

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 5 月 28 日現在

機関番号：12605

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25870207

研究課題名(和文) 学習者同士の対話状況に注目した協調学習支援システムの開発

研究課題名(英文) Development of a Collaborative Learning Support System based on Learners' Conversation

研究代表者

平井 佑樹 (HIRAI, Yuki)

東京農工大学・工学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：80640945

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)： 学習者が数人程度のグループを組み、互いに助け合って問題解決していく、協調的な学習方法がある。それを支援する既存のシステムの多くは支援専用のディスプレイを使用し、議論への貢献度や発話量といった多くの情報をディスプレイに出力している。これでは、参加者が、相手ではなく専用ディスプレイを注視してしまう可能性がある。また、いずれのシステムも個々の参加者への支援内容が全体に伝わる仕組みになっている。本研究では、この2つの問題点を解決する協調学習支援システムを開発した。

研究成果の概要(英文)： Collaborative learning is one of the methods in which two or more participants attempt to solve a problem together. Particular displays for the support are used in a number of recent-released support systems. Much information, such as the number of utterances of learners and/or the degree of contribution to discussion in the learning, is represented on the displays by the systems. Such support is not good because some learners participated in the learning can keep an eye on the displays. In addition, support contents for each learner are broadcasted by the systems. In this study, we have developed a collaborative learning support system to solve these problems.

研究分野：教育工学

キーワード：学習支援システム 協調学習 対話

## 1. 研究開始当初の背景

協調学習を支援する環境は、国内外の研究者によって様々な形で開発されている。近年では、コンピュータに入力したテキスト・チャットを支援に活かすシステム[引用文献①]、学習者の視線やジェスチャ等の非言語情報を支援に活かすシステム[引用文献②]が開発されている。しかし、学習者同士が意見交換や合意形成等を行うための「対話」の状況を支援に活かすシステムは、応募者の探す限りでは開発されていない。

対話は、協調学習における相互作用の重要なキーとなり、より効果的な学習プロセスを提供するためには、対話を活かした支援も必要である。しかし、この支援を実現するためには2つの点で問題がある。1点目は音声認識技術に関する問題である(以下、問題点1と呼ぶ)。現在の技術では、静かな環境で、想定した声の話者が、想定した範囲の方法で利用する場合には十分な性能を与える[引用文献③]ものの、協調学習のような様々な学習者が対話を行う環境では、著しく性能が低下することがある。2点目は開発する支援環境に関する検討を行うためのデータが不足していることである(以下、問題点2と呼ぶ)。支援環境を開発する際、どのような支援が有効かということを検討するため、既存研究の結果を利用することはよくあるものの、対話を活かした支援が行われていないため、検討するためのデータが不足している。

研究代表者はこれまで、地理的に分散な環境下にある学習者同士で協調学習を行うことができる環境を開発し、そのような環境においても対面(face-to-face)環境と同等の効果が得られることを示した[引用文献④⑤]。また、対面環境における協調学習において、対話が問題解決の成功・失敗とどのような関係があるかを調査し、問題解決に成功した学習者群と問題解決に失敗した学習者群に分けたときに、失敗した学習者群のほうが、1回あたりの発話時間が長く、ある学習者が連続して発話する回数が多いことを示した[引用文献⑥]。

研究代表者のこれまでの研究成果は、前述の問題点を解決することの根拠となり得る。問題点1について、現状では想定した声の話者が、想定した範囲の方法で利用する場合には十分な性能が与えられるが、研究業績[引用文献⑥]で示した「発話時間の長さ」や「連続して発話する回数が多い」ことは声の話者によらず認識することが可能である。問題点2について、学習者同士のやり取りについて言及した研究業績[引用文献④⑤]および学習者同士の対話について言及した研究業績[引用文献⑥]で示した研究結果は、開発する支援環境に関する検討を行うためのデータとして利用することができる。以上から、対話に注目した協調学習支援システムを開発することが可能と考え、本研究の着想に至った。

## <引用文献>

- ① 林佑樹, 小尻智子, 渡辺豊英: 貢献への気づきを反映した議論支援インターフェース, 情報処理学会論文誌, Vol. 53, No. 4, pp. 1461-1471, 2012.
- ② Mamoun Nawahdah and Tomoo Inoue: Motion Adaptive Orientation Adjustment of a Virtual Teacher to Support Physical Task Learning, Journal of Information Processing, Vol. 20, No. 1, pp. 277-286, 2012.
- ③ 古井貞熙: 音声認識技術の実用化への取り組み, 情報処理, Vol. 51, No. 11, pp. 1387-1393, 2010.
- ④ 平井佑樹, 樫山淳雄, 井上智雄: 学習者による作問に基づく学習支援システムの分散非同期環境への適用とその効果, 教育システム情報学会論文誌, Vol. 27, No. 1, pp. 62-73, 2010.
- ⑤ 平井佑樹, 樫山淳雄: 作問に基づく協調学習支援システムとその分散非同期学習環境への適用, 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 10, pp. 3341-3353, 2008.
- ⑥ 平井佑樹, 井上智雄: ペアプログラミング学習における状態の推定—つまずきの解決の成功と失敗に見られる会話の違い, 情報処理学会論文誌, Vol. 53, No. 1, pp. 72-80, 2012.

