

ユーザ集中状態推定に基づくライバル集団エージェントの行動比率制御による意欲への影響

前田 薫^{1,a)} 吉田 直人^{2,b)} 藤原 邦彦^{2,c)} 米澤 朋子^{1,d)}

概要：e-ラーニングにおける継続的な学習には、他学習者の学習状態の提示による学習意欲促進や、適度な休憩の促しによる作業効率の向上が有効と考えられる。そこで本研究では、他学習者としての複数のエージェントにより集団を構成し、勉強、休憩の状態をそれぞれのエージェントに割り振り、集団における行動の割合を制御することで、ユーザに行動選択する余地を残しつつ、行動の促進を目指す。エージェントを用い、ユーザと共に学習させることで、ユーザの学習意欲を促進し、ユーザの休憩の必要度合いに応じてエージェントが休憩する様子を提示することにより、適度な休憩を促すことで学習効率の向上を狙う。また、単一行動提示によるユーザへの行動の強制感を回避する。本稿では、エージェント集団における行動の割合が、ユーザにどのような影響を与えるのかを検証した。結果、集団における勉強、休憩の行動割合が多くなるほど、ユーザのそれぞれの行動意欲が促進される可能性が示唆された。

MAEDA KAORU^{1,a)} YOSHIDA NAOTO^{2,b)} FUJIWARA KUNHIKO^{2,c)} YONEZAWA TOMOKO^{1,d)}

1. はじめに

近年、知識習得のための自習教材として、e-ラーニングが利用されている [1]。e-ラーニングとは、インターネット環境を利用して授業を配信したり、配布される教材を利用して行う学習形態である [2]。e-ラーニングはコンピュータやスマートフォンなどのインターネットに接続できるデバイスさえあれば、時間や場所を問わず学習ができるという利点がある。一方で、e-ラーニングを用いた1人で行う学習はそれを見守る先生や一緒に学習する友達の存在がないためにユーザの学習意欲や集中力が低下したり、学習を継続する為に自身で学習意欲や集中力などをコントロールする能力が必要である。しかし、近年、学習におけるこれらの能力に乏しい学生が増えてきている [4]。

一方、長時間連続した学習よりも途中で休憩を挟んだ方が学習効果を高めることができる [5]。適度な休憩を取らずに学習を続けた場合、目や体の疲労が蓄積し集中力の著し

い低下を招く [6]。また、e-ラーニングのような長時間ディスプレイを見続ける作業は眼球の疲労を招き、肉体、精神的不調をきたすVDT(Visual Display Terminal syndrome)症候群を引き起こす恐れがある [7]。文科省はVDT作業に関するガイドラインを設定しており、一連続作業時間が1時間を超えないようにすること、連続作業と連続作業の間に10~15分の作業休止時間を設けること、一連続作業時間内において1~2回程程度の小休止を設けること [8]が定められている。しかし、休憩を自身で管理できず、長時間休憩してしまい学習を先延ばしにしてしまう場合 [9]や、休憩を忘れて長時間学習を続けてしまう場合がある [7]。そのため、学習継続には適度な休憩が必要であると考えられる。

e-ラーニングで学習意欲が継続できない問題は、他者と切磋琢磨できる環境が無いことが一つの原因とされている [10] ことからその解決策として、他学習者が勉強している様子を提示することで、ユーザの学習意欲を促進できると考えた。しかし他学習者と時間を共有しなければならないため、e-ラーニングのメリットである時間・場所の制約の低さを損なう恐れがある。そこで、本研究では他学習者の代わりに擬人化エージェント(以下エージェント)を用いて、ユーザの学習時間に合わせたエージェントの勉強状態を提示することで、ユーザの学習意欲を促進する。一方この他者の学習を提示し続けると、ユーザの休憩を阻害し

