

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月 7日現在

機関番号：53203

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500955

研究課題名（和文） プログラミング協調学習環境の開発とブレンディッド授業の展開に関する研究

研究課題名（英文） Development of Collaborative Programming Learning Environment and a Study of Blended Instruction

研究代表者

新開 純子（SHINKAI JUNKO）

富山高等専門学校・電子情報工学科・教授

研究者番号：60179067

研究成果の概要（和文）：

本研究の目的は、一斉授業を基本としたプログラミング教育の学習効果を高めるために、協調的作問環境を開発し、一斉授業、eラーニングによる個別学習、相互評価を行う協調学習、協調的作問環境を活用した作問活動をブレンドした授業の効果を明らかにすることである。

3ヶ年の研究期間において、本研究の基盤となる学習者が作問して相互評価を行うことができる協調的作問環境を開発した。さらに、その環境を活用したブレンド型授業を実践して、その効果を検証した。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study is to clarify an effect of the four blended instructions to enhance a learning effect of programming instruction based on teaching in class through developing collaborative programming learning environment to perform collaborative learning.

During the three study years, collaborative programming learning environment, the base of this study was developed for interactive evaluation by learners making questions by themselves. Lastly, effectiveness was inspected after conducting blended instructions utilizing collaborative programming learning environment developed in this study.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
2012年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：教育工学

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学，教育工学

キーワード：プログラミング教育，ブレンド型授業，eラーニング，協調学習，作問

## 1. 研究開始当初の背景

情報系学科におけるプログラミング教育の目標は、コンピュータによる問題解決能力の育成である。コンピュータによる問題解決

能力は2つの能力からなる。1つ目は、与えられた問題を分析して、コンピュータで解決するためのアルゴリズムを組み立てる能力であり、2つ目はプログラミング言語を用い

てプログラムを作成して、その結果の正当性を確認する能力である。その2つの能力を育成するために、プログラミング教育では、プログラム言語の文法や書法の理解、アルゴリズム構築、プログラム構築の3つの教育内容を同時に進めている。さらに、学習者が試行錯誤を繰り返しながら課題を解決する演習を重視している。演習では、座学以上に学習者の進捗や学習意欲に個人差が生じるために、細やかな指導が必要とされる。学習者の進捗や学習意欲の個人差に応じた授業としては、個別指導や習熟度別指導が有効とされている。しかし、1名の教員が約40名の学習者のクラスを指導している現状では不可能である。また、アルゴリズムを作成することを苦手とする学習者が顕著化しているという現状に対して、アルゴリズムを組み立てる能力育成を重視するためにカリキュラム変更を行うことも困難である。

このようにプログラミング教育には、積み上げて教育を行う教育内容の量の多さだけでなく、教える側の限られた人的資源で学習者の進捗や学習意欲に個人差が生じやすい演習を重視しながら指導しなければならない難しさがある。そのため、現状の人的資源とカリキュラムで行う一斉授業を中心としたプログラミング教育において、プログラミング教育の目標である2つの能力を育成する効果的な指導方法が求められている。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、一斉授業を基本としたプログラミング教育の学習効果を高めるために、協調的作問環境を開発し、一斉授業、eラーニングによる個別学習、学習者同士が評価する協調学習、協調的作問環境を活用した作問活動をブレンドした授業の設計・実践をおこなって、その教育効果を明らかにすることである。図1に本研究で行うプログラミング教育のブレンド型授業と協調的作問環境の関係を示す。

ブレンド型授業の基本となる一斉授業では、同一時間内に講義と演習を組合せた授業展開を行うために、学習ノート（例題、例題の解説、文法説明、確認問題、課題をまとめた教師が作成したテキスト）、学習者各自のノートパソコン、自作のアルゴリズム作成支援システムを活用して、プログラム作成までのプロセスを重視した指導を行う。また、同一単元（章）の学習内容は、教師主導の一斉授業、eラーニングによる個別学習、学習者同士の相互評価活動や作問活動を行う協調学習などをブレンドして行い、次の単元（章）へ進む積み上げ学習を行う。

## 3. 研究の方法

本研究では、オープンソースの

LMS(Learning Management System)であるMoodleを基盤としたeラーニングシステムに、学習者が作問活動をするための協調的作問環境を開発・追加する。さらに、プログラミング教育の学習効果を高めるために、協調的作問環境を活用したブレンド型授業を提案し、実践してその効果を明らかにする。具体的に次の内容について研究する。

