

# 学位論文要旨

題目 オープン情報構造指向アプローチに基づく再構成型学習の拡張に関する研究

(A Study of Extension of Recomposition Learning Based on Open Information Structure Oriented Approach)

氏名 岩井 健吾

人の知的活動の一つである学習を情報工学的に支援する学習支援システムに関する研究が盛んに実施されている。学習支援システムの設計手法は、Ad-hoc Frame Oriented アプローチと Information Structure Oriented アプローチの二つに大別される。前者は、既に教育現場で実施されていることに重点が置かれ、後者は従来実施されていなかった新しい活動を実現することに重点が置かれるものとなっている。それゆえ、当然情報技術の活用方法も設計手法ごとに異なるものになる。この二つの設計手法の主な違いは、計算機上でも処理可能である学習課題に関する知識を学習支援システムに実装するかどうかにある。

Ad-hoc Frame Oriented アプローチに基づいて設計された場合、その学習支援システムは学習課題の知識を持たないものとなる。それゆえ、システム自体は知識に基づく推論機能や質問機能を一切持たないため、学習課題に関する用意は教師が全て行う必要があるものとなる。つまり、システムがケースバイケースでどのように振る舞うかを教師が予め全てプログラムとして手続き的に記述しておかなければならない。このため、教師にとって学習課題の用意は非常に負荷が高くなる。また、予め演習に必要な振る舞いを全て手続き的に記述することは困難であるため、一部の機能が十分に実現されない可能性もある。

その一方で、Information Structure Oriented アプローチに基づいて設計された場合、その学習支援システムは計算機上で処理可能な学習課題の知識を持つものとなる。この手法では、学習課題の知識を情報構造として記述し、その情報構造をシステムに実装することによって、システム上で処理が可能となる。このように実装することで、システム自体が知識に基づいた処理を行うことが可能となり、網羅的な推論機能および質問機能が実現される。これらの機能を活用することにより、教師がシステムの振る舞いを全て記述しなくともシステム自体が判断し処理することが可能となる。それゆえ、この手法は Ad-hoc Frame Oriented アプローチと比較して教員が学習課題を用意する負荷が少なく、また、Ad-hoc Frame Oriented アプローチでは実現することができない知的な処理をシステムに実装することが可能となる。したがって、知的な学習支援システムを設計するためには Information Structure Oriented アプローチは有効な手法であるといえる。その反面、この手法においては、学習課題の情報構造の活用はシステム上で処理することのみに制限されたものとなっている。

Information Structure Oriented アプローチを基礎として、学習課題の情報構造の活用をシステムだけではなく学習者にも活用可能にさせることを目指したものにオープン情報構造指向アプローチが提唱されている。この手法では、以下のように学習支援システムを設計・開発する。まず、学習課題の情報構造を記述し、その情報構造を構成要素と構成要素間の関係に分解し、部品とする。その後、学習者にその部品を与え、記述した元の情報構造を再構成させる演習環境を構築する。このようにシステムを実装することで、学習者はシステム上で情報構造を再構成する活動を行うことが可能となる。情報構造を再構成する演習が可能な学習支援システムは既に様々な学習課題を対象に実現されており、その有効性は実践利用を通して確認されていることから、この手法は学習を促進する上で有効な方法であるといえる。

しかしながら、この手法には次の二つの課題がある。一つ目の課題は、「国語分野に対してオープン情報構造指向アプローチを適用すること」である。先行研究においては、算数、物理、論理、概念の学習課題には適用されているものの、国語分野には適用されていない。先行研究における学習領域は比較的構造化

されていることが自明であるが、国語の領域においては必ずしも構造化されていることが自明ではないものとなっている。国語分野の重要性は自明であるため、この分野に対してもオープン情報構造指向アプローチを適用し、学習課題の領域を拡張する必要があると考えられる。二つ目の課題は、「異なる外的表象間の変換活動を実現すること」である。オープン情報構造指向アプローチで記述された情報構造は学習者の理解を外界に記号で表現した外的表象に相当し、言語表現、図的表現、数式表現など様々な表象形式で記述することが可能となっている。この外的表象は、学習者の理解を深める上で有効に働くことが確認されている。また、異なる外的表象間で変換活動を行うことで学習者の理解が深まるとされている。しかしながら、現状のオープン情報構造指向アプローチでは、一部の外的表象を操作する活動は実現されているが、外的表象間における変換活動は十分に実現されていないものとなっている。

そこで、本研究では、上記の二つの課題を解決するためにオープン情報構造指向アプローチの拡張を行った。一つ目の課題に対しては、国語分野の接続詞の学習課題を対象にオープン情報構造指向アプローチを適用した。国語の分野において、重要な学習対象とされているものの一つとして接続詞がある。接続詞の用法は、1) 既にある文のみからでも読み取ることができる明示的な意味を強調する強調的用法、2) 既にある文と接続詞を統合することによって暗黙的な意味を付け加える含意的用法、の二つに大別できる。前者の用法の学習課題は、一意に正解を定めることが可能なため、その演習化は比較的用意であり、既にこの用法を習得するための演習は数多く実施されている。その一方で、後者の用法の学習課題は、正解が多様に存在するため、その演習化は容易ではなく、この用法の演習の実施例も存在していない。そこで、本研究では、含意的用法の中でも特に重要とされる異義可換性のある接続表現に焦点を当て、その演習環境の実現を目的として、異義可換性のある接続表現の情報構造を定義し、その情報構造を再構成する演習の設計とインタラクティブな学習支援環境の開発を行った。さらに、授業利用において評価を行った結果、実践利用可能であること、および、演習利用の効果があること、の二点が明らかとなった。この研究事例から、国語の分野に対してもオープン情報構造指向アプローチの適用は有効であることが明らかとなった。

二つ目の課題に対しては、図的表現を媒介させた和差の算数文章題演習環境の設計・開発を行った。先行研究において、和差の算数文章題を対象にした作問学習支援システム「モンサクン」が設計・開発されている。このモンサクンでは、算数文章題は三つの単文から構成されるものと定義しており、学習者に対していくつかの単文を与え、指定された数式および物語種類を満たすように単文を組み立てることで1回の和差で答えを求めることができる算数文章題を作る演習活動を行うことが可能である。この演習活動は数式表現から言語表現への変換活動とみなすことができる。本研究では、このモンサクンを基礎としてさらに図的表現を追加することで、言語表現、図的表現、数式表現の三つの表現間の変換活動が可能な算数文章題演習環境を設計・開発した。特に、算数文章題の情報構造に基づいて設計・開発することで言語表現と図的表現を連動させて変換させる活動を実現することが可能となった。しかも、正誤診断およびフィードバックも実現された形となっている。このシステムを授業で実践的に利用し、学習効果を示唆する結果を得た。この研究事例から、異なる外的表象間の変換を行う再構成型演習は学習者の理解を促進する有効な方法であることが明らかとなった。

本論文では、第2章にて学習支援環境の設計手法について述べる。第3章にて異義可換性のある接続表現を対象とした接続詞演習環境について、第4章にて図的表現を媒介させた和差の算数文章題演習環境について述べる。第5章にて結論を述べる。