

創造性教育における学習成果の評価に関する提案

長尾 祐樹[†] 鈴木 裕利[†] 藤吉 弘亘[†] 藤井 隆司[†] 石井 成郎^{††}

[†] 中部大学

^{††} 愛知きわみ看護短期大学

あらまし 本稿では、創造性教育における学習成果の評価への利用を目的としたモデリングテンプレートを提案する。近年、工学教育では、創造性の育成を目的とした様々な教育プログラムの開発・実践が行われている。しかし、学習成果の評価法が不足しており、アンケート調査などによる基礎知識の学習の確認にとどまっている。そこで、本研究では、創造活動の前後にモデル作成工程を導入し、作成されたモデルの客観的な評価・比較による「創造的問題解決能力」の変化の調査を目的とする。提案するモデル作成工程を導入した授業の実践からは、学習者にモデリングの重要性を認識させる一定の効果が得られ、タイムトライアル競技における「創造的問題解決能力」の変化を確認することができた。

キーワード 創造性、工学教育、評価、モデリング

Proposal concerning evaluation of learning outcome in creativity education

Yuki NAGAO[†], Yuri SUZUKI[†], Hironobu FUJIYOSHI[†], Takashi FUJII[†], and Norio ISHII^{††}

[†] Chubu University

^{††} Aichi Kiwami College of Nursing

Abstract Recently, the education program which aimed at raising of the creativity is practiced in the engineering education. Though the effect of that education is being investigated by the questionnaire, that isn't sufficient as an objective evaluation. So, we propose the modeling template which aimed at the use to the evaluation of the learning result in the creativity education. Then, the education which a proposed template was used for was practiced. Furthermore, we researched a change in "creative problem solving ability" by evaluating a made model objectively. Some effect was confirmed from that result of investigation.

Key words Creativity, Engineering Education, Evaluation, Modeling

1. はじめに

本大学では、「創造性育成のためのより効果的な教育」を目的として、2004年度に創成科目「創成B」が導入された。「創成B」は、リフレクションと呼ばれる、創造活動を得得するための学習支援に有効であるリフレクションシート作成工程の導入と、創造活動の支援のために、学習者の活動や成果物等の多様な情報を一元化して記録・管理が可能なアーカイブシステムの導入の2つのアプローチで授業実践が行われている。

一方、本学と同様に大学や高専などの工学教育では、学習者の創造的な態度の育成することを目的とした実践教育が盛んに実施されている。その代表的なアプローチは、「もの

づくり」の体験を通した創造性を育成するプロジェクト形式の授業実践である。例えば、学生の創造性育成への意識を喚起させるためのロボットコンテスト形式の授業[1][2]や、学生に直感的な理解を可能とし、発想が現実になる喜びを体験させるためにデジタルエンジニアリングを活用した教育[3]、また、学生の独習環境を提供し、学生自身のペースで実験・実習を可能とするためのIT環境を利用した教育支援システムの開発など[4]、様々な創造性教育プログラムの開発・実践が報告されている。しかし、これらの教育の学習成果について、基礎知識の学習についての確認はアンケート調査等により行われているが、「創造的問題解決能力」の変化に関する評価に関しての報告は少ない。

そこで、本研究では、これまで創造活動に対する意欲や態

度、アイデアの発想力といった、創造活動における「考え方」に関する評価を実施し、学習者のスキルの向上の確認を進めてきた [5]- [7]。しかし、プログラミングスキルに関しては、アルゴリズム、関数の利用といった基礎知識の学習の確認に留まっていた。そこで、本研究では「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」スキル、「状況に応じて柔軟にプログラムを改良する」スキルというプログラミングにおける創造性の評価が必要と考え、評価に用いるためのモデリングテンプレートと、作成されたモデルの評価基準についての提案を行う。そして、「創造的問題解決能力」を評価することにより、学生に不足している能力を調査し、それを補うための、より効率的な教育カリキュラムの提案を目的としている。

さらに提案するカリキュラムにおいては、学習者にモデリングの重要性を理解させることにより、問題に対してモデリングを行い、モデルに基づいてコーディングを行いプログラムを作成するという習慣を体得させる点も目標の1つとしている。現在、中部大学情報工学科では、問題提起からモデリングを行わずに、直接コーディングを行うという習慣が1, 2年で身についてしまう傾向にある。これは、モデリングに関する講義が3年次の「ソフトウェア工学」まで開講されていないためである。本研究では、提案モデルを用いて学習者の創造性の評価を行う目的に加えて、1年次からモデリングについての基礎講義を導入する。