## 2. 研究の目的

仲間とともに問題解決や学習を行う「協調学習」は、近年の学校教育で行われる学習方法の1つであり、協調学習による豊富な学習効果は教育分野において古くから認識されている。協調学習では、同一の課題について学習者同士が意見交換や合意形成等を繰り返す。それらをスムーズに行うための支援環境が多く開発されている。

しかし、協調学習では重要な要素であるはずの学習者同士のやり取り、特に「学習者同士の対話状況」をトリガとする支援環境は開発されておらず、既存の支援環境では協調学習支援が十分できていない。本研究では、「学習者同士の対話状況に注目した協調学習支援システム」を開発し、効果的に協調学習を支援することを実現する。

## 3. 研究の方法

### (1) 協調学習支援システムの開発

初年度の研究目的は「学習者の対話をトリガとする協調学習支援システムを開発すること」とした。そのための研究として、初年度は大きく3点の研究を行った。

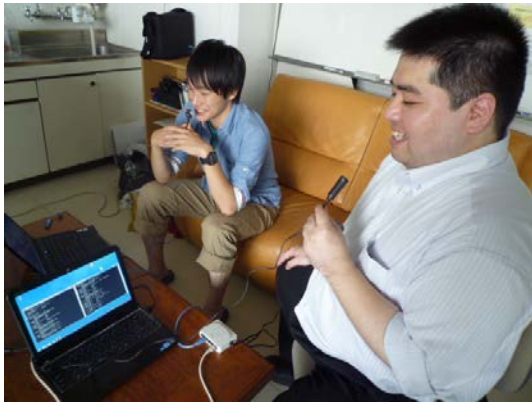


図1 2者間協調学習支援システム



図2 3者間協調学習支援システム

1 点目は、コンピュータによる学習支援の効果を調査したことである（高山ら，2013；Ishikawa ら，2013；Aoki ら，2014）。本研究では、システムが与えた問題に対する学習者の解答状況からその学習者の理解度を推定し、個々の学習者の学習状況に応じて段階的に学習支援できるシステムを開発した。また、教科書・参考書等の紙媒体を用いる従来の学習と、コンピュータを用いる学習を比較し、後者の方がより良い学習効果が得られることを明らかにした。

2 点目は、実際の教育現場におけるコンピュータ利用の影響を調査したことである。

（木下ら，2013；木下ら，2014；Onda ら，2014）。次年度の研究目標は、開発したシステムを実際の学習場面に適用し、システムが学習を支援できているかどうかに関して評価することである。そのため、実際の教育現場において、コンピュータを利用した教育が学習に与える影響について調査した。その結果、教室における従来の教育と比較し、コンピュータを利用する教育が、教育者や学習者それぞれに対して、より良い教育・学習効果が得られることを明らかにした。

3 点目は、上記 2 つの知見を活かし、学習者の対話をトリガとする協調学習支援システムを開発したことである（隠田ら，2013；平井ら，2014）。本研究では、2 者（図 1）ま

たは 3 者間（図 2）が対面して協調的に学習する場面を想定し、学習者同士の対話状況をトリガとして学習を支援するシステムを開発した。具体的には、音声認識システム Julius や Arduino を用いて、個々の学習者が長時間連続して発話している状況を抑制することや、個々の学習者の発話スピードが速すぎる状況を抑制すること等ができるシステムを開発した。

## (2) 開発したシステムの評価

初年度に開発したシステムを実際の協調学習場面に適用し、システムが協調学習を支援できているかどうかについて評価を行った。さらに、初年度に引き続き、コンピュータによる学習支援の効果の調査、実際の教育現場におけるコンピュータ利用の影響調査を実施し、協調学習支援システムの開発（改良）に活かした。

## 4. 研究成果

既存の会話支援システムには、(1) 参加者が他参加者ではなく支援専用ディスプレイを注視してしまう可能性があること、(2) 個々の参加者への支援内容が全体に伝わる仕組みになっていること、の 2 点を問題とし、それを解決するための協調学習支援システムを開発した。

既存研究の支援手法と本研究の支援手法を比較するための実験を行った。その結果、既存の支援手法、本研究の支援手法は、支援がない場合よりも発話数が多い傾向があった。また、既存の支援手法における平均発話時間は、本研究の支援手法や支援をしない場合のそれよりも有意に短かった。さらに、既存の支援手法における同時発話率は、本研究の支援手法や支援をしない場合よりも大きい傾向があった。参加者への支援方法の違いは、これらの結果の原因となっている可能性が高い。以上の議論により、本支援システムが効果的な協調学習支援を達成できた可能性が高い。

