

## 遠隔地におけるものづくり PBL 指導支援のための 学習データ収集システムの開発とその効果

### Development of Collection System of Experimental Outcome for Teaching Support of Manufacturing PBL from Remote Location and Its Effects

千田 和範<sup>\*1</sup>, 野口 孝文<sup>\*2</sup>, 稲守 栄<sup>\*1</sup>  
Kazunori CHIDA<sup>\*1</sup>, Takafumi NOGUCHI<sup>\*2</sup>, Sakae INAMORI<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 釧路工業高等専門学校 電気工学科

<sup>\*2</sup> 北海道大学

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

<sup>\*2</sup> Hokkaido University

Email: chida@kushiro-ct.ac.jp

あまし：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理科教育プログラムを開発し、小学校で実践してきた。遠隔地にある小学校ではものづくり PBL の直接指導は難しい。そこで本研究では、遠隔地から PBL の指導支援を実現する ICT 型支援機器の開発とその運用効果について報告する。

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，遠隔学習

#### 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た主体的・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。しかし、実施校までの距離が離れていると訪問回数などが制限され、試行錯誤過程で効果的なアドバイスをすることが困難となる。

そこで本研究では試行錯誤型学習の学習過程の記録とその結果を管理側システムに転送し、その結果を基に遠隔地から PBL の指導支援を実現する ICT 型支援機器の開発とその運用効果について報告する。

#### 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  
第2回 コンテストに向けた試行錯誤型グループ学習  
第3回 電磁石の性能コンテスト

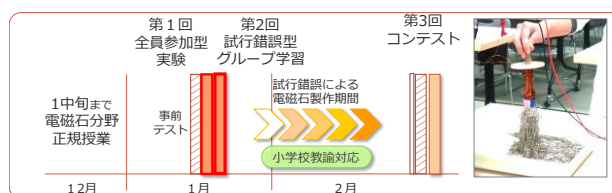


図 1. 2018 年度の教育プログラムのスケジュール

2018 年度は本校から 100km 程離れた市外の T 小学校 1 クラス 16 名の協力のもと図 1 の日程で本プログラムを運用した。なお小規模校のため、コンテストはクラスを半分にかけてチーム編成を行った。ここで第 2 回の試行錯誤型グループ学習から第 3 回コンテストまでの製作期間は小学校の教諭のみで対応しなければならない。しかし試行錯誤が必須なものづくりに慣れていない場合、その指導は大きな負担となる。そこで試行錯誤を伴う製作過程を外部から支援することができるシステムが必要となる。

#### 3. 思考支援のための学習過程記録装置の構成

遠隔地からものづくり PBL の指導支援を行うためには、(a)学習者の作業内容(ここでは作例データとする)が把握できること、(b)遠隔地の支援要員に(a)の作業内容を伝えられること、(c)支援要員から遠隔地の指導者にアドバイスが送信できることが必要となる。そこで図 2 に示すようなシステム構成によって対応することを考える。なお、これまでの経験から学習者に何らかのメリットがない作例データ入力の要請は、途中で継続が困難になることがわかっている。そこで、入力した作例データを作例カードと

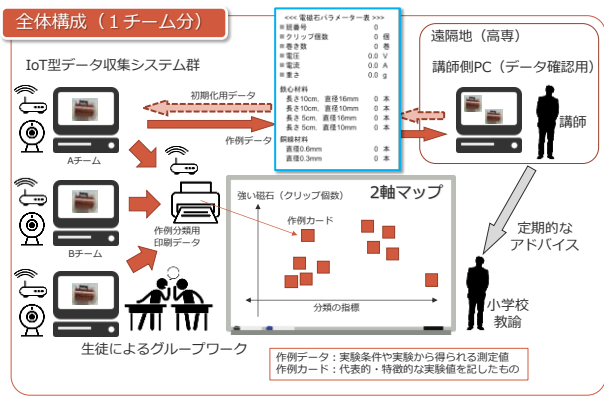


図 2. PBL 支援用学習データ収集システムの構成



図 3. 製作した学習データ収集システム

図 4. システム運用の状況

して出力し、それを2軸マップ上に貼り付けることによって、条件分けを支援し「気づき」を促進する仕組みを取り入れる。これらの仕様を基に製作したシステムを図3に示す。このシステムは従来のシステム<sup>(2)</sup>を改良し統括用マイコンに RaspberryPi3B+を用い、WEBカメラ、テンキーパッド、HDMIモニター、サーマルプリンタ、LTE通信ユニットで構成される。また図4に実際のものづくり作業時の状況を示す。