¹ 関西大学
Kansai University

² 関西大学大学院
Graduate School of Informatics Kansai University, Japan

a) k983570@kansai-u.ac.jp

b) k463362@kansai-u.ac.jp

c) k566804@kansai-u.ac.jp

d) yone@kansai-u.ac.jp

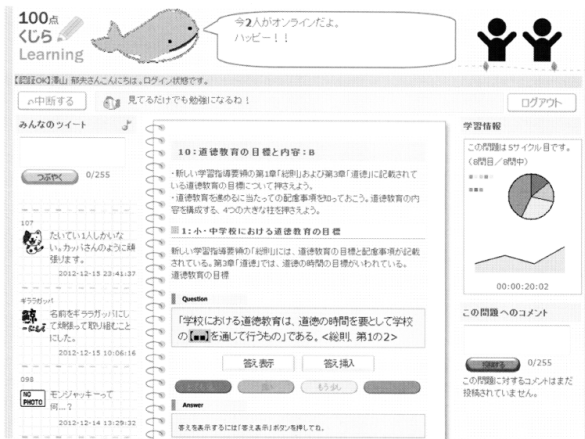


図 1 コメントログを用いた e-ラーニング

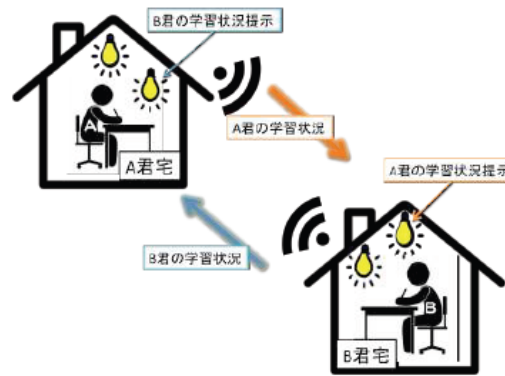


図 2 光を用いた学習状態の提示

てしまう可能性が考えられる．これに対し，エージェントがユーザに対して先行行動を示すことでユーザの行動意欲を促進できる [11] ことを用い，休憩が必要なタイミングにエージェントの休憩の様子を提示することでユーザに休憩を促す．疲労を蓄積することで学習に対する集中度が低下することをを用い，ユーザの休憩が必要なタイミングの判断に集中度の低下度合いを用いる．

ユーザに対して単一の行動を提示した場合，そのエージェントと同じ行動をとらなくてはならないという強制感を与える恐れがある．そこで，複数のエージェントを用いて集団を構成し，学習と休憩の割合をユーザの必要性に合わせて各エージェントに割り振り，ユーザが適宜行動を選択する余地を残す．

2. 関連研究

2.1 共に学習する相手がいることによる学習意欲促進

共に学習する存在を提示することにより，ユーザの学習を促す研究が存在する．澤山ら [12] は学生同士が意見を出し合いながら一つの課題に取り組む共同学習において，他学習者の存在が個々の学生の学習意欲を促進することに着目した．そこで他学習者の存在提示のために，ユーザが学習中にコメントを残したり読んだりできる機能や，自分以外の現在の学習者人数を画面中に提示する機能を，e-ラーニングに導入することで，ユーザの学習意欲が促進されると述べた (図 1)．しかし，コメントのような文字情報は意味理解の認知的負荷 [13] を与え，学習への集中を阻害する恐れがある．

学習への集中を阻害しない他学習者の存在提示として，吉原ら [14] や鶴岡ら [15] は，遠隔地にいる他学習者の学習状態をライトの光を用いて提示することで，学習意欲の促進を試みた (図 2)．このシステムを学習者同士が相互に親密な場合，片方がもう一方を慕っているがあまり接点が無い場合，ほとんど接点が無い場合の 3 条件で利用した結果，相互に親密な場合に限り，互いに光を意識する傾向が見ら

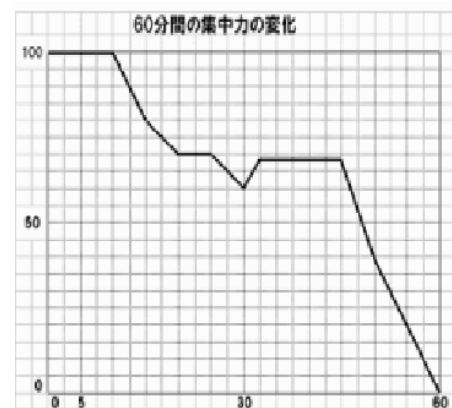


図 3 集中力の推移

れたとした．そのため，促進効果を得るためには，特定の相手と同時に学習する必要があり，e-ラーニングのメリットである時間・場所の制約の低さを損なう恐れがある．また鶴岡ら [15] は，リアルタイムでは無くとも相手の学習時の光パターンを蓄積し提示することによって学習を促進できるとしているが，相手が実際はリアルタイムで学習していないことをユーザが認識した場合，学習促進効果が得られなくなる可能性がある．時間同期の必要性の問題を解決するために本研究では，共に学習する相手としてエージェントの集団を用いる．

2.2 エージェントを用いたユーザへの行動の促し

エージェントは人に似た外観を持ち，社会的なインタラクションが可能であることから，人に行動を促すことができる存在として，研究がなされている．山本ら [16] は授業映像配信形式の e-ラーニングにおいて，授業音声に合わせてうなずきを行うエージェントを映像に重畳表示することによってユーザを授業に引き込む効果があったとしている．長尾ら [11] は，ユーザに対してエージェントが先行行動を提示することにより，その行動を促すことができるとしている．そこで本研究では，共に学習するエージェント集団を e-ラーニングと同じディスプレイ上に配置すること

により、ユーザの学習意欲の促進を行う。また、休憩が必要なユーザに対してエージェントが先行して休憩を行うことにより休憩を促す。

2.3 エージェント行動変化のタイミング

エージェント集団における行動が頻繁に切り替わることはユーザに煩わしさを与える可能性がある。田中ら [17] は作業中のユーザに対する割り込みが1分未満の頻度で発生する場合、ユーザに煩わしさを与えるとしている。そこで本研究ではエージェント集団における行動の切り替えを1分毎に行う。

