果1

下記の表中の値は4…たいへん、3…少し、2…あまり、1…まったく、の平均値である。

| 質問内容 | D高等学校 1組・4組 (32人) | | D高等学校 2組・3組 (46人) | |
|------------------|----------------------|--------------|----------------------|---------------------------|
| | 事前 (pH測定) | 事後 (中和滴定) | 事前 (pH測定) | 事後 (中和滴定) ※デジタル教材使用 |
| 1(1) 正確な方法で行えた。 | 3.84 | 3.78 | 3.46 | 3.67 |
| 1(2) 効率よく行えた。 | 3.75 | 3.75 | 3.24 | 3.48 |
| 1(3) 目的を理解して行えた。 | 3.81 | 3.75 | 3.35 | 3.59 |
| 1(4) 見通しをもって行えた。 | 3.66 | 3.78 | 3.28 | 3.35 |

| | | | | | |
|--------|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 (5) | 手順・操作の意味を理解して行えた。 | 3.66 | 3.78 | 3.22 | 3.50 |
| 1 (6) | 結果を正確に記録できた。 | 3.56 | 3.69 | 3.41 | 3.41 |
| 1 (7) | 結果を記録する時間が十分にあった。 | 3.41 | 3.38 | 3.04 | 2.87 |
| 1 (8) | 事実をもとに考えることができた。 | 3.59 | 3.53 | 3.04 | 3.13 |
| 1 (9) | 考えを分かりやすくまとめられた。 | 3.53 | 3.50 | <u>2.85</u> | 2.91 |
| 1 (10) | 自分で考察できた。 | 3.59 | 3.59 | 3.07 | 2.76 |
| 1 (11) | グループで相談しながら考察できた。 | 3.84 | 3.69 | 3.33 | 3.54 |
| 1 (12) | 考察に取り組む時間が十分にあった。 | 3.38 | 3.38 | 2.87 | 2.57 |
| 1 (13) | 小・中学校の学習内容を思い出すことができた。 | <u>3.44</u> | <u>3.16</u> | 2.93 | 2.93 |
| 1 (14) | 結果を再確認することができた。 | 3.72 | 3.53 | 3.33 | 3.20 |

…事前、事後を比較して有意差のあった値

…最大値 …最小値

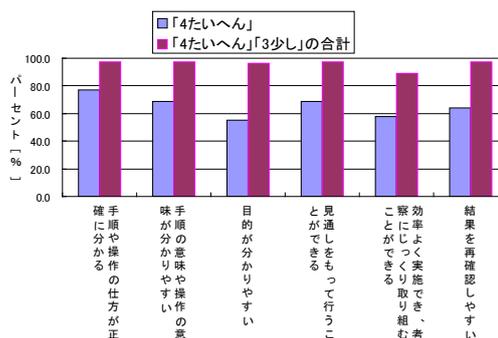
表 10 生徒用事前・事後アンケート結果2

下記の表中の値は「観察・実験の手順の説明を動画を使って行うことで、良かった点がありましたか。」についての4…たいへん、3…少し、2…あまり、1…まったくの平均値である。A高等学校・B高等学校・D高等学校の2組と3組のアンケート結果である。

| 質問内容 | | A高等学校 B高等学校 (37人) | D高等学校 2組・3組 (46人) |
|--------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 2 (15) | 手順や操作の仕方が正確に分かる。 | 3.70 | 3.78 |
| 2 (16) | 手順の意味や操作の意味が分かりやすい。 | 3.65 | 3.67 |
| 2 (17) | 目的が分かりやすい。 | <u>3.49</u> | 3.54 |
| 2 (18) | 見通しをもって行うことができる。 | 3.70 | 3.63 |
| 2 (19) | 効率よく実施でき、考察にじっくり取り組むことができる。 | 3.51 | <u>3.43</u> |
| 2 (20) | 結果を再確認しやすい。 | 3.65 | 3.59 |

…最大値 …最小値

第三は、表 11 に示す単元テストの結果である。単元テストの正答率は、実験終了約1週間後に実施した1回目が47.3%、実験終了約1ヶ月後の2学期末考査時に実施した2回目が77.7%であった。単元テストは記述式のため、1回目の正答率は5割弱であったが、2回目では8割弱となっており、実験の目的、手順、操作の意味を理解している、とってよいのではないか。以上の三つの理由により、表7中の下線部分については、観察・実験の提示用デジタル教材の効果があつたと判断した。



グラフ5 質問2で「4 たいへん」「3 少し」と評価した生徒の割合 (A校・B校・D校 合計83名)

表 11 単元テストの結果

| | D高等学校 1組・4組 デジタル教材なし | | D高等学校 2組・3組 デジタル教材あり | |
|-------------|-------------------------|------|-------------------------|------|
| | 1回目 | 2回目 | 1回目 | 2回目 |
| 単元テスト正答率[%] | 53.1 | 78.9 | 47.3 | 77.7 |
| 定期考査平均[点] | 64.4 | | 62.8 | |

単元テストについて、さらに詳しく結果を分析する。デジタル教材を使ったクラスの方が観察・実験の目的、手順、操作の意味が明確化され、定着率が良いのではないかと、という予想を立て単元テストを実施した。結果は、前述したように、デジタル教材を使ったクラスも使わなかったクラスも同程度の定着率であった。しかし、この結果をもってデジタル教材の使用の有無が定着率には影響しない、と判断することはできない。今回検証授業を行った、D高等学校の各クラスは、教育課程や基礎学力に違いがあるためである。観察・実験の目的、手順、操作の意味の定着率を比較するには、教育課程や基礎学力がほぼ同じ条件のクラスで単元テストを実施するなど、さらなる検証が必要である。

次に、デジタル教材の効果が確認できなかった事項について述べる。②のうち「見通しをもって観察・実験を行える。」と③の「観察・実験の結果を追認できる。」については、今回のデジタル教材の効果が明確には確認できなかった。②の見通しについては、全体の手順を提示し、今どの操作を行っているかが分かるようにするなど、さらなる指導の工夫が課題である。ただ、前回の観察・実験「pH測定」で、実験中にはほかの器具で遊ぶことがあった生徒が、検証授業の「中和滴定」の実験では主体的に取り組む姿が見られた。授業後の協議の中で話し合ったところ、前回の「pH測定」ではプリントに書かれた手順を読みながら行ったが、検証授業の「中和滴定」では3回に分けてデジタル教材を見ながら行ったため、どのような操作をどう行えばよいか見通しがもてたのではないかと、という意見が出された。また、生徒たちが班員同士で協力して実験できた背景には、デジタル教材を利用することで、班員全員が共通した実験の全体像を把握できたことがあるのではないかと。このように、②の見通しについても、生徒アンケートに有意差はなかったもののデジタル教材の効果が推測できる。次に、③について述べる。「中和滴定」の検証授業では、通常は2時間で行う操作を1時間で行えたものの、1時間で行った検証授業の中では、デジタル教材を使った結果の追認ができなかった。そのため、生徒アンケートでも有意差のある結果とはならなかった。また、③の検証方法として生徒アンケート以外の手立てを用意できていなかった。こういった結果で「追認できた」と判断するかについての検討不足が原因である。③については、検証授業の計画と検証方法に課題があった。しかし、実験をしながら実験結果や操作の手順を追認（再確認）することについては、デジタル教材の効果をうかがわせる結果もあった。それは、デジタル教材を使わなかった1組と4組で、生徒アンケートの「1(14)結果を再確認することができた。」について、事後のアンケートで有意差のある低い値となったことである。一方、デジタル教材を使った2組と3組では、有意差は見られなかった。デジタル教材を使った2組と3組では、各操作のポイントになる映像の静止画を提示しながら操作を行ったため、やるべき操作やその結果を追認（再確認）しながら実施できたのではないかと。このように、実験をしながら実験結果や操作の手順を追認することについては、デジタル教材の効果があつたのではないかと推察する。

(2) 教員にとっての円滑な観察・実験の成果と課題

教員にとっての円滑な観察・実験の実施を次の表12のとおり定義している。教員アンケートと聞き取り調査の結果より、表12中の下線部分については、観察・実験の提示用デジタル教材と手順書やワークシートの効果が認められた。破線部分については、化学が専門ではない教員にとっては効果が認められた。

表12 教員にとっての円滑な観察・実験

| | |
|-----|-------------------------------|
| 効率化 | ①観察・実験の準備、手順の説明、後片付けが効率よく行える。 |
| 明確化 | ②観察・実験の目的、手順、操作の意味を明確に伝えられる。 |
| 追認 | ③観察・実験の結果を追認させることができる。 |

