

概念マップ作成の自己説明としての命題－映像区間対応付け演習 の設計・開発

林 雄介^{†1} 三谷 直裕^{†1} 重田 勝介^{†2} 児玉 洋祐^{†1} 平嶋 宗^{†1}

概要：学習者が自身の理解の確認を行うことが理解の修正・深化に重要であるとされる。また、学習者の理解度確認の手法の一つとして、キットビルド概念マップがある。そこで、近年多く行われている映像講義を対象に、キットビルド概念マップに命題と映像区間の対応付けを加えることによって、学習時の教授内容を元に自身の理解が正しいかどうかを検討することによる振り返り活動を行うシステムを設計・開発した。

キーワード：ビデオ学習，要約，自己説明，概念マップ

Design and Development of Linking Exercise between a Concept map and a Video as Self-explanation of Concept Mapping

YUSUKE HAYASHI^{†1} NAOHIRO MITANI^{†1} KATSUSUKE SHIGETA^{†2}
YOSUKE KODAMA^{†1} TSUKASA HIRASHIMA^{†1}

1. はじめに

学習活動において、学習者が自身の理解を整理・表現し、振り返りを行うことが理解の修正や深化に重要であるとされる[19]。本研究では、振り返りの方に注目し、学習者が自身の構造化を振り返り、不適切な部分があった場合に自分自身で気付き修正できるようにすることを目的とした学習支援システムを設計・開発し、その評価実験を行う。

学習における理解過程は、教授内容の重要箇所を選択する分節化、それらを整理する構造化の二つに分けることができ、分節化に失敗した場合、その後の構造化にも悪影響を与えるとされる[11]。さらに、理解を整理だけではなく、学習者が自身で整理した内容が、論理的に正しいか、理解の情報源と整合しているかを確認することが重要となる[9]。これにより学習者は自身の誤りに気付いて修正することができる、学習を効果的に進めていくことができるとされる。学習時の教授内容から振り返りを行うために、学習者が自身の理解を表現し、確認するための手段を提供するものとして ICT への期待も高まっている[15]。

学習者が理解を整理する一般的な手法としては要約や概念マップが挙げられる。これらの違いは、構造化して表現する手段として、要約は文章表現と言う親しみやすい表現方法を使い、概念マップでは、概念とその関係として理解していることをネットワーク構造で表現する。しかし、要約であろうと、概念マップであろうと、分節化の明示的なガイドラインを提示することは難しく、学習者任せとな

っている。これに対して、キットビルド概念マップ[5]は、学習者が自由に概念マップを作成するのではなく、教授者が学習者に理解してもらいたいことを表した概念マップをゴールマップとして設定し、それを構成要素に分解して部品として学習者に提供することで、分節化の失敗を回避し、構造化を経験できる仕組みとなっている。また、様々な実践により学習効果が検証されている。

一方、学習において、学習者が自身の理解内容を学習中、もしくは学習後に確認し直すことを振り返りと言い、学習において理解を深めるために振り返りを行うことは重要であるとされるが、学習者の内的な活動であるため、振り返りを行うことは難しい。そのため、様々な手法でその内的な活動を外化することで振り返りを促すといったことが行われている[19]。また、振り返りによって学習者が自身の誤りに気付いて修正することができ、これは学習において有効であるとされる[9]。

振り返りを行うための手法の1つに自己説明活動がある。自己説明とは、学習方略の1つであり、学習者が自身の行った内的な活動について記述・説明する行為のことである[10]。知識獲得を目的とした学習においては、自身の理解の根拠を記述・説明することが該当する。自己説明を行うことで、新しく獲得した知識と既有知識の再構成を行う事ができ、自身の既有知識を修正することができるため理解を促進することができる[8]。そして、自己説明において、一般的には自由形式が多いが、選択式の自己説明でも同様の学習効果があるとされる[18]。

本研究では、映像教材を対象として、キットビルド概念マップによる理解の整理の後に、概念マップの作成根拠を教材の対応箇所として示すという自己説明を行うことで自

^{†1} 広島大学
Hiroshima University
^{†2} 北海道大学
Hokkaido University

身の理解が教授内容と整合しているかどうかを検討し、誤りがある場合は修正できるようにすることを目的として、学習者が作成した概念マップ中の各命題とその命題を説明している映像部分を対応付ける活動を行うシステムの設計・開発を行い、その有効性について検証した。

2. 先行研究

本研究では、映像教材を用いた学習におけるキットビルド概念マップによる理解の整理に対する振り返りの支援として、自己説明手法を提案する。ここでは、その先行研究として、映像教材を用いた学習における振り返り支援についての既存研究と本研究のベースとなるキットビルド概念マップについて整理する。

2.1 映像教材を用いた学習における振り返りとしての自己説明

映像教材を用いた学習は教授者が介在する余地があまりなく、学習者は理解表現、それに対する振り返りを自身で行う必要がある。従来の映像教材を用いた振り返りでは、単に映像を視聴し直すか、映像を視聴してコメントを行うことなどで振り返りを促すなどの手法が用いられている[12][13][17]。これらの手法では、学習者が振り返りを行うために何を考えるかは学習者に委ねられている。また、自由記述形式の振り返りの場合、(1)先述した分節化の失敗の可能性があること、(2)個々の学習者の記述全てに対して解説を行うことが困難であることが問題点として挙げられる。これにより、映像視聴後に誤った理解のままの学習者が存在する可能性があり、また学習者がその誤りを修正することが困難である。映像視聴後に学習者が自身の理解の誤りに気付かない場合に、その誤りについて認識させ修正を検討させている先行研究[4]があるが、マップ作成時点で振り返りを行うかどうかは学習者に委ねられている。

そこで、本研究では、映像教材を用いた学習における学習者の理解表現を、自由記述であるコメント形式でなく、キットビルド概念マップを用いて行うことで学習者が重要箇所の抜き出しに失敗することを回避する。その後、マップ作成後に映像を用いて振り返りとしての自己説明を行うことで誤りに自身で気づき、修正する活動を提案する。学習者は自身の理解を概念マップとして表現するため、概念マップを見ることで自身の理解を認識できる。そして、その概念マップに対して自己説明活動を行うことで、自身の理解に対して再度検討を行うことで誤りを修正でき、また正しいと考えた命題に関しては作成根拠を持った理解となるため、より強く知識が定着すると考えられる。

2.2 キットビルド概念マップ

キットビルド概念マップとは、概念マップ作成方式の一つである。概念マップとは、二つ以上の概念(ノード)とそれらの関係(リンク)から構成される命題の集まりによって意味構造を表す図的表現である[1][14]。概念マップを

作成することで、作成者の知識や理解の整理・外化活動としての学習効果があり、作成者の理解を共有・診断可能にするため、大きな意義を持つとされている[2][20]。概念マップを作成する過程は、教えられたことの中から重要箇所の選択を行う「分節化」、抜き出した重要箇所を関係付けていく「構造化」の二つに大別されている[11]。このうち、内容理解に関しては「構造化」過程が重要であるとされる一方、「分節化」過程における重要箇所の選択に失敗すると、その後の「構造化」過程に大きな悪影響を及ぼす恐れがあるため、「分節化」も重要であるとされている[1]。また、学習者の作成した概念マップを教授者が評価するためには個別に内容を精査する必要があるため負荷が大きく実施が制限されるなどの問題がある。

教授者が学習目標となる概念マップ(ゴールマップ)を作成し、それを部品化したものを提供し、学習者はそれを用いて概念マップを作成することで、学習者の作成した概念マップの自動診断およびそれに基づくフィードバックを実現しているものである[6][7]。一般的に、知識獲得を目的とした学習では、教授者の意図する学習目標が存在し、学習者はその学習目標となる知識の獲得を目指して学習する。本方式では、教授者の意図する学習目標をゴールマップとして作成し、それを構成要素であるノード・リンクに分解してキット化し、それを学習者に提供する。学習者は提供されたキットを元に理解を表現する。本方式によって、「分節化」の失敗が起らず、「構造化」に注力できる。また、分節化を行わないことが学習効果に影響を及ぼさないことが先行研究によって検証されている[3]。

キットビルド概念マップのもう一つの特徴は、自動診断可能であるということである。学習者マップとゴールマップの構成要素は同一であるため、ゴールマップと学習者マップの差分は、ノード間のリンクのつながり方の違いとして表れる。そのため、計算機を用いてその差分を抽出することで自動診断が可能になる。教授者が複数の学習者に対してキットビルド概念マップを用いた教授活動を行った場合、全ての学習者マップの構成要素は同一であるため、学習者マップ同士を重ね合わせることで複数の学習者の理解状況を一つのマップとして表現することができる。このマップを重畳マップと呼ぶ。重畳マップでは、両端に接続されているノードが一致しているリンクの数を重畳度として数値化している。この重畳度を確認することで、その命題を理解している学習者が何人いるのかを把握することができる。

部品の提供、自動診断という二つの特徴によって、二種類の基本的なフィードバックが可能となる。一つは部品提供によるもので、学習者が提供される部品を使うことができなければ、学習者のその部品に関する内容が不十分であることを示す。これはゴールマップを分解したものが部品であり、すべての部品を使う必要があるためである。これによって、学習者に自分の理解の不十分さに気付かせる。

もう一つは、正誤によるフィードバックであり、自動診断によって各個人の概念マップのゴールマップとの相違点を検出し、提示する方法である。これまでの研究では、授業の中で教師が診断結果を利用してフィードバックしたり[5]、映像教材での自学自習において正誤を直接的に示すと同時に関連する映像区間だけを選択的に再視聴できるようにするもの[4]が提案されている。本研究では、後者のものと同様に映像教材での自学自習を対象とするが、フィードバックとしては間接的なものとして、自ら作成した概念マップの革命第に対して、その根拠となる映像区間を対応付けることで、対応付けができない場合に自分の理解の不十分さに気付けるようにするものである。

3. 自己説明としての命題—映像区間対応付け

3.1 映像教材を用いた学習における自己説明の手法

知識獲得を目的とした学習において、自身の理解に対する自己説明を行うためには、自身の理解した知識を示した後、理解の根拠としてその知識について説明していた教授内容を示すことが必要になる。その際、示す教授内容の正当性を保証する必要がある。一般的な対面授業の場合、メモなどを用いて教授内容を保存するが、教授内容の重要箇所の抜き出しの失敗、関係付けの失敗等から教授内容の再現が完全ではないという点から正当性が完全には保証されない。一方、映像教材を用いた学習では、教授内容が全て映像教材中に含まれるため、学習者自身が保存することなく、後からでも教授内容を完全に再現することができる。そのため、自己説明として理解の根拠となる教授内容を示すことは、その理解について説明していると考えた映像部分を示すことで示すことで実現・保証できる。

3.2 命題—映像区間の対応付け

本研究では映像教材を用いた知識獲得を目的とする学習を対象としている。そのため、学習者はまず教授者や映像作成者の教授意図を理解することが必要になる。そこで、キットビルド概念マップを用いることで学習の重要な部分を認識しながら理解を表現する。そして、作成した学習者マップに対して自己説明を行うことでより強く知識を定着させることを目指す。ここで、自身の理解内容を学習者マップとして表現しているため、マップ中の各命題について説明している映像の部分と各命題を対応付けることで理解に対する自己説明を行う事ができる。本研究では、先行研究[4]で教授者が教授意図を示すために分割している映像区間を学習者にも提示することで、学習者自身が作成したマップに対して自己説明活動を行う際に、提示した映像区間群の中から映像区間を選択できるようにする。これにより、学習者がキットを用いて自身の理解を概念マップとして表現した後、自身の作成した命題と映像を見比べながら、命題と映像区間の対応付けを行うことが可能になる。作成した命題について説明している映像区間が見つからなかつ

た場合は自身の理解が誤っているとして修正する。この活動を通して、学習者は自身の理解を表現した後も、その理解が教授内容に沿ったものであるかどうかについて検討を行うことができる。また、対応付けによって学習者の理解の根拠が示されるため、教授者の示した教授意図に基づく診断も可能になる。これによって、マップ構造だけでなく、教授意図に沿っている理解かどうかを把握することができる。

3.2.1 対応付け活動を行うためのエディタの機能拡張

図1のように、学習者マップ作成後に概念マップ中の命題と映像区間を対応付ける機能を追加した。ノードとノードをリンクで繋ぐことで命題を作成するため、命題の数とリンクの数は一対一である。そのため、リンクに対して対応付けを行うことで命題との対応付けを実現できる。また、学習者が対応付けを行うためには学習者自身が映像区間を認識する必要があるため、映像区間を確認できるように動画プレイヤーの機能を拡張し、現在学習者が視聴している区間の表示機能を追加した。

