

## 試行錯誤型理科教育プログラムにおける知識伝播の可視化のための 教育支援システムの開発

### Development of Educational Support System for visualization of knowledge diffusion process in Science Education Program based on Heuristic Approach

千田 和範<sup>\*1</sup>, 野口 孝文<sup>\*1</sup>, 稲守 栄<sup>\*2</sup>

Kazunori CHIDA<sup>\*1</sup>, Takafumi NOGUCHI<sup>\*1</sup>, Sakae INAMORI<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 釧路工業高等専門学校 電気工学科

<sup>\*1</sup> Department of Electrical Engineering, National Institute of Technology, Kushiro College

<sup>\*2</sup> Education and Research Support Center, 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。我々はこれまで試行錯誤を伴う協調学習をベースとし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、この試行錯誤による発見的解決を学習者に効率的に行なわせるための ICT を用いた思考支援システムについて報告する。

キーワード：協調学習，競争原理，問題解決型学習，教育機関連携，ICT 利用

#### 1. はじめに

近年、様々な教育機関において、課題の発見と解決に向けて主体的・協働的に学ぶ学習が取り入れられてきている。本校の授業や実験においても「動機づけ」、「満足感」などを考慮し、問題解決型学習を拡張した学習に取り組み、関連学会で成果報告を行ってきた<sup>(1)</sup>。これらの活動から、複数校で授業や実験を同時展開することでクラス単位では得られなかった学習の広がりを目指し、小学校向け理科教育用グループ学習プログラムを 2013 年度から行なっている。その中で実験記録の時系列化を行うことで、グループ学習の知識の伝播過程が明らかになると同時に、効果的なアドバイスを与えられる可能性があることが分かった。そこで試行錯誤型学習の学習過程の記録と提示を ICT 機器により簡単かつ効率よく行うことができるシステムの開発を行なった。

本研究ではこの知識伝播の可視化のための教育支援システムの概要について報告する。

#### 2. 複数校横断型理科教育プログラム概要

まず提案システムを運用する複数校横断型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、試行錯誤による電磁石製作を通して、電磁石の特徴や性質を深く学んでいく。なお、このプログラムは次の 3 つの活動によって構成されている。

第1回 電磁石の基本特性に関する全身体験型実験 (1 回 90 分)

第2回 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)

第3回 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)

まず 1 回目の実施目的は比較実験に慣れさせるこ

とと、授業で学んだ知識の再確認にある。特に知識の再確認は、試行錯誤させる際のアイデアの下地となるため重要である。2 回目は自発的な試行錯誤を促すために競争原理とトレードオフ課題を導入した実習となる。ここではクラスや学校対抗のコンテストを実施することで、グループ間の相談を活発化させる。それと同時に、実験用材料に材質や寸法形状などにトレードオフ条件を導入することで多様な発想を促し、競争原理と同様にグループ活動を活性化させることができる。ここでは 2 軸の表に成果物の実験結果を張り出すことで、最適解となる製作条件を相談しやすくする手法を取り入れている。3 回目は 2 回目の成果物を用いたコンテストとなる。このコンテストを実施することが 2 回目の活動の動機付けにも繋がっている。またコンテストの最後には総評を行い、参加した学習者に対して知識の共有を促している。

2017 年度は市内の T 小学校 2 クラス 46 名の協力のもと図 1 の様に本プログラムを運用した。なお当該小学校では本プログラムの開始前となる 1 月中旬までに参加児童は電磁石の単元を一通り学習している。したがって、従来型の講義との間で知識の定着度などを対比して検証することも可能である。

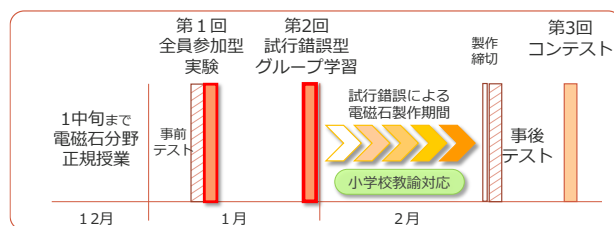


図 1. 2017 年度の教育プログラムのスケジュール

## 2.1 思考支援のための学習過程記録装置の構成

一般に、学習者は失敗などを含む試行錯誤を通して事象の理解を深めることができる。この様な試行錯誤型実験では、実験過程の記録内容とその活用が学生の理解に大きく影響することがわかっている。そこでまずはICT機器を活用した学習過程記録システムを開発した。この概要について簡単に説明する。

