

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 17 日現在

機関番号：16301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700899

研究課題名(和文) コンセプトマップによる集団知識の分析

研究課題名(英文) Analyze of group knowledge using concept maps

研究代表者

河村 泰之 (KAWAMURA, Yasuyuki)

愛媛大学・教育学部・講師

研究者番号：80369967

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,300,000円

研究成果の概要(和文)：高校の教科「情報」でコンピュータの計算誤差に関する授業実践を行うために、コンセプトマップを用いて授業改善を行った。計算誤差の研究は進んでおり、基本的な知識も普通は大学の授業で行う。そのような内容を高校生レベルで授業化する。大学院生に授業作りをさせ、本研究では、授業作りにコンセプトマップを取り入れさせて、授業後にコンセプトマップの威力について考察させた。2回の実践授業で、生徒の反応を思い返したところ、反応の薄かった場面は、コンセプトマップでつながりを表す線を引にくい内容であった。このことから、集団知識を分析することは十分できるという手ごたえを得た。

研究成果の概要(英文)：We developed a lesson about computational error, which is usually dealt with in university, as a high school subject. For teaching practice about computational error, we improved lessons using concept maps. A graduate school student made lesson plans and drew concept maps expressing them. After 2 practices about computational error in high school, the graduate school student realized the power of concept maps. In the situation that the reactions of high school students were light, there was a difficulty of drawing a segment which express a relation between contents. From this observation, we got a response to be able to analyze group knowledge.

研究分野：情報教育

キーワード：コンセプトマップ

### 1. 研究開始当初の背景

コンセプトマップは1970年代にノヴァクらによって開発されたもので、概念を図や絵で表わし、関係のある概念同士を線または矢印で結ぶ。知識構造を視覚化できるツールとして教育への利用もよく提案され、知識の整理・発見に役立てられている。近年では、ビジネスシーンでもアイデアを生む刺激や創造力促進、あるいはブレインストーミング等のために用いられている。

教育の分野では生徒にコンセプトマップを描かせることで理解度を測る研究や、教師が授業改善のためにコンセプトマップを作成する方法などが提案されてきた。その後、個人で作成していたコンセプトマップを多人数で作成することにより、協調活動で成果を上げた実践などに発展している。

本研究は、これらの活動を促すソフトウェアを開発することを目的とした。コンセプトマップを扱うソフトウェアはすでにいくつか製作されているが、それらはこれまでの教育で使われた方法を単にソフトウェアで実現したに過ぎない。そこで、グラフ理論におけるグラフ描画やグラフの特徴量からの分析を促進することを提案する。特に、個々のコンセプトマップからアルゴリズムを用いて一つのコンセプトマップを作るアプローチはこれまでの協調活動とは異なるものが生まれる。

### 2. 研究の目的

コンセプトマップをグラフとみなすと、本研究の目的は、それぞれの子どもにグラフを定義させ、それら多数のグラフから共通する部分グラフ構造を発掘することである。その際に注意することは次の2つである。

(1) 子どもが直感的に操作できること  
知識が整理されていない状況からコンセプトマップを作り始めるので、複雑な操作はできない。紙を使って活動する活動を見直し基本操作を整理して定義し、自然なインターフェースを開発する。具体的には2部グラフやクリークのようなよく現れる特徴的な構造はGUIで構成できるようにする。また、隣接関係のみでは構造を整理しにくいので、位置関係も重要となる。つまり、見やすい自動配置も課題となる。

(2) 子どもが作る多数のコンセプトマップから共通の知識構造を発見すること  
多数のグラフから同型部分グラフを見つける問題はNP完全であるが、大きくないグラフ(エッジが30本程度まで)なら全探索でも現実的な時間で解けることが経験的に知られているため実用的には問題がないと予想される。これを実際に確かめる。また、グラフの数を膨大に、構造を複雑にしたときのこと計算複雑さの観点から理論的に考察する。一般のグラフではNP完全であるが、特定の構造(木やクリーク、コーダグラフ

