

質疑応答のフィードバックによる e ラーニング教材の改善

篠田有史^{†1} 吉田賢史^{†2} 松本茂樹^{†1} 河口紅^{†3}

e ラーニングは、時間・空間的に非同期であり、通常の教室で発生する「他の学習者の質問による気づき」の機会を奪うという側面が存在する。そこで、本研究では、学習者の質疑応答データを収集し、教材の不備を指摘する内容と教材に関する確認と意見表出の質問に分類する。さらに、収集した質問とそれに対する回答を組み込んだ教材を作成し、データ収集を実施する。質問内容に対する学習者のレスポンスを分析することで、教材の改善効果を検討する。

Feedback Strategy of the Learners' Questions for Refinement of the e-Learning Course

YUJI SHINODA^{†1} KENJI YOSHIDA^{†2}
SHIGEKI MATUMOTO^{†1} KURENAI KAWAGUCHI^{†3}

In this paper we propose a method to provide effective e-Learning contents by using gathered questions and answers. We divide the questions to two kinds of types that focus to more understanding of the contents and that corrects problems on the contents. By using these kinds of questions, three types of the learning course are constructed and tested its effectiveness based on questionnaires.

1. はじめに

e ラーニングの特徴の一つは、時間・空間の制約をはなれ、「いつでも、どこでも学習を進めることができる」、という点である。適応的な教材の配信により、効果的な自学自習を進めるための様々な研究がなされており、これらの研究の根幹となる視点は、学習者と向き合う知的なプログラムによる学習者の体験の質の向上であると考えられる。人間の教員が学習者とマンツーマンで進める教育は、人的・時間的リソースの不足により実現が難しいため、コンピュータで代替をおこなう、という視点である。同時に、この e ラーニングの特徴の背後には、時間・空間に縛られないオンラインの教室では、多人数が一堂に会することは難しく、個別学習にならざるを得ない、という状況も内包されていると考えられる。

しかしながら、教育の最良の形は必ずしも個別学習ではない、という指摘も現れている。他の学習者とのかわりを大切にすることで、学習意欲・学習効果を引き出すという考え方が示されている[1]。他の学習者を、教員の説明を共有するだけの存在として捉えるのではなく、活動を共有する、存在感を持った要素として捉えることで、学習への情緒的な効果があることが示されている[2]。

これらの動きから示されるのは、他人が存在する「オンラインの学びの場」こそ、有用であるという、従来の e ラーニング観とは異なった方向性を持ったシステムである。

この観点から、学びの場を人工知能の連携で構成するという展望が示され、様々な取り組みが始まっている[3]。

他方、昨今のインターネット上では、簡単な情報のやり取りに特化した様々なサービスが勃興しつつあり、人間の知的活動の産物である「書き込み」や「つぶやき」が、データとして蓄積され、活用の準備が整いつつある。

そこで、本研究では、「オンラインの学びの場」を、盛り上がりつつある学習掲示板・Q&A サイトの「ある時点の状態」として考える。このとき、既存のオンラインの場は、次の2つのフェーズに分けられる。第一は、参加型サービスが展開され始めた段階であり、第二は成熟が進んだ段階である。前者は、参加者や公開されている情報が少なく、特に積極的な参加者しか情報を発信しない状況である。一方、情報が十分に蓄積され、知識の集積所としての成熟が進んだ後者の段階では、新規の参加者が訪れても、情報の閲覧のみとなり、積極的な情報発信に繋がらないと考えられる。

ここで、対象となる場が、「知識の集積場所としての場」であれば、蓄積された情報の価値が重要となる。しかし、対象となる場を、「学びの場」として考えると、「場」が成熟に至る途上にこそ、「学び」は発生する。ここでは、多様な発問の余地があり、参加者の積極的な関与が期待できる。そのタイミングこそ、学習者ひとりひとりが主人公として活動できる状況と考えられる。

