

# 情報過不足課題を対象とした 三角ロジック組み立て演習システムの設計・開発

## Design and development of triangular logic assembly exercise system for incomplete information problems

姫宮 恵<sup>\*1</sup>, 中野 謙<sup>\*2</sup>, 林 雄介<sup>\*2</sup>, 平嶋 宗<sup>\*2</sup>

Megumi HIMEMIYA<sup>\*1</sup>, Ken NAKANO<sup>\*2</sup>, Yusuke HAYASHI<sup>\*2</sup>, Tsukasa HIRASHIMA

<sup>\*1</sup> 広島大学工学部

<sup>\*1</sup> Faculty of Engineering, Hiroshima University

<sup>\*2</sup> 広島大学工学研究科

<sup>\*2</sup> Graduate School of Engineering, Hiroshima University

Email: himemiya@lel.hiroshima-u.ac.jp

**あらまし**：論理的思考力を育成する方法として三角ロジック組み立て演習が提案されている。三角ロジックとは、Toulmin モデルを構成する主要要素である「根拠」「理由付け」「主張」を三角形の各頂点に配置した論理の構造的表現であり、組み立て演習とは、部品として与えられた命題をその三角形の各頂点に配置して、整合性のある論理を組み立てるものである。これまでに、正解を導く上での必要な部品だけが与えられている演習（情報完備課題と呼ぶ）、および必要な部品に加えて必要でない部品も与えられている演習（情報過剰課題と呼ぶ）に関しては実装・評価実験まで行われていた。しかしながら、必要な部品が不足している場合の組み立て課題は取り扱われていなかった。部品が不足している場合には、不足を発見したうえで、その不足した部品を補完する必要がある、情報完備及び情報過剰課題よりも、より創造的な思考が求められるといえる。本研究では、部品が不足している課題を情報不備課題と呼び、三角ロジック組み立て演習における情報不備課題の設計・開発を行った。

**キーワード**：論理的思考力、三角ロジック、情報完備課題、情報不備課題

### 1. はじめに

近年、特定の分野や教科に依存しない一般的な能力としての論理的思考力が重視されている<sup>(1)</sup>。

論理的思考力の育成として国語の文章題を解くことや作文、ディベート活動を通して身に付ける方法が提案されている。しかしながら、この育成法において組み立てた論理構造に対する即時的な診断・フィードバックが困難であるといった問題点が挙げられている。この問題点を解決する一つの方法が、学習課題を意味的・記号的な構造として記述し、それを学習者が部品から再構成する演習環境の設計開発を行う「オープン情報構造アプローチ」である<sup>(2)</sup>。

論理構造を可視化するモデルの一つとして Toulmin モデルがあるが、このモデルにおいて主な構成要素とされている根拠、理由付け、主張のみを用い、三角形の各頂点に配置したのが三角ロジックモデルである。この三角ロジックモデルに「オープン情報構造アプローチ」を適用した三角ロジック組み立て演習が実現されており、その有用性も確認されている<sup>(3)</sup>。本研究では、この三角ロジック組み立て演習に対して、情報不備課題を組み込む試みを行ったので報告する。

以下本稿では、2章で先行研究である三角ロジック組み立て演習システムと問題の分類、本研究について述べる。3章では本研究の情報不備課題を扱ったシステム概要、4章でその演習システム

の利用実験について報告する。

### 2. 三角ロジック組み立てシステム

#### 2.1 先行研究

与えられたカードを三角形の各頂点に配置し、三角ロジックを組み立てることで論理的思考力向上を促し、自動診断によるフィードバックを返すことを可能とした演習システムの開発がされている。国立教育政策研究所教育課程研究センターが公開している「特定の課題に関する調査（論理的な思考）」の問題をシステム利用の前後で実施したところ、システムの課題を終了するまでの時間とテスト問題の得点との間に負の相関がみられたという結果が得られている。つまり、組み立て演習システムの問題を早く解ける学習者ほど論理的思考力が身につけているため、テスト問題の得点も高いということが言える。



図 1 三角ロジック組み立て演習システム画面

また、複数の三角形を組み合わせることでより複合的な論理を取り扱える拡張演習や与えられた要素を変換させて三角ロジックを組み立てる演習も実装されている。

## 2.2 情報不備課題

中道ら<sup>(4)</sup>は、問題に与えられている情報と答えの求めるために必要な情報の一致・不一致に着目し、必要な情報だけ与えられている課題(情報完備課題)、余分な情報も与えられている課題(情報過剰課題)、および必要な情報が不足している課題(情報不備課題)、の三つに問題を分類している。問題において与えられている情報を全て用いることが前提となっている情報完備課題に対して、不必要な情報が含まれている情報過剰課題は、課題が解けるための条件を学習者により明確に考えさせるために有効であるとされている<sup>(5)</sup>。さらに、必要な情報が不足している情報不備課題では、情報不足の発見とその不足した情報の補完が必要となり、また、補完によって求められる答えが変わってくる可能性もあるため、より創造的な思考が促進されると期待できる。

従来の三角ロジック組み立て演習において情報完備課題と情報過剰課題が取り扱われていたが、情報不備課題については取り扱われていなかった。本研究では情報が不足している情報不備課題を取り扱うためにカードを追加する機能、および追加されたカードにより組み立て可能な論理を推論・診断する機能を追加実装し、利用実験を実施した。

## 3. システム概要

従来の演習では複数ある提供カード(一つの命題を表す)から必要と思われるものを選び、三角ロジックの組み立てを行っていた。本研究では学習者がカードを作成することで不足したカードを補うことができる機能を実装した。ここでは、カードの命題は単純命題か含意命題であるとしたうえで、単純命題であればその命題自体が、含意命題は前件と後件に分解してそれぞれが( $P \rightarrow Q$ であれば、 $P$ と $Q$ が)部品になるとしたうえで、それらの部品を用いて新しいカード(命題)を構成できるようにしている。



図 2 カード作成機能画面

図2であれば、提供された二つの含意命題より、犬である、肺である、動物である、という三つの単純命題が取り出され、それらを用いて、犬なら動物である、という含意命題を作成すれば、不足した命題を補って三角ロジックを完成させることができる。なお、情報過剰課題と情報不備課題を複合した、余分な情報を含み、かつカードを作成することで情報を補完する必要のある情報過不足課題についても取り扱っている。

## 4. 利用実験

本実験は、従来のものと合わせて4種類ある演習課題(情報完備課題、情報過剰課題、情報不備課題、情報過不足課題)の比較と、追加機能を実装したシステムが論理的思考力を必要とするものとなっているかを検証するために行った。被験者は工学部情報過程に所属する大学生・大学院生21名である。実験手順は、演習システムを利用してもらった後にペーパーテストを行った。演習内容は演習や追加機能の操作等に慣れてもらうため各種の問題を3問ずつ出題した後、すべての種類の問題、各3問ずつをランダムに出題した。ペーパーテストには従来の実験でも使用した「特定の課題に関する調査(論理的な思考)」の調査IA、調査IBを使用した。

この利用を通して、情報不備課題が演習として実施可能であることは確認できた。実施結果の分析については、発表時に報告する。

## 5. まとめ

本研究では、従来の演習システムにカード作成機能を追加実装することで、情報不備・情報過不足課題を含めた三角ロジック組み立て演習の設計・開発を行った。今後は、本演習システムと従来のシステムの比較を行い、システム自体の有効性や情報不備・情報過不足課題を取り扱うことの有効性などを示すことを目指す。

## 参考文献

- (1) 文化庁:「これからの時代に求められ国語力について」文化審議会答申(2004)
- (2) 平嶋宗:ディープラーニングを指向した課題設計としてのオープン情報構造アプローチ:外在タスク・メタ問題・仮説検証的試行錯誤, 人工知能学会前項大会資料(第32回)(2018)
- (3) 北村拓也, 長谷浩也, 前田一誠, 林雄介, 平嶋宗:論理構造の組み立て演習環境の設計開発と実験的評価, 人工知能学会論文誌, 32巻6号C(2017)
- (4) 中道孝之, 平嶋宗:力学の情報不備問題を対象とした演習支援システム, 教育システム情報学会誌 Vol.27, No.2 pp.155-163(2010)
- (5) 岡本真彦:算数文章題の解決によるメタ認知の研究, 風間書房, 東京(1998)