

Kit-Build 方式による概念マップを用いた インタラクションとその評価の試み

山崎和也[†] 福田裕之[†] 平嶋宗[†] 舟生日出男[†]

本研究では、概念マップの記法とその活用方法として Kit-Build 方式を提案する。本方式では、全利用者でマップの記法を統一することで、差分抽出によるマップの評価と、その結果に基づくフィードバックを可能にした。本発表では、本方式の特長や内包する問題点とその対応策、及び、それらを考慮したうえで本方式を実現したシステムの概要を説明する。さらに、システムによる教授者と学習者に対するフィードバックの有用性を実験的に評価した結果について報告する。

Framework of Interaction on Kit-Build Concept Map and Experimental Evaluation

Kazuya Yamasaki[†] Hiroyuki Fukuda[†]
Tsukasa Hirashima[†] and Hideo Funaoi[†]

In this paper, Kit-Build Concept Map is proposed as a framework to realize an interactive concept map which is a promising tool for externalization of knowledge and understandings. In Kit-Build Concept map (KBC map), first, a goal map is prepared by a teacher. By decomposing the goal map, a set of parts of a concept map are obtained. Then, students are provided with the parts that are used to make a concept map. Because a map built by a student (student map) is composed of the same parts, it is possible to diagnose the student map by comparing with the goal map. In this research, we discuss the conditions that KBC map is adequately applied to. We have already designed and developed a system where learners are able to build KBC map and interaction based on the map is realized. An experimental evaluation and analysis of Kit-Build method based on real data gathered through the experiment are also reported.

1. はじめに

概念マップとは、2つ以上の概念とそれらの関係から構成される命題の集まりによって意味構造を表した図的表現であり[1]、この概念マップを作成する活動が知識や理解の外化・整理活動としての学習効果を持つと同時に、学習者の理解を共有・診断可能にする上で大きな意義を持つとされている[2][3][4]。本研究で目標とするインタラクティブ化とは、学習者が作った概念マップを自動的に診断し、フィードバックを返すことができるソフトウェアシステムを実現することである。Kit-Build とは、一般的には提供された部品（キット）を組み立てることで完成品を作成する（ビルド）ことを意味するが、ここでの Kit-Build 方式とは、概念マップ作成タスクを、(I)概念マップの構成要素を抽出する作業（分節化タスク）と、(II)それらの構成要素を組み立てる作業（構造化タスク）、の二つに分けた上で、教授者が用意した概念マップの構成要素（キット）を学習者に提供し、学習者にはそれらを組み立てる作業（ビルド）として概念マップを作らせることを指している。

この Kit-Build 方式では、学習者の組み立てた概念マップ（学習者マップ）の診断は、完成品として予め用意された概念マップ（ゴールマップ）との差分の抽出として行われることになる。学習者マップとゴールマップは構成要素が同じであるため、マップ間の差分は構成要素間の関係の差分として現われ、計算機による処理が容易となっている。このため、(i)個々の学習者マップをゴールマップと比較する、だけでなく、(ii)学習者マップ同士の比較、(iii)複数の学習者マップを重畳したマップ（重畳マップ）を作成することで学習者群としての理解を表すマップを作成・診断する、といったことも可能となる。この診断に基づくことで、(a)個々の学習者や学習者群に対する指導や、(b)学習者の理解状態を考慮した協調学習のためのグループ編成、といった、概念マップを通じた学習者とのインタラクションが可能となる。また、学習効果の点でも、分節化タスクを省略していることは概念マップ作成の負荷を軽減しており、足場かけとして有効であると共に、概念間関係に集中することになることから、構造化タスクにおいてはより高い効果が期待できる。

しかしながら、この Kit-Build 方式を用いるためには、「妥当なゴールマップの設定が可能である」という条件を満たす必要がある。この条件は、単にゴールを設定できるというだけでなく、分節化が適切であり、かつゴールマップと学習者マップの差分が学習者の理解を評価する上で有用であるという意味も含まれている。物事についての妥当な理解は非常に多様であることを考えると、この条件を完璧に満足することは困難といえるので、実用に耐えうるようにこの条件を満たす工夫を施すことが、Kit-Build 方式の概念マップを実現する上で必要となってくる。

