

三角ロジックモデルに基づく論理組立演習の拡張と実験的評価

—情報不備化，無意味綴り化，非常識命題化—

中野謙^{*1}，北村拓也^{*2}，姫宮恵^{*3}，沖永友広^{*3}，林雄介^{*1}，平嶋宗^{*1}，

^{*1} 広島大学大学院工学研究科，^{*2} 広島大学学術・社会連携室，^{*3} 広島大学工学部

Deficiency Information Tasks in Triangle Logic Exercise

-Lack, Meaningless and Unacceptable Information Tasks-

Ken Nakano^{*1}，Takuya Kitamura^{*2}，Megumi Himemiya^{*3}，Tomohiro Okinaga^{*3}，
Yusuke Hayashi^{*1}，Tsukasa Hirashima^{*1}

^{*1} Graduate School of Engineering, Hiroshima University,

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

^{*3} School of Engineering, Hiroshima University

We have already developed an interactive exercise system of triangle logic re-composition and have also confirmed that the exercise is useful for logic learning through experimental uses. In the tasks in the exercise all necessary information are provided. In this paper, as an extension of the exercise, we designed three kinds of deficiency information tasks: the first is lack information task, the second is meaningless information and the third is unacceptable information task. Through experiment, we examined the difficulties of the tasks comparing with the original task.

キーワード：論理的思考力，三角ロジックモデル，情報過不足問題，無意味命題，非常識命題

1. はじめに

近年，個々の領域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る傾向にある⁽¹⁾。しかしながら，具体的に訓練を提示しようにも，その育成方法は明確に確立されていないのが現状である。この課題を解決しようとする試みの一つが，学習課題の意味的構造を可視化し，それをインタラクティブに操作できる環境を実装することで，学習課題に対する学習者の活動をより活動的で深いものにする「オープン情報構造アプローチ」である⁽²⁾。筆者はこの考え方に従って，対象を情報構造として記述し，その情報構造についてのインタラクティブな操作を計算機上で実現することで，その対象についてのより深い学びを可能にする学習環境の設計開発と実践利用を行ってきており，その

有用性を確認している。そして，このオープン情報構造アプローチを論理的思考にも適用しようとする研究がこれまでになされてきた。

論理の構造の可視化表現の一つとして Toulmin モデルがある⁽³⁾。これを根拠，理由付け，主張の三要素で構成されるものとし，取り扱う論理構造をモダスポネンスおよび三段論法に限定することで計算可能としたのが三角ロジックモデルである。これまでにこのモデルを組み立てることで論理構造を身につけることが可能とし，論理的思考力の育成を図れると仮定して演習システム開発が行われ，論理的思考力の育成に資することを示唆する結果が実験的に得られている⁽⁸⁾。

この三角ロジック演習システムだが，演習はシステムの仕様上「与えられた要素で与えられた型の三角形を元に三角ロジックを組む」という活動に限定されて

いた。しかし、実際の論理思考活動の中では、現在ある要素から論理組立に必要な要素を推論することや、論理を構成する命題の意味を吟味する必要も出てくる。

本研究では、既存の三角ロジック演習システムに対し、(1)論理思考活動における情報過不足課題演習への拡張、(2)有意味命題と無意味綴り命題を用意した演習への拡張、(3)非常識的な有意味命題を用意した演習への拡張、を行い、実践利用することで、学習者の論理思考力へ影響を与えるか検証した一連の結果を報告する。

2. 先行研究

2.1 Toulmin モデル

Toulmin は何らかの主張を論理的に展開するためには、主張・理由づけ・根拠・限定・反証・裏付けの6要素が構造的に関係づけられている必要があるとしたモデルを提唱しており、そのモデルは Toulmin モデルと呼ばれている⁽⁹⁾。論理の構造をこの6要素で定式化することで、論理を構成する要素や要素間の関係が明確化され、構造自体の理解に役立つとともに、その正誤の判定や修正、さらに、論理の組み立ての方法自体を学ぶことが可能になるとされている。この Toulmin モデルをもとに構成された論理構造を自動診断し即時的なフィードバックを返すといったインタラクティブ化を指向した研究はこれまでに見当たらなかったが、北村の研究ではそのインタラクティブ化を目指し、システム開発および実践利用がなされた⁽⁸⁾。

