

令和 4 年 6 月 29 日現在

機関番号：50103
 研究種目：基盤研究(C) (一般)
 研究期間：2019～2021
 課題番号：19K03102
 研究課題名(和文) 集団の学習履歴を基に支援するものづくり協働学習ファシリテーションシステムの開発

 研究課題名(英文) Development of Manufacturing Collaborative Learning Facilitation System that Supports Groups based on Their Learning History

 研究代表者
 千田 和範 (CHIDA, Kazunori)

 釧路工業高等専門学校・創造工学科・准教授

 研究者番号：30342562
 交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：協働学習の過程で問題解決能力はコミュニケーションなどによる新たな気づきを繰返して課題を解決することで培われる。申請者が行ってきた実践研究の知見から、学習過程の可視化と共有が自らの知識等を習得しやすくなる可能性があること、学習過程の類似度から問題解決のため法則を発見しやすくなること、そして指導者側から見ても学習過程の可視化が、学習者の理解度や進捗に合わせた協働学習支援を行いやすくなるという仮説を立てることができた。そこで本申請において、ものづくり協働学習を支援するファシリテーションシステムの開発を行い、実際に小中学校での協働学習支援の結果から仮説通りの結果が得られたことを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義
 本システムを用いて収集蓄積される多数の学習履歴は教育界で注目されている教育ビッグデータとして見なすことができる。したがって学習履歴から効果的な指導方法を検討可能にするだけでなく、今世界的に注目されている教育データを解析し活用するラーニング・アナリティクスにおいても、これまで教育データ収集が困難だった協働学習分野における実践例として貢献できたと考えられる。

研究成果の概要(英文)：In the process of cooperative learning, problem-solving skills are cultivated by repeatedly solving problems through new insights gained through communication and other means. We hypothesize that visualization and sharing of the learning process may facilitate the acquisition of knowledge, etc., and that the similarity of the learning process may facilitate the discovery of laws for problem solving, and that from the instructor's perspective, visualization of the learning process may facilitate support for collaborative learning according to the learner's level of understanding and progress. We have also hypothesized that the visualization of the learning process will facilitate the support of collaborative learning according to the learners' level of understanding. In this application, we developed a facilitation system to support cooperative learning in manufacturing, and confirmed that the hypothesized results were obtained from the actual results of supporting cooperative learning.

研究分野：教育工学

キーワード：協働学習 学習履歴 試行錯誤型学習 ものづくり教育支援 IoT活用

1. 研究開始当初の背景

申請者は学習者の問題解決能力の獲得のため、自らの知識に「自分と異なる他校の観点を統合させる協働学習により深い理解や新しい発想を促す」ものづくり協働学習プログラムを開発し、実践してきた。本教育プログラムはよく見られる協働学習と異なり、規模や基礎知識が異なる様々な地域での複数の小学校で実施しているため、単独実施ではわからない協働学習の知見も得られている。特に、ものづくり成果は様々な学校、クラスにおいてばらつきが見られる。これらの事後分析で得られた知見より、学習過程における知識の習得、活用度が学習結果に大きく影響することがわかった。たとえば、他のグループの知識をうまく継承しているグループ、これまでにない新しい手法を生み出すグループ、また知識を活用できず混迷して遅々として作業が進まないグループなど、知識の伝達過程を可視化することで、学習者はどのような知識が必要なのか、または知識の活用方法そのものを学ぶことができる。また各グループの学習進捗度が可視化により明確になるため、指導教員は学習者に対して適切なファシリテーションが実現でき、経験から生み出される知識や技術を学習者に効果的に学習させることが可能となるのは明らかであると考えた。

また上述した効果を実現するためには、仮説立案から試行結果までの多様な学習履歴データが数多く必要となる。加えてこれまでの様に、様々な教育機関で同時に実施することを考えると、その学習履歴データを効率よく集める必要がある。申請者は、最近著しい発展を見せるIoT(Internet of Things)をはじめとして、多様な遠隔通信技術およびデータ集積技術を要する研究も並行して実施してきた。これらの研究で得られた知見を活用することで、本研究に必要な学習履歴データの蓄積、および支援システムの構築に目途が立ったため、今回申請するに至った。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ものづくり協働学習の長年の実践で得られた協働学習上の課題の改善のため、次に掲げる3つの評価項目を満たすシステムを開発した上で管区の小学校で実践し、協働学習における有効性を実証することにある。

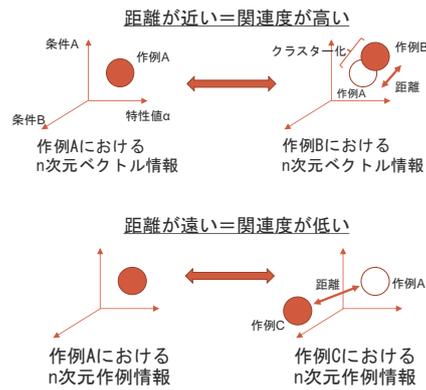
- ・ 自グループや他グループの学習履歴類似度に応じて系統立てた上で即時に提示することが、自ら検討したのと同様の経験的知識の獲得と問題解決支援の効果が得られること
- ・ グループの仮説立案支援と担当教員の協働補助に対し学習履歴の即時提示にファシリテーションの支援効果があること
- ・ 複数の教育機関で実践された際に得られる多数の学習履歴データの収集蓄積によって、上記項目が実現可能となること

この3つの評価項目を実証するために、今回開発する「ものづくり協働学習ファシリテーションシステム」は研究年度内の完遂を目指すことを前提に、まずは次に示す2つの機能に分割して実装することを本研究で達成することを目指す。

- ・ 設計条件などの仮説や試行結果による特性値などの学習履歴を類似度による系統図を即座に提示する機能
- ・ 協働学習の複数校同時期実施を考慮するため、これまでの研究成果を元に、学習履歴の収集機能をネットワーク対応とすること。

3. 研究の方法

学習履歴入力を類似度付のデータとして出力可能な機能を実現すると同時に、これまでのものづくり協働教育で蓄積してきた実験の数値データも学習履歴として利用できる実機システムが必要になる。これらの多様な学習履歴をもとに類似度の計算方法の実装と、その類似度から評価された系統図の作成を支援するユニットの開発を行う。たとえば入力項目がn種類の測定値となればn次元ベクトルの学習履歴となる。この学習履歴の一つ一つをそれぞれ座標



軸とすれば、各作例は右図の様にユークリッド空間内のベクトルとして取り扱うことができる。例えばこれまで行ってきた小学校の電磁石単元で実践した場合には、設計条件となる仮説にコイル巻数やコイル線径、性能を示す試行結果にクリップ個数を座標軸としてとることになる。したがって、類似度をベクトル間の距離と定義することで、先の図に示す様な類似度が計算可能となる。ただし、ベクトル化に必要な仮説となる設計仕様や試行結果となる性能値などは、数値情報からラベル化できるものに限定する。

項目2の機能の実装で注意すべき点は次章で説明するIoTクラウドサーバを軸に各校に配置した作例データ収集とそれらの出力を担う実機システムを構築する。遠隔管理を実現するために、全実施校を統括する担当者が協働学習テーマ毎に収集蓄積したい学習履歴の入力項目を決定し、IoTクラウドサーバに登録する。なお入力項目やその提示条件は協働学習テーマ毎に統括担当が決定する必要がある。例えば従来実施してきた電磁石の協働学習の場合は、

```
[ "data": [ "班番号":int, "クリップ個数":int, "巻き数":int ] ]
```

の様なJSON表記で設定することで、統括担当者が遠隔制御できる仕組みを実装する。また学習者が閲覧できる学習履歴を担当者が制御できる仕組みも検討する。それと同時に実機システムにこれまでの研究業績で得られた知見を元にネットワーク対応機能を実現した上で、管区内の小中学校で実践評価する。

4. 研究成果

前述した研究の方法を基に実現したシステムは次の通りとなる。図1はシステムの全体構成でIoTクラウドサーバに学習履歴データを集約できる構成となっている。図2は実際の小学校で運用時の様子で左のカードを黒板に貼り付けグループ化させることで仮説立案の支援を行っ

