

適応型作問学習支援システムによる学習効果の分析

井上裕之^{†1} 高木正則^{†2}

著者らはこれまで学習者が問題を作成し、その問題をグループ内やクラス内で共有できる学習支援システム「CollabTest」を開発し、大学の授業で利用してきた。また、CollabTest以外にも学習者が問題を作成できる作問学習支援システムの研究が行われている。これら研究では、作問による学習効果が報告されている。しかし、従来の作問学習支援システムでは作問による学習効果を十分に感じられない学生もいた。そこで、本研究では学習者の主観的な学習効果の向上を目的とし、学習者の特性に適した作問ガイドラインを提示する適応型作問学習支援システムを提案した。本システムを大学の授業で利用し、学習効果の実感度に関するアンケート結果を従来システムの結果と比較した結果、本システムが優位な有意差($p < 0.01$)が見られた。

Development and Evaluation of an Adaptive Problem-Posing Learning Support System for Enhancing a Learning Effect

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

The authors have developed a problem-posing learning support system named "CollabTest" that can share students' posed problems in their group or class, and we have used it in a variety of courses of some universities. Some problem-posing learning support systems other than CollabTest also have been studied. These studies showed that students enhanced learning effect by posing problems. However, some students could not realize the learning effect in the previous studies. In order to enable all students to realize the learning effect, we have proposed an adaptive problem-posing learning support system that provide them with a problem-posing guideline suitable for their characteristics. Moreover we used our system in a class of our university and compared questionnaire results between our system group and CollabTest group. As the results, we could show that there were significant differences between the two groups ($p < 0.01$).

1. はじめに

1.1. 背景

多くの教育現場では、学習者の理解度の定着や向上を図るために、問題を解答して学習する方法（以下、問題解答学習）が実施されている。一方、学習者自身が問題を作成して学習する方法（以下、作問学習）も、特定の分野やキーワードに関する調べ学習を促すことができ、対象分野の理解を深めることができると期待されている。近年では、この作問学習を対象とした学習支援システムの研究が行われている[1-4]。従来の作問学習支援システムでは、学習者が作成した問題に関してディスカッションできる掲示板投稿機能[3]や学習者間で作成した問題を共有し、相互評価できる相互評価機能[4]、また、作成された問題を確認テストとしてクラスに公開できるオンラインテスト公開機能などが実装されている。このように、作問学習だけでなく学習者間でインタラクティブに学習できる機能が提供されている。

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が示されて

いる[4]。また、2009年度にCollabTestを利用した11科目の履修者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」という問いに対し、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。しかしその一方で、「ややあてはまらない」(6.7%)、「まったくあてはまらない」(7.9%)と答えた学生も存在し、作問によって学習者が感じる学習効果には差異があり、学習者全員が効果を実感しているわけではなかった。さらに、作問に要した時間の調査結果から、学生によって作問に要した時間に差があったことが報告されている(科目:コンピュータリテラシ、最大:150分、最小:10分、平均47分)[4]。

著者らは、これらの要因の一つが問題投稿機能にあると考えた。既存の問題投稿機能では、問題を作るうえで必要な共通の入力フォーム(問題文・答え・誤答選択肢・解説など)のみが表示されるだけであるため、学習者は自由に作問できてしまう。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た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を利用した作問学習

CollabTestを利用した学習手順を図1に示す。CollabTestでは、学習対象の単元を学習し(1)作問、グループ内で(2)問題の相互評価、(3)教員への問題の提出・教員

^{†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

による問題の評価，学生または教員が作成した問題を利用した(4)確認テストの手順で学習する．手順(1)～(4)を授業内，授業外の時間を組み合わせて繰り返し行う．教員はシステムを利用する前に学生をグループに分け，グループ情報をシステムに登録する．さらに，出題分野（カテゴリ）の登録を行なう必要がある．学生の作問以降に行う教員の作業としては，学習者が作成した問題の評価，問題へのコメントの投稿，確認テストの作成・公開等がある．

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．また，図 2 に問題投稿時の画面例を示す．問題作成時の入力項目には，問題文・選択肢・解説といった必須項目や，作問時に参考にした資料情報を入力する参考文献欄などが用意されている．学生は図 2 の入力欄に各種情報を入力しながら作問する．また，CollabTest では，グループメンバーの問題を解答し，コメントの投稿やシステムから提示される評価項目に沿った問題の評価ができる．

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)	教員への問題送信数・問題送信条件の設定	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)	クラス間交流学習機能	教員, TA, SA, 学生

3. 関連研究

作問学習を支援する情報システムは様々開発されている．これらの研究と本研究を，問題形式・問題入力方法・出題分野の選択・システムからの作問手順の指示・学習効果の測定方法の点で比較した．関連研究との比較結果を表 2 に示す．表 2 からわかる通り，本研究は作問学習支援シス



図 1：CollabTest を利用した学習手順

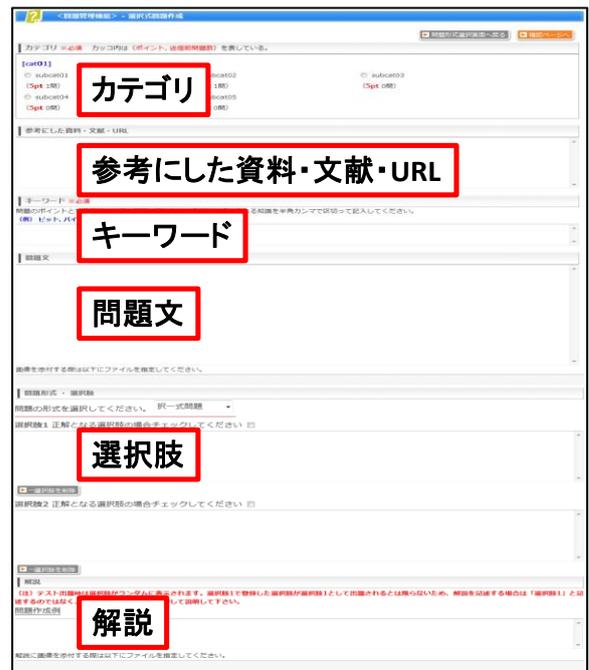


図 2：問題投稿時の画面例

ムから作問手順を提示する点に新規性がある．特に，本研究では学習者の特性（学習への取り組み姿勢・理解度）を考慮し，作問による効果を高める作問方法を検討し，学習者毎に作問方法を制御できる仕組みを実現する．

また，従来の作問学習支援システムで作問可能な問題形式としては，多肢選択形式・一問一答形式・穴埋め形式・記述式がある．本研究では，一意に答えが決定し，正誤判定が容易にできる一問一答形式と多肢選択形式の問題を登録可能とする．また，作問後に学習者間で問題を共有し，相互評価を行うことを想定しているため，自由に問題文を作成できる自由記述式の入力方法を採用する．さらに，問題文と解説には画像を添付することができ，多様な分野の問題を登録できる．

表 2：関連研究との比較

	中野ら[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
学習効果の測定方法	アンケート	作問数・掲示板投稿数と 期末テストとの相関分析 アンケート	アンケート	システムの利用状況 事前・事後テスト アンケート	アンケート

4. 研究課題

本研究では、作問による学習効果（主観）に影響を与える学習者の情報を学習者特性とし、この学習者特性に応じて学習効果を得やすい作問手順を提示する。また、この手順で作問できる機能の実現を目指す。しかし、作問による学習効果に影響を与える学習者特性は明らかになっていない。また、学習効果を高めるための学習者特性に適した作問手順も明らかになっていない。そこで、本研究では以下の二つの研究課題を設定する。

- (1) 作問による主観的な学習効果に影響を与える学習者特性の解明
- (2) 学習者特性に応じた支援方法の確立

研究課題(1)の学習者特性は、CollabTest を利用した作問学習後のアンケート調査の結果から分析する。研究課題(2)の学習者特性に応じた支援方法は、研究課題(1)の分析結果に基づいて検討する。

5. 作問による学習効果に関連する学習者特性

5.1 調査 1：出題意図と作問時間の関係

学習者によって作問時間に差があった先行研究の結果[4]に着目し、作問時間に影響を与えている要因を調査した（以下、調査 1）[7]。調査 1 では、本学部の 3 年生が履修する専門共通科目「情報システム構築学」で CollabTest を利用した作問学習後にアンケートを実施した。調査 1 で実施したアンケートの内容を表 3 に示す。アンケートは 2 度行い、1 回目のアンケート(平成 24 年 6 月 15 日、有効回答数:39 人)では表 3(1)、(2)を、2 回目のアンケート(平成 24 年 6 月 22 日、有効回答数:42 人)では表 3(1)～(4)を質問した。

5.2 調査 1：アンケート分析結果

作問時間に関する質問項目（表 3(1)）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。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いた。

出題意図に関する質問項目（表 3(2)）では、回答結果から出題意図を 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。1 つ目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グループである。2 つ目は他者の学習を考慮するグループであり、他者が問題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グループである。3 つ目は作りやすさを考慮するグループであり、作問によって理解を深めようとする意図が含まれていないグループである。

作問学習によって得られた知識に関する質問項目（表 3(3)）では、新しい知識を得たと回答した割合が 71.4%、得られなかったと回答した割合が 28.6%となった。また、新しい知識を得たと回答した 93.3%が、3 つの出題意図グループに属することが確認できた。

解答者を意識した作問を行なったかどうかに関する質問項目（表 3(4)）では、解答者を意識したと回答した割合が 92.9%、意識しなかったと回答した割合は 4.8%となり、問題を解答した時の効果を考慮した作問を行なっている割合が高いことが確認できた。また、3 つの出題意図グループに分類できた学生のうち 97.1%は解答者を意識していた。

以上の結果から、学生によって作問時間と出題意図の変化が見られることが確認できたが、出題意図と作問時間の間に特徴的な関係はみられなかった。しかし、出題意図を 3 つのグループに分類でき、どの出題意図グループにも作問によって新しい知識を取得し、解答者を意識した問題作りを行っていた学生がいたことを確認できた。

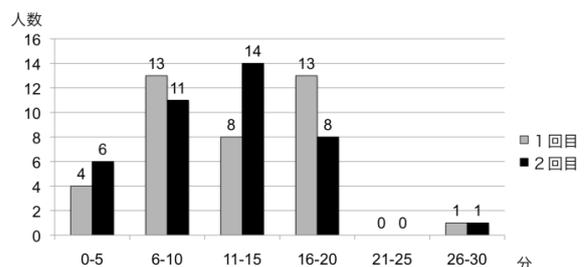


図 3：作問時間のヒストグラム

表3：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？問題を作成する際に考慮した点等自由に記述してください。
(3)	新しい知識を得られましたか？(2択：はい、いいえ)
(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：はい、いいえ)

表4：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何ですか？
(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

5.3 調査2：学習への取り組み姿勢と出題意図の関係

調査1で示された3つの出題意図グループ毎に現れる作問時の特性変化が作問時の学習効果に影響を及ぼす可能性があると考え、3つの出題意図に影響を与えている要因を調査した(以下、調査2)。調査2では、平成25年5月11日に本学部の1年生が履修する専門基礎科目「情報基礎数学C」でアンケート調査を実施した(有効回答数:69人)[8]。調査2でも、調査1同様CollabTestを利用した作問学習を行い、作問後にアンケートを実施した。表4に調査2で実施したアンケートの内容を示す。表4(4)~(6)にある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た授業評価アンケートで用いられている質問項目から引用した。表4(4)~(7)は5件法(数字が大きい程肯定的)で回答してもらった。今回作問する問題の出題形式は四択形式とし、問題文・答え・誤答選択肢・解説を作成させた。

5.4 調査2：アンケート分析結果

調査1で明らかになった3つの出題意図グループに基づき、表4(1)の出題意図に関するアンケート結果を分類した。回答者のうち16人は出題意図ではない内容を回答していたため、出題意図のグループ分けの対象から除外した。分類の結果、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。

出題意図と学習効果の関係性を調査するため、出題意図グループ毎に表4(4)~(6)と表4(7)の作問による学習効果の相関係数を求めた。その結果、出題意図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)が異なる結果となった。出題意図グループ毎の関心・態度・積極度の相関係数と学習効果との相関関係を図4に示す。自己の学習を考慮するグループでは、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)、作りやすさを考慮するグループでは関心(相関係数0.74)が作問による学習効果との相関が高かった。さらに、出題意図毎に表4(7)の質問で最も効果を感じた「5」と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%であった。3つの出題意図では、作りやすさを考慮するグループが作問による学習効果を感じている割合が低いことが確認できた。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肯定的な回答が多い傾向にあることが確認できた。

5.5 作問支援方法の考察

調査1と調査2の結果から、学習への取り組み姿勢と出題意図の関係性は、作問による学習効果に影響を与えることが示唆され、学習者特性となり得ることがわかった。そこで、学習への取り組み姿勢(関心・態度・課題への積極度)を事前に収集し、これら3つの項目の中で最も高い項目と相関の高い出題意図を設定することで、作問による学習効果を得やすくなると考えた。今回の実験では、16名を分析の対象外としたが、要因として具体的な出題意図を意識していないことが考えられ、出題意図を明示することによる学習効果も期待できると推測した。また、作問する単元の理解度によって主観的な学習効果を得やすい出題意図や出題手順も変化すると考えた。

6. 適応型作問学習支援システムの提案

本章では、学習者特性(学習への取り組み姿勢と理解度)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誘導する機能を持つ適応型作問学習支援システムを提案する。本研究では出題意図と作文手順を組み合わせたものを作問ガイドラインと定義する。

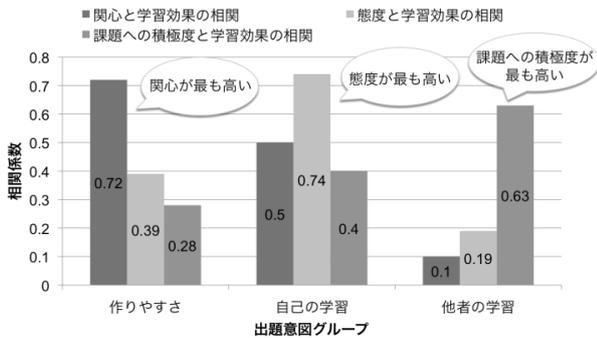


図 4: 出題意図グループ別の関心・態度・積極度と学習効果との相関

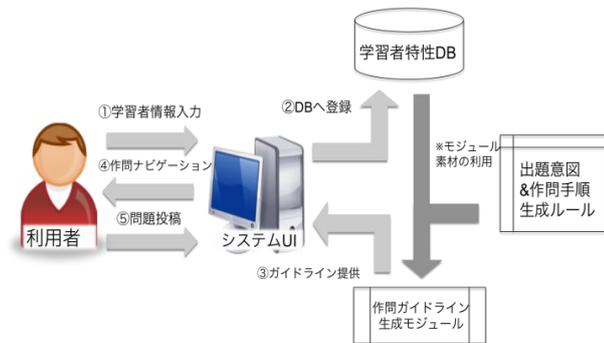


図 5: 適応型作問学習支援システムの概要

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。システムの概要を図 5 に示す。本システムでは、5 章の実験で明らかになった特性と学習効果の関係性から構築された作問ガイドライン生成ルールに基づいて作問ガイドラインを生成する。

学習者の特性は、作問学習前に実施する学習への取り組み姿勢に関するアンケート（以下、事前アンケート）と、事前に行われる確認テスト（以下、事前テスト）の得点により判定する。学習者は事前アンケートの回答と事前テス

トの得点をシステムに入力する。入力された情報は DB に登録され、ガイドライン生成ルールに基づいて学習効果を実感しやすいガイドラインを生成する。生成された作問ガイドラインは、ナビゲーション機能により手順項目毎に作業内容を誘導する。作問作業時は出題意図を常に意識できるように、各ページに出題意図を図示した。

6.2 作問学習の流れ

システムを利用した作問学習の流れは大きく 4 工程に分類される（工程 1: 学習者の学習への取り組み姿勢の収集、工程 2: 作問対象分野に対する理解状況の収集、工程 3: 収集した学習者特性により作問ガイドラインの生成、工程 4: 事後アンケート）。ナビゲーション機能を利用し、生成された作問ガイドラインに従って作問学習を行わせる。

