

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 13 日現在

機関番号：34407

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2017

課題番号：26540187

研究課題名(和文) スマートデバイスを活用した化学教育支援システムの開発

研究課題名(英文) Development of chemical educational support tool using smart devices

研究代表者

高根 慎也 (TAKANE, SHIN-YA)

大阪産業大学・デザイン工学部・教授

研究者番号：20243199

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：近年、若者の理系離れ、科学離れが問題となっている。こうした問題に対してITの活用が行われているが、一般的なe-Learningシステムにおいては基本的にはPCからの利用が前提であり、学習者自身が参加・体験できる教材の制作には限界がある。本研究では、iPhoneなどのスマートデバイスに着目し、その特徴を活かした化学教育支援のためのiOSアプリケーションの開発を行った。特に、より多くの実験に対応させるための実験操作の分類とその部品化について検討した。さらに、アプリケーション管理サーバを用意して、教師が変更した実験手順の設定を簡単な操作で生徒のアプリケーションに反映させるしくみを検討した。

研究成果の概要(英文)：Recently, "disinterest in science" among younger generation has become a problem. Although information technology (IT) is being utilized for the solution to this problem, there is a limit for students to experience interactive learning using a web-based system with PCs. In this study, we have focused on the use of smart devices such as iPhone and developed iOS applications for supporting chemical education, taking advantage of their features. In particular, we studied classification of experimental procedures and equipment (software) models for corresponding wider range of experiments. We also prepared an application management server and examined how the configuration of procedures changed by the teacher is reflected on the students' devices with a simple operation.

研究分野：分子情報科学

キーワード：インタラクティブ教材 化学教育支援システム

1. 研究開始当初の背景

近年、若者の理系離れ、科学離れが問題となっている。科学技術振興機構(JST)理数学習支援センターが実施した平成24年度中学校理科教育実態調査では、実験や観察などを通して科学の勉強が実際の職業や日常生活と密接に関係していることを理解させるように努力されているものの、教員側からは実験や実習の時間、予算が足りないといった現状や、理科を勉強すると好きな仕事に就けると考える生徒が減っている、といった結果などが示されている。もちろん、この問題の解決には、様々な角度からの分析や対策が必要ではあるが、単に授業時間を増やすだけではなく、その内容をいかに工夫して生徒に興味を持たせるかは教育現場における最も重要な課題の1つである。

こうした問題に対して、IT(情報技術)の活用が行われている。科目に関する問題をクイズ形式で自習させるような、いわゆるe-Learning教材が代表的な例である。クイズ以外にも、実験手順や装置の操作方法等の動画をいつでも閲覧できるようにすることで、限られた授業時間でも学習できるような工夫がなされている。しかしながら、一般的なe-Learningシステム(WBL: Web-Based Learning)においては基本的にはPCからの利用が前提であり、学習者自身が参加、体験できる教材の制作には限界がある。

近年普及の著しいiPhoneやiPadなどのスマートデバイスは、複数の指を使って直感的に操作できるマルチタッチ操作が可能であり、各種センサーと組み合わせることでより効果的なユーザ体験が可能となる。スマートデバイスを教育分野、特に化学に応用した例としては、例えばいくつかの実験を指を使って操作できる「Chemist Free」や、他にも中和滴定の計算を行うものなどがあるが、加速度センサーなどのスマートデバイスの特徴を活かして実験操作をインタラクティブに体験できるアプリケーションの例は見当たらない。

2. 研究の目的

本研究では、スマートデバイスの特徴を活かして化学実験操作をインタラクティブに体験できるアプリケーションの開発を主たる目的としている。さらに、教材を提供する教員が簡単にその内容をカスタマイズできるようにしくみを考案し、それをサポートするwebシステムもあわせて検討する。

3. 研究の方法

本研究では、スマートデバイスとして最新のiOSを搭載したiPhoneまたはiPadを想定し、以下のような方法で研究を遂行した。

(1) プロトタイプの拡張とインタフェースの

改良

これまでに準備段階として分液漏斗の抽出実験のアプリケーション、第1族金属イオンの定性分析実験などのiPhoneアプリケーションのプロトタイプを試作してきた。抽出実験のアプリケーションでは、加速度センサーによる2液の混合や、ガス抜きシミュレーション、装置を逆さにしたときの処理などを実装したが、画像の表示方法などのいくつかの問題点が明らかとなった。また、定性分析実験のアプリケーションでは、複数の段階に分かれる実験操作をわかりやすく表示する必要が生じた。これらの問題点の解決および機能の拡張を行うことで、より汎用的な実験操作に必要なデバイスの機能、画面設計についての検討を行っていく。特に、金属イオンの定性分析実験では、第2,3族の金属イオンの定性分析手順を可能とするように拡張し、その後第1-3族のイオンが混在する場合の実験にも対応できるように拡張する。

