

複数校横断型理科教育プログラムの効果を向上させるための実験支援システムの開発 Development of Experiment Support System for Improvement of Educational Effectiveness in Science Education Program among Schools

千田 和範^{*1}, 稲守 栄^{*1}, 野口 孝文^{*1}
Kazunori CHIDA^{*1}, Sakae INAMORI^{*1}, Takafumi NOGUCHI^{*1}

^{*1} 釧路工業高等専門学校

^{*1} National Institute of Technology, Kushiro College
Email: chida@kushiro-ct.ac.jp

あらまし：初学者に対し、様々な知識に対する興味や意欲を持続させながら学習させるには様々な工夫が必要になる。しかし小学校での理科科学分野では難易度などの問題から動機づけが難しくなっている。そこで我々はこれまで協調学習の手法を用いた複数校横断型理科教育プログラムを開発し、小学校で実践してきた。本研究では、異なる観点をも統合し学習の深化を行う学習方法において、「新しい気付き」を促進させるため、ICTにより協調学習の効率化を図る学習支援システムを開発する。また本支援システムは本年度後半で実際に運用し、教育効果の検証を行う。

キーワード：問題解決型実験教材、実験装置、試行錯誤型実験、教育機関関係、競争原理

1. はじめに

近年、アクティブラーニングなどの手法が注目される中、我々はこれまで「動機づけ」、「満足感」などを考慮した問題解決型学習や、それを拡張したコンテスト形式の学習方法を高専の授業や実験として取り入れ、関連学会で成果報告を行ってきた⁽¹⁻³⁾。

最近では、直感的に分かりにくいことから苦手意識を抱いてしまう児童が多い電気磁気分野において、コンテスト形式の全員参加型実験授業による電磁気分野への動機付けと同時に、授業や実験を複数校で展開することで単独校では得られなかった学習の広がりを目指した、小学校向け理科教育用グループ学習プログラムを開発した。本プログラムは3年ほど継続運用を行っており、効果を上げている。

本研究ではこのプログラムの試行錯誤を行いながら学習を進める過程において、さらに効果的に学習を進めるための支援システムについて報告する。

2. 理科実験実習プログラムの概要

本理科教育プログラムは小学校5年生を対象として構成されており、主テーマを電磁石の働きと強力電磁石の製作に設定している。このプログラムは次に示す4つの活動によって構成されている。特にコンテストによる競争原理を導入することで、試行錯誤を伴う問題解決学習が自発的に行われる。

- ① 電磁石の基本特性に関する全員体験型実験 (1回 90分)
- ② コンテストに向けた試行錯誤型グループ学習 (高専対応 90分, 小学校対応 2週間程度)
- ③ 複数校/クラス参加による電磁石の性能コンテスト (1回 120分)
- ④ コンテストの総括とグループ学習の内容をまとめる壁新聞の作成 (高専対応 90分, 小学校対応 2週間程度)

2015年度は市内のO小学校2クラス62名の協力



図1 2015年度のグループ学習の日程

のもとで本プログラムの運用を図1の日程で実施した。ここでは今回のシステムにかかわりのある部分について説明する。

2.1 電磁石の基本特性に関する全員体験型実験

実験結果の比較検討などを効率的に行うために、タブレット端末を用いた計測値の入力と教室内の大画面モニタにグラフ出力を即時反映させるツールを開発し利用してきた。図2は2015年度版の実験結果共有システムと操作用タブレットであり、各種実験値はスライドバーで直感的に入力することができる。

2.2 試行錯誤型実験によるグループ学習

一般に、学習者は失敗などを伴う試行錯誤を通して事象の理解を深めることができる。この試行錯誤作業は仮説をたて、実験により検証する作業が不可欠であるため、仮説と結果の記録が重要となる。そこで2014年度までは、図3のアイデア/実験まとめシートに実験結果を記入し、次の試作に利用してもらっていた。しかし、まとめシートは後で読み返すのは困難だったり、実験に集中するあまり記録を失念したりすることが多く起こっていた。

そこで2015年度は全員体験型実験で使用した実験結果可視化システムのインタフェースを流用した実験まとめシステムを開発した。このシステムを図4に示す。なお、このシステムは試行錯誤過程において様々な条件下での比較検討を実現するために定量データはスライドバーで、定性データはボタンで入力できるようにしたものである。また数値や状態

