

# ノートテイキングとしての逐次的な概念マップ構築環境の 設計・開発と実験的利用

## Design, Development and Experimental use of the Learning Environment for Stepwise Kit-Build Concept Mapping as Note-taking

三谷 直裕<sup>\*1</sup>, 本多 俊雄<sup>\*1</sup>, 林 雄介<sup>\*1</sup>, 平嶋 宗<sup>\*1</sup>  
Naohiro MITANI<sup>\*1</sup>, Toshio HONDA<sup>\*1</sup>, Yusuke HAYASHI<sup>\*1</sup>, Tsukasa HIRASHIMA<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 広島大学大学院工学研究科

<sup>\*1</sup>Graduate School of engineering Hiroshima University

Email: mitani@lel.hiroshima-u.ac.jp

**あらまし:** 学習における内容整理の手法の1つとしてノートテイキングがある。これには記録と振り返りの補助という2つの効果があるが、学習内容を上手く選択し、関連付けできていないと効果が得られないとされている。本研究では、キットビルド概念マップの仕組みに基づき、学習の進行に応じて概念マップを逐次的に組み立てる活動を提案し、それをノートテイキングで目的とする学習内容の整理活動として実施する環境の設計・開発を行った。その有効性を確認するために、講義における試験的利用として、学習後の概念マップ構築との比較を行った。結果として、学習後の構築に比べて逐次的に作成する方が記述式の問題での理解確認において優れていることが確認された。

**キーワード:** 電子教材, ノートテイキング, キットビルド概念マップ

### 1. はじめに

学習において、理解を深めるための重要かつ一般的な方法の1つとして、ノートテイキングが挙げられる。ノートテイキングによる学習効果については、多くの報告がされている。岸らは、大学生を対象とした調査により、ノートテイキングの量と事後テストの得点に強い相関を確認している[4]。通常の対面型の講義だけでなく、オンラインにおける学習についてもノートテイキングによる活動が学習効果に貢献することも報告されている。中山らは、フルオンライン学習における学習者のノート記録を教員が事前に作成したノートを基準にして評価した結果、個々のノートの評価値とレポートや最終試験の得点などの学習成績との相関関係が見られ、オンライン学習においてもノート記録が学習成績に関連することを確認している[9]。

ノートテイキングは、(1)得た情報の中から重要な要素を抜き出す「選択」と(2)抜き出した要素同士を関連付ける「関係付け」の2つの過程に分ける事ができ、この2つの活動を通して学習内容の整理を行う[3]。Piolat[12]は、ノートテイキングに重要なことは、得られた情報を順番に記録するのではなく、構造的に記録することであり、そのために有効な手段の一つとして概念マップ構築[10]を挙げている。

さらに、ノートテイキングで学習効果が得られるためには、「選択」が重要であることが指摘されている[1]。これは、(a)内容理解において「選択」よりも「関係付け」が重要な役割を果たしていることと、(b)選択の失敗は「関係付け」において取り返しのつかない悪影響を及ぼすためである。従って、従来のノートテイキングの手法では、(I)「選択」の失敗による「関係付け」の失敗、(II)学習者の整理した内容

についての診断・フィードバックが行えない、といったことが起こり、理解が不十分な学習者が存在するといった問題が起こる。

本研究では、映像教材による学習において、映像の進行に合わせて自動診断可能な再構成型の概念マップであるキットビルド概念マップ[6][7]を逐次作成する活動をノートテイキングと位置づけ、「選択」に失敗せず、「関係付け」において即時的にフィードバックできる学習環境を提案する。そして、映像講義視聴後の総括的な概念マップ作成と比べて、映像を視聴しながらの逐次的な概念マップ作成の学習効果に関して検討する。

### 2. キットビルド概念マップ

キットビルド概念マップでは、教授者が学習者に伝えたいことを事前に概念マップで表し、学習者がそれを構成要素に分解したもの(キット)を使って概念マップを構築することによって、学習者が作成した概念マップの自動診断及びそれに基づくフィードバックを実現している[6]。