効果が認められたと判断した理由は、第一に教員アンケートの結果である。特に、「3(1) ディ

デジタル教材(動画)を使うと手順や操作の仕方を効率よく伝えることができる。」については、A高等学校、B高等学校ともに「4 たいへん」と回答している。また、「観察・実験の手順の意味や操作の意味を明確に伝える教材になっている。スムーズに操作に入れたので、生徒は、実験結果の意味を理解しながら取り組んでいた。」などの記述があった。第二に聞き取り調査の結果である。聞き取り調査では、「説明の時間短縮に大いに役立った。」「色の変化がきちんと見せられる」、「最後に滴定曲線(発展の動画)があるのが特に良い。(中略)実験結果から濃度を計算する授業で見せ、追認に使いたい。」などの意見が出された。以上の二つの理由により、表 12 中の下線部分については、観察・実験の提示用デジタル教材と手順書やワークシートの効果があった、と判断した。また、①のうち観察・実験の準備については、化学が専門領域ではない教員にとっては効果が認められた。「教科書に書いてあっても、実際にどのように器具を使えばよいか分からないので、実際に使っている動画があったほうがよい。」という意見からも分かるように、指導教員が事前に実験を行う際や授業に望む際に、不安なく取り組める助けとなったからである。

一方、①効率化の観察・実験の片付けについては、「ビュレットを洗える広い流し台がないのでどうしたらよいか」、「ビュレットの活栓ははずして洗うのか」など化学が専門領域ではない教員から質問があった。そのことから、手順書に文章で書いているだけでは情報量が不十分で、写真などを使ってさらに多くの具体的な情報提供が必要であることが分かった。今後、手順書に写真を加えるなどして、より情報量を増やすことが課題である。

(3) その他のデジタル教材の効果

言葉だけの説明の場合は、教員に注目していなくても聞くことができ、注意事項などを聞き逃しがちであるが、デジタル教材で説明する場合は、デジタル教材に注目しなければならず、結果として注意事項などがきちんと伝わる。注目させる効果をもたせるという点では、ナレーションなどはつけず、教員が説明を付け加えながら見せるほうが良いのではないかと。また、この効果を生かし、デジタル教材を一度にすべて見せるのではなく、何回かの操作に分けて見せることができる。検証授業の「中和滴定」では、3回に分けてデジタル教材を見せたが、次の段階の説明時にもデジタル教材に集中してきちんと話や作業を止めて聞けていた。言葉だけで説明する場合は、話や作業をやめて説明に集中するのに時間がかかるが、デジタル教材では簡単な指示ですぐに集中できる。このように、デジタル教材の注目させる効果を上手に使い、何段階かに分けてデジタル教材を見せ操作をすると、より効率化や目的の明確化を図ることができる。

また、作業中に提示したデジタル教材(静止画)には、生徒が自主性を発揮して操作を行える、という効果もあった。デジタル教材(静止画)を見ながら「入れ過ぎられんぞ」「いやもうちょっと入れろ」など生徒同士で意見を出し合い、教師に頼るのではなく、自分たちの力で自主性を発揮して実験できていた。

(4) デジタル教材の共有化

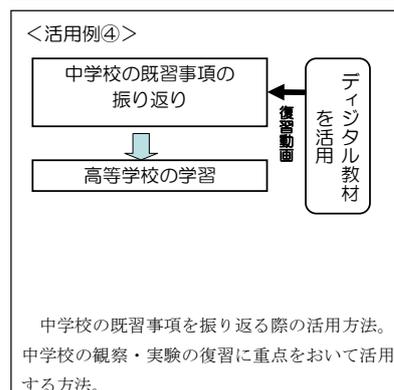
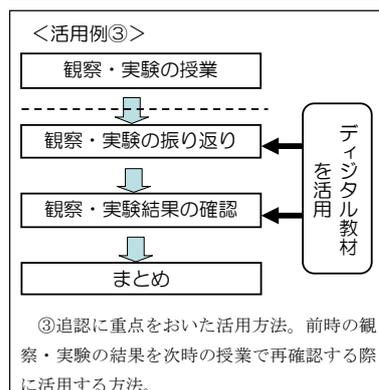
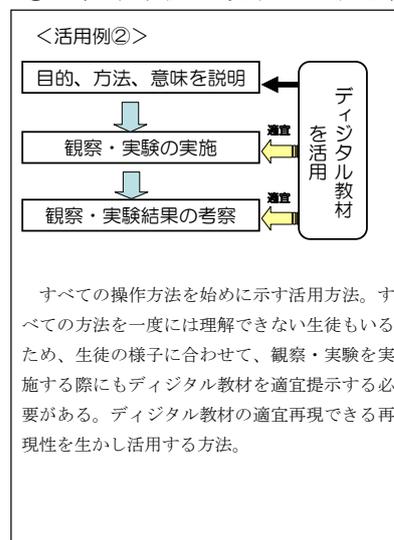
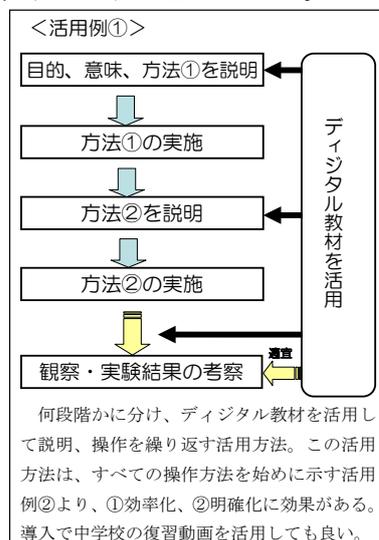
本研究で作成したデジタル教材、手順書、ワークシートは、自由にダウンロードや編集ができるファイル形式とし、高知県教育センターのホームページ上で公開する。このデジタル教材を活用することで円滑な観察・実験が実施され、高等学校での観察・実験の充実につながればと考えている。デジタル教材のファイル形式は、Windows ムービーメーカーや Mac iMovie など編集できる MPEG とする。また、3(2)イ(イ)のアンケート結果では、DVD プレーヤーを理科室で利用できる、と回答した人数が 26 名(50.0%)と比較的多い。DVD ディスクでの教材の配付も有効ではないかと考える。

(5) 活用方法の提案

3(2)イ(ア)のアンケート結果によると、化学実験で困っていることとして、約 5 割の回答者が「準備・片付けの時間がない」、「化学実験以外の授業に時間がかかり、化学実験にかける授業時間が足りない」と答えている。実習助手の配置等の条件整備とともに、いかに時間を効率よく使って観察・

実験を行っていくか、という課題がある。その課題の解決のために、デジタル教材の活用方法を下記のとおり提案する。活用例①は、複数回に分けてデジタル教材を活用する方法で、操作や器具の取り扱いに注意の必要な「中和滴定」などの観察・実験に適している。活用例②は、授業の始めにすべての操作をデジタル教材を活用し説明する方法で、比較的簡単な操作で行える「イオン化傾向」などの観察・実験に適している。活用例③は、1授業時間では十分に考察することのできない「化学反応と物質質量」などの観察・実験に適している。活用例④は、中学校の観察・実験と似た操作を行う「混合物の分離・確認」などの観察・実験に適している。これらは、活用の一例であり、必ずこのように活用しなければならない効果がない、というものではない。使用者が生徒の実態等に合わせて自由な発想で活用してほしい。

このデジタル教材はあくまでも観察・実験の方法を示す手段であり、見るだけで観察・実験の内容がすべて理解できるわけではない。大切なのは、教師が観察・実験の目的や操作・手順の意味をしっかりと伝え、生徒自身が目的意識をもって観察・実験を行うことであり、デジタル教材はその一助にすぎない。これらを踏まえた上で、この教材を高等学校の観察・実験の充実に活用してもらえれば幸いである。



【参考・引用文献】

- ・文部科学省『高等学校学習指導要領解説 理科編』平成21年7月
- ・高知県教育センター・高知県心の教育センター「平成15年度長期研修生・留学生報告集」、2004
- ・独立行政法人メディア教育開発センター「ICT活用による学力向上の証」<http://spa.code.ouj.ac.jp/index.php>、2006
- ・赤堀侃司『電子黒板・デジタル教材活用事例集』教育開発研究所、2011
- ・加藤英恵 他「実験・観察融合型デジタル教材活用共同研究」愛知県総合教育センター研究紀要第97集、2007
- ・高知県教育委員会「高知県公立高等学校入学者選抜の状況及び学力検査の結果分析」、2009、2010、2011
- ・高木衛、辻下浩行、越桐國雄「理科実験デジタル教材の開発」大阪大学紀要第V部門代56巻第1号、2007
- ・大阪府高等学校理化教育研究会『「化学I」実験書CD-ROM2003』、2003
- ・京都大学「化学実験操作法デジタル教材資料集」<http://www.chem.zenkyo.h.kyoto-u.ac.jp/operation/index.html>、2008
- ・兵庫県高等学校教育研究会理化部会実習助手研修会運営委員会「理科実習助手のための実験準備マニュアル2004年度」
<http://www.hyogo-c.ed.jp/~rikagaku/jjmanual/jikken/j02frame.htm>、2004
- ・独立行政法人科学技術振興機構「理科ねっとわーく」<http://www.rikanet.jst.go.jp/>
- ・富山教育センター「デジタル理科室・高等学校・化学」<http://rika.el.tym.ed.jp/cms/53165b66/96fb6c1730f3/96fb6c1730f3>

高等学校理科(化学)における観察・実験の実施状況と デジタル教材の活用に関するアンケート結果

【研究課題】

高等学校理科における観察・実験のデジタル教材を使った学習指導の事例研究



高知県立高知東工業高等学校
高知県教育センター

教諭 井上 千夏
指導主事 北村 誠一

【目次】

| | | |
|-----|--|-------|
| I | 高等学校理科(化学)における観察・実験の実施状況とデジタル教材の活用に関するアンケートまとめ | 1～3 |
| II | アンケート結果 | 4～14 |
| 1 | 「化学I」実施状況と生徒実験で実施する観察・実験の内容について | 4～9 |
| (1) | 単位数 | |
| (2) | 実施学年 | |
| (3) | 使用教科書 | |
| (4) | 生徒実験で実施する観察・実験の内容 | |
| 2 | 「化学基礎」開講予定について | 9 |
| (1) | 単位数 | |
| (2) | 実施学年 | |
| 3 | 化学専用の実験室について | 9 |
| (1) | 化学専用の実験室の有無 | |
| (2) | 化学専用の実験室の環境 | |
| (3) | 化学専用の実験室の使用頻度 | |
| (4) | 化学専用の実験室でのインターネット利用の有無 | |
| 4 | 化学実験について | 10 |
| (1) | 化学実験で困っていること | |
| 5 | 情報機器について | 10～11 |
| (1) | 理科室で利用できる情報機器 | |
| (2) | 理科室でよく利用する情報機器 | |
| (3) | 情報機器の使用頻度 | |
| 6 | デジタル教材について | 11～12 |
| (1) | 「化学I」でのデジタル教材の使用の有無 | |
| (2) | 利用されているデジタル教材 | |
| (3) | デジタル教材の作成者 | |
| (4) | 利用したいデジタル教材 | |
| 7 | 「中和滴定」の実験について | 12～15 |
| (1) | 実施する授業時間数 | |
| (2) | 使用する試薬 | |
| (3) | 濃度未知の試薬の準備方法 | |
| (4) | 濃度既知の試薬の準備方法 | |
| (5) | 安全ピペッターの使用の有無 | |
| (6) | 考察や発展学習 | |
| (7) | 実験上の工夫 | |
| (8) | 改善したい点 | |
| (9) | 作成する教材への要望やアドバイス | |

Ⅲ 結果の考察

- 1 結果の考察（研究課題との関連から）・・・・・・・・・・・・・・・・・・15～16
 - (1) 「化学Ⅰ」観察・実験の実施状況
 - (2) 情報機器とデジタル教材の利用状況
 - (3) 「中和滴定」の観察・実験

I 高等学校理科(化学)における観察・実験の実施状況とデジタル教材の活用に関するアンケートまとめ

- 1 調査対象 各県立高等学校理科担当者1名(主として化学)、計52名
回答者数52名(「化学I」…40名、「理科総合A」…12名)
(全日制本校…31名、全日制分校…3名、定時制・通信制…18名)
- 2 調査方法 記名によるアンケート調査
- 3 調査期間 平成23年9月20日から9月30日

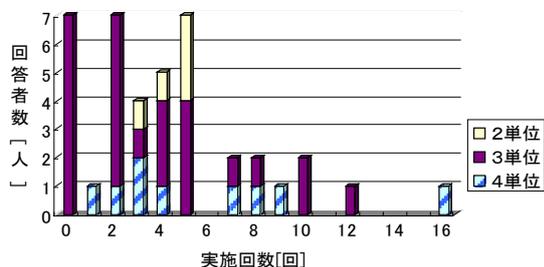
4 アンケート結果の概要

(1) 「化学I」観察・実験の状況

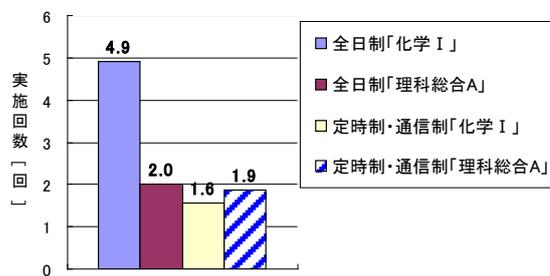
「化学I」の観察・実験の実施回数は、表1のとおりである。5回以下は31名(77.5%)、5回以上は9名(22.5%)であった。年間平均は4.38回である。その中でも、4単位で実施している学校の平均は5.89回と平均より多い。また、グラフ1からも分かるように、同じ単位数でも観察・実験の実施数に差がある。さらに、グラフ2からは課程によっても実施数に差があることが分かる。実施されている回数が多い10の観察・実験は表2の通りである。

表1 「化学I」観察・実験年間実施回数

| | 2単位 | 3単位 | 4単位 | 全体 |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 回答者数 | 5名 | 26名 | 9名 | 40名 |
| 1学期 | | | | 1.50回 |
| 2学期 | | | | 1.88回 |
| 3学期 | | | | 1.05回 |
| 合計 | 4.40回 | 3.62回 | 5.89回 | 4.38回 |



グラフ1 観察・実験年間実施回数(単位数別)



グラフ2 観察・実験年間実施回数(課程別)

表2 「化学I」観察・実験の実施内容

| 順位 | 観察・実験名 | 1学期[回] | 2学期[回] | 3学期[回] | 合計[回] |
|----|-----------------------|--------|--------|--------|-------|
| 1 | 中和滴定 | 2 | 20 | 1 | 23 |
| 2 | 炎色反応 | 11 | 3 | 2 | 16 |
| 3 | 電池(ボルタ、ダニエル、果物、乾電池など) | 1 | 9 | 2 | 12 |
| 4 | 電気分解 | 3 | 7 | 1 | 11 |
| 5 | 同素体(硫黄など) | 7 | 0 | 0 | 7 |
| 5 | pH測定(指示薬、紫キャベツ、塩など) | 0 | 7 | 0 | 7 |
| 5 | イオン化傾向 | 2 | 4 | 1 | 7 |
| 8 | 蒸留(ワインなど) | 5 | 0 | 1 | 6 |
| 8 | 酸化還元反応 | 1 | 2 | 3 | 6 |
| 10 | 酸・塩基 | 1 | 3 | 1 | 5 |
| | なし | 10 | 8 | 12 | |

「化学 I」を実施していないと回答した人数は 12 名（定時制の課程 7 名、工業高校全日制の課程 3 名、工業高校定時制の課程 1 名、分校 1 名）であった。「化学基礎」は、実施するとして回答の中で、2 単位で実施するという回答が回答数の 72.5%、3 単位で実施するという回答が回答数の 27.5%であった。実施しないと回答した人数は 7 名であった。

化学専用の実験室がないと回答した人数は 9 名、整理すれば使える状態と回答した人数は 3 名、利用に制限があると回答した人数は 3 名であった。これらの合計 15 名（全日制 5 名、分校 3 名、定時制 6 名、通信制 1 名）のうち 6 名（「理科総合 A」についての 3 名を含む）は年間通じて観察・実験を実施していないと回答している。また、化学専用の実験室がある、と回答した人数は 43 名（82.7%）で、その中では学