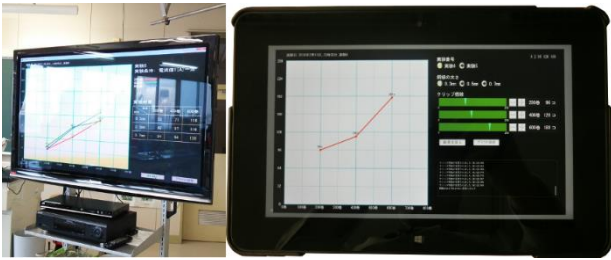


図 2. 実験結果可視化システム (左: クラス内実験結果共有画面, 右: 操作用タブレット)

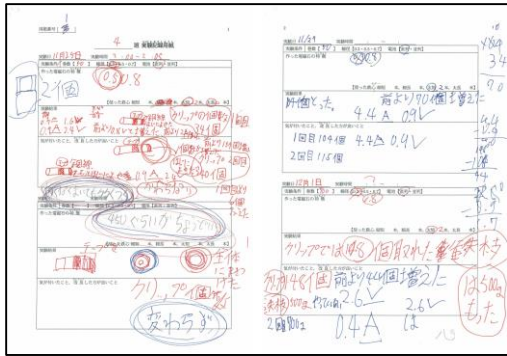


図 3. 2014 年度までのアイデア/実験まとめシート



図 4. 2015 年度開発の実験試作まとめシステム

だけでなく、写真も撮影できる様にすることで多様なデータを収集、提示できるように考慮した。加えて、システムの運用において、試行錯誤型グループ学習は日程的に小学校教諭が主導することが多くなる。そのため、班毎ではなく 1 台の PC 上で運用し ICT 機器管理の負担低減も考慮した。

3. 提案システムの検討と改善

提案システムを〇小学校のクラスにて試験的に数回運用した。その結果、次の問題点が確認できた。

- ① 実験条件の内容と入力インターフェースの問題
- ② 設置機材による順番待ちの問題

まず、参加した生徒は図 2 のシステムを事前に使用していたことで、実験値はスムーズに入力することができていた。一方、試行錯誤に必要な実験条件の入力については混乱が見られた。この入力項目については、共通項を見出すための比較検討に必要となるものを設定した。しかし児童は実験時にそれらのパラメータを意識していなかったり、また測定自体に手間取ったりすることが多かった。加えて管理の手間から入力システムは 1 台だけであったため、



図 5. 無線タグを活用した試行錯誤実験支援システム

入力にも待ち時間が多く必要となっていた。そのため、作業時間に無駄が多く見られる結果となった。

そこで、実験条件の収集と入力にかかるコストを削減し、実験結果の効果的な比較検討を実現する図 5 の実験支援システムを開発する。

本システムは下記の 4 つの機器により構成される。

- A) 実験情報収集用サーバー
- B) 無線タグ情報収集デバイス
- C) 実験値入力用タブレット
- D) 比較情報提示用モニター

児童は電磁石製作と性能試験が終わったら、電磁石を B) 情報収集デバイスの上に置き、C) タブレットを使って実験値を入力する。この段階で A) 情報収集用サーバーは実験値を受信すると共に、無線タグ情報を読み取る。無線タグには部品の素材や諸元情報が書き込まれており、児童が入力せずとも簡単に素材や諸元に基づく実験条件が収集できることになる。また児童は収集した実験条件とその時の実験値を任意に選択し、D) モニタで表示することができる。これにより強い電磁石を製作するための製作条件と実験結果を比較しながら作業することが可能となる。

4. まとめ

本研究では、試行錯誤により学習の幅を広げるグループ学習用教材を運用する上で、試行錯誤をさらに効果的に進めるための実験支援システムを提案した。

今後は、支援システムを理科教育プログラムで使用し、試行錯誤学習の効果を向上させる予定である。

謝辞

本研究は科学研究費基盤研究 (C) 課題番号 16K01151 の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- (1) 稲守栄, 千田 和範, 野口 孝文, 仮想システムと実システムが連携可能なプロジェクト型学習教材の開発, 教育システム情報学会 第 37 回全国大会, pp.192-193(2012)
- (2) 千田和範, 野口孝文, 梶原秀一, 荒井誠, 稲守栄, 電子制御技術教材のステーション化とその連携によるプロジェクト指向型教育プログラムの開発, (独)国立高専機構 全国高専教育フォーラム 電子制御技術教材活用プロジェクト報告会概要集, pp.5-8(2010)
- (3) 千田和範 ほか 5 名, 風力発電用翼設計を通じた試行錯誤型実験における課題設定とその作品との関係, 工学教育, 56-5, pp.103-110(2008)