

論理の三角モデルを用いた三方向論理組み立て活動と その支援環境の設計・開発

Design and development of a three-way logic assembly activities and its support environment using the logic of the triangle model

北村 拓也^{*1}, 長谷 浩也^{*2}, 前田 一誠^{*2}, 林 雄介^{*1}, 平嶋 宗^{*1}
Takuya KITAMURA^{*1}, Hironari HASE^{*2}, Kazushige MAEDA^{*2}, Yusuke HAYASHI^{*1}, Tsukasa HIRASHIMA^{*1}
^{*1} 広島大学大学院工学研究科

^{*1}Graduate School of Engineering Hiroshima University

^{*2}IPU・環太平洋大学

^{*2}International Pacific University

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

あらまし：主張が論理的に成立するためには、「主張」だけではなく、「根拠」と「理由づけ」が伴っている必要がある。本研究では、トゥールミン・モデルをベースとして、これら三つの要素の関係を構造的に視覚化した論理の三角モデルを提案し、この論理の三角モデルを用いた論理の組み立て演習システムの設計開発を行っている。この演習システムの実験的利用の結果についても報告する。

キーワード：論理的思考力、トゥールミン・モデル、論理の三角モデル

1. はじめに

近年、コンピテンシとしての論理的思考力が注目されており、教育国際学力到達度調査(PISA)や全国学力調査の課題において、主張に対して、「根拠」となる客観的な事実・データと自らその意味を推論・解釈した「理由づけ」を与えることが求められるようになってきている⁽¹⁾。この論理的な主張の構造を表現するモデルとして、トゥールミン・モデルが広く知られている⁽²⁾。このモデルでは、主張・理由づけ・根拠・限定・反証・裏付けの六要素によって論理的な主張の構造を定式化しているが、Bryanはこの六要素のうちの主張・理由づけ・根拠の三つの組み合わせとした、論証能力のモデルを提案している⁽³⁾。

本研究では、Bryanの三要素モデルに基づいて、論理の構造を「根拠・理由付け・主張」の三つを構成要素とする三角モデルとして定式化し、この三角モデルに基づく論理の組み立て活動を演習として行うシステムを実装した。このシステムの実験的評価も行ったので報告する。

2. 論理の三角モデル

本研究では論理的思考の一つの形態として、主張・理由付け・根拠の三つで構成される論理の三角モデルを提案する。ここで、根拠は主張に対する客観的な証拠資料・事実を示し、理由付けは根拠と主張を結び付けるものであり、根拠が存在した場合に主張を導くことができる理由を表すとする⁽¹⁾。

本研究では、これらの要素とその関係性を明示化し、各要素を推論によって導きだすことで、適切な論理的思考を学ぶための活動が設計できると考えた。この際に用いる論理の三角モデルを図1に提示する。論理の三角モデルは、各辺の両端頂点の情報から、対頂点の情報を推論する、二要素から一要素を推論す

る推論モデルである。具体的には、(1)主張と理由付けの組から根拠が推論可能である(根拠推論)(彼はイギリス人である、バミューダ生まれの人はイギリス人であるという二要素から、彼はバミューダ生まれであるという根拠を推論可能)、(2)主張と根拠から理由付けの推論が可能である(理由付け推論)、(3)理由付けと根拠から主張が推論可能である(主張推論)、を表している。本演習は、具象化された論理の三角モデルを操作するという具体的な活動を通して、学習者がこれらの推論を習得することを指向している。

このような具体的な操作は、ガリペリンの知的行為の多段階形成理論において、第二段階である、物質的行為または物質化された行為の段階として位置付けられる。この段階が実行されなければ、対象とする行為は身につかないことが多く、重要な段階であることが先行研究で明らかになっている⁽⁴⁾。よって本研究では先述のような活動を支援するシステムを開発することで、多段階形成理論の第二段階を行う、インタラクティブな三方向論理組み立て演習を実現した。ここでの三方向とは、前述の(1)-(3)の推論のことを指している。また、次章で上げるように、一つの要素に対して他の二つの要素を組み立てるような演習も実現している。

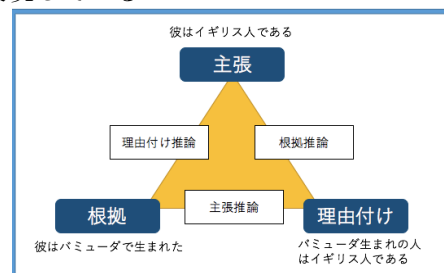


図1 論理の三角モデル

3. 演習システム

図2にシステムの演習画面を示す。学習者には画面左に命題を単位とした具体的な文章がカードとして与えられており、これらのカードを右にある三角モデルに当てはめることで論理構成を行う。この際、演習はモデルに基づき、以下の四つに分けられる。