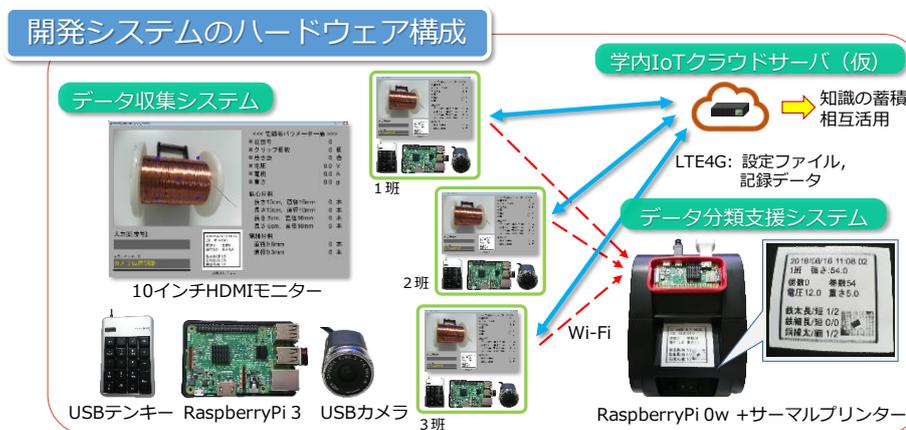


図1. 作例データ収集システムと印刷サブシステムの全体構成

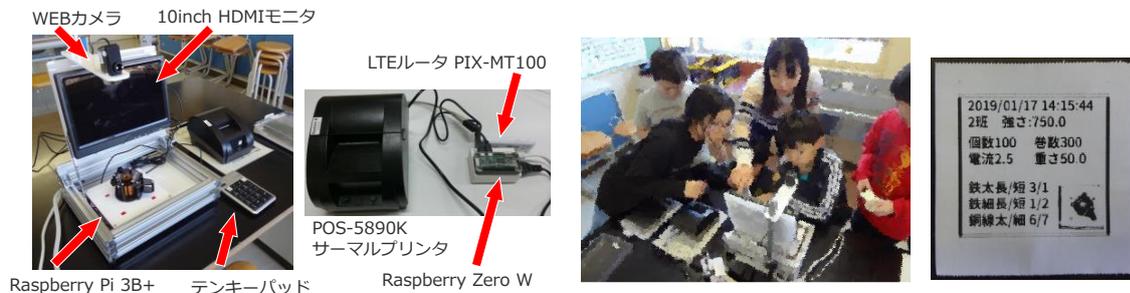


図2. 実際の運用の様子

```

{
  "data": [
    "班番号": 1.0,
    "クリップ個数": 596.0,
    "巻き数": 1200.0,
    "電圧": 3.0,
    .....
    "date": "20180823@141753",
    "jpg": "/9j/4AAQSkZJRgABAgAAQAABAAD/2wBDAAZnflHPFOEIBOTjE3ajFd6rpF5cQ2....."
  ]
}

```

Webカメラからのjpeg画像 : Base64エンコード方式

図3. 生成されたクラウドサーバ送信用 作例データの例

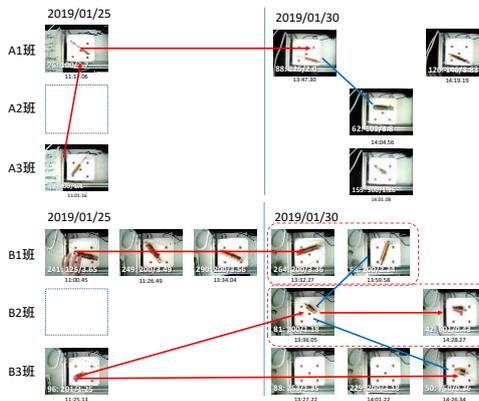


図4. 保存された作例データから抽出した 指導用データの例

ている。また図3はクラウドサーバに保存されたデータの一例となる。このデータを基に各実験データの類似度の指標となる距離をもとめ、その樹形図を描いたものが図4となっている、この図を基に各グループに対して考え方のヒントなどを提示しながら効果的に知識の伝播を促すことが可能になった。これらの実験後にアンケートから、高い支援効果が得られることが確認できた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 千田 和範, 野口 孝文, 稲守 栄	4. 巻 68
2. 論文標題 小規模校における学校横断型協働教育プログラムの実践とその効果	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 工学教育	6. 最初と最後の頁 80-85
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4307/jsee.68.4_80	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 千田 和範, 山田 哲大, 稲守 栄
2. 発表標題 タンジブル型プログラミングツールを用いた 中学生向け協働学習型機器制御アルゴリズム実習システムの開発
3. 学会等名 教育システム情報学会第45回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 千田 和範, 日下 拓人, 稲守 栄
2. 発表標題 クラウドサーバを介したIoT デバイス連携による臨場感強化型VRHMD システムの開発
3. 学会等名 教育システム情報学会第45回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 千田和範, 野口孝文, 稲守栄
2. 発表標題 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
3. 学会等名 教育システム情報学会 全国大会 (第44回)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 千田和範, 稲守栄, 野口孝文
2. 発表標題 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
3. 学会等名 第43回教育システム情報学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 土江田織枝, 千田和範, 赤堀匡俊, 稲守栄, 高義礼, 香山瑞恵
2. 発表標題 IoT技術者育成のためのPBLを用いた教育プログラムの開発 - 第4報教育プログラムの実施 -
3. 学会等名 第45回教育システム情報学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 千田 和範, 嶋村 拓海, 稲守 栄
2. 発表標題 中学校における双方向コミュニケーションを実装可能な計測・制御用教材の開発
3. 学会等名 第45回教育システム情報学会全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 土江田織枝, 千田和範, 赤堀匡俊, 高義礼, 高坂宜宏, 稲守栄, 香山 瑞恵
2. 発表標題 IoT 技術者育成を目指したPBL 型教育プログラムの実践とその課題
3. 学会等名 第45回教育システム情報学会全国大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------