(2) 実験操作の汎用化の検討

すでに検討してきた化学実験の各操作のスマートデバイス上での見せ方を整理して、汎用化した部品の作成に注力する。より多くの実験操作の実装を行う。

(3) 機能拡張のためのwebアプリケーションの検討

実験内容のカスタマイズに利用するwebアプリケーションの準備を行う。教材として使用する際に、一つの実験だけでなく、教師側が簡単な操作で設定を変更して複数の実験に対応できるような仕組みを考案する。具体的には、専用のwebサーバを準備して開発環境の整備を行い、現在試作しているアプリケーションとのデータ通信の基本部分の実装を完成させる。このwebアプリケーションの開発にはRubyおよびJavaScript等のスクリプト言語を利用する。

4. 研究成果

(1) 開発環境の整備と様々なケースへの対応

評価用のiPad15台の導入とそれらをアプリケーション開発およびユーザ評価に利用するための設定作業とアプリケーション開発環境の整備を行った。その上で、これまでに準備段階として試作してきた第1族金属イオンの定性分析実験のためのアプリケーションに対して、ユーザインタフェース上の問題点の修正および第2,3族の金属陽イオン分析への拡張を行った。さらに、第1から3族のイオンが混在する場合の実験に対応できる機能についても検討をすすめた。後者の機能を追加することによって、チュートリアルとしての教材利用だけではなく、テストやクイズとしての利用が可能となる(図1)。

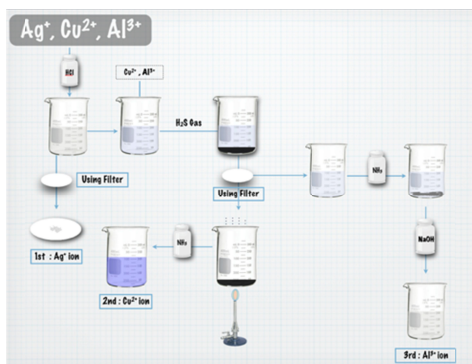


図1 定性分析実験の例

開発言語は開始当初 Objective-C を用いて開発していたが、2014 年 6 月に発表された macOS / iOS 用の新開発言語 Swift の利用についての検討を行い、開発の効率や将来性などから、これまでの Objective-C の資源を利用しながら新たな機能の実装には Swift を利用することとし、段階的に移行を進めて最終的には Swift で開発を行った。

(2) 実験操作の分類とそれぞれに必要な器具・装置の部品化

より多くの種類の実験に対応できるように実験操作を分類し、それぞれに必要な操作と使用する器具・装置をアプリケーションの部品としてまとめた。また、これに合わせてアプリケーション開発における機能拡張を容易にするために、これまでに試作してきたアプリケーションのプログラム構造を変更することも併せて行った。具体的には、化学実験シミュレーションで用いる器具類や操作を Swift のクラスとしてまとめて再構成した(図2)。

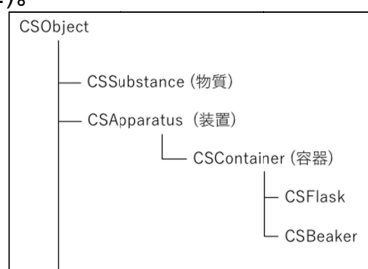


図2 Swift クラスの構成例

(3) アプリケーション管理サーバの検討

カスタマイズ用のアプリケーション管理サーバを構築した。アプリケーション管理サーバプログラムは、web アプリケーションフレームワーク Ruby on Rails で新たに作成し、既設サーバにデプロイして試験運用した(図3)。これにより、サーバ側で変更した実験手順の設定が、簡単な操作で iOS アプリケーション側に反映されるしゅみを検討した。具体的には、web アプリケーションで実験の操作等の変更を設定すると、対応するキーコード(property key)が生成される。このキーコードを生徒側のデバイスに入力するだけで、アプリケーションをカスタマイズできるよう

にした(図4)。この時に転送されるデータの形式 (plist File) についても検討を行った。これにより、教師側で変更した設定を、生徒側のデバイスに同時に反映させることができるようになった。

