

無意味綴り命題に対する三角ロジック組立活動の分析

Analysis of triangle-logic assemble-activity for meaningless spelling propositions

中野 謙^{*1}, 北村拓也^{*2} 林 雄介^{*1}, 平嶋 宗^{*1}

Ken Nakano^{*1}, Takuya Kitamura^{*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} 広島大学学術・社会連携室

^{*2} Academic / Social Collaboration Office, Hiroshima University

Email: nakano-k@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：先行研究において，論理構造の外在化モデルである「三角ロジック」の組立活動が論理的思考力の育成に資することを示唆する結果が得られている．本研究では，その組み立て活動の演習にて扱う命題の有意味・無意味に着目し，その違いが学習者の組み立て活動に及ぼす影響を文系大学生及び理系大学生の二つの異なる群に対して調査した．結果として，どちらの群においても顕著な差が見られなかったので報告する．

キーワード：論理的思考力，Toulmin モデル，三角ロジックモデル，有意味命題，無意味命題

1. はじめに

論理の構造的表現として，Toulmin モデルがよく知られているが，「根拠」，「理由付け」，「主張」の三要素で構成される論理表現はしばしば三角ロジックと呼ばれている⁽¹⁾．この三角ロジックを論理の情報構造として捉え，モーダスポネンスもしくは三段論法に還元される演繹推論に限定したうえでオープン情報構造アプローチ⁽²⁾を適用した三角ロジック組立演習がシステム化して実現されており，実験的使用を通して論理的思考力の育成に寄与することを示唆する結果が得られている⁽³⁾．

本研究では，その組み立て活動の演習システムにて扱う命題の有意味・無意味に着目し，その違いが学習者の組み立て活動に及ぼす影響を文系大学生及び理系大学生・大学院生の二つの異なる群に対して調査した．結果として，どちらの群においても顕著な差は見られなかったので報告する．

2. システムの実験利用と分析結果

2.1 三角ロジック

三角ロジックによる論理表現の例を図1に示した．

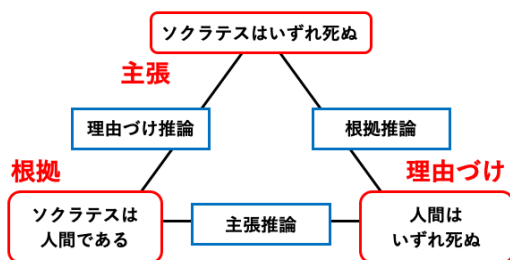


図1 三角ロジック

筆者らは，この三角ロジックの組み立てを学習者に行わせ，組み立てられたものをシステムが診断し，

フィードバックを与える演習を実現している．実験的利用の結果として，論理的思考の調査問題において，統制群と比較して有意な学習効果があったことを示唆する結果を得ている⁽³⁾．

2.2 無意味綴り命題

三角ロジックで取り扱っている命題は，単純命題もしくは含意命題であるが，それぞれ， p および $p \rightarrow q$ と表現できる．ここで， p や q に現実世界では意味を持たない言葉（無意味綴り）が当てはまっている場合を無意味綴り命題とし，本稿では架空命題と呼び，意味を持った言葉で構成されている命題を本稿では具体命題と呼ぶ．図1の命題は全て有意味綴りで構成された含意命題としての具体命題である．架空命題は，「キラはヒュゴである」，「ヒュゴはサラである」，「キラはサラである」といったものであり，これらを用いて図1と同型の三角ロジックを構成できる．本研究では，具体命題としては，全て正しいものとして解釈できる命題を用意している．

2.3 演習と被験者

今回利用したシステムは，先行研究で開発した三角ロジック再構成演習システムにおいて，課題を本研究用に入れ替えたものである．演習はレベル1から4の4段階用意しており，レベル1は三角ロジックの2カ所がすでに埋められており，学習者は1カ所だけ埋めるものとなっている．レベル2では，学習者は2カ所を埋めることが求められる．レベル3では，三カ所全部を埋めて一つの三角ロジックを完成させることが求められる．レベル4では，二つの三角形で構成される三角ロジックの組立が求められる．本研究では，各レベルで，具体命題を扱う課題と架空命題を扱う課題を用意した．架空命題は，具体命題の言葉を無意味綴りに変えて作っており，言葉が無意味かどうか以外は同型になっている．問題

数は、レベル1は具体：6題、架空：3題、レベル2：6題、3題、レベル3：3題、3題、レベル4：3題、3題、となっている。

被験者は、文学部系大学生14名(文系群)と情報工学系大学生・大学院生の17名(理系群)であった。文系群は授業の一環として利用し、理系群は実験として利用してもらった。いずれもすべての演習を終えるまで連続して行なってもらう形式をとった。ログとしては、各レベルの各課題の開始時間(課題が表示された時間)と終了時間(課題に正解した時間)を記録し、その差分を課題の所要時間とした。また、各課題に対する部品組立操作も記録した。

