

学習者特性に応じた適応型作問学習支援システムの設計・開発と教育現場での実践的利用

井上裕之^{†1} 高木正則^{†2}

学習者が問題を作成して学習する作問演習が発展的な学習ができる演習として期待されている。また、作問演習を効果的に行える機能が実装された作問学習支援システムが様々開発されている。作問学習支援システムを利用した作問の実践の結果から、作問による学習効果が示されている。しかし、すべての学習者が作問による学習効果を感じていないわけではなかった。そこで、本研究では作問による学習効果の感じ方に差異がある原因を学習者が行なう作問方法の違いに着目し、学習者特性に応じた作問方法を提供する適応型作問学習システムを実現した。本稿では、本システムの概要と教育現場での実践結果について述べる

Practical Use and Development of Adaptive Problem-Posing Learning Support System Based on Learner Characteristics

Hiroyuki Inoue^{†1} Masanori Takagi^{†2}

It is expected as an exercise that can be learning is developmental Problem-Posing exercises learners to learn by creating a problem. And, various Problem-Posing learning support system that allows user to effectively exercise Problem-Posing is mounted has been developed. From the results of the practice of Problem-Posing learning support system, learning effect by Problem-Posing is shown. However, all learners were not necessarily feel the effects of learning Problem-Posing. Therefore, the adaptive work question learning system that focused on the difference of Problem-Posing how learner performs the cause there is a difference in perception of the learning effect by Problem-Posing provides a Problem-Posing method in accordance with the learner characteristics in this study I was realized. In this paper, we describe the results of the practice in the field of education and overview of the system.

1. はじめに

多くの教育現場では問題を解答して学習する方法がよく実施されている。一方で、学習者が問題を作成して学習する作問演習も発展的な学習ができると期待されており、近年では作問学習支援システムの研究もおこなわれている[1-3]。作問学習支援システムには、作成した問題についてディスカッションなどを行える掲示板投稿機能[3]や、グループ内で作られた問題について学習者同士でコメントを付けることができる相互評価機能[4]、また作られた問題をオンラインテストとして公開し学習者に解答させることができる機能など、作問演習をより効果的にする機能が実装されている。著者らの一人も平成14年度から学生が作成した問題をグループやクラス全体で共有できるWBTシステム「CollabTest」を開発・運用してきた。CollabTestの運用結果から、システムを利用して得られるポイントを多く獲得した学生ほどテストの点数が高くなったことを示している[4]。また、2009年度にCollabTestを利用した11科目（統計入門×2クラス、プログラミング演習Ⅱ×2クラス、経済学部演習Ⅰ、地球温暖化の科学、環境経済論、基礎統計学、英米文学史、コンピュータネットワーク論、科学技術論）の履修者431名に実施したアンケート調査では、「問題を作

成することは問題を解くよりも学習に役立つか」との問いに対し、17.4%の学生が「非常にあてはまる」、43.9%の学生が「ややあてはまる」と答えた。しかし一方で、「ややあてはまらない」(6.7%)、「まったくあてはまらない」(7.9%)と答えた学生もいた。この結果から、作問によって学習者が主観的に感じる効果に差異があることが分かった。また、その他の質問項目からは、問題を1問作成する時間が学生によって異なることもあることも分かった。

我々はこの要因が従来の作問学習支援システムの問題投稿機能にあると考えた。一般的に1問の問題を作成するには、出題単元を決定し、問題文や答え、誤答選択肢、解説の作成などの作業が含まれる。しかし、従来の問題投稿機能では、システム上で入力フォームが実装されているのみであった。そのため、個々の学習者によって理解度や科目への興味・関心、作問への取り組み姿勢が異なるにもかかわらず、作問方法（出題単元の決定、作問手順、出題意図等）は全て学習者に委ねられ、自由に作問できてしまっていた。そこで本研究では、作問による主観的な学習効果の向上を目的とし、学習者特性に応じた適応型作問学習支援システムを提案する。

2. 先行研究

2.1 CollabTestを利用した作問演習

CollabTestを利用した学習手順を図1に示す。CollabTestを利用した基本的な学習の流れは(1)作問、(2)問題の相互評

^{†1} 岩手県立大学大学院
Iwate Prefectural University Graduate School
^{†2} 岩手県立大学
Iwate Prefectural University

価, (3)教員への問題の提出・教員による問題の評価, (4)確認テストである. これらの演習を授業内, 授業外に行う. システムを利用する前に, 教員が行うべき作業は, 学生のグループへの分類と, グループ情報のシステムへの登録, さらに, 出題分野(カテゴリ)の登録である. システム利用開始後に行う作業としては, 学習者が作成した問題の評価, コメントの投稿, 確認テストの作成・公開等がある.

