

蟻コロニー最適化に基づく授業導入部の設計支援システム

大谷研究室

1472031 貴家万里加

1. 背景と目的

現在、小学校教諭の 9 割が教材準備の時間を十分にとれず悩んでいる教材準備とは、授業の目的に応じて教材を選択、作成したり、子供に合わせて授業の構成を考えたりすることである。小学校の授業は一般的に 1 時限 45 分で、導入、展開、結論の 3 部から構成される。導入では、授業で教示される新たな知識と児童の既存の知識とが児童の中でつながるきっかけを与えることが重要である。教師は数多くの関連付く可能性のある事物や事象から、生徒に合わせて単元ごとに関連付けを考える必要がある。しかし、現在は知識の関連付けを考えて授業を設計する時間が十分に取れていないという問題がある。

本研究では、新たな知識と既存の知識を関連付けたよりよい授業の導入部を教師が効率的に設計できるようになることを目的として、知識のつながりを提示する授業導入部の設計支援システムを構築する。ここで、新たな知識とは授業を通して児童が学ぶ新しい知識とし、既存の知識とは学校で学ぶことに限らず児童が授業前に既に知っている知識とする。対象学年は中学高校の勉強の基礎を学ぶ小学 6 年生とし、対象科目は 4 年連続で小学生が最も嫌いな科目として選んだ算数とする。

2. システム概要

本研究で構築する支援システムは、連想関係の探索には岡本らにより作成された連想概念辞書に、小学 6 年の算数の教科書に記載されているか否かの情報を用いて編集したデータベースを用いる。連想関係は蟻コロニー最適化により探索する。蟻コロニー最適化とは、蟻の採餌行動の特徴からヒントを得て生まれた探索手法である。連想概念辞書とは、連想実験から得られるデータをもとに人間が知識として保持している一般的な概念と関係性を構造化したデータである。実験協力者に単語 A を与えて単語 B を連想したとき、単語 A を刺激語、単語 B を連想語とし、連想頻度と連想順位を元に、刺激語と連想語の連想距離を定量化している。

各区間の距離は、地点 B から地点 A への距離を区別し、連想距離に基づいて設定する。蟻コロニー最適化を応用するにあたり、蟻が訪問することができる地点を連想概念辞書に含まれる 56,345 語すべての単語とし、スタート地点はユーザが入力した単語。ゴール地点はシステムを起動したときに全地点から 1 つランダムに選んだ単語とする。1 匹の蟻が持つフェロモン量は 30、フェロモンの蒸発率は 0.01、蟻の数は 60 とする。経路選択の終了条件は、60 匹の経路選択が 50 回の施行を終えたときとする。ただし本研究では経路選択において 10 回経路を選択しゴール地点にたどり着いていなかった場合、蟻は途中まで進みフェロモンを残し経路選択を終える。最後に 50 回の施行を終えた後に蟻 60 匹をもう一度歩かせ 60 匹のうち 3 匹が辿った経路のうち、スタート地点から続く 4 つの単語を出力する。

3. 評価実験

授業の導入部分の設計の効率化と導入部分の質の向上を目的とした本システムの有効性を確認することを目的として、評価実験を実施した。被験者は小学校教諭5名と小学生対象の塾講師2名である。小学校6年生の算数「対称な図形 つりあいのとれた形を調べよう」「角柱と円柱の体積 角柱や円柱の体積を求めよう」の授業導入部の設計を想定し、単元の導入部を考えさせてからシステムを使用させ、「質向上への貢献度」「手間削減への貢献度」「利用満足度」の3つの項目について5段階で評価させた。5段階評価ののうちインタビューにて、アンケート回答理由、現在行っている導入と導入部設計方法、その他の意見について質問した。アンケートにより得られた評価値の平均を表1に示す。インタビューでは、指導歴18年の被験者から「結局画用紙を用意したり写真を印刷したりと、道具を準備するのに時間がかかる」、指導歴4年の被験者から「アイデアの引き出しを増やせることが良い」という意見があった。

表1：平均評価値

項目	平均評価値
質向上への貢献度	4.0
手間削減への貢献度	3.3
利用満足度	3.6

4. 考察

インタビューから導入部設計手順には3つの手順があることがわかった。手順1は教示ネタの考案である。多角形をサッカーボールと結びつけるか蜂の巣と結びつけるのか、授業と結びつく具体的な事柄を考案する。手順2は教示ネタの使用法の検討である。サッカーボールを目で見るのか、鉛筆で書くのか、画用紙で作るのかなど、教示ネタをどう用いるのかを検討する。手順3は教材の準備である。写真を印刷したり、画用紙を準備したりするなど、教示ネタを用いるために必要な教材を作成・用意する。

評価実験の結果より、システムの有用性を考察する。アンケート3項目のうち「質向上への貢献度」の平均が4.0と高いことから、授業導入部の設計の質向上において本システムの有用性が高いことが示された。しかし「手間削減への貢献度」の平均は3.3と低い。手間削減への貢献度について指導歴に着目してインタビュー結果から考察すると、否定的な意見を述べているのは指導歴の長い被験者であり、意見より指導歴の長い被験者は手順1,2を手間と感じていないことと、大きな手間となっている手順3の支援を本システムができていないことがわかった。肯定的な意見を述べているのは指導歴の短い被験者であり、意見より指導歴の短い被験者にとって手間となっていた手順1,2に対する支援ができていたことがわかった。したがって、本システムは指導歴の長い教師が抱える問題である手順3への有用性は低く、指導歴の短い教師が抱える問題である手順1と2への有用性は高いといえる。

今後のシステムに関して、学年と教科を超えた教科書に関する情報を単語に追加することで、中学生になってから学ぶ2次関数とのつながりや、並行して学んでいる他教科とのつながりなどを示すことができる。また、新たな機能としてゴール地点をジャンルで絞る機能を追加することで、教師がより目の前の生徒の興味や他の授業とのつながりを考慮した授業導入部設計が可能になる。さらに、小学校1年生や中学生など幅広い年代の教科書データを用いることで、既習事項や授業の前後の知識との関係まで考慮した提案が可能になる。さらに調べ学習などの場面で、システムを用いて教師ではなく児童が単語の関係を調べ、気がついた知識のつながりを互いに発信・共有する協同的な学習を実現することで、児童一人ひとりがより深く学ぶ支援ができると考えられる。