

中学校理科を対象とした「仮想化学実験キット」

小野寺 広恵[†] 佐藤 究[†] 小笠原 直人[†] 布川 博士[†]

岩手県立大学ソフトウェア情報学部[†]

1. はじめに

来たる2015年デジタル教科書が全ての小中学校に本格導入される予定である。¹⁾ デジタル教科書はただ単に今までの教科書を電子化するのではない。それによって学びのプロセスを変えるものである。

そこで本研究では、このデジタル教科書に注目し、デジタル教科書と連携して活用できる中学校理科の副教材に着目した。

現在の理科の実験では、準備や片付け、安全面の徹底等から“十分な観察、実験、考察の時間の設定”が難しいといった問題がある。

本稿では、ビーカーやスポイトといった現実の器具を Android 端末を用いた実物体指向デバイスとすることで、現実の実験器具を“手を動かしながら”仮想実験を可能にするシステムについて述べる。

2. 中学校理科における化学実験

理科学習において、「観察・実験」はきわめて重要な活動である。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ことで、はじめて意味のある活動となる。²⁾

しかし、一般に現在の理科の化学実験では、以下の2つの問題がある。

- ① 準備や片付けに時間を要する
- ② 実験用具や薬品の取り扱いなど安全面の徹底等から“十分な観察、実験の時間や探究する時間の設定”が難しい

これをデジタル化することによって、実験の動画を自由に再生したり、コンピュータシミュレーションを用いた実験が可能になると考えられる。

だが、視覚に加え他の感覚器からの相補的な情報の取得が、人間の対象知覚と学習においては極めて重要にも関わらず、これらの手法では、

- ③ “現実の実験器具を手にとる”という行為が行えない。

といった問題がある。

このことは、中学校理科の指導要領にもある“器

具の扱い方や実験手順といった実験技能の習得”に大きな影響をもたらすと考えられる。

そこで本研究ではビーカーやスポイトといった現実の器具のそれぞれに小型コンピュータを組み込むことにより、現実の実験器具を利用し“手を動かしながら”，仮想的な実験を行うことを可能にするシステムの実現を行う。これにより、教師と生徒の双方の負担の軽減や安全を考え、かつ、未来の教育スタイルを視野に入れたシステムが実現されると考える。

3. 仮想化学実験

以上3つの問題点を解決するために本研究では、容易に安全な実験が可能であるシステムを提案する。

本システムでは、実物体指向デバイスを用いて、現実の実験器具を“手を動かしながら”仮想実験を可能とするものである。

3.1. 対象とする化学実験

様々な実験が考えられるが、今回対象とする実験は、中学校理科における「化学変化と分子と原子・酸性とアルカリ性の水溶液の性質を調べる」を対象とした。

この実験で取り上げる水溶液と、化学反応は、表1の通りである。

表1 対象とする水溶液と化学反応

水溶液	塩酸	硫酸	食酢	水酸化ナトリウム	水酸化カリウム
青色リトマス紙	赤	赤	赤	変化なし	変化なし
赤色リトマス紙	変化なし	変化なし	変化なし	青	青
水溶液の性質	酸性	酸性	酸性	アルカリ性	アルカリ性
BTB 溶液	黄色	黄色	黄色	青	青
マグネシウム	気体発生	気体発生	気体発生	変化なし	変化なし

具体的な内容は、

- ① BTB 溶液による水溶液の性質調査
 - ② リトマス紙による水溶液の性質調査
 - ③ マグネシウムリボンによる気体発生の関係を調べる
- である。

"Virtual chemistry experiment kit" that target junior high school science

Hiroe Onodera [†], Kiwamu Sato [†], Naohito Ogasawara [†], Hiroshi Nunokawa [†]

[†] Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

- また、それぞれの実験手順は以下の通りである。
- ① 各水溶液に BTB 溶液を滴下して色の変化を見る
 - ② 各水溶液に対して、リトマス紙を使って、酸性・中性・アルカリ性に分ける
 - ③ 各水溶液にマグネシウムリボンを入れ、変化があるかどうか見る。気体が発生したら、上方置換で集め、火のついたマッチを近づけてみる

3. 2. 仮想化学実験システム

実物体指向デバイスとは、ユーザが実物体を介してデジタルデータの操作を行うことのできるデバイスの構築を目指したものである。具体的には、実世界の物事や、物理現象などにデジタル情報を結びつけることで、コンピュータとの直観的なインタラクションを可能とする。

本研究では、ビーカーや、スポイト、リトマス試験紙を実物体指向デバイス化し、操作は実際の実験を実施するように行う。実験における化学反応はコンピュータでシミュレートする。これによって、化学実験の問題点である安全面の考慮といった前章で述べた3つの問題点を解決することが可能となる。

本システムでは(図1)、実験器具としてスポイトデバイス、ビーカーデバイス、シャーレデバイスの3種類を実装した。

スポイトデバイスでビーカーデバイスに BTB 溶液を滴下したり、シャーレ上に置いた端末内に表示されたリトマス紙で酸性・アルカリ性の反応を見たりして、化学反応をシミュレートする。

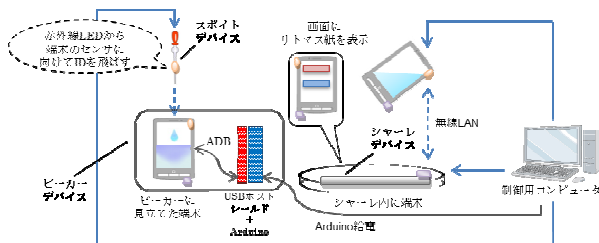


図1 実装システム

(1) スポイトデバイス

このデバイスは、実際のスポイトに赤外線 LED とスイッチをつけたものである。スイッチを押すと赤外線が滴下対象であるビーカーデバイスに照射され、溶液の滴下を再現する。

(2) ビーカーデバイス

2.2インチの Android 端末に USB ホストシールドを介して Arduino を接続したものである。Arduino には、赤外線受信モジュールが接続され、スポイトデバイスからの滴下に関するデータを受信することができる。

本デバイスは、ビーカーとその水溶液を再現するためのものであり、画面上に水溶液の様子がアニメーションで表示される。

また、加速度センサにより、水溶液がビーカー内で揺れたり、こぼれかけたりするなどの動作が

行えるよう実装をする予定である(図2)。

水溶液の種類や、量の増減、化学反応による色の変化は制御用コンピュータによって指示する。



図2 水溶液の選択と加速度センサによる傾き

(3) シャーレデバイス

2.2インチの Android 端末をシャーレ内に設置し、無線 LAN 通信により、ビーカーデバイスから水溶液の種類情報を受信することができる。

本デバイスは、リトマス紙やマグネシウムリボンによる各水溶液の性質を実験・観察するものである。色の変化や、シャーレ内での化学反応の様子は、制御用コンピュータからの指示によってアニメーション表示される。

3. 3. 操作と機能

① BTB 溶液による水溶液色の变化

まず、ビーカー端末の画面に表示された水溶液ボタンから、実験したい水溶液を選択する。次に、スポイトデバイスの赤外線 LED からビーカー端末のセンサに向けて滴下情報を飛ばし、制御用コンピュータの指示により BTB 溶液による水溶液の色変化を見る。この色変化から、水溶液の性質をシミュレートする。

② リトマス紙の色の变化

ビーカー端末から水溶液を選択した後、ビーカー端末をシャーレ端末にかざすと、制御用コンピュータによって水溶液が酸性かアルカリ性を判別し、リトマス紙の色を変える。

③ マグネシウムリボンによる気体発生の有無

シャーレ端末からマグネシウムリボンを選択した後、ビーカー端末にかざし、マグネシウムリボンが入った画面にする。制御用コンピュータにより、ビーカー端末内の水溶液が酸性だった場合、ビーカー端末の画面上に泡のアニメーションを表示させ、ポンという気体発生音を出す。

4. おわりに

本稿では、中学校の理科における仮想化学実験キットを提案、開発した。今後もシステム開発を進め、教育現場でのシステムの実証実験、学習効果について検討したい。本研究成果によって実現されるシステムは将来的には理科の実験という枠組みを超えてデジタル教科書の利用形態に大きな変化をもたらすものになると考えている。

参考文献

- 1) 田宗千佳：リアルタイムレポート・デジタル教科書のゆくえ、TAC 出版(2011)
- 2) 文部科学省：中学校楽手指導要領 第2章 各教科 第4節 理科、開隆堂(2011)。