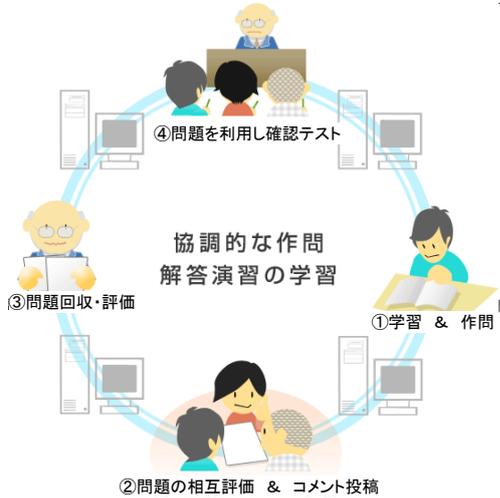


図 1 : CollabTest を利用した学習手順

表 1 : CollabTest の代表的な機能

No	機能名	利用者
(1)	カテゴリ管理機能	教員, TA, SA
(2)	グループ管理機能	教員, TA, SA
(3)	作問機能	教員, TA, SA, 学生
(4)	問題閲覧機能	教員, TA, SA, 学生 (アクセス制限あり)
(5)	問題インポート・エクスポート機能	教員, TA, SA
(6)	ピアレビュー機能	学生
(7)	問題公開範囲の設定	教員, TA, SA
(8)	問題送信数・問題送信条件の設定機能	教員, TA, SA
(9)	ディスカッション機能	教員, TA, SA, 学生
(10)	ポイント機能	学生
(11)	確認テスト機能	教員, TA, SA, 学生
(12)	交流学习機能	教員, TA, SA, 学生

2.2 CollabTest で提供する機能

表 1 に CollabTest で提供されている代表的な機能を示す. 教員はこれらの機能を取捨選択して CollabTest を利用する. 図 2 に問題形式選択時の画面例を示す. 問題作成時の入力

項目として問題文や選択肢, 解説といった必須項目や, 資料を引用した場合に入力する参考文献欄などが実装されている. 作問時は, この画面が表示され作問する. また, CollabTest では, グループメンバーの問題を解答し, 解説を確認した後, 問題へのコメント投稿や, 評価項目を利用して評価を行うことができる.



図 2 : 問題投稿時の画面例

3. 関連研究

本研究では学習者特性に応じた適応的な作問方法について検討するため, 従来の作問学習支援システムの作問方法との比較をし, 本研究の位置づけを述べる. 本研究と関連研究を比較した結果を表 2 に示す.

作問学習支援システムとしてはこれまで平嶋ら[1]や平井ら[3]などによって研究が行われている. 従来の作問学習支援システムでは多肢選択形式や穴埋め形式の問題を登録でき, 紙媒体のように入力できる機能なども実装され, 多種多様な作問ができるようになっている. 本研究で提案するシステムでは, 一問一答形式と多肢選択形式の問題を登録可能となっている. また, 問題文と解説には画像を添付することができる. 今後, さらに多様な問題を登録できるように環境を整える.

平嶋らの研究では, システム上で設定された課題(小学校低学年算数)に従い, 単文テンプレートを組み合わせることによって作問を行い, 問題の自動評価を実現している. そのため, 利用できる科目が限定的ではあるが, 学習者が作成した問題に誤りがある場合はシステムから自動的にフィードバックされる. 本研究では, システムからの自動的なフィードバックはせず, 作問後に行うグループ内での相互評価において学習者間でフィードバックを行うことで, 理解を深め合うことを想定している. そのため, ある特定の科目に限定されない汎用的な作問機能を検討している.