今後は、会話支援方法や支援対象についてさらに検討を行ってシステムを改善し、本支援システムを有効に活用できる会話場面について検討を行う予定である。

## 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 0 件）

〔学会発表〕（計 13 件）

① 平井佑樹，金子敬一：中学生を対象とした三角形合同・相似証明支援システムにおける証明記述フォームの検討，電子情報通信学会教育工学研究会，2015 年 3 月 14 日，四国大学交流プラザ，徳島

② QUANG THANG NGUYEN，平井佑樹，金

- 金子敬一: A Learning System to Assist Vietnamese Learners in Japanese Language Learning, 電子情報通信学会総合大会 ISS 特別企画「学生ポスターセッション」, 2015 年 3 月 10 日, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス, 滋賀
- ③ Toru Takayama, Yuki Hirai, and Keiichi Kaneko: An Interactive Circuit Creation System to Study Relationship among Current, Voltage, and Resistance, 2014 International Conference on e-Commerce, e-Administration, e-Society, e-Education, and e-Technology (e-CASE & e-Tech 2014), 2014 年 11 月 14 日, 明治大学駿河キャンパス, 東京
- ④ Mohammad Nehal Hasnine, Yuki Hirai, and Keiichi Kaneko: A Vocabulary Learning System by On-demand Creation of Multi-linguistic Materials based on Appropriate Images, 2014 International Conference on e-Commerce, e-Administration, e-Society, e-Education, and e-Technology (e-CASE & e-Tech 2014), 2014 年 11 月 14 日, 明治大学駿河キャンパス, 東京
- ⑤ 川崎雄登, 平井佑樹, 金子敬一: プログラミング学習のための可視化対話環境, 情報処理学会情報教育シンポジウム SSS2014, 2014 年 8 月 25 日, ホテルオリビアン小豆島, 香川
- ⑥ Katsuhiko Aoki, Yuki Hirai, and Keiichi Kaneko: A Dynamics Learning System Based on Scaffolding Approach, The Eden 2014 Annual Conference (EDEN2014), 2014 年 6 月 10 日, The Hypo Centre business building, Zagreb, Croatia
- ⑦ Ryosuke Onda, Yuki Hirai, and Keiichi Kaneko: Development of a Learning System for Proving the Congruence of Two Triangles by Support 'Backward Chaining', The 3rd ICT International Student Project Conference (ICT-ISPC 2014), 2014 年 3 月 27 日, Salaya Campus, Mahidol University, Nakhon Pathon, Thailand
- ⑧ 平井佑樹, 佐山裕一, 三澤大地, 金子敬一: Arduino を用いた会話支援システムの試作, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービス第 91 回研究会, 2014 年 3 月 15 日, 明治大学中野キャンパス, 中野, 東京
- ⑨ 木下彩, 今野翔太郎, 樫山淳雄, 平井佑樹: 児童・生徒に対する気づきの収集・共有・活用支援システムの開発, 情報処理学会コンピュータと教育第 124 回研究会, 2014 年 3 月 14 日, 東京学芸大学, 小金井, 東京
- ⑩ 高山透, 平井佑樹, 金子敬一: 対話型回路作成による電流・電圧・抵抗の関係学習システムの提案, 情報処理学会情報教育シンポジウム SSS2013, 2013 年 8 月 18 日~20 日, 休暇村岩手網張温泉, 雫石, 岩手
- ⑪ 木下彩, 今野翔太郎, 樫山淳雄, 平井佑樹: 児童・生徒に対する気づきの収集・共有活用支援システムの提案, 情報処理学会情報教育シンポジウム SSS2013, 2013 年 8 月 18 日~20 日, 休暇村岩手網張温泉, 雫石, 岩手
- ⑫ 隠田亮介, 真貝晃平, 多田千里, 明神学, 平井佑樹, 金子敬一: 2 者間におけるコミュニケーションデータを利用した会話支援システムの試作, 情報処理学会情報教育シンポジウム SSS2013, 2013 年 8 月 18 日~20 日, 休暇村岩手網張温泉, 雫石, 岩手
- ⑬ Yuki Ishikawa, Yuki Hirai, and Keiichi Kaneko: A Support System for Probability Learning based on Scaffolding Approach, The 35th International Conference on Information Technology Interfaces (ITI2013), 2013 年 6 月 24 日~27 日, Hotel Croatia, Cavtat, Croatia

[その他]

ホームページ等

<http://www.tuat.ac.jp/~yhirai/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

平井 佑樹 (HIRAI, Yuki)

東京農工大学・大学院工学研究院・助教

研究者番号: 80640945