- (1) 授業のシナリオとなる学習ノート、ノートパソコン、理解度を把握するための質問カードを活用した一斉授業を中心に、eラーニングによる個別学習、学習者同士が相互評価を行う協調学習などを組み合わせたブレンド型授業を提案・実践して、その学習効果を明らかにする。
- (2) Moodleを基盤としたeラーニングシステムに、学習者が作問して、学習者同士が評価する協調的作問環境モジュールを開発して、Moodleに追加する。
- (3) これまでのブレンド型授業に、開発した協調的作問環境を活用した作問活動を組み入れた授業を設計・実践して、その学習効果を明らかにする。

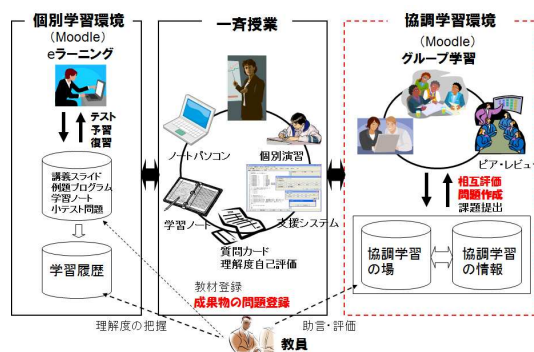


図1 ブレンド型授業と協調的作問環境の関係

## 4. 研究成果

3ヶ年の研究期間において、以下の研究成果を得た。

### (1) ブレンド型授業によるプログラミング教育の効果

ブレンド型授業の構成を図2に示す。学習ノート、ノートパソコン、自作のアルゴリズム作成支援システムを活用した一斉授業とeラーニングによる個別学習、学習者同士が相互評価を行う協調学習をブレンドした授業を実践した。実践後のプログラミングの力と意識のアンケート調査結果や試験の結果等より、次のことが分かった。

- ① 事前と事後の学習者の主観によるプログラミングの力と意識のアンケート調査より、ブレンド型授業はプログラミングに関する興味・関心と学習意欲を高めることがわかった。
- ② プログラミングの力と意識の向上に役立つ活動調査より、eラーニングの小テ

ストはC言語の文法知識の向上に役立ち、学習者同士による相互評価活動は他者の作成したプログラムを読む力の向上に役立つと学習者が思っていることがわかった。

- ③ プログラミングの力と意識の向上に役立つ活動調査より、自作のアルゴリズム作成支援システムは、アルゴリズム作成に関する力の向上に役立つと学習者が思っていることがわかった。
- ④ 試験の得点比較により、eラーニングはプログラミングの力と知識を高め、定着率を高めることがわかった。

これにより、プログラミング教育において、アルゴリズムを組み立てる能力を育成し、プログラム言語でプログラムを作成する能力も一緒に育成するために、eラーニングでプログラミングの力と知識の定着を図りながら、アルゴリズム作成支援システムを用いてアルゴリズムを構築する力や協調学習によるプログラムを読む力を育成するブレンド型授業が有効であるといえる。

さらに、本研究で行ったブレンド型授業で活用した各メディアの学習効果は、表1のように明らかになった。

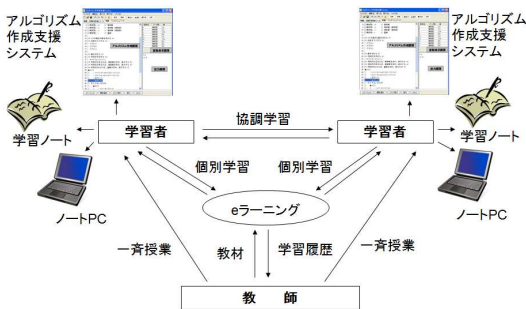


図2 ブレンド型授業の構成

表1 ブレンド型授業の活用メディア

メディア	活用目的	学習効果
学習ノート	プログラム作成までのプロセスを重視した指導と授業のシナリオ	①C言語の文法知識の向上
ノートパソコン	講義と演習の同一時間内での展開	①コンピュータに関する興味・関心の向上
アルゴリズム作成支援システム	アルゴリズム作成までのプロセスの強化	①アルゴリズムを考える力の向上 ②基本アルゴリズムの知識の向上
eラーニング	学習者の自主的学習による理解度の向上と理解度の把握	①C言語の文法知識の向上 ②基本アルゴリズムの知識の向上
協調学習	学習同士の教え合いと相互評価による良いプログラム作成能力の向上	①他の人のプログラムを読む力の向上 ②良いプログラムを目指して改善する力の向上
リフレクション	学習者の理解度の把握と学習者とのコミュニケーション	①相手に質問する力の向上 ②学習者の理解度を把握する手段

### (2) 協調的学習環境の開発

Moodle の標準活動モジュールである小テストモジュールは、教師権限のユーザのみが問題作成用タグを用いて問題を作成して、問題バンクに登録することができる。そこで本