表2：関連研究との比較

	平嶋ら[1]	平井ら[3]	菅原ら[6]	高木ら[4]	本研究
問題形式	一問一答	多肢選択 記述式	記述式	多肢選択 穴埋め	一問一答 多肢選択
問題の入力方法	単文の統合	自由記述	自由記述	自由記述	自由記述
出題分野の選択	選択不可	選択可	選択可	選択可	選択可
システムからの作問手順の指示	なし	なし	なし	なし	あり
システム評価	テスト情報 アンケート	成績情報 利用回数 アンケート	活動時間 アンケート	利用回数 蓄積データ アンケート	アンケート

また、関連研究のいずれのシステムも、出題分野の選定や出題意図を設定するなどの指示が出されることはなく、作問による効果を高めるように作問方法を制御できる作問学習の支援方法については検討されていない。本研究では、学習者の特性を考慮して作問方法や作問手順の指示を出す作問学習支援システムについて提案する。

4. 研究課題

先行研究・関連研究から、学生によって作問手順や作問時間が異なることや、学習効果の感じ方に差異があることが示されている。しかし、作問による学習効果に影響を与える学習者特性にはどのようなものがあるかは明確にされていない。また、学習者特性と学習効果を高める作問手順の関連性も明らかになっていない。そこで、本研究では(1)作問による学習効果に影響を与える学習者特性を明らかにすることと、(2)学習者特性に応じた支援方法を確立することを研究課題とする。

5. 作問の実態調査

5.1 調査1：出題意図と作問時間の調査

CollabTestの運用結果からは、問題を1問作成するのに150分以上要した学生がいる一方、10分で作問する学生もいたというアンケート結果が示されている[4]。そこで、作問時間の差異に影響を与えている要因を調査するためにアンケート調査を実施した[7]。実験概要を表3に示す。アンケート調査は2度行った。アンケート項目を表4に示す。1回目のアンケートでは、表4(1)、(2)の質問をし、2回目のアンケートでは、表4(1)～(4)の質問をした。実験ではCollabTestを利用し、教員が学生に作問させる問題の出題範囲となるカテゴリを公開したあと、学生に出題したいカテゴリを選択して作問させた。作問する問題形式は四択形式の問題とし、問題文・正解選択肢・誤答選択肢・解説を作成させた。

5.2 調査1：アンケート結果

表4(2)の出題意図に関するアンケート項目からは様々な特徴を含む回答を得ることができた。すべての回答を分析

した結果、出題意図を3つのグループ(1.自己の学習を考慮する、2.他者の学習を考慮する、3.作りやすさを考慮する)に分類できた。各グループの回答例の一部を表5に示す。表5(1)は自己の学習を考慮するグループであり、新たな知識獲得や復習による知識定着を意図している傾向があ

表3：調査1実験概要

実験概要	
日時	1回目：平成24年6月15日 2回目：平成24年6月22日
科目	学部専門科目「情報システム構築学」
対象	ソフトウェア情報学部3年生
人数	1回目：39人 2回目：42人

表4：調査1アンケート項目

No	質問内容
(1)	1問の問題を作成するためにかかった時間を記載してください
(2)	なぜこの内容を質問しようと思いましたか？
(3)	新しい知識を得られましたか？ (2択)
(4)	解答者に理解させたい知識を意識して問題を作りましたか (2択)

表5：出題意図一部回答例

No	回答例	分類人数
(1)	確認するため	1回目：14 2回目：20
(2)	理解してもらおうと思った	1回目：15 2回目：14
(3)	作りやすかった	1回目：9 2回目：5

った。表 5(2)は他者の学習を考慮するグループであり、作成した問題の解答時に学習効果を得られることを期待させる意図を含んでいる傾向があった。表 5(3)は作りやすさを考慮するグループであり、自他共に理解を深めようとする意図が含まれていないものを分類した。一方、表 4(1)の作問時間に関するアンケート項目では、全員の作問時間の平均は1回目が13.6分、2回目が10.2分であった。1回目と2回目の作問時間のヒストグラムを図3に示す。さらに、出題意図グループ毎に算出した作問時間の平均・分散・標準偏差を表6に示す。図3より、全体の傾向として20分以内で作問する学生が多いことがわかる。また2回の作問時間の傾向を比較しても全体の傾向は類似しており、作問時間に変化が見られない学生も存在していた。表6からは、2回の作問演習で出題意図が類似していても標準偏差に差があることが確認された。また、自己の学習を考慮する出題意図グループは標準偏差の差が少なかったが、最大で16分も作問時間が短縮した学生がいた。他の出題意図グループでも1回目と2回目で10分から25分作問時間が短縮した学生がいた。しかし、出題意図の差異による作問時間の傾向を明らかにすることはできなかった。

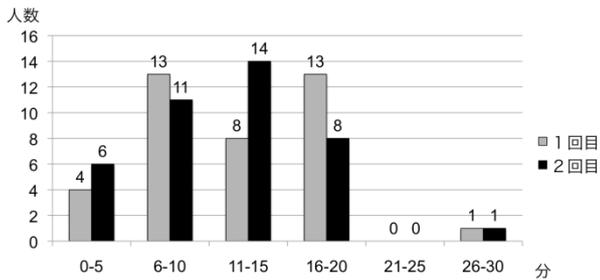


図3：調査1 作問時間の比較グラフ

表6：出題意図毎の作問時間の比較

出題意図	平均時間	分散	標準偏差
自己の学習	10.4分	24.1	4.9
	11.4分	25.1	5.0
他者の学習	14.7分	14.2	3.8
	11.4分	33.0	5.7
作りやすさ	16.7分	45.3	6.7
	11.0分	12.5	3.5

5.3 調査2：学習への取り組み姿勢と出題意図の調査

調査1で示された3つの出題意図に影響を与えている要因を調査するためにアンケート調査を実施した[8]。アンケートはCollabTestを利用した作問演習後に行った。実験概要を表7に示す。また、アンケート項目を表8に示す。(4)～(7)は5件法で答える質問とした。作問する問題の出題形式は四択形式とし、問題文・正解選択肢・誤答選択肢・解説の4項目を作成してもらった。

5.4 調査2：アンケート結果

表8(1)の出題意図に関するアンケート項目の結果を調査1で明らかになった3つの出題意図グループに分類した。有効回答数のうち16人は出題意図ではない内容を回答していたためグループ分けの対象から除外した。グループ分けした結果、自己の学習を考慮するグループは25人、他者の学習を考慮するグループは19人、作りやすさを考慮するグループは9人となった。

表7：調査2 実験概要

実験概要	
日時	平成25年5月11日
科目	学部専門基礎科目「情報基礎数学C」
対象	ソフトウェア情報学部1年生
人数	69人

表8：調査2 アンケート項目

No	質問内容
(1)	この問題を作成しようと思った理由はなんですか？
(2)	どのような手順で問題を作成しましたか。下記リストからあてはまる工程の番号を作成手順通りに矢印でつないでください ①eラーニングやテキスト等から参考になる問題や問題にできる箇所を探す ②問題にしたい内容をまとめる ③問題文の作成 ④選択肢の作成 ⑤解説の作成 ⑥見直し ⑦その他
(3)	(2)で「⑦その他」を選択した方への質問です。その他とはどのような工程を行いましたか。具体的に記述してください
(4)	これまでの授業内容にもともと強い関心がありましたか
(5)	これまでの授業を真剣な態度で参加出来ましたか
(6)	これまでの授業の予習・復習や課題等に積極的に取り組みましたか
(7)	作問演習を行って学習に役立ったと感じますか
(8)	(7)で役立ったと答えた方への質問です。一番学習に役立ったと感じた作成手順工程はどれですか

5.5 調査2：学習への取り組み姿勢と学習効果の関係性

表8(4)～(6)の学習への取り組み姿勢に関する質問項目は、大学で実施されている授業評価アンケートで用いられている質問から引用した。出題意図グループ毎に表8(4)～(6)と(7)の作問による学習効果の相関係数を求めた(図4～図6)。その結果、グループ毎に作問による学習効果と最も相関が高い項目(関心・態度・積極度)が異なった。自己の学習を考慮するグループでは、関心、態度、積極度の中

で作問による学習効果と正の相関が最も強かったのは態度（相関係数 0.74）であった。他者の学習を考慮するグループでは、課題への積極度（相関係数 0.63）であった。作りやすさを考慮するグループでは関心（相関係数 0.74）であった。出題意図グループ毎の関心・態度・積極度と学習効果の相関関係を図 7 に示す。

また、出題意図毎に作問演習の学習効果に関するアンケート項目（表 8 (7)）で、最も効果を感じた 5 を回答した割合を分析した。その結果、作りやすさを考慮するグループでは 33.3%、自己の学習を考慮するグループでは 40.0%、他者の学習を考慮するグループでは 68.4% が 5 を選択し、3 つの出題意図では、作りやすさを考慮するグループが最も作問による学習効果を感じている割合が低いことがわかった。また、他者の学習を考慮するグループは(4)~(7)全てにおいて他のグループよりも高い傾向にあった。

5.6 調査 2：作問支援方法の考察

以上の結果から、学習への取り組み姿勢（関心・態度・課題への積極度）を測り、3 つの中で最も高い特性と相関の高い出題意図を設定することで学習効果を得やすくなる考えた。また、分析の対象外とした 16 人は、具体的な出題意図を意識できていないことが問題であると考え、出題意図を明示することでより高い学習効果を得られるのではないかと考えた。

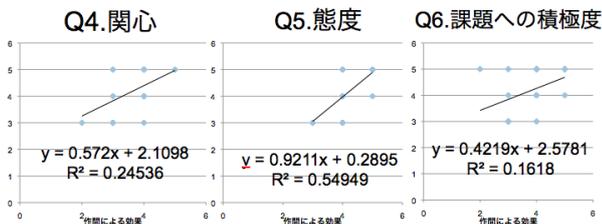


図 4：自己の学習グループの関心・態度・積極度と学習効果の相関

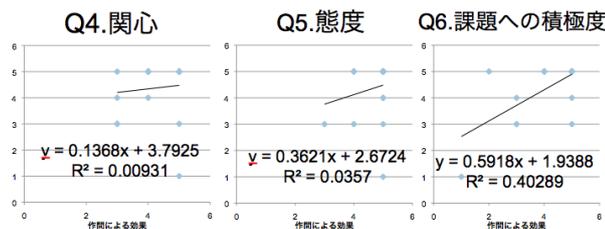


図 5：他者の学習グループの関心・態度・積極度と学習効果の相関

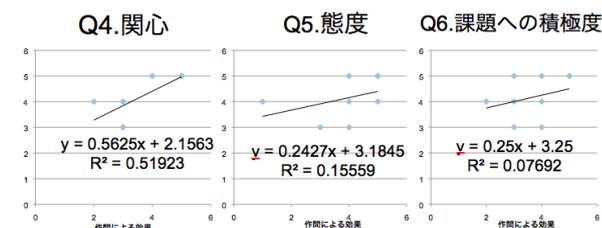


図 6：作りやすさグループの関心・態度・積極度と学習効果の相関

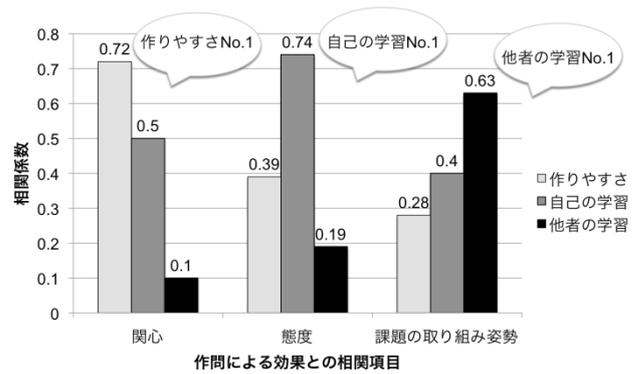


図 7：出題意図毎の関心・態度・積極度と学習効果の相関

6. 適応型作問学習支援システム

本章では、学習者特性（理解度と学習への取り組み姿勢）に応じて作問のガイドラインを動的に生成し、生成されたガイドラインに沿って作問をナビゲートする機能を有する適応型作問学習支援システムを提案する。提案システムでは、学習者特性に応じて学習者に適した出題意図と作問手順を提供する。提案システムにより、作問時に意識する意図が具体的になり、従来よりも作問内容を吟味して作問することが期待できる。また、作問手順を具体的に示すことで、これまで意識してなかった作問工程を行い、従来よりも深い考察を促すことができると考えた。

6.1 システム概要

適応型作問学習支援システムは大学の講義で利用することを前提とし、Web アプリケーションとして開発した。図 8 にシステムの概要を示す。大人数の学習者の特性（学習への取り組み姿勢、理解度）に応じて、作問者毎に異なる作問ガイドライン（出題意図と作問手順）を設定し、作問ガイドラインを手順ごとに誘導するナビゲーション機能を利用して作問学習を行なう。作問演習前に、学習への取り組み姿勢に関するアンケートとテストの得点を入力してもらい、システムが作問による学習効果を得られる出題意図や作問手順を決定する。本稿ではこの出題意図と作問手順を作問ガイドラインと定義する。

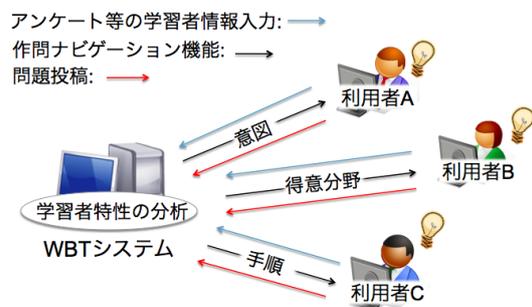


図 8：適応型作問学習支援システムの概要

6.2 作問演習の流れ

作問演習の流れを表9に示す。システムを利用した作問演習の流れは大きく4工程に分類される。事前アンケートと事前テストで学習者の学習への取り組み姿勢と理解状況を把握する。これら学習者特性を考慮して設定された作問ガイドラインを参考にし、ナビゲーション機能の指示に従って作問演習を行なう。作問演習後、事後アンケートを行い、作問による主観的な効果を収集する。

提案システムのガイドライン提示画面と作問ナビゲーション機能の画面例を図9、図10に示す。図9では学習への取り組み姿勢と理解状況を考慮して決定した出題意図と作問手順を示している。図9上部は作問時に意識する出題意図をイメージ図と説明文で表現している。図9下部には作問手順を一覧で表示している。作問を始めるとこの一覧で示されている手順に従ってナビゲーションされる事となる。図10は作問手順を工程ごとにナビゲーションしている画面の例である。図10でも上部には出題意図が常に表示されており常時出題意図を意識できるようにしている。下部には実際に行なう工程を説明文で表示している。項目によっては入力フォームが表示されるようになっている。

6.3 学習者特性に応じた支援方法

6.3.1 出題意図の設定

事前アンケートより収集した学習への取り組み姿勢に応じて出題意図を設定する。事前アンケートで関心、態度、課題への積極度について5件法で問い、図7の相関関係を基に、「自己の学習」、「他者の学習」、「作りやすさ」の中から出題意図を設定する。学生はシステムから提示された出題意図を意識して作問する。また、事前アンケートの3つの取り組み姿勢の最大値が複数存在した場合には、調査2の結果に基づき、1.他者の学習を考慮、2.自己の学習を考慮、3.作りやすさを考慮という優先順位で出題意図を設定することとする。出題意図の優先順位を表10に示す

6.3.2 作問手順の設定

作問手順は、小谷らの作問手順の調査結果[5]から明らかになった学生が取りうる手順を活用することとした。作問手順項目を表11に示す。これらの項目は、我々が実施したアンケート調査の結果でも同様の結果が得られている。

表9：提案システム利用の流れ一覧

手順	工程内容
1	事前アンケート
2	事前テスト点数入力(任意)
3	作問演習
4	事後アンケート

表10：出題意図の優先順位

優先順位	出題意図
1	他者の学習を考慮
2	自己の学習を考慮
3	作りやすさを考慮

作問ガイドライン

事前アンケート・テスト点数に応じて作問ガイドラインを示します。以下の手順・出題意図に従って作問を行っていきましょう。作問を始める場合は「作問を始める」を押してください。

出題意図

「他者を意識した作問」



他人が解いた時役立つような作問内容や出題形式を考えてみよう

作問手順

STEP 1	問題(したい内容をまとめる)
STEP 2	問題文の作成
STEP 3	答えの作成
STEP 4	解説の作成
STEP 5	見直し

作問を始める

図9：作問ガイドライン提示画面

eラーニング教材等から参考になる問題や出題分野を探す

出題意図

「作りやすさを考慮した作問」



自分が作りやすい作問内容や出題形式を考えてみよう

STEP 1	STEP 2	STEP 3	STEP 4	STEP 5	STEP 6	STEP 7
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

作問の参考となる問題や出題分野を教材から探してください。

次へ

図10：作問ナビゲーション画面

表11：作問手順一覧

番号	手順項目
①	答えの作成
②	問題文の作成
③	解説の作成
④	見直し
⑤	問題にしたい内容をまとめる
⑥	教材等から参考になる問題を探す
⑦	教材による学習・復習

6.3.3 出題意図と作問手順の決定方法

事前アンケートと事前テストの結果を考慮した出題意図と作問手順の決定方法を表12に示す。表12の手順番号①～⑦は、表11の番号と対応している。事前アンケートはシステム上で行えるが、事前テストは授業内容に依存するた

表 12：出題意図・作問手順適応一覧

学習者特性		意図	手順
事前テスト結果	事前アンケート結果		
理解度が高い	なし	他者の学習を考慮	⑤②①③④
理解度が低い	なし	自己の学習を考慮	⑥⑦⑤②①③④
なし	関心が最も高い	作りやすさを考慮	②①③④
なし	態度が最も高い	自己の学習を考慮	⑥⑦⑤②①③④
なし	積極度が最も高い	他者の学習を考慮	⑤②①③④
理解度が高い	関心が最も高い	作りやすさを考慮	②①③④
	態度が最も高い	他者の学習を考慮	⑤②①③④
	積極度が最も高い	他者の学習を考慮	⑤②①③④
理解度が低い	関心が最も高い	自己の学習を考慮	⑥⑦⑤②①③④
	態度が最も高い	自己の学習を考慮	⑥⑦⑤②①③④
	積極度が最も高い	他者の学習を考慮	⑥⑦⑤②①③④

め、システム外で行なうこととする。事前テストを行わない授業の場合は事前アンケートのみで出題意図と作問手順を決定する。

事前テストの結果のみを考慮する場合は、理解度が高い場合と低い場合の2グループに分類する。理解度が高いグループは、他人に教えられる理解力を持っていると考えられることから、他者の学習を考慮する作問意図を設定する。理解度が低い学生には、自身の理解を深める必要があると考え、自己の学習を考慮する作問意図を設定する。

事前アンケートのみの場合は図7の実験結果に基づいて、関心が最も高い場合は作りやすさを考慮する出題意図を、態度が最も高い場合は自己の学習を考慮する出題意図を、課題への積極度が最も高い場合は他者の学習を考慮する出題意図を設定する。

事前テストと事前アンケートの両方を行なう場合は、両方の特性を考慮した組み合わせを設定する。中には、アンケート項目と出題意図、出題意図と作問手順が上記と異なる場合もある。その場合は、事前テストの結果を優先し、理解度が高い場合には自己の学習を考慮させない出題意図を設定する。作問手順については作問に対するモチベーションを低下させると考えられる不要な項目を行わせない簡潔な手順を設定する。理解度が低い場合には比較的自己の学習を考慮させ、作問手順はより項目数の多い手順を設定する。出題意図は事前アンケートのみの場合の結果も考慮して設定する。

7. 教育現場での評価実験

提案システムの有効性を評価するため実験を行った。実施した実験の概要を表13に示す。評価実験として、提案システムを利用した作問演習後にアンケート調査を行った。アンケート項目を表14に示す。表14(2)(5)(6)は5件法(数字が大きい程肯定的)で回答してもらい、(3)については

表14(3)に記述している項目1～3で回答してもらった。実験時には授業内で指定した出題範囲であるカテゴリを公開し、カテゴリに沿った問題を、提案システムを利用して3問作問させた。この3問の作問後にアンケートを行った。

この科目では、本実験前の平成26年6月20日にCollabTestを利用した従来の作問演習を行い、アンケート調査を行っていた。そこで、CollabTest利用時の作問演習を前回の作問演習、提案システムを利用時の作問演習を今回の作問演習とし比較を行った。作問する問題の出題形式は2回の作問演習ともに四択形式とし、問題文・正解選択肢・誤答選択肢・解説の4項目を作成してもらった。

7.1 評価実験結果

前回の作問演習と今回の作問演習の平均作問時間と作問時間の標準偏差を表15に示す。前回は最大で150分かけて作問した学生もおり、平均作問時間が長い傾向にあったが、15分で作問する学生もいたことから標準偏差の値が大きくなった。これは、前回の作問演習は講義で初めての作問演習であったことから、作問に慣れておらず作問時間が長くなったと考えられる。

今回の作問時は、平均時間が前回と比べて短くなったが、最大作問時間は60分、最小作問時間は25分となり、前回と比べて標準偏差の値が低くなった。表14(2)の学習効果に関するアンケートでは、回答結果の平均値が4.3であった。また、表14(3)の結果から、提案システムで提供した出題意

表 13：提案システム評価実験概要

実験概要	
日時	平成26年7月11日
科目	ソフトウェア設計特論
対象	大学院修士課程1年生, 2年生
人数	12人

表 14：評価実験アンケート項目

番号	項目内容
(1)	1 問の問題を作成するのに費やして時間を記述してください。(分)
(2)	今回の作問演習で理解が深まったと感じましたか。
(3)	今回は作問手順と出題意図を提示しましたが、それらを提示しなかった場合(前回)と提示した場合(今回)ではどちらの方が学習に役立ちましたか。 1.手順・意図なし(前回の作問演習) 2.どちらともいえない 3.手順・意図あり(今回の作問手順)
(4)	(3)でそのように思った理由は何ですか。
(5)	作問手順は問題を作る際に役立ちましたか
(6)	出題意図は問題を作る際に役立ちましたか

図と作問手順に対して否定的な回答をしている学生は0人、どちらともいえないと回答した学生は7人であった。

また、肯定的な回答をした学生は5人いた。表14(3)の選択理由(表14(4))の回答結果の一例を表16に示す。(3)でどちらともいえないと回答した理由から、作問に効果を感じていて自己流の作問方法を見出している学生に対しては、作問の自由度を制限してしまう可能性があるため提案システムによる効果を感じにくくなる可能性があることが示唆された。しかし、表14(3)で意図・手順あり(今回)を選んだ学生の中には、効果を実感している学生も確認できた。

表14(5)の平均は3.3、標準偏差は0.8であった。表14(6)の平均は3.1、標準偏差は1.4であった。これらの結果は表14(3)でどちらともいえないと回答した人数が過半数以上いたことが原因と考えられる。

表 15：平均作問時間と標準偏差の比較

	前回	今回
平均作問時間	55.0分	41.3分
標準偏差	35.5	12.4

表 16：アンケート項目(4)の回答一部例

(3)選択項目	回答一部例
どちらともいえない	自分の中である程度手順が決まっていたから。
	自分が意識したことと大差なかったため
手順・意図あり(今回)	出題意図が提示されている方が学習意欲の向上に繋がる気がした
	自然と作問した項目の重要部分を覚えることができた

8. おわりに

本研究では、学習者による作問の実態調査結果を行い、作問者の出題意図を主に3つに分類されることがわかった。更に、3つの出題意図は学習効果の感じ方に差異があることがわかり、授業への関心・態度・課題への積極度の3項目とそれぞれ正の相関があることがわかった。そして、この実態調査の結果から、学習者特性に応じて出題意図・作問手順を設定し作問をナビゲートする機能を実装した適応型作問学習支援システムを開発した。

評価実験として CollabTest を利用した従来の作問演習時と提案システムを利用した作問演習時のアンケート結果を比較した。調査した結果、作問ガイドラインの提示が学習に役立つという肯定的な意見を確認することができた。しかし、従来との変化を感じられない学生も確認できた。また、すでに自己流の作問方法を見出している学生がいたことも確認できた。本研究では、作問による学習効果を感じていない学生に対して効果を実感してもらええる支援を検討したため、作問に対して自己流の作問方法を見出している学生に対しては効果が現れにくかったと考えている。今後は出題意図分類の具体化や作問手順について学習効果との関係を調べる共に、従来の作問演習において効果を感じられていない学生に対して提案システムを利用してもらいシステムの有効性を検証していく。また本稿では、主観的な学習効果の向上を目的として研究を進めてきたが、客観的な指標での評価をする必要があると考えており、今後は評価方法についても検討していく。

参考文献

- 1) 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, pp539-549, (2000).
- 2) Barak, M. and Rafaeli, S. On-line question-posing and peer-assessment as means for web-based knowledge sharing in learning”, International Journal of Human-Computer Studies, pp.84-103 (2004).
- 3) 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, pp.3341-3353, (2008).
- 4) 高木正則, 坂部創一, 望月雅光, 勅使河原可海, “作問演習システム「CollabTest」の講義への適用とその評価”, 教育システム情報学会誌, pp74-86, (2010).
- 5) 小谷篤司, 高木正則, 望月雅光, 勅使河原可海, “作問演習において理解度向上を支援する作問手順の検討”, 情報科学技術フォーラム講演論文集, pp465-466, (2010)
- 6) 菅原典子, 織田恵太, 赤池英夫, 角田博保“集合教育に用いる相応型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, pp.2791-2801, (2007)
- 7) 井上裕之, 高木正則, 佐々木淳, “作問演習における出題意図と作問時間の調査”, 日本教育工学会第28回全国大会, pp.377-378, (2012)
- 8) 井上裕之, 高木正則, 佐々木淳, 山田敬三, “作問演習における主観的な学習効果に影響を与える学習者特性の調査”, 日本教育工学会第29回全国大会, pp.314-342, (2013)