このシステムを用いた PBL 支援までの流れは次の通りになる。まず学習者は製作した作例を用いて実験を行い、出力された作例カードを基に図5の2軸マップに貼り付け目標を達成するための条件を検討する。それと同時に作例データは遠隔地の支援要員に送信される。支援要員は作例データを基に入力時間と作例の特性値から関連性の高いものを繋げ、その類似度を基準とした図6に示す知識伝播マップを作成する。このマップからは条件の偏りや局所解に陥っているグループなどを読み取ることができる。この読み取り結果を基にアドバイスをを行う。今回はシステムの都合上メールでアドバイスをを行った。なお表1は関わった3人の教諭による事後アンケート結果である。この結果から提案システムがものづくり指導支援の役に立つ可能性が高いことがわかった。

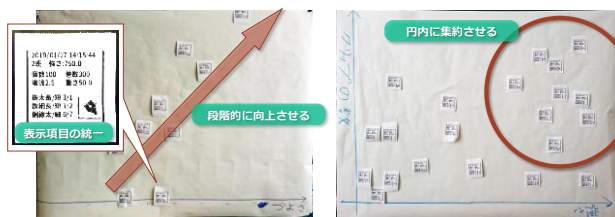


図 5. 試行錯誤支援のための作例カード利用の様子

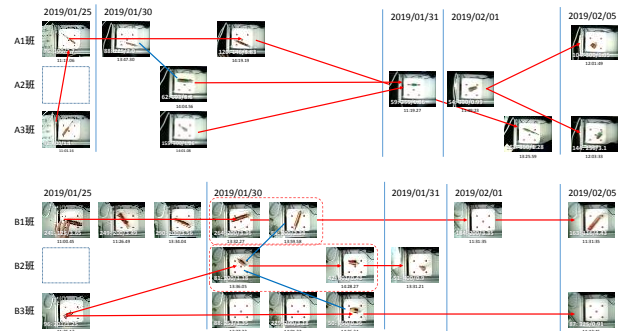


図 6. 作品の関連性に基づく知識伝播の様子

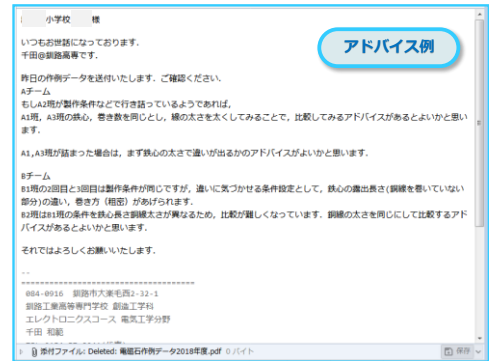


図 7. 知識伝播マップに基づくアドバイスの例

表 1. 教諭に対するアンケート結果

○作例データは各班の作業の進み具合の確認に役立ちましたか? とても役に立った(5): 2人 まままあ役に立った(4): 1人
○作例データは生徒指導の参考になりましたか? とても役に立った(5): 2人 どちらでもない(3): 1人
○作例データで追加してほしい情報があれば教えてください あまり多くても、うちのクラスの子たちには消化不良になるので ちょうどよかったと思います
○作例データ収集システムの装置で使いにくかった部分があれば教えてください 時々トラブルがあり困ったくらいです。多分子供たちの使い方が悪いのですが… 時々…フリーズ?してしまうことがあります。対処法を教えてください
○卓上型とタブレット型どちらの方が扱いやすいとお考えですか? タブレット型: 2 卓上型: 1 タブレットも手軽で良いのですが、決められた場所で行う方が 今回の子供の実態にあっていると感じました (片付けや学習形態のメリハリ等)

#### 4. 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、遠隔地からものづくり PBL の指導支援を実現するためのシステムを提案した。また提案したシステムを実際に運用し、その効果も確認することができた。今後は明らかになった問題点を改善し実用に耐えうるシステムに改良していく予定である。

#### 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, 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)
- (2)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, 教育システム情報学会第43回全国大会, E1-4, p.91-92 (2018)