

N-010

## 教育用ロボットを導入した授業支援システムの試作と検証

The prototype and verification of the learning-support system with the educational robot.

後藤友美† Tomomi Goto      森田 徹      多賀 太†  
Tohru Morita      Futoshi Taga

## 1. はじめに

近年、授業に情報技術を導入した大学が増加している。学習者による授業支援システムを利用した自主学習は、多様化する環境やスタイルや学力などの様々な格差を均一化することができる。教授者による授業支援システムを利用した授業支援は、空間や時間に縛られることなく学習者の学習状況に適切な学習支援が可能である。ゆえに、教育に情報技術を導入することで教育効果をあげることができる。一方で、学習者による授業支援システムを利用した自主学習には様々な問題点がある。最も大きな問題点として、学習者が学習や学習意欲を継続させることが困難であるという点が挙げられる。本研究では、学習者の学習効果や学習意欲の継続性を高めることを目的とした授業支援システムを試作・評価した。

## 2. 研究の方法

本章では、従来の授業支援システムを利用する学習者が学習意欲を継続するのが困難である理由を考察し本研究へのアプローチを述べる。

## 2.1 教育用ロボットとのコラボレーション

従来の自主学習システムでは、システムが教授者となり学習者が学習者となるという役割分担がなされていることや時間や空間の制約がないことによる怠惰が考えられる。学習者の学習に対する姿勢を改善するために、学習者間のコラボレーションを提案した。

通常、「コラボレーション」を導入した自主学習では、インターネットを利用した学習者間のリアルタイムでの意見交換や学習者同士が協力して課題を作成するなどの取り組みが実施されている。しかし、通常の導入方法は時間と空間の制約から解放されるという授業支援システムの利点を十分に生かせるものではないと考える。そこで、本授業支援システムでは、コラボレーションを行うパートナーとしての学習者を教育用ロボットとした。学習者と教育用ロボットは、違う場所で個々に同じ学習内容の課題の実施を想定した。そして、学習を進める中で生じる疑問点についてお互いに協力して課題の解決に取り組んだ。コラボレーションを円滑に行うために、教育用ロボットには基本性格とパラメータを付与した。教育用ロボットの基本性格は、「学習に対して前向きである」「常に学習者よりも学習内容について理解していない」「学習者を頼りにしている」とした。パラメータは「学習者に対する友好度」「学習者に対する信頼度」とした。これは、学習者が教育用ロボットを学習のパートナーとして認知することや学習者の学習を誘発するための試みであった。本授業支援システムでの

コラボレーションのねらいは、学習者が「学習者」と「教授者」の二つの視点から学習に取り組むことで学習者の学習行為や意欲を誘発し継続させることであった。

## 2.2 授業支援システムの魅力向上

従来の学習支援システムから提供される主な学習支援は、学習内容や学習方法が単調であることが考えられる。従来のシステムや学習内容は、問いと答えが明確であるものが大半であった。学習方法においても、チュートリアル閲覧やドリルでの反復練習などの変化のない単調なものが多数であった。そこで本研究では、学習内容や学習方法に双方向性を取り入れた。

魅力ある授業支援システムに設計するにあたって、ケラーの考案した ARCS モデルを採用した。ARCS モデルとは、学習意欲を Attention(注意)、Relevance(関連性)、Confidence(自信)、Satisfaction(満足)の4つの側面から捉えるものである<sup>(1)</sup>。本研究では、注意の喚起には、学習内容の全体把握やシステムを親しみやすいイラスト風のデザインとした。関連性には、ログインの画面のデザインに検証実験の対象である久留米大学の学生証を模倣したデザインの採用や事前テスト画面へ学習者の名前の表示を行った。自信については、課題プログラムの完成形を明確にした。加えて、学習者は自身よりも下位に位置づけられた教育用ロボットに学習内容を教授することで学習内容の理解について自信を持つことができるようにした。学習者への学習支援として、教育用ロボットが学習者に対して複雑な質問をする場合に教育用ロボットが作成中のプログラムを学習者に対して表示した。これは学習内容が高度化するに従って、学習者が学習内容について容易に理解することが困難となる可能性があることへの配慮である。学習者が課題について考える際のヒントとしての役割を果たすために、表示する教育用ロボットのプログラムは誤りを含むものとした。満足については、学習者が作成したプログラムが間違っていたときは適切なエラーメッセージを表示した。また、教育用ロボットから学習者への友好度と信頼度を表示した。これは学習者が教育用ロボットに教授した学習内容の正誤や教育用ロボットに接する学習者の態度を反映させ、学習内容の把握や教育用ロボットとの交流に対する自己評価により満足感を誘発するものであった。

## 2.3 ユーザビリティの向上

システムを構築する段階に開発者が設定する情報処理能力と学習者の情報処理能力の格差が考えられる。問題解決には、あらゆる情報処理能力を有する学習者、または、授業支援システムの対象とする学習者の情報処理能力に合わせたシステム設計を行う必要がある。そこで、ユーザビリティを考慮してシステムやユーザインタフェースを設計した。

†熊本大学 社会文化科学研究科

‡久留米大学

### 3. 検証実験の概要

検証実験は「基礎情報処理Ⅱ」全13回の後半6回で実施した。被験者はプログラミング経験のない「久留米大学文学部 情報社会学科」の1年生70名をランダムに35名ずつに分け、ロボットあり群となし群の2グループに配置した。学習条件は、教育用ロボットとコラボレーションによる学習条件と独習による学習とした。また、実験時の利用システムは実験期間の前半3回を本授業支援システムとし、後半3回を従来のシステム<sub>(2)</sub>とした。学習内容は手順記述言語 DNCL を独自に拡張した xDNCL<sub>(2)</sub>の基本とした。被験者の視点から見た検証実験の流れを以下図1に示す。本システムの実行画面を図2に示す。

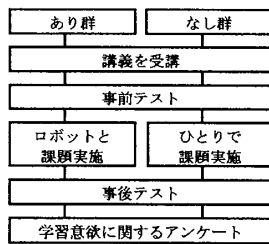


図1 毎回の実験の流れ

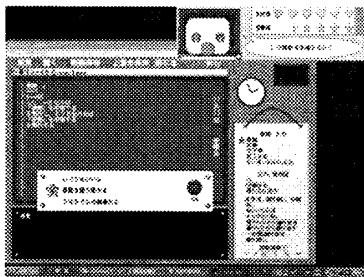


図2 本授業支援システムの実行画面(プログラム作成)

## 4. コラボレーションの検証

### 4.1 コラボレーションの評価

#### (1) 検証方法

毎回の課題実施後に学習内容の理解度を測定する学力テストを実施した。学力テストは筆記テストとした。学力テストの得点は、教育用ロボットあり群となし群の毎回の学力テストの結果を比較するために50点を基準として標準化した。また、実験の1回目と3回目の授業終了時に既存のWebアンケートを利用して学習意欲を測定した。

#### (2) 検証結果と考察

テストによる効果測定は、各回の教育用ロボットあり群となし群の標準化得点の平均点を比較した。学習意欲の評価は、1回目と3回目の教育用ロボットあり群となし群のアンケート結果の平均点を比較した。両評価共に、教育用ロボットあり群は毎回上昇傾向にあるのに対し教育用ロボットなし群の平均点は毎回下降していた。教育用ロボットあり群となし群に対して有意水準5%で行ったt検定では有意な差が見られなかったが両群の差は確実に増大していた。

検証実験が合計3回という短期間での実施であった点を考慮すると、今後学習を継続的に行うことで従来の自主学習より教育用ロボットとのコラボレーションによる学習効果の向上が期待できる。同様に、自主学習よりも教育用ロボットとのコラボレーションにより学習意欲が高まることが期待できる。

### 4.2 協同志向を視点としたコラボレーションの評価

#### (1) 検証方法

授業支援システムの利用が学習意欲や学習内容の理解度に関連があるかどうかを協同志向の視点から検証するために、協同志向の上位群と下位群の被験者を選出し、有意水準5%でt検定を実施した。協同志向はコンピュータの基礎的な授業に対する学習者の学習志向を分析するために実施したアンケートから抽出した因子である。被験者選出の基準は、協同志向の得点が第3四分位数以上である学習者を上位群とし、第1四分位数以下である学習者を下位群とした。

#### (2) 検証結果と考察

有意水準5%で行ったt検定の結果から、協同志向の上位群と下位群の学習者が授業支援システムを利用することで次のような効果があることがわかった。

協同志向の高い学習者については、1回目の学習時には教育用ロボットなし群の学習意欲が高く、両群の間に有意差がみられた。しかし、3回目の学習時には両群の間に有意差はみられなかった。1回目から3回目までの標準化得点の平均値の推移を見ると、教育用ロボットあり群の平均値が上昇傾向にあるのに対し、教育用ロボットなし群の平均値は下降傾向にあった。図3に学習意欲の平均値の推移を示す。

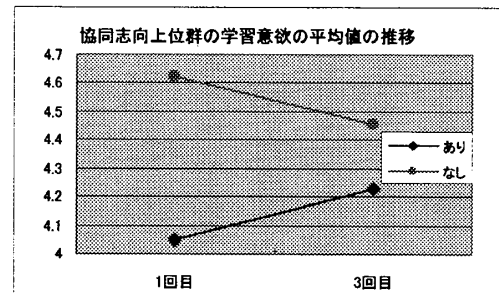


図3 協同志向上位群の学習意欲の平均値の推移

教育用ロボットあり群の自由記述の感想では、「ブレン(教育用ロボットの呼称)との友好度が上がって嬉しかった」「僕とブレンは信頼しあってます」などの教育用ロボットから学習者に対する友好度と信頼度のパラメータに着目する学習者が大半であった。「ブレンに嘘を教えないように、ブレンからの質問をよく読んで質問に答えるようにした」などの意見も多く、教育用ロボットからの学習者への友好度や信頼度などが学習者への学習の動機づけになっていた。ゆえに、協同志向の高い学習者には教育用ロボットとのコラボレーションを導入した授業支援システムを利用することで学習意欲を高める効果があるといえる。

協同志向の低い学習者については、教育用ロボットなし群の平均値が下降傾向にあるのに対し、あり群の平均値は2回目以降大きく上昇していた。3回目には両群の平均値に有意差がみられた。教育用ロボットあり群の自由記述の感想では、「ロボットの質問は大変だったけど、自分の勉強になっていると思った」などの意見が多数あった。「自分だけではプログラムを作ることができなかったが、プレンのプログラムを参考にして作ることができた」などの意見も多く、教育用ロボットとの会話や質疑応答が学習への動機づけになっていた。協同志向の低い学習者は、協同志向の高い学習者のように教育用ロボットに好意的な印象を持っているとは言い難いが役に立つ存在として認識しているといえる。ゆえに、協同志向の低い学習者にも教育用ロボットとのコラボレーションを導入した授業支援システムの利用による学習効果があるといえる。

## 5. 授業支援システムの魅力の検証

### 5.1 本研究での授業支援システムの魅力の評価

#### (1) 検証方法

3回目の授業終了後に授業支援システムのARCSモデルに基づく評価アンケートを実施した<sup>(3)</sup>。各カテゴリーの平均点についてt検定を行った。

#### (2) 検証結果と考察

教育用ロボットあり群となし群のカテゴリー別システムの魅力評価の平均値は、すべてのカテゴリーにおいて教育用ロボットなし群よりも教育用ロボットあり群の方が高得点であった。加えて、t検定の結果から関連性と満足感のカテゴリーについては両群に有意差がみられた。以上の結果から、学習者が教育用ロボットとのコラボレーションを行うことでより身近な学習内容として捉えているといえる。また、学習者が学習に満足感を感じているといえる。ゆえに、本授業支援システムは、特に教育用ロボットとのコラボレーションを実施した学習者にとっては学習効果のある授業支援システムであるといえる。

### 5.2 従来のシステムとの比較による授業支援システムの魅力の評価

#### (1) 検証方法

教育用ロボットを導入した授業支援システムと従来のシステム<sup>(2)</sup>の魅力を比較した。両システムの各カテゴリーの平均点についてt検定を行った。

#### (2) 検証結果と考察

すべてのカテゴリーにおいて、従来のシステムより教育用ロボットを導入した授業支援システムの平均値が高かった。関連性と自信については、教育用ロボットの有無に関わらず有意差が見られた。満足については、教育用ロボットあり群の学習者について有意差が見られた。従来のシステムよりも本授業支援システムは教育用ロボットのありなしに関わらず、学習者にとって関連性と自信を喚起させる授業支援システムであるといえる。また、従来のシステムよりも本授業支援システムでコラボレーションを行った学習者はシステムに対して満足しているといえる。従来のシステムとの比較では、本授業支援システムの利用の方が有

効であった。関連性や自信に有意差が出た要因としては、本授業支援システムのデザインに学習者と授業支援システムを関連付ける要素を導入したことであると考えられる。教育用ロボットとのコラボレーションを行った学習者の満足に有意差が出た要因としては、教育用ロボットとの会話やパラメータなどが学習の動機づけとなっていたと考える。これらの結果から、本授業支援システムは学習効果や学習意欲の継続性を高めるシステムであるといえる。

## 6. おわりに

本研究では、学習効果や学習意欲の継続性を高めることを目的とした授業支援システムの試作と検証を行った。学習意欲の継続性を高めるために「教育用ロボットとのコラボレーション」、「授業支援システムの魅力向上」、「ユーザビリティの向上」の3つの手法を用いた。検証実験の結果から、次のことが確認できた。

第1に、教育用ロボットとのコラボレーションについては今後の継続学習により学習意欲の継続性が高まることが期待された。基礎的な情報処理の授業に対する学習志向で周囲との協同志向の高かった学習者については、学習意欲の継続性に大きな効果があり教育用ロボットを自分の学習パートナーとして認識していた。協同志向が低かった学習者については学習内容の理解に大きな効果があり、教育用ロボットを便利な教具として認識していた。

第2に、授業支援システムの魅力向上については、被験者にとって関連性があり満足できる授業支援システムであった。従来の授業支援システムと比較の結果は教育用ロボットを導入した授業支援システムの方が被験者にとって魅力あるシステムであった。特に、教育用ロボットとのコラボレーションを行った学習者の学習に対する満足度は高かった。

第3に、ユーザビリティの向上については、授業支援システム開発の段階で実施した2度の評価テストと改良作業により被験者に対して最適なシステムを開発することができた。これらの結果から、教育用ロボットを導入した授業支援システムは学習効果や学習意欲を継続させる授業支援システムとして効果的であるといえる。

今後の課題としては、継続的に効果測定を実施することと学習内容を変更しての検証が必要であると考えられる。また、実体のロボットとのコラボレーションを導入した授業支援システムを試作・評価する。

#### [参考文献]

- (1) 鈴木克明(2002) 教材設計マニュアル—独学を支援するために—。北大路書房, PP176-177
- (2) 西田知博(2006) 初学者のためのプログラミング学習環境PEN. cybermedia forum, 7:15
- (3) 向後千春(2005) 個別化教授システムの開発と実践—教材設計の認知的研究を基礎として—  
<http://kogolab.jp/cgi/yukiwiki/wiki.cgi?KenkyuGyoseki>