(1)判定演習：根拠・理由づけ・主張の組みの正誤判定

(2)推論演習：(2-1) 根拠・理由付けから、主張を選択、(2-2) 理由付け・主張から根拠を選択、(2-3) 根拠・主張から、理由付けを選択

(3)論理構成演習1：(3-1) 根拠から理由・主張を選択、(3-2) 理由付けから、根拠・主張を選択、(3-3) 主張から、根拠・理由を選択

(4)論理構成演習2：根拠・理由付け・主張を組み立てる

このような活動を通して、学習者は論理的思考力を取得する。なお、システムは正誤判定、および間違い箇所・間違いタイプを指摘というフィードバックを行う。この演習は、構造操作を通じた構造に関する理解の促進⁽⁵⁾を指向したものとなっており、従来暗黙的に行われてきた論理的思考を、(I)論理の三角モデルとしてその構造を可視化し、(II)構造を操作・組み立て可能にし、(III)インタラクティブ化する、している。これにより、構造及びその構成要素に対する認識を深め、また、メタ認知を促進するものになることを指向している。



図2 システムのメイン画面:ごんぎつねを題材

4. 試験的利用

4.1 手順

被験者は工学系の大学生15名である。演習手順としては、(1)プレテスト、(2)プレテストの8日後のシステムの利用、(3)システム利用直後のポストテストおよびアンケート・フロー調査となっている。プレ・ポストテストには、国立教育政策研究所教育課程研究センターが高校生を対象に論理的に思考する力の育成状況に着目して実施した「特定の課題に関する調査（論理的な思考）」で用いられた問題のうち、一般的な表現形式による問題とされているIAおよびIBの問題（22点満点）を用い、回答時間は40分とした。答え合わせはしておらず、また、調査問題については調べたりしないように指示している。システムには7つの課題を実装しており、7つ全ての課題

に正解するまでの時間を計測し、システム利用時間とした。7つの課題の内訳は、判定演習が3問、推論演習が1問、論理構成演習2が3問となっている。

4.2 結果

実験結果を表1に示す。プレテストに比べてポストテストで成績が有意に上昇し、効果量は大であったことから、演習の学習効果が示唆された。統制群との比較は今後の課題となる。また、演習時間とプレテストにおいて有意に高い負の相関が出ており、プレテストの時点で成績が悪い場合には、演習を終了するのに時間がかかっていることを示している。これは、演習が論理的思考を要するものになっていることを示唆する。また、成績が向上したポストテストにおいても高い負の相関が現れており、成績の変化と演習時間には有意な相関がみられなかったことから、比較的に簡単に演習を行えた場合でも、効果が見られた可能性が示唆される。

フロー調査の結果、フロー体験：4.5、重要性認知：4.2という値が得られた。この数値は、筆者らがこれまで行ってきたフロー調査（単視点EBS（フロー体験：4.8重要性認知：3.8）、多視点EBS（4.8,3.5）、リズム演習（4.9,3.2））と比べると、フロー体験の値は若干低いものの、重要性認知は高く出ており、熱心に取り組まれただけでなく、意義のある活動として認識されていたことが示唆される。

演習利用時間（分）	調査（22点満点）	
	プレテスト	ポストテスト
27.4($\sigma=18.3$)	13(3.7)	16.8(2.8)
プレテストの検定	$p=2.6E-05$	
プレテストの効果量	$d=1.2$	
時間と得点の相関	-0.71	-0.79
相関の検定	$p=0.003$	$p=0.0005$

表1 実験結果

5. まとめ

論理の三角モデルを用いた論理組み立て活動システムを作成し実験を行った。実験結果より、本システムの有効性を示唆する結果を得た。

参考文献

- (1) 鶴田清司,河野順子 編:“論理的思考力・表現力を育てる言語活動のデザイン 中学校編”,明治図書(2014)
- (2) Toulmin,S.E:The uses of argument,Updated Edition,Cambridge:Cambridge University Press(First published:1958)(2003)
- (3) Bryan, H. J., et al.: A NEW LEARNING PROGRESSION FOR STUDENT ARGUMENTATION IN SCIENTIFIC CONTEXTS (2014)
- (4) 駒林邦男:「知的行為の多段階形成理論」研究覚書岩手大学教育学部研究年報 31.1-86(1971)
- (5) 平嶋宗:「学習課題」 中心の学習研究: 情報構造としての学習課題の再定義と構造操作としての学習活動の設計, 人工知能学会誌 30 (3), 277-280(2015)