

広島大学学術情報リポジトリ
Hiroshima University Institutional Repository

Title	概念マップの再構成はなぜ高次思考を促すのか？
Author(s)	平嶋, 宗
Citation	JSiSE Research Report , 38 (6) : 217 - 223
Issue Date	2024-03-10
DOI	
Self DOI	
URL	https://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/00054933
Right	
Relation	



概念マップの再構成はなぜ高次思考を促すのか？

平嶋 宗^{*1}

^{*1} 広島大学

Recomposition Concept Map for Higher Order Thinking

Tsukasa Hirashima ^{*1}

^{*1} Hiroshima University

The Recomposition Concept Map is classified as a concept mapping method that incorporates the condition of restricting the list of nodes and links. Concept mapping methods under the condition of restricting the list of nodes are widely accepted as effective in promoting meaningful learning and higher-order thinking. This paper argues that the activity of selecting linking phrases during the construction of propositions, which invokes higher-order thinking skills, remains valuable even when the list of links is provided as part of the condition. The paper also presents several findings from prior studies on the recomposition concept map that support this viewpoint.

キーワード: 再構成型概念マップ, キットビルド概念マップ, ノードリスト, リンクリスト, 有意味学習, 高次思考

1. はじめに

概念マップの作成が有意味学習や高次思考の促進に有用であることは、多くの研究がすでに指摘している^(1,2)。そして、この有意味学習や高次思考は、ノードとノード（もしくは概念と概念）をリンクで関係づけることによって、命題を作成する際に生起するものである⁽³⁾。また、概念マップの作成は作った命題の見直しや修正を繰り返す過程であり、このために、反省的思考や高次思考のスキルが欠かせないとしている⁽²⁾。このため、利用するノードを限定する制約（restricting list of nodes）がしばしば与えられるが、この制約は有意味学習や高次思考を妨げるものではないとされている^(*1)。

筆者らは、ノードだけでなくリンクも限定する制約（restricting list of nodes and links）を与えた概念マップ作成法を提案し⁽⁴⁾、再構成型概念マップと呼んでいる⁽⁵⁾。本稿では、制約リストにリンクを追加した場合

においても、「ノードとノード（もしくは概念と概念）をリンクで関係づけることによって、命題を作成する際に生起する」有意味学習や高次思考を妨げるものではなく、また、命題の見直しや修正を繰り返すといった思考スキルを要するものとなっていることを論じる。さらに、この主張の裏付けとして、協調的活動^(6,7,8)、教師による授業リフレクション⁽⁹⁾、また、高次思考に対する直接的な評価⁽¹⁰⁾、などの先行研究から得られた知見を紹介する。

なお、再構成型概念マップの適用前提は、マップ化する内容があらかじめ定まっていることである。たとえば、授業やテキストを通して学んだ内容の確認や、何らかの協調活動を行う前提となる知識等の共有を図る場面、などがこの前提に適合する。このような前提のもとにおいては、元となる概念マップは、授業や協調活動の参加者が保持・共有していることが望ましい理解を表したものと位置付けることが可能といえる。

(*1) 文献(3)では以下のように言及されている： Providing or not the concepts to the student has an effect in the resulting map, but does not affect the higher-order thinking skills involved in the construction of the map. It's placing the concepts on the canvas, and the construction of the propositions, and specifically the selection of the linking phrases during that construction of the propositions, that invokes higher-order thinking skills.

この意味で、この元となる概念マップを「共有理解マップ」と呼ぶ。再構成型概念マップの先行研究では、しばしば「ゴールマップ」と呼んでいるが、ここでのゴールとは「共有の理解」のことであった。しかしながら、「ゴール」という言葉が多様な意味を含むことから、本稿では、「共有理解マップ」という名称を用いる。また、「再構成型概念マップ」を「利用可能なノードとリンクをリスト内のものに限定する」という制約を持った概念マップのクラスを指す名称として用い、「キットビルド概念マップ」はインスタンス・実現例であるとする。

