

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 3月31日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21300310

研究課題名（和文） キットビルド方式による概念マップのインタラクティブ化に関する研究

研究課題名（英文） Interactive Concept Map with Kit-Build Method

研究代表者

平嶋 宗 (HIRASHIMA TSUKASA)

広島大学・大学院工学研究院・教授

研究者番号：10238355

研究成果の概要（和文）：

診断可能な概念マップの実現のために、作成目標となるゴールマップの設定と、その分解による部品化、およびその部品の組み立てとしての概念マップの構成の枠組みをキットビルド方式として定式化し、この枠組みの実装および実験的評価を行った。また、小学校の理科を対象として実践的利用も試み、ゴールマップの作成可能性、部品からのマップの作成可能性、作成されたマップの診断可能性を検証し、また、学習効果が得られることも確認した。

研究成果の概要（英文）：

In this research, we have proposed kit-build method to realize diagnosable concept maps. In the kit-build method, a goal map is prepared beforehand and parts of concept map are generated by decomposing the goal map. Learners build their concept map by using the parts. The concept maps composed by the parts are easily diagnosed by comparing the original goal map. We have implemented a system based on the framework and use the system practically in an elementary school. Through the experiment, we have confirmed that the framework and the system is promising.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	5,800,000	1,740,000	7,540,000
2010年度	4,400,000	1,320,000	5,720,000
2011年度	4,500,000	1,350,000	5,850,000
年度			
年度			
総計	14,700,000	4,410,000	19,110,000

研究分野：学習工学

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・教育工学

キーワード：概念マップ，キットビルド，自動診断

1. 研究開始当初の背景

概念マップは理解を外化するための最も有力な記述法の一つであるといえ、これまでも様々な研究がなされてきており、実践的にも学習効果が確認されている。しかしながら、描かれた概念マップをどのように活かしていくかについては十分な研究がなされて

いたとはいえない。描かれた概念マップを活用するためには、その診断が必要となるが、従来の研究における概念マップでは、その構成要素についても学習者が作成することになるため、マップごとに構成要素が異なっており、計算機による診断のみならず、教師や学習者同士でもその評価は簡単ではなかつ

たといえる。概念マップの計算機による診断に関する研究もいくつか存在するが、それらも自由に描かれた概念マップを自然言語処理的なアプローチで評価することを目指しており、十分な成果を上げているとはいえなかった。本研究の研究代表者および研究分担者はこれまでに、計算機を用いた概念マップ作成ツールの設計・開発とその教育現場で実践的利用の研究を行ってきた。これらの研究では、マップ作成の効果は確認できているが、作成された概念マップの診断やそれに基づくフィードバックの提供といったことについては、実践を通してその重要性を認識しつつも、教師が行う上で非常に負荷が大きく、また、計算機では対応困難なため、十分には実施できていなかった。これが本研究へのニーズである。このニーズに対する一つの回答としてのキットビルド方式の着想は、(a)Web教材の再構成に関する研究、(b)作問学習支援に関する研究、(c)読解時の下線引き活動に対するフィードバック生成に関する研究、より得られたものである。(a)の研究では、ページとリンクで構成されているWeb教材を、学習者が自身の理解に従ってリンクを付け替えることで再構成できる学習支援環境を実現しており、ここでの「理解を表明する手段としてのリンクの付け替え」という発想が本研究につながっている。(b)の研究では、問題を作る、という活動を、予め用意された単文カードから必要なものを選び出し、適切な順番に並べることとして学習者に行わせている(単文統合としての作問)。これは、作問というタスクを、文生成タスクと文統合タスク(文を適切な順序に並べるタスク)に分けて考えた上で、文生成タスクを省略することによって成立している。このような作問形態でも十分に作問学習としての効果を上げることができており、また、文生成を扱う必要が無い分、算数的な構造への意識も高まっているようにも見受けられる。このような知見を概念マップに置き換えることによって得られた着想が、本方式である。(c)の研究は、読解時の重要部分に対する下線引き活動の診断とフィードバックに関するものであり、この下線引きは、分節化タスクのみを行っていることとなり、分節化タスクと構造化タスクを分離することができるという着想につながっている。