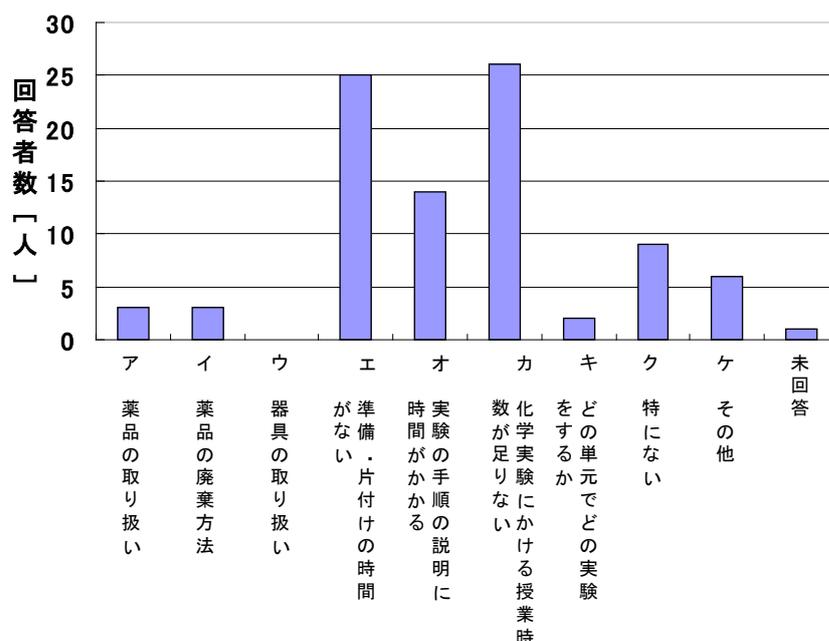
期に 1 回程以上利用する、と回答した人数が 14 名（26.9%）と最も多かった。化学専用の実験室でインターネットが利用できる、と回答した人数は 12 名（23.1%）であった。

化学実験において困っていることは、**グラフ3**のとおりである。化学実験以外の授業に時間がかかり、化学実験にかける授業時間が足りない（48.1%）、準備・片付けの時間がない（50.0%）、という回答が多かった。

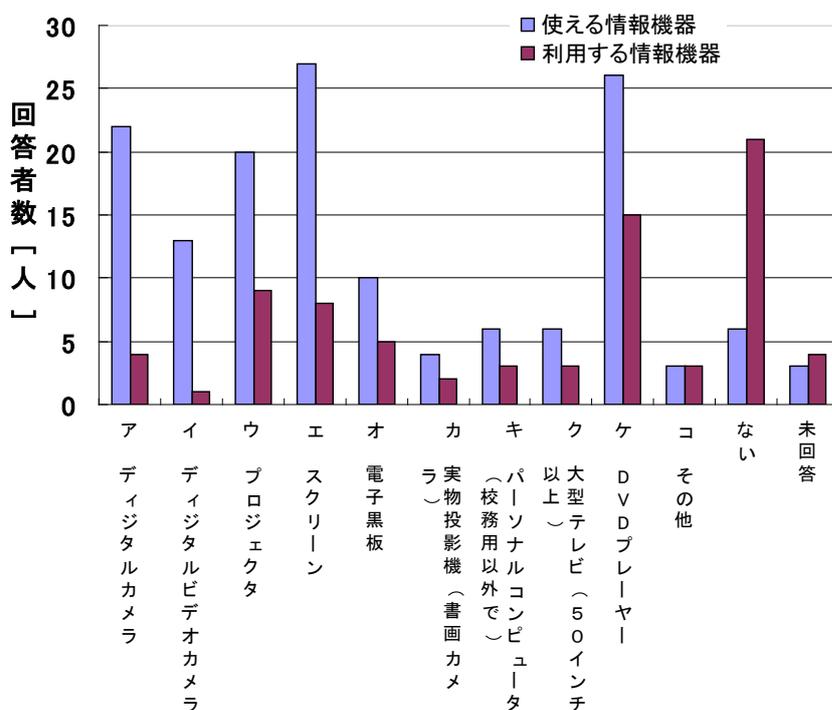
(2) 情報機器とデジタル教材の利用状況

理科室の情報機器の状況を **グラフ4**に示す。理科室で使える情報機器として、半数近い回答者がデジタルカメラ、プロジェクタ、スクリーン、DVD プレーヤーを挙げている。理科室でよく利用する情報機器は、DVD プレーヤーが最も多く、15 名（28.8%）であった。理科室で使える情報機器としては、実物投影機がもっとも少なく 4 名（8.7%）しかいなかった。

情報機器の使用頻度は、利用しないと回答した人数が 25 名（48.1%）と最も多く、次に学期に 1 回程度が 8 名（15.4%）であった。



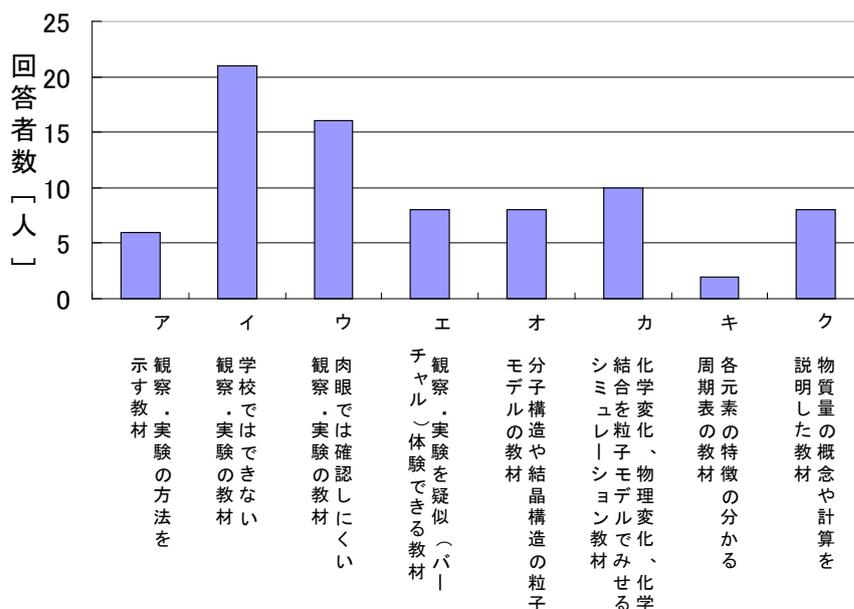
グラフ3 化学実験で困っていること



グラフ4 理科室の情報機器

「化学I」でデジタル教材を使用している、と答えた人数は8名（15.4%）であった。利用されているデジタル教材は、web上からダウンロードした動画教材が最も多かった。

どのような内容のデジタル教材なら利用したいと思うか、という問いの結果は**グラフ5**の通りである。最も多いのは、学校ではできない観察・実験の教材が21名（40.4%）、次いで、肉眼では確認しにくい観察・実験の教材が16名（30.8%）であった。観察・実験に関するデジタル教材を選んだ回答は、全体の回答数の64.6%を占めた。



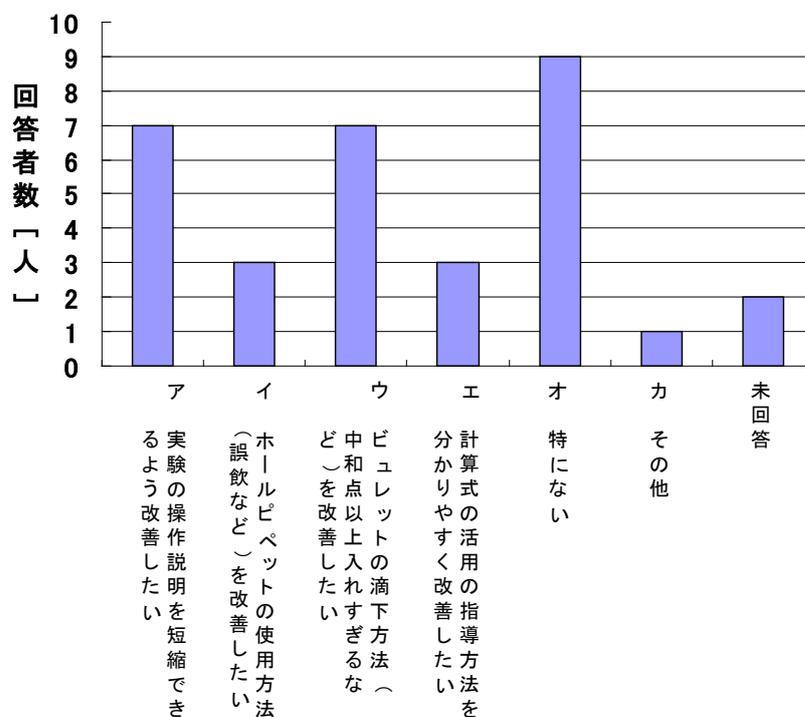
グラフ5 どのような内容のデジタル教材なら利用したいか

(3) 「中和滴定」の観察・実験

中和滴定の観察・実験は、2時間の授業時間で食酢と水酸化ナトリウム水溶液を使って行う、と回答した人数が4割程度で最も多かった。一方、行っていない、と回答した人数は23名（44.2%、そのうち定時制14名、通信制2名）であった。(1)の結果からも分かるように、高等学校でもっとも多く行われている観察・実験である。濃度を計算で求める試薬は、滴定に適した濃度まで、事前に教員が希釈して準備、また、ビュレットに入れる濃度既知の試薬は、滴定に適した濃度に調整し、そのまま使用、と回答した人数が、実施していると回答した人数の7割程度で最も多かった。安全ピペッターをいつも使用している、と回答した人数は4名（13.3%）だった。