以下本稿では、まず、共有理解マップについて定義した後、その再構成としての再構成型概念マップについて説明する。再構成型概念マップの実現例であるキットビルド概念マップシステムを用いた先行研究における高次思考の促進の実例を紹介する。この紹介の中で、命題レベルの自動診断を可能にすることによる形成的評価、つまりマップの洗練を促すための評価としての有用性についても報告する。さらに、マップ作成時に与えられる制約の観点からのマップ分類における再構成型概念マップの位置づけについて論じる。この中で、批判的思考や創造的思考の促進についても考察する。

2. 共有理解マップと再構成型概念マップ

2.1 共有理解マップとは

概念マップはあるレベルの理解を、あるレベルの命題（二つの概念（ノード）を一つの関係（リンク）で結合したもの）として表現した写像にすぎず、理解そのものではなく、また、包括的なものでもない。理解そのものの包括的な共有は、そもそも不可能であろう。しかしながら、何らかの共有された理解があって初めて話し合う、協調する、などの他者との活動が可能となっていることも確かであろう。

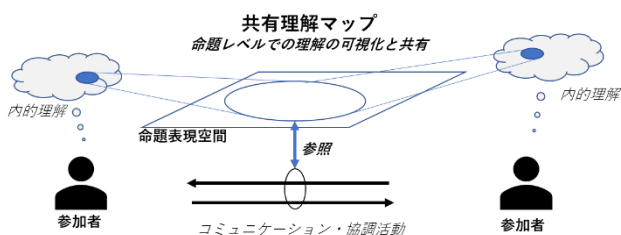


図1 共有理解マップの図式化

意味を持つ基本単位として、「命題」が安定した解釈を提供することは広く受け入れられている。概念マップは、あるまとまった意味を一連の命題の連結として表現したものであり、意味あるいは理解を表現するための表現としてこれも広く認められている。概念マップは自身の理解を表現するために用いられることが多いが、協調活動に用いられる場合や、他者による評価の対象とされる場合は、他者にとっても意味的に共有されえるものと見なされていることになる。また、人工知能／知識工学の観点からは、同様の記述である意味ネットワークは人と計算機の双方にとっての共有可能な意味表現として用いられている。

これらのことから、概念マップを用いて共有したい理解を実用レベルで表現することは可能と考えられる。共有したい理解を概念マップとして明示的に表現することができれば、この概念マップを参照することで、コミュニケーションや協調活動がより円滑になり、また、理解の齟齬の検出やその修正に関しても、有用性を期待できる。

このような性質を持った概念マップを本研究では「共有理解マップ」と呼ぶことになる。なお、学習者が作った概念マップを評価する際の基準として用いる概念マップを「エキスパートマップ」と呼ぶことがあり、記述内容としては共有理解マップに近いものといえる。しかしながら、エキスパートマップを共有の対象として捉えた研究は見当たらない。また、共有理解マップが、内容そのものを表現するというよりも、「共有を目指す理解」を表現している点で、エキスパートマップとは視点が異なるものといえる。エキスパートマップの考え方は、学習者の作ったマップを優れたものと劣ったものに区別するためのものであり、優れたマップを識別するために、優れたマップとして作る必要があるといえる。これに対して、共有理解マップでは、教授者が共有を目指す理解を表現したものであり、一部の学習者しか到達し得ない理解は原則として表現を避けるべきであり、また、その理解に到達できていない場合には、劣っていると判断するのではなく、その理解を補う必要がある判断すべきものとなる。この意味で、概念マップを共有の対象とし、その具体的な方法を提供したのは筆者らのキットビルド概念マップが最も初期の例となるであろう⁽¹¹⁾。