2.2 三要素への限定

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⁽¹⁰⁾。また、三要素を用いて論理の学習を行っている事例も多く存在する^(12,13)。北村は、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。当論文では、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。

本研究では、取り扱う論理構造を三段論法に限定す

ることで「根拠」、「理由づけ」、「主張」の構成要素とそれらの要素間の関係を定式化し、さらに三角形の各辺に推論としての意味付けを追加して、それぞれの推論を演習化していることが特徴となる。

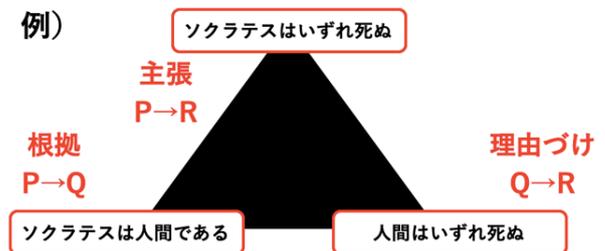


図 1 三角ロジックモデルの具体例

2.3 論理構造の組み立て操作

本研究では、予め教授者が正解となる論理構造を三角ロジックモデルに基づいて記述する(教授者三角ロジックと呼ぶ)。作成された教授者三角ロジックは三段論法を構成しており、左底辺に根拠に相当する命題、右底辺に理由づけに相当する命題、底辺の対頂点に主張に相当する命題が配置される。

教授者三角ロジックが作成されると、これを分解することで三つの命題を取り出すことができる。この三つの命題を再構成して三角ロジックを組み立てるためには、三つの命題の関係を表す三角形の枠組み(三角ロジックフレームと呼ぶ)も必要となる。命題と三角ロジックフレームのセットをキットとして学習者に提供し、このキットから妥当な論理構造を組み立てるのが、本演習における学習者の活動となる。なお、学習者の組み立てた三角ロジックについては、学習者三角ロジックと呼ぶ。

2.4 従来型三角ロジック組み立て

「三角ロジック」を可視化された論理の三角形を組み立てることで論理の構造的な理解を促し、自動診断によるフィードバックで、学習者が自ら試行錯誤をしながら論理構造を身につけるためのシステムの開発がこれまでなされてきた。この演習環境では、三角ロジックを提供された部品を使って組み立てる演習(組み立て演習)が実装されている。

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)の間

題⁽¹⁹⁾を上記システム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問題の得点との間に負の相関が見られたという結果が得られている⁽⁸⁾。つまり、システムの論理組み立て問題を早く解ける学習者ほど、論理思考力が身につけているので問題の得点も高いということが言える。

2.5 先行研究における課題

「他者の意見や思考を論理的に説明する」というクリティカルシンキングの概念は、論理的思考において重要な要素の一つである。しかし、実際にその行為の実施は難しく、我々はその原因を「命題完備性」や「意味的完備性」の欠如によるものだと考えている。

「命題完備性」とは、論理を組み立てる要素である命題が充足しているか否かのことを指す。これが不足すると、「他者が自身の暗黙知を元に論理を組み立てていて、自分の中では再構成できないため理解できない」という問題が発生しうる。三角ロジック再構成演習においては、モデルを組み立てるための命題が欠如した状態である。

「意味的完備性」とは、論理を組み立てる要素である命題の意味が理解できるものか、あるいは合意できるものか否かである。これが不足すると、「他者が自分の知らない要素を元に論理を組んでいて理解できない」

「自分が正しいと考えていない要素を元に、他者が論理を組んでいて理解できない」という問題が発生する。三角ロジック再構成演習においては、モデルを組み立てるための命題が自然言語で記述されているか否か、あるいは常識的に妥当とされない命題であるか否かという状態である。

これまでの三角ロジック再構成演習は、上記二点が保証された上での組み立て演習だったため、クリティカルシンキングの範囲にまでは至らなかった。そこで本研究では、上記二点が欠如した「情報不足問題」「無意味綴り命題」「非常識命題」の拡張を三角ロジック再構成演習に対して行い、まずは学習者の論理的思考にどのように影響を及ぼすのかを調査した。

