

e-Learning における教え合い支援システムの研究開発

物部寛太郎^{†1}

概要: 本研究では、学習者の成績のみならず、「教えてもらう人に期待する性質」や「教える形式」といった教え合い関係の嗜好を考慮して、教え合い活動のための学習者の組み合わせを提示するシステムを開発し、実験を行った。e-Learning で同一の教材を利用している学習者同士の教え合いを支援することで、学習者の理解度のばらつきを減少と教師の労力の軽減を目指す。

キーワード: e-Learning, 教え合い支援, 協調フィルタリング

Research and Development about Support for Mutual Study in e-Learning

KANTARO MONOBE^{†1}

Abstract: In this research, we developed and experimented a system that presents combinations of mutual study. Not only the learner's performance but also the preferences such as "disposition expected of teachers" and "style of teaching" are considered for the presented combination. By supporting teaching mutual study using the same teaching materials in e-Learning, we aim to reduce learners' dispersion of intelligibility and reduce teacher's effort.

Keywords: e-Learning, Support for Mutual Study, Collaborative Filtering

1. はじめに

近年、我が国の学校教育や企業研修では、ネットワークを利用した e-Learning の利用が浸透しつつある [1]。e-Learning では、場所や時間に制限されることなく学習することができる。また、e-Learning の普及にともない、電子教材も増加している。質、量ともに充実した教材が、インターネット上で共有され、教師や生徒が手軽に利用できる環境が整いつつある。しかし、同一の教材を利用しても学習者間で理解度にばらつきが生じるという問題や、教師が各学習者の支援に労力を要するという問題は、従来の教育手法と同様である。

そこで、協調学習による問題の解決が図られてきた。具体的には、学習者間のコミュニケーションによる教育的効果を重視し、コミュニケーションを取りやすいように学習者を適切にグループ分けする研究が進められてきた。多くの場合、学習者のグループ分けは、学習者の成績や行動に応じて行われている。

グループの最適化には、長年、様々な観点からの研究がなされている。教育用グループウェアの開発にあたって、ファジィ積分を利用して1クラスの学習者を適切にグループ分けする手法に関する研究 [2]では、グループ分けにテスト内容の評価結果、学習者のグループへの適応度と問題についての討論価値を利用している。

学習者の思考特性に着目し、協調作業を有効にするグループ形成支援システムに関する研究 [3]では、学習者による意見交換の頻度や作業量などの行動を FFS 理論 (Five Factors Stress Theory) に基づいて分析している。そして、創造性と効率性を対立軸として設け、グループ最適化を行っている。

学習者のコミュニケーションに着目して、掲示板ユーザの動的グループ化を行い、情報アクセス性の向上を目指した研究 [4]では、学習者のコミュニケーションを興味の移り変わりに基づくものと考えている。その上で、学習者集団をマルチエージェントモデルと捉え、情報アクセス性について挙動をシミュレーションしている。

また、教材という観点としては、学び合いを促す e-Learning 教材として、対戦ゲーム形式を用いた中国語語彙学習システムの開発と検証[5]も行われている。

いずれの研究でも、学習者の行動を指標としており、嗜好については考慮されていない。嗜好は、行動のように見ることができず、観測が不確かなものとなる。学習者の行動を分析したグループ最適化の研究が多々行われていることに比べて、システムを利用した学習者の嗜好に基づくグループ分けの研究は少ない。

そこで、本研究では、各学習者の成績のみならず、「教えてもらう人に期待する性質」や「教える形式」といった教え合い関係の嗜好を考慮して、教え合い活動のための学習者の組み合わせを提示する。具体的には、e-Learning で同一の教材を利用している学習者同士の教え合いを支援す

^{†1} 東北学院大学
Tohoku Gakuin University

ることで、学習者の理解度のばらつきの軽減と教師の労力の軽減を目的とする。

2. システム開発

2.1 システムの概要

本研究では、各学習者の成績と教え合い関係の嗜好に基づく学習者同士の組み合わせの最適化を実現するためのシステム開発を行った。開発したシステムは、学習者の成績と嗜好情報の入力に基づいて、学習者の組み合わせを出力する。システムは、最初に成績のみによって、学習者の組み合わせを作成した後、嗜好情報を加えて組み合わせを調整する機能を持つ。また、教え合い環境を学習者に提供するために、一組ずつに専用の掲示板を作成する。