等)では多項式時間で解決することが知られているので、コンセプトマップに限定したときのグラフの特徴を明らかにし、その制限の下で同型部分グラフ問題を考える。

### 3. 研究の方法

(1) 子どもが直感的に操作できる自然なインターフェースを吟味するため、紙ベースの活動を見直す。

ここでは大学院生の協力を得て、実際にコンセプトマップを作る経験を積み、捜査を整理する。

(2) 多数のコンセプトマップから共通な構造を発見

まずは、コンセプトマップを表すグラフを人間が観察する。自動描画の方法を学び、ソフトウェア化する前に描画方法について検討する。その後、アルゴリズムによって共通な構造を見つける。

### 4. 研究成果

申請段階で協力の内諾を得ていた中学校教員と大学院(進学予定)の学生から協力が得られなくなったことで、研究の方向が大きく変わった。学校現場で生徒が作るコンセプトマップの実態を収集できなくなったことが大きな原因である。

そこで、別の大学院生をアルバイトとして雇い、高校の教科「情報」で実践の場を確保した。実践では計算誤差に関わる授業がテーマであった。普段は無視できると考えているほど小さな誤差でも、計算を繰り返す内に、無視できないことが起こる誤差伝播の現象を授業化した。

(1) コンセプトマップによる主要要素抽出

その際に、コンセプトマップを利用して授業の改善を重ねた。まずはじめの実践授業では通常の指導で、大学院生に誤差伝播に関する授業の指導案を作成させた。その後、コンセプトマップを作らせて改善する方法を試みた。図1は大学院生が作った1回目の実践授業のコンセプトマップである。黄色で塗った四角がこの授業で重要と思われる概念を

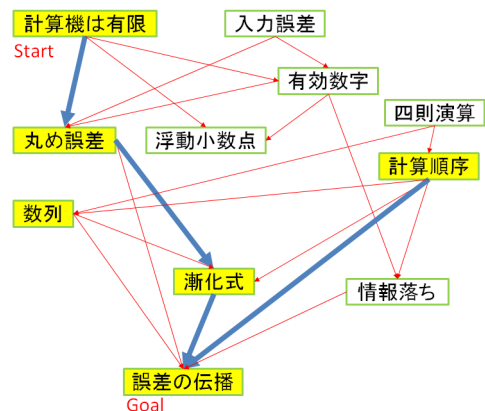


図1: 1回目の実践のコンセプトマップ

示している。「計算機は有限」「丸め誤差」「漸化式」「誤差の伝播」という流れと、「計算順序」「誤差の伝播」という流れがあり、計算順序が他の授業内容とどのように関連しているのかわかりにくい。しかし、この授業は大学院生が時間をかけて考えた指導案を作成した。何度も作り直しているが、その度に授業の内容は厳選し、生徒にわかりやすいよう工夫したはずであった。つまり、指導案で、導入 展開 まとめという構成を考えることに重点を置きすぎると、内容の関連が見えにくくなってしまっていることを示している。実際、授業中に計算順序を扱っているとき、生徒は手で計算することはばかりを意識して、どのように誤差に影響するか意味を受け止めている者は少なかったようである。

コンセプトマップと指導案の改善を何度も往復して、内容的な関係が薄いところを改善して授業を作る際に重要な要素をいくつか抜き出した。このように、新しい授業を作る際に主要な要素を見つける実践を報告した。

1 回目の実践の反省を踏まえ、2 回目の実践を行った。図 2 は同じ大学院生が作った 2 回目の実践授業のコンセプトマップである。内容的な流れは「誤差の伝播」の概念につながるように構成したが、「誤差を抑える」という新しい概念をマップに追加することにより、授業での関連をつなげるよう工夫していることが見られる。

