

実践1-1 科学に関する基本的な概念の一層の定着を図る -web（ウェブ）上のデジタル教材の活用-

愛知県立松蔭高等学校 牧原 秀一

1 はじめに

平成20年1月の中央教育審議会答申において、学習指導要領改訂の基本的な考え方が示され、現在の理科が抱える課題から改善の基本方針のひとつとして、「科学的な知識や概念の定着を図り、科学的な見方や考え方を育成する」と記述されている。

また平成22年6月に愛知県総合教育センターにおいて実施した県下9校686人を対象にした「理科についてのアンケート」によれば、「理科において、映像などによって現象の説明を受けると、授業により興味がもてると感じますか」の問いに対し539名(78.6%)の生徒が、さらに「理科において、映像などによって現象の説明を受けると、授業がよく分かると思いますか」の問いに対しても552人(80.4%)の生徒が肯定的な回答をしている。

2 研究の目的

本研究では改善の基本方針及び生徒のアンケート結果を踏まえ、その方法として映像を用いてイメージ化を図り効率的な授業展開が予想されるウェブ上のデジタル教材を活用した授業を提案し実践報告する。とりわけ本件では実験装置の取り扱い方法や操作手順をデジタルコンテンツを利用し大画面で提示することで、実験手順を把握し実験中もリピート再生することでホールピペットなどの操作を習得しやすくすることが期待できる。

3 研究の内容

(1) 実践授業

ア 利用デジタルコンテンツ

本研究では、ウェブ上のデジタルコンテンツとして、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」を活用する。「理科ねっとわーく」の特徴は、普通教室などで一斉授業を想定して制作され、約4万点を超える豊富な素材を含み、自由に編集加工できる点である。以下にトップページと活用したデジタルコンテンツのURLを示す。

トップページのURL：<http://www.rikanet.jst.go.jp/>

「化学実験Webコレクション」酸と塩基の反応・・・図1

http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0080a/contents/05/t_05_b_00.html

「暮らしの中で生きる化学分析」中和・酸化還元滴定・・・図2

<http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0260e/start.html>



図1

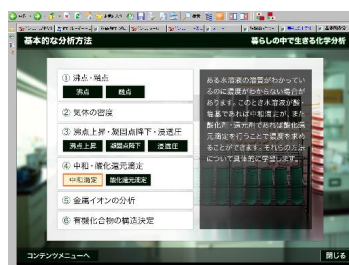


図2

イ 学習指導案

(ア) 科目名・単元名 理科総合A・「酸と塩基」-中和反応

(イ) 対象 1年

(ウ) 単元の目標

・酸と塩基が中和するときの量的関係を理解する。

- ・ 滴定操作により酸や塩基の濃度を求めることができることを実験を通して理解し、計算方法を習得する。

(エ) 指導計画 (15時間扱い・本時14/15)

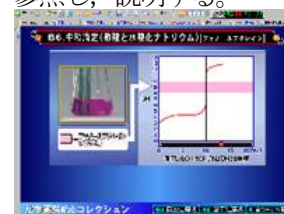
- ① 酸と塩基 (1時間)
- ② 酸と塩基の分類 (4時間)
- ③ 水溶液とpH (3時間)
- ④ 中和 (7時間・本時6/7)


(オ) 本時の目標

- ・ 中和滴定の量的関係式と実験装置の取扱いを、食酢中の酢酸濃度を実験により求めながら理解し操作を習得する。

(カ) 授業展開

過程	学 習 内 容	学 習 活 動	指導上の留意点
導入 5分	<ul style="list-style-type: none"> ・ 前時までの復習 ・ 実験の流れを理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中和に関する量的関係式の確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 図2を利用して、一連の操作を確認させる。
展開 35分	<ul style="list-style-type: none"> ・ 10倍に希釈した食酢を濃度既知のNaOHで中和滴定する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実験装置の名称及び器具・薬品の取り扱い方を理解する。 ・ NaOHをビュレットに注ぎ入れる。 ・ ビュレットの先のエア抜き、目盛りの読み方さらに始点の目盛りは、ゼロである必要がないことを理解する。 ・ 食酢をホールピペットで吸い取り、コニカルビーカーに注ぎ入れる。 ・ ビュレットの取り扱い ・ 中和点の判定 ・ フェノールフタレインの有効性 ・ 中和点が弱塩基性を示す。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ろうとの安全な使い方 ・ ろうと上までNaOHを満たすと、NaOHが溢れるので注意する。 ・ 目盛りと目盛りの間も読み取らせ記録させる。 ・ 図1を参照し、標線に対して液面の凹を一致させること、最後の一滴の処理方法に注視させる。 ・ 図1を参照し、ビュレットを扱う際、コックを開くこととビーカーを振り攪拌することを同時に行うよう促す。 ・ 図1のシミュレーションを参照し、説明する。 ・ 中和点で大きくpHが変化し、同時に1滴で無色から赤紫色に変化することに注目し薄い赤紫色の時を中和点と判断させる。

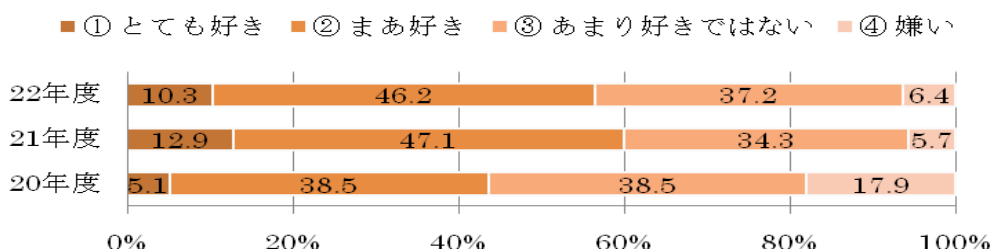


	<ul style="list-style-type: none"> ・ 滴定実験を行う。 ・ コニカルビーカーは、その度に水洗いするだけでぬれたまま使用してかまわないことを理解する。 ・ フェノールフタレインの入れ忘れに注意させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 図2を参照させ、手順を再確認させる。  <ul style="list-style-type: none"> ・ 目盛りのあるところで終点となるよう予測し、実験する。不足が予想されるときはNaOHを追加する。 ・ 1度滴定が失敗しても、すぐに2回目が行えるよう準備を促す。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 後片付け 		
<ul style="list-style-type: none"> ・ プリントの計算手順に従って食酢中の酢酸濃度を計算する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 滴下量の平均、モル濃度、パーセント濃度の計算をする。 ・ ビンのラベル表示と実験値を比較する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 有効数字に気を付けて計算させる。
まとめ 10分		

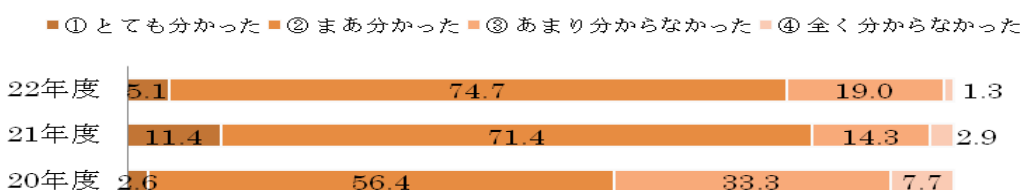
(2) アンケート結果

ア 事前アンケート

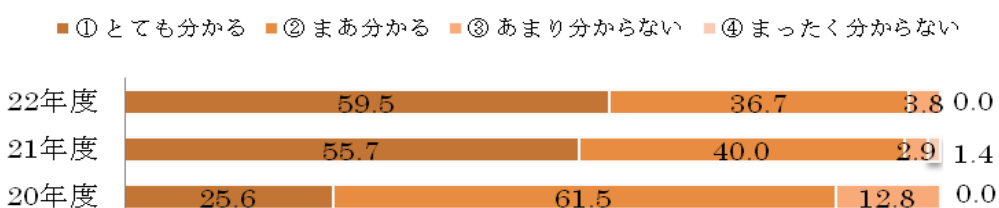
1. 理科総合Aは好きですか



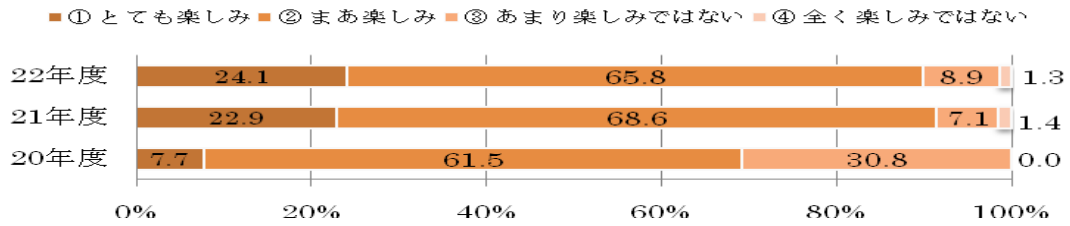
2. 「中和滴定」の内容はよく分かりましたか



3. 黒板や教科書、図表を使った説明以外にモデル(模型)や実物を使った説明を聞くと授業はよく分かりますか

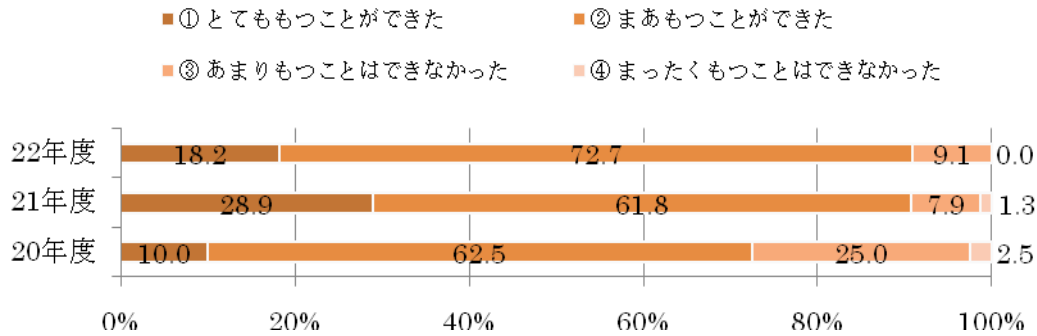


4. 「中和滴定」の授業では、デジタル教材(コンピューターの映像)を授業の一部に使用します。デジタル教材を用いた授業は楽しみですか

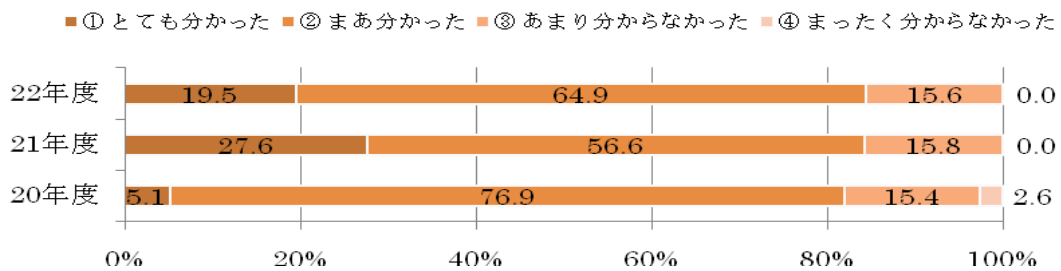


イ 事後アンケート

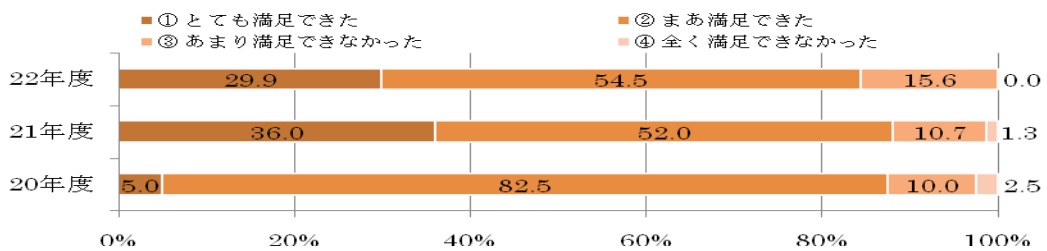
1. 「中和滴定」の授業に興味をもつことができましたか。



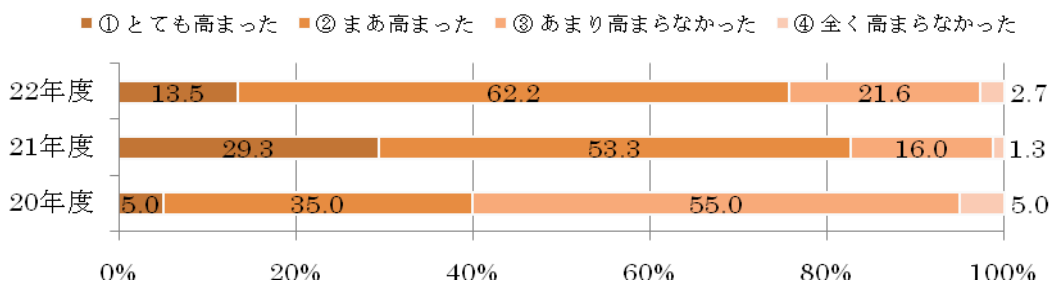
2. 「食酢中の酢酸濃度の実験」の授業は、よく分かりましたか。



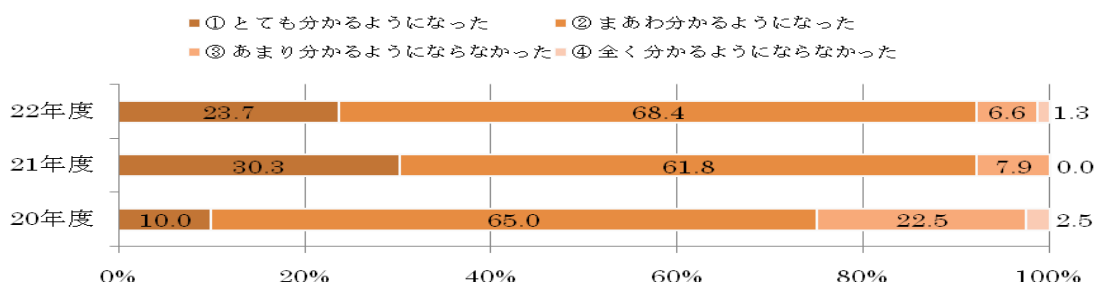
3. 「食酢中の酢酸濃度の実験」の授業は満足できる内容でしたか。



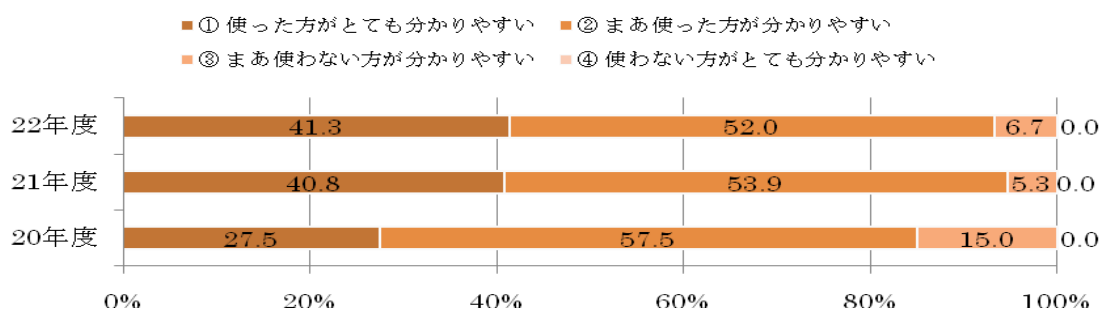
4. (1)デジタル教材を使うことによって、興味や関心は高まりましたか。



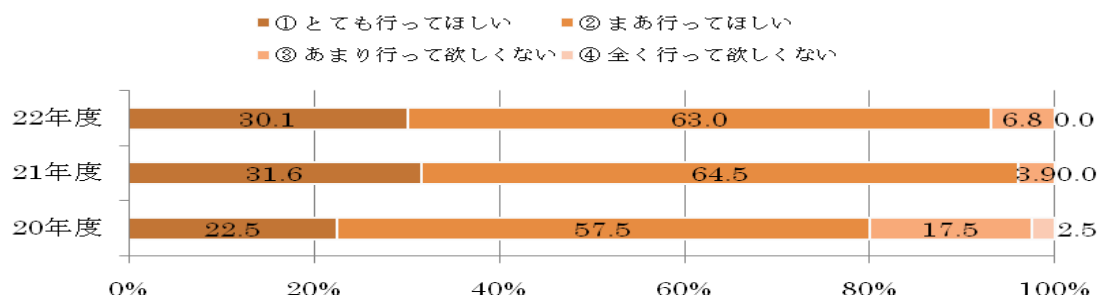
(2) デジタル教材を使うことによって、授業の内容が分かるようになりましたか。



(3) 授業にデジタル教材を使った場合と、使わない場合ではどちらが授業の内容がよく分かりますか。



(4) 今後もデジタル教材を用いた授業を行って欲しいですか。



(3) アンケート結果からの分析

アンケート対象者は、20年度1クラス40名、21年度2クラス80名程度、22年度2クラス80名程度で男女比もほぼ同数。21, 22年度対象クラスは、理科が好きで割合が20年度と比較して非常に高く、教科内容に対する理解度も事前アンケートを通して「よく分かる」「まあ分かる」割合が20年度よりおおむね20%程度高いことが伺える。さらにデジタル教材に対する期待感は21, 22年度では、理科好きで割合が高いこともあり、約90%の生徒が該当すると推測できる。この理科好きかそうでないかは、他のアンケート項目にも影響を与えている。

事後アンケート3「食酢中の酢酸濃度の実験」の授業については、年度に関係なく80%を超える生徒が「とても満足」「まあ満足」と回答している。生徒の実験レポートには「ビュレット・ホールピペットなど初めて使う器具に触れ、高校理科実験のレベルの高さ感じた、NaOH1滴で指示薬の色が劇的に変化する鋭敏さに驚いた」「一滴で色が変化して緊張した」などの記述が多々あり知的好奇心を満足させたように思われる。また、「あまり満足できなかった」と答えている生徒の理由に自身の操作の不慣れを挙げており、上手に実験できていれば「満足する」と答えることが予測できた。ほとんどの生徒が実験手順がよく分かったと答えていることはデジタル教材を使用した特徴といえる。

事後アンケート4(1)「デジタル教材を使うことで興味関心が高まったか」について、20年度生徒は40%程度の肯定的回答で、あまり理科が好きではない集団が多いことが関心の高まりにつながらなかったのではないかと推測できる。それに対し21, 22年度生徒は2倍の70%以上が肯定的である。また4(2)「デジタル教材を使うことで授業内容が分かるよう

になりましたか」は、ともに20年度75%・21、22年度は90%を超える生徒が肯定的であった。またその理由として、「実際に実験しているように感じた」「手もとがアップされていて、よく分かった」「フェノールフタレインの色の変化を何度も確認することができた、色の濃さがよく分かった」「実験の際は、手順がよく分かるので毎回やってほしい」であった。理科があまり好きではない生徒にとっても、デジタル教材の有効性や期待感は高いことがうかがえた。

4 研究のまとめ

デジタルコンテンツを使用する以前の実験では、先生が繰り返し「お手本」を示すことが時間的制約の中で困難であったが、デジタルコンテンツではリピート再生で簡単にその問題が解消された。結果的に生徒の行う滴定回数を増やすことにつながり、経験回数が増えたことで上手に滴定できる生徒が増加した。中和点の薄赤色の判断に関しては、図1のスライドバーを動かして微妙な変化を何度も再現させることで中和点以前の状態と入れすぎた場合の赤色が明示でき、「この色でいいですか」と確認を求める生徒が減少したことを感じた。

また従来説明の後「さあ実験を始めよう」と促しても、生徒は周囲を見回して躊躇^{ちゅうちよ}しており取組開始が遅かったが、デジタルコンテンツの利用によって生徒の動きが積極的で早くなったように感じられた。実験操作全体のイメージが生徒個々に作られた成果と考えられる。

さらに今回、図2の動画をwindows movie maker を用いて、自分が説明しやすいように短縮カット編集し、テロップの挿入などを行った。ウェブ上のデジタルコンテンツをそのまま授業に利用することは効率という点からして時間の無駄が生じる場合があるが、こと動画に関しては先のソフトなどを利用してカットするだけで足りると思われる。テレビ番組のような完璧さは不要である。

以上より中和滴定実験においてデジタル教材を活用することは、第一に生徒一人一人に実験操作全体のイメージ化が図られ取組開始が早くなった。また大画面でのデモ映像によりホールピペットやビュレットの正しい操作・スキルの習得を促すことができた。第二に、一人当たり滴定実験回数が増えたことで、(デジタル教材を使用しなかった従来は、場合によっては1回程度の滴定の時もあったが)中和点でのフェノールフタレイン変色の鋭敏さを複数回体験し、中和の量的関係および中和点を色で判別できるという知識が定着しやすくなったと思われる。第三に教員側にとって説明時間の短縮により、生徒の実験操作に目が届きやすくなった。これは誤った操作の指摘と安全に実験が実施できることにつながった。以上のように、デジタル教材の活用は、「科学的な知識や概念の定着を図る」ことに有効な手段の一つであると考えられる。

※参考文献

高等学校学習指導要領(文部科学省)

高等学校学習指導要領 新旧対照表(文部科学省)

高等学校学習指導要領解説 理科編(文部科学省)

日本理科教育学会 「理科の教育」平成21年10月号

平成20年度実験・観察融合型デジタル教材活用共同研究報告書 愛知県デジタル教材活用研究会

平成21年1月