2. 研究の目的

概念マップとは、概念を表すノードと関係を表すリンクによって構成される理解の外化表現の一つであり、本研究で目標とする概念マップのインタラクティブ化とは、学習者が作った概念マップを診断し、フィードバックを返せるようなソフトウェアを実現することであった。

キットビルド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、ここでのキットビルド方式とは、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、教授者側が用意した概念マップの構成要素(キット)を学習者に与えて、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(学習者マップ)を作らせることであり、本研究において提案し、実現を目指す方式である。ここで、「行われた授業についての理解を表明させる」のように、なんらかの意図を持って提供された情報についてどのように理解しているかを表明させることに利用目的を限定することで、教授者が理解目標としての概念マップ(目標マップ)を設定することが可能となり、この目標マップを分解したのとして学習者に提供する部品を用意することができる。この方式で作成される概念マップはその構成要素が同じであるため、概念マップ同士の直接的な比較が可能となる。このため、ある学習者の学習者マップが目標マップや他の学習者の学習者マップ(ピアマップ)とどのような異同を含んでいるかを検出したり、複数の学習者マップを重畳することで学習者群としての理解を表す概念マップ(重畳マップ)を作成し、それを目標マップや個々の学習者マップの比較対象にする、といったことも可能となる。このような診断結果は、個人や学習者群を対象とした学習支援だけでなく、教材・講義の改善などのPDCAサイクルでの活用も期待できる。

本方式は「意図を持って行われた情報伝達」に対する「理解の表明」としての概念マップ作成を前提としており、一般的な概念マップと比べると、適用可能な状況が制限されている。しかしながら、この前提を満たしうる状況は一般的な講義など数多く存在し、ここでの概念マップの診断・フィードバックを実現することは、十分な意義を持つと考えている。また、表現の自由度が制限されることの影響は本研究を通じて調査が必要であるが、従来の概念マップは自由度が高すぎるために描くのに困難を感じる学習者が少なくないことを考えると、本方式は足場がけとしての意義も持つと期待できる。さらに、目標マップを定めることに伴って、その揺らぎを考慮する必要が出てくるが、本研究では、(a)教材からの切り出しとしての構成要素の抽出、(b)マップの骨格としてのコアキットの用意、(c)学習者群としての理解を表す重畳マップの作成とそれに基づく目標マップの調整、といった方法で吸収することを試みた。

3. 研究の方法

本研究では、まず、キットビルド方式の概念マップについてのフレームワークの確立を試みた。さらに、そのフレームワークに基づいたシステムの実装を行った。このシステムは、教師がゴールマップを作成し、そのゴールマップを分解することでマップの部品を作成するゴールマップエディタ、学習者が概念マップを組み立てる学習者マップエディタ、学習者が作成した学習者マップをオンラインで収集し、ゴールマップを比較したり、あるいは学習者マップを集計・重畳するといったことを行うマップエディタより構成されており、それらを合わせてKBマップシステムと呼んでいる。KBマップシステムをまず大学生を対象として実験的な使用を試み、その動作を確認した。さらに、小学校の理科の授業での利用を行い、その有効性の確認を行った。

また、KBマップの利用可能性を検証するために、一般的な概念マップの構成法といえるスクラッチビルド方式との学習効果の比較実験も試みた。

さらに、学習者マップの診断に基づくマップ構成の支援方法の設計・開発と、その実験的な検証も行った。

これらに加えて、KBマップシステムをメディアタブレットを用いて運用できるようにし、その教育の場における実践利用も試みた。

4. 研究成果

○KBマップシステムの設計・開発

ゴールマップエディタ、学習者マップエディタ、マップアナライザ、で構成されるKBマップシステムを設計・開発した。このシステムでは、個々の学習者が作成した概念マップをネット経由で収集し、ゴールマップとの比較による個々の学習者マップの診断や、学習者群より得られた複数の学習者マップを重畳することによる学習者グループに関するマップの作成を実現している。