2.4 複数行動提示による行動強制感の軽減

1体のエージェントを用いて、ユーザに行動提示を行う場合、ユーザに行動の強制感を与える恐れがある。アッシュの同調実験 [18] では、自分以外の他者が全員同じ行動を取る場合と群の中に違う行動を取る人がある場合とでは、違う行動を取る人がある場合の方が強制感が大きく軽減されることが示された。長尾ら [11] は、エージェントによる単一行動提示はユーザに強制感を与える可能性があるとしている。また、村山ら [19] は課題に対して自ら選択した場合と、強制された場合とでは自ら選択した場合の方が、学習継続意欲が高くなるとしている。そこで本研究では、複数のエージェントにより集団を構成し、学習者に促す行動の割合に合わせて勉強と休憩の行動を割り振る。ユーザに対し複数の行動を提示することで、行動選択の余地を残し、強制感を与える可能性の軽減を狙う。

2.5 休憩のタイミング

一般的に集中力は図3のように30分から45分頃から次第に下がっていくとされる。Francesco Cirillo [20] は最も集中力が持続する時間が30分程度であることから、25分間学習5分間休憩を提案している。内藤 [21] は作業が捗っているときに休憩を取ってしまうと、休憩後には緊張感が失われ能率が下がるため、避けるべきであるとしている。瀧澤 [22] は休憩のタイミングを判断する指標はユーザ毎に異なることから、休憩のタイミングについて絶対的な基準を定めるのではなく、ユーザ毎に相対的な基準を設定する必要があるとした。そこで本研究ではユーザの集中度を推定し、最も集中できる時間とされる学習開始30分間の平均集中度ユーザ毎に推定し、ユーザの集中度がこれを下回った場合その下がり具合に応じて休憩の促しを行う。

2.6 集中度推定手法

集中度を推定するための研究がいくつか存在する。相馬ら [12] は、授業中の生徒の集中度の評価手法として、顔の向きに着目した。集中度が高い場合、生徒は学習対象を向いているため顔は正面を向いている。逆に集中度が低い場



図4 e-ラーニングにおけるマウスの軌跡

合、生徒の顔はうつむいていることが多くなり顔は正面から回転する。顔向きをカメラに写る肌色の面積から算出したこの手法では肌色の検出精度や生徒の髪型の違いによって誤差が発生する。本研究ではFaceAPIを用いてユーザの顔の向きを取得し、顔が学習対象を向いているかを集中度の推定に用いる。

テキストを用いた学習では、講義と異なり耳からの情報が入ってこない。よって余所見をした場合学習に関する情報は全く入らないため、集中度は限りなく低いと考えられる。そこで本システムでは、ユーザの顔がe-ラーニング画面を向いている場合は集中している、向いていない場合は集中していないと推定する。

堀口ら [23] は、e-ラーニング中のマウスの動きがユーザの注視点に近い軌跡をたどる(図4)ことから集中度などのユーザの内部状態をマウスの動きから取得できる可能性について示唆した。また、林ら [24] は、一般的に集中力が低下した場合、作業における正確性および速度が低下している。本研究では、ユーザの一定時間で読み進めることのできるテキスト量をユーザの学習速度と考え、あらかじめ取得しておいた集中時の変化量と現在のマウス位置の変化量を比較することで、集中度を評価できると考える。

また、堀口ら [23] はより高精度な内部状態推定を行うためには、複数の推定手法を組み合わせることや、一定時間の情報を蓄積することが必要であるとしている。本研究ではカメラとマウスによる顔の向きと作業速度の二つの指標を用いて推定を行い、エージェント集団の表示更新間隔である1分間、情報を積算した。

3. システム

3.1 システム概要

e-ラーニングにおいて共に学習する複数のエージェントを用いて集団を構成し勉強と休憩の行動を割り振ることによって、学習意欲の促進と適度な休憩を促すe-ラーニング環境を提案する(図5)。本研究では、共に学習する相手の存在が学習者の学習意欲を促進する点に着目し、エージェントにユーザと共に学習する姿を提示させる。また先行行動提示によりユーザの行動が促される点に着目し、ユーザの休憩の必要度に合わせてエージェントに休憩行動を取ら

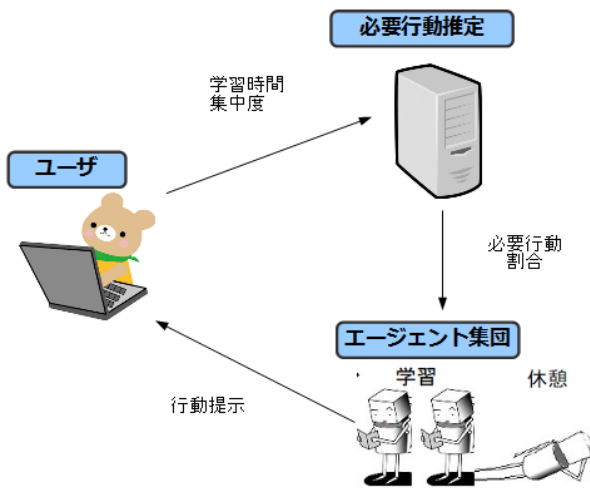


図 5 システム概要

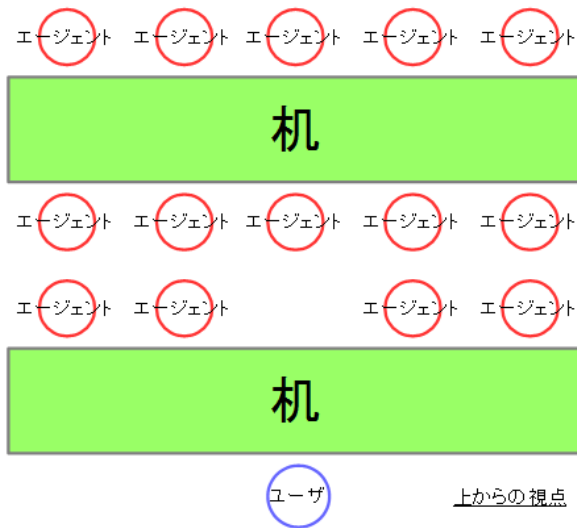


図 6 エージェントの配置

せることにより、適度な休憩を促す。ユーザに対する行動の強制感を緩和するために、複数のエージェントによる集団を構成し複数の行動提示を行う。ユーザの状態に応じて集団における行動の比率を制御し、ユーザに促す行動を制御する。

3.2 使用環境

本システムはユーザの顔の撮影に web カメラを、e-ラーニングの入力デバイスとしてマウスを用いた。また、顔座標と回転を取得するために FaceAPI を用い、エージェント集団の描画に Dx ライブラリを用いた。これらを Microsoft VisualStudio2012Express 上で C++ を用いて実装した。

3.3 エージェント集団の学習割合

本システムでは集団の勉強と休憩の割合を制御する。ユーザが最も集中できるとされている学習開始 30 分間の

平均集中度に対する現在の集中度を、勉強するエージェントの数に反映する。また、100%に満たない割合はユーザが休憩すべき確率であると考え、休憩を提示するエージェント数に反映する。

3.4 エージェントの配置

エージェントが存在する学習空間として自習室を仮定し、一辺に 5 体のエージェントが座ることができる机を二つ配置した。そのため提示できるエージェントの数は最大で 15 体であるが、ユーザの正面にエージェントを配置した場合、後ろにいるエージェントの存在を大きく隠してしまうことから、正面のエージェントを除いた最大 14 体になるよう配置する (図 6)。

3.5 エージェントの行動設定

本システムでは、エージェントの行動として勉強と休憩の二種類の行動を提示するための表示手法を設計した。エージェントがユーザと同じように e-ラーニングを行っている相手であると認識されるよう、ノートパソコンに向かい作業している行動を設定した。また、VDT 作業は目に負担をかけることから、休憩として腕で目を覆い光を遮断する行動を設定した (図 7)。勉強と休憩が区別されやすいよう、勉強は上体を起こした姿勢、休憩は上体を寝かせた姿勢をそれぞれ設定した。

3.6 集中度推定

本システムでは休憩の必要性を推定する指標として、集中度を利用する。また集中度を推定するための指標として顔の向きと学習の進捗具合を用いる。それぞれの指標から得られた集中度の平均をユーザの集中度として用いる。

3.6.1 顔の向きによる集中度

顔が e-ラーニング画面を向いている時間の 1 分間における割合を顔の向きによる集中度として用いる。顔の向きは FaceAPI により得られた顔の回転角を (α, β) 顔座標を (F_x, F_y, F_z) ユーザの顔が向いている位置を (V_x, V_y) とすると

$$V_x = F_x + F_z * \tan\alpha \quad (1)$$

$$V_y = F_y + F_z * \tan\beta \quad (2)$$

の 2 式を用いて算出した。

3.6.2 学習進捗度による集中度

システム利用前にあらかじめ取得したユーザの集中時の進捗量に対する現在の進捗量の割合を、学習進捗度による集中度として用いる。ユーザの学習位置は、テキストのページ数とマウス座標を用いて計測し、過去の学習位置と現在の学習位置の差を進捗量として用いる。

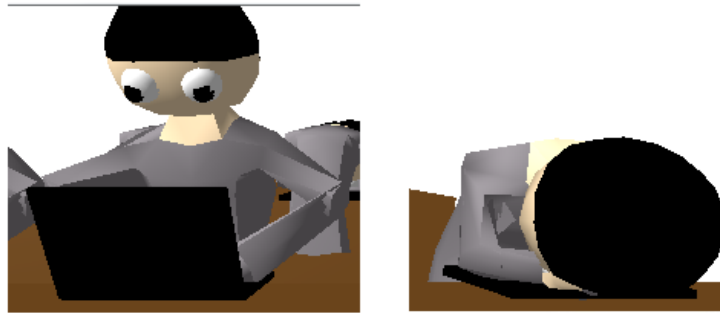


図 7 勉強 (右), 休憩 (左)

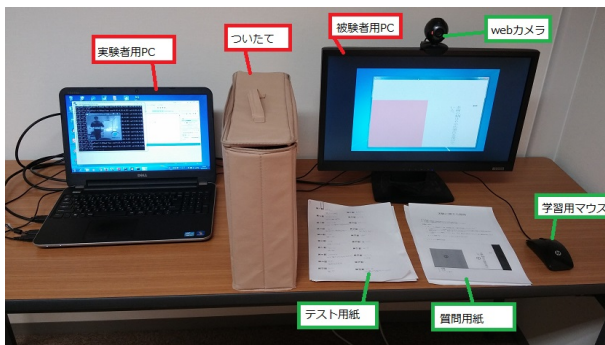


図 8 実験 1 風景

表 1 グラフとシステムの相関関係

被験者	顔向き	進捗	平均
A	0.699	0.132	0.438
B	0.469	0.146	0.280
C	-0.129	0.420	0.064
D	-0.192	0.194	0.045
E	0.153	0.495	0.352
F	0.271	0.522	0.340
G	0.454	0.329	0.303
H	0.381	0.175	0.450
I	0.136	0.290	0.274

4. 実験

4.1 集中度推定装置の有用性検証

4.1.1 実験概要

被験者の主観評価による集中度とシステムが推定した集中度の相関を調べ、顔向きおよび学習進捗によるユーザの集中度推定が有効であるかどうかを検証する。

4.1.2 実験手順

実験参加者は情報系大学の大学生 9 名 (20 歳~24 歳 男性 6 名 女性 3 名) である。被験者をパーティションで区切られた PC の席に座らせ、e-ラーニングを起動した (図 8)。6 分間で一問一答問題を用いて漢検 1 級相当の漢字 20 問の読み方と意味をできる限り暗記させた。次に、先の 6 分間の学習の主観集中度遷移を、1 分毎にメモリが書かれた学習集中度を縦軸、経過時間を横軸とした二次元座標上にフリーハンドで描かせた。さらに 3 分間で、暗記した 20 問の漢字の読み方と意味を問うテストに解答させた。これら 10 分間の一連の流れを 1 タームとし、合計 6 ターム繰り返した。はじめの 1~3 ターム目では、顔向きによる集中度推定のみを行った。30 分目に当たる 3 ターム目の学習進捗を集中のピークと考え、次の 4~6 ターム目では学習進捗による集中度推定を行った。顔向きと学習進捗両方の集中度推定を行った 4~6 ターム目について、ユーザの主観的な学習集中度とシステムにより推定された学習集中度の相関を調べた。VAS 法の分析手法に基づき、グラフから

1 分毎の集中度を抽出した。4~6 ターム目のグラフから抽出した 18 個の集中度のデータと、1 分毎にシステムが推定したデータとの相関を調べた。

4.1.3 実験結果

ユーザにフリーハンドで描かせたグラフから得た学習集中度とシステムにより推定された学習集中度の相関を表 1 に示す。ほとんどの被験者について最低でも弱い相関が見られた。しかし、 $p < .05$ で限界値を調べたところ被験者 A, B の顔向きおよび被験者 E, F の進捗についてのみ相関が見られ、平均したものには相関が見られなかった。

4.1.4 実験考察

ほとんどの被験者に対して弱い相関が見られたことから、本手法は集中度推定にある程度の有効性がある可能性がある。今回は顔向きと進捗による集中度の平均をユーザ集中度として用いたが、それぞれ単体で用いるときの相関はユーザ毎に異なることがわかった。このことからシステムの有効性をより高めるためには、顔向きと進捗の比重をユーザ特性として重み付けに用いる必要があると考えられる。また、顔向きによる集中度推定において、顔向きが画面を向いているかどうかを 2 値的に扱ったがユーザが画面の端に顔を向け、目だけを画面に向けている場合でも集中していないと判断されてしまう。顔が画面外と判断された場合にも、どの程度画面方向から離れた角度かを集中度推定に利用することが望まれる。

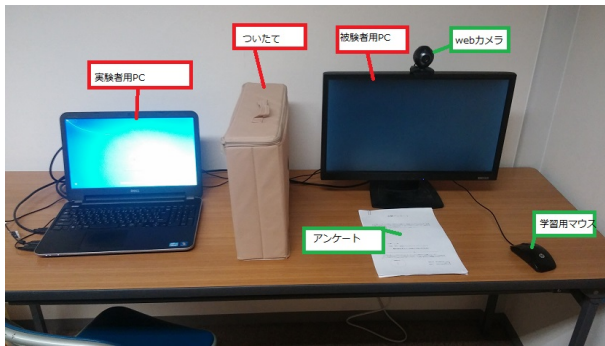


図 9 実験 2 風景

表 2 主観評価項目

Q1	勉強を続けようと思った
Q2	学習中に休憩しようと思った
Q3	学習終了後に休憩しようと思った
Q4	勉強しなくてはいけないと感じた
Q5	勉強がはかどったと感じた
Q6	他のキャラクタたちは勉強していた
Q7	他のキャラクタたちは休憩していた
Q8	他のキャラクタに負けたくないと思った
Q9	他のキャラクタと仲良くなりたかったと思った
Q10	このシステムで勉強を継続してみたい

4.2 エージェント集団における行動割合がユーザに与える影響の検証

4.2.1 実験概要

複数のエージェントで構成された集団における行動割合の変化が、ユーザの行動に与える影響を検証した。また、エージェント集団が複数の行動を提示する場合と単一の行動のみを提示する場合で、ユーザがその行動に対して、強制感を受けるかを検証した。

4.2.2 実験仮説

- 仮説 1: エージェント集団の提示する行動割合の高さでユーザはその行動意欲を持つ。
- 仮説 2: 複数の行動を提示することにより、単一の行動を提示する場合に比べ強制感が少ない。

4.2.3 実験条件

被験者内要因として、学習中に提示されるエージェント集団における行動(勉強, 休憩)の割合(1)0%:100%, (2)10%:90%, (3)25%:75%, (4)50%:50%, (5)75%:25%, (6)90%:10%, (7)100%:0%を設定した。エージェントの数が14体であるため、人数が割り切れない場合は、割合に人数比が最も近くなるよう人数を振り分け、人数比(1)0:14, (2)1:13, (3)4:10, (4)7:7, (5)10:4, (6)13:1, (7)14:0の7条件を設定した。

4.2.4 実験条件

実験は、被験者内要因:エージェント集団における(勉強:休憩)の割合(0%:100%, 10%:90%, 25%:75%, 50%:50%, 75%:25%, 90%:10%, 100%:0%) 1要因7水準の7条件で行った。

4.2.5 実験手順

実験参加者は情報系大学の大学生14名(20歳~24歳 男性11名 女性3名)である。被験者をパーティションで区切られたPCの前に座らせ、e-ラーニングシステムを起動しシステムと共に提示されているエージェント集団を確認させた(図9)。このとき、エージェントが被験者と共に勉強する学習者であることを説明した。続いて実験者の指示でe-ラーニングを用いて学習させた。まず被験者に対して、漢字検定1級相当の問題を10問ランダムに提示し、漢字の読みと意味を頭の中で考えた後で正答と照合するという作業を行わせた。このとき、間違えたり解らなかった問題には、読みと意味を確認させたのちチェックをつけさせた。10問全てに対してこの作業が終わった後、復習としてチェックがついた問題に再度回答させた。学習終了後、再度エージェント集団を確認させ、評価項目に回答させた。また、顔映像の撮影あらかじめ被験者に許可を取り、ノートパソコンの内蔵webカメラで記録した。

4.2.6 実験評価

主観評価として表2の10項目について5段階(1:あてはまらない 2:まああてはまらない 3:どちらでもない 4:まああてはまる 5:あてはまる)での回答を求めた。Q1~Q3はユーザの行動意欲促進に関する評価項目である。Q4は強制感に関する評価項目である。Q6~Q7はユーザのエージェントに対する認識に関する評価項目である。Q8~Q9はユーザとエージェントの相互作用に関する評価項目である。

4.2.7 実験結果

主観評価の平均値のグラフを図10に示す。また、 $p < .05$ での分散分析の結果を表3に示す。グラフにおけるパーセント表示は、エージェント集団における勉強しているエージェントの割合である。また、表3の多重比較における数字は集団において勉強しているエージェントの割合、1(100%), 2(90%), 3(75%), 4(50%), 5(25%), 6(10%), 7(0%)を表している。Q6, Q7において有意差が示された。Q6(他のキャラクタたちは勉強していた), Q7(他のキャラクタたちは休憩していた)において多重比較の結果、ほとんどの条件間で有意差が見られるが、1(100%)-2(90%)や6(10%)-7(0%)のように割合に大きな差が見られない条件間では有意差が見られなかった。また、1(100%)-3(75%)のように勉強しているキャラクタが多い条件同士の組み合わせでも有意差が見られなかった。被験者の行動意欲では、Q1, Q2, Q3において有意差が示された。学習意欲について、Q1(勉強を続けようと思った)の多重比較において4(50%)-7(0%)では有意差が見られるが、1(100%)-4(50%)では有意差が見られなかった。また、Q1とQ6の主観評価値について相関関係を調べたところ、高い相関が示された。学習を中断しての休憩の促しについて、Q2の多重比較において5(25%)-2(90%)でのみ有意差が認められた。学習が

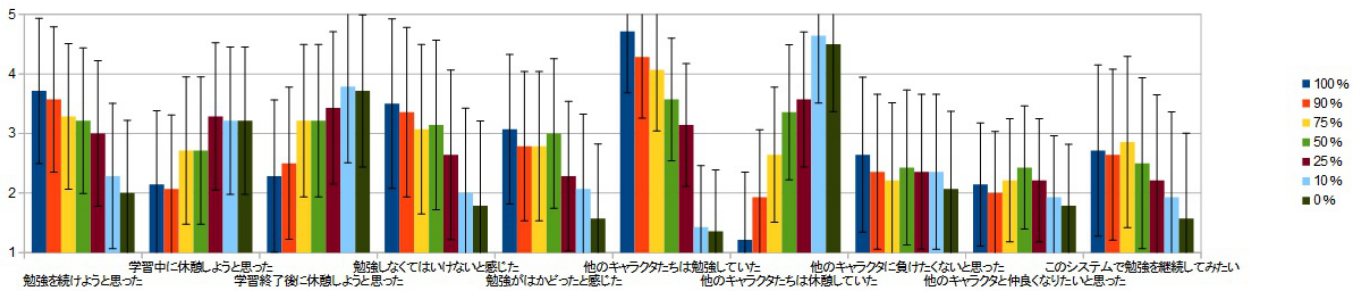


図 10 評価項目の平均値 (MOS)

表 3 分散分析結果

	要因		多重比較
	F	p	
Q1	5.907	0<0.0001****	1-7,1-6,2-7,2-6,3-7,4-7
Q2	3.471	0.0043***	5-2,
Q3	4.195	0.001****	7-1,7-2,6-1,6-2
Q4	5.746	0.0001****	1-7,1-6,2-7,2-6,3-7,4-7
Q5	5.709	0.0001****	1-7,1-6,2-7,3-7
Q6	31.598	0<0.0001****	1-7,1-6,1-5,1-4,2-7,2-6,2-5,3-7,3-6,4-7,4-6,5-7,5-6
Q7	24.043	0<0.0001****	7-1,7-2,7-3,7-4,7-5,6-1,6-2,6-3,6-4,6-5,6-6,7-5,1-5,2,4-1,4-2,3-1
Q8	0.612	0.7202	-
Q9	1.017	0.4203	-
Q10	4.115	0.0012***	1-7,2-7,3-7
+p<.10, *p<.05, **p<.01, ***p<.005, ****p<.001			

一段落してからの休憩の促しについて、Q3の多重比較において、7(0%)、6(10%)のほとんどのエージェントが勉強している条件と1(100%)、2(90%)のほとんどのエージェントが勉強していない条件との間で有意差が見られた。自由記述において、エージェントが休憩していることに対して不快感を示すものが見られた。また、Q2、Q3とQ7の平均値について相関関係を調べたところ、高い相関が示された。被験者の受ける強制感では、Q4において有意差が見られた。しかし多重比較において、全てのエージェントが勉強している条件1(100%)と1人だけ休憩しているエージェントがいる条件2(90%)の間、に有意差が認められなかった。またQ4とQ1の平均値の相関関係を調べたところ、高い相関が示された。被験者とエージェントとの相互作用では、Q8、Q9において有意差が見られなかった。

4.2.8 実験考察

本システムの前提として、Q6、Q7においてほぼ全ての条件間において有意差が見られることから、エージェント集団における行動割合の変化がユーザに認識されるものと確認された。しかし、1(100%)-2(90%)、6(10%)-7(0%)のように割合の変化が10%の条件間では有意差が見られないことから、割合の変化を認識させるためには、25%程度の変化が必要であるといえる。また、1(100%)-3(75%)や2(90%)-3(75%)のように勉強しているキャラクタが多い条件間に有意差がなかったことから、勉強しているエージェ

ントは上体を起こしているのに対し、休憩しているエージェントは上体を寝かせているため、休憩しているエージェントが勉強しているエージェントの後ろに隠れてしまい、認識され難かったと考えられる。そのため、勉強しているエージェントが多い時の割合を詳細に設定する必要は無いといえる。

次に学習意欲とエージェント集団の行動割合の関係について述べる。Q1の有意差から、集団における勉強するエージェントが増えることで、ユーザの学習意欲が促進される可能性が示された。Q1の多重比較の結果、集団における割合の変化が大きい場合にのみ、学習意欲が促進される可能性が示された。また、Q2、Q3の有意差より、集団における休憩エージェントが増えることで、ユーザに休憩を促すことができる可能性が示された。Q2での有意差は割合の変化が大きい場合にのみに限られたが、Q3では4つの条件間で有意差があったことから、ユーザの学習が一段落したタイミングで休憩を促すことはできるが、学習を中断させて休憩を促すことは困難である可能性がある。ただし、今回の場合実験時間が比較的短かったために、被験者が勉強を中断してまでの休憩の必要性を感じなかった可能性がある。

また、Q1とQ6の相関およびQ2、Q3とQ7の相関を調べたところ、高い相関が示された。このことから、集団において勉強や休憩をするエージェント数の増減によりユー

ザの学習や休憩を促進できる可能性が示された。

最後に強制感について考察する。Q4について有意差が見られたことから、勉強するエージェントの増加により、ユーザに行動の強制感を与える可能性が示された。Q4の多重比較の結果、全員が同じ行動を取っている条件1(100%)と一人だけ別の行動を取っている条件2(90%)で有意差が見られなかったことから、仮説2に近い結果として、ほぼ全員が同じ行動を取ることに伴う強制感が示唆された。ただし、Q4についてQ1との相関関係を調べたところ、高い相関が示された。このことからQ4を強制感ではなく、Q1と同じ学習意欲に関する質問項目と被験者に混同された可能性も考えられる。また今回、複数行動提示と単一行動提示を混合して実験を行ったことにより、単一行動提示による強制感が軽減された可能性も考えられる。Q8, Q9について有意差が見られなかったことから、今回認められた被験者への行動促進効果はエージェントを直接的にライバル視したことによるものではないことが示された。

5. おわりに

本研究では、共に学習するエージェントを用いたeラーニングユーザの学習支援として、学習継続意欲と適度な休憩を促す環境的システムを提案した。共に学習するエージェントを集団にして配置し、勉強行動や、休憩行動を提示する。さらに、単一行動提示による行動の強制感を軽減するために、複数のエージェント集団のそれぞれの個体に勉強行動と休憩行動を割り振り、ユーザの状態に合わせた行動比率の制御を試みた。検証により、集団における勉強と休憩それぞれの割合の増加に応じて、ユーザのそれぞれの行動が促進される可能性が示された。しかし、集団における行動比率の認識と同等と言える程度の、促進効果まではいかないため、今後の課題として、行動促進の効果を持たせるために、進捗や学習難易度に関するエージェントとユーザのコミュニケーションを設計し、エージェントに対する親近性を向上させることが有効だと考える。

謝辞 本研究は科研費15H01698および科研費25700021の助成の一部を受け実施したものである。

参考文献

- [1] 社団法人私立大学情報教育協会. 教育改革を目指したeラーニングのすすめ. 2005
- [2] SATT. eラーニングとは. <http://satt.jp/dev/e-learning.htm>.
- [3] 吉田国子. 自己調整学習力獲得を促すe-learningツール各国の試みから. 東京都市大学 環境情報学部 情報メディアセンタージャーナル, 第12号, pp69-73, 2011
- [4] 自己をコントロールする力が育ち、自己肯定感が実感できる学習の在り方, 平成12年度京都府教育委員会教育資料 2000
- [5] 独立行政法人 理化学研究所. 運動学習の記憶を長持ちさせるには適度な休憩が必要—休憩の間に運動学習の記憶が神経回路に沿って移動し固定化する—独立行政法人理化学研

- 究所. <http://www.riken.jp/pr/press/2011/20110615/>, 2011
- [6] 池谷裕二, 糸井重里. 海馬/脳は疲れしない. ほぼ日ブックス, 2002
- [7] 平間大貴, 皆月昭則. VDT作業における休憩支援アプリケーションの開発. 情報処理学会第76回全国大会, 4ZA-6, 2014
- [8] 厚生労働省. 新しい「VDT作業における労働衛生管理のためのガイドライン」の策定について. <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2002/04/h0405-4.html>, 2002
- [9] Ellis, A. & Knaus, W.J. Overcoming procrastination. New York. Institute for Rational Living, 1977
- [10] 伊藤忠宏. 達成動機付けにおける「自己」と「他者」との関係付け, 2011
- [11] 長尾圭一郎, 生活に寄り添い先行行動を示す親近型アンビエントエージェントによる自発行動促進効果; 情報処理学会関西支部大会講演論文集, p7, 2015
- [12] 澤山郁夫. 一問一答式eラーニングにおける学習者同士のつながる仕組みが学習者の学習量推移に与える効果. 日本教育工学会論文誌. pp1-18, 2014
- [13] 柏原昭博, 菅野昭博, 平嶋宗, 豊田順一. 説明における認知的負荷の適用と実験的評価. システム制御情報学会論文誌, pp439-446, 2001.
- [14] 吉原 さくら, 塚田 浩二, 安村 通晃. Enlight-Pen: 自律学習継続支援システムの提案. 情報処理学会 (編), 『インタラクティブ 2003』.
- [15] 鶴岡秀樹, 矢入郁子. クッション型デバイスを用いた自律学習促進システムの提案. The 29th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 1N5-1, 2015
- [16] 山本倫也, 渡辺富夫. 音声駆動型体引き込みキャラクタを映像に重畳合成した教育支援システム. 情報処理学会論文誌, Vol47, No7, pp2769-2778, 2006
- [17] 田中貴紘, 青木和昭, 藤田欣也. 作業態度を反映したユーザの割り込み拒否度推定の検討. The 28th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2L5-OS-27b-4, 2014
- [18] Solomon E. Asch. Effects of group pressure upon the modification and distortion of judgements. Documents of Gestalt Psychology 1951
- [19] Kou Murayama, Madoka Matsumoto, Keise Izuma, Ayaka Sugiura, Richard M Ryan, Edward L Deci and Kenji Matsumoto. How Self-Determined Choice Facilitates Performance: A Key Role of the Ventromedial Prefrontal Cortex 2013
- [20] Francesco Cirillo, The Pomodoro Technique, http://caps.ucsd.edu/Downloads/tx_forms/koch/pomodoro_handouts/ThePomodoro013.pdf, 2009
- [21] 内藤 諒人. 「努力」が報われる人の心理学; 結局, 努力を続けた人の勝ち. PHP 研究所, 2012
- [22] 瀧澤 諭. VDT作業における疲れ目警告システムの提案. ライフサポート, Vol, 19, No2, pp30-31, 2007
- [23] 堀口祐樹, 松井辰則, 小島一晃. e-learningにおける学習時の潜在的な意識変化の抽出. The 22nd Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 1C1-2, 2008
- [24] 林利毅, 原田史子, 島川博光. 進捗管理のための頭部の動きに着目した集中度判定. 第9回情報科学技術フォーラム, RB-001, 2010