

# 言語的・形式的三角ロジック差分吟味法における論証課題作問演習の設計

## Design of a Problem Posing Exercise for Argumentation Tasks Based on a Differential Examination Method between Linguistic and Formal Triangular Logic

前土井 光章<sup>\*1</sup>, 植田 昭夫<sup>\*1</sup>, 林 雄介<sup>\*1</sup>, 平嶋 宗<sup>\*1</sup>

Mitsuaki MAEDOI<sup>\*1</sup>, Akio UEDA<sup>\*1</sup>, Yusuke HAYASHI<sup>\*1</sup>, Tsukasa HIRASHIMA<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 広島大学院先進理工系科学研究科

<sup>\*1</sup> Graduate School of Advanced Science and Technology, Hiroshima University

Email: m240285@hiroshima-u.ac.jp

**あらまし**：論証は、近年注目されている論理的思考を促進する手段の一つである。先行研究では、三項論証を対象に言語的三角ロジックと形式的三角ロジックを比較し、推論方法の判別と論証の吟味を支援する差分吟味法が提案され、学習効果が示唆された。しかし、学習者の理解度を十分に評価するには至っていない。本研究では、作問演習の設計・実装を行い、評価実験を通じて、学習者が手法を理解した上で問題を解けているかを調査する。

**キーワード**：論理的思考、三角ロジック、演繹推論、仮説推論、作問演習

### 1. はじめに

近年、論理的思考力が重要視されている<sup>(1)</sup>。論理的思考の育成支援の一つとして、論理構造を可視化した Toulmin モデルを簡略化した三角ロジックモデルを用いた「三角ロジック組立演習システム」が設計・開発されている<sup>(2)</sup>。先行研究では、その拡張として二つの三角ロジックの差分を吟味することで三項論証の吟味や推論方法の判別を行う手法（以下、差分吟味法）が提案され、実験的利用を通して学習効果が確認されている<sup>(3)</sup>。

一方、先行研究において差分吟味法の学習者理解度の評価は、アンケートによる主観的指標を中心としており、客観的データや定量的な検証による裏付けが不足している。そこで、本研究では先行研究で設計された言語・形式差分吟味課題に対する作問演習の設計、演習化を行い、システムとして実装する。本研究で作問演習を導入する意図は、問題を作ることが、問題を解くことよりも問題やその解法に対するより深い理解を要するため<sup>(4)</sup>、提案手法を十分に理解できていない学習者を識別する有効な手段であると考えられるからである。差分吟味課題は、問題として与えられた論証から、差分吟味法を用いて推論方法と論証の妥当性を判別する課題である。本研究では、その作問演習として、論証を構成する要素から、与えられた推論方法を満たす論証を構成する演習を設計する。

### 2. 言語的・形式的三角ロジック差分吟味法

#### 2.1 本研究で扱う推論

本研究では根拠、論拠、結論の三つの命題からなる三項論証を扱う。三項論証は、形式的な論理構造を有する形式推論と、形式的な論理構造を持たない非形式推論の二種類に大別される。形式推論の基本形とされる演繹推論は、推論として妥当性があり、

所与命題が真であれば、導出命題も必ず真となる。

一方、演繹推論と同じ三つの命題を構成要素とするが、所与命題と導出命題の割り当てが異なる推論を仮説推論と呼ぶ。仮説推論は導出命題の違いにより根拠推論と論拠推論の二つに分けられる。仮説推論の導出命題には検証価値があるとされるが推論として妥当性がない。なお、言語的には三項論証の形式を満たしているが、形式論理に属さない推論を非形式推論と呼ぶ。非形式推論も推論として妥当性がない。

#### 2.2 言語的三角ロジック・形式的三角ロジック

三角ロジックは、言語的記述の三項論証を図示する有用な方法である<sup>(5)</sup>。三角ロジックは、三項論証を構成する三つの命題をそれぞれ三角形の左下頂点に根拠、底辺対頂点に結論、右下頂点に論拠を配置した形となっている。

三項論証の接続詞による言語的記述に基づいて、所与命題を底辺に、導出命題を上頂点に配置した三角ロジックを言語的三角ロジックと呼び、構成している命題をそれぞれ言語的根拠、言語的論拠、言語的結論と呼ぶ。

一方、モーダスポネンスやマルチモーダスポネンスの形式に対応させ、演繹構造における役割で命題配置が定まる三角ロジックを形式的三角ロジックと呼び、構成している命題をそれぞれ形式的根拠、形式的論拠、形式的結論と呼ぶ。

#### 2.3 言語的・形式的三角ロジック差分吟味法

言語的・形式的三角ロジック差分吟味法は、言語的三角ロジックと形式的三角ロジックの差分を吟味し、三項論証の推論形式を判別する手法である。本手法は、(1) 三項論証を言語的三角ロジックに変換し、(2) 言語的三角ロジックを形式的三角ロジックに変換する二段階からなる。このとき、言語的三角ロジックと形式的三角ロジックの命題配置が同一な