そこで、本研究では、学習効果を引き出す「学びの場」を構築・演出する方法として、「発問の巻戻し」という方策を提案し、学習教材を整備してアンケートを通じてその効果を検討する。ここでは、はじめに e ラーニング教材を

†1 甲南大学

Konan University

†2 早稲田大学高等学院

Waseda University Senior High School

†3 NPO 法人さんびいす

Non-profit Organization Sanps

準備し、学習者を募って質疑応答の情報を蓄積する。次いで、改善型教材として、3つの教材を構築する。学習者の質問と答えを幅広く収録した教材、頻出する質問内容をあえて取り除いた教材、過去の学習者からのデータと分からないように質問と答えを記載した教材、合計3種類の教材について学習者を募ってアンケート調査を実施し、質疑応答の蓄積とフィードバックによる教材改善の可能性を検討する。

2. 教材の構築と調査環境の整備

2.1 eラーニング教材の構築

今回は、Web型式でのデータ収集を実施するため、次の3点を満たす教材を構築した。第一は、多くの学習者にとって新規性のある内容であること、第二は、文系・理系の大学生双方が対応できること、第三は、コンピュータによるアンケートとの円滑な連携のため、コンピュータ上で実習できる内容であること、である。上述の3つの点を満たす教材として、数式処理システム「*mathematica*による関数型プログラミング入門」の教材を構築した。教材はPowerPointにより作成し、Web上で閲覧できるように整備した。教材の画面例を図1に示す。

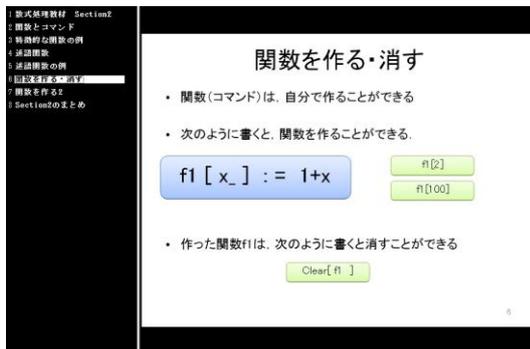


図1 基本教材の画面表示例
Figure 1 Example of the contents.

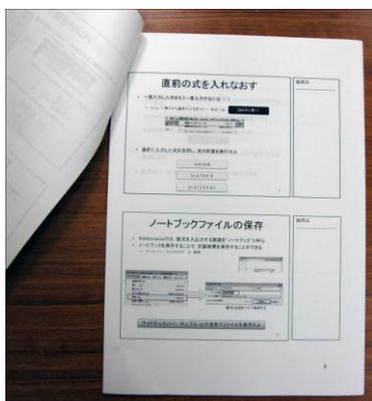


図2 ハンドアウト
Figure 2 The handout for students.

教材は、「数式処理システムとは何か」、「関数を使う・作る」、「リストとふるいわけ」、「関数型プログラミング」の4つのセクションから構成する。それぞれのセクションは、15分間の所要時間を想定し、解説のスライド6~8枚で構成する。セクション毎に5分間の所要時間を想定した小テスト、および、セクション毎の難易度に関するアンケートを準備する。質疑応答の情報を収集するため、教材と質問を記載する部分とを印刷したハンドアウトを受講生に配り、情報収集を実施する。ハンドアウトの例を図2に示す。

2.2 学習サイトの構築

本研究では、学習管理システム (LMS: Learning Management System) として、Moodle[4]を利用し、研究用の学習サイトを整備した (図3)。



図3 学習コースの画面表示例
Figure 3 Learning course on the Moodle.

3. 基本教材を用いたデータの収集

本研究では、2009年から2011年にかけて、構築した基本教材を用い、データを収集した。2009年度の調査では、構築した教材を講義形式とeラーニング形式で学習者に提供し、質疑応答データの収集を実施した。また、2010年度には、次に示す手順でeラーニング形式で再度データを収集した。

- 講義形式：作成した教材を使い、講義形式でデータ収集を実施した (2009年12月)。学年、文系・理系を問わずに募集したもので、27名の受講を得た。ここでは、学習者にスライドを印刷した講義ノートを配布した上で、教員が教材を利用する形で実施した。
- eラーニング形式：作成した教材を使い、eラーニング形式でデータ収集を実施した (2009年12月~2010年1月)。学年、文系・理系を問わずに募集したもので、予備実験4名、本実験では24名の受講を得た。教材を導入した学習サイトを利用して自習する形態とした。ただし、セクションの進行は教員が管理し、学習者は指定されたセクションの教材にアクセスするものとした。
- eラーニング形式：作成した教材を使い、学習者の考え方の特徴に関連するアンケートと同時に実施した (2011年3月)。7名の受講を得た。

これらのデータから質疑応答に関する情報を抽出した。

4. 質問内容の分類と改善型教材の構築

4.1 質問の内容の分類

3節で紹介した4種のデータ収集を通じ、合計179件の書き込み、もしくはつぶやきに類するデータを収集した。この書き込みの数は、教材に関する感想を含んでおり、全てが質問ではなかった。また、「OK!」や、「???」といった、文章表現されていない書き込みについては除いた。

これらの書き込みを、どのように学習者にフィードバックするかを操作することで、オンラインの「学びの場」をデザインすることができると考えられる。一方で、そもそも、質疑から生成した応答のフィードバックである「学びの場」が、本質的に受講者にとってプラスに働くかの否かの確認が必要となる。また、この確認は、どのように質疑に対し応答したかが大きな影響をもっており、より効果的なフィードバック戦略を検討することが重要である。

そこで、本研究では、質疑応答を「A-ディテール追求系」、「B-操作・補完系」という2つの区分に分類し、この分類をもとにフィードバックする質疑に対する応答を選定する。

過去の筆者らの取り組みでは、データ収集1とデータ収集2を比較することで、eラーニング型式と講義型式で質疑応答や教材の難易度の差異についての比較検討を行った[5]。ここでは、eラーニング型式のほうが講義型式より難易度が高くなり、他の学習者の質疑応答が参考になったと回答する学習者が増えることが確認できた。この結果から、そもそも教材に存在していた不備を、質疑応答の情報を蓄積することで補完する、という、質疑応答の持つ役割が確認できている。すなわち、質疑応答は蓄積すればするほど、教材としては完璧な状態に近づいていく可能性がある、ということである。

一方、データ収集4の取り組みの結果からは、受講者には特有の「気になるポイント」が存在する可能性が示されている。受講者の「得意とする考え方」である、思考特性[6][7]をもとに受講者を分類した結果、思考特性と質問内容に関連がある可能性が高い、という検討結果が得られている[8]。図4に、「分析的な考え方」が得意とされる2人の受講者からの同種の質問を示す。

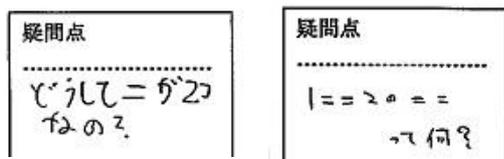


図4 受講者からの同種の質問
 Figure 4 Similar questions from students.

これらの2つの観点からは、質疑応答について2つの方

向性が考えられる。第一の方向性は、質疑応答内容は教材の不足を補っている可能性があり、不用意に手を加えないほうが学習者にとってはプラスになる、というものである。第二の方向性は、同様の質問が集中する場合は、その質問はある思考特性の学習者にとっては、気がつきやすい「みえみえ」の質問である、という可能性である。

そこで、本研究では、質疑応答を、

- 自身が理解しやすい表現へ言い直す形でおこなうような記載済み内容の再確認としての発問
 - 知的好奇心を満足するための高度な内容の発問
 - 感想、つぶやき、意見
- という内容で構成される「A-ディテール追求系」、および、
- 教材の不明瞭な内容を明確化するための発問
 - 教材に含まれていない操作の説明を求める発問
 - 教材の説明不足で誘発されたトラブルに関する発問
- といった内容で構成される「B-操作・補完系」、の2つに分類する。質問の分類例を表1に示す。

表1 質問の分類例

Table 1 Example of the classification of the Questions.

コメント	名前	年	質問種別
一回ごとに値が変わるのがおもしろい	宇宙人	2010	A-ディテール追求系
「論理値」を「返す」ってどーいうことだ!	さんさん	2011	A-ディテール追求系
やっていることを文字で説明して!これは、「1,2,3,4,5,6」から奇数を選べ、という操作でOK?	ニコチャン	2009	A-ディテール追求系
×(かける)と*(アスタリスク)との違いは??	めろん	2009	A-ディテール追求系
アンダーバーの打ち方がわからない!	オッキー	2011	B-操作・補完系
Clear がちゃんとできかわからない!	のだめ	2009	B-操作・補完系
分数を入れたあと、"+ "を入れるのが難しい!	てっこ	2009	B-操作・補完系
どうして、1x5とか、最初の文字を大文字にしないんだろう?	豆腐	2010	B-操作・補完系

4.2 フィードバックポリシーの検討

ここで分類した質問について、いかにフィードバックをかけるべきかを検討する。受講者ひとり一人を主人公とし、積極的な取り組みを引き出すことを最終目標と考え、
 「B-操作・補完系」に関する質問は、純粋な教材の不備であり、躓きのもとであると考えられる。よって、「B-操作・補完系」の質問は極力収集することが好ましいと考えられる。よって、ここでは、

- 質問がある場合は収録する。類似の質問がある場合は、一つを選別してフィードバックする

というポリシーを採用する。

一方、「A-ディテール追求系」に関する質問については、

- 類似の質問が全くない場合は、質問をフィードバックする
- 類似の質問が複数ある場合は、類似する質問を含め、一切フィードバックしない

というポリシーを採用する。多様な意見を紹介すると同時に、「ありがち」、「みえみえ」の箇所については全くフィードバックをおこなわないことで、発問の余地を作ることを意図したものである。

4.3 3つの改善型教材の構築

上述のポリシーを基準に、ここでは3種類の改善型教材を構築する。改善型教材は、作成した基本教材に質疑応答の文言を追加する形で作成する。図5に、改善型教材の画面例を示す。学習者が右下の「コメントを読む」ボタンをクリックした場合には、図6の質疑応答画面へジャンプすることができる。

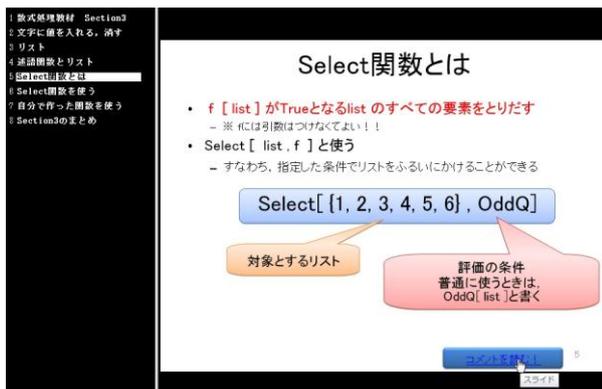


図5 改善型教材の基本画面

Figure 5 Example of an initial slide in the improved contents.



図6 改善型教材の質疑応答表示画面

Figure 6 Example of a Q and A slide in the improved contents.

第一の教材である Type A は、全ての種類の質疑応答データを含んだ教材である。ここでは、「A-ディテール追求系」、「B-操作・補完系」、双方の質問についてフィードバック

を行う。ただし、ここでは前述のポリシーに完全には従わず、Type A については、「A-ディテール追求系」の質問について、類似する質問がある場合は、代表的な質問1つをフィードバックする。これにより、幅広いコメントを収録した完全補完、即ち「全部入り」の教材を構築する。

第二の教材である Type B は、重複が見られた質問を取り除く演出を行い、発問を誘発することを目的としたものである。前節で紹介したポリシーに従って、フィードバックする質問を選択した。ただし、削除により収録される質疑応答数が減少し、見た目が大きく変化してしまうことから、それを補うために、「A-ディテール追求系」の質問で見られた感想に類する書き込みを独自に作成して組み込むこととした。

第三の教材である Type C は、タイプ B から学習者のニックネームと受講年度の表示を取り除いたもので、一見すると、教材作成者側が準備した架空の質問とその答えとも取れるように準備したものである。なお、この教材を用いたデータ収集実施の際には、実施開始時の説明においても、過去の学習者の質問が表示されている、という内容は説明を行わなかった。ただし、教材のハンドアウトに受講者が記載した質問は、次期の教材に収録される、という説明を行っている。

図7に Type A～C の教材の例を示す。上段のボックスには、「B-操作・補完系」の質問が記載されており、各タイプで基本的な記載は変化しない。ただし、Type C では、ニックネームと年度が取り除かれている。また、下段のボックスには、「A-ディテール追求系」の質問が記載されており、Type B、Type C では、教員側が独自に生成した感想に置き換えられている。

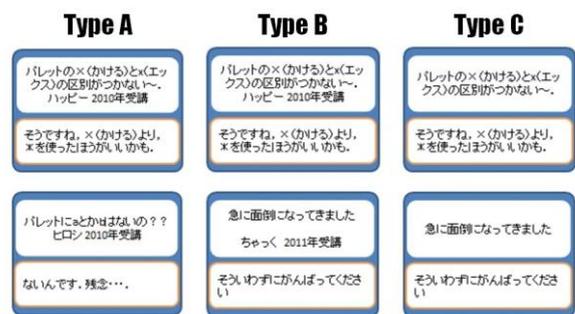


図7 3つのタイプの質問収録の例

Figure 7 Example of three types of contents.

5. 改善型教材を用いたデータの収集と考察

5.1 データの収集

構築した三つの改善型教材を用いて、データ収集を実施

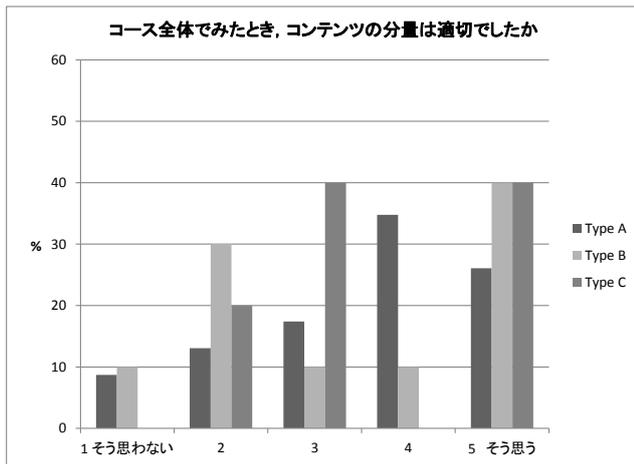


図 8 コースでみた場合のコンテンツの分量

Figure 8 Result of questionnaire about the amount of contents in the course.

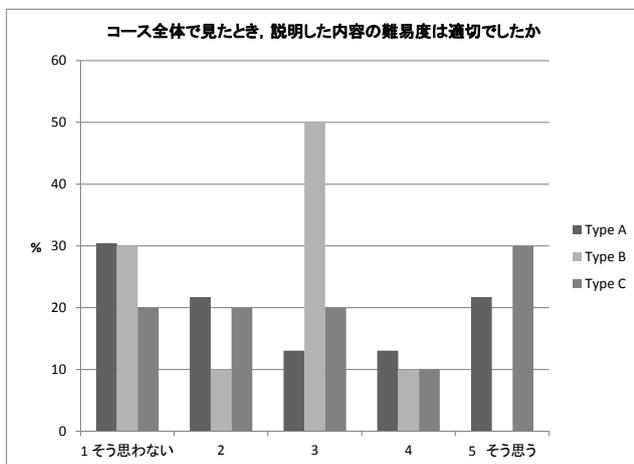


図 9 コースでみた場合のコンテンツの難易度

Figure 9 Result of questionnaire about the difficulty of the course.

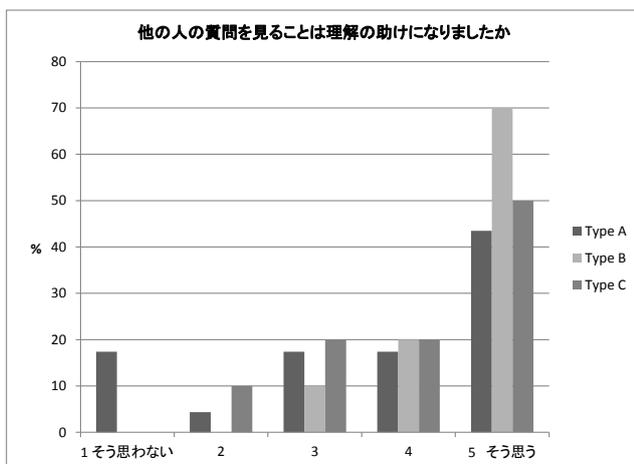


図 10 コースでみた場合の質疑応答情報への評価

Figure 10 Result of questionnaire about the effect of questions and answers in the course.

した。「全部入り」の教材である Type A は、合計 25 名（コースアンケートの有効回答数 23 名）の受講を得た。頻出する「A-ディテール追求系」の質問を除いた、発問を誘発する演出を加えた教材である Type B は、10 名の受講を得た。Type B から発問者のニックネームと受講年度を除き、Q&A 風の補足説明としたタイプ C は、10 名の受講を得た。

5.2 コース全体に関するアンケートから見た教材の差異

図 8 から図 10 に、コース全体について実施したアンケート結果を示す。コンテンツの分量については、Type A の教材については滑らかな上に凸の分布を見ることが出来るが、Type B と Type C については受講者の意見がばらばらであり、分布の山を見て取ることが難しい。

また、分布を見出すことが難しい原因は、Type B と Type C の少ない受講者も影響していると考えられる。

これらの図からは、教材の難易度や分量に関しては、配信した教材で大きな傾向は現れていないと考えられる。

なお、コース全体でみた、他の学習者への質問の捉え方については、図 10 に示すように、差異が現れていると考えられる。こちらの質問に関連する学習者のモチベーションの向上については、思考特性の観点から別の取り組みで検討を実施している[9]。

5.3 セクションアンケートから見た教材の差異

ここでは、セクション内部を確認し、学習者の状態を検討する。表 2~4 に、Type A から Type C までのセクション毎のアンケート結果を示す。なお Section 4 について、Type B と Type C は、記載の無い回答があったため、合計人数が減少している。

タイプ間で大きな差異が生じるのはセクション 3 における反応で、Type A が難しいと答えた受講者が多いのに対し、Type B と Type C は、それよりも難易度については低く評価している受講者が多いことがわかる。この教材は、セクション毎に発展的な内容になっており、特にセクション 3 は最も難易度が高く、過去の 2 つのセクションの理解が欠かせない内容となっている。セクション 3 で大きな差が現

表 2 Type A のセクション別度数分布

Table 2 Result of questionnaire about Type A in each sections.

	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4
1 易しかった	5	0	1	1
2	1	0	0	1
3 ちょうど良い	16	5	5	10
4	3	10	7	5
5 難しかった	0	9	10	7

表 3 Type B のセクション別度数分布

Table 3 Result of questionnaire about Type B in each sections.

	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4
1 易しかった	2	0	0	1
2	1	0	0	1
3 ちょうど良い	5	4	2	3
4	0	1	5	0
5 難しかった	2	5	3	3

表 4 Type C のセクション別度数分布

Table 4 Result of questionnaire about Type C in each sections.

	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4
1 易しかった	1	0	0	1
2	1	1	0	0
3 ちょうど良い	6	1	2	3
4	2	4	6	2
5 難しかった	0	4	2	1

れたことは、Type B と Type C の受講者は、セクション 1 と 2 について、Type A の受講者よりも深く理解している可能性を示唆している。学習者自身の実感としては乏しいものの、単に「難しい」と回答した Type A よりも、Type B、Type C の教材が、「やや難しい」と感じながらも内容を理解できたという点でより高い学習効果を持っている可能性があると考えられる。セクション 4 は、セクション 3 にくらべて煩雑さが増すものの、新しい概念の登場という観点では易しい教材となっている。このセクション 4 についても、Type A よりも、Type B、Type C の教材の受講者は難易度を低く捉えており、この点からも、Type B、Type C の教材の学習効果が高いことが示唆されると考えられる。

6. まとめ

本研究では、固定された教材上で質疑応答のデータを蓄積した後、質疑応答による教材補完を残したまま、学びの場の「時間」をまきもどすアプローチを提案した。

質疑応答のフィードバックポリシーとして、2 つの質問種別を提案し、これにもとづいて教材の整備を実施した。さらに、過去の学習者の質疑応答を蓄積した e ラーニング教材を準備し、受講者を募って教材に対する反応を調べ、アンケート結果と多面的に比較を行った。

その結果、発問の余地を残した教材について、学習効果が高まっている可能性が示された。一方で、今回の調査では統計的な差異を見出すまでにはいたっていないため、今後、他に収集した様々な情報と共にデータを精査していくことが必要であると考えられる。

また今回取り組みは、質疑応答のフィードバックポリシ

一等を提案はしているものの、それらを自動的に動作するプログラムの形でシステムに実装するには至っていない。自動化という観点からも、さらに検討が必要である。

謝辞

本研究の一部は、日本文部科学省、科学研究費補助金(21700831)によるものである。ここで深謝する。

参考文献

- 1) 佐藤 学: 学校の挑戦—学びの共同体を創る, 小学館 (2006).
- 2) 佐藤 弘毅, 赤堀 侃司: 電子化黒板に共有された情報への視線集中が受講者の存在感および学習の情意面に与える影響, 日本教育工学会論文誌, Vol.29, No.4, pp. 501-513 (2006).
- 3) 三宅なほみ: 協調的な学習と AI, 人工知能学会誌, 23 巻, 2 号, pp.174-183 (2008).
- 4) Moodle
<http://moodle.org>.
- 5) 篠田有史, 吉田賢史, 松本茂樹, 中山弘隆: 質疑応答の共有化による e ラーニング型式と講義型式との比較, Proc. of 2010 PC カンファレンス, pp.425-426 (2010).
- 6) ゲイル ブラウニング著, 大野晶子訳: エマジェネティックス, ヴィレッジブックス (2008).
- 7) 吉田賢史, 大脇巧己, 河口紅, 武沢護, 篠田有史: 学習者の思考スタイルによる学習効果の差異, Proc. of 2010 PC カンファレンス, pp.249-250 (2010).
- 8) 篠田有史, 吉田賢史, 松本茂樹, 河口紅: e ラーニング型式の教材における学習者の思考特性と学習活動, Proc. of 2011 PC カンファレンス, pp.278-279 (2011).
- 9) 篠田有史, 吉田賢史, 松本茂樹, 河口紅: e ラーニング教材における質疑応答のフィードバックと学習者の思考特性, Proc. of 2012 PC カンファレンス, pp.113-116 (2012).