3. 情報過不足問題演習

3.1 情報不足問題

演習で用いられる問題は、解くために必要な情報だけで構成されるのが一般的であり、学習者はそのことを前提として解決に取り組むことが多い（以下、このような問題を「情報完備問題」と呼ぶ）。これに対し、問題解決に不要な情報が含まれていたり（以下、「情報過剰問題」と呼ぶ）、あるいは必要な情報が欠落していたり（以下、「情報不足問題」と呼ぶ）した場合には、より深い理解を要する問題になるとされている⁽¹⁴⁻¹⁷⁾。情報完備問題と比較すると、情報過剰問題は提供されている情報が解決に必要なものかどうかを吟味することが求められる。情報不足問題では、提供されている情報だけでは答えを導くことができないと判断することと、不足した情報を補間して答えを導けるようにすることが必要となる。

3.2 三角ロジックにおける情報過不足問題

これまでの三角ロジック再構成演習では、提供された部品を用いて論理の構造を組立てることが学習者に求められる。この時、三角ロジックを構成する三要素のみ命題カードを提供している場合は情報完備問題、不要な命題カードを含めて提供している場合は情報過剰問題として位置付けることができる。そこで、本研究では先行研究の演習に情報不足問題及び情報過剰問題（過剰な情報を含み、かつ、欠落した情報のある問題）を追加することを目指して、情報補間活動を不足した部品を構成要素から組立てる外在化された操作として実装した（図 2）。この外在的操作化は、ある思考を習得するうえで、対応する操作を具体物に対する外在的な操作として行えるようにすることが有効であるとする Galperin の知的行為多段階形成モデルに基づくものである⁽³⁾

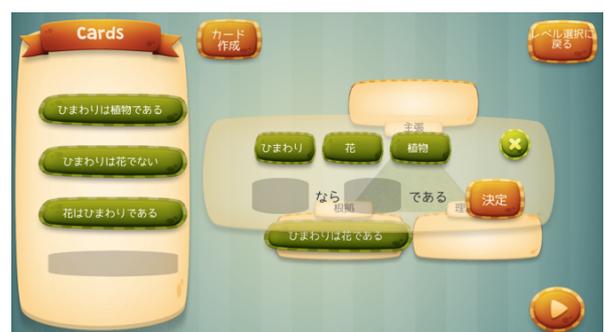


図 2 情報補間活動の例

3.3 演習実施結果

情報過不足問題を含んだ三角ロジック再構成演習の実施結果を表 1 に示した。なお、対象は情報工学系の学生であり、演習は情報完備問題、情報過剰問題、情報不足問題、情報過不足問題で構成されている。情報不足問題と情報過不足問題を比べると、一問あたりの解答数が 2 割、所要時間が 5 割増加しており、不足を過不足化したことで難度が高くなったことが示唆された。

また、論理的思考力の調査問題⁽¹⁹⁾のスコアと各演習の所要時間の相関も調べた。その結果が表 2 である。なお、論理的思考力の調査問題のスコアは、平均 34.5(SD=3.5)、であった (46 点満点)。

その結果、情報完備、情報過剰、情報不足に弱い相関があり (0.2~0.4)、情報過不足、混合において中程度の相関(0.4~0.7)が見られた。多重検定 (FDR 法) を行ったところ、情報過不足問題においてのみ、有意であった。このことは、論理組立における情報過不足問題は、論理的思考力との関係が深く、したがって論理的思考力育成のための問題として有望であることが示唆された。

情報不足問題の相関が弱かったのは、三つの命題で構成される単純な論理構造のみを扱ったことで、不足情報が比較的自明であったことが影響していると考えられる。またこのことは、単純な構造を対象とするような初歩の段階における過不足の有効性を示唆するものといえる。混合演習は、問題を吟味することで完備、不足、過剰、と判断させる意図があったが、本演習の性質上、完備と不足に関してはその種類がカードの枚数で判別できてしまうことが影響したと考えられる。

3.4 三角ロジックにおける論理変換問題

ここまで、命題が不足していることへの対応策として、「命題を追加する」という情報補間活動を実装し実験利用まで行なった。しかし、命題が不足していない環境でも、論理組立に利用する命題がそのまま三角ロジックモデルに当てはまるような形式ではない場合もある。そうした場合の一つに、「命題に対して論理変換を行う」という情報補間活動を行うことで三角ロジックモデルに適用可能となることがある。そこで、与えられた要素では論理が組み立てられないことを判断す

る経験、および論理を組み立てるのに必要な要素を自分で見つける経験、を演習に組み込むため、三角ロジック再構成演習にて提供される命題に対して逆・裏・対偶の変換を可能とし、それらの変換を行なって初めて三角ロジックが成立する演習も組み込んだ (図 3)。

この論理変換問題を組み込んだ三角ロジック再構成演習を情報工学系の大学生の学習者に対して実験利用した結果、7 割以上の学習者がすべての問題に到達し、試行錯誤できたという結果が得られた。このことから、拡張演習として滞りなく実施できることが確認できた一方、学習効果については確認できなかったため、より拡張を洗練することが今後の課題となる。

表 1 演習結果

(n=21)	平均所要 時間 (秒)	秒/問	平均解答数 /問	カード 作成数/問
情報完備 問題演習 (3 問)	57 (SD=28)	19	1.25 (SD=0.35)	
情報過剰 問題演習 (3 問)	58 (25)	19	1.12 (0.22)	
情報不足 問題演習 (3 問)	106 (58)	35	1.03 (0.10)	1.06 (SD=0.13)
情報過不足 問題演習 (3 問)	160 (142)	53	1.23 (0.46)	1.28 (0.63)
混合演習 (全 12 問)	384 (171)	32	1.23 (0.17)	0.708 (0.15)
全演習	763 (373)			

表 2 調査問題スコアと演習時間の相関

	相関係数	p 値	FDR の 有意水準
情報完備	-0.34	0.149	0.04
情報過剰	-0.221	0.349	0.05
情報不足	-0.39	0.092	0.03
情報過不足	-0.61	0.004	0.01
混合	-0.48	0.032	0.02



図 3 命題カード論理変換機能画面

4. 無意味綴り命題

4.1 有意味命題と無意味綴り命題

三角ロジックで取り扱っている命題は、「犬である」というような一要素のみで構成される単純命題，もしくは「犬であるならば動物である」というような単純命題二つで構成される含意命題の二種類である．数学の記号的論理で表すと，単純命題は p ，含意命題は $p \rightarrow q$ とそれぞれ表現できる．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，一方，意味を持った言葉で構成されている命題を本稿では有意味命題と呼ぶ．図 4 は無意味綴り命題を用いた三角ロジック再構成演習の課題例である．

有意味命題の演習の場合，提供された命題が学習者の既有知識に含まれる可能性がある．そのため，演習に対して精緻化が発生することにより，無意味綴り命題の演習よりも効率のよい三角ロジックの組み立てができると考えられる．

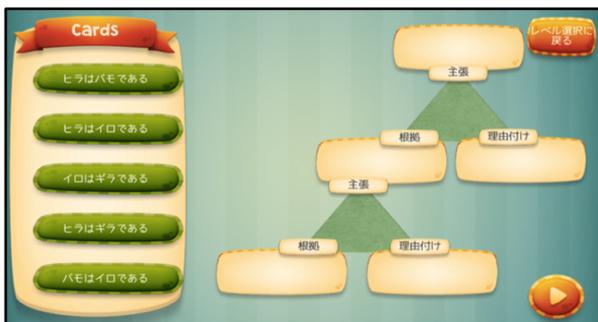


図 4 無意味綴り命題を用いた組み立て演習例

4.2 演習実施結果

今回利用した演習は，先行研究で開発した三角ロジック組立演習システム⁽⁶⁾において，課題を本研究用に入れ替えたものであり，レベル 1 から 4 の 4 段階用意

した．レベルが上がるごとに埋める三角ロジックの穴が増えていき，レベル 4 では根拠側に拡張した三角ロジックを組み立てることになる．

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．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った形式をとった．ログとしては，各レベルの各課題の開始時間と終了時間を記録し，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．被験者は全員全問正答にたどり着き，文系群，理系群それぞれの総所要時間平均は 958 秒 ($\sigma=202$)，681 秒 ($\sigma=255$) であった．

