

オンライン対戦型クイズシステムによる学習支援環境

Learning Support Environment by On-Line Competition Quiz System

渥美 峻^{1*} 砂山 渡¹ 川本 佳代¹ 西村 和則²
Takashi Atsumi¹ Wataru Sunayama¹ Kayo Kawamoto¹ Kazunori Nishimura²

¹ 広島市立大学大学院 情報科学研究科

¹ Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

² 広島工業大学 工学部 電気システム工学科

² Department of Electrical Systems Engineering, Faculty of Engineering, Hiroshima Institute of Technology

Abstract: Recently, learning environments with e-learning or with gamification are developed. Since learners have been familiar with on-line communication through Social Network Services (SNS), it is expected that learning environment with network is ready to be available. In this study, a learning support environment by on-line competition quiz system is proposed. That is, learners can have high motivation to learn with ranking of experience points and human-human competition. Quiz is set as four multiple choices to continue learning easily and to be prepared various question sets through the Internet.

1 はじめに

近年の学習環境には、e-learning などネットワークを介して行われるものや、ゲームの要素を取り入れた学習が用いられるようになってきた。多くの学習者は、SNS などネットワークを通じたオンラインコミュニケーションに精通するようになってきており、またインターネットのブラウザゲーム、携帯電話やタブレット型端末で行うゲームがはやっている現状がある。そのため、ネットワークを利用して手軽に行えるゲーム型の学習環境が実現可能になり、その効果が期待されている。

そこで本研究では、オンライン対戦型クイズシステムによって学習を支援する環境を提案する。すなわち、対人での対戦ゲームとすることで、他人の存在と競争心による学習のモチベーションを与える。また学習意欲を維持するために、ゲームの要素となっている経験値やランキングを導入する。単純な四択クイズとすることで、手軽に学習を継続でき、よくある学校教育の問題のみならず、さまざまな分野の問題集合を準備できる環境とする。

以下、2章で関連研究について述べる。3章で構築したオンライン対戦クイズシステムの構成について述べる。4章で学習意欲を向上させる改良版のクイズシステム、5章でその評価実験について述べ、最後に6章で本稿を締めくくる。

2 関連研究

本章では、本研究で提案するオンライン対戦型クイズシステムに関わる先行研究について述べる。

これまでに、さまざまな目的に対して、オンラインクイズシステムを導入したアプリケーションが開発されている。教育目的としては、携帯電話を端末として電子メールによりクイズを出題する教育システム [1]、Web を使用して分散資源をパッケージ化した学習リソースを提供しながらクイズを出題するシステム [2]、Web を使用して出題とともに採点や集計ができるシステム [3] などが挙げられる。

これらのクイズシステムでは、システムが出す問題に対して個人が解答する形式となっている。本研究においては、ネットワークに接続した端末を利用して、複数人で競いながら、あるテーマについての学習を行える環境を構築する。また問題と解答の集合を元にした四択問題形式とすることで、さまざまなテーマについての学習を可能にする。

学習を目的としたオンライン対戦型システムの研究においては、各学習者が作成した問題と回答のカード群をランダムに裏向きに並べ、神経衰弱の要領で多くのペアを獲得することを目指して、能動的で競争的な学習を実現した研究 [4] や、論理的思考能力の育成に向けて、各学習者が作成したプログラム同士を対戦させ

ることで、よりよいプログラム作成に努めさせる研究 [5] などがあり、他の学習者の存在や競争心をモチベーションとして学習に結びつけている。これらは、スキル獲得を目指したシステムとなっているが、本研究においては知識の定着を目的として、その経験を積み重ねられるシステムを目指している。例えば英単語の記憶のような、ともすれば単調な作業を強いられる知識の定着において、競争的な環境を導入することで、意欲的に学習できる環境を目指す (3 章)。

e-learning はその有効性が声高に主張される一方、学習過程において学習者の学習意欲を高め、維持させることは困難と言われている。この問題を解決するため、回答を褒めたり叱ったりする機能や回答時間に制限を加えたシステム [6] や、学習者の意欲を高めるため、授業前や授業中に学習目標の設定と確認をさせたり、授業後に他の学生と成績や出席状況を比較する試み [7] などがある。他の学習者の存在や競争心によるモチベーションの増加は、一時的な効果はあると考えられるが、その意欲を維持して学習を進めてもらうためには、学習経過に伴った指標の提示が必要と考えられる。そこで本研究では、オンライン対戦クイズにおいて、その対戦内容と結果に対して学習者に経験値を与え、対戦を重ねることで経験値とそれに応じた段位が上昇する枠組みを構築する (4 章)。

教育システムへのゲームの導入について、古くは、ビジネス分野を対象に生産管理、在庫管理、リスク分析などのゲーミングモデルが開発されてきた [8]。以降、経済、経営分野を中心に、多様な分野の教育においてゲームを使用した教育システムが開発されている [9, 10, 11]。これらの教育システムの多くは、シリアスゲームとして、システムチックに知識やスキルを身につける学習を主目的に設計されており、必ずしもエンターテインメント性を重視していない。

一方、学習者の継続的な意欲の向上を目的として、近年ゲーミフィケーション [12] という言葉が用いられ、コンピュータゲームにおけるユーザのゲームへのはまりを実現する、特徴的なシステムや仕様を表す内容が注目されてきている。これには、ゲームの進捗に応じた報酬や経験値の付与、レベルシステム、課題リストとその達成を扱うミッションなどが含まれ、一つの行動の結果が積み重ねられて次につながることで、一定の満足感を与えるとともに、区切りを感じさせず、継続的に意欲を持続できる要因となっている。そこで本研究においても、これらの要素を取り入れたシステムにより、意欲を持って持続的に学習できる環境を目指す。

3 学習のためのオンライン対戦型クイズシステム

本章では、学習のためのオンライン対戦型クイズシステムの構成と詳細について述べる。

3.1 オンライン対戦クイズシステムのハードウェア構成

オンライン対戦クイズシステムは、実際にユーザが対戦を行うクライアントと、各クライアント間で対戦の制御をするサーバによって構成される。クライアントはサーバを介することで他のクライアントとの通信対戦を可能とする。サーバは全てのクライアントから情報を受信し、通信状況の管理や対戦者同士の情報の共有、対戦時の時間の同期、対戦成績や解答履歴の保存を行う。

3.1.1 システムサーバ

サーバは新しいクライアントが通信を接続してきたときに、クライアントの情報を保持する。すなわちログインしたユーザに対して、クイズを行った日時、クイズとして出題された問題、解答結果、最終順位などを記録する。また、クイズの対戦を行う際に、問題の配信と各クライアントの解答情報の取得を行い、対戦の進行を制御する。

3.1.2 システムクライアント

クライアントはクイズ対戦を行うためにサーバと通信する。サーバに接続する際には、サーバに登録されているユーザごとの ID とパスワードを入力して通信を開始する。クライアント側で学習を希望する分野を選択すると、同じ分野を選択した学習者同士の対戦グループが生成され、クイズを開始することができる。

3.2 クイズの出題形式と出題分野

本システムにおいて出題されるクイズは四択問題としている。これは、解答入力時の手間を抑えるとともに、さまざまな分野の問題を容易に用意できるようにするための仕様となっている。一つの出題分野の問題数は 50 から 100 程度を想定しており、同一分野の問題においては、「年号」や「人名」など同形式の解答が選択肢に並ぶようにする。これにより、インターネット上などで情報がまとめられているページから、50 から 100 の問題と解答のリストを収集することで、手軽に 1 つの分野の問題集合を登録することが可能となる。

また、用意する問題の分野は、中学や高校などでの学習に用いられる、英単語や年号などのいわゆる暗記ものを初めとして、さまざまな用語とその説明など、対になるものであれば何でも出題が可能となる。たとえば、お笑い芸人の名前とその人が属するコンビ名、ある製品とそれを販売している会社名、といったペアによる出題も可能で、問題と解答のペアを CSV 形式の 1 つのファイルとして与えることで、1 つの分野を簡単に登録することが可能となっている。

出題の際には、出題されていない問題の解答が誤答の選択肢となる。そのため、同じ解答となる複数の問題が含まれないようにする必要がある¹。

3.3 オンライン対戦クイズシステムの利用手順

学習者は、各自の PC 上でクライアントを起動し、ログインを行う。ログイン後に、学習を希望する分野を選択することができるので、1 つの分野を選択する。同時刻に同じ分野を選択している他の学習者がいる場合、その学習者同士でクイズ対戦を開始することができる。対戦終了後は、再び学習分野を選択する画面に戻り、学習を終了する際にはログアウトしてシステムを終了する。

4 学習者の意欲を補う対戦型クイズシステム

本章では、筆者らが過去に行った研究 [13] の実験結果を踏まえ、より学習者の意欲を補い、高い学習効果が得られるよう改善したシステムについて述べる。

実験結果から、以下のことがわかった。

1. 実力差がある対戦では、対戦に参加できない利用者が出る
2. 対戦クイズにより学習する前には一定の事前知識が必要

そこで、1. を改善する方法として、早押し形式により解答権を取得する方法をやめ、全員が解答でき、正解者で得点を分配する山分け形式に変更する。関連して、解答権を取得してから表示していた選択肢を、最初からすべて見えるようにする。これにより、全参加者が全問題に参加してクイズを楽しむことができるようになる。

また、2. を改善する方法として、事前知識がない参加者でも、他の参加者の解答を参考に解答を行うこと

¹ 解答時に同じ選択肢が現われないようにすることは、プログラムで容易に対応が可能と考えられる。



図 1: 改良版オンライン対戦クイズシステムの画面

ができるように変更する。最低限の事前知識得るための学習を行った上で対戦に参加することを推奨するが、事前知識がない問題に対しても、他の解答者に追従して正解を自ら選択できる機会を増やし、クイズに参加できる機会を増やす。また対戦として、点差が開きにくくなることにより、緊張感を維持する効果を狙う。

これらに加え、継続して学習の動機づけを与える方法として、対戦結果に応じて参加者に経験値を与え、その積み重ねで段位が上がるようにする。これまで是一回ごとの対戦により区切られていたが、毎回の対戦の積み重ねにより、その達成度が目に見えるようにすることで、継続して参加する意欲の向上と維持を狙う。

以下でこれらの詳細について述べる。

4.1 対戦クイズの形式

本節では、改良版のクイズシステムにおける対戦形式について述べる。

クイズ対戦は、4 択の山分けクイズとして、2 人から 4 人の学習者同士で行われ、1 回の対戦は 10 問で行われる。1 問の解答時間は最大 8 秒として、すべての学習者は 4 つのうちの 1 つの選択肢を選ぶ (図 1)。なお、他の学習者の解答内容は、学習者を表すアバターを用いて、各選択肢の横にリアルタイムで他の学習者にわかるように表示される。

正解時には、式 (1) による点数 S_c を与える。ただし、 N は参加人数、 $correct$ は正解者数を表し、 $order$ は、最初に解答した人のみ 5 点が与えられる。すなわち、4 人対戦時には、正解者数が 4 人、3 人、2 人、1 人のときに、正解者にそれぞれ 10 点、16 点、20 点、40 点がベースとして与えられ、最初の正解者には 5 点がさらに加算される。

表 1: 対戦結果と 1 問正解に対して与えられる経験値

現在の段位	1 位	2 位	3 位	4 位	1 問正解
1-10	90	70	50	40	3
11-20	80	60	40	30	3
21-30	70	50	35	25	4
31-40	60	40	30	20	5
41-50	50	25	20	10	6
51-	40	15	10	5	7

表 2: 「語句」の事前テストと事後テストの結果 (被験者平均)

システム	事前テスト	事後テスト	得点差
経験値あり	42.3	61.4	19.1
経験値なし	41.8	51.1	9.3

表 3: 「四字熟語」の事前テストと事後テストの結果 (被験者平均)

システム	事前テスト	事後テスト	得点差
経験値あり	56.8	74.8	18.0
経験値なし	56.9	71.4	14.5

$$Sc = 10 \times \frac{N}{correct} + order \quad (1)$$

また、不正解時の減点はない。10 問終了時の合計点により、対戦結果の順位付けが行われる。

これにより、学習者全員がすべての問題に参加することができ、全く知識がない問題に対しても、他の学習者の解答を参考に解答することができる。また、単に他の学習者の解答に追随するよりも、自ら早く解答した学習者に 5 点をアドバンテージとして与え、不正解時の減点をなくすことで積極的な解答を促す。

4.2 学習者の学習意欲を補う機能

本節では、継続して学習の動機づけを与える方法として設けた機能、経験値、段位、ランキングについて述べる。

学習者には、対戦結果に応じて参加者に経験値を与え、その積み重ねで段位が上がるようにする。一回の対戦時に学習者が得られる経験値を表 1 に示す。

また、経験値が 100 に達するごとに、1 から始まる段位が 1 つずつ上がるようにし、参加者の間で段位の高い順にランキングを表示する。ランキングは、各対戦の終了時に確認できる。これにより、対戦時の積極

的な解答ならびに正解を覚えようとする学習意欲の向上と維持を狙う。

5 改良版オンライン対戦クイズシステムの学習効果の検証実験

本章では、4 章で述べたシステムの学習効果を検証した実験について述べる。本実験により、改良したクイズシステムが学習者の意欲を補う効果、ならびに高い学習効果が得られるかどうかを検証する。

5.1 実験手順

被験者は電気工学を専攻する大学生、大学院生の 16 名とした。学習分野は、就職試験のための SPI 問題集から集めた「語句 (ことわざ)」と「四字熟語」とし、問題は各テーマ 100 問ずつの計 200 問とした。

実験は、被験者の学習意欲を補う要素として導入した、経験値、段位とランキングを明示する被験者と明示しない被験者に分けることで行い、このグループ分けは事前テストの点数によりグループ間で差が出ないように行った (以降これらのシステムを、経験値あり、経験値なしのシステムと呼ぶ)。事前テストは 100 問を 10 問ずつのセットに分け、その中で解答を選択してもらう形式で、1 問 1 点の 100 点満点として行った。

どちらのシステムを利用する場合においても、被験者には、約 3 週間の期間に「語句 (ことわざ)」と「四字熟語」のそれぞれについて、1 日に両テーマの対戦を 5 回ずつ、のべ 8 日間で合計 40 回の対戦を行ってもらった²。なお対戦は、8 名の被験者が他の被験者と均等にマッチングするようにした。評価は事前テストと同形式の事後テストの結果と、対戦クイズのログをもとに行うこととした。

5.2 実験結果と考察

表 2 と表 3 に、事前テストと事後テストの結果を示す。両テーマにおいて、経験値ありのシステムでは事前テストの点数に比べて大きく点数が上昇した。経験値なしのシステムでも、事後テストの点数は上昇したが、経験値ありに比べてその上昇量は少ない結果となった。

表 4 と表 5 に、被験者ごとの事前テストと事後テストの結果と最終段位、各問題で一番早く正解した割合、総正解率と平均解答時間を示す。事後テストの点数上位 5 名の平均点は、経験値ありとなして「語句」で 22.2 点、「四字熟語」で 5.6 点の差が生じており (点数上位

²各テーマの問題は全部で 100 問となっているため、各問題が平均 4 回出題される。

表 4: 「語句」の事前, 事後テストの結果と最終段位, 各問題で一番早く正解した割合 (1st) と総正解率 (%), 平均解答時間 (事後テストの点数が高い被験者順, 解答時間の下線は最初に正解した割合が高い 3 人を表す)

経験値あり					経験値なし				
事前	事後	段位	(1st) 正解率	解答時間	事前	事後	段位	(1st) 正解率	解答時間
65	94	31	(44.0)94.0	<u>3.3</u>	76	76	29	(22.0)95.2	3.5
85	94	26	(14.0)95.2	3.6	69	66	28	(37.2)93.6	<u>3.4</u>
72	89	29	(36.0)95.6	<u>3.0</u>	56	61	29	(24.4)94.0	3.4
49	86	38	(52.8)96.0	<u>2.9</u>	32	56	19	(4.4)80.0	4.4
3	58	15	(22.4)76.4	3.8	35	51	24	(38.4)82.8	<u>3.4</u>
42	45	20	(19.2)98.0	3.4	39	49	16	(11.6)82.0	4.3
12	14	22	(14.0)83.6	4.8	15	34	22	(42.8)83.6	<u>3.4</u>
10	11	20	(0.8)83.6	4.7	12	16	17	(3.2)88.4	4.5
平均	-	25.1	90.3	3.7	-	-	23.0	87.5	3.8