このシステムは図2の様に、製作物の属性値入力用RFIDリーダ、製作物記録用WEBカメラ、実験結果入力用キーボード、情報確認用モニターと統括PCで構成されている。生徒が作成した成果物の材料には図2の右下の様にRFIDタグを付加し、学習過程記録装置に搭載されたRFIDリーダにタグをかざす事で諸元を取り込める様にした。なお、タグにはその材料の物性値を記録してある。また各種実験の測定値はキーボード通して入力する。図3は記録データを画面に表示した様子である。ただし、各グループで共用する必要があるため、操作ミスなどによるデータの混同なども一定数生じていた。

図4はシステムの記録データから、製作班が明確なものを班別かつ時系列順に手で実験後に並べたものである。この図より各班の成果物を比較すると、特定の段階で評価の高かった成果物が次の段階には他の班に伝播していることが分かった。さらに世代を経ると評価の高い条件を互いに掛け合わせる工夫も見られた。また試行錯誤過程がうまく進まず、評価の低い班が存在することもわかった。この図から試行錯誤が上手いかない班の早期発見と、当該班に対して方向性の事前指導を行うことができる可能性が確認できた。

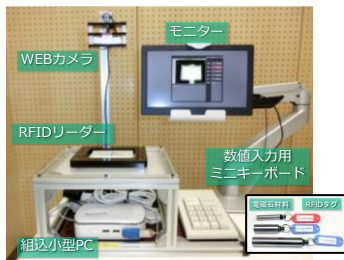


図2. 学習過程記録装置とRFIDタグ付き実験材料



図3. 改良型学習過程記録システムのモニター



図4. 作品類似度に基づく知識伝播の様子

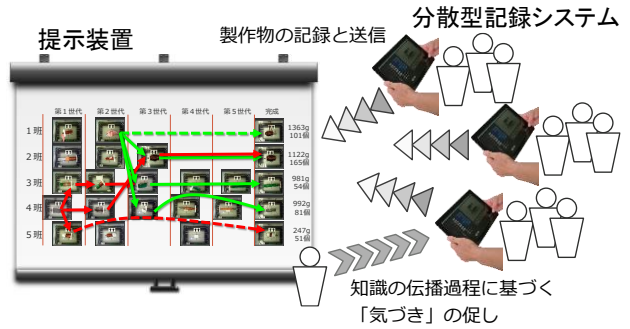


図5. 分散型記録システムと知識伝播提示装置

## 2.2 学習過程記録システムの改良

前年度に開発したシステムの記録データから、試行錯誤過程の指導の効果向上の可能性があるとわかったが、記録した情報は製作中に閲覧できる機能は有していない。しかし実験担当教員がその学習過程でグループ指導を行うためには、まず保存されたデータを班別に分類して提示できる機能が必要となる。あわせて開発したシステムはその大きさから運用において更なる小型化と可搬性の向上の要望があった。そこで新たに知識伝播の過程を可視化することに重点を置いた図5の様な学習過程記録システムの機能を次のように設定する。

- ・学習者が記録したデータの時系列順での提示
  - ・提示と記録システムとのネットワーク連携
  - ・分散作業のため班ごとで作業可能な机上サイズ
- なお、今回は実験結果の類似度から伝播過程を自動的に判定するには保存データ件数が少なすぎるため、まずは手で簡単に提示することを目指す。またネットワーク連携については将来的には小規模学校に対し遠隔地から指導を行うための布石としても考えている。

## 3. まとめ

本研究では、試行錯誤を通して学習の幅を広げるグループ学習を伴う教育プログラムにおいて、試行錯誤に必要な思考過程を可視化し知識の伝播過程を提示するためのシステムを提案した。今年度も、本教育プログラムを1月から3月の間で実施することが決定したため、教育プログラムの運用を通して今回開発したシステムの評価と改良を行なっていく予定である。

### 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) 千田和範, 稲守栄, 野口孝文, 試行錯誤型理科教育プログラムのための思考支援システムの開発, 教育システム情報学会第41回全国大会, H1-3, p.55-56 (2017)
- (2) 千田和範, 佐藤英樹, 野口孝文, 稲守栄, 荒井誠, 梶原秀一, 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)