本システムでは、嗜好に基づく組み合わせ作成において、協調フィルタリングを利用する。協調フィルタリングは、推薦システムに利用される技術である。推薦するコンテンツに関する批評データを様々な人から集め、そのデータを参考にして、その人に合ったコンテンツを推薦する方法である。

本システムでは、教え合い活動を通して、他の学習者に対する印象を学習者に評価させる。印象のデータは、システムのデータベースに蓄積し、新規に組み合わせを作成するときに反映させる。システム稼働当初は、学習者同士による印象の評価データがないため、最適な組み合わせを作成できる見込みは低い。しかしながら、システムを継続して利用していくにつれて、教え合い活動で得た印象データの数が増え、より適切な学習者の組み合わせを作成できるようになると考えられる。

開発したシステムは、成績に基づく組み合わせ作成機能、嗜好に基づく組み合わせ作成機能と教え合い環境提供機能の3つの機能で構成される。各機能の詳細は、次節以降で説明する。本システムの概要を図1に示す。

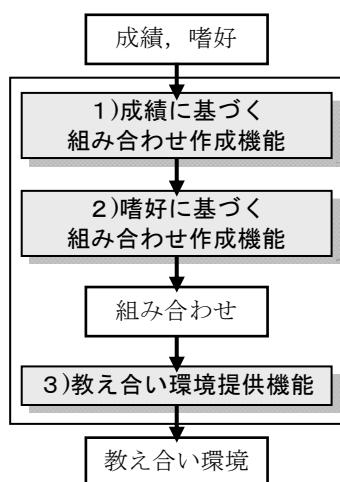


図1 システムの概要

Figure 1 Outline of the System.

2.2 成績に基づく組み合わせ作成機能

本機能では、学習者の成績に基づく組み合わせを作成する。まず、LMS (Learning Management System) を利用してデータベースに蓄積した学習者の成績を取得する。次に、学習者を各教材項目の成績に応じて、合格基準未満を要支援者、指導可能基準以上を指導可能者、合格基準以上で指導可能基準未満の合格者に分類する。そして、より点数の高い指導可能者が、より点数の低い要支援者と組になるように組み合わせを作成する。

2.2.1 成績データの取得

教材における学習者の成績を取得し、システムのデータベースに蓄積する。教材の單元ごとにテストを実施し、学習者の各単元の成績を取得する。成績に基づく組み合わせ作成には、單元ごとの正答率を用いる。正答率は、各単元の問題数における学習者の正解数の割合とする。

2.2.2 学習者の状態

各学習者には、点数に基づいて状態を設定する。組み合わせを作成する際、学習者の状態を成績に応じて変化させる。学習者の状態の設定とその変化について、以下で説明する。

(1) 状態の設定

成績によって、学習者を「学習中」、「支援中」、「合格済み」、「支援待ち」と「要求待ち」の5つの状態に分類する。学習者の状態を図2に示す。

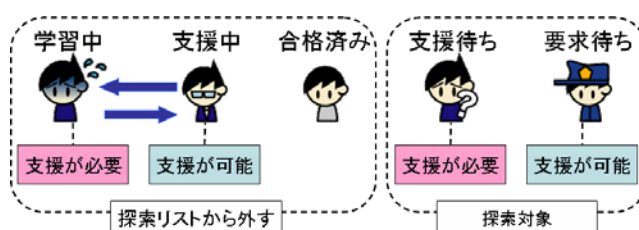


図2 学習者の状態

Figure 2 Status of Learner.

まず、教材の各單元について、指導可能基準と要支援基準を設定する。指導可能基準とは、先生役としてその單元を人に教えることができるレベルの点数とする。要支援基準とは、教え合い活動の中で先生役の学習者の助けを受けるべきレベルの点数とする。例えば、100点満点のテストで、指導可能基準を80点、要支援基準を60点とする。次に、このとき、60点未満の学習者を要支援学習者とし、60点以上80点未満の学習者を合格者とし、「合格済み」の状態とする。そして、80点以上の学習者を指導可能学習者とする。最後に、要支援学習者と指導可能学習者の組み合わせを行う。組み合わせに配置されて教え合い活動を行っている要支援学習者を「学習中」の状態とする。組み合わせに配置されて教え合い活動を行っている状態の指導可能学習者を「支援中」の状態とする。一方、要支援学習者でありながら、一緒に教え合い活動を行う先生役の学習者がいない状

