

平成 26 年度 修士論文概要

主査	舟橋 健司	副査	本谷 秀堅	研究室	舟橋研究室
入学年度	平成 25 年度	学籍番号	25417515	氏名	内山 享佑
論文題目	VR-learning システム タブレット版化学実験体験システムの構築と教育効果の検証 Evaluation of Educational Effect for VR Chemical Laboratory Experience System				

1 はじめに

教育は人類の文化を形成する上で非常に重要である。人類は文化の発展とともに教育体系を発展させたがそれとともに人々が実際に物事を体験する機会は急速に減少した。実際に手を動かして物事を体験することは教育において非常に重要である。しかし、発展した教育体系では体験を伴った教育を行うことは困難なこともある。そこで当研究室では体験型教育システムに着目し、小学生から中学生程度を対象とした PC 版 VR 化学実験体験システムを開発している [1]。本システムは VR 環境内のピーカーやフラスコを実際に手を動かし操作することで実験の手順や化学反応を確認することが可能なシステムである。臨場感の高い化学実験体験システムを構築するためには薬品の液体挙動を自然に表現する必要がある。当研究室では教育機関や家庭などで利用してもらうために対話操作を重視した粒子・体積に基づく仮想液体操作モデルを提案している [2]。本モデルでは厳密な液体の挙動を再現していないが、容器内の液体を別の容器ですくう、こぼすなどの動作が可能であり操作者が容器を介して液体を操作していると感じることができる。本研究では VR 化学実験体験システムの教育機関や家庭での利用を考え、タブレット版 VR 化学実験体験システムを構築する。また本システムの教育機関や一般家庭への普及を目指し、小学 6 年生程度を対象に評価実験を行い、その結果から本システムの教育効果について検証する。

2 粒子・体積に基づく仮想液体操作モデル

本モデルでは液体を容器内状態と自由落下の状態に分けて考え、液体が前者の状態では体積に基づき、後者の状態では互いの干渉を考慮しない粒子に基づいて表現する。また、当研究室では本モデルに基づき様々な状況の液体表現を研究してきている。容器内状態では液面における渦や波の表現、液面および側面における色の拡散、フラスコ型容器の筒部分などを伝い流れる表現を行うことでより臨場感のあるシステムを実現している。自由落下の状態では初期の自由落下粒子に代えて新たに少数の鍵粒子を用意し、鍵粒子の影響範囲に対して包絡面を描画することで自由落下状態の液体の描画の質を向上させている。

3 タブレット版 VR 化学実験体験システム

PC 版 VR 化学実験体験システムをベースにタブレット版 VR 化学実験体験システムを構築する。その際に、従来は 3 次元モーションセンサを介して行っていたピーカーやフラスコなどの容器操作および液体のかき混ぜ操作を可搬性の面からタッチパネルを用いたインタフェースへと変更する [3]。またタブレット版のみならず PC 版にも言えることだが VR 化学実験体験システムの教育現場や家庭への普及を考えた際、液体の実験は実際に小中学生が学習する実験内容を行えることが望まれる。そこで全国共通の教育指針となる文部科学省が定める実験の手引きを参考に「水溶液には、酸性、アルカリ性および中性のものがあること」が学習できる実験内容、すなわち試薬の組み合わせとその反応のデータベースを構築した。最後に、タブレットの制約上、PC 版では実現している機能の一部は実装が困難であった。そのため、現時点では化学実験が行える最低限の機能を実装し、また一部の機能は簡略化した上で実装した。

4 実験とその結果

前述の通り図 1 のようなタブレット版 VR 化学実験体験システムを構築し評価実験を行う。評価対象は外れ値を除外した小学 6 年生 12 名、小学 5 年生 3 名、小学 4 年生 2 名である。

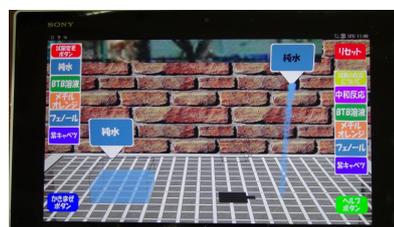


図 1: 実験に用いるタブレットの全容

4.1 評価項目と評価方法

まず教育効果がどの程度であるかを調べたい。そこで「学習理解度」の評価項目として「液体の混ぜ合わせ、色の変化に関する理解度」、「各試薬の反応に関する理解度」、「各液体が酸性、アルカリ性、中性のどれに属しているかに関する理解度」の 3 つを設定する。また、タブレットを用いたシステムである性質上、操作者が思い通りに動かせるかどうかも重要な要素である。

特に本システムでは容器操作および液体のかき混ぜ操作をタッチパネルを介して行うため「操作性」の評価項目として「思い通りに容器を操作し液体の移動ができたかどうか」、「液体のかき混ぜを思い通りに操作できたかどうか」の2つを設定する。最後に対象者が小学生から中学生程度なのでシステム自体に興味を持ち、楽しく触れることができるかどうかを検証すべきと考えた。そのため「楽しさ」の評価項目として「実験全体を通してどれくらい楽しめたか」を設定する。なお、小学4,5年生は水溶液と試薬に対する予備知識がないため「学習理解度」を除いた項目で評価実験を行う。評価方法は5段階評価の点数制とし、設問それぞれに自由筆記欄も設けた。

4.2 学習理解度の結果についての検証

学習理解度の評価結果を図2に示す。学習理解度については全ての評価項目で80%以上の児童から4点以上の高い評価が得られた。しかしながら「各液体が酸性、アルカリ性、中性のどれに属しているかに関する理解度」の項目は他の2つに比べて5点を付けた人数が少ないことがわかる。これについては自由筆記欄の意見から中性を判別できず、5点を付けられなかったのではないかと考えられる。そこでより学習度の高いシステムとするために中性のわかる反応、つまりわかりやすい中和反応の実装が考えられる。

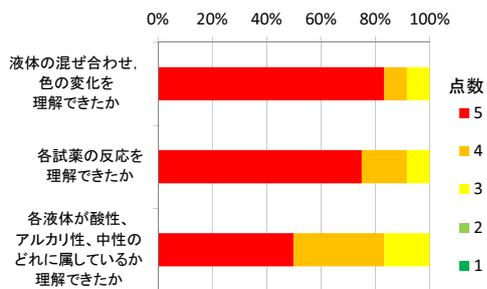


図2: 学習理解度の結果

4.3 操作性の結果についての検証

液体のかき混ぜについては平均点が4.529であることから高い操作性を実現できたことがわかる。その一方で容器操作については平均点が3.765であり図3からもわかるようにほとんどの児童が3,4点の評価を付けていた。上手く操作できなかった点として「容器が見つらなかった」などの意見が見られた。本システムの容器はタブレットの制約上機能を簡略化しているため、液体が入っている状態でのみ側面描画を行うようにし、空の状態ではワイヤフレームで表示していた。このため背景や床のテクスチャとの見分けが付きにくくなってしまい上記の問題が発生してしまったのであろう。今後は、空の状態でも側面を薄い白色透明で描画し容器

のガラスの存在を示したい。ただし、容器が空の場合には確認が困難である点を除けば「思い通りに操作できた」などの高い評価が得られ、容器操作のインタフェース自体は有用であると考えられる。

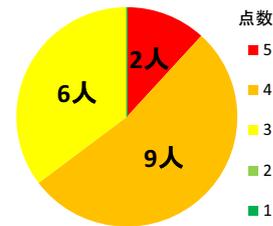


図3: 思い通りに容器を操作できたかの結果

4.4 楽しさの結果についての検証

実験全体を通してどれくらい楽しかったについては平均点が4.882でありほとんどの児童から5点の評価を得ることができた。また「楽しく勉強できた」などの高い評価が得られ、本システムは十分に興味を持って触ってもらえることが伺える。

5 まとめ

本研究では当研究室で開発してきているPC版VR化学実験体験システムの教育機関や家庭での利用を考え、タブレット版VR化学実験体験システムを構築した。また、本システムの教育機関や一般家庭への普及を目指し教育効果の検証も行った。検証の結果を考察したところ、本システムを用いることで十分な教育効果が得られることが分かった。今後の課題としては、4.2節で挙げた中和反応をわかりやすくするための表現の実現や、PC版で実装されている機能や新たな機能をタブレット版でも実現することが挙げられる。上記課題の解決を含め、教育機関や家庭で利用できるようにVR化学実験体験システムの体験型教育システムとしての完成を目指していきたい。

参考文献

- [1] Y. Natsume, A. Lindroos, H. Itoh and K. Funahashi, "The Virtual Chemical Laboratory Using Particle and Volume Based Liquid Model", Proc. SCIS & ISIS 2010, pp.1354-1359, 2010.
- [2] K. Funahashi and Y. Iwahori, "Representation of Swinging Liquid on Virtual Liquid Manipulation", Proc. ICAT 2001, pp.179-184, 2001.
- [3] 内山享佑, 舟橋健司, "VR 化学実験体験システムのためのタッチパネル 3D インタフェース", 日本バーチャルリアリティ学会第18回大会講演論文集, pp.578-581, 2013