研究では、学習者が問題作成用タグを意識することなく空欄補充選択式問題を作成して、学習者同士がその問題を評価する協調的作問環境を開発した。協調的作問環境は、PHP5、MySQL5、Apache2が動作するLinuxサーバ上のMoodle1.9上で稼働する。

図3は開発したMoodle上で稼働する協調的作問環境のUML(Unified Modeling Language)によるユースケース図である。協調的作問環境は、学習者による問題作成機能、学習者による相互評価機能、教師による問題登録機能の3つの機能をもつ。各機能を以下に示す。

#### ① 学習者による問題作成機能

学習者はMoodleの問題作成用タグを意識することなく、問題文、選択肢、誤答に対する助言文等を入力して、空欄補充選択式問題を作成する。作成された問題は、自動的にMoodle XMLフォーマットに書き換えられ、作問バンクに登録することができる。

#### ② 学習者による相互評価機能

学習者は教師が作成した評価項目について、他者が作成した問題を閲覧・評価をすることができる。評価された学習者は、問題作成機能を用いて、より良い問題に改善することができる。

#### ③ 教師による問題登録機能

教師は作問バンクに登録された問題を、Moodleの小テストモジュールの問題バンクに登録することができる。これにより、学習者が作成した問題をMoodleの小テストモジュールで活用することができる。

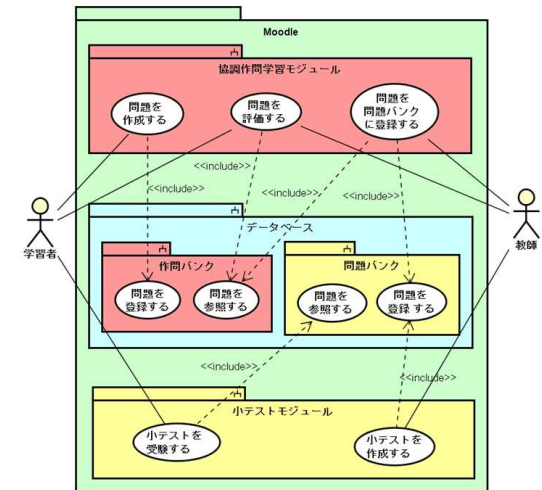


図3 協調的作問環境のユースケース図

### (3) 協調的作問環境を活用したブレンド型授業の効果

協調的作問環境を活用した作問活動をさらにブレンドした授業を設計・実践した。作問活動をブレンドした授業の実践後の意識のアンケート調査や試験の結果等より、次のことがわかった。

- ① 作問が難しいと学習者は思っていることがわかった。また、誤答の選択肢に対する助言を考えることは難しいと学習者は思っていることもわかった。
- ② 作問や他者の作成した問題を解くことは、学習内容の理解度を向上させ、知識を定着させると学習者が思っていることがわかった。
- ③ 学習者の成績上位群は、学習の重要な個所を意識して作問し、誤答の選択肢に対する助言を考えることは、学習内容の理解度を向上させると思っていることがわかった。
- ④ 学習者の成績下位群は、他者の作成した問題を解くことは学習意欲を向上させ、評価することは理解度を向上させると思っていることがわかった。
- ⑤ 作問活動をブレンドしない年度と作問活動をブレンドした年度で 13 問の同じ問題を出題した結果、13 問全体の平均について有意差が認められ、作問活動をした年度の方がわずかに高いことがわかった。

これにより、学習ノート、ノートパソコン、自作のアルゴリズム作成支援システムを活用した一斉授業と e ラーニングによる個別学習、学習者同士が相互評価を行う協調学習にさらに作問活動をブレンドした授業は、プログラミングの知識の向上にわずかに有効であり、学習内容の理解度と知識の定着に役立つと学習者が思っていることがわかった。

今後は、アンケート調査で指摘された協調的作問環境の問題点を改善して、使いやすさの向上を図りたい。また、作問活動の前に学習内容のポイントを整理する作業を行わせるなどによって、作問を難しいと感じることを減らす方法を検討したい。

#### 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 12 件)

(査読付き学術論文)

- ① 新開純子, 宮地功: 手作業による体験的アルゴリズム学習の実践, 日本教育工学会論文誌, Vol. 35, Suppl., pp. 129-132(2011). [査読有]
- ② 新開純子, 宮地功: ブレンド型授業によるプログラミング教育の効果, 教育システム情報学会, Vol. 28, No. 2, pp. 151-162(2011). [査読有]
- ③ Miyaji, I.: An Examination of the Effects of Group Learning on Knowledge Engineering to Conceive of a Study Support System, International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in