態を「支援待ち」とする。反対に、指導可能学習者でありながら、一緒に教え合い活動を行う生徒役の学習者がいない状態を「要求待ち」とする。

(2) 状態の変化

学習者の成績の変化に応じて、学習者が持つ状態を変更する。教え合い活動後、再度テストを行った際、学習者の成績が要支援基準以上になれば、学習者の状態を「合格済み」に変更する。学習者の成績が指導可能基準以上になれば、学習者の状態を「要求待ち」に変更する。その後、新規に組み合わせを作成したとき、「要求待ち」状態になった学習者が、教え合い活動と一緒に学習者と組になれば、状態を「支援中」に変化させる。

2.2.3 組み合わせの作成方針

組み合わせに配置する学習者の候補が複数存在する場合、次に述べる優先順に従うものとする。また、グループ内での指導可能学習者の数が、要支援学習者の数よりも少ない場合、要支援学習者の数を増やすことを目指した組み合わせの作成方針に変更する。

(1) 他の単元において合格済みの学習者の優先

1つの組み合わせに配置する学習者の候補が複数存在する場合、他の単元のテストにおいて合格基準以上の成績を取った学習者を優先して配置する。教え合い活動は、互いに働きかけ合う学習ではあるが、理解度が高い学習者にとって、理解度の低い学習者を支援する役割において負担が生じる場合がある。教え合い活動を行う単元のみならず、他の単元でも合格基準以上の理解度を持つ余裕のある学習者に対して、より理解度の低い学習者を割り当てる。これにより、学習者の負担に配慮する。

(2) 教材全体における点数が高い学習者の優先

1つの組み合わせに配置する学習者の候補が複数いて、そのいずれもが他の単元においても合格基準以上の成績を取っている場合、教材全体における点数が高い学習者を優先して配置する。これにより、学習者の負担に配慮する。

(3) 要支援学習者と指導可能学習者の割合に基づく調整

グループ内での指導可能学習者の数が、要支援学習者の数よりも少ない場合、要支援学習者の数を増やすことを目的とした組み合わせ作成方針に変更する。要支援学習者が、グループ内で多数存在する場合、教え合い活動で先生役を果たす指導可能学習者が、要支援学習者の数に対して不足する状況が考えられる。通常、より成績の高い学習者により成績の低い学習者を配置するが、この場合、必ずしもそのようには行わない。短時間の教え合い活動によって、合格基準、もしくは指導可能基準以上の成績を取めうる可能性のある学習者に対して、優先的に支援を行う。

2.3 嗜好に基づく組み合わせ作成機能

本機能では、成績に基づく組み合わせ作成機能で作成した組み合わせを、学習者の嗜好に応じて調整する。学習者は、教え合い活動後に、組み合わせの相手に対する満足度

をフィードバックする。そして、次回からの組み合わせ作成において、嗜好に近い要支援者の間で満足度が高いとされた支援可能者を推薦し合うことによって、組み合わせ精度を向上させる。

(1) 組み合わせ相手の性質に関する嗜好

学習者に、支援可能者に期待する性質を5段階で事前に登録させる。学習者自身が、他の学習者と勉強を教え合うとき、相手がどのような性質であることが望ましいかを嗜好情報の1つとして取得する。値が大きいほど優しい性質への嗜好を表し、値が小さいほど厳しい性質への嗜好を表す。

(2) 教え方の形式に関する嗜好

学習者に、支援が必要な学習者をどのように受け持ちたいかについて、教え方の形式を選ばせる。他の学習者との教え合い活動で先生役になる場合、「教授者1に対して学習者多の関係で教える」という一斉指導の形式と「教授者1に対して学習者1の関係で教える」という個人指導の形式のいずれかを選ばせる。塾講師のような一斉指導の方を好む学習者には前者を選ばせ、家庭教師のような個人指導の方を好む学習者には後者を選ばせる。

2.4 教え合い環境提供機能

本機能では、嗜好に基づく組み合わせ作成機能で出力した学習者の組み合わせに対して、教え合い活動支援のための学習環境を提供する。学習者の組み合わせの数だけ掲示板を作成し、特定の組み合わせに属する学習者達だけが利用できるように設定する。