2.2 共有理解マップの作成可能性

教授者が共有理解マップを作成できるかについて検討する。授業とは、その授業の内容／トピック／単元についての教授者と学習者が共有理解を形成する場であると捉えることができる。そしてその授業を行える前提は、その授業で共有しようとした理解が形成する土台となる理解がすでに学習者に存在している、つまり共有されていることであり、またその授業での共有理解は、続く授業を可能とするものとなる。つまり、一連の授業が体系的に設計されていれば、それぞれの授業においてどのような共有理解が目標とされているかは定められてしかるべきといえる。文献⁹⁾では、「学習に影響を与える最も重要な要素は学習者がすでに知っていることである。学習者がすでに知っていることを把握し、それに沿って教えることが重要である」との Ausubel⁽¹²⁾の言葉を引用しつつ、概念マップ作成における *restricting list of nodes* の妥当性と有用性を述べており、リストにあるノードの抽出元となる概念マップの存在が仮定されている。また、理想的な構造を持つ小規模な概念マップ (*Expert Skeleton Concept Maps*⁽¹³⁾) をあらかじめ提供し、その発展として概念マップを作成させることで、学習者の作るマップの質的が向上することも報告されている。

これらの概念マップに関する研究は、いずれも学習内容が定まっている場合には、その学習内容に対する望ましい理解を表現する概念マップが存在しうることが仮定されており、したがって、概念マップを用いて、共有の目標となる理解を表現すること可能であることは広く認識されていると解釈できる。

2.3 ノードからの再構成

2.2 で述べたように、*restricting list of nodes* を条件とした概念マップの作成においては、共有理解マップの存在が仮定できる。この条件下での概念マップ作成においては、適切なノードペアを見つけることがまず必要となる。例えば 10 個ノードがあれば、 $10C_2=45$ 組のノードペア（つまりリンクの配置可能箇所）が存在することになり（方向があるとした場合には 90 組となる）、どのペアをリンクで関係づけ、どのペアについては関係づけないかを判断する必要がある。そして、リンクで関係づける場合は、どのようなリンクワード

を用いて関係づけるかを考える必要がある。文献⁹⁾では、この過程が高次思考に最も貢献すると指摘している。この方法では、リンクワードに関しては学習者が決めるものとなっているが、学習内容の理解をマップ化している場合においては、そのリンクワードは授業内容を踏まえたものに限定されるであろう。このことは、*1)で示した引用においても“*the selection of the linking phrases*”と *selection* とされていることから示唆される。本研究では、このような概念マップの組み立て方をノードペアについての再構成とみなす。このリストにリンクを加えたものが、「ノードとリンクからの再構成」となる。

2.4 ノードとリンクからの再構成

概念マップの例としてしばしば紹介される「概念マッピングについての概念マップ」⁽¹⁴⁾は、20 個のノードと 22 個の有向リンクによって構成されている。したがって、ノードリストを与えた場合においては、 $20P_2=380$ 通りのリンクの引き方があることになる。リンクも与えると、22 個のリンクを、この 380 ヶ所のどこかに配置することを求めることになる。場合の数は、 $380C_{22}$ となり、膨大な数となる。概念マッピングについての資料や講義に基づいて再構成する場合であったとしても、その内容をよく精査した上での組立てが必要となるであろう。また、リンクがリストに無い場合には、自由にリンクを引くこと／引かないことができたが、リンクがリストにある場合、それらを使う必要があり、また、すべて使うことが求められることになる。自由にリンクが引ける場合には、局所的にリンクを引ける可能性があるが、リンクリストがある場合には、ある場所にリンクを用いる場合、他のノードペア、残りのリンク、などを俯瞰的に見る必要があることになる。

このように考えると、*1)の“*It's placing the concepts on the canvas, and the construction of the propositions*” までは、「ノードからの再構成」と同様であり、“*and specifically the selection of the linking phrases during that construction of the propositions*” については、単純化されているとはいえ、むしろ俯瞰的な視点が必要となることから、「ノードとリンクの再構成」とした場合に“*that invokes higher-order thinking skills.*”が劣るところがないと判断することができる。

ただし、再構成対象となる共有理解マップは、再構成を前

提として慎重に作成されている必要があり、またこのことは、マップだけでなく、前提となる授業や資料がそのマップの再構成を可能にするものとなっている必要がある。つまり、共有理解マップを用いることは、授業をも制約することになる。この制約を授業リフレクションに活用することを目指したのが茅島ら⁽⁹⁾の研究となる。また、共有理解マップの妥当性は前提となる授業等に依存することを踏まえると、参考にした「概念マッピングについての概念マップ」についてもどのような前提の下で再構成させるかによって、その良し悪しが異なってくることになる。

