高専教養化学における実験単元での ICT 機器利用の実践と効果

佐藤洋俊*　　福本晃造**　大塩愛子***

Application of Experiments with ICT Devices in General Chemistry at College of Technology

Hirotoshi SATO*　　Kozo FUKUMOTO**　Aiko OSHIO***

ABSTRACT

ICT devices were utilized for cooperative education in the second-year class of chemistry at college of technology. Students investigated and conducted given two different experiments including organic compounds applying tablet devices. After running experiments, students made slides including videos and photos of experiments. Groups of students made presentation and evaluated mutually. Results of questionnaire indicated that combination of ICT devices and experiments stimulated students' interest in learning chemistry and improved presentation skills effectively.

Keywords : chemical education, tablet device, chemical experiment, active learning

1. はじめに

タブレット端末の教育分野での活用は徐々に広がってきたものの，高校程度の化学での活用報告は少ない．神戸市立高専では，情報端末としてタブレット端末を導入し，用途の一つとして 1,2 年の化学教育での活用方法を研究し実践してきた．学生による調査と発表を行う授業形式を試み，その学習効果について研究を行ってきた．先の研究では紹介動画を撮影する方法を検討したり(1)，異なる内容で口頭発表とビデオ発表を学生に課し，発表方法の違いによる影響を調査したりした(2)．

本研究では課題実験の遂行とタブレット端末の活用を組み合わせるアクティブラーニングの形式を採った．実験後に動画や写真を含むスライド作成を行った後，相互に発表し評価した．授業後に行ったアンケートでは，化学実験とタブレット端末の活用を組み合わせることにより，興味関心の向上や発表能力の育成などいくつかの可能性が見出されたので，詳細を報告する．

*　一般科 教授
** 琉球大学教育学部 准教授
***一般科 准教授

2. 装置と環境

2.1 タブレット端末　第 5 世代 iPad Wi-Fi モデル 20 台を準備した．それぞれのタブレット端末に，元素の情報を得るためのアプリ「元素図鑑」，動画編集アプリ「iMovie」，プレゼンテーションアプリ「Keynote」「ロイロノートスクール(3)」「PowerPoint」「Google Slides」を追加した．ロイロノートスクールはスライド作成や課題提出を行える授業支援クラウドシステムである．アプリの追加・削除を不許可とするなど，iPad に必要な機能制限を設定した．

2.2 実施環境　化学実験室の実験台 1 つに 4 名の学生が着席し，1 つの班を構成した．10 班にそれぞれ 2 台のタブレット端末を授業時間中に限り貸し出した．

無線アクセスポイントは，フルノシステムズ製 ACERA1110 を 1 台設置し，タブレット端末 20 台が同時接続できるよう管理システムを含めた無線ネットワークを準備した．調査のため学生のスマートフォンを接続することも授業時間中に限って認めた．

参考図書として学生が所有する『フォトサイエンス

化学図録[4]』，各班に 1 冊貸し出した『元素 111 の新知識[5]』を利用することとした．

3. 方法

2 年生 3 クラス(機械工学科 A 組および B 組，電気工学科．各クラス約 40 名)を対象とし，後期の 1 月中旬に実施した．90 分授業 2 回で調査と実験とまとめを行い，次の 1 回で相互発表を行った．

3.1 実験の実施　有機化合物の終盤の単元であったため「ヨウ素デンプン時計反応」，「マロウブルーの色の変化」の 2 テーマを選んだ．

一般的なヨウ素デンプン反応は速やかに呈色するものであるが，その時計反応では酸化還元反応によって呈色に時間差が生じる．5 つの時間差を生み出すことを目標とした．

ハーブティーの一種であるマロウブルーは溶液中での分子構造の変化により様々に色を変える．液性など諸条件を変化させることにより 10 色を生み出すことを目標とした．

これらの 2 テーマの実験を 10 班に対し 5 班ずつ割り当て，異なるテーマ同士の班を相互発表のペアとした．タブレット端末でのインターネット利用や参考図書による調査を行い，それを参考にして各テーマの実験に取り組んだ．

試薬や実験器具はまとめて実験室前方の教卓に準備しておき，学生が必要なものを適宜持って行く形式とした．実験中はタブレット端末のカメラで実験写真や動画を撮影した．

3.2 相互発表　実験終了後タブレット端末で写真や動画を含むスライドを作成し，ペアの班に対し約 5 分の口頭発表を相互に行った．班員全てが交代で発表を行うこととし，発表後 2 分程度の質疑応答の時間を設けた．