表 5: 「四字熟語」の事前, 事後テストの結果と最終段位, 各問題で一番早く正解した割合 (1st) と総正解率 (%), 平均解答時間 (事後テストの点数が高い被験者順, 解答時間の下線は最初に正解した割合が高い 3 人を表す)

経験値あり					経験値なし				
事前	事後	段位	(1st) 正解率	解答時間	事前	事後	段位	(1st) 正解率	解答時間
51	100	29	(44.0)96.0	<u>2.7</u>	77	100	32	(25.6)95.6	<u>3.0</u>
66	94	34	(38.4)95.6	<u>2.9</u>	57	93	29	(25.2)94.0	3.1
80	94	29	(9.2)96.4	3.5	74	86	27	(22.0)97.2	3.1
79	91	38	(62.0)95.2	<u>2.5</u>	70	79	32	(37.6)96.4	<u>2.9</u>
50	82	20	(23.2)83.2	3.8	50	75	29	(57.2)93.6	<u>2.7</u>
52	57	18	(22.4)94.8	3.1	67	67	18	(6.8)93.2	3.6
55	45	27	(9.6)88.0	4.2	29	36	16	(5.6)92.8	3.8
21	35	23	(2.4)89.6	4.1	31	35	18	(12.4)90.0	3.6
平均	-	27.3	92.4	3.3	-	-	25.1	94.1	3.2

5名のt検定:「語句」 $t(4) = 3.73, p < .05$ 、「四字熟語」 $t(4) = 2.49, p < .10$), 事後テストで80点以上の被験者の人数を比べると, 経験値ありのシステムを用いた被験者においては「語句」で4人、「四字熟語」で5人となったのに対し, 経験値なしのシステムを用いた被験者においては「語句」で0人、「四字熟語」で3人となった。これらのことから, 経験値ありのシステムを用いた被験者の半数は, システムの利用により高い学習効果が得られたことがわかる。

最終的に到達した段位の被験者平均を比較³すると, 両テーマにおいて, 経験値の有無でおよそ2段の差が生じた (t検定:「語句」 $t(7) = 1.97, p < .10$ 、「四字熟語」 $t(7) = 2.62, p < .05$)。加えて, 経験値は表1のように, 段位が上がるにつれて増えにくい仕様となっているため, 特に高段位の被験者については, 低段位の被験者の2段差に比べて, より大きな差が生じている

³経験値なしのシステムでは被験者に表示はしていない。

と考えられる。このことから, 経験値ありのシステムにおいては, 被験者が意欲的に経験値を増やそうと取り組んだことがわかる。

正解率はシステムによらず全被験者において高くなり, 他の被験者の解答を参考にして, 正しい解答を選択する経験を積んでいたことがわかる。しかし, 全被験者が事後テストで高い点数とならなかったのは, 正解時にその解答を記憶に留めようとしたかどうかが強く関わっていると考えられる。すなわち, ゲームに勝つことだけを目的に他の被験者の解答をまねたり, 惰性でゲームを続けても効果は薄いことが伺える。

表4と表5の, 各問題で一番早く正解した割合が高い3人の被験者について, その平均解答時間(表中の下線部)を比較すると, 経験値ありのシステムの方が早く解答していたことがわかる。これらの学習者においては, 経験値の効果により, 被験者の意欲と集中力を高め, 結果として高い学習効果を得ることができたと考えられる。しかし, 平均解答時間においては, シス

テムの有無によって大きな差がないことから、経験値ありのシステムにおいては、早く解答した人とそうでなかった人との解答時間に開きが生じており、被験者内に学習意欲の差があったことが伺える。これらのことから、経験値ありのシステムにおいては、一部の学習者の意欲を高められる効果があった反面、対戦に勝てない学習者には、経験値や段位のランキング表示によって、学習できている人との差を確認、意識させられるために、学習意欲が減退する可能性があったと考えられる。そのため、同程度の知識を持った人同士が対戦することや、テーマに対する知識が極端に少ない学習者には、各自で一定の解答ができるようになった後に対戦を行ってもらうこと、経験値に応じた適切なハンディキャップを設定することなどにより、多くの学習者の意欲を維持できるシステムへの改良が望まれる。

6 結論

本研究では、オンライン対戦クイズシステムを用いて、学習者の学習意欲を高め、効果的に学習を図るためのシステムを提案した。実験により、対戦型とすることで学習の動機づけが与えられること、ならびに学習継続の指標となる経験値を導入することで、学習意欲の維持と向上に役立てられることを確認した。今後の課題として、クイズの正解時にその解答を記憶に留めやすい工夫を導入することや、対戦で勝ちにくい学習者の学習意欲を維持する仕掛けの導入が挙げられる。

参考文献

- [1] ヒンクルマンダン, 奥田統己, ジョンソンアンドリュウ, 石川園代, グロースティモーシ: 携帯電話を端末とするオンライン双方向教育システムの開発と効果測定, 札幌学院大学人文学会紀要, Vol.83, pp.173 - 202, 2008
- [2] 梅田恭子, 原崇, 安田孝美, 横井茂樹: 高速通信回線における XML を活用したオンラインクイズシステムの提案と開発, 情報処理学会研究報告, コンピュータと教育研究会報告, Vol.2001, No.40, pp.25 - 32, 2001
- [3] 岡田源也, 船曳信生, 中西透, 天野憲樹: WEB ベースの教育支援システム”NOBASU”の拡張と評価, 電子情報通信学会技術研究報告, ET, 教育工学, Vol. 107, No. 205, pp.75 - 80, 2007
- [4] 望月智也, 金子敬一: ネットワーク対戦型ゲームに基づく教育システムの開発, 電子情報通信学会技術研究報告, ET, 教育工学, Vol.102, No.697, pp.115 - 120, 2003
- [5] 佐々木整, 森川哲史, 竹谷誠: 対戦型ゲームを利用した論理的思考能力育成教材の開発, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J83-D-I, No.6, pp.635 - 643, 2000
- [6] 島田麗聖, 高橋健一, 上田祐彰: e-learning システムにおける学習意欲向上についての研究, 電子情報通信学会技術研究報告, ET, 教育工学, Vol.109, No.163, pp.13 - 18, 2009
- [7] アブドサラムダウティ, 中山洋, 山口正二: 目標設定と評価教示による意欲向上を目的とした授業支援システム, 教育情報研究: 日本教育情報学会学会誌, Vol.25, No.1, pp.3 - 13, 2009
- [8] G.W. Dickson: Research in Management Information Systems: The Minesota experiments, Management Science, Vol.23, No.9, pp.913 - 923, 1977
- [9] 吉川肇子: 防災教育にゲーミングを生かす, 自然災害科学, Vol.24, No.4, pp.363 - 369, 2006
- [10] 檜山敦, 山下淳, 西岡貞一, 葛岡英明, 広田光一, 廣瀬通孝: ユビキタスゲーミング: 位置駆動型モバイルシステムを利用したミュージアムガイドコンテンツ, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.10, No.4, pp.523 - 532, 2005
- [11] 臺有桂, 西村多寿子, 国井由生子, 河原智江, 田口理恵, 田中奈津子, 田高悦子: 地域看護学教育におけるゲーミング・シミュレーションを活用した健康危機管理演習の試み, 横浜看護学雑誌, Vol.2, No.1, pp.25 - 32, 2009
- [12] 井上明人: ゲーミフィケーション, NHK 出版, 2012
- [13] 渥美峻, 砂山渡: オンライン対戦クイズゲームによる汎用型学習システム, 第 26 回人工知能学会全国大会, 3L1-R-12-1, 2012