[†] 広島大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Hiroshima University

本研究では、まず、①適用場面を「意図を持って行われた情報伝達」に限定している。たとえば、「授業を行った後、その内容についての理解を表明させる」などがこれにあたる。このような場面では、教授者が学習者に理解して欲しいことを設定することが可能であり、また、その設定したものに基づいて学習者を評価することが妥当であるといえる。さらに、本研究ではシステム上の工夫として、分節化の揺らぎを少なくするために、②提供される教材から構成要素を切り出すものとしている。また、構造化の揺らぎに対応するため、③重畳マップに基づくゴールマップの調整、を行っている。さらにこれらの工夫は、一つの情報伝達活動に閉じるのではなく、④学習者の理解を反映した教材の再調整、につながるものである。この②から④は、教授者側とのインタラクションと捉えることができる。

ゴールマップに相当するものを設定した上で、学習者の作った概念マップを診断するといった試みは、これまでもいくつかの研究において行われている[5][6]。しかしながら、これらの試みでは、このような方法が適切に活用できるための条件を整える工夫については、十分な議論がなされていなかったといえる。また、分節化を省略し、構造化についてのみの学習活動を行わせるといった考え方は、学習支援における知識工学的アプローチにおいてしばしば採用されており、予め与えられた単文を取捨選択し適切に並べることによって問題を作らせるといった単文統合型の作問学習支援[7]や、提供された Web ページ群を学習者が自分の理解を反映してリンクを付け替えることで再構造化することを可能にする試み[8]、を例としてあげることができる。本研究はこれらの発展形として位置づけることができる。

以下本稿では、Kit-Build 方式の概要についてより詳細に述べた後、実装したシステムについて紹介する。さらに本稿では、Kit-Build 方式による概念マップを用いた教授者および学習者に対するフィードバックの評価実験についても報告する。加えて、本システムに対する小学校、中学校、高等学校の教員による評価についても報告する。

2. Kit-Build 方式

2.1 Kit-Build 方式の概要

本方式では、教授者が、学習者が理解すべき命題を教材から抽出し、概念をノードとして、概念間の関係をリンクとして整理する。次に、それらを組み立てることで学習すべき命題群の関係構造を表現した概念マップである「ゴールマップ」を予め作成する。そしてゴールマップからノードやリンクといったマップの部品を取り出し、「キット」を用意する。学習者にキットを提供し、それらを組み立てさせることで概念マップを作成させる。このとき、教材からキットを取り出す過程を「分節化」、キットを組み立てることによる概念マップ作成を「構造化」と呼ぶ。

学習者全員に同一のキットが提供されるため、学習者によって作成されたマップの

比較・差分の抽出が容易となり、自動的なマップの評価や診断 (Agent-Assessment) が可能となる。また、重要な概念・知識の集合としてキットが提供されることで、分節化の能力が低い学習者に対する、マップ作成の足場がけにもなる。

2.2 Kit-Build 方式の問題とその対応策

(1) 分節化と構造化の分離による問題

本方式では、学習者は、教授者が分節化した部品を「認識」することにより、分節化の代わりとしている。このため、分節化に依拠した学習効果が望めない可能性がある。しかしながら、教授者の意図に沿った情報伝達を前提とし、その意図に沿った情報伝達がうまく行えているかどうかを学習者自らが確認するという状況設定においては、そこで取り扱うべき概念・命題は情報伝達の段階において明示的に与えられていることを前提としてもよく、学習者が自ら分節化する余地は少ないといってよい。したがって、概念マップ一般に主張されている学習効果をえられることは期待できないが、本研究が対象とする範囲においては十分な学習効果を期待できると考えている。

(2) ゴールマップを設定することによる問題

本方式では、ゴールマップを設定しなければならず、学習者の自由な発想を描かせるような利用場面には不向きである。そのため、本方式の利用場面を、ゴールマップの設定可能な場面に限定する。例えば、講義等で学習者に伝達した知識に対する、学習者の理解を測るような場面が挙げられる。また、ゴールマップの精確性を保証することも必要となる。この点については、後述するように、学習者の作成した概念マップ群の比較によって、ゴールマップを調整することで対処する。