2.5 再構成概念マップにおけるクロスリンク

概念マップにおいてしばしば重視されるクロスリンクについては、再構成自体においては取り扱いできないが、再構成されたマップに対してリンクの追加を許すことでクロスリンクを取り扱うことができる。2.4で述べたように、リンクが制約されることで俯瞰的な視点がより強く求められることは、クロスリンクの発見に貢献すると期待できる。文献⁽¹⁵⁾では、1回目の授業で作成したマップを2回目の授業で拡張するという状況設定において、1回目の授業において再構成群と通常作成群の2群を作り、2回目の授業では通常作成による拡張としたところ、拡張部分について再構成群のほうが規模、質ともに有意に良かっただけでなく、クロスリンクも有意に多く現れたことを報告している。

2.6 再構成過程の図式化

以上みてきたように、制約リストにノードとリンクを加えることで、概念マップの構成要素をすべて限定した場合においても、その再構成過程は複雑なものとなる。このノートとリンクからの概念マップ再構成過程の図式化を図2に示す。学習者は授業を受ける、もしくは何らかの資料を読み、その内容に基づく概念マップの再構成することを求められていることが前提となる。また、教授者は、その内容について学習者に求

める理解を表現したものとして共有理解マップを作成していることとしている。

なお、再構成型概念マップの実現例であるキットビルド概念マップの運用においては、授業や資料で用いたものと異なる言葉を用いてノードやリンクを表現することは慎重に行うべきであるとのガイダンスを行っている。言い換えが含まれると、より高次の理解が必要となるからである。これは、禁止事項ではなく、言い換えを踏める場合は、意図的に行う必要があり、意図せずを含めることは不要な負荷を学習者に与える可能性があるからである。

3. 有意味学習・高次思考の促進事例

筆者は再構成型概念マップの実現例として、キットビルド概念マップシステムを開発し、実験的利用だけでなく、小学校から大学までの教育現場での実践利用も行っている⁽¹⁶⁾。本章では、高次思考の促進として報告されている事例についていくつか紹介する。

3.1 相互再構成法

学習者同士が互いの作った概念マップを再構成し合うのが相互再構成法である。同じ内容を学んだあとであっても、他者の作る概念マップを再構成することが簡単ではないこと、および、元のマップと再構成したマップの差分が学習者同士の議論を質と量の向上に寄与することが分かっている⁽⁶⁾。また、この相互再構成法の議論を通して作成される学習者の概念マップは、通常概念マップを用いた協調作業で作成されるマップに対して、より洗練されたものになることも報告されている⁽⁷⁾。他者のマップを評価し、それに対して質問したり、またその質問を受けて説明や修正を行う活動は、高次思考を求められる活動であり、他者の部品を使って概念マップを再構成すること、および作成されたマップと元のマップの差分が可視化されることが、この高次思考を促すと説明できる。

3.2 協調的再構成⁽⁸⁾

複数の学習者がオンラインで協調的にマップを作成できる環境を用意し、再構成型概念マップ群と、通常概念マップ群で比較したところ、再構成概念マップ群において、議論の量と質、および作成したマップの質

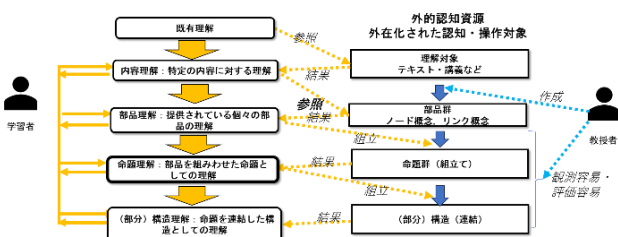


図2 再構成過程の図式化

が向上していることが分かった。協調的な活動自体が高次思考を促すとされており、この結果も、再構成概念マップが通常概念マップと比較して、高次思考の促進に貢献することを示唆するものといえる。