キットビルド概念マップでは、教授者が作成する概念マップをゴールマップと呼ぶ。ゴールマップの正当性は、教授者がノード・リンクを抽出する際の源泉となる教材(映像義, 教科書など)が担保する。ゴールマップを分解したノードとリンクのセットをキットと呼ぶ。ゴールマップの例を図1に示し、そのゴールマップを分解して作られたキットを図2に示す。

キットを使って、学習者が構築した学習者マップ、ゴールマップと同一の構成部品から作られているため、ゴールマップと学習者マップの差分は、リンクによるノード間の関係付けの違いとして抽出でき、

計算機による自動診断が可能になる。一方、教授者は、ゴールマップと学習者マップの差分から自分と学習者の概念間の関係の理解の違いを認識し、フィードバックを返すことができる[11][14]。また、概念マップを構成する要素を教授者が提供するもののみとしているが、教授者が学習者に理解して欲しい範囲に関する理解に差がないことが示されている[2]。

前田らは、映像教材と概念マップを対応付けることにより、学習者の理解が不十分な内容に関して、その部分に関する映像のみを選択的に再視聴できるシステムを設計・開発した[2]。このシステムをいくつかの講義内で試験的に利用した結果から、再視聴によってマップの修正が行われたことを確認しており、選択的に再視聴を行わせることの有効性が示されている[5]。

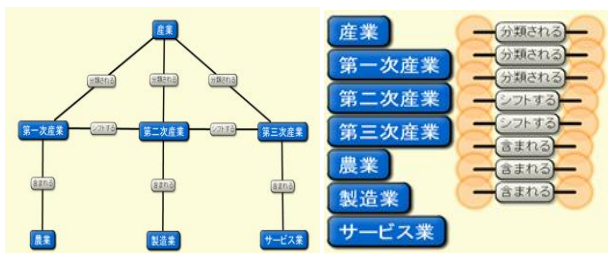


図1 ゴールマップ例

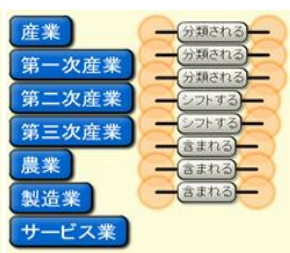


図2 キット例

### 3. 逐次的キットビルド概念マップ構築

#### 3.1 ゴールマップと映像区間の対応付け

本研究で提案する、逐次的なキットビルド概念マップ構成を実現するためには、映像講義の進行に合わせてキットを段階的に提供できる必要がある。このために必要なことは、ゴールマップ中の各命題とその命題を説明している映像の区間の対応付けである。映像講義に対応したゴールマップは、その講義内容を表したものであり、教授者が説明したことを表す命題が必ず含まれている。この対応関係を教授者が示すことによって、ゴールマップと映像の対応付けを行う。前田らの研究[8]では、この対応付けを映像の選択的な再視聴のために利用したが、本研究では逐次的に学習者にキットを提供するために利用する。

#### 3.2 キット逐次提供・学習者マップ作成

映像区間と命題の対応付けにより、図3のように映像の進行に沿ってその映像区間に対応付けられたキットの一部を学習者に逐次提供できる。学習者はその映像区間で重要なキーワードを提供された概念と関係から認識した上で、それらをつなぎ合わせることで、段階的にマップを組み立て、構造的に整理していく。学習者に提供される部品を認識させることで、ノートテイキングにおける問題点である「選択」の失敗を回避させ、「関係付け」に注力させることを目指している。そして、マップの形で整理

することによって、個々の命題だけでなく、命題間の関係性を把握しながら整理し、後述する診断過程によって自身が整理した内容について、どの部分が教授者の理解と異なっているかを構造的に把握することを期待している。



図3 キット逐次提供・マップ作成を行う画面

#### 3.3 マップ診断・再視聴

学習者は、映像視聴中にマップとして整理した内容が教授者のものと一致するかどうかを逐次確認することができる。マップの診断は自身が作成したマップとゴールマップを比較することによって行われる。学習者マップとゴールマップを比較している画面を図4に示す。図のように学習者のマップとゴールマップを比較し、異なる命題のリンクを赤色で表示することにより、学習者と教授者の理解のずれを示し、学習者に理解の確認を促す。映像とマップの命題が対応付けられているため、学習者は理解のずれがある命題に対応する区間を選択的に再視聴することができる。再視聴によって、学習者は対応区間の映像を参考に理解を修正することで、自身のマップを修正することができる。

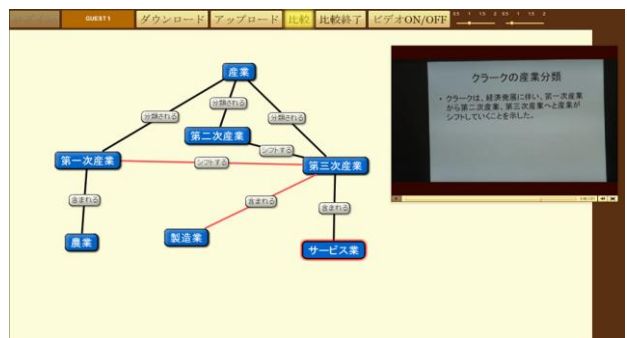


図4 マップ診断・再視聴を行う画面

### 4. 逐次的キットビルド概念マップ構築の有効性の検証

本研究では、逐次的キットビルド概念マップ構築の有効性を検証するために、「視聴後の総括的なキットビルド概念マップ作成と視聴中の逐次的なキットビルド概念マップ作成で、学習者の理解に差があるか？」を調べる。そのために、大学生を対象として、講義中での試験的利用を行った。視聴中に逐次的に行う方が、視聴後に総括的に行うよりも理解度が高ければ、逐次的キットビルド概念マップ作成の優位

性が示される。

これは2018年1月に実施されたA大学工学部のヒューマンコンピュータインタラクションに関する講義内で行われ、工学部生60名が参加し、本研究で開発したシステムを利用して動画視聴中に逐次的にマップを構築する群を実験群、先行研究で開発したシステムを利用して動画視聴後にマップ全体を構築する群を統制群として、30名ずつにランダムに分けて比較実験を実施した。

ここで用いた教材は、未習の講義1回分のスライドに音声による説明を加えた映像を用意して提供した。また、未習事項のため視聴前の学習者の理解は同じものであるとしている。システム利用後に実施した小テストは穴埋め問題(10点満点)と記述式の問題(7点満点)から構成されている。

#### 4.1 目的

今回の試験的利用の目的は、実験群と統制群の比較から、次の三点を調査することである。

**調査項目 I:** 学習者はシステムによる映像視聴中のマップ組み立て・修正活動を行えるかどうか

**調査項目 II:** 映像視聴中のマップ作成活動は視聴後の活動と同等に整理活動として学習者に受け入れられるものかどうか

**調査項目 III:** 視聴中におけるマップ作成活動と視聴後におけるマップ作成活動は教材内容の理解度について差異があるかどうか

調査項目 I はシステムの利用状況で、調査項目 II は学習者のアンケートで客観的、主観的に逐次的なキットビルド概念マップ作成が学習者に受け入れられたかを測定する。調査項目 III については、小テストの結果を比較することで測定する。

#### 4.2 手順

##### 実験群

実験群は(1)システムのインストラクション(2)システム利用による映像を視聴しながらのマップ作成活動(3)小テストの回答(4)アンケート回答といった手順で行った。なお、試験的利用と同様に小テストを回答している間は学習者は自身のマップを確認できないものとした。

##### 統制群

統制群は(1)映像教材の視聴(2)システムのインストラクション(3)システムによるマップの作成活動(4)小テストの回答(5)アンケートの回答の手順で実施した。実験群と同様に小テストの回答中はマップを見直す活動は行わないものとした。実験群との違いは、一度映像を見終わってから、概念マップを作成する点である。そのため、キットビルド概念マップのインストラクションを映像視聴後に行う。

#### 4.3 結果

##### マップと小テストの成績結果

実験群と統制群の最終的なマップと小テストのスコアを表4に示す。両群のマップスコアについてウ

イルコクソンの順位和検定を行ったところ、 $p=0.91$ となり有意差が見られなかった。また、実験群では映像の区間毎にマップの診断を行っており、学習者30名のうち22名が全ての区間において一度目の診断で正しくマップを作成できていた。誤りのあった学習者8名に関しては平均で1箇所マップに誤りが存在し、そのうちの7名がその場で1人1回ずつ修正し、正しいマップを作成できていた。一方で統制群では一度目のマップ作成で正しくマップを作成できていた学習者が30名中5名のみで、誤りのあった学習者25名は平均で5箇所マップに誤りが存在し、うち22名が平均で1.5回修正を行い、正しくマップを修正できていた。小テストについては穴埋め問題と記述問題に分けた場合のそれぞれの群の平均スコアを表5に示す。表5より、実験群のほうが統制群より記述問題に対して成績が有意に高い結果となった。

##### アンケートの回答結果

実験群と統制群で用いたアンケート質問内容を表6に示し、二群それぞれの回答結果を図6と図7に示す。アンケートの項目6を除き、二群とも項目2,3,4,5,7,8,10において肯定的な意見が有意に高く、視聴中、視聴後にかかわらずマップ作成活動が内容理解において有効な活動として受け入れられていることが確認できる。項目6においては、二群とも否定的な意見が有意に高いことから、負担なくマップ作成活動が行えていることも確認できた。

#### 4.4 考察

項目 I に関しては、表5に示すとおり最終的なマップスコアが実験群と統制群に差が見られなかったものの、実験群のほうがマップの誤りが少なかったことや、誤りのあった学習者もその時点で修正活動を行っていたことから提案した活動が視聴後と比べてマップを組み立てやすく、修正活動も問題なく行えていることが示された。

項目 II に関しては、アンケートの回答結果から、視聴後のマップ作成と同様に提案した整理活動が学習者によって受け入れられるものであることが再確認できた。また、記述問題の中で複数の命題の関係性を問う問題に関して二群に成績の有意差が見られた。この点に関しては、映像の進行に沿ってマップ作成を行っていくことで、映像についてその区間の内容の前後関係を意識して整理活動を行うことができたのではないかと考えられ、その活動が複数の命題間の関係性の理解に有効に働いたのではないかと考えられる。

項目 III に関しては、内容の理解度について、穴埋め問題では差がなかったが、記述式問題では差が見られた。検証の結果、逐次的なマップ作成活動は従来の視聴後のマップ作成と同様に学習者に受け入れられるものであり、理解度においてはより高い効果を確認できたという点で、これらから提案した活動の有効性が示された。

表4 二群のマップ・小テストスコアの平均

スコア項目	実験群	統制群
マップ平均スコア	99.5	95.5
小テスト平均スコア	13.8	12.5

表5 二群の小テストの成績比較

問題の種類	実験群	統制群	有意差
穴埋め問題平均スコア	9.67	9.53	なし
記述問題平均スコア	4.1	2.97	**

表6 アンケートの項目

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	システムを用いた活動は、映像教材を理解するのに役立つ
3	システムによる自分のマップの診断機能は映像の見直しに役立つ
4	概念マップを作成する為に映像教材を注意深く視聴した
5	映像教材の再生位置とマップの部品の対応付けは適切だった
6	システムを用いた活動は負担の大きな活動であった
7	映像教材と概念マップを用いたこのシステムは使いやすかった
8	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わかった
9	映像教材と概念マップを用いたこのシステムはもっと改良すべきである
10	映像教材と概念マップを用いたこの学習をほかの講義でも利用できれば良いと思う

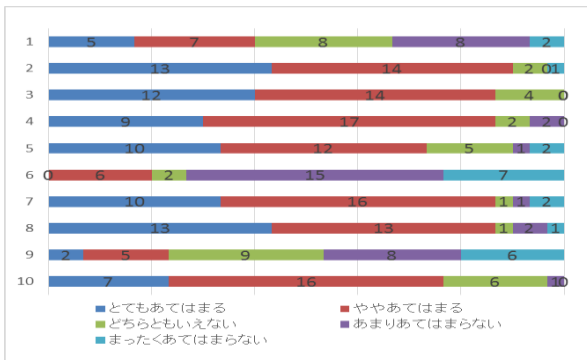


図6 実験群のアンケート回答結果

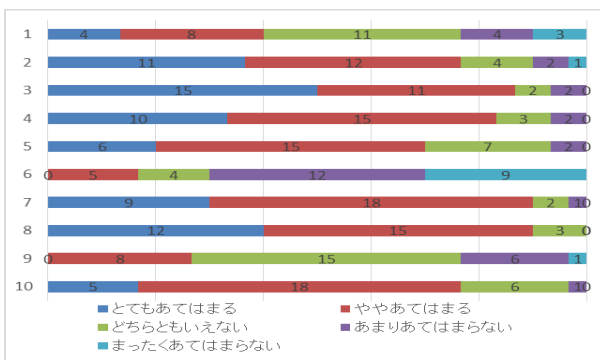


図7 統制群のアンケート回答結果

## 5. まとめ

本研究では、電子教材において逐次的に概念マップを構築する環境の設計・開発を行った。先行研究で有効性が示されている視聴後のマップ作成活動と比較する形で整理活動としての有効性の検証を行った。その結果視聴後のマップ作成活動と比べて多くの学習者が正しくマップを作成できており、小テストの記述問題の成績に差がみられたことから、提案した活動が視聴中に実行できること、従来の視聴後の整理活動と比べて内容理解に対して高い効果を持つことが確認された。また、アンケートの回答結果から逐次的な整理活動が学習者にとって有効な整理活動として受け入れられていることが示された。

## 参考文献

- (1) Armbruster, B.B. : Handbook of College Reading and Study Strategy Research, LEA, pp.175-199 (2000)
- (2) 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, Vol.35, No.2, pp.125-134 (2011).
- (3) Kiewra, K.A. : Aids to Lecture Learning, Educational Psychologist, Vol.26, No.1, pp.37-53 (1991)
- (4) 岸俊行, 塚田祐恵, 野嶋栄一郎 : “ノートテイキングの有無と事後テストの得点との関連分析”, 日本教育工学会論文誌, Vol.28 (suppl), pp.265-268 (2004)
- (5) 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, 第22号, pp.1-9 (2016)
- (6) Hirashima, T., Yamasaki, K., Fukuda, H., Funaoi, H.: "Kit-build concept map for automatic diagnosis", Proc. of AIED 2011, pp.466-468 (2011)
- (7) 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)
- (8) 前田啓輔, 北村拓也, 本多俊雄, 茅島路子, 宇井美代子, 林雄介, 平嶋宗, "映像講義とキットビルド概念マップの対応付けによる教授者と学習者の理解のずれの検出機能の開発と実践利用", 教育システム情報学会 (JSiSE) 2015 年度第4回研究会, pp.25-32 (2015).
- (9) 中山実, 六浦光一, 山本洋雄 : “オンライン学習における学習者ノートの内容評価と学習成績の関連”, 電子情報通信学会技術報告, ET, Vol.110, No.405, pp13-18 (2011)
- (10) Novak, J.D., Canas, A.J. : “The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them”, Technical Report IHMC Cmap Tools, 2006-01 (2006)
- (11) Pailai, J., Wunnasri, W., Yoshida, K., Hayashi Y. and Hirashima, T.: The practical use of Kit-Build concept map on formative assessment, Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 12:20 (2017) DOI: 10.1186/s41039-017-0060-x
- (12) Piolat, A., Olive, T. and Kellogg, R.T.: "Cognitive effort during note taking," Applied Cognitive Psychology, 19: 291-312 (2005)
- (13) 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, Vol.43, No.1, pp.29-51 (2002)
- (14) 吉田完, 仁野由彬, 杉原康太, 林雄介, 志田正訓, 平嶋宗, "Kit-Build マップによる伝達内容に対する理解の形成的評価”, 2013 年度人工知能学会全国大会, 3D3-5in (2013).