らば演繹推論と判定し、配置が変わる場合は仮説推論と判定する。また、(2)で形式的三角ロジックが構成できない場合は非形式推論であると判定できる。図1は差分吟味法が実装された演習システムの画面例である。



図1 差分吟味法の演習画面

### 3. 作問演習

本章では、第2章で示した言語的・形式的三角ロジック差分吟味法の論証課題に対する作問演習の設計について述べる。

差分吟味法の論証課題は、問題として三項論証が与えられ、その答えとして推論の種類と論証の妥当性を導き出す。よって、差分吟味法の作問演習は最終的に論証を構成することが目標となる。ただし、今回想定している作問演習課題はシステムによるフィードバックを可能とするため、作成する論証の推論方法と、論証の要素をあらかじめ与える形式をとる。例えば、「トキ」、「鳥」、「空を飛ぶ」という要素から根拠推論となる論証を作問すると、「トキであるならば鳥である。したがって、トキであるならば空を飛ぶ。なぜならば空を飛ぶならば鳥である。」となる。難易度に応じて、この論証を構成する過程で含意命題の構成、形式的三角ロジックの構成、言語的三角ロジックの構成、所与命題と導出命題の分類を行う。図2は、三角ロジックの構成を通して論証を構成する手順の例である。

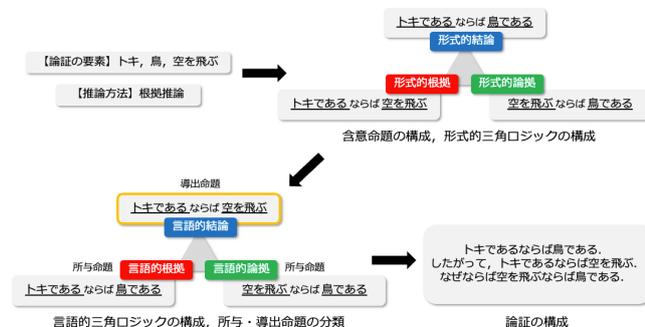


図2 作問演習の流れの例

差分吟味法の論証課題は含意命題単位で扱っている。一方、作問をするためには、大概概念、小概念、媒概念の各要素から、与えられた推論方法に対応す

る言語的根拠、言語的論拠、言語的結論となる命題を構成するため、各命題の前件と後件の関係性を理解している必要があり、論証課題よりも難易度が高いと言える。よって、本作問演習は差分吟味法の理解度を客観的に検証することが可能であると考えられる。

なお、作問演習を設計するにあたり、論証課題を解く段階で前件と後件の弁別を学習するための拡張機能を追加することも検討している。例えば、図3のように、形式的三角ロジックの形式的結論となる命題の前件に「P」という小概念を配置すると、形式的根拠となる命題の前件に小概念「P」が自動補完されるような機能である。この機能により、学習者が、論証を構成する要素が各命題の前件と後件のどの部分を担っているかを視覚的に理解できると考えられる。

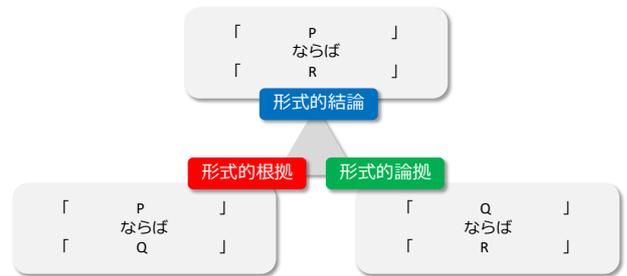


図3 追加機能のイメージ図

### 4. おわりに

本研究では、言語的・形式的三角ロジック差分吟味法の作問演習の設計についてまとめた。提案する作問演習はこれまでの学習の理解度の裏付けを行うことができると考えられる。今後の課題としては、システムの実装と評価が挙げられる。

#### 参考文献

- (1) 文化庁：“これからの時代に求められる国語力について”，文化審議会答申，(2004)
- (2) 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，Vol. 32，(2017)
- (3) 長澤怜男，服部淳生，植田昭夫，林雄介，平嶋宗：“三項論証における推論形式判別演習の開発と実験的評価”，教育システム情報学会誌 Vol.42, No.1 (2025)
- (4) 横山琢朗，平嶋宗，岡本真彦，竹内章：“単文統合としての作問を対象とした学習支援システムの設計・開発”，教育システム情報学会誌 Vol.23 No.4，(2006)
- (5) 鶴田清司：“授業で使える！論理的思考力・表現力を育てる三角ロジック\_根拠・理由・主張の3点セット-”，図書文化 (2017)