3. Kit-Build 方式によるインタラクション

本方式によるインタラクションのモデルを図 1 に示す。活動の流れは、キット作成、マップ作成、マップ診断、フィードバックの 4 段階から構成される。

3.1 キット作成

教授者が、学習者に伝えたい知識や理解させたい内容に基づいてゴールマップを作成し、さらに、キットを作成する。

3.2 マップ作成

学習者は、学習した内容に関する自身の理解に基づいて、与えられたキットを構造化し、マップを完成させる。

3.3 マップ診断

学習者の作成したマップ群を重ね合わせ、全マップを総括した「重畳マップ」を作成し、ゴールマップと重畳マップの差分を示す「ゴール - 重畳差分マップ」を作成する。重畳マップのそれぞれのリンクは、リンクが存在するマップ数を全マップ数で除算した値で重み付けされる。そのため重みは、それぞれのリンクを張った学習者の割

合を示す。

次に、教授者はゴールマップと重畳マップを比較し、「調整ゴールマップ」を作成する。ゴールマップには存在しないが多くの学習者のマップに存在する「同一過剰リンク」や、その逆の「同一不足リンク」が示される。教授者はそれらに対して、許容するか否かを判断し、ゴールマップを調整する。この作業によって、ゴールマップを作成した段階では“ゴールマップ上には表すことができていなかったが正しい命題”を表したリンクを許容する。

教授者が事前に完全なゴールマップを作成することが、現実的には困難であり、特にリンクにおいては、少なからず見落としがあることが考えられる。重畳マップに基づいた調整ゴールマップによって、そうした見落としを発見でき、学習者が作成したマップをより精確に診断することが可能となる。

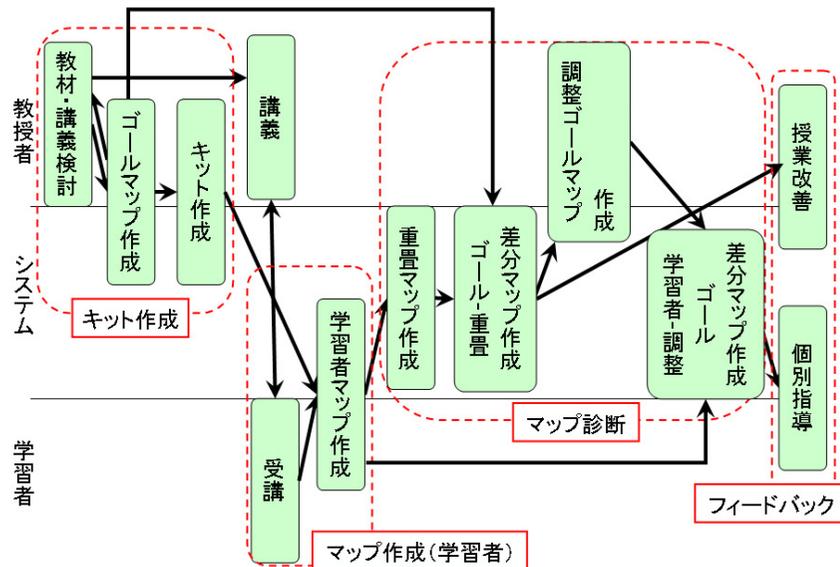


図1 インタラクションのモデル

3.4 フィードバック

教授者と学習者の双方にフィードバックされる。

教授者には授業改善を目的として、重畳マップと調整ゴールマップの差を示す。これらは学習者の、ひいては教授者の誤解や欠落を示していると考えられる。そうした

点について、授業の内容や方法を変更することで、授業改善が可能となる。

個々の学習者には個別指導を目的として、過剰リンクや不足リンクを示す。これらは学習者の誤解や欠落を示していると考えられ、それらに基づいて復習することが可能となる。

また、学習者全員にゴールマップを示すことで、クラス全体の理解状況を提示し、理解の修正や補強を促す。さらに、全マップをベクトル空間モデルで表現し、マップ間のコサイン距離を元に学習者をグルーピングする。グループ内やグループ間で全体の重畳マップとグループの重畳マップの差を吟味することで、理解の共有や差異の調整が可能となり、協調学習を支援することができる。