発表やスライドのわかりやすさなどを，班相互と担当教員 1 名で評価した．各班 A4 用紙 1 枚のまとめを提出させ，印刷・配付し理解の助けとした．

4. 結果と考察

4.1 授業の様子　学生らは前年度にタブレット端末で元素図鑑のアプリを利用している．また，多くの学生がスマートフォンを所有しており，操作性が類似しているためスライド作成など問題なくタブレット端末を操作していた．写真 1,2 のように多くの学生は興味を持って積極的に活動していた．

学生は調査活動においてタブレット端末を活用していたが，インターネットの情報通りにすれば良好な実験結果を得られるとは限らないため，班ごとに試行錯誤しながら，少しずつ結果を出していった．

写真 3 に示すように，スライド作成ではプレゼンテーションアプリを活用し，動画や写真を含めて作成していた．タブレット端末のカメラ機能で遊ぶ学生も希に見られたものの，多くの学生は真剣に取り組んでいた．

写真 1　実験と撮影の様子

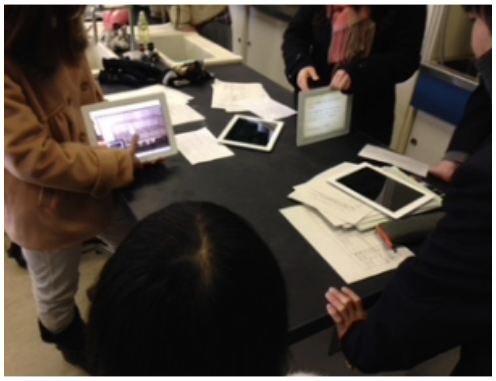


写真 2　相互発表の様子

写真 3　スライドの例

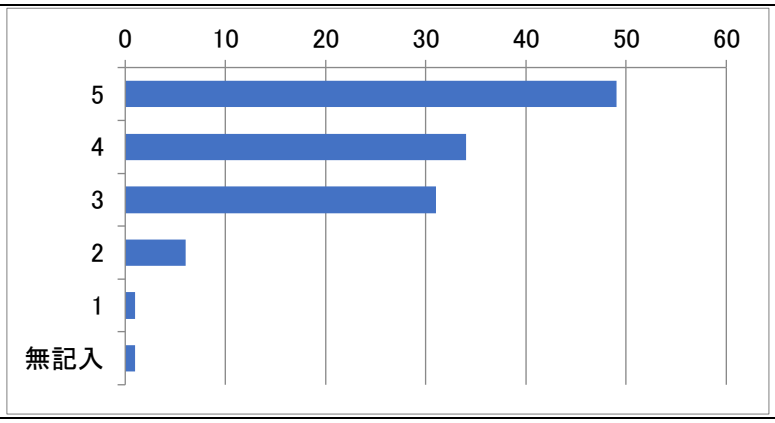
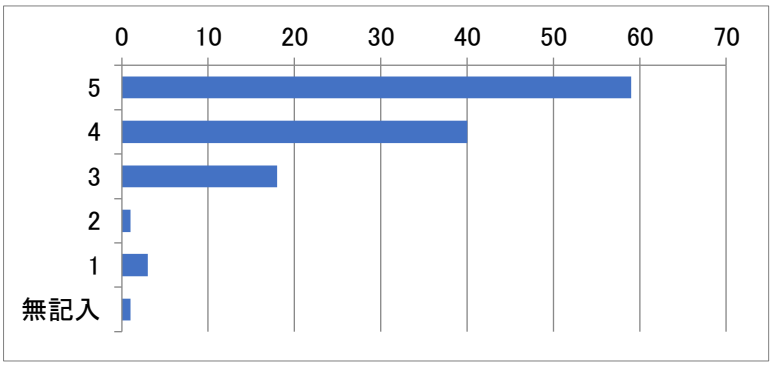
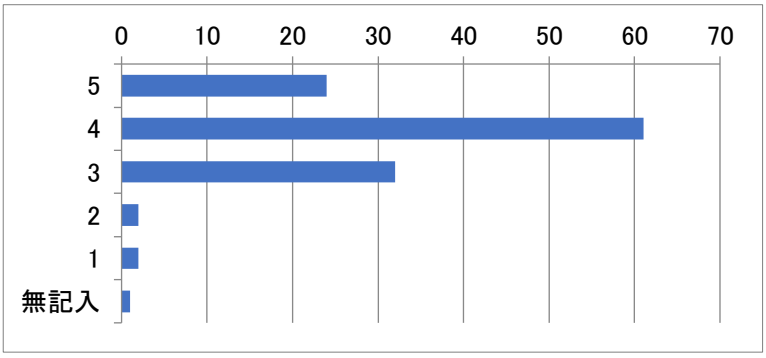
4.2 アンケートの結果　授業終了後，学生に対してアンケートを実施した．表 1 に結果を示す．回答数は 120 であった．

