

平成 21 年 5 月 10 日現在

研究種目：基盤研究（C）
研究期間：2007～2008
課題番号：19500764
研究課題名（和文） 工学部における創造性教育の評価フレームワークの構築
研究課題名（英文） Construction of evaluation framework of creativity education in Department of Engineering
研究代表者 鈴木 裕利（SUZUKI YURI） 中部大学・工学部・准教授 研究者番号：20340200

研究成果の概要：本研究では「創造性教育における学習者の評価」を適切かつ効率的に行うために、(1)プログラミングに関する創造性、(2)グループワークに関する創造性評価フレームワークを提案し、実践を通してその有効性を評価した。その結果、工学教育における学習者のモデリングスキルやコラボレーションスキルといった、「考えたアイデアを話し合いながら実現していく」創造活動に関与するスキルの評価に関する有効性が確認された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2008年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学（科学教育）

キーワード：工学教育

1. 研究開始当初の背景

近年、大学や高専などの工学教育では、学習者の創造的な態度を育成することを目的とする授業実践が盛んに実施されている。その代表的なアプローチは、ロボットコンテストに代表される、「ものづくり」の体験を通して創造性を育成するプロジェクト形式の授業実践である。具体的には、丘等による、「LEGO マインドストームを利用するものづくり教育の試み」：九州産業大学工学部研究報告(2004)、大山等による「Lego Mindstorms を利用した創造的ものづくり教育とその効果」：工学教育(2004)、人工知能学会編による、「特集 MindStorms と高等教育」：人工知能学会誌(2006)等に報告されている。

そこで、我々はこのような社会的要請に対して、「より効果的な学習環境を構築するこ

と」を目的とした検討を行ってきた。そのアプローチの特徴は2点にまとめられる。第1には、心理学的知見を適用し、リフレクションシートを作成するという活動を導入した点である。このリフレクションと呼ばれる活動は、創造活動を体得するための学習支援として、メタ認知的スキルの学習を促進すると報告されている(石井等、「プロセスの自己省察を軸とした創造性教育」：人工知能学会論文誌(2004))。また、第2のアプローチは、学習者の創造活動を支援するためのシステムを開発したことである。学習者の活動や成果物等の多様な情報を、一元化し記録・管理が可能なアーカイブシステムを構築し、授業に導入している。

以上の2つのアプローチに基づいて授業を設計し、実施・評価・改善を行った。この取り組みは、2005年度から「工学教育における

創造性の育成を目的とした学習環境の構築」
として、文部科学省科学研究費補助金基盤研究(C)(No.17500659)の援助を受けた。そして、その有効性が確認され、” Designing effective learning environments for creativity ” : WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education, (2006), を含めて、3件の国際会議と2件の国内の学会において報告を行った。

2. 研究の目的

本研究では「工学部の創造性教育における学習者の評価」を適切かつ効率的に行うためのフレームワークを構築し、実践を通してその有効性を評価することを目的とした。

前述したように、これまでの取り組みによって、「創造性の育成における、より効果的な学習環境の構築」という目的に対して、一定の成果をあげることができた。しかし、この取り組みを通して、「創造性教育における学習者の評価」に関するさらなる課題が明らかになった。

一つは、「プログラミングにおける創造性の評価」である。我々はこれまで、プログラミング教育の一環として創造性教育の実践を行ってきた。その結果、創造活動に対する意識や態度、アイデアの発想力といった、創造活動における「考え方」において、学習者のスキルの向上が確認されたが、学習者のプログラミングスキルに関しては、基礎知識（アルゴリズムの記述、関数の利用など）の学習を確認するに留まっている。この点について、今後はプログラミングにおける創造性、とくに「考えたアイデアをプログラムという実行可能な形式で表現する」「状況に応じてプログラムを柔軟に改良する」スキルについて詳細な評価を行っていくことが必要であると考えた。そこで本研究では、創造活動としてのプログラミングスキルを評価するためのモデルを作成し、客観的かつ自動的に評価を行うことのできるシステムの開発を目指した。

もう一つの課題は、「創造活動におけるコラボレーションスキルの評価」である。これまで、我々の研究も含め、多くの研究が個人の創造性を評価対象としてきた。しかし、現実の場面においては、グループで創造活動を遂行する場面も多く、メンバーとのコラボレーションの中で創造性を発揮することが求められている。そこで、本研究では、協同で創造活動を行う際に重要となる知識・スキルの学習に着目した。具体的には、学習者の協同プロセスの特徴を記録・分析し、客観的な評価基準を設定して、これまでの協同に関する先行研究の知見に基づいて、学習者の協同を支援する学習環境のデザインを目指した。

以上の二つの点を踏まえて、本研究の目的

を設定した。

3. 研究の方法

(1) 研究遂行のモデル

本研究は、「工学部における創造性教育の評価フレームワークの構築」を目的とした。本フレームワークは、工学的アプローチに基づくプログラミングにおける創造性の評価と、認知科学的アプローチに基づく創造活動におけるコラボレーションスキルの評価を中心に構成され、創造性教育における学習者の活動を効率よく適切に評価を行うための環境を提供する。また、本フレームワークでは典型的なマネジメントサイクルである PDCA を導入し、学習者の活動や本研究の遂行のモデルとして活用する(図1参照)。

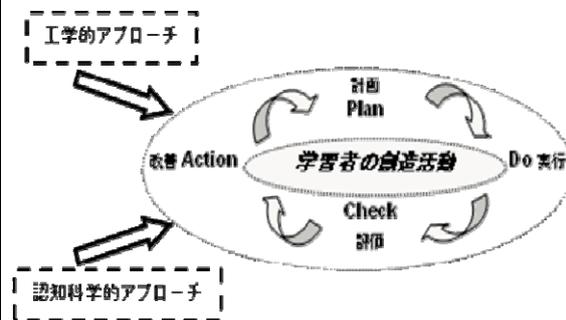


図1 本研究のアプローチ

具体的には、以下の手順での研究の遂行を計画した。

- I. プログラミングにおける創造性の評価
 - (1-1)プログラミングにおける創造性を評価するためのモデル作成 (2007年度前期)
 - (1-2)モデルに基づいた評価システムの開発 (2007年度前期)
 - (1-3)評価システムの導入・評価 (2007年度後期)
 - (1-4)評価システムの改善 (2008年度前期)
 - (1-5)改善したシステムの導入・評価 (2008年度後期)
- II. 創造活動におけるコラボレーションスキルの評価
 - (2-1)学習者の協同プロセスの記録・分析 (2007年度後期)
 - (2-2)創造活動における協同に関する評価基準の設定 (2008年度前期)
 - (2-3)協同を支援するための学習環境のデザイン (2008年度前期)
 - (2-4)新しい学習環境による創造性教育の実践・評価 (2008年度後期)

各手順の内容を PDCA サイクルに振り分けた内容を表 1 に示す。

表 1 本研究の手順

	I. プログラミングにおける創造性の評価				II. 創造活動におけるコラボレーションスキルの評価			
	2007年度		2008年度		2007年度		2008年度	
	前期	後期	前期	後期	前期	後期	前期	後期
P: 授業デザイン	(1-1)						(2-2)	
D: 授業の実践	(1-2)			(1-5)			(2-3)	
C: 評価		(1-3)		(1-5)		(2-1)		(2-4)
A: 改善			(1-4)					

(2) 2つのアプローチに基づく方法

以下では、研究の方法について、前述の 2つのアプローチに分けて説明する。

I. プログラミングにおける創造性の評価

(1-1)プログラミングにおける創造性を評価するためのモデルの作成

2006 年度までに実施されてきた中部大学情報工学科における「創成 II」の授業での実践の結果を分析し、認知心理学的アプローチに基づいたプログラミングにおける創造性、特に「考え、実現する力」を評価するモデルを提案した。この評価のために、我々は学習者の考えるアルゴリズムの変化に着目した。よって、学習者の表記したアルゴリズムのデータ化、および、アルゴリズムデータの分析を中心として行った。

(1-2)モデルに基づいた評価システムの開発

(1-1)で提案するモデルを実現するために必要な支援システムの構築を目指して、試作システムを作成した。システムの作成には、中部大学在学中の院生 1 名と学部生 1 名の協力を受けた。また、システムを運用するためのサーバ構築には、中部大学の教育技術員 1 名の協力を受けた。さらに、評価システムのテストのための試行実験には、実験補助要員の協力を得た。