ネットワークを経由した教え合い活動のための形態は、同期型コミュニケーションと非同期型コミュニケーションに分けられる [6]。同期型コミュニケーションとは、リアルタイムに対話が可能な形態で、インスタントメッセージャーやIRC (Internet Relay Chat) などのシステムが利用される。非同期型コミュニケーションとは、リアルタイムではない対話を行う形態で、電子メールや電子掲示板などが利用される。教え合い活動を行うにあたって、本研究では、非同期型コミュニケーションの環境を提供することにした。非同期型コミュニケーションの場合、相手の学習者が、自分自身と同じ時間にパソコンの前に存在しなくても、一緒に学習を進めることができるため、本研究では、その点を重視した。

3. 実験と考察

3.1 実験の概要

本研究では、提案手法の有効性を評価するために、被験者が教え合い活動を行う前後の成績調査とアンケート調査を行った。被験者は、大学生30人である。被験者には、全員に同一の教材を利用して、一定期間 e-Learning で学習させた。その上で、被験者を10人ずつの3つのグループに分けた。第1グループでは、教え合い活動を行わずに個人学習を継続させた。第2グループでは、成績に基づ

く組み合わせ作成機能のみで作成した組み合わせで、教え合い活動を行わせた。第3グループでは、成績に基づく組み合わせ作成機能と嗜好に基づく組み合わせ作成機能によって作成した組み合わせで、教え合い活動を行わせた。これらの3つのグループの学習効果を比較した。

まず、被験者全員が、1週間の個人学習を行った。その上で、1回目のテストとアンケートを行い、教え合い活動前の成績と嗜好情報、他の被験者に対する印象を初期情報として取得した。次に、1回目のテストとアンケートの結果に基づいて、被験者をグループ分けし、被験者の組み合わせを作成した。そして、組み合わせになった被験者同士で、1週間教え合い活動を行った。組み合わせに入らない被験者には、個人学習を継続させた。最後に、全員に2回目のテストとアンケートを行い、教え合い活動後の成績と教え合い活動への意見や感想を取得した。以下の説明では、被験者のことを学習者と記述する。

3.2 実験の手順

3.2.1 初期情報の取得

本実験では、プログラミング言語 Java に関する学習を行った。まず、学習者全員に、1週間の個人学習を行わせた。1週間の個人学習後、学習者全員に1回目のテストとアンケートを行い、教え合い活動前の成績、嗜好情報と他の学習者に対する印象を取得した。

(1) 初期成績の取得

学習者に対してテストを行い、初期成績を取得した。テストでは、プログラミング言語 Java の仕様を問う記号選択式の問題を出題した。問題の作成にあたっては、問題の質や難易度を揃えるため、OCJP (Oracle Certified Java Programmer) のテストの出題問題を参考にした。

今回の実験では、出題する単元をクラスに関する部分に限定した。具体的には、継承、アクセス制御、インタフェース、抽象クラスやオブジェクト指向の概念に関する問題を出題した。問題数は、30問とした。1回目のテストの結果を表1に示す。

表 1 1回目のテストの結果

Table 1 The Result of the 1st Test.

学習者 ID	点数	学習者 ID	点数	学習者 ID	点数
1	11	11	9	21	10
2	13	12	18	22	11
3	13	13	16	23	8
4	22	14	18	24	9
5	16	15	15	25	11
6	9	16	14	26	11
7	12	17	9	27	11
8	9	18	4	28	8
9	9	19	11	29	11
10	13	20	7	30	22

(2) 嗜好情報の取得

学習者に対してアンケートを行い、嗜好情報を取得した。嗜好情報として、組み合わせ相手の性質に関する嗜好と教え方の形式の嗜好をアンケートで取得した。1回目のアンケートを図3に示す。

「e-Learningにおける教え合い支援に関する研究」実験

第1回 アンケート

氏名 _____

質問 1.
 あなたが誰かに勉強を教えたり、教えられたりするとき、相手が優しい人と厳しい人のどちらの場合が嬉しいですか？
 相手の性質について、「優しい」を5、「厳しい」を1とする5段階で、期待する値に○をつけてください。

1 2 3 4 5

質問 2.
 あなたが先生役として誰かに勉強を教えるとき、先生1：生徒多のスタイルと先生1：生徒1のスタイルでは、どちらがやりやすいですか？
 塾講師や家庭教師の経験がある方は、どちらの方がより得意でしたか？
 当てはまる方を○で囲んでください。

1. 先生1：生徒多 2. 先生1：生徒1

図 3 1回目のアンケート調査用紙

Figure 3 The 1st Questionnaire Paper.

組み合わせ相手の性質に関する嗜好とは、教え合い活動を一緒に行う相手がどのような性質であることが望ましいかという嗜好である。組み合わせ相手の性質に関する嗜好を表2に示す。「厳しい」を1、「優しい」を5とする5段階で、相手に期待する性質の値を確認した。

表 2 組み合わせ相手の性質に関する嗜好

Table 2 Taste about a Matching Partner's Character.

学習者 ID	嗜好	学習者 ID	嗜好	学習者 ID	嗜好
1	2	11	3	21	2
2	5	12	4	22	3
3	2	13	3	23	5
4	3	14	1	24	3
5	4	15	3	25	4
6	4	16	1	26	5
7	3	17	5	27	2
8	5	18	2	28	5
9	5	19	4	29	1
10	3	20	3	30	5

教え方の形式の嗜好とは、学習者自身が教える立場の場合、一斉学習の1対多の形式と個別学習の1対1の形式のどちらが良いかという嗜好である。アンケートでは、「1対多」と「1対1」のいずれかを確認した。教え方の形式の

嗜好を表3に示す。表内の値0は、「1対多」を選択したことを表し、値1は、「1対1」を選択したことを表す。学習者30名のうち、7名が「1対多」、23名が「1対1」の教え方を好むと回答した。

表3 教え方の形式の嗜好
 Table 3 Taste of How to Teach.

学習者 ID	嗜好	学習者 ID	嗜好	学習者 ID	嗜好
1	0	11	0	21	1
2	0	12	0	22	0
3	0	13	0	23	1
4	0	14	0	24	1
5	1	15	0	25	1
6	0	16	0	26	0
7	0	17	0	27	0
8	0	18	0	28	0
9	1	19	0	29	0
10	1	20	0	30	0

0=1対1, 1=1対多

(3) 他の学習者に対する印象の取得

本システムで用いた協調フィルタリングには、コールドスタート問題が存在する。コールドスタート問題とは、過去の挙動パターンやユーザプロファイルにより、ユーザに関連情報を提供する初期の情報を用いる協調フィルタリングにおいて、新規ユーザはプロファイルデータが少ないため嗜好の傾向が把握しにくく、効果的なフィルタリングを行うことができない問題である。本実験では、その対策として、他の学習者の印象をあらかじめ取得した。評価は5段階で行い、値が大きいほど優しい印象となり、値が小さいほど厳しい印象となる。

3.2.2 組み合わせ作成

第3.2.1項で取得した初期情報に基づき、学習者を第1グループから第3グループまでの3つのグループに分ける。第1グループの学習者には、この後も個人学習を続行させる。第2グループと第3グループの学習者には、この後、教え合い活動を行わせる。第2グループでは、成績に基づく学習者の組み合わせを作成し、第3グループでは、成績と嗜好に基づく学習者の組み合わせを作成する。

実験では、第1回テストと第2回テストでの各グループの平均点が、どのように変化したかを確認する。そのため、各グループに学習者を配置する際、1回目のテストの平均点がほぼ同じになるよう考慮した。また、学習者の点数に、グループごとで大きな偏りが生じないように留意した。基本的に、支援可能学習者と要支援学習者は、1対1の組になるようにしたが、1対多の組み合わせを第2グループと第3グループにそれぞれ1組ずつ作成した。組み合わせ作成における調整の詳細を以下で説明する。

(1) 組み合わせ相手の性質の嗜好による調整

組み合わせの作成にあたり、第3.2.1項(2)で取得した組み合わせ相手の性質の嗜好を考慮した。第2グループの学習者には、嗜好に基づく評価の学習者を配置する組み合わせとあえて嗜好と逆の学習者を配置する組み合わせを作成した。第3グループの学習者には、嗜好に基づく評価の学習者を配置する組み合わせのみを作成した。第2グループと第3グループに存在する具体的な組み合わせを次に示す。

第2グループに存在する組み合わせ

- ・相手に「優しい」性質を望む学習者 —— 「優しい」評価の多い学習者
- ・相手に「厳しい」性質を望む学習者 —— 「厳しい」評価の多い学習者
- ・相手に「優しい」性質を望む学習者 —— 「厳しい」評価の多い学習者
- ・相手に「厳しい」性質を望む学習者 —— 「優しい」評価の多い学習者