各レベルでの各課題に対する一問あたりの平均所要時間を表 3 にまとめた．各レベルにおける有意味命題課題と無意味綴り命題課題の一問あたりの所要時間に違いがあるかどうかを検定したところ（ウィルコクソンの符号順位検定），レベル 2 において有意な差がみられたが，レベル 1，レベル 3 およびレベル 4 では，有意差は見られなかった．レベル 1 及びレベル 2 で有意味・無意味の三角ロジックの導入的な組立課題を行って慣れたうえで，すべての命題を組立てるレベル 3 及びレベル 4 において所要時間に差が出なかったことは，三角ロジックの組立課題を遂行する上で，有意味命題と無意味命題の違いは顕著なものではないことを示唆すると判断している．レベル 2 においてのみ差が出た理由としては，無意味な命題の組立という，慣れない活動に戸惑った可能性があると考えている．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，無意味・有意味間や各レベル間での傾向に差はなく，無意味綴り化の影響は理系・文系で差は見られなかったと判断している．

所要手数は，正解までにカードを三角ロジックに当てはめた回数である．結果は表 4 のようになり，所要時間と同様にレベル 2 においてのみ有意差が現れ，他のレベルでは有意差は見られなかった．所要時間と同様，レベル 3 及びレベル 4 で手数に差がなかったことから，有意味命題・無意味命題の違いは，三角ロジックの組立の手数には影響を及ぼさないことを示唆している．

表 3 一問あたりの平均所要時間の分析

演習 レベル	単語 綴り	平均所要時間 (秒/問)		p 値
		文系群 (14 名)	理系群 (17 名)	
1	有意味 (6 問)	13.7 ($\sigma=4.2$)	11.9 (5.2)	文系群： $p=0.389$
	無意味 (3 問)	15.9 (5.9)	12.6 (5.0)	理系群： $p=0.112$
2	有意味 (6 問)	28.8 (11.7)	15.6 (5.6)	文系群： $p=0.003^*$
	無意味 (3 問)	46.7 (21.3)	22.9 (11.5)	理系群： $p=0.002^*$
3	有意味 (3 問)	30.5 (12.3)	26.8 (27.1)	文系群： $p=0.135$
	無意味 (3 問)	38.4 (16.9)	31.8 (25.1)	理系群： $p=0.138$
4	有意味 (3 問)	54.5 (22.1)	42.2 (20.9)	文系群： $p=0.437$
	無意味 (3 問)	48.6 (16.3)	35.6 (14.0)	理系群： $p=0.176$

表 4 一問あたりの平均所要手数の分析

演習 レベル	単語 綴り	平均所要手数 (手数/問)		p 値
		文系群 (14 名)	理系群 (17 名)	
1	有意味 (6 問)	3.8 ($\sigma=1.5$)	2.4 (0.5)	文系群： $p=0.057$
	無意味 (3 問)	5.3 (2.6)	2.2 (0.3)	理系群： $p=0.056$
2	有意味 (6 問)	6.5 (2.5)	4.0 (1.2)	文系群： $p=0.003^*$
	無意味 (3 問)	13.5 (5.5)	5.0 (2.3)	理系群： $p=0.044^*$
3	有意味 (3 問)	11 (4.4)	5.9 (1.7)	文系群： $p=0.062$
	無意味 (3 問)	14.0 (5.2)	8.7 (4.8)	理系群： $p=0.098$
4	有意味 (3 問)	21.4 (5.7)	9.9 (5.2)	文系群： $p=0.86$
	無意味 (3 問)	21.7 (5.6)	11.7 (5.9)	理系群： $p=0.056$

表 5 最初に埋める空欄の割合

	単語綴り	主張	理由付け	根拠
文系群	有意味	72	7	19
	無意味	75	2	19
理系群	有意味	46	4	31
	無意味	31	10	37

組立手順とは、三角ロジックの組立をどの部分（主張、理由付け、根拠）から行うかである。レベル 3, 4 について分析した結果、表 5 の結果となった。文系群では、有意味命題・無意味命題ともに主張から組立てる場合が多く、有意味命題で 72%、無意味命題で 75%であった。理系群の場合は、有意味命題・無意味命題ともに、根拠と主張から組立てる場合が、有意味命題については、主張:46%、根拠:31%、無意味命題の場合は、主張:31%、根拠:37%であった。これらの結果は、組立手順に関して、有意味命題と無意味命題に差がないことを示唆している。ただし、文系群と理系群の組立て方に違いがある可能性も示された。

5. 非常識命題

5.1 三角ロジックにおける非常識命題

三角ロジック再構成演習における有意味命題と無意味命題の及ぼす影響については第 4 章で述べた通りである。本章では、その演習問題に非常識な有意味命題の問題を混合した演習を設計した。

