

## 三角ロジックモデルに基づく論理的思考課題の分析

### Analysis of logical thinking tasks based on triangle logic model

北村 拓也<sup>\*1</sup>, 林 雄介<sup>\*1</sup>, 平嶋 宗<sup>\*1</sup>

Takuya KITAMURA<sup>\*1</sup>, Yusuke HAYASHI<sup>\*1</sup>, Tsukasa HIRASHIMA<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>広島大学大学院工学研究科

<sup>\*1</sup>Graduate School of Engineering Hiroshima University

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

**あらまし**：筆者らは論理構造の三角ロジックモデルを提案し、これを組み立てることによる論理構造学習支援システムを開発、大学生を対象とした実験的利用を行い、国立教育政策研究所が開発した論理的思考課題を用いてその学習効果を確認した。しかしながらこの論理的思考課題が含んでいる論理構造と三角ロジックモデルの関係の分析が十分とは言えなかった。本研究では、三角ロジックモデルをベースとしたこの論理的思考課題の分析について報告する。

**キーワード**：Toulmin モデル、三角ロジックモデル、論理的思考力、論理構造

#### 1. はじめに

筆者らは、先行研究として、対象を情報構造化し、その情報構造を操作する活動を通じて対象について学ぶという情報構造指向アプローチに基づいて、論理の構造を組み立てる活動を通して論理的思考力についての学習を行う演習支援システムを設計開発した[1]。論理の構造の情報構造化としては、Toulminモデルの三要素モデルを採用している。これを三角ロジックモデルと呼び、さらに、表現する論理の構造を三段論法に限定することにより、正誤判定と判定に基づくフィードバックを実現した。この演習環境の評価として、(1)実験群：プレテスト、システムを用いた演習、ポストテスト、(2)統制群：プレテスト、ポストテスト、の二つのグループを設けて比較を行ったところ、実験群でプレテストに対してポストテストの成績が有意（効果量大）に向上し、統制群において有意差がみられなかったことから、本演習の有効性が示唆された。なお、プレテスト、ポストテストとしては、国立教育政策研究所が実施した「特定の課題に関する調査（論理的な思考）」[2]を構成する、「特定の教科の内容に依らない論理的な思考に関する調査（調査Ⅰ）」および「数学的な表現形式を用いた論理的な思考に関する調査（調査Ⅱ）」のうち、調査Ⅰを用いている。調査Ⅱが「数学的表現形式による問題」とされているのに対して、調査Ⅰは「一般的な表現形式による問題」とされており、自然言語を基本とし、グラフや表などが援用された問題表現となっている。本演習の有効性が示唆された一方で、今回用いた調査問題にはいくつかの種類論理構造が含まれていることから、それらの論理構造を分析し、本演習がどのような問題に対して有効であったのかを分析することが課題となっていた。本研究では、調査問題の論理構造を三角ロジックモデルに基づいて分析し、演習システムと調査問題の関係について考察したので報告する。

#### 2. 三角ロジックモデル

Bryan は Toulmin モデルの六要素のうちの主張・理由づけ・根拠の3つが論理構造の本質であり、この三つだけでも論理構造とみなせるとの主張を行っている [3]。井上も、Toulmin の示した6項目のうち、「根拠」と「理由づけ」と「主張」が論の骨組みであり、「裏付け」「反証」「限定」の三つは一括して但し書きと考えた方が実際的に扱いやすいとしている [4]。筆者らの研究も、この三つの要素だけで構成できる論理構造に限定した上で、その演習化を試みている。本論文では、この三要素を三角形の頂点に配置し、それぞれの要素を他の要素と結んだ構造的表現を三角ロジックモデルと呼んでいるが、その具体例を図1に示した（この事例は Toulmin モデルで標準的に用いられている例である）。三角形の各頂点は、それぞれ論理構造の特定の要素が割り当てられており、底辺左の頂点に「根拠」、底辺右の頂点に「理由づけ」、底辺の対頂点に「主張」が割り当てられる。このモデルを学習者が身に付けた場合の効果に対して説明する。一般的な議論では、相手の主張を理解し、その上で自分の主張を組み立てる必要がある。文章表現から三角ロジックモデルを組み立てることは、相手の主張を理解すること（共感的理解）に対応する。それを踏まえた上で自分の主張を組み立てること（創造）が重要となる。