本稿では、第2章で本学で行われている創造性教育を目的とした授業科目「創成 B」の概要についてまとめる。第3章では提案するモデリングテンプレートとモデルを用いた授業実践について説明する。第4章では、モデリングテンプレートの評価に用いる評価項目の提案と評価項目を用いた総合評価について報告を行い、第5章では、KiSS-18を用いた問題解決場面における社会的スキルの評価について示す。第6章では、残された課題と今後の計画について報告する。

2. 授業の概要

2.1 ソフトウェア関連科目

表1は本学情報工学科で行われている創成科目とソフトウェアの教育を実施している科目の流れを示したものである。

1年次の春学期に開講される創成 A においては、学生のノート PC のデュアルブート化を行い開発環境を整え、問題点を記録する姿勢を体得させる。秋学期に開講される創成 B においては、LEGO MindStorms(以下 LEGO) [8] を用いたロボットプログラミングに取り組み、リフレクションにより創造活動を体得させる。また、並行して開講されるコンピュータプログラミングにおいては、C 言語を用いてプログラミングの基礎を学ぶ。2年次に開講される創成 C、および、D においては、6 テーマから4 テーマを選択し、学生自らの問題発見とその解決の実践を目的としている。春学期に並行して開講されるC 言語応用では、コンピュータプログラミ

ングの応用編の講義として、C 言語を用いたプログラミングについてさらに詳しく学ぶ。その後、ソフトウェア関連の講義として、ソフトウェア工学の講義の一部として、ソフトウェア開発の上流工程で用いられる UML モデルについての説明を行い、オブジェクト指向型言語では、JAVA を用いたプログラミングの講義を行う。

表1 本学科の創成科目とソフトウェア関連講義

1 年次	春学期	創成 A	
	秋学期	創成 B	コンピュータプログラミング
2 年次	春学期	創成 C	C 言語応用
	秋学期	創成 D	
3 年次	春学期	ソフトウェア工学	オブジェクト指向型言語

2.2 授業の目的

本研究の対象とする科目である創成 B においては、「創造性」すなわち「創造的な態度やものの考え方の体得」を目標として学習を進めている。創造性の因子としては、Guilford が問題に対する感受性、思考の流暢性、思考の柔軟性、独創性、綿密性、再定義の6項目を提案している [9]。

本授業では、これらの創造性に関する一連の能力の育成をすることを目的とする。具体的には、与えられた課題に対し、アイデアを検討し、実現するなど学生の体験・活動に関連する項目、思考の流暢性、柔軟性、綿密性についての評価を実施する。

また、創造活動を体得するための学習支援として、自己の行動プロセスを振り返る活動(リフレクション)を授業に取り入れる。このリフレクションに関しては、活動内容の記録・計画、プロセス図の作成、ディスカッション等の活動を行うことによりメタ認知的スキルの学習を促進することが報告されている [10]。

2.3 授業の構成

創成 B は、創造的な活動に関する知識・スキルを身につけるために、3つの基本 Phase、「導入」「創造活動の体験」「リフレクション」から構成されており、1年次の秋学期の開講科目として、1回当たり135分の講義が、15週にわたり開講される。

図1に構成を示す。

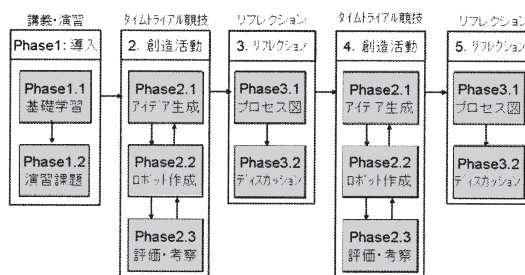


図1 創成 B の授業の構成

Phase1:導入

学生は、各自ノートにパソコンにC言語プログラミングを行うための環境を構築する。その後、基本的なプログラミングに関する講義を受けた後、演習を行う。

Phase2:創造活動の体験

学生は2人1チームのペアで、ロボットの組み立て、タイムトライアル競技に取り組む。ロボットには、自律移動型ロボットの組み立て・分解が簡単に可能な市販のキットであるLEGOを用いる。タイムトライアル競技は、決められたコースを1週するタイムを競う競技であり、障害物の回避とライントレース等の機能を実装したロボットを実現することが要求される。図2にタイムトライアルに使用したコースを示す。

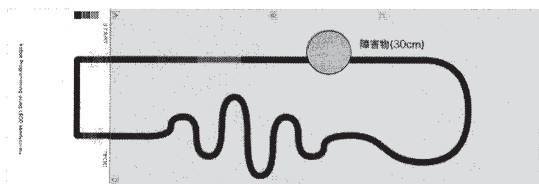


図2 競技用コース

競技に取り組む際学生は、創造活動における自己の作業過程、ロボットの形状、動きタイム、制御プログラムを記録し、定期的にWebページにそれらの情報をアップロードする。

Phase3:リフレクション

学生は、Webページに蓄積された各自の創造活動のプロセスをチャート形式にまとめる。このチャート形式にまとめた資料をリフレクションシートと呼ぶ。リフレクションシートの作成時に、学生は上記の情報を補足するものとして、(1) どのようなことをプランニングしたか、(2) どのような結果だったか(結果をどのように評価したのか)の2点を記入する。また、LEGOロボット開発における作業スタイルも記入する。図3に学生の作成したリフレクションシートを載せる。

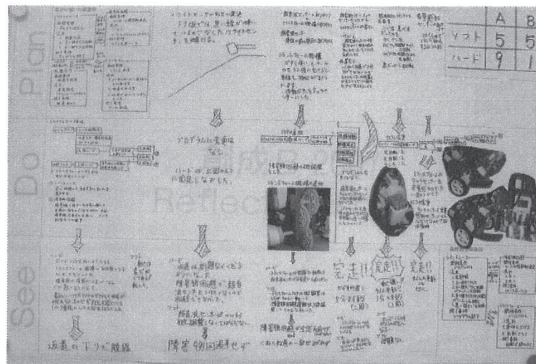


図3 リフレクションシートの例

講義では、Phase2の創造活動とPhase3リフレクションを

2回繰り返し行う。この作業により、(1) パートナーとの取り組みを通じて、役割分担、協調作業を体験できる、(2) リフレクションシートを記入することで自己の行動プロセスを客観的に振り返ることができる、(3) 1回目のタイムトライアル競技で得た知見を利用して、再度同じ課題に取り組むことができる、(4) Phase2とPhase3を繰り返すことで、アイデアの量と深さを向上させることが期待できる、という4つの効果が期待される。また、1回目と2回目のタイムトライアル競技でチームメンバーの変更は行わない。

2.4 プレ/ポストテスト

本講義では、学生の社会的スキルの変化を評価するために、プレ/ポストテストとしてKiSS-18[11]を実施する。KiSS-18とは、社会的スキルを総体として測定する心理テストである。本講義で行われるテストでは、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についての評価を行う。第1回目の講義と最後の講義に同様のテストを行い、前述の3つの社会的スキルの変化について調査する。

3. モデリングテンプレート

3.1 UML

UML(Unified Modeling Language)とは、オブジェクト指向を用いたソフトウェア開発における分析・設計モデルの標準記法である。UMLの最新版UML2.0では12種類の表記法が存在する。表記法それぞれに意味があり、その用途に合わせてさまざまな場面で用いられる。本手法では、ソフトウェア開発における要求分析段階で使用するユースケース図を利用したモデリングテンプレートを提案する。

3.2 システム開発におけるUMLとの関連

モデリングテンプレートは、UML学習の前の中間言語として図4に示す位置づけを提案する。

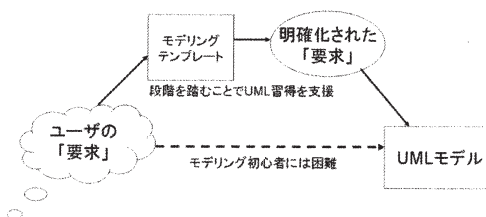


図4 モデリングテンプレートとUMLの関連

UMLモデルを用いたシステム開発の要求分析段階では、「システムに何が必要とされているか」をベースに、すなわち、ユーザの「要求」に重点を置き、「要求の本質」に注目してモデリングを行う。しかし、ユーザの「要求」は曖昧なもののため、モデリング初心者には、与えられた課題から「要求の本質」を明確にし、UMLモデルを記述することは困難である。そこで、ユーザの「要求」を明確化し、UML学習を支援するために、モデリングテンプレートを提案する。

3.3 3つの書式

情報システム開発における、要求モデリングの考えに基づいて機能仕様書、詳細仕様書、関連記述書の3つの書式を提案する。

機能仕様書は、システムに対する要求を整理する書式である。詳細仕様書は、システムの細部の詳細化を行う書式である。関連記述書は、システム全体の詳細化を行う書式である。3つの段階に分け、書式に沿ってモデル化することで、モデリング初心者である1年次の学生にも容易にモデル作成が可能である。

機能仕様書：システムに何が必要か、という「要求」、すなわち、システムに必要な「機能」を課題より抽出するための書式である。UMLとの連携としては、ユースケース図におけるユースケースを導き出すのに利用し、この書式に記述された機能を元に必要なユースケースを抽出する。

タイムトライアル競技では、「ロボットを完走させるために必要な機能」として必要機能の抽出を行う。機能仕様書には、抽出した機能名とその機能の簡単な説明を箇条書きにして記述する。学生が作成した機能仕様書を図5に示す。

コース攻略に必要な機能

1. ラインレス
 - ・光度判定
 - ・黒で直進
 - ・白でカーブ
2. 障害物回避
 - ・超音波で認識
 - ・回避行動
3. 坂道走行
 - ・安定したラインレス
 - ・バウ・調整

図5 機能仕様書の例

詳細仕様書：抽出した機能の詳細な流れの記述に使用する。機能仕様書で洗い出した「機能」の詳細を記述することで、機能間の関連やシステムの流れを明確にする。ユースケース図における、ユースケース記述を基に作成されたテンプレートに従い、機能名、機能の概要、開始条件、機能の流れ、終了条件の項目を記述する。本手法では、ロボットの動作をイメージスケッチとして描くことにより、機能の詳細化を容易なものとした。学生が作成した詳細仕様書を図6に示す。

関連記述書：機能仕様書で明確になった機能の関連を記述し、システムの全体像を明確にする書式である。UMLモデルにおけるコラボレーション図に相当する書式である。

システム全体を機能の遷移条件を図として整理することで表現する。

遷移条件は、詳細仕様書の各機能における開始条件と終了条件を基に決定する。学生が作成した関連記述書を図7に示す。

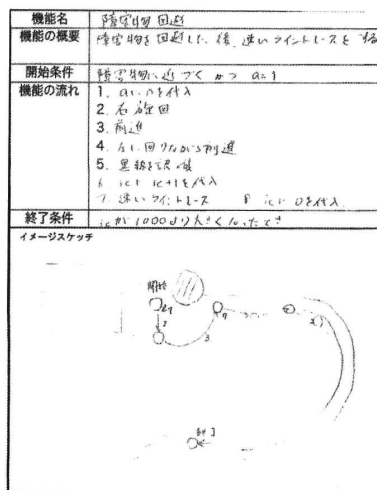


図6 詳細仕様書の例

機能の関連を図示

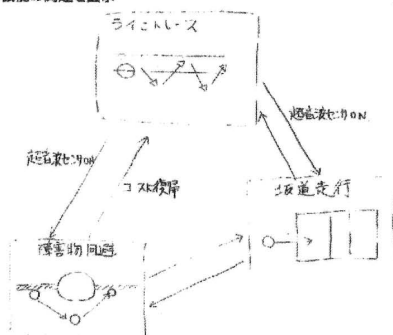


図7 関連記述書の例

3.4 授業実践

前述の提案モデルを用いた教育の実践を行った。始めに、Phase1の講義・演習において、モデリングについての講義を行った。講義スライドでは学習者の理解を支援するために、機能仕様書については機能名やその概要の具体例を挙げている。

また、機能仕様書、詳細仕様書については手書きによる具体例を作成し学習者に配布する。講義スライド、配布資料に記載する具体例は学習者の理解の支援を可能とするための内容であり、創造活動の妨げにならないように配慮して作成している。

ロボットのシステムのモデリングは2回行う。1回目はPhase1のモデリング講義に沿って行い、2回目のモデリングは2回目の創造活動の前に実施する。

3.5 学習者の感想

本授業では、講義終了後、学習者はWebページへ出席の

登録をするとともに、講義に対する感想を登録する。モデリング講義と1回目のモデリングが行われた講義で得た学習者の感想を以下にまとめる。

- ・プログラムの関連が分かった気がする。
- ・機能仕様書などを書いてどんなことが必要か書き出せてよかった。
- ・機能をまとめてみると、わからなかったところや、矛盾しそうな点を発見できたので、まとめることは結構大事だということがわかった。
- ・機能仕様書や詳細仕様書を書いてどのように動くかプログラム設計が少しずつできてきた気がします。
- ・機能仕様書や詳細仕様書を書くのに手こずった。先にこういうことを考えないとプログラムなんてできないと、わかった気がします。

以上の感想例から、学習者に対してモデリングの重要性を認識させる一定の効果が確認された。

4. 提案モデルによる評価

4.1 提案する評価項目

客観的な評価が可能である「機能数」「オリジナル機能の導入」「無駄な関連線の有無」「新しい機能、方法の導入」「イメージの詳細化」「配布サンプルとの類似」の6つの評価項目を提案する。各項目について1から5点の点数をつけ、合計30点満点で評価を行う。1回目と2回目のモデルを比較し、創造活動、リフレクションによる学習者の創造性や基礎知識の変化を調査する。分析対象には1回目と2回目の競技でメンバーの変更のない25チームを対象とした。

機能数：機能仕様書に挙げられた機能数で評価を行う。評価対象チームの機能数の平均をタイムトライアル競技における機能の必要量とし、必要量より多い場合は高得点、少ない場合は減点とした。機能数による配点を表2に示す。

表2 機能数による配点

点数	1点	2点	3点	4点	5点
機能数	1個	2個	3個	4個	5個以上

評価を行った結果、機能数の減少したチームが6チーム確認された。

オリジナル機能の導入：他のチームにはない独創性のある機能の評価する。オリジナル機能の確認は、機能仕様書と詳細仕様書より確認する。オリジナル機能が含まれる場合は5点その他1点とした。

対象チームに対する評価を行った結果、1回目では6チーム、2回目では3チームとオリジナル機能の含まれるチームが減少した。

無駄な関連線の有無：関連記述書において、記述形式の妥当性について評価する。関連記述書では、遷移条件のない関連

線は記述せず、機能間に直接関連がないことを表現する。遷移条件のない関連線が書かれている場合、減点とする。書かれていない場合は、5点とする。1回目のモデルでは10チームに無駄な関連が含まれたが、2回目のモデルでは4チームに減少した。

新しい機能、方法の導入：2回目のモデルにおいて、1回目のモデルには導入されていなかった新たな機能やコース攻略法の導入を評価する。新たな機能の導入については、機能仕様書より機能名で確認を行う。新たなコース攻略法の導入については、機能名では判断が難しいため、機能仕様書におけるイメージスケッチや機能の流れより確認を行う。新たな機能やコース攻略法の導入が確認される場合は5点、確認されない場合は1点とした。対象チームに評価を行った結果、13チームに新たな機能の導入が確認された。

イメージの詳細化：学習者自らの考えをどの程度モデルに表現できているかを評価する。詳細仕様書のイメージスケッチにおけるコメント数の1機能あたりの平均で評価を行う。全評価対象チームの平均を必要量とし、必要量を基に点数をつける。評価対象チームにおける1機能あたりのコメント数の平均値3.21をタイムトライアル競技での必要量とし、表3に示す配点で点数化を行った。

対象チームに対する評価を行った結果、1回目のモデルと比べて2回目のモデルでは、9チームに点数の上昇が確認された。

表3 1機能あたりのコメント数と点数

点数	1点	2点	3点	4点	5点
コメント数	～1.5	1.6～2.5	2.6～3.5	3.6～4.5	4.6～

配布サンプルとの類似：学習者には、機能仕様書と詳細仕様書について2枚のサンプルを配布した。このサンプルとの類似がある場合は減点とし、ない場合は5点とした。点数と類似の程度の関係は以下の表4にまとめる。

対象チームに対して評価を行った結果、1回目のモデルの評価では、19チームと多くのチームに類似が確認されたが、2回目のモデルの評価では、類似の確認されたチームは10チームと減少した。

表4 点数と類似の程度

点数	類似の程度
1点	2点と3点の両方に該当する。
2点	詳細仕様書の障害物回避において、コメントにいたるまで類似が観られる
3点	機能仕様書において、3機能とも概要に類似が観られる
4点	詳細仕様書の障害物回避において、避け方に類似が観られる
5点	類似は観られない

1回目のモデル、2回目のモデルについての平均値の変化

を図 8 に示す

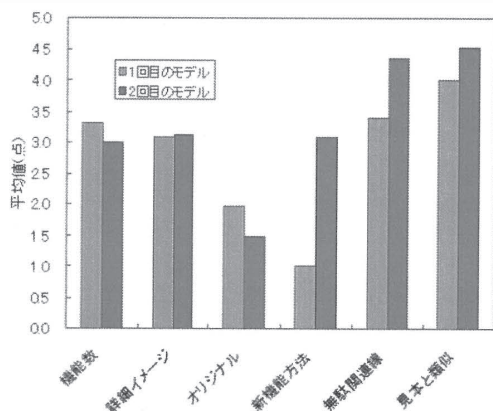


図 8 各項目における変化

4.2 各項目における結果の考察

前述した評価から、機能数の平均値が減少し ($t(24)=2.874, p<.01$)、オリジナル機能があるチームが少ないという結果が確認された。現在与えられている競技コースでは、必要機能が限られているため多くの機能や独創的な機能を発想することが困難であったと考えられる。また、「無駄な関連線の有無 ($t(24)=2.001, p<.10$)」「配布サンプルとの類似 ($t(24)=3.375, p<.01$)」において、平均値の改善が確認された。これは、学習者が、創造活動とリフレクションを通じて、モデリング、プログラミングに対する知識を習得し、競技における創造性が育成されたため、学習者自らの考えをより正確な記述法で、モデルに表現することが可能となったためといえる。

4.3 総合評価

4.3.1 創造活動前後の比較

1回目と2回目のモデルを比較し、創造活動とリフレクションにおける学習者の「創造的問題解決能力」あるいは「創造的思考力」を変化を調査する。

チーム別の各項目についての点数の分布を図 9 と図 10 に示す。

グラフからは、1回目のモデルと比べて創造活動・リフレクション後に作成された2回目のモデルの点数分布が高得点側にシフトしており、1回目のモデルの平均点より2回目のモデルの平均点が2.8点増加していることが確認された。 ($t(24)=2.843, p<.01$)。つまり、1回目比べ、2回目のモデルでは創造活動やリフレクションにより、タイムトライアル競技における「創造的問題解決能力」の改善されたと考える。

4.3.2 上位入賞チームとその他チームの比較

2回目のモデルにおいて、その後のタイムトライアル競技における上位3チームを優秀チームとし、その他22チーム

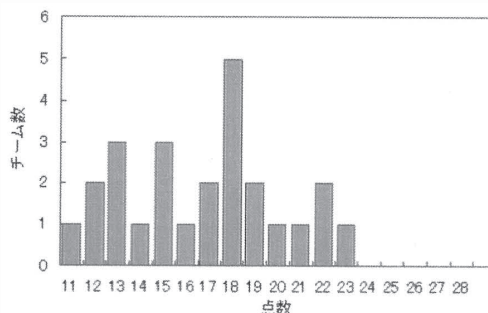


図 9 1回目のモデルの点数分布

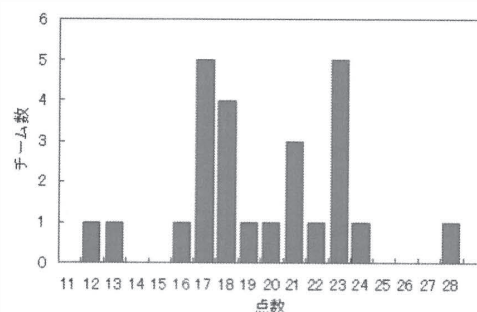


図 10 2回目のモデルの点数分布

とモデル点数の比較を行う。これは、モデルの優劣が競技結果に影響を与えているかについて検討するためである。

チーム別による各項目の合計点数で順位をつけたグラフを以下の図 11 に示す。

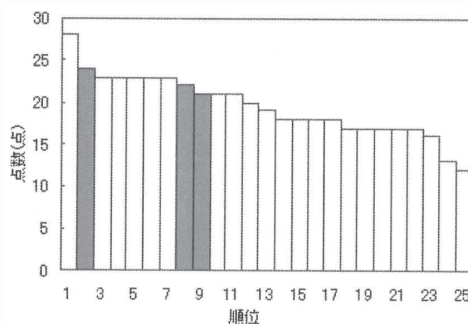


図 11 2回目のモデルの点数分布

図 11 から、優秀チームはモデル点数においても上位に位置していることが確認される。平均についても約3点高く、 t 検定の結果、優秀チームとその他チームの点数には有意差があると示されている。よって、良いモデルを描けたチームは、その後のタイムトライアル競技において好成績となる傾向があるといえる。

5. KiSS-18 による評価

5.1 授業前後の比較

第1回の講義で行ったプレテスト、最後の講義に行ったポストテストの結果を比較し、学生の問題解決場面における社会的スキルの変化の調査を行った。対象人数はプレ/ポストテストを受けた78名とした。各テストの評価結果より、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各スキルの点数とその合計点数の各平均値を図12に示す。

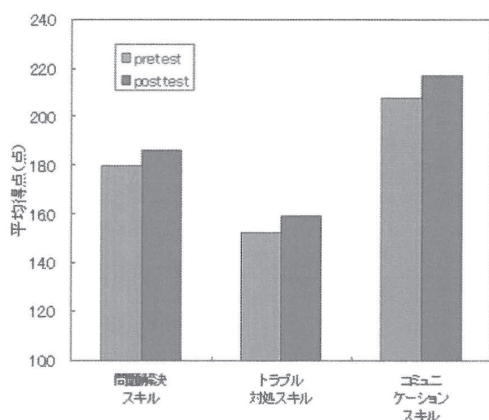


図12 プレ・ポストテスト評価結果

この結果より、プレテストに比べポストテストの平均点が3つのスキルすべてにおいて上昇が観られた。各スキル別には、t検定によって「問題解決スキル ($t(77)=2.130, p<.05$)」「トラブル対処スキル ($t(77)=2.612, p<.01$)」「コミュニケーションスキル ($t(77)2.744, p<.10$)」とすべてのスキルについて有意な差が確認された。よって、授業を通して、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が育成されたと考えられる。

5.2 作業スタイルとの関連

5.2.1 作業スタイル

作業スタイルとはタイムトライアル競技でのロボット開発において、チームでソフト(ロボット制御プログラム作成)とハード(ロボット作成)の2つの役割を分担して開発を行っている。創造活動後に記述するリフレクションシートには、それぞれの役割について、誰がどの程度担当したかについて全体を10としてその割合が明記されている。例えば、ソフト(学生A:学生B=5:5)、ハード(A:B=9:1)と記述する(図3参照)。記述された役割分担に基づいて、独占、協同、分業の3つの作業スタイルに分類し、KiSS-18の結果との関連を調査し、作業スタイルによる社会的スキルの育成の変化を評価する。チーム別の作業スタイルは以下の式より算出したSを用いて分類する。

$$S = A_s * A_h + B_s * B_h \quad (0 \leq S \leq 100)$$

式中の A_s, A_h はそれぞれ学生Aのソフト、ハードの担当の割合である。同様に学生Bの担当の割合が B_s, B_h である。 S の値が33以下は分業、67以上が独占、残りが協同スタイルとなる。

5.2.2 評価結果

KiSS-18における各スキルの点数、および、合計点数のプレテスト、ポストテスト毎での点数差を算出し、作業スタイルごとに平均値を求める。求めた平均値を比較することで、作業スタイルによる社会的スキルの向上の違いを調査する。

図13では、1回目のタイムトライアル競技における作業スタイルでの比較を行った結果を示し、図14では2回目のタイムトライアル競技における作業スタイルでの比較を行った結果を示す。

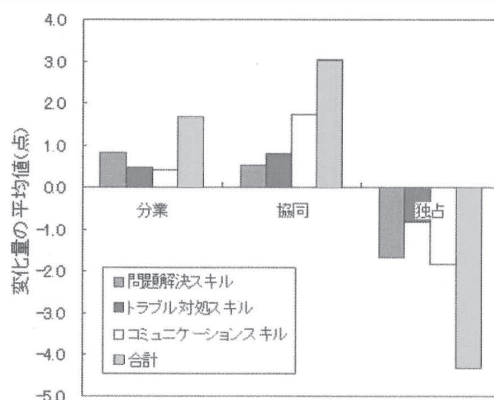


図13 作業スタイル(1回目)におけるKiSS-18の変化

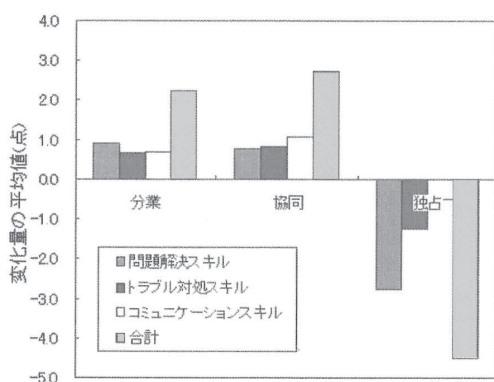


図14 作業スタイル(2回目)におけるKiSS-18の変化

結果より、各スキルにおける比較では、協同スタイルにおけるコミュニケーションスキルの大きな改善が確認された。逆に独占スタイルにおける問題解決スキルの減少が観られた。

合計値における変化量の比較について分散分析を行ったところ、1回目の競技における作業スタイルに関する条件の効果に有意な差が見られた ($F(2,67)=4.59, p<.05$)。LSD法を用いた多重比較の結果、協同スタイル、および、分業スタイルに比べて独占スタイルにおける kiSS-18 の向上が小さいことが確認された ($p<.05$)。

以上から、チーム内で協力する機会の多い協同スタイルや分業スタイルでロボット開発を進めることが、問題解決スキルやコミュニケーション能力などの社会的スキルの育成に一定の効果をもたらすと考えられる。チームで協力し合う環境を整えることで、より効果的に社会的スキルを向上させることができるといえる。

6. 今 後

6.1 残された課題

残された課題として、提案モデリングテンプレートについては、無駄な関連線の記入や、配布した具体例との類似がみられたチームが多く観られたことから、配布資料や、スライドに記載する具体例、具体例に対する解説についての再検討が必要であると考えられる。

タイムトライアル競技についても、現在のコースでは多くの機能を考えることは難しく、チーム差が観察し難い。1年次の学生にも十分に成功することが可能で、より多くの機能を考えることが可能となる課題の検討が必要である。

また、本授業では作業報告書により、学習者の作業時間、作業報告回数などのデータを収集している。これらのデータ等を含めたさまざまな要因とモデル評価点数との関係の考察が必要であるといえる。これにより、創造性について学習者の変化をより細かく調査することが可能となる。

さらに、提案モデルやリフレクションシートは現在手書きで作成しているが、これらのモデルを作成するツールの開発により、データを収集を容易にすることが可能となり、学生の講義時間外での活動を支援、観察することが可能となる。

6.2 評価の改善

今回の報告では、提案モデルの有効性、モデル評価法の妥当性の検証は行われていない。本項では、今後の研究計画として、これらの検証のための実験計画について述べる。

6.2.1 モデルの有効性の評価

提案モデルの有効性、つまり提案モデルを学習したことが、UMLモデル学習の支援につながっているかの評価を行う。実験の流れとしては、図15に示すように、まず事前評価としてモデリング能力についてのアンケート調査を実施する。次に、能力が均等となるように2クラスに学生を分け、一方のクラスには提案モデルを用いたモデリング講義を行い、他方のクラスにはUML入門講義を行う。その後どちらのクラスにも同様にUMLを用いたモデリングの講義を行い、最終課題についてUMLを用いたモデルを記述する。そして、作成されたモデルを評価、比較し提案モデルを学習したこと

によるUMLモデルの完成度や理解度の変化を調査する。

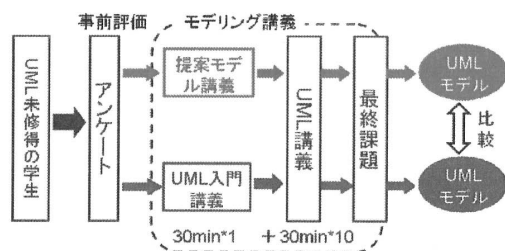


図15 有効性評価の流れ

6.3 創成科目との評価の連携

1年次の段階で提案モデルを用いてモデリングの重要性を認識させることによって、その後行われる創成C、および、Dで行われるソフトウェア開発においてもモデリングを行うように習慣づける。また3年次に開講されるソフトウェア工学で行われるUML演習において、提案モデルを学んだことによりUMLの習得が容易になる。さらに、評価法を用いて学習状況の判断が可能となり、教育カリキュラムの改善につながると考える。

7. おわりに

本研究では、創造性教育における評価フレームワークの構築を行った。モデリング演習後の感想から、学習者に対してモデリングの重要性を認識させる一定の効果が確認された。また、対象チームに対して行った評価結果より、創造活動・リフレクションによるプログラミングやモデリングに対する知識、創造的問題解決能力について学習者の変化が確認された。今後は、提案モデルの有効性、評価の妥当性の評価などの残された課題について研究を進めていく予定である。

参考文献

- [1] 山口淳一, 江見圭司, “オブジェクトモデリング (UML) を用いた組み込みソフトウェア開発技術者養成プロジェクト”, 情報教育シンポジウム, 2004
- [2] 松尾芳樹, “チームとして創造性を目指すロボコン型授業科目「創造設計第二」”, 工学教育 54-2, pp.21-29, 2006
- [3] 山中将, “デジタルエンジニアリングを活用した創造工学教育”, 設計工学 42-10, pp.47-53, 2007
- [4] 富田雅史, 森幸男, 広山信朗, “IT環境を利用した創造性教育支援システムの開発”, FIE-04-07, pp.13-17, 2004
- [5] 鈴木裕利, 藤吉弘亘, 藤井隆司, 石井成郎, “工学部における創造性教育の実施と学習成果の評価”, 情報処理学会 研究報告 2005-CE-82, pp.69-76, 2005
- [6] 藤井隆司, 藤吉弘亘, 鈴木裕利, 石井成郎, “情報工学科 創成IIにおける創造性教育の評価”, 中部大学技報, 2006
- [7] 石井成郎, 藤吉弘亘, 藤井隆司, 鈴木裕利, “創造性を育成する工学教育の実践”, 日本デザイン学会, 2006
- [8] <http://www.mdstorm.com/>
- [9] 小橋康章, “創造的思考と発想支援” 市川伸一編, 認知心理学 4 思考, pp.181-203, 東京大学出版会: 東京, 1996
- [10] 石井成郎, 三輪和久, “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 19-2, pp.126-135, 2004
- [11] 菊池章夫編, “社会的スキルを測る: KiSS-18 ハンドブック”, 川島書店: 東京, 2007