

## 作問による学習支援システムとその評価

平井 佑樹 檀山 淳雄

東京学芸大学教育学部情報教育専攻

本論文は、学習者による作問とそれに対する他学習者による評価や他学習者との質疑応答を可能にする Web ベースの学習支援システムを提案している。そして、提案システムを実装し、大学の講義で適用した結果について述べている。その結果、システムを利用した学習者にとっては、学習効果を得ることができたということが分かった。また、システムに蓄積されたデータからコミュニケーション支援に対する新たな支援の必要性が明らかになった。

### A Learning Support System based on Question-posing and Its Evaluation

Yuuki HIRAI Atsuo HAZEYAMA

Department of Information Education, Tokyo Gakugei University

This paper proposes a Web-based collaborative learning system which supports question-posing by learners, assessment from peer, and discussions with question-poser and peer. It also describes evaluation of effectiveness of the system. The result shows that the learners who posed questions using the system evaluated it useful.

#### 1. はじめに

近年の情報化社会の急速な発展に伴い、Web 環境における学習が多く行われるようになってきている。学習者は Web 上に準備されている教材を閲覧・利用することで学習し、知識を獲得している。また、Web 上に教材を用意することで、授業以外の時間においても学習することが可能となっている。

本研究では、学習内容に対する作問を通じた協調学習支援システムを提案する。本システムでは、学習者自身が学習内容に対する問題を作成することで教材を開発し、また他の学習者が開発した問題に解答し、解答した問題に対する評価、コメント、議論ができる機能を備えている。問題に対して評価、コメント、議論を行うことで、学習者同士の学習を行うことが可能となっている。このことにより、学習効果の向上を目指す。

#### 2. 関連研究

学習内容に基づいた問題を作成し、学習者同士が評価を行うことによって学習効果を得ることを目指した研究として、高木らの研究 [3]、QSIA [2]、QPPA [4] がある。

高木らは、(1)学習者が学習内容に基づいて問題を作成し、それを学習者により構成されるグループでレビューを行う、(2)レビューした問題を問題作成データベースに登録し、教授者が登録された問題をレビューする、(3)教授者が問題データベースから、オンラインテスト問題を作成し学習者に公開する、(4)学習者が公開された問題に類似した問題を作成するというものであり、(1)~(4)を繰り返して学習を進める。高木らの研究では、グループレビューを通して、類似問題を作成することによって学習効果を得ている。

QSIA は、Web ベースの学習環境で、作問、知識共有(ある学習者への問題の推薦)、評価(学習者による問題の解答と問題への評価)を主要な機能として提供している。知識共有と評価に主眼をおいている。作問は主として教師が行い、学生が作問を行う場合には、高木らの研究同様教師によるレビューを受けてから公開している。

QPPA は、(1)作問、(2)評価、(3)問題閲覧、(4)ドリル形式による演習の 4 つの機能を提供する Web ベースの学習環境である。作問では多肢選択形式のみを採用している。システムの有効性検証は小学生高学年を対象に、機能間でのユーザビリティと、作問がしやすかった科目としにくかつ

た科目（数学，理科，社会に適用）をアンケート形式で問うのみで，システム適用による学習効果測定はなされていない。

本研究では，学習者が学習内容に基づいた問題を作成し，学習者同士で問題を評価するのみならず，問題に関する議論を行うという学習者主体の学習によって学習効果を向上させることを目標とする。学習者による作問を主眼とするという点では，高木らの研究や QPPA とそのコンセプトは同じである。我々は，作問に対する評価や質疑応答は，より多様な観点から得ることにより学習効果向上に寄与すると考え，グループではなくクラス全体とした。また，評価や質疑応答の結果を受けた問題の修正，版管理を行うなど，問題作成に関連する協調学習の側面に力点を置いたシステムを開発する。

### 3. 学習支援システム：Concerto

#### 3.1 学習モデル

本研究では，作問をすることによる学習効果を向上させることを目標としている。従って，提案するシステムでは図 1 のような学習モデルを考える。例えば，学習者 A がシステムを利用する場合を考える。学習者 A は学習内容に沿った問題 A を作成する(1)。学習者 A は，学習者 B，C がシステムに登録した問題 B，C に解答する(2)。解答後，問題 B，C に対して評価やコメントを行い，掲示板のような形式で問題に関する議論を行う(3)。学習者 A は他の学習者によって評価された問題 A の評価を閲覧する(4)。その後，(1)～(4)を繰り返しながら学習を進めていく。議論の結果，作成した問題を修正したり，問題作成に当たり他の学習者からの要望に対応することも考える。

#### 3.2 システム概要

前節で示した学習モデルをもとに，学習支援システム「Concerto」を開発した[1]。本システムは Java 言語を用いて開発した。ユーザインターフェースに JSP(Java Server Page)を，Web アプリケーションサーバに Tomcat を，データベースに MySQL を利用した。システム利用の際，特別なインストール作業は必要とせず，Web を利用できるコンピュータであれば，いつでも利用することが可能である。以下に，本システムの主な機能・特徴を述べる。

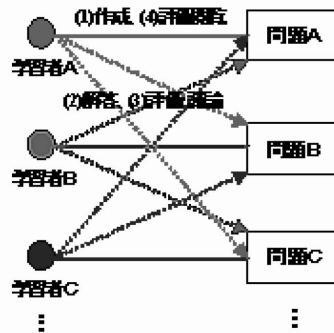


図 1 学習モデル

#### ■ 作問機能

学習者が，科目を選択し，その科目の学習内容に対する問題を作成することができる。作問形式として選択式問題，記述式問題の 2 種類から一方を選択し，その形式に応じた問題を作成することができる。また，出題意図に関する記述，図による問題の作成も可能である。特に，出題意図について記述することで「試験対策問題」というような，目的に応じた出題も可能になる。さらに，議論をもとに問題の更新ができるようにもしている。

#### ■ 問題解答・評価機能

作成された問題（自身が作成したものは除く）に解答することが出来る。また，問題に解答し，問題の評価を登録できるようになっている。問題に対する評価として，問題の質・問題の難易度（5 段階評価）と評価コメントを登録することができる。

#### ■ ハンドルネームによる利用

本システムでは，学習者同士の議論を行いやすくするため，ハンドルネームを使うことが可能となっている。この結果，本名を使うことによって抵抗を感じる学習者に対応することができると考えている。一方，ハンドルネームの利用により，その匿名性を利用して適当な議論・評価しかなくなる学習者が出てくることも考えられるが，システム内であらかじめ本名とハンドルネームの対応をつけておくことを学習者に知らせることで，この問題を回避できると考えている。

#### ■ 議論支援

問題単位での議論が可能のように，各問題に掲示板を提供している。議論支援において「教授者のコメント要求」を提供した（図 2）。これは学習者同士による議論を進めていく際に，学習者だけでは解決できなくなる場合を考え，提供した。この機能を利用すると，教授者に「コメントの要求がある」という内容のメールが送信される。これ

により、学習者は優先的に教授者のコメントを受け取ることが可能となる。また、この機能により、教授者は全議論内容を閲覧する必要はなくなり、教授者の負担減につながる事が予想される。

