

教育コンテンツ上での理解度の再確認支援方法

野村 湧司^{1,a)} 林 利憲^{1,b)} 荻野 哲男^{1,c)} 角谷 和俊^{1,d)}

概要: 学習方法の一つとして学習者が他の学習者へ学習内容を教える「教え合い学習」がある。学習内容を整理して他者に伝えることで自身の理解を再確認して理解を深める学習方法であり、一定の学習効果が認められている。しかしこの教え合い学習は実際の教育現場では活発に行われにくいという現状がある。そこで本研究では教育コンテンツ上での理解度を基にしたシステムによる学習者推薦を行い、教え合い学習を支援するための方法を提案する。

Supporting Reconfirmation Methods of Understanding on Educational Contents

YUJI NOMURA^{1,a)} TOSHINORI HAYASHI^{1,b)} TETSUO OGINO^{1,c)} KAZUTOSHI SUMIYA^{1,d)}

1. はじめに

学習方法の一つとして、学習した内容を整理して他の学習者に教える事で自信の理解を深める方法がある。学習者自身が理解した内容を他の学習者に教えることで学習内容が整理され、教え合いの結果教えた学習者が理解することができれば十分に理解できているといえる。しかし教えてみたが理解してもらえなかったら理解がまだ十分でないといえる。このように他者に対して理解させることができるか否かで自身の理解が十分であるか否かを学習者自身が再確認することができる。このような学習方法を本研究においては教え合い学習と呼ぶ。この教え合い学習をシステムの推薦を用いて実際に学習者間で行わせることが本研究の目的である。

1.1 研究背景

教え合い学習を活発にする為の問題点として考えられる事が、学習者間の声の掛けづらさである。教え合い学習は学習者間のコミュニケーションによって成り立つ為、その

出発点でもある発話がなければ始まる事がない。本章では教え合い学習による学習効果と、教え合い学習を困難にする要因を挙げて行く。

1.1.1 何故聞きにくい現状があるのか

教え合いの最大の目的は学習した内容の外化にある。これは学習者が学習した内容を、他者に教える事を目的として説明する過程にある。外化により自身が理解した内容を論理的に組み立て直して言語化し、第三者に理解させる事で本当に理解できている箇所とそうでない箇所を知ることができる。自身が問題を解く事ができ、第三者に説明して理解させる事ができればその单元においては習得できていると判断する事ができる。一方で説明が十分にできず第三者の理解へ繋げる事ができなかった場合は、説明が上手くできなかった箇所や、理解させる事ができなかった箇所での理解が十分でない為、理解を深める必要があると考えられる。このように言語化するという事により自身が認識している理解と実際の理解との差を認識する事ができるため、より深い学習へ繋げる事が期待される。

1.1.2 教育の外化による学習効果

しかしながら教え合い学習にはいくつかの問題点がある。先ず教え合いを行う両者がどちらも学習者であり、教師としての権威付けがなされていない為お互いの信頼が必要となる。また、学級など集団の学習環境においては学習者の理解度や学習に対するモチベーションとは独立した人間関

¹ 関西学院大学
Sanda, Hyogo 669-1337, Japan
a) erv49162@kwansei.ac.jp
b) den82687@kwansei.ac.jp
c) togino77@kwansei.ac.jp
d) sumiya@kwansei.ac.jp

係が形成されている為、教え合いに適した学習者であったとしても、普段の人間関係が学習行動を阻害してしまう事が挙げられる。つまり日常的な友好関係と学習行動に適した学習者の組み合わせとの違いから、教え合い学習に発展しにくいという環境的な問題が存在する。学習者に要する能力が学習能力や理解力だけでなく、コミュニケーション能力も要してしまうという事が弊害となってしまっている。

1.1.3 若者のコミュニケーション

コミュニケーションのあり方は時代によって変化し続けている。現在スマートフォンやネット環境の普及により、若い世代の間ではSNS上でのコミュニケーションに適応しつつある。直接顔を合わせずに意思の疎通を図る為、相手とのやり取りで必要とされる能力が話し相手の表情から感情や心情を読み取る能力から言葉の選択やメッセージの送信間隔や絵文字や顔文字から読み取るというハイコンテクストなものへと要求が変わりつつある。それは現実のコミュニケーションにおいても同じであり、学級内での様々なやりとりの中でもその能力が要求されつつある。そのような環境下において既存のコミュニティの外に突然出て行ったり、普段あまり会話のなかった人に突然話しかけたりするという行動は躊躇される。それが「勉強を教えて欲しい」という本職である教師が存在しながらに他の生徒に聞きに行くという行動は当事者たちにとっては何かしらのキッカケ無しには非常に困難な事である。

2. 研究目的

2.1 聞きにくい現状の打開

教え合いが行われにくい原因としてコミュニケーションが行われるキッカケがない為に、学習者間で声がかげづらいうという事が挙げられる。これは心理的な問題であり、コミュニティごとに抱える問題や人間関係の形態が異なる為画一的な解決をする事が困難である。しかし二者間での会話のキッカケを与える事ができれば教え合い学習の実行へ繋げる事ができると考える。本研究ではコミュニケーションのキッカケとしてシステムによる推薦を行うことで主観的ではなく客観的な人選を行い、教え合い学習へ繋げる。聞きにくさの要因として学習者が他の学習者と教え合いを行おうとするとき、誰に聞くかを選ばなければならないが、学習者自身が選ぶとなるとどのような基準で選んだかが不明瞭であるためにコミュニティ内の人間関係などへの影響などから憚られる事が挙げられる。一方でシステムによる推薦であれば教え合い学習をする上で適切と判断されたという客観的な人選であるため、学習者に対して教え合いのキッカケとして与える事ができる。

2.2 システムによる推薦

教え合い学習を行うためのコミュニケーションのキッカケとしてシステムの推薦を行う。推薦は教え合いをする上

で効果があると思われる学習者同士を組み合わせることで、学習者に対して客観的な評価を下し、より教え合いを行いやすい環境作りを目的としている。本研究では学習コンテンツ上で学習者の理解度を測り、その類似度から推薦する相手を選択し推薦を行う。類似度から推薦する理由としては、教え合いを行う上で理解が非常に深い学習者とそうでない学習者間での教え合いが行われた場合、一方的な教育活動となってしまい、本来教え合いの目的である外化によるフィードバックを得づらいう事が挙げられる。そのため両学習者の理解度が類似している程、理解できていない箇所や理解を再確認すべき箇所が似通っていると考えられるためである。

2.3 教え合い学習の実現

教え合いを行う流れとしては、始めにスライドなどデジタルコンテンツを用いた授業を行い、その内容に基づいた理解の確認問題を解いていく。確認問題の正解率から単元ごとの理解がどれだけできているかを計測し、同時に学習者自身に深く理解できているかを自己評価させる。正解率と自己評価から学習者の理解度をベクトルとして算出し、その類似度から学習者の推薦を行う。教える側のユーザと教えられる側ユーザそれぞれに推薦されたことをコンテンツ上で事前に通知することで、より聞きに生きやすい環境を提供する。最後に教え合いを行なった結果として両学習者の理解度の再確認を行う。

3. 提案手法

本研究において教え合い学習を行うために、理解度に基づく学習者推薦を行う。本章では、学習者推薦を行う上での手法を論じる。教え合いを行う上で教える側のユーザを「教師型ユーザ」、教えられる側のユーザを「生徒型ユーザ」と区別する。

3.1 理解度の定義

本研究において、学習者の理解の程度を理解度として測定する。理解度は学習者自身が学習コンテンツ上で問題を解いていくことで蓄積される正解率と、学習者自身が理解しているかどうかを判断の二つを用いる。理解度の判定は学習単元ごとに行われ、ある単元の実解度はその単元に含まれる小単元の実解度の総和として算出される。また、学習者は問題に正解していた場合のみ、他者に教えることができるかどうかを選択し、自身の理解が他者を理解させることができる程度か否かを評価する。以上の二つから学習者の理解度を算出する。

3.2 単元の構造

学習科目の内容を、科目を構成する単元ごとに分割する。単元はその単元を構成する小単元に分割され、科目一単



図 1 単元の階層構造例

元一小単元という包含関係を作成する。科目の理解度はその科目に含まれる単元の理解度の総和とし、単元の理解度はその単元に含まれる小単元の総和として計算する。図1では情報科の木構造の単元の例である。ここでは木構造という単元に対して三つの小単元 AVL 木、二分木走査、そして二分探索木に分かれている。各小単元で理解度を求め、その総和として木構造全体の理解度を求める。

3.2.1 単元の重み付け

各単元に付随する小単元にはそれぞれ重み付けを行う。これは各単元の理解に必要な小単元の難易度や問題数、重要性が異なるためである。つまり同じ単元に属する小単元であっても、それぞれの正解率や教えられるか否かが理解度に反映される度合が変わって来る。より重要な小単元の理解を深めることが単元そのものの理解度へ反映されるようになっている。

3.3 自己申告による学習者の区分分け

理解度を算出するもう一つの指標が、学習者自信が問題を理解した上で他の学習者に教える事が出来るかの判断である。問題に正解していた学習者に対して「この単元を他の人に教える事ができますか?」といった質問を投げかける。これは学習者自信が他者に対して教えられるほど深く理解出来ているかの自己評価を確認する為である。学習者が教える事が出来ると判断した場合その単元において「問題を解く事ができ、他の学習者に教える事が出来る学習者」として判定される。教えることが出来ないと判断した場合はその単元において「問題を解く事が出来るが、他の学習者に教えられないほど理解はできていない学習者」として判定される。問題に正解しなかった学習者にはこの質問は投げかけず「問題を解く事も、他の学習者に教える事もできていない学習者」として判定する。本研究ではこの「問題を解く事ができ、他の学習者に教える事が出来る学習者」を属性値2、「問題を解く事も、他の学習者に教える事もできていない学習者」を属性値1、そして「問題を解く事も、他の学習者に教える事もできていない学習者」を属性値0として区分する。表1がそれぞれの属性値を表したものである。

表 1 学習者の属性値区分

属性値	0	1	2
問題が解けた	×	○	○
教えられる	×	×	○

3.4 理解度ベクトル

学習者推薦を行う上で教師型ユーザと生徒型ユーザの学習効果を高める為に、理解度が近い者を推薦する。理解度が近い方がその単元に対しての知識や理解力の差が小さく、円滑な教え合いが実現できると考えられる為である。理解度の近い者を推薦する為に学習者の理解度を数値化し、その類似度を取るために本研究では理解度ベクトルを生成する。理解度ベクトルは学習者の単元理解のための問題の正解率と、学習者自信が理解できていると判断しているか否かを掛け合わせて算出する。この理解度ベクトルの距離が近い学習者の内から属性値2の学習者を属性値0 或いは属性値1の学習者に対して推薦する。

3.5 教え合い学習のフィードバック

推薦を基に教え合い学習が行われたのちに、生徒型ユーザに対して教え合いをした単元についての理解度確認の問題を解かせる。この問題でも通常の問題と同様に正解していた場合は「この単元を他の人に教える事ができますか?」という旨の質問を学習者に対して投げかける。「教えられる」を選択した場合、教え合いを行う前が属性値0 或いは属性値1であれば属性値2に変更する。「教えられない」を選択した場合、教え合いを行う前が属性値0であれば属性値1に変更し、属性値1であれば変化しない。正解しなかった場合、教え合いを行う前が属性値0であれば変化せず、属性値1であれば属性値0に変更する。また、問題を全て解き終わった後に、教え合いを行なった結果自身の理解度に変化があったかについての自己評価を行う。この評価項目においては、教師型ユーザの教え方や理解に関しての質問を設けず、自身の理解に変化があったかのみを評価する。教師型ユーザの評価は生徒型ユーザの評価によって変化する。教え合いをした結果、生徒型ユーザが理解する事が出来ていれば、教師型ユーザは属性値2のままであり、理解させる事が出来ていなければ属性値2から属性値1へと変化する。この評価は生徒型ユーザの理解の変化と自己評価に基づいて行う。

3.6 理解度の再確認

教え合いが行われた結果として、教師型ユーザと生徒型ユーザそれぞれの理解度の再確認を行う。生徒型ユーザは再度問題を解き、自己評価を行う事で単元に対する理解がどれほど深まったか、或いは深まらなかったかを再確認し評価する。理解に至らなかった場合は、次点で理解度が近い学習者を推薦し再度評価を行う。教師型ユーザの理解度

は教え合いと生徒型ユーザの自己評価によって行われる。教え合いを行なった教師型ユーザが単元について理解させる事が出来なかった場合、「教える事が出来る」から「教える事が出来ない」と属性が変化する。教える事が出来るか否かは学習者自信が自己評価しているため、学習者自身の認識と実際の理解度に齟齬がある事になる。そこで理解させる事が出来なかった単元について教師に通知する事で理解できていない箇所について復習を行い、同じ単元で理解させる事が出来た事のある別の学習者を推薦し両者間での教え合いを促す。教師によって理解できた場合は、教師がシステム上で属性値1から属性値2に変更し、他の学習者との教え合いによって理解できた場合は他の教え合い同様に、生徒型ユーザが問題を解き直し自己評価を行う。

4. システム設計

本章では提案手法に基づいて、学習コンテンツ（以下コンテンツと称す）上でどのような操作や処理を行うかを述べる。

4.1 システム概要

本研究では理解度に基づいた学習者推薦による教え合いを目的としており、推薦を行うための理解度の計測と算出、推薦の通知、教え合いによる理解度の評価をコンテンツを用いて行う。学習者がコンテンツ上で行う操作は大きく三つに分類される。一つは学習した単元についての問題を解き、自身が単元に対してどれほど理解しているかを確認する。二つ目は他の学習者に対して推薦されたこと、或いは他の学習者が推薦された旨の確認。三つ目は教え合いを行なった後に単元の理解ができたかを再テストし、自己評価を行う事である。これらの操作を単元ごとに行う事で学習教科に対する理解を深める。一方で操作を受けたコンテンツが行う処理も大きく三つに分けられる。一つは学習者の理解度と自己評価に基づいて学習者の属性を分類する事である。二つ目に学習者の正解率と属性に基づいて理解度ベクトルを生成しその類似度を算出する。三つ目に類似度と属性から学習者の推薦を行い、それを学習者に通知する事である。以上の操作と処理を行う事で学習者の理解度を測り、推薦を行う事で教え合いへのきっかけを与えて理解度の再確認を支援する。

4.2 推薦ユーザの選択

学習者の推薦を行うに際して、理解度ベクトルの類似度を用いる。三章で述べたように理解度ベクトルは問題の正解率と、学習者自信が理解できていると判断しているか否かを掛け合わせて算出する。教師型ユーザの選出であるが、これは問題に正解した後の教える事ができるかの質問に対して、教えられると答えた学習者を候補として選ぶ。生徒型ユーザは問題に正解しておらず、その単元について

理解ができていない学習者を選出する。学習者の選出は小单元ごとに行い、属性値0の学習者に対して理解度ベクトルの類似度の高い属性値2の学習者を推薦する。属性値1の学習者に関しては、小单元ごとの判断は行わず、単元に付随する小单元が全て属性値1以上であればその単元全体を属性値2と判断し教師型ユーザとして扱う。

4.2.1 理解度の算出

学習者の理解度は問題の正解率と学習者の属性値を掛け合わせて算出される。問題の正解率は問題数に対する正解数で、小单元ごとの理解度に分類して算出される。学習者の属性値は第3章で述べたように問題の正誤と、学習者自身の理解への認識を基に分類する。

4.3 推薦方法

推薦は学習者が問題を解き終わった時点で行われる。ある単元の確認問題を解き終わった後に問題ごとの正誤の結果を表示する。その際に間違っていた問題に対して、どの学習者に聞くことで解決することが出来るかを表示する。推薦する学習者は全ての問題を解き終わってから結果を表示するまでの間に理解度ベクトルの類似度と属性から判断し、教師型ユーザとして選出される。生徒型ユーザが教えてもらう教師型ユーザを選択して確定した時点で両学習者への通知を行う。図2は問題に正解したユーザに対して教える事ができるかどうかを尋ねる画面の例である。ここで教える事ができる旨を選択すれば属性値2、そのレベルに達していない旨を選択すれば属性値1となる。

4.3.1 ユーザへの通知

実際に教え合いを行う際に、単に生徒型ユーザに通知するだけでは話しかけづらいという問題を解決できない。そこで教師型ユーザと生徒型ユーザ両者に対して事前に通知する事でこの問題の対策を行う。先ず理解度ベクトルの類似度から教え合いをする学習者を選出する。次に生徒型ユーザに対して教えることのできる学習者を推薦し、実際に教えてもらうかどうかの質問を投げかける。拒否した場合は何もせず、承諾した場合は教師型ユーザに対して推薦された旨の通知が送られる。図3は問題に間違った場合に表示される画面の例である。間違った問題に対して他の学習者に教えてもらう必要があるかを学習者自身で選択する事ができる。教師型ユーザには、生徒型ユーザから教え合いが求められた旨が伝わる。図4では教師型ユーザが教え合いを行うために必要な復習を提示している。これにより両者の事前の了承のもと教え合いが行われるという状況が作られる為、実際の教え合いに繋がりがやすくなる。

4.3.2 ユーザの評価

推薦を行なってから2日後に教え合いが行われたかどうかを確認する質問を生徒型ユーザに対して行う。行われていた場合は理解度を確認するための問題を再び出題し、通常の問題を解く場合と同様の手順で操作を行う。解けな

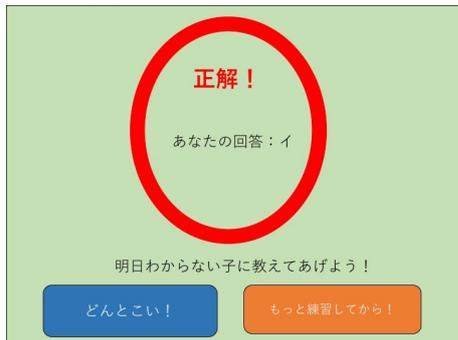


図 2 理解の自己申告画面



図 3 生徒ユーザへの通知画面



図 4 教師ユーザへの通知画面

かった問題が解けるようになれば属性が0から1へ、さらに教える事ができると答えれば属性が0から2へと変更される。また、全ての問題を解き終わった後に学習者自身の理解度に関しての自己評価を行う。自身が理解できるようになった単元と依然出来ない単元を評価する事で理解度の再評価を行う。この生徒型ユーザの評価を基に教師型ユーザの理解度の評価を行う。問題が解けるようになっていれば「理解させる事が出来た」ため教える事ができるという自己評価が正しい評価として判断される。問題が解けなかった場合は「理解させる事が出来なかった」ため、教える事ができるという自己評価に疑問がある為、属性が2から1に変更され理解度ベクトルが下降する。教え合いが行われていない場合は「課題」として保存され、定期的に確認を行う。

4.4 単元の進め方と評価

各単元には学習する順序を予め決めておき、前の単元の理解度の属性値が1以上になれば次の単元に進むという方式を取る。これは学習者が同じ順序で進めていくことで教員が学習者ごとの進捗を把握するとともに、同じ単元を順に進めることで学習単元を揃えて教え合いを効率的に行うためである。学習単元の順序であるが、前提となる知識を他の単元に要する場合は前提知識を含む単元の次にその知識を用いる単元の順で学習する。前提知識を要せず単元で独立している場合は、科目に含まれる単元ごとに重み付けを行いより重みの小さい順に学習する。

5. 評価実験

理解度の類似度から学習者推薦を行うことで効果的な教え合いになるかは評価実験を行う必要がある。評価実験ではシステムが行うようにユーザの理解度を数値に置き換え、単元ごとの理解度が類似しているユーザを推薦することで教え合い学習へと繋げる。

5.1 実験方法

本評価実験では大学生のゼミの輪講を対象とし、科目は基本情報技術者試験の内容を基にした情報科と設定する。これは情報科の単元が中highで学習する教科と違い比較的わかりやすい単元構造を持っているためである。先ずゼミ内で輪講を行い基礎知識の共有を行う。輪講の後にそれぞれが輪講内容に関する問題を解き、その正解数から学生一人ひとりの理解度を求める。問題ごとに教える事ができるほどの理解をしているかを尋ね、それぞれに属性値を付加する。求めた理解度のから理解度の類似する学生を抽出し、属性値に基づいて推薦を行う。推薦結果を学生に伝達し、その結果をアンケートで取得する。

6. おわりに

本研究では教え合いという学習方法を用いた理解度の再確認手法を述べた。従来の研究との相違として、学習内容の外化により、理解できていなかった学習者を理解させるだけでなく、理解できていると認識していた学習者の実際の理解を再発見して克服するに着目している点が挙げられる。手法の有効性について調べるため、十数名の学習者コミュニティにおいて理解度の類似度による推薦と教え合い学習の効果についての評価実験とアンケート調査を行う予定である。

参考文献

- [1] 林康成, 三崎隆. 『学び合い』授業と一斉指導教育型授業を比較した学力低位相への学習効果と継続性, 信州大学, 2015
- [2] 奥原俊, 大塚孝信, 吉村卓也, 伊藤孝行. グループ学習における教え合いネットワークの影響とその効果に関する研究, 名古屋工業大学大学院工学研究科情報工学専攻, 2013
- [3] 鷺尾敦, チーム学習とディスカッションを重視した学習者参加型授業の効果, 高田短期大学
- [4] 川上未来, 佐藤哲司. 配信型授業のコミュニケーションを支援するコメント共有手法の提案, 筑波大学情報学群知識情報・図書館学類, DEIM Forum2014
- [5] 福島紫織, 塩井隆円, 楠和馬, 波多野賢治. 試験の得点とその分布を利用した生徒の授業に対する理解度の提案. DEIM Forum2017