考察や発展学習として、酸・塩基の量的関係を使った濃度の計算と中和の反応式を書く、と回答した人数がともに22名（73.3%）と最も多かった。また、濃度計算のデータを測定する実験操作の意味を問う、と回答した人数が6割程度であった。

「中和滴定」の実験で改善したいことは、**グラフ6**の通りである。実験の操作説明を短縮するよう改善したい、ビュレットの滴下方法（中和点以上入れすぎなど）を改善したい、がともに7名（23.3%）で最も多かった。



グラフ6 「中和滴定」の実験で改善したいこと

II アンケート結果

1 「化学 I」実施状況と生徒実験で実施する観察・実験の内容について

現行の学習指導要領の「化学 I」について貴校での実施状況をお答えください（学科・コースで異なる場合は、学科・コース別に回答してください）。

※ 「化学 I」を履修していない場合は、「理科総合 A」についてお答えください。また、その旨を「学科・コース」の欄にご記入ください。

(1) 単位数

< 「化学 I」単位数 >

| | |
|--------|-----|
| ・ 2 単位 | 1 1 |
| ・ 3 単位 | 3 3 |
| ・ 4 単位 | 1 0 |

< 「理科総合 A」単位数 >

| | |
|--------|-----|
| ・ 2 単位 | 1 0 |
| ・ 3 単位 | 1 |
| ・ 4 単位 | 1 |

(2) 実施学年

< 「化学 I」実施学年 >

| | |
|-------|-----|
| ・ 1 年 | 1 |
| ・ 2 年 | 3 3 |
| ・ 3 年 | 1 2 |
| ・ その他 | 9 |

< 「理科総合 A」実施学年 >

| | |
|-------|---|
| ・ 1 年 | 5 |
| ・ 2 年 | 3 |
| ・ 3 年 | 0 |
| ・ その他 | 4 |

(3) 使用教科書

< 「化学 I」使用教科書（教科書名、教科書会社名） >

| | |
|------------------------|-----|
| ・ 改訂版高等学校化学 I（数研出版） | 8 |
| ・ 改訂版新編化学 I（数研出版） | 9 |
| ・ 精解化学 I（数研出版） | 2 |
| ・ 新編化学 I（東京書籍） | 9 |
| ・ 高等学校化学 I 改訂版（啓林館） | 6 |
| ・ 高等学校 新編化学 I 改訂版（啓林館） | 7 |
| ・ 高校化学 I 新訂版（実教出版） | 1 1 |
| ・ 高等学校改訂新化学 I（第一学習社） | 2 |

< 「理科総合 A」使用教科書（教科書名、教科書会社名） >

| | |
|-------------------------|---|
| ・ 改訂版理科総合 A（数研出版） | 1 |
| ・ 高等学校新編理科総合 A 改訂版（啓林館） | 3 |
| ・ 高等学校改訂新理科総合 A（第一学習社） | 5 |
| ・ 理科総合 A（実教出版） | 2 |
| ・ 理科総合 A（東京書籍） | 2 |

(4) 生徒実験で実施する観察・実験の内容

<「化学I」での実施回数順一覧>

| 観察・実験名 | 1 学期 | 2 学期 | 3 学期 | 合計 |
|-----------------------------|------|------|------|----|
| ・ 中和滴定 | 2 | 20 | 1 | 23 |
| ・ 炎色反応 | 11 | 3 | 2 | 16 |
| ・ 電池 (ボルタ、ダニエル、果物、乾電池など) | 1 | 9 | 2 | 12 |
| ・ 電気分解 | 3 | 7 | 1 | 11 |
| ・ 同素体(硫黄など) | 7 | | | 7 |
| ・ pH 測定 (指示薬、紫キャベツ、塩など) | | 7 | | 7 |
| ・ イオン化傾向 | 2 | 4 | 1 | 7 |
| ・ 蒸留 (ワインなど) | 5 | | 1 | 6 |
| ・ 酸化還元反応 | 1 | 2 | 3 | 6 |
| ・ 酸・塩基 | 1 | 3 | 1 | 5 |
| ・ 反応熱(熱の出入りの観察) | | 3 | 1 | 4 |
| ・ 物質の分離・精製 | 3 | | | 3 |
| ・ 金属イオンの推定 | 1 | | 2 | 3 |
| ・ 銀鏡反応 | 1 | | 2 | 3 |
| ・ 有機化合物の合成 | | 2 | 1 | 3 |
| ・ ろ過 | 2 | | | 2 |
| ・ 再結晶 (ミョウバンなど) | 2 | | | 2 |
| ・ 電気伝導性 (による物質の分離) | 2 | | | 2 |
| ・ モル濃度の調整 (水酸化ナトリウム水溶液など) | | 2 | | 2 |
| ・ 化学反応 | 1 | 1 | | 2 |
| ・ 炭酸カルシウムと塩酸の量的関係 | 1 | 1 | | 2 |
| ・ 中和反応 | | 2 | | 2 |
| ・ アルカリ金属の性質 | | 1 | 1 | 2 |
| ・ セッケンの合成 | 1 | | 1 | 2 |
| ・ フェーリング液の還元 | | | 2 | 2 |
| ・ アルコールの性質の違い (水溶性) | | | 2 | 2 |
| ・ エステルの合成 | | | 2 | 2 |
| ・ サリチル酸の合成 | | 1 | 1 | 2 |
| ・ マグネシウムと塩酸の反応 | 1 | | | 1 |
| ・ マグネシウムの燃焼 | | 1 | | 1 |
| ・ 溶解 | 1 | | | 1 |
| ・ 金属樹 | | | 1 | 1 |
| ・ 電気メッキ | | 1 | | 1 |
| ・ 無機実験 | | 1 | | 1 |
| ・ 元素、化合物の性質 | | | 1 | 1 |
| ・ 金属元素の反応 | | 1 | | 1 |
| ・ 黄銅をつくる | | | 1 | 1 |
| ・ アルミニウムの反応 | | | 1 | 1 |
| ・ ナトリウム、マグネシウム、カルシウムの単体と化合物 | | | 1 | 1 |
| ・ カルシウムの実験 | | | 1 | 1 |

| | | | | |
|--|----|---|----|---|
| ・ 遷移金属 | | 1 | | 1 |
| ・ イオンの沈殿 | | | 1 | 1 |
| ・ イオンの性質 | | | 1 | 1 |
| ・ 有機物の性質 | | | 1 | 1 |
| ・ 脂肪族炭化水素 | | | 1 | 1 |
| ・ 脂肪族化合物の反応 | | | 1 | 1 |
| ・ 酢酸エチル | 1 | | | 1 |
| ・ アルコールロケット (アルコールの性質) | 1 | | | 1 |
| ・ メタノールの酸化 | | | 1 | 1 |
| ・ アルデヒドの還元 | | | 1 | 1 |
| ・ 芳香族化合物の反応 | | | 1 | 1 |
| ・ 実験器具の取り扱い | 1 | | | 1 |
| ・ 液体窒素 | | 1 | | 1 |
| ・ ゴウの鼻 | | 1 | | 1 |
| ・ 静電気の実験 (原子、イオンとの関連) | | | 1 | 1 |
| ・ 演示実験のみ(生徒実験は授業回数が少ないこともあり実施することは物理的に困難)。 | 1 | | | 1 |
| ・ なし | 10 | 8 | 12 | |

< 「化学 I」での実施学期別一覧 >

a 1 学期

| | |
|--------------------------|-----|
| ・ 同素体(硫黄など) | 7 |
| ・ 物質の分離・精製 | 3 |
| ・ 炎色反応 | 1 1 |
| ・ 蒸留 (ワインなど) | 5 |
| ・ ろ過 | 2 |
| ・ 再結晶 (ミョウバンなど) | 2 |
| ・ 電気伝導性 (による物質の分離) | 2 |
| ・ マグネシウムと塩酸の反応 | 1 |
| ・ 炭酸カルシウムと塩酸の量的関係 | 1 |
| ・ 化学反応 | 1 |
| ・ 溶解 | 1 |
| ・ 濃度 | 1 |
| ・ 酸・塩基 | 1 |
| ・ pH 測定 (指示薬、紫キャベツ、塩など) | 7 |
| ・ 中和滴定 | 2 |
| ・ 酸化還元反応 | 1 |
| ・ イオン化傾向 | 2 |
| ・ 電池 (ボルタ、ダニエル、果物、乾電池など) | 1 |
| ・ 電気分解 | 3 |
| ・ 金属イオンの推定 | 1 |
| ・ セッケンの合成 | 1 |
| ・ 酢酸エチル | 1 |
| ・ 銀鏡反応 | 1 |

| | |
|------------------------|-----|
| ・ アルコールロケット (アルコールの性質) | 1 |
| 実験器具の取り扱い | 1 |
| ・ なし | 1 1 |

b 2 学期

| | |
|---------------------------|-----|
| ・ 化学反応 | 1 |
| ・ 炭酸カルシウムと塩酸の量的関係 | 1 |
| ・ 反応熱 (熱の出入りの観察) | 3 |
| ・ モル濃度の調整 (水酸化ナトリウム水溶液など) | 2 |
| ・ 中和滴定 | 2 0 |
| ・ 中和反応 | 2 |
| ・ 酸・塩基 | 3 |
| ・ pH 測定 (指示薬、紫キャベツ、塩など) | 7 |
| ・ 酸化還元反応 | 2 |
| ・ マグネシウムの燃焼 | 1 |
| ・ イオン化傾向 | 4 |
| ・ 電池 (ボルタ、ダニエル、果物、乾電池など) | 9 |
| ・ 電気分解 | 7 |
| ・ 電気メッキ | 1 |
| ・ 無機実験 | 1 |
| ・ 金属元素の反応 | 1 |
| ・ アルカリ金属の性質 | 1 |
| ・ 炎色反応 | 3 |
| ・ 遷移金属 | 1 |
| ・ サリチル酸の合成 | 1 |
| ・ 有機化合物の合成 | 2 |
| ・ 液体窒素 | 1 |
| ・ ゾウの鼻 | 1 |
| ・ なし | 7 |

c 3 学期

| | |
|-----------------------------|---|
| ・ 蒸留 (アルコール) | 1 |
| ・ 反応熱 | 1 |
| ・ 酸・塩基 | 1 |
| ・ 中和滴定 | 1 |
| ・ 酸化還元反応 (銅など) | 3 |
| ・ 電池 (ボルタ、ダニエル、果物、乾電池など) | 2 |
| ・ 電気分解 | 1 |
| ・ 金属樹 | 1 |
| ・ イオン化傾向 | 1 |
| ・ イオンの沈殿 | 1 |
| ・ イオンの性質 | 1 |
| ・ 黄銅をつくる | 1 |
| ・ アルカリ金属の性質 | 1 |
| ・ アルミニウムの反応 | 1 |
| ・ ナトリウム、マグネシウム、カルシウムの単体と化合物 | 1 |

| | |
|----------------------|-----|
| ・ カルシウムの実験 | 1 |
| ・ 炎色反応 | 2 |
| ・ 金属イオンの推定（分離・確認） | 2 |
| ・ 元素、化合物の性質 | 1 |
| ・ 脂肪族炭化水素 | 1 |
| ・ 脂肪族化合物の反応 | 1 |
| ・ 有機物の性質 | 1 |
| ・ 有機化合物の合成（観察） | 1 |
| ・ 銀鏡反応 | 2 |
| ・ フェーリング液の還元 | 2 |
| ・ セッケンの合成 | 1 |
| ・ アルコールの性質の違い（水溶性） | 2 |
| ・ メタノールの酸化 | 1 |
| ・ アルデヒドの還元 | 1 |
| ・ エステルの合成 | 2 |
| ・ サリチル酸の合成 | 1 |
| ・ 芳香族化合物の反応 | 1 |
| ・ 静電気の実験（原子、イオンとの関連） | 1 |
| ・ なし | 1 1 |

<「理科総合A」での実施学期別一覧>

a 1学期

| | |
|-----------------------|---|
| ・ 炎色反応 | 3 |
| ・ 電解質と非電解質 | 1 |
| ・ 酸・塩基 | 1 |
| ・ pH測定（指示薬、紫キャベツ、塩など） | 2 |
| ・ なし | 7 |

b 2学期

| | |
|---------------------------|---|
| ・ 混合物の分離 | 1 |
| ・ 気体（水素、酸素、二酸化炭素）の発生とその性質 | 1 |
| ・ 反応熱（熱の出入りの観察） | 1 |
| ・ 物質の三態 | 1 |
| ・ 中和反応 | 1 |
| ・ 酸・塩基 | 2 |
| ・ pH測定（指示薬、紫キャベツ、塩など） | 2 |
| ・ 酸化還元反応 | 1 |
| ・ 電池（ボルタ、ダニエル、果物、乾電池など） | 1 |
| ・ 金属元素の反応 | 1 |
| ・ スライムの合成 | 1 |
| ・ 酵素 | 1 |
| ・ なし | 4 |

c 3学期

| | |
|----------|---|
| ・ 中和滴定 | 1 |
| ・ カイロの作成 | 1 |
| ・ 自由落下 | 2 |

| | |
|---------------|---|
| ・ てこ・滑車 | 1 |
| ・ 力学的エネルギーの保存 | 1 |
| ・ ジュール熱の利用 | 1 |
| ・ なし | 6 |

2 「化学基礎」開講予定について

新学習指導要領における「化学基礎」の開講予定についてお答えください（学科・コースで異なる場合は、学科・コース別に回答してください）。※「化学基礎」を履修しない場合は記入しなくてもかまいません。

(1) 単位数

| | |
|-------|-----|
| ・ 2単位 | 3 7 |
| ・ 3単位 | 1 4 |
| ・ その他 | 1 |

(2) 実施学年

| | |
|-------|-----|
| ・ 1年 | 1 2 |
| ・ 2年 | 2 3 |
| ・ 3年 | 7 |
| ・ その他 | 9 |

3 化学専用の実験室について

(1) 化学専用実験室の有無

化学専用の実験室はありますか。

| | |
|------|-----|
| ア ある | 4 3 |
| イ ない | 9 |

※(1)でアと回答された方は、(2)～(4)についてお答えください。

(2) 化学専用の実験室の環境

化学専用の実験室の環境はどうか。

| | |
|--------------|-----|
| ア 常に使用できる状態 | 3 7 |
| イ 整理すれば使える状態 | 3 |
| ウ その他 | 3 |

その他

| |
|---|
| ・ 専門科の実験室はあるが普通科理科としてのものではなく使いづらい。 |
| ・ 通信制がテスト期間に入ると教室が向かいにあるので無理。 |
| ・ 全日との共用のため、利用しにくい。器具等も定時用の場所に置かせてもらっている。 |

(3) 化学専用実験室の使用頻度

化学専用の実験室の使用頻度はどのくらいですか。

| | |
|-----------|-----|
| ア ほぼ毎時間 | 8 |
| イ 週1回以上 | 4 |
| ウ 月1回以上 | 5 |
| エ 学期に1回以上 | 1 4 |
| オ 年に1回以上 | 3 |
| カ 利用しない | 8 |
| 未回答 | 1 |

- (4) 化学専用の実験室でのインターネット利用の有無
化学専用の実験室ではインターネットは利用できますか。

| | |
|----------|-----|
| ア 利用できる | 1 2 |
| イ 利用できない | 3 0 |
| 分からない | 1 |

4 化学実験について

- (1) 化学実験で困っていること

化学実験において困っていることはどのようなことですか。(複数回答可)

| | |
|--------------------------------------|-----|
| ア 薬品の取り扱いや調合方法が分からない | 3 |
| イ 薬品の廃棄方法が分からない | 3 |
| ウ 器具の取り扱い方法が分からない | 0 |
| エ 準備・片付けの時間がない | 2 5 |
| オ 実験の手順の説明に時間がかかり、考察や発展学習の時間が短くなる | 1 4 |
| カ 化学実験以外の授業に時間がかかり、化学実験にかける授業時数が足りない | 2 6 |
| キ どの単元でどの観察・実験をすればよいか分からない | 2 |
| ク 特になし | 9 |
| ケ その他 | 6 |