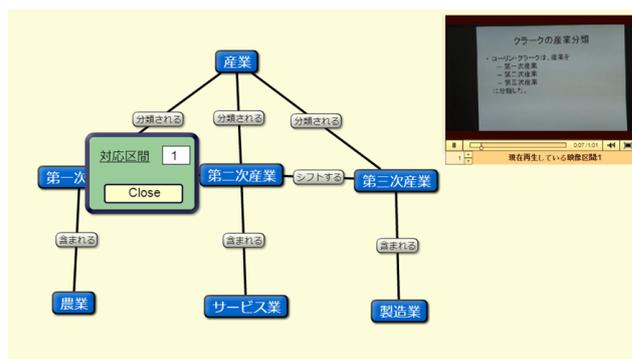


図1 対応付け時のシステム画面

3.2.2 対応付け情報のアップロード

学習者が行った対応付けの情報を、サーバにアップロードできるように拡張した。また、サーバ側でも、アップロードされた対応付け情報を用いることで、サーバ上で教授者による対応付け関係と比較できるようにした。

3.2.3 対応付け関係の診断機能

アップロードした学習者による対応付け関係と教授者による対応付け関係を比較する機能をサーバ上に追加した。これにより、従来の正解のリンク、不足リンク、過剰リンクの三つから、マップ構造の誤りである不足リンク、過剰リンク、構築根拠の誤りである未対応付けリンク、対応付け誤リンク、マップ構造も構築根拠も正しい正解のリンクの五つに分類し、図2のようにそれぞれ異なる色で表示できる。

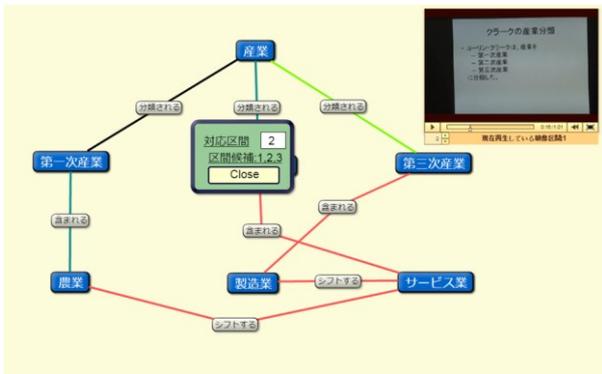


図2 対応付けを含めた比較マップ

4. 概念マップ構築の命題—映像区間対応付けタスクの有効性の検証

4.1 概要

開発したシステムは、振り返りを指向し、概念マップ作成後に学習者マップ中の各命題とそれを説明している映像区間を対応付ける活動を行うことで、概念マップ作成の自己説明を行わせるものであるが、一般的に行う振り返り活動は映像の見直しであり、これらの振り返りの手法の違いで学習効果に差があるかどうかを検証する必要がある。そこで本研究では、システムによる学習効果の検証のために、大学生・大学院生を対象とし、マップ作成後、従来行われている映像の見直しと比較しながら、提案した対応付け活動が有効かどうかを検証した。本実験は、2018年7月と2018年11月に実施し、同一の教材・システムを合計30名の工学系大学生・大学院生が利用した。

4.2 目的

本実験の目的は、開発した命題—映像区間対応付けタスクを用いて、以下の三点を調査することである。

調査項目 I: 概念マップ作成後の対応付け活動によって、自身で誤りに気づき修正することができる

調査項目 II: 概念マップ作成後の対応付け活動を行うことが知識の維持に効果がある

調査項目 III: 概念マップ作成後に行う対応付け活動は、学習者にとって振り返り活動として受け入れられる

以上の項目を確認するため、システム利用・小テスト・アンケートを実施し、その結果を分析した。

4.3 教材内容

今回の実験では、被験者が既知でない教材として、オープンエデュケーションについての内容を取り扱ったオープン教材である映像教材[16]を用いた。この教材についてのゴールマップは、図3に示すものであり、映像教材を作成した第3著者が作成したものを利用した。また、小テストは穴埋め問題と記述問題の二種類から構成されており、穴埋め問題は14点満点、記述問題は22点満点の合計36点満点となっている。穴埋め問題はゴールマップ中の各命題に

ついて知識を獲得できるかどうかを問うために、マップに含まれる全ての単数命題を問うものとなっている。また、本実験で用いた映像教材はスライド形式の資料を用いたものであり、オープンエデュケーションに関してスライド毎に教授者が三つの観点からオープンエデュケーションについて説明している。また、それぞれの観点はゴールマップのサブセットとして表される。記述問題ではそのうち二つの観点からオープンエデュケーションについて説明させる問題とし、教授者の意図を含めて理解できたかを問うものとした。記述問題の採点基準は、ゴールマップ中の、映像教材の該当スライドを用いている映像区間群と対応付けている命題群のうち、解答に含まれている命題数を基準し、命題を完全に記述できている場合は二点、概念だけ挙げて関係性があることだけ書いているような不完全な命題を記述している場合は一点として採点した。また、ペーパーテストの形式上、記述問題に回答する際に穴埋め問題を命題選択の参考にできることになっていた。

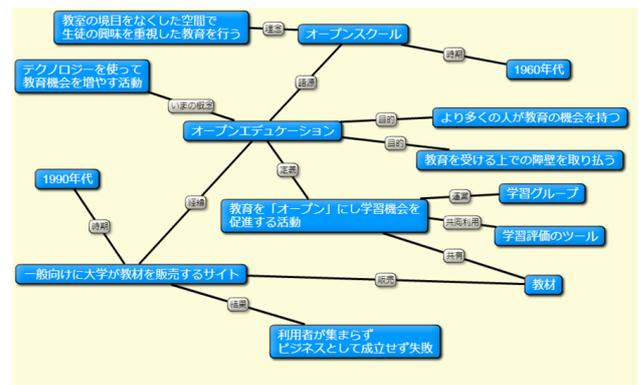


図3 実験で用いたゴールマップ

4.4 手順

被験者合計30名に制限時間10分で事前テストを実施し、その合計点数から実験群、統制群にわけて翌日以降にシステム利用を含めた実験を実施した。以下でそれぞれの群の手順について述べる。また、あらかじめ研究室内で映像教材に関する知識を持たない四名でテスト・システム利用を行ってもらい、その平均時間を元に利用時間を設定した。

また、実験群、統制群ともに、システム利用後、制限時間10分で事後テストを行い、テスト終了後にアンケートを実施した。今回の実験では振り返り手法の違いによる学習効果の差に注目するため、マップ・対応付けのどちらに対してもフィードバックを行わなかった。そして、システム利用日の一週間後に制限時間10分で遅延テストを実施した。事前、事後、遅延テストは全て同一の内容であり、穴埋め問題に関して順序を入れ替えて実施した。

まず、両群共に4分22秒の映像を視聴した後、10分でキットを元に概念マップを作成する。その後、振り返りとして実験群は対応付け、統制群は映像の見直しを10分で行っ

た。振り返りを行う中でのマップの修正は許可している。

4.5 実験結果・考察

実験群、統制群それぞれのマップのスコア、事後・遅延テストの成績及びアンケートの結果についての分析を行ったのでその結果を以下に示す。なお、今回の実験では、両群共に知識獲得の段階で実践利用から効果があるとされている KB マップシステムを用いており、また既知でない教材を用いているため、事前テストから事後テストへの変化量が非常に大きく、知識がより強く定着したかどうかを知識の維持で測定したいが、事後テストから遅延テストへの変化量が知識獲得に比べて相対的に小さく、維持において差がないとされてしまう。そこで、マップ作成による知識獲得でなく、振り返り活動の違いによる知識維持の効果を確認するために事後テストから遅延テストを用いて分析した。

4.5.1 マップスコア

マップスコアの変化を表 1 に示す。それぞれの群について、初回作成時と振り返りを行った後でマップスコアの上昇が見られたことから、両群共に振り返りによってマップの修正を行ったことが確認できた。それぞれの学習者の初回作成時と振り返りを行った後のマップを比較し、マップ構造の変更数とそのうちの正解率を分析した結果を表 2 に示す。これについて、有意水準 5%でマン・ホイットニの順位和検定を行った結果、初回マップと振り返り後のマップの差である総変更数で $p=0.507$ 、変更したうち、正しく修正できたもので $p=0.395$ となり、実験群と統制群で差は見られなかった。これらの結果から、従来行われている振り返りである見直し活動と同等程度に、自身の理解を修正できることが確認できた。

表 1 実験群・統制群のマップスコア (14 点満点)

表 2 マップ修正の分析結果

	実験群	統制群	p値
総変更数	4.8	4	0.506915
正解に変更した数	2.33333	1.86667	0.395158
正解率(正解に変更した数/総変更数)	0.472381	0.335794	0.213374

また、マップスコア全体と対応付けスコアに対して有意水準 5%でマン・ホイットニの順位和検定を行った結果、 $p=0.049$ で有意となり、マップの構造が正しい学習者の場合でも対応付けを間違えていることが確認できた。そのため、対応付けを行いそれに対して支援することで、これま

でのマップ構造に対する診断を行った場合以上に、マップを用いた学習において学習者の理解度向上に対する支援が行える可能性があると言える。

4.5.2 穴埋め問題

実験群と統制群に実施した小テストの穴埋め問題の成績の推移について有意水準 5%で分散分析を行った結果を図 4 に示す。結果に有意差は見られず、個々の命題の記憶において対応付けの有無に関わらず、KB マップシステムを用いることの有効性が再確認された。

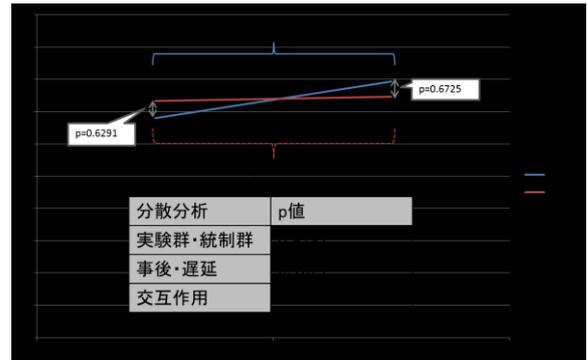


図 4 穴埋めの推移, 分散分析結果

4.5.3 記述問題

実験群と統制群に実施した小テストの記述問題の総記述量、適合率、再現率の推移について 5%水準で分散分析および下位検定を行った結果、総記述量と適合率において、下位検定での有意差があった。データをそれぞれ図 5 ~ 7 に示す。いずれも交互作用はないものの、下位検定において、5%水準で有意差があったものは総記述量と適合率であった。総記述量に関しては、統制群について事後テストと遅延テストの間において 5%水準で有意差があった。適合率に関しては、遅延テストにおいて群間に 5%水準で有意差があった。

これらの結果から、統制群と比べて実験群の方が教材作成者が意図していた観点による命題のまとまりをより正確に維持できていることがわかる。

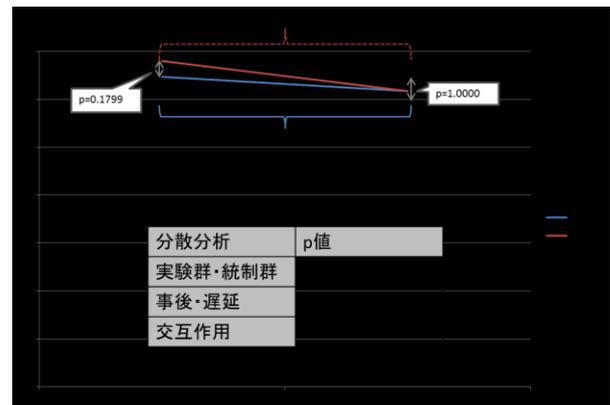


図5 総記述量の推移, 分散分析結果

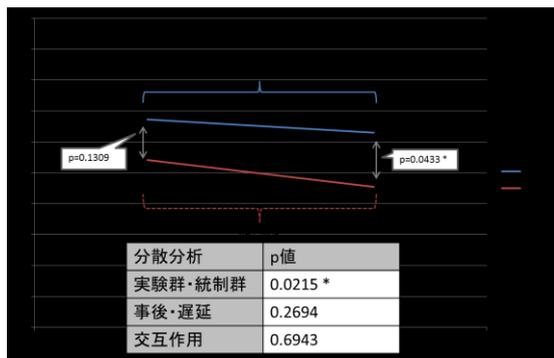


図6 適合率の推移, 分散分析結果

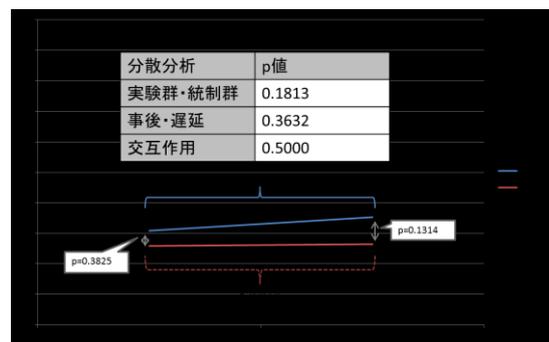


図7 再現率の推移, 分散分析結果

4.5.4 アンケート

実験群, 統制群に対して行ったアンケートの質問内容, 実験群, 統制群の回答結果を表3, 図8に示す。

表3 アンケートの質問項目

番号	質問内容
1	これまでに概念マップを用いた学習を経験したことがある
2	システムを用いたマップ作成活動は, 映像教材を理解するのに役立った
3	映像の対応付け活動/見直し活動は, 教材を理解するのに役立った
4	学習後に見直しをすることは重要だと思う
5	映像教材からマップを作成することは難しかった
6	映像教材と概念マップを用いたこのシステムの使い方は直感的に分かった

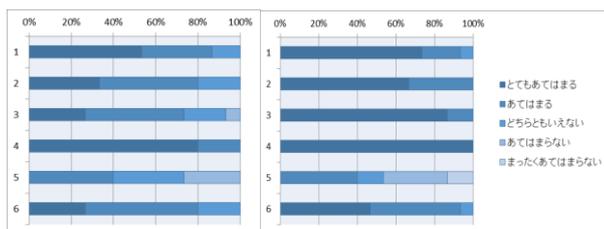


図8 実験群(左)と統制群(右)のアンケート結果

両群のアンケートの項目2から, システムを用いることが理解確認に有効であることを多くの学習者が肯定しており, 従来通り知識獲得において有効であると考えられる学習者が多いことがわかる。一方で, 項目3, 4を比較した結果から, 概念マップ作成後に対応付け活動を行うことについて, 否定的な意見を持った学習者の存在や, 自由記述欄でシステムのユーザインターフェースに対する要望が見られたことから, 対応付け活動を行う上で更にシステムに改善の余地があるという結果も得られた。また, 項目5から, 四割の学習者が映像教材からマップを作成することは難しかったと回答しており, 前節の再現率の結果も含めて, 工学系の学生にとっては今回の題材がやや難しかったのではないかと考えられる。

5. まとめ

本研究では, 知識獲得を目的とする, 映像教材を始めとする電子教材を用いた学習活動において, 学習者が教材についてより深く理解できることを目的として, キットビルド概念マップを用いて理解の表現を行った後, 理解の確認として作成した概念マップに対する振り返りとしての自己説明活動を行うことを提案した。そして, 提案した自己説明活動を, 「自身の理解を示し, さらにその根拠となる教授内容を示す活動」として定義し, これをキットビルド概念マップ中の各命題とその命題について説明している映像区間に対応付けタスクとして学習者に行わせるシステムの設計・開発を行った。

このシステムの有効性を検証するために, キットビルド概念マップ作成後の対応付け活動を, 一般的に行われている振り返り手法である映像見直し活動を比較する形で実験を行った。その結果, 命題と映像区間の明示的な対応付け機能の有無に関わらず, 自身で誤りに気付いて修正を行えた量, 穴埋め問題での個々の命題についての記憶については違いがないことが確認された。一方, 記述問題に関しては, 統制群において総記述量が減少したこと, 遅延テストにおいて実験群の方が統制群より適合率が高かったことから, 提案した命題と映像区間の明示的な対応付け機能を利用した振り返り活動によって, 学習者が教材についての理解をより正確に維持できたことが確認できた。そして, アンケートの結果から, 従来通りキットビルド概念マップが知識の整理活動として有効であること, 学習者自身が振り返りを重要であると認識していることがわかった。

これらの結果から, 本研究で提案した概念マップ構築後の自己説明としての対応付け活動は振り返りの手法として有効であること, また振り返りによってより強く知識定着ができることが確認できたと言える。ただし, マップスコアおよび記述問題における再現率に違いがなく, 両群共に高くないことから, 今後はマップ作成におけるフィードバックの実施によって教材作成者が伝えたいことを学習者が

適切に読み取れる状況を作り出すことが必要と考えられる。さらに、その理解の維持だけではなく、それが自分の意見を述べる際の基盤概念や、受講者同士のディスカッションにおける共通概念となり、意見表明や議論の質の向上にも貢献することを検証していきたい。

参考文献

- [1] Armbruster, B. B.. Handbook of College Reading and Study Strategy Research, 2000, LEA , pp. 175-199.
- [2] Cimolino, L., Kay, J.. Verified Concept Mapping for Eliciting Conceptual Understanding, Proc. of ICCE2002, 2002, pp. 1561-1563.
- [3] 舟生日出男, 石田耕平, 福田裕之, 山崎和也, 平嶋宗. 概念マップ作成方式の違いによる記憶効果の差異の比較, 日本教育工学会論文誌, 2011, 35(2), pp. 125-134.
- [4] 林雄介, 前田啓輔, 本多俊雄, 北村拓也, 茅島路子, 平嶋宗. キットビルド概念マップと組み合わせた映像講義による選択的再視聴支援システムの実践利用と利用結果の分析, 京都大学高等教育研究, 2016, 第 22 号, pp. 1-9.
- [5] 平嶋宗, 長田卓哉, 杉原康太, 中田晋介, 舟生日出男.: キットビルド概念マップの小学校理科での授業内利用の試み, 教育システム情報学会誌, Vol. 33, No. 4, pp. 164-175(2016)
- [6] Hirashima, T., Yamasaki, K., Fukuda, H., Funaoi, H.. Kit-build concept map for automatic diagnosis, Proc. of AIED 2011, 2011, pp. 466-468.
- [7] Hirashima, T., Yamasaki, K., Fukuda, H., Funaoi, H.. Framework of Kit-Build Concept Map for Automatic Diagnosis and Its Preliminary Use, Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 2015, 10:17.
- [8] 伊藤貴昭. 自己説明効果の理論と実践, 慶応義塾大学大学院社会学研究科紀要(59), pp. 29-36(2004)
- [9] 伊藤崇達, 神藤貴昭, 高嶋重行, 竹内温子, 菅井勝雄, 前迫孝憲. 自己効力感, 不安, 自己調整学習方略, 学習の持続性に関する因果モデルの検証 : 認知的側面と動機づけの側面の自己調整学習方略に着目して, 日本教育工学雑誌, 2004, 27(4), pp. 377-385.
- [10] 金西計英, 矢野米雄. 説明洗練による自己説明を用いた地理の知的学習環境の構築, 電子情報通信学会論文誌 A, 基礎・境界, 1996, 79(2), pp. 227-240.
- [11] Kiewra, K. A.. Aids to Lecture Learning Educational Psychologist, 1991, 26(1), pp.37-53.
- [12] 三宅なほみ, 白水始. マルチメディア情報の共有による協調的知的創造活動支援に関する基盤研究, FIT2007 第 6 回情報科学技術フォーラムシンポジウム, 近未来技術と情報科学
- [13] 村上正行, 丸谷宜史, 角所考, 東正造, 島田聡, 美濃導彦.: 映像シーンをを用いた授業要約作成システムを活用した大学授業の実践と評価., 日本教育工学会論文誌, 2010, 34(3), pp. 299-307.
- [14] Novak, J. D., Canas, A. J.. The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them, Technical Report IHMC CmapTools, 2006.
- [15] 重田勝介. 反転授業 ICT による教育革新の進展, 情報管理, 2013, 56(10), pp. 677-684.
- [16] 重田勝介. オープンエデュケーションの未来と学び, <http://www.daigomi.org/jmooc14-openedu/index.html>, JMOOC, (参照 2019-05-06)
- [17] 島田聡, 仲西正, 小島明, 米村俊一, 福原美三. オープン講義映像の共有・利用環境の構築, 工学教育, 2011, 59(4), pp. 49-54.
- [18] 多鹿秀継, 中津檜男, 加藤久恵, 藤谷智子, 堀田千絵, 野崎浩成. メタ認知方略としての自己説明の特性, 神戸親和女子大学研究論叢, 2016, 49, pp. 41-51.
- [19] 和栗百恵. 「ふりかえり」と学習 —大学教育におけるふりか

- えり支援のために., 国立教育政策研究所紀要, 2010, 139, pp. 85-100.
- [20] 山口悦司, 稲垣成哲, 福井真由美, 舟生日出男. コンセプトマップ: 理科教育における研究動向とその現代的意義., 理科教育学研究, 2002, 43(1), pp. 29-51.