3.3 授業リフレクション⁽⁹⁾

再構成された概念マップと元の概念マップの差分は、教授者の想定した理解と学習者の理解の差分をあらわす。再構成型概念マップでは、複数の再構成された概念マップを重ねることで、学習者群としての概念マップ（重畳マップ）を作成することができる。また、重畳マップを元のマップに重ねることで、多くの学習者が再構成できなかった部分を明らかにすることができる（重畳差分マップ）。これらの結果を教授者に提示したところ、授業に対する振り返りを促し、授業内容・方法及び共有理解マップの修正が促されることが報告されている。

3.4 高次思考の促進効果の測定⁽¹⁰⁾

Nurmaya は、ブルームのタキソノミーに沿って設計された低次思考と高次思考を測定するテストを用いて、通常概念マップ作成の場合と、再構成型概念マップ作成の場合とテストスコアを比較した。結果として、低次思考に関しては有意な差は見られなかったが、高次思考においては、再構成型概念マップ作成のほうが高い得点が得られるとの結果が得られている。この結果も、ノードとリンクが制約された中で概念マップを再構成する活動が、概念マップの作成活動やその生成物についての評価やその評価に基づく修正といった

高次思考を必要とする活動となっていることを示唆している。

3.5 形成的評価としての再構成型概念マップ

概念マップを学習者に作成させる目的には、(1) 理解の評価、および(2) 理解の促進、の二つがある。本稿では主に理解の促進に焦点を絞ったが、再構成型概念マップでは、再構成されたマップと元のマップを重ねることで、命題レベルでの差分を検出することができる。この差分は修正すべき差分であり、その差分をフィードバックすることは形成的評価に基づくフィードバックとなる⁽¹⁸⁾。このような診断・フィードバックは、マップの見直しと洗練のために不可欠であり、高次思考を促すものとなっている。

4. 再構成型概念マップの位置づけ

これまでの議論を踏まえて、概念マップ作成法としての再構成法の位置づけを試みる。Cañasらは、マップ作成の際の制約に注目し、構造的制約と内容的制約の二つの制約があるとする観点から、種々の概念マップ作成法の分類を試みている。Cañasらが文献(3)で図式化した分類に再構成法を追加したのが図3右の図となる。図3左の図は、構造的制約と内容的制約を制約として一つの軸にまとめ、形成的評価可能性の軸を追加したものとなっている。

制約リストとして与えられたノードとリンクからの再構成自体が高次思考を促進するとともに、作成されたマップの命題レベルでの診断が可能となっており、この診断を形成的評価として用いることができる。概