4. 支援システムの概要

本システムは、マップ作成用の「CmapEditor」(図2)とマップ評価用の「CmapAnalyzer」(図3)から構成される。

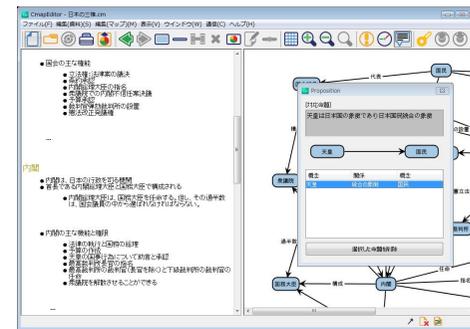


図2 CmapEditor

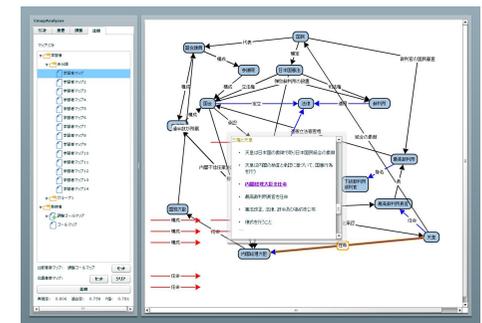


図3 CmapAnalyzer

4.1 CmapEditor (教師用・学習者用)

(1) ゴールマップ作成 [教師用]

概念マップを構成すべき命題に注目し、繰り返し、命題を取り出しすことで作成する。このとき、キットと教材中の各命題とが自動で関連付けられる。この関連づけは、フィードバックに利用される。

(2) キット作成 [教師用]

マップ分解機能により、ゴールマップからのキット抽出を支援する。

(3) マップ作成 [学習者用]

学習者は、自身の理解に基づいて、与えられたキットを構造化し、マップを作成する。

4.2 CmapAnalyzer (教師用)

(1) 重畳マップ作成

リストから選択されたマップ群を重畳して作成する。マップ中のリンクは重みが高いほど濃く太い線に表示される。

(2) 調整ゴールマップ作成

スライダにより、リンク表示の閾値を決定し、ゴールマップと重畳マップを比較する。過剰リンク及び、不足リンクについて教授者に警告し、調整を支援する。

(3) フィードバック

教授者に対し、重畳マップと調整ゴールマップ間の差から誤解・欠落箇所を示し、授業改善を促す。また、個々の学習者に過剰・不足リンクを示し、個別指導を支援する。

5. 評価実験

Kit-Build 方式の与える、2つのフィードバック、すなわち、教授者に対するフィードバックと、学習者の対するフィードバックが、有用なものであるかどうかの実験的な検証を試みた。また、小学校、中学校、高等学校の教員による本システムの試用とその感想の収集も行ったので報告する。

5.1 教授者に対するフィードバックの確認実験

5.1.1 目的

重畳マップと、ゴールマップとの差分から、ゴールマップの調整、並びに教材の修正が行われるかを確認することで、教授者に対するフィードバックを確認する。

5.1.2 方法

被験者は、大学生 15 人である。支援システムを用いて、被験者に社会科・公民分野の「三権分立」について、概念マップを 40 分間かけて描画させた。「三権分立」の教材とキットを与え、マップを作成させた。

5.1.3 インタラクションの検証結果と考察

作成したマップを用いて、重畳マップ及び調整ゴールマップを作成して検証した。教授者は、システムから提示される2つのマップの差分の結果からゴールマップの調整、教授すべき箇所の発見、教材修正箇所の発見を行う。2つのマップの差分において、ゴールマップに存在しないが重畳度が高いリンクが過剰リンク、存在するが重畳度が低いリンクが不足リンクである。過剰リンクのうち、リンクの接続が完全でないものが放置リンクである。その判定のための閾値は手動で決定する必要がある。過剰リンクについては、重畳度 0.142 以上では、それ未満の時よりも警告されるリンクが劇的に増えることから、閾値を 0.142 以上 (2 人以上) とした。不足リンクについては、半数以上が引いているリンクは不足していないと判断し、0.5 未満 (7 人未満) とした。過剰リンクは 42 本中放置リンクを除くと 12 本、不足リンクは 33 中 7 本が、放

置リンクは 9 本がシステムにより発見・警告された。閾値を設定せず、すべての警告リンクに対し、分析を行ったところ、新たに許容等されるべきリンクは無かった。これより、今回設定された閾値は妥当なものであったといえる。