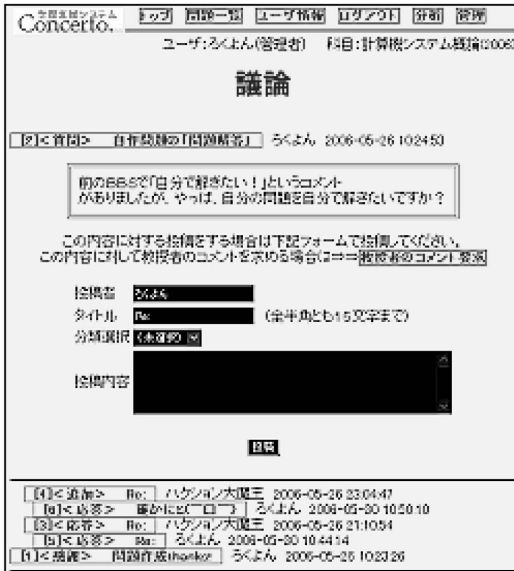


図2 システムの議論支援画面

#### ■ 分析支援機能

教授者が、「学習者がシステムをどのように利用しているか」、「どのように学習を進めているか」などについて分析をすることが出来るようにするための機能である。以下の機能を提供している。

- ・全ユーザ情報表示
- ・各ユーザのシステム利用状況表示
- ・データテーブルのCSV形式表示

特にCSV形式の表示によってデータを表示した結果、表示されたデータを表計算ソフトにインポートしやすくなり、分析がスムーズに行うことが出来ると考えている。

#### 4. 利用実験

本システムの有効性を検証するために、大学の講義に適用する実験を行った。適用対象は東京学芸大学情報教育専攻で開講されている「計算機システム概論」である。この講義の内容は、プログラム内蔵方式に基づくコンピュータの動作原理を修得することを目標とするものであり、知識の習得が主たる学習目標である。この科目は大学1年生を対象とした必修科目である。

本システムを、2006年5月22日から2006年7月10日までの間、受講生に公開した。動機付け

のために、本システムの利用状況をレポート点として換算すること、1人1問以上は作問することを講義内で学生に伝えた。また、本システムに問題サンプルとして2問を予め登録しておいた。

システム利用実験後に、システムの利用アンケート調査を行った。

#### 5. 実験結果

実験結果として、システムに蓄積されたログデータとアンケート結果を示す。

##### 5.1 システムの利用結果

表1にシステム利用実験終了後のシステムの利用状況、図3に日単位のログイン回数を示す。

表1から問題登録数が50問であるため、1人1問以上作成したことにはならなかった。図3を見ると、システムの利用が期末試験直前(期末試験は2006年7月10日に実施)に増加していることから、本システムが試験前の確認等に利用されていたことが予想できる。「学習者同士の議論」という観点から見ると、表1より議論投稿数が33、スレッド数が11となっていることから、議論による学習は、ほとんど行われなかったという結果となった。

表1: システム利用状況 (延べ)

ユーザ登録数	51
ログイン回数	637
問題登録数	50
問題修正回数	16
問題解答回数	1454
評価登録数	926
掲示板投稿数	33
掲示板スレッド数	11

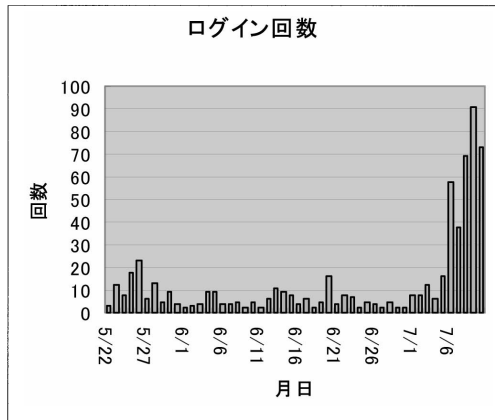


図3：ログイン回数

## 5.2 システム利用アンケート結果

アンケートを行った結果、66名分（回収率85.7%）のアンケートを回収することができた。

表2：質問内容と評価平均値

質問内容		平均
(1)	作問を行ったか	—
(2)	作問が学習活動に役立ったか	3.55
(3)	問題を評価することが学習活動に役立ったか	2.82
(4)	問題に対する議論が学習活動に役立ったか	2.87
(5)	システムが学習活動に役立ったか	3.54

アンケートの冒頭で、まず「このシステムを利用したか」という質問を行い、39名の学習者が「はい」と答えた。この結果から受講生の半数以上が本システムを利用したということになる。一方で、利用しなかった理由に対しては、

- ・他の科目の課題で忙しく時間がなかった（10人）
- ・自宅でインターネットを利用できないから（5人）
- ・使い方が分からなかった（4人）
- ・授業内容を理解するのが手一杯で作問するほどのレベルがなかったから（1人）

というコメントがあった。

以降の質問は、システムを利用したと回答した学習者のアンケート結果によるものである。なお、アンケートの質問に対して4段階評価を行うも

のもあるが、「4」が最も良く、「1」が最も悪い評価である。表2に質問内容と評価平均値を示す。

## 6. 分析

本節では、前節で示したシステム利用アンケートの(1)～(5)の回答内容並びにシステムに蓄積されたコメントをもとに分析を行う。

### 6.1 アンケート結果の分析

#### (1) システムで作問を行ったか

この質問に「はい」と答えた学習者は20人であり、システムを利用した学習者の約半数が作問を行ったという結果となった。作問しなかった理由としては、

- ・問題を作るほど理解していない（3人）
- ・解答（解説）に自信がない（2人）
- ・自分への利益がないと思ったから（1人）

などがあつた。間違つた問題を作成してしまったとしても、議論をすることによって問題を修正していけば良いという我々の意図が、学習者に十分理解されていなかったようである。

#### (2) 作問が学習活動の役に立ったか

全体の評価平均値が3.55と好評価であつた。

「役に立った」と回答した理由としては、

- ・人に教えることで自分の理解度も上昇する（2人）
- ・解説するときに自分で説明できるということは理解できていると確認できる（2人）
- ・他人に見せるので、解説を分かりやすくするために、より努力（学習）をする（1人）
- ・問題を作成することによって、1つの問題を別の方向から見ることができる（1人）

などがあつた。

また、この質問に加え「自分が作成した問題を評価されることで何か感じたことはあるか」という質問もした。これに対する回答としては、

- ・きびしい意見もあつたけど、感謝されるとうれしい（5人）
- ・低評価だとやる気が減る（2人）
- ・自分のレベルが分かる（1人）
- ・さらに良い問題を作ろうと思うことができた（1人）
- ・問題を作るセンスがあると思った（1人）

などがあつた。作問をした学習者にとっては、作問をすることが良い学習であつたと思われる。

#### (3) 問題を評価することが学習活動に役立ったか

全体の評価平均値が2.82と、それほど好評価

ではなかった。「役に立った」と回答した学習者からは、

- ・問題を解く上での目安になる (5人)
- ・問題のある程度の良さが分かる (5人)
- ・自分がどのレベルなのか分かる (4人)
- ・他人を評価することで、自分も評価される自覚を持つ (1人)
- ・相手に言われて気づくことがあった (1人)

などの意見があった。一方で「役に立たなかった」と回答した学習者からは、

- ・特に意味を感じない (2人)
- ・評価をつけたところで何がかわるか分からない (1人)
- ・評価の基準が分からない (1人)

などの意見があった。

問題を評価することに良し悪しがあることが分かった。しかし、作問をしている学習者だけの評価平均値は 3.10 であり、作問をしていない学習者だけの評価平均値が 2.53 であることから、作問をした学習者にとっては、問題を評価することが学習活動に役立っていたということが分かる。

#### (4) 問題に対する議論が学習活動に役立ったか

この質問においても、全体の評価平均値が 2.87 と、それほど好評価ではなかった。表 2 で示した掲示板投稿数が少なかったことが 1 つの要因であると考えられるが、回答内容には、

- ・議論内容が単調になってしまう (2人)
- ・質問以外に使う用途があるのかどうか分からなかった (1人)
- ・議論に至らない (1人)

などのきびしい意見があった。議論をしやすくする様々な機能を備えたつもりだったが、それほど効果は無かったようである。今後、この機能をどのように活用していくか、議論支援が有効な適用対象の検討が課題となるであろう。

#### (5) システムが学習活動に役立ったか

全体の評価平均値が 3.54 と好評価であった。回答内容には、

- ・さまざまな問題に触れることができた (9人)
- ・良い演習 (復習) になった (4人)
- ・授業では演習問題が少ないので良かった (3人)
- ・自分の知らない部分が多くあって良かった (1人)

などがあった。さらに作問した学習者だけの評価平均値が 3.70 であったため、作問をした学習者にとっては、本システムが大いに役に立ったということが分かる。

アンケートの最後に、本システムを利用して初めての感想、意見を聞いた。回答には、

- ・このシステムが昨年もあれば、単位は落とさなかった
- ・作成者が学生であるので、問題の正確性・信用性に欠ける
- ・図や表のサンプル (テンプレート) があれば良かった

などがあった。

## 6.2 システムに蓄積されたコメント分析

今回の実験では、学習者から評価コメントが 926 件 (18.5 件/問題) あったにもかかわらず、掲示板での議論は 11 スレッド (0.2 スレッド/問題) と極めて少なかった。特に、「教授者のコメント要求」は一度も利用されなかった。一方、掲示板での議論、評価コメントから以下のような特徴が見られた。

- (1) 掲示板での議論の多くは、問題解答者からの問題や解説に対する質問で、それに対しては、作問者からの回答が必ずあり、議論が終結していた。そして、作問者から質問してくれたことに対する感謝の言葉で閉じられていた。一方、問題解答者から評価コメント中に、質問と思われる書き込みがあったが、それに対しては、作問者は掲示板に回答を書くことはできるが、そのような行動はほとんど見られなかった。
- (2) ある問題に対する掲示板に、その問題に関する議論ではなく、別の種類の問題を作ってほしいと言う依頼の書き込みがあった。
- (3) 掲示板で問題解答者から問題に対する質問があった。その問題解答者から、それに対する回答は他の学習者が問題を解答する際のヒントになってしまうかもしれないと言うコメントも付されていた。

(1) については、誤答をした場合に、掲示板に移行する仕掛けを提供することにより、議論を誘発する可能性が考えられる。

(2) については、このような依頼を我々は想定していなかったが、問題作成者に対するヒントになるとともに、システムの利用者を学習コミュニティと考えたとき、重要な側面であると考えられる。このような依頼が掲示板中に埋もれてしまわないように、学習者が他の学習者に向けて、問題作成を要求することができる機能の実現が必要であることがわかった。

(3) については、質問に対する個別回答のような機能の必要性を示唆するものである。

## 7. おわりに

本稿では、学習内容に対する作問を通じた学習支援システム「Concerto」を提案した。実験の結果から、システムを利用した学習者にとっては、学習効果を得ることができたということが分かった。また、蓄積されたデータからコミュニケーション支援に対する新たな支援の必要性がわかった。

今後は今回の実験で明らかになった支援機能の実現と、本システムの有効性を定量的に明らかにできるよう実験を継続していく予定である。

## 謝辞

本研究の一部は、2006年度東京学芸大学重点研究費の支援を受けている。ここに記して、謝意を表す。

## 参考文献

- [1] 平井佑樹, 樋山淳雄: 作問による協調学習支援システムの構築, 情報処理学会第 68 回全国大会論文集, No.4, pp.457-458 (2006)
- [2] S. Rafeali, M. Barak, Y. Dan-Gur, and E. Toch, QSIA: a web-based environment for learning, assessing and knowledge sharing in communities, *Computers & Education*, Vol. 43, Issue 3, pp.273 – 289, Elsevir Science Ltd. (2004)
- [3] 高木正則, 田中充, 勅使河原可海: 学生による協調的な問題作成が可能なオンラインテストシステムの導入効果, 教育システム情報学会研究報告, Vol.20, No.6, pp.57-62 (2006)
- [4] F.-Y. Yu, Y.-H. Liu and T.-W. Chan: A web-based learning system for question posing and peer assessment, *Innovations in Education and Teaching International*, Vol. 42, No. 4, pp.337–348 (2005)