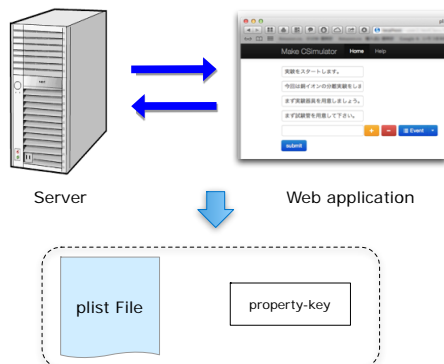


図3 アプリケーション管理サーバ

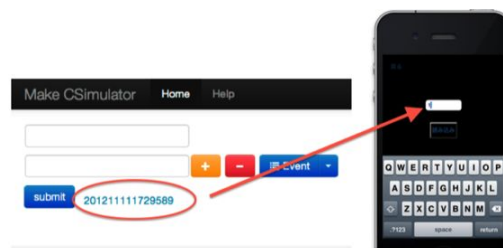


図4 キーコードの入力

(4) 中学校理科教材をモデルとした UI の実装

アニメーション表示の実装例として、実際に中学校で利用されている電気分解実験および燃料電池実験のための理科教材をモデルとした、アプリケーション用のユーザインタフェースの開発を行った(図5)。この教材は電気分解の電源として、手回し発電機を利用することもできる。また、生成した水素や酸素を確認するための操作も行える。これらの手順を擬似的にデバイス上で行えるようにし、特に誤った操作を行った場合には警告のダイアログを表示させた(図6右: マッチの火を近づける前にゴム栓を外すのを忘れた例)。アプリケーションによる学習は、誤った手順によってどういったことが起きるのか、なぜそうなるのかなどを知ることができるため、実際の教材による実験を行う前、あるいは行った後の補助教材として効果的である。



図5 電気分解実験画面

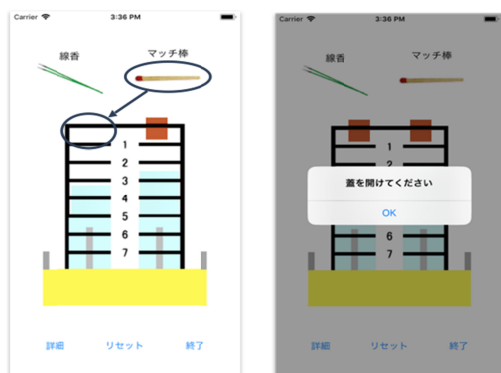


図6 誤操作のときのメッセージ

(5) まとめ

本研究では、すでに準備段階で試作していたプロトタイプのアプリケーションを基に、新しい OS やプログラム言語に対応させるためのソフトウェアの見直しを行い、より多くの種類の実験に対応できるように、実験操作を分類してユーザインタフェースの拡張を行っていった。研究成果はその都度国際会議等で発表し、iPad 実機を使ったデモで評価してもらうなどして、研究遂行の参考とした。あわせて、教員が簡単に実験内容を変更できるように、アプリケーションのカスタマイズを行うサーバを考案し、web アプリケーションとして一部の機能を実装した。さらにテスト段階での評価版アプリケーションを登録ユーザに配布できるサーバも構築した。しかしながら、本研究期間中には実験操作のインタフェースの汎用化の完成には至らなかった。

今後の展開としては、カスタマイズのための実験操作のインタフェースの汎用化を完成させること、カスタマイズ用サーバの本格運用などがあげられる。またこれらが完成後に一般公開を検討している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計 4 件)

1. 「スマートデバイスを利用した化学教育支援ツールの開発」,高根 慎也・神野 友哉・酒井 祐弥・中谷 晏子,2018 年 3 月 22 日 日本化学会 第 98 春季年会,千葉県船橋市.
2. Shin-ya TAKANE, CSimulator: Development of an Educational Support Tool for Chemical Experiments, 2016 International Conference of East-Asian Association for Science Education (EASE2016),August 26, 2016,Tokyo, Japan.
3. Ammar Abdulhalem FALMBAN and Shin-ya TAKANE, CSimulator: A Chemical Educational Support Tool for Smart Devices, The 6th Network for

Inter-Asian Chemistry Educators Conference (NICE2015), July 29, 2015,Tokyo, Japan.

4. Ammar Abdulhalem FALMBAN and Shin-ya TAKANE, Development of Chemical Educational Support Tools on iOS device, International Conference on Chemistry Education 2014 (ICCE2014),July 14, 2014,Toronto, Canada.

6. 研究組織

(1)研究代表者

高根 慎也 (TAKANE,Shin-ya)

大阪産業大学・デザイン工学部・教授

研究者番号：20243199