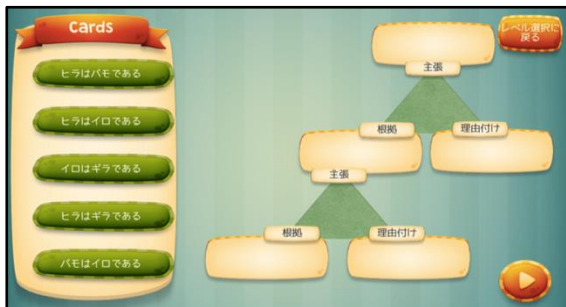


図2 架空命題を扱った組立演習の例

2.4 所要時間に関する分析

各レベルでの各課題に対する平均所要時間を表1にまとめた。この演習はある課題を正解してから次の課題に進める達成進行型であるので、所要時間は課題の難しさの指標となる。表1では3か所で具体課題の所要時間が架空課題よりも有意に短くなったが(ウィルコクソンの符号順位検定)、最も複雑な課題であるレベル4では、架空課題の所要時間が短かった(有意差なし)。また、すべてのレベルで具体課題の所要時間がより短かったのは、文系で2名、理系で5名のみであった。また、群内での分散も大きい場合が多かった。これらのことから、三角ロジックにおいては具体課題と架空課題という区分で所要時間において大きな差があるとは言えないと判断している。また、理系の大学生と文系の大学生では、所要時間が概ね理系群が短かったが、架空・具体間や各レベル間での傾向に差はなく、理系・文系の顕著な差は見られなかったと判断している。

また、時間だけでは熟考型とそうでない場合の区別ができないと考え、正解までの所要手数(カードを三角ロジックに当てはめた回数)についても同様の分析を行った。結果として、すべてのレベルにおいて両群とも具体課題と架空課題で有意な差が見られなかった。

三角ロジックの場合、自然言語文で書かれた命題を対象としており、文の理解においてはその文の現実世界における意味が有用であろうという仮定のもと本実験を行ったが、結果として文が現実世界で有意であるかどうかは顕著な影響を与えないということがわかった。命題の構成要素が持つ現実世界で

の意味は論理の構造には影響しないため、この結果自体は望ましいものであるといえるが、年齢等の被験者の属性を多様にして同様の傾向がみられるかについては、引き続き調べる価値があると考えている。また、現実世界では成立しない命題を取り扱う場合との比較に関しても、今後行っていく必要があると考えている。

2.5 組立手順の分析

三角ブロックのどの部分(主張、理由付け、根拠)から組み立てられるのかについてもレベル3、4について分析した。文系群では、具体命題・架空命題ともに主張から組立てる場合が多く、具体命題で71%、架空命題で74%であった。これに対して、理系群の場合は、根拠から組立てる場合が多くなり、具体命題については、主張:46%、根拠:31%、架空命題の場合は、主張:31%、根拠:37%であった。これらの結果は、具体命題と架空命題に差がないことを示唆するとともに、文系群と理系群の組立て方に違いがあることを示唆している。

3. まとめと今後の課題

本研究では、三角ロジック組み立て演習を文系学部大学生と理系学部大学生・大学院生という性質の異なる2群にて実施した結果を分析した。その結果、三角ロジック組み立て演習は、与えられる命題の有意・無意味によって大きな影響を受けないこと、2群において三角ロジックの組立手順が異なること、が示唆された。これらの示唆を検証するために、被験者や条件に多様性を持たせううえで、実験の規模を大きくする必要がある。

参考文献

- (1) Bryan, H. J., et al.: "A NEW LEARNING PROGRESSION FOR STUDENT ARGUMENTATION IN SCIENTIFIC CONTEXTS" (2014).
- (2) 平嶋宗: "ディープアクティブラーニングを指向した課題設計法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", 人工知能学会全国大会資料(第32回)(2018)
- (3) 北村拓也, 長谷浩成, 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)

表1 問題別平均所要時間

Level	問題タイプ	所要時間(秒/問)	
		文系(14名)	理系(17名)
1	具体(6問)	28.8($\sigma=11.7$)	18.8(7.2)
	架空(3問)	46.7(21.3)	32.4(27.2)
2	具体(6問)	13.7(4.2)	10.6(3.1)
	架空(3問)	15.9(5.9)	11.0(3.5)
3	具体(3問)	30.5(12.3)	33.0(53.0)
	架空(3問)	38.4(16.9)	56.2(61.0)
4	具体(3問)	54.5(22.1)	49.4(44.1)
	架空(3問)	48.6(16.3)	42.8(20.6)