○実験的使用を通じた動作確認

KBマップシステムを、実験的に作成した教材を用いて、大学生を被験者として実験的に利用した。この実験利用を通して、大学生がキットビルド方式の概念マップを違和感なく作成できること、その活動を学習効果のあるものと判断していること、およびシステムによる個別のマップの診断が妥当性のあること、および学習者グループとしての重畳マップもその学習者グループに関する有用な情報を提供しうることを確認した。

○スクラッチビルドとの比較

通常概念マップの構成活動は、概念の分節化活動と分節化された概念の構造化活動の二つによって構成される(スクラッチビルド)。これに対して、キットビルド方式の場

合、構造化活動は保存されるものの、分節化作業は認識作業に置き換わることになる。分節化に比べて認識作業は容易になることから、キットビルド方式では概念マップの構成に対する足場かけになると同時に、構造化活動への集中を促すといった学習における正の効果が期待できると同時に、分節化作業が認識作業に簡単化されることによる学習効果の低下も懸念される。この効果のトレードオフを確認するために、同様の課題を用いて、スクラッチビルドの場合とキットビルドの場合において、どのような学習効果が得られるのかを実験的に比較する試みを行った。結果として、双方の差は大きなものとはならなかった。マップの作成活動として期待できる学習効果が大きく違わないのであれば、診断が可能であり、また、学習者にとって作成しやすいといえるキットビルド方式が有望であると判断することができた。

○概念マップの作成支援

KBシステムでは、学習者が作成した概念マップの問題点を、ゴールマップと比較することで診断することができる。比較によって得られた差分を埋めることが学習者による概念マップの修正作業となるが、この差分をそのまま提示することは答えの直接的な提示につながり、学習効果を期待することが難しい。概念マップの修正活動を学習活動として効果的なものとする上での、概念マップの診断に結果に基づくマップ作成の支援法の設計とその実験的検証を行った。支援法としては、数多く存在する差分の中から、学習者のマップ作成の文脈に沿った差分を選び、それについての修正を促す方法を設計している。このような差分の修正の支援方法を用いることにより、単純に差分を指摘する場合に比べてより高いマップの修正効果を期待できることを実験的に確認した。

○小学校でのKBマップの利用実験

KBマップシステムを小学校の理科の授業で実践的に利用し、その利用可能性および学習効果を確認する実践を行った。対象課題は小学校理科の月の満ち欠けであった。2名の小学校教諭が協議してゴールマップを作成し、そのゴールマップから得られた部品を用いた概念マップの構成を授業の一環として小学生6年生が行った。まず、1時限の授業でマップの作成作業を行い、得られた学習者マップを集計して構成された重畳マップを用いた誤りに対するフィードバックの授業をさらに1時限行った。さらに、別の時限において概念マップの再度の作成を行わせた。結果として、学習者が概念マップを違和感なく作成できること、学習者が概念マップの作成活動を学習の有益であると感じていること、得られた学習者マップ及び重畳マップが教師にとって有益な情報を提供してい

ること、学習者のマップの妥当性が2回目のマップ作成において向上したこと、が確認できた。

この結果をベースとして、4年生でも同様の授業実践を試みた。この結果、一般的に用いられるペーパーテストの成績としても向上がみられることが確認できた。

○メディアタブレットを用いたKBマップの作成

KBマップをメディアタブレットを用いて作成できるようにした。メディアタブレットは今後教育現場において主要な情報機器として整備されてゆくことが予想されるものであり、それをどのように利用していくかが教育におけるICT活用の大きな課題となっている。KBマップをメディアタブレットを用いて組み立てることができるということは、KBマップを用いた授業を計算機室ではなく、一般教室でも行えるようになることを意味する。本研究においては、実験的にKBマップシステムをメディアタブレットを用いて利用可能にした上で、実験的な利用を行い、小学生でもメディアタブレットを用いて概念マップを組み立てることができること、および、学習者同士の話し合いが活性化されることを確認している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

(1)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).査読有

[学会発表] (計14件)

(1)Hideo Funaoi, Kouhei Ishida, Tsukasa Hirashima: Comparison of Kit-Build and Scratch-Build Concept Mapping Methods on Memory Retention, Proc. of ICCE2011, pp. 539-546(2011. 11. 30, Thailand).

(2)Youhei Mizuta, Tsukasa Hirashima, Hideo Funaoi: Support for Concept Map Building based on Learner's Building History, Proc. of ICCE2011, pp. 76-80(2011. 11. 30, Thailand).

(3)石田耕平, 舟生日出男, 平嶋宗, "Kit-Build 概念マップ作成が学習者の記憶に与える影響について", 第36回JSiSE全国大会, F6-1, pp. 480-481, (2011. 8. 31, 広島市)

(4)長田卓哉, 中田晋介, 舟生日出男, 平嶋宗, "Kit-Build 概念マップによる授業内対話の支援-小学校6年理科「月の形と太陽」での実践事例-"第36回JSiSE全国大会, F6-1,

pp. 482-434, (2011. 8. 31, 広島市)

(5)Tsukasa Hirashima, Kazuya Yamasaki, Hiroyuki Fukuda, Hideo Funaoi, Diagnosable Concept Map toward Group Formation and Peer Help, CSCL2011, pp. 880-881(2011. 7. 6, Hong Kong, China)

(6)Tsukasa Hirashima, Kazuya Yamasaki, Hiroyuki Fukuda, Hideo Funaoi, : Kit-Build Concept Map for Automatic Diagnosis. AIED 2011: 466-468(2011, 6. 30, New Zealand)

(7)水田曜平, 平嶋宗, 舟生日出男, "学習者の状況に応じたヒント提示による Kit-Build 方式概念マップ作成支援", 2011 年度人工知能学会全国大会, 1H1-4, (2011. 6. 2, 盛岡市).

(8)石田耕平, 福田裕之, 山崎和也, 舟生日出男, 平嶋宗, "概念マップ作成による記憶への記憶の効果の比較", 第61回先進的学習科学と工学研究会, pp. 37-42, (2011. 3. 13, 長門市)

(9)長田卓哉, 福田裕之, 山崎和也, 舟生日出男, 平嶋宗, "概念マップへの基本関係リンクの導入とそれを用いたマップ間の差分の修正支援 - is-a, part-of, attribute-of の利用-", JSiSE2011 学生研究発表会, pp. 270-273, (2011. 3. 11, 広島市)

(10)水田曜平, 平嶋宗, 舟生日出男, "Kit-Build 方式における学習者のマップ作成支援機能の設計・開発 - 学習者のマップ作成状況に応じたヒントの提示-", JSiSE2011 学生研究発表会, pp. 274-277, (2011. 3. 11, 広島市)

(11)Kazuya Yamasaki, Hiroyuki Fukuda, Tsukasa Hirashima and Hideo Funaoi: Kit-Build Concept Map and Its Preliminary Evaluation, Proc. of ICCE2010, pp. 290-294 (2010. 12. 1, Malaysia)

(12)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を用いたインタラクションとその評価の試み", 情報処理学会研究報告, Vol. 2009-CE-102 No. 21, pp109-116(2009. 10. 16, 東広島市)・

(13)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第34回全国大会講演論文集, pp. 460-461(2009. 8. 20, 名古屋市)

(14)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 方式の実装と実験の評価 -", 教育システム情報学会第34回全国大会講演論文集, pp. 462-463(2009. 8. 20, 名古屋市)

[その他]

○報道実績

・広島大学附属小学校での実践授業 (2012 年

6月—7月, および2月)

・中国新聞 (2012年2月12日): 広島大学附属小学校での実践授業
広島大学附属小学校での実践授業

6. 研究組織

(1) 研究代表者

平嶋 宗 (HIRASHIMA TSUKASA)
広島大学・大学院工学研究院・教授
研究者番号: 10238355

(2) 研究分担者

舟生 日出男 (FUNAOI HIDEO)
広島大学・大学院工学研究院・准教授
研究者番号: 20344830

堀口 知也 (HORIGUCHI TOMOYA)
神戸大学・海事科学部・教授
研究者番号: 00294257

福永 良浩 (FUKUNAGA YOSHIHIRO)
九州産業大学・経営学部・講師
研究者番号: 10360299

(3) 研究連携者

()

研究者番号: