

## 学習者による作問に基づく協調学習支援システム の大学の講義への適用効果

平井 佑樹<sup>†</sup> 櫛山 淳雄<sup>†</sup>

我々は2006年度から学習者による作問に基づく協調学習支援システムを開発し、大学の講義に適用してきた。そして適用の結果、得られた知見や問題点を踏まえ、システムの改良を行ってきた。本稿では、これまでに行われた3回の適用結果を、システムの大学の講義への適用効果という観点で分析を行った。分析の結果、作問学習を多く行っている学習者はそうでない学習者よりも期末テストの成績が高く、質の高い問題を作成する学習者はそうでない学習者よりも期末テストへの成績の伸びが高かったことが分かった。また、システムの導入により学習者に対して学習のきっかけを与えていたことが分かり、システムで作成された問題をもとにした協調学習が行われていることが分かった。

## A Collaborative Learning Support System Based on Question-posing by Learners and Effectiveness of Its Application to an Actual University Course

Yuuki HIRAI<sup>†</sup> Atsuo HAZEYAMA<sup>†</sup>

The authors have developed a collaborative learning support system based on question-posing by learners and have applied it to an actual university course since 2006. Based on the results of application, they enhanced the system. In this paper, they analyzed the results of application in terms of effectiveness of the application the system to an actual university course. As the analytical results, they found the learners who actively posed questions marked higher score of the final semester examination than the learners who inactively posed, and that the learners who actively posed high quality questions increased the score of the mid semester examination to the score of the final examination than the learners who inactively posed. In addition, they found providing the system motivated learners to learn, and that collaborative learning based on question-posing was performed by using the system.

### 1. はじめに

情報化社会の進展に伴い、多くの Web を用いた学習支援システムが開発されてきた。Web を用いた学習支援システムが開発されたことにより、学習者は Web を利用できる環境が整っていることが可能になった。

我々は、Web を用いた学習支援システムの中で、学習者による作問に基づく学習を支援しているシステムに注目する。作問に基づく学習は、与えられた問題を解くだけでなく高度に知的な活動であり、学習者の問題解決能力向上に寄与すると言われている[12]。また、作問学習を認

知科学の観点から分析すると、問題を作成するという学習活動には、リハーサルや推敲のような認知的プロセスが含まれているので、認知的発達のために有益であると言われている[13]。

近年では作問による学習方法に加え、他の学習者が作成した問題に対する評価や作成された問題に関して議論するという学習方法も取り入れられている。学習者が作成した問題を共有し、他の学習者がそれらを解くことや問題に対する質疑応答を通じて、学習内容に関する理解力が向上することが期待できると述べられている[10, 13]。また、学習者が問題に対する評価を行うためには、問題文の適正さや解答・解説の正しさを客観的かつ批判的にチェックする必要があり、この活動には認知的プロセスが含まれると言われている。さらに、他の学習者とインタラクションを行うことが認知的発達につながる

<sup>†</sup> 東京学芸大学大学院教育学研究科  
Graduate School of Education, Tokyo Gakuzei University

表1 本研究と関連研究の比較

	高木ら	Yuら	菅原ら	林ら	渡辺	Dennyら	本研究
システムの機能	作問形式	多肢選択 (テキストベース)	多肢選択 (テキストと図)	自由記述 (手書き作問可)	多肢選択 (テキストと図)	自由記述 (テキスト)	多肢選択 自由記述 (テキストと図)
	問題評価	○	○	○	—	○	○
	問題に関する議論	○	—	○	△ (不具合報告目的)	○	○
	作問要求	—	—	—	—	—	○
	採点機能	—	—	○	—	—	○
	問題の質を測る指標	—	—	—	—	—	—
システムの運用	活動単位	グループ	個人	グループ	個人	グループ	個人
	適用環境	対面同期	対面同期	対面同期	分散非同期	分散非同期	分散非同期
	モチベーション向上支援	・テスト問題へ利用 ・ポイント ・成績表示 ・ランキング表示	—	—	・成績表示 ・ランキング表示	・テスト問題へ利用	—
教授者の介入	問題レビュー	—	評価や採点対象の問題を選択	—	—	—	議論時のコメント (学習者からの要請時)
システムの評価	システムの有効性を評価するための材料	・システム利用回数 ・利用アンケート ・成績情報 ・システムの蓄積データ	・利用アンケート	・活動時間(紙上とシステム上の比較) ・利用アンケート	・システムの利用回数	・利用アンケート ・成績データ	・システム利用回数 ・利用アンケート ・成績情報 ・システムの蓄積データ ・作成された問題の質情報

とも言われている[13].