図 5 は非常識命題問題の演習画面である。なお、非常識命題は、基本的に元々常識的に妥当とされる命題に否定の論理変換を行うことで作成している。例としては「ペンギンは鳥である、鳥であるなら卵を生む生き物であるから、ペンギンは卵を生む生き物である」という三角ロジックの構成に対し、「ペンギンは鳥である、鳥であるなら卵を生む生き物ではないから、ペンギンは卵を生む生き物ではない」となる。



図 5 非常識命題演習例

5.2 演習実施結果

今回の演習は、第 4 章で利用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り、レベル 1 から 4 の 4 段階用意している。

本研究では、各レベルで、有意味命題を扱う課題と非常識命題を扱う課題、無意味綴り命題を扱う課題を用意した。

被験者は、情報工学系大学生・大学院生の22名であり、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と終了時間を記録し、その差分を課題の所要時間とした(表6は一问あたりの平均)。また、各課題に対する部品組立操作も記録し、ここではその中でも、部品を移動させる操作手数の一问あたりの平均を表7に示した。被験者は全員全問正答にたどり着き、総所要時間平均は717秒($\sigma=313$)であった。なお、三種類の命題の一问あたりの平均所要時間および平均所要手数の比較はウィルコクソンの符号付き順位検定で行い、多重検定であることを考慮し、有意水準は5%/検定回数3回=1.67%(0.0167)と設定した(ボンフェローニ補正)。

結果として、まず一问あたりの所要時間において、非常識命題と有意味命題とでは全てのレベル、無意味命題とではレベル3以外のレベルにて有意差がみられた。その一方、一问あたりの所要手数においては、非常識と有意味・無意味綴りとでレベル1とレベル2のみでしか有意差はみられなかった。

このことは、まず有意味命題として三角ロジックを組み立てようと試行する学習者にとって、命題を認識する上で非常識な命題はノイズとなるものの、実際に組み立てる段階では、その認識の上で組み立てる段階へ移ることで有意味、非常識、無意味綴りそれぞれの違いがほぼなくなるため、認識の所要時間に影響は出ても、その後の操作手数については影響が出にくかったのではないかと考察される。

6. まとめ

本研究では、既存の三角ロジック演習システムに対し、(1)論理思考活動における情報過不足課題演習への拡張、(2)有意味命題と無意味綴り命題を用意した演習への拡張、(3)非常識的な有意味命題を用意した演習への拡張、を行い、実践利用することで、学習者の論理

表6 一问あたりの平均所要時間

演習レベル	単語綴り	平均所要時間 (秒/問)
1	有意味(4問)	11.8 ($\sigma=3.4$)
	非常識(2問)	18.4 (8.0)
	無意味(3問)	11.9 (5.7)
2	有意味(4問)	16.4 (6.9)
	非常識(2問)	31.5 (29.6)
	無意味(3問)	17.3 (7.2)
3	有意味(2問)	19.5 (9.1)
	非常識(1問)	27.5 (11.4)
	無意味(3問)	40.5 (45.1)
4	有意味(2問)	30.5 (18.5)
	非常識(1問)	61.9 (54.6)
	無意味(3問)	35.3 (17.1)

表7 一问あたりの平均所要手数

演習レベル	単語綴り	平均所要手数 (手数/問)
1	有意味(4問)	2.1 ($\sigma=0.3$)
	非常識(2問)	2.8 (1.2)
	無意味(3問)	2.0 (0)
2	有意味(4問)	3.4 (0.5)
	非常識(2問)	4.3 (1.4)
	無意味(3問)	3.4 (0.5)
3	有意味(2問)	4.6 (0.8)
	非常識(1問)	5.5 (1.9)
	無意味(3問)	5.4 (2.3)
4	有意味(2問)	7.8 (2.7)
	非常識(1問)	9.9 (5.9)
	無意味(3問)	9.1 (2.8)

的思考力へ影響を与えるかを検証した。

その結果、情報過不足課題演習は三角ロジック再構成演習上で実装でき、大学生を対象とした実験的利用を通して、従来用いていた情報完備及び情報過剰問題よりも、情報過不足問題の難度が高いこと、および、論理的思考の調査問題のスコアと情報過不足問題の解決に要する時間に有意な負の相関が見られたことから、今回実装した情報過不足問題も先行研究⁽¹⁴⁻¹⁷⁾が指摘

