

| | |
|---------------|--|
| 氏 名 | しんいけ かずひろ 新池 一弘 |
| 学位(専攻分野) | 博 士 (学 術) |
| 学 位 記 番 号 | 博 甲 第 3 0 2 号 |
| 学 位 授 与 の 日 付 | 平成 15 年 3 月 25 日 |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学位規程第 3 条第 3 項該当 |
| 研 究 科 ・ 専 攻 | 工芸科学研究科 情報・生産科学専攻 |
| 学 位 论 文 題 目 | 共同学習における学習効果を向上させるシステム工学的アプローチ (主査) |
| 審 査 委 員 | 教 授 三宮 信夫 教 授 大住 晃 教 授 森 武宏 |

論文内容の要旨

本論文は、システム工学的手法を適用し、教育現場での共同学習の学習効果を向上させるいくつかの方策を提案することを目的としている。学習者の適性能力の検査および実際に学習問題を解く実験から得られた実験値を用いて、学習問題の正答率を予測する数学的モデルを構築している。また、そのモデルを用いたシミュレーション結果より、ペア共同学習における学習効果を可能な限り向上させるペアグループの組合せ条件を考察している。

本論文は 8 章で構成されている。第 1 章は序論であり、本研究の背景、目的および意義が述べられている。第 2 章では、これまでに得られている共同学習に関する知見と従来の研究の概要について述べている。

第 3 章では、学習者の発話データを収集する方法および発話データから問題解決に重要な発話文章を抽出する方法を提案している。従来から行われているビデオ画像データから発話分析を行うときには、何度もテープを再生しなければならず、発話の文書化に時間がかかったが、本論文で提案した手法により発話分析の時間を軽減することができ、また重要発話文章を抽出することが可能となった。

第 4 章では、学習者が単独で問題を解くときの問題正答率を予測するニューラルネットワークモデル (NN モデル) および、ペア共同学習における問題正答率を予測する NN モデルを提案している。その結果によれば、モデルから得られた学習問題の予測値と実際の実験値との間には高い相関が認められた。これより、学習効果を予測する NN モデルの妥当性を示すことができ、さらに予測結果を分析することにより、ペア共同学習において協調性の高い学習者間に協調行動が創発することがわかった。

第 5 章では、局所探索法を適用し、共同学習において学習者の学習到達度を極力向上させるペアの組合せ決定手法を提案している。その結果、ペアグループ全体が 70% 以上の予測正答率を示すようなペアを構成することができた。また、局所探索法で得られたペアの組合せが、教育現場での経験にかなったものであることがわかり、ペアの組合せ決定法に有効であることが示された。

第 6 章では、カリキュラム変更による授業時間数の減少が学力低下におよぼす影響について、

NN モデルを適用して検証している。これより、学習者が実際には学習することができない旧カリキュラムで学習したならば得るであろう学習問題の正答率を予測することで、カリキュラムの変更が学習効果におよぼす影響を定量的に分析することができた。

第 7 章では、ペア共同学習者を同質ペアおよび異質ペアと呼ばれる 2 つのタイプに分類し、学習効果が向上するペアの組合せ条件をシミュレーション結果と実験値を用いて検討している。その結果、教育現場において 1 学級の生徒をペアグループに組分けする場合、同質ペアと異質ペアが混在するほうが学級全体の学習効果が向上することがわかった。また、異質ペアは同質ペアよりも協調性が高いこともわかった。これより、ペア学習者の組合せ条件は、学習問題の理解度を向上させるのに大変有効であることが示された。

第 8 章は、全体のまとめと今後の検討課題が述べられている。

論文審査の結果の要旨

本研究は、システム工学的手法を適用し、教育現場でのペア共同学習に対する学習効果を向上させるペア学習者の組合せ条件を提案した。従来の共同学習に関する研究は、実際に学習問題を設定し実験対象者の学習過程を観察することにより行われている。しかし、この方法では一度実験対象者として学習問題を解いた人を、同一問題でもう一度実験対象者に選ぶことはできないので、実験から得られるデータの数は制限される。しかし、この実験観察から得られるデータを基に、システム工学的手法を適用して学習効果を予測する数学モデルを構築することが可能となれば、計算機を用いたシミュレーションにより多くのデータを得ることができる。そして、シミュレーション結果から共同学習に関する様々な知見を得ることができると考えられる。

申請者は、現在工業高等学校の教諭であり、これまでの経験と学習現場から得られるデータを基にし、本学博士後期課程在学中に修得した種々のシステム工学的手法を駆使して、上に述べた教育現場の問題解決に成果を挙げた。すなわち、ニューラルネットワークの汎化能力に着目して、学習問題の正答率を予測するモデルを構築した。また、このモデルと改善された局所探索法を用いて、共同学習における最適なペアグループの組合せ決定方法を提案した。さらに、申請はこの方法の有効性を検証するとともに、カリキュラム変更による授業時間数の減少が学力低下におよぼす影響を、この予測モデルを用いて定量的に分析した。

また、ペア共同学習において学習効果を向上させるペアの組合せ条件を検討するために、学習者の適性能力を分析して潜在的能力指標を定義し、その違いを表す非類似度によりペア共同学習者を同質ペアおよび異質ペアという 2 つのタイプに分類した。そして、この概念を用いて学習効果が向上するペアの組合せ条件を導いた。

教育現場の授業において、生徒間および生徒と教師間の多様な相互作用により、新たな知識が構成される。教師は授業にペア共同学習を導入することで、今まで自らが積み上げてきた知識やスキルを生徒に提示し、生徒がより一層主体的に学習できる指導法を構築することができる。このとき、本研究の提案手法は、それを実現するための計算機援用技術を、これまでにはない新しい考え方と方法で具体的に提示したものであり、高く評価できる。

なお、本論文の内容は、以下の 6 編の学術論文として公表（公表予定 1 件を含む）されており、申請者がそのうち 5 編の筆頭著者である。

- (1) 新池一弘, 中峯浩, 桐田襄一: 2 人学習によるプリント配線基板設計課題の正答率を予測するニューラルネットワーク, 日本産業技術教育学会誌, Vol. 43, No.2, pp.85-92, 2001
- (2) 新池一弘, 中峯浩, 三宮信夫: ニューラルネットワークおよび局所探索法を用いた共同

- (3) 新池一弘, 守屋知美, 中峯浩, 三宮信夫 : チャット文から問題解決に重要な発話を抽出するシステム, 教育システム情報学会誌, Vol. 19, No.4, pp.224-229, 2002
- (4) 新池一弘, 中峯浩, 三宮信夫 : 電子回路設計におけるカリキュラム変更による学力低下の一検証, 教育システム情報学会誌, Vol. 20, No.3, 2003 (掲載予定)
- (5) Shin-ike, K., Nakamine, H. and Sannomiya, N. : A Method for Development of Paired Collaborative Learning in a Technical High School, Proc. of the 2002 American Society for Engineering Education Annual Conference, Session No. 2793, 2002
- (6) Nakamine, H., Shin-ike, K. and Sannomiya, N. : Analysis of Combination Types in Paired Collaborative Learning by Using a Self-Organizing Neural Network, Proc. of the 6th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics, pp. 202-207, 2002