一方、大学などの講義では、大教室を使った多人数授業が多く、時間的な制約もあるため、教師から学生への一方的な知識の伝達になる傾向がある。教師—学生間ならびに学生同士のインタラクティブ性の欠如は多くの教育機関が直面している主要な教育的問題の1つとして認識されていると指摘されている[10]。また、学習者は講義時間内だけで講義内容を理解することは難しいことに加え、教授者は講義で教えなければならないことが多く、講義時間内で作問学習を行うための時間が取れなくなることもある。

そこで我々は、授業時間内に限らず、授業時間外の分散非同期環境でも対面同期環境と同等の作問学習を行うことができるような作問学習支援システムを開発することを考えた。

これらの背景のもと、2006年度に作問に基づく学習支援システム **Concerto** を開発した[3]。**Concerto** は作問(修正機能を含む、図表を含む問題の作成も可能)、解答、問題に対する評価、

問題ごとに電子掲示板でコミュニケーションができる機能を提供している。著者は、学習者が **Concerto** を利用することで作問し、他学習者が作成した問題に対して評価を行い、掲示板で問題の内容に関する議論を行うことで、他学習者とのコミュニケーションが活発になることを想定していた。しかし、**Concerto** を大学の講義に実適用した結果、作問や問題に対する評価が行われた回数と比べて掲示板がほとんど利用されておらず、学習者同士のコミュニケーションが活発ではなかったことが分かった。また、「問題作成者が学生なので、作成された問題は不正確で信頼性に欠ける」という指摘が **Concerto** の利用アンケートから得られた。

そこで本研究では、**Concerto** の適用によって得られた知見や問題点を踏まえて改良を行い、作問要求機能の追加、コミュニケーション機能の強化、ポイント制の導入をした学習支援システム **Concerto II** と、さらに機能面について改良した **Concerto III** を開発した。そして、作問要求

機能の導入効果、コミュニケーション機能を強化した効果などを検証するため、大学の講義に実適用を行った[4].

本稿では、これまでに開発してきた作問学習支援システムとその適用実験の概要を報告する。そして適用結果を分析し、作問学習支援システムの大学の講義への導入効果について考察する。

## 2. 関連研究

学習者による作問学習とその効果は平嶋らの研究[5]や中野らの研究[6-8]をはじめとして、様々な形で実践研究され、その結果が報告されている。本研究では、学習者による作問、学習者による問題の評価、学習者による問題に関する議論を支援するシステムに着目しているため、これらを扱っている研究の中での位置づけを述べる。本研究と関連研究を比較し、結果を表1にまとめた。

作問形式について、本研究では学習者が自由な発想で作問することができるように、作問形式として多肢選択式のみでなく、自由記述による形式も提供している。問題に対する評価や議論について、Yuらのシステムは評価コメントを記述することにより作問者にフィードバックを与えることは可能であるが、作問者とそれ以外の学習者による双方向のコミュニケーションを支援してはいない。本研究で開発したシステムで提供している「作問要求機能」、「採点機能」、「問題の質を測る指標」について、「作問要求機能」、「問題の質を測る指標」は本研究でのみ提供している。「採点機能」は菅原らのシステムでも提供している。本研究で「問題の質を測るための指標」として用いているポイント制やランキング表示は、高木らの研究ではこれらを「学習者グループ間で競争させるため」に導入している[10].

学習者が主体的に作問を行うという点では全ての研究で同じであるが、高木ら、菅原ら、渡辺の研究ではグループを単位として活動を行っている。グループ単位で活動を行うと、グループ内の特定の学生しか作問学習活動を行わなくなってしまう可能性を考慮して、本研究では個人を単位として作問学習活動を行わせることとしている。また、本研究では授業時間外の分散非同期環境でも作問学習活動を行うことも想定している。

システムの評価について、他研究では、システムの利用アンケートやシステム（機能）の利用回数等を用いて評価を行っているが[1, 2, 10], 作成された問題の質に関する分析は行われていない。

本研究では他研究では報告されていない、作問要求機能の導入効果や（ある学習者が）作成した問題の質を見るための指標として導入したポイント制の導入効果を示した[4]. また分散非同期環境で行うために Concerto II に追加したア

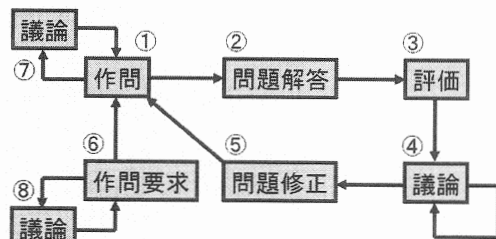


図1 システムの利用プロセス

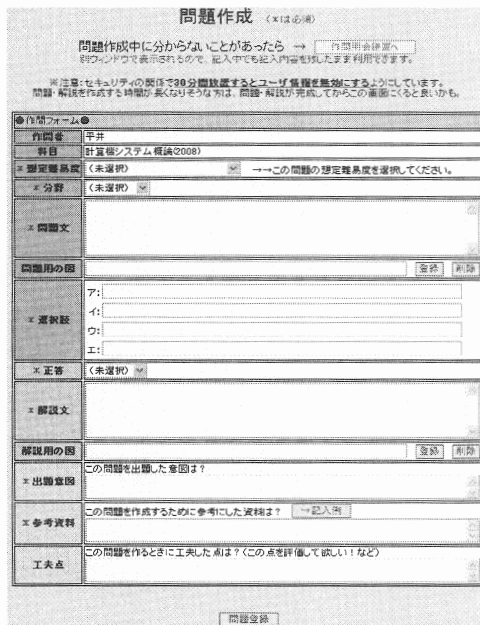


図2 問題作成インタフェース

ウェアネス支援機能の有効性も示した[4]. 本稿では、他研究では報告されていない、作成された問題の質を利用した分析も含めたシステム適用効果を示す。

## 3. 作問学習支援システム

### 3.1 システムの利用プロセス

図1にシステムの利用プロセスを示す。学習者はシステムで、①学習内容に対する問題を作成し、②作成した学習者とは別の学習者がその問題に解答し、③解答した学習者がその問題に対する評価を行う。その後、④作成した学習者や解答と評価をした学習者を交えてその問題の内容に関する議論を繰り返し行い、⑤作成した学習者は必要に応じて問題を修正する、というプロセスを繰り返す。また、システムでは学習者が他の学習者（クラス全体）に対して、作問を要求することができる機能（⑥）、作問時における議論支援機能（⑦）、作問要求時における議論支援機能も提供する。

**問題評価**

↓この問題・解説・問題作成の努力の評価に御協力！  
 評価をして「評価登録」ボタンを押して下さい。  
 問題に関して質問・疑問等があったら会議室で相談して下さい。

※答えと解説は画面下部にあります

●問題評価フォーム ● ※は必須

★ 正誤判定  
 正解しましたか？  
 正解でした  不正解でした  どちらとも言えない

★ 新規性評価  
 この問題形式を見るのは初めて？  
 新:  5  4  3  2  1 : 古 → 評価基準

★ 難易度評価  
 あなたにとって、この問題は難しかったですか？  
 難:  5  4  3  2  1 : 易 → 評価基準

★ 信頼性評価  
 この問題を問題集に載せても良いですか？  
 良:  5  4  3  2  1 : 悪 → 評価基準

★ コメント  
 数値だけでは完全な評価ができないので、さらにコメントを！  
 特に、上の点数をつけた理由や工夫点の評価をお願いします。

評価登録      →この問題に関して会議室で議論

図3 問題評価インターフェース

**作問要求一覧**

新しく要求する → 作問要求を見る

要求日	要求者	要求内容	要求に合う問題の 問題番号	各要求に 関する 会議室	要求に合う 問題のリンク を貼る
08-07-15	男一	応性評価の計算系(P184の問題以外の)の問題作成下さい。	245	→ 会議室	問題番号 → リンク先
08-06-30	中井	(6月10日までに作成されているかどうか)の確認号を利用した問題を作成してください。	203 232	→ 会議室 → 会議室	問題番号 → リンク先
08-06-26	中井	これは未確認しと思った問題をリンク付けてください！ (この問題を複製させていただきます)		→ 会議室	問題番号 → リンク先

図4 作問要求インターフェース

### 3.2 システム概要

前節で示した利用プロセスをもとに、作問学習支援システムを開発した[3, 4]。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 Pages)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や特徴を述べる。

#### ■ 作問

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(図2)。また、図を用いた問題の作成も可能であり、問題登録後に必要に応じて修正することもできる。

#### ■ 問題解答と問題評価

作成された問題(自身が作成したものは除く)に解答することができる。また、問題に解答し、問題に対する評価を登録できる。問題に対する評価として、新規性評価・問題の質評価(信頼性評価)・難易度評価(5段階評価)と評価コメントを登録することができる(図3)。

#### ■ 掲示板

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。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て提供した。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。

#### ■ 作問要求

学習者が作問を要求することができる。図4は要求された内容の一覧画面である。各要求に対して、要求者と要求内容に加え、その要求に応じて作成された問題が関連付けて表示される。また、要求内容に対する質問等ができるように、図1の⑧に相当する要求掲示板を設置した(図4右側の「会議室」ボタンを押すことで利用できる)。

#### ■ 作問ポイントと貢献ポイント

学習者がこれまでに述べてきた機能を利用することで、その学習者に対して作問ポイントや貢献ポイントを与えるというものである。

作問ポイントを用いることによって、その学習者がどのくらい作問したかということ、作成した問題は他の学習者からどの程度の評価を受けているかということが分かり、作成された問題の信頼性を量る一つの指標になると考えられる。貢献ポイントを用いることによって、その学習者がどの程度システムを利用しているかが分かる。これらを用いて、作問ポイントと貢献ポイントに応じたユーザのランキングを表示できるようにした[4]。

## 4. システム適用実験

### 4.1 実験概要

我々は本学で開講されている「計算機システム概論」の受講者に対しシステムの適用実験を行った。この科目は情報系学科の学部1年生対象の必修科目であり、コンピュータのしくみを理解することを目的としている。適用実験後システムに対するアンケートへの回答を依頼した。システムの適用期間は6~7週間であり、この期間内において、受講生がシステムに自由にアクセスできるようにし、システムの全機能を好きなときに好きなタイミングで自由に利用させた。また、授業中はシステムの利用説明のみを行い、その他すべての演習は授業外の時間に行わせた。さらに、教授者から受講生に対して「1人2問は作問し、1回はシステムの全機能を利用してください」という指示を出した。ポイント制について、教授者から受講生に対して作問ポイントや貢献ポイントがどのようなことをすると増えるかということを伝え、「作問ポイントは作問者が作成した問題の質を見る一指標にしてください」ということを伝えた。

表2 システムの利用状況

	Concerto (2006)	Concerto II(2007)	Concerto III(2008)
公開期間	約7週間	約7週間	約6週間
履修者数	87	96	95
ユーザ登録数	51	91	94
ログイン回数	637	2713	1384
問題作成数	50	311	273
問題修正数	16	181	272
問題解答数	1454	6961	3815
問題評価数	926	4003	2561
掲示板投稿数	33	172	23
作問要求数	-	6	1

表3 2007年度の中間、期末テストの結果

	受験者数	平均点	標準偏差
中間テスト	67	20.34	12.10
期末テスト	86	38.95	19.46

表4 2008年度の中間、期末テストの結果

	受験者数	平均点	標準偏差
中間テスト	46	5.45	2.51
期末テスト	89	53.80	17.51

学習者がシステムを利用したことによる効果を検証するために、システム適用前に中間テストを実施し、システム適用後に期末テストを実施した。

#### 4.2 実験結果

本節では、これまでに行われた3回(2006年度～2008年度)の適用実験の結果を示す。

表2にシステム利用実験終了後のシステムの利用状況を示す。

表3にConcerto IIを適用した2007年度の中間テストと期末テストの結果を示す。中間テストは50点満点であり、試験範囲はそれまでに学習した内容(データの内部表現、論理回路)とし、事前にテストを行うことを通知せずに実施した。また、期末テストは100点満点であり、試験範囲は全範囲(データの内部表現、論理回路、記憶装置、アセンブラ、コンピュータ史)である。