第3グループに存在する組み合わせ

- ・相手に「優しい」性質を望む学習者 —— 「優しい」評価の多い学習者
- ・相手に「厳しい」性質を望む学習者 —— 「厳しい」評価の多い学習者

(2) 教え方の形式の嗜好による調整

第2グループと第3グループの指導可能学習者のうち、教え方の形式として1対1よりも1対多を好む者に、2人の要支援学習者を組み合わせとして割り当てた。

3.2.3 教え合い活動

第2グループと第3グループに配置された学習者に、指定した組み合わせで勉強の教え合いを行わせた。本実験では、組み合わせになった学習者間でのやり取りを非同期の手段に限定した。学習者の組み合わせ1組ずつに、専用の電子掲示板での学習を行わせた。教え合い活動の様子を図4に示す。ここでは、先生役の学習者が生徒役の学習者に対して、Javaの経験の有無などを質問するところから、教え合い活動が始まっている。



図 4 教え合い活動の様子

Figure 4 Situation of Mutual Study Activities.

3.2.4 教え合い活動の記録収集

第2グループと第3グループの学習者に、教え合い活動の内容や感想について所定の様式で記録させ、教え合い活動後に提出させた。教え合い活動の記録様式を図5に示す。教え合いについて、「何回目のやり取りか」、「やり取りした日時」、「連絡手段」、「内容」と「感想」について記述する欄を設けた。この記録により、教え合い活動における学習者間のやり取りの回数、時間帯、頻度、要支援学習者と指導可能学習者のどちらからの働きかけが多かったか、やり取りの詳細やそのときの学習者の感想などを把握する。教え合い活動について、相手の学習者とのやり取りのたびに内容を記録させることにより、記録の抜けを防ぐ。さらに、このように記録を取らせることにより、学習者自身が、教え合い活動による学習について、内容や方法をその都度振り返ることを可能にする。

教え合い活動 記録用フォーマット				
氏名		ペア	ペア2	
1	月 日		内容	詳細
	:		感想	
2	月 日		内容	詳細
	:		感想	
3	月 日		内容	詳細
	:		感想	

図 5 教え合い活動の記録様式

Figure 5 Record Format of Mutual Study Activities.

3.2.5 成績調査

グループ分けと組み合わせの通知から1週間、第1グループに個人学習を続行させ、第2グループと第3グループに教え合い活動をさせた後、教え合い活動の効果を測定するために、2回目のテストを行った。

1回目のテストと同様に、プログラミング言語 Java の仕様を問う記号選択式の問題を30問出題した。問題は、1回目のテストの類題を出題した。1回目のテストとほぼ同じ出題範囲と難易度になるよう、配慮して問題を作成した。

3.2.6 アンケート調査

学習者全員に対して、アンケート調査を行った。アンケート調査用紙を図6に示す。3つの質問には、記述式で回答させた。質問1で、1回目のテストとアンケート後に教え合い活動を行った第2グループと第3グループの学習者に対しては、教え合い活動の全体について、意見や感想を求めた。質問2と質問3では、全ての学習者に、教え合い活動そのものの印象について質問した。質問2で、教え合い活動についての拒否感について質問した。質問3で、教え合い活動にどのような期待を持っているかを質問した。

「e-Learningにおける教え合い支援に関する研究」実験

第2回 アンケート

氏名 _____

※第1回テスト後、個人学習を続行するグループだった方は、質問2からお答えください。

質問1.
 今回の教え合い学習について、感想をお書きください。良かったこと、悪かったこと、自分がすればよかったと思うこと、相手にして欲しかったことなど、何でも結構です。

質問2.
 「教え合い学習」について、抵抗を感じる点がありますか？ もしあれば、どのような点で抵抗を感じるかお書きください。

質問3.
 「教え合い学習」に期待する部分はありますか？ もしあれば、どのような点に期待するかお書きください。

図 6 2回目のアンケート調査用紙

Figure 6 The 2nd Questionnaire Paper.

3.3 実験結果

3.3.1 成績調査の結果

2回目のテストの結果を表4に示す。第1グループに属する学習者の1回目と2回目のテストにおける正答率の変化を表5に示す。第1グループ全体の平均正答率は、1.7上昇した。第2グループにおける各組み合わせの正答率の変化を表6に示す。第2グループ全体の平均正答率は、1.7上昇した。第3グループにおける各組み合わせの正答率の変化表7に示す。第3グループ全体の平均正答率は、4.1上昇した。

表 4 2 回目のテストの結果

Table 4 The Result of the 2nd Test.