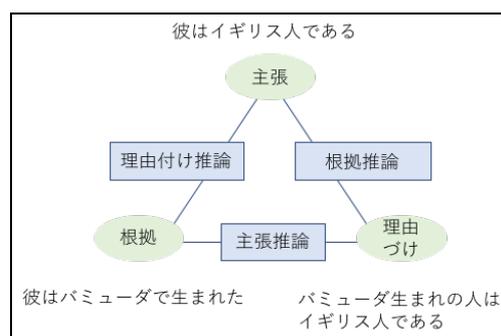


図1 三角ロジックモデル

### 3. 調査問題の分析

調査問題の分析を行った。分析の観点は、調査問題を解くために、問題の文章表現から何に変換する必要があるか(以下、変換先と呼ぶ)、という点である。変換先を大きく、三角ロジックモデルか、その他の2つに分類した。変換先が三角ロジックモデルとなる対象の問題数は13問(22問中)であった。これは全問題の内59%を占める。13問の内、3問が直接表現、10問が間接表現の問題と分類した。直接表現、間接表現の定義は以下である。「直接表現」：問題文章中に、三角ロジックモデルの命題が載っている例。「間接表現」：直接ではないが、言い換えなどがされた命題が載っている例。また、三角ロジックモデルに、他の要素を加えて表現できる例。その他に分類される問題は9問で、「手続き化」が3問、「制約充足」が2問、「数学」が2問、「分類」が2問である。ただし、本分類は調査問題作成元の資料に基づいておらず、筆者らが分類を行った。三角ロジックモデル単体で表現できるわけではなかった。よって三角ロジックモデルに基づき、以下の2つに分類した。

#### 3.1 直接表現

直接表現に該当する調査問題の例を図2に示した。これを三角ロジックモデルで表現すると、図3になる。

問：次の空欄[]を埋めて、三段論法による推論を完成させなさい  
金属は電気を通す。  
水銀は[]  
ゆえに、水銀は電気を通す。

図2 直接表現の問題例

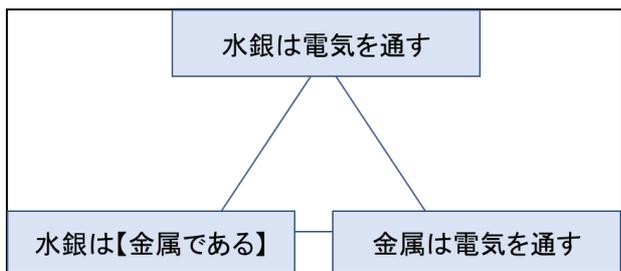


図3 三角ブロックモデルで表現した例(図2)

#### 3.2 間接表現

間接表現に該当する調査問題の例を図4に示した。問題文の括弧内の注釈は筆者が入れたものである。本問題ではグラフが付随していたが、省略した。図4を三角ロジックモデルで表現すると、図5になる。図5の(ア)は、問題文から直接抜き出した命題要素である。(イ)で、正解を導くための三角ロジックを示している。この正解の三角ロジックを導くには、(ア)の明示された要素だけでは足りず、常識を使った部品の生成と置き換えが必要となる。間接表現は、三角ロジックの部品が、必ずしも問題文に全

て表現されておらず、部品を自分で作る必要がある問題である。

Bさん:私は、この30年間で販売されてきた自動車の台数と品質に関係があると思います。つまり、[①]で事故件数と負傷者数はなかなか減らなかったけれども、[②]で死者数は減ってきたということです。  
(2000年まで自己件数・負傷者数は上昇、1990年以降死者数が減少)  
問題：Bさんは、「つまり」以下で、どのような事実関係を述べることになるか。  
空欄[①][②]に当てはまる言葉をそれぞれ書きなさい。

図4 間接表現の問題例

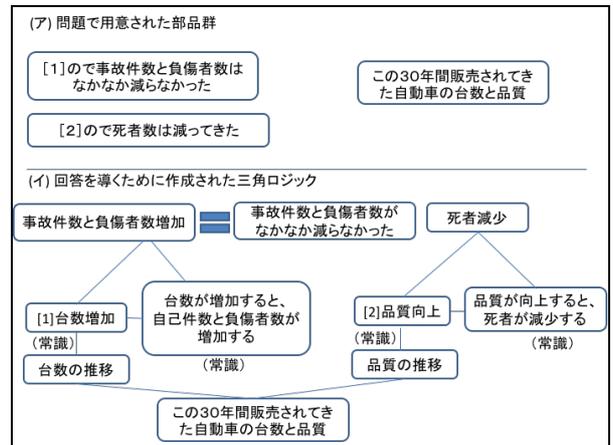


図5 三角ブロックモデルで表現した例(図4)

### 4. まとめと今後

論理的思考課題(国立教育政策研究所)を三角ロジックモデルに基づいて分析した。課題において、59%が三角ロジックで表現される問題であり、それらの問題は直接表現と間接表現に分けられることがわかった。また、演習システムで扱うべき論理構造は、三段論法だけでなく、モーダスポネンス形式の論理構造も必要となることがわかった。今後、文章表現から命題を抜き出す演習を実装する予定である。

#### 参考文献

- (1) 北村拓也, 長谷浩也, 前田 一誠, 林 雄介, 平嶋 宗 : 三角ロジックモデルを用いた三段論法の直接操作型学習環境, 人工知能学会 先進的学習科学と工学研究会(ALST)第79回,(2017.3.8)
- (2) 特定の課題に関する調査 (論理的な思考), [http://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokutei\\_ronri/](http://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokutei_ronri/)(閲覧日:2017年5月29日)
- (3) Bryan, H.J., et al.: A NEW LEARNING PROGRESSION FOR STUDENT ARGUMENTATION IN SCIENTIFIC CONTEXTS (2014)
- (4) 井上 尚美 : 言語論理教育入門一国語科 における思考, 明治図書 p.86-1(1989)