この工夫はとても興味深い。はじめは授業の内容を示す概念が名詞ばかりであったのに対し、動詞を含んだ概念を導入したのである。これはあたかも、幼児が名詞優位で言語を獲得し、動詞は名詞の後になるということに対応しているようにも見える。つまり、大学院生はコンセプトマップを使って授業を改善していく過程で、コンセプトマップの表現力を向上させたのである。

## (2) コンセプトマップの描画方法

本研究ではソフトウェア化した際には、コンセプトマップの自動配置機能を付加する予定であった。図 1、図 2 で示したコンセプトマップはともに上から下へ向かって矢印関係を保つよう描画してある。これは、既存の研究結果で簡単に実現できる。これを実際

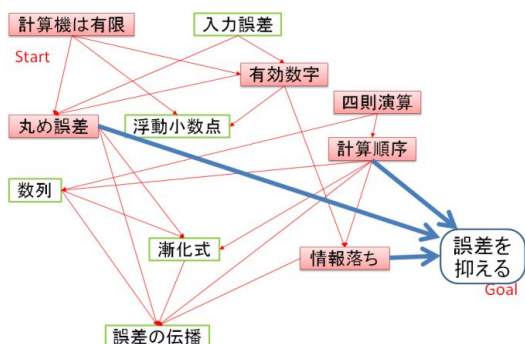


図 2：2 回目の実践のコンセプトマップ

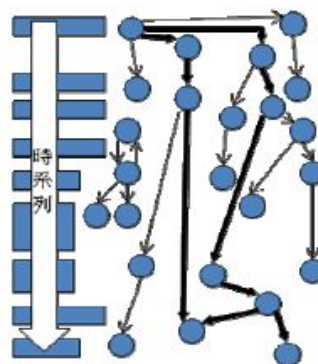


図 3：時系列と対応付けたコンセプトマップ

の授業の時系列と並べて比較するよう、図 3 のようなデザインを提案する。実際に授業で進んだ順に内容を並べ、その内容に対応する位置にコンセプトマップの概念を配置する。稀な例外を除けば、ほとんどの場合はコンセプトマップの上下関係は保存できる。

この描画機能は、子どもが授業内容を振り返ることにも、教師が授業展開を見直すことにも使え、子どもの作るコンセプトマップを教師が見ることで生徒の理解度を確認でき、子どもにとっては内容を考えて授業展開を追うことによって授業に込められた意味をとらえることができる。また、クラス全員で協調しながら一つのコンセプトマップを作る際にも、授業の時系列は議論のための大きな材料となる。

この描画方法は直接的には利用しなかったが、実質的には考え方を利用している。大学院生が授業改善を行うとき、指導案とコンセプトマップを別々に作った。改善を繰り返して、指導案とコンセプトマップの往復をするとき、頭の中では 2 つの図を考えており、それは図 3 に示すものと本質的には同じものである。ソフトウェア化こそできなかったが、描画の方法については既存の研究を調査し、授業改善に適応させた。

## 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 0 件)

なし

〔学会発表〕(計 4 件)

兵頭英, 河村泰之, 白濱弘幸 コンセプトマップを用いた誤差に関する主要な授業要素の抽出 日本情報科教育学会第 4 回研究会報告書 pp.28-31, 日本大学(東京・世田谷区) 2015

日野翔太, 河村泰之 他: 離散的な線分を題材とした授業実践, 全国算数・数学教育研究大会, 山梨大学(山梨県・甲府市), 2013/08

河村泰之, 八木昌生: 高大連携による生

徒の自主性を伸ばす活動の実施, 日本情報科教育学会全国大会講演論文集, 東海大学(東京都・港区), 2013/06  
河村泰之, 八木昌生: 高大連携による生徒の自主性を伸ばす活動, 日本情報科教育学会全国大会講演論文集, pp.59, 信州大学(長野県・長野市), 2012/06

〔図書〕(計 0件)

なし

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

なし

取得状況(計 0件)

なし

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

河村 泰之 (KAWAMURA Yasuyuki)

愛媛大学教育学部・講師

研究者番号: 80369967

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし