

発見学習を支援するシミュレーション教材の開発
—CAI 教材「気体の発生」の拡張—
Development of a Simulation for Discovery Learning Support :
Extension of CAI Courseware “Gas Generation”

社会情報システム学講座 0312000021 浦山裕美
指導教員：市川尚 藤原康宏 鈴木克明

1. はじめに

学習を行なう際、学習者がただ教えられたことを覚えるのではなく、試行錯誤しながら、そこに隠された法則などを見つけ出すことで、より深い理解が得られると言われており、そういった学習方法を発見学習と呼んでいる¹⁾。発見学習には、シミュレーションがよく用いられ、数学のグラフや図形、理科の実験などでは、様々な属性値を変更しながら、その変化を見て発見的に学習する。

発見学習の過程を支援するシステムには ILE(Interactive Learning Environment)²⁾がある。シミュレーション環境の他に、仮説を設定するための観察結果の整理用ツールやその利用支援機能、あるいは学習者による予測を促す機能など、発見学習の過程全般に対する支援機能を用意している場合が多い。

本研究では、既存の CAI(シミュレーション)教材である「気体の発生」³⁾に、ILE の要素を盛り込み、より発見学習を支援できるような教材へと拡張することを目的とした。

2. 先行研究

二瓶ら³⁾は、15 種類の薬品を組み合わせると、何の気体が発生するかをコンピュータ上で知ることができるシミュレーション型の CAI 教材を開発した。学習者は実験で新たな発見をし、更に気体の性質による採取法の違いに気づくことができたと報告している。

竹内ら⁴⁾は、パネの性質を発見し理解することを目的とした ILE を構築している。機能としては、実験を行なう作業スペース、実験結果を記録するノートなどが用意されている。また、学習者の状態に応じて行き詰まりを防ぐための支援も行っており、学習者を主体的な学習へと誘導できる可能性を持っている。

3. 設計

本研究では、二瓶ら³⁾の CAI 教材(以下、現行版)を拡張した。現行版と本研究で開発した教材(以下、拡張版)の違いを表 1 に、拡張版の学習プロセスを図 1 に記す。

拡張版で学習者が発見できることは、現行版と同様に、どの薬品を組み合わせると、どの採取法(上方・下方・水上置換)を適用すると、何の気体(二酸化炭素、酸素、水素、アンモニア)が発生するかである。また、提供している薬品や採取法の種類、発生する気体もすべて現行版と同様である。

拡張版の特徴を具体的に以下に示す。

(1)段階的な学習

現行版では学習者が自由に実験を行なうことができる。二瓶ら³⁾は、実験を楽しむだけでなく、実験による知識の習得が大切であると述べており、実験後に確認テストを用意している。

そこで拡張版では、ILE の段階的学習モード^{1),3)}の進め方を取り入れることにした。始めに学習目標を提示することにより、学習に対する意識を明確にすることができる。学習の終わりには目標に対するテストを行なうことで、実験によって知識を得ることが出来たかを確認することができる。

(2)学習者の行動に対しての支援

個別で学習をする際、学習者が行き詰まりを起こした場合の支援が必要となってくる。システムが学習者の発見の邪魔にならない程度に支援することで、学習者のやる気を下げないようにした。

観測提案として、実験の途中で、学習者が行き詰まりを起こしているとシステムが判断した場合、何を利用すれば目標に近づくことができるかをヒントとして提示した。

また、実験を繰り返してばかりで次に進まない場合、テストを受けるように促すこととした。

表 1 現行版と拡張版の違い

	現行版	拡張版
開発環境	Oracle Media Objects	Macromedia Flash
実験	好きなだけ	一定回数でテストへ
支援	使い方のヒントのみ	学習者の躓きに対しての支援など
確認テスト	全ての問題を解く	実験終了後、目標に対する問題を解く
記録ノート	点火するまでの流れを再現	再現機能と、薬品・気体・採取法の記録

(3)記録の保持

二瓶ら²⁾の評価では、「記録ノート」があまり活用されていなかった。現行版では学習者が行なった実験を手順通りに再現して見せる機能だけでなく、拡張版では再現機能だけではなく、実験で使った薬品や置換法なども記録し、様々な視点から記録を眺め、発見を支援できるようにした。

実験の終了時に、その記録を保存するが、実験の復習を兼ねて、記録の記述を学習者に行なってもらふ。その際、記録の取り間違いがあったならば、システムから誤りがあることを提示した。

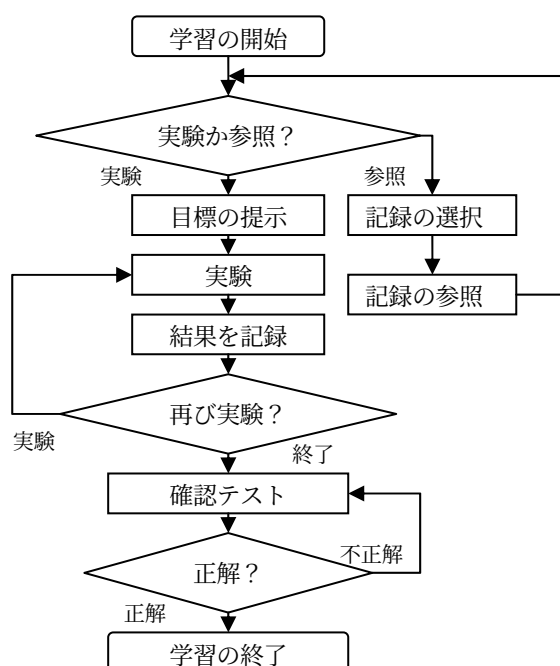


図1 学習プロセス

4. 開発

開発環境には、Macromedia 社の Flash MX を用いて、インターネットを介してだけでなくローカル環境でも実行できるようにした。

実験画面を図2に示す。画面上に学習者が決めた学習目標が表示される(①)。棚から必要な器具を取り出し(②)、机の上で器具同士を組み合わせ



図2 実験画面

る(③)。「くすり」から薬品を選択し(④)、点火することにより、気体の発生の有無を知ることができる。その後、気体が発生した場合、どの気体が発生したのかを、用意されている検査の道具で調べる。調べた結果から気体の種類を確認後、結果を記録し実験を終了する。

5. 形成的評価

本教材の有効性を確かめるため、大学生2名を対象とした形成的評価を実施した。はじめに事前テストとして「確認テスト」の問題全23問(気体各5問、置換法3問)を出題し、本教材の目的や使い方を記したページを読んでもらった後、事前テストで不正解があった1種類の気体を対象に実験を行ない、記録ノートを参照し、最後に事後テストを実施した。

実験の結果、学習者は試行錯誤の後、本システムから提示されたヒントを参考にして、実験を行なう場面が何度も見られた。しかし、ヒントとして器具の組み立て方も知りたいという意見が出たので、出題するヒントに追加した。「記録ノート」は利用された回数が少なかったため、後で事前に記録していたものを見てもらったところ、有効であるとの意見が出た。

事後テストは実験をした気体のみ行ない、2名とも全て正解する結果となった。一方、拡張版の説明が不十分で、口頭で説明し進めてもらった箇所があり、この部分と評価の意見を参考に改善し、同様の手順で再び形成的評価を行ない、改善の効果を確認した。

6. おわりに

本研究では、CAI教材「気体の発生」をFlash MX 上に移植後、ILEの要素を盛り込み、発見学習を支援できる環境に拡張した。形成的評価の結果、拡張した部分は有効であったが、今後の課題として、現行版との比較実験により、拡張版による学習効果の向上を調査することが必要である。

参考文献

- 1) 日本教育工学会編:教育工学事典,実教出版, pp.432-433, pp.11-13 (2000).
- 2) 二瓶彩子・福原可奈:中学校理科第一分野 CAI教材「気体の発生」の開発,1998 年東北学院大学教養学部総合研究論文(1998).
- 3) 竹内章・吉田裕之・藤田智之・石橋和子:知識の適用能力獲得のための知的学習環境の構成とバネ学習への応用,電子情報通信学会論文誌 VOL.J83-DI No.6, pp.525-530 (2000).