スマートフォンの所有率が高く，授業で何度かタブレット端末を利用したことがあったため，スムーズに操作できたと回答した学生は 68%と高かった．スムーズに操作できなかった学生は前回の 2014 年（実験を伴わない実践）[2]における 15%から 1%以下へと大きく減少した．

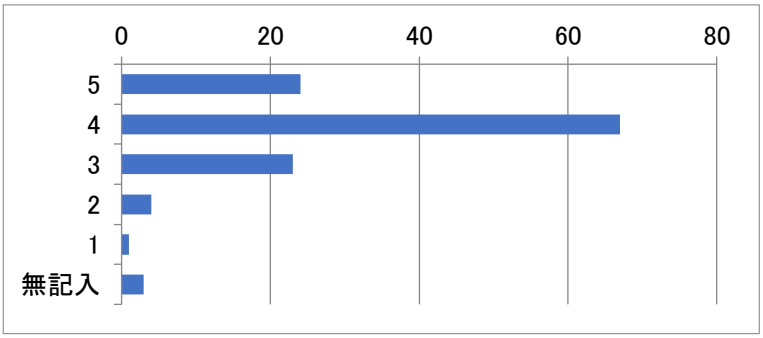
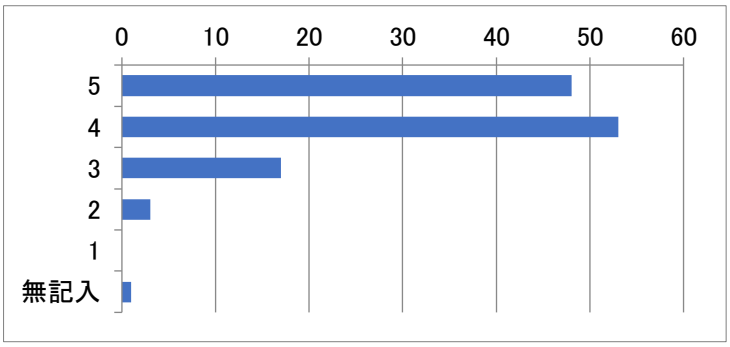
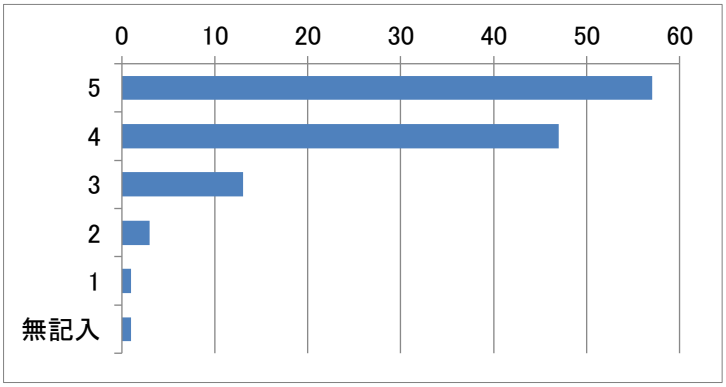
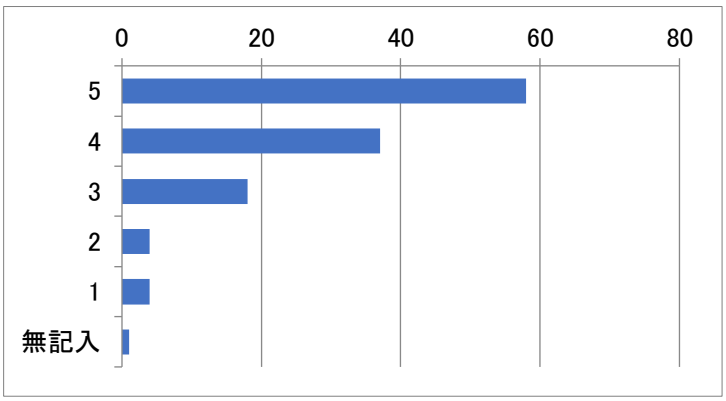
「タブレット端末やスマートフォンの所有状況」，「タブレット端末と PC のどちらが便利か」，「時間数は十分だったか」などの質問も行っているが，主な結果を以下にまとめる．

(a)プレゼンテーション能力の育成について
プレゼンテーション能力の育成に役立ったという回答は 70%に上り良好なものであった．調査・実験・発表において，同じ班内やペア班とのコミュニケーションが非常に活発であった．2 台のタブレット端末を活用し，発表を録画し確認しながらリハーサルを行ったり，発表において実験とスライドを別々に見せたりするなど工夫した班があった．
(b)タブレット端末と実験を併用した授業について
84%の学生が非常に良いと回答し，実験のみの授業で良い，タブレット端末のみの授業で良いと回答した学生はそれぞれ 11%，5%と少なかった．実験とタブレット端末利用によって実験台上は雑然となったが，学生はうまく併用し，非常に良好な評価であった．
(c)取り組む姿勢について
87%の学生がしっかり取り組むことができたと回答し高い割合となった．自由度の高い単元ではあったが，班ごとに設定された目標を達成するため，ふざけたり遊んだりする学生はわずかであった．
(d)理解度について
75%の学生が理解できたと回答しているが，相互発表と言う形式のため学習定着の限界が生じている．オンラインでの自主学習や課題提供などのさらなるサポートが必要と考える．
(e)試みへの評価とタブレット端末の活用について
化学の授業へタブレット端末を導入した試みについては 80%を超える学生が良いと回答した．他教科での活用も 66%の学生が希望していることがわかった．

表 1　アンケート結果
（回答番号 5:非常にそう思う，4:そう思う，3:どちらでもない，2:そう思わない，1:全くそう思わない）

質問	回答数（総回答数 120）
タブレット端末をスムーズに操作できましたか	
化学の授業にタブレット端末を導入した試みを良いと思いましたか	
本授業がプレゼンテーション能力の育成に役立ちましたか	

（回答番号 5:非常にそう思う，4:そう思う，3:どちらでもない，2:そう思わない，1:全くそう思わない）

質問	回答数（総回答数 120）
発表内容を理解できましたか	
本授業は楽しめましたか	
タブレット端末活用と実験の両方を行ったことは良かったと思いますか	
これからも機会があれば，タブレット端末を用いた授業を受けたいと思いますか	

5. まとめ

本研究では，タブレット端末の利用に実験を加え，アクティブラーニング形式を取ることによって，学生の興味・関心の喚起とプレゼンテーション能力の育成に大きく寄与することができたとの結果を得た．課題実験を加えることにより，インターネットの情報そのままではうまくいかなかったり，同じ結果が得られなかったり，試行錯誤する場面がいくつも見られ，学生の創意工夫を引き出すことができた．日頃インターネットの情報を鵜呑みにする学生が多く見られるが，それらの情報が正しいとは限らないと言うことを今回の実験により強く印象に残すことができたと考えている．調査とまとめだけの時(2)よりも，自主学習・アクティブラーニングに応用できる可能性を見出すことができた．

この授業形式を実現するにはどうしてもある程度の時間を要する．必要な授業時間をいかに確保するかは継続的な課題であり，時間を短縮しながら高い効果を得られる内容や実験課題への見直しが今後も必要になると考えている．

また，成績に加える評価については，相互に行っていることもあり非常に部分的なものとなっている．今後はより詳細に客観的に評価できる仕組みを検討する必要がある．

参考文献

(1)福本晃造・佐藤洋俊，「化学実験室におけるタブレット端末の導入と無機化学分野での教育活用」，日本高専学会誌，第 18 巻第 3 号，pp.25-28，2013
(2)佐藤洋俊・福本晃造，「タブレット端末による調査・発表の化学教育への活用」，神戸高専研究紀要，No. 52，pp.87-90，2014
(3)ロイロノートスクール　https://n.loilo.tv/ja/
(4)増田達男編，「フォトサイエンス化学図録」，数研出版
(5)桜井弘編，「元素 111 の新知識(第 2 版)」，講談社ブルーバックス，2010