するように論理的思考力を要するものとなっていることが再確認された。また、有意味命題と無意味綴り命題を用意した演習では、所要時間、所与手数および組立手順において、理系群、文系群ともに、有意味命題を扱った場合と無意味命題を扱った場合で顕著な違いは見られなかった。一方で、非常識な有意味命題を追加した場合、同様の基準で有意意味命題や無意味綴り命題の問題と比較した時に、論理構造を組み立てる際にノイズとなるような影響が見られた。

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) 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) 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 Vol. 30 No. 3, pp. 277-280 (2015).
- (4) Hirashima, T., Hayashi, Y., Yamamoto, S., Maeda, K.: Bridging Model between Problem and Solution Representations in Arithmetic/Mathematics Word Problem, Proc. of ICCE2015, pp. 9-18 (2015).
- (5) 山元翔, 神戸健寛, 吉田祐太, 前田一誠, 平嶋宗: 教室授業との融合を目的とした単文統合型作問学習支援システムモンサクン Touch の開発と実践利用, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J96-D, No. 10, pp. 2440-2451 (2013).
- (6) Horiguchi, T., Imai, T., Toumoto, T., Hirashima, T.: Error-Based Simulation for Error-Awareness in Learning Mechanics: An Evaluation, Journal of Educational Technology & Society, Vol. 17, Issue 3, pp. 1-13 (2014).
- (7) 平嶋宗, 長田卓哉, 杉原康太, 中田晋介, 舟生日出男: キットビルド概念マップの小学校理科での授業内利用の試み, 教育システム情報学会誌, Vol. 33, No. 4, pp. 164-175 (2016).
- (8) 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, No. 6, pp. C-H14_1-12 (2017).
- (9) 水山光春: 合意形成をめざす中学校社会科授業—トゥールミンモデルの「留保条件」を活用して—, (1997).
- (10) Bryan, H. J., et al.: A NEW LEARNING PROGRESSION FOR STUDENT ARGUMENTATION IN SCIENTIFIC CONTEXTS (2014).
- (11) 井上尚美: “言語論理教育入門—国語科における思考”, 明治図書 (1989).
- (12) 堀江祐爾, 成瀬雅巳: “思考力・判断力・表現力を育成するために言語活動を取り入れた効果的な指導方法の研究: 論理的に「話す・聞く」「書く」指導をとおして”, 平成 24・25 年度「理論と実践の融合」に関する共同研究活動成果報告書 (2003).
- (13) 佐藤佐敏: “解釈する力を高める発問”, 上越教育大学研究紀要 第 29 卷 (2010).
- (14) 石田淳一: “算数科における「読み」の指導に関する研究—情報過剰問題を中心として(1)—”, 愛知教育大学研究報告, 教育科学, Vol. 33, pp. 239-251 (1984).
- (15) Verschaffel, Lieven, Erik De Corte, and Sabien Lasure: “Realistic considerations in mathematical modeling of school arithmetic word problems”, Learning and Instruction. 4, pp. 273-294 (1994).
- (16) 金田茂裕: “不備のある算数文章問題に対する小学生と高校生の解決方略”, 京都大学大学院教育学研究科紀要, Vol. 48, pp. 468-477 (2002).
- (17) 竹綱誠一郎, 斎藤寿実子, 吉田美登利, 佐藤朗子, 瀧沢絵里, 小方涼子: “児童の作文学力と算数文章題学力との関係”, 人文, Vol. 10, pp. 85-92 (2012).
- (18) 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).
- (19) 国立教育政策研究所: “特定の課題に対する調査(論理的な思考)” (2017), https://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokutei_ronri/index.html, (閲覧日 2020 年 4 月 9 日).
- (20) 北村拓也, 平嶋宗: “論理構造の構造化演習と分節化演習の演習順序による演習難易度の差”, 人工知能学会論文誌, Vol. 34, No. 5, pp. C-I73_1-5 (2019).
- (21) 中野謙, 姫宮恵, 北村拓也, 林雄介, 平嶋宗: 論理組立演習における情報過不足問題の開発, 教育システム情報学会論文誌(採録決定)
- (22) 中野謙, 北村拓也, 林雄介, 平嶋宗: 無意味綴り命題に対する三角ロジック組立活動の分析, 第 45 回教育システム情報学会全国大会講演論文集(2020).