表4にConcerto IIIを適用した2008年度の中間テストと期末テストの結果を示す。中間テストは10点満点であり、試験範囲はそれまでに学習した内容(データの内部表現、論理回路)とし、事前にテストを受けるか受けないかの判断は各学習者に任せた。また、期末テストは100点満点であり、試験範囲は全範囲(データの内部表現、論理回路、記憶装置、アセンブラ、コンピュータ史)である。

#### 5. 分析

本章では、Concerto から Concerto III までの適用実験結果をもとに、本研究で開発した作問学習支援システムの適用効果を分析し、分析結果

を考察する。なお、本章で示す統計技法を用いた検定は全て SPSS for Windows 13.0J で行った。

#### 5.1 試験結果の分析

##### 5.1.1 問題作成数を用いた試験結果の分析

問題を作成することについて、Yuらは「多肢選択問題を生成する作業を行わせると、生徒は問題文と正しい答えと(正解以外の)選択肢を作成する必要がある。そのプロセス中に生徒は、最初にその教材のどの部分が重要でテストをする価値があるかを考えなくてはならない。そして生徒は、戦略的に問題を言い表し、正しい答えを考える必要がある。また、生徒は問題文の適正さ、答えの正しさ、(正解以外の)選択肢の良さを厳密に検査する必要がある。これらの活動にはリハーサル、推敲のような認知プロセスを含み、情報処理理論の見解から認知発達のために有益である。」と述べている[13]。

本研究では、多肢選択問題だけでなく、記述式問題も作成できるようにしている。記述式問題の作成においても、問題文の適正さ、答えの正しさを厳密に検査する必要があるため、多肢選択問題の作成と同等の効果が得られると考えられる。問題を作成することが認知発達のために有益であると Yu らが述べているため、問題を多く作成している学習者ほど認知発達していると考えられる。その結果、問題を多く作成している学習者ほど、期末テストで良い成績を取るのでないかと考えられる。

そこで、この仮説を検証するため、Concerto II や Concerto III を適用した年度の中間テストや期末テストの成績を用いて、問題を多く作っている学習者とそうでない学習者に分けて、中間テストや期末テストの成績の平均値を比較した。

##### (1) Concerto II を利用した学習者に対する分析

表5にConcerto IIにおける問題作成数の多少で学習者を分割したときのそれぞれの群の中間テスト成績の平均点と、その2つの群の平均点を利用して行ったt検定の結果を示す。

問題作成数の多少は中間テストを受験し、かつシステムを利用した全学習者の問題作成数の平均3.17問を境として分割した。その結果3.17問以上(4問以上)作成した学習者は28人、3.17問以下(3問以下)作成した学習者は53人となった。この2つの群の中間テスト成績の平均点を用いて、独立な2サンプルのt検定を行った結果、有意確率が0.167となり、有意水準5%で棄却されなかった。よって、中間テストでは、最終的に問題を多く作成した学習者もそうでない学習者も、ほぼ同じ成績であったとすることができる。

次に、表6にConcerto IIにおける問題作成数の多少で学習者を分割したときのそれぞれの群の期末テスト成績の平均点と、その2つの群の平均点を利用して行ったt検定の結果を示す。

中間テスト時と同じように分割し、その2つ

表5 Concerto IIの問題作成数の多少による  
中間テスト結果の分析

学習者群	人数	平均点	標準偏差
問題作成数が多い (4問以上の作成)	28	18.54	11.846
問題作成数が少ない (3問以下の作成)	53	21.30	12.356

表6 Concerto IIの問題作成数の多少による  
期末テスト結果の分析

学習者群	人数	平均点	標準偏差
問題作成数が多い (4問以上の作成)	28	42.50	20.079
問題作成数が少ない (3問以下の作成)	52	35.92	19.261

の群の期末テスト成績の平均点を用いて、独立な2サンプルのt検定を行った結果、有意確率が0.077となり、有意水準5%で棄却されなかった。しかし、問題作成数の多い学習者群の方が、そうでない学習者群よりも平均点で6.58点高く、問題作成数の多かった学習者は期末テストで良い成績を取っていると考えることができる。

#### (2) Concerto IIIを利用した学習者に対する分析

表7にConcerto IIIにおける問題作成数の多少で学習者を分割したときのそれぞれの群の中間テスト成績の平均点と、その2つの群の平均点を利用して行ったt検定の結果を示す。

問題作成数の多少は中間テストを受験し、かつシステムを利用した全学習者の問題作成数の平均3.01問を境として分割した。その結果3.01問以上(4問以上)作成した学習者は16人、3.01問以下(3問以下)作成した学習者は31人となった。この2つの群の中間テスト成績の平均点を用いて、独立な2サンプルのt検定を行った結果、有意確率が0.398となり、有意水準5%で棄却されなかった。よって、中間テストでは、最終的に問題を多く作成した学習者もそうでない学習者も、ほぼ同じ成績であったといえる。

次に、表8にConcerto IIIにおける問題作成数の多少で学習者を分割したときのそれぞれの群の期末テスト成績の平均点と、その2つの群の平均点を利用して行ったt検定の結果を示す。

中間テスト時と同じように分割し、その2つの群の期末テスト成績の平均点を用いて、独立な2サンプルのt検定を行った結果、有意確率が0.008となり、有意水準1%で棄却された。問題作成数の多い学習者群の方が、そうでない学習者群よりも平均点で8.40点高く、問題作成数の多かった学習者は期末テストで良い成績を取っていると考えることができる。

表7 Concerto IIIの問題作成数の多少による  
中間テスト結果の分析

学習者群	人数	平均点	標準偏差
問題作成数が多い (4問以上の作成)	16	5.31	11.849
問題作成数が少ない (3問以下の作成)	31	5.52	18.871

表8 Concerto IIIの問題作成数の多少による  
期末テスト結果の分析

学習者群	人数	平均点	標準偏差
問題作成数が多い (4問以上の作成)	23	59.96	11.849
問題作成数が少ない (3問以下の作成)	63	51.56	18.871

#### 5.1.2 問題の質評価を用いた試験結果分析

問題を作成する際、問題文や正答、解説に誤りがないかをチェックするため、学習者は問題文や正答、解説を何度も読み返し、必要に応じて教科書等の参考資料を参照する必要がある。これを繰り返し行っている学習者は、その学習者が作成した問題に対する他学習者の問題の質評価が高くなる傾向があると考えられる(本研究における問題の質評価は問題文、解答、解説の適正さ、正確さ(誤字、脱字、曖昧な表現がない)を評価基準として示している)。Yuらはこのような問題文や正答、解説を厳密に検査する活動が認知発達に有益であると述べているため[13]、厳密に検査している(=問題の質評価が高い)学習者ほど認知発達していると考えられる。その結果、問題の質評価の高い問題を多く作成している学習者ほど、期末テストで良い成績を取るのではないかと考えられる。

この仮説を検証するため、中間テストや期末テストの成績を用いて、質の高い問題を多く作っている学習者とそうでない学習者に分けて、中間テストや期末テストの成績の平均値を比較する。

#### (1) Concerto IIを利用した学習者に対する分析

表9にConcerto IIにおける問題の質評価の高低で学習者を分割したときのそれぞれの群の中間テスト成績の平均点と、その2つの群の平均点を利用して行ったt検定の結果を示す。

問題の質評価平均の高低は(中間テストを受験し、Concerto IIで問題を作成し、作成された問題に対する評価を1件以上受けた)全学習者の問題の質評価の平均3.53を境として分割した。その結果、作成した全問題の問題の質評価平均が3.53以上だった学習者は30人、3.53未満だった学習者は37人となった。この2つの群の中間テスト成績の平均点を用いて、独立な2サンプルのt検定を行った結果、有意確率が0.120

表9 Concerto II の問題の質評価平均の  
高低による中間テスト結果の分析

学習者群	人数	平均点	標準偏差
問題の質平均が高い (問題の質平均>3.53)	30	22.57	14.445
問題の質平均が低い (問題の質平均<3.53)	37	18.84	11.384

表10 Concerto II の問題の質評価平均の  
高低による期末テスト結果の分析

学習者群	人数	平均点	標準偏差
問題の質平均が高い (問題の質平均>3.53)	32	41.41	20.524
問題の質平均が低い (問題の質平均<3.53)	39	40.72	18.343