提案システムのガイドライン提示機能の画面例と作問ナビゲーション機能の画面例を図 6、図 7 に示す。図 6 では、学習への取り組み姿勢と理解状況を考慮して生成された作問ガイドラインが表示されている。図 6 上部には出題意図をイメージ図と説明文で表示する。図 6 下部には作問手順の項目一覧を示している。図 7 では作問手順項目毎に具体的な指示が表示される。図 7 の上部には常時出題意図を示し、作問時は常に意図を意識して作問できるように工夫した。下部には実際に行なう項目を説明文で表示しており、作問項目によっては説明文のみ表示される項目や説明文と入力フォームが表示される項目がある。

6.3 学習者特性に応じた支援方法

5 章の実験で明らかになった学習者特性と学習効果の関係性から作問ガイドライン生成ルールを構築した。構築した作問ガイドライン生成ルールを表 5 に示す。

6.3.1 出題意図の設定

(1) 事前アンケートのみを考慮した決定方法

出題意図は関心・態度・課題への積極度に関する事前アンケートの回答（5 件法）で最も値が高い特性と相関の強い出題意図に決定する（関心の回答が最も高い場合：作りや

表 5: 出題意図・作問手順適応一覧

学習者特性		意図	手順 (①~⑦は表 6 参照)
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

すさを考慮、態度の回答が最も高い場合：自己の学習を考慮、課題への積極度の回答が最も高い場合：他者の学習を考慮）。最大値が複数ある場合、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順で優先順位を設定した。

(2) 事前テストのみを考慮した決定方法

事前アンケートを行わなかった場合は、事前テストの結果から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、他者を考慮して作問することでより理解が深まると推測される。また、調査 2 では、他者の学習を考慮する出題意図グループが学習効果を最も感じている割合が高かったため、理解度が高いグループには他者の学習を考慮する出題意図を設定することとした。理解度が低い学生には、他者の学習を考慮するほどの理解度がないと推測されるため、自己の学習を考慮する出題意図を設定することで自身の理解を深めることとした。

(3) 事前アンケートと事前テストを考慮した決定方法

(1)の決定方法をベースとし、一部の出題意図の設定時には(2)の決定方法を取り入れることとした。理解度が高い場合は、他者の学習を考慮した質の良い問題を作成できると推測できる。また調査 2 の結果から他者を考慮する出題意図を持つことは学習効果の実感度が高いことが確認できた。そのため、理解度が高い場合は他者を考慮したほうが効果的な作問学習になると推測した。以上の理由により、態度の回答が最も高い場合であっても他者の学習を考慮させる出題意図を設定することとした。また、調査 2 からは作りやすさを考慮する出題意図を持つと学習効果の実感度が低いことが確認できた。理解度が低い場合には作りやすさを考慮させるより、自己の学習を考慮させ、作問学習が自身の学習に役立つことを実感させたほうが効果的な作問学習になると推測した。そのため、課題への積極度の回答が最も高い場合であっても自己の学習を考慮させる出題意図を設定することとした。

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。これら手順は事前調査でも同様の作問手順が利用されたことを確認している。作問手順項目を表 6 に示す。

表 6：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

(1) 事前アンケートのみを考慮した決定方法

表 6 より出題意図に沿った手順項目を選別して、作問手順を設定する。作りやすさを考慮する出題意図設定時は、作問するうえで必要最低限の項目（表 6①②③④）のみを行わせる簡潔な手順を設定する。自己の学習を考慮する出題意図設定時は、作問学習が自身の学習に役立つことを実感させるために、問題作成前に事前に復習作業やまとめ作業（表 6⑤⑥⑦）を行わせる手順を設定した。他者の学習を考慮する出題意図設定時は、問題の質を考慮する必要があるため、既に習得している知識を整理するまとめ作業(表 6⑤)を行わせる手順を設定した。

(2) 事前テストのみを考慮した決定方法

事前テストの結果から出題意図を設定した後(6.3.1 節)、設定された出題意図毎に 6.3.3 と同じ作問手順を設定する。

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みましょう。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 6：作問ガイドライン提示機能の画面例

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



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 7：作問ナビゲーション画面

(3)事前アンケートと事前テストを考慮した決定方法

理解度が高い場合、復習作業やまとめ作業はモチベーションを低下させる不要な項目と判断した。そのため、理解度が高い学生が自己の学習を考慮する出題意図を設定された場合は簡潔な手順を設定した。また、出題意図に関わらず、作問学習が自身の学習に役立つことを実感させることを狙っているため、自己の学習に役立たせるように作問手順は項目数の多い手順を設定した。

7. 評価実験

提案システムの有効性を評価するため、本学の講義で評価実験を実施した。評価実験は本学部の1年生が履修する専門基礎科目「情報基礎数学C」で行なった。評価実験では、平成26年6月11日に実施したCollabTest利用による作問学習のアンケート調査（有効回答数:80人）の結果と、平成26年7月4日に実施した提案システム利用による作問学習のアンケート調査（有効回答数:69人）の結果を比較した。

CollabTest利用時のアンケート項目は表4を利用した。提案システム利用時のアンケート項目は表7に示す。表7(2)(5)(6)は5件法（数字が大きい程肯定的）で回答してもらった。表7(3)については表7(3)内に記述している項目1~3で回答してもらった。

作問対象の出題範囲については講義内で教員が口頭で指示を行った。問題はそれぞれ2問作問させ、2問の作問完了後にアンケートを行なった。なお、授業内で作問学習が完了しなかった場合は授業外時間で作問を行わせた。作問する問題の出題形式はいずれのシステム利用時も四択形式とし、問題文・答え・誤答選択肢・解説を作成させた。

7.1 評価実験結果

7.1.1 主観的な学習効果実感度とシステムの役立ち度

CollabTest利用時のアンケート項目表4(7)と提案システム利用時アンケート項目表7(2)の集計結果を図8に示す。図8より、主観的な学習効果を実感している割合(4又は5の回答)がCollabTest利用時は50.1%となっているのに対し、提案システム利用時は67.7%と変化した。一方、主観的な学習効果を実感していない割合(1又は2の回答)では、CollabTest利用時は2.5%、提案システム利用時は10.3%と変化した。これらアンケート項目の度数変化を比較するため、カイ二乗検定を用いて検証した。観測度数と χ^2 の値を表8に示す。検定の結果、優位な有意差(有意水準1%, $\chi^2=13.405$)が見られた。表7(3)の集計結果を図9に示す。CollabTest利用時(1.手順・意図なしの作問学習)と提案システム利用時(3.手順・意図ありの作問学習)の主観的なシステム役立ち度で比較した。CollabTestの方が役立ったという割合は10.3%であったのに対し、提案システムの方が役立ったという割合は33.8%であった。しかし、どちらも言えないと回答した割合が55.9%であり最も高い割合を

示した。表7(3)の選択理由を述べた表7(4)の回答例の一部を表9に示す。

表7：提案システム利用時のアンケート項目

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)	今回の作問学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(前回の作問学習) 2.どちらともいえない 3.手順・意図あり(今回の作問学習)
(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

表8：主観的な学習効果実感度の観測度数と χ^2 の値

	5件法観測度数					χ^2 の値	有意水準
	1	2	3	4	5		
CollabTest利用時	0	2	38	25	15	13.405	1%
提案システム利用時	3	4	15	31	15		

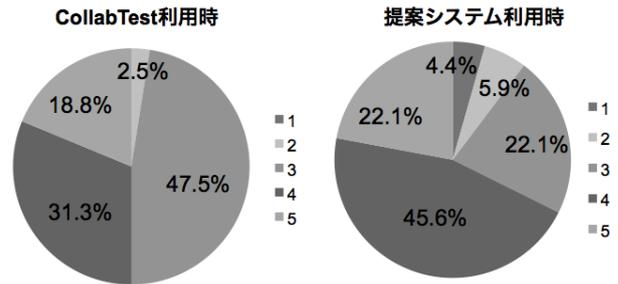


図8：主観的な学習効果実感度の相対度数

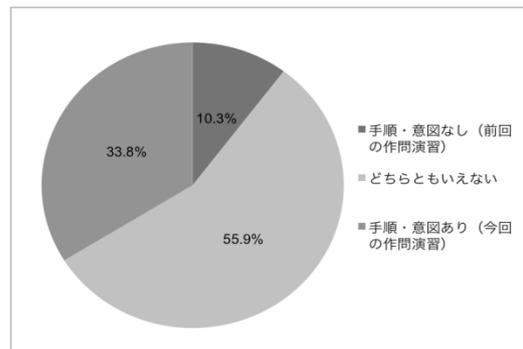


図9：システム役立ち度の相対度数

表 9 : 表 7(4)回答例の一部

(3)選択項目	回答例
手順・意図なし (CollabTest)	手順が決められているので自分がやりた いように出来ない感じがした
	自分の作り方の手順のほうがしっくりく るから。
手順・意図あり (提案システム)	手順などを提示してもらった分、問題も作 りやすかったうえに、意図に合うような問 題を考えるとこの作業が学習に役立った。
	作問する際に自分がどのようがことに気 を付けて作ればいいのかを考えながら作 るようになれたから。

7.1.2 考察

分析結果より、提案システムを利用することで主観的な学習効果を実感する割合を 17.6%向上した。しかし、主観的な学習効果を実感していない割合も 7.8%向上した。この結果から、提案システムが作問学習による効果を感じにくくさせる可能性も示唆され、改善の必要があることが推察された。

システムの役立ち度を収集した結果、従来のシステムよりも提案システムの方が役立ったと回答した割合には 23.5%の差異が見られ、提案システムで提示するガイドラインの有効性が示唆された。表 9 より、提案システムによるガイドラインに基づいた作問学習をすることで、作問学習の意義を感じながら取り組むことができたとの回答が目立った。また、作問を行い易かったという回答もあり、ナビゲーション機能の有効性も確認できた。しかし、CollabTestの方が役立ったと回答した理由として、ガイドラインがあることで自由な作問学習ができなかったという回答が確認できた。これは、すでに作問学習を効果的に役立たせることができる方法を見出している学生に対し、束縛感を与えてしまったことが原因として考えられる。本来提案システムの対象者としているのは、作問学習の効果を十分に感じられていない学習者としているため、既に作問学習を自身の学習活動に役立たせることができる学生に対しては、提案システムを利用するよりも従来の作問学習を行わせる方が有効であると考えられる。一方、どちらとも言えないと回答した割合が 55.9%と最も高い割合を示した。これは問題解答学習と比較し作問学習という慣れない学習方法を行なったため、十分に効果を実感できなかった可能性がある。今後は、作問学習の効果を感じられていない学習者を対象にして検証することとする。

8. まとめ

著者らは作問時の主観効果に関連する学習者特性の調査を行い、学習者毎に異なる特性を持つことを確認した。

特性として、出題意図を主に 3 つに分類でき、更に 3 つの出題意図と授業への関心・態度・課題への積極度の項目には学習効果とそれぞれ正の相関があることが確認できた。これらの結果から、学習者の特性に応じて作問ガイドライン(出題意図・作問手順)を設定しナビゲートする機能を持つ適応型作問学習支援システムを開発した。

評価実験の結果、提案システムシステムを利用することで主観的な学習効果を実感する割合が 17.6%増加する変化に優位な有意差($p<0.01$)が見られた。また、従来の作問学習支援システム CollabTest を利用するよりも提案システムの方が作問学習に役立ったと回答した割合が 23.5%高く、作問ガイドラインの有効性も示唆された。なお、システムの役立ち度の比較理由回答結果から、作問ガイドラインが学習に役立ったといった肯定的な意見が確認できた。しかし、従来システムとの有効性の違いが実感できていない学習者も確認できた。

9. 今後の課題

今後は明らかにできていない学習者特性と学習効果の関係調査を進めていく。また本研究のメインターゲットである作問による学習効果を感じていない学習者に対しての評価実験を行う。そして、既に作問学習を学習活動に役立たせることができる学生に対しては、束縛感を与えない作問学習を行なえるよう今後検討する。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、客観的な指標での学習効果の検証も今後検討する。

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)