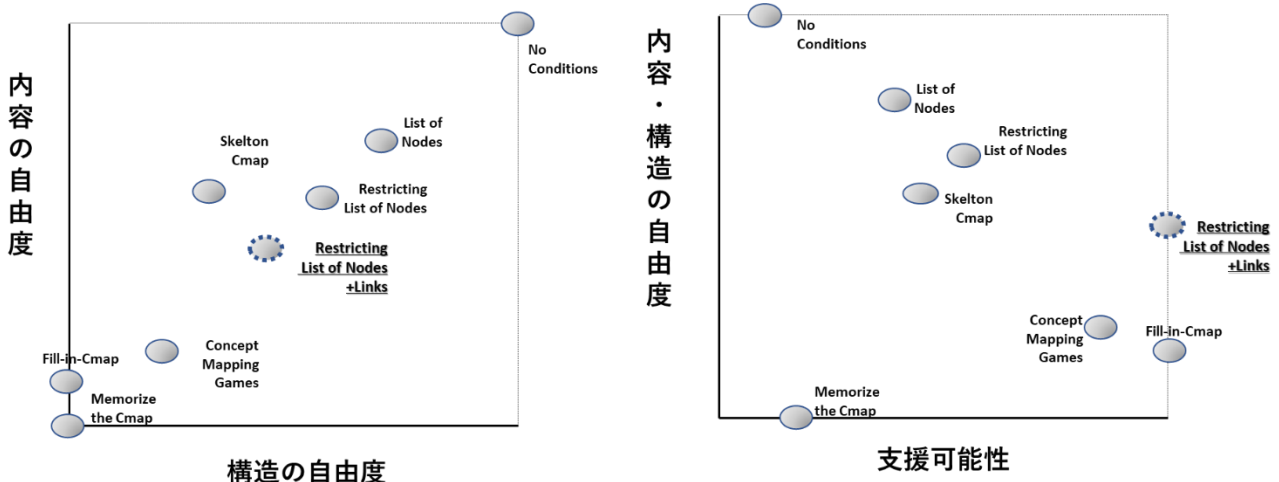


図3 再構成型概念マップの位置づけ
左図は文献(2)での位置づけに再構成型概念マップ(ノードとリンクの制限リスト)を追加したもの。
右図は、内容と構造の自由度を一つの軸にまとめ、支援可能性の軸を設けたうえでの位置づけ

念マップを洗練するためには、自身の活動の振り返りと評価が必要であり、さらには、修正前と後の比較・評価も求められる。これらは明らかに高次思考に属する活動となる。命題レベルでの診断ができる再構成型概念マップは、この概念マップの洗練活動に支援可能性があり、したがって、個別適応した高次思考の促進支援まで実現できる可能を有しているといえる。

5. まとめ

本稿では、再構成型概念マップが高次思考を促すものであることを述べた。再構成型概念マップでは、構成要素がすべて部品として提供されることから、学習者が自分で部品を生成する必要がない。このため、「生成」の過程がないとして、低次元の活動ではないかとの指摘をしばしば受けてきた。このような指摘が間違いであることを明らかにするのが本稿の目的である。再構成型概念マップにおいて「生成」されるのは構造である。そして、高次思考において重要となるのがこの「構造」となる。再構成型概念マップが利用される場面においては、予め学習内容は定められている。したがって、その理解を構成する部品はすでに提示されていることが前提となり、たとえリスト化されていない場合においても、学習内容として提示された情報からの選択になっているといえる。文献(2)や(3)は、学習者が知っていることを評価したい場合には、まったく制約のない状態での概念マップ作成が妥当性を持つが、何らかの学習目標が存在する場合には、その学習目標を指向した制約を設定することが必要であるとの指摘を行っている。再構成型概念マップはこの同様の立場に立ち、部品自体はすべて提供しても学習において支障ないとの立場から提案されたものである。

関連する立場として、授業等の内容をノートにまとめるノートテイキングに関する研究がある(18,19)。これらの研究では、ノートテイキングのプロセスを授業等からの構成要素の抽出（抽出段階）と、抽出した構成要素の関係づけ・構造化（構造化段階）、の2段階に分けるモデル化が行われており、内容理解においてより重要となるのが構造化段階であるとの知見が報告されている。さらに、抽出段階の失敗、つまり構成要素の抽出に失敗した場合は、構造化においてそれを回復する

のは難しいことも指摘されており、これらを踏まえて、ノートテイキングにおいては、必要な構成要素を予め与えておくことが有効ではないかとの提案が行われている。この提案は、再構成型概念マップの考え方と一致するものである。

本稿では、再構成型概念マップが高次思考を促進することを証拠づけるキットビルド概念マップの実験的・実践的利用の利用結果も紹介した。これらによって、理論的にも実践的にも、再構成型概念マップが高次思考を促進する有望なアプローチになることが示せたと考えている。

今後はさらに再構成型概念マップの特性を生かした学習支援や分析を行っていくことが必要と考えている。たとえば、再構成型概念マップでは、すべての学習者が同じ部品を使ったマップ作成を行うため、学習者のマップ作成プロセスの集約や比較が容易となる。この特性を踏まえて、すでに部分マップに焦点を当てた分析(20)や、マップの変更活動に焦点を当てた分析(21)が行われており、マップ作成過程の振る舞いがマップの完成度や学習結果に影響を与えていることが分かっている。再構成型概念マップは、概念マップの主要な二つの用途である「学習」と「評価」を高いレベルで実現する可能性を持っており、この可能性を生かすための研究を今後さらに行っていく予定である。

参考文献

- (1) Novak, J. D. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or appropriate propositional hierarchies (liphs) leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86(4), 548-571.
- (2) Cañas, A. J., Reiska, P., & Möllits, A. (2017). Developing higher-order thinking skills with concept mapping: A case of pedagogic frailty. *Knowledge Management & E-Learning*, 9(3), 348.
- (3) Cañas, A. J., Reiska, P., & Shvaikovskiy, O. (2023). Improving learning and understanding through concept mapping. *Knowledge Management & E-Learning*, 15(3), 369.
- (4) Hirashima, T., Yamasaki, K., Fukuda, H., & Funaoi, H. (2015). Framework of kit-build concept map for automatic diagnosis and its preliminary

- use. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 10, 1-21.
- (5) Hirashima, T. (2019). Reconstructional concept map: automatic Assessment and reciprocal reconstruction. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 5, 669-682.
- (6) Wunnasri, W., Pailai, J., Hayashi, Y., & Hirashima, T. (2018). Reciprocal Kit-Build concept map: an approach for encouraging pair discussion to share each other's understanding. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 101(9), 2356-2367.
- (7) Sadita, L., Hirashima, T., Hayashi, Y., Wunnasri, W., Pailai, J., Junus, K., & Santoso, H. B. (2020). Collaborative concept mapping with reciprocal kit-build: a practical use in linear algebra course. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 15(1), 1-22.
- (8) Pinandito, A., Hayashi, Y., & Hirashima, T. (2021). Online collaborative kit-build concept map: Learning effect and conversation analysis in collaborative learning of english as a foreign language reading comprehension. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 104(7), 981-991.
- (9) 茅島路子, 宇井美代子, 小田部進一, 林大悟, 林雄介, & 平嶋宗. (2020). 学習者の授業内容理解の「見える化」が促す授業リフレクション—再構成型概念マップ導入による学習者の授業内容の内的構造理解の可視化—. *玉川大学文学部紀要*, (60), 97-118.
- (10) Nurmaya, A. Pinandito, Y. Hayashi, and T. Hirashima, “Promoting Students’ Higher Order Thinking with Concept Map Recomposition,” *IEICE TRANSACTIONS on Information and System*, vol. E106-D, no. 8, 2023.
- (11) Hirashima, T., Yamasaki, K., Fukuda, H., & Funaoi, H. (2011). Kit-build concept map for automatic diagnosis. In *Artificial Intelligence in Education: 15th International Conference, AIED 2011, Auckland, New Zealand, June 28–July 2011* 15 (pp. 466-468). Springer Berlin Heidelberg.
- (12) Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston
- (13) Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them*. Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition.
- (14) <https://en.wikipedia.org/wiki/CmapTools>
- (15) Prasetya, D. D., Pinandito, A., Hayashi, Y., & Hirashima, T. (2022). Analysis of quality of knowledge structure and students’ perceptions in extension concept mapping. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 17(1), 14.
- (16) 平嶋宗(2021). キットビルド概念マップの理論と活用：形成的評価・批判的思考・共同作業・FD の観点から. 教育システム情報学会中国支部第 20 回研究発表会
- (17) Pailai, J., Wunnasri, W., Yoshida, K., Hayashi, Y., & Hirashima, T. (2017). The practical use of Kit-Build concept map on formative assessment. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12(1), 1-23.
- (18) Kiewra, K.A. : Aids to Lecture Learning. *Educational Psychologist*, 26(1) : 37-53(1991).
- (19) Armbruster, B. B.: *Handbook of College Reading and Study Strategy Research*, LEA, pp.175-199(2000).
- (20) Rismanto, R., Pinandito, A., Andoko, B. S., Hayashi, Y., & Hirashima, T. (2024). Evaluating the kit-build concept mapping process using sub-map scoring. *Research & Practice in Technology Enhanced Learning*, 19.
- (21) 長木勇真, 平嶋宗, 林雄介. (2023). 再構成型概念マップにおける探索的組立過程の分析. 人工知能学会研究会資料 先進的学習科学と工学研究会, pp. 25-31