その他

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ・ 異動してきたとき、大量の廃棄物がたまっていた。 ・ 廃棄するための予算手続きが面倒。 ・ 専門科の実験室はあるが、普通科理科としてのものではなく、時間が続く昼をはさむと、片付けられない(理科教員は1名)。実験をするのが難しい。 ・ 40分で準備片付けが終わる実験でなければいけないため、限られた実験しかできない中、演示や観察などを取り入れ、教室で行えるよう工夫してやっている状態。 ・ 薬品が少ない。 ・ 実験に当てる時間が確保できない。 |
|--|

5 情報機器について

- (1) 理科室で利用できる情報機器

理科室で使える情報機器には、どのようなものがありますか。(複数回答可)

| | |
|-----------------------|-----|
| ア デジタルカメラ | 2 2 |
| イ デジタルビデオカメラ | 1 3 |
| ウ プロジェクタ | 2 0 |
| エ スクリーン | 2 7 |
| オ 電子黒板 | 1 0 |
| カ 実物投影機(書画カメラ) | 4 |
| キ パーソナルコンピュータ(校務用以外で) | 6 |
| ク 大型テレビ(50インチ以上) | 6 |
| ケ DVDプレーヤー | 2 6 |
| コ その他 | 3 |
| ない | 6 |
| 未回答 | 3 |

その他

- ・ 大型ではないが4台 TV
- ・ 37 インチ TV
- ・ デジタル顕微鏡

(2) 理科室でよく利用する情報機器

理科室でよく利用する情報機器はどれですか。(複数回答可)

| | |
|------------------------|----|
| ア デジタルカメラ | 4 |
| イ デジタルビデオカメラ | 1 |
| ウ プロジェクタ | 9 |
| エ スクリーン | 8 |
| オ 電子黒板 | 5 |
| カ 実物投影機 (書画カメラ) | 2 |
| キ パーソナルコンピュータ (校務用以外で) | 3 |
| ク 大型テレビ (50 インチ以上) | 3 |
| ケ DVD プレーヤー | 15 |
| コ その他 | 3 |
| 利用しない (特になし) | 21 |
| 未回答 | 4 |

その他

- ・ 大型ではないが4台 TV
- ・ 37 インチ TV
- ・ 図書室でプロジェクタ、DVD プレーヤーを利用

(3) 情報機器の使用頻度

情報機器の使用頻度はどのくらいですか。

| | |
|-----------|----|
| ア ほぼ毎時間 | 0 |
| イ 週1回以上 | 6 |
| ウ 月1回以上 | 6 |
| エ 学期に1回以上 | 8 |
| オ 年に1回以上 | 5 |
| カ 利用しない | 25 |
| 未回答 | 2 |

6 デジタル教材について

(1) 「化学 I」でのデジタル教材の使用の有無

「化学 I」の授業でデジタル教材を使用していますか。

| | |
|-----------|----|
| ア 使用している | 8 |
| イ 使用していない | 44 |

※(1)でアと回答された方は、(2)～(4)についてお答えください。イと回答された方は、(4)からお答えください。

(2) 利用されているデジタル教材

どのようなデジタル教材を利用していますか。(複数回答可)

| | |
|---|---|
| ア パワーポイントなどプレゼンテーション教材 | 5 |
| イ デジタルカメラで撮影した静止画教材 | 3 |
| ウ 動画教材 (NHK オンデマンド等のインターネットで配信されているものを含む) | 7 |

| | |
|--------------|---|
| エ シミュレーション教材 | 4 |
| オ その他 | 0 |

(3) デジタル教材の作成者

誰が作成したデジタル教材を利用していますか。(複数回答可)

| | |
|---------------------------------|---|
| ア 自分で作成したデジタル教材 | 3 |
| イ web 上からダウンロードしたデジタル教材 | 5 |
| ウ CDやDVDなどディスクで配布・販売されているデジタル教材 | 5 |
| エ その他 | 0 |

(4) 利用したいデジタル教材

どのような内容のデジタル教材なら利用したいと思いますか。(複数回答可)

| | |
|--------------------------------------|----|
| ア 観察・実験の方法を示す教材 | 6 |
| イ 学校ではできない観察・実験の教材 | 21 |
| ウ 肉眼では確認しにくい観察・実験の教材 | 16 |
| エ 観察・実験を疑似(バーチャル)体験できる教材 | 8 |
| オ 分子構造や結晶構造の粒子モデルの教材 | 8 |
| カ 化学変化、物理変化、化学結合を粒子モデルでみせるシミュレーション教材 | 10 |
| キ 各元素の特徴の分かる周期表の教材 | 2 |
| ク 物質の概念や計算を説明した教材 | 8 |
| ケ その他 | 0 |
| 未回答 | 21 |

7 「中和滴定」の実験について

(1) 実施する授業時間数

「化学 I」で「中和滴定」の実験を何時間の授業時数で行っていますか(事前指導も含む)。

(複数回答可)

| | |
|--------------------|----|
| ア 1時間の授業時数で行っている | 0 |
| イ 2時間の授業時数で行っている | 20 |
| ウ 3時間以上の授業時数で行っている | 8 |
| エ 行っていない | 23 |

※(1)でア～ウと回答された方にお答えください。エと回答された方は(9)から回答してください。

(2) 使用する試薬

「中和滴定」の実験はどの試薬を使っていますか。(複数回答可)

| | |
|--------------------|----|
| ア シュウ酸と水酸化ナトリウム水溶液 | 8 |
| イ 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液 | 8 |
| ウ 食酢と水酸化ナトリウム水溶液 | 22 |
| エ 硫酸と水酸化ナトリウム水溶液 | 0 |
| オ その他 | 1 |

その他

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ・ 乳酸飲料と水酸化カルシウム ・ 酢酸と水酸化ナトリウム ・ 塩酸とアンモニア |
|--|

(3) 濃度未知の試薬の準備方法

濃度を計算で求める試薬はどのように準備していますか。

| | | |
|---|-------------------------|----|
| ア | 滴定に適した濃度まで、事前に教員が希釈して準備 | 20 |
| イ | 滴定に適した濃度まで、生徒が希釈して実験する | 7 |
| ウ | 滴定に適した濃度の試薬を購入 | 2 |
| エ | その他 | 1 |

その他

| | |
|---|----------|
| ・ | 生徒もしくは自分 |
|---|----------|

(4) 濃度既知の試薬の準備方法

ビュレットに入れる濃度既知の試薬はどのように準備していますか。

| | | |
|---|--|----|
| ア | 滴定に適した濃度に調整した後、シュウ酸等を使って滴定し、濃度を正確に決定して使用 | 3 |
| イ | 滴定に適した濃度に調整し、そのまま使用 | 22 |
| ウ | 滴定に適した濃度の試薬を購入 | 4 |
| エ | その他 | 1 |

その他

| | |
|---|----------|
| ・ | 生徒が調整する。 |
|---|----------|

(5) 安全ピペッターの使用の有無

ホールピペットに安全ピペッターを使用していますか。

| | | |
|---|----------------------|----|
| ア | いつも使用している | 4 |
| イ | 誤飲すると危険な薬品の場合に使用している | 15 |
| ウ | 使用していない | 11 |

(6) 考察や発展学習

考察や発展学習としてどのような内容を行っていますか。(複数回答可)

| | | |
|---|---------------------------------------|----|
| ア | 濃度不明の溶液のモル濃度を求める | 22 |
| イ | 濃度不明の溶液の質量パーセント濃度を求める | 11 |
| ウ | 実験で使用した試薬とは別の試薬について中和滴定の練習問題を解く | 15 |
| エ | 実際の濃度やグループごとの誤差の原因について考える | 12 |
| オ | 中和の反応式を書く | 22 |
| カ | ホールピペット・ビュレットの共洗いの理由について考える | 18 |
| キ | メスフラスコ・コニカルビーカーが水にぬれていてもよい理由について考える | 17 |
| ク | 中和滴定曲線の形を予想する(中和点が酸性側、塩基性側のどちらに偏るかなど) | 5 |
| ケ | 中和滴定曲線を作図する | 2 |
| コ | 別の指示薬を使用した場合の実験結果を予想する | 3 |
| サ | 特に行っていない | 2 |
| シ | その他 | 1 |

その他

| | |
|---|------------------------------|
| ・ | 器具の洗浄乾燥方法について。測定値の取り扱い。有効数値。 |
|---|------------------------------|