となり、有意水準 5%で棄却されなかった。

次に、表 10 に Concerto II における問題の質評価平均の高低で学習者を分割したときのそれぞれの群の期末テスト成績の平均点と、その 2 つの群の平均点を利用して行った t 検定の結果を示す。

中間テスト時と同じように分割し、その 2 つの群の期末テスト成績の平均点を用いて、独立な 2 サンプルの t 検定を行った結果、有意確率が 0.441 となり、有意水準 5%で棄却されなかった。

中間テスト成績の平均点、期末テスト成績の平均点のどちらとも、問題の質評価平均の高低で学習者を分割したときに有意差は出なかった。これは Concerto II では、問題の質評価に対する評価基準を示していなかったことが原因の 1 つと考えられる。そこで、問題の質評価に対する評価基準を示した Concerto III のデータを使って分析を行った。

## (2) Concerto III を利用した学習者に対する分析

表 11 に Concerto III における問題の質評価の高低で学習者を分割したときのそれぞれの群の中間テスト成績の平均点と、その 2 つの群の平均点を利用して行った t 検定の結果を示す。

問題の質評価平均の高低は（中間テストを受験し、Concerto III で問題を作成し、作成された問題に対する評価を 1 件以上受けた）全学習者の問題の質評価の平均 3.29 を境として分割した。その結果、作成した全問題の問題の質評価平均が 3.29 以上だった学習者は 26 人、3.29 未満だった学習者は 20 人となった。この 2 つの群の中間テスト成績の平均点を用いて、独立な 2 サンプルの t 検定を行った結果、有意確率が 0.334 となり、有意水準 5%で棄却されなかった。

次に、表 12 に Concerto III における問題の質評価平均の高低で学習者を分割したときのそれぞれの群の期末テスト成績の平均点と、その 2 つ

表11 Concerto III の問題の質評価平均の  
高低による中間テスト結果の分析

学習者群	人数	平均点	標準偏差
問題の質平均が高い (問題の質平均>3.29)	26	5.27	2.409
問題の質平均が低い (問題の質平均<3.29)	20	5.60	2.780

表12 Concerto III の問題の質評価平均の  
高低による期末テスト結果の分析

学習者群	人数	平均点	標準偏差
問題の質平均が高い (問題の質平均>3.29)	43	59.60	14.115
問題の質平均が低い (問題の質平均<3.29)	38	49.82	18.589

の群の平均点を利用して行った t 検定の結果を示す。

中間テスト時と同じように分割し、その 2 つの群の期末テスト成績の平均点を用いて、独立な 2 サンプルの t 検定を行った結果、有意確率が 0.004 となり、有意水準 1%で棄却された。

以上の結果、Concerto III においては問題の質評価平均の高低で学習者を分割したときに、期末テストの平均点の差が統計的に有意となった。中間テストのときには 2 群とも、成績に関してほぼ同等の群であったが、期末テストでは約 10 点の差が開いた。これは質の高い問題を作成していた結果が成績に表れたのではないかと考えられる。

## 5.2 システム利用アンケートの分析

Concerto III の利用アンケートにおいて、被験者に「Concerto III の利用前と利用後で何か変化したことはあるか? (ただし、計算機システム概論の内容が分かった以外の記入とする)」という質問への回答を依頼した。これに対し、被験者から以下の回答を得た（質問に的確に回答していない内容を除くすべての回答を列挙）。

- 計算機システム概論という分野に、より積極的に取り組めるようになった
- 学習に対する意識が上がった
- モチベーションは上がった。実力もついていることをいりたい
- 自分が問題を作る上での主旨と他の人とのそれとの違いがあって、それがテスト勉強をする上で役立った。（“こんな事をやらなくては”と）
- テストに向けての意識向上。他の人と議論する中で様々な解答方法があることが分かった
- 勉強意欲が増した。もっと早くやればよかったと思った
- 勉強方法が増えた

- 情報の勉強をより身近に感じる事ができた
- 分からなかったところが分かって勉強する材料を与えてくれてよかったです
- 意識が変わった。また勉強のやる気が上がった
- 計算機システム概論が好きになった
- 問題を解いているうちに楽しくなり、もっとやりたいと思った。試験前の勉強に最適。
- もっと解きたいという気持ちになった
- ちょっとの時間でもパソコンを開いて勉強するようになった
- 特に変化はなかった。Concerto IIの方は良く使っていたと思う。あまり機能を追加しすぎるのは・・・
- 私だけでなく、他の人もたくさん勉強しているのが見え、自分も負けるものかと思ひ、やる気になりました
- もっとはやくから活用すればよかった。テスト前あせっているときにはじめても100%活用できない
- モチベーション。表現力
- 利用前は計算機システム概論大嫌いと思っていたけど、利用することで理解が深まり問題を解くのがどんどん楽しくなっていた。実際アセンブラの問題を解くのはあまりすぎた。もっと早く Concerto IIIのおもしろさに気づいていたらよかったなあと思う
- 普通に教科書を見て勉強するよりも学力がついたと思う

システム利用前とシステム利用後の変化として、学習に対する意識が変わった（学習をする意欲がわいた）と回答している学習者が多く、もっと早くから Concerto IIIを利用すれば良かったと後悔している学習者も少なくなかった。これらからシステムが学習者の学習に対する意識に刺激を与えているのではないかと考えることができる。

## 6. おわりに

本研究では、学習者による作問に基づく協調学習支援システムを開発し大学の講義に適用した。本稿ではこれまでに行われた3回の適用実験の結果を報告し、適用結果を考察した。

大学の講義に作問学習支援システムを導入する効果に着目して分析を行った結果、作問学習を多く行っている学習者はそうでない学習者よりも期末テストの成績が高く、質の高い問題を作成する学習者はそうでない学習者よりも期末テストへの成績の伸びが高かったことが分かった。また、システムの導入により学習者に対して学習のきっかけを与えていたことが分かった。

## 参考文献

[1] P. Denny, J. Hamer, A. L.-Reily, and H.

Purchase: PeerWise: Students Sharing their Multiple Choice Question, Proc. of ICER'08 (2008)

[2] T. Hayashi, T. Mizuno, H. Tominaga, H. Tarumi, and T. Yamasaki: A Learner-centered e-Learning Environment by Contributing and Sharing Problems Created by Learners, Proc. of CollabTech'08, pp. 94-98 (2008)

[3] Y. Hirai, and A. Hazezama: A Learning Support System based on Question-posing and Its Evaluation, Proc. of C5'07, IEEE Computer Society Press, pp. 180-185 (2007)

[4] 平井佑樹, 樫山淳雄: 作問に基づく協調学習支援システムとその分散非同期学習環境への適用, 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 10, pp. 3341-3353 (2008)

[5] 平嶋宗, 梅田多一, 志岐隆弘, 竹内章: XMLを用いた算数の文章問題の作成・共有環境, 教育システム情報学会誌, Vol. 18, No. 3, pp. 284-296 (2001)

[6] A. Nakano, T. Hirashima, and A. Takeuchi: Problem-Making Practice to Master Solution-Methods in Intelligent Learning Environment, Proc. of ICCE'99, pp. 891-898 (1999)

[7] 中野明, 平嶋宗, 竹内章: 「問題を作ることによる学習」の知的支援環境, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J83-D- I, No. 6, pp. 539-549 (2000)

[8] 中野明, 平嶋宗, 竹内章: 演算の理解を指向した知的作問学習支援環境, 人工知能学会論文誌, Vol. 17, No. 5, pp. 598-607 (2002)

[9] 菅原典子, 織田恵太, 赤池英夫, 角田博保: 集合教育に用いる即応型 e-ラーニングシステム SHoes における組織学習支援, 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 8, pp. 2791-2801 (2007)

[10] 高木正則, 田中充, 勅使河原可海: 学生による問題作成およびその相互評価を可能とする協調学習型 WBT システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 3, pp. 1532-1545 (2007)

[11] 渡辺博芳: 情報基礎教育における「ディスカッション」を用いた協同学習活動, 第3回日本 WebCT ユーザカンファレンス予稿集, pp. 83-88 (2005)

[12] 横山琢郎, 平嶋宗, 岡本真彦, 竹内章: 統合レベルでの作問を支援する学習環境の設計・開発と小学校低学年での学習効果, 人工知能学会第19回全国大会講演論文, 2A1-03 (2005)

[13] 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)