Education, UK, Vol. 2, Issue 1, pp. 285-293(2011). [査読有]

- ④ 宮地功: 学習指導案と相互評価を取り入れた情報科教育法のブレンド型授業の効果, 日本情報科教育学会誌, Vol. 4, No. 1, pp. 11-19(2011). [査読有]

(査読付き国際会議)

- ⑤ Shinkai, J., Hayase, Y. & Miyaji, I.: Conducting Programming Education Using Collaborative Question-posing Environments, Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2013, pp. 4742-4747(2013). [査読有] New Orleans, USA
- ⑥ Hayase, Y., Kawata, S.: A Middleware for Problem Solving Environment Using Cooperation of Web Based Agents: WAPSH, Proceedings of ICCCT2012, pp. 1466-1471(2012). [査読有] Soul, Korea
- ⑦ Shinkai, J. & Miyaji, I.: Practice and Effects of Algorithm Education through Manual Procedures, Proceedings of The 19th International Conference on Computers in Education, ICCE 2011, pp. 647-651(2011). [査読有] Chiang Mai, Thailand
- ⑧ Miyaji, I.: Effects of Creating Digital Storytelling by Three Kinds of Themes, Proceedings of the 19th International Conference on Computers in Education, ICCE 2011, KONG, S. C., et al. (Eds.), pp. 531-538(2011). [査読有] Chiang Mai, Thailand
- ⑨ Shinkai, J. & Miyaji, I.: The Effects of Blended Learning Utilizing the Learning Support System and E-Learning in C Programming Education, Proceedings of Global Learn Asia Pacific 2011, pp. 1886-1893(2011). [査読有] Melbourne, Australia
- ⑩ Miyaji, I.: Peer assessment and characteristic of groups in the practice a study support system is conceived of through group learning, Proceedings of Hawaii International Conference on Education, pp. 4394-4401(2011). [査読有] Honolulu, USA
- ⑪ Shinkai, J. & Miyaji, I.: Effects of Introductory Programming Education with the Programming Learning Support System., Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference

2010, pp. 2381-2385(2010). [査読有]  
San Diego, USA

- ⑫ Miyaji, I. : The practice and effect of group learning which conceives of a study support system, LICE2010, London International Conference on Education, pp. 101-106(2010). [査読有] London, England

[学会発表] (計 8件)

- ① 新開 純子, 早勢 欣和, 宮地 功 : 協調的作問環境を活用したプログラミング教育の試み, 電子情報通信学会教育工学研究会 ET2010-42 (2012. 2. 29). 岡山理科大学
- ② 新開純子, 早勢欣和, 宮地功 : Moodleを基盤とした学習者による協調的作問環境の開発, 教育システム情報学会第37回全国大会(2012. 8. 24). 千葉工業大学
- ③ 新開純子, 宮地功 : 手作業によるアルゴリズム教育の実践, 教育システム情報学会研究会 (2011. 3. 19). 九州工業大学
- ④ 早勢欣和, 新開純子 : 学習者による作問に基づく協調学習環境のための Moodleモジュールの試作, 大学 ICT 推進協議会 2011 年度年次大会(2011. 12. 9). 福岡国際会議場
- ⑤ 宮地功, 吉田幸二 : 「コンピュータの歴史」のブレンド型授業における用語認知度の変容, 日本科学教育学会中国支部シンポジウム「eラーニングからブレンディッドラーニングへ Part3」(2011. 12. 10). 岡山理科大学
- ⑥ 新開純子, 早勢欣和, 宮地功 : Moodleにおけるプログラム穴埋め問題の生成と活用に関する検討, 電子情報通信学会教育工学研究会 ET2010-42 (2010. 10. 30). 岡山理科大学
- ⑦ 新開純子, 宮地功 : 学習支援システムとeラーニングをブレンドしたプログラミング教育, 日本教育工学会第26回全国大会(2010. 9. 20). 金城学院大学
- ⑧ 宮地功, 吉田幸二 : 課題作成と評価活動を取り入れた情報科教育法のブレンド型授業の効果, 日本科学教育学会中国支部シンポジウム「eラーニングからブレンディッドラーニングへ Part2」(2010. 12. 11). 岡山理科大学

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

新開 純子 (SHINKAI JUNKO)  
富山高等専門学校・電子情報工学科・教授  
研究者番号 : 60179067

### (2) 研究分担者

宮地 功 (MIYAJI ISAO)

岡山理科大学・総合情報学部・教授  
研究者番号 : 30043722

早勢 欣和 (HAYASE YOSHIKAZU)  
富山高等専門学校・電子情報工学科・准教授  
研究者番号 : 60238144