(7) 実験上の工夫

「中和滴定」の実験ではどのようなことを工夫していますか。自由に記述してください。

| | |
|---|---|
| ・ | 1滴で指示薬の色が大きく変わることから、中和滴定付近の pH が大きく変わることを学べるので色にこだわらせて実験をさせている。 |
| ・ | 滴定後の溶液に強酸、強塩基を加え、弱酸、弱塩基の遊離まで触れるようにしている。 |
| ・ | 一人一回はホールピペットを使用する。 |

- ・ 誤飲しても安全な酸を使用する。
- ・ 各班の平均化したデータをグラフ化してなぜずれるか考えさす。
- ・ 誤差の原因について考えさせるようにしている。
- ・ 失敗をさせて考えさせる。再度実験をさせる。
- ・ 前時にビュレット、ホールピペットの操作を行い、ある程度習得させておく。
- ・ 器具の取り扱いが難しいので、細かく説明している。
- ・ ホールピペットで正確に体積を測り取ることやビュレットの目盛りの読み方に注意させています。
- ・ 目的として未知濃度の溶液中の酸度を計算し、レポートがかけるよう、理論を定着させる。
- ・ 薬品の事前調整。
- ・ 安全に実験を行うよう特に水酸化ナトリウム水溶液の取り扱いに注意しています。
- ・ 実験器具の使い方をマスターしてほしいので、実験のフローチャートを配付し、巡視に重点を置いています。
- ・ 生徒自身に考えさせ、行動させる。予め予想をたてさせる。
- ・ 生徒の実情に合わせて様々な考察をさせています（当然ですが）。表面張力、指示薬の色の変化、pHジャンプの所などです。
- ・ 安全面の説明や注意を生徒に徹底させている。視覚支援が必要な生徒が増えているので、簡潔で理解しやすい文章にしている。
- ・ 滴定の方法
- ・ 特になし（4）

(8) 改善したい点

「中和滴定」の実験で改善したいことはありますか。(複数回答可)

| | | |
|---|--------------------------------|---|
| ア | 実験の操作説明を短縮できるよう改善したい | 7 |
| イ | ホールピペットの使用方法(誤飲など)を改善したい | 3 |
| ウ | ビュレットの滴下方法(中和点以上入れすぎるなど)を改善したい | 7 |
| エ | 計算式の活用の指導方法を分かりやすく改善したい | 3 |
| オ | 特になし | 9 |
| カ | その他 | 1 |
| | 未回答 | 2 |

その他

- ・ マグネットスターラーを各班で使用したい。

(9) 作成する教材への要望やアドバイス

本研究では、観察・実験の手順を示したデジタル教材(8教材程度)を作成し、円滑な観察・実験の実施に役立てたいと考えております。作成したデジタル教材の効果や活用方法を検証するため、「中和滴定」の単元で検証授業を予定しています。今回作成する「中和滴定」の手順を示したデジタル教材について、要望やアドバイスがあればお書きください。

- ・ 以前実験の手順を調べたとき、京都大学の「化学実験器具操作ビデオ動画集」を参考にしました。ナレーション等分かりやすかったです。
- ・ ビュレットの目盛りの読み方やつぎ足し方(つぎ足し忘れも含む)の指導が難しいので、注意すべきところを繰り返し見られたり、拡大できたりするとありがたい。また、ビュレットは終点が次の始点となる連続性や1/10まで読むことの応用(練習)ができれば実験前に学習させたい。中和滴定は40人(10班編成)を1人で指導するのは細かいところまで行き届かないことが多いので、デジタル教材があれば大きな助けになると思います。

- DVDの動画教材（電子黒板で使用可）がほしい。
- 本校において、コンピュータを理科室に入れたいのだが、予算の申請する先が分からない。学校のコンピュータは理科室にはおけない（その理由は分からないが）ので大変困っている。せつかくのデジタル教材は使えない状態である。
- 器具の取り扱いの注意点や片付け方法など教えてほしい。
- 器具の取り扱いなどを演示で見せるとよい。実際に見ると小さいので分かりにくいところがある。
- (6)のカ、キで誤った対処をした場合、実験誤差がどれだけ生じるのか、実際に検証実験を入れてまとめていただければ次につながりやすいです。
- 分校ということもあり、設備が少なくデジタル教材をほとんど利用できません。なのでアドバイス等もなかなかできません。申し訳ないです。
- 特に危険な実験でもありませんので、NaOHaqの取り扱いに注意するのみ。
- ビュレットの位置、目盛りの読み方、注意点など具体的に（悪い例も）映像で分かりやすく説明した教材が利用しやすいと思います。
- 特になし（14）

III 結果の考察

1 結果の考察（研究課題との関連から）

(1) 「化学I」観察・実験の実施状況

「化学I」の観察・実験の実施回数は平均4.38回、同じ単位数でも実施回数にばらつきが見られる。また、課程によっても実施回数に差がある。その原因としては、実習助手の配置の有無、担当する教員の専門領域との相違、生徒の基礎学力や進路先の違い、など様々な原因が考えられる。また、化学実験で困っていることでは、約5割の回答者が「準備・片付けの時間がない」、「化学実験以外の授業に時間がかかり、化学実験にかける授業時間が足りない」と答えており、この2つを解決することが、観察・実験の充実につながるのではないかと考えられる。本研究のデジタル教材では、中学校との系統性の理解のため、中学校で行われている観察・実験を復習のデジタル教材として取り入れている。通常の授業の中で、中学校での基本的な概念の復習を簡素化できるところは簡素化し、観察・実験が充実できるよう、その活用を提案したい。また、デジタル教材を利用することで、円滑な観察・実験の実施が行われれば、観察・実験にかける時間の不足の解消に役立てることができる。ただし、(2)で明らかになったように、デジタル教材を利用している教員は少ないため、デジタル教材の利用が初めての教員でも、簡単に利用できるデジタル教材であることが大切である。

実施回数の多い観察・実験の上位10のうち、「中和滴定」（1位）、「蒸留」（8位）、「酸化還元反応」（8位）については、該当するデジタル教材を作成した。しかし、「化学基礎」の学習内容である「炎色反応」、「同素体」、「pH測定」、「イオン化傾向」の4つの観察・実験については、本アンケートを実施した段階では作成していなかったため、そのうちの「イオン化傾向」について新たにデジタル教材を作成した。

(2) 情報機器とデジタル教材の利用状況

電子黒板、実物投影機（書画カメラ）、パーソナルコンピュータ（校務用以外で）、大型テレビなどの情報機器が理科室で使用できる、と回答した人数は1、2割しかない。また、インターネットが理科室で利用できる、と回答した人数も12名（23.1%）と少なく、条件整備が求められる。

「化学I」でデジタル教材を使用している、と回答した人数は8名（15.4%）と少なく、情報機器の整備の遅れも原因の一つではないか。そのような条件でのデジタル教材の活用には、web上の教材をそのままオンラインで使用するのではなく、ダウンロードして使用できる教材であるこ

とが大切である。また、DVD プレーヤーを理科室で利用できる、と回答した人数が 26 名 (50.0%) と比較的多い。DVD ディスクでの教材の配付も有効ではないか。また、まだデジタル教材を利用していない人も含めて、どのようなデジタル教材なら利用したいか尋ねたところ、観察・実験に関する教材が回答数の 64.6% を占めた。今回作成した観察・実験の手順を示す教材は、そのうちの 8% しか回答数はなかった。しかし、(3)「中和滴定」の観察・実験において、実験の操作説明を短縮できるよう改善したい、という意見もあることから、その意見に答えた教材となっている。また、回答数の多かった、学校ではできない観察・実験の教材や肉眼では確認しにくい観察・実験の教材については、作成したデジタル教材の発展の動画に幾つか含まれている。さらに、web 上の代表的な教材を紹介し、情報を提供したい。

(3) 「中和滴定」の観察・実験

中和滴定は高等学校でもっとも多く行われている実験である。安全ピペットをいつも使用していると回答した人数は 4 名と少ないため、安全ピペットを使わない動画を編集し作成した。また、考察や発展学習として、酸・塩基の量的関係を使った濃度の計算やそのデータを測定するための実験操作の意味を考察する内容が 5～7 割程度の回答数であった。濃度を求めるための実験であること、そのため、濃度を変えてしまうような操作をしてはいけないことを理解できることが大切である。作成したデジタル教材には、回答のあった改善したい内容を参考に、注意すべき事項を赤字のコメントとして書き込んだ。