(1-3)評価システムの導入・評価

上記評価モデルの導入のために授業のデザインを改善し、中部大学の創成科目「創成 B」の受講生（工学部 1 年生、約 100 名）に対して授業実践を行った。デザインの改善は、PAD ツールから UML へのアルゴリズム表記法の変更に対応するために必要となり、カリキュラムの変更を実施した。この授業デザインの改善作業には、実際に授業の担当者の 1

人となる中部大学教育技術員の協力を得た。授業実施後、導入した評価システムを用いて、授業実践で得られた学習者のデータに対する評価を実施した。

(1-4)評価システムの改善

2007 年度の評価システムの導入結果に基づいて、システムの改善を行い、改善システムの試行実験を行った。

(1-5)改善したシステムの導入・評価

(1-4)で改善された評価システムを 2008 年度後期の授業「創成 B」に導入し、評価を実施した。

II. 創造活動におけるコラボレーションスキルの評価

(2-1)学習者の協同プロセスの記録分析

2007 年度の後期の授業科目「創成 B」における学習者の活動についての記録を行った。本授業においては、2 名が 1 チームとなり、ロボットの作成とプログラミングを協同で行うようデザインされている。さらに、そこで記録された協同プロセスの分析を行い、学習者の協同プロセスの問題点を明らかにした。

(2-2)創造活動における協同に関する評価基準の設定

2007 年度に実施した、学習者の協同プロセスの分析によって示唆された問題点を改善することを目標として、学習者のコラボレーションスキルに関する具体的な学習目標を設定した。そして、学習目標の達成度を評価するための課題（プレ/ポストテスト）およびその評価基準を作成した。

(2-3)協同を支援するための学習環境のデザイン

(2-2)で設定した学習目標を達成するために、これまでの学習・教育心理学領域における「協同」に関する知見（認知スタイルに基づいたグルーピング、活動時のリーダーシップ・役割分担の設定など）を取り入れた学習環境をデザインした。

(2-4)新しい学習環境による創造性教育の実践・評価

2008 年度の後期の授業科目「創成 B」において、デザインした学習環境による実践を行った。そして、学習者の学習成果（コラボレーションスキルの学習達成度）、および 2007 年度の実践における学習者の協同プロセスとの比較を通して、学習環境の有効性を評価した。

以上の方法によって研究は行われた。研究体制については、研究代表者である鈴木裕利が、研究の全体企画と推進、及び I の評価システムの開発の責任者として従事した。また、研究協力者である藤吉弘亘が、I・II の授業実践、授業改善の責任者として従事した。そして、研究協力者である石井成郎が、II のモ

デルの作成，協同プロセスの分析の責任者として従事した。三者は，それぞれの責任者として従事したが，互いの進行に実質的に深く関わった。

4. 研究成果

研究成果について報告する。

(1) 2007 年度における成果

成果は以下の 3 点にまとめられる。

(1-1) プログラミングにおける創造性を評価するためのモデルの提案

UML をベースにして，プログラミング初心者の利用を前提とするプログラム設計書式を提案した。書式は機能仕様書，関連記述書，詳細仕様書の 3 種類から構成される。これにより，学習者の考えるアルゴリズムの変化がデータ化され，学習成果の評価の対象として活用が可能となった。

(1-2) 評価システムの導入・評価

上記提案書式を用いた授業の実践を，中部大学の創成科目「創成 B」の受講生（工学部 1 年生，約 100 名）を対象として実施した。本授業は，2 名が 1 チームとなり，ロボットの作成とプログラミングを協同で行うようデザインされ，全 15 コマ（週 1 コマ 135 分）で実施された。学習者はロボットを動かすためのプログラミングを提案書式に基づいて設計した後，コーディングをするよう教育を受けた。本授業の実施後，記入されたデータの比較分析を行った結果から，学習者のアルゴリズムの変化が客観的な数値で確認された。

(2-1) 学習者の協同プロセスの記録分析

創造活動におけるコラボレーションスキルの評価を目的として，前述した 2 名の協同作業で行われる科目「創成 B」における学習者の活動についての記録を行った。また，学習者の協同に関する意識にどのような変化があったかについて，本授業の受講前と受講後にイメージマッピングの作成とアンケートによる調査を実施した。

(2) 2008 年度における成果

成果は以下の 4 点にまとめられる。

(1-4) プログラミングにおける創造性の評価システムの改善

2007 年度に提案した創造性および学習成果を評価するためのプログラム設計書式についての評価，改善を行った。具体的には，2007 年度後期に提案書式を用いた授業（創成 B：1 年生対象科目）を実施して，その結果を分析した。また，新たに 3 年生を対象とする科目（ソフトウェア工学）の一部に提案書式を導入して，その効果を分析した。

以上の 2 つの試行から得られた分析結果に基づいて，提案書式とその評価方法についての改善を行った。具体的には，学生に提供する記録用紙の様式の改善と記録環境のデジタル化，そしてより詳細な評価観点の設定である。

(1-5) 改善したシステムの導入・評価

(1-4)において改善された評価システムを 2008 年度後期の授業（創成 B：1 年生対象科目）に導入して評価を実施した。そして，2007 年度の分析結果との比較から，評価システムの改善により，学習者の変化をより詳細かつ客観的に評価することが可能になったことが確認された。

(2-2) 創造活動におけるコラボレーションスキルの評価

2007 年度に実施した，学習者の協同プロセスの記録分析の結果に基づいて，学習者のコラボレーションスキルに関する学習目標を設定し，さらに学習目標の達成度を評価するための課題およびその評価基準を作成した。

具体的には，「問題解決スキル」「トラブル対処スキル」「コミュニケーションスキル」の 3 つを学習目標とし，各スキルを評価するための評価基準を作成した。また，協同のスタイルについても，「独立」「分業」「協同」の 3 つの観点に基づいた評価基準を作成した。

(2-3,4) 協同を支援するための学習環境のデザイン・新しい学習環境による創造性教育の実践・評価

2008 年度後期の授業（創成 B：1 年生対象科目）において，学習効果を高めるために，これまでの学習・教育心理学領域における「協同」に関する知見を取り入れた学習環境（アイデアの外化・評価の支援，役割分担の設定など）をデザインした。

本実践において，(2-2)で定めた基準に基づいて学習者のコラボレーションスキルの評価を行った。その結果，授業を通してグループワークにおけるコミュニケーションやトラブル対処に関するスキルが向上していることが確認された。

(3) 成果のまとめ

本研究では「創造性教育における学習者の評価」を適切かつ効率的に行うために，(1) プログラミングに関する創造性，(2) グループワークに関する創造性の評価フレームワークを提案し，実践を通してその有効性を評価した。その結果，工学教育における学習者のモデリングスキルやコラボレーションスキルといった，「考えたアイデアを話し合いながら実現していく」創造活動に関与するスキルの評価に関する有効性が確認された。

本研究の成果は，” Designing a programming course to foster creativity

using UML modeling template” : Proceedings of the First International Conference on Computer Supported Education (2009), および, 3 件の国内の学会において報告を行った.

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 14 件)

① Ishii, N., Nagao, Y., Suzuki, Y., Fujiyoshi, H., Fujii, T., Designing a programming course to foster creativity using UML modeling template, Proceedings of the First International Conference on Computer Supported Education, Vol.2, pp.104-109, 2009, 査読有

② 佐久間佐織、石井成郎、長谷川信子、小澤香奈恵、竹下美恵子、木村美智子、関連図作成支援ツールの授業への導入、愛知きわみ看護短期大学紀要、Vol.5, pp.127-134, 2009, 査読無

③ 山本美弥、榊原千佐子、石井成郎、須賀京子、社会的スキルの変化に基づいたグループ学習の評価—在宅看護における創造性教育の実践から—、愛知きわみ看護短期大学紀要、Vol.5, pp.41-48, 2009, 査読無

④ 石井成郎、三輪和久、Evidence Based Approachに基づくWeb教材の改善、教育情報システム学会誌、Vol.25, pp.292-303, 2008, 査読有

⑤ Ishii, N. (全 8 名中 1 番目)、Fostering creativity through the creation of self-help devices in nursing education, Proceedings of International Conference on Creativity Education, 2008, 査読有

⑥ Ishii, N., Sakuma, S, A concept mapping tool for nursing education, Diagrammatic Representation and Interface, LNAI, Vol.5223, pp.378-382, 2008, 査読有

⑦ Ishii, N., Sakuma, S, Fostering creativity through the creation of toys in nursing education, Proceedings of the 6th International Conference of Cognitive Science, pp.443-446, 2008, 査読有

⑧ Ishii, N., Suzuki, Y., Fujiyoshi, H., Fujii, T., Kozawa, M, A Framework for Designing and Improving Learning Environments Fostering Creativity, Psicologia Escolar e Educacional, Vol.11, pp.55-69, 2008, 査読有

⑨ 石井成郎、佐久間佐織、関連図作成支援ツールの試作、愛知きわみ看護短期大学紀要、Vol.4, pp.129-133, 2008, 査読無

⑩ 榊原千佐子、石井成郎、山本美弥、榊本智子、須賀京子、在宅看護における創造性教育

の試み—2 年間の比較から—、愛知きわみ看護短期大学紀要、Vol.4, pp.57-63, 2008, 査読無

⑪ Ichihara, T, Miwa, K, Ishii, N., Analysis of Collaboration in Creative Problem Solving Based on Thinking Styles, The Journal of Information and Systems in Education, Vol.6, pp.5-16, 2007, 査読有

⑫ 石井成郎、(全 8 名中 1 番目)、看護教育を対象とした創造性教育の実践、日本教育学会論文誌、Vol.31, pp.125-128, 2007, 査読有

⑬ Ishii, N. (全 8 名中 1 番目)、Designing Effective Learning Environments for Creativity in Nursing Education, Proceedings of International Conference on Design Education, Vol.2007, 2007, 査読有

⑭ Ishii, N., Suzuki, Y., Fujii, T, Kozawa, M, Fujiyoshi, H., Designing and Improving Learning Environments for Creativity in Engineering, Proceedings of E-Learn 2007 (World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, & Higher Education), Vol.2007, pp.1593-1599, 2007, 査読有

[学会発表] (計 11 件)

① 長尾祐樹、鈴木裕利、藤吉弘亘、藤井隆司、石井成郎、初心者用UMLの提案とその評価、情報処理学会コンピュータと教育研究会、2008年12月20日、金城学院大学

② 石井成郎、柴邦代、磯部尚美、看護教育における遊びのデザインを通じた創造性の育成、日本認知科学会第25回大会、2008年9月6日、同志社大学

③ 柴邦代、磯部尚美、石井成郎、手づくり玩具創造演習の実習における効果に関する研究、日本小児看護学会第18回学術集会、2008年7月27日、名古屋国際会議場

④ 石井成郎、鈴木裕利、藤井隆司、小澤将典、藤吉弘亘、創造性を育成する工学教育のデザインとその改善、日本デザイン学会第55回研究発表大会、2008年6月28日、広島国際大学

⑤ 長尾祐樹、鈴木裕利、藤吉弘亘、藤井隆司、石井成郎、創造性教育における学習成果の評価に関する考察、情報処理学会ソフトウェア工学研究会、2008年6月20日、化学会館(東京都)

⑥ 石井成郎、ものづくりを通じた創造性教育のデザイン、日本デザイン学会第3支部平成19年度研究発表会、2008年3月20日、名古屋市立大学

⑦ 長尾祐樹、鈴木裕利、藤吉弘亘、高井慎也、石井成郎、UMLモデルを対象とした客観的評価基準の検討、電気関係学会東海支部大会、2007年9月28日、信州大学

⑧ 石井成郎、柴邦代、磯部尚美、小児看護学

教育における創造性育成の試み、日本教育工学会第23回全国大会、2007年9月23日、早稲田大学

⑨石井成郎、(全8名中1番目)、看護における「ものづくり」を通じた創造性の育成、日本認知科学会第24回大会、2007年9月5日、成城大学

⑩柴邦代、磯部尚美、石井成郎、看護短大教育における創造性育成をめざす学習デザイン—手づくり玩具の創造演習をとおして—、日本小児看護学会第17回学術集会、2007年7月20日、長野県松本文化会館

⑪石井成郎、柴邦代、磯部尚美、おもちゃ作りを題材とした看護教育における創造性育成の試み、日本デザイン学会第54回研究発表大会、2007年6月23日、静岡文化芸術大学

6. 研究組織

(1)研究代表者

鈴木 裕利 (SUZUKI YURI)
中部大学・工学部・准教授
研究者番号：20340200

(2)研究分担者

藤吉 弘亘 (FUJIYOSHI HIRONOBU)
中部大学・工学部・准教授
研究者番号：20333172

石井 成郎 (ISHII NORIO)
愛知さわかみ看護短期大学・看護学科・講師
研究者番号：80399237

(3)連携研究者

なし