表 1 重畳マップとゴールマップの差分分析結果

	総数	閾値 (重畳度)	警告数	許容数	削除数	追加数	教授箇所	教材修正 箇所
放置リンク	16	0.142 以上	9	0	0	0	5	5
過剰リンク	26	0.142 以上	12	9	0	1	2	5
不足リンク	33	0.5 未満	7	6	1	0	2	5
合計	75		28	15	1	1	9	15

(1) 差分によるゴールマップの調整

教材作成者が警告されたリンクについて、許容、追加、削除の必要性を検討した。まず、許容については、対応する教材中の記述の有無にかかわらずそのリンクで構成される命題の意味が正しく、追加する必要がないと判断したリンクを許容した。その結果、過剰リンクは 9 本、不足リンクは 6 本が許容され、警告された過剰リンクと不足リンクのうち、約 79% のリンクが許容される結果となった。追加と削除については、まず不足リンクのうちそれが意味する命題が誤っているリンク 1 本について削除を行い、それにとまって過剰リンクで命題の意味が正しいリンク 1 本を追加した。この処理により、リンクのつなぎ換えが起こったことになる。

(2) 差分による教授すべき箇所の発見

(i)警告された過剰リンクのうち意味が正しくないリンク、(ii)警告された不足リンクのうち意味も正しいリンクでなおかつ代替のリンクが存在しないと判断されるリンク、および、(iii)放置リンクのうち対応する命題が一意に決定するリンク、が教授すべき箇所となる。それぞれについて、2本、2本、5本のリンクが、教授すべきであると判断された。

(3) 差分による教材修正箇所の発見

過剰リンクに関しては、(I)教材中には対応箇所が明示的に記述されていないが意味が正しいため必要であるリンク 3 本、(II)学習者がリンクを張った理由が教材中の誤りに起因する可能性があるリンク 2 本、計 5 本について修正すべきであると判断された。

不足リンクに関しては、過剰リンクの場合と同様に、(a)教材中には明示的に記述されていないリンクのうち意味が正しいリンク 5 本が、要教材修正箇所と判断された。

放置リンクについては、(A)教授すべき箇所と同じ 5 本、について教材修正が必要であると判断された。

以上の結果から、概念マップを用いたインタラクションによりゴールマップの調整、教材修正、教授すべき箇所がそれぞれ実際に確認され、Kit-Build インタラクションの

有用性が示唆されたと言える。

5.2 学習者に対するフィードバックの確認実験

5.2.1 目的

Kit-Build 方式を用いて学習者により作成された概念マップに対するフィードバックの有効性や妥当性を評価することが目的である。

5.2.2 方法

被験者は、大学生 12 人である。ゴールマップと教材は、前回の実験を受けて調整したものを使用した。被験者には、「三権分立」の資料、キットおよびシステム操作の説明資料を適宜示した。

実験は次の手順で行われた。

まず、「三権分立」についての資料を提示し、10 分で内容を大まかに理解してもらった。

次に概念マップについて例を示しつつ説明を行い、実験で用いるシステムのホームページの URL を示し、ブラウザで開かせた。その後、ホームページからシステム「CmapEditor」を起動させ、システムによる概念マップの作成方法を説明した。この説明には 10 分を要した。

以上の準備の後、「三権分立」の概念マップを 20 分で作成させた。このとき、前述した「三権分立」の資料とキットを与えた。

各自のマップを作成した後、システム「CmapAnalyzer」を用いて、全体にゴールマップと重畳マップを提示し、その差分による指摘を 4 箇所行った。その際の指摘は、リンクの種類(過剰 or 不足)と該当するノード・リンク・ノードの組とそれに対応する教材箇所およびリンクの重畳度からなる。この全体に対する指摘は 15 分間行い、その後アンケートの質問 1 に 8 分で回答させた。

次に、サーバにトラブルが発生したため当初の予定を変更し、3 グループに分かれて、個別のマップの差分評価をグループごとに行った。ゴールマップ及び各自のマップ同士の差分を「CmapAnalyzer」の提示によりグループごとに評価した。この作業には 10 分を要した。

その後、アンケートの質問 2 と 3 に 15 分で回答させた。

5.2.3 結果

(1) 被験者の作成したマップの結果と分析

各被験者が作成したマップを重畳したマップ(重畳マップ)のリンクに対する分析結果を表 2 に示す。

今回使用したゴールマップは、前回の実験から作成された調整ゴールマップを用い、また、教材についても修正されたものを用いたため、学習者の誤った箇所は全体的に少ない傾向にあった。これにより、システムの教授者に対するフィードバックの有用性も再確認できた。

(2) 質問 1

重畳マップとゴールマップの差分から、特に、過剰、放置リンクの中で重畳度が高いものをそれぞれ 1 つずつ、不足リンクの中から重畳度の低いものを 2 本指摘箇所として取り出した結果を表 3 に示す。各指摘について、表 4 に示した質問項目 1-1 に対しては、「はい」「いい

え」の 2 択で、他の質問項目に対しては、「そう思う」「ややそう思う」「あまりそう思わない」「そう思わない」の 4 択で回答させた。

各指摘箇所について、質問項目 1-1 の回答に基づき、回答を正解群と不正解群の 2 群に分けて集計するとともに、両群の回答傾向の差を Mann-Whitney の U 検定で分析した結果を表 5 に示す。

表に示したように、質問項目 1-2 に関しては、指摘箇所を正解している群と不正解の群との間に、有意差もしくは有意傾向が認められた。このことから、指摘箇所を分かりにくいと感じた被験者は、その個所に対応するリンクを引くことができていなかったことが読み取れる。換言すれば、作成された概念マップには、学習者の理解が如実に表現されていると言えるだろう。

質問項目 1-3、1-5 に関しては、指摘箇所 A、B についてのみ、両群の間に有意差もしくは有意傾向が認められた。また、質問項目 1-4 に関しては、指摘箇所 A についてのみ、有意傾向が認められた。

表 2 重畳マップとゴールマップの差分分析結果

	総数	閾値 (重畳度)	警告数	許容数	削除数	追加数	教授箇所	教材修正 箇所
放置リンク	27	0.167 以上	7	0	0	0	2	2
過剰リンク	17	0.167 以上	3	1	0	0	2	1
不足リンク	31	0.583 以下	2	0	0	0	2	0
合計	75		12	1	0	0	6	3

表 3 指摘箇所の詳細

指摘箇所	ノード	リンク	ノード
A		— リンク —	(放置リンク)
B	裁判所	— 国民審査 —	国民
C	裁判所	— 適用 —	法律
D	最高裁判所	— 指名 —	下級裁判所の裁判官

表 4 質問 1 の詳細

	質問項目
1-1	この箇所については、正解しましたか？
1-2	この箇所は、あなたにとって、意味が分かりやすかったですか？
1-3	この箇所は、あなたにとって、覚えやすかったですか？
1-4	この箇所は、教材の内容を理解する上で、重要な箇所だと思いますか？
1-5	この箇所は、教材の内容についての誤った理解や勘違いを修正する上で、重要な箇所だと思いますか？

表 5 質問 1 詳細分析

指摘箇所	質問	群	そう思う	やや そう思う	あまりそう 思わない	そう 思わない	同順位補正P値 (上側確率)	
A — 指名 — (放置リンク)	1-2	正解	4	3	1	1	0.06	+
		不正解	0	0	2	1		
	1-3	正解	4	2	2	1	0.04	*
		不正解	0	0	1	2		
	1-4	正解	6	3	0	0	0.06	+
		不正解	0	3	0	0		
	1-5	正解	4	4	1	0	0.06	+
		不正解	0	1	2	0		
B — 国民審査 — 裁判所	1-2	正解	5	2	1	0	0.05	*
		不正解	0	2	2	0		
	1-3	正解	4	4	0	0	0.03	*
		不正解	0	2	2	0		
	1-4	正解	2	6	0	0	0.85	ns
		不正解	2	1	1	0		
	1-5	正解	2	3	3	0	0.09	+
		不正解	3	1	0	0		
C — 法律適用 — 裁判所	1-2	正解	6	2	1	0	0.04	*
		不正解	0	1	2	0		
	1-3	正解	5	2	2	0	0.20	ns
		不正解	0	2	1	0		
	1-4	正解	3	4	2	0	0.27	ns
		不正解	2	1	0	0		
	1-5	正解	3	4	2	0	0.27	ns
		不正解	2	1	0	0		
D — 下級裁判所の裁判官 — 最高裁判所	1-2	正解	4	2	1	0	0.02	*
		不正解	0	1	3	1		
	1-3	正解	3	2	2	0	0.11	ns
		不正解	0	2	2	1		
	1-4	正解	1	4	2	0	0.17	ns
		不正解	2	3	0	0		
	1-5	正解	1	3	3	0	0.30	ns
		不正解	2	2	1	0		

注) * $p < .05$, + $p < .10$, ns $p \geq .10$

(3) 質問 2

質問 2 の質問項目と回答結果を表 6 に示す。表に示したように、質問 2 に対しては、否定的な回答は見られなかった。よって、システムの提示するフィードバックは、教材の内容から見て妥当であり、理解する上で有用であると判断できる。また、学習者同士で意欲的に取り組む様子が観察された。

(4) 質問 3

質問 3 の質問項目と回答結果を表 7 に示す。表に示したように、質問 3 に関しては概ね肯定的な回答が得られた。質問 3-3、3-4 に関しては、約半数の被験者が否定的だった。これは、システムのインターフェース等、操作が難しかった可能性が考えられる。この点については、今後改善を行う必要があるだろう。

表 6 質問 2 の質問項目と回答結果

	質問項目	そう思う	やや そう思う	あまりそう 思わない	そう 思わない	無回答
2-1	システムからの指摘は、教材の内容から判断すると、適切だと思いませんか？	9	1	0	0	2
2-2	システムからの指摘は、教材の内容を理解する上で、役立ちましたか？	9	1	0	0	2

表 7 質問 3 の質問項目と回答結果

	質問項目	そう思う	やや そう思う	あまりそう 思わない	そう 思わない
3-1	教材を読むだけの場合と比較して、キットを組み立ててマップを描く場合の方が、教材についての理解は深まると思いますか？	8	4	0	0
3-2	「キットを組み立ててマップを描く」という方法は、分かりやすかったですか？	9	2	1	0
3-3	キットを組み立ててマップを描く操作は、難しかったですか？	2	3	4	3
3-4	キットを組み立ててマップを描く操作は、面倒でしたか？	1	5	6	0
3-5	マップを描くことは、教材の内容を理解する上で、役立ったと思いますか？	7	5	0	0
3-6	教材の内容についてあなたが理解したことを、マップで表現する上で、適切(かつ十分)なキットが用意されていたと思いますか？	5	6	1	0
3-7	教材の内容についてあなたが理解したことを、マップで表現することは簡単でしたか？	3	5	4	0
3-8	教材の内容についてあなたが理解したことを、マップで適切(かつ十分)に表現できたと思いますか？	4	6	2	0

5.3 教師らによる試用

5.3.1 目的

本システムに対する小学校、中学校、高等学校の教員による評価。

5.3.2 方法

被験者は、小学校教員 19 人と財団法人職員 1 人、中学校教員 7 人、高等学校教員 15 人の合計 42 人である。それぞれ 2~4 人で同じ校種ごとに 15 グループに分け、10 分間の説明の後、20 分間システムを利用し「三権分立」についてのマップ作成を行った。そして、重畳マップとゴールマップの差分をフィードバックとして提示し、その後 20 分間アンケートを行った。

5.3.3 結果と考察

作成された重畳マップとゴールマップの差分の分析結果を表 8 に、アンケートの結果を表 9 に示す。

表 8 より、今実験で作成されたマップの警告数は、5.1、5.2 で作成されたマップと比較しても、大きくは外れてはいない。このことから、今実験においても十分な活動が行われていたと判断できる。

肯定的な意見の中にはシステムの意図と一致するものが多かった。また、マウス操作による興味を湧かせる効果など予期していない効果がありそうで、これらについては検討していきたい。

提案の多くは、システム上実現可能なもので、今実験時には使用しなかったものであったが、学習者に対するリアルタイムなフィードバックを与えるといった様な、現在実装できていないアイデアも存在したため、これらについては検討していきたい。

否定的な意見の中で、リンクの向きに関する意見が多かったことから、無向リンクやリンクの意味の教授などの検討が必要であることが示唆された。また、システムの操作について難しいという意見があったため、インターフェースの改善も検討する。また、モデルの適用範囲として、数学等への適用が難しいという意見もあったため、それらの分野での活用方法の検討並びに、明確な適用範囲の定義の検討が必要である。

表 8 重畳マップとゴールマップの差分分析結果

	総数	閾値 (重畳度)	警告数	許容数	削除数	追加数	教授箇所	教材修正 箇所
放置リンク	40	0.119 以上	6	0	0	0	4	4
過剰リンク	37	0.119 以上	5	4	0	0	1	3
不足リンク	20	0.583 以下	6	3	0	0	3	1
合計	97	-	17	7	0	0	8	8

表 9 アンケートの結果

分類	意見カテゴリ	度数
肯定的	よくできている	1
	習熟すれば楽しい	1
	関係を可視化可能でよい	1
	マウスでの操作は興味がわきやすい	1
	指導や授業改善にいかすことができる	1
	学習の定着を見るのによい	1
	マップの差分の提示が瞬時にできることに感心した	1
	集中することができた	1
提案	個別から全体の内容へまとめる際に有効	1
	集合の図も入れてほしい	2
	リアルタイム	1
	履歴機能	1
	個別学習	1
	マップの部品と資料の対応	1
	写真を扱うとよい	1
	色分け可能だとよい	1
	タッチユーザインターフェイス	1
	誤答の多いものはフィードバックしていく	1
	フローチャートのような図ができると役立つ	1
	正確か不正確か分かる様にする	1
	具体的な数を利用したマップの作成	1
質問	個別指導をどのようにしていくのか	1
	一般的な PC で動くのか	1
否定的な意見	矢印の向きが難しい	9
	活用できる内容が限られる	2
	数学での使用は難しい	2
	重畳マップが見にくい	1
	置く場所が自由なのは難しい	1
	ノードとリンクが重なるとわかりにくい	1
	何に使えるか分からない	1
	使用時間が少ないのでわからない	1
	操作が難しい	1

6. おわりに

本研究では、Kit-Build 方式の概念モデルとして、概念マップの自動診断の方法と、それに基づく学習活動を提案した。また、教授者と学習者の間で、コンセプトマップの Kit-Build 方式によるインタラクティブな活用の実現ならびにその実装と実験的評価を行った。さらに、各フィードバックに対し、各校種の教員による評価を行った。

今後の課題として、協調学習への応用が考えられる。

参考文献

- 1) Novak, J.D., & Canas, A.J. : The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01(2006).
- 2) 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, 43(1), pp.29-51, (2002)
- 3) L.Cimolino, J.Kay: Verified Concept Mapping for Eliciting Conceptual Understanding, Proc. of ICCE2002, pp.1561-1563(2002).
- 4) E.Gouli, A.Gougoulou :Evaluating learner's knowledge level on concept mapping tasks, Proc. of ICALT2005, pp.424 - 428(2005).
- 5) 竹谷誠,佐々木整 : 学習者描画の認知マップによる理解度評価法,信学会論文誌, Vol.J80-D-II, No.1, pp.336-347(1997).
- 6) 鈴木満,猪俣敦夫,村越広享,東条敏,落水浩一郎 : コンセプトマップを用いた電子教材の評価手段の提案,ET2001-7,pp.41-48(2001).
- 7) 横山 琢郎,平嶋 宗,岡本 真彦,竹内 章, "単文統合としての作問を対象とした学習支援システムの設計・開発",教育システム情報学会誌, Vol.23, No.4, pp.166-175(2006).
- 8) 國近 秀信,松田 瑞生,平嶋 宗,竹内 章 : Web 教材の再構成を可能とした探求学習支援環境",日本知能情報ファジィ学会誌, Vol.18, No.2, pp.196-204(2006).
- 9) 山崎和也, 福田裕之, 平嶋宗, 舟生日出男 : "Kit-Build 方式による概念マップのインタラクティブ化", ALST55, pp.59-64 (2009)
- 10) 福田裕之, 山崎和也, 平嶋宗, 舟生日出男, "概念マップのインタラクティブ化 - Kit-Build 方式の概念モデル - ", 教育システム情報学会全国大会(2009)
- 11) 山崎和也, 福田裕之, 平嶋宗, 舟生日出男 : "概念マップのインタラクティブ化 - Kit-Build 方式の実装と実験的評価 - ",教育システム情報学会全国大会 (2009)