学習者 ID	点数	学習者 ID	点数	学習者 ID	点数
1	14	11	13	21	12
2	9	12	12	22	10
3	13	13	12	23	19
4	17	14	17	24	10
5	13	15	6	25	12
6	9	16	11	26	13
7	14	17	10	27	13
8	13	18	7	28	16
9	12	19	9	29	11
10	18	20	9	30	21

表 5 第 1 グループにおける学習者の正答率

Table 5 Learner's Percentage of Correct Answers in the 1st Group.

学習者 ID	1 回目正答率	2 回目正答率	変化
4	73.3	56.7	-16.7
12	60	40	-20
15	16.7	20	3.3
26	36.7	43.3	6.7
27	36.7	43.3	6.7
3	43.3	43.3	0
28	26.7	53.3	26.7
20	23.3	30	6.7
		平均	1.7

表 6 第 2 グループにおける各組み合わせの正答率の変化

Table 6 Change of the Percentage of Correct Answers of each Matching in the 2nd Group.

組	学習者 ID	1 回目正答率	2 回目正答率	学習者 ID	1 回目正答率	2 回目正答率	組平均の変化
G2-1	14	60	56.7	23	26.7	63.3	16.7
G2-2	13	53.3	40	8	30	43.3	0
G2-3	2	43.3	30	24	30	33.3	-5
G2-4	5	53.3	43.3	17	30	33.3	-2.2
				6	30	30	
G2-5	25	36.7	40	22	36.7	33.3	0
						平均	1.9

表 7 第 3 グループにおける各組み合わせの正答率の変化

Table 7 Change of the Percentage of Correct Answers of each Matching in the 3rd Group.

組	学習者 ID	1 回目正答率	2 回目正答率	学習者 ID	1 回目正答率	2 回目正答率	組平均の変化
G3-1	30	73.3	70	18	13.3	23.3	3.3
G3-2	10	43.3	60	21	33.3	40	12.2
				11	30	43.3	
G3-3	7	40	46.7	9	30	40	8.3
G3-4	16	46.7	36.7	29	36.7	36.7	-5
G3-5	19	36.7	30	1	36.7	46.7	1.7
						平均	4.1

3.3.2 アンケート調査の結果

(1) 教え合い活動の感想

実際に行った教え合い活動に関する感想や意見について、アンケートで得られた回答結果を次に記述する。教え合い活動の相手や自分自身の意欲に関する事、組み合わせの相性に関する事、非同期型コミュニケーションの形態に関する事や教え合い活動そのもののメリットデメリットへの意見などが得られた。

また、1 対多の組み合わせにおいて先生役を務めてもらった学習者からは、1 回目のアンケートで、教え方の形式に関する嗜好に「1 対多」を選んでいて、そして、教え合い相手に「5」、すなわち「とても優しい」性質を希望していた。組み合わせ作成では、この学習者と嗜好パターンの似た学習者が「優しい」と評価している学習者を抽出して、割り当てていた。

次に、非同期型コミュニケーションの形態に関する意見を示す。今回、学習者に掲示板やメールを利用した非同期型コミュニケーションの形態で教え合い活動を行ってもらったところ、「連絡がとりにくい」「直接教えられたかった」「直接教えたかった」という意見が多く見られた。

(2) 教え合い活動への抵抗感

教え合い活動に対して感じる抵抗感について、アンケートで得られた回答結果を次に記述する。大きく分けると、教え合い活動のあり方についての疑念、組になる相手によって遠慮の気持ち生じるという不安と自分の疑問や意見を的確に表現する技術への不安の 3 つの要素について記述が見られた。

次に、多くの学習者が、組になる相手によって遠慮の気持ち生じるという不安を挙げていた。今回の学習者は大学院生と大学生であり、人によっては、普段顔を合わせたことのない相手とも教え合い活動を行ってもらった。その結果、アンケートには、教え合い活動で相手に遠慮してしまうという回答が見受けられた。特に、自分自身が生徒役に

なったとき、先生役の学習者に対して、時間や手間を取らせることについての遠慮してしまうだろう、といった回答が多かった。

(3) 教え合い活動への期待

教え合い活動に対して感じる期待感について、アンケートで得られた回答結果を次に記述する。大きく分けると、学習効果と学習効率の向上、学習者同士の人間関係が良くなることやモチベーションの維持がしやすいことの3つの要素について記述がみられた。また、自分自身と大きく変わらない知識量の学習者とともに学びあえる利点について、言及した回答がいくつかみられた。さらに、学習者同士の人間関係が良くなることという期待が挙げられていた。

3.4 考察

本実験により、嗜好を考慮した組み合わせでの教え合い活動による学習効果が確かめられた。第1グループ、第2グループと第3グループの全てのグループにおいて、平均正答率は、1回目のテストよりも2回目のテストのほうが上昇した。特に、第3グループは、3つのグループの中で最も平均正答率が伸びた。さらに、嗜好を考慮した組み合わせで教え合い活動を行った方が、学習者の満足度が高いことが、アンケートから分かった。

アンケートからは、学習者が、自分の組み合わせを受け入れる上で、個人の嗜好に加えて、社会的な感覚が深く関係している様子が見られる。例えば、実験で指示した組み合わせによって、年上の学習者に勉強を教える体験をした学習者は、その状況下での感情を「申し訳なく思う」とアンケートで述べている。これには、その学習者にとって、学齢が基本的な序列として刷り込まれているためと考えられる。学習者同士でより活発な教え合い活動が行われるためには、当然このような感覚をも考慮して、学習者の組み合わせを決定するべきであると考えられる。従来、気心の知れた者同士をグループにすることや年下の学習者が年上の学習者を教える状況を作らないことなどは、グループを手作業で作成する教師によって水面下で調整が行われている。システムでこれらのことを実現するためには、学習者間の関係性や年齢差に対する感覚などを嗜好情報として取得する必要がある。

4. おわりに

本研究では、学習者の成績と教え合い関係の嗜好に基づいて、教え合い支援のための組み合わせを提示した。さらに、学習者同士の教え合いを支援する環境を構築することができた。本システムを繰り返し利用することによって、学習者によるフィードバックを行い、組み合わせ精度の向上を目指す。実験の結果、成績のみを指標とするよりも、教え合い関係の嗜好をも考慮した組み合わせで教え合い活動を行った学習者の方が、成績が良好であった。ただし、本研究では、個人による学習方法の差異や学習者の嗜好の

変化などを組み合わせ作成の条件として考慮しなかった。そこで、アンケート調査の結果を踏まえて、学習者がe-Learningシステムを利用する時間帯から、朝型や夜型などの性質を取得し、組み合わせ作成に反映させるといった改善策が考えられる。また、今回は、学習者の教え合い活動のための環境として同期型学習が可能なチャットを提供したが、掲示板やメールなどの非同期学習の環境を提供する支援方法も考えられる。今後は、より教え合いを行いやすい学習者の組み合わせ作成のための条件や支援方法を検討する。

謝辞 システム開発環境と実験環境をご支援頂いた田中成典教授（関西大学総合情報学部）、システム開発と実験にご協力頂いた鳥形由希氏（関西大学大学院総合情報学研究科修了）に、謹んで感謝の意を表する。

参考文献

- [1] “日本イーラーニングコンソーシアム 2016年度調査委員会報告書”。
https://www.elc.or.jp/files/user/doc/eLearningReport_2016.pdf, (参照 2019-02-26).
- [2] 北垣郁雄. ファジィ積分による学習時のグループウェアアルゴリズムとその適用事例. 電子情報通信学会技術研究報告. 1993, Vol.ET93, No.77, p.7-9.
- [3] 井上久祥, 埴生加奈子. 学習者の思考特性に着目したグループ形成支援の方法 -協調作業を有効にするグループ形成支援システムのための基礎的研究-. 情報処理学会研究報告. 2004, Vol.2004, No.94, p.19-24.
- [4] 井上智雄, 重野寛, 岡田謙一. 協調学習における掲示板ユーザの動的グループ化による情報アクセス性の向上. 情報処理学会論文誌. 2003, Vol.44, No.10, p.2490-2494.
- [5] 田邊鉄, 清原文代. 「学び合い」を促す e-Learning 教材 -対戦ゲーム式中国語語彙学習システムの開発と検証-. コンピュータ&エデュケーション. 2009, vol. 27, p. 24-27.
- [6] 岡本敏雄. インターネット時代の教育工学 1. 森北出版, 2001, p.152.